

敬集 國父遺墨

# 建設

第一卷 第二期

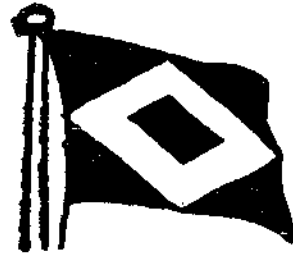
## 本期要目

歲首感言	許潛夫
磁場作圖對於電機設計之應用	楊耀德
錢塘江丁壩設計之檢討	汪胡楨
軍工築路芻議	周永年
吾國電機製造事業之展望	蔣公惠
磁性與化學	陸志道
浙江之白土	周萃襪
湯山採石	席與錚 張靖生 高肇儉 陳文毅
美國公路概述	虞烈照
美國工程建築價格比較	吳沈鈺

中華民國三十六年一月出版

報國工業會發行

● ● ● ● ● ● ● ●  
NATIONAL CENTRAL LIBRARY  
CHINA



中興輪船股份有限公司  
THE CHUNG HSING STEAMSHIP CO. LTD.

—— 營 專 ——

★ 運 貨 ★      ★ 運 客 ★

∥ 綫 江 長 ∥

∥ 綫 洋 北 ∥

∥ 綫 洋 南 ∥

低 運  
廉 費

週 服  
到 務

迅 定  
速 座

準 船  
確 期

• 處 事 辦 總 •

號 一 六 二 路 中 川 四 海 上

• 號 掛 報 電 •

(CHUNGHSING) (〇〇三五)

• 線 總 話 電 •

( 七 八 三 六 一 )

中聯企業股份有限公司

營業範圍

輪船碼頭倉棧  
火車汽車運輸  
進口出口貿易  
生產建設事業

地址：上海四川中路五四九號

電話

一五五二〇  
一五五一九  
一九一五三

電報掛號（八八七八）

P A R K



H O T E L

# 店 飯 大 際 國

室 茶

西 餐	樓四十 <b>廳天摩</b>	樓二 <b>樓澤豐</b>	中 菜
	樓九八十 <b>樓雲</b>	樓三 <b>廳客</b>	
吧 酒			

• 樓七十至樓五十 • 樓三十至樓四 •

**房套寓公**

**間房雙單**

• 到週候侍 • 善完應供 •

號四六一路西京南海上

○一〇一九話電

164 Nanking Road (W)

Telephone

Shanghai

91010 (16 lines)



◆◆◆◆◆營 經 司 公 渡 輪 市 海 上◆◆◆◆◆

# 水 上 飯 店

FLOATING RESTAURANT

載	溫		載	流
歌	暖	C A F E	沉	波
載	如	&	載	似
舞	春	B A R	浮	艇

時 一 十 晚 至 時 七 晨 間 時 業 營 日 每

• 話 電 •

• 點 地 •

○ 八 四 八 一

端 路 京 北 畔 灘 浦 黃

# 吳淞煤氣廠

WOOSUNG GAS WORKS

★ 理辦局用公市海上 ★

★ 廠工氣煤營首國中 ★

燒燃來灶爐氣煤用  
濟經較又利便感既

GAS & COKE

料燃做煤熟煤焦辦  
餐煮庭家鋼煉廠工

• 廠氣煤 •

南西鎮淞吳

四〇二〇五(二〇)話電

• 處事辦 •

號四九路治長海上

六一〇四四話電

# 中國水泥股份有限公司

THE CHINA PORTLAND CEMENT CO. LTD.

勁  
力  
堅  
強



品  
質  
優  
越

泰 山 牌 水 泥

• 總 事 務 所 •

上海江西路四〇六號

電話二五二五八

• 製 造 廠 •

江蘇省江甯縣龍潭鎮

京滬鐵路沿線

• 發 行 所 •

南京鼓樓車站十四號

電話三三四一

# 浦東電氣公司

## 營業區域

● 上海市浦東全境  
上海縣浦東全境  
南匯川沙奉賢三縣全境

## 營業種類

● 電力  
電熱  
電光

事務所 浦東東昌路三九六號

電話(二〇)四七〇三

發電所 浦東張家浜十號

電話(二〇)四七〇五



辦 商

# 開北水電股份有限公司

業 務

總辦事處

上海四川北路阿瑞里  
電話 四六二一〇  
四六二三〇

電燈 ● 電熱 ● 電力 ● 自來水

電 廠 電話(〇二)五〇一九〇

水 廠 電話(〇二)五〇〇八四  
開北殷行鎮



若 干 年  
來 努 力  
的 標 記



我 們 在 努 力 復 員 中 ！

本公司適應後方需要，於抗戰期間創設於重慶，在極度困難下，製造單相三相電動機，高電流電化發電機，各種變壓器開關台吸鐵軋頭等出品，為社會服務，歷承各界嘉許，差堪自慰。自抗戰勝利，本公司隨政府東下，購設廠址於上海長陽路一五〇一號，加強生產各種電機機械，尚乞各界不吝賜教，不勝企禱！

## 新元電機製造廠股份有限公司

辦事處：上海南京路哈同大樓一二六室

電話：一 六 四 四 六

廠址：上海長陽路一五〇一號

# 嚴重的電力不足問題

## 全待羣策羣力來解決它

我國自勝利以來，各地的工業逐漸復興起來。在抗戰期間，發電廠大都受到重大的打擊。所以，目前各發電廠的發電量總是感覺得不足供給當地工業上的需要。要解決這嚴重的電力不足問題，最好是立刻補正工廠的功率因數 (Power Factor)。

公用電機製造股份有限公司 所製造的

## 同期進相機和非同期進相機

都具有優秀的運行特性，都能夠絕對有效的補正工廠的功率因數。

我們技術方面的董事（顧毓琇博士，鍾兆琳碩士，胡汝鼎碩士，張慕勛碩士）以及其他技術工作人員，都準備着為各大工廠研究，並且實地解決這嚴重的電力不足問題。



品質本位出品之標記

## 公用電機製造股份有限公司

上海江西路四〇六號

電話：14919

電報：POPLETRIC

# 資源委員會 中央電工器材廠

製造一切  
電工器材



供應全國  
電工需要

## 出品要目

開關 燈泡 乾電池 蓄電池 發電機 電動機 變壓器 整流器 銅錄 皮錄

## 營業處

南京：	大行宮	東海路	八號
上海：	廣東路	一百卅	七號
北平：	崇文門	大街四	八號
天津：	羅斯福	路二九	八號
重慶：	中一路	四德里	一號
昆明：	環城路	四十四	號
漢口：	中山大	道鹽業	銀行二樓
瀋陽：	鐵西路	篤工街	三號

# 歲首感言

許潛夫

戰後世界各國，不論爲戰勝國，戰敗國，咸在勵精圖治中，作「十年生聚，十年教訓」之復興計劃。英、美、蘇、諸國固無論，卽舉法、日兩國之設施言之，已足資我國之警惕矣。

法國經此大戰，瘡痍滿目，復興大業，極甚艱巨。但彼邦國民，高瞻遠矚，咬緊牙關，埋頭苦幹，在在以「國家至上」爲前提。放棄政爭，釋嫌重好，謀得政治團結，秩序安定，正從事於復興五年之計劃。目前交通已漸恢復，工商已漸繁榮。一九五〇年蒞臨之日，正法國復興告成之時矣。「有爲者亦若是」，足資吾人警惕者一也。

日本國民，民族性倔強，自信力亦強。此次掀起大戰，初時似有百戰百勝之姿態，卒因科學尙不如人，原子能力一肆厥威，遂墮入深淵。但彼本土未大蹂躪，建設原有基礎，已從破壞中收拾餘燼，現正排除萬難，奏經濟穩定，勞資合作之功。假以時日，駸駸乎有恢復戰前規模之可能矣。設異時東山再起，捲土重來，擾亂世界和平，爲害伊於胡底。足資吾人警惕者二也。

返顧吾國今則何如：抗戰勝利以還，國際環境，對吾相當有利。敵僞物資之接收，盟國物品之救濟，在在足爲撫卹流亡復興建設之助。吾國如能把握時機，專心建設，復興事業，不難蒸蒸日上。無如甫脫敵人之桎梏，又遭內戰之荼毒，民生困苦，不減戰時；工商凋弊，於今爲烈。語云：「覆巢之下，焉有完卵！」設此不圖，經濟有崩潰之患，邦國有阽危之懼，此誠令人不寒而慄者！

當茲一年復始，深願舉國上下，深自覺悟，擁兵者首先放棄武力，停止內爭，玉帛周旋，共圖晚蓋。然後恢復交通，裁減軍備，刷新政治，銳意建設。在各黨派一念之轉移，能使乖戾化爲祥和，登民生於衽席，躋國家於康域，其爲蒙庥，寧有涯埃！

吾國國民之智力，並不弱於其他民族，尤其製造發明，得天獨厚。論土木則有長城，言水利則有運河。其他工業如指南車，渾天儀，蠶絲、造紙、印刷、火藥、磁器等，何莫非吾國首先創造。當吾祖先慘澹經營之日，其他民族，尚在原始草昧之中，此誠足自豪矣！所惜者物質文明，不爲士大夫所尙，故步自封，未能發揚光大。今日時異世遷，觀感不同，工業建國，殆爲富強之急務。如何而能爲疾用舒，如何而能繼往開來，將唯技術人才是賴。

語云：「往者不可諫，來者猶可追。」過去之一切，固多無限感慨，但展望未來，亦正值得興奮。獻歲以來，可喚起吾人注意者，無過於長江三峽水力計劃，及日本賠償器材問題兩者也。

揚子江三峽水力發電計劃，正在發軔之中，「其始焉簡，將畢焉鉅」，吾人允宜密切留意。果能叨祖國安定之庥，循序前進，二十年之後，有一千餘萬瓩之電力，中國農工礦之增加生產，焉不突飛猛進？至於萬噸巨舶，直駛陪都，貨暢其流；水閘完成，大江水災，可慶安瀾，猶其餘事者也。緬懷未來艱巨之工作，願我全國工程人士，追隨薩凡奇博士之後，劍及履及，踴躍參加，以底於成。

吾國之工業機械，泰半係兵燹剩餘，陳舊破爛，效率奇差。東北機器，聞又被人席捲而去，無可補救之浩劫，言之徒增慨嘆！所幸失之東隅，收之桑榆，日本賠償吾國之機器，正在積極籌備交接之中。有此一支生力軍，對於物質建設之貢獻，價值頗巨。所望順利接收，設法運到國門，平均分佈，早日裝置完成，使其盡量發揮效能，加緊生產。利用此賠償之物資，以補八年來戰爭之損失。器物待渡，仔肩匪細，此又吾工程人士之要務，其有意乎？

本刊第二期出版之日，正值新聞佳音，紛至沓來之際，如扶助工商業舉行生產貸款焉，特設新機構研究原子能焉，在在表示政府抱極大決心，力謀經濟與科學建設。願我理工學術界加倍惕勵，努力完成。茲願以三峽水力發電之計劃及日本賠償物資之運用，爲我工程人士本年度之中心工作。芻蕘之獻，儻亦爲諸同志所樂許者歟？

# 磁場作圖對於電機設計之應用

楊 耀 德

(中國電機工程師學會第九屆年會論文)

## (一)研究目的及範圍

磁場分佈如何，影響於電機運行之特性甚大，故欲得到優良而成功之設計，必先明瞭磁場分佈之狀態，且確知其數量關係而後可。電機磁場之分佈，可由(甲)測驗(乙)計算(丙)作圖三種方法定出之。測定法能從製就之電機或模型直接測出，惟測驗儀器或須特製，利用範圍或受限制。計算法能導出普通應用之公式，明白表出各個因素之關係，惟數式往往繁複，計算費時甚多。作圖法能應用於種種不同之磁場分佈，所費時間較計算法為省，惟欲得準確之結果，全賴作圖者之經驗與技巧。

本研究之目的為應用 J.F.H. Douglas 高阻模片(high resistance templet)法以測驗一部凸極式同步發電機之氣隙磁通分佈，此機之設計數據為已知，其氣隙磁場圖(平滑鐵心電樞)為已作出者。取測驗所得之結果，與作圖成績互相比照以檢討此種測定方法之準確度，及其可以利用之範圍。

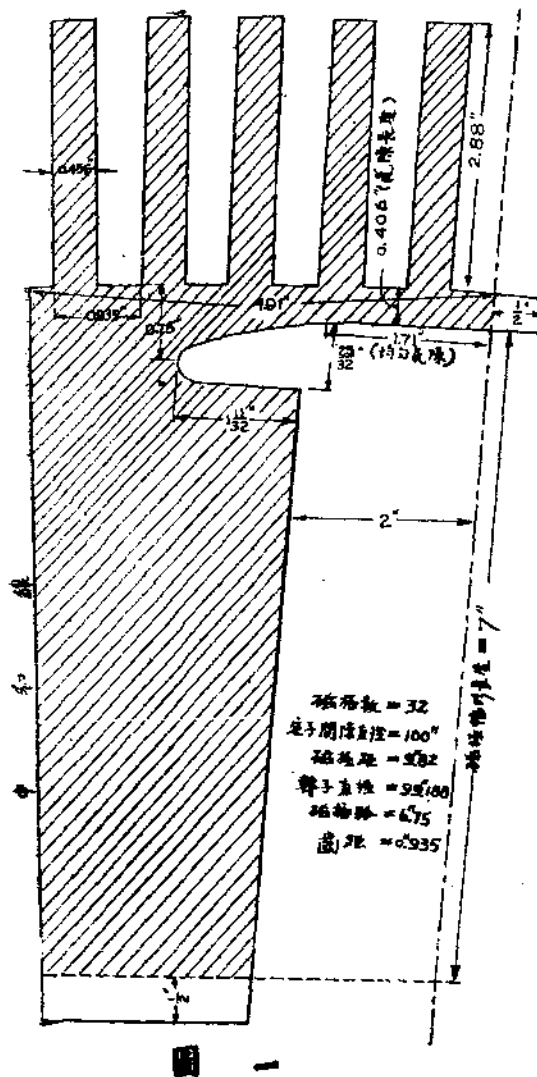
其次根據 Schwarz 與 Christoffel 變換法，以計算此同步發電機之氣隙磁通密度，此法為 F.W. Carter 氏用以導出電樞槽對於氣隙磁阻之影響，即所稱謂 Carter 氏係數者也。惟數學之運用難免受條件的束縛，故計算之對象為當作此機(平滑電樞)磁極面兩旁作直線的斜削，磁極尖之曲率半徑則仍與原來無二，因此所算得之磁通分佈在理論上未能與實際情形符合。雖有上述誤差之存在，然計算之結果仍為有力的理論證明，足資原理上的考察。至於數式之詳細導出，則另文述之。

再次則依據 R.W. Wiese man 從磁場作圖數據之分析所定出氣隙磁通之基本波及第三諧波百分數量，以計算此同步發電機在 80% 滯滿載下之磁通分佈。Wiese man 作磁場圖所憑磁極式樣，為磁極面成曲率較高(對電樞緣周言)之圓弧，兩旁並不斜削，與實際磁場式樣稍異。但 Wiese man 之分析頗足供參攷之用，而在負載下磁通分佈之計算方法，亦為饒有意義與趣味者。

最後則述同步發電機氣隙與激磁線圈近旁磁場作圖法，以及激磁線圈裏部之磁場作圖法；蓋前者屬無旋度磁場(non-curl field)界域，後者屬旋度磁場(curl field)界域，二者有根本歧異之點也。

## (二) 同步發電機氣隙磁通分佈之測驗

Douglas 高阻模片法 (參考 Douglas and Kane: Potential Gradient and Flux Density, Transactions of A.I.E.E. 1924) 祇能應用於無



旋度磁場，即載流導線以外之磁場，而未能適用於旋度磁場。此法所基之原理為(一)電場與磁場(指無旋度者)同遵Laplace 方程式；(二)在邊緣相符與端位(potential)相類之條件下，電場與磁場之分佈亦相似；(三)電場內之電位差相當於磁場內之磁位差，電場內之電導相當於磁場內之磁導，而電場內之等位線猶之磁場內之等位線；(四)在二因次(two-dimensional)分佈之磁場內，等位線與磁通線為共軛的，即兩者可以交換而圖形不變。基於上述原理，吾人可作磁場測驗如下法。

取均勻金屬片(黃銅片或軟鐵片為適用)裁出發電機之氣隙，連電樞槽及磁極心旁磁場界域模片，為代表起見，祇裁出半個極節內之磁場界域為已足，此半個極節為自磁極中心線至兩極間中和線，所以取中和線為邊緣者，因此線為一等位線(在無負載下)之故。圖一示2500千伏安，同步發電機之磁場測驗所用模片。此機之設計數據，詳見於J.H. Kuhlmann著『電器之設計』(Design of Electrical Apparatus)，第一版，第247頁。關於此機之氣隙分佈 Kuhlmann 氏依據磁場作圖(原書第108圖，第173頁)以製成曲線(原書第109圖第174頁)，此曲線係表示平滑鐵心的電樞面磁通密度者。模片所取槽的位置，所以使中和線兩邊成對稱，而其結果為中和線恰成一等位線。其一接線端設在模片上面沿磁極中心線處，另一接線端則設在模片上面沿磁心周緣(與磁極連接處)，此兩接線端所沿之線與磁場內磁力管之向符合。依等位線與磁通線為共軛的理論，模片上之等電位線相當於磁場內之等位線，兩者雖交換而圖形不變。模片上面之接線端所以如此安設者，因在各該處磁力管之向為確定而平整，接線端所作形象簡單，



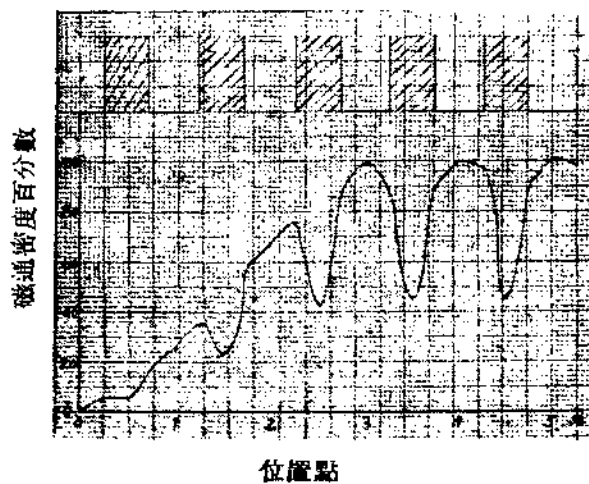
易於銲接至模片。電源經變阻器通至模片之二接線端，電流保持在常量，可接入一具安培計以時時核對之，取約6伏之蓄電池作電源為適用。另取一對接觸極，隔離約 $\frac{1}{8}$ 吋，沿模片上代表電極面之周緣某二點接觸之，而以連至接觸極之一具電流計，測量二點間之電位差，因模片上等電位線相當於磁場內之磁線，故二點間之電位差代表此二點間之平均磁通密度，亦可代表其中間點之磁通密度。接觸極須用與模片相同之金屬片製成，以免除接觸電勢，又用電木夾持以免除漏電。如是沿模片上電極周緣正對每個齒中心，齒邊，及槽中心處，依次測出二極間電位差值，按百分數作成曲線，即代表氣隙磁通分佈曲線。

第二步，沿模片上磁極面同樣得出磁通分佈曲線，以示電極對於磁極面所引起之磁通紋波。

第三步將模片上代表電極槽者悉數截平，於是此模片之一邊不復代表有槽面，而為平滑鐵心的電極面矣。重復測出電極周緣磁通分佈如前。

綜上述三項測驗，吾人所得之結果為：

- (子)有槽電極周緣磁通分佈曲線，
- (丑)磁極面磁通分佈曲線(有槽電極)，



圖二 有槽電極磁通分佈

(寅)平滑電極周緣磁通分佈曲線。

測驗數據：

電源儀器 四具並聯6-伏蓄電池，2-微安電流計(134歐，125毫米/微安)，4-安安培計，2,6歐變阻器，開關，絕緣板。

試驗用模片 軟鐵模片(見圖一)通過常量3安電流。

表一 有槽電極磁通分佈

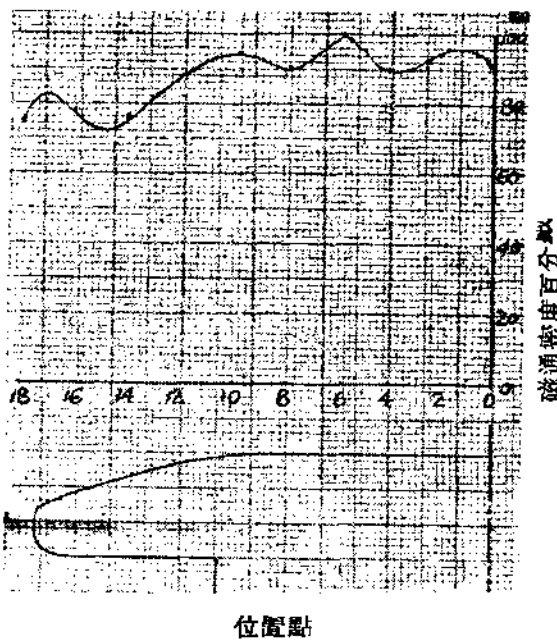
表中0點為中和點，恰落在齒中心點，1,2,3,……各點為相距一齒節之各齒中心點，每齒節等於 $17\frac{1}{2}$ 電角度， $E_{1n}, S_n, E_{2n}$ 各點為每齒節之第一齒邊，槽中心，與第二齒邊。取表中數據製成曲線，示於圖二，其最大值作為100%。

位置點	0	$E_{11}$	$S_1$	$E_{21}$	1	$E_{12}$	$S_2$	$E_{22}$
電流計讀數，毫米		10.0	9.7	29.5	44.2	60.0	41.6	98.6
百分數		5.6	5.4	16.5	24.7	34.6	23.3	54.2
位置點	2	$E_{13}$	$S_3$	$E_{23}$	3	$E_{14}$	$S_4$	$E_{24}$
電流計讀數，毫米	118.0	132.8	75.5	152.0	175.0	153.6	81.0	158.0
百分數	66.2	74.6	42.2	85.3	98.2	86.2	45.3	88.7
位置點	4	$E_{15}$	$S_5$	$E_{25}$	5	$S_5$		
電流計讀數，毫米	178.0	173.6	86.0	158.4	178.5	175.5		
百分數	99.8	97.2	45.2	88.8	100.0	98.3		

表二 磁極面磁通分佈(有槽電極)

表中0點落在磁極中心線，位置點相距每單位等於 $3/16$ 吋，極弧等於6.75吋。取表中數據製成曲線，示於圖三，其最大值作100%。

位置點	0	1	2	3	4	5	6
電流計讀數, 毫米	146.0	156.6	115.5	147.6	147.0	155.5	162.5
百分數	89.9	96.4	95.8	90.8	90.7	95.8	100.0
位置點	7	8	9	10	11	12	13
電流計讀數, 毫米	156.0	146.5	153.6	155.5	154.5	143.5	137.2
百分數	96.2	90.3	94.7	95.8	95.3	88.4	84.7
位置點	14	15	16	17	18		
電流計讀數, 毫米	124.4	120.0	127.0	138.0	122.0		
百分數	76.8	74.0	78.3	85.0	75.2		

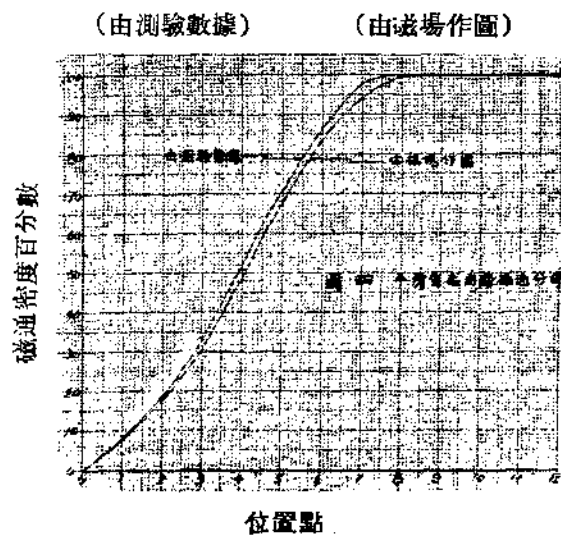


圖三 磁極面磁通分佈(有槽電樞)

表三 平滑電樞周緣磁通分佈

表中 0 點落在中和點, 位置點相距每單位等於 7.5 電角度。取表中數據製成曲線, 示於圖四左線, 其在均勻氣隙部分之平均值作為 100%。圖中右線為 Kuhlmann 氏依據磁場作圖以製成之磁通分佈曲線。

位置點	0	½	1	1½	2	2½	3
電流計讀數, 毫米		7.0	13.5	20.8	29.2	40.0	55.5
百分數		4.2	8.1	12.5	17.5	23.9	33.2
位置點	3½	4	4½	5	5½	6	6½
電流計讀數, 毫米	69.2	85.0	103.5	117.2	131.6	144.5	154.5
百分數	41.4	50.9	62.1	70.3	78.6	86.7	92.7
位置點	7	7½	8	8½	9	9½	10
電流計讀數, 毫米	162.5	162.7	163.9	164.0	170.2	171.5	171.7
百分數	97.4	97.6	97.7	98.3	101.9	102.6	102.7
位置點	10½	11	11½	12			
電流計讀數, 毫米	166.2	163.0	167.0	167.0			
百分數	99.8	97.7	100.0	100.0			



圖四 平滑電樞周緣磁通分佈

比照圖四中所示兩曲線, 可見從測驗所得磁通分佈, 與依據作圖所得者, 大部分可稱符合, 最大相差量不超過約 3%。至於在均勻氣隙部分之讀數, 略顯參差不齊者, 諒係模片因剪裁等影響, 質

地恐未盡均勻也。茲將測驗所得之磁通分佈曲線，分析得基本波及第三，第五，第七諧波，表列如下：

表四 磁通分佈曲線諧波分析之計算

$B_m$	$\sin \alpha$	$\sin 3 \alpha$	$\sin 5 \alpha$	$\sin 7 \alpha$	$B_m \sin \alpha$	$B_m \sin 3 \alpha$	$B_m \sin 5 \alpha$	$B_m \sin 7 \alpha$
$B_{m0} = 0$								
$B_{m1} = 8.1$	0.130	0.383	0.607	0.793	1.05	3.10	4.93	6.42
$B_{m2} = 17.5$	0.259	0.707	0.966	0.967	4.53	12.37	16.91	6.91
$B_{m3} = 33.2$	0.387	0.924	0.924	0.383	12.72	30.68	30.68	12.72
$B_{m4} = 50.9$	0.500	1.000	0.500	0.500	25.45	59.09	25.45	-25.45
$B_{m5} = 70.3$	0.608	0.924	-0.120	-0.991	42.81	64.96	-7.14	-69.61
$B_{m6} = 86.7$	0.707	0.707	-0.707	-0.707	61.30	61.30	-61.30	-61.30
$B_{m7} = 97.4$	0.793	0.383	-0.991	0.136	77.24	37.30	-90.52	12.66
$B_{m8} = 100.0$	0.866	0.000	-0.866	0.866	86.60	0.00	-66.60	86.60
$B_{m9} = 100.0$	0.924	-0.383	-0.383	0.924	92.40	-38.30	-38.39	92.90
$B_{m10} = 100.0$	0.966	-0.707	0.350	0.239	96.60	-70.70	25.90	25.90
$B_{m11} = 100.0$	0.991	-0.924	0.793	-0.609	99.10	-92.40	79.30	-60.90
$\frac{1}{2} B_{m12} = 50.0$	1.000	-1.000	1.000	-1.000	50.00	-50.00	50.00	-50.00
					649.80	17.40	-58.69	-13.71

計算基本波所用之方程式為(參看M. G. Malti: Electric Circuit Analysis第 XIII章)

$$\begin{aligned}
 B_1 &= \frac{4}{S} \sum_{\mu=0}^{\frac{\mu=\pi}{2}} f(\mu \Delta x) \sin \Delta x \\
 &= \frac{4}{48} (2B_{x1} \sin 7.5^\circ + 2B_{x2} \sin 15^\circ + \dots \\
 &\quad + B_{x12} \sin 90^\circ) \\
 &= \frac{1}{6} (B_{x1} \sin 7.5^\circ + B_{x2} \sin 15^\circ + \dots \\
 &\quad + \frac{1}{2} B_{x12} \sin 90^\circ) \\
 &= \frac{1}{6} \times 649.80 = 108.30
 \end{aligned}$$

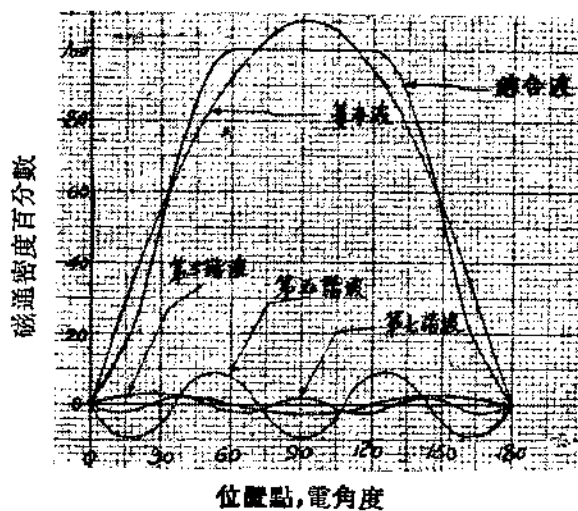
同理得第三，第五，第七諧波為

$$\begin{aligned}
 B_3 &= \frac{1}{6} (B_{x1} \sin 22.5^\circ + B_{x2} \sin 45^\circ + \dots \\
 &\quad + \frac{1}{2} B_{x12} \sin 270^\circ) \\
 &= \frac{1}{6} \times 17.40 = 2.90 \\
 B_5 &= \frac{1}{6} (B_{x1} \sin 37.5^\circ + B_{x2} \sin 75^\circ + \dots \\
 &\quad + \frac{1}{2} B_{x12} \sin 450^\circ) \\
 &= \frac{1}{6} \times (-58.69) = -9.78 \\
 B_7 &= \frac{1}{6} (B_{x1} \sin 52.5^\circ + B_{x2} \sin 105^\circ + \dots \\
 &\quad + \frac{1}{2} B_{x12} \sin 630^\circ)
 \end{aligned}$$

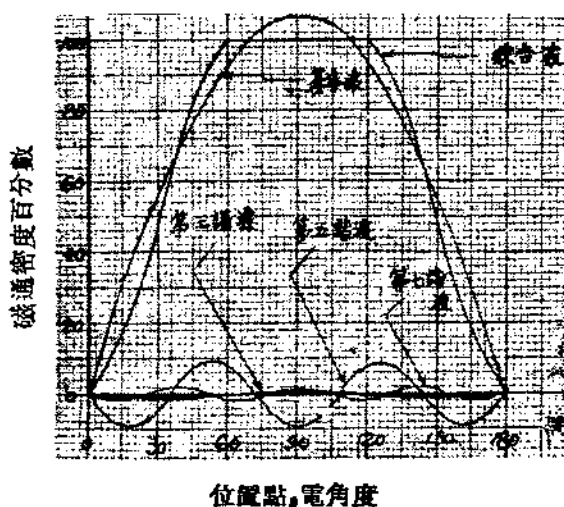
$$= \frac{1}{6} \times (-13.71) = -2.29$$

$$\text{於是 } B_x = 108.30 \sin x + 2.90 \sin 3x \\ - 9.78 \sin 5x - 2.29 \sin 7x$$

此測驗所得磁通波之分析示於圖五。又圖六所示為根據作圖所得磁通波之分析，其方程式為(依據 Kuhlmann氏)



圖五 平滑電樞周磁通波之分析  
(由測驗數據)



圖六 平滑電樞周磁通波之分析  
(由磁場作圖)

$$B_x = 106.80 \sin x - 0.40 \sin 3x - 9.41 \sin 5x \\ - 1.54 \sin 7x$$

取測驗所得及作圖所得磁通波之分析數據，計算其平均值，有效值(實在磁通波最大值作為100%)，磁通分佈因數，波形因數，其結果如次：

數據由來	平均值	有效值	磁通分佈因數	波形因數
測驗	67.2%	77.0%	0.672	1.146
作圖*	66.7%	75.8%	0.666	1.14

\*參閱Kuhlmann著, 176頁

觀察測驗數據及曲線，吾人可得結論如下：

(1)用高阻模片法所測得平滑電樞周磁通波，與根據作圖所得者可云符合，而模片法手續簡捷，費用省儉，似較作圖法為勝。

(2)有槽電樞周磁通波頂值(178.5毫米)比較平滑電樞周波頂值(167.0毫米)為高。圖二明顯示出齒紋波重疊於原形態之磁通波上。

(3)圖三顯示磁極面紋波，此紋波對於磁極面鐵耗發生影響。

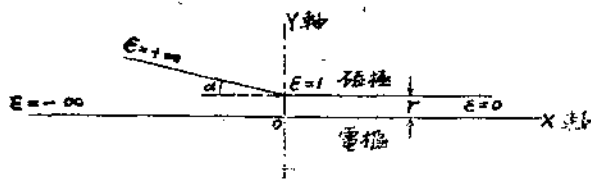
(4)本節之測驗數據及曲線 雖代表某一同步電機之磁通分佈，然此類數據可作電機製造廠設計室之參攷資料。

(5)高阻模片法祇可用以測空氣部分磁場，而不可以測載流導線部分磁場，此層關於利用範圍之限制，在應用之際，宜加以注意及考慮。

### (三) 同步發電機氣隙磁通密度之計算

本節計算方法根據Schwarz與Christoffel變換，計算手續分二部分。第一部計算在磁極削下平滑電樞面之磁通密度；第二部計算在磁極尖下

電樞面磁通密度。此二部分計算所得結果合成一條磁通分佈曲線(參攷F.W. Carter: The Magnetic Field of the Dynamo-Electric Machine, Journal of I.E.E. 1926)。



圖七 邪削磁極磁場界域

圖七示上述同步發電機展開的平滑電樞面與邪削磁極間磁場界域,電樞面磁位為零值,磁極面磁位維持於一單位值。 $\gamma$  為氣隙,  $\alpha$  為邪削角;  $\xi = -\infty, \xi = 0$  等為變換至  $\xi$  平面後之數量( $\xi = -\infty, \xi = 1$  等為實數,但  $\xi$  可為複數)。圖中

$$\gamma = 0.406'' \quad \alpha \text{ 取作 } 12.5^\circ = 0.07\pi \text{ 弧度}$$

$$\alpha/\pi = n = 0.07$$

沿電樞面磁通密度由下式計算

$$-\frac{d\psi}{dx} = \frac{1}{\gamma(1 + \epsilon^{\pi\psi})^n}$$

式中  $\psi$  代表磁通函數。沿電樞面之磁位為零,經變換後磁通函數  $\psi$  與  $\xi$  間之關係為

$$\xi = -\epsilon^{\pi\psi}$$

若  $x = -\infty, \xi$  亦  $= -\infty$ , 而  $\psi = +\infty$ , 若  $x = +\infty, \xi = 0$ , 而  $\psi = -\infty$ 。因  $\psi$  自  $-\infty$  改易至  $+\infty$  時,  $x$  則自  $+\infty$  改易至  $-\infty$ , 故  $d\psi/dx$  前有一負號。若  $\psi = -\infty$ , 則  $\epsilon^{\pi\psi} = 0$ , 而  $-d\psi/dx = \frac{1}{\gamma}$ , 此即最大磁通密度,亦即在均勻氣隙間,離邪削起點稍遠處之磁通密度也。

沿電樞面  $x$  與  $\psi$  之關係由下式表示, :

$$x = -c - \gamma \left\{ \psi + \frac{n}{\pi} \left[ \epsilon^{\pi\psi} - \frac{1-n}{2^2} \epsilon^{2\pi\psi} + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)}{3^2} \epsilon^{3\pi\psi} - \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)(1-\frac{1}{3}n)}{4^2} \epsilon^{4\pi\psi} + \dots \right] - \frac{n}{\pi} \left[ 1 - \frac{(1-n)}{2^2} + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)}{3^2} - \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)(1-\frac{1}{3}n)}{4^2} + \dots \right] \right\}$$

此式用於  $\psi$  為負值。

$$\text{或 } x = -c - \gamma \epsilon^{\pi\psi} \left\{ \frac{1}{n\pi} - \frac{n}{\pi} \left[ \frac{\epsilon^{-\pi\psi}}{1-n} - \frac{1-n}{(1-\frac{1}{2}n)^{2^2}} \epsilon^{-2\pi\psi} + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)}{(1-\frac{1}{3}n)^{3^2}} \epsilon^{-3\pi\psi} - \dots \right] + \gamma \left\{ \frac{1}{n\pi} - \frac{n}{\pi} \left[ \frac{1}{1-n} - \frac{1-n}{(1-\frac{1}{2}n)^{2^2}} + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)}{(1-\frac{1}{3}n)^{3^2}} - \dots \right] \right\} \right\}$$

此式用於  $\psi$  為正值。

式中常數  $c$  為  $\psi = 0$  處之  $x$  值,因邪削效應,  $\psi = 0$  處,  $x$  當為負值。吾人應注意,沿電樞面  $\psi$  為零處,  $\xi = -1$ , 此點並不落在  $\gamma$  坐標軸上  $\xi = 1$  點之下,以磁極面從該點起邪削,與電樞面不成對稱也。之數量可從磁場的物理條件定出,其值為

$$c = 2 \frac{n}{\pi} \gamma \left( 1 + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)}{3^2} + \frac{(1-n)(1-\frac{1}{2}n)(1-\frac{1}{3}n)(1-\frac{1}{4}n)}{5^2} + \dots \right) = \frac{1}{2} \alpha \gamma \text{ 近值}$$

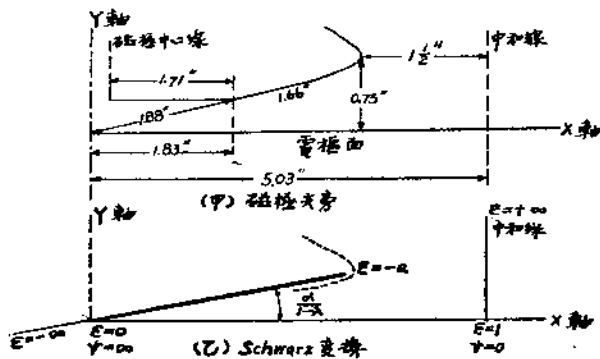
表五 邪削下電樞面磁通密度

最大磁通密度  $1/\gamma = 2.465$

坐標始點  $0$  至磁極中心線距離 = 1.71 吋

$\psi$	$x$ 吋	$-\frac{d\psi}{dx}$	磁場密度百分數	$x$ 化至磁極中心線距離, 吋
-1	+0.39	2.390	97.1	1.32
0	-0.0223	2.345	95.1	1.7323
+1	-0.55	1.970	80.0	2.26
+1.5	-0.82	1.775	72.1	2.53
+2	-1.13	1.585	64.4	2.84
+2.5	-1.45	1.421	57.6	3.16

表中磁通密度百分數係以最大磁通密度為百分之百者。



圖八 磁極尖附近磁場界域

邪剖面長度(從邪削起點至磁極尖) = 1.66"

磁極尖曲率半徑 = 3/16"

坐標始點 0 至中和線距離,  $b = 5.03$ "

圖八(甲)示磁極尖附近磁場界域, (乙)示變換至  $\xi$  平面後之數量。磁極尖下電樞面磁通密度係由下式計算

$$-\frac{d\psi}{dx} = \frac{e^{(1-\lambda)\alpha\psi} [1 - e^{-(1-\lambda)\pi\psi}]^{\frac{1}{2}}}{(1-\lambda)\pi K b [e^{-(1-\lambda)\pi\psi} + \alpha]}$$

式中  $\alpha$  為邪削角(=0.07 $\pi$ ),  $b$  為坐標始點至中和線距離,  $\lambda$  為一係數, 使圖八(乙)中所示之銳角為  $\alpha/1-\lambda$ , 則虛線所示之等位線恰與圖(甲)中之磁極尖符合,  $\lambda$  恒取作 2/9 (參考 F. W. Carter: The

Magnetic Field of the Dynamo-Electric Machine),  $\alpha$  與  $K$  可從 Carter 氏所算出之曲線求得 (參考 Carter 原著, Fig. 21),  $\frac{d\psi}{dx}$  前有一負號, 其意義觀圖八自明。

沿電樞面  $\xi$  與  $\psi$  間之關係為  $\xi = e^{-(1-\lambda)\pi\psi}$ ; 而  $x$  與  $\xi$  間之關係為

$$x = K b \xi^{n'} \left\{ S_1(\xi) - n' S_2(\xi) + n'^2 S_3(\xi) - n'^3 S_4(\xi) + \dots + a \left[ \frac{1}{n'} + \frac{1}{2} (S_2'(\xi) - n' S_3'(\xi) + n'^2 S_4'(\xi) \dots) \right] \right\}$$

式中  $n' = n/1-\lambda$ ,  $S(\xi)$  與  $S'(\xi)$  為下列二級數

$$S_r(\xi) = \xi + \frac{1}{2} \frac{\xi^2}{2^r} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2!} \frac{\xi^3}{3^r} + \dots$$

$$S_r'(\xi) = \xi + \frac{1}{2} \frac{\xi^2}{2^r} + \frac{1}{2!} \cdot \frac{1}{3^r} \frac{\xi^3}{3^r} + \dots$$

表六 磁極尖下電樞面磁通密度

$$(1-\lambda)\pi = \frac{7\pi}{9} \quad (1-\lambda)\alpha = \frac{0.49\pi}{9}$$

$$\alpha = 1 \text{ 近值} \quad K = 0.07 \text{ 近值}$$

$$n' = \frac{n}{1-\lambda} = \frac{\alpha}{(1-\lambda)\pi} = 0.09$$

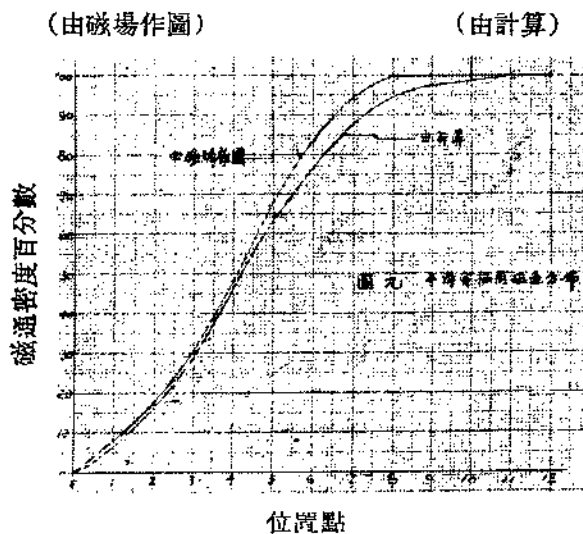
$\psi$	$\xi$	$x$ 吋	$-\frac{d\psi}{dx}$	磁通密度百分數	$x$ 化至磁極中心線距離, 吋
2	0.0076	2.53	1.63	66.1	2.41
1	0.087	3.18	1.21	49.1	3.06
1/2	0.295	3.64	0.823	33.4	3.52
1/4	0.543	4.00	0.532	21.6	3.88
1/8	0.737	4.27	0.350	14.2	4.15

取表五與表六中  $x$  數據化作位置點, 其 0 點落在中和線, 半極節距離作 12 單位。表五與表六

數據係互相銜接者，表六中前列兩距離點落在極尖之內，捨去不用，將其餘數據簡化整理後，表列如下：

位置點	8.8	7.8	6.5	5.8	5.1	4.3	3.4	2.5	1.8
磁通密度百分數	97.1	95.1	90.0	72.1	64.4	57.6	33.4	21.6	14.2

取上表數據製成曲線，如圖九所示右線，其左線為根據磁場作圖所得者。比較兩條曲線，可見由計算所得之磁通波未能與由作圖所得者恰相符合，此固不足怪，蓋計算公式係根據於斜剖面成直



圖九 平滑電樞周磁通分佈

線，與實際條件未能恰合也。但由計算所得曲線之形態與由作圖所得者，亦可稱近似矣。

#### (四) 同步發電機在滯載下之氣隙磁通分佈

R. W. Wieseman 憑許多凸極式同步電機的磁場作圖，分析其數據，以製成基本波及第三諧波百分數值曲線(參考 Wieseman: Graphical Determination of Magnetic Fields, Transac-

tions of A.I.E.E. 1927)。此許多磁場圖所根據之磁極式樣，為磁極面作圓弧形，兩旁並不斜削。磁極大小比例，包括在下列限度之內：

最小氣隙 極節	自 0.01 至 0.05
極弧 極節	自 0.50 至 0.75
最大氣隙 最小氣隙	自 1 至 3

磁場圖可分三類，第一類為在無負載下激磁線圈所起磁場，第二類為正弦波形電樞反應的直向成分單獨所起磁場，第三類為電樞反應的交向成分單獨所起磁場。分析每類磁場圖數據，複製成基本波及第三諧波百分數值曲線二組，共計三類六組。此三類六組曲線見 Wieseman 原著，今錄示於十至十五諸圖。

上述 2500 千伏安同步發電機磁極大小比例為

$$\frac{\text{最小氣隙}}{\text{極節}} = \frac{0.406}{9.82} = 0.04135$$

$$\frac{\text{極弧}}{\text{極節}} = \frac{6.75}{9.82} = 0.6875$$

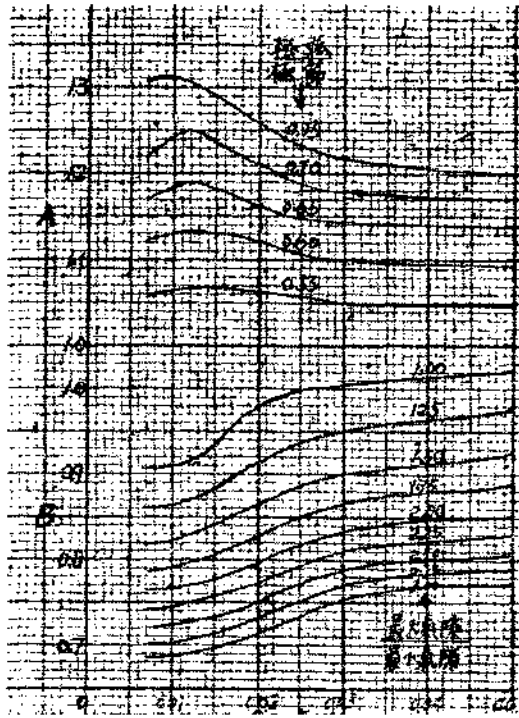
$$\frac{\text{最大氣隙}}{\text{最小氣隙}} = \frac{0.75}{0.406} = 1.8473$$

此機之磁極式樣與 Wieseman 作磁場圖所憑者稍異，但 Wieseman 所製曲線在設計方面頗有用處，茲取上開磁極大小比例數據，按照曲線，求得在無負載下激磁線圈所起磁通基本波及第三諧波成分為(圖十，圖十一)

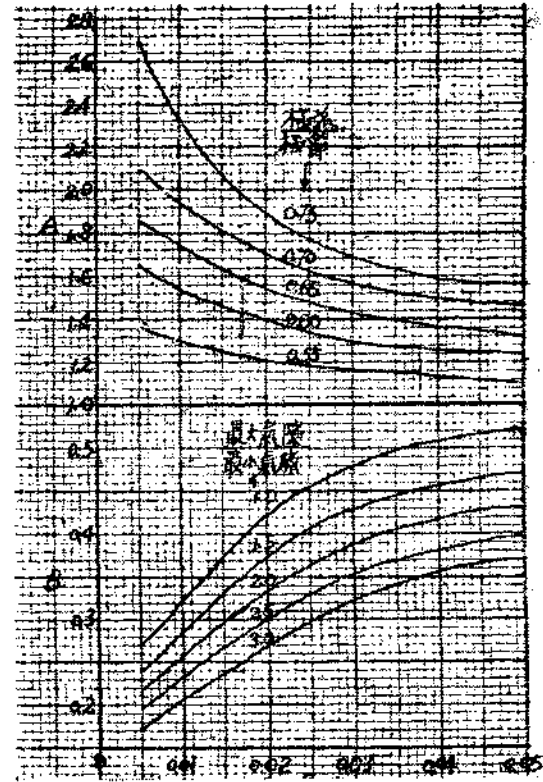
$$A_1 = A \times B = 1.17 \times 0.87 = 1.0179$$

$$A_3 = A \times B - 0.6 = 1.47 \times 0.43 - 0.6 = 0.0321$$

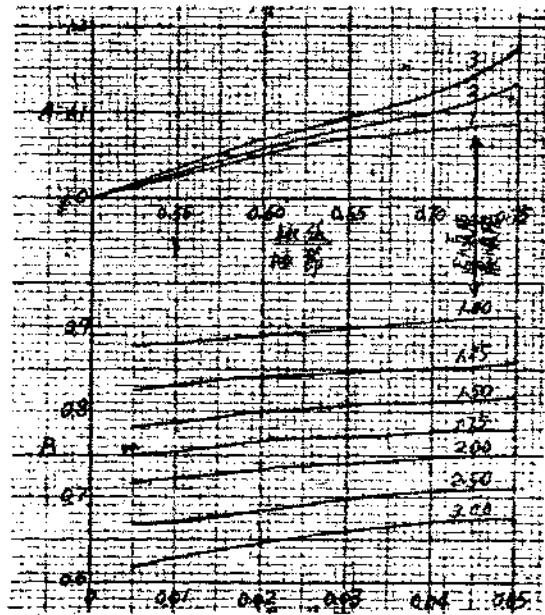
電樞反應的直向成分單獨所起磁通基本波及第三諧波成分為(圖十二，圖十三)



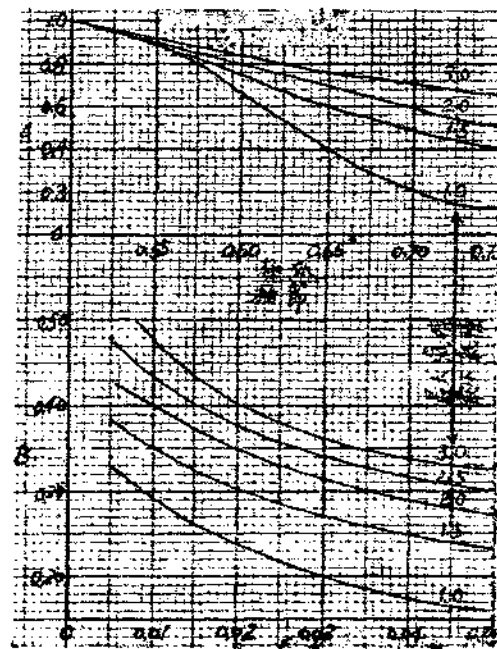
最小氣隙  
極節  
**圖十 第一類 第一組**  
實在磁通波最大值取作1  
 $A_1 = A \times B$



最小氣隙  
極節  
**圖十一 第一類 第二組**  
基本波最大值取作1  
 $A_2 = A \times B - 0.6$

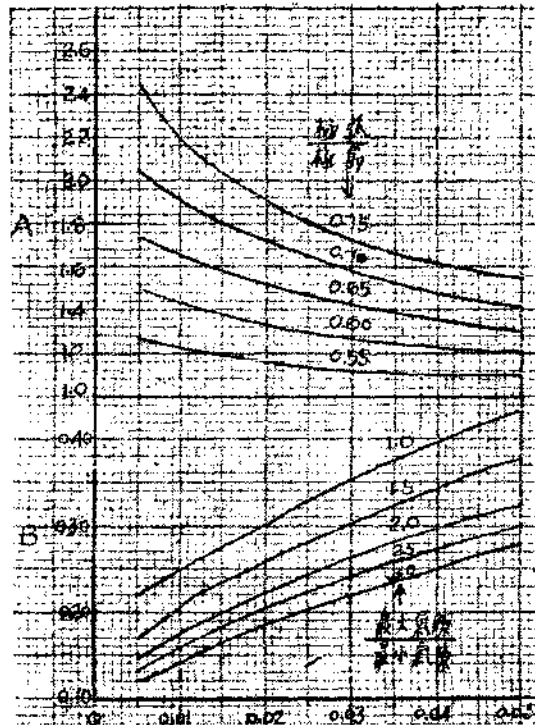


最小氣隙  
極節  
**圖十二 第二類 第一組**  
實在磁通波最大值取作1  
 $A_{21} = A \times B$



最小氣隙  
極節  
**圖十三 第二類 第二組**  
基本波最大值取作1  
 $A_{22} = -A \times B$





最小氣隙  
極節  
**圖十四 第三類 第一組**  
電樞磁勢最大值取作1  
 $A_{q1} = A \times B$

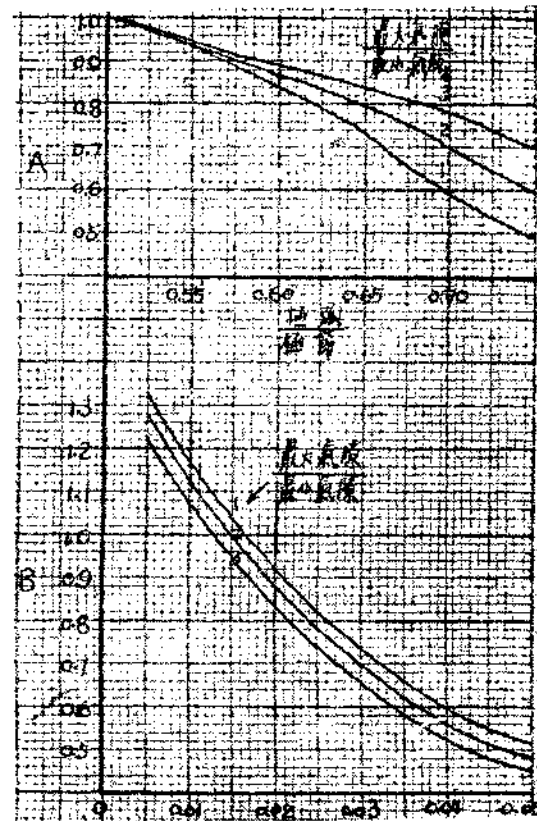
$A_{d1} = A \times B = 1.09 \times 0.766 = 0.835$   
 $A_{d3} = -A \times B = -0.58 \times 0.28 = -0.162$

電極反應的交向成分單獨所起磁通基本波及第三諧波成分為(圖十四,圖十五)

$A_{q1} = A \times B = 1.43 \times 0.32 = 0.4576$   
 $A_{q3} = A \times B = 0.71 \times 0.56 = 0.3976$

此機之定額及有關計算之設計數據為(參看 Kuhlmann著)

2500千伏安	2400伏	3相	600安
60循環	32極	225轉/分	
每相每極槽數			3½
槽的總數			336
線圈式類		二層星形	



最小氣隙  
極節  
**圖十五 第三類 第二組**  
電樞磁通基本波最大值取作1  
 $A_{q3} = A \times B$

每相電路	2
線圈節	9槽
每槽導線	4
每相電阻, 75°C	0.0247
每相電抗	0.315
電樞反應, 相等磁場安匝/極	4500

茲依據Wieseman所得相當於此機磁極大小比例之 $A_1, A_3, A_{d1}, A_{d3}, A_{q1}, A_{q3}$ 成分數值, 以計算其在0.8滯功率因數額定負載下之氣隙磁通分佈如下:

從氣隙線，圖十六，讀出下列數據，

縱坐標 = 64% 額定端電壓

橫坐標 =  $4 \times 10^8$  安匝/極

縱坐標為端電壓，第三諧波被消除，第五與第七諧波效應甚微，

$K_a$  = 氣隙線斜度

$$= \frac{0.64 \times 2400 / \sqrt{3}}{4 \times 10^8} = 0.222 \text{ 相壓伏/安匝/極}$$

$$K_{p1} = \text{基本波節因數} = \cos \frac{1}{2}(3 \times 3\frac{1}{2} - 9) \frac{180^\circ}{3 \times 3\frac{1}{2}} \\ = 0.975$$

$$K_{p3} = \text{第三諧波節因數} = \cos(3 \times \frac{90^\circ}{7}) = 0.782$$

$$K_{b1} = \text{基本波寬度因數} = \frac{\sin 30^\circ}{7 \sin \frac{30^\circ}{7}} = 0.956$$

$$K_{b3} = \text{第三諧波寬度因數} = \frac{\sin 90^\circ}{7 \sin \frac{90^\circ}{7}} = 0.782$$

磁通基本波最大值 = 106.8% 實在磁通波最大值 (根據作圖)

$$K_a' = \frac{K_a}{1.068} \left[ (0.4576)^2 + (0.4576 \times 0.3976) \right. \\ \left. \times \frac{K_{p3} K_{b3}}{K_{p1} K_{b1}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.208 \times 0.4576 \times 1.022 \\ = 0.0973 \text{ 相壓伏/安匝/極}$$

$$V \text{ 額定相壓} = \frac{2400}{\sqrt{3}} = 1386 \text{ 伏}$$

$$\tan \psi = \frac{V \sin \theta + I_a x_a + K_a' A}{V \cos \theta + I_a r_a} \quad (\text{參看 Langsdorf 著}$$

Theory of A.C. Machinery)

$$= \frac{1386 \times 0.6 + 600 \times 0.315 + 0.0973 \times 4500}{1386 \times 0.8 + 600 \times 0.0247}$$

$$= 1.298$$

$$\psi = \tan^{-1} 1.298 = 52^\circ 23'$$

此處  $\psi$  為  $I_a$  滯後  $E_f$  之角 (與第三節中之  $\psi$  所代表者不同)。

$$E_q = K_a' A \cos \psi = 0.0973 \times 4500 \times 0.6104$$

$$= 268 \text{ 伏}$$

$$E_q = \sqrt{E_{q1}^2 + E_{q2}^2}$$

$$= E_{q1} \sqrt{1 + (0.3976 \times \frac{0.782 \times 0.6415}{0.975 \times 0.956})^2}$$

$$= 1.022 E_{q1}$$

$$\therefore E_{q1} = 268 / 1.022 = 263 \text{ 伏}$$

$$\Phi_{q1} = \frac{263 \times 10^8}{1.44 \times 60 \times \frac{224}{2} \times 0.975 \times 0.956}$$

$$= 945 \times 10^8 \text{ 磁線/極}$$

$$\Phi_{q3} = \Phi_{q1} \times 0.3976 = 376 \times 10^8 \text{ 磁線/極}$$

已算得  $\Phi_{q1}$  與  $\Phi_{q3}$  之量，再算  $\Phi_1$  與  $\Phi_3$  如下：

$$E_a = V + I_a (\cos \theta - j \sin \theta) (\gamma_a + j x_a)$$

$$= 1386 + 600(0.8 - j0.6)(0.0247 + j0.315)$$

$$= 1511.4 + j142.3$$

$$E_a = \sqrt{1511.4^2 + 142.3^2} = 1518 \text{ 伏}$$

$$= 110\% \text{ 額定相壓}$$

$$E_n = \sqrt{E_a^2 - E_q^2} = \sqrt{1518^2 - 268^2} = 1495 \text{ 伏}$$

$$\sqrt{3} E_n = \sqrt{3} \times 1495 = 2590 \text{ 伏}$$

從斷路飽和曲線讀出  $F_n = 7.6 \times 10^8$  安匝/極

$$A_d' = \frac{\int_0^\pi f(x) \sin^2 x dx}{\int_0^\pi f(x) \sin x dx} A \sin \psi$$

(參看 Langsdorf 著 A.C. Machinery, 第

V 章, 28 節)

式中  $f(x)$  為無負載磁通波，或

$$f(x) = 106.8 \sin x - 0.40 \sin 3x - 0.41 \sin 5x$$

$$- 1.54 \sin 7x$$

$$A_d' = 0.349 A \sin \psi \quad (\text{近值})$$

$$= 0.849 \times 4500 \times 0.792 = 3030 \text{ 安匝/極}$$

$$F = F_a + A_d = 7.6 \times 10^3 + 3.03 \times 10^3$$

$$= 10.63 \times 10^3 \text{ 安匝/極}$$

$$E_f = 123.0\% \text{ 額定電壓}$$

$$E_f = 1.23 \times 1386 = 1704 \text{ 伏}$$

$$\Phi_1 = \frac{1704 \times 10^8}{4.44 \times 60 \times \frac{224}{2} \times 0.975 \times 0.956}$$

$$= 6130 \times 10^3 \text{ 磁線/極}$$

$$\Phi_3 = \Phi_1 \times 0.0321 = 6130 \times 0.0321$$

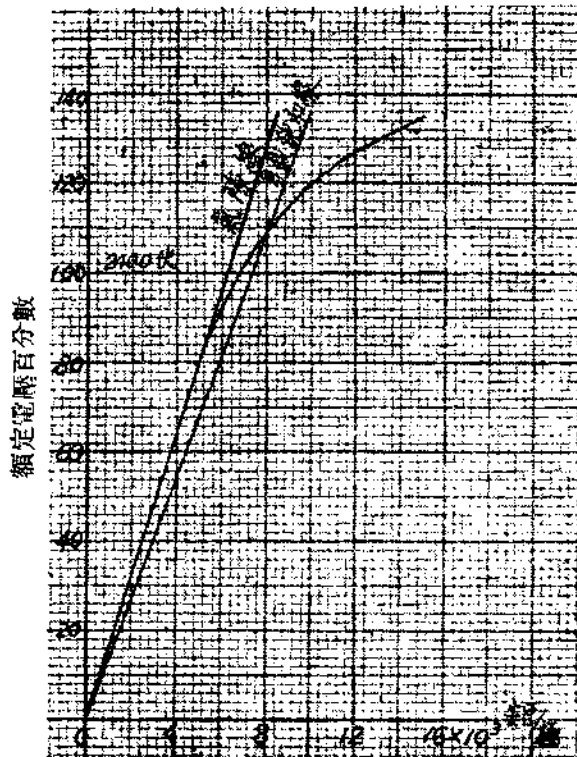
$$= 197 \times 10^3 \text{ 磁線/極}$$

$$\Phi = \text{實在磁通/極} = \frac{\Phi_1}{1.0179}$$

$$= 6025 \times 10^3 \text{ 磁線/極}$$

再次為計算  $\Phi_{d1}$  與  $\Phi_{d3}$  如後:

作負載飽和線從始點通過  $E_a = 110\%$  點, 圖十六。  
從負載飽和線讀出下列數據,



圖十六 斷路飽和曲線

縱坐標 = 110% 額定端電壓

橫坐標 =  $8 \times 10^3$  安匝/極

$$K_d = \text{負載飽和線斜度} = \frac{1.10 \times 2400 / \sqrt{3}}{8 \times 10^3}$$

$$= 0.190 \text{ 相壓伏/安匝/極}$$

電樞反應直向成分所起磁通基本波成分 = 0.835

$$K_d' = \frac{K_d}{0.835} = 0.228$$

$$E_d' = K_d' A_d' = 0.228 \times 3030 = 690 \text{ 伏}$$

$$\Phi_{d1} = \frac{690 \times 10^8}{4.44 \times 60 \times \frac{224}{2} \times 0.975 \times 0.956}$$

$$= 2480 \times 10^3 \text{ 磁線/極}$$

$$\Phi_{d3} = \Phi_{d1} \times (-0.162) = 402 \times 10^3 \text{ 磁線/極}$$

綜上計算結果, 取無負載下實在激磁通  $\Phi$  之波頂值為 1 單位, 則主磁通基本波及第三諧波為

$$\Phi_1 = 1.0179$$

$$\Phi_3 = 1.0179 \times 0.0321 = 0.0326$$

直向電樞反應磁通基本波及第三諧波為

$$\Phi_{d1} = \frac{2480 \times 10^3}{6025 \times 10^3} = 0.412$$

$$\Phi_{d3} = 0.412 \times (-0.162) = -0.067$$

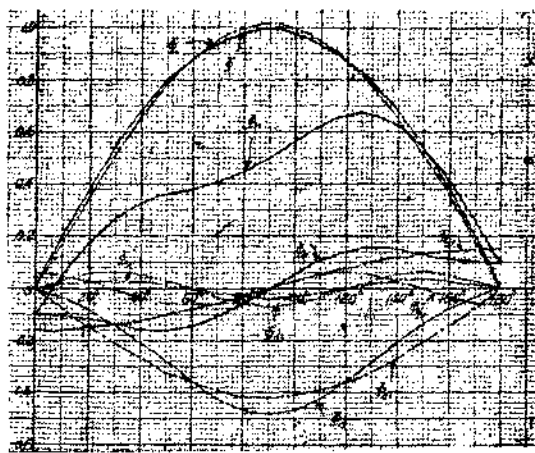
交向電樞反應磁通基本波及第三諧波為

$$\Phi_{q1} = \frac{945 \times 10^3}{6025 \times 10^3} = 0.157$$

$$\Phi_{q3} = 0.157 \times 0.3976 = 0.0623$$

$\Phi_1, \Phi_3, \Phi_{d1}, \Phi_{d3}, \Phi_{q1}, \Phi_{q3}$  諸磁通波, 以及在無負載下實在磁通波  $\Phi$ , 0.8 滯功率因數額定負載下綜合氣隙磁通波  $\Phi_r$ , 顯示於圖十七。此圖所依據之計算數據雖未盡確實, 然已足表明負載對於磁通分佈之影響矣。

### (五) 同步電機磁場作圖之要則



圖十七 滯載下氣隙磁通分佈

同步電機之磁場作圖可就空氣部分（即氣隙與激磁線圈近旁界域，不含載流導線者）與載流導線或銅的部分（即激磁線圈裏部）分別闡述，因前者為無旋度磁場，後者為旋度磁場，其作圖方法頗有出入故也。

空氣部分磁場作圖法——此部分磁場圖之作法有下列諸要點：

(1) 鐵之導磁係數當作無窮大，電樞面與磁極面為等位面，磁通線進出等位面之平坦部分皆成直角。

(2) 磁通線進出等位面之銳角或鈍角尖處，將該銳角或鈍角中分之。

(3) 作激磁線圈所產磁場圖時，電樞反應暫置勿論；電樞磁場圖在後作成，兩者重疊而得綜合磁場。

(4) 作激磁線圈所產磁場圖時，中和面與電樞面同在零位，合成等位面。

(5) 激磁線圈磁勢當作原於環繞磁極心之電流片(current sheet)。

(6) 均勻氣隙間之磁通線成輻形直線，等位線與磁通線正交而成同心圓弧。在直線的邪剖面下，

磁通線成同心圓弧，其中心點為邪剖面與電樞面（當作平滑鐵心的）相交之點；等位線則沿通過此相交點之直線。在磁極尖附近界域之磁力線成整筋的曲線，一端與磁極尖表面成直角，他端與電樞面或中和面成直角。

(7) 均勻氣隙間磁通線成直線，磁位降係均率的，均分的等位線均勻分佈於氣隙間。因激磁線圈磁勢原於環繞磁極心之假設電流片，沿磁極心輻長之磁位降亦係均率的。一條  $\frac{1}{2}$  磁位的等位線，從離磁極心底部  $\frac{1}{2}$  輻長處出發，將延進離電樞面  $\frac{1}{2}$  隙距處（在均勻氣隙間）。

(8) 靠近磁極之等位線，大致將依磁極外表曲率，靠近電樞面與中和面者，大致亦將與之接近。

(9) 等位線恒與磁力線正交，完成之磁場圖包含整齊的曲線正方(curvilinear square)，其四角皆為  $90^\circ$  者。

(10) 在磁場圖某定點之磁通密度  $B$ ，可照下式計算：令該磁場由等位線均分作  $m$  區，則在該定點旁二條等位線間之平均磁位梯度為

$$\frac{4\pi NI}{m} \div \delta = \frac{4\pi NI}{m\delta}$$

式中  $\delta$  為在定點旁二條等位線間之距離。因空氣之導磁係數等於 1，故磁通密度即等於磁位梯度，於是

$$B = \frac{4\pi NI}{m\delta} \text{ 近值}$$

觀式可知磁場圖某定點之  $B$  係與  $\delta$  成反比。

載流導線或銅的部分磁場作圖法——此部分磁場圖之作法有下列諸要點：

(1) 激磁線圈界域內電流分佈係均勻的，絕緣部分忽略不計。

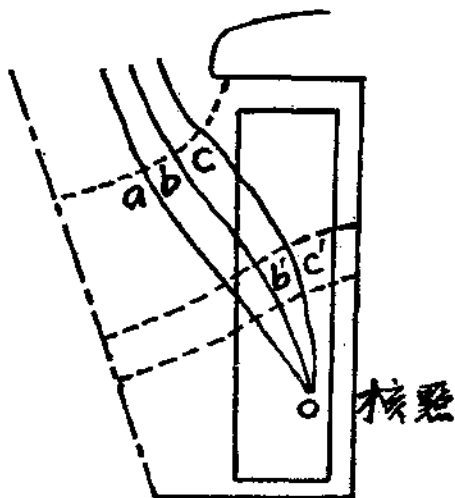
(2) 在空氣部分之等位線，投入載流導線或銅

的部分即為無功線(Line of no work)。無功線係與銅的部分磁通線成正交者。

(3) 無功線聚會於一點或數點，是即謂核點(Kernel)。

(4) 苟四周並無鋼鐵存在，則核點將在銅的中央。若鋼鐵密切銅的一面，則核點將在銅鐵邊界線上，若鋼鐵密切銅的二面，則核點將在銅鐵邊界線相交角上。在凸極式同步電機，激磁線圈裏部核點，處於線圈中心點與磁極心底部轉角之間。

(5) 空氣部分諸均分等位線，投入銅的部分而為無功線，將銅的部分劃成各個等面積區。

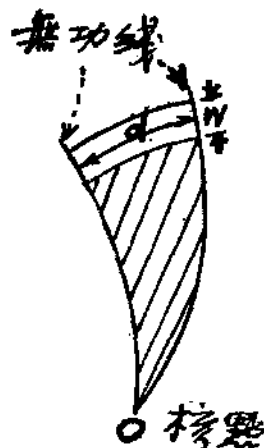


圖十八 激磁線捲旁與裏部磁場

(6) 沿磁通線  $ab$  二點間(圖十八)之磁位差，與此磁通線  $ab$  及無功線  $oa, ob$  內所包之銅面積或電流成正比。

(7) 沿磁通線  $b'c'$  二點間之磁位差，小於沿磁通線  $bc$  二點間之磁位差，因  $ob'c'$  所包電流小於  $obc$  所包電流。

(8) 令  $W$  為磁通管闊， $d$  為二無功線間距離



圖十九 銅的部分磁通管

(圖十九)， $H$  為磁場強度， $c$  為磁通管與無功線所包電流，則

$$Hd = 4\pi c$$

設每一磁通管含  $K$  條磁力線，則(磁通管高取作 1 厘米)

$$K = WH \quad W = \frac{K}{H} = \frac{Kd}{4\pi c}$$

或 
$$\frac{d}{W} = \frac{4\pi}{K} c$$

即  $d/W$  與所包電流成正比。

(9) 銅的部分磁通密度為

$$B = H = \frac{4\pi c}{d}$$

即在銅的部分某定點之磁通密度，與此定點旁二無功線間距離成反比，而與磁通管與無功線所包電流成正比。

(10) 銅的部分磁場圖包含寬長比率不相同之曲線長方(curvilinear rectangle)，此比率隨所包電流  $c$  而變更。

# 錢塘江丁壩設計之檢討

汪 胡 楨

(中國水利工程學會第十一屆年會論文)

## (一) 引 言

自民國十八年以後，錢塘江下游曾試建挑水壩多次，成效卓著。一般水利工程師咸信苟將此種工程作合理的設施，輔之以順壩，截直，疏濬，護岸等工事，當不難達到固定江槽與整一河線之目的。兩岸人民，每遇江岸有被衝毀之虞者，亦每向水利局籲請建築挑水壩以制止之，幾視之為保坍問題對症之藥。現治導錢塘江下游之基本計劃，已由錢塘江海塘工程局擬訂，其中所用建築物，以塊石丁壩為大宗。雖基本計劃尙有待模型試驗及實地測量研究觀察等事完成以後作進一步之修正，然將來之需建大量之丁壩實為必然之趨勢。於是丁壩之設計，在治導計劃之成效及全部工程之經濟問題上，實居舉足輕重之勢。如何設計經濟而著效之丁壩，乃為今日重要之課題。

於此附帶敘述者，建築海塘與丁壩均須大宗之塊石，故塊石之經濟問題又成為工程經濟問題之核心。海塘工程局有鑒於此，已決定自採石礦並自辦運輸。由於浙總行總及水利委員會之助力，已於去年十一月底在富陽湯山應用機器開採山石，所需船舶亦正待輸運來浙，此與治導計劃之實現，當有莫大之助力也。

## (二) 丁壩著效之原因

錢塘江下游建築丁壩以後所以立見功效者，當歸功於揚子江之淤泥，杭州灣之潮汐，與浙江濤三者。蓋欲期丁壩間發生淤漲，首須水中有大量之泥沙。庶一經停滯於丁壩之間，可起沉澱作用。若無揚子江大量之淤泥為之源源供給，則丁壩之建築勢亦徒勞而無功。揚子江之淤泥雖能達到杭州灣，但若無潮汐為之輸運，浙江濤為之推波助瀾，則亦無由進入錢塘江口以內，遠達潮區之限界。

何以知錢塘江下游之泥沙來自揚子江？曰，此語浚浦局總工程師海德生先生已先我言之。浚浦局杭州灣及錢塘江口水文報告(註1)云，杭州灣水中泥沙係發源於別一河流揚子江是也。水作黃色，與揚子江一般無二，兩者之含沙量亦毫無軒輊。又云，我人考察杭州灣之泥沙，遠及澈浦，先知其來源大約全部來自揚子江，由乍浦與銅沙燈船所採之試樣，已證明兩者之含沙量實至相似。去年八月中旬，浚浦局工程師黃炎應錢塘江海塘工程局之招，採集沿塘土壤，於實驗室內作機構的分析及比

(註1) Report on the Hydrology of the Hangchow Bay and the Chien Tang Estuary, 1921, P. 64(以下簡稱浚浦局報告)

重液限之測定(註2),更證明錢塘江乍浦附近之沙泥,在機構上與上海馬路橋之土壤最為近似。就液限論,則上海土壤介居於秦山乍浦兩地之間。錢塘江下游六處土壤之平均比重為 2.65,揚子江銅沙及上海黃浦江岸之土壤比重為 2.74,故前者較輕。

就我國沿海之海流而觀,東海岸之沿海流冬夏易向。夏季自東南向西北,其時適值揚子江洪水季節,有大量之泥沙挾帶入海,遂被沿海流帶往西北,以造成江蘇北部沿海之平原。冬季自西北趨東南,雖值揚子江低水季節,但以揚子江低水流量頗巨,故仍有巨量之淤泥為其挾帶入海。且因沿海流之助,將江口以外所積之淤泥,向東南輸運,於是首先造成南匯之海角,繼則輸入杭州灣,附着於各島嶼之周緣,一部分則藉潮汐與浙江濤之助以入錢塘江。此為僕個人之推論,尙有待實測結果為之證明。

或曰錢塘江下游之泥沙,有來自本河上游之可能否?曰,錢塘江自桐廬七里瀾以上,水中含沙量已甚稀微。平時水清見底,游魚可數。山水暴發時,因近年山坡多被人民掘鬆,以種植苞米及桐樹,致淤泥較多,水色甚渾,但含沙量並不甚巨。據海德生(註3)在1920年七月十七日在七里瀾所測,計為 481 P.P.M.,浙江省水利局(註4)在七里瀾共測含沙量 23 次,以民國廿年六月六日為最巨,計 757 P.P.M.,小者祇 2.1 P.P.M.(以重量計)。錢塘江上游每年以三月下旬至六月中旬為洪水時期,每年有洪水峯八次左右,於五日內自低水位陡漲至 4000 至 10000 立方公尺以上之高峯後,退至低水位,總流量與潮汐相較,殊為遜色,故每年輸入下游之泥沙,為量亦必不多。浚浦局報告謂乍浦之含沙量為 102 至 10580 P.P.M.,又云海寧漲潮時之含

沙量為 55000 至 60000 P.P.M.,兩相比較,可知錢塘江之上游,非供給泥沙之重要來源矣。

揚子江之泥沙既由一日兩次之潮汐挾帶而入錢塘江口,達到潮區之全部,故善為驅策,即足為助成治導計劃之利器。反之,如任其自然,則徒使江岸東坍西漲,沙渾此起彼伏,良好之農田,繁盛之市鎮,不崇朝而化為洪流。兩岸塘工縱極堅強,亦必因底脚衝刷而致坍塌,往事斑斑,均可為我人前車之鑒也。海塘工程局於去年十月曾實測十一處錢塘江之潮汐水位,每30分鐘測讀一次,日夜不斷,歷時一月,由此紀錄,可算出錢塘江口吞吐潮汐之量。今尙在計算之中,故猶未能提出其確數。但就過去紀錄觀之,大潮進水量約 22,500,000 m<sup>3</sup>,設以含沙量 10,000 P.P.M. 計,則輸運之沙泥已具 225,000 m<sup>3</sup> 之巨量。吾人苟使加以制馭,使百分之一可為我人利用,則已有 2250 m<sup>3</sup> 之沙泥,一日兩潮,則為 4500 m<sup>3</sup>,以每 m<sup>3</sup> 須人工一工計,一年所積,即等於一百六十萬工之勞動結果矣。

浙江濤之發生,純為水力學之作用。因錢塘江口形如喇叭,在澉浦與小尖山十餘公里間,河底高度自吳淞零點下五公尺驟升至零點上一公尺,而河面寬度則自 18 公里減為 6.5 公里,致東來潮汐激起成為移動波,經行於低水位之上,狀如短垣,小潮時高約 30 公分,秋夜大潮則高達 1 至 2 公尺,轟隆之聲,隨之俱起。濤之所經,清淨之退潮水,即突變渾水,河底淤泥為其捲起,水面可見泥漿。凝聚如

(註2) Report on Chien Tang River Sea Wall, By C.P. Hsueh and Wang Yen, 1946, 未刊。

(註3) 浚浦報告, P. 66.

(註4) 浙江省水利局總報告, 民國廿一年至廿四年, 下冊 P. 205 (以下簡稱水利局報告)

球如帶，團結不散，含沙量增至 60,000P.P.M.。濤過以後，水位繼漲增高，歷二三小時許而達當日之高水位，含沙量乃漸減至 1000P.P.M.。及潮位達到最高以後，乃開始退潮，水流由舒而漸急，越二小時而再達極限，自此以後，始再低降，故謂浙江濤具有推波助瀾之功，當非虛語。

### (三) 錢塘江江流之強悍

錢塘江之下游，上承山洪，下受漲潮，其水流之迅疾，非普通河川所可同日而語。挑水壩之在別處能卓然獨立，砥柱中流者，建於此江，亦未能免於摧毀。浙江水利局於民國廿一年九月至廿三年十二月間在杭州閘口用流速計施測全潮流量 38 次(註5)，得最大流速 1.75 公尺每秒(廿二年八月九日)，惟此乃潮區上部之現象而已。浚浦局報告(註6)謂大潮之濤，經過海寧時，最大速度可達 15 海里，隨濤而進之潮流速度達 6 至 10 海里，漲潮時間延續約三小時。在高水位後第二小時之退潮速度達 6 海里，嗣後即逐漸減退至濤來之初為止，斯時之水流甚似被吸而入杭州灣者。海寧以上流速漸減，及抵閘口，則濤速約為 6 海里，全潮幾保持此速度不減。由此報告，可知海寧濤速為 7.7 公尺每秒，隨濤而進之潮速為 3 至 5 公尺。依照  $P = 1.6W \frac{V^2}{2g}$  之公式而計算，以  $W = 1.02t/m^3$ ， $g = 9.80m/sec^2$ ， $V = 3.5$  及  $7.7$  公尺每秒，則得潮壓力分別為每平方公尺 0.75, 2.1, 4.95 公噸。李師儀社在改良杭海段塘工之意見(註7)內謂  $P = 6.43t/m^2$ ，又云可達  $10t/m^2$ ，係指颶風助虐時之情形。以若是迅疾之江流與強烈之潮壓力，宜乎以建築不甚堅強之挑水壩當之，若風捲珠葉，無法存倖矣。

浙江水利局自民國十八年至廿六年間，建築

挑水壩甚多，就其報告(註8)所載，其與水搏鬥之狀，歷歷如繪，茲引錄於次，以為佐證。

(1) 初開工三年內計劃六易，施工期內，迭遭潮水破壞，旋修旋築，歷盡艱辛。

(2) 水利局報告上冊 P.84 及 85 間，有照片二幅，一示南沙九號壩頭塊石受山水下陷情形，一示該壩運石軌道受潮水翻壞情形。

(3) 二十二年七月底壩長已達 220 公尺，然時歷數月，壩面被潮浪沖激，壩身受山水侵襲，卸石下沉，全壩已現不整齊之狀態。

(4) 新建 600 公尺之壩，因山水侵蝕，潮浪潑擊，壩石沉陷，運軌翻側，屢須修整。

(5) 壩頭鋼軌，因防潮激，逐節以鉛絲絞索，繫着大石埋入壩底，然遇大潮汎，鉛索折斷，鋼軌翻離壩外，塞墊小石，沖刷殆盡，必須重行鋪設，方可復工。

(6) 西興南岸 104 號挑水壩——秋潮又臨，西興潮浪特大，直撲江岸，壩身塊石，被擊四散，甚有被捲至塘上，擊毀民房者。

(7) 二十二年五月建築 103 號壩，係用槍柴，蓬柴等料打築，以應急需，進行未久，即遭山洪潮浪夾擊。是年九月十七、八兩日颶風，挾秋潮俱至，風力與潮勢之猛為十數年來所僅見。卒至搶護不及，無法補救，其時 104 號壩亦屢毀屢修，西興江邊義渡碼頭辦公房舍，汽車站鐵柵欄及鋼筋混凝土柱，俱為潮頭沖毀。並有二公尺長 0.4 公尺見方舊混凝土塊亦被推送至汽車站邊，潮勢之猛烈可想而知。

(註5) 水利局報告下冊 P.188.

(註6) 浚浦局報告 P.26.

(註7) 水利月刊第一卷第一期，民國廿年，七月，P.25.

(註8) 水利局報告上冊 P.P.84,85,88,93.

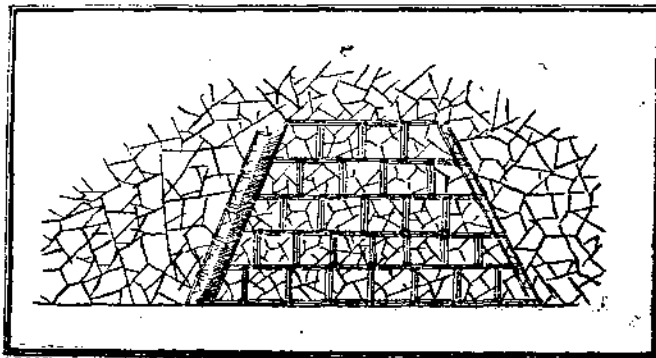


就以上所引，可見江流強悍之一斑。民國廿四年至廿六年間，浙江水利局在海寧陳文港曾建條石盤頭，據經歷其事之曹君言，壩成未及驗收，已飄蕩無遺，後在塔山附近建條石盤頭三座，用木柵為護，始得保持，壩間即起新淤。

#### (四) 盤頭之舊制

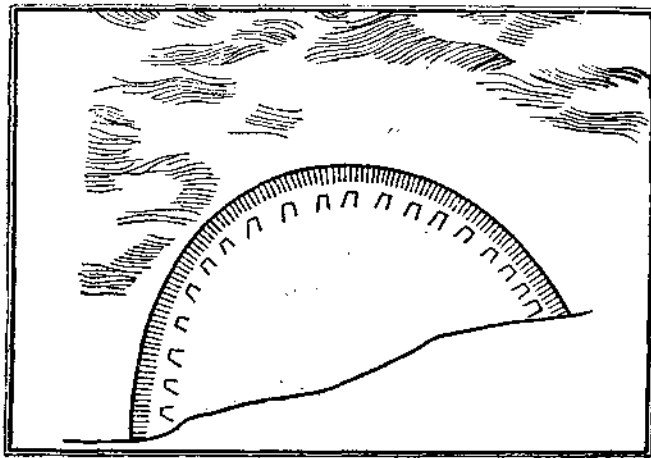
錢塘江挑水壩之沿革，尚未暇深考。其修築舊法，早為海鹽續圖經所著錄，可知清初以前已盛行之矣。其言曰，海寧之塘，必於塘脚之外，沙土之中，砌出十有餘丈，以固其根。舊法用木柵為櫃，中積小石，層層排置，則可預防衝刷，立法誠善。

海塘新志(註9)(乾隆十四年出版,1749)於海寧老鹽倉海塘圖內繪有柴盤頭三座，又同書硃筆圈記處海塘圖繪有石挑水壩八座及柴盤頭一座。續海塘新志(註10)道光十九年出版,1839)於海塘全圖載杭州海寧間有柴盤頭十座，海寧塔山間有柴盤頭十三座，互相密接。同治十三年(1874)海塘圖(註11)未繪柴石盤頭，但據老人傳說，清末猶有柴盤頭之存在，至民國始廢。其構造方法在海塘



新志與續志均有圖說可考。新志述石盤頭之制云，(註12)(如圖一)其法底用竹簍二層，裝石泥作為根脚，竹簍之上加填塊石以成坦水之形。再安砌木柵二層，每層高四尺五寸，突出掃工之外。或有不用

竹簍木柵，祇用塊石疊砌者名大滾壩，其高卑長短闊狹，因地制宜，皆無定數。述柴盤頭之制云(如



圖二

圖二)柴盤頭又名挑水壩，靠出海中，形如半月。其法下捆掃鋪底，或以竹簍盛石為脚。周圍密釘排樁，加鑲柴土，並用塊石貼樁填砌，以固根脚。仍如柴塘按丈簽訂底面脚樁，計高三四丈，外圍長三四十丈，內直長一二十丈不等，因塘隄或對岸有漲沙或沙潭陰積，水勢頂衝之處，須安設柴盤頭以挑溜禦衝。柴性柔軟而耐於衝激，與水性相宜，間有煙蟄，隨時修築，亦復易為力，比之石壩之僅以碎石堆繞易於衝散者較為有益。

續志(註13)述石盤頭之制云，尖山舊築石盤頭一座，靠出海中，形如半月，與柴盤頭相似，用條石灣環鋪砌，亦抵溜之一法也。後身長九丈五尺，外圍長十七丈八尺，迎面長七尺，其述盤頭之制較詳謂此次東塘念尖三汛建築盤頭計十六座，合西塘

(註9) 海塘新志卷三P.7,29.

(註10) 續海塘新志卷二P.4.

(註11) 石刻在海寧海神廟宮壁間。

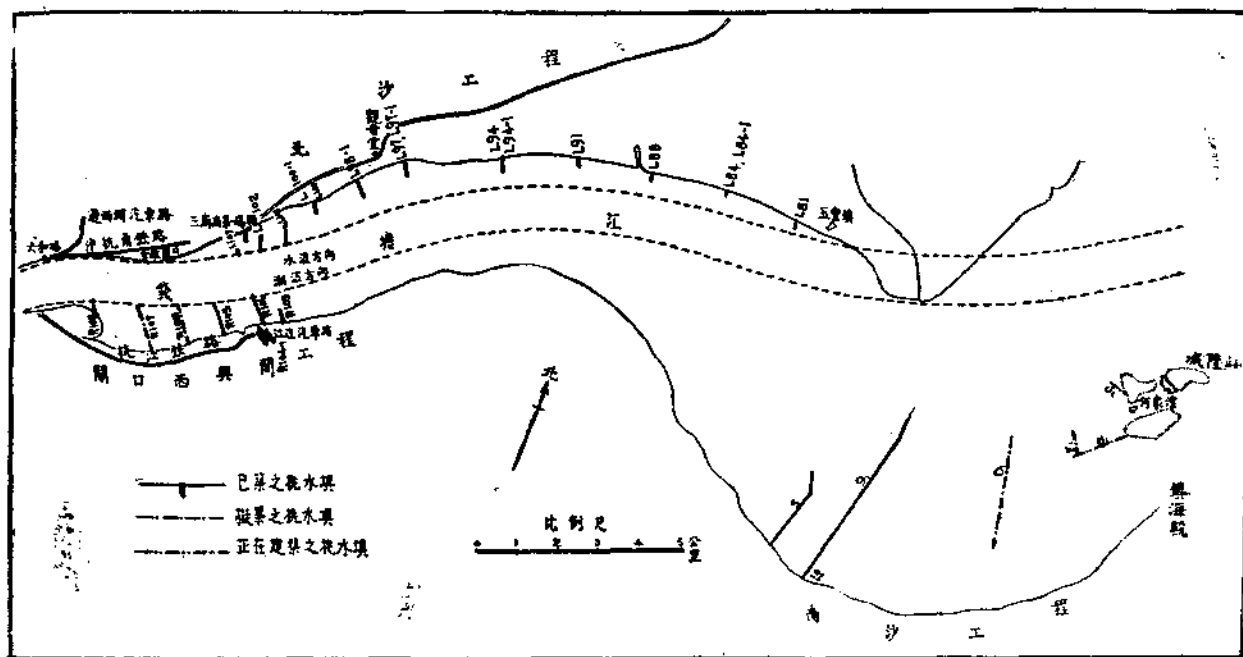
(註12) 海塘新志卷六P.26.

(註13) 續海塘新志卷四P.30及38.

七座共有二十三座，大小不一。用料及尺寸詳見原書不贅。道光(註14)十六年七月烏爾恭額奏稱前於興辦大工案內計發款委辦及官民捐修共築大小柴盤頭十四座，其制形如偃月，斜出海中，大者中心直長五丈，內面靠塘，橫長二十四丈，外面臨海，圍長二十八丈。所以左右斜圍者，即是順而不逆，中心微突者，即是挑而不迎，直長僅有五丈，制度圍短而不長。鎮念兩汛最險，現有盤頭九座，布置亦密而非疎，且盤頭兩邊狀若雁翅，右擋江溜，左順海潮，不獨保護險工，且海口中沙，已漸就刷動，頗為得力。

### (五) 抗戰前所建挑水壩

(1) 南沙挑水壩 民國十八年以還，浙江水利局始因蕭紹人民之請求，興建南沙挑水壩。初自前清光緒二十五年至民國十七年，南沙坍失熟地卅八萬餘畝，岸線南移近三十里，人民震恐，始由水利局為建挑水壩，採用奧國工程師白朗都之計劃，藉以挽救危局。先建GD二壩，初開工三年內，因江流屢變，計劃六易，施工期內，復迭遭潮水破壞，旋毀旋修，終能戰勝自然，江流北徙五六里，淤漲新沙達十餘萬畝。迨二十年冬，以款絀停工，二十一



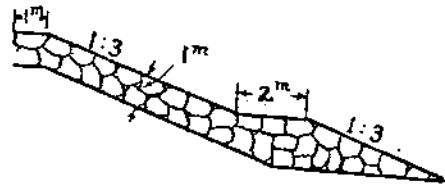
圖三 浙江省水利局前建挑水壩位置圖

年冬重行興工，計加長第一期九號壩至4387公尺，以恢復坍地，完成赭山附近護岸工程672公尺，並建築B壩330公尺，添建五號壩1902公尺，十號壩70公尺，D號壩332公尺，M壩351公尺。其標準設計見圖四，各壩位置見圖三。以荏山赭山白馬山為採

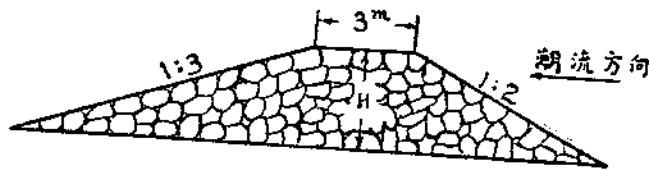
石區域，陸運以輕便鐵道及斗車平車，水運以載重10至20噸之船，興工以後至二十三年終，漲沙隨壩進展，不特十七年時岸線外六七里之子沙均可開墾，即復工後新漲沙地，亦水草叢生，成熟可期矣。

(註14)續海塘新志書卷三P.102.

南沙工程標準圖



護岸断面標準圖



挑水壩橫断面標準圖

圖四

(2) 開口西興間挑水壩 民國十六年西興外江道南侵，土塘冲毀(見圖三)，第一號碼頭橋身動搖。當時蕭紹公路江邊站之房舍，已須上移以避之。同時江心積沙逐漸積高，長約二公里，輪渡往返，必須上下繞道，費時達一小時，方能抵彼岸。經浙江水利局決定於兩岸建築挑水壩，至二十三年底，先後完成南岸三座，北岸十三座，南岸江邊一帶漲沙增高，向外伸長約八百公尺，水流集中江心，沙洲消滅，輪渡往返，僅費時十分鐘。北岸江道亦外移，坍勢日減。

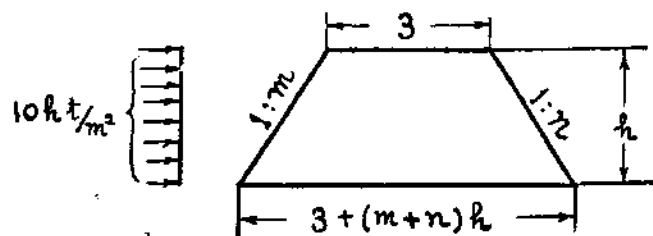
(3) 北沙工程 自杭州望江門外至七堡五豐鎮一帶江岸，稱為北沙，(見圖三)江流灣曲，深溜偏北，浙江水利局擬照南沙帶徵畝捐辦法舉辦工程，無如地方人民，認為江流變遷，無法抵禦，不予贊同。至二十年秋，形勢更惡，乃請水利局設法救濟，

並分徵受益畝捐。十一月十九日開工至二十一年五月底，僅按原計劃完成十分之一。當地居民見港南移，復蹈故態，停繳畝捐，工程於是停止。是年六月十九日山洪暴發，廿、廿一兩日風潮併作，沿岸一帶沙地被冲坍者約三千餘畝，形勢嚴重。居民又復相率告急，請續築挑水壩。經水利局將91,94兩壩出險部份，加以搶修。時察看江岸形勢，94.1及97.1兩壩有刻不容緩之勢，遂陸續施工。至二十二年八月底止，北沙已成挑水壩六座。壩邊淤漲幾與岸齊，江流深泓逐漸外移。

(4) 曹娥江挑水壩 賀盤當曹娥江凹岸，受山洪冲溢，損壞特甚。自民國五年至廿年間，海塘外沙地，坍失600公尺之巨。因於慎辭兩字號海塘外各築石挑水壩一座。一長76公尺，一長78公尺，壩根各築塊石護岸60公尺。壩身與來水成 $105^\circ$ 角，頂寬2公尺，上水坡度1:1.5，下水1:3。廿一年一月興工，五月完工，江岸坍勢，即見停止，且兩壩上下浮沙，亦見高漲。

### (六) 挑水壩設計之要點

由上所述，可知錢塘江下游江流强悍異常。波浪壓力每平方公尺可達10噸。西興被潮捲起之舊混泥土塊體積為0.32立方公尺，在空氣中重為770公斤，水中重量450公斤，尚為潮浪所推移，則建築



圖五

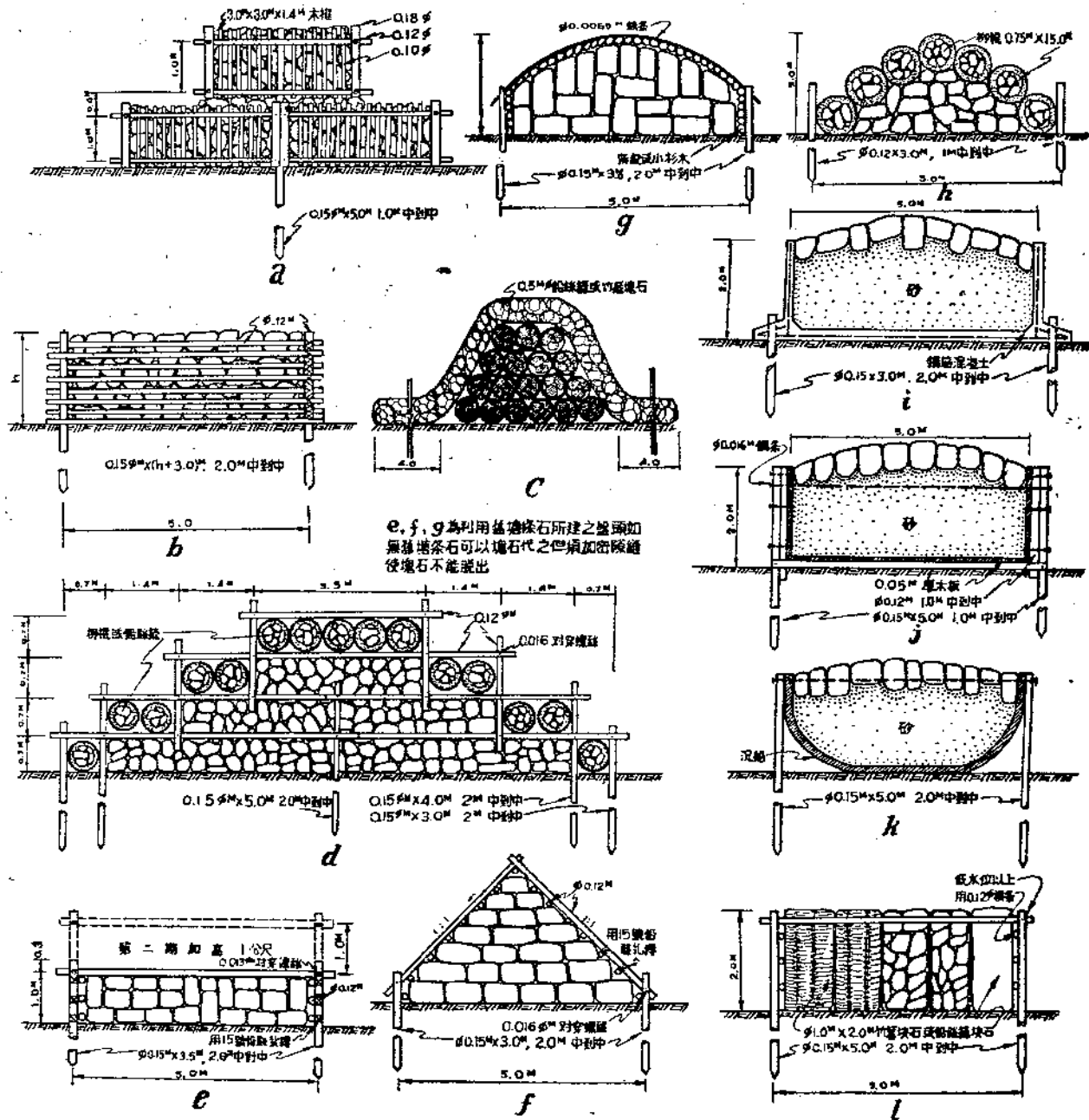
挑水壩所用一二人橫抬之石，自無固定之可能。按浙江水利局規定塊石之重為25至75公斤。設以平均數50公斤計，則體積為0.021立方公尺，水中重量為29公斤，故在挑水壩內非俟泥沙封滿，即隨時有漂失之患，建築時之歷盡艱辛，誠不足怪。

鄙意欲期挑水壩設計完善，必須符合二條件：

(a) 在挑水壩尚未發生作用以前，必須足以抵抗每平方公尺10公噸之波浪壓力。

(b) 組成挑水壩之各分子必須互相勾結，不致被潮浪各個擊散。

欲期適合(a)條件之需要，壩身任何平截面暨壩身與河床間之結合面間，須有足量之摩擦阻力



圖六 各式丁壩設計草圖

及附着力。為經濟着想，壩身不能純恃摩擦阻力以自存。蓋以 $10t/m^2$ 之波浪壓力而論(如圖五)，設波浪壓力與任何  $h$  高度之底結合面內摩擦阻力相平衡，則得

$$10h = (3 + \frac{m+n}{2}h)h \times 0.3 \times (2.4 - 1.0)$$

故  $m+n = \frac{41.6}{h}$

在  $h=1m$  時,  $m+n=41.6$ , 如  $m=n$ , 則  $m=20.8$

$h=2m$  時,  $m+n=20.8$ , 如  $m=n$ , 則  $m=10.4$

$h=3m$  時,  $m+n=13.9$ , 如  $m=n$ , 則  $m=6.95$

照此計算, 壩身之體積過巨, 非經濟之所許可。但以上計算中未計及附着力, 如以附着力為  $C$ , 則平衡式化為

$$10h = (3 + \frac{m+n}{2}h)h \times 0.3 \times (2.4 - 1.0) + C$$

即  $m+n = \frac{41.6}{h} - \frac{4.76C}{h^2}$

如

$h=1m$ , 而  $m+n=3$ , 則  $C = 8.1$ 公噸 = 8100公斤

$h=2m$ ,  $m+n=3$ , 則  $C = 15.0$ 公噸 = 15000公斤

$h=2.5m$ ,  $m+n=3$ , 則  $C = 18.0$ 公噸 = 18000公斤

$h=3m$ ,  $m+n=3$ , 則  $C = 20.6$ 公噸 = 20600公斤

如以浸透之杉木為木樁, 命抗剪強度為125公斤/平方公分, 則每公尺壩身所須之木樁截面積  $A$  及直徑  $d$  如下:

$h=1m$ ,  $A=64.8$ 方公分,  $d=9.1$ 公分

$h=2m$ ,  $A=120$ 方公分,  $d=12.4$ 公分

$h=2.5m$ ,  $A=144$ 方公分,  $d=13.5$ 公分

$h=3m$ ,  $A=165$ 方公分,  $d=14.5$ 公分

可知苟在每公尺壩身內插入15公分直徑之木樁一支, 即可發生所需之附着力。

以上所論, 係假定塊石間互相勾結全壩, 不論

在何種情形下, 均屬一整個物體而言, 苟不如此, 則不待摩擦阻力及木樁附着力之發生, 而即已分崩離析, 尚何抵抗波浪壓力之可能。且萬一石塊散失, 使木樁獨受彎曲力矩, 則十五公分之木樁祇能抵抗  $750 \times \pi d^3 / 32 = 2.5t-m$  之彎曲力矩, 若名可以孤立水中之木樁長度為  $x$ , 則  $x \times .15 \times 10 \times x / 2 = 2.5$ , 即  $x^2 = 3.34, x = 1.8m$  而已。此言孤立水中之杉木樁, 如挑出河底之高度達1.8m, 即有為波浪折斷之可能。

各式丁壩所需費用之比較表

(參照圖六)

式樣	每公尺長度之造價	每斷面積一平方公尺之造價	備註
a	582,300	43,000	
b	346,400	34,600	
c-1	394,200	39,400	用鐵絲籠
c-2	209,700	21,000	用竹籠
c-3	365,600	21,500	用鐵絲籠及柳棍
d-1	790,600	36,000	用鐵絲籠
d-2	580,100	26,300	用柳棍
e	153,900	28,200	
f	230,100	29,500	
g-1	267,400	33,300	用小杉木樁
g-2	218,200	27,300	用柴籠
h	141,700	20,000	
i	1,349,300	120,000	
j	386,200	34,800	
k	154,500	18,000	
l-1	454,300	41,000	用鐵絲籠
l-2	299,000	27,200	用竹籠

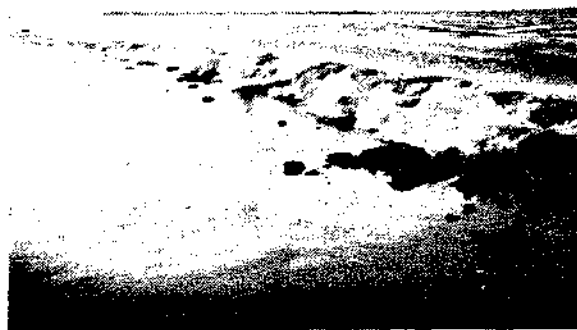
欲使全壩各分子互相固結以適合(b)條件，則必須由建築方式中尋覓其解決之方法，最可能者，為用鐵絲籠木框沉輓石籠(註15)木籠等使各個塊石聯為一體。茲列數種設計草圖如後。(如圖六)今歲六月以前，海塘工程局擬建之壩頭大小達

七十座以上，頗擬用各種不同之方式，作實地之試驗，俾施行治導計劃時有所取則。讀者苟以設計草圖見示，合於上述(a),(b)兩條件而施工便利，工料經濟者，當為擇地建築之。

(註15)參閱中國工程師手冊c5-76至79。



圖七 緒山護岸運石船沉覆，為沙泥所掩，此為打撈時之情形。(十八年四月)



圖九 二十二年七月十四日(陰曆五月二十二日)小汛時漲到B壩時情形。



圖八 南沙壩上軌道相繼被潮沖毀，嗣以鉛絲縛軌固於石，其患稍戢。(十八年八月)



圖十 二十二年九月十日(陰曆七月二十一日)潮勢較小，箭頭所示為潮流方向，甲甲為潮水翻過B壩成浪情形，乙乙洶湧異常，乙丙為新沖之溝，其下無石，故無翻浪。

# 軍工築路芻議

周永年

## (一)目前用什麼方法築路？

我們復興工作之所以趕不上人家，交通不便實在是一個極大的原因。人家交通用飛機，用火車，用輪船，而我們只好走路。不要說沒有飛機火車來供大量運輸，連最起碼的公路交通也不能暢達。拿現在的國家經濟能力來說，大量飛機，大興鐵路，都還無能為力；要交通比較的便利，還只有發展公路運輸的一個辦法。然而人家築路，開山用機器，挖土用機器，運材料用機器，做路面用機器，而我們却是靠了國民的胼手胝足。抗戰時期，趕築一條滇緬公路，不知道動員了多少民工，犧牲了多少生命，纔勉強能夠爭取時間，如限完成。可是，後來的雷多公路，得到美國的幫助，借用了機械的能力，就能够很省力很省費而且完成得快。現在抗戰勝利，復員一年半了，還是政治不上軌道，工業不能復興，經濟不得辦法，以致應修復的公路，無法修復，應興築的公路，無法興築。因為目前法幣的貶值，物價的上漲，每修復一條公路，經費動不動就要幾萬萬元。即使想用機器來節省人工，還是仍須有極大數字的款項，纔能向國外購買機械；買好了又須化很大的運費，纔能運到國內；甚至於因目前交通的不便，即使運到了國內，還是無法分發內

地應用。所以，單就發展公路交通一項而論，已經是困難重重。爲了交通不便而致政治軍事實業經濟不能統一，不能恢復，不能解決，再爲了政治軍事實業經濟的不統一，不恢復，不解決而致交通無從發展。這個彼此互爲因果的局面，是一時極難打破的。

於是，要想大興公路，在最近年內，恐怕不會有大希望，要有充足的財力來舉辦機械築路，尤其是恐怕很少希望。不過筆者却認爲，沒有辦法當中想辦法，軍工築路倒是過渡時期中很可採用的方法。

## (二)軍工築路和征工築路

照一般築路的順序，是先測勘路綫，其次收購土地，招募員工，完成路基（包括土方石方兩部分），建築橋梁，涵洞，安放水管，滾壓路面，最後設置行車標誌，才可通車。這些工程裏面，只有路基土方是可以雇用普通工做的，石方橋涵路面等，都非技術工不可。所以，以前修築公路，路基土方都是征用民工居多，而橋涵工程往往是招商投標發包，路面和行車標誌，普通是由公路機關自辦。那麼有人要問，既然路基土方可以征民工做，就不一定要軍工了，不是一樣的省錢嗎？

我以爲在國家的立場來看，民工軍工當然一樣合理，一樣省錢，而且征工是那國民勞役，尤其是合理。不過，在抗戰時期，爲了軍事關係，無限制的大量征民工，還無問題，倘在承平時時代，仍要那麼辦理，不免說不過去。第一，服國民勞役，每年有一定的日數，不能任意超過。第二，征工必須在農閒期內，而農閒只有冬春之交的一二個月，過此便要妨礙農事，不要說征工不合宜，即使募僱亦不能過多。第三，征工以普遍爲原則；已往征工，往往發動全縣民工，前赴路線工作，近路線的每日往返，固無問題，遠路的要自備伙食離別家鄉，因此怨聲載道。假使祇沿綫征工，太不公允，而且人數不足，不能成功。第四，戰後需用征工辦理的事業很多，縣道鄉道都非民工自修不可，若再要負擔公路鐵路，就是在事實上也難辦理。至於軍工，就完全可以免除上述種種困難和顧慮。

### (三)軍工築路的優點

軍工築路比較征工築路不但來得合理，而且有許多優點。我們是戰勝的國家，爲了維持和平，經常須保有大量的陸軍，現在徵兵制已經實行，常備兵分駐各地，平時沒有戰事應用，耗費了許多軍費，閒空了許多人力，本來未免可惜。假使利用軍工來築路，豈非一舉兩得？下面是軍工築路的許多優點。

第一，可以節省民力，使得各務正業，增加生產。

第二，軍士已有薪餉，無須像征僱民工那樣，還須酌給津貼伙食，這樣可節省許多築路經費。

第三，現成的軍隊，可以隨時抽調應用，不像民工一樣要臨時去征募，曠日廢時。

第四，以一個軍或一個師擔任路線的一段，可以隨工程的進展而移動，逐步推進，到處可去，沒有民工遠離鄉土工作的困難。

第五，軍隊有紀律，工作時指揮容易，不像民工的臨時湊合，無法管理。

第六，軍隊有組織，各種訓練容易實施，工作效率可以增加。

第七，軍隊有了相當工作，既可活潑精神，又可鍛鍊體力，而且有相當自由活動的範圍，減少逐日上操場上講堂或因呆板生活而發生的乏味。

第八，軍隊習慣於使用各種工具後，在作戰的時候，個個便可成爲工兵，增加構築防禦工事的能力，退伍後又個個有工可做，不致失業。

隨竟想到，已有以上八項優點，所以軍工築路在今日的中國是值得我們來提倡的。

### (四)軍工築路的先例

軍工築路並不是一種創舉。民國二十一到二十三年，委座在江西剿匪，剿了很久，兵來匪去，兵去匪來。兵趕到東，匪竄到西；兵趕到西，匪又竄向南，竄向北，總沒有剿得成。後來覺得這不是辦法，於是改變方針，以七分政治，三分軍事，並利用軍工築路，築了一段路，就造了一個碉堡來保護，軍隊也推進一段。這樣的步步進行，而包圍圈才逐漸縮小，公路直向匪巢伸進，終於把匪剿平。至今江西一省公路，大部份都是軍工路的基礎。

現在雖然已經事過境遷，不過軍工築路的辦法，却仍舊有相當重祇的價值。

### (五)以往軍工築路辦法的缺點

回想當年隨委座剿匪時期，筆者擔任交通通



信工作，軍工築路完成了一段，我們就必須再向前架設一段綫路，俾得築路部隊通信靈敏，防備不虞。那時軍隊所到的地方，人民早經匪軍洗劫，逃避一空。工作的困苦，有非筆墨所能形容。在這種狀況之下，招撫流亡，綏靖地方的工作，既不是立刻可以成功，那麼興築公路而要征雇民工，那簡直是毫無辦法。於是，軍工築路便成為必然的趨勢。但是，軍隊所能負擔的工作，只限於普通工，路基土方固無問題，而橋涵石方就必須技術工，非軍隊所能勝任，所以不得不借重公路機關。可是，公路機關和軍事機關，立場不同。路綫的選擇，公路機關為了要顧到將來的營業，自必不妨多彎幾里路，而不願意少經一個市鎮。軍事機關却急於要迅速完成，只求直捷省工。公路機關築路，要求坡度彎度寬度等合於工程標準，軍事機關却只要求目前能够暫時通車，便於軍隊推進已是滿足，其他非所計及。因此，公路機關和軍隊，往往發生意見衝突，不能誠意合作。在那時雖然幾軍幾師的兵力，分段趕工，一日之間，完成幾十公里，也是常有的事，但事後往往因為路綫過於簡直，遠離市鎮，於營業上沒有運輸價值，只好廢棄不用。即使可以利用，也因不合工程標準，仍須大事修整，方纔可以通車營運。這是以往軍工築路辦法頂大的缺點。

現在我們用軍工築路，既然不是為軍事，而是為交通，目的既已不同，當然應該由公路機關做主體，路綫要由公路機關測勘決定，一切工程，也應該要合乎標準，由公路機關指導工作，那麼上述的缺點，可以免除。

## (六)以後軍工築路辦法的建議

現在唯一的困難是各路綫既已利用軍工來完

成了路基土方，而公路機關却沒有這許多經濟力量技術人員來完成其餘的工作。過去的辦法，各省不同。有的是材料征用，橋涵工程發包，路面水管自行派工滾壓安放。有的是一概招標發包。有的是一概僱工建築。方法雖有不同，總之除了材料費之外，那麼大數額的工資，無論如何要付出的。在此區家民窮財盡，經濟沒有辦法的時期，這麼一筆費，是不可能。同時招標在現在的局面下很不是適當的辦法，因為物價太不穩定，工料逐日飛漲，工程費用遠超過原來的預算，不得不偷工減料以資彌補而減虧折。自己動手呢，將來也必定超出原來的預算，而結果追加困難，實際上也只好偷工減料，和招標一樣。

為了上述的理由，筆者的愚見，認為與其由公路機關添招道班工人，羅致技術人員，訓練各項員工，曠日廢時，目前緊要恢復交通的情形下，倒不如索性利用軍工到底。前面我已經說過，軍隊所能擔任的只是普通工而非技術工，那麼，現在又要軍隊擔任建築橋梁涵洞，安設水管，鋪築路面，不是不能勝任的嗎？這一層，筆者也曾經仔細考慮過。我們的軍隊都是由老百姓應徵而來的。而我國民間佔大多數的是農人，次之便是木匠石匠泥水匠篾竹匠等等工人。我們不妨由公路機關與軍事機關合作，先派諳練工程人員到軍部師部去，挑選出那些會習木工石工鐵工鋸工篾工等等的軍士，組成基幹隊。再把他們施以短期的技術訓練，便具築路的工程標準的一切知識，然後再把整個軍隊，重行編組為幾個木工班石工班，——看各人的性情體格嗜好，任他自由選擇，志願參加一種，不可勉強。仍舊由原來的班長擔任班長，原來的排長擔任排長，原來的連長擔任連長——而把會受幹部訓練

的人員充任暫時的教官，各別施以技工訓練，於是各項技術上就有足夠的工人，而正式擔任建築橋涵等工程，也可勝任了。

這麼一來，公路機關固然無須另外籌經費去招募技術工，無須另外籌經費去成立道路班，而且這些曾經受技術訓練的軍士，一方面仍舊是戰士，一方面又成了工兵，於軍事的立場上論，也是有百利而無一弊。進一步說，我國已往的情形，往往是一個當過了幾年的兵，就既不能種田，又不曾做工，於國家社會，實在是一種很大的損失。假使在軍隊裏仍舊有技術的訓練，而且仍舊有經常的工作，那麼退伍之後就也仍舊有謀生的技能，這更是一舉兩得的辦法。

這樣，技術工部份假使也由軍隊擔任，那麼興築一條公路，只須列測勘費，材料費，管理費，而可以省下大部份工資的支出，國庫便比較容易負擔。不過一條公路既完全由軍隊來完成，種種辛勞，假使只有義務而沒有權利，也不合理。應該在每一公路完成之後，由國家考核成績，發給獎金，規定每公里多少，或者估計全部工程的最低預算，規定多少成。這樣，軍隊對於築路的工作，必定更踴躍的擔當起來。

### (七) 民工養路辦法的建議

一條公路築成之後，假使失於養護，久而久之，就會交通斷絕。然而養路的困難，不會比新築一條公路來得省力。抗戰時期，爲了軍事需要，修整公路和興築公路，征工征料，還不怎樣困難，而既成之後，對養護問題，的確已會大感棘手。當時各省公路處公路局，因爲公路幾乎全部專門供給軍運，養路費收入太少，可是生活費用却逐日增

高，養路道班員工，一再增加薪工，無從開支，以致對原有各條管轄的路綫，尙且不得不裁減道班名額，設法維護，每遇較大的損壞，就束手無策。結果還是爲了戰時關係，臨時可向戰區長官部請撥修整費，倘要增加新公路養路工作，必須增加道班人數，再請撥經常費，那時要維持軍運，戰區長官部就再轉商交通部准撥。但是現在，不再有這種權宜的辦法，可是一個公事的往返，就不知多少時日？假使說增加養路費的征收率，那仍舊是寥寥之數，無濟於事。

筆者以爲要解決這個問題，不妨仿照戰時維護交通的辦法，仍舊實行民工養路。不過我提議的民工養路，和戰時維護交通辦法稍有不同。戰時維護交通辦法是保護行車的安全，守護道路的橋梁，防止奸宄的破壞。而現在的民工養路，却是寓養路道班於保甲罷了。這個辦法，可以舉個例來說：每一公路沿綫五公里內的民工，都編組起來，就請保甲長擔任班長，分段負責。路面小有損壞，須要隨時派工填補。橋梁涵洞等處，須要按時派人巡視。較大的損壞，需要技術工人，請公路機關自行派員修整，需用土石材料，由民工就近運到工地應用。這樣，公路機關按月核發養路經費，看人數的多寡，路綫的長短，交給保甲自行分配，轉發出力民工。各段養路成績，公路機關應分期攷查，視效率的高下，咨請縣府或省府分別獎懲。在大修整的工程，倘需用較多的民工，仍應看做正式工程一樣，照發工資。每月撥發的經常養路津貼，也須看做道班經常費一樣，按期核發，不得少欠。這樣，雖然公路機關仍有一筆津貼的開支，但比之經常維持一個道班的經費要節省多多。而且在此百廢待舉，人力有限的時期，省了一個道班，仍舊得到同等的功效，

省下的人工，又可以參加其他的工作，這是何等經濟！

### (八) 結論

以上兩點草議，不過一時管見所及，信筆直書。辦法自然不能說已經周到，還須從長計議。如果

事在可行，那末，軍工築路的辦法，民工養路的辦法，當由政府統一規畫，詳細擬訂，頒行全國，一律實施。譬如軍工築路路綫的規定，軍隊的分配，主持機關的配屬，工具材料的購備，訓練的程序，工作的指導，以及民工養路路綫的分配，按時的視察，種種仍舊需要統盤計劃，這裏自不能妄多主張。

## 籌備裕嘉紡織廠緣起

### 嘉興陸初覺先生遺稿

(民國三十三年冬，吾國最後勝利之前夕，各地人士於戰後之復興建設，已在次第規劃。先兄初覺以浙西一帶提倡紡織工業為當前之急務，爰邀集同志，把握時機，開始籌備裕嘉紡織廠於嘉興，招股購機，積極進行。不幸先兄於三十四年夏櫻疾不起，計遂中輟。現勝利早臨，此廠尚未實現，展視遺稿，手澤猶新，謹特揭其遺志，公諸「建設」。想不久之將來，必有裕嘉紡織廠成立之一日，不勝翹首企望。——志道謹誌)

蓋聞吾國素稱以農立國，工業落後，已為世界公認之事實。抗戰以還，幸經當局竭誠提倡，不遺餘力，工業枯萎從茲初放萌芽。嘉興土質肥沃，地勢衝要，素為滬杭交通之要道，民情樸實，物產豐稔，亦為浙省富庶之縣治。惜以幅員遼闊，工業幼稚，縣內雖有造紙廠及絹紡廠之設置，滲淡經營，然以兵燹之餘，瘡痍滿目。原有之織布廠及織襪廠摧毀殆盡，百般待理，比比皆是。機器紡紗工業尙付闕如。省內原有之紡織廠，如杭州三友實業社紡織染廠及寧波和豐蕭山通惠公等三廠，共有紗錠約五萬餘枚，年出棉紗約四五萬件，不幸亦均先後淪陷，紗荒嚴重，可想而知。吾浙棉產年有五十餘萬担皮棉，如能利用餘姚蕭山甯紹一帶棉產，於抗戰勝利後從事紡織，因地制宜，事半功倍，減少紗荒，固不待言，裨益民生，誠匪淺鮮。初覺等有鑒及斯，爰擬發起籌辦裕嘉紡織公司一所，以為戰後樹立嘉興棉紡工業之準備，尙祈鄉里賢達，共襄斯舉，有厚望焉。

# 吾國電機製造事業之展望

蔣 公 惠

## (一) 引言

凡從事於製造有脈強電流之發生，輸送，分配，及應用上之一部份或整個單位器械之事業，均包括在電機製造事業範圍之內。使由近在案頭之電燈光追溯其電源，必將遇到控制器，調節器，變壓器，電線等種種不同構造之中介物，以達電源發生處之發電機。此種中介物部門之多，種類之繁，實非一般所能想象，試入一完備之大規模電機製造廠，但見各色製品，不啻置身於一玩具堆中。電機製造事業中雖可分出若干部門之輕工業，惟以整個事業言，實為一種重工業。彼雖未有如紡織麵粉等輕工業與民生較具直接之關係，然對一般工業實有重要之控制性存在。蓋現今無論何種工業幾無不以電力為主要之生產動力，尤於國防工業為然。例如英美各國之大電機製造廠，均於戰爭期內利用其機械設備直接或簡接從事於現代化軍械之生產。我國事事落後，若無電工業，亦即無國防，今欲與世競存，豈可不迅謀迎頭趕上之策？

## (二) 我國電機製造事業之現狀

最近中國電機工程師學會在上海舉行年會，莊智煥先生曾主持討論「如何扶植中國之民營電

機製造事業」一題，揭示吾國電機製造事業過去及目前之困難情形，並提示如何扶植該業之方案。據莊先生調查所得，中國現有大小電機製造廠百數十家，此數字似尚不算為少，然此中大多數係規模極小設備極簡之家庭工廠，或僅係製造手電筒等輕微家用電具之廠而已。且今日全體之平均生產能力，尚不及戰前三分之一。其中規模較大設備較良而能製造發電機，電動機，變壓器，電路控制器等之電工廠，實屈指可數。勝利以來，雖相繼復工，然因原料缺乏，銷路不振，類皆處於極度之困難環境中。大多勉為維持，從事修理工作，及極少量之出品，最大之廠亦不過一二百工人而已。且因設備不良，管理未善，工作效率亦不能提高，故產品不免本重質劣，實已成為一種不經濟之工業。既不能補國家復興大計，更何從與舶來品相競爭？試一細察目今電機製造事業之基礎，實覺脆弱可憐之至，甚至將戰前已經成功之小小電扇製造能力，幾亦喪失殆盡！更因營業不振，往往復於相同之業務上，作熱烈之競爭，不惜貶價爭取定單，在顧主方面，似得表面上之便宜，然廠家為顧全成本計，祇能偷工減料，以致降落製造物之品質，此種情形，尤可痛心，實可謂同業之自相殘殺。雖然電機製造事業之危機，亦為一般工業之危機，亦為整個經濟

之問題，但某項事業本身之成敗猶在本身之努力與否。茲以愚見所及，貢獻一二於後，願供有改進電機製造事業志趣者之參考。

### (三) 吾國電機製造事業 應取之途徑

(1) 技術之合作 電機製造工業與他種工業相同，均為實用科學之工業。科學之進步，須積無數人才之研究，積無窮時間之演變合成。電機製造工業，現既在極幼稚之年代，欲求進步，非覓取技術合作不可。蓋合作可集思廣益，合作可節省稍耗。所謂技術合作，可分廣義與狹義兩種：狹義者，凡性質相同之製造廠，可建立一技術合作研究團體，從事技術上之改進與新出品之研究。廣義者，凡整個電機製造工業，及有關學術團體與專科學校，集中組織成立一理想之研究中心，此種研究中心，實如腦之於人體，具有無上之重要性。國外大製造廠均有研究實驗室之設立，由專家分別担任各部門之研究工作，規模宏大，設備精密，年耗無數資金，不計一時之收穫，而謀遠大之成就也。我國經濟落後，大可利用合作之方式以節省財力，事半功倍。技術合作機關除研究工作外，尚可設立一完全之電工試驗所，使無力設備試驗儀器之廠家，均可利用電工試驗所檢驗出品。例如油開關之破裂容量試驗，需一特製之發電機，及攝波器等貴重設備，決非吾國個別工廠所能負擔購置者。

(2) 產銷之統制 與技術合作發生連鎖關係者為產銷之統制。此二者須互相聯系方可為功。蓋僅有技術合作，不能避免業務上之競爭，惟有應用產銷統制以減去之。但無競爭，亦易造成低劣出品，則又須由負責技術管制之中心機關約束之。在

復興建國之綱領中，其重點置於計劃經濟，而產銷統制為配合計劃經濟之必要條件。在具體施行辦法上，應將電機製造事業中類同之廠成立一聯合之業務組織，經理全部製品之銷售，同時有全盤計劃分配生產數量，使各廠之設備人力均得最大之利用。在今日電機製造事業非常幼稚之時，論產銷統制雖似言之過早，但以後之趨勢，必將歸於統制之途，可以斷言。況民營廠之外，現又有公營之電工器材廠存在，挾其經濟上與人力上之優勢，易將脆弱之民營製造基礎摧毀無遺。若有產銷之統制，則公營與民營亦無界限之分，當可共同以復興建國為目標，專心於生產之增進矣。

(3) 規範之確立 歐美各國對於電氣機械均訂立標準之規範，(Standard Specifications)以約束製造者出品之性質，並定試驗之準繩，庶製造廠家不能因競爭而有損及品質，同時可避免製造商與用戶間之無謂爭執。吾國除前建設委員會曾有電氣事業裝置法規外，對於電氣機械，從未確立一製造標準之規範，此事實亟應由政府與學術機關會同編訂，以免再有彼此主張紛亂之現象。今日可供吾人參考者計有美國電機工程師學會之規範(A.I.E.E. Standards)，英國之工程標準(British Standard Specification)，及萬國電工學會之標準規範(Standard Specifications of International Electrotechnical Commission)，即日本電氣工藝委員會標準規程，亦有可取之處。為簡捷計可以萬國標準為藍本，編譯而公佈之。凡未能適應吾國國情處，儘量加以備註或更改說明，即在歐美亦有戰時標準之引用，以求切合臨時環境。要言之，將來世界各國必漸趨於大同化，故標準之確立，亦須以國際化為要旨，庶不落後。

(4) 原料之自給 原料為各種工業之生命泉源，原料優良而供給充足，則工業之發展無阻，於抗戰期中淪陷區大部工業停滯，可以為證。蓋吾國之工業原料，尚大都仰給於國外，其中尤以電氣機械所需之原料，幾百分之九十以上依賴舶來者。如電氣銅絲，磁性矽鋼片等，電氣機械之主要原料也，均為舶來品，惟戰前以我國人工低廉，故仍能以低價之成品抵制一部份外貨。抗戰開始後，原料來源受阻，國人迫於環境，從事於銅線之自製，首為資源委員會之電工廠，已能生產橡皮線，紗包線，花線等，成績甚佳。在淪陷區中之上海亦有數家私人電線廠之設立。但如漆包線一項，製造最為困難，至今尚未達成功之境。故以電工原料言，實相距自給自足之途甚遠。吾國礦藏豐富，亟須開發而鍊成可用之原料，始克有濟。此應由政府主持之電工廠，首從解決鍊原料開始，則非惟挽回利益，非惟扶持民營電機製造事業，且為解決整個電機製造事業困難之首要也。

#### (四) 吾國電機製造事業 應求之進步

(1) 新原料之應用 各種工業進步之趨勢，除爭取時間空間及人力之最經濟之利用外，並求品質之不斷改進。品質之改進，有賴於製造方法製造原料之改進。近代因冶金及化學工業之進步，已使電工原料上得到極大之貢獻。電工原料可分三大類：(甲)磁性原料，(乙)導電原料，(丙)絕緣原料。三類原料中，任何一種之改良，可影響及整個設計，設計之更動，往往牽涉全廠之工作程序。故歐美各國對電工原料雖有新試驗，但近年來能普遍應用新原料者，亦不多見。

(甲)類之磁性原料中，向來用鐵為主之金屬，如鑄鐵，鑄鋼，純鋼，軟鐵等，後因減少交流磁渦之損耗，故有矽鋼片之採用，而成為今日最普通之磁性材料。然鐵與鎳之合金，實可為更佳之磁性材料，其發見遠在十九世紀之末葉，惟因製造不易，成本過高，終未適於商業用途。後以電鍊方法，製成較通用之鐵鎳合金，計三種：Hipernik, Permalloy, Mumetal。此三種原料，已在儀器用之小變壓器內廣為應用，其特性為初步之透磁率高出普通之矽鋼七倍以上，而其磁耗則不及一半。故利用該三種原料製成之儀器變壓器，效能特佳，遠非普通者可比。現英美大電工廠正在研究試驗各種不同成分之鐵鎳合金，雖尚未達到完全能代替矽鋼片之時期，但若將來能以較低成本製成後，必可大量應用，使過去之電機設計有一革命性之變動。鐵鎳合金原料之應用，必可大減電機之體積，增善電機之效能，即減輕原料而仍能保持最高機械特性。

(乙)類之導電原料方面，向以銅為主，鋁為輔，近悉世界各國銅之產量將有不足之象，故宜從其他金屬中迅覓代替。近年來已能將鍊銅方法進步，產生較過去所應用之銅質遠為優良，則可減少用銅之量。並已多用鋁導體於新發電機之設計，此後或可更擴大其應用範圍，使重量減輕。其他金屬方面，可先從銀着手，研究其較經濟之應用途徑。

(丙)類絕緣材料，其改進之目標，在絕緣力，耐熱力之增加。過去對於天然纖維材料，礦質油類，樹脂及天然無機絕緣物之應用上，均各有其優劣之處，尚需改進者極多。例如普通天然纖維之不能耐高熱，礦油之易燃燒，樹脂之易軟化，天然無機絕緣物如雲母，大理石等，則不能隨意塑成各種形體，故均有改良之必要。現已成功者，如玻璃

絕緣體之可耐高熱，若製成纖維狀體，包於銅絲上，應用於電動機，則該電動機之容量即可增加數倍。取普通合成樹脂物之絕緣塗料 (Insulating Varnish) 以代之者，有硅素絕緣塗料之產生。如 Silicone 為一種能耐高熱之浸塗絕緣材料，已能適用於一般空氣冷却之電氣機器上，成績至優。關於礦質油類之含浸絕緣材料，已應用者如美國西屋電機廠之 Ineteen，奇異電機廠之 Pyranol，及英國 B.T.H. 電機廠之 Permitol，均為不燃性之合成絕緣油，雖成本較高，但在某幾種環境下，確有絕對性之優點。例如用在礦內之變壓器，不燃性絕緣油，可免火患。關於天然無機礦物，可用加工法，製成不同之絕緣物，前途亦極有改良擴大應用之可能。

上述之種種原料問題，有關於將來電工器具之革新與時代環境之適應，吾國電工界應急起直追，打破依賴性，創擘一自立更生之園地，始可言電機製造之自由發展。

(2) 新方法之採用 國產品欲與舶來品競爭，第一須為成本之減低，第二須為品質之改良。此兩點除前述之原料問題外，即為製造方法之改進，與生產管理之革新。國外之大規模廠家，均有程序科及計劃科等專司其事，使每件出品，均有計劃化之製造程序與管理。人事方面，何種體格之工人派於何項工作，何種能力之人才作於何項利用，均一一考驗後加以最適當之分別。回顧吾國各廠，大多墨守舊法，人事方面以『老闆』為中心，只求表面財產之盈餘，從未深切理解名譽與興趣，常使事業家與技術家之間，形成一條鴻溝，永不融洽，以致事業不能精進，更毋論出品之標準化矣。將來欲使國產品抬頭，採用科學管理方法極屬要圖。

(3) 可恃性之增進 可恃性 (Reliability) 之於電氣事業，猶康健之於人體，可恃性低弱，生命財產均有極大危險。可恃性與安全性之意義稍有不同。前者屬於本身之耐用與可靠，後者屬於施用時之安全。兩者均賴設計與製造之優劣性為標準。此或為成本相對之名詞。蓋可恃性之增進，常需增加成本，但電氣事業愈形發達之將來，寧稍犧牲成本費用而不可忽略可恃性與安全性。如微小之家用分電插頭為例，亦應改良其設計，使不易為家中兒童所誤觸。年來因戰爭關係，火患較嚴重，故凡易燃燒之原料應竭力避免。如前述之不燃油體，已應用於變壓器內。油開關之趨勢，亦已減少用油之量，或全不用油，而製成高低壓不同之空氣開關，並設法封閉之，不為人體所接觸。將來電力供應，必更多保護設備，使應用者得更大之安全保障。今日吾國國民用電智識尚幼稚，不可不注意用電者之信心也。

科學與工業之進步實無止境，原子能發明後，使科學與工業，進入一新紀元，現僅見原子能之用於戰爭，今後當可見原子能之用於工業。將來藉原子能或宇宙線之力，擴大電力輸送範圍，如無線電信網之無遠勿屆，將使電氣工業有一革命性之改變乎？然科學之進步與發明，均非一蹴可就，須不斷之努力與研究，不計一時之得失，始有偉大之成功。吾國目前之電氣製造事業，雖極慘淡，惟祇須事業家技術家均以國家社會為前提，放大目光，力求進步，建立鞏固基礎，則光明之果，磊磊樹立於前矣。

筆者服務電機製造業有年，深感此中困難種種，以致技術之無改進，營業之無發展，故特竭誠貢獻所見一二，至祈專家正而教之。

# 磁性與化學

陸志道

## (一) 原子磁性概論

凡構成每一原子之核及電子中，恒蓄有若干之磁能率，茲姑不論其原子核內能率之如何，僅於電子內蓄有之能率，加以檢討之。則每一電子其軌道運動之能率，及迴轉(Spin)能率等，可如下之假定：——

$$\text{軌道能率} \quad u_l = \sqrt{l(l+1)}$$

$l$  為副量子數；若  $l = 0$  時則  $u_l = 0$

$$\text{迴轉能率} \quad u_s = \sqrt{4S(S+1)}$$

按  $S$  為迴轉原數，其值為  $\frac{1}{2}$ ，故對於每一個電子，其迴轉能率為  $u_s = \sqrt{3} = 1.73$

此類之能率常存於原子內相互作用之，同時雖受量子論規則之種種限制，然尚有若干之自由度，顯示於各種光帶中之能(energy)的狀態，此類之能相互組合成為合成能( $M$ )，於其外部，顯出其磁性，其顯出之磁性，又因元素之各異而成二種不同之結果。

(1) 反磁性 若合成之能率為  $M = 0$  時，實際上與稀有氣體或原子持有相同電子配列之伊洪(ion)，例如  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$  等，凡此等之特徵其磁係數( $X$ )均係負數，對於溫度及磁場強度，影響甚微。

(2) 常磁性 若  $M \neq 0$  時則磁係數( $X$ )與絕對溫度( $T$ )成反比例，構成居禮氏 (Curie) 之法則，即

$$XT = C \quad C \text{ 為常數}$$

## (二) 二原子構成分子之磁性

若由二個原子化合而成一個分子，則在各原子內迴轉能率之相互關係，可分為下之二種：——

(1) 成化合電子之迴轉能率，相反消殺，成反磁性，大部分凡二原子構成之分子，多屬於此類。

(2) 二個原子內之一對電子，若其能率為同一方向平行而化合時，則其電子對偶之能率為

$\sqrt{4.2S(2S+1)} = \sqrt{8} = 2.83$  成為常磁性，例如  $\text{O}_2$  及  $\text{S}_2$  之分子皆是也。

## (三) 固體之磁性

吾人習知化學家處理多數分子之集團時，以定量方法着手倍覺複雜，故若以其結晶探討之，較為簡單。

構成結晶成分之原子及分子，在結晶力場中，或相互合成之作用，與其單獨存在時，大不相同。

(1) 在結晶格子點上之原子，可顯出其單獨存



在時之磁性，若其各原子相互間，不生何種之影響。例如稀土類元素之鹽是也，此種稀土類元素，有一特徵，因帶磁性之電子，深入其內部，至在其外側之電子，則因受他種原子之影響，相消相殺故也。

(2) 金屬結晶中構成各原子之電子，則多失去各原子之從屬性成爲原子氣體，因之大多數之電子排列成反平行，(antiparallel) 僅顯示其少數非配偶性電子之常磁性而已。

(3) 鐵屬元素中其金屬分子互相偶合，(Coupling) 而成格子，然其迴轉能率乃係平行，顯出甚大之磁係數，成強磁性。(Ferromagnetism)

(4) 金屬與非金屬相化合而成爲鹽類時，每因其化合方式之不同而各異其磁性，然此點在磁化學中爲最富興趣之問題。其他如固體遷移點之決定，狀態圖之繪畫，解離反應之追跡，分子構造之決定等，均可應用磁化學以探求之，又在低溫度時關於物性之研究，尤多應用之處。

## (四)磁起寒

在1926年斜貴氏(W. F. Giauque)及與民作並行研究之提培氏(P. Debye) 主張利用強磁場使常磁性之鹽類，在極低溫度中冷卻之說，及1933年中斜貴氏及麥克同凱氏(Mac Dougale) 實現 $1^{\circ}\text{K}$ 之紀錄，以後偉爾斯馬(Wiersma)及戈的(N. Kurti)西蒙(F. Simon) 諸氏羣起從事此方向之研究，遂成 $0.001^{\circ}\text{K}$ 之極低溫度，可資在此極低溫度中作各種之實驗。要而言之，低溫之實現及其測定，當以液體空氣之發現爲劃時代之進展，當發見之頃，吾人以液體空氣爲人爲之最低溫度，嗣後及液態氫與液態氦之發見，低溫之見解，又加深一層，恂恂然面臨絕對溫度方向，漸趨逼近，關於低溫之測定，普通均採用各液化氣體之蒸氣壓溫度計，此中就氦在低溫時之性質，與其蒸氣壓力及溫度之關係，(保持其液體狀態) 由熱力學上之推論，如下所示：——

在 $1^{\circ}\text{K}$ 以下之低溫度時液態氦之蒸氣壓力

溫度	0.7	0.5	0.3	0.1	0.05	0.03
壓力(mm)	$1.5 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-5}$	$7 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-31}$	$4 \times 10^{-62}$	$6 \times 10^{-103}$

普通在氣體溫度計中，其所用氣體雖接近於理想，然在低溫度時，漸漸失去其理想氣體性，欲避免斯弊，氣體之壓力，務必加以減小，然壓力之減小，實際上有測定上之限度，例如氦(helium) 在 $0.5^{\circ}\text{K}$ 蒸氣壓力 $2.5 \times 10^{-5}\text{mm}$ 附近，再下之低溫度，於壓力之測定，已不可能，因在 $0.5^{\circ}\text{K}$ 以下之低溫中，使用測定液體蒸氣壓力之溫度計，已不堪再用，非另謀他種溫度計不可，於是有磁溫度計乃應運而生。今若取冰在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上加熱時，即打破其結晶格子之規則性而成構造不規則之水，同時並增

大其熵(entropy)。由熵之大小，可測知其結晶格子系不規則性之如何，溫度增加，則不規則性愈形增大，而其熵亦同時增加，反之溫度下降，則增加其系之規則性，而其熵則反形減小。此種觀念可證之於液態氦中，設吾人將液態氦蒸發之，則溫度下降而成固態之氦，故其溫度自不能更形下降，且其熵成爲一定值。在此狀態之中，氦之結晶格子成一定之構造，而其熵成爲相當於固態規則性之數值，其氦之原子完全固定於格子之中，成一定之狀態。至原子內電子之迴轉，尙持有若干之自由度。若爲

磁場所作用，則對於迴轉又可增加其排列之規則性，一方其熵減少而溫度益形下降。西蒙氏曾於盛液態氦之低溫槽中取常磁性固體鹽  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  在  $1^\circ\text{K}$  冷却之，并以 60 仟高斯 (Kilogauss) 之磁場作用之，以急激的斷熱中，消滅其磁場，則其溫度較之  $1^\circ\text{K}$  尤為低下，由熱力學溫度之定義，得：

$$T = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$$

上式中  $\Delta Q$  為吸收之熱量， $\Delta S$  為熵之變化，作為磁場而計算之，則可得其溫度。又根據居禮法，則  $\chi T = C$  可在較高溫度時，測定居禮 (Curie) 常數  $C$ ，而將其插入低溫時，則設磁係數  $\chi$  一經測定，即可決定其溫度，但採用此種方法以測定之溫度，與熱力學的溫度，少有參差。

### (五) 遷移元素鹽類及錯鹽 化合狀態之研究

關於中心原子中含有遷移元素之錯鹽，普通為常磁性或反磁性，全視其化合物中有否非配偶電子為斷。因之，其化合物若為反磁性時，則與中心原子直接結合物質之間，所成之化合為相跨原子價標 (Covalent Bond) 之性質，又在常磁性時，則 (1) 或成完全之伊洪價標 (Ionic Bond)，又 (2) 或一部為伊洪價標，其中之另一部則為相跨原子價標，相混化合。若決定二者之中究屬何類，並實測定其鹽類之磁係數 ( $\chi$ )，可得

$$\mu_B = 2.389 \times \sqrt{\chi \cdot T}$$

按  $\mu_B$  為 Bohr-Magneton 單位上所表出之磁能率， $\chi$  為原子磁係數或伊洪磁係數， $T$  則為絕對溫度。故吾人計算  $\mu_B$  之數值，可資推定非配偶

電子之有無及其個數， $\mu_B$  之大小如何，與化合之原子價，有直接之關係，可資為決定原子價之一法。

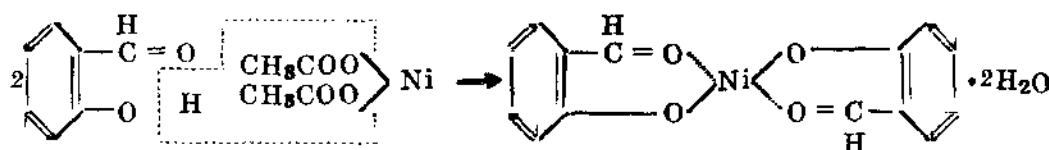
金屬伊洪溶液之磁能率

伊洪 (ions)	非配偶電子數	溶液之磁能率 (實測值)
$\text{K}^+, \text{Ca}^{++}, \text{Sc}^{+++}, \text{Ti}^{++++}$	0	0.00
$\text{V}^{++++}$	1	1.7
$\text{V}^{+++}$	2	2.4
$\text{V}^{++}, \text{Cr}^{+++}$	3	3.8至3.9
$\text{Cr}^{++}, \text{Mn}^{+++}$	4	4.8至4.9
$\text{Mn}^{++}, \text{F}^{+++}$	5	5.8
$\text{Fe}^{++}, \text{Co}^{+++}$	4	5.3
$\text{Co}^{++}$	3	5.0至5.2
$\text{Ni}^{++}$	2	3.2
$\text{Cu}^{++}$	1	1.9至2.0
$\text{Cu}^+, \text{Zn}^{++}$	0	0.00

茲就鎳 (Nickel) 論之，在鎳錯鹽之中，凡反磁性之配位構造大部均係平面，但亦有例外，如  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  及  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{--}$  二者，雖同屬反磁性， $\text{Ni}$  之  $\mu_B$  均係為 0，而前者為正四面體構造，後者則為平面。

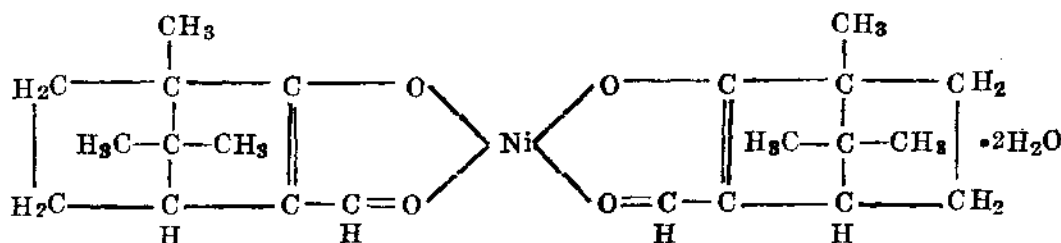
又在常磁性之鎳錯鹽中普通均以為於鎳原子之四圍配置四個之他原子而成為正四面體，然無決定性理論與實驗上之根據。

最近泰森 (G.N. Tyson) 及亞當 (S.C. Adam) 兩氏取水楊酸醛 (Salicylaldehyde) 與醋酸鎳合成所謂鎳二水楊酸鹽者，測定其磁係數而探討氧原子對於其中心原子  $\text{Ni}$  之關係，究係四個氧原子是否以  $\text{Ni}$  為中心，作為正四面體之項點抑係在同一平面之上，至今尚未有具體之斷定。



後法蘭樞(S.French)及郭倍德(G.Corbett)兩氏更取認為與鎳鹽相似之鎳二福而米而核福而(Nickel two formal Camphor)而進行吸收光帶

與磁係數之測定,並探討其構造,力主係屬正四面體構造,反對平面之論,其論文中所刊論據,及所用之測定法,甚有可採處,茲刊出加以公開檢討。



夫在金屬鹽之結晶中若以一個之金屬伊洪為中心而探討時,相當於此類金屬伊洪(即離子)原子價之正電荷,其周圍佈有環繞中心之陰伊洪及分子雙極子負電荷,而成一定排列之中心原子周圍內,形成立體的電場。此種電場即係結晶力場(Crystalline field),其對稱性則與電子能率水準併合論之,但此處須加注意者乃此種結晶力場與結晶之外形(結晶系)兩者並不一致,例如NiSO<sub>4</sub>•7H<sub>2</sub>O之結晶乃為斜方晶系,實驗上其主要磁係數(Principal Magnetic Susceptibility)(三主軸方向之磁係數)數值大致相同,結晶力場之對稱為正六面體,至斜方晶系之部分,已復顯出。

凡成正六面體的對稱之金屬伊洪放置於磁場內,其 Hamiltonian 之數值可得表出如下:

$$H = D(x^4 + y^4 + z^4) + \lambda(L \cdot S) + \beta H(L + 2S)$$

D: 正六面體對稱性結晶力場之特性係數。

$\lambda$ : 伊洪之電子軌道能率與迴轉能率之相互作用,為結晶力場所影響時之總量。

$\beta H(L + 2S)$ : 受磁場影響程度之總量。

$$\beta = \frac{eh}{4\pi m c} : \text{Bohr-magneton.}$$

H: 磁場之強度。

$D(x^4 + y^4 + z^4)$  乃為在  $x, y, z$  坐標上之位能係應用泰勞(Taylor)氏式展開之,並略去四次方以外之各項而得之。

根據普通之統計學原理,其伊洪及原子之磁係數  $\chi$  為

$$\chi = \frac{-N}{H} \frac{\sum \frac{\partial W}{\partial H} e^{-\frac{W}{kT}}}{\sum e^{-\frac{W}{kT}}}$$

按上式中 N 為亞佛加德羅(Avogadro)常數

H 為磁場之強度

W 為磁場內之能水準

$\Sigma$  為對於電子的總能水準之統計

潘納(Penny)及斯訥來浦(Schlapp)兩氏採用上述之兩式,取  $N_1^{++}$  而計算之,得次式之結果。

$$\chi N_1^{++} = (8N\beta^2/3kT)(1 - 4\lambda/5D) + 4N\beta^2/5D$$

又  $\lambda$  之值依據蘭模脫(Laporte)氏之議,採用  $\lambda = -335 \text{ cm}^{-1}$ , 代入上式,以各種鎳錯鹽之實測值  $\chi$

為根據，可計算常數D之值，如下表如示：——

鎳二水楊酸醛(Salicylaldehyde)中 Ni<sup>++</sup>之  
常數D

$\chi_g \times 10^6$	$\chi_{Ni} \times 10^6$	$1/\chi_{Ni}$	T°(K)	D
11.58	4052.7	246.7	316	1151
12.35	4313.8	231.8	295.5	1159
13.15	4584.4	218.1	277	1161
18.80	6485.8	154.2	197	1101
30.99	10595.4	94.3	119	1063

又於鎳錯鹽中以同法計算常數D之值，得下表：——

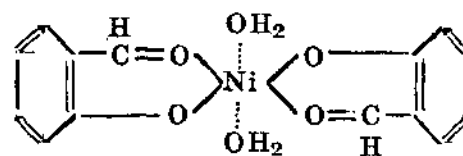
	常數D(單位cm <sup>-1</sup> )	溫度(T)
NiSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	+1103	170°
NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	+1208	169°
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	+1106	169°
Ni(CN) <sub>2</sub> ·C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ·NH <sub>3</sub>	- 935	296°
Ni(C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	+ 796 → 292.8°	
Ni(C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O	+1197 → 289°	
NiCl <sub>2</sub>	+ 710	——

K <sub>3</sub> Cr(SCN) <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	+1480	——
CrCl <sub>3</sub>	-4700	——
鎳二 Salicylaldehyde	+1159	295.5°
鎳二 Salicylaldehyde	+1658	296°
鎳二福爾米爾根福爾	+1208	293°
鎳二福爾米爾根福爾	-1708	——

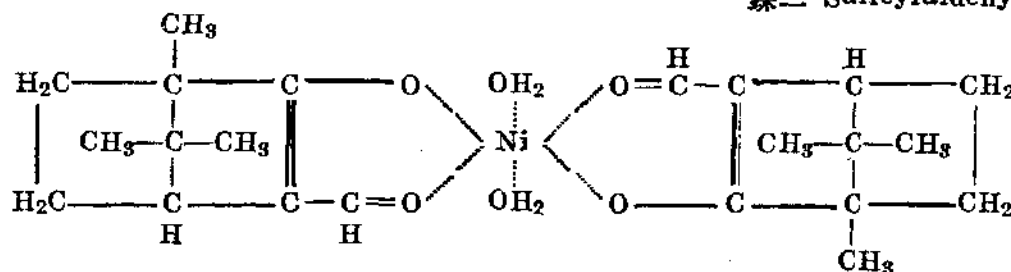
上表中所示之D值有正有負乃因結晶力場對稱性之差異，戈脫氏(C.J. Gorter) 則以下法區別之：

D	負電荷之配位數	對 稱 性
+	6	正六面體
-	4	正四面體

由此觀之，因D值符號之如何，可推定其配置為正四面體抑係正六面體。上列之二種化合物，其配置情形，大致如次：



鎳二 Salicylaldehyde



鎳二福爾米爾根福爾(Nickel two formal Camphor)

由上表中對於Ni<sup>++</sup>之D值觀之，可知凡與伊洪結合者之D值恒為正，若有其他若干相跨原子價之結合時，則為負，又當D為正值之時，若其數值係超越1000以上者，其配位原子則配置在八面體六個頂點之上。

## (六) 遊離根

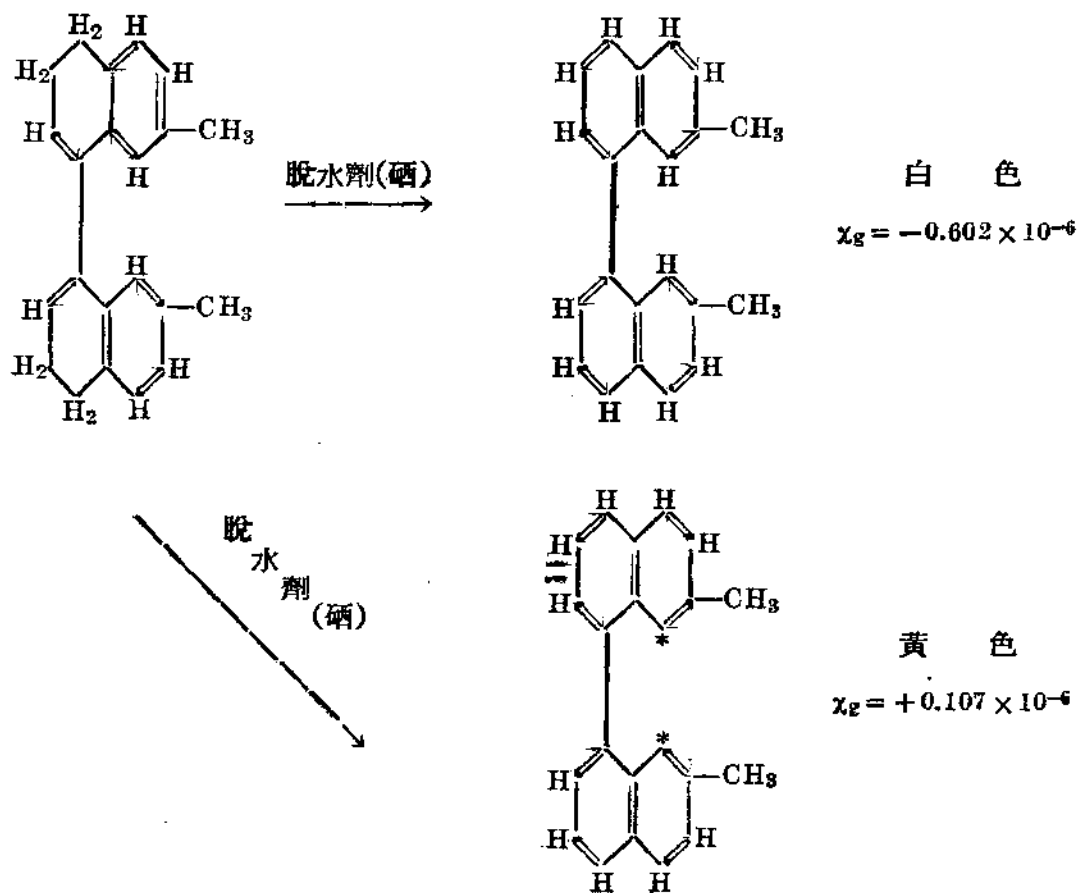
凡普通之有機化合物，均顯示為反磁性，但在遊離根(Free Radical)或雙根(Biradical)之中，因其有非配偶性電子迴轉之產生，故又示為常

磁性。著者曾採用硒 (Selenium) 於下述之化合物作脫水劑反應，得明確分離之白色及黃色之兩種結晶。

此黃色之結晶，乃為常磁性，試檢討其構造式中，若較式中 \* 點更進一步之脫水劑反應，在其中途過程，因其帶有遊離根之性質，故非配偶性電子即行發生，至在 \* 點上脫水劑之作用常生困難，

因共有構造式中所示  $\text{CH}_3$  之存在，妨害二個萘 (naphthalene) 環間之自由迴轉。因之，\* 標記炭原子間之連結未能充分，又脫水劑若在 \* 點以外之位置上發生時，則  $\chi_g$  之值大致為  $10 \times 10^{-6}$  左右，因之所示  $+0.107 \times 10^{-6}$  微小數值乃為二個之迴轉，相互鄰近，受其拘束故也。

茲將兩種結晶之構造式列之如下：



# 浙江之白土

(永康江山特產)

周萃機

## (一) 引言

今代化學之有長足進步者，首推膠質化學。膠質所具之接觸作用，頗為微妙。接觸變化，為一八三五年柏稷利烏斯(Berzelius)氏所命名，至十九世紀，克來曼(Clement)，德索爾姆(Desormes)，德斐(Davy)等氏，研究硫酸製造之機構；至一九三五年法拉第(Faraday)氏創一新學說，謂接觸作用基於互相反應之物，及第三者接觸劑間之吸附作用(adsorption)而發生。

上述接觸作用，在煉金術時代，早已為人所知。一七四〇年雷柏克(Roebuck)氏等發明鉛室法之應用於製造硫酸，用微量氧化氮，而令多量之稀硫酸氣體氧化，以之製造硫酸，且發明醚之製造，以硫酸作用於酒精，此等事實在工業上已有悠久之利用。

一般最常用之觸媒兼吸附劑者有下列數種：

(一)酸性白土 漂布土 (Fuller's Earth)，富羅利達土 (Florida Earth) 或稱 Floridin。中國江山白土與永康白土等天然產之二氧化矽化合物。

(二)活性白土 日本活性白土，德國活性白土。美國酸性粘土等之活性化者。

(三)矽酸膠凝體礬土 (Alumina) 氧化鐵等。

(四)骨炭及活性炭等。

上述四種為化學界所常研究者，而尤係酸性白土。本文即就酸性白土而論述之。

## (二) 酸性白土之概況

酸性白土者，顧名思義，則知該土含有酸性反應之物質也。其名詞應用於一種類似粘土之物質，具有吸收油脂之特性，故適於洗滌及去垢之用。其色澤常隨其品種而異，有深褐，淡黃，微藍，或淺綠等色，亦有呈桃紅色者，而純白者甚少。頗軟，帶有土的外觀，以手觸之，覺有油膩性，然不粘於舌上。取一塊乾燥之白土，投於一杯水中，呈特殊之現象，立見其吸收水分而崩潰。乏可塑性，如尋常粘土然。

就礦物學立場而言，係一種混合物，其組成頗似高陵土 (Kaolinite)。其化學反應式為  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 。有係屬於所謂 "Smectite"，為一八四一年 A. Breithampt 所發見者。

在顯微鏡檢視下，細查英國漂布土 (Fuller's Earth) 乃係 G. P. Merrill 之傑作，(可參閱 "The Non-metal Materials, 1904") 其結果如下：無色或淺黃色粒子，有微弱雙折光力，自 0.002

至0.07 厘米直徑，有游離二氧化矽之存在，具有微量石英，其化學成分，隨其種類而有差異，比重為1.75至2.5。

茲將外國白土之分析結果，摘錄如第一表，以資參考：

表一 外國白土之分析

成分	I	II	III	IV	V	VI
二氧化矽	51.21	62.81	59.37	58.72	50.76	67.46
二氧化鋁	12.25	6.92	11.82	16.90	21.07	10.08
氧化鐵	2.07	3.78	6.27	4.00	6.88	2.49
氧化鈣	2.13	7.40	6.17	4.06	4.40	3.14
氧化鎂	4.89	2.27	2.09	2.56	0.30	4.09
氧化鉀	—	0.74	0.84	} 2.11	—	—
氧化鈉	—	—	—		—	—
氯化鈉	—	0.05	0.14	—	—	—
五氧化磷	—	0.27	0.14	—	—	—
煨灼	} 27.89	15.57	13.19	8.10	9.60	5.61
水分		—	—	2.30	7.96	6.28
	100.44	99.86	100.10	98.75	100.85	99.15

上表所列之字數，I為 Smectite 由 Gilly, Styria而來者(Jordan, 1849)。II為淡灰色漂土，由Nutfield, Surrey而來者(參閱P.G. Samford, Geol. Mag. 1889, 456, 426)，煨燒至一〇〇度(C)，減量為27.47%水分，固形體除二氧化矽外為13.33%，均溶解於酸。III為淡黃色漂布土，係由Nutfield, Surrey而來者(參閱 P.G. Samford 1889)，煨燒至一〇〇度(C)，失去29.56%水分，固形體為10.73%溶解於酸。IV為酸性粘土，係由Fairborn, South Dakota而來者。V為酸性粘土，係由富羅利達省River Junction 西南方而來

者。VI為酸性粘土，係由Decatur公司，在Georgia省而來者。

上列之分析IV—VI項為 E.J. Riederer 所化驗，而 H. Ries 所引證，在第七屆美國地質調查會所報告者。

### (三) 各國白土之發見

(子)英國之發見酸性白土，遠在一八二〇年，而應用於工業上如油脂之脫色劑等，則在一八八〇年以後，至於以前時代，曾經作為填充布帛眼孔，定名為 Fuller's Earth 職是之故也。曾經風行一世，為全球冠，輸出於美國者，為量頗鉅。每年產額約為一五,〇〇〇噸云。

(丑)美國之發見酸性白土，似在一九〇〇年，蘊藏於各處地下者，甚為豐富，現已開採數處，其著名產地為富羅利達州 (Florida)，故命名為「富羅利達土」(Florida, 或Floridin)，其次則為喬治亞州(Georgia)，亞拉班馬(Alabama)，亞肯蘇斯(Arkansas)及加利富尼亞(California)等州。富羅利達州有一喀斯登郡 (Gatsden County)，白土之礦床，有四—十二呎深，係砂質粘土，為第二紀之中部(Oligocene Age)層。

(寅)日本之發見酸性白土，似在一八九三年，其著名產地為新瀉縣之北蒲原郡，故日本學者名之為蒲原粘土(Kambainte)，旋因各地續有發現，尤其是在日本之東北地方，故又通稱為日本酸性白土(Japanese Acid Clay)。直至一九〇二年始由小林久平博士獲有石油精製法之特許權，該氏即以吸附作用而解釋酸性現象，並用赫謨霍爾茲(Helmholz)氏之二重層理論，而闡明之。於是始引起世人之注意，其後日本學者繼續不斷努力研

究，如山本研一氏之測定其比重，限外顯微鏡之試驗，及X光線之研究，與岡澤鶴治氏之鹽基交換說等，此乃物理上之推進者也。又將酸性白土之應用工業上者，不勝枚舉，茲擇其重要者，摘錄一二，以窺一斑。如衣笠豐氏以酸性白土，吸取乙種維他命(Vitamine B)，田中芳雄與桑雄田勉兩氏令氯化氫氣，通過松脂油中，以製造鹽酸松精(Pinene)時，如添加少許白土，以作接觸之用，則可以增加其收穫量。又大嶽了氏以酸性白土，而決定乙種維他命之構造式而精製之，獲得其結晶體。日本近來對於酸性白土之研究，不遺餘力，非但應用於工業上，近且擴及於農業界矣。

(卯)中國之酸性白土發見較遲，惟近來我國之對於白土研究者，頗有人焉，故發見者亦甚多，如浙江江山縣清湖鎮地方，與永康縣笠帽山及先施地方，又四川灌縣河西壁山澄江等。

(辰)其他各國，如法國命名為Terrea foalon，德國名之為 Walkerode，又加拿大(Canada)及爪哇(Java)，Bohemia，Soxony，印度及澳大利亞(Australia)等均有出產，惟產額甚少耳。

#### (四)浙江白土之組成

我國白土出產區域為浙江之江山縣清湖鎮土口地方，係李振民先生所發見，其鑑定與組織成分，為蘇步皋先生在「浙江工業」第三卷第五六期發表，又劉昌鏞先生亦在「浙江工業」第三卷第二期，作詳細之檢驗。又為永康縣笠帽山與先施地方，係胡衛華先生所發見，其成分與鑑定擬在「浙江工業」上發表。筆者追隨驥尾，亦作初步之研究，爰將其結果，誌之於下，並無江山白土與日本酸性白土相比較，以資討論：

表二 中日白土之比較

成分名稱	江山白土	日本酸性白土	分析者
二氧化矽	62.07%	69.97%	劉昌鏞
氧化鋁, 氧化鐵及其他	24.51%	15.14%	
灼熱減量	7.45%	8.02%	

表三 江山白土之分析

成分名稱	江山白土		分析者
	I	II	
二氧化矽	59.22%	58.33%	蘇步皋
礬土	15.09%	15.02%	
氧化鐵	2.95%	3.70%	
苦土	3.78%	3.80%	
灼熱減量	6.48%	5.46%	
110°C加熱減量	2.43%	3.85%	

表四 永康白土之分析

成分名稱	永康白土		分析者
	I	II	
二氧化矽	64.10%	76.24%	胡衛華
氧化鋁	16.21%	2.15%	
氧化鐵及其他	12.50%	0.29%	陳經鏞
灼熱減量	7.14%	其他21.35%	

#### (五)浙江白土之特性

(甲)外觀 白色者多，質鬆易研碎，且少細砂。

(乙)硬度 用小刀削之，剖面光滑。

(丙)酸性反應 潤濕試紙觸白土，粉末變為



紅色。投白土於食鹽溶液中，不絕攪拌，呈酸性反應。

(丁) 乏吸水性 取白土一小塊，投入水中，略有氣泡發生，但無崩潰現象。

(戊) 脫色試驗 能使甲基紫 (methyl violet) 脫色 (色素為粉末所吸收)。

(己) 漂白試驗 用赤石難民工廠煉油部之火油，行漂白試驗如下：

原油色度(3:2) 2.38

標準 1克碘酒於 100c.c.

(I) 江山白土 (每次用油 10c.c. 加熱後加入白土振盪過濾)

白土量	1克	2克	3克
1cc. 碘加入水量	3.6	4.7	6.6
色度	2.18	1.76	1.52

(II) 永康白土

白土量	1克	2克	3克
1cc. 碘加入水量	5.2	7.5	8.3
色度	1.62	1.18	1.08

表五 浙江白土之比較

種類	使用油量	白土量	加水量	比色
永康白土	10cc.	1 4克	5.0	1.67 0.75
江山白土		1 4克	3.5	2.23 0.81

上述色度比較法，說明如後：

標準液：一克碘；二克碘化鉀溶於一〇〇 cc. 水中，則每 1cc. 溶液內含碘 10mg.

方法：取一 cc. 標準液，與比較之油，各入直徑相等之兩試管內，逐漸加水於盛有標準液之試管

內，使兩管色澤相等，則其色度可計算如下：

$$10\text{mg.} \div (1\text{cc. 標準液} + \text{加入水之 cc. 數}) = A$$

色度 (即油之色澤與每 cc. 內含有 A mg. 之碘液相等)。

茲再舉日本產白土之分析結果，資為比較：

表六 日本白土之分析

(對於乾燥土之百分率)

名稱	氧化矽	氧化鋁	氧化鐵	氧化鈣	氧化鎂	氧化鉀	氧化鈉	灼熱後減量
大森村土 (水簸物)	45.91	38.26	0.46	0.27	0.23	0.11	0.43	14.38
東山白土 (原礦)	43.42	40.25	0.15	0.13	1.49	0.85		13.92
梅山寺土 (水簸物)	46.32	38.54	0.53	0.60	0.31	0.04	0.18	13.50

### (六) 邊托土

邊托土 (Beuthonite) 係產於太平洋沿岸諸地之白土，含水甚多，成柔軟糊狀，似澱粉漿，美國至俄明 (Wyoming) 州，埋藏有豐富之邊托土，其固形質之分析，結果如次：

表七 邊托土之分析

(固形質之百分率)

二氧化矽	氧化鋁	氧化鐵	氧化鈣	氧化鎂	氧化鉀	氧化鈉	灼熱後減量
58.79	14.27	2.99	0.70	1.28	0.76	3.42	17.06

將邊托土加於水中，則行分散而成粘稠之懸濁液，其液之粘度，較普通粘土約大十倍乃至十數倍，對於色素有強大之吸着力，其吸着甲烯藍 (methylene blue)，孔雀綠 (malachite green) 等染料之力，數倍於酸性白土。

用途與酸性白土相似。(根據重宗亮氏報告，化學工業資料第二卷第三號，昭和四年。)

邊托土多呈黑色，無光彩，粉狀之物質。然對於新切之表面，乃現似蠟質。具有許多色澤，自淺綠色乃至近黑色。此等白土係火山噴出之灰經變化而成之物體。可分為鹼性氧化物(alkaline oxide)與鹼性土屬(alkaline earth)二種，其中成分含有百分之五乃至百分之十一。具有高度吸着能力(absorptive power)及極強膠體性質。

此等邊托土為各種粘土中之高度膠體之一：有吸着水分較本體重量大三倍，於是形成膨脹，則成似膠狀之物體。

伍德曼(Woodman)及泰羅(Taylor)之解釋邊托土，係一種鈉的粘土(Sodium Clay)，如以加水分解，則氫氧化鈉游離而出。(參閱日本「化學協會雜誌」一九二九年48頁)。

邊托土有應用於醫藥，作為消炎藥(anti-phlogistice)硬膏之用者；又應用於某種肥皂，作為充填劑之用，可用百分之二十五乃至百分之三十者；又用於填料者，如毛氈紙類等等；又可當作鹼性白土代用品，用於油類之漂白；又可作某種油類之乳化劑(Emulsifier)及作紙類之去油垢或墨迹之用，然該土之價值應用於肥皂代用品者成一問題。

又有一種粘土類似邊托土名曰 Ademoiute，此乃特種粘土產於南達科他(South Dakota)州之 Admore 地方。

有所謂 Taylorite 者，乃係邊托土之舊名，現今不用。

尚有甚多種類應用於紙及油之工業者，名曰 Hallysite 及 Otalite，來自美之南加尼福尼亞(South California)者，先行乾燥，於未使用之前，以酸處理之，始可應用。

### (七) 結 論

吾人綜觀鹼性白土之分析，無論何國何種白土，大者利用之可作液體燃料之代用品，乙醚之製造，鹽酸之合成；其次可作廢機油之收回，油脂之精練；小者可充肥皂之代用品，牙科原料，玻璃研磨材料等。吾浙之江山白土與永康白土，與各國白土質相等，使其名能永垂不朽者，厥惟吾人之責任，期在吾國工業上實踐其效用，發揮其能力。前節簡言邊托土之效用，亦與白土相似，故特表而出之，希望吾國礦物學家，尋覓而發現之，則不僅江山及永康白土，專美於前也。

# 湯山採石

(浙江富陽縣境)

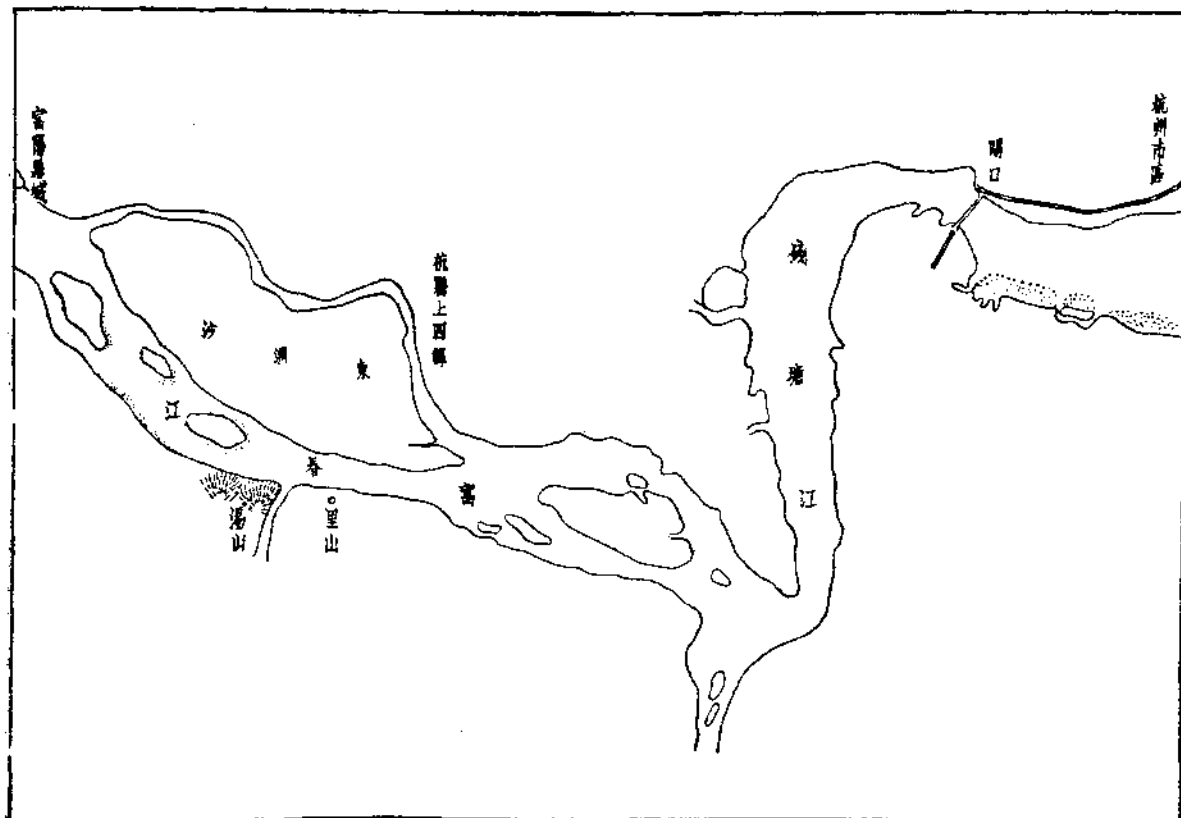
席與錚 張靖生 高肇儉 陳文毅

## (一)湯山概況

富陽縣富春江南，有鎮曰里山，距杭州市六十五里。鎮西三里，湯山在焉。其地面臨錢江，峭石壁立，高可數丈，長亘數百尺，止於湯山廟側。再上為岩石山地，約成四十度斜坡，直抵山巔。山上除表

土厚約〇・二至一公尺外，其下盡為堅石。此山石質，為硬質流紋岩，歷來採用於錢塘江大橋及河工，素稱合宜。

湯山位居江濱，炸後塊石可賴斜坡自動滾至江邊。傍岸水深，船隻易於停泊。既經裝船，復可順流而下，直達錢江下流塘工施工之地。故不論裝工



圖

運費，俱可大省。

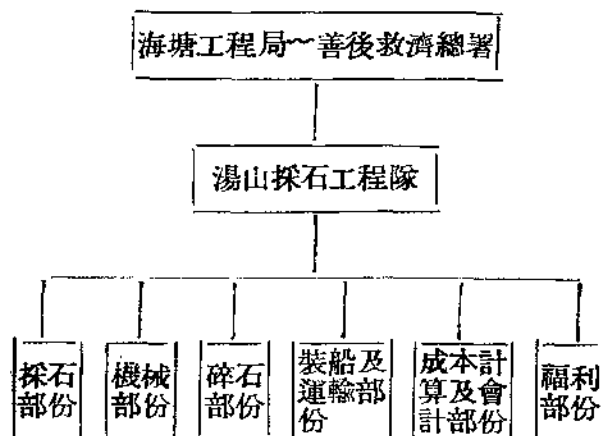
採石湯山，既具上列兩大優點，錢塘江海塘工程局有鑒於斯，乃定湯山為沿江工程石料之源。

(參閱圖一)

## (二)湯山採石工程隊之組織

錢塘江海塘工程局，既定湯山為石料取給之地，乃積極籌備，以利開採。承善後救濟總署及水利委員會供應物資器材，湯山採石工程隊乃於去年成立。採石工程隊雖成立不久，而今已粗具規模，從事開採工作，聊堪告慰。惟冀日後工作得逐漸熟練，機械得再加補充，俾產量日增。

茲將湯山採石工程隊組織表述如下：



(甲)海塘工程局與善後救濟總署：

(a)擬訂工程事項及所需器材。

(b)雇用所需技術人員，技工，勞工，並供給機

械，材料，及指示工程實施綱要。

(乙)湯山採石工程隊：一 依據海塘工程局及善後救濟總署擬定辦法，主持開採山石。

(a)機械部份：主管管理，施用，修配各項機械事宜。

(b)採石部份：主管炸採山石之一切技術工作事宜。

(c)碎石部份：主管碾碎塊石及打樁事宜。

(d)裝船及運輸部份：主管將開出山石裝運至施工地區事宜。

(e)成本計算及會計部份：辦理技工，勞工工資，材料消耗，成品運費之記錄，並計算每公方塊石之單價。

(f)福利部份：主辦員工福利事宜，如員工之住宿，飲食，娛樂等。

## (三)湯山採石工程隊之

### 機械設備

湯山採石，多用機械，其效率自高於手工多。諸凡開山，鑽孔，推土，運輸皆以機械工具為之。普通手工具如修理引擎者，搭建活動房屋者，又如鏈條管子鉗，管子螺旋模子等特殊工具，皆稍有具備，茲擇其要者列表如下：

機 械 名 稱		數量	性 能 及 功 用
中文名	英文名		
空氣壓縮機	Air Compressor	2	汽油引擎拖動壓縮機，將空氣壓縮。空氣壓力自70至100磅/方吋，能自動調節。
鑽錘(空氣鑽)	Jack Hammer	1	利用壓縮空氣推動鑽頭旋轉，碎石鑽孔。
鑽莖(鑽桿)	Steel Drill Rod	100	有長二呎，四呎，六呎三種，傳遞旋轉至鑽頭。
鑽頭	Bits	1500	由空氣壓縮機，鑽錘，鑽莖傳來能量，接觸岩石直接行鑽孔之功。

炸藥爆發器	Blasting Machine	1	由人力變電能之發電機。兩手將插桿猛推至底，則產生電流，以爆發炸藥。
電阻器	Rheostat	1	測驗炸藥爆發器之功效。
電路測驗計	Circuit Tester	1	測驗電管導線，外路導線暢通與否者。
推土機	Bulldozer	1	任修路，平地，推石，挖溝及各種清理工作。
發電機	Generator	1	專供工地照明之用。
拖駁	Tug Boat	2	拖運載石之船。
駁船	Barge	20	載運石料，每船載重約五十噸。

#### (四) 空氣壓縮機及空氣鑽

空氣壓縮機之作用為產生壓縮空氣，以此壓縮空氣推動力，旋轉空氣鑽，鑽石成孔。試詳述之。

空氣壓縮機(見圖二)可分兩部份：其一為產生原動力之汽油內燃機，與普通汽車引擎相似，又一為由三個連接唧氣筒及一個儲氣箱所構成之壓縮機。

引擎發動用搖手，有「喝風」「開關」兩拉扭，以施啓閉。其與普通引擎不同者，為多一自動風門調節器，以調節儲氣箱中之氣壓。即當儲氣箱中之氣壓到達某一高度，引擎風門即自動關小，而至慢車速度。待氣壓降低十五至二十度，(每度為每平方吋受壓一磅)風門又自動開大，重增壓力。三唧氣

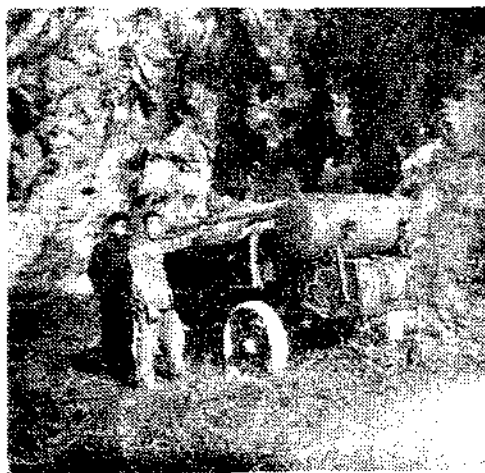


圖 二

筒位於引擎之後，排列成扇形狀，由一離合器將其活塞與引擎連接之。儲氣箱位於全機之最後部，由引擎傳動之唧氣筒將其中空氣壓縮，(能受最大壓力一百六十度，但用於空氣鑽者約一百度)此高壓之空氣由四個一吋口徑龍頭導出接至空氣鑽，使生力旋轉，以利鑽孔。又有小龍頭裝於箱底，用以使因壓縮空氣產生之凝結水份吹出箱外。

使用空氣壓縮機前，所需注意之點有二：(甲)檢查潤滑油是否加足，(乙)檢查引擎水箱存水量。發動時先將開關拉扭拉出，(冷車時需將喝風拉扭同時拉出)然後以搖手發動，若係由冷車開始，需於引擎發動後約五分鐘後，始可將離合器與壓縮機連接。接上後至氣壓表指示於所需壓力時，乃將自動調節器撥下，使其自動調節氣壓。以後之工作僅需注意其油壓表，視其是否需加油量而已。

此機除儲氣箱及汽油箱外，全部機件裝於一屋形外壳之內，且下備鐵輪，可隨地拖動。

空氣鑽分鑽錘，鑽桿及鑽頭三部份。

鑽錘一為機筒，上有手柄及空氣活門，空氣活門控制桿，內有活塞或錘及類似渦輪(Turbine)之物，與鑽桿相連接。鑽桿成空心六角形，由硬鋼製成，有長二呎，四呎，六呎三種，上承鑽錘，下接鑽頭。鑽頭亦為硬鋼或高碳鋼製成，呈角錘或十字形，約成九十度角。但事實上鋼之種類及鑽頭形式

皆取決於石層之質地也。

手柄下側之空氣活門控制桿推下，壓縮空氣即由空氣活門導入，衝渦輪而使鑽桿旋轉，再帶轉鑽頭。此時將鑽頭下插石上，按緊手柄，鑽石之效乃生，漸鑽漸深，而成石孔。但鑽至相當時刻後，空氣活門控制桿需暫時上提，使鑽後石粉及碎屑由孔中吹出，以利下鑽。

空氣鑽使用之時，兩手按於手柄之上，或有以為傾全身之力以壓之，必收宏效。而實非然，輕固不可，過重則無形增加鑽頭荷重，減其效率。故過與不及，皆非得計，需輕重相宜，方收大效。

鑽頭於鋒利之時，為割碎石質作用；鑽頭較鈍之時，為搗碎作用；至鑽頭幾近磨光之時，則僅有磨碎作用矣。此時鑽孔之效大減，需再加整理，重修利鋒。如湯山石質，每鑽四呎，必需更換鑽頭一次。但事實上若打六呎之孔，換鑽三次，第一次為二呎鑽頭，孔徑最大，再換孔徑較小之四呎鑽頭，

最後則為孔徑最小之六呎鑽頭。餘可由此類推。

在空氣鑽未用之前，當注意導氣管是否漏氣？有否加足潤滑油量？鑽頭是否鋒利？既開始工作，潤滑油亦需每三小時加添一次。

### (五) 炮眼之佈置及深度

山石上以空氣鑽所鑽成之孔，因其為灌炸藥以放炮之用，故稱炮眼。炮眼之深度自二呎至六呎不等，照原理言，其佈置應如圖二（甲）與（乙）。若每一炮眼深六呎，裝入炸藥四至六個，如是則每炮眼十二個可炸石五十立方碼。但炮眼之佈置，亦需視山石之位置，山石之硬度及山形而定。以湯山之情形言，因尚在開始階段，表面岩石鬆實無定，故炮眼之佈置，深度亦需視實際情形而定。湯山山坡尚緩，將來有使開成山石自動沿坡滾下以省人力之計，故需將（乙）圖之平面改為斜面，如（丙）圖所示，即炮眼與斜面成垂直。

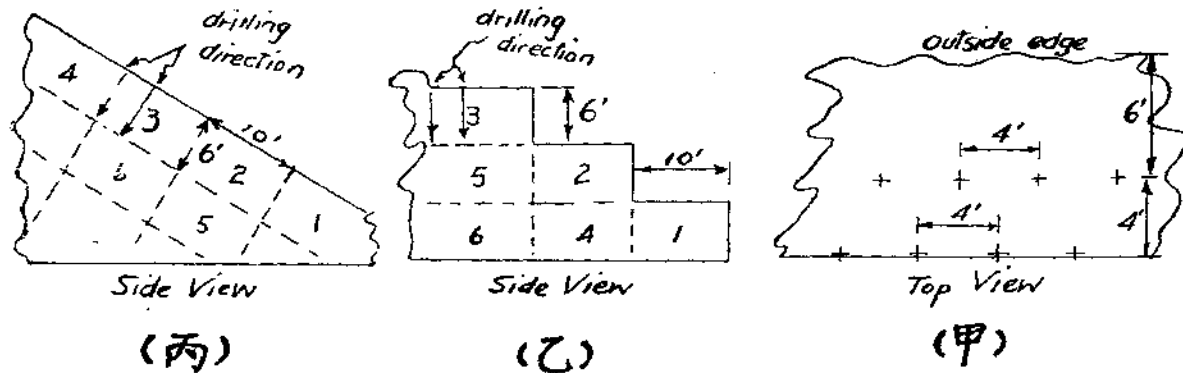


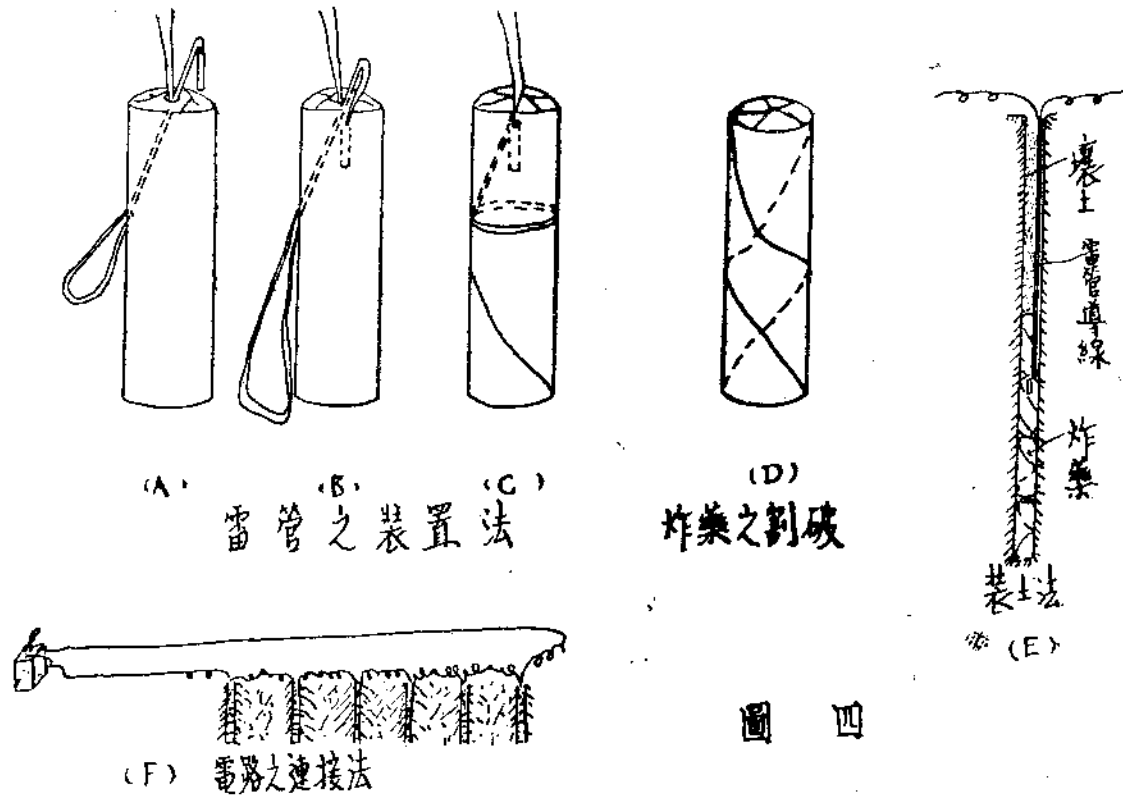
圖 三

### (六) 猛炸藥之使用

猛炸藥者，乃藉電流使炸藥爆炸，專作開鑿堅硬岩石之用。炸藥一經爆炸，即生激烈之化學反應，同時產生大量之熱與氣體。此種不安定產生物之存在，有擴大體積之趨勢，乃可視作其特徵，亦

即爆炸過程中最危險最有效之一刹那也。炸藥着火或受擊後，即生爆炸，易生無妄之災，故為防患於未然計，炸藥之搬運與貯藏必需萬分注意。

開炸岩石之方法，即先以空氣鑽鑿炮眼，眼中實以圓柱形炸藥，然後以電流發火爆炸，使岩石炸成碎片。此種工作實為有次序而又危險之舉，茲



圖四

述其步驟如下。

(甲) 裝配：裝配者，即在猛炸藥未塞入炮眼以前，以導炸帽(Blasting Cap)裝入炸藥筒之謂也。導炸帽包括金屬小筒之雷管，內充爆劑，(有用雷汞者)外以硫磷等物封口，再以兩導線連通之。將此雷管裝入猛炸藥中之最簡單者，為將猛炸藥之防水紙封口打開，以小木枝鑽一孔隙，將雷管塞入，再封密裂口。常用而較優於前者之法為：(a)猛炸藥外側，開一小孔，以小木枝貫穿至頂。(b)雷管之兩導線，經此孔穿入，同時穿出頂孔。(c)雷管亦經頂孔插入炸藥之中心。(d)兩導線緊細炸藥之外。(e)還原封口。(圖四之 A, B, C) 此法所成之效力較優，工人學習亦非難事，故多採用。又爆藥於放置以前，需將其外壳割裂。(如圖四D)

(乙) 清淨炮眼：炮眼之未實猛炸藥之前，須設

法清淨之。其法可用一端敲碎之木棒，用布條一塊縛於其端，作為通利炮眼之用，凡有積水或石屑等，皆須除去之。

(丙) 填實：填實者，乃將猛炸藥納入炮眼，逐個以木桿輕輕壓實，裝有導炸帽之藥筒置於各藥筒中心。壓實工作需特別留心，不可猛力衝擊，免致危險。

(丁) 封口：此乃爆炸前之最後一步工作，即用泥土封填孔口，妥加壓實。(見圖四 E) 封口之泥土最好為潮濕而有可塑性之土壤，不含小石。

(戊) 爆炸：爆炸之準備工作既經完成，再以電流計核驗雷管之電路是否暢通無斷。電流計由一小電池(有用氯化銀電池者)，外附刻度，指針，電極而成。連雷管之導線於兩極，指針移動即示導線無斷。各個雷管經試驗無斷後，再連整個線

路，以串連，並連或串並連法連接之，就中串連（見圖四F）為較簡且不易錯誤之法。整個電路經電流計之試驗無誤，再將此兩導線遠引至安全之地，（遠離爆炸之地）纏於炸藥爆發器兩極之上，爆炸於焉發生。

今湯山所用之猛炸藥，為美國 Du Pont 廠所製之 Gelatin 40號，40% Strength，每個大小為  $1\frac{1}{4}'' \times 8''$ ，重 0.37003 磅。由經驗而得，深六呎之炮眼，用炸藥四五個即足。且石質愈硬，則愈見有效。

### （七）炸石之成績

影響炸石成績之因素甚多，舉其要者有：（一）岩石之質地。石質愈硬，爆炸之成績愈佳。（二）炮眼之位置。（三）炮眼之佈置，與每次同時爆炸之炮眼多少有關。若用階梯式炸法，每一階梯寬可六至八呎，且一連數炮，同時齊炸，成績必佳。（四）炮眼中所充炸藥之性質。各種炸藥性質之猛弱不一，此實為最有關係者。（五）炮眼中所充炸藥之多少，過與不足，皆非得宜，但求其足夠而已。（六）封口所填泥土之質地及潮濕度，需潮濕有可塑性者。（七）炸藥及所塞封口泥土，堅而無空隙為佳。（八）炮眼愈深愈佳。（九）有雷管之猛炸藥置於中間，則炸力較大。

對於上述各項，若能臻至善之境，以湯山石質，再以湯山現所採用之炸藥，則炮眼每長一呎，當可炸出岩石一·六公方。若以一部空氣鑽每日可鑽炮眼五十至六十呎計，則每日當可炸出岩石八十至一百公方。

現湯山已炸石一月，每日實際炸出石塊量平均六十至七十公方。（若以每日鑽孔五十至六十呎計，則每呎可炸出一·一六六至一·四公方）蓋以

湯山工程伊始，表層多係鬆軟岩石，用藥之多少，亦未完全適宜，尙未進至理想之境。若逐步研究，逐步改進，成績之進步，自在意中。

### （八）塊石之成本

用於炸石之消耗，當可分毛，淨兩種，淨消耗僅指直接為開石消耗之物資，人工，如汽油，機油，炸藥及工資等。由淨消耗上再加開辦費，設備費，修理費等是為毛消耗。

根據此等消耗之記錄，石方之成本自可由此而得。但此項統計必需有長時間之記錄，始可得真確之數，而尤以如湯山初次開工之地為然。蓋湯山所用機械，以使用尙未純熟，未至發揮最大效能之時，且近面層之岩石多不堅實，亦影響效能。若將來兩具空氣壓縮機同時使用，每具裝空氣鑽三個，岩石再進至下層堅實部份，工作效率自必大為增高，石方之成本亦可逐漸降低也。

姑以現在情形，試記其消耗：（一具空氣壓縮機，一個鑽頭，以一日八小時計。）

（甲）汽油十五加侖。（空氣壓縮機用）

（乙）機油〇·五加侖。（每月用量十五加侖。

但用過之機油，經過濾及清潔處理後，實仍可應用於其他較不精細之機械，並非完全消耗。）

（丙）鑽頭十五個。（以每日鑽炮眼六十呎計，每四呎換鑽頭一個。但此項鑽頭，經過修整，磨銳後，仍可應用，亦非完全消耗。）

（丁）人工：石匠二工，機匠一工，小工十工。（鑽孔前後及炸石後之清理工作。）

（戊）炸藥四十個，每個 0.37003 磅，即  $40 \times 0.37003 = 15$  磅。

（己）雷管十枚。



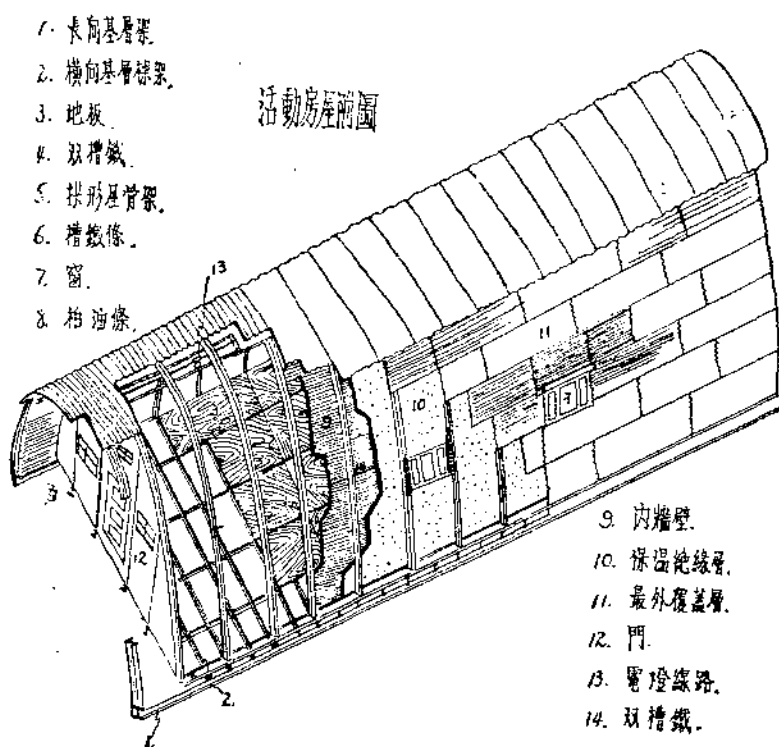


圖 五

炸石之淨消耗量表(每日)

名稱	數 量	單價(元)	共計(元)	備 註
汽油	15(加侖)	1,700	25,500	指修理費而言
機油	0.5(加侖)	8,000	4,000	
鑽頭	15(個)	1,800	27,000	
石匠	2(工)	9,000	18,000	
機匠	1(工)	9,000	9,000	
小工	10(工)	6,000	60,000	
炸藥	15(磅)	1,140	17,100	
雷管	10(個)	45	450	
總 計			161,050	

前表中所得之總價，即每日之淨消耗。若再加以開辦費，生活設備費，以及職員薪津，機械折舊等，則為炸石之毛消耗。欲求炸石每方之成本，可以下式計算之：

炸石淨消耗 + 開辦費 + 一切生活設備費 + 職員薪津 + 機械房屋折舊 = 炸石之毛消耗

$$\frac{\text{炸石之毛消耗(元)}}{\text{每日炸石方數}} = \text{炸石每方成本(元)}$$

$$\frac{\text{炸石之淨消耗(元)}}{\text{每日炸石方數}} = \text{每方石方淨值(元)}$$

今產量為六十五公方，淨消耗為161,050元，每公方淨成本約二千五百元。職員薪津及辦公費用每日約十萬元，即每公方總成本為四千元。

### (九)湯山採石工程隊之生活狀況

(甲) 一般情形 湯山地居僻鄉，遠離都市，本係一片荒山，一切生活上設備，完全烏有。但經數月經營，利用所得物資，兼以大自然高山茂林流水之勝，居住其間，亦頗覺舒適，與置都鬧市比，另有一番樂趣。茲將生活要點分述如下：

(a) 米食及佐餐菜蔬仰給於里山小鎮。搭屋為廚房，以資烹飪。(b) 有20'×56'活動房屋兩幢，職工皆分居於此。兩屋並列，後依山麓，左臨清溪，竹林圍繞，頗有山林之勝。(c) 築壩橫跨小溪，引至屋旁，更佐以過濾，澄清設備，用自來水管連通廚房，以作飲用。(d) 普通急救藥品，及外傷，瘡口用藥，尚稱齊備，且有醫師常川駐隊，為同人服務。(e) 有1.5K.W. 直流發電機一具，置房屋前側，以作發電照明之用。(f) 美國軍用帳篷三座作儲藏室，以儲器械什物。

(乙)住所——活動房屋之結構 活動房屋之外形呈半圓拱形，長五十六呎，寬二十呎，高十呎。茲分述如下。(參閱圖五)

(a)地面基層方骨架 (Basic Unit Frame): 爲鋼質所成。(1)長向基層架(Sill)共六行，每行間距四呎，共寬二十呎。靠邊兩行長五十六呎，中間四行長四十八呎，全用“**I**”形樑，以螺絲聯絡而成長方形架。(2)橫向基層樑架(Joist)，置於長向基層方骨架上，共十五列，每列間距二呎，共四十八呎。長向骨架兩端最外四呎不置橫向樑架。每條橫向樑架長二十呎，全爲整體，只需用螺絲固結於長向骨架上即成。與(1)項同爲“**I**”形樑，由鋼片鉚成。(3)槽鐵板(Channel Plate)，長向放置於兩邊，用螺絲固結於橫向樑架之上，各長五十六呎，拱骨架即放置其上。

(b)鋼拱骨“**I**”形屋架(Steel Arch Rib):每條亦如基層架狀，用鋼兩片鉚結而成“**I**”形樑，惟呈半圓拱形而已。此項拱架放於槽鐵中，以螺絲固結之。間隔四呎，共十五根。其中十三根構成房屋本身，前後兩端各一根構成屋簷。

(c)地板:由木板三十塊鑲成，每塊長八呎，寬四呎，厚半吋。每六塊長放(四十八呎)構成一幅，橫向並列五幅，(二十呎)幅與幅間用雙槽鐵接縫。(雙槽鐵爲高半吋之“**I**”形鐵)每塊木板相接處，在橫向樑架上用鈎釘，其餘用普通洋釘固定之。

(d)內牆壁:用特殊紙質板(滬俗名美生板 masonite)鑲成，此種紙板係有機纖維，化學品，及水三物膠結，再經高壓而成，有防水防火性。此項紙板寬四呎，鑲置於拱骨架內，以寬帽頭釘釘於拱骨架內壁，每塊相接處亦以雙槽鐵接縫。

(e)窗:窗共兩層，均用方木條匡架。外層嵌釘

具彈性及可塑性之玻璃，內層爲銅絲網紗窗。窗長約三呎半，寬約二呎，放於內壁紙板間。其兩側骨架之上，有波形瀝青片以防雨水沿窗縫浸入。窗與窗間之間隔爲八呎，離地板高度約四呎。

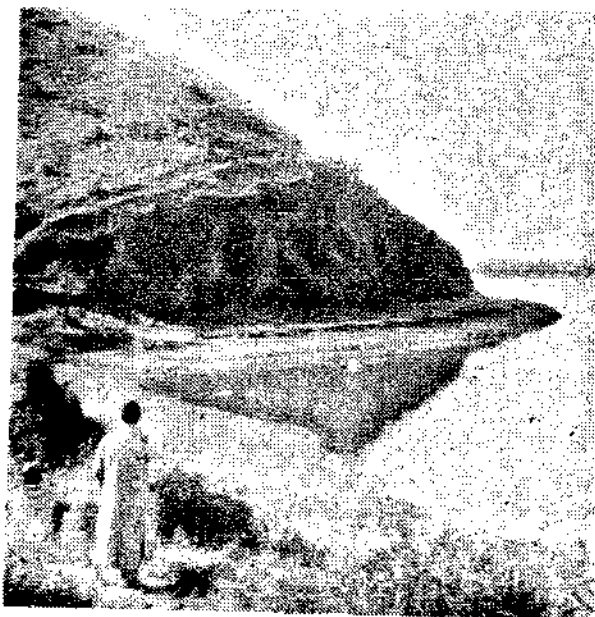
(f)保溫絕緣層(Insulation):亦爲特殊紙質，由紙十餘層疊成，更用線縫接之，具伸縮性。該紙層寬四呎，置於內壁紙板之外，即嵌置於拱骨架之中，兩端用木塊壓固於槽鐵內。此層紙質有保暖避冷之效。

(g)最外覆蓋層:係用鍍鋅之波形洋鐵皮所成屋面，置於拱骨架外壁，用雙帽頭釘釘入骨架縫中。(釘帽下有柏油帽，以防浸水。)

(h)門:房屋兩端，以上部爲半圓形之木板鑲嵌之，木板中間即爲長方木門，門之兩旁，各有銅絲紗窗兩扇。

(i)電燈線路:電燈線路環繞於紙質內壁上。

上述次序，亦即活動房屋搭建之步驟。



圖六 民國三十五年十一月三十日，湯山採石場首次爆炸之景。

# 美國公路概述

虞烈照

## (一)發展過程

考美國公路發展之歷史，應追述汽車未發明以前之情形。從發現新大陸之時起，各國冒險之士均在大西洋海岸一帶生活。其後人口漸多，遂有向西發展，修築道路之必要。1792年，類似現今碎石路面之道路初次興築。1802年，開始有民營之旅行公司。1830年火車發明，旅行公司曾努力與火車競爭。及至1850年，旅行公司終於屈服破產，道路不被人民所重視。1890年，開始有腳踏車，於是人民又感覺道路之需要平整。1895年汽車發明，始需要較坦蕩之道路。直至現在，就公路言，一切設施均以汽車為對象。

火車雖較汽車早六十年，而美國現今火車絕不如汽車之受人歡迎，自1895年製造四輛小汽車後，1904年即有運貨汽車。汽車在數量上之發展如下表。

美國汽車登記數量表

年份	座車數	貨車數	總數
1895	4		4
1900	8,000		8,000
1905	77,400	1,400	78,800
1910	458,500	10,000	468,500

1915	2,309,666	136,000	2,445,666
1920	8,225,859	1,006,082	9,231,941
1925	17,496,420	2,440,854	19,937,274
1930	23,059,262	3,486,019	26,545,281
1935*	22,562,847	3,664,429	26,227,276
1940	27,862,475	4,590,386	32,452,861

(\*美國不景氣時代)

1940年美國人口為131,669,275，平均每四人享用汽車一輛，每個家庭幾乎皆有一二輛汽車，除市區外，可稱路無步行者。

順着汽車之普遍，公路量及質之發展乃必然之趨勢。圖一與圖二分別代表1900年及1940年之情形。



圖一 1900年美國南部一個政治中心地，酋長審判馬賊情形，當時全美僅汽車8000輛，該地亦無公路通達。

由此二圖可以察知美國四十年來公路方面之進步。現在美國共有公路2,945,036英里，號稱三百萬哩無愧，城市街路尚不計在內。



圖二 1940年紐約附近之超級公路，車道六條，三去三來，路中植以花木，隔離燈光，並示如何引進與引出車輛。

因爲公路之繁密，兩地之間常有數路可通，故用地名以定路名辦法，已不適用，而改用號碼標明。各州公路局及汽油發行站，均免費供給公路地圖，標明各公路之號碼及各城鎮間之里程。駕車人按圖行路，至稱便利。

## (二) 工程略述

在三百萬英哩公路中，僅 334,000 哩係省(或州)修公路，其餘均屬地方修管。所可注意者，省修公路在全國公路里程數中佔11%，但其負擔之運輸量却佔全國公路之72%。又總數2,945,036英哩中，尙有半數以上，計1,538,700英哩係土路，未鋪路面。故美國公路除幹線外，皆非好路。筆者在美時亦曾坐小汽車被陷入泥土中，廢一小時餘始推拖出來。

路面材料因地制宜，普通爲泥土，沙石，瀝青，混凝土等等。重要幹道與支道相交處均用上下過道辦法。各種設計統按行車之需要而定。因汽車性能之日新月異，工程師極難確立工程標準。1945年八月一日各州公路局聯席會議，始通過次要公路設計標準如下：

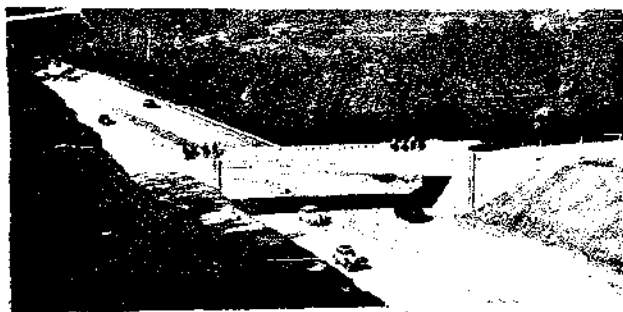
美國次要公路設計標準

設計項目	平均每日車運數						
	100輛以下		100至400		400至1000		
	極限	通限	極限	通限	極限	通限	
速率, 每小時英哩	平原區	40	—	45	55	50	60
	丘陵區	30	—	35	45	40	50
	山嶺區	20	—	25	35	30	40
平曲線(度)	平原區	14	—	11	7	9	6
	丘陵區	25	—	18	11	14	9
	山嶺區	56	—	36	18	25	14
坡度%	平原區	8	5	8	5	7	5
	丘陵區	12	7	10	7	8	6
	山嶺區	15	10	12	9	10	7
視距(呎)	平原區	—	—	315	415	350	475
	丘陵區	—	—	240	315	275	350
	山嶺區	—	—	165	240	200	275
路面寬(呎)	12	—	16	20	18	20	
路基寬(呎)	20	—	24	28	26	30	
新建橋樑	淨寬(呎)	14	20	22	24	24	—
	設計載重	H-10	H-15	H-15	—	H-15	—
維持舊橋	淨寬(呎)	—	—	15	—	18	—
	安全載重(標牌)	—	—	6T	—	10T	—
路權或用地寬(呎)	40	—	40	80	50	80	

實際上現在修築之次要公路，其標準均較表列者爲高。至於幹道標準，正在慎重研究中，尙未成有結論。

所謂超級公路，在美國較長者首推Pennsylvania 州首邑 Harrisburg 至鋼鐵工業中心地之 Pittsburgh 城，計長160英哩。設計速率爲每小時60英哩，最大坡度未超過百分之三，全路面分四車

道，二去二來，中間分隔，每車道12呎寬。與其他公路及鐵路交叉處均有上下過道分開，不相衝突。全程有山洞七處，路旁無邊溝，一律用地下排水設備。路面為厚九吋之鋼筋混凝土，全部工程費約為七千萬美元。下圖即為此公路之一段。



圖三 美國 Pennsylvania 州之超級公路

### (三) 管理組織

美國各州均有一公路局，掌理主要各公路之築造及養護事宜，並負監督地方修養其他次要公路之責。聯邦公路管理局除直接興建及養護國有風景區及國有森林區之公路外，不直接興修及養護各州公路。但受聯邦政府經費補助之公路，其建造或改善一切設施，統須受聯邦公路管理局之監督。州公路局之最高機構多為三人至五人所組成之委員會，亦有少數僅由州長任命公路局局長。主任委員或局長及總工程師乃局中之首領人物，下設各處，科，室等辦事，外務則分區另設機構辦理新工養護等事。各州組織略有不同，有採集權制者，亦有採分權制者。大概州之面積較大者，為便宜行事起見，區工程師有大權；州之面積較小者，局中易於指揮，集權在局。

各縣亦有獨立公路管理機構，不隸屬於州局，其關係類似州局與聯邦公路管理局之關係。各縣之組織雖有各別，但大同小異。

### (四) 公路財政

美國公路經費異常龐大，其原因為有獨立固定之收入，不與其他政府支出相關。公路經費之來源現時主要者有下列二項：

(1) 汽油稅：公路經費大部份來自汽油稅。汽車用油在公路上行駛，在油價上加以稅收，確係最合理辦法。易言之，即納稅於施用公路之時。但汽油購買者並不一定用以行駛汽車，如用於農業機具等，此種不耗於公路上之汽油購買時照常付稅（即同一種價格），惟得另外憑證向政府退款。汽油稅各州不同，自2分至7分不等。依各州法律，有全部作築路之用者，亦有分出一部分作為教育及救濟費等者。總之，大部分是用作公路經費。

(2) 牌照稅：依各車之載重及用途，經檢查後發給牌照，收取牌照費。此種牌照稅在公路經費來源中亦佔重要地位。核發牌照同時帶有管制性質。

以上皆為公路本身之收入。各州公路局收到之後可自由留用一部分，並將其中一定之百分數繳至聯邦公路局，由聯邦公路局統籌分配，再行補助各州。聯邦公路局即憑此經濟權管制各州公路局，統一各重要公路之工程標準。若某州之某路受聯邦公路局之補助興築或改善，則其經費多為聯邦公路局及州公路局各出其半。又聯邦公路局分配各州之補助費，得視各該州之貧富程度，酌為合理之分配。貧瘠之州多得補助費，使其易於發展。

除公路局興築公路外，尚有私人亦興築公路或大橋輪渡及過江地道等。如第二節所述 Pennsylvania 州之超級公路，即為私人興築者。至於私人興築之橋樑，則在美國境內數不勝數。此種私人興築之公路或橋樑等工程，乃企業家投資之一種。事

先與政府機關訂立合約，工程完竣後准許投資者收費，每車經過收取若干買路錢，規定若干年後自由開放，或若干年後由政府以相當少量之錢收回。

每一車繳納之稅，有形無形（汽油稅附加於油價內為無形之稅）平均每年達40美元之譜。全國公路經費總收入於1941年統計，汽油稅及牌照稅二項達1,452,000,000美元之鉅。

當某州開發之初，汽車無路可走，自無從向車主收稅，故早年公路經費多由財產稅內籌撥，或發行巨額公債興築公路。公路築成，則汽車及人民自然來自各方，於是上述之汽油稅牌照稅逐漸充裕。其後公路發達，則每年在收入中提取一部分歸還公債，輕而易舉，並不擾民分毫。公路債務由施用公路之人逐步清償，其理至當。

### (五) 公路運輸

筆者在留美期間，曾在某週末乘火車赴觀Niagara瀑布，有友人某女士甚羨慕坐火車樂趣，詢其原因，知該女士已二十四年未乘火車。伊夫婦享有一輛精美小汽車，在同一城內工作，每年一度假期，必駛汽車至各處旅行，實因火車僅在「線」上行走，而且停息必有規定，不如自備汽車到處通行停息自由之方便。足見公路對人民生活之密切。據1940年統計，美國人民採用交通方式按里程表示，汽車竟佔百分之九十以上：

交通方式	百分數
火車	8.4
小型汽車	86.2
公共汽車	4.5
飛機	0.4
輪船	0.5
	100.0

公共汽車全為商營，長途客車運務全國幾被Grey Hound公司所包辦，極少數之小公司簡直無法抬頭。優點在座位舒適，可坐可仰，晝夜不停，車內空氣調節，冬暖夏涼，且深入窮鄉，沿途隨地可以招呼上車，人民莫不稱便。又如郵政汽車，及學校接送學生車等，均極盡為人民謀福利之能事。

或謂汽車用以載客則可，若運貨必不如火車之便利。但在美國現時公路已發展至超過火車之程度，公路貨運距離短或數量小者可用卡車，長距離或大數量則多用拖車，裝運鮮貨且有冷藏設備，較鐵路運輸裝卸便捷，時間經濟。農產品與牲畜之運輸，公路亦均負擔百分之五十以上。各大都市之牛乳，幾乎全部由農村或牧場用貨車在公路遞送。汽車工廠出品之汽車用拖車直接運送至各都市（每個拖車可裝四輛小汽車），交與顧主時，車輪不着一點泥土，完全簇新。

因公路對客運及貨運皆佔優勢，故一切設施皆較鐵路講究。公路橋樑與鐵路橋樑相較，則前者虎視雄雄，後者反形渺小。考其原因，一則鐵路皆為商營，二則鐵路運務多被公路剝奪，實難維持。

### (六) 機務配備

吾國在肩挑線上沿途有茶亭食宿站，駁運線上則有馬站為飼馬廐馬及醫馬之處。同理，美國有多量之汽車往來各公路，自必有加油站及修理店等之設備，到處皆是。汽車發生小故障，駕車人多有機械常識，可以自行修理。若不能修理，則修理店隨處可有，材料配件等價格低廉，取給便利。政府方面定期檢驗各車一次，以防因機件失靈而生事變，檢驗手續為簡便，數分鐘即畢事。非經檢驗合格不能領取次期牌照，亦管制方法之一。

## (七) 安全設備

汽車數量增多，速率加快，亦易促成肇事機會。在1944年中，美國因汽車肇事而死亡者95,000人，輕重傷者均未計入，損失總額達4,900,000,000美元，幾等於戰前公路歲入之三倍（按戰時汽油管制，汽車工廠改製軍用品，公路歲入大減）。因此自總統以次各級人等，對於公路安全莫不關切，無論工程方面及交通管制方面，均有種種安全之計劃及設備，精益求精，不惜工本。茲舉現行之安全設備數事於下：

(1) 交岔二路（或鐵路與公路交岔）上下分開行駛。

(2) 燈號：燈號分『紅』『黃』『綠』三種，紅燈表示危險，應停車，黃燈表示警告，應緩行，綠燈表示安全，准許通行。每重要交岔處多有自動燈號裝置，所謂自動裝置，即按照幹支線交通繁簡程度，設定變燈時間，自動轉變，不必用人控制。此種自動燈號有一不便之處，在車運不繁之交岔點，即使明見左右岔道無車駛來，遇紅燈亦須耐心等候。若設一交通警察隨時指揮，又覺浪費人力。補救之方，為安置一黃色『一明一暗』之警告燈，使駕車者小心緩駛而過，不必等候。最近有人設計一種特別裝置，車行至交岔點前相當距離時，觸動機關，使前面交通燈自動轉為綠色，二旁轉為紅色，以便安全通過。倘幹支道均有車來，則交通燈按照來車之早遲分別轉變燈光，公平待遇，惟此種特別裝置尚未普遍。

(3) 標誌：標誌在公路上甚為重要，乃指示駕車者預知前面情形。但車行過速時，有時竟不及辨別標牌上所書者為何，故標牌形式大致按其指示

之性質分類至為重要。在美國公路上，圓形標誌表示前面有鐵路，方形標誌表示應緩行（如醫院學校附近及前面有急灣傍山險路等等），八角形標誌表示危險應停車（如幹支線相交處支線車應停止讓幹線車先行等）。

(4) 反光布及反光珠：夜間行車標號尤為重要，在標誌及護欄上鑲以反光珠或敷以反光布，此等反光珠或反光布自身均不發光，完全藉車燈之光反射，異常明晰。在轉灣處每隔若干距離植一標柱，每柱兩面各鑲一反光珠，車行時車燈之光射至標柱，藉反光珠之反射，預知前面灣道之形勢。此種標柱以及各標牌上之反光體於夜間反射之光，使駕車者但見萬星點點，預知一切毫無摸索之苦。

(5) 車道劃線：公路上車輛來往，左右劃分車道異常重要，可以減少不幸之事件，又按一定之設計速率計算前面是否有足夠視距可以安全超車，予駕車人以指示，更為重要。工程師精密計算之後，在視距不充份之地段，除車道劃線之外，並在線旁駕車人之一方加黃色斷續之虛線，以警告駕車人不可冒險超車。如此駕車人祇須安份守己，遵照各項指示駕駛，決保安全。

(6) 其他如堅固之護欄，平坦之邊溝邊坡等，亦皆防止或減少肇事之危險性。又如車輛之檢查，考驗駕車人駕駛技術及交通規章等，屬於管制性質，亦為減少肇事之發生。

## (八) 工作一斑

美國公路員工待遇並不優厚，但生活安定。在州公路局中自總工程司以次，各級員工經銓敘錄用之後，甚少更動。分工合作，除主管人員之外，每人所經管之事務極為簡單而熟練。如築造一混凝

土路面，則設計有人檢驗材料有人，石沙以及其含水量等每小時檢定一次，隨時校正其配合之比例，過秤配合送至工場，實地採取樣品再送實驗檢定，按步就班，分別派人掌管負責，每一動作僅員工一人至三人，簡單熟練。工作人員不感其工作繁苦，作息有定時，因而養成健全體格，精神飽滿愉快。

築路方法可謂純用機器，包工必需具備『設備』及『能力』兩種條件。經嚴格審定後，發給允許其承包某項工程之執照。例如某包商之經驗及其所具備之機具僅能做土方，則不論其資本如何雄厚，僅發給准許承包土方之執照，而不能承包房屋或橋樑。

養路工作簡單而有效，在若干適中之地點設立養路站，有機器及工人若干，管事一人總其事。早晨工人分頭至該管範圍內各處工作，傍晚返站。養路材料另行購備，機器之保養修理亦另有技工負責。全部工作視若極為簡易。

戰時因汽油定量分配，管制極嚴，以致公路經費減少甚多，各項應辦工程無法進行。但公路員工鑑於戰後工作之繁重，不得不未雨綢繆，各項設計規劃，積極準備。惟因一部分員工被征入伍，影響此項準備工作，為此竟加長工作時間，以促其成。

## (九) 民主作風

文明國家之一切設施無不以民為前提，公路亦不例外，美國之公路工作者正本此原則努力以赴。茲舉數例於次：

(1) 城市與鄉村人民需要不同，若以人民投票表決何者為最重要之公路，則名人所投之票，必為其門前及常行之路段無疑。工程司對築路經費之分配，亦本此原則顧到人民之需要。統計美國公

路車運之情形，知都市對道路之需求較郊區為切。汽車工業中心之 Detroit 城，自工人住宅區駕車至工廠區，需時 45 分鐘。當局正規劃一龐大之計劃築一超級公路，使駕車 9 分鐘即可趕到。此種計劃並非浪費，乃多數民衆之需求。他如風景區之公路，全為民衆假日遊獵之所，其重要性亦不亞於繁忙之公路。

(2) 公路上每一種新設施，必先在某區試驗，以觀民衆對此設施之反響，而後決定該新設施之取捨。如美國南部 Texas 州公路局，以公路經過市區，駕車者往往易於迷途，為明白指示起見，擬將各公路號牌用不同之顏色標明，駕車者只要認定顏色，跟隨前進，即可順利導出郊外，此一計劃現正在該州首邑 Austin 城試辦，以觀民衆對此舉之反響如何，此為美國尊重民意之一例。

(3) 公路在美國已經發達到超過工程經濟之程度。例如公路跨越某山，按工程經濟，工程司必選一最低之山巒鑿槽而跨越之，但美國人民的請求有時不願工程司省此一筆錢，寧可將路線盤至山巔之最高峯，而於該處闢一休息園地，以便登高一覽。對於工程司之小算盤，認為莫大遺憾。

(4) 美國人民對於公路既視為生活之一部分，故關於公路之主持人，在多數之州憲法中規定由人民選任。其有若干州規定由州長派任公路局長者，則在州長競選時，其公路政策必須公諸人民，以便人民考慮選擇。

以美國一萬三千萬人口，享有三百萬英哩之公路，三千二百餘萬輛汽車，其人民康樂之生活不難度其大概。公路在美國配合人民之需要，已發展至目前地步。而公路員工仍正在盡其所能，繼續為人民服務。此吾人足資借鏡者也。



# 美國工程建築價格比較

吳沈鈺

目前中國工程師們對於建設進行上最感困難的是一切工程費用都不容易預算，因為幣值的沒法穩定，估計便無從準確。結果包商要迎合包價數字，常常偷工減料，把工程的實質變了；機關要申請追加預算，常常函電往返，把工程的期限誤了。抗戰時期是如此，勝利之後竟也如此。而且國幣貶值的程度越來越是厲害。三十五年上海市政府公佈的工人生活指數(根據二十五年做基數)，一月份是1062.45倍，四月份是2694.30倍，九月份是4057.31倍，十二月份是6470.32倍，年底漲到年初的六倍。三十五年中央銀行統計的建築材料價格指數(根據二十六年上半年做基數)，一月份是612.57倍，四月份是1976.11倍，八月份是5151.33倍，十二月份是7285.00倍，年底漲到年初的十二倍。

因此，有人主張建築工程費用可以拿美金來做估計。不消說得，這是有傷國體有背法令的。但是我們也不妨來觀察一下究竟美國工程上的價格有沒有高漲？高漲了多少？這裏有圖表各一，是美國工程界對於這個問題的統計，載在工程新聞雜誌第136卷第16期上，特地摘錄下來，供作讀者參考。

這個表是逐年一般建築和房屋建築的價格指數的平均數，第一行是根據1913年做比較的基數，

二三兩行是第一行裏脫胎出來，把1926年和1939年換做比較的基數。

這種指數是工資和材料價格合成的指數。在一般建築價格指數裏，工資部份是根據二十個城市普通人工每200個鐘點的工资平均價格計算，這個指數裏的工资稱做普通工資。在房屋建築價格指數裏，工資部份是根據同樣二十個城市很熟練造房子的工人每68.38個鐘點的工资平均價格計算，這個指數裏的工资稱做技術工資。材料部份在兩種指數裏是完全相同的，是用水泥，木材，和鋼三種物價併合起來計算的。鋼是根據每2500磅建築鋼的價格做標準；木材在1935年前是根據紐約每1.088板量呎12"×12"洋松的價格做標準，1935年後根據二十個城市每1.088板量呎2"×4" S S松的價格做標準；水泥是根據芝加哥每6桶水泥的價格做標準。

例如：1944年建築鋼每100磅2.10美元，木材每板量呎平均53.4美元，水泥每桶2.23美元，普通工資每小時平均0.875美元，技術工資每小時平均1.625美元，所以1944年一般建築價格指數 =  $200 \times 0.875 + 25 \times 2.10 + 1.088 \times 53.4 + 6 \times 2.23 = 175 + 52.5 + 58.1 + 13.4 = 299$ ；房屋建築價格指數 =  $68.38 \times 1.625 + 124 = 111 + 124 = 235$ 。

美國歷年工程價格指數表

	一般建築價格比較			房屋建築價格比較		
	1913 = 100	1926 = 100	1939 = 100	1913 = 100	1926 = 100	1939 = 100
1903	94	45	40			
1904	87	42	37			
1905	91	44	38			
1906	95	46	40			
1907	101	48	43			
1908	97	47	41			
1909	91	44	39			
1910	96	46	41	96	52	49
1911	93	45	40	94	51	48
1912	91	44	38	91	49	46
1913	100	48	42	100	54	51
1914	89	43	38	92	50	47
1915	93	45	39	95	51	48
1916	130	62	55	131	71	67
1917	111	87	77	167	90	85
1918	189	91	80	159	86	81
1919	198	95	84	159	86	81
1920	251	121	107	207	112	105
1921	202	97	86	166	90	84
1922	174	84	74	155	84	79
1923	214	103	91	186	101	94
1924	215	103	92	186	101	94
1925	207	100	88	183	99	93
1926	208	100	88	185	100	94
1927	206	99	88	186	101	94
1928	207	99	88	188	102	95
1929	207	100	88	191	103	97
1930	230	98	86	185	100	94
1931	181	87	77	169	91	86
1932	157	75	67	141	76	71
1933	170	82	72	148	80	75
1934	198	95	84	167	90	84
1935	196	94	83	166	90	84
1936	206	99	88	172	93	87
1937	235	113	100	196	106	99
1938	236	113	100	197	106	100
1939	236	113	100	197	107	100
1940	242	116	103	203	110	103
1941	258	124	109	212	114	107
1942	276	133	117	222	120	113
1943	290	139	123	229	124	116
1944	299	144	127	235	127	119
1945	308	148	131	239	129	121
1946	335	161	142	254	138	129

在1913年，這兩種價格指數就是根據2500磅鋼，1.088板量吹木，6桶水泥，和200鐘點普通工資，或者68.38鐘點技術工資，合併算出都是100，做了基礎。1913年之後，兩種指數所不同的也就是200鐘點普通工資和68.38鐘點技術工資的相差是了。

本文裏的圖就是把1913年到去年為止的兩種價格指數畫成了曲線。下面的一部份是材料價格部份，上面兩種曲線分別代表了一般建築價格指數和房屋建築價格指數的變化，而兩種上面的部份也就是兩種工資價格的部份。

從上面的表和下頁的圖，第一點我們可以知道美國在參加第二次世界大戰後，一般工程建築上的價格到現在是漲上了42%。回顧我國的情形，真是相差不可以道里計。是的，假使國家經濟再沒有穩定的方策，建設將從何開端？

第二點我們可以知道年來美國材料的漲價還不及工資的漲價，這足證美國生產的豐富，分配的得當。再看我們國內，就拿去年一年而論，工資漲價六倍，材料却漲價了十二倍，我們姑且不必說漲價是否應該如此快，但是須注意的是物資的漲價竟還比一般生活程度的高漲反要快一倍，這在那許多偽物資處理的情形下，無疑的是人為的削減。今年日本將有更多的機械物資賠償我國，要是當道將銳意建設的話，那麼應該如何重視這一批賠償品！



# 報國工業會章程

(民國三十五年十二月  
廿二日年會修正通過)

## 第一章 總綱

- 第一條 本會定名為報國工業會  
 第二條 本會以聯絡實業界及工程界同志協力發展中國生產事業並研究改進中國工程學術為宗旨  
 第三條 本會設總會於上海  
 第四條 本會會員有二十人以上在同一地點者經該地會員過半數之同意得申請總會核准設立分會

## 第二章 會員

- 第五條 凡從事實業工作或曾受工業教育對本會有興趣者由會員二人以上之介紹經理事會審查合格得為本會會員  
 第六條 凡本會會員須有担任本會會務互助本會同志之義務  
 第七條 凡本會會員均有選舉及被選舉權  
 第八條 凡本會會員有損害本會名譽之行為者經會員五人以上之檢舉由理事會查明除名

## 第三章 組織

- 第九條 本會總會設立理事會為大會閉幕期內之最高執行機關  
 第十條 本會理事會設理事長一人副理事長一人常務理事三人理事十四人於每年常年大會時選舉之連選得連任  
 第十一條 本會正副理事長總理本會會務並為本會對外代表

## 第四章 會務

- 第十三條 本會發行定期或不定期之刊物代印會員之專門著作需要時得由理事會另設出版委員會負責之  
 第十四條 本會協助實業界調和勞資感情解決工程困難需要時得由理事會另設顧問委員會負責之

問委員會負責之

- 第十五條 本會徵集圖書雜誌調查生產資源并舉辦專門演講工商參觀需要時得由理事會另設研究委員會負責之  
 第十六條 本會協助會員介紹職業并代會員招聘員工需要時得由理事會另設介紹委員會負責之

## 第五章 經費

- 第十七條 本會經常費用由會員繳納常年會費供給之常年會費之數額於每年常年大會時決定之  
 第十八條 本會會員入會時無須繳納入會費  
 第十九條 本會經常費用不足時得由理事會召開臨時大會決定徵收臨時會費補充之  
 第二十條 本會因特種用途需要較大費用時得由理事會招募之

## 第六章 會議

- 第二十一條 本會每年年底舉行常年大會一次其日期及地點由理事會通告之  
 第二十二條 本會理事會每季舉行會議一次由理事長召集之並邀歷屆正副理事長及常務理事出席  
 第二十三條 本會另設常務會議由正副理事長及常務理事組織之常務會議每月舉行一次理事得自由列席  
 第二十四條 本會得由會員十人以上之提議經理事會通過隨時召開臨時大會

## 第七章 附則

- 第二十五條 本章程自大會通過日起施行  
 第二十六條 本章程如有應行增修之處得由會員二十人以上之書面提議經常年大會出席會員三分之二以上之通過改正之



代客設計  
承裝各項工程

接受顧問  
經售各種機械

**SHANGHAI ENGINEERING CORP., LTD.**

憑我們有十幾年經驗的五位曾在  
歐美各大電機廠見習的工程專家  
和其他多位專門教育的技術人員  
準備為實業界和工程界熱忱服務

經售各國各大廠電機機械

**上海工程企業**

股份有限公司

總公司 上海南京東路二三三號一二六室

電話一六四四六 電報 SHANGENCO

分公司 天津 漢口 香港 美國

# 大元營造廠

## 專門承辦

鋼 鐵 • 土 木 • 基 礎	高 樓 • 廠 房 • 住 宅	橋 樑 • 隧 道 • 涵 洞	公 路 • 鐵 道 • 機 場	海 塘 • 堤 工 • 閘 壩	港 口 • 碼 頭 • 船 塢
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

## 各種工程

• 電 話 •

七 五 〇 一 二  
〇 二 九 一 二

• 廠 址 •

路 渡 皇 梵 海 上  
號 〇 三 四

# 國華工程建設有限公司

**Kwok Hwa Engineering Development Corp. Ltd.**

本公司承造及設計下列業務

8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
鋼	水	堤	海	隧	橋	各	工
鐵	利	壩	港	道	樑	式	廠
結	工	閘	碼	鐵	道	房	堆
構	程	堰	頭	路	路	屋	棧

上海虎丘路一三一號四一室 事務所  
電話 一三二九〇

上海斜土路〇八六號 工廠  
電話 〇七五〇一

# 廉 快 美

定價低廉非常

約期趕快不誤

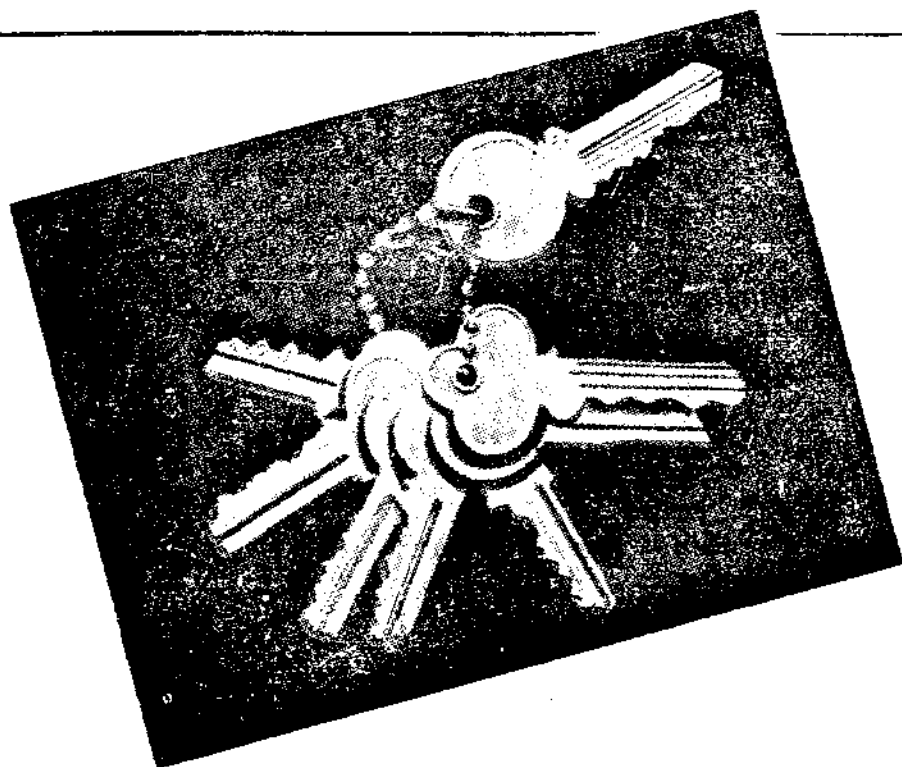
出品精美無比

## 宏興印刷所

江西北路二七四至六號 ● 電話 〇四七〇八三



# 繁榮之鑰



勝利以來，工商百業，已開始準備復興工作，此時需要印刷品殊多，自在意料之中。

精美之印刷品，色彩奪目，一見即愛，故對於促進本身營業之繁榮，實有極大之裨益。

本公司聘有專家設計，在最新式最完善之設備下，專印中西商行文件簿據，銀行支票，匯票，禮券，股票以及有價證券，各種宣傳刊物，傳記小冊，日記手冊，書籍雜誌，如蒙賜洽，無任歡迎。

★ 維新印刷廠 ★

**THE SINCERE PRESS**

九九一四四・〇九一四四：話電・號七一四至一一四弄一四五路進武  
Ln. 541, Pd. 411-417 Wu-Tsin Road • Telephone 44190 • 44199



供 應 各 種 物 理 化 學 測 繪 儀 器 以 及 化 學 藥 品 器 械 材 料

全 國 唯 一 歷 史 悠 久 服 務 忠 實 規 模 宏 大 之 儀 器 文 具 商 店

# 科 學 儀 器 館

## 總 館

上 海 福 州 路 四 〇 六 號 電 報 掛 號 二 四 七 七 電 話 一 九 一 七 六

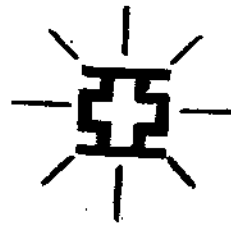
## 分 館

漢 口 花 樓 街 二 七 六 號 重 慶 保 安 路 一 五 五 號 昆 明 同 仁 街 三 八 號

奉 竭 惠 如 克 定 充 備  
告 誠 詢 蒙 己 價 足 貨

• 寄 即 索 函 錄 目 •

商標



註冊

# 光亞廠

著名出品

工精料美  
負責保用

遠東獨一  
聞名遐邇

## 床機製 墊製

純鋼彈簧  
彈力均勻  
柔軟舒適  
有益心身

## 沙三 法用

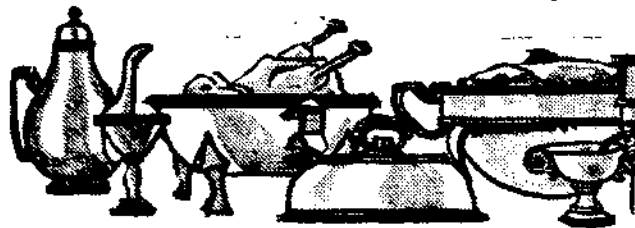
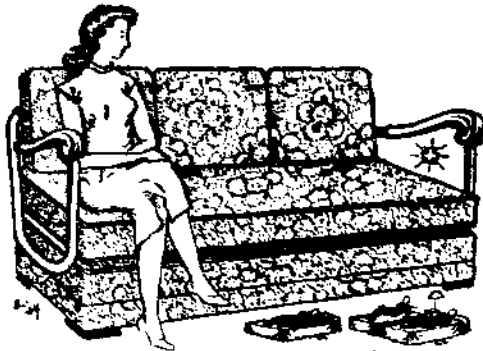
可作沙法  
可作眠床  
三位一體  
一物三用

## 餐電 具銀

各埠酒家  
均皆樂用  
高尚家庭  
俱有設置

售發有均司公大各

一九三二九話電 號一五一路州貴海上所行發



公勝棉毛織染廠榮譽出品

質料細軟 色彩鮮明

永固牌 秋千

各種出品 永不退色

永固呢

永固醬布

永固紅布

永固藍布

全國各大綢布商店普遍發售

總發行所 北京東路三五六號 國華大樓  
電話 三九〇九 一三二四九 一六七九〇

# 大新振印染廠

織

染

煉

漂

## 出品

月  
白  
風  
清

美  
人  
魚

四  
大  
天  
王

新  
錨  
霖

古  
今  
美  
人

等布花印布漂色各及以

廠染印

所行發

號〇五弄四一一路渡皇梵海上

號二二里仁興路波甯海上

一八三〇二話電

五一四八一話電

# 天 工 化 工 廠

股 份 有 限 公 司

出 品 要 目

月 亮 牌 漂 白 粉

六 角 牌 玉 蜀 黍 澱 粉

合 成 鹽 酸  
氣 酸 鉀  
燒 碱 液  
炭 精 板  
石 棉 紙  
黃 色 糊 精

製 造 廠

營 業 所

徐 家 匯 潘 家 宅 九 十 號

上 海 漢 口 路 一 一 五 號

電 話 二 二 五 八

# 華元染料化工廠

## 出品飛機牌硫化元染料

品質高超 價格低廉

媲美舶來 行銷全國

營業所

上海江西中路一七〇號二二三——二二四室  
電話 一〇七四六 一七八五〇

製造廠

上海徐虹路二十八號

# 上海維大紡織用品公司

## 專製紡織用各式紗管

創設念餘載 品質精良  
行銷國內外 信用卓著

### 營業所

上海江西中路一七〇號二二三——二二四室  
電話 一〇七四六 一七八五〇

### 造製廠

第一廠 上海虹橋路一九二弄一號  
第二廠 上海香烟橋路一〇五號  
電話 〇二——六一五四四



# 大可染料化學廠

榮譽出品

## 大可硫化元

(品質優良)

(銷路廣大)

發行所

上海湖北路福湖大樓三〇二號

製造廠

上海其美路董家宅路一〇一號  
電話(〇二)六〇一八〇 六一七九五

# 慶濟紡績廠

精製各種捲絲

提倡國產  
鼓勵外銷

定價低廉

出品精良

· 電 話 ·

七 六 四 〇 六

· 廠 址 ·

號 五 七 三 路 昌 宜 海 上

# 同利織綢廠

精製各種絲綢

榮譽出品

喬其縐

· 發行所 ·

上海甯波路三四九號〇七室

電話〇九一六二

· 製造廠 ·

上海西康路一〇九四二號

電話三二一三六

# 華美織綢廠

衣料美麗

精製各種絲織品

行銷國內外各埠

新裝摩登

· 發行所 ·

上海河南路永利大樓二〇八號  
電話三九六六九

· 杭州蠶廠 ·

東街莫衙營

· 上海廠 ·

西康路一三二弄七〇二號  
電話三九七八

# 錦孫織綢廠

股份有限公司

種類繁多 ● 價廉物美

精製真絲被面

采芝綾新華葛

華絨葛等出品

承蒙賜顧 ● 毋任歡迎

廠 綢 織

所 行 發

號十八弄一九三路防海海上 ★ 號四四里遠清路東京北海上

五五一四三話電

五三八五一話電

最新出品



震旦絲織股份有限公司

榮譽出品

燈芯呢

文雅大方

總營業所·天津路福綬里六號

五彩鵝縐

三色玉縐

黑白翠薇縐

電話九四九五—

發行所 上海天津路一七〇弄六號

上海廠 江蘇路曹家埃一六五號

杭州廠 慶春路刀茅巷二十四號

電話二一七三

MAYAR SILK MILLS, LTD.

207 TIENTSIN ROAD, SHANGHAI

美亞衣料

件件優良  
匹匹精美

美亞綢緞



花樣鮮艷 品質精良

美亞織綢廠

總經理處 上海天津路二〇七號

發行所 上海 廣州 重慶 成都 漢口 天津 新加坡 紐約

# 景福衫襪織造廠

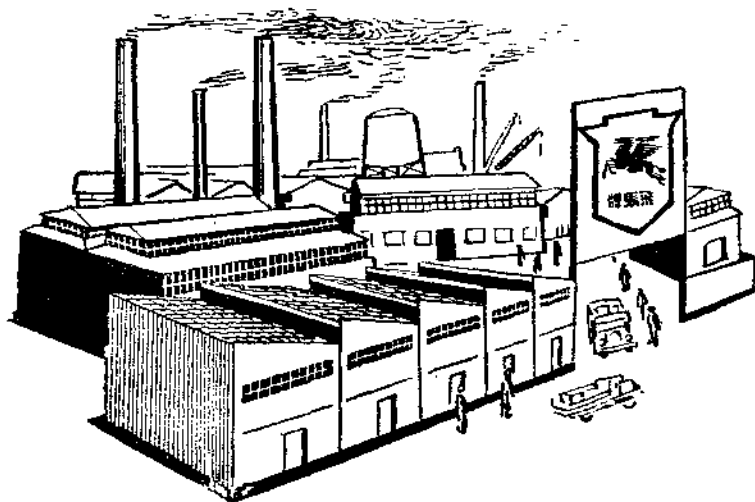
上海海路口二十號 電話八六一五〇

寒風多厲

毋忘

飛馬牌

棉毛衫 衛生衫



有最新穎的設備

然後有精良的出品



# 寰球鐵工廠

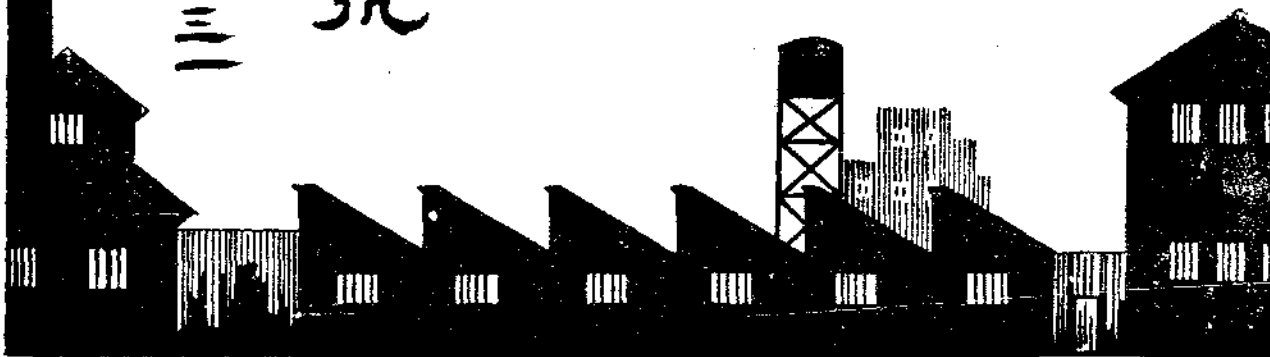
本廠創辦有年精製

雙棉毛麻

各種紡織機械

廠址上海安遠路三九〇號

電話二〇三九八  
二三三二一五  
電報掛號三三三一



註冊商標  
TRADE MARK

雙馬      富貴  
"DOUBLE HORSE"      "FUKWEI"

國內規模最大設備最全  
申新紡織第九廠  
*Largest Establishment with best  
Equipment in the Country*  
SUNG SING COTTON MILL NO. 9

140 MACAO RD. TEL. 39890  
SHANGHAI • CHINA

上海澳門路一四〇號 電話：三九八九〇

# 都錦生絲織廠

風景人像

維妙維肖

譽滿中外

發行所 上海漢口路四七二號 電話九三五六五

上海廠 開原路中段 · 杭州廠 艮山門附近

## 建設季刊

發行人

李熙謀

主編人

吳沈鈺

編輯人

陳悟皆 周羣侯 徐祝如 彭堯亭

劉德襄 駱仰止 吳士槐 沈尙賢

胡鳴時 陸志道 蔣公惠 姚永耀

出版所

報國工業會

上海茂名北路133弄20號 電話38026

印刷所

中國科學公司

上海中正中路649號

經售處

新聞報館

上海漢口路274號

商務印書館

上海河南路211號

作者書社

上海福州路271號

中華時報社

上海南京路241號

第一卷 第二期

民國三十六年一月出版  
每冊零售價國幣二千元

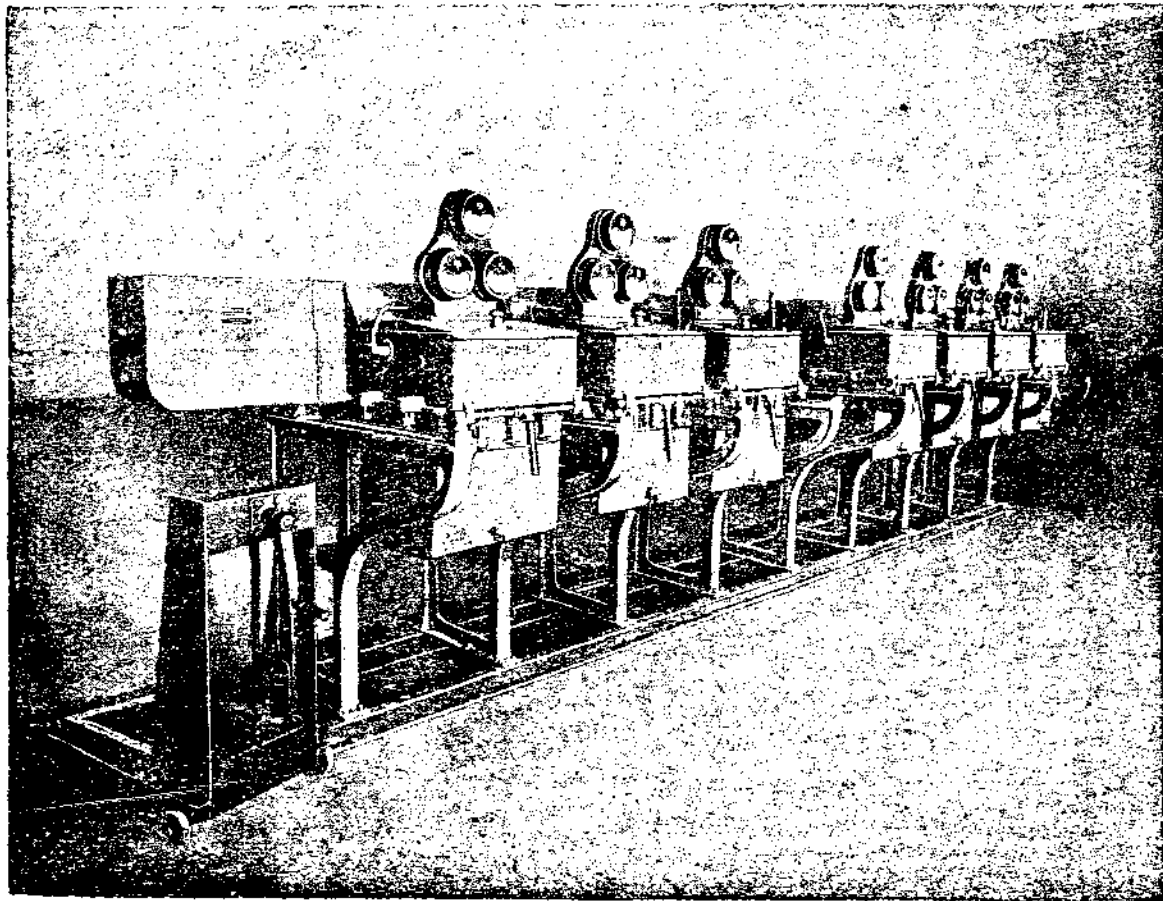
本刊在申請登記中

註  
冊



商  
標

# 安全第一



## 華通牌開關台 SWITCHBOARDS.

凡電廠配電所及礦區或大工廠之總開關之裝置其至要目標為安全第一倘若不加選擇冒失將事因而發生後果有不堪設想者華通牌出品經多年之悉心改良及專家設計工作精密選料慎重高壓 33000' 伏仿萊樂式及西門子式而作進一步之改良其他 6600 伏至 500 伏各式具備精巧簡便不占地位全國各地早經樂用際茲建設伊始如各界以有關電氣之問題承詢者敝廠至感興趣并願竭誠服務代為設計也

## 華通電業機器廠股份有限公司

地 址 上海西康路五九六號 電 話 六〇三一一 電報掛號 一五五八  
六〇七四八