

年

卷

期

9

2

第

第

5 - JUN 1934

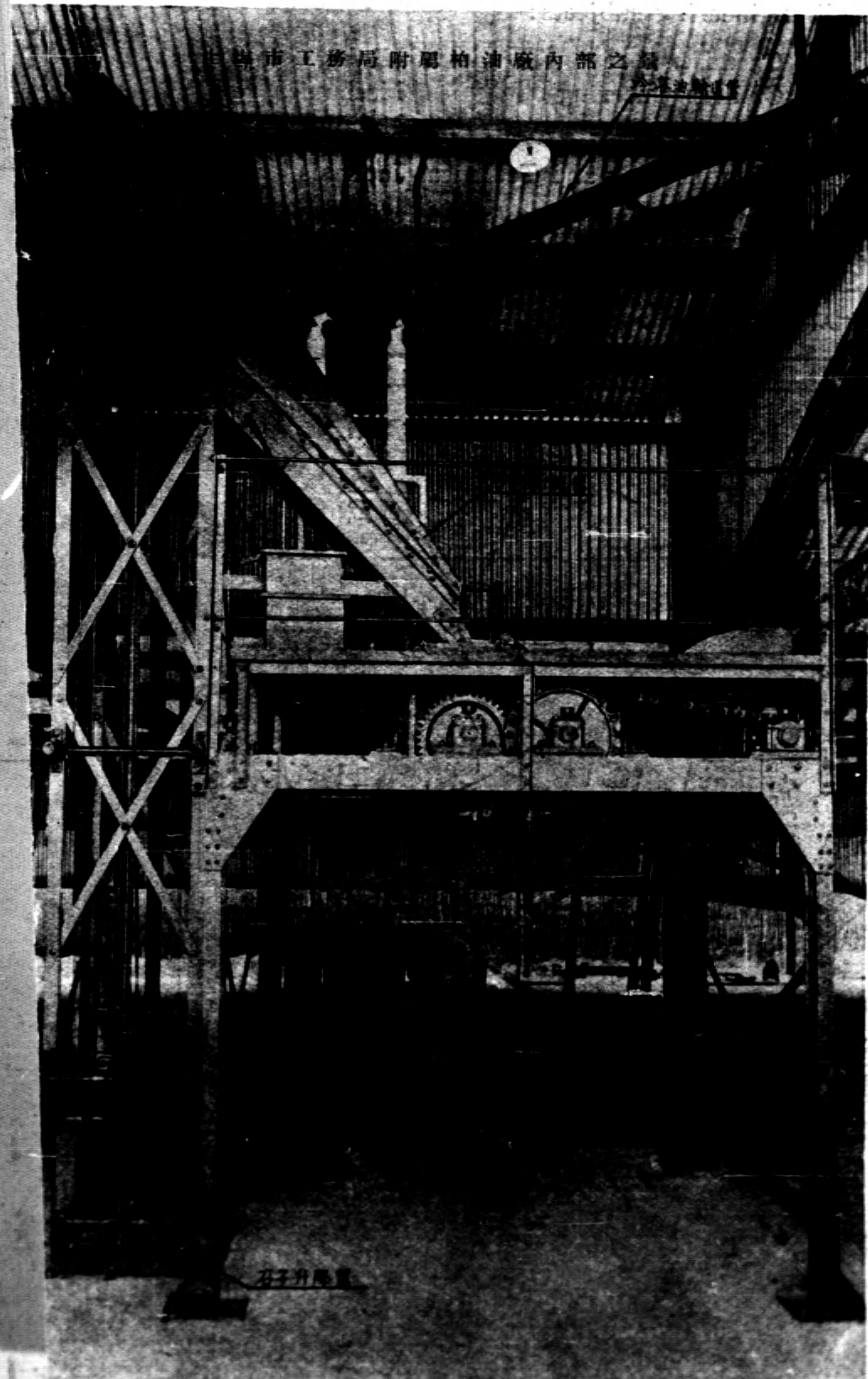
✓

工程

上海市柏油路面鋪築新法

上海市工務局於近年來試築冷拌柏油石子路面，頗具成效。此文列述研究經過及其鋪築方法，堪供國內道路工程界之參考。

上海市工務局附屬柏油廠內部之景



石子分機

◆ 第九卷第二號



二十三年四月一日

◆

STANDARD ENGINEERING HANDBOOKS

Agents for

**McGRAW-HILLBOOK COMPANY AND
McGRAW-HILL PUBLISHING COMPANY**

Catalogue sent on request

We carry in stock a large and varied selection of books
on all engineering subjects:

Agriculture

Chemistry

Mining

Aviation

Civil Engineering

Mechanics

Business & Economics

Electrical Eng.

Metallurgy

Subscriptions accepted for Engineering and Technical Journals

CHINESE AMERICAN PUBLISHING COMPANY

78 NANKING ROAD, SHANGHAI - - - - P. O. BOX 256 - - - - TELEPHONE 16844

上海北京

路第二號

立 興 洋 行

電話一一

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 立興快燥水泥為法



屬印 度支 那海 防之 拉發 其水 泥廠 所特

製世界各國無不聞名
為最佳最快燥之礮土水泥雖海水
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

請 聲 明 由 中 國 工 程 師 學 會 「 工 程 」 介 紹

中國工程師學會會刊

編輯：
 黃炎 (土木)
 董大酉 (建築)
 胡樹楫 (市政)
 鄭肇經 (水利)
 許應期 (電氣)
 徐宗涑 (化工)

工程

總編輯：沈 怡

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

第九卷第二號目錄

論著

上海市柏油路面鋪築新法.....	周書濤	125
真如國際電台之亞爾西愛式天綫制度.....	宗之發	136
航空攝影測量概述.....	施成熙	160

第三屆年會論文(續)

冀北金礦創設六十噸工廠計劃之選冶試驗報告.....	王子祐	180
收音正空管的進展.....	朱一成	196
水電兩廠合併經營之利益.....	錢慕寧	203
內地城市改進居住衛生問題之商榷.....	胡樹楫	212
圖解梯形重心之二十四原理及其畫法.....	李書田	216
施華閣樁載重試驗.....	黃 炎	226

中國工程師學會發行

分售處

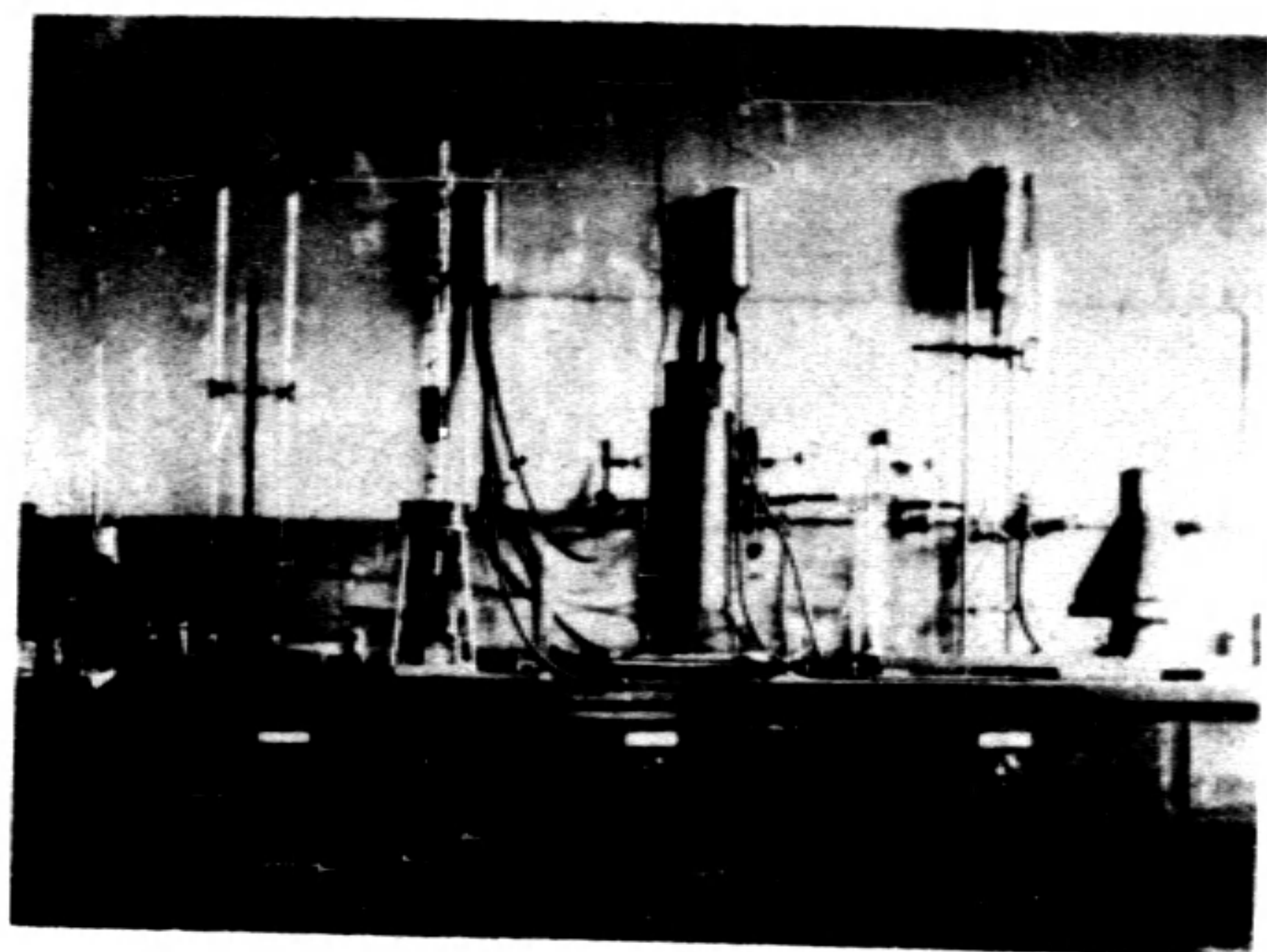
上海望平街漢文正楷印書館
 上海民智書局
 上海福州路中國科學公司
 南京正中書局
 重慶天主堂街重慶書店
 漢口中國書局

上海徐家匯蘇新書社
 上海四門東新書局
 上海生活書店
 福州市南大街萬有圖書公司
 漢口金城圖書公司

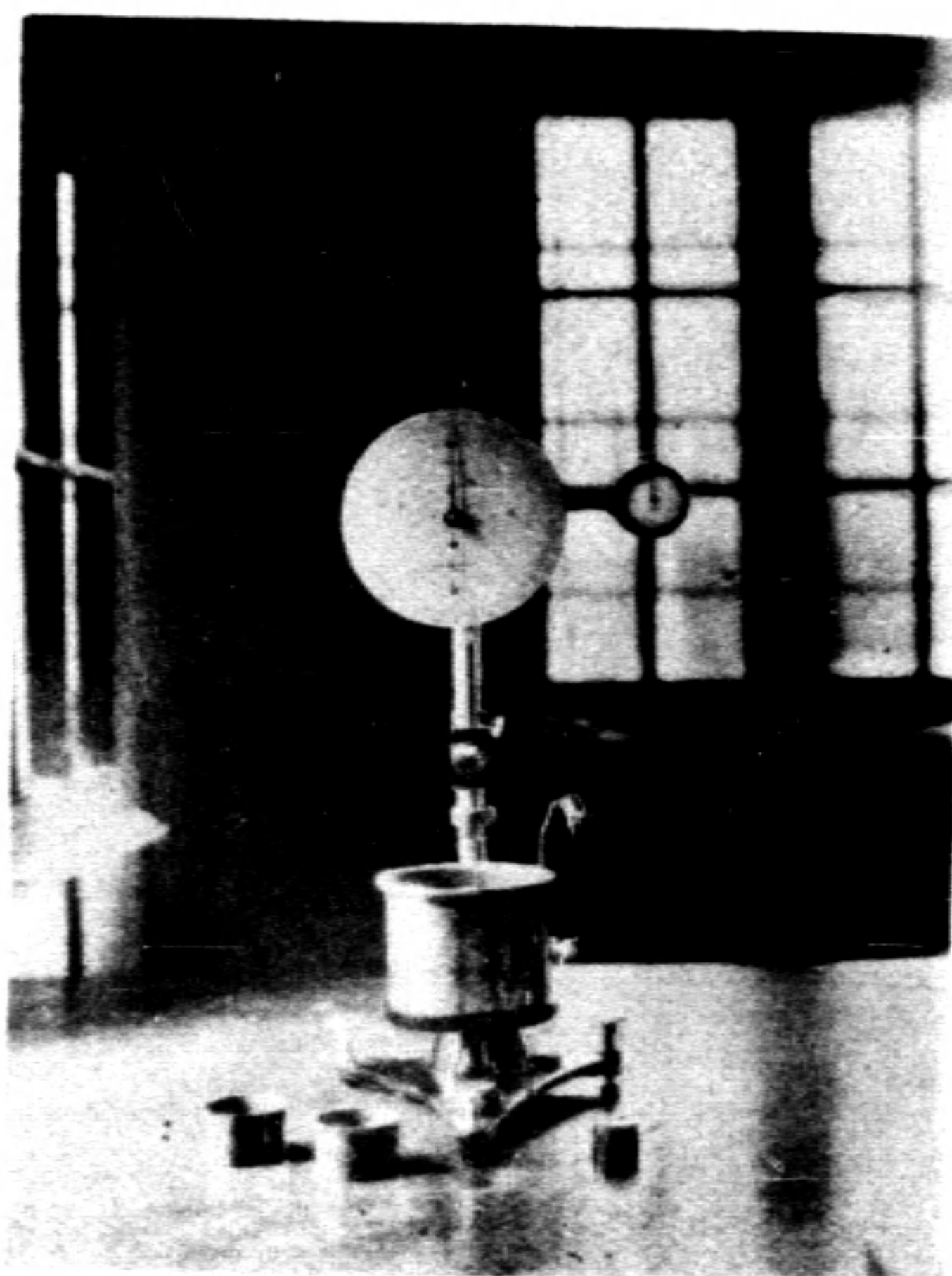
上海四馬路現代書局
 上海福州路作者書社
 南京太平路鐘山書局
 濟南芙蓉街教育圖書社
 漢口交通路新時代書店

本刊啓事

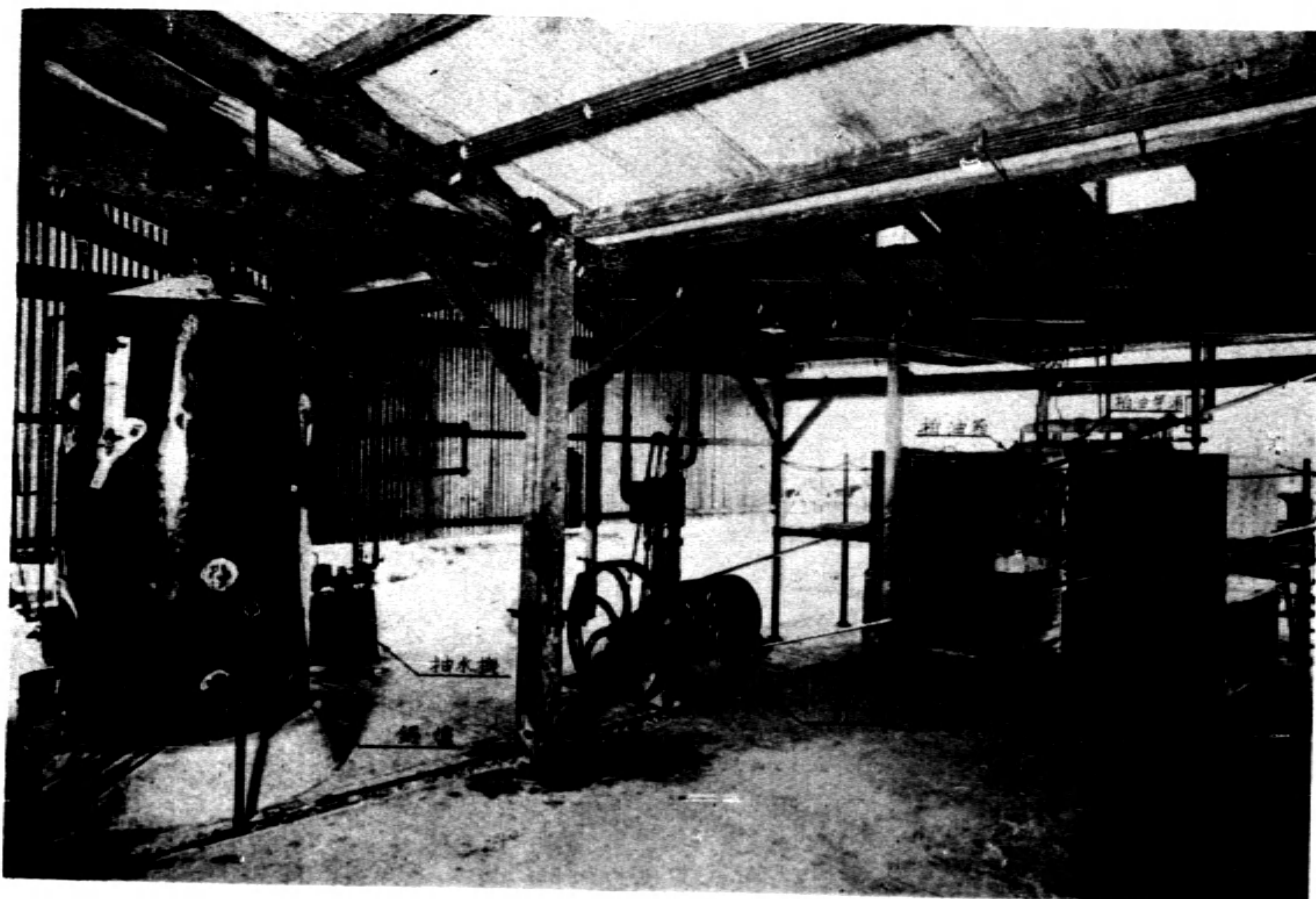
本刊徵求國內外工程新聞,工程雜俎,以及其他一切與工程有關之小品文字。倘蒙本會同人,及讀者諸君,惠撰賜寄,本刊竭誠歡迎。此項材料,在外國工程雜誌,最爲豐富,讀者及會員諸君,苟能於平日披覽此種雜誌之時,隨手譯寄,俾得充實篇幅,尤爲感盼。



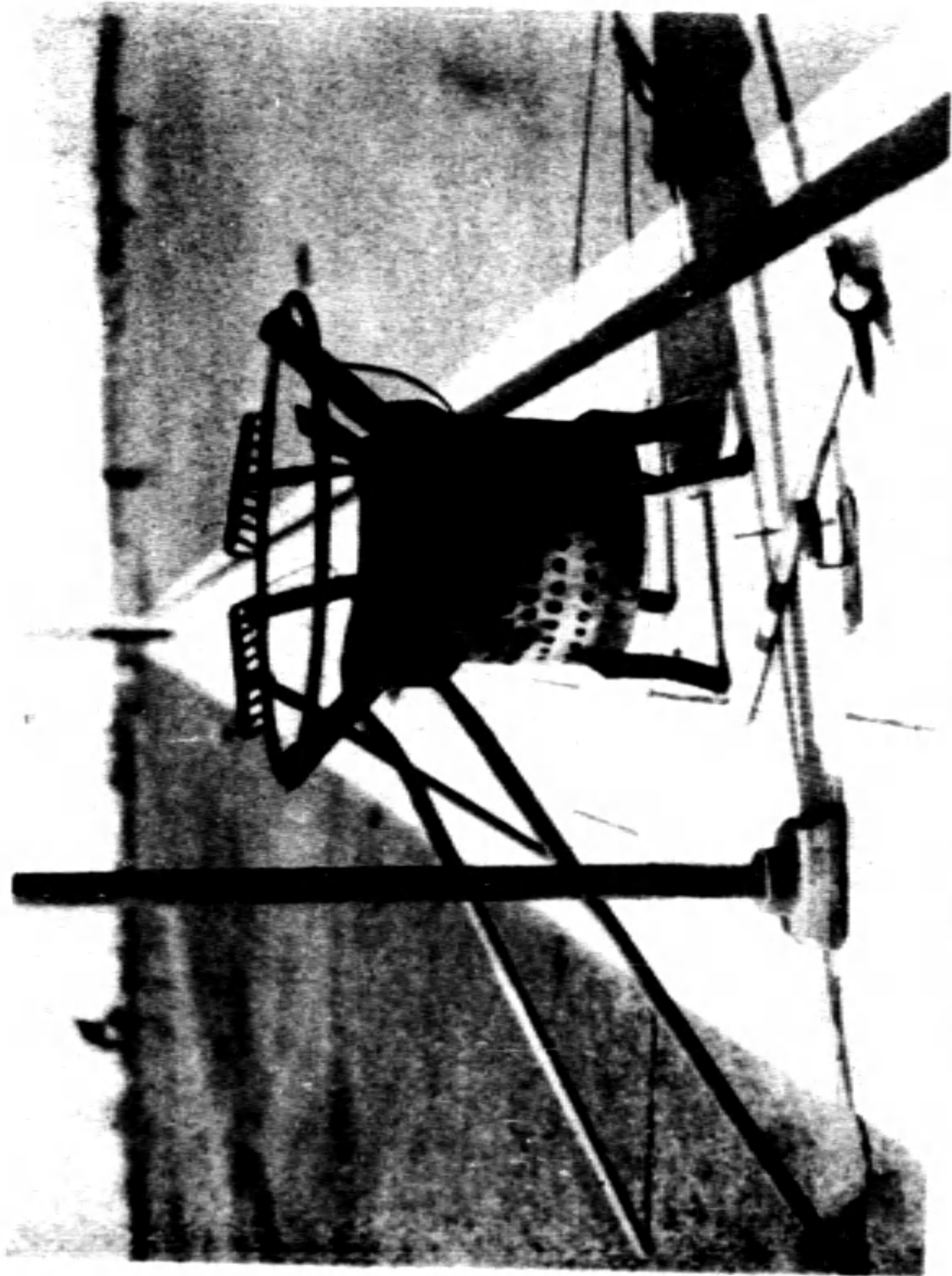
第一圖 化驗室之一部



第二圖 貫入計



第四圖 柏油廠內部



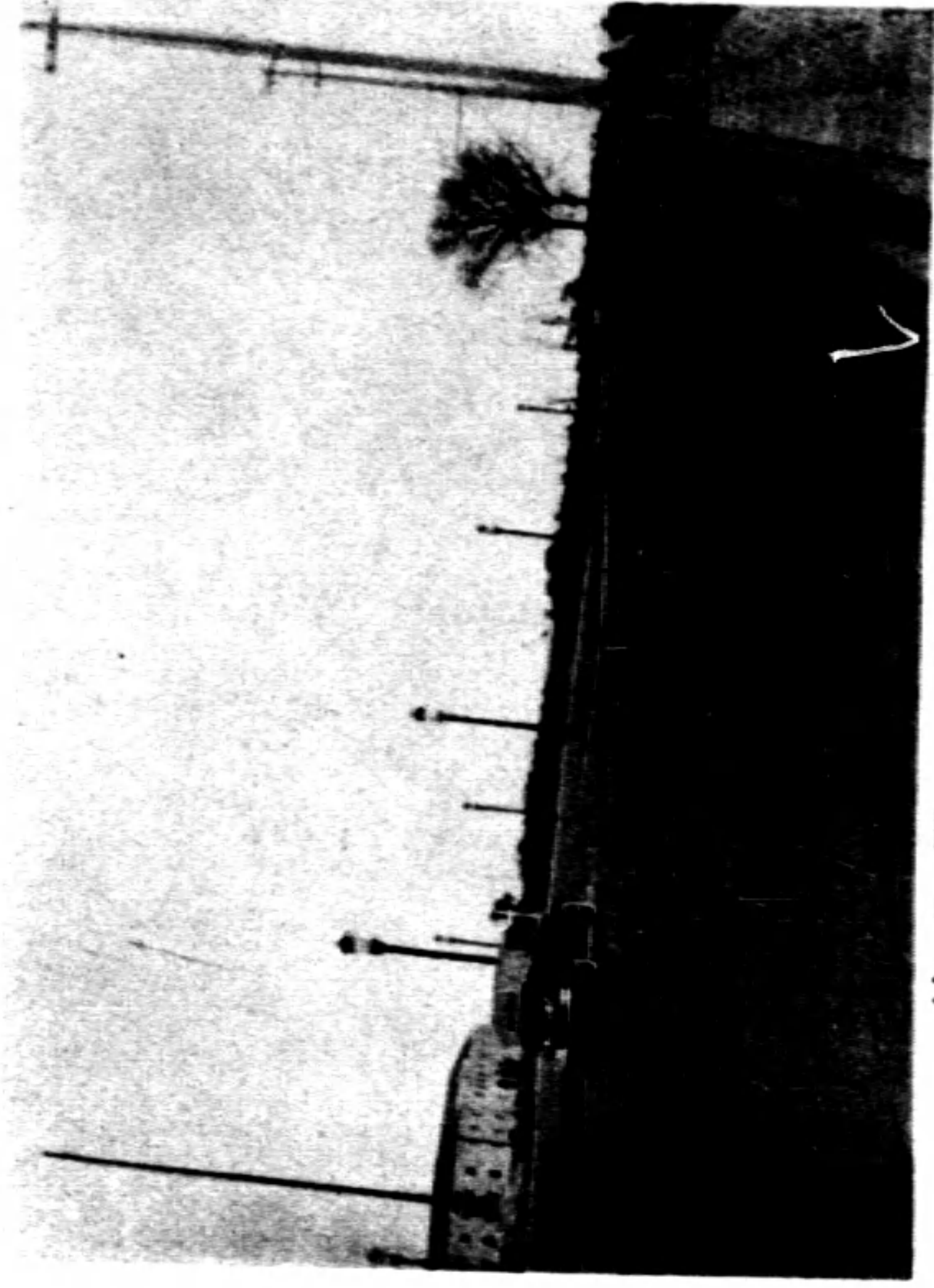
第五圖 築路工具



第七圖 滾壓情形



第六圖 耙平情形



第八圖 完成後之路面

上海市柏油路面鋪築新法

周 書 濤

上海市爲東亞第一大商埠，亦爲中國最大之城市。一切建設，突飛猛晉，道路修築，亦力求完善。雖受經濟束縛之影響，但仍具決心，積極改善，進行不遺餘力。過去鑒於砂石路面容易損壞，且難保養，故即從事加鋪柏油路面工程。如澆柏油及灌柏油等各種方法，次第實施，而歷多年之經驗，尙未能予以十分滿意。乃急求改進，從事探討。最近聘請英籍工程師 Vella 爲顧問，積極研究，乃有“冷拌”柏油石子路面之試驗，結果頗堪滿意。茲將研究經過，及其鋪築方法，臚列於此，以供國內道路工程師之參攷。

澆柏油及灌柏油方法，爲我國道路工程所習用。前者以其價廉而均樂用之，然頗易毀壞，故修養費甚大；後者建築費較貴，但壽命較長，並能載較多量之車輛。此二種路面，每至夏季，炎日晒之，路面柏油每爲溶化，黏熱難行，路面易損，故常須洒鋪黃砂或石屑，以便行駛。而至冬季，則亦常發現裂痕。此種柏油路面，雖外表美觀，然弱點頗多，故有改良之必要，既而乃有柏油砂路面之鋪築。今上海租界內道路，均採用此法，此項方法，誠爲一大進步，惟造價昂貴，手續繁複，上海市工務局以限於經費，未能使用。然此項道路，雖能負載極多量之車輛，而仍不免於夏季時路面有溶化之弊。

查柏油砂可認爲優良之道路材料，惟其配製，須經過極高溫度之熱拌，運至工作地點，亦須保持適當溫度，手續頗煩，而機器又複雜，不爲人所樂用，故須更進一步，研究其能在低溫度時拌合，鋪

築時亦毋須保持相當溫度，同時務使機器簡單，以合乎經濟為限。乃有“冷拌”柏油石子路面(“Cold mix” Bituminous Surface Treatment)之成功。茲分段略述於下：——

一 化驗設備

研究材料，須先知其性質，然後根據探討，方有價值。故開化驗室一所(第一圖)從事化驗各項柏油及石子等材料之性質。化驗儀器，大部份由英國定購，以貫入計(Penetrometer)儀器為最精細(參閱第二圖)。

此項化驗儀器，總計約費5,000.00元，但尚未置辦齊全，以後希望擴充為一完全之柏油材料試驗所。各種試驗方法，容後另文詳論之。

二 材 料

“冷拌”柏油石子路面，分底層與面層二種，所用材料及其成份，當不相同。茲分述於下：

1. 石子, 2. 冷溶油, 3. 柏油粉, 4. 液溶油, 5. 石粉。

一 石子 質料堅硬，不染泥質者為限。其大小需二種，為六分子及二分子。六分子用於底層；二分子用於面層；其級配成份，以下列為標準：

A. 六分子

經過： $1\frac{1}{2}$ "- $1\frac{1}{4}$ "篩眼者保留於1"百分之15

經過：1" 篩眼者保留於 $\frac{3}{4}$ "百分之35

經過： $\frac{3}{4}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{2}$ "百分之40

經過： $\frac{1}{2}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{4}$ "百分之10

B. 二分子

經過： $\frac{1}{2}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{4}$ "百分之5

經過： $\frac{3}{8}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{8}$ "百分之25

經過： $\frac{1}{4}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{8}$ "百分之50

經過： $\frac{1}{8}$ " 篩眼者保留於 $\frac{1}{16}$ "百分之20

上列之級配成份，可視交通之簡繁及鋪築之厚度而變更之。

二 冷溶油 ("Cold mix" Flux) 爲“冷拌”柏油之特品，以其於低溫度時，能與石子拌合也。瀝青(Bitumen)熱至華氏300度，則方如水狀之完全溶解而可應用。在拌合時，亦須保持其熱度，在華氏280度左右，如在此熱度以下，則拌合困難矣。如拌合時，須保持華氏280度者，則石子必須熱至400度，方可使用。故烘熱石子，須有烘石子機之設備；而拌合機，以保持溫度計，亦須有水汀管之裝置；手續既煩，而又不經濟。故今之目的，務使避免煩複之機器及手續，則先以瀝青改良，使在華氏140°左右仍能維持水狀之液體，則在低溫度時之拌合，不感困難。乃有冷溶油之發明。

冷溶油之成份，爲瀝青與輕柏油。

A. 瀝青(Bitumen) 其性質須合下列之規定：

1. 比重(Specific gravity) 77°F 1.02
2. 貫入度(Penetration) 40-50
3. 韌性(Ductility) 90+
4. 揮發性(Volatility) 1.5%
5. 融解點(Fusing Point) 115°F-150°F
6. 引火點(Flash Point) 475°F
7. 瀝青純粹性(Bitumen Soluble in CS₂) 99.9%

B. 輕柏油(Light tar oil) 輕柏油係由煤柏油蒸溜而得，其分解點爲200°C，能與瀝青溶和，其性質如下：

1. 比重 60°F 0.983
2. 水份(Water Content) 0.3%
3. 引火點 154°F
4. 柏油酸(Tar acid) 7.0%
5. 溜解度(Distillation Range) 在 177°C 開始分解

193.5°C	10%
203.5°C	20%
210° C	30%
215° C	40%
221.5°C	50%

輕柏油現購自英國倫敦煤氣公司，連關稅及運費等，每噸價260.00元。上海自來火公司亦有此項出品，惟數量極微。中國將有大規模之煉鋼廠成立，則此項輕柏油，當可有多量之供給也。冷溶油之製法如下：

先將瀝青熱至300度F以上，但不得過375°F，使完全溶解變成水狀之流質。待其冷至200°F以下(約經過5小時後)，乃將已配合好成份之輕柏油和入。如熱度在200°F以上，而輕柏油驟然加入，則必發出強烈之濃烟，非但輕柏油容易揮發損失，且易發生火患；而在箱內之瀝青，亦有溢出之虞。故加輕柏油時之熱度，不可不注意之。

配合成份(以重量為標準)：瀝青90%輕柏油10%此項成份，普通即可用之，惟須視氣候之變遷而更換之。

冷溶油之性質：

1. 比重	77°/77°F	1.027
2. 引火點		239°F
3. 定炭素(Fixed Carbon)		9.0%
4. 灰(Ash)		0.5%
5. 瀝青純粹性(Soluble in CS ₂)		99.9%
6. 溜解度	水份	極微
	0°—200°C	1.4%
	200°—270°C	10 %
	殘餘物	88.6%

冷溶油亦可由煉柏油(Refined tar)內製造。於煉柏油內加瀝

青及輕柏油之混合物：

煉柏油	75%	}	100%
瀝青	80-85		
輕柏油	20-15		

} 25%

此項所製成之冷溶油,其性質如下:

1. 比重	77°/77°F	1.165-1.200
2. 引火點		120°F-130°F
3. 揮發性		4-6%
4. 瀝青純粹性		80%
5. 定炭素		30%
6. 灰		2.5%
7. 溜解度	200°C	1.25%
	270°C	11.50%

三柏油粉 (Pulverized Asphalt) 以天然所產之土瀝青(Asphalt), 經過整理工作後,將雜質除去,搗碎成粉,即為柏油粉。天然土瀝青, 世界各地,均有出產,如美國 Trinidad 島,為世界最大之“土瀝青湖”(Trinidad asphalt Lake), 歐洲各地亦均有出產,亞洲之小亞細亞及日本等處亦有發現。今所用之柏油粉,係購自印度孟買 (Bombay), 其原料為美索不達米亞(Mesopotamia)之伊拉克(Irak)地所產,其性質如下:

1. 比重	1.26
2. 貫入度	1-2
3. 瀝青純粹性	70%
4. 融解點	260°F
5. 定炭素	24.7%
6. 灰燼	23.5%

四液溶油 (Liquifier-Oil) 冬季天氣寒冷,柏油石子拌合則將感困難。因 180°F 以下之冷溶油遇 32°F 之冷石子則拌合時之熱度驟降,或竟降至 80°F 以下,冷溶油不易黏佈於各個石子之間,以致

頓形遲緩，較平時所需拌合時間延長至五六倍之久。非但於人工及時間不經濟，而機器損壞率亦大，故乃有液溶油之使用，(此項液溶油在氣候暖和時，可以毋需)

液溶油之成份，為輕柏油及汽油。

1. 輕柏油之性質與上述同。

2. 汽油，可採購普通汽油，惟須擇其揮發性較強者為佳。市上所售者，以光華汽油之揮發性較強。茲將試驗所得結果如下：

1. 比重	光華	0.729	美孚	0.751
2. 溜解度	86°-208°F	光華 26%	美孚	20%
	86°-248°F	光華 53.6%	美孚	40%

配合成份(以體積計算)

輕柏油	50 %
汽油	50%

液溶油之功用

1. 洗清石子面灰塵
2. 減少拌合阻力
3. 潤滑石子表面
4. 使冷溶油容易黏塗於石子面
5. 使鋪耙便利

五石粉 即普通青石屑，經過 $\frac{1}{16}$ "篩眼者，方可使用，須無雜質而以乾燥者為限。

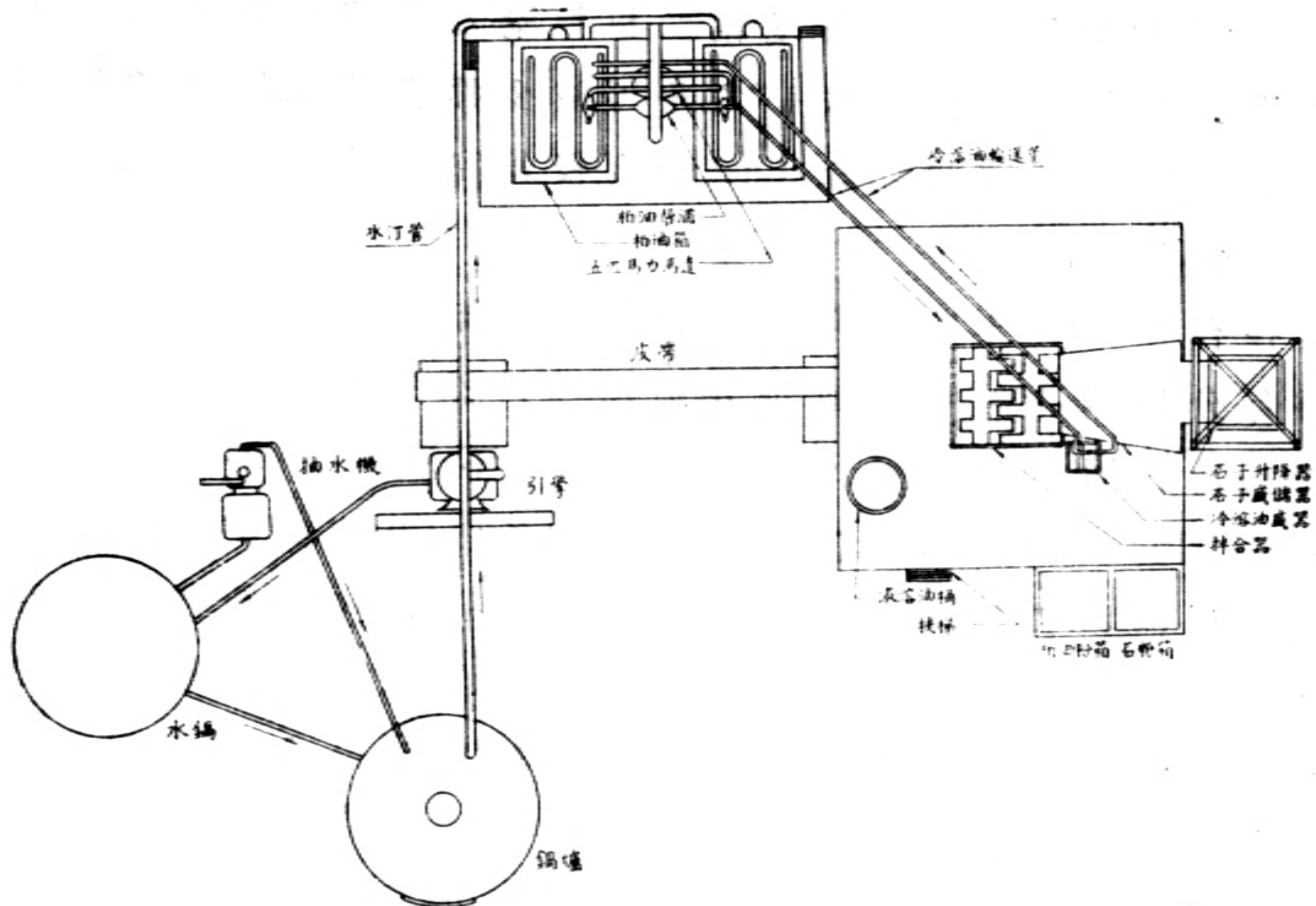
材料價格

材 料	每公噸單價	備 註
六分子	3.06 元	每立方公尺4.10 元運費在外 每立方公尺4.20 元運費在外 每立方公尺3.40 元運費在外 每立方公尺2.40 元運費在外
四分子	3.21 元	
二分子	2.60 元	
石屑	1.79 元	
土瀝青	112.00 元	
輕柏油	260.00 元	
汽油	212.00 元	每介倫為0.60 元
柏油粉	160.00 元	
冷溶油(90/10)	126.80 元	
冷溶油(95/5)	119.40 元	
液溶油	239.00 元	
煤氣公司冷溶油	90.00 元	

上列單價，以上海市22年度市價為標準。

三 機 拌

“冷拌”(Cold mix) 機器較“熱拌”(Hot mix) 機器為簡單,因保持熱度之水汀管及烘石子機等設備,均可省去。但“冷拌”機器各部機件須較堅固,因冷拌需力頗大,而機件較易磨損也。



第三圖 柏油廠佈置圖

“冷拌”機器可分為三部說明之:

1. 石子升降器(Stone Bucket Elevator)
2. 冷溶油盛器及柏油箱(“Cold mix” Flux Bucket and Kettles)
3. 拌合器(mixer)

一 石子升降器 石子斗容量,可裝石子四分之一公噸;其升降,係利用吊重機,以齧合子控制之。吊至 5 公尺高處,將石子傾注於石子盛儲器,以候拌用。

二 冷溶油盛器及柏油箱 盛器容量為五介侖,四周鐵板為夾層,中蓄水汀,以保持該器之溫度。器中設浮標一塊,依冷溶油所需分量而定標識。盛器之外接以輸送管,管分來回二道,管之外壳,

包以水汀管,使冷溶油不致有凝結於管中之弊。輸送管之他端,接以五匹馬力馬達幫浦,冷溶油由柏油箱內打入輸送管,由輸送管儲於盛器。柏油箱容量每只可盛冷溶油 2.5 公噸箱中裝 2 寸水汀管 20 道,如此則溶解瀝青可較迅速。

三拌合器 拌合器容量為 0.2 立方公尺 (7 立方英尺) 四周鐵板均為 mild Steel。中有平行地軸二根,拌槳八塊,槳頭為四吋之五角形鐵板,斜裝於槳臂上,成 45° 角,藉可減少拌合時之阻力。槳臂用鑄鐵 (Cast iron), 槳頭用鑄鋼 (Cast steel), 較為堅固。拌時速度,以每分鐘 39 轉為最宜。

拌合方法: 先將引擎及拌合器內拌槳旋轉之速度校正,即引擎每分鐘為 128 轉,拌槳每分鐘為 39 轉。然後將乾燥之石子傾入拌合器內,同時即澆洒液溶油, (天熱時不用) 約歷 25 秒鐘,乃加冷溶油,待其完全拌和,即各個石子間,均塗滿冷溶油,約歷 1 分鐘,然後加柏油粉,再經 30 秒鐘,加石粉,待完全拌和後,即開門放下,裝入卡車,運至工作地點。每斗約拌二分半鐘至三分鐘,冬季拌時略長,每斗約需四分鐘至五分鐘,每斗重量約為四分之一公噸。

冬季所用成份如下:

底層;	六分子	90.84%
	冷溶油	3.59%
	柏油粉	1.59%
	石粉	3.98%
		<u>100.00%</u>

液溶油加入數量為冷溶油之 15 %

面層:	二分子	86.02%
	冷溶油	5.62%
	柏油粉	2.39%
	石粉	5.97%
		<u>100.00%</u>

液溶油加入數量爲冷溶油之13%

四 鋪 築

此項柏油路面分二層鋪築一底層與面層。鋪築厚度，須視壓實之路面所需若干厚度而定。如鋪5公分(2吋)壓實路面者，則底層須鋪5.6公分(2 $\frac{1}{4}$ 吋)厚，(每公噸鋪12平方公尺)，面層須鋪2.5公分(1吋)厚(每公噸鋪30平方公尺)。如鋪3.8公分(1 $\frac{1}{2}$ 吋)壓實路面者，則底層須鋪4.4公分(1 $\frac{3}{4}$ 吋) (每公噸鋪15平方公尺)，面層須鋪1.9公分($\frac{3}{4}$ 吋) (每公噸鋪35.0平方公尺)。

未鋪冷拌柏油石子之前，必須先將路基掃刷乾淨，路基上之泥灰，須完全刷去，因瀝青最忌灰塵(Dust insulates Bitumen)。路基如有不平之處，則須先補平，路基上最好先塗一薄層之稀薄冷溶油，每公斤約塗2.0平方公尺，於窰井自來水管蓋等四周以及茄莉側石邊等處，均須塗稀薄冷溶油一層，然後將冷拌柏油石子用卡車運至工作地點倒下，以人工耙平，至所需厚度爲止。(參閱第六圖)如無側石人行道之路，則在未鋪築柏油石子之前，先於路兩邊依照所需之路面寬度而釘木條子。木條子尺寸，應視所鋪柏油石子路面之厚度而定。路冠板(Camber)亦應隨時使用，以水平平準，務使完成之路面，不致有高低不平之弊。底層鋪平後，將7噸二滾筒滾路機(Tandem Roller)滾壓，應自路邊向中央直滾，不能灣曲，並須套滾，以半滾筒爲限。滾時速度須遲緩，每點鐘滾壓面積，不得過180平方公尺。滾筒須濕潤，以免柏油石子黏着，路面全部壓過一次後，再用10噸滾路機(Three-wheel Roller)滾壓，滾法如前。滾過一次後，再用7噸滾路機壓平，前後共壓至少三次。凡滾路機壓不到處，如路邊木條邊或側石邊以及窰井四周等處，須先用鐵板磨光再用鐵夯夯平。底層壓實後，乃鋪面層，未鋪面層之先，於側石邊及窰井自來水管蓋等處四周，仍須塗稀冷溶油一層，然後鋪面層柏油石子，照規定厚度鋪築。當耙平時，應十分注意，務使平準，鋪平後乃用七

噸及十噸滾路機,依次滾壓,其滾法如前,以尤緩尤佳。(參閱第七圖)當滾壓時,如路面有凹孔,則須將柏油石子補塞,填平滾實。凡滾路機壓不到處,仍用鐵夯夯實。路面壓實後,洒以石粉一層,每立方公尺約鋪 300 平方公尺,洒後須隨時掃勻,即可開放車輛通行。

五 結 論

“冷拌”柏油石子路在中國尚屬創舉,而歐美各國及印度等處各幹道及車站道路等已慣用之。在雨水較多之城市,以此項路面,尤屬相宜,因不致有傾滑之虞。“冷拌”柏油路面頗屬經濟,5公分厚之路面每平方公尺僅需 2.10 元(連人工),3.8公分厚每平方公尺僅需 1.70 元(以上海市價計算)較“熱拌”柏油石子路面低賤多矣。

“冷拌”與“熱拌”柏油石子之比較:

1. “冷拌”機器設備簡單。
2. “冷拌”人工較省。
3. “冷拌”所用瀝青成份較少,約較“熱拌”可省 30 %。
4. 冷溶油內瀝青,毋需十分熱,不如“熱拌”中之瀝青,容易過熱,而常有損失其粘性之虞。
5. “熱拌”鋪築及滾壓,須保持相當溫度;而“冷拌”則可以堆置數日亦不妨,隨時可以鋪築及滾壓;冬季嚴寒,亦可鋪築。
6. 修補柏油路面以“冷拌”柏油石子較為便利,已鋪在路上之柏油石子,如能保持清潔,挖出後仍可使用。
7. 使“冷溶油”熱,祇費一小時餘之時間已完全溶解。
8. “冷拌”柏油石子路面於雨後無傾滑之危險。
9. “冷拌”柏油石子在微雨後亦可鋪築。

“冷拌”柏油石子之劣點:

1. 完成之路面不能如柏油砂路面之光滑悅目。
2. 開放初期時路面往往有重車輪印痕之弊。
3. 初期路面易為漏油汽車之汽油所損壞。

4. 雨後之“冷拌”柏油路面不及“熱拌”柏油路面乾燥迅速。

“冷拌”較“熱拌”柏油石子方法，果為簡便；然欲使石子之保持乾燥，甚屬不易，須運至屋內堆儲，既費人工，又頗麻煩。如使冷溶油能與濕石子拌合，則既毋需空屋之預備，而手續尤為便捷。故現擬從事於此項研究，以冀得有進步也。

真茹國際電台之亞爾西愛式天線制度

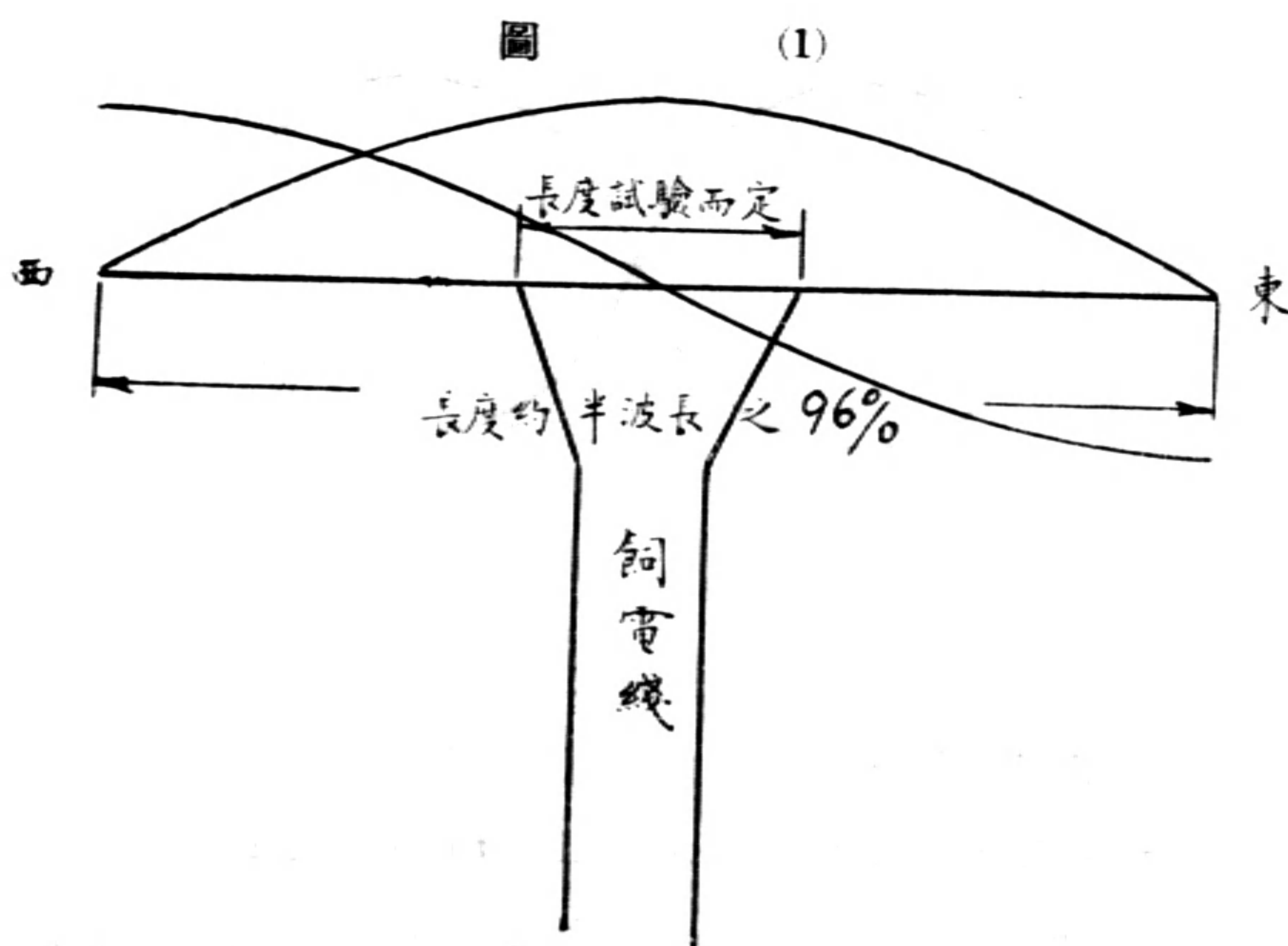
宗 之 發

緒言：交通部國際電台成立於民國十九年十一月。其最重要之發報機部份設於真茹，計有強電力發報機三部。其中兩部天線之電力為 20 KW 至 40 KW，係美國合組無線電公司(Radio Corporation of America 簡稱 R. C. A. 即亞爾西愛)出品，此兩機合置於一建築物內，統稱之為美機發報台。此兩機普通專供中美與中德間通信之用。另一機約有 15 KW 之電力，係為法國無線電公司(Societe Francaise Radio-electrique)出品，與其發電引擎及電池等，合置於一建築物內，統稱之為法機發報台。此機通常專供中法間通信之用。兩台皆各採用定向天線制度(Directional Antennae System)。美台即採用亞爾西愛式，而法台即用法國公司之程式也。

近世之長距離無線電通信，多利用短波。蓋短波之應用，非特因其反射波(reflection wave)之超越性，特別適合於遠距離通信。且因波長之短，可藉此製作各種程式的集向天線制度。將發射電力，束射於一個方向。於是等於在所要之方向，增強其電力，而在不必要之方向，減低其耗損，利莫大焉。據稱亞爾西愛式之四排式定向天線制度，其束射之程度，可使收報機方面信號之增強，等於發報機之用普通天線者，電力增加五十倍。斯可見定向天線制度之發明，對於長距離通信之助力矣。國際電台之採用定向天線，在國內尚屬創見。其中美中德兩方面通信，均採用亞爾西愛式之天線。有定向者，亦有非定向者。計自裝置以迄工竣，以及試驗與調整完畢，

歷時幾一載有餘。著者前曾在美國亞爾西愛公司實習，回國後亦為參預此項工程之一人。故對於是項天線制度，知之略詳。茲篇蓋欲將亞爾西愛式天線之構造，原理，與實地試驗情形，撮要敘述，藉供國內研究無線電學者之參考焉。

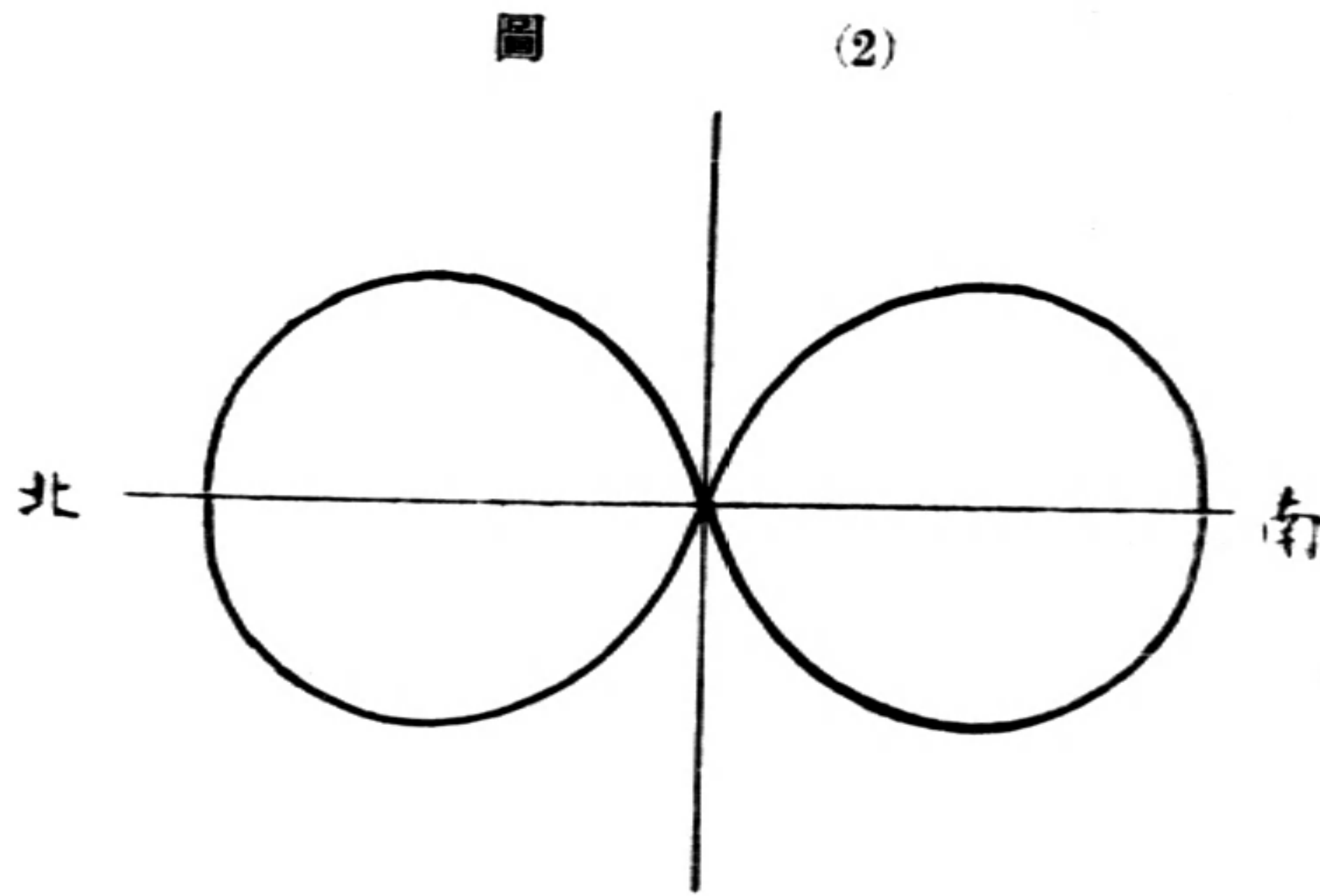
(一)定向天線之構造 附屬於真茹美機發報台之天線，共有六座。計第一發報機有指向美舊金山之一六，〇四 M 定向天線一座。一六，〇四 M 及三七，六四 M 之非定向天線各一座。第二發報機有一八，三〇 M 之指向柏林定向天線一座，三九，五八 M 及一八，三〇 M 之非定向天線各一座。關於天線位置之分佈，中美定向天線約在台之東六百英尺，中德天線在台之東北向距台約七百五十英尺，其他非定向天線四座，聚集於台之東北約五百英尺之處所。發報機與天線間之連接，係用架空射電週率傳輸線(Oveo-hand Radio-frequency transmission line)導引之。



非定向天線四座，係採用 R. C. A. 之橫式半波雙極式天線 (Horizontal Half-Wave dipole or doublet)。此種天線，此處雖稱之為非定向，其實其電能之輻射，亦有偏向。不過其集中之方向，不若普通定

向天線之銳利而顯著耳。所謂半波雙極天線，即係在線之中部接於兩根輸電線上，圖(1)所示，即係此天線構造之大概，及其電壓與電流之分佈形態也。

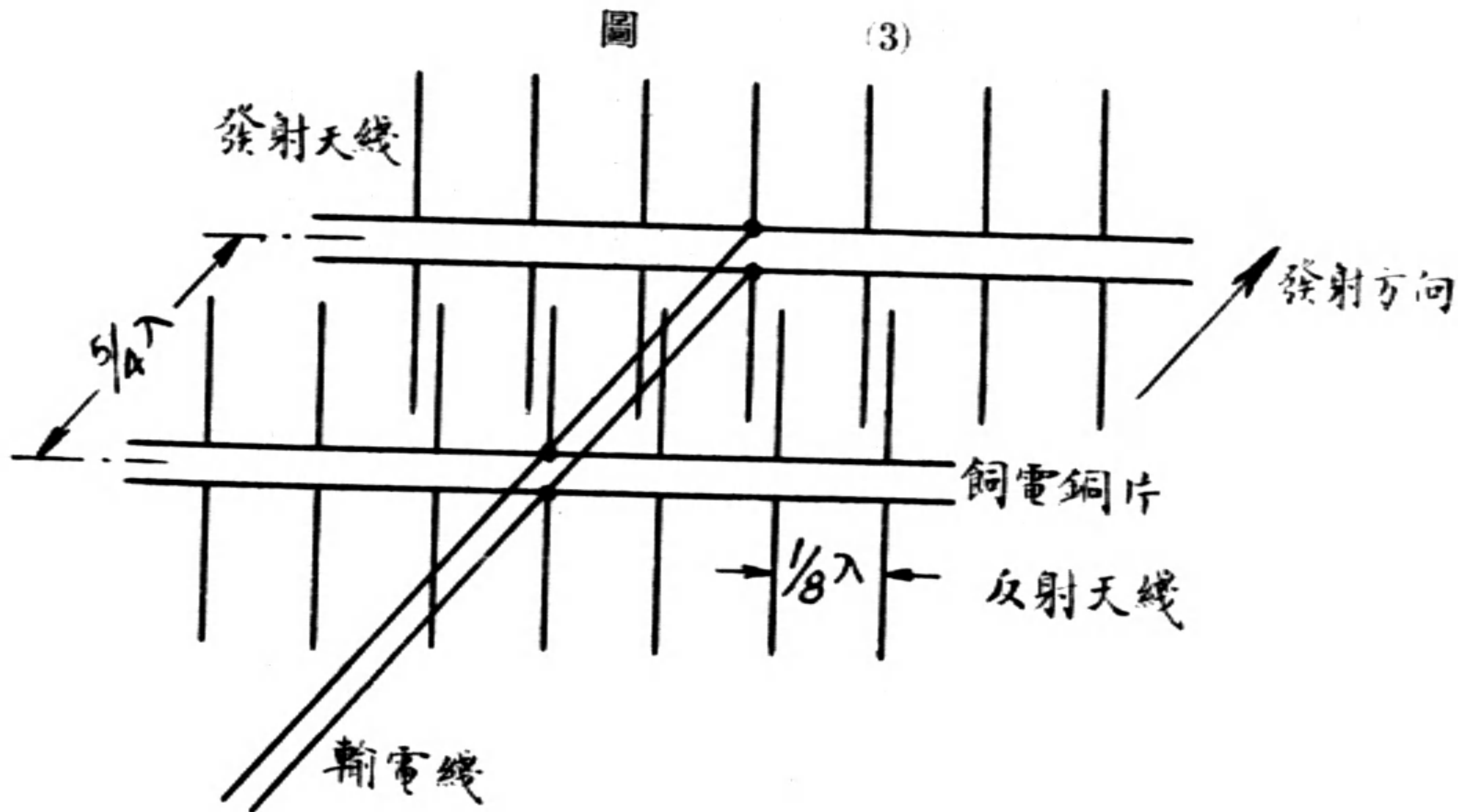
雙極天線之磁場力 (field strength) 分佈之極線圖 (polar curve)，約如圖(2)所示。可注意者，即雙極天線大磁場力之方向，係與天線之平面 (plane containing the antennae wire) 適成一直角。即：假如天線之兩端為東西向，則最大之磁場力為南北向是也。故美台第一發報機之兩雙極天線，其平面之垂直線 (perpendicular of the plane of the antennae) 皆指向舊金山；而第二發報機之兩雙極天線，其平面之垂直線皆指向柏林。如是則在非定向之天線中，亦略獲其定向之性質焉。



美台之四座雙極天線，係各用二根之射電週率傳輸線 (Radio frequency transmission line)，接至台內，但欲天線之總阻配合於傳輸線之總阻 (matching the impedance of line to that of antennae)，使傳輸線上不至有反射現象時 (Reflection loss)；則其法必先測定飼電線接於天線上之位置，見圖(1)，其位置之測定，普通用電燈 (家庭中用之 220V 50W 均可) 三個，以銅線接其一端，懸於傳輸線上，燈間之相互距離，約為四分之一個波長，如此一方面移動飼電線 (feeder line)

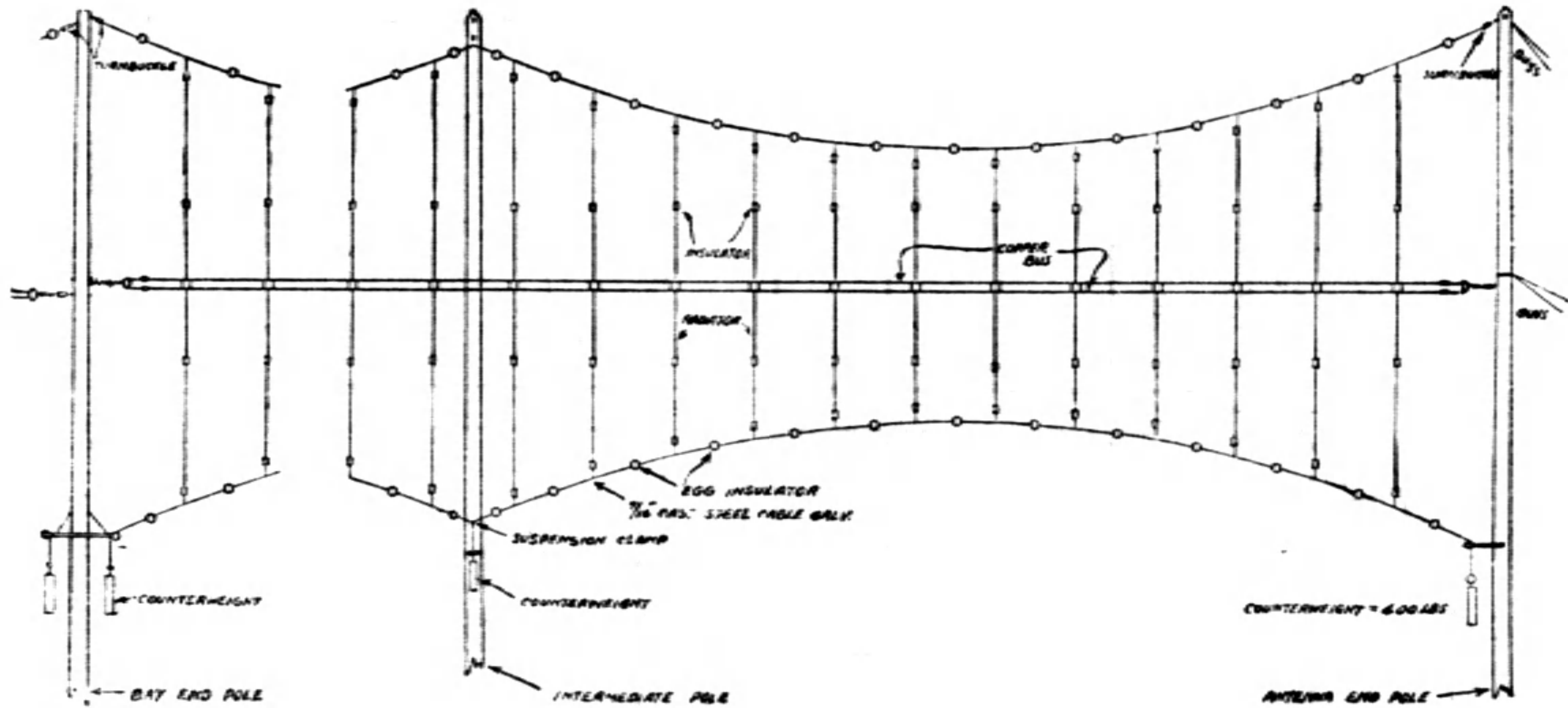
在天線上之位置，直至三燈之亮度約略相等，即間接表示傳輸線上站立波 (standing wave) 業經消滅矣。

茲當進而說明美機發報台定向天線之構造原理，及試驗與調整之情形。



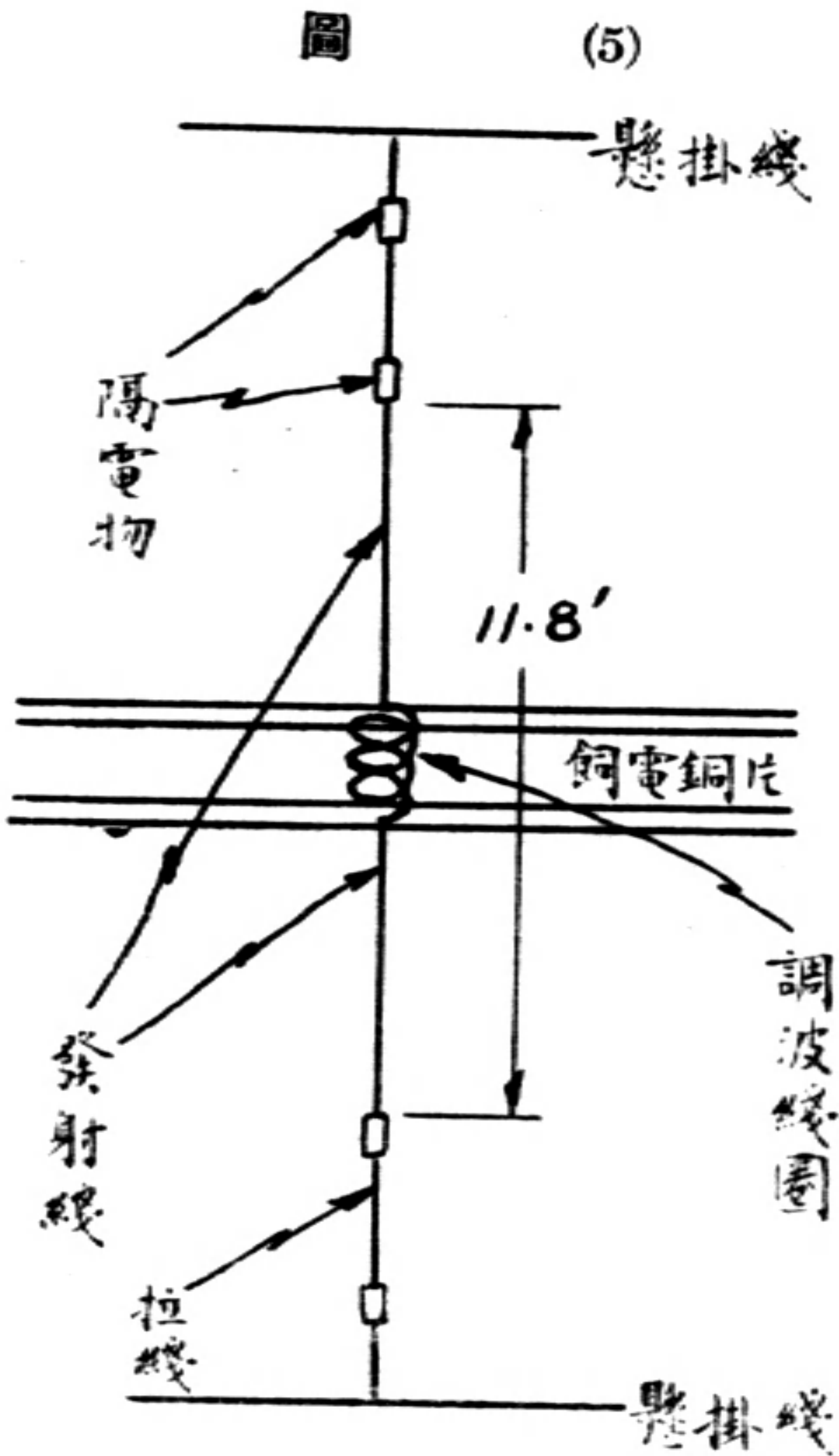
(甲)構造 美機定向天線，係採用 R.C.A. Broad-Side Projector Antennae 式。其組織係集合許多直立之雙極天線 (Vertical doublet) 於兩行 (row)，而於其中部以橫行之銅片作共同饋電之用。見圖 (3)，此項天線共有兩行，前行 (以發射方向為標準) 普通稱為發射天線 (Radiator)，後行普通稱為反射天線 (Reflector)。兩行間之距離為波長之一又四分之一 ($5/4\lambda$)，至每行間兩個雙極天線之距離，則為波長八分之一 ($1/8\lambda$)。同行間之雙極天線，其饋電均係同相 (same phase)，但反射天線一行之饋電，較諸發射天線之一行，則係領相 (leading phase)。其領相角度為 $2\pi \times 5/4$ radians。普通此種天線，一行之中又分作若干排 (Bays)，每排共列二十四個雙極天線，其長度計等於三個波長。定向天線排數愈多，則其集向亦愈銳，但排數在四個以上時，其增益漸少，且裝置費鉅，經濟上亦不合算，故美機台現採用者，乃二排式 (two-bay) 者也。

圖 (4)



附圖(4)乃表示美機中美定向天線(一六.〇四M)構造之大概。此圖祇係一排(one Bay)一面(one Row)之前視圖,至其他一面與其他一排與此完全相同。兩排式之天線(two bay antennae),蓋即集合如圖中者四個而成,所有天線,均懸掛於八十餘英尺高之木桿上。此項木桿因吃重甚大,須極堅固,通常規定木梢直徑至少須八吋。國內頗難覓此粗長之木,因而美台之天線木桿,亦係向美洲加利福利亞省定購者也。兩桿中共掛直立之雙極天線(Vertical doublet)十二個,故三桿中共掛二十四個,合成一排(one bay)之數。天線係懸掛於上下兩根懸線之中,而上下均成一弧形(parabolic form),蓋所以使力量平均也。此項懸掛線係用 $\frac{7}{16}$ 吋之生鋼電纜,每介於雙極線中之一節,均有一蛋形隔電物,以減除感應損耗(induction loss)。下首之懸掛線在兩頭均經過一滑車而接於一負重物Counter-weight上。此負重物係由三和土(concrete)做成之方塊,重約四百磅。因此兩頭之重量下垂而使天線拉直焉。每兩雙極線(或稱為發射線 Radiator)間之距離,為6.56英尺,等於波長八分之一。

至於每段雙極天線之構造,則可見下列之詳圖。



左圖乃係兩木桿中心點之雙極天線之圖。雙極線之全長為 11.8 英尺，其中部上下兩頭各接於一飼電銅片之上。介於飼電銅片之間，復有一調波線圈。此項線圈係 1/4 吋之方銅梗澆成，共計六圈。其直徑為 3 吋。發射線之外，上下各有拉線一段。中隔以隔電物。此項拉線，蓋所以將發射線拉直而接於懸掛線上者也。其長度隨發射線在兩木桿中之地位而異。蓋須湊合適應懸掛線之弧形狀態。

以上略述中美定向天線構造之大體，至關於此項天線之飼電制度 (Feeder System)，以及天線接於高週率輸電線 (High frequency transmission line) 上時其總阻配合之線路 (Impedance matching circuits) 等，亦將加以略詳之敘述。美台定向天線之飼電制，可於下圖窺見之。

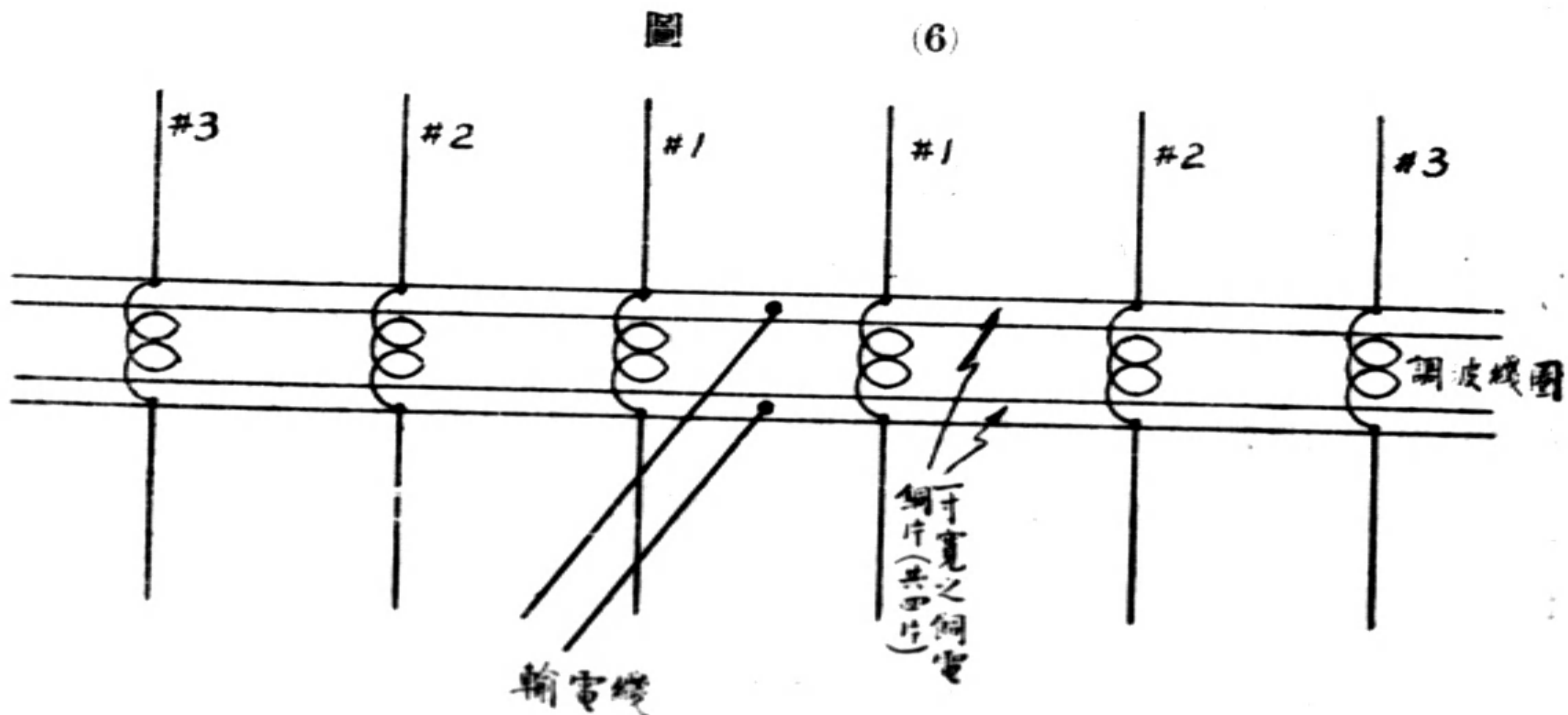
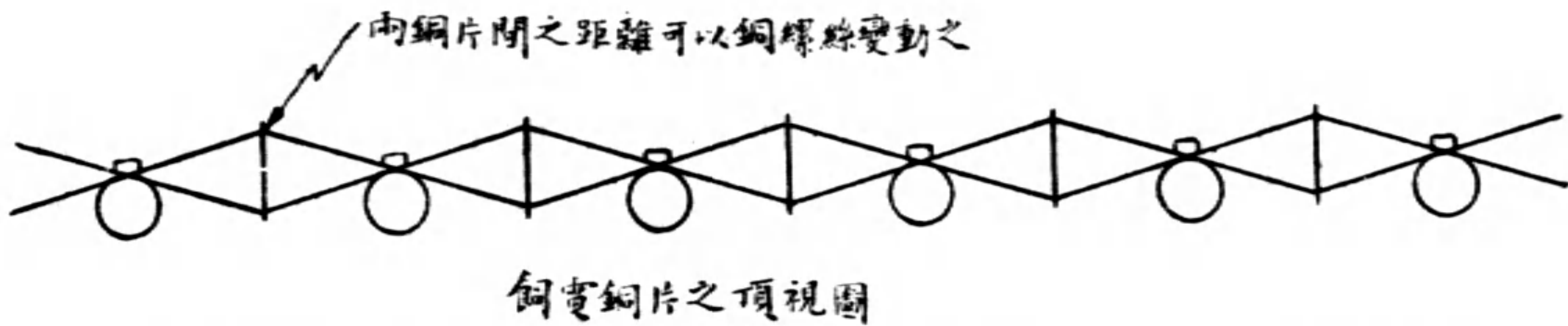


圖 (7)



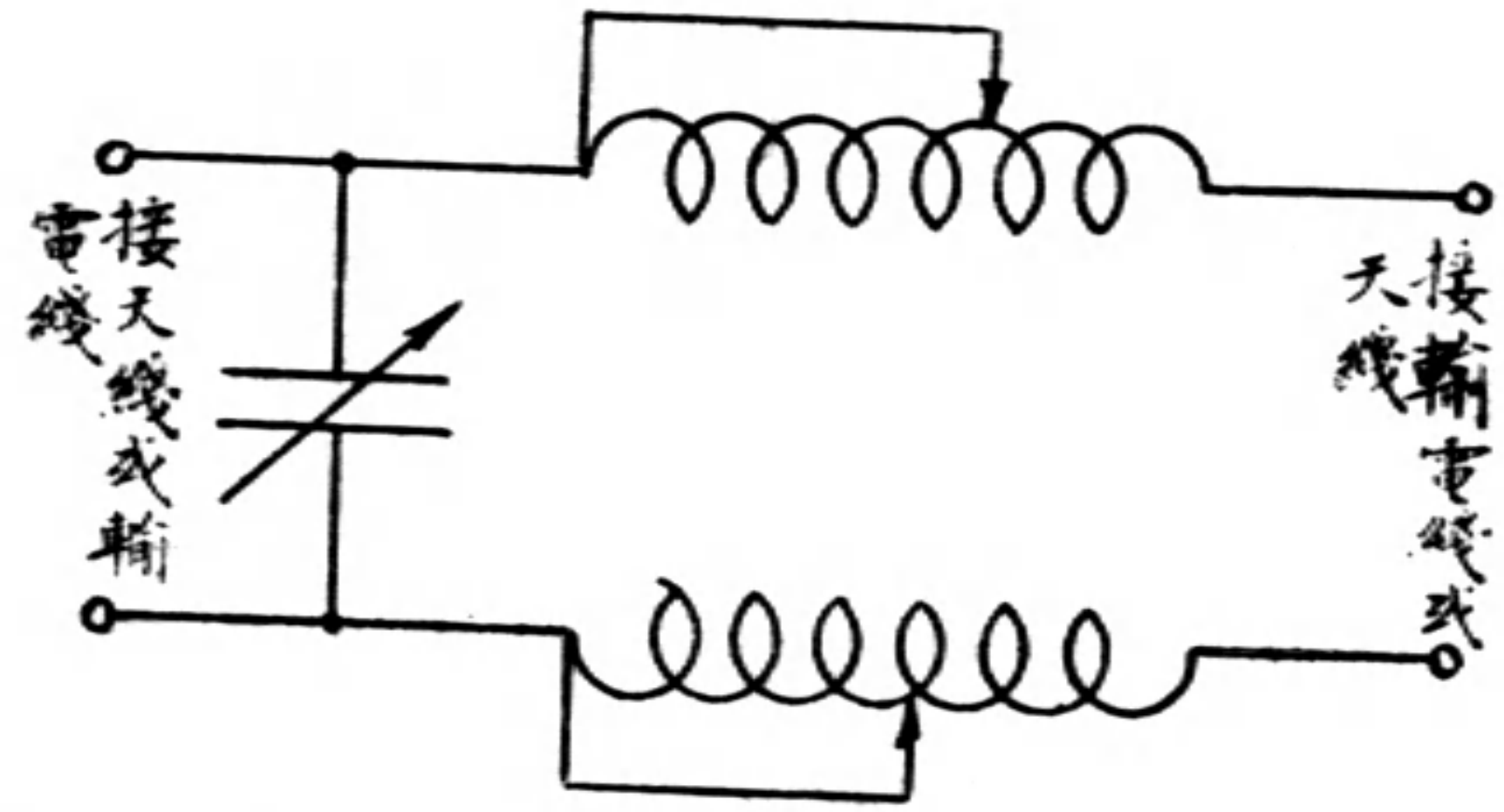
輸電線即接於每排 (Bay) 天線飼電銅片之中部, 兩旁各有發射器 (Radiator) 十二個。前節業經說明, 欲求此項天線定向之有效, 則每行 (row) 中之各雙極發射器其飼電必須同相 (feeding same phase) 且同量。上圖所示之飼電制度, 蓋即欲圓滿達到此項目的者也。其法係在每一發射器之中部, 各置一調波線圈; 而每條飼電銅片又係兩塊銅片湊合而成, 且其間之距離可以調動。故飼電銅片之電容量 (Capacity) 亦可隨之變動。茲將調波線圈之磁感量 (inductance) 與飼電銅片之電容量 (Capacity) 及雙極天線之長度計畫設合, 則可使天線之磁感迴阻 (inductive reactance) 相等於電容迴阻。於是天線每節之諧振現象成, 而飼電流 (Feeding Current) 自每排之中部向兩旁之雙極天線 (doublets or dipoles) 流去時, 祇其電流力略為減損, 其邊部之雙極線與中部之雙極線之相角, 亦相差極微, 與吾人欲追求之理想境 (ideal case) 相差不遠也。

次當述及天線與輸電線總阻配合之方法。天線離發報台既遠, 勢不能不假傳輸線 (transmission line) 以遞送其電力。美台所用之傳輸線為架空之四號銅線 (B.W.G. #4) 兩根, 輸送一排天線之電力 (one-bay), 故兩排式天線共需要輸電線兩對。每對兩線間之相距為一英尺。此項輸電線之衝電阻 (Surge impedance) 約在 600 歐姆 (ohm) 之間。但普通 RCA 式定向天線之總阻, 約在 1200 歐姆左右。今若遽將輸電線直接接至天線, 則因總阻之不相融合, 必致使輸電線上發生站立波 (standing waves)。換言之, 即輸電線亦發生射電作用 (radiation), 則輸電之效率大減矣。故天線與輸電線之間, 必須有一總阻配合器 (Impedance matching apparatus) 以調和之。猶如普通電力之有

變壓器(Transformer)然。但此高週率之變阻器,非一普通之電力變壓器所能奏其效,RCA之總阻配合器,其線路圖如下:—

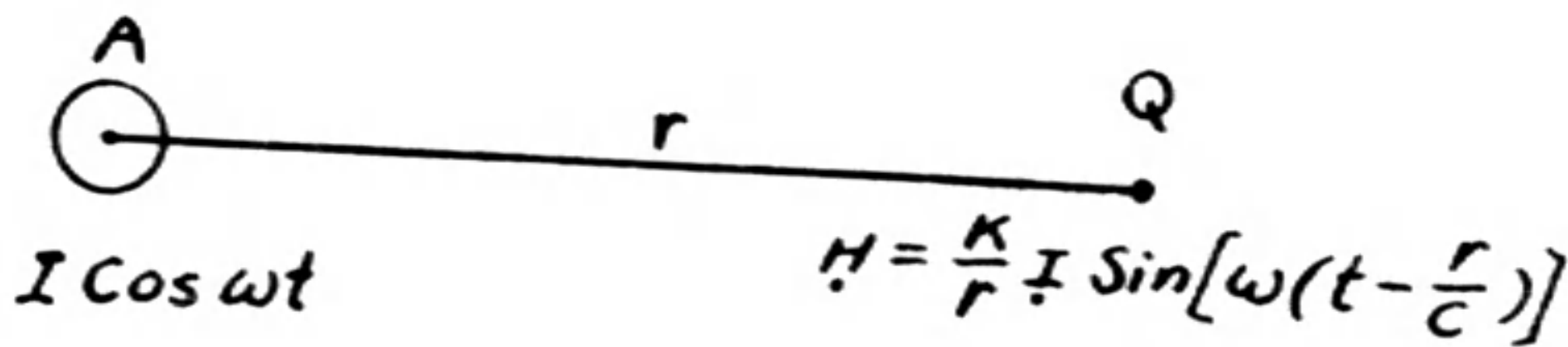
每排天線之變阻器共有三個,一個接於發射天線(Radiator),一個接於反射天線(Reflector),而其他一個則介於上述兩個變阻器及輸電線之間者。關於此項總阻配合器之調整手續,將於後節「試驗與調整」項下敘述之。

圖 (8)



(二)定向之原理: 前節已略述美台定向天線之構造大意,此項定向天線乃係許多雙極天線並列一行,受同相(same phase)之飼電,另一行之飼電則係領相,其相角差則為 $2\pi \times \frac{5}{4}$ radians。夫此種天線之湊合,何以有定向之效力乎。其定向之性質,乃完全在各個雙極天線(individual doublet)所發生之電磁場之互助與互滅。換言之,即各個雙極天線所發射電波,互相干擾(wave interference)之結果也。欲說明其原理,必由簡入繁,先從兩個雙極天線電磁場干擾之現象說起。推而及於多數同相飼電雙極天線電場干擾之結果,再推而及於兩行不同相飼電天線互相干擾之電波形(wave interference pattern),逐步以數理闡明之焉。

圖 (9)



如圖9所示,假設A為一雙極天線(doublet or dipole),有一高週率電流 $I \cos \omega t$ 流於其中,則因此可發射一電磁波(electromagnetic wave),其速度等於光之速度。茲以 c 代表光之速度。在距天線 r 遠

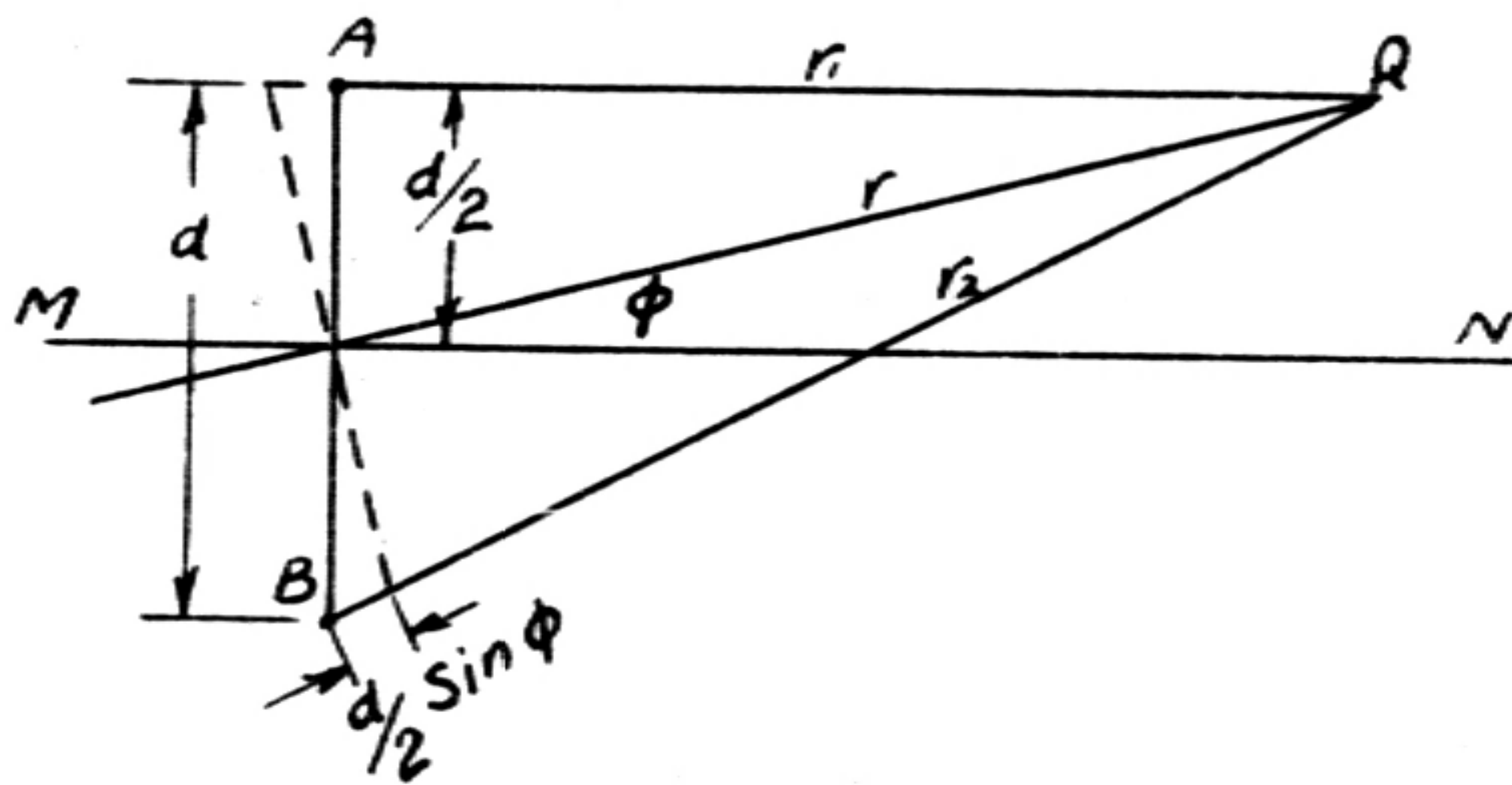
之某點 Q 上,電波所化去旅行之時間為 r/c 。茲假設 A 天線對於此紙上之平面係垂直的 (perpendicular), 則在此紙的平面上 A 向四面發射之磁場是均等的,而其方程式則為:---

$$H = \frac{K}{r} I \text{Sin} \left[w \left(t - \frac{r}{c} \right) \right] \dots\dots\dots(1)$$

在此公式中 r 為離天線之距離, K 為一常數,其價值隨 A 天線之長度及其發射週率而定,此磁場力之極線圖(polarcurve)蓋為一簡單之圓形 (Circle) 也。

茲假設有兩個雙極天線均垂直於此紙之平面上,其間之距離為 d, 如圖(10)所示。

圖 (10)



如兩天線上之電流相等,且係同相(same phase)則在 MN 線上其受 A B 之磁場份子 (field Components), 亦係相等。而且同相,其數目可以算學加 (added arithmetically) 之,但茲假設 Q 為另一點,離開 A 與 B 較 $d/2$ 之距離為極遠。則 $r_1, r,$ 與 r_2 三線近於平行(parallel),而

$$r_1 = r - \frac{d}{2} \text{sin } \Phi$$

$$r_2 = r + \frac{d}{2} \text{sin } \Phi$$

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

因 Q 離 A, B, 甚遠,其受 A, B, 磁場力量之大小,因 A Q 與 B Q 間距離差別甚小,固可忽視,但其相位之差別(phase difference)則不可忽視也,故 Q 受 A 之磁場力份子為:---

$$H_A = \frac{K}{r} I \sin w \left(t - \frac{r_1}{c} \right), \text{但 } C = \frac{w\lambda}{2\pi},$$

$$\begin{aligned} \text{又 } H_A &= \frac{K}{r} I \sin \left(wt - \frac{2\pi r_1}{\lambda} \right) \\ &= \frac{K}{r} I \sin \left(wt - \frac{2\pi r}{\lambda} + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{d}{2} \sin \Phi \right) \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

同此則 Q 受 B 之磁場份子 (field Component) 爲：——

$$H_B = \frac{K}{r} I \sin \left(wt - \frac{2\pi r}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{d}{2} \sin \Phi \right) \dots\dots\dots (3)$$

茲將此兩磁場份子相加

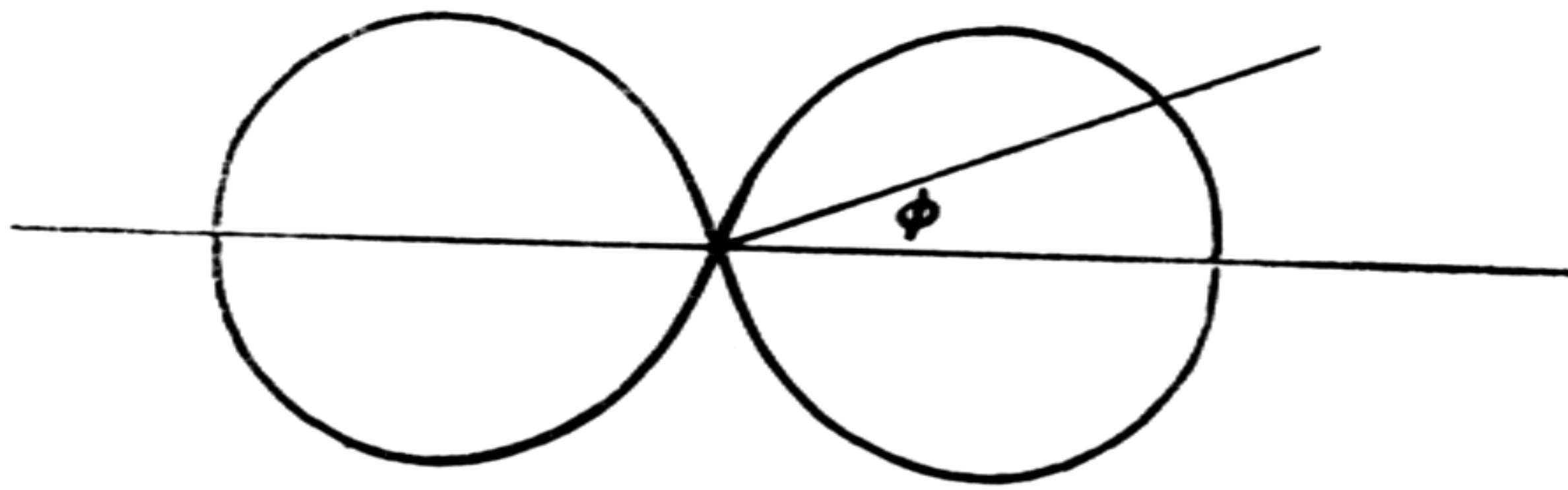
$$\begin{aligned} H &= \frac{2K}{r} \sin \left(wt - \frac{2\pi r}{\lambda} \right) \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{d}{2} \sin \Phi \right) \\ &= 2 H_A \cos \left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \Phi \right) \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

茲根據 (4) 項公式, 假定 d 爲半個波長, $d = \frac{\lambda}{2}$, 則 (4) 變爲

$$H = 2 H_A \cos(90^\circ \sin \Phi)$$

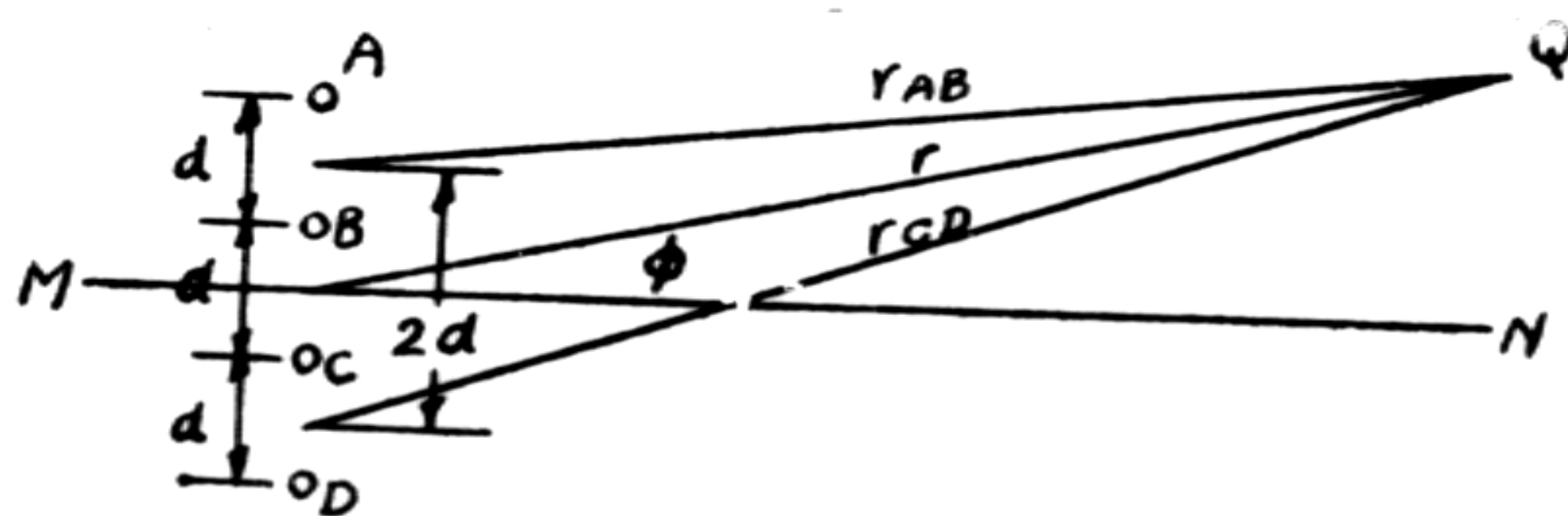
下圖即係兩個雙極天線互距 (spacing) 爲半波長, 其磁場分佈之極線圖也 (polar Curve): ——

圖 (11)



如在雙極天線 A, B 之外, 再加雙極天線 C, D 兩個在同一直線之內, 其相互距離各爲 d, 視圖 (12),

圖 (12)



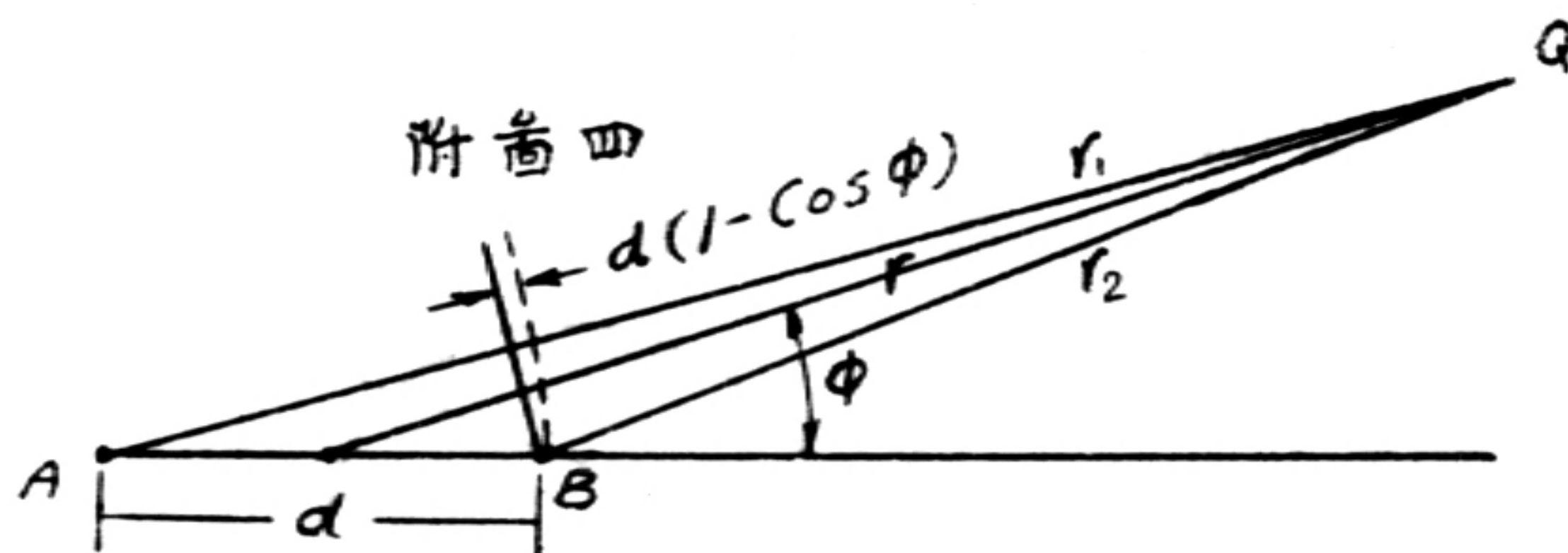
則按照上項步驟業經決定一對天線之總磁場後,吾人可依法加合兩對天線之總磁場,因而

$$H = (H_A + H_B) + (H_C + H_D) = 4 \frac{K}{r} I \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \Phi\right) \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \Phi\right) \dots\dots\dots(5)$$

吾人可依此類推,加合四個天線之總磁場(resultant field)於其他四個天線之總磁場,因而得八個天線之總磁場 (resultant field),由此類推而至於無窮。

RCA 定向天線另一種基本天線之組合,即係兩組天線其飼電併不同相(fed not in the same phrse),則其電波之干擾 (wave interference)之現象為何如乎,為說明此種組合,茲假定 A, B 為兩個雙極天線,見圖(13),

圖 (13)



A 之飼電較 B 為先,計其相差之相角(phase angle)為 $\frac{2\pi d}{\lambda}$ 茲仿照圖(10)之步驟進行,則在 Q 點其感受 A 之磁場份子 (field Component)為:

$$H_A = \frac{K}{r} I \sin W\left(t + \frac{d}{c} - \frac{r_1}{c}\right) = \frac{K}{r} I \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} - \frac{2\pi r}{\lambda} + \frac{2\pi \omega}{\lambda} \cdot \frac{d}{2} \cos \Phi\right) \dots\dots\dots(6)$$

而 Q 點感受 B 之磁場份子(field Component)為:

$$H_B = \frac{K}{r} I \sin\left(\omega t - \frac{2\pi r}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{d}{2} \cos \Phi\right) \dots\dots\dots(7)$$

此兩磁場份子之相角差(phase angle difference)為:

$$\psi = 2\pi \frac{d}{\lambda} (1 - \cos \Phi) \dots\dots\dots(8)$$

將此兩磁場份子相加則得：

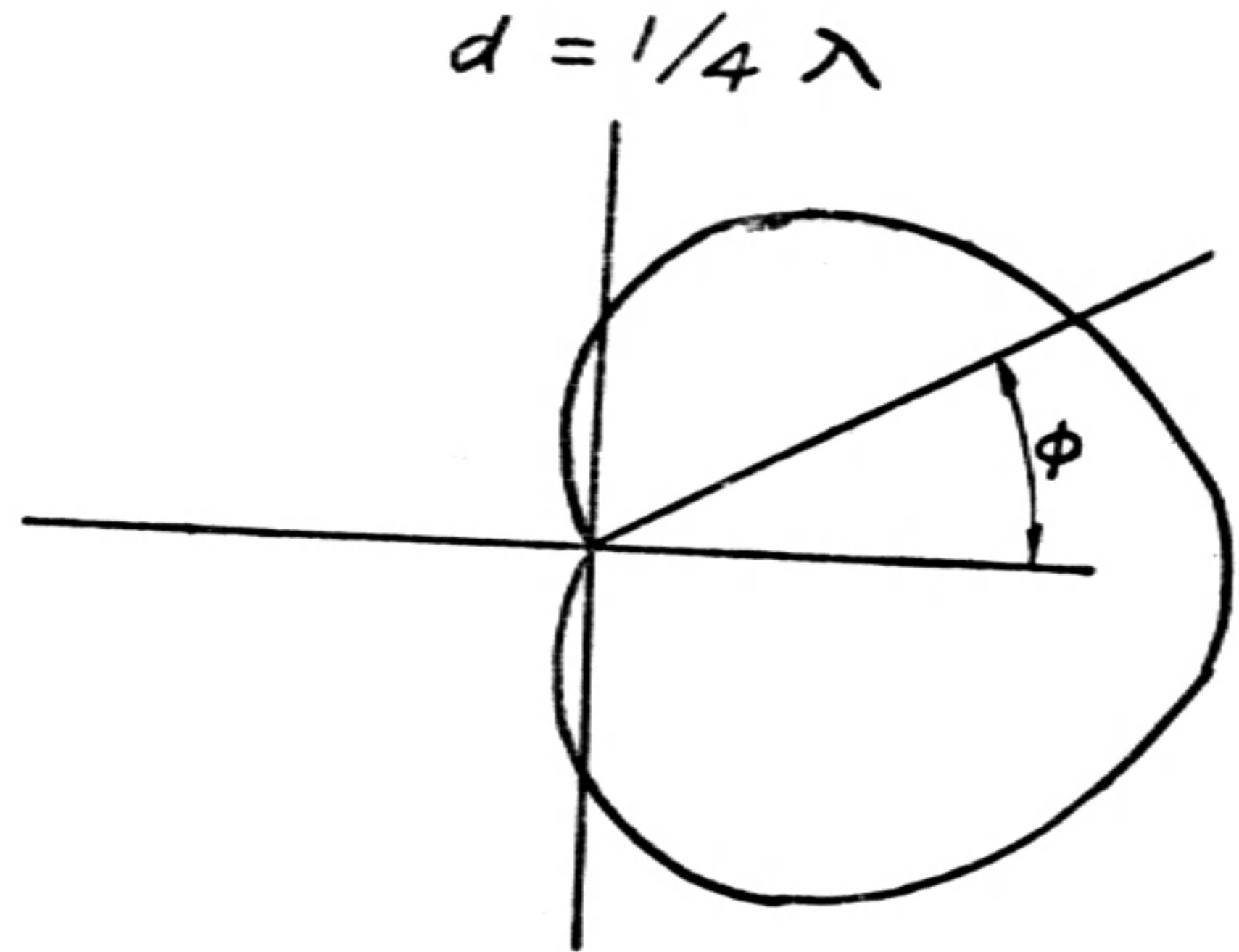
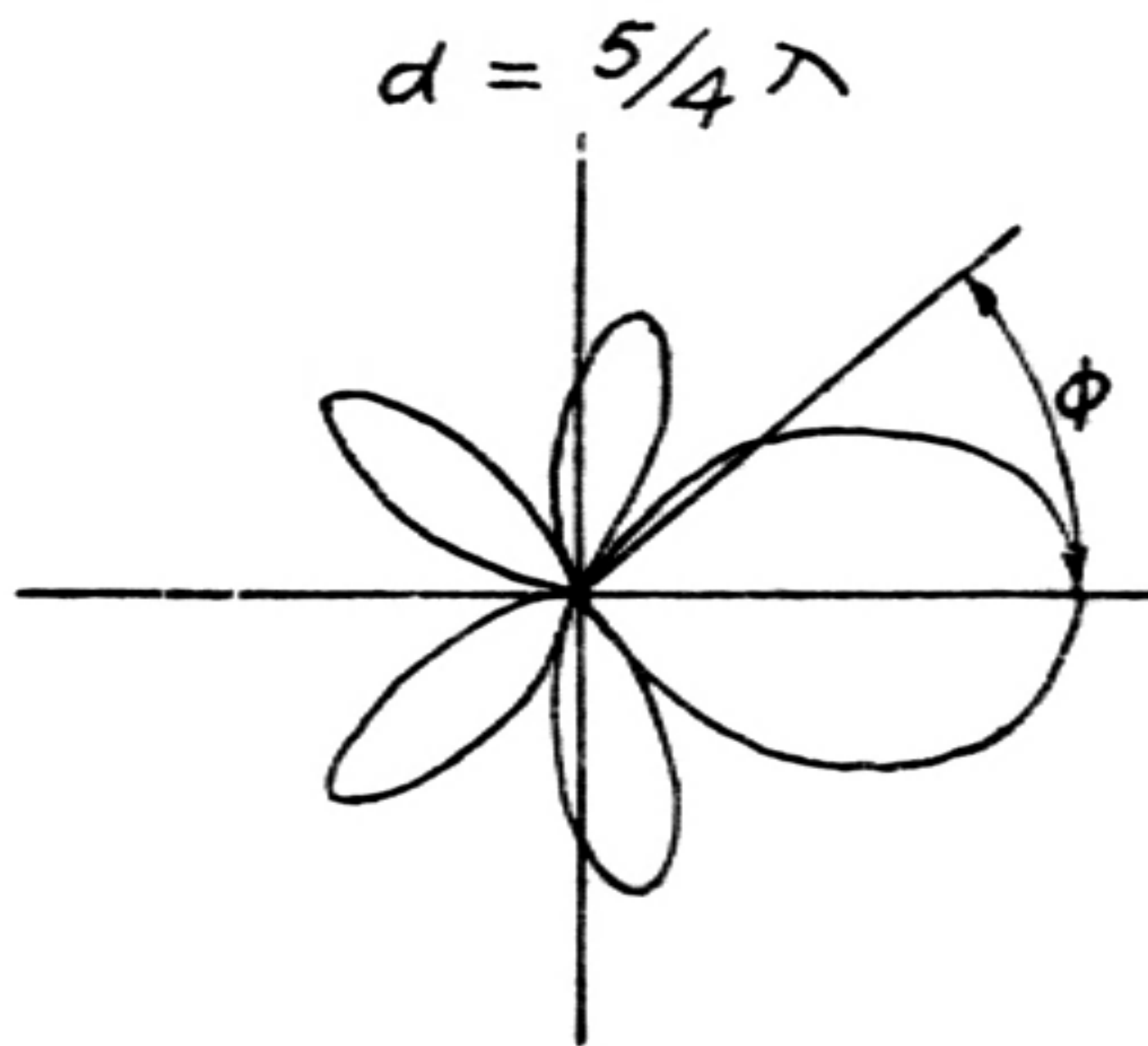
$$H = 2 \frac{K}{r} I \cos \left[\frac{\pi d}{\lambda} (1 - \cos \Phi) \right] \dots\dots\dots (9)$$

圖(14)爲 $d = \frac{5\lambda}{4}$ 時磁場分佈之極線圖 (polar curve), 在此情形之下,則

$$\begin{aligned} H &= 2 \frac{K}{r} I \cos \left[225^\circ (1 - \cos \Phi) \right] \\ &= 2 \frac{K}{r} I \cos \left(450^\circ \sin \frac{2\Phi}{2} \right) \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

圖 (14)

圖 (15)



如兩雙極天線之距離爲 $d = \frac{1}{4}\lambda$ 時,則其磁場力公式變爲:

$$\begin{aligned} H &= 2 \frac{K}{r} I \cos \left[45^\circ (1 - \cos \Phi) \right] \\ &= 2 \frac{K}{r} I \cos \left[90^\circ \sin^2 \frac{\Phi}{2} \right] \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

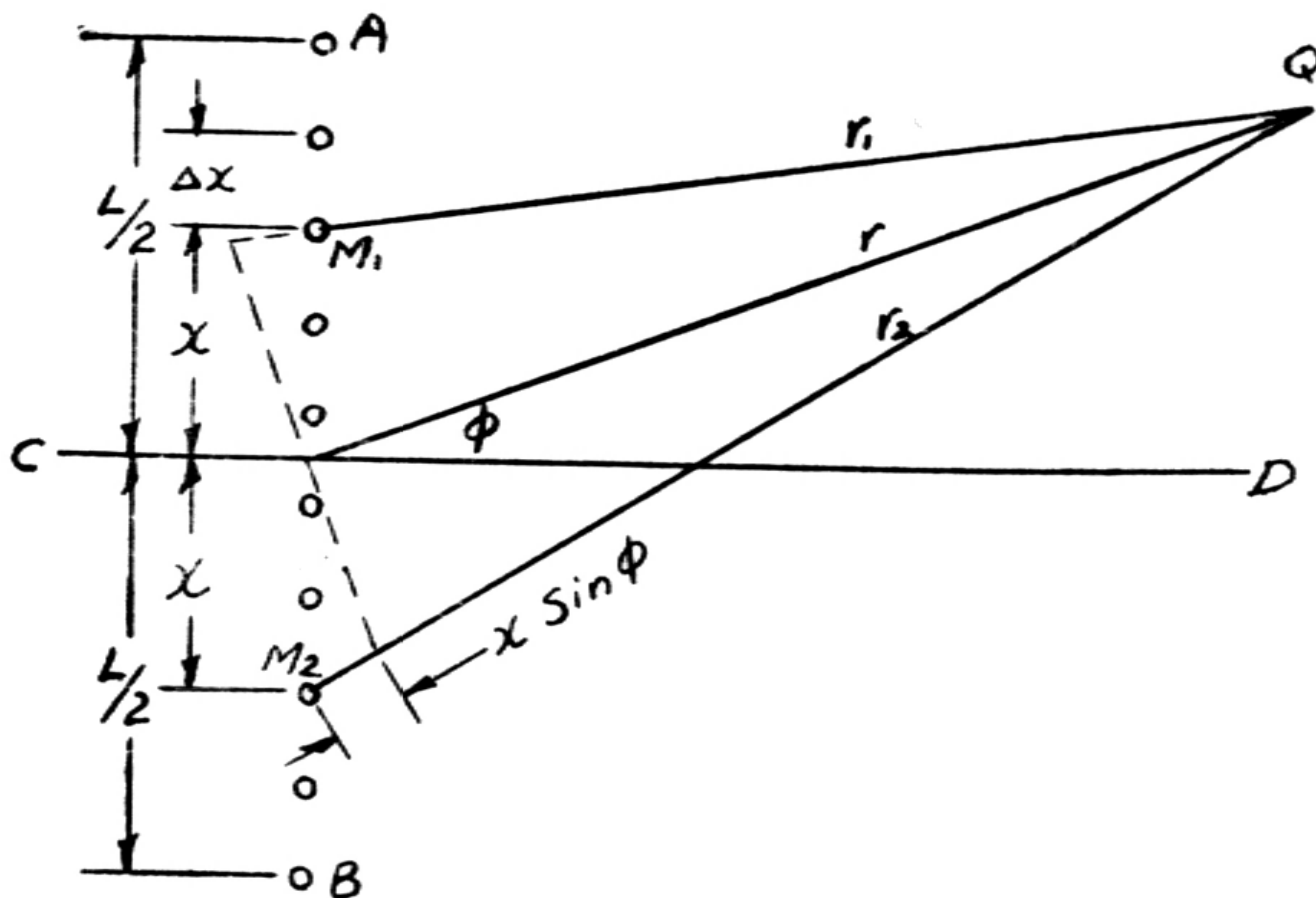
其極線圖當如圖(15)所示。

此項基本天線之組合,足以顯明所謂反射(Reflection)之原理,蓋兩個雙極天線飼電不同相而其相角差等於 $\frac{5}{4}\lambda$ 或 $\frac{1}{4}\lambda$ 時,則其發射(Radiation)多趨向一個方向,而減少其背面方向之發射。如圖(14)及(15)所示。此不但兩個簡單之雙極天線然,即兩行排立之雙極天線,若其間飼電相差之距爲 $\frac{5}{4}\lambda$ 或 $\frac{1}{4}\lambda$ 時,其發射(Radiation)亦同具此性質。故美電台之 Broadside Projector 式天線,即係採取兩行(Row)

之雙極天線,而其飼電相差之距離即為 $\frac{5}{4}\lambda$ 也。

美機定向天線之分為若干排(Bay),業於前節敘及之,而每排(each bay) 共有直立之雙極天線廿四個,其長度約有三個波長。欲求此天線之磁場分佈之公式及其極線圖,可於圖(12)及公式(5)演進之,但其演進手續,過於繁複,且含數太多,茲當另演譯一普通之公式,俾可應用於此項實際之天線上。此法係在一規定之長度內假定有許多雙極天線,而讓此雙極天線之數目趨於無窮大(approach infinity),因而引出一磁場力之公式。如圖(16)假設 AB 為一行,共有 n 個雙極天線,其互相距離為 ΔX ,

圖 (16)



L 爲此行之長度。茲畫線 CD 經過 AB 之中心點而垂直之, M_1M_2 爲兩個離開中心點有相等距離 X 之雙極天線。如 Q 爲離開天線中心甚遠之一點,其距離 r 比較 L 遠過之,則 r_1, r 與 r_2 三線近於平行(parallel),而

$$r_1 = r - x \sin \Phi$$

$$r_2 = r + x \sin \Phi$$

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

r_1 與 r_2 距離之相差其對於 Q 點磁場上之影響,在量的方面 (Magnitude) 固可忽視,但在相位方面 (phase) 實不可忽視也。茲以 I 為各雙極天線上電流之總和,則每一天線上之電流 ΔI 必等於 $\frac{I}{n}$, 而在 Q 點上所受 M 之磁場份子 (field component) 為:

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= \frac{K}{r_1} I \sin \left[w \left(t - \frac{r}{c} \right) \right] \\ &= \frac{K}{r_1} I \sin \left(wt - \frac{2\pi r}{\lambda} + \frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) \dots\dots\dots(12) \end{aligned}$$

Q 點所受 M_2 之磁場份子為:

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= \frac{K}{r_2} I \left[w \left(t - \frac{r_2}{c} \right) \right] \\ &= \frac{K}{r_2} I \sin \left(wt - \frac{2\pi r}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) \dots\dots\dots(13) \end{aligned}$$

將此兩磁場份子相加則得,

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \frac{2K}{r_1} I \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) \dots\dots\dots(14)$$

但 $r_1 = L/\Delta x$, 故 $\Delta H = \frac{2K}{rL} \Delta x I \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) \dots\dots\dots(15)$

Q 點上所受各雙極線磁場之總和應為

$$H = \sum \Delta H = \sum_{x=0}^{x=L/2} \frac{2K}{rL} I \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) \Delta x \text{ 茲讓 } n \text{ 趨於無窮}$$

大 (infinity), 而讓 Δx 趨向於 dx , 則 H 之限制 (limit) 應為,

$$H_{n \rightarrow \infty} = \int_0^{L/2} \frac{2K}{rL} I \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x \sin \Phi \right) dx \dots\dots\dots(16)$$

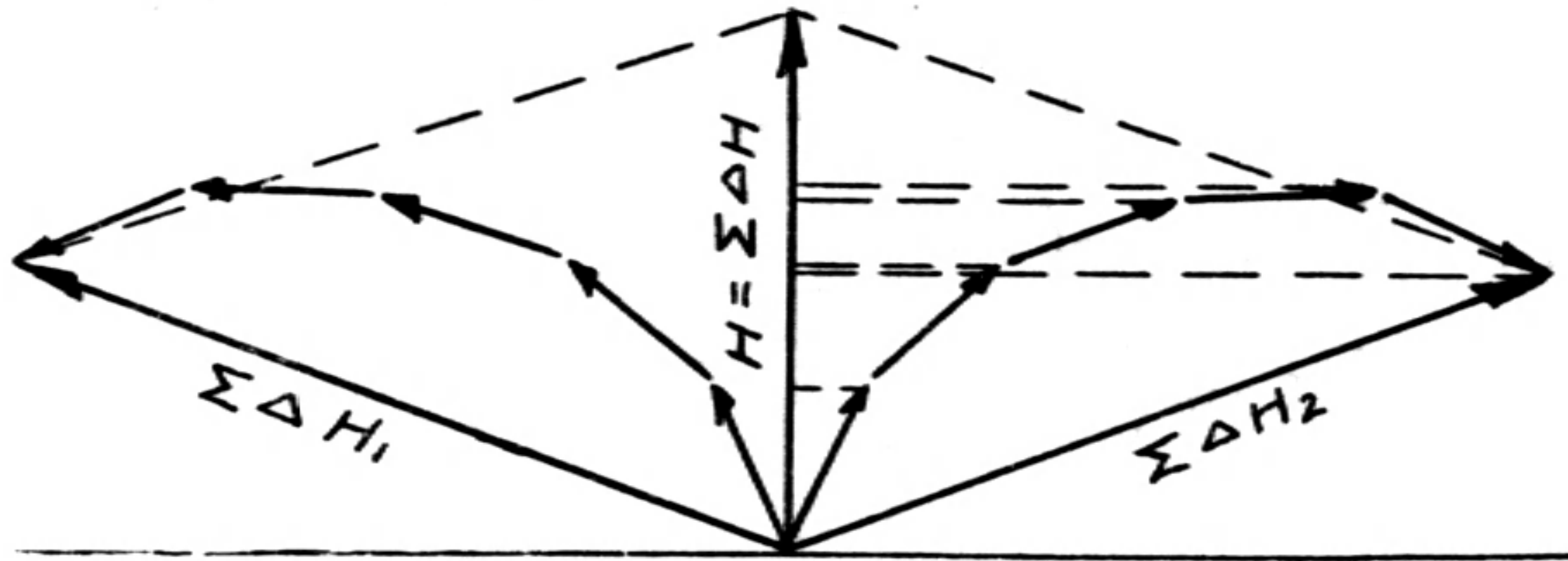
$$= \frac{K}{r} I \frac{\sin \left(\frac{\pi L}{\lambda} \sin \Phi \right)}{\frac{\pi L}{\lambda} \sin \Phi} \dots\dots\dots(17)$$

此項公式對於雙極天線之數目多而其互距 (Spacing) 之小於半波長時,皆可通用也。

圖(17)即為公式(17)之矢形圖 (Vector diagram)。此圖蓋即代表行之長度 (length of the row) 為兩個波長,而 $\Phi = 20^\circ$ 之實際情形也。在此情形之下,公式(17)變為;

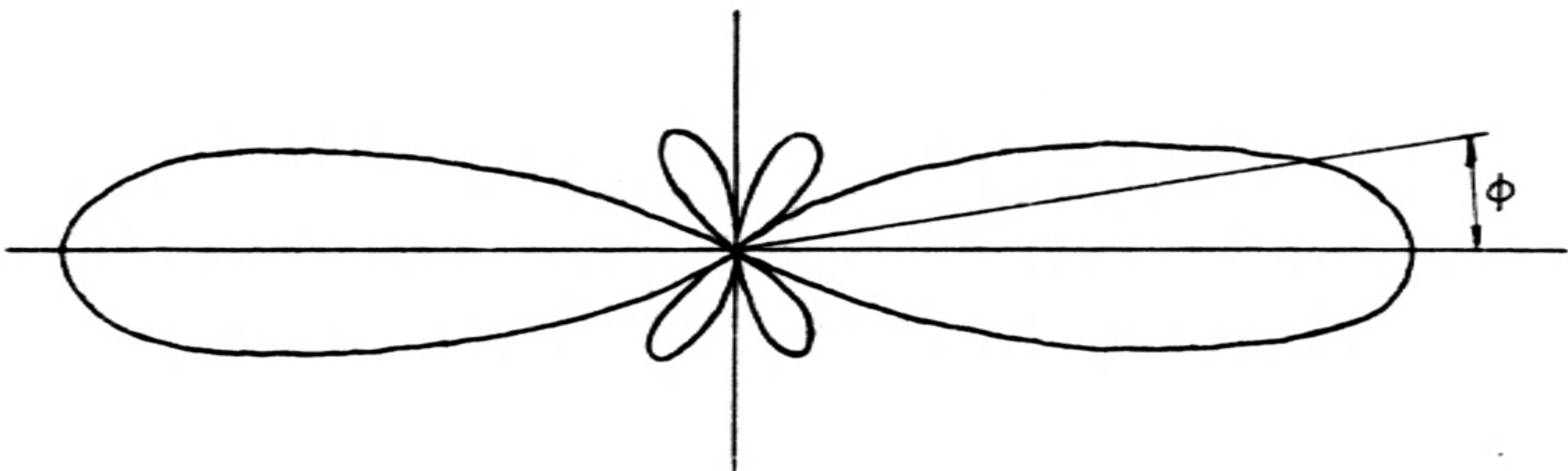
$$H = \frac{K}{r} I \frac{\sin(360^\circ \sin 20^\circ)}{2\pi \sin 20^\circ} = 0.391$$

圖 (17)



而其極線圖則如圖(18)所示。

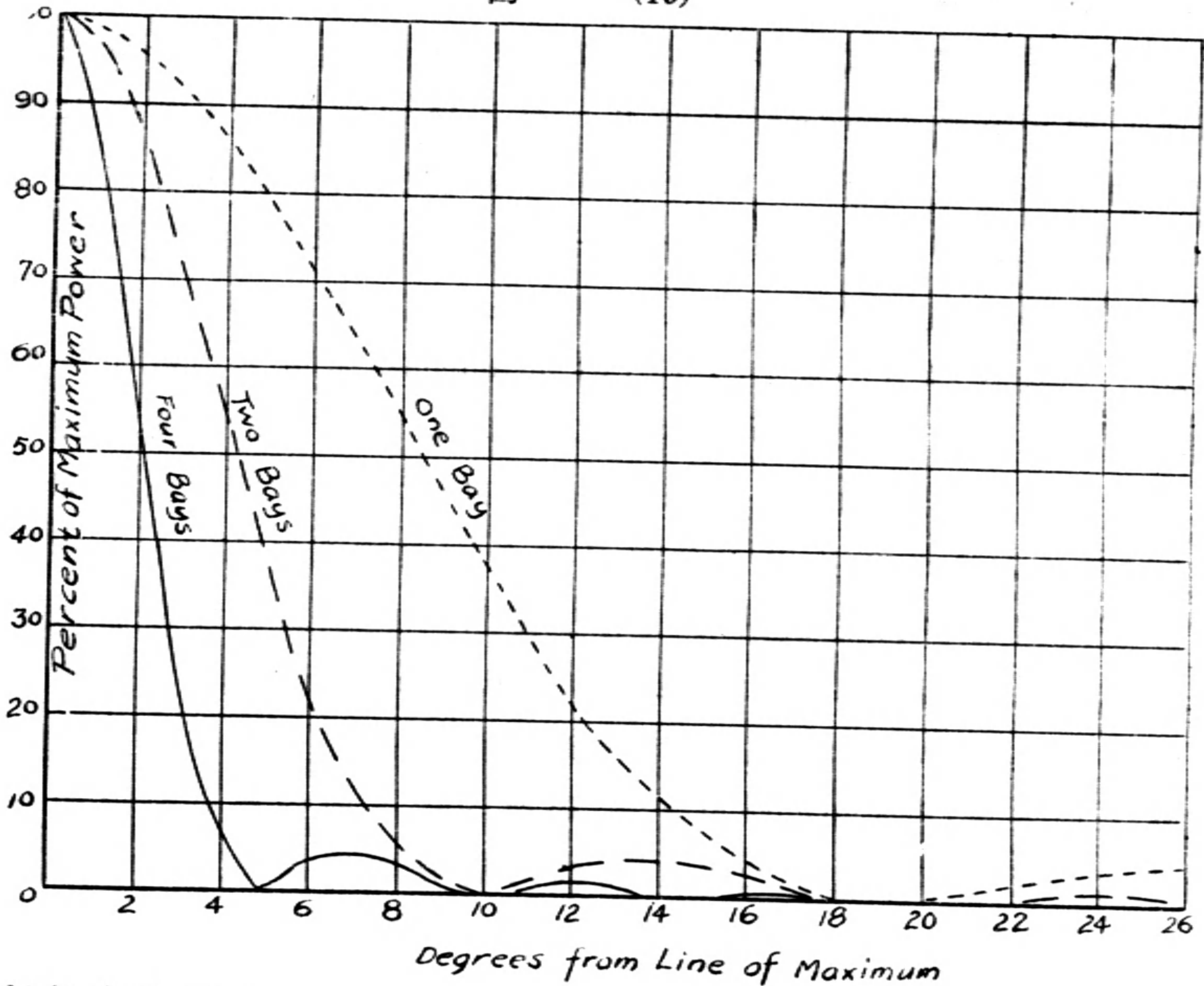
圖 (18)



茲從矢形圖及以上所舉之公式上,即可推知每行天線之長度愈增,則其發射方向亦愈銳而狹。換言之,即天線之排數愈多,其定向性(Directivity)亦愈顯著。圖(19)為一排,二排,與四排天線之電力分佈比較圖。由此可見排數增加時其定向性增加之程度,此圖即係由公式(17)自乘一次所求得,蓋因電力與 H^2 成正比例也。

(三)試驗與調整 美機發報台約在十九年十一月落成,定向天線則自十二月中旬開始試驗,直至翌年三月間始告完竣。所以需時如斯之久者,蓋以 R. C. A. 式定向天線,其調整之手續頗為繁複。每一調動,輒須爬至桿上將每節之飼電銅片變動,而時適值冬令,朔風怒號,雨雪連綿,野外工作,尤感不便。是以兩座天線之試驗與調整,共遷延至三個月之久也。值此時期,發報機均用雙極天線通報,故對電台工作,尚無妨礙,美機定向天線之調整工作,共分兩

圖 (19)



部份,茲分述之。

(A)天線本身週率之調整 欲得無線電發射之最高效率,必使天線諧振(resonance)於發報機之週率,此在略知無線電學者,類能道之。美機定向天線,原照發報機預定之波長而計劃,其長短大小均適合於預定之週率。惟因裝置時之變動及材料之伸縮性,不能常使預先計劃之天線完全適合於發報週率而成諧振現象。故天線裝置完畢,第一步之工作,即須試驗天線是否能即諧振於發報週率。如不然,即須將天線本身週率調整之。其法係將天線上之飼電銅片變動。前節業經說明,飼電銅片上下兩個,均係二片湊合而成。其兩片間之距離,可以銅螺絲變換之。見圖(7),其變動之範圍,約自0吋至6吋。因銅片間之距離加大或減小,而銅片之總面積亦隨之加大減小,故上下二銅片間之電容量(capacity)亦隨之加大

或減小,則天線之本身波長亦隨之而略更動也。至試驗天線諧振之法,係將發報機勵振器上之晶體暫時移去,而在振盪管柵極上加一調振線路(tuned circuit),於是此發振機即變為一主振放大機(master-oscillator amplifier circuit);而非晶體控制矣。於是將主振管(oscillating tube)調波線路中之電容器(variable condenser)變動其值量則此發報機之週率亦可隨之而變動。一方面在定向天線前約2000英尺距離置一拾電天線(Pick up antennae),此項天線,祇須一簡單之10尺高垂直式天線,對準定向天線中間桿木之方向,再加以約10尺長之地線(counterpoise)。此天線與地線同接於一熱偶(Thermocouple)之上。此項拾電天線,因受定向天線發射(Radiation)之感誘,傳至熱偶而即由熱偶上發生電壓,復以包皮線二根接於熱偶上,導至電台內而接於一兆分安培表(Microammeter)上。故在電台內一面調整變動發報機之週率,一面即可察得每一週率在2000尺外之拾電流(Pick up current)。但天線對各種不同發報週率之發射效率,不能即以拾電流之大小比較之。因發報機調整於各種波長時,其電力輸出未必完全相同。換言之,即發報機發出各種波長時,其天線之電力輸入(antennae power input)亦各不相同,故天線效率不能直接以拾電流(pick up current)比較之也。欲比較天線對於各種波長之發射效率,必先求得發報機調整於各種波長時,其天線輸入之價值,然後以拾電流被除於天線輸入,而得每基羅瓦特之拾電流,即可以此數目比較天線對各種週率之效率。至如何求得天線輸入之價值乎,天線輸入(antennae input)即等于屏極輸入(plate input)減去耗損(losses),此處之屏極輸入,係指發報機最後級之電力擴大器(Power amplifier)而言,其數目可從電表上測得電壓與電流之數目相乘而得。至其耗損求得之方法,係在視察涼水管中溫度之增高,蓋放大器之真空管均係用流水散熱,其屏極之耗損(Plate dissipation)除極少數由空氣中直接消散外,餘均消納於流水中而提高其溫度。故耗損可以下列公式表明之,

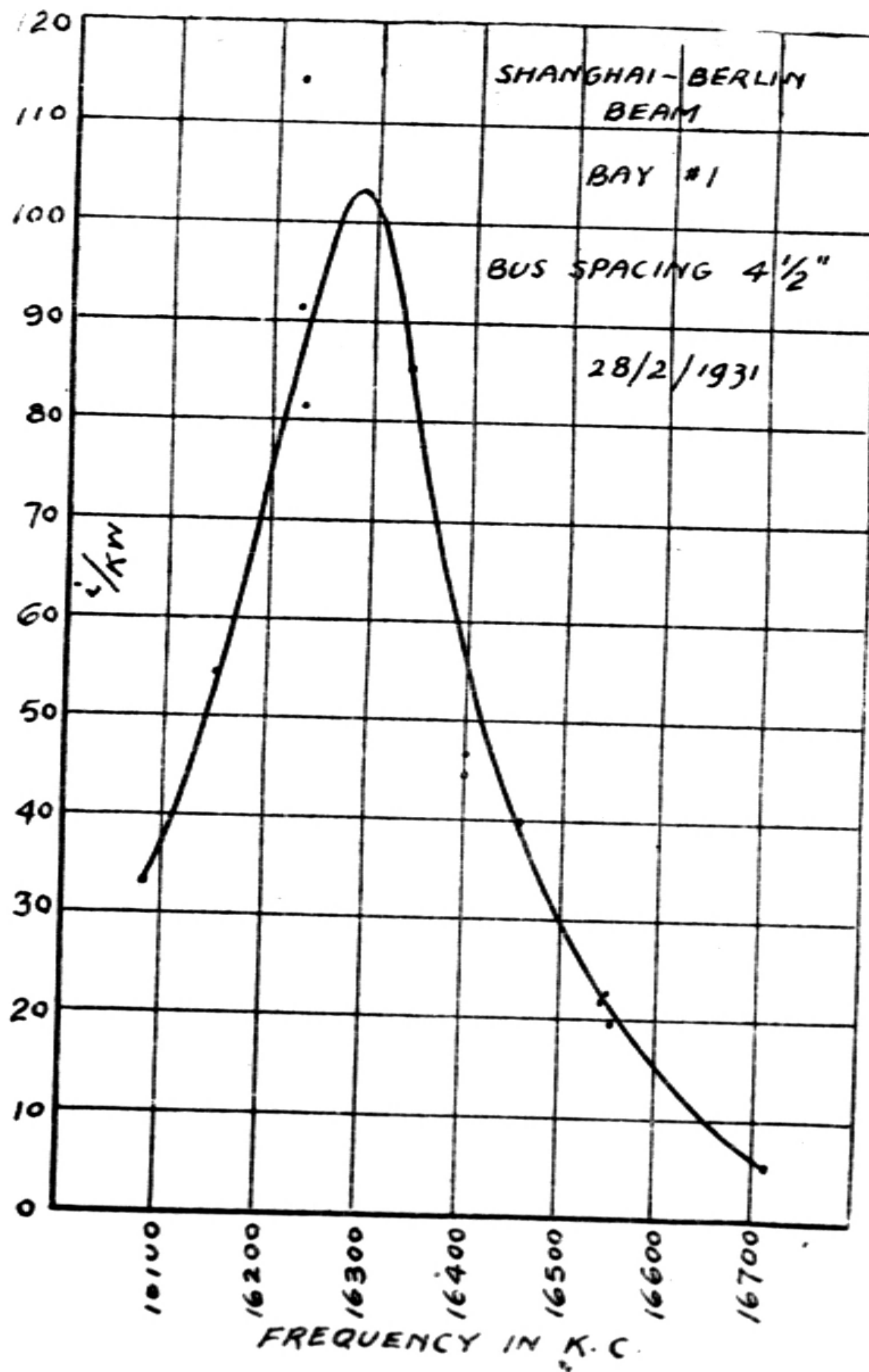
$$\text{耗損} = K(T_2 - T_1)$$

T_1 為屏電壓未關上時之流水溫度, T_2 為屏電壓關上後有耗損之流水溫度, K 為一常數, 可用下法求得之。

美機放大器之強電力真空管每機共有四個, 其絲極電壓為二十二 Volts, 電流為 52 amp。此項絲極電力 (filament power) 亦消納於流水之中而提高其溫度, 故

$$4 \times 22 \times 52 \text{ watts} = K(T_2 - T_1)$$

此處 T_1 為絲極電壓未關上時之水溫度, T_2 為絲極電壓關上



圖

(2)

時之水溫度,察知此二溫度後,K即可由此求出也。

茲將二十年二月二十八日試驗中德定向天線之記錄及其結果之曲線圖(參閱 20 圖)附載,讀者觀此,即可瞭然於試驗天線諧振之手續也。

觀於二月廿八日試驗之結果,可知此時之中德定向天線第一排,約諧振於一六二二〇 KC 之間。離吾人所欲求之週率一六三九〇 KC 相差近一七〇 KC。換言之。即天線本身波長現嫌太長。茲欲減低之,惟有將飼電銅片距離 (Bus spacing) 減小。故經此試驗後即督工將所有銅片距離一律減為三吋半,三月五日再作第二次試驗,其紀錄及結果如下:

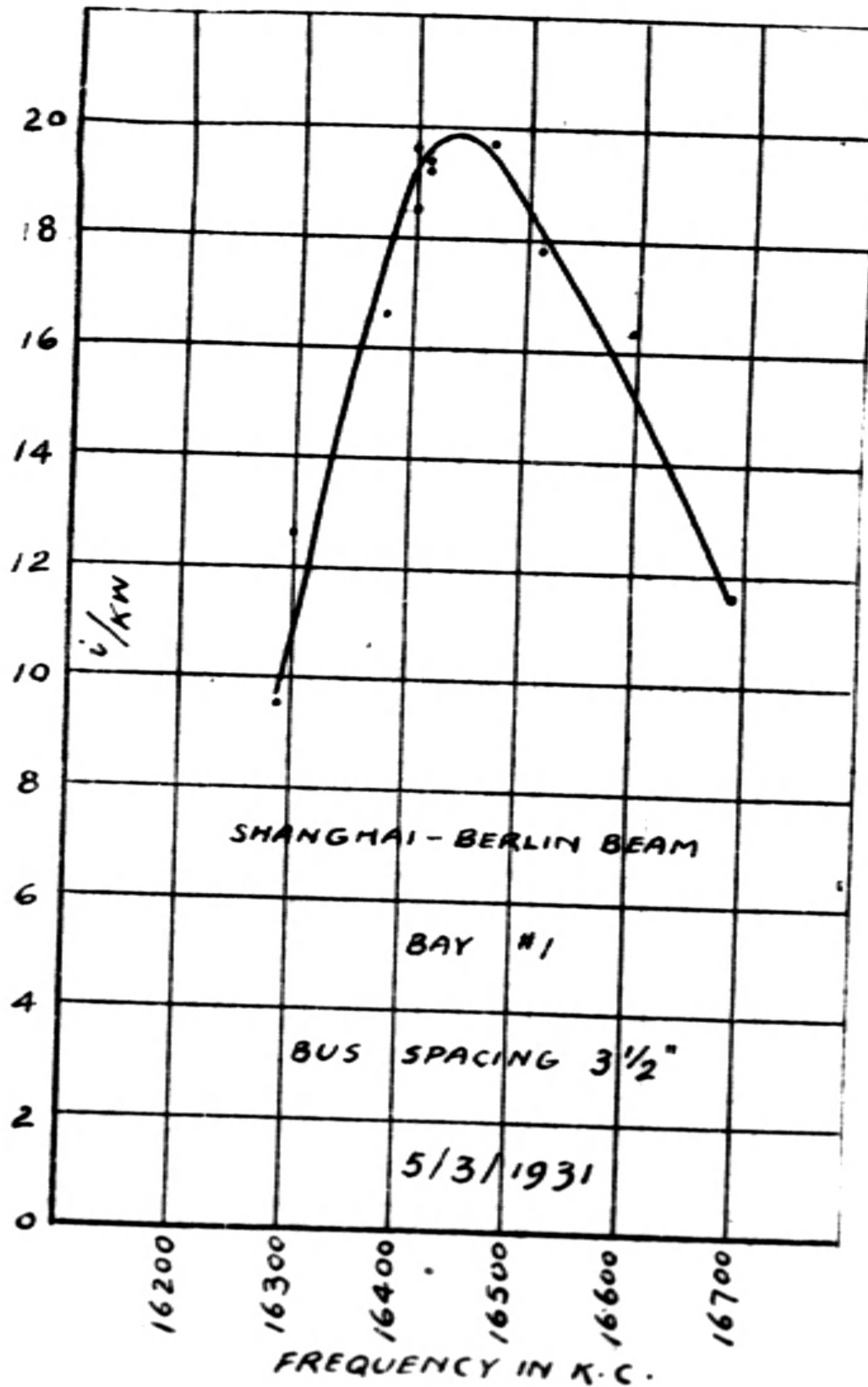


圖 (21)

Test on China-German Beam Antennae

Bay # 1 Bus Spacing $4\frac{1}{2}$ "

Date: 28/2/1931

Initial Thermometer Reading $T_1 = 21.4$

Thermometer Reading With Filament Power on = $T_2 = 23.8$

Filament Power Input = $4 \times 52 \times 22 = 4.58 \text{ KW}$

$$K = \frac{P_F}{T_2 - T_1} = \frac{4.58}{23.8 - 21.4} = 1.908$$

Frequency f (K C)	Thermometer Reading		Power Loss D K	Plate Voltage E (Kilo-Volts)	Plate Current I (amps)	Plate Input EI(KW)	Antennae Input EI-DK	Pick up Current i	Antennae Efficiency i
	T ₁	T ₂							
16455	25.5	27.4	3.62	6.1	1.25	7.62	4.00	158	39.5
16540	25.8	28.5	4.39	6.0	1.35	8.10	3.41	80	21.5
16545	26.4	28.6	4.20	6.05	1.25	7.56	3.60	80	22.2
16550	26.5	28.8	4.39	6.00	1.40	8.40	4.01	77	19.2
16710	26.5	29.6	5.90	5.90	1.60	9.44	3.54	19	5.37
16400	26.4	28.3	3.62	6.00	1.23	7.38	3.76	174	46.2
16340	26.4	28.6	4.20	6.05	1.10	6.66	2.46	135	84.9
16080	26.4	30.2	7.24	5.90	1.50	8.84	1.60	52	32.4
16220	26.4	28.8	4.57	6.10	0.90	5.49	0.92	105	11.4
16230	26.6	29.0	4.57	6.0	1.10	6.60	2.03	165	81.2
16225	26.6	29.0	4.57	6.0	1.10	6.60	2.03	185	91.2
16145	26.8	30.4	6.86	5.85	1.60	9.40	2.54	138	54.2
16400	27.0	28.4	2.67	6.05	1.00	6.05	3.38	150	44.2

China German Beam

Bay # 1 Bus Specing 3 4"

Date: 5/3/1931

Innitial Thermometer Reading $T_1 = 19.4^\circ$
 Thermometer Reading With Fil. on $T_2 = 21.8^\circ$
 Filament Power = 4.576 KW

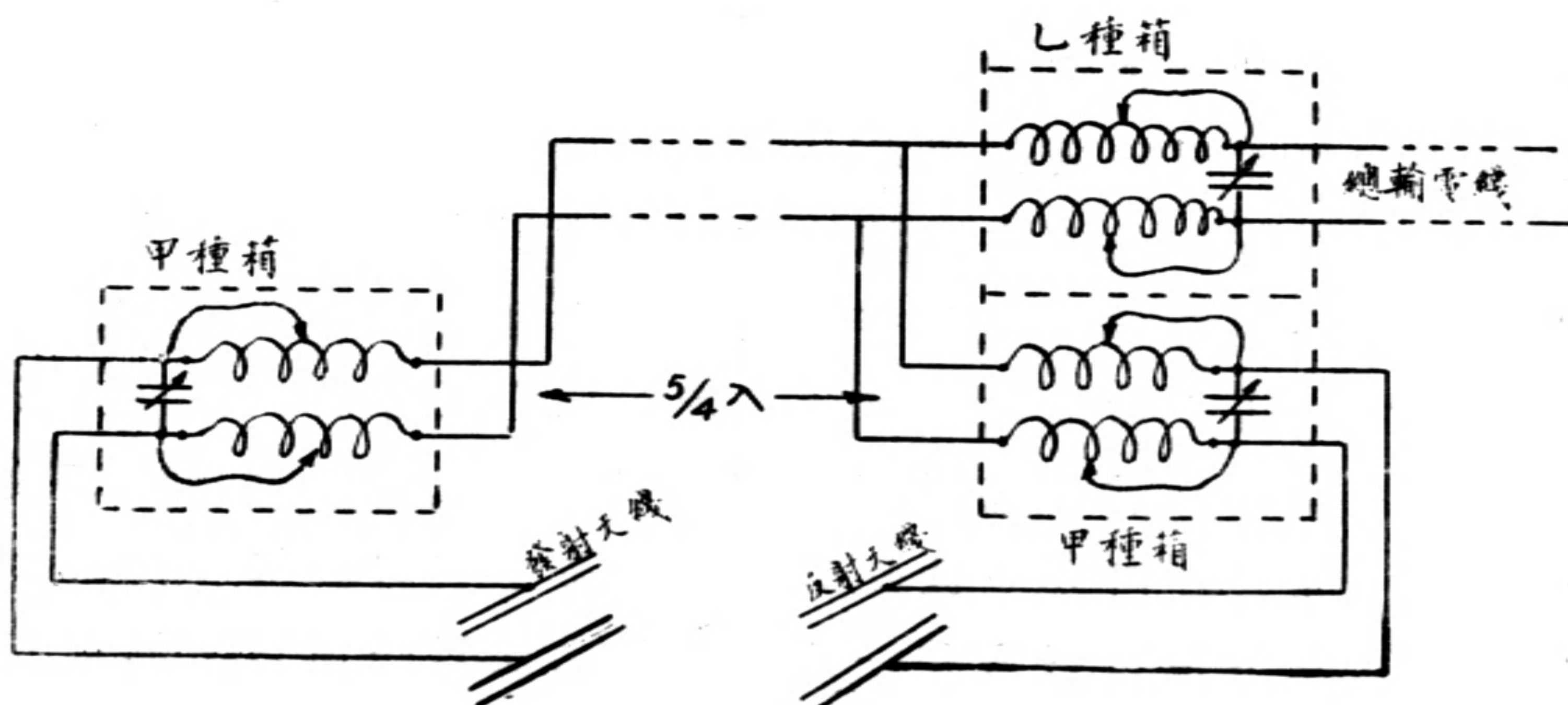
$$K = \frac{4.576}{21.8-19.4} = 1.91$$

Frequency f (KC.)	Thermometer Reading		Power Loss DK	Plate Voltage E Kilo Volts	Plate Current I (amps)	Plate Input EI(KW)	Ant. Input E I-D K	Pick up Current i	Ant. Efficiency i EI-DK
	T ₁	T ₂							
16400	21.8	24.0	4.2	6.0	1.45	8.7	4.5	38	18.5
16465	21.8	23.6	3.05	6.0	1.60	9.6	6.55	129	19.7
16585	12.9	25.4	6.68	5.8	2.20	12.8	6.12	114	18.6
16690	22.0	25.9	7.45	5.8	2.40	13.9	6.45	75	11.6
16595	22.0	25.4	6.50	5.8	2.40	13.9	7.40	120	16.3
16510	22.1	24.5	4.59	5.9	1.80	11.6	7.01	125	17.8
16410	22.1	23.8	3.24	6.1	1.25	7.61	4.37	85	19.4
16300	22.2	24.6	2.56	6.1	1.10	6.71	2.15	27	12.6
16400	22.1	23.5	2.68	6.0	1.10	6.60	3.92	77	19.6
16410	22.1	23.4	2.48	6.0	1.10	6.60	4.12	79	19.2
16290	22.0	24.0	3.38	6.0	1.20	7.20	3.38	32	9.5
16375	22.0	23.4	2.68	6.0	1.05	6.30	3.62	60	16.6

觀於第二次試驗之結果，則知銅片距離減至三吋半時，天線本身週率業已較高於發報機規定之週率，惟其相差僅二三十 K C 之間，較之前次相差 150 K C 者業已大有進步。故中德天線第一排之調整，即此而止。至其第二排與中美定向天線之調整，即採取同樣步驟，惟有時銅片距離之較正，常需在兩次以上，普通須使天線之諧振週率 (Resonant frequency) 與發報機規定之週率相差在 50 K C 之內，即可滿足矣。

(B) 總阻之配合 天線之諧振調整後，第二步之工作即在總阻之配合 (Impedance matching)。前節業經說明，為免除輸電線 (Transmission line) 上之放射損失 (Radiation loss) 起見，必使輸電線之衝電阻 (Surge impedance) 適合於天線上之總阻。此項總阻配合箱之線路，亦於「構造」節下略加敘述，(見圖 8)。此項總阻之配合箱，每排 (Bay) 天線共有三個，其分配如圖(22)所示。

圖 (22)



直接接於發射天線與反射天線者稱之為甲種箱 ("A"-Circuit box)，此兩總阻配合器內之電容器與線圈，完全相同。電容器係用兩塊直徑 6 吋之圓銅片，其相互距離可以移動，即以此變動其電容量。線圈即係 $\frac{3}{8}$ 吋之方銅梗繞成 4 吋直徑之線圈，共十二圈。其

長度約4吋,其變動磁感量之法,係將線圈之一部份短路(Short-circuited)。介於總輸電線與兩甲種配合箱之間者,爲一乙種配合箱("B" Circuit Box)。此箱之電容器與線圈,與甲種箱者略有不同,電容器係兩塊直徑9吋之銅片做成,而線圈則僅八圈也。

至各總阻配合箱調整之次序,可參觀圖(22)先將總輸電線由乙種箱拆下,又將反射天線之甲種箱線頭拆下,而將總輸電線直接於發射天線之甲種配合箱上。於是將發報機開動,輸電於天線上,一方面將配合箱內銅片之距離變動及線圈之圈數增多或減少,作種種之湊合(cut and trial),直至得一線圈與電容器之湊合,可使輸電線上之站立波(Standing waves)減少至欲求之程度(試驗站立波法詳見下節)爲止。於是將發射天線之線頭拆下,而將總輸電線直接接於反射天線之甲種箱上,乃將此箱內之電容器與線圈變動湊合,至輸電線上之站立波消滅至最低度爲止。發射線與反射線之甲種箱均調整後,於是將總輸電線接於乙種箱上,由此而分接於兩甲種箱,於是再將乙種箱內之電容器與線圈調動,直至使輸電線上站立波消滅至最低程度。如是則三配合箱之總阻配合皆告完竣,而同時發報機電力對於發射天線與反射天線之輸送,亦得均勻配之分配矣。至第二排天線總阻之配合,亦完全與此相同,另由一對輸電線直接接至發報機上也。

輸電線上之站立波用何法以察驗之乎,前節敘述雙極天線之輸電線上站立波之察驗,係用三個以上之普通電燈泡懸掛於輸電線上,相去各四分一波長,而比較其亮度。茲試驗定向天線輸電線上之站立波時,吾人用一比較精緻之法,以一高週率測電表(Radio-frequency galvanometer)繫於一隔電物之方板上,而在此板之兩端,各釘一銅鈎,俾可懸掛而滑動於輸電線上,此測電表與輸電線並無直接導體之接觸,但在表之上端接一拾電線圈。(Pick up coil),如輸電線上發生站立波時,則此線上之電壓及磁場,皆成一正弦波,(Sine wave)此時若將測電表用繩在輸電線上拉動,則每半

個波長之內,必可得一最大數與最小數,此兩數之比數 (Ratio) 愈大,則表示站立波愈強,其比數漸小而至等於一時,則表示站立波已完全消滅,而測電表所紀載者即係行動波 (travelling wave) 之有效值矣。(Effective value)。故總阻配合箱調整時,每一線圈與電容銅片之湊合,均須將測電表向兩方拉動而得其最大與最小之比數,藉以窺測站立波之強度。普通能得其比數(Ratio)在1.2之內,即可滿足。但因測電表係比例於電流之二次方,故實際上能得測電表上指數 (Readings) 之比數在 1.44 之內者,即可認為輸電線上之站立波,業經減少至可以容忍之程度矣。

茲將美台中德天線各總阻配合箱試驗調整之結果,附錄於下,藉作一例,而供讀者之參考焉。

中德定向天線總阻配合箱調整紀錄:—

第一排				第二排			
		線圈	銅片距離			線圈	銅片距離
發射天線	甲種箱	4	3½"	發射天線	甲種箱	9	6"
反射天線	甲種箱	8	2"	(進線出線如圖反接)			
	乙種箱	7	5"	反射天線	甲種箱	6	7/8"
				乙種箱	8	2 6/8"	
				(進線出線照圖反接)			

航空攝影測量概述

施成熙

目次

- 一 緒論
- 二 航空攝影測量種類
- 三 航空攝影測量所用器械說明
- 四 飛航準備
- 五 計算
- 六 顯影與印像
- 七 原圖之完成
- 八 結論

一 緒論

航空攝影測量,利用飛機,于短期間內,攝取陸地照片,于室內製成輿圖者也。時間迅速,繪費低廉,精度增加;且不受地形之限制;雖荒漠之區,交戰場所,昔日視為困難而不能測繪者,今者可以解決矣。我國幅員遼闊,國庫空虛,對於邊疆重地,迄未施測;各地地形,茫然不知,何能對外言戰,捍衛國土?故航空攝影測量之于我國,尤為重要,茲先將其史略及原理述之。

1. 歷史 自陸地攝影測量闡明後,即有人從事研究航空攝影測量。1845年法人勞賽達德大佐(Colonel Laussedat)有空中攝影測量之理論,當時因飛機尚未發明,無從試驗。至1910年,奧人深米福大尉(Captain Scheimflug)于汽球上攝取陸地照片,製成平面圖,此為最先成功者。迨歐戰發生,各國競用航空攝影測量,偵察敵人陣地;并搜集材料,補充地形圖之缺陷,故進步甚速。最近鮑司非而特(Dr. Bauersfeld) 威而特(Dr. Wild)及虎格司賀夫(Dr. R. Hugershoff)

等所發明之自動製圖機，相繼出世後；航空攝影照片，已可製成完美之地圖。我國于民國十八年，首都建設委員會聘請美人攝製南京市之地圖。其後浙江省水利局亦試辦航空測量，施測錢塘江之地形圖。惟因器械不完，成效甚鮮。今陸地測量總局，于江西廣東等省，舉辦航空攝影測量，器械設備，尙屬完備，假以時日，成績當可期也。

2. 原理 航空攝影測量原理，頗爲簡單，惟進行較繁。卽利用光學原理，將地面之形狀，經過攝影器之接物鏡，縮印于底片中，其各種手續與普通攝影同。惟吾人平日攝影，無精確之尺度；而攝影測量，欲使其結果爲有價值之輿圖，必有適宜之比例尺。且因飛機飛航迅速，故感光時間，不宜過久。而透鏡之透光力，亦須特別強大也。

二 航空攝影測量種類

空中攝影器之光軸，當攝影時與陸地成各種不同之角度，其所得之結果亦異，茲別之爲下列四種。

1. 垂直攝影 (Vertical Photography) 當攝影時，攝影器 (Camera) 之光軸，垂直于地面，或與地面垂線之交角小于 10° ，此種攝影，卽謂之垂直攝影。但因飛機飛航時之振動，事實上難得真正之垂直攝影，不過與下述之傾斜攝影，成一相對之名詞而已。垂直攝影所得之照片，因地物關係位置無甚差誤。故製平面圖，最爲便利。

2. 傾斜攝影 (Oblique Photography) 當攝影時攝影器光軸與地面垂線成一相當之交角，此種攝影，謂之傾斜攝影。攝影器光軸與飛機飛航方向成前後傾斜者，謂之單傾斜；若同時與飛航方向成左右傾斜者，謂之複傾斜。單傾斜攝影所攝之照片，經改正後，卽可製成地圖；若複傾斜攝影所攝得之照片，欲製成地圖，則手續煩雜多矣。故普通避免爲宜。傾斜攝影照片上所攝得之區域，在實地上恆爲一梯形四邊形；蓋所攝陸地前部區域實大于後部區域，是

以傾斜攝影比例尺 (Scale) 之選擇,須于照片中心點畫一主橫線;蓋主橫線之比例,即該照片之折中比例也。

3. 混合垂直攝影 (Composite Vertical Photography) 多鏡頭攝影器如 k-1 式所攝之照片,三個照片俱印于同一之軟片上;中間之照片近于垂直,而兩個翼片 (Wing Picture) 之軸,與地面垂線成一 30° 之交角;故混合垂直攝影即垂直攝影與傾斜攝影混合于一張底片也。混合垂直攝影所攝之兩個翼片,須經轉換器 (Transformer) 改正後,方可製圖。

4. 立體攝影 (Stereophotography) 上述之垂直攝影與傾斜攝影所攝得之照片,一則地面之起伏,無從識別;一則山邱之背影,不能明顯;根據此種照片所製之地圖,不足供吾人之需要。故欲解決此種問題,須于空中兩處不同之攝影立腳點,攝取同一之物體,以所攝得之一對照片,置于立體鏡 (Stereoscope) 內視之,顯有立體影像者,即謂之立體攝影。吾人于航空攝影測量所攝之底片,規定 60% 重疊者,即欲將前後兩張所攝同一地段之底片,于製圖上製曲線與圖 (Contour lines map) 也。

三 航空攝影測量所用器械說明

航空攝影測量,為航空與攝影合作事業;故所用器械;一為飛機及飛航應用物品,一即攝影器也。

1. 飛機 飛機于 1903 年熱提弟兄 (Orville and Wilbur Wright) 試驗成功後;至 1914 年歐戰發生,各國俱努力改良,用以攻擊,防禦,頗著奇效;迨至近年其構造更為完備,大致可分下列各部:

a. 機身 (Buselage) 機身[圖一(12)]為輕金屬所製,形如橢球,底下穿一圓孔,為攝影器鏡頭可以吸收地面光線之用。駕駛員與攝影員之座囊 (Coccpit), [圖一(11)(10)] 即安設其內。

b. 機翼 (Wing) 機翼[圖一(14)]有單翼與多翼兩種,多為金屬所製,緊附于機身兩旁;其作用,在抵抗空氣使飛機得浮于空中;外

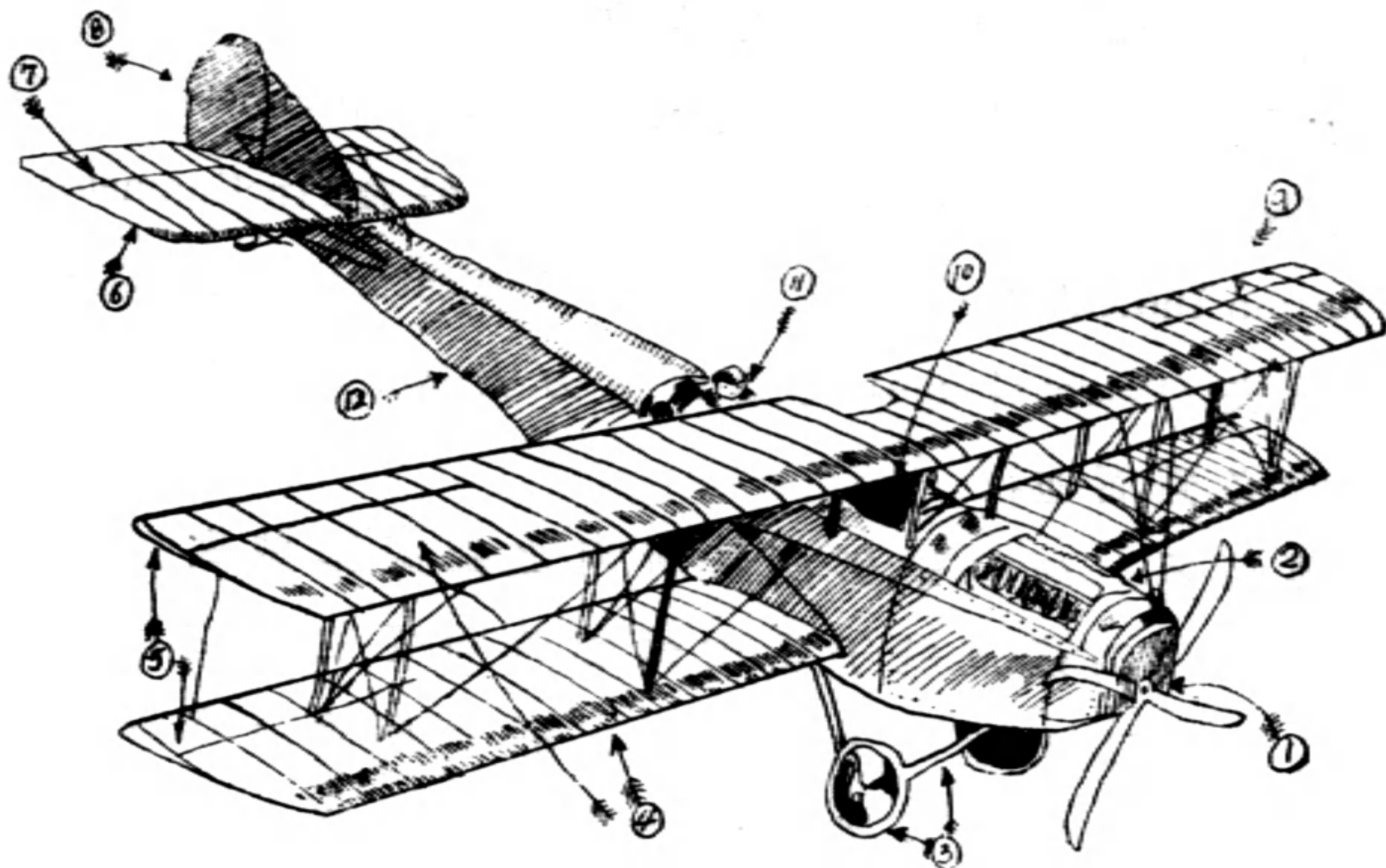


圖 一

角附有偏斜翼(Aileron)[圖一(5)(9)]為駕駛員校正左右傾斜之用。

c. 發動機(Motor) 飛機上所用之發動機[圖一(2)]為汽油發動機,汽缸數自四至二十四;其動作原理,與普通油機相同,惟機體重量與馬力之比較小耳。

d. 螺旋槳(Propeller) 飛機上之螺旋槳[圖一(1)]與輪船上之推進機,作用相同。其名稱來源,因螺旋槳旋轉時,飛機向前飛行,若于槳葉上,任取一點,其軌跡即成一螺旋形,其形略如電扇,在前曳式飛機裝于機頭,在推進行之飛機,則裝于機尾。

e. 輪架(Undercarriage) 輪架[圖一(3)]備飛機降落或起飛前滑走之用;并于停航時支持機身重量,位于機身下部。陸機上之輪架為一對膠皮輪,水機則為一小浮船也。

f. 駕駛面(Control Surface) 駕駛面包括升降舵(Elevator)[圖一(7)],偏斜翼及左右舵(Rudder)[圖一(8)]三項。升降舵裝于機身尾部,與尾翼[圖一(6)]相連,有鋼絲連于駕駛桿(Control stick)或駕駛盤(Control wheel)上,司全機升降之動作。偏斜翼在調劑機翼所受風力,使其安定。左右舵形如半橢圓形裝于機身最後部之上面,有鋼絲

連至駕駛韜 (Rudderbar), 司左右轉灣之動作。

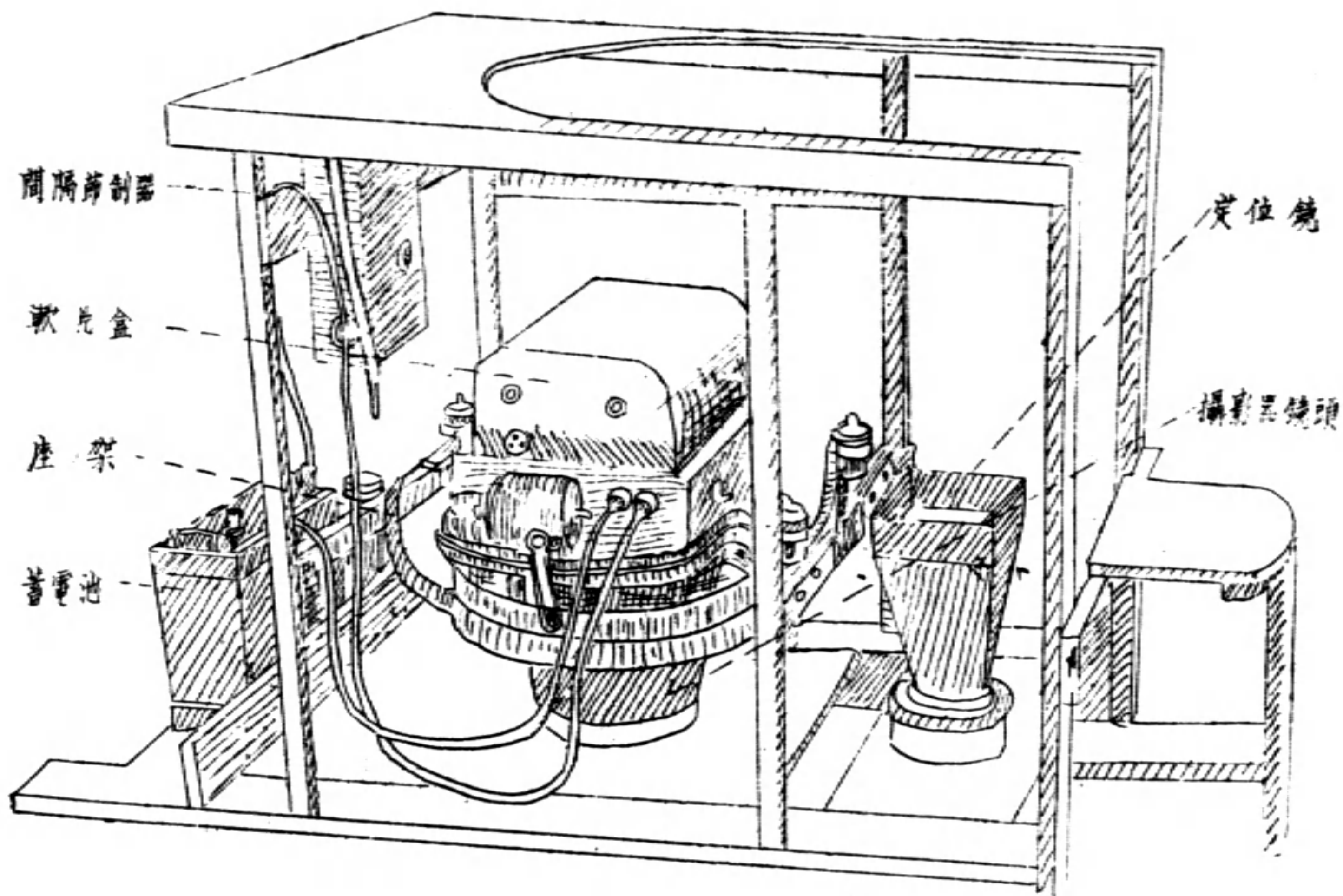
g. 機身內部尚有各種儀表如: 高度表 (Altimeter), 空氣速度表 (Air speed indicator), 羅針儀 (Compass), 傾斜表 (Inclinometer), 轉數表 (Revolution Indicator), 升降率表 (Climb Indicator), 氣壓表 (Barometer), 汽油壓力表 (Petrol Gauge) 及機油壓力表 (Oil Pressure Gauge) 等, 皆為飛航所必備者也。

2. 攝影器 航空攝影測量所用之攝影器械, 與普通攝影器不同。因飛機以高速飛航于空中攝影時除受空氣之波動外尚有發動機之震動, 不若陸地上攝影時之靜止也。故航空影器須有特別強大透光力之透鏡, 及迅速快門 (Shutter) 方為合式。鏡箱為金屬所製, 須堅固耐久, 輕巧靈便。且使平衡于垂直位置。其小者可以手提, 大者則裝于座架 (Mount) 之上。攝影動作有自動與手搖兩種。自動者藉電力或風力啓閉快門及捲動軟片; 手搖者則以手為原動力也。近世儀器構造, 日漸進步, 種類亦多, 茲將重要者摘述于下:

a. **K式攝影器** K式攝影器自1號至8號, 均為單鏡頭式。K-1式與k-2式, 業已廢棄, 今之所用者多為K-3式, 如後圖所示:

K-3式攝影器, 由電力發動操縱如意。其重要部分, 為攝影器, 間隔節制器 (Intervalometer) 及蓄電池三項。攝影器為攝影器本身, 快門及軟片盒 (Filmmagazine) 所組成。鏡頭焦距有12吋及20吋兩種, 可互相調換。體積為12"×18"×20"。其快門為虹彩式 (Iris), 最小光圈 (Diaphragm) 為 f/4.5。感光速率12吋鏡頭為1/50, 1/20 及1/100 秒三種。而20吋鏡頭祇有1/50 及1/100 秒兩種而已。軟片闊9 $\frac{1}{2}$ 吋, 長120呎, 可照120次。軟片印有記號, 俾可決定底片之中心及展接之便利。間隔節制器用以節制快門, 依露光時間之間隔, 使成有規則之運動。露光間隔依兩片之重疊及飛機之高度速度而定, 算法後述。

定位鏡 (View Finder) 定位鏡為一定焦點之攝影器, 固定于水架上。附有圓壩水準 (Circular level) 可以較準水平; 毛玻璃片上刻有平行線, 兩平行線中間距離, 用以定影像60%之重疊。



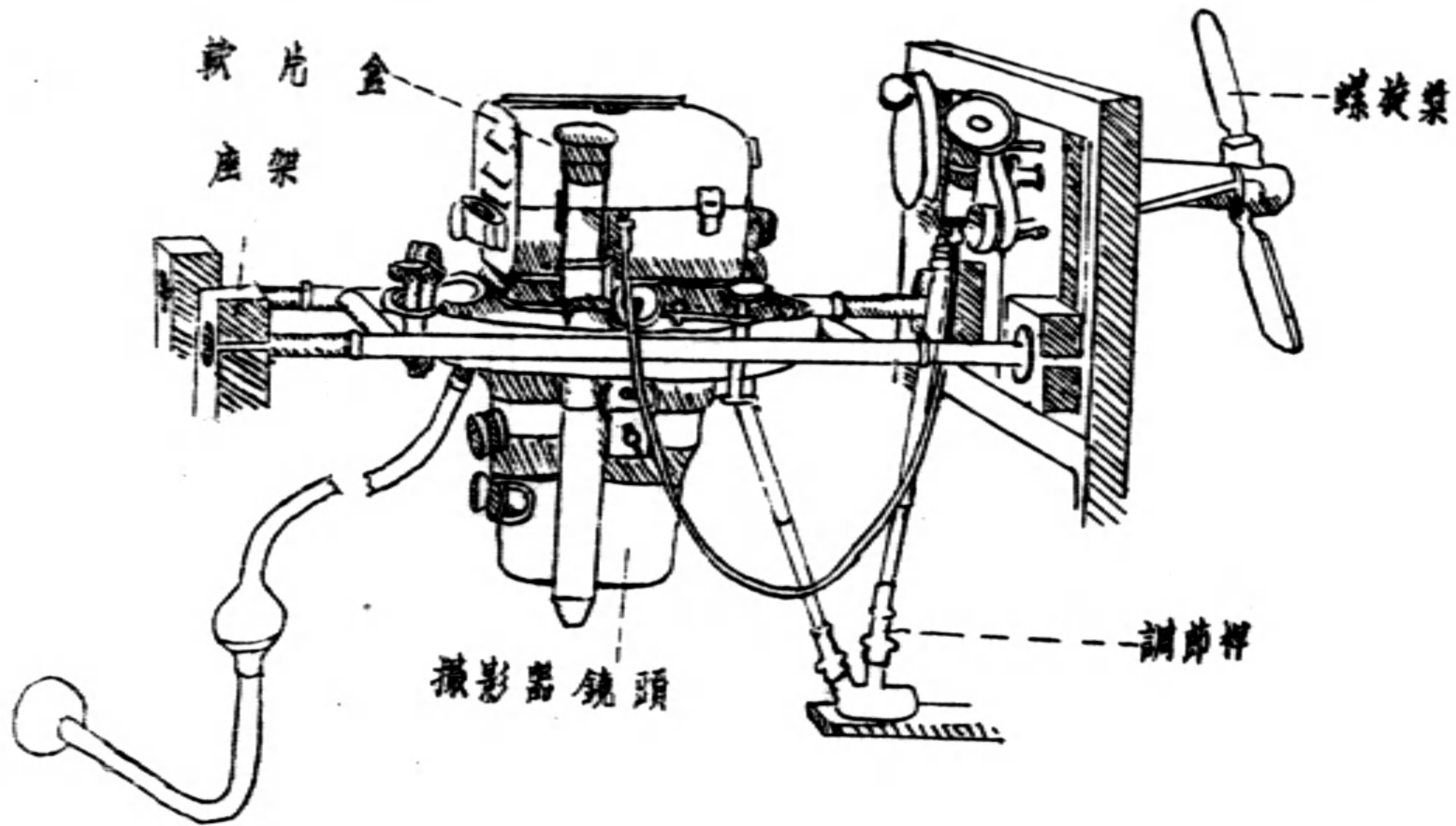
圖二 K-3 式攝影器

開始露光前，轉動引手(Knob)順時針方向，至軟片計(Film Indicator)上讀零，即軟片已至露光之位置，將壓片板(Pressure plate)壓軟片使成一平面。於是旋開快門，因電流斷續之關係，瞬即關閉，而軟片亦自動收捲，預備第二次之露光，是此往復不已，至軟片攝完為止。

b. 虎格司賀夫攝影器 虎格司賀夫攝影器(圖三)亦為單鏡頭式。由電動機或螺旋葉發動機發動之，必要時亦可以手代之。鏡頭焦距約5吋，快門為虹彩式，光圈為f/4.5，感光速率為1/100，1/150及1/200秒三種，軟片闊約5吋，長約200呎，可照400次，體積約12"×10½"×12"。

軟片盒與攝影器本身可以分離，盒內有儲片軸，收片軸，壓片板，軟片計，與K-3式攝影器大略同，茲不贅述。

電氣發動機之原動力，係借用一安于機身外旁之小螺旋槳而生者也。此發電機有45弗(volt)之電力，與節制器相聯，以調



圖三 虎格司賀夫攝影器

節連續攝影之動作,使各片間均有 60% 之重疊也。

c. T 式攝影器 T 式攝影器之設計在使于可能範圍內,增加攝影面積;欲解決此種問題,故有多鏡式之發明。T-1 式攝影器包有三個鏡頭,裝成 V 字形。中間鏡頭之光軸 (Photographic Optics) 垂直于地面,兩旁鏡頭之光軸,與中間之光軸,成 35° 之交角。光圈為 $f/4.5$, 中間鏡頭之焦距約 $6\frac{1}{2}$ 吋,兩旁約 $7\frac{1}{2}$ 吋。軟片式樣,為 $5\frac{1}{2}$ 吋 \times 6 吋每捲闊 6 吋,長 380 呎。露光 190 次,共照 570 片。軟片盒上裝有 T 字形兩個水準汽泡,較準水平;并附有刻度計 (Dial) 指示軟片已露光之長度。尚有露光計 (Exposure counter) 及停止表 (Stop watch), 以便計露光之時刻與次數。當露光時,三個快門,同時啓閉,各種動作,全由手操縱之。

T-2 式攝影器,由 T-1 式進步而來,包有四個鏡頭,其排列如凸字形。T-3 式攝影器有五個鏡頭。各種構造,大致皆同,茲不贅述。

d. 最近德國閔星城 (Muenchen) 攝影測量公司,發明之多鏡頭式攝影器,共包括九個鏡個。一個在中間,八個圍于四週。光軸相

互平行,垂直于地面。惟四圍之八個鏡頭旁,俱裝有一三稜鏡,光線從地面射出被三稜鏡屈折 54° 而攝得一無規則四曲形照片。軟片長約330呎,可攝500次,快門之啓閉,軟片之捲動,均由電氣發動。此種攝影器所攝面積最大,較之單鏡頭所攝之面積有200倍至300倍之多,而于小尺度之地圖,尤為適宜與經濟。

3. 座架 飛機飛航之擺動與發動機之震動,在在影響攝影工作,使無良好之結果。欲免此種弊病,故將攝影器裝于迴轉儀式吊架(Gyroscopic Suspension)上,雖不能完全如吾人之所冀,但亦可使震動減至最小限度;使像于軟片上,不生影響。此種座架,大率為彈性微小之物體如軟片,橡皮等所製,不特可以吸收震動,且可減除擺動也。

此種座架構造,為內外兩個迴轉式輪環;外輪環有耳軸兩個,附于固定于機身之木架上,可以縱向旋轉。兩輪環間有球狀關節,內輪環可以平轉 45° ,于攝影時,用以改正飛機航向之誤差。內輪環內有長方形框架,此框架亦有兩耳軸,供橫向旋轉之用,而攝影器即固定于其上。

四 飛航準備

1. 航空攝影測量組之組織 航空攝影測量組之組織,普通為三人。即駕駛員一人,攝影員一人,視察員一人是也。駕駛員責司駕駛;攝影員管理攝影器;于攝影時校正水平,改正方向,尤須注意快門之啓閉及軟片之多寡。視察員根據航線圖,視察地上顯明目標,指揮駕駛員之方向,并注意飛機之高度,與預算者是否符合。若飛至測區或飛出測區時,須隨時通知攝影員,開始或停止露光,不可有誤。

2. 地上控制點之測定(Controlling point) 地上控制點,有三角點及道線點二種。其測法與普通測量相同。惟點之選擇,稍有不同;因其目的在校正底片之尺度及傾斜誤差,以供嵌接之用,故須有

鮮明之印像。路角,交叉路,獨立樹,最為適宜;房屋本難辨認,于村莊之內,尤屬不宜,各點間之距離;須小于照片縱橫邊所含實地之半,如此則每片有三個或四個控制點,而可以施行改正之手續矣。

3. 裝片 攝影測量所用之軟片,感光性較普通所用者為強,故平日宜密藏于乾燥黑暗之處。當預備攝影時,攝影員將軟片盒,自飛機內之攝影器上取下,攜至暗室內,將軟片捲于儲片軸上,其手續視各種攝影器而異。俟軟片捲好後,須嚴密檢查其是否漏光,然後再裝于攝影器上。

4. 其他準備 航線圖為駕駛員之南針,故于飛航之前須將欲攝地點之舊圖,或其他略圖,描繪測區界限及航線,對於明顯之目標物,尤須特別標出,以供視察員與駕駛員之參考。其他如飛機高度,每次露光時間之間隔,信號之規定,照片重疊 (Overlap) 之重寡,亦須于室內,預為決定。

五 計 算

各項計算公式,俱應用平面幾何之兩三角形三角相等,即成相似形之原理而來。理論淺顯,無庸證明,故僅書公式而已。

1. 飛機高度計算法

a. 已知攝影器焦距,及比例尺,欲定飛機高度。

設 h 為飛機高度, f 為攝影器焦距, s 為比例尺。

$$\text{即得公式} \quad h = \frac{f}{s} \dots\dots\dots(1)$$

例 1. 攝影器焦距為 12 吋,比例尺為 $\frac{1}{10,000}$ 求飛機應飛高度?

$$\begin{aligned} \text{解 依公式(1)} \quad h &= \frac{12}{\frac{1}{10000}} = 120000 \text{ 吋} \\ &= 10,000 \text{ 呎} \end{aligned}$$

b. 已知攝影器焦距及地面上兩點之水平距離,與圖上相

當兩點之距離,可以量得,欲求飛機高度,其計算方法與(a)完全相同。因圖上距離與實地距離之比,即代表比例尺也,茲不贅述。

2. 影界角內陸地面積計算法

已知攝影器焦距,飛機高度及底片尺寸欲求影界角內陸地之面積。

設 A, B 為影界角內陸地之長闊, a, b 為底片之長闊。

即得公式 $A = \frac{a \cdot h}{f}$; $B = \frac{b \cdot h}{f}$ (2)

例 2. 攝影器焦距 12 吋,飛機高度 10000 呎,底片式樣為 9 吋 × 7 吋,求影界角內陸地之面積。

解 依公式(2) $A = \frac{9 \times 120,000}{12} = 90,000$ 吋或 7500 呎

$B = \frac{7 \times 120,000}{12} = 70,000$ 吋或 5833 呎。

3. 露光間隔計算法(Exposure Interval) 攝影測量軟片,感光極速,普通約 $\frac{1}{100}$ 至 $\frac{1}{200}$ 秒。故連續攝影時,片與片間,露光時間之間隔,須預為決定,方合吾人之需要。其計算方法以飛機飛行之速率,除影界角內陸地之距離即得。

已知攝影器焦距,飛機高度,底片尺寸,及飛機飛行之速率,欲求露光間隔。

設 t 為露光間隔時間, v 為飛機飛行速率,

由公式(2)得 $A = \frac{a \cdot h}{f}$

于是即得公式 $t = \frac{A}{v} = \frac{a \cdot h}{f \cdot v}$ (3)

例 3. 攝影器焦距,飛機高度,底片式樣,與例(2)同,飛機飛行速率為每小時 90 英里或每秒鐘 132 英尺,求露光間隔?

由例(2)得 $A = 7500$ 呎

$\therefore t = \frac{7500}{132} = 57$ 秒

吾人欲製平面圖,兩片間須有 30% 之重疊。

$$\text{故 } t = 57 \left(1 - \frac{30}{100} \right) = 57 \times \frac{7}{10} = 40 \text{ 秒}$$

吾人欲製曲線圖,則兩片間須有 60% 之重疊。

$$\text{故 } t = 57 \left(1 - \frac{60}{100} \right) = 57 \times \frac{4}{10} = 23 \text{ 秒}$$

4. 比例尺計算法

a. 已知攝影器焦距,及飛機高度,欲求底片上印像之比例尺。

$$\text{由公式(1)得 } s = \frac{f}{h}$$

例 4. 攝影器焦距為 12 吋,飛機高度為 5000 呎,求底片上印像之比例尺。

$$\text{依公式得 } s = \frac{12}{60000} = \frac{1}{5000}$$

b. 已知印像一距離實數,欲求比例尺。

設 l 為底片上印像量得之長度, L 為印像實地上之長度。

$$\text{則得公式 } s = \frac{l}{L} \dots\dots\dots(4)$$

例 5. 底片上二點之距離為 6 吋,該二點之實地長度為 5000 呎,求其比例尺。

$$\text{依公式(4) } s = \frac{6}{60,000} = \frac{1}{10,000}$$

六 顯影與印像

1. 露光 所謂露光者,即于一定時間內,轉動快門,使軟片感受光線也。在航空攝影測量,當飛機行至預定航線,攝影目的地將到時,視察員即通知攝影員準備攝影之動作;反至目的地時,迅即通知攝影員,開始攝影。攝影員即根據已算定之露光間隔,連續露

光,如第一航線業已攝定,轉入第二航線,或預定航線完全終了,下降飛機場時,則視察員當飛機飛過終點後,約數秒鐘,即須通知攝影員停止露光。惟有一事須注意者,兩片前後固須有 60% 之重疊,而為製圖便利起見,左右兩片間,亦須有 30% 之重疊也。

2. 顯影(Developing) 顯影者,將已露光之軟片,浸于顯影液中,利用化學作用,將軟片上感光部分之溴化銀 (Silver Bromide) 變為純銀而沉澱之,以顯示潛像 (Latent-Image) 者也。此種作用,實即還原作用。故顯影液之配合,乃用一種易于養化之物質(還原劑)溶于水中而成。外加鹼性物(Alkali)防止酸性物質之發生;保存劑(Preservative)阻止還原劑之吸收空氣中之養氣;加速劑(Accelerator)及延緩劑 (Restrainer) 調節潛像顯露之遲速。茲將通用之顯影液配合方法述之于下:

溶液 A.

二硫酸鉀(Potassium metabisulfite).....	1 oz
米多耳(Metol).....	$\frac{1}{4}$ oz
草酸(Pyrogallic acid).....	2 oz
溴化鉀 (Potassium bromide)	$\frac{1}{2}$ oz
水(Water)	24 oz

溶液 B.

硫酸鈉(Sodium sulfite).....	1 oz
水	24 oz

溶液 C.

碳酸鈉 (Sodium carbonate).....	3 oz
水	24 oz

用時配合	溶液 A	一分
	溶液 B	一分
	溶液 C	一分
	水	四分

航空測量,攝影員于露光完畢,飛機落地之後,即將攝影器上軟片盒取下,攜至實驗室中,抽出軟片,先浸于清水內,然後將軟片浸于顯影液內,并時時搖動,使藥膜受全部之藥力。待影像完全清楚,再浸于清水內,將附着之顯影液洗去,即可移至定影液中定影矣。

3. 定影 (Fixing) 軟片顯影之後,仍不能遇見日光;因未感光之溴化銀遇光仍須變黑也。故須將已顯影之軟片,浸于定影液內定影。定影液之目的,在移去未感光之溴化銀也。大蘇打 (Hypo) 極易溶解溴化銀,故通用之定影液,俱為大蘇打液所製成。茲將其配合成分述之:

大蘇打.....	64 oz
水.....	64 oz

外加一種堅膜液 (Acid Harder) 其成分為:

硫酸鈉.....	48 oz
明礬 (Alum)	48-24 oz
醋酸 (Acetic Acid) 28%	144 oz
水.....	384 oz

兩種溶液之配合比例,為大蘇打液二十分堅膜液一分。

已顯影之軟片,浸于上述之定影液中,俟其未感光之溴化銀,完全溶去後,再以水沖洗,使其乾燥,即可用以印像矣。

4. 印像 (Printing) 印像者,將反像翻成正像也,在敘述印像之方法以前,先將航空攝影測量通用之各種印像器述之。

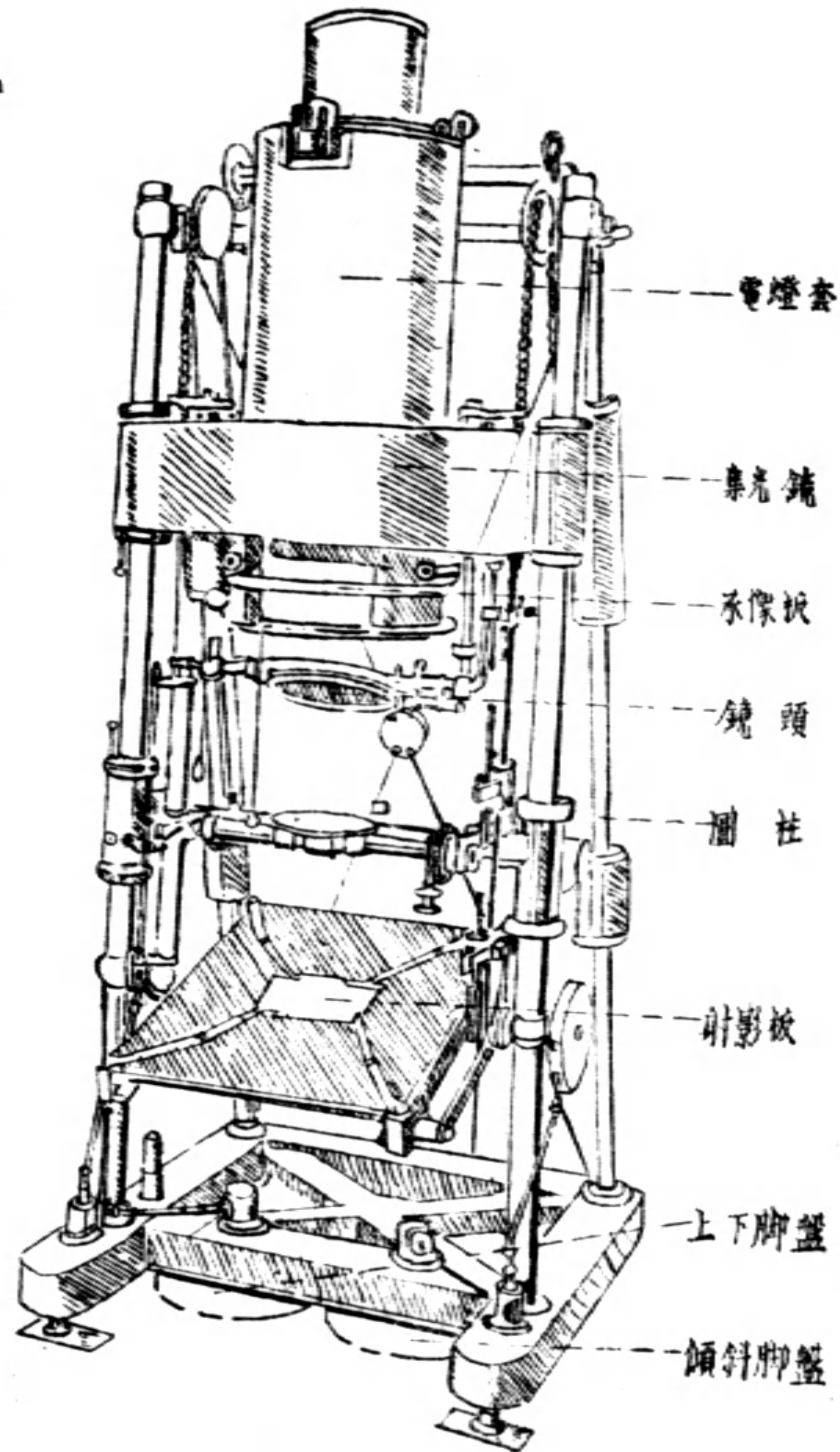
a. 傾斜糾正器 (Rectifier) 傾斜糾正器用以糾正空中垂直攝影照片之前後左右傾斜及轉向之誤差者也。其形式如圖內所示。電燈泡為印像之光源,圍以圓筒,以防外射。光線通過集光鏡後,穿過底片,集合鏡頭;鏡頭復將光線放出,投于射影板上。光線通過底片時,因片上景色之濃淡,而光度亦有強弱之分;射影板上如有感光性之印像紙,即可印出像片矣。

鏡頭與承像板之距離，可以伸縮。其與射影板之距，由升降齒輪，轉動鍊子，將上部完全移動之。在使用時，通上電流，將已定影之軟片，帖于承像板上，射影板上則貼布有比例尺之控制點圖，轉動鏡及射影板，使軟片上之控制點印像與控制點圖一致，然後固定射影板，換上印像紙，即可施行印像矣。

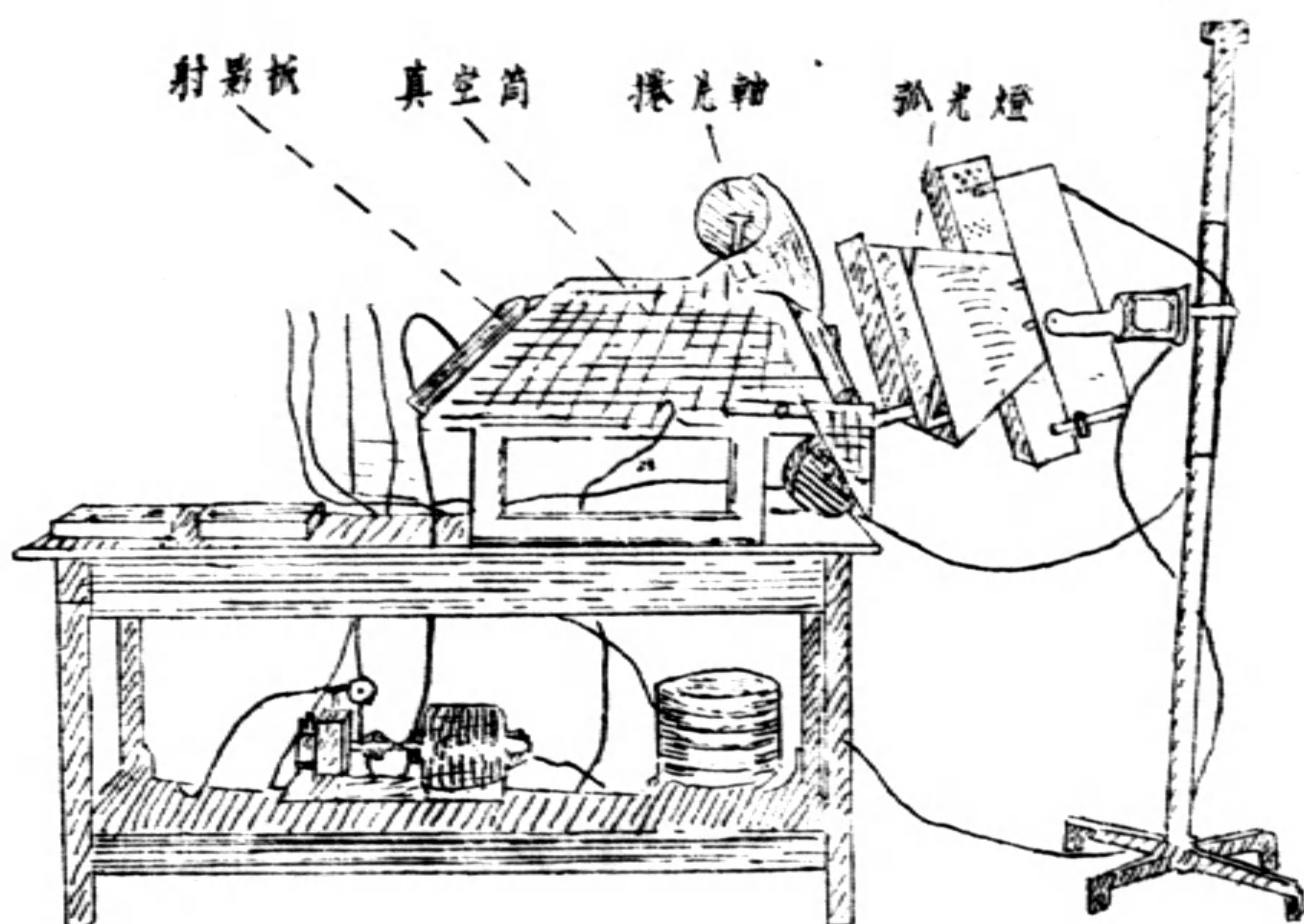
b. T-1 式轉換印像器

T-1 式轉換印像器(圖五)為改正 T-1 式攝影器所攝之兩個翼片之傾斜角，使與中間底片相同，以便製圖。光源為弧光燈，捲片軸在光源之側，其對面為射影板。圓筒之內為真空，因此可使印像紙緊貼于射影板上。底片與印像面應成之角，須視空中攝影時傾斜面與水平面之交角及攝影器與轉換器之焦點而定。當印像時，先將軟片捲軸發開，片之位置配合妥當，即安置印像紙，以空氣唧筒抽出圓筒內空氣，并開放弧光燈。燈之位置與片之中心水平，距離約 12 吋。然後抽去滑板，使印像紙感光，感光時間視底片與印像紙而異，普通約 2 秒至 10 秒。

c. 德國閃星攝影測量公司 九鏡頭攝影器所攝照片之轉換印像器，為兩個轉動于水平軸之金屬框。一為承像框，一為射影



圖四
傾斜糾正器



圖五 T-1 式轉換印像器

框射影框之面積較承像框約大三倍。當兩框平行位置時，承影框上底片，中央之一影投于射影框印像紙中央，比例尺為1:1。然後依垂直軸將射影框轉 54° ，將邊影投于印像紙上。八個邊影分八次印像，每次將二框沿水平軸轉動 45° ，結果得一改正之像片，與單鏡頭攝成者無異。

d. 印像之進行 印像紙之製成，與軟片完全相同，不過塗藥之紙代纖維質片而已。因其感光與顯影之速率不同，普通分晒像紙與顯像紙兩種。晒像紙，為綠化銀與蛋白質塗于紙上而成。感光後由棕紅色變為紫色，即置于定影液中定影；但因定影液硫酸鈉與已感光之銀鹽，亦生化學作用，故于定影之前，尚須潤色(Toning)使已感光之銀鹽，變成金質，免與定影水發生作用。晒像紙感光較緩，故用途不廣。顯像紙乃感光最強之溴化銀紙，一遇光線，即起變化，而生潛像。經過顯影定影，以至印成正像，一切手續，與軟片顯影定影相同。其顯影所需之時間，須預為試驗決定。

七 原圖之完成

製圖為航空攝影測量最後一步之工作,將空中所攝不同樣之底片,于室內嵌接為有價值之地面,其手續煩雜,可以想見。茲將平面圖與曲線圖之製法,分別述之:

1. 平面圖之完成 航空攝影測量,所攝底片經糾正器或轉換器印出正片,其各種誤差,業已消除。各片間并有同一之比例尺。于是將各片依次排列,其重疊部分,取其明顯,棄其模糊,嚴密配接,貼布于平板之上,且以地上控制點圖時時較正鑲嵌(Mosaic)之誤差。各片鑲嵌完畢,即施行複照,再將複照之底片,晒成藍色圖,供調查之用。調查之目的,在矯正地物位置之差誤,并註記地形之名稱及添繪不明顯之地物。調查完畢,施行着墨退畫手續。圖外加以整飾,即成空中攝影平面原圖矣。

2. 曲線圖製成之原理 曲線圖之製成乃根據光學原理,將不同地點,所攝同一地物之成對照片,置于立體鏡(Stereo scope)或立體製圖機(Stereoplanigraph)配成立體,以辨識地形者也。如圖六 ABCD 為一平面, a 為其中心點,另有一丁形木架置于平面之前, Kabcd 為一攝影器,上述平面及木架發出光線,經過鏡頭 K 後,得一

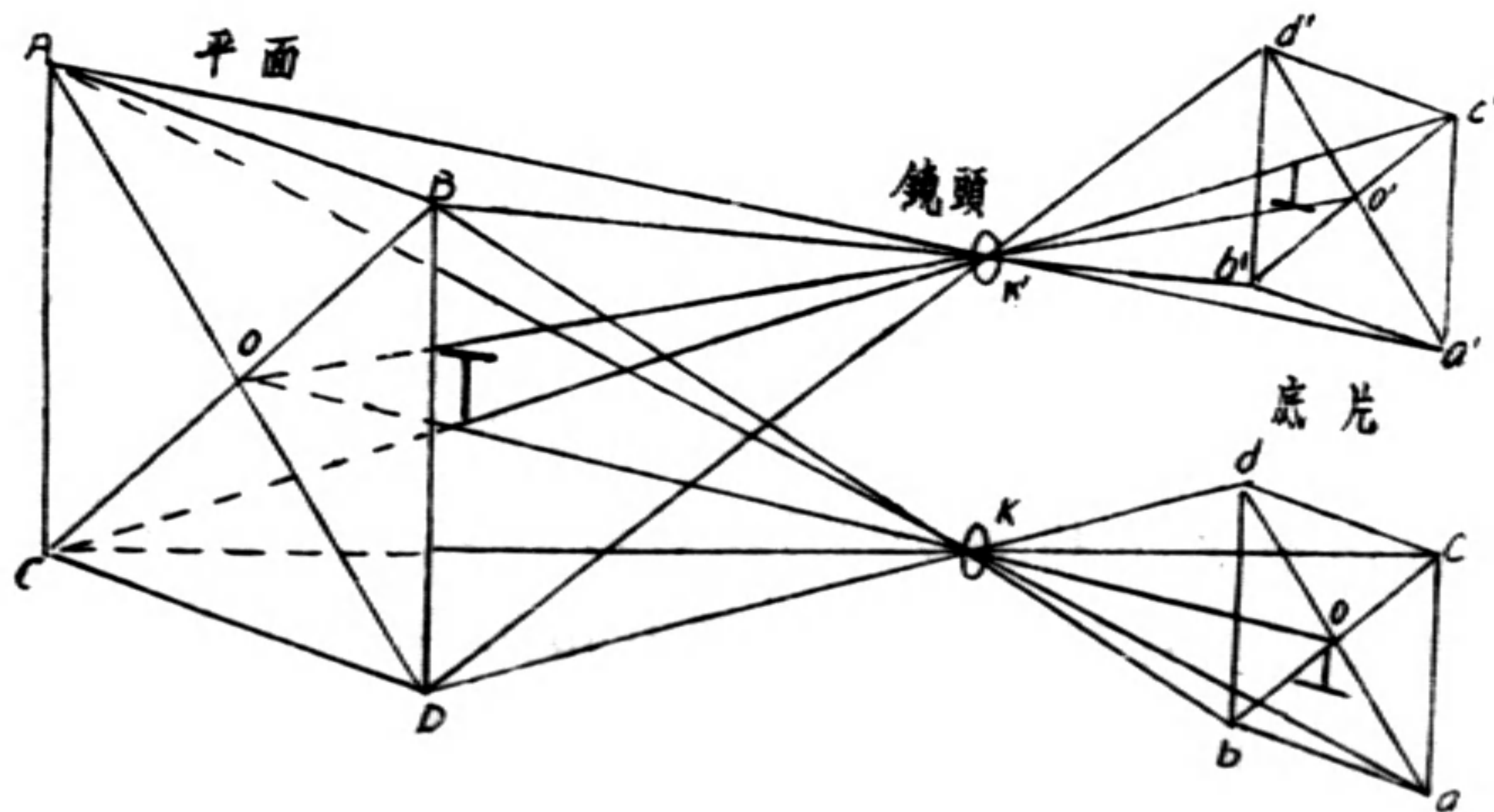


圖 六

反像, $abcd$ 及 T 。移動攝影器至 $K'a'b'c'd'$ 時, 攝得反像 $a'b'c'd'$ 及 T 。前後兩次所攝反像之相關位置, 如圖所示。此猶吾人之有兩眼, 右眼視物得一像, 左眼視之, 又另得一像, 故能辨物體之形狀。試將兩不同點攝得之兩照片, 如圖七排列, 中間以紙隔之, 使右眼視右片, 左眼視左片, 則必見 T 字浮于平面之前, 或恰在平面上, 或沉在平面之後, 與實際相關之位置, 完全相同。

3. 製圖器械說明 航空照片以製曲線圖, 手續頗為煩雜, 所用製圖機, 近數年內, 始改良完善。茲將 威而特 自動製圖機 (Wild's Autograph) (圖八) 之構造及用法述之:

威而特 自動製圖機為製圖機及製圖桌二部合成。製圖機包括 x, y, z , 三軸, 及改正底片各種誤差之螺子。製圖桌為貼布圖紙之用, 有 x, y 兩軸與機相連, 并附繪圖筆, 用以描繪地形者也。

a. 機座 機座包括機脚, 機托及移動架三部, 機脚 [圖八(1)] 為一圓桶狀, 中空, 下有三個踵定螺子 [圖八(2)] 用以改正全部機件水平之用。機托位于機脚之上, 為全部機件之負托, 左端有 x 手輪 [圖八(3)] 右端有 y 手輪 [圖八(3')] 製圖時轉動該兩輪, x 軸 [圖八(4)] 及 y 軸 [圖八(5)] 即行移動。左右兩側并附有上鈕扣及傍鈕扣 [圖八(6)(7)] 為機桌不同比例變換之關鍵, 移動架位于機托之上, 可以自由移動, 中間載 y 軸及 z 介軸, 左右兩旁附有 y 軸準軌。

b. 三軸說明 y 軸橫置于移動架上, 轉動 x 手輪, 由齒輪

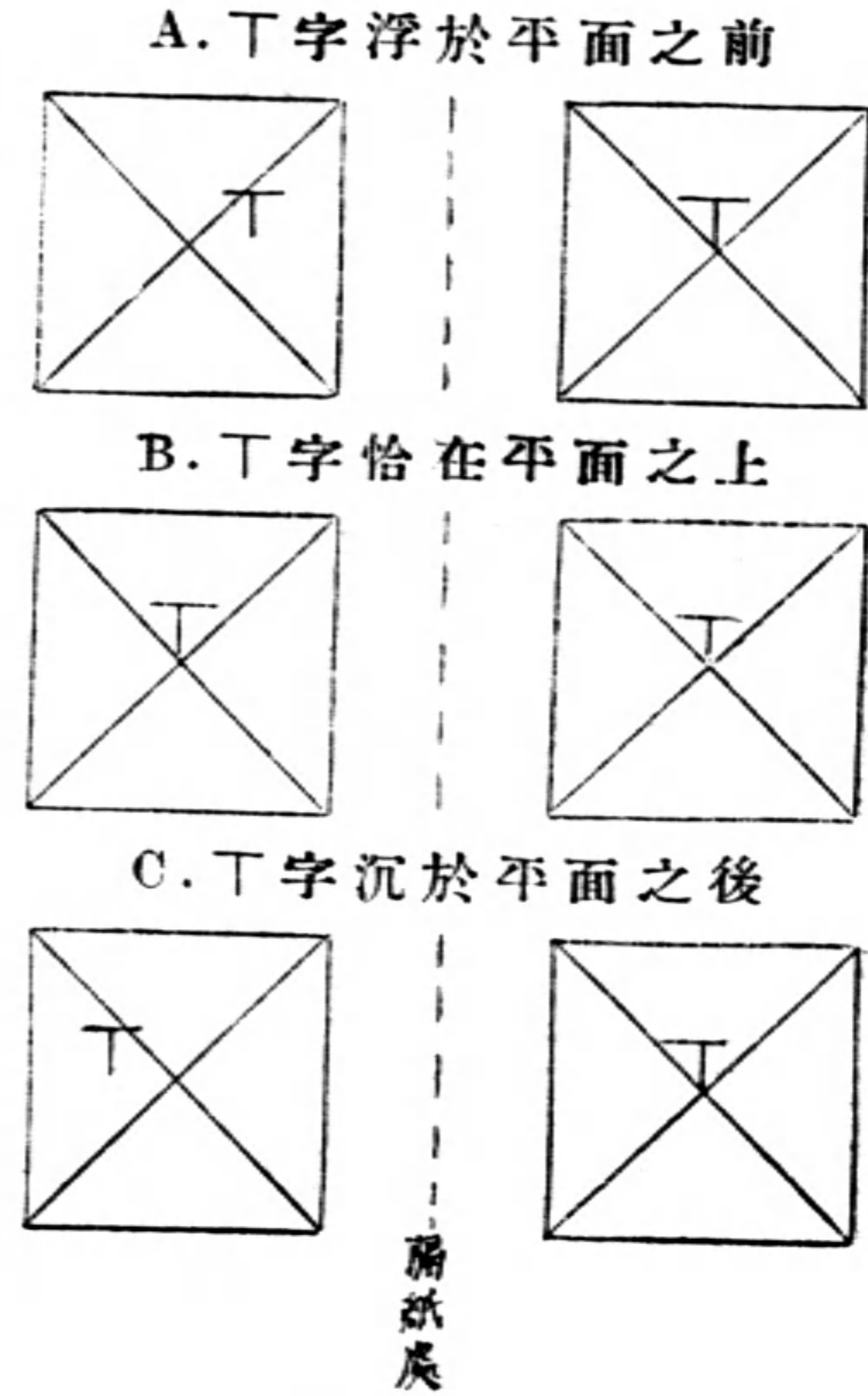
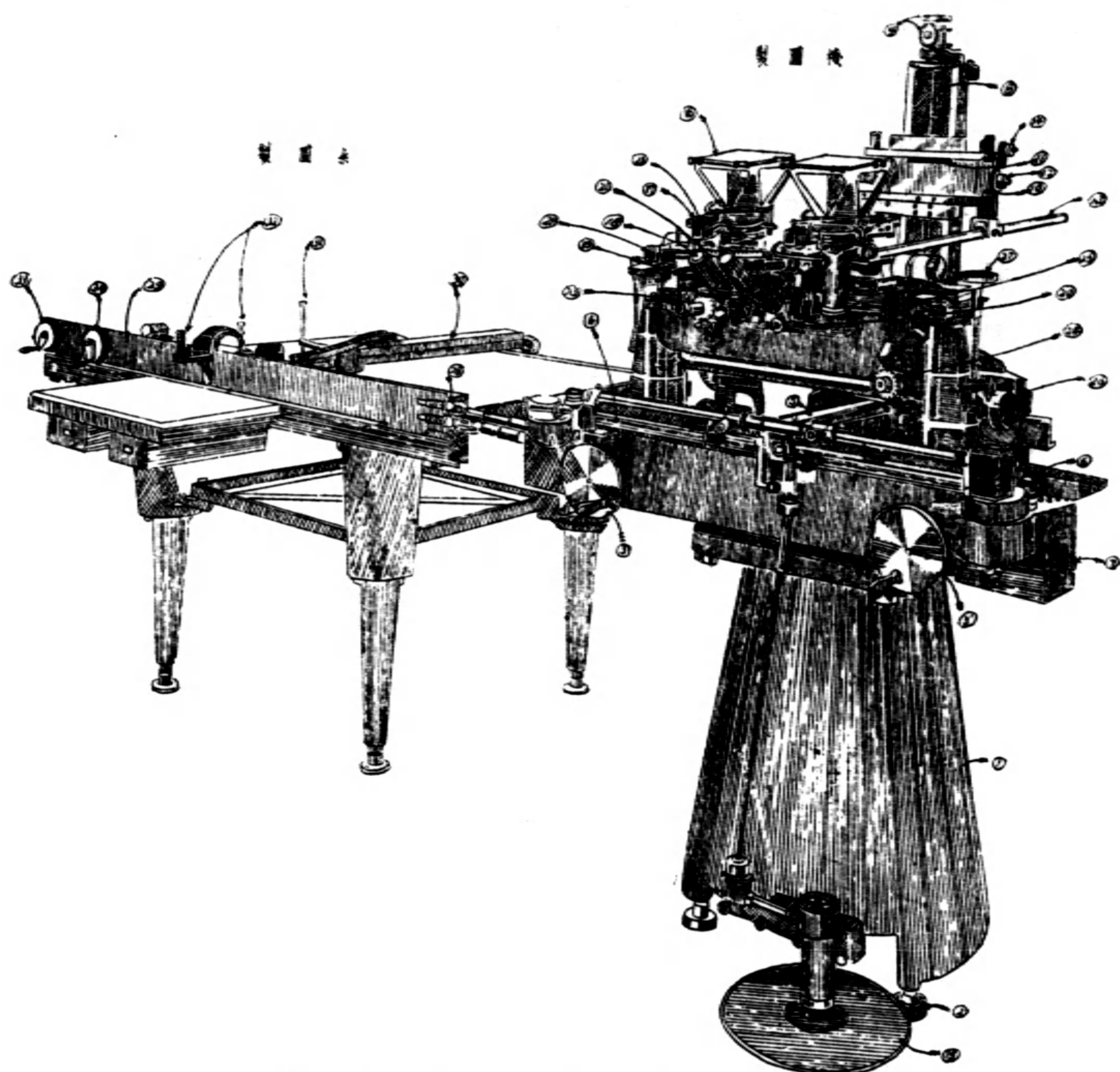


圖 七



圖八 威而特自動製圖機

傳遞作用， x 軸亦隨之而動。 y 軸載于移動架上，轉動 y 手輪，其作用，即傳至鈕扣之齒輪，再傳于 y 介軸，由介軸而轉動 y 軸。 z 軸[圖八(8)]及其附件跨于 y 軸而盛于移動架上，故 y 軸轉動 z 軸亦隨之而動。 z 軸頂上為讀數鼓[圖八(9)]為描繪曲線時定高程之用。軸之兩旁為其準軌，後部有金屬板保護之。中部附有基線板及基線尺[圖八(10)(11)]上下可以自由移動，左右兩邊有基線螺子[圖八(12)]為安置航空影站基線之用。左右兩旁之後面有連管，以連絡指導桿[圖八(13)]右端有測站高程差螺子[圖八(14)]能使連管上下，用以讀兩站之高程差。轉動腳盤[圖八(15)]因槓桿及齒輪之傳遞，而

轉動 z 軸, z 軸轉動, 基線板即隨之而上下矣。

c. 射影器 射影器 [圖八(16)] 爲安置攝影底片之用, 左右各一。上爲片藏, 下爲鏡頭。鏡頭與片之距離爲其焦點距離。傍有平面旋轉螺子 [圖八(17)] 可平轉底片, 底片發出光線, 受稜鏡折光作用, 傳至接眼鏡 [圖八(18)] 鏡內有測標, 形如感歎號!, 測標用途與普通經緯儀內交叉線相同。兩接眼中間, 有眼距螺子 [圖八(19)] 較正中間距離。右傍有接眼鏡上下螺子 [圖八(20)] 以較置上下適宜之高度。曲線板 [圖八(21)] 在射影器與接眼鏡之間, 承接射影器之糾正梯 [圖八(22)] 其下并有曲線螺子 [圖八(21')] 交會攝影底片製圖時, 由交會螺子 [圖八(23)] 讀得之度數, 于此亦須同樣由曲線螺子, 安置之。曲線螺子移動, 上板亦移動, 糾正板隨之而變, 即影響于底片所射之光線也。

d. 其他螺子 交會螺子, 位于接眼鏡之左旁, 于交會攝影時, 將交會角度, 由螺子放置, 變換稜鏡位置, 使光線進行, 適合吾人之需要。上下傾斜螺子 [圖八(24)], 用以安置攝影時之上下傾斜。差傾螺子 [圖八(25)] 位于右曲線板之前, 用以安置攝影光軸之傾斜, 他若空中攝站高程差螺子及讀數鼓 [圖八(26)(27)] 則安置空中攝影站之高下者也。

e. 製圖桌 製圖桌爲安放圖紙, 以供實地製圖之用, 機部一切動作, 由機桌連絡螺子 [圖八(28)] 之傳遞, 使桌之 x, y 兩軸 [圖八(29)(30)] 亦隨機部運動。 y 軸附有一繪圖筆 [圖八(31)] 供繪圖之用。 x 軸上附有一基線照準筒 [圖八(32)], 較對圖紙上基線中點之用。另外 x, y 兩手輪 [圖八(33)(34)] 若機桌連絡螺子扭開時, 搖轉該兩手輪, 使 x, y 兩軸移動, 可供普通展點之用。

鮑司非而特之立體製圖機 (Bauersfeld's Stereoplanigraph), 其構造原理, 大致與上述者相同, 惟其機部可以同與兩個製圖桌相連, 製成兩個不同比例尺之原圖, 故餘爲便利。

4. 曲線圖之完成 航空攝影成對之底片, 安放于兩個射影

器在,對好縱橫標,所有飛機飛航之擺動,及攝影器之傾斜,所生各種誤差,由各螺子改正後。即將展好控制點之圖紙,置于製圖桌上,并固定其位置。于是開始描繪,地物之有規則者,如建築物,田園等,可轉動 x , y 兩手輪,及 z 軸之腳盤,導測標對正地上主要點,同時將各點,定于圖紙上,依其形狀而連接之。如地物之無規則者,若道路河流等,則須連用三軸,使測標沿邊線進行,製圖桌上之繪圖筆,即可繪成天然之形狀矣。曲線之描繪,先將測標對正既知高程之一點,然後轉動 z 軸讀數鼓,使其值與既知高程數相等。于是欲繪任何高程之曲線,即轉動腳盤,使 z 軸之讀數鼓,與該高數相符,然後旋轉 x , y 兩手輪,使測標沿山面移動,製圖桌上之繪圖筆,即繪出所求高程之曲線矣。鉛筆圖繪成之後,尚須調查,着墨及整飾,方可為吾人所欲之曲線原圖也。

八 結 論

航空攝影測量,為一新發明之學術,工作迅速,精度優良,已為世人所公認。如荒漠區域之道路,河流測繪,洪水氾濫之情形,普通測量所感覺困難或無法解決者,航空攝影測量,可勝任而愉快。最近已有代平地測量之趨勢,于工程界前途,影響實大。斯篇之作,略述航空攝影測量之方法,祇因限于篇幅,未能詳為申述。倘因此而引起工程界之興趣,共同研究,則深所祝望者也。

冀北金鑛創設六十噸工廠計劃之 選冶試驗報告

王 子 祐

引 言

二十一年秋，予於授課之餘，襄助施勃理教授。(Prof. Edwin A. Sperry) 爲冀北金鑛公司作設計及試驗之工作，迄二十二年春，冀北公司因日軍侵及長城，距其所屬鑛區甚近，不得不暫行緊縮，此項工作遂亦隨而中止。幸試驗業經完成大半，所得結果，已足啓發今後從事研究之途徑，預測將來美滿方法之所在。爰將此半載以來辛勤試驗之工作，略陳於次，或於我國冶金事業，不無小補也。

金鑛在未正式開發以前，常須作一度選冶之試驗工作，蓋以金鑛與他種非金屬鑛殊有不同，譬如煤鑛一經採出，即可出售，而金鑛則非經選冶之手續，莫能入市。且金鑛之性質，各地互異，選冶之步驟，必須經實地之實驗，始能決擇。已有之成法，只能作爲參考之資料，若全般模倣，則每因差之毫釐，謬以千里，演成絕大之失敗，又豈如先之以小規模之試驗，以作計劃正式選冶工廠之爲愈也。

竊以爲金鑛選冶試驗工作，厥有數利：一爲決定每噸鑛石可以提取金之成分若干，換言之，即自每噸鑛石可獲銀洋若干也。二爲輔助選冶工廠之設計，如機械種類之需要，及其件數之多寡等。三爲易於發現試驗時之差誤，以便早爲糾正，而免損失。四爲決擇最經濟最大效率之選冶程序，以作正式選冶工廠之根據。

金鑛選冶之待乎試驗及其試驗之利益，有如上述，故在國外，

凡開採金鑛者，諸多先作小規模或試驗室之試驗，次作大規模或工廠之試驗，然後始建築正式之選冶工廠，吾等工作亦將沿此道以進，現時之報告，只為試驗室工作之結果，為計劃六十噸工廠之根據，待成之後，尚須再作相當之改進，然後始建築數百噸以上之選冶工廠焉。

此項金鑛試驗工作，承冀北金鑛公司總辦王子文博士賜予之機會，施勃理教授誠懇之指導，至深銘感，附此致謝。

一 碎鑛機設計及試驗

近世碎鑛機之重要而常用者，厥推顎形碎鑛機 (Jaw Breaker) 及回旋碎鑛機 (Gyrating Breaker) 二種。後者消費動力較省，能力亦大，適於大規模之工廠；前者之價值低廉，修理簡易，宜於日二百噸左右之需。現時所計劃建築者為日(24時)六十噸至二百噸選冶工廠，自以採取顎形碎鑛機為有利。碎鑛設備之估計，必須知鑛石壓力之強度，故曾作鑛石材料之試驗。在估計碎鑛機之能力，通常以硬度適中之花崗岩為標準，其壓力每平方吋10,000磅之譜。

取密緻石英鑛樣，置諸材料試驗機試之，由估計得壓力每平方吋為2,000至3,000磅，其多孔疏鬆之鑛樣，則低至500磅。更取高麗奇克山石英金鑛 (Chicksan Quartz) 在同樣情形下試之，約得6,000至10,000磅。

所取之鑛樣，頗不規則，足使吾人得一各種大小碎鑛機所需要壓碎動力 (Crushing Power) 之概念，試舉例言之，有一被試驗之鑛樣，其大小為5"×7"，有效接觸面約為5方吋，最初能受之壓力達10,000磅，或每平方吋2,000磅，此後已碎之鑛石之壓力由4,000至6,000磅，或每平方吋為1,000磅。今以所設計之7"×12"之碎鑛機言之，其顎片 (Jaw Plate) 長15吋，則有效壓力面積為180方吋，假令以上被試驗鑛樣之面積為35方吋，則最多此碎鑛機能容此樣大小之鑛石五塊而已。誠猶是也，即同時壓之，其全壓力不過50,000磅。顯實

際上決無此種情況，碎鑛機之大部分壓力面積將為平均壓力每平方吋 1,000 磅之小塊鑛石，甚至為壓力小於 1,000 磅更小碎塊所佔據，故全壓力實際上必遠小於 50,000 磅。此碎鑛機之計算，乃使其在動作槓杆(Actuating Lever)外端之最大壓力(Ultimate Strength)為 250,000 磅，其折斷載重(Breaking load)為 30,000 磅，殊為安全。顎片間壓力與安全點(Safety Point)壓力之比為 6 比 1，更能免除意外之損傷也。

上述碎鑛機造成後，將顎片間之距離，加以糾正，使其移動自 $\frac{1}{2}$ 吋至 $1\frac{1}{2}$ 吋，然後投入平均鑛樣碎之，以觀察其動作，得有如次之結語。

碎鑛機之動作，勻而有力，較之用高麗鑛石壓時之呈強度炸烈之聲者，略有不同，因此其動作，殊為迅速，每日(24 時)能力將比預計 60 噸為大。

平均鑛樣經過碎鑛機之產物，別其大小，有如下表所示。

+1"	4.2%
1" - $\frac{1}{2}$ "	34.7%
$\frac{1}{2}$ " - $\frac{1}{4}$ "	29.5%
- $\frac{1}{4}$ "	31.6%
	100,00

因自上表得知小於 $\frac{1}{2}$ 吋之產物占 61%，而 $\frac{1}{2}$ 吋大小之鑛石，為送入棒磨所規定，故假定鑛石先經此碎鑛機碎之，其大於 $\frac{1}{2}$ 吋之 39% 部分，再經較小如 4"×10" 之碎鑛機，使達 $\frac{1}{2}$ 吋之大小，實乃一最簡單最經濟之方法，當無差誤也。

二 磨鑛機效率比較之試驗

磨鑛機之種類甚多，惟就所計劃小於 60 篩孔之產物而言，似以球磨(Ball Mill)及棒磨(Rod Mill)為佳。後者之動作係線之接觸，其磨成之產物較為均勻，前者之動作係點之接觸，其碾磨之效率

較低,理論若此,實際上之比較,自有待於實驗。

爲試驗此二種磨鑛機之效率起見,遂計劃建造試驗機一座(見第一圖),圓筒形,長17吋,直徑8吋,內部裝置使成波紋狀。此試驗機由 $\frac{1}{2}$ 馬力之馬達拽動,每分鐘轉70周。



第一圖 磨鑛試驗機

試驗時,裝1.5吋生鐵球15尅,鑛石2尅,加水使濃度爲70%固體。磨60分鐘後,傾出而試其大小,得:

篩孔(Mesh)	百分率(%)
+ 40	1.2
40—60	10.6
60—80	10.4
80—100	13.7
—100	64.1
	100.0

同樣,裝1吋大16.5吋長之鐵棒15尅,鑛石2尅,濃度70%固體,磨60分鐘後,傾出而試其大小,得:

篩孔(Mesh)	百分率(%)
+ 40	0.0
40—60	3.6
60—80	12.9
80—100	9.7
—100	73.8
	100.0

自上二表,得鑛末合於選定—60篩孔者,在球磨爲 88.2%, 在棒磨爲 96.4%, 後者之效率較前者爲佳,實甚明顯。

三 棒磨碾鑛速率及能力之試驗

爲估計棒磨之工作能力,乃有磨鑛速率之各種試驗。其法係用鑛石四份,依次裝入,濃度均爲 70 % 固體,時間計有 15 分,30 分,45 分,及 60 分鐘之別。其經長短不同時間所碾磨之產物,用篩作大小試驗,區爲 + 60, — 60 及 —100 篩孔三種。其結果之表明,頗與閉式輪迴碾磨 (Closed-Circuit Grinding) 情況相似。

同樣,再用濃度 30 % 固體之鑛液,如上法試之,其結果所變之情況,頗與開式輪迴碾磨 (Open Circuit Grinding) 相類。

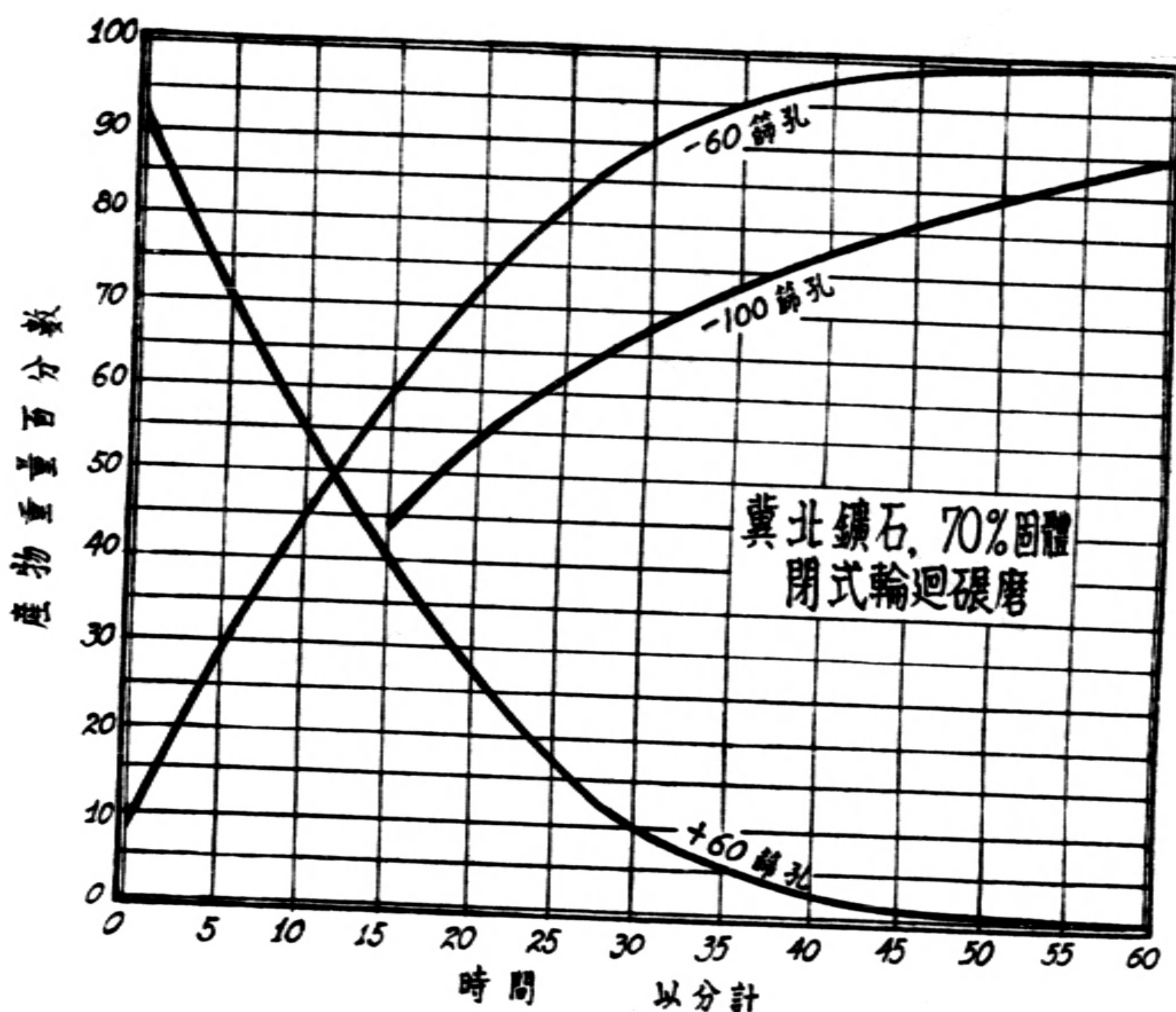
爲比較碾磨速率起見,再取代表石英岩之高麗金鑛四份,爲濃度 30 % 固體,如上法試之。其所以用 30 % 固體之濃度者,蓋以計劃之 24' × 50' 之棒磨,或將採用開式輪迴碾磨也。

各組試驗之結果,列表於次,並附圖以利比較。其產物之 —100 篩孔者,抱括於 —60 篩孔者之內,附爲聲明。

冀北金鑛, 70 % 固體, 閉式輪迴碾磨。

產物	+ 60 篩孔	— 60 篩孔	—100 篩孔
原鑛	91.0 %	9.0 %	
15 分鐘	40.0	60.0	43.2 %
30 分鐘	8.7	91.3	68.0

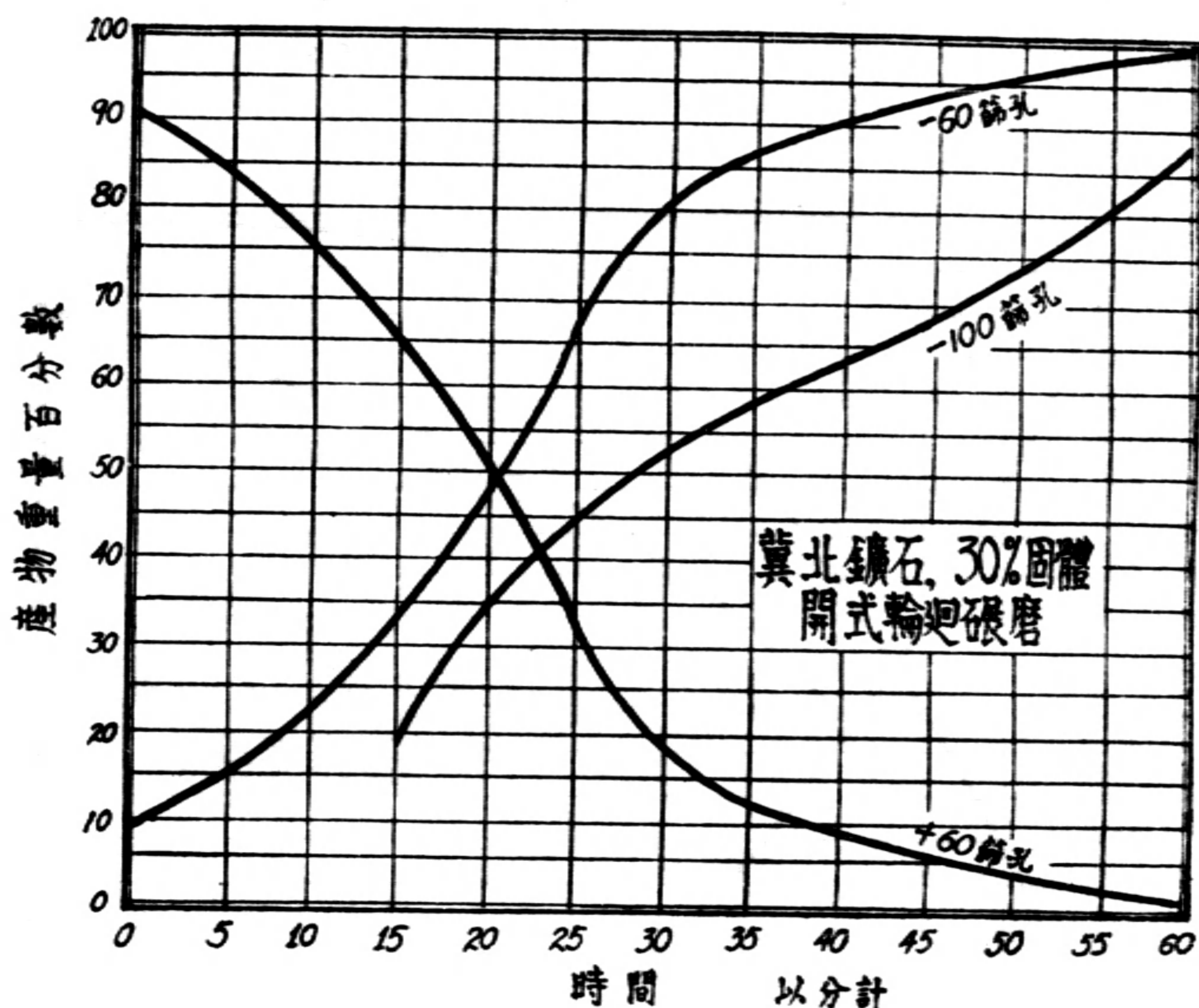
45 分鐘	0.8	99.2	80.9
60 分鐘	0.2	99.8	89.8



第二圖

冀北金鑛, 30% 固體, 開式輪迴碾磨。

產物	+ 60 篩孔	- 60 篩孔	- 100 篩孔
原鑛	91.0%	9.0%	
15 分鐘	66.4	33.6	19.1%
30 分鐘	18.5	81.5	52.5
45 分鐘	6.5	93.5	69.2
60 分鐘	0.8	99.2	87.4

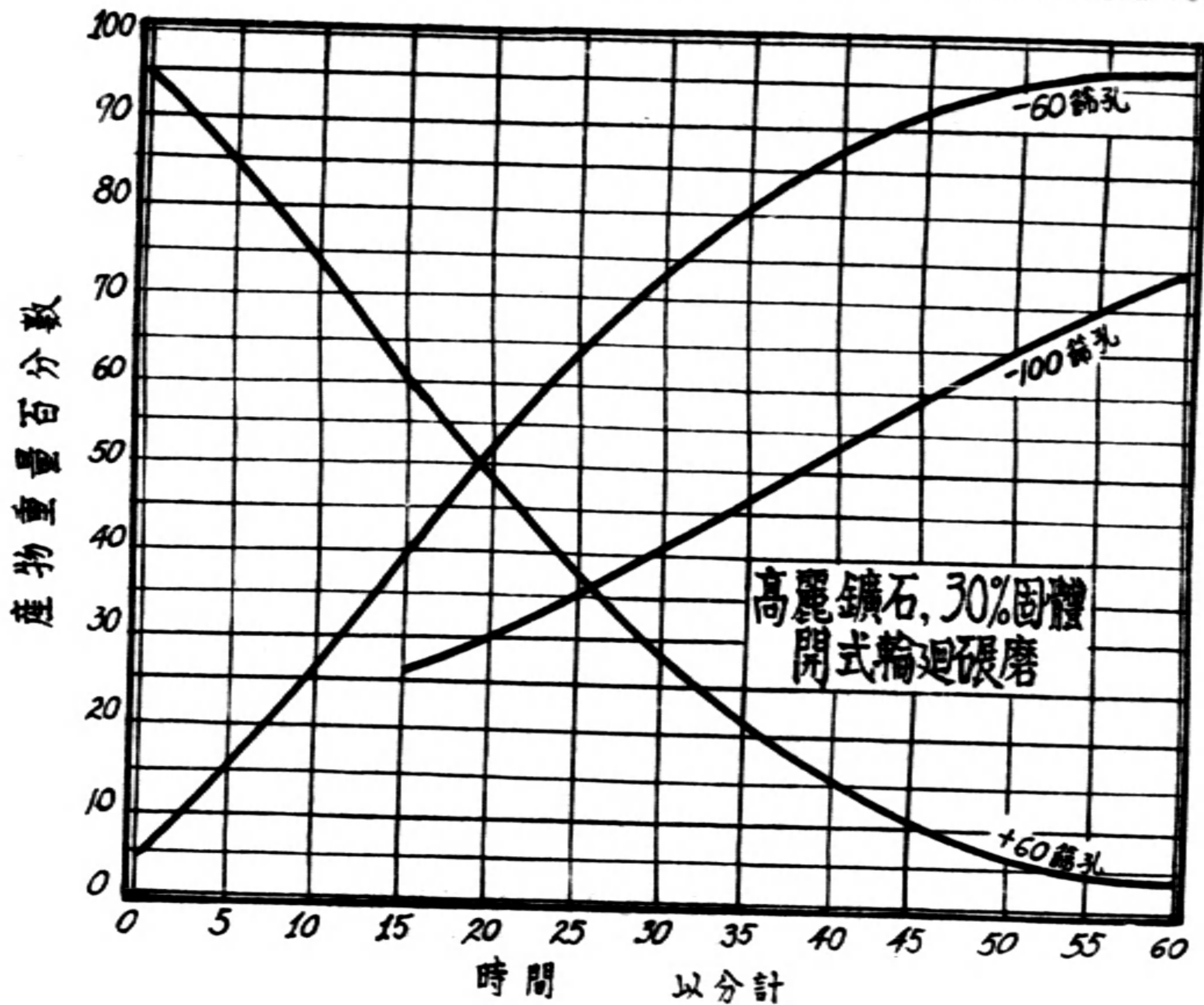


第三圖

高麗金鑛, 30% 固體, 開式輪迴碾磨

產物	+ 60 篩孔	- 60 篩孔	100 篩孔
原鑛	95.0%	5.0%	
15 分鐘	61.5	38.5	26.3%
30 分鐘	27.7	72.3	40.3
45 分鐘	8.5	91.5	57.5
60 分鐘	4.2	95.8	73.8

根據選冶工廠之常情,可許 + 60 篩孔之產物為 5%,則在 70% 固體之鑛液所需碾磨之時間為 35 分(見第二圖),30% 固體之鑛液為 47 分(見第三圖),後者之一 100 篩孔產物為 71%,前者為 74%,幾於等量,而在過碾之速率,即 -100 篩孔鑛末之增速,亦均急劇。



第四圖

故二者碾後產物之大小相似,而時間則一為 35 分,一為 47 分,是所異耳。

就容積(鑛 + 水)與流速言之,70% 固體鑛液所需流過之時間為 30% 固體者之 75%。同時前者 70 單位之鑛所需較短之間隔,而 30 單位之鑛需較長之間隔,依此計算,則在閉式輪迴碾磨為 3 噸,開式為 1 噸,此與實際之選冶工廠情形,頗相吻合。

若將冀北鑛石與視為代表標準之高麗鑛石,就開式輪迴碾磨,兩相比較,而令 +60 篩孔者為 5%,則在前者碾磨之時間為 47 分(見第三圖),在後者為 53 分(見第四圖),頗為近似。假定高麗金鑛碾磨之速率,近於標準情況或用以估計 2½' × 5' 棒磨之能力為每日 27 噸者,將可多碾 2.5 噸。故 2½' × 5' 棒磨之能力,約為每日 30 噸。

至於各種大小棒磨之能力及其他有意義之事項,可自美之,

阿謙公司 (Allis-Chalmers Co. Of Milwaukee, Wisconsin, U. S. A.) 所製之表, 計算而得。此表係該公司苦心實驗之結果, 錄之於次, 以供參考。

磨鑛機 之大小	每 24 時所 碾噸數	馬力	每馬力能 碾噸數	每分鐘旋 轉次數
	$\frac{1}{2}$ " — 60 篩孔			
3' × 6'	45	15	3	34
3' × 8'	60	20	3	34
4' × 8'	110	36	3—	26
4' × 10'	140	45	3—	26

自上表可求得周線速率 (Peripheral speed) 之平均數為每時 230 呎, 能力可由公式: 直徑 $2 \times$ 長 $\times 0.85$ 求之。2 $\frac{1}{2}$ ' \times 5' 之棒磨, 即得由此計算為 27 噸。根據周線速率之平均數 230 呎, 得每分鐘轉 40 周。

四 汞膏法之試驗

此項試驗之目的, 在決定鑛石對於汞膏之順從性能若何。最初只作預備之試驗, 以便對於將來工作之指示, 得有稍許之概念。其最簡單試驗, 厥為不加外物, 僅將汞混於鑛石中而碾磨之。先取鑛石二斤, 加水至濃度 60% 固體, 再和汞 50 克, 入棒磨碾之, 計一時之久, 由淘洗所恢復之汞僅占 42%, 有效提出之金, 不過全量之 17.5% 而已。其大半之汞悉被粉化 (Flouring), 此最簡單之方法, 殊不適宜。其次之試驗, 則先將鑛石碾一旬鐘, 取出鐵棒, 加汞入磨, 汞膏之 40 分鐘, 可獲汞 78%, 有效之金為 37.5%, 再次為汞膏與碾磨並行, 且加以碇化鉀, 以觀其是否有清金作用及防止汞之粉化效能。試驗時, 與第一次之情況相同, 惟多加 10 克之碇化鉀。淘出之汞為 60%, 冶煉之得金 36.6%。最後, 則先碾磨而後汞膏, 除加碇化鉀外, 與第二次之試驗全同, 由此法所得之汞為 100%, 金為 46%。

自此以後之試驗工作, 則用代表普通平均混合鑛石, 其混合鑛石之比例, 依鑛脈貯量之多寡而定。以上之汞膏工作, 完全在棒

磨中行之，故其內面被浸蝕，因製長圓形攪和鐵筐（見第一圖），插入之，以增攪和作用也。

其次之試驗，即用代表混合鑛石，依上組最末次之方法，得汞100%，金46%者，從事實驗。所用之鑛料，濃度為70%固體，加碇化鉀2克，在棒磨中碾一時之久。然後將鐵棒取出，裝置攪和鐵筐於筒內，並倒入20克之汞，歷40分鐘之汞膏作用，得恢復之汞為100%，有效之金為69.9%。

五 碇化法之試驗

為決定碇化法處理金鑛之效力若何，曾將由最後試驗所遺留之毛砂(Tailing)取樣二份，各重100克，用0.5%之碇化鉀溶液試之，其接觸時間，一為24時，一為48時，結果毫無影響。於是再自原鑛中，取樣三份試之，以資左證，接觸時間分24,48,72時三種，其被溶化之金，僅為全量之2%、5%及18%不等。由此可知碇化法之不適用，殊為昭彰。

六 汞膏法效能之試驗

試驗至此，遂注意於汞膏法之效率問題。特為計劃一銅管，使其能配置於棒磨支架之上而工作。管長2呎，直徑8吋。用低濃度鑛液在一端注入，而在其他一端流出，其鑛液因銅管緩慢旋轉（每時34周），所有接觸之表面，約等於8呎長之板。

將正式之混合鑛石，在濃度70%固體，加2克之碇化鉀，入棒磨碾一小時。然後放出鑛液，加水使濃度為30%固體，由攪動機經銅管而流過黃銅板上，銅管及黃銅板事前均已汞膏。自新製之板上收集汞膏，殊難準確。最佳之結果，不過獲數鎰之金而已，故常用差數計算。原鑛之價值每噸1.73盎士。毛砂0.43盎士，此即表明金之收穫為75.2%也。

在以上之試驗，黃銅板雖為鑛液經過銅管後流到，仍得不少

之金。依此及其他比較之事實，黃銅之採用，較為經濟。茲就價值，常態，表面及易獲數點言之，黃銅板之價值，約每磅 0.54 元，銅板約 0.65 元，如需一 4' × 8' × $\frac{1}{8}$ " 厚之板，由 $\frac{1}{8}$ 吋厚銅板重為每平方呎 5.4 磅計之，則此銅板 32 平方呎重 173 磅，需價 112.45 元，又由 $\frac{1}{8}$ 吋厚黃銅板重為每平方呎 5.1 磅計之，則此黃銅板 32 平方呎重 163 磅，需價 73.35 元，較之銅板每塊省 39.10 元。至於常態，銅板吸收含金之汞膏，非至一定數量，不能達常態之效率，時間上之需要，約數星期之久，在此期間，損失殊高。黃銅板之吸收汞膏，似非顯著，其常態在最初幾已達到。試驗時由黃銅板所收得之金，較由銅管所得者約二倍，即為事實之證明。

表面一層，則黃銅實較銅為光滑堅硬而不彎曲或留痕也。

在今日中國之市場，據函詢之結果，黃銅板較為易獲，且已有各種如願之大小及形式。

七 淨石英及淨硫化礦物之汞膏性能比較之試驗

據汞膏法試驗之結果，其能提取之金僅 70%，而碲化法又告失敗，故現不得不考察石英及硫化礦物之對於汞膏順適性之比較。為達此目的，用人工自鑛石將石英與硫化礦物分開，愈淨愈佳。淨硫化物鑛料加水使為 70% 固體，並碲化鉀 2 克，入棒磨碾一句鐘。此後將鐵棒取出，加 20 克之汞，工作 40 分鐘而止。原鑛之價值為每噸 4.84 盎士，毛砂為 2.36 盎士，其能提出之金得 51%。再用淨石英如上情況試之，自原有之價值每噸 2.86 盎士及毛砂之價值 0.60 盎士，可取金為 79%。

自以上之結果，兩相比較，石英可用簡單之汞膏法處理，而硫化礦物，則尚有待於進一步之研究，乃為顯著之事實。因此取硫化礦物再試之，用 70% 固體之濃度，加碲化鉀 2 克，入磨碾一句鐘，於是加 20 克汞，磨碾汞膏達 3 句鐘之久，其結果因汞粉化，莫能淘出。至此將鑛料退還棒磨，不加鐵棒，混以 10 克之氯化銻，工作 30 分鐘，

仍無結果。於是再加汞 10 克，鈉汞膏(Sodium Amalgam) 5 克，入磨轉動，約 30 分鐘，以資收集，亦告失敗，蓋以汞膏作用過強，硫化鑛物本身已大半汞膏，遂致汞之凝合，橫被阻礙。

爲補救上弊起見，復用 70 % 固體之硫化鑛石，加 2 克之碇化鉀，入磨碾一旬鐘，將鐵棒取去，只留其四，再加汞 20 克及鈉汞膏 1 克以試之，待 2 時後，淘洗汞膏，得全量 70 %。硫化鑛物原有之價值爲每噸 3.3 盎士，其遺下之毛砂爲 48 盎士，由計算應得之金爲 85.5 %，自汞膏直接提取之金爲 75.3 %，則其失之於未曾收獲之汞爲 10.2 %，此種汞之損失在實際之工廠工作，有減少可能。

有時硫化鑛石若經過焙燒，每易於處理，曾取鑛石在攝氏 500 度溫度焙燒，約二旬鐘，然後加水使成 70 % 固體之濃度，另加 2 克碇化鉀，20 克汞，5 克鈉汞膏，在棒磨碾二旬鐘。取鐵棒出而留其三，並加水使爲濃度 50 % 固體，再轉動 30 分鐘，以利汞之聚集，其結果汞未取出，完全失敗矣。

八 選冶總試驗

自以前各種試驗之指示，特作一總試驗，概括汞膏提金，縐呢之富集硫化鑛石及硫化鑛末之重碾選冶等。

五份 70 試金噸(Assay Ton)之普通鑛石，在 70 % 固體之濃度，加 2 克之碇化鉀，各自碾磨一旬鐘，然後合成 350 試金噸。此項重量，不過便利計算而已。此後再加水若干，俾其濃度爲 30 % 固體，於是由攪動機注入汞膏銅管(見第五圖)，以達 12"×48" 大小之縐呢板，在此硫化鑛物以較重而沉積，含石英之毛砂，則流集於其板下之盆中。其沉積於縐呢板上之硫化鑛物，再加汞 20 克，鈉汞膏 1 克，在 70 % 固體之濃度，入棒磨用鐵棒四根碾之。歷二時後，淘取其汞膏。上項試驗之各種產物，均經詳爲化驗，其中以金爲主要考慮之價值，僅表出於次。

產 物	重量試金 噸	金 噸,試金噸	金 含金,噸	金 百分數
原鑛	350	1.51	528.50	100
硫化鑛富集砂	57	2.62	149.34	28.2
石英毛砂	255	0.10	25.50	4.8

由汞膏法所提得者,用差數計算.....67.0%

重碾硫化鑛石

硫化鑛砂集砂	57 試金噸	2.62 盎士	149.34 噸	28.2
重碾毛砂	57	0.84	47.88	9.0

由重碾所提得者,用差數法計算.....101.48 19.2%

由汞膏板所提得者.....67.0%

由重碾所提得者.....19.2

總提得之金.....86.2%

如視重碾爲一獨立之手續,則其結果,有如下表所示。

硫化鑛富集砂	57 試金噸	2.62 盎士	149.34 噸	100
重碾毛砂	57	0.84	47.88	32.2
由重碾硫化鑛所提得者.....	101.46	67.8%

鑛石原料全重.....350 試金噸

產物全重.....312

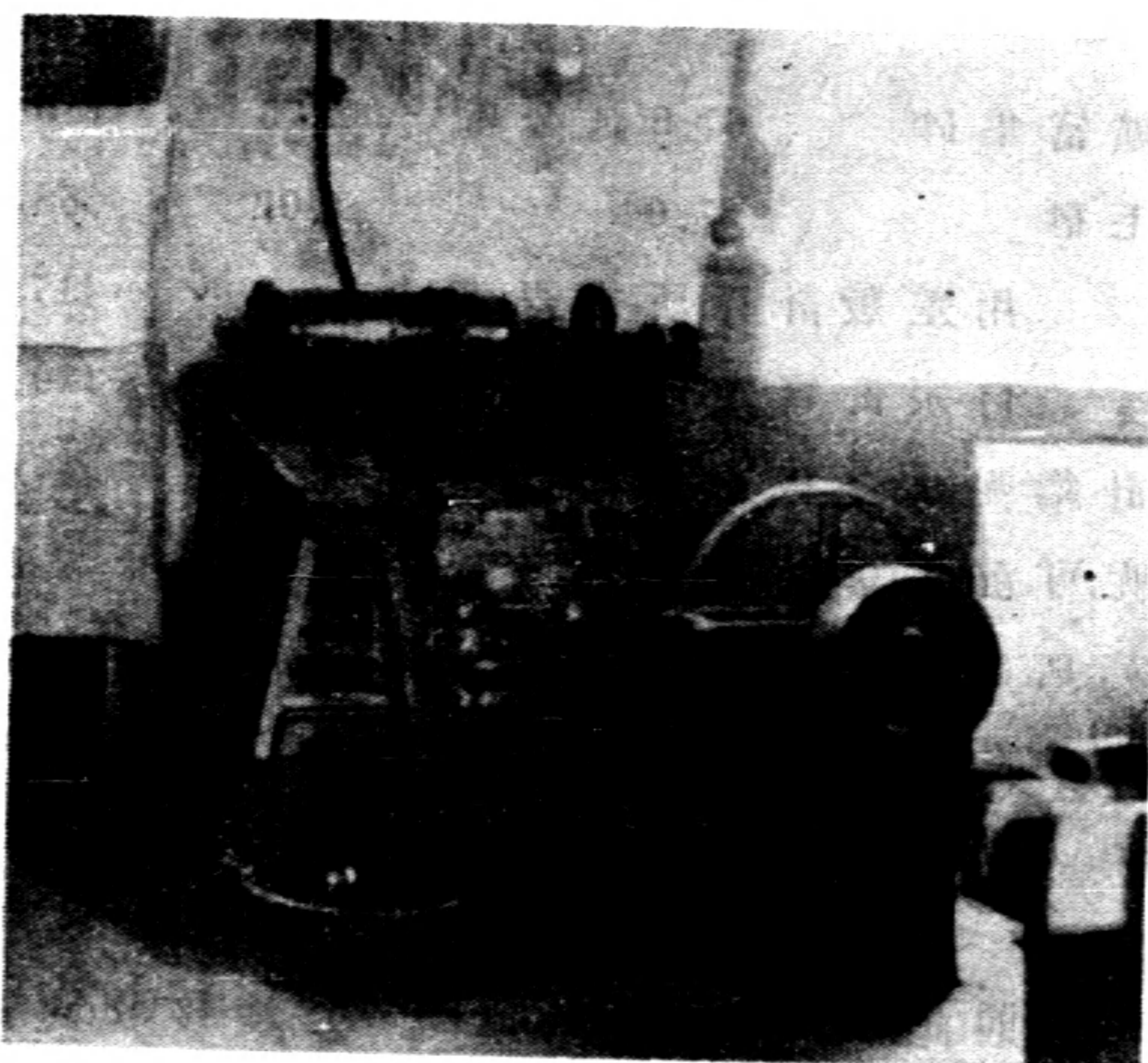
工作之機械損失...38 試金噸或10.8%

石英與硫化鑛石之比例爲 81.8 % 及 18.2 %,或4.5 比1.0。

用 210 試金噸之同性質鑛樣試之,以資證實。此種鑛樣係自

含有多量硫化物鑛石,由人工挑選,使其石英與硫化物之比,與普通平均混合鑛石相近似。卒以判斷不正確,其遺留之硫化鑛石比之平均鑛樣過大,但此種情形,必然有遭遇之機會,亦非無裨實際之試驗也。茲將其結果,表陳於次。

產物	重量,試金噸	金 噸,試金噸	金 含金,噸	金 百分數
原鑛	210	0.97	203.7	100
硫化鑛富集砂	67.6	2.75	185.9	91.2
石英毛砂	115.9	0.04	4.6	2.3
由汞膏板提得者用差數計算			13.6	6.5%



第五圖 總試驗佈置

重碾硫化鑛石				
硫化鑛富集砂	67.6	2.75	185.9	91.2
重碾毛砂	67.6	1.02	68.9	33.8
用差數計算所提得者			117.0	57.4%

自汞膏實際所提得者 129.5 63.0%
 石英與硫化鑛物之比例為 63.1% 比 36.9% 或 1.7 比 1.0

原鑛全重	210.0 試金噸
產物全重	183.5
工作之機械損失	26.5 試金噸 或 12.6%
由汞膏板所提得者	6.5%
由重碾所提得者	63.0
總提得之金	69.5%

如視重碾為一獨立之手續,其結果有如下表所示。

硫化鑛富集砂	67.6 試金噸	2.75 噸	185.9	100
重碾毛砂	67.6	1.02	68.9	37.1
用差數計算所提得者			117.0	62.9%
自汞膏實際所提得者			129.5	69.6%

為估計縐呢集金板必需之面積,在試驗時曾注意及之,約得每方呎縐呢,可沉集100克之硫鑛物而不至過載。今假設在平均鑛石中,其石英與硫化鑛物之比為5比1,則在每24時30噸產量,每小時硫化鑛物產生約有20噸或20,000克之多。照以上之估計,則每時可填滿200方呎之縐呢板。假令縐呢板為4'×12'之視為便利之大小,則每板面積48方呎,代表工作能力4800克。以鑛料時注入為20,000克計之,則此板可於0.24時或14.4分鐘接收其載重。倘鑛料注入,平均分散於二縐呢板,則需28.8分鐘載滿。為計算便利計,設為30分鐘可也。為工作不間斷起見,另置第三縐呢板,於是同時二板工作,其他一板則進行洗刷。由此決定共需縐呢板三座,輪流每隔15分鐘,洗刷一次。

因硫化鑛富集砂及其重碾留下之毛砂,含金甚高,曾為分析所含銅之成分,以視熔冶法(Matte Smelting)是否可以應用,蓋以由

此能提取多量之金及銅(假如含銅)。在最後之總試驗中,其原鑛含銅 1.97 %,而在硫化鑛富集砂含銅 4.54 %,加以後者含金每噸 2.75 盎士,銀 7.00 盎士。則其硫化鑛富集砂之用重碾汞膏法 (Regrinding Amalgamation) 是否經濟,深值吾人之考慮也。以此種含銅及金銀成分之富集砂實為反射爐熔冶 (Rererberatory Smelting) 之理想物,而在實際上可將所有之金銀銅等,完全提出。

即在重碾手續後之毛砂,含金約每噸 1 盎士,銀 5 盎士及銅 4.54 % 亦似以用熔冶法為佳。假如應用熔冶法自原有之富集砂提金,則重碾工作可以省去,同時所費並不增加。至於進行之限度,高價粗銅 (Matte) 之出產,泡銅 (Blister Copper) 之出產,或精銅之出產,而將金及銀分出,實須詳盡之研究與考察之問題,而有待於此後有系統之試驗也。

收音真空管的進展

朱 一 成

自從三極真空管發明以後，無線電通信及廣播的應用就有很長足的發展。就收音機方面說，真空管可司放大，檢波，及振盪各種作用。因此從發報台所發出的電波，雖則因遠距離的間隔而收得很微細，也可由放大而得相當的音量。二十餘年來，真空管在收音機中的功用雖仍不出那幾種，而以需要的增繁，理論的健碩，與製造方法的改良，新式真空管層見疊出，為數至夥，茲先就縱的方面，作一簡略的敘述。

最初廣播收音機中的真空管，都以6v.的蓄電池供給燈絲電力。普通一機之中，祇用一種或兩種真空管。譬如UV-201式的真空管就用以作放大，檢波等用，有“全能”真空管（All purpose tube）的稱謂。這在現在看來，實在是太粗率了。其後純鎢燈絲改為鎢鉿混合燈絲（thoriated filament）及鍍養化物的燈絲（oxide-coated filament）。這種燈絲可以省去不少燈絲電力，所以用乾電池供給燈絲電力的真空管，得以風行一時，像UV-199可作這類真空管的代表。

但是用一種全能真空管裝成的收音機，牠所發出的音量及所發生的失真（Distortion）決不能使聽者常久滿意。因此需要一種新的真空管，要能夠供給巨量的電力輸出而沒有失真；應時而生的，先有UX-120，繼有UX-171。

其次，用交流電供給燈絲電力的真空管製造，可算得是一個重要的進步。在城市裏，發電廠總以交流電能供給每家的電光或

電熱,所以用交流電供給電能的收音機實較用乾電池或蓄電池供給電能的收音機為便捷而省費。交流真空管有用直接燃燒之陰極者(Directly-heated cathodes),如 UX-226;有用間接燃燒之陰極者(Indirectly-heated cathodes),如 UY-227。惟前者祇能用以放大,後者兼可檢波,現在一切交流真空管多採用後法。

同時四極真空管的應用也逐漸發展。最初的代表是 222 式,那是直流收音機上用的,不久 224 或又填滿了交流收音機的需要。這種真空管最大的應用,是在高週波放大。因為用三極真空管作高週波放大時所易於發生的振盪干擾,可以完全免去,並且每一級的放大率也比三極管大得多。在那時一般收音機多用四極管作高週波放大,而以三極管作檢波器及第一級低週波放大,而以 171-A 作強力放大器。這在當時已是比較很滿意的了。

在收音方面,差不多不絕的有增加電力輸出的要求;171-A 之後,就有 245 起而代之,後者可輸 1.6w. 不失真之電力。後來又有 250,牠的輸出電力可達 4.6w. 這種電力的增加是加大真空管體積及加高屏極電壓的結果。但是再要增加電力顯然不能再用舊法。一則真空管價值太貴,二則屏電壓之供給發生問題,而體積太大也不便裝置;於是五極真空管又被普遍地採用。用比較小的輸入電壓可得較大的輸出電力,比如以 '47 與屏極消耗 (Plate dissipation) 相同的三極真空管相較,那 '47 可輸出較大的電力,並且還有較大的放大。

用電池供給電力的收音機及裝在車上的收音機 (Automobile receiver) 的用途增大以後,又有兩類新的真空管製出。一種是 2-v. 的乾電池真空管,像 230, 231, 232 等。一種是 6-v. 間接燃燒的車用真空管,像 236, 237, 238 等。

還有一種“可變放大係數”真空管 (“Variable-mu” tube) 也可算真空管製造中之傑作。這種真空管的柵極是特式的,牠的作用在避免一般四極真空管作音量控制器時所遇到的失真與干擾

(Distortion and Cross-talk)。235, 551 等就是這種交流四極管的代表。239, 234 則是“可變放大係數”車用真空管。

再近一些,五極真空管用作高週波放大的也很普通。'57 與 '58 都是屬於這一類的。自從 B-種放大 (Class-B amplification) 應用於收音機之電力輸出級以後,也有特種真空管專司其事; Type '46 可作代表,這是一種用特種接法的雙柵管。兩只 '46 用作 B-種末級放大時,可輸出電力至 20w. 之多。

綜上所述,收音真空管的重要改革可從兩方面剖解之,一為陰極的變遷;一為柵極的變遷。茲分述於下:

陰 極 的 變 革

陰極是供給電子作種種作用的部分,在真空管中佔着很重要的地位。普通總用電流通過一金屬絲,使牠發熱,這種熱力使電子脫離金屬絲本身。作這種用的金屬絲可分為三種。一種是用純鎢絲的,這種金屬絲需要燒到白熱才有夠量的電子射出,所費電力頗大,在直流收音機真空管中久已失去了牠的地位。一種是鎢鉭混合絲,牠的發電能力差不多完全靠鉭,鎢不過是一種發熱體,這裏,電子的放射并不需要極高溫度,祇要把牠燃燒到亮黃的程度就行,所需電力較省。還有一種是鍍着氧化混合物的金屬絲,牠的放電能力更高,所需熱力更少,祇要燃燒至暗紅色程度,所能供給的電子已很豐富。

在構造上又可分為直接燃燒的陰極,與間接燃燒的陰極。前者放電體與燃燒體是同一體,普通用直流電供給燈絲的都用這種陰極,用電很是經濟。但一般說來,牠是不適於交流電用的;因為當通過燈絲之交流電正負變向時,電子的放射及空間電荷(space charge)的電位都隨着變動。這種變動經由放大真空管而於收音器中發為雜聲(Hum),要用交流電供給直接燃燒的陰極,則該陰極需要特別設計。譬如,用特別粗大的燈絲使溫度變動減少;用過

分多量的電子放射,使少許溫度變動不減少放射的電子至普通所需要的數量以下;用特種方法配置各極地位使凝量及電磁作用減至最少限度等等,這些都能使雜聲減少。'26式真空管就是這種用直接燃燒的陰極而又適於用交流電供給燈絲的。

間接燃燒的陰極由兩部構成。一部是放電體,是一種很薄的金屬管,外塗易於射電的物質,這一部是放電的本體。另一部是燃燒體,普通由鎢絲做成,與放電體是隔絕的,這部的作用在以牠本身的電熱燃燒放電體,使後者得有相當的射電溫度。有這樣構成的陰極的真空管,最適於交流電工作,放電體與燃燒體的隔離,放電體對於燃燒體所盡的間隔作用 (Shielding), 都能阻止因交流電的通過而發生的雜聲。像 '27, '24-A, '35 等真空管都是用這種間接燃燒的陰極的,而且因為這種構造既可避免因偶生的電氣干擾通過燈絲而發生的困難;又因發電體與燃燒體之隔離而綫路可多變化;所以就是用直流電供給燈絲電力的真空管,也有應用這同樣的構造者。像 '36, '37, '38, '39 式真空管都屬這一類,牠們多用於車上收音機 (automobile receivers) 或用直流電力的收音機。

柵極的變遷

在真空管設計中,有很多劃時代的進步,都與柵極的增改有密切關係。茲略分述於下:

甲.單柵真空管 真空管在牠原始的形態,祇有屏,陰二極,藉着單向電流作用,牠可用以整流 (Rectification) 及檢波 (Detection)。自從柵極加了進去,因為牠距離射電體較近,牠的管理屏電流的能力較屏極大數倍。這就有了放大的作用,也因為有這種放大作用,三極真空管就可自發振盪 (self-excited Oscillations), 於是真空管的應用大為增加。

但是三極真空管在作高週波放大器時也遇到了困難。因為屏極與柵極間所形成的電容量,使真空管的輸入電路 (input cir-

cuit)與輸出電路(output circuit)發生交連關係(coupling)。這在低週波放大時當無問題,在高週波放大時,該電容交連每使輸出電能回授輸入電路至相當數量,而振盪發生,干擾收音。在當時避免此種困難,須用繁復的相消電路;但是四極真空管給予了更滿意的答案。

乙.雙柵真空管 雙柵真空管,或稱四極真空管,較三極管多一柵極。牠的地位是在屏極與管理柵極(control grid)的中間,差不多把屏極完全隔離了,所以牠名爲隔離柵極(screen grid)。平常牠總是接着比屏電壓低的正電壓,并經由一電容器(by-pass condenser)而接到陰極。這樣,高週波電流在屏極變動時,就不能影響到管理柵極。普通三極真空管的屏柵電容量約有8.0 mmf.,而四極管中,有效屏柵電容量(effective grid-plate capacity)可減至0.01 mmf.,因此不用繁復的相消電路,也不會有振盪干擾發生;還因爲該屏柵電容量的減少,四極管的放大能力可較三極管增大多倍,仍極穩定。

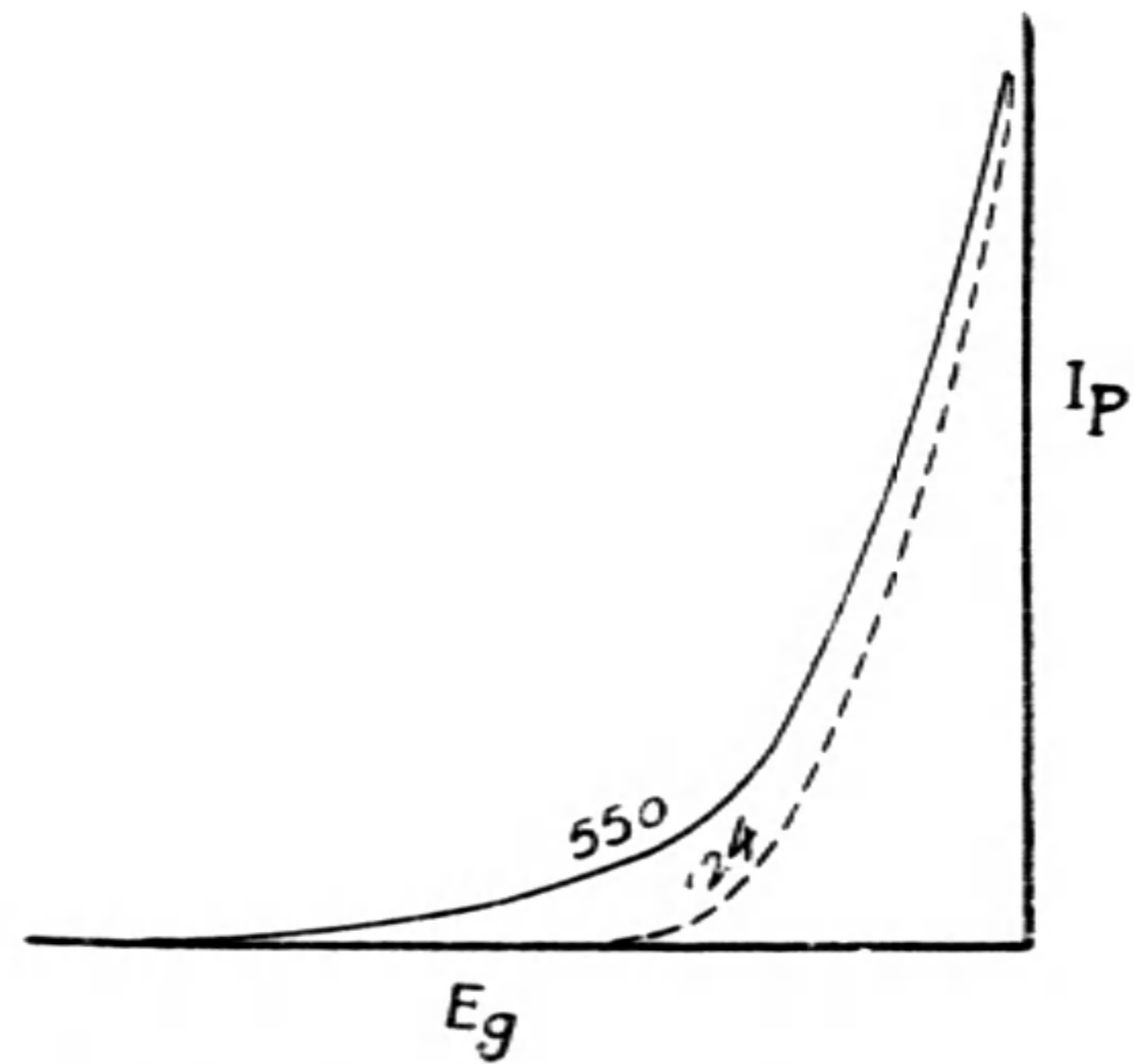
在真空管中,電子以飛速擊中屏極時,有擊出另外電子的可能。這種副射電子在二極或三極管中尙無問題發生,因爲屏極近旁別無高電壓存在,該被擊出的諸電子仍被屏電壓吸回。在四極管中,屏極傍近有高電壓的隔離柵極,故被擊出的諸電子易被該柵所吸收。這些電子所成的電流名曰副電流(secondary current),這種現象在屏電壓低落時尤爲明顯。這一方面減少了屏電流;一方面又限制了屏電壓的變動(Plate voltage swing),都使該種四極管不適於強力放大之用。

丙.三柵真空管 上面所說的雙柵真空管所發生的困難,又可因另加一柵極而得到解決。這一柵極位於屏極與隔離柵極中間,有制止副電流的作用,所以名曰制止柵極(suppressor grid)。平常牠在管內與陰極接通,所以對於屏極與隔離柵極說,牠是有負電壓的,也就是這負電壓使副射電子折回屏極,免生周折。

三柵真空管又名五極真空管,其功用可分為兩種。一種是作強力輸出管的,因為屏電壓的變動可以很大,所以牠能輸出多量電力,放大率也很高。還有一種是作高週波放大的,這也有幾種優點:(一)副電流既不會發生,隔離柵極上的電壓可以任意選用最適當的數值,不受屏電壓的限制。(二)屏電壓的變動(swing)既不受屏電壓與隔離柵電壓的關係的限制,所以牠可以較普通四極真空管所容許的為大。(三)副電流既經免去,因副電流而生的雜聲也可免去。(四)屏電阻大增,這在“變動放大係數”真空管中可以相消牠因構造上關係所引起的減少。

制止柵極也有不直接陰極而引出於真空管的底座的,這又可使真空管多一種管理方法,‘57 與 ‘58 就是例子。

丁.“可變放大係數”真空管 用普通的三極管與四極管裝置的收音機,常常會遇着兩種困難。一種是接收鄰近強力電波時所發生的失真;一種是接得別種電波的干擾(cross-talk and cross-modulation)。這些困難都因應用到真空管特性曲綫的曲綫部分而發生,這又是輸入柵極的高週波電壓增加的結果。很自然的辦法,是設法減少高週波放大器的放大率。這普通是用增加管理柵接電壓的方法的,但這也使真空管工作於牠的曲綫部分,結果還是沒有改良。解決此種困難的是一種特製的真空管,牠的管理柵極與平常的不同。有一種柵絲的構造在兩端繞得很擠,在中間則很稀,這樣在接收弱電波時,柵接電



“可變放大係數”真空管的 I_p - E_g 特性曲綫

壓數值較小。這不平均柵絲對於管理電子的作用與普通無異,要

是柵接電壓因接收強力電波而增大時，柵絲兩端因圈數較密，不放電子通過。所以屏電流及其他各種真空管特性都依中間稀疏部分之柵絲而作用。這樣，該真空管的特性曲綫就有了圖示的形式，對於強力電波減少牠的放大率。

結 論

上面所說的，不過提及了真空管的重要改革，所引作代表的真空管已有數十種。其他小的改良，或者現在還沒有普遍採用的真空管，還沒有算進去。照現勢看來，新式真空管的製造方興未艾，因為需要為創造之母，祇要我們對於現在所用的真空管收音機尚有未盡滿意的地方，那末新式真空管，一定會隨着新式綫路而出現的。

水電兩廠合併經營之利益

錢 慕 甯

一 概 論

近世工商發達，人口集中都市，因之生命財產之安全，起居行動之便利，乃成市政籌謀之首要問題；而各種公用設施中，尤以水電之供應最為急切。

國民政府統一全國以來，海內侈談市政建設，除築路闢荒等等外，復能注意水電之設施，實一可喜之徵象。但就實際言之，電廠多而水廠少，電廠易舉而水廠難成；明知清潔飲料為衛生之根源，充分水壓乃消防之要素；而全國水廠統計之數不滿二十，且其中約三分之一規模較鉅，利益較厚，根基較固，成績較優者，尚係外商經營，可勝感喟！按美國當1800年全國僅有水廠十七處，迄1924年其市鎮享有自來水之便利者增至一萬以上。若以此為文明進展之準繩，則謂中美文化程度之差別達一百年，當非苛論。

試考電廠多于水廠之原因，則理至簡顯。蓋建設電廠需費輕而獲利易，創立水廠需費繁而獲利難，不獨國內為然，即在歐美亦莫不如是。投資者惟利是圖，雖屬公益事業，誰願犧牲血本。以前政府既未切實倡導，設法維護，即現時僅有之水廠除外商經營者多由當局保息協助外，其他皆賴特殊環境之維繫始能存在；而水電合併經營，亦為其中原因之一。

茲再就水電事業根本性質不同之處，略述如下：

(1)水廠設施較繁于電廠,佔地亦較廣,廠內出水設備佔全盤建設費三至五成,廠外配水設備佔七至五成,與電廠所需發電配電設施適成反比。

(2)清水之供給,對於全市居民衛生關係至大,且在今日都市發達情況之下,其需要至為迫切。非若電力為一種身外之物,必要時不難暫付缺如,或另尋代替品。故一方對於水質清潔及水量充實須不計費用,務期精良,而一方對於取費,又以其為生活所必需而不容昂貴,更不能如其他營業以獲利為主旨。在此條件之下,故歐美每有水廠公營之主張與趨勢,而電廠則以商營為多。

(3)電氣用途甚廣,如電光,電熱,電力,在在均易發展,在工商發達之區,獲利機會尤廣。而自來水則除飲料外,大部為供洗物,消防,灑街,沖溝之需,多屬公益範圍,而非生利事業,故所獲報酬亦屬微薄。

在上述困難情況之下,投資經營自來水廠者,無怪利益難見而虧折時聞;尤以初創期中營業須與其他水源競爭,成效更不易見;再就已成水廠而言,設令經費不充,則不但出水不足不潔,而一切緊急之擴充亦無法着手。

雖然,以水廠關係之重要,不但未容停廢,且品質必臻精良;其惟一解決之根本關鍵,在如何增進水廠之經濟與效率,並節省其設備費用與經常開支,以達成本輕微水價低廉之目的。

就市區環境而言,自以水電兩廠合併經營為最經濟最合理之解決途徑。蓋水電同屬公用事業,除管理及設備多可兼籌並顧外,所出產品又能互相利用,相得益彰;無論市營商辦均可因此合作而堅實其基礎,使此兩種事業同時均得獨立繁榮自力發展之機會。

二 詳 釋

(1)資產設備

本篇所論係以通常取水江河之水廠及蒸汽原動之電廠爲根據；關於鑿泉取水及水力發電等之特殊情形，未遑備述。

水電合營最顯著之利益，在設備費用之經濟，因所有土地房屋以及一部分主要機件並附屬器具等，均有公用之可能性，而免重疊備置。

倘水電兩廠能同設一地，則其主要設備可同時服役兩方者，首爲河下渾水之供給，所有一切進水間之設施，如進水井，進水溝，渾水機，送水管等均可同時供水廠渾水之來源及電廠循環水之需要，故一切建造經費，均可由兩方共同擔負。

送水管路之佈置係使河水先經凝汽缸吸收熱力後，再達定水池，或遇有餘時由廢水溝放回河中，對於水廠言，其送水阻力因水路延長及紆迴而不免增加，但殊有限；此種佈置之最大經濟，係在凝汽缸所需水量適與定水池相等之時，如遇一方需水較他方爲多，則利益漸次減少，因送水阻力增高之損失，將更顯明。

按水電兩廠之最高荷載，在一年中，雖處于夏冬對立時期；然電廠需水容量與水溫有關，故冬季荷載雖高而河水溫度適低，需水量亦可較減，平均結果仍無重大差異。

再就水廠情形而言，所進渾水因經過凝汽缸後溫度增高，可免定水池及沙濾池冬季結冰之障礙，且對於凝聚劑如明礬之融化更有強實之助益。

水電合併經營之結果，可使水廠盡量利用電力以作原動之需。考電力幫浦之設備及經常費用，均較他種幫浦爲低廉，惟若電源遠隔頗感安全較遜。在水電合併之廠發電用電既同在一處，供電中斷之機會絕少，可免不安之顧慮。若另採用蒸汽透平或引擎幫浦，其汽源即仰給於電廠之鍋爐，以作電力幫浦發生意外時之備則出水安全更多一層保障，鍋爐設備亦得兼用。

爲免除蒸汽幫浦所需攀根凡而油類等之消耗。電力幫浦可常川開用。如用同期式馬達，以改進其發電機力率，則電廠賴有此

大量需要,其發電效率勢將增高,電度成本亦獲減低。

此外各種修理及專供急用之補充機械,更可合力備置,以節糜費。

(2)經常維持

水電合併經營之結果,一切監督管理,經常維持等費,均得因之節省,略與他種事業合組兼併所獲之效益相類似。如工程設施可責成總工程師,日常事務可責成廠務主任,均同時兼顧兩方;此外如加油升火以及雜務工匠亦不難服役全部機爐,使經常工料減至最低限度。

至於維持工作,則僅用一班修理工匠,即可同時顧及兩廠機器,其合併之經濟更顯,即令在合併情形之下,全體人數較各廠所需稍增;然若兩廠分設,則各廠人員決難裁減半數,故合併結果對於維持所需之工料消費,實有大量之節省。

所有廠外電線及水管裝修工程,因兩種工作差異過多,故節省程度不及廠內之顯著。然對於管理人員及非技術工匠仍可較分設時為減少。

公用之機房得以分儲水電兩處材料,對於堆棧建造及其管理維持之簡便,利益昭然;所有日常材料之購置,保管,收付,搬運之手續人工,均屬經濟。

此外總務方面如文書,庶務,會計,材料,以及營業方面如掛號,登賬,製單,核算均由較少人員擔任兩方工作,所有各處主要負責人員之僱用,尤為單簡;蓋若兩廠獨立經營,則此類開支勢須加倍。

用戶既多兼備水電兩種裝置,故關於抄表,收費,稽查,修理均可一次同時顧及水電兩方,甚為利便。

(3)出產互用

按水電兩廠之荷載情形,日夜相反。即水廠最高需要量在午前七時,而電廠則在午後七時;故以電廠電力供應水廠需要適符完美理想,亦即合併經營之重要優點。

因兩方需要時期之不同，故水廠所需電量雖多，電廠設備及各種消耗並不因之比例增加。若水廠方面能有巨量之高位儲水櫃，俾夜間用電能大部或完全停歇，尤有助益於電廠。

水廠之日間電力需要既為常川大量，故使電廠發電機荷載率增高僅須多費少許煤料，即可獲多量電力，發電成本，因之減輕不少。

同時電廠所需各種清水渾水，又能賴水廠供給；在此合作情況之下，一切計劃設施，均能通盤籌畫互相利用，以達經濟最優效率最高之目的。

總之，上述水電合併之利益，或有未盡；但大致言之，有百利而無一弊，因其同為市內重要公用事業，故合作最為利便，而兩業之出品得以互用，盈虧得以調劑，使此兩種重要設施之基礎，更增厚實，出產更獲精良，在今日經濟枯窘而又急求建設之中國，尤有倡導之必要。

三 例 證

(1) 長江中游某水電廠

國內合營水電廠殊不多觀。其中規模最宏，歷史最久者，首推長江中游某水電廠。當創辦之初，水電廠址不幸分設兩地，故合併之成績，不甚顯著；惟其他各部分工作皆係聯合辦理，自有相當利益。歷年營業成績，多係電部盈餘超出水部之上，或電部利益移抵水部損失。僅就原動力言，水廠除自備發電機約一千啓羅華特外，使用電廠輸送電力每日平均約二萬度，佔該廠發電總量百分之十六，經常開支繁重可想，售水則以未能裝表，耗費實多。近年以來，軍隊屯駐市區，用電偷漏極大；加之市稅奇重曾達總收入一成以上；近已減少。復承水災國難之餘，市場蕭索已極，公司營業因以不振，依該公司廿一年度營業報告，雖有盈餘 408,157.51 元，但若加折舊，股息，並將扣抵欠單押款按十年平均攤分，所有水電兩廠消用

電水,復按實登帳,則水部應損失 452,508.62 元,電部應損失 130,700 63 元,共計虧損 583,209.25 元。水部虧損較電部高達三倍之多,以此推測,倘非水電合併以贏濟虛,則水廠之不能獨立存在,蓋無疑義。

根據該公司最近估價,水部資產為 7,519,674 元;電部資產為 5,797,118 元;(新置 6000 KW 發電機及鍋爐在外)公司股額共計 5,000,000.00 元,內部組織分總務,營業,工程,材料,會計,水廠,電廠,七處,在可能範圍內均兼顧兩方工作,以節經費。電廠最高荷載為 10,800 啓羅華特,水廠最大出水量,為每日 20,000,000 加倫。自來水普供華洋全市用戶,約計 40,000 戶,華界用水多係包月,租界及特區供水則採用總表計算,每千加倫合銀四錢。電燈僅限華界,共 22,804 戶,每度售洋.22 元,每戶每月最低五度,電力電熱每度洋 0.1 元。

茲將該公司廿一年度水電營業情形,分別列表於后:

(A)水部損益計算表

損 失	項 目	利 益
	利 益 類	
	營業收入	\$1,664,758.87
	水部虧損	452,508.62
	損 失 類	
\$568,121.65	出水開支	
131,615.01	配水開支	
634,978.77	總公司開支	
432,156.06	水廠用電	
200,000.00	股息八厘	
150,396.00	資產折舊	
\$2,117,267.49		\$2,117,267.49

備考 1. 全年共出水量 5,476,785 千加倫

2. 每千加倫成本 \$0.387 元

7. 水廠用電共 7,202,601 度每度以 0.06 元計算

2 資產折舊依新估價額每年折舊 2%

(B)電部損益計算表

損 失	項 目	利 益
	利 益 類	
	營業收入	\$2,576,769.62
	電部虧損	130,700.63
	損 失 類	
\$1,614,934.47	發電開支	
131,615.01	配電開支	
634,978.77	總公司開支	
10,000.00	電廠水費	
200,000.00	股息八厘	
115,942.00	資產損舊	
\$2,707,470.25		\$2,707,470.25

- 備考 1. 全年共發電度 45,107,050 度
 2. 每度電成本 0.06 元
 3. 電廠用水共約 25,000 千加倫每千加倫以 0.40 元計算
 4. 資產折舊依新估價額每年折舊 2%

(2)美國甘賽斯城水電廠 KANSAS CITY. KS.

甘賽斯城市辦之水電合營廠,其電廠用戶為33,000戶;水廠用戶為28,000戶。在 1930 年底,電部資產計值美金 4,468,313.40 元;水部資產計值美金 5,448,090.76 元。1930 年度兩廠收支情形如下。

電部收入美金	1,855,815.98元	水部總收入美金	961,199.36
電部開支	994,508.53	水部開支	430,548.70
電部盈餘	861,307.45	水部盈餘	530,650.66
還本付息	263,758.78		328,084.06
盈餘超過還本付息倍數	3.27		1.62

上述結果,顯示水電營業同在一市範圍之內,其資產及用戶數目又均大致相等;而對於投資者之利益,電部超出水部竟達一倍。

且該廠售電價格,並不昂貴,以全年所發電度計算,平均收入每度僅合0.0182元,水價每千加倫 0.08 元至 0.33 元,出水成本每千

加倫 0.11 元,電價普通用戶每度 0.037 元,工業用戶每度 0.01 元,發電成本每度 0.0145 元,均為美金單位,故水電成本均較普通為低,可證明水電合併經營之經濟,就建築及設備經濟言,甘城水電廠因係在同一地址,故房屋地皮及附屬機件,兩廠得共同利用甚多,其關係最密切者如下:

(1)進水間起送之水先經電廠之凝汽缸再達水廠之定水池,每日十萬萬加倫容量之進水井及水道,並每日 900,000,000 加倫容量之渾水馬達幫浦,同時供水電兩廠之用,故進水間一切經費兩廠共同負擔,固定開支因以減低。

(2)水廠清水離心幫浦一座,每日容量 25,000,000 加倫,由 2000 馬力之同期式馬達轉運,此項馬達幫浦常川開用,使電廠因此得供極低廉價之電力。

另有 12,500,000 加倫之蒸汽引擎幫浦一座,作為備用。遇需用時其蒸汽之供給即仰給于電廠之鍋爐,因彼時電力幫浦已停,蒸汽甚為充裕。

管理統系,係由本城商界領袖五人,組織公用委員會;再由該會聘任經理兩人,一負出產及分配之責,一負收費及帳務之責,一切水電事務,均由彼二人指揮管理,此外總工程師一人,會計師一人,管銀員一人,司賬員一人,均係同時兼顧水電兩方職務。

該廠近曾從事擴充設備,新裝 12,500 KVA 發電機一座,及每時可生發 150,000 磅蒸汽之鍋爐一座,共費美金 16,000,000 元,(汽壓每方吋 450 磅)(過熱 250 華氏度)全部經費均由盈餘項下支付,未曾另發公債。

(3)美國北加羅賴納綠墅城水電廠 GREENVILLE, N. C.

綠墅城水電廠亦為市辦,所發電力用高壓線路分供附近七小鎮,如此集中發電,因較每鎮各設一小電廠為經濟。

若用 22,000 伏而次容量 1000 啓羅華特之輸電線路,每哩需費美金 1,000 元,在三十哩以內,電壓尚可滿意,各分城多另設小水廠,

但均採用綠墅所輸電力,茲將 1927 年綠墅水電營業情形,採錄如下:

電部收入	141,087.56 元(美金)	水部收入	36,033.36 元(美金)
電部開支	67,514.33	水部開支	32,160.91
電部盈餘	73,573.23 元(美金)	水部盈餘	3,872.45 元(美金)

惟水廠所用電力及電燈,均未付價登賬,否則上表所載水部營業,將由盈餘而變成虧損。

此水電廠所獲利益,除維持及市內擴充公用水電外,並擔負全市下水道之維持工作,及其應需之擴充。此外尚有餘力供應各項公債還本付息之需要,售電價格亦不甚高,大致如下。

最低用電費每戶每月 1 元,電光每度 0.1 元,至 0.05 元,電熱每度 0.03 元至 0.02 元,電力每度 0.01 元至 0.005 元,均係美金單位。由此可證該廠優良之成績,非賴電價抬高,乃係合併經營下,效率與經濟同時增進之結果。

內地城市改進居住衛生問題之商榷

胡 樹 楫

吾國內地城市向一任民衆之習慣與需要自由發展，無爲之通盤擘劃管理者，故街道湫隘，建築凌亂，絕無居住衛生之可言。近年以來，始有市政之設施，其尤彰彰在人耳目者爲開築馬路一事。然其成效謂爲增加交通之便利則可，以言改進居住衛生則猶未也。試觀內地沿馬路之建築物，外表未嘗不氣象一新，細察其內部，實多未合衛生上之要求，其在舊街巷之建築物更毋待論。夫居住之不衛生，足陷人類於衰病，而滋肺癆之蔓延，爲公認之事實。吾人若就內地城市每年人口死亡之數加以統計分析，吾知其由於肺病或居住不良者必居一大部分無疑。（嘗見鄉村子弟入市習商，病肺而歸者，不在少數；又嘗居某城兩月，見同屋十數人患肺癆死者竟達兩人之多）此種妨礙民族生存繁榮之情形，不可不及早謀所以補救之者。用敢不辭譴陋，就內地城市中不衛生建築物成立之原因及改革之辦法，擇要論述如次，與同人一商榷之。

(一)街巷湫隘 內地城市之舊有街巷，大都湫隘過甚，以致兩旁之建築物，陽光既不充足，空氣亦不流通。其在偏僻之處，且爲垃圾便汗積聚之所，故拓寬街巷，不特所以便利交通，亦爲促進居住衛生之要圖。

(二)土地利用之無限制 以前國人不知空氣流通與陽光充足兩者爲衛生上所必需，僅知將所有土地盡量利用，又無市政機關爲之監督限制。以致每一基地之上，不特房屋物前後層層排列，

即其間少許隙地，亦於左右兩旁各建廂屋，而成「口」字，「日」字，「目」字等形之密集建築物，僅留狹小之天井以納光線。自吾人今日之眼光觀之，前後房屋相距過近，既使空氣難以流通，光線不能充足，廂屋左右分列又足以妨礙「橫向通風」，故此種密集建築物內部暗悶潮濕，謂為肺結核之養成所，誰曰不宜。至於發生火患時之危險，自不待論。

上述之不衛生建築物，在內地城市中汗牛充棟，在今日經濟彫敝情形之下，勢難仿歐美城市改良不衛生區域辦法悉由市政機關強制改造，惟有假助取締建築之規章，於業主自動拆除重建時加以糾正，此外並防止此類建築物之產生。不幸前此內地各城市施行之建築規則大都簡單籠統，對於構造安全及防火安全等方面尚有相當注意，而對於促進居住衛生方面往往過於忽略，殊失取締建築本意之大部分，此不佞之所以不能已於言也。

竊謂藉建築規則以促進居住衛生，(1)須限制土地之利用，以免人烟過密與空地過少。限制土地利用，除按用途分區問題不在本文討論範圍外，即限制高度與建築面積是。大抵在地價不甚高之內地城市，關於建築高度之最大限制，商店等宜以五層為度，住宅以三層為度，(此外並宜按層數規定尺寸限制以防取巧)。關於建築面積之最大限制，商店等宜以佔基地百分之六十為度，住宅百分之四十為度。具體規定須參酌當地情形行之，總以土地利用之程度不致使地價激漲，亦不致使地價低落為旨歸。(2)須規定建築物與建築物及建築物與基地界線間之至少距離，以防空地分配不當，致有一部分房屋仍感陽光空氣不足，不適於居住情事。(3)須限制廂屋之建造，以此種廂屋普通妨礙建築物之橫向通風故。(例如柏林市建築規則規定：「在同一基地上如環繞一院落建築房屋，內有供人停留之房間者，必須留空之院落至少有 720 平方公尺之面積及至少有 10 公尺之長寬方可」) (4)此外更宜察酌當地情形，參考市政先進國成規，訂立促進居住衛生上之其他條文。

上述各點，本屬老生常談，然前此各地建築規則，鮮經顧及，甚至並最簡單易行之建築面積限制，亦有絲毫不加規定者。其意殆謂有建築面積等種種限制，則土地之價值將減低，勢必為土地所有權人所反對，且市區內實際供建築用之面積減少，或竟釀成「屋荒」之患。殊不知內地城市內之舊建築物大都為平房，故佔地多而容量小，不能得土地之經濟利用，苟將其改築為同一容量之二層樓房，則除多出樓梯等所佔少許面積外，僅佔原有建築面積之半，其餘可騰出為空地。若改築之為同一容量之三層樓房，則僅約佔原有建築面積三分之一，其餘可騰出為空地，餘類推。目今內地已有摹仿洋場競尚樓房之趨勢，正不妨因勢利導，使向者密集於地面之建築物一變而分立於空中。土地之利用既未較以前減低，或更可加高，則地價當有漲無落，雖樓房之建築費不免較舊式平房稍昂，然樓房既較受歡迎，則建築費必仍可取償於租金無疑。

不衛生建築物之改造，除靜待業主自動舉辦，然後執完善之建築規則以繩其後外，如能由市政機關從旁促進，自屬更佳。例如(1)對於已窳舊傾欹之建築物儘先按「取締危險建築物」例督促改造。(2)由市銀行以低利貸款於房地業主，為改造舊屋之需。以為提倡。(3)於一定期限內減免改造新建築物之房捐，以資鼓勵。(4)以前內地房屋業主往往與承租者訂立無限期之租約，承租者每以數倍之租金轉租於第三者而坐享不勞而獲之利，業主改造房屋，勢必出而阻撓，或以繼續以低價承租為要挾。此種習慣使業主無法享受房地漲價及房屋翻造之利益，亦未始非內地房地產業市場不活動之一因，各地主持市政者，亟應設法改革之，庶營造興而劣屋漸除也。

限制建築面積等之實施，尚有其他衛生問題得以聯帶解決，例如廁所問題是。按水沖廁所在已有自來水設備之處始能普遍，非所謂於今日之內地城市，故坑式廁所在所難免。內地舊建築物大都過於密集，每戶不便各建廁所，故由私人或官廳於街巷內設

廁，以供多家公用，而取售賣糞便之收入。此種沿街巷之廁所不特行人掩鼻而過，有礙觀瞻，且往往密邇公井，妨礙飲料衛生。苟舊建築物改造時留出相當空地，則不難限定每戶（指每一建築基地）各於僻處設廁（其構造自應比舊式改良，與往屋之距離亦須有限制），而沿街巷之公私廁所可以廢除，或減少至最低限度。

(三)拓寬街道之意外結果 由(一)節所述，拓寬街道可以促進居住衛生，然亦有結果相反之例外。嘗見某省會某兩馬路旁之市房，有因築路時割地過多，致成短淺之畸形建築物，其進深甚至僅達一公尺左右者。此種畸形建築物至今仍為小本營業者勾留之所，晝則跼促於櫃架之間，夜則以一席之地之樓面為寢臥之所。試思夏熱冬寒時鬪身其中者之苦狀為何如，門窗緊閉時空氣之缺乏又何如。至於有礙市容之觀瞻猶其餘事。然此非拓寬街道本身之流弊，實由主持其事者對於不適於建築之割餘地未有適當處置之故。按城市內地畝往往深淺懸殊。拓寬街道時遇有這種情形，除於規定路線時加以注意外，最好將各戶地畝聯帶予以重劃，使割餘地畝無一不適於建築，否則亦宜將不適建築之割餘地加以收買（連被割之地一併給價），轉售於後面毗連地畝之所有權人，使合併利用之。若該所有權人拒絕收買，則將其地一併徵收或徵收其一部分，俾得湊成整塊以售諸第三者。苟能如此，則上述畸形建築物無由產生矣。

(四)餘言 以上各端係就改進居住衛生問題之關係建築物本身者立論，並以犖犖大者為限，其他枝節附屬問題，如建築物之避潮，制霧，防熱，取暖，排水，除汗以及水電供給等項，盡人咸知其為居住衛生上所需要，故不贅述。

圖解梯形重心之廿四原理及其畫法

李 書 田

序 言

工程師進行各項設計時，嘗遇若干求梯形重心之實例。如堰壩之設計及審核，苟將其橫切面及三角形之靜水壓力分爲若干平行部份，即成爲多數連續之梯形。牆柱基，橋墩，橋臺，擁壁，岸牆及船閘牆下之單位壓力，普通均依直線率而變，故除其合力適落於中心或三分點上外，其壓力圖亦均爲梯形。再如圖解填上式拱橋時，普通亦將其靜重分爲多數連續之梯形，故關於簡易圖解梯形重心法，頗值得一研究之。

民國十二年冬，著者適從事於堰壩之設計及審核，即開始研究此項問題。嗣後復各方搜集，計劃新法，而綜合爲此廿四原理，以爲喜用圖解法者之參考，且爲幾何及圖解專家發見其他求梯形重心法之倡焉。

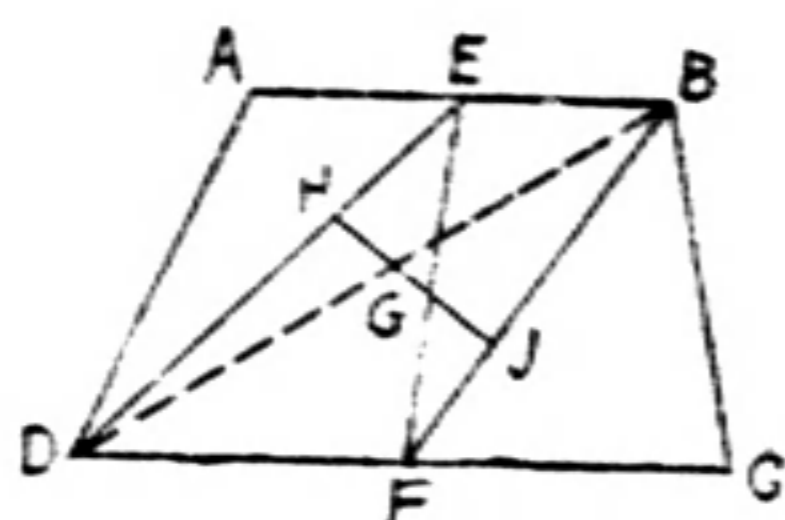
著者對於下述之文字，只著重其原理；而於圖解法之證明，僅略加暗示。因著者深信精通原理，比將方法注入腦中較爲有趣；而使讀者自身推論某一關係之證法，亦比使讀者聽從極繁瑣之證明較爲有趣也。

在左列文字中，“EF”綫係由接連二平行邊之中點而成，名曰「中綫」。梯形之重心，在圖內以G表明之。

第一原理： 梯形之重心，應在其中綫與其二合成三角形之

重心連接線之交點上。

應用此理之最易畫法如第一圖所示。



第一圖

$AE = BE; CF = DF; HE = \frac{1}{3}DE, FJ = \frac{1}{3}BF$, 如原理上所述 H J 及 E F 將於 G 點相交,即為此梯形面積之重心。

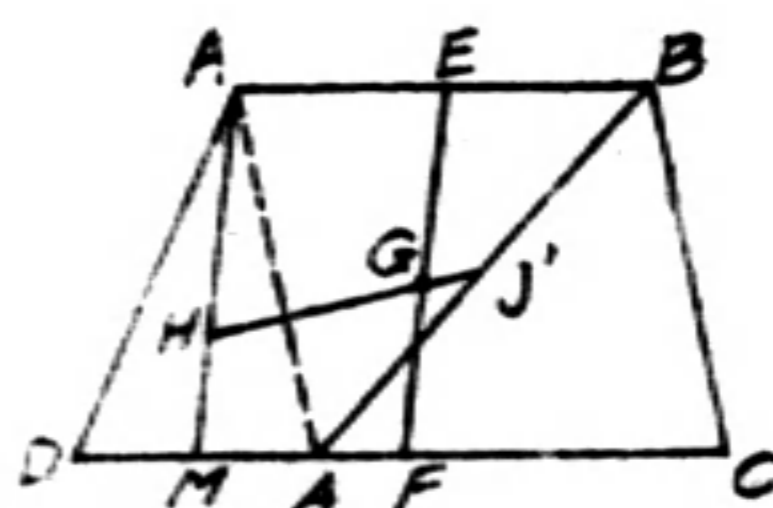
連對角線 BD 以 ABD 及 BCD 為二三角形。三角形之重心,位於一中線之近底三分點上,或二中線之交點上。

如用異組之合成三角形,及不同方法而求三角形之重心,則可獲七十二種不同之畫法。

第二原理 梯形之重心,應在其中線與其合成三角形及其合成平行四邊形之重心連接線之交點上。

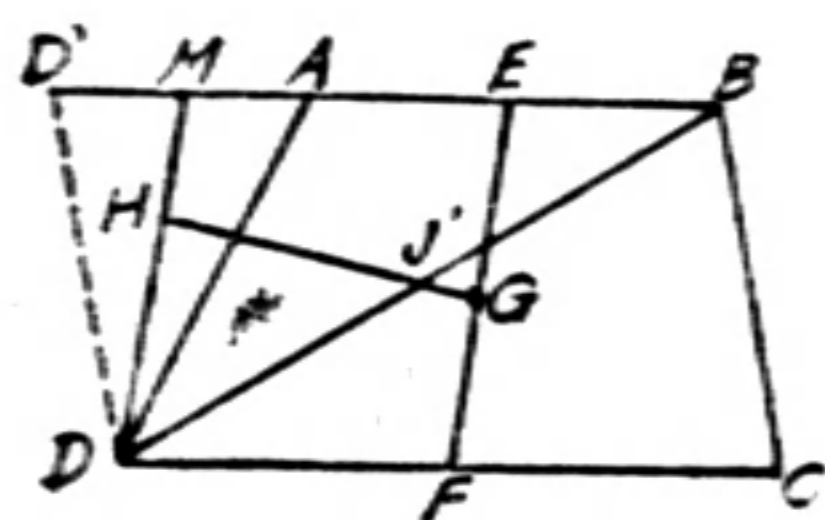
實際上圖解時,只令 $AC = AB, DM = MA$ ……即可;如將 AA' 虛線連成,則畫法自明。

如在合成三角形內畫不同之中線,及在此平行四邊形內畫不同之對角線,與用不同組之合成圖形,則可得三十六種不同之畫法。



第二圖

第三原理 梯形之重心,應在其中線與其外周平行四邊形及其補足三角形之重心延長線之交點上。



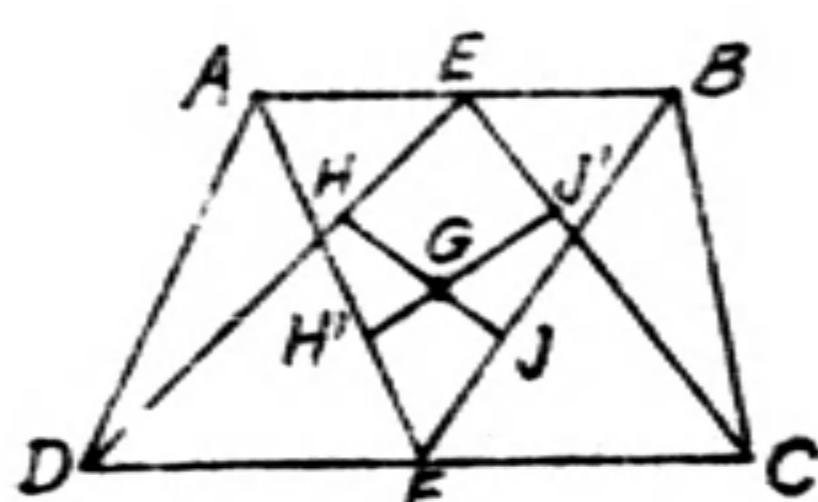
第三圖

實際上圖解時,令 $D'B = DC, D'M = MA$,……如將 D'D 虛線連成,則畫法自明。

BCDD' 名曰「外周平行四邊形」; ADD' 名曰「補足三角形」。因原有之梯形,再補足此三角形,即成為外周平行四邊形。

根據第二原理所述,則亦有三十六種不同畫法。

第四原理 梯形之重心,應在其二組合成三角形之重心連接之交點上。其一組由連某一對角線而成,他一組由連另一對角線而成。



第 四 圖

實際上圖解時,令 $AE=BE, DF=CF, HE = \frac{1}{3}DE, FJ = \frac{1}{3}BF, FH' = \frac{1}{3}AF, EJ' = \frac{1}{3}CE$ 。

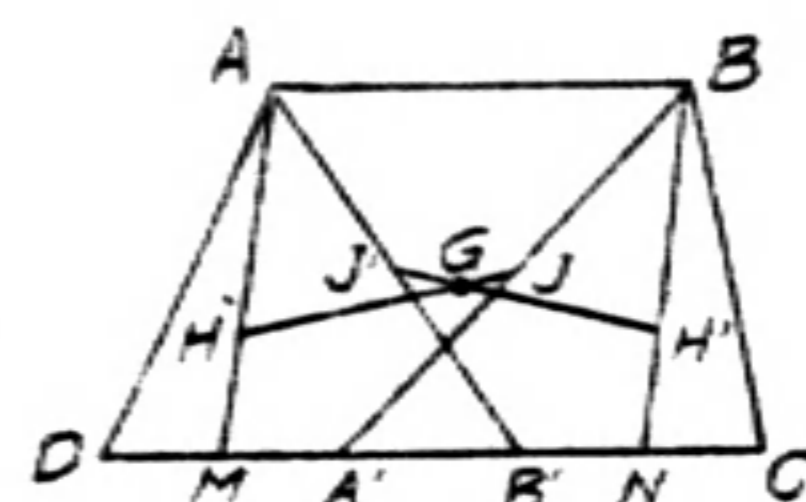
先以 ABD 及 BCD 為二合成三角形,再以 ABC 及 ADC 為二合成三角形。如將二對角線 AC 及 BD 畫出,則此理之應用,當甚顯明;但在

圖解上即不必須。

如應用不同之方法,求三角形之重心,即可得一千二百九十六種不同之畫法。

第五原理 梯形之重心,應在其一組合成三角形及平行四邊形之重心連接線與其另一組之重心連接線之交點上。

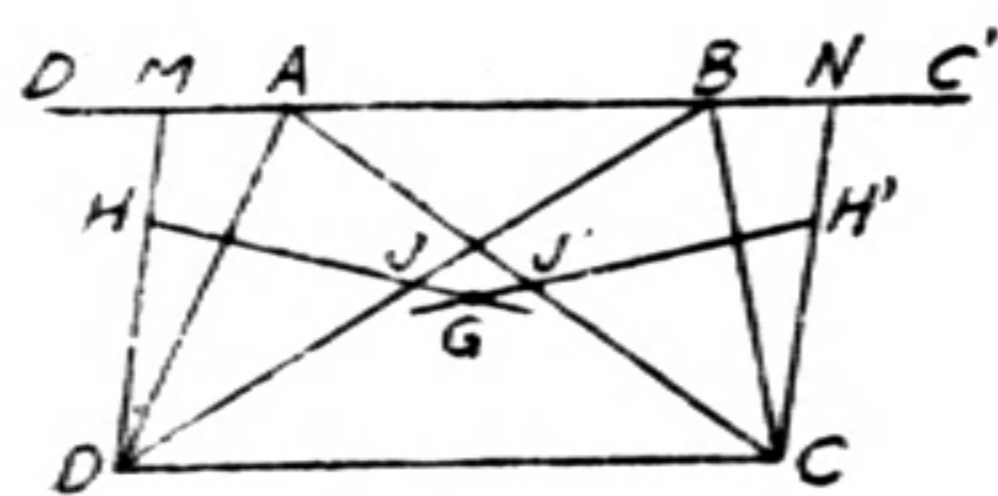
如將 AA' 連成一虛線,得 ADA' 三角形及 $AA'BC$ 平行四邊形;如再連 BB' 線,則得 $BB'C$ 三角形及 $ABB'D$ 平行四邊形。但在實際上,只令 $A'C=AB, B'D=AB$,平分 DA 及 $B'C$,……即可。



第 五 圖

如用不同之方法,求各合成圖形之重心,即可得三百二十四種不同之畫法。

第六原理 梯形之重心,應在其一組外周平行四邊形及其補足三角形之重心連接線與其另一組之重心連接線之交點上。



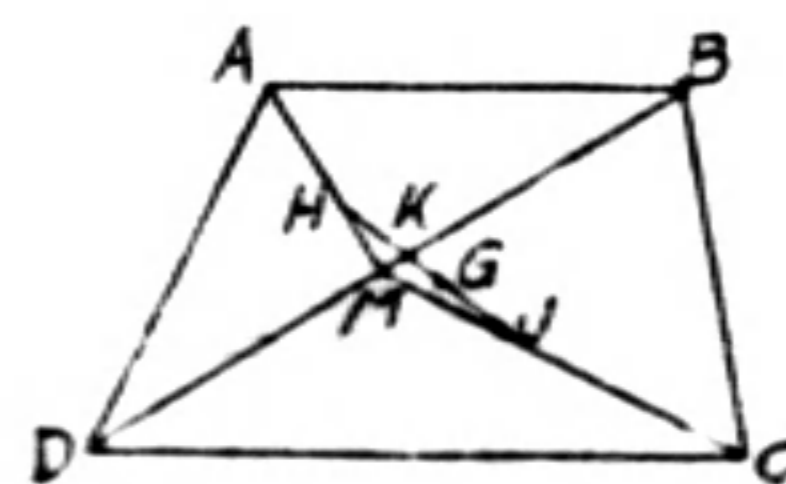
第 六 圖

如將 DD' 及 CC' 用虛線繪出,根據第三及第五原理,則此圖解法當即顯明。但實際上只令 $AC'=DC, BD'=CD$ 平分 AD 及 BC' ,……即可。

此原理亦如第五原理所示,有三百二十四種不同之畫法。

第七原理 梯形之重心,應在二合成三角形之重心連接線上。其距二重心點之位置,與其三角之高度成反比例。此二三角形,均應以區分此二三角形之對角線為底邊。

圖解時應平分 BD 令 $HM = \frac{1}{3}AM, MJ = \frac{1}{3}CM$,



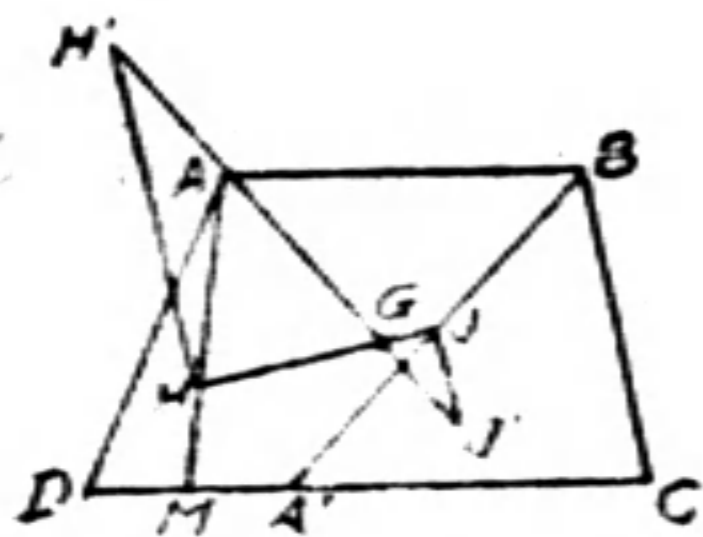
第 七 圖

及 $GJ = HK$ 則

$$\frac{GJ}{HG} = \frac{HK}{JK} = \frac{\frac{1}{3}ABD\text{之高度}}{\frac{1}{3}BCD\text{之高度}} = \frac{ABD}{BCD}$$

此原理共有七十二種不同畫法。

第八原理 梯形之重心，應在其合成三角形及其合成平行四邊形之重心連接線上。其距二重心點之位置，與此四邊形之底邊及此三角形底邊之半數適成反比例。



第八圖

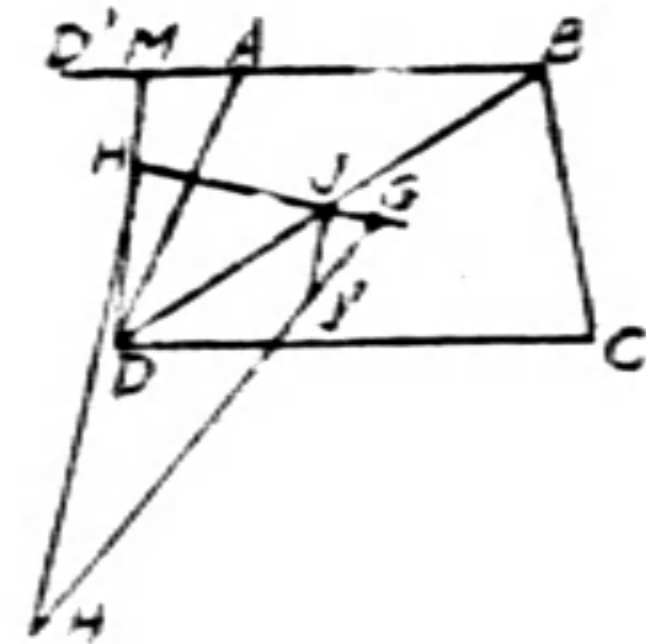
如以虛線連 AA' 則畫法之第一部份即明實際上令 $A'C = AB$, $DM = MA$: $HM = \frac{1}{3}AM$, 平分 $A'B$, 在與 HJ 垂直線 HH' 及 JJ' 線上, 截 $HH' = A'C$, $JJ' = \frac{1}{2}DA' = MA'$, 此三角形及此平行四邊形之高度相等。

此原理亦有七十二種不同畫法。

第九原理 梯形之重心，應在其外周平行四邊形及其補足三角形之重心連接線之延長線上，其距二重心點之位置，與此四邊形之底邊及此三角形底邊之半數成反比例。

在第九圖上。

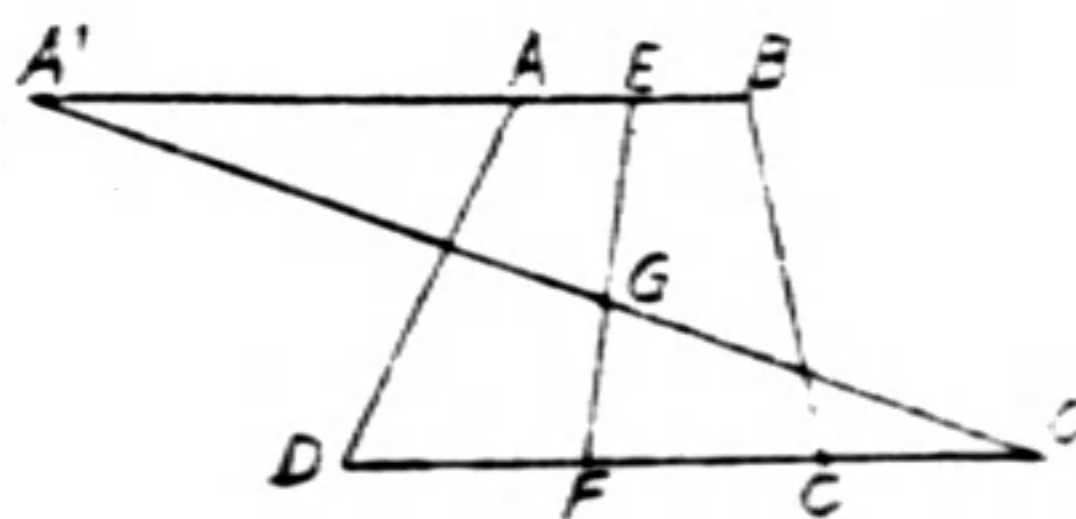
$$BD' = CD, HM = \frac{1}{3}MD, AM = MD', BJ = DJ, HH' = CD, JJ' = AM.$$



第九圖

此原理亦如第八原理，有七十二種不同之畫法。

第十原理 梯形之重心，應在其中線上，其距二平行邊之位置，與其本邊長度之半數加對邊之長度成正比例。



第十圖

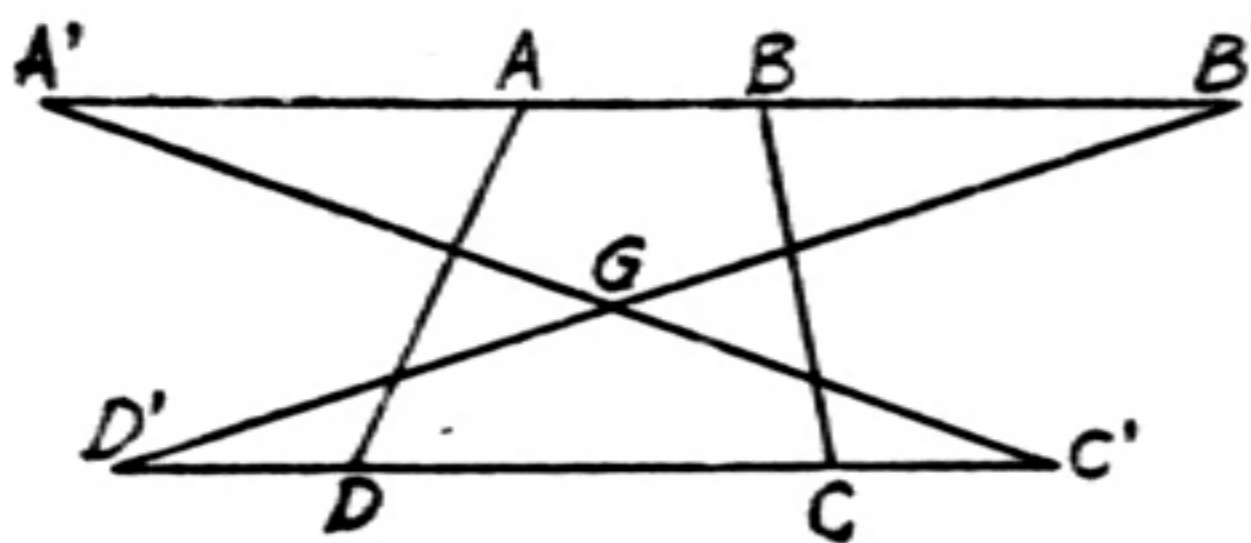
第十圖中, $AA' = CD$, $CC' = AB$, 此理之證明可參閱 Church 之力學及 Swain 之材料力學。(將此梯形分為二三角形, 由計算此二三角形繞二平行邊之力率, 而以二邊之長度定 GE 及 GF 之比; 如 G 果為

梯形之重心, 則 $\frac{GE}{GF} = \frac{A'E}{C'F}$ 由 $A'EG$ 及 $C'FG$ 二相似三角形所得亦

然)。

此原理有二種不同之畫法。

第十一原理 梯形之重心,應在二平行四邊形之較長對角線之交點上。此二平行邊之底邊,應為原梯形二平行邊之和。



第十一圖

畫法見第十一圖 $AA'=CD$, $BB'=CD$, $CC'=AB$, $DD'=AB$ 。

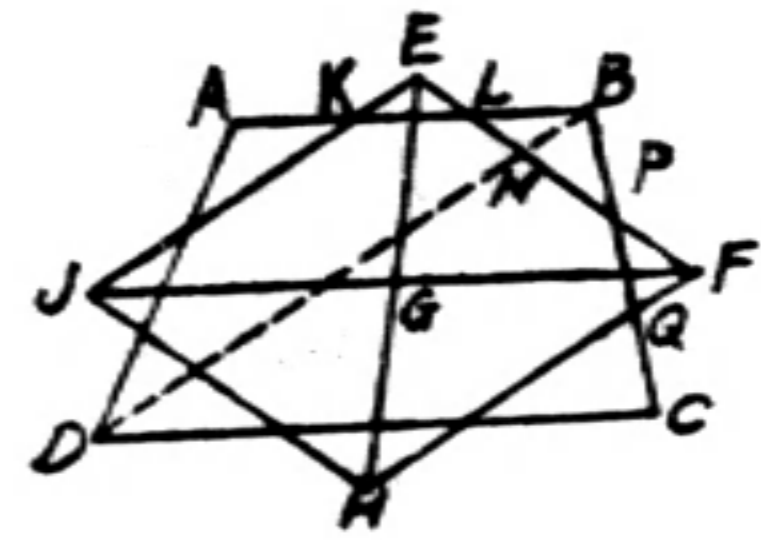
此原理係應用第十原理兩次,

而不須中線。

此原理僅有一種畫法。

第十二原理 梯形之重心,應與一平行四邊形之重心相符合。此四邊形由延長該梯形各邊三分點之連接線所成。

如第十二圖,將 AB, BC, CD 及 DA 分為三等分,則 $EFHJ$ 四邊形之重心即為所求梯形之重心。



第十二圖

茲證明之如左:

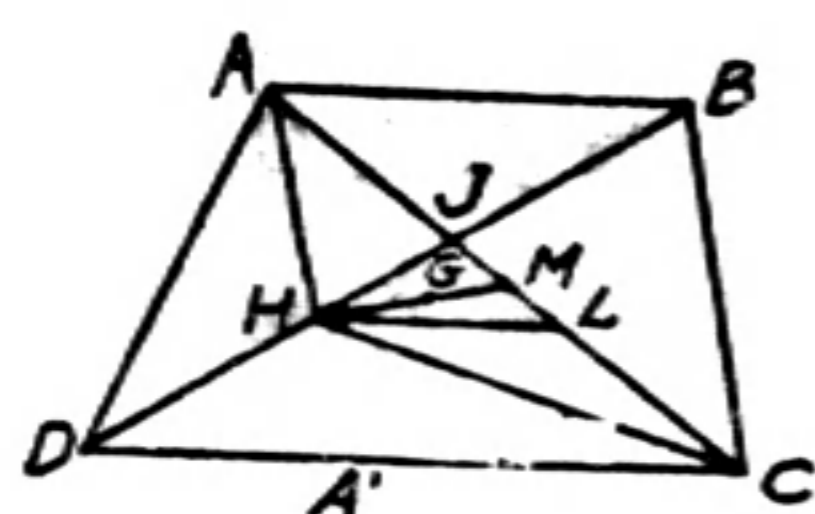
連 $B D$ 對角線,由畫法上 $\triangle ELK = \triangle LBN$, $\triangle BNP = \triangle PQF$ 。而繞 $B D$ 及 EF 二線之力率,如以 ELK 及 PFQ 二三角形代 LBP 三角形,仍不失其平衡。在同樣情形之下,他角亦然。

此原理共有三種不同之畫法。

重心三角形之理論

一梯形面積,可想像當其在極限情形時,可成為平行四邊形或三角形——即如二平行邊相等或二平行邊之一邊縮為一點之時。平行四邊形之對角線相交於重心,三角形之對角線與其邊正相符合,故均無重心三角形。(以數理學言,平行四邊形之重心三角形之底邊,為一對角線,而其高度為零。三角形之重心三角形,

與原三角形正相符合)重心三角形可解釋之如下:在梯形內,某一三角形之重心,如與梯形之重心相符合,此三角形即名曰「重心三角形」。



第十三圖

如第十三圖所示:連 AC 及 BD 二對角線,令 $DH=BJ$ 。則 ABJ , AHJ 及 AHD 三個三角形之重心,距 BD 線相等。因 $BJ=DH$, 故 ABJ 及 AHD 二三角形之重心距 AHJ 三角形之重心相等。 AHJ 三角形之重心,即為 ABD 三角形之重心。

依此理則 CHJ 三角形之重心,亦即為 BCD 三角形之重心。是以 AHC 之重心即與 $ABCD$ 之重心相符合。如 $CL=AJ$, BLD 三角形之重心,亦與此 $ABCD$ 梯形之重心相符合。 AHC 及 BLD 二三角形,名曰「大重心三角形」。

如令 $AM=MC$ 或 $JM=ML$, $GM=\frac{1}{3}HM$, 此重心三角形之重心即在 G 點。但 G 亦為小三角形 HJL 之重心,故 HJL 名曰小重心三角形。一梯形共有大重心三角形二,小重心三角形一。如此梯形之二平行邊之長發生變化,至將此梯形化為平行四邊形或三角形時,此等重心三角形,亦連帶消失。

由右述重心三角形之理論,而得下列各原理。

第十三原理 梯形之重心,應在其大重心三角形之重心上。

第十四原理 梯形之重心,應在其小重心三角形之重心上。

第十五原理 梯形之重心,應在該梯形及其大重心三角形之中線交點上。

第十六原理 梯形之重心,應在該梯形及其小重心三角形之中線交點上。

第十七原理 梯形之重心,應在其二大重心三角形之中線交點上。

第十八原理 梯形之重心,應在其一大重心三角形及其小重心三角形之中線交點上。

實際上應用第十三原理時,只令 $DH=JB$, $MC=AM$, $GM=\frac{1}{3}HM$ 即可,而 AH , HC 及 HL 等無須畫出。應用第十四至第十八原理之畫法,可由讀者自行聯想之。

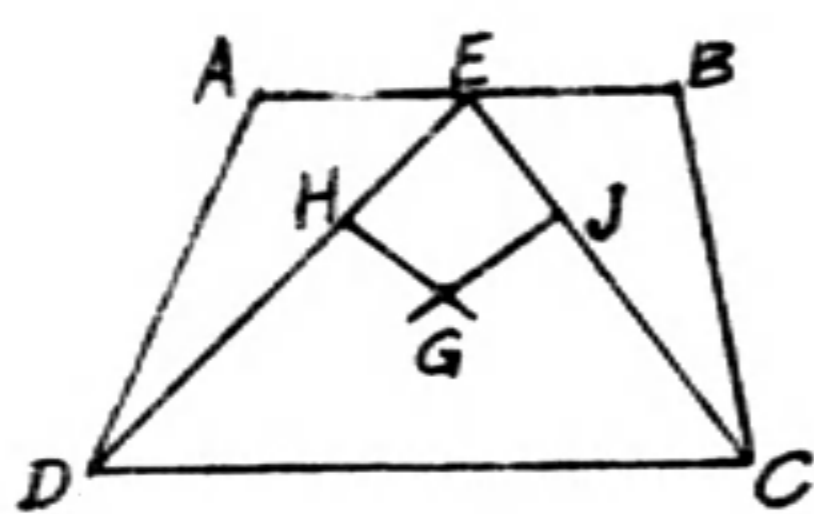
第十三原理至第十八原理共有四十八種不同之畫法。

如將第十三圖再深研究之,設如由 G 點畫一線與 AC 平行,此線必經 AHJ 三角形之重心,亦即為 ABD 三角形之重心。此後即名此線為『重心線』。據此可得左列諸理。

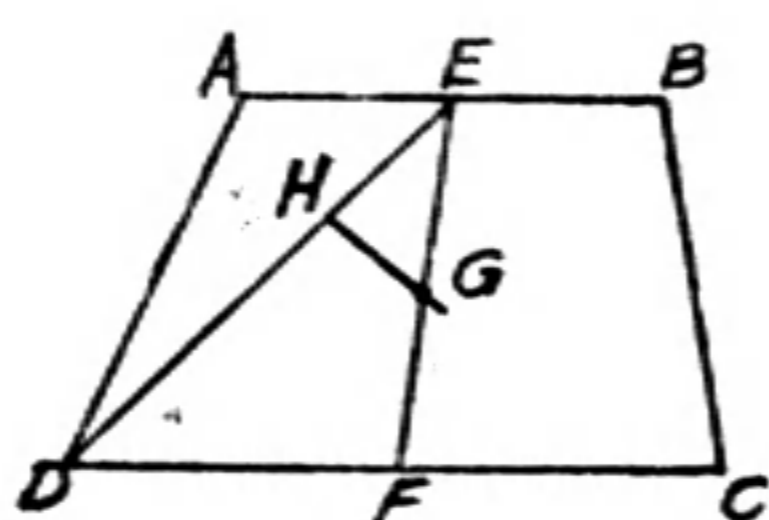
第十九原理 梯形之重心,應在其中線及其重心線之交點上。

重心線有二,一與 AC 平行。一與 BD 平行。故有

第二十原理 梯形之重心,應在其重心線之交點上。



第二十圖



第十九圖

在第十九及第二十圖內, HG 與 AC 平行, JG 與 BD 平行, H 及 J 為近短底邊之三分點。

以上二理,共有九十六

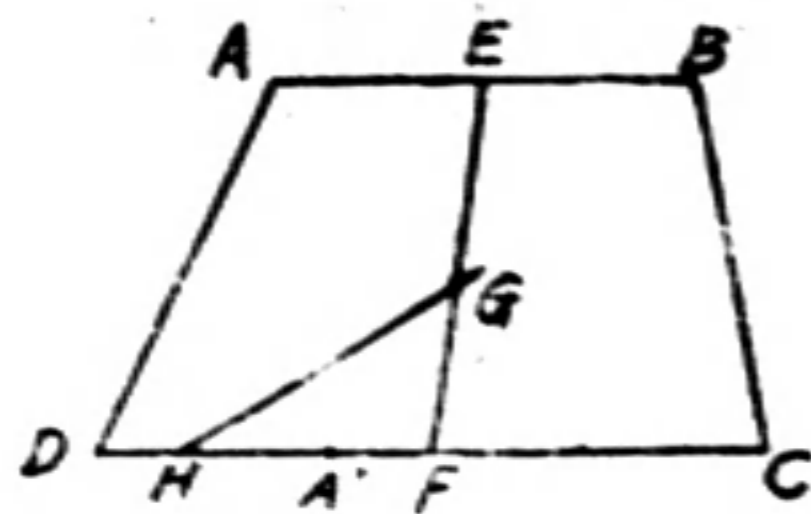
種不同之畫法。

再將第十三圖研究之,如畫 AA' 線與 BC 平行,則 $\triangle A'LC = \triangle ABJ$, 且 $A'L$ 與 BD 平行。故果若自 G 點畫一線與 BD 平行,則此線將切 CD 線之一點,此點至 D 點之距離,為 DA' 三分之一。德國著者 Wilh. Keck 教授在其所著之“Mechanik”內,以全篇之數理運用,以證明此項關係,但如右所示,只用普通常識之字句,略輔以圖法即可由此項研究而得左列各理:

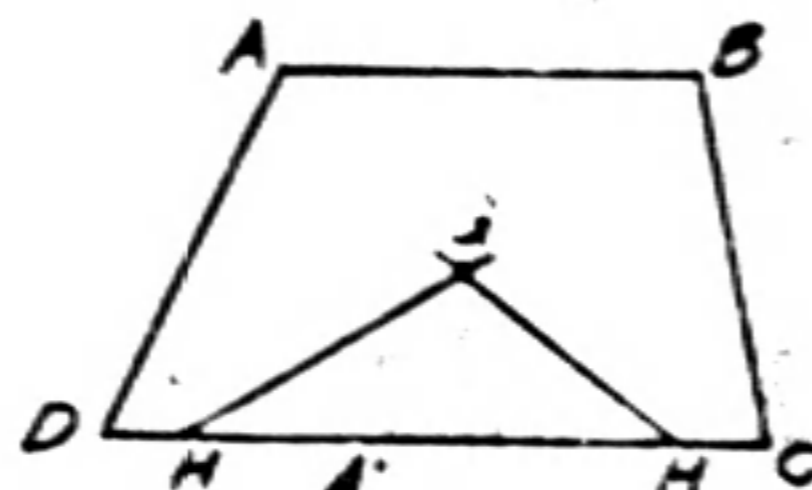
第二十一原理 梯形之重心,應在其中線與其『三分之一差對角平行線』之交點上。

『三分之一差對角平行線』可釋為經較長底邊之一點,而與距離較近之對角線平行之線。此點之位置,距此底邊一端之長,為二底邊差之三分之一。在一梯形內,可畫此線兩條,故有

第二十二原理 梯形之重心,應在二[三分之一差對角平行線]之交點上。



第二十一圖

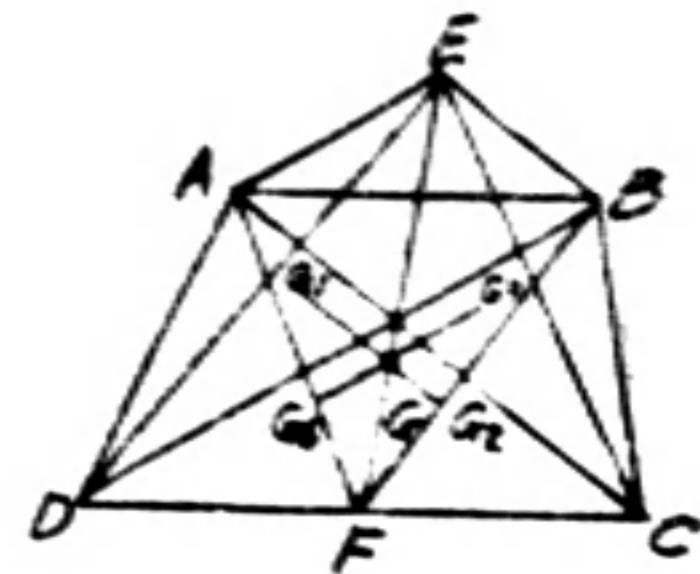


第二十二圖

在第二十一及第二十二圖,令 $A'C=AB$, $DH=CH'=\frac{1}{3}DA'$, GH 與 BD 平行,及 GH' 與 AC 平行。

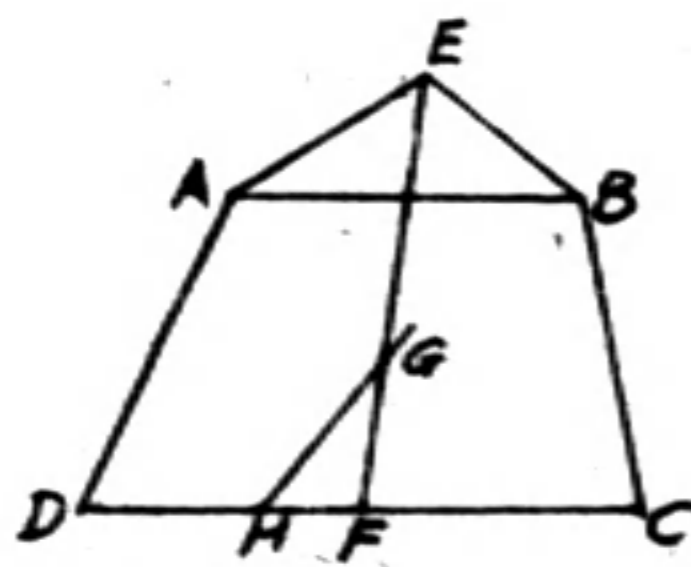
此二原理共有三種不同之畫法。

第二十三圖甲, $ABCD$ 為一梯形。如 G_1 為 $\triangle ABC$ 之重心, G_2 為 $\triangle BCD$ 之重心, G_3 為 $\triangle ABC$ 之重心, G_4 為 $\triangle ACD$ 之重心。則如第十九原理所示, $G_3 G_4$ 與 BD 平行, $G_1 G_2$ 與 AC 平行。再者, $G_4 F = \frac{1}{3}AF$, $G_2 F = \frac{1}{3}BF$ 。畫 AE 與 BD 平行, BE 與 AC 平行, 則 GG_2 與 BE 平行, 而 GG_4 與 AE 平行。如以 CDE 為一三角形, 將見 G 亦為此三角形之重心。故此三角形 CDE 名曰『代三角形』。因 EF 線與梯形之中線相符合, 由 G 點畫二線與 AC 及 BD 平行, 將切在 CD 底邊之二三分點上。由此可得左列二原理:



第二十三圖甲

第二十三原理 由梯形任何一邊之二三分點畫一直線, 與其代三角形較近之一邊平行, 此線與梯形之中線相交點, 即為此梯形之重心。此代三角形應以含三分點之邊為底邊。



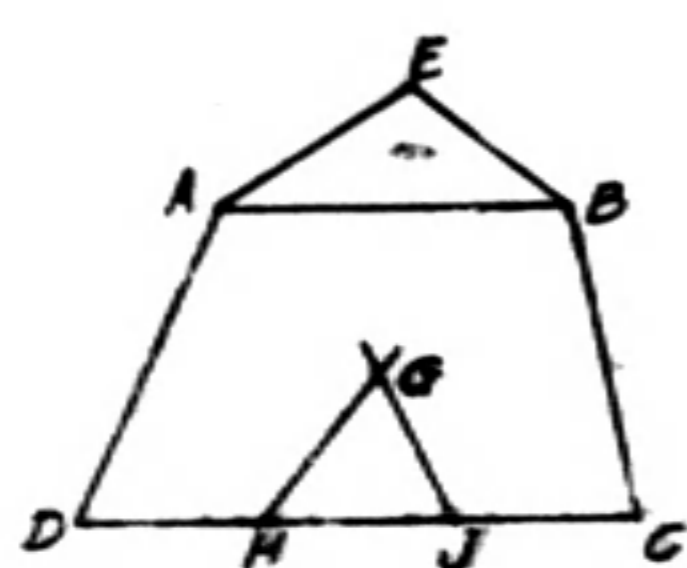
第二十三圖

如第二十三圖, AE 與 DB 平行, BE 與 AC 平行, HG 與 DE 平行, $DH = \frac{1}{3}CD$, C, E , 及 D 為代三角形之頂點。

第二十四原理 由梯形任何一邊之二三分點各畫一直線, 且各與其代三角形較近之一邊平行, 此二線之交點, 即為此梯形之重心。此代三角形, 應以含三分點之邊為底邊。

如第二十四圖, AE 與 BD 平行, BE 與 AC 平行, HG 與 DE 平行,

第二十四圖



JG 與 CE 平行, H 及 J 爲二三分點。

第二十三原理與第二十四原理復有十二種不同之畫法,全部不同之畫法,共有二千四百六十九種。

結 論

由前述之廿四原理,而得左列之結論。梯形重心之位置:

- 一. 應在梯形之中線上。
- 二. 應在其合成三角形之重心連接線上。
- 三. 應在其合成平行四邊形及其合成三角形之重心連接線上。
- 四. 應在其外周平行四邊形及其補足三角形之重心連接線之延長線上。
- 五. 距其二合成三角形之重心,與其垂於同底邊之高度成反比例。
- 六. 距其合成平行四邊形及其合成三角形之重心,與此四邊形之底邊及此三角形底邊之半成反比例。此二合成圖形之底邊,應均在梯形之長底邊上。
- 七. 距其外周平行四邊形及其補足三角形之重心,與此四邊形之底邊及此三角形底邊之半成外交反比例。
- 八. 距梯形之二平行邊,與其一邊之半數加對邊成正比例。
- 九. 應在一平行四邊形之對角線及其重心上,此四邊形由延長梯形各邊之三分點連接線所成。
- 十. 應在其大重心三角形之中線及其重心上。
- 十一. 應在其小重心三角形之中線及其重心上。
- 十二. 應在「重心線」上——即由以一對角線分或之三角形之重心而與他一對角線平行之線
- 十三. 應在「三分之一差對角平行線」上。(事實上言,此線與

重心線在同一位置,不過在理論上及畫法上,均完全不同。

十四. 應在由梯形之某一邊三分點而與同底邊[代三角形]之較近邊平行之線上。

以前所述之廿四原理,即基於此十四公理而得。

此等原理之應用於不規則四邊形

廿四原理之中,除含有梯形之性質者外,(即兩底邊平行)均可應用於不規則四邊形。故第四,七,十二,十三,十四,十七,十八,二十,二十三,及二十四等原理,均適用於不規則四邊形。

對於應用此等原理之指範

左列之指範,可令畫法上增加速度,且可減少發生錯誤之機會。

一. 廿四原理中之過半數,在畫法上只須三四線。(有二理只須二線者)故應用此等原理較為捷便。

二. 因三分三角形之中線,須用試切法,故不若多等分一邊,而畫二中線。

三. 為防避相交點不清起見,所有相交角,在可能範圍內,應使之大於六十度,最小不得過三十度。

四. 應避免畫短線,因如其位置稍有不合,當其延長時,錯誤甚大。

五. 能用原有梯形範圍內之畫法較善。

施華閣樁載重試驗

黃 炎

上海土地，爲 900 尺以上之爛泥細沙，沖積而成，載重之力甚弱。近年來地價日昂，建造房屋，力求增高，以合乎經濟打算。於是基礎之設備，遂成爲嚴重問題。

積數十年之經驗，從事建築者，莫不知上海土地上最穩固之基礎，厥爲深入地層之樁子。於是咸向此路搜求。年來樁子之材料，打入，製造等等，花樣日繁，各出其所特長，以相競逐。



第一圖 木樁放入外壳中

此篇所述之施華閣樁 (Svagr's pile), 爲新到上海之一種, 尙未經人採用。二十年夏間, 施華閣在上海 貝當路 汶林路角地上, 舉行試驗, 以昭信實。

由美國所得經驗, 用鋼管二條, 套着打入地中, 可以就地鑄成有底脚的水泥樁子。如用 Warrington-Vulcan 蒸汽錘子, 擊速低而體重, 則兩條鋼管, 可同時打下至預期之深度, 一如人意。

按上海泥地情形, 管子入土, 以愈深愈好。施華閣所用打樁架高 110 尺。前面有堅固之導木, 樁子能垂直打落而不灣曲。

及至兩管打下, 即將內管拔出。將直而圓的木樁, 放入外壳中 (第一圖)

再將內管接在木樁頭上, 一起打下, 至木樁遺留於外壳下端一短概爲止。



第二圖 木樁頭上三和土球形接頭

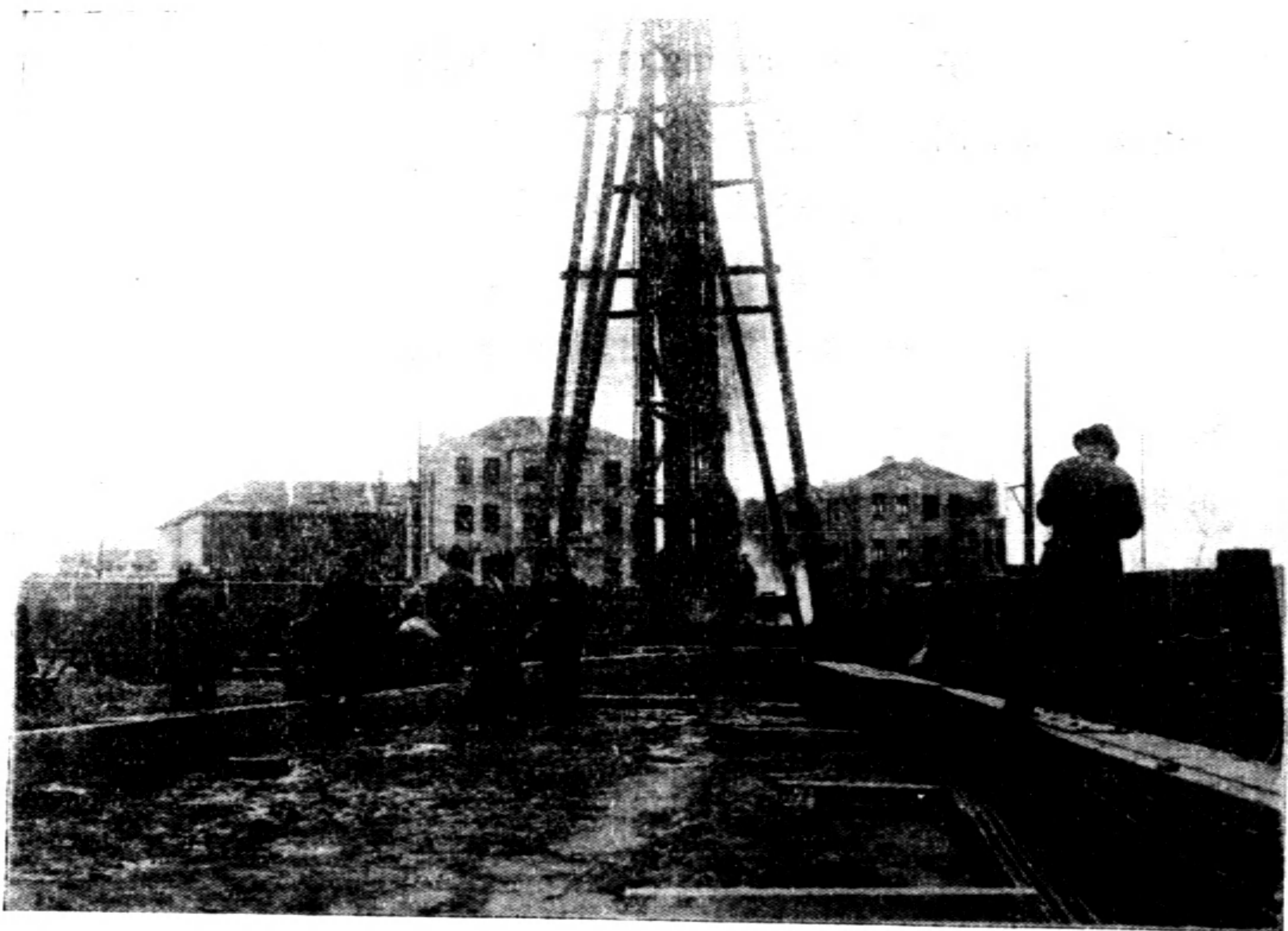
次之, 將水泥三和土灌入孔中, 捶打結實, 向外擠出成球形, 乃將木樁的頭緊緊包裹在三和土中 (第二圖)。

澆灌打擊凡數次, 工作完成, 然後將整個的鐵條骨絡, 放入外壳中, (第三圖)。在其上端吊住, 俾得垂懸洞中, 無灣曲之弊。

以後迭次灌入水泥, 徐徐將外壳拔起, 同時用錘打實, 成有波浪紋一節一節的樁幹。此波形之存在, 足以助長樁子之負重力。

此次試驗, 樁長共 131 尺。木樁對徑, 平均 15 吋, 水泥部份爲 20" 至 22" 吋。見第四圖。

載重試驗之結果，載重 80 噸時，下沉 0.1 吋；100 噸時，沉 0.15 吋；120 噸時，沉 0.22 吋；增載至 140 噸，沉 0.43 吋。以上重量，繼續放在樁頭上凡十日，復沉 $\frac{1}{2}$ 吋。此後十四日之久，無復下沉。



第三圖 整個的鐵條骨絡，吊放壳中。

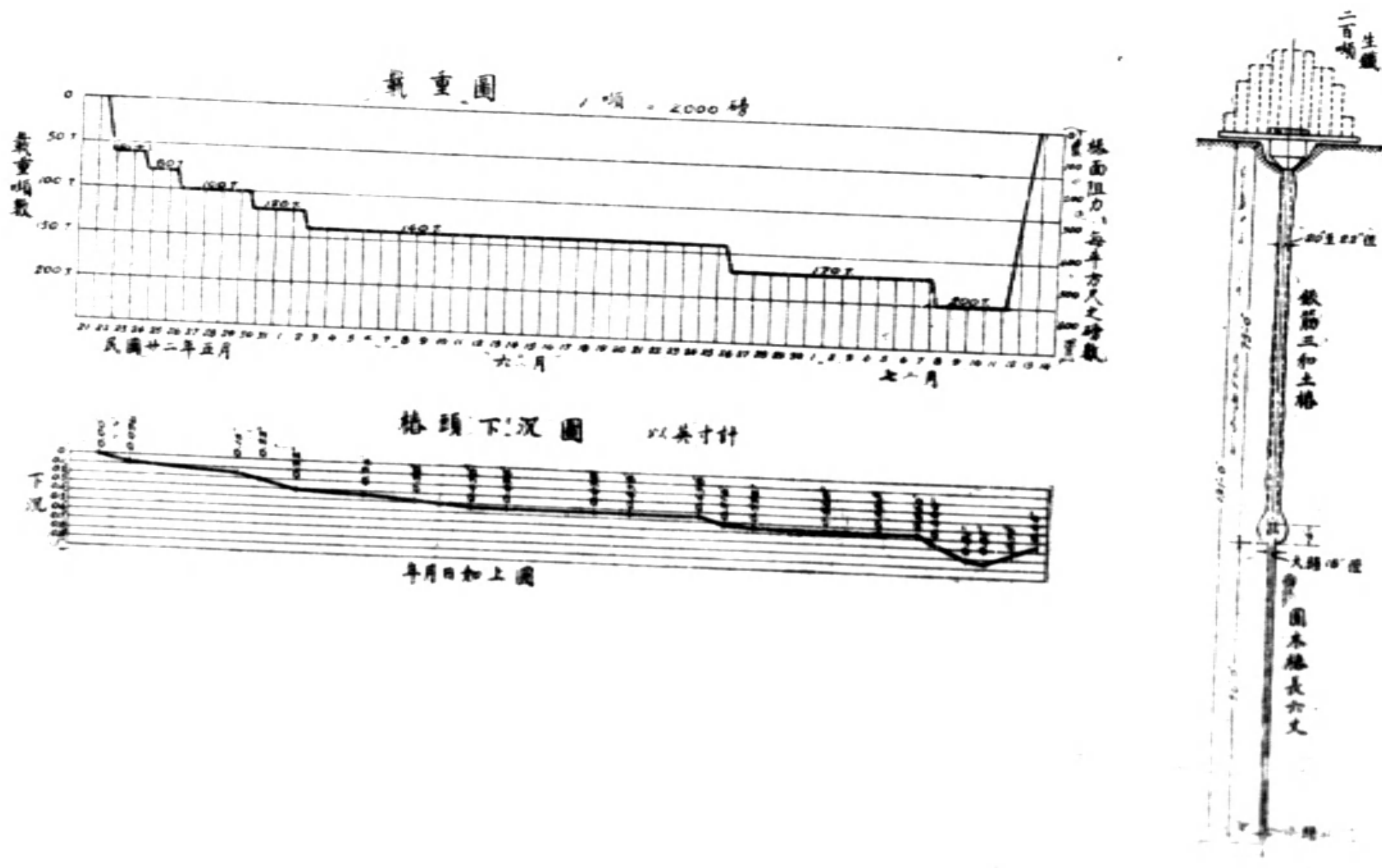
加重至 170 噸，樁頭沉下總計 0.56 吋（第四圖）。再加至 200 噸，總沉 0.85 吋，試驗至此告竣。遂將生鐵卸去，樁頭向上升起 0.2 吋，表示地土之彈性，尙未全失也。

單個樁頭，受重至 200 噸，殊為不常見之事。此次試驗，由施華閣請公共租界及法租界工部局蒞場監察，作者亦被邀躬與其事。此篇材料，多為施華閣所供給。

上海以地價之奇昂，房屋之建築，不得不向上發展，重量日益增大，設非有堅強之基礎，盡克勝此重任。於是身長而負重之樁子，與將來建築之發展，具有甚深切之關係焉。



第四圖 樁長131呎載重170噸



廣告索引

中美圖書公司	前封面裏面
立興洋行	前封面裏面
馬爾康洋行	1
天源機器鑿井局	2
中國水泥公司	3
啓新漢口支店	4
華嘉洋行	5
德威洋行	6
茂隆公司	7
怡和洋行	8—9
五洲大藥房	10
飛龍汽車公司	10
亞洲合記機器公司	11
新通貿易公司	12
西門子洋行	13
天利洋行	14
禪臣洋行	15
天祥洋行	16—17
孔士洋行	18
利威汽車公司	18
萬泰有限公司	19
益中機器公司	20—21
亞細亞火油公司	22
交通雜誌社	23
新通公司	24
安利洋行	25
通用電氣公司	26
John Monners & Co.	27
新中公司	28
京滬滬杭甬鐵路局	29
隴海鐵路行車時刻表	30
膠濟鐵路行車時刻表	31
中國工程師學會職員錄	32
版權頁	33
維昌洋行	34
興華公司	底封面裏面
蘇爾壽洋行	底封面外面
中央研究院鋼鐵試驗場	底封面外面