

新華日報

廣東國民大學

工程研究會編輯



中華郵政特准掛號認爲新聞紙類 總發行所 廣州

工程研究會第五屆職員表

會長 吳民康
副會長 莫朝豪

研究幹事	冠鈞	吳民康	健散
出版幹事	金沃	考察幹事	徒魯
理財幹事	陳敬	文書幹事	順寶
	呂炳	庶務幹事	順恒
	溫會		黃
	黃		道

出版委員會委員

會	林	莫朝豪	吳民康	呂敬	事
煥	炳	文恒	健	鈞	忠
黃	聯	黃	金	劉	信
	材	料	員	員	信
馬	華	龍炳	區子	司	信
吳	黎	炳南	鑒	紹	信
	維	勞	黃	譚	信

體育委員會委員

司徒	健	老瑞	關大	孚	黃培	煦
羅巧	金兒	椿榮	賢	趙	榮	傑
		黃壽	胡朝	仰	吳世	

游藝委員會委員

黃	駢	何	乃	松	黃培	煦	葉金	冠
羅巧	郭兒	佑	慈	周	麟	馮	素行	榮
		諸	澄	夷	梁	民	趙德	
		特	約		撰	述		

胡	鼎	勤	連	錫	培	吳	燦	璋	陳	灝	黃	卓	明	程	子	雲
梁	名	父	陳	華	英	陳	洵	耀	梁	齡	羅	澤	洪	諸	澄	夷
聘	揚	揚	任	宗	蔭	梁	榮	燕	岑	灼	高	維	駒	胡	朝	仰

R
240.05
160.78

請
交
換

工程學報第捌號目錄

封面畫.....	劉銘忠
職員表.....	工程研究會
篇前話.....	編者

插 圖

(甘竹灘測量攝影)

論 文

道路與交通.....	曾煥林
樓宇設計論(二續完).....	勞漳浦
廣東水患研究.....	黃禧駢
廣東三大江水患之研究.....	王衍獨
河治概論.....	韓汝標

譯 述

空中攝影測量.....	曾煥林
鋼筋三合土的裂縫.....	沈寶麒
動率分配法.....	黃恒道
應用哥羅氏動率分配法計算連接硬架之例題.....	曾煥林
涵洞.....	沈寶麒
計算力線之化簡法.....	沈寶麒

工 程 設 計

鋼筋混凝土拱橋之設計(三續).....	王文郁
鋼鐵樓宇之風力計算(二續).....	吳絮平

工 程 材 料

建築材料估價表.....	黎炳南
--------------	-----

工 程 常 識

比例尺之研究.....	溫炳文
測定及整理水準標點之高度法.....	溫炳文
怎樣應用我們的繪圖儀器.....	任宗隆

特 載

甘竹灘河面測量工作紀實.....	楊杰文
------------------	-----



篇 前 話

本期學報，延遲兩月餘之時間，始能出版。原因固多，而其主因，則為吳會長有高就之發展，所以要離開本會，而莫副會長亦以在外公務繁重，無暇顧及，以致主事乏人。及後編者強承吳會長之命，委以學報出版事，編者初聞之下，為之悚然，蓋才識鄙陋，不能負此重託，深恐有辱本會之聲譽也。現編者厚顏勉幹，編成此報，然謬誤之處，尚祈閱者原宥是幸。

本號論文欄內，黃禧駢君之「廣東水患研究」與王衍弼君之「廣東三大江水患研究」等篇，俱能瞭指廣東歷年水患之起因，及改善之法，無不有獨見之點，其餘三篇論文，亦是勞神費思之佳作，堪值吾人研究者。

在譯述欄內，曾煥林君之「空中攝影測量」一文，極合現代之需求，故特編述於此，聊盡通流學術之責，以期入於普遍教化。

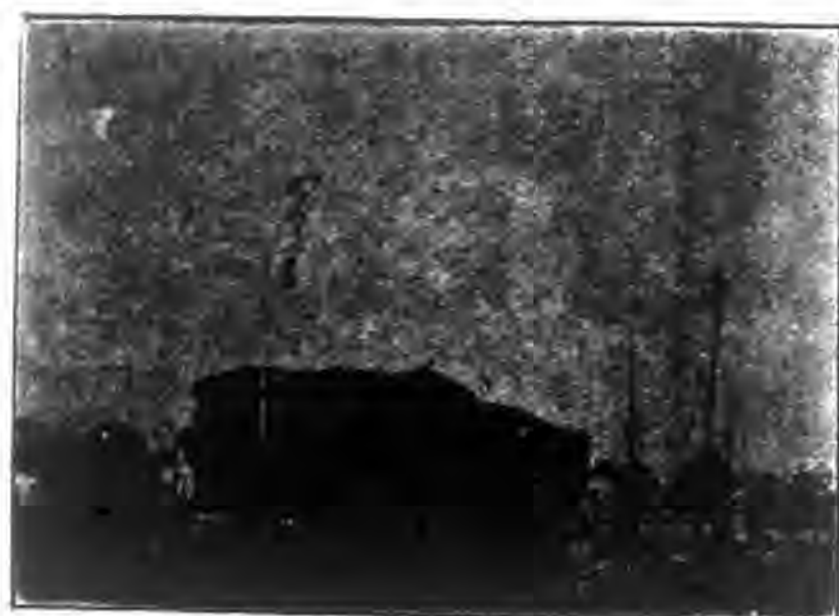
工程設計欄內，吳絮平君之「鋼鐵樓宇之風力計算」文內附圖表甚多，不能盡量刊出，尚希閱者恕罪。其餘工程常識欄內幾篇，是作者平時有心得，有經驗之談，請讀者留意玩索之。

關於特載欄內「甘竹灘河面測量工作紀實」，是本校同學承廣東水利局派往甘竹灘實測經過之情形。查甘竹灘素具險性，歷年輪渡在此遇險者，不可勝數。前兩月餘民族渡亦在該處遇險，以致溺斃多人，釀成極大慘劇，現政府當局及社會人士，咸以該灘有改造之必要，而其改造之責，應負在我們學工程者之身上。篇前插圖數幀，可見該灘之險象，現為篇幅所限，關於甘竹灘河面之測量圖及梁攝齡君之「小三角測量實施之勘誤」下期刊載。

——編 者——



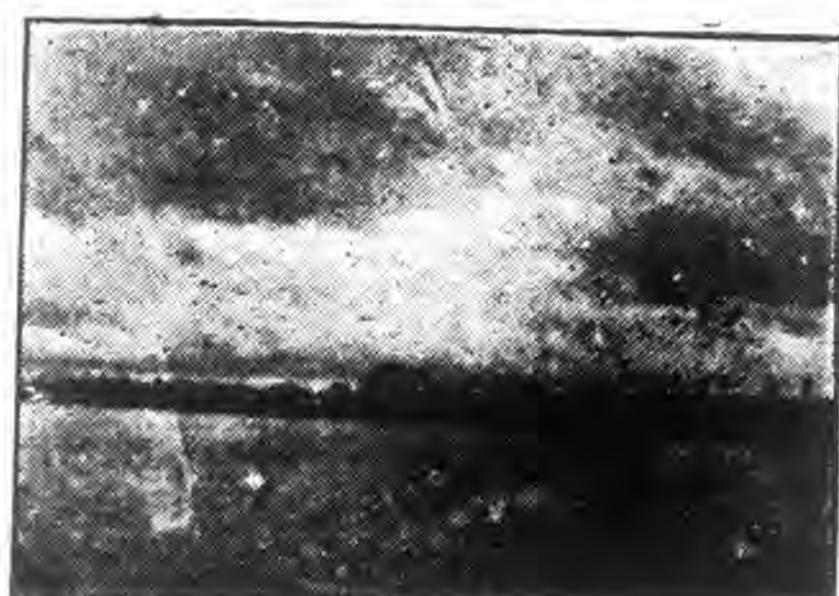
(1) 全體合影



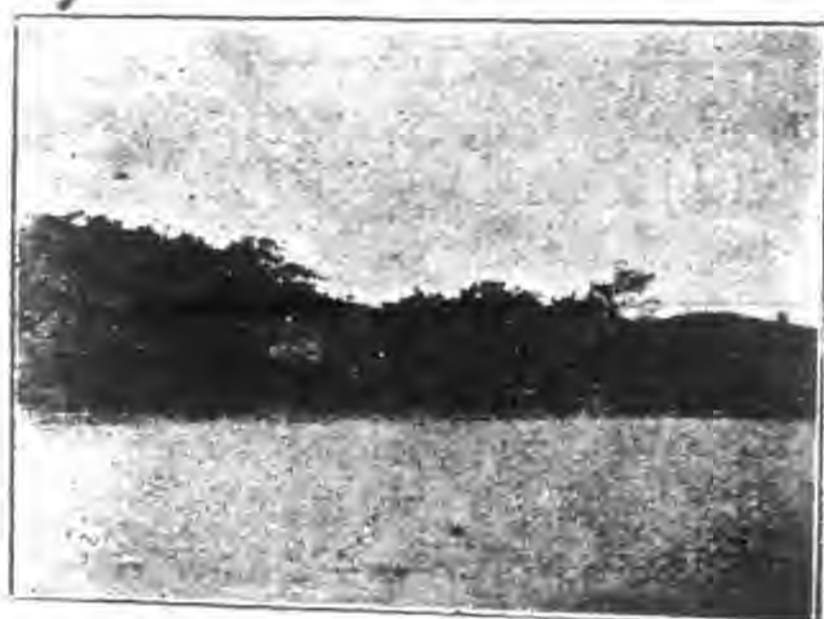
(2) 寄碇陳村



(3) 第二段河面



(4) 第三段河面



(5) 第四段河面



(6) 第五段河面



(7) 在甘竹灘前望



(8) 往陳村途中瀾安江安二輪交代



(9) 第一隊人員



(10) 第二隊人員



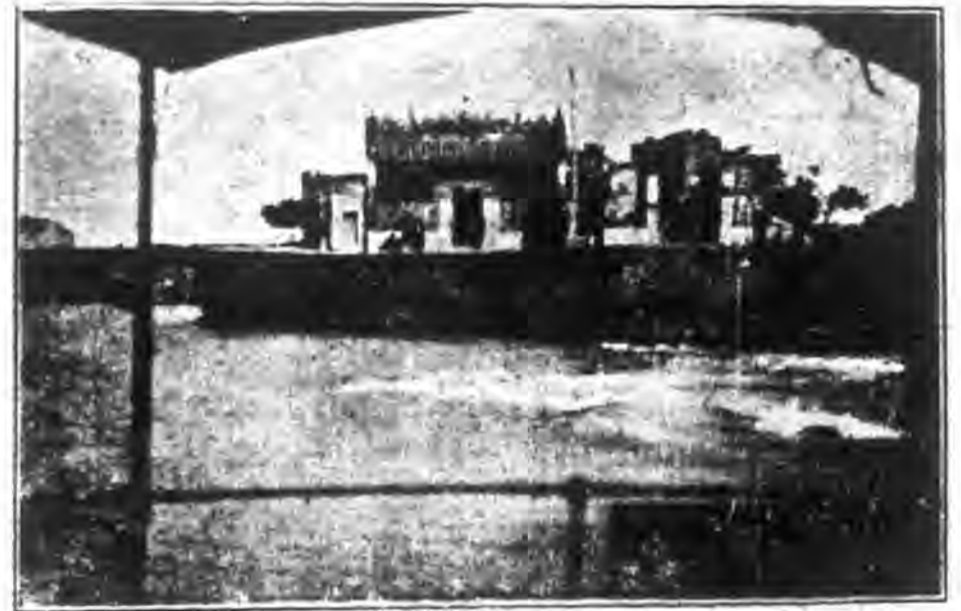
(11) 第三隊人員



(12) 甘竹灘口橫視



(13) 甘竹灘口正視



(14) 左灘潮神天后宮



(15) 甘竹灘香爐石



(16) 重返廣州

——專門論文——

道 路 與 交 通

會 煥 林

導 言

第一章 總論

第二章 我國從來之交通道路

第三章 交通之調查

第一節：交通調查之目的

第二節：交通調查之方法及工作

第三節：道路上週險之調查

第四章 道路之分類

第五章 道路工程

第一節：道路所受之動力

第二節：道路工程之要點

第六章 道路之種類及其建築法

第一節：坭路

第二節：砂黏土路

第三節：水固碎石路



第四節：砂礫路

第五節：石塊路

第六節：木塊路

第七節：磚路

第八節：土瀝青路

第九節：混凝土路

第十節：樹膠路

第七章 路面建築與交通之經濟關係

第一節：建築與修養城鄉路面之最經濟方法

第二節：在運輸經濟上研究車輛交通與路面之關係

第八章 採用適當方法以增進交通之安全

第一節：關於道路者

第二節：關於車輛者

第三節：關於車輛駕駛人者

第四節：關於交通管理者

第五節：行人與駕駛者對於交通紀律之訓練

~~~~~結 論~~~~~

導 言

道路者，文明之母也，財富之脈也，試觀歐美各國，工業之發展，農業之振興，文明之演進，國防之鞏固，端賴交通之便利。今者，東西各國，深知世界重心，已由政治而趨於經濟，故欲經營國際經濟，非發展實業不可。而實業之發展，又非開拓道路，以利交通不為功。吾國地大物博，寶藏之富，甲於全球，倘能交通便利，使曠野之地，得以墾墾，豐富之礦

得以開發，則民生問題可解決，而國際貿易可榮繁，從此躋於富強之地位，可立而待也。然反觀我國現狀，水陸交通，祇及城市，鐵道無幾，航空更稀，而窮鄉僻壤，未能涉足，以致真像莫明，各地礦源蘊而不發。人民之生活所需，多賴於洋品。東西各國，視吾國為國際貿易場，致使金錢外溢，民生凋弊，社會不甯，盜賊充斥，吾恐將移昔日武力瓜分之禍，為經濟之患矣。為今之計，興實業，普文化，固國防，非急起直追，竭力設施道路建築不可。現在科學進展，大有一日萬里之勢，飛機，汽車，汽船，之迅速利便，日甚一日，然就我國現在財政觀察，製飛機，築鐵道，欲速求其實現，實所未能。而道路建築費較省，車價亦廉，舉辦較易，收效亦宏，故為補救現在我國交通之缺乏，當謀新交通之發展。而其首要，先以道路為趨向，從前道路運輸遲緩之缺點，今則有高速度之汽車，顯其運輸所長，既無軌道之限制，又可運轉自如，故近世研究交通政策者，競競勤勤，莫不著眼於道路之充分發展與改良也。

第一章 總論

道路交通，為現在國防上，政治上，經濟上，不可少之工具。處於現代以交換富源為基礎之經濟制度下，運輸問題，實為繁榮發達之主要條件。因交通之發展關係，能使製造者與生產者，互得原料供給之利便，且運輸所至，貿易流通，市場因之而擴大，因此可令消費者，得貨物源源之接濟。品物鮮明及物價之固定。

交通方面，運輸快捷，在社會上，與經濟上，得莫大利益。因為能調劑人工，以謀生產之發展，而使社會上失業人數減少。且使集中於城市之人口，可藉交通之利，而散處於郊外，工人亦可住於離工廠較遠之地，以得空氣及衛生之益處。至於發展行旅，招徠外賓，交通之暢達，尤為重要。

交通要具其最著者，除道路外，尚有鐵道與運河。然運河之浚鑿，鐵道之敷設，其費用之鉅，有非現今各省財力所能負擔者。若道路則不然，費輕而易舉，其功用較之運河與鐵道，亦不多讓。故道路者，實占交通要具中重要之地位也，其裨益於交通要點分述如下：

(1) 道路行駛汽車運輸靈敏：

現在汽車速度增加勝於火車，以之運輸貨物及乘客，甚為迅速，因貨與客之多少，可隨便依之而加減其汽車之數量，并可不為時候所掣肘，何時有客，便可何時開車，且除汽車以外，尚可行駛各種車輛，故有道路則交通非常便利，其裨益於交通者此其一。

(2) 道路費輕易舉易於普及：

道路之建築，其費用較之鐵道可減少數倍至數十倍，故易於建築。以易於建築，則易於普及，由一鄉以至一縣，由一縣以至一省，由一省以至於全國，皆築有道路，其交通之便利，自不待言，路道之裨益於交通者此其二。

(3) 道路可輔助鐵道之發達：

因鐵道之不能設於窮鄉僻壤，故對於小村落之貨客，鐵道難以招運，惟有公路與之聯絡，則由公路駁運，鐵道便可運載小村落之貨客，其運費之收入，自必增加，收入增加，則鐵道便可日益發達，其裨益於交通者此其三。

現在汽車之數量與速率及其載重，繼續增加，為從前意想不到者。處於近今情形中，貨客之運輸，自然較前為多，尤其是在人口集中之地，故路上所發生之危險較為常見，交通管理，因之而困繁。其負有管理責任之政府人員，當應考察其困難問題，以解決之。如擴大街道，設定停車處，選定方向，車輛往來之循環，交叉路上交通之截斷，交通標記之配置，與電車之取締，規定汽車之速率等。

近世之道路，既需適合繁密汽車交通及快捷速率，又宜支持汽車所載之重量，所以在道路上，遂發生二種問題。

(1)關於工程者·

(2)關於經濟者·

關於工程方面之改進，欲使道路適合於現時之交通，其應當注意者：路線，路之橫面，路之弧線，與路面固度等問題。

關於經濟問題者，當考察人民經濟程度，材料市價，人口貴賤，工程樣式等，所以在未興工以前，應詳細考查各種有關之主因，然後決定經濟問題，及此路有成立之必要否，再由各方面估計，將來所得之利益，來分配此路之建築費，及養路費，即是國家，省，市，與地方輕重負擔之分配。

總之道路工程之實施，及經費之籌劃，應以交通之需要，與社會之狀況來決定，此外更應十分明瞭運輸之種類，及其統計，即以科學方法來調查交通之統計，再由此而定交通之管理，工程之方式，及經費之籌備。

第二章 我國從來之交通道路

在昔我國之主要道路，因首都地址隨世代變遷之故，乃隨其移動之位置，而擴張其主要之道路，前清交通道路之最主要者，則以北平為中心點，向四方而達於各省省城，此即所謂官馬路。此外各省省城，亦設有官路支線，以為通地方主要都市之交通，此即所謂大路。官路及大路，均為當時之重要通商路。地方各村落間，又另築小路與官路及大路連絡，而現今所開通之鐵道，及將來應布設之預定鐵路，多沿此種官路及大路而設，從來運搬貨物之勞働者，專求其比較不甚困難之途，闢為通路。近時測量路線之工程師，亦仿此理而求其鐵路之預定路線，沿其通路而能觀察其商業發達之情形。是則從來運搬貨物之勞働者，及現今測量路線之工程師，其思想同出一轍也。

官路及大路之主要者如下：

官馬北路：

官馬北路係從北平經通州，永平，山海關，而至遼寧，從前為滿洲

及我國本部連絡商路。所謂遼寧官路中之至要路者是也。更由遼寧而達於齊齊哈爾之延長線，及從北平至海拉爾並恰克圖之通路，總稱之曰交通路。

齊齊哈爾有一支路，從遼寧至伯都納，而達於吉林。其本路係由遼寧至齊齊哈爾與墨爾根，環琿，二路聯絡。錦瓊鐵路豫定線，多沿該路而測定者。惜乎現在為日本蠻威搶劫之範圍內，未悉此鐵路何時可成耳。

從北平至海拉爾之通路，係經由多倫諾爾者。北平多倫諾爾間有二路。一為通過熱河者。一為經由張家口者。現今北平張家口間鐵路，乃依此通路而設。

官馬西路：

一由北平經保定，過山西省太原，潼關，陝西省西安，從此經咸陽，邢州，涇州，平涼，而達甘肅省蘭州，更向西方延長至噶介喀爾。由太原至潼關間，為同成鐵路預定線與此路相若。潼關至蘭州間，為隴海鐵道預定線，亦多依該路線而設。

一由北平達於四川成都，謂之四川官路。即與蘭州官路至太原而分路者，在四川以成都為中心，其聯絡於各重要都市者，尚有五大大路：(1)為西藏大路，由成都至西藏拉薩(2)大理大路，此路分有二路，一經清溪，越篤。一達甫遠，然皆可達到雲南省大理。(3)重慶大路，從簡州經隆昌，榮昌，永川，而達重慶。再由重慶經綦江，可達貴陽。(4)叙州大路，由成都經眉州，嘉定，犍為，而達叙州。(5)宜昌大路，由成都經瀘州，蓬溪，順慶，經渠大竹，梁山，萬縣，從此沿長江過雲陽，巫山等地而達宜昌。

官馬南路：

由南京而通於南方之主要路有四，即雲南官路，桂林官路，廣東官路，及福州官路，是也。又有由江西出廣東之使節路，亦稱江西官路。

雲南官路。為貫穿河南，湖北，湖南，貴州，而達雲南，此路中由沙

市至貴陽，爲沙興鐵路預定線。又由雲南府，至緬甸境之八莫，爲滇緬鐵路預定線，以雲南府爲中心之大路，除雲南官路外，尙有達瀘州，叙州，大理，蠻德勒，蒙自，百色，等大路。

桂林官路。在許州與雲南官路分離，而至漢口，今之平漢鐵路，卽沿此路而設。再由漢口過武昌，咸寧，岳州，湘陰，沿湘江出長沙而達衡州。今之粵漢鐵路，亦沿此而設。由衡州經祈陽，永州，全州，過湘江之分水灘，而達廣西省桂林。此外以桂林爲中心者。有新寧大路。柳州大路。

廣東官路。由衡州與桂林官路分離。經耒陽，永興，彬州，宜章，入廣東省。沿北江經樂昌，韶州，英德，等而達廣州。粵漢鐵路，廣東省內線，大部沿此官路而設。

福州官路。從北平至德州，由此有一分路，至濟南，經泰安，沂州，出宿遷，沿大運河而達鎮江。過高塘，在平，渡黃河，經東平，兗州，入江蘇省，經徐州，至臨淮關，渡淮河至鳳陽之南方中心，由此有一路通江西者。經定遠，廬州，徐州，達浦口，渡長江至南京。在長江與濟南來之通路相連，更由此沿大運河經常州，無錫，蘇州，嘉興，至杭州。溯錢塘江，經富陽，嚴州，蘭溪，江山，過楓嶺，仙霞嶺山脈，入福建省。沿建溪南下至建寧，延平，與從江西省南昌來之杉關路相合。沿閩江本流而達福州。今之津浦，滬寧，滬杭，之鐵道。皆沿本官路而設。本官路中之分歧大路甚多。

第三章 交通之調查

欲知道路交通，與各地方之經濟影響。必有交通統計，列成圖表，藉此根據，來決定工程之實施，工作人員與材料之分配。

第一節 交通調查之目的：

交通調查之目的有三：(1)經濟。(2)工程。(3)經費。

(1)經濟：

在一國之內，道路交通，若合理的分配，因其各種車輛之往來，旅客與貨物之運輸，可藉此視出一國經濟活潑或停滯之狀態。至道路各種運輸，能與河海，鐵路，等互相聯絡，則道路之交通，自然佔在重要之地位。

交通調查，應將交通旅客，貨物，運輸分類比較。同時要知車輛之增減，貨物之量數，汽車之種類等，以為籌劃適宜應付之辦法。

在旅客與運貨者之運輸選擇，當以運送快捷，運費低廉為目的。而道路運輸，能適合其所求因，此道路交通發展，可使鐵道運費減低，及固定一部份貨物之價格。

在人口集中之區域，宜築支路，移轉人口之集中，使自然散布於近郊或鄰村，免致發生躑躅之困難。故將來近城市之郊野，及村落，皆有發展交通之必要。此外如礦場之開採，樹木工業之生產，更需載重汽車的運輸，以維持原料之供給，與出產之流通。至於名勝景地，尤為吸引遊客之常臨，在此種狀況之下，不外是人口之移動，與汽車數量之增加。故當地政府，宜細察環境之要求，而從事於新路之建築，或原道之擴大。欲實現此種政策，非有交通調查不可。

(2) 工程：

觀察各路之交通情形與性質，而決定道路之寬度，如行駛速度之汽車，則需用直線道路，與廣大弧度線，減少交叉點。至於汽車之速度與重量，及不良之車輪，皆足以損耗路面。故路面材料之選擇，必須有極大抵抗性質。將來減少養路費，亦即減輕民衆之負擔。

(3) 經費：

道路之經費，是築路費，養路費，及利息等的總數。在交通繁盛之區，宜築堅固之路。交通稀疎者，則不必多用費款，以築堅固之路。至於每全路，或每段路，視乎其交通之需要而決定其計算方法。總之道路之總支數，與道路運輸之入息，使其平均相抵。倘經費大，而入息少，則可放棄其道路交通。反之，道路之運輸入息太大，亦可放棄道路之交通，而代

以鐵道之運輸。此外應注意者，則為路面材料之選擇，及預計將來運輸發達，與車輛速度之增加，方能週密。

第二節 交通調查之方法及工作：

調查方法之指導者，應以手續簡便方法一律為原理，簡便者，快捷與省費之謂也。即是不使專門人才，亦能為者。故調查之經費不昂，而工作亦敏捷也。一律者，調查方法劃一而成為國際化，或本國化。即使車輛分類，成為各種規定。因此交通統計表冊之登記，為不可少之工具。故在每一段路之時期內，應統計往來人數，各種快車與慢車之載貨重量，各種等級之票數，運價，與來往之區域，汽車之樣式，路程長短，車輛所載貨之種類，及其價值，每星期車輛通行之數量。以上各點，應多設觀察處，分段調查之。至於每道路運輸段內之狀況，調查表應分列載有：長途汽車公司名稱，車之廠牌及種類，行駛路線及其長度，行車機關每公里票價，每日行車次數，現有車輛數，每月營業收入及支出數，油類消耗，車輛折舊年限等，關於非段內之車輛行駛，須領有當地管理機關之牌照，方得通過。調查期間，於每月舉行若干次。在此若干次中，應分配得宜。使每季與星期中，平均分配之。此種調查，經若干年後，應從新調查。在若干年內，所得之統計圖表，因此知各種運輸交通狀況，及修理各段道路之經費。與夫道路上，航海上，鐵道上，之經濟關係。

第三節 道路上過險之調查：

汽車工業發達，遂使路上充滿着快且重的車輛。因此而發生人與動物之生命危險機會。至於過險之登記，應注意發生過險時間，與地點，及發生之主因。而天時與交通密度，道路性質，車輛等，各種狀況，亦應詳細注明。因為此種調查，可以知道過險的數量，及其原因。以便籌劃改良之方法。凡常發生危險之地方，應指定為危險地點。應設立柱牌，標明所規定車輛的速率，或其他的說明，以便車夫注意。且在必要時，亦可設立警察站位，從事指揮監督之職。至於改良方法。則改平面交叉徑為高過徑，或低過徑，增加弧線半徑，減少道路坡度，改換路形，或路面，或擴大

街道交叉點。關於遇險救濟方法。須要警察干預與維持。因為對於車夫與行人，既定有路章，使人遵守。除此之外，并應利用告白，電影片，及學校之宣傳，使一般民衆，都普遍明瞭與重視。而危險發生之原因，車輛與駕駛者，亦應設法防範。對於車輛者，則如制輪機，及照路燈等之良好設備。對於駕駛者，則須嚴格發給駕車証，及嚴厲罰章。至遇險之登記，在城市中，可由警察負責。在鄉村間，可由道路管理員負責。

第四章 道路之分類

我國道路分類之規定如下：

國道：

國道之設，應由首都發於各省省會。或各省會互相聯絡，及達於國際交通之路道。或鐵道，江河，港口，為主。故行旅繁多，道寬宜在十公尺之以上。

省道：

省道係由各省會達於繁盛縣鎮之道路。或鐵路，江河，港口，及銜接國道。其寬度應在八公尺以上。

縣道：

縣道係由縣城鎮鄉達於鄰縣鎮鄉，及接本省省道幹線，或他省支線相聯之道路，或鐵道。其寬度應在五公尺以上。

里道：

里道係由此鄉村達於彼鄉村，及鎮，工廠，學校，之道路。其寬度由各該地方團體酌決定之。

第五章 道路工程

第一節 道路所受之動力：

自汽車發達以來，道路工程因之而發生各種動力之影響。故對於道路建築，及材料之選用，實成問題。車輛在道路上所發之動力有三。即直立

方向動力 (Normal action) 切線方向動力 (Tangential action)，及橫斜方向動力 (Transverse action)。

直立方向動力，是由車輛之重量而發生，其力能壓碎及破裂道路所組成之材料。此種直立動力，不是因載量多少，而定其輕重，是因車輛之彈簧機不設置，或不良，及輪圈為鐵類，或硬質所製成者。

切線方向動力，是車輛進行時所發生之力，其力量與車輛之重量，及車之橫面積成比例，是因道路崎嶇不平而增加。此外尚有開車時，與停車時，車輪之磨擦及反射力之震動。

橫斜方向動力，是離心力所造成之結果，即與汽車速率同時增高。

在道路上所發生三種動力之研究，換言之，即是如何使道路，能支持車輪之磨損力，及增加車輛之載重與速率。但汽車樣式之製造，及輪圈與彈簧之改良，亦有極大之關係焉。

第二節 道路工程之要點：

(1) 路線之選擇：

凡路線通過地點，應審察其脊線 (Ridge line)，及谷線 (Valley line)，而其經過之地點，須擇其坡度最小，距離最短，無甚昇降之差異者。土工不可過多，致使工費浩繁。曲線亦宜少，且不可過急，致轉運困難。在洪水時，須使道不受水浸之害。其向陽及當風等，應求其適當之度。橋樑位置，須擇其水流無變化之處。他如岸壁，暗溝，及各種建築物等，必擇適宜地點而設置之，以求費用節省。若急坡度連續時，則應擇有林蔭之休息所，及飲水易取之點，以資便利。凡此種種，均應特別注意也。

(2) 道路之曲線：

曲線對於交通上之安危，全繫乎圓弧半徑之規定。但半徑如何為宜，則以馬車及各種緩速度之車輛為標準。其曲部之半徑，惟求其車輛能轉灣通過為度。在今汽車行駛甚速，其所謂緩速度車為標準者，則不足應現代

之要求。欲使高速度車輛，通過曲線部而無碍，則其曲線半徑，固愈大愈善。然而地形起伏，相差甚大，工事因之而浩繁，工費亦隨之而增加，與其設強大之半徑，致使工事不經濟，毋寧另行計劃他種安全之設備，較為得也。總之曲線之設，能依地形之關係為轉移，則可減工省費。茲將現代各國，對於曲線半徑之規定，以為參考。

美國平原居多，故道路之曲線半徑，較各國採用者為大。有用至千呎為最小半徑者。法國之幹線道路，自百公尺至百六十五公尺，地方道路為五十公尺。德國之幹線道，定為五十公尺，地方道路為十公尺。日本之幹線道，為百八十公尺。地方道路為六十公尺。

(3) 道路之坡度：

坡度者，即路面傾斜之設造也。其坡度率，則以縱距離與水平距離相比之百分率也。凡車輛通過坡度時，非費相當之牽引力不可。故坡度影響於道路運輸能率，異常重大。偶有失當，即道路全線之運輸力，亦受其束縛，固不可忽也。至於坡度如何，當隨地勢為轉移，又當視所行車輛之種類而異。大抵車力愈大，則坡度不妨稍大。車力愈小，則坡度亦宜稍小。人力車不能行之坡度，馬車或能行之。馬車不能行之坡度，汽車或能行之。現在美國汽車之發達，利用於道路運輸之效率，各國皆望塵莫及。然而馬車於道路之搬運，尤須保存，為補助輸送之能力。是則吾國道路交通，萌芽之始，其仰助於馬車之輕便價廉，而易收普及之効者，更不待論矣。故於坡度問題而論，路線坡度能適於馬車轉運，則未有不適於汽車者。故以馬車為設計之標準，實決無失當之虞也。馬車以馬力牽引，則於馬之牽引力，不可不加以研究。但馬因產地及種類有異，肥大瘦小亦有相差，故其所得之工作効率亦不同。故將馬車各種條件與坡度有關者，分別如下。

并列式以推算之。 T = 在某坡度線所表有效牽引力； t = 馬之牽引率為十分之一或八分之一； W = 馬自身重量； L = 貨物重量； F = 道面抵抗率； G = 路線坡度。

公式 (1) $T = tW - GW$

公式 (2) $(t - G)W = FL + GL$

倘 $\frac{L}{W} = C$ 則 $C = \frac{t - G}{F + G}$

設 $G = 0 \therefore C = \frac{t}{F}$

由此式研究之，若以 t 為一定之數，而 F 可增大時，此必路面惡劣，則 C 之值不得不小，至 C 之值減小，因 C 為馬之重與貨物重量之比，推其結果！ L 必隨之而小，或 W 加大方可。 L 小，即裝載之分量減。 W 大，則必使用優良馬。故在惡劣之路面，牽引貨物駛上坡度時，其影響於全線運輸力甚大也。故普通道路坡度之規定，以 3% 至 6%。其 8%—10% 者，則僅汽車電車能行之矣。

(4) 道路縱斷曲線：

縱斷曲線之所以必需設置，而有切實之規定者，其最顯著之理由，及主要之目的，即避免高速度之車輛，騎行於急激變化之坡度時，有偶起衝突，及若何意外之事。質言之，即維護交通之安全，及增進道路之美觀者也。至縱斷曲線之長短若何，應以坡度若何為標準，今取日本所規定者，以為參考。凡坡度代數差，在百分之一，至百分之三未滿時，縱斷曲線之長，須取四十公尺以上。在百分之三，至百分之六未滿時，須取六十公尺以上。若在百分之六以上者，則縱斷曲線，須取九十公尺以上矣。今舉一例以明之。

假定有一方為 $\frac{1}{25}$ 之上坡度，他方為 $\frac{1}{20}$ 之下坡度，如圖所示，

其代數差為 $\frac{1}{25} - (-\frac{1}{20}) = \frac{1}{25} + \frac{1}{20} = \frac{9}{100}$

在此坡度之代數差，既為百分之九，則縱斷曲線之規定，即知為九十公尺以上。大抵縱斷曲線設定之方法，普通多用拋物線以測定之。

(5) 道路橫斷坡度：

橫斷坡度之設造，為路面上排水之効用也。其與道路之橫斷面之關係者，有三部分而構成。即行車路(Traveled Way)，溝渠(Ditch)，及片面坡(Back Slope)是也。今橫斷坡度之施設，即為此中Traveled Way部分之甚關要者，故此部分之強弱及安危程度若何，直以橫斷坡度之適當與否為斷耳，但對於各種路面鋪裝之不同，及氣候之相差，而其所定橫斷坡度之標準，應因之而異。茲舉美國對於土路計算橫斷坡度，所常用之方法，以為參考。

N = 通車線路之數 (即如通一車者則 N 為一。若有二車線路則 N 為二。如此類推。)

$A = 10N$ (in ft) 為路面堅固部分，能供車行之寬度，又因每一車線定為十呎，故以十乘所定 N 車線之數。

$$B = \frac{10\sqrt{n}}{3} \text{ inches}; \quad C = 4N \text{ inches}; \quad D = 2B \text{ inches}.$$

(6) 道路之交叉口：

交叉口之面積，或為矩形，或為圓形，或為不規則之形，適用於多數道路之交會處，其交叉口，當視車輛多少之程度，而酌增面積，使無擠擁之患。面積廣大時，可於其間築造亭，公園，或紀念碑等物。交叉口之地面，宜近於水平。蓋車輛至此，則左右輕折不定，若非水平，必遭傾覆。故於接近交叉口之地，其斜度應漸次減緩。

(7) 道路之寬度：

城市之街道，不特供運輸之用，且須劃分城市面積。注意房屋之光線充足。空氣流通。出入便利。以是所需地面，較長途道路為寬。但須合用為度，不可過寬，免使地方耗費，及增加鋪路，養路，清路，一切費用。致市民負擔過重。反乎經濟也。至寬度之定法，當以車輛之寬度為準，近今通行汽車，每輛寬度，約六七呎，欲免相撞，每車當佔八呎。故街道之

供汽車相對行駛者，其寬為十六呎，倘再許一車停於路旁，則須廿四呎。兩旁均許停車，則須三十二呎。若更許後車超越前車，則又須遞增八呎。此單就汽車而言也。若設有電車軌道，則單軌須增十呎，雙軌須增廿呎。準此推算，則八十呎之車道，在通常城市，即為最寬者矣。至於人行道之寬度，當佔車道之半，各市規定，大約相同。

(S)道路排水法：

水流濕，火就燥，自然之理也。倘能因利而導之，其益於人生，不可須臾離也。若不善為之導，反使為害匪淺。今就水之於道路而言，其侵壞路面，崩裂路基，祇有害而無利。故欲求道路之優良，不能不力求排水之設施。惟水性喜趨下流，能多設水道，使之暢流無阻，則其患可自消也。

道路所受之水，其來源有三：

(1)來自空間者。如雨雪霜等是。(2)來自地面者。如雨降於地面，及溪澗河流等是。(3)來自地下者。即水浸入地層下之透水層，實則地面下無處無水。

水之來源有三種，故排水法亦分三種：

(1)路面排水 路面材料，選其堅實而不透水，及路面光整無凹凸不平之處者，同時作縱向坡度，及橫向坡度，使水沿之而流，不在路面停蓄。

(2)路旁排水 在路旁作縱向旁溝，以截高處所來之水，并截路面所洩之水。以上二者，謂之地面排水法。

(3)地下排水 在地下安設暗溝，或水管，以吸取地下之水，使之暢流無阻，不再停蓄地中。如此，則暗溝附近之地，必形乾燥，而地下水平線，因以降低。

樓 宇 設 計 論

《續》

勞 漳 浦

第三章 衛生上之設計

第一節 採光與換氣

光線與空氣，為衛生所必需，蓋光線與空氣充足與否，影響於吾人之精神上及身體上甚大，晴朗清涼則愉快，陰閉翳熱則苦悶，此乃盡人所同，若久居於無日光或空氣不易流通之地，則精神沈鬱，漸至神經衰弱，皮膚蒼白，及消化不良而生疾病，於衛生上至為妨害也，日光有菌力，空氣中之過氧化氫，無日光即不發生，故無日光之處，種種細菌發育，在陰暗之室內，能長久保持其生活，而貽害於人，又光線對於眼之影響甚大，過強則起羞明，結膜炎等弊，過弱則眼易疲勞，且為近視眼之原因，室內空氣，因種種原因，致不清潔，其因人之呼吸，而氧減少，碳酸水蒸氣及他種瓦斯增加，尋常成人一時間約排出碳酸二十至三十磅，溫則一百卡羅利，故室內空氣，常須流通，便輸入新鮮空氣以稀薄之，茲將每小時每人所需換之空氣列表如次

房室之用途	每小時每人所需換之空氣，立方公尺數
普通住室	50
普通病室	60 至 70
外科產醫師病室	100

傳染病室	150
工場多塵埃者	100
兵 營	晝30夜40—50
劇 場	40—60
小 學 校	15—15
高 等 學 校	25—30

通常樓宅之採光與換氣，係利用窗戶，開窗換氣，利用於風與溫差，故窗戶面積之大小，與室內之光線空氣，有密切之關係焉，然窗之大小，達於足用即可，不必過大，各窗之面積，約占地板之面積五分之一以上，普通八分之一，亦可通融，普通之大窗，無風時，每小時之換氣，為三千至四千立方公尺，但窗之面積雖已充足，然為窗外所對向之物体遮蔽，則窗雖大，仍不能達透日光而流通空氣之目的，故應注意於開角。開角者，甲線（自室內之一點與窗頂所引之線）與乙線（自室內之一點與窗外所向之遮蔽物頂如樓宇等最高部結合之線）所成之角也開角愈大，則愈光而空氣又愈易於流通，愈小則反是，故室內無論何處，其開角宜在五度以上，通常在室內視天空愈大者，則開角大，故所見天空之大小，已可知其是否合格，此外宜注意日光之射入角，此由地板上或桌上之一點，與窗頂連結之線及地板上線所成之角也，射入角大，光亦愈大，通常宜在二十度以上，故窗以高為貴，若僅注意於窗，不顧其他，則光度仍不充足，宜注意者，有下列數點。

- (一) 窗與對面牆壁之遠近須適當
- (二) 光線以來自左方及前方者為適宜
- (三) 玻璃之透明度以日光射入不同，普通防直射光線，則用磨沙或打沙玻璃，但日光減少可用凸形對曲之玻璃則無透光之虞
- (四) 窗簾之色亦須注意
- (五) 窗之對側壁，反射強者，則室內光亮，以白色為宜，次為黃色，

但以灰白色或帶青色者，為最適宜。

因開角之關係，晚近設計道路之寬度，多取二十公尺以上，若其較寬者，竟達至六七十公尺，豈獨為交通之利便已哉，其於兩旁樓宇之空氣及光線，均有相當之顧慮也，回視往昔之道路，寬度僅三四公尺，有時尚未及三公尺者，則影響於光線與空氣，殊非淺鮮，設計時，不可不注意也。

依此觀察則樓宇之採光與換氣，係藉窗戶面積之大小，及窗外有無物體之遮蔽為依歸，然窗戶所臨之地，必須為空地，或大道，於繁盛市區，其樓宇之基址，已甚狹小，除一面臨街外，其餘多無空隙之地，若欲採光與流通室內之空氣，則惟有留設通天，以資補助，依廣州市建築規則第十三條云。

凡通天，須由地面直至天面，中間不能有建築及遮障物，惟天面准建透光物遮蓋，但其頂或四週窻漏，以能全部啟閉者為限，其限制如下。

(甲)凡各種房屋其通天面積應照下列規定：

- (一)無樓者其通天面積佔建築面積百分之五。
- (二)架樓一層者其通天面積佔建築面積百分之十。
- (三)架樓二層者其通天面積佔建築面積百分之十二·五。
- (四)架樓三層者其通天面積佔建築面積百分之十五。
- (五)架樓四層者其通天面積佔建築面積百分之十七·五。
- (六)架樓四層以上者其通天面積佔建築面積百分之二十。

(建築面積係包含建築面積及通天面積而言)建有騎樓之房屋其騎樓深度作半數計

(乙)凡各種房屋之臨街方面得以其臨街部份之寬度乘八公尺作為通天面積計算(例如臨街寬度五公尺得作四平方公尺通天面積計算)如房屋之前或後留有餘地最窄一邊之寬度超過一·五公尺者得作通天計算

(丙)凡醫院養病院旅店寄宿舍等類房屋其應留通天除按上項各種規定

外另照全建築面積加百分之十

(丁)凡改建房屋如有拆動樓面或上蓋達全屋面積十分之三者須照前項規定留通天位置

(戊)凡留通天其最窄之一邊至少須有一·五公尺之寬度而其面積至少以四平方公尺為限

(己)凡房屋具有下列情形之一得免留通天

(一)照本條甲乙兩項計算所得之通天面積其相差不及一·五平方公尺者

(二)樓房深度未及八公尺者

又第三十七條第一項規定云「凡房屋深度不滿十公尺者每層住樓至少須一面開窗如深度逾十公尺者其窗口面積不得少於該樓面積百分之十如係學校課室其窗口面積不得少過該樓面積百分之二十如係工廠其窗口面積不得少過該樓面積百分之三十第二項云「凡開窗必須向街或馬路或自留巷或通天等方准作窗戶計

是則依據上述建築規則「第拾三條「甲乙丙丁戊己」六項與第三十七條，第一第式兩項之規定，於通天與窗口之留設，規定頗詳，然於此所宜注意者，若欲樓宇光線與空氣之充足，則上述之規定，祇可作為最低之依據，並非依照限制留足通天，則光線空氣確為充足也。

在交通中心，商業繁盛之地點，尺金寸土，於通天之設計，最為困難，何則，蓋在此種地位之環境，左右樓宇，巍峨高聳，除一面臨街外，多無空地，而本身之建築，又恒在三四層以上，於此情形，就令依最低限度之通天，已嫌其耗地過多，矧照章留足通天面積，尙或未能以供採光與換氣之用者乎，且通天時有雨水下降，使用上殊嫌不便，故設計者，權衡於光線空氣與地方使用之間，除留設若干通天，以供廁所廚房浴室等透光及排洩烟灰濁氣外，特設有避雨通天，其法即在通天之上，用透光物(如玻璃明瓦等)遮蓋之，並於四周建築一公尺至二公尺高度之玻璃窗，能全部活

動啟閉者如是則光氣既足而地下爲營業或居住之用者既可免下雨時之阻礙，而通天部份之地址，亦可使用，又無使地方失却聯絡之弊，此亦於商業繁盛地點設計時所宜注意也。

第二節 乾燥與潮濕之防避

乾燥與潮濕之防避除具備採光及換氣外更須注意地勢之高低與地台之構造

(甲)關於地勢主之高低者

(一)乾燥地，地在高原，或廣野，空氣流通，室內乾燥，合於衛生，固無待言，然一至夏季，日光甚烈，或至室溫過高，爲害亦大，建築樓宇於此，須當偏向南方，且必開通北方，俾使進風，而屋頂尤宜較高，兼備氣窗及厚門，以避酷暑，并防颶風，並應多植樹木，以調節室外之溫度。

(二)山阜地，山地雖屬空曠而朝口中溫度實多變動，又以各風橫暴，空氣過於流通而乾燥，建築於此，墻壁宜厚，窗戶面積，不可過大，其餘之配置如前。

(三)濕潤地，地形低窪，或近池沼，或當森林，而不向日通風者，必陰冷多濕，易生疾病，然能高築地盤，開設水溝，伐除有礙之樹木，建造偏東向之室，且多開門窗及氣窗，自無不利也。

(四)海岸地，地濱海洋必多濕風，不論依如何之方向，常與山地相反，窗戶面積，約占地板面積五分之一爲宜，並須將窗戶日開夜閉，善爲調節，庶少受濕風之害。

(乙)關於地台之構造者

(一)地台用土質燒成之大塔磚構造者，此種塔磚最能吸收水份即最能防避潮濕，至於打掃方面，較他種塔磚爲難耳，其結構方法雖注意下列各點。(1)地勢與土質必須高燥，否則要用坭填高，以免受濕氣之升上。(2)在坭土之上，必須鋪填鮮黃色之乾沙，厚度由十公分至三十公分，且必須用清潔之水沖實，以防沙質之浮鬆。(3)在塔磚之接口處，須用桐油

灰或熟灰抹口，不宜用土敏土抹口，蓋土敏土最易潮濕，而大塔磚則最能防避潮濕，其性質已不相同，且塔磚與土敏土之色澤迥不相配，於觀瞻上尤為有礙。

(二)地台鋪土敏土塔磚者，此種塔磚祇係便於打掃不能防避潮濕，故通常多用於樓面，然亦有用於地面者，其結構須注意下列各點。(1)地勢與土質之注意同前。(2)在坭土上，先鋪填煤屑厚度由十公分至二十公分，用工格實，在煤屑面再鋪土敏三合土一層，厚度約十公分，(3)用土敏土粗沙或土敏土灰沙漿打底，塔磚面用土敏入土罅。(4)或在於土敏三合土之上下加鋪臘青毡各一層，以防潮濕。

(三)尚有鋪他種磚或用木料作地板者，地板下之構造與第二法之構造大畧相同。

上列各種方法，於地台之防潮濕，以第一種為最佳，若能於坭土上先用煤屑填鋪十公分至二十公分然後鋪沙，則更為妥當，次則為用木料之地板，然因若用良好木質之木料，則價值甚昂，若木質不堅，則反不如用第一法之構造矣，若鋪土敏土塔磚者，雖經種種結構工程，然於南風溫濕之時，終難達到避潮濕之目的，故又有主張地台要離開地面建築者，即地下層，為地牢，通常多不住人，以為隔離潮濕之用，其地台之構造，實與樓面無異，然若樓面鋪土敏土塔磚者，於南風溫濕之時，仍不免有潮濕，不過其潮濕之程度，比地台面為減低耳。

第三節 防雨水及寒暑之設計

雨水與寒暑之天氣，均宜設法防避之，關於建築上之防雨與避熱方法，須注意牆壁，窗面，及天台面之構造，蓋室內與室外溫度，藉其阻隔而溫度減低，若構造不良，則室外之溫度，間接傳入，而增加室內之溫度，其設計應注意下列各點。

(一)牆壁，用普通磚壁者，不宜用單隔牆，至少要用雙隔牆，而三隔牆則更佳，蓋磚壁愈厚，而傳熱性亦愈少也，若非受力部份，則更可用通心磚構築之，因通心磚內部空位含有空氣，熱氣在外射入，為空位之空氣

融合之，故通心磚可用爲禦暑熱之利器，凡磚之縫口，必須用灰或土敏土塞滿，使無罅隙，而防雨水之侵入。

(二)瓦面，瓦可爲防熱防雨水之用，因瓦爲土質燒成，其傳熱性較鐵片或三合土爲少，且價值甚廉，樓宇屋頂，多採用之，瓦面之構造法，可分爲三種，(1)單層魚鱗瓦，即將瓦片砌成魚鱗式，蓋以瓦筒，筒內用灰或坭塞滿，筒面用灰塗綠之，(2)普通單層瓦即在桁桷之上，先砌看瓦或稱襯瓦一層，再鋪魚鱗瓦，上蓋以瓦筒，筒內及筒面之構造同上，(3)雙層瓦，係將第二種構造法造妥時，再加造第一種之構造是也，第一第二兩種其目的祇爲防止雨水而設，蓋非如是，不能防避雨水，而第二種較第一種爲美觀，且易於粉飾，及打掃，第一及第二兩種構造，若爲強烈之日光照射，則室外之溫度甚高，而接間傳入室內之溫度亦高，故居住樓宇之頂層者，夏日常受炎熱之苦，第三種構造，對於防雨水與防暑熱均甚優良，蓋有兩重魚鱗瓦片，其不易漏雨水固矣，且可避熱，因下層之魚鱗瓦與上層魚鱗瓦之間，含有空位，雖上層瓦面已受強烈日光之蒸晒，其傳入之高溫，被該空位之低溫空氣所化，故溫度從此而再減，此其能避熱之理由也，爲防熱防雨水計，通常瓦面，以鋪雙層瓦爲最適宜。

瓦面斜度宜在二十五度與三十五度之間，若大於三十五度瓦片有滑下之弊，若小於二十五度則流水太慢，雨水易於漏入，此外尚有鋅鐵片以作屋頂或牆壁，然祇可以禦風雨，關於防暑熱之點則爲最劣，因鐵片富於傳熱性也。

(三)天台面，天台面構造，通常分爲下列五種：

(1)木樓面鋪雙層碇磚，此法通常用木桁樑上釘杉樓板，或杉桷，上用灰沙漿或土敏土沙漿打底，鋪碇磚二砧，上面碇磚之溝，則用土敏土入口。

(2)鋼筋三合土塊面，此乃用鋼筋三合土造成塊面，通常厚度多爲十公分至一十五公分，有特別情形者，依設計而定，自爲例外。

(3) 鋼筋三合土塊面上鋪碇磚，此法於三合土塊面之上以灰沙漿或土敏土沙漿打底，而上鋪碇磚，磚縫用土敏土入口。

(4) 鋼筋三合土塊面上砌磚，磚上鋪碇磚，此法與第三法相同，不過於未鋪碇磚時，先用磚作底，乘高塔磚，使塔磚與塊面間留有空位也。

(5) 用密樑式鋼筋三合土塊面利用通心磚作底，塊面上又鋪臘青氈，氈上再鋪塔磚，此法即鋼筋三合土樓面，不過其間含有通心磚，上面加鋪臘青氈，再鋪塔磚與第三法同。

上述所用之塔磚，俱係用土質燒成丁方約三十七公分，厚約三·五至四公分，此種塔磚，其傳熱性最微，雖受烈日之蒸晒，然日光收滅，不久即自然放涼，此宜注意者也，第一種為最經濟之建築，但因其用杉料之支架，其性質不能持久，而易於漏雨，至防熱則較單層瓦及鋼筋三合土塊面為良，因塔磚較瓦為厚，而其傳熱性亦較微也。第二種，祇可作為防雨之用，不能抵抗日光之熱力，因三合土富有傳熱性，一經日光之照射，即含蓄熱度，如鐵爐之受火燃燒，而發高溫，故防暑熱以三合土塊面為最劣。第三種乃就第二種之建築物再鋪塔磚，係利用塔磚為防熱之具，對於防雨水與防熱已有相當之顧慮。第四第五兩種，同為利用空位以調節熱度，為天台面建築上防雨防熱之善法，而第四法則較第五法為經濟耳。

此外關於色澤或樹木者，如黑色則吸收溫熱多，白色者反之，又利用種樹木以吸收溫度者，則樹木宜植樓宇之外邊，樹身與樓宇之距離，應等於該樹長成時之高度，此乃因室內感受日光直射之熱度雖強，而日光照射於地時，由地反射之熱度更強也，若植樹之距離，等於該樹長成時之高度，則能利用樹影以陰蔽地面，可減去反射之熱度故也。

若上述各種方法尚未足以防禦暑熱者，則要利用機械而設冷氣工程，禦寒之法可用溫室法，溫室法分為二種，即局部溫室法及中央溫室法是也，前者溫暖局部之謂，後者由一處分佈於各部之謂，二者，各有利害，局部溫暖雖為簡便，但以搬運煤炭，且有燃燒生產物，易使室內空氣污染，中央

溫室法，只須一人之注意，能調節各室之溫度，室內空氣，無污染不潔之虞，惟設備費較昂，且發溫部一有破損，則全部受寒，然此究為進步之溫室法。

局部溫室法

(一)火盆火爐，此法為溫室中之最劣者，因有燃燒生產物污染空氣，且放散大而傳導少。

(二)牆爐裝置於牆之下部，烟通藏於壁內，其烟可散於室外，但放溫多，且不經濟，故用之者少。

(三)洋爐為鐵製之圓柱體，分輸煤及通氣之處，又裝為烟通，較火盆為良，但以裝置佳良者為宜。

(四)磚爐歐洲極冷處用之。

(五)坑亦為溫暖裝置，我國北部多用之。

此外尚有煤油爐電爐煤氣爐皆各有利害亦溫室之法也，

中央溫室法

(一)空氣溫室法，即在家屋最下層，造一發溫處，其內置煤爐或蒸氣裝置，可得許多溫熱之空氣，由傳導於上層房內，爐之面積愈大愈佳，溫度不宜太高，爐亦不可太熱，又常撒水於爐之表面，勿使空氣太乾。

(二)蒸氣溫室法，家屋下裝置氣鍋，設有鐵管及溫暖裝置，蒸氣發生時，由鐵管傳入，各室內具有溫暖裝置，以高壓又送於高遠，但蒸氣凝集時有響聲，惟構造佳良者無此弊。

冬季換氣，其暖氣入口，宜在天板近旁，出口宜在地板近旁，蓋暖氣比重較輕，自上口入，則先集於室之上部，漸波及下部，故較冷之穢氣，能向下口排出，夏季換氣，宜用較冷空氣，其入口宜在下部，出口在上部，蓋冷空氣比重較重，漸集下部，則穢氣自上口出也。

第四節 避煙灰之佈置

樓宇建築，例有廚房，以為零疊之所，常見許多房屋，一經零疊，則烟灰薰滿全屋，於衛生上固有妨害，而於室內之衣物，亦蒙損害，此去煙

灰之方法，所宜注意也，廚房因空氣與光線之關係，必須有一面開窗（或開通氣窗）向街臨通天，或空隙地，否則須開天窗，使不受煙灰之薰入，關於建築上之防避廚房煙灰之方法，列舉如下，

（一）廚房分離房屋而獨立，且廚房之窗口，不宜對正所用之房屋，以免煙灰由窗口吹出。

（二）廚房窗口所對之通天，專屬於廚房之用，所有樓房窗口概不利用廚房之通天，以防煙灰由窗口透入。

（三）廚房之窗口，宜向西方或北方，因廚房窗口常係打開，蓋年中吹西風之時間甚短，窗口向西，甚少風到，則煙灰不能藉風力吹動而透入室內，又吹北風之時，天氣寒涼，雖關閉窗門以避北風，司廚者亦致苦熱難堪，廚房窗口如係向東南者則窗口不宜過大且須安置玻璃柏葉窗及其他通氣窗。

（四）廚房應建運火灶或機器灶，使煙灰由烟通直上，此種烟通直徑通常十五公分左右為適宜。

（五）如係祇建風爐基而不建運火灶或機器灶之廚房此種於城市內租賃之房屋最多，則須設烟遮而烟通直徑須有三十公分且烟通之位置須設於風力之合力之處然後可令煙灰由烟通升上。

（六）每廚房一所須有一個烟通直接透出屋背並不可與別個烟通混合。

（七）烟通須垂直如有傾斜不宜超過四十五度且烟通愈高則排烟之量益增加。

第五節 雨水及污水之排洩

穢物及污水即種種不潔之物質，如大小便洗濯後之污水，及雨水等是也，此種穢物與污水之排洩，鄉村與城市不同，鄉村人口及房屋少，而空地多，排除雖不完全，為害較少，城市空地少，居民衆，樓宇密，穢物及污水多，倘排除不充份，則受害良多，關於穢物與污水之排除，應注意下列各點。

(1) 廁所，糞便排泄，必須便所，故家必設置一所，但每十五人，須增加受糞器一具，在舊式者為坑廁式，與桶廁式，二種對於衛生，均不適宜，故通用多採水廁，其利便有三，(一)易清糞溺，因每水廁必附一水箱，大便既畢，即開水掣，則糞溺隨水流之力量而沖入化糞池。(二)臭氣極微，除大便時尚有多少臭氣外，糞溺一經沖入化糞池，即無臭氣透出。(三)容易清潔，水廁之受糞器，俱為洋瓷造成，故甚易洗刷之。

惟設水廁者必須注意化糞池之構造，與輸糞喉，透氣喉之裝置，如化糞池之構造不良，或容量過小，則糞入池內，而不能得分化作用，以致糞溺流入溝渠，臭氣薰蒸，於衛生上固為妨害，若輸糞喉裝置不善，則更令糞溺無從輸洩，閉塞不通，或糞喉漏水，則更糞溺橫流，全屋均成臭屋，透氣喉必須由化糞池直達至屋頂二公尺以上免臭氣由風而傳入室內，至於化糞池之式樣，各都市工務局多有標準之圖式。

(2) 小便所，小便所，宜常用水沖洗之，或用機油混合劑塗敷其壁以防尿之附着，因塗佈料徐徐混入，可防尿之分解，又因油類浮油于尿之表面可防氣體之發生，通常樓宇，如有水廁者，則尿兜亦利便自來水沖洗之，所有便溺，流入化糞池。

(3) 水槽及水筒，凡簷口應設水槽，以截瓦面或天台之雨水，引入水筒，復由水筒傳入雨水渠而宣洩，否則雨水向下傾瀉時，墻壁盡濕矣。

(4) 溝渠，排除污水雨水，皆用溝渠，有露於地面者謂之明渠，雖洗濯容易，然祇可宣洩雨水，不能以宣洩污水，蓋防臭氣之蒸散也，亦有種種不利，蓋明渠之水，稍有停滯，則病毒之接觸機會多，而蚊蟲之發生亦盛，故衛生上亦非用暗渠不可，有暗渠則污水雨水污物可隨水流去縱有污濁氣味不致有向外蒸散之虞，[暗渠可分為三種]：

(一) 污水渠專為流通化糞池之污水至街外公共總渠之用者。

(二) 雨水渠專為流通樓宇之雨水或洗濯後之污水引至街外公共總渠。

(三)混合渠即祇設溝渠一度不論雨水污水均靠其宣洩也。

(4)沙井，凡下水筒與溝渠接口處，或溝渠之轉角處，必須留設沙井，以爲清除穢物之用，否則溝渠閉塞時，難於清理也，沙井之面應與地面同高，其底係較低於渠底約半公尺，蓋爲停流渣滓之用也。

(5)渠冷，渠冷者，以鐵質造成之疏子形或疏圓孔形之薄塊，安裝在水筒之頂端，或渠口處，蓋雨水流入水筒或溝渠時，混合污穢渣滓雜物，苟無渠冷之疏鐵以阻止之，則水筒或溝渠甚易閉塞。

渠徑之大小，視排水之多寡而定，不宜過大或過小，因渠徑過大，則水流慢，慢則污水含蓄之渣滓，不能藉本身水力之沖洗，致有停積之虞，故常見舊日樓宇之大渠而內便滿積沙坭者，即此故也。但過小則排洩不及，又有氾濫之弊，通常樓宇所用之渠徑爲圓形，其直徑分爲十五公分，二十三公分，及三十公分三種，大概供一宅人之用者以第一種爲宜，供二宅至四宅人之用者以第二種爲宜，供五宅人以上用者，宜用第三種。

茲並將廣州市建築規則關於渠道及水槽者錄出以供參考焉：

(甲)凡舖戶安設渠道祇准接駁馬路旁渠不得直接馬路總渠及留沙井如馬路未有旁渠者須用十五公分徑以上之渠筒通出行人路底然後用三十公分徑以上之渠筒沿渠邊石平行轉駁至留沙井。

(乙)凡內街渠道接駁馬路渠道者必須於該渠近街口處設一留沙井內窿寬半公尺：方以上井蓋用堅固材料建造如建有街渠之街道屋在不得設置深井積水坑或廢渠等其舊日建有者亦應一律拆毀填塞。

(丙)凡屋內渠道每一百公尺須低斜一公尺以上並於附近接駁街渠處須造一留沙井其建築造法井底須低渠底三十公分以上並於井沙出口處以鐵網攔閘渠道。

(丁)凡簷前滲水須接以水筒或水槽引水由地底透入街渠不准逕向人行路面或街面傾洩。

(戊)凡建造渠管應照下列之規定：

- 一·凡渠管宜用光滑順直無滲漏性之材料爲之
- 二·各管之連合處須用土敏漿或溶鉛封密
- 三·凡渠管橫穿牆壁應有磚拱石塊鐵枝等物在上防護擠壓
- 四·雨水渠或污水渠不得與輸糞輸尿等管接駁如建有化糞池者不在此限
- 五·凡瓦筒渠底如非堅實泥土須用十五公分厚三合土墊托兩旁用三合土包裹其厚度須與渠筒之半徑等

(己)凡渠管不得藏於牆內並不得徑向人行路面或街面經過

(庚)臨街牆壁外之水槽其形式有礙街道或建築觀瞻者得令其安設他處

(辛)凡騎建脈渠或公共之渠道須呈繳騎渠部份之詳細工程圖式並須將

該渠位置繪入四至圖內。

第四章 美觀

第一節 樓宇之形式

樓宇之建築必須具有相當之美術性，然後足以啓發吾人之觀感，而樓宇之美觀與否，關係於其平面之形狀或立面的形狀，樓宇平面的形狀可分爲正方形，長方形，丁字形，十字形，L形，凹形，凸形，回字形，等等，其所以取各種之形狀者，故爲供美術上之需求，然他方亦因光線及空氣之關係也。

第二節 宮殿式

中國宮殿式，爲最美觀之樓宇，其平面形狀，例取長方形，寬度約爲長度之半，其最寬之寬度，因屋頂及光線關係，不宜超過二十五公尺，故若遇樓宇需要之面積過大，(即需要長度過長者)爲免使發生過形狹長之印象自宜將之分作數部，連接一處，以中部爲主，兩旁爲翼，此宮殿式平面的形狀之要點也，又我國宮殿式建築類皆平矮過高即失其特點故普通不過一二層若過於高大，則爲不倫不類，此關於立面之要點也，宮殿式之外表爲四簷滴水之瓦面，爲梁柱式，爲飛簷鸞斗，其特點在能運用各種顏色以

裝飾梁柱簷口各部分，其工作之精巧，怡情悅目，有引人入勝之處。

第三節 立體式

立體式為當今最盛行之形式，地盤之形式，固可任意規劃，而樓宇之立面，多採逐漸縮小，而作種種形式，隨設計者之意思而規劃之，其優點不獨美觀且可利用縮入之部份，而作洋台，多得休憩之所，而於樓宇之光線與空氣亦有重要之幫助也。

此外關於美觀之設計，尚有採用西洋之樑柱式，[如羅馬多力柱，希臘多力柱，埃及多力柱者，其心思之精微，結構之精巧，固足以垂永久而不忘也，總之，樓宇美觀之要點，必須不變其各種有名形式之特點，且各部之長濶高低合宜，樑柱門窗之大小相當，裝飾物必須雅緻，各部顏色相配，樓宇之全部與四週情形相調協。

第五章 經濟

第一節 材料上之經濟

樓宇建築，材料之價值，佔百分之七十五至八十以上，材料之選用，自非詳細研究不可，故關於材料之大小，當視材料之性質而定，性質堅實者，需用較小，反之，則需用多，設計時，需用材料之尺寸，以適合安全而止，毋須過大，過大則耗費材料，不經濟之甚也，其次，注意材料之產地，蓋某種材料，係由某地出產者，品質優良，又價錢經濟，苟細心觀察查詢，當可知之，通用材料之優劣，以價錢之平貴為分別之標準，蓋賣貨者必審定其材料究應能值幾何也，惟遇有某種係不通行之材料，或某種材料存貨不多，而致價值昂貴者，則價值雖昂，未可視為優良之材料，於設計時不宜採用之，至於應用上等材料或普通材料，則視當事者經濟力量之問題耳。

第二節 工作上之經濟

欲建築良好之樓宇，必須有優良之工作，故工作上之經濟，不可不注

意焉，工金之多寡，以工作之難易判之，故設計樓宇時，如於大體無關之部位，不應為繁瑣之工作，即令係重要部份，亦應斟酌於實用上之需求與節省工作並重，使工程工價不致因工作繁瑣而影響。

第三節 管理上之經濟

樓宇建築材料既已選定矣，工人工作亦經分配矣，然仍未能達樓宇建築經濟之目的，蓋用料之時，是否依照設計之標準，又材料有無因管理不善而致變壞，及工人之勤惰等等非有經驗豐富善良管理之人決難達到設計時之目的，故管理上之經濟，為材料及工作經濟之總匯，常因管理週到，以最低價值達到最優之成績，而工程費用，比預算時竟可節省價值達百分之十至十五，乃尋常之事也。

第四節 輸運上之經濟

通常材料之輸運費，約佔材料價值百分之十，材料之運費，於材料之經濟影響頗鉅，故選用材料，應盡量採用土產，必所用之材料，為該地所無，或雖有而質地不良者，始可採用別處之產物，是亦為節省運費之關係也，再則為建築地點，是否水陸交通之利便，水運常較陸運為廉，建築地點，至好在距離水埔約五十步脚以內，因此短距離，有多種材料，習慣上係由艇家包運上落，祇計僱工，無容另計挑工，其次則為陸上有車路可達到之處，運費最昂者，乃既無水路可通，車路又不能達到之地，通常運費之遞增如次，例如在出產地時之原價值為一，由水路運輸直達建築地點者其價為一·一至一·一二，水運後再用車送到建築地點者則其價值為一·二至一·二五，若水運後繼以車送達再要人工挑至建築地點者，則其價值增至一·二五至一·三五，可知同一物品，以出產地使用，與運輸不便之地點使用者，其價值竟增至百分之三十五，故輸運上之經濟，影響於樓宇建築之甚鉅設計時不能不注意也。

結 語

以上所述僅為樓宇設計最普通之常識無論何種樓宇必須量其情形詳為

設備然後始可稱爲完全然以之比吾國舊式樓宇則何如其甚焉者工料低劣傾塌堪虞無論矣卽或徒具外觀究其內容不適於實用或徒然高大陰濕非常或黑暗不明空氣不足求能具本篇所述各事項者曾有幾何而一經舉燬則烟灰滿屋者尤舉目皆是此無他市民之建築樓宇者其設計責任頗多委諸圻工或木匠之手以彼其材舉彼其事雖盡心戮力已難望其設計完善何況主事者又每多先與之訂妥建築費若干然後始從事規劃耶故樓宇建築除郊外者外能依上述各章加之意者竟如鳳毛麟角而惟求地方之廣大不理光線與空氣之是否充足者則如汗牛充棟矣蓋市內建築衛生上之各要點如採光換氣避烟等等均惟通天是賴若開深大之通天則佔去地方甚多故也以故雖經政府之明定取締章則依照規定勘驗執行違則拆罰兼施然勘驗既畢，每多自行從事於遮閉通天之工作豈其不知通天之效用耶抑明知而故意爲之耶推其故不外爲增多地方之使用而置衛生於不顧耳無怪疾病叢生外人誦吾人爲病夫矣以上五章所述都爲樓宇設計最淺近之常識理宜人人共知人人共行豈敢介紹於建築工程學者之前亦欲使凡我市民共知之而共行之耳。

(完)

廣東水患研究

(其 一)

~~~~~黃 禧 駢~~~~~

## 沙 田 及 基 圍

研究廣東治河辦法，論者各有主張，如植林，開鑿新河，建蓄水庫，割直河道等，其適合實情，緩急相濟否，柯維廉先生於「廣東水患問題」中，經有具論。就本省財政能力言之，治河方針，須以興利除害同時並舉為主；即以<sup>一</sup>最經濟之方法，收相當之利益，防目前之<sup>一</sup>水患，發展未來之水利是也。

廣東各江，均係固定河床，潦水頻率較少，沿江田園，大都藉基圍障護，加以沿江地土膏腴，物產豐富，人民安居忘危，與水爭地，對於河道之整理，向不介意。積弊愈深，水患日亟，時至今日，潦水為災，無年不有，甚至<sup>一</sup>河道灌溉亦受影響。推其原因，首由淤沙之<sup>一</sup>斷絕水性，次則基圍之<sup>一</sup>危象叢生。以至農村破產，生機頻絕。方今復興農村，恢復國力當中，粵省之沙田與基圍，實為治水者目前最大目標。惟二者積習已深，變更匪易，其整理辦法，至堪研究，僅就管見陳之。

### (1) 沙 田

河流發源於山谷間，水流湍急，挾沙帶石，迨迄平原，流速較緩，砂

石沉積，固爲一般河流現象；粵省除韓江自成一系外，珠江承三江之水，以海爲尾閘，河口附近，海潮逆流而上，因密度大小不同，流向有異，水流速度驟然減少，沙泥沉淤，填塞河槽，偶遇潦漲，遂宣洩不及。潦水遇阻，勢必壅積，比降增大，水不勝砂，必將中流氾濫，下流分岐；分則勢緩，緩則沙停，停則河飽，飽又分岐。即幸而潦水因壅塞而壓力增加，沙隨水刷，仍取原方向下流，則三角洲日益擴大，沙洲漸向海中擴張，日積月累，增加無已。考之古籍，粵之版宇，在唐以前，短今幾半，西江自四會卽入海，今則四會以下，沃野千里，南順中番各屬，窄澁斷港，縈曲迴淤，沙洲林立。分岐愈甚，沉積愈多，不特爲潦患之原，抑亦大碍航運。而沿江居民，利沉積地之膏腴，竟浪築石壩，強圍成田，斷絕水性，沙田愈多，水流愈曲，河口愈狹，識者早有仿長江廢田還湖之議，主張刮去沙田，疏濬河道，此固屬確論，但事實未易實行者，其故有二：

(一)沙田之興，不自今始，其初係將自然沉積地施以墾植，嚴格言之，各江河口自潮汕以至東莞，寶安，番禺，中山，順德，新會，各屬，何一而無沙田，不特爲沿海人民生活之源，抑亦府庫收入之一，舉而廢之，何殊因噎廢食？且工程鉅大，事非容易。

(二)卽將一部份之砂田刮去，而浮坭淺水，不難又復沉積，生生不已，清理無期。

其消極辦法，惟有將主要出口水道，其曲折不齊者，築圍範水，其淤淺過甚者，加以疏濬，利用潮汐之漲落，束水攻沙，使河道正直，潦水易洩，其他錯雜支流，則用活動水閘調節，使平時用以灌溉，潦漲用以旁洩，是不特開闢新地，增加稅收，且束水歸槽，排潦與航運，兩受其益。至於限制沙田辦法，謹擬如下：

(A) 嚴禁沙棍堵截沙坭：

沿河附近居民，往往用椿排碎石等橫伸江中，積淤成田，視爲利藪。故有「一千兩石一萬兩田」之說；因此坐成鉅富者，大不乏人。利之所在，

群起仿效，今日此處增一沙，明日彼處築一圍，與水爭地，一日千里，財政廳雖有沙田清丈之舉，但沙棍之崇未絕，沙田經界永不能確定。沙田日增，水患日甚，此種祇圖私利，妄顧大局，殊堪痛恨；應責成縣政府及警衛隊，嚴行監視，並准附近鄉民，隨時舉報，犯者以侵佔公物，危害公安論罪。

(B) 嚴限承領沙田執照：

政府頒發沙田執照，原准自然積淤，准許人民領照開耕，以免荒廢。不法之徒，瞞報請領，以多報少，往往淤沙未成，執照已領；更有倚執照為護符，陸續開拓，即清丈時與原面積不符，則詭稱自然淤成，與彼無涉。充其量不過重新登記，換領執照而已。此由於政府限制太寬，從中復有土豪劣紳包庇，致若輩有恃無恐，自應將清丈經界，樹立界線，所有承領新沙，應派員視察，確無侵佔情弊，然後發給。

(C) 徵收沙捐整理河道：

沙田本屬侵佔河道，沙田愈多，河道愈壞，築圍用以保護沙田，徵收沙捐以修河築圍，事至公允，且可減少強佔者覬覦。（各縣現在徵收之沙捐，應移作修河經費）。

以上所舉，沙田積弊，雖不能完全免除；但限制堵截新沙，至少可保持河床，河床固定，然後疏淤，排潦，整理航道等，方易着手。

(2) 基 圍

粵省各地建築基圍，由來甚古。各幹河及支流，莫不有之。考之志乘，各地藉圍保護而收灌溉之利者，不可勝數，對於治河，亦有相當助力，蓋其功用（一）增加潦水流速，（二）潦水漲時水位增高，兩岸田土不致受損；（三）下游流量增加，（四）上游坡度減少，（五）束水歸槽，有攻淤能力，故賈誼謂「隄防雖不能禦異常之水，然其制不能廢者」此也。

然基圍建築以後，河面改狹，潦水之工作能力增大，因是而起之弊為（一）河床不規則之形狀，較前益甚。（二）深槽被刷加深，（三）河床上之沙脊加高。故近世水工學者，多認定基圍雖可保護田地，對於河道本身，並



無利益，徒增河床形狀之變化而已。

綜上觀之，基圍對於河道，利害各半，有適於彼不適於此者，未可一概而論，至其保障田園之能力如何，亦視修守之法而異。粵省各地，夾江基圍，不下數千里。其影響河床之變化若何，雖未見詳細測定，而資以防潦者，則屢屢失事。其原因及補救方法若何，治水者實應澈底研究者也。

各地建圍之初，不過一鄉一族保護一部份之田地，其間不乏由人民捐助或官憲責令建築者，各自為政，因陋就簡，既無工程常識，又乏遠大眼光，對於河道之影響更無論矣；加以平時不知愛護，徒具形式，偶遇潦漲，彼崩此潰，治水者疲於奔命，論者謂「北省水患，在於無堤，粵省水患，在於多堤」，非過論也。

然則基圍果為患於粵耶？是又未必，堤防之制，各國多有採用。對於築圍方法，著有專書。我國先哲於築堤護堤亦不鮮詳確經驗。吾人對於粵省基圍，固不能拆除改建，惟有考究其致患之由，參照前人方法，注意建築養護修守事宜，逐段改繕，期臻於善而已。畧述如下：

#### (A) 位置

基圍之位置，雖欲保護田園，但應以不碍河流，能納潦水，不强水性為主。觀各屬基圍，除沿江建築者外，縱橫錯雜，圍個人利便。以致水起渦旋，基圍易壞；或強杜水性，流沙淤積；或迎溜坐灣，受水冲刷；皆足損壞堤身，影響河道，是宜拆除改建，或加以掩護。

#### (B) 建築

築圍之先，應周密勘查基礎情形，所有樹根草皮以及一切雜物之枝葉，應剷除淨盡，使地面完全潔淨；然後用鐵挖鬆上層之泥，至適當深度，再加新土，混合搗實，使新舊土連成一片，如土面過劣，必須剷除拋棄，然後再加新土。必要時，須沿圍中線挖一溝槽，然後層層堆築，務使基礎與圍身密合。吾粵基圍，類多沿河灘堆築，基礎鬆浮，易於陷落，應於基圍中心，多用排椿，使基礎穩固。至韓江沿岸，河堤下層常被水滲透，須

多挖數槽，并將槽之面積減少，然後堆築，以減少下層土質之影響。

### (C) 取 土

土質之良否，影響於基圍甚大，劉天和曰「凡創築堤必擇堅實好土，毋用浮雜沙泥，必乾燥適宜。燥則每層須用水灑潤，必於數十步外平取尺許，毋深取成坑，致碍耕種，毋近堤成溝，致水浸沒……」舊圍增厚，則加土宜在外坡之上，使新舊土藉水壓黏合。粵省基圍，多屬膠土，惟每多龜裂，且每當搶險加高時，恆就堤脚取土填上，雖云濟急，實不足法。

### (D) 斜 坡

斜坡之大小，視水壓，土質，及基圍高度而異，務使能抵禦外來壓力，經久之浸潤線，常在圍身內為主。各地之基圍，每憑固有習慣，斜坡極不一致，治河會雖有「外坡一比三，內坡一比二」之規定，但依此修築者尙少，應嚴加督率，毋使因一段而影響全部。

### (E) 養 護

吾國治河書，關於修守提防，堵塞漏決，保護堤身諸法，備極詳盡，其主旨亦與西法相類，足資治河者之參考。所謂歲收宜早，搶修宜速，有修斯守，有守始修，守因修生，修從守出，不可偏重，不可偏廢，重修而疏於守者，工程雖極整齊，而一經汎水，當衝，潰決隨在堪虞，重守而忽於修者，防禦雖甚嚴密，而日久河淤堤矮，無處不患其漫溢，故廢守廢修則水利難收，水害頻薦。……其防守則有官守，民守，官民分守，官督民守之組織，每歲按期巡視，洩瀉異漲，則有減水壩之設備，掩護堤面，則有種草植柳之法，至秋季竅堤，搜捕灌鼠等，無不力求周全，蓋倚隄為命，不得不如是也。

返觀粵省各地基圍，在旱季時，幾同虛設，牛馬踐踏，人民侵佔，種植果木，駕廬建屋，其尤荒謬者則開穴埋骨，缺堤取水；在南番順各屬，則於堤頂及斜坡種植菓木蔬菜為最普遍，一若墾殖廢地，增加生產者，而地方官吏，不聞不理；不知根深入土，虫蟻隨生，根腐土虛，遂成巖穴，

每遇大風，枝幹搖動，泥土鬆裂，且枝葉蔭蔽，對於巡察填泥工作等，尤為障礙，亟宜悉數清除。至堤坡附近，每多蟻蛇鼠之穴，居民挖取，不復填塞，又或堤界耕戶，任意侵佔，凡斯種種，以致基圍日見鬆壞，每值潦水暴漲，鳴鑼搶險，雖加高堤身，惟平日百補千瘡，修理已遲，其狡者則偷鑿鄰圍，藉減水勢，以鄰為壑，械鬥由是而起，所謂多圍多患，即此故也。

今後養護之道，首在保護基面。凡在圍坡界線內，一律作為官地，嚴禁人民侵佔及種植等情。圍面及斜坡，改種草皮，使庇雨淋而殺風浪。加高堤身，以防暴漲，迎溜坐灣之處，應加鋪石砌，或設減水壩，以殺水勢。填塞蛇洞，水穴，浪窩，水溝，以免滲漏，時常派員巡視，倘有不合，則責令該鄉即日修繕，並隨時細查河道改變情形，某處漲有沙嘴，某處岸受侵蝕，考其為害之輕重緩急，因地制宜，或疏或築，務使河流通暢，基圍無恙然後可。

粵省各江，於民國廿二年曾由治河會函請省府催促各鄉成立「圍董會」，以就地居民，田園廬墓所繫，關係較切；且附近情形，認識較深，官民合作，法本甚善。辦理以來，其顧全桑梓，努力奉公者固多，而因公濟私，敷衍擾民者亦不少。其原因（一）圍董為土豪劣紳包辦，若輩未必有工程常識，（二）各圍以歷史地理關係，不免各自為政，（三）兩縣或兩區間基圍易生糾紛，（四）搶險修築，抽捐徵丁，易生流弊。故辦理以來，功效未著，將來各縣水利局成立時，關於修守事宜，應直接由該局辦理，否則由該縣建設科辦理，以成績之高下，為考成之標準，務使指揮容易，舉省一致，方易奏效也。

## 廣東三大江水患之研究

王 衍 弼

江河之於地面，善處之則利，不善處之則害；如任其隨天然之地勢，不斷下流，則其利甚微，而害反加焉。故欲得水之利，必善治之，欲防水之害，亦必善治之。我國大水，如黃河長江珠江等，莫不利小害多，是則中國日趨於貧弱之途，非無因也。際此我國趨於統一，亟應早作圖治，轉害為利，國家前途，亦有賴焉。

廣東位於中國南部，地勢低窪，半面臨海，其西北部諸省，地勢均為高山峻嶺，故珠江來源多自湘贛桂諸省，而匯合於廣州以出海者也。廣東河流，其大者有東江，西江，北江等。茲分述其狀況如下：

東江：東江發源于本省東北之山嶺，向西南下流，至石龍附近與珠江匯合，為粵中第三大江，全長約四百五十公里；支流有新豐江秋香江西江及增江等，此四江旱季流水甚少，惟在潦期，水漲甚速。但河床極淺，尚幸均低于兩岸，平均濶度約六百公尺。河堤為沖積之幼沙與黏土相疊而成，無抵抗潦水之能力。雨量每年平均為一八九一公厘。其流量於高水度時為每秒六千零七十立方公尺。

西江：西江發源于雲南省之東北部，初向東南流，橫穿桂省以入粵，至三水之南，乃分數道入海，為粵中第一大江，全長約一千七百八十餘里，重要支流有十，曰右江，容江，南江，新興江，清江，北盤江，巴盤

江，柳江，桂江，綏江等。西江河床，上游有數處收束地點，水流經過時，必需漲高，始能放過，羚羊峽以下，西江河床在諸山之間，為淤積所成，河床之變更甚少，但沉澱甚多，河底日見增高，於航行甚不便也。西江雨量每年平均約為一五五〇公厘。其流量各地不同，以民國四年為大，在梧州為每秒五九〇〇〇立方公尺，在七寶蓮為每秒五七〇〇〇立方公尺，貝水為五四・〇〇〇，三水為一一・五〇〇，馬口為每秒四四〇〇〇立方公尺。

北江：北江發源于粵北梅嶺南麓，初向西南流，至三水乃轉向東南，分數水道以入海，全長約五百公里，為粵省第二大江，其支流有武水滄江，連江，潯江，綏江等，大都河道短小，水流湍急，有可供設水力發電廠者，但旱季枯涸，雨季則盛漲。北江河床濶處，沙坦甚多，在飛來峽上，水深約一公尺，其沉澱之大，較西江尤甚；飛來峽以下，地屬平原，河床漸廣，流速亦減，坭沙淤積而成倫洲，峽口至倫洲一帶，低水時深約一・八公尺，至鄧塘洲，低水度時，河面寬僅五百公尺，深二・四公尺，高水度時寬達二千公尺，深十一公尺，至蘆包附近，最低部份於低水時約二公尺，思賢潭上下游，積淤日甚，成一老鴉洲；西南一帶淤積迅速，沙坦極多，河面濶狹不一，流速參差；在柴洞附近，河狹水淺。順德水道雖為北江幹流，然亦甚淺。北江雨量，每年平均為一六五九公厘。其流量以民國四年為最大每秒一五・五〇〇立方公尺；潯江測站觀測，得每秒七百立方公尺；其餘青攬海為一〇〇〇立方公尺，蘆包為二一〇〇公尺，西南為每秒一五〇〇公尺。

此三大江中，東江自成一系，西江與北江在三水之附近，互相貫通，而一江水度之變更，常影響于他江，每當潦季，水多從西江流入北江，旱季則水從北江流入西江。

粵省水患，雖無準確之洪水率，而普通洪水，數年始一見，非常洪水，數十年始一見；究其為患原因，乃因各江河床淺窄，而舊有基圍，多屬崩壞，或間斷不續，每當夏秋雨季，水勢潦漲，流量一旦增加，沿江既

乏森林之阻遏，又無沼湖之淵注，勢必溢隄氾濫以成災患，民國以來，其爲患最大者，爲民國四年，損失約三千餘萬，其餘每年之損失較小者則不勝枚舉，溯以前治理之法，均爲局部救濟，或由鄉民作簡陋之抵禦，或由政府作消極之賑濟，既缺乏治河學識，又無統一規劃，是以廣東水患，厥無治理之日，迨民國四年，人民與政府鑒水患之亟，始有廣東治河處之創設，於是廣東水政，才得稍具眉目也。

關於各江狀況及過去災患，已略如上述，至其治理方法，經多方研究，茲再分述之：

(一)開闢新河：開闢新河以宣洩潦水，爲治河專家所採用之方法，然以廣東地勢，欲用此法防範水患，實有不能，因通海之地，多爲高山阻隔，經一般工程學家視察，開鑿殊非易事。

(二)造林：林木之落葉，腐敗後所成之坭質，具有偉大之吸水能力，是水利專家所承認者也，故造林防潦，亦爲治河方法之一；然以廣東言之，亦有所不能，因植木須數十年才能長成落葉，又須經一長時間而後成坭，如是，則在未得林木之功效以前，數十年之水患，當不易治也，故此法亦不能行，惟造林有益國民經濟，以此目的沿各江廣植林木，或將來對於潦患亦有多少裨益，不可不舉辦也。

(三)建築蓄水池：用蓄水池以調節潦水，亦爲防潦方法之一，此法已爲一般人所贊同，然以水利家視之，亦非最良善之方法也，蓋蓄水池對於防潦之功用，爲當潦漲時蓄去一部分之水，使下游水量減少，不致氾濫，但池必具有相當之容量，對於經濟問題，極有關係且蓄水池之建築，尤須擇適宜之地勢而後可。今以廣東省論之，各江上游，多無適宜之地勢，苟欲實行蓄水防潦之法，必須佔用多量農田，損失甚大，且時間日久，池亦易於淤積，容量減少，漸失其效用，于事何濟？

(四)割直河身：將河身之彎曲處割直，以增加河流之流量及速率，免致泛濫，爲一般人以爲防潦之方法，但學理上，則因河身改直而變短，

水流自必加速，于割直處雖無滯積而成潦，然下游河床既無增大，而水量又有增不已，因而一時排洩不及，潦災即成，廣東治河，此法甚少應用。

(五)濬深河底·濬深河床，人人均以為減少潦水高度之唯一方法，此說也，于理論上當不為訛，然治河則未必完全可靠，因已濬深之河，如不能常時保其通暢，不久又淤積如故，豈不前功盡棄，滯淤之河，採用此法，更見其事倍而功半。此法不能局部行之，必須全河濬深方能見效，因是需費之多常為他法冠。故用少數需費濬深河底，以減少潦水高度，已為經驗所不承認，廣東治河，故亦鮮用此法。

綜上以觀，五法均不可行，而廣東水患。欲就財力所及以圖改善，使不致成災者。祇有於各大江及不能用水閘堵塞之各支流，建築堅固之基圍，使潦水為基圍所範，免以泛濫，此其唯一之方法也。故各江基圍之間斷者，應連續之，其未築者，立即興工建築之，其舊有者，應修補保護之。至于各支流及涌澗等，應堵塞者則堵塞之，或用活動，水閘以資調節，使最高水度，亦在距基頂三尺以下，此則各江流水集中於三數水道後，其流速自然增加；河床亦無淤積之虞，如是廣東水患，得以治矣。此項工程所需款項，約計如下：

|          |           |
|----------|-----------|
| 西江工程費約港銀 | 一九五〇〇〇〇〇元 |
| 北江工程費約港銀 | 一〇九〇〇〇〇〇元 |
| 東江工程費約港銀 | 四六〇〇〇〇〇元  |
| 合共港銀     | 三五〇〇〇〇〇元  |

防潦計劃雖已規定，而經費亦為一重要問題，不可不加以討論，茲擬籌款方法數端，分述於次：

(一)仰給於廣東政府：粵庫窮困，人所盡知，故欲望其供給如許之經費，恐不可能，然防潦關係人民生命財產，亦為建設之急務，吾人亦望其于可能範圍內，酌撥補助。

(二)抽收各江附近田畝捐：〔受益者負擔〕，為天地至理；如各江依

上述方法治理後，其附近農田，都得照常耕作，此則應負擔防潦費用，自不待言；按全工程所需，以就近農作地平均負擔之，則十五年中，每畝不過四元六毫，每年每畝不過三毫而已，然其收穫每畝已為二十五員至三十員；且以每次水災之損失，均在數百萬至二三千萬以上，人民生命財產盡沒其中，而些微負擔，以收永久之利益，人民無不樂為也。但實行此項辦法，必須政府派員清丈登記，分等級征收，積極進行，始能見效。

(三)請借庚款：按庚子賠款，原定一部分撥借興辦水利事業者，廣東水利每年可借十萬元，已為定案，當此災情慘酷之際，亟應繼續向庚款董事會請求撥借，俾吾粵人民得救于狂濤巨浪中。

(四)請撥沙田捐：請政府將沙田捐撥充，亦為籌款辦法之一，此法驟然觀之，仍似仰給於粵庫，細察之，實不盡然，因基圍修築後，新地開闢日增，此等新地將來歸諸政府，政府亦不損失也。如此法不能行，則借諸沙田業主，亦無不可。查粵省水患，大半由於沙田，苟不早作防治，將有廢田還江之日，而現今所不實行者，因以尤有修圍解決之希望，此則沙田借款，實則用於沙田，不為不當。且沙田業主，多屬殷富，籌款不難，此舉甚有可能；而所借之款，必分期償還，業主並不損失，此誠惟一良法也。

無論如何，若能採任一法籌得基金六百萬元，依下表支配，則災患之治，當有望焉。

| 年期 | 每年基金進款 | 每年借貸支數 | 每年收還數 | 每年存貸數 | 說 明      |
|----|--------|--------|-------|-------|----------|
| 一  | 二〇〇萬   | 二〇〇萬   |       |       |          |
| 二  | 一六〇萬   | 二〇〇萬   | 四〇萬   | 三六〇萬  |          |
| 三  | 一二〇萬   | 二〇〇萬   | 八〇萬   | 四八〇萬  |          |
| 四  | 八〇萬    | 二〇〇萬   | 一二〇萬  | 五四〇萬  |          |
| 五  | 四〇萬    | 二〇〇萬   | 一六〇萬  | 六〇〇萬  | 以後每年存貸均六 |
| 六  |        | 二〇〇萬   | 二〇〇萬  |       | 百萬元收支相抵  |



---

照上表于六年中籌進基金六百萬元，依照貸出及收還，便可每年施工二百萬元，則十五年可施工三千萬元，已去全工程七分之六，所差者已爲微小之問題矣。

總而言之，一國之經濟狀況，有關於水利者甚多，世界各國，除重視地下之金錢等富源外，其採取不盡之水利，尤爲可貴，我國之水，既不能生利，反而爲害，能不令國勢日趨于貧弱者，其可得耶？廣東區區中國之一隅，其水患固無黃河長江之甚，而每年之損失，亦不少矣。深望政府與人民，通力合作，以一次之困難，而謀千百年之幸福，不亦善乎。

---

# 治 河 概 說

韓 汝 標

---

## 目 錄

1. 河道之生成。
  2. 河之水流。
  3. 河道之流量。
  4. 洪水之預測法。
  5. 河槽之整理。
  6. 壩。
  7. 浚濬法與開鑿法。
  8. 蓄水池，防水堤及河口之改良。
- 

### 第 一 章 河 道 之 生 成

在未談治河之先，當知河道之生成，水之循環，實為其構成之要素，海洋之水，為熱力所蒸，遂成雲氣，上升天空，遇冷而凝，乃化雨雪，降

於地上，分爲兩途，其一流行地面，注入江河，而以海洋爲最終點，其一則滲入土壤，伏流地下，復穿地而出，成爲泉水，終亦流入於海洋。

雨與河道流量最有關係，雨降地面，一部爲土壤吸收，一部漫流地面，兩者份量之比，隨土壤之滲透性，地面草木之多寡，地面之傾斜度，及降雨之疏密。久暫等而異，其降雨量超過土壤吸水之速，於是餘水不下滲而成爲地面流水，再而流入河道，增加其流量。又當天氣極乾旱時，河水之取給，以泉爲主，故地下水與河道流量亦有關係。

雪與河道流量亦有關係，當天氣嚴寒，地面結冰，成不透水層，忽遇和緩天氣，雪層先行融解，下瀉之勢極急，足令河水大漲。

流域與河道有關，如流域之支流數量多，而支流又短而傾斜者，幹河之漲落亦速，支流長而平坦者，幹河之漲落和緩。

## 第 二 章 河 之 水 流

河道彎曲，則整齊之水流爲其擾亂，中流之縱向傾斜度依舊不變，但水之慣性，阻其變化之方向，於是在水道彎曲處凹側之水面提高，而在凸側之水面降低，卽有橫向傾斜度，使水面之橫剖面，成一曲線，其兩側高低懸殊。

水流成螺旋形，亦生高低不同之水面，湖中往往受風吹之故，各處水面相差，而水流之路徑成螺旋形，水流在河道之彎曲處發生離心力，亦生螺旋形。

計算水流之公式普通用濟社氏公式(Chezy)，緬寧氏公式，(Manning)，芬寧氏公式(Fanning)，及卡忒氏公式(Kutter)，此皆屬實驗公式性質，其缺點自不能免，如使用公式時，實地情形與實驗情形時不同，則使用公式須十分留意。

## 第 三 章 河 道 之 流 量

河道中水面高度，與流量之關係，可用曲線表示之，其方程式如下

$$Q = c d^{\frac{2m+1}{2}} \sqrt{S}$$

式中  $Q$  為流量， $c$  為一常數， $S$  為水面傾斜度， $d$  為水之最深度，而  $m$  為隨水道形狀而變化之一指數，如水道之兩岸成直立，則  $m$  為一，如成向內凹進之弧形，則  $m$  為一與二之間，如兩岸傾斜角成三角形，則  $m$  為二，如兩岸成向外凸起之弧形，則  $m$  為大於二。

水面傾斜度，不隨漲落而異，則上式可化為

$$Q = c, d^{\frac{2m+1}{2}}$$

此式  $d$  之指數隨水道形狀而異，此線常用以表示河中水面高度與流量之關係。

上列兩式每因河道傾斜度之變化，河道橫剖面之變化，支流之影響，河身蓄水之作用，遂使上列兩式不甚準確。

## 第 四 章

### 洪 水 之 預 測 法

瀕河之地，每遇洪水，則居民有生命，財產之損失，故預測洪水，實為治河之最先決問題，預測洪水來時，水面之高度，其法甚多，但極難得準確。

憑雨量預測洪水法：

量定流域各處雨量，由此計算河水流量，因雨量既隨地而異，則先設若干雨量站，始能得流域中雨量分佈之詳情，由雨量係數推算入河水流量，最宜將一年中諸月之雨量，分別乘以係數，以求入河水量，但因各地土壤透水之情形不同，故推算困難。

憑流量預測洪水法：

測定幹河中某站之流量，及諸支流中衆測站之流量，從此計算在下游之流量，其事係先在各流域測站測定多次流量，分別繪製平均流量曲線，再從各平均流量曲線上計算在下游處之幹河及支河之總計流量，而取其達

最高限時之數值，復從幹河之流量曲線以定洪水面高度，但因支河及幹河有蓄水作用，故計算結果，每多錯誤。

憑水位預測洪水法：

此法較為有把握，其法係以幹河水面高度與支流水面高度之關係為根據，先假設幹河未有支流，而決定其中洪水波下行之情形，次將支流所生之影響，並入計之，即得所求之洪水面高度，假定幹河未有支流，則在上下兩測站處，水面高度之關係，可以割圖法或  $h_2 = ah_1 + b$  之公式表示之，式中  $h_2$  為洪水高度， $h_1$  為在某限度之水面高度，而  $a$  與  $b$  俱為常數。

## 第 五 章 河 槽 之 整 理

河道日久淤塞，不利航行，或兩岸崩陷，發生障礙，河道彎曲處，易生暗沙洲，水流因以擾亂，河牀深淺不一，故整理河槽，為治河不可緩之工作。

築平行縱堤法：

有暗沙洲礙流之處，在河之側造縱隄一度，於對岸又造縱隄一道以約束水流，兩岸相距，可依水力學公式得之，如此則在其處河底原有之傾斜度上，當低水位流量時，可有所需之深度，而航行乃不致阻礙。

河道改直法：

改直河道，則其原有長度減小，而增加其傾斜度，但因水道剖面減小河水之流速加大，水面傾斜度增進，足使護岸塌陷，或坍入河中，諸多障礙，此足證明河道取直，雖有利于航行，但得不償失，故現代多主張聽其遵行天然左右彎曲之徑路，祇在暗沙洲處及不便航駛處稍改直之。

護岸：

護岸得宜，則沙坭不易侵入水道，河槽得以保持原有深度，而護岸之法頗多，特述其重要者如下。

**雜石護岸：**

河道在彎曲處；如不造縱隄，則取雜石傾置於岸側，容其自行拋卸，以成傾斜度。

**石籠護岸：**

用盛卵石之柴籠以代雜石之一部，此法可以省費。

**柴束護岸：**

用柴束沿河沉下。

**沉樁護岸：**

用樹枝束成柴排沉樁，沉於水下，以保護岸腳，而在水面以上，則或由雜石，或石塊鋪砌或三合土以保護之。

**第 六 章****壩****壩之功用：**

全河之中，若有一段之傾斜度減小，則其中暗沙洲上之水加深，故如在河中築壩若干度，分全河為若干段，則上下兩壩之間，成為深潭，河中在低水位時之傾斜度減小至於極微，而水面高度之差異乃集於壩處，凡河道在低水位時流量不大而所挾泥沙之量無多者，用此法治之，以利通航，尤屬相宜。

**壩之類別：**

壩之大別有二，曰固定壩，曰活動壩，近年造壩罕有採單一式，恒兩種俱用，活動壩之形式有坡勒桿式壩 (Poirree needle dam) 用者最多，部革力屏壩 (Boile gate dam)，斯吞尼屏壩 (Stoney gate dam) 及橋壩等，用者亦多。

**壩之材料：**

從前活動部分，多用木料，現則改用金屬材料，而固定壩則用三和土。

建築，重力式壩則用鋼骨三和土築之。

壩之基礎：

最宜在質地均齊而不滲水之石層，在於卵石或沙坭上者，則破壞極易

造壩應有之注意：

造壩者應注意防止壩下滲水之險，應於壩下擊入板樁，造成不透水之牆，防止壩上漫水，而損壞壩脚之險，當在壩下造護床，承受落水之衝擊力，護床可用碎石造成，如壩之地位，當在河身正直而河面不寬之處，船舶過壩之設備，應有過船坡 (incline) 起船機 (Lift) 及船閘 (Lock)。

## 第 七 章

### 浚 濬 法 與 開 鑿 法

縮窄河槽，增加流速，每能冲刷河牀淤積，但暗沙洲有時異常堅固，或暗沙洲上留有大石塊，或卵石，或黏土積成，則須用浚濬法或炸解法除之，又淤積于壩下坭沙，須用浚濬法除去之，浚濬所成河槽之寬度及深度，常隨通行船舶之形式而決定。

浚濬所用之機械有多種：

1. 鏟杓式浚濬機 (Dipper Dredge) 施於普通浚濬最適宜，乃安置於船上者。
2. 夾杓式浚濬機 (Clom Shell Dredge) 在較深之河槽，如泥沙質軟且不隨水漂散者為宜。
3. 鏟梯式浚濬機 (Elevator Dredge) 以浚濬較深之河槽為宜。

開鑿法乃適用於水底屬於巖石者，則用開鑿法，器械可用碎石機及炸解。

## 第 八 章

### 蓄水池，防水堤及河口之改良

造蓄水池以節制河道流量，亦為改良水位河槽以利通航之一法，在世

---

界各處爲發展水利如水電，灌溉等，每多造蓄水池，而蓄水池亦爲防止洪水之一法。

沿河造隄以限制洪水，藉以改良低水位河槽，亦爲治河之一法。

我國治河，每多忽畧河口，實爲一大缺點，河道如分數口入海，則失其水力，易成三角洲，則當閉塞其餘各口，有暗沙洲者，則用浚濶法剷去之，河口水位低微，可築平行防沙隄，以縮窄水道，加增水力，以冲刷淤積，便利通航。



譯 述

動率分配法 (METHOD OF  
MOMENT DISTRIBUTION)

黃 恒 道

堅固構架之應力皆非通常力學中之 $\Sigma M=0$ ， $\Sigma F_x=0$ ，及 $\Sigma F_y=0$ 等三公式所能解答。故其應力之準確計算非常困難。甚至一簡單之門框，(如圖一)，亦有六個反應力之不知數。此種構架其應力之分析有用最少工作(Least-Work)或彎墮斜坡(Slope Deflection)等法，但用此二繁瑣法所求得之值，不一定是需要，尤其是在鋼筋混凝土之結構內。此種準確即無甚大之意義，意大利諾 (Illino's) 大學教授 Hardy Cross 氏始公佈其動率分配法。應用此法計算，甚為簡捷，而得其近似之值。若欲得較確之數亦只須稍用多些工作而已。

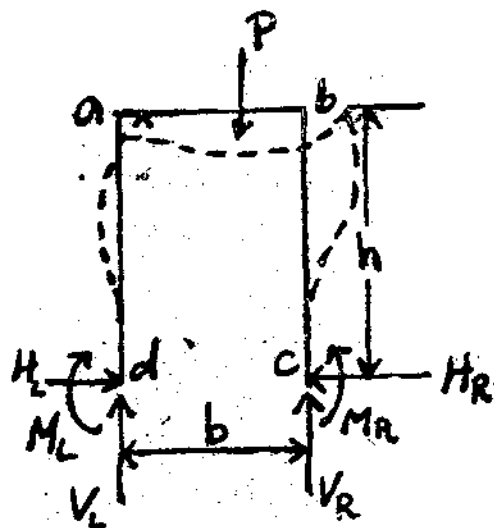


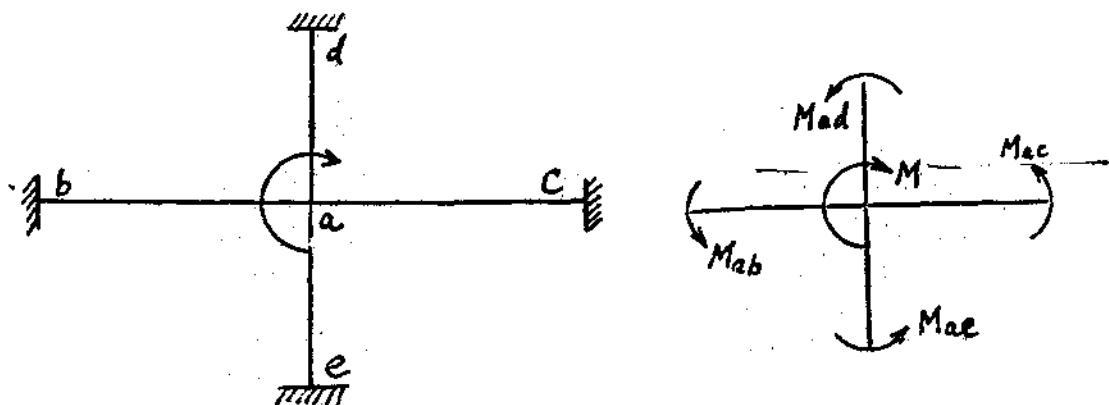
圖 一

應用動率分配法須知下列動率之關係：

- (1) 各樑荷重時所生之固端動率，此固端動率可用彎墮斜坡法求得。
- (2) 在數桿件端部連接而成之節上，因受外來動率，各端所生之抵抗動率。
- (3) 在樑之固端所生之動率，此動率乃由別一非固端所生之動率而生者。
- (2)(3)兩關係用彎墮斜坡法亦甚易求得之。

在一節上動作之動率，其抵抗動率 (Resisting Moment) 之分配于在此節中相遇之各桿件由圖二解明。在圖二，一動率  $M$  施于  $a$  節，在此節相遇之各桿件其一端是固定者，則由彎墮斜坡公式可得

$M_{ab} = 4EK_{ab}\theta_a$ ,  $M_{ac} = 4EK_{ac}\theta_a$ ,  $M_{ad} = 4EK_{ad}\theta_a$ ,  $M_{ae} = 4EK_{ae}\theta_a$ 。各桿件之端在  $a$  節同一轉動。且  $M_{ab} + M_{ac} + M_{ad} + M_{ae} + M = 0$



所以當各桿件之  $E$  是常數時，則

$$M_{ab} = -M \frac{K_{ab}}{\sum K}, \quad M_{ac} = -M \frac{K_{ac}}{\sum K}, \quad \text{etc}$$

若  $ab$  桿件之  $b$  端為簡單支托而非固端者則

$$M_{ab} = -M \frac{3K_{ab}\theta_a}{3EK_{ab}\theta_a + 4EK_{ac}\theta_a + 4EK_{ad}\theta_a + 4EK_{ae}\theta_a}$$

$$= -M \frac{\frac{3}{4}K_{ab}}{\frac{3}{4}K_{ab} + K_{ac} + K_{ad} + K_{ae}}$$

此公式以文字表之是：若  $E$  是常數，則不論各桿件之遠端全是固

端或全非固端；而各桿件遇于一節上之端所生之動率，乃抵抗施于此節之動率者，是與各該桿件之  $K \left( \frac{I}{L} \right)$  值成比例。若各桿件之遠端有固端及自由支托而非固端，則自由支托一端桿件之真實  $K$  值可代以其真實  $K$  值之  $\frac{3}{4}$ 。

由彎墮斜坡公式亦可計得  $ab$  樑之固端  $b$  之抵抗動率  $M_{ba}$ ，所抵抗之動率乃由一動率施于另一端，非固端，所生者；

$$M_{ab} = 4EK\theta_a \quad M_{ba} = 2EK\theta_a$$

此兩動率在樑之兩端上向同一方向(順鐘向或反鐘向)轉動；在樑內彎率符號之普通習慣，彼乃相反之符號。故

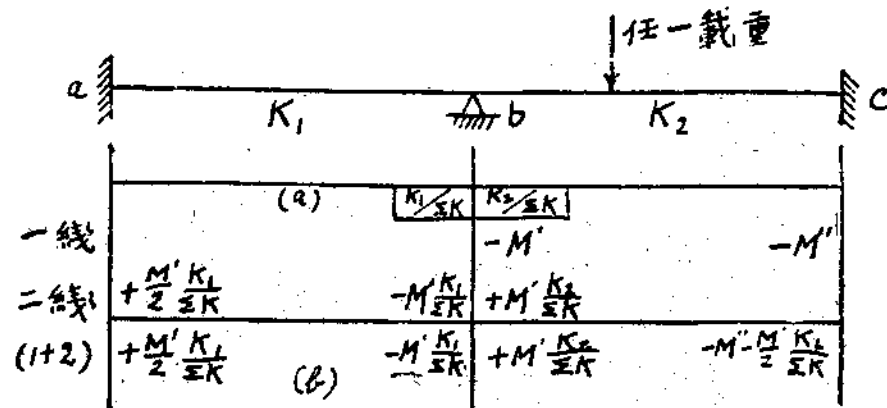
$$M_{ba} = -\frac{1}{2}M_{ab}$$

此動率  $M_{ba}$  可說是由  $a$  傳過 (Carried Over) 至  $b$ 。若為不同剖面之樑則此分數  $\frac{1}{2}$ ，(傳過分數)亦將為另一值。

相閱圖三中連續樑之「彎墮斜坡」分析之結果即可明瞭動率分配之方法

· 在圖三中為一兩支距固端之連續樑， $ab$ 支距之  $k = \frac{1}{L}$  為  $K_1$ ， $bc$ 支距之  $k$  為  $K_2$ ，中節之動率式為  $M_{ba} = 4EK_1\theta_b$  及  $M_{bc} = 4EK_2\theta_b - M'$ ，此  $M'$  是  $b$  節固定不能轉動時所生之彎曲動率； $M_{cb} = 2EK_2\theta_b + M''$  此  $M''$  為在  $c$  之固端動率。由  $M_{ba} + M_{bc} = 0$ ，可得  $\theta_b = \frac{M'}{4E} (K_1 + K_2)$   
 $= M' / 4E \Sigma K$ 。代此值於各端之動率式中則得

$$M_{ba} = M' \frac{K_1}{\Sigma K}, \quad M_{bc} = M' \frac{K_2}{\Sigma K} - M', \quad M_{cb} = \frac{M'}{2} \frac{K_2}{\Sigma K} + M''.$$



此結果已依其特別次序而排列如圖三 (b) ; 固端動率, 所用符號(一)如在樑內彎曲動率之符號, 在一綫上; 包括  $\theta_b$  之各項則在二綫上, 其符號(一)如習慣所用[即令桿件上面受拉力之動率符號為(一)受壓力為(十)] ; 其答數則為一二兩綫上各項之代數和。于二綫上一查即可知寫在 b 節之兩數值為在此節施一順鐘向之動率  $M'$  所生之抵抗動率; 寫在 a 節之值為 b 節左方產生之動率  $-M' \frac{k}{\Sigma k}$  動作于 b 端而在固端 a 所生之動率; 同樣, 在 c 節之值為方在 b 節右方產生之動率,  $+M' \frac{k}{\Sigma k}$  動作於 b 端而在固端 c 所生之動率。

既知上述之動率關係則可不用彎墜斜坡公式之助而可直接寫出此題(圖三)之解答。其方法如下:

(1) 假設 b 節是固定不能轉動則此支距之 b 端一如 c 端皆為固端, 寫下此二固端之動率,  $M'$  及  $M''$ , 于一綫(圖三)。

(2) 因 b 節實是可以自由轉動者; 故開放之, 其意義為用一與固定 b 節之動率相等而相反之動率, 此固定 b 節之動率是與令 b 節轉動之動率大小相等而方向相反。此開放後之動率于是必須與固端動率之大小相等方向相同。寫下由順鐘向動率  $M'$  動作在 b 端所生之抵抗動率, 根據動率分配之法則此抵抗動率與在此節相遇之桿件之  $k$  值成正比例。

(3) 寫下由開放動率施于 b 節而生之動率之動作而生于在 b 節相遇各桿件之固端動率。此動率乃為令此動率發生之動率之 -1/2 而其符號則相反。

(4) 其最終之結果乃等于所登錄各動率(固端，分配，及傳過等動率)之代數和。

上述方法乃應用于圖三題之動率分配法。應用于更繁雜之結構而無左右斜擺者，其大致相同。亦是先假設各節皆固定，後則每一次只開放一節。

應用此法時之特別術語為不等稱動率(unbalanced moments)，分配不等稱動率(distributing the unbalanced moment)，及傳過(carrying over)。第一次寫下之固端動率名為不等稱動率因彼等乃不等稱者也。開放一節，包含尋求應用不等稱動率于該節而生之抵抗動率之分配動率，故此法即為分配不等稱動率。遠端動率之決定乃為在近端之分配動率所傳過，故曰傳過此分配動率。

此方法，應用于普通而節無斜擺之結構，之詳細如下：

(1) 假設各節皆固定及各桿件，皆為固端，而寫下各不等稱動率於各荷重桿件之端上。

(2) 分配此不等稱動率(固端動率之代數和)於各節，假設在分配中之節，只一節，是暫時開放。

若傳過動率為零，且每節均等則為構成一完全之解答，此兩步驟即可作為一完全之方法。其結果則視傳過動率之大小而為一近似值。

(3) 寫下各傳過動率。假設每有傳過動率寫下之節皆為固定。結果重新構成一組不等稱之動率。

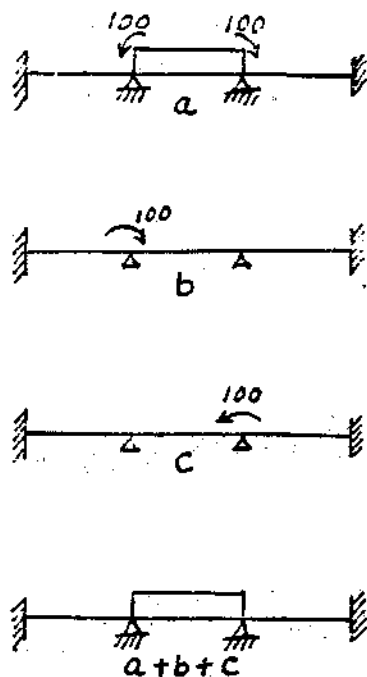
(4) 分配傳過之動率。此兩步驟重新構成一完全之動率決定，而其差誤程度，只視此新傳過動率之大小而定。每完成一分配動率之步驟各節動率之代數和若皆等稱則無誤。

(5-6 等等)寫另一組之傳過動率及分配之并視各節是否等稱。當此等步驟重復進行，則其傳過動率必逐漸減少，至認為已至理想之準確時即可停止。

例一。決定在連續樑各支點之彎曲動率，各樑之  $l$  為不變數，其載重已知如圖四。

討論。第一步在每一支距之中部寫下  $K = \frac{1}{l}$  之值于一圓內，并假設各節皆固定而記下各不等稱動率(a 綫)，其次分配在各節之不等稱動率(b 綫)；當在 b 節分配時則假設 c 節固定，其結果節之每方之抵抗動率及分配動率皆等。同樣當在 c 節分配時則假設 b 節為固定。加起此兩綫之值則見每節皆等稱，在每部之動率為一 50。其次寫下各傳過動率，c 綫，當傳過動率由 b 節傳下則只 b 節開放，c 節仍是固定。再分配此等新不等稱動率，d 綫，因 a 及 d 節在構造上即為固定而不能開放，故在此兩節是無分配動率。

注意 c 及 d 兩  
 步驟已得等稱之節  
 ，在每一內部皆為  
 一 12.5，兩末節  
 ，d 及 a，在構造  
 上即等稱。e 及 f  
 綫重新表示一組傳  
 過動率及其分配。  
 注意傳過動率之逐  
 漸減少。



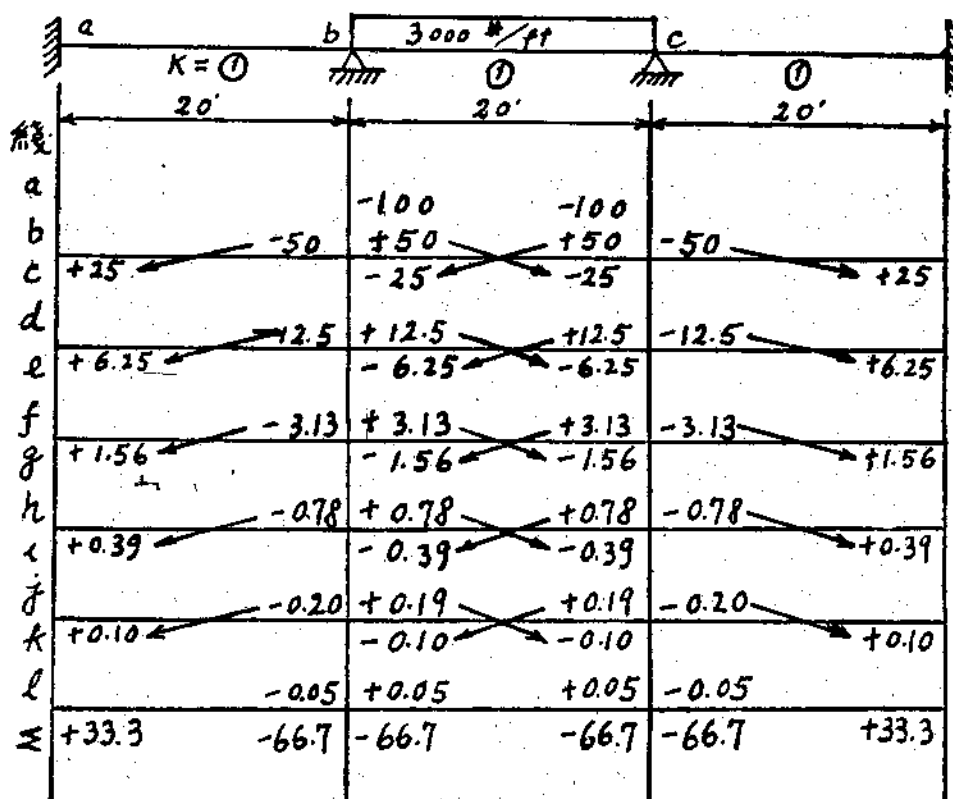


圖 四

## 應用哥羅氏動率分配法計算——

### ——連接硬架之例題

~~~~~曾 炊 林~~~~~

美國依連奈氏(Illinois)大學教授哥羅氏(Hardy cross)在1929年，創造動率分配法，(Method of Moment distribution)從此鋼筋混凝土連接硬架(Rigid Frame)結構計算之難題，可藉此法化繁為簡矣。蓋連接硬架結構之設計，其優點；為經濟，便利，堅固，美觀。倘用哥羅氏法計算之，尤得快捷與省時之工作。其與用坡度偏向法，(Slope deflection method)或定點法，(Die methode der festpunkte)計算所得之結果，雖不盡同，然相差者不過少數。


用哥羅氏法計算硬架發生之動率，祇許其有轉向運動，(Motion of Rotation)不得有上下左右移動。(Motion of Translation)蓋當分配動率時，所用相關硬度(Relative stiffness) K ，及移動因數(Carry over factor) C ，均係假設兩端為固定者。至於連接桿件之定端動率，及移動因數 C ，與其彈性係數 E 無關，但 K 則與 E 成正比例，故用哥羅氏法，只須求各桿件 K 之比例數，則可將 E 免去矣。

茲將計算動率分配法之綱要，畧述如下：

(A) 在各桿件之節點，因載重而發生之動率，其轉動方向與符號，以

圖表明之如下：

(甲)  表示壓力在上，引力在下。

(乙)  表示引力在上，壓力在下。

(B) 設各桿件之節點為固定者，以桿件之惰動率 I (Moment of inertia) 為常數，然後計算其每跨度，因受載重而發生之固定端動率 (Fixation Moments)

(C) 設連接桿件間之節點，陸續放鬆之，(Unlocking) 將已計得之定端動率，以其硬度因數 (Stiffness factor) 比率，而分配其不平衡之動率。

(其硬度 K ，即以桿件之惰動率常數 I ，及其跨度 L 相比，即 $K = \frac{I}{L}$)

(D) 不平衡動率分配後，將各節點當作收緊之，(locked) 然後以分配得之動率，乘移動因數，移動 (Carry over) 至每段桿件相對之端。(I 為桿件常數，其移動因數為 $-\frac{1}{2}$)

(E) 將動率重複分配 (Distributing) 與移動 (Carrying over) 使之化至微小之值，然後將每節點所得之動率，成為代數和，其代數和即每節點因載重而發生之動率結果。

(F) 倘桿件一部為固定端 (Fixed end)，他部為自由端 (Free end)，或當作為自由端者；放鬆近自由端之節點，則其桿件之值，應改變以 $-\frac{1}{4}$ 乘之。同時將近自由端之節點，倘其動率不平衡者，則加入一數值，令其平衡。其當作為自由端者，倘其動率應為零，則加入一數值，令其等於零。然後將加入之數值，乘移動因數，移動至他端，則以後近自由端，或當作為自由端之節點，其分配與移動之手續可省去矣。

茲舉數例，以明動率分配法之計算如下：

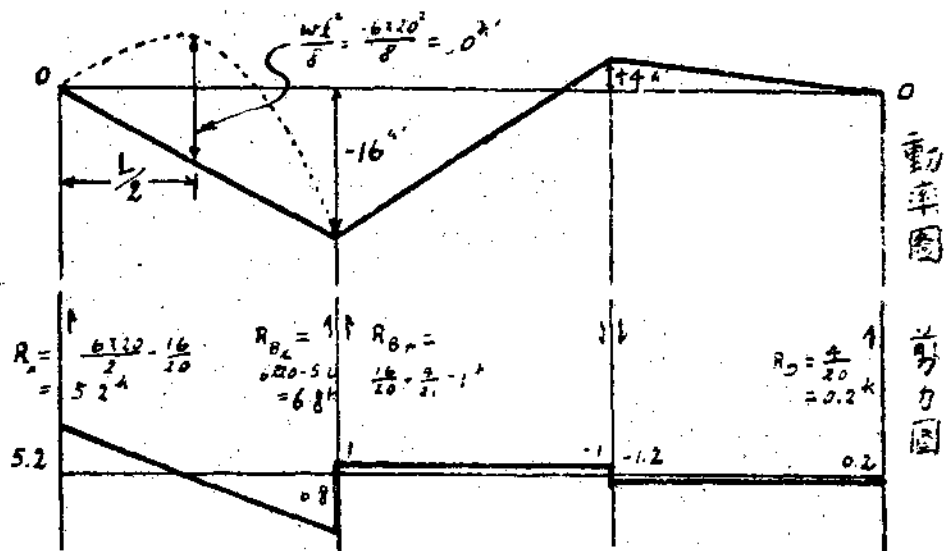
例一：如第一圖所示，A, B, C, D，為支承點。AB, BC, CD，

為跨度。AB 跨度，均佈重每呎 600 磅。設硬度K各等於一。

解：
 設各承
 托點為
 固定者
 ，而 B
 點及 C
 點及 C
 點介乎
 跨度之
 間，故
 將連近
 B 點，
 C 點之
 跨度 K
 值，以
 比例分
 配之，
 得 BA
 ， BC
 ， CB
 ， CD
 ，之硬
 度因數

| | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--|-----------|-----------------------|------|--|-----------------------|--|--|
| | 0.6 k/ft | | | 0.6 k/ft | | | 0.6 k/ft | | |
| | 20' | | | 20' | | | 20' | | |
| | $K = \frac{I}{L} = 1$ | | | $K = \frac{I}{L} = 1$ | | | $K = \frac{I}{L} = 1$ | | |
| | A | | B | | C | | D | | |
| | 5 | | 5.5 | | 5.5 | | 5 | | |
| a | -20 k | | -20 k | | 0 | | 0 | | |
| b | +20 | | +10 -10 | | +5 | | 0 | | |
| c | -5 | | -10 | | 0 | | +5 | | |
| d | +5 | | +5 -5 | | -2.5 | | +2.5 | | |
| e | -2.5 | | -2.5 | | +1.2 | | +2.5 | | |
| f | +2.5 | | +1.8 -1.8 | | -1.2 | | +1.2 | | |
| g | -9 | | -1.2 | | +0.6 | | +9 | | |
| h | +9 | | +0.9 -0.9 | | -0.7 | | +0.7 | | |
| i | -0.4 | | -0.4 | | +0.3 | | +0.4 | | |
| j | +0.4 | | +0.3 -0.4 | | -0.4 | | +0.3 | | |
| k | 0 | | -16 | | -16 | | +4 | | |

圖 一 第



，各為 $\frac{1}{1+1} = 0.5$ 。然後以 $M = -\frac{wl^2}{12}$ 公式計算 AB 兩端負動率，其在 a 行得 $M = \frac{0.6 \times 20^2}{12} = -20 k$ ，設放鬆 A 點，則其動率應為零，故在 A 點 b 行應加正動率 +12，k，使之相消為零。次放鬆 B 點，以其硬度因數，乘其動率差，而分配之，即 $20 \times 0.5 = 10$ 。其加減符號，可不理及，然後從 B

點兩邊審察之，如何使其動率平衡？始決定其加減符號。因此知在B點左之10，應改為加號，B點右之10，應改為減號。如此兩邊之動率，皆等於 $-10 \cdot k'$ 。在B點b行，其為 $+10, k', -10, k'$ 之意義，即在同一點節之左右為異號，則其所發生動率轉向，為同方向也。(看綱要A)動率分配既妥，復將各點當作收緊之，然後開始移動工作，即將每跨度端所分配得之動率，乘以 $\frac{1}{2}$ 移動至相反之端。(有矢向者即表示由該點動率移動至他端)如b行之動率，在A者，移至B點左得 -10 。在B點左者，移至A點得 -5 。在B點右者，移至C點左得 $+5$ 。再將在C行各點所得之動率，如上法分配，再移動之。移動畢，又再分配。分配畢，又再移動。如此重複工作，至於微小之值，然後停止之。最後之K行，係將各點所得之數，各成為代數和。即其動率之結果。

在中間之節點左右邊，(如B點C點之左右邊)其所得代數和，應相等，否則有誤差。

動率結果既得，於是將其數值，繪成動率圖，及求得剪力圖矣。

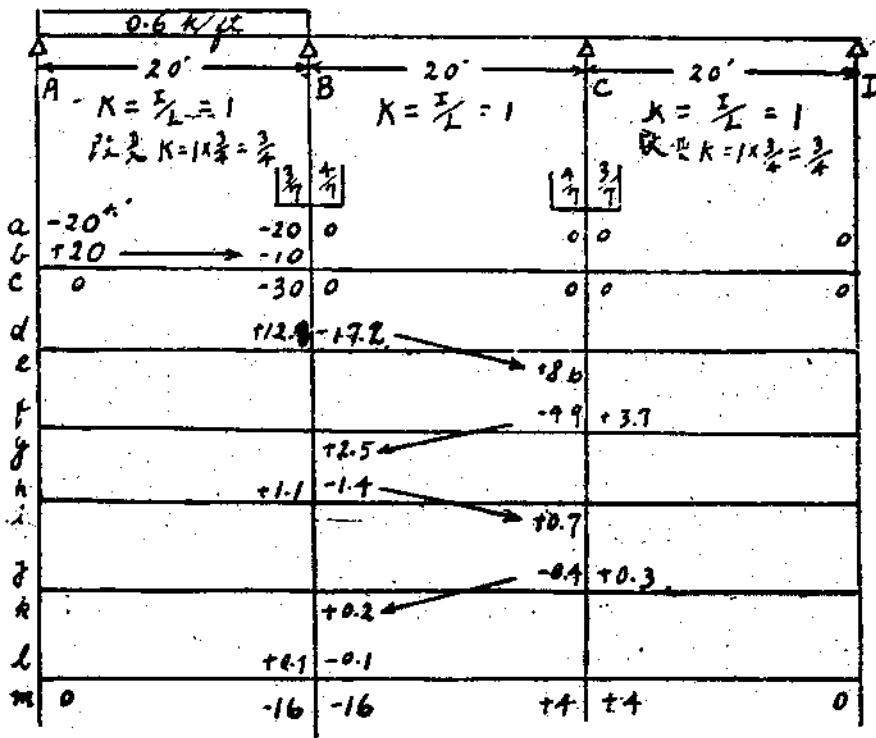


圖 二 第

另一簡法：如第二圖所示，其情形與上題同。解：設各點為固定者，計算得A，B，端動率各為 $-20 k'$

次設A, D, 兩承托點, 當作爲自由端, 而將其K值改變以 $\frac{3}{4}$ 乘之, 然後分

$$\begin{aligned} \text{配其硬度因數} \cdot BA &= \frac{\frac{3}{4}}{-\frac{3}{4}+1} = \frac{3}{7}, & BC &= \frac{1}{-\frac{3}{4}+1} = \frac{4}{7}, & CB &= \frac{1}{\frac{3}{4}+1} \\ &= \frac{4}{7}, & CD &= \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{4}+1} = \frac{3}{7}. \end{aligned}$$

在A點動率應爲零, 故加以+20, 使之等

於零。同時將加入之數值, 移動其負值一半, 至B點左。(即b行+20 \times $-\frac{1}{2}$ = -10) 現在B點總得之動率差, 爲-20-10=-30。而D點之動率, 始終爲零, 故不理之。從此在A, D, 兩點之工作可省去, 而專事B, C, 兩點之工作可矣。次將B點放鬆, 依其硬度因數而分配其動率差, 即d行之數, 在B點左得 $30 \times \frac{3}{7} = 12.8$, B點右得 $30 \times \frac{4}{7} = 17.2$ 。至其符號應爲如何? 當審視兩邊之數(即C, b兩行之代數和)使其平衡而決定之。動率差分配既妥, 再將B, C, 收緊之, 然後由B點右之動率, 移動至C點左, (即 $-17.2 \times -\frac{1}{2} = +8.6$), 而B點左之動率, 則不用移動至A點, 因A點已當作爲自由端也。復將C點放鬆, 使其依硬度因數而分配其動率差, 於是得f行之數值。再將C點收緊, 然後移動C點左之數, 至B點右。而C點右之數, 則不用移至D點, 因D點已當作爲自由端也, 如此重複分配與移動, 化至微值始停止之。至M行之數, 則爲各點由C行至l行之代數和, 即各點動率之結果也。由此觀之, 第二圖之動率結果, 與第一圖同。而其手續則省去不少。

例二: 如第三圖所示, A, D, 點爲固定端。B, C, 爲承托點。

計算提示如下:

(1) 知I及L, 求K值, (2) 將連近跨度之K, 依比例分配之, 得硬度

因數(即0.5, 0.5, 0.66, 0.34)。(3)設B, C, 兩點亦為固定者, 然後計算各端所發生之動率。(4)將B, C, 兩點放鬆, 在B點其不平衡之動率差為(-32.5) - (-31.0) = -1.5。在C點其不平衡之動率差為(-32.5)

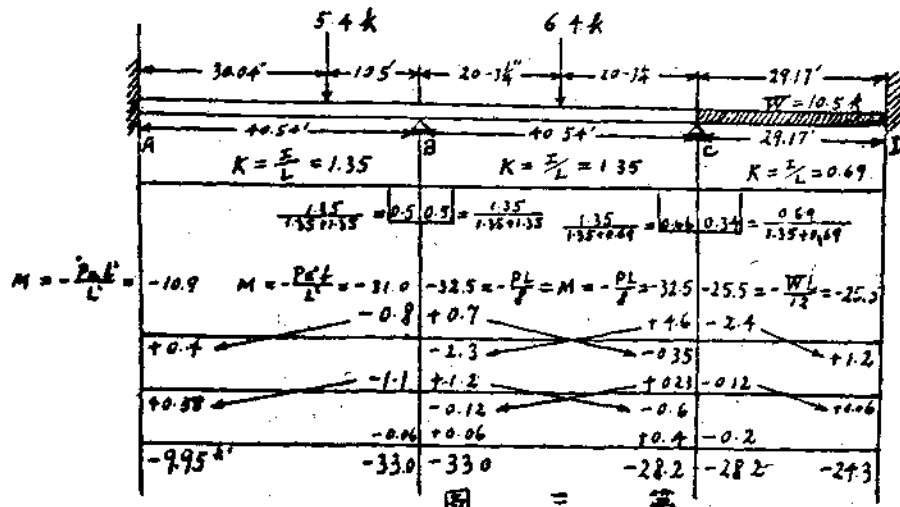
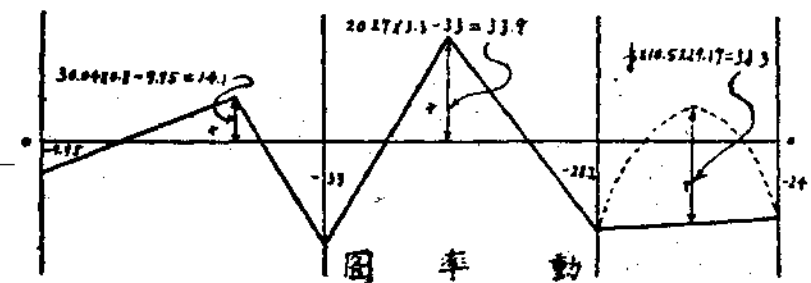
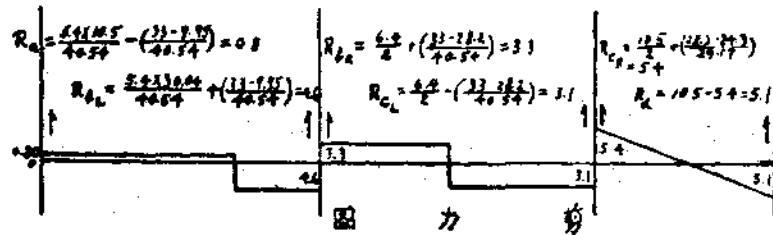


圖 三 第



-(-25.5) = -7。然後依硬度因數, 分配其不平衡之動率差。(5)將所分配得之動率, 以移動因數 $(-\frac{1}{2})$ 乘之, 移至他端。(6)再將B點動率2.3, 及C點動率0.35, 依硬度因數再分配之, 移動之, 以至於微值為止。(7)將各節點之值, 成代數和, 即其結果矣。

再者; 核察B, C, 兩點左右之結果, 是否相等? 倘不等, 即錯誤。動率結果既知, 可依據之以求得剪力圖及動率圖。

例三： 如第四圖所示， A 爲固定端， B, C, D, E, 爲承托點， F 爲自由端。

計算提示：

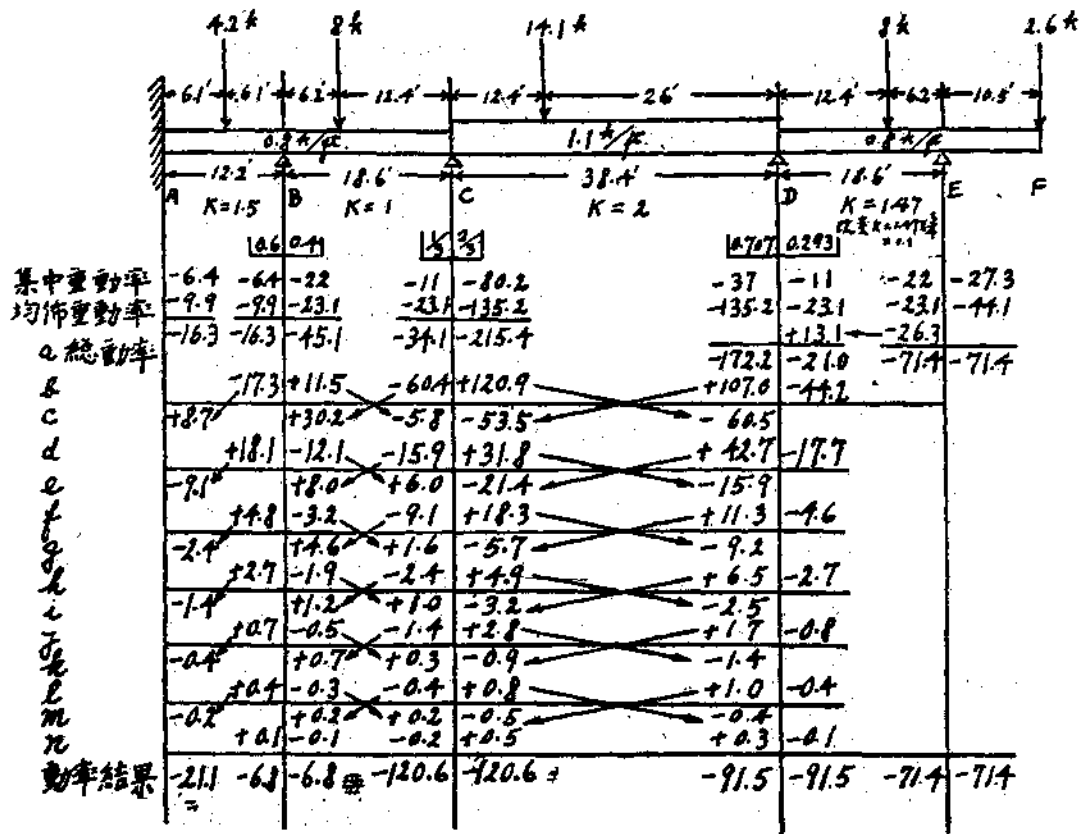


圖 四 第

(1) 爲減少 E 點之工作起見，則 DE 桿件之 K，應改爲 $1.47 \times \frac{3}{4} = 1.1$ 。然後將其餘連近之跨度 K，依比例分配之。

(2) 計算集中載重之動率公式用： $M = \frac{P L}{8}$ ， $\frac{P a^2 b}{L}$ ， $P L$ 。

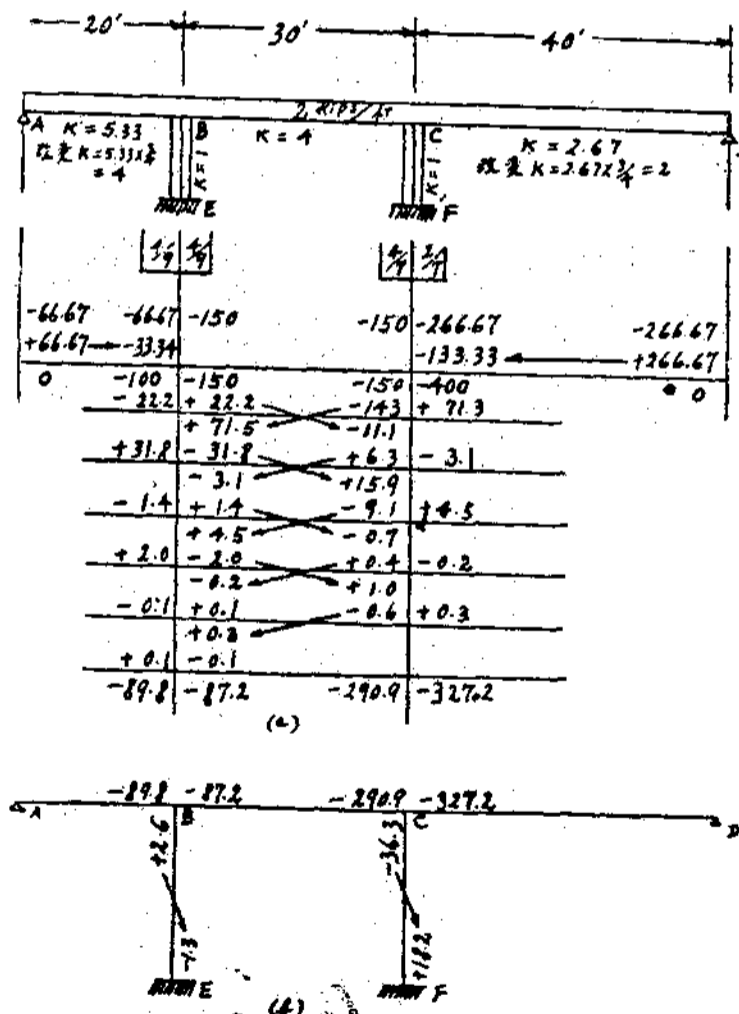
計算均佈載重之動率公式用： $M = \frac{W l^2}{12}$ ， $\frac{W l^2}{2}$ 。

(3) 近自由端之承托點 E 之動率，其左邊爲 -22 及 -23.1。其右邊爲 -27.3 及 -44.1。顯然不平衡。現加入一數值於其左邊，令與右邊相等。

- 然後將加入之數值，乘移動因數，移動至D點右邊。於是E點工作完矣。
- (4)將集中與均佈載重之動率和成總動率，然後開始分配與移動工作。
- 在a行B點動率差為 $(-45.1) - (-16.3) = -28.8$ 。依硬度因數分配之得 $28.8 \times 0.6 = 17.3$ ，及 $28.8 \times 0.4 = 11.5$ 。其在C點動率差為 -181.3 ，D點動率差為 -151.2 ，亦依硬度因數而分配之，餘則照上例行之。

例四：如第五圖所示，A，D，點為承托點。B，C，E，F，點為固定端。

計算提示：



圖五第

- (1) 為省工作起見，設A，D，點為自由端。則K值應改變乘以 $\frac{3}{4}$ 。
- 其次做B，C，節點工作。最後始做E，F，節點工作。
- (2) 硬度因數之分配在BA及BC，為 $\frac{4}{4+1+24} = \frac{4}{9}$ ，BF為 $\frac{1}{4+1+4} = \frac{1}{9}$ ，CB為 $\frac{4}{4+1+2} = \frac{4}{7}$ 。

，CD 爲 $\frac{2}{4+1+2} = \frac{2}{7}$ ，CF 爲 $\frac{1}{4+1+2} = \frac{1}{7}$ 。(3)用公式 $M = -\frac{Wl^2}{12}$ 計得各節點動率，同時加入一數值於 A 或 D 點，令等於零。及將加入之數值，移動 $-\frac{1}{2}$ 至 B 點左，或 C 點右。(4)在 B 點不平衡之動率差爲 -50 [即 $(-150) - (-100)$]，在 C 點爲 -250 [即 $(-400) - (-150)$]，然後依剛度因數而分配之。(5)分配與移動工作畢，所得之結果，在 B 點左爲 -89.8 ，右爲 -87.2 ，其差爲 2.6 。在 C 點左爲 -290.9 ，右爲 -327.2 ，其差爲 36.3 。於是加入 $+2.6$ 在 B 點左，則 B 點兩邊動率平衡。加入 $+36.3$ 在 C 點左，則 C 點兩邊動率平衡。(b 圖)。(6)將加入 B 點左之數，移動至 E，則爲 E 點結果。將加入 C 點左之數，移動至 F，則爲 F 點之結果。

例五： 如第六圖所示，A, B, C, D, E, F, G, 各點爲固定端。
計算提示：

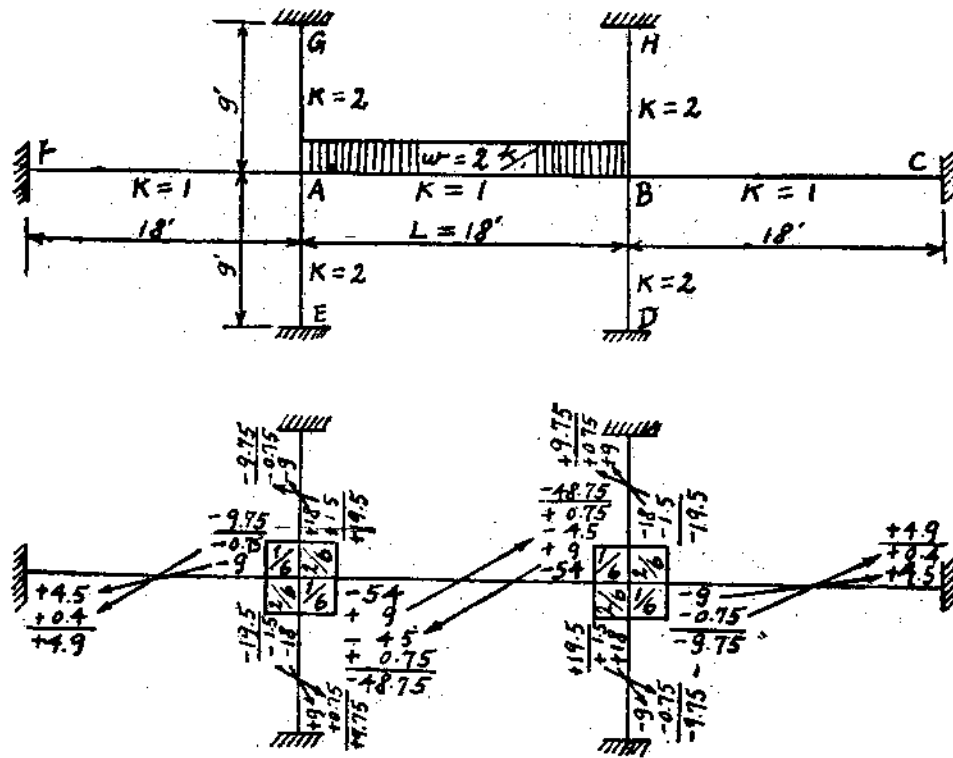


圖 六 第

(1)將近A節及B節之K依比例分配其硬度因數，得 $\frac{1}{6}$ ， $\frac{2}{6}$ ， $\frac{1}{6}$ ， $\frac{2}{6}$ 。
 (2)求得A、B桿件兩端之動率為-54。(3)依硬度因數，分配其動率，在A節點右上為18，右下為9，左上為9，左下為18。但其符號應為加或減，則須審視A節右上下，與左上下之代數和，使其平衡而決定之。(即 $-54+18+9=-9-18$)。在B節之工作相同。(4)動率分配後，遂開始移動至每段之他端。(5)在A及B節，經移動後得-4.5，於是如上法繼續分配之，移動之。(6)將各處動率成為代數和，即得其結果。

例六：如第七圖所示，A、B、C、G，為固定端，D、E，為承托點。
 H為鏈鉸端。F為自由端。 P_1, P_2, P_3 ，為直集中重。 H_1, H_2 為橫集中重。
 W為均佈重。

計算提示：

(1)當作H點為自由端，則其動率應為零。故加入-60，使之等於零。
 次將加入之動率，移動其負值 $\frac{1}{2}$ ，至C點右上邊。於是得 $(+80)+(+30)$
 $=+110$ 。同時亦將CH之硬度K，改變為 $K=2 \times \frac{3}{4}=1.5$ ，從此H點之工作完了。(2)使E點之左右動率相等，應加入-10在E點左，則E點左右之動率為平衡。同時將加入在E點左之動率，移動其負值 $\frac{1}{2}$ ，至D點右，於是其動率得+5。次放鬆E點，將DE之硬度K改變為 $K=3 \times \frac{3}{4}=\frac{9}{4}$ 從此E點之工作完了。(3)將各節點之硬度因數分配後，其餘工作可依上數例做去。

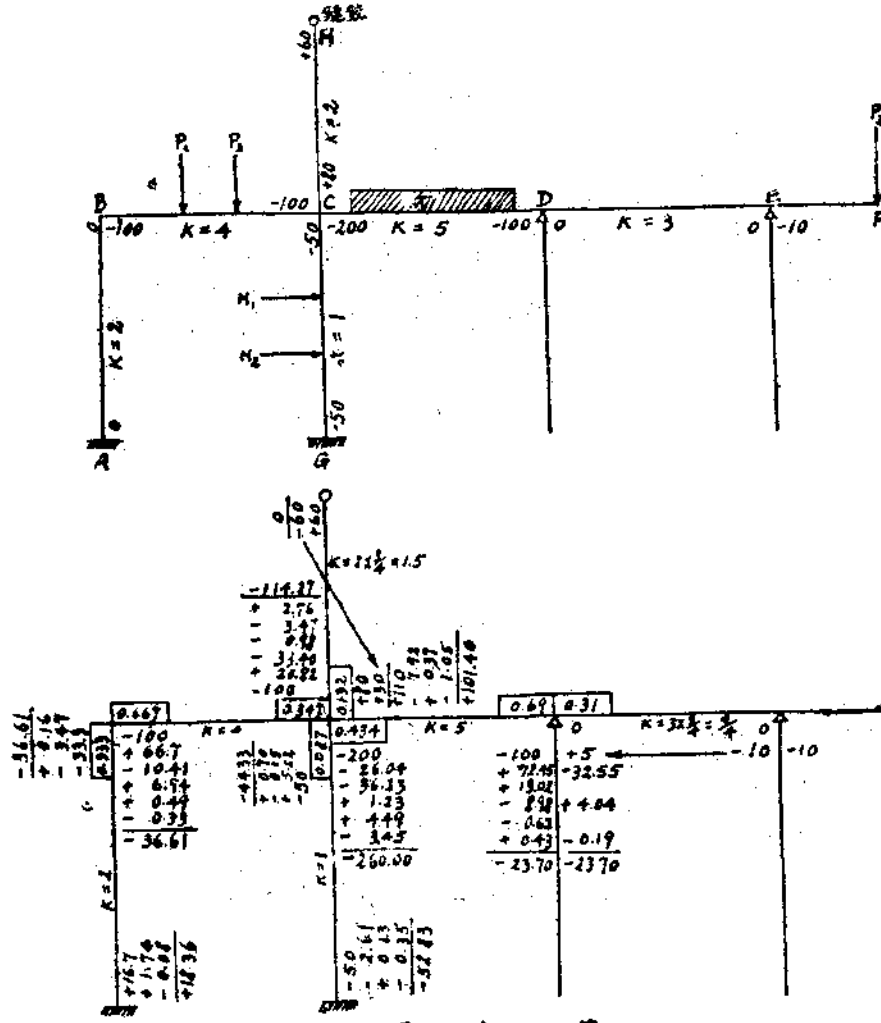


图 七 第

鋼筋三合土的裂縫

~~~~~沈寶麒~~~~~

鋼筋三合土發生裂縫多是受了過量力的表現。工程師對於這種裂縫，常時發生問題……這種裂縫是有害還是沒有礙，或者對於建築物的安全怎麼樣，對於觀瞻又怎麼樣。

普通的裂縫是三合土的拉力過度的表示，它們並不是完全危險的；除了觀瞻上的問題外，其他對於低減建築物的載重力，損害鋼筋，減少不透水的能性，種種問題都是非常重要的。現在將 M·H· Lossier 工程師的談談鋼筋混凝土的裂縫這篇論文，選譯了幾個重要的地方，介紹如下：

### 裂縫的發生

普通混凝土受了拉力的折斷，當它每米突 (metre) 裏的伸長度 (elongations) 是由 0.1 mm，至 0.2 mm。鋼筋也不能夠避免這伸長度的。但是這些鋼條有驅迫力來分派那能力，發生在表面的柔韌性。這種現象首先被發現就在那著名 Considere 的實驗。

裂縫並不是忽然間發生的，是漸漸造成的。如果有一部份被拉力折斷了，就拿一個靈敏的器械，放在那幾寸的地方內，量量它的伸長度。在這裏我們可以得到在某幾點，變態的伸長度發生，再加重力它們同時增大，

而且知道混凝土最初的局部失敗。這種結果在試驗紙上的污點可以看見，而且爲了局部失敗發生了小孔就引起這局部的混凝土吸收水份。

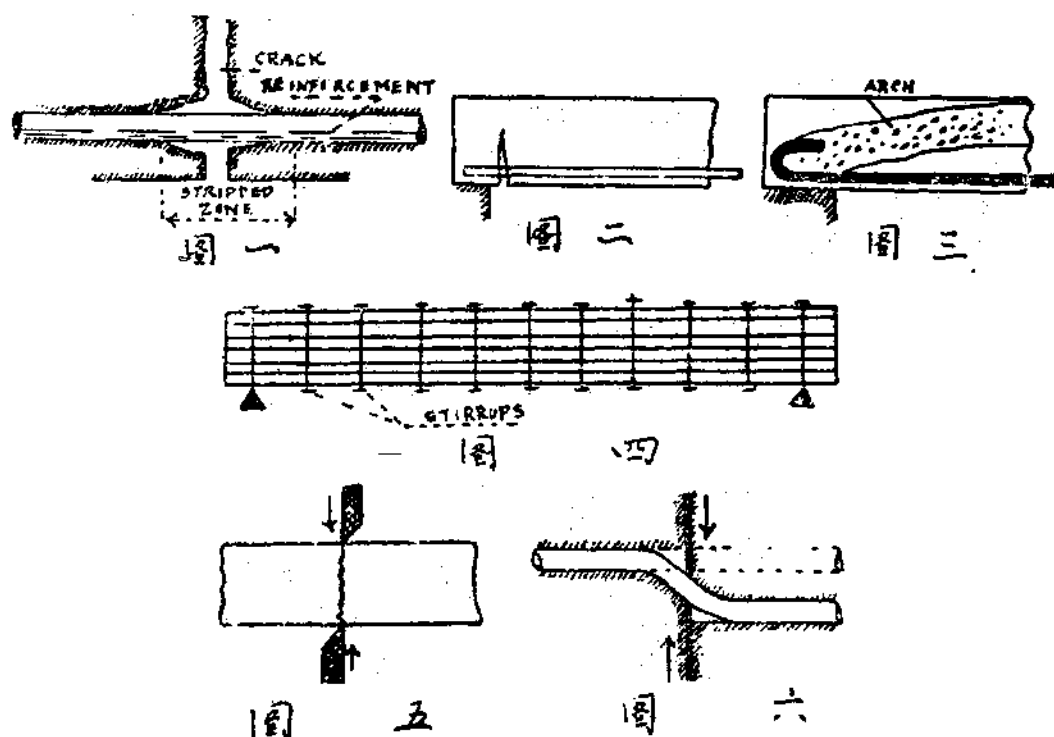
鋼筋三合土的作用變化範圍是很廣大的，猶其是對於它的式樣，分量，分配情形，和板模的乾濕。裂縫本身並不是危險，但是對於直接或間接的影響是重要的。從這裏看來，裂縫大約可分爲四種：

- 1 裂縫在那些部分受了拉力或者剪力的折斷而發生的。
- 2 裂縫發生當修理時暴露了鋼筋長度足夠引起氯化作用或者外間的變化作用侵害。
- 3 這種裂縫發生是足已降低三合土的不滲水性。
- 4 裂縫受了重複分派力而發生；這名字是給裂縫取消或者減少最大的力。

### 力 的 裂 縫

當鋼筋伸長度過了某幾個限度，但是沒有達到彈性限度，(limit of elasticity) 而鋼筋和混凝土的接合力 (bond stress) 是沒有了，那麼就起了變化……鋼筋的週圍生了很多細小的裂縫。如果在鋼筋的隣近發生了很大的裂縫，那就是混凝土和鋼筋的接合地方有了折斷的地方。在沒有計劃或者準確的計算，普通是將一部分施以重力，和不施力，來量度它的曲彎度，以確定它是不是有彈性作用。

除了鋼筋在繼續的重力下不能夠係不變，可靠的結果得自這實驗，是鋼筋沒有過了它的彈性限度，但是不能知道它的確實安全因數 (factor of safety)。如果受用的數目是夠高的，那麼一個力低過這限度都發生失敗，在這種情形就是所謂耐性限度 (endurance limit)。最適合的是常常用一個計力錶 (strain meter) 直接量度伸展度 (extension) 和在鋼筋的力。除非在起首試驗扛起了那部分，使不變的重力的効力消失，那麼附加在上的重力和總力，可以用比例大約求出來。

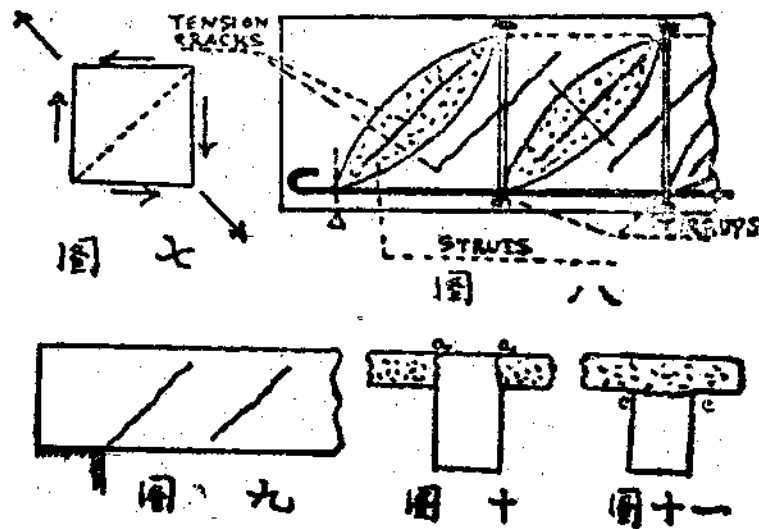


當裂縫發生在鋼筋拉力不夠的鋼筋週圍，接合地方的失敗恐怕會發生，那失敗是非常重要的。普通這些裂縫比較拉力裂縫濶一點，在三合土可以看見(圖一)。接合裂縫的大小，就關於三合土裏的鋼筋接口如何而發生的。如果接口是太短沒有一個適當的鈎(圖二)那部分的力就不能確定。如果，在相反的方面，那些鋼筋長到過了支持點，或者它們的尾部有鈎，那在某個限度內，可以當作一個拱有一個結的(圖三)，它的力是沒有減少，而且同時重複重力的作用，或者非常變化的重力的作用，恐怕又會發生了。

在懷疑的時候，最好是用一個頗長的時間，將重力試驗重複做了幾次，還要確定那接合裂縫，經過一個休息時間，是沒有增加的。

普通所謂剪力裂縫 (Shear cracks) 是不合的。在起初有鋼筋三和土的時期，有些作者的意見是垂直的馬鐙形的鋼條(stirrups)施出了剪力的抵抗力給與三和土的橫置平直的鋼筋。同樣的情形對於釘板模的釘(圖四)，

而且他們還說那些馬鐙形的鋼條是能單獨抵抗那三合土，和剪力的抵抗過量力。這種錯誤的意見生存了好久。依據原理，「剪力」這個名稱對於三合土和鋼筋是不合的。在一部分是眞的受了剪力，(圖五)那力發生在一個平面的兩邊，而在那剪力處是突然變化，那麼不連續性的情形就發生了。譬如，若果假設有一個平行四邊形的固體(parallelepipedon)在樑的中立軸，當那常力(normal stress)是零，和接合力是最大，則那物體受制于拉力和壓力在對角線的平面(圖七)；在那處有連續性的力發生，而且沒有突然的爆裂。



在純粹的剪力的情形，三合土有一個力大約是它的壓力的三分一。在第二個情形，三和土被拉力損壞是用一個力少過十分一的壓力。所以鋼筋三和土的裂縫叫做剪力裂縫幾乎完全是拉力裂縫。依照一九三四年的章程規定：凡三和土剪力和拉力的抵抗力的值是一樣的，而那所得之值是沒有鋼筋的樑的拉力的因數，還可以不必和三合土壓力成比例。馬鐙形的鋼條也被拉力損壞，但是它開始發生的時期，是當三合土經已被拉力損壞了。

鋼筋三和土陣被剪力損害是很少的情形。三和土的折斷是多數因為鋼筋壓力，而那些鋼筋又發生了一個彎力(bending stress)和壓力的抵抗力

(圖六)·如果鋼筋重量和直徑增加，則顯然的損害力也增加。

有害的裂縫，叫做剪力裂縫，是在習慣上，它的斜度約四十五度，就發生在支持物的隣近，或者近着孤立的重力(isolated loads)(圖九)·在這個特別的地帶，有消滅拉力與三和土的抵抗力的効力，而且反有增加剪力的總力於鋼筋上。

如果橫貫的鋼筋和彎的鋼條自己不能夠抵受了抵抗力，損壞當然不能免了·依照事實上，這不是完全合的，因為經度的鋼條(longitudinal bars)沒有在計算裏。

如果磚的橫斷面 A，因為裂縫 ab 垂直移動，而離開橫斷面 B，那麼在頂的鋼條 S，和在底的鋼條 I，對於這運動發生抵抗力(圖十二)·鋼條 S 在裂縫的左面，和鋼條 I 在它的右面，會將三合土裂縫擴張，而且這又給他們一個抵抗支持物(resisting support)·在裂縫的別壹方面，那些鋼條發生了拉力，而三和土對於這拉力須要一個抵抗力靠着它的性質，在鋼條的面部，和在馬鐙形的鋼條 E·當那些馬鐙形鋼條的面積不夠，或者相離太遠，則經度的鋼條的作用是時常沒有確實的，那麼最好是不要它了。

斜度裂縫獨有一個危險性質在這情形：橫貫的鋼筋和彎的鋼筋不能夠抵禦那剪力，在沒有三合土拉力作用的幫助(圖八)·當那樣的馬鐙形的鋼條現出不夠力的時候，而想增加它的力來補救，最好在它的外面作架(frames)用螺旋釘實，使它變成拉力，這方法是作者曾經用過的(圖十三)。

在所有突然發生的裂縫，因為抵抗剪力的抵抗力是不夠的情形，我們刻即要增加它的力來補救·有些裂縫(圖十)·分開 T 字樑的磚塊離了它的總樑，這些多數是由拉力發生，因為荷重磚塊的傾向力已經離了它的總樑·同樣情形也會在續連平過的拱發生·有時裂縫跟着 b b 線(圖十四)·分開那些拱了。

通常這些裂縫減少抵抗力，如果橫貫的鋼筋是不夠的·因此就表現出

陣塊和總樑的好接口是很重要的。陣塊的剪力在垂直面的伸長度是不用怕的，如果裂縫在直面現出不平的情形，可以防止經度的移動作用。同樣的見解也適用於裂縫發生跟着CC線(圖十一)。在陣塊的低面(soffit)的水平當那在總樑馬鐙形的鋼條是不夠的。

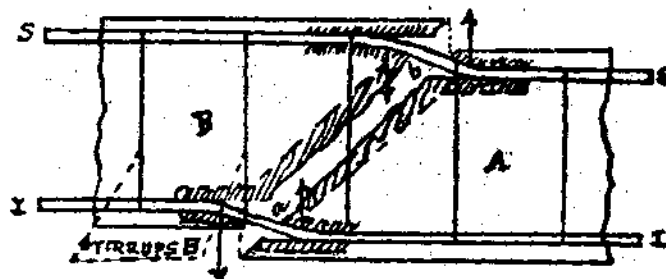


圖 十 二

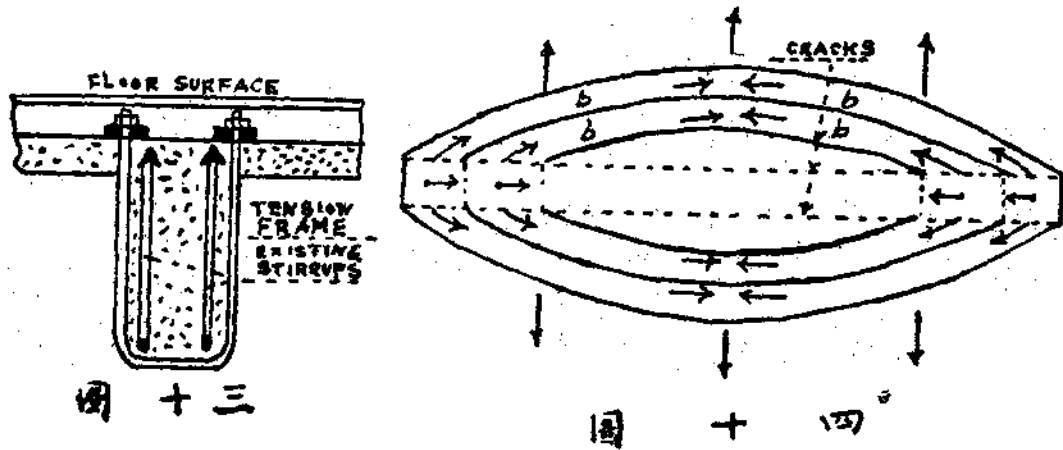


圖 十 三

圖 十 四

### 當修理發生的裂縫

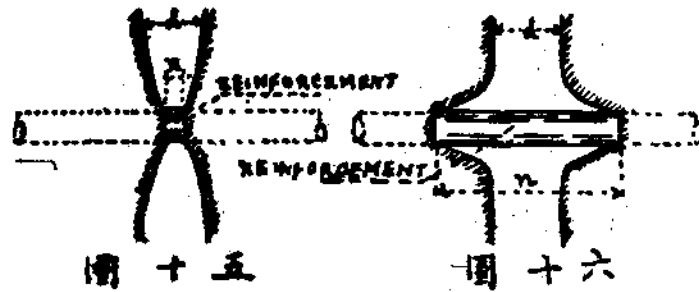
有鋼筋在三合土的時候，鋼筋的氯化作用在裂縫處，是須要提防的。據說這些地方生了鏽，會損害每條鋼筋，而且佈散到一部分，或者橫斷面的全部。從經驗看來在幾個情形是可怕的。

可以作為我們的定律是須要知道清楚兩個要素，裂縫的外貌濶度 $d$ (圖十五和圖十六)在那面上，和暴露的鋼筋長度 $n$ 。其實裂縫的邊只可以偏向與鋼筋的接合點，如果鋼筋滑在三合土裏，而且那接口是損害了。在多數



情形，三和土的黏性不能夠使它復元，但是這作用減少當三和土的立方力 (cube strength) 增加。裂縫復合可以減少鋼筋氧化的危險，但是經驗，過了幾年，告訴我們這危險實際是不發生的，如果可以看見的裂縫濶度  $d$  是少過一寸的四十分之一。這種情形當然是不適合於結構物受了不良作用的侵害。

一個更劇烈的裂縫會發生當那三合土和鋼筋失了黏性 (adhesion) 而三和土和鋼筋離開一個長度。通常這種裂縫是濶過那前述的而且發生在鋼筋拉力過大的地方或者在黏性力過度的地方。這兩種情形同時發生在連續樑或固定樑支持物上的受拉力的鋼筋不夠的地方。三合土和鋼筋的脫離可以用鐵錘敲這條樑來判定。



圖十五

圖十六

經驗告訴我們，三合土的裂縫損害鋼筋的危險，是多數少過在初有鋼筋混凝土建築的時候的揣測那麼利害。從這裏看來，三和土滲漏是很可怕的，還有些建築物受了海水作用或者硫磺水三和土就發生很重的滲漏性。有些水流入三合土裡面，損害鋼筋，弄壞了土敏土，傷口自然增加，流入水量也增加，而且佈散到各部份對於那建築物是有害的。在鋼筋上增加蓋面 (cover) 的厚度是對於保護意外事，如火險的事，它的效果是很好，但是對於實用，它的效果是很微，猶其是對於抵禦損害作用，它的力量更是非常之小。

### 三合土不滲水性的失敗

如水塘，屋頂，及其他混凝土建築工程須要不滲漏的，它們的裂縫發

生，多數在凝結的時候被縮力(contraction)做成的。普通這些裂縫無非對於力的方面有影響；如果水是清的或者藏了沒有礙的物質，或者如果土敏土是特別易溶解如某種的鉛質出品，這些物質在水裡也能够漸漸填了那些裂縫。

### 重複分派力的裂縫

因為意外的事時常發現結構物的境況與原有所定的計劃有多或者少的差異的事情。譬如有些工程師計劃一條樑有單獨陣塊(monolithic spans)而他們將支持物上的一部分的連續性作為計算而且以撓彎率(bending moment)達到最大的強度(intensity)在陣塊的中點，這值是

$$M_2 = \frac{pl^2}{10}$$

在支持物上工程師們可以減去一半底部的鋼筋，適合於

$$M_2 = \frac{pl^2}{20}$$

但是在一條樑有很多陣塊負荷平均重量和有一個常定的部份，那些值是

$$M_1 = \frac{pl^2}{24} \quad \text{和} \quad M_2 = \frac{pl^2}{12}$$

那附加其上的重力彎率大約是

$$M_1 = \frac{pl^2}{12} \quad \text{和} \quad M_2 = \frac{pl^2}{8.8}$$

當那重力最先施用，撓彎率分為樑和固定的部份的比例，因為支持物的上部鋼筋拉力達到鋼的彈性限度，或者因為過大的黏性力將那些鋼筋藏入三合土蓋裡，則在支持物的各部份起首衰弱，而那撓彎率，它們抵受不起的，佈散到各陣塊的中點的部份；如果後者能支持那過量力，裂縫並不發生。樑和支持物的接連地方，裂縫發生是很重要的。

---

單拱的拱起部分不够鋼筋，結果好像上述的情形。別的情形是格形樑的各部分缺乏柔韌性，而且那結構物支持在壓力地方。普通的情形，所有不能決定的結構物最弱的部是得其他穩固的部分的扶助；在一個可決定的結構物（樑承在二個支持物上，拱有三個樞紐和其他），如果真正疲勞（fatigue）的表示，應當要作為衰弱的危險。它們不能夠像那不能決定的結構物的同樣效果，除非有些部分有過量的力能夠援助那衰弱的部分。

# 空 中 攝 影 測 量

曾 炊 林 編 述

## 第一章 緒言

## 第二章 空中攝影測量之用途及與普通測量之比較

## 第三章 空中攝影測量之分類

### 第一節：傾斜攝影

### 第二節：垂直攝影

### 第三節：立體攝影

## 第四章 空中攝影測量之理論

### 第一節：空中攝影測量照片比例尺之計算

#### 第一款·垂直攝影

#### 第二款·傾斜攝影

### 第二節：空中攝影測量照片所包實地面積之求法

#### 第一款·垂直攝影

#### 第二款·單傾斜攝影

#### 第三款·複傾斜攝影

### 第三節：空中攝影對於飛行方向及機身傾斜之改正

第四節：空中攝影次數及隔離時間之求法

第一款·攝影次數

第二款·隔離時間

第五節：垂直攝影相隣兩照片主點間水平距離之決定

第六節：空中攝影測量之線束及線網製圖法

第一款·線束法

第二款·線網法

第七節：由傾斜照片上求空中攝影原子

第八節：魯第(Rudel)氏計算製圖法

第九節：用三角錐體展開法求空中攝影原子

第一款·焦點平面空間斜平面及水平之關係

第二款·三角錐體展開法

第十節：飛機高度圖解法計算法

第十一節：不平地像點誤差之改正

第十二節：天文控制點及三角點之應用

第十三節：球差氣差

第一章 緒言

空中攝影測量，雖在歐戰時纔轟動全世界，惟早既有人研究，一八四五年法國軍事領袖勞費達氏(Colonel Louis-sedat)，即有空中攝影之理論，其時飛機尚未發明，僅用極小之攝影器，安置於汽球，或有用風箏白鶴者，皆欲求垂向地面之照片，但因攝影器尚未改良，故其結果均未得良好之照片，一九〇九年四月，意大利人威德烏辣氏(Wilber Wright)在飛機上撮取電影片，頗有成效，一九一一年奧人時深福大尉(Captain Scheimpflug)用八個鏡頭之攝影器，在汽球上攝影，並發明傾斜糾正器，以是空

中照片，可以啣接成爲良好之平面圖(無水平曲線者)，一九一四年歐戰爆發，各方爭用航空攝影測量爲偵察敵情之用，是以此術進步奇速，攝影器則有單鏡頭二鏡頭三鏡頭四鏡頭八鏡頭九鏡頭各種，又有自動攝影器之發明，航空攝影一時大顯效能，戰事停息後，各國科學家乃再研究利用空中照片，製成水平曲線之完美地圖，是以自動製圖機相繼出世，一九二三年德人鮑威爾非而特(Bauesfeld)之自動製圖機(Stereoplannigraph)成，一九二五年瑞士威特(Wild)廠之自動製圖機(Autograph)成，一九二六年虎格司賀夫(Hugershoff)之第二種自動製圖機(Aerokautograph)又成，以前之困難問題，皆可解決，空中照片俱可以製成完美之地圖矣，且威特氏(Wild)及虎格司賀夫(Hugershoff)諸氏仍將各種儀器，繼續改良，則將來之進步，實難預測也。

## 第二章 攝影測量之用途及與普通測量之比較

科學進步，器械創新，測量技術，亦隨之俱進，由普通測進而爲攝影測量，更由地面攝影而進爲航空攝影，前之藉人力以測繪者，今則更兼器械之力矣，地面攝影測量係替代地形碎部之工作，於適宜之處，設定一測站，向其周圍地形攝影，同時測定其關係之三角點及天然目標，即可用照片以製圖，在勞力上較普通測量之多設站者，實稱便利，且用長21cm焦距之攝影機，在8km以內之地形，俱可製圖，故在小比例尺之地圖，較普通測量費時較少，所需經費亦較輕，惟攝影時間，必須天氣晴朗，稍爲缺憾，然是亦小問題耳若沖晒底片及製圖則須在夜間或雨天，亦能作業，是又普通測量之所不及也。至於空中攝影測量，則不受地形之限制，在空中往來自如，故其能力更大，舉凡荒山大澤，廣漠懸崖，以及瘴癘之區，戰爭場所，昔日之視爲不能測繪者，今則可一舉而就矣，且也節時日，省金錢，免除作業之困難增進地圖之精度，普通陸地測量之於今日，將由主要技術之地位，變爲補助技術之地位矣，茲更將其便利之端詳列於下：

### (一)節省時間

國家之需用地圖，常視其文化程度，及經濟能力而定，然而地方遼濶之區，成圖不易，或以測繪期內受意外之阻撓，致使時間延長，失其效用之性質，若用空中測量可免除是弊。蓋就尋常之自動攝影器及飛機假定底片  $b = 18 \times 18 \text{ cm}$ ，焦距  $B_r = 16.5 \text{ cm}$ ，飛機每秒之速  $S = 42 \text{ m}$ ，擬攝縮尺

$M = \frac{1}{10000}$  之圖，則其飛機高  $H = \frac{B_r}{M} = 0.165 \times 10000 = 1650 \text{ m}$

，每片可攝陸地面積  $= \left(\frac{b}{M}\right)^2 = (0.18 \times 10000)^2 \text{ m} = 3240000 \text{ sq. m}$  即

約合 13 平方里，又自動攝影器連續攝影時間  $Z = \frac{H \cdot b}{B_r \cdot s} = \frac{1650 \times 0.18}{0.165 \times 42}$

$= 4.3$  秒，（此係指每片俱無複疊而言）則每小時可影  $(60 \times 60) \div 4.3 =$

84 片。按上計算之結果，每小時能攝地面  $13 \times 84 = 1092$  方里。此

僅就單鏡頭式之垂直攝影而言，若多鏡頭式而兼用傾斜攝影者，可按數倍之，其能力實可驚人，即加上沖晒底片，製圖調查，費時亦無幾，故所欲測量地區之圖，可以隨時應付，不致失去時間性，普通陸地測量實望塵莫及也。

### (二) 減少經費

用空中攝影測量，可以節省時日，既如上述，則其所需費用，當隨之而省節，且測量員役，亦可減少，遷運消耗，亦可免除，按中央日報曾載英國用飛機測量非洲，平均每方哩僅需費三十司令，較之普通陸地測量，當省數倍矣。

### (三) 增進地圖之精度

普通陸地測量，常受地形之限制，或因作業之疏忽，致所測之圖，疏漏不詳，若用空中照片製圖，可與真形無異，蓋地面之所有，與及山川之起伏，莫不影入片內，即計算或繪圖上，遇有疑難錯誤之處，俱可即時在片上察覺，以備改正，故其精度定較普通陸地測量為佳。

### (四) 免除跋涉之苦

普通陸地測量，奔走於地面之上，困頓異常，遇有崇山峻嶺，沙漠澤沼，及交通不便之區，人烟稀少之處，尤為困苦，空中攝影測量，則無是項困難。

#### (五) 適於應用

##### a, 軍事上之用

地圖乃軍事上所必需舉凡射擊，掩護，搜索，破壞，以及距離之計算，攻守之設施，必須先熟地形，若用空中攝影測圖，則敵方臨時之佈置，攻守之情形，可於圖上得，戰事必操左券。

##### b, 航空家之用

長途飛行，必須攜帶詳圖，以供航行之對照，用空中撮得之圖，地形之表現，一如空中下望者然，辨認容易，可無飛錯之虞。

##### c, 土地測量之用

土地整理，關係國家之稅收，人民之業權，為建設時期最急任務，而測量土地，則為首要之工作也，用空中攝影測量圖，可於片上得其面積之大小，界址之分割，遼濶之區，能於最短期測竣，無須培養多量之人才，籌劃長期之經費，真事半而功倍也。

##### d, 國界測量之用

測量國界，寓領土之保全，關係至鉅，若僅恃石碑以為界址，則年久消滅，或為人遷移，無可考據，清代俄國之侵我滿邊，可為殷鑑，用空中攝影測圖，則遙長之界線，可於短期測定，遇有紛爭，一發而決，此不可不急圖者也。

##### e, 其他用途

如水利之應用，海港之擴充，城市之設計，商業之研究，以及森林礦產之估度，運河鐵路之開築，用空中攝影之圖，藉立體鏡之觀察，真形畢露，以此按圖計劃工程，簡便可靠，此又普通陸地測量之圖所不能及也。

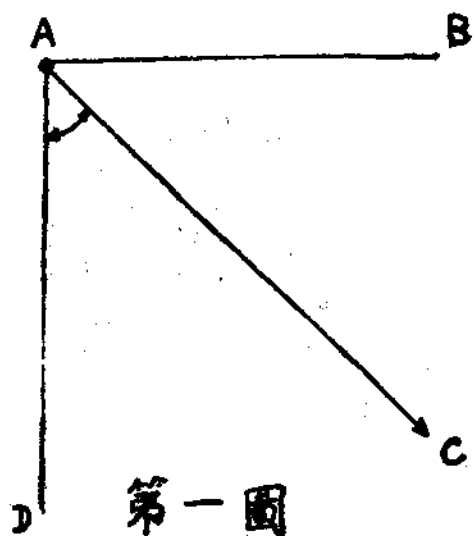
### 第三章 空中攝影測量之分類



空中攝影，普通分為三類：即傾斜攝影，垂直攝影，及立體攝影是也。  
茲分述如下：

第一節 傾斜攝影

傾斜攝影者，攝影器之主軸，與自透鏡中心向地面所作之垂直線成交角而攝影之謂也。又分為單傾斜與複傾斜兩種：僅有前後傾斜，無左右傾斜。而主橫線仍水平者，謂之單傾斜。若主縱橫線俱不水平，則謂之複傾斜。



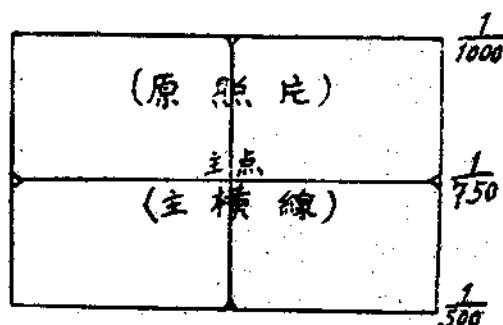
第一圖

但複傾斜在空中攝影殊不多見。此後所稱傾斜攝影，即單傾斜攝影也。如第一圖，A為影機上透鏡之中心，AB為水平線，AD為垂直線，AC為攝影器之主軸，在過AB，AD之垂直面中，則 $\angle CAD$ 即傾斜角也。(手提攝影由水平線起算，垂直攝影由垂直線起算)。傾斜角度之大小，隨所

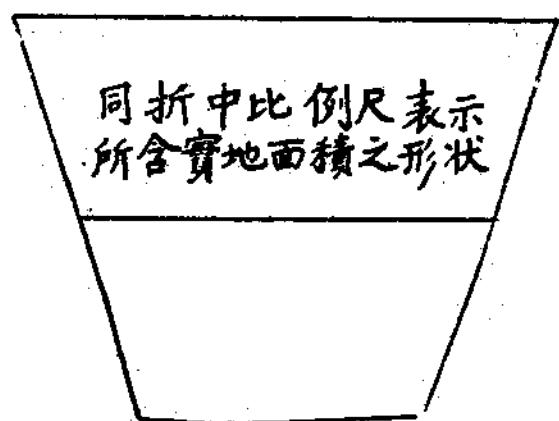
攝地段之大小，飛機之高度，及應用之目的而不同，惟以半直角為最良，以其所攝之物體，不失側面之真形，且可減少其陰影，否則傾斜角愈小，則愈近於垂直攝影，不獨物體之側面失其真形，立體將變為平面矣。

傾斜攝影照片，所含實地面積之形狀，恒為梯形，底片之形式雖為矩形，因光學關係，其實前面所含實地之面積小，而後面所含實地之面積大，故欲求此種實地圖形之比例尺，必先求照片之主橫線，蓋主橫線之比例尺，即該照片之折中比例尺也。如第二圖，(圖見後頁)為傾斜攝影原照片，及所含實地面積之形狀。前部之比例尺為 $\frac{1}{500}$ ，後部為 $\frac{1}{1000}$ ，其中部為 $\frac{1}{750}$ ，即折中比例尺也。此類攝影，最宜注意者，照片之主橫線須成水平，否則所含實地面積之形狀，或為左傾斜梯形，或為右傾斜梯形，製圖時頗感困

難也。



第二圖



，窺測形勢，予軍事上以莫大之便利焉。

### 第二節 垂直攝影

攝影器之主軸，垂直于地面而攝影者，謂之垂直攝影。惟因飛機之震盪，及空氣壓力，阻力之關係，不能絕對垂直，（接傾斜角度在十度以內者，仍謂之垂直攝影）致所攝之照片，仍含有多少之傾斜，其比例尺自不一致，必應用地面控制點經糾正器之複製，方能得真正之垂直照片。此類攝影，既可補傾斜攝影之不及，於軍事上固甚重要，以之施行平面測量，則地類境界瞭如指掌，且工作迅速，節費省時，實為我國邊疆測圖，整理土地之要圖也。

### 第三節 立體攝影

於空中有規約距離之二點，向同一地面，以有規約之方法各攝一片，置於實體鏡內注視之，即成立體影像，此類攝影，謂之立體攝影。

傾斜攝影所現陸地狀態于吾人之眼簾者，與登高山及塔頂而俯瞰地上同一景況。所攝之地段較大，若有高山遮蔽，則背面之形勢不能顯示，但飛機愈高，則視界愈大，而遮蔽之處亦愈小，此法於軍事上極關重要，因敵人禁入之地，防衛之區，或封鎖空中不能垂直攝影時，用此法可以偵察敵情

傾斜與垂直攝影，雖極重要，但一則山谷之背影不能明顯，一則地面之起伏無從識別，均無圓滿之貢獻，立體攝影能將地面四周之形勢，山陵凹凸之程度，真形表顯，且依照片在製圖機上能繪製水平曲線，構成精確全善之地圖，不特可資傾斜，垂直攝影之補助，實開測量學術無上之微妙。時至今日研求愈精，功用益大，旅行調查，可資以保存天然真實之印像，藝術建築，可藉以做製同一之模型，猶其餘事耳。

### 第四章 空中攝影測量之理論

#### 第一節 空中攝影測量照片比例尺之計算

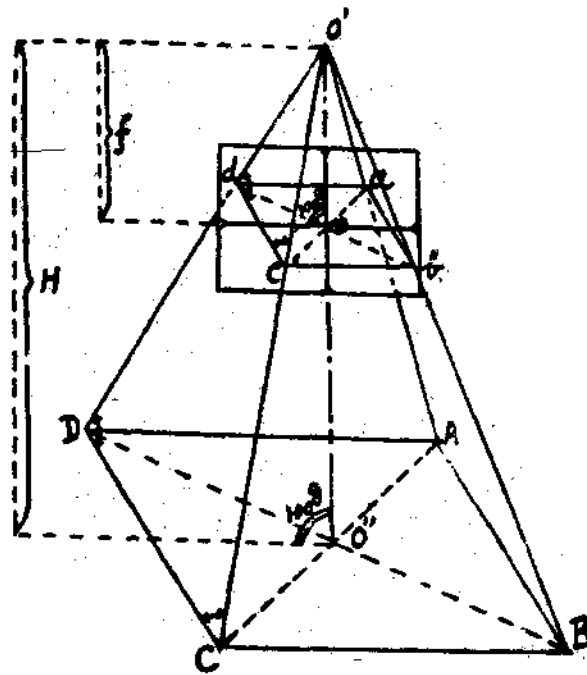
##### 第一款 垂直攝影

如第三圖設A, B, C, D 為地面上之四點，a, b, c, d 為其在照片上之相應點，o 為照片之主點，o' 為鏡頭中心，o'o'' 為主軸，交地面于 o'' 點，o'o' 為焦點距離，命為 f，o'o'' 為飛機高度，命為 H。

因此類攝影，既為垂直攝影，則主軸必垂直於地面，亦垂直于照片。故地平面與照片平面平行即

$\square ABCD \parallel \square abcd$  又 cd 與 CD，同在一平面上，  
 $\therefore cd \parallel CD \therefore \angle cdo' = \angle CDO, \angle dco' = \angle DCO' \quad co'd = \angle CO'D,$   
 $\therefore \triangle co'd \sim \triangle CO'Do$

第三圖



$$cd : CD = c'o' : CO'$$

同樣可證  $bc : BC = c'o' : CO'$

即  $cd : CD = bc : BC = c'o' : CO'$

由此類推可證  $ab : AB = bc : BC = c'o' : CO' = M$

又  $\triangle c'o'o'$  與  $\triangle CO''O'o'$ ，亦為相似三角形。

$$\therefore c'o' : CO' = o'o' : O''O' = f : H$$

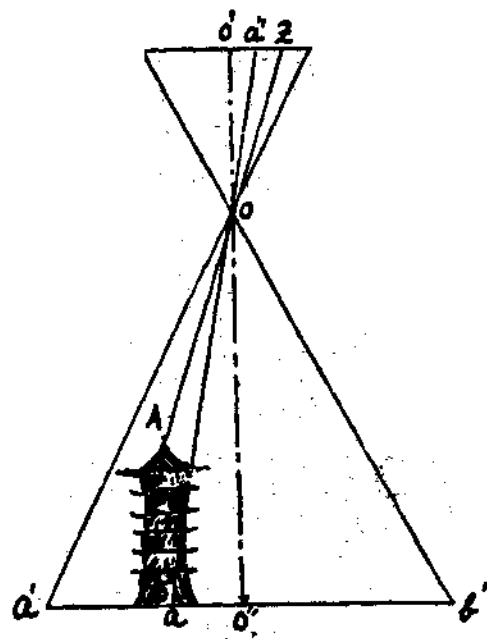
$$\therefore M = f : H \dots \dots \dots (1)$$

[推論]：用此法以求比例尺，若地面水平，在理論上，可稱絕對精確，但在實際則有種種誤差之附從，故其比例尺亦不精確，茲將發生之原因分述于次：

a. 地面參差不平之誤差

如第四圖為垂直攝影之斷面，O為鏡頭中心，o'o''為主軸，a'b'為假定

第四圖



水平之地面，A為高建築物之頂或角，其地面上之投影點a在照片之相應點為a''，但照片所攝之像點為Z，則Za''之距離，即為建築物高出地面影響于垂直攝影照片之誤差也。反是，低凹之地對於照片亦有相應之誤差，故地面高低不平，則垂直攝影照片之比例尺，即不精確。

b. 氣壓表誤差

氣壓表因空氣有不定之變化

，所指之高度，與真高度稍有差異，若感應不靈，則誤差較大。

c. 照相器改正不完全之誤差

照相器本有水準氣泡之裝置，但飛機飛行甚速，攝影時水平之改正必難精確，即所攝之照片，必有多少傾斜也。

以上所舉，為垂直攝影較大之誤差，尚有折光差等，因影響甚微，故未詳述，是前法所得之比例尺，僅為約值，苟欲精確測定，非用地面控制點以改正照片不可。

第二款 傾斜攝影

傾斜攝影照片前後比例尺之不一致，前章已約言之矣。茲證明之於下：

如第五圖 $O'$ 為鏡頭中心 $O$ 為照片主點， $O'O'$ 為主軸，交地面於 $O''$ 點，其傾斜角度為 $\gamma$ 。A, B, C, D為地面上四點，其在照片上相應之點

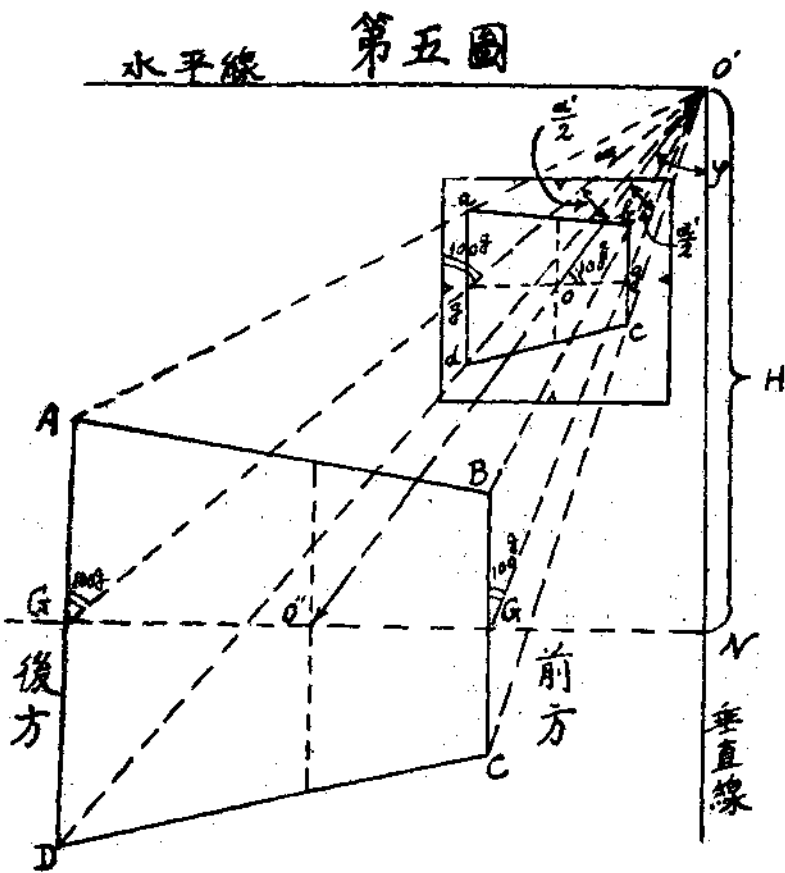
，為 $a, b, c, d$ 。

此種攝影雖為傾斜攝影，但其主橫線(或主縱線)仍為水平故 $ad \parallel AD$   $bc \parallel BC$ 今自 $O'$ 向 $ad, AD$ 及向 $bc, BC$ 各作一公共垂線交 $ad, bc$ 于 $g$ 交 $AD, BC$ 于 $G$ 。

$EOG$ 為縱線 $co'$ 為焦距 $f$ 令 $go'o$

$= \frac{a}{2}$  (前後方 $go'o$ 未必相等，茲假定相等)  $\cdot o'g : O'G = M$ 則 $o'g$

$$= f / \cos \frac{a'}{2}$$



又  $\angle GO, O' = \frac{d'}{2}$  ,  $\angle NO, O' = f$  , 則  $\angle GO, N = f \pm \frac{d'}{2}$   
 , 又  $O'N = H$  ,

$$\text{故 } O'G = H / \cos\left(f \pm \frac{d'}{2}\right)$$

$$\therefore o'g : O'G = \frac{f}{\cos \frac{d'}{2}} : \frac{H}{\cos\left(f \pm \frac{d'}{2}\right)} = \frac{f}{H} \frac{\cos\left(f \pm \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}}$$

$$\text{即 } M = \frac{f}{H} \frac{\cos\left(f \pm \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

[推論] : A. 傾斜照片在同一水平線之各點, 其比例尺必相等。

B. 設  $\frac{d'}{2}$  爲 0. 則  $M = \frac{f}{H} \cos f$  , 即照片上主橫線之比例尺爲  $\frac{f}{H} \cos f$  。

C. 設在照片之前方, 則  $M = \frac{f}{H} \frac{\cos\left(f - \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} \dots\dots\dots$  然

$$\frac{\cos\left(f - \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} = \cos f + \sin f \tan \frac{d'}{2} , \text{ 較 } \cos f \text{ 之數爲大, 故}$$

在主橫線前方各段水平線之比例尺, 較  $\frac{f}{H} \cos f$  爲大。

D 設在照片之後方, 則  $M = \frac{f}{H} \frac{\cos\left(f + \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} \dots\dots\dots$  然

$$\frac{\cos\left(f + \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} = \cos f - \sin f \tan \frac{d'}{2} , \text{ 較 } \cos f \text{ 之數爲小}$$

, 故在主橫線後方各段水平線之比例尺, 較  $\frac{f}{H} \cos f$  爲小。

E 設  $f' = 0$  , 則  $\frac{\cos\left(f \pm \frac{d'}{2}\right)}{\cos \frac{d'}{2}} = 1$  , 即  $M = \frac{f}{H}$  , 而傾斜照

片成爲垂直照片矣。

本款所述, 係僅有前後傾斜無左右傾斜(或僅有左右傾斜無前後傾斜)

之照片，若前後及左右傾斜兼有之照片，則與主橫線平行之各直線中各段之比例尺，仍不一致，因求法煩難應用又少，故不論之。

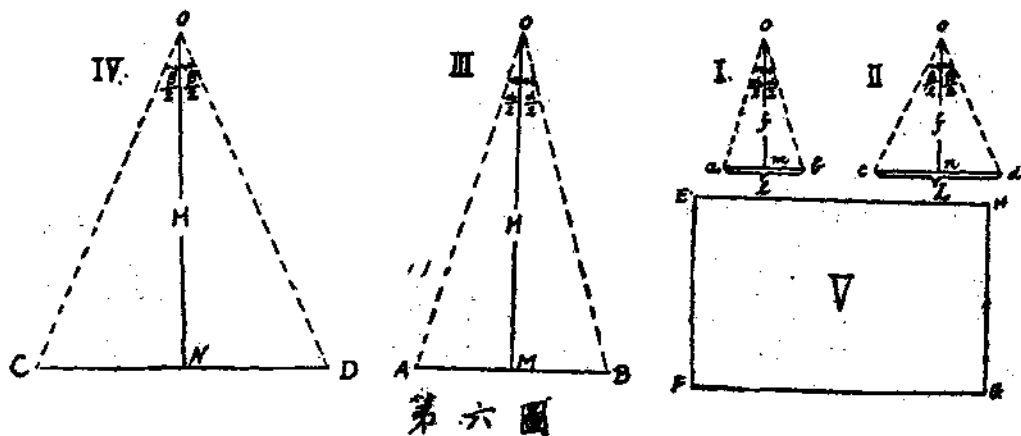
第二節 空中攝影測量照片所包實地面積之求法

空中攝影照片，可用圖解法及計算法以求所包實地之面積，雖複傾斜攝影亦可求之，蓋複傾斜攝影，其主軸之前後傾斜，及主橫線之左右傾斜，其角度若干，均可於攝影機上座架度盤讀得之，兼以飛機高度可由飛機上氣壓表或他法求之，焦點距離，照片上主橫線，及主縱線之長度，均可預知，有此數種攝影計算原子，即可根據之以求所包實地面積矣。茲將各原子之命名列下，並分三款述之：

- H = 飛機高度， L = 主橫線之長， l = 主縱線之長，
- f = 焦點距離，  $\gamma$  = 前後傾斜角， k = 左右傾斜角，
- S = 照片所包實地面積。

第一款 垂直攝影

(一)圖解法 如第六圖之 I, II, 作 ab 及 cd 二直線，令  $ab = l$   $cd = L$ ，于 ab 之中點 m 作垂線 om，cd 之中點 n 作垂線 on，各等于 f。



連 oa, ob, oc, od 四線，命  $\angle aob$  為  $\alpha$ ， $\angle cod$  為  $\beta$ ，

則  $\angle aom = \angle bom = \frac{\alpha}{2}$ ，及  $\angle con = \angle don = \frac{\beta}{2}$ 。

又如第六圖之 III, IV, 作 AB 及 CD 兩線，各于其中點 M, N, 作垂線 OM, ON, 令其長各等于 H (依縮尺化得之，下均做此)。

次自O點與OM左右各成 $-\frac{\alpha}{2}$ 角，作OA, OB二線，交AB於A, B二點，則AB為含主軸與視角 $\alpha$ 之平面與地面之交線。

再自O點與ON左右各成 $-\frac{\beta}{2}$ 角，作OC, OD二線，交CD於C, D二點，則CD為含主軸與視角 $\beta$ 之平面與地面之交線。

再如第六圖之V作矩形EFGH，使其一邊等於AB，一邊等於CD，則EFGH矩形，即為照片所包實地之面積。（依所用縮尺，可度此面積之數量，下做此。）

$$(二) 計算法 \quad \text{因 } \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} / f = \frac{1}{2f} \dots\dots\dots (A)$$

$$\text{及 } \tan \frac{\beta}{2} = \frac{L}{2} / f = \frac{L}{2f} \dots\dots\dots (B)$$

$$\text{又 } AM = OM \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = H \cdot \tan \frac{\alpha}{2}, \text{ 及 } CN = ON \cdot$$

$$\tan \frac{\beta}{2} = H \cdot \tan \frac{\beta}{2},$$

$$\therefore S = EFGH = AB \cdot CD = 2AM \cdot 2CN = 2H \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\cdot 2H \cdot \tan \frac{\beta}{2} = 4H^2 \tan \frac{\alpha}{2} \tan \frac{\beta}{2},$$

$$\therefore S = 4H^2 \tan \frac{\alpha}{2} \tan \frac{\beta}{2} \dots\dots\dots (3)$$

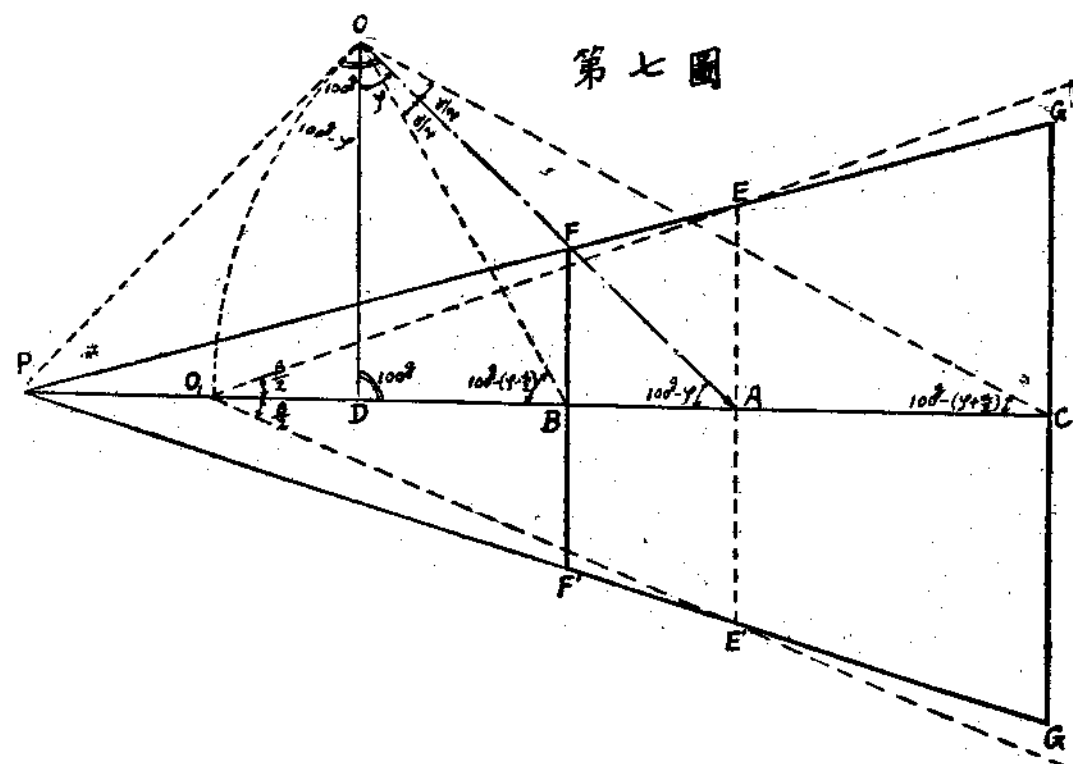
### 第二款 單傾斜攝影

(一) 圖解法 [作法]: 如第七圖作水平線AD，於線上任取一點D，並自D點作AD之垂線OD，命其長等於H，今自O點與OD成 $f$ 角作OA線與AD交於A點，則A點為傾斜攝影之主軸與地面之交點。

又自O點與OA成 $\frac{\alpha}{2}$ 角，左右各作OB, OC線與AD交於B, C則BC為含主軸與 $\alpha$ 視角之平面與地面之交線。

今於AD線上取AO<sub>1</sub>=AO，且自O<sub>1</sub>點與AO<sub>1</sub>成 $\frac{\beta}{2}$ 角，左右各作O<sub>1</sub>E, O<sub>1</sub>E'線與自A作AD之垂線EE'相交於E, E'二點則，EE'為含主軸與 $\beta$ 視角之平面與地面之交線。





第七圖

再自 O 點作 OA 之垂線 OP, 與 AD 之延長線交于 P 點, 則 OP 爲含 O E, OE' 與含主軸及視角  $\beta$  之平面成直交之二平面相交直線, 稱爲脊線, P 點稱爲脊點, 連 PE, PE' 且引長之與自 B, C 各作 AD 之垂線 FF' 及 GG' 二直線相交于 F, F' 及 G, G' 四點, 則 FF', GG' 爲含 OB 及 OC 各與含主軸與視角  $\alpha$  之平面成直交之二平面, 與地面之交線, 而形梯 FF' G'G 卽爲所求之實地面積。

(二) 計算法 如第七圖  $OA = \frac{OD}{\cos \gamma} = \frac{H}{\cos \gamma}$

$$PA = \frac{OA}{\cos(100^\circ - \gamma)} = \frac{H}{\sin \gamma \cdot \cos \gamma}, \quad OP = \frac{OD}{\cos(100^\circ - \gamma)} = \frac{H}{\sin \gamma}$$

$$PB = \frac{\sin(100^\circ - \frac{\beta}{2})}{\sin\{100^\circ - (\gamma + \frac{\beta}{2})\}} \cdot OP = \frac{H \cos \frac{\beta}{2}}{\sin \gamma \cos(\gamma - \frac{\beta}{2})}$$

$$AE = OA \tan \frac{\beta}{2} = \frac{H \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \gamma}, \quad (\text{因 } DA = OA)$$

$$BF = \frac{PB \cdot AE}{PA} = \frac{H \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{\sin \gamma \cdot \cos(\gamma - \frac{\beta}{2})} \cdot \frac{H \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \gamma} \cdot \frac{\sin \gamma \cdot \cos \gamma}{H} \cdot \frac{H \cos \frac{\beta}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos^2(\gamma - \frac{\beta}{2})}$$

$$FC = \frac{\sin(100^\circ + \frac{\alpha}{2})}{\sin(100^\circ - (\frac{\alpha}{2}))} \cdot OP = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} \cdot \frac{H}{\sin \gamma} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \gamma \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})}$$

$$GC = \frac{PA \cdot AE}{PA} = \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \gamma \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} \cdot \frac{H \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \gamma} = \frac{\sin \gamma \cdot \cos \gamma}{H} \cdot \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})}$$

$$BC = PC - PB = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \gamma \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} - \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \gamma \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} (\cos(\gamma - \frac{\alpha}{2}) - \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}))}{\sin \gamma \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$= \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot (2 \sin \gamma \cdot \sin \frac{\alpha}{2})}{\sin \gamma \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})} = \frac{2H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$\text{故 } S = \frac{FF' + GG'}{2} \cdot BC = \frac{2BF + 2GC}{2} \cdot BC = (BF + GC) \cdot BC$$

$$= \left\{ \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})} + \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} \right\} \cdot BC$$

$$= \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} \{ \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) + \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2}) \}}{\cos(\gamma - \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} \cdot BC$$

$$= \frac{H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} (2 \cos \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2})}{\cos(\gamma - \frac{\alpha}{2}) \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} \cdot \frac{2H \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$= \frac{4H^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} \cdot \cos \gamma}{\cos^2(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos^2(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$\text{故 } S = \frac{4H^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} \cdot \cos \gamma}{\cos^2(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos^2(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

[推論] 若主軸與水平面直交，即  $\gamma = 0$  則公式(4)可化

為下式

$$S = \frac{4H^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} \cdot \cos \gamma}{\cos^2(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cos^2(\gamma - \frac{\alpha}{2})} = \frac{4H^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2(-\frac{\alpha}{2})}$$

$$= \frac{4H^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos^4(\frac{\alpha}{2})} = 4H^2 \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}$$

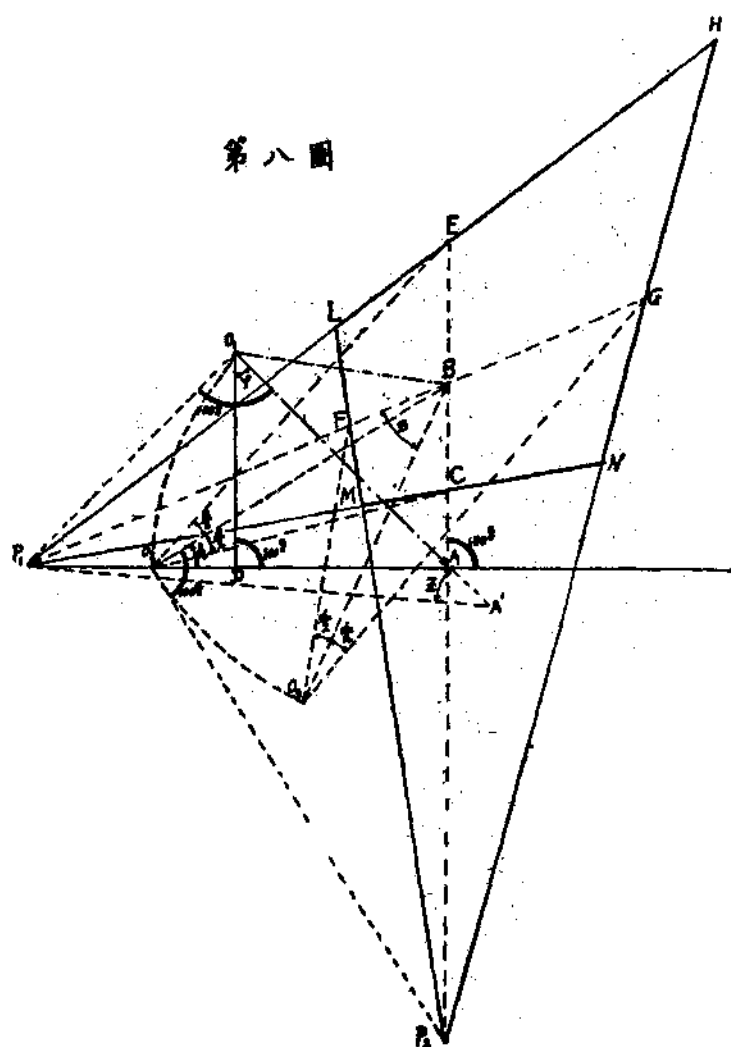
與公式(3)完全相符。

註：本篇所用角度概為四百度式，(即將圓周分為400度，每度等於100分，每分等於100秒)，故以g代度以下準此。

### 第三款 複傾斜攝影

(一)圖解法 [作法] 如第八圖自水平線AD上之任一點D，作垂線

第八圖



$DO_1$  等於  $H$ ，(飛機高依縮尺化得之長) 準  $O_1$  點與  $DO_1$  成了角，(前後傾斜角) 作  $O_1A$  直線與  $AD$  交於  $A$  點，則  $O_1A$  為單傾斜攝影時在垂直面中投影之主軸，(其水平投影為  $AD$ ) 此主軸稱為舊主軸。次以  $A$  為心， $O_1A$  為半徑，于  $AD$  線上截取  $AO_2 = AO_1$ ，準  $O_2$  點與

$O_2A$  成  $k$  角，(左右傾斜角) 作  $O_2B$  直線，( $O_2B$  在  $AD$  之上或下，以右傾或左傾為斷)。與自  $A$  點所作  $AD$  之垂線  $AE$  ( $AE$  是含舊主軸與視角  $\beta$  之平面與地面之交線， $AE$  與  $AO_1$  圖上不成直交，實際則成直交) 相交於  $B$  點，連  $O_1B$  直線，則  $O_1B$  為左右傾斜後之主軸，稱為新主軸， $B$  點為新主軸與地面之交點， $O_2B$  為以  $AE$  為軸平作新主軸於水平面上之位置。(器械構造左右傾斜無論成何角度，主軸必在含  $AO_1$  與  $AE$  之平面中移動，且移動之後新主軸與舊主軸所成之角，必等於左右傾

斜角，故將含  $A O_1$  與  $A E$  之平面以  $A E$  為軸平仆於水平面上，則  $A O_1$  疊於  $A D$ ， $O_2$  點即  $O_1$  點平仆後之位置， $O_2 B$  即是前後傾斜及右左傾斜後新主軸被平仆於水平面上之位置。準  $O_2$  點與  $O_2 B$  成  $-\frac{\beta}{2}$  角，(見第六圖之 II) 右左各作  $O_2 E$  及  $O_2 C$  二直線，與  $A E$  交于  $E$  及  $C$  二點。( $O_2 E$  及  $O_2 C$  二直線，是與新主軸左右各成  $-\frac{\beta}{2}$  角之二影線平仆於水平面上之位置， $E$  及  $C$  點乃此二影線與地面之交點，故  $E C$  為含新主軸及  $\beta$  視角之平面，與地面之交線)。準  $O_1$  點與  $O_1 A$  成直角作  $O_1 P_1$  直線，與  $A D$  之延長綫交於  $P_1$  點，(此  $O_1 P_1$  直線是  $O_2 E$  及  $O_2 C$  未平仆以前，含  $O_2 E$  及含  $O_2 C$  各與含  $A O_1$  與  $A E$  之平面成直交之二平面，相交之直線，在垂直面中之投影，其水平投影為  $P_1 D$ ) 此  $O_1 P_1$  交線稱為第一脊線， $P_1$  點是第一脊線與地面之交點，稱為第一脊點。

次將  $P_1 E, P_1 B, P_1 C$  各連為直線，且延長之，則  $P_1 E$  為含第一脊線及  $O_1 E$  線之平面與地面之交線， $P_1 C$  為含第一脊線及  $O_1 C$  線之平面與地面之交線， $P_1 B$  為含第一脊線及新主軸之平面與地面之交線，又將  $O_1 A$  延長至  $A'$  點，截取  $O_1 A' = O_2 B$ ，連  $P_1 A'$ ，則得  $P_1 A'$   $O_1$  角為新主軸與  $P_1 B$  直線之夾角，(夾角  $P_1 A' O_1$  是以  $O_1 P_1$  為軸，將含第一脊線與新主軸之平面旋轉於垂直面中所得)。令此夾角為  $Z$ 。準  $B$  點與  $P_1 B$  成  $Z$  角 作  $B O_2$  直線，以  $B$  為心， $B O_2$  為半徑，截

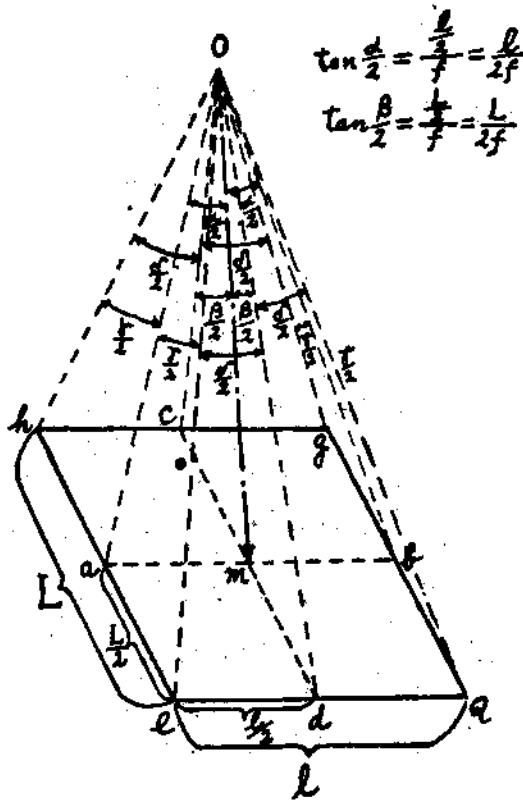
取  $BO_3 = BO_2$ ，準  $O_3$  點左右各與  $O_3B$  線成  $\frac{d}{2}$  角，(見第六圖之1)  
 作  $O_3G$  及  $O_3F$  二直線，與  $P_1B$  及其延長線相交於  $F$  及  $G$  二點。(即  
 以  $P_1B$  為軸，將含  $P_1B$  與第一脊線及新主軸之平面平仆於水平面上，  
 $O_3F$  及  $O_3G$  二直線，是各與新主軸前後成  $\frac{d}{2}$  角之二影線被平仆後之  
 位置， $G$  及  $F$  二點，乃此二影線與地面之交點，又  $FG$  為含新主軸及視  
 角  $\alpha$  之平面與地面之交線)。

再自  $O_2$  點與  $O_2B$  成直角作  $O_2P_2$  直線，與  $AE$  之延長線相交  
 於  $P_2$  點，故  $O_2B_2$  為第二脊線， $P_2$  為第二脊點，(在  $O_3G$  及  $O_3F$   
 未平仆以前，含  $O_3G$  之平面及含  $O_3F$  之平面，各與含  $P_1B$  線第一  
 脊線新主軸之平面成直交，故含  $O_3G$  及含  $O_3F$  之二平面相交直線  $O_2P_2$ ，  
 $P_2$  稱為第二脊線，依幾何學理第二脊線亦必與新主軸成直交，於此  $B$   
 $P_2$  直線乃是含第二脊線與新主軸之平面，與地面之交線， $O_2P_2$  第二脊  
 線乃是以  $BP_2$  為軸被平仆後之位置， $P_2$  第二脊點，乃是第二脊線與地  
 面之交點)。

聯結  $P_2F$  及  $P_2G$  二線，且與  $P_1E$  及  $P_1C$  二線相交於  $H, L, M,$   
 $N$  四點，則  $P_2F$  為含第二脊線及  $O_1F$  之平面與地面之交線， $P_2G$  為  
 含第二脊線及  $O_1G$  之平面與地面之交線，而  $HLMN$  四邊形，即為所  
 求之實地面積也。

[二]計算法 如第九圖令O為鏡頭中心，□eqgh為照片，om為  
 焦距f，cd為照片主橫線長度L，ab為照片主縱線長度l。

第九圖



$$\angle aom = \angle bom = \frac{\alpha}{2}, \quad \angle dom = \angle com = \frac{\beta}{2}$$

$$\text{又命 } \angle eod = \angle god = \angle hoc = \angle goc = \frac{\delta}{2},$$

$$\angle aoe = \angle aoh = \angle gob = \angle bog = \frac{\gamma}{2},$$

則

$$oa = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{又 } \tan \frac{\gamma}{2} = \frac{ae}{oa} = \frac{L}{2} \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{f}$$

$$= \tan \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \dots \dots (c)$$

$$\begin{aligned} \text{又} \quad od &= \frac{f}{\cos \frac{\beta}{2}} \\ \overline{oe} &= oa \cdot \frac{oe}{oa} = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\gamma}{2}}, \\ \cos \frac{\delta}{2} &= \frac{od}{oe} = \frac{f}{\cos \frac{\beta}{2}} \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\gamma}{2}}{f} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\gamma}{2}}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (D) \end{aligned}$$

茲將第八圖中在  $O_2 E$  及  $O_2 C$  未平仆前，含  $P_1 H$  與  $O_2 E$  之平面，及含  $P_1 N$  與  $O_2 C$  之平面，(即含視角之左右二平面)以  $P_1 H$  及  $P_1 N$  各為軸，各平仆於水平面上，如第十圖，即以  $P_1$  為心， $P_1 O_1$  為半徑作圓，又以  $E$  及  $C$  各為心， $O_2 E$  及  $O_2 C$  各為半徑作圓，得交點  $O_4, O_5$  二點，連  $O_4 E$  及  $O_5 C$ ，則  $O_4 E$  為  $O_2 E$  被平仆後之位置， $O_5 C$  為  $O_2 C$  被平仆後之位置， $O_1$  點一面落於  $O_4$  點，他一面落於  $O_5$  點，又  $O_4 P_1, O_4 L, O_4 H$  及  $O_5 P_1, O_5 M, O_5 N$  各連為直線。

$$\text{則 } O_4 E = O_2 E, \quad O_5 C = O_2 C, \quad O_4 P_1 = O_5 P_1 = O_1 P_1 = \frac{H}{\sin f}$$

$$\angle P_1 O_4 E = \angle P_1 O_5 C = 100^\circ$$

$$\angle L O_4 E = \angle E O_4 H = \angle M O_5 C = \angle C O_5 N = \frac{\delta}{2}$$

$$\text{命 } \angle O_4 P_1 H = x, \quad \angle O_5 P_1 N = y,$$

$$\text{則 } \angle P_1 E O_4 = 100^\circ - x, \quad \angle P_1 O_4 H = 100^\circ + \frac{\delta}{2}, \quad \angle P_1 H O_4 = 100^\circ + \frac{\delta}{2}$$

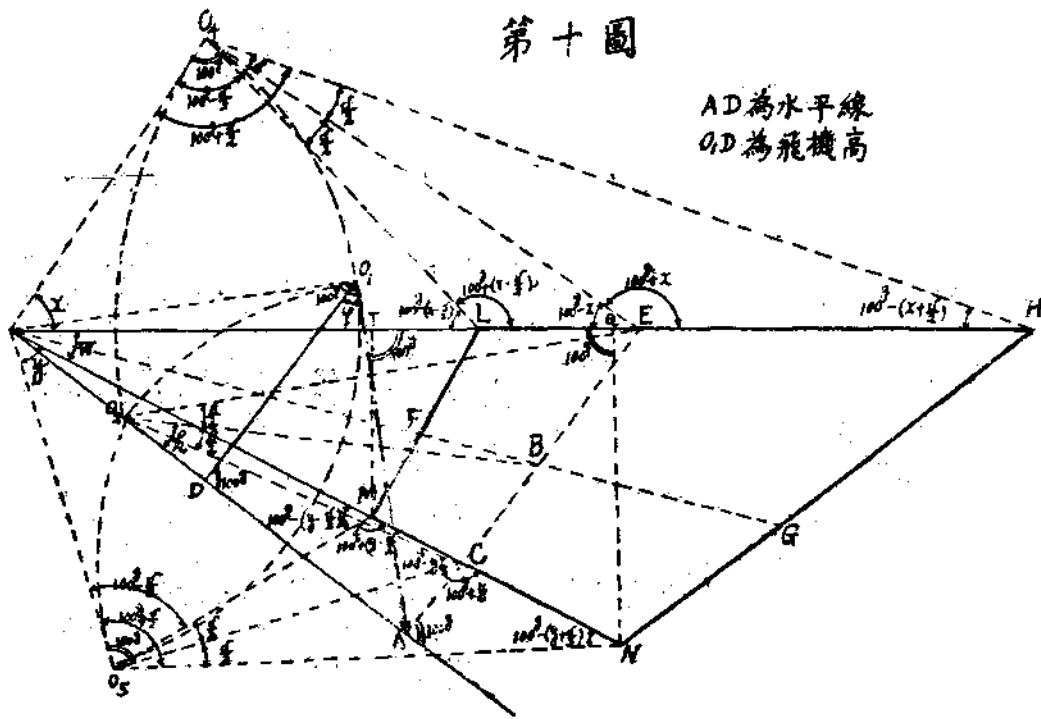
$$\angle O_4 E H = 100^\circ + x, \quad \angle P_1 O_4 L = 100^\circ - \frac{\delta}{2}, \quad \angle P_1 L O_4 = 100^\circ - (x - \frac{\delta}{2})$$

$$\angle O_4 L E = 100^\circ + (\alpha - \frac{\delta}{2}).$$

$$\text{及 } \angle P C O_5 = 100^\circ - \gamma, \angle P_1 O_5 M = 100^\circ - \frac{\delta}{2}, \angle P_1 M O_5 = 100^\circ (\gamma - \frac{\delta}{2})$$

$$\angle P O_5 N = 100^\circ + \frac{\delta}{2}, \angle N C O_5 = 100^\circ + \gamma, \angle P N O_5 = 100^\circ - (\gamma + \frac{\delta}{2})$$

$$\angle O_5 M C = 100^\circ + (\gamma - \frac{\delta}{2}).$$



$$\text{因 } AO_1 = \frac{H}{\cos f}, \quad EO_4 = EO_2 = \frac{AO_2}{\cos(\kappa + \frac{\delta}{2})} = \frac{AO_1}{\cos(\kappa + \frac{\delta}{2})} = \frac{H}{\cos f \cos(\kappa + \frac{\delta}{2})},$$

$$CO_5 = CO_3 = \frac{AO_3}{\cos(\kappa - \frac{\delta}{2})} = \frac{H}{\cos f \cos(\kappa - \frac{\delta}{2})}.$$

$$\text{又 } O_4 P = \frac{H}{\cos(100^\circ - f)} = \frac{H}{\sin f},$$

$$\text{故 } \tan \alpha = \frac{EO_4}{O_4 P} = \frac{H}{\cos f \cos(\kappa + \frac{\delta}{2})} \cdot \frac{\sin f}{H} = \frac{\tan f}{\cos(\kappa + \frac{\delta}{2})} \quad (E)$$

$$\tan \gamma = \frac{CO_5}{O_5 P} = \frac{H}{\cos f \cos(\kappa - \frac{\delta}{2})} \cdot \frac{\sin f}{H} = \frac{\tan f}{\cos(\kappa - \frac{\delta}{2})} \quad (F)$$

$$\text{又 } AP = \frac{AO_1}{\cos(100^\circ - f)} = \frac{H}{\cos f \sin f},$$



$$P_1 E_1 = \frac{P_1 O_4}{\cos \alpha} = \frac{P_1 O_1}{\cos \alpha} = \frac{H}{\cos \alpha \cdot \sin f}$$

$$P_1 H = \frac{O_4 P_1 \sin(100^\circ + \frac{\alpha}{2})}{\sin(100^\circ - (\alpha + \frac{\alpha}{2}))} = \frac{O_1 P_1 \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos(\alpha + \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\alpha + \frac{\alpha}{2})}$$

$$P_1 L = \frac{O_4 P_1 \sin(100^\circ - \frac{\alpha}{2})}{\sin(100^\circ - (\alpha - \frac{\alpha}{2}))} = \frac{O_1 P_1 \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos(\alpha - \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\alpha - \frac{\alpha}{2})}$$

$$P_1 C = \frac{P_1 O_5}{\cos \gamma} = \frac{P_1 O_1}{\cos \gamma} = \frac{H}{\sin f \cdot \cos \gamma}$$

$$P_1 N = \frac{O_5 P_1 \sin(100^\circ + \frac{\alpha}{2})}{\sin(100^\circ - (\gamma + \frac{\alpha}{2}))} = \frac{O_1 P_1 \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})}$$

$$P_1 M = \frac{O_5 P_1 \sin(100^\circ - \frac{\alpha}{2})}{\sin(100^\circ - (\gamma - \frac{\alpha}{2}))} = \frac{O_1 P_1 \cos \frac{\alpha}{2}}{\cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

又因  $\sin \angle PEC = \frac{AP_1}{P_1 E} = \frac{H}{\cos f \cdot \sin f}$   $\cos \angle C = \sin f = \frac{\cos \alpha}{\cos f}$

$$CE = \frac{O_2 E \sin \beta}{\sin \angle ECO_2} = \frac{O_2 E \cdot \sin \beta}{\sin(100^\circ + (K - \frac{\alpha}{2}))} = \frac{O_2 E \sin \beta}{\cos(K - \frac{\alpha}{2})} = \frac{H \cdot \sin \beta}{\cos f \cdot \cos(K + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos(K - \frac{\alpha}{2})}$$

令  $\angle MP_1 L = W$ ,

$$\begin{aligned} \text{則 } \sin W &= \frac{CE \sin \angle PEC}{P_1 C} = \frac{H \sin \beta}{\cos f \cdot \cos(K + \frac{\alpha}{2}) \cdot \cos(K - \frac{\alpha}{2})} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos f} \cdot \frac{\sin f \cdot \cos \gamma}{H} \\ &= \frac{\sin \beta \tan f \cos \alpha \cos \gamma}{\cos f \cdot \cos(K + \frac{\alpha}{2}) \cos(K - \frac{\alpha}{2})} = \sin \beta \cdot \frac{\tan f \cos \alpha}{\cos(K + \frac{\alpha}{2})} \cdot \frac{\tan f \cdot \cos \gamma}{\cos(K - \frac{\alpha}{2}) \sin f} \\ &= \frac{\sin \beta \sin \alpha \sin \gamma}{\sin f} \end{aligned}$$

準 M 及 N 各作 P<sub>1</sub>H 之垂線 MT 及 NQ 交 P<sub>1</sub>H 於 T 及 Q =

$$\text{則 } NQ = P_1 N \sin W = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \sin \alpha \sin \gamma}{\sin^2 f \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})}$$

$$MT = P_1 M \sin W = \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \sin \alpha \sin \gamma}{\sin^2 f \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$\text{即 } \Delta P_1 N H = \frac{1}{2}(P + NQ) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2})} + \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \sin \alpha \sin \gamma}{\sin^2 f \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})} \right\}$$

$$= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \cdot \sin \alpha \sin \gamma}{2 \sin^2 f \cos(\gamma + \frac{\alpha}{2}) \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})}$$

$$\Delta P_1 M L = \frac{1}{2}(P_1 L - MT) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{H \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin f \cdot \cos(\alpha - \frac{\alpha}{2})} - \frac{H \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta \sin \alpha \sin \gamma}{\sin^2 f \cdot \cos(\gamma - \frac{\alpha}{2})} \right\}$$

$$= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma}{2 \sin^2 \varphi \cdot \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cdot \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})}$$

$$\begin{aligned} \text{故 } O_3 F \text{ 與 } MN \text{ 之夾角 } \angle FNM &= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma \{ \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2}) - \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \}}{2 \sin^2 \varphi \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})} \\ &= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma \{ 2 \cos(\alpha - \gamma) \}}{2 \sin^2 \varphi \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})} \\ &= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma \{ \frac{1}{2} \cos(\alpha - \gamma) - \frac{1}{2} \cos(\alpha + \gamma) \}}{2 \sin^2 \varphi \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})} \\ &= \frac{H^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \gamma) \cdot \sin \delta}{2 \sin^2 \varphi \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})} \dots \dots \textcircled{5} \end{aligned}$$

[推論 I]  $K=0^\circ$  時，公式 (5) 之變化。如第十圖

$$\text{則 } O_4 H = \frac{O_4 E \cdot \sin(100^\circ - \alpha)}{\sin(100^\circ - \alpha + \frac{\delta}{2})} \cdot \frac{O_4 E \cdot \cos \alpha}{\cos(\alpha + \frac{\delta}{2})} = \frac{H \cdot \cos \alpha}{\cos \varphi \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha + \frac{\delta}{2})} \textcircled{a}$$

$$O_4 L = \frac{O_4 E \cdot \sin(100^\circ - \alpha)}{\cos(\alpha - \frac{\delta}{2})} = \frac{O_4 E \cdot \cos \alpha}{\cos \varphi \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha - \frac{\delta}{2})} \textcircled{b}$$

又將第八圖中在  $O_3 F$  及  $O_3 G$  未平仆前，含  $P_2 L$  與  $O_3 F$  之平面，及含  $P_2 H$  與  $O_3 G$  之平面，(即如九圖中含視角  $\gamma$  之二平面) 以  $P_2 L$  及  $P_2 H$  各為軸，各平仆於水平面上，(操法同第十圖) 如第十一圖， $O_6 F$  為  $O_3 F$  被平仆後之位置， $O_7 G$  為  $O_3 G$  被平仆後之位置，又連  $O_6 L$ ， $O_6 M$ ， $O_6 P_2$  及  $O_7 H$ ， $O_7 N$ ， $O_7 P_2$  各為直線，則  $O_6 L$  即是第十圖中之  $O_4 L$ ， $O_7 H$  即為第十圖中之  $O_4 H$ ， $O_6 M$  即十圖中之  $O_5 M$ ， $O_7 N$  即十圖中之  $O_5 N$ 。

$$\begin{aligned} P_2 O_6 &= P_2 O_7 = P_2 O_3, & O_6 F &= O_3 F, \\ O_7 G &= O_3 G, \end{aligned}$$

$$\angle P_2 O_3 F = \angle P_2 O_7 G = 100^\circ, \quad \angle L O_6 F = \angle F O_6 M$$

$$= \angle GO_7H = \angle GO_7N = \frac{\gamma}{2},$$

$$\text{令 } \angle O_6FP_2 = \lambda_1, \angle O_7GP_2 = \lambda_2,$$

$$\text{則 } \angle O_6FL = 200^\circ - \lambda_1, \angle O_7GH = 200^\circ - \lambda_2,$$

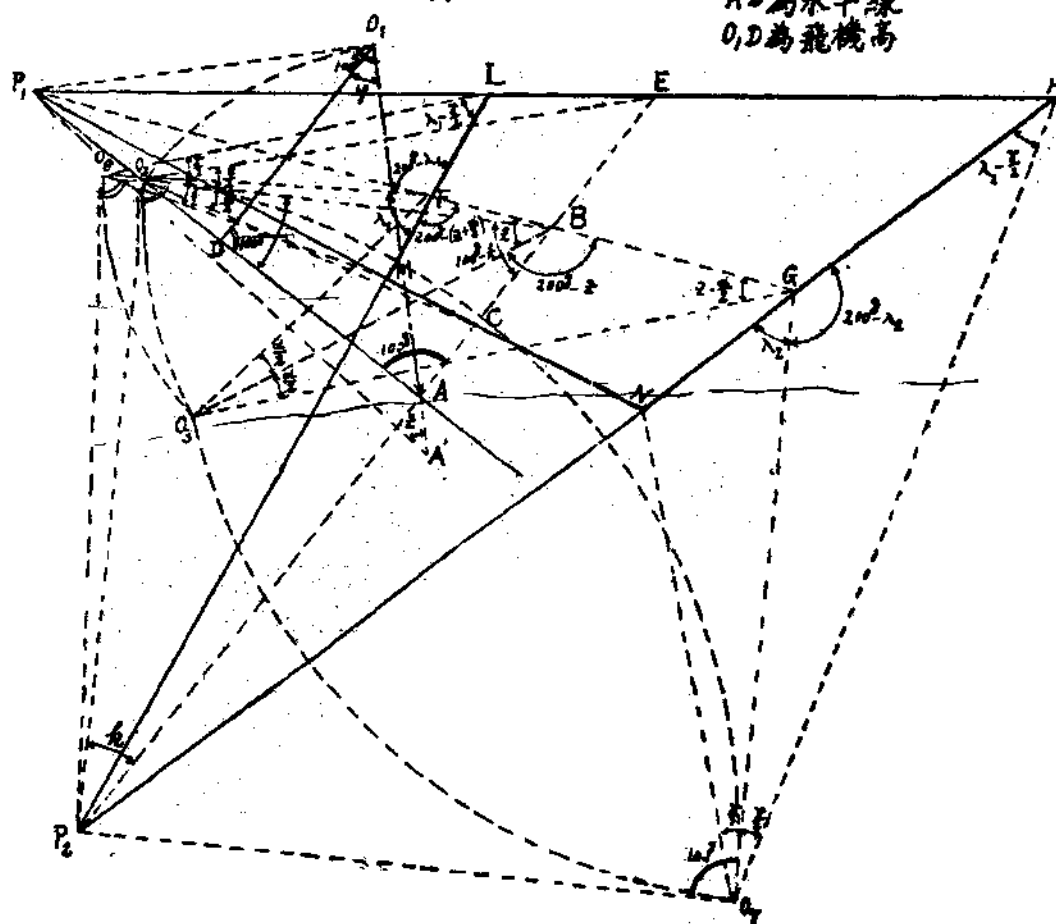
$$\angle O_6LF = \lambda_1 - \frac{\gamma}{2},$$

$$\angle O_7HG = \lambda_2 - \frac{\gamma}{2}, \text{ 其餘諸角如圖所示。}$$

$$\text{因 } BO_3 = BO_2 = \frac{AO_2}{\cos K} = \frac{AO_1}{\cos K} = \frac{H}{\cos f \cos K},$$

第十一圖

AD為水平線  
O,D為飛機高



$$\tan Z = \tan \angle PAO_1 = \frac{PO_1}{AO_1} = \frac{P.O.}{BO_2 \sin f} = \frac{H}{n} \frac{\cos f \cdot \cos K}{\sin f} = \cot f \cdot \cos K \quad (1)$$

$$\lambda O_3 F = \frac{BO_3 \sin Z}{\sin(200^\circ - (Z - \frac{f}{2}))} = \frac{BO_2 \sin Z}{\sin(Z + \frac{f}{2})} = \frac{H \sin Z}{\cos f \cos K \sin(Z + \frac{f}{2})} \quad (2)$$

$$O_3 G = \frac{BO_3 \sin(200^\circ - Z)}{\sin(Z - \frac{f}{2})} = \frac{BO_2 \sin Z}{\sin(Z - \frac{f}{2})} = \frac{H \sin Z}{\cos f \cos K \sin(Z - \frac{f}{2})} \quad (3)$$

$$P_2 O_2 = BO_2 \tan(100^\circ - K) = \frac{H \cot K}{\cos f \cos K} = \frac{H}{\cos f \sin K}$$

$$\text{則 } \tan \lambda_1 = \frac{P_2 O_2}{F O_2} = \frac{P_2 O_2}{F O_3} = \frac{H}{\sin K \sin f} \frac{\cos f \cos K \sin(Z + \frac{f}{2})}{H \sin Z} = \frac{\cot K \sin(Z + \frac{f}{2})}{\sin Z} \quad (4)$$

$$\tan \lambda_2 = \frac{P_2 O_2}{G O_2} = \frac{P_2 O_2}{G O_3} = \frac{H}{\sin K \cos f} \frac{\cos f \cos K \sin(Z - \frac{f}{2})}{H \sin Z} = \frac{\cot K \sin(Z - \frac{f}{2})}{\sin Z} \quad (5)$$

於  $\triangle LO_2 F$  及  $\triangle HO_2 G$  兩形內

$$\text{得 } O_6 L = \frac{O_2 F \cdot \sin(200^\circ - \lambda_1)}{\sin(\lambda_1 - \frac{f}{2})} = \frac{O_3 F \sin \lambda_1}{\sin(\lambda_1 - \frac{f}{2})} = \frac{H \sin Z \sin \lambda_1}{\cos f \cos K \sin(Z + \frac{f}{2}) \sin(\lambda_1 - \frac{f}{2})}$$

$$\text{及 } O_7 H = \frac{O_2 G \cdot \sin(200^\circ - \lambda_2)}{\sin(\lambda_2 - \frac{f}{2})} = \frac{O_3 G \cdot \sin \lambda_2}{\sin(\lambda_2 - \frac{f}{2})} = \frac{H \sin Z \sin \lambda_2}{\cos f \cos K \sin(Z - \frac{f}{2}) \sin(\lambda_2 - \frac{f}{2})}$$

代入(4)及(5)式

$$\text{得 } \frac{H \cdot \cos \alpha}{\cos f \cdot \cos(K + \frac{f}{2}) \cdot \cos(\alpha - \frac{f}{2})} = O_4 L = O_6 L = \frac{H \cdot \sin Z \sin \lambda_1}{\cos f \cos K \sin(Z + \frac{f}{2}) \sin(\lambda_1 - \frac{f}{2})}$$

$$\text{及 } \frac{H \cdot \cos \alpha}{\cos f \cdot \cos(K + \frac{f}{2}) \cdot \cos(\alpha - \frac{f}{2})} = O_4 H = O_7 H = \frac{H \cdot \sin Z \sin \lambda_2}{\cos f \cos K \sin(Z - \frac{f}{2}) \sin(\lambda_2 - \frac{f}{2})}$$

$$\text{即 } \frac{\cos \alpha}{\cos(K + \frac{f}{2}) \cdot \cos(\alpha - \frac{f}{2})} = \frac{\sin Z \sin \lambda_1}{\cos K \sin(Z + \frac{f}{2}) \sin(\lambda_1 - \frac{f}{2})} \quad (6)$$

$$\text{及 } \frac{\cos \alpha}{\cos(K + \frac{f}{2}) \cos(\alpha - \frac{f}{2})} = \frac{\sin Z \sin \lambda_2}{\cos K \sin(Z - \frac{f}{2}) \sin(\lambda_2 - \frac{f}{2})} \quad (7)$$

當  $\alpha = 0^\circ$  時,  $\cos K = 1$ ,  $\cot K = \infty$ ,

則(6)式可化為  $\tan Z = \cot f$ , 即  $Z = 100^\circ - f$ 。

(7)式可化為  $\tan \lambda_1 = \frac{\infty}{\sin Z} = \infty$ , 即  $\lambda_1 = 100^\circ$ 。

(8)式可化為  $\tan \lambda_2 = \frac{\infty}{\sin Z} = \infty$ , 即  $\lambda_2 = 100^\circ$ 。

$$\text{故(6)式可化為 } \frac{\cos 0}{\cos \frac{f}{2} \cos(\frac{f}{2})} = \frac{\sin(100^\circ - f)}{\cos K \sin(100^\circ + \frac{f}{2}) \sin(100^\circ - \frac{f}{2})} = \frac{\cos f}{\cos(\frac{f}{2}) \cos \frac{f}{2}} \quad (9)$$

(g)式可化為  $\frac{\cos x}{\cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos(x+\frac{\beta}{2})} = \frac{\sin(100^\circ f)}{\sin(100^\circ f - \frac{\beta}{2}) \cdot \sin(100^\circ \frac{\beta}{2})} = \frac{\cos f}{\cos(f+\frac{\beta}{2}) \cos \frac{\beta}{2}}$  ①

將(h)×(i)且兩邊各平方之

得  $\frac{\cos^2 x}{\cos^2(\frac{\beta}{2}) \cdot \cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2})} = \frac{\cos^2 f}{\cos^2(f-\frac{\beta}{2}) \cdot \cos^2(f+\frac{\beta}{2}) \cos^2(\frac{\beta}{2})}$

即  $\frac{\cos^2 x \cos^2(\frac{\beta}{2})}{\cos^2(\frac{\beta}{2}) \cdot \cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2})} = \frac{1}{\cos^2(f+\frac{\beta}{2}) \cdot \cos^2(f-\frac{\beta}{2})}$

且當  $k=0$  時

則公式(E)可化為  $\tan x = \frac{\tan f}{\cos \frac{\beta}{2}}$

公式(F)可化為  $\tan y = \frac{\tan f}{\cos \frac{\beta}{2}}$

由是  $\sin x = \frac{\tan f \cos x}{\cos \frac{\beta}{2}}$ , 及  $\tan x = \tan y$  即  $x=y$ 。

又  $\frac{\sin(x+y) \sin x \sin y}{\sin^3 f} = \frac{\sin(x) \sin^2 x}{\sin^3 f} = \frac{2 \sin^2 x \cos x}{\cos^3 f} = \frac{2 \tan^2 f \cos^2 x \cos x}{\cos^3(\frac{\beta}{2}) \cdot \sin^2 y \cos^2(\frac{\beta}{2}) \cos^2 f} = \frac{2 \cos^3 x}{\cos^3(\frac{\beta}{2}) \cos^2 f}$

又如第圖  $\sin \frac{\delta}{2} = \frac{ca}{ce} = \frac{l}{e} \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{f} = \tan \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2} \cos \frac{\gamma}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2}$

故當  $k=0$  時公式(5)可化如下

$$\begin{aligned} &= \frac{H^2 \cos^2(\frac{\beta}{2}) \sin \delta \sin \beta}{2 \cos(x+\frac{\beta}{2}) \cdot \cos(x-\frac{\beta}{2}) \cos(y+\frac{\beta}{2}) \cdot \cos(y-\frac{\beta}{2})} \cdot \frac{\sin(x+y) \sin x \sin y}{\sin^3 f} \\ &= \frac{H^2 \cos^2(\frac{\beta}{2}) (2 \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\beta}{2}) (2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\beta}{2})}{2 \cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2})} \cdot \frac{2 \cos^3 x}{\cos^3(\frac{\beta}{2}) \cos^2 f} \\ &= \frac{4H^2 \cos^3(\frac{\beta}{2}) \sin \frac{\delta}{2} \sin \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos^2 x}{\cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2}) \cos^3 f \cos^3(\frac{\beta}{2})} \\ &= 4H^2 \left\{ \frac{\cos^2(\frac{\beta}{2}) \cos^2(\frac{\beta}{2})}{\cos^3 \frac{\beta}{2}} \right\} (\sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\beta}{2}) \tan \frac{\beta}{2} \cdot \frac{\cos^2 x}{\cos \frac{\beta}{2} \cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2}) \cos^2 f} \quad \text{[公式(6)]} \\ &= 4H^2 \cos^2(\frac{\beta}{2}) \sin \frac{\delta}{2} \tan \frac{\beta}{2} \cos f \left\{ \frac{\cos^2(\frac{\beta}{2}) \cos^2 x}{\cos^3(\frac{\beta}{2}) \cos^2(x+\frac{\beta}{2}) \cos^2(x-\frac{\beta}{2}) \cos^2 f} \right\} \\ &= \frac{4H^2 \cos^3(\frac{\beta}{2}) \sin \frac{\delta}{2} \tan \frac{\beta}{2} \cos f}{\cos^2(f+\frac{\beta}{2}) \cos^2(f-\frac{\beta}{2})} \quad \text{[公式(7)代入]} \end{aligned}$$

與公式(4)完全相同

[推論]  $k=0$  及  $f=0$  時, 公式(5)之變化又如何,

因  $k = 0^\circ$  及  $f = 0^\circ$  則公式 (E) 化爲  $\tan X = \frac{\tan \delta}{\cos \frac{\beta}{2}}$

$= 0$ , 即  $x = 0^\circ$

同理  $Y = 0^\circ$ , 故公式 (5) 可化之如下:

$$\begin{aligned} S &= \frac{H^2 \cos^2(\frac{\delta}{2}) \sin \delta \cos \beta}{2 \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2})} \cdot \frac{\sin(\alpha + \gamma) \sin \alpha \sin \gamma}{\sin^2 \gamma} \\ &= \frac{H^2 \cos^2(\frac{\delta}{2}) (2 \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2}) (2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\beta}{2})}{2 \cos \frac{\delta}{2} \cos(-\frac{\delta}{2}) \cos \frac{\delta}{2} \cos(-\frac{\delta}{2})} \cdot \frac{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2(\frac{\delta}{2}) \cos^2 \frac{\beta}{2}} \\ &= \frac{4 H^2 \cos^2(\frac{\delta}{2}) \sin \frac{\delta}{2} \tan \frac{\beta}{2}}{\cos^4(\frac{\delta}{2}) \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{4 H^2 \sin \frac{\delta}{2} \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\delta}{2} \cos \frac{\beta}{2}} \\ &= \frac{4 H^2 (\sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2}) \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2}} = \frac{4 H^2 \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\delta}{2} \cos \frac{\delta}{2}} \\ &= 4 H^2 \tan \frac{\alpha}{2} \tan \frac{\beta}{2} \end{aligned}$$

與公式 (3) 完全相符。

[結論]  $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{l}{z}$  (A)  $\tan \frac{\beta}{2} = \frac{L}{z}$  (B)

$$S = 4 H^2 \tan \frac{\alpha}{2} \tan \frac{\beta}{2} \quad (3) \quad S = \frac{4 H^2 \cos^2(\frac{\delta}{2}) \sin \frac{\delta}{2} \tan \frac{\beta}{2} \cos \delta}{\cos^2(\delta + \frac{\delta}{2}) \cos^2(\delta - \frac{\delta}{2})} \quad (4)$$

$$\tan \frac{\gamma}{2} = \tan \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \quad (C) \quad \cos \frac{\delta}{2} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\beta}{2}} \quad (D)$$

$$\tan x = \frac{\tan f}{\cos(K + \frac{\delta}{2})} \quad (E) \quad \tan y = \frac{\tan f}{\cos(K - \frac{\delta}{2})} \quad (F)$$

$$S = \frac{H^2 \cos^2(\frac{\delta}{2}) \sin \beta \sin \alpha \sin^2 \delta \sin(\alpha + \gamma) \sin \delta}{2 \cos(\alpha + \frac{\delta}{2}) \cos(\alpha - \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma + \frac{\delta}{2}) \cos(\gamma - \frac{\delta}{2}) \sin^2 \delta} \quad (5)$$

以上諸式若垂直攝影則應用 (A), (B), (3)。單傾斜攝影則應用 (A), (B), (4)。複傾斜攝影則應用 (A), (B), (C), (D), (E), (F), (5)。但此三種攝影, 其照片所包實地面積之比較, 若飛機高同度, 焦點距離同, 照片大小同, 傾斜角度亦同, 則垂直攝影照片所包實地面積

為最小，單傾斜攝影次之，複傾斜攝影為最大。

當單傾斜攝影時，如  $f$  角愈大，則公式 (4) 中.....

$$\frac{\cos f}{\cos^2 \left( f + \frac{\alpha}{2} \right) \cos^2 \left( f - \frac{\alpha}{2} \right)}$$

之值愈大，即其

照片所包實地面積亦愈大，但以  $f < 100^\circ$  為限，因  $f = 100^\circ$  時， $\cos f = 0$ ，即  $S = 0$ ，則不能攝取地面之影矣。

當複傾斜攝影時，假  $f$  角既定，故如  $k$  角愈大，則公式 (E) 中

$$\frac{\tan f}{\cos \left( k + \frac{\beta}{2} \right)}$$

及公式 [F] 中

$$\frac{\tan f}{\cos \left( k - \frac{\beta}{2} \right)}$$

之值

均愈大，即  $x$  及  $y$  之值亦均愈大，公式 [5] 中分母之值愈小，分子之值愈大，即  $S$  之值愈大，實地面積愈廣。惟  $k = 100^\circ$  或  $k = 100^\circ - \frac{\beta}{2}$

則公式 [E]  $\tan x = \frac{\tan f}{\cos \left( 100^\circ + \frac{\beta}{2} \right)} = \frac{\tan f}{-\sin \frac{\beta}{2}}$

或  $\tan x = \frac{\tan f}{\cos \left( 100^\circ - \frac{\beta}{2} - \frac{\beta}{2} \right)} = \frac{\tan f}{\cos 100^\circ}$

$$= \frac{\tan f}{0} = \infty, \quad \text{即 } x > 100^\circ,$$

或  $x = 100^\circ$  則  $\cos \left( x + \frac{\beta}{2} \right)$  之值為負數，即公式 [5] 中分母之值為負數，而  $S$  之值為無窮大，即實地面積為無窮大，又就公式 [5] 中分母  $\cos \left( x + \frac{\beta}{2} \right)$  觀之， $x$  之值不特不能等於  $100^\circ$ ，且必  $x < 100^\circ - \frac{\beta}{2}$ ，蓋  $x = 100^\circ - \frac{\beta}{2}$  則  $\cos \left( x + \frac{\beta}{2} \right) = \cos 100^\circ = 0$ ，即公式 (5) 分母之值為零， $S$  之值仍為無窮大。故  $k$  之值等於  $100^\circ$  或等於  $100^\circ - \frac{\beta}{2}$  固均不合，而  $k$  之值，必須使  $x$  之最大值，小於  $100^\circ - \frac{\beta}{2}$  為限也。

## 涵 洞

沈 寶 麒

涵洞者乃排洩路面水之一重要部份也。當下雨時，路面之水雖有一小部份滲入地內，但大部份仍在路面流動。因為水性向下流，所以路面低處常聚雨水，而成水坑；此種水坑當天晴時，其雨水被蒸發後則涸裂，以致有損於路堤(Embankments)。故建築道路時勢不得不於路堤之下，建設水道即所謂涵洞。涵洞可分為兩部份，其本身軀幹或空桶(barrel)及端壁(head walls)。軀幹為涵洞之輸水部份，而端壁則保護空桶損蝕，及引水流過涵洞；其最小高度由 $1\frac{1}{2}$ 尺至2尺。

建築涵洞之高度，不可使路線輪廓因該涵洞而提高。如不能避免時，則在涵洞處將道路坡度提高，使其斜坡兩邊須有相當距離，俾車輛易於行駛。如突然凸高，則對於交通有礙而且危險。

建設涵洞計劃，第一要觀察水面跨度大小。如果跨度過大，則以建築橋樑，較為相宜。第二確定水流量及水流方向。計劃涵洞最重要是有一個精密之水流總量統計，因為涵洞太小，則被水衝毀，而損及路堤，對於路身健康有影响，對於交通有阻礙等等弊端。如果涵洞太大，雖然可免上述弊端，但建築經費又太不相宜。現有數點可作為確定水道面積大小之根據：

(1) 雨量



以歷年來最暴烈風雨期間所得之雨量為計劃標準

(2) 流域地勢

如流域地勢平坦，其流量較有規律，對於計劃方面，則易於設計

• 如流域地勢傾斜，則水流必急而且大部份水同時流進，所以水道面積必定加大。

(3) 流域面積

流域面積對於水道面積大小有重要關鍵。如流域面增大則涵洞亦須加大，但最重要有確實流量統計則可矣。

(4) 地質及草木

地質及草木對於水道亦有關係焉。因為地質鬆浮而粗者及有濃密草木者，則易於滲透且受水必多。故雖降大雨，亦不致釀成溢流

• 如巖石崎嶇，地質堅密，草木稀疏者，則難於滲透受水必不多，大雨驟至，便成溢流，水道亦須增大。

(5) 水坑

如水坑淺而闊，曲折多，坡度小則水流入涵洞需要時間較長，而流量亦較少。如水坑深而狹，曲折少，坡度大則流入涵洞需要時間短促，而流量隨時有增大之可能。

### 確定水道面積方法

確定水道所需要面積方法，可分為二種：

1. 用公式方法
2. 用直接觀察方法

茲將以上兩種方法分述如下：

1. 用公式方法

以公式求得水道面積雖然簡捷，但是所得不過大概之值，而且需要有確切統計為根據，否則結果必定不圓滿。茲將普通著名

之公式錄如下：

(甲) Talbot's 公式：

$$a = C \sqrt[4]{A^3}$$

在此公式  $a$  = 水道面積，以方尺計算。

$A$  = 流域面積，以英畝計算。

$C$  = 一個常數，視乎地土及氣候情形如何而定之。

茲將所得普通  $C$  之值錄如下：

$$C = \frac{2}{3} \text{ 至 } 1 \text{ 當地勢為巖石山崗之地。}$$

$$C = \frac{1}{3} \text{ 當地勢為起伏墜值之地。}$$

$$C = \frac{1}{6} \text{ 至 } \frac{1}{5} \text{ 當地勢為平坦之地。}$$

如欲知詳細應用此公式，請參觀 Construction of Roads and Pavement  
by Agg Table III : Talbot's Formula for Waterway。

(乙) Buckli — Ziegler 公式

$$Q = C R^4 \sqrt{\frac{S}{A}}$$

在此公式  $Q$  = 水量流入涵洞，以立方尺每秒鐘每英畝計算。

$R$  = 最暴烈風雨平均雨量，以立方尺每秒鐘每英畝計算（每小時一吋雨量可作為一立方尺每秒鐘每英畝計）。

$S$  = 流域面積平均地勢斜坡，以每百尺計算。

$A$  = 流域面積，以英畝計算。

$C$  = 一個常數，視乎地土及氣候情形如何而定。

在此公式普通  $C$  之值為

$$C = 0.20 \text{ 當該地為鄉村之地。}$$

$$C = 0.30 \text{ 當該地為都市碎石街道。}$$

$C = 0.75$  當該地為都市經已鋪面之街道。

Burkli — Ziegler 之公式多數用以計劃溝道(Sewer)。如計劃涵洞則不及用 Talbot 公式之多矣。

## 2. 直接觀察法

以直接觀察而確定涵洞大小，是比較準確，因為公式方法對於估計之各種條件難免有誤又因各地情形不同。茲將直接觀察法要點列如下：

- (一) 觀察同一溪流水面之大小。
- (二) 選擇高水位時，在溪流狹處測其橫斷面。
- (三) 考據以前洪水時浮物遺跡，及該地居民之經驗確證，以定水位之高低。

## 涵 洞 種 類

涵洞種類以形狀分別有三，茲將分述如下：

### 弧形涵洞

弧形涵洞(arch culvert)有類於箱形涵洞，但其頂部造成弧形。此種涵洞多數以鋼筋三合土，混凝土或石料為之。現在此種涵洞比之昔日較為少用，除非在觀瞻上，或所採用材料較為相宜則用之。

### 管形涵洞

管形涵洞(tile culvert)普通多以瓦筒，粗厚陶管，溝筒，三合土筒等物為之。鋼管亦有用之，以其耐用能抵受重力；但安置時須經電鍍方可，其價格之昂，高於一切涵洞所用之物料，故非必要時不用之。生鐵管以前多用之作鐵路小涵洞，但現今多以之作鐵路淺溝用矣。

### 箱形涵洞

箱形木涵洞(wood box culvert)昔時多用之，但其生命短促

伸縮力大，祇可作短期之用，或木材非常相宜之地則可用之。

箱形三合土涵洞(Concrete box culvert)現多用之以其價格相宜且耐用。多數三合土涵洞其兩旁以混凝土為之，其底部及頂部則以鋼筋混凝土，致於完全用鋼筋混凝土亦有之。下列之表為箱形三合土涵洞之適當尺寸也。

箱形鋼筋三合土涵洞尺寸表

| 跨 度<br>(英尺計) | 箱內最高度<br>(英尺計) | 箱之最大填<br>土(英尺計) | 厚 度<br>(英寸計) |    | 箱之頂及底部之鋼筋<br>(英寸計) |                |
|--------------|----------------|-----------------|--------------|----|--------------------|----------------|
|              |                |                 | 箱            | 端壁 | 鋼筋大小度              | 鋼筋距離           |
| 2            | 4              | 4               | 6            | 8  | $\frac{3}{8}$      | 8              |
| 3            | 4              | 4               | 6            | 8  | $\frac{3}{8}$      | 6              |
| 4            | 4              | 4               | 6            | 8  | $\frac{1}{2}$      | 6              |
| 5            | 7.5            | 1               | 7            | 8  | $\frac{1}{2}$      | 7              |
| 6            | 7.5            | 1               | 7            | 8  | $\frac{1}{2}$      | 5              |
| 7            | 7.5            | 1               | 7            | 8  | $\frac{5}{8}$      | 6              |
| 8            | 7.5            | 1               | 7            | 8  | $\frac{5}{8}$      | $4\frac{3}{4}$ |
| 9            | 9              | 1               | 9            | 12 | $\frac{5}{8}$      | $5\frac{1}{2}$ |
| 10           | 9              | 1               | 9            | 12 | $\frac{3}{4}$      | $6\frac{1}{2}$ |
| 11           | 9              | 1               | 9            | 12 | $\frac{3}{4}$      | $5\frac{1}{2}$ |
| 12           | 9              | 1               | 9            | 12 | $\frac{3}{4}$      | 5              |

# 計算力線之化簡法

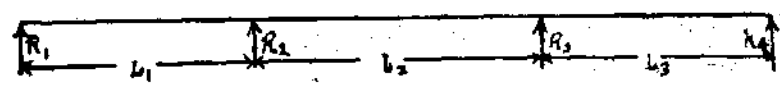
## FURTHER SIMPLIFICATION IN COMPUTATION OF INFLUENCE LINES

原著 Lewis K. Oesterling 譯述沈寶麒

(原文刊在 Civil Engineering' May 1936)

昨年 Mr. Pierce 所作之 [ 連續樑抵抗力之力線簡明解法 ] 一文。

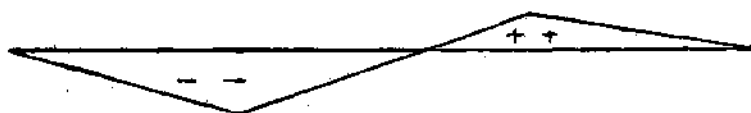
### 第壹圖



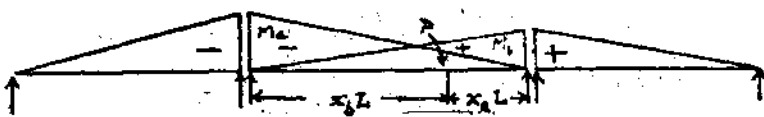
(甲) 連續樑  $R_1, R_2, R_3, R_4$



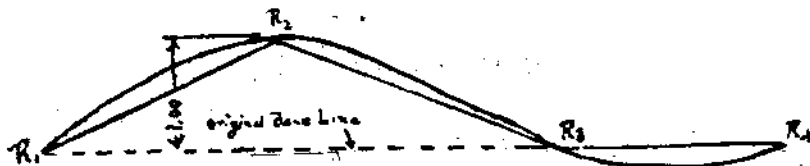
(乙)  $R_2$  為移動單位距離, 抵抗接口旋轉力



(丙) 彎矩圖關於  $R_2$  之移動



(丁) 三角形重力在連接樑上



(戊) 彎矩曲線之重力在(丁)附加在彎矩線  $R_1, R_2, R_3, R_4$  上 (Deflection Curve) 為抵抗

內容敘述清楚，且注重應用不甚著名之 Müller Breslau's 力線原理。今指出較直接應用法，仍如 Pierce 所用之原理及舉例如圖(甲)所示。

若抵抗力  $R_2$  移置一單位距離，則結果撓度曲線 (Deflection Curve) 為抵抗

力  $R_2$  之力線。此乃 Müller Breslau's 原理之簡叙。此曲線可依下列步驟求之：

- (1) 移置  $R_2$  一單位距離，使樁接口在  $R_2$  及  $R_3$  抵抗旋轉力，圖(乙)。
- (2) 計算固定端 (fixed end) 之彎率，及依彎率分配原理分配之。
- (3) 繪彎率曲線或如  $EI$  是常變則繪  $\frac{M}{EI}$  曲線，圖(丙)。
- (4) 假設彎率曲線為連接陣 (Conjugate Beam) 上重力  $\cdot R_2$  及  $R_3$  為木釘在連接陣尾有類似確實連續陣 (Continuous Beam) 之連續 (Continuity)，如此則連續陣可以作為三條小陣 (Simple Beam)，受重力  $\frac{M}{EI}$  曲線圖(丙) · 觀圖(丁)。
- (5) 計算彎率曲線關於每小陣重力，彎率曲線附加在新彎底線 (New Deflected Base Line)， $R_1 R_2 R_3 R_4$  (其中  $R_2$  在移置地位，而其他三個支持物 (Supports) 則在其原本地位)，即其撓度曲線，或用 Müller-Breslau's 定義， $R_2$  之力線則如圖(戊)所示之曲線。

$R_1$  之力線，亦可同樣求之。

連接陣之彎率準確計算是非常之難。如該陣常時為  $EI$  在支持物中間，則問題成為求彎率曲線關於兩三角形之重力，如圖(丁)所示，中間跨度 (Span) · 精確之撓度在任何一點  $P$  對於  $M_a$  為

$$Y_a = \frac{M_a L^2}{6 EI} \left( x_a - x_a^3 \right)$$

$x_a L$  由  $M_a$  曲線之零起量度。在同一點度對於  $M_b$  為

$$Y_b = \frac{M_b L^2}{6 EI} \left( x_b - x_b^3 \right)$$

$x_b L$  由  $M_b$  曲線之零起計算，即

$$x_a = (1 - x_b)$$

實在撓度對於該聯合三角形重力顯然為

$$Y = Y_a + Y_b$$

$x - x^3$  之值列為一表因  $x$  值在零至 1 所增加為 0.01, 在 *Statically Indeterminate Stresses by Parcel And Maney*, 一百七十三頁第三表。

此法所得之特別便利為除去計算連續梁之完全長度之小撓度，而計算連續梁撓度法在不一律部份情形，則含有長冗算術矣。又在幾個支持物情形內其所增加支持物則增加難處於 Mr. Pierce 所述之法。在現在此因撓率曲線在跨距離變漸少，則  $R_2$  或  $R_1$  之力線可以忽略不計也。最低限度力線在此跨距距離幾乎完全可用跨距中點之值由公式

$$Y = \frac{L^3}{16EI} (M_a + M_b)$$

及大約計算曲線之餘，

其他應用此力線概法施於展力 (Shears) 及撓率請看 Cross And Morgan 著之 *Continuous Frames of Reinforced Concretes*, 第八章可也

# 工程設計

## 鋼筋混凝土拱橋設計

(續)

王文郁

### 第七章 拱橋臺及橋腳之設計

關於拱橋臺，亦與普通橋樑之橋台相同，須底面之壓力不超過許容限度，又壓力亦須妥當分配於底面。關於橋台之幅，Trantwine氏公式如下

$$t = 0.2R + 0.1\gamma + 2.0 \dots \dots \dots (35)$$

$t$  = 起拱點上橋台之幅(呎)

$R$  = 拱腹綫之半徑(呎)

$\gamma$  = 拱高(呎)

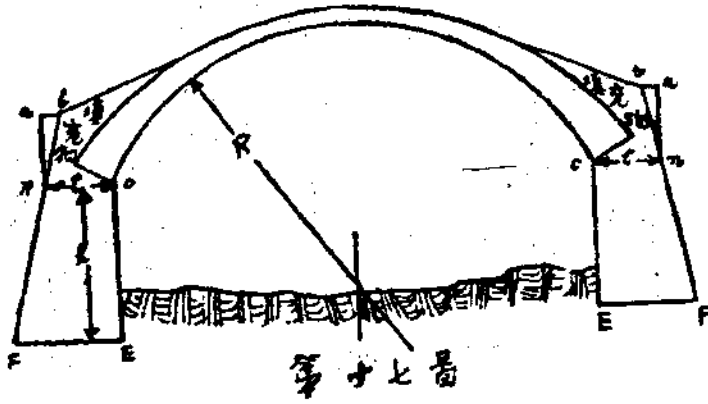
此式無論為大拱為小拱，為圓形抑為橢圓，又不問拱高與徑間之比例為何，及橋台有如何高度，皆可應用無碍，但如鐵路拱，有高速度之壓重者，則將(35)式之答案增加  $\frac{1}{4}$  至  $\frac{1}{2}$  在用此式以定橋台底面 EF，

$t$ ，依(35)式計算以定  $n$  點。

其次從  $n$  點垂直作成  $na$  使等於  $\frac{\gamma}{2}$  以定  $a$  點， $ab$  即為水平線，為徑間之



$\frac{1}{48}$ 。如是  $b n$  線之延長，即為橋台之後面。但底面  $E F$  須不少於  $\frac{2h}{3}$

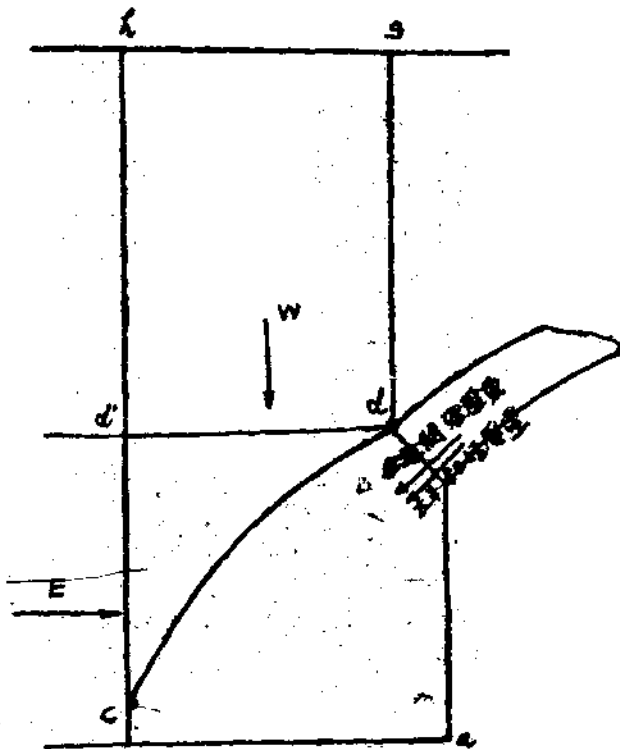


第十七圖

，又從  $b$  點向拱脊線引一接線，以為填充之境界。此 Trantwine 氏法在以混凝土石材或煉瓦作成之拱，多用之。

在鋼筋混凝土拱，假定第 (18) 圖為拱橋台之一般形狀。以此檢定各種形態能否保持安定。在決定橋台上總合成壓力之位置方向時，分(一)活壓重係在受考察之橋台左側之半徑間上者(二)活壓重係在橋台方面之半徑間上者。此時橋台上亦有活壓重。(三)活壓重在全徑間者，此時橋台亦有活壓重。

第十八圖



此外(4)有時在拱之建築僅考察拱環上之死壓重，如是則祇須就橋台之死壓重及拱環之死壓重，以看出合成壓力之位置及方向。

以上(1)(2)(3)，在橋台設計，通常係必要者。無論在任何狀態，上述之力之合成壓力，總以在底面中央  $\frac{1}{3}$  內為妥，對於轉覆摺動之安定度，則與禦牆等同一方法求

之。

活動於橋台之力爲 (A) 該當於由拱環而生之 (1)(2)(3) 之壓力 (B) 橋台上土砂之重量及活壓重 (C) 橋台自己之重量, (D) 橋台後面土砂之橫壓力。在第 (18) 圖

Abcde 橋台之死壓重 =  $W_1$  (活動點爲其重心)。

由 b c d 至上路面間之土砂填充材料之重量 =  $W_2$  (活動點爲其重心)。

gh 上所生活壓重 =  $W_3$

活動於 b c d 面之土砂之橫壓力, 此係與活動於 b c d 垂直投射面 b d' 上者相等。以之爲  $E_1$ 。又在 gh 上有活壓重, 則以土砂之重量換

算之。即活壓重爲 300 井/呎時, 則與僅  $\frac{300 \text{ 井}}{100 \text{ 井}} = 3'$  在 gh 有土砂者

相同, 故在 d' 點及 b 點之橫壓力, 得依下式求出之。

$$p = wx \cos \alpha \frac{\cos \alpha_1 - \sqrt{\cos^2 \alpha_1 - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha_1 + \sqrt{\cos^2 \alpha_1 - \cos^2 \phi}}$$

h = 橋台高度(呎)

w = 橋台後面土砂重量 (井/Cuf)。

$\phi$  = 土砂之天然斜坡。(休角)。

x = 土砂面至橫壓力作用點之距離。

$\alpha$  = 土砂所成之斜坡。

p = 橫壓力。

而以其平均值乘 b d' 則爲橫壓力, 以之爲  $E_2$ 。其活動點爲重心, 此點從上面所述已極明瞭。

第一 活壓重, 在所考察之橋台之反側半徑間上者, 則從拱環而來之壓力, 係第 16 圖之 (1) 線, 而以寸法計算之。21000 井之活動方向, 轉換之則移於第 18 圖 ed 之上。今以之爲  $P_R$ 。如是以求

$P$ ,  $R$ ,  $W_1$ ,  $W_2$  及  $E$  等四力之合成力，切底面  $ab$  之點；此一切皆依圖式法求之 (Graphically)。

第二 活壓重，係在於與所攷察之橋台同方向之半徑間上者，則由拱環而生之壓力，為第 16 圖 (13) 線而 28200 井活動方向係在  $ed$  面，以第 12 圖之點線示之。故此看出 28200 井與  $W'_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  及  $E_2$  等五力之合成力，切底面  $ab$  之點。

第三 活壓重在拱全部者，第 15 圖之 (6) 線。係活動於橋台之拱之壓力，由 25900 井，其方向則如第 12 圖點線所示。由此看出 25900 井  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  及  $E_2$  之五力之合成力，切底面  $ab$  之點。如是無論在任何情形以對摺動，轉覆及基礎之支壓力，為安全即足。其方法與擁壁堰堤等全相同，故祇畧為說明，不再以實數示其計算例也。

拱之側壁 (Spandrel Wall)，亦與擁壁所述者完全相同；但肱木式拱側壁有使拱環上生不定應力之傾向，故厚度小之鋼筋混凝土拱之側壁，須設扶壁。其設計法亦與有扶壁之擁壁相同。

在拱側壁應垂直作成伸縮接合，大拱更須處處設之，在非比較大之拱上則從起拱線垂直作成於拱側壁中。此接合，有防止拱頂部於溫度昇降而上下之際所起龜裂之効力，在作成側壁後，取去拱架者，則亦可以防止拱頂部發生沈下撓度致側壁產生龜裂。

伸縮接合之物，如前述無須就前後混凝土之密着加以考慮單作成所謂弱面 (即接口) 或插入「佛盧特」或塗壓青之類於接合面。以防密着即可。

在拱及側壁裏面特別注意防水工作，勿使水分由路面通過拱環及拱側壁而滲出，在拱橋上於其徑間之中央部加以多少彎上 (Camber)，以美外觀及助其排水。

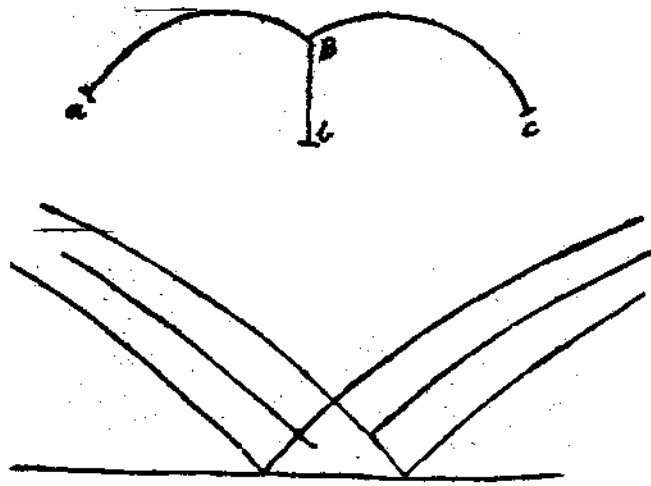
Camber 約為徑間之  $\frac{1}{100}$  至  $\frac{1}{200}$ ，在拱之應力計算上，可置之不理，蓋以其為量極微少也。

拱之係有二個以上相連續者，則於其中間，須設橋脚，橋脚須對於拱

上各壓重狀態有充分之強度。在橋脚上雖無土砂之橫壓力，但有由左右拱而來之壓力。而一方之壓力恰如土砂之橫壓力，使合成力接近於橋脚底面之中央而活動。活動於橋脚之力，係由左右拱所來之壓力，橋脚上之重量及橋脚本身之重量；而橋脚之頂部厚度係依左右拱之拱座定之，如橋脚高10呎以上，則附以 $\frac{1}{12}$ 至 $\frac{1}{24}$ 之傾斜，並假設其大體形狀以計算其安定度，與檢定同樣建造物之安定度相同。

一般情形，橋脚厚度比較小時，即有認其為有彈性之必要，而有此彈性的橋脚之拱之應力計算，較之產於不動橋台上之單拱，頗為麻煩。拱如係數個相連續者，則橋脚多有彈性，確實言之，橋脚厚度小者，則須檢查因左右拱環所來不均等之壓力是否可誘起彎曲。如因此不等壓力發生彎曲時，則以認之為彈橋脚為當。一般情形橋脚厚度愈小，則對於水路較為合宜，且可節約用材。然在他方，因其為彈性橋脚，須增其拱環厚度，而致無此利益者亦有之。

### 第十九章



第19圖係二連拱之一，中央有橋脚，而 a b 及 c 為其固定點，橋台或橋脚即固定於此點全然不動，認此各不動點為底面，亦無不可。B 點上之水平斷面為拱環

及橋脚之接合線，而共通兩者。茲求此水平斷面之變形。在第20圖。

$X_L$  = 在 XX 線中以橋脚中點為基點而至左方拱軸任意點之橫距。

$Y_L$  = 同上之縱距。在 XX 之上者為(+)在下者為(-)。

$X_R$  = 同上之至右方拱軸任意點之橫距。

$Y_R$  = 同上之縱距在  $XX$  上者爲(十)在下者爲(一)。

$Y_p$  = 在  $XX$  線中從  $B$  點至橋脚任意點之垂直距離。

$M_L$  = 在左方拱軸中任意點其點與橋脚間之壓重之彎曲率。

$M_R$  = 在右方拱軸中任意點，其點與橋脚間之壓重之彎曲率。

$M_L$  = 在左方拱軸中任意點之彎曲率。

$M_R$  = 在右方拱軸中任意點之彎曲率。

$M_p$  = 橋脚之軸中任意點之彎曲率。

$m_L$  = 使  $\frac{ds}{I}$  不變之左方拱上之區分段數。

(等於第二章第一節之)  $2m$

$m_L$  = 使  $\frac{ds}{I}$  不變之右方拱上之區分段數。

$m_p$  = 使  $\frac{ds}{I}$  不變之橋脚之區分段數。

$C_L$  =  $\frac{ds}{I}$  之值 (在左方拱者)

$C_R$  =  $\frac{ds}{I}$  之值 (在右方拱者)

$C_p$  =  $\frac{ds}{I}$  之值 (橋脚)

$H_1$  = 在橋脚頂部，對左方拱所下之壓力之水平分力。

$V_1$  = 在橋脚頂部，對左方拱所下之壓力之垂直分力。

$M_1$  = 在  $XX$  斷面上，因左方拱壓力而生之彎曲率，即以偏心距離乘  $V_1$  者。

$H_2$  = 在橋脚頂部，對右方拱所下壓力之水平分力。

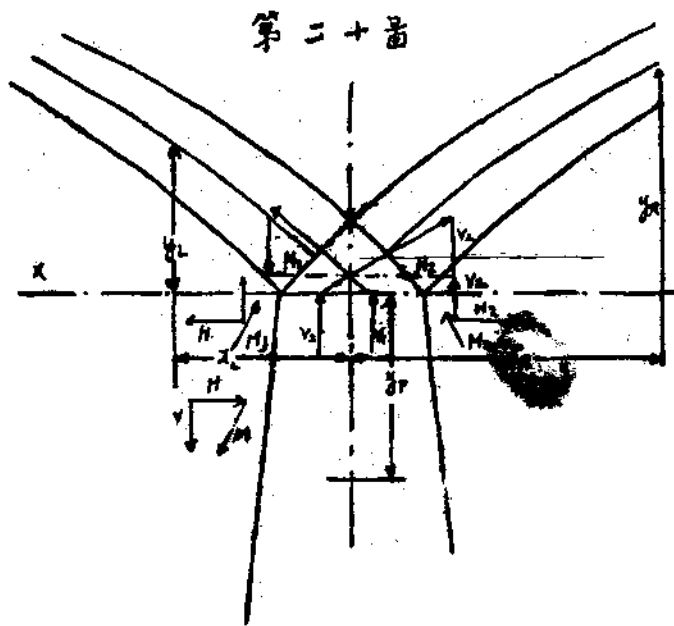
$V_2$  = 在橋脚頂部，對右方拱所下壓力之垂直分力。

$M_2$  = 在橋脚頂部，對右方拱所下壓力之彎曲率即以偏心距離乘  $V_2$  者。

又  $H = H_1 - H_2 = x \times$  斷面上之合成剪斷力。

$V = V_1 + V_2 = x \times$  斷面上之合成垂直壓力。

$M = M_1 - M_2 = x \times$  斷面上之合成彎曲率。



如第 20 圖之高為(十)者

依第 8 及 9 式

$$C_L \sum M_L Y_L = -C_R \sum M_R Y_R$$

而柱橋脚之  $x \times$  斷面上因壓重之垂直運動不妨為零

$$C_L \sum M_L x_L = 0$$

$$C_L \sum M_R x_R = 0$$

$$\text{又 } C_L \sum M_L = -C_R \sum M_R'$$

又依第 11 式拱橋脚之水平及垂直運動，等於在橋脚之頂部者，故

(36)

$$\text{又 } C_L \Sigma M_L' Y_L = C_P \Sigma M_P' Y_P,$$

$$-C_L \Sigma M_L' = C_P \Sigma M_P'$$

其次在拱軸及橋脚軸中任意點之彎曲率為

$$M_L' = M_1 - H_1 Y_L + V_1 X_L - M_L$$

$$M_R' = M_2 - H_2 Y_R + V_2 X_R - M_R$$

$$M_P' = (M_1 - M_2) + (H_1 - H_2) Y_P$$

$$= M + H Y_P$$

(37)

用第 37 於 38 式上時，則·

$$C_L (M_1 \Sigma Y_L - H_1 \Sigma Y_L^2 + V_1 \Sigma X_L Y_L - \Sigma M_L Y_L) = -C_R (M_2 \Sigma Y_R - H_2 \Sigma Y_R^2 + V_2 \Sigma X_R Y_R - \Sigma M_R Y_R)$$

$$M_1 \Sigma X_L - H_1 \Sigma X_L Y_L + V_1 \Sigma X_L^2 - \Sigma M_L X_L = 0$$

$$M_2 \Sigma X_R - H_2 \Sigma X_R Y_R + V_2 \Sigma X_R^2 - \Sigma M_R X_R = 0$$

$$C_R (m_L M_1 - H_1 \Sigma Y_L + V_1 \Sigma X_L - \Sigma M_L) = -C_R (m_R M_2 - H_2 \Sigma Y_R + V_2 \Sigma X_R - \Sigma M_R) \\ C_L (M_1 \Sigma Y_L - H_1 \Sigma Y_L^2 + V_1 \Sigma X_L Y_L - \Sigma M_L Y_L) =$$

(38)

$$C_P \left\{ (M_1 - M_2) \Sigma Y_P + (H_1 - H_2) \Sigma Y_P^2 \right\} \\ C_L \left\{ m_L M_1 - H_1 \Sigma Y_L + V_1 \Sigma X_L - \Sigma M_L \right\} = \\ C_P \left\{ m_P (M_1 - M_2) + (H_1 - H_2) \Sigma Y_P \right\}$$

將拱之實際之  $C_L, C_R, C_P, m_L, m_R, m_P, X,$  及  $Y$  等代入 38 式，依

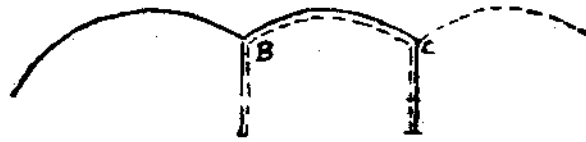
此六個方程式可以順次求出， $H_1, V_1, H_2, V_2,$  及  $M_2$ 。此數一明，即知活動於橋脚之。

$$H = (H_1 - H_2) \quad V = (V_1 + V_2) \quad \text{及} \quad M = (M_1 - M_2) \text{ 矣。}$$

至拱軸及橋脚軸中任意點之彎曲率，依 37 式求出之。或記入壓力線於拱上以求拱上壓力及剪斷力。或為橋脚之設計。惟對於所給與之壓重狀態須各別計算之，此乃當然之事。

第 21 圖所示之拱為三連續拱。先就實線所表示之部分考察之。即依 38 式得出 B 點上之  $H_1$   $M_1$   $V_1$  等。其次考察點線之部份，此際將所給與之壓重從左方拱所生壓力放於 B 點上：以求 C 點上之  $H_1$   $M_1$   $V_1$  等。其次再考察實線部份；但此則將所給與之壓重於右方拱生出之壓力，置於 C 點

第 二十一 圖



上以更求出 B 點上之  $H_1$   $M_1$   $V_1$  等。再次考察點線部份，將左方拱所生

第二壓力之值置於 B 點上，再計算 C 點上之  $H_1$   $M_1$   $V_1$  等。如是則比之

第一次計算較為正確。大部有造此等二次計算之必要者頗多，如有必要，則亦以在 B 點行二次在 C 點行一次即足。拱之為三連以上者。亦得以同樣方法求出  $H_1$   $V_1$   $M_1$  及其他拱環上之壓力。

凡固着於有彈性橋脚上之數連拱其拱徑間之變形，極少，故因溫度昇降，而生活動於橋脚之不均等壓力亦少。欲求出溫度變化而生之應力時，則照該拱為不動即座於固定橋脚上之情形，如前所例示以為計算，亦無妨礙。徑間皆同時，此計算法非常正確。又因拱之短縮，與溫度下降發生同樣結果故  $t = \frac{C a}{E c R}$  表示與拱短縮生同樣結果之溫度下降之值。

(未完)



## 鋼鐵樓宇之風力計算

(續)

——吳 絜 平——

## 第七章 以數表示之習題

(十二) 於一對稱三跨度二十層框架 ( Bent ) 中，其諸應力之計算方法，一在第 5 圖中，指示一三跨度二十層高之框架，此架於垂直一尺寬度，須抵抗每平方尺三十磅之水平向風力，於其各柱樑中，其灣率剪力及柱之直接應力，需加以尋求，至於該樑柱斷面之各量，將於第 11 表指示之，在第 3 表中，方程式均可代入此諸方程式中，其諸常數之數值，可於 12 表中求之，第 13 表則含有第 3 表之諸方程式而已，將在第 12 表中之常數數值代入者，在此圖中右方之柱，其系數為 0.0001，此值於柱之頭部指示之，是即該方程右方之各枝件等於 0.0001 乘右方柱中之數值，此書寫方程式右方枝件之法，可減少重複多量符號之需要，於 13 表 諸方程式中之各不知數，可於 14 表中消去之，其  $R_1$  數值只見於 13 表之最初三方程式中，以  $R_1$  之系數除此等方程式之每一式，則可得 14 表中之三方程式 A B C，在此等式中，其  $R_1$  之系數，等於一加號整數，若將後式聯合之，即由 A 式減 B 式，則得方程式 (A-B) 由 B 式減 C 式，則得方程式 (B-C) 則得新方程式式，於茲之  $R_1$  已被消去將方程式 (A-B) 及 (B-C) 左方各項之各系數化為加號整數，則得 14 表中之 12 兩方程式，於 13 表中，D E 兩方程式亦同樣變化，故其右方每項之系數，均為加號整數，於 14 表中 D E 二式之新式，再次寫下，將 12 DE

四方程式聯合之，如 14 表之指示，以消去左項之  $\theta_{A1}$ ，如此反復行之，則除最後之值或謂  $\theta_{B20}$  留存外，其餘之不知數，均被消去其值，於是求得之為  $\cdot 0338 \times \cdot 0001$  radian 若由已知之  $\theta_{B20}$  值，則  $\theta_{A20}$  之值，可於方程式 153 算得之， $B_{20}$  及  $A_{20}$  既知，則由方程式 150 可求得  $R_{20}$  之值，其餘之  $\theta$  及  $R$  亦均可以同樣方法求得之。

計算  $\theta$  及  $R$  值之方法，見 15 表，其應用之諸方程式，乃由 14 表取出，在 13 14 兩表中，其右方枝件，等於在柱中右方之數乘以  $\cdot 0001$ ，故方程式 150 可說明之如下：

$$R_{20} = \cdot 2702 \theta_{A20} - \cdot 2993 \theta_{B20} - .0735 \times 0.0001$$

每方程式左方數值之左項，為決定之不知數，在每組之第一行，為該方程式之代數式，而其餘各行，均為相合諸項之數字值，例如方程式 155 為

$$\theta_{B20} = 0 \cdot 0338 \times \cdot 0001 \text{ 或 } \cdot 00000338$$

方程式 153 為

$$\theta_{A20} = \cdot 0443 \theta_{B20} = \cdot 0502 \times \cdot 0001$$

由上方程式

$$0443 \theta_{B20} = \cdot 0443 \times \cdot 00000338 = \cdot 0015 \times \cdot 0001$$

此量之符號為負號一如左方枝件之一項如負號，故移項後，該項將成為正號。

方程式 153 現變為

$$\theta_{A20} = \cdot 0502 \times \cdot 0001 + \cdot 0015 \times \cdot 0001 = \cdot 0571 \times \cdot 0001$$

如含有方程式 153，該組最末一行中之指示方程式 150 含內  $R_{20}$

$\theta_{A20}$  及  $\theta_{E20}$ ，但  $\theta_{A20}$  及  $\theta_{B20}$  則可以方程式 153 及 155 分別計算之，故  $R_{20}$  亦可由方程式 150 計算之。依同理，於含有  $\theta_{B19}$  及  $R_{20}$   $\theta_{E20}$  三不知數量之方程式 147 可用以求  $\theta_{B19}$  之值，惟方程式 147 與前數式不同，因其左方枝件中，含有正負之數項，其左枝件之第二項負數，然若移項後，則將加於右方之枝件，此數量之和為  $\cdot 0890 \times \cdot 0001$ ，因右方枝件之第三第四兩項為正，故移項後，此兩項之和，乃由上數量以減去之，故此方程式之結果為  $\theta_{B19} = \cdot 0835 \times \cdot 0001$ ，依同等情形，則其餘之斜坡及灣度與樓面高度之比值  $R$ ，均可求得其以  $\theta$  radian 表之，而  $R$  則為一抽象數值。

在 14, 15 兩表中之計算表列實定以合多量方程式分解容易，惟其中或有由實驗上擬定之數，則為應用此法以分解問題者，不可不加以牢記者也。

全時為避免差誤以影响全部計算而至虛耗光陰起見，故於工作時有二種之討論，并於相當間隔中而比較其結果。

由每組之方程式能做成多數之組合式，其組合之目的，乃欲使結果方程式左方枝件之左項系數，能與方程式中別項大小相比較。然為說明此點起見，特將 14 表之 25, 26, 及 M 數方程式討論之。如由方程式 26 以減去方程式 M，其結果，方程式中  $\theta_{B4}$  之系數，將為  $\cdot 1463$ ，而  $R_5$  之系數將為  $2.9027$ 。故後者之值約為前者之二十倍，然由此二式之結果，倘前者之系數真值發生少許差誤時，則將為一極大之差誤，因此差誤將依百分比律以引起後者系數發生真正錯誤，又如用 25 及 M 兩方程式之組合，其  $\theta_{B4}$  之系數為  $1.0695$ ，而  $R_5$  之系數則為  $3.4313$ ，於後者之系數只約為前者之三倍，因是後之組合，雖或數值效果不甚準確，然與前之組合

相較，則總覺優於一切也。

如用此法以組合證方程式，有等情形其結果方程式雖為一代數之獨立式，然其數字之大小，則幾相等，故組合此等方程式，其結果常甚似不甚正確，是以爲使方程式避免變成此種方向起見，則須於組合時，將其次序變換是也。

當一不知數求得其值後，其餘之各不知數，可用代入法求得之，是以關於 14 表中有一組方程式之任何第一式，均可用以求一不知數之數值，其所決定數量之系數，乃較已知數之系數爲大，然若應用此方程式以與別一方程式較，在該式中，倘其不知數之系數較已知數之系數爲小，則此兩式比較之結果，仍似前式爲較準確，故關於各個方程式，倘欲知其是否適於應用，則全有賴於其準確情形若何。

然欲察知其準確程度，於茲乃有二部獨立安置法以資算核，其第一部，乃置於一 20 吋之計算尺，第二部乃置一 Fuller's 圓筒式計算尺，此二種之計算，當相當間距，即互相比較而更正其差誤，但於其不準確之處，則無法修正，於此二重計算法中，其斜坡及灣度之變動，爲數極小，此即所以指明此種計算可應用計算尺以計算之，而不發生過大差謬。至於諸柱樑末端之灣率，可以其灣度及斜坡代入 15 表內斷面 A 之 AB 兩方程式中以求得之，然爲求工作便利起見，此等方程式之諸數量，可於 16、17 兩表檢得之，於 15 表中取出之 R 及  $\theta$  值，可於 16 表第一，二，三，四欄中檢得，至於在諸方程式中，其 R 及  $\theta$  值之函數，則可由同表中其餘各欄檢出式，由 19 表取出之 K 值可由 17 表之第二三四五欄於檢得於諸方程中 K 值之函數，則可由表所餘各欄檢得。藉基本方程式

$$M_{AB} = 2EK(2\theta_A + \theta_B - \Delta R)$$

以求得諸樑柱末端之灣率，以乃 16、17 兩表所給出兩因數之積，而諸灣率之值，乃見於 18 表中。

在任何枝件中之剪力，乃爲該枝件兩端之灣率之代數和，而以其本身

長度除之，在A柱中，任何斷面其直接應力乃與該斷面上部 bag a 中其各樑剪力之代數和相等。在B柱中，任何斷面之直接應力及與該斷面上方 bag a 中各樑剪力之代數和加 bag b 中各樑剪力之代數和相等，其諸柱樑之剪力及諸柱之直接應力，可於 19 表中檢得，於一層內所有各柱頂底諸灣率之和，乃與該層之總剪力而以樓面高度乘之之值相等，而一柱兩旁各樑中諸灣率之代數和，及與該樑兩旁各柱灣率之代數和相等，在 18 表中所示，其一層之總剪力乘以樓面高度，及一層所有各柱頂底諸灣率之代數和，可於 20 表中第二三兩欄中檢得。在各樑上部斷面A 柱諸灣率之代數和及於 bag a 各樑中灣率而其斷面乃隣於A 柱者，可於 20 表第四、五兩欄中檢得。在B 柱中於各樑上方之斷面，其諸灣率之代數和。故在 bag a 及 b 內之諸樑，於與B 樑相隣之斷其灣率之代數和。可於 20 表第六、七兩欄中檢出之。倘欲討論其是否準確，可以 20 表中相鄰各欄同數之值比較之，以資審核，設以一六層樓宇說明之，在此樓中，其總剪力乘樓面高度，其積為 13000 吋磅，其所有各柱頂底灣率之和，則為 914400 吋磅，倘經以完密之審核，則此二數應為相等，然若考查表中所示，則其數值與審核之值，極為接近，在 19 表中表示之灣率，乃基於一水平向每方呎三十磅之風力，而施於一尺之垂直寬度以求得者。故倘欲于一建築物之任何部而求其因風力發生之灣率，則可以 18 表中之灣率而乘以該建築物所受風力部份之寬度(以呎計)便得。

## 第八章 約畧法

(十三)諸法之術語：—於第七章中，其用以計算一對稱三跨度二十層框架諸應力之法，固可應用於一樓宇之計劃，然倘有較為簡便之法，則亦當為計劃所希冀者也。本文作者，特貢獻一約畧法，此法較第七章所用之法簡短極多，同時亦能相信此法可應於計劃樓宇，而不至發生有不準確之處，然為便於區別第七章所用之法起見，特名之約畧法，而前法則名之

為斜坡灣度法 (Slope Deflection Method)。此法倘用於某種特殊情形下，為求有利計，亦可將之變化，其變化後之方法，特指明之曰斜坡灣度方法之變法 (Modification of Slope Deflection Method)

(十四)約畧法：此法乃根據下列各假設及參訂假設之用於斜坡灣度者。(1)在一層中之上下方一柱，其諸應力已算得者，則該柱頂坡度之變化乃與後層同位置之頂柱坡度變化相等。(2)在一層中之上下方一柱，其諸應力已算得者，則其灣度與諸柱長度之比值，乃與後層中其灣度與諸柱長度之比值相等。換而言之，即欲計算第二層中之諸應力，則  $\theta_{A_1}$  及  $\theta_{A_3}$  可假設其與  $\theta_{A_2}$  相等。  $\theta_{A_2}$  及  $\theta_{B_1}$  則可設與  $\theta_{B_2}$  相等。而  $R_3$  則可設與  $R_2$  相等。全時將第三層中諸應力圖列則  $\theta_{A_2}$  及  $\theta_{A_4}$  可設與  $\theta_{A_3}$   $\theta_{B_2}$  及  $\theta_{B_2}$  可設與  $\theta_{B_3}$  相等。而  $R_4$  則可設為等於  $R_3$ 。然上述情形，均為假設，倘謂在第二層所用以計算諸應力之  $\theta_{A_2}$   $\theta_{B_2}$  及  $R$  之數值，乃與在三樓中用以計算諸應力之  $\theta_{A_3}$   $\theta_{B_3}$  及  $R_3$  各個相等，則殊有不合也。

考查第 3 表中方程式之結果，則可明白。倘 1, 2 兩假設為真確時，則該框架之每層，均可寫出三方程式，而此三式中，只含有三不知數，然若欲依據該一假設以說明之，則可以第二層之諸方程式為例証。

$$\theta_{A_1} = \theta_{A_2} = \theta_{A_3}$$

$$\theta_{B_1} = \theta_{B_2} = \theta_{B_3}$$

$$R_2 = R_3$$

以  $\theta_{A_2}$  代  $\theta_{A_1}$  及  $\theta_3$  以  $\theta_{B_2}$  代  $\theta_{B_1}$  及  $\theta_{B_3}$ ，而以  $R_2$  代  $R_3$ ，在第三表中之諸方程式 D, E, F, 以上值代入則得

$$\begin{aligned} & -N_2 R_2 + 4K_{A_2} \theta_{A_2} + k_{B_2} \theta_{B_2} \\ & = -\frac{W_2 h_2}{6 E} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$-3(K_{A2} + K_{A3})R_2 + (K_{A2} + J_{A2} + K_{A3})\theta_{A2} - K_{a2}\theta_{B2} = 0 \dots\dots\dots(2)$$

$$-3(K_{B2} + K_{B3})R_2 + R_{a2}\theta_{A2} + (K_{B2} + J_{B2} + K_{b2} + K_{B3})\theta_{B2} = 0 \dots\dots\dots(3)$$

此數方程式，曾應用於第二層者，依同理於別層中亦可寫出同樣之數方程式，然只須於其諸附加數，(Subscripts)加以合理之變化而已，由第三表，諸方程式中之1, 2, 3, 三方程式，均可用以計算一對稱三跨度框架諸樓面高度，任何枝件之諸應力，如在1至10表之方程式中，均為同樣變化，則多組之方程式，可以求得，即無論其為一至五跨度之對稱，或不對稱框架之任何層，每框架可應用一組以計算其諸應力。

一層內所有各柱，在其頂底部發生灣率之和，必與該層中總剪力與樓面高度相乘積相等，對於各柱末端，其灣率之分佈，則賴乎下列數值。

1) A柱之K與B柱之K之比值。(2) A柱之K與a樑之K之比值。(3) a樑之K與b樑之K之比值。

其灣率分佈乃決定於諸框架之一枝件，而該框架中，其A柱之K與B柱之K之比值，A柱常數K與a樑之K之比值，及a樑之K與b樑之K之比值，均為不同之數值。諸圖表中乃指示在此等框架中其灣率之分佈，全時亦指示在他框架之灣率，分佈在6, 7, 8, 三圖中之曲綫，乃用以指示在於諸對稱三跨度框架中，灣率之分佈在第6圖中其第1組曲綫乃指示在諸框架中，其A柱頂底之灣率而在該諸框架中，其A柱之K與B柱之K相等者，其橫坐標乃用以代表a樑之K與b樑之K之比值，其縱坐標乃用以代表在A柱頂底所發生之灣率，而以W × h之百分率表之者，由頂端讀下其各曲綫乃指示諸框架，其A柱之K與a樑之K之比值，各個依次為0.5, 1.0及4。在一框架A柱中其K與a樑之K之比值，倘不為一定

之數值，則其灣率可以插入法計算之。

在第6圖之I II III IV V，五組中，其諸曲綫如與第一組中之曲綫同應用時，則可得在諸框架中在A柱頂底之灣率，而在該諸框架中其A柱之K與B柱之K相等。在第II III IV V諸組中，其曲綫乃指示其A柱之K與a樑常數K之比值，各個依次等於4. 2. 1. 0. 5之諸框架由每組之左讀至右，其諸曲綫乃表示其A柱之K與B柱之K之比值，各個依次為0. 5 1. 2之諸框架在A柱之頂底，其灣率如在下列情形時，則可由第6圖中之圖表求得之。

• (1)先假設一框架中灣率其中A柱之K與B柱之K相等，決定 $\frac{k_a}{k_b}$ 及 $\frac{k_A}{k_a}$ 之數值應用第一組中之諸曲綫描劃一直立線，以橫坐標等於 $\frac{k_a}{k_b}$ 而直至與 $\frac{k_A}{k_a}$ 值相符之曲綫交切為止。將交切點投射於平面之左方，而由直立比例尺以讀出其灣率以 $w \times h$ 之百分率表之然 $w$ 及 $h$ 均為已知數，故該灣率之數量即可算得。(2)次假設在一框架中之灣率，其中A柱之K不與B柱之K相等，決定 $\frac{k_a}{k_b}$   $\frac{k_A}{k_a}$ 及 $\frac{k_A}{k_B}$ 之數值，先應用第I組之諸曲綫描劃一直立線以其橫坐標等於 $\frac{k_a}{k_b}$ 而直至與 $\frac{k_A}{k_a}$ 數值相符之曲綫交切為止，投射交切點於平面之右方，而於與 $\frac{k_A}{k_a}$ 值相符諸曲綫之該組而直至與 $\frac{k_A}{k_B}$ 值相符該組之特殊曲綫交切為止，垂直向下投射此交切點，而由平向之比例尺以讀出其以 $w \times h$ 百分率計之灣率，依同理在B頂底之各灣率可由第7圖求得，而在b樑末端之灣率可由第8圖求得，惟有一事須加以注意者，則在b樑中之灣率有賴於在該層內之 $w \times h$ 無論其為在該樑之上方或下方，其依賴情形均無差別，故於求b樑中灣率時須應用二層之 $w \times h$ 平均值。

在a樑之右端其灣率與A柱僅在該樑上下方之灣率之和相平衡，而同時與彼等之代數和相等，在a樑之左端其灣率與b樑右端諸灣率之代數和面併合，B柱中僅在a樑上下之諸灣率相平衡而同時與彼之代數和相等，



是故藉 6, 7, 8, 三圖中之諸曲線可求得在一框架中所有各枝件末端之灣率，倘有差誤時則當歸於此段中第一，二假設之該應用也。

在 6, 7, 8, 三表中之諸曲線指示一在於一枝件之  $K$  與別一枝件之  $K$  之比值之巨大變化，而其影響於在框架中，其灣率分佈之變化則極小。

(十五)以數表之習題：一為說明此等曲線之應用起見，特設此例題。

設一對稱三跨度框架之第七層樓面，高度為 20 呎，所受剪力為 3000 磅，同框架之第八層其樓面高度為 20 呎，所受剪力為 2500 磅，在該第七八兩層中，其各枝件之固性如下：

$$K_A = 30 \text{ in}^3, \quad K_B = 40 \text{ in}^3, \quad K_a = 20 \text{ in}^3,$$

$$K_b = 16 \text{ in}^3,$$

現試將第七層中所有各枝件末端之灣率求出。

在第七層中

$$w \times h = 3000 \times 20 \times 12 = 720000 \text{ 吋磅}$$

在第八層中

$$w \times h = 2500 \times 20 \times 12 = 600000 \text{ 吋磅}$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{30}{40} = 0.75$$

$$\frac{K_A}{K_a} = \frac{30}{20} = 1.5$$

$$\frac{K_a}{K_b} = \frac{20}{16} = 1.25$$

應用第 6 圖以求柱 A 中之灣率，在此圖中之左方，其橫坐標為 1.25，描劃縱坐標於二曲線中間之一點， $\left(\frac{K_a}{K_A} = 1.5\right)$  此值適為 1 與 2 之中

，將此點平投射於第二組兩左方，曲線中間之一點， $\left(\frac{K_A}{K_B} = 0.75\right)$  此

值適間於 0.5 與 1.0 之中，同時并平投射於第三組左方二曲綫中間之一點

，前點之橫坐標為 9.35% 後點 9.15% 即  $\frac{K_A}{K_a}$  等於 1.5，或謂為 1 與 2

之平均值在第七層中，於 A 柱之頂底，其灣率  $M_{L7}$  為 9.35% 與 9.15%

之平均值，或謂為  $w \times h$  之 9.25%，是即  $M_{A7} = 0.0925 \times 720,000 =$

66700 吋磅，在第八層中於 A 柱之頂底，其灣率  $M_{A8}$  為 0.0925  $\times$  600000，

或  $M_{A8} = 55,500$  吋磅，依同理在第七層中，於 B 柱之頂底，其灣率  $M_{B7}$

為  $w \times h$  之 15.75% 是即  $M_{L7} = 0.1575 \times 720,000 = 113,500$  吋磅，

而在第八層中  $M_{B8} = 0.1575 \times 600,000 = 94,450$  吋磅，在第七層中頂之

b 樑末端其灣率為  $w \times h$  之 13.85% 亦即

$$M_{b7} = 0.1385 \left\{ \frac{720,000 + 600,000}{2} \right\} = 91,500 \text{ 吋磅}$$

在第七層頂 a 樑之右端，其灣率乃為 66700 吋磅，在第七層中 A 柱頂部之灣率 55500 吋磅，在第八層中 A 柱底部灣率之和或 122200 相等（參看第九圖 b）於 a 樑之左方其灣率乃與 113500 吋磅在第七層中 B 柱頂部之灣率及 94400 吋磅，在八層 B 柱底部灣率之和減 91500 吋磅於 b 樑末端之灣率相等，此即在 a 樑左端之灣率為 116400 吋磅，（參看圖 9a）在一框架中應用 [計劃之約略法]

(Proposed approximate method) 及 [斜坡灣度法] Slope-Deflection Method) 以求諸灣率之比較可由 23-26 表覘得之。

(十六) 斜坡灣度方法之變法 (Modification of Slope Deflection Method) —— 編者為決定一框架之一枝件於其中斷面變化而影響於其他各枝件中灣率之效果，特定在於諸框架中之灣率。其中除該枝件生效於灣率之分佈外，其餘枝件之  $K = 1$ 。

應用於所有各層，及各框架，其  $\frac{Wh}{6E}$  量特定為 1，其 B 柱之 K，繼續示其各值 0.5, 1, 2, 4 而在於 a, b 兩柱各端，及於 a, b 兩樑末端之相符灣率則于該層中 B 柱之 K 會變化者而計算之，而同時于僅在彼層上下方之各層內，亦計算之，依同理其 A 柱之 K，a 樑之 K 及 b 樑之 K，可順序示出其值，為 0.5, 1, 2, 4，而在于各樑及各柱之末端，其灣率之相符值，特決定之于特殊層，及于彼層僅在上下方之各層內其各枝件 K 值變化，以發生效能于灣率，特示之于 10, 11, 12, 三圖。

第 10 圖指示於 A 柱頂底灣率中之各種變化，其橫坐標為灣率中之各變化於一框中，以其灣率之百分率表之，用於此框架中，其所有各枝件之 K，均等於 1。將灣率增加之各值，置於原點(Origin)之右方，而將其減少之各值，置於左方，其縱坐標乃用以代表於枝件所變化之 K 值，在計算灣率之該層中，特以 No. N 指示之，而其上一層則以 No. (N + 1) 示之，其下一層則以 No. (N - 1) 示之，每一曲綫乃指明因某枝件 K 值變化，而令於 A 柱之頂部於灣率之變化。至於曲綫之用以表示於 A 柱中，於其灣率因某特殊枝件 K 之變化而發生變化。其數目可由第 10 圖於其圖表之答案(Key) 求得之，例如曲綫 No. 3 指示於 A 柱頂部，其灣率因於 No. N 層中 b 樑 K 值之變化而發生變化，如令 b 樑之 K 值等於 2 時，則於 A 柱頂部之灣率以與 b 樑之 K 值等于 1，較將少百分之 8.9，曲綫 No. 3 乃指示于 A 柱底部其灣率因于 No. (N - 1) 層中 b 樑 K 值之變化而發生變化，如在 No. (N - 1) 層中 b 樑之 K 值等於 2 時，則於 A 柱底部之灣率，以與 b 樑之 K 值等於 1，較將少百分之 8.9，依同理於 B 柱中之灣率，因該框架各枝件 K 值之各種變化而發生之變化，可由 11 圖求得，而於 b 樑中灣率之變化可於 12 圖求得。

第 10 圖乃指明在任何層之 A 柱，由其灣率不只倚賴於同層內各枝件之 K 值，并有賴於隣層內各枝件之 K 值，第 11, 12 兩圖指示於 B 柱及

b 樑中，於其灣率有真正關係之同樣記載，然從事實上言之，則在任何之約畧法，用以計算一層中各枝件之諸應力除在諸框架中，倘於各樑柱之斷面無突然變化外，當不能得一十分正確之結果，故於柱樑斷面中，倘有突然變化則計劃之約畧法當不正確，是以常有應用斜坡灣度方法之變法以代之者。雖此法之工作較繁，然其結果則往往極準確，斜坡灣度法之變化有二，(a) 其框架可於二相鄰樓面間，以平向之平面劃分為二，而作上下兩部各自分立。(b) 其框架可於任何層數距離內，以二平向平面劃分之，其平面間之部，可作為與該樓宇之他部獨立，此等變法將詳述於下。

(a) 在一框架各頂層之風力，當較於其他為小，故其計算準確與否，實無關重要，15 表中諸方程式之一致察，乃指示計算所得之數量係數實大於該表示不知數之諸數量係數，此誠真正事實，緣由一層中，其斜坡及灣度所發生之差誤，對於以下各層影響極小，同表中較先之致驗，指示于一層中一柱之頂部，于其坡度變化之間，及于下一層中同一柱之頂部，于其坡度變化之間其差別較微，如設此于斜坡之二變化為相等時則差誤之引起必小，試牢記此等事實，而再將第七章之二十層框架討論之，如設 13 表中之  $f_{c,b}$  之方程式中之， $\theta_{A12}$  及  $\theta_{B12}$  與  $\theta_{A11}$  及  $\theta_{B11}$  分別相等，其最先之 34 方程式，將含有 34 不知數量，此等數量可以 14, 15, 兩表所用之法計算之，此即設一層中于各柱坡度之變化，乃與下層同柱坡度之變化相等，為劃分該框架為二部之當量，而方程式之用于較下部份者，可與較上部份之方程式獨立分解之。如假設相等之坡度真為不相等時，則于較下部份頂層中所算定之坡度及灣度將不正確，惟多量計算之結果，指示于該頂層次層中，其坡度及灣度之差誤，為數極小，故可略去之，然此誠事實，蓋于第七章之二十層框架，真正計劃中，于其近頂之十層，可不計算風力，其近底之十一層，可視為一完全框架，而其諸應力之計算，可以上述提示之方法行之，以達于減少工作之目的，其于近底十層之諸應力，將極正確，其框架可于任何層劃分二，均不至影響其諸結果之準確程度，

如於各枝件有突然之變動時，則該框架可于變動發生，該層之上部劃分之，而于其較下部份之諸應力，可以上述提示方法計算之。

23表指示于擬用約畧法之最大差誤，均在于第一層，其于第一層之各灣率，可以斜坡灣度方法之變法以計算之如下。

設于第三層中之諸斜坡，乃與第二層中相符之諸斜坡相等，13表中之最先七方程式，將只含有七不知數量，此等方程式之分解，可由21, 22兩表得之，于22表中所表出用于第一層之斜坡及灣度之諸變化，乃與15表中用于同樣數量之諸值，極相吻合，而其為斜坡及灣度函數之諸灣率，將亦與18表中之諸灣率極相吻合。

(b) 如于一在討論中某層之下層，在該層中，其諸柱之頂底部于其斜坡之諸變動，可以察知，其相等則其在于任何特殊層之各灣率，可以算得之，設圖5所示，于一框架之第十層以計算其灣率，由觀察上可知 $\theta_{A9}$ 及 $\theta_{B8} = \theta_{B9}$ ，然後設 $\theta_{A12} = \theta_{A11}$ 及 $\theta_{B12} = \theta_{B11}$ ，13表中y-h之十方程式，將含有十不知數，如于已假設相等之第八第十層中之諸斜坡均相等時，則于第十層中之斜坡及灣，而至灣率將為極準確之數，但其斜坡如于所求而假設相等之下一層，而實際不相等時，則所求之灣率，將不正確，此即于所求層下層諸斜坡間之差別，影响其諸結果，而該上層諸斜坡間之差別，則于其結果不至有重大之影響。

(十七) 計劃之約略法 (Proposed Approximate method) 及斜坡灣度法 (Slope Deflection method) 之應用：于一框架中于其突然變動之斷面，以求其灣度，則應用下述之二法聯合法，或可得相當之利益，應用計劃之，約畧法以求于一框架某部之灣率，而該部則為於其各枝件之斷面中，無突然變動者，應用斜坡灣度法之變法，以求於底層及任何各中層之灣率，而于該層中于其諸枝件，乃有變動發生者，其求得之結果，以應用于計劃樓宇，常稱滿意，而于工作上則不至有耗費之虞。 (未完)

# 工程材料

## 建築材料估價表

黎炳南

| 類 別                                                    | 價 目  | 出 品 地 | 備 考 |
|--------------------------------------------------------|------|-------|-----|
| 磚                                                      |      |       |     |
| 鱗形牆面磚                                                  | 150元 | 本市興業  | 每 井 |
| 背坑牆面磚                                                  | 85元  | 本市興業  | 每 井 |
| 圖案式梯踏磚                                                 | 56元  | 本市興業  | 每 井 |
| 牆磚上明企紅磚                                                | 140元 | 南 江   | 每 萬 |
| 牆磚中明企紅磚                                                | 105元 | 南 江   | 每 萬 |
| 砌地紅磚                                                   | 90元  | 南 江   | 每 萬 |
| 煤窰上明企磚                                                 | 120元 | 東 江   | 每 萬 |
| 煤窰中明企磚                                                 | 105元 | 東 江   | 每 萬 |
| 煤窰砌地磚                                                  | 90元  | 東 江   | 每 萬 |
| 火 磚                                                    |      |       |     |
| $4\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2} \times 2\frac{3}{4}$ |      |       |     |
| 上                                                      | 210元 | 外 國   | 每 千 |
| 中                                                      | 200元 | 外 國   | 每 千 |
| 下                                                      | 190元 | 外 國   | 每 千 |
| 瓦                                                      |      |       |     |

|                                              |       |   |   |      |
|----------------------------------------------|-------|---|---|------|
| 石棉瓦(波紋)                                      | 2毫75  | 外 | 國 | 每平方尺 |
| 一斤半紅坭                                        | 85元   | 本 | 市 | 每萬   |
| 一斤半白坭                                        | 90元   | 本 | 市 | 每萬   |
| 筒                                            |       |   |   |      |
| 天面瓦筒                                         | 40元   | 本 | 市 | 每萬   |
| 水筒                                           |       |   |   |      |
| 徑十二寸長二尺                                      | 6毫    | 本 | 市 | 每個   |
| 徑九寸長二尺                                       | 3毫5   | 本 | 市 | 每個   |
| 徑六寸長二尺                                       | 2毫    | 本 | 市 | 每個   |
| 徑四寸長二尺                                       | 1毫6   | 本 | 市 | 每個   |
| 徑三寸長二尺                                       | 1毫3   | 本 | 市 | 每個   |
| 綠方筒                                          | 2毫8   | 本 | 市 | 每個   |
| 白方筒                                          | 2毫    | 本 | 市 | 每個   |
| 水斗或短灣筒與各大小價相同長灣加五計算<br>各大小開叉筒以一個作兩個計算三叉作三個計算 |       |   |   |      |
| 鐵                                            |       |   |   |      |
| 三分圓鐵                                         | 16元5  | 外 | 國 | 每担   |
| 四分四十尺竹節鐵                                     | 16元5  | 外 | 國 | 每担   |
| 五分,六分七分一寸竹節                                  | 17元4  | 外 | 國 | 每担   |
| 五分圓鐵                                         | 17元3  | 外 | 國 | 每担   |
| 六分圓鐵                                         | 17元5  | 外 | 國 | 每担   |
| 一寸圓鐵七分鐵圓                                     | 17元35 | 外 | 國 | 每担   |
| 以上均以四十尺為度                                    |       |   |   |      |

|       |      |   |   |      |
|-------|------|---|---|------|
| 攬眼鐵綫網 | 1毫75 | 外 | 國 | 每平方尺 |
| 水 喉 鐵 |      |   |   |      |
| 四分    | 1毫4  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 六分    | 1毫7  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸    | 2毫4  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸二   | 3毫0  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸四   | 3毫4  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 二寸    | 4毫7  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 曲 喉   |      |   |   |      |
| 四分    | 1毫3  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 六分    | 1毫5  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸    | 2毫6  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸二   | 4毫5  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 一寸四   | 5毫6  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 二寸    | 5毫5  | 外 | 國 | 每 尺  |
| 水 喉 掣 |      |   |   |      |
| 四分    | 5毫   | 外 | 國 | 每 個  |
| 六分    | 6毫   | 外 | 國 | 每 個  |
| 一寸    | 1元15 | 外 | 國 | 每 個  |
| 一寸二   | 1元85 | 外 | 國 | 每 個  |
| 一寸四   | 2元5  | 外 | 國 | 每 個  |
| 二寸    | 3元6  | 外 | 國 | 每 個  |
| 水 喉 枳 |      |   |   |      |
| 四分    | 9仙   | 外 | 國 | 每 個  |



|                    |      |   |   |        |     |
|--------------------|------|---|---|--------|-----|
| 六分                 | 1毫2  | 外 | 國 | 每      | 個   |
| 一寸                 | 2毫4  | 外 | 國 | 每      | 個   |
| 一寸二                | 2毫9  | 外 | 國 | 每      | 個   |
| 一寸四                | 3毫7  | 外 | 國 | 每      | 個   |
| 二寸                 | 5毫   | 外 | 國 | 每      | 個   |
| 柚 木                |      |   |   |        |     |
| 原枝                 | 95元  | 外 | 國 | 每      | 井   |
| 四分至二寸              | 加五計算 | 外 | 國 | (九五尺計) |     |
| 抄木鋸料               | 75元  | 外 | 國 | 每      | 井   |
| 杉 木                |      |   |   |        |     |
| 一丈二,三寸七,<br>四寸,華尺尾 | 1元65 | 本 | 市 | 每      | 條   |
| 一丈四,三寸七,<br>四寸,華尺尾 | 1元8  | 本 | 市 | 每      | 條   |
| 一丈六,三寸七,<br>四寸,華尺尾 | 1元9  | 本 | 市 | 每      | 條   |
| 一丈八,四寸             | 2元5  | 本 | 市 | 每      | 條   |
| 二丈                 | 2元8  | 本 | 市 | 每      | 條   |
| 鋼 窗                |      |   |   |        |     |
| 普通花式               | 1元5  | 本 | 市 | 每      | 平方尺 |
| 特別花式               | 2元   | 本 | 市 | 每      | 平方尺 |
| 銅                  |      |   |   |        |     |
| 銅片                 | 9毫   | 本 | 市 | 每      | 斤   |
| 銅筒                 | 8毫5  | 本 | 市 | 每      | 斤   |

(編者)凡有外國二字,其價是包運到建築地址而定。

# 工程常識

## 比例尺之研究

溫 炳 文

凡地球表面上之地物及地貌，欲描寫實物同大于圖紙上，此必不可能之事，故不得不據一定之比例，將測量所得地上諸綫之長，用相似之理，以縮寫之，此即所謂比例尺是也，且欲其便于計算通常以最簡單之分數示之，即若干分之一之比是也。

例如測量所得實地上之距離為  $L$ ，縮于圖上相應之距離為  $l$  以  $m$  為比例尺之分母數則得。

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{m}$$

$$\therefore \begin{cases} l = \frac{1}{m} L \dots\dots\dots(1) \\ L = m.l \dots\dots\dots(2) \end{cases}$$

由(1)式故若知實地上之長，可以化為圖上相應之長，由(2)式已知圖上之長，亦可推知地上之實長也。

比例尺之大小，因測量之目的而異，茲分述如次：

(1) 南京市地政局戶地測量之比例尺，

1. 四千分之一
2. 二千分之一
3. 一千分之一
4. 五百分之一

一 荒僻繁盛地方得酌量增減之。

(2) 江蘇省土地局全省土地測量隊，地籍測量調查實施規則內，

第 三 條 戶地測量之比例尺分別規定如下：

1. 普通田地用二千分一。

2. 城市地及鄉鎮宅地，或價特昂貴區域，用一千分一及五百分一，但鄉鎮宅地過小時，可將該宅地區域改測一千分一或五百分一之放大圖附貼于本圖上，如該宅地區域其面積在一象限內，占二分之一以上者，應將該象限完全改測一千分一或五百分一，其餘仍測二千分之一。

3. 山地，荒地，灘地，以及其他地價低微之區域，得酌用四千分一至一萬分一。

(3) 中山縣政府土地局整理全縣土地測繪規則，第二章測丈，第四節地形測量，

第 四 十 條 測圖之比例尺定為一萬分之一。

第五節 戶地及田畝測量。

第 四 十 五 條 測圖之比例尺，戶地測量用五百分之一，田畝測量用一千分之一至五千分之一。

第七節 製圖

第 五 十 八 條 全縣總圖比例尺定為五萬分之一。

第 五 十 九 條 各區總圖比例尺定為二萬五千分之一。

第 六 十 條 各段總圖比例尺定為五千分之一。

第 六 十 一 條 各起地分圖比例尺視面積大小酌定之。

(4) 廣州市工務局鑄路及其他工程測量實施細則。

丙 其他工程測量。

第 十 九 條 凡關濶內街之退縮圖，其比例尺為二百分一。

第 二 十 二 條 凡測量郊外地段，以規劃園林，墳塋，住宅區，跑馬場

，運動場，其面積在一平方公里，即百萬平方公尺以上者。其比例尺定為千分之一。

第二十三條 凡測量地段，計劃醫院，學校，及其他樓房，或公共建築物，其面積小於二萬五千平方公尺者，其比例尺定為二百五十分一，其面積較大者，定為五百分一。

(5) 鐵道部京衢鐵路，宣衢段工程局。

京衢路定綫測量簡則。

4. 製圖之比例尺。

甲. 平面圖比例尺，用二千分之一。

丁. 丈地組平面圖之比例尺，用五百分之一。

(6) 廣州市土地局測繪課，規定之比例尺。

1. 總圖由六百分之一。

分圖(即確定証等圖)由一百二十分一至六百分一。

(亦有用一百分一者)

(7) 我國參謀部規定之比例尺：

地形圖之比例尺，現依全國地貌之關係規定，為一萬分一，二萬分一，二萬五千分一及五萬分一諸種。而我國地形圖全國均用二萬五千分一，其餘軍事上緊要者另用二萬分一。

上述常用各比例尺均屬測量平面圖而言。至于水準圖之比例尺非本範圍故不論及。

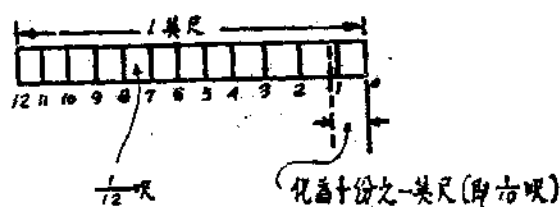
我國最近採用公尺制故一切測量均以此為標準，蓋公尺制最便利之點為十進制與英尺十二進制不同。所謂英尺之十二進制云者。即一英尺等于十二英寸算，是以兩種尺制有互算之必要，在未研究以前須明上述兩種尺不同之點，即十進與十二進。

譬如百分之一，即云圖紙上一尺代表實地上一百尺，圖上所謂一英寸作若干尺者，即十二份之一英尺作若干英尺之謂也。故不能依上法謂為百

分之一，就照此例言之，先設一英寸作十英尺，則一英尺(等于十二寸)等于一百二十英尺。(故得一百二十分之一)。

今特將此問題詳細討論之：

如圖所謂一英寸作若干英尺者，既如上述即十二份之一尺作若干英尺



圖一

也，為利便計算起見亦可將此一英尺之長改作十等份。以符百分數之十進尺，其法可以十除十二寸，即符每十分之一英尺等于原有十二進

英尺之一寸又二。故得十二之常數 (Constant)

譬如一英寸作十英尺(因十二進關係)故以十二乘十得一百二十分之一，即圖上一英尺作實地一百二十英尺是也。餘可類推。茲更作簡單之釋。譬如一英寸作十英尺。在普通英尺云者。即一英尺於十二英寸。今一英寸等於十英尺。則十二英寸必等於一百二十英尺。故一英寸等於十英尺即一百二十分之一。如在公尺制者一寸等於十尺即百分之一。

又譬如六百分一公尺化為每英寸作若干英尺時因公尺與英尺之不同點為十進與十二進。故以十二除其分母值。則得每英寸作若干英尺也，如上例六百分一化為每英寸作若干英尺時。則

$$\frac{600}{12} = 50 \quad \text{即} \quad 1'' = 50' - 0''$$

以上所述僅公尺與英尺之換算。尚無若何困難讀者祇常記下列兩事項

(1) 由英尺比例轉公尺之百分數者，則以十二乘之。

(2) 由公尺比例轉英尺之每寸作若干尺者則以十二除其原有分母數

茲更將實用上常用之比例尺換算方法彙列於下以便參攷。以下各例題均屬實用隨時可發見也。讀者宜留意之。

(例題一) 若原圖用之比例尺為四千分之一公尺，今於原圖上某房屋用



圖二.

十進普通英尺度之。(所謂普通英尺者。仍為一英尺等於十二英寸，不過一英寸等於十英分，故各之為十進，切勿混亂之)。得三英分。問此房屋之長度若干英尺？

[解] 如圖得三英分後，可用下列之公式計算之。

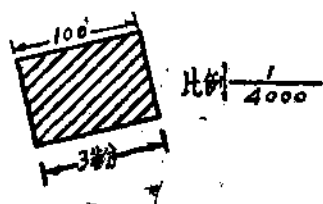
公式：英尺數 = (用英尺量圖讀值 × 原圖分母數) ÷ 12

代入：英尺數 = (3 × 4000) ÷ 12

= 100 英尺

[註一] 如欲更化為公尺時可用 0.3048 乘之，即得公尺數。

[註二] 計算結果之單位均以英寸計。



圖三.

[例題二] 若有房屋實地量其一邊之長為一百英尺。則在四千分之一公尺圖時，用十進英尺縮之。則此尺之值幾何？

[解] 如圖可用下列之公式計算

公式：十進英尺數 = (原

一有地物英尺長度 × 12) ÷ 公尺圖之分母數。

代入：十進英尺數 = (100 × 12) ÷ 4000

= 0.3" (即三英分)

[例題三] 若原圖為四千分之一比例，試于圖上用十進英尺度之，則用何法可得公尺數值。

[解] 此法最好先將一英尺，改造為一英尺等於十英寸度之(此尺平時製備一把更妙)譬如一英寸作四十英尺者，則將英尺之十分之一分為四等份。又每等份各分為十等份(即像普通十進英尺之一寸作四十尺)此時用此尺量度之得一值，其結果即為四千分之一英尺

• 故轉公尺時可用 0.3048 乘之即得。反之原圖為四百分一英尺用四百分一公尺之比例尺度之亦可用所量之數乘以 3.2809

[例題四] 原圖之比例一千分一，其長度為一百公尺。試用十分之一英尺(自製尺)度之。則如何可求英尺及公尺數？

[第一解法] 設以十分之一英尺量得 3.28"。因已將一英尺之值化算為十分之一英尺，今原圖為千分一公尺故此英尺適合於千分一英尺數。是以圖上一寸等於實地一千英尺。(即一寸等於一百尺)故

$$100 \times 3.28 = 328 \text{ 英尺}$$

欲求公尺可將  $328 \times 0.3048 = 100$  公尺(計算所得之結果雖屬未足一百公尺。但為利便計算起見故用 0.3048 之數乘之。其結果之精度僅差分數耳)。

[第二解法] 如用普通英尺量度者可用下列之公式求之。因原圖為千分之一故用一英寸作十英尺度之得 3.94" 故英尺數 =  $(3.94 \times 1000) \div 12 = 328$  英尺。若求公尺可將  $328 \times 0.3048 = 100$  公尺。

[例題五] 同上例題若原圖之比例易為二千分之一。仍用普通英尺之一寸作十尺度之。得 1.97" 則英尺及公尺若干？

[解] 英尺數 =  $(1.97 \times 2000) \div 12 = 328$  英尺

$$\text{公尺數} = 328 \times 0.3048 = 100 \text{ 公尺}$$

[例題六] 圖內有房屋一間欲量其長度。但原圖之比例為五百分一公尺。今用普通英尺度之得 1.44"。則此邊之長度英尺及公尺各若干？



圖四

[解] 由公尺之圖用英尺度之可求其英尺數。

$$\text{公式： 英尺數} = (\text{用英尺量圖讀值} \times \text{原圖分母數}) \div 12$$

代入：英尺數  $= (1.44 \times 500) \div 12 = 60$  英尺

若求公尺時可用 0.3048 乘之

故  $0.3048 \times 60 = 18.288$  公尺

[例題七] 原圖一吋等於二十呎即二百四分之一，今以公尺之百分之一度之得 0.0254 公尺(即 25.4 公厘)。試求公尺數？

[解] 公式：公尺數  $=$  以  $\frac{1}{100}$  公尺度圖之值  $\times$  原圖分母數

代入：公尺數  $= 0.0254 \times 240 = 6.096$  公尺

若求英尺數時可用 3.2809 乘之

$6.096 \times 3.2809 = 20$  英尺

[例題八] 原圖為一吋等於三十呎即三百六十分之一，今以公尺之百分之一度之得 0.0254 試求公尺數？

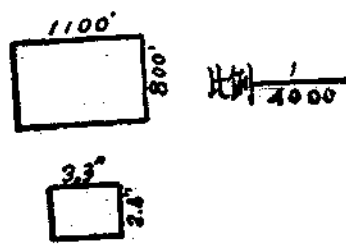
[解] 公式同上

公尺數  $= 0.0254 \times 360 = 9.144$  公尺

若求英尺數亦可如上法計算

$9.144 \times 3.2809 = 30$  英尺

[例題九] 設原圖英尺之圖廊東西為 1100 英尺，南北為 800 英尺，今欲變為四千分之一圖者。則每邊之英尺數如何？



圖五.

[第一解法] 求東西邊  $= (1100 \times 12) \div 4000 = 3.3$  吋

求南北邊  $= (800 \times 12) \div 4000 = 2.4$  吋

[第二解法] 可先將東西邊 1100 英尺化為公尺，又將南北邊

800 英尺化為公尺。此時可用四千分一公尺之比例尺直接於四千分一公尺圖內而繪畫之。



[例題十] 原圖之比例尺爲二萬五千分一，原圖之圖廊橫邊（即東西邊）爲十二公分，縱邊（即南北邊）爲十公分，今欲將原圖縮寫爲五萬分之一，其圖廊縱橫邊之長各爲若干？

[解] 設爲縮寫圖之橫邊， $Y$  爲縮寫圖之縱邊

$$\text{則 } X : 12 = 25000 : 50000$$

$$\therefore X = \frac{12 \times 25000}{50000} = 6 \text{ 公分}$$

$$\text{又 } Y : 10 = 25000 : 50000$$

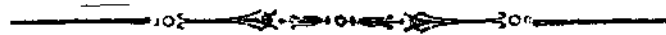
$$\therefore Y = \frac{10 \times 25000}{50000} = 5 \text{ 公分}$$

其餘關於英尺及公尺之化算可自參考應用。坊間各測量書籍對於縮尺之討論均未詳載。今所討論各例題。乃廣州市工務局測量慣用。查廣州市市區，聯合圖原測比例爲四十分一。故以此例從詳細討論之。

# 測定及整理水準標點之高度法

Determining and Adjusting Elevations of Bench Marks

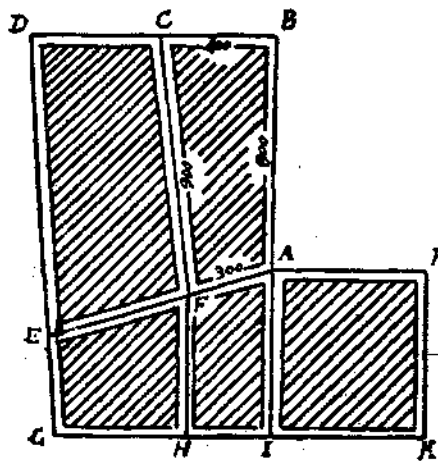
溫 炳 文



## 標 點

城市水準標點 (Bench Mark) 之高度，其測定之法係根據最初之一標點，及由其次一種之標點推算之。但閉合時往往使相差之數多出(十)，或短少(一)而發生差誤也。故宜小心整理之。此種整理法宜在平時多行實習，下列說明係指示普通處置之方法。

設 P 如圖係示最初之標點，其餘各角之字母係示次等水準標點，分



佈於城市一帶者，假定此種標點之高度無差誤時，則顯然可見，即如 A 與 B 間之水準差，又 B 與 C 間之水準差，又 C 與 F 之水準差，及 F 與 A 間之水準差之代數和。其結果必等於零。今假定(如圖)以 A, B, C, F 四角之準確高度如下。

- |            |            |
|------------|------------|
| A. 426.421 | B. 447.632 |
| C. 450.964 | F. 439.672 |

$$A \text{ 至 } E. 447.632 - 426.421 = +21.211$$

$$B \text{ 至 } C, 450.964 - 447.632 = + 3.332$$

$$C \text{ 至 } F, 439.672 - 450.964 = -11.292$$

$$F \text{ 至 } A, 426.421 - 439.672 = -13.251$$

$$\text{結 值} = 00.000$$

以上假設之準確高度計算各綫高差之代數和則等於零。可見多角形之各水準點高度能否閉塞。一經計算便可決定。茲復設一例如下：

設以水準儀沿多角形實測，則其各點之高差如下：

| 邊之長度    | 長度之平方根 | 共差   | 比例(改正數)                                  | 原有高差     | 改正後之高差   |
|---------|--------|------|------------------------------------------|----------|----------|
| AB, 800 | 28.28  | .019 | $\frac{.019}{95.60} \times 28.28 = -006$ | + 21.200 | + 21.194 |
| BC, 400 | 20.00  |      | $\frac{.019}{95.60} \times 20.00 = -004$ | + 3.342  | + 3.338  |
| CF, 900 | 30.00  |      | $\frac{.019}{95.60} \times 30.00 = +006$ | - 11.271 | - 11.277 |
| FA, 300 | 17.32  |      | $\frac{.019}{95.60} \times 17.32 = +003$ | - 13.252 | - 13.255 |
|         | 95.60  |      |                                          | + .019   | 0.000    |

$$A \text{ 至 } B, + 21.200$$

$$B \text{ 至 } C, + 3.342$$

$$C \text{ 至 } F, - 11.271$$

$$F \text{ 至 } A, - 13.252$$

$$\text{結 值} = + 0.019 \text{ (即多角形之共差)}$$

設若 B C 及 F 之高度，依次由 A 點而測定乃得上列之高差 A 之水準點（即祇 F A 綫之進程閉塞者）係由 F 點而測定其相差之值為 0.019 至測量之次序係由 A 而 B C.....，復回歸 A 點。同樣每一多角形回歸測定之角點之高度，須與起算時之高度能閉塞為合。但實際上必不能如學理而閉塞於起點也。其故何在？因每一多角形內及相鄰之角點之高差，係應用水準儀以測定之，且轉點關係，故得此閉塞差誤 (Error of Closure) 是以應分配於各邊如是每多角形則可閉塞矣。此乃各多角形整理 (Adjusting

the Polygon)

### 至於精密整理之方法可用最小自乘法

(By the use of the method of least Squares) 惟其工作較為複雜故本問題為使學者易於了解起見，特將實用簡易之方法，從詳細討論之。茲將其整理法述之如次：

茲假定其差誤，乃由距離而致發生影響，或作距離之平方根為比例，則本問題應根據平方根之理而整理，此法在實用上應用利便，如有數多角形之中任何一多角形，欲待整理者，則先將某一多角形之最大閉塞差而整理之，其整理之法，不外依各邊成比例之理。

此法所須注意之點，係先整理內面之多角形，然後次第向外繞之多角形而整理，否則本法不適用於用矣。

如圖 A B C F 多角形其整理之計算方法，詳示於下表：

#### ——→ 整 理 計 算 法 ←——

- (1) 先求各邊長度之平方根。
- (2) 求平方根之總和。
- (3) 原有高差一行，即先將 A B 測線之高差填入。  
如 A B 為 + 21.200 是也。其 (+) 號之意義，即示前一點高。  
(即 B 點高於 A 點)
- (4) 求原有差數之代數和得 + 0.019。
- (5) 比例改正數，行內之填註，如求某綫之改正數，則以該綫長度之平方根乘其差數，復以平方根之總和除之。設如 A B 綫其長度之平方根為 28.28，該多角形之共差為 0.019，平方根總和為 95.60，則其改正數值  $\left( \frac{0.019}{95.60} \times 28.28 \right) = -0.006$  數值前之符號，係根據代數和及該測線之正負符號而定，今所舉之例，其共差為 + 0.019 即示 (+) 號者較多，而 (-) 號者較少，查 A B

測線其改正值為 0.006。復查 AB 線原有高差為 (+) 號，故其改正數值必為減值 -0.006。因其差之符號為 (+)，即示 (+) 號者較多故也。至 CF 測線其原有高差數值為 (-) 號，因代數和為 (+) 號，即 (+) 號者多，(-) 號者少，今 CF 線高差為 (-) 號，故改正數值應為加。

- (6) AB 線改正後之高差行內，則以該線原有之高差數，與該線改正數之代數和而得之。

$$+ 21.200 + (-0.006) = + 21.194$$

- (7) 檢核之方法亦可如上法求之，改正後之高差，行內之代數和，如計算無錯誤應為零值。

由上法既核算無誤，則可推算各點之真確高度，設 A 點之高度為 426.421，則其餘 BC 及 F 等點之高度，分列如下：

$$\begin{array}{r}
 A = 429.421 \\
 + 21.194 \\
 \hline
 B = 447.615 \\
 + 3.338 \\
 \hline
 C = 450.953 \\
 - 11.277 \\
 \hline
 F = 439.676 \\
 - 13.255 \\
 \hline
 A = 426.421 \quad (\text{校對無誤})
 \end{array}$$

## 怎樣應用我們的繪圖儀器

任 宗 蔭

### 目 次

- 1, 引語
- 2, 繪圖檯 (Drawing Board)
- 3, 鉛筆 (Pencils)
- 4, T形曲尺 (T-square)
- 5, 三角板 (Triangles)
- 6, 墨汁 (Ink)
- 7, 鋼筆 (Ruling pen)
  - a, 執筆的姿勢與線條作法
  - b, 鋼筆與刀口的關係
  - c, 缺陷的線條
  - d, 鋼筆的修理手術

#### (1) 引語

繪圖儀器對於繪圖的優劣是很有關係的，因為關於儀器的本身是否完美，與及我們使用的方法是否適宜，都為我們繪圖者必具的要素。儀器有了毛病的話，則所繪的圖，事實上當然不能給我們心滿意足，所謂工

欲善其事，必先利其器」，就是這個意思了。繪圖儀器有了毛病，我們可以利用些手術來修理，可以化劣為美的，這不過對於儀器的本身問題。先前說繪圖是跟着儀器的優劣為優劣，這亦未盡是；假如有了上好的儀器，但是使用不得其當，我們所得的結果，反比劣者更失敗，為什麼原故呢？因為儀器不完美，得可以設法修理，同時更助以適當的使用法，才能得到我們稱心的滿意。所以它的使用方法，可以補助我們的事半功倍。現在把普通所使用的繪圖儀器，簡單地說說它的使用方法。

### (2) 繪圖檯的使用方法

由正面來看，以為繪圖檯是無關重要的，這是絕大的錯誤；因為繪圖的時候，須用T形曲尺，(即丁字尺)作平行水平線的時候，檯板的邊緣不平正，須有完美的尺，結果不能作任何平行水平線，而致影響整個圖的部份，所以我們須要注意的有：

(1) 檯板的平滑及邊緣的平正。

(2) 檯板的斜坡高度。

(3) 繪圖檯的高度及位置。

繪圖檯的高度，大約到人胸部份為最適宜，因為過高，人多不就，如過矮，則繪圖時會影响到全身的姿勢。檯的位置最好光線從左方射入，這是因為避免陰影的原故。

檯板須要傾斜時，最好不可超過1—8之坡度。(  $\theta = \tan^{-1} \frac{1}{8}$

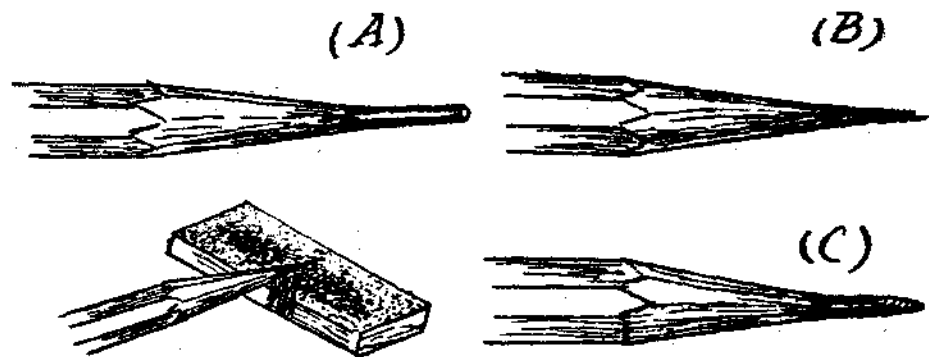
$\approx 7^\circ 7'$ ) 開始繪圖時，先清潔檯板及儀器，繪圖的人多習慣坐在一起來動作，我以為是最不適宜的，因為須要走動的時候，我們便感覺得太不便利了，若能強奪能避免的話，索性站立起來動作，比較自由，便當，但亦不人意，只好各適其適吧！

### (3) 鉛筆的使用方法

鉛筆的種類有軟，硬兩種，軟的有5B, 6B, 等，凡是B數越多，則線

性越軟，硬的有H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 等，同樣H數越多，則鉛性越硬。在繪圖，普通使用的有2H, 3H, 4B數種。

我們使用鉛筆的種類，是跟着紙張的性質而不同，如紙張的組織纖維幼細，則宜用6H的鉛筆，粗硬的紙張宜用HB的那一種。我們因為使用6H, 那一類的鉛筆，因它的鉛性過硬，所以多採用2H的一種就夠了。我們選擇鉛筆的種類，宜硬不宜軟，什麼原故呢？因為鉛性越硬，它的



圖(一) 削鉛筆的方法

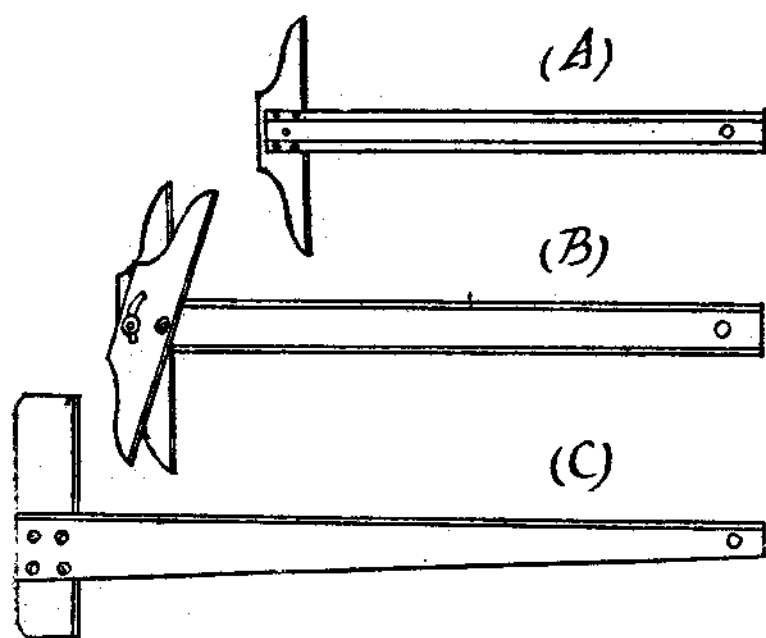
色素越淡，鉛越軟則色素越濃，所以選擇硬的原因，蓋欲避免污穢了我們的圖紙。繪圖時須得預備2H, 及HB兩類的鉛筆；將HB鉛筆用刀削去筆木，(圖1A)，然後以沙紙磨削鉛心使成尖銳(圖1B)，又將2H的一枝去木，以沙紙磨削鉛心使成扁平的尖劈的形狀，如(圖1C)所示。繪圖時，用HB的一枝為作草圖或書寫之用，2H的一枝作繪圖之用。(但鉛筆須常保持尖銳不可過鈍。)繪圖的時候，切忌用過硬的鉛筆，(如6H等)，大力刻線於圖紙上，遇着更改的時候，便難於去跡了。為着要避免這樣的困難，使用輕微的力就夠了。

#### (4) T形曲尺的使用方法

T形曲尺是一把直長的尺，因為它的形狀很像英文字母T的原故，所以叫做T形曲尺(T-square)，(俗稱丁字尺)；T形曲尺有活動的，



有固定的及英國式三種（如圖(2) A, B, C），它的刀口（即尺的邊緣）都非常正直，（刀口以透明的為佳）。刀口如有扭曲歪斜，即是不完美，繪圖的



圖(二) T形曲尺的種類

人須置有長短不同的固定的T形曲尺，但是活動的T形曲尺，有時亦會需用到的，第三種的英國式的T形曲尺；一頭是尖細的（taper），一頭却是傾斜不直的，這類的尺很少用到，我們若要測驗我們

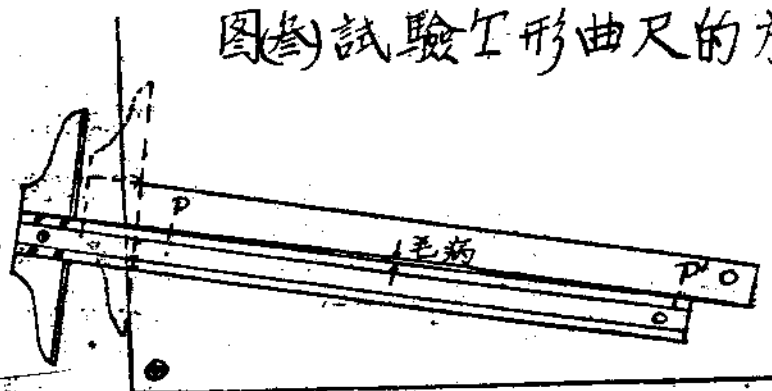
的尺的刀口，是否有毛病，我們先在圖紙上任意定兩點，然後用尺的一邊的刀口置於兩點上，聯成一直線，再翻轉尺面以同一邊的刀口，再作一直線經過此兩點，如所作兩線能合成一直線，則知這尺沒有什麼毛病，如兩線不相合，則確知它有毛病了。如圖(3)所示即為試驗T形曲尺的方法。

我們使用T形曲尺的時候，宜靠在檯板左方的邊緣，（例外的是慣用

左手的人們，及光線從檯的右方射入時，則尺宜靠在檯板右方的邊緣為適宜。）

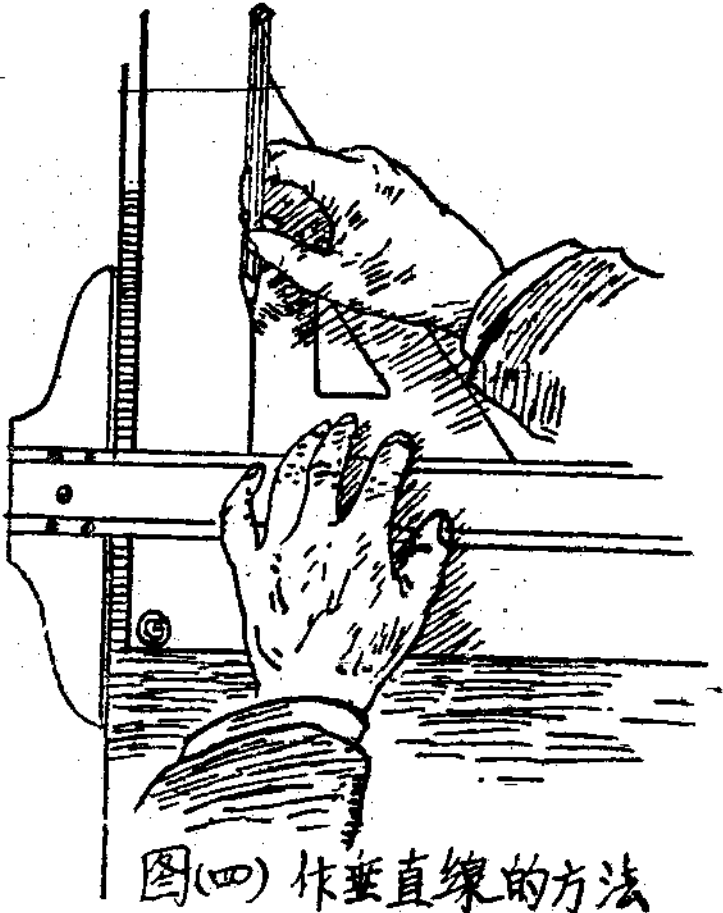
使用T形

圖(三) 試驗T形曲尺的方法

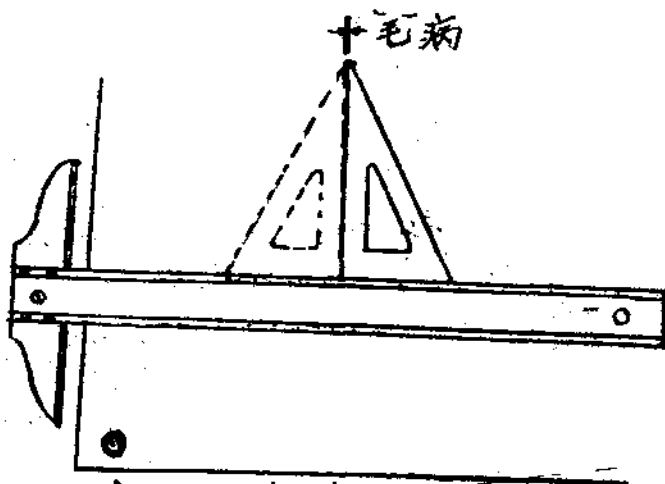


曲尺的目的，就是要作平行水平線，(Parallel horizontal lines) 作平行水平線的次序，通常皆從左方起而至右方，因此為便利起見，定點多在左方，我們用 T 形曲尺

與三角板 (Triangles) 合用，可作垂直線 (Vertical lines) 通常垂直邊多靠近 T 形曲尺的尺頭，反向在光線發射的方向，作垂直線的時候，T 形曲尺常靠在檯板的左方的邊緣，用左手的大指壓在尺的刀口上，其餘各指壓在三角板上(圖 4) 作線時，常從下起至上方為宜，所以為便利作線起見，定點多在下方。



圖(四) 作垂直線的方法

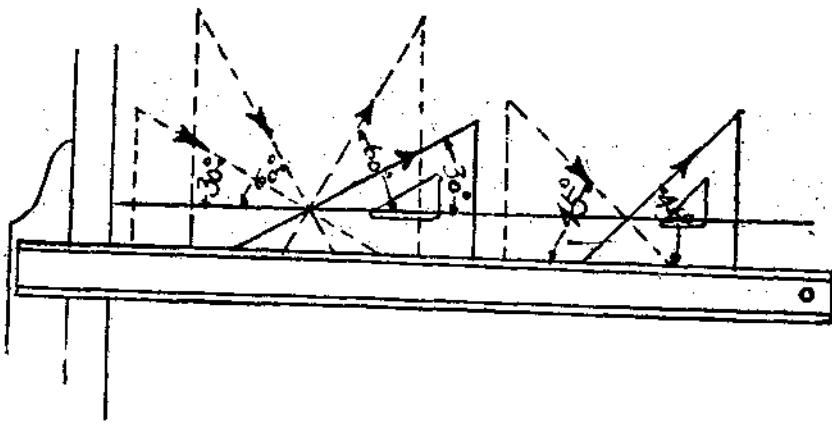


圖(五) 試驗三角板的方法

#### (5) 三角板的用法

三角板是一種透明的假象牙 (Transparent Celluloid) (是一種透明的纖維組織 fiberloid) 所製成的，亦有用木材製造，使用時透明的較為便當。三角板三邊的刀口都非常正直，沒有

扭曲不平的毛病。若要試驗我們的三角板有無這樣的毛病，方法就是：先將T形曲尺靠在檯板的左方，然後將三角板的一邊貼近尺的刀口，又於垂直的一邊作一垂直線，後再翻三角板的背面，於同一邊又作一垂直線，視



圖(六) 作  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  及  $60^\circ$  度角的方法

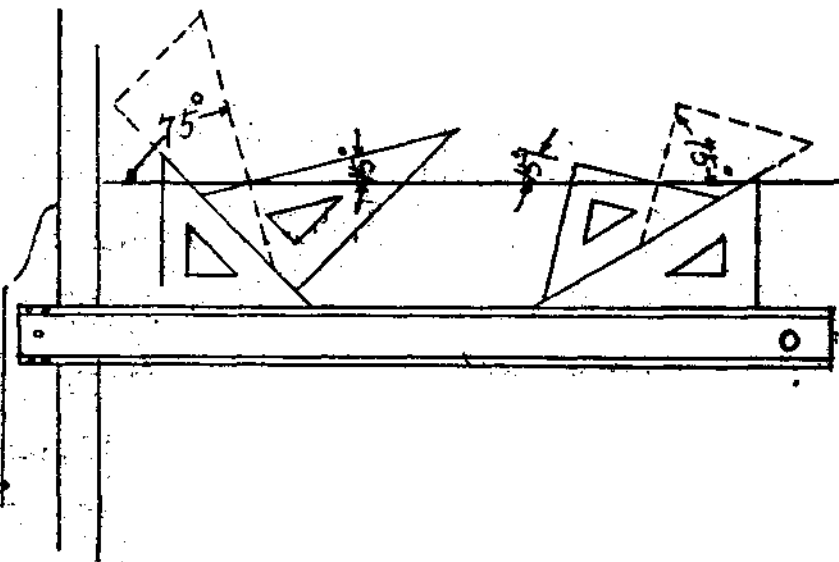
察此兩線是否相合成一直線，如是，則知我們所試驗的三角板為完美，反之所繪的直線為扭曲不平的為劣，如圖(5)即表示

試驗三角板的優劣方法。

普通三角板多為一對兩件；一件作  $60^\circ$  角，其一作  $45^\circ$  角。6吋至8吋— $45^\circ$  角及10吋— $60^\circ$  角的三角板為最適用。

我們已知它與T形曲尺合用，能作任何垂直線如圖(4)所示。用三角板作角度時；

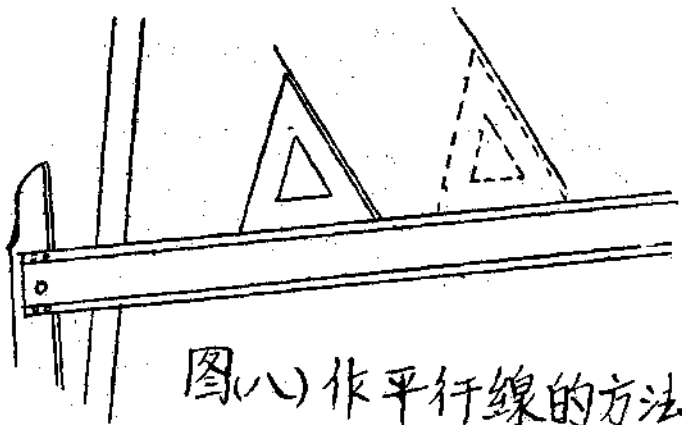
T形曲尺宜靠在檯板的左方，推置基線 (base line) 下方，再以三角板貼近在尺的刀口，則可作任意的角度。如作  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  及  $60^\circ$  等



圖(柒) 作  $15^\circ$ ,  $75^\circ$  角的方法

角，如圖(6)所示的作法，圖中所示的箭咀，即為角度的方向。如用兩三角板合用，可作  $15^\circ$   $75^\circ$   $105^\circ$  等角，如圖(7)所示的作法。

三角板與T形曲尺或其他三角板合用，可作任何平行線 (Parallel



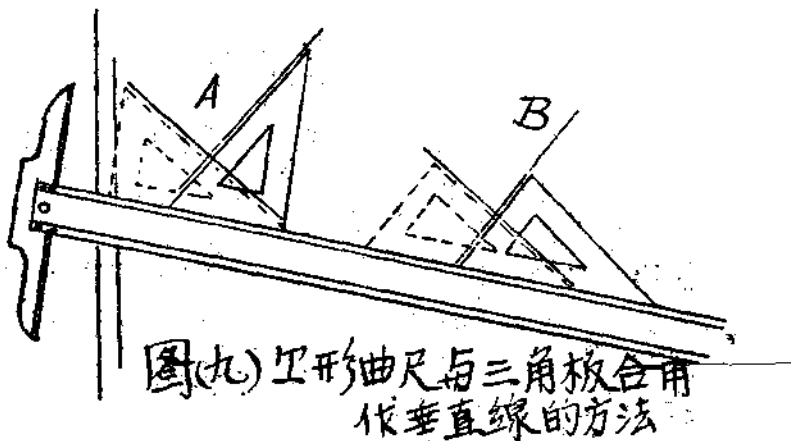
圖(八) 作平行線的方法

lines) 法即將T形曲尺，靠在檯板的左方，以三角板貼近尺的刀口，由已知之線用三角板推至所定點的位置，作一線與所知的線平行如圖(8)所示，即為作平行線的方法。

示，即為作平行線的方法。

三角板與T形曲尺或其他三角板合用，亦可作任何垂直線，法將三角板的斜邊置於已知線上，其他一邊則靠近T形曲尺的刀口（或三角板），

然後固定尺的位置，不可移動，將三角板沿刀口移至所定的某點，在三角板的斜邊上作一直線A，即為已知線上某點的垂直線，如圖(9A)所示



圖(九) T形曲尺與三角板合用  
作垂直線的方法

• 又一法較前法敏捷，即置三角板的直邊，貼近T形曲尺的刀口（或三角板），它的斜邊置於已知線的位置，然後固定尺的位置，不可移動，將三角板沿刀口移至所定的某點，在三角板的斜邊上作一直線B，此直線即為已知線上某點的垂直線。（圖(9B)）

#### (6) 墨汁

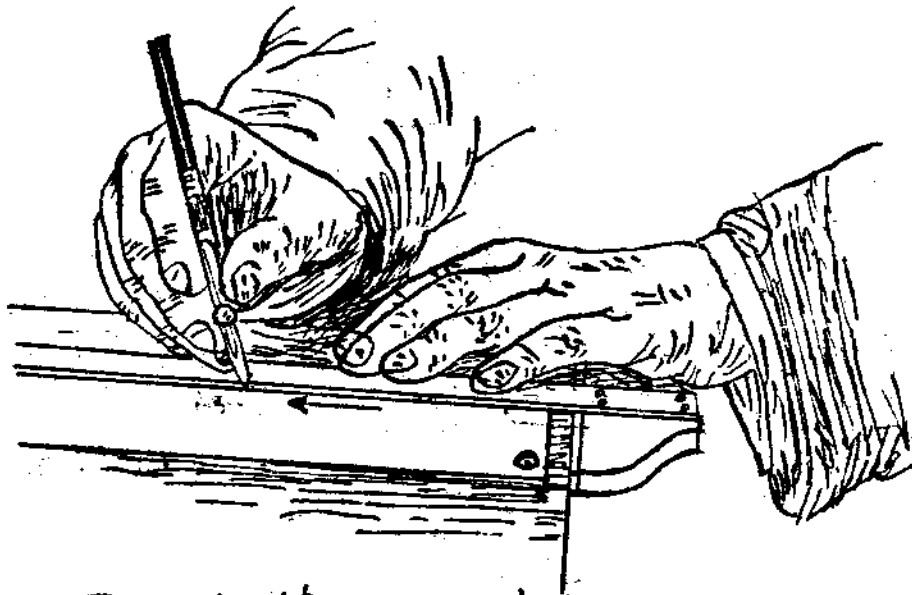
當我們用鉛筆將整個的圖設計完了之後，即是開始用墨汁渲染了，使用的墨汁非日常作書用的藍，黑，墨水，是一種單為繪圖用的黑色繪圖墨汁。我們在實習的時候，常要使用舶來品的繪圖墨汁未免太不化算，地道的又太劣，所以我們還是用墨條磨成汁來得化算，但是設不可使用坊間所售的現成墨汁，因為它隔得日子太久了，色澤沒有比現成磨的鮮艷的原故，但早用墨條磨汁時，須要注意的就是：汁要不可過濃結，亦不可失之過稀淡，只要稀結調和為最適宜，因為墨汁過濃結，則渲染時總覺得不滿意，若失之過稀淡則有化紙的毛病，家用磨成的墨汁有一種毛病，就是易於凝結，補救的方法，惟有頻頻加墨的一法。

我們用墨渲染繪圖的時候，須要特別小心，因為對於渲染的好壞全繫在我們熟練的手術，不然則會污髒了我們的圖紙，那時豈不是前功盡棄嗎？

#### (7) 鋼筆

我們繪圖的鋼筆，不是日常作書用的鋼筆，是用來繪墨線的鋼筆，因為筆端是扁平像鴨嘴的形狀，所以俗叫鴨嘴筆。我們使用鋼筆時，要留神

運筆時的姿勢，及與T形曲尺，三角板的關係，一不小心就會弄得七零八亂了。鋼筆不能單獨使用通



圖(十) 執筆的正確姿勢

常與T形曲尺，三角板，曲形尺 (Legula: Curves) 等引導才可使用。尺的刀口一定要貼近鉛筆線的位置。

這染下墨的時候，先以毛筆蘸墨汁滴在鋼筆的筆心內。墨汁不宜過多，蓋妨溢出刀口外面。

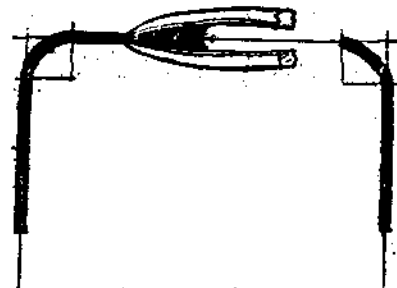
#### (a) 執筆的姿勢與線條作法

執筆時以大指 (Thumb) 及食指 (Forefinger) 夾在筆的活螺釘的上端，筆杆放在食指之上，稍微向右傾斜，(不宜直立)。作線時由左方移至右方為合。如圖(10)即示執筆的正確姿勢。

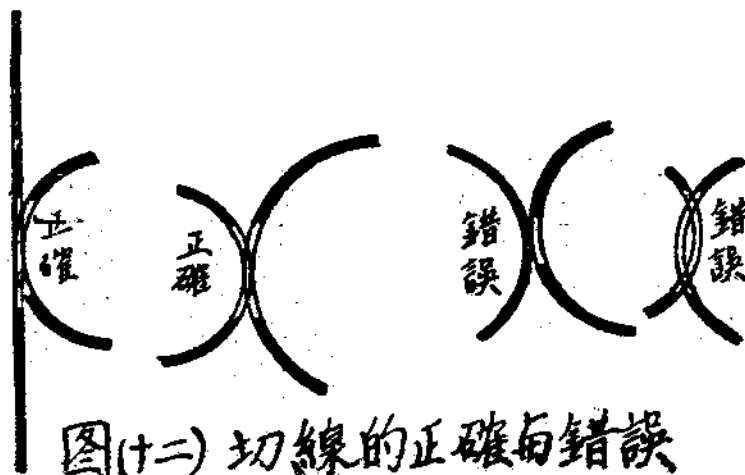
線條的粗幼，雖常保持一律，不可參差，蓋精美的繪圖貫在各線條一律，接口及切線亦要有度，完美的線條為必要的條件。線條的粗幼可由活動螺釘定之。

作粗線條 (Full lines) 時，墨線必遮蓋鉛筆線條的全部，但鉛筆線條為墨線條的中線，如圖(11)

所示。通常作切線與圓相切，最好先作圓或弧，然後作線相切，因下墨時線條與圓相切，比圓相切一線較易接觸的原故。如作線與圓相切時須要兩者



圖(十一) 作粗線條的方法

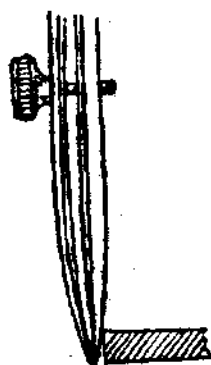


圖(十二) 切線的正确与錯誤

的線條的單線，互為相切不可兩線相交，亦不可相接，如圖(12)即表示切線相切的正確與錯誤的區別。

(b)鋼筆與刀口的關係

繪圖的時候鋼筆須與尺的刀口平行，筆杆微向右傾斜，鋼筆常賴刀口



引導，但刀口與鉛筆線條的距離位置，隨刀口的厚薄而定；大底刀口越厚則距離越遠，越近則越薄，但筆尖必與線條相合才可。

圖(十三) 鋼筆與刀口的關係

圖(十三)即示鋼筆與刀口的關係。

(c)缺陷的線條

我們繪墨線條的時候，發覺有許多缺陷的不完美的線條，須得立刻仔細地去找尋它的毛病在什麼地方？然後再進行改良，那末，才不會影響到圖的美觀，鋼筆的優劣，墨汁的稀結，紙張的組織與及繪圖者手術，都與繪成的線條有關，我以為發生缺陷線

鋼筆壓在刀口太緊

鋼筆與刀口成傾斜之狀

鋼筆太貼近刀口，墨汁溢出

墨汁溢出刀口外面

鋼筆不與刀口平行

刀口滑在未乾之墨線上

線未終止時墨汁不飽滿

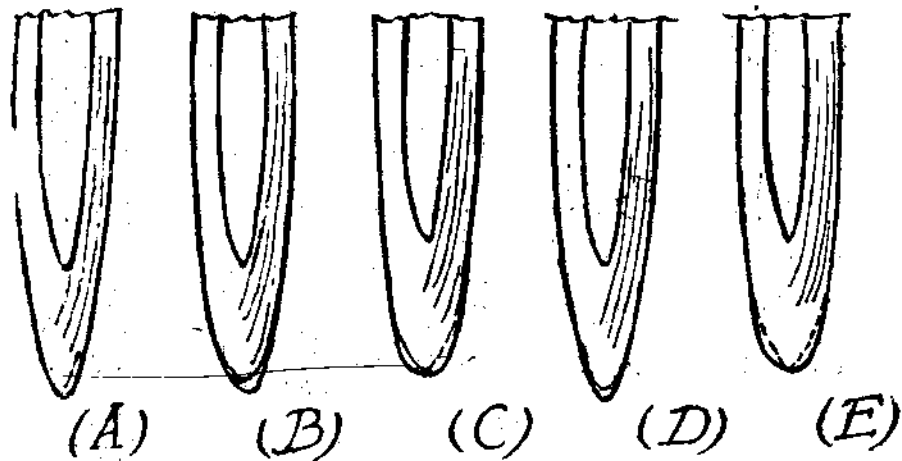
圖(十四) 構成缺陷線條的原因

條最大的原因，都在繪圖者的手術及鋼筆的優劣的兩個問題上。附圖(14)即表示幾種缺陷線的原因。對於每種缺陷線條的構成，我們也得仔細地去探討一下。

#### (d)鋼筆的修理手術

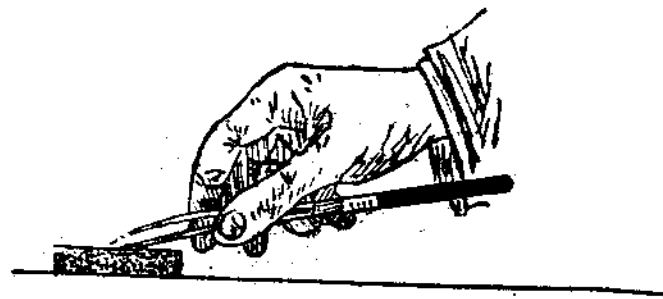
我們購買鋼筆時，未必能適合我們的心意，除了上等貨，因為工作良好的原故，使用時不覺得有什麼不便利，下等貨，那就不同了，使用時總

覺得不稱心意，所以買回來的時候，只要以簡單的手術修理一下子，才覺得稱心。如圖(15)



圖(十五)鋼筆修改的部份

A, B, C, D, E 即表示鋼筆的正確形狀，以 A 式為最合標準。B, C, D, E 四式中有點線的地方，即表示須修理的部份。修改時，須預先購一幼細刀石



圖(十六)修理鋼筆的方法



，用礦油浸透數天才可應用。(粗劣的刀石不宜使用)。我們先視察筆端的形狀參照 A 式斟酌修改之修改時；先將螺釘放鬆，然後平置或側置在刀石上(石面最好加礦油一小滴)，前後往返的(切勿左右往返)在刀石上磨削，直至正確為度。筆杆須與石面成  $30^{\circ}$  角為適宜。如圖(16)即表示修理鋼筆的方法。

上述的數種，不過是自己平日經驗及參考書本所得，順手寫來覺得不甚明確，多有錯誤，務請讀者隨時不吝指正才可。

## 特 載

### 甘竹灘河面測量工作紀實

楊 杰 文

去冬十二月七日：來往江門省城民族渡，於甘竹灘頭，觸礁沉沒，溺斃搭客多人，釀成近年來航渡一大慘劇。事後政府當局及社會人士咸以為甘竹灘暗礁，為害航行，若是之甚。圖亡羊補牢計，此後非謀一正本清源之策，澈底解決，不足以利交通而安行旅。然炸去該石，則下游水量必增，當西潦高漲時，恐對於田園民居，或致發生災害。不炸則日後來往輪渡，有再蹈覆轍之虞。經當局多方研究，以炸石與否，情詞各執，未得切實之方。以水利局為技術機關，決交與全權主辦焉。至所應先決者，為欲知河水之流量，必須先知河床之深淺，然後能謀所以處置之方。適本校工科三年級同學，習水道測量既畢，思得實習之地，以補學理之不足，而增技術之經驗。蒙楊局長華日及李科長沛民，不以同學等之愚昧見棄，以測量甘竹下游河深工作相委，且派吳技士親往指導。惟同學等學識不足，經驗毫無，謬然負此重任，靡不戰戰兢兢，謹慎從事。仍恐不免謬誤，有負水利局諸公所望也。工竣歸來，記經過如下：

#### 事 前 籌 備

上學期期考將竣。同學程子雲梁策燕二君，已着手籌備，召集同學十四人，於一月廿七廿八兩日晚間七時在梁君家中開籌備會議。商酌工作之

程序，工員之分配及經費之預算等事。出席者有：溫炳文梁機齡，程子雲，龍殿慈，梁榮燕，楊杰文，黃卓明，鄭紹河，陳展榮，梁父，陳洵耀，黃偉賢，岑灼垣及女同學諸澄夷，馮素行，羅巧兒等共十六人。首由程子雲梁榮燕二人報告赴水利局磋商經過。大畧謂工作分四段探測河床深度，一段內每點距離五公尺，並須紀錄水潮漲落及最高最低水位及數段水平之相差，限一星期內測竣。經費由局津貼百二十元。並遣派瀾安小輪載工作人員前往。報告後由衆即席推舉溫炳文起草組織章程，抄錄如下：

順德縣甘竹下游河床橫斷面測量簡章

目的：擬改良甘竹灘航行線計劃

日期：民廿六年元月廿九日至二月某日

組織：導線水準兩隊，(每隊三人，一司讀尺，一司鏡，一司持尺)河床橫斷面隊四隊，(每隊四人，一司鏡，一司量水，一司記錄時刻，一司持視距尺)

方法：此次測量乃分兩部工作

(第一部)接引甘竹灘附近水準點，B·M·33 Elev·

沿河岸向各橫斷面測線，測定直至勒樓下游止。長凡二百餘華里。須施行精密水準測量。

(第二部)在甘竹勒樓附近按圖安設四橫斷面線，并測定河床及兩岸之形勢，確定水之容積。其測量法，乃用視距法于離岸邊每五公尺測定河床一點。測定河床之法，即爲量水隊量度水面至河床之深度。乃用鋼水尺或繩索以測之。

測量橫斷面時應注意之手續如下：

- (一)先確定兩岸之測站，以木椿誌之，并須以附近地面施行護椿之工作。其斷面與河流成直角。
- (二)置儀器於任一點。先置垂直分變圈指標對零度，并注意附鏡之水準氣泡居中否。如下居中時，則宜先整理之。或測定指標差數從

事加減之。

(三)次以水準尺之尺底貼近水面，測定視線與水面高度之差并記錄測量時之時刻。又量度儀器之高度從事計算測站與水面高度。（所設水面者乃指初測時所記錄之時刻為標準）。并由測站之高度以為根據。

(四)但潮水當有長退，則水面之高低時刻不同，為保持其原有數值高度之關係，則補數之法，賴潮水尺。故應同時成立潮水尺隊，以一人專負其責。每十五分鐘看尺一次並記錄時刻尺數及風力等。此項工作，其目的有二：

1. 改正量水隊測量之結果，計算真確量水點之高度。
2. 求每日之高潮位及低潮位，以為計劃時之參考。

(五)向土人調查各橫斷面之最高水位及最低水位之位置。

同時分配各隊工作人員。計有水準隊二：第一隊溫炳文，第二隊梁耀齡，各用測夫二名。河床量水隊四：第一隊程子雲龍駿慈諸澄夷。第二隊梁榮燕，楊杰文，黃偉賢。第三隊黃卓明鄭紹河陳展榮馮素行。第四隊梁父陳洵耀岑灼垣羅巧兒。議決第一隊測第二段河床，第二隊測第三段，第三隊測第四段，第四隊測第五段。水準兩隊，則担任由第三段起迄第五段止之全部水平工作。同時為求分工合作，責有專施起見，即席舉出正隊長林榮潤教授，副隊長兼儀器管理員陳福齊助教，理財程子雲，事務黃卓明，文書楊杰文，攝影梁榮燕。定廿九日上午九時在南堤二馬路南漢旅店齊集。十一時啟行。並於事前租定河頭艇（即普通大艇，專賃於人供住宿者），一艘，為住宿之所，因恐屆時租住旅店，不獨房租不經濟，且精巧之儀器，上落搬運，或有損壞疎虞之處也。

事阻無奈何！行不得也哥哥！

廿九日晨。各人依時齊集南漢。十時許林陳兩先生押運儀器抵步，但

瀾安輪須預備燃料，一時未能上足，改爲下午五時啓行，於是將行李儀器，在南漢安放妥當後，回家者有之，閒遊者有之，一時東奔西散。下午四時許第二次齊集，將行李等搬下艇中。但瀾安輪仍因前故，不能如時開行。一改再改，鐵定明晨五時出發。黃昏後，各人皆上岸閒遊，品茗觀劇，各適其適。但均於十二時前回船就寢。諸澄夷同學且恐旅中寂聊，帶得留聲機一架下船，途中得此頓增興趣。

### 別矣廣州！

碼頭對面，艦隊司令部之鐘樓，剛鳴五下，汽笛一聲，船身微動。在夜色迷蒙，全城靜穆中出發，卅日晨十時抵達順德六區之勒樓鎮。鎮築於河堤上，高出水面十餘尺，人口頗密，商店不下千餘家，商業可稱繁盛；尤以米店及絲市爲最。此間人士嗜狗肉，公然售賣不禁，狗肉店竟有三數十家之多，惜同學中無一嗜之者，否則可乘機大解饑渴矣。

### 事非經過不知難！

抵步後下艇于鎮尾岸旁，各隊立即賃小艇一艘携齊儀器，乘小輪分頭出發。河床量水隊第一隊程子雲等往測勒流上游，兩河相會點之第二剖面，用視距法施測。初以爲即日可以完成工作之大半。不料水流湍急，小艇不能依法進退；既得距離，小艇則不在直線內，既在直線內矣，而距離又不符，擾攘久之，卒無法進行，乃於二時回艇，擬明天改變方針，施用牽纜法。第二隊梁榮燕等用牽纜法測北水鄉附近涌口之第三剖面，因竹纜陳舊，重量又大，且河面遼濶，雖經數人盡力牽拖，以致泥濘滿身，亦無法使離水面。再加力則斷爲兩段。撈回接好，又再牽斷。臨時改用視距法，又因河面濶而儀器劣，天又下雨，更感棘手，乃在二時許收隊回勒樓。第三隊黃卓明等採用視距法測谷埠鄉對開之第四剖面。經旬餘鐘後測得十餘點。二時下雨，各人尋地避雨，雨後再測得數點，四時收隊。第四隊梁父等測鄧滘沙鄉對開第五剖面。用視距法施測。以地形儀器，兩佔優勝，至下午四時即將全部河深測竣，河面寬三百二十公尺，分爲四十四點。

。第一隊水平隊溫炳文等由第四剖面附近之第卅三號水平點起沿下游測至吉祐鄉涌口，第二隊梁槎齡等由第二剖面附近之水平點起測至第三剖面，已將四時。測該段之第二隊已不在乃，留下標誌而回。是日工作，以水平隊爲較勞苦，因天降微雨，河岸泥濘，舉足有滑倒之虞。且須步行十餘里，較河床測量隊之固在一地者勞逸迥然有別。

### 工作之第一日

卅一日將午膳提早，改爲八時半。膳後分頭出發。第一二兩隊鑒於昨日之失敗，由於竹纜太重而中斷，故早已預購蔴纜兩條。昨夜晚飯後，將之每隔五公尺，結一紅繩爲記，以免臨時在河上量度，發生困難。又恐人少不易將之牽直，故議將兩隊，合併爲一，以利工作，小艇二艘，又可以作兩次之測深，結果諒必更爲準確。先測第二段。抵達後選定樁位，求得離水面高度後，繼以拉纜探測，進行順利十一時四十分即完竣，只費時炊許耳。十二時至第三段地點，天適大雨，但各人勇氣，不因之而稍餒，仍冒雨工作。隊員中除在艇中紀錄者外，其餘衣履皆濕。經衆人努力工作。於一時四十五分竣工。測第五段之工作人員，昨本已將河深各點測妥，只欠水潮漲落紀錄，是日只需三數小時之看潮水尺工夫而已。測第四段之黃卓明等，以處事審慎不苟，著名於同學中，故稍爲迂緩。至四時始收隊，水平隊第一隊由吉祐鄉涌口，沿河而下，測至第二段，再進而至第三段，以覆驗昨第二隊之紀錄有無錯誤，第二隊由第四段沿河而上至第五點後，再回頭測至第四點，又由第四點測至吉祐鄉涌口止。以覆昨第一隊之有無差誤。全部工作，於焉完成。歸船後誌繪圖由各隊負責。又各人均以甘竹灘距此不遠，船行一小時可達，不往一遊，殊覺可惜，乃議決明晨請瀾安輪載往。

### 甘竹灘巡禮

二月一日。天晴。頗冷。九時廿五分啓輪，船行五十分鐘後，甘竹灘已在望。先鼓輪至民族渡遇事處，是時適遇水退。香爐石隱約可見。灘上

灘下水位相差二三尺，水流擊石，洶湧可怖，（附圖十二，十三，十四，十五。）小輪欲繼續駛至灘上，以馬力不足，知難而退。駛回泊下游左灘岸旁。各人登岸後，先至天后宮視察（附圖第十四）。此宮適在灘之最危險部分之岸上。由此下瞰灘中（附圖第十五）全灘景物在望，瞭如指掌。兩岸相距，約三百公尺，較下游為狹。正其如是，是以水流有如此之急。再前行至左灘墟。只見商店三數十家殊覺聊落，較勒樓之市廛狀況，相差極遠，無甚可觀。至甘竹最負盛名之辣椒醬，只有余謙益余勤益兩家。各人爭往購取。二店存貨無多，為之一罄，再渡右灘岸端為龜背石，形若龜背，因以得名。長濶凡數十丈，由岸伸至河中。倍增灘之險惡。左灘有二墟，一新一舊。舊墟旁陳屍數具，即民族渡中之犧牲者，日久浮起，被方便醫院收屍隊撈置岸旁者。死者皆手足彎曲，身上血迹斑然，令人慘不忍觀。

### 螞蟻拉牛

一時許啟輪回勒樓，拖同河頭艇，動身回省。預算下午六時可抵陳村。不料駛至半途遇水利局派來之江安小電船到替瀾安，（附圖八）另派瀾安往高明公幹。江安船身既小馬力不足，而河頭艇則體積甚大，有如螞蟻牽牛。又逢逆風，前進更緩，直至晚間九時，方抵陳村（圖二）。因時太夜且值天寒，店鋪多已關門。各人雖皆登岸，但一無可觀。皆於十二時前回船。

### 重返廣州

二日晨九時半在陳村開船，至下午二時抵廣州天字碼頭登陸。

# 工程研究會簡章

- 第一條 本會定名為：[私立廣東國民大學工程研究會]  
簡稱：[民大工研會]。
- 第二條 以團結工學院同學間永久感情，研究學術，以謀促進建設，發揚校譽為宗旨。
- 第三條 會址暫設第一學院。
- 第四條 本會組織之系統如下：  
全體會員大會——由全體會員共同組織之。  
正副會長——由全體會員大會中直接選出。  
幹事會——設七人至十一人，分任文書，出版，理財，考察，研究，庶務等事項，均由全體會員大會選任。  
特項委員會——除日常事務外，關於特種工作，認為有辦理之必要者，隨時由幹事會組織之。
- 第五條 正會長，副會長暨幹事等，任期均為一年，但得連任。
- 第六條 全體會員大會，定每年召集二次，四月及十月舉行，遇必要時，得由過半會員提出臨時召集之。幹事會定每月至少開會一次，討論會務進行，開會時由會長召集並由正會長任主席。
- 第七條 凡屬本校工學院同學，無論在校或畢業如贊同本會宗旨，遵守本會會規者，均得加入為會員，入會後，得享有本會一切權利與履行應有之義務。
- 第八條 每年徵收常費二元，分兩期繳納，除畢業會員直接繳交本會理財外，其餘在校會員則由存校按金內扣除，其他費用，如有特別需要時，由幹事會議徵收之。
- 第九條 本會章程，經學校批准備案後始發生効力，如有未盡事宜，得隨時提出會大員會修改。



# 國民大學

## 工程學報投稿簡章

- (一) 本報以發表關於工學之作品爲主旨(詩詞文藝不登)校外投稿亦所歡迎
- (二) 本報暫定每年出版兩次
- (三) 本報所載文字文體及內容不拘一格惟文責要由作者自負格式律橫行並用新式標點
- (四) 翻譯文字有學術價值者得登並採用惟須註明由來原作者姓名及出版日期
- (五) 來稿如有插圖須另紙繪妥(白紙黑字)
- (六) 刊登之稿酌酬本報如有特殊價值經審查認可者得另印單行本
- (七) 截稿期限在出版前一個月
- (八) 來稿請寄交廣州市荔枝灣國民大學工程研究會收

---

## 工程學報 第八號

編輯者：廣東國民大學工程學報社

出版者：廣州荔枝灣國民大學工學院工程研究會

經售者：本省及國內各大書局

印刷者：廣州市惠愛西瑞興新街宏興印務局 電話：一六九九八

出版期：民國廿五年十二月

報價：每册肆角 寄費加一(郵票十足通用)

版權所有 不許轉載