

年

卷

期

12

1

第

第

中華民國廿六年二月五日

贈  
GIFT

# 工程

二十六年二月一日 第十二卷第一號



第六屆年會論文專號(上)

清	華	大	學	之	航	空	風	洞
黃	河	史	料	之	研	究		究
鑄	鐵	鑄	鋼	之	研	究	與	試
鑄	鋼	之	研	究	與	試	驗	
平	漢	鐵	路	改	善	軌	道	橋
梁	之	概	况					
奧	吐	引	擎	改	用	注	射	給
油	之	研	究					
溥	益	製	糖	廠	蒸	氣	消	耗
等	之	計	算					
清	華	大	學	廿	五	萬	伏	高
壓	實	驗	室					
鐵	路	車	輛	鈎	承	減	除	磨
耗	之	設	計					

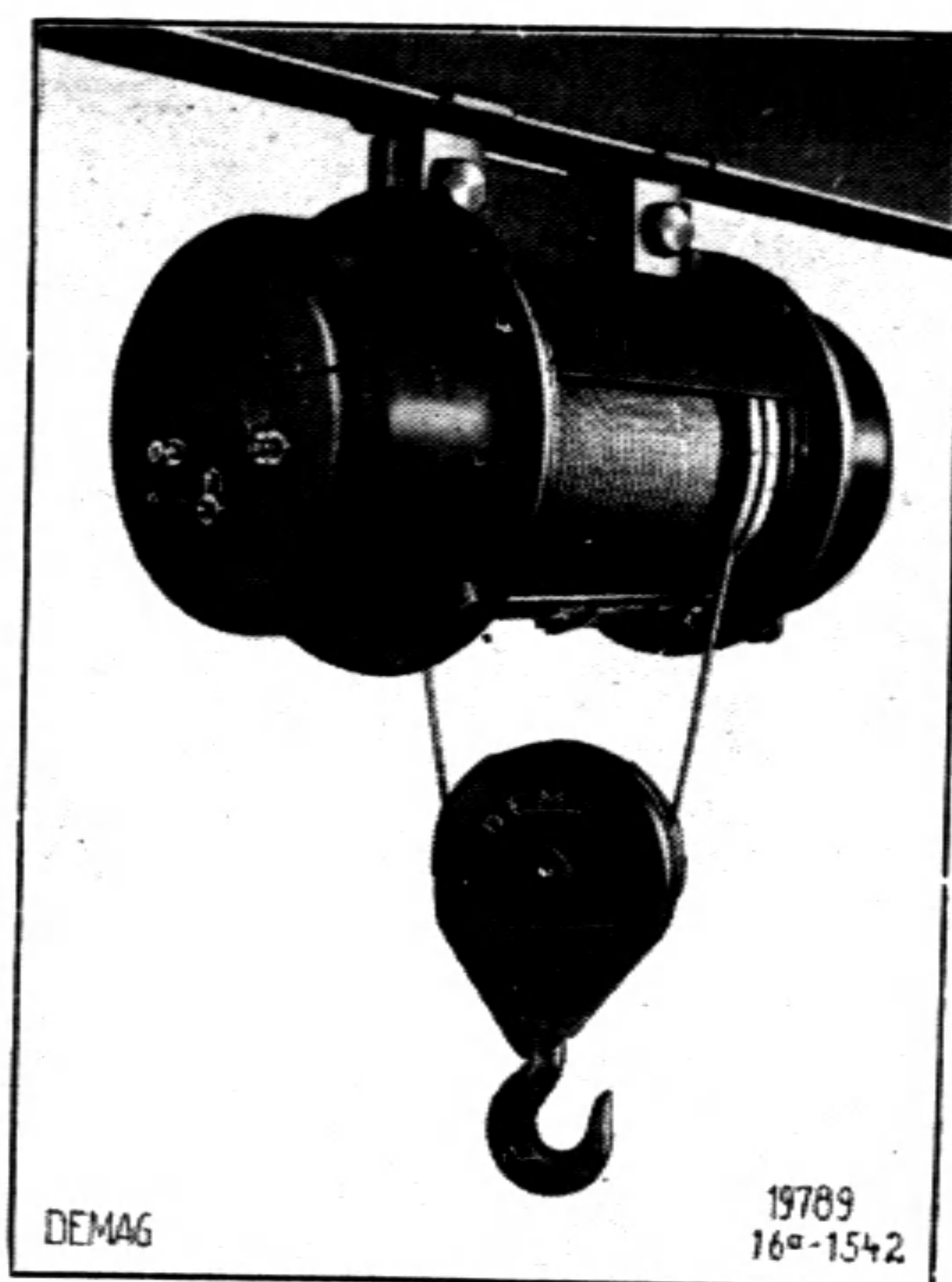
中國工程師學會發行

國立北平圖書館藏

# DEMAG

## 台麥格電力吊車

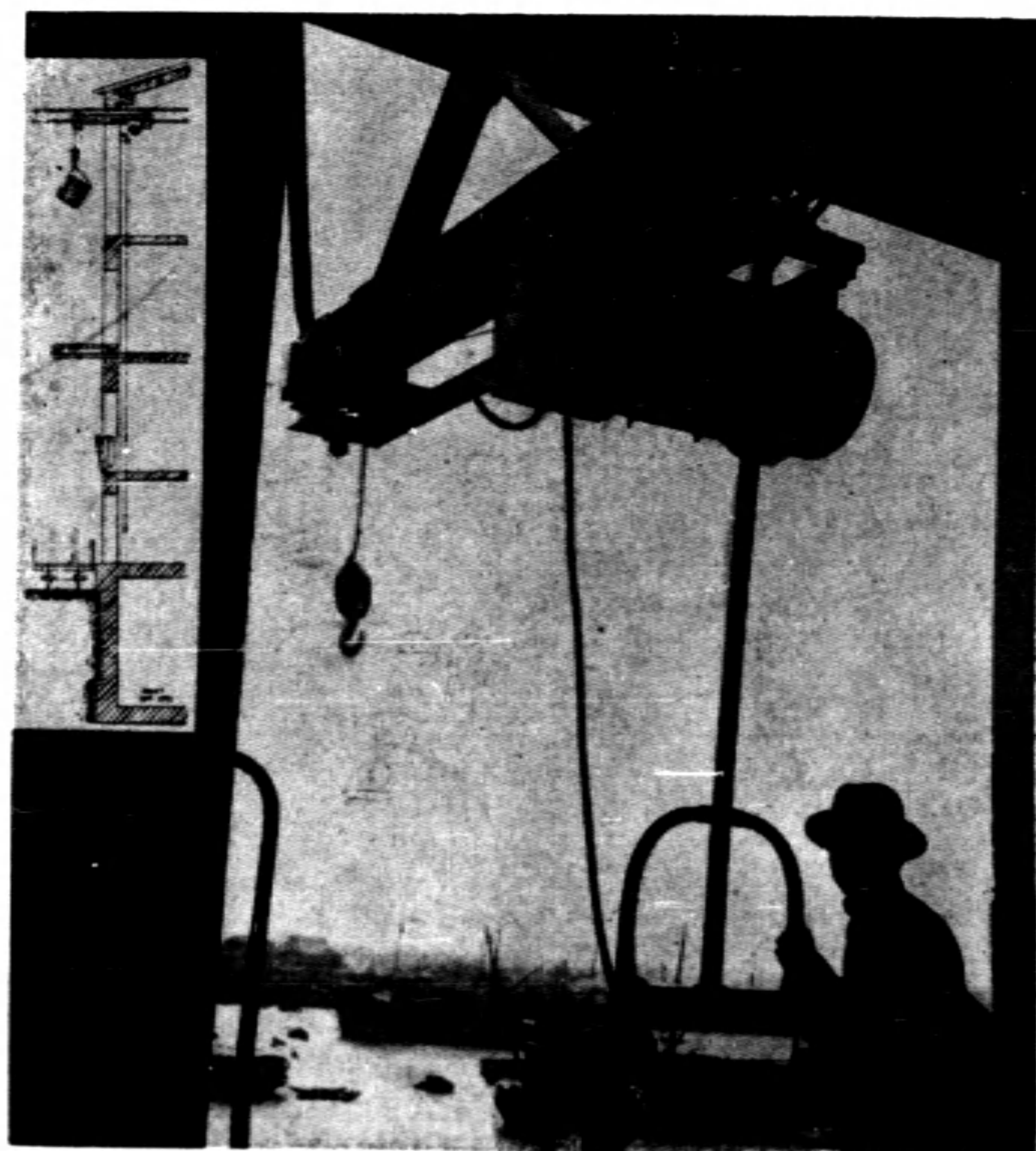
為合理化之起重及搬運貨物之機械備  
有各種大小之能力適合于各種用途連



有掣鈕開關無論何人使用應手且售價  
低廉敝公司可免費試裝倘蒙 垂詢當  
派專家接洽不另取費  
二噸能力以下常備現貨



貨棧用電力吊車



裝設備用電力吊車

上海江西路一三八號  
謙信機器有限公司  
電話 一三五九〇號

獨家經理

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 斯太林牌濾油機

## 廢油更新唯一利器

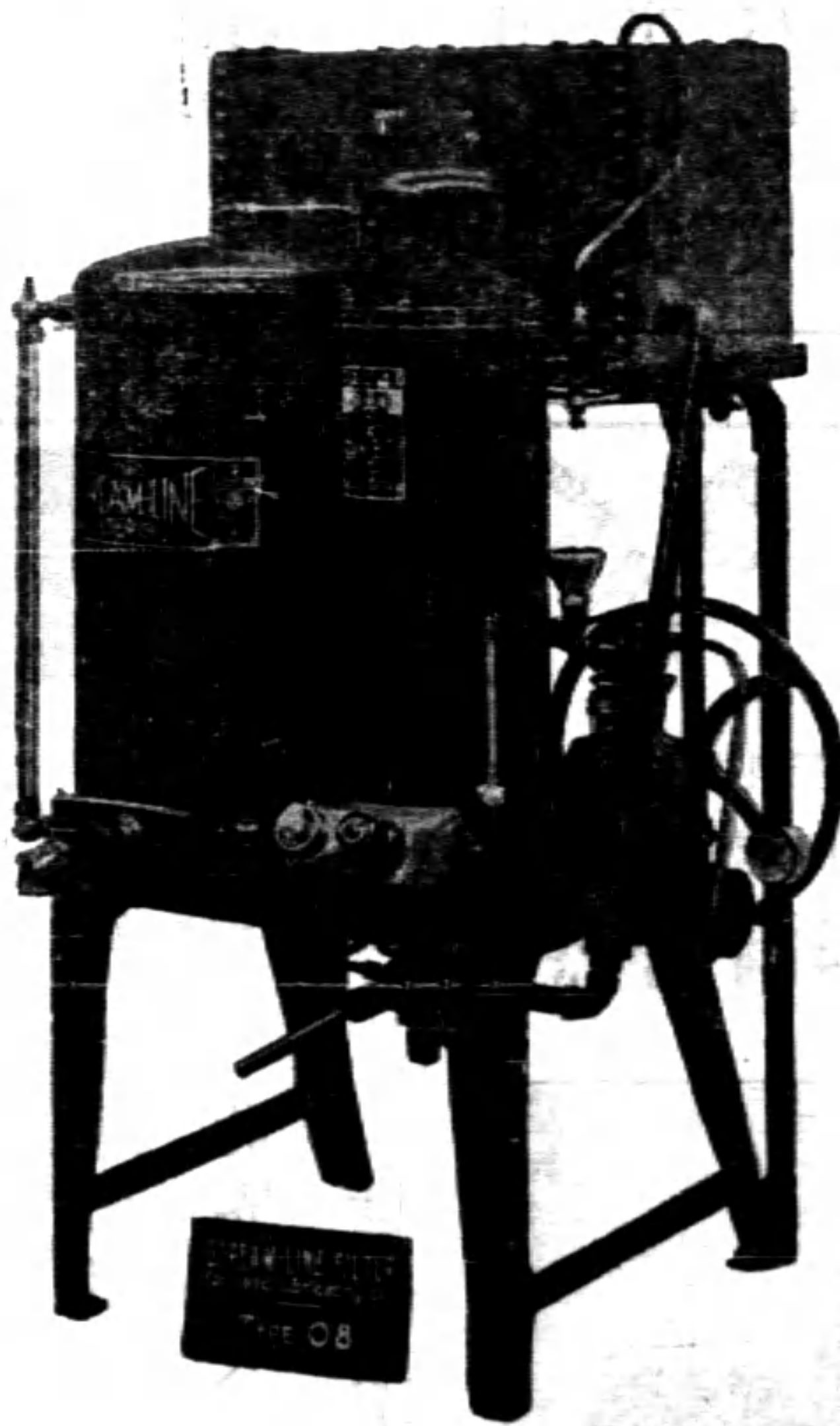
## 功效偉大譽滿全球

本牌濾油機之結構完全根據流線原理上而設計一反從來離心式舊型推陳出新適合經濟原則舉凡污油中所蓄有最粗雜之沉澱物或最纖細之炭質如經過本牌濾油機之滲濾作用便能完全濾淨澄清如新嚮之用油量每年需一千加侖者如或採用本牌流線式濾油機之後則每年僅祇添加十加侖已足其對於用油耗費上節省數量誠非可同日而語儘有用戶證書可資證明迥非杜撰虛構空泛宣傳可比倘各界有意備置本牌濾油機者請逕向敝行接洽或蒙垂詢一切均所歡迎

## 用戶一覽

上海英商公共汽車公司、上海英商自來水公司、上海匯豐銀行、上海滬浦總局、上海新沙遜洋行、上海中華煤球公司、上海錫滬長途汽車公司、上海探勒汽車公司、江陰華明電氣公司、大冶漢冶萍煤鐵廠礦公司、大冶富華礦務公司、首長途汽車公司、青島峯村油房、杭州浙省公路管理局、海港檢疫管理處、求新造船廠、江海關、

此外尚有三千用戶編有專冊限於篇幅恕不備錄如蒙函索當即寄奉不誤



THE STREAM-LINE FILTERS LTD.

SOLE AGENTS:

MALCOLM & CO., LTD.

SHANGHAI - HONGKONG

# 英商馬爾康洋行

上海四川路二百二十號  
香港皇后道匯豐銀行樓上

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

上海北京

路第二號

# 立興洋行

電話二一

六二〇號

## 快燥水泥

(原名西門放塗)

最合海塘及緊急工程之用因其能於念四小時內乾燥普通水泥則需四星期之多 立興快燥水泥為英



國倫敦之拉發其水泥廠所特製世界各國無不聞名

為最佳最快燥之礬土水泥雖海水侵襲決無絲毫影響打樁·造橋·基礎·碼頭·機器底脚及汽車間地板最為合用如荷垂詢無任歡迎

# M A N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG NUERBERG A.G.

Mechanical Injection Diesel Engines

### 孟阿恩無空氣注射提塞爾內燃機

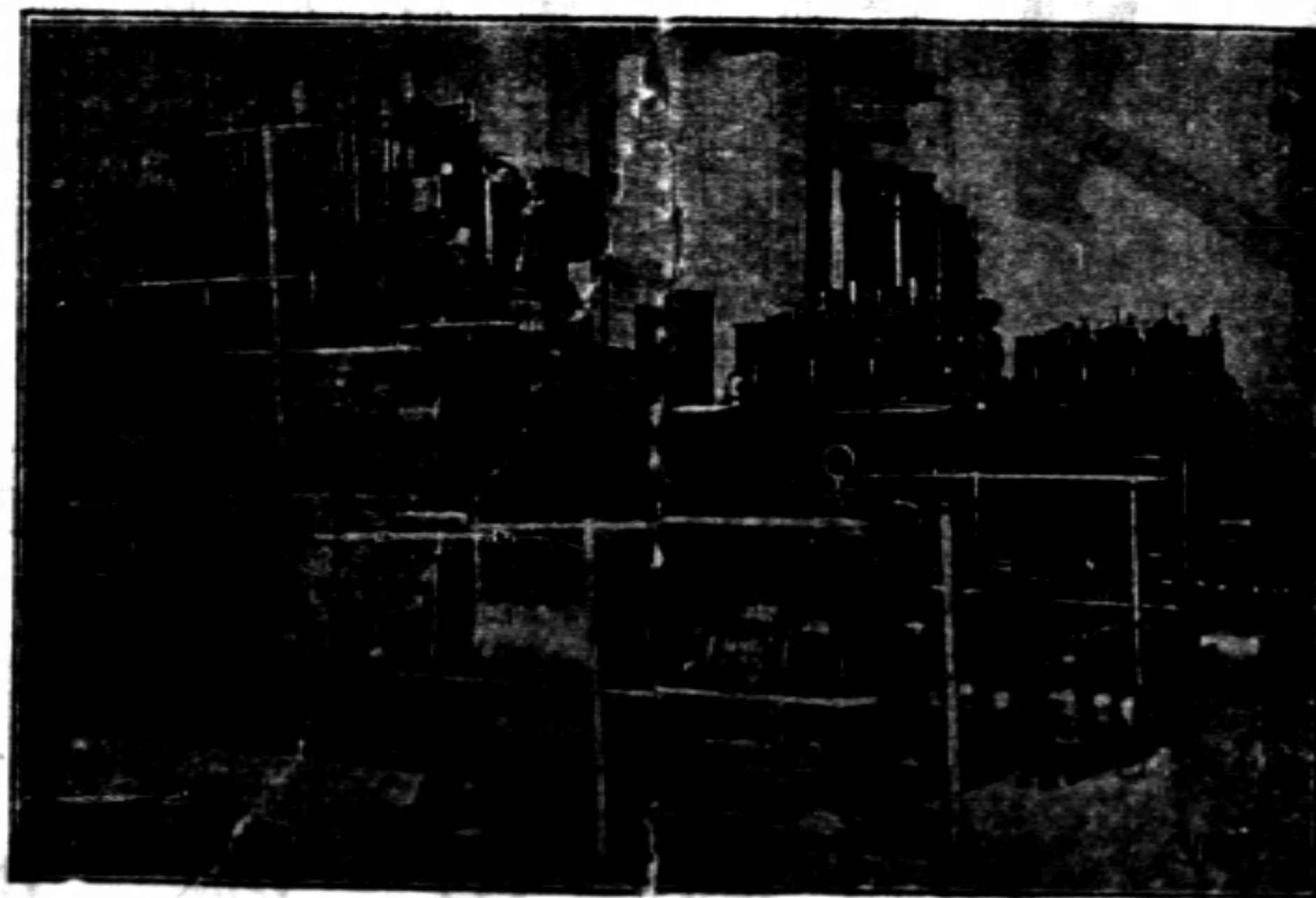
孟阿恩  
橋樑機器公司

喜望  
機器鐵鑄工廠

孟阿恩廠製造

世界最大陸用內燃機

世界最大船用內燃機



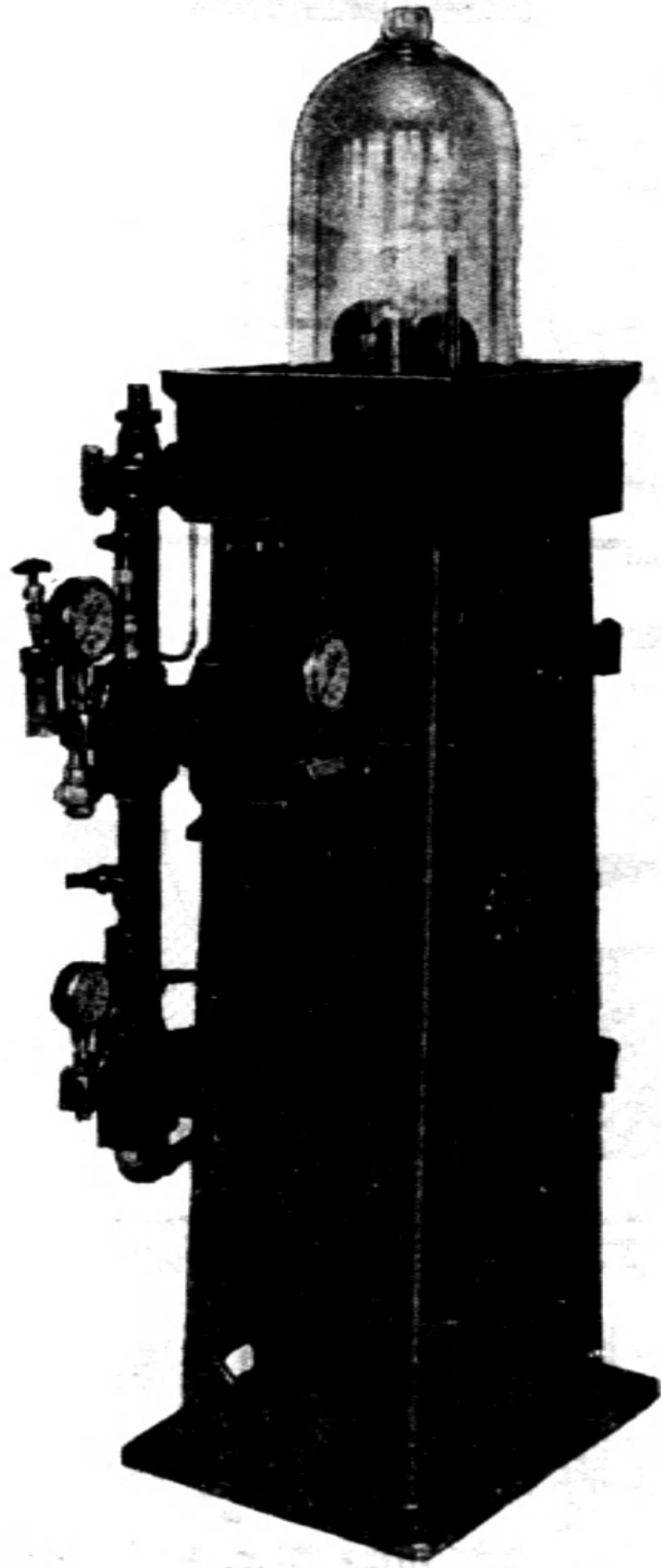
上海四川路一一〇號

## 孔士洋行獨家經理

南京 漢口 廣州 瀋陽 爾哈濱

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 美國“W&T”氣素殺菌機



機體精良美觀：構造堅固耐用  
效力非常偉大：迥非別牌可比

用戶達千萬廠家

## 握殺菌機之權威

馳名歷三十餘年

## 本牌氣素殺菌機

### 用戶一斑

(座七十) 司公水來自商英海上  
(座九) 廠水來自商法海上  
(座五) 廠水司公電水北開海上  
(座八) 司公水來自地內海上  
廠水來自市州杭  
廠水來自門澳  
司公水來自平北  
池泳游會育體國萬津天  
廠水局務礦潔開島皇秦  
等等廠冰製器機口澳  
錄備不恕幅於限因多衆戶用

## 中國獨家經理 馬爾康洋行

上海四川路二二〇號

香港匯豐銀行樓上

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 地 球 牌

商 標  
國 貨



註 冊  
全 完

耐火度 SK35 (攝氏1770°)

抗壓力 281.9 Kg/cm<sup>2</sup>

吸水率 9.35%

# 火 磚

# 泥 磚

式種坩埚玻  
火平及材璃現  
磚形築料用貨  
紅式坩埚坩  
白及材瑯坩  
火斜料用及  
坩形各坩築

其磚轉型各  
他各窑火種定  
耐種用磚汽製  
火電特水鍋  
材坩型泥用  
料磚火迴特

號二九四路京北海上  
五五一一九話電  
號九一二路生勃勞海上  
〇一九〇二話電

所行發  
廠造製

## 品 出 司 公 限 有 份 股 業 窑 國 中

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹

SWAN, HUNTER, & WIGHAM RICHARDSON, TLD.  
NEWCASTLE-ON-TYNE, ENGLAND

And Associated Company  
BARCLAY, CURLE & CO., LTD.  
GLASGOW. SCOTLAND



Twin-Screw S.S. "CHANGKIANG"

Railway Ferryboat built for the Chinese Ministry of Railways

形圖之號江長輪渡車火江長式葉輪雙造建部道鐵代廠本

敝廠創設於英國新堡已歷數十餘載專門製造大小輪船軍艦浮塢以及修理船隻裝修內外機件並製造各式輪機鍋爐煤力發動機柴油發動機以供各界採擇敝廠并闢有最新式船塢五處其中最長者達六百二十英尺上列圖形之長江號火車渡輪即係敝廠所承造其式樣之新穎與夫行駛之便捷在遠東允稱首屈一指焉

史璜亨脫造船廠有限公司

地點——英國新堡

聯合公司 巴克萊柯爾造船有限公司

地點——英國格拉斯戈

中國總經理 上海 英商馬爾康洋行  
香港



# SOCIETE BELGE DE CHEMINS DE FER EN CHINE

150 Kiukiang Road

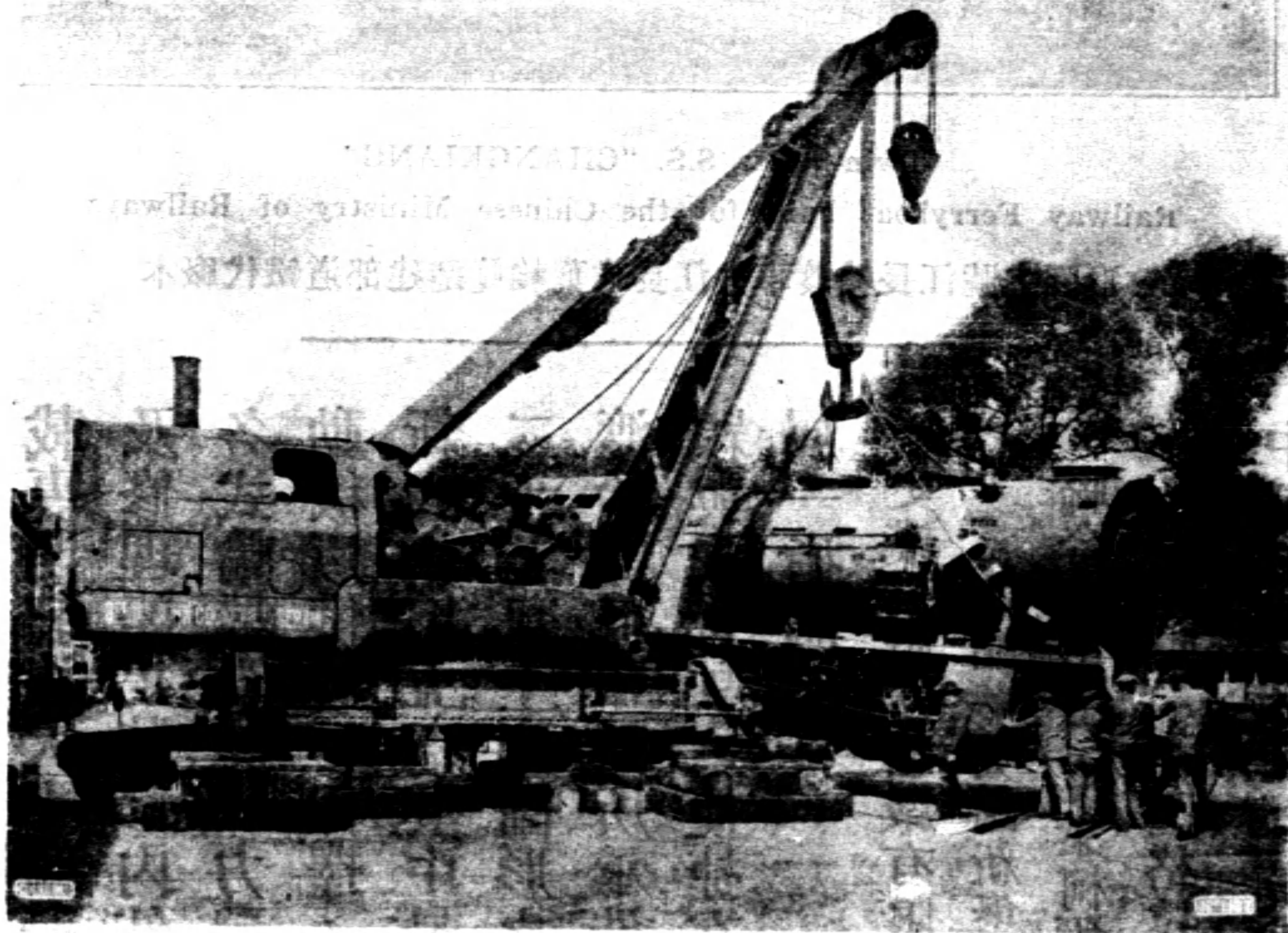
Shanghai

**Locomotives and Cars**

**Telegraph and Telephone Equipment**  
**Railway Supplies of Every Description**

**Machinery - Tools - Mining Materials**  
**Hoists - Cranes - Compressors - Air Tools**  
**Structural Steel Bridges**

**Etc.....Etc.....Etc.....**



125-Ton Steam Wrecking Crane

## 比國銀公司

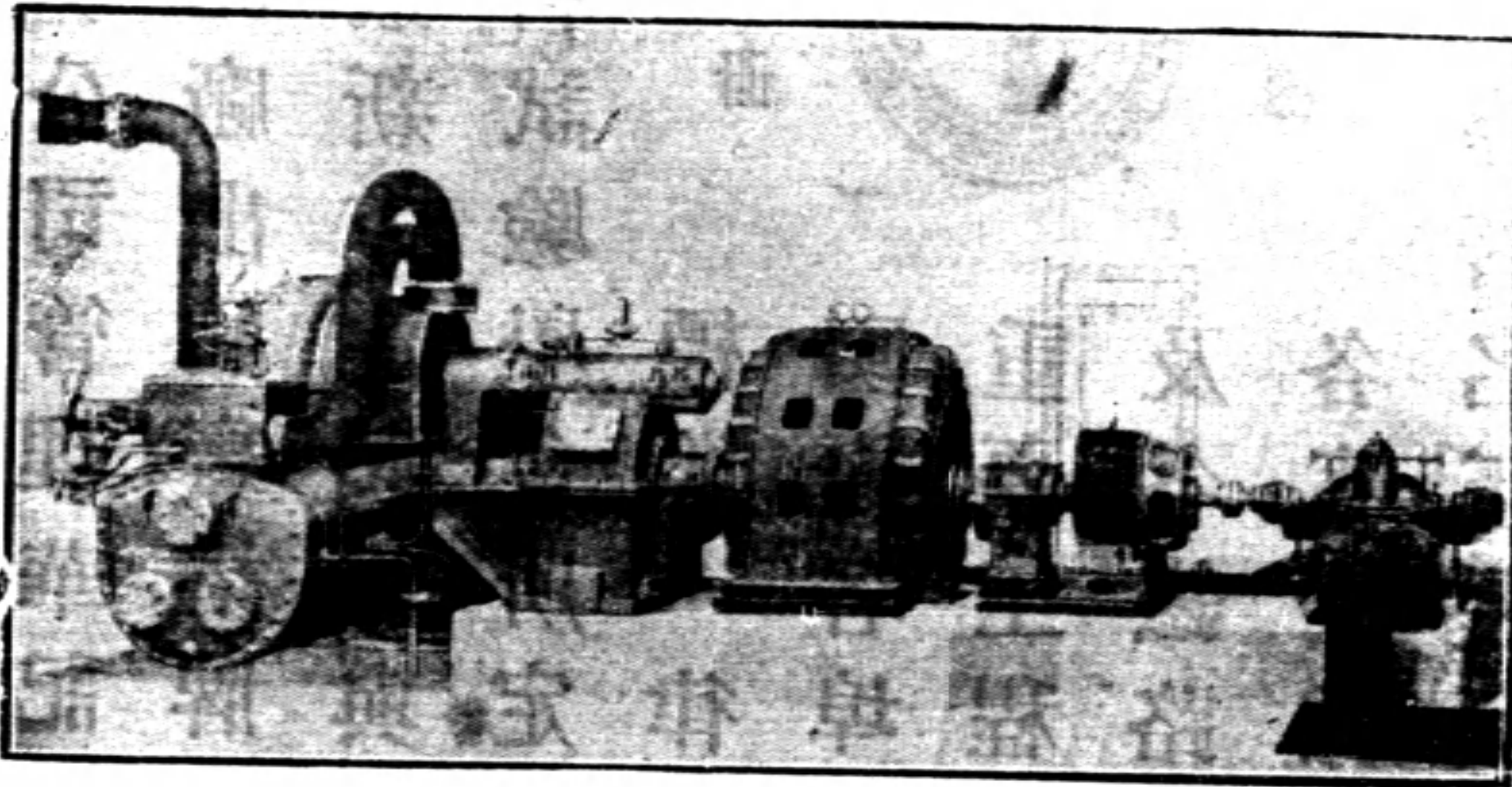
上海九江路第一五〇號

電話一二一九八號

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

**METROPOLITAN**  
**Vickers**  
ELECTRICAL CO. LTD

OVER  
**150**



英國「茂偉」連座透平發電機已裝置者  
數逾壹百五拾！曷故？

因  
↓  
價廉

- ↓ 可省廠房建築及底脚費
- ↓ 用汽少而經久耐用
- ↓ 附件不用馬達拖動不受外電應響
- ↓ 開車簡便可省工人
- ↓ 可供給低壓汽為烘熱之用藉以省煤
- ↓ 及其他種種利益

欲知此種透平發電機之詳細情形請駕臨

**安利洋行機器部**

總行 上海沙遜房子三樓（電話一一四三〇）

分行 漢口 天津 重慶 香港

上海江西路  
第四〇六號  
興業大樓

# 中國★新啓★江 南水泥營業總管處

電報掛號

四二〇一

啓新洋灰公司管理華記  
湖北水泥廠出品寶塔牌  
水泥以最新方法製造與  
美國材料試驗學會所定  
標準一律  
國內各埠  
重要工程  
及各鐵路  
各省公路

寶塔牌水泥  
註冊商標

橋樑堤工等著名工程莫  
不採用品質精良歷經上  
海工部局中國工程師學  
會化驗給單證明



## ◁ 營業分處及分銷處所在地 ▷

中國  
啓新  
江蘇  
南京  
水泥營業南京分管理處

南京鼓樓車站十四號  
電報掛號 三五〇〇

蕪湖元大和號 長街管驛巷口

安慶湧興德號 四牌樓西街

九江華康號 大中路

南昌泰豐號 廣外直冲巷

景德鎮興記號 彭家弄下首

武穴慎記號 西壩街

長沙長慶福號 大西門四十號

(湖南全省分銷)

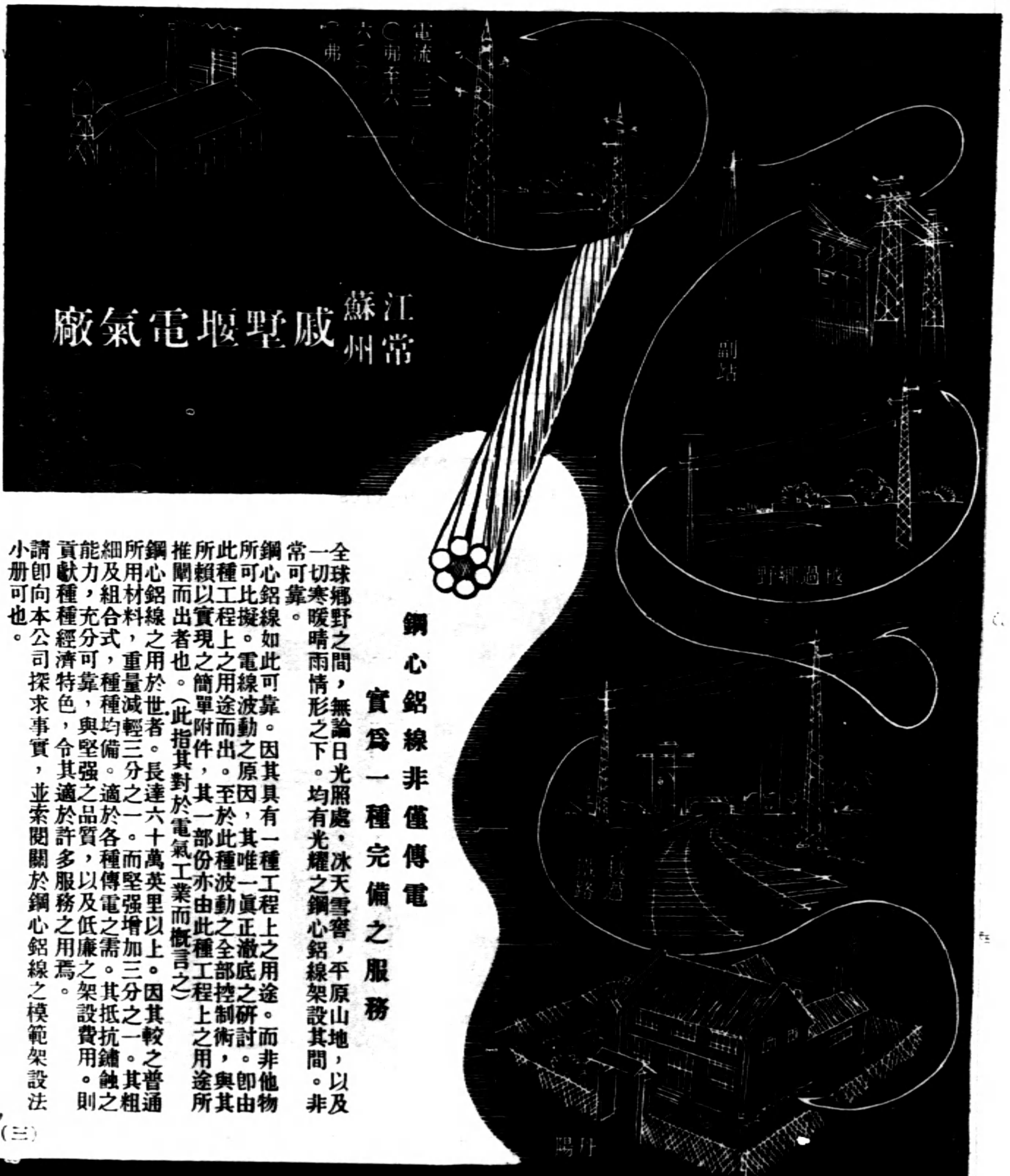
沙市程煥記鐵號 拖船埠

重慶民生實業公司 模範市場

(四川全省分銷)

中國  
啓新  
江蘇  
漢口  
水泥營業管理處漢口分處

漢口法租界福煦路九號  
電報掛號 六〇〇六



江蘇常州 戚墅堰電氣廠

鋼心鋁線非僅傳電

實為一種完備之服務

全球鄉野之間，無論日光照處，冰天雪窖，平原山地，以及一切寒暖晴雨情形之下。均有光耀之鋼心鋁線架設其間。非常可靠。

鋼心鋁線如此可靠。因其具有一種工程上之用途。而非他物所可比擬。電線波動之原因，其唯一真正澈底之研討。即由此種工程上之用途而得。至於此種波動之全部控制術，與其所以實現之簡便附件，其一部亦由此種工程上之用途所推闡而出者也。（此指其對於電氣工業而概言之）

鋼心鋁線之用於世者。長達六十萬英里以上。因其較之普通所用材料，重量減輕三分之一。而堅強增加三分之一。其粗細及組合式，種種均備。適於各種傳電之需。其抵抗鏽蝕之能力，充分可靠，與堅強之品質，以及低廉之架設費用。則貢獻種種經濟特色，令其適於許多服務之用焉。

請即向本公司探求事實，並索閱關於鋼心鋁線之模範架設法小冊可也。

(三)

請詢鋁業有限公司 上海北京路二號 上海郵政信箱一四三號



REGD TRADE MARK

# G.E.C.



REGD TRADE MARK

## The GENERAL ELECTRIC CO. (of CHINA), Ltd.

(INCORPORATED IN ENGLAND)

處理代

漢口

### 英國通用電器有限公司

郵政信箱三五〇號  
電報掛號八七二七

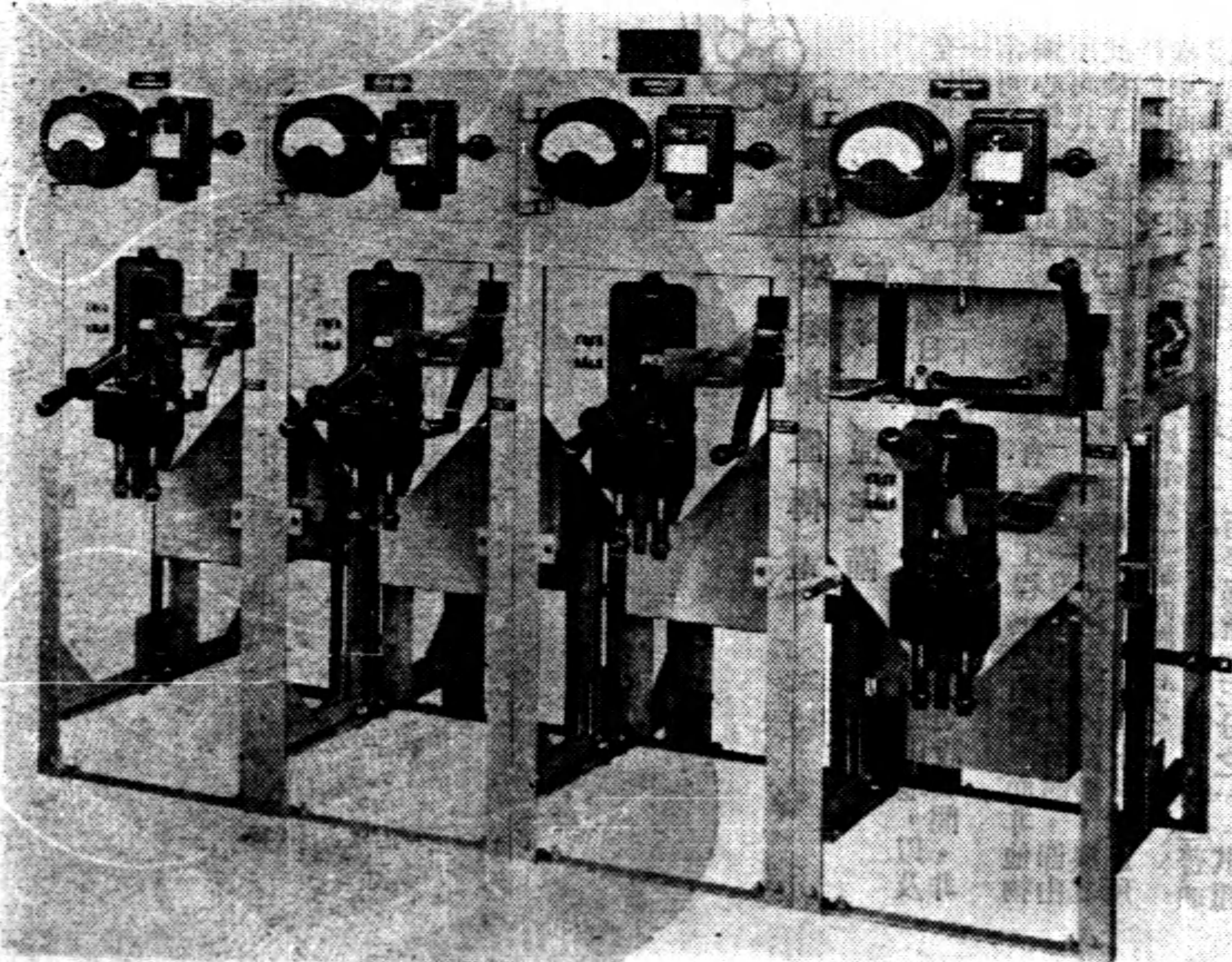
上海寧波路三十二至二十七號  
電話一六八二至五號

分公司

天津  
香港  
大連

### G.E.C. "S.V.D." type switchboard

Sizes up to: 13800 volts 900 amperes



英國通用本廠最新式 "S.V.D." 電鑰  
電壓可至一二八〇〇伏打·電流可至九百安培

凡屬電器電料機電及電氣工程

無論巨細概能承辦倘荷賜顧毋任歡迎

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 探梅旅行



請到臨平(趙山)杭州(靈峰)無錫(梅園)吳縣(張園)

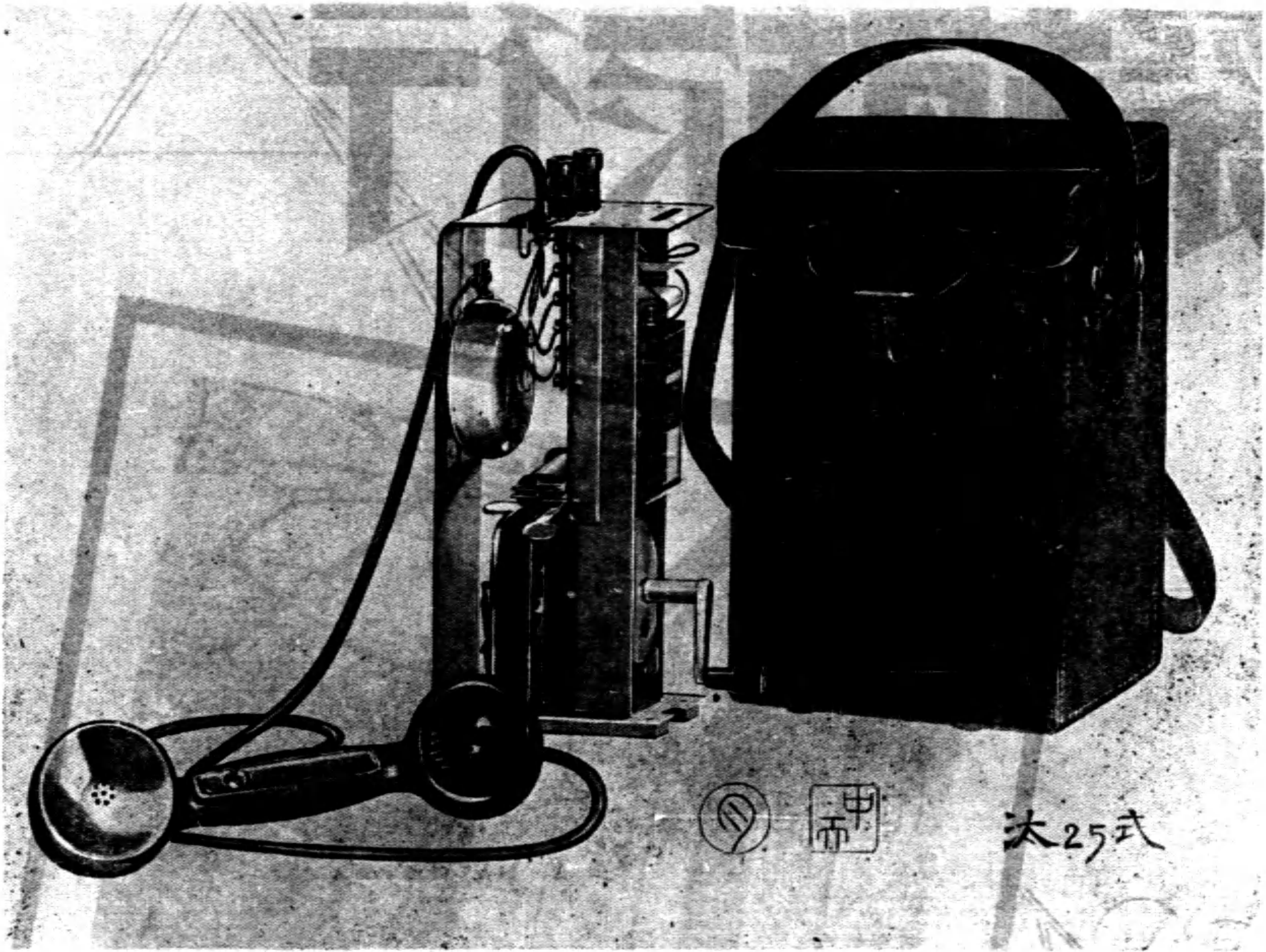
快遊名區 飽看香雪 一舉兩得



本路願竭誠服務并代為設計

京滬滬杭甬鐵路管理局啓

# 中 天 携 帶 電 話



本廠專門製造電話機械業已五  
載大量生產目今已能年出五千  
部茲為供給全國需求起見先行  
分設辦事處如左以便接洽

華東辦事處 陳星岩

上海福州路四一七號

電話 八〇一〇一

華南辦事處 潘水照

廣州光復南路啓泰號

華西辦事處 蔣蓮青

重慶城外上張家花園一號

總公司天津特一區三義莊山東路

中 天 電 機 廠

經理王汰甄謹啟

# 中國工程師學會會刊

編輯：  
 黃炎 (土木)  
 董大酉 (建築)  
 沈怡 (市政)  
 汪樹楫 (水利)  
 趙曾珏 (電氣)  
 徐宗漢 (化工)

## 工 程

總編輯：沈怡  
 副總編輯：胡樹楫

編輯：  
 蔣易均 (機械)  
 朱其清 (無線電)  
 錢昌祚 (飛機)  
 李 傑 (礦冶)  
 黃炳奎 (紡織)  
 宋學勤 (校對)

### 第十二卷 第一號

(第六屆年會論文專號上)

### 目 錄

清華大學之航空風洞	——	王士倬 華敦德 馮桂連 張捷遷	1
黃河史料之研究	——	沈 怡	11
鑄鐵鑄鋼之研究與試驗	——	國立中央研究院 工程研究所	21
平漢鐵路改善軌道橋梁之概況	——	陳 瑄	58
奧吐循環引擎改用注射給油之研究	——	錢迺楨	80
濟南溥益甜菜製糖工廠之蒸氣消耗及其加熱與蒸發設備面 積之計算	——	陸寶愈	88
華清大學二十五萬伏高壓實驗室	——	顧毓琇 婁爾康	95
鐵路車輛鉤承減除磨耗之設計	——	封雲廷	107

### 中國工程師學會發行

#### 分售處

上海徐家匯蘇新書社  
 上海四馬路作者書社  
 上海四馬路上海雜誌公司  
 南京正中書局南京發行所  
 濟南芙蓉街教育圖書社  
 南昌民德路科學儀器館南昌發行所

南昌 南昌書店  
 昆明市西華大街雲嶺書店  
 太原柳巷街同仁書店  
 廣州永漢北路上海雜誌公司廣州分店  
 重慶今日出版合作社  
 成都開明書店



## 工程編輯部啓事

(一) 關於本刊刷新內容,增加「外論譯雋」,「工程新聞」,「書報評論」等欄一事,本擬自本期起實行,祇因中國工程師學會第六屆年會論文篇幅繁多,亟待專號刊行,以快先睹。而截至本期發稿時止,各方對於擬闢各欄尙未有投寄稿件者,故本期及下期專登上項論文,刷新內容計劃當自第十二卷第三號(二十六年六月一日出版)實施,尙祈讀者鑒諒!

(二) 工程第十一卷總目錄已編印,隨本期附送,請讀者注意。

(三) 本刊繼續徵求「論著」,「外論譯雋」,「工程新聞」,「書報評論」等稿件,徵稿辦法已載入工程第十一卷第六號啓事欄內,敬希國內工程界源源惠寄鴻文,以光篇幅,不勝盼企之至!

## 中國工程師學會會員信守規條

(民國二十二年武漢年會通過)

1. 不得放棄責任,或不忠于職務。
  2. 不得授受非分之報酬。
  3. 不得有傾軋排擠同行之行爲。
  4. 不得直接或間接損害同行之名譽及其業務。
  5. 不得以卑劣之手段競爭業務或位置。
  6. 不得作虛偽宣傳,或其他有損職業尊嚴之舉動。
- 如有違反上列情事之一者,得由執行部調查確實後,報告董事會,予以警告,或取消會籍。

# 清華大學機械工程系之航空風洞

(中國工程師學會第六屆年會第一名得獎論文)

王士倬 馮桂連 華敦德 張捷遷

國立清華大學機械工程系

按風洞為研究航空必要之設備，而在我國，尚屬罕有。本文先述風洞之功用，方式，設計要點，及「賴氏係數」與「能量比率」兩名詞之意義，次述清華大學所備風洞之構造要點。該風洞之最大直徑為十英尺，最小直徑（即試驗部份）為五英尺，對於普通之飛機，可製成十二分之一至十六分之一之模型，而舉行試驗。雖其最高風速及能量比率，與世界最著名之風洞比，究竟如何，尚有待於精確之測定，而其各部份，除用以轉動螺旋槳之電氣馬達係購自外國外，其餘一切，均由該校自行設計製造，即所用之自動平衡式天秤五具，亦由該校工廠自製，對於研究航空之提倡，自有重大貢獻。

中國工程師學會第六屆年會論文複審委員會附識

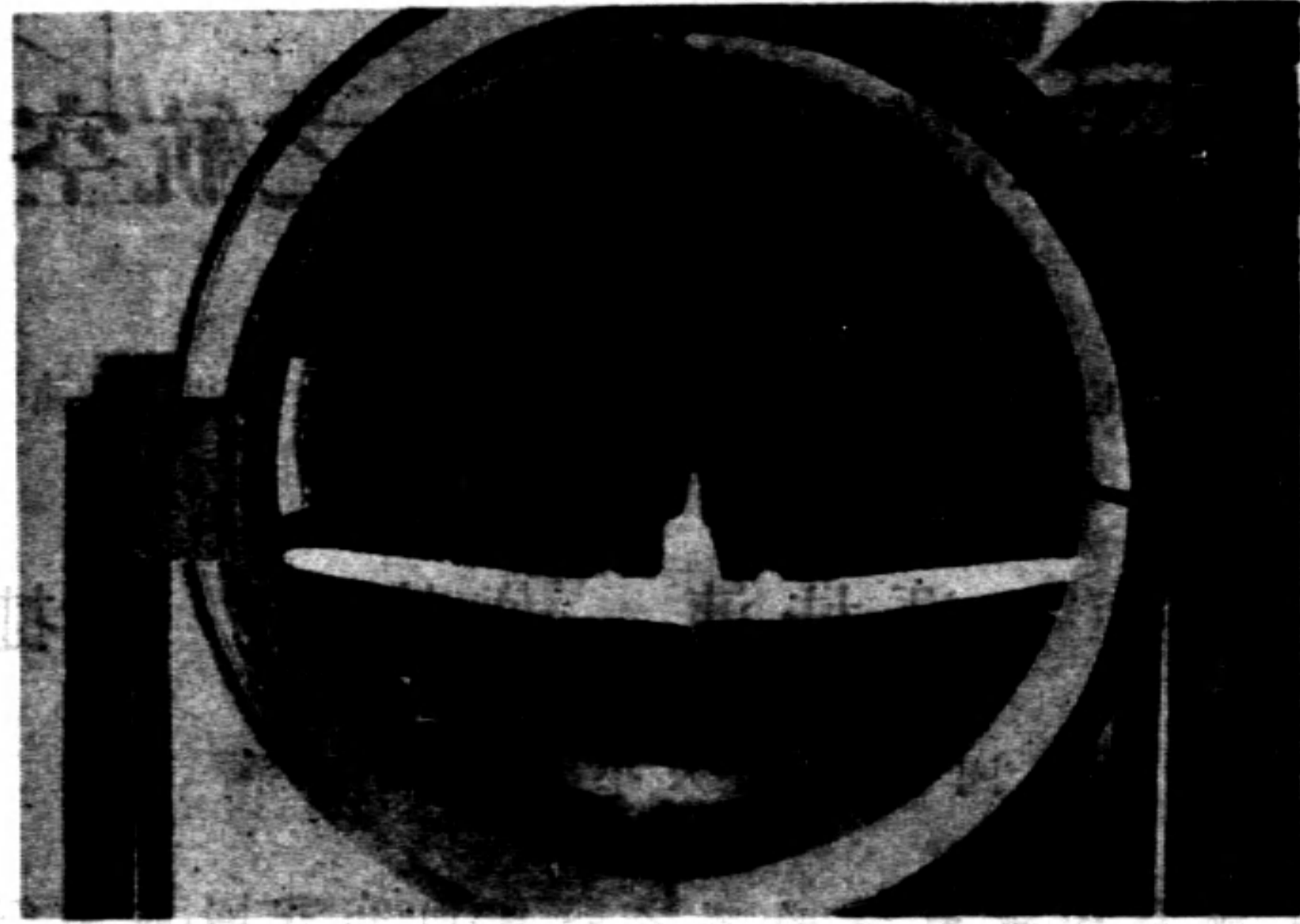
## 1. 風洞之功用

風洞（見第一圖）為研究空氣動力學者所必需之設備，世界各國，或由政府建立，或由大學製置，現已完成之大小風洞，不下數十個。風洞之用途，亦不下十餘類；要在使航空機器如飛機，如氣艇，或其某一部份，與流動空氣所發生之各種變化，能於試驗室中，予以科學的研究而已。研究之法，可以一個簡單的機翼試驗為例（見第二圖）：將飛機之翼，做成小模型，置於風洞之試驗部份（Test Chamber），以鋼線懸挂模型，務使支



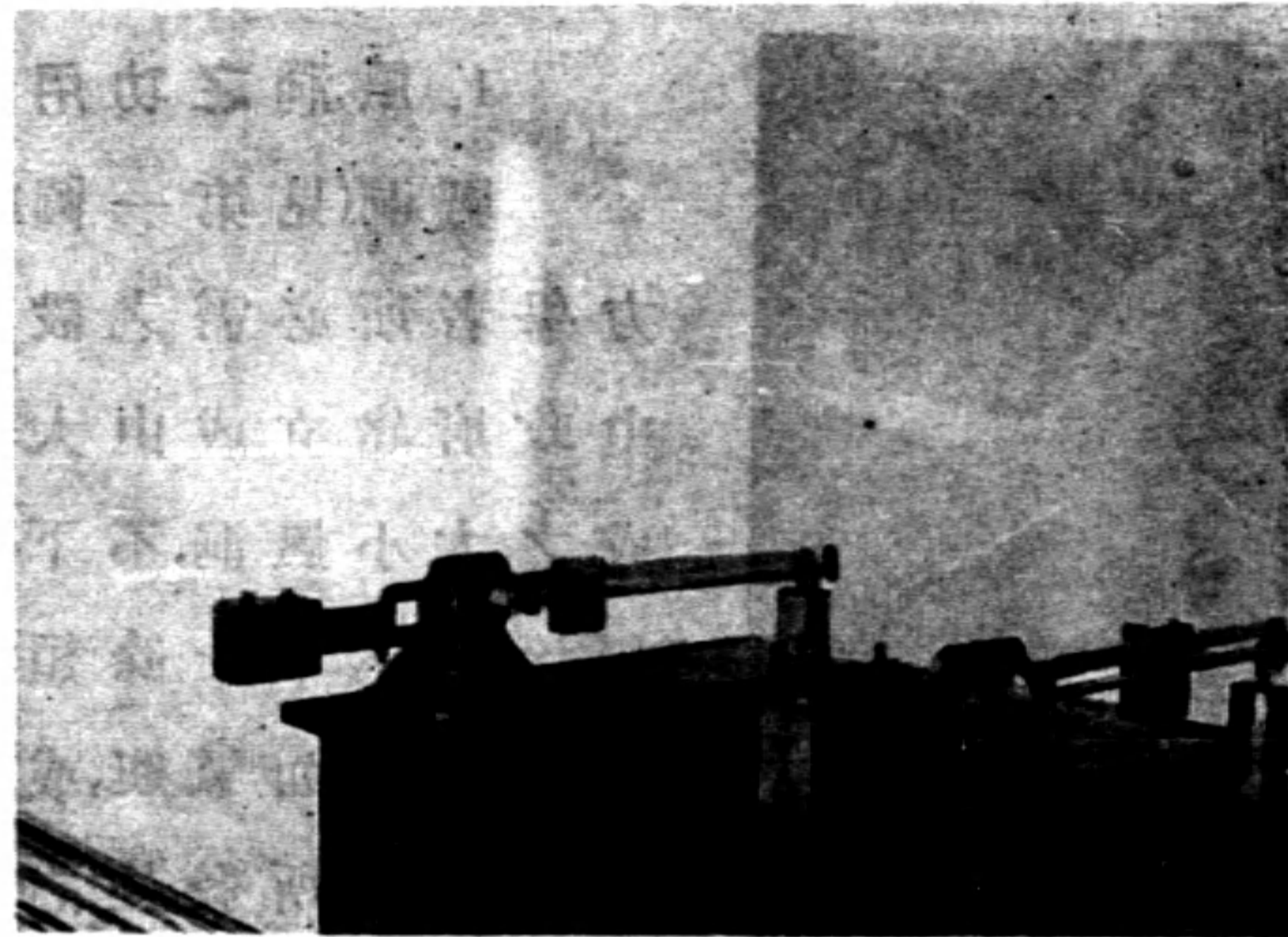
第一圖 風洞之試驗部份，直徑為五呎，與身長相仿，





第二圖 飛機機翼試驗

持固定，鋼線之上端則繫接於天秤（見第三圖）。風吹動時，空氣經過此固定之模型，猶如飛機行動於固定空氣之中，惟其發生之力與力距，得由天秤而測量焉。由小模型測量之結果，可以推知大型飛機所需要之種種條件，而其速度，高度，安定程度，靈敏程度，及其他性能亦得以計算預定。設計或改良飛機者，賴以參考。



第三圖 清華大學自製之天秤

航空進步，日新月異，苟無研究，曷克臻此？且凡一切偉大之建築，新奇之設計，莫不需費浩繁，非可率爾嘗試者。然而不予嘗試，又烏能進步？一般聰明之工程師，遂致力於小模型之試驗。風洞者，航空工程師新計劃及大建築之胚胎處，亦即日新月異之航空進步

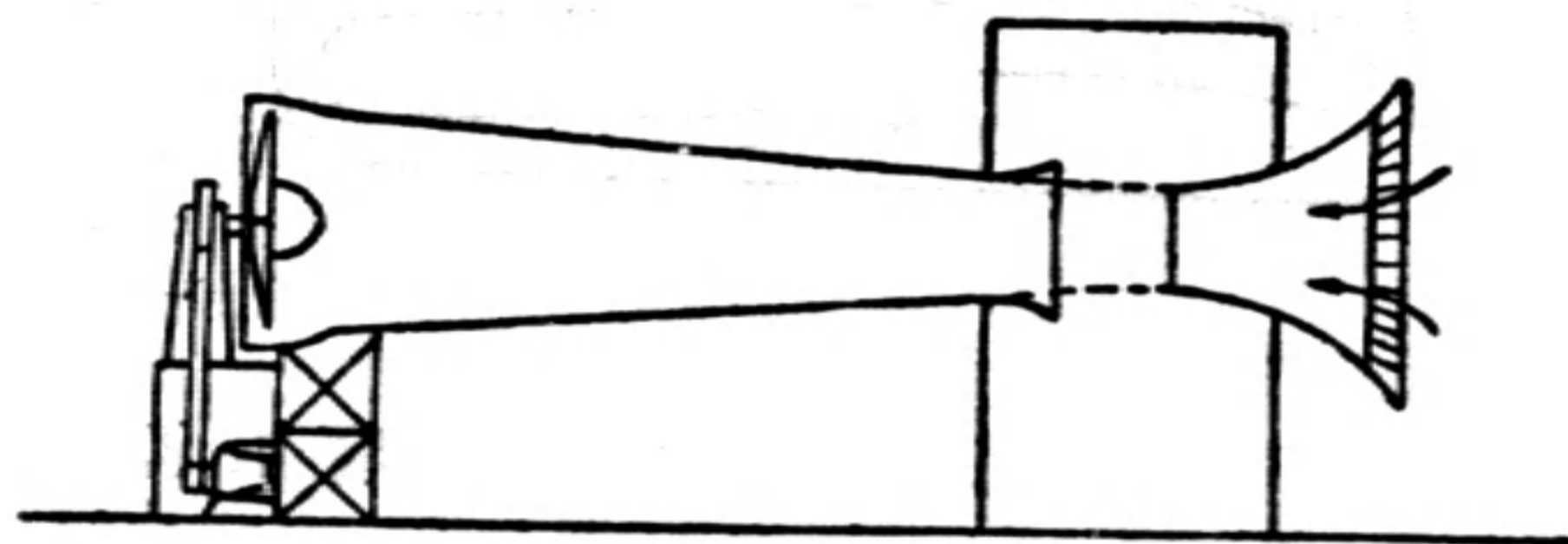
之發源地也。

風洞研究之利益，不僅經濟而已也。飛行為比較的危險之工作，常人皆知。新奇之飛機，飛行時更無把握，故宜利用風洞。為避免喪身隕命而先作風洞之試驗，其利益顯然。凡航行時所不可達到之危險狀態，風洞試驗時，均可行之，並可考究其危險之由來，而預謀防止之道。

## 2. 風洞之歷史

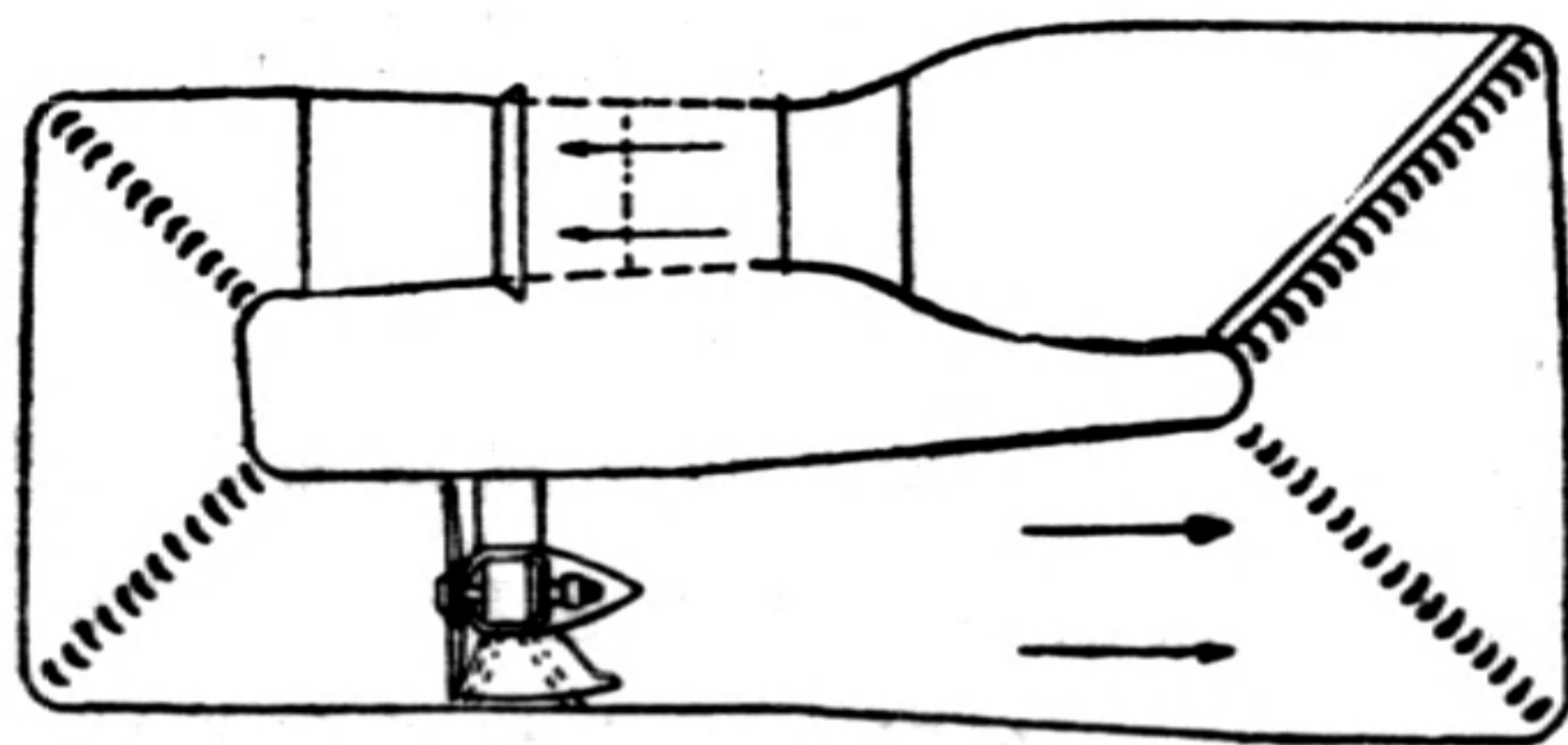
空氣動力學之研究，在風洞未發明前，每於窗戶之口，或高牆之旁，利用天然風力以行之。但因風速甚低，且不勻整，此法旋即放棄。歷史上最早之風洞，為英人斐利浦 (Phillips) 所造，時一八八四年也。斐氏之風洞，用蒸汽噴頭製之，外表視之，不過一直徑較大之鐵管耳。

迨一九〇九年法人愛佛爾 (Eiffel) 在巴黎建一風洞，作極有價值之研究。愛氏式風洞，如第四圖所示，至今猶多沿用者。同時，德

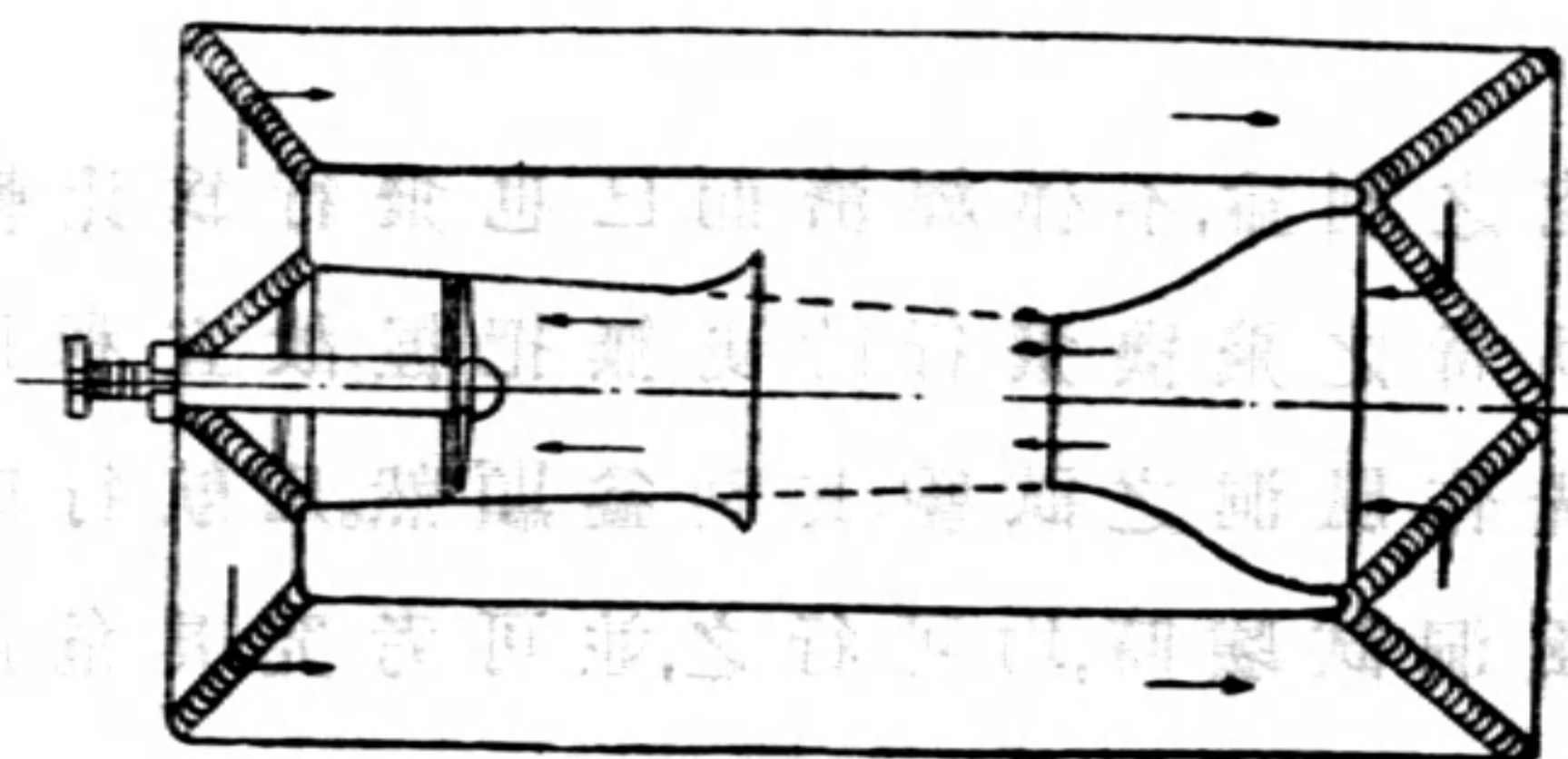


第四圖 愛氏式風洞，氣流散入大氣中。

人普蘭脫 (Prandtl) 在哥庭根建築普氏式風洞，如第五圖所示。今日清華大學之風洞，即脫胎於普氏式。上述二式之重要分別，即愛氏

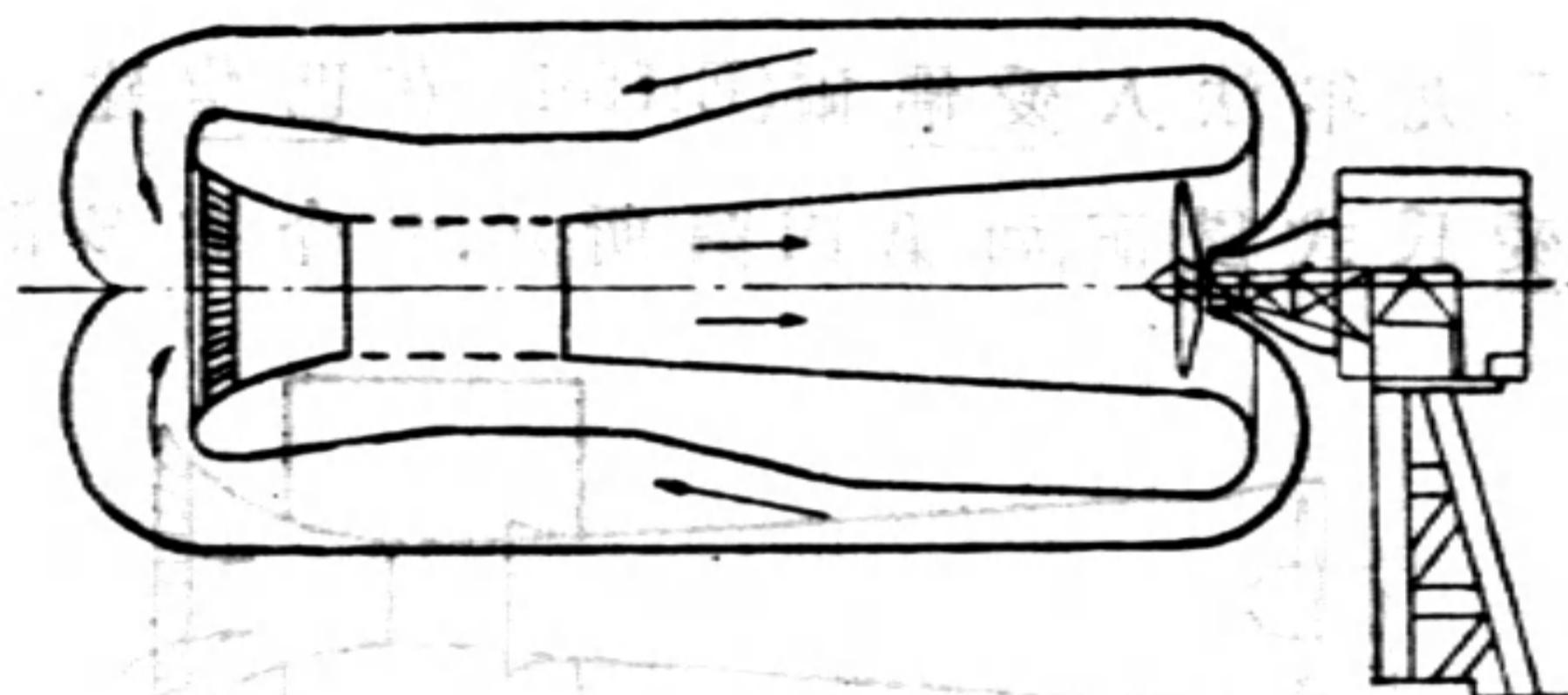


第五圖 普氏式風洞，氣流循環於風洞中。



第六圖 兩路循環式風洞

式風洞中之氣流，散入大氣中，而普氏式則循環流轉於風洞之中。愛普二氏之研究，引起世人注意，自是以後，各國相繼建築風洞，大都沿襲愛式普式，而略予以變化，如第六圖第七圖所示。要之風洞皆利用馬達以轉動螺旋槳，激動空氣，使流經一個或數個文求利式之管子(Venturi Tubes)。復利用各種筵子，以使氣流勻整。風洞之



第七圖 套筒式內外循環風洞

試驗部份 (Test Chamber) 或為開口式，或為閉口式，在第四第五第六第七圖中，如將虛線所表示者裝入則為閉口式，不裝則為開口式。大凡開口式於放置模型時及觀測時較為便利，閉口式則風速較大，各有利弊。清華大學之風洞，則開閉互用，視各個試驗而異。

### 3. 風洞之設計

設計風洞時，須注意之各點，列述如次：

a. 風流必須勻整。在試驗部份之橫斷面，左右上下，劃定各點，用畢托管(Pitot Tube)試驗各點之風速，務使均勻相等。

b. 風速不可變化。即在同一點上，經過相當時間，測驗風速，無

驟緩驟急之弊。

c. 一切裝置務宜便於試驗。觀測處光線必須充足；凡須用手工作之處，手之伸縮必須留有餘地；凡須人身進出之處，或坐或立或臥，均宜留有餘地。

d. 試驗部份，不可太小。俾製造模型時，得以與實用飛機，不失比例上之準確。（按飛機上用之鋼線等，縮小十分之一的模型，不易製造）。

e. 風速乘洞徑之積 (Velocity  $\times$  Diameter)，宜力求其大；此點與賴氏係數有關 (Reynold's Number)。另於第四節詳論之。

f. 轉動螺旋槳所需之馬力，宜力求經濟；此點與能量比率 (Energy Ratio) 有關。另於第五節詳論之。

#### 4. 賴氏係數 (Reynold's Number)

在流體動力學中，流體之速度 (Velocity) (用 V 字符號) 與固體之寬長 (Dimension) (用 D 字符號) 及流體之「動力滯性係數」 (Coefficient of Kinematic Viscosity) (用  $\gamma$  字符號) 皆足以影響一個固體在流動液體中所發生之變化。惟其變化之方式，至今猶未能以簡單之數學表而出之。科學家在試驗時，最好將模型之寬長，流體之速度與其「動力滯性係數」，造成  $\frac{VD}{\gamma}$  之比率，使與飛機在空氣中飛行時之  $\frac{VD}{\gamma}$  比率相等。上述之  $\frac{VD}{\gamma}$  比率，即為賴氏係數 (Reynold's Number)，乃英人賴諾所提示，至今在航空與水利學界，均發生極大之研究上的困難。

在試驗室中造成與飛機在天空中同樣之賴氏係數，事實上除非投擲極大之資本，不可能也。即投鉅大之資本以求賴氏係數之擴大，其道惟二：一曰建築極大之風洞也；使風洞之試驗部份能容整個飛機（不用模型），今在美國蘭雷飛行場之航空顧問委員會，已造成直徑40英尺之風洞，以實踐此種理想。二曰利用大壓力空氣也；使空氣之密度倍增而減小其「動力滯性係數」 $\gamma$ 之值。（按動

力滯性係數,即以液體之密度 $\rho$ 除普通滯性係數 $\mu$ , Coefficient of Viscosity 所得,  $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$ ), 如此則模型縮小之比率可與密度增大之比率,約略相等,而維持賴氏係數於不變。此種壓力風洞,亦首由美國蘭雷飛行場之航空顧問委員會實行,今英國之國家物理試驗所亦已造成。

上述三個風洞,為可以造成賴氏係數與飛行時相等之設備。捨此而外,舉世皆無辦法;吾國財力薄弱,更無論矣。清華大學之風洞,賴氏係數較低,固意中事;刻下尙未詳作比較,惟據作者推測,較之吾國從西洋購置之一具,則略為優勝云。

#### 5. 能量比率(Energy Ratio)

凡百科學設計,均求以最小之努力,獲得最大之效用。今言風洞,則以最小馬力之馬達,在一定直徑之風洞以內,求得最高速度之氣流是也。氣流之功率(Power)可以空氣流經風洞之試驗部份時,每一秒鐘之動能量(Kinetic Energy)為基本。

$$(KE)_0 = \frac{1}{2} \rho V_0^3 A_0$$

上式中  $(KE)_0$  為空氣每秒鐘之動能量

$\rho$  為空氣之密度

$V_0$  為空氣經過試驗部份之速度

$A_0$  為試驗部份橫斷面之面積

能量比率(Energy Ratio)者,即以馬達之功率(即馬力數)  $P_M$ , 除空氣之功率,所得之比也。

$$E.R. = \frac{(KE)_0}{P_M} = \frac{\frac{1}{2} \rho V_0^3 A_0}{P_M}$$

能量比率為設計風洞者最宜注意之一事。比率 高愈妙。惟望讀者注意者,即能量比率,並非即效率(Efficiency)之謂。蓋能量比率,每可超過 100%, 最新式之風洞,其比率已達 5.5 即 550% 也。

#### 6. 清 風洞之設計

作者於設計清華風洞之先，曾將各國現有之著名風洞，詳為比較，尤注意其能量比率與賴氏係數情形，茲列表如次，

附 表

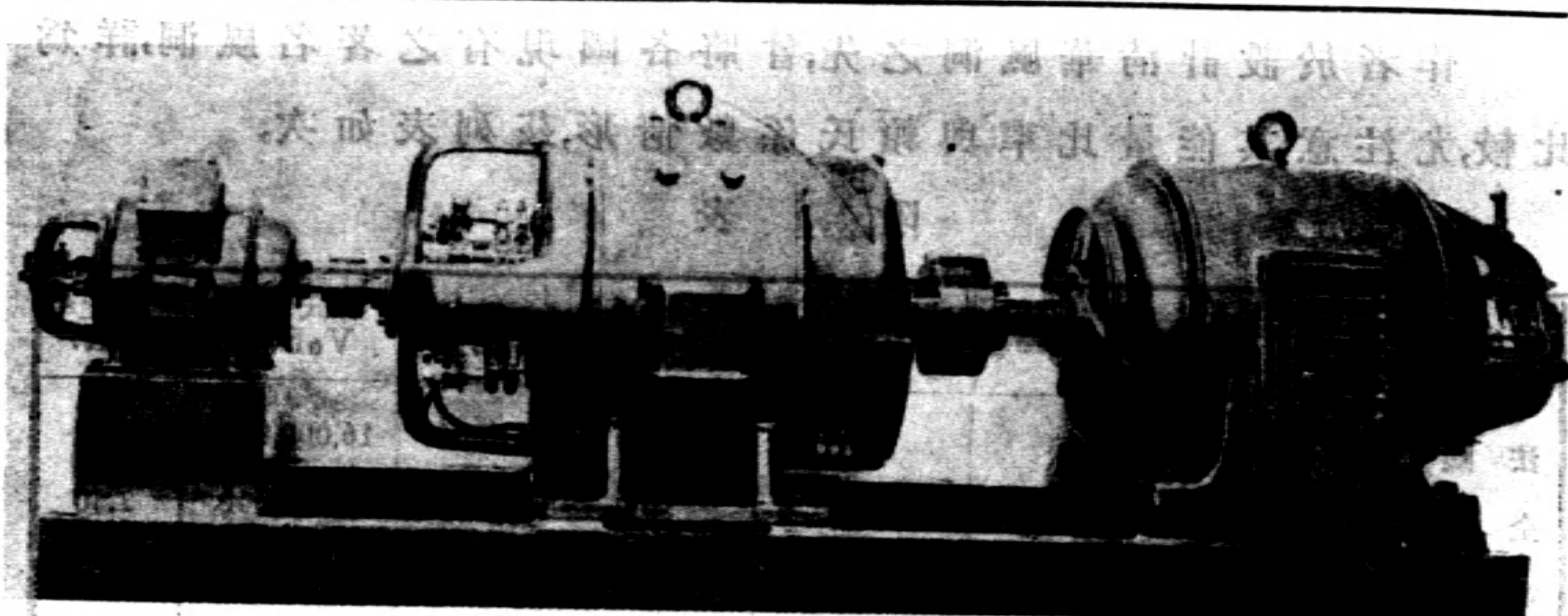
國 別	地 點	試驗部分直徑 D <sub>0</sub> (公尺)	風速V <sub>0</sub> (公尺/每秒)	馬力 H.P.	賴氏係數 V <sub>0</sub> D <sub>0</sub> /γ	能量比率 E.R.
法 國	巴黎近郊莫利村	3.00	80.0	1,000	16,000,000	3.02
全 上	巴黎近郊摩登鎮	16×8	50.0	4,000	33,000,000	2.50
英 國	倫敦近郊太丁敦(高氣壓風洞) (屬國立物理研究所)	1.83	27.5	500	83,000,00	2.30
全 上	倫敦近郊方邦若鎮 (屬皇家航空研究所)	7.30	54.0	2,000	26,000,000	2.50
德 國	哥庭根大學	2.24	58.0	300	8,650,000	2.17
全 上	柏林 (屬國立航空研究所)	5×7	65.0	2,700	23,000,000	2.20
美 國	蘭雷飛行場 (屬國立航空顧問委員會)	6.10	49.4	,000	20,100,000	1.48
全 上	全上	18.3×9.2	51.5	6,500	63,800,000	2.20
全 上	全上(高氣壓風洞)	1.55	22.5	250	46,500,000	1.40
全 上	加省理工大學	3.05	88.0	750	18,000,000	5.50
意大利	羅馬	1.60	80.0	360	8,000,000	2.38
蘇 聯	莫斯科 (屬中央氣力及水力研究所)	3.00	78.0	820	15,600,000	3.60
日 本	川西機械製作所	2.00	50.0	200	6,650,000	1.64
全 上	帝國海軍省	2.52	50.0	400	8,400,000	1.30

觀上表所列，其能量比率最高者當推美國加州工業大學之風洞。該風洞為馮卡門教授(Von Karman)所設計，乃由普蘭脫式改良，堪稱當代最經濟之建築。清華風洞，大致仿該式設計。查清華風洞中費用最大之一項，即為電氣馬達，亦即其中惟一之外國製造品(見第八圖)，既擲重資以購原動力，自必須盡力使效率增高，其他皆屬次要矣。試驗部份之直徑規定為5英尺，俾普通之飛機，可製1/12至1/16之模型而試驗焉。

清華風洞在試驗部份之風速，大概可得每點鐘120英里(初試證明為可能)。其賴氏係數 $\frac{VD}{\gamma}$ 即為5,500,000較之世界著名之風洞，相差不遠。

• V=176 呎/秒，D=5 呎，γ=.000159 (見 Warner: Airplane Design P. 165)。

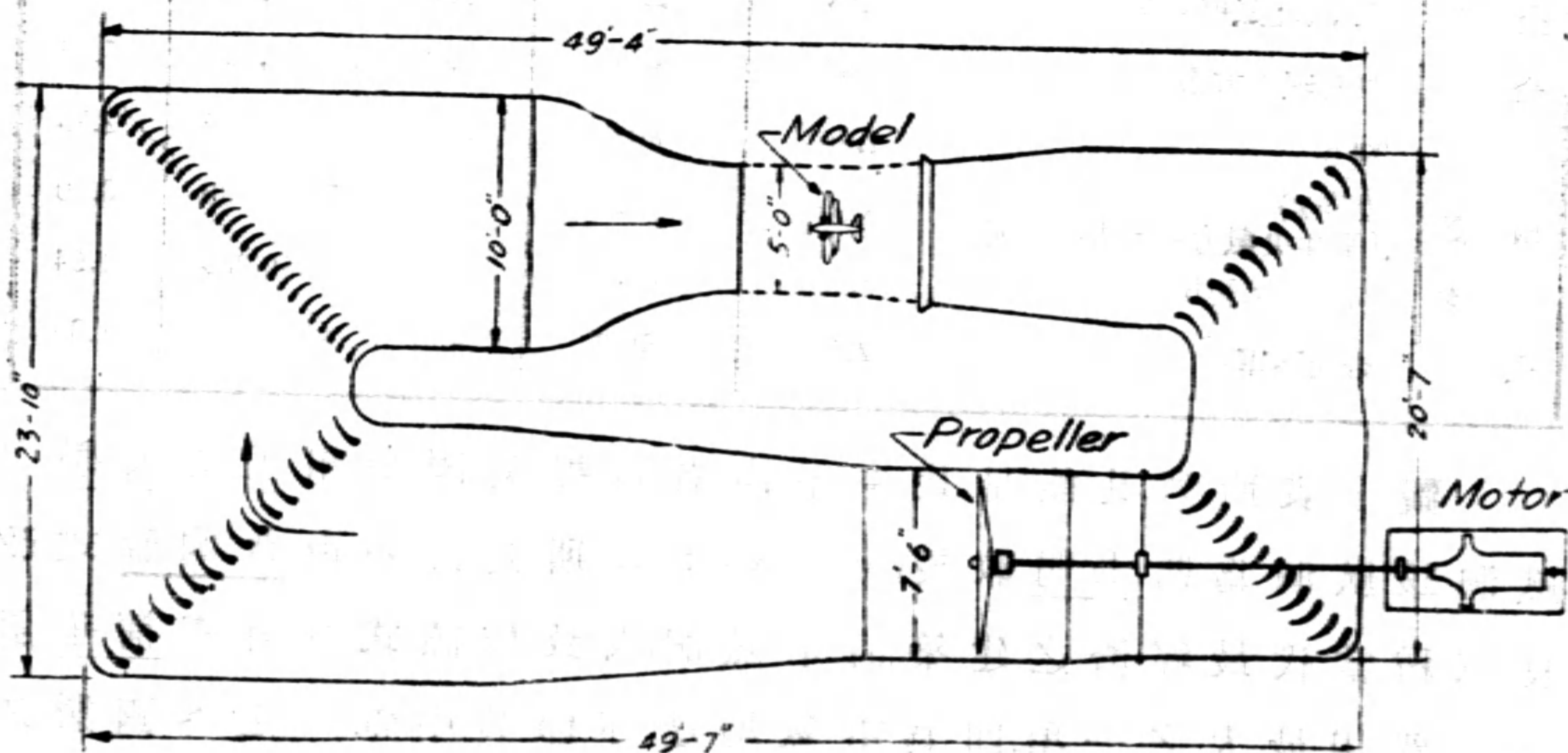




第八圖 航空風洞打風用交直電流變換器—95Kw

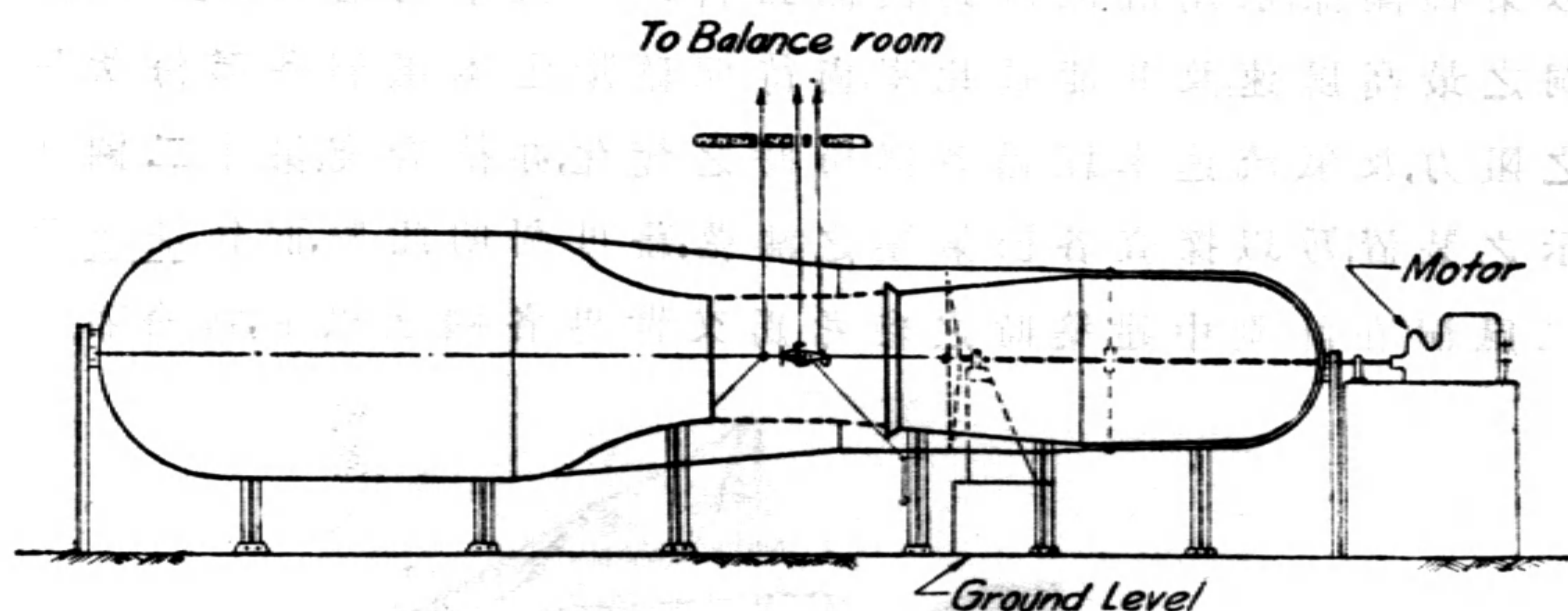
7. 清華風洞之構造

清華風洞之最大直徑為10英尺,最小直徑(即試驗部份)為5英尺,(見第九圖),用 $\frac{1}{8}$ "及 $\frac{3}{16}$ "鋼板電銲製成,共分十九節。節與節



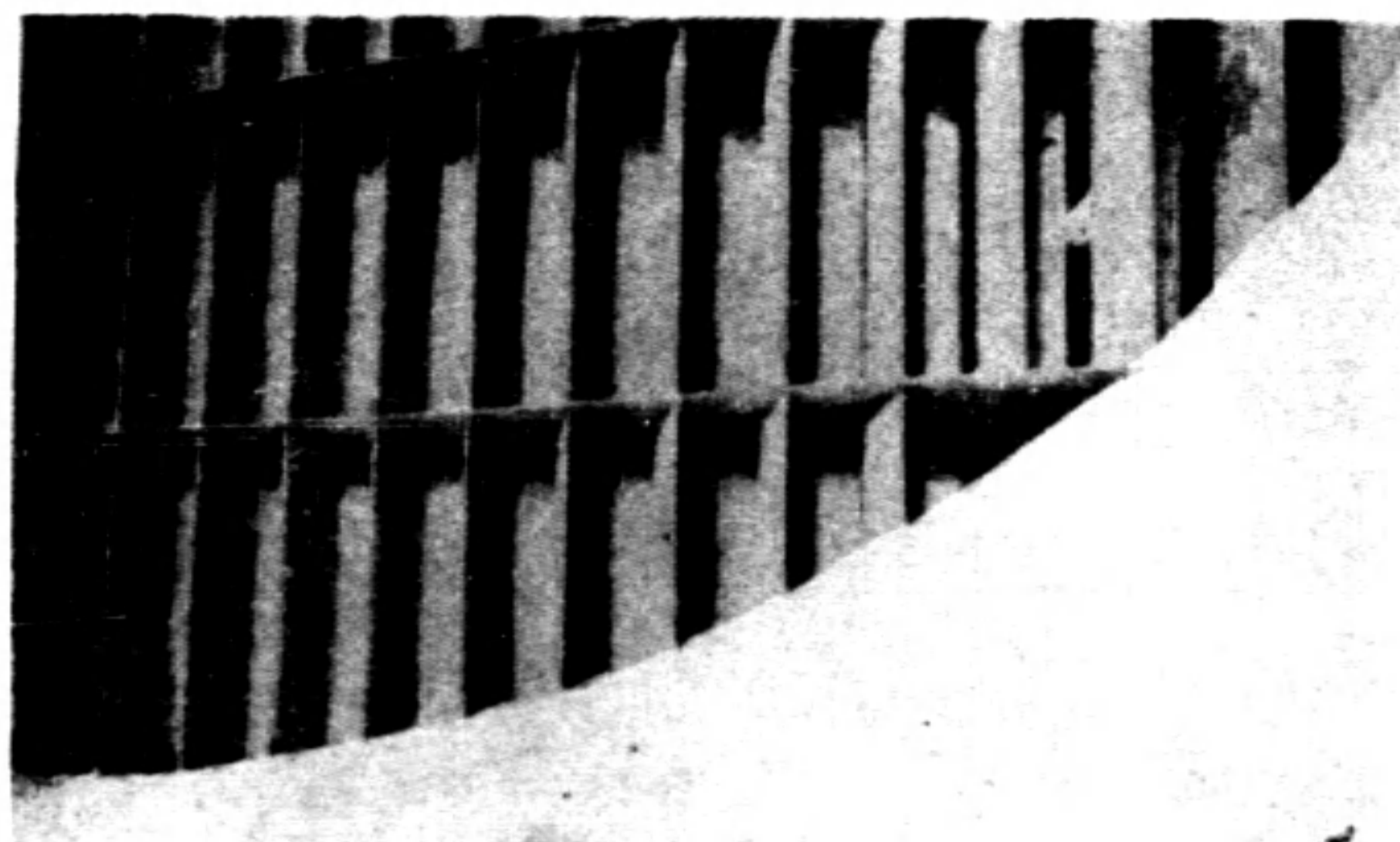
第九圖 清華風洞平面圖

間用2"法蘭盤(Flanges)及螺絲釘繫接,可以拆卸裝運。法蘭盤兼可使薄板構造堅固,亦即用以支持此風洞於二十個柱子之上。(見第十圖)螺旋槳直徑七英尺半,用胡桃木及花梨木(北平產)製成,凡四葉,均由2公分厚之板片,疊層膠合,人工刨刮,頗費時日。尤以吾國木材,市上無適當之處理,應用時極感困難。作者並自製小型烘木室(Kiln),以烘乾木材。螺旋槳裝於16呎長鋼軸之一端,由70馬力



第十圖 清華風洞側面圖

之直流電動機轉動之；電動機置於風洞之外，用“Leonard Ward Control”控制，俾其速度勻整，而快慢變化，可以操縱自如。天秤共計五具，亦由清華大學之工廠自製；秤為自動平衡式，其秤錘之移動，由一螺絲長軸之左右旋轉而進退，而螺絲軸之旋轉方向，則依天秤之左傾或右傾而變化也。天秤置於風洞試驗部份之樓上，用鋼絲吊挂模型，以測量模型上力之變化。氣流經過轉角之處，最易發生旋渦，而造成混亂狀態，故於風洞之四角，各置簾子一個（見第十一圖）。簾子係用若干  $1/32$  吋厚鋼片，彎作月牙形之柱體，並列裝成。在整個風洞之構造過程中，以此項轉角及簾子之銲製，最為困難。

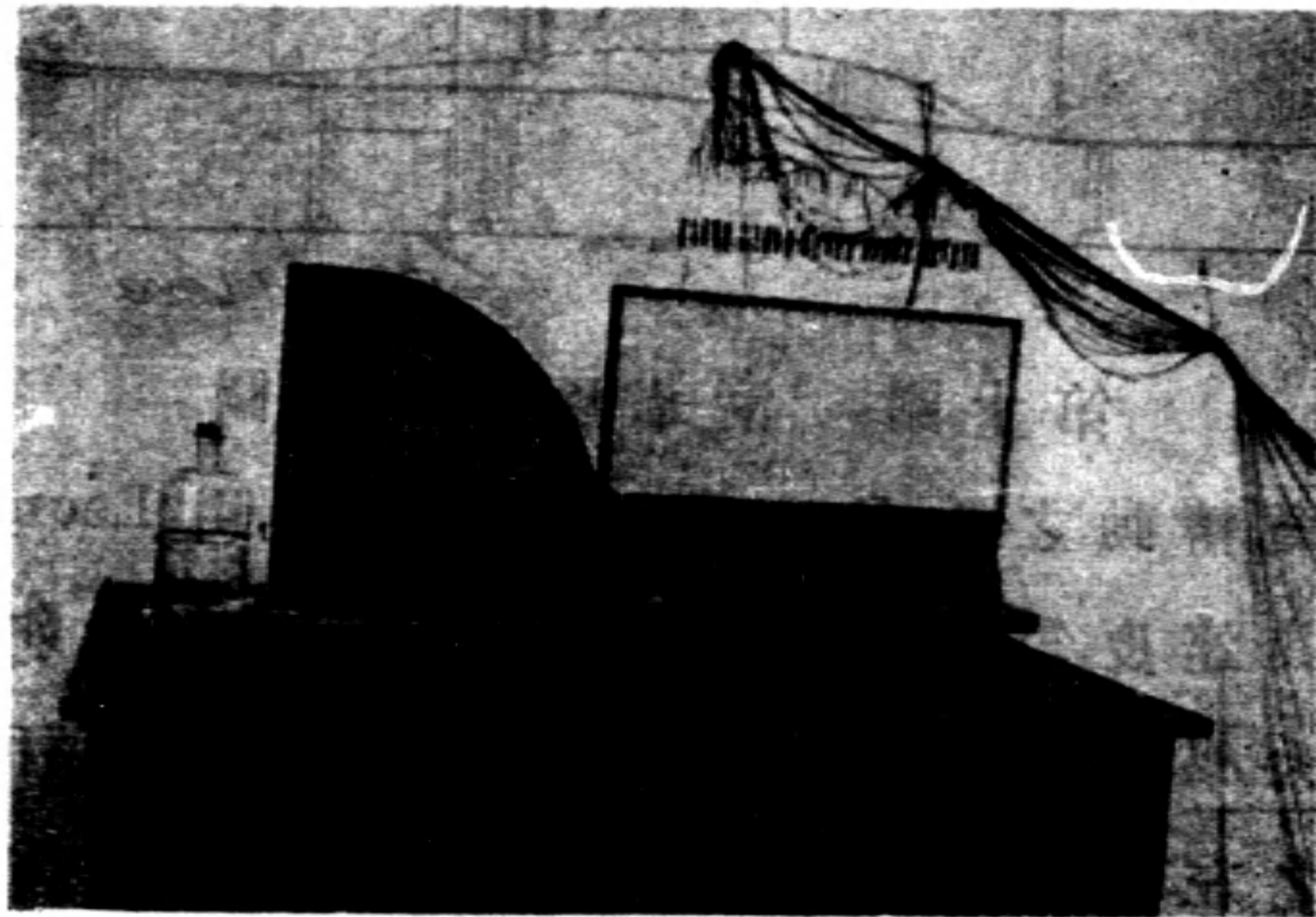


第十一圖 轉角處之簾子

#### 8. 尚待進行之研究工作

清華風洞之第一次試驗，始於民國廿五年四月廿四日。當時

以某種關係，未用直流電動機開動，暫以一汽車馬達代理。故本風洞之最高風速，及其能量比率，尙待明確斷定。本風洞各部份所生之阻力，及氣流速率經過各部份時之變化，亦待查究。第十二圖所示之裝置，乃以探查各節氣壓之漲落，藉可闡明此點，而作清華第二風洞(在計劃中)建築時之參考焉。又世界各國之風洞，常將若干



第十二圖 用火酒測量三十二點之氣壓

標準模型，作標準之試驗，互較結果，以資觀摩。本風洞亦亟宜進行此項標準試驗，庶可對於航空科學，有所貢獻。

末了，希望海內明達，友邦先進，隨時賜教，俾清華風洞得盡其應盡之效用，則幸甚！

# 黃河史料之研究

(中國工程師學會第六屆年會第二名得獎論文)

沈 怡

本篇對於黃河史料搜求詳盡，敘述明顯，數千年來之變患，概括於五六千言中，綱舉目張，可供從事黃河治理之參攷。

中國工程師學會第六屆年會論文複審委員會附識

## 一.引言

黃河素以難治著稱，泛濫變遷，代有所聞，近年以來，水災頻仍，故其治理，益為朝野所重視。夫治水之事，如治病然，必須先究其致病之原，然後方可對症下藥。李儀祉先生嘗曰：『我人欲治黃河，必先知黃河』。黃河史料之研究，即為知黃河之一道。余於民國十三年旅德時，曾草中國之河工一書，內論黃河之治理，並附河決統計，此為余研究黃河史料之始。十四年秋由歐渡美，晤費禮門先生，殷殷以研究黃河歷史相勗，並言茲事責任在中國之工程師，非外人所得而代庖。十五年二月間，先生致余信中，更有句云：『中國河工歷史中有不少往例，必須首先熟悉，然後所下判斷，始有根據』；余於是有繼中國之河工後，編一黃河年表之志。十五年由美歸國，閒居北平，遂日在方家胡同前京師圖書館搜集資料。十六年秋，於滬上，編纂之事，因而中輟，直至二十二年，賴趙君敦甫之增補整理，始克成書，現由資源委員會印行。茲擇其較可注意各點，分別作概括之介紹如后：

## 二.黃河之改道

自唐堯八十年(公元前2278)大禹治水成功，至今四千餘年，黃

河凡六改其道(參看歷代黃河變遷總圖),其隨決隨即挽回故道者,概未計入焉。

### 一.第一次變遷自唐堯八十年(前2278)至周定王五年(前602)

史稱唐堯七十二年(前2286)命禹治河。禹貢:『導河積石,至於龍門,南至於華陰,東至於底柱,又東至於孟津,東過洛汭,北過降水,至於大陸,又北播爲九河,同爲逆河,入於海。』禹治水八年成功,是爲唐堯八十年(前2278)。

後世艷稱禹治河後千數百年無水患,細考之,殊非事實。史稱:夏帝少康三年(2077)十一月,使商侯冥治河,可見是時河患已復作,距禹治河功成,纔二百年耳。少康十三年(2067)商侯冥死於河,足徵此次河患之不小。又商自湯至武乙,因河患數遷其國都;如湯元年(前1783)始居亳; 仲丁六年(前1557)遷於囂; 河 亶甲元年(前1534)遷於相; 祖乙元年(前1525) 相圯,徙都於耿;九年(前1517) 耿又圯,徙都於邢;可見當時河患之一斑。

按隄防之作,起自戰國,戰國以前,一任河水所趨,毫無限制,固由於當時兩岸居民之無多,尙無築隄以防洪水之必要,但河道無大變化則已,一遇大變化,即根本無法挽回,故周定王五年宿胥口一決,改道之勢遂成,是爲黃河在歷史上第一次之改道。

### 二.第二次變遷自周定王五年(前602)至新莽始建國三年(11)

戰國時諸侯紛爭,築隄決水之事,屢見不鮮,略舉一二事實如下:

周顯王十年(前359) 楚師決河水,水出長垣之外;

周赧王三十四年(前281) 趙決河水伐魏氏;

秦始王二十三年(前225) 王 賁考魏,引河溝,灌大梁。

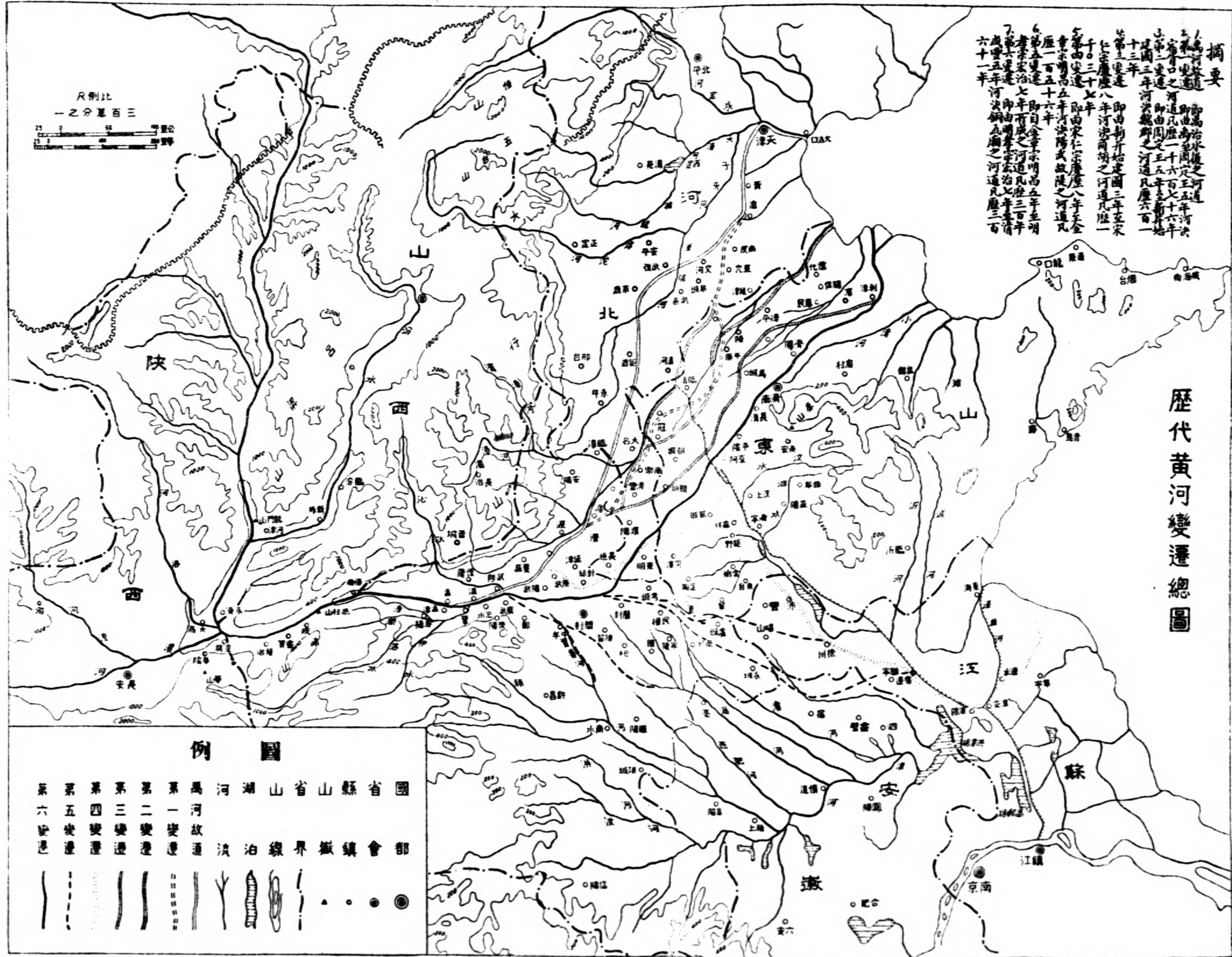
當時治水之人,目光亦皆短淺異常。例如有白圭者,嘗語孟子曰:『丹之治水也,愈於禹。』孟子曰:『子過矣! 禹之治水,水之道也;是故禹以四海爲壑,今吾子以鄰國爲壑。水逆行,謂之洚水;洚水者,洪水也。仁人之所惡也。吾子過矣!』

賈讓治河策論當時河患之由來有云:

# 歷代黃河變遷總圖

**摘要**

1. 黃河故道 即禹治水後之河道
2. 第一變遷 即由禹至周定王五年河決
3. 第二變遷 即由周定王五年至春秋地
4. 第三變遷 即由春秋至魏郡之河道凡歷六百一十三年
5. 第四變遷 即由魏郡開始建國三年至宋仁宗慶曆八年河決商胡之河道凡歷一千三百三十七年
6. 第五變遷 即由宋仁宗慶曆八年至金章宗明昌五年河決陽武故澗之河道凡歷一百五十六年
7. 第六變遷 即自金章宗明昌五年至明孝宗宋治七年河決成之河道凡歷三百年
8. 第七變遷 即由明孝宗宋治七年至今清咸豐五年河決銅瓦廂之河道凡歷三百六十二年



尺例比  
一之分基百三

## 例圖

- |              |               |               |                 |                    |                     |             |                   |                |                 |               |          |          |
|--------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------|----------|----------|
| 第一變遷         | 第二變遷          | 第三變遷          | 第四變遷            | 第五變遷               | 第六變遷                | 故道          | 湖                 | 山              | 省               | 縣             | 會        | 都        |
| (Solid line) | (Dashed line) | (Dotted line) | (Dash-dot line) | (Long-dashed line) | (Short-dashed line) | (Wavy line) | (Irregular shape) | (Contour line) | (Boundary line) | (Dotted line) | (Circle) | (Circle) |

『蓋隄防之作，近起戰國，壅防百川，各以自利。齊與趙魏，以河爲境。趙魏瀕山，齊地卑下，作堤去河二十五里，河水東抵齊隄，則西汎趙魏；趙魏亦爲隄去河二十五里。雖非其正，水尙有所游盪，時至而去，則填淤肥美，民耕田之。或久無害，稍築室宅，遂成聚落，大水時至，漂沒則更起隄防以自救，稍去其城郭，排水澤而居之，湛溺自其宜也。』

總之，戰國時彼此唯知自利，唯知以鄰國爲壑，不知其結果彼此均蒙其害。賈讓論當時河之形勢有云：『百餘里間，河再西三東，迫阨如此，不得安息。』賈氏有鑒於此，乃有『徙冀州之民當水衝者』之計劃，並以之爲當時之上策，孰知三策無一得行，徒貽後世筆墨之爭。是時河道益壞，浸至王莽始建國三年(11)，乃有魏郡之決，未隄塞，河遂南徙，是爲黃河第二次之改道。魏郡決口未塞之原因，據漢書王莽傳所載『先是莽恐河決爲元城塚墓害，及決東去元城不憂水，故遂不隄塞』，祇可視爲一部分之原因。實則其時內有州郡之起兵，外有匈奴之入寇，無暇及此未始非更重要之原因。此次改道距周定王五年(前602)第一次之河徙，凡六百十三年。

### 三.第三次變遷自新莽始建國三年(11)至宋仁宗慶歷八年(1048)

後漢光武建武十年(34)張汜上言：『河決積久，漂沒郡縣，宜改修堤防，以安百姓。』時值兵燹之後，民力凋敝，未遑施工。迨至明帝永平十二年(69)夏，始發卒數十萬，命王景修渠築堤，自滎陽東至千乘海口千餘里，翌年夏渠成。後漢書王景本傳有云：

『景乃商度地勢，鑿山阜，破砥績，直截溝澗，防遏衝要，疎決壅積，十里立一水門，令更相澗注，無復潰漏之患。』

李儀祉先生近作後漢王景理水之探討一文，對景治河方法，有極詳盡之研究，堪供參考。

五代之際，政治紊亂，開自古未有之局，干戈疊起，黠者復蹈戰國時利用河水之故智，如：

唐昭宗乾甯三年(896)四月河圯於滑州,朱全忠決其堤,因爲二河,散漫千餘里;

後梁末帝貞明四年(918)梁將謝彥章攻揚劉,決河水以限晉兵,瀾漫數里,爲曹濮患;

後梁末帝龍德三年(923)段凝以唐兵漸逼,乃自酸棗決河,東注於鄆,以限唐兵,謂之護駕水,決口日大屢爲曹濮患。

宋承五代之後,頗能勵精圖治,於治河亦然。如宋太祖乾德五年(967)正月,帝以河隄屢決,分遣使行視,發畿甸丁夫繕治,自是歲以爲常,皆以正月首事,季春而畢,歲修之制,蓋始於此。又如太祖開寶五年(972)正月,詔課民種榆柳及土地所宜之木,頗能從根本着想,惜宋代多外患,不能專心內政。仁宗慶歷八年(1048)六月,河決澶州商胡埽(在今河北濮陽縣東北三十里),而改道之勢又成,是爲第三次。計自新莽始建國三年(11)迄宋仁宗慶歷八年(1048),而漢唐之河道遂廢,凡一〇三七年,除禹河外,時期之久遠,未有逾於此也。

#### 四 第四次變遷自宋仁宗慶歷八年(1048)至金章宗明昌五年(1194)

初商胡決河,自魏之北至恩冀乾甯入海,是謂北流;二股河自魏恩東至於德滄入海,是謂東流,是時廷臣分北流東流二派,各不相下,逮神宗熙甯二年(1069)大河東徙,北流淺小自閉乃止。宋時君臣頗熱心河事,但其見解未必盡當,如:

宋神宗熙甯五年(1072)閏七月,帝語執政:「聞京東調夫修河,有壞產者河北調急夫尤多,若河復決奈何?且河決不過占一河之地,若利害無所較,聽其所趨如何?」

神宗元豐四年(1081)又謂輔臣曰:「水性趨下,以道治水,則無違其性可也,如能順水所向,徙城邑以避之,復有何患?」

神宗熙甯十年(1077)河道南徙東匯於梁山張澤灤分爲二派:一合南清河入淮,一合北清河入於海。元豐元年(1078)遏絕南流,河復歸北,仍由二股河東流入海,是時又有主張分水者蓋以分水



爲名，發回河東流之議，如文彥博呂大防等皆主之。哲宗元祐三年(1088)六月乃有回復故道之詔，不久又取銷之。

古今治河，未有依違兩可，舉棋不定如宋代者，蓋自神宗熙甯十年(1077)河決，以至於哲宗紹聖元年(1094)共十七年，東流或北流之爭，依然未決。紹聖元年(1094)冬，河北流哲宗元符二年(1099)六月，河決內黃口，東流遂斷絕。自是以後，宋所遭遇之外患，益形嚴重，不久全河陷爲金人所有，是時河道愈壞，至金章宗明昌五年(1194)，河決陽武，遂成第四次之改道，計自宋仁宗慶曆八年(1048)以來，凡一四六年。

#### 五.第五次變遷自金章宗明昌五年(1194)至明孝宗弘治七年(1494)

宋亡於金不久又亡於元。世祖至元十七年(1280)命都實爲招討使，往探河源，是冬還報，并圖其位置以聞，可謂開研究黃河之新紀元。元自入主華夏，其勢已衰，政治亦日趨腐敗，但順帝至正十一年(1351)因丞相脫脫之薦，發民十五萬人，軍六萬人，命賈魯治河，不可謂非偉舉。故元雖亡，明襲賈魯之遺澤，居然維持河道至一百四十餘年之久，蓋自金章宗明昌五年(1194)至孝宗弘治七年(1494)，已三百年矣。

#### 六.第六次變遷自明孝宗弘治七年(1494)至清咸豐五年(1855)

明嘉靖四十四年(1565)，河決沛縣，命潘季馴與朱衡共開新河。萬曆六年(1578) 季馴以故道久湮，雖浚復，其深廣必不能如今河條上六事，如塞決以挽正河，如築隄防以杜潰決，如止浚河工程以免靡費，皆其筭筭大者。總季馴一生凡四治河，前後二十七年，河賴以大治，顧其事功僅限於蘇皖一帶。推究其故，是時朝廷之於治河，其目的在保安徽鳳陽之祖陵，而不在人民之生命財產。故季馴雖屢以豫河爲慮，終無法引起君主之注意，誠可歎也！崇禎十五年(1642) 李自成決河灌開封，水入渦達淮，故道涸爲平地，次年興工修築，未奏績而明亡矣。清康熙時，命靳輔治河，一秉季馴之遺規，黃河頓呈小康之狀。乾嘉以後，政治漸趨腐敗，未幾有太

平之變，益置河事於不顧。咸豐五年(1855)河決銅瓦廂，奪大清河入海，不塞遂徙，距明弘治七年(1494)，凡三百六十一年，為黃河第六次即最後一次之改道。

七.茲為明瞭起見，列表(第一至第三表)說明如下：

第一表 黃河改道之次數

變遷	起	迄	公 元	年 數
1	唐堯八十年——周定王五年		前2278——前602	1676
2	周定王五年——新莽始建國三年		前 602——11	613
3	建國三年——宋仁宗慶歷八年		11——1048	1037
4	宋慶歷八年——金章宗明昌五年		1048——1194	146
5	金明五年——明孝宗弘治七年		1194——1494	300
6	明弘治七年——清咸豐五年		1494——1855	361

第二表 黃河變遷與當時政治之關係

變遷	年	代	政 治 情 形
1	周定王五年(前602)		周室衰微，定王元年楚觀兵周疆，問鼎輕重，諸侯爭霸，互相征伐。
2	新莽始建國三年(11)		王莽甫篡漢祚，匈奴入寇，州郡兵起。
3	宋仁宗慶歷八年(1048)		外患重重。
4	金章宗明昌五年(1194)		黃河以北之地雖陷於於金，但金又為蒙古所扼。
5	明孝宗弘治七年(1494)		宦豎專權，政治黑暗。
6	清咸豐五年(1855)		太平天國之變。

第三表 黃河變遷久暫與當時治河方法之關係

變遷	年 數	治 河 方 法 舉 要
1	1676	唐堯八十年，大禹治河功成。
2	613	戰國時，攻戰以河水為武器，治水以鄰國為壑，其後雖有 <u>賈讓</u> 之三策，但未果行。
3	1037	漢明帝永平十二年， <u>王景</u> 治河，十里立一水門，令更相潤注，兼師大禹播同之義，分為八河，合於 <u>千乘</u> 入海，禹河以後，此為最久。
4	146	宋君臣喜治河，惜蹈 <u>衣遵</u> 兩可舉棋不定之弊，故為時最暫。
5	300	元至正十一年， <u>賈魯</u> 治河，疎濬塞三者並用，成效大著。
6	361	明嘉靖時 <u>潘季馴</u> 治河，主塞旁決以挽正流，以堤束水，借水攻沙。 <u>清</u> 靳輔因之，頗呈小康之狀。

## 三. 決溢統計

根據現有關於黃河之資料,即已包括於黃河年表中者,統計如第四表:

第四表(甲) 黃河決溢統計(以河道變遷為次截至民國二十二年為止)

變遷	起	迄	年代	溢	決	大水
1	唐堯八十年	——	周定王五年	1676	6	1
2	周定王五年	——	新莽始建國三年	613	5	10
3	始建國三年	——	宋仁宗慶歷八年	1037	70	91
4	宋慶歷八年	——	金章宗明昌五年	146	34	53
5	金明昌五年	——	明孝宗弘治七年	300	170	305
6	明弘治七年	——	清咸豐五年	361	120	494
			清咸豐五年	78	17	197
總數	唐堯八十年	——	民國廿二年	4211	422	1151
						973

由第四表(甲)自周定王五年(前602)河徙礮礮(今河南滑縣)起,至今二千五百三十餘年,已有決溢一千五百七十三次,大水九百七十三次,共計二千五百四十六次,平均每一年一次(作者以前所發表每四五年決溢一次之說,根據目前統計,已不能成立),由是可見黃河為患之頻。

第四表(乙)與第四表(甲)性質相同,惟一則以河道變遷為次,此則以朝代為次。由此項統計,可以注意者有二點:(一)政治較清明,則黃河亦比較安定。(二)年代愈近,記載亦愈豐富,然不能即此斷定近代之河患較古為烈。

更以地為單位,統計各地之決溢次數,而得第五表,由是可知有史以來,河患以何地為最烈。例如河南杞縣決溢計一百〇八次,列第一,次則開封計八十三次。

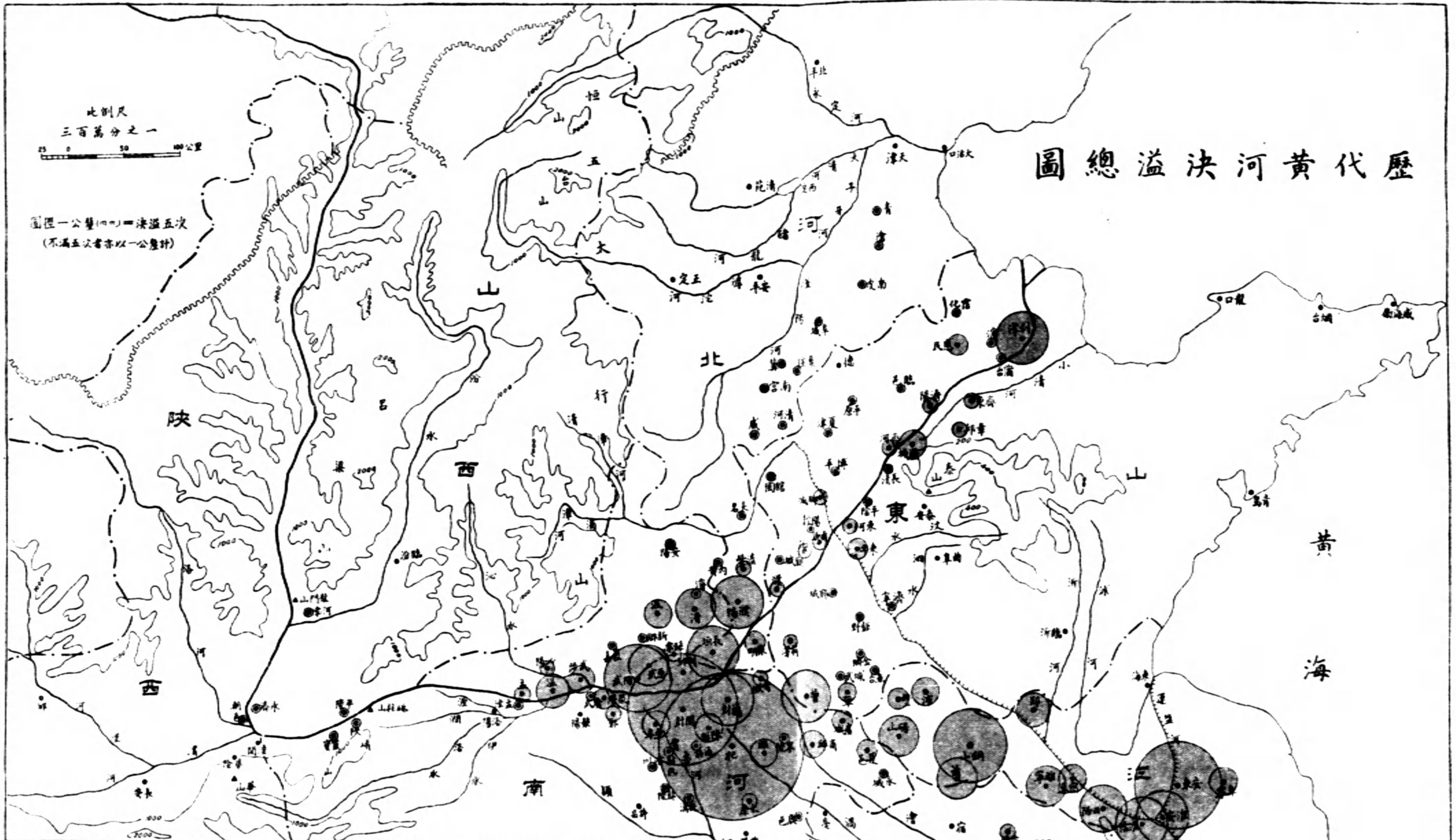
總之黃河自孟津以下,入於平原,山東半島橫亘其前,不啻一大三角洲,河流非北行,即南流,故歷史上河患以河南一帶為最頻,而河南尤以杞,開封,陽武等縣,佔最多數。

第四表(乙) 黃河決溢統計(以朝代爲次)

朝 代	年 數	溢	決	大 水
夏	439	1		
商	644	5		
周	867	1	1	
秦	40	1		
漢	213	3	9	62
新 莽	15		1	
漢	195	2		
魏	46	1		
晉	52	1		2
北漢(前趙)	26	1		
北 魏	49	1		
北 齊	28	1		
隋	29			70
唐	289	23	8	181
後 梁	17			4
後 唐	14	2		
後 晉	11	4	12	9
後 漢	4		3	
後 周	9		14	3
宋	167	66	98	115
金	108	2	19	11
元	134	77	191	55
明	276	138	316	246
清	268	83	397	209
民 國	元年至廿二年	9	92	6
總 數	4211	422	1151	973

苟能就每次決口及氾濫原因,作成統計,更可知黃河以何種原因,最易釀成災變;此事於河防上,極有裨益。所惜我國對於此類

# 歷代黃河決溢總圖



地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計
平壤	1	1	2	武原	4	8	12	高麗	8	3	11	羅州	1	1	2
朔方	1	1	2	新州	3	3	6	延安	12	3	15	延安	6	1	7
幽州	1	1	2	延州	15	4	19	寧州	15	14	29	慶州	1	1	2
涇州	1	1	2	邠州	3	3	6	高州	1	1	2	高州	1	1	2
鄜州	1	1	2	新州	15	3	18	延州	1	1	2	延州	1	1	2
華州	4	1	5	州	23	3	26	州	1	1	2	州	1	1	2
岐州	1	3	4	州	60	7	67	州	1	1	2	州	1	1	2
雍州	1	4	5	州	29	8	37	州	1	1	2	州	1	1	2
梁州	1	4	5	州	10	4	14	州	1	1	2	州	1	1	2
鳳州	1	1	2	州	104	4	108	州	1	1	2	州	1	1	2
興州	2	1	3	州	3	3	6	州	1	1	2	州	1	1	2
原州	2	1	3	州	5	9	14	州	1	1	2	州	1	1	2
會州	1	1	2	州	3	3	6	州	1	1	2	州	1	1	2
甘肅	3	1	4	州	4	5	9	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	2	1	3	州	3	3	6	州	3	3	6	州	3	3	6
成州	3	2	5	州	36	5	41	州	3	3	6	州	3	3	6
階州	2	2	4	州	5	5	10	州	3	3	6	州	3	3	6
同州	3	1	4	州	5	5	10	州	3	3	6	州	3	3	6
華州	1	1	2	州	11	3	14	州	3	3	6	州	3	3	6
同州	1	1	2	州	3	3	6	州	3	3	6	州	3	3	6
寧州	1	1	2	州	37	11	48	州	3	3	6	州	3	3	6
慶州	1	1	2	州	3	3	6	州	3	3	6	州	3	3	6
寧州	1	1	2	州	11	3	14	州	3	3	6	州	3	3	6
夏州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
金州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
甘肅	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
秦州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
原州	1	1	2	州	2	2	4	州	3	3	6	州	3	3	6
會州	1	1	2	州	2	2									

第五表 各地決溢統計(參看歷代黃河決溢總圖)

地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計	地名	決	溢	總計
阜陽	1	1		2陽武	43	8	51	商邱	8	8	16	咸縣	1			1荷澤	7			7齊河	6		6
濟夏	1			1汲縣	8	8	16	夏邑	12	3	15	滄縣	2	1	3	3鉅野	1			1齊東	6	1	7
燈口	1			1新鄉	3		3	虞城	8	6	14	阜城	1			1范縣	8	1	9	9碭山	22	5	27
金縣	1			1封邱	15	4	19	永城	1		1	1青縣	1			1濟寧	2	1	3	3銅山	30	25	55
永濟	4	1	5	5中牟	15	3	18	豐寶				1莒皮	1			1平陰	1			1柘縣	19	2	21
平陸	1	3	4	4開封	60	23	83	浹縣	1	2	3	3平原	1	1	2	2曹縣	36	2	38	38維壽	21	8	29
茶澤	10	4	14	14蘭封	29	8	37	孟津	1	1	2	2館陶	3	1	4	4金鄉	1			1宿遷	15	5	20
安陽	1			1康留	10	7	17	內黃	3	1	4	4濮縣	6	2	8	8魚台	2			2泗陽	2	10	31
河津	1			1杞縣	104	4	108	濬縣	1			1觀城	2			2霑化	1			1淮安	23	13	36
滑縣	21	6	27	27通許	2	3	5	5廣武	2	1	3	3陽穀	3			3蒲台	3			3淮陰	25	12	37
延津	6	2	8	8太康	2	7	9	9清豐	6		6	6東平	7	5	12	12利津	38	1	39	39蕭縣	18	8	26
孟縣	3	6	9	9鄆陵	1	3	4	4濮陽	33	3	36	36東阿	8	2	10	10郟城	5			5安東	58	4	62
沁陽	2	4	6	6扶溝	1	4	5	5清河	3	2	5	5柳城	3	3	6	6單縣	10	1	11	11沛縣	13	4	17
溫縣	22	1	23	23有川	1	1	2	2大名	3	2	5	5博平	1			1壽張	8			8阜寧	9	8	17
黎陽	2	1	3	3尉氏	1	2	3	3長垣	37	1	38	38歷城	15	3	18	18夏津	1			1豐縣	11	1	12
武陟	14	2	17	17鹿邑				1東明	11		11	11臨邑	2			2長清	1	1	2	2鳳陽	4		4
鄆縣	6	3	9	9堆縣	13	4	17	17冀縣				3惠民	11	3	14	14城武	2			2靈璧	6		6
原武	23	4	27	27考城	8	2	10	10南宮	2		2	2濱縣	2			2章邱	6	1	7				
獲嘉	2	1	3	3濟陵	1	2	3	3棗強	2		2	2朝縣	2	2	4	4齊陽	6	3	9				

記載,素甚忽略,而向日觀念,無不認河患為天災,非人力所能挽救,觀於二十四史中,河患列於五行志之一部分,即可知之,因此之故,此項資料,無法搜集,至為可惜。

#### 四.結論

黃河為華北第一大河,流域達十餘省;黃河治,則華北數千萬同胞,可以安居樂業;反之,則餓死溝壑,挺而走險不釀大亂不已;是故我國數千年來之治亂,不能謂與黃河無相當關係也,我國歷史上,為治河一事,焦頭爛額,無代無之;惟有一例外,即在宋代南遷以後,黃河流域為金人所陷,從此河患亦不復需宋人之操心。如黃河

第四次大變遷，即發生於金章宗明昌五年，時黃河以北，已不復為宋人有，然而顛沛流離之人民，固猶昔日大宋之百姓也。今者國難日深，其情況之嚴重，不亞於當年之宋代，作者執筆至此，不得不首祝黃河之長為我中國所有，次不得不希望我中國工程師，須立志在我輩手中，消除此數千年之水患。夫以二十世紀科學之昌明，苟能統一事權，假以時日，寬籌經費，利用科學方法，積極治河，河雖難治，必能迎刃而解，蓋有可信。此實我輩當前報効國家之責任，我中國工程師其念之哉！

# 鑄鐵鑄鋼之研究與試驗

(中國工程師學會第六屆年會第三名得獎論文)

## 國立中央研究院工程研究所

本文為國立中央研究院工程研究所五年來研究及試製鑄鐵鑄鋼之報告。內容分(一)鑄模砂土之研究(二)特種鑄鐵之研究(三)普通鑄鋼之研究(四)錳鋼之研究(五)不銹鋼之研究(六)高速度鋼之研究等六節，對於各種鑄鐵鑄鋼之成分、性質、製法、用途，及該所實驗試製情形，均有詳細之論述，自為極有價值之報告，足供研究及製造鋼鐵材料者之考鏡。

中國工程師學會第六屆年會論文複審委員會附識

本所研究鋼鐵，自民國廿年五月間，電爐開始鑄鍊以迄現在，歷時正五載，經試製成功之鋼鐵凡十餘種。所有研究工作之緊要經過情形，曾陸續載在國立中央研究院總報告中。茲彙輯以成是篇，敬祈指正。數年來相與共同擔任研究工作者，為專任研究員，嚴恩械，馬光辰，胡嗣鴻；副研究員丁鎮，張延祥；技師張本茂諸先生，合併誌焉。

所長周 仁謹識

### (一)鑄模砂土之研究

製作鑄模採用之砂泥等材料，關係出品之優劣甚鉅。此項研究，注重在國產材料，惟一般翻砂廠對於所用材料向乏有系統之考察，無可借鏡，嗣經陸續試驗之結果，尋得一適當辦法：即將順昌石粉廠之砂砂200磅(經過30網眼以下者)，滲以上海自來火公司舊火磚粉100磅，蘇州白泥15磅，糖漿12磅，此項混合泥砂所作之



砂模,能耐頗高之溫度。自試用以來鑄模工作,頗稱順利。又本場範鑄鋼性鐵之模砂,亦與普通生鐵翻砂廠所用者不同。蓋鋼性鐵範鑄時之溫度,較普通生鐵高。且因所含氣體較多,須使有宣洩之利便。故用以下混合物所澆之鑄件,絕少砂眼及氣孔等弊,而質地亦與普通生鐵鑄件不可同日而語也。法用江蘇六合縣所產之紅砂 200 磅,已用之舊紅砂 200 磅,滲以甯波黃砂三十磅,黑鉛粉 10 磅及木屑 3 磅。此項混合泥砂,用於範鑄高砂耐酸鐵之鑄件,亦甚相宜。最近因鑒於以上砂模須經烘乾後方可使用,非特製造麻煩,且亦不甚經濟。故擬改用濕模,以免焙烘手續,且可節省用料。查濕模之製造,多用天然產料,或滲以若干成分火泥,便有適當膠合能力,且能受適當較高溫度。本所經試用者計有以下二種: (一) 順昌石粉廠砂砂 100 磅(經過 20 網眼以下者)滲以火泥 15 磅,糖漿 3 磅。(二) 甯波黃砂 100 磅,滲以水泥十磅。經過相當乾燥後(約三日或五日)即可使用。以上二法之結果均佳,尤以水泥所製者為甚,故今後本所之砂模,必漸側重於濕模之製造也。

茲將本所化驗各地國產及國外砂砂分析成分列表(第一表)如下,以資比較:

第一表 鑄模材料分析

化 學 成 分 (以百分計算)	品 名			
	宿遷砂砂未揀	宿遷砂砂揀淨	大連砂砂	英國砂粉
燃灼損量(Ignition loss)	1.20	1.08	2.70	
氧化砂 (Si O <sub>2</sub> )	85.58	89.07	92.13	96.24
氧化鋁 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10.71	7.51	3.18	3.40
氧化鐵 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.03	0.32	2.66	0.89
氧化鈣 (Ca O)	0.12	0.16		
氧化鎂 (Mg O)				
碱 類 (Alkalies)	未定	未定		
總 計	98.64	98.14	100.67	100.53

## (二) 特種鑄鐵之研究

特種鑄鐵,計有數種。就其固有之化學成分,以調節炭素砂素者,則有低炭素鑄鐵及高砂鑄鐵。若於其固有之化學成分外,加以別種合金料者,則有含鎳鑄鐵,含鉻鑄鐵,含鎳鉻鑄鐵等之合金鑄鐵。其製造所用之熔爐或為坩堝,或為「古巴拉爐」,即俗稱為冲天爐或為反火爐,或為旋轉爐,或為電力爐,內以冲天爐為最普通,而電力爐為最妥善。茲將本所所鑄之特種鑄鐵分別說明如下:

(一) 低炭素鑄鐵 查尋常鑄鐵有各種缺點,故對於機械上特殊部份,往往不能適用。近年來冶金學家,鑑於製鋼術之猛進,遂對於鑄鐵一門,亦別尋途徑,以創辦堅性鑄鐵。其強力,韌力,耐磨力及微小之燒漲性,俱足表示優異性質,斷非尋常鑄鐵所能及。蓋自金屬學上組織言之,鑄鐵與鋼之主要分別,悉視其基塊是否雜有炭精(Graphite)以為辨。按鑄鐵之基塊大概與鋼相似,惟普通鑄鐵含有多量炭素,故在澆鑄時因砂素之存在,及凝結之遲緩,受其影響,大部份成為片狀炭精;散在基塊內,致基塊被其截斷,喪失固有之團結狀態;而強度因以減少也。至於炭精以外之炭素乃炭化物。如在基塊重量百分之0.9以內,則與純鐵所成之「弗立體」(Ferrite)相夾雜,成為「巴力體」(Pearlite)組織,再與獨立之「弗立體」並存,成為鑄鐵之基塊。如炭化物之炭素在百分之0.9以上,則於「巴力體」以外,又有獨立炭化物,名「雪門體」(Cementite)者,散存基塊內。過多則基塊有硬脆之嫌。如炭化物之炭素正在百分之0.9左右,則鑄鐵之基塊全為「巴力體」,性極堅韌。由是言之,欲製堅韌之鑄鐵即普通所稱之高試力鑄鐵(High test iron)須備以下三條件:第一,基塊之全部或大部分須為有均勻組織之「巴力體」。第二,基塊內之炭精須不過多。第三,基塊內之炭精須為均勻散佈之細粒。備此三種條件者即為堅性或稱低炭素鑄鐵或稱高試力鑄鐵)鑄鐵。含有適量之砂以促生適量之炭精。或在含砂不多者則將砂模烘熱,使鐵

之凝結故意遲緩而炭精得以分生。且當鎔化鑄鐵時溫度宜高至攝氏一千五百度以上，庶生鐵塊內原有之炭精俱溶解於鐵汁。迨凝結時達至過冷狀態，鑄鐵內所突生之炭精，俱為細粒而非薄片。否則溫度不足，致原有炭精之一部份留存於鐵汁內。迨凝結時新生炭精又將附着於舊者，漸成片狀炭精。或舊存炭精片促生新片。此非高試力鑄鐵所宜有也。高試力鑄鐵之研究濫觴於「古巴拉」爐，然其所得結果仍可應用於電爐。茲將「古巴拉」爐所製之高試力鑄鐵，擇其重要者數種，列述如下：

(a) 蘭芝鑄鐵(Lanz cast iron)。含炭約低，含矽甚少，如用尋常澆鑄法，則得白口鑄鐵，如將砂模烘熱至相當溫度，或用不易散失熱氣之砂模，而再以極熱之鐵汁澆鑄之，則鐵之凝結自必遲緩。促生適量之細粒炭精，並得組織均勻之「巴力體」基塊。故蘭芝鑄鐵，又名「巴力體」鑄鐵也。蘭芝鑄鐵含炭 2.9% 至 3.5%；含矽 0.9% 至 1.5%，當視鑄件之厚薄，以酌定化學成分。(在厚者  $C+Si=3.5\%$ ，在厚薄適中者  $C+Si=4.0\%$  在薄者  $C+Si=4.6\%$ 。如用一定化學成分之鑄鐵，以澆鑄厚薄不同之件，則砂模烘熱程度又須隨之酌定。)

蘭芝鑄鐵非徒具高出尋常之抗漲力及抗灣力，且有極好之耐衝力，耐磨力；而燒漲性亦極小，至於所製鑄件無縮孔氣孔之患尤為可貴。惟製法略繁，不無缺憾，自別種高試力鑄鐵發明後，已不能長此專美矣。

(b) 「愛曼耳」鑄鐵(Emmel cast iron)。其製法用「古巴拉」爐配置二層風管，裝料內加入多量之廢鋼；工作上予以特別之注重，對於化學成分內之矽錳二者，用鐵矽及鐵錳以調節之。如是所得鑄鐵，其含炭量可隨意節制，分為三種：

(A) 甲種「愛曼爾」鑄鐵，含炭約 2.5%，含矽約 2.5%，合約 5.0%。蓋含炭既頗低，含矽自不得過少，否則炭精不能分生。此種低炭素鑄鐵強度極好，且鑄件厚薄不同部分之組織未見有粗細疏密之異，厚薄相差極大部分之交界處，亦無縮空之患。如鑄件過

薄而成白口鑄鐵，則可用尋常退火方法，以分解鐵內之炭化物，使生軟炭細粒，在攝氏溫度八百五十度左右，連續退火十二三小時，即得類似可鍛性鑄鐵，即俗稱為馬鐵(Malleable cast iron)之製品，斯誠冶金術之捷徑也。推此種鑄鐵含炭既少，鐵汁自易受冷；縮性亦大。故澆鑄時須特別注意焉。

(B) 乙種[愛曼爾]鑄鐵。含炭約3.0%，含矽1.3%至2.1%平均約1.7%；強度頗好。鑄件之厚薄不同處能緻密相等。厚薄相差極大部分之交界處，亦無縮空之弊。所含炭素較甲種為高，故澆鑄工作上殊覺便利也。

(C) 丙種[愛曼爾]鑄鐵。含炭約3.3%，含矽約1.5%，強度略次於甲乙兩種，質地緻密，不失為高試力鑄鐵之一種。

除以上數種外，又有德國克虜伯廠之星牌鑄鐵，美國魯司米漢廠之米漢南鑄鐵，及其他種種，類皆用[古巴拉]爐藉特別方法以製造高試力之低炭素鑄鐵。若用電爐熔鐵，則化學成分之節制，熔化溫度之提高，俱易辦到。祇須視強度，硬度，緻密度，耐働力，耐燒漲性等等之需要若何，略做甲乙丙三種之[愛曼爾]鑄鐵，以酌定化學成分可矣。

(二) 高矽鑄鐵 尋常鑄鐵屢次受燒，則氮氣侵入內部，致生鐵氮化合物，體積逐漸膨漲，強度隨之減少，此種現象謂之燒漲，常於汽爐燒火床之爐排見之，尋常鑄鐵含矽愈小，其燒漲性亦愈少；而以白口鑄鐵為最著。低矽之含鉻鑄鐵，或含鉻鎳鑄鐵，其燒漲性亦極小。近時英國之鑄鐵研究社發明一種高矽鑄鐵，名[雪老兒](Silol)，有極小之燒漲性，含矽約5%以上(至7%為止)含炭約2.8%以下。強度雖不甚高，較之普通鑄鐵尚不見弱，質地稍硬，然仍可車鉋。此種鑄鐵之所以有極小燒漲性者，因其組織為[弗立體]及細粒炭精。此種組織緻密異常，故受燒時熱空氣不易侵入，內部自無燒成鐵氮之患。再，矽在鑄鐵中為固體，熔液能使變生[巴力體]之臨界溫度移高，故將高矽鑄鐵燒至攝氏七八百度後徐待其冷，則及其冷

時亦不能生「巴力體」。若是，鑄鐵之組織不隨冷熱而變動，故體積膨脹之現象亦無從發生，此種鑄鐵既不燒漲，又不易生銹片，故於爐排、鋸場等處用之最宜。

(三) 含鎳鑄鐵 合金鑄鐵中最重要者為含鎳鑄鐵。大別有三類：含鎳量在1—2%者，金屬組織為「巴力體」(Pearlite)，含鎳達5—7%者，其組織變為「馬丁體」(Martensite)，自此以上，漸變為「奧司登體」(Austenite)，含鎳至20%以上，則完全為「奧司登體」。

三者之中，以有「巴力體」組織者為用最廣，蓋此種鑄鐵所造之機器，即各部份厚薄極不相同，而質地之緻密仍能均勻略等，非若尋常鑄鐵厚處粗鬆，薄處細密，或竟至脆硬不可車鉋。此種鑄鐵又有優美之強度及耐磨力，故在上等機器如柴油引擎之汽缸及油幫，或汽車之汽缸座等往往用之。「巴力體」含鎳鑄鐵之化學成分，除鎳質外大體與高試力鑄鐵相似。獨有一端所當注意者，鎳之對於鑄鐵內固定炭素之作用略似矽素，能使炭精分生，故如加鎳1—1.5%，須同時減矽0.3—0.5%，是即鎳之作用，約當矽之三分之一。此類含鎳鑄鐵往往又含少量之鉻，以增加其強度及耐磨力。尋常鎳與鉻之比為2.5:1至4:1，又有一種含鎳鉻之鑄鐵，名「阿台買體」(Adamite)者，含鉻(0.5—1.5%)多於含鎳(0.25—1.0%)，加以特別熱煉工作之後，面層變為堅硬異常，此乃專利之製造法也。

鑄鐵含鎳，達5—7%者，其組織變為「馬丁體」，有極大之耐磨力，然質硬異常，非高速度鋼所能車鉋，必須用「衛地亞」合金(Widia)刀具以車鉋之，或用磨機以磨耗之。如欲免除此種不便，可將含鎳減少，略加以鉻，使鑄鐵內之炭精及固定炭素各得其當，而鑄鐵亦易於車鉋，待車鉋後再用適當之熱煉方法以變硬之。此種方法，與向所熟知之淬鋼法略同。不徒含鉻鑄鐵為然，即在其他種鑄鐵亦多可應用之。此乃鑄鐵製造法之新闢途徑也。

鑄鐵含鎳達20%以上者，其組織變為「奧司登體」，有非磁性(non-magnetic)。現時所用者，為製造上經濟及其他原因起見，其一

部分之鎳往往用錳或銅以代之。英國之著名電流變壓器製造廠法蘭替公司(Messrs Ferranti)造出一種奧司登含鎳鑄鐵，牌名「泉麥格」(Nimag)得有專利權；含鎳10%，含錳5%，或再用銅以代一部分之鎳，加鋁少許，則為Ni 5.0%，Mn 5.0%，Cu 5.0%，Al 1.0%。「泉麥格」鑄鐵有優越之非磁性，極好之澆鑄性質，誠電器製造家之要品也。第二種之「奧司登體」含鎳鑄鐵，其一部份之鎳亦代之以銅，另有少許鉻質，其成分如下：總炭素2.5—3.0%，砂1.25—2.0%，錳1.0—1.5%，鎳12.0—15.0%，銅5—7%，鉻1.5—4.0%。此種鑄鐵牌名「泉毛爾」(Nimol)，又稱「蒙奈爾」鑄鐵(Monel Cast iron)，有特別之耐熱性及耐浸蝕性，除硝酸外，凡有機酸及無機酸，俱不易浸蝕之，其性質略與含有高鉻之不銹鋼相同。

(四) 含鉻鎳鐵 含鉻鑄鐵視鑄件之厚薄及鑄件之是否需車鉋，以酌定鉻量多少，其範圍自0.5%至5.0%。在含鉻1%以上者，質地極硬，大抵不易車鉋，縮空性極大，澆鑄頗難。欲除此弊，當酌減鉻量，另加以鎳，是為含鎳鉻鑄鐵，已於含鎳鑄鐵項下備述之。含鉻鑄鐵之含砂不多者，非徒有耐磨力，且有耐熱性，故可供特別之用途。

### (三) 普通鑄鋼之研究

鑄鐵製品，須從冶煉及翻砂工作二方面着手研究。關於翻砂工作，已如前述。而冶煉工作，又可分二種方法進行之。即所謂鹼性與酸性法是也。茲分別說明如下：

(甲) 鹼性法 鹼性電爐最適於製造各種特別鋼，如炭素工具鋼，錳鋼，鎳鋼，鉻鋼，鎳鉻鋼，不銹鋼，及高速鋼等。工作方法，係根據於普通原則，即藉氧化渣以去磷，藉還元渣以除硫去氧。而於去氧一端，更用鐵矽鐵錳及金屬鋁以為補助。惟此原則之實際應用，如所用造渣料及合金之多少，加料前後之次序，在國外電爐廠，亦非有一成不變之例。本所參酌別處實例，依據經驗所得，暫定一種成規，以為製造鑄鋼之基礎方法。試用以來，尚稱滿意。既可獲得適宜

之化學成分，又可完成迅速之冶煉工作，爰撮其大要述之於後。至於特別鋼之製造，則另詳於合金鋼之煉製也。

製鍊鑄鋼宜先將砂模預備充足，能敷煉鋼數爐之用。尋常日間煉鋼二爐，夜間停煉。連續工作二三日，或四五日不等。如是，則爐磚之破損及熱量之耗費，皆得稍減。否則忽煉忽停最不經濟。若能連續日夜煉鋼，最為合理。凡連續數日煉鋼，宜預於第一日之前夜，用木炭將冷爐烘暖。翌晨七時左右，舖入焦炭，用電弧烘燒。至攝氏溫度一千度左右，再行裝料。按木炭烘爐，祇第一夜為之。電弧烘爐，則每於日間第一次煉鋼時為之。如非預將冷電爐漸漸烘熱至相當溫度，始行冶煉工作，則冷爐之頂磚牆磚將受驟熱而碎裂，而最初融化之鋼汁，將凝結於冷爐底上，不易受熱重化。此皆冶煉工作上，所宜避免之缺點也。

尋常裝料用市間購來之廢鋼約 300 公斤，及本場製造時所得廢料如澆口鋼氣口鋼等，約 100 公斤。裝料時所宜注意者數端：電極附近範圍內所裝廢鋼，不宜過大過長，廢鋼有銹，宜先裝入輓筒內打淨之。澆口鋼及氣口鋼附有砂粒，宜先為鑿淨。裝料入爐，宜使充實妥貼不可有空處。配用石灰約七公斤，宜舖於電極範圍以外。凡此皆所以保電之通流無阻也。

最初開煉時，係用 55 弗脫之電壓。斯時電極在裝料內向下猛錐，電流極不穩定。及至電極下錐約深 200 公厘，再換用壹百拾弗脫之電壓。斯時電弧長大，融化迅速。電極漸漸回上，電流亦漸臻安定。如其仍不安定，則加石灰少許於電極下，以造成薄渣滓層於鋼汁之上，藉阻電極之與鋼汁有直接電觸。融化時，可開足電力，俾得進行迅速。待融化完竣後，再換用 55 弗脫之電壓，使電弧接近爐槽上面，而鋼汁易於燒熱。待過相當時間後，再用鐵扒將鋼汁攪拌，使底部較冷者浮泛至上，亦得由電弧之火以燒熱之。如是，爐槽全部鋼汁，可以燒熱至所要之溫度而止。

本場用以製造鑄鋼之原料，含磷本不過高。故融化時之氧化

作用,除廢鋼自身之少量銹屑外,並不另加鐵鑛,錳鑛或鍛冶工場所用之銹片,以增加其功效。惟此少量之氧化渣,仍宜於加入還原渣以前去除淨盡,否則氧化渣內之磷將受還原渣之作用,復歸鋼汁內,而去氧工作亦必爲之稽延。再去除氧化渣,務必工作敏捷,以免鋼汁失熱過多,致加入還原渣後作用遲緩,或竟至爐底結生冷鋼焉。氧化渣除去以後,當加入還原渣,以去氧除硫。爲求去氧作用迅速起見,同時加入去氧用之鐵矽及鐵錳。尋常裝料 400 公斤,所用還元渣及合金之重量及其加入次序大略如下:鐵錳小塊 1.5 公斤,鐵矽細塊 1.0 公斤混雜一起,先爲加入,石灰小塊 八.二公斤,螢石末 2.7 公斤,無煙煤末 一.一公斤。預爲拌勻,隨後加入。平舖於爐槽面上,使鋼汁不至露見。再用無煙煤末少許蓋於還元渣之上。然後緊封爐門,開足電流,以融化而燒熱之。所用電壓爲五十五弗脫。約於半小時至一小時間,還元渣漸漸造成。去氧除硫之效,漸漸顯著。於是用鐵扒將鋼汁攪拌,使下部之受還元作用,尙未完全者,浮泛至上以與還元渣接近。而於原有之還元渣面上,加舖石灰及無煙末之混合料少許,以保持其氧化作用。先所加入之鐵錳煤鐵矽,現已漸成錳氧及矽氧,以入還元渣中。惟錳氧仍受還元渣之作用,復變爲錳歸入鋼汁中。待去氧作用達至相當程度,爐內融化之還元渣靜不起泡,爐蓋上電極洞之沿邊,亦無盛氣發出,於是用鐵勺取鑄小樣,以驗去氧程度,及熱度之若何。斯時大抵於鋼汁內,又加鐵矽半公斤,並調節其熱度。待十分至十五分鐘以後,再取小樣驗之。須待二次驗樣,俱能滿意後,始自爐內放鋼至桶內。而於放鋼時,再加鋁片少許於桶內,以助去氧作用。尋常對於鋼汁每 100 公斤,用鋁約 25 公厘。以上所述爲鑄鋼用尋常炭素鋼之製造方法。含炭約 0.30—0.40%。若欲炭素稍高,則於配造還元渣時,用無煙煤略多。或於還元渣造成後,酌加淨煉生鐵。又若製造合金鑄鋼,如鎢鋼者,則於還元渣之工作完全時,加入合金。再過約十五分鐘待完全融化,始行放鋼。



(乙) 酸性法 酸性電爐所煉之鋼,多用於普通鑄鋼機件,取其成本低廉,煉時迅速,而質地亦不亞於鹼性法所煉製者。惟因此法不克提淨原料內之硫磷有害雜質,故用料須審慎。硫磷須低,方可得到上乘鑄件。此則酸性法之美中不足。故各種高貴鋼,須用鹼性電爐煉製,因除硫去磷及去氮工作,可獲適當之結果。

酸性法乃一渣法,且在裝料後,無須另加造渣原料之必要。蓋所成之浮渣,係由裝料之污雜物,及爐壁與爐底矽化物而來。因酸性爐之爐壁,爐頂,及爐底,全係砂磚砌成,及砂砂鋪墊。

酸性法裝料手續,亦與鹼性法同。惟融化時間,則較鹼性法短。自接通電流後,約一小時至一小時半,即可全部融化。非若鹼性法需二小時以上也。裝料融化後,即用鐵耙上下擾動,並取樣裂視,而定炭素之高下。設炭過高,則加鐵礦少許以氧化之。若炭過低,則加生鐵少許以提高之。並在此時加入鐵錳約3公斤,鐵矽約四分之一公斤,以助去氧工作。約十五分鐘後,再取樣裂視,設無氣孔之存在,而炭素成分適當,即可放鋼澆鑄矣。通計自接通電流時起,至放鋼時止,多不過二小時十五分鐘,至速一小時半,較之鹼性法,需三小時至六小時以上不等,則迅速多矣。因此之故,酸性法所用電力,平均不過350啓羅小時,而鹼性法,平均則需600啓羅小時。此酸性法成本較輕之由來也。

酸性法之化學作用,亦較簡單。蓋所控制之原素祇有三個,即炭,錳,與矽。但在鹼性法中,則有五個,因硫與磷,亦在控制之例。裝料融化後,所有氧化作用,亦與鹼性法同。裝料融化時,所有帶入之鐵鏽,鐵屑,及所加入之鐵礦,即將融鋼內之錳與矽,先行氧化,使成矽酸錳,加入浮渣。而極小部分之鐵質,亦成矽酸鐵,與浮渣混合。炭素則被氧化,成一氧化碳,由電極空間上升散去。酸性法之氧化工作,已如上述。但對於鋼之精煉方面,則較氧化作用更為重要者。即矽素之還原,與浮渣之性質。斯二者,乃酸性法之基本原則。茲申述如下:

氧化矽之還原而成純矽之要素，則為炭與高溫。普通酸性平爐之煉鋼(Acid Open Hearth)，常含0.80—0.10%還原矽。若電爐之溫度更高，則氧化矽之還原，即為不可避免之事。設溫度不善為控制，則鋼內必有矽素過高之虞。故在精煉時間，電爐溫度須使低至適當境地，以免有過量矽素之還原。矽素之還原與鋼之精煉，關係極巨。蓋還原之矽，即用以除去鋼內之氧化物，與所發生之氣體。而此項還原之矽素，去氧及去氧工作，較所加入之鐵錳及鐵矽合金，更為有效。

酸性浮渣為矽酸鐵及矽酸錳複雜混合體。設有氧化鈣存在，則為矽酸鐵、錳及鈣之混合物。爐內裝料融化後，浮渣成分約如下：氧化矽50—55%，氧化鐵及氧化錳共為40—50%。此項浮渣之酸性程度，恆保持不變。設初成之渣，含鹽基物(即氧化鐵與氧化錳)過高，則不足之矽酸，即由爐壁及爐底取償之，以保持以上50—55%之酸性程度。設矽酸過剩，則餘剩之矽酸，即被還原，仍保持原有酸度之成分。

上述之酸性浮渣恆具氧化性，故欲得精煉鋼質，須消除浮渣之氧化作用，即將渣內所含氧化鐵之成分減至可能之境地是也。惟一之法，即用一種較具強性之鹽基物，以替氧化鐵；同時使所成之新渣，又為非氧化性之矽酸物，此項代替品，即為氧化鈣。但此物分量，切忌過高，因其極易侵蝕爐內襯料也。渣內氧化鐵，既不能全用氧化鈣替補，則餘剩之氧化鐵，可用氧化錳替代之。氧化錳雖具氧化性，但對於鋼之本身，則較氧化鐵更為有利。故在浮渣成立後，常加入少許鐵錳，使渣內氧化錳增高，氧化鐵減低。嗣後加入石灰少許，則氧化鐵更低，而浮渣之氧化能力益形微弱也。最初成立之浮渣，含矽酸50%，氧化鐵25—30%，氧化錳約20%。但自增加錳質後，氧化錳之成分可增至25%，氧化鈣可增至10%。故最後渣內氧化鐵，可低至15%或以下。渣內氧化鐵既漸次減低，則渣之形色，亦漸成淺淡。最初之浮渣為深黑色，迨氧化鐵達22%時，則為淡褐色，18

—20%時,則為淡黃褐色。設氧化錳過高,則為黃綠色。氧化鐵達15%時,則浮渣即為灰色,或綠灰色。還原砂及去氧渣,對於鋼之精煉影響,已如上述,炭素之功用亦不可忽視。蓋融鋼內常含若干溶解之一氧化鐵。此物存在之多寡,不能確定,要與渣內之氧化鐵分量成正比例。渣內之氧化鐵,既用上述方法逐漸減低,則溶鋼內之氧化鐵即向浮渣移動,以恢復其平衡情狀,故亦隨之減少。因此之故,溶鋼內之氧化鐵既一部份進入浮渣,但尚有一部份因鋼之體壓關係,仍寄留於鋼質內,而此一部份之氧化鐵,除還原之砂素提淨外,尚有炭與鐵所成之炭化鐵提淨之。蓋炭化鐵與氧化鐵不與同時存在,若有之則立即發生反應如下所示:  $\text{FeO} + \text{Fe}_3\text{C} = 4\text{Fe} + \text{CO}$ , 故酸性法鋼之炭素,在精鍊時,常有減低之趨勢,非若碱性鋼益見增高也。

### (丙) 碱性與酸性之比較

(1) 電爐襯料 碱性電爐之襯料,極其昂貴。所有爐鼎砂磚,爐壁鎂磚,及爐底鎂石,均須購自外洋。計每爐之襯料,約合國幣180餘元。平均襯料約能經煉15爐,即行全部拆下,改換新料。酸性電爐襯料之價值,僅約碱性四分之一,而每爐之襯料,平均可煉300爐。由此可知僅爐磚襯料一項,酸性法之節省已不在小。最近本所曾試製此種酸性火磚爐鼎,結果較舶來品之砂磚相差無幾。而爐壁砂磚,亦將自行試製。故在不久之將來,凡酸性爐之用料,無須仰給於外洋,此則大可告慰者也。

(2) 廢鋼原料 碱性法既可除硫去磷,則對於廢鋼原料,無須過事苛求。價格方面自可隨之減少。酸性法因無除硫去磷之功用,故原料方面,須有含硫磷較低者,方可使用。此項廢料之硫磷分量,最高不得超過0.04及0.05%。

(3) 鋼之精鍊程度 碱性渣可去硫磷,酸性則否。故凡高貴合金鋼,及工具鋼等,概用碱性法製之。且在最後精鍊時,製鋼者對於炭,砂,及錳之分量,可完全控制,而在酸性爐內,此等原素

則不能完全控制。但以時間而論，則碱性法自較酸性久長。故在酸性爐內裝料一經融化後，約二十至三十分鐘，即可出爐。最長時間亦不能超過一小時以上。碱性法之精煉時間，至少需一時半至二時，有時竟至四五小時不等。因此之故，碱性法所用之電力常較酸性法所用者，高出50%以上。

(4) 結論由上各情而論，則知下列鋼料，須用碱性法製之：

- (a) 各種淨炭鋼錠及合金鋼錠。
- (b) 各項特別合金鋼如高速鋼及不銹鋼等。
- (c) 含硫磷甚低之鋼。
- (d) 凡化學成分須與所規定者相差甚微。
- (e) 製煉之成本無須計較，祇求去氧除氣工作達到極淨境地。

左列各項鋼料可用酸性法製之：

- (a) 凡鑄件須迅速，且重量在數百磅以內者。
- (b) 產量須多，而成本須低者。
- (c) 精煉程度無須過事精良者。
- (d) 廢鋼原料之硫磷甚低者。
- (e) 鋼內炭砂及錳之成分範圍較大者。

#### (四) 錳鋼之研究

錳鋼者即含錳10—14%，含炭1.0—1.4%，或另加鉻1.0—1.5%之合金鋼是也。錳鋼性極硬而韌。凡受衝擊及磨擦之機件用之最宜。故此項鋼件在工業上極為重要。茲將此項鑄件之製法性質及用途等，分別說明如下：

(一) 製法 用電爐鍊製錳鋼，其法與普通炭素鋼並無二致，不過酌量配合所需之錳鋼合金，以期化學成分達限數以內耳。但實際較製鍊普通炭素鋼困難殊多；如錳鋼具有較大之收縮性，對於模型須加特別注意，又因熱度甚高，所用之模砂必係純淨（含純

氧化矽應在 92% 以上)。此種困難,皆非製鍊普通炭素鋼時所遭逢也。

本所製鍊錳鋼之原料,係以廢鋼,或廢鋼參以錳鋼之廢塊,配相當分量之石灰,加入電爐。先用氧化鎔鍊法,除去大部分炭素,至錳矽二質,則幾全去盡。經過二小時後,原料大部份可融解,但爐壁間若仍有鋼塊存在時,則用長柄鐵條撥下,並在爐內攪動,以促全部之鎔解,又兼可藉此試探溫度之高下。若鐵條尾端融去現尖形者,溫度必低;現破爛形者,溫度必高;現整直切斷形者則溫度適中。

爐內原料完全鎔解後,即取首次鋼樣,化驗炭與錳之成分。取樣方法,係用一長柄鐵杓,先在浮滓部分上下左右移動,使杓面及鐵柄均為浮滓所礙護,然後將鐵杓深入爐底與電極之間,滿盛融鋼而出,傾入小鐵模內,冷卻後取出,再行鑽取鋼樣化驗。化驗需要之時間,錳約二十五分鐘,炭約二十分鐘。首次鋼樣之平均化驗結果,炭約 0.15% 以下,錳約 0.05%,矽則僅有 0.02—0.04% 而已。氧化鎔鍊終止時,融鐵上部必蓋一層稀薄如水之浮渣。此浮渣當即傾去,而換加還原渣,以去融鋼內所含少許氧化鐵及氧化錳。

去滓方法,先將爐門提開,然後將爐身略為傾側,使浮渣易於流出。如有未盡者,則以鐵耙耙出之。但此二重浮渣法,多用於普通炭素鋼,對於錳鋼並非必要之舉,蓋錳鋼有時用一渣法鍊成之:即俟原料鎔解後,加還原渣所需之料,則浮渣自可漸成還原性。此法對於鎔鍊錳鋼廢塊尤為相宜,可免錳質損失過多也。

所謂還原浮渣者,即浮渣內含有還原劑(Reducing Agent)是。其配製法,用石灰炭末及碓石三種材料,約為 3:1:1 之重量比例。如用石灰 6 公斤,則炭末及碓石各為 2 公斤。先將石灰與碓石混合均勻,加入爐內。即將爐門緊閉,並密封之,燒三十至四十五分鐘後,俟其已經融化,再加炭末,復閉爐門燒之,則還元作用漸漸發生。約二三十分鐘後,啓爐門,並取出浮渣少許,傾於地面而視察之,如現褐色或深褐者,表示還元程度尚淺,則再加炭末及石灰少許,復行鎔

鍊。如浮渣過濃，可加礆石少許，使之稀薄。過稀則加石灰少許，使之濃厚。蓋浮渣之濃薄，與所製成之鋼料關係極大，不可不加以注意。適當浮渣之形狀，此釐米稀飯，浮泡四起，濃沫滿佈。還元浮渣之功用，在含有炭化鈣 (Calcium Carbide)，即石灰與炭在高溫鍊成之物俗名電石。如浮渣現白色或近白色，表示所含之鐵氧及錳氧，大部分均已還元，而炭化鈣已着手發生。在此情形之下，可取鋼樣少許，傾入小鐵模內，俟凝固後取出，淬之以水，並擊斷之，則由斷面視其晶粒之組織，可約略鑒定炭之成分，及有無氣孔之存在。斷面發現氣孔者，則鋼內含氣(炭氧氣)必多，故須加石灰及炭末各少許，並矽鐵及錳鐵各一二公斤以助去氣工作。再行鎔鍊十五分至二十分鐘後，取鋼樣少許如前法擊斷之。如此繼續進行，務使斷面不現氣孔為止。至此則鋼已達精鍊之境，而此時浮渣必現深灰色，且有二炭炔 (Acetylene) 之氣味，雖遠在十餘尺之外，亦能嗅覺之。融鋼及浮渣，須每二三十分鐘加以攪動，並每次酌加石灰及炭末各少許，使鋼內氧化物如鐵氧及錳氧等，藉攪動之力與還元浮渣接近，而被還元故在炭化鈣浮渣成立約一小時後，鋼內應完全無氧化物存在。此乃電爐鍊鋼之特長，除掛鉗法外，較任何他法易得純淨之鋼也。

鋼質鎔鍊純淨後，即可取第二次鋼樣，化驗錳與炭最後之成分以便計算應加入錳鐵合金之重量，及如何調劑炭素之高低。炭素過低，則酌加炭末或生鐵於爐內以提高之。設過高，則用含炭較少之矽錳合金 (Silico Manganese) 以代一部份之鐵錳。本所用矽錳之合金含錳 68.01%，含矽 12.64%，含炭 2.62%。其炭與錳之比率約 1:26，非若鐵錳內炭與錳之比率約 1:11 也。最妥善辦法，莫若在氧化鎔鍊時，先加錳鑛若干於爐底，即可減少融鋼之炭素，而加鐵錳合金時，自無炭素過高之虞。

還元浮渣之形色及性質既妥，而鋼樣又無氣孔之存在，即可將所需之錳鐵合金分二三次加入，經過十餘分鐘後，可取鋼樣，傾入特製長面形之鐵模內 (25.4 公厘見方 305 公厘長)，俟凝固後，即

迅速取出，淬之以水，使兩端夾於鋼架上，用錘由中段擊之，作彎曲之試驗。設鋼質純淨，必能彎曲自九十度至一百八十度不等，視炭與錳之成分及二者之比例而定；否則仍須繼續鍛練，或加炭末及石灰各少許，使成相當之浮渣，或加矽鐵若干，以助去氣工作，必使彎曲程度，能如上述，而斷面現銀絲色，並無斑斕之著色，則此時錳鋼已鍊妥，可出爐矣。

鐵錳合金加入之量，可由含錳成分及爐內鋼量原有錳質之成分合而定之。例如爐內有鋼400公斤，除去16公斤損失(4%)外，尚有384公斤，含炭0.2%，錳0.45%。今製成12%錳鋼，含炭1.2%，錳1.5%，則應加入鐵錳，可依下法計算之。查所用鐵錳合金含錳76.8%，含炭7%，故加入鐵錳合金之量，為 $\frac{384(0.1200-0.0045)}{0.7680 \times 0.1200 - 0.648} = 68.44$ 公斤鐵錳。又用下法可證明計算所得之量無誤：蓋 $68.44 \times 0.6780 = 52.562$ 公斤純錳。而爐內之鋼原含 $384 \times 0.0045 = 1.728$ 公斤純錳，故純錳之總重為 $52.562 + 1.728 = 54.290$ 公斤。以 $(384 + 68.44)$ 公斤之錳鋼除54.290公斤之純錳，則每公斤鋼內含錳0.12公斤，即鋼內含錳為12%。此時爐內鋼量之總額已增加68.44公斤，即由384公斤增至452.44公斤，須含錳1.50%，則應加之錳當為 $452.44 \times 0.0015 = 0.67866$ 公斤。鐵錳合金含錳71.5%，炭4.8%，故應加錳鐵合金為 $0.67866 \times 0.715 = 9.493$ 公斤。再爐內原有鋼量384公斤，含炭0.2%，即0.768公斤，加用鐵錳68.44公斤，含炭7%，即4.79公斤，連9.493公斤鐵錳所含之炭在內，共得炭6.013公斤。以461.93公斤總重量除之，得炭1.3%，與實際所規定者，相差甚微。

(二) 錳鋼之化學成分 普通所謂錳鋼者，其化學成分常在下列限度以內：炭1.0—1.4%，錳10—14%，矽自0.3—0.8%，磷0.05—0.08%。硫在錳鋼內幾全絕跡，蓋因有如許錳之存在，則硫與之化合成硫化錳加入浮渣矣。除上所述標準錳鋼外，尚有低錳素之錳鋼，含錳0.7—2%不等。此種錳鋼，較標準錳鋼之彈性高，但延性略低。在製鍊時，切忌炭量過多，務使炭與錳之比例數能超過「+」數為宜，否則

冷却時,內部易起裂痕,非目力所能窺見者。低錳素鋼大都用作建築材料,汽車軸輻,火車車輪,車輪箍,步鎗及機關鎗管,春模砲彈殼,彈簧等茲將各鋼之化學成分,列表(第二表)於下,以供參考。

第二表

用途類別	化學成分	炭%	矽%	錳%
車輪箍		0.30至0.40	0.10至0.20	1.30至1.40
車輪		0.15至0.20	0.10至0.20	0.70至0.90
步鎗管		0.45至0.55	0.20至0.30	1.25至1.50
砲彈殼		0.50至0.60	0.10至0.20	0.70至0.90
炭酸瓶		0.25至0.30	0.10至0.20	1.40至1.45
春模		0.40至0.45	0.20至0.30	1.00至1.25
彈簧		0.40至0.50	0.20至0.30	1.60至2.00
鋼		0.40至0.45	0.50至0.60	0.90至1.00

(三) 錳鋼之性質 錳鋼乃極堅韌而自硬之鋼,此性質係由錳之成分所致,非普通熱處理之結果,因錳鋼雖經溫鍊及受極緩冷却,終不能使之變軟也。錳鋼性既堅韌,故不能以普通工具鋼車削之,只可用砂輪磨光,或用特製工具如「韋堤亞」(Widia) 刀具以車鑽之。錳鋼之收縮性頗大,故鑄造時對於模型須寬放 2.5%。錳鋼最顯著之特性,即幾完全無透磁性及感磁性。

未經溫鍊之錳鋼,質地雖極堅硬,但延性甚微,一經淬之以水則增加其韌性,錘擊之或銼鑿之,僅有窪痕而不斷折,延性亦大為增加,而其增加之程度,非他種合金鋼所可比擬。其 20 公分長之鋼條,可伸長至 50%。此種溫鍊淬水方法,名曰錳鋼水韌法。

用材料試驗機試驗錳鋼拉力時,其斷面收縮數較伸長數小,與普通炭素鋼及他種合金鋼適得其反,蓋此種鋼之斷面收縮數與伸長數約大二倍以上也。又錳鋼被拉時,全部均為之伸長,他種鋼則於斷口處伸長特大。錳鋼之彈性界甚低,且不甚顯著。因錳鋼被拉時,係徐徐屈讓(Yielding),無顯着之特點,可稱為屈讓點(Yield



Point), 但若加鉻少許, 則錳鋼之彈性界即為之大增, 且極顯著。本所代各處製鍊之錳鋼鑄件, 均參加 1.5% 鉻在內。普通含炭 1.2%, 錳 13% 之錳鋼, 經溫淬後可得每平方公厘張力 110 公斤。彈性界約 45 公斤, 伸長約 50%, 斷面收縮約 40%。

(四) 錳鋼之範鑄 範鑄錳鋼較普通炭素鋼困難尤多, 須經驗宏富者方得良好之結果。鑄件大小及各部厚薄不同之處之設計, 更為重要。故設計者對於錳鋼之性質須有透澈之了解。錳鋼鑄件不可驟然有厚薄不勻之處; 若能使各部厚薄一律, 則最佳。如須留出孔眼, 待後車整, 則較大者, 可置軟鋼管短段, 較小者預置軟鋼條於該處。俟澆鑄後再行鑽去。澆口 (Feeders) 及氣口 (Risers) 之形狀位置及其大小, 對於錳鋼鑄件極關重要。設未經妥為注意則鑄件必不完善。灌注錳鋼之澆口及氣口, 均須較普通炭素鋼略高, 同時並須烘熱。範鑄錳鋼模形之模砂, 其耐火性須強。並須有自由洩氣之功效, 及自然凝固之能力, 苟澆鋼時, 溫度適中, 澆口及氣口之位置及大小均適當, 則用此類模砂, 可得良好之鑄件。澆鑄時之溫度, 在可能範圍內, 以較低為宜, 並在數口同時灌注俾各部冷卻均勻。鑄件完成後, 折斷其澆口及氣口亦屬困難之事, 蓋澆成後, 未經溫鍊之錳鋼, 性極堅脆, 因有多量之「雪門體」存在也。若用錘擊, 雖可折斷, 但此種方法極易將鑄件本身之一部震碎。本所所用之方法, 係於範鑄後鑄件尚在紅熱時, 用二炭炔氣或炭精電極燒去之。然後以熱砂掩覆鑄件, 任其緩緩冷卻。經過水韌之錳鋼, 其原有勃立納氏硬度數 (Brinell Hardness No.) 並不甚大約在 180 至 210 之間。錳鋼所以有特異之抗磨力, 實由於開始使用後, 因受衝擊擠壓之結果, 以致表面上發生工作激硬 (Work Hardening) 之功效, 而硬度數增至 450 至 600, 此乃錳鋼特具之性質也。

(五) 錳鋼之溫鍊法 先將鑄件除淨泥砂, 放置於溫鍊爐內, 並密封之, 然後逐漸加熱。溫鍊時, 熱度不可驟增, 否則鑄件即有破裂之虞, 但增加過緩, 則鑄件外表即有一厚層氧化鐵屑, 礙及所欲

製成之厚度也。加熱時最初徐徐燒至暗紅色，然後將熱度升至攝氏表 982 度，俟全體燒透後，再升至 1050 度。在此熱度下，須使全體燒透，各部均勻。至所需之時間，則依鑄件之形狀及厚薄而定。鐵件全體燒透後，立即由爐內取出，傾入冷水中（愈冷愈佳）。此種動作須極敏捷，蓋數秒鐘之延宕，能影響成品之優劣，而於薄片鑄件尤甚。淬水工作愈快，則結果愈佳。鑄件冷卻後，由水內取出，即可使用。如有須磨光部分，可用砂輪磨光之。溫鍊及淬水時常感熱度不勻之困難。因此錳鋼鑄件之厚度，常為此二者所限。最大厚度不宜超過 127—140 公厘（5 吋至 5½ 吋）。

未經溫鍊之錳鋼，其內部之組織乃「奧司登」體及「雪門」體（Austenite and Cementite）合而成之。其脆性則因有「雪門」體存在所致。雪門體之多寡，須視鑄時冷卻快慢而定，而能彎曲之程度如何，亦以此為轉移。冷卻較快之鑄件，彎曲之度數較多，蓋因其所含雪門體較少也。奧司登體性極堅韌，故凡含此較多之鋼，必堅韌耐用。溫鍊錳鋼之目的，乃在使全部組織變成奧司登體。設將此鋼緩緩冷卻，則組織改變，而有多量之雪門體產生，若再熱至 982 度，則又變為奧司登體矣。保守奧司登體之法，須使炭化鐵融解於鐵質內：即將此融解體在 928 度以上時，急速浸入水中，使炭化鐵不及分離而成雪門體。設再將此鋼熱至 700 度，則所有之奧司登體，即行消滅而成雪門體矣。

（六）錳鋼之用途 錳鋼之用途甚廣，約略言之，凡開鑿機，碾磨機，採石機，鑿石機，掘工機，溶泥機，鐵路鋼軌，泥砂衝擊機，保險箱，金銀庫及農具等，無不以錳鋼為製造之原料。蓋此等機件，須質地堅韌，抗磨力強，而錳鋼適合其條件也。錳鋼既耐磨擦，則用於軋石機，碾碎機，旋轉軋石機，及其他同類之機件上，最為相宜。但用時速度不可過高，因錳鋼屈讓點甚低，恐有變形之虞。此亦錳鋼美中不足之缺憾也。故錳鋼可製極佳之輪盤，如鑛車所用者，但若用於火車則不相宜，因大車行駛速度甚高也。鐵路上之叉道，道尖，彎軌及

其他特種鋼件，用錳鋼鑄製，極其相宜。現今此項鋼件幾全用錳鋼製造。錳鋼所製之保險箱及金銀庫等。從未經盜賊鑽穿或破壞，因錳鋼既不可以鑽鋸，又不能炸毀，故銀行之大銀庫均用錳鋼板製成。

錳鋼無透磁性，故起重磁鐵之外殼鋼板，均以錳鋼製之，因磁鐵吸取廢鋼及重鐵等件時常受極大之衝擊，故用錳鋼作外殼鋼板以保護之。此種錳鋼板並不阻礙磁鐵之吸引力。現在海輪指南針外殼，亦用錳鋼為之者。因其不影響磁針之動作也。此種用途甚有科學之意義。錳鋼在工業方面之用途，以鑄件居多，兼亦有軋軋者，如鐵路鋼軌，倉庫斜斗之墊板，及碎石之篩機等。焦炭之篩機，乃用錳鋼條為之，較用普通鋼所製者，壽命可增加百倍。蓋凡金屬與焦炭接觸易受磨損。錳鋼因質地堅韌，雖受擦磨亦能支持甚久。農具亦多以軋軋之錳鋼鋼板為之，如剷鋤等，須能耐久不易擦壞，故錳鋼用於製造是項工具者甚多。軋軋錳鋼最大之用途，即鐵路鋼軌是也。此類鋼軌，係用普通鋼軌機軋成之。復加溫淬，即其壽命較普通鋼軌可大十倍以上。概括言之，凡受衝擊及磨擦之機件，如各種鋼錘，槍砲之擋板，及機器上之齒輪等，莫不以錳鋼為之。故自錳鋼發明以來，各種機器之製造，更加精美，亦科學進步之一特證也。

## (五) 不銹鋼之研究

(甲) 導言 現世各國冶金家，對於各種特別鋼鐵之製煉，研究成功者甚夥，而關不銹鋼之發明尤多。據英國著名冶金家 Hatfield 氏推想，全世界每年為金屬腐蝕而耗費之金錢，約值七萬金鎊。又據 Gregory 氏謂，照近年用量計算，全世界之鐵礦，不出二百年即將告罄。故不銹鋼之發明，實有極重要之意義。不銹鋼之英文原名為 Rustless steel，但廣義言之，不銹鋼不祇具不生銹之性質，且具有特別之抗蝕，及耐熱性，因在其光滑之面上不生污點，英文又稱

之 Stainless steel, 即係無污點之鋼也。不銹鋼之特徵為含多量之鉻, 或鉻與鎳, 而炭素成分甚低, 錳, 矽, 硫, 磷均極微。不銹鋼發明迄今不過二十餘年, 而現今已有之種類竟多至數十, 茲擇要略述如後:

(乙) 種類 不銹鋼之種類, 市場上已極夥, 且有逐漸增加之勢。各國製造不銹鋼廠, 對其用料之成分及熱處之方法, 大都嚴守祕密, 致用者咸莫明其究竟。實在不銹鋼之種類, 可分以下八類:

第一類為普通不銹鋼, 含鉻 12—14%, 含炭 0.2—0.3%。其機械性質可由熱處方法及炭素量而變動, 此與普通炭素鋼相若, 惟另有腐蝕抵抗力為其特異之點耳。普通刀具用不銹鋼, 即屬此類, 含炭約 0.3%, 本所曾經製煉。

第二類含鉻 12—14%, 含炭 0.1% 以下。其機械性質略與軟性炭素鋼相當, 惟具有腐蝕抵抗力。往往稱之為普通之不銹鐵。

第三類含鉻 16—20%, 含炭 0.2% 以下, 可稱為高鉻不銹鐵。質地不甚堅強, 在衝擊力下殊見脆弱, 惟腐蝕抵抗力較第一第二兩種稍大。故此種不銹鐵之製成薄皮, 並經烘軟(退火)者, 尤適於家常器具及裝飾品之用。

第四類為含鉻 16—20% 之不銹鐵, 另含鎳約 2%, 比之普通不銹鐵, 有較大腐蝕抵抗力, 比之第三類之高鉻不銹鐵則可用適當之熱處理方法, 及調節其含炭量, 以獲適宜之機械性質。

第五類含鉻約 25—20%, 含炭約 0.5% 以上, 質硬而能耐熱, 曾由本所製煉。

第六類為含鉻與鎳之「奧司登體」不銹鋼。最先發明之「克虜伯」廠 V.2A 為此類之代表。含鉻 20%, 含鎳 0.7%, 含炭約 0.2%。另有一種標準成分, 為含鉻 18%, 含鎳 8%, 通行市場, 本所為廣東建設廳製煉甚夥。此類「奧司登體」不銹鋼有特殊之腐蝕抵抗力, 用途頗廣。

第七類為上項「奧司登體」不銹鋼之另含銅, 鉬, 矽或鎢等金屬。對於劇烈腐蝕劑有強大抵抗力。

第八類亦為「奧司登體」不銹鋼, 惟含鎳更多。在高溫度時, 富有

強力而又能抵抗酸化，含鉻之量視其用途而異，時或另加矽或錳，以增高其特別性質。

(丙) 製煉 不銹鋼之製煉略與高速鋼同，但在加入鐵鉻合金後，切忌融鋼與炭化物接觸，因鉻極易吸收炭素，致鋼內炭素有增高之虞。設裝料之一部份為不銹鋼之廢料，則不可用氧化方法以減低融鋼內炭素成分，因鉻之被氧化先於炭素，而氧化鉻則進入浮渣，實難使之還原。因此之故，鉻之損失必大。不銹鋼之精煉程度影響其功用甚鉅，故在未放鋼出爐前，對於浮渣之情狀，及融鋼之試樣，極須注意。設鋼之去氧工作未臻完善，則所鑄成之鋼錠，必有氣孔存在。對於抗蝕之能力，為害尤甚。不銹鋼傾注於鐵模手續，亦與普通炭素鋼同，但不銹鋼既為高貴鋼之一，則所鑄之鋼錠，須無表面缺點，以便利鍛煉工作。故鐵模之內面，須使光滑且四角成圓形，以便鋼錠易與鐵模分離，而在鍛煉時亦可減少表面裂痕也。

(丁) 鍛煉及輾軋 不銹鋼之種類既多，性質自異，但自風硬之點 (air hardening) 觀察，則種類繁多之不銹鋼，可概括分為四類。

(一) 在鍛煉後極易風硬者，普通刀具不銹鋼屬之。含鉻約 14%，含炭在 0.1% 以上。但他種含鉻較高不銹鋼 (如含鉻 16—20% 者) 鍛後亦有風硬性，因除鉻質外尚有少量鎳及其他合金之存在故也。

(二) 低炭不銹鐵，鍛後亦具風硬性。惟不若第一類之甚，其撲氏硬度 (Brinell Hardness) 約在 300 至 350 之間。

(三) 奧司登體鎳鉻不銹鋼，即 V.2A 之類。

(四) 複雜合金不銹鋼，及含高鎳者，此類不銹鋼亦為奧司登之構造，並具有耐熱性。

以上四類不銹鋼之鍛鍊及輾軋溫度，約在攝氏 1000 至 1200 度之間。設第一類不銹鋼於鍛煉或輾軋後，任令在空氣中冷卻，則風硬必甚，而第二類之風硬性，則較次之。但第(三)及第(四)類之不銹鋼，雖在同樣情形之下，絕無風硬現象發生。故在鍛煉或輾軋第(一)及第(二)類之不銹鋼之前，須極注意預防因風硬而發生內部之裂

痕,而第(三)及第(四)類不銹鋼則絕無此項危險發生之可能。設欲消除第(一)及第(二)類不銹鋼於鍛煉或輾軋後風硬之危險。則最妥善方法,莫若將鍛成或輾成之熱鋼條,鋼胚,及他其形狀者,置於預熱之爐內,或熱灰及石灰之地窟中,聽其徐緩冷卻。普通含鉻不銹鋼之臨界點(Critical point),在徐緩冷卻時,約在攝氏 600 至 750 度之間。故鋼在此溫界時,必須令其極緩冷卻,大約每小時不得超過攝氏 50 度。設在此溫界時,冷卻情形善為控制,則鋼必成軟性,且過溫界後,冷卻快慢即可任意為之。再欲知此項不銹鋼是否已過或未過臨溫限,可用磁鐵試之。因在臨界溫限以上無磁性,而在臨界溫限以下則有之。第一類之不銹鋼,可在攝氏 900 至 1200 度間迅速鍛煉,即無分裂之虞。但在 900 至 850 度以下時,則漸成風硬,設在此時重擊之,即有破裂之虞。但第(二)類不銹鋼之鍛煉溫度範圍較廣,雖低至 800 度時鍛擊之,亦少破裂現象。第(三)類不銹鋼之鍛煉溫度亦在攝氏 900 至 1200 度之間。但在 900 度以下時,鋼性頗硬。故此時不可鍛擊及輾軋之。第(四)類之不銹鋼之鍛煉工作尤感困難。蓋除第三類之鎳鉻外,尚有他種金屬之參加。此類不銹鋼在鍛煉時極易破裂。蓋因在高溫時,仍甚堅硬,而耐熱或者尤甚,故此類鋼在最初鍛煉或輾軋時,祇可稍使縮小,分數次進行,以達最後所需之尺寸。

具風硬性之不銹鋼,其鍛煉溫度雖經規定在攝氏 900 至 1200 度之間,但若較小之鋼條,則可在攝氏 750 度時鍛煉之。設在此溫度時,用高壓錘擊,使數擊之結果。即可得到大約一寸見方之鋼條,則並無破裂之危險,並可在空氣中冷卻之,蓋因此時之溫度,已在低臨界溫限以下也。用此方法之鍛煉,實等於冷作(Cold Working),蓋鋼條內之晶仁,已向鍛擊方向伸長,而鋼之拉力,亦因此略能增高。

(戊) 不銹鋼之熱處情形 不銹鋼之種類既夥,故熱處方法自亦隨之各異,現所討論者,僅及其大概耳。第(一)類之風硬不銹鋼,經鍛煉或輾軋後,大都體質甚硬。故欲車鉋及銼鑿,須先使之變軟。

此項變軟方法甚屬簡單，祇將鋼條熱至最高之回煉溫度(Tempering temperature)，任令在空氣中冷卻，或油淬及水淬均可。純鉻不銹鋼之回煉溫度，約在攝氏 700 至 750 度；設有 1—2% 鎳質存在，則此溫度最高不得超過 700 度，但可低至 650 度。純鉻不銹鋼，經過回煉後，其樸氏硬度約在 150 至 270 之間（即每平方英寸拉力為 35 至 60 噸），視其化學成分而定，且極易車鉋。

含炭較高之純鉻不銹鋼，則可用溫煉方法(Annealing)使之軟化。溫煉溫度約高出低臨界點(Ac1 Point)，50 度以上，俟全體透熱後，即令徐緩冷卻至 600 度，然後可任意冷卻之。溫煉時間，約在二小時左右，但由 750 度冷至 600 度之冷卻速率，每小時不得超過 50 度。經過此項溫煉後，則含 12—14% 純鉻不銹鋼之樸氏硬度，可低至 170—200。

純鉻不銹鋼已成之工具，須經最後之熱度工作，方可使用。此類不銹鋼之變軟方法已如前述；設欲使之硬化，亦能極易辦到。硬化溫度約在 900 至 950 度之間，隨即令在空氣中冷卻，或在油內或水內硬淬，視情形而異。設鋼條之截面並不甚大，而需要之硬度亦不甚高，則可在空氣中冷卻之。但所需之硬度若高，而截面形又頗大，則可用油淬法加硬。設截面形狀均齊 (Symmetrical)，且鋼條能受較大之應力，則可用水淬法加硬，如刀片鋼等是。純鉻不銹鋼之硬化能力，須視鉻之成分而定。含鉻在 10 及 14% 及炭 0.07 至 0.10% 之不銹鋼，自攝氏 950 度時，能在油內加硬，而小鋼條則可在空氣中硬化之。所得之樸氏硬度約在 250 至 350 之間。設鉻質成分較高，則硬化能力即漸下降。故含鉻 16% 之不銹鋼，雖在水內硬淬後，仍不能達到樸氏硬度 250 度也。

純鉻不銹鋼一經硬化後，即應施行回煉工作，以消除因硬化所發生之內部應力，致生破裂之虞。故在硬化工作完畢後，不必待鋼冷卻，再行回煉。硬化純鉻不銹鋼之構造，係由奧司登體在攝氏 150 度至 400 度之間變成馬丁色體，視鋼之化學成分及硬化之溫

度而定。奧司登體之變化完畢後，則鋼即可重熱回煉。硬化之鋼，若欲保持其硬度，則回煉之溫度可在 200 至 400 度之間。鋼經回煉後，則硬化時所受之應力即可減除，且韌性亦大為增加，而硬度依然不變。純鉻不銹鋼之硬度，對於回煉既不發生任何影響，則硬化與回煉工作即可同時舉行。法將鋼條由硬化溫度淬入一種融解鹽液中，則其溫度即在 150 至 250 度之間。此種辦法，對於硬化後易碎之鋼尤為有利。所須注意者，即鹽液之最高溫度，不得超過奧司登體之低變遷點。否則鋼在融液中，仍然保持該體之組織，而在冷卻後，仍為硬性，易生裂痕。

奧司登體不銹鋼之熱處工作，並不感覺十分困難。所最要者，即鋼質須熱至較高溫度，方可使之完全軟化，故此類鋼不易發生硬化後之裂痕，如風硬純鉻不銹鋼所常遭遇者。不銹鋼之熱處方法計分二項：第一項之工作，係在完成軟化性質，即將鋼質熱至頗高溫度，隨令迅速冷卻，使所得之構造完全為奧司登體。此種熱處之溫度視鋼之成分而定，約在攝氏 1000 至 1200 度之間。第二項之工作，係專為冷作鋼件而用，即將鋼質回熱至較低溫度，約在攝氏 500 度之下。此種熱處之功效，僅在恢復冷作後晶粒所受之損傷，與普通冷軋鋼條經過溫煉之工作無異。無論何項奧司登體不銹鋼，在最後熱處工作時，不得熱至攝氏 500 至 900 度之間，或由高溫度任其徐緩冷卻。設有上項情事，則鋼之晶粒間，必有炭化物存在，致在使用時易受損傷，故仍須依照第一項之熱處方法重行處理之。此點對於化學應用上之器皿尤關重要，蓋在製成器皿時，常有一部分鋼質經焊接時熱至 500 度 900 度之間，或較高之溫度。鋼之經過此項工作者，對其用途常發生極大之危險，而於化學用品為害亦烈。因此之故，凡焊接之鋼，或一部份曾經熱至 500 至 900 度之間者，務須依照第一項熱處方法重行處理之。

(己) 不銹鋼之用途 不銹鋼之用途頗多，茲將重要者略述之：



**機械工程上之用途** 機械工程上用途之最要者，為原動力廠所用之蒸汽透平機葉子。製造此種葉子之材料，須具有三個條件。第一，在蒸汽所有之溫度時，須有適當之機械性質。近代透平機都用高溫度之蒸汽，故其葉子材料須有特別之抗爬力(creep strength)。何謂抗爬力？即普通金屬材料在高溫度時，受得一定之相當負重，則隨其經過時間，作微小之伸長。故經過時間愈久，其伸長愈大。及至最後變形愈著，面積亦愈小，遂不復可用。此種現象即所謂高溫度時之金屬爬動。在抗爬力強大之金屬，此種爬動至極微小。第二須有腐蝕及磨蝕之抵抗力。否則葉子變其原形，而透平機失其效能。第三，須葉子之製造及裝配便於施工。按照以上條件，用於透平機葉子之不銹鋼，計有五種，即前述之第一，第二，第四，第六及第七類，各有適用目的，略不具述。

機械工程上第二重要用途為汽油或柴油引擎上之廢氣「凡爾」(exhaust valve)。此種「凡爾」，在高溫度時須有高度之強力，即抗張力及抗擊力。併不生銹皮及其他條件。當不銹鋼發明之後，歐戰即起。於是大部分之不銹鋼用於製造飛機發動機之廢氣「凡爾」。因其成績優良，後來各種石油發動機，遂皆做用焉。用於廢汽「凡爾」之不銹鋼，亦有數種，視其廢汽溫度及「凡爾」設計而分別選擇。第一類之普通不銹鋼亦可應用，或將普通不銹鋼酌改其成分，或用前述第七第八類之特別「奧司登體」不銹鋼亦可。

機械工程上第三重要用途，則關於飛行器工程，即飛行器構造之一部分。尤其在水陸飛機，或飛艇之構造與海水接觸之部分，應以不銹鋼製造。普通採用者為第二與第六類。飛機上其他部分，可用不銹鋼者，尚有若干處焉。

機械工程上之第四用途是在蒸汽工程，或水力工程機件之一部分。例如蒸汽或水力之「凡爾」(valve)，本一尋常之物，如用普通鋼鐵或黃銅製造，則用不甚久，即易穿漏，致招種種不便，而適宜之不銹鋼所製者，則反是。水力機上之活塞(Ram)，亦有此種經驗。因

不銹鋼有優良之磨蝕抵抗力,故能持久耐用。普通所用者,爲第一與第四類。

化學工業上之用途 化學工業上所遇之各種液體,氣體,往往對於普通鋼鐵有腐蝕作用。而別種之抵抗腐蝕材料,如鉛,耐酸砂鐵等,其物理性質每有若干缺點。再化學工業之器具,時或須在高溫度時,能有優良之抗張力。凡此種種之需要,非不銹鋼不能合用。化學工業上之用途極廣,其器具之製造,可用種種式樣之不銹鋼材料,如鑄件,煅件,軋壓製成之鋼條,鋼板,鋼皮,鋼絲,鋼管等。何種化學工業用器具,應用何種不銹鋼製造,當視其腐蝕劑之種類,器具之製法,及使用時之情形而異。此化學製造廠與鍊鋼廠所當共同研究者也。

儀器製造上之用途 度量用器,或機器廠內所用之校驗規(gauge),欲求其不受腐蝕作用,而失其正確,往往用不銹鋼製造。在上海之五金店內已可購不銹鋼所製之捲鋼皮尺。科學儀器上之用不銹鋼者,亦日見其多。物理研究所亦曾用此間鋼鐵試驗場所製之不銹鋼,以造電視(Television)用儀器上之小鏡。

刀具製造之用途 如西餐用之食桌刀,尋常洋刀,剪刀,外科醫生用具,可用第一類製造。

傢具製造之用途 如食桌用之叉匙,及各項廚房內所用盛器,可用第二第六類製造。

裝飾上之用途 在外國地方,屋內屋外之裝修,往往採用不銹鋼,以增美觀,近來上海之上等大建築,亦漸倣效。如國際大飯店及“Broadway Mansion”內可以見之。

鑲牙之用途 向來鑲牙都用黃金之合金,價殊昂貴。現在每多改用「奧司登體」不銹鋼。此項實用方法,亦由德國克虜伯廠所研究成功。

## (六) 高速度鋼(簡稱高速鋼)之研究

現世機械製造，日臻發達，而製造廠所用之新式機械工具，轉動加速，向所習用之炭素工具鋼之刀具，易於發熱變軟，割速不能過高。故於鉅量生產之廠，非求更善之利器不可。此利器為何，即所謂高速度鋼是也。高速度鋼之割速及割量，因為普通炭素工具鋼之所不能及，而在紅熱時，能自動變硬，使割速能力益加堅強，尤為其寶貴之特性，世俗所以名之曰風鋼者，蓋即因其具有此風硬之特殊性質也。高速度鋼之種類不一，主要者大都含鎢，鉻，釩等，其他尚有含鈷，含鉬及鈷鉬并含者。本所所製之高速度鋼，計分二種，即所謂 14 與 18% 鎢質者是。茲將兩者之化學成分列下：(一) 炭 0.65—0.75%，鎢 13—15%，鉻 4—5%，鎢 1.75—2.25%，錳與矽俱在 0.3% 以下，硫磷共為 0.05% 以下。(二) 炭 0.7—0.8%，鎢 16—18%，鉻 4—5%，釩 0.75—1.25%，所有錳矽硫磷分量與第一類同。茲將本所製煉高速度鋼之經過情形略述如下：

(一) 高速度鋼之融煉 高速度鋼之融煉，可用坩堝或電爐為之前法產量小，煉費貴，又不能利用高速度鋼之廢料，以煉出成分正確之新貨。雖數十年來，為唯一之高速度鋼融煉法，及至近今十餘年，已由電鍊法取而代之。電鍊法中電弧爐最為盛行。而近數年來，高週波感應電爐又有新穎之發展。世所通行之高速度鋼融鍊法，大概與他種優等合金鋼之融鍊法相類。茲略述如下：

電爐裝料可分二種辦法：或純用不含合金之廢鋼，或配用高速度鋼廢料約三分之一至四分之三，其餘為不含合金之廢鋼。無論用何配法，其所用不含合金之廢鋼，則須同時裝入石灰石，約當廢鋼重量之 3—4% (本所為便利起見，改用石灰，約當石灰石之一半)。通電融化後，稍加螢石或石英砂，以造成適宜之氧化渣，而鋼內含矽之大部份及磷，錳，炭三者之一部，隨之燒去。待融鋼達適當溫度，即將氧化渣速為扒淨，代以均勻拌妥之還原渣配料，平舖於融鋼面上。其配合量大抵為新鮮之小塊石灰約當鋼料之 4%，螢石細塊約當鋼料之 1%。還原渣在爐內感受電熱後，約可於十五分鐘

左右融成薄層，覆被鋼面，於是再以焦炭或白煤之細末鋪於融渣上，其量約當鋼料之0.5%。隨將爐門密閉，開足電流，使還原渣發生強烈作用。約三十分鐘後，融渣面上密佈浮泡，乃鐵氧、錳氧等被炭還原之徵。再過三十五至六十分鐘後，融渣內之浮泡漸少，取出渣樣視之。冷後呈淡灰色，蓋已還原完畢。於是將石灰一分，炭末一分，或石灰三分，炭末二分所配拌之料，以適量加入爐內，務宜靠近電極。再開足電流燒十餘分鐘，則融渣內生有炭化鈣，此渣即稱為炭化鈣渣。有強烈之還原力。每隔二十分鐘，將融鋼攪動，則與融渣之接觸面屢經變換，得以逐漸去氧。斯時融鋼內應加之鐵鎢、鐵鉻等，可分二三次堆置爐門後，待其烘熱，再行推入融鋼內攪拌之，加入此種合金原料時，融鋼須極熱，免致加料以後，底部融鋼有稍稍固結之虞。如工作合度，則二十分鐘後，加料當盡融化。取樣以驗炭、錳、鎢、鉻等質，後二者當與擬定之成分相去不遠。錳當在定數以內，炭有不足，須為增補。於是加入鐵矽，以完成最後之去氧工作。加入淨鍊鐵或瑞典生鐵，以補足炭分。至於所需鈳質，則因鐵鈳易於氧化，須待至倒鋼前十分至十五分鐘，始行加入。再鐵鈳質輕，恐細小之塊或有夾雜於融渣內，不得達至融鋼，故往往酌配少量之鐵鎢，裝入鐵皮製之小匣內，俾得確實浸沈鋼內。特種高速鋼，時或含有鈷、鉬。惟鐵鉬合金，在紅熱時，易於氧化揮發，故當以小量分次逐加爐內，不必預為烘熱。凡此皆應注意之點也。

如裝料內配有高速鋼之廢料，則融鍊時不可用氧化渣，而當運用還原渣，以保留廢料內之貴重合金。融化後之主要化學成分，宜速驗出，以便計算應加之各項合金材料。其餘辦法，與前述者無異。當澆鑄鋼錠時，融鋼須有適當之溫度。惟融體之高速鋼，性殊粘滯，非素有經驗者不易辨識溫度之高低。溫度若過高，則鑄成鋼錠內之脆性，共融體 (Eutectic) 極其粗大，須經多次煅鍊工作，始能改善鋼質；且融鋼過熱易於發生氣孔，與鋼質之本身益為不利。如溫度太低，則鋼錠上部易於凝固，雖有特備之保熱加頭置於頂上，該

處融鋼中途被阻，仍不能往下注流，致鋼錠中部縮成空縮處，即為管形 (Piping) 之弊。高速鋼之鋼錠，以小為宜。小者約 100 公厘見方，中者約 150 公厘見方，大者約 200—250 公厘見方。自此以上祇用於特別之處。鋼錠之於長向略有斜度；上大而下小亦所以減小管形之患。方鋼錠之四角宜帶圓形。鋼錠亦有完全圓形者，以便煨製前之鑿割焉。

(二) 高速鋼之煨製 高速鋼之鋼錠，在鑄成狀態時，其組織殊嫌粗疎，不能逕作工具之用；須加以機械工作，使成緻密。此項工作連同所需預備及其他附帶工作可分數步行之：即(甲)鋼錠之預備，(乙)鋼錠之初步煨鍊，(丙)鋼坯之檢驗，(丁)鋼條之製成，(戊)鋼條之軟烘，(己)鋼條之檢驗，(庚)工具之熱處。

(甲) 鋼錠之預備 高速鋼之鋼錠於凝固時所生之柱狀結晶，質脆易碎，又有脆性之共融體，散存於內部結晶之界線間，結合力更弱，而此鋼於攝氏表 800 度時，即使冷卻速度不大，亦能變成「馬丁色體」之組織，體積膨脹致生強大之內部應力。在此種種情形之下高速鋼之鋼錠，非經相當預備方法殊難於初步煨鍊時免除破裂之患。預備方法，有三種，可視各種情形擇一行之。

(一) 鋼錠凝固方畢。待範鑄之鐵模除去後，即埋置於乾灰中；或置於預先烘煖之坑穴內，令其緩緩冷卻。此後處置法有二，(1) 將鋼錠移置於預烘爐內 (Preheating furnace) 緩緩烘熱至攝氏 600 度，然後移至正式之烘熱爐 (heating furnace)；(2) 將鋼錠入軟烘爐內 (Annealing furnace)，用全軟烘或半軟烘之法以烘軟之。前法須緩緩烘至攝氏 915 度，併保持此溫度數小時之久。然後緩緩冷卻至 650 度。過此以後可隨意冷卻之。後法緩緩烘熱至攝氏 750 度後，乃隨意冷卻之。用以上二法烘軟之鋼錠，其初步煨鍊前之預烘時間可略縮減，惟仍不可有激驟之溫度變化，致招破裂。全軟烘法能使鋼錠原有之粗疎組織，變成緻密，而所需時間約不過十五至二十小時，乃最妥善之預備方法。

(二) 鋼錠凝固方畢,將鐵模脫去尙在紅熱時,即將鋼錠移裝於軟烘爐內,其溫度預先烘熱至攝氏700度。此後爐內略燒小火,使在十小時內,緩緩冷却至290度,再於十小時內緩緩烘熱至745—760度,然後移至正式之烘熱爐。

(三) 本所試驗場內,高速鋼之煨製工作不常有,而每次煨製之量亦不多。故上述(一)法之小條可變通行之。蓋每次煨製時正式烘熱爐原本涼冷。如將冷鋼錠裝入,緩緩烘熱,則預烘工作,即為正式烘熱爐所兼任矣。

用以上(一)(二)(三)三法烘軟之鋼錠,待正式烘熱後,即可作初步之煨鍊或軋軋工作。惟歐州鋼廠,往往採用圓形鋼錠。在軟烘以後初步煨煉或軋軋以前,先置於鑄床上粗鑄之,以去不良之外皮,此乃更進一步之預備法也。

(乙) 鋼錠之初步煨煉 高速鋼之煨煉程序,既與鋼廠之設備規模有關,又視所用鋼錠及製成鋼條之大小而定。在規模較大之廠,備有大型汽錘及軋軋機者,可用200公厘見方或再較大之鋼錠,經汽錘之初步煨製,縮成90公厘見方之鋼坯。在規模較小之廠,備有中型,小型汽錘者,用中型錘以作初步鍛鍊,用小型錘以製成鋼條。本所試驗場非正式之製鋼廠,故祇用764公斤之小錘一座,以兼作初步煨煉及最後製造,其動力由壓縮空氣供給。照普通之例,自鋼錠製成鋼條,其斷面之縮小度,約在百分之九十左右。如是,鋼錠內之脆性共融體,可以擠軋分散,不致為害。惟小鋼錠內之共融體為狀亦小,故煨製時之縮小度不妨略減。若製造工具時,須用較大之鋼料,則照縮小度百分之九十推算。鋼錠之烘熱爐,大抵用烟煤為燃料。吹入壓風,使爐內氣壓較外間大氣壓稍高,爐內之火須燒成還元性之有煙長焰。如是鋼錠不至氧化,煨鍊時自不易破裂。爐旁設門數個,鋼錠自最後之門裝入。逐漸移前,使得增高溫度。每次移動時,可轉換向上之面,俾鋼錠四面俱得均勻烘熱。如初裝鋼錠處之溫度高出攝氏650度外,宜先將烘熱爐略為涼冷,以

達適宜之溫度爲止。鋼錠宜緩緩烘熱，務使內部透澈，亦不宜久處於煨鍊所需之高溫度下，致受不良影響。尋常初步鍛鍊，再分數次行之。第一次烘熱至約攝氏1050度。因鋼錠原有組織粗疎易碎，故四面錘擊切勿過重。及溫度漸低，再入爐內烘熱之。第二次之煨鍊，可在攝氏1100度左右爲之，予以較重之擊力。待溫度退至約930度，再入爐烘熱。第三次之鍛鍊溫度，約在攝氏1175度。斯時鋼錠已經受過二次煨鍊，重新結晶，原有脆弱組織大改面目，故能耐受更重之擊力。待溫度退至攝氏約930度再爲烘熱，以作第四次之煨鍊。其法與三次無異。此是，200公厘見方之鋼錠，經過四次初步煨鍊後，可縮小至90公厘見方。如用較小之鋼錠，其煨鍊方法與此略同，惟次數照減耳，大概第一次鋼錠切面之縮小度極微，以後三次，每次縮小度約當面積百分之二五至三十。初步煨鍊時，有最當注意之一事，即鋼錠往往於橫截方向發生裂縫，尤易在四角邊上見之。斯時當用特製之鋼刀按置該處，藉汽錘之力，以擊刀背。凡破裂處不難一一剝去，免至後來煨鍊時更見展伸，此鍛工所當注意之重要工作也。含炭不及0.75%，含鎢不及18%之高速鋼，其鋼錠斷面不及130公厘見方者，可用初步軋軋法，以代初步煨鍊。其最初一二次之縮小度宜極小，以後逐漸略增，不得過百分之二五。軋軋時發生之裂縫，不能如煨鍊時可立即用刀剝去，故每展伸愈廣須待以後檢驗時一一用砂輪磨去之，工作上之不便自可想見。高速鋼之含鎢較多，鋼錠尺寸較大者，務須藉初步煨鍊工作，以逐漸改善其組織，始可再用軋軋工作以完成其製造。否則軋軋時之用力，難於自由控制，鋼錠易致破裂，欲速反不達矣。鋼錠經初步鍛鍊或初度軋軋至相當程度而止。稱爲鋼坯。鋼坯尙在暗紅熱時，須即埋置於乾灰內或裝入保暖之坑穴內，使其緩緩涼冷。免致後來工作時易致破裂。最妥之法，莫如軟烘，與鋼錠之預備法略同。

(丙) 鋼坯之檢驗 鋼坯製成後，照尋常辦法，祇須再經一次烘熱，數次軋軋或其兩端各經一次之烘熱煨鍊，即可成爲所需之

鋼條。鋼坯與鋼條之大小相去較多者時，或需數次之烘熱煨鍊，以製成鋼條。在此後部機械工作以前，當先令鋼坯涼冷，以檢驗表面之瑕疵。此瑕疵之來源，不論其為鋼錠原有者，抑為煨鍊或軋軋時發生者，均須設法除去，以免發現於後來製成之鋼條上。其法或用壓氣鑿鑿之，或用砂輪磨之，或用鑿床粗鑿之。第二法工作便利，用者最多。如鋼坯未經軟烘，則乾磨時用力須輕，免致發熱生裂。否則改用溼磨之法，亦可免去此弊。且濕磨時速度小而輪砂細，即極細裂縫，亦易檢出。欲求乾磨時不生裂縫，最好先將鋼坯完全軟烘，如是鋼坯能作局部屈讓，即磨時發熱至生藍色，亦可無意外破裂之虞。如逕用鋼坯以製鋼條，則檢驗時之磨工，須遍及全體。如鋼坯須先經重行煨鍊或軋軋，以製成小鋼坯，然後用小鋼坯以製成鋼條者，則檢驗第一次鋼坯時，低須將粗大瑕疵除去，待檢驗第二次鋼坯時始作全部之磨工。凡微細裂縫，難於發見。簡易之法，可用硫酸或鹽酸溶液以浸蝕鋼坯外皮，使隱藏之瑕疵畢現。

(丁) 鋼條之製成 鋼坯已經檢驗後，欲製成鋼條，可用汽錘以煨煉之，或用軋軋機以軋軋之。前法大抵用在小鋼廠內，因襲古時炭素工具鋼之製造術，英文稱為“tilting”。後法工作便利，規模較大之廠多用之。製造鋼條時所當注意之點有二：即鋼坯之烘熱及最後完成時之溫度。

(1) 烘熱鋼坯之法，大抵與烘熱鋼錠無異。前述各項要旨，俱宜注意及之。總之，烘熱工作當緩緩進行，以達攝氏275度為止。既不可令其久處於規定最高溫度之下，又不可用過高之溫度。否則鋼質變弱，煨鍊或軋軋時易致破裂。照尋常經驗，自低溫度烘熱至規定溫度，所需時間隨鋼坯之對徑或邊長而定，每25公厘約需一小時，故75公厘見方之鋼坯，約需三小時烘熱之。

(2) 最後完成時之溫度。是否適當，影響於鋼條之組織者至關重要。凡用煨煉或軋軋法，以使鋼坯變形，其最後一次工作，當在攝氏975度以下為之。如鋼坯烘熱至1100度左右以後，不加以變形



工作或變形工作以後，其溫度仍在 975 度以上，則鋼之晶粒自然長大，以後無論予以何種熱處理法，或為軟烘，或為淬硬，俱不能改變其組織。此種鋼條之破面，因其結晶面較大，易於反射光線，故較正則高速度鋼，尤覺明耀，其質脆弱，殊非良品也。

欲求鋼條製造合法，當注意上述 (1) (2) 二項，而最適宜之設備，莫如轆軋機。計有四利：(1) 溫度遞減合宜，而易控制。(2) 斷面之縮小度，得以正確節制。(3) 縮小工作，易於施行。於烘熱後即得完成製造。(4) 鋼條之尺寸正確均勻。若用汽錘，情形自異；對於鋼條之小者，薄者不便尤多。

(戊) 鋼條之軟烘 鋼條製成時，即令緩緩冷却，亦不能完全變軟，而檢驗鋼條時，須用銼鑿，製造工具時，又需鑿割，若不將鋼條先為烘軟，必至工作不便。軟烘所用設備，為軟烘爐及容納鋼條之鐵管。軟烘爐可用電熱，煤氣，柴油或煙煤烘熱之。爐底之構造，恰似可以移動之車，以便裝卸鐵管。鐵管直徑約 200—250 公厘，長比鋼條約多 1000 公厘。管內務宜裝滿鋼條，使易於互相傳熱。鋼條之間是否另加填物，可隨意為之。如不用填物，則鐵管只能避軟烘時之續生燒片 (Sealing)。如用適宜之填物，則軟烘鋼條時所生之硬質燒片亦得還原變軟，呈暗灰色，而鋼條冷却時，空氣不至過分侵入；即有少量之空氣，大抵用於燃燒填物，其能侵及鋼條以作氧化者，殆亦無幾。填物可用細煤灰三份至六份，焦炭，木炭，或半燒煤之粉末一份，以配合之。鑄鐵之末屑亦為有效之填物。如用上述灰炭所配之填物，則侵入管內之空氣待溫度稍低時，即不燃燒炭末，而仍能氧化鋼管。故鋼條上生有薄層之氧化物，略染紅色。若用鐵末作填物，則侵入之空氣必先與鐵末化合，無從侵及鋼條，故鋼條常作暗灰色也。軟烘所需之溫度及時間，大抵視鋼條之大小及化學成分並鐵管之大小而定。照普通之例，如高速鋼，含鎢 18%，鋼條之直徑或邊長 25—50 公厘，鐵管之直徑 200 公厘者，則當費八小時，以烘熱至攝氏 915 度，再費八小時以保持此溫度，然後在六小時至十

二小時之間，漸漸冷卻至 600 度。自此以下，任令其在爐內冷卻，不妨稍快。普通冷卻速度，每小時約降 25—50 度。如對於特種高速鋼，欲令其冷卻速度特別遲緩，則可在爐內稍留餘火，使在 760—500 度之間，每小時只降 6—9 度。在此範圍以外，仍照前法冷卻之。普通高速鋼之已經軟烘者，其硬度為樸氏 228 度。高速鋼之含錳 13% 者，辦法稍異。其最宜之軟烘溫度為攝氏 840 度，過高則組織變粗，過低則不能烘軟。

(己) 鋼條之檢驗 鋼條製成軟烘後，尚須於出售以前，嚴密檢查，以驗其尺寸，斷面，硬度組織之是否合度。

(1) 實在尺寸每與規定尺寸稍有出入，當有一定限度，是謂限差。在方，圓，或八角形者，其直徑或邊長之差限，大抵在 +2.0% 至 -1.0% 之間。

(2) 斷面係指橫向斷面而言，可以驗晶粒之粗細外層之是否失炭 (decarburation)，及內部之有無管形或其他空虛破裂情狀。在失炭程度之尚淺者，不易用斷面法以檢出之。最善之法，莫如取鋼條一小段，投入融鹽槽內，熱至攝氏 1260 度，取出，淬於油槽內，則失炭部分可用銼刀銼脫，非若正則部分之硬若玻璃。如是，失炭程度之深淺，不難正確驗明。

(3) 高速鋼之已經軟烘者，其硬度為樸氏 228 或 248 度，視其軟烘之程度而異。如鋼條之最後機械工作停止時，其溫度猶在 975 度以上，則軟烘後之硬度往往在樸氏 250 度至 260 度之間，可知製造方法之失常也。

(4) 欲檢驗組織，可截取鋼條一小段，淬硬後剖視其縱斷面。在正則之鋼，不應有木紋之狀 (Woodiness)。此種弊病，肇端於鋼錠內存有過量之共融體，未經充分之機械工作，使之分散不連，遂致此脆弱之質，展伸成條。如木紋狀焉。如欲確知共融體之炭化物如何分佈，當用金屬顯微鏡以檢驗之。

(庚) 工具之熱處理 高速鋼與普通高炭素鋼相較，雖有許

多優點，並另具幾許之特性，但熱處方法，在原則上，二者尚大致相同。高速鋼工具大都用已經溫煉 (annealed) 之鋼條或鋼塊製成，取其硬度低以利便割製工作也。工具既製成以後，其熱處手續可分為三步：(a) 加熱，(b) 淬硬，及 (c) 回煉。茲分別述其概略如次：

(a) 加熱 經溫煉之高速鋼，其結晶組織為弗立體基塊，散佈其中者，為細粒複式炭化鐵鎢 ( $\text{Fe}_4\text{W}_2\text{C}$ )。加熱之目的，在求得一固體溶液，即奧斯丁體，使細粒之炭化鐵鎢溶解於其中，以達最高可能限度為止。普通炭素鋼為淬硬而加熱，其溫度大都不超過攝氏 850 度。而高速鋼則最高可達攝氏 1315 度。加熱溫度愈低，及保持時間愈短，則所造成奧斯丁體中含溶解之炭化鐵鎢愈少。由此奧斯丁體經淬硬後所產生之馬丁色體將因含炭及其他合金太少，而硬度甚低。因此，高速鋼之淬硬溫度，如低至攝氏 870 度亦足以淬硬，而普通採用之溫度，必在攝氏 1250—1315 度之間者，以求最高之硬度耳。採用高溫度之有利，雖甚明顯，但其害處亦不可忽視。蓋加熱溫度及保持此溫度之時間，有種種危害限制之。第一，溫度太高，足以使炭化體近邊之金屬體，發生初步溶解。而造成脆性共融體。第二，若爐中之氣體並非中性，溫度太高及保持之時間過久，則鋼之表面將起銹殼。第三，若受熱處之工具有尖細部分，則恐被燒燬或使變鈍。溫度太高及時間太長足以使晶粒長大，而致鋼件發生脆性。故加熱最宜之條件為達最高之溫度，及最適當之時間，而不使發生上述四項之危害。再則大凡受熱處之工具，不免有尖細之部分。在爐中加熱時，熱力由外而入。工具之溫度必外高而內低。因是，設欲保護尖細部分，並阻止上述四項弊端之發生，或減少其發生之機會，應將加熱工作分成兩步進行。第一步，先將工具漸漸烘熱至攝氏 850 度左右，並使全體熱至透徹。然再加熱至近攝氏 1315 度。至應採用之最宜溫度，及保持最高溫度之時間，均須視工具之大小及其形狀依經驗所得，而謹慎考定之焉。

(b) 淬硬 (Quenching) 高速鋼亦稱為風鋼，因加熱後雖置於

流動之空氣中亦能淬硬也。普通炭素鋼在加熱後造成之奧斯丁體，若不急速冷卻，則變成之硬性馬丁色體不能保持，而復轉成較軟之結晶體，高速鋼則不然，奧斯丁體轉成馬丁色體，其改變之速度甚低。故用油或流動空氣冷卻之，均能得硬性之馬丁色體。

(c) 回煉(Tempering) 高速鋼之回煉與普通炭素鋼回煉之意義大致相同。不過高速鋼之回煉溫度達攝氏600度左右時，發生所謂副硬(Secondary hardness)作用。故高速鋼之回煉溫度與所得之硬度，並不成正比例。如回煉溫度在攝氏480度左右時，硬度最低。蓋已成之馬丁色體，一部分漸次轉成較軟而韌之脫司太體(troostite)。若升至攝氏600度時，則硬度又復轉高。蓋在此時，所有尚未變化之奧斯丁體，亦漸次變成馬丁色體也。是以欲得最硬之工具，而同時減低其脆性，必須在淬硬後回煉至攝氏600度左右焉。

## 平漢鐵路改善軌道橋樑之概況

陳 瑄

平漢鐵路直貫冀、豫、鄂三省，實我國溝通南北之最重要幹綫。關於鐵路一切設備之良窳，舉國人士均極注意。且以客貨運輸數量甚鉅，列車之載重及速率益須增大，故軌道橋樑設備之改善，尤屬當務之急，然記載不詳，難資研討，爰將近二年來改善情形縷述如次：

### (一) 歷年狀況及改善準備

幹綫全長 1214.493 公里，枝綫串軌等項合計 1720 公里。考自西曆一八九八年開始興築，一九〇四年四月一日正式通車，迄今已屆三十二年。當時由外商承建，因限於時間及經濟，所有工務設備，如橋樑、軌道、車站等項均屬草創，略具規模。迨民十三年至十七年間，國家多故，戰爭頻仍，路款挪用一空，修養日需材料未能即時籌購，路紀廢弛，行車紊亂，以致行車事變不一而足，險象環生。為安全計，經於全綫薄弱橋樑設置慢行號誌計七十四處，更低減行車速率（黃河南客車三十公里，貨車二十公里），維持行車。自民十七年以後至廿二年，路政漸上正軌，收入較增，亟將損壞最烈之橋樑、鋼軌、枕木加以修理抽換，勉力維持，仍不能積極進行，然已將行車速率改定為客車五十五公里，貨車三十公里。自二十三年始，部路一再派員親赴沿線考察，曾以勘查所得，應事勢需要，在路局財力允許範圍內，會同擬定七年計劃。所有軌道橋樑等項，估計需費總

約一千五百餘萬元，擬將全綫腐爛枕木，破裂鋼軌，循序抽換，五公尺以上鋼樑，悉數依次改建或加固。將來完成之後，不特緩行號誌概可取銷，而行車速率亦得加增，裨益於鐵路營業良非淺鮮。

## (二) 軌道之更新

(甲)鋼軌 鋼軌之種類，原有十四種。重量：最重者每公尺42.2公斤，最輕者29.8公斤；長度：長者10.06公尺，而短者僅7.31尺。至製造廠名之繁多，更無法勾稽，致配件複雜，修養籌購均感困難。最近勉將幹綫上各種鋼軌中數量特少者以及輕軌等竭力清查調換，改成42, 40, 37公斤(每公尺)及8.5磅(每碼)四種(表一)。其中以37公斤者約占63.3%，42公斤者約占25.8%，故平漢之標準鋼軌，可稱為27及42公斤兩種，長度則為9公尺。

表 (一)

鋼軌種類(公斤)	鋪設里數(公里)
37.7	769.009
42.0	313.557
40.7	92.320
85磅	39.607
共 計	1214.493

40公斤鋼軌長僅7.31公尺，魚尾鈹既短而輕(每對17公斤，長528公厘)，并無切口(Slot)可按道釘，爬行甚劇，修養困難，擬用電鐸方法，將二節或三節鐸成一根，改用大型魚尾鈹，以資堅牢。經電鐸數節，試驗成績尚屬良好，但費用過鉅，每接頭計須工料洋4.86元，殊不經濟，故尚未實行。現就庫存他種大型魚尾鈹加工改善，實地使用以來，成績尚佳，爬行漸減，將來俟有大批鋼軌到後，即行更換。新鋼軌係遵照部定標準，採購12公尺，43公斤者，以資一律。

鋼軌折損情形，亦曾詳細統計，現已換者詳見表(二)，其應待更換者為數甚多。惟近二年來，損壞已漸減少，足證修養益形努力，軌道狀況略見改善。其他鋼軌疵病，如低接頭，爬行等，亦均極力調整。魚尾及螺栓三年來全綫平均更換之數，為魚尾七百副，螺栓約四萬個（因螺栓多已鉚死且銹損，故應換者頗多）。

表(二) 近三年來鋼軌損壞統計

重量及廠別		22年		23年		24年	
		損壞	橫斷	損壞	橫斷	損壞	橫斷
重 量	42	163	3	101	4	262	3
	40	141	5	103	—	44	—
	37	3551	18	1708	21	2607	25
	其他	—	—	10	—	18	4
廠 別	漢陽	3587	24	1866	24	2678	28
	外洋	268	2	56	1	86	4
	未詳	—	—	—	—	149	—
計占全綫百分數		1.08%	0.01	0.54	0.007	0.80	0.008

(乙) 枕木 凡 9 公尺鋼軌，下鋪十二根道木，其尺寸為部定標準 (23×15×244 公分)。鋪路之始，概用日本橡木及一部分國產枕木，近五六年來，則多以美松枕木替換，但質紋粗惡。在漢口原設有蒸木廠，以硫酸銅液蒸製，每根計須工料價一角三分，加入總務費等，則為二角五分。此項蒸製法雖屬陳舊，缺點頗多，但經蒸製者確能延長二三年壽命。據統計所得，美松在北段乾燥地帶可用八年，而南段潮濕地帶則僅六年。全綫幹支及串道等枕木共計二百四十萬根，內有鋼枕地段 140 公里，計有 186620 根，扣除後為 2,213,380 根。

如平均壽命以七年計，則每年約須抽換三十二萬根。惟現時沿路枕木腐壞為數甚鉅。據二十三年調查，急待更換者，為 941,000 根，已籌購大批枕木，積極更換。再一二年當可達通常良好狀況。洋灰枕亦經設計一種，試鋪於幹綫及蘆溝橋石家莊站內（圖一）鋪用一



圖（一）平漢路鋪洋灰枕地段

年以來，成績良好。設計原意，係利用多年存庫未用而為數在二十餘萬個之道釘襯 (La garniture Lakhovsky)，每根工料合計需洋五元，並係利用廠工餘閑及存餘材料，現金支出不過一元上下。考道釘襯之作用，係於枕木使用相當時期後釘眼擠大時，趁木質尚未腐爛，將其嵌入木眼內，以延長枕木壽命，但其結果不良，以致多年廢棄，殊屬可惜。至改用洋灰枕，仍感費用過鉅，尚在力謀節減。此種洋灰枕，以之用於車站排水不良等處，當愈可表現其成績。又鑒於枕木壽命，尚無正確統計，且更換地點亦不詳細，為抽換根數易於考查起見，爰編登記冊一種，所有鋼軌由北而南，在左股上按公里數一律分別標明根數，並將全綫鋪用枕木縝密調查後，登記冊內，以後更換新枕時，即依次登載。每年另作統計表，以資考核。

（丙）道釘 平漢標準道釘，係用螺紋道釘，式樣約分兩種。因多年未經購換，沿路銹損情形，已達極點。除近二年抽換之新枕，能均配兩個或三個新道釘外，以往則百分之九十仍為銹損道釘。本



來道釘與枕木之作用，互為表裏，不能歧視。不過枕木腐朽，事實顯然，易引人注意，道釘銹損隱在暗處，每易忽略。在平漢路直接影響於道釘之壽命者約有下列五點：

(a) 藍礬蒸木 平漢路以往所有枕木，均用藍礬蒸過，以求耐腐。藍礬即硫酸銅液內之純性硫酸 (free acid)，有浸蝕鋼鐵之作用，是以道釘在藍礬蒸製之道木內，易受純性酸之浸蝕而銹剝。但進一步言之，蒸製枕木時，藍礬溶液應極為稀薄，及枕木鋪入路上，一部分之藍礬勢必溶於雨水而失去，其餘者即有浸蝕道釘之作用，亦為力不強，故藍礬蒸製之枕木對於道釘壽命雖有影響，但未必顯著。

(b) 雨水養化作用 道釘上入枕木內，數年之後，釘眼擴大或枕木腐朽，雨水流入，水漬內之養氣浸蝕鐵面，遂使道釘銹化，漸漸剝蝕，損壽實大。

(c) 枕木木質 枕木堅鬆，對於道釘壽命不無影響。蓋枕木堅硬若（橡木之類），釘眼不易擴大，枕木又復耐朽，釘眼存水，漸進剝蝕時，該枕木及道釘早已經過十數年，而該道釘換下之後仍能使用。若枕木鬆軟，容易腐朽，三二年後，朽眼漸漸擴大，雨水流入，發生銹蝕，六七年後，枕木更換，該道釘即已銹剝矣。仍以之用於鬆質枕木上，十年之內，該道釘必受兩次釘眼腐朽雨水浸蝕之影響。

(d) 道碴及氣候 雨水及濕氣之輕重，道碴及氣候原有關係。道碴若潔淨，不含泥土，洩水迅速，雨後數日，枕木即已乾燥，道釘便少銹化。反之，若石碴包含泥土，雨水不能流出，則枕木幾終年被潮濕泥土包圍，並加以腐朽，其助長銹化，勢所必然。至氣候乾燥或潮濕，影響於道釘之銹蝕者，與石碴正同。

(e) 有效壽命 據各段調查所得，標準之螺紋道釘（176×14公分）可耐用十五年。

銹損之螺紋道釘，若不堪使用，而勉強用之，其弊甚大：

(a) 抽換新枕木，若利用銹蝕無紋之螺紋道釘，每不能旋入。

勉強安上，不過幾時，即被鋼軌震動而拔出，釘眼弛鬆，雨水流入，枕木朽爛愈速。

(b) 螺紋道釘既已銹蝕，上入枕木內，已屬無力。經鋼軌震動而拔出，於是脫離軌底，其效用僅有阻止鋼軌旁弛之力，而不能制止鋼軌之爬動。鋼軌一經爬動，則路綫上之病態叢生，養路之費用加重。平漢路北段鋼軌之爬行，道釘銹損無力，實為一大原因。

(c) 沿路所失去之道釘，除有特別情形外，多因道釘銹損過甚，螺紋消失，故與枕木之附着力較弱，經軌道震動後，則易拔出，以致時常遺失。

綜觀以上各點，嗣後採購新釘，必應按照新枕所需數目同時交貨，同時更換，方可使軌道維持良好狀況。至螺紋道釘與狗頭道釘之利害比較，論者多認前者比後者為佳，此處限於篇幅，未能詳論。就管見所及，在硬質枕木（如橡木，紅木，揪木等），纖維細密，釘眼不易鬆弛，道釘上入，縮力極大，以用螺紋道釘為宜；若就松枕言，二者似無軒輊，因松枕纖維粗鬆，釘眼既易擴大，本身又不耐腐朽，不待道釘如何鬆弛，而自身腐朽，已須更換矣。（松枕腐朽，多由於底部粉蝕，每有表面完好，而底部已粉碎不堪者。橡枕或揪木枕，確於釘眼處腐朽，每有軌底部分腐爛不堪，而底部完好如初者。名目上同為腐朽，然實有不同之處。）若專以壽命言，狗頭道釘或能較螺紋道釘稍長，自當於更換枕木時查配木質，參互用之。

(丁) 清理並補充石礫 平漢路沿綫石礫，百分之八十為碎石，其餘元石，均極堅硬，大小合宜，以前未能隨時補充，且多年未經清理過篩，以致污穢處所在在皆是。職此之故，軌間積水不易宣洩，夏季野草蔓生，既不雅觀，而枕木壽命勢必因而減少。路基之修養，尤欠妥當。近年已嚴令各工段督飭所有工棚均將道礫一律清理過篩，限期完成。幸工棚工作勤奮，於短時期內將歷年積土掃除一空。又石礫不足之處，亦經大量補充，故路面道床，均已適合規定，尙形清潔。

(戊) 利用電銲 平漢路於二十四年購到電銲機兩架,牌號爲英國之 Holman 及美國之 Wilson 各一架,分配於南北段,一面設法僱用精良銲匠,一面挑選年富力強,腦經靈敏者,分赴機廠實習。近數月來電銲工作情形見表(三)及(四):

表 (三)

岔 心	岔 尖
32 個	24 個
每個 26-32元	每個 11-13元

表 (四)

電銲鋼軌接軌用費(五個合計)

汽油,銲條,機器油	元 16.01
電銲匠,幫匠	元 5.10
棚 工	元 3.20
每 個	4.86

近擬將薄弱之八公尺橋,完全以電銲法加固,再大橋之不易增加鋼料及大號帽釘處所,一律使用電銲,以資救濟。惟電銲匠手藝嫺熟者極爲重要,因其工作既屬可靠,而對於價昂之銲條亦知省儉,但此種人才頗不易覓耳。

(己) 工段之組織 工段組織,計分三總段,十二分段。分段管轄里程,自 96 公里至 169 公里,其下置監工二人至五人。(表五) 每監工管轄工棚六棚至十二棚不等。現遇監工出缺,均以實習期滿之土木系交大生補充,全綫三十八人中,已占有十人。新升之交大生,先派在分段長所在地之監工段,以便隨同分段長歷練,俟事務嫺熟,再行他遷,故對於技術人員直接管工暨技術改進上頗著成效。每工棚管四公里,北段棚首一人,棚工五人,南段則爲六人。遇有工作較繁處,則置副棚首一人。茲爲鼓勵工段努力工作,互相砥礪計,按每監工下用評點方法拔選標準棚,發給獎品,以增其工作效率,每年擇期舉行一次。又實行年老退休後,棚工遺缺,須經審核,方予補充,而採用時亦係公開考驗,並經相當試用時期,成績優良,乃改補長工。又因年老工人多不識字,乃編極淺近白話附具圖解之

「棚工須知」，由監工於查候時，負責召集各棚，逐項加以解釋考問。又錄取新工時，識字程度亦屬要件之一。現每棚內已有一二人可粗解文字，故報告工作及開領工具材料均能由各棚自辦，尙形便利。對於提高工人教育及技術，尙日在注意之中。

表(五) 平漢路工務分段所轄公里表

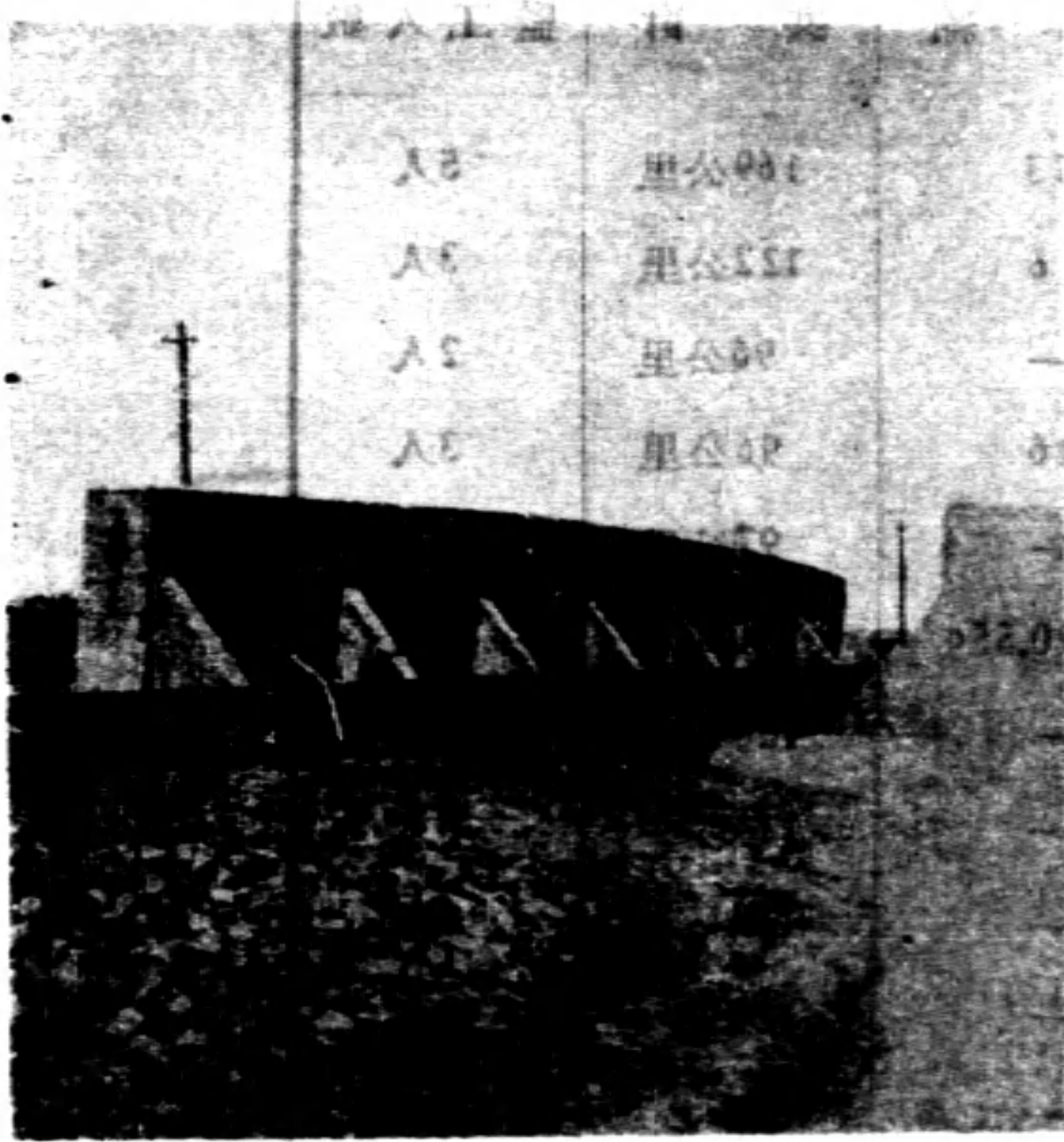
分段名稱	幹 線	支 線	共 計	監工人數
長辛店	96	73	169公里	5人
保定	116	6	122公里	3人
石家莊	96	—	96公里	2人
高邑	80	16	96公里	3人
順德	97	—	97公里	3人
彰德	81	20.559	101.559	3人
新鄉	100	—	100	3人
鄭州	114	—	114	4人
鄭城	120	—	120	3人
信陽	120	—	120	3人
廣水	96	—	96	3人
江岸	98.493	—	98.493	3人
	1214.493	平均	32公里	38人

附註：遵清支線未包括在內

### (三) 橋梁之加固及改建

(子) 概說 全綫鋼橋，就製造國而言，約可分爲兩大類，即保定以北，原爲蘆保鐵路，英國承辦，保定以南者法比承辦，保定北，平間者荷重較強，餘均薄弱。民六以前，罕有注意及此者，歷次添購機車，又輒增加重量，而行車速度亦竟達六十公里以上。迨至公里937+077處北端一孔三十公尺上承桁梁及公里1109+515處中部兩孔三十公尺下承桁梁，先後於民六、民七兩年冬季被主動輪軸，

重16.4噸之鞏固式(Consolidation type)機車壓斷後當局對於鋼梁,方加重視,認為由保至漢之鋼梁確屬薄弱,而以桁梁尤甚。是以自八年起全綫十五公尺以上桁梁,均設慢行牌,以防危險,一面研究加固辦法。嗣因軍事頻興,路帑不裕,祇於十一年間,將公里842+557處原有之十五公尺下承桁梁,試用鐵筋洋灰圍護主要桁梁,此為平漢路加固橋梁之起始(圖二)。十四年後,對於鋼梁一項,不特毫無改進,且每因內戰摧毀,沿綫大橋,無一倖免,勉強修復,以維行車。廿二年冬,鑒於舊有法比橋梁設計簡陋,接聯之處,概屬輕率,核與平漢路現有重大機車比較,實已超過各項橋梁之載重率,但欲加固或新建,首須切實明瞭全綫各大小橋之現狀,并將各部份之強弱,考驗推算後,方可依據最新規範及經濟原則,而樹立整理全綫橋梁計畫。乃組織全路橋梁視察隊,以四閱月之時間,逐橋均經檢驗,編成橋梁載重率計算詳表,茲撮其大要,列為表(六)及(七)。



圖(二)

項,不特毫無改進,且每因內戰摧毀,沿綫大橋,無一倖免,勉強修復,以維行車。廿二年冬,鑒於舊有法比橋梁設計簡陋,接聯之處,概屬輕率,核與平漢路現有重大機車比較,實已超過各項橋梁之載重率,但欲加固或新建,首須切實明瞭全綫各大小橋之現狀,并將各部份之強弱,考驗推算後,方可依據最新規範及經濟原則,而樹立整理全綫橋梁計畫。乃組織全路橋梁視察隊,以四閱月之時間,逐橋均經檢驗,編成橋梁載重率計算詳表,茲撮其大要,列為表(六)及(七)。

全綫橋梁計畫。乃組織全路橋梁視察隊,以四閱月之時間,逐橋均經檢驗,編成橋梁載重率計算詳表,茲撮其大要,列為表(六)及(七)。

表(六) 平漢路橋梁分段統計

跨度(公尺)	式樣	漢口鄭城間	鄭城黃河間	黃河北石莊間	石莊北平間	總計
15	上承桁梁	6	1			7
20	上承桁梁	6	2	3		11
25	上承桁梁	2				2
30	上承桁梁	18	5	10		33
	上承桁梁	33	10	19	35	97
40	上承桁梁	4		3		7
						130

參閱表(六),可知平漢路薄弱桁梁橋,以三十公尺為數最多,共計一百三十座(黃河橋除外)。分段而論,漢口鄖城間薄弱桁梁最為繁雜,而此段貨運,尤屬擁擠,因廣水信陽間,坡度險陡,需用補助機車並減少噸位,所有該段橋梁加固更新,尤屬刻不容緩。整理辦法先就漢口至鄖城段着手。並分為二期。第一期先將漢口信陽段實行,依次至鄖城,漢鄖段整理完竣,以次及鄖城至黃河南;再次及石家莊至北平一段,再次及黃河北至石家莊一段。

表(七) 平漢路全線橋梁載重率

E-載重率	主要部分		*聯接部分	
	橋梁孔數	百分率	橋梁孔數	百分率
5	0	0	68	16.92
10	107	10.29	189	47.02
15	148	14.23	27	6.2
20	121	11.63	68	16.92
25	262	25.20	4	1.00
30	133	13.27	3	0.75
35	104	10.00	17	4.20
40	89	8.55	18	4.48
45	67	6.44	8	1.99
50	2	0.19	0	0
55	1	0.10	0	0
60	1	0.10	0	0
	1040	100.00	402	100.00

[附註] 一、此表僅表明跨度在十公尺或更長之橋梁之載重率

二、\*一部分橋梁其聯接處之載重率未及計算

就表(七)所列橋梁薄弱情形,可知立即加固或改建,實屬要圖,對於施工程序及大綱規定如次:

a. 加固方法

(一) 凡上下承樑或鉸梁之梁,同一設計者,可以併成一梁,改作上承樑

之用。其載重率，加固至古柏氏荷重 E-40 級。

- (二) 凡橋台高度在十公尺以下，而基礎地質良好，洩水面積可以減少者，均擬添建新橋墩於中部，改用上承板梁二座，以代原有薄弱桁梁。
- (三) 下承及矮桁梁橋，無法添建新橋墩者，則更換新鋼梁。
- (四) 橋梁各部份，最小之載重率，擬暫定為 E-25，如有低於 E-25 者，即須設法加固，俾載重約可適量，而平漢路現有機車可以通行。
- (五) 電銲方法，為近今加固橋梁最新穎之途徑，既無須拆卸原有橋梁，就地施工，需費自屬較廉，但各種施工問題，如死重應力，須先設法解除，然後再用電銲，俾各部受力平均等等均有研究之必要。而工匠手藝之精良可靠，與加固後橋梁之安全，尤關重要。

總之，對於研究各種橋梁加固方法，務期集思廣益，不厭求詳。至其詳細設計，力求合乎規範，及經濟原則；且須堅強可靠並根據學理者，方敢採用。

#### b. 配製及改造梁鋼工作

平漢現有南北橋工段員工計一百餘人，雖可從事鋼梁改造工作，惟充其量，每年祇可製就桁梁橋四五座之譜。且職司養橋工作，又須奔馳全路，隨時隨地，施工修理。如欲改造大批橋梁，工作繁多，橋工段勢難兼顧。建造橋梁工廠，則需費浩大；按之現在經濟情形，一時似難辦到。欲求迅速，似可由橋工段製就合併梁一二座，藉作觀摩之用。其餘改造工作，悉數逐一招標承辦，所有應需新料由路供給。施工時期，再行派員切實監造。蓋修改舊梁，較諸新造，尤見煩瑣。倘不合法，或草率從事，均可害及鋼全部，而大減其載重率。至於虛耗材料，猶其餘事。

#### c. 訂購新梁

鐵路新梁，均購自外洋。為節省路費起見，對於舊有鋼梁，務求充量利用，以期減少現金支出。至於訂購新梁，均擬按照鐵道部規定，以古柏氏荷重 E-50 級為標準。設計悉按中華國有鐵路鋼橋規範辦理。凡跨度在三十公尺以下者，均用板梁；三十公尺以上者，均用桁梁。跨度在三十公尺者，既亦可採用桁梁，以求減少鋼料；惟詳加研究，似亦宜採用板梁，較為適宜。蓋板梁之適量載重，如設計合法，可達百分之五十，而不發生任何危險。且修理及油漆，亦較桁梁為易。

#### d. 橋工估價

第一期加固之橋梁，為漢信一段計已訂購六十二孔新鋼梁，計重 2307 公

鐵,預估全段完成工料合計需洋八十萬七千元。

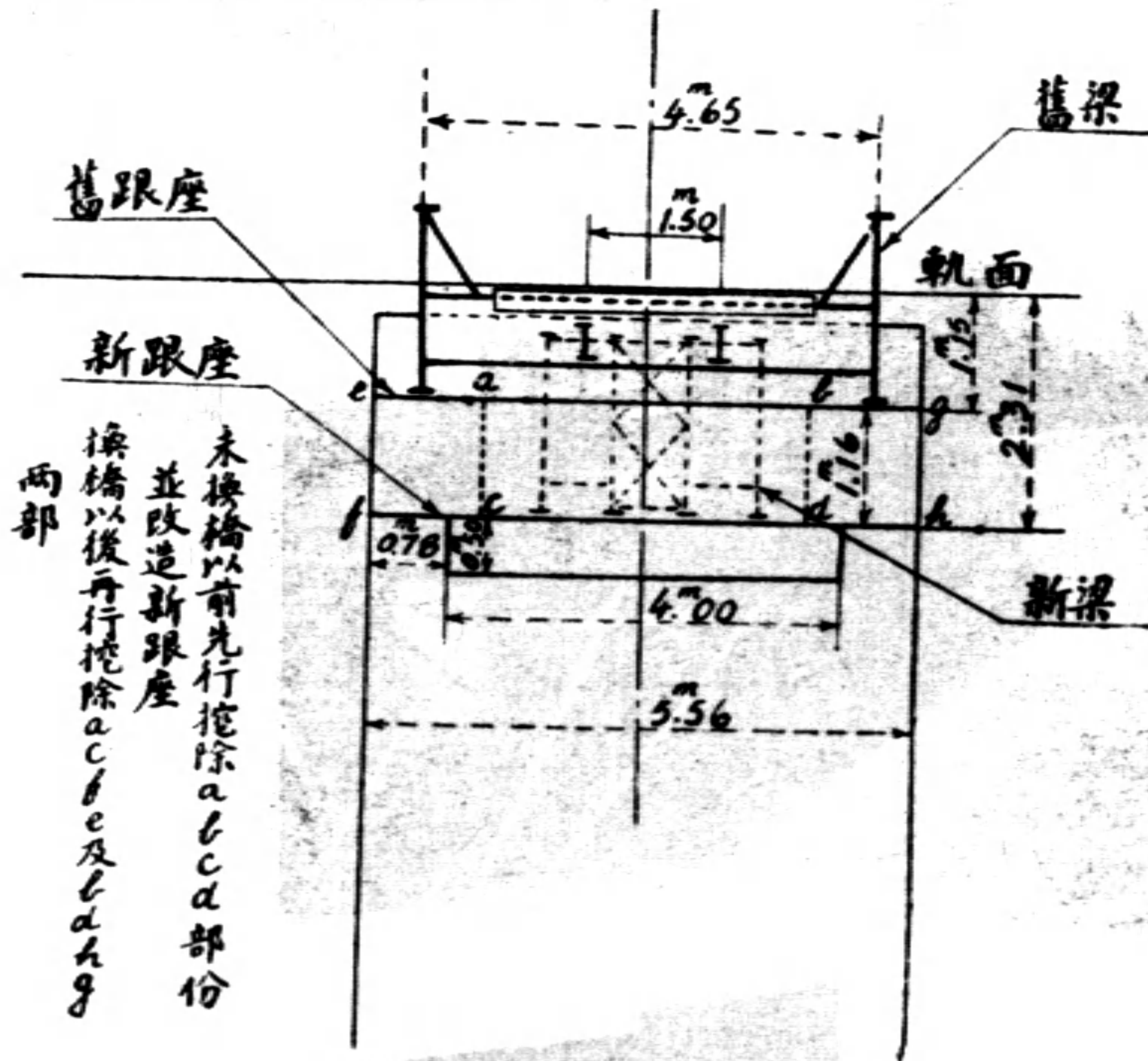
第二期爲信區段,須購新鋼梁五十五孔,重 2362 公噸,另鋼料 178 公噸,預估費用 902,000 元。

(丑) 更換及加固橋梁之實例

(甲) 十五公尺上承雙桁梁

十五公尺上承雙桁梁 E-40 計換三孔,茲將公里 912+562 處更換手續略述於後:

(一) 橋台改造 新舊梁高低寬仄各異,橋台須重行改造,各部改造工作之先後,如圖(三)。



未換橋以前先行挖除 a b c d 部份  
並改造新跟座  
換橋以後再行挖除 a c b e 及 b d h g 兩部

圖 (三)

(二) 新梁拼製工作 新梁係用兩架舊桁梁拼成,其拼製辦法,略如圖(四),所有拼製工程,計需工費二千元,料費二千一百元。

(三) 新舊梁互換工作 拼製工作,係在附近車站拼就後,整架由車站裝車運往更換地點,直接卸於舊梁之木架上,再令徐徐放在適宜部位,俾與舊梁互換。圖(五)示新梁下放時之情形,互換工作需時兩點半鐘。圖(六)示完全竣工後之情形。



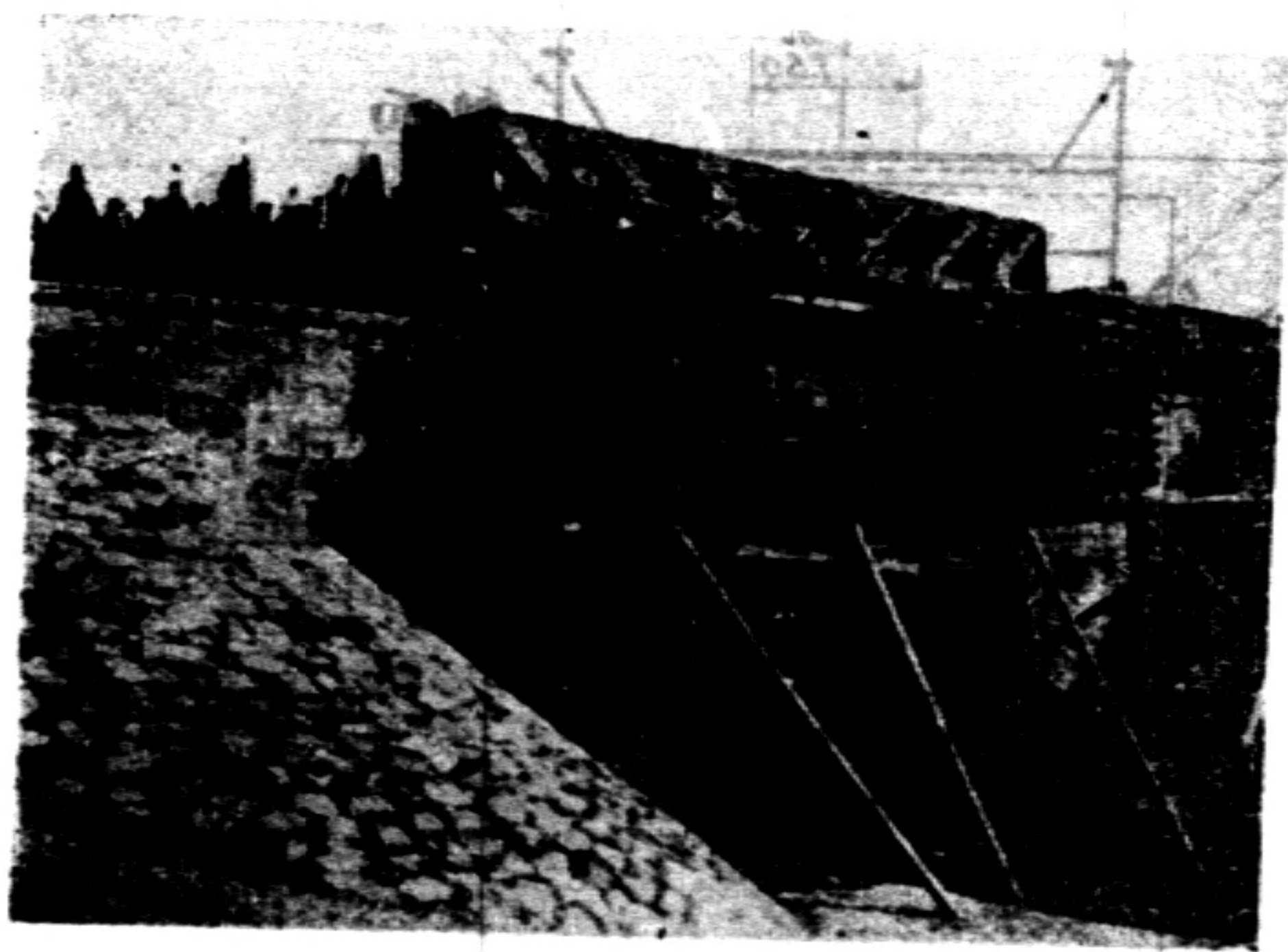
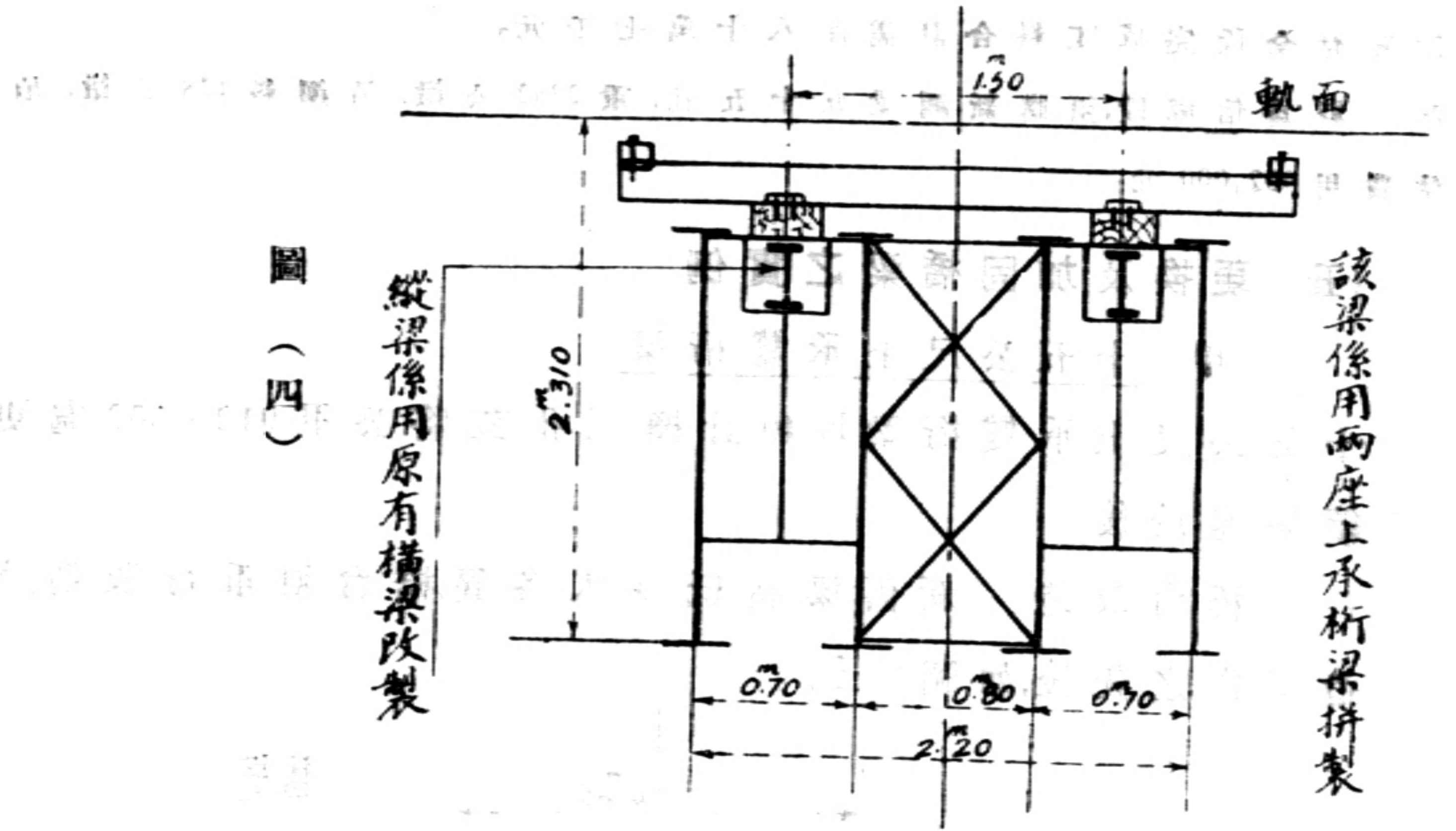
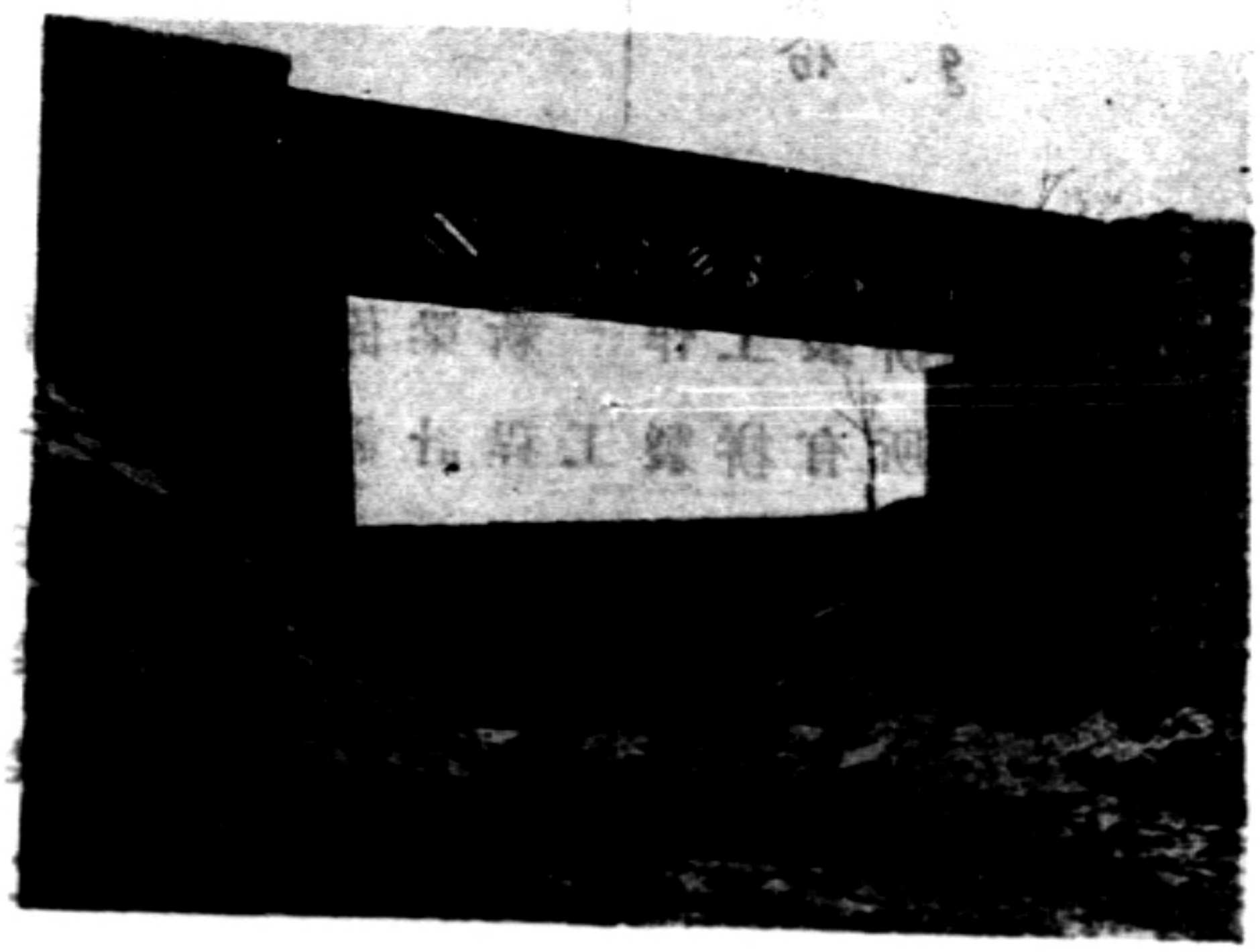


圖 (六)

Technical drawing showing a cross-section of a bridge structure, similar to Figure 4. The drawing includes a horizontal line at the top labeled '軌面' (Track surface). Below it, a horizontal beam is supported by two vertical posts. The distance between the centers of these posts is labeled as 1.50. The vertical height of the posts is labeled as 2.310. The horizontal distance from the centerline to the center of each post is 0.70. The total width of the structure at the base is 2.20. The drawing also shows a central vertical member with diagonal bracing. The text '該梁係用兩座上承桁梁拼裝' (The beam is assembled from two upper truss beams on two seats) and '縱梁係用原有橫梁改製' (The longitudinal beam is modified from the original transverse beam) are written vertically on either side of the drawing. The label '圖 (六)' (Figure 6) is located to the left of the drawing.



(乙) 十八公尺上承鋼梁。

十八公尺上承鋼梁 E45 計更換兩孔，一更換於公里 1044+761，一更換於公里 1029+547 處，均於廿三年下半季竣工。該新梁係漢冶萍承製，舊存多年，每孔重 28 公噸，其原有舊梁，則均係二十公尺上承桁梁，橋身甚高，是以更換時頗費手續。茲將公里 1044+761 處橋梁更換手續略述如後：

(一) 橋台改造 原有橋孔本係 20 公尺跨度，因該處水流不大，故改用跨度 18 公尺新梁，惟新梁既較舊梁短 2 公尺，又低 0.853 公尺，因之橋台須全部改造。又該橋橋身既高，且適在千分之十五坡度處，列車經過，勢難緩行，故橋台改造時無論新梁舊梁，均不應使其虛懸，而須切實支墊，甯使改造工作分次辦理，以保安全。圖(七)示改造橋台時之施工手續。

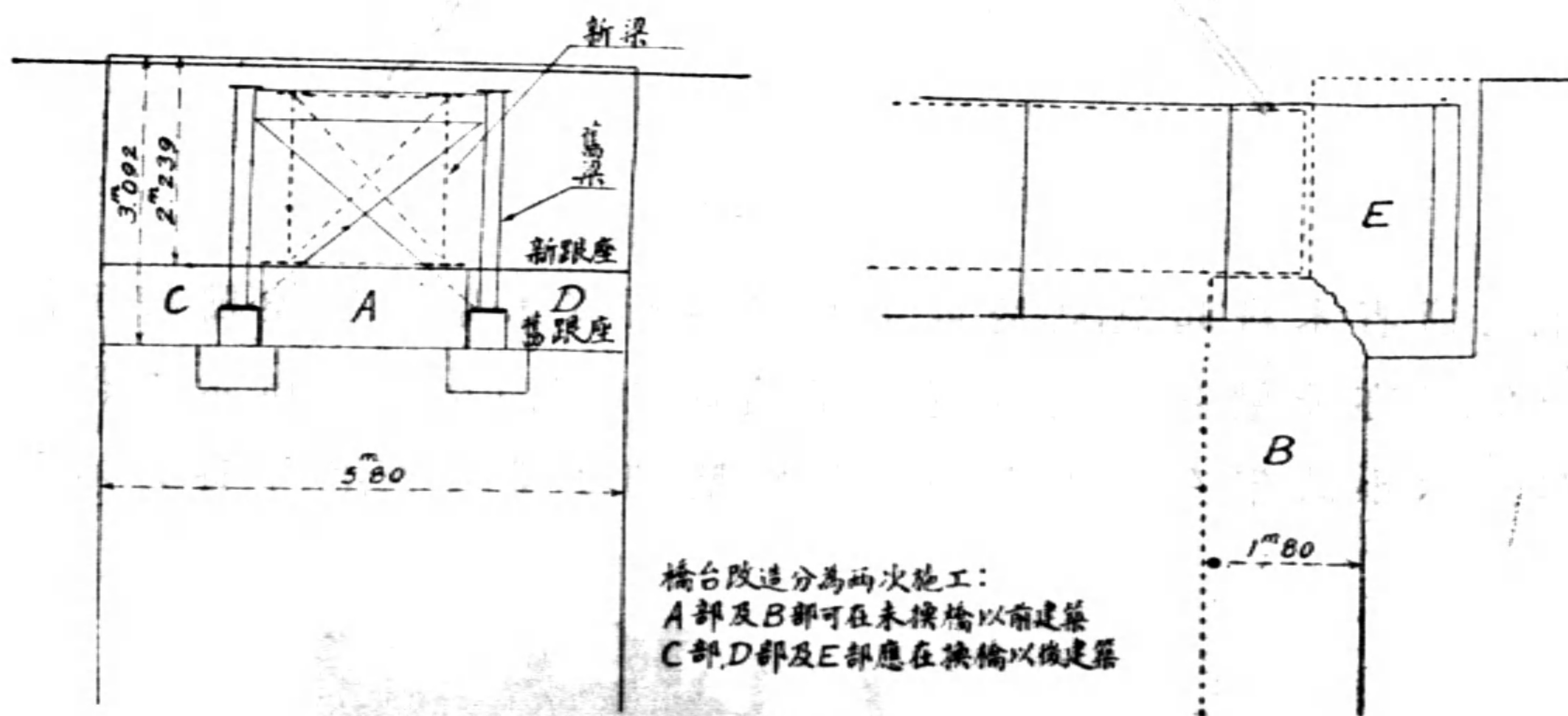


圖 (七)

(二) 新梁裝配 先於舊梁之傍，搭一木架，即在該木架上，從事裝配工作。所有帽釘，均係用壓汽帽釘機鉚成。除搭架外，裝配工作共需費四百三十七元五角二分。(圖八)示公里 1029+547 處橋梁裝配時之情形。

(三) 新舊梁互換工作 該處新舊梁互換工作，本應搭木架三座，一為墊起舊梁，一為裝配新梁，一為擱置舊梁，各有其用。惟該

梁自軌面至河底高達 15 公尺,如搭木架三座,則所需木料為數過

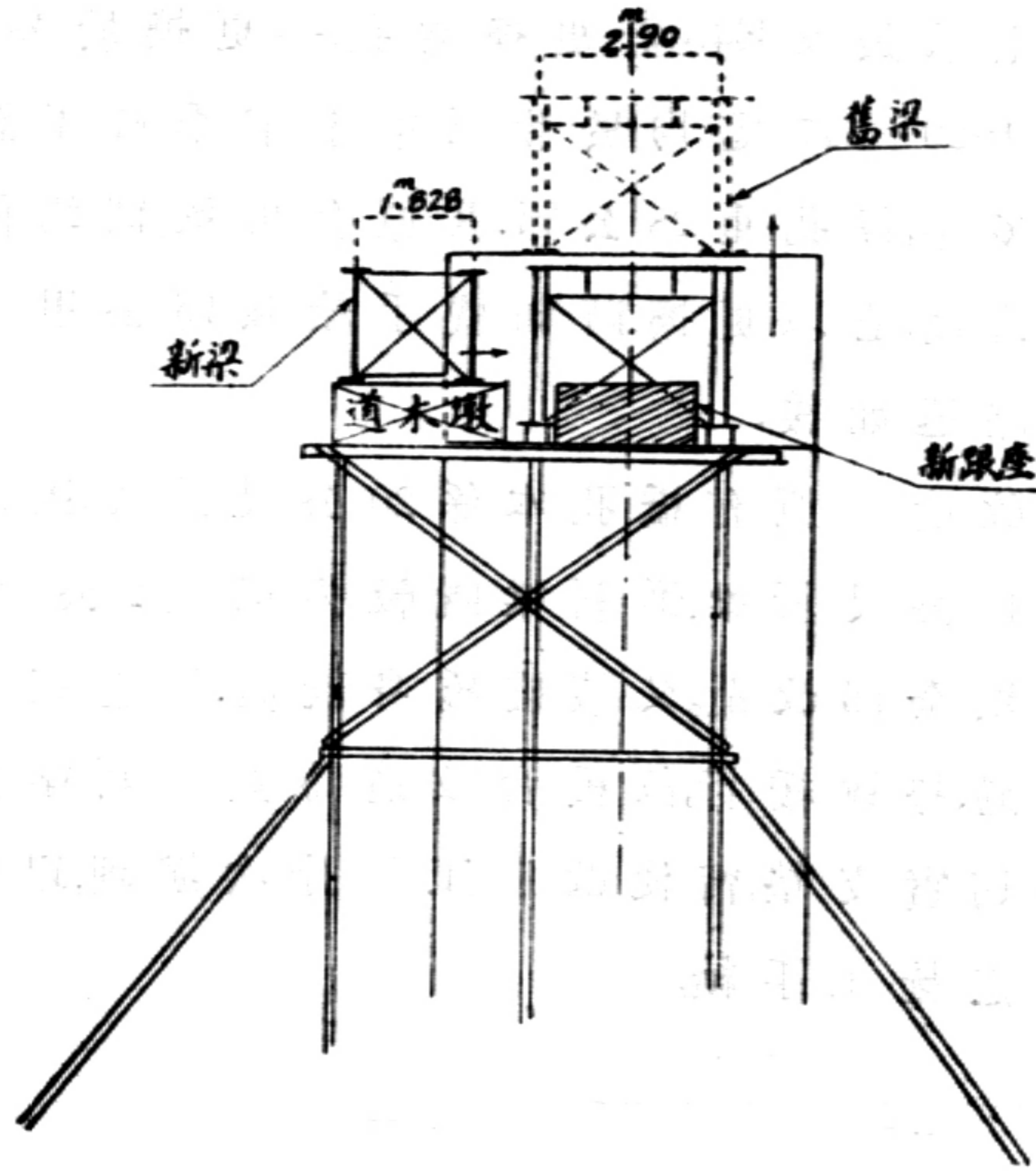


圖 (八)

鉅。為節省木料起見,只於舊梁底部搭較寬木架一座,換橋時手續雖繁,但亦能勉強敷用。其更換手續如圖(九)及(十)所示,工作時間為六小時半。全部工作(一切材料裝卸,新梁裝配,舊梁拆卸,以及



圖 (九)

木架之裝搭及拆卸等項工作),自開工而抵於完成,計需工費一千五百八十一元零五分。圖(十一)係舊梁起高,新梁已推進時之情形,又圖(十二)係完工後之情形。

(丙) 加固 1195 公里處雙軌鐵橋工作進行狀況



圖 (十)

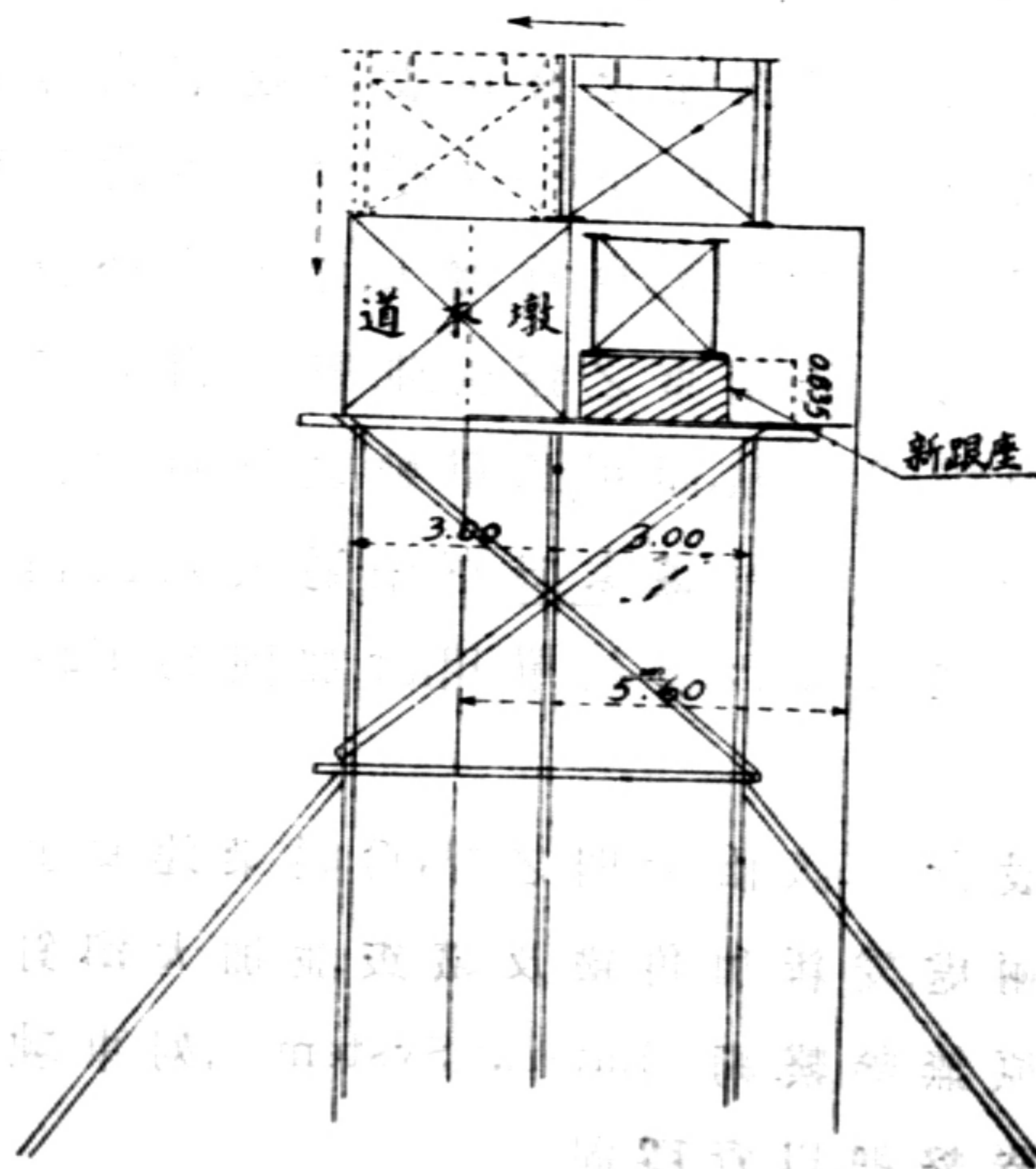


圖 (十一)

一費工法非，與安氣新而工開自，非工好者，此種橋梁，其構造之  
 之與並非，且樂薄，高與受舊沿（一十）圖。依正  
 法辦文財主並神善程漢遊新中  
 公非許並非工辦辦神雙漢里公即日，固

軌面距河底十六公尺  
 又五公尺



圖（十二）

（一）概述 1195 公里處雙軌鐵橋（俗稱二道橋），長 180 公尺，南北兩頭各為 30 公尺連續梁一座，中間一座長 60 公尺，均為王氏四連桁橋（Quadruple System Warren Trusses With Verticals），建於前清光緒二十七八年間，為法比公司設計，建築式樣古老，結構不良，以致各主要部分（Main Members）受力多不均勻，所有各連結部份，尤為薄弱。近來運輸發達，車重增大，此種薄弱橋梁，自難勝任，亟應購換新橋，方能擔任繁重之運輸，惟財力尚有未逮，故暫將薄弱之點，設計加固，仍為雙軌，而用為單軌之行車，加固之後，西邊一股為幹綫東邊一股則為由譚家磯車站通於六河溝化鐵廠（即前揚子機器廠）之枝綫。因雙軌單用，故加固為 E25，以應目前之運輸，當能勝任。

（二）加固設計 該橋最弱之點，為縱梁連結鈹（Splice plate）及橫梁連接鈹兩處，爰新加角鐵及鐵鈹並加大鉚釘以鞏固之。

縱梁上面原無聯繫網（Lateral System），列車駛過，易於擺動，此次加固，附以聯繫網，以資穩固。

橋面原鋪有 6 公厘厚鐵板以便行人，惟列車駛過，響聲甚鉅，

故將其完全拆除。

鋼軌原置於縱梁鋼墊板上，現將墊板拆去，換用厚20公分，寬30公分之橋梁枕木，用角鐵連繫於縱梁（Stringers）上。

（三）工作情形 加固工作業於民國二十四年九月一日興工，全部計須剷除大小帽釘四萬八千餘枚，鑽眼十一萬數千箇，新加各式鐵板五千四百四十八塊，角鐵二千二百零四塊，應打帽釘四萬五千四百八十枚，工作既極繁巨，開工之前未有充分籌備，且此種重大加固工作，尚屬初次，一切工具設備俱不完全，而設計圖樣於工作之時又發現多點不能施工，故開工之後發生種種困難，初時進行不免因之稍緩，隨時改善工作漸速，預計十六個月完工。平漢路橋工段之組織原為修養橋梁而設，人數不多，一切設備均極簡陋，工具多不完備，遇有重大工程工作進行非常困難。例如最為重要之剪板機、衝眼機及鑽孔機等項均極簡陋，全用人力，效率自微。此橋加固費用計員工薪金共約二萬八千元，新添鐵板、角鐵、帽釘等項約需一萬二千元，汽油、煤焦及一切雜料約需四千元，總計約需四萬五千元之譜。如將舊橋換為E-50之雙軌新橋，則撤舊換新，添設便道，則至少應需洋十二三萬元。（參閱圖十三）

#### （丁）小橋臨時加固

廣水李家寨間新橋未到，亟須行駛雙掛機車。為救急計，將該段內所有8,10,12公尺不及E-40級之鋼

橋，全用木架撐頂，以資應用（參閱圖十四至十六）。

#### （實）新橋橋工進行紀畧

##### （甲）新樂大橋



圖（十三）

新橋全長係六孔40公尺之下承鋼桁橋,按照鐵道部最近設計之標準圖樣辦理。橋台橋墩基礎用鐵筋混凝土井筒(Open Caisson)各一個沉井至最低水位下17公尺,各項工程設計詳細說

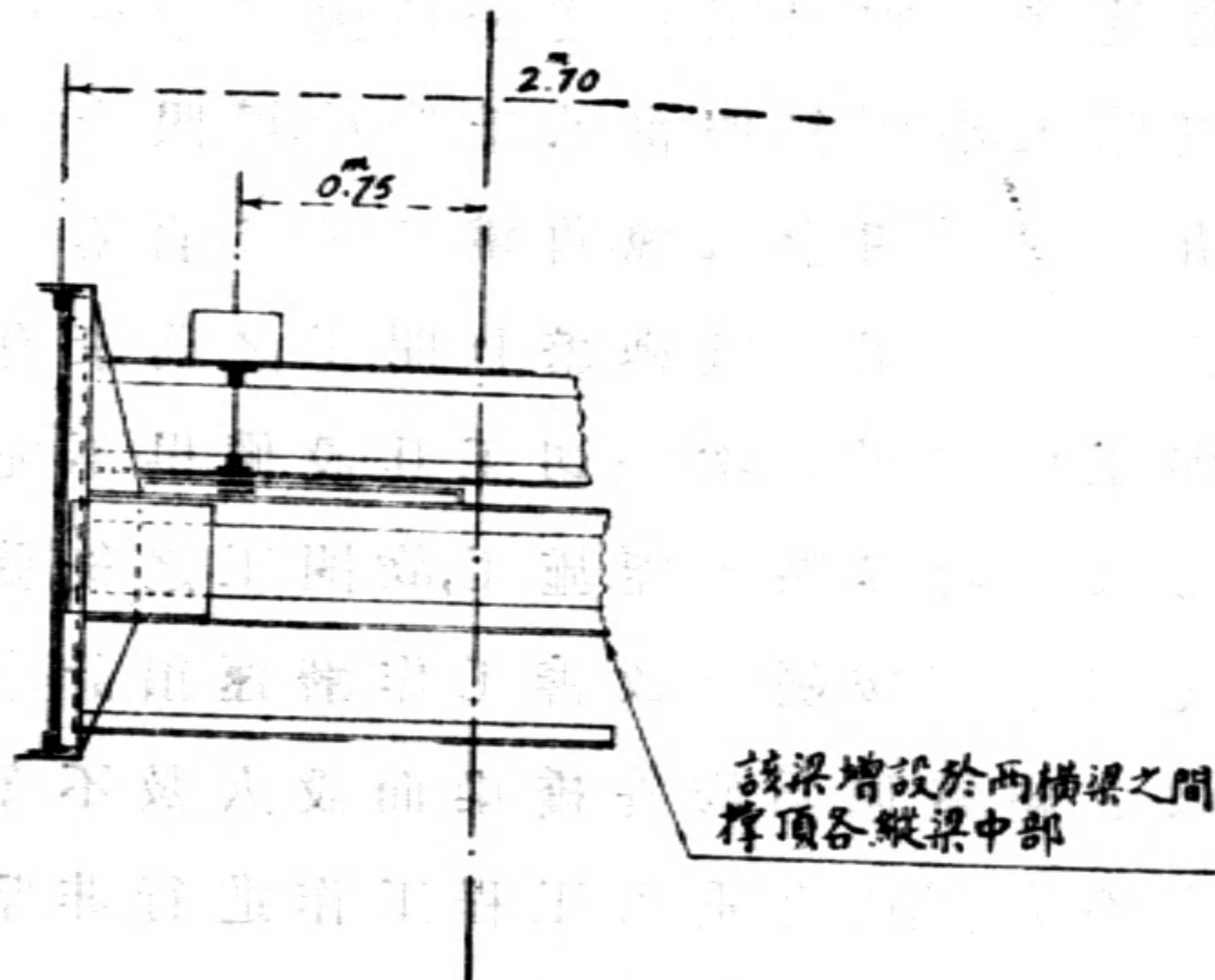


圖 (十四)

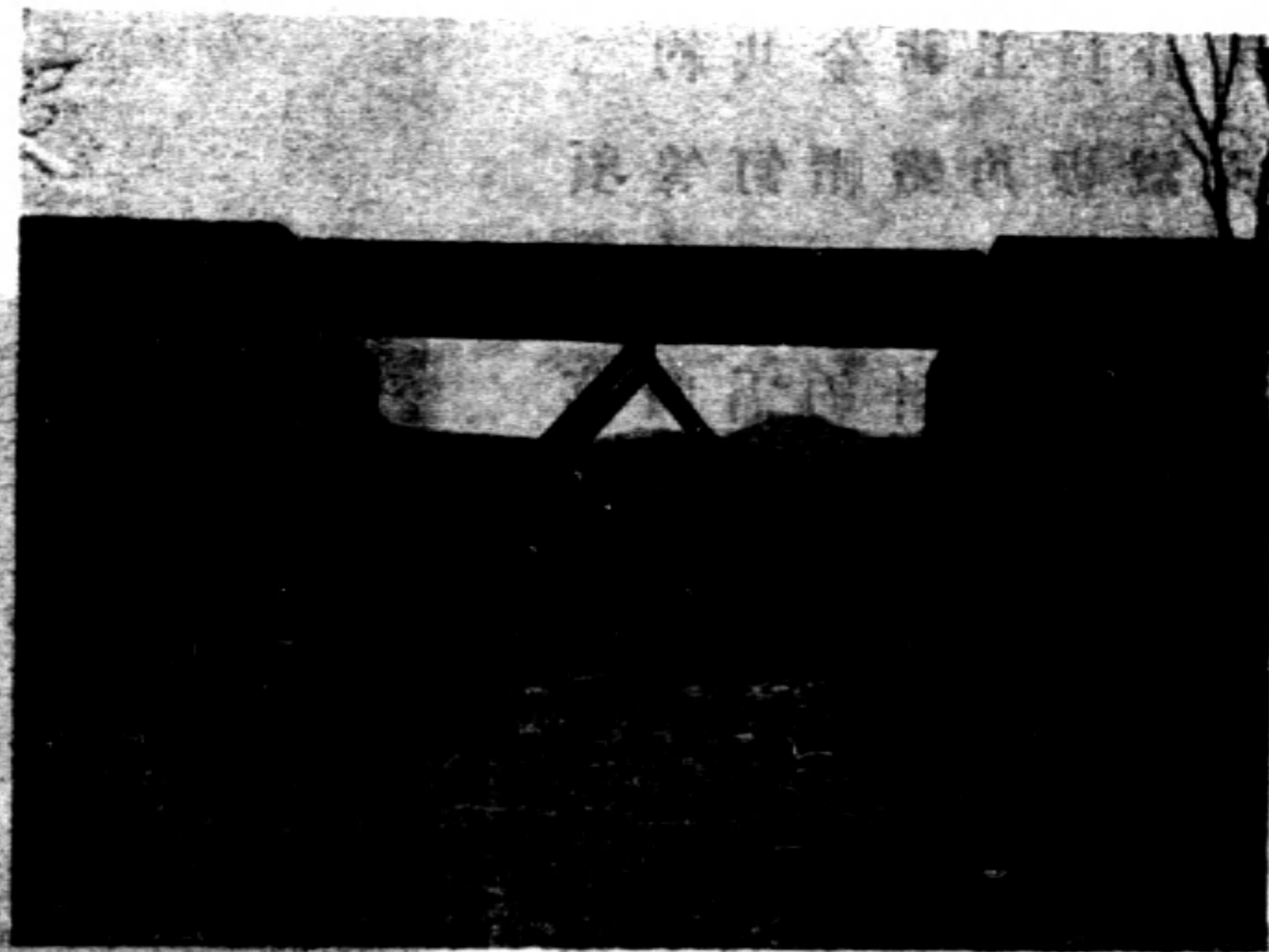


圖 (十五)

明載於工程「橋梁及輪渡專號」(上),「平漢鐵路建築新樂橋概要」內。此項橋基工程,於二十三年三月開工至二十四年十一月竣工,計歷時二十一個月。鋼梁亦已訂購,預計二十六年雨季以前當可裝配齊全。橋基及修理滑坡等項工程,以機械陳舊,障礙時

生，井底時有大批石塊及舊沈鋼軌，在設法取出時，又遇山洪突至，工程進行中經過種種困難，方抵於成，實用工程費總數為國幣 165,483.67 元。此項橋工全用沉井方法至 17 公尺之深度，尚屬罕見。

### (乙) 馮村橋(泝水河)

此項新橋，計分南北兩橋，現定北橋為五孔四十公尺，南橋為四孔四十公尺，橋基設計已詳載工程「橋梁及輪渡專號」(下)，「平漢鐵路馮村新橋基礎計劃」內。此項橋工於

二十四年九月開始，沉井正在進行。原擬兩橋併進，嗣因抽水機不敷應用，只能先就北橋施工。興築以來，亦因機械陳舊，地層內有大圓石，下沉頗難，有時日只 2 公分，現已將北橋之南橋台完成，深度為 8 公尺。北橋之其他各橋墩，均已次第下沉，仍用沉井法 (Open Caisson)，不另打樁。

### (丙) 花園大橋

花園大橋在公里 1102+977 公尺處，原為八孔三十公尺下承鋼桁橋，建築年久，樑身薄弱。按原圖計算，載重猶未及古栢氏 E-20 級，故更換新梁急不容緩。惟八座三十公尺新橋，計需鋼料八百噸，約價十八萬餘元。審奪當地情形，不若在兩橋墩中間添築新墩，將橋梁跨度縮短一半，改為十六座 14.25 公尺托式鋼梁，每架重 20.6 公噸，十六架共重 3296 公噸，約值七萬餘元，添建橋墩八座，約價五萬餘元，合計鋼料與橋墩共需洋十三萬元，兩者相較，約可節省五萬餘元。

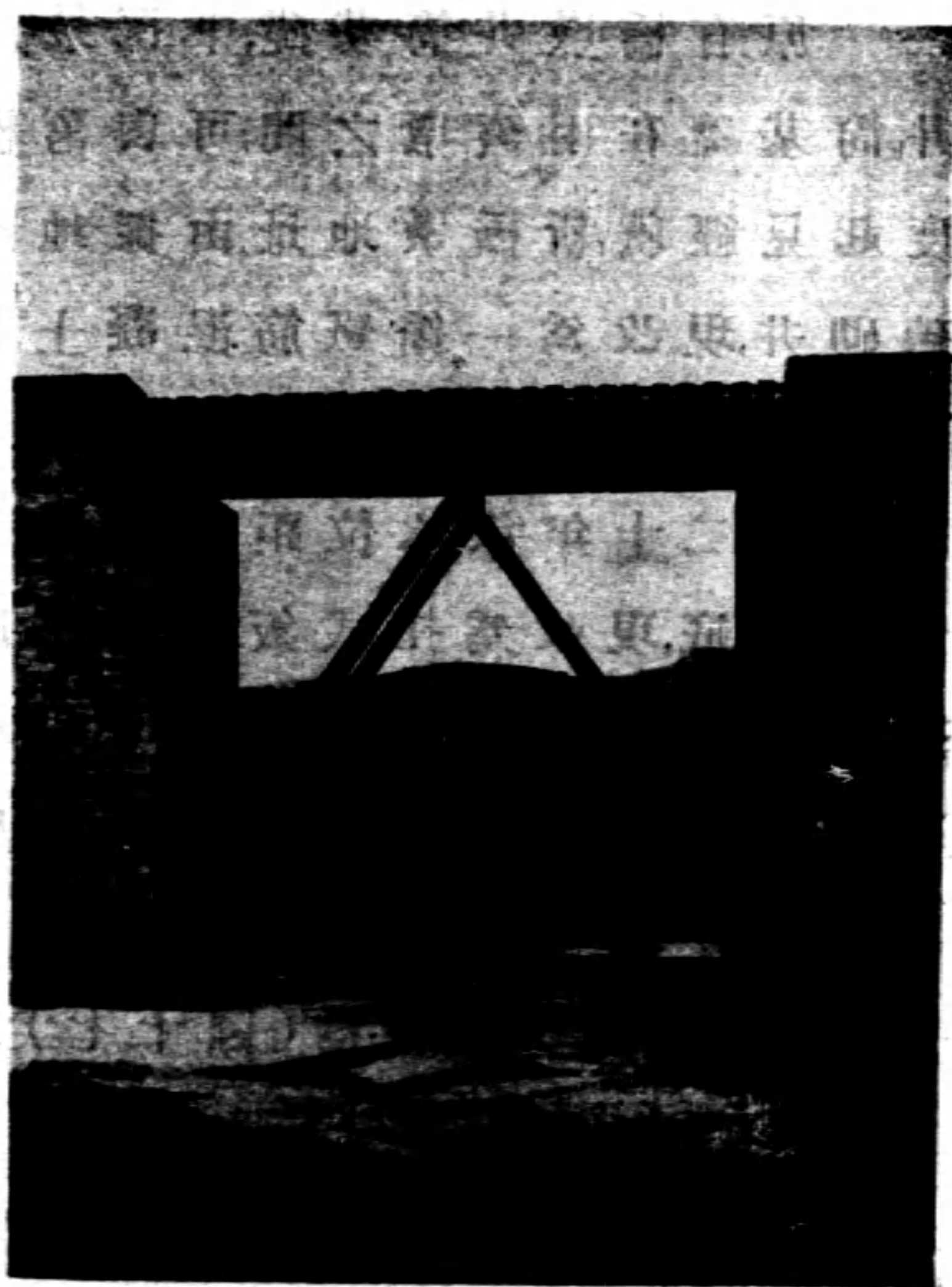


圖 (十六)



原有橋墩井筒基礎，下沉最淺者3.8公尺，最深者4.5公尺。新井筒基礎在兩舊墩之間，可與舊橋墩最深者相等。為審查基礎深度起見，經就新橋墩地址，由探地隊逐一鑽探地質。原有井筒為雙磚砌井，現改為一筒鐵筋混凝土井，兩端係半圓形，中用直線相聯，可減少對水流之阻礙。此項井筒工程，已經興築。

民二十年洪水位距軌頂僅1.6公尺，因舊橋為下承桁梁，水已及橋底，現改為托式鈹梁，其軌頂至橋座高2.15公尺，故將新橋提高0.6公尺。又更換新橋，擬不建便橋，只將各橋逐次提高（每次不得超過20公分），橋上順成坡度，依次更換，以資樽節。

#### (卯) 平漢路黃河鐵橋說略

平漢路黃河鐵橋（圖十七）為四十八孔三十公尺桁梁暨五



圖（十七）

十二孔二十公尺鈹梁合組而成全長三千公尺。當比公司承造時，即認為臨時橋梁。自完竣後，列車行駛均用小號機車拖牽，並限定經過全橋速度，無論何類列車其時間不得少於二十分鐘，即每小時速度不得超過十公里。歷年以來，較大機車（重至105公噸）勉可通行，惟為避免橋身及基樁（Screwpile）（圖十八）過受震動計，其駛過時間仍以二十分鐘為限。遇發水時，河水高漲，流勢猛急，主管工段逐日檢查橋樁四周，原拋以防沖刷之蠻石，如有下沉或流失者，即加以補充，實行日久，尚未發生險狀。民二十二年夏季，黃河暴

漲，爲數十年來所未有，其水流方向又變遷無常，勢傾北岸，而經過橋孔竟成斜角，在鐵樁四週，旋渦淘洗，將河沙沖刷。正當急流之數孔，其鐵樁四圍，幾全露空（查各樁長約20公尺，深入沙中約13公尺），亦拋沈蠻石圍護基樁，以資救濟，橋梁遂免傾塌，照常行車，而河流狀況又變，河床較前爲深，水平低一公尺餘。至建築新橋，實爲一重要問題，其本身設計，如新橋之地址、跨度之長短、橋台之式樣、鋼梁之型式等，均須詳細研究，並經多數中外橋梁專家考查討論，新橋費用已預列七百五十萬元。惟



圖（十八）

黃河之所以爲患，河道之所以屢遷，間接影響及於橋梁之安全者，水利工程家均認爲其河身太闊之故。蓋河身寬則河流緩，河流緩則所挾泥沙易淤積，如將河身改狹，則水流速度增大，河沙可以暢流。而改狹河身應在兩岸修築堅實護堤或滑坡，經屢派測量隊將地形河流詳細測繪，對橋址在上下流各定一線，呈部核定。至新橋長度，如有堅固堤坡及橋基，則縮短至二千公尺已可敷用矣。

#### （四）附 言

上述各端，係就軌道橋梁兩部份而言。此外如車站之改建、加修、添改廠屋，及增加股道，改善號誌，增加聯鎖，他如防水工作，整理材料，以及改善給水等項，亦均照計畫分別先後次第改良。至管理方面，亦擬採用最新科學方法，逐漸改進，以期日臻完善。至遺清支綫接管未久，以前設施，以後改進，均待研討，茲不附列。

# 奧吐循環引擎

## 改用注射給油之研究

錢 迺 楨

一.本問題在國外研究之情形 吾人知化汽器之作用,恆視氣壓情形,而異其工作性能。此種變動因數,即藉最完善之化汽標準設備,亦迥勿能控制如意。又據經驗所昭示,即在同一氣壓情形之下,且係單汽缸之引擎,其相續循環間,每一循環所供給引擎之燃質,遑論供給方式,先後不能雷同,即供給之量,亦往往相差甚巨。此種現象所及於引擎之影響,為必用更饒油比方能達到引擎充極工量,油耗勢必增加。是以國外一般之內燃引擎實驗室,其試驗燃料用之奧吐引擎,大都廢去化汽器,而以用於狄塞爾引擎上之注射給油代之。非特使每一循環內,吸入之燃質,同其量,同其式,且油量之給與,可以準確增減,一如人意。使試驗情形,逼真試驗者之所預期,所得結果,自較準確。

奧吐引擎改用注射給油之研究,美國空軍部於一九二五年即開始其工作。唯自該年份以迄前年底止,該項工作,列入祕密研究項目。直至前年底,始將研究經過發表,并製定試用條例:凡自一九三五年七月一日後所置備之單引擎飛機,均須用以注射給油之引擎。考其研究經歷,初亦以化汽器之浮標裝置,限制該類飛機反覆傾側諸動作之操演能力。負責解決是項困難之人員,苦心焦慮,十易寒暑,方發見用注射給油,可以為解決之途徑。爰訂定條例,普遍實用。并公開其結果,以為民用航空之借鏡。說者謂此後飛機因化汽器冰結而失事之慘局,當可減去不少。

美國國立航空顧問委員會嘗以不斷之努力,企求每一馬力引擎重量之減低。在其種種企圖中,二循環奧吐引擎亦為研究對象之一。按二循環引擎之工量,不能為四循環引擎工量之二倍,此為事實所限制。唯如何減少此事實上之限制,以達到二循環引擎在理論上所應具之較高工量,實為吾人可以努力之企圖。該會在此種引擎上之研究,在構造上以汽孔司進汽,汽門司排汽。唯利用注射給油於汽缸之機會,使汽油蒸發,降低汽缸氣之溫度與壓力,吸入更多空氣,以增加引擎工量。雖其所得結果,迄今猶僅為每立方英吋活塞衝積,得 0.585 馬力,前途正多希望,要亦藉給油方法之改善也。

至就現在所通用之汽車引擎,改用注射給油後,其實用價值如何,美國各大學研究所頗多作此項試驗者。觀察各方研究結果,增加引擎馬力,減低汽油消耗,擴展伸縮性能,為一致之結論。而又有希望者,為劣等油類之改用。且注射設備之工作情形,無須具備若工作狄塞爾引擎上之嚴格準確性。注射時間,注射率,遠勿如用於狄塞爾引擎上之需要正確。此點又增加採用此法之便易。說者謂運貨汽車,長途汽車等引擎之改用注射給油,為最近期間之趨勢。現在所感困難者為同等能量之注射設備,其價格高於化汽器,此則復有待於更進一層之研究。唯此法將來普遍採用,注射設備必大量生產,價格低降,要亦意中事耳。

**二.注射給油之優點** 注射給油之優點何在,可就已往研究之結果,一加考察。茲根據試驗記錄,探求其因此獲得之純益數值,及所依據之理論。

吾人知內燃引擎之工量,實限制於吸入之空氣量,有一定限額,非給油之多寡,在事實上有所不能踰越之範圍也。無論汽化給油或注射給油,在任何引擎上,欲增加給油量超過其所規定額百分之五十以上者,事實上絕無困難。唯增加該一引擎之吸入空氣量,即用最完善之過供器,亦鮮有超過規定額百分之二十以上者,

此點足爲上說之證明。奧吐循環引擎改用注射給油後，其馬力增加平均爲百分之七至百分之十一，要視注射地位而定。關於此類增加之理論，則有數端：一，廢去化汽器，減少空氣進入引擎通路之阻力，壓差少，所以吸入量多。二，汽油碎分程度高，混和勻透，空氣可利用之機會增。三，將油直接注射於汽缸者，因汽油無須在進汽管中經過，增加空氣在此管流入之容積。又苟注射時間適當，可以利用汽油之蒸發，減低汽缸氣之溫度與壓力。此二者皆足使空氣之吸入量增多。

減低消耗燃料，爲一般所獲得之事實。唯究能減少若干，則視試驗情形而定，迄今猶無公佈數值。要之，奧吐引擎之以注射給油者，用較瘠油比即能使引擎爲充極負荷之轉動。此種現象，可以多汽缸引擎因燃質分配於各汽缸之勻等與否，而異其所需要之油比作解釋。凡分配不勻等者，必用較饒油比，方能達到引擎在分配勻等時之充極工量。依同一理由，奧吐引擎之以注射給油者，在每一循環期間，均注入等量之油。非若汽化給油，在相續循環間，恆息息差異其吸入油量，自必以多補少，饒其油比，方能使引擎爲充極負荷之轉動。此就循環間油量分配勻等言，解釋注射給油減低燃料消耗之理由。復次，因引擎馬力增，故機械效率優，油耗減低，自屬當然。

茲復從引擎可以轉動之油比言，注射給油能使引擎用更瘠之油比，亦能維持其轉動。換言之，饒瘠兩油比間之相距，可以擴展其範圍。按饒瘠油比之兩極限，決定於空氣燃料混合物之爆發性。過饒或過瘠之油比，均不能使混合物爆炸。倘在火花塞附近，供給僅足以爆發之較瘠油比，而在汽缸其他部份，則給以較此更瘠之油比。如此引擎可以繼續轉動，唯以整個汽缸之油比言，則更屬乏瘠。此法恆稱謂描準注油。(Stratification)注射給油所以能降低引擎足以轉動之最瘠油比者藉此。

描準注油用於引擎上之實際價值，最顯著者爲當引擎風門

開啓極少時，可以增加其循環效率。吾人知當此種情形時，因廢汽淡化燃質之影響加強，必用較饒油比，方能使燃質易於爆發，引擎勻穩轉動。今藉注射給油之『描準作用』，適可反其道而用較瘠油比。油比瘠則愈與『空氣標準循環』相似，循環效率遂增。且風門開啓少，引擎所生之馬力亦少，理應少給汽油，故配分汽油與空氣比量之性能，亦較正確。

注射給油試用於二循環奧吐引擎上，除上所論列諸優點外，尤能便利此類引擎之部份負荷及空車轉動。蓋二循環奧吐引擎之風門節制，向稱謂難於如意控制者。今用注射給油之『描準注油』，在此種作用上，行易而性確。又注射給油可即就原用汽油之奧吐引擎改用柴油。所應變易者，因柴油之抗爆襲值 (Anti Knocking Value) 低，須將汽油引擎壓縮比減低。唯若在同一壓縮比引擎上，汽油與柴油均不發生『點撞爆襲』者 (Detonation)，則注射柴油所得之引擎工能，與注射汽油者無處不可頡頏，且預熱汽缸之期間亦不加長。唯用『描準注油』，柴油則常有污損火花塞，阻礙其發火之能力耳。

三. 注射設備之裝置 自奧吐引擎試用注射給油後，其藉以注射之設備，即係利用原用於狄塞爾引擎者。給油幫浦為漢煦式而係以歪盤司動。噴嘴則係以彈簧司閉油壓司開之閉式。唯用於直接注射至汽缸之噴嘴，則為特製而具有碎分極細衝進較淺之性能者。至噴嘴之尺寸若干，油壓之力量幾何，各方以尙在試驗期間，迄今猶無公認記錄發表。美國空軍部亦以事關軍事，曾未以注射設備之詳細機構，公開說明。唯一致發見之事實，則以為用於奧吐引擎上之注射設備，其機構可以簡單而較易處理。即或因注射時間未能準確，或注射油量微有差異，要於引擎工能發生極少影響。或者以汽油本身缺少潤滑性，安得不以摩擦損及注射器壽命？欲釋此慮，則美空軍部之汽油注射器，據其公開發表，已連續使用一千小時以上，未加修理，而工作正常，曾未損及引擎工能毫末也。

注射地位，曾分別作汽管注射與汽缸注射二種試驗，均在引擎吸汽行程施行之。而注射至進汽管者，又試驗順流與逆流注射，異同何似。逆流注射至進汽管者，則以油流與氣流相反，助其碎分作用，結果較佳。噴嘴在進汽管中安置之地位，應與空氣在管中流動之波動狀態合其拍奏。吾人知進汽管中之氣流現象，因引擎呼吸間作，一張一弛，有類波動。上文所謂噴嘴安置應與氣流波動合其拍奏者，係言安置地位應恰在氣流速率昂升之一點。此類工作，極其麻煩困難，因進汽管中之氣流波動，至不一律，引擎每一速率及負荷，均各有其特殊之波動狀態，周率異擺距差也。唯據試驗結果，在現在普通幅射式之飛機引擎上，噴嘴安置位置，倘距進汽門不少於7英吋者，結果常優。

直接注射至汽缸之噴嘴，常安置在燃燒室頂部，與火花塞并列。此類噴嘴應具碎分高衝進淺之性能，前已言之。蓋噴嘴與火花塞并列，若油霧衝進過深，能使正個汽缸之油比播散，分為饒瘠兩層。鄰近火花塞者油比瘠，遠離火花塞者油比饒。因此失去「描準注射」作用，提高引擎可以旋轉之最瘠油比，損及引擎油耗，故此類噴嘴之衝進性必低者以此。

注射時間應視注射地位定之。在進汽管中注射者，最理想之時間，為當空氣開始自進汽管流入進汽門時，即應開始注油。藉空氣衝動，助長油流。且汽油經歷進汽管之時間長，蒸發機會優。所有一次自噴嘴衝出之油量，迨進汽門關時，已全部汽化，納入汽缸，無有點滴遺留進汽管者。增加油耗經濟，當以此法為最。至直接注射至汽缸者，注射時間曾在每一分鐘作一千轉之引擎上變動其值，起自後上止點30度直至120度。最優結果，應在45度與90度間注油，早於45度及後於90度者，結果皆差。

注射經久一以油比饒瘠，異其久暫。在前每一分鐘作一千轉之引擎上，調節引擎轉動之瘠饒兩絕端油比時，注射經久之變動，約當曲拐轉程19度至25度。汽油注射之設備，大要如是。茲復從試

驗所示，一較汽缸注射與汽管注射之優劣。兩者均能增進汽化給油引擎之工能，前已詳論。唯在比較上言，汽缸注射更優於增進馬力，汽管注射更優於減低油耗。但考汽缸注射，油耗所以不能有同樣減低者，係以火花塞與噴嘴并列，雖用衝進淺之噴嘴，亦無由充分利用「描準注油」作用。說者謂倘在汽缸中撼動適當氣渦，使全汽缸之油比平均播散，油耗必可減低。次當論者，為注射柴油之試驗。據事實昭示：在汽管中注油，絕不可能，唯有自汽缸中進之。故全部論斷，奧吐引擎之改用注射給油，似以自汽缸進油較有希望。若施用於多汽缸引擎上時，究以何種裝置為合宜？據一般意見，可用一個給油幫浦，藉分播器而注油至各個汽缸。是則設備簡單，且無分播油量不勻之弊也。

**四、注射給油今後研究之動向** 狄塞爾引擎在理論上言，應較同一尺寸汽缸及同一旋轉速率之奧吐引擎，大其馬力，蓋吸入較多空氣量也。唯事實則否。說者謂主要原因，在注射設備未能完善，不能於匆促注射期間，達其應為之碎分勻播等作用。尤有賴於更進一層之研究，此為另一問題，當別論之。今所論列者，汽油注射之奧吐引擎，今後研究動向何若。

前節所述，均為汽油注射，在吸氣行程施行之試驗。引擎壓縮比，不能以給油方法改易，有所增加，要仍限制於燃料本身之抗爆襲值。此點經為事實證明。吾人知遲退着火時間，可以增高汽油引擎因壓縮過甚而發生「點撞爆襲」之壓縮比。注射給油之動力，發源於給油幫浦，非藉引擎吸氣以注油，故汽油注射不必定在吸氣行程行之。注射時間，可起自進汽門關閉，遲至壓縮行程之任何一點，要以引擎能繼續轉動為極限。依遲退着火理由，引擎壓縮比，可藉遲退注射時間以提高。據此種試驗初步報告，限度壓縮比(Critical Compression Ratio)3.5:1之柴油，倘注射時間遲至壓縮行程之後下止點115度時，可用於壓縮比5:1之汽油引擎上。唯此種注射法，因注射時期遲，汽化及勻播之時間，似均嫌不足。故因壓縮比增而所



得到之馬力，數量並不大。要有待於更深之試驗。

復次，凡揮發難抗爆襲值高之液體燃料若酒精等，以注射法用於汽油引擎上時，不以揮發不易難其起動，且因抗爆襲值高，可以增加引擎壓縮比而擴其工量。此外注射法可使引擎應用雙料燃料以爆發。在試驗中者若汽油與水之合用，酒精與水之合用等。結果不損引擎馬力，且以燃燒溫度降低，免爆襲，勻轉動。至實際試驗記錄，汽油和水至其重量百分之六者，引擎馬力增加最大。唯繼長和水，可以直至汽油重量之百分之三十五，引擎馬力方以和水過多而降低。

爲使汽油注射，便於應用在多汽缸之汽油引擎計，曾試驗連續注射法，是否可以採用。此則注射經久，一與引擎轉動，同其起止。關於幫浦速率之調節，噴嘴孔隙之變動，在在需據實地試驗，方能配置妥當。照正在開始之試驗言，變動噴嘴孔隙之裝置，係仿化汽器射管校準針之方法，而以真空式控制着火器司其運動。結果如何，以方在試驗，未能預卜，要亦可見其趨勢之一斑耳。

據上以觀，汽油注射今後之努力，可以歸納三途：一，汽油引擎因改用注射給油，在本身上可以達到之改進；二，汽油引擎其他燃料來源之試用；三，汽油注射機構上之簡易化實用化。要之，此種研究，係自現有之奧吐引擎，改以注射給油。非將引擎所依工作之循環自奧吐改爲狄塞爾者也。

**五.本問題在吾國現今之地位** 奧吐引擎改善至現今地步，實爲近一二十年間之事實。自引擎完善之程度上言，至少在最近將來間，要可謂已臻飽和之點。以吾國工業落後之國家，各種技術，均須學自外國。在時間及精力之經濟上言，誠唯有努力摹仿，努力抄襲而已。所謂前人種樹，後人乘涼，未始非計之得者。但若汽油注射者之新興學術，在他人猶在演進期中，吾必俟人研有結果，坐享其成，自永廟於學術附庸之國，實非所以立國大地之道。所以自學術國格言，吾人應行研究此問題者。

復次，汽油注射所涉及之對象，奧吐引擎注射設備而已。此二者完善之程度，在目前可謂已臻頂點。今不過將二者如何連合使用，可以得到最優結果。彷彿材料已備，祇勞配合。非若術繁理奧，吾人力有未逮者。所以在技術容易上言，吾人可以研究此問題者。

國勢阽危，至如此地步。唯有儘速使吾國現代化，方可以與惡運掙扎，免墮沈淪。近年來之建設公路，發展航空，實有深意存焉。但汽油消耗，完全仰諸國外。不必考究進口統計數字，即已知其事不得了。且若來源斷絕，全國交通命脈，勢必一致陷入停頓。時賢或事鑽探油礦，或事人工造油，或事代油替品，要有由也。汽油注射，可從機械方面，為解決此一問題之助。所以從吾國需要上言，吾人又急需研究此問題者也。

作者草此文，不敢謂學有心得，或自詡有相當研究。不過就流覽所及，層次敘述，聊當一得之獻。末復貢其愚見，曰應，曰可，曰需，要亦以不敢妄自菲薄，冀勉副時賢所謂各就本位救國之意耳。邦人君子，幸垂鑒焉。

# 濟南溥益甜菜製糖工廠之蒸氣消耗

## 及其加熱與蒸發設備面積之計算

陸 寶 愈

濟南溥益糖廠爲國內僅有之甜菜製糖工廠，創於民國十年。當時歐戰以後，糖價暴漲，是爲創設該廠之動機。但自民十一以後，糖價步落，且魯省兵禍連年，金融紊亂，故於民國十六年停業。二十四年春，經前北平市長袁良努力經營，得以復興，是冬開工，出車白糖二萬担，運銷於青，濟，豫，陝一帶，頗受社會上之歡迎。該廠附設酒精工廠一所，利用甜菜糖廢蜜爲原料，每日可出96%以上之酒精3600公升。甜菜糖之製造費，以煤爲大宗，而煤之消耗，與蒸氣之消耗關係至巨。自世界糖業破產以來，各製糖廠努力於蒸氣之節約，以減低製造之成本，蒸發加熱設備，均有長足之進展。溥益因用十餘年前之機械，改革頗感困難，僅就其原有蒸發加熱設備稍爲改良。茲篇所述，卽爲其改良後之蒸氣消耗狀況也。

新式製糖工廠之加熱設備，應以利用各種蒸發罐之汁氣爲原則，蓋如是蒸氣方能兼有蒸發及加熱之功效也。該廠原有設備，除第一，第二碳酸汁，稀汁及粗汁加熱器用第一蒸發罐汁氣外，其餘均用蒸氣或原動力機之廢氣。經改革後，將滲出釜加熱器亦改用第一蒸發罐汁氣真空罐，兼用高壓蒸發罐汁氣及蒸氣，故蒸發能力得以增加，而蒸氣消耗亦較舊法節省15%（對甜菜百分數）。故以每年五萬噸甜菜而論，可省蒸氣7500噸，若每噸煤能發生7噸蒸氣，每年可省煤千噸，值國幣一萬元。蒸氣之消耗，影響於製造費，亦云大矣！

欲計算蒸氣之消耗,先須明瞭各種半製品對甜菜之數量。甜菜糖廠之半製品,爲(1)粗汁,(2)炭酸汁,(3)稀汁,(4)濃汁,(5)一號糖塊,(6)二號糖塊,(7)三號糖塊。甜菜糖廠之廢物,對蒸氣消耗有關者,爲(a)廢渣,(b)廢水。每百公斤甜菜所得之各種半製品之公斤數如下:

- (1)粗汁 115公斤; (2)(3)炭酸汁及稀汁, 140公斤; (4)濃汁 26.8公斤;  
 (5)一號糖塊 17.8公斤(熬自濃汁); 5.5公斤(熬自一號洗蜜);  
 45公斤(熬自溶解糖液); (6)二號糖塊 11.6公斤(熬自一號洗蜜);  
 3.6公斤(熬自二號洗蜜); (7)三號糖塊 7.09公斤。

廢物對每百公斤甜菜之產量爲(a)廢渣 100公斤 (b)廢水 120公斤

此外原料及廢物之溫度,滲出水之溫度,半製品之溫度及濃度,均爲計算蒸氣消耗之重要數字,茲特列表如下:

- (1)甜菜絲溫度  $5^{\circ}\text{C}$  (2)滲出水溫度  $30^{\circ}\text{C}$  (3)廢渣及廢水溫度  $35^{\circ}\text{C}$   
 (4)粗汁溫度  $25^{\circ}\text{C}$  預淨溫度  $40^{\circ}\text{C}$ , 粗汁加熱氣出口  $80^{\circ}\text{C}$  (5)第一炭酸汁加熱器進口  $75^{\circ}\text{C}$  出口  $90^{\circ}\text{C}$  (6)第二炭酸櫃 進  $80^{\circ}\text{C}$  出  $85^{\circ}\text{C}$   
 (7)第二炭酸汁加熱器進口  $80^{\circ}\text{C}$  出口  $90^{\circ}\text{C}$  (8)稀汁加熱器進口  $80^{\circ}\text{C}$  出口  $95^{\circ}\text{C}$  (9)濃汁通亞硫酸櫃進  $55^{\circ}\text{C}$  出  $75^{\circ}\text{C}$

#### 蒸氣及汁氣之分配

- 滲出釜加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 第一粗汁加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 第二粗汁加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 稀汁加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 第一炭酸汁加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 第二炭酸汁加熱器用第一蒸發罐汁氣  
 預淨槽用蒸氣  
 第二炭酸櫃用蒸氣  
 濃汁通亞硫酸櫃用蒸氣  
 高壓蒸發罐用蒸氣  
 第一蒸發罐用原動力機及華盛頓唧筒之廢汽  
 真空罐三分之二用高壓蒸發罐汁氣

真空罐三分之一用蒸氣  
上述各種數字既定以後,第二步工作,即為計算蒸氣之消耗。

(1) 滲出釜用第一蒸發罐汁氣

甜菜絲 滲出水

$$(1) \text{ 進來熱量 } 100 \times 0.9 \times 5 + 215 \times 30 = 6900 \text{ 克洛里}$$

廢渣 廢水 粗汁

$$(2) \text{ 出去熱量 } (100 + 120) \times 35 + 115 \times 0.9 \times 25 = 10287.5 \text{ 克洛里}$$

$$(2) - (1) = 3387.5 \text{ 克洛里 即為需要之熱量}$$

$$\text{故第一蒸發罐汁氣之消耗為 } \frac{3387.5}{540} = 6.27 \text{ 公斤 (540 為第一蒸發罐汁氣之熱量)}$$

(2) 預淨槽用蒸氣

$$115 \times (40 - 25) \times 0.9 = 1552.5 \text{ 克洛里}; \frac{1552.5}{500} = 3.10 \text{ 公斤 (500 為蒸氣可用之熱量)}$$

(3) 粗汁加熱器用第一蒸發罐汁氣

$$115 \times (80 - 40) \times 0.9 = 4140 \text{ 克洛里}; \frac{4140}{540} = 7.66 \text{ 公斤}$$

(4) 第一炭酸汁加熱器用第一蒸發罐汁氣

$$140 \times 0.9 \times (90 - 75) = 1890 \text{ 克洛里}; \frac{1890}{540} = 3.3 \text{ 公斤}$$

(5) 第二炭酸櫃用蒸氣

$$140 \times 0.9 \times (85 - 80) = 630 \text{ 克洛里}; \frac{630}{500} = 1.26 \text{ 公斤}$$

(6) 第二炭酸汁加熱器用第一蒸發罐汁氣

$$140 \times 0.9 \times (90 - 80) = 1260 \text{ 克洛里}; \frac{1260}{540} = 2.31 \text{ 公斤}$$

(7) 稀汁加熱器用第一蒸發罐汁氣

$$140 \times 0.9 \times (95 - 80) = 1890 \text{ 克洛里}; \frac{1890}{540} = 3.3 \text{ 公斤}$$

(8) 濃汁通亞硫酸櫃用蒸氣

$$26.8 \times 0.6 \times (75 - 55) = 321.6 \text{ 克洛里}; \frac{321.6}{500} = 0.64 \text{ 公斤}$$

(9) 一號糖真空罐用蒸氣

$$\frac{9}{0.9} = 10.00 \text{ 公斤 (此為濃汁熬成一號糖塊所需蒸氣)}$$

$$\frac{1.62}{0.9} = 1.80 \text{ 公斤 (此為一號洗蜜熬成一號糖塊所需蒸氣)}$$

$$\frac{2.10}{0.9} = 2.33 \text{ 公斤 (此為溶解糖液熬成一號糖塊所需蒸氣)}$$

(10) 二號糖真空罐用蒸氣

$$\frac{2.3}{0.9} = 2.6 \text{ 公斤 (此為一號蜜熬成二號糖塊所須蒸氣)}$$

$$\frac{1.04}{0.9} = 1.1 \text{ 公斤 (此為二號洗蜜熬成二號糖塊所需蒸氣)}$$

(11) 三號糖真空罐用蒸氣

$$\frac{1.27}{0.9} = 1.4 \text{ 公斤 (此為二號糖蜜熬成三號糖塊所需蒸氣)}$$

合計熬糖用所需蒸氣 = 19.23 公斤

三分之二供自高壓蒸發罐汁氣即 12.82 公斤

三分之一供自鍋爐出來之蒸氣即 6.41 公斤

蒸發罐所用蒸氣可用下表計算之。浦益之蒸發設備，為一個高壓蒸發罐及一系列之四重效用蒸發罐。

高壓蒸發罐	第一蒸發罐	第二蒸發罐	第三蒸發罐	第四蒸發罐
12.82 公斤	滲出釜	6.27 公斤		
	粗汁加熱器	7.66 公斤		
	第一炭酸加熱器	3.30 公斤		
	第二炭酸加熱器	2.31 公斤		
	稀汁加熱器	3.30 公斤		
		22.84 公斤		

假定各罐之平均蒸發水分為 x

則第四罐蒸發 x 公斤水分 x

第三罐蒸發 x 公斤水分 x

第二罐蒸發 x 公斤水分 x

第一罐蒸發 x 公斤水分 x + 22.84

高壓蒸發罐蒸發 x + 22.84 + 12.82 - 30 (30 為百公斤甜菜所得之原動機廢汽)

$$5x + 45.68 + 12.82 - 30 = 113.2 \text{ (113.2 為應蒸發之水分)}$$

$$x = 16.936 \text{ 公斤}$$

故高壓蒸發罐所需之鍋爐蒸氣為  $16.936 + 22.84 + 12.82 - 30 = 22.596$  公斤

第一蒸發罐所需之鍋爐蒸氣為(其不足蒸氣可用高壓

蒸發罐汁氣補充)

30.000 公斤

預淨槽,第二炭酸櫃,濃汁通亞硫酸槽及真空罐用蒸氣	= 11.410 公斤
動力用蒸氣	= 2.000 公斤
器具及瀉管之複射損失熱	= 8.000 公斤
將稀汁熱至高壓蒸發罐之沸點	= 2.000 公斤
自廢氣排去管及空氣唧筒排出之蒸氣	= 3.000 公斤

共計 79.006 公斤

倘照溥益原有設備,不加以改良,則滲出釜加熱器,不能用第一蒸發罐之汁氣,高壓蒸發罐亦不能使用,其蒸氣消耗改算如下:

第一蒸發罐之汁氣數量,由 22.54 公斤減至 16.57 公斤,因滲出釜加熱器不用此汁氣。

各蒸發罐之平均蒸發水分應照下表改算

第四蒸發罐蒸發	x 公斤水分
第三蒸發罐蒸發	x 公斤水分
第二蒸發罐蒸發	x 公斤水分
第一蒸發罐蒸發	x + 16.57 - 30 公斤水分

$$4x + 16.57 - 30 = 113.20$$

$$x = 31.657 \text{ 公斤水分}$$

故直接蒸氣之補充於第一蒸罐者為  $31.657 + 16.57 - 30 = 18.227$  公斤

直接蒸氣之應用於滲出釜加熱氣者為  $\frac{3387.5}{500} = 6.775$  公斤

直接蒸氣之應用於真空罐者為  $12.82 + 6.41 = 19.230$  公斤

直接蒸氣之應用於預淨槽,第二炭酸櫃及濃汁通亞硫酸櫃為  $3.10 + 1.26 + 0.64 = 5.000$  公斤

其他蒸氣之消耗 (詳上) 15.000 公斤

計 64.232 公斤

原動機廢汽用于第一蒸發罐者為 30.000 公斤

共 94.232 公斤

由是可知,用改良設備,可以節省百分之十五之蒸氣。

熱面之計算:

熱面計算之公式  $\frac{\text{每分鐘之總傳熱量}}{\text{傳率熱} \times (\text{蒸氣溫度} - \text{液體溫度})}$

高壓蒸發罐之傳熱量 =  $22.596 \times 530 = 11975.88$

蒸氣溫度 = 122°C; 糖汁溫度 = 112°C; 傳熱率 = 50;

故高壓蒸發罐之熱面積 =  $\frac{11975.88}{50 \times (122 - 112)} = 23.9517$  平方公尺

但以上為每分鐘百公斤之甜菜製造量，溥益之製造能力每分鐘為三百五十公斤，故須將此數乘以 3.5;  $23.9517 \times 3.5 = 83.8.0$  平方公尺(溥益之現有熱面為 138.8 平方公尺)

第一蒸發罐之熱面照同例計算如下

$\frac{36.776 \times 540}{40 \times (112 - 102)} = 53.6976$  平方公尺

$53.6976 \times 3.5 = 187.9416$  平方公尺(現有熱面為 324.08 平方公尺)

第二蒸發罐之熱面為

$\frac{16.936 \times 545}{30 \times (102 - 92)} = 30.767$  平方公尺

$30.767 \times 3.5 = 107.684$  平方公尺(現有熱面為 138.8 平方公尺)

第三蒸發罐之熱面為

$\frac{16.936 \times 550}{20 \times (92 - 80)} = 38.81$  平方公尺

$38.81 \times 3.5 = 135.835$  平方公尺(現有熱面為 138.8 平方公尺)

第四蒸發罐之熱面為

$\frac{16.936 \times 565}{12(80 - 55)} = 31.896$  平方公尺

$31.896 \times 3.5 = 111.636$  平方公尺(現有熱面 138.8 平方公尺)

故該廠蒸發罐之熱面，除第三蒸發罐外，均有多餘。

加熱器熱面之計算

滲出釜加熱器之總傳熱量為 3387.5 克洛里; 糖汁之平均溫度假定為 65°C; 傳熱率為 5 第一蒸發罐之汁氣溫度為 102°C。其熱面之算法如下:

$\frac{3387.5}{5 \times (102 - 65)} = 18.305$  平方公尺

$18.305 \times 3.5 = 64.0675$  平方公尺

若九個滲出釜工作時，每一個加熱器之熱面應為  $\frac{64.0675}{9} = 7.118$  平方公尺(現有熱面 11 平方公尺)

第一炭酸汁加熱器

$\frac{1890}{5 \times (102 - 80)} = 17.17$  平方公尺

$17.17 \times 3.5 = 60.095$  平方公尺(現有熱面 55.5 平方公尺)

粗汁加熱器



$$\frac{4140}{5 \times (102 - 60)} = 19.71 \text{ 平方公尺}$$

$$19.71 \times 3.5 = 68.985 \text{ 平方公尺 (現有熱面爲 111.1 平方公尺)}$$

第二炭酸汁加熱氣

$$\frac{1260}{5 \times (102 - 85)} = 14.82 \text{ 平方公尺}$$

$$14.82 \times 3.5 = 51.87 \text{ 平方公尺 (現有熱面 55.5 平方公尺)}$$

稀汁加熱器

$$\frac{1890}{10 \times (102 - 90)} = 15.75 \text{ 平方公尺}$$

$$15.75 \times 3.5 = 55.125 \text{ 平方公尺 (現有熱面爲 55.5 平方公尺)}$$

由是可知，溥益之第一炭酸汁加熱器及稀汁加熱器之熱面稍嫌不足。

真空罐之熱面：

$$\text{一號糖真空罐} \quad \frac{14.13 \times 565}{10 \times (112 - 55)} = 14.006 \text{ 平方公尺}$$

$$14.006 \times 3.5 = 49.021 \text{ 平方公尺}$$

實際上真空罐操作非連續的故其損失時間甚多，應多加 75%

$$49.021 + 49.021 \times 0.75 = 85.786 \text{ 平方公尺}$$

$$\text{二號糖真空罐} \quad \frac{3.7 \times 565}{5 \times (112 - 55)} = 7.335 \text{ 平方公尺}$$

$$7.335 \times 3.5 = 25.672 \text{ 平方公尺}$$

$$25.672 + 25.672 \times 0.75 = 44.926 \text{ 平方公尺}$$

一號真空罐與二號真空罐之總熱面爲 130.712 平方公尺 (現有總熱面爲 150 平方公尺)。

$$\text{三號糖真空罐} \quad \frac{1.4 \times 560}{5 \times (112 - 65)} = 3.336 \text{ 平方公尺}$$

$$3.336 \times 3.5 = 11.676 \text{ 平方公尺}$$

$$11.676 + 11.676 \times 0.75 = 20.333 \text{ 平方公尺 (現有熱面 75 平方公尺)}$$

故溥益之真空罐熱面，頗多有餘。

熱力均衡 (Heat Balance) 之計算，爲一般化學工廠所必須舉行，不特糖廠爲然，即國內之普遍化學工廠，如造紙及洋灰等廠，亦均有熱力均衡計算之必要。當此民窮財盡，外貨壓迫之秋，減低成本，實爲目前辦工廠者之要圖。茲篇所述，對於糖廠製造成本之如何減低，當亦不無小補也。

# 清華大學二十五萬伏高壓實驗室

顧毓琇 婁爾康

國立清華大學電機工程系

[摘要] 本文報告國立清華大學高壓實驗室之設備及實驗情形。該室現有之設備，可得 35 呎安 250000 伏之 50 週波交流高壓，150000 伏之直流高壓，220000 伏之人造雷電，及 50000 週波 60000 伏之高頻高壓。已做之實驗，有電暈，飛閃放電，表面放電，球隙放電，衝擊放電等，詳見攝影各圖。

## (一) 緒言

近年高壓傳輸之發展，有一日千里之勢。最高輸電線電壓有至 380 呎者。考其緣因，實以高壓實驗之進步，而使絕緣材料應用之經濟所致。以前各項高壓設備之設計，及裝置，全憑經驗，既不能合乎經濟原則，而安全方面亦未必完全可靠。此數十年來，各國對實驗室之設立日有增加，高壓實驗之技術日有改進，且有國際高壓會議之組織（去年在巴黎開第八次會議）。還顧我國，土地之廣，水力蘊量之大，陶瓷，油漆出產之富，將來高壓傳輸及絕緣製造工業之發展必有極大希望。以是高壓工程學說之討探，高壓人才之培植，及高壓實驗室之創設，實為目前一急務矣。

國立清華大學高壓實驗室創設於二十四年春，設備僅一益中公司出品之五美伏高壓試驗變壓器。同時在德國蕩益吉公司定購現有之設備，八月運達，二十五年三月始裝置完竣，開始實驗。

## (二) 高壓實驗通論

高壓實驗室以各種需要之不同,其設備亦因之而有異。但以實驗之性質而言,約可分為四類:

第一類為低週率 (50 或 60 週波) 高壓試驗,用以試驗各種絕緣體,變壓器,油開關等平時之高壓工作情況。此為四類中之最重要者。

第二類為高壓直流試驗,其主要功用在試驗電纜。蓋高壓電纜裝置完畢以後,必須加以試驗,然後可以接電應用。所試電壓約為所用電壓之一倍,所加時間至少半小時。但電纜之充電電流 (Charging Current) 比較頗大,若用五十週波交流高壓以試驗之,其所用變壓器必須有較大之容量,以供此項電流。非特經濟上不合算,即在田野間輾轉搬運亦感不便。若用直流試驗,變壓器之容量可以減小甚多,使之與整流管裝成一套,則非特經濟,且亦輕便。

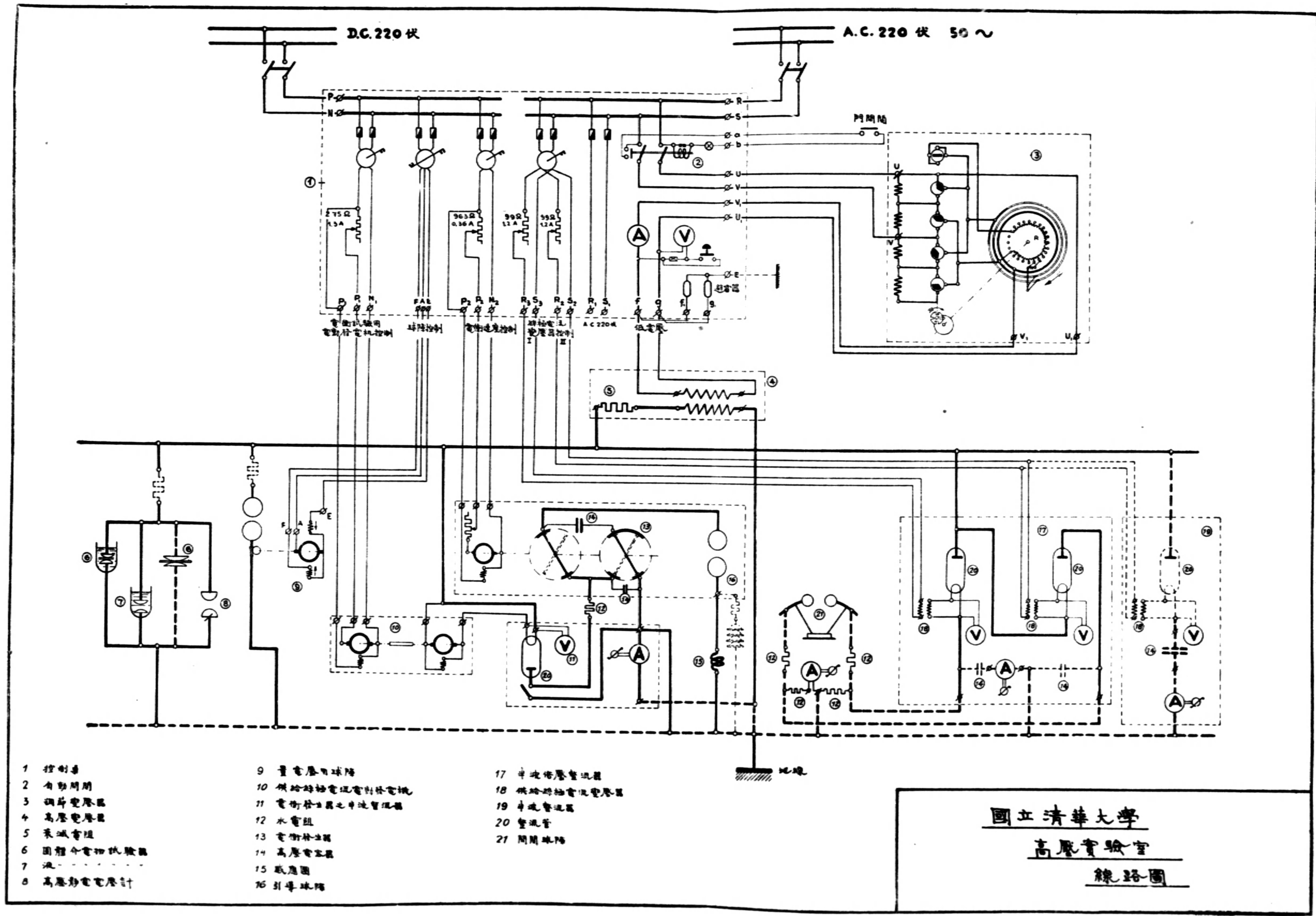
第三類為衝擊試驗 (Impulse test)。近年研究雷電及其他電衝 (Electrical Surge) 之結果,知高壓傳輸電系 (High-tension Transmission System) 上之絕緣體,油開關,變壓器,電纜等等,除須能耐 50 週波之通常高壓以外,更須不為突然而來之電衝所破壞,故必須預加衝擊試驗。

第四類為高週率高壓試驗。各種絕緣體在高週波時,其介電耗 (Dielectric Loss) 自當較大,因之其絕緣度亦必較在 50 週波時為低,故絕緣體若用於高週率高電壓之線路中, (如無線電放射線路) 必須另加高週試驗。

各種試驗均有其特殊之設備,詳見下文。

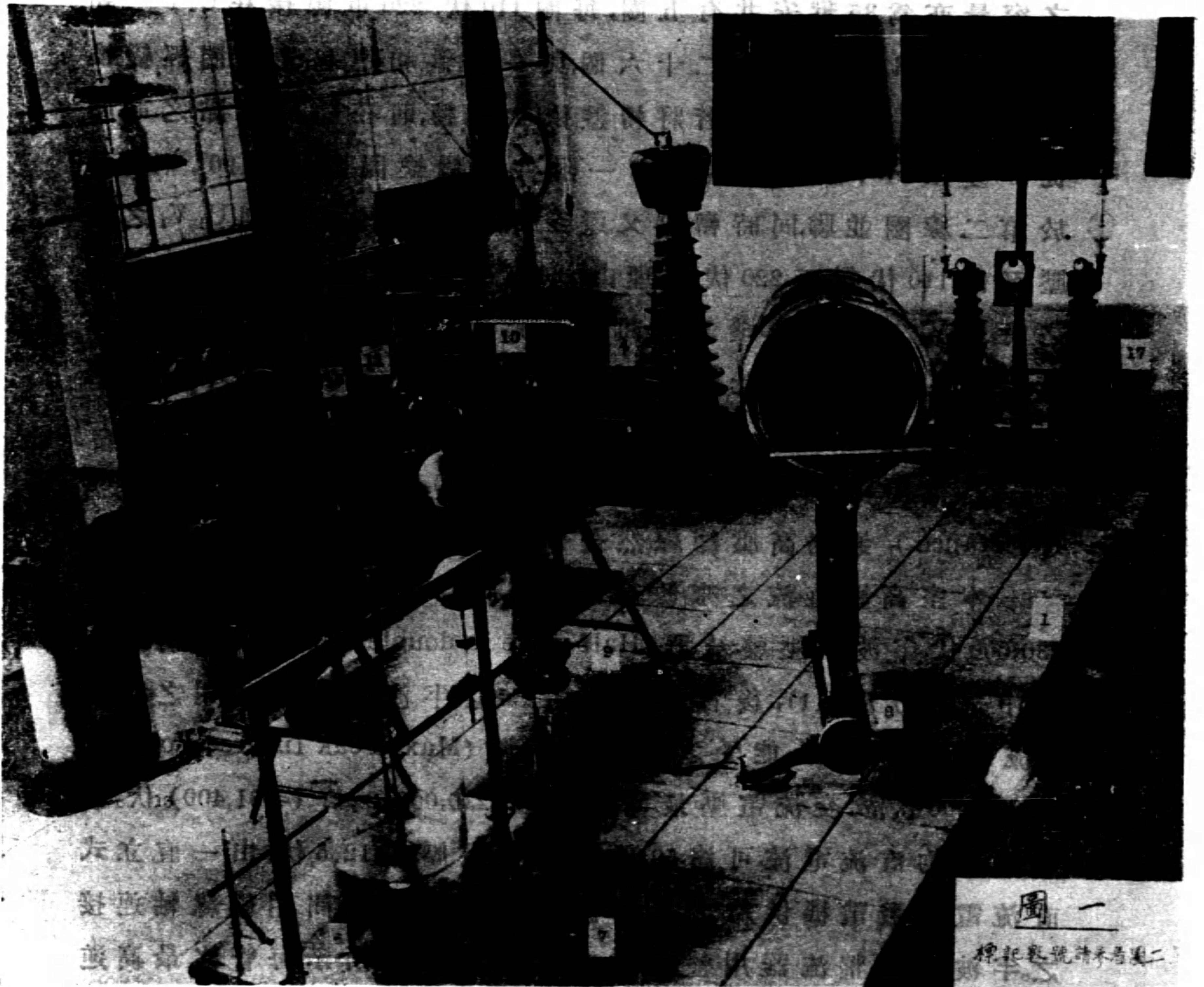
## (三) 實驗室之設備

清華高壓實驗室之全部設備如圖 (一) 所示。圖 (二) 為所有儀器之接線圖。在實驗時自不必完全連接,每一試驗僅取所須儀



- |            |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| 1 控制箱      | 9 量電壓用球隙       | 17 半波倍壓整流器   |
| 2 自動開關     | 10 供給球隙電流電阻電機  | 18 供給球隙電流電壓器 |
| 3 調節電壓器    | 11 電橋發生器之半波整流器 | 19 半波整流器     |
| 4 高壓電壓器    | 12 水電阻         | 20 整流管       |
| 5 萊城電阻     | 13 電橋輸出器       | 21 開關球隙      |
| 6 固體介電物試驗器 | 14 高壓電容器       |              |
| 7 流        | 15 感應圈         |              |
| 8 高壓靜電電壓計  | 16 引導球隙        |              |

國立清華大學  
高壓實驗室  
線路圖



器置室內,其他則另置別室,以使實驗室,內室之空地增多。因在高壓實驗室中,線頭儀器牆壁鐵架等,彼此必須有充分之間隔,同時更須給實驗者對於每一儀器有明晰之觀察也。今將本室各項設備之特性,及應用略述如下:

圖(二)之(4)為440/250,000伏之高壓變壓器,容量35瓩安,單相,高壓方面一端接地,一端由一灌油瓷套管引出,套管頂上為一鋁球,中空,與套管通,內亦灌油惟不達顛,使變壓器油受熱而澎脹時不致溢出。此球同時亦作分佈電場之用。低壓方面由一220/0—440伏之變換接頭式自變壓器調節其輸入電壓。此調節變壓器

之容量亦為35呎安,共有五圈,每圈110伏,220電源接在U V二點,中有一圈R有接線頭二十六個,與一轉盤相連,起先此圈經變換開關與第一線圈並聯,若將轉盤依次旋轉,則在 $U_1 V_1$ 二點之電壓從0變至110,至此轉盤之另一附件將變換開關轉過 $90^\circ$ ,則R又於第二線圈並聯,同時轉盤又還至原處,若繼續旋轉,則 $U_1 V_1$ 之電壓又由110伏變至220伏,同理由220伏而330伏而440伏。每次變換之時 $U_1 V_1$ 二點之電壓並不間斷,亦無增減。轉盤旋動一格高壓方面電壓約增2500伏,此種電壓調節法固甚簡單經濟,惟不能得聯續之電壓變換耳。

高電壓由變壓器出來,經一4500歐(5)之衰減電阻(Damping Resistance)通至高壓總線,然後分別接至其他各種高壓器件。

本室高壓直流之來源有二,一為115000伏半波整流器,一為230,000伏半波倍壓整流器(Half wave in double connection)。前者為圖中之(19)及(11),後者為圖中之(17)。半波整流器所用之高壓整流管(Kenotron)能受之最高逆電壓(Max. Peak Inverse Voltage)為230,000伏,故交流電壓最高可加至 $230,000/2\sqrt{2}$ (=81,400)伏。該管之平均直流電流可達50呎安。絲極電壓為12.5伏,由一直立式直流電動發電機供給之。發電機與電動機之中間用絕緣軸連接之。半波倍壓整流器用整流管二,連接法如圖所示。每管之最高逆電壓為150,000伏,最大平均直流出量為50呎安,故最大之交流電壓僅可加至 $150,000/2\sqrt{2}$ (=53,000)伏。絲極電壓為13伏,由二個與地絕緣之變壓器分別供給之。二種整流器中必須加接電容器與試驗物並聯,以維持直流電壓之波形。所用電容器(14)之容量為0.016呎法,可在110,000伏下工作。

電壓用25公分直徑之球隙(9),或250,000伏之靜電電壓計(8),度量之。球隙之長短則用一串激式直流電動機遙控之。使接地之一球上下升降,且同時帶動一指針使在一圓盤上指示隙長,球升降之速度甚慢,且電動機之控制開關內接有動力制動線路

(Dynamic Braking Circuit), 能使開關關閉後球之滑動降至半公厘以下。

靜電電壓計爲 Starke-Schroeder 式, 爲邁益吉之最新出品, 用二大金屬片作電極, 於片之中心開一長方小口, 中有一不對稱形式之小瓣, 懸於金屬絲上, 翼之背面附一小鏡, 另有電燈標尺等物一如普通之電計。當二極間電壓增加, 瓣受二極間電場之作用, 繞絲而轉, 所轉之角度, 可由燈光之反射在標尺上讀出之。大小與電壓成正比例, 而與二極之距離成反比例, 故可變換電極之距離而更改所量電壓之範圍。且標尺在一個範圍以內校正後, 其他範圍亦可應用, 只須乘以適當之數目即可。此電計交直流電壓皆可測量, 但對於不對稱電壓(如一端接地)與對稱電壓(如中心接地)則有二種不同之校準。

在控制桌上之低壓電計亦有一高壓尺度, 但所示數值因負載情形之不同頗有出入, 僅供參考而已。

(13) 爲雷電發生器, 包括電容器(14)二, 電動接聯開關一, 及15公分球隙一。當充電時使接聯開關將兩電容器並聯, 至相當電壓, 電動機一開, 接聯開關則轉至別一地位, 將兩電容器串聯, 於是球隙之二端電壓增加一倍, 此電壓即突破球隙, 經二電阻而放電。其簡圖如圖(三)。當放電之時因 $R$ 之電阻極高, 在整流管之線路內並無甚大影響。在 $R_e$ 之二端當然有一電壓降落, 此即用以作試

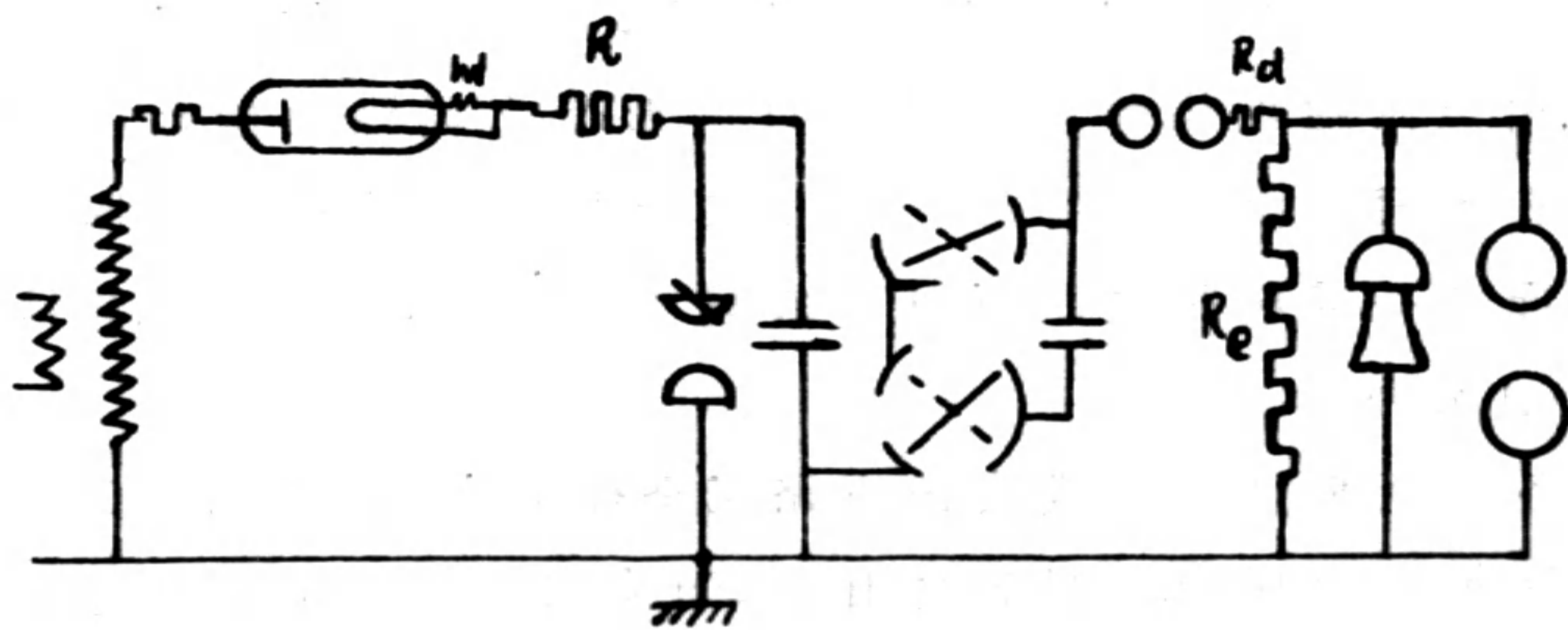


圖 (三)

驗之衝激電壓 (Surge Voltage)。如此開關繼續充電,放電,每秒鐘約可得電衝一次。電壓最高當可至 220,000 伏,波形之變換可以調節電阻  $R_d$  及  $R_e$  而得,電壓之正負可由變換整流管之方向而得。如去  $R_d$  不用,且將  $R_e$  代以一 1 份亨感應圈,即得約 50,000 週波之衰減振蕩,其電壓高 60,000 伏,可作高週率試驗之用。

若不用上述雷電發生器,另用電容器二,電阻四,開關球隙 (Switching Sphere Gap) 一,即可得二十二萬伏之馬克司周路雷電發生器 (Marx-Circuit Lightning Generator)。其簡圖如下 (圖四):

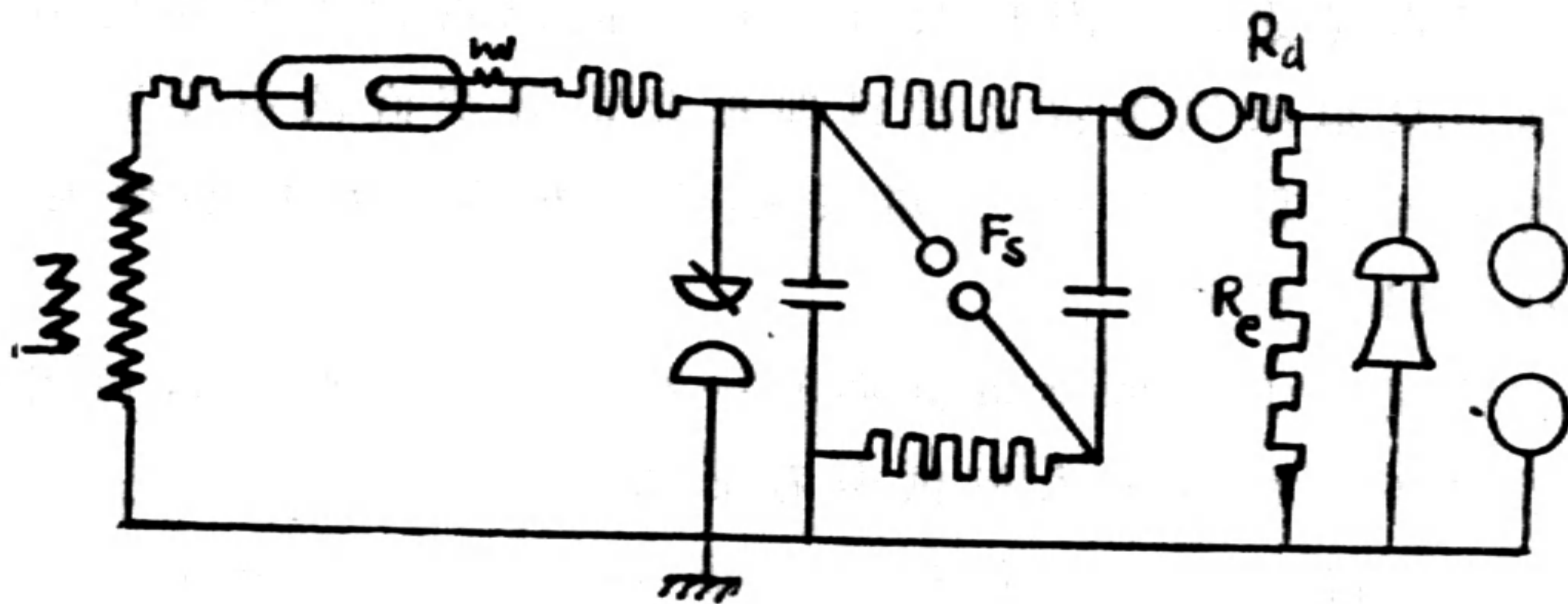


圖 (四)

圖中  $F_s$  即為開關球隙。

如用圖 (二)(17)所示之半波倍壓整流器接法,則在開關球隙之二端得對稱之直流電壓,亦可用以作行走電波 (Travelling Wave) 之實驗。

圖 (二)之 (6) 為固體絕緣物試驗器,有玻璃大缸一具,及若干電極,用以試驗絕緣體在種種不同情形下之絕緣性能,如浸於油中,及在不同之溫度中等等。(7) 為流質試驗器有瓷杯及德國式標準電極各一,電極間之距離可由零變至 10 公厘,上有標尺,其精確度為 0.1 公厘。

各項低壓之直流或交流電路完全接至控制桌(1)上。此桌包含各種調節電阻,保險,開關等。更有一 200 安自動開關 (2),當高壓方面因放電而短路時,即自動將電源切斷。在此自動開關之無壓擇



放(No voltage release)線圈中,有一串聯開關,裝在欄杆之門上,若此門不關或有人開啓,即能自動將開關跳開,以免危險。桌內更有避雷器二,接於交流線上,使高壓方面因放電而在低壓方面引起電激,則即由此二避雷器導入地中,以免危及其他相聯之低壓組織。

#### (四) 裝置

一.機件及儀器之排列。本室各項儀器,機件,連高壓變壓器在內,皆為移動式,本無所謂排列。但因實驗室房屋較低,故在室之東北角上掘一一公尺深之方井(圖五),置高壓變壓器於其中,使瓷套管頂端電壓最高處與四周任何物體有一公尺以上之距離。(250000伏至少有83公分之距離,為安全計取一公尺)。其餘雷電發生器,高壓電壓表等亦置放一定地位,勿使移動以其較為笨重也。此外各項儀器視每種實驗之需要及接線之便利而可任意變動其位置。

二.高壓線。二條一公分直徑銅管之高壓總線,每條長七公尺,橫掛室之上方,用一公尺長之膠管絕緣柱懸於室頂。二總線相距亦為一公尺,彼此可以相聯,亦可分開,皆可經衰減電阻(5)而接至高壓變壓器瓷套管之頂端。其餘分線則隨時用 $7 \times 7 \times 0.15$ 公厘銅線接至總線,或儀器。接聯時除必要相當之距離外,尖銳之轉角,突出之線頭等等,務須免除。高壓線或任何儀器與墻或任何接地之物體在不同之電壓下,須有下列之間隔:

電壓	100	150	200	250	千伏
距離	300	470	650	830	公厘

三.低壓線 所用低壓線全為地下線,由控制桌至高壓變壓器者為一1000伏100安之電纜,其餘則為平常之皮線。

四.地線 地線之設計與裝置極關重要,因高壓實驗室之工作情況安全問題等等,大都視地線之良好與否而定。本室地線有二條,一條專供工作電路之用,(如高壓變壓器一端之接地,球隙,靜電電壓計一端之接地等等)是為工作地。線橫臥於室之北墻下

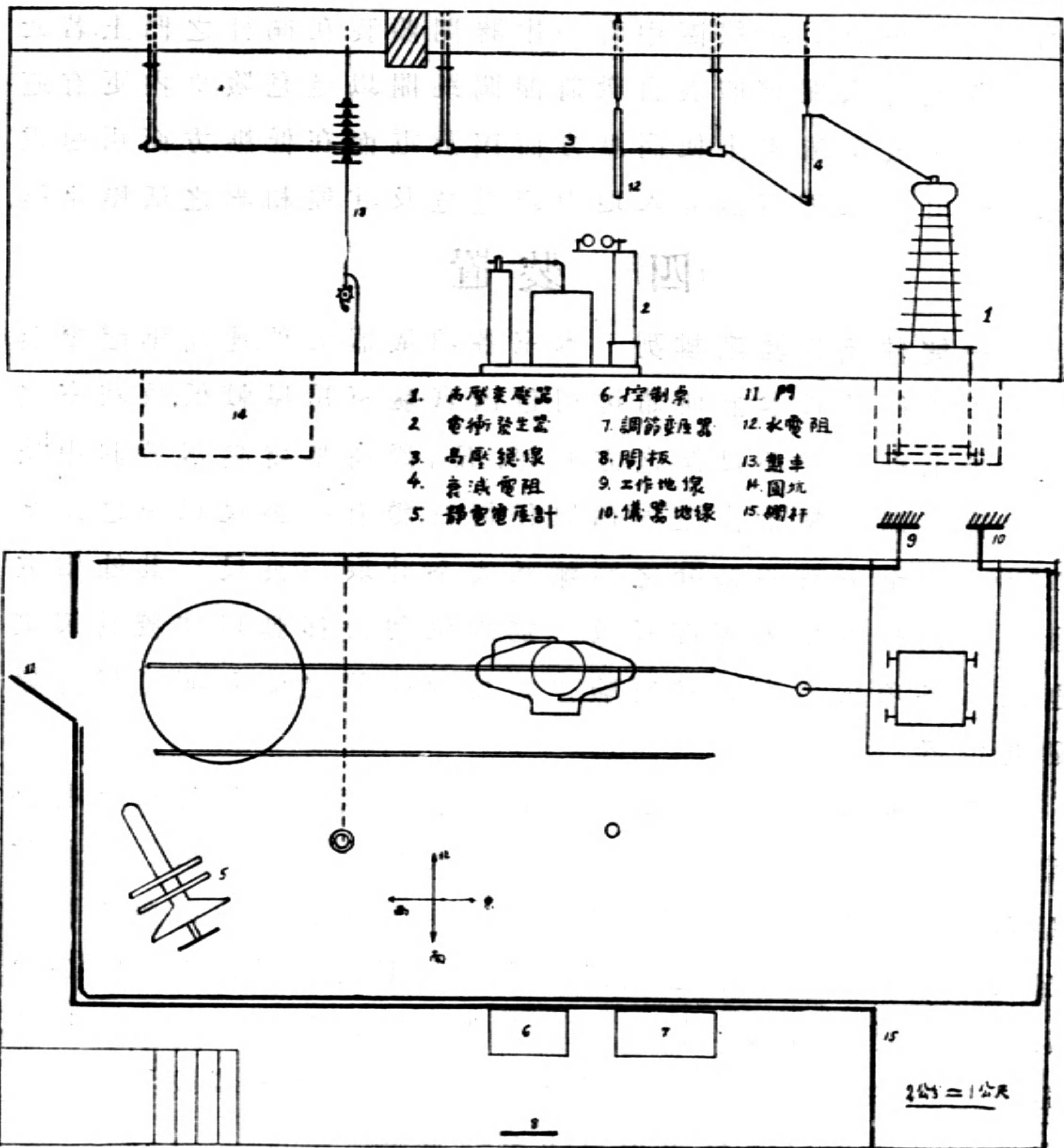


圖 (五)

方,離地面僅 5 公分(圖五)。另一條則為儀器地線,專供儀器保險之用,如變壓器之外壳,球隙之鐵架,鋼窗,暖汽管等等,金屬物體,全接至此地線。因凡在室內或附近之金屬物體,如無完善之接地,皆可由靜電感應作用而升高其電壓,人偶觸之即有危險。當實驗完畢之時,或中止而欲變換接法,人手欲觸曾加高壓之物件時,亦必須先將一接地棒將此物體接觸一次,使上面之剩餘電荷入地。當用電容器時,此舉尤屬必要。儀器地線與工作地線所以分開之故,

則以否則若地線接地棒萬一因年久侵蝕而中斷,或受外界之影響而接地電阻忽而增高,則室內接地之處全受有高電壓,其危險將不可思議。

地線接地處皆在緊靠實驗室之空地上,二者之間亦有相當間隔,每線之接地法如下所述:

因欲減少接地電阻故,用四條三公尺長一吋徑之白鐵管打入地內,每管相距亦三公尺,成一Y式之排列。每管之四周更掘一半公尺徑,半公尺深之圓坑,中加食鹽一層,再將土填入打緊。各管間則用1"× $\frac{1}{2}$ "之白平鐵互相接,連而引入室內。

**五.欄杆** 圖五中之粗線為欄杆,高壓變壓器通電時不准有人入內。欄外為控制桌,調節變壓器,開板等,如圖中所示,不必詳述。

**六.油坑** 室內有一米深二米直徑之圓坑一,以備盛油作試驗大件絕緣體之用,其旁有盤車及掛鈎一套以供試驗懸垂式絕緣體之用。

## (五) 實驗

實驗工作分為二部, (a) 為課程方面者,供學生實習之用,原理與實際並重。 (b) 為研究工作。

(a) **普通基本實驗** 此項實驗甚多,茲擇其要者列述於下:

1. 高壓電之量法 —— 用球隙較準靜電電壓計,同時觀察低壓方面之電壓計,看其變壓比例之變化。

2. 高壓直流之發生 —— 各種整流電路之接法,看所加交流電壓與所得直流電壓之關係,用靜電電壓計較準球隙之直流與隙長之曲線。

3. 空氣在50週波時之高壓特性 —— 用各種形式之電極看其不同之放電程序,及隙間加有障礙物(Barrier)之作用等。

4. 電暈試驗 —— 用各種直徑不同之銅線,試驗二線並行時及置於鐵管中心時發生電暈之電壓梯度 (Corona starting voltage

gradient)。由此可得線之直徑,距離,及表面情形之關係,更用直流作同樣之試驗觀察其正負電暈之異端等。

5. 表面放電 —— 表面放電之形式視電場與表面所成之角度而異,試驗電場與表面並行時之放電,及垂直時之放電。(後者包含套管(Bushing)之設計及製造之原理)。又可試驗立許登盤圖(Lichtenberg Figure)之原理等。

6. 瓷絕緣體在50週波時之高壓試驗 —— 各種瓷絕緣體之飛閃(flash-over)及擊穿試驗。飛閃電壓與電極之形狀之關係及放電圈(Discharge Ring)之應用。懸掛式絕緣體(Suspension insulator)之電壓分佈等。各項飛閃試驗在空氣中試驗後更加以標準之人造雨以試驗之。擊穿試驗則將絕緣體浸於油中舉行之。

7. 電衝試驗 —— 各種電衝發生器之接法及波形之預計。各種形式之電極及絕緣體,電衝比率(Impluse Ratio)之求得等。

8. 避雷器之試驗 —— 試驗各式避雷器之性能。

9. 固體絕緣體之試驗 —— 試驗擊穿電壓與絕緣體厚薄之關係,與所加電壓時間之關係,與試驗時溫度之關係以及與不同形式之電極之關係等。

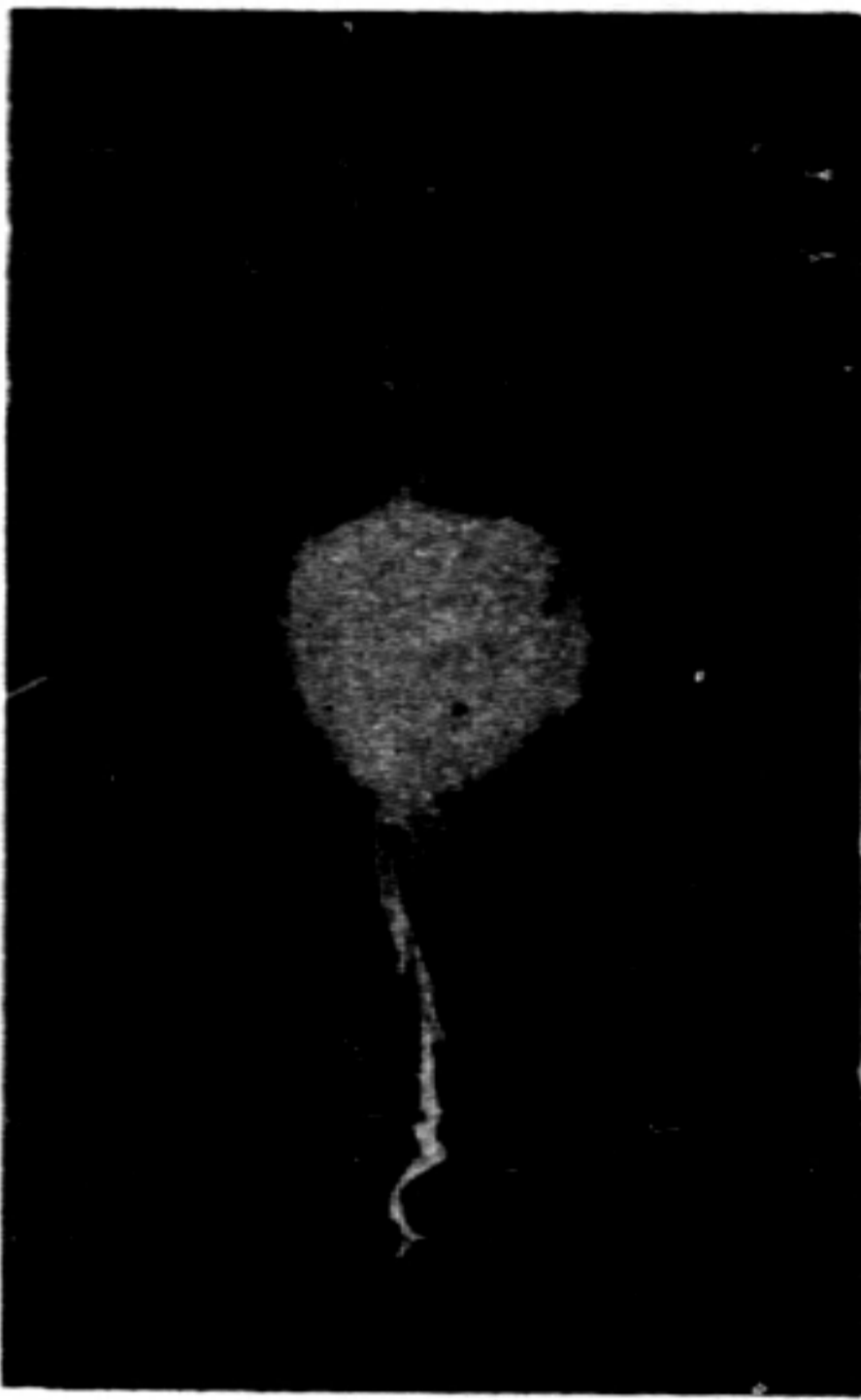
10. 液體絕緣體之試驗 —— 試驗各種純油之擊穿電壓及油中所含水份或雜質之與擊穿電壓之關係,輕重油類與溫度之關係,以及絕緣油之電衝試驗。

11. 高週試驗 —— 試驗各式空氣隙及絕緣體之高週飛閃電壓及絕緣體之高週擊穿電壓。

12. 放電滯度(Spark lag)之量法 —— 用行走波反射之原理以量各種電極及絕緣體之放電滯度。

13. 行走波峻度(Steepness)之量法 —— 量行走波所經導線一部份之電壓降落。以此部份導線之長度除之。

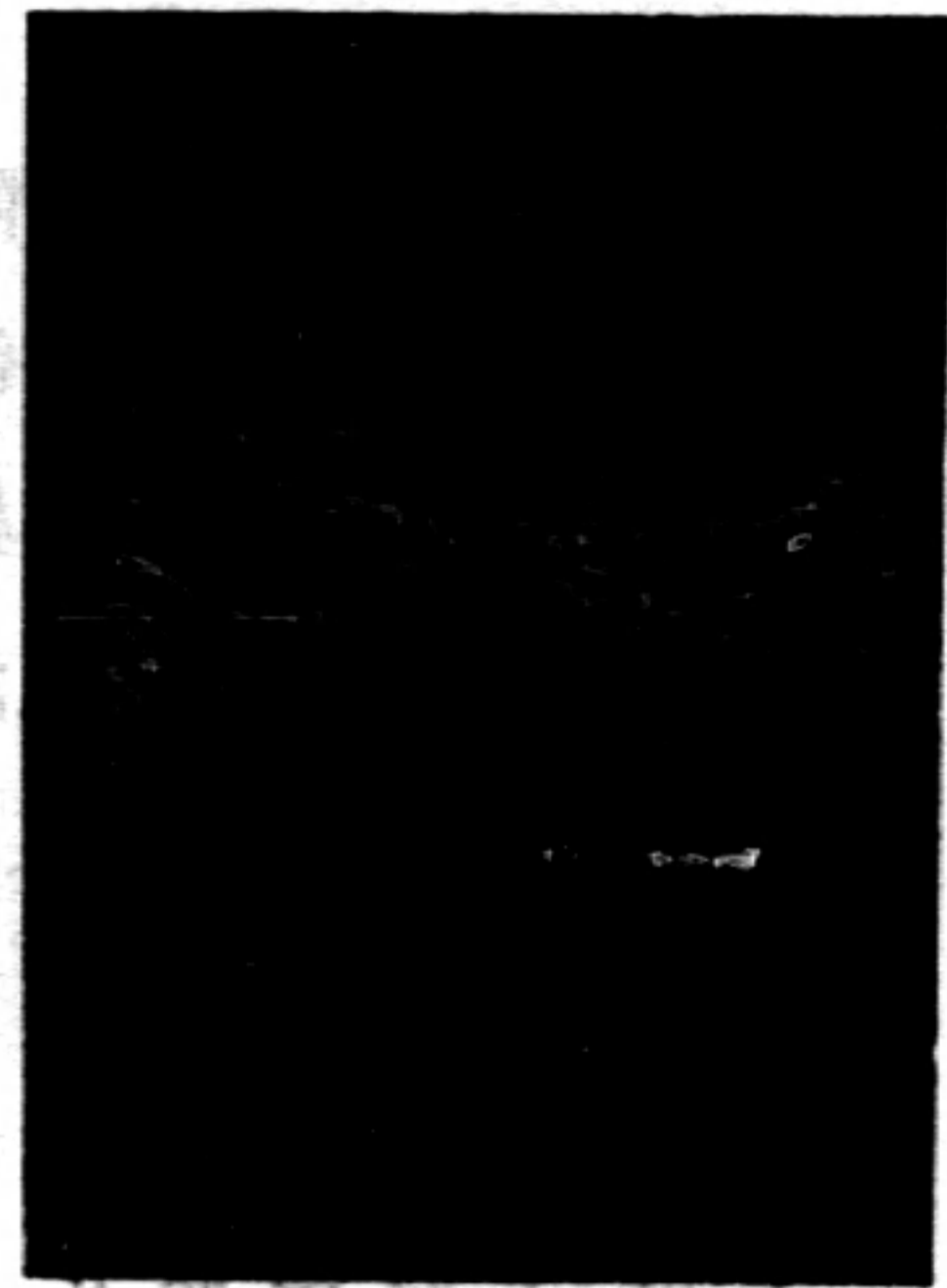
14. 靜電感應之試驗 —— 試驗各式不同形式之電極,觀察其感應電壓。



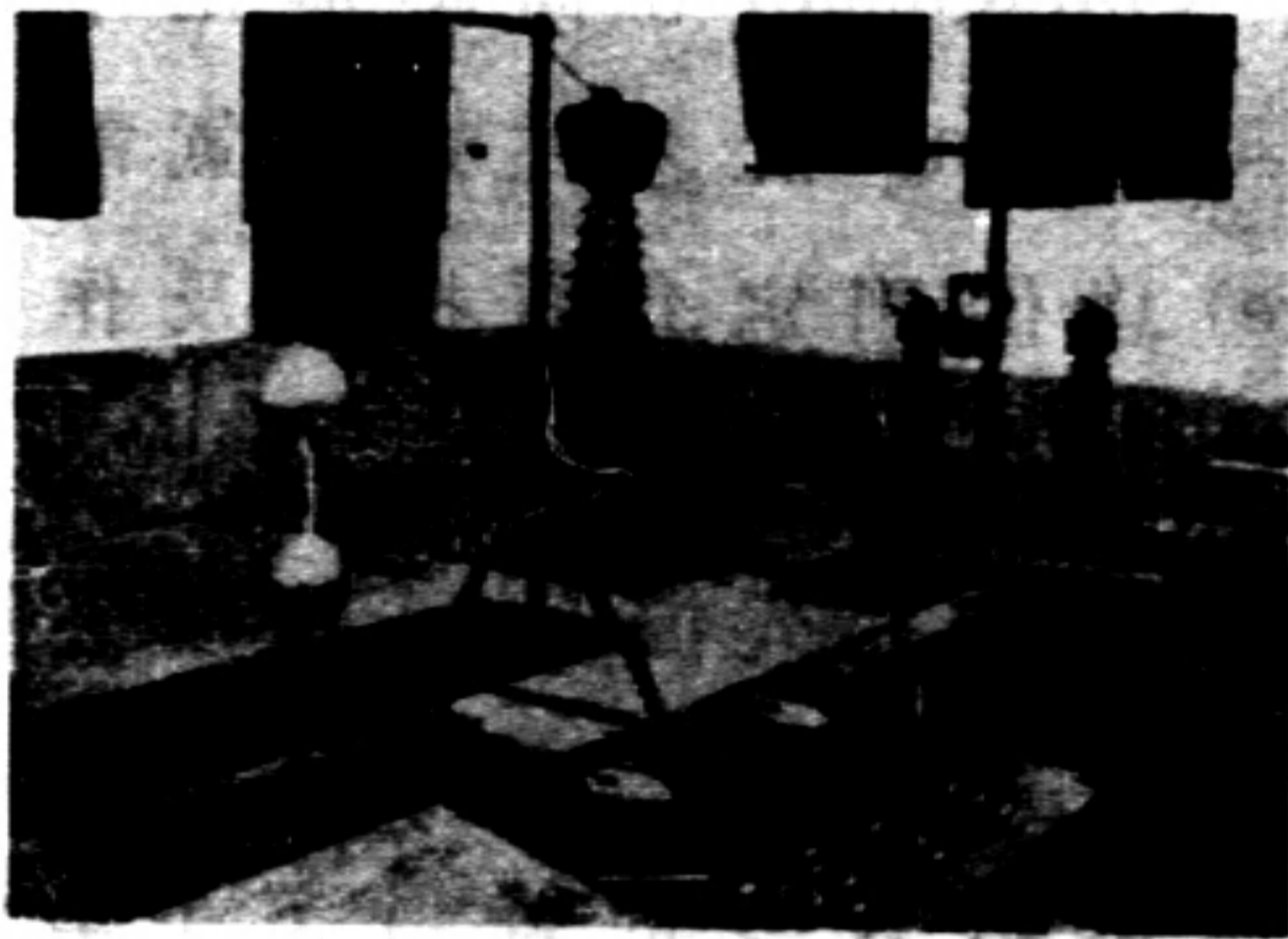
(1) 電暈及飛閃放電針一盤隙，隙長70公分電壓230伏



(2) 懸垂式瓷絕緣體之飛閃放電 250千伏 50~



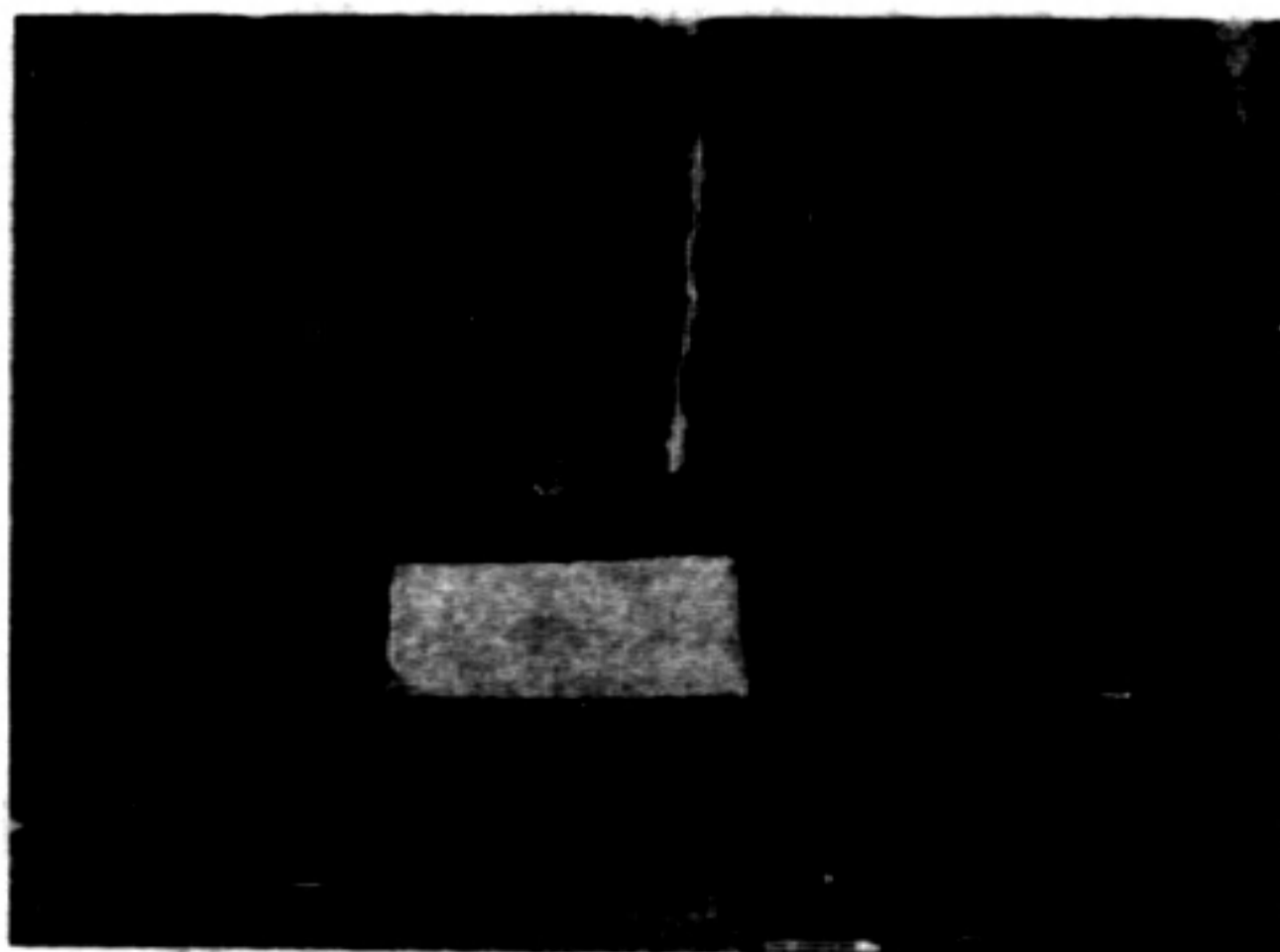
(3) 玻璃鏡面上之表面放電（電場與表面垂直）電壓80千伏



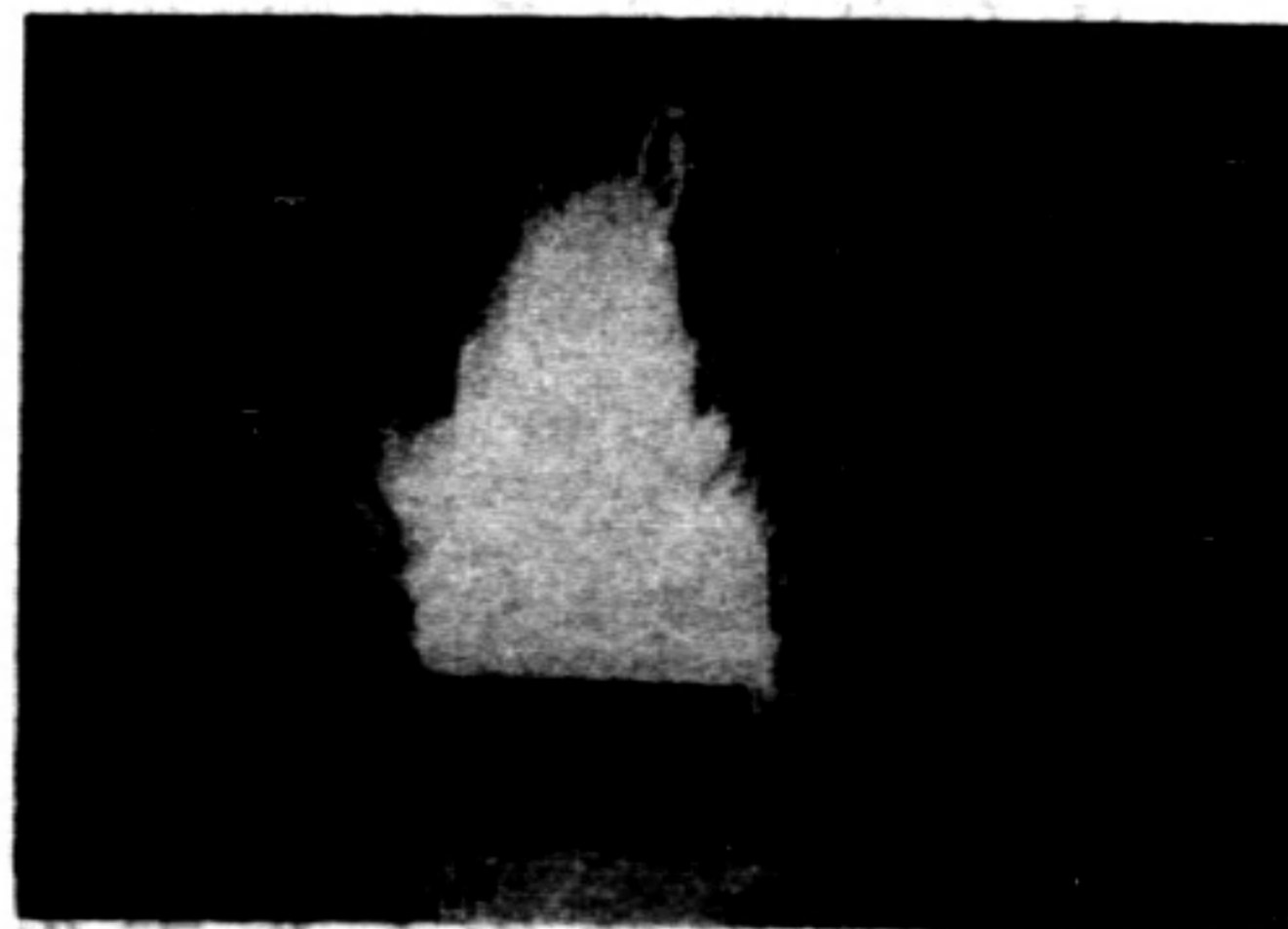
(4) 25公分球隙放電情形，隙長24公分



(5) 電衝發生器工作情形及220,000伏懸垂絕緣體之衝擊放電



(6) 200,000 伏人造雷電由避雷針入地



(7) 200,000伏人造雷電擊中房屋起火

圖 (六)

(b) 研究工作 目前可作之研究工作亦不少,例如:

1. 試驗吾國之陶瓷,動植物油,漆類以及各項麻毛絲織品,及國產紙等,以供自製絕緣材料之參考。
2. 各種複雜電極之放電現象。
3. 電場之直接測畫器。
4. 雷電之測量及保護。
5. 直流電暈與交流電暈之損耗等等。

但以創設伊始,未有充分時間,尙無任何結果可以發表。圖(六)爲實驗時所攝照片,可供讀者之參考。

## (六) 將來之擴充

空氣標準電容器 (Standard Air Condenser) 在高壓測定中之用處極大,本室即將開始設計製造一100,000 伏之柱式空氣電容器,以備接成許令橋 (Schering Bridge) 以供測定介質損耗,及作分位器 (Potential divider) 之用。

高壓陰極線示波器之應用亦甚廣大,不久擬連同各項必要另件向國外訂購。

將來可添置高壓電容器若干,擴充現有之馬克司式雷電發生器,則本室不難發生百萬伏之高壓電衝。

已在訂購中者有230,000 最高逆電壓之高壓整流管一只,及其另件擬與原有之一套接成倍壓線路。故不久本室即可發生230,000 之直流。

## (七) 尾言

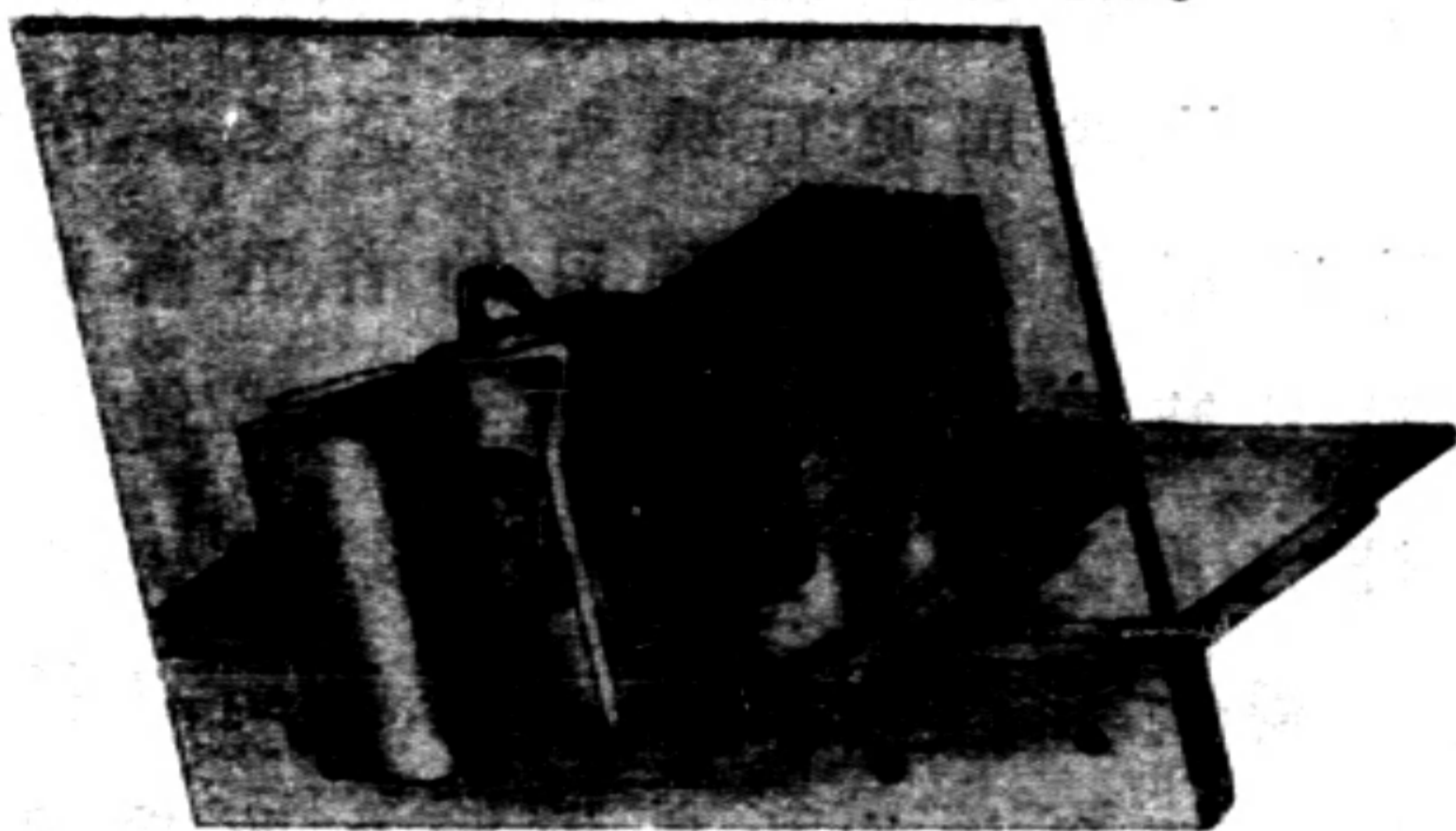
最後本室以國內高壓實驗設備之難得,極願與任何工廠,研究機關,學術團體等合作,而作學識上之耐探,及實際上之試驗。

又本室之裝置得藹益吉公司及德藉交換研究生柯立美 (Klimmek) 君之幫助不少,特此誌謝。

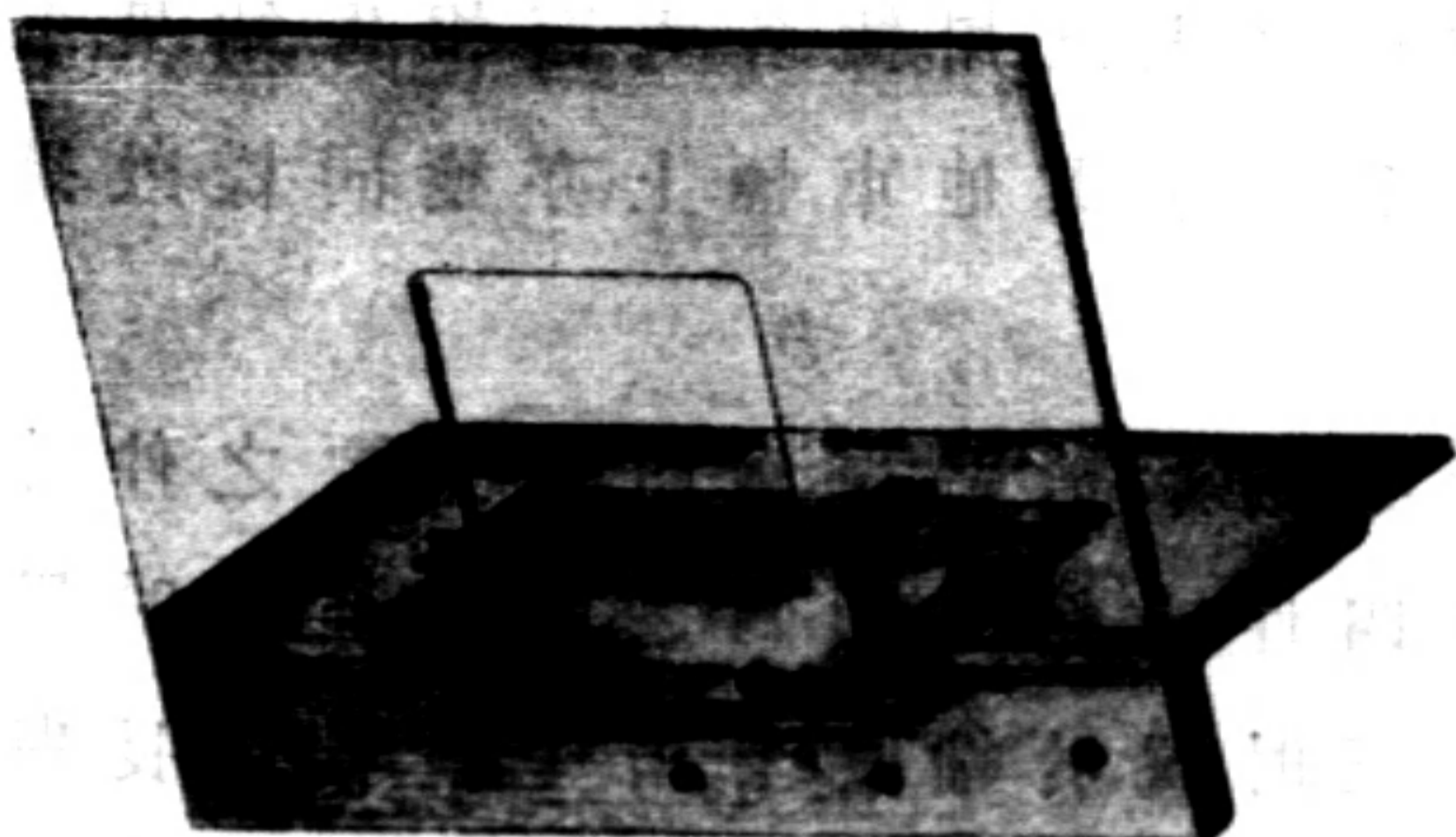
# 鐵路車輛鈎承減除磨耗之設計

封雲廷

鐵路運輸事業日就頻繁，所需車輛，數量既多，使用甚劇。故對於車輛各部機件之保養費用，不可不務求節省，而佔車輛保養費之大宗者，實為輪緣輪軸軸瓦輓鈎等部。輪緣之磨耗，為不可避免者；輪軸及軸瓦間因有合金之襯托，磨耗較緩，軸瓦修換亦易，問題尚不嚴重，惟車鈎與鈎托間，磨耗極重，尚未見有何有效方法以減除之。作者本多年之實地工作經驗，深覺車鈎與鈎托間之磨耗，有減除之必要。因有此鈎承之設計（圖一及二）。



圖（一）



圖（二）

**車鈎與鈎托間磨耗之原因** 凡有一批車輛入廠修理,常有多數鈎身磨損過限,修理功夫極大,究其原因,蓋為列車行駛彎道,出入道岔,或開車停車之際,車鈎左右擺動或前後伸縮,鈎頸與鈎口托鐵磨擦不已所致,如圖(三)所示。

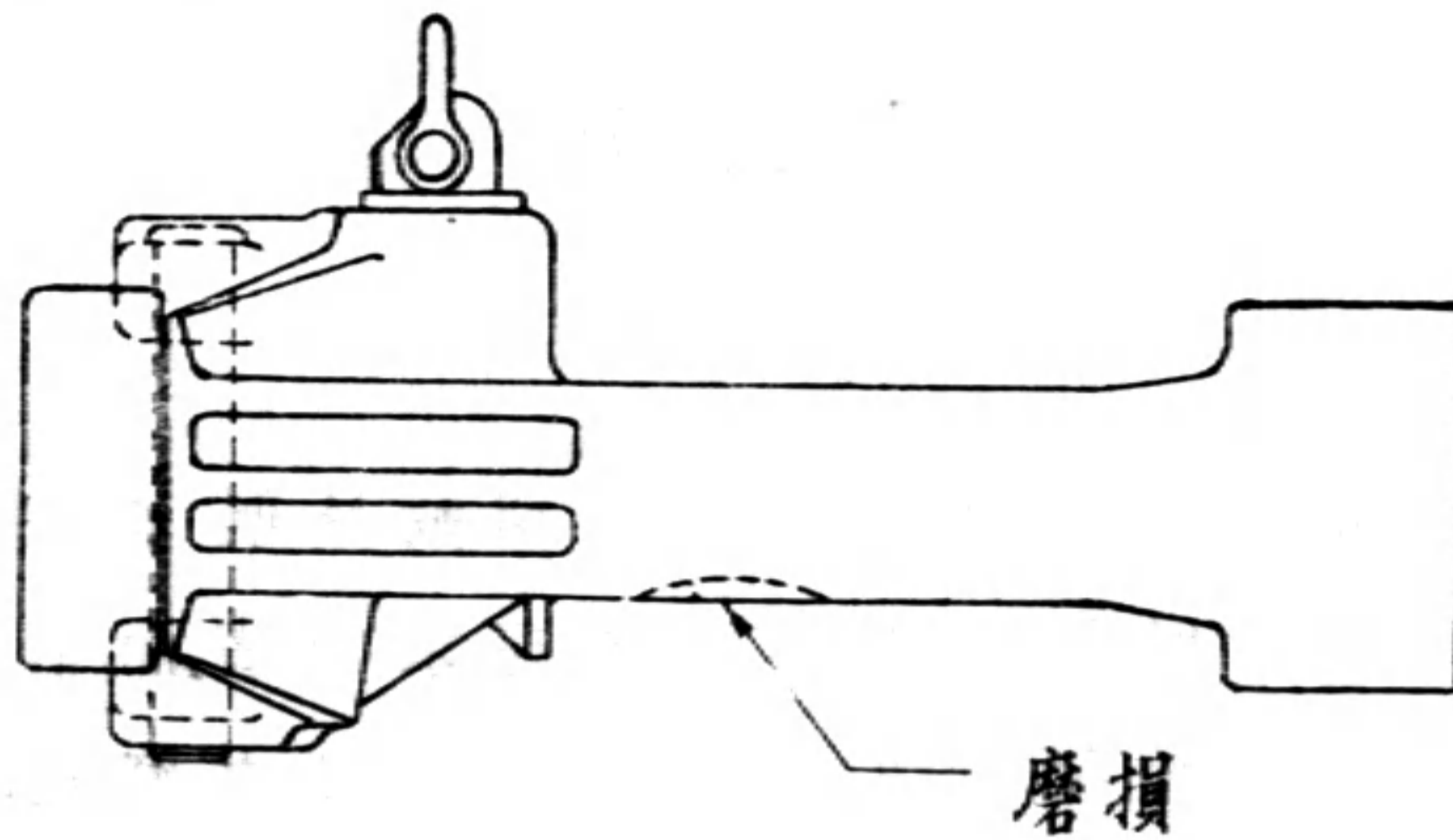


圖 (三)

鈎身磨損,不合使用,即須卸下鉚補。零件既多,復多銹結,工人須於車下工作,拆落費時費力,安裝時亦然。以致車輛在廠停修日期延長,不能充分運用。且鉚料與所需電力,費用亦屬不小。其鈎身損壞太甚者,須換新鈎,費用更巨,殊失經濟之義。作者曾用種種方法試驗,對於減除磨損,有完全達到目的者,但構造複雜,不易裝置,亦有構造簡單較易裝置者,而僅能達到一部份目的,未能悉臻完善。最近始得一較完善之車鈎托承,裝於鈎頸下,頗為適合,乃擇用之。裝此設備後,不獨鈎身得以減除磨損,即鈎口托鐵等亦受其惠。因車鈎擺動伸縮二項動作,均由磨擦動作,改為轉動動作故耳。初製數套裝於客車之上試用。據各方面報告結果,車鈎磨損已能完全避免,現逐漸改裝於其他車輛上,亦獲同樣效果,茲將此鈎承構造,分述如下。

**構造** 此種鈎承構造極為簡單。主要之件計有:橫軸一,縱軸二,軸匣一,共僅四件。滾軸以鋼為之,橫者徑一吋,置於軸匣上槽中,縱軸徑四分之三吋,置於軸匣下槽中。橫軸之長與鈎頸之寬度相等:頸寬五吋者,軸長五吋,頸寬七吋者,軸長七吋。縱軸長二吋,不因



任何情形而改變。軸匣以鑄鋼爲之，寬度隨橫軸長度而增減，其他尺寸均可不改變。軸匣上槽角緣之半徑爲半吋，下槽者爲八分之三吋。上槽底爲弧形面，半徑爲三又四分之一吋。橫軸於鉤身無動作之時，因自身之重量，得常位於軸匣之中央。

爲安裝此鉤承，尚須另配附件，以車輛種類不一，結構各異，此零件之形式，不盡相同。要之均甚簡單，僅大同小異耳。現裝於客車者，如圖(四)所示，鉤承即安置於中。

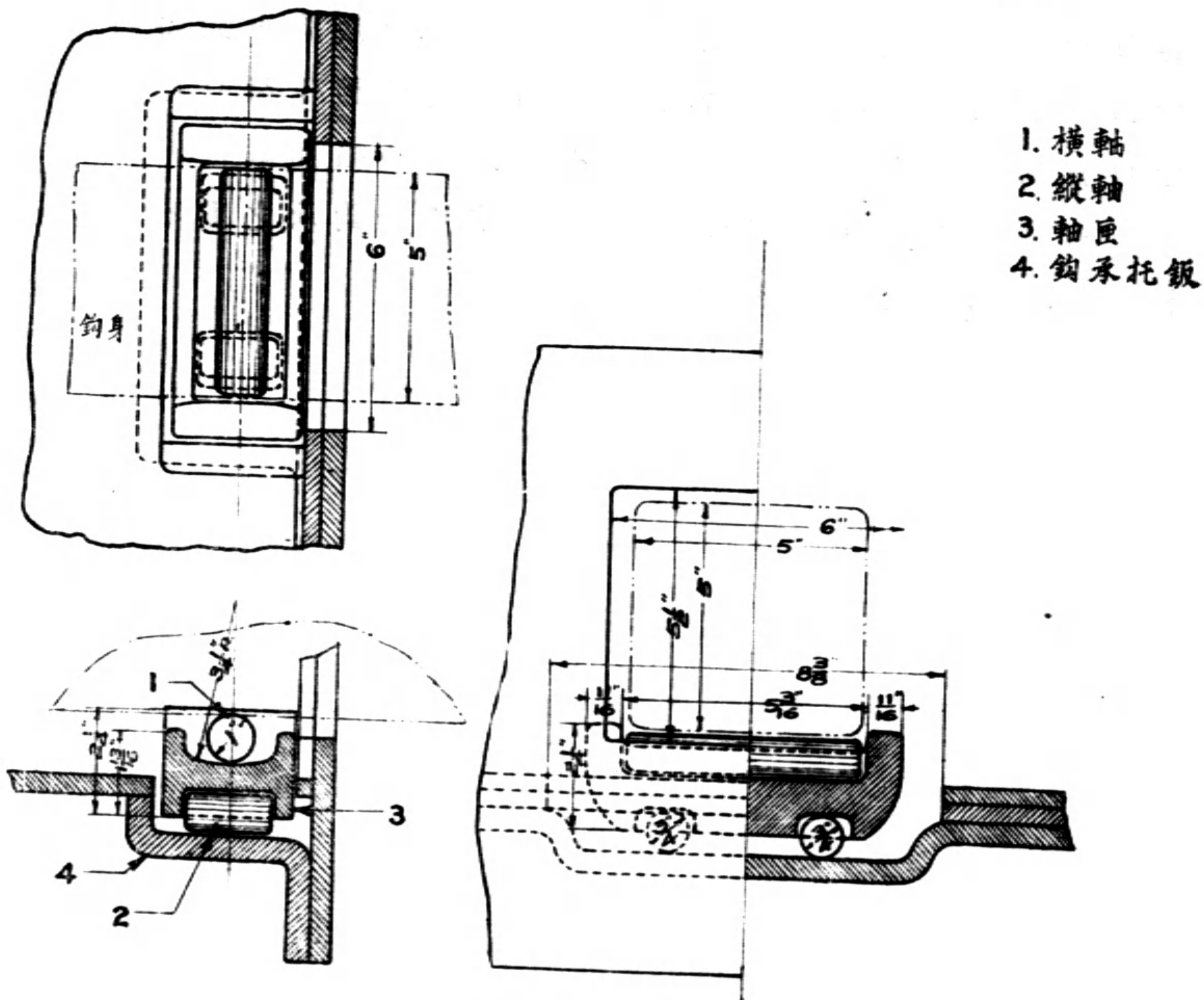


圖 (四)

動作 列車行駛彎道或出入道岔之際，鉤身及鉤匣向左右擺動，滾軸匣下之二縱軸，在托板上滾轉，此時鉤身可不受磨擦動作。當開車或停車之際，車軸伸縮時，軸匣上槽內之橫軸隨車鉤滾轉，鉤身因橫軸之滾轉，得以前後引移，亦可不受磨擦動作。故無論

車鈎前後左右移動,鈎頸下部均可不致耗損。

### 優點

1. 鈎身不受磨損 鈎身不受磨損,壽命得以延長,修理費用減少,車輛停廠日期縮短,鐵路運輸量可以增進。

2. 減少車鈎各部傷損 列車行駛彎道或出入道岔之際,車鈎得以擺動自如,各部份因扭轉而受傷損之情形,得以減少。

3. 鈎高不受車鈎影響 凡未裝此項鈎承之車輛,鈎身與托鐵互相磨擦,耗損甚易鈎高因之日低。常須設法將車鈎墊高,極為費力。如若裝設此項鈎承後,除縱橫軸因滾轉動作微有耗損外,其他可無何項磨擦動作。故鈎高可不因鈎頸磨損而減低。

4. 鈎口不受絲毫磨損 車鈎全重托於鈎承之上,不與鈎口相接觸,故鈎口可完全不受磨損。

**SIEMSEN & CO.**  
 Importers-Engineers-Exporters  
 451 Kiangse Road  
 SHANGHAI

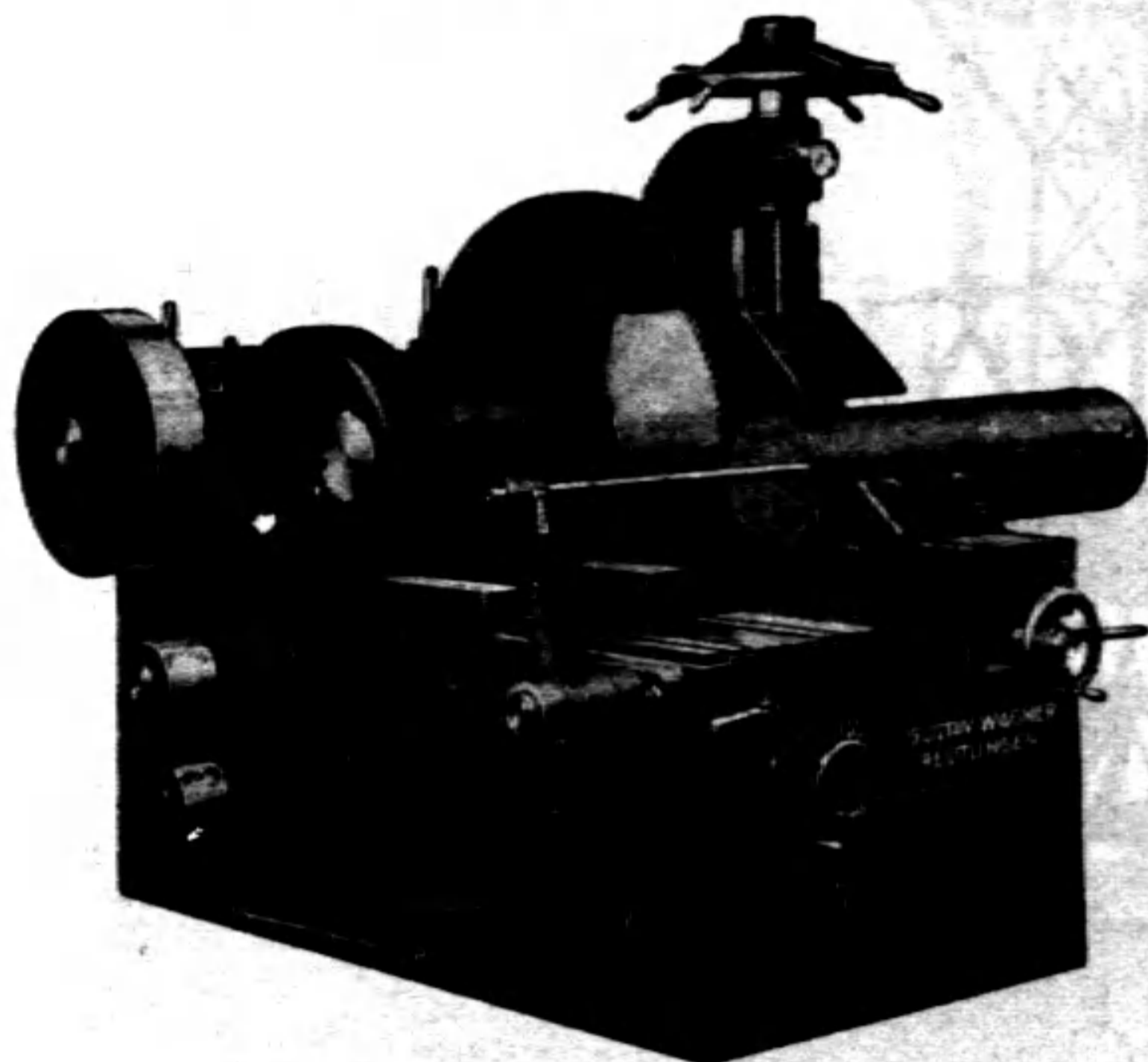


商 德  
**行 洋 臣 禪 海 上**  
 號 一 五 四 路 西 江

Gustav Wagner, Reutlingen

hydr.Kaltsaenge  
 Hydraulic Cold Saw

Gewindeschneidmaschine  
 Screw cutting machine



水 壓 冷 鋸 機

絞 螺 絲 機

機 鑰 軸 地 速 高

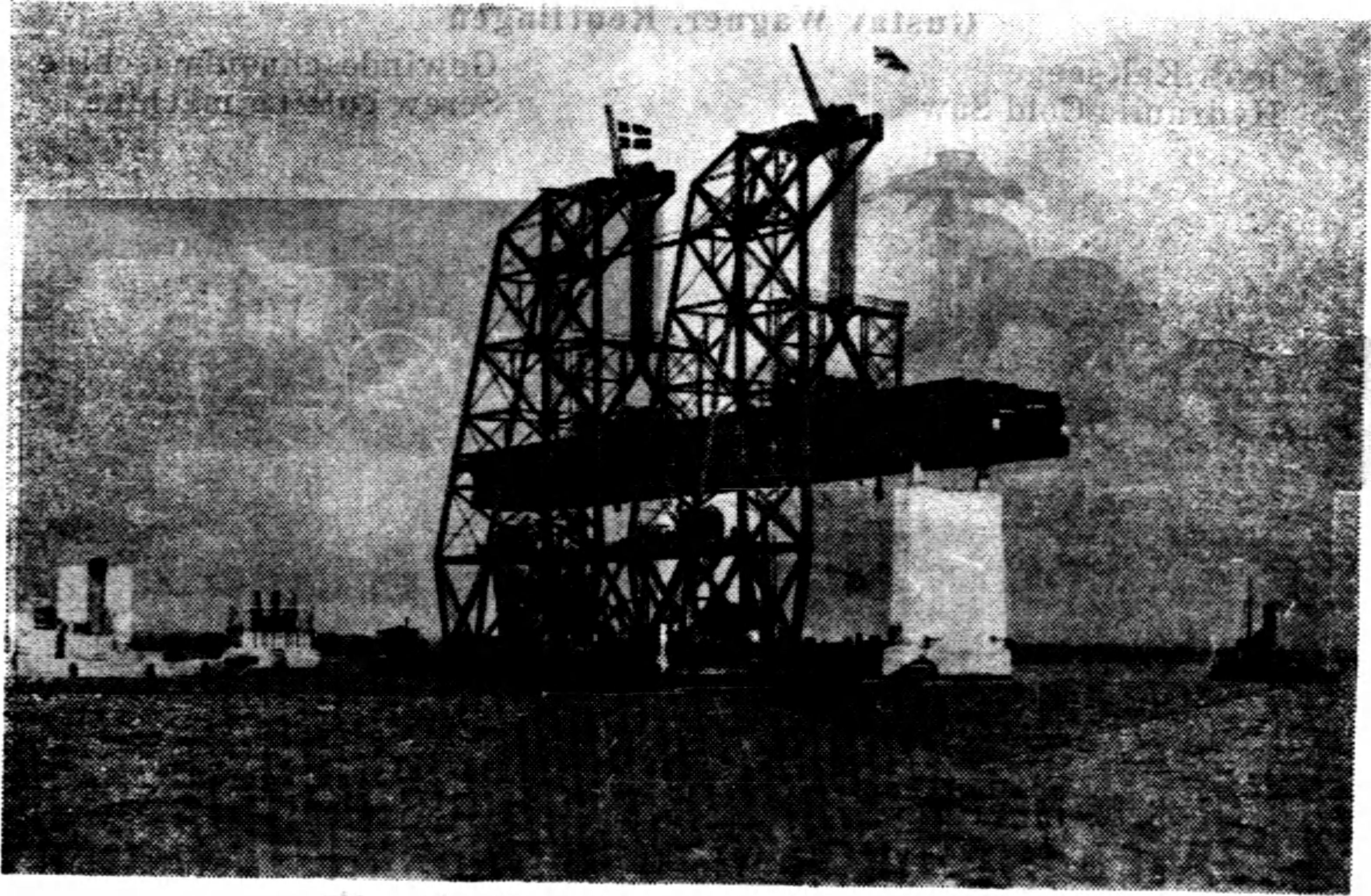
**德 國 聯 合 機 械 工 具 廠**

上 海 德 商 禪 臣 洋 行 獨 家 經 理

<b>Gustav Wagner, Reutlingen</b> .....	冷圓鋸床，絞螺絲機。
<b>Wanderer-Werke A. G., Chemnitz</b> .....	各式精細高速銑床。
<b>F. C. Weipert, Heilbronn</b> .....	各式鑿床，刨床。
<b>H. Pfauter, Chemnitz</b> .....	各式特種高速專門割切齒輪用銑床。
<b>Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund</b> .....	鐵路工廠用之特種機械工具。
<b>Schiess-Defries A. G., Düsseldorf</b> .....	兵工廠，船廠，火車廠，鍋爐廠，等用之最大型機械工具。
<b>Bêché &amp; Grohs, Hückeswagen</b> .....	各式冷壓空氣錘。
<b>Raboma, Berlin</b> .....	各式橫臂鑽床。
<b>Webo, Düsseldorf</b> .....	高速度及立柱鑽床。
<b>Lange &amp; Geilen, Halle</b> .....	牛頭刨床。
<b>Maschinenfabrik Polte, Magdeburg</b> .....	兵工廠用之各種機器。
<b>Th. Calow &amp; Co., Bielefeld</b> .....	地軸鑿床，帽釘，螺絲壓床。
<b>Hasse &amp; Wrede, Berlin</b> .....	複式鑿床，自動鑿床，兵工廠機器。
<b>Eisenwerk Wueffel, Hannover</b> .....	各式傳力機件，軸承，考不令，差動齒輪。
<b>Mayer &amp; Schmidt A. G., Offenbach</b> .....	各種精細圓磨床及汽缸磨床
<b>Vomag Betriebs A. G., Plaueniv</b> .....	立式臥式精細磨床及鑽床
<b>Paul Forkardt A. G., Düsseldorf</b> .....	各式軋頭盤。
<b>Adolf Bleichert &amp; Co., Leipzig</b> .....	各式轉運設備

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹

# 道門朗公司



上圖為該橋一孔裝架情  
形每孔重四百八十噸  
用浮船上之鷹架吊起

## 高拉力鋼

丹麥斯當斯屈  
浪河大橋長  
五里許計五  
十孔共用  
本公司高  
拉力鋼  
約二  
萬餘  
噸

電 報 上 海 電 話

12980

外灘二十二號六

"Dorman"

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

天德和蘇有限公司



# 殼牌汽油與汽車滑機油

為最高等之物品能使君  
之汽車行駛最為滿意

## 瀝青(柏油)

為鋪路蓋屋避免走電等用

## 滑機油

凡輪船工廠機器上應用  
之滑機油各級均備

## 殼牌礦質松香水

為最有效之經濟松節油代用品

## 柴油

為引擎內部燃燒及燒油爐  
與鍋熱汽管之用



請認明由中國工程師學會「工程」介紹

此油由中國工程師學會「工程」介紹

# 天廚味精廠股份有限公司

出品：味精，味宗，醬油

精液，澱粉，糊精，飴糖，醬色，哥

羅登酸及其他鹼基酸等，



業務部：上海愛多亞路一

二三號

電話 八四〇七三

三線轉接各部

# 天原電化廠股份有限公司出品

事務所 上海菜市路一七六號  
電話 八〇〇九九

TRADE



ARKM 製造廠

上海白利南路四二〇號  
電話 二九五二三

鹽酸 Hydrochloric Acid HCl 22°Bé & 20°Bé

燒鹼 Caustic Soda NaOH Liquid & Solid

漂白粉 Bleaching Powder Ca(OCl)OH 35%—36%

有線電報掛號 四二五八「石」

英文電報掛號 "ELECOCHEMI"

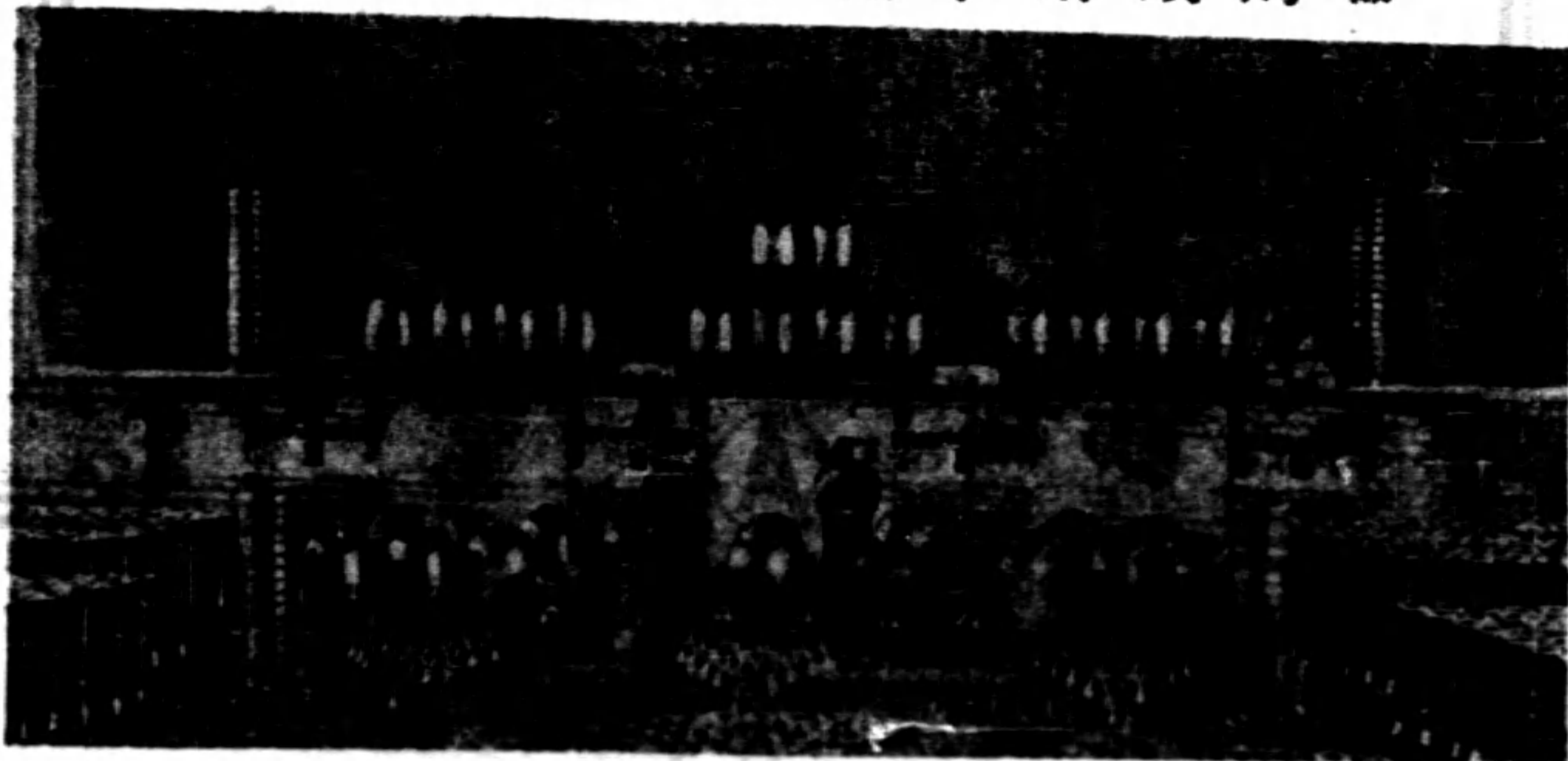
# 天盛陶器廠

事務所 上海菜市路一七六號  
電話 八〇〇九〇



製造廠 上海龍華鎮計家灣  
電話(市)六八二四九

精製各種上等化學耐酸陶器



請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 天源機器鑿井局

江灣水電路朱家宅二號  
電話江灣七七二二九號

## 最近各地鑿井成績之一斑

本局專營開鑿自流深井及探礦工程局主于子寬兼工程師昔從各國考察所得技術成績優異回國經營十餘載凡鑿本外埠各地工廠學校醫院住宅花園之大小各井皆堅固靈便水源暢潔適合衛生今擬擴充各埠鑿井探礦營業特派備最新式鑽洞機器山石平地皆能鑽成自流深井價格克己如蒙惠顧竭誠歡迎

### 探礦工程

### 機器鑿井工程

廣東韶關富國煤礦公司

廣東中山縣政府  
廣東中山縣建設局  
廣州市自來水公司

南京上海銀行  
南京市政府  
南京海軍部  
南京交通部  
南京中央無線電台  
上海市公用局  
上海市衛生局  
上海市工務局  
上海英商自來水公司  
實業部上海魚市場  
上海海港檢疫所  
中央研究院  
松江縣政府  
大中華洋火廠  
中興賽璐珞廠  
海甯洋行蛋廠

屈臣氏汽水廠  
天一味母廠  
肇新化學廠  
泰豐罐頭廠  
泰康罐頭廠  
瑞和磚瓦廠  
順昌石粉廠  
永和實業廠  
中國橡膠廠  
正大橡膠廠  
大用橡膠廠  
大達橡膠廠  
永大橡膠廠  
華陽染織廠  
麗明染織廠  
五豐染織廠  
美龍酒精廠

開林公司油漆廠  
永固油漆廠  
國華染廠  
光明染廠  
協豐染廠  
振華油漆廠  
崇信紗廠  
三友社織造廠  
圓圓紡織公司  
安祿棉織廠  
上海印染廠  
永安紗廠  
達豐染織廠  
永安公司  
新新公司  
大新公司  
中英大藥房  
中國實業銀行  
百樂門大飯店  
新亞大酒店  
新惠中旅館  
松江新松江社  
光華大學

震旦大學  
持志大學  
勞働大學  
同濟大學  
大夏大學  
復旦大學  
松江省立中學  
立達學校  
中山路平民村  
蝶來大廈  
中實新村  
靜園  
唐園  
天保里  
公益里  
上海畜植牛奶公司  
派克牛奶房  
華德牛奶場  
美豐染織廠  
祥昌染織廠  
元通布廠  
大上海染織廠

# 開 灤 火 磚

遠東唯一耐火材料

最可靠 最經濟

火度準確 經久耐用

為英國紅磚學會所定標準出品

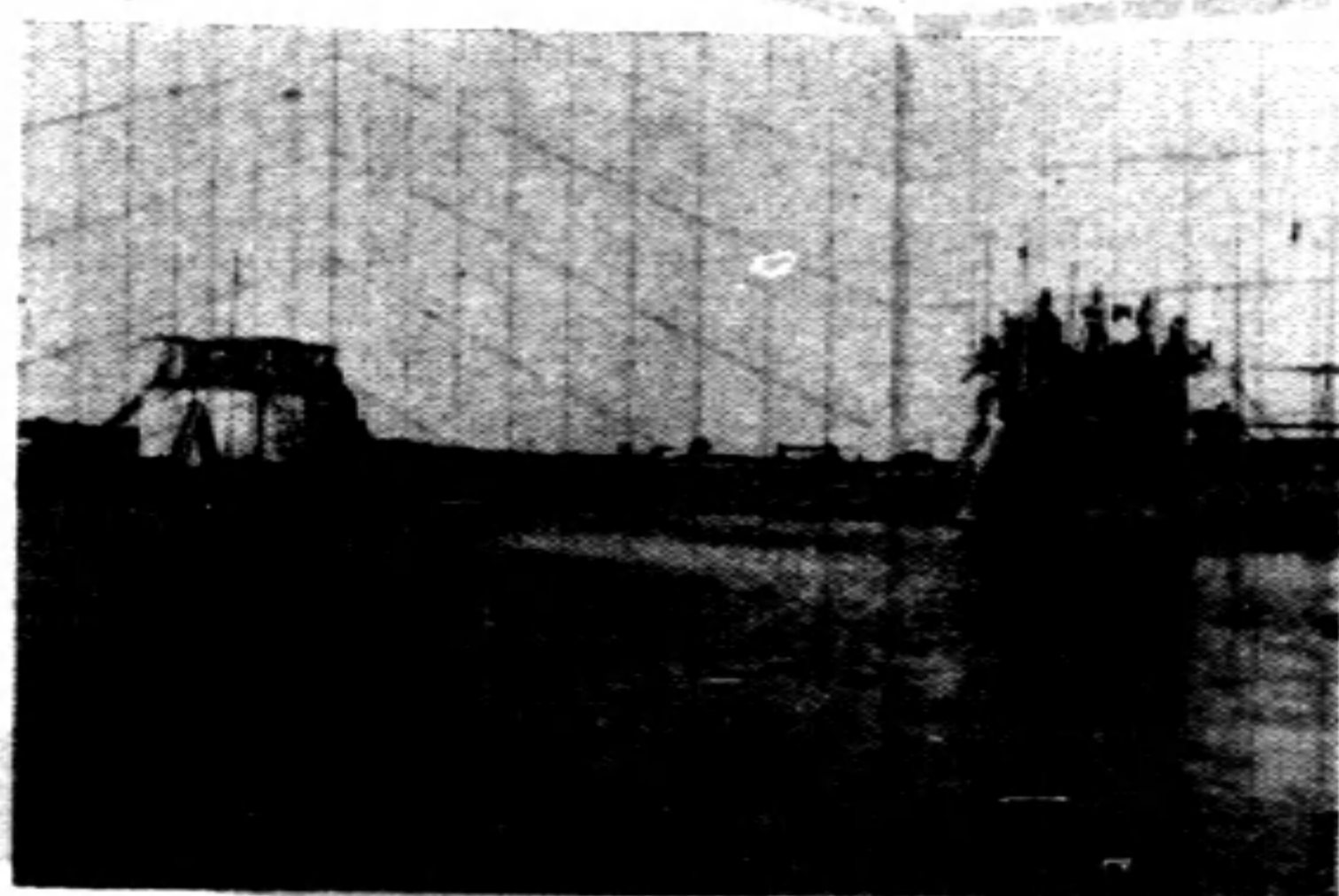
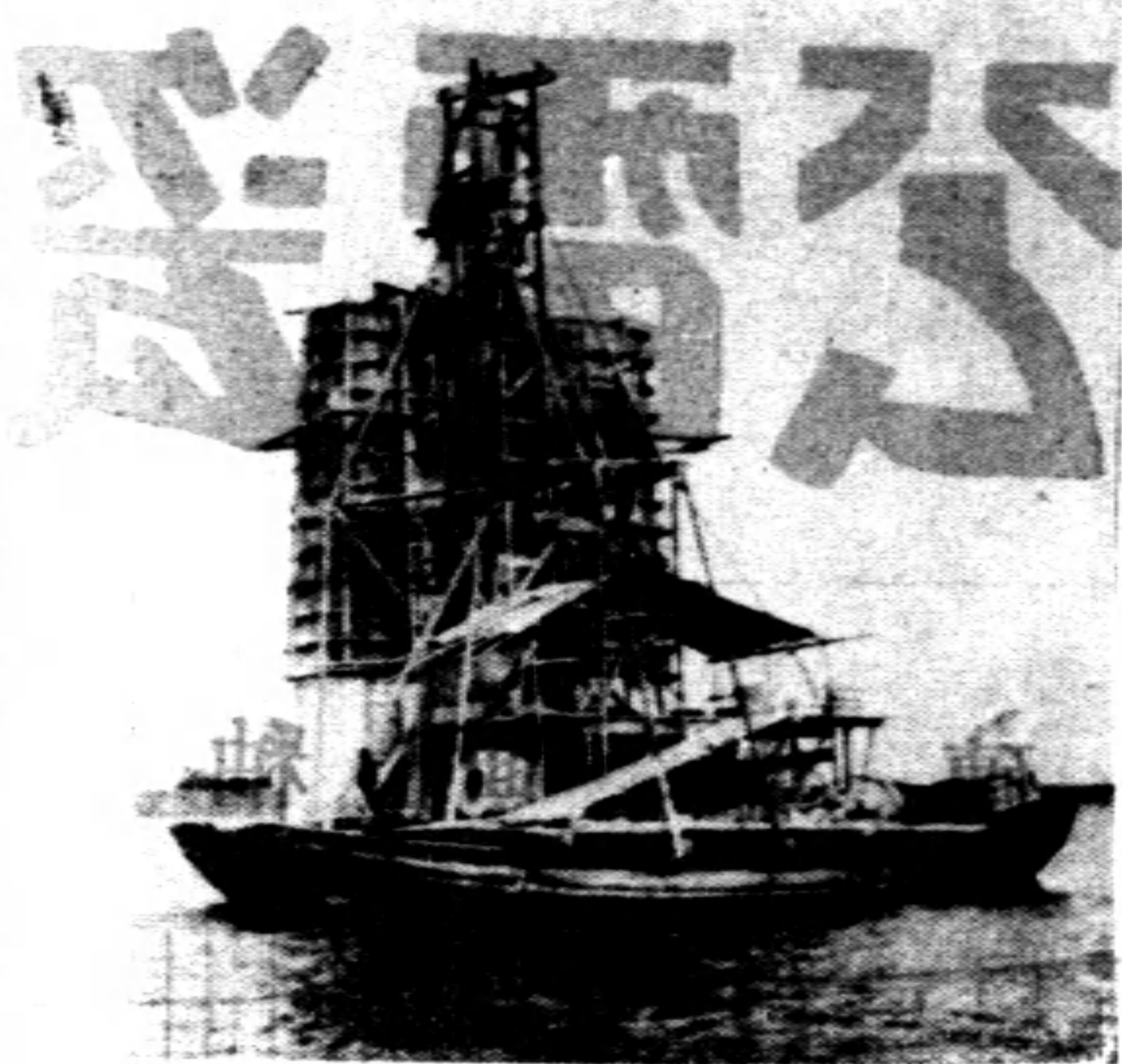
是二十餘年研究之結晶

非短時期所能成功

開灤售品處

上海四川路三十三號  
電話一五二五三





上圖為浙贛鐵路局南萍段贛江正流及  
支流之鐵路橋共長二千四百英尺不久  
即可架設鋼梁圖示墩座工程進行狀況

承造者

# 新中工程股份有限公司

事務所  
上海江西路三七八號  
電話一九八二四



製造廠  
開北寶昌路嚴家關  
電話開北四二二六七

機器出品

柴油引擎 ● 抽水機 ● 壓氣機 ● 碾米機

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

# 品出司公瓷姿

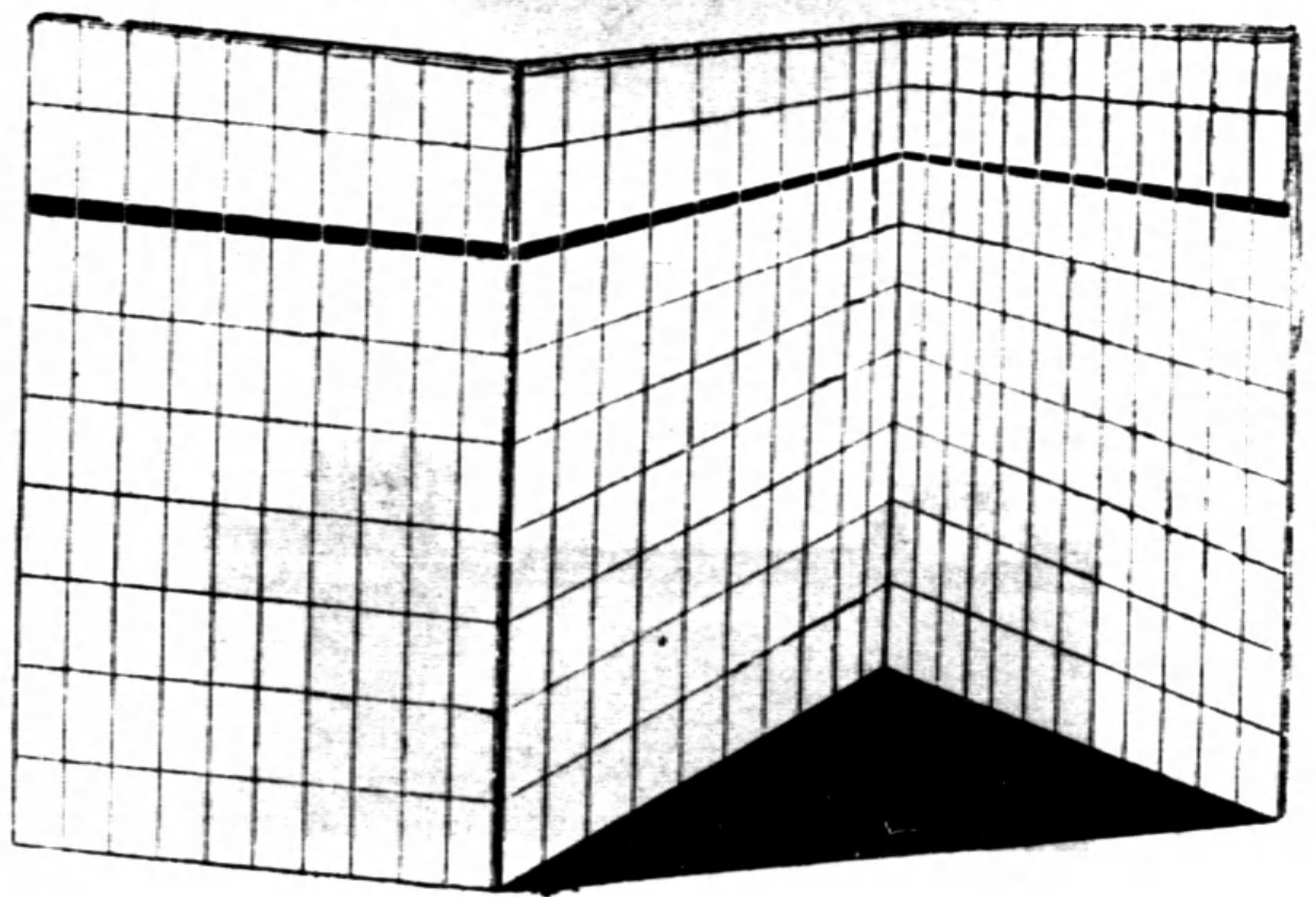
磚 牆 面 釉

所 務 事

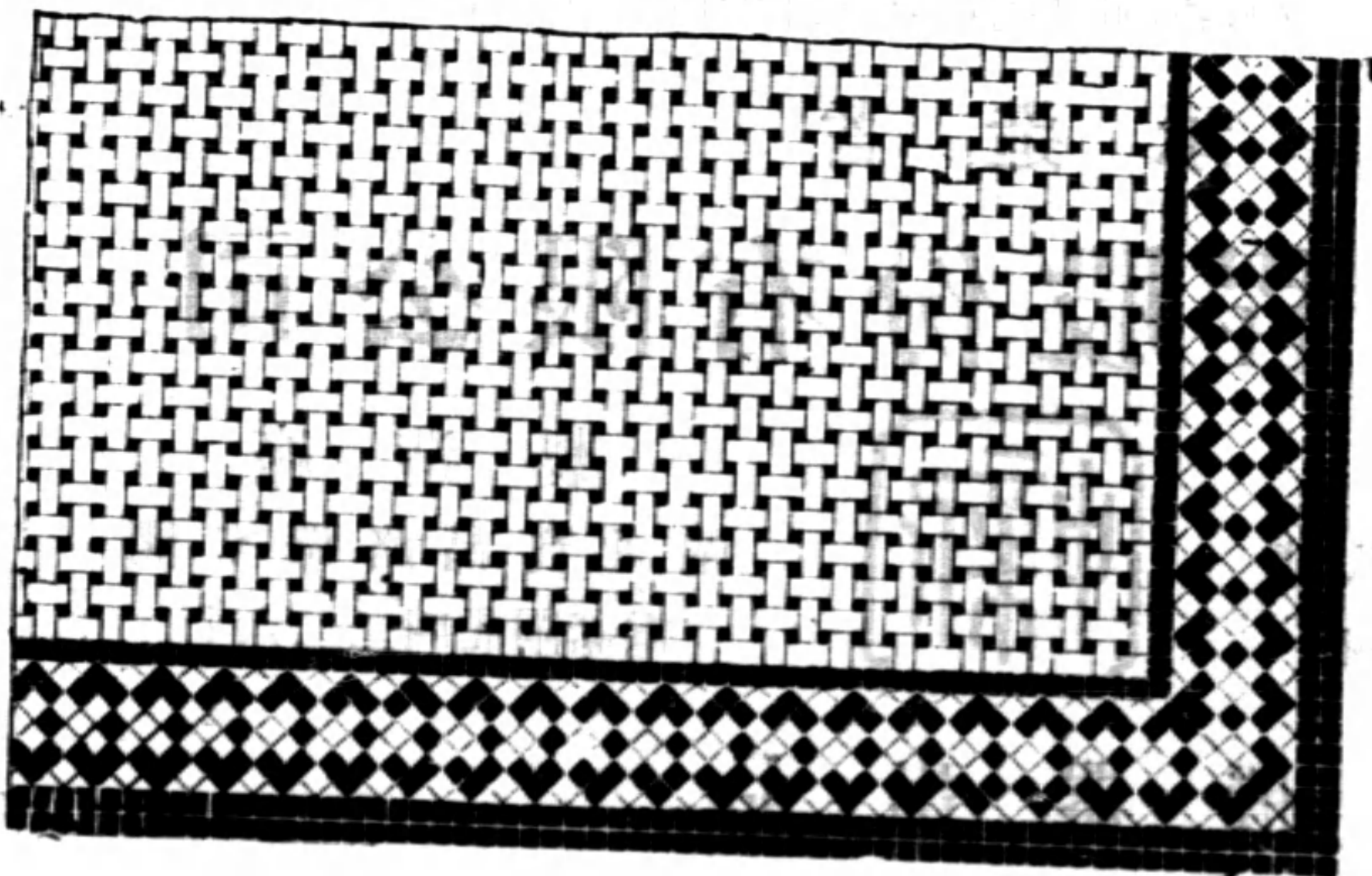
號九十八路州福海上

話 電

六〇七六一 ◆ 八〇四四一



磚 瓷 克 賽 瑪



廠 造 製

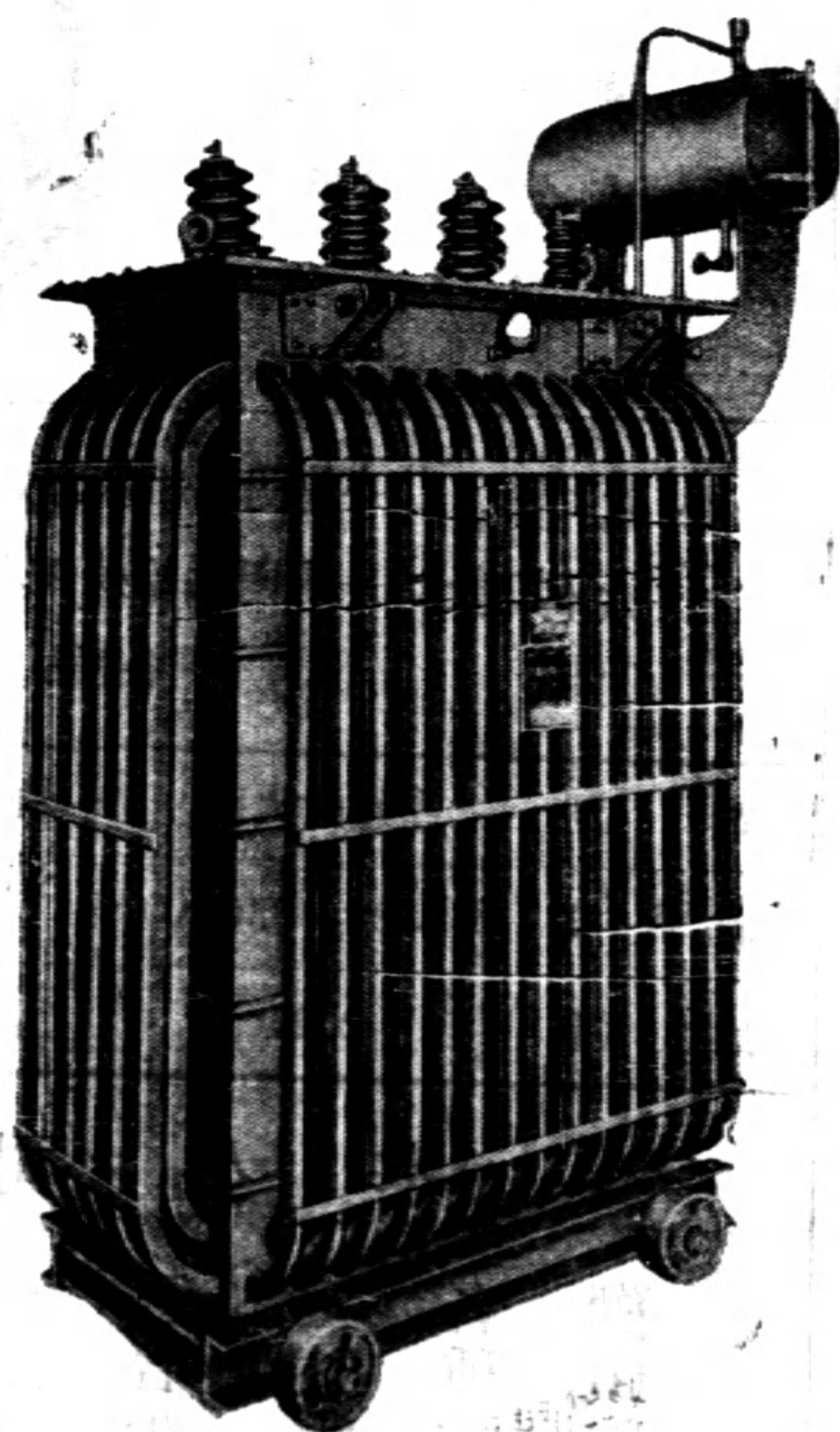
路蘭必霍 廠一第

涇洋東浦 廠二第

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹

# 益中福記機器

## 國貨 變壓器 出品項目



本公司最近出品  
600KVVA  
三相三萬  
三千伏變  
壓器係松  
江電廠定  
製

電	高	各	高	高	高	變	直	各
流	壓	種	低	低	低	壓	流	種
限	保	電	壓	壓	壓	器	交	變
制	險	氣	油	隔	瓷	油	流	壓
表	鉛	用	開	離	瓶	濾	配	器
	絲	瓷	關	開		清	電	
		瓶		關		機	板	

類	類	磚	瓷	各
6" X 6"	6" X 6"	4" X 6"	3" X 6"	種
顏色釉面牆磚	白色釉面牆磚	銅精梯口磚	顏色釉面牆磚	瑪
		羅馬式美術瓷磚	白色釉面牆磚	賽
				克
				瓷
				磚

# NORTH WESTERN INDUSTRIAL CO.

## 西北實業公司

山西太原北肖牆一號

電報掛號 六〇〇七

駐津辦事處

獅頭牌高級洋灰

西安辦事處

天津英租界海大道五十二號

西安中正門

### 品質優良

- 粉末——微細
- 強力——堅大
- 成分——保險
- 色彩——鮮美



### 設備完善

- 機器——最新式乾濕兩用製造機
- 技術——專家精製
- 原料——優良國產品

耐火坩堝：—專門供給煉鐵爐，煉焦爐，煉鋼爐，碾鋼爐，洋灰燒成窯之用。

耐火砂磚：—專門供給煉鋼馬丁爐，煉鋼反射爐及煉焦爐之用。

各種耐火材料之耐火度及比重

品別	普通耐火磚	一等耐火磚	二等耐火磚	硅石磚	高酸性磚
耐火度	S.K.28 (1630°C)	S.K.33強 (1730°C以上)	S.K.32 (1710°C)	S.K.3 (1730°C)	S.K31
比重	2.24	2.52	2.54	2.18	2.4

### 本公司出品要目

- 獅頭牌高級洋灰
- 各種耐火坩堝砂磚
- 八卦酒精興農油
- 三晉牌呢絨嗶嘰
- 印刷紙包裝紙
- 各類煤炭
- 輕重機器零件
- 飛艇牌火柴
- 皮革製品
- 農工器具
- 鐵工用具
- 精印書報單據證券

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹

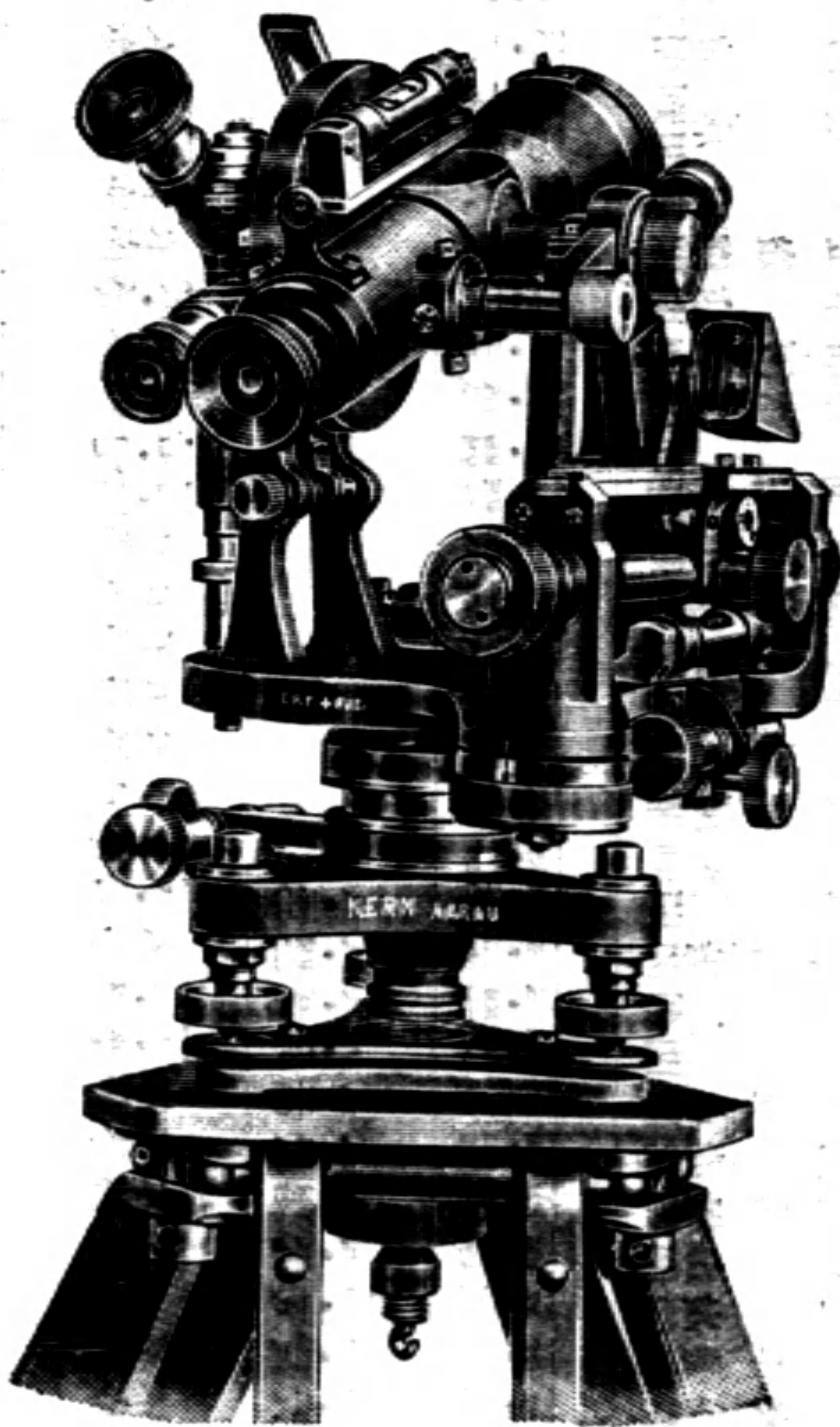
PRECISION

SURVEYING

INSTRUMENTS

**Kern**  
AARAU

SELFREDUCING CONTACT TACHEOMETER NO.34



此種儀器乃最新式視距測量用之自計經緯  
儀運用非常便利無須計算決非尋常儀器所  
可比擬而價格又極低廉備有現貨以供急需  
歡迎參觀

「看衡」

叁拾肆號

自計經緯儀

SOLE AGENTS FOR CHINA

SIBER HEGNER & CO., LTD

Shanghai

中國總經理瑞華商洋行

上海圓明園路九十七號

電話一六八六八八號

郵政信箱四〇八號

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹



# 隴海鐵路簡明行車時刻表

民國二十四年十一月三日實行

站名	車次	特別快車			混合列車	
		1	3	5	71	73
上行 車	連雲浦			10.00		
	新浦			11.46	8.20	
	徐州	12.40		19.47	9.01	18.25
	商邱	17.18				19.05
	開封	21.36	14.20			1.36
	鄭州南站	23.47	16.17			7.04
	洛陽東站	3.51	20.23			9.4
	陝州	9.20				16.33
	靈寶	10.06				0.09
	潼關	12.53				1.10
	渭南	15.37				5.21
	西安	17.55				8.59
						12.15
下行 車	西安	0.30				72
	渭南	3.15				74
	潼關	6.36				8.10
	靈寶	9.09				11.47
	陝州	10.30				15.33
	洛陽東站	16.30	7.36			18.56
	鄭州南站	20.50	11.51			20.27
	開封	22.59	13.40			4.11
	商邱	3.02				10.27
	徐州	7.10		8.53	10.30	13.12
	新浦			16.48	20.04	18.50
	大浦			←	20.30	0.15
	連雲浦			18.25		

本路三次及二次特快與平通車301, 302次在徐州聯接  
 本路二次及二次特快與平通車301, 302次在鄭州相聯接  
 本路三次及二次特快與平通車301, 302次在鄭州相聯接

# 正大鐵路簡明行車時刻表

民國25年3月28日實行

車站距離公里	車站三等票價	車次						車站三等票價	車站距離公里
		238	4	256	8	102	6		
石家莊至各	0	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	243
17	0.30	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	227
44	0.70	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	199
57	0.90	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	186
74	1.15	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	169
121	1.85	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	122
161	2.45	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	83
218	3.30	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	26
243	3.65	獲石區間	太石各等	獲石區間	太石混合	大榆區間	太石各等	太原至各	0

## 榆谷支線

距離	車次			車次			三等票價
	2001	2003	2005	2002	2004	2006	
離里	混合各等	混合各等	混合各等	混合各等	混合各等	混合各等	0.55
36	8.40	16.46	21.20	8.20	12.40	20.50	
	9.45	17.51	22.25	7.12	11.32	19.42	

## 注意

各等票價比例	臥車床位票價
二等票價係三等票價之二倍	頭等每夜下舖 4.50元
頭等票價係三等票價之三倍	二等每夜 { 下舖 3.00元 上舖 2.50元

時刻係廿四小時制 除終點站外 均為開行時刻



# 中國工程師學會

## 朱母紀念獎學金委員會徵文廣告

本會現徵求民國二十六年朱母紀念獎學金論文，應徵者希於二十六年二月十一日以前將稿件投寄到會。茲將應徵辦法附錄於後：

- (一) 應徵人之資格 凡中華民國國籍之男女青年，無論現在學校肄業，或為業餘自修者，對於任何一種工程之研究，如有特殊興趣而有志應徵者，均得聲請參與。
- (二) 應徵之範圍 任何一種工程之研究，不論其題目範圍如何狹小，均得應徵。報告文字：格式不拘，惟須繕寫清楚，便於閱讀，如有製造模型可供評判者，亦須聲明。
- (三) 獎金名額及數目 該項獎學金為國幣一百元，當選名額規定每年一名，如某一年無人獲選時，得移至下一年度。是年度之名額，即因之遞增一名。不獲選者於下年度仍得應徵。
- (四) 應徵時之手續 應徵人應徵時，應先向本會索取「朱母紀念獎學金」應徵人聲請書，以備填送本會審查。此項聲請書之領取，並不收費，應徵人之聲請書連同附件，應用掛號信郵寄：上海南京路大陸商場五樓中國工程師學會「朱母紀念獎學金」委員會收。
- (五) 評判 由本會董事會聘定朱母紀念獎學金評判員五人，組織評判委員會，主持評判事宜，其任期由董事會酌定之。
- (六) 截止日期 每一年度之徵求截止日期，規定為「朱母逝世週年紀念日」，即二月十一日，評判委員會應於是日開會，開始審查及評判。
- (七) 發表日期及地點 當選之應徵人，即在本會所刊行之「工程」雜誌及週刊內發表，時期約在每年之四五月間。
- (八) 給獎日期 每一年度之獎學金，定於本會每年舉行年會時贈予之。

### 全國經濟委員會公路處編輯「中國公路建設攝影」展期徵求照片啟事

#### (一) 徵求照片種類

- 1 工程照片 如路基路面橋梁涵洞護牆輪渡碼頭及測勘施工情形等
- 2 交通運輸照片 如車輛車站油站修車廠及其他交通運輸設備等
- 3 風景照片 與公路有關兼風景優美之照片

#### (二) 照片說明

每種照片之後面請註明詳細地點及名稱（如係橋梁須說明跨徑式樣路面須說明寬度厚度及建築材料等）工程較大者並說明建築費及開工完工日期

#### (三) 照片尺寸

照片大小以四寸左右為宜勿貼在硬紙上並須清晰以便製版

#### (四) 限期

務於廿六年四月三十日前寄南京鐵湯池經委會公路處

#### (五) 報酬

應徵人須詳細書明通訊處凡經選登之照片當載明攝影者姓名並贈送彙覽一本其聲明「不錄仍退」者當將原物寄還

# 工程年曆

中華民國 26 年

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
○								1 213					○
1		1 32	1 60					2 214			1 305		1
2		2 33	2 61			1 152		3 215			2 306		2
3		3 34	3 62			2 153		4 216	1 244		3 307	1 335	3
4		4 35	4 63	1 91		3 154	1 182	5 217	2 245		4 308	2 336	4
5	1*	5 36	5 64	2 92		4 155	2 183	6 218	3 246	1 274	5 309	3 337	5
6	2	6 37	6 65	3 93	1 121	5 156	3 184	7 219	4 247	2 275	6 310	4 338	6
○	3	7 38	7 66	4 94	2 122	6 157	4 185	8 220	5 248	3 276	7 311	5 339	○
1	4	8 39	8 67	5 95	3 123	7 158	5 186	9 221	6 249	4 277	8 312	6 340	1
2	5	9 40	9 68	6 96	4 124	8 159	6 187	10 222	7 250	5 278	9 313	7 341	2
3	6	10 41	10 69	7 97	5* 145	9 160	7 188	11 223	8 251	6 279	10 314	8 342	3
4	7	11 42	11 70	8 98	6 146	10 161	8 189	12 224	9 252	7 280	11 315	9 343	4
5	8	12 43	12* 71	9 99	7 147	11 162	9 190	13 225	10 253	8 281	12* 316	10 344	5
6	9	13 44	13 72	10 100	8 128	12 163	10 191	14 226	11 254	9 282	13 317	11 345	6
○	10	14 45	14 73	11 101	9 129	13 164	11 192	15 227	12 255	10* 283	14 318	12 346	○
1	11	15 46	15 74	12 102	10 13	14 165	12 193	16 228	13 256	11 284	15 319	13 347	1
2	12	16 47	16 75	13 103	11 131	15 166	13 194	17 229	14 257	12 285	16 320	14 348	2
3	13	17 48	17 76	14 104	12 132	16 167	14 195	18 230	15 258	13 286	17 321	15 349	3
4	14	18 49	18 77	15 105	13 133	17 168	15 196	19 231	16 259	14 287	18 322	16 350	4
5	15	19 50	19 78	16 106	14 134	18 169	16 197	20 232	17 260	15 288	19 323	17 351	5
6	16	20 51	20 79	17 107	15 135	19 170	17 198	21 233	18 261	16 289	20 324	18 352	6
○	17	21 52	21 80	18 108	16 136	20 171	18 199	22 234	19 262	17 290	21 325	19 353	○
1	18	22 53	22 81	19 109	17 137	21 172	19 200	23 235	20 263	18 291	22 326	20 354	1
2	19	23 54	23 82	20 110	18 138	22 173	20 201	24 236	21 264	19 292	23 327	21 355	2
3	20	24 55	24 83	21 111	19 139	23 174	21 202	25 237	22 265	20 293	24 328	22 356	3
4	21	25 56	25 84	22 112	20 140	24 175	22 203	26 238	23 266	21 294	25 329	23 357	4
5	22	26 57	26 85	23 113	21 141	25 176	23 204	27 239	24 267	22 295	26 330	24 358	5
6	23	27 58	27 86	24 114	22 142	26 177	24 205	28 240	25 268	23 296	27 331	25 359	6
○	24	28 59	28 87	25 115	23 143	27 178	25 206	29 241	26 269	24 297	28 332	26 360	○
1	25		29 88	26 116	24 144	28 179	26 207	30 242	27 270	25 298	29 333	27 361	1
2	26		30 89	27 117	25 145	29 180	27 208	31 243	28 271	26 299	30 334	28 362	2
3	27		31 90	28 118	26 146	30 181	28 209		29 272	27 300		29 363	3
4	28			29 119	27 147		29 210		30 273	28 301		30 364	4
5	29			30 120	28 148		30 211			29 302		31 365	5
6	30				29 149		31 212			30 303			6
○	31	31				30 150				31 304			○
1						31 151							1

## 中國工程師學會新出版刊物廣告

工程年曆 民國26年 式樣如上

每張2分，10張15分，郵費外加。

工程單位精密換算表 半張報紙尺寸，雙面印。

共12表，1.長度，2.面積，3.容積，4.重量，5.速率，6.壓力，7.能與熱，8.工率，9.流率，10.長重，11.密度，12.溫度。

有精密蓋氏對數。張廷祥編，吳承洛校。每張5分，10張35分，100張2.50元，郵費外加，極合辦公室及繪圖室中懸掛於牆壁之用。

中國工程紀數錄 民國26年1月初版

全係數表紀錄，為參考檢查全國工程建設，唯一之手冊及年刊。

共12編，1.鐵道，2.公路，3.水利，4.電力，5.電信，6.機械，7.航空，8.鑛冶，9.化工，10.教育，11.雜項，12.附錄

版式與「工程」大小相同，共300餘頁，張廷祥編 定價每冊六角，郵費二分半。

上海南京路大陸商場五樓 電話：92582 中國工程師學會發行

# THE JOURNAL OF THE CHINESE INSTITUTE OF ENGINEERS

FOUNDED MARCH 1925—PUBLISHED BI-MONTHLY  
OFFICE: Continental Emporium, Room No. 542. Nanking Road, Shanghai.

中華民國二十六年二月一日出版  
工程第十二卷第一號

編輯人 沈鈞怡  
發行人 裘燮鈞

發行所 中國工程師學會  
上海南京路大陸商場五號  
電話九二五八二號  
上海福州路六四九號

印刷者 中國科學公司  
電話七四五七七號

### 分售處

上海徐家匯蘇新書社  
上海四馬路作者書社  
上海四馬路上海雜誌公司  
南京正中書局南京發行所  
濟南芙蓉街教育圖書社  
南昌民德路科學儀器館南昌發行所  
南昌 南昌書店  
廣州永漢北路上海什誌公司  
廣州分店  
重慶今日出版合作社  
成都開明書店

### 定報處

上海南京路大陸商場  
五四二號

收稿處 中國工程師學會刊經理處  
上海本會編輯部

會員及定戶通訊 凡會員或定戶更改地址或有寄報遺失等情請即函知上海本會

交換書報 凡欲與本刊交換者請向上海本會圖書室接洽並請先寄樣本交換書報概請逕寄上海本會圖書室收

## 廣告價目表

ADVERTISING RATES PER ISSUE

地位 POSITION	全面每期 Full Page	半面每期 Half Page
底封面外面 Outside back cover	六十元 \$60.00	
封面及底面之裏面 Inside front & back covers	四十元 \$40.00	
普通地位 Ordinary Page	三十元 \$30.00	二十元 \$20.00

廣告概用白紙。繪圖刻圖工價另議。連登多期價目從廉。欲知詳細情形。請逕函本會接洽。

### 本刊價目表

全年六册零售  
每册定價四角

每册郵費  
本埠 二分  
國內 五分  
國外 四角

全年 六册	半年 三册	預定册數	
		本埠	國內
二元一角	一元一角	二元二角	一元二角
四元二角	二元三角	二元二角	二元三角

新疆蒙古及日本照國內

香港澳門照國外

# SKF

THE CHINESE ENGINEERING JOURNAL  
FOUNDED MARCH 1925 - PUBLISHED BI-MONTHLY

OFFICE: Continental Emporium, Room No. 548, Nanjing Road, Shanghai.

## 鋼珠軸領

## 羅勒軸領

### 上海維昌洋行經理

江西路一七〇號  
電話一三三〇

## 上海泰記石棉製造廠

THE GREAT EASTERN ASBESTOS MFG. CO.

本行經銷

製造廠  
南市車站路普益里內  
電話本市二三二四四

### 主要出品

管 鎂 棉 石  
85% Magnesia Pipe Covering

塊 鎂 棉 石  
85% Magnesia Block

粉 鎂 棉 石  
85% Magnesia Cement

絡 筋 棉 石  
Asbestos Fibre

料 塗 棉 石  
Asbestos Composition

批發所

百老匯路一百十五號  
電話租界四一七七五

請聲明由中國工程師學會「工程」介紹