

# 焦作工學院學生

張廣輿題 

第二卷 第一期合刊

## 本期要目

評『新興三種克拉西的比較觀』	李竹年
技術政治論	謝子敦
交流電力之算法與量法——二電力表法—— 之簡單說明.	王蘊三
Psychochemical Furnace Control.	任式三
如何由烟道氣製造二氧化碳	何述三譯
中國數理本原	馬哲如
焦作一帶石灰石黏土分析之報告	子靜
安全因數	杜曉農
中國地史概論	吳厥初
道路談	高憲鈇
山東嶧縣中興煤礦實習報告	柴濟普 王天樞
六河溝煤礦井下實習報告	李棲鳳
The Taokow Chinghua Railway.	Hsia Ming Ye
廣西礦產調查記略	蘇鎮機

中華民國二十二年九月發行

焦作工學院學生自治會出版股編印

中華郵局特准掛號認爲新聞紙類

# 焦 作 工 學 生

## 第二卷 第三期合刊目次

胡石青先生題辭

銅版像

卷首語

吳厥初

特載

本院之展望      本院之概況

論著

評「新興三種克拉西的比較觀」

李竹年

技術政治論

謝子敦

學術

交流電力之算法與量法——二電力表

法——之簡單說明

王蘊三

Psychochemical Furnace Control

任式三

如何由烟道氣製造固體二氧化碳

何述三譯

中國數理本原

馬哲如

焦作一帶石灰石粘土分析之報告

子靜

- |                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| 安全因數                        | 杜 曉 農           |
| 採煤工程中之前進制與後退制               | 魏 鍾             |
| 石灰—磷酸鹽—蘇打 分量若干？             | 懷 西             |
| 摩爾 MOL                      | 懷 西 譯           |
| 雙鈕鋼拱橋                       | 王正書譯            |
| 中國地史概論                      | 吳 厥 初           |
| 波動淺說                        | 禹 生             |
| 道路談                         | 高 憲 鈹           |
| 不用炸藥之轟炸—二氧化碳之新職務            | 劉書聲譯            |
| <b>報告</b>                   |                 |
| <u>山東嶧縣中興煤礦</u>             |                 |
| 實習報告                        | 柴 濟 普 王 天 樞     |
| <u>六河溝煤礦</u> 井下實習報告         | 李 棧 鳳           |
| <b>調查</b>                   |                 |
| The Taokow-Chinghua Railway | By Hsia Ming Ye |
| <u>廣西鑛產</u> 調查記略            | 蘇 鎮 機           |

## 本院創辦人胡汝麟先生傳略

先生字石青，河南通許人。曾卒業於京師大學堂，後被選為河南諮議局議員，復長河南高等學堂教務，旋選任衆議院議員。民五任全國烟酒公賣督辦，旋奉命同王擗沙先生交涉福案，不憚辛勞，卒挽國權。中原公司創立後，先生復被推為董事長，對於產銷多所規劃。民八因礦案交涉，被誣入獄；民九春冤白，乃赴國外考察政治及實業，歷三十八國；民十三歸國後，著成遊記。北伐成功後，任東北大學教授。民二十東北淪陷，遂居北平，深究政治，先生熱心教育，提倡實業，改良政治，口碑載道；既創本院於前，復捐基金於後，本院之始基，實仰先生之臂助焉！

胡石青先生題辭

專家政治之說古風起雲湧於斯  
 大陸其理想固不能完全實現  
 環而日後政治之必與專家為  
 緣專家之必在政治中者其  
 首安地位此蓋學術術進身  
 生活政進之影響使治人  
 政治不能不重治物而治物  
 之業斷非蘊本空疏之政博家  
 所能負其重任固之專家遂不  
 能見重於政治中因之專家對  
 於政治不能不有相當之培養  
 以應社會之需求中國之政治也  
 當在志士仁人之曲解之政治也  
 一察社會客觀之要求二舉已  
 之政見宜諸君以社會一視  
 俾與信託斯二者有亦已哉  
 人之功而皆政治者養之基  
 礎要件 著作工學院為培養  
 專家之學府 宜作工業化  
 皆為前途社會之專家中  
 國今日政家固之專家一治世  
 遠而專家不能不早播其養也  
 特政運之政變權典 工業院  
 工業化徵有歷史閱小確其利物  
 良屬欣慰惟法教授附簡末此  
 次未是一良好紀念也民國二十二年  
 月十日晨通許胡石青題



院長張文濤先生

## 張院長清澗先生事略

先生字文濤，河南南陽人。北京大學畢業，美國柯州礦務大學學士，哥倫比亞大學研究生，歷任福特摩托公司化鐵爐部助理員，國立西北大學教授，兩廣地質調查所技士，河南省立第一高中理科主任，本院教授兼秘書，代理院長。現任本院院長，本院一切發展計劃，實先生之力也。

## 前院長張廣輿先生略歷

先生字仲魯，河南鞏縣人，國立清華大學畢業，美國米蘇里大學學士。民十二歸國後，任河南福中礦務大學校長，繼任河南建設廳科長代行廳長職務，國立清華大學秘書長，河南大學校長。民二十春本院改組後，重長本院，擴充學科，添建校舍，增加設備，不遺餘力。後以國立中央大學校長堅邀，遂兼任中大總務長。旋以河南省府之聘，復任河南大學校長，先生熱心教育，本院得有今日，實先生之賜也。



前院長張仲魯先生





熱心贊助本院之  
胡石青先生

## 王搏沙先生傳略

先生名敬芳，豫之鞏縣人。先世讀書無顯達者，賴耕沽自給；故生而刻苦自勵，幼失恃怙，由繼母撫育成人。兄早歿，嫂能佐姑持家事，先生得專意讀。弱冠入邑庠，旋食餼，光緒癸卯舉於鄉。事繼母極孝，敬嫂若尊長，終其身如一日。讀書能見其大，爲文有浩浩長河氣。早歲懷澄清志，嘗以萬言書巧河南府守文梯代呈，格未上達。變法議興，考送日本留學；適留學生以取締規則，清韓學生並稱，全體反對，決議歸國；自創大學，上海中國公學由此建立。當時同歸者數百人，真致力校務者，僅先生與十數友人；能庶績服校務者又僅三五人。國家在搖動轉變中，公學亦因之屢蹈屢興。任勞任怨，捐資財，視公學若生命，始終其事者，先生一人而已。初任幹事，繼任董事，又繼任校長。先後捐款約四十萬元，造成人材以千計。當任幹事時，月薪十五元，隆冬著薄裕衣，時鉅公如端午橋制軍等，爭欲羅致先生，顧夷然不屑也。清季英商福公司，得豫北諸山各礦專採權，偕沁陽杜友梅力爭廢約。民國初元，卒改舊約，與通許胡石青創中原煤礦公司與之抗。時政府意早允洋商以中外合辦，故合組福中總公司；利益權限之分，抗爭甚烈，瀕決裂者再四，卒得華洋平等。先生在中原公司初任協理，繼任董事長，在福中總公司始終任華總理。礦業公司在腹地猶爲創舉，易滋物議，負責過久，歛怨尤多；先生坦行素履，不懈初衷，先後贏利近六百萬元。都每歲分給股東，無絲毫混濫。時局轉變，公司爲駐軍所接管，先生適以是時病，尋卒於北平。論者傷之。其嗣君以鉅款捐充焦作工學院基金，承先志也。今中原公司以後賢力得復商辦，福中總公司改組爲中福聯合辦事處，原約再事修正，收回權利匪少；抑亦前賢所奠基礎有以啓之於先也。



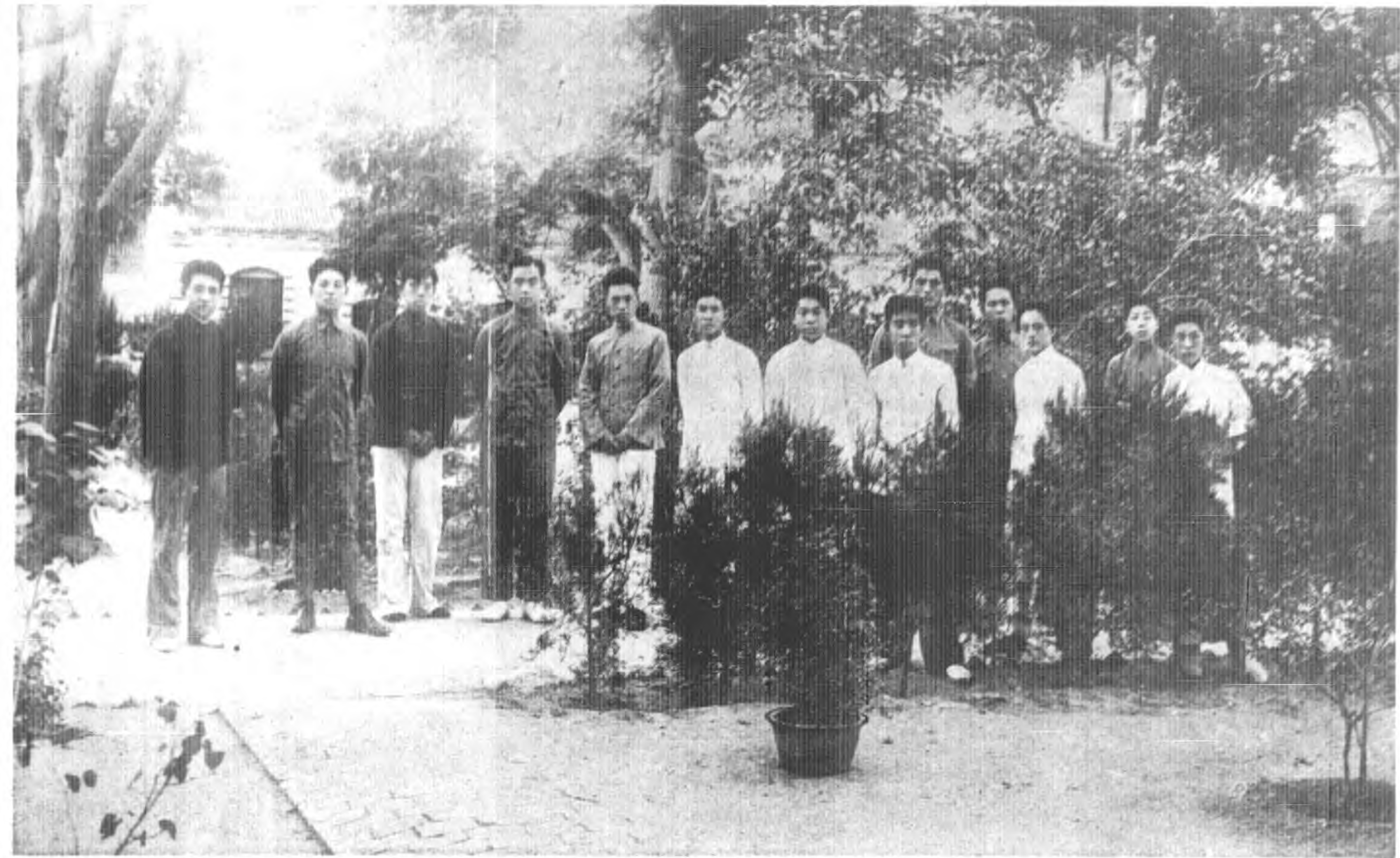
熱心贊助本院之  
王搏沙先生遺像



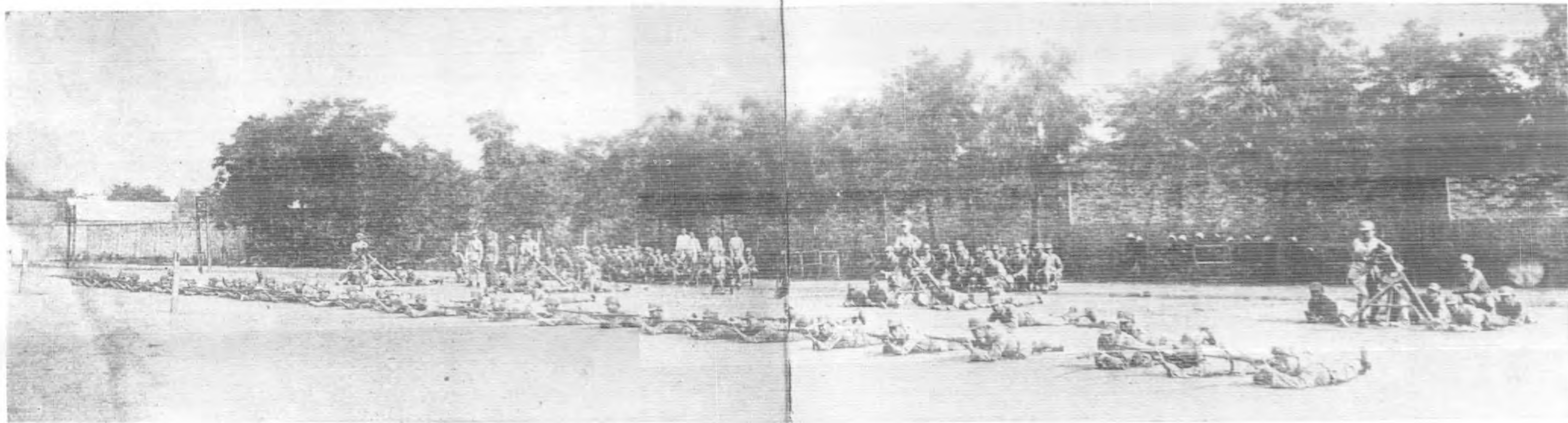
本院本屆探冶科畢業業同學留影



影合輯編體全股版出會治自生學院本



影合員職體全會治自生學院本



六月二十日 國民 影攝 練教 門戰 練訓 事軍 院本 閱檢 學督 戴派 部



六月二十日 國民 影留 生先 青石 胡迎 歡生 師體 全院 學工 作焦

## 卷 首 語

吳 厥 初

這一卷書，是愛護本刊的各界及院長教授先生們培成的果實；編者雖用了相當的心力，但並不是本卷所能產生的主因。

因為時間的關係與多方面的影響，我們不得不延長出版日期，釐訂內容，『合刊』在此情況下，乃不得不然者。

本刊第一卷兩期均用中式直排，每多不便處。橫排似較適合於本刊的內容，所以毅然改了版式。

本卷取材的方針畧有變更，致範圍狹隘；難免有遺珠之憾，應請作者諒之。

登載本院教授先生之鴻著，俾同學于親聆講授之餘並得文字的教益。

本刊內容頗多簡陋，魯魚亥豕，在所難免；敬希讀者鑒諒與指正。

吾人所致力者：一是深切的了解我們的所學；一是努力



的研討新的工程方式。最大的希望，是予學工程或礦冶者以我們的力量雖則微薄，却竭力要使這個焦作工學生向着我們所企求的途上前進。

一九三三年七月十三日



## 特 載

### 焦 作 工 學 院 之 展 望

#### (一)

溯自本院成立以還，行將十有八載，約而論之，蓋有三期：

一曰創始時期 民四福中總公司成立，在開封開辦礦務學校。八年易名福中礦務專門學校，九年春遷至焦作路礦學堂原址，十年易名為福中礦務大學。十一年夏第一屆專門科畢業，十五年夏第二屆大學本科畢業；蓋自成立至此，歷十有一年。學制屢更，校名數易，三公司營業發達，經費不無增加，而每年總數，僅逾兩萬，本預合計，不過三班，班次既不銜接，設備復不充實；然能延續生命如此之久，畢業同學，服務礦廠，咸著成績，乃本院之良好基礎也。

二曰奮鬥時期 自民十五福公司自動停工，福中總公司相繼停辦，迄民十九二十之交，內戰頻仍，干戈時起。本院所用經費，全由中原公司擔負，每年度有少至萬餘元者；然猶能添招班次，擴充校舍，靈光巍然，弦歌未嘗一日輟，此種之奮鬥精神，蓋本院存在之條件也。

三曰擴充時期 民二十本院改組，適合部章，添招土木工程科，易為今名。得中原公司極力贊助，省政府予以核准，經費增加，約及三倍。設備建築亦復稱是，然後本院粗具

規模，氣象一新，教育部派員視察，准予立案。準此進行，不數年後，質量並茂，可與海內工程學府相頡頏矣。

(二)

本院向設採礦冶金科，預科畢業，升入本科。改組以來，仍附設高級中學，畢業後選入採冶或土木科。自下年度起，勢須停招高中，以便充實本科，茲將採冶科改組前後，及土木科各類學程分量之百分率列表如次：

學 科 系	學 程											總計
	數學	物理	化學	土木	機械	電機	地質 礦物	採礦	冶金	經濟	選修	
採礦冶金科	3.8	5.3	11.9	11.4	12.1	5.7	17.9	17.6	13.3	1.0	.....	100.0
採冶科採礦系	4.0	5.9	12.8	13.2	8.5	5.9	15.8	21.7	10.9	1.3	.....	100.0
採冶科冶金系	4.0	5.9	20.7	13.2	5.6	5.9	10.2	6.2	27.0	1.3	.....	100.0
土木科路工系	4.0	5.9	5.9	64.0	8.2	2.7	2.0	.....	.....	3.3	4.0	100.0
土木科水利系	4.0	5.9	5.9	64.7	8.2	2.7	2.0	.....	.....	3.3	3.3	100.0

類 別	二十年度以前設備總數		二十一年度設備完成後總數	
	價 值	百 分 率	價 值	百 分 率
基本科學類	一六·六九九元	三五·四	二八·六九九元	二〇·二
採冶地質類	一四·五六七元	三〇·八	三九·五六七元	二七·八
土 木 類	一五·九六七元	三三·八	四一·九六七元	二九·五
電機動力類			三二·〇〇〇元	二二·五
總 計	四七·二三三元	一〇〇·〇	一四二·二三三元	一〇〇·〇

十九年度以前，本院只設採礦冶金科，共修二百一十學分。二十年度改組後，規定各系所修習者，依照部章最大限

度各爲一百五十二學分。所有學程，概甚重要。故選修機會，絕無而僅有，此亦工程學校之普通現象也。就海內需要，及海外趨勢言之，本院或有併系增科之必要；蓋本院設備，尙屬欠缺，亟須積極充實。即機械電機各項設備，亦多爲採冶土木兩科所需要，若非然者，則應設之學程，不能開班；開班之學程，空洞無物；然若完成之後，便可添設機電兩科。因每科除添聘教授數人外，無須更增經費。以設備既有，而職員不增也。且也，四科並立；設備可以互相利用；教員可以專授所長，學生可以發展個性，蔚爲國器，遠仿歐美之成規，近應社會之需要。他日設備完成，本院宜利用其所有，多養成兩種技術人才，所謂教育效率，其謂是歟？茲將本院設備概數，表解於下：與實驗室有同樣之重要者，厥爲圖書；本院收藏，殊不豐富。十二年秋，代存河南礦學會圖書雜誌貨譜目錄近千冊。改組後每月以五百元訂購雜誌新書，即今計之，共有中文書籍約七千冊，西文書籍約三千冊。雖可資教學之參考，然不足供專門之研究也。

### (三)

本院原有校舍，係路礦學堂舊址，曾經福中總公司借用者。民十三多方籌措，始於校之西首建築宿舍數十間；並將舍後空地，闢爲運動場。十七年接收校之北鄰福中總公司職員住宅，十八年接收福公司停辦之醫院，二十年增築校舍，改建大門，二十一年建築科學館；約畧計之，本院現有校舍面積共爲四十六畝，除科學館外，皆非樓房。所有建築之面積共爲七萬三千六百平方尺。就現有班次分配，尙屬敷用。

而材料水力兩實驗室，及動力廠，禮堂，均須及時建築，以應需要。較廣大之運動場，較宏闊之圖書館，亦皆不可漠視者也。

#### (四)

本院經費，按照福中總公司舊合同，應由福公司擔負。然每年僅撥銀五千兩，幸由中原公司年撥一萬元，福中總公司月撥三百元，以資維持。民十五後，福公司，福中總公司相繼停辦，本院經費，全賴中原公司擔負。因時局關係，公司營業不振，月撥經費遂無定額。薪俸屢經折扣，設備莫由增加，幸賴教職員皆抱維持本院之精神；中華教育文化基金董事會資助一萬元，作增加設備之用。本院得於艱難困苦中，作相當之擴充。十九年秋，河南教育款產處補助款項數千元。二十年改組，值李淵如先生主持中原公司，熱心教育。將本院經費增至每月八千四百一十九元。而特別設備及建築費不與焉。又自是年九月起，河南省教育款產處，每月補助設備費二千元。按需要次第，每年可添置一種實驗室。在本院發展進程中，確佔重要之位置也。本院為私立學校，籌募基金，自係切要之圖。中原公司股東胡石青王搏沙兩先生，近曾捐股十萬元，作本院基金。所得利息，逐年滾存。二十年後，可有百萬之鉅。更當多方籌募，以增本院經費之保障。

#### (五)

本院處太行之麓，逼近中原公司，無烟煤礦，及道清鐵路總局，時常觀摩，以證學理，至便利也。本院同人，素具

同舟共濟之精神；本院同學，向有樸實耐勞之習慣。所謂奢靡浪漫之行爲，派別分歧之現象，混焉無存，豈不懿歟？惟是設備建築，俱待擴充。深望本院經費，得因需要而增加。庶能教育英才，備物質建設之先鋒；從事研究，求吾國學術之獨立，向此努力邁進，本院之使命已。

### 焦作工學院改進概況

按本學院自去年遵擬改進計畫後，於本年度開始，即照原定計畫積極進行，謹將本年度實施狀況，及下年度計畫崖略，分別陳述：

#### (一) 課程及編制

本院現設採礦冶金及土木工程兩科，共分四系，其課程皆依部定最大限度各爲一百五十二學分，所有學程，概甚重要，故選修機會絕無而僅有，此亦工程學校之普通現象也。茲將各系所修各類學程之百分率列表如後：

學 科	學 分 系	學 程												總計
		數學	物理	化學	土木	機械	電機	地質 礦物	採礦	冶金	經濟	選修		
採冶科	採礦系	4.0	5.9	12.8	13.2	8.5	5.9	15.8	21.7	10.9	1.3	/	100.0	
採冶科	冶金系	4.0	5.9	20.7	13.2	5.6	5.9	10.2	6.2	27.0	1.3	/	100.0	
土木科	路工系	4.0	5.9	5.9	64.0	8.2	2.7	2.0	/	/	3.3	4.0	100.0	
土木科	水利系	4.0	5.9	5.9	64.7	8.2	2.7	2.0	/	/	3.3	3.3	100.0	

本年度教學情形之改進者，爲教員請假即行補課，學生算草報告畫圖等項不得遲延，以故進度皆如所期，各學程俱無繼續補授之需要矣；至於修學旅行及校外實習，均趁假期分別舉行，務期利用環境以證學理而廣見聞；實習時，礦場給有津貼每月每名三十元至五十元。旅行時，中原公司及原籍縣政府各給

旅費一百元，故能遍觀名廠盡量練習。

下年度自當保持固有精神，努力進行，並遵照部旨利用本院設備添設軍用地質，軍用化學，防毒等選修學程，補救工程學科之不足，而資高材生之深造，庶能養成國防工程人材以應現勢之需要。

本院軍事訓練，自九一八國難發生以來，即積極進行，由駐豫綏靖公署領到七九步槍一百支，子彈五千粒，從中原公司借到大刀五十把，自製迫擊砲模型四個，旗幟靶當各若干。在上年度之終，即完成操場，及野外之速教練，並打靶一次，本年度新生訓練至此全院學生進步至營教練，下年度亦準此進行。

關於體育之實施，自奉到部令後亦即積極進行。去歲曾參加華北運動會得有分數。鐵餅一項，並打破記錄。本年亦已預備參加預選。又於五月之初，本院舉行春季運動會。凡在華北或本省得獎者俱不能重報項目，俾其他學生，得有上進之機會。又實行普及體育，於本年度終了時舉行全院攷試，以示與操行及學科成績並重之意。

本年度開始之時，因班次尚不完備，故仍添招高級中學一班，自下年度起實行停招高中新生。高中減少一班，本科即增加一班。至二十四年度開始之時，高中完全停止。本科完全成立，各種試驗室設備計已充實，然後兩科並立，質量威茂，可與海內工程學府相頡頏矣。

## (二) 教授及學風

本院教授十人，皆曾留學歐美在彼邦有工程經驗，在海內有教書成績，強半能犧牲京滬平津優越之環境，與國立大學優厚之待遇，來茲鄙壤，授此樸土，與其他教職員同人實皆重視友誼及本院之前途者也。風尚所及，奢靡斯除，各級學生來自遠方，咸能體察斯意，有所興起，因而養成吃苦耐勞之習慣，思想純正之精神，故能師生合作，發展順利，將本院比較悠久之歷史，光而大之，他日設備完成，研究有所，本院同人於抽暇編輯課本外，必能盡其棉薄冀於工程學術上有所貢獻也。

## (三) 設備及經費

本年度開始以來，即竭力購置，各項設備計已到校者，物理儀器值洋三千餘元，化學器械藥品值洋六千餘元，採冶儀器及自製模型值洋一萬七千餘元，試金儀器藥品值洋三千餘元，地質礦物標本值洋三百餘元。已訂合同正在製造中者，爲漢陽周恒順製造機器總廠所製煤氣發生爐，值洋一千元，天津機械研究社所製動力機設備值洋四千餘元，材料試驗室設備值洋七千餘元，水力試驗室設備值洋三千餘元。所需款項，逐月由省補助費匯付。又自製標夾值洋二百餘元，總計本年度增加之設備值洋五萬零三百三十元，（所有物品名稱另冊詳報）較上年度以前所有之總數多三千零九十五元。茲將各項設備比較情狀列表於下：

類 別	二十年度 以前設備	二十一年 度 設 備	總 計	百 分 率
物 理	8 7673	8 3323.72	810996.72	11.3
化 學	9026	7879.16	16905.16	17.3
試 金	5288	3633.01	8921.01	9.2
地質礦物	9210	344.44	9554.44	9.8
採 冶	69	17084.60	17153.60	17.6
土 木	15967	18066.00	34033.00	34.8
總 計	47233	50330.93	97563.93	100.0

又於二十一年暑期建成科學館一座，連同傢具用洋貳萬七千餘元。合設備費計之與改進計畫所列之數，相差無幾。值中原公司營業凋敝之際，得此已大費周章，預計下年度中，有河南教育款產處常年補助費，及本年度餘款計洋三萬六千元，本院本年度經常費節餘洋八千餘元，學生學費除獎學金貸金外計有五千餘元，下年度經常費內之設備費計洋一萬二千元，總計共有五萬三千元，已經院務會議決議，除增加物理化學採冶試金土木各項設備外，將電機機械兩

項設備，儘經濟現狀盡量添置，蓋二十二年開始之時，土木工程，各項試驗室，及動力廠俱可添置齊全。二十三年度開始之時，機械電機各項設備亦可粗具規模。又本院曾向中華教育文化基金董事會請求補助款項，以便添購設備，並建築圖書館。頃准來函派林伯遵施家揚兩先生來院參觀，凡本院急需補助之情形，與助款發生效力之偉大，兩先生必能詳細報告。若於七月間年會中通過補助巨款，則本院各項設備皆可加倍充實。夫然後實習科目，俱能及時添設。所需應用科學書籍，亦可盡量購置。方今中福兩煤礦公司已合資經營，前途發達，自在意中，此後本院經費必能因需要而增加。又於本年度中承胡石青王搏沙兩先生，捐助自有中原公司股票十萬元，作本院基金，所得利息逐年滾存，二十年後本院經費即多一層保障也。

#### (四) 建築及院址

本院校舍尚敷分配，惟運動場及圖書館均嫌狹小，而水力材料各試驗室及動力廠禮堂皆須以次建築，故擬向東購置地基，全盤籌畫，按中福兩公司合資合同，有清算委員會之設立，福公司積欠本院經費及中原公司所墊款項達四十萬元之巨，現正由河南建設廳招集清算會議，一得此款，所需建築均可同時興工也。





論

著

## 評『新興三種克拉西的比較觀』

李 竹 年

- 一. 三次頗滿人意的講演。
- 二. 『新興三種克拉西的比較觀』述略。
- 三. Technocracy 的最大缺點是什麼？
- 四. 人類能力果真不能平等嗎？
- 五. 結果還是 Democracy 。
- 六. 結語。

### 一. 三次頗滿人意的講演

本學期我們聽到兩位先生的頗滿人意的講演：一是王月波先生（即大公報館出版之蘇俄五年計劃奮鬥成功史作者王印川先生）先後所講『蘇聯工業成績與工業學生』及『蘇聯人民之生活狀況』，一是胡石青先生的『新興三種克拉西的比較觀』。生活在焦作的人們，對於那顯示了人類前程的國度的瞭解以及新的政治思想的認識，好像是在做沙漠中的旅行，而王胡二先生的講演可以說是沙漠中難得的鮮美水草了！這在雖然是學理工的人們，精神糧食的輸入與寶貴是不亞於添置幾件實驗儀器和建築一座科學館的。

但是，王胡二先生的講演似乎都祇說到事實和理論的一面，而忽畧其別一面了：

王先生祇說蘇聯五年計劃差不多四年即可成功，蘇聯人民生活如何如何改善；換言之，祇說到蘇聯的經濟狀況，不提蘇聯之所以致此經濟狀況而與歐美資本主義國家根本不同的政治制度。五年計劃的成功以及人民生活的改善，並不像一般名人學者所解釋是由於『上下一心，努力奮鬥』『節衣縮食，努力建設』的結果；這和說一九一七年俄國革命所以成功，俄國人所以能在二十世紀世界政治舞台上演一與眾不同的怪角，是由於俄羅斯『特殊的民族性』——是一樣的想遮掩事實真像的說法！歐美資本主義國家何嘗不『努力奮鬥』？何嘗不『節衣縮食』呢？三分之二以上的歐美和中國的人民，『節衣』『節』得無『衣』可『節』，『縮食』『縮』得無『食』可『縮』；有些地方並且已經回復到原始野蠻的衣食：披樹葉獸皮和吃人肉了！這樣『節』『縮』的結果，『建設』在那裏呢？造成的是普遍世界的經濟恐慌，是不能解決的一切矛盾！即退一步講：因為各國不能『上下一心，努力奮鬥』不能『節衣縮食，努力建設』，所以有現在的結果，但是人家爲什麼『能』？人家爲什麼都『願』『上下一心，努力奮鬥』呢？王先生雖然未明說五年計劃的成功和人民生活的改善是由於『上下一心，努力奮鬥』『節衣縮食，努力建設』的結果，但當王先生於贊嘆蘇聯『成功』與『改善』之餘，是常重複的着重着『蘇聯全國上下一心，節衣縮食，努力奮鬥的精神，真使我們佩服！』一類的話語；言外之音是不難測得的。『題目』固然可以限制『內容』的範圍，我們不能希求講那兩個題目的王先生詳細的紹介蘇聯

政治制度和政治思想，以及在那種制度和思想下所產生的經濟關係和經濟政策；但是講五年計劃的成功和人民生活的改善，而不畧示其「成功」與「改善」的根本原因——政治制度及在那種制度下的經濟關係——是總有點美中不足，因之希望過大的聽衆是不免要吹毛求疵的；我這批評就算吹毛求疵罷。

胡先生在「新興三種克拉西的比較觀」中，恰和王先生相反：胡先生所發明的「科學政治」（Scientific Democracy）祇注意到政治機關（其實僅限於議會選舉法的改良，詳下）的改良，而不顧及做爲資本主義世界病因的經濟關係，這和「吾家」胡適博士過去的「好人政府」主張以及其最近主編的獨立評論（其實「評論」何嘗「獨立」！）上的言論，似在伯仲之間；是對「人」，是對「機關」，而不是對整個的社會政治經濟制度。胡先生是講「克拉西」的，對於作爲世界政治不可救藥的總原因的資本主義發展所產生的矛盾的經濟形態，不作爲「克拉西」討論的範疇，結果是只見問題的表面的一面，而忽畧其最重要最根本的一面了。

所以對於王胡二先生的講演我們好有一比；比做對於汽車的兩面的看法：王先生只看到汽車的各部如何好，每小時速率如何大，能跑很遠很遠而不出錯；祇是不提上面坐着的那位手急眼快的熟練的駕駛者。胡先生則祇要找一個手急眼快的熟練的駕駛者，而不先看清汽車各部的不健全，雖僥倖可以有一個熟練的駕駛者，也開不動這不健全的汽車——即

使勉強開動，則前途障礙重重；以不健全的汽車走上障礙重重的路，是絕不能任重道遠的。結果，熟練的駕駛者終作為這不健全的汽車和障礙重重的道路的犧牲，一任其不健全的存在着。至於修理這不健全的各部是要得汽車修理廠工人的大眾的力量，駕駛者乃汽車主的僱傭，是無能為力的！

## 二. 「新興三種克拉西的比較觀」述畧

上面已畧論了二位先生的講演，茲為未聽過胡先生講演或聽過而概念模糊者瞭解本文起見，畧述胡先生的演詞如下：

A. 專家政治 (Technocracy, 或譯：「賓克諾克拉西」，「技術政治」，「技術統治」)：是新發生於美國的一種學說，主張以技師和工程師管理一切，以機器代替人工，機器的生產力比人工要大幾百萬倍，（「依賓克諾克拉西主義者的意見，以現今的機械生產可使每個成年的美國人只要在二十年中——從二十五歲到四十五歲——每年作六百六十小時工便可度着比一九二九年的生活程度高十倍的生活」——作者注）美國人都是有誇大狂的（舉例畧），見了這樣大的數目字的增加都非常歡迎，所以這種學說近年來在美國非常盛行。不過在我看他們有兩種困難或缺點：第一，生產照這樣大的數目字增加，則美國市場有限，世界市場亦有限，難道要跑到別的星球上去銷售嗎？第二，是廢除貨幣而代以

能力券，（作者按：『賓克諾克拉西主義者認現存的價格制已爲技術的進步所毀滅，貨幣已經和機器發生了衝突；因價格制的繼續必須設想有人工的存在，而現在人工已讓位於機器了。他們主張價格的規定即以生產和分配某一貨品所需的能力多少計算，能力券上面即定明能力單位的數目，能力單位即以歐格（Erg，工作單位）或加羅里（Calorie，熱的單位）計算。歐格和加羅里不像貨幣所代表的購買力日日不同，是永遠不變的。』這樣國民生活可以不受金融變動的影響。）這是很困難的，因爲要想明確的計算生產和分配某一物品的能力多少，有些地方是很不可能；至於對從事各種職業的人的工作報酬，則更難計算每人某種工作應得若干代價的能力券了。

B.工人政治（Agatocracy）：這是俄國新經濟政策以前的辦法，主張人們報酬一律平等，無論你是有高等專門技能的工程師和技師，是黨政軍領袖，是各種藝術家，或是祇有勞力的工人，待遇一律相同。要知道人類的能力那是平等的呢？不僅人類的能力不平等，自然界的一切又那有平等的現象呢？你們看那些花草樹木可有一般高的？我曾經到過蒙古，看見同是產生在平沙淺草裏的馬，也有千里馬與非千里馬的不同；至於內地的馬不能日行千里，蒙古的馬能日行千里，固然由於在蒙古有造成千里馬的環境，（如在蒙古有一望無際的萬里平沙，供其馳聘；有能終日騎馬奔馳於相隔數百里之遙的

兩地的人民，在內地則稍遠即有火車輪船或汽車，馬是沒有機會練習跑遠的。）在內地沒有這種環境，也終是表現着能力的不平等呵！人類的能力既不平等，而強以平等的報酬待之，無怪工人政治行不通了。所以俄國實行工人政治後不幾年即改變平等待遇的辦法，分能力大小以定薪酬的多少了。所以工人政治也是不妥當的。

C.科學政治 (Scientificocracy or Scientific Democracy)

：最後講到『科學政治』，大言不慚的說這個學說就是我自己的發明。我覺得舊的德謨克拉西 (Democracy) 的議會政治所以弊端百出，日暮塗窮的原因，是因為議會選舉多半操縱於政治活動能力大者如政客律師之手，（胡先生且舉例說美國議員多半為律師出身）以如此對農工商兵……各界生活隔膜的政客律師當選並主持議會一切，結果當然南轅北轍，德謨克拉西的命運因之亦日薄西山，氣息奄奄了。如能由國家以法律規定農工商學兵……各界在各級議會中當選人數的最低比例，不致為外行人如政客律師之流所操縱把持，則國會中皆為出身各界，對於各界有深切認識，且與各界利害有切身關係之議員主持進行一切；同時各級行政機關人員亦復如此，不官僚化，每種職務均為有專門技能或經驗者所執掌；則庶幾無論立法和行政均『科學化』，舊的德謨克拉西的弊端一掃無餘，現世界的困難均可解決云云。

畧述胡先生的演詞既畢，以下分別在第三，四，五三段



中對胡先生所講 A B C 三項加以批評。

### 三. Technocracy 的最大缺點是什麼？

專家政治所以產生於美國並得到盛大的歡迎的原因，並不僅是因爲美國人專好誇大狂！誇大狂無論那國人都有，（嚴格說，怕也無程度之差）就是咱們貴國同胞這種特性也不弱吧？細尋起來，例子怕不會比胡先生所舉的美國 Taxes 省的那位先生「誇小」些的！專家政治所以能在現在的美國風行一時，因自一九二九年世界經濟恐慌發生以來，黃金似的國度已經蒙上了一層慘澹的面影，光輝漸漸黯淡起來了。「現在世界經濟恐慌已入到第四個年頭，美國的失業工人總數已達到一千五百萬之多，這就是說現今美國人民之直接和間接受到經濟恐慌之影響者爲三千七百萬！（約佔全人口一萬二千萬人的三分之一）於是有一班所謂竇克諾克拉西主義者想以工程師和技師的狄克推多 (Dictator) 制來蘇解這世界經濟恐慌的危機。以其立說詭異，而美國人民又正受着一種前此所未曾見的經濟恐慌的痛苦，其失業人數正爲各國冠，所以這學說立即獲得了不可思議的成功，而爲美國各界所極注意，極討論着的題目了。因爲美國人民是非常相信着他們的經濟繁榮的，美國不是現今藏金最富的國家嗎？但一九二九年世界經濟恐慌的降臨，首先受到最大打擊的却即是美國。他們過於相信其神話樣的財富了，而「竇克諾克拉西」則復對他們說美國事實上將具有更大的財富，這當然無怪其會得到歡迎了。」這新的主義的產生，象徵着資本主義社會

之在逐日的崩潰；賓克諾克拉西是在這樣的意義上產生於受世界經濟恐慌影響最大的美國而受到盛大的歡迎，不是因為美國人特別喜歡誇大狂呵！

胡先生所說專家政治的兩種困難或缺點，第一種是不錯的，無政府的過量生產是資本主義世界中最難解決的問題，也就是各資本主義國家自掘的墳墓！不過我想賓克諾克拉西主義者若真能達到工程師和技師狄克推多的目的，管理全國生產和分配，則這種無政府的生產狀態或可避免，（作者按：『賓克諾克拉西主義者主張，凡一年內的生產品，除了要維持工業生產的繼續，並擴充生產工具所必要者外，都拿來消費。不管各人在生產中的貢獻怎樣，每個消費者用能力券給以平等的消費權力。（此乃步 Agatocracy 的後塵；但若不先施行政治改革，即此『後塵』亦將望『塵』莫及的。）能力券的有效期間假定為一月一年或二三年，在這個時期內，生產消費完全均衡，他們稱之為『均衡負重』時期（『Balanced load』period）。生產是以使用為目的，不再以獲利為目的。』）問題只在美國的資本家們願不願聽他們的命令了。第二種，能力券除了上面有限期（一月或一年）外，與貨幣沒有多大分別，不過也是一種交換媒介罷了，困難我想不致像胡先生所說之甚吧？

專家政治的最大困難或缺點，是在牠主張取消貨幣制而不及資本主義的財產制；結果就是能力券又何嘗不能集中於少數資本家之手，造成像現在似的畸形的社會。（資本家是不贊成享受『平等的消費權力』的，他們需要更多的能力券。）

何況在開始，工程師和技師們就不見得能握有全國生產和分配的全權，結果仍是做資本家的僱傭和奴僕。「他們若想儘力的使用機械來改善現社會，至少必先找到一種強大的實力來施行必需的政治和社會上的改革，但賓克諾克拉西主義者對這一點都沒有顯明的表示。這樣由工程師及技師等專政的計劃將會產出資本主義的富人政治之狄克推多。因為我們得知道工人解放運動祇有靠工人自己來作才有用，一切依賴別的階級，尤其是工程師等資產階級的力量是永不會成功的。」資本主義的財產制，經濟關係不廢除，即資本主義不毀滅，任何有利於大多數人的政治設施或解決這畸形世界的政治學說，都沒有實行的希望！政治社會以經濟為基礎，若捨本逐末，不先改造其基礎，而欲在上面改建新的築物，終是要歸於崩坍的。專家政治的命運是在這種意義上將屬曇花一現，僅止於是一種「學說」而已，不會成爲一種實施的政治形態的。同時專家政治也是在這種意義上才是牠的最大困難或缺點，胡先生所說的那兩種，固然也可以說是困難或缺點，但不是最大的。

（此段作者係參考東方雜誌三十卷八號及十一號關於賓克諾克拉西論文）

#### 四. 人類能力果真不能平等嗎？

胡先生對於 Agatocracy 所以行不通而要中途改變爲新經濟政策的原因，是從「人類能力不平等而強以平等報酬代之，所以不得不失敗了」的觀點上立論；並舉了些生物界的

花草樹木以及馬的不平等例子。「例子」當然不是所要討論的「本體」，但也有加以商榷的必要：假使同是一種花，草，樹，木，生在同樣的日光，空氣，雨水，土壤的環境之下，則其高矮（姑仍照胡先生所舉相差的一因子，他如枝葉花果的大小多少等暫不論。）相差，怕不會像胡先生一眼撒向自然界所見的不同種的花草樹木相差之甚的。夫不見夫麥乎？生在條件相同的一塊田中，不見有百分之九十九均高二尺，而有百分之一，高三尺或二尺半者；其相差也絕不會像律師政客與普通工農商兵的政治活動能力相差之甚。至於生在同一平沙淺草的環境中的馬所以也有「千里」與「非千里」之別，只是用環境中的「平沙淺草」一個條件來解釋是不够的；馬的生活環境，除「平沙淺草」以外，駕駛者能力的高低，被駕駛的時間或機會的多少，先天遺傳的不同，……等可以作為決定馬之為「千里」和「非千里」的條件。就是對於「平沙」中「淺草」的獲得，又何嘗能必定所有蒙古馬都「機會均等」呢？胡先生不是也說「內地的馬不能日行千里，蒙古馬能日行千里，是由於在蒙古有造成千里馬的環境，在內地沒有那種環境」嗎？蒙古馬雖然有「千里」「非千里」之差，但其平均速度總比內地馬的平均速度要大，為什麼呢？胡先生已經說了：是由於「環境」的不同。是的，「環境」決定一切！牠決定同種的草木鳥獸可以發生多少不同的形態，所以生物界慢慢會有變種和新種發生，因之有淘汰，有演化（Evolution）。（但人為的社會環境與生物的環境不同，是可以改變的。在既成的社會中，有些所謂「劣

敗」的同胞，並不是他們生來就「劣」，因而「敗」；並不是不適生存，活該要被淘汰；而且這種「劣敗」「優勝」和「淘汰」，也不是社會進化必有的現象和法則，反之，還是社會進化的大障礙。）牠也決定有的人可以成爲政治活動能力很大的律師政客，有的人一輩子不懂得什麼是政治，永遠作着被治的奴隸！牠並且也決定人類能力的大小高低，因之他們要求不平等的待遇。並不是誰生下來就和誰能力有很大的不同，（先天的不同遺傳當然不能否認，但嚴格說，先天的遺傳性又何嘗不是後天的積累，工農子弟也許沒有律師政客的子弟來得聰敏，但若上推幾代，幾十代，或幾百代，他們的祖先怕沒有什麼區別吧？）「不同」完全是後天的環境製造的！在生物界的花草樹木以及馬是如此，在人類的能力亦是如此。

人類已經經過很長的旅路了！但這不過僅是開端，其前程將要更長！在過去這「開端」的約十萬年的人類史中，（據人類學的研究，所謂「人類」這種動物發生在約五十萬年前，但「真人時代」是於十萬年前才起始的，即「真人」只有約十萬年的歷史。）人們能力不平等的時期，至多不過短短的五六千年！其餘九萬多年的時期中，人類生活是平等的，能力是平等的，——即使偶有相差，也不像現在律師政客與工農商兵之甚。（有人要解釋說：這是人類的「進化」，這是「分工」；我要說，這是畸形的進化，是不平等的分工！）這九萬多年的原始社會，隨着私有財產制的形成而毀滅，人類的生活環境再也不平等，能力之差也愈趨愈烈了。

人類經過這五六千年來的不平等環境的鎔陶，形成了現在畸形的不平等的的能力發展；於是有些學者即以爲人類能力過去是如此，現在是如此，將來亦復如此。而且認爲這是應該的，這是分工，是進化！不知這五六千年的畸形發展，在人類整個的過去現在以及將來的歷程中，祇是短短的一段；以五六千年比十萬年已屬甚短，若以之與將來人類的無盡的前程相較，這五六千年的人類的生命，豈不好似朝生暮死的蜉蝣之寄生於大地嗎？現在，漸趨平等的社會環境，已在歐亞大陸的北部昭示着地球上他處的人們，這五六千年短短的蜉蝣生命似的不平等的人類史，將要葬送在最近的將來，人類將走上他真正平等的路了。將來人們的生活平等，大家都有機會，有閒暇，（現在『閒暇』全被少數人佔去了。）去進小學，中學，大學或受專門的技術訓練；大家都有成爲工程師，技師，藝術家，……等的可能；即使所學有分工，但大家能力程度之差，絕不會像現在一個土木工程師和一個鄉下水泥匠的比例。工程師和技師對於工程和生產上的供獻，其價值也不會比一個有訓練的指揮農工業生產機器的工人來得大；其他藝術家，教育家，政治家，（假使還需要政治的話。）……等，其能力，其供獻，也都不比別人高，貴；也無可自驕，無可居奇，也就不要求特殊的待遇了。而且大家衣食住以及文化生活的享受相同，私有財產也不允許，貨幣已不存在，還要求什麼不平等的特殊待遇呢？

至於 Agatocracy 所以要暫時改變方針，也不是因爲絕對的行不通，（同時 Agatocracy 也不是人類最終的目的，不過

是達到最終目的的過渡。) 蘇聯一直到現在還是在走着 Agatocracy 的路；新經濟政策不過是對於私有財產制的暫時的小小讓步，然其反私有財產的巨大積累的基本原則仍在執行着；人們的待遇和生活環境是極力的向平等的路上走，其不平等的相差較之歐美各國是很小了。新經濟政策實行以後以及第一五年計劃開始時，對於富農和外國工程師技師是如何的讓步和優待呢？現在是如何的從多方面想盡方法逼着他們加入集體農場，優待也漸漸取消了呢？這就是 Agatocracy 的暫時讓步的漸漸停止，這就是 Agatocracy 的使大多數人的能力漸趨於平等，使那些在舊時代的國度裏因特權而造成專門技能的工程師技師們，無可居奇，對於 Agatocracy 只好就範。Agatocracy 有什麼行不通呢？人類的能力有什麼不能平等的呢？平等的待遇有什麼不可能呢？

#### 五. 結果還是 Democracy。

胡先生所發明的『科學政治』，正確的說就是德謨克拉西的議會政治的選舉法的改良；因為胡先生覺得議會政治所以弊端百出，是因為議員們都是外行，都非來自各界，都非各界的專家，成分及組織均太不科學，不過為少數政治活動能力大者如政客律師之流所操縱把持；補救之道，只有使德謨克拉西科學化，成為『科學的德謨克拉西』(Scientific Democracy) 即『科學政治』(Scientificocracy)。怎樣能使各級議會的議員人數各界都佔有最低的比例呢？——由國家以法律規定。那末，有人要問：現在各資本主義國家的資產階

級政府願意真正把政權交給大多數人而頒佈這種法律嗎？即使願意，則選舉時能保不步德謨克拉西的後塵，不受資本家的操縱，（其實舊的德謨克拉西的議會政治又何嘗操之於律師政客之手，律師政客的後面還有他們的主人存。）結果仍是資本家的御用工具當選嗎？即使不是資本家的御用工具當選，當選者均為各界真正代表，能十足的為各界謀利益；但矛盾的僵死的資本主義的政治經濟社會關係仍舊，『科學政治』的議員們活動在這僵死的軀殼裏；他們有衝破這軀殼的力量嗎？而且根本說，這軀殼允許他們動一動嗎？他們是沒有像孵化的鷄雛的青春的力量的；他們是議員，他們得遵守議會政治的法定軌道，稍一離軌，主人就要不願意的。各國的社會民主黨以及工黨等等，不是標榜着社會主義的目的，為勞工階級謀福利的嗎？他們的方法就是參加議會活動，以為藉議會可以替工人一點一滴的謀利益，慢慢的求解放。但結果怎樣呢？零星的小惠是有一些的，（但也幫助壓迫和剝削。）然大的失業恐慌好像翻江倒海一般的大西太平洋二洋的波濤，直衝向歐亞美三洲的大陸；各國的議會是順水推舟了，號稱社會主義的政黨亦無能為力了。這是因為他們不『科學』嗎？他們對於失業恐慌，對於勞動者的利益不『專家』嗎？隔膜嗎？不是的。他們知道那病根是矛盾的資本主義！但他們就是這矛盾的資本主義的寄生；他們好像寄生於大樹的小植物，無力反對他們的龐大寄主，一切惟有屈服聽命於他們寄主的一切了。『謀利益』云乎哉！『求解放』云乎哉！



原來所謂『德謨克拉西——即民主主義』這東西，在萌芽的最初，就不是真正的『民主』。說起來，是要追溯到二千五六百年的往昔去：當古希臘雅典時代，約紀元前六百年頃，王政告終，政改『民主』了。但名為『民主』，實則作『主』者並非大多數人民，而是新興的少數商人貴族。猶之現今各民主主義國家，所代表者為少數資本家，與大多數人民利益無關一樣。同時，紀元前五百年之羅馬，亦有所謂『共和政體』，有所謂貴族平民之爭；實則貴族為封建地主，平民則是商業資產階級，並非真正『平』民。所謂『共和』者就是他們兩種人的『共』『和』，（其實也常不『和』，常因爭權奪利起衝突；一部中國史的大部份也可以說是這兩種人的衝突史。）與大多數農民無關。然此希臘羅馬之『民主』『共和』，猶可說非近代德謨克拉西之真正根源；其真正根源是要溯之於議會政治的老家——英吉利去。一二一五年約翰所簽定的大憲章，（Great Charter），一二六五年所成立的議會（Parliament），可以說是近代民主主義政治的起始了。以後隨着十四，十五，十六，十七，十八，五個世紀的歐洲商業資本主義發展而興起的民主主義政治運動，實是商業資產階級（有人也名之曰中等社會或第三階級，即現代資產階級的前身。）漸漸佔有社會經濟重心，因而向封建階級奪取政權的行動。當其向封建勢力進攻時，也曾利用小地主，下級僧侶以及貧民，成立聯合戰線；及至所謂『革命』成功，商業資產階級即作着『民主』的主人翁，建立以他們利益為前提的政府。這在英國一六四九年克

林威爾 (Cromwell) 所領導的革命和轟動全世界的一七八九年的法蘭西大革命，無不如此。尤其是以自由平等博愛 (Liberty, Equality, Fraternity) 爲標幟爲口號的法蘭西大革命，向被目爲世界民主政治的第一聲，影響之下，德謨克拉西的精神是風靡了全世界的。但究其實怎樣呢？大多數人是「自由」了？「平等」了？「博愛」了嗎？沒有的。不但沒有「自由平等博愛」，可憐的貧民們還遭了極殘酷的殺戮！當階級利害的緊急關頭，在這次革命中原是敵人的封建階級和商業資本家合作了！他們並且打破國界，與國外的敵人妥協，勾結，賣國；槍刀向着他國內的同胞了。結果貧民們是被壓下去了，建立了商業資產階級的「自由平等博愛」的所謂民主主義的法蘭西共和國。這就是德謨克拉西歷史的光榮的一頁呵！好光榮的法蘭西大革命呵！

所以，所謂民主主義政治，就是代表這從十三世紀到十八世紀的商業資產階級，以及十九世紀以來的工業資產階級和金融資產階級的政權；一方面推翻封建勢力的統治，取而代之，一方面壓抑工農民衆的興起，而實行他們自己獨裁的政治。但他們仍要美其名曰「德謨克拉西」，曰「民主」，以欺騙世界上大多數的人民。夫今日之世界，一大多數人之世界，理應實行真正以大多數人利益爲前提的「民主」；宜乎「假民主」的德謨克拉西不得不日暮塗窮，氣息奄奄了。

同時，現代世界政治趨勢，隨着不可解決的資本主義的矛盾，恐慌，而益趨「非民主」化。「假民主」的各國統治階級，率興連「假民主」也不要了；乾脆不和你們講「民

主』，不要人民的代表「議會」這東西，實行法西斯蒂的獨裁！意大利的莫梭利尼，德意志的希特勒都是最好的榜樣。其他如美國的總統，英法的總理，職權均漸漸加重，代表着其本國資產階級的利益，實行着變象的獨裁。形式上雖尚有議會，尚有所謂各種政治主張不同的政黨，實際這些東西都不過是傀儡，惟那些少數的金融巨頭的馬首是瞻的。「民主」云乎哉！

胡先生的「科學政治」，結果將也陷於這樣的 Democracy 的不幸的命運！

## 六. 結語

胡先生的講演需要批評的，已如上所述。我認爲胡先生這次講演的最大價值，是他在講演的最後鄭重的再三重複着工學生『注意政治』，『研究政治』的重要；不能因爲自己是學理工的，眼光就不撒向其他的學術部門，尤其是與每個人都有切身關係的政治。『你不問政治，政治是要來問你的！政治不上軌道，學校也開不成，即開成了也不會辦得好；大家也不能安心讀書，理工也學不精。將來畢業到社會上，也因政治不良，以致無事可作；或者僥倖有事可作，也是用非所學，過去白費精力。希望大家有暇多多注意政治，研究政治。』這是很剴切的有價值的勸告！雖然好像過於常識的了。但惟其像這樣常識的事物往往容易被人們忽畧。甚至有很多人以爲政治太黑暗卑污了，何必和牠打交涉？由那些大小政客們鬧去吧！至於研究，則有那些政治學者們，

與我無干，而且無力：這種觀念是很大的錯誤！政治是我們日常生活的一部份，處處受到他的影響；其與每個人關係的意義，胡先生已經說了，我不再贅述。『黑暗卑污』每個人都要負責任，而且並不是不能想法的。神偉的自然界人類猶可征服，何況本是『人爲』的政治！至於『研究』，也不是一定要有偉大的著作或發明；不過知道一點過去他是怎樣，現在是怎樣，將來應該怎樣；擇定一條適宜的路，以爲自己生活的軌道，不至於已經受別人的擺佈或支配了，猶以爲與自己無關。當然我們都是時時受某一種政治的擺佈或支配的，問題只在你贊成不贊成那種政治的擺佈或支配，以定你的生活態度了。

這是胡先生這次講演給我們的很好的啓示，雖然好像是過於常識的了。

二十二年六月三十日於北平。

作者平日接近文學，焦作工學生編者索稿於予，若以本行事物相應，恐與理工雜誌內容情調未合；因前曾親聆王胡二先生講演，均爲有關於「工業」「專家政治」「科學政治」之論述；今憶感所及，草爲斯文，內容勉合，而外行話及錯評之處，在所難免，尚祈王胡二先生及讀者原諒！

作者謹白。



## 技 術 政 治 論

謝 子 敦

“We begin in dreams, and we end in dreams; when dreams are no more, we are animals again.”

——Will Durant.

像以前盧騷的那個名句一樣，我們可以說人是一個追求理想的動物。只要沒有失去生物的本性，人是永遠向着光明的，追求理想的。對於過去的光榮加以一種景慕，未來的時代懷着一個希求，而對於真實的現在感到不安和不滿。也正是因為這個，人的社會是不斷地向前推進。

自有史以來，人對於改造自己的社會，曾發出不少斷片的思想，和具體的理論；而在構成一切靜的主義和動的運動中，都有理想存在着——要實現一個圓滿的社會。這個社會大致應當是怎樣的呢？我們綜合起來近代各主義，而求其共同的，最終的理想社會，則皆不外以大衆或社會爲對象，謀大衆生活問題之平等的解決；也即是在這樣的社會裏，人人有飯吃，有工作，人人成一個完『人』。理想是這樣，但因根據和出發點的不同，所採取的方法和手段的歧異，遂有各說各派之駁雜。近來新大陸的美國風行技術政治之說，也不過是謀求一個圓滿社會的新方案而已；因為地內中所主張的與學工程的人有關——技術政治即是工程專門人才來治，所

以在這裏把牠介紹。

技術政治是一個美國的產物。是想應用在美國的。所謂主張技術政治的人都是很有學識，有實際經驗的工程技術人士——有的是工程師，有的是在學校內講學的。自十九世紀機器發明和應用以來，人的社會起了一個大波動。有的人在牠裏面看出一個可喜的將來，就謳歌牠；有的看見牠踐踏了無數作工和謀工作的人，造成所謂失業的現象，就咒詛牠的毀滅。主張技術政治者認識機器的偉大力量，有一天能夠完全的代替人力，供給人一切生活上的需要和安逸，完全爲人服務，所以在他們的主張裏，怎樣的適足的，有效率的應用機器，成了他們的討論的對象和目標。他們採取了『能力』(energy) 作測量應用機器和製造出品的準繩，同時把人也看成一架機器——他們計算普通一個人作八小時的工作，等於 1,500,000 foot pounds, 或等於十分之一馬力。全美國的物品消費是多少呢，製造這些物品的能力共是多少呢？得到了這個能力的總數，然後把牠分配在應需的各種的工廠的數目上，又按着『人人須工作』的原則，分配在全美的人身上。這是極簡單和概括的把他們的基礎方法說出來了。

所以在一九三二年春，技術政治的人士由一位斯高特 Howard Scott 領率着，得着紐約市一個建築學會的經濟援助，和哥倫比亞大學借給工作地方的方便，着手進行『北美能力調查』。他們預計有三千張圖表，在同年八月——正是去年這個時候——他們在編製着三百張關於基本工業的圖表而

正完成五十張的時候，社會上的人已知道他們的工作，就強請他們發表，於是技術政治又重新出現了，像一顆極大的流星一樣，爆炸地裂過長空，引起萬人注意和幻想。我用『又』這個字，因為牠不是現在的技術政治家們所造的，在一九一九年美國加省的一位工程兼發明家斯密士 William H. Smyth，造來代表一個新制度和政治哲學的。在未到公佈時期而公佈了他們的研究，為他們的運動設想，實在是不智的，他們現在所得的結論已有許多被人指為錯誤的了。現在只舉兩個例，一方面也可看出他們的方法的一斑：

技術政治家們調查全美關於製造磚的事業，共有二三七〇個磚廠。他們說這個數目可集中成五個，共用一百個工人，每人每日出磚四十萬，則完全够全美之用了。對於其他一切的生產業，也同樣的主張歸併和集中，再有計劃的分配。

技術政治家們主張服用苧麻 (Ramie)，有二十二寸的纖維，比毛絨好七倍，性堅耐久，同時還有兩個好處：每畝的產量可比棉多十倍，且可用機器收割。在這里我們除去看出技術政治家們主張儘量用機器外，又須用最少的能力得最大的出產——能力的節省，又須用品有持久性——打破現在制度下商人的『貨物快壞快賣主義』。又如作安全剃刀，買了一片之後，永遠不必再買第二片——除非遺失。

但是反駁技術政治的人們怎樣說呢？新厥西磚作聯合會的經理，狄爾頓 R. S. Tilden 說，磚廠中工人造磚的產量，每人每日出二十萬是最高量了。他又說從五個集中的磚廠把



磚運到各地，運費要大得多。至關於拿苧麻來作衣物，牠永遠不能替代棉，且亦不比棉更耐用。幾乎所有技術政治家所發表的意見都受了這種嚴酷，和不可否認的批評——或在研究的方法上，或在觀察上，或在數字上。

技術政治所包含的經濟思想，許多反對者認為就是一種變像的馬克思主義；於是在辯駁的時候，也用那用以辯駁馬克思主義的論證。但技術政治家說技術政治是反對法西斯主義，共產主義，資本主義……等一切的主義，因為牠不是一個主義，而是最科學的，最實在的一個方案或計劃，如實行技術政治，則現在瀰漫着全世界的經濟衰落狀況和其惡果就會全無有了。在一九一九年一位經濟學家韋不倫 Thorstein Veblen 著了一本工程師及物價制度，和其他的著述，技術政治家大部份的言論採取了他的思想。

現在世界經濟的紊亂不振，完全是因為現在的物價制度的不當。技術政治家說在現在的物價制度下，消費力只依着交換消費者的勞力為條件而給與消費者。這樣就使得資本家因機器資本等而享有之收入比勞働者大得多；資本家不能完全消費他所收入者，於是又投資入機器，於是他所收入的亦愈大。結果形成一方面有消費力量而不能消費的資本家，那一面是要消費而無消費力量的勞働者；這就是所謂生產過剩，或過低消費的現象。在現在的物價制度下，所謂財富都是一種債，對於器械房地設備運用，及其結果物的債權；而且這種資本的負債必須獲得相當的利然後工業能順利進行。技術政治家主張用一個新的方法來創造財富，就是以能力為

標準——此可與勞働價值論比較。同時拿能力券作錢，技術政治家以為能力券依着各人工作出品所需的能力而發的，絕不會有現在的，離開物品的真價值的貨幣那樣的漲落和其他不好的現象。並且能力券是有期間性的，得到了必須在一定期間內用去，過期無用，所以不得儲蓄積存。

技術政治家以為如果技術政治實現的那天，人們無須乎再想到『業』的問題——或者是失業，或者像國內現在一般的現象一樣，許多人根本就無業，因為從二十五歲起每個人每日都要作一二小時的工，四十五以後他就可以休息了。在這個技術政治的社會裏，『閑』是一般的現象，一切工作都設法使機器去負擔，人力減至最低點，而誰是能使用機器及其設備的？工程技術人士。所以工程技術人士應當負責設計並管理這個完全倚賴機器的社會。技術政治的原字是 Technocracy, techno 專門技術之意，Cracy 治之意。

技術政治能不能實現呢？現在問這個問題太早，因為牠還未離開學術上探討的時期。但是依據着宣佈出來的言論——完全是含有過分的宣傳性的，給好受新奇刺激和好興奮的美國公衆用的——作根據，技術政治家們把人和社會看得太簡單，以為也如同機器一樣的劃一，單純和有絕對的規率；在能力券的分配上未說清楚，依所費的能力呢，抑依各人的需要？除此之外，還有一個重要的問題未討論，就是怎樣去實現技術政治，也就是政權的奪取問題。制度的改變，或緩或急，政權必須要從一個人或一羣人轉移到另一個人或一羣人手裏，必須有一番明顯，或隱暗的爭奪的。

從去年這個時候技術政治傳出來，襯托着世界經濟的恐慌，工業國家的美國極度的渴望恢復繁榮的焦慮，再加以宣傳機構——報紙，廣播無線電——的靈活與普遍，技術政治就像一顆流星一樣，陪伴着無數觀看者的幻想，燦爛地裂過長空，但究竟是一顆流星，現在已毫無聲息了。就是在轟傳最盛時代，牠也不過是一個宣傳物，還未能與高工資政策，產業合理化等相比，未常見諸實行。最近傳說斯高特諸技術政治家們，拋棄了宣傳家的生活，又恬靜地埋首於研究工作了，也許三兩年後我們還要聽說技術政治之名，也許到那時他們有一較具體的理論和方法以達到他們理想的技術政治社會。

二十二年八月十五日完於北平

學

術

## 交流電力之算法及量法

### ——二電力表法——

(Two-Wattmeter-Method)

### 之簡單說明

王 蘊 三

三相電力(Power of three-phase)在各電廠中，全以兩個電力表量之，此理雖至簡單，然初學者，每多不能透澈了解，故用時輒感困難，爰草斯篇，庶於初學交流電者，不無小補焉。

[算法] 三相電力最顯明清晰之算法，莫如將一相(Phase)之電力(Power)算出以3乘之。

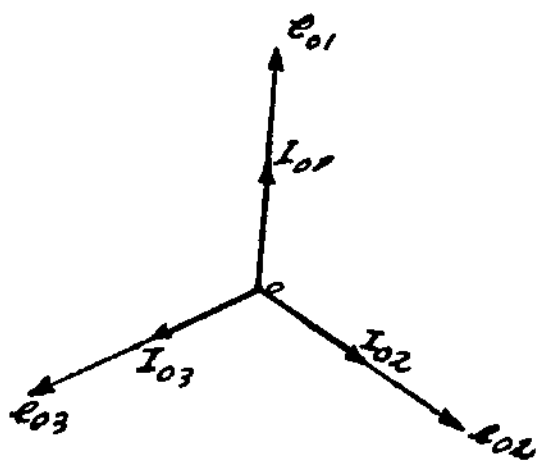


圖 1

若此機為 Y—連結(Y—Connected)

則每一相(Phase)之電壓(Voltage)為  $E_{\text{Phase}} = \frac{E_{\text{line}}}{\sqrt{3}}$  ;

$$P_t = 3E_{\text{Phase}} I_{\text{Phase}}$$

按左圖設  $E_{\text{Phase}}$  為 100 V.  $I_{\text{Phase}}$  為 10 amps. 則每一相之電力為  $E_{\text{Phase}} \times I_{\text{Phase}} = 100 \times 10 = 1000$  Watts. 而此電機之總電力則為  $P_t = 3 \times 1000 = 3000$  Watts.

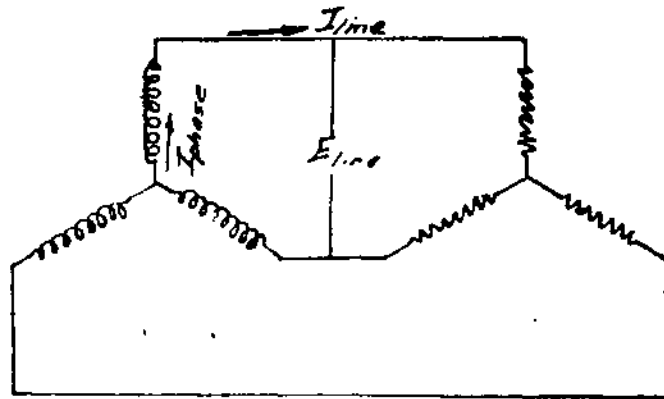


圖 2 Y—連結

$$I_{\text{Phase}} = \frac{I_{\text{Line}}}{1}$$

$$P_t = 3 E_{\text{Phase}} I_{\text{Phase}}$$

$$= 3 \frac{E_{\text{Line}}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_{\text{Line}}}{1}$$

$$= \sqrt{3} E_{\text{Line}} I_{\text{Line}} *$$

若此機為△—連結(△-Connected)

則  $E_{\text{Phase}} = E_{\text{Line}}$

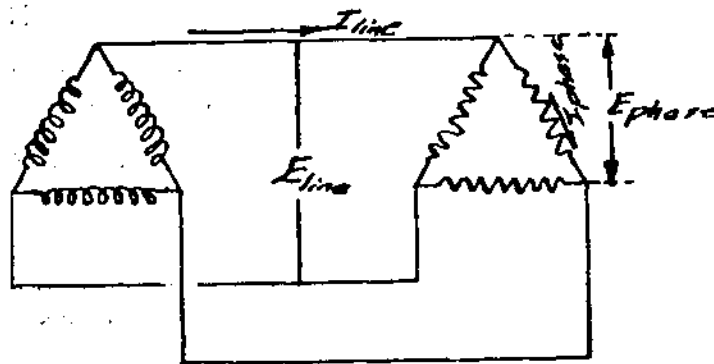


圖 3 △—連結

$$I_{\text{Phase}} = \frac{I_{\text{Line}}}{\sqrt{3}}$$

$$P_t = 3 E_{\text{Phase}} I_{\text{Phase}}$$

$$= 3 \frac{E_{\text{Line}}}{1} \cdot \frac{I_{\text{Line}}}{\sqrt{3}}$$

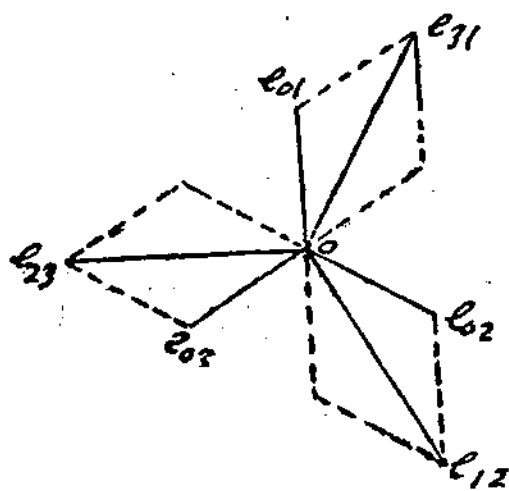
$$= \sqrt{3} E_{\text{Line}} I_{\text{Line}}$$

附註：\*按  $E_{\text{Phase}}$  之量固等於  $E_{\text{Line}}$  之量被  $\sqrt{3}$  除，但實際上此二電壓尚有相差(Phase difference) ( $\theta=30^\circ$ )因此層太明顯，故作書者率多從略，所以  $E_{\text{Line}}$  與  $I_{\text{Line}}$  雖有  $30^\circ$  之相角(Phase angle)，而在最後一步上並無  $\text{Cos } 30^\circ$  之力率因數(Power factor)。蓋以此公式只計量而不管相角也。

試觀下圖則

$$e_{01} = E_{\text{Phase}}$$

$$e_{31} = E_{\text{Line}}$$



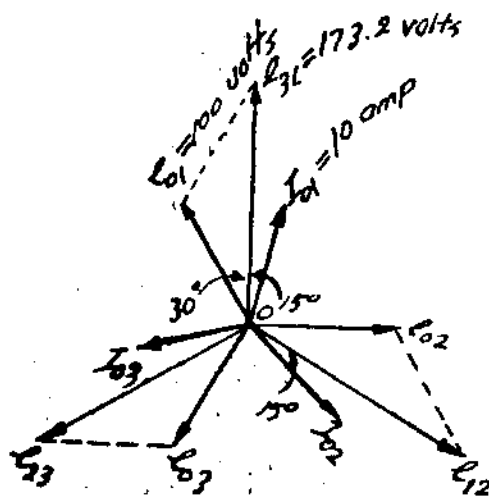
$e_{31}$  lags  $e_{01}$  by  $30^\circ$

$$E_{01} = \frac{E_{31}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = \frac{E_{31}}{\sqrt{3}} \angle 30^\circ$$

$$P_t = 3 E_{\text{phase}} I_{\text{phase}}$$

$$P_t = \sqrt{3} E_{\text{line}} \angle 30^\circ I_{\text{line}} \angle 30^\circ$$

$$P_t = E_{\text{line}} I_{\text{line}} \angle 0^\circ$$



設每相之 Current, lags 本相之電壓  $45^\circ$  (如第四圖), 則每相之電力為  $E_{\text{phase}} I_{\text{phase}} \cos 45^\circ = 100 \times 10 \times .707 = 707$  Watts. 而此機之總電力 (Total Power)  $P_t = 3 \times 707 = 2121$  Watts.

依前言之理而推之, 則不管其為 Y 連結或  $\Delta$ -連結。

圖 4 Y-連結法

$$P_t = \sqrt{3} E_{\text{line}} I_{\text{line}} \cos 45^\circ$$

$$P_t = \sqrt{3} \times 173.2 \times 10 \times .707 = 2121 \text{ Watts}$$

附註: 在此處若留意則  $E_{\text{line}}$  與  $I_{\text{line}}$  間之相角為  $15^\circ$ , 功率因數似當為  $\cos 15^\circ = .9659$  若依此而計總電力則

$$P_t = \sqrt{3} \times 173.2 \times 10 \times .9659$$

$$P_t = 3000 \times .9659 = 2900 \text{ Watts}$$

一見而知其為錯誤也。

(量法) 三相電力最顯明之量法，莫如用三電力表法  
(Three-wattmeter-method). 如下二圖：

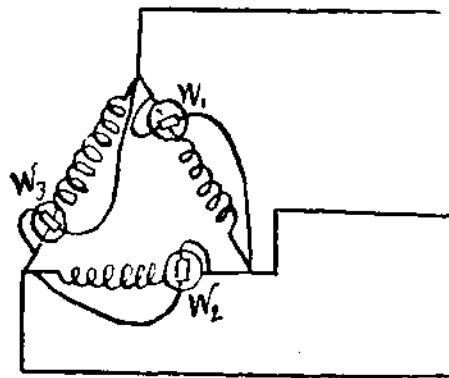


圖 5

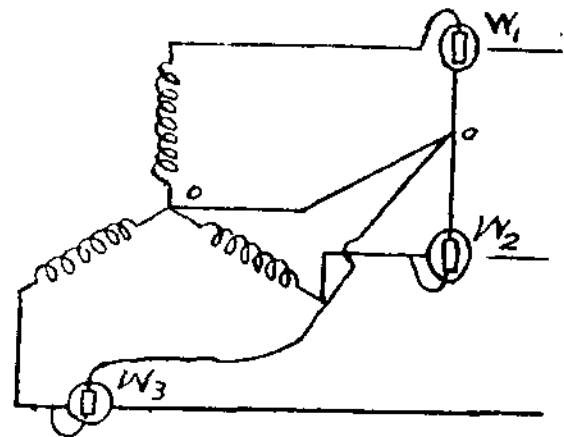


圖 6

但在普通情形之下欲將電力表強放於 $\Delta$ -連結線圈( $\Delta$ -connected Circuit)之中(如第五圖)實一不可能之事實，即在 Y-連結圈(Y-Connected Circuit)之中，加以中線(Neutral Wire)(如第六圖) oa, 實際上亦諸多不便處：且用電力表太多，亦不經濟，故鮮有用此法者。各處所用者皆二電力表法 (Two-Wattmeter-Method) 今試將其根據之理論簡單說明於下：

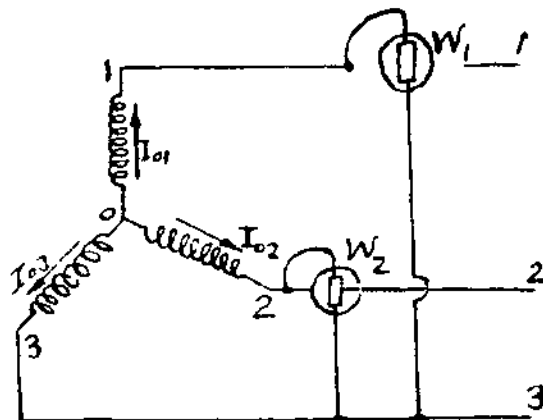


圖 7 二電力表法

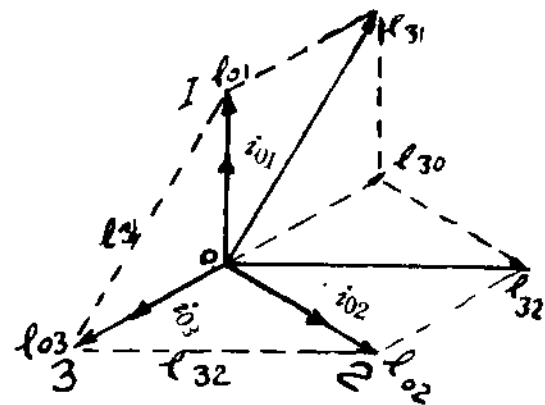


圖 8

此電流之總電力在任何時間皆為：



$$P_t = e_{01} i_{01} + e_{02} i_{02} + e_{03} i_{03}$$

但  $i_{01} + i_{02} + i_{03} = 0$

$$\therefore -(i_{01} + i_{02}) = i_{03}$$

$$\begin{aligned} P_t &= e_{01} i_{01} + e_{02} i_{02} + [-(i_{01} + i_{02})] e_{03} \\ &= (e_{01} - e_{03}) i_{01} + (e_{02} - e_{03}) i_{02} \\ &= e_{31} i_{01} + e_{32} i_{02} * \end{aligned}$$

吾人在此處所當注意者即  $W_1$  之 Potential Coil 是由(3)到(1)乃正轉(Clockwise) ( $E_{31}$ ) 但  $W_2$  之 Potential Coil 是由(3)到(2)乃倒轉(Counter-Clockwise) ( $E_{32}$ ) 蓋必如此方合乎公式中之條件也。若兩個 Potential Coil 之電壓(Voltage) 皆為正轉或皆為倒轉時，則兩個電力表之讀計(Reading) 必相同，但其相加之數，與此電路(Circuit) 之總電力無關也。

附註：

$$* e_{01} - e_{03} = e_{01} + e_{30} = e_{31}$$

$$e_{02} - e_{03} = e_{02} + e_{30} = e_{32}$$

注意：(1) 因正量電力之電流必須或具有一 Component 與電壓 (Voltage) 同相 (in-phase)

$$e_{31} = e_{30} + e_{01} \quad e_{01} \text{ 與 } i_{01} \text{ 係同相}$$

注意：(2)  $W_1$  = 第一個電力表之讀計

$W_2$  = 第二個電力表之讀計

按電力表之構造，僅有正讀(Positive Reading)，故不管電力(Power) 為正(+)或為負(-)而表中之讀計必皆為正(+)

第二層吾人所當注意者即  $e_{01} - e_{03} = e_{31}$  或  $e_{30} + e_{01} = e_{01}$ ，乃按 Vector 加法相加。故此公式中實計有相角一層（與前述之  $E_{\text{phase}} = \frac{E_{\text{line}}}{\sqrt{3}}$  之情形絕不相同）現在  $W_1$  中之電流為  $I_{01}$  而電壓則為  $E_{31}$ ，苟  $I_{01}$  與  $E_{31}$  之間有相角  $\theta_{E_{31}}^{I_{01}}$  則  $W_1$  之讀計必為  $I_{01} E_{31} \cos \theta_{E_{31}}^{I_{01}}$ ，基此而言，則  $W_2$  之讀計必為  $I_{02} E_{32} \cos \theta_{E_{32}}^{I_{02}}$

設第八圖之  $E_{01}$  為 100 Volts.  $I_{01}$  為 10 amps. 依圖則  $I_{31}$  與  $E_{01}$  為同相，其相電力 (Phase power) 必為  $10 \times 100 = 1000$  Watts.

$$P_t = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Watts.}$$

依圖則  $I_{01}$  與  $E_{31}$  相差 30 度， $I_{02}$  與  $E_{32}$  亦相差 30 度。

$$E_{31} = \sqrt{3} E_{01} = E_{32} = \sqrt{3} \times 100.$$

$$\begin{aligned} W_1 \text{ 之讀計當爲 } & I_{01} E_{31} \cos 30^\circ \\ & = 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times .866 = 1500 \text{ Watts.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 \text{ 之讀計當爲 } & I_{02} E_{32} \cos 30^\circ \\ & = 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times .866 = 1500 \text{ Watts.} \end{aligned}$$

$$P_t = W_1 + W_2 = 1500 + 1500 = 3000 \text{ Watts.}$$

設 Phase current lags phase voltage by  $30^\circ$

$$\begin{aligned} \text{(如第九圖) 則 } P_t &= 3 \times I_{\text{phase}} E_{\text{phase}} \cos 30^\circ \\ &= 3 \times 10 \times 100 \times .866 = 3 \times 866 \\ &= 2598 \text{ Watts.} \end{aligned}$$

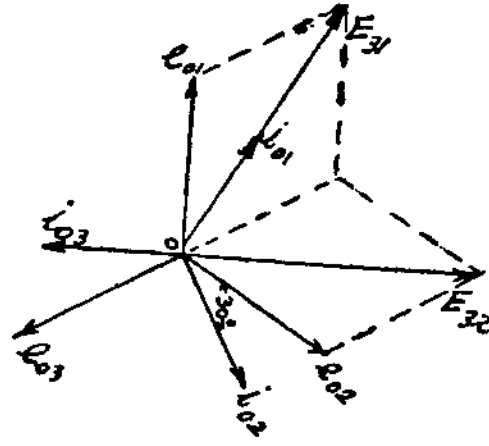


圖 9

依圖則  $i_{01}$  與  $E_{31}$  為同相，而  $i_{02}$  與  $E_{32}$  則為  $60^\circ$  Out of phase.

$$W_1 \text{ 之讀計，當爲 } I_{01} E_{31} \cos 0^\circ \\ = 10 \times 100 \times \sqrt{3} = 2 \times 866 = 1732 \text{ Watts.}$$

$$W_2 \text{ 之讀計，當爲 } I_{02} E_{32} \cos 60^\circ \\ = 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times .5 = 866 \text{ Watts.}$$

$$P_t = W_1 + W_2 = 1732 + 866 = 2598 \text{ Watts.}$$

依第十圖則 Phase current lags Phase voltage by  $60^\circ$ .

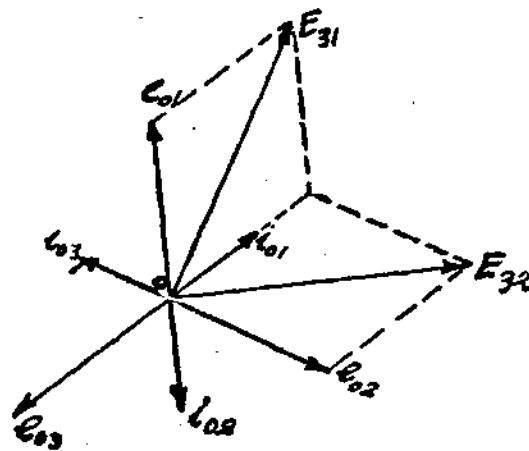


圖 10

$$P_t = 3 \times I_{\text{phase}} E_{\text{phase}} \cos 60^\circ$$

$$= 3 \times 10 \times 100 \times .5 = 1500 \text{ Watts.}$$

依圖則  $I_{01}$  與  $E_{31}$  相差  $30^\circ$ ,  $I_{02}$  與  $E_{32}$  相差  $90^\circ$

$$W_1 \text{ 之讀計, 當爲 } I_{01} E_{31} \cos 30^\circ$$

$$= 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times .866 = 1500 \text{ Watts,}$$

$$W_2 \text{ 之讀計, 當爲 } I_{02} E_{32} \cos 90^\circ$$

$$= 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times 0 = 0$$

$$P_t = W_1 + W_2 = 1500 + 0 = 1500 \text{ Watts.}$$

依第十一圖則 Phase Current lags Phase Voltage by  $75^\circ$

$$P_t = 13 \times 10 \times 100 \times \cos 75^\circ$$

$$= 3000 \times .2588 = 776.4 \text{ Watts.}$$

依圖則  $I_{01}$  與  $E_{31}$  相差  $45^\circ$ ,  $I_{02}$  與  $E_{32}$  相差  $105^\circ$

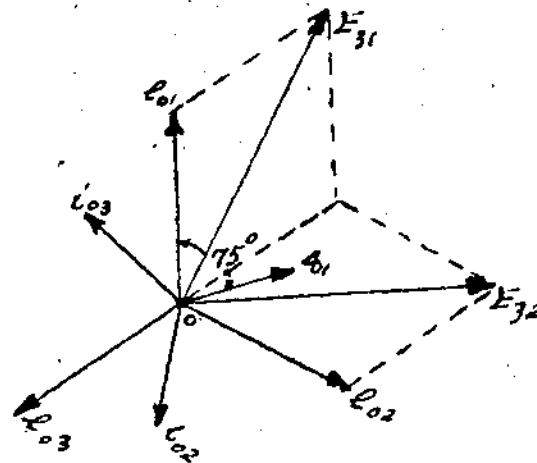


圖 11

$$W_1 \text{ 之讀計, 當爲 } I_{01} E_{31} \cos 45^\circ$$

$$= 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times .707 = 1224.5 \text{ Watts.}$$

$$W_2 \text{ 之讀計, 當爲 } I_{02} E_{32} \cos 105^\circ$$

$$= 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times (-.2588) = -448.1 \text{ Watts.}$$

因 Wattmeter 只能讀計其正值 (Positive Value), 故

$$P_t = W_1 + W_2 = 1224.5 - 448.1 = 776.4 \text{ Watts.}$$

若 Phase Current lags Phase voltage by  $90^\circ$

則  $P_t = 0$ .

$I_{01}$  與  $E_{31}$  相差為  $60^\circ$ ,  $I_{02}$  與  $E_{32}$  相差為  $120^\circ$

$$W_1 = 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times \cos 60^\circ = 866 \text{ Watts.}$$

$$W_2 = 10 \times 100 \times \sqrt{3} \times \cos 120^\circ = -866 \text{ Watts}$$

$$\therefore P_t = W_1 + W_2 = 866 - 866 = 0$$

### 結 論

將上列諸例歸納論之，則得一普通公式如下：

$$P_t = W_1 \pm W_2.$$

此公式本當為  $P_t = P_1 + P_2$ ；因為  $P_2$  苟為負力 (Negative power) 時則  $P_1 + (-P_2) = P_1 - P_2$  似不宜用士之記號，但所有之電力表 (Wattmeter) 皆不能表示負力，苟為負力時，其讀計必為零，吾人必需倒轉 (Reverse) 其 Potential Coil 或 Current Coil 而得一讀計，其結果乃不論其力之應為正或負而所得之讀計必皆正，然則此二正讀計 (Positive readings) 究竟在何時應當相加，在何時應當相減，恆為初入實驗室之大困難問題，因為每個電力表之 Potential coil 與 Current coil 之相互關係，初學者每不易定其如何接法為正如何接法為倒故也。（有時得到兩個電力表，不是一家之出品，即比較的關係亦看不出）其實，此乃至易解決之問題，試將上列諸例，一加審查，吾人即可很容易的得出下列各個結論。

1. 設兩個讀計中之最大者在 Total-Volt-amperes 之半數以上或恰及半數時，則兩個讀計應當相加，否則相減。

附註：• 如第八，九，十三圖相加，而第十一圖以下則相減。

2. 設 Phase current 與 Phase Voltage 相差之角度在六十度或恰在六十度以內者（不論 Leading Current 或 Lagging Current）兩個讀計應當相加，否則應當相減  
(P.f. = .5 at  $60^\circ$ )

3. 若在實驗室中，可將讀計小之電力表之 Potential Coil 與共同線 (Common Wire) 相接之一端去下，而接於讀計大之電力表之 Current Coil 上，設此表之讀計加大，則兩個讀計應當相加，設此表之針向負方轉動，則兩個讀計應當相減。

附註：• 此法亦可依以下說法記之：

苟不知小讀計，前之記號當為 +，或為 - 時，可依第三法叩之，電力表針往 + 方面行動則為加，針向 - 方面行動則為減。

## 節 錄 R. R. Lawrence 書中一段如下：

To determine whether the readings of the wattmeters used in the two-wattmeter method for measuring power in a three-phase circuit are of like or unlike sign it is merely necessary to see whether wattmeters are connected alike or differently, i. e. to see whether the current is led to corresponding current terminals and whether corresponding ends of the potential coils are connected to the common line. If the wattmeters are connected alike and read up scale, their readings are both positive. If the wattmeters are of different make or type they may both be placed in the same circuit to determine which terminals correspond. If the load is approximately balanced, the sign of the readings of the wattmeters may be determined very easily by merely disconnecting from the common line (line 3 in Fig 7) the potential coil of the wattmeter which has the smaller deflection and connecting it to the line not containing its current coil (line 1 in Fig.7 if  $W_2$  has the smaller reading). If the reading of the wattmeter reverses when this is done, the signs of the wattmeter readings are opposite and the readings must subtracted to give the true power.

\* Principle of alternating Currents p. 327a.

## PSYCHOCHEMICAL FURNACE CONTROL

### 任 式 三

This rather fanciful title is used to stress that the really important feature of the metallographic method of testing refined copper is the PSYCHOCHEMICAL application. Once upon a time, the furnaceman established his position with his fellow-men by the nicety of his work and the reputation of his skill. As furnaces became larger and operations grew, the foreman felt called upon to interpose his judgement, and the furnace-man lost part of his individuality. The modern trend is for the worker to consider himself merely the part of a large mechanism and the foreman to become too big to watch all the details, he formerly did. The skill of the furnaceman has in nowise been impaired, however, and he at his command simple tests whereby he can still produce anything desired. It becomes necessary to check this mechanical drift by suggestive methods and which will be mechanical themselves, so that the human element will not again fall down. All of this has reference to the control of the pitch of copper as will be developed.

In 1919, it was found that the domestic wire manufacturers required a different pitch from which other smelters had produced for years. It appeared that where the bars were



to be made into very fine wire a different quality was necessary than that which was satisfactory for heavy wire, although the quality required for fine wire, was also suitable for heavy wire. This was not developed by specific demand but by the method of elimination when investigating complaints. The whole difference rested in the oxygen content of the copper. Before this, oxygen determinations were not made a routine matter, conductivity was considered to be the real factor. We believed that wire bars usually ranged from 0.05% to 0.07% oxygen with occasional charges running lower. After considerable study it was decided that a bar carrying 0.04% should be satisfactory; and accordingly set ourselves a standard of 0.035%.

It was able to produce copper of 0.035% and less but was not able to maintain it. By insisting upon poling every charge tight, the percentage lost by overpoling became prohibitive. It was worked up a quick method of determining oxygen. Then it was decided to direct the furnace operation by oxygen tests. From the day micrographic tests were started we have not a single overpoled charge and not one has been out of control. Wire bar charges have all been better than 0.035% oxygen and will average a little less than 0.030%. The oxygen content formerly varied considerably throughout the time of casting. Now it is uniform. There is no doubt in the mind regarding the pitch of the copper.

Each furnace has not only a furnaceman but has also a foreman or furnace captain who has complete supervision of the units. When the furnace is poled, about ready to

cast, as determined by the usual method of observing the ser of an ingot, a sample is sent to the laboratory. By the time the furnace is made to pour, the laboratory result is reported. If the test shows high, poling is continued and if necessary, another sample is taken. If it runs about 0.035% oxygen, the furnaceman feels safe to continue to brand while casting, while if it runs 0.020% or 0.025% oxygen no more wood is used. The furnace captain is free to have as many samples tested as he desires but the routing is to take three more samples while casting first near the end of pole. The first of these three is tested for conductivity and the other two for oxygen. The conductivity test with knowledge in hand of the oxygen, assume the absence of deleterious impurities and leaves oxygen as the only factor.

Now the PSYCHOLOGY is that the test very seldom shows other correct conditions exist. The furnaceman knows that his every move is being checked, he can not take a chance and starts ahead of time because a test is made before he starts, he must ho'd his pitch because if he does not, he will be caught, not after the charge is out, but within 15 minutes.

#### THE MICROGRAPHIC TEST.

A 3/8 inch cube is sawed from the sample, The sample from which the cube is taken will be refered to later. One side of the cube is ground flat on a coarse grinding wheel. using the side of the wheel of a polishing machine which provides

for the entire polishing operation. After the coarse grinding, the edges are cut away so that there will be no rough edges to cut the clothes when fine polishing. The cube is then ground successively on two finer wheels. Each grinding is continued until the marks of the previous grinding are removed and this is done by each time changing the direction of grinding so that the new lines run at right angles to the previous lines. After the finest wheel, the cube is ground on a plate, rotating in a horizontal plane and covered with 8 oz. cotton duck, on which carborundum powder is spread as an abrasive. It is next ground on a similar plate with whiting and finally on a plate covered with broad cloth using the finest rouge. All of the grinding, on wheels and plates, is done wet and the rouge and whiting are best mixed with water and add to their plates as an emulsion. A different plate is used for each of the polishing powder and the cube is washed between each so that the finer plate is not contaminated with any of the coarser powder, the machine is arranged for easy changing of the plate. The polishing section should finally be perfectly level, of extremely high polished, and free from scratches. As a matter of fact, a few scratches do not matter if they are recognized and are not mistaken for something else, the entire operation takes 10 minutes. The polished surface is now etched with a solution consisting of equal parts of ammonia water and 3% hydrogen peroxide. The reagent is wiped on the section with a piece of absorbent cotton. It is only necessary to slightly etch, and deep etching is

objectionable as it becomes difficult to focus the microscope and until the operation becomes quite experienced it might cause inaccuracies in estimation. The etched section is washed, dried by blotting on filter paper, and placed on the stage of the microscope. For usual examination, only day light is allowed to enter the illuminator but to obtain a photograph, it is necessary to use an arc light. It is found that the best conditions with a 10X ocular and 16 mm objective.

#### Estimation of oxygen.

Oxygen is present in refined copper combined with copper as  $\text{Cu}_2\text{O}$ . The  $\text{Cu}_2\text{O}$  is alloyed with an additional and definite quantity of copper in the proportion of 3.45%  $\text{Cu}_2\text{O}$  and 96.55% Cu to form an eutectic alloy, and this eutectic is dissolved in the balance or excess copper. The copper therefore exists in three forms in the metal, in chemical combination, as part of an alloy and in the free state. The eutectic, naturally, has a lower melting point so that when the molten metal cools, the free copper freezes out first and the eutectic is consequently found surround or between the grains of pure copper. A quantitative determination can be made measuring the relative areas of the pure copper and the eutectic alloy. For practical purpose, an estimation by a trained eye is sufficient. It may be checked with a result as determined by chemical analysis. Then the operator will become so familiar that he knows the percentage by sight and while he will occasionally make an error he can usually estimate

within 3 or 4 thousandths of a percentage. As chemical determination of oxygen is made every day so that his results will be constantly checked.

Sampling:— It was mentioned above that the eutectic is found surrounding the copper grains; this supplies only as long as the metal is allowed to cool slowly. If the metal is chilled rapidly, the whole crystalline structure is altered and the eutectic and copper grains may become so mixed up, as to make estimation very difficult. Slow cooling is favored by pouring a large size piece and it is found that a standard ingot makes an ideal sample. To obtain a  $3/8$ in. cube from an ingot requires to cut out a slice and then saw a piece out of it. If there is no sawing equipment which will give us the cube a test piece may be used. This is nowhere as desirable as sawing ingot, but answers the purpose. It is a small ingot with a very small bridge. There is enough metal on each side to cause the bridge to cool slowly. It is poured and directly dumped out of the mould into a bucket half full of lime and then covered with lime. Ashes, asbestos or any other non-conductor of heat would do as well as lime. The bucket, lime and all is carried to the laboratory so as to give as long a time of cooling as possible. The small bridge is cut out with a hack saw and becomes the cube for polishing. As mentioned this test piece is not so desirable as a standard ingot because the crystalline structure of the small piece is not so regular and as the rate of cooling will vary, so will the structure. After long practice, the operator becomes just

as expert with the small piece as with the large.

Another variation which must be given consideration is that the  $\text{Cu}_2\text{O}$  eutectic like silver, or any other constituent with a melting point different from copper, can segregate during cooling. In sampling wire bars, enriched zones are to be found which affects the sampling. In an ingot or test piece, the segregation is too limited to affect the cube, but it must be remembered that the area under observation is extremely small and can vary from a neighboring area. To obtain correct result, the specimen must be moved.

CHEMICAL DETERMINATION OF OXYGEN AND SULPHUR.— For completeness, I am describing also the method of making the chemical oxygen determination. It is very simple to make a sulphur determination at the same time so a description of the two goes together.

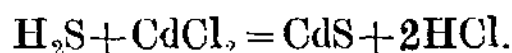
As has been previously mentioned, a standard ingot does not show segregation of oxygen while a larger section does, when sampling a large section it should be drilled clear through, but the drill must be run so as not to overheat and oxidize the drillings. When drilling the ingot we start with a large drill to remove the surface and then complete with a smaller drill.

From 40 to 50 grams of drillings are divided between two 4 in. silica boats. The boats and contents are accurately weighed. They are inserted in a one inch diameter silica tube and placed about the centre. The tube is placed in a 20 burner combustion furnace and connected. The ends

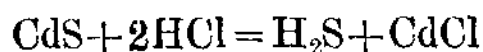
of the combustion tube are closed with glass tube inserted rubber stoppers. A copper water jacket surrounds the silica tube at the ends to prevent the rubber stoppers from getting hot. The combustion train starts with a cylinder of pure compressed hydrogen equipped with a needle valve. The gas passes through a U-tube charged with calcium chloride, then through the combustion tube and finally through a 1 in. by 10 in. test tube connected as a wash-bottle and filled  $\frac{3}{4}$  full with an ammoniacal cadmium chloride solution. In order to save hydrogen and time, We connect two such trains in series and conduct two combustions at the same time. A stream of hydrogen is passed through the cold tube until the air is completely displaced, obvious consequences arise from lighting the furnace too soon, the furnace is heated to its maximum for two hours. The furnace is then cooled by removing the tiles and the use of air from a perforated pipe over the combustion tube. When perfectly cold the hydrogen is stopped, the boats removed and weighed. The sulphur found is deducted from the total loss in weight and the difference is oxygen. Because of the absorption of hydrogen the result is about 0.01% low.

The cadmium chloride solution consists of 10c.c. of a 10% cadmium chloride solution, 10c.c. ammonium hydroxide and enough water to fill the tube to within  $2\frac{1}{2}$  in. from the top. The hydrogen sulphide formed, precipitates cadmium as, CdS. The contents of the tube is poured into a 800c.c. beaker and 500c.c. water added. The test tube and delivery tube are

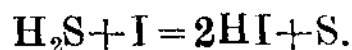
washed with (1 : 1) HCl and additional acid sufficient to make 800 c.c. (1 : 1) HCl is added. The solution is titrated immediately with iodine, using starch as indicator. A blank titration with equal quantities of all of the reagents is made to deduct from the test. The standard iodine solution contains 4 grams of iodine and 7 grams of KI per litre and 1 c.c. equals about 0.0005 gram of S. The solution is standardized with any standard reducing agent.



The HCl liberated is neutralized by the  $\text{N}_4\text{HOH}$  present, when the  $\text{H}_2\text{S}$  has all come over, the solution is diluted and HCl (1 : 1) is added in excess, then the reverse reaction takes place.



A considerable excess of HCl is necessary to completely dissolve all of the CdS. The volume of the solution should be very large to prevent the escape of the liberated H S. Also it should not be hot. The H S solution is then titrated with iodine solution.







## 如何由烟道氣製造固體二氧化碳

W. R. Kitzmiller 著 何述三譯

製造固體二氧化碳所用之二氧化碳，通常由酒精，天然二氧化碳礦井，化學反應，石灰窯與洋灰廠之副產物得來，最純淨的氣體係由第一種而得，其次為天然二氧化碳，但是常有一兩種別的氣體摻雜在裏面，不容易除去，并且這種礦井又離市場很遠，致使運輸困難。

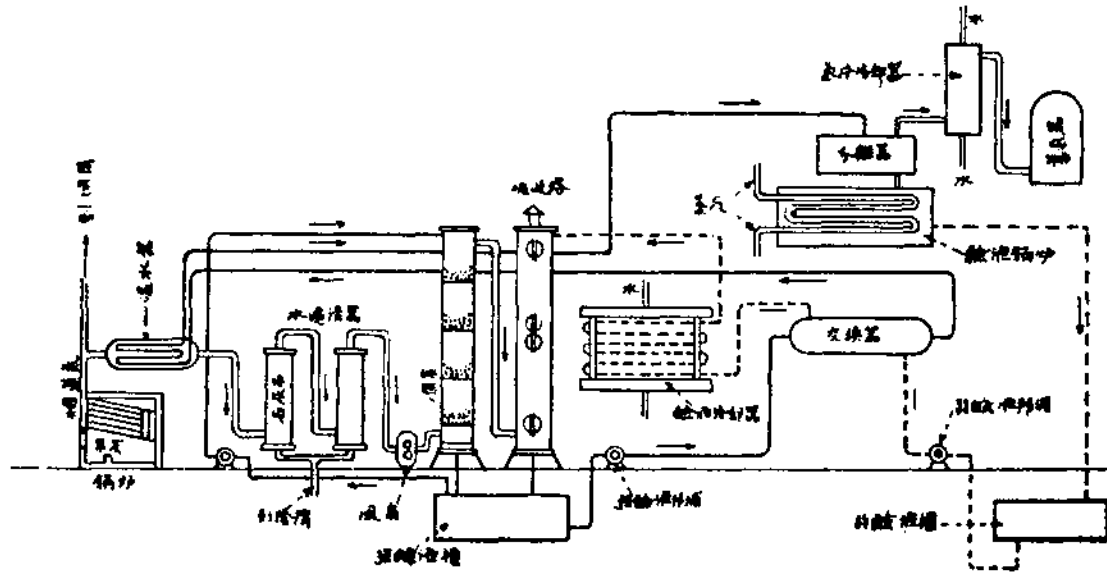
釀造廠的芽渣是二氧化碳的另一種來源，至於所能利用之分量，依所用的製造方法而定，但普通每桶皮酒有九磅上下的氣體。

從烟道氣取回二氧化碳，需要一種吸收系統 (Absorption System)，使在燃燒後所成的各氣體與二氧化碳分開，至其最後的壓縮系統 (Compression System)，與由其他來源所得的二氧化碳的壓縮方法，殊無分別。

### 吸收系統

第一圖示由烟道氣取回二氧化碳的循環，氣體先經過溫水器 (Economizer) 放出牠的熱量給強鹼液 (Strong lye solution)。烟道氣離開溫水器的時候，溫度約在華氏 300 度，再流至清潔器 (Scrubber)，牠所含的灰塵與硫磺，均為水洗去，在這清潔器內，氣體不但部分清潔，並且溫度減低，離開的時候，不過在華氏 140 度。

第一圖 用吸收系統收回二氧化碳



風扇由清潔器吸入氣體送往吸收塔(Absorption towers), 氣體在這裏與鹼液接觸, 二氧化碳即為此鹼液所吸收, 吸收塔普通直徑為 10 呎, 高為 100 呎, 在塔內每一相當距離安一齒格 (Grids), 有焦炭放在這齒格上, 鹼液由塔的頂上噴入, 流入下部的強鹼液櫃內, 廢氣體由第二個清潔器的頂上氣孔排出至大氣中。

鹼液僅能吸收二氧化碳, 含氣體的百分率最高的叫做強鹼液, 約在華氏 125 度的弱鹼液噴入第二個清潔器內, 強鹼液在第一個清潔器內流通, 這樣的佈置可將二氧化碳的大部分收回。

強鹼液由儲藏櫃抽上, 經過一個熱量交換器(Heat exchanger), 當牠入此器時, 溫度約在 140 度, 牠在此器內吸收弱鹼液之熱量, 溫度隨升到約 200 度, 但是弱鹼液則從進來時的 245 度冷到 160 度, 強鹼液由熱量交換器經過溫水器最

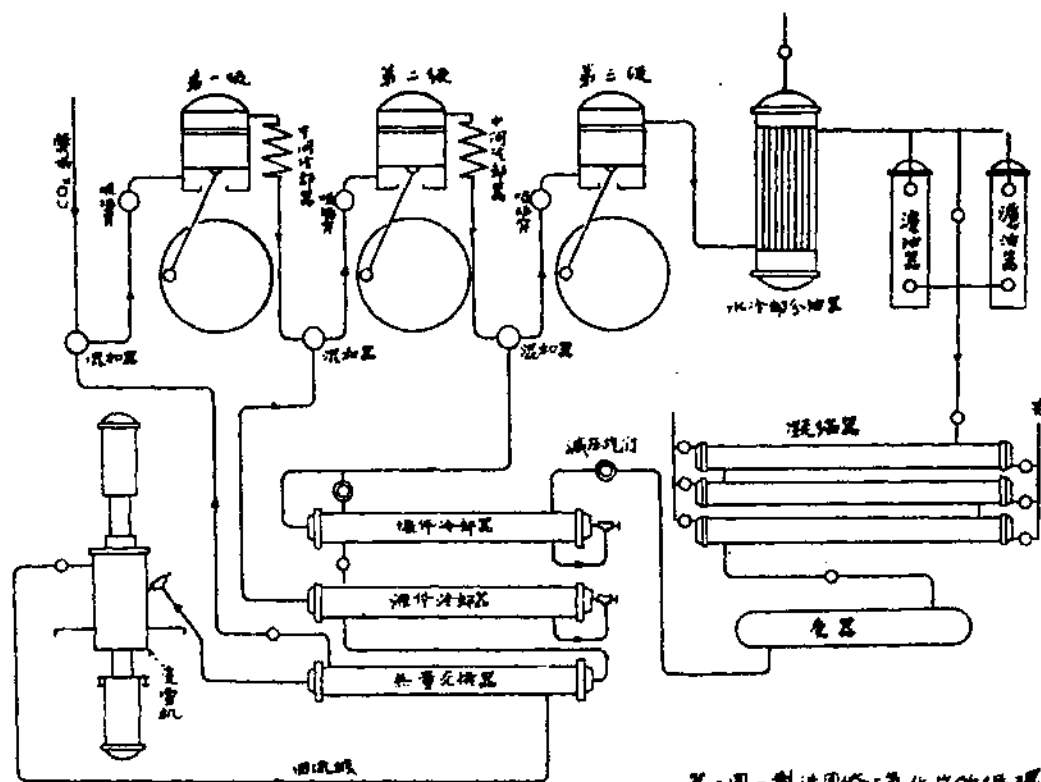
後進入弱鹼液鍋爐內，牠的溫度也就變為華氏 225 度。

在這個循環內所實施的熱之交換，對於經濟的工作是第一的重要。其原理就是使弱鹼液的溫度在抽到吸收器的程途中即行減低，強鹼液在抽到鹼液鍋爐的程途中即行增高。弱鹼液在噴入第二個吸收器前，再用水冷器 (Water Cooler) 使其更低。

當強鹼液在鍋爐內熱至 250 度，二氧化碳都因受熱被逐出，牠由此到冷却器，溫度減低至 90 度，此後牠就存儲在蓄氣器 (Gasometer) 內。

第二圖為製造固體二氧化碳的循環圖。用三級壓氣機連續將氣體壓至能使二氧化碳在普通水溫下凝結為液體的極

第二圖 製造固體二氧化碳的循環圖



第二圖-製造固體二氧化碳的循環圖

高壓力。水之溫度普通習慣用 70 度，若情形允許，當更低一點。

氣體內含油質的除去，也很重要，因為若有一點油的痕跡，產品就難以銷售。至於去油的方法，係將壓縮的氣體經過水冷的分油器與濾油器 (Water-Cooled oil separator and filter)。

把由凝縮器 (Condenser) 出來的液體二氧化碳，收聚在一個大量的容氣器 (Receiver) 內，安置在液體管子間的減壓汽門 (Pressure reducing valve) 將常規的極高壓力減至 600 或 700 磅，於是可免除因高壓漏氣的氣體損失，並可減少對於安裝在液體冷却器 (Liquid Cooler) 上的膨脹汽門 (Expansion valve) 所需之注意。液體冷却的氣體 (Liquid Cooling gas) 回到第二級與第三級壓氣機的吸口，同第一級與第二級所排出之氣體相混合。氣體之溫度，依冷水之溫度而定，經過中間冷却器 (Intercooler) 由這兩級所排出之氣體的溫度約為 95 度。一部分最冷的水常經過這些冷却器至凝縮器。

壓縮系統的每級壓力，依所用的機器比例而定，但通常第一級的進口壓力為 5 磅，出口壓力為 70 至 90 磅，第一級的出口壓力等於第二級的進口壓力，第二級的出口壓力由 300 磅至 350 磅，這也就是第三級的進口壓力。第三級的出口壓力，依普通水溫的高低而定，已在前邊說過了。

在蓄氣器與第一級壓氣機之間安一個風扇，似為經濟的作法。在這種情況下，可使大量的氣體的壓力升至 5 磅，而所需之馬力則較第一級壓縮所需者為少。

混和器 (Mixer) 用來減低冷氣體與熱氣體的速度，並且在可能範圍內使牠混和到近於飽和氣體混和物。對於液體冷卻器稍為過量的供給，可預備液體二氧化碳為冷卻壓縮氣體之用。冷卻二氧化碳至這樣低溫的目的是想使液體在變雪機 (Snow Machine) 內增高變雪之量，平均約百分之五十的液體變為雪，其餘仍為 30 度溫度的液體。在最後步液體冷卻與變雪機之間，有時安置一個熱交換器，利用從變雪機出來的冷回流氣體 (Cold blow-back gas) 可使液體更冷一點。

二氧化碳液體在入變雪機的變雪室 (Snowing Chamber) 時即行膨脹，壓力約在 60 磅氣壓計壓力 (Gage Pressure)。在這個壓力下的溫度為 70 度，稱做三態點 (Triple Point)，因為氣體，液體與固體三個形態，能同時在這種溫度與壓力下存在。一到這變雪室充滿了雪花，就使壓力降低至 5 磅氣壓計壓力，再將雪花壓成固體的塊子。由變雪機所放出的氣體，稱做回流氣體 (Blow-back gas) 隨同由蓄氣器取出的配料氣體 (Make-up gas) 送入第一級壓氣機。

固體二氧化碳在變雪機內被壓成 10 英寸四方塊，重約 40 至 50 磅，因所需的密度不同而各異。至固體二氧化碳的出產分量，則依液體進到變雪機時的溫度而定，學理上如同下表。

液體溫度 華氏度數	固體二氧化碳 的百分數	回到第一級 回流氣體的百分數
+10	44	56
0	46	54

-10	48.5	41.5
-20	50.5	49.5
-30	52	48

若將壓氣機系統畧為更易，工作上可得若干伸縮性，並可作別樣使用。將壓氣機這樣安置着，可得適當的各級壓力比例(Proper stage ratios)而便於製造液體二氧化碳之用。所以液體二氧化碳，能在任何時製造儲存起來或裝入瓶子，直接銷售，或者待到後來再將液體變為固體的二氧化碳。壓氣機可以這樣安置着，在後來相當的時候，再由液體製造固體二氧化碳。

在電力廠內當極量放電(Peak demand)時，將二氧化碳氣體儲存在蓄器內，或者經濟，因為在常量放電的時候，有多餘的電力可作開動固體二氧化碳廠之用。但這種辦法全依投資費用(Investment costs)而定，因蓄氣器之價值與安放牠的地方，或者都是很費錢的。原動力之選擇，亦甚重要，所以即利用常量放電時之備用電力，作製造全量的二氧化碳的工作，仍不致有過量負載(Overload)的危險。

當儲存二氧化碳氣體或液體時，可用廉價的燃料。並且可用廉價的燃料，發生一部分的動力負載(Power load)，再以焦炭，僅作發生二氧化碳之用。以上各種設計，大部依工作費用(Operating cost)而定，不能僅就工程問題而處理的。選擇燃料時所必須注意者，即每磅炭質燃燒後，不過有三磅二氧化碳可以收回。至不能全得3.8磅的學理價值的理由，是因為吸收系統的低效率及燃燒的不完全的關係。所謂七十

二時焦炭 (72-hour coke) 的燃料，含炭有百分之九十七之多，自然代表一種發生二氧化碳氣體的最良的炭質。

在近世工作情形之下曾有每磅焦炭可發生二磅二氧化碳，但是通例，這兩樣的比例，是一與一。想保存高成分的二氧化碳，理想的燒火情況，是必須要的，因為炭與氧的完全燃燒，自然可生出多量的二氧化碳。但是完全燃燒與吸收，事實上不可能，所以有些二氧化碳隨同大量的氮氣與少量的氧，一氧化碳，二氧化硫與炭氫化合等氣體由第二個吸收器的氣孔漏出而損失。

製造固體二氧化碳所需的電力，平均每噸時為 420 馬力 (420 hp per ton hour)。用分級系統 (Split-stage System) 像 1932 年一月份動力雜誌所敘述的，可減少動力之需要，尤其是用高溫度水的時候，更為合適。無論用何種設備或系統壓往變雪機的二氧化碳氣體，須有三個重要條件。就是這種氣體不要有水分，氣味與油質。油質的除去，在本篇及前述的動力雜誌均已說過了。

在二氧化碳內的水分與氣味，有數種不同的設備可以除去，結果都已成功，活性炭濾器 (Activated Carbon filter) 化學方法 (Chemical Processes) 矽酸膠 (Silica gel) 及鋁膠 (Aluminum gel) 均曾經用於濾清法 (Purifying process)，但後二種也曾經用於乾燥法 (Drying Process) 活性炭素 (Activated Carbon) 在濾清循環內也有半乾燥之作用。

固體二氧化碳在大氣壓力下，(與冰相較)能吸收熱量幾乎二倍於華氏三十二度的融冰，約三倍於零度的冰與鹽水



- 
- 固體二氧化碳融化時，沒有水分放出自然也沒有腐蝕作用
  - 這種性質，理想的適用於轉運冷藏物品。

## 中國數理本原

馬 哲 如

### 引 言

自西學東漸，國粹淪亡。精神物質，無不效法外人；師徒研習，盡皆取材歐美。而數學一科其尤甚焉！小學則『1 2 3 4』，『+ - × ÷』；大中校則『a b c d』，『Z Y X』。不知九章算術早成二千年前，中所論列，已俱代數，幾何，三角，與微分，積分之精深，開中華數學二千年光輝燦爛之歷史；漢唐宋元明清以降，代有發明。較之英法德日尚不足千年之歷史者，以言其生命之久長，實不足以望我之項背也。惜乎發明有人，整理無術；徒俱精深博大之名，而無系統論述之書；以致國粹視如國糟，光輝黯淡，淹沒無聞，良可慨也！今茲所述，僅在闡其『本原』，發其研究端緒，意存拋磚引玉云耳。

### 工 緒 論

今論數理本原，並非研究數學之原則，及其深奧之學理。乃追溯其淵源，探求何故而有此數學一種學問之發明，傳流至今，並普遍於人類也。

凡事物學理之發明，非故意強求所得，實皆觸機而發者。如我國古無文字，結繩爲治，大事記大結，小事記小結。迨後人類進化，庶業綦繁，飾僞萌生，黃帝之史倉頡，見鳥獸蹄迹之跡，知分理之可相別異也，遂造書契。他如英人瓦

特(Watt)偶見沸水上騰，知蒸汽之力可用，而發明蒸汽機。皆非故意爲此，徒以機緣湊合。故凡新奇事物，一遇思想富厚之人，於是乎發明生矣。

此理既明，則數學產生之理可得而言矣。昔者伏羲氏之王天下也，有龍馬負圖出於河，伏羲即因之而畫八卦（乾☰，坎☵，艮☶，震☳，巽☴，離☲，坤☷，兌☱），示相生相克之理，是謂河圖。大禹治水成功，有神龜負文列於背，出於洛河，其數有九，禹即因而第之，以成九疇，（初一日五行，次二曰敬用五事，次三曰農用八政，次四曰協用五紀，次五曰建用皇極，次六曰義用三德，次七曰明用稽疑，次八曰念用庶徵，次九曰響用五福，威用六極，）爲治天下之大法，是謂洛書。數學即因是而肇焉。蓋圖書應天地之瑞，因聖人而始出；數學窮萬物之理，自聖人而得明也；此爲數學之淵源，自此以後歷代相承。黃帝時隸首作九章算術，亦稱九數，爲最古之算法：一曰方田，以御田疇界域；二曰粟米，以御交質變易；三曰差分，以御貴賤廩稅；四曰少廣，以御積纂方圓；五曰商功，以御工程積實；六曰均輸，以御遠近勞費；七曰方程，以御錯糅正負；八曰贏不足，以御隱雜互見；九曰勾股，以御高深廣遠；有此九章，而算法皆備。迨後堯時命羲和治曆，以授人時，而歲功以成。周時作周官，設六藝以教士，而數居其一，有周髀經可考。周髀爲周公商高問答之書，亦爲古算術之一。算術之言天體者凡三家，周髀居其一，其他曰宣夜，曰混天。宣夜之術無傳；混天之術，以爲天形似卵黃，天包地外，故曰混天；周髀之術，

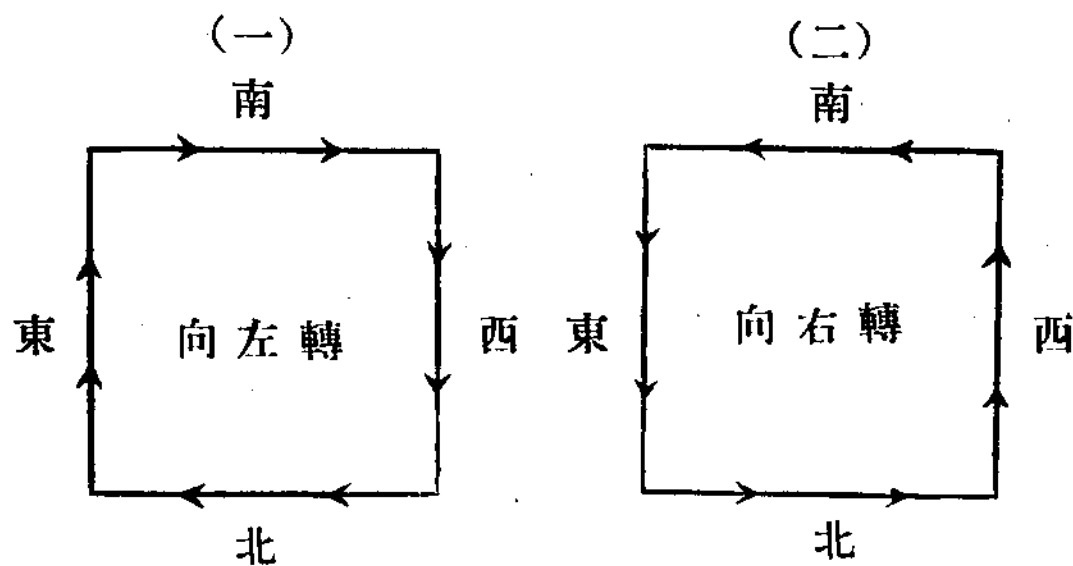
以爲天似覆盆，中高而四邊下，即所謂蓋天之說也。秦漢以後，代不乏人，皆有著作：如漢武帝時閩中人洛下閎改造太初歷；後漢西鄂人張衡精天文曆算之學，作渾天儀；隋信都人劉焯聰明沉深，著有稽極曆書；晉范陽人祖冲之博學精明曆法，造指南車，又造千里船；無非應用算術之理，以巧思入神也。以上所述，皆足證明累代皆知算術之學，實格物致知之要務。故設爲幾何之分，而立相求之法，加減乘除，凡多寡輕重貴賤盈朒無遺數也；論其理，設爲幾何之形，而明以立算之故，比例分和，凡方圓大小遠近高深無遺理也。溯其本原，加減實出河圖，乘除實出於洛書。一奇一偶，對待相資。遞加遞減，而繁不窮焉。奇偶各分，縱橫各配，互乘互除，而變通不滯焉。徵其實用，測天地之高深，審日月之交會，察四時之節候，較晝夜之長短；以致協律度，同量衡，通食貨，便營作，皆賴之以爲統計焉。由是而知數學之妙用，實足以貫天文，通地理，察人事，序萬物，誠人生不可須臾離，而學者所宜盡心講求者也。第今世知數學者雖不乏人，而能明其本原者，實所罕見。數典忘祖，貽譏通人，飲水思源，有乖古訓，豈非學術界之憾事哉。今論數理本原，但取材於我國。蓋資諸近者，最足以發起吾人之觀感。吾國數學起原，實以河圖洛書爲不祧之祖。濫觴流爲江河，高山成於撮土，洵乎足以啓示來葉者也。顧龍馬神龜之說，頗近於神話。自胡渭易圖明辨而後，通人多斥其不經，鮮有加以討論者。不知典文製作，類皆託於神蹟，哲理紛紜，大抵起於玄象，證之中外，莫不皆然。是以其事雖涉神怪，而理則

不誣，斷不可因噎廢食而忽之也。

## II 河 圖

欲明河圖洛書之理，須先知圖解之方位。因古時之方位與今時不同；今時以上爲北，下爲南，左爲西；右爲東；而古時則反是，上爲南，下爲北，左爲東；右爲西。又須知繞圖「圓或方」旋轉，向何方爲左，向何方爲右。即如與計時針旋轉之方向相同者，謂之向左轉，相反者，謂之向右轉。參觀以下二圖，即能明瞭。

### 古 代 方 位 圖

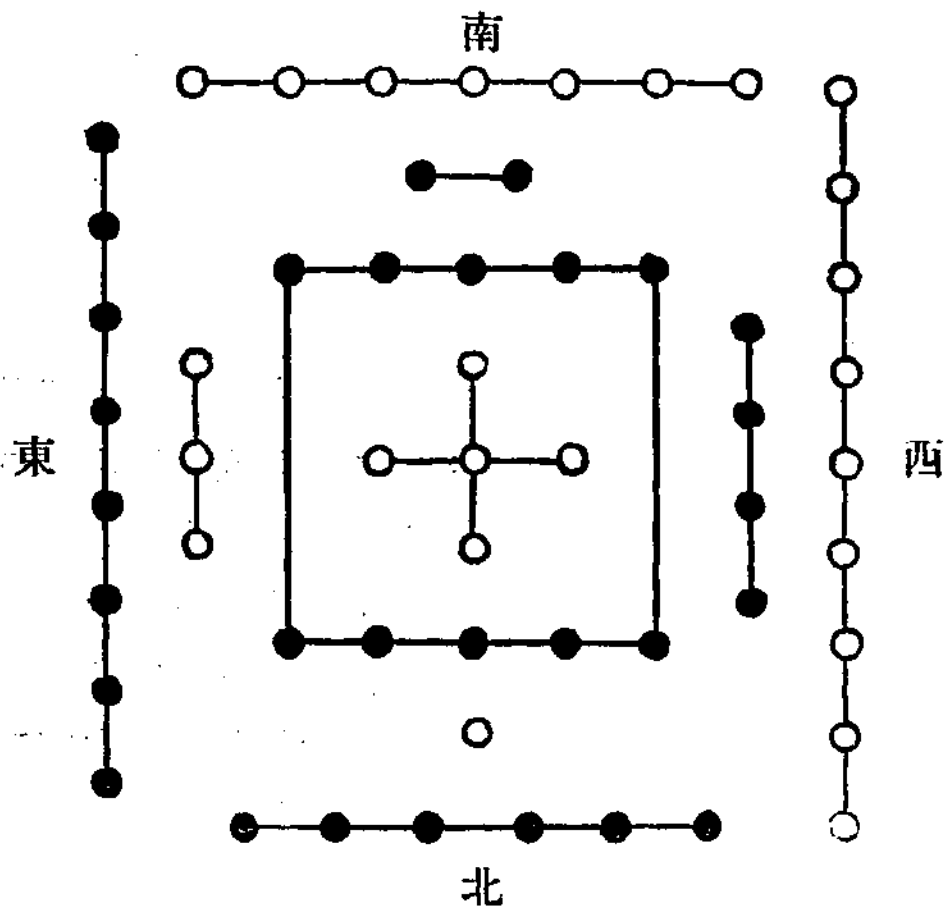


凡直線連成一串者，皆表一數，而且用圓圈表者，皆是奇數，用圓點表者，皆是偶數。

讀者先記清方位及旋轉方向，並看明用圈點所表者，爲由一至十之十個數，然後再看其變化如下。

易繫辭曰：「天一，地二，天三，地四，天五，地六，天七，地八，天九，地十。」天數五，地數五，五位相得而各有合，朱子曰：「河圖以五生數，統五成數。」蓋揭其全以

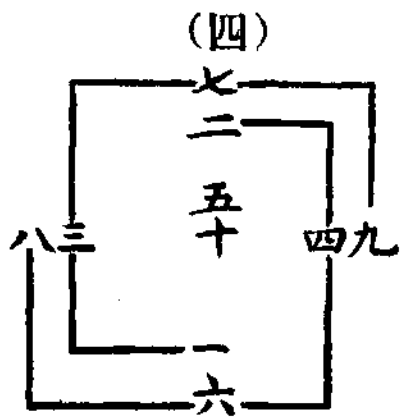
## (三) 河圖



示人，而道其常，數之體也。其位一，六居下，二，七居上，三，八居左，四，九居右，五，十居中。考其數，始於一，中於五，終於十，陽奇陰偶，而加減之法，由是生焉。蓋自一而二，自二而三，自三而四，自四而五，皆遞加一以相生，故爲五生數。自五復加一而成六，六加一而七，七加一而八，八加一而九，九加一而十，故自六至十爲五成數。十則仍歸於一，故至十而天地之數全矣。天數陽也，地數陰也，言天地，即所以言陰陽也。五位相得而各有合，以五行之序而定位也。邵子曰「天之陽在南而陰在北，地之陰在南而陽在北。」故河圖之數，一陽位於北，二陰位於南，其即五

行質具於地之義而言之歟？今以陰陽相生之數論之：一爲陽，天一生水而位北；一加一爲二爲陰，地二生火而位南；二加一爲三爲陽，天三生木而位東；三加一爲四爲陰，地四生金而位西；四加一爲五爲陽，天五生土而位中；至五而五行之數已周，此生數之極也。自一至五，則五又爲一體矣，於是以五爲中數而復加一則爲六，六陰數也，因爲五中數與一相加，故與一同位而屬之水；六加一爲七，以中數五計之，實加二，故與二同位而屬之火；七加一爲八，以中數五計之，實加四，故與四同位而屬之金；九加一爲十，以中數五計之，復加五，故與五同位而屬之土；至十而五行之數再周，天地之數已備，此成數之極也。以陰陽運行之序論之，以五生數統五成數，位居於中，而奇數則始於北一，次東三，次南七，次西九。偶數則始於南二，次西四，次北六，次東八，此數之陰與陰陽與陽各從其類者也。以奇偶相得之數論之，一與六合，二與七合，三與八合，四與九合，此又奇偶相得而各有合者也。而一六相減仍得五，二七相減仍得五，三八相減仍得五，四九相減仍得五，五十相減仍得五，凡兩數相加求得一數者，兩數相減仍還原數，此加減二法相爲對待者也。又作圖以明之(四)。

如一三七九爲四奇數。用中兩率三七相加得十，以首率一減之，得末率九，以末率九減之，得首率一。若以首末兩率一九相加亦得十，以中兩率三減之得七，七減之得三。又如二四六八爲四偶數，用中率四六相加得十，以首率二減之，得末率八，以末率八減之，得首率二。若以首末兩率二八

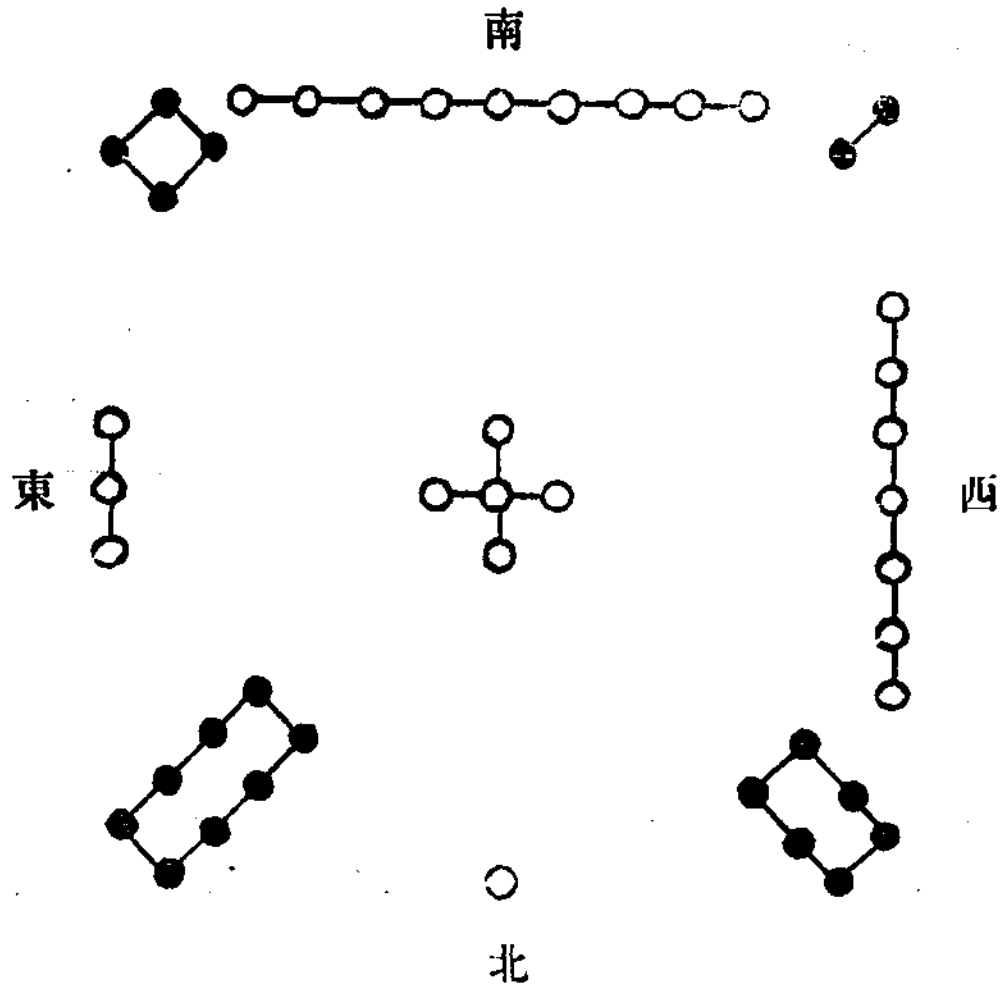


相加亦得十，以中兩率四減之得六，以六減之得四，故曰河圖為加減之原也。邵子謂「圓者河圖之數」，又曰「歷紀之數，其肇於此。」然所謂數者，即一陰一陽，一奇一偶，循環無間，豈表裏相維，百千萬億，總由此

推之以成其變化，河圖者，非天地自然生成之數也哉。

### III 洛 書

(五) 洛 書



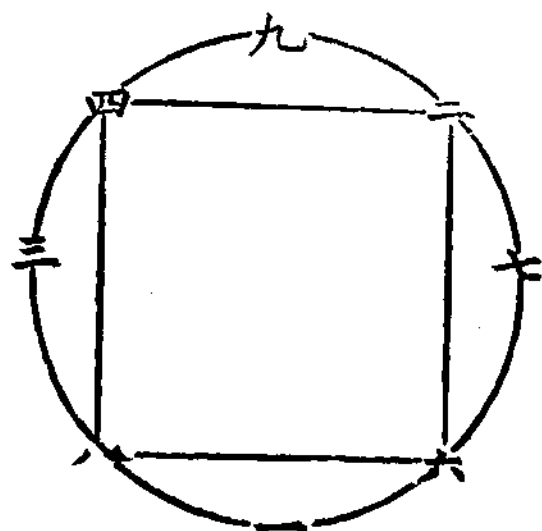


洛書之方位，旋轉之方向，及標數之法，皆與河圖相同；故此處亦無須贅叙矣。

洛書之數，載九履一，左三右七，二四爲肩，六八爲足，五居其中，朱子謂以五奇數統四偶數而各居其所，蓋主於陽以統陰，而肇其變，數之用也。邵子曰『數學雖多，乘除盡之矣』。夫洛書者，數之源也；乘除之所以生也。易說卦傳曰：『叁天兩地而倚數』。三，天數也；二，地數也；天地相合而萬物育焉，一者太極之體，其數不行，即以一乘一，以一除一，皆不可變；故數行于二三，奇數起于三，因天圓，徑一而圍三也，以三乘之，則三九七一之數生焉。偶數起於二，因地方徑一而圍四，倍其二也，以二乘之，則二四八六之數生焉。其序位之列，則天居四正，取以陽統陰之義；地居四維，取以陰從陽之義。其奇數三九七一，乘數則旋而左；除數則返而右也。其偶數二四六八，乘數則旋而右，除數返而左也。二三相合而爲五，五則無對，居中者立其體也。二五相合而爲十，十仍歸一，洛書不用者，藏其用也，是校三始於東方發生之地，而位於左，自東而南，三而三之是爲九，核載九。自南而西，九而三之爲二十七，去成數餘七，故右七。自西而北，七而三之爲二十一，去成數餘一，故履一；等而上之，至於億兆，其餘數之位皆然。奇數左旋，以三參之，即天道左行之說也。如轉而右行，以三除之，仍復其原數焉。二立於西南，二陰始生之地，而位於右肩；自西南而東南，二而二之是爲四，位於左肩。自東南而東北，四而二之是爲八，位於左是，自東北而西北，八而二

之爲十六，去成數十餘六，位於右足，上而億兆亦然。偶數右行，以二兩之，即地道右行之說也。如轉而右行，以二除之，仍復其原數焉。此乘除之數，見於運行者如此，若以對待者觀之，一與九對，一爲數之始，九爲數之終，互乘互除，其數不變，二與八對，二八互乘，俱得十六，二除十六得八，八除十六仍得二，此二與八相倚也，三與七對，三七互乘，皆得二十一，三除二十一得七，七除二十一仍得三，此三與七相倚也，四與六對，四六互乘，皆得二十四，四除二十四得六，六除二十四仍得四，此四與六之相倚也。至五爲三二之合，天地之交，陰陽之會，位於洛書之中，以建人極，配上下而爲三才，故斜直四圍皆得十五，合之得四十有五，爲五九之數，要之運行者其序也；對待者其位也。進退循環，縱橫交錯，總不外於乘除。蓋乘除二法，相爲對待者也。又作圖以明之。

(六)



如一三九七爲奇數，用中兩率三九相乘得二十七，以首率一除之，得末率二十七，以末率二十七除之，得首率一，若以首末兩率一與二十七相乘亦得二十七，以中二率三除之，得九，九除之得三，如二四八六爲偶數，用中兩率四八相乘得三十二，以首率二率之，得末率十六，以末率十六除之，得首率二。若以首末兩率二與

十六相乘，亦得三十二，以中兩率四除之得八，八除之得四。故曰乘除之本原，自洛書生也。

#### IV 洛書加減乘除四法詳則

由前第三章，知洛書固為乘除之原，然亦為加減之本，其進退循環，縱橫交錯，變化無窮，兼而為加減乘除四法之原，較之河圖，則更有妙用也。今推得洛書加減之法四，乘除之法十六開列於下，俾學者得以知其奧妙焉。

洛書加減四法（共分四條，每條內一加一減，故為加減四法。）

(1) (加法)用奇數向左旋相加，得相連之偶數。——即如一  
加三為四三加九為十二，（去成數十餘二）九加  
七為十六（去成數十餘六）七加一為八。

(減法)若用奇數從左旋相連之偶數中減，得右旋相連之  
奇數——即如三從四減為一，九從十二（二加  
成數十）減為三，三從十六（六加成數十）減為九，  
一從八減為七。

(2) (加法)用偶數向左旋相加，得相連之偶數。——即如二  
加六為八，六加八為十四（去成數十餘四）。八  
加四為十二（去成數十餘二）四加二為六。

(減法)若用偶數從左旋相連之偶數中減，得右旋相連之  
偶數——即如六從八減為二，八從十四（四加  
成數十）減為六，四從十二（二加成數十）減為八，  
二從六減為四。

(3) (加法)若用奇數向右旋加偶數得相連之奇數。——即

如一加六爲七，七加二爲九，九加四爲十三（去成數十餘三）三加八爲十一（去成數十餘一）。

（減法）若用奇向右旋，從相連之奇數中減，得相連之偶數。——

即如一從七減爲六，七從九減爲二，九從十三（三加成數十）減爲四，三從十一（一加成數十）減爲八。

（4）（加法）用偶數向右旋，加相連之奇數，得相對之奇數。——

即如二加九爲十一（去成數十餘一）四加三爲七，八加一爲九，六加七爲十三（去成數十餘三）

（減法）若用奇數從相對之奇數中減，得左旋相連之偶數。——

即如九從十一（一加成數十）減爲二，三從七減爲四，一從九減爲八，七從十三（三加成數十）減爲六。

洛書乘除十六法（即乘除各分十六條）

乘法十六條：

（1）用三向左旋乘奇數，得相連之奇數——

即如三乘三得九，三乘九得二十七（去乘數二十餘七）三乘七得二十一（去成數二十餘一，三乘一得三）。

（2）用八向左旋乘偶數，得相連之偶數——

即如八乘八得六十四（去成數六十餘四），八乘四

得三十二（去成數三十餘二），八乘二得十六（去成數十餘六），八乘六得四十八（去成四十餘八）。

(3) 用三向左旋乘偶數，得相連之偶數——

即如三乘四得十二（去成數十餘二），三乘二得六，三乘六得十八（去成數十餘八），三乘八得二十四（去成數二十餘四）

(4) 用八向左旋乘奇數，得相連之偶數——

即如八乘三得二十四（去成數二十餘四），八乘九得七十二（去成數七十餘二），八乘七得五十六（去成數五十餘六），八乘一得八。

(5) 用二向右旋乘偶數，得相連之偶數——

即如二乘二得四，二乘四得八，二乘八得十六（去成數十餘六），二乘六得十二（去成數十餘二）。

(6) 用七向右旋乘奇數，得相連之奇數——

即如七乘七得四十九（去成數四十餘九）；七乘九得六十三（去成數六十餘三）；七乘三得二十一（去成數二十餘一）；七乘一得七。

(7) 用二向右旋乘奇數，得隔二位之偶數——

即如二乘九得十八（去成數十餘八）；二乘三得六；二乘一得二；二乘七得一十四（去成數十餘四）。

(8) 用七向右旋乘偶數，得相連之偶數——

即如七乘二得一十四（去成數十餘四），七乘四得二十八（去成數二十餘八）；七乘八得五十六（去成數五十餘六）；七乘六得四十二（去成數四十餘二）。

(9)用一乘奇數，得本位之奇數——

即如一乘一得一；一乘三得三；一乘七得七；一乘九得九。

(10)用六乘偶數，得本位之偶數——

即如六乘六得三十六（去成數三十餘六）；六乘八得四十八（去成數四十餘八）六乘四得二十四（去成數二十餘四）；六乘二得十二（去成數十餘二）。

(11)用一乘偶數，得本位之偶數——

即如一乘二得二；一乘四得四；一乘六得六；一乘八得八。

(12)用六向右旋乘奇數，得相連之偶數——

即如六乘七得四十二（去成數四十餘二）；六乘九得五十四（去成數五十餘四）；六乘三得十八（去成數十餘八）；六乘一得六。

(13)用四乘偶數，得相對之偶數——

即如四乘四得十六（去成數十餘六）；四乘六得二十四（去成數二十餘四）；四乘八得三十二（去成數三十餘二）；四乘二得八。

(14)用九乘奇數，得相對之奇數——

即如九乘九得八十一（去成數八十餘一）；九乘一得九；九乘三得二十七（去成數二十餘七）；九乘七得六十三（去成數六十餘三）。

(15)用四向左旋乘奇數，得隔二位之偶數——

即如四乘九得三十六(去成數三十餘六)；四乘七得二十八(去成數二十餘八)；四乘一得四；四乘三得十二(去成數十餘二)。

(16)用九乘偶數，得相對之偶數——

即如九乘二得十八(去成數十餘八)；九乘八得七十二(去成數七十餘二)；九乘四得三十六(去成數三十餘六)；九乘六得五十四(去成數五十餘四)。

乘法之十六法既畢，而除法爲乘法之還原——即各條中以乘數除積，則又得被乘數，故無庸再述除法矣。

數有合數對數之分，合數生於五，對數成於十，一六，二七，三八，四九，此合數也，皆相減爲五。(五加一爲六，六減五爲一，是六與一同根也；五加二爲七，七減五爲二，是七與二同根也；三八，四九，其理亦然，故凡同根之數皆爲合數)。一九，二八，三七，四六，此對數也，皆相併而爲十。在河圖與合數同方，(即同居一之方位)。而對數相連，(即其位置相連)在洛書則合數相連，而對數相對，(即居相對之位置)，相合之相從者，六從一也；七從二也，八從三也，九從四也。(如前乘除十六法六，七，八，九，九從一，二，三，四，之性質)。相對之相從者，九從一也，八從二也，七從三也，六從四也。(如後積法五)。凡以合數共乘一數，所得之數必同。(乘偶數則同數，如一六爲合數，二六爲偶數，一乘六爲六，六乘六爲三十六(去成數三十餘六)。他數亦然。乘奇數則同根，即所得之數同根，如三爲奇數，一乘三爲三，六乘三爲十八，(去成數十餘八)，

三與八爲同根者也。他數亦然。若各自乘，則必合矣，（如三八爲合數，三乘三得九，八乘八得六十四（去成數六十餘四）四與九爲合數也，他數亦然。以對數共乘一數，所得之數必對。（如三七爲對數，共乘三，三乘三得九，七乘三得二十一，（去成數二十餘一），九與一對數也。餘數類推。若各自乘焉，則又必同矣。（如一九對數也，一自乘得一，九自乘得八十一去成數八十餘一，一與一同也，二八對數也。二自乘得四；八自乘得六十四；去成數八十餘四，四與四同也，其他對數亦然）是以自乘之數，相合之相從者，此得自數，則彼亦得自數也。（如一六爲合數，而六從一也。一自乘得一，爲自數，六自乘得三十六，去成數三十，亦得自數也。）此得對數，則彼亦得對數也。（如九從四爲合數也，四自乘得一十六，去成數十餘六，四與六對數也。九自乘得八十一，去成數八十餘一，九與一對數也。）此得連數，則彼亦得連數也。（如八從三爲合數也，三自乘得九，三與九爲連數也。八自乘得六十四，去成數六十餘四，八與四連數也。又如七從二爲合數也，二自乘得四，二與四連數也。七自乘得四十九，去成數四十餘九，七與九連數也。）相對之相從者，此得自數，則彼得對數也。（如九從一爲對數也，一自乘得一，一與一自數也。九自乘得八十一，去成數八十餘一，九與一對數也）此得連數，則彼亦得連數也。（如七從三爲對數也。三自乘得九，三與九連數也。七自乘得四十九，去成數四十餘九，七與九亦連數也。又如八從四爲對數也。四自乘得十六，去成數十餘六，四與六連數也。八自乘得



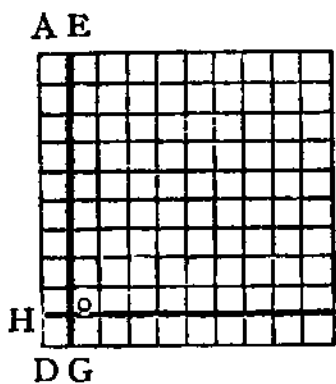
六十四，去成數六十餘四，八與四亦連數也。) 要皆合於一六四九而齊焉，故開平方之自乘數，止於一六四九，而洛書之位，一六四九居上下以爲經，二七三八居左右以爲緯者此也。

### 又洛書積方法

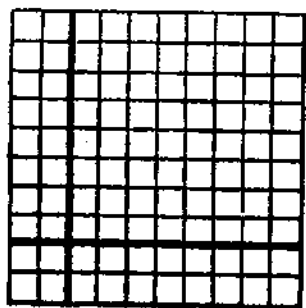
洛書中之數，凡相對者，皆成十而爲對數。如一九，二八，三七，四六，各爲對數也，其中之五又含五，亦可成十。而對數互乘則又成百。所謂互成者，即對數各自乘，而又互乘，再加其成得之四積，即成一百之數也。今將四對數及五，各以圖解表明之，詳列於下，學者讀之，即能明瞭無遺矣。

(1) 一九對位成十互乘成百圖：

(七)



(八)



此方形縱橫各分十份，故內共含一百個小正方形，此二條重黑線分此方形爲四塊，即對數互乘之四積也。

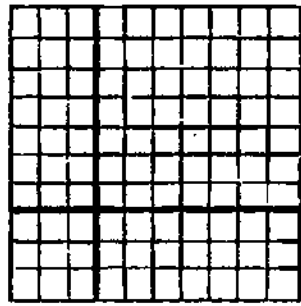
一與九對成十，(十自乘其積爲一百)。九自乘得八十一(即面積 E B F O)。一自乘得一(即面積 H O G D)，一乘九，九乘一俱爲九(即面積 O F C G 及面積 A E O H) 共爲十八，合八十一，一，十八，而爲一百(與十自乘積同)。

(2) 六對位成十，互乘成百圖：

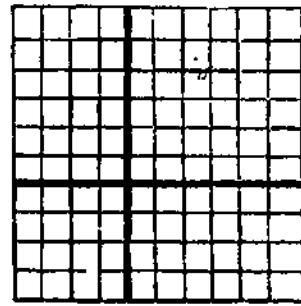
此圖與(七)圖同，惟二條重黑線從二八處分。

二與八對成十，八自乘得六十四，二自乘得四，二乘八，八乘二俱爲十六，共三十二，合六十四，四，及三十二，而爲一百。

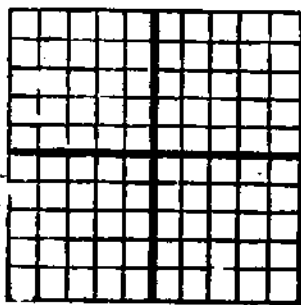
(九)



(十)



(十一)



(3) 三七對位成十互乘成百圖：

此圖與前圖同，惟二條重黑線從三七處分。

三與七對成十，七自乘四十九，三自乘得九，三乘七，七乘三，俱得二十一，共四十二，合四十九，九，及四十二，而爲一百。

(4) 四六對位成十互乘成百圖。

此圖二條重黑線，從四六處分。

四與六對，成十，六自乘得三十六，四自乘得十六，四乘六，六乘四，俱爲二十四共四十八。合三十六，十六，及四十八，而爲一百。

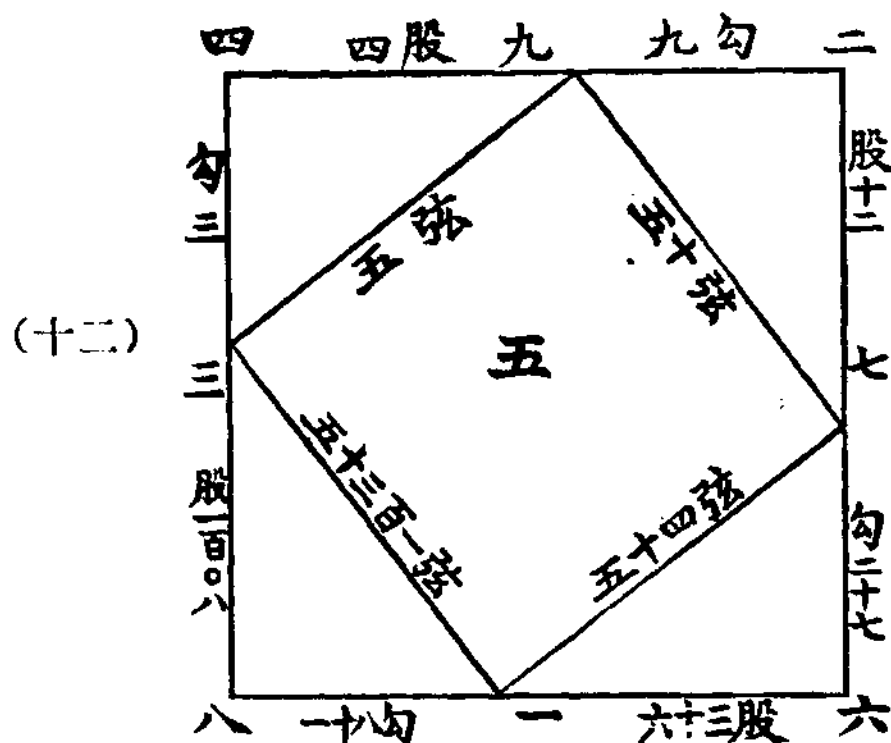
(5) 五合五爲十，互乘成百圖。

此圖二條重黑線，從中五處分。中五合五成十，五自乘得二十五，又五乘得二十五，又五互乘得二十五，合四個二十五而爲一百。

### 五洛書勾股法

接洛書諸數之位，一六居下，四九居上，二八居左，二七居右，而五居中，今將前八數，合於方形之四邊，而置五

於方形之中，推得勾股之法四，又爲圖以表明之如下：



各邊勾股所表之數，雖不同，然皆爲三與四之比，即勾爲三，股爲四，而其弦又爲五也。

(一)勾三，股四，弦五，在圖之左上角。

(二)勾九，股十二，弦十五，（爲一之三倍者也）在圖之右上角。

(三)勾二十七，股三十六，弦五十四，（又爲（二）之三倍者也），在圖之右下角。

(四)勾八十一，股一百零八，弦一百三十五（又爲（三）之三倍者也）在圖之左下角。此等表勾股弦之數，若皆去其倍數，則不外三，四，五，三數也。此爲洛書四偶合中之方，而四勾股之法者，推之無窮，其法則同此也。

今粗草書來，成此數端，以言中國之古代數學，較諸歐西各國，不過九牛一毛，容後如有機會，再爲續述。（完）

## 焦作一帶石灰石粘土分析之報告

子 靜

自蘇俄五年計劃成功的消息，傳播到遠東以後，中國政府也擬了不少五年計劃和十年計劃，如實業部五大工廠之設立，農林場之擴充，在在俱向建設路上邁進。在百事凋敝農工落伍的中國，這種種建設，確是必要的，確實是迫切的，去歲實業部爲明瞭國有鐵路附近石灰石與粘土的性質，意在舉辦水泥工業，曾由鐵道部通令各鐵路局，代爲調查；本院受道清路局之托，代爲化驗送交之石灰石與粘土各數種；曾經分析一次，雖不能說各處皆如是成分，然亦可得其大概矣。(見後表)

### 樣品分析結果

樣品種類 及出產地	氧化鈣 CaO %	氧化矽 SiO <sub>2</sub> %	氧化鎂 MgO %	氧化鐵 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	三氧化硫 SO <sub>3</sub> %	水分炭 酸氣等 %	氧化鋁 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
柏山石灰石	53.05	1.36	1.18	0.85	0.31	42.41	0.27
馮封村石灰石	51.66	1.89	2.29	2.08	0.24	41.06	0.74
待王石灰石	51.01	2.21	4.01	1.04	0.43	41.02	0.22
焦作石灰石	53.62	1.28	1.73	0.32	0.58	41.09	0.25
李河粘土	0.34	38.11	1.34	1.12	0.44	15.00	40.42
柏山粘土	0.30	68.37	5.09	1.76	0.19	6.52	17.74

## 分析方法

### (1) Loss on ignition

秤約五克樣品於鎊鍋中，在 Blast lamp 上燒之，約半句鐘後，秤之，再燒，如是數次，至重量不變時為止，秤得減少之重量，即 loss on ignition 之重量，至要成分，為水分及炭酸氣等。

### (二) 氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )

移上述燒過樣品於帶柄蒸發皿中 (Casserole)，加 50c.c. 與 5-10c.c. 濃鹽酸，在水浴鍋上蒸乾之，俟其乾後，復加入 5c.c. 水及 5c.c. 濃鹽酸蒸乾之，歷一小時後，更加入 50c.c. 稀鹽酸，煮沸十分鐘，濾出氧化硅，再將濾液蒸發；仍照以上手續，濾出微量氧化硅，將兩次濾出之物，用稀鹽酸及熱水，次第洗淨，氯化物移於鎊鍋內燒之，至重量不變為止，加入 10c.c. 氫氟酸 (HF)，及三四滴硫酸，用文火蒸乾，復用 Blast lamp 燒之，先後所差之重量，即為氧化硅之重量。

### (三) 氧化鋁及氧化鐵 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

將第二節兩次所得之濾液，加入適量亞母尼亞液，使溶液恰成鹼性，更加入 5c.c. 溴水 Bromine water 煮沸之，再加入 10c.c. 氯化銦溶液，濾入沈澱，用熱水洗滌二次，為免除沉澱含有微量雜質起見，將沉澱用熱稀鹽酸溶解，仍照上述手續，用亞母尼亞液將鋁鐵重行沉澱出來，用熱水洗淨之，置於鎊鍋內，用 Blast lamp 燒之，秤得之重量，即氧化鋁與氧化鐵之總量，至於兩次濾出之濾液，可混合於玻璃杯

中，爲以後定鈣鎂等質之用。

#### (四)氧化鐵 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

將氧化鋁氧化鐵與3-4克酸性硫酸鉀 ( $\text{KHSO}_4$ ) 混合於鉑鍋中，熔之，以水及稀硫酸溶解熔化物，用純鋅還原鐵質，使變成低價鐵後，用過錳酸鉀液滴定之，1c.c. 過錳酸鉀  $\frac{N}{10}$   $\text{KMNO}_4$  相當於.008克氧化鐵，由用去過錳酸鉀之量，即可算出氧化鐵量。

#### (五)氧化鋁 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

由氧化鋁氧化鐵之總量內，減去氧化鐵量之差數，即爲氧化鋁量。

#### (六)氧化鈣 ( $\text{CaO}$ )

由第三節方法所得之濾液，傾入500c.c. 量瓶(Measuring flask)內，加水使恰成500c.c.，搖震後。用吸管吸出100c.c.，放入400c.c. 杯中，加水稀至250c.c.左右，加亞母尼亞液數滴，煮沸之，於此熱液內加入20c.c. 飽和草酸銨( $\text{NH}_4\text{C}_2\text{O}_4$ )液，煮沸三分鐘，使草酸鈣( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )沉澱成粗粒狀，然後濾出沉澱，爲免除沉澱含有鎂質起見，用熱鹽酸溶解沉澱，仍如以上手續，加亞母尼亞及數滴草酸銨沉澱劑，重使草酸鈣沉澱出來，煮沸後過濾，以熱水洗淨，將沉澱移至鉑鍋中，用本生燈燒之，至重量不變爲止，如是則草酸鈣變爲氧化鈣，秤得之重量，即氧化鈣重量，或用濃硫酸溶解草酸鈣，以過錳酸鉀滴定，亦可求得氧化鈣之重量。1c.c. 過錳酸鉀 ( $\frac{N}{10}$ )，相當於.0028克氧化鈣。

#### (七)氧化鎂 ( $\text{MgO}$ )

由第六節方法濾出之二濾液，混合後，加入相當量稀鹽酸，使溶液成酸性，蒸發之，至 150c.c. 左右，此時如見有結晶體發現，則加水溶解之，于此液內，加入 10c.c. 濃小天地鹽 ( $\text{Na NH}_4 \text{HPO}_4$ ) 液，更逐滴加入稀亞母尼亞液，至發現沉澱為止，再加濃亞母尼亞液（比重 .9）若干 c.c.（約等於玻璃杯內溶液體積三分之一）；搖震之，靜置數小時，使磷酸銦鎂 ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ) 完全沉澱出來，復用鹽酸（比重 1.21）溶解沉澱，仍照以上手續，加入沉澱劑，使磷酸銦鎂沉澱，過濾後，用一份稀亞母尼亞及三份水混合液洗滌沉澱，烘乾後，用 Tirril 燈燒之，秤得不變之重量，即  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  之重量，由此可算出氧化鎂重量。

#### (八)三氧化硫 ( $\text{SO}_3$ )

秤一克樣品，與五克碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 及 .5—1.0 克硝酸鉀 ( $\text{KNO}_3$ ) 混勻後，置鉛鍋中，上覆碳酸鈉一層，用 Blast lamp 熔之，熔化後，用沸水溶解，濾之，加濃鹽酸于濾液內，蒸乾之，再加 10c.c. 濃鹽酸，蒸乾之，以除去硝酸。用 1c.c. 鹽酸浸濕蒸乾殘渣，加 100c.c. 煮沸，濾出不溶解物，稀釋濾液至 350c.c. 左右，煮之，加入 10c.c. 氯化鉍 %  $\text{BaCl}_2$ ，煮沸一二分鐘，濾出硫酸鉍 ( $\text{BaSO}_4$ )，洗淨後，用本生燈燒之，由秤得硫酸鉍之重量，即可算出三氧化硫量。

## 安全因數 Factor of Safety

杜曉農

### 引言

凡担任過土木設計或機械設計的人，都知道安全因數是不容易規定的。無論各件 (Member) 上所受之力量計算到如何精確的程度，若安全因數用之不適當，製造出來的東西，不是過于粗大，便是過于細弱。過于粗大，成本就高；過于細弱，又不耐用，安全因數之如此重要，實有研究的價值。余有見及此，適本院學生自治會的同学，向余索稿，故藉此機緣，把拙信手寫來，和諸先生與同學共相研討，自知寫出來的文字，錯謬之處，惟恐難免，并祈有以指教與批評！

### 安全因數之定義

各種材料每平方吋上所能受的力量是有限度的。超過此限度，材料立即破裂，此限度叫做力極 (Ultimate Stress)。凡機械上和工程上各件內每平方吋上所受的力，絕不能大于或等于力極。每平方吋上所受的力，叫做實用應力 (Working-stress)，力極與實用應力之比，即稱為安全因數。以 U 代力極，W 代實用應力，F 代安全因數，得方程式如下：

$$F = \frac{U}{W} \dots\dots\dots (1)$$



## 與安全因數有關係之各種事項

## (A) 力極與彈力極限之比

材料受力以後，因即改變其原有的形狀。或增長，或縮短，或偏斜。受力愈大，改變亦愈多。每平方吋面積上，所受之力，在一定限度內與材料每吋長增減之多寡成正比例。作用力移去後，形狀即將漸次復原。若超過該限度，不特受力之大小與材料形狀改變之多寡不成正比例，且作用力移去後，原有的形狀，也不能恢復。該限度叫做彈力極限。工程與機械上各件內每平方吋上之應力 (Stress)，不能大于彈力極限，應力之大小，與材料每吋長增減之量之比，叫做彈率 (Modulus of Elasticity)。彈率共有三種：即伸長彈率 (Modulus of Elasticity in Tension)，壓縮彈率 (Modulus of Elasticity in Compression) 與偏斜彈率 (Modulus of Elasticity in Shear)。今將各種材料之力極，彈力極限彈率列表如下 (第一表)：

$$\text{設 } \frac{A}{B} \text{ 之值等於 } a, \text{ 則得}$$

$$B = \frac{A}{a} \dots\dots (2)$$

## (B) 應力與重力 (Load) 之關係

重力共有三種：即靜重力 (Dead load)，動重力 (Live load)，與衝擊重力 (Impact load) 各種重力與因其作用於物之各件上發生之應力各不相同。茲分述於后：

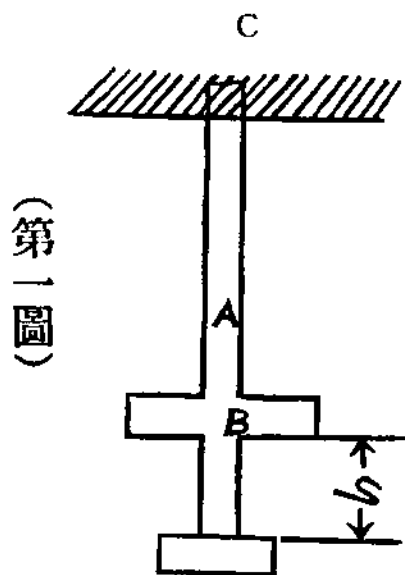
a. 靜重力——漸漸加於各件上，且不再變更之重力，謂之靜重力。靜重力加於各件上，各件之形狀漸起變化，各

第一表 各種材料之力量(每平方吋若干磅)

材 料	伸應力 (Tensile stress)			縮應力/Compressive stress)			切應力 (Shearing stress)				
	A <sub>t</sub> (力極)	B <sub>t</sub> (彈力) (極限)	A <sub>t</sub> / B <sub>t</sub>	A <sub>c</sub> (力極)	B <sub>c</sub> (彈力) (極限)	A <sub>c</sub> / B <sub>c</sub>	E <sub>c</sub> (彈率)	A <sub>s</sub> (力極)	B <sub>s</sub> (彈力) (極限)	A <sub>s</sub> / B <sub>s</sub>	E <sub>s</sub> (彈率)
生 鐵	20000	不定	2—3	80000	不定	2—3	15×10 <sup>5</sup>	大 於 中 力	不定	2—3	6×10 <sup>6</sup>
熟 鐵	50000	25000	2	30000	25000	1.2	27×10 <sup>5</sup>	40000	18000	2.2	10×10 <sup>6</sup>
中 等 硬 度 鋼 (0.15—0.40 C.)	60000	30000	2	35000	30000	1.2	30×10 <sup>5</sup>	50000	21000	2.4	12×10 <sup>6</sup>
硬 鋼 (0.30—0.70 C.)	75000	38000	2	40000	38000	1.1	30×10 <sup>5</sup>	60000	23000	2.6	12×10 <sup>6</sup>
銻 鋼 (3.5% 銻)	90000	45000	2	50000	45000	1.1	30×10 <sup>5</sup>	68000	25000	2.7	12×10 <sup>6</sup>
木 料	8000	3000	2.7	7000	3000	2.3	1.5×10 <sup>5</sup>	500(橫) 2500(縱)	不定	約為 3	3×10 <sup>6</sup>
機 器 磚	不定			3500	不定		2×10 <sup>5</sup>	500	不定		
石				8000			6×10 <sup>5</sup>	1500			
三 合 土 (1:2:4)	400			3500			3×10 <sup>5</sup>				

。橫 (across the grain) 縱 (with the grain)

件內亦因之發生應力，以阻形狀之改變，設有一鐵棒A，如第一圖所示，一端固定於C，一端下垂。B為一重錘，以手托B使慢慢落下，A受到B之靜重力即漸次伸長，至伸長 $\delta$ 時後而止，如B之重為W磅，A內應力之和為P，B作之工等於 $\frac{1}{2}W\delta$ ，A之反應工等於 $\frac{1}{2}P\delta$ 。因得



(第一圖)

$$\frac{1}{2}W\delta = \frac{1}{2}P\delta$$

$$\therefore P = W \dots \dots \dots (3)$$

b. 動重力——以手托第一圖內之B使其下落，落至A之下端，猛將手抽去，B之重量立刻全加到A上。此時B生之力量，叫做動重力。動重力恒為暫時的，常變的，B之重量既為同時加到A上，故B此時所作之工等於 $W \times \delta$ ， $\delta$ 為A伸長之時數。A之反應工等於 $\frac{1}{2}PS$ 。P為A內最大應力之和，因得

$$W\delta = \frac{1}{2}P\delta$$

$$\therefore P = \frac{1}{2}W \dots \dots \dots (4)$$

c. 衝擊重力——衝擊重力與動重力有別，動重力將與各物接觸時，其運動之速度等于零，衝擊重力則不然，使第一圖

內之 B，自 H 吋高之點自由落下，必猛擊 A。如此 A 即得到衝擊重力。B 此時之工實等于  $W(h + \delta)$ ，A 之反應工等于  $\frac{1}{2} P\delta$ 。因得

$$W(h + \delta) = \frac{1}{2} P\delta \dots\dots\dots(5)$$

以(5)式與(3)式比較，可知 B 自 h 高之點自由落下，對 A 之影響，實與 P 磅之靜重力對 A 之影響相同。設 W 磅之靜重力加于 A 上，A 即伸長  $\lambda$ ，則

$$P : W = \delta : \lambda$$

$$\therefore \delta = \frac{P\lambda}{W}$$

將  $\delta = \frac{P\lambda}{W}$  代入(5)式，即得

$$W = \left( h + \frac{P\lambda}{W} \right) = \frac{P^2\lambda}{2W}$$

$$\therefore P = W \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\lambda}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

$\lambda$  之值比 h 常極小，故 P 比 W 大很多倍。衝擊重力破壞材料的能力之大，從此可以知道了，今舉一例如下：

設有直徑 1 ½ 吋之鋼條，長 10 吋，一重 224 磅之重錘于 2 吋高之點，自由落下，將鋼條伸長 X 吋。如鋼之彈率為  $30 \times 10^6$ ，求 X 及鋼條內之最大伸應力，P

$$(5) \text{式內之 } P = \frac{\pi}{4} \times \frac{2}{1.5} P = \frac{\pi}{4} \times \frac{2}{1.5} \times \frac{30 \times 10^6 X^2}{120},$$

$$\delta = X, \quad W = 224 \text{磅} \quad H = 2 \text{吋}$$

$$\therefore 224(2 + X) = \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} \times \frac{2}{1.5} \times \frac{30 \times 10^6 X^2}{120}$$

$$\therefore X^2 - 0.001X - 0.00203 = 0$$

$$\therefore X = 0.0455 \text{ 吋} \quad \therefore \lambda = \frac{224}{\frac{\pi}{4} \times 1.5^2} \times$$

$$\frac{120}{30 \times 10^6} = 5.06 \times 10^{-4}$$

$$P = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \times 1.5^2} = \frac{224}{\frac{\pi}{4} \times 1.5^2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 2}{5.06 \times 10^{-4}}}\right)$$

$$= 126.4 \times (1 + \sqrt{7910}) = 11370 \text{ 磅。}$$

伸應力與各種重力之關係，(3)(4)與(6)三式已很清楚的表示過，縮應力和切應力和各種重力之關係也是一樣，亦無須再述。

### (C) 材料之疲乏 (Fatigue of Materials)

材料受力次數過多，雖其應力小於彈力極限，亦能引起破裂。使重力作用之方向，時正，時負，材料就更易破裂了。此種事實，叫做材料之疲乏。材料受力之大小，方向，速度和次數與使其破裂的應力之關係至為緊要，不可不畧為討論之。

a. 吳來爾 (Wohler) 實驗之結果——吳來爾費了十一年的功夫 (1859—1870)，從事於材料之實驗，得到許多珍貴的結論，其中最重要者有二，(一)如變更重力之大小，不變更作用的方向，材料破裂之易否，依應力變更之範圍大小而定，參考第二表即可明瞭。

第二表

最大應力 (伸力)	最小應力 (伸力)	應力變更 之範圍	材料破裂為應力 反復變更之次數
45,840	0	45,840	800
42,020	0	42,020	106,910
39,200	0	39,200	340,853
34,380	0	34,380	409,481
34,380	0	34,380	480,852
30,560	0	30,560	10,141,645
42,020	19,110	22,920	2,373,424
42,020	22,920	19,100	4,600,000

附註：應力之單位為每平方吋一磅(Pound per in.<sup>2</sup>)

(二)重力作用之方向亦變，雖應力小於力極甚多，材料亦能破裂，看第三表即可知之：

第三表

最大應力 (伸力)	最小應力 (縮力)	應力變更 之範圍	材料破裂前應力 反復變更之次數
30,600	30,600	61,200	56,430
28,600	28,600	57,200	99,000
26,800	26,800	53,600	183,145
24,800	24,800	49,600	479,490
23,000	23,000	46,000	909,840
21,000	21,000	42,000	3,632,588
19,200	19,200	38,400	4,917,992
17,200	17,200	34,400	19,186,791
15,200	15,200	30,400	132,250,000

a<sub>2</sub>. 吳來爾實驗的結果之代數式——許多學者找方程式以表示吳來爾實驗的結果，找到的方程式中，以蔣參 (Johnson) 的為最好，以  $u$  代力極， $\frac{P'}{P}$  為兩應力之比。(其值小於一)。如  $P'$  與  $P$  一為伸應力，一為縮應力， $\frac{P'}{P}$  之值應為負數。 $P$  為材料受重力反復作用在 5,000,000 次左右，即將破裂時，材料內之最大應力 (根據莫爾氏的見解) 蔣參 的方程式即

$$P = \frac{u}{2 - \frac{P'}{P}} \dots\dots\dots(7)$$

若重力不變， $P' = P$  則

$$P = u \dots\dots\dots(8)$$

若重力作用之方向不變，僅大小變動，且  $P' = 0$ ，則

$$P = \frac{u}{2} \dots\dots\dots(9)$$

若重力為反復作用者， $P' = -P'$  則

$$P = \frac{u}{3} \dots\dots\dots(10)$$

b<sub>1</sub> 耐力極限 (Endurance limit) ——使材料受重力反復作用而不致破裂，其內之最大應力，叫做耐力極限，今將各種鐵料之耐力極限列表如下(第四表)：

b<sub>2</sub> 重力作用之方向對於耐力極限之影響——若重力作用之方向與材料相平行時，材料之耐力極限等於  $S_a$ ，與材料相垂直時，等於  $S_b$ ， $S_a$  必小於  $S_b$ ，因重力作用之方向與材料

表 四 第 四

鋼之重成分	陶 冶 法	力 極 (伸力)	耐 力 極 限	耐 力 極 限 與 伸 力 之 比	彈 力 極 限	耐 力 極 限 與 彈 力 極 限 之 比
0.02% C. (塊鐵)	熱 碾	42400	25000	.58	16100	1.58
0.21% C.	熱 碾	70000	34000	.48	39900	0.85
0.20% C.	涼 抽 (抽後將面磨光)	80800	41000	.50	55200	0.74
0.30% C.	悶 火	69900	30000	.43	35000	0.86
0.57% C.	退 (Normalized) 火	71900	33000	.46	34500	0.96
0.37% C.	先 煤 火 再 退 火	94200	45000	.48	61500	0.73
0.49% C.	先 煤 火 再 退 火	96900	48000	.50	67700	0.71
0.77% C.	悶 火	111100	39000	.35	46300	0.88
0.93% C.	悶 火	84100	30500	.36	28000	1.09
0.93% C.	先 煤 火 再 退 火	97000	56000	.58	84800	0.67
1.20% C.	退 火	116900	50000	.43	55300	0.90
1.20% C.	先 煤 火 再 退 火	179900	92000	.51	100700	0.91
3.50% 錳	先 煤 火 再 退 火	118000	63000	.53	86400	0.73
3.50% 錳	悶 火	101600	54000	.53	60800	0.89
鈷 錳 鋼 8.3% Ni, 0.24% C. 0.87% Cr.	先 煤 火 後 退 火	138700	68000	.49	122600	0.57
同 上	悶 火	87300	49000	.56	56700	0.86

附注：陶冶法為 treatment 之譯稱



相平行時，該重力未必能作用在該材料之正中心，而不稍偏私毫。若偏少許，則該材料上之最大應力，必大於不偏時，我們普通計算，均假定重力作用在材料之正中心，故該材料真實之耐力極限較我們所計算的為小，重力作用之方向，如與材料相垂直，則該材料內之最大應力，與依公式算出者無甚差別，普通之鋼鐵 $S_a$ 與 $S_b$ 之比，約等於 $\frac{3}{5}$ ，因得

$$S_a = 0.6S_b \dots\dots\dots(11)$$

b. 切應力之耐力極限與曲應力 (Bending stress) 之耐力極限之比較—— $a_1$ ,  $a_2$  與  $b_1$  各節所述者，皆限於伸縮兩種應力。若應力為切應力時，將何以處之，亦有研究之必要。據實驗所得鋼的切應力之耐力極限 $S_s$ ，約等於 $\frac{11}{26}$  曲應力之耐力極限  $S_b$ ，或寫作

$$S_s = 0.55S_b \dots\dots\dots(12)$$

此處所說之曲應力，即上節所說垂力。依照材料垂直之方向作用時材料內生之伸縮兩種應力以此應力之作用，在阻止材料之灣曲，故名曲應力。

c. 蔣參方程式應用的範圍及其推廣——蔣參方程式的來歷，已在  $a_2$  節內詳述，該方程式的根據在重力反復作用 4,000,000 至 10,000,000 次，口門爾認定該方程式應用到重力反復作用 5,000,000 次是無防礙的，若次數超過 5,000,000 依該方程式算出的最大應力，就嫌大了。必須用因數  $C$  去除，使其減小，設重力反復作用之實在次與 5,000,000 之比等於  $r$ ，口門爾認定  $r$  和  $C$  的關係應如下式所表：

$$0.136 \log r = \log C$$

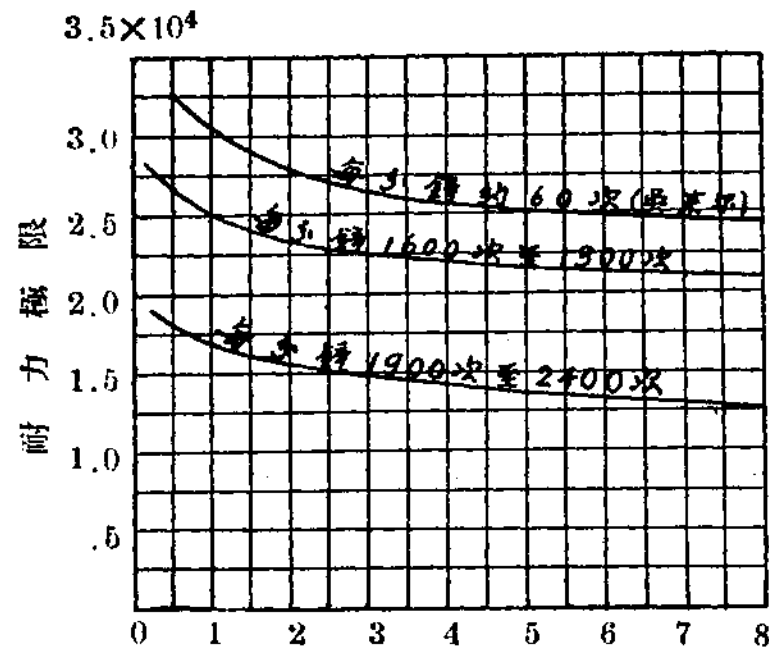
爲易於明瞭起見，今將和  $r$  重力反復作用之次數，與  $C$  之對照值，列表如下：

第五表

$r$	重力反復作用之次數	$c$	$r$	重力反復作用之次數	$c$
1	5,000,000	1.00	1600	8,000,000,000	2.72
2	10,000,000	1.10	1800	9,000,000,000	2.77
10	50,000,000	1.37	2000	10,000,000,000	2.81
20	100,000,000	1.53	4000	20,000,000,000	3.08
100	500,000,000	1.87	6000	30,000,000,000	3.26
200	1,000,000,000	2.06	8000	40,000,000,000	3.39
400	2,000,000,000	2.26	10000	50,000,000,000	3.49
600	3,000,000,000	2.39	12000	60,000,000,000	3.59
800	4,000,000,000	2.48	14000	70,000,000,000	3.67
1000	5,000,000,000	2.56	16000	80,000,000,000	3.72
1200	6,000,000,000	2.62	18000	90,000,000,000	3.78
1400	7,000,000,000	2.68	20000	100,000,000,000	

d. 重力反復作用之速度對於耐力極限之影響——據瑞饒志和斯密士教授實驗的結果，重力反復作用之速度加大，耐力極限即減小，下圖即依兩教授實驗普通硬度鋼得之結果所製成者(見12頁圖)。

e. 材料的形狀對於耐力極限之影響——凡物熱則漲，冷則縮。各種金屬皆經煅煉，因各部分之伸縮不同，各部分之組織自亦不同，有稜角之處，往往多不能受很大的力量，此就普通不經過銑床，鏜床或磨床等機械整理之材料而



材料破裂前重力反復作用之次數(以十萬為單位)

言，若經過此等機械整理，整理之方法，用具的粗細，工匠之手藝，均足影響耐力極限之增減，若材料為圓柱形，上有橫槽（像螺旋棒），該橫槽處每平方吋的應力  $S'$  必大於依照普通公式算出之數  $S$ 。槽之深於槽底之半徑之比及槽兩側面相夾之角  $A$ ，與  $\frac{S'}{S}$  之關係，可自下表中看出，若材料有方稜，方稜處之最大應力，所超過依照普通公式算出者一倍

第 六 表

A	槽深與槽底之半徑之比				
	0.5	1	3	5	9
0°	2.61	3.02	4.35	5.46	7.94
60°	2.60	3.00	4.15	5.17	6.98
90°	2.56	2.92	3.92	4.46	5.46
120°	2.35	2.62	3.19	3.38	3.73

以上。用粗糙的鐵方作出的東西，表面上的最大應力，比用磨光輪 (Grinding Wheel) 磨出的東西，表面上的最大應力可大百分之二十。雖東西大小相同，作用的力量大小相同。

#### (D). 材料破裂之三定理

材料破裂之方法不一。據許多學者研究之結果，找到三個定理。今分別述之如下：

a. 最大伸縮應力定理——該定理認為材料之破裂由於材料內之最大伸縮力，設一棒上受兩種互相垂直之作用力， $P_1$  和  $P_2$ ，因  $P_1$ ，材料內生應力  $S_t$ ；因  $P_2$ ，生  $S_v$ 。如  $S_t$  大於  $S_v$  頗多，該棒如破裂，非因  $S_v$  而因  $S_t$ 。

b. 最大伸縮率 (Strain) 定理——該定理認為各種材料之伸縮率 (Deformation)，皆不能超過一定限度，不論重力怎樣的作用法，材料伸縮的程度如果達到了該限度，立刻就會破裂。

c. 最大切應力定理——依該定理講如因伸應力或縮應力產生之切應力，超過了切應極限，即能使材料破裂。

上面所說的三定理均能成立。可是都有所偏。第一第三兩定理應用到質料堅韌的材料上，都很恰當。第二定理常不多用。僅限定用於質料碎鬆的材料上，究竟那種材料適用那條定理，殊難擇定。據儒一得 (Royd) 的意見遇着一個問題，最好依照最大伸縮應力之公式  $S_{lt \max} = \frac{S_t}{2} \pm \sqrt{S_v^2 + \left(\frac{S_t}{2}\right)^2}$ ，算出該材料之最大伸縮應力，再依照最大切應力之公式  $S^1_{\max} = \sqrt{S_v^2 + \left(\frac{S_t}{2}\right)^2}$ ，算出最大切應力以後再比較看那種超過了

牠們的耐力極限，即該材料在此情形下，適合于某定理。

(E). 其他與安全因數有關係之事項

同一機械，善用者，能使之耐久，又同一機械或工程，因所在之地位不同，其壽命之長短，亦大有區別；又各機件之作用不同，有須特別堅牢 (Rigid) 者，有須柔軟者；又機械上與工程上用之材料，有時須受價值之限制；此皆是左右安全因數之大小。

安全因數之規定法

與安全因數有關係之事項太多，欲求安全因數選擇恰當，必須對各事項十分明瞭。為簡單起見，可將安全因數組成下面四個因數。則

$$F = bcde \dots \dots (13)$$

b 為使實用應力等于蔣參方程式算出之應力的因數，c 為使材料受重力反復作用  $5 \times 10^6$  次以上，其應力不致將材料破裂之因數，d 為防備材料受震動以致破裂之因數，e 為防備其他事項足以影響材料安全之因數。從(8), (9), 和(10)式中可知 b 之值最小僅等于一，最大等于三，使已知重力變更之範圍，不難自(7)式求出。c 之相當值可由第五表查出，d 之值可預測所設計之件，是否易受震動，與震動之大小，再以(6)式作根據，而推定之。定 e 之值時，(C) 節所說之事實，均須加以詳細之考慮，故 e 為四因數中之最難規定者，亦關係設計成功與否也。若作用力為靜力時，c 和 d 均等于零，b 等于1, 因實用應力必須小于彈力極限。故

$$F = ae \dots \dots (14)$$

$a =$  力極與彈力極限之比。

選擇力極時，應注意(D)節所述之三定種，何者適用於我們所假定的情形再定力極之值。力極之值既定， $a$  之值始能決定。今將普通應用之安全因數列表如下：

第七表

材 料	靜 重 力	重力作用 $5 \times 10^6$ 次 應力由 0 至相當大小		重力作用 $5 \times 10^9$ 次應 力由正至負或由負至正	
		重力慢慢 加在材料上	重力猛然 加在材料上	重力慢慢 加在材料上	重力猛然 加在材料上
熟鐵 鋼和其 他之堅 韌材料	3-4	6	10	8	12
生鐵和 其他碎 性材料	4-5	7	12	10	20
松類	7	10	15	15	20



## 採煤工程中之前進制與後退制

魏 鍾

在採煤工程中，有一種是前進制，有一種是後退制。所謂前進制者，除保護風巷運道之煤柱外，其他煤柱開巷後，隨即回取。所謂後退制者，煤柱由開巷分立後，不即回取，直待巷道開掘至止境，始由此止境向出煤井以次回採。中國目前一般礦場開採，大致將煤層分作方柱而後回取。通風大致採用單風巷整風流式(Simple entry Course Ventilation)。因之較採用雙風巷分裂風流式(Double entries Splitting Ventilation)于前進後退二制之利害出入尤大，茲以實際觀察所得提出討論。

依喜用前進制者看法，以為後退制有各種弊害：(1)此制初時開掘之煤巷，待日後回取煤柱時，始見效用。但以頂壓力及二旁壓力之故，巷道往往為落煤所堵塞，是回煤之利，開巷後更須費一翻疏巷工作。(2)已開成之煤巷，暫時既屬無用，如不將支木取出，則資本之存積過大，而支木亦多因久經頂壓而毀折。(3)如將支柱取出，先充他處用需，則此類工作，為不生產之工作。(4)為保持風流最前之工作處，必須建築堵風牆，是又多堵風牆之費用。(5)初期採掘既不能得回煤之利，而盡為開巷之工作，故初期採取費大(依煤層四公尺厚之某煤礦調查，回煤採掘費每噸合\$.07.開巷採掘



費每噸合\$.14)。(6)初期採掘，既盡爲開巷工作，故生產量少（據某礦調查，回煤處每人每班可產十噸，開巷每人每班可採三噸。而回煤因利用煤自身重量，自然崩落。一回煤處之產量，可與三四處開巷產量相當）。(7)後退制需用較大之煤柱。(8)煤柱待日後開採，必受風化之損失。(9)煤柱開巷後，受頂壓之影響，開取時勢必碎煤多，而塊碎少。(10)受壓力影響後之煤支柱，自較困難而回採時之支柱費必高。

但自採後退制者的竟見，前進制亦有各項弊病：(1)前進制所用以維護風巷運道之煤柱，因上部回煤，頂石塌落，壓力大增，回取時勢必蒙極大之損失。(2)煤層上層，如有蓄水層，則礦內之排水費必因用前進制而增。(3)以少量之煤柱，維護風巷與運道，危險必多。(4)回煤後塌落處有聚集沼氣之危險。(5)必須以較大之煤柱以維護風巷與運道。

然則二制究以何者爲適用乎？礦務工程師自以安全經濟二點爲批評之根據。以安全言，則前進制，依學理理想，回煤塌落處，有聚積沼氣之危險。實際此式之沼氣，不能發燃于萬一。惟中國礦場通風，大都用單風巷整風流式。如採用前進制，二旁僅以一二煤柱維護巷道。設有壅塞，風流停止，危險何如！但以某礦經驗，長寬各二十公尺之煤柱，巷道二旁，各留一個半煤柱用以維護，于支巷勤加檢閱與修理，亦未見發生若何問題。是前進制未見有若何危險。

以經濟言，前進制自較後退制損失量爲多。至煤層上層如有大量蓄水層，則回煤之塌落法根本不能適用，依普通情形，因採用前進制而增加之排水費，不甚顯著也。茲以損失

量與採煤成本比較二制之利益。前進制與後退制所得總利益之比較，以下列算式為判斷：

前進制每噸所得利益  $\times$  其採取量  $\stackrel{=}{\approx}$  後退制每噸所得之利益  $\times$  其採取量

設某礦井下，面積為四方公里。一般採取率 (Extraction Percentage) 為百分之九十。假定因採取前進制損失百分之二十維持巷道之煤柱。風巷與運道總長四公里，則前進制之損失與後退制之比率為  $\frac{.03 \times 4 \times 2 \times 20\%}{4 \times 90\%} = 1.33\%$  (假定維護

巷道二旁之煤柱各寬三十公尺)。如以後退制每噸所獲利益及其採取量與前進制之比量為 1，則前進制採取量之比量為  $1 - .013 = .987$ 。故前進制每噸所獲利益應在  $\frac{1}{.987} = 1.013$

比率以上，始更為有利。今試以一煤柱為本位，而較量其成本，以一煤巷分擔一煤柱，假定疏巷費及因採取後退制而增加之支柱費 (參看後退制弊病 (1) (2) 條) 作為三十元，(計增 10 工，每工作 \$.40, 多費支木 60 根，每根合 \$.50.) 其他因通風增加之費用，及因風化之煤量損失 (參看後退制弊病 (4) (8) 條)，可以忽視。設煤層厚度為四公尺二十公尺平方之煤柱作合二千噸，則後退制每噸成本多出一分五厘

( $\frac{\$30}{2000} = \$.015$ )。設後退制每噸所獲利益為二元，則依前

列算式，前進制每噸獲利至少在 2.026 元 ( $X \times .987 = 2 \times 1$ ,  $\therefore X = 2.026$ ) 以上，方為有利，以例言每噸成本較後退制少一分五厘，即每噸獲利 \$.015, 則前進制較後退制獲利略遜

一分。

但此未將資本存積之欸目及獲利之遲速計入也。設前進制正式生產之第一年日產二千噸，後退制因不即回煤而為經濟與支力關係所用之煤柱亦較大，生產量自小。茲姑作一年日可產煤800噸，惟後退制每噸成本多出前進制為七分（此依某礦調查回煤採掘費為\$. 07開巷採掘費為\$. 14），因資本存積利息而增加成本作一分，因少出產而分擔一般費用之增加作為二分，合計一角，此期後退制每噸獲利為二元，則前進制每噸獲利為二元一角，則前進制此年多獲利 $[(2000 \times 2.10 - 800 \times 2.00) \times 320] = 832,000$ 。（假每年工作三百二十日）。又設置煤巷每公尺出煤三噸，需支木九根，在後退制，六根為資本存積，合計三元，即每噸煤需一元之資本存積。則此資本存積之總數亦合 $800 \times 320 = \$246,000$ 。是後退制資本存積既大，得利又遲，不若前進制之資本運用既靈便而得利又速也。

綜觀上述情形，前進制之成本較低，但其所得總利益未必勝似後退制。惟此未將資本存積計入，故依資本家之立場言，其利近而流轉速，較之後退制之損失，比量亦屬有限，不致侵略地利。其煤層厚度與此例相彷彿，而用陷落採取。諸礦場如採取前進制當可較後退制為有利也。

## 石灰—磷酸鹽—蘇打 分量若干？

BY WILLIAN J. RYAN 懷西譯

各學術雜誌之主筆迭接其讀者之來函，以如何計算處理鍋爐用水 (Feed water) 所需之化學藥劑之分量一事見詢。本篇即示由水之分析用化學方程式及算術上之方法如何計算所用主要化學藥劑之分量。茲按兩種通常應用之分析之式樣，以兩組公式表之。

## 分 析

按照應用最廣之式樣，一種代表水分析，列之如下：

	每百萬分之分數
總硬度 (Total hardness)	(如碳酸鈣).....160
鈣硬度 (Calcium hardness)	(如碳酸鈣).....105
鎂硬度 (Magnesium hardness)	(如碳酸鈣)..... 54
鹼質 (Alkalinity)	(如碳酸鈣).....116
硫酸鹽 (Sulphates)	(如 SO <sub>4</sub> )..... 62
氯化物 (Chlorides)	(如氯)..... 12
二氧化碳 (Carbon Dioxid)	(如 CO <sub>2</sub> ) ..... 30

在分析表中，或有其他雜質，因與所求之藥劑分量無大關係，姑從畧。

石灰 (Lime) 及蘇打 (Soda)

設此水用石灰及蘇打灰 (Soda-ash) 以冷法 (Cold-tre-

atment) 處理之，每一千加倫 (Gallons) 之水所需商用化學藥劑 (Commercial chemicals) 之磅數，可求之如下：

$$\begin{aligned} \text{石灰} &= \frac{\text{鹼質} + \text{鎂硬度} + (2.3 \times \text{二氧化碳})}{145.8} \\ &= \frac{116 + 54 + (2.3 \times 30)}{145.8} \\ &= 1.64 \text{ 磅 (九成淨商用石灰每 1000 加倫水)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{蘇打灰} &= \frac{\text{總硬度} - \text{鹼質}}{113} \\ &= \frac{160 - 116}{113} \\ &= 0.39 \text{ 磅每 1000 加倫水} \end{aligned}$$

設將水處理于熱石灰蘇打軟水器 (Lime-soda softener) 中，則公式中之  $2.3 \times$  二氧化碳，可畧而不計，姑無論用熱或冷處理法，化學藥劑之分量，常按所獲之結果，而稍有校正。

設將此水獨用蘇打灰行內化處理法 (Internal-Treatment) 其理論上，仍可用上述之蘇打灰公式求之。至避免硬殼沉澱 (Deposits of hard scale) 所需之過量蘇打灰，可由經驗決定，并將排出之泥水 (Blown-down water)，定時分析，以爲導率。

#### 磷酸鹽 (Phosphate)

設用磷酸三鈉 (Tri-sodium phosphate) 行內化處理法，所需消去硬度之磷酸鹽可計算之如下：

$$= \frac{(\text{總硬度如碳酸鈣} \times 2.5)}{120}$$

$$= \frac{160 \times 2.5}{120}$$

$$= 3.33 \text{ 磅每 } 1000 \text{ 加倫}$$

設用磷酸二鈉 (Di-sodium phosphate) 其所需之量

$$= \frac{\text{總硬度如碳酸鈣} \times 2.38}{120}$$

$$\text{即爲} = \frac{160 \times 2.38}{120}$$

$$= 3.18 \text{ 磅每 } 1000 \text{ 加倫}$$

#### 離子分析 (Ionic Analysis)

同樣水之分析，可依化驗師之習慣，可另法表示，故上述水之分析，亦能以離子形式說明之如下：

	每百萬分之分數	每百萬分之當量
鈣.....	42	2.1
鎂.....	13	1.07
鈉.....	17	.....
酸性碳酸鹼 (HCO <sub>3</sub> ) ...	142	2.33
硫酸鹽 (SO <sub>4</sub> ) .....	62	.....
氯化物 (cl) .....	17	.....
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> ) .....	30	1.37

此分析初視似有異別，但實僅形式之不同，然化驗師一見而即能謂此係相同之水也。注意鈣，鎂，酸性碳酸鹽及二

氧化炭之數量後，在第二行中，即為每百萬分之當量。每項當量即該物與一原子之氫化合之重量，祇須已知其百萬之當量，則無待計算，即可得石灰及蘇打灰之量。故化驗師依照上式報告分析，必須包括每百萬之當量在內。

### 石 灰

此處須注意者，石灰之當量為 41.1 (九成淨商用石灰) 蘇打為 53.

從分析所示，所需之石灰，可用下式計算：

每 1000 加倫水所需之商用石灰之磅數

$$= \frac{(\text{酸性碳酸鹽之當量} + \text{鎂之當量} + \text{二氧化碳之當量}) \times \text{石灰之當量}}{120}$$

將分析中之諸數值，代入公式，所需之石灰量

$$= \frac{(2.33 + 1.07 + 1.37) \times 41.1}{120}$$

$$= 1.64 \text{ 磅每 1000 加倫}$$

此結果與前一分析法及前一計算法所得適相等

### 蘇 打

蘇打灰之公式：

每 1000 加倫水所需蘇打灰之磅數

$$= \frac{(\text{鈣之當量} + \text{鎂之當量} - \text{酸性碳酸鹽之當量}) \times \text{蘇打灰之當量}}{120}$$

將分析中之數值代入公式

$$\text{蘇打灰} = \frac{(2.1 + 1.07 - 2.33) \times 53}{120}$$

$$= 0.37 \text{ 磅每 } 1000 \text{ 加倫}$$

此適與其前一分析法及前一計算法所得者幾相符合。

### 磷酸三鈉

所需之磷酸三鈉可求之如下：

磷酸三鈉消去水中硬度所需之量

$$= (\text{鈣} \times 0.053) + (\text{鎂} \times 0.087)$$

$$= (42 \times 0.053) + (13 \times 0.087)$$

$$= 2.33 + 1.13$$

$$= 3.36 \text{ 磅每 } 1000 \text{ 加倫。}$$

此又與前一方法之計算相同，其結果之小有出入，不過僅因少許小數捨取之不同耳。

所應留意者，用以計算內化處理法之磷酸鹽及蘇打之量之前述各公式，係求得消去水中硬度所需之化學藥劑之量，使原有之硫酸鈣變為磷酸鈣或碳酸鈣也。但在學理上，所求化學藥劑之量外，常須多加若干，至應多加之量，可由經驗定之。

上述二種分析形式之外，尚有第三形式，所謂聯合式 (Combined Form) 者。即將實際求得之鈣，酸性碳酸鹽，硫酸鹽等總合為酸性碳酸鈣與硫酸鈣等之量也。此形式殊非最佳者，因使其總合之方法，各化驗師未能同意也。

由此以觀，所謂水處理法之切當選擇，將依費用及工作情况為根據。在工作超過規定馬力之動力廠用，內化處理法



---

或使鍋爐中沈澱過多，外化處理法 (External-Treatment) 實較適宜，但必要時可以內化處理法輔之。

譯自 1932 年十二月份之 "Power".

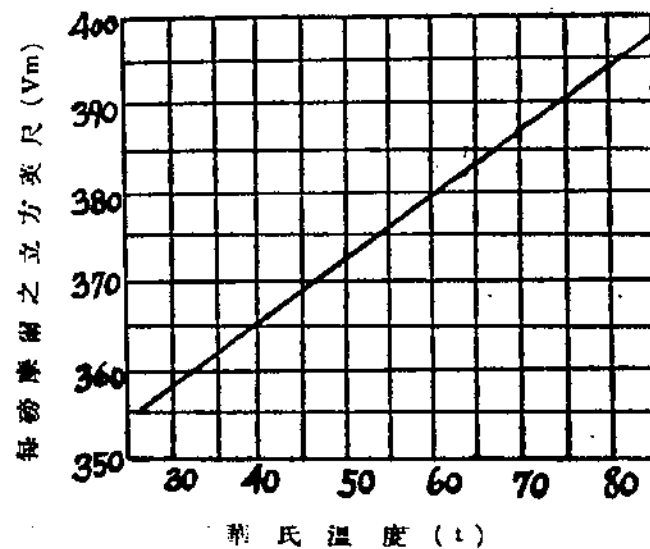
原題：Lime——Phosphates——soda how much?

## 摩 爾 MOL

E. F. DAWSON 著

懷西譯

化學工程師及 Process Engineer, 常用摩爾作化學之計算。惟機械工程師對於燃燒中之問題, 仍多用氣體密度以推求, 墨守舊法, 倍感繁瑣, 故舉凡動力工程師(Power Engineer)均應熟悉摩爾計算法, 不獨節省時間, 復可以為通用語言, 而便與化學工程師討論燃燒之問題也。

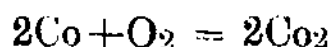
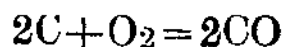
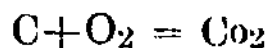
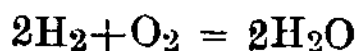


在 14.7 lb. 絕對壓力之任何氣體每磅摩爾之立方英尺

『摩爾』一字, 以英國制度而言, 即『磅摩爾』(Pound mol.) 之意, 任何物質(固, 液, 氣,) 其重量之磅數與其分子量相等者, 謂之一『摩爾』。例如二氧化碳(CO<sub>2</sub>)之分子量為  $12 + (2 \times 16) = 44$ , 即一摩爾之二氧化碳, 其重量為 44 磅。一摩爾之一氧化碳(CO) 為 28 磅, 一摩爾之水(H<sub>2</sub>O)

爲18磅，一摩爾之氧 (O<sub>2</sub>) 爲32磅，一摩爾之氮 (N<sub>2</sub>) 爲28磅，一摩爾之炭 (C) 爲12磅。炭在一摩爾之一氧化碳或二氧化碳中，其一摩爾之重仍爲12磅。

氧在一摩爾之二氧化碳中之量爲一摩爾，然在一氧化碳中，則爲二分之一摩爾。茲以簡單之燃燒公式 (Simple Combustion Formulas) 以示摩爾之關係：



• 此種關係確無錯誤，因其密度變異也。

設將上諸式中之摩爾一字易爲體積 (Volume)，則爲真氣體 (True gases, 如H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 及近似真氣體之 SO<sub>2</sub>) 之體積之關係。

但須注意者，摩爾爲一重量，非體積也，而其所具之體積全以溫度及壓力而定。并以 Avogadro 氏之定律爲根據——「在任一溫度及壓力之下，同體積內之諸氣體有等數之分子。」意即此一定體積之重量，與該特別氣體 (Particular gas) 之一個分子之重量成正比。

假如 379 立方英尺之二氧化碳，在標準壓力及溫度之下，(14.7lb. abs, 60F°) 重爲44磅。在同樣情況之下，379 立方英尺之氧，重爲32磅，一氧化碳重28磅。蓋其全重 (Total Weight) 必須與分子量成比例也。即在一定壓力及溫度下，任何氣體一摩爾之體積 (Mol Volume) 恆爲一常數

(Constant) 此常數即為 379 立方英尺，其壓力為 14.7 lb. 溫度為 60°F.

此 379 之數值，可由下式求得：

$$\frac{PV}{WT} = \frac{10.72}{M} \dots\dots\dots(1)$$

P = 壓力 (LB. Persq. in., abs.)

V = 體積 (Cu.ft.)

W = 重量 (Pound)

T = 絕對溫度 (F°)

M = 分子量

10.72 = 真氣體之常數

若知任何其他三數，即可求得其重量，體積，壓力，或溫度，故此公式極有牢記之價值。

在此式中，設 V 為一摩爾體積 (令其為 V<sub>m</sub>)，則 W 與 m 相等，此公式即變為

$$\frac{PV_m}{T} = 10.72 \dots\dots\dots(2)$$

$$V_m = 10.72 \frac{T}{P} \dots\dots\dots(3)$$

在任何溫度及壓力下，凡氣體之摩爾體積 (Mol Volume) 均可由上式求得，更可由此求得之摩爾體積，求其每立方英尺氣體之重量或一磅氣體之體積。

$$\text{每立方英尺之重量} = \frac{\text{分子量}}{\text{摩爾體積}} \dots\dots(4)$$

$$\text{一磅之體積} = \frac{\text{摩爾體積}}{\text{分子量}} \dots\dots\dots(5)$$

例以摩爾計算法 (Mol computation) 解同時含有氣體燃料 (Gas fuel) 及烟氣 (Flue gas) 二者之問題，其省節時間，頗足驚異，本篇所論，僅限於此，對於氣熱鍋爐 (Gas Fired Boiler) 內熱量損失之計算，尤為詳盡。其餘非本篇範圍，故不及述。

茲將應計算之熱量損失條列於下：(1) 乾烟突氣 (Dry Stack gas) 中之熱量損失，(2) 因燃料內含氫氣燃燒成水後蒸發與加熱 (Superheating) 之熱量損失，(3) 因不完全燃燒 (Incomplete Combustion) 之熱量損失。至因加熱供給燃燒之空氣挾入之水分所受之熱量損失，其量甚微，可以畧去，或加入輻射及其他熱量損失之內。

#### 乾烟突氣中之熱量損失

燃燒一摩爾燃料乾烟突氣中熱量損失  $L_a$  B.t.u. 可依下式得之：

$$L_a = M_a S (T_c - T_r) \dots\dots(6)$$

$M_a$  = 每摩爾燃料燃燒後所發生之乾烟突氣之摩爾數。

$S$  = 烟氣之分子比熱 (Molecular Specific Heat) (此數值在不同之氣體之混合及不同之溫度情況之下，畧有差異，但其近值約為7.10)

$T_c$  = 烟突氣之溫度(F°).

$T_r$  = 室內溫度，或供給燃燒之空氣之溫度(F°)

$M_a$  係從炭素平衡 (Carbon balance) 而得，烟氣中之炭

來源於燃料中之炭素，故須先知燃料及烟氣之分析，則每摩爾之燒料應生若干摩爾之烟突氣，亦可求得矣。

(1) 炭燃燒而成一氧化碳或二氧化碳，每摩爾之一氧化碳或二氧化碳，其中均有一摩爾之炭。燃料中之炭氫化合物 (Hydrocarbons)，其每摩爾中，含有若干摩爾之炭，以其分子式中之炭之指數定之。如乙烷 ( $C_2H_6$ ) 含有二摩爾之炭；甲烷中 ( $CH_4$ ) 含有一摩爾；乙炔中 ( $C_2H_2$ ) 含有二摩爾；乙烯 ( $C_2H_4$ ) 中含有二摩爾；二氧化碳 ( $CO_2$ ) 及一氧化碳 ( $CO$ ) 均各含有一摩爾之炭，餘類推。

燃料分析	烟氣分析
$CH_4$ .....77.6%	$CO_2$ .....10.0%
$C_2H_6$ .....18.6%	$CO$ ..... 0.3%
$CO_2$ ..... 1.2%	$O_2$ ..... 3.2%
$O_2$ ..... 0.2%	$N_2$ .....86.5%
$N_2$ ..... <u>2.3%</u>	<u>100.0%</u> (一摩爾之烟氣)
100.0% (一摩爾之燃料)	

每摩爾  $CH_4$  中既含一摩爾之炭，每摩爾  $C_2H_6$  含二摩爾之炭，每摩爾  $CO_2$  含有一摩爾之炭，故每摩爾之燃料當含有炭 1.162 摩爾，其求法如下：

$$(1 \times 0.776) + (2 \times 0.187) + (1 \times 0.012) = 1.162 \text{ 摩爾。}$$

烟氣中所有之炭，均為  $CO_2$  及  $CO$ ，上列分析表示二者之和為 10.3%；即每一摩爾烟氣中含有 0.103 摩爾之炭。

烟氣中之炭，既來源於燃料中之炭素，每摩爾燃料中之乾烟氣 (Dry flue gas) 之量為

$$(X) \quad M_d = 1.162 \div 0.103 = 11.3 \text{ 摩爾}$$

由第六式求得每摩爾燃料之乾烟突氣(Dry stack gas)之熱量損失  $L_1$  B. t. u. 以一摩爾燃料之熱值(Heating value)除之，即可得其百分率，每一摩爾燃料之熱值，可由每立方英尺之熱值及摩爾體積(Mol Volume)中之立方英尺數求得，若其溫度為華氏 60 度，絕對壓力為 14.7 磅，則摩爾體積為 379 立方英尺，前已詳言之矣。

因氫氣燃燒所成之水之蒸發與加熱所受之熱量損失，可以下式表之：

$$L_w = 18M_w (1090.6 - T_r + 0.46T_c) \dots\dots\dots (7)$$

18 = 水之分子量

$L_w$  = 所燃燒每一摩爾燃料之熱量損失，B. t. u.

$M_w$  = 烟氣中含水蒸氣之摩爾數，此水係由一摩爾燃料內含氫素之燃燒而成。

$T_r$  = 室內溫度(華氏)

$T_c$  = 烟突氣之溫度(華氏)

每摩爾之燃料燃燒所生之水，其摩爾數，可求之如下：以 2 除炭氫物之分子式之氫指數，即得每摩爾之炭氫物所生成之水蒸氣之摩爾數。故  $CH_2$  可生二摩爾之水蒸氣； $C_2H_6$  可生三摩爾之水蒸氣； $C_2H_2$  可生一摩爾之水蒸氣； $C_2H_4$  可生二摩爾之水蒸氣，餘類推。

例：以前例之燃料分析所得，每摩爾燃料燃燒後所生之水蒸氣應為： $M_w = (2 \times 0.776) + (3 \times 0.187) = 2.11$  摩爾。

熱量損失  $L_w$ ，可變為百分率；其法與用以計算乾烟突

氣之熱量損失者同。

### 因烟突氣含有一氧化碳之熱量損失

凡炭燃燒而生一氧化碳，亦為熱量損失之表徵。每一摩爾一氧化碳之熱值為 121900 B. t. u. 其原子量為 28, 即一摩爾之一氧化碳中有 28 磅之一氧化碳也。

$$L_c = M_c \times 121900 \dots \dots (8)$$

$L_c$  = 每摩爾燃料燃燒所受熱量損失, B. t. u.

$M_c$  = 每摩爾燃料燃燒後在烟氣中之一氧化碳之摩爾數。

若已有燃料與烟氣之分析，則每摩爾燃料所含之乾烟突氣之摩爾數，即可求得，其法已述于「乾烟突氣之熱量損失」中。知烟突氣中之一氧化碳之百分率，即可求得  $M_c$  矣。

例：由前之燃料及烟氣分析，每摩爾燃料有 11.3 摩爾之乾烟氣，每摩爾之乾烟氣中有 0.003 摩爾之 CO, 故每摩爾燃料，當燃燒時，其乾烟氣中之一氧化碳之摩爾數：

$$M_c = 11.3 \times 0.003 = 0.034 \text{ 摩爾}$$

第八式中，每摩爾燃料燃燒時之熱量損失  $L_c$  應為 4140 B.t. u.。至其百分率，可用乾氣熱量損失 (Dry-gas heat Loss) 一節中所述之法求之：

### 比 率

摩爾之比率，即體積之比率，故當研析試驗之結果時，關於比率無論「摩爾」，「立方英尺」及「體積」任何名稱，均可通用，但不言比率時，則摩爾絕不能與立方英尺相混淆也。



每摩爾燃料所生烟氣摩爾數如前所述者，係由烟氣之分析及燃料中之炭素平衡 (Carbon balance) 而定，更由上例而知其為 11.3 摩爾。

每摩爾之供給燃燒之空氣，其中之烟氣摩爾數乃由氮氣平衡 (Nitrogen balance) 而得，烟氣中之氮 (Nitrogen) 係來自供給燃燒之空氣中。以體積言，空氣含有 79% 之氮，于是烟氣含有 86.5% 體積之氮。則每摩爾供給燃燒之空氣中所有烟氣量為  $79 \div 86.5 = 0.913$  摩爾。

但須注意者，此種氮氣平衡，僅能用于含氮低微之燃料。

在此題內，每摩爾燃料能成 11.3 摩爾之乾烟氣，則每摩爾燃料之燃燒需  $11.3 \div 0.913 = 12.4$  摩爾之空氣為之助燃。

#### 燃燒之總結

為計算參攷方便起見，特將上述之計算作一總結，而完成如下：

#### 分析結果

燃料分析	烟氣分析
CH <sub>4</sub> ..... 77.6 %	CO <sub>2</sub> ..... 10.0 %
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ..... 18.7 %	CO ..... 0.3 %
CO <sub>2</sub> ..... 1.2 %	O <sub>2</sub> ..... 3.2 %
O <sub>2</sub> ..... 0.2 %	N <sub>2</sub> ..... 86.5 %
N <sub>2</sub> ..... 2.3 %	

在 14.7 磅之絕對壓力及 60° 之華氏溫度，每立方英

尺之乾燥燃料之熱值為 1128 B.t.u. 供給燃燒之空氣之溫度為華氏 90 度。離開鍋爐時之溫度為 294°(F.)

### 計 算

設華氏 60 度，壓力 14.7 lb. 為溫度與壓力之標準情形，摩爾體積為 379 立方英尺。

$$(5) \quad V_m = 10.72 (60 + 460) \div 14.7 = 379 \text{ Cu. ft. per mol.}$$

$$\text{每一摩爾燃料之熱值} = 1128 \times 379 = 427,500 \text{ B.t.u.}$$

$$\text{每一摩爾燃料燃燒所生之乾烟氣損失} = L_d$$

$$(6) \quad L_d = M_d S (T_c - T_r)$$

$$M_d = (\text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_6 + \text{CO}_2)_{\text{燃料}} \div (\text{CO}_2 + \text{CO})_{\text{烟氣}}$$

$$= (0.776 + 2 \times 0.187 + 0.012) \div (0.100 + 0.003) = 11.3$$

$$L_d = 11.3 \times 7.10 \times (294 - 90) = 16370 \text{ B.t.u.}$$

$$\text{損失百分率} = (16370 \times 100) \div 427,500 = 3.8\%$$

$$\text{每一摩爾燃料燃燒所生之濕烟氣之損失} = L_w$$

$$(7) \quad L_w = 18M_w (1090.6 - T_r + 0.45T_c)$$

$$M_w = 2\text{CH}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_6 = (2 \times 0.776) + (3 \times 0.187) = 2.11$$

$$L_w = 18 \times 2.11 (1090.6 - 90 + 0.46 \times 294) = 43150 \text{ B.t.u.}$$

$$\text{損失百分率} = (43150 \times 100) \div 427500 = 10.1\%$$

$$\text{因有一氧化碳之損失} = L_c$$

$$L_c = M_c \times 121900$$

$$M_c = (CO) \times (\text{公式 X})$$

$$M_c = 0.003 \times 11.3 = 0.034$$

$$L_c = 0.034 \times 121,900 = 4,140 \text{ B. t. u.}$$

$$\text{損失百分率} = (4,140 \times 100) \div 427,500 = 1.0\%$$

空氣，燃料，及烟氣之比率：

烟氣與燃料之體積比率 (Volume Ratio) 于第 X 式中，已極明顯。如前例中已知每一摩爾燃料之燃燒可生 11.3 體積之烟氣。

由每一體積供給燃燒之空氣，而得之乾烟氣體積，可以 86.5 除 79 即得。其商為 0.913。79 係氮氣在空氣中之體積百分率。86.5 係氮氣在烟氣分析中之體積百分率。

每一摩爾燃料燃燒所需助燃空氣之體積，可由上述兩比率得之，即  $11.3 \div 0.913 = 12.4$ 。

譯自 1932 年十二月份之 "Power"。

## 雙 鈕 鋼 拱 橋

T. C. Grisenthwaite 著      王正書譯

(譯自“Civil Engineering” 309 號, 原題“Two Hinged Steel Arch Bridges.”)

凡板桁架橋及懸臂式橋, 在一切載重情形下, 作用的力都是垂直的。如此式橋, 其樑之一端固定, 他端則可縱向滑動。

至於兩端為橋墩支持着之拱式橋, 其縱向滑動則已防止, 結果作用於橋墩者, 為與垂直線成斜角之力。鋼拱式橋, 可分為下列幾種: 一

- (1) 板桁支拱式, (Plate Girder rib arches)
- (2) 緊張拱式, (Braced rib arches)
- (3) 背撐拱式, (Spandrel braced arches)
- (4) 結頭拱式, (Tied arches)

結頭拱式橋, 嚴格說來, 如其名之含義, 不似前云桁架橋然, 其橫壓力 (Horizontal thrust) 乃由結而達於橋墩者, 故無論用任何種支柱, 其作用之力仍為垂直的。

拱式橋亦可類別為: 一

- (a) 三鈕拱式。 (b) 雙鈕拱式。 (c) 固定拱式三種。

在此不同各式中, 板桁雙鈕拱式, 通常多用於跨度不大之橋, 深谷最宜於用拱式橋, 如用石基, 則更適於抑制橫壓

力。

拱式橋用於其他很多地方，如中央須無阻板面及最高橋洞者，雖有相當好處。實際拱式橋僅用於基礎特固，或奠基無大耗費者。

本篇之主旨，在用簡單之方式，以闡明拱式橋之設計，並指示其可做到之近似算 (approximations)，及其根據之理論。

自然，在主要的建築中，特別是固定拱式，有許多部分是經過很完密的研究的。雙鈕拱式橋，雖覺有相當限度，而有些近似算，至少用於跨度不大者，是能做到，並可得確當的結果，即在一切實際的應用中也一樣。

此種近似算，在任何例中，能得決定初步計劃比較迅速之方法，此後如必須時，更完備的發見，亦能得到。在雙鈕拱式中，本靜力原理亦未求得其值者，即橫壓力 $H$ ；所以此構造式之初基尚未定妥。

此甚明顯，樞紐接於各橋墩之點，是無動能發生的，故橫壓力之值，可謂已定，因其與簡單之垂直力作用合計，即得知其在各支點傾斜作用之大小與方向，從此問題就易解決。

決定橫壓力之精確算式如下：—

$$H = \frac{\int \frac{M_1 Y DS}{EI}}{\int \frac{Y^2 DS}{EI} + \frac{L \cos \alpha_1}{EA_c}} \quad (\text{參看圖一})$$

式中  $H$  = 橫壓力

$V_1$  與  $V_2$  爲單樑之垂直作用力

$M_1$  = 自由彎曲動量 (Free bending Moment)

$X$  = 自左支點至拱之中線上任一點之水平距離

$Y$  = 自拱底基線至同一點之垂直距離

$DS$  = 拱中線上一小段弧之長，其直距 (Ordinate)

爲  $y$ .

$E$  = 鋼之彈性率

$I$  = 在  $DS$  一段拱之隋性動量

$A_c$  = 拱冠之面積

$\alpha_1$  = 拱接於墩處與水平面所成之角

$L$  = 拱樑之長

分母之第二項，表示拱長因橫壓力而縮短之影響，即拱受橫壓力後，拱軸長之縮短。

一切拱式，除極平之拱外，縮短甚少，可省去之，故可省去拱長縮短一項，又因  $E$  爲常數，則

$$H = \frac{\int \frac{M_1 Y DS}{I}}{\int \frac{Y^2 DS}{I}}$$

要明瞭此公式，須假定拱樑之一端固定，一端可沿水平方自由滑動於轉轆上。

如是，上式之分子則爲由拱上之單位垂直載重作用之外向水平變動 (Displacement)，分母爲由自由一端上之單位水平載重作用之內向水平變動。

此式可依下之假定，化成有定項式：—

(1) 拱弧為拋物線。

(2) 拱之任一段之隋性動量等於  $I_c \sec \alpha$ 。

於此：—  $I_c$  = 拱冠隋性動量。

$\alpha$  = 拱中線在拱上任一點與水平面所成之角。則化成：—

$$H = \frac{5Pl}{8r} (K - 2K^2 + K^3),$$

$H$  即由一載重在距離兩支點之一  $Kl$  遠所生之橫壓力 ( $l$  為跨度， $r$  為拱高)。

由單位載重連續在距離左支點  $Kl$  各點所生  $H$  之值，表列於下：—

$K$	$H$ 以 $\frac{Pl}{r}$ 而定
0.1.....	0.0613
0.2.....	0.0116
0.25 .....	0.1392
0.3.....	0.1588
0.4.....	0.1860
0.5.....	0.1953

由單位載重經過一跨距  $l$ ，拱高  $r$  之拱橋，如以上之數值為直距，可描一所生橫壓力之曲線，由任一載重  $P$  在距離一支點  $Kl$  之位置，實際所生之橫壓力，等於曲線在  $P$  點之直距乘以  $\frac{Pl}{r}$

在雙鈕拱弧上任一點，實際之彎曲動量，如簡單支住之

橫樑之彎曲動量一樣，小於由橫壓力所生之彎曲動量。

茲用數式表之：—

$M = M_1 - HY$ ，實際在任一點之彎曲動量

$M_1 =$  在同一點之自由彎曲動量

$H =$  橫壓力

$Y =$  自拱底基線至拱上一點之垂直距離

圖二曲線所示：—

(a) 載重圖解

(b) 非固支之樑之彎曲動量影響線，即  $M_1$  之特例；單位載重在樑上任何處，橫距  $0.2l$ ，所生之彎曲動量。

(c) 由橫壓力  $H$ ，在橫距  $0.2l$  一點，所生彎曲動量之影響線，即  $HY$ 。

(d) 投影面為 (c) 與 (b) 重合之圖，並表示  $M_1 - HY$  投影面之直距，表由單位之載重在橫距  $0.2l$  及此直距之點，所生之彎曲動量，投影面之左邊如三角形者為正，右邊如弓形者為負。

(e) 如同 (d) 圖，乃以另一水平線為軸，並示橫距  $0.2l$  特殊之點之彎曲動量影響線。

各曲線上之點，可求得如下：—

(a) 由載重  $P$  在  $0.1l$  點對於  $0.2l$  點所生之彎曲動量為：—

$$M_1 = \text{自由彎曲動量} = + 0.1P \times 0.8l = + 0.08 Pl$$

$$HY = \text{壓力率} = -0.0613 \frac{Pl}{r} \times 0.64r = 0.0392Pl$$

$$M = + 0.0408 Pl$$



(b) 同樣可以算出，由載重  $P$  在  $0.2l$  點，對於  $0.2l$  點所生之彎曲動量如下：—

$$M_1 = \text{自由彎曲動量} = +0.02 P \times 0.8l = +0.16Pl.$$

$$HY = \text{壓力率} = -0.116 \frac{Pl}{r} \times 0.64r - 0.0745 Pl.$$

$$M = +0.0855 Pl.$$

一彎曲動量之圖與一影響線之圖底區別，必須知道清楚，一彎曲動量圖所示為：由一載重或數載重，在一固定位置，對於沿橋樑各點，連續所生之彎曲動量之變化。一影響線圖所示為：由單位載重在不同諸位置，對於橋樑上同一點，所生彎曲動量之變化，故橋樑上每一點均有其特殊之影響線。

圖三示每隔跨距四分之一的距離之點底彎曲動量影響線，此當注意：彎曲動量乃隨  $Pl$  而變，與弧高無關係。

#### 中軸壓力 (Axial thrusts)

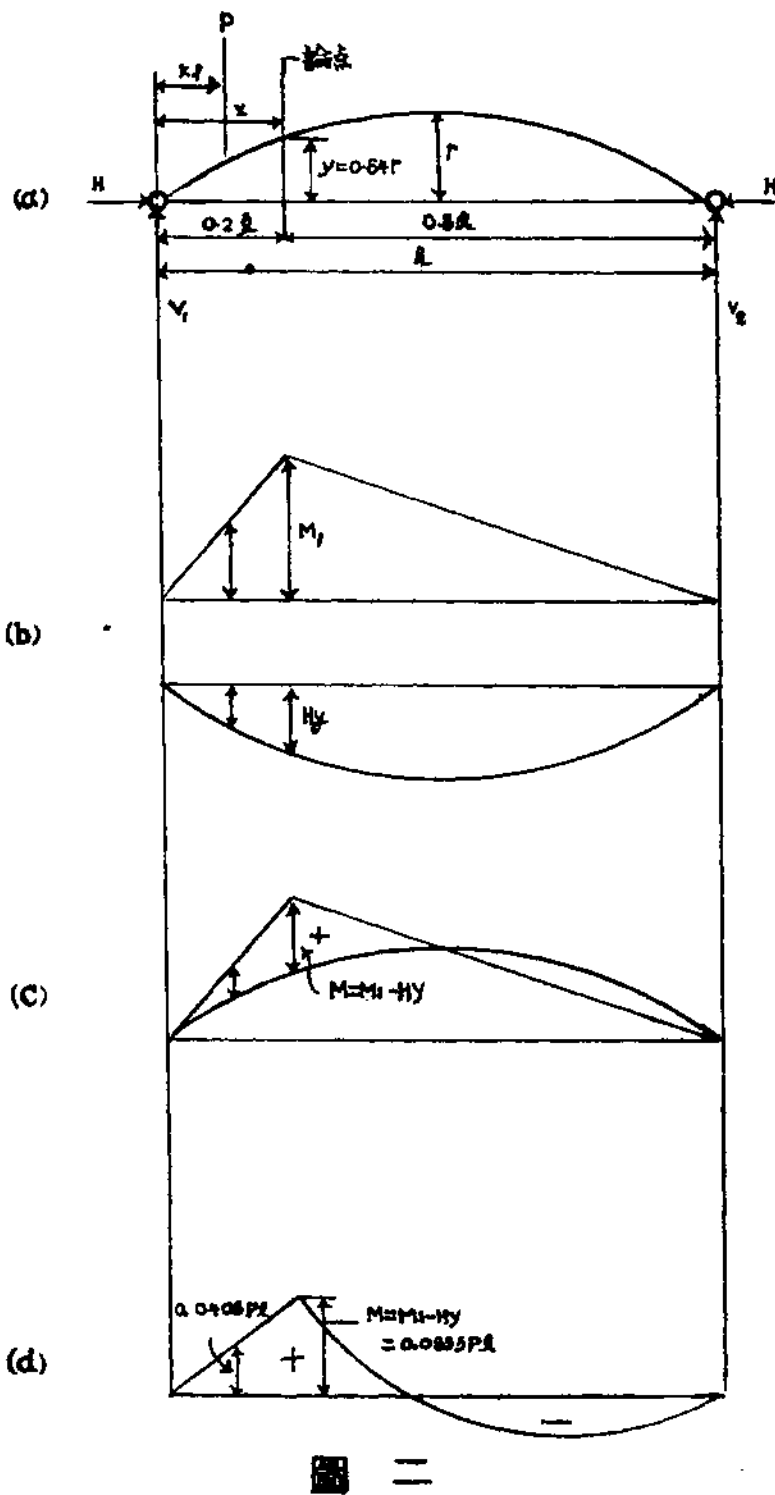
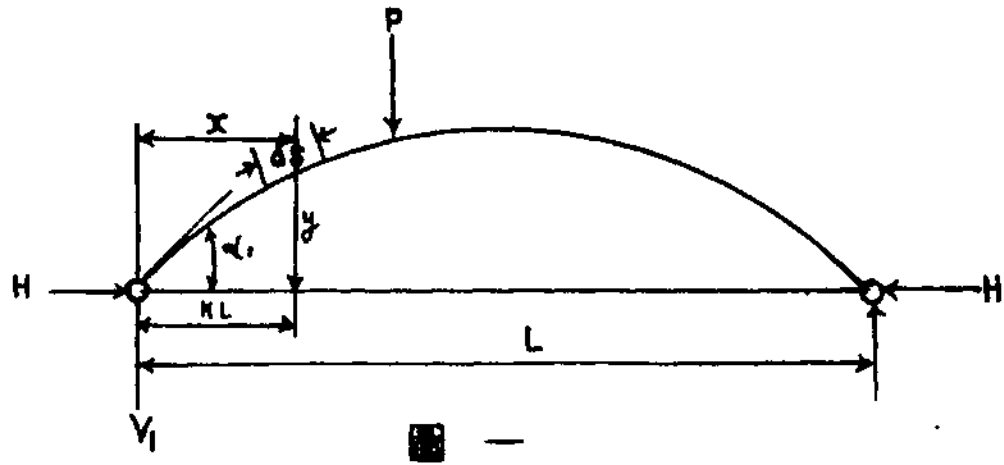
單一載重在拱樑上任一點，所生之中軸壓力，可証明其等於：—  $T = H \cos \alpha - V \sin \alpha$  如載重向左運行。

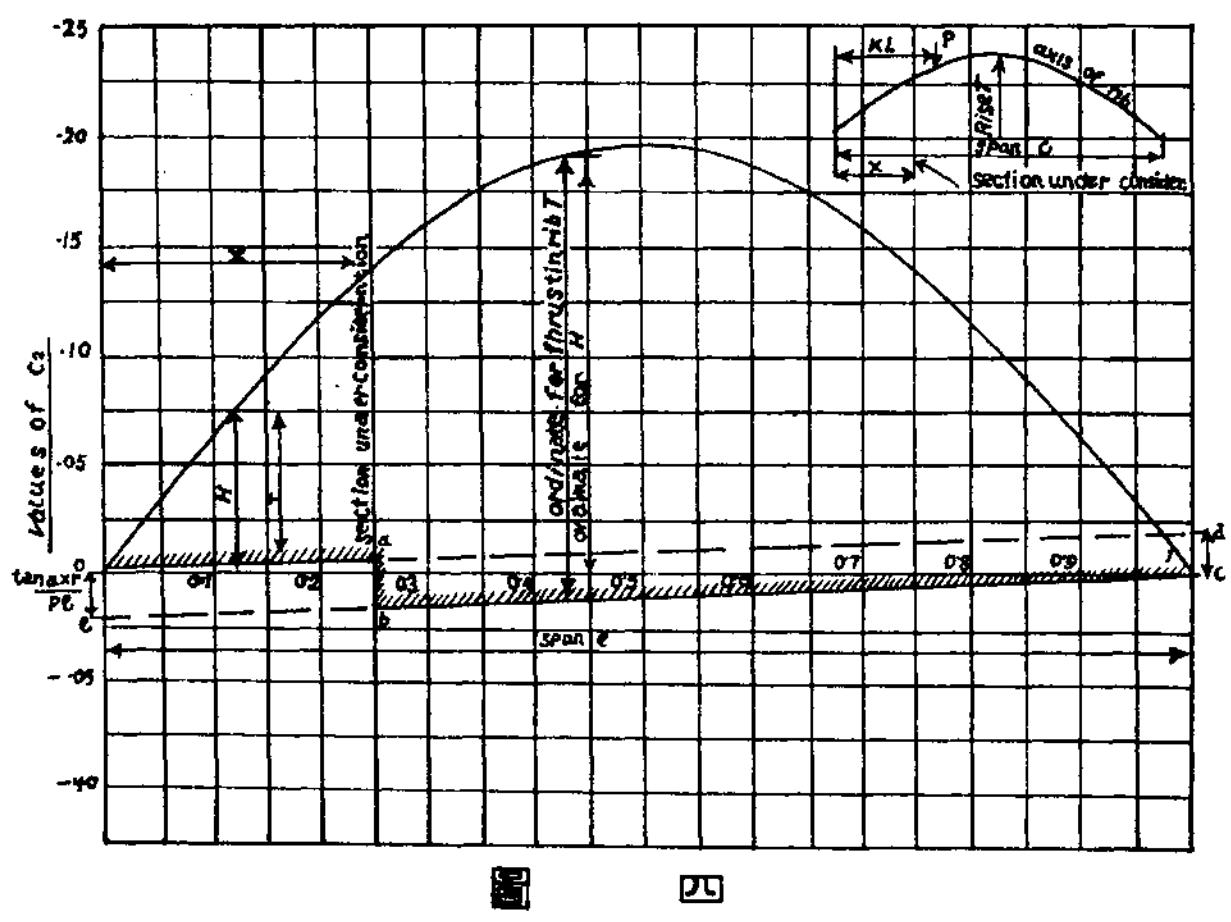
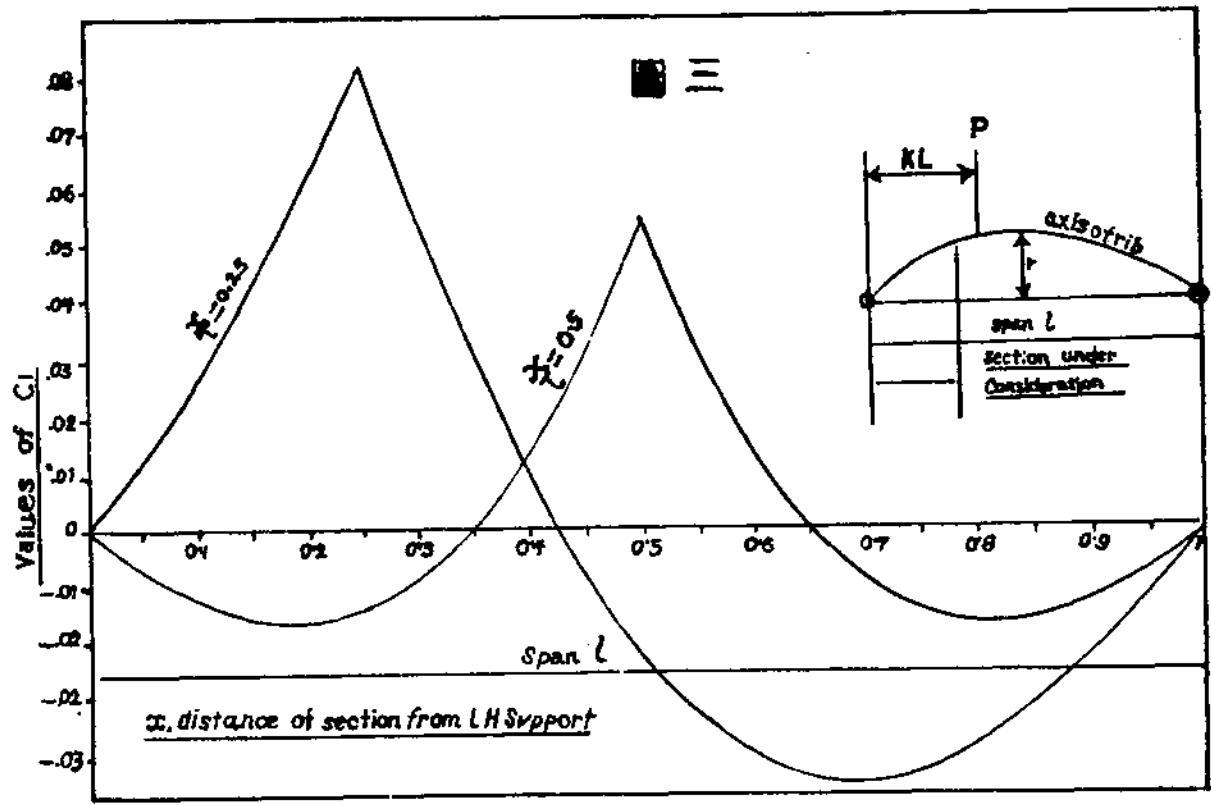
$$= H \cos \alpha + V \sin \alpha \text{ 或載重向右運行，論及之}$$

點之中軸壓力。

參看圖四，其所示為橫壓力之影響線，垂直方作用於中軸壓力之結果，表以投影線  $oabc$ 。拱樑上任一點之中軸壓力，為自曲線至  $oabc$  線之直距代表，而其實值乃此直距乘

$$\frac{Pl}{r} \cos \alpha$$





## 溫度應力 (Temperature Stresses)

簡單支持之直樑或桁中，溫度的昇降不至使其生何應力，僅供於樑一端之長膨脹。

至於拱樑兩端限制於其位置，溫度之增減，結果使拱冠亦隨之高低，溫度增高生縮力於兩端，生張力於頂部，同時溫度減低則反生縮力於頂部，生張力於兩端。

拋物線形拱樑因溫度而生之橫壓力，以下公式求之：—

$$H_t = \frac{15EI_c Wt}{8r^3}$$

此處  $H_t$  = 長膨脹係數 = 0.0000067

$t$  = 華氏表溫度之昇降，在常溫以上或以下

$r$  = 拱樑之高

$I_c$  = 拱冠之隋性動量

由溫度壓力對拱之任何點所生彎曲動量等於  $H_t Y$ ，此處  $Y$  爲此點之直距。

曾求得由固定載重，活動載重，及溫度對沿拱樑各點所生之壓力與彎曲動量，故適用之各部可設計矣。此須明白者，理論上於平均分配之載重情形下，拋物線之拱樑無彎曲動能，但如集中載重於鈕釘上，則生微小之彎曲動量。拱樑之最大斷面，須置於彎曲動量最大之處，（0.2 與 0.25 之跨距間）如此，以通常拱樑高度而論，則由彎曲動能所生之應力，大部已抵消矣。

無論在拱冠一段或其他居間各點之應力，均須求出，尤其是高度不齊的分佈於跨間之拱樑。

### 固定載重之壓力與動量之計算

此計算最好先算出每鈕釘之固定載重，再將在鈕釘各點之壓力與動量曲線底直距的代數和，乘以每釘之固定載重及曲線之常數因子。

### 不定載重之動量與壓力之計算

連串之載重須以與拱弧線之跨度長之尺度描之，以運輸部(Ministry of Transport)之載重量為準，發生於任一點之最大之應力，常在下列情形下：—

(a) 在拱頂部者，——以22噸之樞鈕置於論及之點，並在可能內，置很多載重於彎曲動量曲線之正的部份，以各樞鈕之載重乘各鈕之直距，再加在一塊，最後乘以跨距。

(b) 在拱弧兩端之部者。——以22噸之樞鈕置於彎曲動量曲線之負的部分的最大直距之處，並置可能的很多載重於此部分，再如前計算。

最大之動量因之可以求得，除近於接鈕部份之最大動量，或可抵消外，此常為判斷最大應力之準則，於少許實驗後，可察見最大應力之載量之位置。但在劣例決定以前，首先須試以兩三位置之載重。

同樣之載重現須置於所研究之拱樑上之點的壓力，曲線上同樣之位置，求其壓力之值，也用同樣方式。各壓力之直距之和乘以其載重，自然又要乘以 $\frac{1}{r} \cos \alpha$ 。

今以一標準之例而論，設一屋頂式拱之跨距為129呎，拱高為17呎6吋，及支空距為12呎3吋。

其壓力與彎曲動量可如上述之法算得，茲以 $\frac{1}{4}$ 之點計算如下：—

	壓 力 (噸)	彎曲動量 (呎—噸)
固定載重·····	170	1.8
不定載重與撞擊·····	77.5	482.2
溫度·····	3.3	46.4
	<u>250.8</u>	<u>530.4</u>

在 $\frac{1}{4}$ 之點拱高 = 2 呎 6 吋經過主要角度。

預定斷面：	方吋
4 Pls., 18吋。X $\frac{7}{8}$ 吋。·····	= 63.00
4 角，8吋。X 6吋。X $\frac{3}{4}$ 吋。·····	= 39.75
支桁，30吋。X $\frac{1}{2}$ 吋。·····	= 15.00
	<u>117.75</u>

階性動量  $I = 24300$  吋<sup>4</sup>。

斷面之應力 (Stresses on Section) :

由壓力所生 =  $250.8 \div 117.75 =$  噸 / 方吋 + 2.13,

由彎曲動量率所生 =  $\frac{530.4 \times 12 \times 16.75''}{24300} = \pm 439,$

最大壓縮應力： + 6.52 噸 / 方吋。

各式拱橋之比較

各式拱橋之比較，為實用計，可以此問題分為下列各項討論之：—

(a) 經濟。

- (b) 堅固 (Rigidity)。
- (c) 溫度之影響。
- (d) 基礎之傾陷 (Settlement of Foundations)。

### 經 濟

何式拱橋材料之比較經濟與否之問題，有許多不同之意見。

對此題目研究最完備者，載 J.A.L. Waddell 著之“鋼拱橋之經濟 (The Economies of Steel Arch Bridges)”文中，此文首先於美國土木工程學會 (American Society of Civil Engineers) 公布，後載“Volume” 133 期，1920。其文與其所論實給吾儕以最有價值之智識。Pancel 與 Maney 於“未決定之靜應力 (Statically Indeterminate Stresses)”文中，給一研究之概畧，並引出許多高明及有名之工程師對於各式橋樑之經濟之研究。這些研究，無論如何，多以超過 250 呎之跨度之拱樑而論。

此限度內之跨度，即論著所常涉及者，著作者普通都沒想到：於固定，雙鈕，及三鈕拱橋之材料之重量有巨大之差異。

雙鈕拱樑對兩橋墩之壓力之線，是一定的位置着，較固定拱樑確定得多，故優於固定拱樑。

### 堅 固

堅固之程度，首推固定拱式，次數雙鈕拱式，但較之三鈕拱式，則又堅固得多。

### 溫度之影響

三鈕之拱樑完全不受溫度之影響而生應力。

由溫度變更而生之壓力，在固定拱式中者，六倍於雙鈕拱式之因溫度同樣變更而生之壓力。Andrew 氏在“建築原理進步之例 (Further Examples in the Theory of Structure)”一文中，引述 Pearson 同 Atcherley 於巴黎 Pont Alexandre III. 橋之計算中所導出之研究，他得出溫度壓力：固定拱式14噸，雙鈕拱式 2.42噸，恰如上述之比例。

#### 基礎之傾陷

在固定與雙鈕拱橋中，基礎有陷落或傾圮之可能，乃一重大事實，尤其是前者，可因小有移動而大增其應力。

至於三鈕拱式橋，即可能的傾陷，也不顯著的影響及於其應力，因此種傾陷僅轉為跨度與拱高之變更。如須建拱橋而又有基礎傾陷危險之地方，常須採用三鈕拱式。

#### 應用近似算公式不免之差誤

尋求用近似算公式得出之橫壓力中差誤之大小，是有趣的事；如為拋物線拱樑，其差誤由於：—

(1) 拱長縮短影響之省畧。

(2) 拱樑各段之隋性動量，即近似算公式中之  $I = I_c \sec \alpha$ ，實際之變化。

(3) 於圓弧拱樑之例中，忽視圓弧與拋物線形之差別。

#### (1) 省略拱長縮短影響之差誤

因壓力及於拱樑故，拱長之減縮，正比於其應力，反比於其彈性率。拱樑之短縮明白為使兩端引內，所以溫度降低



之影響一樣，生縮力於頂部，生張力於兩端。

如拱高與跨度之比為  $1/7$  以上，經拱樑短縮，影響於橫壓力之值殊小。於平拱樑，無論如何，拱長之短縮須要求出。

此應注意：因拱長之短縮，雖壓力是減小，而彎曲動量則增大。

近代所設計之雙鈕拱橋中，曾作計算以確定拱長短縮對於橫壓力之影響。

首先設計之橋有95呎跨度，拱高16呎，即拱高與跨度之比為  $\frac{1}{5.94}$ 。框寬2呎，得框寬與跨度之比為  $\frac{1}{47.5}$ 。

第二座橋有158呎跨度，拱高15呎7 $\frac{1}{2}$ 吋，即拱高與跨度之比為  $\frac{1}{10.1}$ 。框寬2呎9吋，框寬與跨度之比為  $\frac{1}{57.5}$ 。

在第一例中，拱長短縮之影響，橫壓力減去百分之0.57，第二例中，減百分之1 $\frac{1}{4}$ 。

Johnson Bryan 與 Turneure 於“現代結構建築 (Modern Framed Structures) 第二冊”中，估計省畧此因數而生之差誤為百分之1 $\frac{1}{2}$ 。於拱高與跨度之比為  $1/5$ ，及框寬與跨度之比為  $\frac{1}{25}$  之壓力上。

有一真橋之例，為著者所見到的，其拱高與跨度之比為  $\frac{1}{10}$ ，框寬與跨度之比為  $\frac{1}{60}$ ，拱長短縮減小橫壓力百分之0.54。

從前舉四例觀之，可知通常此種之差誤，最大不過百分之1 $\frac{1}{2}$ 。

### (2) 忽視隋性動量之變化之差誤

在前述之95呎及158呎拱橋之例中，其橫壓力之求得

由：一

(a) 假定其整個拱樑之隋性動量為常數。

(b) 其隋性動量之變化亦計算於內。

跨度95呎拱橋之計算中，其隋性動量由7740變到10660，並示於(b)項下之壓力，在跨度0.3處，小百分之0.56；在0.5跨度處，則大百分之1.21。

跨度158呎拱橋之計算中，其隋性動量由9600變到26800，并示於(b)項下之壓力，在跨度0.4處，小百分之0.54，在跨度0.1處大百分之2.71。此即壓力最大之正負變化。

Parcel 與 Maney 於“未決定之靜應力”文中，舉有一例：一240呎跨度之拋物線形拱橋，拱高為35呎；其隋性動量之變化為93000到162000。差誤為百分之+2.5到-1.6，從近端鈕處到拱冠計算。

### (3) 用圓弧拱樑之差誤

著者曾計算過斷面不變之圓拱，其拱高與跨度之比為 $\frac{1}{5}$ ， $\frac{1}{7}$ ， $\frac{1}{9}$ ， $\frac{1}{10}$ ，及 $\frac{1}{12}$ ，在每 $\frac{1}{10}$ 跨度之點上之橫壓力之實值。

拱高與跨度之比為 $\frac{1}{5}$ 者，其差誤最大，為百分之+0.97，在0.1跨度處，變到百分之一2.56，在0.5跨度處，於拱高與跨度之比為 $\frac{1}{12}$ 之拱樑中，其差誤由百分之+0.96變到百分之+0.22，

由一切普通之實例可見：拋物線形公式是能得相當正確之結果的。

21年7月試譯



## 中 國 地 史 概 論

吳 厥 初

本篇要目：

篇引

總論

地史時代各論

結論

### 篇 引

關於中國地史較完全之著述，惟有葛利普氏所著之中國地史；其第三紀及第四紀地層則略見於渠著之中國新生代及靈生代地層概論一文中。作者僅能集諸地質學家已得之結論，擇其標準與較重要者略一陳言之。其新發現之增加與改誤處則不厭求明述其概略。並於每紀中敘述生物之狀況及古氣候之變遷。間亦着重與探礦有關係之普遍現象與生成之地質時代。然此包羅頗廣，而作者學識譾陋，涉獵甚少，殆未足以語此也。惟以數年來尙未見有中國地史之專著，其以我國文字言之者，更爲僅見。援筆成篇，謹希作初學中國地史者之一微弱助力。並亟盼諸地質先進予以指導與糾正，則幸甚焉。

### 總 論

地史一名詞，自地球之形成以至人類之始生及進化等皆包括之。本篇惟以中國地史爲主論點，其關於地球之形成於茲僅述其概略焉。

所謂地球之原始者，乃討論原始時代之事實，其情形實與今日大相異殊者

也。吾儕之所知，僅限於凝固以後之地球；吾儕之所見，又不過已經冷卻之地球表面；則此地球原始之一問題，至於今日，尙有若干未決之懸點，要亦無庸駭異也。雖然，地球乃從一較爲龐大而疎稀之物體而來，太陽系之諸天體，亦即由此物體而產生，此點則固已可確信，無復疑義矣。

空間無垠，宇宙浩淼。其止境何在，自不容加以定斷，亦或爲吾人能力與知識未臻完備精密之所致也。故吾人今日所認定之空間或宇宙，僅能作萬象龐大而連續於無限之觀而已。

要凡近日天文學所研究之狹義對象，僅及太陽系宇宙中一部之空間。即星學之宇宙 (Sidereal universe) 或狹義之宇宙是。蓋太陽系之外尙有無數之星雲，一九二八美國加利福尼亞省威爾遜山天文台之哈勃爾博士曾發出一驚人之佈告，謂『已發現有四百組之螺旋式之星系，每一星系，皆較太陽系爲大。其平均直徑約爲五千七百個光年。每一光年約長六十萬萬里。其光之強度，平均較太陽約二萬萬倍。』誠如此，則於吾人寄生之太陽系宇宙以外，更有如許之偉大宇宙，則宇宙之廣漠洵不可思議也矣。其星學之宇宙僅假定空間以太陽系爲中心而擴大其範圍。藉望遠鏡照相機及分光鏡等之力得研究其狀態。且鑑于總集今日輝耀天空諸星光之總和，猶不及太陽光一千五百萬分之一之事實，天文學家乃豫想辰星之分佈必非無限。

構成太陽系之諸天體，非雜亂無章，大抵秩序整然。排列運行均大概循一定法則與方向。此等事實，指示太陽之生成決非偶然，其生成也，必有一定之順序，故謂構成太陽系之各天體，皆有共同之起原云。

宇宙形成說，乃一頗饒興趣之問題。自康德氏於天空史中論及，以後作此等想像而創論新說者甚衆。其堪使吾人注意者僅兩種學說，即拉普拉斯氏之『星雲說』及張伯林氏之『星分子說』是也。茲略言之於後：

『星雲說』爲一七九六年法學者拉普拉斯氏所倡論者。假定最初之星雲爲一大團之稀薄氣體，所佔區域至廣，溫度至高，其直徑遠達海王星以外，全體

如一固形體，與現在地球及其他行星之運動，同一方向廻轉不絕。大星雲塊最初因熱之作用向外膨脹，又因重力作用向內收縮，互相平均，保持原形。然因放散而漸消失，塊亦收縮，而廻轉速度乃漸自增大。至某時期，赤道部分，因廻轉甚激，有向外突出之遠心力；又因重力作用，有向內潛入之求心力；兩力相消，得在其處靜止。故此本體繼續收縮，赤道部分直接與本體分離，乃殘留環狀物於原有位置，仍繼承其曩時之廻轉運動。但此種環狀物之構造，並非均質，狀態甚不安定，終必裂碎；裂碎之物，更因物質相互間之牽引力，復凝集為新塊，遂成行星。

如此繼續反復，而第二，第三，第四……，等行星因以造成，又各行星之衛星，其生成亦與此類似。現在土星周圍之環，不過此種環狀物之未裂碎而遺留者。經累次分生收縮後，殘留中心之本體，即為太陽。

據拉普拉斯氏所云，稀薄氣體狀物質所成之星雲，全體如一固形體，能起單純之廻轉運動一節，實不合理。且自本體脫離為星雲狀之環狀物，裂碎後，復凝結為行星，亦未充分說明。如拉氏所說，則殘存中心之太陽，廻轉至速，赤道部分必顯然向外方膨出；但事實與此完全相反。因太陽廻轉一周，需時二十五日，可謂緩之至矣，故赤道部分之膨出，頗難辨認。其他不合于星雲說之現像尚多。

總之，星雲說之缺陷自天空事實日益詳明以來而遞增。然觀于大宇宙中之尚存之各種星雲之狀態，又可知此說決非全無理由。

張伯林氏之星分子說，概括言之：太陽系為一螺旋形之星雲所凝成，至星雲則為無數微細分子之集合體。依據此說，則星雲並非白熾氣體，乃為一大群之堅冷隕星所結集而成者。其假定隕星群之諸分子，因繼續衝撞而生熱，同時因衝撞所發生之熱量，將其隕星之某部分，改變為灼熱之氣體。此種氣體，雖不久即歸凝結，然因陸續衝撞之故，熱氣又繼續造成。故星雲並非為四散的極熱氣體之雲團，乃堅冷之隕星群也。此類隕星，本係堅冷之物體，其後因衝撞

而變熱，且繼續供給白熾氣體焉。

張伯林氏並主張在收縮的星雲中若欲產生行星，必有恃于微行星。微行星所循而運行之途徑，其自身亦常在迂緩移動，故各微行星皆常橫過其他微行星之軌道。惟其如是，各微行星乃有互相充分接近之極佳機會，使重力之吸引，得展其作用，而使微行星更相接近焉。

於是隕星物質，逐漸聚集而成斑點，由斑點而成行星。此等行星，其所由組成之物質，皆與地球相同，且皆圍繞太陽，循同一之方向，而運行於同一平面之內。

據天空事實，皆使地球所由來之星雲為一群隕星所造成之學說，倍加確定。蓋若干星雲，既示吾人以白熾固體或濃密氣體所發出之連續光帶，而同時若干學者，又以為分光鏡上之證據，實證明多數星雲為固體分子之所組成也。

於言地球形成之後，當論及各地質時代。在地史中最要之論點為岩層累積之時代及氣候之變遷。此二問題，頗關重要；不贅煩，請略述其鑑定與推理之事實根據如後：

地史之分期，其標準乃求之于地殼之岩石中。岩石種類甚多，即以有層次之水成岩而論，然亦常有因變故而擾亂之情形。至如火成岩及變質岩，則更紛亂。故鑑定時代，頗或煩難。地質學家除細察岩石之性質及其他種種方法外，尤重視化石。

以化石為標準來鑑定某一地層沉積之時代，自不出證明此處化石與彼處化石在同一時候，則此處地層與彼處地層之是否同一時代不難立斷。既確定此一層中所保存之化石為動物或為植物，而比較以地球上各處地層切面之動物化石群或植物化石群先後繼續之層次，其所顯示者具一同樣之畫譜。故明瞭此處動物群或植物羣之層次，則彼處動物羣層次之年代自可定斷。然定較古地層彼此之同時，必先明瞭每一古地層為經歷極久之時間累積而成。因此此處古地層與彼處古地層之『同時』之意義，自不得過於絕對；一如人類形態學家之所謂『

同時』。由此而明地質學家所謂同時，乃相對者而非絕對者。自然定各處地層之年代，多為檢據各該處地層之化石。在同一時代中，雖有生物之遷移現象；然兩地並不能有完全類似之生物群。蓋遷移與生物能抵抗及適合變遷環境與否具深切關係。趙亞曾氏於所著之『中國北部太原系之瓣腮類化石』一書中云：『太原系之腕足類化石未見有與美國屬同種者。而瓣腮類化石乃獨有與美國煤系內有屬同種者似頗可異。然此等瓣腮類亦皆產於俄國之上石炭紀，其遷移之跡顯係經俄國之黨諾次烏拉山及北極一帶而中美互通。又瓣腮類抵抗環境變遷之能力似較腕足類及其同時他種動物為大，故當上石炭紀時中美間能有屬同種之瓣腮類，而其餘動物則尚未至彼此互通之時已逐漸變異演為隔絕之種類矣。』若以植物化石為鑑定之標準，其所謂『同時』意義，更非絕對。蓋植物之遷移——譬如由歐洲遷移至亞洲——必經極久長之時間。

鑑定地層時代事實上並不能如上述之簡單，即如古生代末葉（由上石炭紀至二疊紀末）地球各處之植物羣，並不到處相同。且有數區之植物，表示顯著之特異。此又如何比較此區植物與彼區植物為屬同一時代？雖其如此，亦已得可滿意之時代比較。因有時地球各處之植物，往往互相遷移，互相混生，在此兩區植物混生之地方，即可推斷此兩區之植物為相對的屬於同一時代。由兩個相距甚遠地方之兩種不同的植物，混生於一處，自可明瞭至少此兩種植物中之一種必經過甚久時間之遷移。但於植物地理學之比較上，此兩類植物，仍可以說是相對的同時。

總之：就岩石性質與所含化石二者而論，各岩層多有不同之點，可推知某一處岩層，當代表一定之時期，而他處之岩層，當代表一稍先或稍後之時期，雖均為同紀或同統之構造，彼此或不能完全相當。

至古代氣候變遷之測定亦以生物化石與岩石性質為根據。

岩石之種類，與沉積之情形，對於氣候觀察上，頗有關係，譬如某時某地之岩層，以石灰岩為主，就石灰岩之性質，可區別為深海建造與淡水建造。二



者造成之原因，迥然不同，故該時代之氣候，亦因之而異。又如吾國北部，多黃土建造，推厥黃土之來源，係由于蒙地古代岩石，風化剝削而成，借風力搬運，沉積於各地，此種情形，足為乾燥氣候之明証。其他如海相氣候，及陸相氣候，亦可由岩層而推定。此外據岩層之種類，及沉積之情形，可為氣候之明證者，不一而足，如某層中鹽層及石膏之有無，氧化鐵之情形，亦可為該時氣候之代表。而冰積層之存在，可為局部的氣候變遷之顯著的証據。

某處岩石風化之情形若何，亦可為該處氣候之代表，因乾燥與潮濕之氣候，寒帶與熱帶之氣候，對於岩石所生剝削及風化之能力，當然不同，此種情形，自易明瞭。熱帶植物，非常繁茂，植物腐敗後，常發生生物酸素及二養化炭，二者溶解於水，對於岩石剝削之能力，非常之強，而寒帶則罕有之。

使岩石沉積之各種物理的強度，亦表示其造成時之各種氣候狀況。風之發生，由於地球各部溫度之差殊，凡位于冷海近旁之酷熱大陸，常多大風。故風實為表示附近地域間冷熱差殊之一種明顯的準規。在過去時期中，溫度之分布，使果有極大之差異，則吾人自可猜度，當時之風，必將視現今更為強烈。

雨點在海岸或湖邊軟熱泥土層上所留之痕跡，表示在最古時代所降之雨點，與今日之雨點，大小略同。其下降時之力量，亦與今日之大雨，不相上下。故凡受過風雨侵蝕之沉澱物所集成之岩石，其物理的證據，在在皆表示已知最古之各種氣候力，與今日作用於地球表面者相同。

生物與氣候有密切之關係，其各時各地之氣候，皆可從生長於其時其地之動植物辨定之。蓋生物生存，必與環境適應，否則必致滅亡，故寒帶與熱帶之生物，迥然不同，現代之生物如此，古代亦莫不然。因此之故，古代岩層中，所採得之生物遺跡，不僅可用以鑑定該岩層之年齡，對於地史上有莫大之貢獻。此外就該項生物之種類，及該生物構造之情形，與現代生物相比較，就其產地與分佈區域，詳為研究，綜合各種情形，即可推知古代生物生活情形之大概，而該時代之氣候，亦可略知梗概矣。茲略舉數例以明之：珊瑚動物，據

生物學者之研究，僅生於溫帶及熱帶之海水中，其適宜溫度，約在華氏表六十八度左右，水之深度不能過二百四十英尺，如在某處岩層中，發現古代珊瑚動物，即可推知某處該時代之氣候，當屬溫暖無疑。又如鱷魚及水龜，可為熱帶或半熱帶產物之特證。駝鳥及象類化石均足證明為熱帶氣候。反之：雲南之志留紀岩層中，有莖石類及石燕小種之化石，二者均為寒水生物之代表，故知當時各該地之氣候較之現代遠為寒冷也。非特動物遺跡為然，即植物亦復如是，石炭及二疊紀煤層分佈甚廣，推厥煤層之來源，多為古代森林繁殖之地，氣候當屬溫暖，適宜於森林繁殖焉。凡此諸端，皆可由生物之生活情形及其分佈，推知某時某地氣候之大略。

### 地史時代各論

#### 地質時代表：

代	紀	世
新生代	第四紀	沖積世
		洪積世
	第三紀	上新世
		中新世
		漸新世
		始新世
中生代	白堊紀	
	侏羅紀	
	三疊紀	
古生代	二疊紀	
	石炭紀	
	泥盆紀	

志留紀

奧陶紀

寒武紀

元古代

太古代

凡在一「代」中沈積而成之岩石總名之曰「地質「界」(Group)，其在一「紀」中沈積而成者，則名之曰「地質「系」(System)，而在一「世」中沈積所成者，則名之曰「統」。

### 太古代

在此時期，岩石初成，變動頗劇；地球上地理之情形，所知甚少。今日各地之太古代岩石，大率變縮甚烈，變質極深，並無一定層面走向及傾角，構造頗形複雜。生物存在之遺跡，其中尙一無所見。故有「無生代」之稱。

太古界爲最古之地層，其深殆難數計，因露頭觀察所及，但見其頂不見其底也。惟其分佈最廣，皆成結晶質之片狀組織。

此界岩層雖未保留生物遺跡，但其岩層之某部分，含有鉛狀礦物及赤黑色之氧化鐵，然此種物質之產生，必有生物之存在。因各生物均無骨骼，且多柔軟，遂無化石之遺跡。又以化學之影響，促石墨及氧化鐵之生成；蓋石墨爲原植物之礦物；氧化鐵與 Bacteria 有關；且間有變質石灰岩之發現。似此等礦物與岩石沈積之成因觀之，而斷言在此時代已有微細之生物存在，自無不可。惟顯明事實之證據，尙待研究耳。

太古代之氣候，因無生物遺跡，故僅能藉與生物有關係之岩層推定其大概。要言之：在此時代可以發生生物，可以沈積岩石。誠如此，則氣候必與現代相髣髴也。

中國之太古界細分之如下：

### 中國北部

2. 新期片麻岩系或稱桑乾系

1. 古期片麻岩系或稱泰山系

### 中國中部及南部

#### 片麻岩系

**桑乾系** 本系位於泰山系之上。岩石為角礫片麻岩及綠泥片麻岩，中央雲母片麻岩；而無片麻花崗岩。且走向傾斜與泰山系不一致，其變動實較為和緩。此李希霍芬氏之所以另加命名與劃分也。

**泰山系** 本系為中國最古之地層。見於山東泰山之岩石，以片麻岩為主要，花崗岩次之，各種結晶片岩又次之。花崗岩質極堅硬，侵蝕極緩，每成高峯，如山東之泰山，山西之霍山皆是。

中部及南部之片麻岩系居千枚岩系之下，為中國中部及南部最古之地層。岩石以花崗片麻岩，雲母片麻岩等為主。本系因經劇烈褶皺及斷層作用，每構成山脈，如四川西北之大雪山脈，陝西河南一帶之山脈。福建江西間及廣東沿海一帶，片麻岩及花崗岩分佈頗廣。

本界岩層幾各省皆有發現。因富有火成岩，累積岩，兩種接觸，遂起變質作用，同樣之礦物，富集起來，便成礦床。如德國西利西亞之磁鐵礦，坎拿大之赤鐵礦，黃銅礦。我國福建南平縣東兜銅礦。山西之銅礦，方鉛礦及閃鋅礦多為桑乾系之產物。熱河建平縣北有石英金礦脈，位於泰山系片麻岩內。其外如太古界岩層經風化作用成為碎屑，以水流夾帶至海濱或其他適宜之處沈積，若含金量較富則曰沙金礦。故本界岩石每為沙金礦之來源。

## 元古代

太古代之後，地殼起劇烈變動。其岩石多變質岩及沈積岩。均與在下之太

古界及在上之古生界成不整合。

元古代經種種沈積作用，致海部累積甚厚甚廣之岩層。海岸線亦因此而起變位。蓋海部體積既容有沈積物，其容水量之減低自不待言。沈積物日增，海水乃日益上升，則此種新成沈積物自身之過額的重量，實促成其所在區域之下降；同時在其附近之區域，則因一層沈積物質之移去，而重量減低，於是乃自行上升。此新大陸是後又受均夷作用（Denudation）——凡使大陸降低之各種天然作用——之剝削，一層新物質，又自大陸而移入海底，海底於是又重行下降。此種地動工作在元古界進行，可得極顯著之例證。

海部沈積之結果，因水力關係，其岩層底部為礫岩或稱底礫岩。其他如砂岩，頁岩，及石灰岩等次第形成。

當震旦系下半期，我國秦嶺以北，概為陸相。迄上半期，南北全部漸漸下降，淪為海相，惟大半為一種淺海相。五台系雖均係變質岩，但其層次尚顯著，且大理岩乃由灰岩所變成，可知五台山地層，原為水成，當無疑義矣。

元古界為吾人確知地球上生物發見之最古時代。蓋此界岩層中確有生物遺跡。此等最初顯現之遺跡，當甚簡單，有下等植物藻類之遺跡，我國南口頗多此類化石。在北美合衆國之蒙太那省，發見一小動物羣，以其中之重要分子為名，而名曰辦爾的那動物羣（Beltina fauna）。為一種發育良好之甲殼類。而無骨骼。在蘇必利爾湖（Lake Superior）附近之寒武紀前之岩石——較蠕形動物所保留之岩層時代更古——中，有一種化石海綿，曰 Atikokamia Lawsoni。此亦為一種特別的發育之古生界形態的化石。美國之 Grand Canyon Series 曾有蠟形之 Eurypterus 及藻類 Newlandia 之發現。其餘如印於海底泥上之虫類足跡，以及棲息海中，體部生多數於光突起之放散虫等顯微鏡之動物骨骼。更如 Cryptozoon 亦顯於此時代。且岩層中多石灰岩及鐵礦層，此皆與生物有關，則生物較太古界自進一步。

元古代之氣候，當較太古代適合於生物環境。且其時之海相沈積，較今日

迄無大異，則其氣候當不致遠異於今日也。吾人於震旦系岩層中每見紅色經氧化之含鐵質岩石，故至少在此時期中必有一較長之乾旱或溫暖之期間。而湖北宜昌冰磧層之發現及四川峨嵋山之冰川遺跡，均足為局部寒冷氣候之一明証。則震旦系後期必又倍冷於今日也。

元古界在中國可分為五台系及震旦系。表示如下：

## 2. 震旦系

### 1. 五台系

#### 五台系：

本系岩層，皆不整合於泰山系之上。在山西五台山極為發達。可以分為三層，三層互不整合。

上部，西台期 以綠泥片岩為主，石英岩，大理岩及底礫岩次之。

中部，南台期 以錫質大理石，碧石，石英岩，片岩為主。

下部，石嘴期 以雲母片岩，片麻岩等為主，含磁鐵礦石英岩，長石石英岩等次之。

本系岩層分佈甚廣，以山西，陝西，河北，遼寧，甘肅，山東較為發達。

五台系之鑛產與太古界略同，以金鐵銅為最重要。非金屬礦則以苦土，滑石，石棉等較著；因大理石及白雲岩中含鎂質特多故也。

五台系之岩石多普通碎屑岩，而大抵已受多少之變質者。走向傾角略能鑑定。惟其層面與劈面，易相混淆。頗宜注意。且尚未發現化石。

五台系將終，海水漸退，沉澱於深海之砂質石灰岩，漸次停止，而沉澱於淺海或海岸之南口系或滹沱系于焉累成。

#### 震旦系：

在元古界變質較輕之岩層，則歸之為震旦系。葛利普氏於Sinian一文中，以「震旦系作震旦紀，作為古生界之第一紀。其理由為南口系與五台系之間，為一極大之不整合；即由岩石性質而論，亦復迥然不同，並而一之於元古代，

實有未當。且五台系無化石遺跡，而於震旦系有之，二系之間成不整合。則其可另屬一紀而歸之于古生代之理由，似已充分。』惟歐美與震旦系相當之地層皆歸於後元古界，為普遍計，乃從維理士氏之說，而據葛利普氏縮小李希霍芬氏之震旦紀之範圍，稱之為震旦系，屬後元古界。蓋維理士氏之後元古界與葛利普氏之震旦紀適相當也。

震旦系地層，以河北南口一帶及山西滹沱河沿岸，極為發育，故又稱之為南口系或滹沱系。

南口系見於南口者厚約1500公尺，含鐵質甚豐，不整合於五台系之上。可分為三層述之。下層厚約260公尺，以石英岩，黑色板岩，頁岩為主。中部厚約130公尺，以白色砂質灰岩及石英岩為主，中含Collenia Cylendrica。上層厚約1100公尺，化石有Collenia angula, Collenia Sinensis。

滹沱河附近之本系地層，分為兩部，互相假整合。

上部，東嶗灰岩 岩石以灰色薄層灰岩為主，中含燧石結核甚多，每結為塊狀或片狀，厚約1000公尺。

下部，寶村頁岩 不整合於五台系之上，底部為紅色及灰色石英岩與角礫岩，此上為灰至微紫之頁岩或千枚岩，與白雲石及砂質灰岩。厚約1800公尺。

北京西山，南口層之上，有厚約700公尺之岩層，稱為下馬嶺層，下部為黑色頁岩及板岩，上部為黑色粗粒砂岩。因風化乃顯黃色，未見化石，而與南口層互相整合，歸於南口系內。南口系相當於山西之東嶗期。

本系地層，露見於熱河，河北，山西，河南諸省區，至山東則層厚頗減，時或不見。下馬嶺層分布更少。

東北一帶之震旦系，於石英與石灰岩之間，每有重要之鐵礦層。河北龍關宣化之赤鐵礦其一也。龍關宣化一帶之震旦系與太古界成不整合。本系底部為石英岩夾火成侵入岩及灰色頁岩層。石英岩之上為厚層之白色及紅色砂岩層，

本系有波紋痕跡並示淺水沉積現象，似與滄沱系相當。砂岩上爲一厚層之燧石灰色，與南口系之東嶗灰岩相當。該砂岩與石灰岩之間亦或夾以一厚約十公尺之板岩。於板岩中可尋獲赤鐵礦，常亦直接見於砂岩中，鐵礦有二種不同之構造：一爲繭狀鐵礦，係球狀之赤鐵礦組成，以石英爲中心核。一爲 *Stromatolitic* 鐵礦，呈特異之構造。

在宣化縣羊腸山及河北渾河峽谷經北平西北一帶之山脈，均有與 *Stromatolitic* 構造極相類似之鐵礦，見於燧石灰岩中。有石灰質藻類如 *Collenia*。此種特異之鐵礦構造，其生成似當直接或間接與藻類植物有關。除如遼寧弓長嶺安山站一帶之鐵礦，亦本系之產物。

湖北宜昌南沱村有震旦系地層，厚約 800 公尺，下部之 83 公尺爲冰積層，上部有 *Collenia Cylendrica*。維理士氏發現該地層之組織爲黃陵花崗岩上有白色紅色砂岩，再上爲浮土，又上爲冰積層。冰積層在寒武紀岩層下，頗類似於北方震旦系，而改稱爲南沱系。冰積層面之擦痕清晰可辨。在西馬拉亞山，印度賽姆拉，以及非奧各洲與加拿大均有本期冰積層發見，爲地史上重要冰期之一。

南沱冰積層之上爲燈影石灰岩，以薄板狀石灰岩及灰質版岩爲主。由是知震旦紀在宜昌以西有南沱期之冰川，有燈影期之深水。

四川峨嵋山洪椿坪石灰岩在花崗岩之上，成完整接觸。花崗岩面甚光潤，在此甚寒氣候中當不能成此光潤之面，似爲冰川所磨成者。且以整合之形式與極細之沉積物相接觸，均似不可能者。繼此假定之寒冷氣候之時期爲較暖之氣候。因石灰岩之沉澱，海水須溫和，炭氧二之含量須極少，或海水雖冷，而有暖流調劑之。洪椿坪石灰岩之層理清晰，當純爲化學沉澱物，惟因無化石以爲證明，乃據此定爲震旦紀。誠如此，則震旦期經一嚴寒之氣候後又復轉變也。

江西北部有上樵山系屬震旦期，惟不見冰川遺跡。岩石以砂頁岩爲主而不似宜昌之深海沉積之燈影灰岩矣。



南方之千枚岩系，亦屬震旦期之岩層。江西浮梁萬年一帶之景德鎮系；安徽黃山南側至徽州之間之高嶺系；皆以產磁土著稱。千枚岩中每有石英岩脈，常為金礦，如江西萬年附近之含金石英脈，湖南平江之金礦等。此外本系岩層尚見於湖南岳州及福建，廣西，貴州等省區。湖南益陽板溪之錳礦，四川彭縣綠泥片岩中之銅礦均屬千枚岩系。

## 古生代

### 寒武紀

元古代末期，地盤起劇烈變動，故寒武紀與元古界岩層互成不整一。蓋當時大陸之剝蝕昇降，歷時甚久海水浸入陸地，於海浸時期，積成甚厚之岩層。以其中產海生生物化石；且下部地層多由泥質沙質變形而來，上部則多石灰岩，故其為海相累積，自無疑義。

當下寒武紀時，海水自南方侵入，經雲南，湖北，山東，河北等處而北抵滿洲，並南連印度而達奧洲。故上述各處皆產 *Redlichia*；然從未發現于歐美，可證當時海洋為太平洋及大西洋完全隔斷。及至寒武中上兩紀，則情形大變。海洋似漸與美洲西部及大西洋相通，然我國多數寒武紀各屬及各種化石究與歐美異。

下寒武紀之岩石以頁岩為主，迄中寒武紀則多為繭狀灰岩，而上寒武紀岩層漸變為頁岩，礫狀灰岩及竹葉狀灰岩，蓋下寒武紀本屬淺海，至中寒武紀則由淺而深，迄上寒武紀則又呈淺海現像。

寒武紀之動物，至少有一千五百種，其中百分之九十為三葉蟲及腕足類，而以三葉蟲為最豐殖。本紀全部為無脊椎動物，且皆屬海產，尚無陸生動物之足跡。三葉蟲為寒武紀最特異形式之生物，並為本紀之標準化石。腕足類為寒武紀主要之生物。海綿及珊瑚尚少。筆石見於寒武紀之末或奧陶紀之初。水母已甚普遍。苔蘚類未明。腹足類及斧足類種類亦多。頭足類僅以小形古式直角石

之 *Volborthella* 顯示。 *Conularidae* 有之。 棘皮動物較少見。 蠕形動物幾全部生存于寒武紀。 甲殼類及廣翼類 *Eurypterids* ——水棲節足動物——甚罕。 植物化石僅有似藻類發現。

寒武紀動物甚繁盛，而植物與動物之關係密切，又不待言。則此時期植物之繁榮，在理論上似無容疑。蓋動物吸養呼炭而植物反之；植物排洩之炭素可與水結合成碳酸水化物，以供動物養料。惟寒武紀尚為下等孢子植物時期。

寒武期之生物，均有甲殼，似為表示當日生存競爭之烈。在理論上言之，寒武期之生物除甲殼動物之外，有未具甲殼動物之可能，或因競爭落後，種族漸衰；且體質過軟，不易變成化石顯示于吾人眼簾。

就三葉虫之體軀構造言之，其器管之全備，幾如現代之動物，惟形狀異耳。若較諸原始生物，其不啻有天淵之別。則三葉虫必經過一極長時期之祖先進化也。故寒武紀前之有生物，更無容置疑者也。

由胚胎學之意義，一動物由發生至成年必應經歷先祖之進化階級，即個體發育之歷史為先祖進化之歷史。於發育上言之，當日之三葉虫必為經過甚多個體發育之歷史，而具其時器管完備之三葉虫也。

寒武期生物種類之繁，器官之備，於進化歷程上與現代生物比較，即與生物全歷史比較，寒武紀生物有超過百分之六十之狀況。此突然之生物繁盛現象，頗耐尋味也。

種類既繁，其時生物之祖先均為適應生存環境而漸次變換生活習慣，此互相變換之時期必亦當為一甚長歷程也。

寒武紀前，據所發現之化石觀之，當為發生尚微弱之時期；而突於寒武期顯此一幅怪異圖畫。於進化論上，必當經歷極長或相當之演化時期。惟寒武紀前少化石證據，茲姑就理論上之臆測略一陳言之。

或以寒武紀前之生物，甲殼未備，易遭毀滅；且當日環境不宜於保存化石。寒武紀與元古界之間，地質構造，為一大不整合，即可推知當時大陸之剝

蝕昇降，必歷時甚久。海中生物，亦儘有餘暇，漸次發育，以躋於如寒武紀時代之境界。其多量化石之遺留，或為當日海水泛漫之所致也。

並有以寒武紀以前之地層，頗多大陸沉積，其中生物，本不甚多，况歷時既久，岩石幾經變質，亦遂湮沒而不得見。至於當時之深海，其中生物必甚繁殖，或者即足以代表元古紀至寒武紀間之過渡生物，惟此項沉積，現仍被覆於深海之下，吾人不克親臨而考察之耳。

寒武系與震旦系成平行不整一，當無何激烈變動發生。亦或震旦期水區與外海隔斷而成一大湖形，則外海生物無從侵入，以致此時期沉積之岩層無化石保留。

寒武紀生物突然繁盛之問題，一無生物之起源，不易解答。其定論尙有待於研究也。

寒武紀地層，在中國北部甚形發育。經維理士氏及孫雲鑄氏詳加研究，更為顯明。下表為維理士氏初定，而孫雲鑄氏增鳳山層。

中國北部寒武系表：

上部層系      下奧陶系

平行不整一層

寒武系

上寒武系

鳳山層或高里層

炒米店層

中寒武系

崗山層

張夏層

下寒武系

饅頭層

## 不整合或不連續

## 震旦系或較古地層

山東之本紀地層亦可分為上，中，下三部：

5. 高里層 為灰岩及頁岩組成，上部產三葉虫化石。

上寒武紀 4. 炒米店層 為灰綠色石灰岩，微夾石灰質礫岩，為泉水或靜水之沉積物。厚約 185 公尺。

中寒武紀 3. 嶺山頁岩 為綠色頁岩，薄層灰石及石灰礫岩等交互組成。厚約 45 公尺。

2. 張夏灰岩 為蓮狀灰岩及堅質灰岩之互層。富含化石。厚約 105 公尺。以上各層，統稱曰九龍系。

下寒武紀 1. 饅頭頁岩 多為紫紅或綠色頁岩，間有數層土狀石灰岩。不整合於泰山系之上。厚約 150 公尺。

河北開平盆地之寒武系，以灤州趙各莊鳳山稱山等處最為發達。下及中寒武紀之岩石性質，與山東者大致相同。惟嶺山層較薄；上寒武紀則不同。其層序如下：

上寒武系 5. 鳳山層 為頁岩及薄層灰岩組成，產三葉虫化石。與高里山層相當。厚約 1000 公尺。

4. 長山層 為紅紫色頁岩及竹葉狀灰岩之互層。厚約 60 公尺。本層約相當於山東之炒米店層。產腕足類及三葉虫化石。

中寒武系 3. 嶺山層

2. 張夏層

下寒武系 1. 饅頭層

中國北部之寒武系，分布頗廣，幾各省皆有。在河北山西一帶，寒武系多半假整合於震旦系之上。在山東則每不整合於泰山系之上。在山西五台縣河邊村，又不整合於五台系之上。

上寒武系每殘缺不全。而遼寧錦西縣沙鍋屯，中及下寒武系又不完全，故當時海水係由南北浸。因此山東之上寒武系爲灰岩，而在遼寧，則僅見薄層上寒武系灰岩。

長江上游，宜昌震旦系燈影灰岩之上，有頁岩層，在石牌山頗清晰。故稱爲石牌頁岩。化石有 *Redlichia chinensis*，相當於下寒武系之饅頭層。峨嵋山之遇仙寺系與石牌頁岩相當，亦有三葉虫化石。

雲南牛欄江流域之本系地層，爲砂岩及頁岩組成，經風化成黃色或橙黃色。頁岩中有三葉虫及腕足類化石。三葉虫以 *Redlichia* 及 *Palaeolenus* 較優越。而腕足類則包括 *Obolus*, *Lingula* 及 *Acrothele*。厚約三百公尺。與饅頭層相當，屬下寒武系。中及上寒武系見於雲南與安南邊境。爲石灰岩及砂質頁岩之互層，與泥盆紀成不整一。產化石甚豐，多與北方之中，上寒武系所產者同。其較特異者爲腕足類之 *Acrothele* 及 *obolus*；三葉虫之 *Agnostus*, *Agraulos*, *Anomocare*, *Blackwelderia* 等。屬中寒武系。上寒武系者如腕足類之 *Billingsella*, *Eoorthis* 及 *Huenella*；三葉虫之 *Chuangia*, *Crepicephalus* 及 *pychaspis*。

從化石及地層分佈上，皆可明瞭我國寒武海爲由印度洋而來者。

#### 奧陶紀

寒武紀與奧陶紀之間，地殼無大變動，故此兩紀地層每成假整合，間斷每不清晰。

當寒武紀之末，海水曾一度退出中國，迄奧陶紀初，乃重又侵入。安徽懷遠笠山之寒武奧陶間之顯明間斷，可爲一例証。

奧陶紀時期海陸分佈之情形，可由化石推測之。中國在奧陶紀時代，南北均爲海水湮沒，中間隔一陸地；南京附近，亦被湮沒。蓋中國北部有中奧陶紀北美產之珠角石，而南部則有歐洲產之直角石。據此可知珠角石動物所棲息之海，與北美相連。而直角石動物所棲息之海，則與歐洲相連。迄奧陶紀之末

期，此兩海曾一度相同。至志留紀之初葉，北部即完全變為陸地，故兩海交界之處，有同巖之化石。

下奧陶紀末海水後退，及中奧陶紀時海水又前進；但遠不如下奧陶紀之盛。故中奧陶系與下奧陶系之間形成一大間斷。因海水前後之關係，而有區分的化石群之現像。

上奧陶系在中國不顯明或竟完全缺如，其原因為中奧陶紀後，地殼上升，致被侵蝕而了無遺跡；亦或中奧陶紀地層沉積之後，海水迅退而缺上奧陶系之沉積。

海相累積被覆以陸相累積，惟在中及北部無此現像。故表明非同一時期之累積物。蓋奧陶紀末期地殼上昇，離海平甚近，自無強烈之冷縮或剝削作用，而以風化為最甚。在普通奧陶紀山谷，常可遇到一成層不整齊之鐵礦層，苟此層適位於奧陶紀層之上，乃表示當日奧陶紀層離海平甚近而受氧化甚顯。

奧陶紀生物已至大同化現像。最普遍之化石為筆石，凡海水所至之區域，皆有其踪跡。迄志留紀而極盛。三葉虫頗發育，及志留紀而泥盆紀以後乃漸衰絕滅。在雲南，貴州，四川，湖北等省之奧陶系中均有發現，完全歐式。產此類化石之岩層曰艾家層屬中奧陶紀。頭足類之直角石于寒武紀末期已有發現，迄奧陶紀乃發展更盛。以珠角石及直角石為最重要之標準化石。河北，山東，河南，江蘇，湖北，四川，雲南，以及黔川間均產此類化石。中國北部中奧陶紀之頭足類，以珠角石為最特殊，產量亦豐。至中部及西南部，除日本野田氏在湖北興山縣得一未定種名之珠角石外，其他各地，一無發現。

北嶺子系產古盃珊瑚及頭足類。梁家山系產頭足類及腹足類。冶里灰岩產 *Suecoceras* 化石兩種。馬家溝灰岩產珠角石甚富。更有腕足類，瓣鰓類，腹足類，錐石類，頭足類，三葉虫等化石。產此類化石之岩層，與北美上奧陶系下部相當，然究與中國南部之奧陶系異也。

其餘如苔蘚類，蚌蛤類，介形類，海林檎類，海百合類，及海盤車等均盛

見。淡水產之 Ostracoderm 類及 Eurypterids 二者似魚類亦有之。海綿尚不盛見。

奧陶紀植物化石多發現于美洲奧陶紀岩層中，如海藻等。陸生植物於歐洲曾現痕跡，然不甚可靠。惟於瑞典上奧陶紀層中曾發現一蟲翅，似屬半翅蟲類，此可為有陸生植物之証，蓋有昆蟲類必有陸生植物也。

於茲特引葛利普氏之論奧陶紀動物之名言，作述本紀生物之一結論。葛氏謂：『中國及歐洲之奧陶紀動物，均源出印度洋。自海水浸入大陸後，東向直入中國克薩典大向斜（Cathaysian Geosyncline）之南部。西則經喜馬拉雅大向斜而達西歐。』並述下奧陶紀筆石之分佈，以證明之。

奧陶系見於中國北部開平盆地者，其層序如下：

上奧陶系 缺

中奧陶系 3. 馬家溝灰岩，富含珠角石，與下奧陶系假整合，厚約 300 公尺。遼寧太子河畔亦有之。

下奧陶系 2. 含珊瑚灰岩，厚約 200 公尺。

1. 冶里石灰岩，厚約 200 公尺。假整合於寒武系鳳山層之上。含 Suococeras 化石。

在鳳山伊犁溝奧陶系與鳳山系成不連續接觸。中間隔之底礫岩一層。其中石卵均為石灰岩，形狀各異，角圓，大小不等。為灰質泥土黏着而成。卵石常帶棕色或暗紅色之養化圈。厚度一尺至三尺，表明寒武奧陶間之間斷。在寒武紀之上部，此種竹葉狀石灰岩，可表明當時為淺海沈澱。嗣海水完全退出，經若干時期之暴露，造成圓角之石卵及養化圈，待海水復來，將此石卵黏為礫岩，而奧陶系開始矣。

河北臨榆縣柳江煤田之東部石門寨地層，馬底幼氏定其次序如下：

上奧陶系及中奧陶系 缺

下奧陶系 3. 梁家山層

## 2. 石門寨層

### 1. 北嶺子層

北嶺子層爲灰色含鉄石灰岩及鱗狀灰岩。共厚九十五公尺。石門寨層以頁岩爲主，夾有薄層灰岩。厚一百五十五公尺。梁家山層爲石灰岩，厚二百七十五公尺。

當馬底幼氏定此層序時，石門寨層尙未發現化石。而梁家山層及北嶺子層，有同時代之化石，屬下奧陶系。後經孫雲鑄氏於石門寨層得化石三種 *Agnotus*, *Ptychapis*, 及 *Quatratecephalus*。當屬上寒武紀。北嶺子層上部與石門寨層接觸之鱗狀灰岩爲中寒武紀。石門寨層上之梁家山層屬下奧陶系，而北嶺子層下部灰岩中有 *Obolus*, *Acotreta*, *Eoothis* 等。似與梁家山層屬同一時代。誠如是，則梁家山層與北嶺子灰岩層原相連結，後或以斷層關係遂彼此分開，將石門寨層夾於中間，馬底幼氏以爲係同一時代之岩層，現知蓋爲包括不同之二時代產物矣。惟其斷層詳細情形，尙有待有於考察耳。

根據岩石性質及古生物上事實，北嶺子之鱗狀灰岩與張夏灰岩相當。至爲石門寨層，大部份與炒米店層相似，其最上部之灰質頁岩或即代表高里山層者。但石門寨層最下部之灰質頁岩及砂岩，褐紅頁岩是否足與崗山頁岩資比較，則尙爲疑問，故於未得充分化石證明以前，自以暫認整個石門寨武紀，較爲適當。

長江流域之奧陶系，見於宜昌南沱冰碛層之上，統名爲雞心嶺層。此厚達三千尺之岩層，不僅代表寒武及奧陶兩時期之岩層，更有葛利普氏所稱震旦系之停積，亦且包括其中。於是廢雞心嶺石灰岩之舊名，而另名寒武奧陶兩紀岩層爲牛肝系，以示與下部之震旦紀有別。復於牛肝系下部，尋有寒武紀三葉虫化石，乃再將本系所含寒武及奧陶兩紀岩層實行劃開。下部曰石牌頁岩，厚 200公尺，化石有 *Redlichia Chinensis* Walcott, *obolus* sp. 屬下寒武紀。上部曰宜昌石灰岩，厚 1250—1680 公尺，化石有 *Callograptus* cf. *Saltesi*



Hall 等，屬下奧陶系或寒武系。此上爲艾家山系，厚 110 公尺，可分二部，下部爲綠色灰質頁岩及棕黃色或淡灰色石灰岩之互層，如 *Tripleciapolo* Martelli, *Clitambonites giraldii* Martelli 爲其中最特別之化石。上部爲灰色石灰岩，含頭足類化石極夥。屬中奧陶紀或上奧陶紀之下部。

湖北東部陽新等縣之奧陶紀之停積，爲灰色石灰岩。頂部爲紫色灰質頁岩一層，厚 20 公尺，含頭足類，腕足類及三葉虫等化石。與艾家山系相當。

湖北東南部，北部均有奧陶紀層。秦嶺一帶亦有與艾家山層相同之化石發現。

南京附近之崙山灰岩，位於花崗岩之上，志留系之下，爲厚層灰岩組成，約與宜昌灰岩相當(?)，含頭足類化石如 *Clitambonites*。並於其中發見藻類化石如 *Girvanella Sinensis*。與宜昌所發見者同，似此則應與艾家山層相當，而同屬於中奧陶紀。

浙江之奧陶系，可分爲二部：

下部爲印渚埠系。其最下層爲含土瀝清之黑色頁岩，夾頁岩之不純石灰岩等組成。厚約四百公尺。中部以砂岩，頁岩爲主，多爲黃色，灰色，及綠色，富含筆石，厚約 400 公尺。上層概爲不純灰岩，中夾泥質岩層。厚約 300 公尺。本系之化石有 *Didymograptus birundo*, *Phyllograptus* 等，屬下奧陶紀。南自浙江之常山，北抵安徽之寧國，印渚埠系極爲發育。

上部爲硯瓦山系。下層爲黃綠色之灰質頁岩，上層全爲綠色灰岩，頁岩及含灰質結核，頁岩之互層。化石有 *Asaphus*, *Orthoceras*, *Dadymograptus* 等，屬中奧陶紀。

浙江奧陶紀分佈頗廣，其中化石，甚近於三峽，惟帶有海濱累積岩之性質。化石多筆石，岩層多頁岩，與雲南貴州者略同。不似深海沉積之宜昌灰岩也。翁文灝氏於『揚子江中下游重要地層之比較』一文中云：印渚埠系與硯瓦山系與宜昌灰岩及艾家山層相當。

雲南西部之中奧陶紀地層，岩石大部爲綠色頁岩，薄層結核灰岩，紅黃色

砂質頁岩等組成。化石有筆石，海林檎類，苔蘚類，腕足類，三葉虫，腹足類，頭足類，介形類及海百合類。

貴州遵義十字舖頁岩，亦為雜色頁岩砂岩等組成，屬中奧陶紀。

由岩石性質及其分佈情形，可見南方之奧陶海，為北部深而南部淺。其中生物群與秦嶺以北之奧陶海中者，甚不相同。

### 志留紀

奧陶紀末葉，中國地形無大變動；蓋據中國志留紀地層僅有與中及上奧陶紀層成平行不整合或裂縫故也。在奧陶紀末期，北美海與歐洲海曾經一度相通，而為時極短。歐，亞，美各洲之海水即全退，迄下志留紀初葉，海水又復浸入；故此時期在各洲沉積之地層均與奧陶系成不整合或直接不整合於結晶岩之上。於此可見此次海浸之廣。惟中國僅以南中及中西部為限。北部即完全變為陸地；而不具此時期之海相沉積層。但陸相累積，此時必盛行於北部，惟因侵蝕之結果，致付缺如也。

此次海浸，在下志留紀之末，又全部退去，直至上志留紀之初始復浸進。故歐，亞，美各洲當中志留紀時期概為大陸，惟歐，亞兩洲爾時因侵蝕作用甚烈，且佔據此整個之中志留紀時期，遂致無中志留紀地層之代表。而北美則盛行大陸之堆積，且因為少雨量之沙漠氣候，變化劇烈，日光較強，蒸發作用之延長，乃造成此富含石鹽之堆積，因岩鹽變化分析之故，乃又造成豐富之石膏礦。而蘇林系於焉告成。上志留紀海浸，即蒙約海浸。在歐，美較勒加海浸為尤大，而在中國則較小。似只限於西南一部，即雲南東部，廣西西南部是也。

下志陶紀與上志留紀地層之分隔，為一裂縫或平行不整合。僅有少數之情形如北美，其間斷為一大陸堆積。當此下部與上部志留紀相互顯現時，大抵其分隔為一侵蝕間斷。此明示當中志留紀時期風化之烈也。

北美之志留紀分為三部：

3. 上志留紀——蒙約系 Monroan ——海相

## 2. 中志留紀——蘇林系 Salinan ——陸相

## 1. 下志留紀——勒加系 Niagaran——海相

下志留紀之區分，係根據著名之尼加拉河（Niagara River）此紀地層剖面而得名。中志留紀在紐約中部及麥西根南部表見甚佳，因含岩鹽甚富而稱爲蘇林系。上志留紀以麥西根東部及 Ohio 與 Ontario 之毗連區爲最著。蒙約之得名，乃由麥西根蒙約鄉（Monroe Country）而來。

志留紀之生物乃承繼奧陶紀而走向繁榮時期。種類及形態頗多變易。筆石爲此紀之標準化石。珊瑚，海百合，及腕足類皆盛見於此時期之海中。以珊瑚爲較重要。四川志留紀岩層中有 *Amplexus Sowerby*。海膽類初現於志留紀前期，其質遺骸，因易於保存，故爲良好之標準化石。海蕾類亦初現於此紀，惟甚稀少。擬軟體動物蘇虫發生於志留紀之最古地層。頭足類亦佔此紀海之重要位置。甲殼類，三葉虫亦頗重要。廣翼類更繁殖並增大其體形。最可注意之進化爲在此時期陸生動物始初現於世界；蓋蠍類發現於歐美此紀地層中，其形頗似今日之蠍。更有多足類 *Myriapods* 發現於 *Wales* 之後志留紀地層中，與 *Eurypterids* 共生。腕足類在此紀多新屬新種。魚類亦始現於此時，惟均係軟骨魚類，如肺魚是。陸生植物於此時期甚普通，爲高等孢子植物發生之時代。現今所知最古之陸生植物之 *Psilophyton Hedei Halle*，係一九二〇年瑞典赫勒氏，於哥德蘭（*Gotland*）地方上部志留紀中發見之。故志留紀不僅爲最古陸生動物發現之時代，而陸生植物亦同時於此紀肇見於世界。要之，志留紀生物顯著之變化，乃不可忽略者。

在志留紀以前，中國南北地質無大區別，從志留紀起乃示顯著之差異。其分別之界限西自陝南漢中以南之秦嶺起，一直向東經過湖北河南界上，至安徽淮陽山脈爲止，在此大山脈以南爲南方地質，以北爲北方地質，津浦路位於蘇州蚌埠間，經明光三界一帶之山脈即爲淮陽山脈之主幹。南北地質不同之關鍵，繫於此大山脈。秦嶺淮陽山脈以北，尙未見該紀地層，秦嶺以南，上至川湘

下至江浙，志留紀地層則分佈甚廣。

長江流域志留紀地層均屬於下志留紀，可以三峽新灘頁岩爲代表。分爲三層：

上層，紗帽山層 下部爲夾砂質之綠色頁岩，含化石。中部砂質漸多，時組成陡坡，其上有石英岩一層。再上爲黃色軟頁岩，與石炭紀相接，厚約 330 公尺。化石有 *Pentamerus*, *Encrinurus*, *Proetus* 等。

中層，羅惹坪層 爲薄灰岩，灰質頁岩及黃綠色頁岩等組成，厚約 62 公尺，化石有 *Halysites*, *Favosites*, *Cystiphyllum*, *Pselophyllum*, *Heliolites*, *Glassia*, *Palaeocycclus* 等。

下層，龍馬層 假整合於中奧陶紀艾家山層之上，底部爲七公尺之黑頁岩，富含筆石。上部漸變爲綠色頁岩，亦有筆石層。厚約四百公尺。化石有 *Monograptus*, *Chinatograptus*, *Favosites*, *Proetus* 等。

新灘頁岩在長江流域分佈頗廣，幾有奧陶紀之地方皆有。湖北東南陽新富池口有龍馬層，漢中附近之梁家山地方亦有龍馬頁岩。在江西崖山有紗帽山層之代表；在南京崙山奧陶紀石灰岩之上有龍馬層之代表。浙江之硯瓦山系之上，有豐竹頁岩，大部皆爲黃綠色之砂質頁岩組成，產筆石化石，亦與龍馬層相當。四川西北及大巴山甚發達。

秦嶺山脈以南，川陝及甘肅交界，李希霍芬氏曾發見志留紀地層。下爲黃柏峪層，中爲前水層，上爲趙店層。依化石斷定，前水層相當於羅惹坪層，趙店層相當於紗帽山層，惟黃柏峪層爲紅色灰岩組成，與龍馬層不同。該兩處地層原爲同一時代之產物，但含腕足類化石之黃柏峪層，爲代表大洋累積岩，而含筆石之龍馬層，乃代表淺海累積岩。前水灰岩層含珊瑚化石甚豐。趙店石灰岩含腕足類，腹足類，直角石，三葉虫，及海百合等化石。由化石之觀察，該數層甚接近歐洲北部及西部之此紀地層。而與雲南東部所得之化石完全不同，然與北美頗同。由此則可辨明我國志留紀之海水係由歐洲經喜馬拉亞大向斜而

來。

雲南東部曲靖之奧陶紀岩層上之志留紀地層。下部屬下志留紀，名爲麵店段，上部屬上志留紀，名爲妙高段。其層序如下：

上部層系                      中泥盆紀

裂縫及平行不整合

上志留紀    妙高段    下部多薄層灰岩與頁岩及砂岩之互層，上部純爲頁岩及砂岩。化石以 *Leperditia tingi* 及 *Spirifer tingi* 爲最緊要；前者與北美 Cobleskill 層所產之 *L. Scalaris* 相似，後者與北美 Manlius 灰岩所產之 *S. Vanuxemi* 相同。厚約 360 公尺。

中志留紀    缺            裂縫及平行不整合

下志留紀    麵店段    爲頁岩及砂岩，間夾有灰質層。厚約 120 公尺。產 *Lingula* cf. *Cuneatiformis* Gr., *Spirifer bourgeoisi* 等，此類動物詳，匪特與安南緬甸所產者不同，即與湖北所產者亦異。惟北美 Medina 層內化石與之相似，殆因此兩處岩層性質相若而同爲淺海停積耶。

裂縫及平行不整合

奧陶紀或較古地層

江蘇句容茅山爲志留紀地層所組成者。廣西貴縣及南寧武鳴間與崑崙關一帶，皆有下列志留紀地層，岩層頗厚，以夾頁岩之砂岩爲主。呈紅黃色，間帶綠色，石質堅硬，與雲南東部之志留紀略同。而稱爲龍山層。

秦嶺柞水水系（震旦紀？）之上有厚約 700 公尺之灰岩露頭，富產珊瑚化石；稱爲石甕子灰岩。時代屬志留紀。石甕子灰岩只限於秦嶺中部，漢水以南之志留紀則均爲頁岩而非灰岩。四川廣元縣有志留紀地層，褶曲頗甚，爲雜色砂岩及頁岩組成，不整一于中生代岩層之下。峨嵋山有與新灘片岩相當之志留紀地層，含筆石與直角石。

我國西北部志留紀地層，在討來山，祈連山等處，皆有發現，常不整合於

片麻岩上。惟東北迄今一未發現志留紀地層，豈東北當志留紀時爲一片無海浸之大陸耶？

四川彭縣白水河之銅鑛，產志留紀變質岩中，其餘甚少發現。而鐵鑛在北美頗著，坎拿大之油田每與志留紀有多少關係。

志留紀生物豐盛，故岩石多白雲岩及石灰岩。此足證明其時海水甚暖。且珊瑚爲志留紀主要生物，則其時氣候潤濕溫暖，實無疑義。岩鹽之生成，亦代表乾燥之氣候也。

#### 泥盆紀

由志留紀而至泥盆紀爲緩性的展開，故北美之此二紀地層甚難劃以鴻溝也。故志留紀與泥盆紀之間並無劇烈之造山運動。然在我國四川西北江油縣北之江油系每與新灘系成不整合接觸。可見泥盆紀之前有一地殼變動將志留紀地層局部的掀起而摺縐之。然此究爲甚微小之局部變動也。

張席禔氏於『廣西下泥盆紀腕足類與瓣腮類化石之鑑定』一文中云：『廣西修仁之腕足類化石，確爲下泥盆紀之產物，與歐洲來因河流域，亞洲之西比利亞及東京諸處所發現之下泥盆紀化石相似。』果爾，則中國泥盆紀之海浸，當不自中泥盆紀始矣。且泥盆紀化石，與西歐所產相似者殊多，故葛利普氏之認中泥盆紀之歐亞大海相連絡，喜馬拉亞大向斜爲通道，以解析兩地生物群相似之原因。而張氏研究化石之結果如此，則歐亞大海相連期，始於下泥盆紀。況下泥盆紀地層，久已見于土耳其斯坦(Turkestan)阿富汗斯坦(Afghanistan)及北印度一帶；則廣西下泥盆紀之存在，似無不合。惟廣西之下泥盆紀爲厚層之黃色砂質頁岩，其下之上志留紀爲薄層紅，黃，灰色之砂質頁岩，二紀不連續。然皆屬淺海沉積。迄中泥盆紀，海浸遞漸深入，而間層之頁岩與灰岩及薄層之灰岩成矣。下泥盆紀化石有腕足及瓣腮類。

葛利普氏於其巨著中國地史中云：中及上泥盆紀時，海水湮沒漢中，川雲貴一帶。中國北部及東南等處則爲大陸。當時海水西經秦嶺大槽層，北順蒙古

大槽層，貫穿北冰洋以接北美中部之大海。更西南由喜馬拉亞大槽層，而西通於歐洲，故三處所發現之化石，概皆同種也；如 *Stringocephalus burtotoni*, *Spirifer disjunctus* 等。

泥盆紀時代乃一幅有趣而幽麗之美景。該紀以紀之赤裸地面已蓋上青綠之衣，森林亦於此時始現於世界，以供給蔽護及食物於由河海這歸大陸之初期陸生動物。如此美妙之世界正依新奇之遺居運動而進展於泥盆紀中，其主要之區域為湖與河流。惟於伸張之乾燥之氣候時，一暴烈之競爭於焉開始，即暫時之海浸是也，因此而進步之肺魚佔優勢矣，是以預伏脊椎動物在世界上之勢力，此後進化至最高頂之人類之發生而無倍大之問題矣。

泥盆紀生物除數種重要之進化變異外，其餘一如志留紀之海中。有完全絕滅者有繁殖極豐者，亦有初現於此紀之種類。

當時海中如海綿，珊瑚，棘皮類，腕足類，擬軟體動物頗形繁盛。海綿已有顯著之形狀；筆石絕滅而珊瑚乃大增其數目與體態進化；海百合及海蕾類增加數目與種類；腕足類雖盛產於此紀達最高點，過此則趨絕滅。頭足類之進化已超越志留紀矣。

三葉虫在泥盆紀雖為其趨滅絕之歷程，惟尚未至全無時期，當時 *Eurypterids* 已達其最大之頂點，有六尺長者。昆虫似已盛見於泥盆紀，但化石仍甚稀少。

其最可驚異者為魚類甲冑之發展之完備。在泥盆紀之大陸累積層中曾發現四十餘屬一百餘種，由此可知此時期之淡水魚亦頗繁盛。較普通之淡水魚如具突刺之鯊魚，硬鱗魚，鱒魚，梭魚及肺魚等。此時期之魚無完全之內骨，與現代魚之差異頗大，然其鱗已硬化矣。比魚類較高之脊椎動物兩棲類之足跡，已發現於 *Pennsylvania* 之上泥盆紀地層中。足印長約四英寸，此殆表示若鱷魚之動物長約三尺耶？

泥盆紀之植物極形繁盛，最高級之隱花植物及低級之顯花植物均顯於此期。

其主要者爲古松葉蘭類 (Psilophytales)，鱗木類 (Lepidophytales)，木賊類 (Arthrophtales)，羊齒類似植物 (Fern Allies)，羊齒狀種子植物 (Gymnospermae) 等。其軀幹有直徑二尺高達數丈者，亦云偉矣。通觀泥盆紀植物之變遷，可大別之爲下中部泥盆世之 Psilophyton Flora 與上部泥盆世之 Archaeopteris Flora，前者爲下等羊齒植物，後者爲有名石炭紀植物群之先驅，當此時代，地球表面初爲森林所包被，一碧無際，呈以前未有之壯觀，故自中部泥盆世至上部泥盆世之間，植物之變化，在植物進化史上，除海藻爲陸草空前絕後之大變遷外，當推此時代之變化，爲最偉大也。

泥盆紀時代絕無一年生之植物，此乃表明時令隨種種不同之氣候或延長其乾燥氣候而變更，普通在半乾燥溫暖之氣候中，森林區域當在沿河流及近海卑濕之地帶。均勻溫暖之氣候，更可以廣嶺之珊瑚礁爲證明，蓋泥盆紀時代之珊瑚礁已伸張至北極帶也。由經氧化呈紅色之大陸累積觀之，此又爲乾燥氣候之明証也。

泥盆紀之礦產，以石油爲最重要。Pennsylvania 西部及紐約西南部之油田皆爲上泥盆紀之產物；Virginia 西部由疎鬆層構成之油田之一部亦產於泥盆系中。Ontario 產油統，屬中泥盆系。

蓋油爲有機物質之堆積；成油田之地質構造多係穹形及背斜構造；總之，其地殼變遷應在適當之程度，上下岩層須有緻密之組織及地中須鹹水飽和適度。此乃產油之主要條件也。泥盆紀油田之生成當不例外。

泥盆紀地層在中國頗形發達，化石亦保存良好。海相累積之下泥盆系僅見於廣西修仁，而中，上泥盆紀著稱於中國，在西南部較爲清楚。可分層如下：

- III. 上泥盆系，漢中系。
  - 6. 漢中層
  - 5. 大黑梯層 (東雲南)
- II. 中泥盆系，雲南曲靖系。
  - 4. 東山灰岩層
  - 3. 誇興山層



## 雲南婆兮系，2. 黃梁坡層（四川）

## 1. 婆兮之羊角珊瑚層

(Calceola beds)

I. 下泥盆系，廣西修仁之腕足類與瓣腮類層

廣西之下泥盆系，前已言之。陸相之下泥盆系有雲南之翠峯山系，假整合於妙高山系之上，為紅色及灰色之砂岩及頁岩組成，中含魚化石，而上部則特別產 *Arthrostigmagracile*。其上之砂質石與泥灰石系中曾發現 *Sieberella Sieberi* Var. *rectifrons* 之甲殼，此化石乃歐洲下泥盆紀之標準化石。又發現一種 *Spirifer jouberti* 化石而為法蘭西之下泥盆紀中之產物。但證據尚不充分，且上述第一種之鑑定亦多疑點。考之其他與之共生於同層之化石，而定為中泥盆紀層較為有當。

婆兮系在東雲南婆兮最發達，為灰質頁岩組成，中夾灰岩，含 *Calceola Sandalina* 頗豐，與西歐洲之生物群相同。此外之珊瑚類尚有 *Cyathophyllum*, *Cystiphyllum*, *Favosites*, 及 *Alveolites* 等。在四川黃梁坡發現有與雲南珊瑚相近之地層。為不甚緊密之黑灰岩夾頁岩組成，並行不整合於志留紀地層之上。其中與珊瑚類共生之化石，以腕足類為最豐，有 *Camarophoria Sutshuanensis*, *Cryptonella Whidbornii* 等，亦產石燕類化石。在南甘肅白水江，亦有此相同之地層。而雲南東部之曲靖系，不含黃梁坡之腕足類化石，此上部之中泥盆系含珊瑚化石之地層；在北四川亦有發現，乃示中泥盆紀之海初由南來再侵入秦嶺大向斜。上部之中泥盆紀層之化石群在 Burma 之 Shan States 北部之 Padaukpin 層，乃表明此等化石為沿喜馬拉亞大向斜，向東南方進來。

再上之曲靖系，在雲南府北之祿勸縣誇興山發現，平行不整合於上志留紀地層或在陸相之下泥盆紀地層之上。此表示海水向東超過更西方之舊地層而來。曲靖系在廣西東部湖南南部亦有發現。該地層之下部為灰岩及頁岩，含

Orthis, Athyris Vittala 等化石。於此更知海水向東至廣西南部之南嶺地方，因此處地層所含之化石群與曲靖系同，位置於上志留紀之妙高山石灰岩之上。曲靖層含 Stringocephalus burtini，該化石為歐洲東部之上部中泥盆紀之重要化石，在亞洲其他各處亦著稱，南美亦同樣產有。

東山灰岩含 Stringocephalus Obesus 化石。上泥盆紀地層較中泥盆紀地層更廣。雲南東部大黑梯灰岩含珊瑚與腕足類化石。大黑梯層不見於曲靖而伸張至東雲南，其理由有二，即無此層之沉積或已累積而於石炭紀前被侵蝕致了無遺跡也。

上泥盆紀之最高層為漢中層，見於陝西南部之漢中地方及與其鄰近之甘肅，四川邊地。秦嶺大向斜區域，上泥盆紀層極為廣闊，多平行不整合於下志留紀地層上。含 Spirifer Chinensis, Spirifer Wangleighi 等，亦見於歐洲西部。漢中層再東南發展乃見於湖南，廣東，廣西交界。此層在雲南，貴州均未發現。則此時之海水，大祇由崑崙大向斜向東南方而來。

四川西北泥盆紀地層甚為發育。露頭以江油縣為最完整，故名為江油系。下部為淡紅色之石英砂岩，厚達三千公尺。中部大半為石灰岩，含中泥盆紀之標準化石。上部為塊狀灰岩，造成高山。江油系在西部厚，到東部即變薄，到東面下部及中部泥盆紀均缺，只餘上部。秦嶺本部古道嶺石灰岩（泥盆紀）之上，石炭紀灰岩之下，有厚達數千公尺之綠色或灰黃色之板質頁岩，稱肥勝寺板岩。因中無化石，姑定其時代為泥盆石炭紀。

宜昌峽谷志留紀紗帽頁岩之上有一白色石英質砂岩，與蘇，皖，浙三省省界上之界嶺系似相當，同屬泥盆紀。千里岡砂岩與界嶺系相當。

貴州西部貴陽附近羊武地方有泥盆紀地層產 Stringocephalus burtini。應與曲靖層相當。

廣西北部之蓮花山系含腕足類，苔蟲類，珊瑚類等化石。見於貴縣龍山迂附近者為礫岩，紅色石英岩，灰紅色頁岩及薄層灰岩組成，厚千餘公尺，位於

龍山系之上，屬中泥盆紀。蓮花山系，因其大部為石英岩層，耐風化，故每為造成山嶽之主體，如天平山脈，鎮龍山脈，橫縣山脈，貴南山脈，邕永山脈等均是。長江南岸，頗多與蓮花山系相當之地層。

象縣之東崗嶺有與蓮花山系相當之地層，皆與誇興山層相當，屬中泥盆紀之上部。南丹河地二縣有與蓮花山層下部相當之海相石英岩，厚約700公尺。

廣西北部古化城之古化系，屬上泥盆紀。為深灰之石灰岩所構成，中部夾有黑色及黃色頁岩各一層。含化石極富，有珊瑚類，腕足類，腹足類，斧足類，頭足類，三葉虫及海百合等。

此外於貴州都勻縣鱗山有厚約七百公尺之石英岩，廣東英德之育仔峽層，厚1000公尺。安徽銅陵縣之銅官山層，厚約500公尺。浙江飛來峯有厚約700公尺之石英層；其分佈頗廣。江蘇棲霞系之下，有厚約600公尺之梧桐山石英岩；分佈亦廣。以上所舉者，均為石英岩，且皆在燧石灰岩之下，奧陶紀或志留紀地層之上，岩質相似，厚度亦約略相同。因石英岩甚耐風化，故為造成南嶺山脈之主要岩層也。

我國東北部，尙未發現泥盆紀地層。

總觀泥盆紀岩石為砂岩經變質之石英岩，頁岩，砂質頁岩，灰岩等。由其分佈之情形及岩石性質，則海水進退之規程，不難線索其梗概也。

### 石炭紀

石炭紀地層與較老之地層成並行或交錯不整合，以示地殼之一大間斷而已。

石炭紀之海水分佈情形，與泥盆紀大體相同。我國當下石炭紀之末，海水始從西方浸來，淹沒甘肅之一部，經新疆，四川，貴州，湖北，安徽而抵江蘇之棲霞山。於是海水漸退，枝木叢生，乃造成中國東南部之下含煤系。中國北部則自奧陶紀後永為大陸，迄下石炭紀後，始有海水自甘肅東浸，但為時頗暫，不久即退。而此時進時退之海相，恰適於樹木之生長，故造成中國北部之

大煤田。自此以後，即永無海浸。北部地勢，實胚胎於此矣。

石炭紀之生物幾可代表古生代全部。陸生動植物及水生動植物皆異常豐盛。有兩棲及石松期之稱，因其盛產此二類動植物故也。今就下石炭紀與上石炭紀分述其生物概況：

#### 下石炭紀

原生動物以較小之形態見於本紀，每為組成岩石之重要生物。筆石絕滅，孔層虫 *Stromatoporas* 亦趨不振之時期。珊瑚類遠不及前紀之繁盛矣。複珊瑚有 *Lithostrotion*。蜂窩珊瑚 (*Favosites*) 不復見，惟長管形之 *Michelinia* 一種尚依稀生存。苔蘚虫類較為普遍，如 *Archimedes*。腕足類之石燕仍得見。尤以長身貝 *Productus* 為最普遍最顯著，因而有長身貝海之特稱。*Othis* 類未見。

斧足類 (*Pelecypods*) 及腹足類 (*Gastropods*) 亦甚普通。頭足類以 *Nautiloids* 及 *Goniatites* 為代表。三葉虫甚稀少。*Ostracods* 尚繁殖。海百合類繁殖。海蕾類在初期甚重要。海胆類亦有。

魚類頗繁殖，且盛產於當日之淡水中。兩棲類在泥盆紀僅發現其足跡，在此時期已可給吾人以更顯明之印象。至後石炭紀則更形發育，容後言之。

此時期之植物，發展甚高，惟大抵均為裸子及隱花植物。如羊齒類似植物，蘆木及石松等在各地均有。迨上石炭紀更形繁盛。

#### 上石炭紀

上石炭紀之生物群較之石炭紀以前者差異頗大。由確實之記載而知下石炭紀與上石炭紀之海中生物群相近似，於此亦可預見與判明上石炭紀與二疊紀海中生物群類似之處。因上石炭紀之特種海產生物群多繼續至二疊紀時期，僅下石炭紀有標準化石得以認定其時代，故上石炭紀與二疊紀之區分，惟靠海產生物群之化石每不可能。

有孔類 *Foraminifera* 有孔類以種種之形式，產於上石炭紀時期，其最優

越最特別者爲旋科之 *Fusulina*，由其形體與構造認識之頗易，狀如穀，介殼上有小孔，孔中突出細小之偽足。每能爲石炭二疊紀之標準化石。短而圓之 *Schwagerina* 爲上石炭紀上部之特產。

蘇苔虫類 *Bryozoa* 蘇苔虫類在此紀已呈衰微狀態。較著者如 *Chaetetes*，每見於歐美式之沉積層中。

腕足類 *Brachiopoda* 腕足類示特殊之性質。Orthis group 表示者，如 *Enteletes*。flatvalved 式，較前紀普通，如 *Orthothetes*。泥盆紀之特種 *Stropheodontas* 已不復見。最特別者爲下石炭紀之 *Productus*，更增其種類，均具凸圓狀，刺狀，大甲殼之頁 (Large (Pedicel) Valve)。石燕類亦呈特殊之形，如長身貝，小嘴介，石燕等。

長身貝 (*productidae*) 首見於石炭紀之初，至二疊紀末即全絕滅。在此二期中發育特盛，無論世上各處，莫不稱雄於海內。中國發現亦甚夥，趙亞曾氏已有專著，詳爲分析焉。

長身貝之 *Productus Semireticulatus* 爲世上分佈最廣之一種。凡上下石炭紀地層內莫不有之，我國河北臨城及山西之太原系內亦產之。太原系及山西系產 *Productus taiyuanfuensis*。其他中國南北部多有長身貝化石，每爲石炭紀及二疊紀之標準化石也。如 *Productus graciosus* 及 *Productus yangtzeensis* 爲中國南部二疊紀之標準化石。

斧足類 *Pelecypods* 此類表現頗佳，惟專家方能辨別。如 *Ariculopecten* 及 *Myalina*。

腹足類 *Gastropods* 產量頗豐，其鑑別較清晰者爲 *Euomphalus* 種及 *Pleurotomarias*。Bellerophons 亦有。Omphalotrochus 爲歐美上石炭紀中部之標準化石。太原系之腹足類化石有 *Euphemus* sp., *Euphemus Wongi*, *Ptychomphalus tieni* 等。尙有小形之腹足類富見於此紀之海中。

頭足類 *Cephalopods* 頭足類表示亦佳，如 *Nautiloids*, *goniatites*。

三葉虫及其他之甲殼類 三葉虫僅有 *Phillipsia* 及 *Griffithides*。Ostracods 雖富產於某一區域，但其他之甲殼類式多改棲淡水河中。

海胆類 Echinoderms，海百合已稀有。新種 Echinoids 如 *Archaeocidaris* 出現。

淡水動物 特性之 Merostomes 甚多，包括幾係最後一見之 Eurypterids，如 *Prestwichia* 及 *Belinurus*。盛見於此時期之淡水河中。魚在淡水中極繁盛，尤以小鯊魚為最，達三百餘種。硬鱗魚類甚普通，而老式之 armored 魚不復見。魚類繼續由海遺移至淡水中，然遺移至何時為止與魚類之有永久不變其住所而僅繼續發展於海中者之二問題，仍未能解決。

陸生動物 陸生動物已發現數種。羽虫之形甚似近代者，惟尚具古代之特性，即部分之差異是也。如人指大之螞蟻類 (Cockroaches) 已不稀罕。巨大之蜻蜓較之現今產者，頗形簡陋。蜘蛛類及蠍類頗繁殖於此時，Myriapods 以較大之形體顯現。

最顯著之進化當為水陸並棲之 Stegocephalia 類，其頭隱于骨板 (bong plates) 之下，齒之構造頗為紛亂。此種動物乃明示後期爬虫類產生之先聲也。

植物 因寬廣之陸相地層，特別是煤林之關係，致上石炭紀之植物保存形大而每又非常完善。甚多之前期或泥盆期已有植物發現于煤層中，但尚未見有前紀之陸生植物，此足證明在石炭紀以前之陸生植物遠不若本紀之盛也。

羊齒類 其標準之似羊齒類如 *Sphenopterid*，*Sphenopteris* 及 *Neuropterid* 等。其如 *Ptychocarpus* 之葉為羽狀分歧，羽片上之小羽片密生，後方則互相連絡。小羽之背面有圓形子囊群，其中有七粒子囊。稱為 *Danaeites* 者，與現代生存之 *Danaea* 相類似。小羽片之背面有卵形子囊，排為二縱列。真正羊齒之葉，其子囊為卵形，較其他之羊齒略大，環帶在側面，由形狀特殊之細胞集合而成。

石松 (或鱗木) 石松在此紀表示甚多之種類，如 *Lepidodendron* (我國

雲南霏益縣新屯附近亦產有)，*Sigillaria*, *Stigmaria*。蘆木類 (Horsetails) 如蘆木 *Calamites*, 楔葉木 *Sphenophyllum*。貴州威甯縣外道山煤田中有 *Sphenophyllum involutum*。最早之結球果樹 (*Ordaites* 或 *Coniferoustrees*) 在泥盆紀已甚普遍，乃又盛見於此期。

於茲節述李四光氏之論紡錘虫與古生代煤系之關係作述石炭紀生物之結論，並以示古生物層予探礦之助力云耳：

紡錘虫亦稱燧石，見於中國北部者有三族並有若干亞族。即 1. *Boultonia* 2. *Fusulinella*, 有 *Staffella*, *Neofuswinella* 二亞族；3. *Fusulina*, 有 *Girtyina*, *Schellwienia*, *Schwagerina* 三亞族。含燧之石灰岩，在中國北部分布甚廣，層次亦多。每層有厚不及一公尺者，有二三公尺者，間亦有厚至十餘公尺者。砂岩頁岩及煤層夾雜於其間，足證低級燧石繁殖之地，乃淺海，非大洋也。通中國北方各省，除河北西北部外，凡有古生時代煤系之處，幾無一不夾含燧石；灰岩。主要煤層之地位，往往可依特種含燧石灰岩之層位而預為測定。如遼寧本溪湖煤田，煙台煤田，五湖嘴煤田；河北唐山煤田，臨城煤田，沙河煤田，磁縣煤田；河南六河溝煤田，焦作煤田；山東章邱煤田，博山煤田，濰縣煤田；山西大同煤田，平定煤田，太原西山一帶煤田，太原東山之煤田，山西南部煤田，保德煤田。甘肅紅山窰煤田。以上所舉之例，其含燧石灰岩均屬石炭紀。就中可分二部，如本溪湖，煙台之一部，五湖嘴之下部，唐山，章邱煤田之徐家莊灰岩，山西之口泉石灰岩，平定，太原西山之畔溝石灰岩及保德之巴壘溝含燧石灰岩等皆屬本溪系，中石炭紀。其餘則屬太原系，上石炭紀。

石炭紀之氣候，可由其時之生物推測之。本紀世界各處隱花植物極為繁盛，石松及蘆木高至數十丈；羊齒類尤為夥多；則當時空氣中必富有碳酸氣，氣候亦必潤濕溫暖。蓋嚴寒與乾燥之氣候，均不能有此繁盛之植物也。且石炭紀之植物化石，莖幹高聳，枝葉偉大，而纖維組織頗細，茸毛稀少，可斷其必生於潮濕之氣候中。而羊齒植物之楔葉類，又非在水中不能生存，則當時之氣

候必多雨澤，空氣中之水汽亦必較今日為多，可無疑義。因煤牀中植物化石無年輪遺跡，且如當日羊齒之大，今惟熱帶有之，又煤牀中植物化石之花有直接生於軀幹之上者，今惟熱帶尚有之。故有主張當時為熱帶之氣候者。而主張為溫帶之氣候者，則謂熱帶氣候酷熱，雨量增多，微生物極容易繁殖，堆積之植物必易受侵蝕，遂腐爛而消滅，恐不能成為煤田，故現時熱帶區域，極少煤沼，即風化過甚之原因。本紀之煤牀，分佈極廣，若依熱帶氣候之說，則當時地球全面，必盡為熱帶氣候而後可，恐於理未當。綜合兩說，當日氣候除一小部分為熱帶外其大部分當以溫帶之說為可靠，且其全年寒暑之變遷，雨量之多寡，必不若今日之甚，或者相當於現今之海洋氣候。

如此溫和佳妙之氣候，葱鬱之森林，昆蟲翱翔於天空，兩棲稱雄於陸上，而魚類則優游於河中。當時景緻必別具一種姿態也。

煤為原植物之礦物，可云為植物化石，惟因變化較烈，致無可考而已。煤田之生成，公認係古代沼澤森林植物軀幹之堆積，經水流搬運粗集或就原生長之地點重重累積，再經地質作用，因壓力及溫度之變化，乃增富其炭質，煤田於是乎完成。其較詳細之成因可參看 *Geology Earth History*, by Chamberlin and Salisbury 及其他專書。此處可不贅。

就煤田中之植物化石考察之，若多形狀偉大，枝葉茂盛，與今日平原沼澤之植物相類似者；或煤狀下盤，常有樹根化石直立，而樹根又常呈放射狀，並間有柔嫩之枝葉化石者。凡具有此等條件，皆可斷定為原地煤牀。其意即煤牀所在之處，即植物當時生長之處也。

下石炭紀地層，太原系地層為其上部，南部及中部有中部下石炭紀地層，下部下石炭紀地層尚未發現。

• 上石炭紀地層，南部及中部為海相，屬上層；僅雲南有下層上石炭紀海相地層。中國北部為陸相之煤層。

北部石炭紀，多假整合於奧陶紀灰岩上。其岩層大抵均為砂岩，灰岩，頁



岩及煤層等所組成。分上，中，下三部：

3. 上石炭紀，太原系 在山西中部太原最發達；太原系普通多平行不整合於中奧陶紀或較老之地層上。太原府之太原系地層，下部假整合奧陶紀之上，大部為各色頁岩，砂岩，煤層及灰岩等交互組成。在太原畔溝及關門溝兩處，太原系灰岩，共分八層。

- |                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| 8. 關底溝灰岩                         | } 僅見於 <u>太原府東</u>   |
| 7. 石齊凹灰岩                         |                     |
| 平行不整一                            |                     |
| 6. 余道灰岩                          |                     |
| 5. 貓兒溝灰岩                         |                     |
| 4. 廟口灰岩                          |                     |
| 平行不整一                            |                     |
| 3. 畔溝灰岩                          | …… <u>甘肅</u> 亦有此層   |
| 2. 南窩溝灰岩                         | } 僅見於 <u>太原府東</u> 。 |
| 1. 澗道溝灰岩(含 <i>Fusulina</i> 化石甚富) |                     |

太原系化石有 *Spirifer bisulcatus*，凡不含 *Spirifer bisulcatus* 之化石，大抵可歸於山西系。Productus taiyuanfuensis, Spiriferina 及其他之腕足類。蚌蛤類如 Aviculopecten。腹足類如 Euphemus Orbigny, Naticopsis 等。珊瑚如 Lopholasma Carbonaria, Lophocarinophyllum acanthiseptum 等。屬下石炭紀上部。

2. 中石炭紀，本溪湖系 在遼寧本溪湖，下層為紫色頁岩，黃色軟砂岩，灰色灰岩等組成，厚 55 公尺，中含石燕化石。上部為黃色頁岩，淺灰色結晶灰岩，黃綠色砂質頁岩，厚層灰岩等組成，厚 40 公尺。腹足類有 Bellerophon Acutocarinatus, Solenospira Quinquecostata, Soleniscus Ventricosus 等。更有 Girtyina Cylindrica, G. pankauensis, Lithostrotion Kaipingensis,

Multithecopora penchiensis, Chactetes, 等化石；而以石燕類之 Christites 爲最發達。此層以上即爲砂頁岩組成之山西系。本溪系不含煤層。本溪湖之煤層，在山西系中。

1. 下石炭紀，臭牛溝系 見於甘肅武威之臭牛溝。下部爲陸相之砂岩及頁岩之互層，含植物化石，厚67公尺。底部與寒武前紀成不整合。上部爲海相灰岩及頁岩組成，中含海中生物化石甚富，厚68公尺。石燕，長身貝之外當以珊瑚爲最，較普通者如 Lithostrotion 及 Zaphrentoid 長身貝之 productus Giganteus 以大而具特生之甲殼顯示。此等化石均曾發現於歐洲，故當日歐洲西部與中國北部海水必相通。再上爲一陸相之砂岩層，厚五公尺，僅含植物化石，表示海陸互變之情形。此上爲厚15.5公尺之太原系地層；與二疊紀成平行不整合。

北方石炭紀岩層。下石炭紀地層，新疆，蒙古，及甘肅一部有之。中石炭紀，本溪湖而外，五湖嘴，牛心台，開平，山東章邱，甘肅羊虎口等處亦有。上石炭紀之太原系，爲北方石炭紀岩層最廣而又最重要者，且以陸相岩層特別發育。下部每爲紅色頁岩砂岩，或夾以黏土層，上部則爲砂岩，頁岩。北方重要之煤田，如開平，楊家屯，磁州，井陘，陽泉，臨城等均屬太原系。大抵北方之古生界煤系，除山西保德州而外，凡爲海相及陸相交互組成岩層中之煤系，均可謂屬太原系時代。

漢中略陽縣之南靈巖寺之下石炭紀。厚1000至1500公尺，常作成高峻之山嶺。其岩石大半爲塊狀灰黑色石灰岩。中產下石炭紀之珊瑚及腕足類化石。此項地層顯露於秦嶺各地。稱爲略陽石灰岩。略陽灰岩之上，有甚厚之灰黑頁岩及薄層狀之石灰岩層，總厚不下三千公尺，其中每有劣質煤層出露。名爲鎮安系；因其與略陽灰岩成整合接觸，故其時代似仍應屬石炭紀；但其上部亦有爲二疊紀之可能。

雲南曲靖，貴州威寧均有下石炭紀地層，含 Productus Giganteus。岩

性似臭牛溝系。湖南中部棲霞灰岩之下，含有中石炭紀及下石炭紀之全部地層。

中石炭紀地層，南方甚少發現。惟李希霍芬曾於鎮江附近採得一紡錘虫，頗同於羊虎口章邱本溪系之 *Neutusulinella Quaquicylindrica*，此乃示當中石炭紀時，北方生物羣，順海水侵入南方也。貴州威寧縣之威寧灰岩，含石燕化石。屬中石炭紀。

長江流域，南京棲霞山之棲霞石灰岩共有三層：下部爲李四光氏朱森氏之黃龍石灰岩，屬中石炭紀；中部爲船山石灰岩，含烏拉統之有孔虫，其上層爲惡臭石灰岩，下層爲狹義之船山灰岩。船山灰岩與太原系之紡錘虫多相同之種，二者當屬同時。黃汲清氏于『中國南部之二疊紀地層』一文中以船山灰岩與烏拉統相當，故與太原系同屬於下二疊紀。特誌明於此，以待定論。船山灰岩之上爲燧石石灰岩。棲霞石灰岩之化石群實來自上部燧石石灰岩中。故李四光氏以爲棲霞石灰岩應專指燧石石灰岩，前二者不容混入。其定義爲：棲霞石灰岩是地史上之建造，大都由燧石石灰岩構成，其特有之珊瑚動物群可簡稱爲 *Tetrapora* 動物群，在南京附近此建造在 *Schellwienia japonica* 層之上；其上下均有試金石層爲界。南京附近之剖面如下：（見中國南部之二疊紀地層，黃汲清著）

6. 龍潭系，含大羽羊齒植物群。
5. 上試金石層或砂質頁岩，厚二十公尺。
4. 深藍色石灰岩，含成層之燧石，孫雲鑄氏所採化石產於此層。厚五十五公尺。
3. 燧石石灰岩，與紅色砂質頁岩相間。上部爲成層石灰岩，含少許燧石，趙亞曾氏所採化石，概產此層。厚二十八尺。
2. 下試金石層或砂質頁岩，厚十八公尺。
1. 船山石灰岩。

黃汲清氏以棲霞灰岩屬中二疊紀下部。而趙亞曾氏于『棲霞系之地質年

代』一文中云：陽新燧石灰岩之下部及南京棲霞系（燧石灰岩），皆相當於印度之下長身貝灰岩（L. Productus limestone），故皆屬上石炭紀。

在三峽，與棲霞系相當之地層，為一厚層燧石灰岩，假整合於新灘頁岩之上，厚約 500 公尺，此系岩層，因相當於湖北陽新燧石灰岩，故亦稱陽新灰岩。在其底部所集之化石，皆產於棲霞山石灰岩內。故二者之沉積屬同一時代，可無疑義。該灰岩之上三百公尺皆為二疊紀。此三百公尺內頂部之一百公尺屬於中二疊紀，下面之二百公尺似屬於下二疊紀。

棲霞系之分佈在長江一帶，極為普遍。概為假整合於志留紀頁岩或泥盆紀石英岩之上，但東南至浙江西部，西北到秦嶺南面，棲霞灰岩乃漸歸無有。如安徽銅官山石英岩上之葉山冲燧石灰岩。貴州都勻縣鱗山石英岩上之燧石灰岩。更見於貴州北部及南部。廣西蓮花山系上之貴縣灰岩底部之珊瑚層。廣西南丹燧石灰岩之底部。廣東官仔峽石英岩上之英德層。其餘如湖南中部，陝西南部皆有與棲霞系同時代之地層。

棲霞石灰岩之化石以珊瑚為主要成分，Polythecails, Tetrapora 及 Allostropiophyllum 諸屬為棲霞特有化石。

內蒙古之古爾東烏蘇之北有海相石炭紀及二疊紀岩層。含腕足類及珊瑚化石。

石炭紀之重要礦產為煤，鐵及石油。此紀之煤在中國佔極大之位置，而尤以北方石炭紀之煤為更重要。如山東淄川博山煤礦。山西平定州煤礦，太原煤礦。河北井陘煤礦，北平西山禪房煤礦。河南六河溝之下部煤系。江蘇銅山縣賈汪煤田，蕭縣白土寨煤田。安徽宿縣烈山煤礦。江西萍鄉煤礦，進賢煤系，永新煤系。皆此時期之產物；而通稱之為石炭紀煤系。

石炭紀之岩層每夾有鐵礦層。已發現於 Pennsylvania 西部，西 Virginia 北部，Ohio 東部，Kentucky 東北部。我國北部每多石炭紀之鐵層，土法鐵業多仰給於此。如山東濰縣，河南修武及鞏縣，山西之隰，平定，盂，長治，

高平，晉城，陽城等縣，均有石炭紀鐵層，惟均無什可觀。南方之萍鄉鐵礦，較爲重要，鑛量爲3,000（單位爲千噸），即著名之漢冶萍煤鐵鑛廠有限公司所在地也。江西之安福，永新等，鑛量亦頗富。湖南煤系下鐵鑛層，頗可開採。浙江長興之鑛層，藏量僅300噸。又煤田下每有黃鐵鑛可以煉硫，此鑛經天然或人工氧化，能變成礬礦。黏土層亦常見於煤層之下，可充陶磁業之原料。

石油除第三紀外，當以石炭紀岩層中之藏量爲最重要。在 Pennsylvania, 西 Virginia, Ohio, Oklahoma, Kansas, Texas, 及 Illinois 之石炭紀岩層中均已發現石油礦。

### 二疊紀

葛利普氏言曰：吾人須認定二疊紀之主要分子，係導源於古太平洋區。則二疊紀以前，此等主要分子，早經孕育於斯。故當石炭紀任何期之海浸，其模式必與二疊紀者有息息相關之處。

自上奧陶紀至二疊紀中國南部及北部之海，因爲秦嶺所阻，不能相通。只在甘肅西部兩海由南山大向斜連起。古生代之西藏爲一大陸，北爲南山大向斜——古生代後期中俄動物群之交換由此——，南爲喜馬拉亞大向斜。

中國北部當石炭紀之末，海水全部退出，造成太原系及山西系間之假整合。二疊紀初，海水又復浸入，然爲時甚暫，退去而永不復來。惟氣候尚仍卑濕，草木暢茂，造成山西系之重要煤層。迄石盒子系時代，氣候已轉爲乾燥，植物生活甚難，內陸湖沼，日漸乾涸，風化力大行。故造成之岩石，均有半氧化狀態而呈黃紅色。但在南部，當棲霞系之末，海水由淺而乾，漸漸縮小。茅口期之海只見於中國西南及中部，並南連印度安南及甘肅西部；北經內蒙古，海參威，日本而通美國之西部；東南則變爲陸地。茅口末期海水向南退出，樂平期之海水漸退，中國南部遂成淺海，海陸變遷，乃多內陸湖海，天熱地濕，故能造成南部之二疊紀煤系也。樂平後期海水加深，海岸較爲固定，氣候不似

前期之潮濕成煤之條件業已失去。長興期終了時海水完全退出，以後侵入之海，所帶之動物已非舊觀，二疊三疊兩紀，當以此為分界。樂平期海一面接太平洋，一面與喜馬拉亞大向斜相連，接連之處約在四川西部及西藏東部。此外又與安南相連。

在秦嶺北部屬二疊紀之草涼驛系與較古地層成不整合，則二疊紀之前必有一造山動力，將石炭紀以下之地層掀起而摺曲之。秦嶺南部中生代地層與石炭紀之地層常間，並無不整合之存在，是則此種造山動力似未波及南部。

石炭二疊紀時期為地史上最烈之冰期，分佈頗廣。在亞洲最發達之處為印度中部之 Blendford，冰成角礫岩厚至 600 公尺以上，岩上有擦痕。非洲及 adagascar 南緯  $22^{\circ}$  及  $23^{\circ}$ ，全為冰原所覆，其最大之厚度有 4000 至 5000 英尺。澳洲 (Victoria, New South Wales, and Queensland), Tasmania, 及 New Zealand 全為此期之冰成層。Victoria 之冰成層不整合於上石炭紀或較老之岩層上，多有厚 400 公尺者。含多量之渾圓礫石並顯擦痕。Queensland 及 New South Wales 之冰成層位於上石炭紀地層（煤層及陸相層）上，並夾有厚層之海相岩層。南澳洲之冰成層為由南而北。南美洲自南緯十八度，以至五十二度，均有冰成層之發現。北美之 Boston, Massachusetts, 及 Alaska, 諸地亦見此時期之冰積層，有冰擦痕之石塊於 Prince Edward Island 地方曾發見。

根據赫勒氏研究山西中部二疊紀植物化石之結果，則地質學家論印度河之以當時南極在印度洋中為解，觀其所得植物分佈之狀態，則各洲別有救濟，如海陸漂移，說者殆未易言也。

至于冰河之成因，理想之判斷甚多，而莫衷一是。惟結冰之氣候，必甚寒冷；但使此時期之氣候突然轉變之原因，又難索解。多數地質學家認氣候轉變之原因，當為當時大氣受極度之紛擾及二疊石炭紀時期地殼變動劇烈致使洋流紛雜之故也。

海產動物在二疊紀時期與石炭紀無甚差異。有孔虫及珊瑚尚繼續生存于此時。苔虫類 (Bryozoa) 甚盛。腕足類之長身貝亦極普通，並常爲此紀之特性動物。蚌蛤類及腹足類亦每爲重要之標準化石。軟體動物與石炭紀多相類似。頭足類每類似石炭紀者。三葉虫僅見 *Phillipsia*。Echinoderms 已少蹤跡。魚類盛產於此紀之河流中。海產魚表現甚佳。以硬鱗魚爲最。鯊魚亦產。

河北開平煤礦有關翅類 *Eurypterus Chinesis* 一種，蘚虫類，腕足類，蚌蛤類，腹足類，海百合類，以腕足類最發育。同屬下二疊紀物。珊瑚類在中國二疊紀中亦頗重要。

陸生動物，新形昆蟲及多足類之動物 (Myriapods) 已盛見於此紀。陸產脊椎動物頗具特性。兩棲類之迷齒龍 (Labyrinthodonts) 肇始於此紀。爬行動物以嘴頭類 (Rhynchocephalians) 及 Theromorphs 爲代表。

陸生植物群之化石見於世界各國之此期地層中，故爲一頗饒興趣之顯示。但其種類分佈之情形，並不完全相同。可分爲三個植物區域即北極圈區 (或歐美區)；大羽羊齒區，及南極圈區是也。

北極圈區植物之最著者，如鱗木 (Lepidodendron) 古木賊 (Calamarien) 楔葉 (Sphenophyllum) 各種羊齒及羊齒類似植物 (即精子羊齒類 Pteridospermen) 及柯達木 (Cordaiten) 等，後二者屬裸子植物 (Gymnosperm)。此種植物特別發達於歐美，故亦可名爲歐美區。在亞洲東部發現大羽羊齒，丁氏屬植物 (Tingia)，鱗木 *Lepidodendron Oculus felis* 及 *Annulariopsis* (與輪木相近) 等。而名爲大羽羊齒區。但于北美之南部曾發現與亞洲東部相同之大羽羊齒。大羽羊齒區與歐美區植物每顯極豐富之混生形跡。而在南極圈區 [或名爲恭華那古大陸區 (Gondwanagebuit) 或大舌羊齒區 (Glossopteria flora Gebiet)]，該區植物與北極圈區完全不同。而分佈於現今之南極圈區中北延至於亞洲中部，直達俄國內部。大羽羊齒區植物與南極圈區植物亦無類似處。南極圈區之特異植物如大舌羊齒，木賊之文葉胞屬 (Phyllothea) 及裂脈屬

(Schizoneura)，柯達木類之 Noeggerathiopsis 屬等。

丁氏屬植物為瑞典赫勒氏定名，已發現於亞洲東部（高麗，中國（開平，山西，雲南，））至南洋群島之蘇門答臘及麻六甲等處。

雲南宣威縣產輪木化石二種（Annularia sp. 及 Annularia maxima）；封印木化石一種（Sigillaria acutangula n.sp.）；羊齒類化石有 Pecopteris sp., Taeniopteris sp., Ptychocarpus Tingi n. sp.）；大羽羊齒化石有 Gigantopteris nicotianaefolia（湖南耒陽縣雷八口亦產）；帶狀羊齒化石有 Taeniopteris abnormis；網脈羊齒化石有 Dictyophyllum sp.）。

中國二疊紀地層，黃汲清於『中國南部之二疊紀地層』一書中列有一表，轉錄於此，藉資比較之意云耳。

中國南部	中國北部	Salt Range	歐 俄
樂平系 長興灰岩 竹唐系	上石盒子系	上長身貝灰岩 中長身貝灰岩	{ Tartarian { Kama
陽新系 茅口石灰岩	{ 下石盒子系 { 及山西系	下長身貝灰岩	Kungurian系及 Artinskian系
棲霞石灰岩			
船山系	太原系	?	Uralian系

中國北部：

2. 石盒子系 下部多淡黃色頁岩及淡色砂岩。中含 Taeniopteris, Pterophyllum, Sphenophyllum 等。上部多紅色及深棕色。中含 Gigantopteris, Ginkgophytes 等植物化石。厚 400 公尺為淡水湖或三面洲之沉澱物。

1. 山西系 本系常假整合於太原系之上，為頁岩，砂岩，煤層等交互組成，間亦有灰岩。化石有 Entetes, Chonetes tungtayaensis, Productus Su



bcostatus, P. Pustulosus, Spirifer Octoplicata, Cordaites, Annularia, Sp-  
henophyllum Oblongifolium, trigonum 等。

在保德州之扒樓溝，山西系假整合於奧陶紀之上。（見『山西保德地層』  
王竹泉著）下部為海陸交互岩層，及含鐵層。其上為灰岩，中含化石甚富。  
葛利普氏以為屬下石炭紀上部或中石炭紀上部。再上為薄頁岩厚層，中含三至  
四丈厚之煙煤層。煤層之上為土狀石灰岩，名保德州石灰岩。葛氏定為屬石炭  
二疊紀。而瑞典赫勒於『山西中部古生代植物化石』一書中云：扒樓溝系，據  
化石觀察所得，屬中石炭紀至下二疊紀之岩層，與太原系類似。厚150—200公  
尺，為砂頁岩含煤層，含海相動物化石及植物化石甚多。為山西系煤層最富之  
部。要之，山西煤系似全部屬上石炭紀或石炭二疊紀。又趙亞曾氏於『中國長  
身貝科化石』一書中云：保德州石灰岩之長身貝化石，其種類與產於太原系者  
相同。似仍應歸之於上石炭紀之太原系，而得難分之於石炭二疊紀之山西煤系  
也。太原之東大窩石灰岩及保德縣之土門頁岩亦同此情形。誠如此，則厚煙煤  
層之時代似仍屬太原系。

河南修武煤田屬山西系。底部為石炭紀之太原系，太原系下部為鐵礦層，  
厚約 27 公尺，此上為白色粘土層，厚約 2 公尺，又上為暗藍色石灰岩含黑燧  
石結核，厚約六公尺，含化石如 Fusulina, Productus, Spirifer, taiyueaensis  
及海百合等石炭紀化石，似與太原系之甘肅畔溝石灰岩相當。又上為紅色砂  
岩，富含鐵質，上部有赤鐵礦層。總厚約 16 公尺。是或表示此部太原系與山  
西系間之不整一。太原系之上為陸相沉積之夾煤層之山西系。下部為白色粘  
土，白色粗砂岩及黑色頁岩等，厚約七公尺。此上為重要之無煙煤層，平均厚  
約六公尺。再上為黑色頁岩及灰色砂岩之互層，厚約 22 公尺。黑色頁岩中有  
Annularia 及 Sigillaria 等植物化石。又上為薄層煤層，土名曰兆煤。再上為  
灰藍色頁岩及棕色或灰色砂岩間互層，厚約 140 公尺。本區煤層約與六河溝之  
上部煤系相當。山西系之上為紅色砂岩層，厚約 42 公尺，約與石盒子系相

當。再上則爲砂礫及黃土之互層。

山西系地層在北方分佈頗廣，太原系之上，大都有之。每組成重要煤系。如開灤煤田煤系，山東章邱煤系，綏遠大青山之下煤系，遼寧本溪湖煤系，本溪縣小市煤系，本溪縣田師付溝煤系之下部，錦西縣紅螺峴煤系，大窩溝煤系等。惟保德州而外，山西系煤系，皆無海相灰岩。

石盒子系每見於山西系之上。那林原氏曾因下有 *Gallipteris* 上有 *Gigantopteris* 而以石盒子系，全部屬之於二疊紀。葛利普氏於所著之地質史中亦引用之。惟瑞典赫勒證明 *Gallipteris* 爲 *Emplectopteris triangularis* 之誤，則此論不能成立。赫勒氏根據植物化石之研究得如下之結論。因 *Sphenophyllum thonü*, *Taeniopteris multinervis* 及 *T. Schenki* 皆與德國下二疊紀，所產者相同，又新種中，*Sphenophyllum Pseudogermanica*, *Gigantopteris Whitei* 與德美之二疊紀植物，有近似處：*Cladophlebis nystraemii*, *Dioonites densinervis*，以及近乎 *Macrotaeniopteris* 之新種，均頗有中生代氣象：以上似可證明，石盒子系之黃色岩層，確爲二疊紀，但平常應有之二疊紀化石，*Callipteris*, *Walchia* 等，均未之見，故茲姑暫謂之下二疊紀，然所有證據，不能謂之已甚充分也。

上石盒子系中，亦未見 *Walchia* 等標準化石，但有二種未定之件，與 *Callipteris* 略相近似。且 *Neuropteridium*, *Chiropteris*, *Baiera* 等屬之發見，則頗足爲已近中生代之徵兆。折中定之，以上石盒子系之時代，亦未必超過於中二疊紀，然則石盒子系，殆整個的屬於下二疊紀歟？但如適用日本學者研究朝鮮地層之意見，則其上部當爲二疊三疊紀。

#### 中國南部：

茅口石灰岩 見於貴州郎岱縣及茅口河間。底部爲褐色頁岩，似屬石炭紀。其上爲深灰色石灰岩，自上而下由厚層變爲薄層。含高等紡錘蟲如 *Neoschwagerina*, *Doliolina* 等。下部含 *Productus nankingensis* 一種。再上爲塊

狀灰岩。此等灰岩建造於棲霞時代之上，樂平時代之下。再上則為含煤頁岩及砂岩，頂部之石灰岩層含 *Oldhamina* 褐色頁岩及灰色密緻石灰岩，或三疊紀。茅口灰岩每與棲霞系整合而常與樂平系不整合。在中國西南部，不整合處有廣大玄武岩流一層。茅口灰岩發達區域，僅見於中國西南及長江中游，法屬安南英屬印度及甘肅西部。

樂平系 { 長興石灰岩含 *Oldhamina*, 最厚 70 公尺  
竹塘系 不含 *Oldhamina*, 最厚 200 公尺

樂平系在貴州甚為發達，地層完全。貴州畢節縣西北三里有甚完全之本系地層，位於茅口灰岩之上，三疊紀綠紫色頁岩之下。下部為砂岩，此上為灰黃色頁岩含有煤層，再上為瀝青石灰岩，含腕足類化石。厚近二百公尺。其餘如大定，桐梓，遵義，安順，麻哈諸縣，以及揚子江峽，安徽貴池縣竹塘，南京附近，浙江長興，江西樂平，豐城縣（含煤系），江蘇吳縣，洞庭西山，及廣西遷江縣架馬均有本系地層。

大羽羊齒植物群分佈甚廣，含大羽羊齒之煤系名曰末壩口系，瑞典赫勒及丁文江氏認為屬上二疊紀。貴州桐梓縣東四十里彭家灣發育頗完全。底部為塊狀茅口灰岩。被覆於薄層燧石石灰岩之下，曾於四十里以西同一石灰岩中，得 *Oldhamina*，則當與長興灰岩相當。本部為灰色及黑色頁岩，間有煤層，大羽羊齒植物群見於塊狀石灰岩上三十公尺處。由此剖面可證明大羽羊齒植物群實際上與竹塘系相當。南京附近及浙江長興縣均有發現。末壩口系為中國南部古生代最重要之產煤時期。煤分就地生成者及遠道移來者，前者見於長江下游，南嶺及雲貴諸區。而後者多見於長江中游。煤層皆見於長興灰岩之下，茅口灰岩之上。凡竹塘系發達之處，往往有煤層共生。

中國南部古生代之煤共有三層，即下石炭紀煤系，棲霞底部煤系及末壩口煤系是也。其層位最高而藏量最富者，為末壩口系之煤層。普通厚一公尺，間亦有達四五公尺者；其見於雲貴區域者有宣威，東川，珙縣，鎮雄，大定等

縣；在南嶺區域者有湖南南部廣東北部及江西西部；在長江下游區域者有長興宣涇貴池等煤田。

樂平期之煤系如浙江西部之禮賢煤系；江蘇南部之龍潭煤系，方冲煤系；安徽南部之宣涇煤系；江西西部之楓田煤系，中部之進賢煤系；安徽西部江西西北部之老虎山煤系；湖北東南部之炭山灣煤系，西南部之毛莊煤系；湖南中部之斗嶺煤系；貴州西部之轎子山煤系，南部之宣家坪煤系；廣東北部之黃崗嶺煤系等均屬之。

貴州西部中二疊紀之含蕪葉介之泥質石灰岩層之下，無不有石炭紀或中二疊紀之煤層。

揚子江三峽地方志留紀之上有一甚厚之石灰岩層，中含二疊紀化石，維理士氏定名為巫山石灰岩。本系岩層在大巴山及四川北部出露頗廣，常成主要之山脈。四川北部涼驛在元古界岩層上有含煤之地層。下部為礫岩，上部為頁岩及砂岩，中含二疊紀植物化石。稱草涼驛系。與較古地層成不整合。

峨嵋山有二疊紀玄武岩。石壩河溝中，發見該層介於三疊紀紅色岩系與二疊紀之茅口石灰岩間。因二疊紀之陽新灰岩表面，微呈風化之迹，岩面小孔，為燧岩所充填。由石灰岩至玄武岩之時間，似不甚長。且於雲貴交界發現有厚四十公尺之玄武岩介於茅口灰岩及耒壩口系之間。貴州織金縣之玄武岩亦在茅口之上樂平之下。於安順縣轎子山，在玄武岩上之樂平系內採得 *Oldhamina*，屬長興灰岩。則峨嵋山玄武岩比茅口石灰岩較新，比耒壩口或竹塘系較古。

棲霞灰岩之下為船山灰岩，見於南京附近，安徽南部，湖南中部，貴州南部等。黃汲清氏歸之於下二疊紀，前已言之。貴州水城縣王家壩石灰岩，黃汲清氏定為『烏拉統』而葛利普氏則以為應屬上二疊紀。

南京棲霞灰岩之上為下二疊紀之飛來峰石灰岩，雖僅厚二、三百公尺而福建，浙江，安徽，江蘇皆有露頭。含腕足類珊瑚類及擬珊瑚類之化石。

長江流域之二疊紀化石層，大體論之，可分為五生物群期：1. 為 *Lytonia*

richthofeni 動物群期，最先發見於江西之樂平。蘇南之九能石灰岩，鄂東南之大冶石灰岩，皖南之石壁石灰岩，皖西及贛西北之北山石灰岩，贛東之鐘陵橋石灰岩，皖東南之眠牛山灰岩皆為上二疊紀。約與樂平系相當。

2. 為 *Oldhamina decipiens* 動物群期，發見于江蘇南京之龍潭煤系。似為中二疊紀之上部。

3. 為 *Orthothetes tingi* 動物群期，發現於江西吉安之小江石灰岩。屬下二疊紀。與飛來峰灰岩，皖南之孤峰石灰岩及巫山灰岩之 *Schwagerina* 層皆相當。

4. 為 *Gigantopteris* 植物羣期，發見於江西吉安之楓田系。屬中二疊紀之下部與蘇南龍煤系，鄂東南炭山灣煤系，皖南宣涇煤系，浙西禮賢煤系，皖西及贛西北之老虎山煤系皆相當。由此可知中二疊紀為揚子江中下游成煤重要時代。其前後時期則海相特重，無重要之炭層。

5. 為 *Gastrioceras anfuense* 生物群期，發現于三峽之巫山石灰岩。

在中國二疊紀之煤與石炭紀有同樣之重要，此紀煤系每與石炭紀煤系相混，南方更甚，不易分別。而於北方則較清楚。每稱之為石炭二疊紀煤系。山西，河北與滿洲之煤礦幾皆屬之。于四川東北部湖北西南部大多為海相沉積地層，故煤與石灰岩成互層。而在北部則與沙岩，頁岩相間。其餘如江西，江蘇，湖南，雲南，貴州，安徽，廣東之二疊系煤層均佔主要位置。

貴州西部之萬佛殿銀鐵礦產於二疊紀之結晶石灰岩中。山東博山淄川鉛礦屬二疊紀及二疊三疊紀。

北美，南歐及德國之岩鹽及加里鹽頗著於世。

古生代之末期論略：

當古生代之末，地理上起劇烈之變動。從前生物幾全滅種而代以新種。

劇烈造山運動之結果，歐洲亞普期山，美國東部之阿帕拉幾山脈 (Appalachian Mountains)，阿加底亞山脈 (Acadian Mountains)，及窩細托山脈

(Ouachita Mountains) 於焉形成。

中國當古生代之末，亦如世界之其他各地，海水完全退去，而顯示廣曠之大陸，氣候常見乾燥。海水不僅由大陸盆地 (Continental basins) 退出，且由大洋之大陸傾斜 (Continental Shelves of the Oceans) 退去，古生代之淺水動物因而絕滅。經一長而無記錄之間斷時期後，殘存之動物以新形復現於陸上之淺水中，組成中生界初期或三疊紀動物群。古生代宣告過去，僅少數優越之動物種類退避於海洋中，以待復起之機遇也。

總之：古生代之末期，地殼發生極大之變動，海水逐漸上升，變為大陸。古生代上期之岩層，因地殼上升之關係，遂畢行露出地表。因此之故，中生代及新生代之海相沉積，亞洲方面，除在喜馬拉亞大向斜一帶，及亞洲東北部烏蘇里台，沿海濱省一帶，其餘各處，全屬缺如也。

(全文已脫稿，因篇幅過長，未便一次刊完。其餘部分俟下卷續登或另行發表。參考書目，亦僅舉以上所引用者如后。)

素心自誌

### 引用書籍舉要

- |                      |                          |                             |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Earth History        | ( Vol. II and Vol. III ) | By Chamberlin and Salisbury |
| Introduction Geology | ( Part II )              | By Pirson                   |
| 地球進化之歷史              |                          | 王勳堉譯                        |
| 世界之成因                |                          | 林壽康譯                        |
| Text Book of Geology | ( Vol. II )              | 葛利普著                        |
| 中國地質史                | ( Vol. I )               |                             |
| 震旦紀 ( 地質彙誌第一卷一至四期 )  |                          |                             |
| 中國古生代珊瑚化石            |                          |                             |

- 中國北部奧陶紀動物化石  
 雲南東部志留紀動物化石  
 China in the Ordovician period  
 秦嶺山及四川之地質研究 趙亞曾黃汲清著  
 湖北宜昌興山秭歸巴東等縣地質鑛產 謝家榮趙亞曾著  
 開平盆地及其附近地質 趙亞曾著  
 直隸磁州及河南六河溝煤田地質  
 直隸臨城煤田地層  
 南滿石炭紀地層之研究  
 中國長身貝科化石（卷上）  
 中國石炭紀及二疊紀石燕化石  
 中國北部太原系之瓣腮類化石  
 中國北部太原系之時代  
 棲霞系之地質年代（科學十二卷第九號）  
 中國南部之二疊紀地層 黃汲清著  
 中國地質調查記（二卷） 維理士著  
 中國礦產誌略 翁文灝著  
 揚子江中下游重要地層之比較  
 四川峨嵋山構造之研究 By A. Heim  
 內蒙地質誌 張席禎著  
 廣西下泥盆紀腕足類與瓣腮類化石之鑑定  
 中國地質圖北京濟南幅說明書 譚錫畴著  
 遼寧熱河間及朝赤鐵道沿線地質礦產  
 北京西山地質誌 葉良輔著  
 安徽涇縣宣城煤田地質

石門寨地層之研究（北大地質會刊第五期）	胡伯素著
貴州南部地質鑛產	樂森璣著
貴州西部地質鑛產	
廣西北部之地質鑛產	
廣西南丹河池宜山馬平象縣地質鑛產	
中國中部奧陶紀頭足類化石	俞建章著
中國北部寒武紀動物化石	孫雲鑄著
中國北部及南部奧陶紀三葉蟲化石	
開平煤田之上寒武紀	
山西中部古生代植物化石	赫勒著
中國西南部之植物化石	
中國北部之燧石	李四光著
安徽北部寒武奧陶紀石灰岩層中之不整合 及其與寒武奧陶紀地層分類之關係	
中國北部本溪系及太原系之腹足類化石	尹贊勳著
陸生植物之起源及最古陸生植物 （武大理科季刊一卷一期）	張璉著
古生代末葉植物地理學之研究 （武大理科季刊一卷二期）	斯行健著
直隸臨榆縣柳江煤田報告	葉良輔劉季辰著
蘇北皖北鑛產地質報告	劉季辰趙汝鈞著
浙江西部之地質	劉季辰著
江西吉安安福永新一帶煤田地質	王竹泉著
中國地質圖太原榆林幅說明書	
遼寧省本溪田師付溝西安縣及吉林額穆縣蛟河煤田地質	王竹泉著



## 山西保德地層

中國造山運動

丁文江著

廣西貴縣橫縣永淳邕寧賓陽地質鑛產

朱庭祐著

南口震旦紀之地質層序及古生物

田奇璠著

湖南上古生界地層之研究

山西太原附近地層詳考

邢林原著

直隸臨榆縣石門寨附近地質

馬底幼著

京粵鐵路線地質鑛產報告

王恆升著

河南修武縣煤田地質

侯德封著

化石

張作人著

## 波 動 淺 說

禹 生

### 本篇要目

- |          |            |
|----------|------------|
| 1. 波     | 5. 波之反射    |
| 2. 波動之特性 | 6. 波之曲折    |
| 3. 擺動與波動 | 7. 波之能力及強度 |
| 4. 波之速度  | 8. 波之干涉    |

### 波 (Waves)

一擾動 (Disturbance) 或能力，藉物質之分子擺動 (或以太ether) 而傳播；其所發生之現象，通常稱之為波。

以一繩一端固定，他端平持手中，然後微動手中之一端，使其發生擺，則見一波鍊 (Wave train) 沿繩之方向而進行，迨至固定一端時，立即被折回，而起一相反之波紋。如是往返數次，及至繩所受之能力完全消失而後止。似此類之波，名為橫波 (Transverse Wave)。即波之進行方向，與傳導此波之介體 (Medium) 之分子，受衝擊後所起之運動方向，互成垂直，又以細線懸一金屬圓平板，(如圖一)，——懸點之選擇，以懸點距圓心之距離，等於圓板半徑之0.68倍為最佳。——以棒敲圓平板之中心；則因所加之外力與板之彈性 (elasticity) 作用，而起一振動，(如圖一b.) 就中心點○而言：當金屬板順力之方向振動時，○點同時亦向該方向振動。與○點最接近之第一空氣層受其衝擊，而依此方向隨之向前運動；與其接近之第二空氣層，受第一空氣層之衝擊，亦隨之向前運動，同理第三，……空氣層亦然。當○點因彈性而向後振動

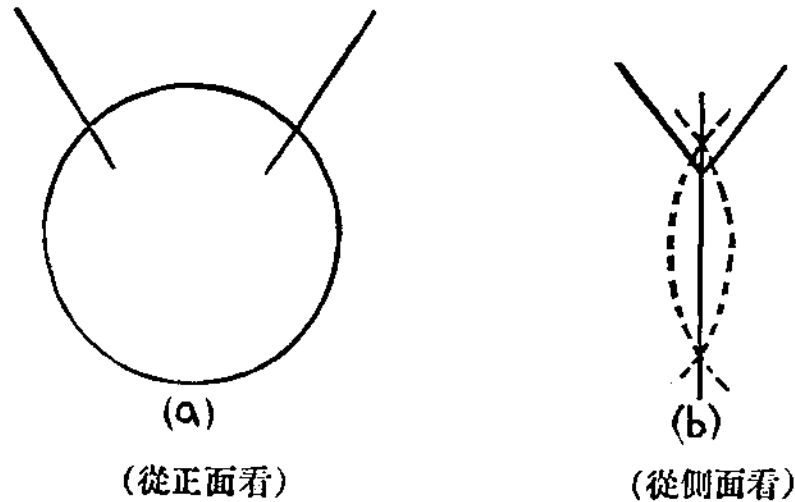


圖 一

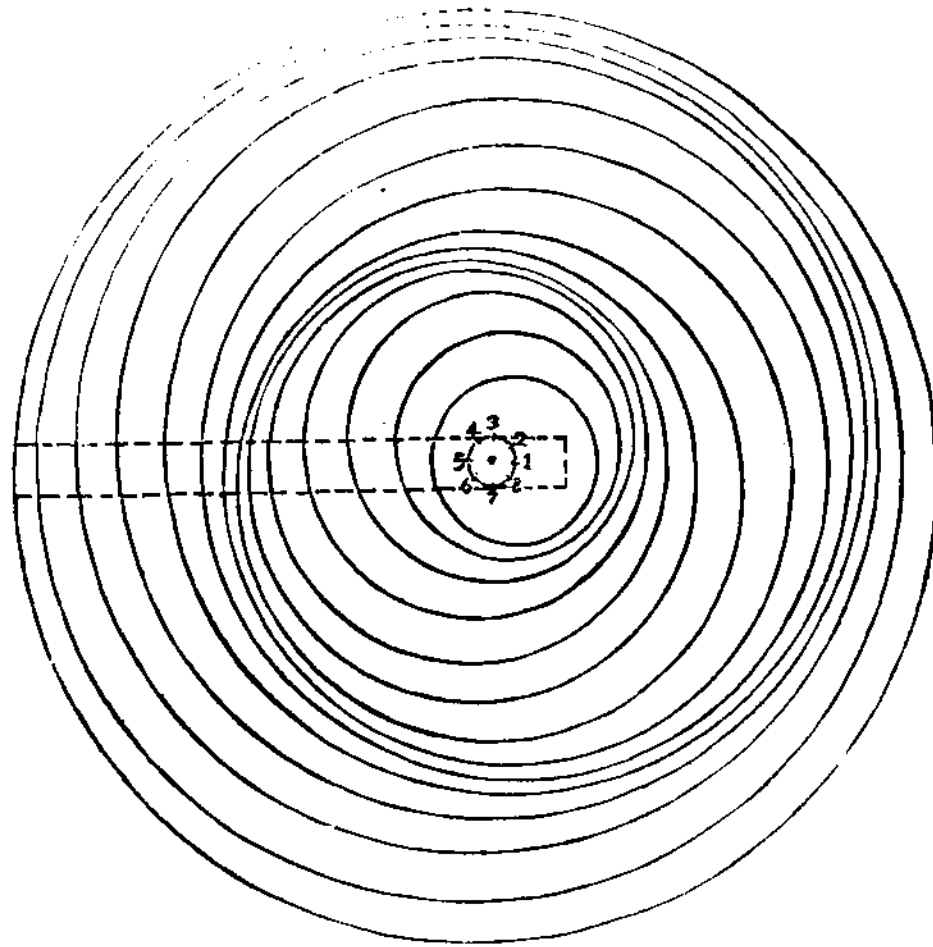
時，則第一空氣層因衝擊力之減少而隨之向後運動；由是第二，第三，……空氣層，亦隨之向後運動。因空氣繼續前後運動，故發生疎密空氣波，每個完全空氣波，均含有與○點相同之前後擺動，似此類之波，名為縱波 (Longitudinal Wave)。即波之進行方向，與傳導此波之介體之分子，受衝擊後所起之運動方向，互相並行，或在一直線上。Crova's disc (如圖二)，可為縱波之一例：

圖以○點為中心，作最小一圓；再於此圓周上，取互相等距之八點，1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8；以此八點為圓心，依序畫圓，但每相鄰兩圓半徑之差為一常數。若全圖繞○點旋轉，在○點任一側，各曲線運動之現象，即可表示空氣層之向前後運動，(如圖中稀線之部份)；有如音波在空氣中之傳播。

就極簡單，極普遍而言，波之種類，概分為上述二種。今以此兩種波為據，詳論之如後。

### 波動之特性

置輕小之浮物於靜水面上，然後使水面微起波動；則見此物圍繞其原位置，作上下左右之擺動，成為圓或橢圓之形，並不被水波逐去；故知起波動時，水之分子並未繼續向前運動。其所以發生波動之原因，係水之分子之互相碰擊；



圖二

——即能力之傳導；——故謂波動係一種狀態或能力之傳播，而非物質也。依據各方面之觀察，可得波動之特性如下：

(1) 靜坐時，聽遠處傳來之音樂聲，高低抑揚，繼續不絕，且其拍節絲毫不亂，與近聽無異。由此可知波動係依極均勻之速率傳播，從一點傳至他點，均有一定之時間。

(2) 介體之某一部份受衝擊作用，所有分子皆繞其原來未受衝擊之位置，起一周期之擺動 ( Periodic Vibration )，而播揚其所得之衝擊能力。

(3) 若在山谷中呼喊，必有數類似之應聲，繼續傳入耳中，因所發生之音波，與障礙物之表面接觸時，必被其所阻，雖不能完全折回，然亦有一部份被折回者。故知各種波動均有反射之性質。且據實驗之結果，得知透射角等於反

射角。

(4) 一波動從一介體經他介體時，因兩介體之密度不同，波之傳播路徑，因之而曲折，且其傳播之速度，亦隨之而變換。

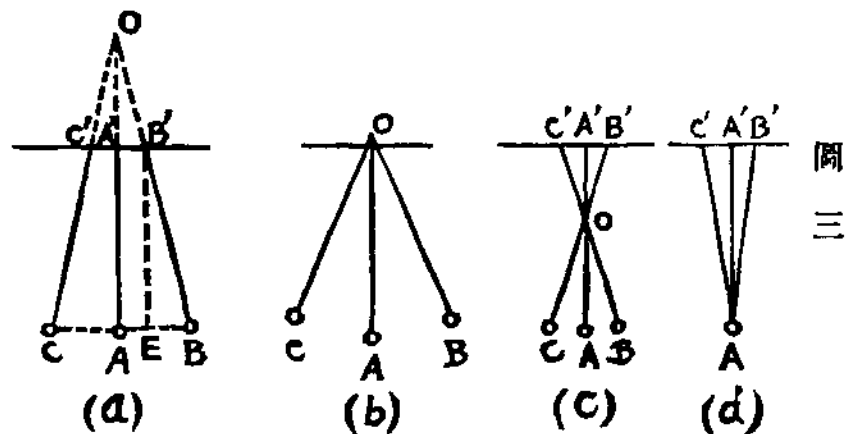
(5) 一切之波動，均有干涉 (Interference) 及分散 (Diffraction) 之現象。

### 波動與擺動

前節所述：波動均借介體之分子擺動而傳播；故擺動與波動有密切之關係，但擺動之現象，既繁且雜；姑就其極簡單而有規則之數種略述之：一

#### (1) 強迫擺動 (Forced Vibration)

一懸垂之物體，經外力之作用，離其平衡位置；則因其勢能之變更，而自由擺動。此種擺動，名之為自由擺動 (Free Vibration)。若其擺動係直接受外力作用，且此外力依一定之週期而變換；則此物必受力之約束，作一與作用力等周期之擺動，通稱之為強迫擺動 (如圖三)



圖三中， $AA'$  為單擺之實擺長  $l_1$ ，設被支點所完成之簡單調和運動 (Simple Harmonic motion) 之週期為  $T$ ，自由擺動之週期為  $T_1$ ，週期  $T$  之單擺長為  $l$ ；則  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$ ， $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ，若  $T_1 < T$  則  $l > l_1$ ，故  $O$  點在  $A'$  之上方，( $OA > AA'$ )；擺球從  $A$  擺至  $B$  時猶如支持點從  $A'$  移至  $B'$ ；二者之擺動相 (Phase) 相等。若  $T < T_1$  (圖三 c)， $l$  亦必小於  $l_1$ ， $O$  點則在  $AA'$  之間。如此則

支持點與球之擺動相之差為  $\pi$ 。若  $O$  點與  $A'$  相重， $l=l_1$  (圖三b)。支持點之擺動週期，等於單擺自由擺動之週期，特名之為擺動之相應傳遞 (Sympathetic Communication of Vibration)。圖三(d)中，若  $T$  極小， $l$  亦隨之變為極小； $O$  點則漸與  $A$  點相重。如是則支持點雖已完成一週期擺動，擺球亦不能移動。似此現象，球仍在其靜止位置。令擺球作 S.H.M. 時之擺幅為  $a$ ，支持點之擺幅為  $a'$ ；則  $DB=a, A'B'=a'$ 。從三角形  $BDO$  與  $B'A'O$  中

$$\frac{DB}{OD} = \frac{A'B'}{OA'} \quad \text{即} \quad \frac{a}{l} = \frac{a'}{l-l_1} \quad \left( \text{因擺距甚小，故可假設 } OD=OA=1, A'D=A'A=1 \right)$$

$$\therefore a = a' \frac{l}{l-l_1}$$

$$\text{又} \because l = \frac{g}{(2\pi)^2} T^2, \quad l_1 = \frac{g}{(2\pi)^2} T_1^2;$$

$$\therefore a = \frac{a' \frac{g}{(2\pi)^2} T^2}{\frac{g}{4\pi^2} (T^2 - T_1^2)} = \frac{a' T^2}{T^2 - T_1^2} \dots \dots \dots (1)$$

若  $T > T_1$   $a$  與  $a'$  之符號相同，即支持與擺球之擺動方向相同 (圖三a)。若  $T$  與  $T_1$  之差漸漸減小， $a$  之值則漸增大。若  $T < T_1$   $a$  與  $a'$  之符號則相反，即支持點與擺球之擺動方向相反。若  $T=0$ ， $a$  亦等於  $0$ ，故擺球之位置不稍變遷。

又因擺球有回至其絕對平衡位置之趨勢，由此所生之力  $F$ ，與擺球及支持點之擺幅差成正比。設  $f$  為單位擺距之回力 (Restoring force)。當支持點固定於  $A'$  時， $f \cdot (a-a')$  為全回力。——擺球在  $B$  點，支持點從  $A'$  移至  $B'$ 。——令  $F=f(a-a')$ ，從三角形  $BEB'$  與  $B'A'O$  中：

$$\frac{BE}{BB'} = \frac{A'B'}{OB'}, \quad \text{或} \quad \frac{a-a'}{l} = \frac{a}{l-l_1}$$

$$a-a' = \frac{al}{l-l_1} = \frac{aT_1^2}{T^2-T_1^2};$$

$$\therefore F=f(a-a') = \frac{faT_1^2}{T^2-T_1^2} \dots \dots \dots (2)$$

在支持點上，擺球所做成之工作  $W$  (當支持點從  $A'$  移至  $B'$  時)，等于  $\frac{F}{2}$  與距離  $A'B'$  之相乘積。

$$\therefore W = \frac{fa^2 T_1^2}{2(T^2 - T_1^2)} \dots \dots \dots (3)$$

(2) 完成一等速圓運動之條件

設有一質量  $m$  之物，繞半徑  $r$  之圓周，以等速而旋轉。(圖四)若從  $A$  至  $C$  之時間為  $t$ ，其運動之方向，從  $AB$  變至  $CD$  ( $AB=CD=V$ )。從  $A$  點作  $AE$ ，令  $AE$  平行，且等於  $CD$ ，從  $AB$  方向變為  $AE$  方向時，必加一有向量 (Vector Quantity)  $BE$ 。但每秒鐘所變更之速度，與作用於每單位質量之力相等；故  $\frac{BE}{t}$  為該物每單位質量所受之力。當  $t$  漸近於零時， $AB$  與  $CD$  則漸變為並行，同時  $BE$  與  $OA$  亦漸變為並行。故作用於該物之力，其方向必對圓徑之中心。

由三角形  $AOC$  及  $ABE$  中

$$\frac{BE}{AB} = \frac{AC}{OA}, \text{ 或 } \frac{BE}{V} = \frac{Vt}{r}$$

$$\therefore BE = \frac{V^2 t}{r}$$

設作用力為  $F$ ，則

$$F = m \frac{BE}{t} = \frac{mV^2 t}{rt} = m \frac{V^2}{r}$$

若該物每秒鐘旋轉  $n$  次 ( $n = \frac{1}{T}$ )，則

$$F = m \frac{(2\pi rn)^2}{r} = mr(2\pi n)^2 = mr \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

3. 完成一單調運動 (S.H.M.) 之條件

由上節所述之等速圓運動可分解為沿  $XX'$ ， $YY'$  之兩 S.H.M.，且其週期與圓運動之週期相等。今以  $r$  為任一時間之有向量距 (Vector distance)，則  $r$  可化為  $x$ ， $y$  兩正交之分距，

$$x = r \cos \theta, y = r \sin \theta; \text{ 向心力 } mr \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \text{ 亦可化成與 } x, y \text{ 同方向。由是}$$

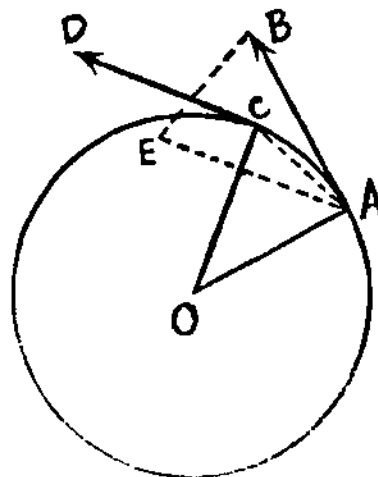
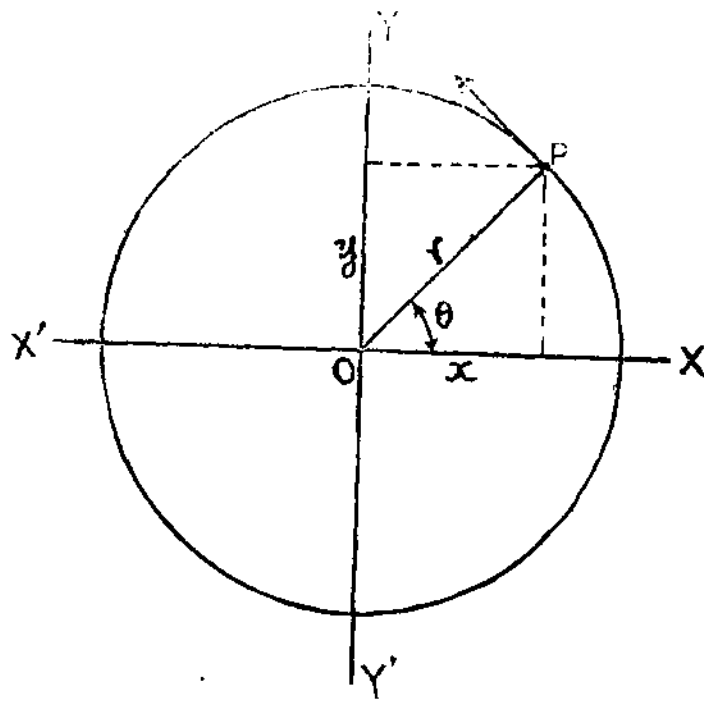


圖 四



圖五

可知與x同方向之向心力為

$$m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 x = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r \cos \theta, \text{ 與 } y \text{ 同方向之向心力為}$$

$$m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 y = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r \sin \theta$$

一物質，受力之作用，而在直線上運動；無論在何時何地，其力之作用方向，皆直接趨向此直線上之某一定點；且與該點至排斥位置 (Displacement) 間之距離成正比。如是則構成一單調和運動 (S.H.M.)。

例如圖六中為質量  $m$  之球，懸於彈性線上。A 為球在平衡時之位置，因地心吸力作用，有一向下之力等於  $mg$ ；此力恰與彈性線所生反方向之張力相等。若將球從 A 拉至 B 時，線之張力因之而加增 (與 AB 之長度成比例)，設每單位排斥距所生之回彈力 (向 A 點作用) 為  $f$ ，則張力與重之差為  $FX_{AB}$ 。若將球置於 C 點時，張力與重力之差為  $FX_{AC}$  (向 A 點作用，張力小於重力)。今將球拉至 B 點，然後使之自由擺動；令

$$AB = a = AC, \text{ 則 } FX_a = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 a$$



$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{F}}$$

(T 之大小, 與其擺幅 a 之大小無關。)

#### 4. 相等而方向相反之兩圓運動之重疊 (Superposition)

設兩點從圓週上 A 點, 同時取相反方向繞圓週而運動, (速度與時間均相等)。若繞行一週, 兩點必相遇於 C, A。設一點依順時針方向而旋轉, 他一點依反時針方向。由上節中, 可將兩圓運動變成四個單調和運動。設兩點轉至 P, P' 時, 所需之時間為 t, 其狀態角 (Phase Angle) 為  $\theta$ ,

$$\therefore X = a \cos \theta, \quad y = a \sin \theta$$

$$\theta = \frac{\widehat{AP}}{a} = \frac{2\pi at}{T} \quad / \quad a = \frac{2\pi t}{T}$$

$$\text{或 } \theta = \frac{\widehat{AP'}}{a} = \frac{2\pi at}{T} \quad / \quad a = \frac{2\pi t}{T}$$

$$\left. \begin{aligned} \therefore x' a \cos &= \frac{2\pi t}{T} \\ y' &= -a \sin \frac{2\pi t}{T} \end{aligned} \right\} \text{順時針方向之圓運動,}$$

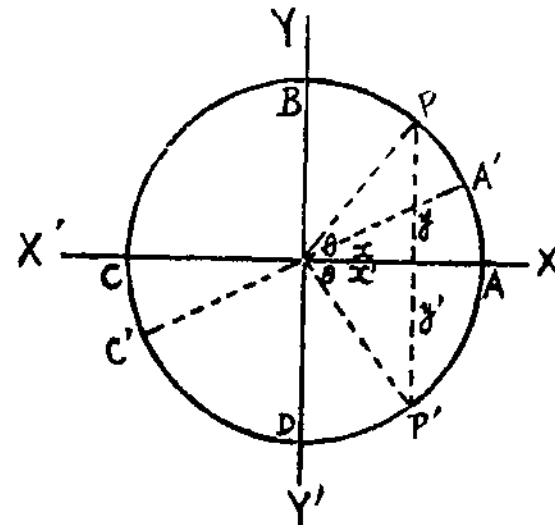
$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos \frac{2\pi t}{T} \\ y &= a \sin \frac{2\pi t}{T} \end{aligned} \right\} \text{逆時針方向之圓運動。}$$

若將此兩圓運動合而為一, 在任何時間 t, 其沿 x 軸方向之排斥距 (Displacement), 等於  $x + x' = 2a \cos \frac{2\pi t}{T}$ 。沿 y 軸之排斥距, 等於  $y + y' = 0$ 。故如是之兩圓運動, 即等於 AC 上之一單調和運動。

又上述之兩點, 若運動速度不等 (假設逆時針方向之速度大於順時針方向



圖六



圖七

之速度)，週期亦因之而不同。令兩者週期之差為極小，當作第一週期之轉動時，二點相遇之處，與 C, A 甚近（幾在 C, A 上）；但轉數過後，其過點漸與 C, A 離開。經相當時後，彼必相遇於 C' A'。斯時之單調和運動，亦必完成於 C' A' 線上。故兩反方向圓運動，雖二者週期不等（其差甚小），其組合亦為單調和運動；不過完成單調和運動之擺軸 AC，係依週期小者之方向而旋轉。

### 5. 單調和運動之波。

將許多同質量之球，用有彈性之物，連成一串，（圖八）若加橫過之單調和擺動（Simple Harmonic Vibration）於第一球上，此球則將所受衝擊，繼續傳於與其相連之球上，成為有規律之波動，此類波動之軌跡通常謂調和曲線，或 Sine 曲線。令  $\lambda$  為波長， $V$  為速度， $T$  為週期。則  $VT = \lambda$ ， $V = n\lambda$ ， $n = \frac{1}{T}$ 。

圖八 (b) 與 (c) 中， $t$  為轉至  $p$  點所需之時間， $x = Vt$  ..... (1)

$$y = r \sin \left( \frac{2\pi}{T} t \right) \dots \dots \dots (2)$$

從 (1)，(2) 兩式，消去  $T$ ， $\therefore y = r \sin \left( \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{x}{V} \right) = r \sin \left( \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$

此為 Sin 曲線之式，在  $x = \lambda$  時， $y = 0$ ，則開始起次一曲線。

若經  $t$  秒鐘時， $y = r \sin \frac{2\pi t}{T}$  為  $p$  點上之調和擺距（Harmonic displacement），再經  $t_1$  秒鐘後，此調和擺距必達距離  $x$  之一點（ $t_1 = \frac{x}{V}$ ）；則  $t$  秒

鐘時，在  $x$  點之擺距，其狀態角（Phase angle）等於  $\frac{2\pi}{T}(t - t_1) = \frac{2\pi}{T}(t - \frac{x}{V})$

$$y = r \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{x}{V} \right) = r \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = r \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$$

此為波動之方程式。然當  $t = 0$ ，即上所述之 Sine 曲線；若  $x = 0$ ，即表在該點介體之調和擺動。

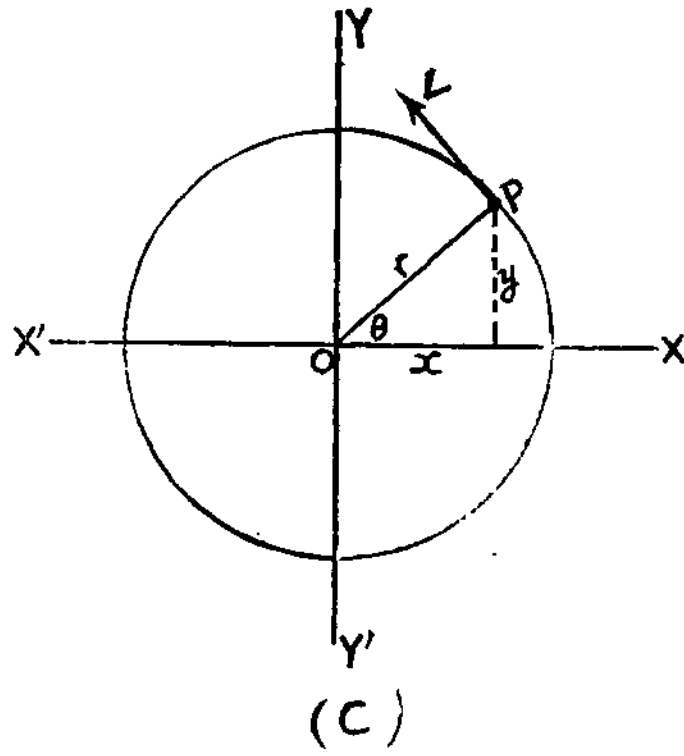
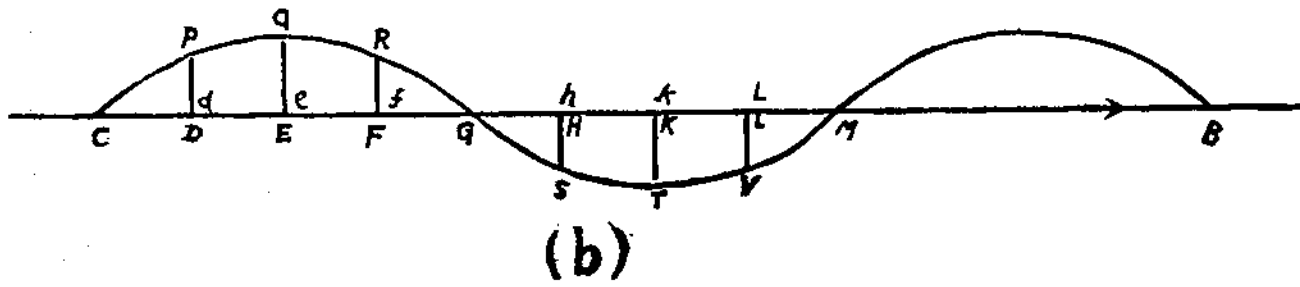
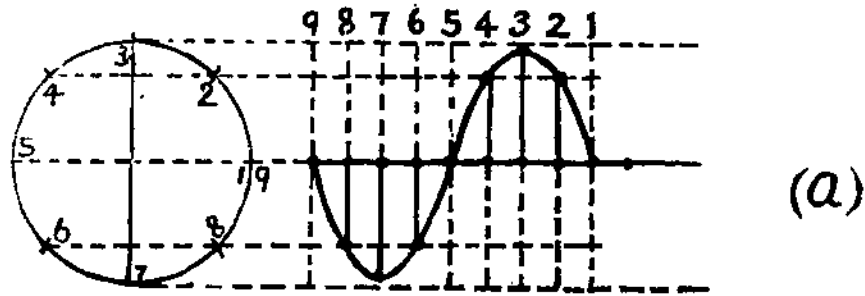


圖 八

6. 在同一線上，兩等週期單調和運動之組合。

設一物在水平線上從O點作一週期T之單調和運動（以C<sub>1</sub>表之），其擺幅為r<sub>1</sub>。當其狀態角為e時，在同一線上之第二個等週期單調和運動（以C<sub>2</sub>表之）

，開始發生；經t秒鐘後，C<sub>2</sub>之狀態角（Phase angle）為ωt，C<sub>1</sub>之狀態角為ωt+e。此處之ω，為二者之角運動速度（Angular Velocity）。圖中OC<sub>1</sub>∥CC<sub>2</sub>，OC<sub>2</sub>∥CC<sub>1</sub>

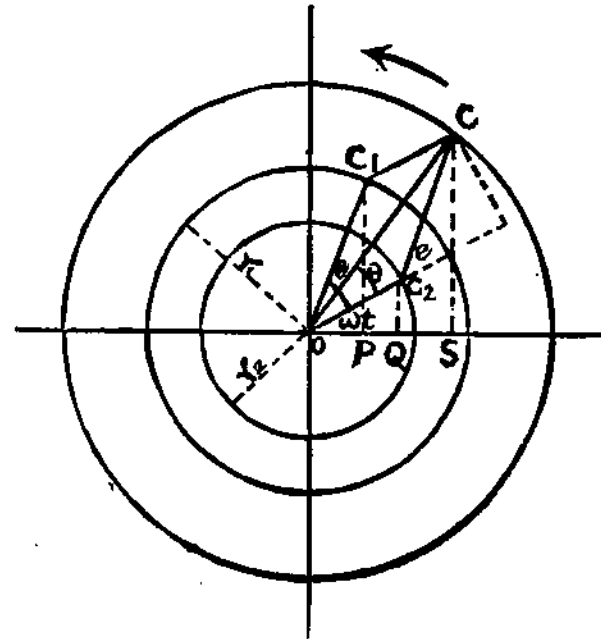


圖 九

$$R^2 = r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 \cos e \dots (1)$$

故由圖解，可得組合後之單調和運動之擺幅 R。

$$\text{又令 } OP = x_1, OQ = x_2, OS = x,$$

$$\angle COC_2 = \theta$$

$$\therefore x_1 = r_1 \cos(\omega t + e), \quad x_2 = r_2 \cos \omega t$$

$$x = x_1 + x_2 = r_1 \cos(\omega t + e) + r_2 \cos \omega t$$

$$= r_1 \cos \omega t \cos e - r_1 \sin \omega t \sin e + r_2 \cos \omega t$$

$$= (r_1 \cos e + r_2) \cos \omega t - r_1 \sin \omega t \sin e \dots (2)$$

$$\text{又 } \therefore r_1 \cos e + r_2 = R \cos \theta \dots (3)$$

$$r_1 \sin e = R \sin \theta \dots (4)$$

以(3),(4)兩式代入(2)式，

$$\therefore x = R \cos \theta \cos \omega t - R \sin \theta \sin \omega t = R \cos(\omega t + \theta) \dots (5)$$

以(3)式之平方+(4)式之平方

$$R^2 = (r_1 \cos e + r_2)^2 + r_1^2 \sin^2 e = r_1^2 \cos^2 e + 2r_1 r_2 \cos e + r_2^2 + r_1^2 \sin^2 e$$

$$= r_1^2 + r_2^2 + 2r_1 r_2 \cos e \dots (6) \text{ (與第一式相同)}$$

$$\text{以(3)}\div\text{(2),}\tan\phi = \frac{r_1\text{ sine}}{r_1\text{ cose}+r_2} ; \phi = \tan^{-1} \frac{r_1\text{ sine}}{r_1\text{ cose}+r_2} \dots\dots\dots(7)$$

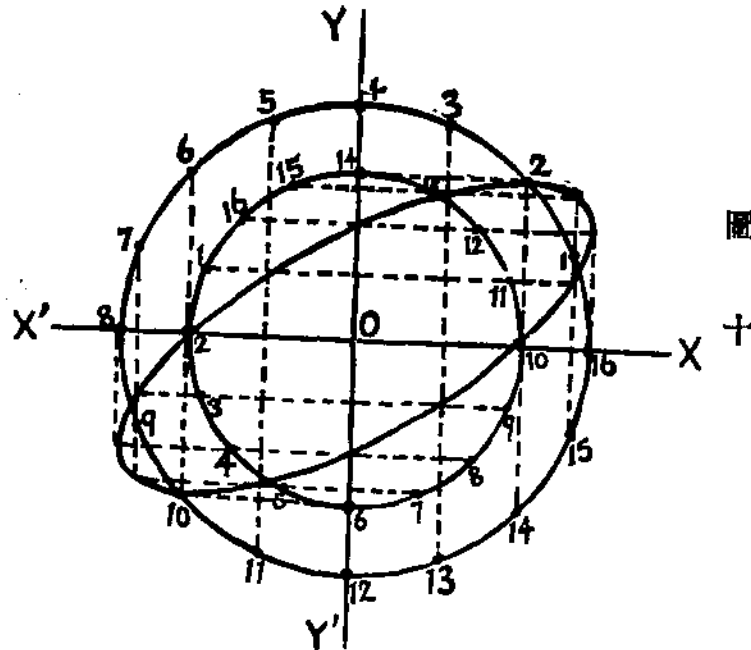
從公式(6)中, 若 $\text{cose}=1(e=0^\circ)$ ,  $R(=r_1+r_2)$ 之值為最大。

若 $\text{cose}=-1$ (即 $e=180^\circ$ ),  $R(=r_1-r_2)$ 之值為最小。

同理, 一單調和運動亦可分解為兩等週期之單調和運動。

(7)兩互成垂直, 週期相等之單調和運動之組合

圖解法: 令沿 $X'OX$ 之單調和運動, 其擺幅等於外圓之半徑(圖十); 沿 $Y'OY$ 者, 等於內圓之半徑。因二者之週期相等, 其繞圓周一週所需之時間亦相等。假設二者均取反時針方向旋轉, 且其原有之狀態角相等(即在任何時間, 二者之運動方向, 皆成垂直), 則當外圓上之動點, 經過 $OX$ 時, 內圓上



之動點, 必經過 $OY$ 線。圖十中所示, 當沿 $OY$ 之單調和運動之狀態角為 $\frac{\pi}{4}$ 時, 沿 $OX$ 者恰為 $O_0$ , 從外圓上點1作 $OX$ 之垂線, 再從內圓上點1'作 $OY$ 之垂線; 延長此二垂線, 可得一交點。如是所得之交點之軌跡(橢圓), 為上述二者組合而成之單調和運動。

若擺幅不等, 二者狀態角之差為 $\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$ 時: 則如上所組成之橢圓, 其兩軸必與 $X'OX, Y'OY$ 相重合。

擺幅相等或不等，狀態角之差為零或 $\pi$ 時；則如上所得之軌跡，必為一直線（圖十一Aa, Ae）

擺幅相等，狀態角之差為 $-\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$ 時，則如上所得之軌跡，必為圓（圖十一AC）

分析解法：令沿 $X'OX$ 單調和運動之擺幅為 $a$ ，沿 $Y'OY$ 者為 $b$ ；經某時後，外圓上動點之狀態角為 $\theta$ ，與 $OX$ 軸並行之排斥距為 $x$ ；則此單調和運動，可以方程式 $x = a \cos \theta$  ……(1)代之。又設沿 $Y'OY$ 之單調和運動，其狀態角，較沿 $X'OX$ 者為大。二者狀態之差，以 $\delta$ 稱之。則沿 $Y'OY$ 者之狀態角為 $\theta + \delta$ ，其與 $OY$ 軸並行之排斥距（Displacement） $y = b \cos(\theta + \delta)$  ……(2)由(1),(2)兩式，

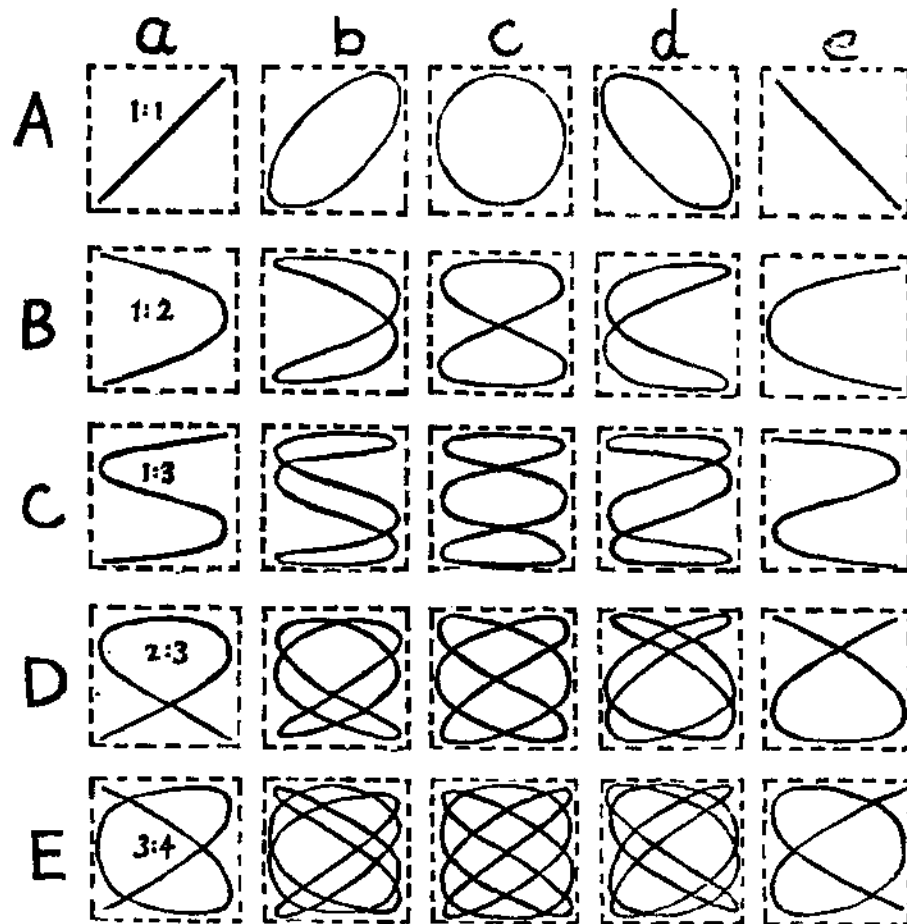


圖 十 一

$$\frac{y}{b} = \cos(\theta + \delta) = \frac{x}{a} \cos \delta - \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}} \sin \delta$$

$$\therefore \frac{x^2}{a^2} - 2 \frac{xy}{ab} \cos \delta + \frac{y^2}{b^2} = \sin^2 \delta \dots\dots\dots(3)$$

六程式(3)，為橢圓之普通方程式；然當  $\delta = 0^\circ$  或  $\pi$  時， $\sin \delta = 0$ ， $\cos \delta = \pm 1$ ，則(3)式可化為  $y = \pm \frac{b}{a}x$   $\dots\dots\dots(4)$

(4)式為兩經過原點之直線方程式，與X軸之交角等於  $\tan^{-1}\left(\pm \frac{b}{a}\right)$ 。若  $\delta = \frac{\pi}{2}$  或  $\frac{3\pi}{2}$ ， $\cos \delta = 0$ ， $\sin^2 \delta = 1$ ，則  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$   $\dots\dots\dots(5)$

(5)式中若  $a=b$ ，則變為圓之方程式。

(8)兩互成垂直，週期為簡單整數比之單調和運動之組合

$O_1, O_2$  為兩互成直交之單調和運動， $T_1, T_2$  為其週期。假設  $T_1 : T_2 = 1 : 2$  (圖十二)，二者狀態角之差為  $\delta$  (如上節圖解法中所述，作圖十二)，由是所得之曲綫(拋物曲綫)，為已知兩單調和運動所組成之單調和運動曲綫。

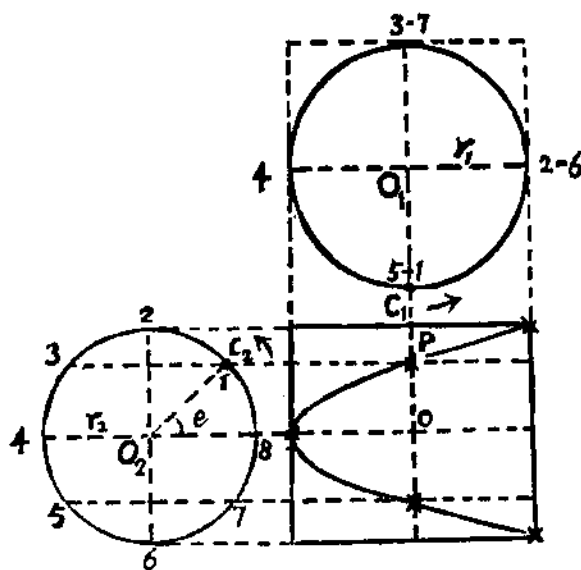


圖 十 二

(9)在同一方向，數等週期單調和運動之組合。

圖中 A, B, C, D, E 為五等週期之單調和運動(方向相同)OA, OB, OC, OD, OE, 為各調和運動之振幅。從A點作一綫 Ab, 與 OB 並行且相等；連結Ob。Ob 即OA與 OB 組合而成之同週期單調和運動之振幅 ( $\angle \times Ob$  為其狀態角)。再從 b點作bC, 使bC 並行 OC 且等於 OC。Oc 即 Ob 與 OC 所組合而成(其狀態為  $\angle \times Oc$ )。依照此法，繼續作至 e 點，Oe 為一新單調和運動之振幅，由OA, OB, OC, OD,

OE五者所組成(狀態角爲 $\angle XOe$ )。故如上述,無任若干個方向相同,週期相等之單調和運動,均可化爲同方向,同週期之一單調和運動。

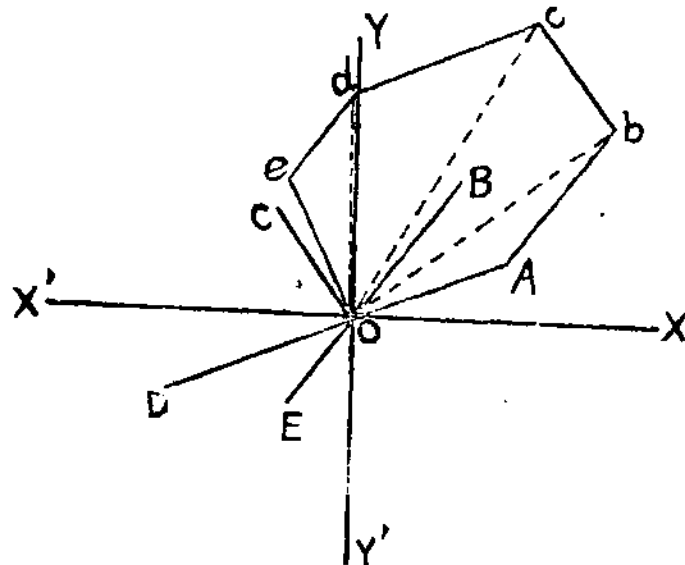


圖 十 三

(10) 波之重疊

兩個或兩個以上之波鍊 (Wave Trains), 經過一

點, 向任何方向進行, 其結果則可以一單波鍊; 此單波鍊之振幅及波長, 等於原有各個波鍊之振幅及波長之和。圖十四中所示爲方向相同, 波長相等或不等之數種波之重疊。若方向相反, 則變爲靜波(Stationary wave)(如圖十五)。

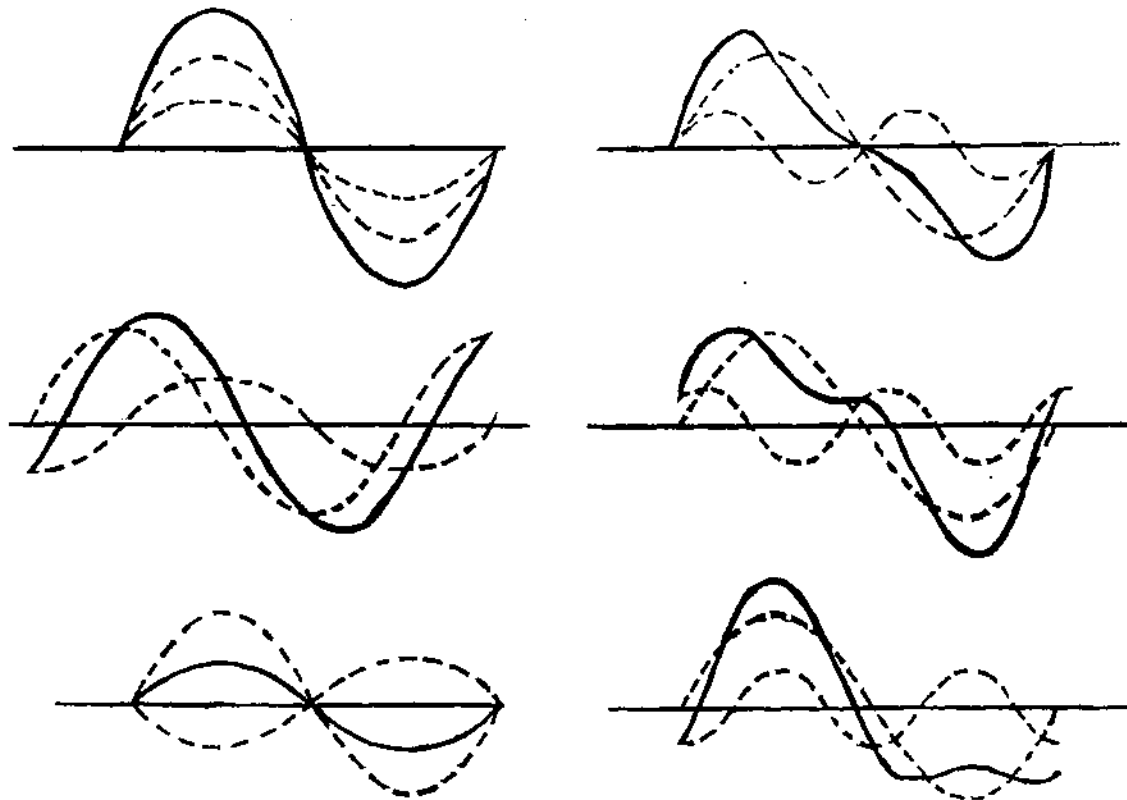


圖 十 四



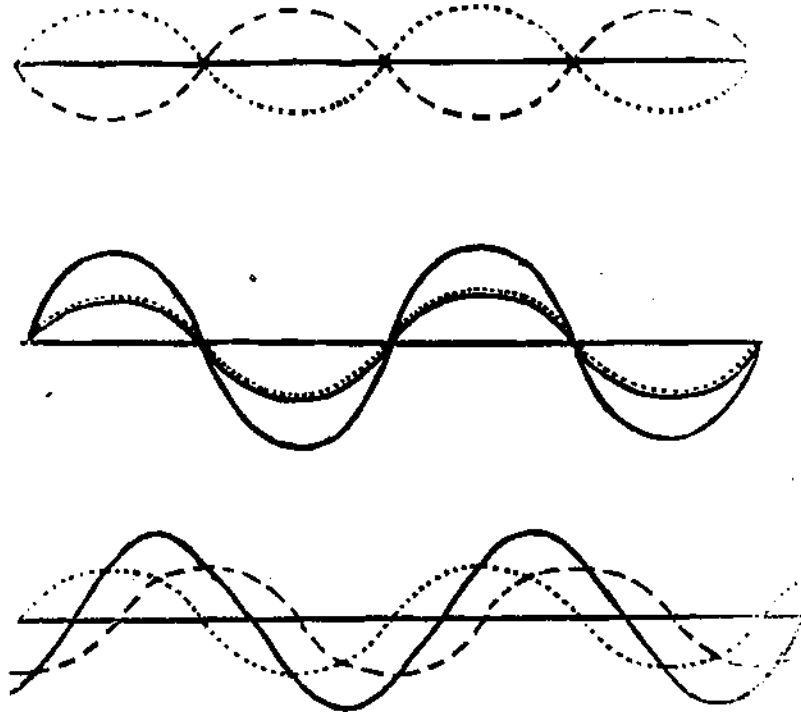


圖 十 五

以上所述之數種情形，均視其原有波鍊狀態角之差及波長之大小而定。

#### 波之速度

波動經過一介體，視此介體特性之不同，波速亦隨之而各異。當波動由介體而傳播時，其必具之條件：（1）在介體中之小份子，受波原衝擊，而發生運動（或擺動）；該份子自身，必獲有相當之動能。（2）一份子，因其四周相對之排斥位置關係，必發生一反作用，此反作用有使該份子回至原位置之趨勢。故必須相當之工作，當發生位置排斥時，方可愈此反作用。由是可知介體之份子，必獲有相當之勢能。茲將其傳導速度之數則，分別述之如下：

##### A. 在氣體中波之傳導速度：

一波徑(Wave path)上之氣體，每個份子，均作相似之擺動；此擺動之方向，係與波之傳播方向平行（例如縱波在空氣中）。

設圖十六中，HPQK 表空氣中之一波動， $V$  為單位時間之速度（從A到B）；當發生速度 $V$ 時，單位面積所受之外力為 $f$ ；空氣未受擾動時之壓力為 $P$

M點之壓力為 $P + P_M$ ，N點之壓力為 $P + P_N$ ；則在MN間之內力為 $P_M - P_N$ 。故每單位面積上所受力等於 $\frac{P_M - P_N}{MN} + f$ ，由此可求出在N點之加速度A

$$A = \frac{P_M - P_N}{\rho MN} + \frac{f}{\rho} \dots\dots(1)$$

((1)式中 $\rho$ 為空氣之密度)

又令 $V_M$ 為在M點時之速度變遷， $V_N$ 為在N點時之速度變遷：由M到N所需之時間為 $(MN/V =) t$ 。

$$\therefore A = \frac{V_M - V_N}{\frac{MN}{V}} = V \cdot \frac{V_M - V_N}{MN} \dots\dots(2)$$

由(1)，(2)兩式，則可得

$$\frac{P_M - P_N}{\rho MN} + \frac{f}{\rho} = V \cdot \frac{V_M - V_N}{MN} \dots\dots(3)$$

$$\text{或 } V = \left( \frac{P_M - P_N}{\rho MN} + \frac{f}{\rho} \right) \bigg/ \frac{V_M - V_N}{MN} = \frac{P_M - P_N + f \cdot MN}{\rho (V_M - V_N)} \dots\dots(4)$$

$$\therefore V_M - V_N = A \frac{MN}{V} = at = V$$

$$P_M - P_N + f \cdot MN = F \text{ (全壓力或全作用力)}$$

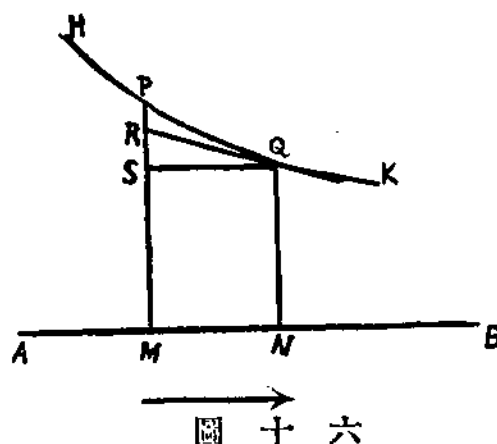
$$\therefore V^2 = \frac{F}{\rho}, \quad V = \sqrt{\frac{F}{\rho}} \dots\dots(5)$$

若在N點附近之任何地方，其壓力與速度均與N點相同，則可由Q點畫HK之切綫QR，以表其排斥位置；RS為經 $\frac{MN}{V}$ 秒點時排斥位置之變遷(圖十六)

$$\text{故 } RS \bigg/ \frac{MN}{V} = V_N, \text{ 或 } \frac{V_N}{V} = \frac{RS}{MN} \dots\dots(6)$$

但在實際上，RS為MN之體積變遷， $\frac{RS}{MN}$ 為單位體積之體積變遷

$$\therefore P_N = E \text{ (空氣之bulk-elasticity)} \times \frac{RS}{MN}$$



$$\text{或 } \frac{P_N}{E} = \frac{RS}{MN} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{從 (6), (7) 兩式 } \frac{V_N}{V} = \frac{P_N}{E}$$

$$\text{同理, } \frac{V_M}{V} = \frac{P_M}{E}$$

(因  $\frac{RS}{MN}$  為極小之數, 故 (6), (7) 兩式中之  $\frac{RS}{MN}$ , 可認為相等。)

$$\therefore V_M - V_N = V \cdot \frac{P_M - P_N}{E} \dots\dots\dots (8)$$

以(8)代入第(3)式,

$$\frac{P_M - P_N}{\rho MN} + \frac{f}{\rho} = \frac{V^2}{E} \left( \frac{P_M - P_N}{MN} \right), \text{ 或 } f = \frac{P_M - P_N}{MN} \left( \rho \frac{V^2}{E} - 1 \right) \dots\dots (9)$$

$$\text{若 } \rho \frac{V^2}{E} - 1 = 0, \text{ 則 } V = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (10)$$

故知無外力作用時,  $V$  之值則不變。

上述之波速關係, 最先為牛頓所發明。其假定為增加之壓力, 與原有之壓力之比, 等於所減少之體積, 與原有之體積之比。此假定恰與 Boyle 氏定律相符合。令  $P, \nabla$  為原有之壓力及體積,  $P, V$  為所增之壓力及所減之體積。

$$P\nabla = (P+P)(\nabla - V) = P\nabla + P\nabla - PV - PV$$

因  $P, V$  之值極小, 二者之乘積則近於零, 故可不計。

$$P\nabla = P\nabla, \therefore E = \frac{PV}{V} = P \dots\dots\dots (11)$$

引用(11)式中之結果, 牛頓找得之速度  $V = 979 \text{ ft. / sec.}$ , 若在標準狀況之下, 速度  $V_0 = 28000 \text{ cm. / sec.}$  或  $920 \text{ ft. / sec.}$

在1816年前, Laplace 氏發現空氣之彈性, 由(11)式中之所得之值, 難免不發生差誤。若就(11)式而言, 僅能適用於溫度恒不變, 其因壓力變更所生之溫度變更, 係假定完全消滅於四週空氣之傳導及輻射。其實在一密波中, 溫度升高之量甚大; 同樣在一疎波中, 溫度降低之量亦甚大。故在此兩兩形中, 彈性必較大。Laplace 氏假定溫度為絕緣, 既不受空傳導之影響, 又不受輻射熱之

作用；其變遷係完全依照熱絕緣 (Adiabatic) 之範圍。

$$P\bar{V}^k = C \text{ (常數)} \dots\dots\dots(12)$$

引用微分法， $\bar{V}^k dP + KP\bar{V}^{k-1} d\bar{V} = 0$

$$dP + KPd\bar{V}/\bar{V} = 0, \quad \text{或} \quad \frac{dP}{P} + K \frac{d\bar{V}}{\bar{V}} = 0 \dots\dots\dots(13)$$

然在  $(P + \Delta P)(\bar{V} + \Delta \bar{V}) = P\bar{V}$  中  $\Delta P$  為正時， $\Delta \bar{V}$  必為負；故 (13) 式可寫成

$$dP/P = -Kd\bar{V}/\bar{V}, \quad \text{即} \quad p/P = K \frac{V}{\bar{V}} \dots\dots\dots(14)$$

若  $P$  與  $V$  均甚小，則熱絕緣彈性  $E = P\bar{V}/V = KP$

$$\therefore V = \sqrt{KP/\rho} \dots\dots\dots(15)$$

但由此求得之  $V$ ，常因空氣中濕度之變更，而稍有不同。令  $\rho_0$  為乾燥空氣 (在  $P = 760\text{mm.}$  及  $0^\circ \text{C}$  時) 之密度， $\rho$  為實驗時空氣之密度；

$$\text{則 } V_0 = \sqrt{KP/\rho_0}, \quad V = \sqrt{KP/\rho},$$

$$V_0/V = \sqrt{KP/\rho_0} / \sqrt{KP/\rho} = \sqrt{\rho/\rho_0}.$$

$$\therefore V_0 = V \sqrt{\rho/\rho_0} \dots\dots\dots(16)$$

有時因溫度之改變， $V$  之值亦隨之而異。設  $P = C\rho(1 + \alpha t)$  (此處  $C$  為常數， $\alpha = 0.00367$  在  $t^\circ \text{C}$  時)；

$$V = \sqrt{KP/\rho} = \sqrt{KC\rho(1 + \alpha t)/\rho} = \sqrt{KC(1 + \alpha t)}$$

$$\text{若 } t = 0^\circ, \quad V_0 = \sqrt{KC}, \quad V/V_0 = \sqrt{1 + \alpha t},$$

$$\therefore V = V_0 \sqrt{1 + \alpha t} \dots\dots\dots(17)$$

十八世界之初，Derham 氏找出風對於波速之影響。例如音波在空氣中傳遞，若空氣本身在運動，則所欲測之波速 (即以地球表面之一點為標準，所測得之速度)，為波在靜空氣中之波速，與風之速度，二者組合之結果速度。

圖十七中， $C$  為音波之出發點， $AC$  為風速  $V$  之方向  $CB$  與  $CB'$  為波速  $V$  之方向 (在靜空氣中)；令  $AB$  等於  $V_1$ ， $AB'$  等於  $V_2$ ，則  $V_1, V_2$  為一直線上相反方向之結果波速。畫  $CD$  垂直於  $BB'$ ，

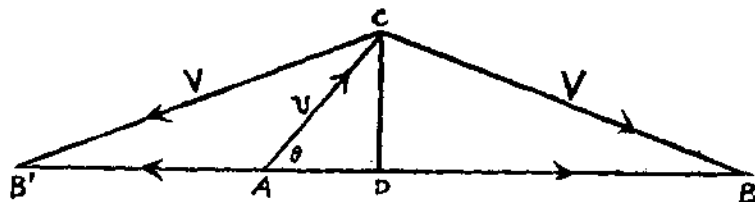


圖 十 七

$$V_1 = BD + AD = \sqrt{V^2 - v^2 \sin^2 \theta} + v \cos \theta \dots \dots \dots (18)$$

$$V_2 = B'D - AD = \sqrt{V^2 - v^2 \sin^2 \theta} - v \cos \theta \dots \dots \dots (19)$$

將(18)(19)兩式展開之，

$$V_1 = V \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2 \sin^2 \theta}{V^2} - \frac{1}{8} \frac{v^4 \sin^4 \theta}{V^4} - \dots \dots \dots \right) + v \cos \theta \dots \dots \dots (20)$$

$$V_2 = V \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2 \sin^2 \theta}{V^2} - \frac{1}{8} \frac{v^4 \sin^4 \theta}{V^4} - \dots \dots \dots \right) - v \cos \theta \dots \dots \dots (21)$$

當  $v$  為甚小，而  $V$  為甚大時， $\frac{v}{V}$  之二次以上者，可略去之。

$$\therefore V_1 = V \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2 \sin^2 \theta}{V^2} \right) + v \cos \theta = V \left( 1 + \frac{v \cos \theta}{V} - \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2V^2} \right) \dots \dots \dots (22)$$

$$V_2 = V \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2 \sin^2 \theta}{V^2} \right) - v \cos \theta = V \left( 1 - \frac{v \cos \theta}{V} - \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2V^2} \right) \dots \dots \dots (23)$$

令  $BB' = L$ ,  $T_1$  與  $T_2$  為  $V_1$  與  $V_2$  經過  $BB'$  距離所需之時間， $T$  為二者之平均植：

$$\text{則 } T_1 = \frac{L}{V_1}, \quad T_2 = \frac{L}{V_2}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{T_1 + T_2}{2} = \left( \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} \right) / 2 = \frac{L}{2} \left( \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \\ &= \frac{L}{2} \left\{ \frac{1}{V \left( 1 + \frac{v \cos \theta}{V} - \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2V^2} \right)} + \frac{1}{V \left( 1 - \frac{v \cos \theta}{V} - \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2V^2} \right)} \right\} \\ &= \frac{L}{2} \left\{ 1 + \frac{v^2}{2V^2} (1 + \cos^2 \theta) \right\} \end{aligned}$$

$$\therefore V = \frac{L}{T} \left\{ 1 + \frac{v^2}{2V^2} (1 + \cos^2 \theta) \right\} \dots \dots \dots (24)$$

若  $v^2/V^2$  之值近於零，則  $V = \frac{L}{T}$

B. 在固體中之速度：

1. 經過彈性固體之波動速度。令 ABC 為波曲線之一極小部分，B 為最高點；經過 ABC 作一圓 O，其半徑等於 r，AB 弧等於 BC 弧。又 EDFG 為一彈性介體之側面圖，EG 及 DF 兩端之橫斷面為 A。AM = CM =  $b_1$ ；故 EDFG 之體積等於  $2b_1A$ 。若此彈性體之密度為  $\rho$ ，則其向心力  $F = 2b_1A \cdot \rho V^2 / \gamma$ 。

假設 EDFG 上所受之變形壓力 (Shearing Stresses) 等於 f，當 f 作用於 EG 面上時，DF 被推至 HK；因彈力及惰性之關係，從 HK 復彈回 DF，再將 EG 推至 SR，然後又回至 EG，如是作一繼續之單調和運動。

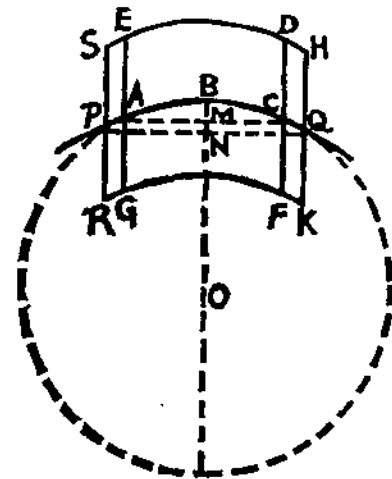


圖 十 八

$$\text{令 } BM = C_1, \quad PN = QN = b_2, \quad BN = C_2;$$

$$\therefore b_1^2 = r^2 - (r - C_1)^2 = 2C_1r - C_1^2 = 2C_1r,$$

(當 ABC 為極小時， $C_1^2 \rightarrow 0$ ，故可省略之。)

$$\text{同理， } b_2^2 = r^2 - (r - C_2)^2 = 2C_2r - C_2^2 = 2C_2r;$$

$$\therefore b_2^2 - b_1^2 = 2C_2r - 2C_1r = 2r(C_2 - C_1),$$

$$\text{或 } \frac{C_2 - C_1}{b_2 - b_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{b_2 + b_1}{r}$$

但在 DF 與 HK 間之距離為極小時， $b_2$  則可認為等於  $b_1$ 。

$$\therefore \frac{C_2 - C_1}{b_2 - b_1} = \frac{2b_1}{2\gamma} = \frac{b_1}{\gamma} = \text{每單位距離之形態變遷}$$

$$\text{故 } \frac{f}{A} = \frac{b_1}{\gamma} = \eta, \quad f = \eta \frac{Ab_1}{\gamma}. \quad (\eta = \text{硬度係數})$$

如上所述，在EGSR一部份，亦必有一反作用力 $f$ ；此兩部份之作用力（在ABC弧上）之和，一定等於向心力 $F$ 。

$$\therefore 2f = F, \quad \text{即 } 2\eta \frac{Ab_1}{\gamma} = \frac{2Ab_1 \cdot \rho V^2}{\gamma}$$

$$\therefore V^2 = \frac{\eta}{\rho}, \quad V = \sqrt{\frac{\eta}{\rho}}$$

故經過彈性介體之波動速度，與此介體硬度係數（Rigidity of the elastic medium）之平方根成正比，與其密度之平方根成反比；波之長短，實與之無關。

又設 $F$ 為一彈性固體中每個份子所施之反作用力（當波之振幅為 $a$ 時）；若每單位體積中有 $n$ 個份子，則體積EDFG中必有 $N \times 2Ab_1$ 個份子。假定EDFG沿波之曲綫移動，當其達最高點時，所生之向心力，與各份子之反作用力之和必被DF與EG面上之變形壓力所抵消。

$$\frac{2Ab_1 \rho V^2}{\gamma} + 2Ab_1 n F = \frac{2\eta Ab_1}{\gamma}$$

$$\therefore \eta / \rho - V^2 = \gamma n F / \rho$$

從第(2)式,  $F = fa \frac{T_1^2}{T^2 - T_1^2}$

$$\text{令 } \eta / \rho = V_c^2, \quad \therefore V_c^2 - V^2 = ra \frac{nf}{\rho} \frac{T_1^2}{T^2 - T_1^2} \dots\dots\dots (a)$$

圖十八中DBE為由單調和運動（振幅為 $a$ ，週期為 $T$ ）GHKM所成之波曲綫

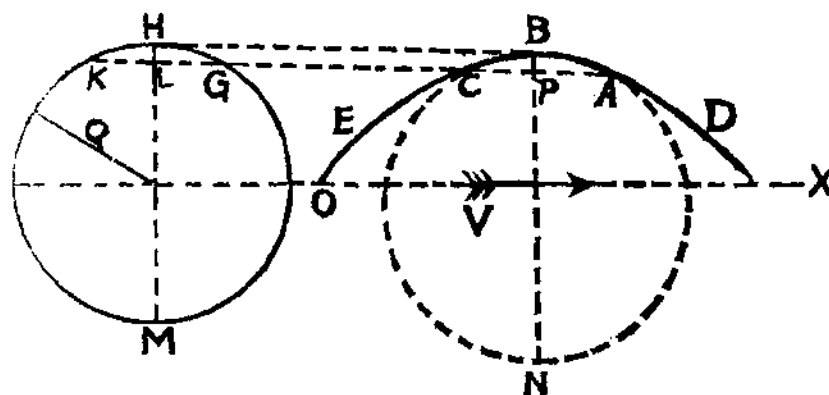


圖 十 八

之一部， $\widehat{AB} = \widehat{BC}$ ， $B$ 為最高點（波峯）， $BN$ 垂直於 $AC$ ；以 $ABC$ 弧作一圓 $ABCN$ ，此圓之圓心必在 $BN$ 綫上。若此圓之半徑為 $\gamma$ ，一份子經 $AB$ 弧所需之時間

爲  $t$ ,  $BP = \delta$ ,  $PA = Vt$ ,

$$\therefore \frac{PN}{PA} = \frac{PA}{PB} \quad \text{即} \quad \frac{2\gamma - \delta}{PA} = \frac{PA}{\delta};$$

$$\therefore 2\gamma\delta - \delta^2 = (PA)^2, \quad \text{或} \quad 2\gamma\delta = (PA)^2 = (Vt)^2.$$

(因  $\delta$  爲值甚小, 故其平方可略而不計。)

$$\delta = (Vt)^2 / 2\gamma$$

又由GHKM圓中,  $HL = \delta$ ,

$$(2\pi at/T)^2 = 2a\delta = 2a(Vt)^2 / 2\gamma,$$

$$\therefore \gamma a (2\pi/T)^2 = V^2, \quad \gamma a = (VT/2\pi)^2.$$

以此值代入(a)式中,

$$V_0^2 - V^2 = nf \frac{T_1^2}{4\pi^2 \rho} \times V^2 \frac{T^2}{T^2 - T_1^2} \dots\dots\dots (b)$$

$$\text{令 } f T_1^2 / 4\pi^2 \rho = K,$$

$$\frac{V_0^2}{V^2} - 1 = nK \frac{T^2}{T^2 - T_1^2}$$

若  $T > T_1$ ,  $\frac{V_0^2}{V^2} - 1$  等於正數, 故  $V < V_0$ .

$T < T_1$ ,  $\frac{V_0^2}{V^2} - 1$  等於負數, 故  $V > V_0$ .

2. 在繩上波之傳播速度.

令左向之波速爲  $V$ , 繩向右運動之速度亦爲  $V$ ; 於波上任取一段  $QR$  (如圖十九), 使其長等於  $l$  且爲某圓周上之一弧段。於  $Q, R$  兩點, 作兩切綫  $QT$

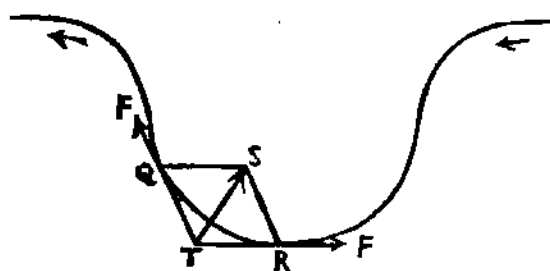


圖 十 九

,  $TR$  及平行四邊形  $QTRS$ 。(  $TQ = TR = V$  )。若繩之每部均過  $Q$  而達  $R$ , 其所經之時間爲  $t$ ; 則有一加速度  $a$ , 向圓心作用 ( $TS$  之方向)。



$$\therefore \frac{TS}{QT} = \frac{at}{V} \dots\dots\dots (1)$$

因為作用于QR弧段之力，係繩之張力所發生之相等力量F；若繩單位長度之質量為M，QR=ml， l=Vt， 則QR=m Vt；

$$\therefore \frac{TS}{QT} = \frac{mvta}{F} \dots\dots\dots (2)$$

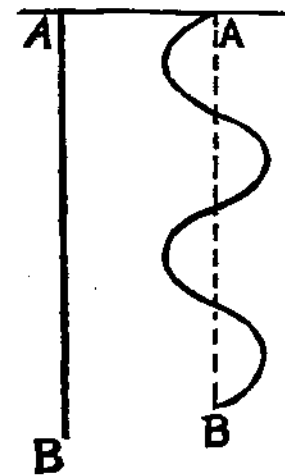
從(1),(2)兩式，可得  $\frac{at}{v} = \frac{mvta}{F}$ ，  $mv^2 = F$ ，

$$\therefore V = \sqrt{F/m} \dots\dots\dots (3)$$

故在繩上波之速度，僅與質量及張力有關係。

波之反射

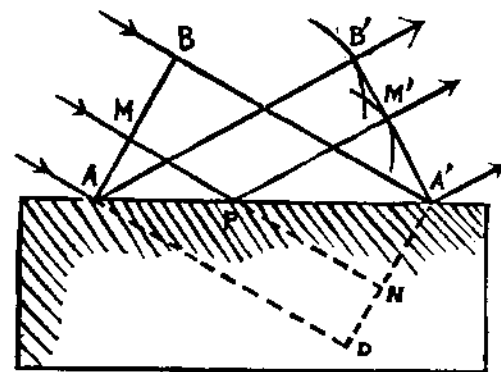
繫一繩於A點上，然後輕擊B端，使之生一波鍊。當波達於A點時，立即被反作用之彈力逆轉，而起一反方向之波動；似此類之現象，通稱之為波之被反射，或波動之反射作用。



圖二十(a)

例如日光，透射於平面鏡上時，因介體之密度不同，能透過之光波亦必有增減。故不能透過之光波，藉反作用及彈力之作用，立即被射回，使向反方向進行。若光綫之平面與鏡面成斜交時，則透射綫與法綫所成之角

，等於反射綫與法綫所成之角（如圖二十b）



圖二十(b)

又圖二十一中，a, b, c, d, e, f, g, h為大小相等之彈性擺球。若將a舉至a'，而使之自由下墜，則a因所得之位置能而作一擺動。當a擊於b上時，b亦作同樣之擺動，而傳遞此能力於c，及至傳

至h時，因固定碍物之阻擋，施一方向相反之壓迫（compression）。迨此相

反之能力波傳至a時，a必被此能力擊出，若無磨擦及其他能力之消失，則a必越至a'而後止。似此往返不止，有如山谷中之呼聲，誠可為波動反射之一明例。

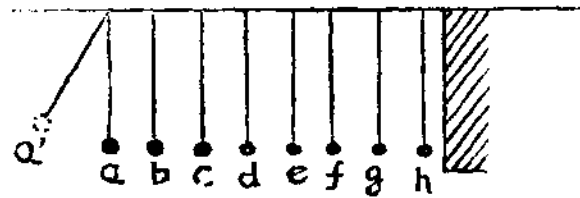


圖 二 十 一

波之曲折

波動由他一介體而過另一密度不等之介體時，若能透過此媒物，波徑必被曲折，而向他方向進行；故起曲折之原因，大部份係因為介體之密度變遷。波徑與垂直介體表面之法綫所成之角，及波徑被曲折後與法綫之交角，二者之比，為該媒介體之曲折率。例如日光由空氣中射入水內，則起圖所表之曲折現象。

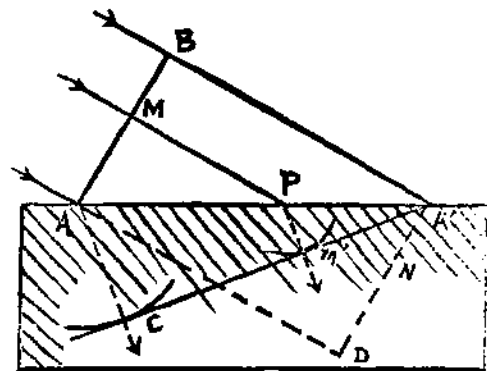


圖 二 十 二

令AB為光波進行之平面綫，七秒鐘後，A達於C，B達於A'，AC垂直於A'C。波在空氣中之速度為 $V_0$ ，在水中之速度為 $V$ ；若波無曲折現象，七秒鐘後，A達於D，P達於N，故  $\frac{AC}{AD} = \frac{vt}{v_0 t} = \frac{V}{V_0}$

在三角形ACA'與A'PM'中， $\frac{PM'}{AC} = \frac{A'P}{A'A}$ ， $\frac{A'P}{A'A} = \frac{PM'}{vt}$

在三角形ADA'與A'PN中， $\frac{PN}{AD} = \frac{A'P}{A'A}$ ， $\frac{A'P}{A'A} = \frac{PN}{v_0 t}$

$$\therefore \frac{PM'}{PN} = \frac{AC}{AD} = \frac{V}{V_0}, \text{ 或 } \frac{AC}{A'B} = \frac{V}{V_0}$$

$$\therefore \frac{PM'}{A'P} = \sin \angle PA'M' = \sin r,$$

$$\frac{PN}{A'P} = \sin \angle PA'N = \sin i$$

$$\therefore \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{PN}{PM'} = \frac{V_0}{V}$$

### 波動之能力及強度

一擺動物體之能力，與其擺幅之平方成比例，且此能力係藉波動而播揚。在一定之位置及一定距離，波動之強度，與垂直面（此面與波之傳播方向垂直）上一單位面積每秒鐘所受波動能力之量成比例。故波動之強度，與振幅之平方及波速均成正比。

A. 求傳遞單調和運動波 (Simple Harmonic Waves) 之固體，

其單位體積之平均能力：

一擺動彈性物體，在其經過平衡位置時，所有能力之量（勢能及動能）為極大。若經此彈性體之波，為單調和運動式（振幅為  $a$ ，週期為  $T$ ），彈性體之體積為  $V$ ，密度為  $\rho$ ；則速度  $u = \frac{2\pi a}{T}$ ，其經過平衡位置之動能  $E = \frac{1}{2} mu^2 =$

$$\frac{1}{2} \rho V \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2; \text{ 故每單位體積之最大動能 } e = \frac{1}{2} \rho \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2.$$

但因從平衡位置向外擺動時，動能則漸次減小，及至擺距達於最大時，動能乃完全消失，故其間每單位體積之平均動能  $\bar{e} = \frac{1}{4} \rho \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2$ 。

圖二十三(a)中，ABCD 為經過平衡位置之彈性體斷面，EF 為波曲綫之一極小段。設 PQ 為波軸， $\theta$  為波曲綫與軸之交角，EG 垂直於 AD；則在 AD 與 BC 面間之形態 (Shear) 變遷為 FG，每單位長度之變遷為  $\frac{FG}{EG}$

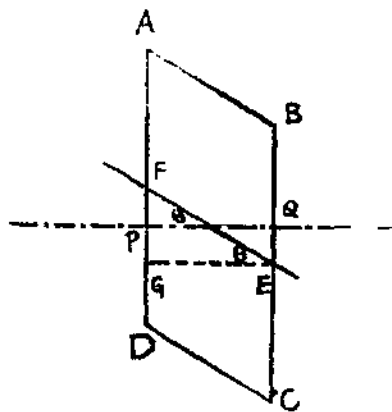


圖 二 十 三 (a)

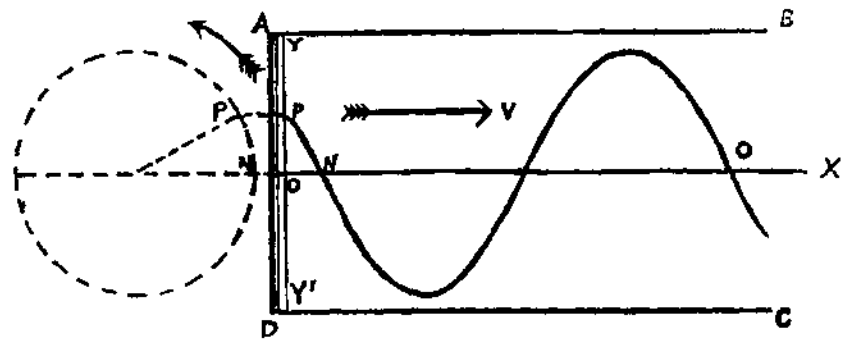


圖 二 十 三 (b)

$$\tan \theta = \frac{FG}{EG} \dots\dots\dots (a)$$

又圖二十三(b)中，當P<sub>1</sub>在N<sub>1</sub>時，P點亦重合於N點上，經dt秒鐘後，P<sub>1</sub>由N<sub>1</sub>轉至P<sub>1</sub>，則P亦由N而達P。因dt之值極小，故可假定N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>並行於OP。

$$\tan \theta = OP/ON。$$

$$\therefore ON = udt, \quad OP = N_1P_1 = \frac{2\pi a}{T} dt,$$

$$\therefore \tan \theta = OP/ON = \frac{2\pi a}{uT} \dots\dots\dots (b)$$

從(a), (b)兩式中,  $\frac{FG}{EG} = \frac{2\pi a}{uT}$

又∵ ABCD中單位體積之勢能  $P = \frac{\eta}{2} \times (\text{單位距離形態變遷})^2$

$$\therefore P = \frac{1}{2} \eta \left( \frac{FG}{EG} \right)^2 = \frac{1}{2} \eta \left( \frac{2\pi a}{uT} \right)^2$$

故彈體中單位體積之平均勢能  $\bar{P} = \frac{1}{4} \eta \left( \frac{2\pi a}{uT} \right)^2$

但前曾求得  $\eta = \rho u^2$ ,  $\therefore \bar{P} = \frac{1}{4} \rho \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2$

由是可知，每單位體積中，勢能之平均量，等於動能之平均量；此二者之和為  $\frac{1}{2} \rho \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2$ 。

依照上之結果，可得結論如下：

(1) 彈性介體中，每單位體積之能，與其密度及振幅之平方乘積成正比例。

(2) 經過一單位垂直面，每秒鐘傳遞之能力(因波動而生)，等於  $\frac{1}{2} \rho \left( \frac{2\pi a}{T} \right)^2 \times u$

B. 設有一球形波(Spherical wave)，E為每秒鐘波傳之能力，AA'為在半徑  $r_1$  之球體上一小面積  $S_1$ ，BB'為在半徑  $r_2$  之球體上一小面積  $S_2$ 。(圖二十四)

則  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$ 。

令  $a_1$  與  $a_2$  爲二者之振幅， $I_1$  與  $I_2$  爲其相當之強度。

$$\frac{S_1 u \rho (\frac{1}{2} \pi a_1)^2}{2T^2} = \frac{S_2 u \rho (\frac{1}{2} \pi a_2)^2}{2T^2}$$

$$\therefore \frac{a_1^2}{a_2^2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{\gamma_2^2}{\gamma_1^2}, \text{ 即 } \frac{a_1}{a_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$$

$$\text{又 } I_1 = \frac{E}{4\pi \gamma_1^2} \quad I_2 = \frac{E}{4\pi \gamma_2^2}$$

$$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{\gamma_2^2}{\gamma_1^2}$$

故波之振幅與距離成反比，波之強度與距離之平方成反比。

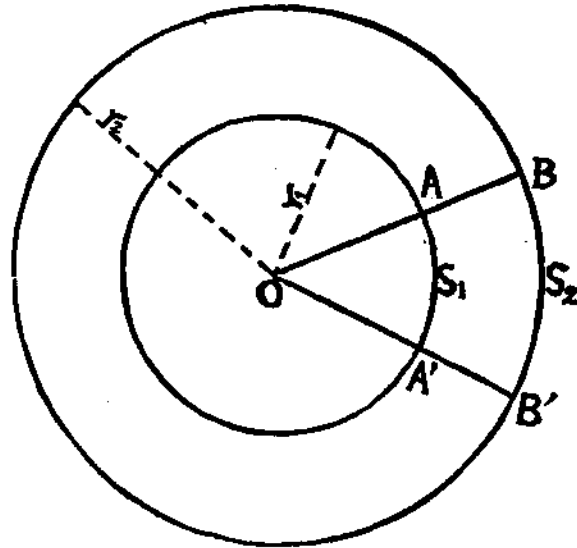


圖 二 十 四

波之干涉

設有兩圓形波 (circular waves)，振幅及一切之條件均相等，且同時由液面上 A，B 兩點發出(如圖二十五，密波以實綫表之，疎波以稀綫表之)。當此

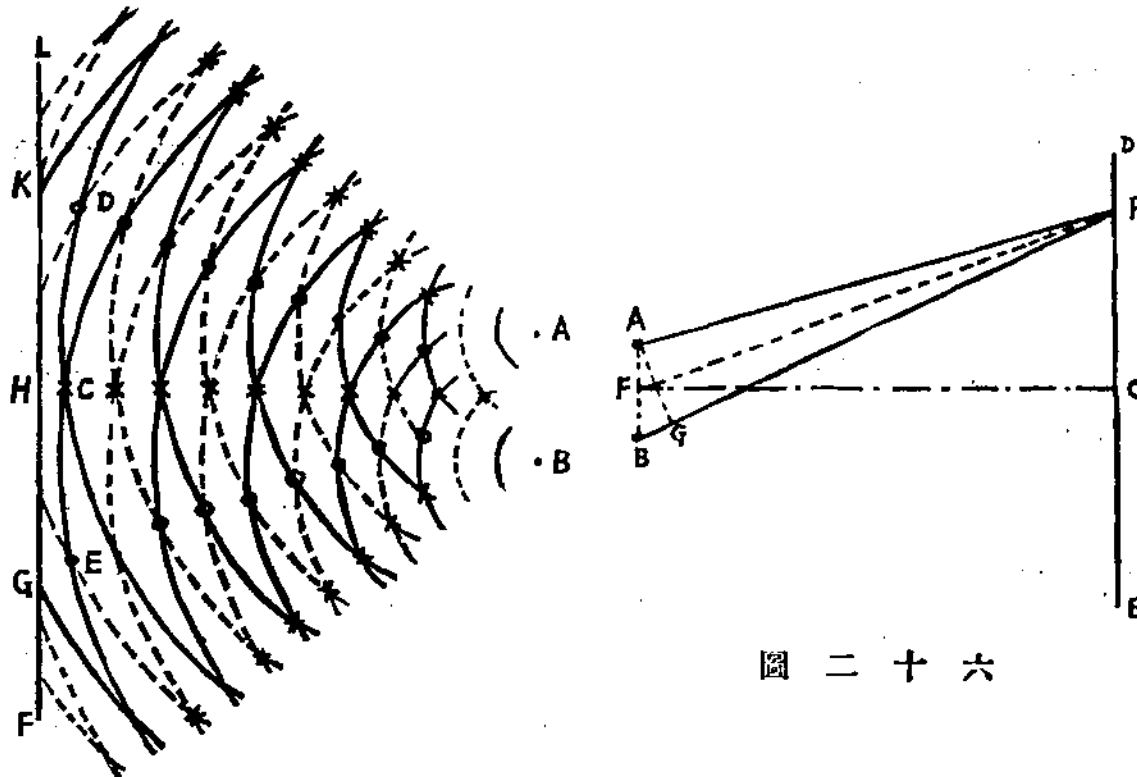


圖 二 十 五

圖 二 十 六

二波達於以×標明之點時，兩密波或兩疎波重合一處，同時進行，故其振幅之和為原有之二倍。然當其達於以○標明之點時，則為一密波與他一疎波重合；因二者振幅方向相反，大小相等，故其振幅之和等於零。圖中以○標明之各處，均無波動之現象發生，似此現象，通稱為波之互相干涉 (Interference)。

如上所述，設A, B 為兩光波之出發點，(狀態角 Phase 相同或兩狀態角之差恆為常數，) DE 為一幕，置於A, B 之前 (圖二十六)。從A B 作一垂直平分綫FC，使FC 垂直於D E。若此二波從 A, B 同時進行，AC則等於 BC；即二者之密波 (或疎波)，同時達於 C，故 C 點為極亮。又在 DE 上任意一點P 上，連結AP, PF及BP；取P為圓心，AP 為半徑，作一弧 AG。假定  $\frac{AB}{PA}$  為極小 (與零相近)，AG弧則可認為一直綫，與PF及BG成正交。若BG之長等於波長  $\lambda$  之半，從B 點發出之波必較A 點發出者遲半週期而達P 點 (即二者到P點時狀態角之差為  $\pi$ )，故P為一暗點 (干涉點 Point of interference)。

圖二十六中三角形 PCF，與三角形ABG 相似，

$$\frac{CP}{FP} = \frac{BG}{AB} \quad \frac{x}{S} = \frac{BG}{d} \circ$$

$$\therefore BG = (n + \frac{1}{2})\lambda \quad n=0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$\therefore x = \frac{S}{d}(n + \frac{1}{2})\lambda$$

若BG之長等於  $\lambda$ ，此二波到P點時之狀態角相等，故P 為一亮點。

$$\therefore BG = n\lambda, \quad \therefore x = \frac{S}{d}n\lambda$$

$$\text{若 } n \text{ 以 } n+1 \text{ 代之,} \quad \text{則 } x = \frac{S}{d}(n + \frac{3}{2})\lambda$$

$$\text{或 } x = \frac{S}{d}(n+1)\lambda$$

$$\text{故知 } n \text{ 與 } n+1 \text{ 所生兩暗點距離 } D = \frac{S}{d} \left\{ (n + \frac{3}{2})\lambda - (n + \frac{1}{2})\lambda \right\} = \frac{S}{d}\lambda$$

$$\text{所生兩亮點距離 } D' = \frac{S}{d} \left\{ (n+1)\lambda - n\lambda \right\} = \frac{S}{d}\lambda$$

$$\text{且 } D = D' \circ$$



## 道 路 談

### 高 憲 鈞

#### 一 築路之步驟

##### ( 1 ) 踏查

路線之選擇：道路之建築，其最大目的，為利彼此之聯絡，便行旅之往來，及貨物之運輸。然為工程師者，更不能不顧及國家之行政及軍事等作用，雖曰以上各項，均甚符合；而經濟之支出，工程之難易，又不能全然漠視。且也築路之工程，固須詳作顧慮；然微有差誤，亦僅限於工程之一小部份，至多尚不至影響於整個之計劃，尚有補救之餘地也。而路線之選擇則不然，若選擇稍有所錯誤，不特糜費工程，且事成後無移動之可能，此實築路時，最重要之一問題也。故路線之就此就彼，工程師實應詳加考慮；據一般人所知者，路固以直為貴；蓋直則短，短則省時也。然事實則非如此簡單，如山嶺重疊之地，直則非開山即鑿洞，或成極陡之斜坡；而前兩點均耗費大，尤以鑿洞更多種種之困難，後之一點，不特甚危險於行旅，且實際亦大耗金錢與時間；如一馬本可引某種之重物，而於陡峻之斜坡則不能，其他之車輛亦然，上坡固困難，下坡更危險。故在此種情形下，則不能直，而須設法繞道或改綫；又若水道縱橫，須多建橋梁；但因河岸沙土鬆，或跨過大川等，均須另行設法，而不能強取直線架橋，在第一點尚只多費工程，而第二點既耗工費，且其水道多有變遷，復貽後患，至最後一點，工程浩大，建築不易，而又大費金錢，久難成功，為築路者所避。然實際如必不可避，則須擇其河身最狹，而兩岸最堅實者。又若村落錯雜，則以不作巨大破壞為惟一目標，並選定重要之村落經過之，庶使助長道路之發展。若道路與河流平行者，則須與河流隔較遠之距離，以防河岸



崩塌危險。總之路線之選擇須以需要最殷，抵抗最小，危險最少，經費最省為原則。故路線經過高地，必取其最低點；路線過低地，必擇其最高點；以期其一高一低之間，得適宜之點。而土方之數或因而最省。倘有河道必擇其狹；村舍非至不得已時，不加破壞，因破壞既耗工事，復召民怨，雖至情勢所逼時，亦須減至最輕之限度。若無礙於以上所述各條件，則可盡為筆直。然尚有人主張為情況雖許以直線，亦無妨時作曲線而改變方向，蓋筆直之道路，一目無餘，極使旅客生不快之感。若時轉方向，則景物時異，路雖迢遙，而行旅者覺其愉快，而不生苦惱，此實有相當理由。選線之責任甚大，除遵上舉之數事外，其他則須恃工程師智識之高下，經驗之豐少，眼光之遠近，而作判斷也。

踏查之目的：踏查之目的，在以簡單之手續，銳利之眼光，選擇數條路線，以為築路之初期準備。然後施以初測，將其路線繪成圖形，而作紙上之比較。從表面觀之，似乎無何關係。蓋路線之決定，尚須經草測之決定。實則不然，蓋此步工作，若不持慎重之態度，則或所選之路線不完妥；而虛耗工程之費；或所選之路線過多，費初測之時日及人工，定線更因之不易得良好之比較。故踏查之目的，即在於選擇良好，而數目少之路線，作初測之準備。

踏查時之注意點：踏查之目的及其重要，已如上述。然其所負之使命，實不僅選擇初測之路線，同時更須注意下列之各點：——

a. 沿途之材料供給：築路之主要元素為兩種：即人工及材料。故築路之經費，常隨此二者而變更，今若以人工為相等，則材料之貴賤，更關重要。故於踏查時，對於附近之材料供給，應作詳盡之記載，則日後動工時，既無須臨時倉卒，且復助築路之方便。

b. 路長之估計：路長與工費或正比例，此固理所至明。故此時亦應作較切實之估計藉為去取之助，而減輕初測之工作，與定線之麻煩。

c. 道路近旁人口之估計：道路之闊度與需要成正比例，亦即與附近人口成正比例；雖有特殊情形，而不能盡作如是觀，然普通言之，則實必然之事實；

故應記載而作後日路闊之決定。

d. 道旁農工商業之調查：若道旁農工商業甚發達者，則此等路應注重於各種產品之運輸而略寬，不能只以人口而定。且此等路面須特別堅固耐久，否則修繕之費，實不賚矣。

e. 水道之記載：此等記載，為決定日後架橋數之用，並為工價估計之據。且須察問河道之最近情形，以為後日修改之準備。若現今之水道太寬，泥沙因而沉積者，則日後須填築其一部，否則須增寬之，此亦極關重要之一點也。

f. 高水位之調查：水為道路之大害，此盡人皆知，若道路淹沒水中，則可被其沖壞，故此時應調查最高之水位。築路時為防備未然計，路面多高出於最高水位，以免沖壞。

g. 與水道交通之關係：築路者每喜使道路與水道交通聯絡，誠以水陸相接，則舶來品及輸出物，與乎旅客之往來，均可互相轉運。則道路之發達必愈甚。故須觀查是否可能，若行，則日後道路之寬度亦須增加，或預留餘地。

h. 路上各要點之高低約數：此足為土方與坡度估計之幫助，故亦須慮及之。

i. 路線之方向：作道路曲度估計之助。

踏查所應携之儀器及人員：道路之建築，斷無只有一種之作用者：如供旅客往來之道路，未嘗不可用為他項之運輸及國防等。然因道路之地位，種類有不同，主要之需用亦異，築路者宜衡其輕重，以作決定。雖若是，但亦不能一概而論。故踏查時須利用各種之智識，期得最完善之結果。是以最好能得各種熟習之工程師，而作概括之研究。然事實上此類人物殊難多得，故只能擴充人數，羅致各種人才，而各自為考察，然後加以綜合。其結果雖不若一人兼各科之優良，然總不至有所遺漏也。其所用之儀器，大都均以式簡易携者：因其所測者，僅為約數，精粗無甚關係。通常所用者，為記載本，時計，氣壓計，懷中羅針儀，及步數計等；時計及步數計為求距離之約數；氣壓計則用之以定兩

點高低差之約數，——大抵氣壓計中水銀柱低 $\frac{1}{10}$ 吋時，地位約增高80呎；——羅針儀則為測路線之方向，及各路線相交所成之角度。

### (2) 草測

草測之目的：草測為就踏查所得之路線，加以較詳細之測量，將線上或近旁地面上之各種天然物，建築物相關之位置，繪為一圖，及路線之高低曲折，以供工程師作較明瞭之比較；如土方工事之多少，曲線之多少，各段路之坡度，河道之多少及寬狹等。故其目的，即欲於正式築路時，能以最低之代價，收最好之效果。

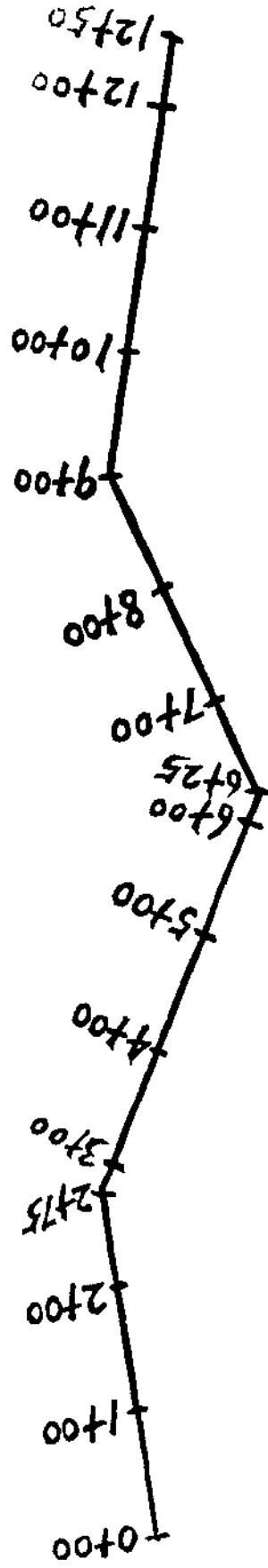
草測之人員及所携儀器：草測之職務甚繁，且負有重大之使命，並為工程之速於完成計，故大都須用較多之人員及儀器。通常多分為三組，除此三組人員外，並須廚司，醫生等；因草測時，遂向前進，勢不能返至駐地，且多行於山野間，若測手遇有微傷，故須醫生看護。其所分之三組如下：

a. 經緯組：經緯組之組織為經緯儀測者一人，前旗手一人，後旗手一人，打樁一人，用鋼尺一人，記錄一人；經緯儀測者只管理儀器，旗手及傳達測者與量者之意思，因有時距離太遠，手勢，呼聲均難辨，其通常所記號為：

1. 準備：高舉旗向左右徐徐動，若對已知者，亦如法答之。
2. 向左或右：以旗垂直向左或右擺動。
3. 恰好者：以旗直立由上而下。
4. 繼續前進：如一測線已盡，而測者尚不知，則隨量者之前旗手以旗向空作圓圈。

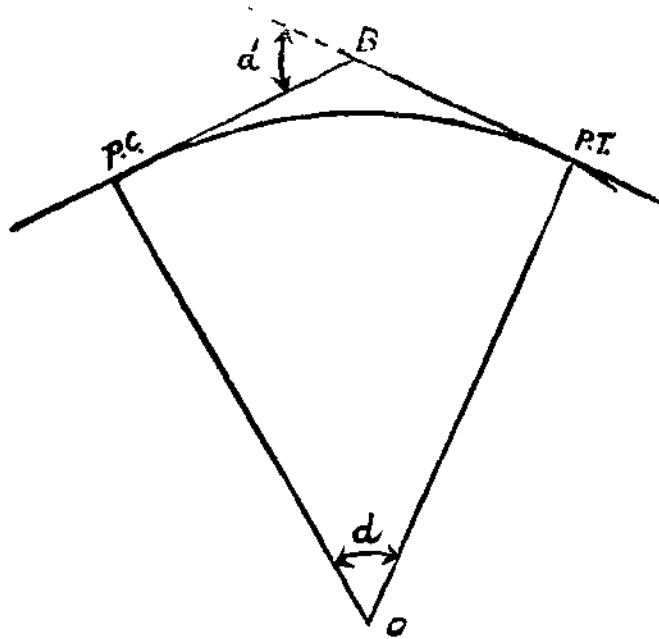
經緯組之工作，主要為測得路線之長度，中心角之大小，並路線之方向等。在測路線之長時，各站必須打一木樁，木樁須深入土中，以防遺失，樁上標明站數，外於兩線交點植一樁，亦標明站數，如圖一，但實際路線絕未有如圖上之屈折然，借以表交點及中途木樁之打法，及記站之數目耳。其次則為測內角及偏角，兩者在同一交點，如圖二：若以偏角為  $d$ ，內角為  $i$ ，則

第一圖



第二圖





第 三 圖

$d+i=180^\circ$ ，而  $d$  即等於中心角，如圖三。P. T. 路線之方向，通常用指南針，然此針所指之方向，各地微有變更，測綫既甚長，不免有差誤之處；且進行之路綫，兩端多不接合，其補救之法，有下列數種：——

1. 天文之糾正法：此法為測北極星與太陽，以求出子午線之方向，即真北方向。

2. 截綫較對法 (By cut off Line)：路線多不接合於兩終點，若加入一綫，使互相接合。

3. 用三角法校正之：以兩點對於一定點之兩角度而校正之。

b. 水平組：水平組之組織，為水平儀測手一人，記錄一人，及水平尺之測手一人；水平儀測手及記錄與經緯組略同，水平尺測手，則持尺立於各站，以定各站之高度。且工作時亦多用手勢，以達意思，其通用者如下：——

經緯組記錄式：

測 線	偏 角		距 離	方 向 角	
	向 左	向 右		讀 數	計 算
AB		40°08'	1407.42	N 25°30'W	N25°43'30''W
BC	2°34'		2009.73	N 28°15'W	N28°17'30''W
CD		0°58½'	1457.45	N 27°15'W	N27°19'00''W
DE		51°51'	3269.58	N 24°30'E	N24°32'00''E

EF		7°49½'	3007.47	N 32°30'E	N32 21'30''E
FG		82°39½'	2456.34	S 65°00'E	S64°59'00''E
GH		107°57'	1576.43	S 43°00'W	S42°58'00''W
HI		11°14½'	1784.95	S 54°15'W	S54°12'30''W
IJ		59°56½'	1963.42	N 66°00'W	N65°51'00''W

- 1.偏左右：若差多者，則以手急揮左或右，少差則微揮之。
- 2.遊標之向上或下：以手平舉掌心向上或下，欲使向上則上動，反之則下動，其多少亦以手動之緩急而定。
- 3.完結：兩手平舉而向下擺動。

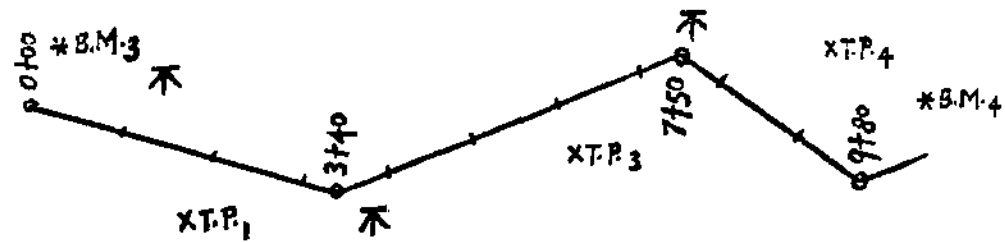
水平組之工作，主要為測地勢之高度。其法初置水平儀於基點（Bench mark）之近旁，定出儀器之高度，然後持標尺立於各站，以水平儀測之，即可測得各站之高度，若前望距離過遠，不能繼續測量，則於線旁找一固定明顯之點，作為轉點（T.P.），精測其高度後，將儀器向前移置於適當地位，以轉點代基點，如前法繼續測量。路線之側面記錄如下：（圖四）

記錄表式：

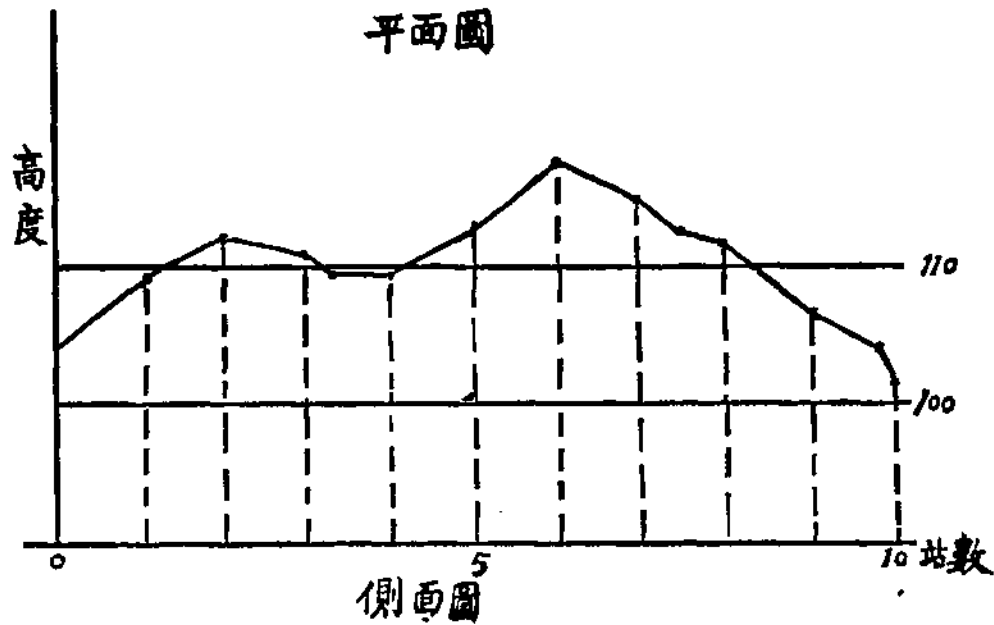
道路側面高低測量記錄					
站 數	後 視	儀器高	前 視	高 度	B.M. & T.P. 高 度
B.M. <sub>3</sub>	12.23	34.98			22.748
0			9.8	25.2	
1			6.6	28.4	
2			3.0	32.0	
T.P. <sub>1</sub>	11.18	44.73	1.43		33.55

3			6.1	38.6	
+65			2.7	42.0	
4			3.7	41.0	
+20.7			5.2	39.5	
5			6.7	38.0	
6			11.2	33.5	
T.P. <sub>2</sub>	3.48	42.59	5.62		39.11

第 四 圖



平面圖



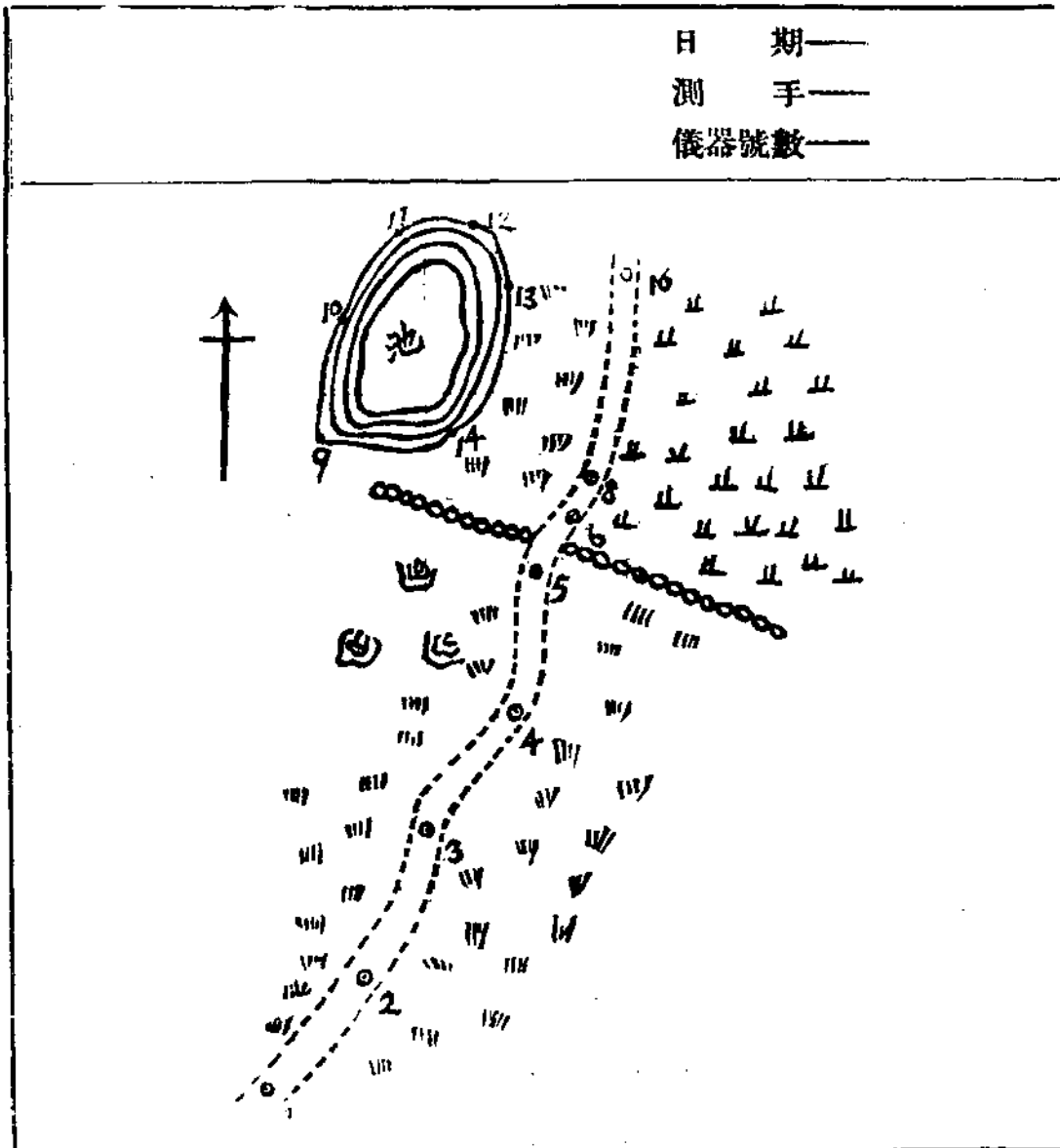
側面圖

C.地形組：地形組之組織，因儀器之不同，亦微有差異，若用平板儀者，持桿者一人，量尺者二人，平板儀測手一人，若經緯儀量距離（Stadia method）者，經緯儀測手一人，記錄一人，持量距桿一人，（Stadia rod man），量尺二人。此種測量以用平板儀為合算，因其能直接作圖也。若用量距線法，則每點須三種記錄，即桿之讀數，及方向，垂直角度，並於記錄本之右頁，須繪一中線，兩旁屋宇，亭園等之相關位置亦須描出。其記錄式如下：（圖五）

量距線法地形測量						
站 數	距 離	磁針B. A.	垂直 $\angle$	高度差	高 度	水平差
不at日2	H.I.=4.5					
1	370	S31° $\frac{1}{4}$ W	-1°10'		792.5	
3	219	N21°E	+2°21'			
不at日4	H.I.=4.2					
3	165	S61°W	-4°00'			
5	401	N59°E	+3°16'			
不at日6	H.I.=4.0					
5	275	S60° $\frac{1}{2}$ W	-2°51'			
7	100	N71° $\frac{1}{4}$ E	+3°16'			
不at日8	H.I.=5.0					
7	259	S45°W	-3°01'			
9	200	N35° $\frac{1}{2}$ W	-6°02'			
10	315	N76°W	+0°31'			
11	501	N55°W	+1°25'			
12	550	N48° $\frac{1}{4}$ W	-3°11'			



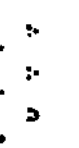

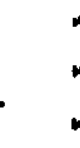








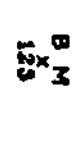







































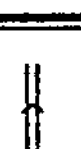








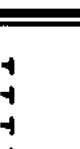





13	350	N37°W	+1°12'		
14	260	N28 W	-5°07'		
15	310	N25'½ E	-4°53'		
不at 16	H.I.=4.6				
15	206	S11'½ W	-2°06'		



第 五 圖

在地形測量中，所通用之各天然物及建築物表號如下：——

 <p>竹林</p>	 <p>稻田</p>	 <p>菜園</p>	 <p>果園</p>	 <p>荒地</p>	 <p>水田</p>	 <p>水田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>
 <p>竹林</p>	 <p>稻田</p>	 <p>菜園</p>	 <p>果園</p>	 <p>荒地</p>	 <p>水田</p>	 <p>水田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	
 <p>竹林</p>	 <p>稻田</p>	 <p>菜園</p>	 <p>果園</p>	 <p>荒地</p>	 <p>水田</p>	 <p>水田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	
 <p>竹林</p>	 <p>稻田</p>	 <p>菜園</p>	 <p>果園</p>	 <p>荒地</p>	 <p>水田</p>	 <p>水田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	
 <p>竹林</p>	 <p>稻田</p>	 <p>菜園</p>	 <p>果園</p>	 <p>荒地</p>	 <p>水田</p>	 <p>水田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	 <p>田</p>	

## (3) 定線

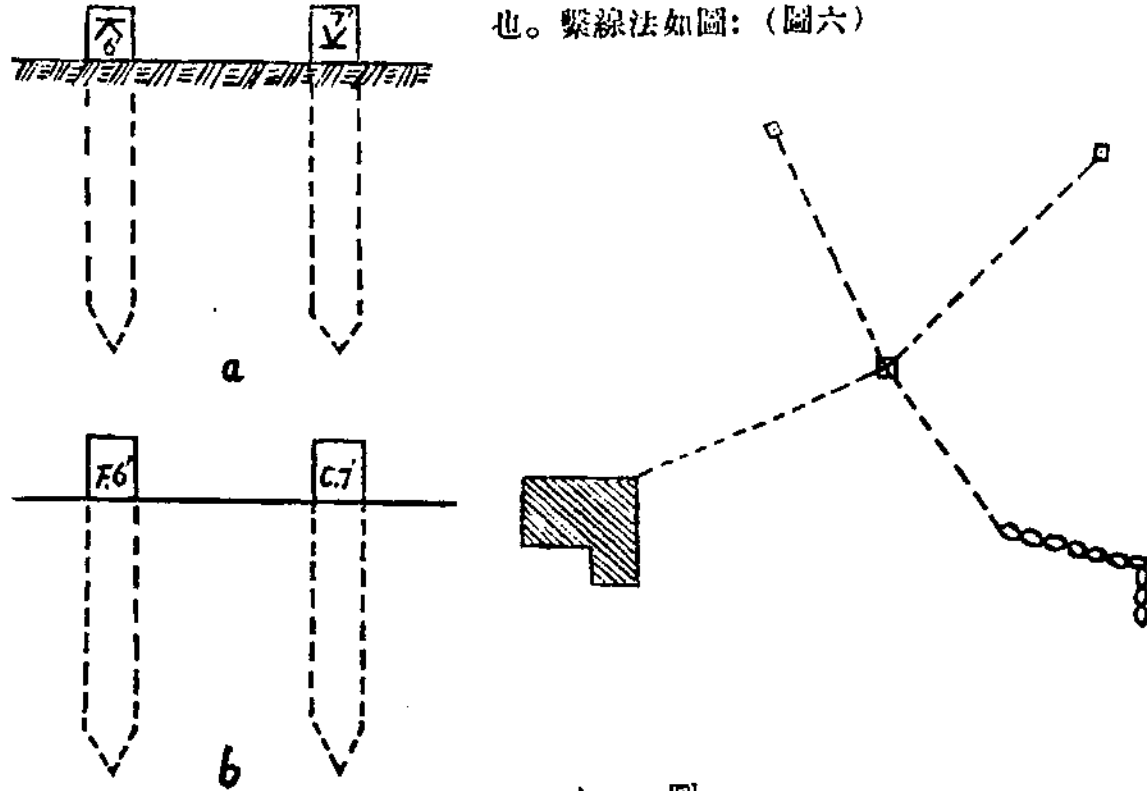
紙上定線：紙上定線者，為將初測所得之結果，作紙上明瞭之比較；如路線之長度，各段之坡長，及土方之多少；以決定各路線之去取，並定一路之垂直曲線及平面曲線之半徑。此種工作實大關重要，將來興工之難易經費之多少，與行旅之安全，均有莫大之關係，蓋若路線太長，則無論如何，必提高經費；若強使作短，則必貽日後無窮之危險；又轉角太小，則日後行駛汽車時，有相撞，出路之危險。故於紙上定線時，實即等於路面之選線，惟以路面之選線之各物，繪於圖上，其比較必更明顯。若在斜坡太大之處則須延長其路線而使其在最大坡度之內；又如橫越山嶺等，亦須比較其為鑿洞，其為繞行；又兩斜坡相遇處，必連以垂直曲線；兩路線兩遇處，更須連以緩和之曲線，其曲線最小半徑，須使行車時無衝撞之危險，與旅客以生命安全之保障；又在斜坡稍大之處，絕不能安置曲線，而保障行車及人行等之安全，山坡繞行時，亦須緩和曲線，並以愈小之坡度愈佳；與河流並行之道路，須築堅固路基，並須隔岸較遠，免河水氾濫時，被水沖塌，以上數點，與道路將來之發展等，均視紙上定線時之精密，周詳，確實與否而定也。

路面之定線：路面定線為施工之初步；此層工作，繼紙上定線而起，將紙上定線所擇定之路線，而轉置於地面上；將紙上定各站之高，並測得之路面高，以定各站之填掘數；並將所求得之曲線半徑，而安置路面之曲線，其步驟可分為三：1. 中心樁之安置，2. 路旁樁之安置，3. 曲線之安置。

中心樁之安置，與初測時相似，每百尺或五十尺，安植一樁，並於樁上書明填掘之尺數，如圖所示。常用記號約為兩種，一為直接書掘或填(C或F)二字；一為以 $\times$ 表掘，以 $\nabla$ 表填其掘填之多少，或以路面高度為準標，如圖a，或以樁端為起點，如圖b。若轉角處之木樁，大抵較大，因其較關重要也；此種樁之周圍多打數小樁，並量其距離，謂之繫線(tide)，若有樹木等，亦可測量樹木與樁心間距離，其最少須三點，蓋二點本可定木樁之位置，然二點中，若

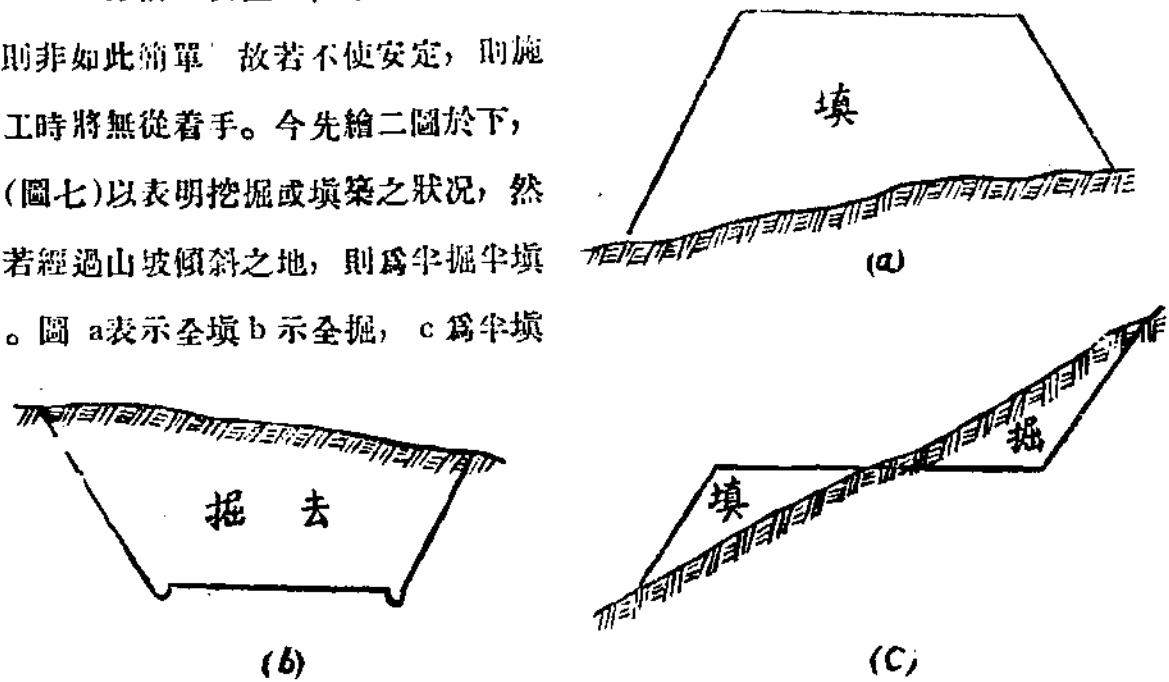
有一點損失或移動，木椿同時亦毀滅者，則無從依據矣。故取三點以防萬一

也。繫線法如圖：(圖六)



第 六 圖

路旁椿之安置，在路之橫斷面上，即等於路面之寬度，亦有須填掘之處，則非如此簡單。故若不使安定，則施工時將無從着手。今先繪二圖於下，(圖七)以表明挖掘或填築之狀況，然若經過山坡傾斜之地，則為半掘半填。圖 a 表示全填 b 示全掘，c 為半填



第 七 圖

半掘。所謂旁裕，即填掘之面與地面相交處所立之裕。此種工作，不僅為施工時重要之工作，且關係於土方之計算，以估計全路之填掘費用。通常計算土方之公式有二，列之於下：——

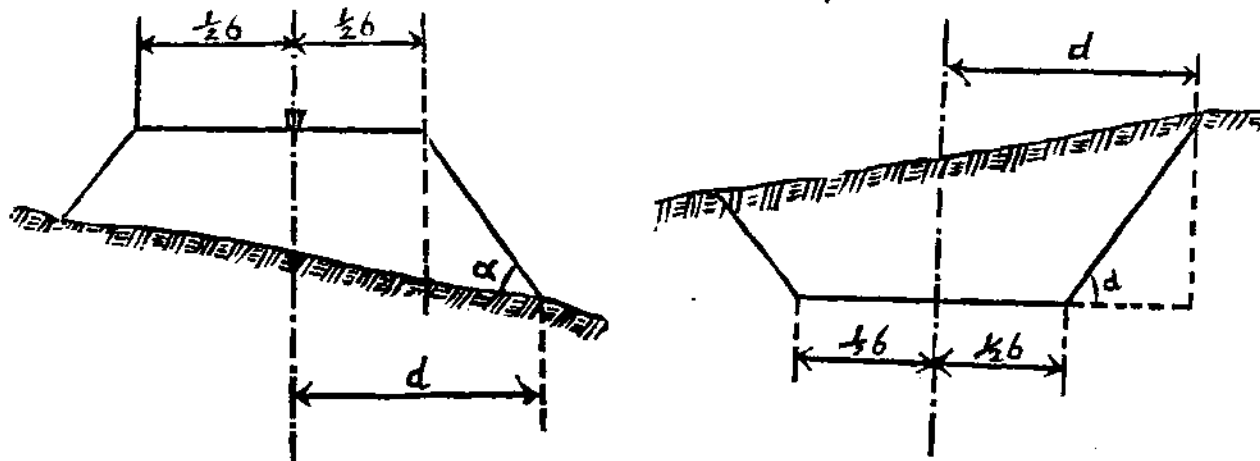
平均底面公式 (End area formula),  $V = \frac{L}{2} (A_1 + A_2)$ 。

式中V為土方之體積， $A_1$ 為第一站之橫斷面積， $A_2$ 為第二站之橫斷面積，L為兩站間之距離。

稜柱體公式 (Prismoidal Formula),  $V = \frac{L}{6} (A_1 + 4A_m + A_2)$ 。式中符號，除  $A_m$  為中間斷面，即在第一站與第二站間一半距離上，餘與前同。 $A_m$  之計算法，舉例以明之：

斷面記錄.	1 站	$\frac{27.0}{+8}$	+4.2	$\frac{23.4}{+5.6}$
	2 站	$\frac{21.0}{+4}$	+6	$\frac{25.8}{+7.2}$
	則中間m站	$\frac{24.0}{+6}$	+5.1	$\frac{24.6}{+6.4}$

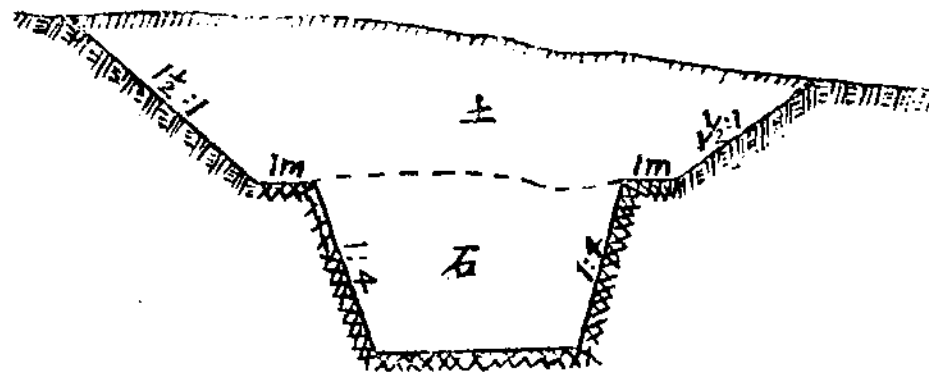
於下圖中，吾人得知路旁裕與中心裕之距離為  $d = \frac{1}{2}$  路底寬 + 路面與天然地面之差  $\times \cot \alpha$  (圖八)



第 八 圖

在通常之土質上，路側斜度為  $1\frac{1}{2} : 1$ ，其靜止角 (angle of repose) 約為

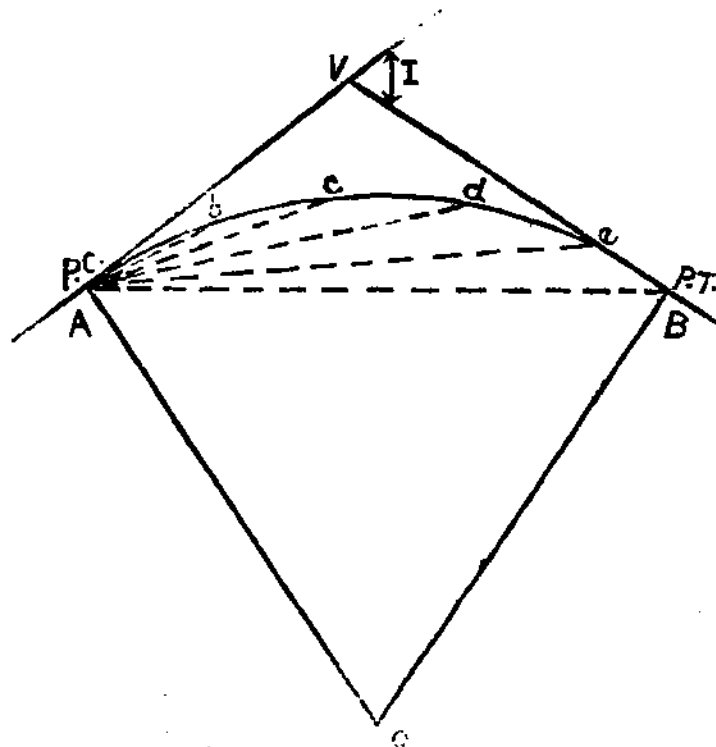
33'。若在堅硬之土質，可用至1:1或1:4其靜止角可變為45'或75'若土石相混，其挖掘則應如下：——(圖九)



第 九 圖

既知以路旁樁與中心樁之距離，故可置水平儀於地面之任一點，測路旁一點與中心之高，則該點與路面高度差，即可算得，即其與路面之高為已知，代入式中算出d，如所算出之d，與以鋼尺從中心量至該點之數相等，則打樁以誌之；否則移易一點而試之如前，若是兩三次，即可求得之。

曲線之安置，在變方向或變坡度之處，以便車行也。如不於定綫測量時，妥為安置，則危險很大。今設中心角為已知，並已擬定其曲度D，則可用公式  $R = \frac{5130}{C}$  求之，式中R為曲線半徑。設I為中心角，則由  $T = R \tan \frac{1}{2} I$ ，可求得切線距T (Tangent Distance)。既求得T，則可從而得P.T.及P.C.兩切點 (Point of Contact)，及曲度點 (Point of Curvature)。更由公式  $L_c = \frac{100 I}{D}$  求出弧之長 (Length of arc)；式中  $L_c$  為之長，I為中心角，D為百尺之弧長，所夾之中心角。弧長既定，則P.C.點之站數，即可算得，若是即可開始測量矣。通常所用以測量者為偏角測法 (Method of deflection angle)。其法置經緯儀於P.T.點，(視下圖十)將鏡對O點，同時遊標讀  $0^\circ$ ，若A點與P.T.之距離為整站 (Full station)。則將儀器轉  $\frac{1}{2} D$  同時量100呎，在O點之一端，向左右擺動，俟對鏡中之豎絲時 (Vertical cross hair)，打樁以誌之。以下各點之偏角為依次遞增  $\frac{1}{2} D$ ，迄於最後一點；若此最後一點，

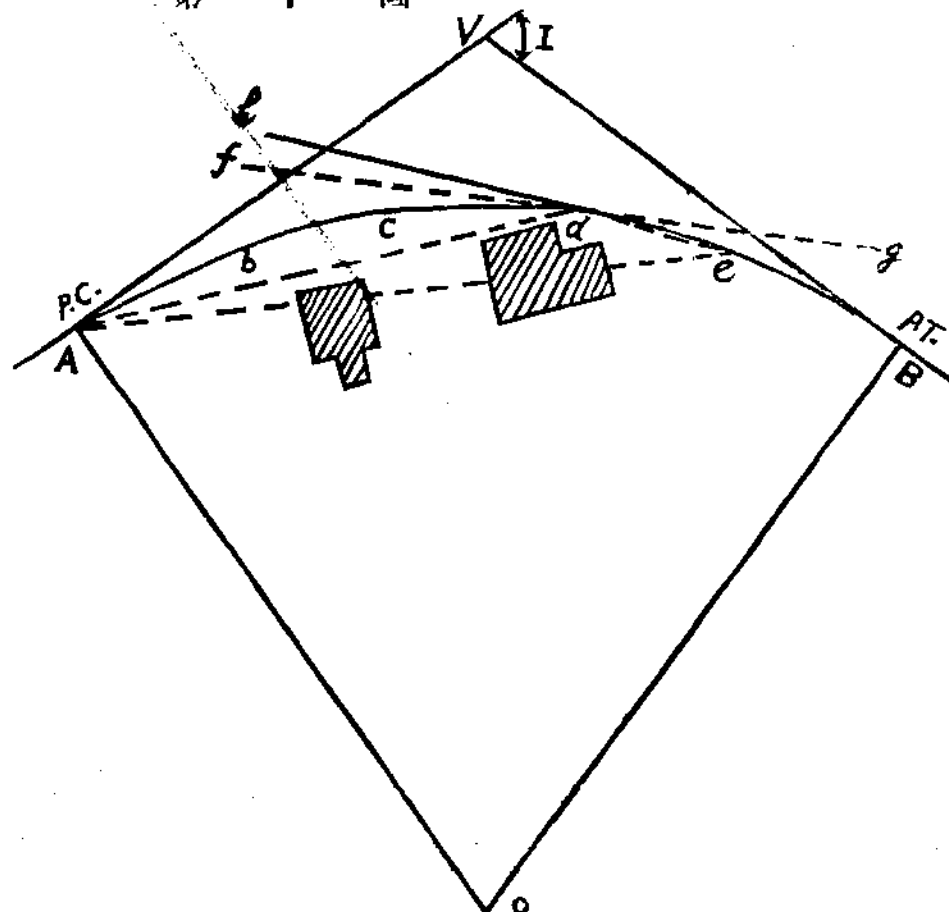


第 十 圖

不為整站者，則其角度為  
 $\theta = \frac{LD}{200}$ ，L 為最後一站  
 之長；若第一站不為整站  
 ，亦可同樣計得之。

若弧線治有建築物阻  
 當，儀器置於曲綫之始點  
 ，不能窺見其終點者，則  
 有下列兩種測量法：——

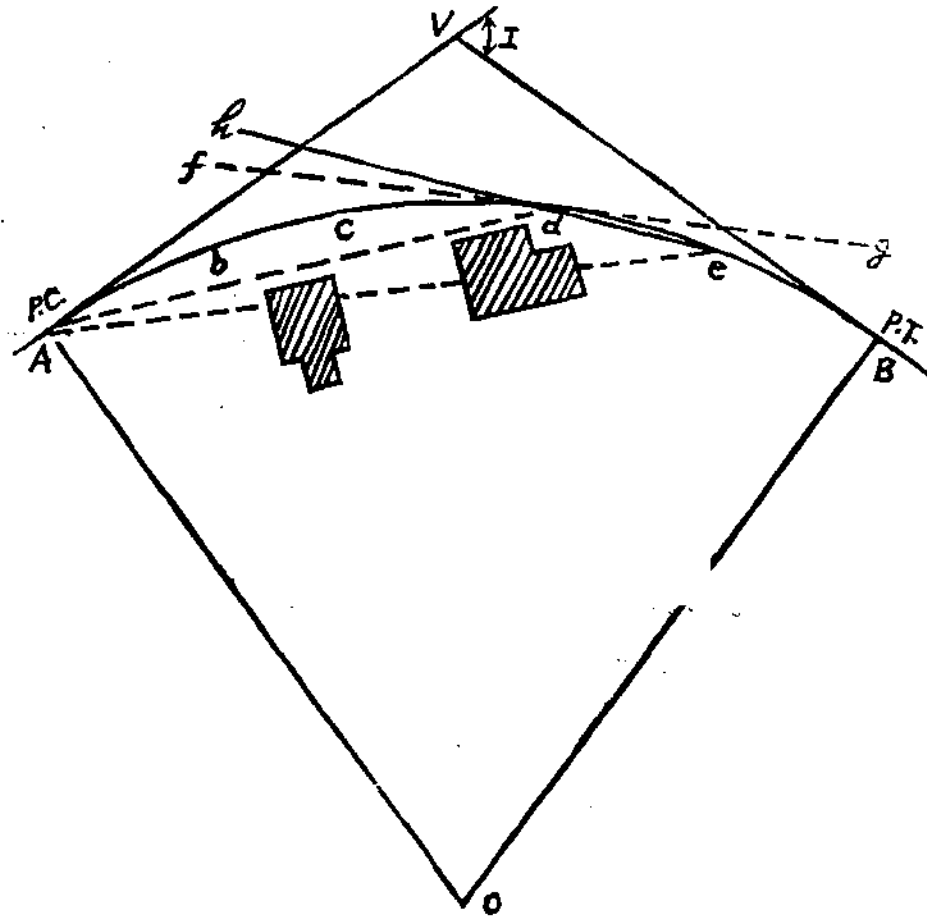
第一法——若 d 點之  
 偏角，既已測得，則可不  
 動其遊標，而移儀器於 d  
 (圖十一)



第 十 一 圖

點，將望遠鏡平轉  $180^\circ$  對 P.C. 點，然後將鏡轉對 f 點，而遊標洽對  $0^\circ$ ，然後再依水平軸倒置之，則即 d g 對正  $0^\circ$ ，再如前繼續測量。

第二法——實與第一法同，惟可減少其工作之一部份耳，將儀器移至 d 點對 P.C. 點讀  $0^\circ$ ，然後轉對 f 點，同時令  $LfdA$  等於  $LvAe$ ，此時之鏡係倒置，然後依水平轉  $180^\circ$  則得 e，以後之測點與以前同。(圖十二)



第 十 二 圖

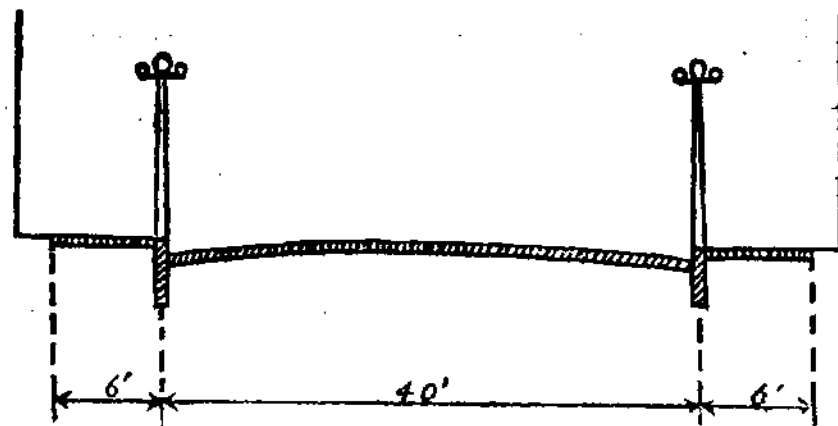
## 二 路面之寬度

### (1) 寬度之決定

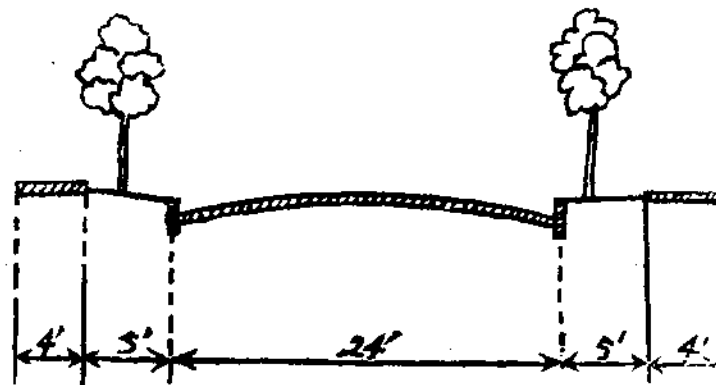
路面之寬與商業之盛衰，交通之繁簡成正比例。故若築成過大之寬度，與以後之交通，雖無影響，而無謂增修築與養路之費用。若太狹窄，則百弊叢生



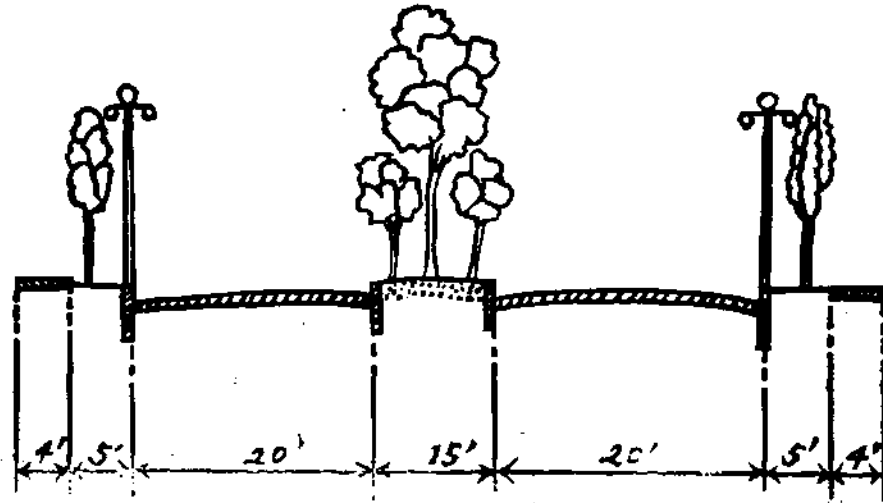
，予交通以莫大之阻礙，且增加常年培修之資。因狹道中常人車擁塞，來去不能；且繁多之車馬，磨壓於狹小之路面，損壞必甚巨速。故路面寬狹之決定，實關重要。吾國之規定，以國道在五十尺以上；省道在四十尺以上，縣道在二十四尺以上。然於特殊情形下，則不定依此例；惟最低限度之路面，須便二汽車得同時并行，且中央及兩旁須有相當之間隔，而汽車及各車甚稀之處，可作為一車獨行之路面；若採此種築法，則於相距離之地點，作一避讓處，以避兩車相遇時，有碰撞之危險；惟此法似太麻煩，故鮮實用之者。至在都市則其路面寬度，分區配置如下圖：——(圖十三)



商業區之街道



住宅區之街道



第十三圖 園林大道

在各種常用之道路，多着重於車輛，而定路面之寬度；但在園林大道，則須着重於人行；所謂園林大道者，乃近郊公園與市內之聯絡大道，蓋近來城市益趨繁盛，人煙日益稠密，園林之需要日增，此種道路之要求，自亦隨之俱進；其行人之多寡，隨時日而大有變化，普通日期內，車馬行人必甚稀少，一逢假期或春秋佳日，遊人即往來如織，故此種道路之寬度計劃，須以此時所需之寬度為標準；除必須之路寬外，且須多植苗木之邊地或草地，以期空氣鮮美。總上所述，各種路面之寬度，雖視車馬行人之多少而定；然對於該路之作用，性質，亦不能漠視也。

#### (2) 寬度之預留

城市每隨道路兩旁而擴充，故築路之先，首重目今之狀況，而定路面寬度之大小，期能達最適宜最經濟之目的；然城市之發達，皆與時代而俱增，則道路寬度之需要，當亦趨漸增，此普通之現象也。若乎在農業興盛之區，原料出產甚富之地，或與水道聯絡之處，築路後各地之運輸，及外來之貨物旅客等，必多集中於是路，則其需要之突飛，難於預計矣。然無論如何，一路之完成，最低限度，須使近十餘年不至感交通阻滯之困難，他方面復須顧慮目前之經濟，使不至有無謂之耗費，則須採用預留之方法，將路幅先行擴充一部份，預

留爲後十年或五年之用，再照目前之情形，定其須鋪設之寬度，將預留地面種植青草，俟必要時，以之鋪設路面，若在城市之道路，則此項預留，更較必要；因市內之發達多較速，且兩旁建築高樓等影響，若築路不爲相當之預留，則在短時間內，或即有寬度不敷之弊，在情況不得已時，惟有重行折卸兩旁之屋宇，則不特與市民以絕大之損失，且所耗工價，或多出預留之十百倍。不惟若是，在城市益發達，車馬必日繁多，而市內之空氣，必隨人煙之稠密而日壞；同時地價日貴，市內勢不能有建築公園之可能，而近郊公園，非假期往遊，又覺廢時；故在此情形之下，路旁所預留之草地，未加鋪設之前，亦可聊作遊息之地，實屬有利也。

### (3) 交通之統計

一路之交通，多與時間變遷而有不同，如某時期內，某路之輸出品，完全外運，則該路及相聯各路之交通必突增繁盛，於是平時敷用之路面寬度，此時則感不敷矣，此事理之至明者。今更明顯言之，在住宅區之道路，交通本不甚繁，然若當晚上公畢時間內，則外出辦事人員，此時群回住宅區，其交通當較繁也；又如在城市與村落相聯道路中，在菓熟或收穫時季，農產品群向城市運輸，其交通當亦忙矣；此等情形，亦每隨地方情況而不同，不可一概而論也。若能以遠大之眼光測度，以定道路之寬度，原無不可；其最可靠之方法，尙以遣一定人員，製成各種表格，於事前作實地之記載，此種辦法，不特裨益於目前之狀況，使築成之道路，無太狹太寬之弊，且就調查之結果，可據以推知若干年內，應預留多少路面，此種工作，所費力微，所得結果，則未嘗不大也。

## 三 排水之設備

### (1) 水與道路之關係

水爲道路之大敵，既侵蝕路面，復損壞路基；水若浸入路基，易使其變爲潤濕，而減少抵抗外力之力量，通常之乾土，所耐之壓力，每方尺多自二噸至

四噸，而潮溼之土，則自半噸乃至四分之一噸，其強弱之差，實足驚人。且若遇暴雨之時，水道漲溢，更足沖壞路面與路基；又若值冬季冰寒，路面凍裂生隙，雨水滲入，復凝結而破壞路面與路基，因水凝冰時，其體積增加約10%，由以下之公式中，可求其當凝固時之向外張力， $K = \frac{PV}{v}$  或  $P = \frac{Kv}{V}$ ，式中 P 為向外張力，K 為常數，v 為改變之體積，V 為原來之體積，大抵在一立方尺水，結冰時所生之張力為五噸。由上可見，築路者對於地面水及地下水，均須詳為研究。然地下水既不易察見，則防禦之法，必甚複雜，今且就地面水而言之，當雨水下降時，所有之水，一部份沿地面流去，一部份滲入土中，再一部份則蒸發於空間；在此三種中，孰為多寡，不可一概而論，視各地情況之不同而各異；在普通之狀況下，多假三者相等，實則依下列之各條，以為轉移：——

a. 降雨量之多寡：測定此數，以每畝地面每小時積若干吋水為單位；在暴雨時，滲入土中之水必較少，而流去之水必較多，且在此種情形，蒸發之速率，與流去速率之比，相差甚大。

b. 地勢之情形：在斜坡陡峻之處，水流速度特大，而滲入土中之量亦少，若排水之設備不周，則必使流水氾濫，為道路之大害。

c. 地面之滲透性：在泥土鬆散之地，雨水易於滲入，在岩石或堅土之地，則滲入少而流去多，若在堅實之傾斜地面，其奔流速度必大增加，道路當此之排水設備，必更求其完善。

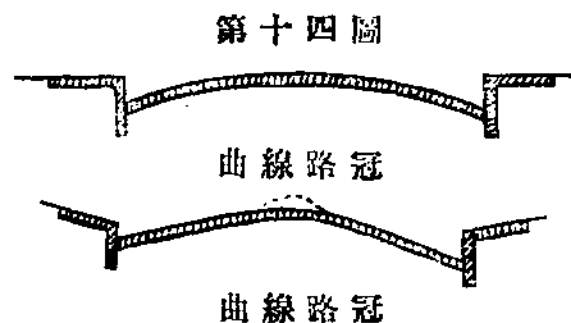
d. 地面植物之多寡：在草木茂盛之地，雨水降下，多被吸收，所剩而流去者甚少，且奔流之速度大減，是以防水者多倡植樹，實一治本之良法也。

e. 風之強弱：若風行之速度甚大，則蒸發之作用增強，下降之雨水，大部份化為氣體，仍回復於空中，則流去者減少。

## (2) 排水之方法

水與道路關係之大，既如上述，故築路時必須善為排泄，以保持道路之堅固，常用之排水方法，分述於下：——

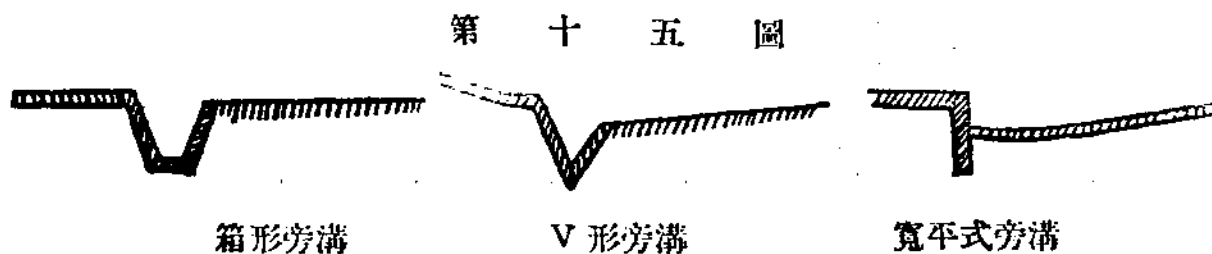
a. 路冠及縱向斜度：路冠為道橫向之斜度，使降落路面之雨水，得隨即向兩旁流卸，不至久停路面，而為路面及交通之害。路冠之形式，約分為曲線路冠及直線路冠兩種：所謂曲線路冠者，即路之橫斷面為圓弧或拋物線形狀；直線路冠則兩旁為直線，中連以小圓弧，如圖十四所示；此兩種路冠，曲



線式者，排水力較弱，然利於車馬往來；直線式者排水力雖強，然中央一輻外，不甚適於車馬往來，故中央路面車馬必爭趨之，而磨損必較他處快。路面本以平直為佳，利便交通也；

然因地面流水之關係，故須設有縱向之斜度，以利排水；通常用為排水之斜度為.4%—.5%。

b. 旁溝：路面之雨水，多奔流兩旁而入於旁溝，旁溝有陽溝與陰溝之別，所謂陽溝，即上面無蓋之溝，陰溝則為上面有蓋之溝，陽溝之形式可分箱形，V形，及寬平式三種，如圖十五所示：

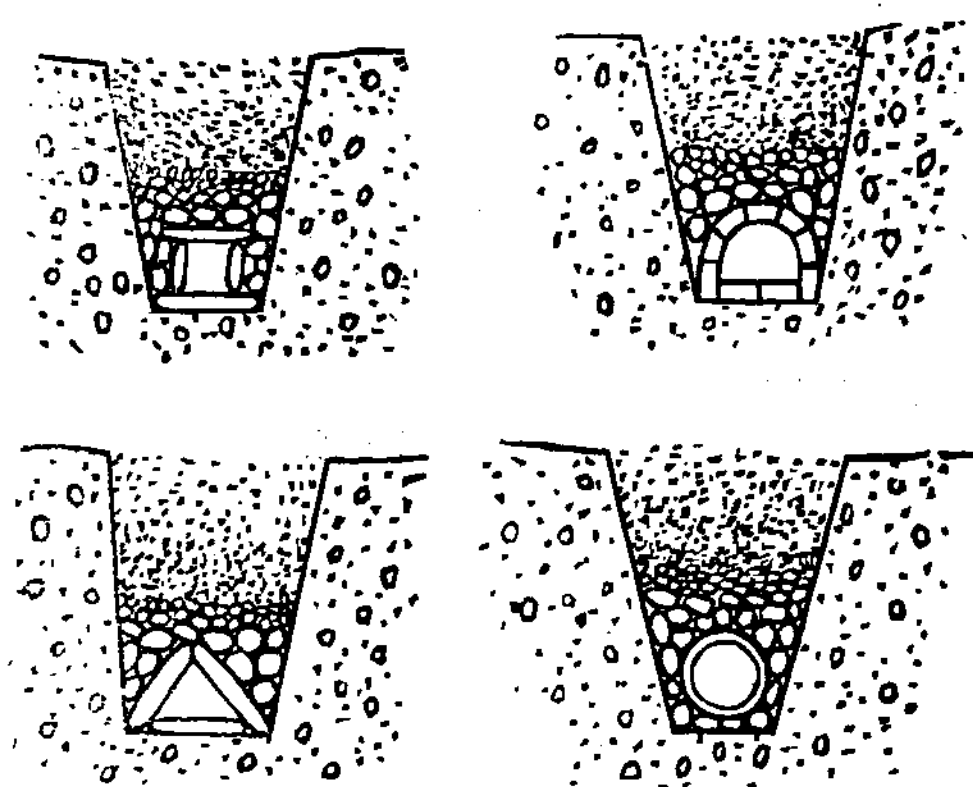


此三種旁溝，第一種常有車馬行人陷下之危險，第二種排水力較弱，第三種則平時可供車馬行人往來，無陷之虞，其排水力亦不弱，故甚用於交通繁盛之處，陰溝之種類繁多，茲作數圖，略示大概如下：(圖十六)

c. 涵洞：路綫與水道成正交時，必築橋梁，讓水穿過，然若水道甚小，或暫時之小流水，均須設涵洞，以資排洩，而保路基，涵洞之大小，以附近土地之性質，植物之多少，雨水之多寡，及地勢形狀而決定；常用以計算洞口大小之公式如下：

畝數	方里數	$\sqrt{M^3}$	畝數	方里數	$\sqrt{M^3}$	畝數	方里數	$\sqrt{M^3}$
1	0.002	1.0	56	0.09	20	525	0.82	110
2	0.003	1.7	58	0.09	21	550	0.86	114
3	0.005	2.3	60	0.09	22	575	0.90	117
4	0.006	2.8	65	0.10	23	600	0.94	121
5	0.008	3.3	70	0.11	24	625	0.98	125
6	0.009	3.8	75	0.12	25	650	1.02	129
7	0.011	4.3	80	0.13	27	675	1.05	132
8	0.013	4.8	85	0.13	28	700	1.09	136
9	0.014	5.2	90	0.14	29	750	1.17	143
10	0.016	5.6	95	0.15	30	800	1.25	150
11	0.017	5.0	100	0.16	32	850	1.33	157
12	0.019	6.4	105	0.16	33	900	1.41	164
13	0.020	6.8	110	0.17	34	950	1.48	171
14	0.022	7.2	120	0.19	36	1000	1.56	178
15	0.023	7.6	130	0.20	38	1050	1.64	184
16	0.025	8.0	140	0.22	41	1100	1.72	191
17	0.027	8.4	150	0.23	43	1150	1.80	197
18	0.028	8.7	160	0.25	45	1200	1.88	204
19	0.030	9.1	170	0.27	47	1250	1.95	210
20	0.031	9.5	180	0.28	49	1300	2.03	216
21	0.033	9.8	190	0.29	51	1350	2.1	223
22	0.034	10.2	200	0.31	53	1400	2.2	229
23	0.036	10.5	210	0.33	55	1500	2.3	241
24	0.037	10.8	220	0.34	57	1600	2.5	253
25	0.039	11.2	230	0.36	59	1700	2.7	265
26	0.041	11.5	240	0.38	61	1800	2.8	276
27	0.042	11.8	250	0.39	63	1900	3.0	288
28	0.044	12.2	260	0.41	65	2000	3.1	299
29	0.045	12.5	270	0.42	67	2100	3.3	310
30	0.047	12.8	280	0.44	68	2200	3.4	321
32	0.05	13.5	290	0.45	70	2300	3.6	332
34	0.05	14.1	300	0.47	72	2400	3.8	343
36	0.06	14.7	320	0.50	76	2600	4.1	364
38	0.06	15.3	340	0.53	79	2800	4.4	385
40	0.06	15.9	360	0.56	83	3000	4.7	406
42	0.07	16.5	380	0.59	86	3200	5.0	425
44	0.07	17.1	400	0.63	89	3400	5.3	445
46	0.07	17.7	420	0.66	93	3600	5.6	465
48	0.08	18.2	440	0.69	96	3800	5.9	484
50	0.08	18.8	460	0.72	99	4000	6.2	503
52	0.08	19.4	480	0.75	103	4500	7.0	549
54	0.08	19.9	500	0.78	106	5000	7.8	595

$$A=C^2 \sqrt{M^3}$$

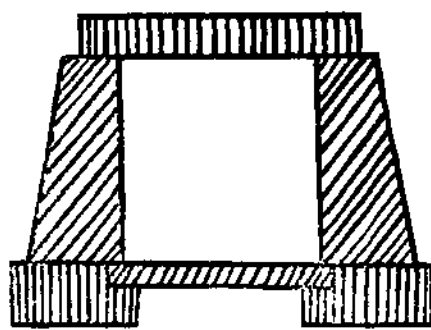


第 十 六 圖

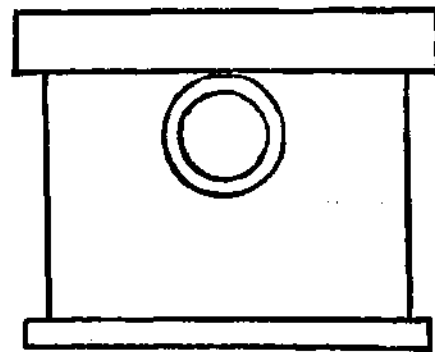
A為洞中之面積，單位方呎；M為流水之面積，單位為畝；c為常數，大約 $\frac{2}{3}$ 至1，其決定係以當地之斜坡植物等情形為標準，參閱上表。

涵洞之形式甚多，略舉三種如下：——(圖十七，十八)

第 十 七 圖

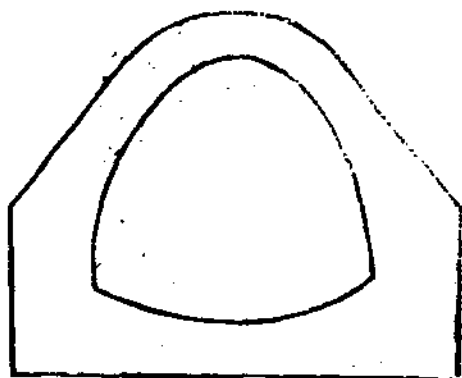


方 形 涵 洞



管 形 涵 洞

第十八圖



拱形涵洞

方形涵洞所用之材料，多為磚石，然亦有木方者；拱形涵洞，大都用鐵筋混凝土；至管形涵洞，則或用鐵筋混凝土，或用鐵管，在特製之鐵管，接合甚易，購買時更便運輸，多樂用之。

#### 四 築路之材料

##### (1) 泥土

泥土為築路之大宗材料，除橋樑，涵洞外，於高燥之地區中，即純用之為路面，路基，亦無不可；且隨地可取，填築便利，省工省費，無有過之者。其最大之弱點，即雨後則泥濘，乾燥則塵埃飛揚，行旅苦之；含水過量，則兩旁路基有崩塌之虞；故用時多與砂，石相兼。

##### (2) 砂

砂用於築路，須較大成顆粒者，防水力頗強，故可保護路基，惟缺凝結力，不易壓實，是以多與丸石或石灰混用，一以塞丸石間之孔隙，一可使其略形凝結也。

##### (3) 丸石

丸石強度較大，防水力強。若棱角參差，經壓實後必成為堅固之路面，丸石有取於河床河岸者，取於河床者多圓滑，壓後不易堅固，且多泥土，須洗滌之勞，取於河岸者較佳。

##### (4) 碎石

碎石為擊碎之石塊，或經風化後之頁岩，與丸石大小相若，惟碎石稜角甚多，易於壓緊；且所用者如為硬質岩石，則結果必較丸石為佳。



## (5) 磚塊

用於築路之磚塊，須堅硬而少沙隙，能發鏗鏘聲者，常用以計算孔隙之公式如後： $P = 100 \frac{W-D}{W-S}$ ，P 為孔隙之百份比，W 為飽和水分後之重量，D 為乾時之重量，S 為飽和時浸水中之重量。磚塊之大小尺寸如下表：

## (6) 三和土

三和土為沙，石，水泥三者混合後加水而成，沙為填塞石隙之用，水泥為結合之劑，

長	8 $\frac{1}{2}$ "	8 $\frac{1}{2}$ "	8 $\frac{1}{2}$ "	8 $\frac{1}{4}$ "
寬	3"	3 $\frac{1}{2}$ "	3 $\frac{1}{2}$ "	3 $\frac{1}{2}$ "
厚	4"	4"	3 $\frac{1}{2}$ "	3"

與人造石相若；三者混合量之比例常為 1:2:4，1:3:6，1:2  $\frac{1}{2}$ :5 等。

## (7) 木材

木材摩擦力及塵埃均少，抗力亦強，若多加防腐劑，亦堅固耐久，架橋，鋪路均常用之，且修理甚易。通常用於路面之尺寸如下：厚為 3"，3  $\frac{1}{2}$ " 或 4"，寬為 2  $\frac{1}{2}$ " 至 4"，長不得小於 5"，大逾 12"。

## (8) 石塊

石塊較一切材料為優，鋪路面者，通常尺寸，厚 4"，5"，8"；寬 3  $\frac{1}{2}$ "，4"，6"；長 6" 或 10"；接縫  $\frac{1}{4}$ "， $\frac{1}{2}$ "， $\frac{3}{8}$ "。其他用於路基，則牆，橋樑，涵洞，排水溝等，大小未有一定。

## (9) 瀝青三和土

瀝青三和土，與水泥三和土相似，惟水泥 (Cement) 代以瀝青 (asphalt)，且須增高其溫度至 350 F，方能鋪設，僅路面用之。

## (10) 鐵

鐵多用於橋樑，雖其值較昂，然省工耐久，為其特點。鐵管有用以代涵洞者，亦可作陰溝之用。

## 五 路面之作用及其材料之經濟與選擇

### (1) 路面之作用

路面之作用，為利車馬行人之往來，保護路基之堅固，與不碍市民之衛生。欲達此目的，則必具有下列之各項：——

a. 堅實：在堅實之路面上，易於保持平坦，車馬因之馳行甚便，路基亦保其堅固；常見不堅實之路面，一經重壓，或雨後之鬆軟，以致時成深轍，非特車馬行駛遲緩，且礙於道路之美觀，並增加常年補修之費。

b. 摩擦力小：摩擦力之大小，不惟關係車馬之行駛；且如摩擦力大者，雨水降下，不易流於路旁，為路面害；經時既久，則必有一部份滲透而入於路基，減其堅固。又以摩擦力增加，路冠之傾斜或隨之增加，以利排水，但車馬因之多集中於路之中央，使中央時易損壞，多耗補修之資。然摩擦力之小，亦以車輪，馬蹄不至滑動為限。

c. 不透水：水為道路之大害，已如前述；是以欲保路基之堅固，惟一使其乾燥。若路面透水，則使路基之強度大減，對於預定所能負之重量，不能支持，有足使路面陷落之可能。

d. 無塵土：此項甚關市民之衛生，在塵土甚多之地，路面之馬糞與其他不潔之物，乾後亦必隨風飛揚，而妨害行人之呼吸；再路面行駛之車輛，因塵埃故，機件易於損壞，如在城市，兩旁商肆，更多感不便。

e. 少噪音：近世交通日繁，車馬日多，若路面之鋪設不善，噪音必大，足以影響市民之聽覺與睡眠，妨礙市民之健康，務以設法減至最少為佳。

f. 易掃除：道路不能絕對無塵土，惟比較有多寡耳；其多寡之決定，關係於道路本身之產生，與人為之清潔；若道路本甚清潔，而久不掃除，則亦不能保持其良好狀況。又若道路本多塵土，而能時施洒掃，則雖不能全部清除，亦足以減少大部。然如為碎石或丸石之路，則掃除不易；故關於掃除之易否，亦頗關重要也。

### (2) 路面材料之選擇

路面之作用，概述如上，則材料之選擇，自應適合以上要素，然實際一種材料絕不合於多種條件，其較符合者，價格多昂，除城市中繁盛街道，可不計經濟而採用外，其他則以經濟與需要不切之關係，只得以經濟之價值內，求最佳之材料；並為切合需要計，可分區鋪設不同之路面。如工業區域，載重車多，則取材料最堅強者；商業區域及住宅區域，少重量車輛，多行人往來，則堅強為次要，整潔衛生與美觀為重要矣。總之材料之選擇，難作概括之規定，一方面以地方之財力為轉移，他方面以該路之性質及需要為捨取；最終之目的，在以有限之財力，收最良之效果。

### (3) 路面材料之經濟

路面材料之經濟與否，與建築之費用有相當關係。然建築費用之多少，實未能作路面材料之經濟決定，尚有關於路面之年齡，及常年修繕費用。所謂路面之年齡者，即每方尺之路面修繕費，已超過重行改造之經費時，此路面之年齡即算終了。故一路之建設費用雖低，而經用時間不久，多耗修繕之費。此反為不經濟矣。然亦有因財力之關係，欲路面材料提高，則須延擱時日，使工程不能及時完成，求經濟而不能，故須順目前情形，先行鋪築，而待後日之改造，絕不能因噎而廢食也。常用以比較常年用費之公式如下：——

$$C = M + (I - S)f + IR。$$

式中C為單位路面之常年用費，M為單位路面之常年修繕費，I為起始之單位路面建設費，S為年齡終了後單位路面之殘餘價值，f為銀一元之常年貯藏費，R為建築費之利率。由式可以明瞭路面之經濟與否，非僅關於最初之建築費。又有以每路一哩長，一呎寬，每年所經之噸數，除常年費用，則得每噸之常年費用，以資比較。茲更以前式之主要者，解釋於後：路面之常年修繕費，須以長時期之記載而得之平均值，其精確之數目，殊不易得，若以算式求之者，如下：——

平均常年修繕費 =  $K + \frac{\text{平均所載噸數}}{P}$ 。K 與 P 依路面而定。

	K	P		K	P
普通土·····	150	3000	Water-Bound 馬克頓·····	530	3000
良好土·····	250	3000	Bituminous 馬克頓·····	350	4500
普通丸石·····	300	3000	薄瀝青與瀝青三和土·····	100	4500
良好丸石·····	500	3000	Portland 水泥三和土·····	80	6000
			Vitrified 磚塊·····	50	6000

殘餘價值者，即以舊路改造新路時，舊有路面可供新路基用，減省一部之建築費，此省得之建築費，即為殘餘價值。

每年貯存費者，於一路築成後，除應籌常年修繕費外，每年並須儲蓄相當經費，以備該路重建之用，此即謂之常年貯存費。

## 六 道路經過山嶺

山嶺足使工程困難，經費增加，故若能繞道，則距離雖稍增長，亦無甚關係；或沿山而行亦可。然以上兩種辦法，均為事實所不許時，則須開山或鑿洞，今分述於下：——

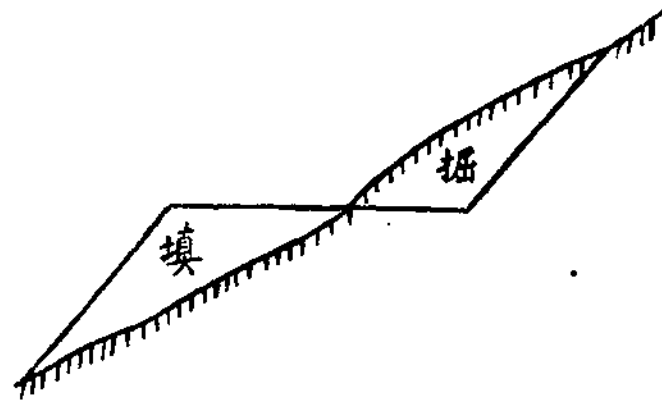
### (1) 繞道

在山勢甚陡，或山中多岩石時，且非羣山重疊，而有避開之可能者，不必吝惜增加道路之距離，而當繞道。

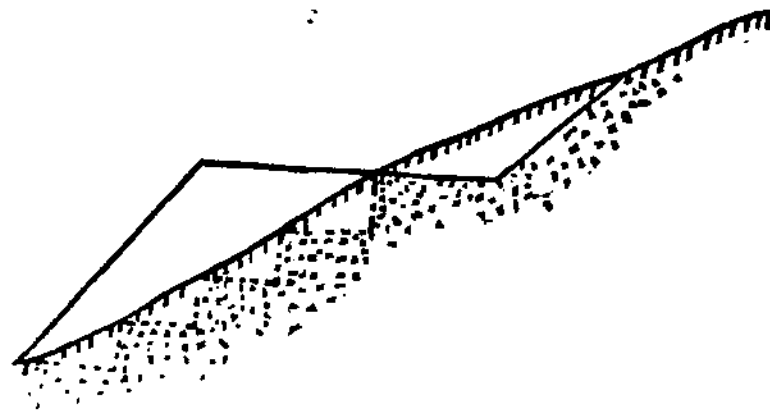
### (2) 沿山坡行

此亦一經濟之法，因在山係半掘半填，工價大可減省，如圖(十九)：惟稍增路面之寬度，且於弧線接合處，弧線之半徑須加長，以免汽車行駛時，有任何危險之發生，又如防道路之滑下，則須於路床作成階級，如(圖二十)；又如山坡高而斜度頗峻，則水從山上直接流下，有冲壞路之危險，亦須設法補救，其法如圖(二十一)：1圖係使由山下流之水，注於路上方之溝，不至流於路面。

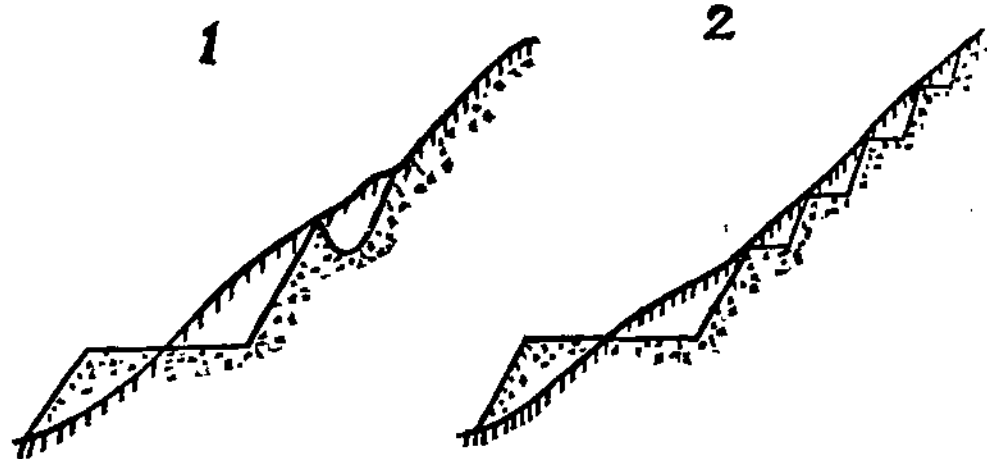
2 圖係將路依山面之斜幹，作成階級，以減山水下流急勢，使水緩經路面，不生妨害。



第 十 九 圖



第 二 十 圖



第 二 十 一 圖

又如坡上土質鬆軟，恐有崩塌之虞，則須用擁壁 (Retaining Wall) 以防

止之，擁壁之構造，有磚，石，或混凝土者。混凝土之成分，可依下式求之：  

$$C = \frac{11}{C+S+g}, S = \frac{3.8}{27} \times C \times S, g = \frac{3.8}{27} \times C \times g。$$
 $C$  為立方碼所用水泥桶數， $S$  為每立方碼所沙之立方碼數， $g$  為每立方碼所用石子之立方碼數。通常  $C:S:g=1:2:4$  或  $1:4:6$  等。

擁壁之種類甚多，常用者如下：——（圖二十二）

### （3）開山或鑿洞

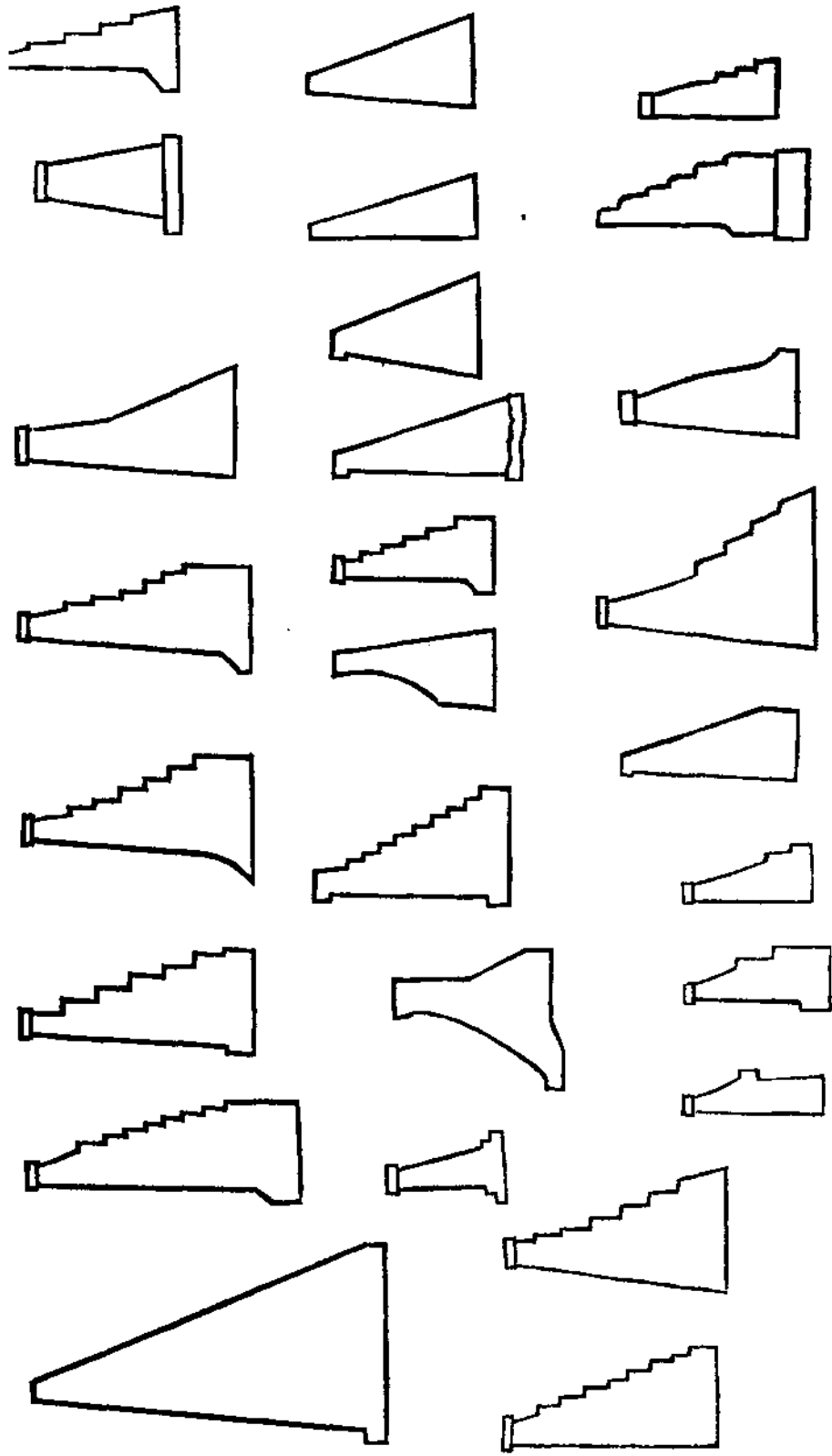
鑿洞工程浩大，且因地質關係，有斷層及地下水等妨礙，鑿洞時務必特別注意；又以排水之故，常向洞之一端或兩端作成斜度，於車行又稍不便，蓋陰混之斜坡，車行遲緩費時，又車輛之有害廢氣，常充滿洞中，足害旅客之安全。故除下列情形外，以不鑿為佳：a. 山甚厚高，開山不能。b. 土質鬆軟，開山大耗工程，以求路旁斜度較小。c. 地上有高貴之建築物，必須保存者。鑿洞測量法如下：——（圖二十三）

假定  $CDEF$  為已知之點，則放經緯儀於  $DF$  兩點，先以望遠鏡對  $CE$  兩點，然後依水平面轉  $180^\circ$ ，則可定洞口  $AB$  兩點，並於山頂適當之處，定一點  $G$ ，然後於  $G$  點開一 10 平方呎之井，井深由預定之洞底高度，及測得之  $G$  點高度得之；井作成後，則移  $G$  點及儀器於井底，於是  $AB$  及井底同時起始鑿洞，全洞穿後，以磚石或水泥鋪砌於洞頂側之鬆碎不固處，以防沙土碎石崩塌危險，然後築好路面及兩旁水溝，洞底寬度，須特別增加，以預後日擴展之用。

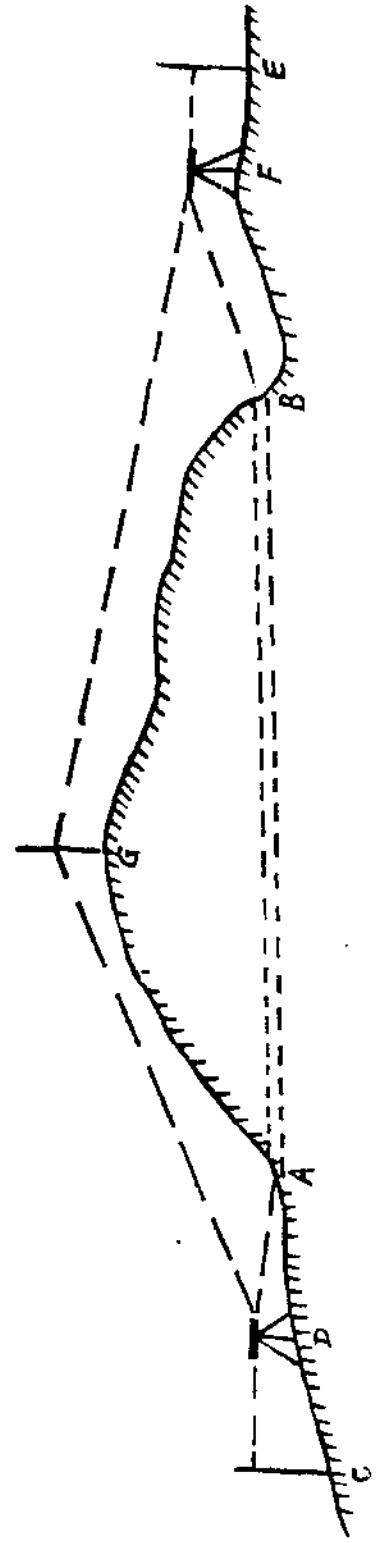
## 七 道路經過河流及低窪之地

### （1）道路經過河流

工程師在紙上定線時，路線能避免經過河流，則極力設法避免之；因道路橫過河身，非架橋即填築，工程費用因而大增故也。若必不得已而須經過河流，則工程師須注意下列數點：a. 須擇河身最狹之處，可以節省橋樑之材料，



第 二 十 二 圖



第 二 十 三 圖

b. 須注意地質構成之情形決定架橋或填築。如經過無水或淺水河流，兩岸相隔不過二哩。河岸亦低，於洪水時亦無急流瀑布者，則以填築為經濟，且可減少將來長期之修理費。反之，在有船隻往來之交通水道，及河寬，岸高或水深激者，則惟有架橋，通船隻之河流，橋洞須特別高大，以利船隻通行。如兩岸相隔在十哩以外，而河水深激者。則須用渡橋，茲將架橋及填築之工程，分述於後：——

(A) 架橋：架橋為一種專門工程學科，——橋樑工程學，——橋樑之材料大都用鋼鐵，松木，三合土，鐵金混合土 (Reinforced Concrete) 橋樑依過道與桁架連結之地位而論。可分三種：(一) 全通式橋——過道結于桁架之下部。(二) 半通式橋——過道結于桁架之中部。(三) 平板式橋——過道結于桁架之頂上。若依結構之方法而論，橋樑可分為桁架式 (Trusstype)，支架式 (Trastletype)，拱形式 (Arch type)，懸橋 (Suspension) 及渡橋 (Potoons) 等等此地因限于篇幅，不能詳述。工程師對於橋樑之設計，須按以下之方法計算(1) 固定載重，即橋或桁架本身之重量(2) 活動載重，即來往于所設計之橋上之車馬之載重量及速度通常此種載重量有標準載量車輛如科卜氏載重系 (Cooper's loading series) (3) 撞擊力，普通撞擊力計算式為

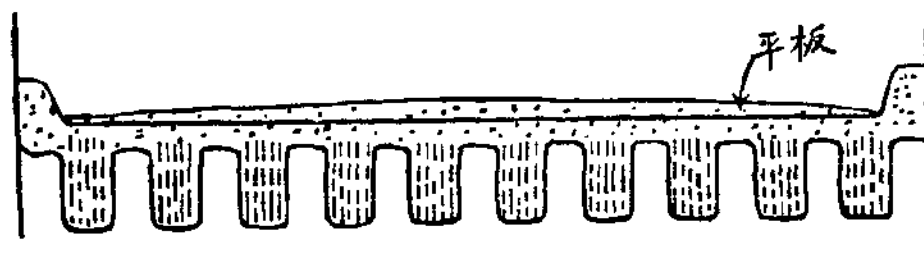
$$I = S \frac{300}{L + 300}$$

式中 I 為撞擊力，須加於活動載重力之上者，S 為每一力柱之最大活動載重量，L 是鐵樑受壓段之長度。由此三種之載重量，加上風雪壓力及水流速度之衝激力，如用桁架式橋，兩岸之闊度可以測得，由此可以定桁架之長度；路之闊度可以之測得架之闊度，決定用某種桁架之後，由各種之載重，可以算得桁架各支柱之受力及橋基所受之總壓力；而後依材料力學之規則及經濟環境需要等，決定用松木或鋼鐵，於此一橋樑之工程可依設計之規定而着手進行矣。今舉通常之一二橋樑於後以供參考：——

(1) 實體平板橋——實體之鐵橋築以木材平板之過道者為實體平板橋，(如



圖二十四) 平板須築有不漏水之地板，其目的在免除水或油類侵蝕鋼骨，或



第 二 十 四 圖

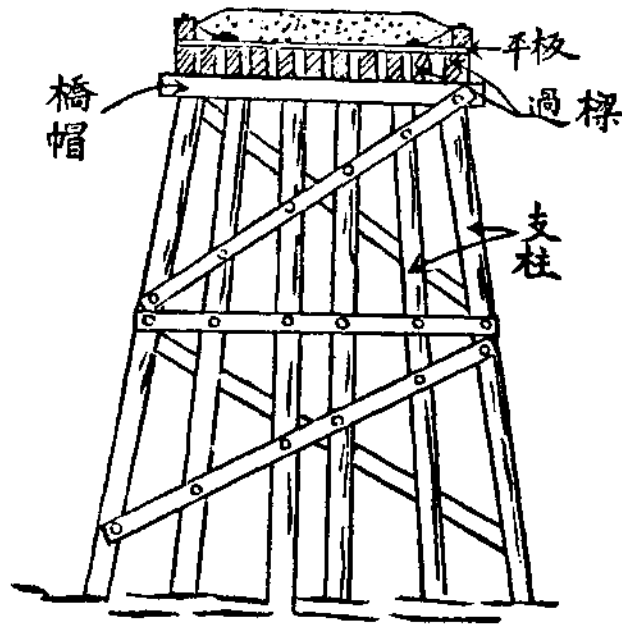
下墜於橋下之過道上。其利益在可減低振擾之聲音，及免走電之危險，但木質之平板接縫處，易於藏水，致使鐵柱容易銹壞，故用三和土或鐵筋混合土築橋身及地板更為優良，且欲免除漏水，除用三和土外，實一難題，且欲使全通式或半通式橋樑之不漏水，比平板式更難，以此橋之過道上，常用瀝青或膏類鋪之，蓋可使此平板不漏，遇熱不漲，遇冷不縮，不致起裂縫也。木質平板橋常因火車頭或汽車油之火爐，致引起火災，故避火亦為一緊要之事，若高速度之道路，則避火更為重要，其法有三：(一)覆沙避火法——：即在平板上覆以三四寸厚之沙土。(二)覆鐵避火法——：即於平板上覆以金屬之薄片。(三)油漆避火法——：即用避火漆塗於平板上。用覆鐵避火法，其金屬片宜緊附平板，此法既可避火，又可延長木材之効用，惟修理時則困難倍至。若用覆沙法，實為最良，惟因振動故，覆沙時有散亂之害，且沙土易於容水，致使木材腐爛，故宜時加照料。而避火漆法，有多處用之者，且結果甚佳，加拿大東部之道路，多用此法。

(2) 支架平板橋——：即於支架上築以平板之過道(如圖二十五)

此種可分二類：(1)散過樑式：——即過樑間分開，上蓋以平板，而後再覆以沙土或三和土，如圖(a)。(2)聚過樑式：如圖(b)，無平板，而過樑密集，自成平板。此種橋樑之木材，若為厚木建築，其壽命約十八年，如用改造木材 Treated timber 建築，則其壽命可延至二十至二十五年，視當地之氣候而定。此種橋樑，如在木材易得之地段，則更為經濟，其價值僅及支架三和土橋

之價值百分之四十至五十。在橋之平板面避水之設備宜設置，通常用瀝青或膏類，而排水之裝置，則將平板鋪成拱形，此種橋之優點在於經久及修理費少，且路床一定不變避於避火，而其劣點在初建築費大，修理時難於觀察患處等。

(3) 支架橋——：此種橋與平板橋不同。即在於支架多而無平板。支架橋又分為兩種如圖二十六(a')(b')。



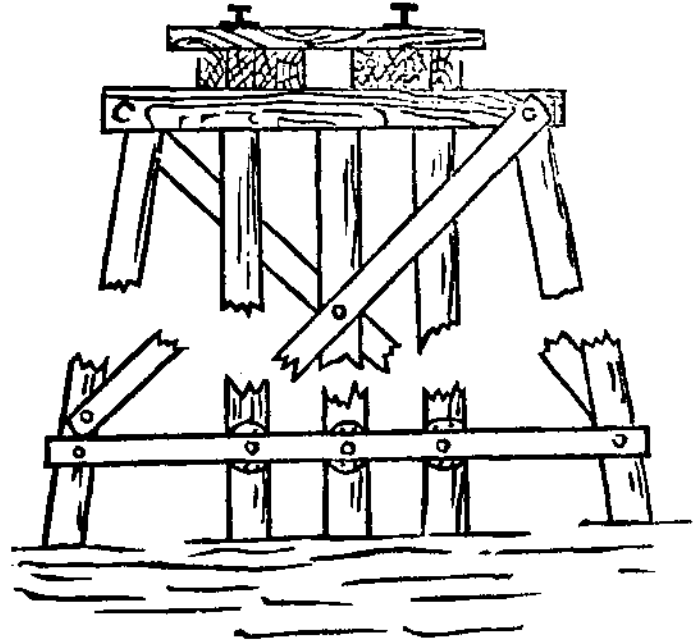
支架平板橋式



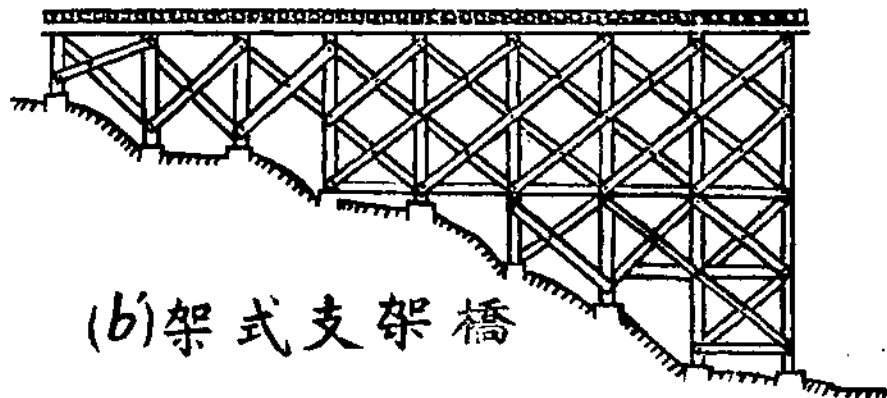
(a) 散過樑式



(b) 聚過樑式



(a) 柱式支架橋

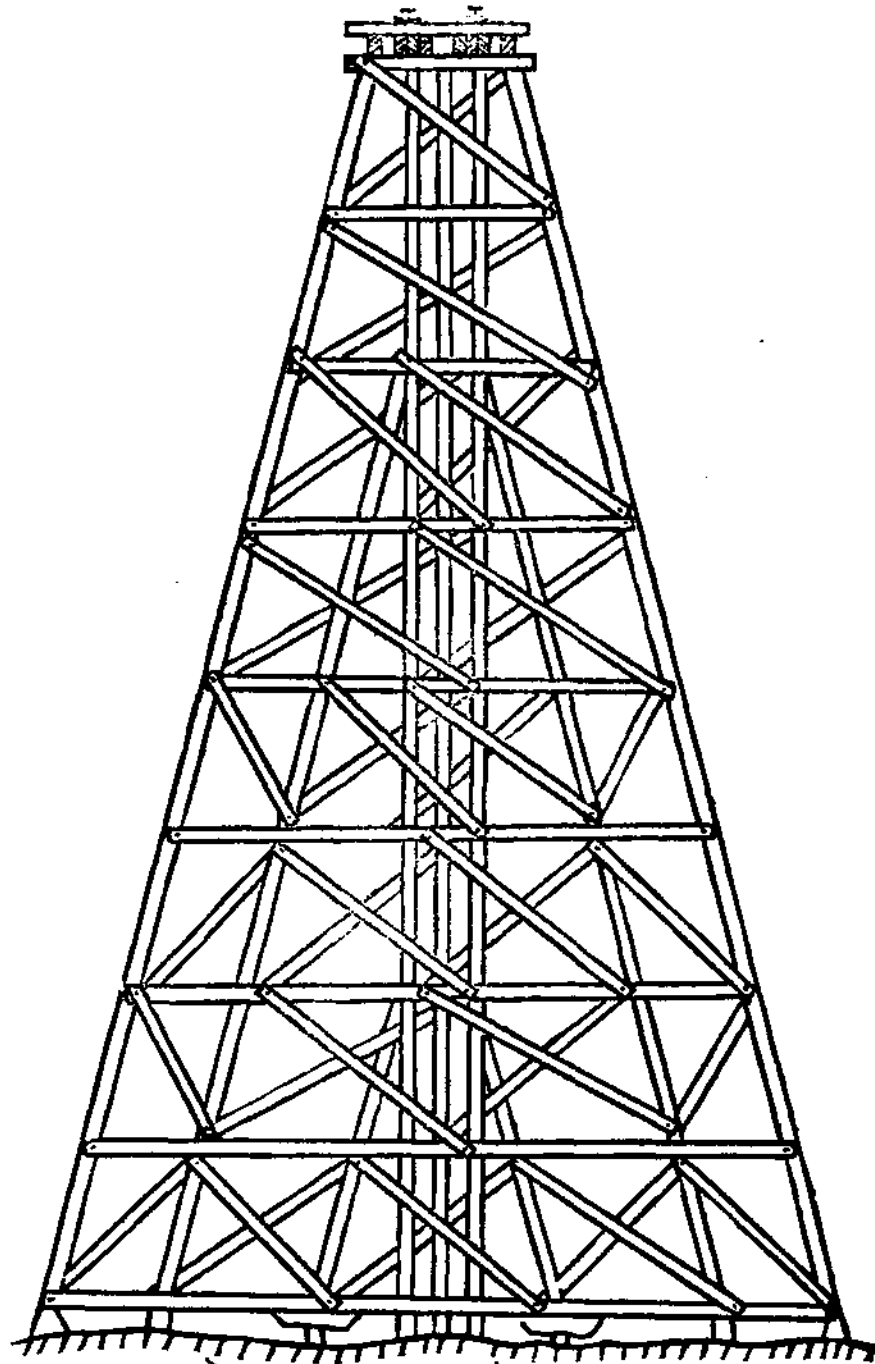


(b) 架式支架橋

第 二 十 六 圖

(a') 爲柱式支架橋，(b') 爲架式支架橋，(c') 爲高柱架式支架橋。(第二十七圖) 柱式支架橋，橋之高下受柱之長短之限制。通常除遇有深水河外，最高柱式橋不過三十五呎至五十呎，柱式支架橋，爲最經濟之臨時用橋，其柱之多寡依載重量而定；如單軌鐵道五，四，六已足；若雙軌則須柱七至十一；如高柱架式橋則更須有中間柱（如圖 C'）五柱爲全長，四柱爲中間柱橋帽子之方子，通常爲  $12'' \times 12''$ ， $12 \times 14$ ，或  $12 \times 18$  長度爲十二呎至十六呎，橋帽之壽命約十年。過梁之數目與方子亦有一定，通常輕載重道爲數二三，重則四

五，其方子爲  $7'' \times 15''$ ，或  $8'' \times 20''$ ，老式者爲  $10'' \times 16''$ ， $12'' \times 14''$  今已少用。過樑之長度須接於橋帽之兩端，其折力須依大小號數而定其最大折力，留百分之五十爲撞擊力。橋之修理如能局部修理則局部行之，若每年部分修理之費用比新建築費之利息爲大，則重造新橋爲經濟。



(C) 高柱架式支架橋

B 填築——：依工程師所宜注意之第三點；即道路經過無水或淺水之河流，兩岸相隔不過一二里，洪水時無急流，瀑布冰川等之破壞之地段；則以填築為經濟。填築時土方之估計，與前章所述普通地段之填築相同，惟須更多之土方，故此處不再重述，填築之材料當然以賤價之石塊磚條或泥土為主，如填築之費用比架橋費用過大，或發生困難則仍以架橋為經濟；此則當由工程師之判斷能力而定之。

### ( 2 ) 道路經過低窪

低窪為地質學上一專門名詞 Swamps，道路經過此種地段，發生種種困難；因低窪土質鬆軟，路基不易興築，即或一時得能築成，日後常發生沉陷之慮；若遇浮層 Floating mat，則其困難更大：如巴拿馬鐵路沿線，遇有低窪多處，有一處須填築九十呎。第一次填三十呎無變化，第二次又填三十呎，隔晚此六十呎之填土，均不見，蓋已沉陷矣。又如美國密歇根地有幾段鐵道經過浮層，當架單軌時，浮層尚可支持，日後添築雙軌，好幾次浮層因不支重壓而沉陷；此種工程上之困難，工程師在草測時，地形組宜特別注意低窪，因有種低窪之浮層，其上林木房屋，一如通常之實地，分辨不出其為浮層。且浮層之厚度，有二百至三百呎，其面積有幾百方哩之巨者，而通常之浮層，則不過數哩或數百呎而已，故在定綫時能避免低窪，則宜避免之，若不得已而必須經過之，則依低窪之種類而決定架橋或填築。

A. 河流低窪——：即此種低窪由河流經過地質上之變化而成；通常此種低窪，其闊度不甚大，最多不過一二哩至十數哩，故道路經過此種地段，填築最為適當。

B. 湖沼低窪——：即低窪之所在地以前為湖沼所在地，此種低窪之構成，在於湖沼之全部或局部被沉澱物或植物所填滿；被沉澱物填滿者，其困難較少，若被植物所填滿，則往往構成浮層其困難已如上述。此種低窪，其面積大者有數十至數百方哩，通常者不過數方哩，道路經過此種低窪，以架橋為多。

而且用平板支架橋爲更多而經濟。

C.浮層——：浮層爲低窪之一種特殊構造，道路經過其上，以填築爲常，架橋者亦有；其困難在於不能穩固路基，如欲穩固之，則必須在填築或架橋之先，施行打鑽工事，知浮層之厚度，而後定路基支柱之深淺，使支柱得穿過浮層，築於岩石層上，通常浮層之厚度在五六呎至七十呎者，路基支柱多用松木。在百呎以上，則多用鐵筋混凝土；但亦視道路之載重需要而定，有在路基兩旁五十至六十呎，築一支柱圍牆，其結果，路基更爲穩固。

### 其 他

關係築路工程上之問題已約略述之於前章，今將道路附帶條件分述如下：

(1)人行道——：在車馬往來絡繹不絕行人衆多之道路，如繁盛之街道，在道路之兩旁都築有人行道，以便步行者經過其上，而免車馬撞倒行人之患。人行道之建築以祇限步行者及小兒之手車，故其建築材料次於道路中部，通常以三和土建築爲多，無須瀝青或其他之設施，且無須修理；行人道之建築多半爲路旁房屋建築之附屬物，其建築費附於房屋建築費上；但公路局有條文規定其闊度材料等，其路基高出中部道路三吋至五吋不等，且成斜坡形向路中傾斜以爲排水之用此地不必詳述。

(2)路欄石——：路欄石爲道路與人行道之界石，然在無人行道之地亦有用路欄石者，其材料都爲長方形之塊石，其方子一路與一路不同，因路欄石並不受車馬之壓力，故其材料多半爲賤價之石灰石或沙岩，視當地之市場價格而定，然亦有用大理石爲路欄石者。

(3)路旁房屋之高度——：路旁房屋之高度，與街道之闊度成正比例，公路局亦有條文規定，蓋以道路邊房屋過高，而街道太狹時，街道終年陰森，無太陽光之照射，於排水及街旁屋內居人之衛生均有莫大妨礙也。

(4)路旁草地，植樹，廣告等之規定——：路旁闢草地或植樹，一則可以增加沿路之風景調節氣候，再則可以增加排水量；故新式之良好道路，多有種草植

樹者：尤以植樹爲多，因樹木爲將來之財富故也。樹木之位置須在路關石或路界以外三四尺，且有一定之間隔，通常爲二十呎至三十呎植樹一枝，至於路旁廣告之大小式樣顏色等，公路局均有條文規定，路旁之電燈廣告，尤以不妨碍行人之視覺及增加美觀爲要旨，今將廣東公路處條文節錄於後作爲本文之結束。

### 公路建築法規

#### 第一章 路基

第一條 凡建築公路路基時，必須依照核准圖則所定路線之中線平水樁及兩旁斜坡度數，填高或掘低之施工時不得稍有增減及錯誤。

#### 第二章 公路曲線

第二條 公路路線如須澗曲者其曲線半徑之長短得因各種道路路面之廣狹不同而規定最小限度如下：省道爲150'—120'縣道爲100'—60'。

#### 第三章 路面闊度

第三條 路面之寬度應照本處訂定全省道，縣道，鄉道街道之規制第二款建築之。

#### 第四章 路面基礎

第四條 凡築路基完竣後，須即遵照本處規定各種圖則建築路面基礎；然後鋪填路面材料，以資堅固；路面基礎之材料種類分別如下：（一）卵石沙泥混合者泥質多不過百分之十（二）碎石塊（三）大塊石（四）大塊整石（五）水泥三和土（六）鐵筋混合土。

#### 第五章 路面之材料

第五條 本省各公路鋪造路面之材料最低限度須照左列規定辦理（一）省道以一寸大碎石與紅泥海沙混合鋪蓋厚度爲六寸，單層水泥三和土八寸，雙層水泥三和土九寸或瀝青油路面。

#### 第六章 排水

第六條 路線經過處如須掘低以成路基，則兩旁須築水坑以便路面雨水易於疏

洩，水坑之闊度須依該處之斜度及水量之多寡而酌定之。

### 第七章 橋樑

第七條 路線經過處如屬小溪或河流為當地水道交通或防止水災必須建橋者，均須照本處審定橋樑圖規則規劃建築之。

### 第八章 擁壁

第八條 路線經過下列之地段必須建築擁壁，其高度及厚依當地之情形而定，  
(一) 屬於山坡而山上泥質浮鬆者 (二) 屬於海湖邊而路基之高度超過四尺以上者。

### 第九章 植樹

第九條 植樹須在路界以外三呎至十呎，每樹之距離若干雖因樹之種類不同而各異，但普通分別規定如下 (一) 省道定為三十呎至二十呎 (二) 縣道定為二十五呎至三十五呎。

### 第十章 廣告

第十條 凡路線兩旁所懸貼廣告，須由主管機關規定劃一位置，不得任意張貼，其式樣大小須依照本處之規定第二十八款行之

(以上條文節錄自廣東省道路年刊所登廣東公路處訂定全省公路建築法以為參考)

(完)



## 不用炸藥之轟炸——二氧化碳之新職務

By Frank H. Kneeland      劉書聲譯

工業上用的轟炸，需要兩種不同的炸藥，如碎石礦，需要具有破碎作用的炸藥，使岩石炸成碎片，便於搬運，大塊石片不需要了。但在另一方面，如煤礦所希望出產的，以大塊為佳，煤末則愈少愈好。故緩緩爆炸的黑藥，千百年來，煤礦中仍沿用着。

炸藥之選擇與應用，有時除所希望的某種效力外，尚依其他條件而定；如煤礦井中遇有炭化水素，或自然氣(Methane or nature gas)，或煤灰，甚至幾種都有時，有種火焰長而熱力大的炸藥，是不適用的；即使由物理上之觀點而言，牠的作用是合於理想的。故必須用經政府核定的或他種適當的炸藥。不幸這種核定的炸藥，藥性過快，牠的破碎作用，較普通黑藥尤大。

其他要注意的：即轟炸某種礦物時，其顏色和外表，均得特別留意；炸藥的污染或燒燻，足使某種礦物成為無用，如紀念物常用之大理石，鹽，和其他化學品，常因大量存儲而凝結，對於適宜炸藥的選擇，更關重要。

### 二氧化碳之藥筒

因為想使一種氣體與空氣混和而生之轟炸中，能得着脹破作用，同時還要沒有火險，於是有一種轟炸的妙物，所謂

Cardox 的，發現於市上。此藥之發明和應用，雖為時不過數年，但是牠的裝備和施用，却有很多的改進與簡單化。

牠的構造原理，非常簡單：Cardox 的外殼成一筒狀或瓶形，係用上好的合金鋼(Alloyed steel) 經過煅煉(Heat treatment) 製成的，其爆裂力異常強大，瓶之一端，係用易於破碎的普通軟鋼圓片封閉着，圓片外又罩一有氣孔的蓋，此蓋之裏面，有一剪切環(Shearing)，鋼圓片即置其上，此蓋複旋緊於瓶頭上。

在殼的他一端，裝有熱炙器(Heater)，此器係一紙管，內貯能起化合作用，並能迅速發生極大熱量的化學品，——即一種或數種氧化物，如氯酸鉀，二氧化錳；及一種或數種還原劑，如鉛粉或木炭粉等。——此外有一種電火頭(Electric match head) 或藥捻線(Squib)。電綫兩條：一條由自來火頭聯於熱炙器旁，與瓶殼頂或喉形口(Throat opening) 作成電接觸；他一條通入封閉熱炙器上口的木塞內，木塞之一端，成一圓錐形的凹陷，通入塞內之線即平捲於內，當蓋扭下時，此平捲的線，旋即與一絕緣的極成一電接觸；這絕緣的極也裝於蓋內，為蓋之一部分，至蓋之他一部分，係裝藥活塞(Filling valve)。

當熱炙器和圓片裝置緊牢後，即將藥瓶安放在適宜的架上，將在華氏零度至二十度溫度，及每平方吋約九百磅壓力的二氧化碳之液體，壓入瓶內；於裝有適當之量後，（可以秤定之），即將裝藥活塞扭緊，於是裝置完備，只待使用。自此以後，一切用法，均與普通炸藥無異。

### 用二氧化碳的轟炸

設用此藥瓶轟炸煤塊，先將其放於預先鑿好的斜孔中，以一引線 (Lead wire) 聯於瓶身，以一引線聯於上述之絕緣極上，再將瓶送至孔底，填塞孔上段；一切弄妥後，炸工即退居安全地帶，將引線聯到轟炸機的兩極上，再把搖手一轉，自來火頭因此發火，而熱炙器之化學品，即生化合作用，約需八十五分之一秒的時間，熱炙器即能發充分的熱，蒸發瓶內全部二氧化碳，壓力於是驟由每方吋九百磅增至一萬五千磅或二萬磅，這種壓力為瓶殼，瓶蓋所不能抵抗的，故即徐徐爆炸，四週之煤，旋亦被氣體脹力作用，炸成煤塊。

普通炸藥與 Cardox 作用的不同，當比較其炸力時，很易看出，即黑藥約每方吋有五萬磅至五萬六千磅的爆炸壓力 (Explosion pressure)，政府許用的炸藥 (Permissibles) 每方吋約有十萬磅至十五萬磅的壓力，Cardox 的壓力，已如前述，可謂沒有爆炸壓力，僅有擴散壓力 (Release pressure)，即因二氧化碳之膨脹，先將圓片蓋子脹破，徐將瓶身破碎的壓力，如用各種不同的圓片蓋子，這種擴散壓力，可得由每方吋七千磅至三萬五千磅壓力的變易。轟炸任何特種礦石，裝入炸藥之適當力量，就是熱炙器之重量，圓片之厚度，與二氧化碳之重量之比，係由實驗而定。因此藥筒都是在裝藥總站裝好的，結果藥力之大小，實施轟炸的工人，不能隨意變更；過量爆炸，遂以免除。

這種『特許的爆炸裝置』 (Permissible blasting device) ，美國礦務局所給的名稱。雖然起初專用於煤礦方面，對於

分破他種礦物，亦頗有用。今年春季(按係1932年)，在芝加哥市中心的一大鹽棧中，將已凝結的鹽用此炸藥炸開，作為試驗，已得圓滿的結果，牠的安全和無聲，(一百呎以外已難聽得炸聲)，及爆炸物無燻染之色，都足為人所贊許。但在另一方面，牠的分裂作用，是不及『快性』與『猛烈』炸藥的。Cardox 有兩種直徑不同的，(1  $\frac{1}{2}$ 吋與2  $\frac{1}{2}$ 吋)，與五種不同能力的，(每個裝20至100立方吋的藥量)，所以在各種不同的情形下，可以選用各種適當的藥量。

# 報 告

# 山東嶧縣中興煤礦實習報告

王 天 樞 合 編  
柴 濟 普

## 目 錄

第 一 章	總 論
第一節	位置
第二節	交通
第三節	沿革
第四節	資本
第五節	組織
第 二 章	煤田概論
第一節	地形
第二節	地質
第三節	礦區
第四節	煤層
第五節	煤量
第六節	煤質
第 三 章	礦廠設備
第一節	動力設備
第二節	機務設備
第三節	材料場設備
第 四 章	採煤工程
第一節	大井
第二節	運道
第三節	採煤法
	一泥密採煤法
	二大密採煤法
第四節	井下運輸
第五節	支柱
第六節	捲揚
第七節	排水
第八節	通風
第九節	照明
第十節	炸藥
第十一節	保安

第 五 章	職 工		
第一節	職員	第二節	工制
第三節	工作時間	第四節	工價
第五節	獎罰	第六節	待遇
第七節	工運		
第 六 章	惠工設備		
第一節	工人浴室	第二節	工人俱樂部
第三節	工人補習學校	第四節	中興小學校
第五節	幼稚園	第六節	醫院
第 七 章	產額及成本		
第一節	產額	第二節	成本
第 八 章	運 銷		
第 九 章	附帶作業		
第一節	鍊焦	第二節	製灰
第三節	造磚		
第 十 章	三號大井		
第 十 一 章	結 論		

## 引 言

本篇係為學校令繳之實習報告而作，今應自治會徵稿命特刊載于斯。不過鄙人等實習中興煤礦自去歲十一月初至草此稿時，為時僅半載有奇，且僅實習採礦處井下之一部，對於礦中其他各部處隔核殊甚，故草此報告掛一漏萬，勢所必至。即魯魚亥豕亦在所不免；此乃時間倉卒，鄙人等能力有限，無可奈何事耳。尚祈閱者諒之。此報告所寫材料基于實地零星札記者固屬不少，而蒙各主管先生之惠賜者尤多；並此文脫稿後曾經測量師吳壽農先生校

閱糾正，今特以十二分誠敬之心向各主管先生及吳先生鳴謝于此。

## 第一章 總 論

### 第一節 位 置

中興礦區，在山東 澤縣西北部，及滕縣東南部，其主要部份，以在嶧縣者為多，故稱山東澤縣中興煤礦公司。礦廠設於嶧縣屬棗莊村北，南距嶧縣城約二十五華里，西距津浦綫上臨城車站約七十華里，四周築圍牆，以防匪患。

### 第二節 交 通

本礦於前清宣統二年，自築有台棗鐵路，全長九十餘華里，共分四站，即棗莊、澤縣、泥溝、台兒莊是也。台兒莊為運河沿岸商埠之一，本礦煤舫到後，即裝船運往各地，北至濟寧，南達清江，鎮江等處，茲述台兒莊至各地水路距離於下：

台兒莊至韓莊	距離	84 華里
至徐州		150 華里
至清江		360 華里
至鎮江		750 華里
至濟寧		380 華里

民國二年，津浦路局，添築臨棗支路，計共七十餘里，分臨城、山家林、鄒場、棗莊等站。自此以後，本礦煤舫銷路，因之推廣，津浦綫上沿途各大車站，均設有本礦分銷處，茲將棗莊至各大站距離列後：——

站 名	公 里
臨 城	32
徐 州	99
蚌 埠	264
浦 口	439



濟南	282
天津	634

台兒莊至隴海綫上趙家墩，約30公里，公司現擬延長台棗鐵路，直至趙家墩，此項計劃，果能實現，則本礦煤助將來之銷路，北可至濟南、德州；南可至浦口，南京；西可至開封，洛陽；東可至海州，併可由海州出口，運往上海，日本，香港，廣州等地，其銷路之昌旺，勢有必至者也。

### 第三節 沿革

棗莊煤田，相傳於明末即已發現，前清光緒五年以前已有人用土法採取，光緒六年，直隸總督李鴻章奏辦濰縣礦局，派戴華藻以20000金，開始作較大規模之土法開採，設立礦局於棗莊，名為中興，是即本公司名稱之創始，成績頗著，光緒二十一年遭水患，淹沒工人三百餘名，為東撫李秉文所封，光緒二十二年，由直督裕祿直隸礦務督辦張翼派張運芬接辦，二十五年議招德股，改名為華德中興公司，其後德股未集，改用華股。至三十四年，收股八十萬兩，改名為中興有限公司，呈部註冊，三十四年自築台棗鐵路，宣統二年通車運煤；民國二年一號大井告成，民國三年，礦廠圍墻築起，民國四年二月大井出險，水火交乘，經總理張運芬偕同經理戴理庵督飭員司，竭力營救，始得化險為夷，至九十月間，方逐漸出煤，自此以後，公司經營日以千里，民七至民十四之數年中，公司營業最好，每歲獲利極豐，因之又開二號大井，力事擴張，然自此以後，軍閥剝削，土匪猖獗，礦廠煤集如山，無法銷售，因之于民國十六年八月停止採煤，民國十七年七月，公司因1000000元之軍餉，無力交納，遂由官方下令收沒，併派俞飛鵬氏來礦主持，是年九月公司遵令繳款，官方乃明令發還。民國十八年後，交通漸次恢復，礦廠附近盜匪亦稍斂跡，公司始向上海銀行界，借款500000元，于該年八月復工採煤，比年以來，業務蒸蒸日上，工程設備，益形充實，因之又建三號大井一座，現正在裝置中。約于本年度八月後可以出煤，嗣後國難渡過，銷路推廣，則本礦每日5000噸之出產，

定可達到也。

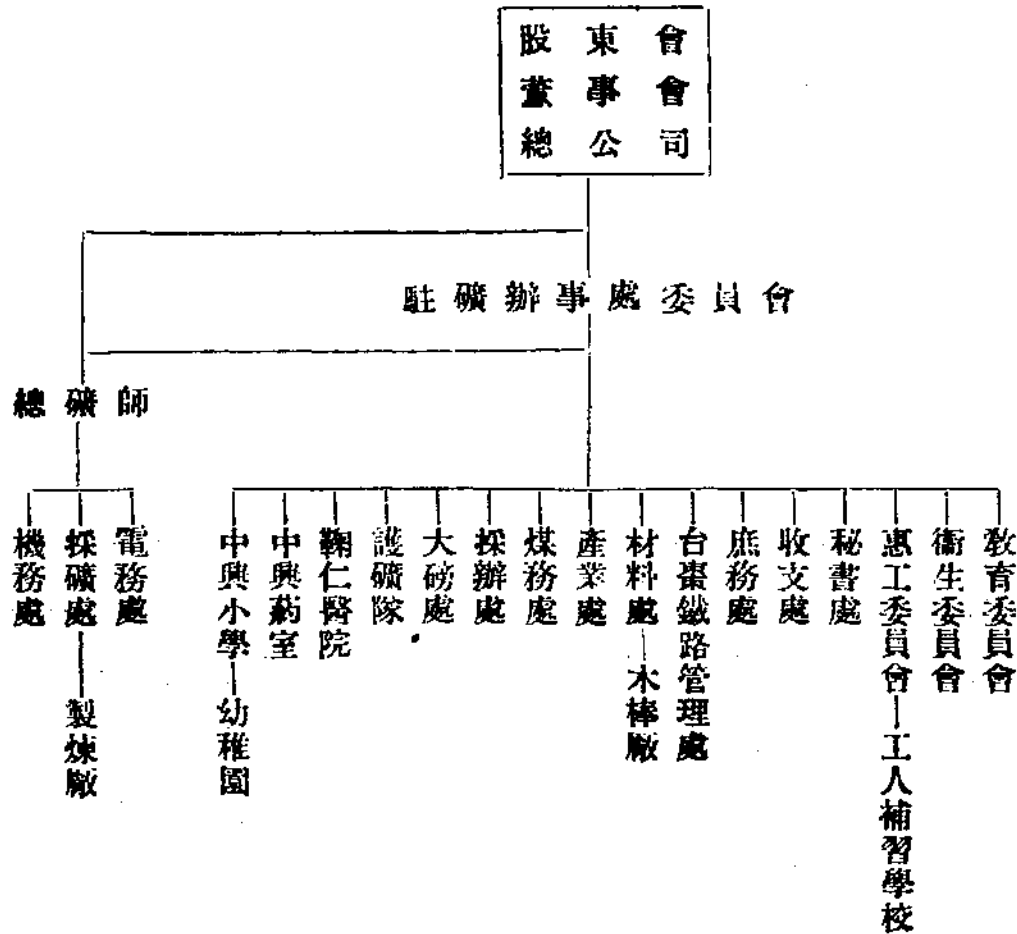
第 四 節 資 本

初設中興礦局時，僅集股銀兩萬兩，改組為商辦輝縣中興煤礦有限公司後，資本招為八十萬兩，以後逐年增加，宣統三年，招足資本為三百萬兩，嗣後以營業發達，工程加以擴充，於民國十年改定資本為一千萬元，連同舊股，儘先招足七百五十萬元，共分七萬五千股，每股百元，股票皆為記名式，為我國人投資最大之公司。

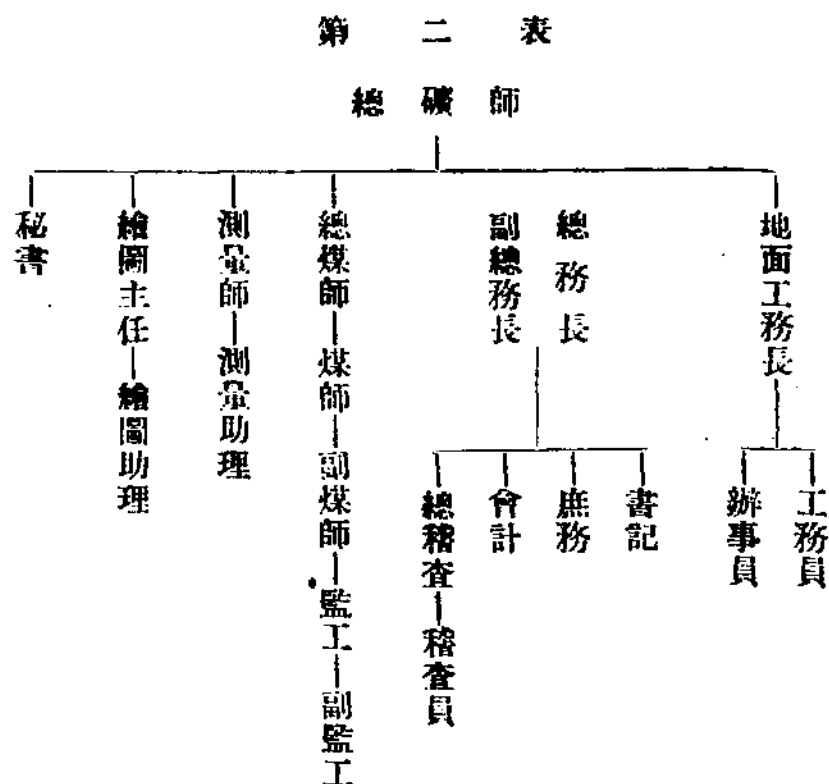
第 五 節 組 織

一、公司組織系統如下：

第 一 表



二、採礦處組織系統如下：——



## 第 二 章 煤田概況 (參看圖一, 二。)

### 第 一 節 地 形

中興煤田，又稱棗莊煤田，就煤田本體而言，可稱為平原，就附近形勢而言，則北有雲谷山，高出平地 540 公尺，谷山高出 425 公尺，南有臥虎山，老虎山，獅子山，焦山等高均在 200 公尺以上，以東則無高山峻嶺。往西則直接山東西部之大平原，故中興煤田，實位於南北兩嶺之間，稱之謂巨谷，亦無不可。谷東西長，由稅郭至臨城，約四十餘公里，南北寬十八公里左右，水分兩道，一由棗莊以西，南北嶺之水，相會而西流，經臨城之西，而入于微山湖，一在棗莊以東，馬山，雲谷諸山之水，會而南流，經嶧縣城轉而東南。(參看圖一)

### 第 二 節 地 質 (參看圖一)

一、岩石時代：棗莊附近地層已發見者，計有舊元古界，寒武紀，奧陶紀，二疊石灰紀，三疊紀及第四紀等，茲分述于下：——

甲、舊元古界：本系岩石，以結晶片岩及片麻岩為主，間有大理岩，石英岩等，片岩以雲母片岩為最著。有時黑色礦物減少，成為長英片麻岩，以片理細而晶粒小，得與泰山系片麻岩區別，大理岩及石英岩等，則為泰山系所未見。其分佈地點，在煤田之東北部，馬山，雲谷山一帶。

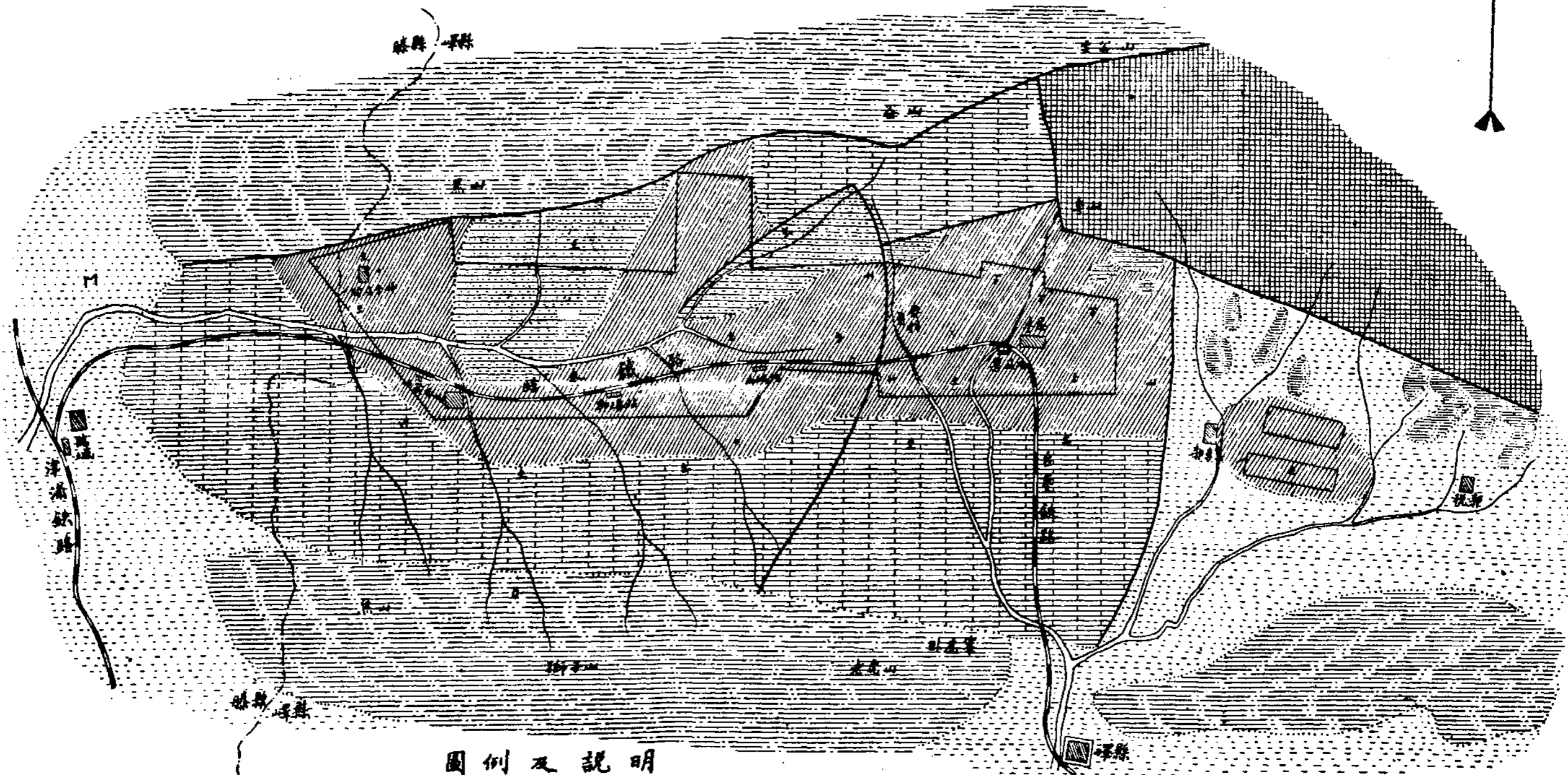
乙、寒武紀：本系岩石在煤田附近發現者，一在北部，一在南部，在北部者即谷山黑山等一帶。在南部者即臥虎寨，老虎山，獅子山，焦山等一帶，寒武紀岩石，又可詳分饅頭頁岩層，魚面狀石灰岩層，崗山頁岩層及礫狀頁岩層等。饅頭頁岩層，位于五台之上，為不整合，其岩石以棕色及紅色頁岩為主，夾帶薄層石灰岩及砂岩；魚面狀石灰岩層，位于饅頭頁岩之上，其岩石為石灰岩，大部呈魚面狀故名；崗山頁岩層，位于魚面狀石灰岩之上，其岩石以頁岩為主。多呈綠色，夾帶薄層之石灰岩；礫狀石灰岩層，位於崗山頁岩層之上，其岩石以石灰岩為主，夾帶頁岩，石灰岩多呈灰色及藍色為礫狀故名。

丙、奧陶紀：濟南石灰岩下與寒武紀相整合，但不連續，其分佈地點，大部在煤田之南，煤田北部亦有一小部分，蓋係斷層關係所致。

丁、二疊石炭紀：本係岩石直接覆于奧陶紀石灰上介于其間之志留，泥盆二疊地層，則毫無踪跡。二疊石炭紀之岩石，可分為上中下三部，自直覆奧陶紀之底部起，至紡錘虫石灰岩為其下部，以粘土及泥質頁岩為主，中夾類似凝灰岩之重岩，底部每含赤鐵礦，量微質劣；煤層萃集之處為中部，岩石以頁岩及砂岩為主，含重要煤層，並夾薄層石灰岩，內含腕足珊瑚等化石；不夾煤層者為下部，岩石以彩色泥質頁岩及沙岩為主，間夾綠色硬質粘土為最上部。並有石英質砂岩一層，但因風化關係，露頭處有已浸蝕盡淨者矣。

# 山東嶧縣中興公司礦區煤田地質圖 (第一圖)

縮尺廿萬分之一



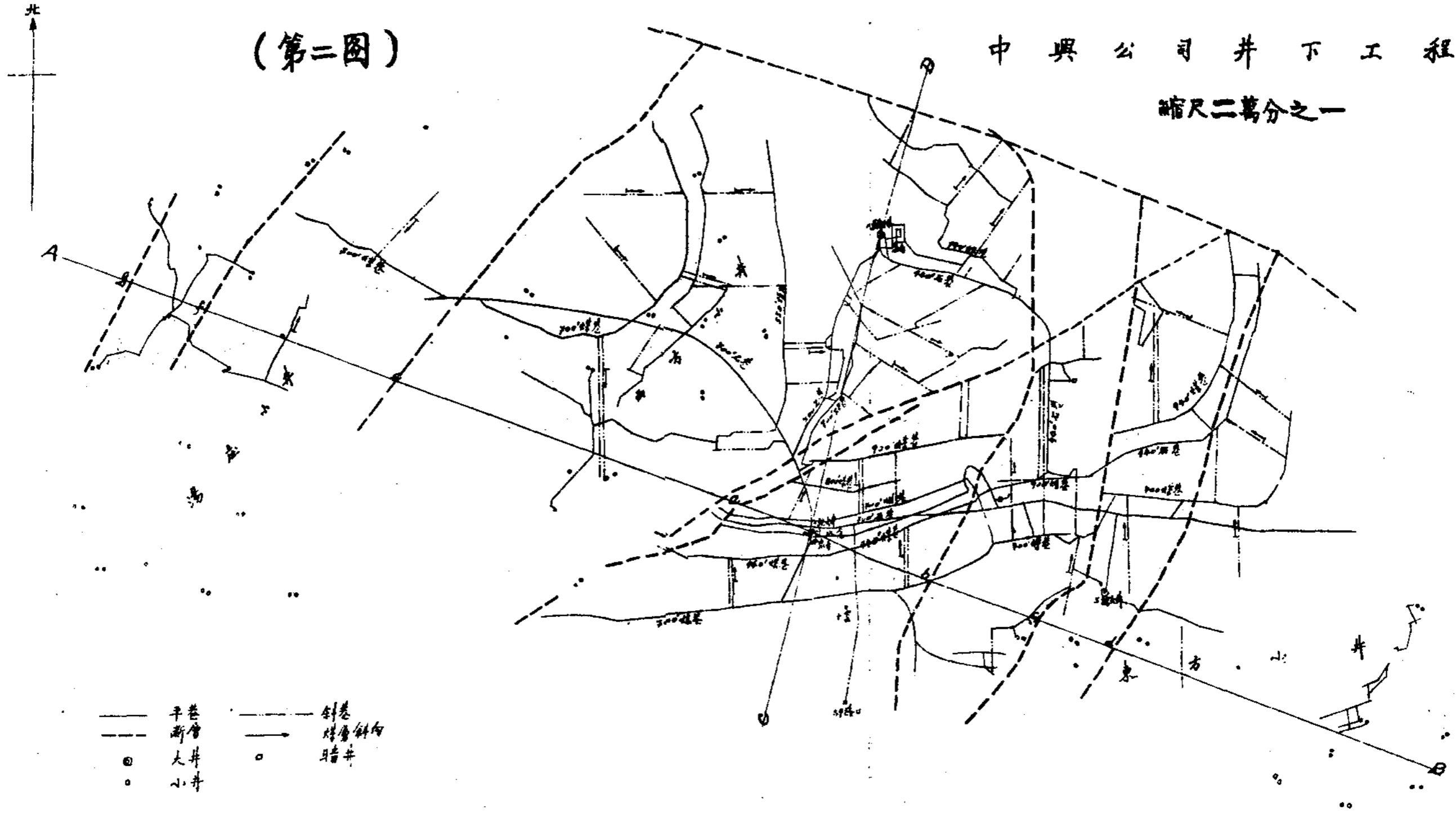
## 圖例及說明

五台系 安山片岩片麻岩	寒武紀 棕紅頁岩石灰岩	奧陶紀 石灰岩	二疊石炭紀 煤系砂岩頁岩層	三疊紀 紅色砂岩	最新紀 沖積層	斷層線	鐵路	河流	礦區

(第二图)

中興公司井下工程圖

縮尺二萬分之一



- |       |    |     |      |
|-------|----|-----|------|
| ——    | 平巷 | ——  | 斜巷   |
| - - - | 斷層 | ——> | 煤層斜向 |
| ⊙     | 大井 | ○   | 暗井   |
| ○     | 小井 |     |      |

戊、三疊紀：本層直覆于二疊紀石炭紀之上，與石英砂岩層相整合，北阻于斷層，致與寒武紀地層相接，岩石以紅色粗鬆砂岩為主，并夾礫岩，故名紅色砂岩層，間有綠色砂岩及粘土，因受浸蝕太甚，厚度不一，且二疊石炭紀露出。

己、第四紀：三疊紀紅色砂岩之上，白堊紀及第三紀等地層，在中興煤田附近，均未發見，直位于紅色岩層之上者，為沖積層，此層為最新之沈積物，成分頗複雜，有砂岩，黃土，礫岩等。

## 二 地質構造

甲 棗莊盆地：棗莊居中興礦區東部中心，其南部之奧陶紀石灰岩及二疊石炭紀等地層傾向北，其東部二疊石炭紀地層傾向正西，其北部之二疊石炭紀則傾向南微西。其西部二疊石炭紀地層，在中部斷層以西者，傾向西，在斷層以東者傾向東微北，故棗莊附近，實造成一小盆地，東西長約一公里，南北寬約七公里，共面積約在 50 公里以上。

乙。單斜層：自中興煤田中部斷層以西，即自齊村以西，山家林，陶莊等以東，所有地層，南自獅子山之寒武紀起，北向經奧陶紀，二疊石炭紀，及紅色砂岩系，直至北部斷層止，所有岩層大致向北，組成一單斜層，其長約 15 公里至 20 公里。

丙。斷層：中興煤田附近，斷層甚多，其大者約可分為四，即北部，東北部，東部及中部是也，北部斷層綫大致東西，其斷層關係，大至北昇而降；東北部斷層，自雲谷山西南麓起，南向至棹山西南麓，轉向東南，經馬山南，直至稅郭之北，在斷層綫東北者為五台系地層，在其西者多濟南石灰岩層，其西南則為紅色砂岩系及二疊石炭紀，其南又有寒武紀地層；東部斷層在郭李集之西，走向南北；中部斷層，在齊村之西，北向則微西，南向亦微西，成一弓形，此斷層斷距甚小，煤田附近，其他斷層尚多，因不關全體，故皆略而不述。

## 第 三 節 礦 區 (參看圖一)

前清初辦中興礦局時，並未確定礦區範圍，只限棗莊百里以內，不准他人開採，直至宣統元年，始經農工商部派人劃定礦界，計共礦區三段，合計面積為317方里，(參看圖一)茲就三段分述于下：

一、在郭李集西北：

東自李家莊至田屯莊止。

西自小官莊西一里半起至蔣家莊止。

南自蔣家莊起至田屯莊止。

北自李家莊起至小官莊西一里半止。

計面積306方里

二、在郭李集東北：

東西長3里9分7釐。

南北闊1里4分。

計面積5方里6分。

三、在郭李集東南：

東西長4里8分。

南北闊1里1分3釐。

計面積5方里4分。

以上三段礦區合計面積317方里。

茲再將三段礦區之測點及基點位置，開列于下：——

## 一 郭李集西北區

測 點	平 角	平 距	附 記
基點1至1	156'—25'	1128公尺	基點1在侯家宅土地廟東南角；測點1在田家屯莊東頭，測點2在小村東南角
1—2	265°—75'	7065	
1—3	356'—21'	705	



3-4	267'-05'	2905	測點 4 在湯莊東南
基點 2-4	216'-0'	176	基點 2 在湯莊東土地莊西南角。
4-5	210'-40'	1690	測點 5 在黑嶺北。
5-6	267'-10'	9445	測點 6 在蔣家莊。
6-7	318'-45'	5932	測點 7 在小官村內
7-8	70'-59'	4425	
8-9	178'-10'	1340	測點 9 在黃貝西南。
9-10	90'-20'	6605	測點 10 在南安陽莊南頭。
10-11	0'-20'	2902	測點 11 在西常莊北。
11-12	87'-40'	2245	測點 12 在官莊南。
基點 3-12	210'-50'	242	基點 3 在官莊土地廟西南角。
12-13	170'-20'	2720	測點 13 在中城河南。
13-14	82'-50'	3962	測點 14 在孫家莊南頭。
14-15	95'-41'	2905	
15-16	3'-10'	497	
16-17	96'-05'	1899	
17-18	183'-51'	497	
18-19	95'-45'	7312	測點 19 在李家莊西家角。
19-1	178'-01'	2765	
南大井 口至 9	64'-10'	2720	

## 二 郭李集東北區：

測 點	平 角	平 距	附 記
1-2	279'-50'	2700公尺	.

2-3	11°-30'	740	
基點1至3	95°-35'	1048	基點1在古屯前土地廟東南
3-4	99°-50'	2300	
基點2-4	252°-40'	288	基點2在方家莊東土地廟西南角
4-1	191°-30'	740	

## 三 郭李集東南區：

測 點	平 角	平 距	附 記
基點1-1	42°-40'	823公尺	基點1在大新莊南土地廟東北角
1-2	278°-20'	7700	
2-3	10°-05'	635	
基點2-3	65°-05'	905	基點2在譚家河南土地廟東南角
3-4	98°-20'	2700	
4-1	190°-20'	635	

## 第 四 節 煤 層

一。煤層厚度：中興煤層，除最薄者不計外，尚有六層，茲由下向上，將其層次，層名，厚度，列表于下：——

第 三 表

層 次	層 名	厚 度
第一層	礮子筈	約 3 呎
第二層	雞子筈	約 3 呎
第三層	泥 筈	平均 4 呎
第四層	薄灰筈	約六七吋

第五層	大 窰	平均20呎
第六層	柴 炭 窰	約 2 呎

現本礦實際採取之煤層，計為大窰與泥窰，其餘四層，層薄質劣，不值開採。

二 煤層構造：中興煤田，斷層甚多，除上述其附近諸大斷層外，其內尚有數小斷層，而于施工計劃，頗有關係，茲略述其梗概。（參觀圖二）。在東部者，自東而西，有 d, c, b, 三整斷層，走向皆南北。南端微西偏，三者幾成平行，彼此相距約 400 公尺；在中部者有反斷層 a 一道，走向由東北而西南，斜貫 d, c, b, 三斷層；在西北部者 e, f, g, 三正斷層，走向皆為東北西南。（參看圖三，剖面圖），沿 C D 綫由南而北，南端即 a 斷層以南之煤層，傾向北  $10^{\circ}$ — $20^{\circ}$ ，斷層以南地層下降，以北上升，昇降差約 50 公尺，斷層以北之煤層，初向南微傾，中間幾成水平，至二號大井以南，始復向北傾斜，過二號大井以北，約 100 尺，又漸成水平，繼復向北傾斜，直至北部 h 大斷層為止。沿 AB 綫之煤層，大抵向北傾斜，自西而東，經過 g, f, e, d, b, 五斷層，且漸次降落，形成一階等斷層，其昇降差，在 b 斷層處約 70 公尺，在 a 斷層處約 55 公尺，其餘在 e, f, g, 等斷層，昇降差甚小，各不過數公尺而已，至 C 斷層處，則東部上昇約 30 公尺，至 d 斷層處，東部仍屬上昇，惟昇降差甚微耳。概言之，煤層在南部形成單斜層，在東部者形成半漏斗形，在西北部者形成半覆碗形。于煤巷叙述中，更可見其一斑也。

### 第五節 煤 量

礦產儲量，殊難確定，一方面因地質之變化莫測，另一方面因估計者之見解不同，故所得之結果很難一致，茲將歷年前人對本礦之儲量估計數目。列于下；——

估 計 者	礦量(噸)	備 考
周 學 熙	12,000,000	
鄺 榮 光	12,800,000	
朱 行 中	843,375,457	
顧 珮	117,407,497 97,440,000 214,847,407	西部礦區 東部礦區
譚 錫 時	72,000,000	東部棗莊一帶
李 捷 之	1,200,000 600,000 1,000,000 74,800,000	西部韓家嶺一帶 山家林一帶 大甘林南安營兩處
平 仲	83,200,000 15,600,000 7,652,400 106,452,400 35,912,000	棗莊一帶大窰 棗莊一帶泥窰 陶莊大窰 原儲量 現實儲量
范 瑞 侯	37,000,000	現實儲量

以上所載之儲量，僅限大窰與泥窰二層，其數目相差很遠，蓋因根據之不同也，據最近本礦切實估計，尚有可採煤量：

- 一、 棗莊一帶大窰 10,000,000噸
- 二、 棗莊一帶泥窰 15,000,000噸
- 三、 陶莊一帶大窰 5,000,000噸
- 合計 30,000,000噸

## 第六節 煤質

本礦採煤，僅限於大槽及泥窩兩層，已如上述，大槽煤質優佳，宜于煉焦；泥窩煤質亦佳，惟含硫質過多，茲將煤之分析表列下：——

第四表

煤層	成分	水分	揮發物	固定炭素	灰分	硫磺	磷質	熱量 B.T.U.
大	統煤	0.646	27.186	62.215	9.953	0.623	0.014	13860
	塊煤	0.594	27.957	62.303	9.150	0.582	0.014	14021
槽	末煤	1.030	27.312	60.905	10.749	0.601	0.015	13662
小	窩	0.420	28.231	64.299	7.050	1.456	0.092	13860

## 第三章 礦廠設備（附礦廠佈置圖，第四圖）

本礦廠內，鐵道蜿蜒，分佈于南北東三大井及各廠所向，併與台棗，臨棗兩路，互相接軌，專為運輸煤矸及材料而設，南北東三大井，各築有圍牆，以防匪患。南大井圍牆內，設有駐廠辦事委員會，礦師辦公處，電務處，機務處，鐵路工程處，材料處，木棒廠，職員住宅，同人宿舍，以及護礦隊部；北東兩大井圍牆內，則僅設工程辦事處，修理廠，職員住宅及護礦分隊等而已。

## 第一節 動力設備

- 一、鍋爐：鍋爐房位于一號大井絞車房之東，內裝8呎徑37呎長鍋爐四座，共600匹馬力。每座可燒85磅（7汽壓）。現僅燒兩座，以供一號井絞車及職工浴室之用。
- 二、壓風機：壓風機房，位于採礦處之後，內裝電動壓風機兩部，每部能發出85磅之冷汽，以供井下機鑽及補助通風之用。
- 三、電機：本礦發電機，計分兩種，一係汽機發電機，一係透平發電機。蒸汽發電機有720啓羅瓦特之三相交流機二部，各連以1200匹馬力臥式雙汽缸蒸

汽機：透平發電機有1600啓羅瓦特及相同流發電機兩部，各連以2300匹馬力透平，合計共有電力46.0啓羅瓦特。四部電機均為三相台爾太式連結 Delta Connection of Three phrase 茲將此四部電機之狀況列表于下：——

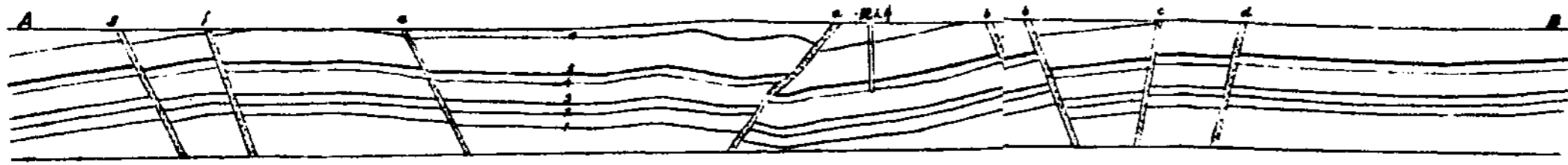
· 第 五 表

電機種類	部數	連結法	速度 R.P.M	電力 K.W.	系數 R.F.	K.V.A.	電壓 Volt	電流 Amp.	週率 Freq	磁 力 場			電 耗
										V	A	K.W.	
汽缸電機	2	△	900	720	1-0.8	900	3150	173	50	148	115	17	70
透平電機	2	△	3000	1600	0.8	2000	3150	673	50	109	110	12	95

供給電機之鍋爐，共分4組，兩個係德國博西希廠製造，為水管式，燒火面積為6平方尺，汽壓常以11啓羅格姆平方耗，蒸發量每點約11000啓羅格姆，專開透平之用。茲將本年度三月份電力之分佈及合價開列于後：——

第 六 表

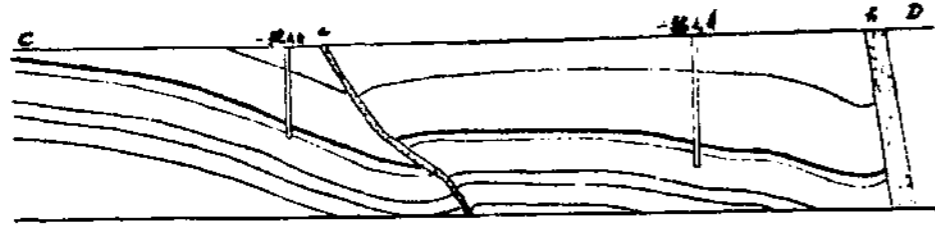
電 力 度 數	用 項	合 價	( 九 厘 合 洋 )
24300	公司電燈	218元	70
13300	地面路燈	119	70
5300	沙河自來水	47	70
3960	保安隊	35	61
1080	津浦站	9	72
1800	煤務處	16	20
1800	台棗鐵路管理處	16	20
360	材料處	3	24
720	木棒廠	6	48
17500	機務處	157	50



煤層剖面圖

(第二圖)

1:2000

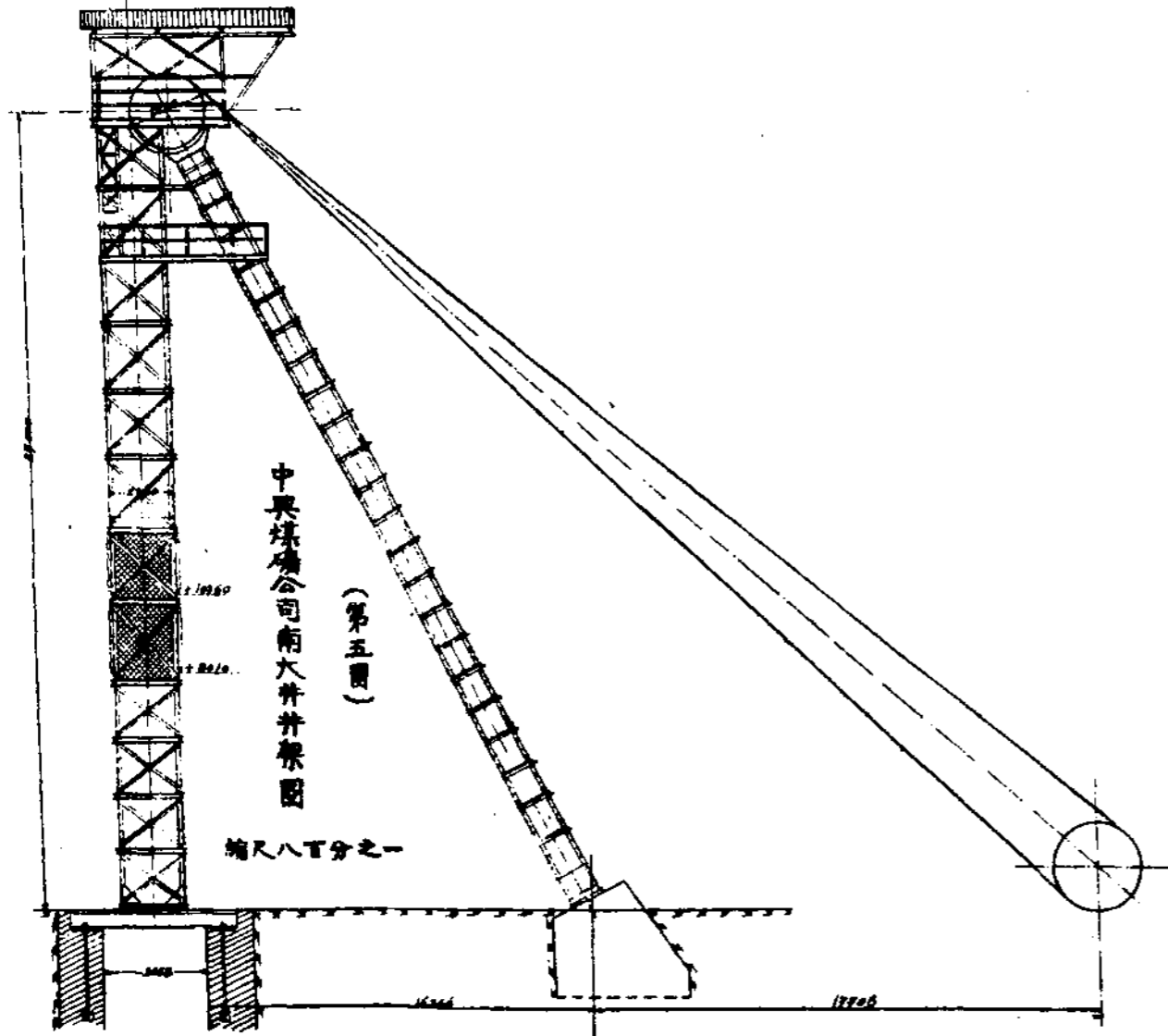
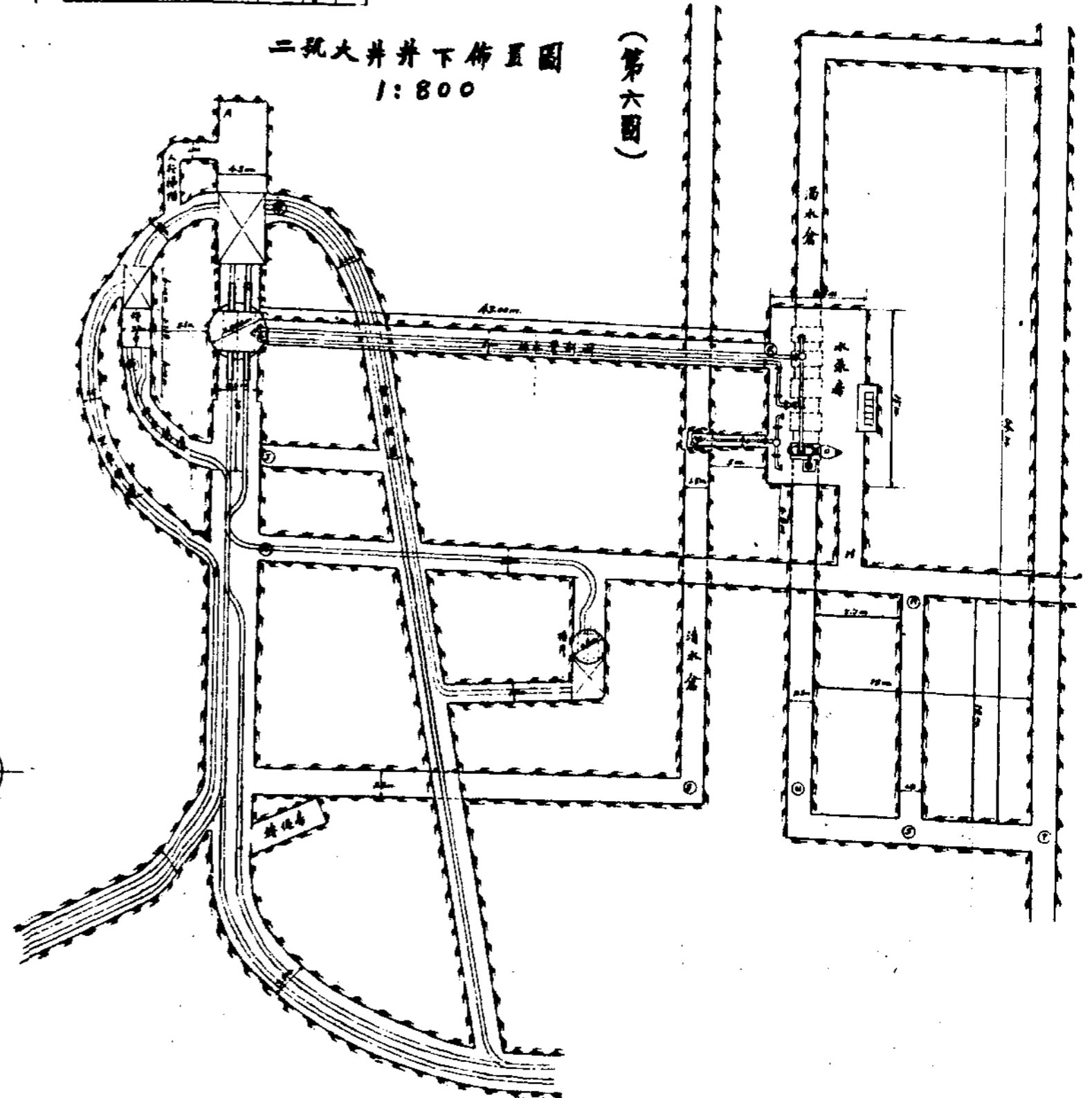


煤層	厚度	斷層	走向
6	厚層	10-12	北西
5	中層	10-12	北西
4	薄層	10-12	北西
3	薄層	10-12	北西
2	薄層	10-12	北西
1	薄層	10-12	北西

二號大井井下佈置圖

1:800

(第六圖)

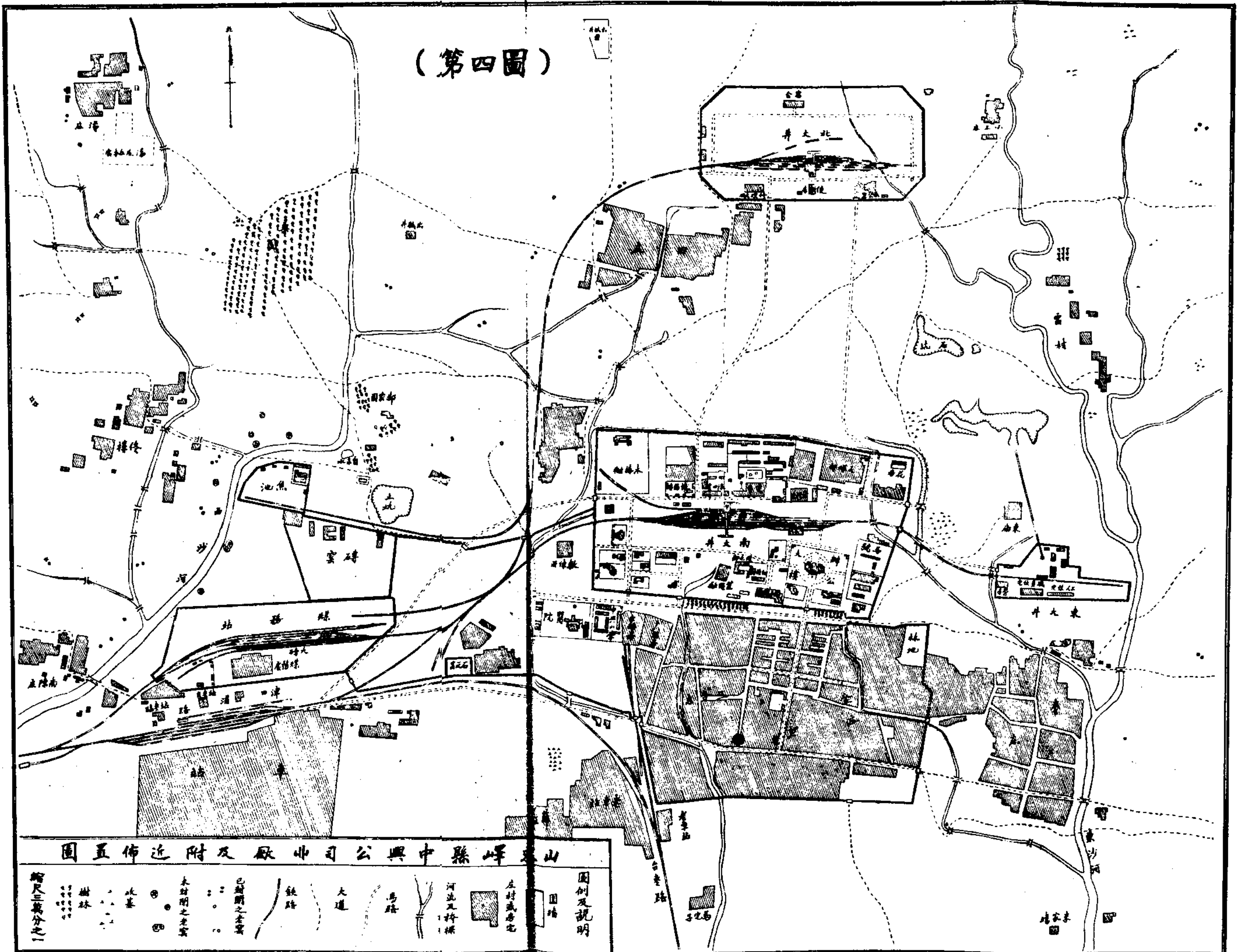


中興煤礦公司南大井井架圖

(第五圖)

縮尺八百分之一

(第四圖)



山西中興公司附近佈置圖

縮尺三萬分之一

圖例及說明

已開闢之老實

未開闢之老實

鐵路

大道

馬路

河流及橋樑

村莊或住宅

園地

樹林

水塔

水庫



720	裝煉轆	6	48
1440	鞠仁醫院	12	96
600	中興小學	5	40
16600	市場電燈	149	40
4600	採礦處	41	40
99000	壓風機	891	00
2160	大井架	19	44
4200	大井架修理轆	37	80
13300	小窩風車	119	70
18000	金十一風車	162	30
18700	金十八風車	168	30
18700	富十三風車	168	30
75000	富卅四風車	675	00
13000	富廿六絞車	147	00
8000	金十七絞車	72	00
132400	南大井下大泉	1191	60
24300	南大井下電燈	218	70
95000	南大井下絞車	855	00
116500	北大井絞車	1048	50
13000	富廿六風車	117	00
124000	北大井下大泉	1116	00
27500	北大井下清水泉	247	50
11100	北大井下小泉	99	90

17700	北大井下電燈	159	30
35300	北大井下絞車	317	70
共計 960940		8648	46

### 第 二 節 機 務 設 備

機務設備，計有機器廠，鐵工廠，鉚工廠，翻沙廠，木工廠，修車廠，及機器修理廠等。

#### 一、 機器廠設備，計有：

40匹馬力13寸雙汽缸機一部

50匹馬力馬達一套

35寸伸打鏝 8 尺長車床

12寸伸打鏝11尺長車床

11寸伸打鏝11尺長車床

18寸伸打鏝 9尺長車床

7寸伸打鏝 8尺長車床

8寸伸打鏝 7尺長車床

7寸伸打鏝 6尺長車床

8寸伸打鏝 5尺長車床

7寸伸打鏝 5尺長車床

7寸伸打鏝 3尺長車床

6寸伸打鏝15尺長車床

30寸伸打鏝 9尺長車床

14寸伸打鏝13尺長車床

3寸寬16寸長刨床

2尺寬 9尺長刨床

等各一部

14尺直34尺橫刨床	—	等各一部
13寸寬 3尺半長刨床		
42寸伸打鑽 2.5寸眼	—	等鑽床各一部
20寸伸打鑽 1.5寸眼		
10寸半伸打鑽 6分眼		
9寸半伸打鑽 3分眼		

26寸伸打插厚 11.5 寸插床一架

3分至 1.5 徑校螺絲床一架

水力頂機一部

頂煤車輪機一部

起重滑車等共 6 部

其他如千斤頂，老虎鉗，機器雜件等尚多，不能備載。

## 二. 木工廠設備，計有：

立鋸木機一架      臥刨木機一架

臥鑽鋸木機一架      銼鋸條機一架      電桿鋸條機一架

其他老虎鉗，生鐵平台等。

## 三. 翻沙廠設備，計有：

大化鐵爐兩座      小化鐵爐兩座

鐵樓一座      4 尺寬 6 尺長平車兩部

起重架一部      生鐵砂箱 400 餘件等

## 四. 鐵工廠設備，計有：

3 噸汽錘一個，      2 尺寬 5 尺長生鐵平台一座

此外尚有風箱，老虎鉗等

## 五. 綁工廠設備，計有：

剪 5 分鐵板推 7 分眼剪鐵器一架

7 寸厚 3 尺寬 4 尺長生鐵平台 2 個

6 寸厚 4 尺長生鐵平台一個

其他尚有老虎鉗，水櫃等

六、 機器修理廠：本廠直屬于採礦處，專司修理上下一切機器零件之責，其設備計有：

鎖眼機一架

剪刀機一部

鐵床三架

其他如老虎鉗等物

### 第 三 節 材 料 廠 設 備

材料廠之儲存，分材料廠，木棒廠，機件保管所三處

一 材料廠：計有房 183 間，倉庫設備，有角鐵貨架三個，鐵板圓油櫃 14 個，鐵板方油櫃兩個，起重大架一部，油泵二個等

二 木棒廠：計有 12 寸單汽缸馬力機一架，火輪元鋸二條，生鐵汽煲汽管，及木棒放場等

三 機件保管所：本所專為保管已出價退回之舊機件及未出價收到之新機件。

## 第 四 章 採 煤 工 程

### 第 一 節 大 井

本礦現日產 3000 餘噸，惟兩大井是賴，在南圍內者，曰一號大井，又稱南大井，在北圍內者，曰二號大井，又稱北大井，二號大井位于一號大井約北  $3^{\circ} 47'$  東 975 公尺。（本礦三號大井。現尚在裝置中，約于本年度八月後可出煤，其種切當以另章叙之。）

一、 一號大井：宣統元年改建，民國二年告成。

甲、 井筒：井筒為圓形，直徑 12 呎，深 199 公尺，俗稱為 700 呎，以青石

灰砌成，壁厚 50 公呎，每間 10 呎，裝鐵樑一道。繃道 Guide 四條，係由 45 磅鋼軌作成，為供罐籠升降之用，井筒東壁置有 10 吋排水管 3 根，4 吋冷氣管 Compressed air Pipe 一根；南壁則裝置 3000 磅羅瓦特高壓電纜 3 條，又自動電話綫 2 根。

乙 罐籠：罐籠分為四層，每層裝車 2 輛，共裝八輛，罐籠長為 1.85 公尺，寬為 0.91 公尺，高為 7.15 公尺，其頂平帽上裝有活動蓋，以備下鋼軌或長材料之用。罐籠皮重約 4 噸，煤車容量為 1/3 噸，皮重約 260 公斤。

丙 井口設備：井口上樹有 88 呎高鐵架一座，附建煤樓 Tiple 三層，其上層豎靠井架東邊，裝一秤車，車為卸上層煤車至中層煤車而設；中層與南東兩方天橋相連接，南方天橋為運煤裝火車及送往煤堆之用。東方天橋，為運送煤直入電機鍋爐房及絞車鍋爐房之用；下層裝有篩煤機一部，現暫停頓。煤樓東西兩面，各裝一蒸汽提重機，以供提地面材料至煤樓中層裝罐之用。又煤樓西邊，附裝二行道之樓梯，以人工上下，（參看第五圖）

丁 大絞車：絞車房位於井口之北，內置 500 H.p，直拉蒸汽絞車一部，滾桶直徑為 9 呎，用等秤式罐籠，即于繩之兩端各繫罐籠一具，使其重量平衡，所用繩為 1.5 吋徑，五股廿七扁絲之鋼絲繩，其經過井口高鐵架上鑄鐵飛輪 Shift 後，造成之角度為  $48^\circ$ 。

戊 井底佈置：井底分為上下兩層，上層與南北兩石門相接，併有東西兩繞道，東繞道為運送南石門煤車至北石門裝罐籠及運轉下罐籠空車之一部份至北石門而設，（煤車裝入罐籠統由北石門；空車下罐籠統至南石門。）東繞道中央裝置秤車一座，為卸煤車至下層裝入罐籠之用；下層佈置簡單，則僅一通秤車之繞道及人行之階梯而已。井底附近石門，概係石砌，繞道則係缺磚砌成，罐籠雖係四層，但實際係坎裝完，先裝一三兩層，後及二四兩層。

二 二號大井：民國十年建起，民國十三年六月告成。

甲 井筒：井筒係圓形，內徑 16 呎，深 940 呎，井身之構造，與一號大井

同，亦係青石灰石洋灰摺砌而成，計壁厚（青石灰石十混凝土）為2呎，每間10呎，裝設鐵樑一道，罐道四條係65磅鋼軌作成，以供罐籠升降之用。井筒內之罐道，裝于罐籠之兩端，其上下井口之罐道，則裝籠之兩邊。井筒東壁則有12吋直徑排水管二根，3000啓羅瓦特高壓電纜兩根，信號Signal係用電力，為德國西門子廠造之最新式，二號井筒，連同罐道，鋼鐵樑等，共值洋186000餘元。

乙 罐籠長約2.9公尺，寬為1.076公尺，高為4.65公尺，分上下兩層，每層裝車兩輛，共裝四輛。罐籠皮重為4噸，煤車容量為0.6噸，皮重約36公斤。

丙 井口設備：井口樹立92呎高鐵架一座，附建煤樓三層，其上層緊靠井架東西兩邊各設秤車一座，專為卸上層煤車至中層之用；中層與北方天橋接，為運煤車裝火車及送往煤堆傾瀉而設；下層裝有篩煤機一部，現亦不用。煤樓東西兩邊，各設一6.5 K.W.之電提重車，以備提地面材料至中層裝罐之用；又煤樓東西兩邊置人行梯一具，以利人工上下。

丁 大絞車：絞車房位于井口之南，內外兩部，南部裝設變電機一部，（總電機為交流，絞車用直流，故須變之，）北部裝有980匹馬力新式電絞車一部。絞車之馬達為720啓羅瓦特，左右兩個，滾桶位于其中係直拉式，所用鋼絲繩亦係1.5徑者，與一號大井同。繩之傾斜角度為40°，絞車滾桶直徑為16呎，罐籠升降速度及其次數，皆有機器自動記載。電門開關機，在距絞車2公尺遠之地。配電箱係級接式 Series Arcing at Contacts 箱內之熱度，常以壓風機排除之。

戊 井底佈置：井底亦分上下兩層，與一號大井同，上層南接多方匯歸之總運道，故煤車皆自南口裝入罐籠；北口僅石門約17公尺，係一死頭，Dead end，而於此開鑿東西繞道各一。以便轉運下罐空車于南總運道。秤車設于西繞中央，為卸煤車至下層裝入罐籠而設；下層佈置簡單，亦僅有一通秤之

繞道及人行梯階而已。罐籠兩層，于一次裝完。總運道統以石砌，繞道以紅磚砌成，工程浩大，較一號井尤為過之。（參看圖六及圖七。）

## 第二節 運道（參看圖二）

礦下之運道便利與否，關係于產量者至為密切，故礦業莫不特別注意，以謀達到因地制宜之目的。本礦井下運道，計分石巷，煤巷，暗井三種。凡在岩石中開鑿之運道曰石巷，俗作石門；凡在煤層中開鑿之運道曰煤巷；暗井為連接上下兩運道之垂直井筒也，三者愈直愈佳。茲分述於下：——

### 一. 石門

甲 在一號大井下者，計有

- (1) 南石門，長約 300 公尺，直達南方之泥窰，統以磚砌，為本礦南方泥窰之總運道，內設無極轉繩為一 16--18 K.W. 馬達所拉動。
- (2) 北石門，長約 1550 公尺，砌以紅磚，為運大窰及泥窰煤至一號大井之公共運道。健騾搬運。
- (3) 東馬道，長約 1800 公尺，復由此向南北開鑿各號石門，以達煤層，為運大井煤至一號大井之用。健騾搬運。
- (4) 西馬道，長約 400 公尺，現已封堵無用。

乙 在二號大井下者，計有

- (1) 940 尺西南石門，長約 1250 公尺，除于 241 公尺透泥窰煤處，安裝無極轉繩外，俟頂端暗井設備妥後，則用整個無極轉繩。
- (2) 東南石門，長約 2250 公尺，為送大窰煤至二號大井之運道，健騾搬運。

丙 在三號大井下者，已開有北石門一道，長約 260 公尺，連於一號大井下之東馬道，擬設一無極繩，以便運輸。

以上均係 700 尺或 900 尺平石峒，此外為運輸便利計，鑿斜石巷者亦復不少，主要者如一號大井與二號大井間，以連接 700 尺平巷與 940 尺平巷者有

長 255 公尺之斜石峒一道；以連接 700 尺平巷與 800 尺平巷者有長 360 公尺之斜石峒一道；又在西方泥窰 700 尺平巷向大窰開鑿之斜石峒一道，長約 210 公尺等。

凡諸石巷，本爲紅磚砌成，闊至 2.5m - 3.3m，高自 2m - 3m。總期在經濟方便條件之下，堅固耐用。

二 煤巷：順煤層走向開鑿之運道，謂之平巷，俗稱爲順槽；沿煤層斜向開鑿煤巷，謂之斜巷，俗稱爲上山或下山。設若煤層整實，地質之變動不大，兩平巷之斜距，恆爲 100 - 150 公尺，以斜巷連貫之，有時亦有一斜巷橫穿數平巷者，但本礦地質變化頗鉅，煤層走向及斜角亦不一致。故實施工作上，很難強作有次序之排定，今分述于下，且藉以表明本礦煤層之梗概也。

#### 甲 大窰煤巷：

(1) 在東方小井一帶，平巷大致東西，有 360 尺 430 尺等平巷，斜巷向北爲下山，向南者爲上山。

(2) 東方小井以北之煤巷，有 700 尺，940 尺，1140 尺，及 1280 尺等平巷，大致先由西而東，轉而向北，其斜巷在西部者，由北而南者爲上山，由南而北者爲下山；在東部者，由西而東者爲上山，由東而西者爲下山。

(3) 在一號大井附近者，有 700 尺，800 尺，900 尺等平巷，率皆東西，其斜巷由南而北爲下山，由北而南爲上山。

(4) 在二號大井附近，有 700 尺，940 尺，及 1100 尺等平巷，其走向多由西北而東南，斜巷由東北而西南者爲上山，由西南而東北者爲下山。

#### 乙 泥窰煤巷：

(1) 在一號大井附近者，自南而北，計有 300 尺，400 尺，600 尺，700 尺，800 尺，940 尺等平巷，其斜巷自南而北爲下山，自北而南爲上山。

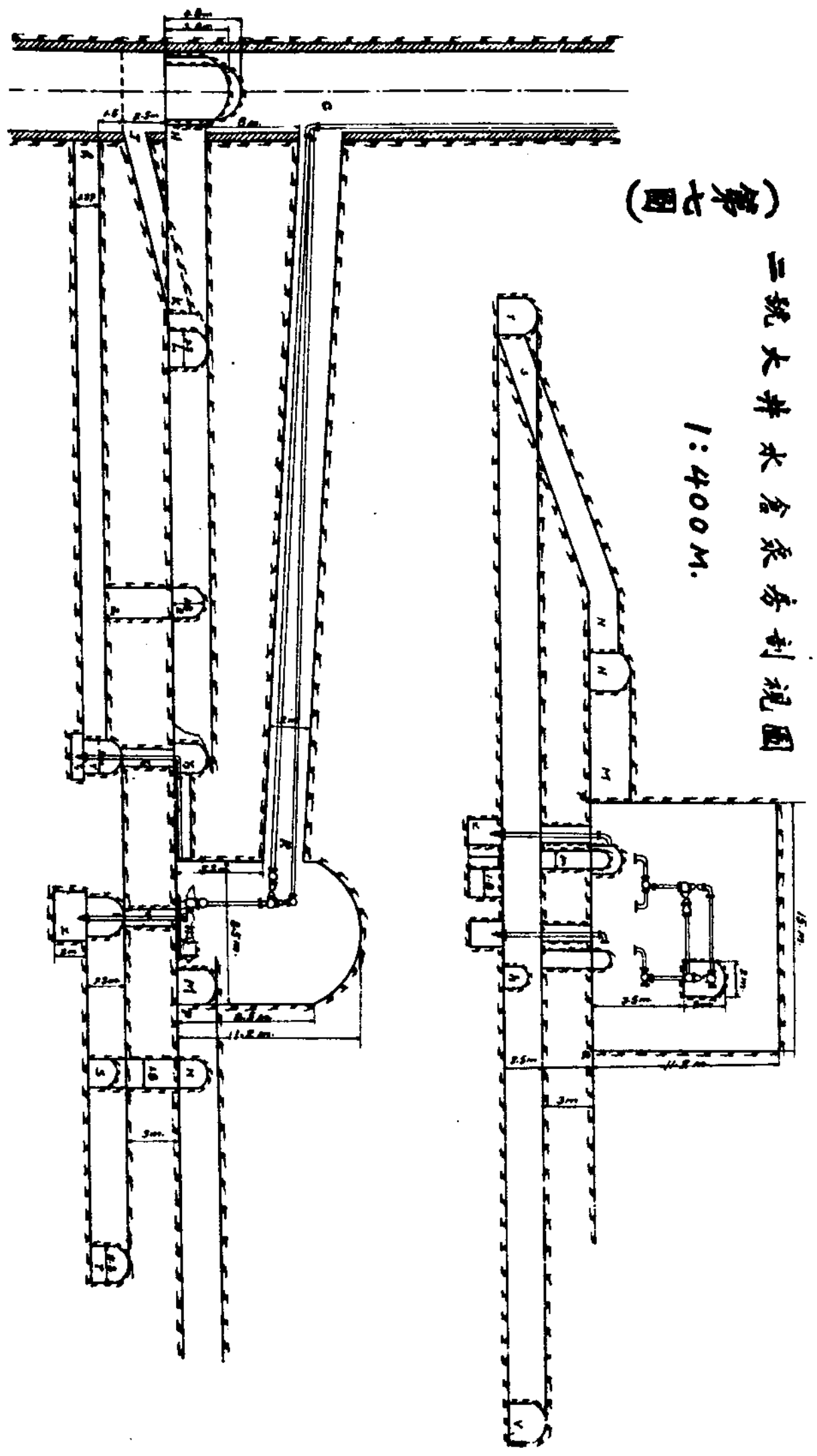
(2) 在西方小井一帶，有 700 尺平巷一道，由北端起，東南向，漸向南，而西南，而正西，至湯莊附近，竟成微北幾成半圓形，其向圈內射之斜巷爲

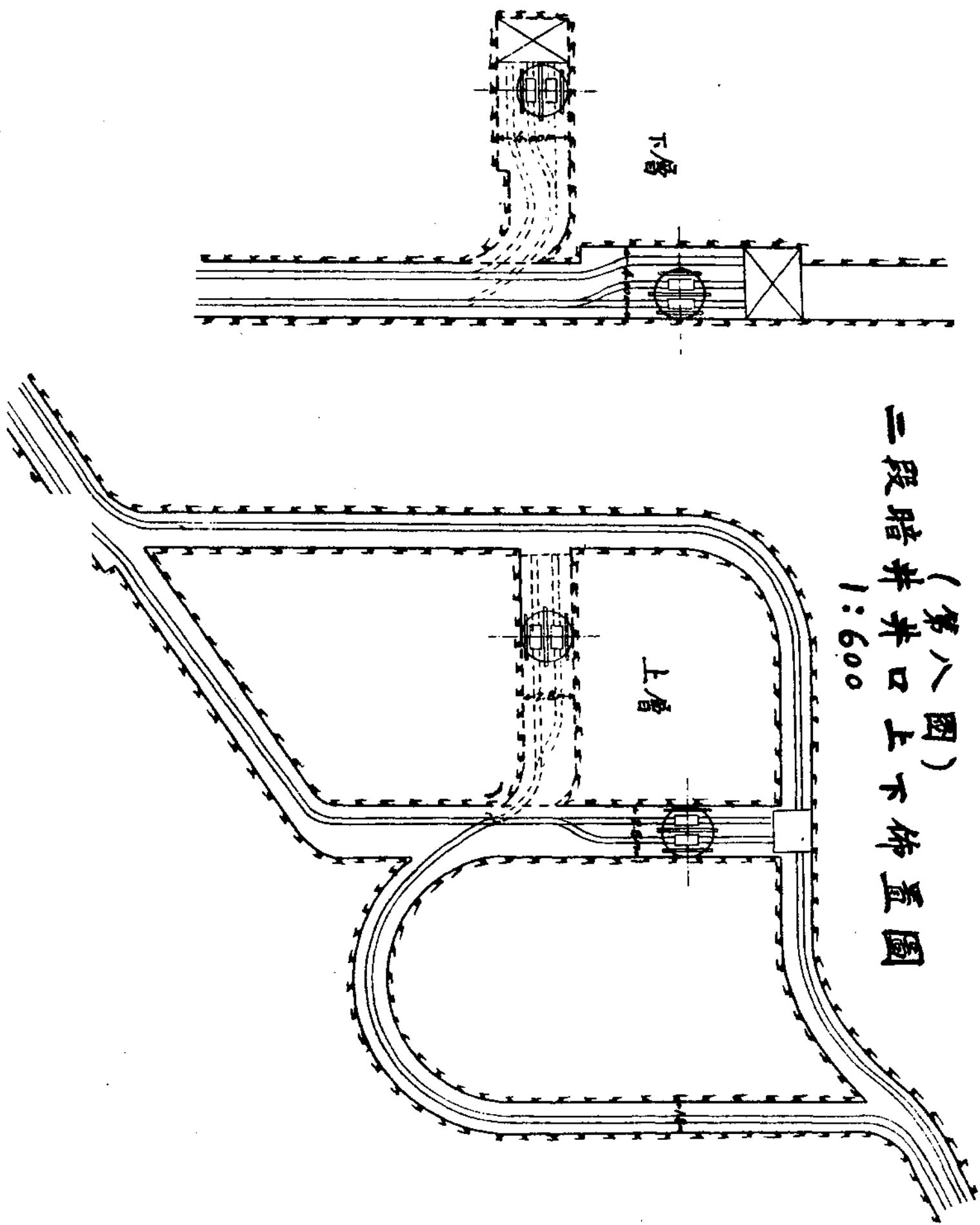


二坑大井水倉泵房剖视图

1:400M.

(第七圖)





(第八圖)  
 二段暗井井口上下佈置圖  
 1:600

上山，其外射之斜巷爲下山。

(3) 在二號大井附近者，計有 940 尺平巷，800 尺平巷，700 尺平巷等自西北而東南之斜巷爲下山，反之則爲上山。

三 暗井：一號暗井，位于一號大井底東馬道之旁，于民國十六年七月燬于火，二號暗井位于二號大井下 940 尺運道之東，現亦停用。此外有：

甲 在一二號大井間，700 尺峒之旁，開有圓形暗井一座，直徑爲 2.8 公尺，深爲 10 公尺，以紅磚砌成，中分兩隔，罐道爲木質裝成。

乙 在二號大井附近，開有連 800 尺平巷及 940 尺平巷之暗井一座，俗稱爲 800 尺小井，深 18.7 公尺，直徑爲 2.8 公尺，亦係紅磚砌成，中分兩隔，罐道以木質裝成。

丙 在二號大井下西南石門 1250 公尺頂端，向上開暗井一座，深約 25 公尺，現值圈砌中，將來爲西方密泥密煤統由此井送至西南石門轉運，直達二號大井。

丁 在一號大井下東馬道六號石門附近，亦開暗井一座，現正值裝置中，其上下佈置可參考圖八。

### 第三節 採煤法

在礦採煤分段處理，各不相碍，且各設專人司之，茲將現下井下所分採煤段數，所採煤層，所在位置，以及出煤井筒，開列于下：——

第七表

段 別	煤 層	位 置	出煤井筒
一 段	大 密	二號大井東北	二號大井
新 二 段	大 密	東部煤層北端	二號大井
老 二 段	大 密	東部煤層南端	一號大井
北 三 段	泥密及大密	一號大井西北	兩井均出

南 三 段	泥 窰	一號大井南部	一號大井
四 段	大 窰	一二號大井間	二號大井

至採煤方法，因泥窰與大窰煤層厚薄有差，採煤方法，自不能相同，茲分述于下：——

一、泥窰採煤法：本礦泥窰採煤預備，率爲于石門透煤層處，左右兩方，沿煤層走向，開鑿平巷；更于適當之處，沿煤層斜向，開鑿上山或下山。平巷間之距離，約爲100公尺至150公尺。斜巷間之平距，約爲250公尺至300公尺，然亦須顧及地層之情形，與夫產量之分配也。關於採煤方法，多爲長墻式採法，於斷層附近，或摺皺多處，變形房柱法亦間用之。

甲 前進式長墻法：順煤層斜向，開鑿上山眼一道，長約150公尺，裝置割煤機 Coal Cutter 及簸煤機 Shakerconveyer 于其中，沿煤層走向外積置採運，其採過之空跡，就其頂石，鑽眼裝藥，崩頂填實，運煤平巷在空跡中維持，參看圖九。工作面之長約爲150公尺其與矸子墻 Packing Wall 相隔之距離爲3公尺，此3公尺寬之空場中隣近工作面之1.5公尺作爲安裝割煤機用。其餘之1.5公尺作爲裝簸煤機用。割煤機及簸煤機均係用德國 Eickhoff Brothers Bochun 公司製造，天津吉昌洋行代售。簸煤機係鐵質槽形，寬半公尺，每節長3公尺，連接38節而爲一，爲一14 K.W. 馬達所拉動，卸煤之能力視安裝之角度而定，普通在15°時每分鐘能卸煤2/3噸，在20°時則每分鐘可卸煤一噸以上，超過30°時簸煤機不動煤即可自動滑下矣。割煤機之割臂長1.4公尺厚爲10公分，圍繞割臂 Outer bar 旋轉之鋼鍊子爲一1.1 K.W. 馬達所拉動，鍊子上安裝割刀 Cutting teeth 32個，割刀之方向有上中下三種，以交替式排列之，割煤機永向上山方向進行，爲一1.1 K.W. 馬達拉動，其向上山進行之速度每小時爲15—18公尺。割煤機過後，1.4公尺寬之一帶煤 Strip 即行破裂落下，鑄煤夫可直接鑄煤入簸煤機運下

裝車，割煤機割刀下所遺留之餘煤即用鋤頭掘割煤，鏟淨後即支以木柱，木柱沿斜向之間距為 1.5 公尺，沿走向之間距為 1.4 公尺，為防頂盤陷落計，篋煤機後邊築以石牆，石牆之寬為八公尺，每兩石牆之間距為 4 公尺，築石牆之石料得自兩牆間之頂盤，以壓風機鑽打眼，市面黑藥炸之，或舶來黃藥炸之，黑藥用弱性岩礮，黃藥用于石質堅硬處或潮濕處，在每一空頂盤處所，普通皆打了眼，鑽眼深度約 1 公尺許，其傾斜概為 45° 左右，每眼可裝黃藥 2 捲或 3 捲（10 捲合 1 磅）可裝黑藥 10 兩許，裝妥後均以道泥緊塞眼口，于接班時炸之，為保持上平巷計，常留一平巷保險牆 Levelpillar，寬可 20 公尺，于此牆中每相距 10 公尺橫穿小斜洞一道，蓋作為通風用也，每四班工作可將 1.4 公尺寬之一帶煤拉完，在夜班將割煤機放下次日早班即拉另一 1.4 公尺寬之新煤帶，當割煤機向外移置時，篋煤機亦即隨之向外移置，早班坑夫分配（中班與早班同，夜班不出煤，專事修理工作）

司篋運機夫	1	司割煤機夫	3
整篋煤機夫	1	掘煤夫	8
鏟煤夫	9	支柱夫	3
運木柱夫	2	鑽夫	3
築石牆夫	14	二頭子夫	3
共計	47人		

共計 47 人可出煤 268 車（一噸車）每工約合 5.7 車

優點：其主要者如下：——

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| (1) 採煤機至淨盡        | (2) 地面限落一致       |
| (3) 通風流暢          | (4) 開小洞工作少       |
| (5) 平巷保持時間較後退式採法短 | (6) 利用割煤機及篋煤機，更能 |
| 節工力及工人            | (7) 產額增加         |

乙 後退式長牆法 自平巷遠端向上，順煤層斜向開鑿上山一道，裝置篋煤機

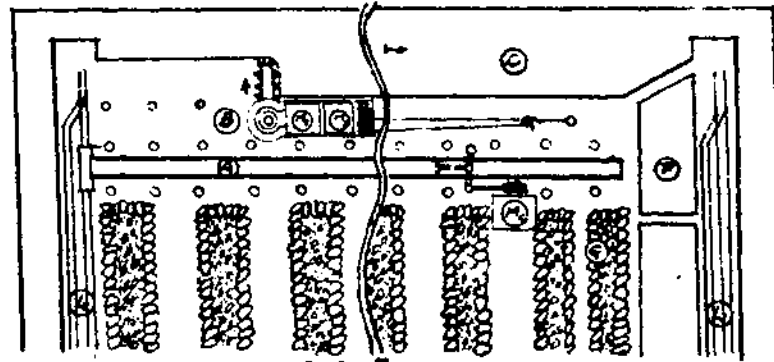
于其中，沿其走向向內移置探運，其探過之空跡，即就頂盤鑽眼裝藥崩頂填實，運煤平巷在實煤中維持（參看圖十）工作面以上下兩平巷為界，其距後邊石牆僅 1.5 公尺左右，裝置簸煤機于此空場中，採煤工作以鋤頭平推刨取，刨鬆之煤即鏟入簸煤機，運下裝車，俟後退達 1.5 公尺時，簸煤機即向內移置，支柱之間距統為 1.5 公尺，有時工作面過長，則裝兩簸煤機于其中，各自工作兩不相擾，以頂盤負岩脆弱，故簸煤機後之空跡中亦築以石牆，上下兩平巷附近之石牆寬為 5 公尺，普通為 4 公尺，石料之來源係打石牆間之空頂盤以壓風機鑽打眼，以黑藥或黃藥炸之，其法與前進式長牆法中叙之，茲從略。

#### 早班坑夫分配

挖煤夫	12	鏟煤夫	9	鑽夫	4
填矸夫	11	支柱夫	5	司簸煤機夫	1
墊簸煤機夫	1	二頭子	3		
共計	46人				

共計 46 人可出煤 187 車(一噸)每工約合 4.1 車。優點：除有上叙採煤法中之(1)(2)(3)(4)等處外，尚有節省填矸子及抽回 Recovery 木柱等。

丙 上山式長牆法 順煤層走向則採煤工作面長約 40 或 50 公尺，于上平巷之上側設置一輕便絞車，工作面沿煤層斜向自下而上進行，隨採隨填，以矸子一區採盡後再採鄰近之區。（參看圖十一）靠矸子牆留一下山眼裝設輕便絞車于其上端，其下端順煤層走向業開妥之平洞即為每區產煤之起點，工作面通常則為 40 或 50 公尺，其後邊支以木柱舖以單軌道，採煤夫刨破上山之煤即直接鏟入車中，俟採煤工作面向上山進行達 1.5 公尺後，後邊軌道即向上移置，支柱間距為 1.5 公尺，採後遺跡填以矸子，矸子之來源得自他處之廢石，如開鑿水倉石巷以及運道頂盤下落之廢石等。矸子車以小絞車送下傾出，以填空跡，空車即裝之以煤，由小絞車提出而達上平巷，如此一面



平面圖

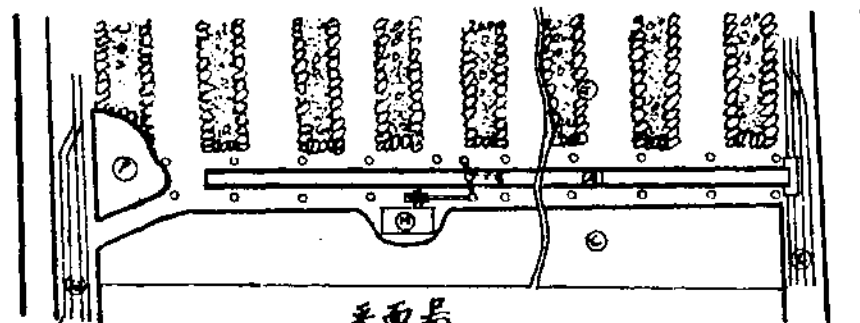
- ① 帶動割刀之馬達
- ② 割煤機之捲揚馬達
- ③ 帶動新煤機之馬達



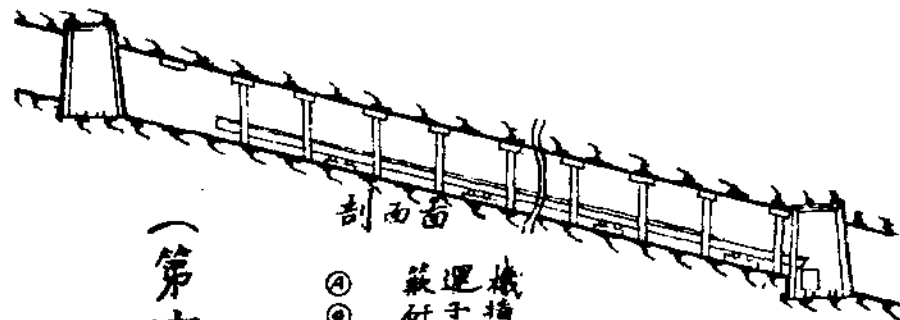
剖面圖

- |       |          |
|-------|----------|
| ④ 新煤機 | ⑥ 上平巷    |
| ⑤ 割煤機 | ⑦ 保險牆    |
| ⑥ 煤機  | ⑧ 老空研填子牆 |
| ⑦ 下平巷 | ⑨ 木柱     |
| ⑧ 煤車  | ⑩ 煤層斜向   |

泥密前進式長牆法採煤 (第九圖)



平面圖

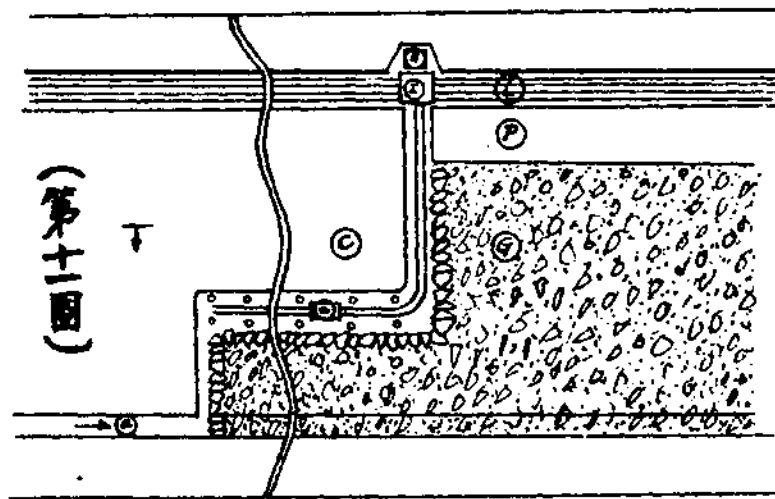


剖面圖

(第十圖)

- ① 運煤機
- ② 子層捲揚馬達
- ③ 新煤機
- ④ 下平巷
- ⑤ 上平巷
- ⑥ 暫時保險牆

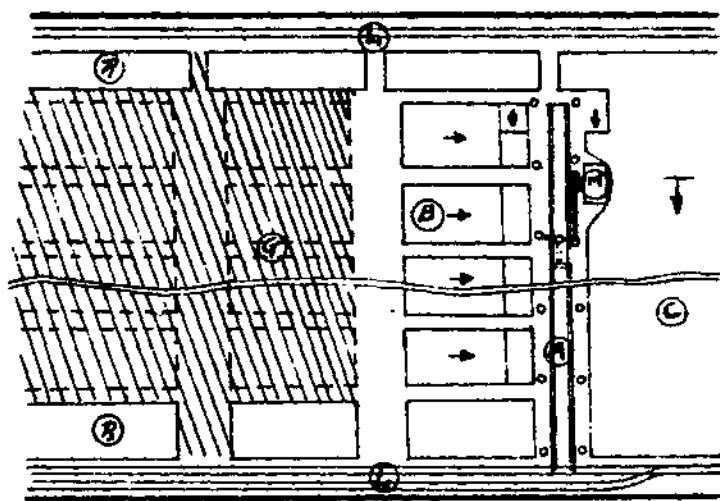
泥密退却式長牆法採煤



(第十圖)

- ① 矸子牆
- ② 煤層
- ③ 上平巷
- ④ 平巷保險牆
- ⑤ 小絞車
- ⑥ 上鉄板
- ⑦ 風道
- ⑧ 煤車
- ⑨ 煤層斜向
- ⑩ 木柱

混氣上山式長筒法採煤



- ① 簸運機
- ② 煤層
- ③ 煤墩子
- ④ 老空
- ⑤ 上平巷
- ⑥ 下平巷
- ⑦ 保險柱
- ⑧ 馬達
- ⑨ 保險柱
- ⑩ 煤層斜向

第十二圖：前進式房柱法採煤



一面支木柱，一面後置軌道，一面填矸子，工作面遂次向上山方向進行，直將本區之煤採掘淨盡再及鄰近之區。

#### 早班坑夫分配

掘煤夫	5	鑄煤夫	3	支柱夫	2
填矸子夫	2	推車夫	2	二頭子	1
共計	15人				

共計 15 人可出煤 52 車 ( 噸 ) 每工約合 3.5 車左右

丁 前進式房柱法 此法係先劃煤區為若干煤墩，然後次第剝挖煤墩以至採煤淨盡為止。(參看圖十二)自下平巷向上山開鑿上山眼二道，闊為 1.5 公尺長為 100 公尺左右，其間距為 20 公尺，更于介乎此兩上山眼之煤中橫穿若干小平洞，其彼此間距為 10 公尺。如此則順煤層走向 20 公尺長，順煤層斜向 10 公尺長之煤墩形成矣。裝置簸煤機于較遠之上山眼中，較近之山眼則為採煤工作之起始點。剝掘煤墩係一致向外平推，以至煤墩減為順煤層走向，長 5 公尺為止。嗣後再由上方向下剝挖殘餘之煤墩，同時簸煤機他面之煤亦採剝 3 公尺寬。採煤工作逐漸下退，簸煤機上部亦隨之節節拆卸，待本區之煤墩完全採取淨盡後，而更遠之上山眼，及橫穿之小平洞，亦均已備妥；于是簸煤機即行移置；于是此更遠之新上山眼中，採煤工作仍如上述。剝落之煤，鑄入筐中，然後再傾入簸煤機，藉之而送下裝車。遺留之空跡，概不填實，任其頂盤自然陷落。惟于上下兩平巷旁，側，各留保險牆寬 20—30 公尺以資維持運道而已。

#### 早班坑夫分配

司簸煤機夫	1	鑄簸煤機夫	1	掘煤夫	18
鑄煤夫	5	支柱夫	3	運材料夫	2
拉筐夫	12	二頭子	3		
共計	45人				

共計 45 人，可出煤約 185 車，（ $\frac{1}{3}$ 噸），每工約合 4 車。

戊 退却或房柱法 本法除先開鑿上下兩平巷，直達斷層或礦界後，再施行正式採煤工作外；其餘施工程序，大致與前進式房拉法採煤同。自下平巷向上，順煤層斜向，開鑿上山眼六個，其彼此間距為 20 公尺。更于介乎此六個上山眼之煤中，橫穿若干小平洞，其彼此間距，亦為 20 公尺。如此則 20 公尺長，20 公尺闊之正方煤墩形成矣。刨挖工作，係先施之於最上一列之煤墩。但每一煤墩之刨挖，却係自下而上，俟最上一列之煤墩完全採取後，然後再採下列之煤墩。其刨挖法與前同。採煤如此逐次下退，直至本區之煤墩完全採取淨盡，然後再及較近之鄰區。每一上山眼口置一木槽。Chute 刨破之煤藉條筐拉入傾瀉，流入于槽下之煤車中。工作後之空跡，任其陷落。運煤平巷在實煤中保持。

早班抗夫分配：

掘煤夫	9	鑛煤夫	2	支柱夫	2
拉筐夫	9	運材料夫	1	二頭	1
共計	24人				

共計 24 人，可出煤約 80 車（ $\frac{1}{3}$ 噸），每工約合煤 3.3 車。

在泥窰中，上述五種採法，以甲，乙，丙三種為主體，丁，戊副之。蓋長墻法採煤，雖多優於房柱法採煤，但在斷層附近，或頂底起伏無定之處，欲實行長墻法採煤，其勢有所不能；故不得不採用變形房柱法以輔之也。

二 大窰採煤法 採取厚煤實較取薄煤為難。蓋施工稍欠，遺失頗鉅，致利棄於地，殊為可惜。以本礦而言，大窰煤厚，平均 7 公尺以上，遺失以 25% 計，則為厚 1.75 公尺，亦足抵泥窰之富而有餘。況或不及此成績乎？故本礦總希利用他道，以收良果，是以長墻填矸擇為主泉焉。但本礦煤層變動頗多，斷層綜錯亦影響煤質及上下盤之硬度；且大窰位于泥窰之上約 100 餘公尺，距地面較近。凡五百尺以上之煤，老窰星羅棋佈，為數逾百，均滿滲積

水，是誠有限於長墻矸法之應用，故本礦現下對於採取厚煤方策：

- 甲、煤層整實處用長墻填矸法
- 乙、近老窰處，及煤層多變動處，用房柱陷落法。
- 甲、長墻填矸法。（參看圖十三）

工作區域之大小：劃定每一採煤區，概為順煤層走向，長 120—200 公尺，順煤層斜向長 70—100 公尺，分兩層採取；先由內向外，採取下層 4 公尺厚之煤，填以矸子；然後再由外向內，採取上層 4 公尺或 3 公尺厚之煤，亦填以矸子，或任其陷落。

煤層概況：煤層厚度 7 公尺至 8 公尺不等，質係中性，傾斜角  $10^{\circ}$ — $15^{\circ}$  東其內不夾任何雜石，層面清晰，劈開順斜向而有頂底盤垂直，頂盤為灰白色砂岩，底盤係黑色頁岩，二者均強。

採煤準備（下層）：此項工作分為兩步，第一步於採煤區順煤層走向之兩端，各向上山開鑿斜巷一道，外端一道斜巷，係沿底盤順煤層斜向開鑿而成，內端一道斜巷，係距離底盤 4 公尺高在煤層中，順煤層斜向開鑿而成，（下部 4 公尺厚之煤，業已採出，併填以矸子）。前者為運煤斜巷，後者為運矸子斜巷。第二步自運煤斜巷，向運矸子斜巷一方，開鑿副平巷三道；其彼此間距約為 3 公尺，同時自運矸子斜巷，向運煤斜巷一方，開鑿填矸子眼七個，其彼此間距為 12 公尺。

通常靠運矸子斜巷旁，留一 5 公尺寬之保險墻外，即為採煤工作之起始地點。

運輸設備：在運煤斜巷及運矸子斜巷內，均鋪設雙軌。前者為重車下降，設有平輪自動無極轉繩，後者為提矸子車上井，設有電絞車。其餘在運煤副平巷及填矸眼內，鋪設單軌，僅於其端各備有鐵道叉，以便輕重車交錯耳。

採煤：由運矸子斜巷 5 公尺寬之保險墻外，將煤區分帶 Strip，依次向運煤斜巷方面採取，每帶寬 1.5 公尺，高 4 公尺，長即本採煤區沿斜向之長，

其採取時，係由各運煤副平巷起，順煤層斜向由下向上直掘，全賴人工，煤質雖屬中性 Moderate Coal 但以上有頂壓，旁有側壓，煤質因之稍鬆，故用扁頭掘削，亦屬易易，掘煤夫先站在木梯上，削 4 公尺煤之上部，然後次第下削，迄於底盤。採下之煤，裝筐拉至下方運煤副平巷口，鑰入車中運出。採過空跡，即以 4 公尺長之木柱支撐頂煤，俟此一帶煤完全採出後，再採鄰近之一帶煤。鄰近之一帶煤採出後，仍用木柱支好，同時將前一帶之空跡填以矸子。如此一面採，一面支，一面填矸子，直將本採煤區採取淨盡為止。

支柱：碎煤清理後即用木柱支頂煤，以免下落，該項木柱均係 4 公尺長之洋松木，四棒為一組，一棒貼工作面橫置於上，以三豎棒支之，若豎棒過細，不足以支頂壓時，則加一棒支柱，務須成直綫，支柱間距為 1.5 公尺。

填矸子：因填矸子眼，在距底盤 4 公尺之煤層中，故矸子車在填矸子眼頂端傾瀉後，即可順流直下，以達工作面後之空跡中。再由工人沿木柱築成矸子牆，此種築牆工作，頗關重要，務須排列整齊，大塊矸子排於外，碎末裝於內，且實實在在與頂煤密接。設排壘之功稍欠，則此 4 公尺高之矸子牆，自身即有傾倒之虞，故往往為安穩計，于支柱間橫裝兩劈元段，以濟其困。運矸子眼之彼此間距為 12 公尺，其長隨工作面後退而增加，每一眼口下邊之排矸子牆者，率為于下山排 9 公尺，于上山排 3 公尺。蓋節省扒運之力也。

在運矸子斜巷內，矸子車係由一 33H.P. 之電絞車，提至各填矸子眼，繩之他端帶一墜鉞 Counter Weight 作用之矸子車，每班可提矸子 120—150 車。

本工作場早班工人分配：——

掘煤夫	5	支柱夫	4	拉筐夫	10
裝車夫	6	攙車夫	3	排矸子牆夫	8或6
傾矸子車夫	6或5	開電絞車夫	1	運矸斜巷扒鉤夫	3

放煤斜巷開輪子	1	放煤斜巷扒鉤	5	二頭子	3
共計		55或53人			

每班出煤約 120—140 (0.6噸)，每班工作效率為2.18—2.62車。

照此進行，除運矸子斜巷 5 公尺之保險牆，無法採出遺失外，其餘盡採完，以百分言，可達95%。至于採取上層煤，仍用本法，抑或房柱陷落法，均無不可，唯現在用後者。即由運煤斜巷方面，運矸子斜巷方面退採，其施工程序，當于房柱法中述之。刻下又擬一法，即將 8 公尺厚之煤層，一次取盡，採煤準備仍與前同，唯運矸斜巷必須沿頂盤，而開鑿工作面與平巷成 45° 角，且與水平亦成 45° 角，廢石傾填于後，依自然流落而造成之斜坡，幾與工作方面平行，在矸子斜坡上，用煤尺木柱支撐工作面。如此法果能成功，則既省排堵之工，又免長木柱之廢棄，且此七尺長之木柱，仍可輾轉使用。其計亦甚得也。

乙 房柱陷落法。本礦採用此法，雖于地區之不同，煤層情況之各殊異，施工時不無稍異；然總不外乎下述三個原則：——

- (1) 分區 Penals 採煤，每區沿走向 100—200 公尺順斜向 15—30 公尺。
- (2) 採取煤墩為退縮式，即從煤區之最遠端開始工作。
- (3) 採取煤墩緊隨進行工作。

在寔施上可分兩種：——

- (1) 數煤區 Penals同時採取。
- (2) 各煤區依次採取。
- (1) 數煤區同時採取。（參看圖十四）

進行工作：自主平巷，沿煤層底，順煤層斜向，開上山一道，直止于工作域界綫下之 30 公尺處，作為放煤斜巷。然後自該斜巷頂端，及向下每距 15 或 30 公尺處，開各副平巷，抵于工作域界綫面後止，100—200 公尺

不一；再由副平巷之末端起，每隔 10 公尺，開上山眼及順槽數道：如此則形成 10 公尺見方之煤墩。

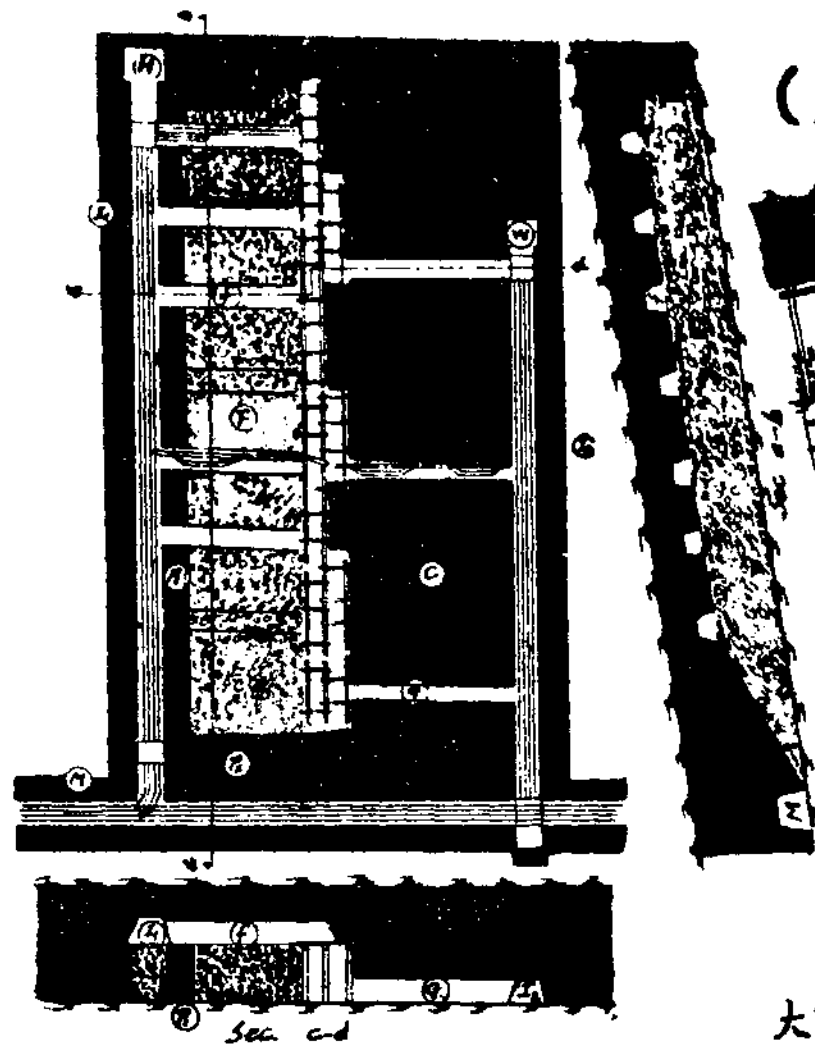
採取煤墩： 10 公尺見方之煤墩既成，採取工作，先施之于遠方之煤墩；但不能一次取完，因煤墩過大，採運需時，且頂石易陷落，煤之損失必多；故先將 10 公尺見方之煤墩，劈分為四，最後所採煤墩，僅為約 4 公尺見方而已。當採此 4 公尺見方之煤墩時，係由近向外方進行，先採下部之煤，用瓢頭剝削，以暫時木柱支之。俟下部煤幾採完，或至煤墩不能自身支持時，將暫時支柱抽回，則上層之煤以自身之重，即行下落。頂煤尚未落盡者，可用穿槍，（為一 15'—20' 之細木，冠以尖鐵帽。）搗之使下。若破煤相距稍遠，工人未便深入，以涉危險，則用爬鉤取之。每一上級煤墩，退吃完後，則下隣煤墩，仍如前法隨之，總使工作面與平巷成  $45^\circ$  角。當上區採至近放煤斜巷 20—30 公尺處，即停止採掘，作為保險牆用，俟下區之進行，亦同達此界限时，則拆除斜巷一切設備，並由上向下退吃此斜巷之保險牆，倘主平巷仍有後用時，則留 30 公尺為保險牆，否則一同採取。

運輸：在運煤斜巷內，鋪設雙軌，併置無極轉繩；在各副平巷內，則鋪單軌，僅于交接口處，鋪設鐵板，以便掛車。副平巷要車時，由空車道摘下，或由上鐵板放下，均無不可，但本礦多取後者。

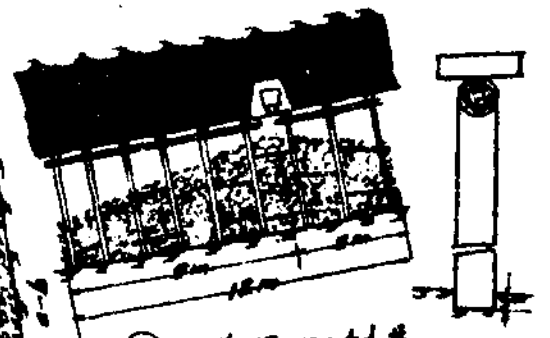
(2) 各煤區依次採取：（參看圖十五。）此種作法，幾全同于上述採法，唯各區之工作獨立而已。質言之，即由上依次而及下，第一區採完，而後第二區，而後第三區等等依次下退。在此法中斜巷亦鋪雙軌，利用轉繩固可，但不若雙鉤式平輪，較為便利；前者須留斜巷保險牆，後者每工作區可直達斜巷，而運輸平輪亦隨該區上完而下移。

尚有問乎 (1) (2) 之間者，即各區退採之工作綫，或為相連，但每區各有單獨放煤斜巷，如此，斜巷既短，雙鉤式平輪殊為適用。（參看圖十六。）

#### 第 四 節 運 輸

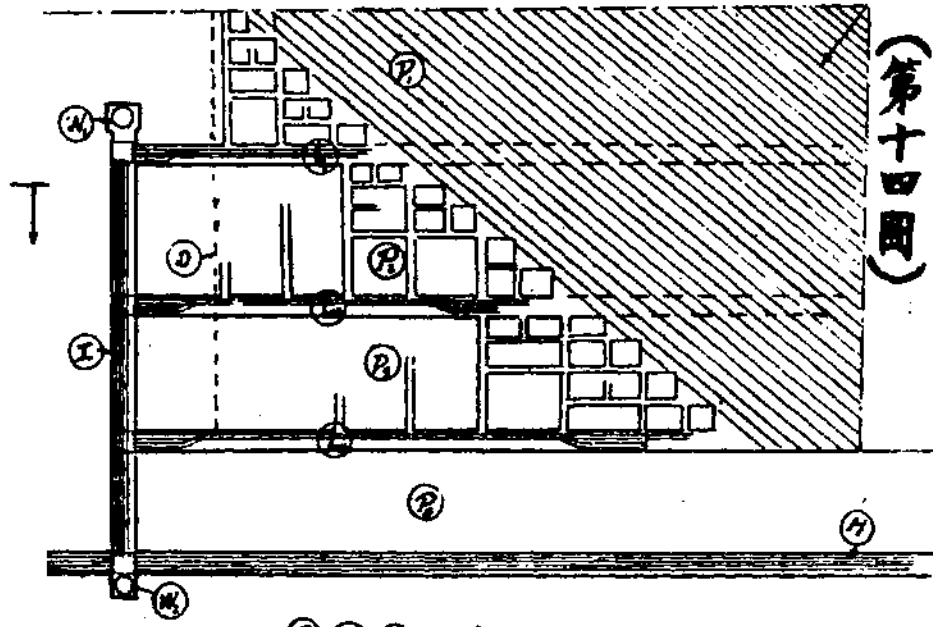


(第十三圖)



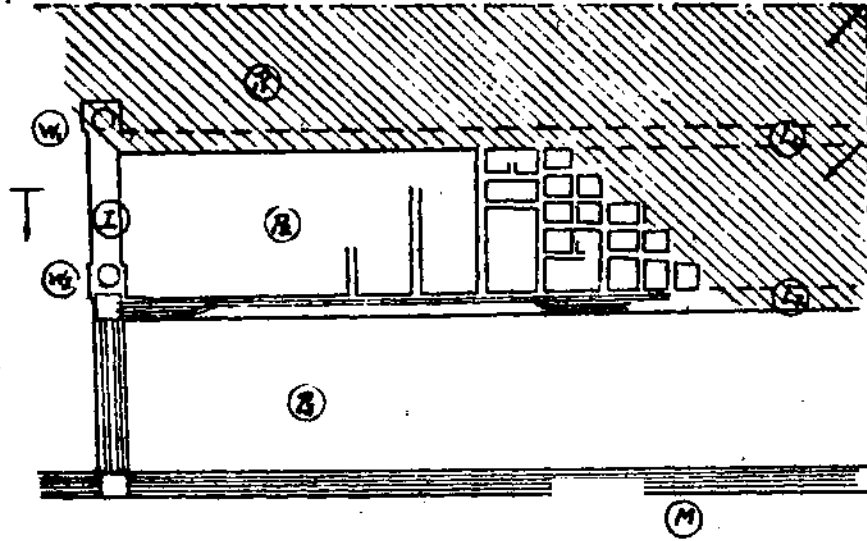
- (M) 為運矸斜巷
- (N) 為運煤斜巷
- (L) 為運矸絞車
- (K) 為放煤平輪
- (C) 為主平巷
- (F) 為填矸
- (E) 為煤層
- (D) 為填矸眼
- (G) 為運火藥副平巷
- (P) 為運矸斜巷之保險牆
- (Q) 為主平巷之保險牆

大窰長牆填矸法採煤



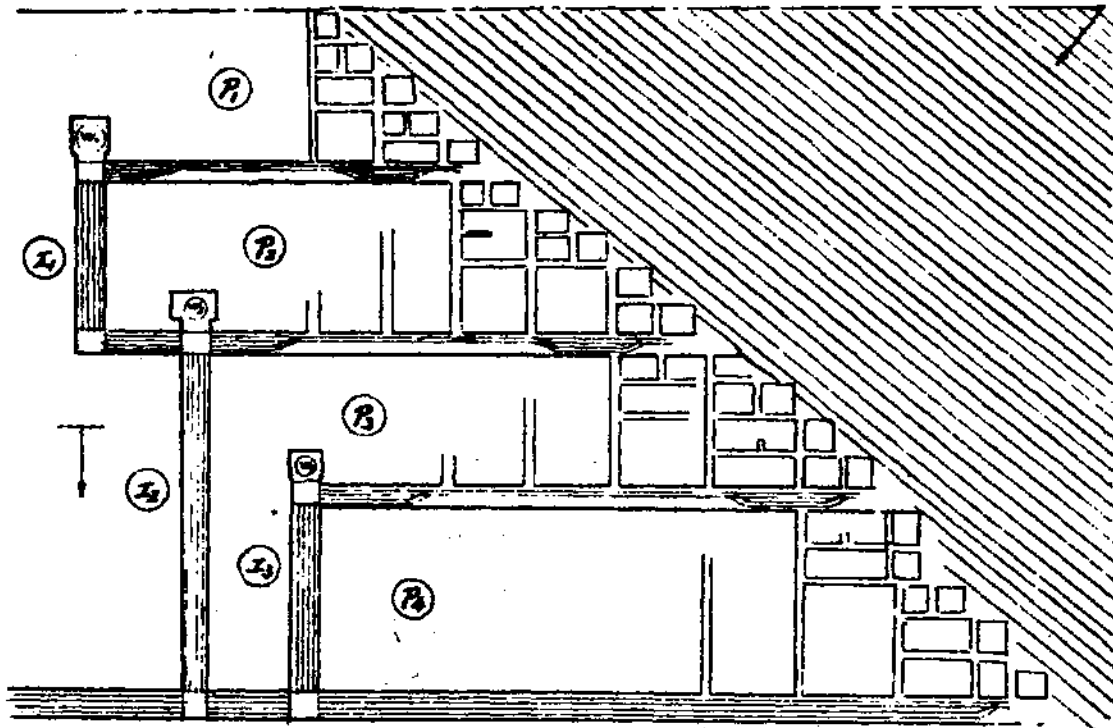
(第十四圖)

- (P), (Q), (R) 為三個工作面
- (L), (K), (J) 為三個副平巷
- (M), (N) 為無極轉徑之兩個平輪
- (C) 為主平巷保險牆
- (D) 為煤斜巷之暫時保險牆
- (E) 為放煤斜巷
- (F) 為主巷
- (G) 煤層斜向



- Ⓟ 為既工作區
- Ⓟ 為現工作區
- Ⓟ 為未工作區
- Ⓜ 為工作區時之放煤平輪
- Ⓜ 為工作區時之放煤平輪
- Ⓜ 為副平巷
- Ⓜ 為主平巷
- Ⓜ 為放煤斜巷

(第十五圖)



第十六圖

- Ⓟ, Ⓟ, Ⓟ, Ⓟ 為四個工作區
- Ⓜ, Ⓜ, Ⓜ 為三個放煤斜巷
- Ⓜ, Ⓜ, Ⓜ 為各放煤斜巷之平輪



一鋪路：本礦井下搬運，總期敏捷便利，除少數採煤場所中，未便鋪設鐵軌外，其餘凡稍為重要之平巷與斜巷，皆鋪有雙軌，以便空重車之往來，而不相牽制。間亦鋪三股道者，以作暫時存車之用，如一號大井下東馬道是。

甲軌重：以前所用軌道，頗不一致，計有 16 磅， 18 磅， 32 磅等數種；唯 12 磅者，太不合用，16 磅與 18 磅者不相上下，故現僅用 16 磅及 32 磅者兩種。凡各總運道，重車道，概為 32 磅者，其餘率為 16 磅軌道。

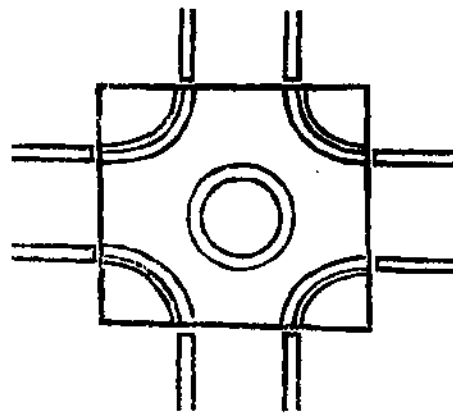
乙軌距：軌間距統為 457 公厘，兩道間距多為 43 公分。後者亦多較寬處，蓋視運道大小而有變更也。

丙枕木：普通多為 10×18×60 公分之洋松木製成，楊柳木亦間用之，在平巷內，枕木間距約 1 公尺；在斜巷內多為 60 公分。

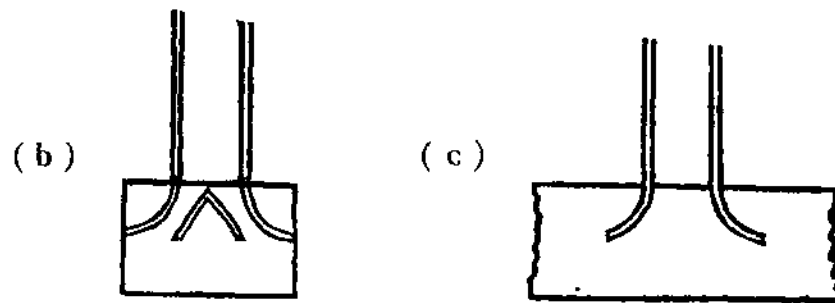
丁接軌：兩軌道或兩軌道以上相遇時，其接合成分  $\times$ ，恆藉下列數種設備：——

轉盤：為生鐵鑄成，用于採礦場所，互相垂直兩運道之相交處，但轉車似欠靈活，現僅少用。（參觀圖 a）

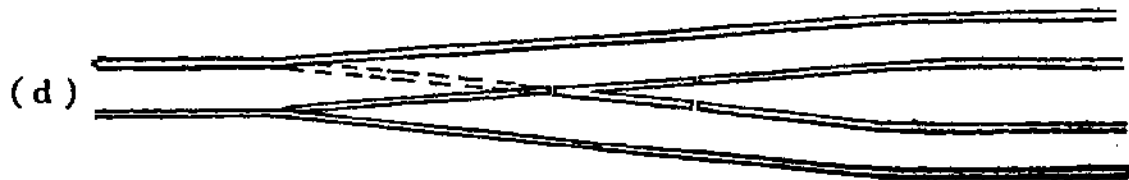
(a)



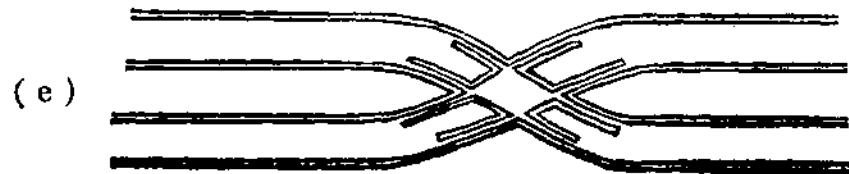
滑道：用于斜巷頂端，昔日道嘴為生鐵鑄成，形如圖 (b)，唯現不甚用，多改為由道軌做成之滑道嘴釘連于鐵板，如圖 c。



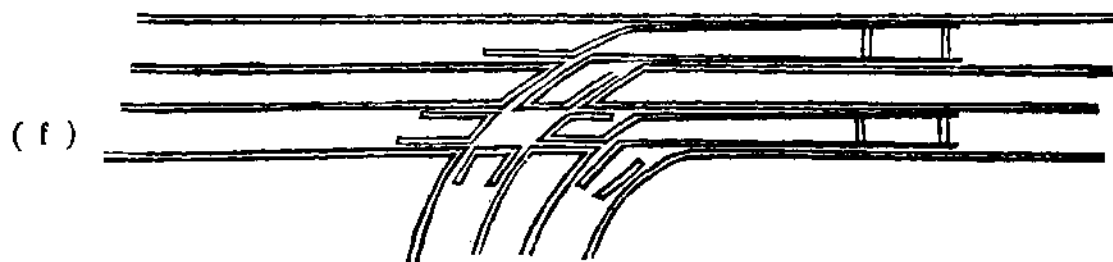
叉道：(1)一道分爲二道，或二道合爲一道，仍在原巷內用者，土名謂驢尾巴道。如圖 d。



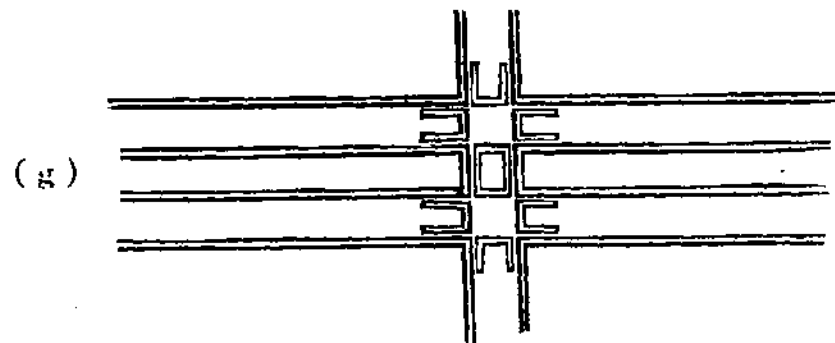
(2)輕重兩車道在同一巷內交換者，其接法，如圖 e。



(3)互相垂直，兩雙軌道相交處其接法如圖 f。



(4)一軌道穿過他兩軌道者，如圖 g。



凡道叉相接，統由機器房先作好，既省工人安置之時間，又可濟工人之技劣，亦屬至當者也。

二 搬運法：本礦搬運約分人擡騾拉，電絞車，電動無極轉繩，及發煤機數種，茲分述於下：——

甲發運機：在泥密長墻式採煤法中用之，位于工作面之後，其構造前已述之，此從略，本礦現下共有 6 具，均在泥密中使用。

乙人擡：在普通煤平巷內，多用人工擡車，因煤平巷係順走向而開，成灣曲不直，礙難使用機力故也。

丙騾拉：現于一號大井之東馬道北石門，及二號大井下之東南石門，均用健騾拉運煤車，每頭拉車四輛，現一號大井下，有騾 48 匹，二號大井有騾 20 餘匹，騾子亦工作八小時，每頭每班可拉煤 15 噸，每日食草 5 斤，雜糧 5 斤，麵料 5 斤，每噸運費約合 1 角有奇，仍較人擡車為廉。

丁電絞車：皆用下山眼提昇重車，且多屬齒輪單滾筒式，為 16—18 K.W. 馬達拉動，有單鉤或雙鉤式之別，雙鉤式者，即于繩之兩端各掛以車，重車上井，空車下降；單鉤式則僅于繩之一端拉車，繩之他端釘死在滾筒上，每次提車兩個或三個，視煤車之供給如何耳。間亦有掛一個車者，茲將井下現用絞車數目列下：——

段 別	大絞車	小絞車
北三段	1 具	1 具
南三段	4 具	1 具
四段	2 具	1 具
一段	3 具	1 具
新二段	2 具	1 具
老二段	1 具	1 具

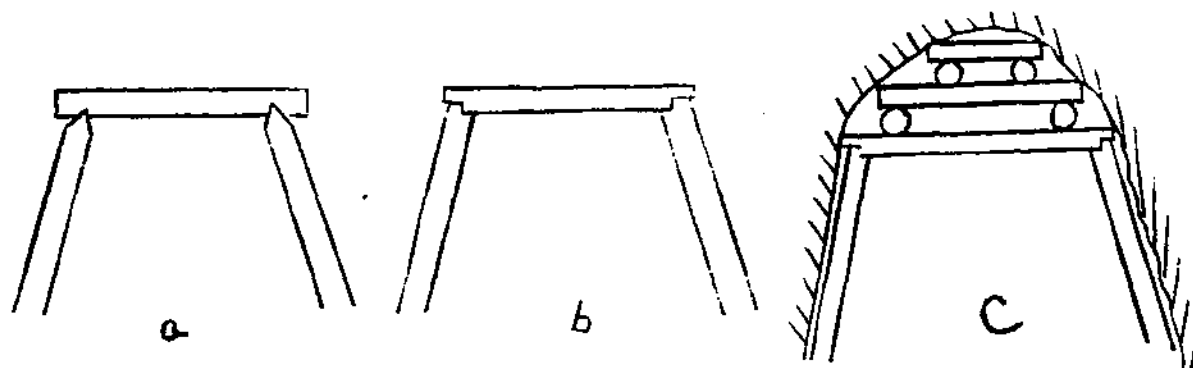
戊自動放車：施用于上山斜巷將上平巷之煤車，藉其自重之力放下平巷，以便往井口運送，此項放車亦可分為兩種，雙鉤式與無極轉繩式是也。前者每次掛一車或兩車，後者可掛空重車各四輛或八輛，運送能力較大，在斜巷長或

傾度小時，更較雙鈎式有利，若斜巷中間有煤副平巷時，尤非轉繩式不為功。已平巷無極轉繩：此項轉繩應用于總運道內，運輸能力既大，復可節省人工，殊應當藉用者也。現井下已設兩部，一在一號大井下南石門，一在二號大井下西南石門，前者長約 250 公尺，為一 16—18K.W. 馬達帶動；空重車各掛 16 輛。現每班出煤約為 1000 車（ $\frac{1}{2}$ 噸），後者長約 240 公尺，為一 34H. P. 950 r.p.m. 馬達帶動，空重車各掛 7 輛，每班現在可出煤 600 車（.6噸車），最近將要設置者：——

- (1) 一號大井下東南石門，長約 400 公尺。
- (2) 延長二號大井下西南石門，長約 1250 公尺。
- (3) 三號大井下北石門，長約 260 公尺。

#### 第 五 節 支 柱

井下運道所用支柱，普通為一樑二柱，俗稱為棚子，每隔約 60—70 公分一架，亦間有密排者，壓力較大處，或兩壁砌磚牆，上加以木樑或鐵樑，在主要煤巷，安裝平輪絞車，暗井等附近處，均用紅磚砌，供以細木棒，或劈開木棒，嚴挑之，俗曰腰壁子，多用採煤場中。支柱構造，往昔土窯多為楔形如圖 a，但殊不耐用，現均改為如同 b，若石巷或煤巷過於定高，木柱未便更長，則於架樑上空處裝以木棒，俗曰裝頂，如同 c：



在普通煤巷或石巷中，多用 7 尺柱 6 尺樑。在泥窯煤中，多為柱樑同為 6 尺者，9 尺或 4 尺材料亦間用之。在局面風洞，或採煤場所之小巷中，4 尺

柱，3—4尺櫟用之，亦復不少。支柱分大棚，中棚，元段數種。茲將其大小單位，價值，以及三月份井下各段消費列表於下：——

第八表

名稱	每根價值	長度	一段		二段		三段		四段		公段		共計
			根數	合洋	根數	合洋	根數	合洋	根數	合洋	根數	合洋	
大棚	1.11	7'	405	449.52	2375	2636	1870	2076	1265	1404	70	77.7	1985
6"中棚	0.91	9'	1250	1137.5	1509	1373	7194	6596	2009	1828	60	54.6	12022
5"中棚	0.65	6'	640	416	2006	1300	5030	3276	9119	6120			16789
3"中棚	0.26	6'	3400	884	400	104	2080	801	4410	1147			11290
4"中棚	0.46	6'	300	138	150	69	970	400	3060	1408			
松木	2.68	12'	35	93	147	394	55	147	214	573	6	16	451
松木	1.38	64'			1	1.34	1	1.34			175		1177
共計				3119		5877		1330		1248			38335157

## 第六節 捲揚

一號大井設有 500 H. P. 蒸汽絞車（直拉）一部，用一吋半之鋼絲繩，提等平式罐籠，每次可容人 36 個，可絞車四輛（.6 噸車），每小時平均可絞 60 次。

每班出煤以 7 小時計算，則：

一號大井每班之出產能力為  $40 \times 7 \times 8 \times \frac{1}{2} = 747$  噸

二號大井每班之出產能力為  $60 \times 7 \times 4 \times 0.6 = 1008$  噸

每日兩班出煤產量曾達 3400 噸，成績可云殊佳矣。

## 第七節 排水

一水倉：一號大井下水倉，位於東馬道之旁，深入 16 尺，均為磚拱石巷，寬八呎，高八呎，長 3000 呎，能容水量 3000 噸。二號大井下水倉，位於

940 呎運道旁，深入16呎，分爲四道，均爲磚拱石巷；一爲濁水倉，計長1000呎，能容水1000噸；一爲清水倉，計長240呎，能容水300噸。清水係大窩煤下約150呎處之石灰岩內泉水，由電泵排出地面，以作飲料；凡700呎以上之水，均歸一號大井水倉，700呎以下之水，則歸二號大井水倉。

二排水動力：本礦排水全用電力，在一號大井水倉上，建有電泵房一座，內置西門子廠造之電泵四座，每泵爲3000V.409A 之馬達帶動，其工作力爲480 K.W.，每分鐘轉1480次，可排水6噸，揚水高850呎。現已拆去一泵，擬移置于牛窩新水泵房內，以排西方之水。其餘三泵，現每日僅開一泵，間有開兩泵者，水小時，每日開15小時，水大時，繼續開36小時。在二號大井電泵房內，裝有同式大泵三座，亦爲480 K.W.馬達帶動，以排濁水；每泵每分鐘水量爲5噸，揚水高980呎，每日開8小時，另有清水泵兩座，爲140 K.W.馬達帶動，現開一座，排清水出地面，以爲飲料。此外在金五窩，尙有同式排水3噸之電泵兩座。原冀以備夏秋兩季水大時，以補一號大井下電泵能力之不足，唯現在西方泥窩上坡石巷已透大窩，則西方之水將直接流入700呎，而無法匯歸金五窩（因金五窩地高），是金五窩水泵已告無用矣。但現在西方進行工作，已逼西方老窩，而老窩積水亦不在少數，且距地面西沙河不遠，更有地裂水加大之勢，故除採煤後，應妥爲填矸子外，防備水患亦不得不早爲籌劃，故現下在牛窩開水倉一道，及泵房一座，裝置電泵，現行竣工。以備西方來水之用，東方工作區，已屆老窩，舊空積水較西方爲量更多，且其空跡露出地面甚廣，以後水量當較前增加，自無疑意；則一號大井下水泵，勢必再添購一座。今公司亦擬添購6噸一座，以備不時之需，據往昔排水量記載，水大時日可達30000噸，水小時約6000噸，平均每日約8000噸，受兩水影響以八月爲甚，不過老窩積水與兩季關係很少耳。

#### 第 八 節 通 風

本礦井下，通風均經一二號兩大井進風，環繞各段工作區域，因斷肘交錯，巷道複雜，且面積廣闊，舊空太多，風道很難妥為籌備，風行路線尤難調理盡善，故因蓄密口之便於富十三，富三十四富二十七，金十，金十一，金十八等，各置電扇一座，以便出風，其餘尚有老窰多處，作自然通風者，如金五與五是也。茲將現在所安抽風電扇，窰名位置及能力列表於下：——

第九表

窰名	位置	馬達能力
富十三	四段	35 H.P.
富三十四	四段	35 H.P.
富二十七	北三段	18 K.W.
金十	南三段	35 H.P.
金十一	老二段	25 K.W.
金十八	新二段	35 H.P.

現下于石猴子嶺，新陷老窰口，從事磚砌，安置電風扇，以備作東方總出風井。此外在井下用風鑽，在進行石巷打眼，及泥窰打頂，對於通風大有補助，在進行煤巷通風。不足則引風管於工作處，故井下無論任何地域，風無不充足，而風質亦無不佳也。通風費三月份每噸合洋0.024009元亦殊不在少數。

## 第九節 照明

本礦煤層內，向少沼氣及一養化炭等毒氣體，故對於照明，例無嚴格限制，除於老窰附近，為防上述毒氣體，必須用特別安全燈，以免不虞外，其餘各處均係工人自由用燈，燈之種類大別如下：——

甲電燈：凡各重要運道，以及工房井口，各段傢具房內，均設有電燈。

乙電石燈：凡井下職員，包工頭，以及二頭子等，均用之；其餘如石匠，鐵頭木匠等，亦間用之。

丙安全燈：特別安全，用於老窯附近，一班工人率用普通單層鐵罩之石油燈。

職員所用電石燈，由公司備，每月每員發電石9磅，工人所用電石燈，及電石由包工頭備購。工人所用安全燈，由公司備之，隨用隨領，有燈油房專司其事，油費由公司墊用，於包工頭工價中扣還，若燈作損毀或遺失，責由包工頭賠償，茲將本年度三月份內扣回各包工頭材料價單列表於下：——

第 十 表

本年度三月份包工頭用各種材料作價表

種 類	數 量	單 位 作 價	共 價
黃 藥	763 磅	1.44 元	1098.72
炮 綫	880 盤	0.6	532
炮 胆	2865 個	0.468	171.9
石 油	4132 公 斤	.096	1933.73
燈 罩	9259 個	0.3	888.86
紗 罩	383 個	0.3	114.9
燈 口	236 個	0.6	70.8
燈 砲	50 個	2.64	30
銅 銚	4 個	0.18	10.56
廣 罩	20 個		3.6
鑽 桿	6 根	0.312	44.16
洋 釘	5 公 斤		1.56
鋼 千	2 根		13.22
鐵 板	2 張		
共 計			4924 元



## 第十節 炸藥

本礦井下所用炸藥，分黑藥及黃藥兩種。黃藥，藥綫，炮胆 Blasting cap 等，統由公司備用，于包工價中扣還，黑藥則包工頭自備。

一黃藥：此種藥包黃，為半乾油狀膠質體，微現粘性，內有微粒，為爆性之最強者。包以筒狀，長粗為 $\frac{1}{2}$ "×5"，于崩石時，視岩石之堅硬程度，鑽眼之深淺，及崩打之位置而定使用藥之多寡。本礦普通在灰砂岩中，打三尺之眼者，須藥2—3捲，炮胆為0.22"×1"銅質圓筒，半空半實實部裝有最爆性炸藥為 Fulminate of Hg and Mixture of Fulminate and  $KClO_3$ , trinitramanite, lead oxide or other Fulminating Composition, 卒擊之則自炸，故安放須特別小心；空部為插藥綫用。

二藥綫：分四層，中心為一細綫(cotton)周圍附以微粒狀黑藥 Potassium Nitrate Powder, 外層各為五股麻繩，反向而包，且浸以膠油，以禦潮濕，每炮須藥綫長2.5—5呎不等，則視其工作地如何耳。工人施放炸藥時，將藥綫一端插入炮胆內，置入藥捲中心，以木棒送入鑽眼底外口，塞以道泥，以黃藥用手捲成條狀，燃之然後走開，以避危險。

三炸藥價：黃藥 10 捲重一磅，合洋 1.4 元；藥綫一盤長 24 尺，合洋 0.6 元；炮胆每盒 100 個，合洋 6 元；黑藥在市面購買。每元可購 3 斤(48兩)。

四黑藥與黃藥用時的比較：于普通頁岩，或弱性砂岩中，每捲黃藥可當黑藥 5 兩之力，則一元之黑藥(48兩)，適當 9.8 捲黃藥之用，設每一鑽眼裝 2.5 捲黃藥，用黑藥不需炮胆，則每當 9.6 捲黃藥，可省炮胆  $9.6/2.5=4$  個，合洋  $4 \times 0.06=0.24$  元故用黃藥則須洋  $9.6 \times 0.14$  (藥價) +  $4 \times 0.06$  (胆價) = 1.584 元，用黑藥僅需 1 元；較節省 0.584 元。

由上列可知，石質之軟者，包工自願備黑藥用之，若遇硬砂岩，則兩倍黑藥祇足當一倍之黃藥，則工人又願用黃藥，較為合算，于岩石含水處，更非黃藥不為功。黃藥，藥綫，炮胆等單位作價，以及本年度三月份消費量，可

參看上表。

### 第 十 一 節 保 安

本礦井下幅員廣闊，職工衆多，偶涉意外，其損失何堪設想，故對於保安事項特別注意；除于多有炸性氣體處，用特別安全燈，並設備有風管外，尚有其他設備，茲分述于下：——

一避毒拯救器：共五具，爲德國英夏巴特公司製，以防發生火時，爲救火救人之用。

二火堵：以往工作老窰滿儲沼氣，及一養化炭等毒氣體，本礦則堅築磚堵，以封堵之；或放水以淹沒之。

三打鑽放水：本礦區內土窰甚夥，均滿瀦積水，現爲盡其地利計，勢不得不採老窰餘煤，故特用鑽機採放，以免突然崩潰；俟水流盡後，則開進行煤巷，現井下共用鑽機四具，其一用于南三段泥窰，因此處工作場所距地面僅80餘公尺，不無老窰隱匿；其二用于北三段，正採西方一帶小窰，其三，其四俱用于二段，爲採放東方一帶小窰積水。每具鑽機，需工人5名，在煤層中，每班可鑽進6公尺至8公尺，設遇夾石障礙，則換金鋼石鑽頭以穿之。每一處除順煤層斜向向上先鑽一正眼外，左右上三方，亦須各鑽一眼，鑽眼前進100公尺，倘尚未見水時，煤巷即可開進30公尺後，再施行鑽探，鑽頭係合金質，初爲1.5呎徑者，遇水後視水之大小，再換3”或5吋徑者，以衝大之，以便流水暢適。

四水閘：水閘之設，原備不時之需，往昔本礦水閘曾不在少數，但時過境遷，俱歸諸無用，現本礦鑽探放水工作正殷，爲防避萬一，仍不能不擇要而作，按水閘應建于石質堅硬之石巷中，其門要能自關，並且只有此一口，方能保險，故基此本礦在新二段築自關水閘一座，以防東方大窰老窰之積水。又在北三段築自關水閘一座，以防西方小窰積水，此二水閘均爲缸磚洋灰築成，門係鐵質，水來時自能關閉，設不幸而有水患，亦可望幸免于患也。（參看圖十七）

五太平路：在一號大井東馬道，開有上坡石巷一道，計長 2000 餘呎，直達地面，以防升降機發生障礙時，以便上下工人。

六井下治療室：井下設治療室一所，每班置醫士 2 人，專司井下工人受傷，緊急救治。

## 第五章 職工

公司組織龐雜，部分衆多，關於職工種切，甚難一時調查清楚，茲僅言採礦處一部。

### 第一節 職員

採礦處職員，多數從事井下工作，勞苦異常，而公司待遇未見從優，尤以下級職員爲甚，可參看下表：

第十表

職員名稱	人數	薪金	合計
總礦師	1	1500 元	1500
總煤師	3	190—260	670
煤師	7	110—200	1060
總務長	1	220	220
副總務長	1	105	105
會計	5	40—70	287
庶務	1	49	49
書記	1	50	50
辦事員	2	45—50	95
測量師	1	220	220
測量助理	3	49—80	183

繪圖主任	1	130	130
繪圖助理	2	45—86	131
秘 書	1	120	120
副 煤 師	4	70—110	340
總 監 工	14	45—100	866.5
監 工	11	30—64	462
副 監 工	23	30—32	692
班 頭	2	28—42	70
地面工務長	1	110	110
工 務 員	10	35—65	456.5
燈房管理員	1	50	50
總 稽 查	1	60	60
稽 查 員	2	30—35	65
共 計	99		7992

## 第 二 節 工 制

本處工制，可分裡工，包工，公包三種。

一裡工：凡礦直接顧來之工人，謂之裡工，其職務在地面者，多係勤務，在井下，如清路道，飼生畜，驅車馬，司割煤機等屬之，現在共計裡工人數為475名。

二包工：包工頭僱來之工人謂之外工，在井下採煤場所，完全屬於此項工人，工作項目及其價目，由包工頭一人承包，工人工資則由工頭發，工作盈虧，惟包頭一人負之。

三公包：凡需要少數工人之工作項目，如轉運，砌圈，石峒，下送材料，均由

工人合組公包，甘苦同嘗，由彼等公推一人為代表，以便與公司接洽事宜。

### 第三節 工作時間

工作時間，每晝夜分三班，不輪班者，多在井上工作，時間為九小時，輪班者多在井下工作，時間為八小時，茲將其換班時間列下：——

早班	早六點至45分	工作時間 6.45—2
中班	下二點至 2.45 分	工作時間 2.45—10
夜班	晚十點至 10.45 分	工作時間 10.45—6

中礦出煤，僅限于早中兩班，夜班僅下材料，與修理工作而已。每班除去換班所佔時間，實際工作時間，為七小時。

### 第四節 工價

一裏工工價：其工價低昂不等，則視其經驗及技能如何而定，最低者為12元，最高者為40元，每月一號，由採礦處會計科發給，外加津貼煤費2元。計本年度三月份開支數為9708.13元。

二外工工價：其工價由公司按工作種類定價，各包工頭不得更易，茲將各種工價開列于後：——

小工：如攙車，拉籠，看風門，帶材料者等屬之，每工價洋 0.46 元。

大工，斃頭	每人每班價洋	0.58—0.74元
木匠	每人每班價洋	0.58—0.76元
石匠（鑽石）	每人每班價洋	0.68—0.84元
瓦匠	每人每班價洋	0.64—0.84元

介乎大小工之間者，如開輪子，扒鉤等每班價洋 0.53—0.57 元。

其餘如查頭子，二頭子，記賬者，工價均由包工頭自定。普通查頭子每月價洋 40 元，二頭子每月價洋 25 元—30 元。

公包各工之工價，原無定額，但平時工價，總按上開價目計算，至月總結，依各工工價多寡，分配盈餘或虧損：

各包工頭與公包代表，每十日向公司借款一次，作為發資墊款，但伊等每十五日發工資一次。

公司與包工頭或公包代表，議價係按工作單位計算；如採煤工作，按出煤車數給價，砌圈工程，按大小長短給價，但以工作地點不同，其價亦不相若，茲將各項工作價目列表于下：——

第 十 二 表  
各 項 工 程 價 目 表

修理棚架

大棚每架	0.60元	中棚每架	0.50元
------	-------	------	-------

探鑽放水

寸半眼每公尺	0.62元
--------	-------

採煤

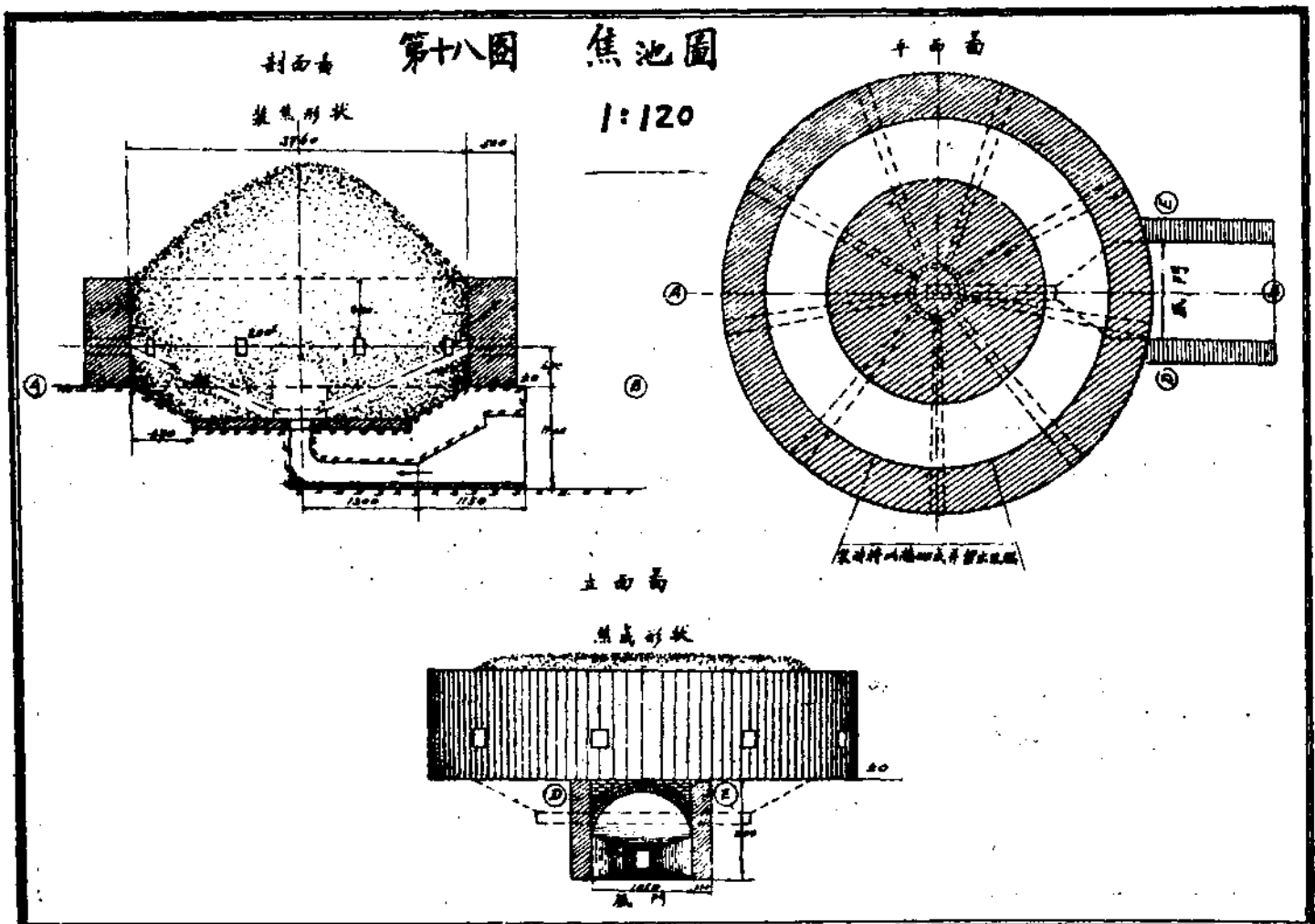
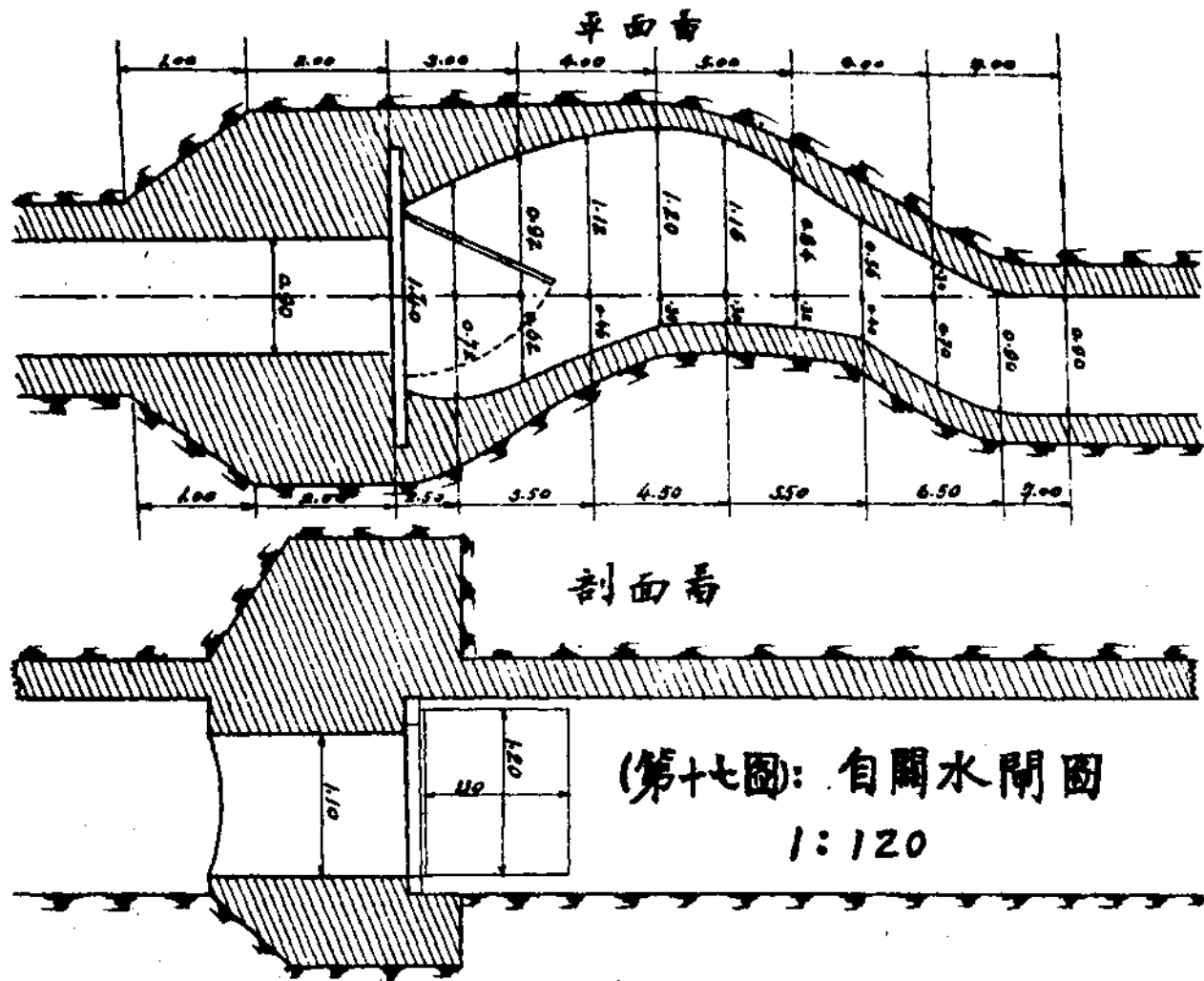
大窩小車每車	0.29—0.37	大窩大車每車	0.36—0.47元
泥窩小車每車	0.38—0.47	泥窩大車每車	0.50元

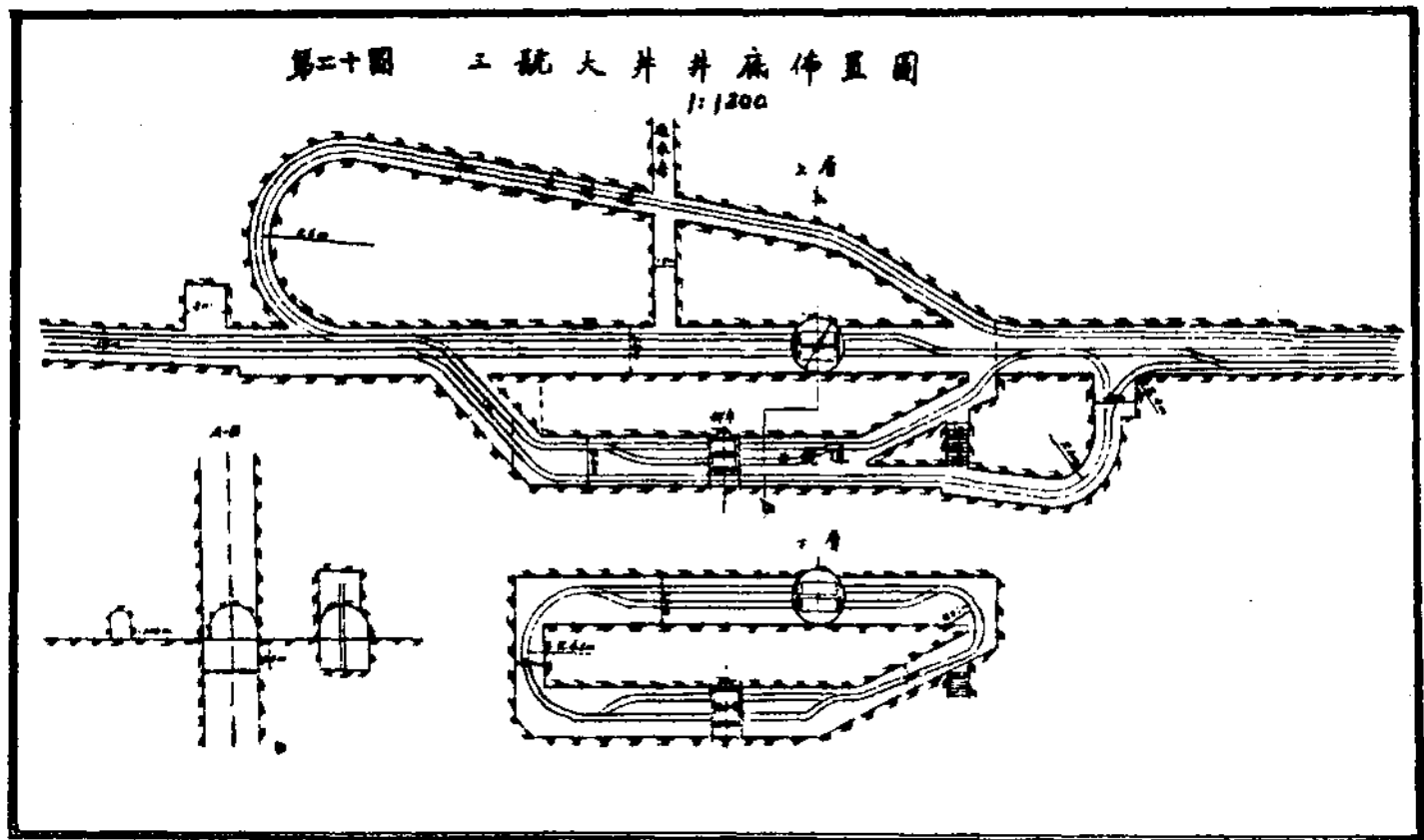
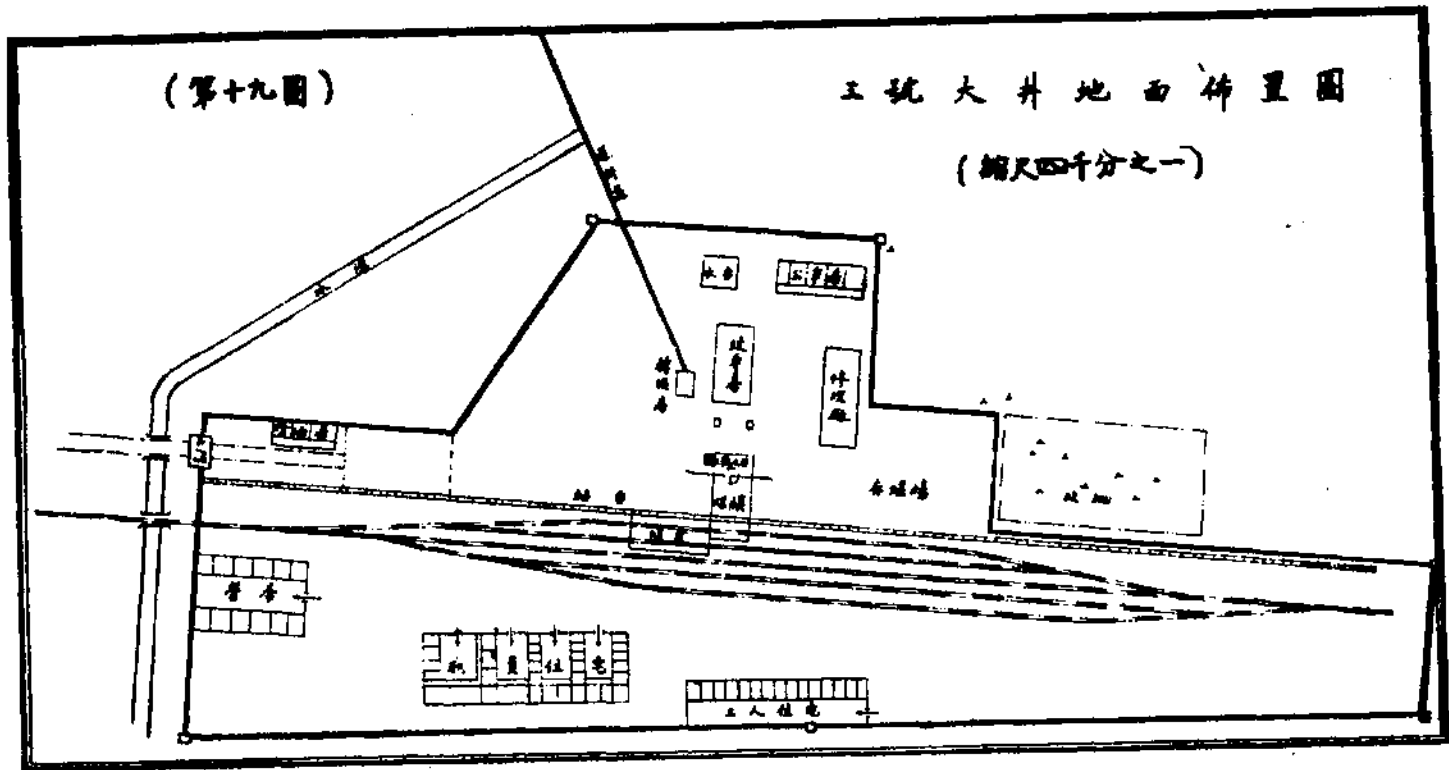
泥窩預備煤

煤巷	每公尺	0.50元
打底	每公尺	4.50—5.00元
打頂	每公尺	2.50—3.50元

打圈石峒

泥窩小井石峒	每公尺	45.00元
新井南門砌大礮	每公尺	
新井西繞道砌大礮	每公尺	80.00元
新井水倉砌磚礮	每公尺	20.00元
東馬道頂頭砌暗井	每公尺	30.00元
石猴子嶺砌井	每公尺	35.00元







940 尺南石峒進行	每公尺	20.00
940 尺南石峒砌小礮	每公尺	9.00
牛窰水倉石峒進行	每公尺	24.00
牛窰水倉砌窗	每公尺	12.00 ( 2×2公尺 )
牛窰向下打礮砌井	每公尺	35.00

## 運煤

南井口早中班運煤	每車	0.013
南煤樓早中班運煤	每車	0.016
北井口早班運煤	每車	0.016
北井口中班運煤	每車	0.014
一千尺至北中口運煤	每車	0.014
北煤樓早中班運煤	每車	0.017

凡雜活零工及傷工請假，公司統以每名 5 角給價，計本年度三月份內，撥工給價有 7174 名，傷工給價 1642 名。

以上所列工作價目，對於包工者似過從優，（參看第十三表），每工攤價多在八角以上甚有達一元以上者。按各包工者，以大小工，二頭子，以及自耗鑄鑄筐繩等物，加以獎金，平均每工合價高不過 7 角。若夫司轉運煤車者，仍不及六角耳。各包工之盈餘壘壘，概可見也。

凡工件作價及工人數目統由公司與包工者，每月定合同一次，茲將本年度三月份內合同，照抄二單，以示一般。

## 二十二年三月份包工單

一第一段 第一號包工吉興山

每日採煤工人數早班一百三十名

    中班一百二十名

    夜班    二十名

第 十 三 表

包工號數	包工姓名	工 作 種 類	並配人數	本 月 總工數	得 價	扣 價	實 得 數	每工提價	備 考
1	吉興山	一段大密探煤	284	8562	7205元 07	370元 29	6834元 78	0元 7983	一、得價項內包括：工伴作價 工人獎金 辦工及傷工給價等 二、扣價項內包括：材料作價及扣傷工給價等
2	王思田	北三段打圍石嗣		930	795 00	201 00	594 00	0 6387	
3	陳瑞林	新二段大密探煤	132	2935	2559 90	97 32	2462 58	0 8392	
4	葛正游	新二段大密探煤	272	7029	7074 95	273 28	6801 67	0 9677	
5	董 懷	打鑽放水	36	1929	1590 27		1590 27	0 8243	
6	張吉升	老二段大密探煤	201	4484	3734 96	159 79	3575 17	0 7973	
7	譚有志	老二段大密探煤	161	3704	3243 45	109 34	3134 11	0 8461	
10	畢書元	南三段泥密探煤	341	8237	7258 55	621 11	6637 44	0 8057	
12	白振清	北三段泥密探煤	339	9203	7958 20	492 46	7465 74	0 8113	
13	劉春明	北三段泥密探煤	95	2441	2183 50	79 19	2107 31	0 8631	
14	郭 喜	北三段泥密探煤	78	1889	1789 17	224 26	1564 91	0 8285	
15	張玉坤	南三段泥密探煤	179	4390	3823 52	156 50	3667 02	0 8353	
16	齊福星	南三段泥密探煤	323	8853	7945 69	530 77	7414 92	0 8376	
17	杜承德	北三段泥密探煤	392	9639	9159 83	830 25	8329 58	0 8698	
18	張玉升	南三段泥密探煤	183	4884	3976 48	401 95	3574 53	0 8155	
19	閻 潤	新二段大密探煤	111	2369	2003 65	82 13	1921 52	0 8113	
21	陳 瑞	北三段大密探煤	268	6167	5819 20	157 17	5662 03	0 9181	

23	邱希惠	四段大密探煤	328	9875	8712	09	371	09	8341	00	0	8446
24	李芝芳	四段大密探煤	336	8487	7302	84	291	65	7011	19	0	8262
25	李成芹	四段大密探煤	419	9313	7896	20	307	65	7588	55	0	8148
26	彭煥文	四段大密探煤	322	8383	7373	27	284	32	7088	95	0	8456
38	杜傳鈞	東大井及石梁子嶺風井團砌	70	3315	3176	79	506	03	2670	76	0	8082
	韓中喜	割煤機	12	345	294	47			294	47	0	8536
	洪福起	牛密風井團砌	29	850	956	54	59	60	896	94		
30	袁備盛	南井口早班運煤	25	820	887	30	2	56	884	80	1	0790
	李萬興	南井口添煤	7	270	148	50			148	50	0	5467
	鄭彥文	北井口添煤	8	254	139	70			139	70	0	5500
31	李方友	北煤樓早班運煤	45	1300	1081	88	11	00	1070	88	0	8238
32	谷有庭	北井口早班運煤	31	844	858	36	10	00	848	36	1	0050
33	蘇得成	北煤樓中班運煤	56	1587	1150	56	10	00	1140	56	0	7190
34	楊傳飛	南井口中班運煤	27	800	829	42			829	42	1	0360
35	張琢如	南煤樓早中兩班運煤	109	2997	2239	10	21	00	2218	10	0	7401
36	魏立萍	北井口中班運煤	32	919	825	88	8	00	817	88	0	8900
37	魏立元	一千尺至北井口運煤	84	2320	1613	85	35	00	1578	85	0	6806
		共 計	5335	139824	123608	14	6704	71	116903	43	0	8361

每日預備煤數四百五十車（.6噸）。

北井九百四十尺北區放墩子採煤每大車價洋四角四分。

夜車下山及總運道修理<sup>大</sup>棚每架價洋<sup>六</sup>/<sub>五</sub>角。

九百四十尺向西風鑽石峒及砌礮打水溝釘道每米達價洋四十四元。

### 一 第三段 第十號包工畢書元

每日採煤工人數早班 126 名

中 班 120 名

夜 班 35 名

共 281 名。

每日預定煤數 55 車（ $\frac{1}{2}$ 噸車）。

南井南石門泥密割煤機採煤每小車價洋四角

各預備煤峒工程打<sup>底</sup>每米達價洋 $\frac{4-5}{3.5}$ 元。

每月做過 60 米達以上每米達加一元。

各輪子下山及 700 尺總運道修理<sup>大</sup>棚每架價洋 $\frac{6}{5}$ 角。

### 第 五 節 獎 罰

獎金施之于外工者，多以每月外工之總工數，除該月出煤總數，即得每人每班之工作效率，以 620 公斤為標準，採煤效率增加 1%，則每工加一分，當規定時每工採煤工作效率為 640 公斤，規定後最高曾達 730 公斤以上。此項辦法，實行于民國二十一年八月。茲將實行後數月來每工採率及獎金全數列表于下：——

第 十 四 表

月 份	總工數	產 量	採 率	獎 金	共 數
二十一年八	135486	93636.78	691	0.11	11126.83
九	131768	93071.52	706	0.10	9949.06

十	133984	92052.92	687	0.08	7978.12
十一	122858	90564.17	681	0.08	7676.76
十二	147364	104069.9	706	0.13	14387.5
二十二年一	83440	48803.9	670	0.08	4558.5
二	95645	67428.5	674	0.13	6398.0
三	138105	99838.6	680	0.10	10612.62

至於懲罰方面其規定額者，有：

大窩煤車中夾矸子 罰煤 10 車，

泥窩煤車夾矸子 罰煤 5 車。

如在一月以內受罰至二十次者，即將該包工頭下外工之獎金取消。

煤車中夾有廢筐木屑或未裝滿者，罰煤一車。

煤車未掛牌號者該車充公。

此外如工人不聽命令，或遲到，早退，遺失器俱，或恣性鬥毆，或吸食紙烟等等，均按情節輕重，罰煤若干，或洋若干，或革除等等辦法。

至於裏工，獎罰殊無一定，工作勤勉，誠實可靠者，升級。犯有過失者革除。

#### 第六節 待遇

一工會協議：二十年三月，工會與公司黨政人員協議重要各項，節錄於下：——

(1)關於增加工資者：

工資級數及各級應加洋數表(單位元，按月計算)

10—以下增加 1.5， 12—10 增加 1.77，

15—12 增加 2.16， 20—15 增加 2.70，

25—20 增加 3.33， 30—35 增加 3.84，

40—30 增加 4.71, 50—40 增加 5.52,

60—50 增加 6.57, 85—60 增加 7.75。

- (2) 外工因公死亡，給予喪葬費 50 元，撫卹費 150 元。
- (3) 外工因公殘廢，不能工作者，給一次卹 150 元。
- (4) 煤務處抬筐工人病故，給與救濟金 50 元。
- (5) 裏工遇有婚喪大故，假期不逾 15 日者，不扣工資。
- (6) 攤派花紅，職工一律（按外工每月得獎金，不分花紅）裏工加薪一月。
- (7) 工人浴室儘先建築。
- (8) 工人住宅，俟公司經濟充裕時，逐漸建築，現先劃定區域，建築圍牆。
- (9) 合作社經費，俟有精密計劃後，再行借用。
- (10) 星期例假，暫為保留。
- (11) 凡繼續在本礦作工十年以上，逾六十歲者，公司得令其退休，每月給予最後一月工資之半數，其願一次領足者，給予十八月之全薪，（外工不在此限）。
- (12) 工作時間，輪班以八小時為一班，不輪班者，以九小時為一班，不遵照者，以曠工論。

二 傷亡及疾病卹金：裏工受傷，除由公司擔任醫藥，伙食，及住院等費外；工資仍照常發給，及傷愈為止。殘廢不能工作者，由公司按月發給最後工資之半數，以終其身。其願一次領足者，規定如下：——

- (1) 在本礦繼續工作五年以內者，給予一年之工資。
- (2) 五年至十年者，給予二年之工資。
- (3) 十年以上者，給予三年之工資。

裏工因公死傷，除于喪費 50 元之外，給其遺族一次卹金，規定如下：——

- (1) 在本礦工作未滿七年者，給予一年之工資。
- (2) 七年以上者，給予二年之工資。

外工因公受傷，亦由公司擔負醫藥，伙食，住院等費，工資照發，殘廢者一律一次給予 150 元之贍養費；死亡者一律給予喪葬費五十元，撫卹金百五十元。

裏工生病，伙食，醫藥歸公司擔負，病假期內，工資折半發給，倘三個月未愈，經醫生診斷不能即愈者，其辦法如下：——

- (1) 在本礦一年者，給予一個月工資。
- (2) 在礦二年者，給予二個月工資。
- (3) 再多類推，但以半年工資為限。

裏工因病死亡者，發給 50 元之喪葬費，在本礦工作三年至五年者，另給三個月工資；5 年至 10 年者，另給六個月工資；十年以上，給予一年工資。外工生病，不給工資，但醫藥費由公司擔負。

### 第七節 工 運

中興工運，于民國十六年，隨革命軍入魯而產生，

先由嶧縣縣黨部指委會派人組織工會，同時又有人另組一工會，前者曰工會，後者曰裡工會；既分裡外，意見自然紛歧。是時正值公司停工期間，拍賣也，收沒也，殘命纒纒，更何能增福工人。民十七年八月，政府派周學昌為中興特派員，將上兩種工會同時取消，另組“棗莊礦區工會整理委員會”，數月之後，改歸山東省黨部管轄，另派顏學回等接辦，于十八年十二月，由省黨部改派邱瑞荃等來礦主持，以言動乖張，先後撤職。改派汪大經等來礦接辦，復以處理不善，工潮迭起，中央特派李崇詩到礦將汪等解京，另由張劍白等加以整理，于十九年十二月，奉中央命令正式成立，數年來接續不息之工會，至此乃上正軌，名曰“山東棗莊礦區工會”；後經山東省黨部令改稱“山東嶧縣中興煤礦產業工會”。二十一年六月，因外工要求分配花紅，大起風潮；未幾即告平息。本年四月山東省黨部又派王炳喜等三人來礦改組，名曰“山東嶧縣中興煤礦產業改組委員會”。

統觀上述，自民十六年迄今，為時不過六載，自工會調人更名，不下十次，起伏不斷之風波，蓋可想見，尤以十七年至十九年為甚。工人以工會作護身符，工作任意怠惰，視管理人員如無物。資方受損，殊為不資。然其所以形此弊竇者，亦大有原因在焉：

- (1) 以往公司對於工人待遇，實太刻苛，尤以小窳為甚。
- (2) 工運領袖未得其人，只顧徒快號召工人於一時，未能基于勞資互惠，以謀善為解決之道。
- (3) 工人知識太差，易被誘惑，藉以往積忿之氣，猛受解放高潮之鼓蕩，遂如上弦之箭，一發而不可以收拾。

夫殆至今日，公司方面對於工人利益，深知注意，工資及待遇優厚，他礦幾無其匹；工人既無生涯窘迫之虞，自各安心以操作，則本礦今後之工潮滅跡，定可預卜也。

## 第 六 章 惠 工 設 備

### 第 一 節 工 人 浴 室

內設浴室四座，每座可容三十人；設每人洗澡時間，以十分鐘計算，每班約有一千七百人，則洗澡時間共須約兩點半鐘，毛巾肥皂統歸自備。

### 第 二 節 工 人 俱 樂 部

本礦工人俱樂部，由公司每月另津貼工會 200 元，專作工人娛樂之用，內設書棋等項，但工人很少插足其間，請有導演舊劇員一位，每星期日晚演劇一次，頗能引起工人興感，惟房屋大小，不能多容工人，是為遺憾耳。

### 第 三 節 工 人 補 習 學 校

本礦惠工處，根據工商法，所頒佈之工人教育計劃綱要，于民十九年六月開始籌備工人補習學校，于是年十月開課，開辦費 1200 元，規模不大，教員均為各處職員兼任。自二十一年一月擴充班次，教員改為專聘，每月經費 500 元，概由公司負擔，實足支出，設備日見完善，學制分為基本教



育和補習教育兩科，各為一年期滿，每年分四季，寒暑假及星期，概不停授，由基本科期滿，得升入補習科，茲將各科課程，及每週授課鐘點數列表：——

基本教育科：

國語 三小時 算術 一小時 常識 一小時 黨義公民 一小時

補習教育科：

國語 二小時 算術 一小時 物理 二小時

繪圖 一小時 黨義公民 一小時

授課時間：因工人皆有工作限制，故不能不按情形規定，其規定時間，及授課班數為：——

上午	9—30	到	11—30	四班
下午	3—45	到	5—45	一班
下午	5	到	6	一班
下午	6	到	7	四班

茲將各班人數列下：——

補習科甲一	8人	甲二	24人		
基本科乙一	6人	乙二	25人		
丙一	40人	丙二	32人	丙三	20人
丙四	26人	丙五	45人		
丁一	33人	丁二	41人		
共計11班			300人		

此300工人中，其服務機關如下：——

採礦處	250	鐵路理理處	8
工人補習學校	4	電務處	12
機務處	10	煤務處	6

惠工委員會	1	醫院	1
庶務處	5	材料處	1

關於經費，每月由公司出 500 元，其各項支出分配大約如下：——

職員薪金	265	53%
工資	32	6.4%
辦公費	10	2%
學生用品	120	24%
圖書	20	4%
設備	30	6%
雜俎	23	4%
合計	500	100%

該校為獎勵學生勤學起見，特有下列規定：——

- (1) 一學季內不缺課，考試成績在 90 分以上者，給獎 4 元。
- (2) 一學季內不缺課，考試成績在 80 分以上者，給獎 3 元。
- (3) 一學季內不缺課，考試成績在 70 分以上者，給獎 1 元。
- (4) 一學季學業總計 成績在 90 分以上者獎 2 元。
- (5) 一學季學業總計 成績在 80 分以上者獎 1 元。

按本礦工人，不下六千餘人，受教育者，總在 90% 以上，為增加工作效率及工人幸福起見，該校極應擴充也。

#### 第 四 節 中 興 小 學

中興小學，開辦于民國十二年，原僅收職員子弟，至民十七年，兼收工警子弟，經費係由職員紅利項下，每月提出 650 元，更由公司補助 650 元，合計每月 1300 元，若遇特別用項，公司補助之，該校不收學費，一切書籍，均由學校發給，校舍寬闊，設備完善，茲將其歷年畢業及現在在校學生列表于下：——

已畢業學生	15年	12人	16年	8人	17年	8人
	18年	8人	19年		20年	11人
	21年	18人			共計	65人

## 現在各級人數

秋一	53	秋二	47	秋三	38
秋四	46	秋五	33	秋六	14
春一	42	春二	47	春三	53
春四	41	春五	40	春六	31
共計			485人		

此外尚有台兒莊分校，複式一二年級 50 人。

## 第五節 幼稚園

本公司幼稚園，于本年度四月十七日成立，收學生 40 人，以後按學期添增班次。

## 第六節 醫院

公司設醫院一所，定名鞠仁，創立于民七年，當時範圍不大，名為鞠仁醫院臨時診察所，後以診者過多，無法收容，遂于民十三年，特建正式醫院，計院址三十餘畝，房屋二百餘間，特別病室及普通病室，均甚寬綽，建築費達十三萬元。醫藥設備，如X光鏡，電術治療，各種傳染病預防注射，普通醫用具，無不備全。凡職工及普通市民來院就診者，手術及醫藥等費，一概免收，此不特工人得沾其利，亦社會慈善事業之舉也。

## 組織 計設

院長	1人
內科（包括小兒婦女科）主任醫士	2人
外科（包括皮膚花柳科）主任醫士	2人
眼科（包括耳鼻眼喉科）主任醫士	1人

藥劑師	2 人
助手	5 人
練習生	8 人
看護長	1 人
看護	10 人
事務	5 人
共計	37 人

職員雖有 37 人之多，然皆忙碌異常；蓋因往醫者日達四百餘人之多，而重病常住院者，亦不下七八十人也。

經費：常年經費為 50000 元，其消支分配約如下列：——

藥 品	15000元以上
薪 金	20000元左右
工 資	5000元左右
雜 項	10000元左右

歷年診治狀況：——

### 第 十 五 表

(1) 民十七年至二十一年各年份內，所治各科病症數，及醫藥費表。

年 份	外 科	內 科	皮花科	眼 科	共 人 計 數	共 用 藥 費
17	22034	7209	5074	6741	41058	3424
18	32974	12830	7274	13336	66410	4685
19	26634	13800	4640	11416	56490	6314
20	45707	23019	5829	21881	96436	11314
21	65814	23484	4918	24928	119144	15651

(2) 二十年二十一兩年份內，醫治因公受傷人數，及其用藥費統計表。

第十六表

年 份	類 別	住院 治重傷	門診 治輕傷	井下 治輕傷	殘 廢 人 數	死 亡 人 數	共 用 藥 費
20		9293	22012	2114	2	32	4612
21		11173	20967	8265	18	23	52567

註：井下所治輕傷，係由二十年十月份起。

(三)本年度四月份內所治各界症數表。

第十七表

部 別	門 診								井 下 請 診	共 計	
	工 人	工 奉	礦 隊	客 軍	農	商	學	普 通			
施 診	2430	2206	193	1276	1536	442	45	256	850	851	11008
收 票 費	391	345	18	103	152	213	27	306			

凡重症住院者，其規定如下：——

- (1) 職工因公受傷者，工資照給，醫藥飲食等費免收。
- (2) 普通民衆，僅收伙食費。
- (3) 衣服被褥，概由醫院供給，以期整淨。

## 第七章 產額及成本

### 第一節 產額

一、本礦歷年產量：光緒三十二年至民國二十一年

年 代	產量(噸)	備 考
光緒三十二年	66,768	
三十三年	102,233	
三十四年	97,732	
宣 統 元 年	158,237	
二 年	139,727	
三 年	94,561	
民 國 元 年	101,230	
二 年	199,438	
三 年	236,046	
四 年	241,074	
五 年	349,399	
六 年	428,064	
七 年	518,593	
八 年	569,206	
九 年	695,354	
十 年	668,119	
十 一 年	780,488	
十 二 年	787,826	
十 三 年	865,609	
十 四 年	821,935	
十 五 年	603,440	
十 六 年	259,765	八月後停採
十 七 年	未出煤	全年停採

十八年	149,990	
十九年	355,520	
二十年	754,858	
二十一年	973,218	
共計	11,018,412	

除此以外，往昔小窰，不下 150 個，每窰出煤總量，以五萬噸計，則共出煤量為 7,500,000 噸。又中興礦局時代，自光緒六年至三十一年，平均每年產額以 100,000 噸計，則共計出煤為 2,500,000 噸。統計以上三項出煤，則濰縣煤田內，產出煤量已超過 18,500,000 噸矣。

二、本年度三月份井下各段產額：

第十八表

段別 包工 號數	一段		二段		三段		四段	
	大車數	小車數	大車數	小車數	大車數	小車數	大車數	小車數
1	12587							
3			4949					
4				10626				
19			2870					
6				7854				
7				10175				
12					12199			
10						14853		
13						3019		

14						2223		
16						14449		
17						16072		
21						20420		
18						9185		
15						8691		
23							16914	
24							15385	
25							18876	
26							14928	
裡 工	225		144	210	214	147	1150	
共 計	12812		7963	28863	12413	89859	67253	

小車容量爲 1 噸，大車容量爲 0.6 噸，以噸計算則段產煤量爲：——

第 十 九 表

段 別	產量(噸)	百分率
一 段	7687.2	7.7
二 段	14398.8	14.42
三 段	37400.8	37.46
四 段	40351.8	40.42
共 計	99838.6	100

小車統歸一號大井提出，大車統由二號大井提出，由表可知一號大井與二號大井出煤之比率如下：——



第二 十 表

井號別	車數	噸數	百分率
一號大井	118722	39574	39.6
二號大井	100411	60264.6	60.4

按本月十二號及二十九號，為休假日，故本月出煤僅二十九日。每日出煤平均數 3442.7 噸，今後若無不可抵抗之障礙發生，能將煤隨出隨銷，以本礦設備之完善，加以新大井不日即可出煤，則每日 5000 噸之產量，定非難事。

## 第二節 成 本

一、民二十年及二十一年份，採煤處出煤成本。(可參看下表)：

第 二 十 一 表

21年 20年	工人工數	採煤噸數	每工每班 採煤效率	每噸外 工採煤 費	每噸棚 木費	採礦處 採煤成 本	每外工 每月獎 勵金
1	78232	53802.30	687 公斤	0.95	0.45	2.27	
1	131681	81202.68	616	1.18	0.53	2.39	
2	68601	43774.24	638	1.05	0.39	2.40	
2	70081	37837.00	540	1.27	0.58	3.04	
3	84851	51806.25	610	1.16	0.37	2.50	
3	105549	69737.38	660	1.19	0.44	2.34	
4	89800	55306.21	615	1.12	0.41	2.60	
4	119680	81313.26	670	1.12	0.40	2.17	
5	93750	85178.17	623	1.18	0.44	2.54	

5		119224	80360.98	674	1.18	0.45	2.19	
	6	100299	63911.02	637	1.14	0.44	2.49	
6		127277	86729.20	681	1.10	0.38	2.04	
	7	112231	65911.00	581	1.19	0.48	2.48	
7		99625	62643.02	628	1.24	0.39	2.46	Strick
	8	112286	62206.76	554	1.22	0.61	2.64	
8		135486	93636.78	691	1.09	0.39	2.01	0.11
	9	115742	71906.10	622	1.10	0.61	2.41	
9		131768	93071.54	706	1.08	0.38	2.00	0.10
	10	116303	71093.20	611	1.20	0.63	2.54	
10		133984	92052.92	687	1.11	0.36	2.05	0.08
	11	120812	73350.77	607	1.20	0.57	2.52	
11		122855	90564.17	681	1.10	0.37	2.14	0.08
	12	135672	83312.20	614	1.20	0.43	2.30	
12		147364	104069.97	706	1.06	0.38	2.00	0.13
	合計	1228579	754858.27	7405	13.71	5.83	29.66	
合計		1454568	973218.90	7955	13.72	5.05	26.83	0.50
	平均	102381.583	62904.855	617.083	1.142	0.48	2.471	
平均		121214.00	81101.575	662.916	1.143	0.420	2.735	0.0416

採煤成本 僅以採礦處直接及間接工程費而言，每噸約合 2.2 元以上，若加其他各部事務費及礦產折扣，則每噸成本當在四元左右。

二、本年度三月份各段採煤成本一覽：——

第二十二表

類別	段別	第一段	第二段	第三段	第四段	共 數	每噸攤價
	出井費						
薪金類	員司薪金	1466.76	1908.22	2360.80	2256.22	7992.00	0.083381
	裡工工資	1441.56	2275.23	3037.76	2953.58	9780.13	0.101284
	外工工資	9507.79	25178.76	53063.10	33705.97	121455.62	1.267147
	各項雜工費	416.17	925.41	1873.19	2544.28	5759.05	0.060084
材料費	鐵料費	513.17	987.98	1701.18	1834.56	5063.89	0.052550
	電料費	61.20	119.79	252.69	370.27	803.95	0.008388
	木料費	3160.97	5943.18	13429.10	12665.31	35198.56	0.367227
	油料費	110.13	229.45	496.23	698.51	1534.32	0.016008
	各項雜費	1411.95	3389.30	4165.94	4815.69	13782.88	0.143797
馬力類	提煤費	466.28	912.57	1924.92	2824.65	6128.42	0.063938
	通風費	175.15	342.67	722.76	1060.72	2301.30	0.024009
	疏水費	202.03	395.36	833.95	1223.66	2655.00	0.027700
	電燈費	36.36	71.18	149.73	219.37	476.64	0.004973
	各項特用費	26.15	51.28	108.22	158.63	341.28	0.003592
雜費類	獎金費	896.31	1876.63	4316.40	3523.28	10612.62	0.110722
	撫卹費	67.83	2562.67	714.89	610.53	3955.92	0.041272
	各項公費	34.88	148.31	263.71	210.54	657.44	0.006859
合 計		19994.69	47317.99	89414.57	71675.77	228403.02	
每噸成本		2.741353	3.315142	2.969914	1.622512	2.382931	2.382931

按上表各段成本費，相差甚鉅，其原因在工作情形之不同，四段係大窩，

易于採取；三段係泥濘，煤層太薄；而二段採族積水，進行工作特多，故其成本獨高耳。

### 第 八 章 運 銷

本礦煤筋，專賴津浦路，及自築之台棗路，轉運于運河各商埠頓銷，故交通一有阻碍，本礦煤筋即無法運銷矣。

#### 一、津浦路由棗莊至各站運費

第 二 十 三 表

站 名	公 里 數	普通運費 (正車 公下)	中興專價運費	中興特別運費
韓 莊	54	1.204	0.378	
徐 州	99	2.209	0.6435	0.5940
南 宿 州	174	3.718	1.131	
蚌 埠	264	5.382	1.584	1.4520
臨 淮 關	388	5.810	1.728	1.5552
滁 州	389	7.429	1.734	
浦 口	439	8.120	2.634	1.8745
臨 城	32	0.715	0.224	
滕 縣	66	1.473	0.462	
兗 州	126	2.753	0.819	
大 汶 口	182	3.877	1.183	1.2600
泰 安	210	4.417	1.365	
黨 家 莊	269	5.471	1.614	1.5520
濟 南	282	5.702	1.692	
德 州	400	7.585	2.400	2.2000

天津總站	634	10,360	3,804	
天津東站	623	10,397	3,834	3,1055

車價及特價，現已更改，茲將津浦路二十一年八月，印定之運價，關於中興公司者，摘錄于次：由棗莊至天津總站，每 20 公噸整車，洋 76.08 元；專車運煤每公噸洋 3.10 元。由棗莊至浦口每 20 公噸整車，洋 52.68 元。專車運煤每公噸洋 2.20 元。

焦炭由棗莊至浦口及天津總站，正車裝運與煤舫運價同，按公噸價率裝運照煤舫價加收五成。

中興自運材料及銀元銅元，由棗莊至浦口及天津總站，或由天津總站及浦口至棗莊，按普通運價核收一半。

## 二、北寧路籌撥中興運煤貨車協定：

本礦與津浦定有運煤合同，津浦運費較普通運價為廉。而本礦煤斤供給津浦每噸定價 4.5 元，每年約計 18 萬噸，然津浦車皮除運該路自需煤斤外，貨車撥歸本礦運煤者絕少，以故此項互惠合同，僅能惠及一面。本礦原有煤車 350 輛，車頭 19 座，國軍北伐時，移作軍用品，現在只剩煤車 100 輛。其中所用者僅 50 餘輛，待修理者 45 輛，車頭尚剩 15 座，中有損毀者七座。自有車皮不敷分配，因于廿一年 6 月 20 日與北寧路訂立借車合同，茲錄于下：——

(1) 北寧鐵路籌撥貨車四列，機車一輛，敞車 600 噸守車一輛，撥歸中興煤礦公司，專備由津浦棗莊運煤南下至浦口段內各站使用，如不足時可由中興煤礦公司隨時函請增加。

(2) 中興煤礦公司，對於此項煤車每列應出具 10 萬元之保證，以為機車貨車遺失應計賠償之担保，但遇其他情形發生，軍隊扣車或其他不可抗力情事，應有津浦路中興煤礦公司雙方負責。

(3) 此項運煤列車在津浦路運貨所收運費，按以5成分撥北寧計算，但為免除核算煩瑣計，應即規定每列每月北寧路應得運費8700元，由中興煤礦公司按月直接交付北寧，其中中興運煤特價，因與供給津浦路用煤斤有連帶關係，不適用於此項列車，北寧應分運費成份。

倘因天災事變，非鐵路所能制止以致中途停運，經津浦路當時通電證明者應于運輸中斷期間，計日按噸扣除，北寧應分運費，如因軍事或其他特殊情形，將列車退還，北寧路應自中興煤礦聲明退還之日起，計日按噸扣除，北寧應分運費。

(4) 中興煤礦公司應交北寧運費，須按月清理，由中興煤礦公司委託殷實銀行，正式函達北寧担任，按照協定每月應付北寧運費銀數。

(5) 此項專用機車列車，因修理及洗爐種種關係，津浦路得自由支配，以甲列機車拖引乙列車輛，或用乙列機車拖引丙列車輛，以資調劑。但不得以此項機車行駛津浦路，自有列車或其他列車。

(6) 此項列車津浦路不得用以裝運他項貨物，或撥給他運煤使用。

(7) 此項機車列車，如有損毀小修理者，應有津浦負責修理，如有缺少配件情事，可向北寧備用照材料價，大修理應送回北寧修理，又不論機車損毀與否，每三個月應由北寧路調換一次，以資修養。

(8) 此項列車，北寧派車守隨車押護，並將該列車轉運情形，逐日呈報北寧運輸處。

(9) 此項列車，津浦路不得掛任何空重車輛，如有附掛情事，應由津浦路，另按六等貨物普通運費以半數撥歸北寧，但軍隊強掛車輛，確非權力所能制止，一切係記賬轉者，北寧應不分運費。

(10) 此項列車，在津浦運行時，如發生事變，因而損及機車車輛時，其修理費應由兩路平均負擔，因而傷及員工時，其撫卹辦法亦同。

(11) 此項列車在津浦運行，所需煤水油料綿，及其一切消費材料，均應由

津浦免費供給。

(12) 此項列車，中興煤礦公司如不需用，可隨時退還北寧，並按照北寧路收到機車車輛日期截算運費，

(13) 本協定如有未盡事宜時，由三方同意修改之。

(14) 本協定自簽字之日起，發生效力。

三、台棗運煤及水運情形，由棗莊至台兒莊，公司自築台棗鐵路，長約90里，每日可往返四次，每次可運煤220噸，每噸運費4—5角，煤到台兒莊後，由運河轉運，台兒莊至三叉河用小船裝煤，每船可容煤5噸以上，至三叉河換卅噸大船至瓜州，再換大船運往上海，由台兒莊至上海每噸運費約11元，上海煤市低落時，即不合算。

四、銷數：民國二十年總銷數為959044.94噸，去年總銷數為926191.63噸，較前稍有遜色。其原因在礦廠煤運不出也，每年銷于鎮江，瓜州，上海一帶約佔 $\frac{1}{3}$ ，銷于浦口約 $\frac{1}{4}$ ，振興公司包銷10萬噸，同益公司包銷3萬5千噸，自用每日約80噸。蚌埠約1萬噸，徐州約5萬噸，本礦約銷10萬噸。

臨城至濟南歸振興公司包銷，每年10萬噸，在礦廠交貨，每噸價洋8.5元。

臨城至蚌埠，歸同益公司包銷，每年3萬5千噸，在礦廠交貨，每噸價洋8.5元。

## 第九章 附帶作業

### 第一節 煉焦

一、焦池及煉法：本礦煉焦，純係土法，焦池有長方形及圓形兩種，圓形焦池有200餘座，以磚砌成，（參看圖十八），掘地為底，深入地下，約2尺許，底部平坦，其中央有一孔，名為風道，與地溝通，為進風之路，上部與地面與平處，周圍築以磚牆，牆高可3尺餘，圍牆脚下，有小孔九個，

名爲火眼。煉焦時先以柴草少許，堆積池底，而復以塊煤燃之，待火漸烈，即將粉煤填實，略與地面相平，再用磚瓦築火道，皆以風眼爲中心點，然後再用粉煤逐漸增加，直高出圍牆，使成覆碗狀，每日用木履踏壓一次，至約十日，須用木槌槌壓，每日二次，約計三四日，待火焰漸長，即可閉塞四週之火眼，使火焰由煤隙縫中，取道而出；待某處燒透，即覆以泥土，如此逐漸至全部皆透爲止，然後用水傾入，以息其火，約一日夜，即可出焦。煉焦之時期，自裝至出焦，共需 14 日左右。得焦成分，約在六成以上，每池裝煤約 22 噸，放出焦約 14 噸左右，長方形焦池兩座，每池能裝煤 45 噸左右，其煉焦與圓形池同，唯每煉一次，僅須六日而已。

二、 焦之成分及用途：焦分頭焦及二焦兩種，先將原煤篩洗淨盡，然後裝焦煉成者，謂之頭焦；原煤不加篩洗，即裝入焦池煉成者，謂之二焦；頭焦多供給于本公司機械化鐵之用，二焦分銷本礦附近及南北各地，茲將本礦焦之分析表列下：——

第 二 十 四 表

成 類 分 別	水分	揮發物	固定炭	灰分	硫磺	磷質	發熱量 B.T.U.
頭 焦	1.08	1.464	84.936	12.493	0.526	0.016	13591
二 焦	0.765	1.573	80.912	16.75	0.557	0.016	12974

## 第 二 節 製 灰

一、 石灰窯及製法：石灰窯有大窯及小窯兩種，大窯四座係圓形，以磚砌成，掘地爲底，計深入地下約 1.5 公尺，底部平坦，其中有一圓孔，徑 3 尺許，架有爐齒，圓孔與地下溝通，以便進風，上部與地面相平處，周圍築以磚牆，牆之一邊留有一小孔，作爲添煤燃火之用，其對面留一窯門，作爲裝石及卸石灰而設，裝入之石，爲青色石灰岩，率爲塊狀，以工人抬入。裝石之法，係用大塊石繞圍爐齒，築成拱形。（對添煤眼處，留爲空門。）拱



高可 5 尺左右，其周圍填以亂石，至將窯筒裝滿為止，窯裝後，即用泥將窯門堵封，而從事于添煤燒火，煤炭在爐齒上燒燃，煙氣即透過石塊隙間，由窯頂口脫逃而出，每窯約燒三晝夜可竣事，用煤約需 7 噸。

每窯可出石灰 18000 公斤，裝石與出石灰均係包工承辦，每窯包工價 9.2 元，小窯製石灰與各地土法同，即于窯內裝一層煤一層石之法也，茲從略。每小窯可出石灰 12000 公斤。大窯每月出石灰五次，小窯每月僅可出石灰兩次而已。石灰石係由嶧縣裴山運來，開鑿費及裝卸費每方（1×10×10 尺）價洋 4 角。

二、產量及用途：石灰廠計有大窯四座，小窯八座，每月可製石灰 40 餘萬公斤。零銷價洋每萬公斤 34 元，但大部分為本礦井上下建築用也。

### 第三節 造 磚

一、磚之種類及原料：造磚廠建有西式窯及土窯兩種，所燒之磚，分缸磚，紅磚，花磚，車網磚，鍋爐磚等四種。大小除車網磚，及鍋爐磚隨時定造外，其餘均各長 10 吋，寬 5 吋，厚 2 吋，其原料係本礦出產之一種粘土，俗稱謂矸子土及砂土，缸磚原料為粘土，紅磚原料為砂土。

#### 二、磚窯及燒法

甲、土窯燒磚法：造磚廠有土窯兩座，係由地面以磚砌成，下部為方形，上部為覆碗狀，窯底平坦，其一側裝置爐齒，與地下溝通，藉以進風，爐齒傍上部留有窯門，為裝磚坯及卸磚之用；窯門對方，築有煙突，每值裝妥時，即以泥封堵窯門，下部僅留一小孔，為添煤燒火之用，每窯能容磚 30000 塊，燒七日可竣事。需煤約二十噸，每月可燒兩次，係包工承辦，每燒紅磚 10000 塊，公司付洋 54 元；缸磚 10000 塊，付洋 57 元；瓦 10000 塊，付洋 90 元。

乙、西式窯燒磚法：窯為倒塔式，以磚築成，共為 18 間，形如橢圓，中央設置煙突，高可數丈，各間皆留窯門一個，以作裝磚及卸磚之用，每眼門頂部

留有小眼 20 個，分爲 5 列，分爲添煤燒火之用，每眼上覆以鐵帽，裝煤時即將鐵帽揭開，煤即下落燃燒，裝妥後再將鐵帽覆上，煙氣由煙突吸出，每間能容磚 18000 塊，僅用煤 1.4 噸，即可燒成，每月出窯 3 次。

三、產量及用途：土窯兩座及西式窯一座，每月可共出磚 60,000 左右，專供公司建築用，磚坯係包工承辦，每萬塊公司付價洋 5 元。

## 製 煉 廠 工 料 價 目 表

## 第 二 十 五 表

廠別	類 別	包 工 價	料 價	檢 材 料 處 作 價	附 記
煉焦廠	頭 焦	2,200			每 池
	二 焦	1,150			每 池
造 磚 廠	缸 磚	24,000	51.40	85.00	每 萬 塊
	硬 紅 磚	50,000		68.00	每 萬 塊
	紅 磚	47,500		64.00	每 萬 塊
	青 磚	67,000		80.00	每 萬 塊
	青 瓦				
	紅 瓦				
	洋 瓦				
石灰廠	大窯白灰	9,000	81.00	100.80	每 座
	小窯白灰	8,600	28.00	67.20	每 座
筐 繩	元 筐	0.63	0.30	0.50	每 個
	長 筐	0.63	0.18	0.30	每 個
	抬 筐	0.63	0.18	0.30	每 個
	土 筐	0.63	0.15	0.30	每 個

廠	篋片	0.70	0.35	0.50	每個
	大系	0.22	0.20	0.30	每公斤
	麻繩	0.60	0.30	0.40	每公斤

第二十六表

本年度一月至三月製煉廠各項產額表

廠別	月份	名稱	數量	共價洋數	名稱	數量	共價洋數
煉焦廠	一月份	二焦	300噸				
	二月份	二焦	200噸		頭焦	122.7噸	
	三月份	二焦	100噸				
石灰廠	一月份	白灰	144000 公斤	806.4元			
	三月份	白灰	156000 公斤	2553.6元			
篋廠	一月份	元篋	270個	94.5元	雜篋	160個	40.00元
		大系	500條	125.0元	篋片	650片	260.00元
		麻繩	93 公斤	23.25元	麻繩	158 公斤	94.80元
繩廠	二月份	元篋	310個	108.5元	大系	1600條	400.00元
		土篋	200個	50.0元	篋片	850片	340.00元
		糞箕	40個	12.0元			
廠	三月份	元篋	140個	49.0元	大系	1300條	325.00元
		土篋	200個	50.0元	篋片	950片	380.00元
		舢篋	100個	25.0元	麻繩	212 公斤	127.20元
		糞箕	80個	24.0元	土籃	100個	30.00元

## 第 十 章 三 號 大 井

## 一 建設目的：

(1) 本礦既採用長壩填矸法採煤，刻下除泥窰採煤填矸，為就地崩頂填實外；其餘大窰採煤填矸，係井下各處進行石峒廢石，藉以應用，然已感不敷所需。

今後東方大窰採煤，需矸為量至鉅，為期亦長，故為採東方大窰煤，由地面下矸計，勢不得不建新大井，以濟時需。

(2) 一號大井年久失修，井筒及罐道，多有損毀，且井架傾斜，絞車位置太遠，非大加改造難免危險。故為修理一號大井期間，產額不致減低計，新大井亦極需建造。

(3) 本礦現日產 3000 餘噸，已盡一二號兩大井之能事。出井費每噸煤約合 2.7 元，加以上海總公司及本礦各部事務費，每噸煤成本費當在 5 元以上，為增加產量，減低成本，資抵外煤傾銷計，新大井亦需建造。且本礦大窰，唯東方為今後至寶，為井下搬運經濟，就近建造新大井，更屬必要。

總上各端，本礦遂於民二十年八月，就金十七窰興工改建，約于本年度八月後，可正式起用。

二 位置：三號大井，就原金十七窰改建，位于一號大井南  $79^{\circ}38'$  東 972.65 公尺。

三 井筒：金十七窰井筒原深 118.8 公尺，其直徑放寬至 4.8 公尺，圈砌青石洋灰一道，計井壁厚 40 公分，將井筒砌成後之口徑為 4 公尺整，由 118.8 公尺向下鑿深，新井筒 75.2 公尺，共計井筒深為 194 公尺。運道之平，亦砌青石洋灰牆。

四 罐道樑：罐道樑為前時預備修理南大井購置之工字鐵；其裝置間距為 3 公尺。

五 罐道：罐道四條；係 15 公尺見方之洋松木製成；井筒內之罐道，裝

于罐籠之兩端，其上下井口之罐道，則裝于罐道之兩邊。

六 罐籠：罐籠分上下兩層，每層裝車兩輛，共裝車四輛，上下井口皆兩層出煤，用活動道嘴與二號同；且裝御煤車，利用壓氣上煤機，更稱便利。每個罐籠載重 3 噸，罐頭及配件重每個 3.6 噸。

七 煤車：較二號大井煤車加高 70 釐，另改一式樣，每車容量為 750 公斤，此為莫大之進益；出煤效率，因之可增高，其費用自然減少；在兩班十四小時內，可出煤 2000 噸，較之北大井，可多出 400 噸。

空車皮重為 400 公斤。

八 地面設備：(參看十九圖)

井口站台：站台(±D)高出于鐵道鋼軌之上面為 3.5 公尺，如此佈置傾煤入火車，甚為便利。

高車架：鋼質，全高為 32 公尺，其頂端飛輪直徑為 3.8 公尺，其支腳角度為 27°，拖力 242 噸，起重機拖力 5 噸，鋼絲繩亦擬用 1.5 吋徑，其超過飛輪後造成之夾角為 44°，每條全長 310 公尺，五股二十八偏絲組成，拖力 101 噸，重量每條 1680 公斤。

裝煤台：裝煤台俗稱為煤樓，鋼質，高 14.7 公尺，長 7.9 公尺，寬 12 公尺，地面面積 248 平方公尺，分為兩層，上層裝有鋼門，為日後安置篩煤機之用。

煤倉：容極為 1700 立方公尺，平面面積 250 平方公尺，高 8.7 公尺，長 25 公尺，寬 10 公尺，鋼板厚 5 公厘，8 公厘，10 公厘不等。卸煤漏斗並開關閘 20 個，火車缺少時，煤可存于倉中。在煤倉之頂部，安置一循環運輸機，可使煤自傾入此倉，同時可令小工立于循環運輸機之側，檢索汗子，底部漏斗 20 個，同時可並行兩車齊裝，于最短時間內，可裝煤數列車。

存煤轆：位于修理廠之南空隙處，置高懸鐵道一部，並裝煤車架 6 個，為煤倉不敷用之設備。

絞車房：位于井架之北，內設 300 K. W. 直流電絞車一部，帶齒輪，滾桶直徑為 4 公尺，距井口中心為 26.124 公尺，罐籠二具，係等平式。

轉繩絞車房：內設 35 馬力之電絞車一部，專為拉石嶺矸子而設，現正在修理開闢運矸道。

九 井底設備：（參看二十圖）

井底：井底分為上下兩層，上層南開南石門一道，直達南方泥箬；北開北石門一道，與一號大井下東馬道通；並開東西兩繞道，以便空重車來往。下層佈置簡單，僅有通稱車之西繞道及人行階梯而已。壓氣上煤車：煤車裝入罐籠，均藉壓氣上煤機，以省人工，在地面井口，煤車下罐籠亦同。

活動道嘴：煤車裝罐處，亦安置活動道嘴，與一二號大井同，此項活動道嘴，用來代替舊式閘腿。其利如下：——

(1) 罐籠之下位置稍差，無妨煤車裝卸，可省裝卸時間。

(2) 綱絲繩之載重，變更較小，綱絲繩之壽命可延長。

泵房：位于東繞道之東，設水倉一道，及電泵房一座；水倉容積為 170 噸，專蓄清水，以供地面飲料，因 700 尺以上之水，仍引入一號大井水倉，故此處水倉，無庸大為設備也。

十 總礦師克禮柯氏，三號大井井上傾煤及裝煤入火車利用機器，以省人工計劃書：（節錄上總公司呈文）

傾煤及裝車：鄙人擬首先于三號大井設備機器傾煤及裝車，因三號大井尚未成立抬筐制，工人尚插足其間，吾人速將機器置備妥貼，俾于開始出煤時，即用機器傾煤裝煤，則與抬筐者不發生關係矣。傾煤辦法，請閱附圖 5010/30 于存煤場所，設立如圖所繪之鐵架，上置高懸鐵道，此鐵道上懸掛裝煤車之鐵籠 10 個，橫穿無極鐵鍊，拉此鐵鍊循環轉運，次第傾瀉；似此在存煤架上，皆可傾勻，無須人力。此種設備，由古昌公司開來價單，計為金洋 8410 元。裝煤辦法，鄙人設兩種方法，一係上次送呈之圖，如巨鐵抓取煤

裝車（按每抓約可載 10 噸），但此抓價值過昂，今另設一法，則係用簸運機二具，運煤裝車，此二簸運機于四小時內，約可裝煤 600 噸，兩機分置于存煤轍二端，此種簸運機如圖所繪，可移至  $90^\circ$ ，場內存煤可完全撮及運入火車，且用此機可完全不用人工，其簸運機之一端，有鴨嘴形之撮口連接一柄，可使此鴨嘴伸入煤堆，完全用機力運入火車，此兩個簸運機只需一人開動，便能將煤堆全行裝運，請閱附圖 5010/3 及圖 25278，但 25278 圖內機置于存煤場之中間，吾人則置機于場之兩端，此兩種機連同弧形工字鐵及零件共價約洋 4000 元。倘三號大井不用抬筐制，專用機力運煤裝車，屆時詳查。若認為有利，則二號大井，再設法廢除抬筐，亦用機器運煤裝車，最後再及南大井。

篩煤：此事于年終報告書內，曾一討論，擬于北大井置一煤倉以便篩煤存儲轉運，此數月內復經詳細考慮，另得一法，查北大井有篩煤機兩具，用時甚少，鄙人認為一具已足敷用，擬拆去一具，設法裝于三號大井煤樓；三號大井有現備煤倉，可將末煤篩入存儲。吾人設法將煤倉分隔兩半，半裝統煤，半裝末煤，似此可省却北井添置煤倉。更有一大關係，則因北井于三四年之後，四段大密煤愈出愈少，將來北井所出之煤，多為泥密煤，含硫質過多，不宜煉焦。至三號大井之大密，儲量甚鉅，出煤年限方長，故移篩煤機于此，甚為得計。

風鑽探矸機：東方新開大密煤施用填矸探煤，將來三號大井出煤，其探煤區域所需之矸子，每日不下一千數百車；倘于石嶺用人工採矸及裝費，費用太大，殊不合算。在從前工價低而工作 12 小時之際，每車尚須 1.6 角；今若率由舊章，則每 2.6 角，猶恐不辦；是以鄙人擬用風鑽探矸機器裝運，以節用費；即係于石嶺裝置壓氣機一具，鑿孔探矸。先是吾人擬購一可以在車上推動之壓氣機，因價格太昂，故改為安裝固定于一小房內。附上吉昌公司開來價單，此壓氣機連電動機等件共為金洋 1752 元，至所用風鑽，可無須

購買，因未久曾購到風鑽零件多具，可自製十數個備用。矸子既經崩碎，即用鋼爬機裝運，此鋼爬機之形式係吉昌公司為設計，附上鋼爬運矸圖 3-1051，此為電動絞車拉此鋼爬，空去實回，裝入車中。計每鋼爬帶回矸子為 0.72 c.m.，大約價為金洋 3713 元，總公司如允照辦，則吾人不用此種活動的 VSIlu，吾人擬購一種固定的。並附一存矸子鐵箱（每箱容積為 10c.m.），蓋因照此辦法，無論有車無車，皆可開動。……

計將三號大井各項設備價目列下：——

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| (1) 改寬井筒，計深 118.8 公尺，圈砌青石洋灰及井樑罐道等 | 洋 26000 元。  |
| (2) 新鑿井筒計深 75.2 公尺，               | 洋 22000 元。  |
| (3) 井底                            | 洋 10000 元。  |
| (4) 地面房屋土木及站台等                    | 洋 24000 元。  |
| (5) 井架煤樓翻車稱車大輪子等                  | 金洋 23000 元。 |
| (6) 煤倉                            | 金洋 16000 元  |
| (7) 煤倉循環運輸機                       | 金洋 3000 元。  |
| (8) 直流電絞車                         | 金洋 29000 元。 |
| (9) 存煤搬運機兩具                       | 金洋 4000 元。  |
| (10) 存煤搬高懸循環轉運機                   | 金洋 8410 元。  |
| (11) 新煤車 300 輛                    | 金洋 7000 元。  |
| (12) 鑽石壓氣機及電動機                    | 金洋 1750 元。  |
| (13) 鋼爬運矸機                        | 金洋 3713 元。  |
| (14) 絞車房建築費                       | 國幣 22000 元。 |
| (15) 裝置井架煤倉煤樓工價                   | 國幣 15000 元。 |

## 第 十 一 章 結 論

本公司為國人投資最大之煤礦，礦量豐富，井下絕少毒氣，今後開採工程，只有老窰或其他不測困難，然賴設備之完善，工程人員之小心從事，循



序漸進，諸事則不難迎刃而解，無足爲碍也。今僅將本礦最近積極進行事項，概括述之。

一 牛水泵：每逢夏季，淫雨連綿，影響于井下水量，至關密切，本礦每逢八月之排水記載，恒較他月爲大，即此故也。刻進行工作，已逼近西方小窩一帶，既距地面較淺，而露地面之空隙亦多，是地面雨水更易見諸井下，且泥窩與大窩之間，已開透一石斜巷，金五窩水泵，不復待用，上部之水，勢必奔流直下，故爲今夏避免水患計，牛窩水泵急待完成者也。現泵房業已築成，水倉不日亦可竣事，安置水泵，諒不致誤，按牛窩頗關重要，用拉排水既如上述，更用于將來提 700 尺諸巷之廢石至大窩填研，故刻下正值安裝罐道及單鈎式罐籠，以備時需。尤有進者，即牛窩爲本礦西方煤槽出風井之一，今後西方出風井如富十三，富三十四，皆將廢棄；則西部煤槽出風，全唯此井是賴。吾人所以不欲保持富十三，富三十四等出風井者，蓋因出風井多，則留之風道多，修理過費一也；既須多數風道，則保險風道之保險牆亦多，則終于煤之損失多二也；保險牆之外，盡成老空 goaf，則地層陷落與保險牆之磨擦關係，易生火險三也。基此三點，故西方其他風井，願及時廢除，專留牛窩，以資應用。

二 石猴子嶺風井：本礦爲通風便利計，又在三號大井東北約里許石猴子嶺，就原有土井改建爲風井，將來爲東方大窩煤之總出風，現已動工鑿砌。此井完成後，金十一，金十八等土風井，即壽終正寢；其理見上款。

三 南方風井：本礦現在南方泥窩，工作場所，距地面僅 80 餘公尺，北大井風流經此再下折由 700 呎金十窩抽出，殊與通風原理不合；且風道過長，經過老空亦多，因之風質亦大受影響；故擬特在南方開一新風井，預計深不過 75 公尺，即抵煤層。老風道既可廢除，金十窩亦可停止不用。

由上三項觀之，則本礦今後出風井，僅有牛窩，石猴子嶺及南方新風井而已，此不僅經濟煤筋，免生火險，而于管理費項下，亦節省不在少數也。牛

密爲西方煤槽之總出風井，石猴子嶺爲東方煤槽之總出風井，南方新井爲南部泥密之總出風井，風量集中，故須較大之風扇，擬各設一 80H.P. 之電動機一部，其速率每分鐘爲 280 轉，每分鐘之排風量爲 250 立方公尺。

四 探鑽放水：本礦採煤今後已趨重于南部，西部及東部三處，南部屬南石門一帶泥密，工作場所，上距地面不過 80 餘公尺，常此前進，不無老密隱匿，東部大槽老密星羅棋佈，爲數逾百。去年十一月間，鑽透一老空，放出積水，竟有 140000 噸之多，倘不善爲處理，遺患何堪設想。尤有進者，大處老空，滯水固多，但可預知，工作特別小心，打鑽逐放，爲害之機殊少。唯老密進行煤巷，珠網錯綜，無跡可尋，往往以小部積水，工作失意，禍害立見。本年元二月間，不及半月內，先後遭難兩次，傷職工七名，即是故也。西方大密進行工作，亦趨近西方小密一帶，故本礦今後打鑽放水特別慎重而主要，非鑽探後，決不讓工人冒昧進行工作，此種煩難之工程，尙須二三年後，始可完成也。

五 一號大井添購水泵：一號大井泵房，原有六噸水泵四座，惟因救濟今夏西方水患起見，已折去一泵移于牛密，但東方小密一帶，正在鑽探，水量驟增，時或有之，其流水均匯歸一號大井水倉，故是井之泵力，不得不多爲設備，現已聲請總公司，最少再購新式六噸電泵一座，以防不時之需，諒不久之將來即可實現也。

六 修理一號大井：一號大井于民國二年正式起用，已二十年于茲矣。井筒及高車架，均有損毀，絞車距井口中心過遠，鋼絲繩擺動過大，于其壽命促短，殊不經濟，凡此諸端，皆爲修理一號大井之主要原因也。更有進者，一號大井所用停車容量爲三分之一噸，較新大井擬用之 0.75 噸，煤車相遜何止倍蓰。爲增加工作效率及減輕成本計，非將三分之一噸煤車廢除不可。

#### 七 改良工制：

(1) 改裡工爲外工：井下裡工，除一部份有固定職務者，如開電絞車，及割

煤機等外，其餘率多作零星雜務，監工人員不加督催，工作效率之低，無可復加。故本礦今後極願將井下裡工儘量改爲外工。再本礦監工人員，均爲工人出身，精明強幹者，固然不少，然大多數則爲顛頑從事，對於工作事項，不能不改良，對於工作效率未能提高，一味敷衍了事而已。故今後本礦對於監工人選，亦極應注意。

(2) 改個人獨包爲公包：查現在井下各獨包工頭，因公司之厚待，莫不盈利甚厚；其所代雇之工人，雖因公司所定之工資不薄，及有獎勵金鼓勵，自不得不謹慎勤勉作業；但視大批盈餘，仍歸包工頭個人獨飽，心理亦殊難安，以工作值包工頭之得資，而即忘工頗不乏人。現本礦採煤效率爲 700 公斤左右，誠能改爲公包，各工人當竭盡其力，且藉本礦設備之完善，每人一噸之採煤效率，定能達到。觀夫有公包者，則工人個人所得既多，而工作效率亦有增加，其明証也。本礦深鑒及此，此後工作均願委諸公包，獨包自可相機更改。

八 台趙鐵路：產量與運銷，至關密切，能產而不能運，不如不產；既困于運，何以言銷，現在同仇抗日之中，而仇煤傾銷之勢益增。反觀國礦，率多採出之煤，堆集如山，而呈奄奄待斃之現象；此無他，即國煤之困于運，未足以言銷也。本礦雖自築有台棗鐵路，然迄于台兒莊，仍待運河水利，以運銷于南方各處，但運河水勢不定，且倒轉數次，費工費時，亦殊不資，津浦路局，與本礦定有互惠合同，即津浦路局供給車皮及減低運費，本礦每年以 45 元售煤于津浦路局 180000 噸。但津浦車皮不多，難供本礦應用不時之需，除另租北寧路車皮外，產煤仍受限制，去年年終礦場積煤日久，竟生自燃，損失殊大。且車皮供不應求，出煤尚須入煤堆，及自車來，再用抬筐裝車，抬來抬去，不特耗費人工，煤色亦減。每年本礦抬筐費達 70000 餘元，其不經濟孰甚。今後三號大井告成，每日 5000 噸之產額，更非妥謀運銷不爲功。查隴海綫上之趙家墩，距台兒莊僅 30 餘公里，若舖成鐵路，則藉隴

海路之力，可運本礦煤勛于其沿綫各站，並可由海州轉運上海，廣州，香港等處，彼此均受利益，公司鑒此，已與隴海路定好合同，台兒莊段由公司借款予隴海路局修，甚望其早日能實現也。

總上各端，本礦一切事宜，均設法以求積極的改善，若今後無不可抵抗之障礙，政府再加之以培養與扶助，產量增加，則成本自然減低；交通便利，則運銷自然暢適。本礦數千之勞働者，固可足衣足食，而社會需要之燃料，亦可不求于外人，此豈特一礦之榮枯，實國利民生之攸關也。

脫稿于民國二十二年五月，中興煤礦。

## 六河溝煤礦井下實習報告

李棲鳳

### 綱目

1. 緒言
2. 礦井
3. 開採法
4. 開峒
5. 回採
6. 用具
7. 暗井
8. 礦車
9. 搬運
  - A. 井下
    - a. 人力: 童工拉筐 人力推車 效率
    - b. 牲畜: 効率與運費
  - B. 巷道
  - C. 井上
  - D. 搬運程序圖解
10. 井下工作之順易點與困難點
11. 排水: A. 設備與排水量 B. 管理
12. 通風: A. 設備及抽風量 B. 火險 C. 管理
13. 支撐: A. 空峒 B. 砌峒 C. 支柱 a. 價值 b. 管理
14. 工人: A. 制度 B. 工作時間 C. 人數

## D.工資 E.管理 F.動作規程與訓練方法

15. 燈火
16. 產量
17. 成本
18. 安全
19. 煤量現有之價值
20. 壽命
21. 將來應有之發展
22. 管理之改良
23. 結論

## 緒言

六河溝煤礦，位於安陽縣與磁縣之間，煤量之豐富，其質之優良，在華北不可多得；如該礦管理得法，從速發展，則將來之希望莫大焉。因鄙人在焦作工學院肄業期滿，學校照例負責分送各大礦廠實習一年，方准畢業；蓋因在校所學功課，惟恐未能實際應用，故得長期實習，藉證學理，而廣經驗也。作者被送六礦，於去歲十一月中旬，到礦，蒙副總工程師鄭先生與採煤主任湯先生之安插，先到井下實習六七個月後，再另行分配。無奈下井衣履未曾購置全備，未得及時到井下實習，時與已故同學張君赴各部分參觀，或到野外遠足，看觀台附近地質情形，延至元月一日方開始下井實習。每日與同學葉君，及北洋實習生王魏二君，上午八時下井，到掘煤場看工人掘煤情形，或與井下監工談論井下工程，到十二點鐘下班，午後二點鐘，到公事房閱覽工程雜誌，或作其他工作，頗感樂趣。前日學校函索一年來實習報告，初以為學識淺陋，未敢握管；繼思學校派來礦廠實習，亦課程之一，敢不盡棉薄，以六礦井下工程之繁瑣大者略述一二，作者到礦雖已六月，然實際祇有四月，對於其他部分未

曾實習，加以時間短促，祇將井下工程述之於次，幸原諒焉。

六溝煤礦，現兩廠回採，惟回採已久，煤量有限；如不從新整頓，以現下每月贏餘，在觀台礦區之東部，開鑿大井，則礦局將來產額，難以維持長久，不言而喻矣。

### 礦井

觀台礦廠有礦井四，一為和順井，專為出煤及排水之用，井上豎立木製 Four Posts head Frame，高十五公尺，上載直徑 1.5 公尺鐵輪兩個，鋼絲繩直徑一寸（六股二十四絲）與鐵製罐籠，高六呎，寬二呎，長三呎，相接如捲揚機；開動罐籠，可沿木製 Guide 上下，不致發生激動，距井口十九公尺為捲揚機房，內設電動力捲揚機一座，井內敷設出水管（直徑一呎，）及電綫，井牆蓋為石灰石與水泥所砌成，水分流出不多。一為材料井，距井口十九公尺有重力捲揚機一座，上豎木製 Four Post head Frame 其餘設備與和順井相同，該井距和順井貳百一十八公尺，專為向井下運送支柱及鐵道枕木之用。一為斜井，距和順井約五十五公尺，專為工人及牲畜出入之用，該斜井峒高六呎，寬三呎有餘；最大斜度約三十度。一為風井，在機械房之東南，距和順井約三百七十公尺，上設風扇，用以抽風。茲將觀台廠，現有各井之深度，井徑，及其用處列表於次：——

井名	井徑(公尺)	深度(公尺)	用處
和順井	2.80	93.00	出煤出水進風
材料井	30.00	41.00	下材料進風
風井	30.00	63.00	出風

### 開採法

觀台井下，沿用已往比人所用 bord pillar，所有機械，及一切設備，僅勉強使用；井下大部分回採，祇有小鐵道，一小部分向外開進；惟因搬運不便，

斷層太多，已無開進價值。現分四號回採，各號所在地址列表於次：——

名稱	地址
一號	樓上五股以裏
二號	北頭（即三十公尺大行北頭）
三號	樓上四股下山及小罐道一帶
四號	二百尺大行北頭

以上各號，工人多富經驗，對於回採與過斷層，十分迅速，無大危險發生，採率很高，煤頂煤底皆很堅實，支柱用費很少，實六溝煤礦之幸事也。

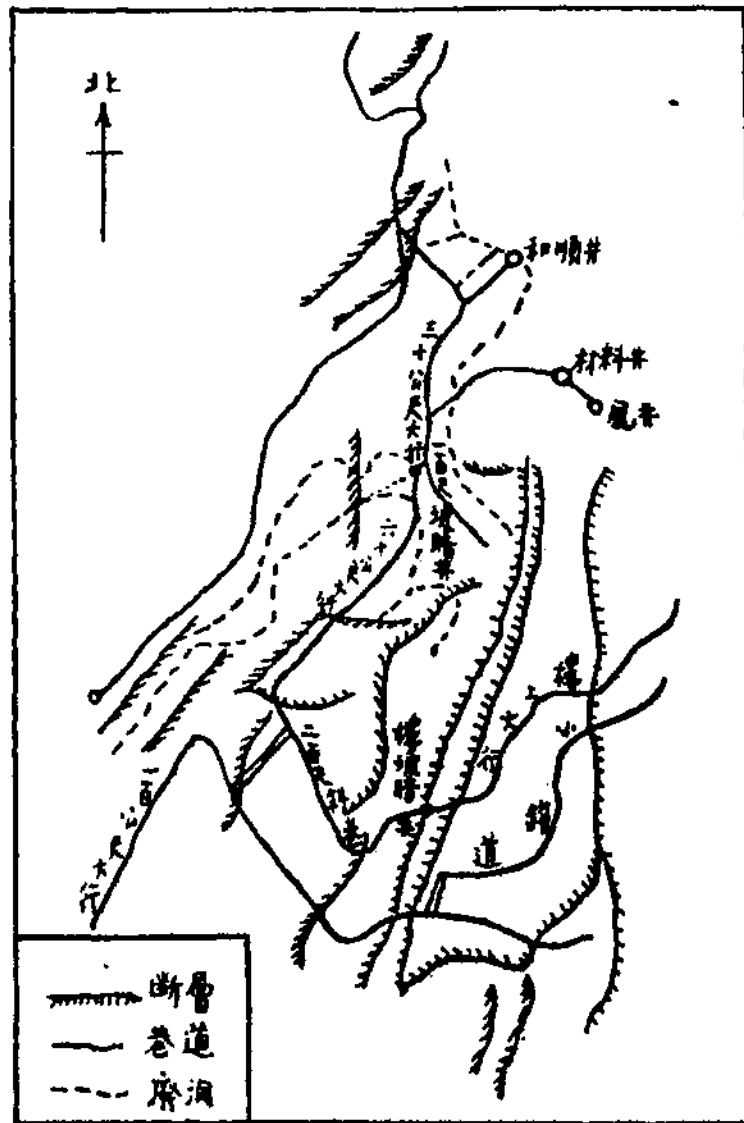
#### 開峒

和順井各巷道，因地質構造複雜，與巷道多沿煤層走向，蜿蜒前進，故各巷道十分彎曲，如遇斷層，則沿煤綫探掘，候至煤層再回頭開峒，俾使與前峒相連；因為各洞前進，決不可使風少滯，故須同時開掘上下山及順槽，依次開進，使煤柱為二十公尺見方，空氣方可流通順利，候各峒開至相當地點，再行回採。開峒時如為硬煤，每掘煤工人一人，每班至多可掘煤三噸，如煤質鬆軟亦難規定。

和順井下，有三十公尺大行，在和順井底，六十公尺大巷，在一百公尺坡暗井底，其餘有一百公尺大行，樓上大行，小罐道，茲繪圖於次以示梗概（圖一）：——

過斷層原則：開進如遇斷層。以已往經驗，必沿煤綫向前掘探，如預掘煤層落下，即沿煤綫向下開進；如向上昇，即沿煤綫向上探掘。間有煤層與岩層清晰及其斜度稍大，可順煤綫與煤層或岩層走向或直角開掘平巷，以便敷設道軌，亦很經濟，並且迅速，茲繪簡圖於次（圖二）：





Scale 1:20000

圖 一

過斷層所開石峒，係採包工制度，現下向外開進地點不多，故用裡工分班開掘，所用炮藥，由礦自購，炮價不等，當炸之先，必先用鋼製八方炮鑿鑿孔後，將炮藥裝入孔內；裝引綫後，周圍以黃土；用棍使緊後再燃火；所鑿炮孔之佈置列圖於次（圖三）：

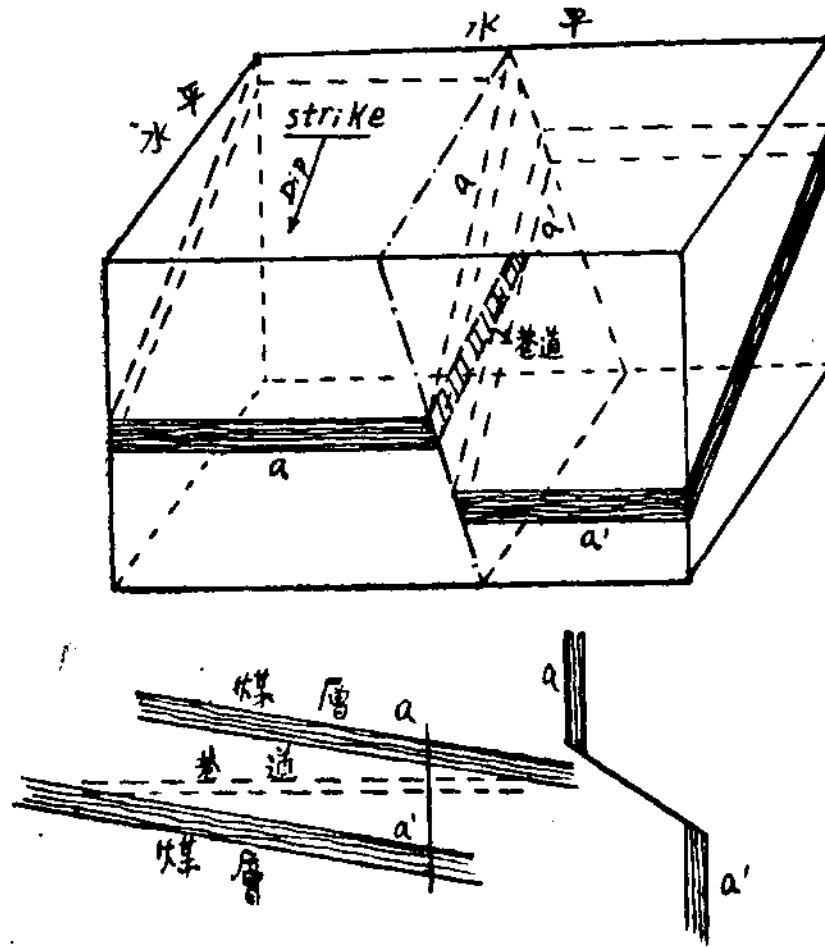
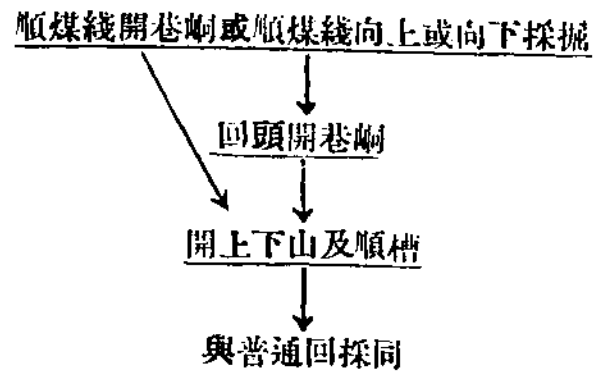


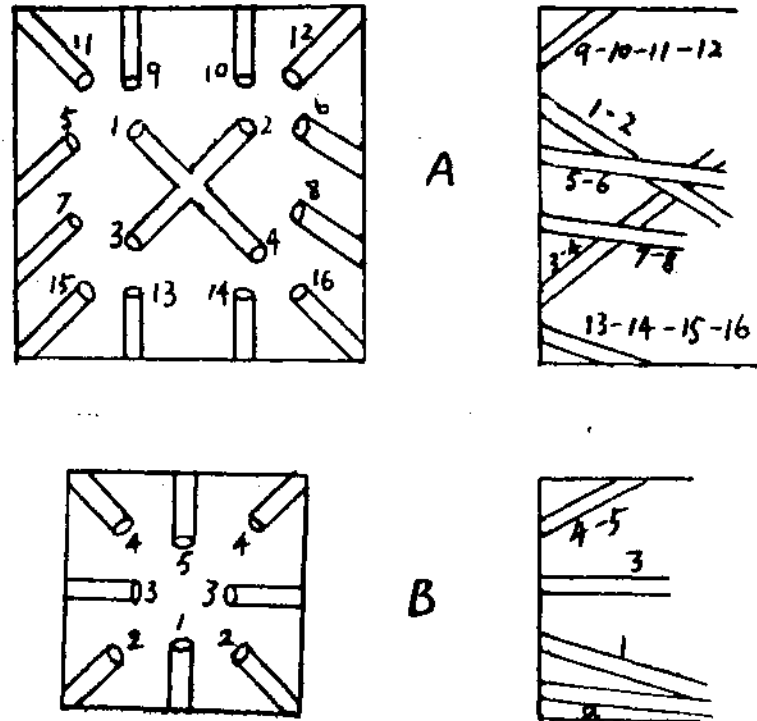
圖 二

過斷層及回採程序圖解：

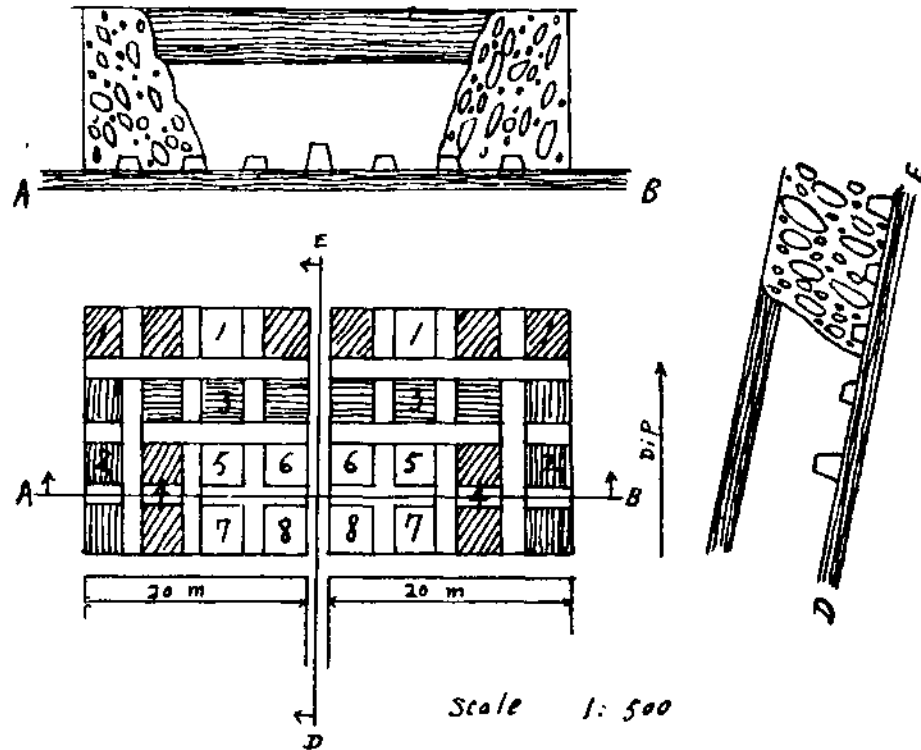


回採：

開峒至相當地點，即行回採，在煤柱a，開一順槽，然後在底板與裂口之間（此層煤較軟）開一下山，將I下層鬆軟煤層採盡後，再拆去支柱，令上層



圖三



圖四，回採圖

場下，因煤頂板少硬，不至隨煤塌落，工人多用鐵製長把扒鈎，將煤完全扒出，由童工拉出，所採成分約在百分之九十以上。如近斷層，煤頂板破碎，採煤成分難免少遜耳。如是將1四小煤柱（或五小煤柱），依次採去後，開下山b，預備採取2處三小煤柱（或四小煤柱）後，再依同樣方法，採取3 4 5 6 7 8 各部煤柱，各處所採之煤，蓋由中間上山，用童工拉至大行，裝入車內運出，茲繪圖於次以示梗概（圖四）：——

再者井下監工及包工，因想增加產量，時常在可能情形之下，擴充採掘場（俗語煤頭），俾使產量增加，故回採不如上述之簡單，其程序再繪圖於次（圖五）：——

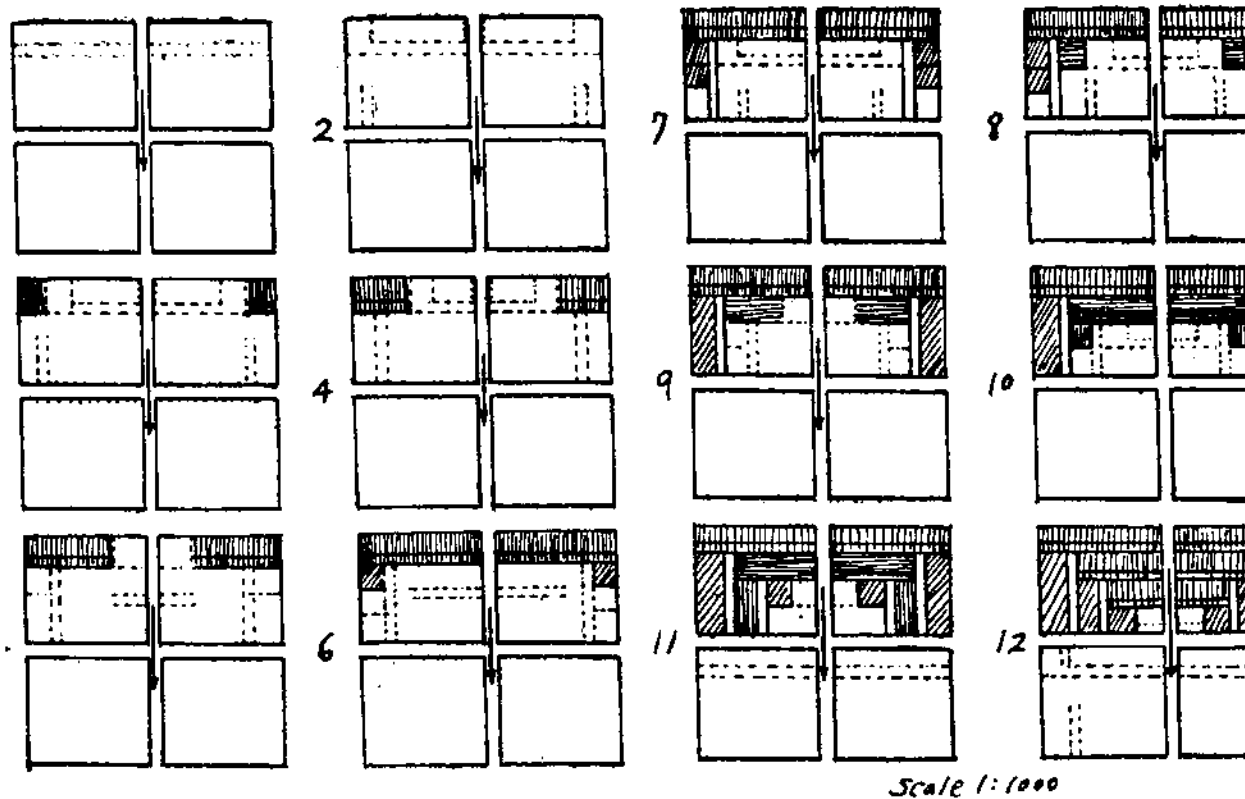


圖 五

各採掘場回採後之方柱，成一直綫，並無單柱突出之弊，如下圖所示（圖六）：

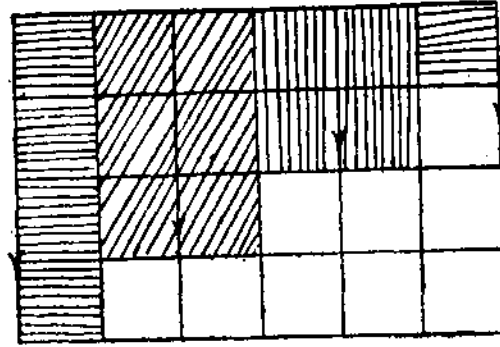


圖 六

在斷層附近，煤頂破壞時，各小煤柱下層軟煤，未曾採盡，支柱難以支撐時，以工人已往經驗，盡力採掘到支柱不能支撐時，即拆去支柱，令上層塌下，再以童工拉出。如煤頂板隨煤塌下，工人常用長把鐵扒鈎，迅速將煤扒出，在此情形之下，採率難免減低。

各股回採與巷道接近時，為保持巷道安全起見，時留一大煤柱，或二個大煤柱，俾使巷道不至塌壞。（即距巷道二十公尺，或四十公尺，藉以保護巷道。）已往所開空峒，時有未曾支撐，利用原有上層硬煤或煤頂板，經久未曾塌壞，工人牲畜尚可往來行走，無什危險。

各處已回採淨盡，空峒煤已運出。各峒口多用塌下大塊石矸（即黑色頁岩）堆成石牆，使工人不得出入其間，致生危險。

#### 用具：

大窩煤下部鬆軟，上部堅硬，中間為一齊整劈痕，故井下工人多用鐵製鐵鏟，將下部鬆軟煤層盡力採去，令上部自然塌下，成高丈餘空峒，工人用長把鐵製扒鈎扒出，再用小筐拉至大行，工人再用鐵鏟裝入車內，如開石峒岩石堅硬，必用八方鋼鏟，長尺許，及鐵製手錘鑿孔，支棚工人多用長形鋼斧，修道工人兼用鋼斧及鐵鐵鏟。

#### 暗井：

和順井下，因地質構造複雜，煤床不甚整齊，井下運輸多感不便必用暗井

或斜巷，俾使井下搬運便利。和順井下三十公尺大行，與六十公尺大行之間，有一暗井，名一百公尺坡小井；用電力絞車，六十公尺大行礦車由此絞上。六十公尺大巷，與樓上大行之間，有一暗井，名曰樓坡小井；用重力絞車，樓上大行礦車，由此送至六十公尺大行。小罐道至百尺大行，有斜巷一個，用重力絞車，專送小罐道礦車至一百公尺大行至六十公尺大行至一百公尺大行，開有斜巷，用電力絞車，一百公尺大行礦車，由此絞至六十公尺大行。各暗井之深度與井徑列表於次：

名 稱	深度(公尺)	井徑(公尺)	絞 車
樓 坡 暗 井	35	3	重力絞車
一 百 坡 暗 井	30	3	電力絞車

和順井下斜巷之長度，斜度，及其大小列表於次：

名 稱	長度(公尺)	斜 度	高×寬(呎)	道軌	絞車
二百尺斜巷	175	9°—11°	6×7	雙軌	重力
小罐道斜巷	78	10°—11°	6×7	雙軌	電力

#### 礦車及軌道設備

井下礦車分大小兩種，小礦車用於臨時巷道，容量只大礦車一半，完全為鐵板製成，大礦車用於各主要巷道，亦為鐵製，礦車之容量及其狀況如下表：——

礦車名	大小(呎)	容量(噸)	車重(磅)	輪徑	輪間距	Bearing	活軸距
大礦車	4×2.5×2	6.3	500	30 cm	60 cm	Plain	53 cm
小礦車	4×1 $\frac{1}{2}$ ×2	3.1	300	20 cm	60 cm	Plain	35 cm

修理：和順井口有修理房，專備修理礦車。

道軌：見下表：——

道 軌	主要巷道	小 罐 道
最大斜度	$\frac{1}{10}$	$\frac{17}{100}$
最小斜度	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{300}$
重	每碼13磅	每碼13磅
寬	60 cm	60 cm
轉彎半徑	不 定	未 詳

枕木：係由本地購買楊柳等木，各處皆有裡工，專管修理巷道，如枕木朽壞，工人時常不知注意修補，多將枕木用鐵錘取出，後用斧將新枕木錘入，致軌道高低不齊，對於搬運阻碍殊大，至於枕木之大小及用木種類，列表如下：—

枕木種類	長 度	寬 度	每根價值(元)
楊	80 cm	10 cm	平均 0.3
柳	同 上	同 上	同 上
榆	同 上	同 上	同 上
德 國 槐	同 上	同 上	同 上
椿	同 上	同 上	同 上

路床：(1) 乾濕不均，

(2) 巷道彎曲，不利搬運。

(3) 轉彎時無一定半徑，即將兩軌銜接，對於礦車進行不便，且有出軌之弊。

(4) 最大斜度 $\frac{1}{10}$ ，重車前進不快。

(5) 兩軌接頭不在一綫上，並有相距太遠者，礦車因此出軌很多。

(6) 枕木多壞，致道軌有可上下彈動者。

- (7) 道軌已不堪用。  
 (8) 未認真修補，多支拂了事。  
 (9) 兩軌間距很近，兩車不能同時前進。  
 (10) 路床高低不平，工人牲畜行走不便。

搬運：

井下：各掘煤場所出之煤，由童工拉筐，運至巷道儲煤處，再裝入礦車，以人力或牲畜運出。

人力：由掘煤場運至巷道，用童工拉筐，再以二人推一礦車，到井底時，用絞車絞出。

童工拉筐：

地址	人數	每筐容量(噸)	每人每班工資(元)
一 號	14	0.31	0.455
二 號	6		
樓 上	8		
三 號	·		
小罐道	18		
四 號	6		

效率：

距離(公尺)	次 數	筐 數	噸 數
10	170	8.5	5.35
20	160	8	5.34
30	140	7	4.41
40	130	6.5	4.1



50	120	6	3.78
60	110	5.5	3.46
70	100	5	
80	90	4.5	
90	80	4	
100	70	3.5	

人力推車：樓上大行及小罐道一百尺大行，牲畜前往不便，而二號距明井口太近，故純用人力推運，每車二人。因軌道平整，斜度為三百分之一，加以通風流暢，工人在巷道工作，尙稱舒適。茲將各巷道每二人所推礦車數次，列表於後：——

巷 道	車 數	次 數
小 罐 道	4	28
三十公尺大行	5	18
六十公尺大行 (由二百尺斜巷 至一百尺暗井)	6	13
六十公尺大行 (由樓口小井至 一百尺暗井)	7-8	8
一百公尺大行 (三號)	14	8
四號 100 公尺 大 行	2	20
一號樓上大行	11	20
三號樓上大行	3	20
二號三十公尺 大 行	2	20

效率與運費：井下監工，包工對於每輛礦車在各大行往來次數，以已往經驗，嚴格規定，不致荒廢時間，工人亦不致過於疲倦，和順井下各處之規

定如下：——

大 行 名 稱	距 離	次 數	每班工人工作 (煤重×距離)	每 噸 運 費
小 罐 道	約340m	20	2142ton—m	算在包採價目內
三十公尺大行	380	18	2154	0.1元
六十公尺大行 (由二百尺斜巷至 一百尺暗井)	650	13	2726	0.1
六十公尺大行 (由樓口暗井至一 百公尺暗井)	440	8	2762	0.18
三號一百公尺大行	1100	8	2762	包含在包採 價目內
四號一百公尺大行	400	20	2520	
一號樓上大行	440	20	2400	
三號樓上大行	440	20	2400	
二號三十公尺大行	100	20	2400	

牲畜：和順井下牲畜，現分四個馬棚喂養，共計騾五十三匹，各棚皆有工人三四人專司喂養，每日每畜供養食料數量價值及工作，列表於次：

食 料	高 糧	黑 豆	麥 麩	草	合 計
每 日 量	1 斤 半	五 斤	二 斤	十三斤	
價 值(元)	0.09	0.31	0.11	0.19	0.7

大 行 名 稱	每騾拉車數	騾數	次 數	馬 夫 數
三十公尺大行(由一百尺暗井至和順井底)	4	6	18	6
六十公尺大行(由二百尺斜巷至一百尺暗井)	3—4	2	13	2
六十公尺大行(樓坡暗井至一百尺暗井)	2—3	7	8	7

效率與運費：

大行名稱	距離	次數	每驟每班工作	每噸運費(元)
三十公尺大行(一百尺暗井至和順井底)	380m	18	* 約17236ton-m	0.03
六十公尺大行(二百尺斜巷至一百尺暗井)	650	13	◇ 16000	0.05
六十公尺大行(樓坡暗井至一百尺暗井)	1060	8	◇ 16000	0.08
				平均0.105

\* 以四車算      ◇ 以三車算

人力與牲畜運輸之比較：井下搬運沿用舊法，半用人力，半用牲畜，因大行彎曲，改用機械搬運，諸多不便，實一恨事，其比較如下表：

名稱	每噸裡工在大行運費(元)	
	六河溝煤礦	中興煤礦
人力	0.25	0.1
牲畜	0.105	0.06
機械		0.02—0.03

巷道：井下巷道，有單綫雙綫之分，小罐道與一百公尺大行南段，因搬運少數煤量，敷設單綫道，軌重十三磅，軌間距 26 吋，巷高 6 尺，寬五尺，因煤質堅硬，有未支木者，兩車相遇，則將空車停放道旁，讓重車通過後，再行前進。現在小罐道向外開進，大宗煤量必由該道，與一百公尺大行東段經過，則將來須改為雙綫，以便運輸，茲將單綫道之長，寬，高，斜度列表於次：

名稱	長度	寬度	高度	斜度
小罐道		5 呎	6 呎	$\frac{3}{100}$
一百公尺大行	1300m	5	6	$\frac{1}{300}$

一百公尺大行南段，六十公尺大行，三十公尺大行，樓上大行，因運煤量較多，敷設雙綫道，軌重 13 磅，軌寬 66 公分，兩綫相距約 30 公分。巷高 6.5 呎，寬 7 呎。三十公尺大行，一百公尺大行，六十公尺大行，有用木支撐，或磚砌洞，或利用硬煤頂板，不用支撐，樓上大行多用木支撐，或利用硬煤不用支撐。茲將雙綫道長，寬，高，斜度列表於次：

名 稱	長 度	寬 度	高 度	斜 度
三十公尺大行	約 380 m	7	6	$\frac{1}{300}$
六十公尺大行	1000	7	6	$\frac{1}{300}$
樓 上 大 行	200	7	6	$\frac{1}{300}$
一百公尺大行	1100	7	6	$\frac{1}{300}$

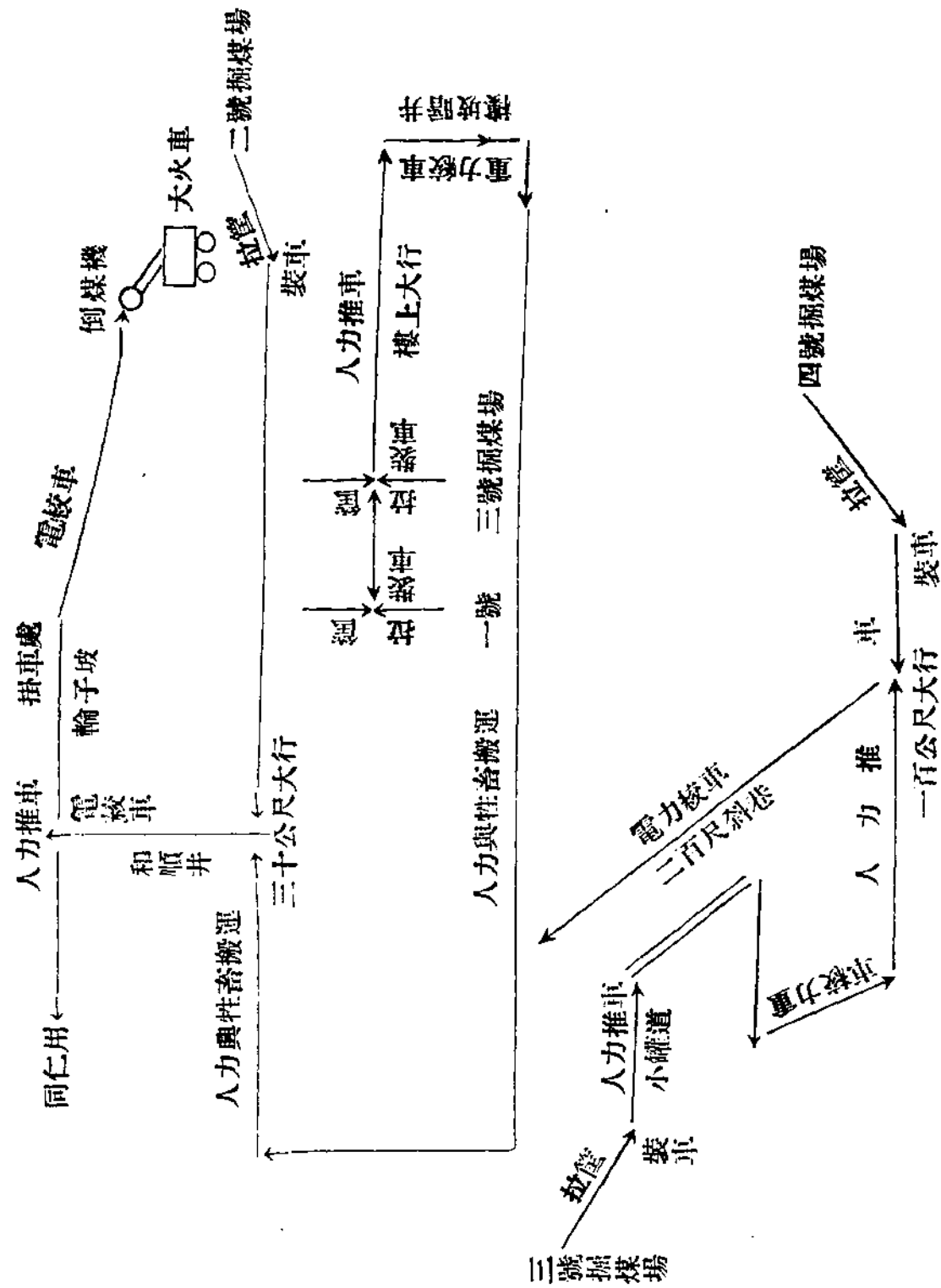
井上：礦車由明井罐籠內用電力捲揚機絞出，用人力推至輪子坡掛車處，再以電力無極索運至煤台倒煤機，裝入車內，和順井位高 205 公尺，煤台位高 164 公尺，坡長 910 公尺，上設雙綫軌道，軌寬 66 公分，軌重 25 磅，該坡最大斜度約 10 度。

- 井下測量：兩礦廠備有羅盤兩架，一為木製鏡管，兩端鑲以銅絲，代替 Cross-hair，一為倒光望遠鏡，兩架羅盤多年未曾修理，已運用不靈，測繪難以準確，加以用重 5 磅，長 10 米之鐵鍊測距離，錯誤更所難免，兩廠祇和順井下小罐道，向外開進地方，施用測量，每日由值班礦師兼辦，別處已置之不用，明井與暗井電力絞車：

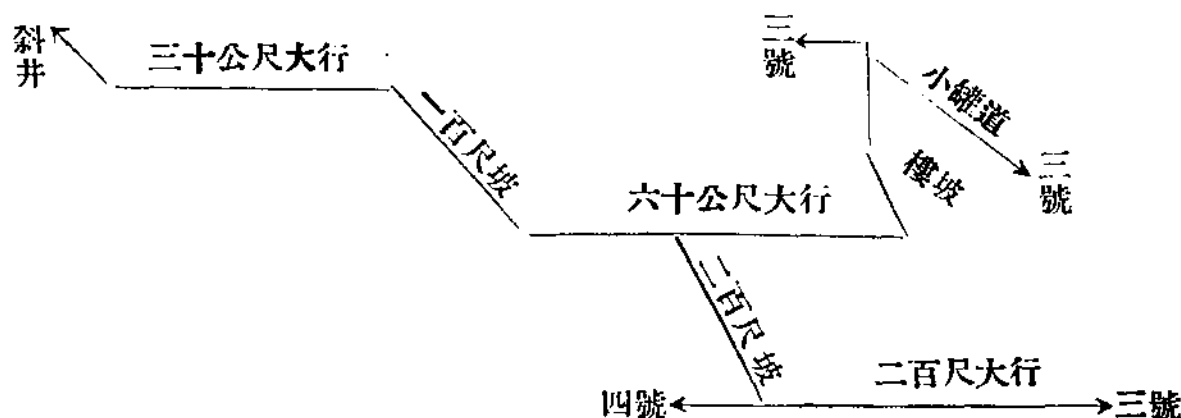
井 名	馬 力	drum直徑	每小時最大絞煤量
和 順 井	50K.W.	約 1.5m	90車
一百尺暗井	20H.P.	1	80
二百尺斜巷	20H.P.	1	40車—每次二車

附：和順井深 93 公尺，每次祇絞一車，須時 40 秒，每日最大絞煤量為 1200 噸。

和順井搬運程序圖解：



工人上下班經過路綫：



如井下發生危險，工人可由掘場走到地面，並不必要經過暗井或斜巷及明井，再者工人換班時間，亦不妨礙搬運。

井下工作之困難與順易點：井下工作，沿用已往舊法，工人對於一切情形，十分明瞭，不會發生很大困難，茲以素日所見之困難點與順易點，分述於後：

困難點：(1) 支柱分配不均：每日下午二鐘後，將三班支柱全由材料庫領出，因管理不善，在地面即常被工人偷去十分之一二，及運至井下，各號爭取，及到翌日早 6 點班，尚未使用一根，致有煤頂下塌，壓斃工人情事，再者到不得已時，各號有命工人偷拆支柱，致大行塌落，阻碍搬運，殊為恨事。

(2) 黃鐵塊：煤層內時含大塊黃鐵礦，工人亦不小心，即由頂下塌，常有死傷，且有數處發現該礦，長達數丈，於採煤發生阻碍。

(3) 斷層，綑縲太多，大行彎曲，搬運不便，且斷層附近，頂板鬆碎，阻碍採煤。

順易點：(1) 夾層以下，煤層較軟，對於開採合宜。

(2) 劈痕以上煤層堅硬，已往所開空峒，多年未曾支撐，亦未塌下省去支木不少。

(3) 煤頂為黑色頁岩，如將支木拆去，令上煤自落，頂板不至隨煤塌下，因此煤質純淨，採率很高。

(4)黑色頁岩上，爲白色砂岩，其質甚硬，巷道有時以此爲頂，不用支撐。  
 排水：和順井下水量，大部分由北頭來，(即二號)該號向外之 30 公尺大行，道旁設有水溝，深尺許，寬尺半，引水至泵房水倉內。至於一號，三號，四號等處，皆用小水溝導至一百公尺大行，與二百尺斜井相對下山，約二十餘公尺水倉內，用 79 馬力電力離心水泵，由 4 吋水管經轉車坡等處，引於泵房水倉，再用 100 H.P. 電力離心水泵，由和順井抽出；再由水溝引至保障附近河內。其餘尚有 79H.P. 電力離心水泵兩座，100H.P. 電力離心水泵一座，以供不時之需。

設備與排水量：

地 址	泵 名	電動力	水管直徑	每分鐘排水量	座數
大 泵 房	離心水泵	100H.P.	1 呎	1100加侖	2
大 泵 房	同	79H.P.	8 吋	860加侖	2
一百公尺大行泵房	同	79H.P.	4 吋	開 停 不 定	1

排水管理：泵房工人歸機械房管理，損壞亦由機械房派人修理。但水泵之開停，時由礦師指揮一切。現在因工會成立，工人以爲後台老板，時不聽礦師指揮，阻礙井下管理。

通風：進風井有三，一爲和順井，二爲材料井，三爲斜井。進風經三十公尺大行，過一百尺坡，或一百尺坡暗井，或轉車坡，到六十公尺大行。二百尺坡工人走道中，設有風門，二百尺斜井左右，設兩風門，進風不至於全部向 100 公尺大行流過，尙有一部分風順 60 公尺大行經過。樓上大行及小罐道，由風扇抽出，至於一百公尺大行經過之風，向南經過小罐道，亦由風扇抽出。

風扇房位置	馬 力	電 流	轉 數	每時抽風量(立方尺)
廟溝內(即機械房東邊)	55	15安培	300	100,000

火險：各號採煤場曾出火險，現風道佈置完善，各號風量充足，如風滯地帶，工人換用安全燈，不至發生火險，加以回採多年，井下面積漸小，風量十分充足，工人多用電石燈，油燈，亦難發生危險。

通風管理：風扇房有工人二，分晝夜兩班，管理機械，對於電話等設備一概沒有，如井下有危險發生，令風停止或加緊速率，不免遲誤。

支撐：煤層頂板之岩石，無論為砂岩，頁岩，率皆堅硬，砂岩尤甚，在已往所開空峒，未曾支撐，故少需支木，所有大行，順槽及上山，下山；分空峒，砌峒，支柱三種，茲分述之：

空峒：

名 稱	用 處	頂 板	長 度	備 考
30 公 尺 大 行	巷 道	砂 岩	不 詳	煤頭附近用木支撐
60 公 尺 大 行	同	砂 岩	約 100 m	
100 公 尺 大 行		砂 岩	很 短	
樓 上 大 行		硬 煤	100 m	
小 罐 道		硬 煤	200 m	
順槽，下山，或上山	上	硬 煤	除採煤近處外，餘全空峒	

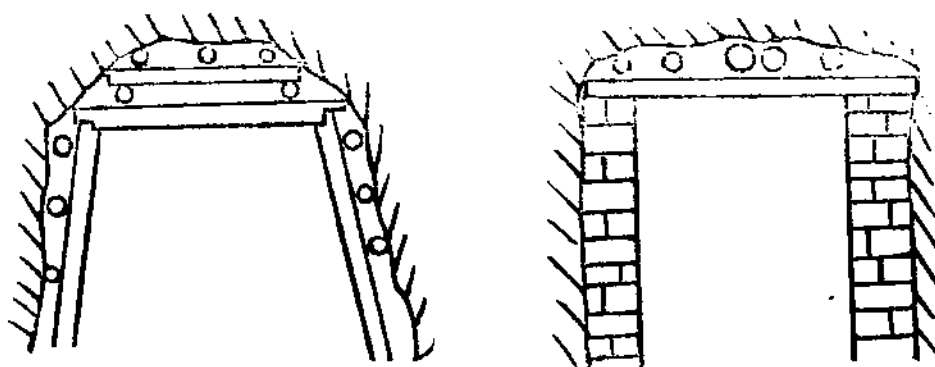
砌峒：

名 稱	用 地	材 料	長 度(公 尺)	備 考
三十公尺大行	巷 道	磚	220	在壓力最大地方有將磚壓碎者
六十公尺大行			550	
一百公尺大行			600	

支柱：井下所用支柱，概為楊柳等樹，因礦廠附近無大森林，支柱價值太昂，前年礦局曾將平漢支路道旁樹木，充作支柱；後曾用平漢路廢用枕木，價



值每根3角半，已早用罄。現在多從各地收買，奈因奸商把持，提高木價；聞廠方前三年所買支柱費，現祇付三分利息，猶未償還，該木商尚獲厚利，奸商之操縱與廠方之慙慙可見。各棚為兩柱一樑，兩棚雖有一尺或三尺不等，於頂盤及兩壁，填以木棒，石塊，防碎煤或碎石落下，至於巷道有砌磚為柱，上架木樑者，尚稱經濟。



名稱	三十公尺大行	60公尺大行	100公尺大行	樓上大行	小罐道	採煤場
兩棚間距	1-3	1-3	1-3	1-2	空峒多	密棚多
長度	160m	400m	500m	100m	150m	不詳

支柱價值表

木料	直徑	長度	每支價(元)
楊柳	6-7吋	8呎	0.5-0.9
舊枕木	5-6吋	7呎	0.3-0.5

每日支柱消費表

	產量(噸)	消費支柱根數	每噸支柱費(元)
觀台	700	400	0.25-0.45
台寨	1200	500	

支撐管理：客商將支木運到廠時，交材料庫保管，各井由採煤主任具條領出，

運至井下，供各號使用，惟因管理不周，多有遺失，而於運至井下時，各號掘場又常爭取，再運支柱下井時為午後二鐘，二點班即將支柱盡先用完，至翌早六點班，已無支柱用矣，故工人時在各巷道拆取支柱，致巷道常有塌落危險，甚願廠方即改良之。

工人：

井下工人，多誠樸忠順，努力工作，去歲數月未發工資，若非包工把持，不致發生糾紛。

制度：工人制度，係本地土紳分家包採，其包採工價，係以井下搬運距離之遠近而定。和順井下現分四號包採，其工價表列於次：

採煤場號數	1	2	3	4	
每車工價(元)	0.37	0.35	0.45	0.35	
支 柱	每五架 0.91 元				
開 峒	石峒，煤峒均裡工開每日每人工資 0.45—0.55				

工作時間：每天分三班工作，每班八小時，即早六點鐘換班，下午二點鐘換班，夜間十點鐘換班是也。不過採煤係包工制，各號皆以採掘場情形，限制產量，工人皆知加緊工作，不到八小時，即將限定工作做完。同時下班工人，未到換班時即工作。所以晨五——六時，下午一——二時夜九——十時，成為換班時間了。

人數與工資

採煤工人數：

採煤場	工人數	產 量	採 煤 率		每人工資(元)
			開煤峒	回 採	
1 號	7—9	90罐	3—5罐	5—10罐	0.455

	2號	4-6	40	同上	同上	同上
3號	樓上	6-8	50	同上	同上	同上
	小罐道	10-15	90	同上	同上	同上
	4號	4-7	40	同上	同上	同上
	共計	31-45人				

支柱及裝車工人數:

採煤場	支柱工人	裝車工人	每人工資
一號	15-20	2	0.455元
二號	5-10	無	同上
三號	18-25	2	
四號	5-10	2	
共計	43-65	6	

修道裏工人數:

巷道	30公尺大行	60公尺大行	100公尺大行	小罐道	樓上大行	共計
人數	2-5	2-6	2-6	1-4	1-2	8-23
工資	0.455	0.455	0.455	0.455	0.455	

各處監工人數:

	一號	二號	三號	四號	修道	牲畜
裡工		1		1	1	1
外工	3	2	4	2	無	無
工資	裡工監工 0.7-0.9元				外工監工 .6-.8元	

井口井底工人數目：

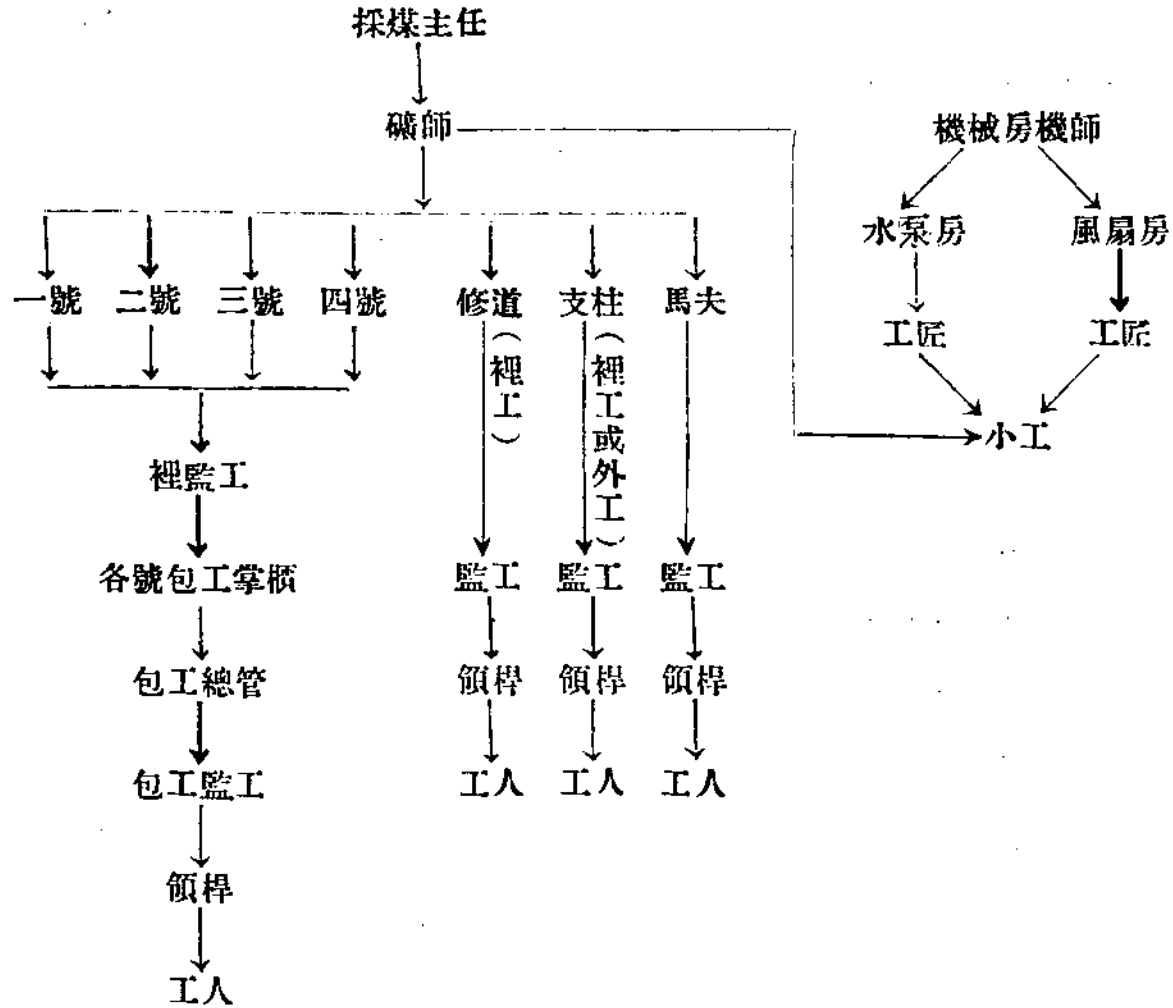
		把 鈎 打 鈴		司 機	工 資
和 順 井	上	3	1	1	把鈎，打鈴五角，司機六角——一元。
	下	5	1		
一百尺暗井	上	2	1	1	
	下	2	1		
樓 坡 暗 井	上	1		1	
	下	2			
二 坡 斜 巷	上	2	1	1	
	下	2	1		
小罐道斜巷	上	1	1	1	
	下	2	1		

和順井下工人報告單：

二十二年 5 月 11 日 第 1 班

包 工	大井口	小井口	二百尺	木匠	馬夫	撥道	拾糞	推罐	雜工	裡工總數	包工總數	罐數	包工推罐
一 號	1	3	2	4	6	2		12	1	31	70	115	10
二 號	2					1				3	17	44	4
三 號	1	3	4	18	6	2		25	13	72	118	138	27
四 號	1	3	3		4	2	1	17	2	33	72	103	7
裡 工	華二寶	大工 16			小工 15			吳 寶	大工 4		小工 4		
	吳永良	大工 6			小工			姬廣德	瓦匠 1		小工 3		

看道又守風門童工，每班共6人，每人工資0.325元。管理系統：



工作規程與訓練方法：各種工人由領桿在上工前半時，領到井下預備工作，到換班完畢，即將斜井鎖閉，以防工人私逃，如有特別事情，得經管理人許可後，由直井出來。再於開始工作後，包工及監工商議限定每人工作標準。如到下班不能作完，即取消該日應得工資，有不聽號令工人，由監工斟酌處罰。

新來工人，對於井下情形不熟習，由領桿引導作稍易工作，并告以井下一切危險發生情形。俟其對於井下情形熟習後，給與相當工作。

燈火

明井底裝二電燈，各暗井大半設有電燈；至於工人，多用由燈，（鉛鐵皮

燈，或彭城瓷燈，點本地麻油。)所需燈油歸包工備，每上班時，由包工櫃發給每人麻油四兩，不問足用與否。礦師，監工等則用電石燈。至於風滯地方，完全用安全燈，以防火險。

燈之種類及用費表

燈 名	每人用量	價值(元)
電 石 燈	每月5—9磅	1—1.8
麻 油 燈	每班4兩	0.03
煤油安全燈	每班2—3兩	.016— .026

## 產量:

和順井每日產量，詳前。

台寨廠每日產量，為1200噸。

## 全礦歷年產量表

以前無可考查	民國年份	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
產量(單位萬噸)		9	13	19	20	26	23	51	59	55	36	16	38	35	26	50	75	

## 成本:

本礦井下純係回採，每日兩廠共出煤一千九百餘噸。井下包採價目，每噸五角六分至七角六分；加以井下搬運費及支柱費每噸約合二角五分至四角五分；每噸出井成本約一元三角。礦廠管理處統計，每噸成本共約二元三角，以下列各項計算：

每月開支項目	職工薪給	材 料	其 他	合 計
銀 數	100,000 元	30,000元	8,000元	138,000元
每月出煤	60,000 噸			

$$138000 \div 60000 = 2.3 \text{元}$$

平均每日出井成本統計表

	產額	項目	人數	總值(元)	每噸出井成本
一號	202	外工	189	121.2	1.35元
		裡工	79	43.4	
二號	84.5	外工	79	49.5	
		裡工	9	45	
三號	265.5	外工	328	189.9	
		裡工	207	113.8	
四號	193.3	外工	95	92	
		裡工	215	112.5	
		監工	9	8.1	
		領桿	12	7.5	
		馬夫		37.1	
		支柱		200	
共計	745.3噸			1020.1	

## 安全:

本礦對於安全設備雖不完善，但未發生很大危險，因管理小心所致也，茲分述之：

(1) 火險：因風扇抽風量大，開峒不令風流滯塞，井下工作人員小心，故不至發生火險。

(2) 水險：井下泉水洪大，但電力水泵四座，足敷應用。如電機房有意外發生，可將水閘關閉，使泵房不致被水淹沒。

(3) 煤頂塌落：主要巷道多以磚砌峒，無塌下之患，不過在採煤場附近，因頂板破碎，如不小心，時有塌落傷人情事。

(4) 捲揚方面：捲揚機既無自動保險附件，罐籠上又無 Safty Catch and detaching hook，若非每日有機械房工人詳細考查，難免發生危險。

(5) 電線：井下電線放於道旁或掛於巷頂，外有油布膠皮，絕緣包皮，工人尙未有觸電者。

(6) 醫院：礦局設有醫院，俾便療治工人一切病傷。

現有儲煤量及採取壽命：

兩廠已回採多年，煤量漸少，民國十四年，經王竹泉君調查，祇和順井以東，儲煤量為二千四百萬噸，近八九年所採出者，約三百餘萬噸，尙可剩二千一百萬噸。

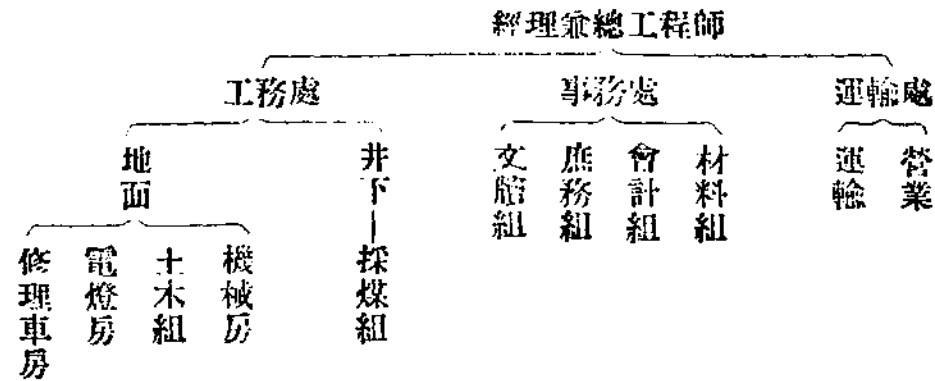
和順井下，因回採多年，搬運距離太遠，殊不經濟，如廠方能於近一年間，在和順井以東，另開新大井，則有如此豐富之儲煤，當可採取二三十年之久。

將來應有之發展：

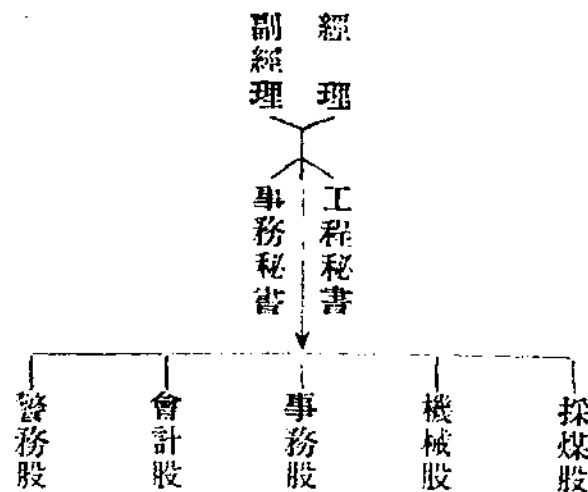
六礦回採多年，井下搬運不便，倘不從新設法，日後恐難保既有產額，故現有之和順井，決難應用，為久遠計，鄙意宜於和順井以東，以已往鑽探結果，開一新大井。並對於焦炭廠，選煤廠，及水泥廠另謀發展，則將來六礦前途之希望莫大焉。



已往組織:



現在組織:



結論

六礦煤量豐富，煤質亦佳，以三百萬元資本開採，雖設備未臻完善，在國人自辦礦廠中，亦不可多得。惟以近年來內戰頻仍，交通阻礙，車皮缺乏，產出之煤難以運銷，經費因之亦難維持。良以交通為煤礦命脈，一有阻礙，則營業當亦大受影響。不過此為國內普通之現象，如井陘煤礦，即因交通不便，焦炭不能暢銷而不發達；民生及賈汪二煤礦，亦以交通阻滯，經費感受支絀，加以九一八以來，日煤極力傾銷，奸商貪其小利，私為運銷，致國煤不能暢銷，可見礦業之不發達，全由交通不便，運費高昂，並採煤多用人工，成本提高，

---

自不能與外煤競爭也。然如何改用機械減低成本，便利交通，輕減運費，以謀國煤業之宏達，吾所厚望焉。

**調**

**査**

---

# THE TAOKOW-CHINGHUA RAILWAY.

BY

Mr. Mark, Hsia Ming Ye, B. Comm.

(HAUTES ETUDES)

TIENTSIN INSTITUTE

O F

INDUSTRY AND COMMERCE

TIENTSIN

“The author wishes to make his acknowledgment to Mr. S. C. Ts’ao, the Chief of the Transportation Division of the T. C. Ry., for the information of the traffic rates and the investigation list of the products transported over the Line during the year 1928.

The writer has travelled several times over this Line and has made a study upon the despatched products and upon the records, both of which have equally assisted him this work.”

June 1st, 1932.

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION

Chapter I. HISTORY

- ( a ) Origin
- ( b ) Construction
- ( c ) Redemption by Chinese Government

Chapter II. ORGANISATION

Treatment of staffs

Chapter III. TRANSPORTATION

- ( a ) Rates
- ( b ) Passenger and Freight Traffics
- ( c ) Coal traffic
- ( d ) Peking Syndicate
- ( e ) Chung Yuan Coal Mining Company
- ( f ) Study of chief stations and their products.

Chapter IV. FINANCE

CONCLUSION

## INTRODUCTION

For the industrialization of the nation, iron and coal are undoubtedly two absolutely necessary elements. According to the Geographical survey of China, the coal deposits are given as 23,453 millions tons, but our annual output is less than 25 millions tons, of which only about 40% are used for industrial and power generating purposes. If we compare this with coal mining in U. S., whose annual output is 600 millions tons, we cannot but deplore the backwardness of our coal industry.

The iron deposits of China are about 951,700,000 tons, which although by no means much for such a large and populous country, are quite sufficient for our first stage of industrialization. The annual output is however less than 2 million tons; in comparing it to the annual output of 68 millions tons in U. S., again there is a large difference.

How is that? The lack of communication facilities, more particularly of railway transportation is one of the main causes for such difference. Dr. Sun Yat Sen said: "Transportation Is the key to industries, and railways, the key to transportation." Verily the railway is the fundamental instrument of transportation and the foundation of industrial development. That is why Dr. Sun advocated at the very beginning of the Republic, the construction of a net work of 100,000 miles of railways. His teaching pointed out that without carrying out the railway policy, material reconstruction will be impossible.

History of railway in China began with the Woosung Railway on 1876 then some longer lines were built, namely, Peking-Mukden, Peking-Hankow, Nanking-Shanghai, Shanghai-Ninpo, Tientsin-Pukow, Peking-Suiyuan, Chengtai, Lunghai and Taokow-Chinhua, etc.

Since the Republic, there were continuous civil wars, nobody took care of the Railway enterprises. We can say for the past 20 years except Manchuria, there has been no actual work of construction. The

existing railway system of China excluding the conceded lines, has a total length of only 11,767 kilometers, which is far from sufficient to meet our national needs.

The following table shows the comparative statistics for the chief countries in the world. (Dresdener Bank. 1927)

Length of Lines (1000 Km.)	Number of Km. of line to every		
		100 sq. Km.	10,000 population
Germany	58.2	12.4	9.2
Great Britain and Ireland			
	39.3	12.5	8.1
France	53.6	9.7	12.0
Russia	57.5	1.4	5.0
U.S.A.	402.4	5.2	37.9
China	12.0	0.1	0.3
Japan	22.6	3.2	2.7
India	62.1	1.3	1.9

China has an area of 4,278,347 square miles, its territory is one of the largest among the nations and she possesses the smallest mileage of railways. This is why China's industry remains undeveloped; because there is no key to exploit her abundant mineral wealth.

Among China's mineral resources, the coal ranks first, coal therefore, mining is the most important of all the mining industries in China. There were many lines built for exploiting coal mines, such as Peiping-Mukden, Taokow-Chinghua, Chengtai, Chuchow-Pinhsiang etc.

Since the Ministry of Railways was established in 1928, the minister has proposed the construction of some lines for the transport of coal, namely: the completion of Canton-Hankow line, the coal output of Hunan would be used to promote the industrialization of the south. The construction of Shih-Chia-Chuan-Tsangchow line will facilitate the export of Shansi coal. The construction of Nanking-Changsha will encourage the transportation of Pinhsiang and Pohloh coal to the East. With the completion of Taokow-Tsinan Line, the

movement of anthracite coal from Honan eastward will be facilitated. A part of the latter Line, Taokow-Chinhua, existing line was originally intended to tap the largest known coalfields in the world, which lies in the highlands of the southern corner of Shansi, where there are thick seams of excellent anthracite running for a distance of 200 miles with varying width. The same region also abound in iron ores. But later on, due to the new found Jamieson collieries, in northeast Honan, where the conditions are similar to those existing in Shansi, the terminus of the line was placed at Jamieson Collieries and construction was not pushed to Shansi.

In the Jamieson camp, there are 2 big mining companies situated along the Taokow-Chinhua Line: the Peking Syndicate Ltd. the founder of this Line, and the Chungyuan coal Mining Company, resulting from an amalgamation of several Chinese companies. Their annual output altogether was formerly about 1,000,000 tons; and supplied the big cities of Hankow, Peiping, and Tientsin, and in addition to the region along the Peiping-Hankow Railway.

The anthracite is entirely consumed in China almost exclusively for household purposes. The anthracite of Honan is of the best quality. Recently an analysis was made by Holcabomi, a Belgium specialist as follows:

Carbon	84.31 %
Ashes	3.99 %
Volatile matters	3.3 %
Moisture	2.8 %
Sulphur	0.5 %
Heat value	7360.

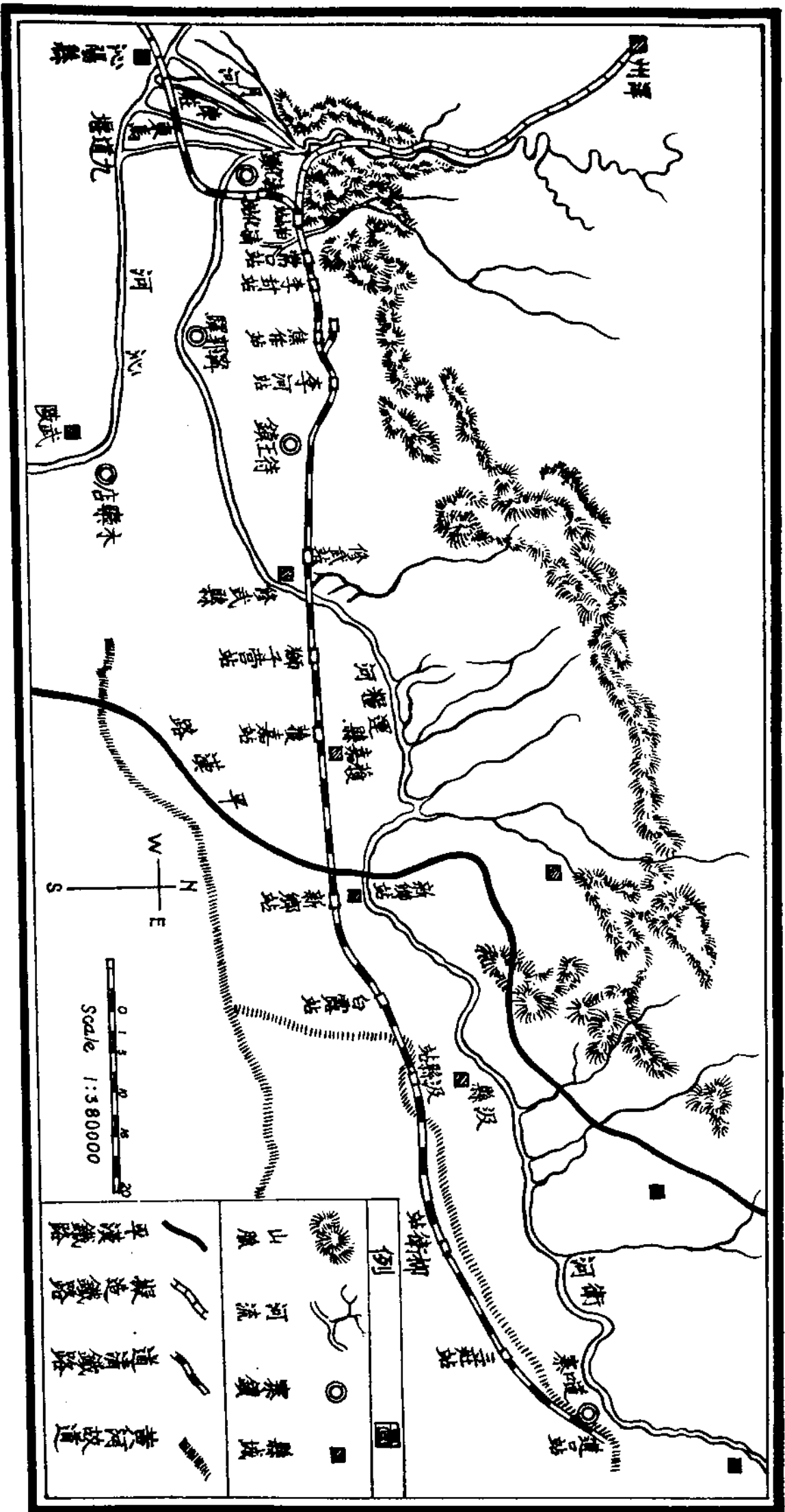
He said that the anthracite is hard like stone, of a bright colour like graphite, the percentage of carbon is very high but that of the volatimatters and sulphur are low even the best anthracite of England similar to that is very rare.

(Chungyuan Coal Mining Co. Journal No 3.)

From the above report we see that the anthracite of this region



# Tao Kou Chinhua Railway



is very suitable for industry as well as for marine purposes. Shanghai, the great industrial center of China, as well as all places along the Yangtse Valley, demand much coal which might be supplied by our country; yet they import much from Japan.

In order to compete with Japanese coal in Shanghai as well as for the development of the coal mines in the richest coal region, the first thing is to make use of the Taokow-Chinhua Line, through which all the products of these coal mines are to be transported. However the existing line is not sufficient to meet our hopes; in order to extend the market of coal we have to complete the projected Lines.

#### CHAPTER I. History.

In order to make special study on the Taokow-Chinhua Line, a considerable historical background is necessary to understand its circumstances.

A. Origin: After the conclusion of the Sino-Japanese War to 1896, Commendatore Angelo Luzatti made a study of the richest coalfields in Shansi and in 1897 he formed to exploit it, the Peking Syndicate Ltd. with a capital of £20,000, Anglo-Italian in its composition, but registered as English.

In May 1898, he negotiated an agreement, which was duly ratified by the Tsung Li Ya Men, whereby the Syndicate acquired the sole right for sixty years to open and to work coal and iron mines and petroleum deposits in certain specified districts and prefectures in Shansi. The same year another contract on similar terms was signed, extending the Syndicate's right over the north west part of Honan, situated north of Yellow River.

Having obtained the grant of the concession, the Syndicate increase its capital to £1,520,000 by the issue of £1,500,000 shares, known as Shansi Shares, and in the following year an expedition was sent out under J. H. G. Glass, to ascertain in the first place the extent of coalfields and iron ore deposits and the existence of petroleum, Secondly observations are to be made to ascertain how far

the construction of a railway connecting the mines with navigable rivers for the transport of the products to suitable marts was feasible.

Following such surveys the 17th Clause in the agreement was applied:

“Whenever it may be necessary for any mines to make roads, build bridges, open or deepen rivers or canals or construct branch railways to connect with main lines or with water navigation to facilitate transport of Shansi coal, iron and all other mineral products from the province, the Syndicate, on reporting to governor of Shansi, is authorized to proceed without asking for Government funds.”

Consequently Mr. Glass's expedition first made surveys through Southern Honan to Siang Yang (襄陽) on the Han River (漢水) but finding an insufficient depth of water at that place, surveyed for a line to Pukou opposite Nanking on the Yangtse, which they ultimately recommended as the southern objective of the Syndicate. Another line connecting Taokow in north-eastern Honan, head of navigation on Wei River (衛河) and Tzechow in Shansi, one of the richest coal areas in the concession, was also surveyed and was taken by the Directors of the Syndicate.

A contract was accordingly made with Messrs, Pearson and Sons Ltd and railway and mining engineers were despatched to Honan in 1900. However the Boxer outbreak occurred, the construction was suspended.

B. Construction: After a delay of two years, work on this Line was commenced in 1902 and a mining camp was formed in a place called Jamieson, in Chinhua coalfields, in the north of Honan. It had been decided to develop it before commencing in Tzechow in Shansi.

The railway scheme was modified, so that to build the line from Taokow to Pashan (柏山). Starting from Taokow it proceeds to Hsinhsiangsien, where it crosses the Peking-Hankow Line under a viaduct, with which line it is connected by a short branch. Thence it proceeds from Jamieson to Pashan in the centre of the Chinhua coalfields. Up to this point the line runs almost constantly from

east to west.

The Line was completed from Taokow to Pashan, a distance of 90.39 miles (146 Km.) in 1905. There is a single track, of 75 pounds rails, and it has been well constructed under the direction of Mr. T. J. Bourne, at a total cost of rather under £7000 per mile.

#### C. Redemption by the Chinese Government.

By an agreement made in 1905, between the Syndicate and the Chinese Government, the latter agreed to take over the line from the Syndicate at a price to be paid in gold bonds bearing interest at the rate of 5% per annum.

The sum of £614,000 which has been actually spent on the construction of the line, is considered as representing the proceeds of a loan underwritten by the Syndicate at ninety. The nominal amount of the supposed loan is £700,000, effect being given to the arrangement in the second clause of the agreement as follows:

“Out of the above amount of £700,000 there will be issued to the Syndicate 6829 bonds of £100 each, which the Syndicate takes firm at the price of 90 % of face value equivalent to £614,600 cash in order to refund the above amount of capital. This will be done on the day when the line is handed over to Chinese Government and interest on the bonds will accrue from date of issue.”

The loan is to run for 30 years, and to be redeemed by annual drawings commencing in 1916. The loan is secured by a first mortgage on the line, and guaranteed by the Imperial Chinese Government.

Later on, owing to the advances for purchasing materials for the construction of a small extension from Pashan to Chinghua (清化), and accumulated interests on loan to be paid, the Railway Administration increased the loan from the Syndicate by £100,000 more at a rate of interest of 5% per annum. The whole amount of Loan £800,000 shall be redeemed in 20 years dating from the 10th year of

issue.

According to the working agreement, the Syndicate has complete administrative control over the operations of the line, It may appoint a General manager for the purpose, to manage, administer and work the Railway. It has authority to be approved by the Chinese Director general. The Syndicate shall also purchase all articles necessary for the maintenance and repair of the line, shall fix rates for goods and passengers shall receive all the earnings and pay all the working expenses. The Representative of the Chinese Government deputed for the purpose must, however, countersign all vouchers for payment.

The Syndicate is entitled to receive 20% of the surplus profits remaining after the payment of working expenses interest and redemption of capital.

The provision for the construction of the line northward from Pashan to Tzechow is in the following terms:

“The line from Taokow to Tzechow is divided into 2 sections, the first from Taokow to neighbourhood of Chihhuachen, a distance of 90 1/2 miles, the second section is from Chihhuachen to the neighbourhood of Tzechow in Shansi, a distance of 38 miles more or less. The construction of the first section has been undertaken by the Peking Syndicate, and is now approaching completion. The present agreement deals specially with the first section from Taokow to Chihhuachen.

As regard the second section, it is agreed that hereafter, when the Peking Syndicate has fixed a date for opening mines in the neighbourhood of Tzechow, a supplementary agreement will be drawn up between the Director General and the Peking Syndicate to provide funds for construction etc., of this section on terms in conformity with those of the present agreement for the Taokow to Chihhua line, and on the basis of the Russian Chengtai Railway agreement, said terms to be settled at their discretion.”

The second section from Chinghua to Tzechow has not been built due to the cancellation of the Shansi Mining contracts. Only an extension was completed from Pashan to Chinghua in 1906 at a distance of 4 Km. (2.82 mi) for the purpose of transporting goods coming from Shansi districts.

(Kent R. A. Railways Enterprise in China.)

In 1919 a contract was negotiated between the Peking Syndicate and the Ministry of Communications for the construction of the Chinghua Monghsien Branch Line about 65 Km. (37 mi.). The final contract, i. e. the Presidential mandate was issued on November 1920.

The agreement provides for a loan, the conditions of issue of which are to be fixed at a date not later than 3 years after the date of agreement.

Both the loan and the advances are secured inter alia, by a general guarantee of the Government and firstly by a mortgage on the permanent way of the railway and its earnings, and secondly by certain earnings of the Taochin Ry.

The construction of the line will be carried out under the control of an engineer nominated by the Syndicate and appointed by the Director of the Taochin Ry. Administration, who will act concurrently as Director of the new line.

The engineer may, with the consent of the Taochin Ry. Administration, employ in the work of construction, any of the staff, rolling stock, plant and tools of Taochin Ry., on rates to be determined with the approval of the Ministry of Communications. The Peking Syndicate are appointed purchasing agents for the new line and upon all materials purchased abroad, they will receive a commission of 3% on the net cost thereof.

No provision is made for rolling stock, it being arranged that when the line or part of it is opened for traffic, the rolling stock of the Taochin Railway shall be used on a hire basis at rates to be fixed by the Director of the Taochin Railway and the Peking Syndicate with the approval of the Ministry of Communications.

The terms of the loan agreement and also the working agreement of the Taochin Railway will not apply to this agreement.

For this line, tenders for rails and track materials were advertised by the Peking Syndicate in September 1922, but no construction has been accomplished.

The construction has been delayed due to disagreement as to initial portion of the route, but earthwork construction was put under way during the beginning of 1924, being halted at the Chin River (沁河) owing to unsettled conditions. In the summer of 1924, the construction of the Chin-Mong Branch Line was stopped at Chen Chuang (陳莊), near Chin Ho (沁河).

(China Year Book 1924)

## CHAPTER II. Organisation.

The organisation of Chinese Government Railways is generally uniform, but the distribution of powers within the organisation varies. The typical organisation is that of a managing director, to whom the traffic manager, locomotive superintendant, maintenance of way engineer, chief accountant, and chief of police make their reports. The traffic manager has jurisdiction not only over rates, fares, and conditions of shipment, but over transportation also. Stores are usually under the jurisdiction of the particular department using them. The Pinhan and Shantung Railways have separated stores departments.

The typical organisation is considerably modified by 2 factors: (1) Loan agreements and (2) the consolidation policy pursued during the period of Republic.

On Lines built with foreign loans, a certain number of foreign officials are provided for and their powers are enumerated in the agreement. On most lines a foreign general manager, with the title "Engineer in chief" is named, to whom the heads of departments report rather than to the managing director. In such instances the managing director has ordinarily little control over the technical operations of the lines, but is the medium of Communication between the

railway and the Government.

In addition to the engineer in chief, or general manager, the loan agreement usually specified a foreign chief accountant, whose powers cover not only the personnel, but who has custody of the entire railway funds. Only upon his signature can these funds be drawn from the depository specified in the agreement.

In the agreement prior to 1908 not only are foreigners named as heads of the important departments, but they are specified also for technical positions of responsibility. Thus on the Taokow-Chinhua Line formerly not only were the engineer in chief, chief accountant, locomotive superintendant, maintenance engineers, and traffic manager foreigners, but also most of the district, traffic inspectors, and locomotive inspectors are foreign.

For the most part these foreign officials have complete control of their departments, including the making of rates and of rules for the packing and shipping of goods and the right to discharge subordinates.

Since 1905, when TaoChing Railway was redeemed by the Chinese Government, a managing director was appointed according to agreement by the Ministry of Communications. The administration office was composed of one translator, one cashier, and one auditor. The organisation was very simple: the traffic manager, locomotive superintendant, chief accountant, storekeeper, and maintenance of way engineer, they all were under control of the managing director, but the cashier of the Administration office was still working under instructions of the foreign accounting office.

In 1907, in order to carry on the calculations more quickly and accurately, an auditor was appointed, who sometimes worked also as stores inspector. The following year, owing to the immense work of the statistics, the Administration appointed a chief-statistician and a vice-statistician; the next year an employee was sent out along the line to examine the commercial conditions which were gradually developing. Then, a new office was established with a chief-auditor, a vice-auditor



and four secretaries for the purpose of classifying the different detailed accounts on the whole line,

The above mentioned different positions were established according to the necessities of affairs; they have not been fixed beforehand by the agreement.

The third year of the Republic (1914) January, by the order of Ministry of Communications, the title "General Managing director" (tsung Pan 總辦) was changed into "Director" (Kiu Ch'ang 局長), The Head Office, began to form the General Managing department, under which different offices carried out business separately.

In the 16th year (1927) the National army took over Honan. The Administration Office was changed and termed "Managing Director's Office" (管理局). The office was reorganised according to the Regulations of the Ministry of Communications into the following six departments in order to better suit the conditions on this Line:

**General Management Department**

Traffic	"
Maintenance of Way	"
Accounting	"
Locomotive superintend	"
Stores	"
Police	"

Two years later (1929), in order to contract the overhead expenses, the Stores and the Police departments were transferred under the Control of the General Affairs department. The present organisation of the Taoching Railway may be summarised as follows:

**General affairs department:**

- (a) Documents Division
- (b) Computation and Translation Division
- (c) Police Division
- (d) Stores Division
- (e) Sundry Affairs Division
- (f) Hospital

**Engineering Department:**

- (a) Correspondence Division
- (b) Engineering Division

**Traffic Department:**

- (a) Traffic business Division
- (b) Transportation Division
- (c) Telegraph

**Locomotive superintendent Department:**

- (a) Loco Affairs Division
- (b) Technics Division
- (c) works

**Accounting Department.**

- (a) Accounts Division
- (b) Cash Division
- (c) Audit Division

In each of the Divisions there is a chief officer in charge, who makes reports to his superior, the chief of the department.

On the Taoching Railway all rules and regulations are based on the issue of the Ministry of Railways. We give herebelow the summary of the General Regulations for the staff of all the departments.

All persons employed by the Railway, must act in conformity with the Rules and Regulations of the railway. Their names and addresses are to be registered to the station to which, they are attached. They are not allowed to absent themselves from duty or to exchange duty with other servants. Every servant must wear a clean uniform and take care of it. They must not appropriate the property of the railway.

The conduct of the servants must be proper, faithful. No solicitation of gratuities from passengers are allowed to servants. The latter cannot engage in trading, and are punishable for all kinds of misconduct such as intoxication, inordination, negligence, etc. The servants on leaving service must return the uniform and articles belonging to railway.

To every inspector, station master yard master guard, signalman, foreman, engine driver etc, copies of rules and regulations, notices and working tables are supplied. Permanent-way inspectors, station masters and locomotive foremen have responsibility of instructing the men under them with the rules and regulations as well as to give them notices of signals and other alterations. Engine drivers and guard must have scheduled of running of trains.

Every servant must assist in carrying out the rules and regulations for the safe and proper operating of the traffic, and he himself must not expose to danger, otherwise that is treated as an offence against the railway's regulations. Trespassing of duty is strictly forbidden.

(Rules and Regulations, Chinese Government Rys.)

#### B. Treatment of staff.

The number of the working hours for employees is six hours and that for workmen is eight hours. For the workmen an evening school with 2 hours' lectures is provided and there is a saving society for employees whose monthly wage is less than 20 dollars, the T. C. Ry contributes \$1 monthly for each employee. Both the principal and half of the interest are refunded after 10 years, for the deposits drawn before the end of that period the principal and interest are paid, but interest is only counted as \$5.

There is also a cooperative society for consumption, the share is \$1. per member, all men working on this Line can become share-owners.

The number of employees of the five departments amounts to 410 their monthly salary is from \$20 up to \$500. The total amount of salaries is \$27,087 per month.

The workmen and the policemen of these five departments are 1862, the total wages are 31,594 per month. The daily wages are 23 cents to \$1. 80. The following table shows the co comparison wages between wages on the Taoching Ry. and Pinhan Railway (taken from the China labour Year Book 中國勞動年鑑)

T. C. Ry.

Pinhan Ry.

	Max.	Min.	Max.	Min.
	\$	\$	\$	\$
Painter	1.85	0.24	1.90	0.40
Turner	1.05	0.24	1.20	0.40
Blacksmith	1.30	0.27	1.80	0.40
Wood workers	0.41	0.24	1.50	0.45
Engine crew	1.50	0.60	1.80	0.70
Stoker	0.60	0.50	1.10	0.46
Telegram workers	1.08	0.65	2.70	0.20

(Investigation by the Committee of Education of staffs of Peiping Ministry of Communications.)

All the workmen on this Line have joined an Union which was established after a work strike on the Pinhan Line in February 1923, but the workers of the latter line having been compelled to resume work without success, grouped themselves into a large society to defend their interests.

Railwaymen formed in Shanghai a general trade Union of Chinese Railways including the whole body of workers of 12 lines. In 1924 Feb. the first meeting was held the next year a second meeting was held in Chengchow.

Recently a constitutive meeting for a Government Railways Trader Union was held in Tientsin, on the 20th of May 1932. This Union includes all the railwaymen of the Chinese Government Lines.

The proposes of the Union are to improve the Government railways and to protect the railway workers interests.

### CHAPTER III. Transportation.

The total length of the TaoChin Railway is 178.40 Km., which branches are 28.40 Km. and the main line is 150 Km., in length. It runs accross 7 Hsiens, namely, Tsunhsien (濬縣) Huahsien (滑縣), Chihhsien (汲縣), Sinhsianghsien (新鄉縣), Hu Chia Hsien (獲嘉縣), Siuwuhsien (修武縣) and ChinYang Hsien (沁陽縣).

This Line has been constructed economically over an easy cou-

ntry, and the average cost per Km. of line, \$54.533 is next to the lowest of the Chinese Government railways. The Line is situated in north of Honan, starting from Taokow by way of Chih sien (汲縣) (formerly called Weihweifu 衛輝府) in which region, the lands are the most fertile, but the commercial center is at the neighbouring town of Taokowchen (道口鎮). The Wei River (衛河) passes along both these places, but ceases to be navigable at Taokowcheng. Then the line proceeds to Hsinhsianghsien, where it crosses the Pinhan Line, and the commerce is fairly well developed in this Hsien. Then it proceeds to Pashan by way of Siuwuh sien, near which the famous Jamieson collieries are situated; they supply the Taochin Railway with a large volume of coal transport.

Up to Pashan, the line runs almost east to west to; but there it turns south to Chinhua then south west to Chengchuang (陳莊) and it will continue in the same direction to Monghsien (as has been projected) in passing through the highly cultivated and densely populated district of Chinyanghsien, from which corn is exported. It will be a considerable benefit to this region to be brought into direct communication with the main railway system of the country.

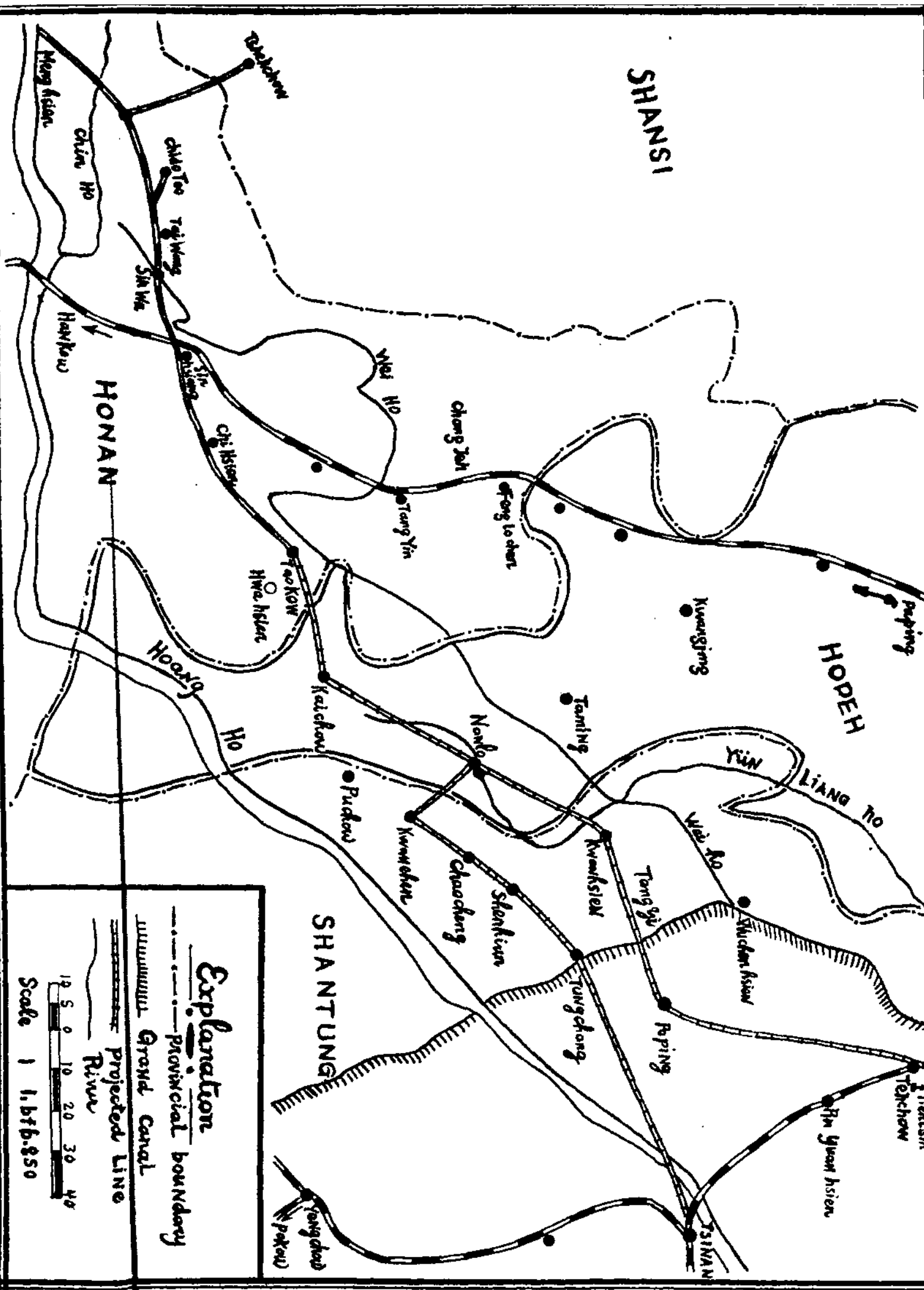
In another direction as having been formerly projected from Pashan the line take an abrupt turn northwards, and will be continued to Tzechow. This latter section could not be built in recent years on account of the financial difficulties and the hard work to cross the Taihang Range (太行山).

Another desirable extension would be eastwards, passing by Kaichow (開州) and Tungchang (東昌) then across the Yellow River to connect the line with the Shantung Ry. (膠濟) to enable the coal mining companies to obtain a more direct access to foreign markets.

In order to facilitate transportation of the coal to Tientsin (天津) a branch will connect Tehchow (德州) with Nanlo (南樂), a point on the Taokow-Tsinan projected Line.

The line serves a relatively sparsely populated territory which

# Taokow Chingfuw Tsy & it's Projected Lines.



**Explanation**

- Provincial boundary
- ==== Grand Canal
- Projected Line
- ~~~~~ River

Scale 1 in. to 166,850

affords a scanty passenger traffic. Goods traffic also is not well developed and consists principally of coal produced by the Chung Yuan Coal Mining Company and the Peking Syndicate mines. However the revenues of the T. C. Ry. are increasing gradually; before studying these points, we shall first consider the rates of this line.

A. Rates. Passenger rates on the Taochin Railway are fixed on a distance basis according to class. There are three classes for ordinary passengers, and in addition to these there are privileged passengers (mostly members of families of employees.)

The 3rd. class average rates are about \$0.017 per kilometer. The following table shows the distance between stations in Km. and the passenger fares for 3rd. class only; the 2nd. class fares are double of 3rd.; and 1st. class fares are more than 3 times those of the 3rd. class.

Stations	Distances Km.	3rd. class fares \$
Taokow Wharf		
Taokow	2.14	
Wang Chuan	12.64	0.20
Liu Wei	26.31	0.45
Li Yuan Tuan	36.57	0.60
Chi Hsien	48.96	0.80
Pai Lu	59.12	1.00
Hsinhsianghsien	69.90	1.25
Yiu Chia Fen	72.01	1.25
Taoching Junction	74.45	1.35
Ta Chao Ying	80.75	1.55 20% Sur-
Hu Chia Hsien	92.37	1.70 charge
Shih Tse Ying	101.51	1.90
Hsiu Wu Hsien	111.73	2.05
Tai Wang	120.87	2.15
Li Ho	126.01	2.15
Chiao Tso	132.15	2.25

Li Feng	138.17	2.35
Shankou	141.85	2.40
Pai Shan	145.46	2.45
Chin Hua	150.00	2.55
Chen Chuang	163.00	2.80

Note: the above 20% were added after May 1st, 1931, both on passenger and freight tariffs.

Freight rates on this line are divided into 6 classifications, of which the 6th class pertains to such freight as mineral products: coal sand, iron ore, gravel, etc. Most agricultural products are to be found under 4th. and 5th classes; crude manufactures, under the 3rd. class, and highly valuable goods under the 1st. class. For the dangerous and explosive goods, there are special rates according to special classifications.

The following list is intended to show the classifications of goods chiefly transported on the Taochin Ry.

Description of goods	Class
Coal	Special.
Bamboo	4th and 3rd.
Iron	4th
Tobacco	4th
Medicine	4th

Remarks: the classification of goods of other kinds are to referred to the General Classification of Goods, 5th issue 1930, The Ministry of Railways.)

With each class rates on 3 different bases are offered to the public-Metric ton rates, Metric carload rates and 50 kilog. rates. The following table shows the different classes of rates in goods traffic from one station to the following station, according to the basis adopted.

Class	Metric Ton	Metric T.carload	50 Kg. rates
	\$	\$	\$
1st.	1.75	1.25	0.11



2nd.	1.50	1.07	0.10
3rd.	1.28	0.91	0.08
4th	0.90	0.64	0.06
5th	0.63	0.45	0.04
6th	0.45	0.32	0.03

Remark: 20% surcharge.

For coal, special rates are charged:

- (a) At ton load rates, and kilogram rates - 5th class.
- (b) In wagon loads to be charged \$0.01678 per metric ton per Km, except as stated in the following paragraphs:  
(c), (d), and (e).
- (c) In wagon loads per metric ton (see below)
- (d) In train loads of 400 tons going on to the PeipingHankow Line, north of Kishen (淇縣) and south of Kang Tsun Yi (亢村驛) to be charged the rates as stated below per metric ton.
- (e) In train loads of 600 tons to Taokow and Taokow Wharf to be charged undernoted rates as below per metric ton.

	(c) From Station		
	To Station	Taochin Junction	Taokow Wharf
Chinghua	\$ 1.3286	2.4448	2.4979
Paishan	1.2756	2.3916	2.4185
Shangkou	1.1960	2.3122	2.3653
Li Feng	1.1429	2.2590	2.2854
Chiaotso	1.066	2.1527	2.2058
Li Ho	0.9566	2.0464	2.0995

	(d) From station	
	To Station	Taoching Junction
Chinghua	1.0039	
Pashan	0.9685	
Shangkou	0.9154	
Li Feng	0.8798	
Chiaotso	0.8090	
Li Ho	0.7559	

(e) From Station	To station	
	Taokow	Taokow wharf
Chinghua	1.7480	1.7834
Pashan	1.7125	1.7303
Shankou	1.5595	1.6949
Li Feng	1.6240	1.6477
Chiaotso	1.5532	1.5886
Li Ho	1.4822	1.5176

Rem.: 20% surcharge.

There are some other commodities which are transported under special rates:

Pit Props. - In wagon loads to be charged \$0.01678 per metric ton per kilometer.

salt - In wagon loads Taokow and Taokow Wharf to stations up to Hsinhsianghsien and Taoching Junction \$0.01678 per metric ton per Km.

- from Hsinhsianghsien or Taoching Junction to and including Chinghua the Class rates apply.

Timber and sleepers - In wagon loads to be charged \$0.02237 per metric ton per Km.

Kerosine. ammonia solution etc. - Minimum charge as for 1 ton

Matches and Crackers - Minimum charge as for 500 Kilog.

The special rates for short distances between the coal producing stations and other coal producing stations are shown as below:

From Station	To Station	Rates in wagon loads per Metr. t.
Shankou	Chinghua	\$ 0.18
Li Feng	Chiaotso	0.24
Li Feng	Chinghua	0.24
Chiaotso	Chinhua	0.24
Li Feng	Pashan	0.18
Li Ho	Chiaotso	0.24
Shankou	Chiaotso	0.24

**B Passenger and Freight Traffic.**

During the past 11 years there has been a growth of passenger traffic due to the fact that this region is progressively opened up; while the freight traffic from 1919 to 1924 was increasing gradually, but from 1925 there was a sudden fall almost 2 times less than the years before. The chief cause is the closing up of the Peking Syndicate coal mines. The following table shows the receipts for passenger and freight traffic during the past 11 years:

year	Passengers		Freight	
	Number	Receipts	Tons	Receipts
1919	287,575	172,469	932,542	754,528
1920	315,076	199,651	900,493	762,139
1921	294,481	182,855	1,018,175	834,989
1922	308,257	192,884	1,110,378	917,494
1923	370,433	228,222	1,313,872	1,043,782
1924	438,878	276,649	1,284,040	1,073,122
1925	295,487	233,276	919,681	882,866
1926	385,525	219,315	465,365	605,111
1927	466,419	266,846	399,795	543,225
1928	550,716	417,000	645,915	1,035,102
1929	440,088	343,260	542,981	904,272
1930	671,581	440,637	706,884	955,271

The following list which is prepared by the Statistics Division, Finance Department Ministry of Railways, on March 1932 (鐵道部財務司統計科製), shows the freight traffic of the month of April 1931.

	Number of tons Carried	Ton Kilom.	Revenues
Mines	58,370.00	4,260.53	70,792.64
Agricultures	7,754.65	166.59	5,795.73
Forests	765.00	29.89	678.68
Manufactures	3,064.00	286.02	10,934.01
Animals	219.00	15.47	710.82
<b>Total</b>	<b>70,172.65</b>	<b>4,758.50</b>	<b>88,911.88</b>

For Gov. acct.	3,225.00	309.43	10,986.80
Service of stores		70.08	197.85
	<u>1,985.00</u>		
Grand total	75,382.65	5,138.01	100,096.53

Comparison total revenue for the same period in the T. C. Ry. Lunghai and Peiping-Mukden Railways:

Peiping-Mukden	.....	\$1,660,555.97
Lunghai	.....	606,579.37
Taokow-Chinghua	.....	100,096.53

The passenger traffic of the month of April 1931 is shown as follows:

Class	Number of passengers	Revenues
3rd. class	30,515	\$24,538.99
Civil	99	45.25
Military	21,032	15,491.25
Privileged	256	191.75
excursion	170	93.50
All class	<u>52,072</u>	<u>40,360.74</u>
Total	..... 104,144	80,721.48

#### C. Coal traffic.

The most important item of freight carried by the Taoching Line is the coal produced by the before mentioned two big coal mining companies: the Peking Syndicate and the Chun Yuan Coal Mining Company. So there is a very close relation between the production of these two mines and the freight receipts of the Railway. The following table shows their production during the past 16 years.

Year	Peking Syndicate	Chun Yuan Mining Co.
1916	419,242	416,627
1917	506,087	340,385
1918	627,927	431,635
1919	494,742	832,762
1920	561,834	734,895
1921	648,161	245,290

1922	505,109	X	400,000
1923	694,143		568,404
1924	670,835		241,813
1925	255,918		293,294
1926	116,673		52,740
1927	—		93,928
1928	—		313,123
1929	—		194,430
1930	—		269,318
1931	—	O	271,395

X — estimate

O — the figure is only that of the 1st. 4 months of the year

From the above table it can be easily seen that the production of the Peking Syndicate decreased suddenly in 1925 due to general strike in the mines in 1925 after the Shanghai troubles. This continued from July 1925 to April 1926 for a period of nine months.

As to the Chung Yuan Coal Mining Company, they suffered more from the civil war raging along the Pinhan Line in 1926 as can be seen from the sudden decrease in production in the said year. The Company continued to suffer until 1930. But in 1931, the conditions of the Chung Yuan Co., are improving, hence the production of the first 4 months of the said year is more than the annual output of 1930.

In order to understand more clearly all these facts, a brief historical study of these two mines is necessary.

#### D. The Peking Syndicate Ltd.

As stated above in the history of the Taoching Railway the Peking Syndicate are managers and the administrators of this Line for the Government. It owns the Jamieson Collieries near Chinghua of a superficies of 49 square miles.

The investment of capital is £1,242,822 (12,000,000 \$). The work was started in 1905, and production began in 1908. The daily output was about 3,000 tons. The most prosperous years in production were from 1922 to 1925, in which period the annual output was

about 700,000 tons. Then the Peking Syndicate purchased at cheap price the native mines in the neighbourhood of Li Feng (李封) and that of Wang Feng (王封) they gained an annual profit of \$1,200,000

Frequent disposes with the adjoining native mining companies led in July 1915 to an agreement with the Chung Yuan Company for the formation of the Fuchung Corporation, with a nominal capital of \$1,000,000 subscribed equally by the Syndicate and the Company which are also represented equally on the Board of management.

The Corporation is the sole agent of selling the coal produced by the two concerns, and is granted exclusive coal mining rights in the Hwaichinfu (now Chih sien) outside the areas now operated.

The annual sales prior to 1925 were approximately 1,000,000 tons, of which large quantities were sold in the provinces of Honan and Chihli, and large quantities were shipped along the Wei River and the Grand Canal. The Corporation maintained a fleet of Chinese shallow-draft boats running between Taokow and Tientsin, carrying coal to the latter place and returning with machinery, plant, stores etc, for the mines and the Taokow-Chinhua Ry. There was also a ready market for the lump and cobbles in various treaty ports in China.

(New Atlas and Comm. Gazette of China, Minerals in Honan)

Owing to a general strike in the Mines after the Shanghai troubles in 1925, the work of the Syndicate has been suspended until now, but the small mines in Li Feng and Wang Feng are still working; their production is insignificant and is now sold by the Chung Yuan Company.

#### E. The Chung Yuan Coal Mining Company.

Since the Syndicate collieries have suspended operation the only client of the Taoching Line is the Chung Yuan Co. which was formed jointly by the provincial authorities of Honan and native people in competition with the Syndicate in 1915. It was composed of 3 native mining companies, namely Chunchow (中州), Yu Tai (豫泰), and Ming Teh (明德); and in the same year the Chung Yuan Co. formed with the Syndicate the FuChung Corporation which acts as their sole

agent in order to avoid competition between them.

The capital of the Chung Yuan Co. is subscribed to an amount of 3 million dollars. The mines owned by the Company are divided into 2 groups known as the East and West coalfields.

The East coalfield covers an area of 57.89 square miles which extend from Liho to Matsen (馬村). The West coalfields covers an area of 11 square miles which extends from Shankou (常口) to Fongfentsen (馮封村)

In the West coalfield there are 27 pairs of native pits of which 17 pairs are in operation. The daily output is about 1,000 tons, for which the Company gives \$1.80 per ton to the contractor with an additional \$1—, if the coal is in lumps.

It is in the East coalfield that modern machinery is used for extraction of the coal. There are altogether 4 shaft the construction of which was started in 1922. The No 1 and No 2 shafts were completed in 1923, while the 3rd and 4th were recently completed. The following table shows the reserves and the daily output of each of these shafts:

(Unit: 1,000 tons)

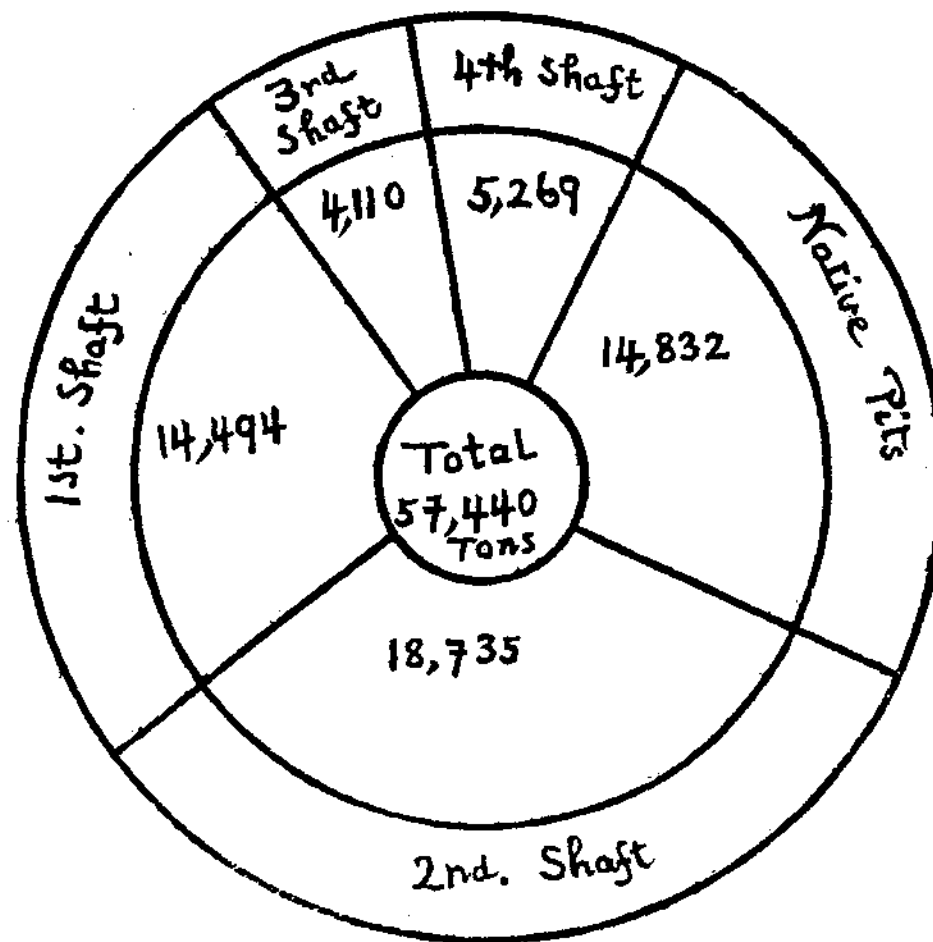
Shaft	1st.	2nd.	3rd.	4th
Reserves	2,210	2,000	8,840	8,840
Already extracted	658	632	14	20
Daily output	0.630	0.670	0.213	0.235

(Chung Yuan Coal Mining Journal No 1)

The total production of these shafts, together with the native pits, was about 3000 tons a day in 1930. Recently the daily production has been increased to 3500 tons.

There are about 9,000 workers, whose daily wages are at least \$0.30. The time of work is 8 hours per day.

The statistics below show the monthly production in October 1931.

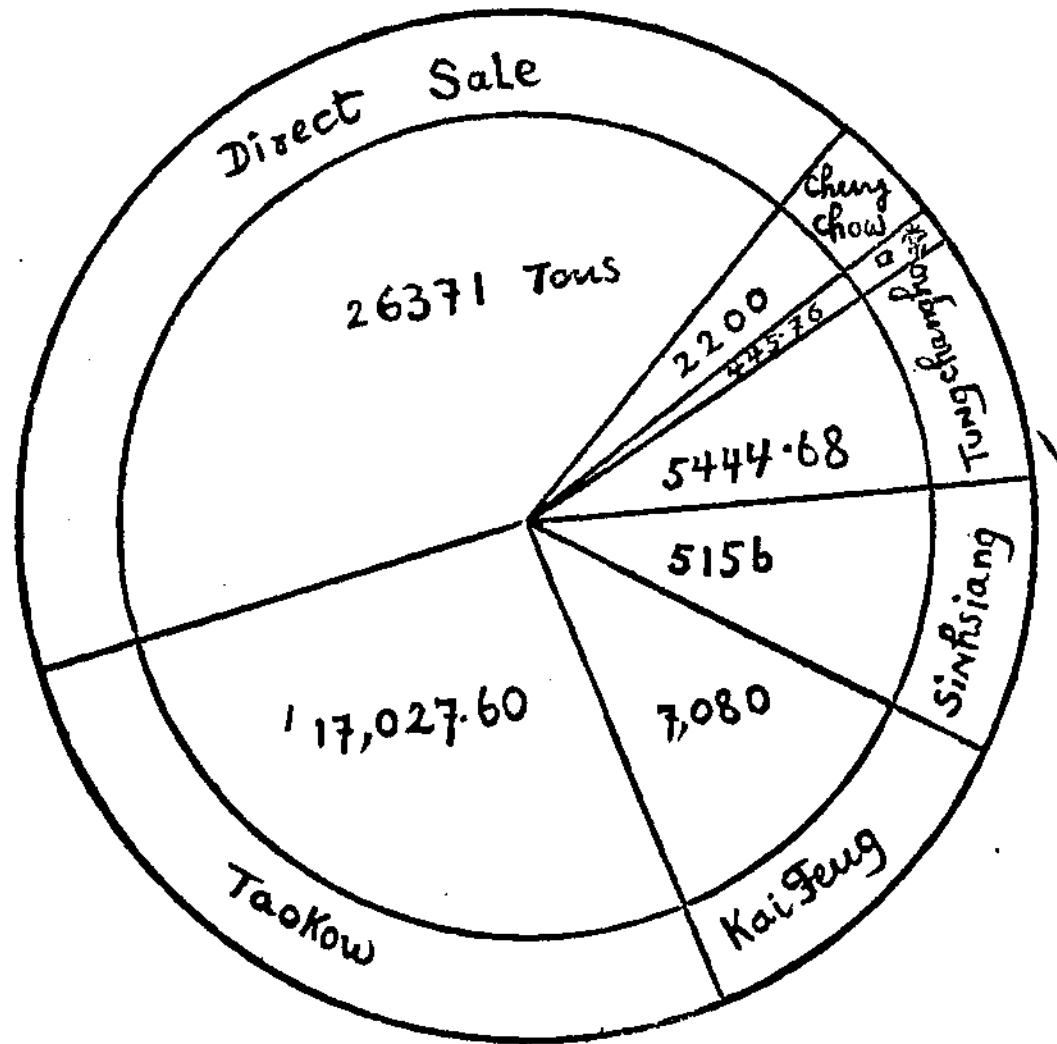


Most of the production is consumed along the TaokowChinghua Line, as well as in the big stations along the Pinhan Railway, Lunghai Ry. and Tientsin-Pukow Line. The list below states approximately the monthly demand of these lines:

Taokow-Chinghua Ry.	.....	50,000	tons
Pinhan	.."	20,000	"
Lunghai	.."	10,000	"
Tsinpu	.."	7,000	"
native consumption	.....	10,000	"

The Chung Yuan Company has agents in Taokow, Sinhsianhsien, Chenchow, Kaifen, Tung Chang Ho (桶張河), and Shankou. The diagram below represents the comparative figures for the sales of the different agents, and the direct sales of the Company.





From the above it is seen that the sales in Taokow are the most important, as from which place the coal is shipped from Taokow Wharf in Wei River to the region along the Grand Canal. The next comes in importance is Kai Feng. The direct sales of coal in different places is classified as follows:

Chih sien	4,587	Hsi Ping	500
Huo Chia Hsien	4,356	Cheng Nei	500
Ta Chao Ying	3,826	Hsu Ch'ang	460
Wang Chuang	2,218	Li Yuan Tuan	445
Shih Tse Ying	2,113	Su Chow	400

Chiaotso	1,730	Hsinhsianghsien	70
Shuen, Teh	1,500	Pashan	45
Siu Wu	1,459	Chin Yang	40
Pai Lu	1,402	Chenchow	40
Kai Feng	604	Yencheng	40
Total .....	26,371 tons.		

The total sales by agents together with the direct sales at different places amount to 64,415.04

The Chun Yuan Company is now administrated by the Honan Provincial Government, their conditions becomes more and more prosperous, and the organisation of business is gradually made more scientific. This Company is now considered as one of the largest industrial enterprises in Honan as well as in China.

The following table shows the sales of the Chung Yuan Company's coal during the latest 5 years:

Month.	1927	1928	1929	1930	1931
Jan.		31,181	52,214	51,620	59,627
Feb.		37,656	44,955	55,437	56,144
March		39,995	51,699	22,726	94,122
April		27,476	38,053	37,068	61,419
May		25,348	19,810	39,322	81,353
June	1,746	17,996		40,988	
July	4,220	40,265	11,729	28,013	
Aug.	15,088	44,405	15,235	42,056	
Sept.	21,955	40,133	45,277	42,143	
Oct.	15,237	32,480	33,607	29,306	
Nov.	22,073	57,188	35,172	52,730	
Dec.	189,791	57,025	16,414	43,971	
Total	270,110	451,145	364,165	485,380	352,665

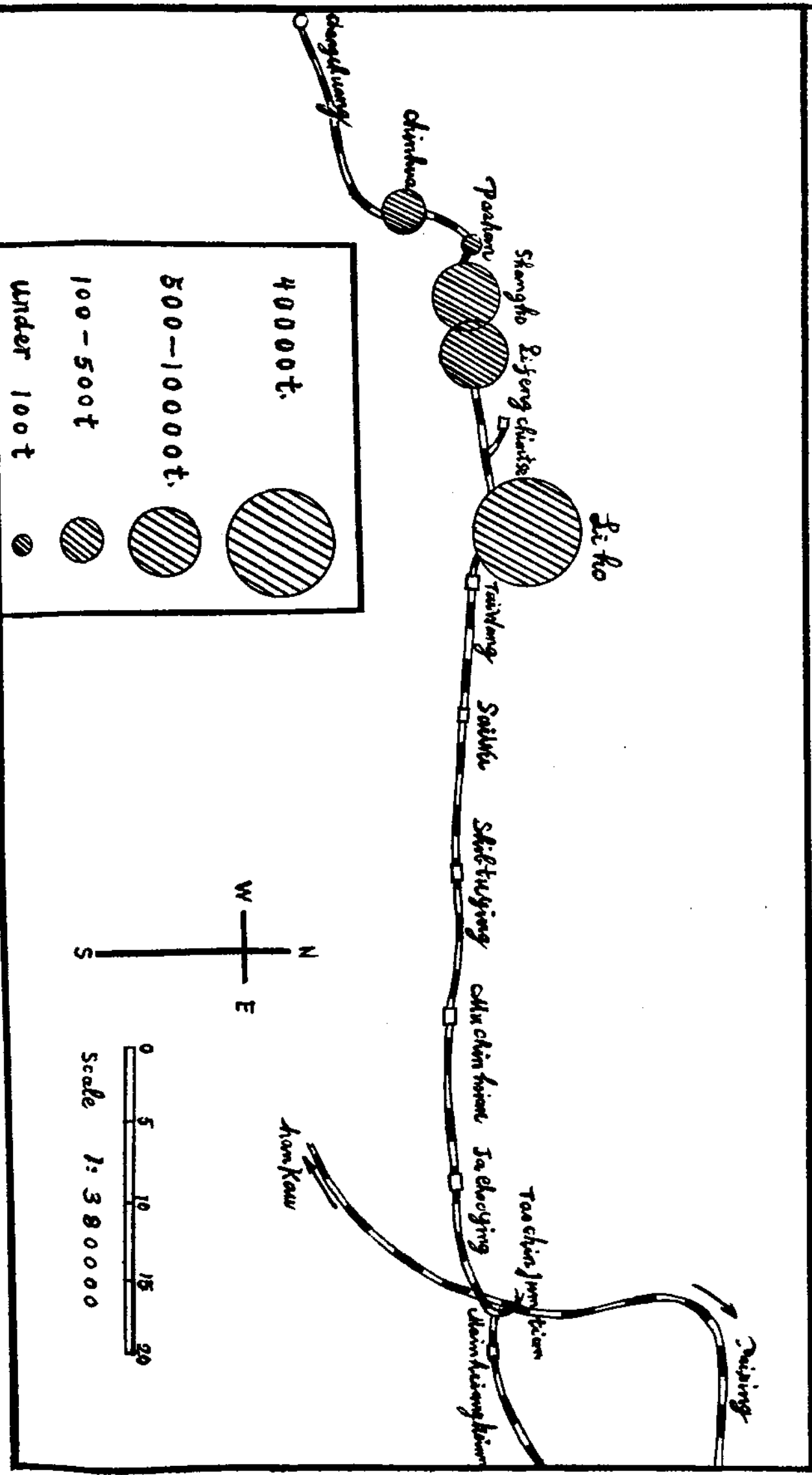
#### F. Study of the chief stations and their products.

Along the Taoching Line there are near every station many relics of the wars of the 3 Kingdoms, and of the Ying and Chou Dynasties. Most of the relics are valuable and interesting. If there

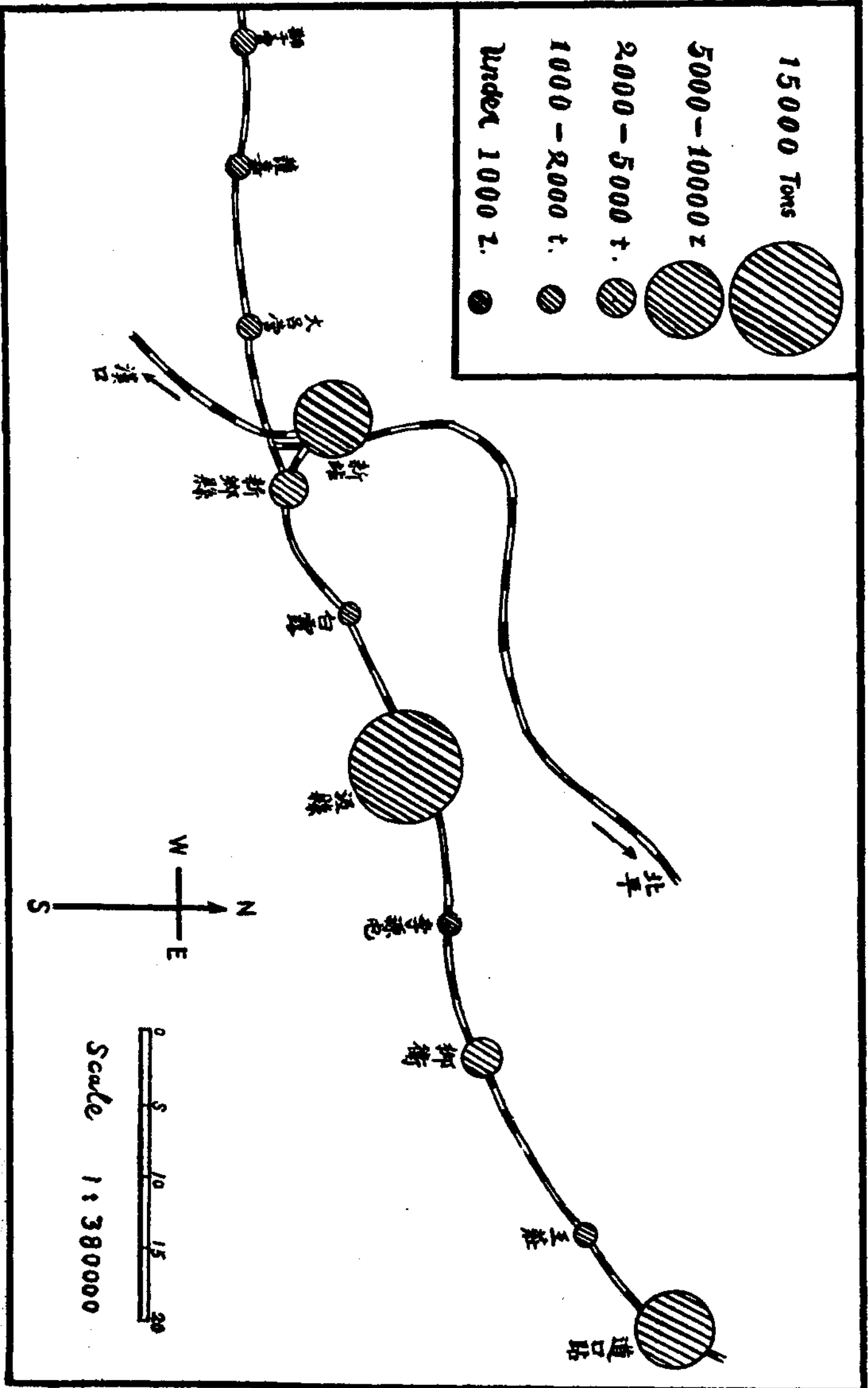
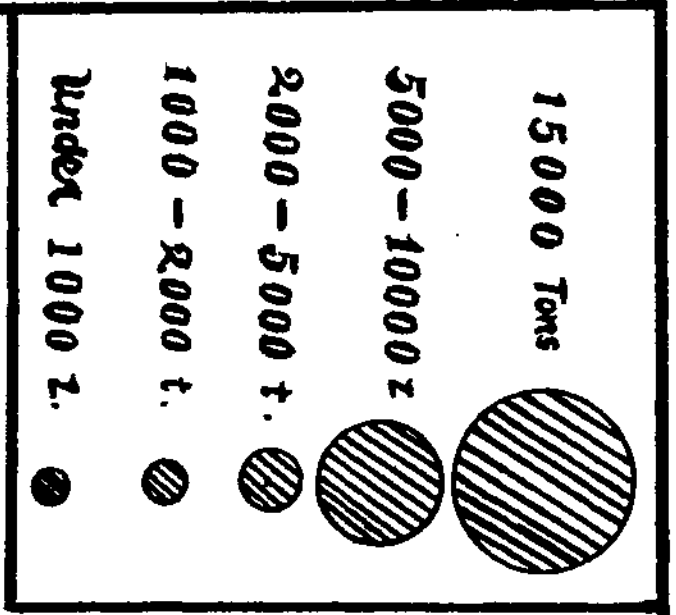
# COAL TRAFFIC ON T.C.R.

## EXPORTING COAL STATIONS I

(Based on the Investigation List of the Import and Export goods dispatched along the T.C.R. for the monthly average of the whole year 1920.) (民國十七年全年每月輸出貨物調查表)



# IMPORTING COAL STATIONS II



better accomodation for passengers on this Line there should surely be a number of tourists visiting them, and thus the excursionists would be an important element of the revenues of the T. C. Ry.

The T. C. Ry. has 21 stations including San Li Wan, (Taokow Wharf), Yiu Chia Feng and Cheng Chuang, the present terminus station of Chinghua Monghsien Branch.

San Li Wan, - (Taokow Wharf) atma distance of 3 li foom Taokow and thus named from the curve of the Wei River, Formerly the Head Office of T.C.Ry. was established there, later on, in order to facilitate the transport of coal of the Peking Syndicate and the Chung Yuan Company, the Head office was removed to Chiaotso. But the loading and unloading of the goods in or from boats of the Wei River are still important in this station.

Yiu Chia Feng - a real transit center of the T. C. Ry., through which goods or products of all stations must pass, whether eastward to San Li Wan, or westward via Chiaotso to Chinhua. In the north there is a little branch connecting with the Pinhan Railway at the Taoching Junction. All telephones and telegraphs from the Taokow-Chinghua line to Taokow and Ksinhsianghsien communicate at Yui Chia Feng.

Taoching Junction - a great transit center both for the Taoching Ry. and the Pinhan Ry., there is a little branch connecting this junction with Yiu Chia Feng station. From Taoching Junction, the Pinhan Line runs north to Peiping and south to Hankow, all the products are coming from the Pinhan Line pass through this station to the Taoching Line, and from the latter all kinds of products native are sent to the Pinhan Line by way of the Taoching Junction.

As we have said the transport of coal is the most important income of this line, but besides it, there are also other elements that come next in importance, namely, bamboos and iron wares.

Bamboos are chiefly exported from Chinghua and some from Pashan station. Bamboo grows in the neighbourhood of Chinghua and Pashan. Chinghua bamboo crafts, such as basket, chairs, beds etc. have long been known.

Iron is produced in Chincheng (晉城), (formerly, Tzechow) in Shansi. It is worked out by primitive methods in form of cooking utensils, especially (kuo 鍋) cauldrons which are in cast iron and of a remarkable thinners. These goods are carried by mule to Chinghua and Pashan, from where they are transit by train to other places.

There is also anthracite of Shansi known as Tachieh (大吉炭) coal which is carried by the same means of transportation despatched to other places.

As concerns these Products, Chinghua and Pashan stations are merely transit centers rather than producing districts. The statistics below compiled in 1928 by the traffic manager of the Taoching Ry. from the investigation list of the annual production, of the native products of each station, state the main products sent from each station and the places of destination.

Chinghua Station:

		Importing districts
Bamboo goods		
Iron wares	7000 tons	Shantung, Hopei Hoan
Shansi coal	5000 "	Along Grand Canal
Medicine	500 "	Hankow, Hongkong
		(These medicines are very famous as Hweishan medicines)
Tabacco	200 tons	Shantung, Hopei

Pashan Station:

Jar	3045	Taokow, Wangchuang, Chih sien
Shansi coal	2660	Taokow.
Bamboo	180	Taokow, Wangchuang, Chih sien.
Corn	701	" " "
Iron wares	116	" " "

The Station of Chenchuang is also a transit center for Shansi coal 1,000 tons and Medicines 200 tons.

The Stations Liho, Lifeng, Shankou are coal producing centers, where the coalfields of the Peking Syndicate and the Chuan Yuan Company are situated.

Li Ho (李河) : where the Chung Yuan moderns mines are located, the importance of this station has developed in recent years and it's revenue from freight is one of the largest among the T. C. Ry. stations.

Shangkou (常口) : where are native pits of Chung Yuan Co., the income is also considerable.

Li Feng (李封) : there are more than one hundred of native pits belonging to the Peking Syndicate; freight transported from this station is very important.

The following list shows their annual despatch of coal in 1928 (according to the Native Products investigation of each station along the T. C. Ry.)

Stations	Coal production	Markets
Li Ho	60,000 tons	stations along { T. C. Ry. Pinhan Lunghai
Li Feng	35,543 "	stations along T. C. Ry.
Shangkou	7,278 "	stations along T. C. Ry.

Chiaotso (焦作) : a small town, formerly known as the Jamieson Collieries, is a great industrial center where the Head-offices of the Taoching Ry., of the Chung Yuan Coal Mining Company and the Peking Syndicate are situated.

The shafts of the Peking Syndicate are found there their annual output was formerly more than 400,000 tons, but now they have suspended work. The Syndicate now still supplies water and electricity to the town, and pays salaries to it's employees. The chief officials of these 3 Institutions are residing here.

In the town there are many shops and public buildings of different kind such as, Settlement of foreign affairs office, Chamber of Commerce, Police station, Police magistrate's court, telegraph station, post-office, Mining duties office, the Branch bank of the Honan Bank of Industries and agricultures,

theatres, and restaurants etc.. Chiaotso is also one of the educational centers in Honan, where there are a college named Chiaotso College of Engineering (焦作工學院), formerly known as Fuchunh Mining University (福中礦務大學) and one Fuchung Middle school and many elementary schools; all their charges are to be borne by these 2 big mining companies, each of which maintains also a big hospital.

The best hospital in Chiaotao is the Taoching Ry. hospital, all the railway policemen each week learn the methods of tending the wounds by the instructions of the medical officer. The Taoching Ry. has also a small school named Fuleung school, which is used for the children of the T. C. Ry.'s employees and workers as well as for the workers themselves at evening time.

The stations other than those stated before, supply agricultural products: among them Chihsien in the region where the land is the most fertile, is the most important. The most important agricultural products transported over the T. C. Ry. during the whole year 1928 are classified as follows:

Name of station	Wheat	Other cereals	Fruits
Chihsien	10,000 tons	2,000 t.	
Hu chia hsien		303 "	
Siu Wu hsien	2,060 "	166 "	
Tai Wang	200 "	500 "	
Taokow	700 "	200 "	700 t.
Wang Chuang			600 "
Hsinhsianghsien	200 "		

There are some particular products transported over this Line.

Products	Producing districts	Market	Total tons.
Cotton goods	Chihsien, Hwahsin cotton mill	Along T. C. Ry.	600.
Groundnuts oil.	Taokow, Wangchuan.	Peiping. and Tientsin	800 80



Native cotton cloth	Taokow	Along T. C. Ry.	200
Eggs	"		400
Jute	Hsinhsiang	Taokow, Chih sien	200
Props	Pai Lu		200
	Chen Chuang	Li Ho	1500
	Taoching Junction		5430
Lime	Tai Wang	Along T. C. Ry.	2000
	Chiaotso	and Pinhan Ry.	2646
native porcelain, Liho		Taokow	470
X Unwrought Iron, Taiwang		Hsinhsiang	3000
X Now owing to the suspension of iron mine, this transportation has ceased.			

The following table states the amount of native products transported from each station during the whole year 1928.

Taokow	2,800	Hsiu Wu hsien	2,738
Wang chuang	946	Tai Wang	5,000
Liu Wei	322	Liho	60,470
Li Yuan Tun	85	Chiaotso	2,925
Chih sien	10,612	Li feng	35,543
Pailu	900	Shankou	7,332
Hsinhsianghsien	650	Pashan	7,611
Taoching Junction	16,870	Chinghua	13,650
Ta chao ying	153	Chengchuang	2,858
Hou chia hsien	363		
Shih Tze ying	2,936		

Note: Taoching Junction has no native products, all these goods transported are coming from the Pinhan Line.

From the above it is easy to see that the stations, where the transportation of native products is important are Liho, Li feng, Chinghua, and Chih sien.

There was no special investigation made concerning the despatching of products along the T. C. Ry. except for the year 1928. The following table shows the annual tonnage of transportation of the different goods (only above 2,000 t.) for the past 16 years.

<u>Year</u>	<u>Coal</u>	<u>Petroleum</u>	<u>Lime</u>	<u>Wheat and other</u> <u>cereals</u>	<u>Bamboo</u>
1915	490	2	-	4	4
1916	756	-	6	10	4
1917	871	3	9	24	4
1918	805	3	6	12	4
1919	797	3	14	17	4
1920	783	2	9	12	5
1921	856	3	14	32	4
1922	955	4	11	28	5
1923	1,168	3	14	18	4
1924	1,139	7	15	13	4
1925	754	6	14	13	3
1926	379	0.9	5	8	2
1927	290	0.9	2	18	2
1928	498	2	5	26	8
1929	457	5	2	4	6
1930	613	3	1	13	2

	<u>Props</u>	<u>Iron wares</u>	<u>Salt</u>	<u>Beans cake</u>	<u>Jars</u>
1915	6	2	8	-	0.7
1916	1	2	7	3	-
1917	7	3	9	3	-
1918	7	19	9	5	2
1919	12	10	10	3	2
1920	9	11	8	-	-
1921	7	7	9	3	3
1922	-	6	8	-	2
1923	5	9	8	3	3

1924	8	7	6	3	3
1925	3	4	8	2	2
1926	2	2	6	2	2
1927	2	2	8	8	1
1928	8	2	2	2	3
1929	6	2	7	7	1
1930	2	2	6	6	1

Note: Unit 2 (Unit: 1,000 tons.)

#### Chapter IV Finance.

As stated before the revenues of the T. C Ry. are increasing, it is due to the fact that the traffic is gradually developing; and as a result the administration of perhaps the most economical in China, net revenues are in the upward trend, as is shown by the following comparative table, beginning from 1912:

Year	Operating Revenues	Operating ratio	Net Revenues
1912	556,000	62	99,000
1913	528,000	73	132,000
1914	572,000	96	17,000
1915	633,000	60	253,000
1916	835,000	46	454,000
1917	936,000	41	550,000
1918	948,000	45	522,000
1919	977,000	54	453,000
1920	1,208,000	47	644,000
1921	1,251,000	53	593,000
1922	1,389,000	45	763,000
1923	1,494,000	44	832,000
1924	1,577,000	44	881,000
1925	2,206,000	31	1,505,000
1926	1,095,000	52	436,000
1927	1,256,000	51	647,000
1928	1,486,000	46	796,000

1929	1,247,000	58	513,000
1930	1,406,273	32.9	1,664,000
1931	1,873,000	60	788,000

From the above table we notice that operating revenues have more than doubled and net revenues have increased more than six times in the 8 years from 1912 to 1920, and the following decade, the operating revenues have doubled and the net revenues nearly 3 times. But in the following year 1931, the operating revenues decreased and the net revenues decreased more than 2 times as compared with the previous year.

The best years of the latest decade are 1925 and 1930, wherein the operating revenues were more than 2 million dollars and the net revenues were more than 1 million dollars, while these of the former years and of more recent years have never reached such amounts.

The reasons are for the years before 1925 and from this year to 1930, that the Line was seriously effected by military disturbances, besides there was suspension of work of the Syndicate, since 1925.

The Rolling stock of the T. C. Ry. has decreased by almost 2 times since 14 years ago and it now includes 12 locomotives, 18 passenger cars and 311 freight cars. The list below shows the passenger wagons and goods wagons in service.

<u>Passenger Wagons</u>		<u>Goods wagons</u>	
Private service and			
salon cars	2	Covered	4
3rd. class cars	11	High side	306
1st. and 2nd. class		Low side	8
comp. cars	2	Live stock	5
3rd. class and		Flat	1
brake vans	2	Goods brake vans	6
Post and Baggage cars	1	Break down	1

The capacity of goods wagons. (Metric ton)

Covered	4	120 M. T.	Length of Lines.
High side	306	9,856	main line 150 Km.

Low side	8	210	branch line	15.440 Km.
Live stock	5	150		
Flat	1	30		

Total capacity 10,369 and total length 165,440 (excluding the Ching-Meng Branch line.) Therefore, the capacity in metric ton per Km is 62.70.

The rolling stock of the T. C. Ry. is not sufficient for its needs; besides, these wagons and locomotives are too old and a large part of them has been taken to other lines, while T. C. Ry.'s own stock is seen rolling in most other lines.

It is only for coal transport that there is through-traffic between T. C. Ry. and other lines. There are 4 trains in the T. C. Ry., 2 trains in the Pinhan line and 1 train of Lunghai line, in charge of the transportation of coal chiefly coming from Chung Yuan Co. For other freight and passenger traffics, the through-traffic has not been completely resumed as yet. But recently there was a meeting of 4 Lines, namely, T. C. Ry., Pinhan, Lunghai, and Tsin-pu, and since April 1931, by order of the Ministry of Railways the through traffic system is partially practised.

Now the goods trains are running 6 times daily on the T. C. Ry. and passenger trains, 2 times. The daily average revenue is about \$5,000; the daily revenues of each station are directly handed to the Cash Division.

The T. C. Ry. is heavily burdened by loans both from the Chinese Government and from foreign investors; the total amount of which was \$24,750,632 in 1930.

I. Loans from the Chinese Government:

a/ Permanent Government investment	\$4,349,212
b/ Temporary advances from Government	\$2,519,370
	<u>6,868,582</u>

II. Foreign loans:

a/ Principal outstanding:

(1) Peking Syndicate 5% loan, £ 49570

@ \$25 .....\$12,392,500 (1930)

(2) T. C. Ry. loan for purchasing of rolling stock:

£62,420 at 25 \$ (1930) ..... \$ 1,585,500

b/ Interest outstanding:

(1) Peking Syndicate 5% loan matured interest unpaid

£12,242.25 at 25 \$ ..... \$ 3,105,875

(2) Rolling stock loan matured interest unpaid

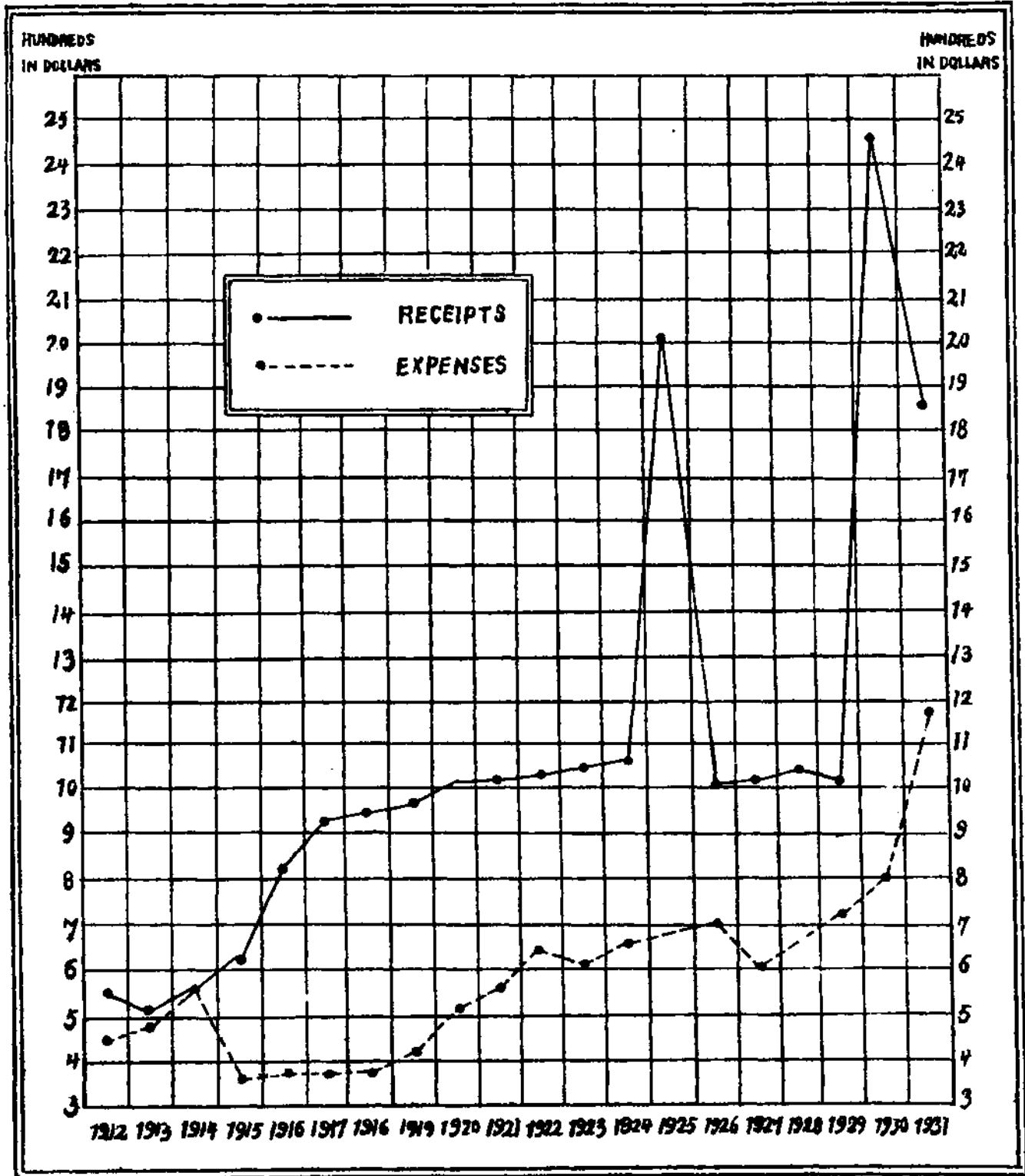
£31,927 at \$25 ..... \$ 798,175

Note: Interest were in default from 1st. of Jan. 1926 to December, 31st 1930.

In order to know more clearly the present situation of the Taokow-Chinghua Railway, we have to notice its General balance sheet in 1930.

	Assets or Debit Balances	
Balance at beginning of year.	Heads of classification	Balance at Close of year.
8,371,787.77	Total Investment Assets	8,371,194.52
1,551,997.97	Total Working Assets	1,524,904.49
	Miscellaneous deferred Debits	2,040,504.34
2,621,036.18	Total deferred debits	22,040,504.34
2,965,394.45	Balance	2,910,245.30
1,282,148.52	Accumulated Deficit,	
14,171,328.71	Grand Total	15,189,597.90
	Liabilities Or Credit Balances	
9,381,820.15	Total Capital Liabil.	9,381,226.90
1,366,466.82	Matured liab. unpaid	1,974,714.92
1,671,260.28	Total working Liabilities	2,282,321.54
2,160,910.37	Temporary Advances from Government	2,519,370.24
(3,118,248.28	Total deferred Credits	3,526,049.46)
—	Balance	—
	(Accumulated Surplus)	
14,171,328.71	Grand Total	15,189,597.90

Diagram showing the operating revenues & operating expenses of the Taaching Railway



1930 is the best year among recent years but owing to the heavy indebtedness of this line, still it results in a deficit. This can be seen on the balance sheet, the accumulated deficit of this line has more than doubled comparatively to the previous year, it was because of sharp changes in some items: for instance, on the debit side the miscellaneous deferred debits have decreased \$ 580,531. 84 (22.1%) and on credit side the temporary advances figures from government have increased \$ 358,459.87 (16.6%) and the matured liabilities unpaid \$ 608,248.10 (44.5%) The result is a large accumulated deficit, the variations of other items are not important.

The accounts of the year 1931 have not yet been liquidated. The following figures showing the approximate financial situation of the Taoching Line.

The total revenues are estimated to be \$ 1,873,587, wherein an amount of \$ 517,700 corresponds to military traffic that cannot be liquidated in cash.

The total expenses for 1931 are approx. \$ 1,084,990. There exist no net profit this year on account of the heavy burden of loans.

The total outstanding interests are of £ 28,422-9-0 equivalent \$ 254,153.76, the total loans to be paid this year are of £ 344,203-6-3 equivalent to \$ 2,924,119.50. Both the loans and interests amounts \$ 3,178, 273.32 they cannot be liquidated due to shortage of money.

The outstanding loans granted by the Peking Syndicate both 5% loan and Rolling stock loan are amounting £ 559,119 equivalent to \$ 5,032,015.55

Still a difficulty for the Taoching Railway is that the freight for transporting coal of the Chung Yuan Co. is not yet paid up to an amount of \$ 14,400 and besides the Taoching Line has a through traffic agreement with other lines, according to which accounts should be settled every ten days. Thus the Taoching Ry. suffers much from payments in cash for Chung Yuan Co.'s account, this is why the accounting department has made proposals to the Managing director's Office, to oblige the Chung Yuan Company to settle the unliquidated accounts.



## CONCLUSION

The region along the Yangtze actually needs more than 3 million tons of coal annually; the 6 big mines in North China are quite able to supply it's demand, yet this region imports much coal from other countries especially from Japan.

The inability of Chinese coal to compete with Fushun coal along Yangtze Valley, is due to the fact of increase of sale price by many causes, for instance, the Chung Yuan Co., one of the 6 big Chinese mines, produces coal at a cost price of a little less than \$ 4 per ton, a duty of 40 cents per ton is charged in Honan. When the coal of this Co. is transported to other lines say, Pinhan Line along which besides the general transportation fees charged by the Ry., there are many other miscellaneous duties, such as famine relief, police duty, Ry. guard soldier's charges, native duties, duties of Chamber of commerce, military risk duty, land duty and so forth. Further more there are many squeezes that could not be prevented from rising up almost everywhere. Thus the sale price of the Chung Yuan's coal along the Pinhan Line necessarily increases from \$ 10 to \$ 20.-per ton.

As to the Japanese Fushun Coal Mines, sale is stimulated by a reduction of freight on the South Manchurian Ry.; for instance, the coal despatched from Fushun to the neighbouring places Mukden is sold at about \$ 10.-, but if sent to more remote places: Dairen and Tieling (鐵嶺) the price decreases to \$ 6.-, in Harbin, which is further away the sale price is only \$ 7.50. The purpose of this policy is to compete with other mines in order to get their coal market.

It is not really impossible that Chinese coal can compete with foreign coal; but owing to the large quantities imports of coal imported from other countries, it could not gain the market owing to high price.

All these are hindrances to transportation of coal. The most urgent scheme for transport of coal on this line, in order to extend it's market even abroad, is to build the Taokow-Tsinan Ry., which will be so connected with the Kiaotsi Railway. If it is extended on the projected-

Line Taotsi Line, a point, Nanlo to Tehchow on the Tsinpu line, then another market, Tientsin will be obtained.

The Ching Mong Branch must be early completed in order to tap the bulk of agricultural products and passengers traffic, of the region where the line passes, since it is very fertile and densely populated.

The future scheme of the Taoching Ry. is to build the second section from Pashan to Tzechow in order to tap the rich and well-known coalfields and iron ores there. But the financial stringency make all these desirable projects difficult to realise; besides, the heavy burden of loans is a great obstacle to the development of this Line.

In addition to these plans the following chief points be immediately carried on.

(1) As the throughtraffic system on this Line is not completely practised, it is necessary to apply it completely in order to facilitate the transportation; thus large bulk of products can be cheaply transported.

(2) The time table of running of trains and rates for some particular goods are not corresponding, it is inconvenient to communication. They should be made uniform.

(3) The rolling stock of the Taoching Ry. is too poor and too old and far from sufficient to meet the needs, new rolling stock should be added.

(4) As stated before, the miscellaneous duties and taxations are too complicated and make the products transported on the lines too expensive, it would be better to abolish some of them.

(5) The Taoching Ry. during the past several years has suffered from civil wars, principally from the seizure by military officers, who hold trains for military transportation, as was the case in 1931, during the rebelling of Shih Yiu San, one train transporting coal on T. C. Ry. was seized to carry military supplies and Shih Yiu San used some of the Pinhan trains to make business at his own profit. This kind of abuses should be strictly prevented.

(6) Along the Taoching line, there are many valuable ancient mo-

numents; if transportation accommodation were improved, the number of tourist would surely increase.

As we noticed before, the suspension of work of the Peking Syndicate has resulted in a decrease of revenues of the Taoching Ry. If the Syndicate had continued working, the revenues would be more prosperous than they are.

Resumption of work in the Syndicate's mines would be as good for the T. C. Ry. as for the Syndicate, but the suspension of work is due to the non-cooperation of the workers. How to settle these disputes is a question of politics. But in my opinion, the suggestion that the enterprising policy for industry be fully financed and fully operated, under the government auspices, does not offer a solution to this problem, for the reason that seldom or never can a government operate an industry as economically as can private interests. Therefore the Government ownership and private management policy seems the more advantageous to apply to the mining enterprises as well as to the Taoching Ry. as the latter is burdened by so heavy loans that it seems better to have it managed by a private company that will surely be keen upon it's interests. Of course this private Company should be supervised by the Government in order to prevent abuses.

Which are the best means of developing the Taoching railway and other railways in China? I should not dare to give as definite answer, but I must stress upon one point: in China we need organisation of communications and to understand what it means.

Communication - "Kiao T'ung" - This word ought to be to Chinese ears what "Werker" is to German ears: "this word werker, says de Martoune, has a magic effect, it opens all the sad safe of the individuals and the State's credits, for easy means of communication are of a vital necessity. - How to supply coal and iron to blast-furnaces, to iron and steel works; cotton and wools to cotton looms and woolen mills; how to carry and transport fuel to the different branches of industry and vegetables, to crowds of workers packed up in industrial cities; how to develop agricultural life without easy means of transport."

Without that organisation of communication the flow of raw materials: coal, iron, cotton, which are essential for work, is stopped and industry or mining is like a body without arteries and veins; if one ceases to work; it means paralysis of one part; if it stops completely, it means death; if it works normally, it means life.

We have tried to stress it in this report and it appears obvious that Taoching Ry. in spite of its drawbacks has been benefitting not only the coalfields but also to these rich agricultural areas.

Should the organisation of mining and railways be bettered and developed, the hope of seeing one day, these areas of Northern Honan and Shansi, thanks to their natural and artificial means of communications equal to, if not superior to other coalfields in the world, should not be in vain.

#### BIBLIOGRAPHY

Kent P. A. Railway Enterprise in China 1907

Anonymous, Investment Value of Chinese Railways bonds 1923.

China Year Book, 1924 (Tientsin Press)

” ” ” 1925

” ” ” 1926

” ” ” 1927

” ” ” 1928

” ” ” 1929-30

” ” ” 1931

Julean Arnold, China a commercial and industrial Handbook.

The Chung Yuan Coal Mining Co., The Chung Yuan Coal Mining Journal. No 1. (1930) and No 2. (1931)

Far eastern Review, 1931

The Chinese Economic Journal (1930), Bureau of industrial and commercial information.

## 廣 西 鑛 產 調 查 記 略

### 蘇 鎮 機

二十一年四月由河北返廣西，在建設廳任事，即出發鐘山縣為鑛商測勘錫鑛區，並繪成五千分之一之鑛區圖。七月赴奉議恩陽百色各縣調查煤鑛，煤質頗佳；交通亦便。但煤太薄，不適大規模開採。僅供土人土法採挖而已。八月會同廣東陳齊棠派鑛務專員來桂考察賀縣煤鑛，及交通事宜。由賀縣過信都出廣東屬之開建封川兩縣。陸路運輸困難；水路在秋夏兩季則較便。然而賀縣煤鑛不經鑽探未知有無大規模開採之價值。九月來，富川鍾山賀縣測繪該三縣鑛區圖，並兼理省辦水巖模範錫鑛場工程事務。並赴梧州購買機器零件。十月中旬，模範錫鑛場批賣予廣東鄧澤如後，乃轉西灣建設廳，駐富賀鍾辦事處。十一月，隨英國工程師鄧安氏每日出發致察附近鑛產。鄧去後，自行致察煤鑛地質，並覓新錫鑛區以備開採。十二月南京中央研究院派員來此調查富賀鍾地質，每日又隨其外出採集化石標本。以上所述，皆二十一年度之工作也。本年春籌備鑽探西灣煤鑛，現正修理鑽機，並配製附件。過後兩三星期，廳長來此核定後，即可實施鑽探工作。茲謹將富賀鍾已經調查之煤鐵錫三種鑛產記其大略於後：

1 煤鑛 廣西甚少煤鑛，已知者有奉議，遷江，柳城，羅城及此間之西灣煤鑛，較著耳。然皆煤層不厚，質亦欠佳。其中較稱完美者。則惟西灣煤鑛。該鑛在前清晚年曾經大規模開採，資本百餘萬元。升降機，抽水機，壓風機，及輕便鐵道均備。並有帆船百餘，直接運煤落廣東銷售。從此可見當時之盛況，第四政變後，鑛場無人管理，機器破壞，煤窿崩陷。民國初年，地方不靖，荏苒遍野，更無人過問。年深月久，機器愈壞，時至今日，盡成廢鐵，不值

修理矣。煤田地質屬二疊紀，煤層有三，共厚約十五尺，皆半煙煤，煤田面積南北延長成鏡狀形。東面爲大斷層，西面係花崗岩，煤層居中。陷下南北走向傾斜西三十度至八十度。南北長六公里餘，東西闊約二百公尺，儲煤量約六百萬噸。現有三個小公司用土法在山邊開採，每日產煤十餘噸，鑛工七十餘名。煤價每噸三元五角。用以燒鍋爐及石灰磚瓦之用。

2 鐵鑛 粵桂湘之交，有著名姑婆山，係中生代花崗岩構成。其沿邊則係坭盆紀石灰岩花崗岩與石灰岩之接觸帶，往往有磁鐵鑛產生。賀縣半路墟至里松一帶，以產磁鐵鑛著聞。有鐵鑛脈一層，厚約三尺，經過風化及侵蝕作用成爲鑛砂，積於岩洞溪谷間。現有兩個公司採取鑄造農具，每年價值不過萬餘元。設若改良工作並用相距五十里之西灣煤炭以爲燃料，產量增加，獲利亦不少也。其他各處均有磁鐵，但成礦脈者，尙少發現。

3 錫鑛 廣西富賀鍾錫鑛，不獨中國少有即世界亦頗著聞。獨惜豐富鑛產，埋藏於地，未大開採，以致錫價市場受人操縱，但近兩年來，華僑歸來投資開鑛者，頗不乏人，行見富源日闢，國計民生亦有賴也。

汝錫砂散佈於花崗岩量初甚少，該岩近地面者，經長期之暴露風化侵蝕作用，岩石分解，流水遷移，流經石灰岩洞，積於山谷原野，泥沙質輕，積於上層。錫米質重，沉於岩底，日積月貯，錫量豐高，成爲砂脈，凡附近姑婆山花崗岩之石灰岩洞，或浮土底層，莫不有錫砂存在。

開採錫米有人工及機器之別。資本少者，以人工開鑿石洞，或引水淘洗泥砂，即得錫米。工作簡單，本錢又少，每工每日獲錢五六角至一二元不等。有因水源不足，工作間斷，耗費飯食，以致虧本者不在少數。亦有開鑿岩洞，僅費百十元資本，遇見錫倉則獲利數十萬或百餘萬元者，已有數處。民國十七年廣西建設廳組織探測團在富賀鍾探鑛。查知水岩壩錫砂豐富，乃購買機器採取錫砂，此乃新法開採錫鑛之始。此後華僑歸來甚爲踴躍，現已組成之大公司，有賀成，得成，普益，施仁，長海，廣泰，鍾山，寶華，恒源等。各有資本數

萬或十餘萬元。現已施工採砂者，有普益，施仁，賀成，恒源四家而已。

機器甚為簡單，乃火車頭鍋爐式；自具發動機以皮帶帶轉砂泵，水及泥砂，經鐵筒吸上洗砂溝，溝以木板構成，深二尺，寬六尺，長百餘尺，傾斜約百分之六，溝底以木板間隔，存積錫砂，有工人三四名在溝面以鐵耙把砂，使錫砂沉底，泥沙沖去，每隔五六日清溝一次，浮砂沖靜而錫砂得矣。

(註)錫砂係養化錫，約含純錫七成二。錫砂每百斤價值九十元，純錫每百斤價值一百六十餘元。——本地出口市價——總計富賀鍾現時每月出口純錫約五萬斤。

機器力量每具十二匹至三十四匹馬力，每晝夜燒煤三噸至五噸。機器價值每具萬餘元。連關稅運費計每具約值二萬元左右。

用鑽機鑿石窿者，僅寶華公司。機器壓風使風管導入岩洞，開動鑽機鑽成礮孔裝入炸藥。破烈岩石工作，本為容易，但該公司缺乏工程人才，開工數月，尚未達貯錫處所，前兩月，因開使煤油打水機於不通風之岩洞內，氣流不足，氣體大部變成一養化炭，毒死機師助手及鑛工三人，傷者十餘人。該公司鑛洞之上方，以前曾盛產錫砂價值百餘萬元。此山岩穴甚多，若能鑿入其中，必有富量錫砂存在。

富賀鍾鑛產，除煤鐵錫外，尚有錫鑛，鈹鑛，錒鑛，鉛鑛，銻鑛，銀鑛，金鑛，砒鑛，水晶等種類。但多係未經調查或調查不詳者，均不記述。

## 焦作工學生期刊投稿簡章

- (一)本刊分論著，學術，報告，調查等類。
- (二)歡迎本院同學，教職員及畢業同學投稿。
- (三)海內外人士惠賜關於理工學科之大作，一律歡迎。
- (四)來稿須依本刊行格，繕寫清楚，並加標點符號。
- (五)投寄譯稿，請詳示原書名稱，作者姓名。
- (六)投稿如附插圖，請用黑色墨水繪成，以便製版。
- (七)投稿人請告知住址，以便通信。
- (八)本刊編輯對來稿有增刪之權。
- (九)來稿登載與否，除預先聲明外，概不退還。
- (十)來稿經揭載後，由本股酌酬本刊若干冊。
- (十一)來稿一經登載，文責自負。
- (十二)來稿請寄本院學生自治會出版股。

### 焦作工學生期刊

第二卷 第一二期合刊

編輯者 河南焦作工學院學生自治會出版股

發行者 河南焦作工學院學生自治會出版股

印刷者 北平北京書局

代售處 本院販賣部

價目 本期合刊定價大洋一元  
外埠另加郵費一角

### 出版股編輯委員會

職員姓名一覽

出版股主任 吳厥初

編 輯

盧孔卓	張國威	郭桂茂
張日德	白本廉	汪占辛
劉得清	馬生麟	程光國
主 夢 龍		