

第四卷 第一期

中華民國二十四年三月出版
國立交通大學唐山工程學院印行

季 41
 文 48
 物 32
 火 47
 香 67
 除 57
 吳敬恆題



內政部登記証警字第一〇七四號
中華郵局掛號認爲新聞紙類

唐院季刊
四卷一期目錄

川漢路復興工程之估計	唐邱	文鼎	琮汾
鐵路彎道上軌距加寬問題	稽		銓
航空站之規劃及設計	楊	定	九
鍛接上剪力之分配	彭	榮	開
加固橋梁電鐸法	稽		銓
日規的做法	馬	秋	官
近代鐸接工程	張高	超	合譯

川漢鐵路復興之估價

詹文琮 邱鼎汾

粵漢鐵路開辦於先，川漢繼之於後。但收歸國有之日，四國銀行借款六百萬鎊，建造漢粵川，係一整個計劃。現在粵漢未完成之一段，株州至韶州，業已設專局於湖南衡陽，辦理完成事業。利用英國退還庚款，在英國購料。廿五年冬間，可期完成，全路通車，不致有誤。而川漢一段，自停辦後，闕焉無聞。最近社會上，始對於此案，多有討論，有供給宣傳材料者，有建議路線如何修改者，登諸報端，屢見不鮮。川省為上遊奧區，一隅安危，實關全局。自殘匪由贛南竄出，經湘南桂北，轉而入川，其志不小。故解決四川治安問題，現為中國最急之工作。而治安之要，以鐵路交通為先鋒。蓋鐵路交通可以任重致遠，經濟迅速，迥非其他運輸工具，可望其項背。川漢鐵路倘成，則一面銷除數千年來蜀道難行之口號，能使工商業發達，及旅行之便利，並能使政府之統治能力，同時增加。惟路線如何選擇，修路費預籌若干，以及將來此路告成，營業收入，能否與支出相抵，皆屬重要問題。爰將上列情形，姑妄擬之，列表說明於後。

(1) 川漢有三條路線入川（概由漢口計算）

(一) 裕中公司測量，由平漢路信陽州站起，取道襄陽，興安。通江、渠縣，而抵成都。計路程由信陽至成都，約一四三八公

里，由信陽至漢口，二一一公里，合計一六四九公里

(二)漢粵川測量，由漢口，取道宜昌，夔州、開縣、渠縣、南充、直達成都，共一二二三公里，是為大川北路。

(三)由漢口至夔州，路線經過地點，與漢粵川所測相同。但由夔州以西，由川路公司測定，取道重慶，謂之沿江路。由重慶經永川資中，而達成都，謂之東大路。共一五一—公里。

(2)路線長度比較表

裕中公司，測綫約 1649 公里。

漢粵川測綫約 1223 公里。

川路公司測綫約 1511 公里。

以上裕中公司，比漢奧川長 426 公里，比川路公司，長 138 公里。又漢粵川，比川路公司，短288 公里。

裕中公司一綫，當漢粵川興工測量時，業經漢宜路德藉總工程師，一再審查，以平漢路信陽州附近之廣水站，為地勢所限，不合川漢路綫總站之用。並經前北京交通部核准有案，茲將該案照錄，故該綫預算，亦不羅列焉。

(3)預算修路費用表

路線起訖點	里程		估價單位	民國九年克勞爾估價總數銀元	加百分之四十以符時價	共計	附註
	英里	公里					
漢口至宜昌	208	335	128,000	26,624,000	10,649,600	37,273,600	由宜昌以上取道開渠直達成都
宜昌至成都	552	888	242,400	133,804,800	53,521,920	187,326,720	
計	760	1223		160,428,800	64,171,520	224,600,320	

漢口至 宜昌	208	335	123,000	26,624,000	10,649,600	37,273,600	由宜昌 以上取 道重慶
宜昌至 成都	731	1176	242,100	176,975,100	70,790,040	247,765,140	而遠成 都
計	939	1511		203,599,100	81,439,640	285,038,740	
差數	179	288		43,170,300	17,268,120	60,438,420	

附註 克勞爾，係宜夔路美籍總工程司，兼管漢宜路。(時德籍總工程司去職，故不再續聘。)上項預算，係克勞爾，於民國九年承估，現在鎊價增漲，生活費用日高，擬估時價，須比原估加百分之四十，較為準確。漢宜路枝綫，由楊家降而至老河口，計二三〇公里。沿襄河而行。又由建陽驛而至沙市枝綫，計四十五公里。以上二枝綫，議者皆曰，陝貨入鄂境，則有漢水。荆貨(沙市一帶)則有江輪。在全路綫未通以前，恐為由襄而漢，及由荆而漢之水路所奪。如從緩辦，先行注意幹路，則可省三千萬元也。但重慶為楊子江上游，適當楊子江嘉陵江之會口，商務發達。大部份貨物，來自外境與外縣，由重慶經過，再行輸出。所以重慶為重要商埠。川漢路由夔州以西，直達成都，擬由渠縣，作一枝綫，銜接重慶，約長八十餘英里，合一百三十公里，較諸由夔州以西取道重慶，而遠成都，約少一五八公里。經濟上較為節省。而交通便利，收效則一。其比較里程，詳列於後。

(甲)由漢口直達成都約 1223 公里
加渠縣至重慶枝綫約 130 公里

共計 1353 公里

(乙)由漢口取道重慶約 1511 公里

上列甲綫，較比乙綫，里程長度，減少一五八公里。

據四川省成渝鐵路測量，由成都至重慶，計四百九十公里。再由一五一—公里，減去上數，所餘一〇二一公里，係由漢口至重慶里程也。

克勞爾君，詳細預算，無法覓着，上列估價，係按每一英里照扣。難資準確。茲就粵漢路湘鄂段，會計處民十八年度，統計年報，資本支出第五表，所列各項款目，求得每公里用款單位，援引為証，作為川漢之豫算，較為合宜。蓋粵漢路湘鄂段，為民十以前之建築，其時工人生活費用頗低，料價較目前公道。今昔情形，固已不同。但舍此別無方法，用以推，故仍引用，藉可略知其大概耳。

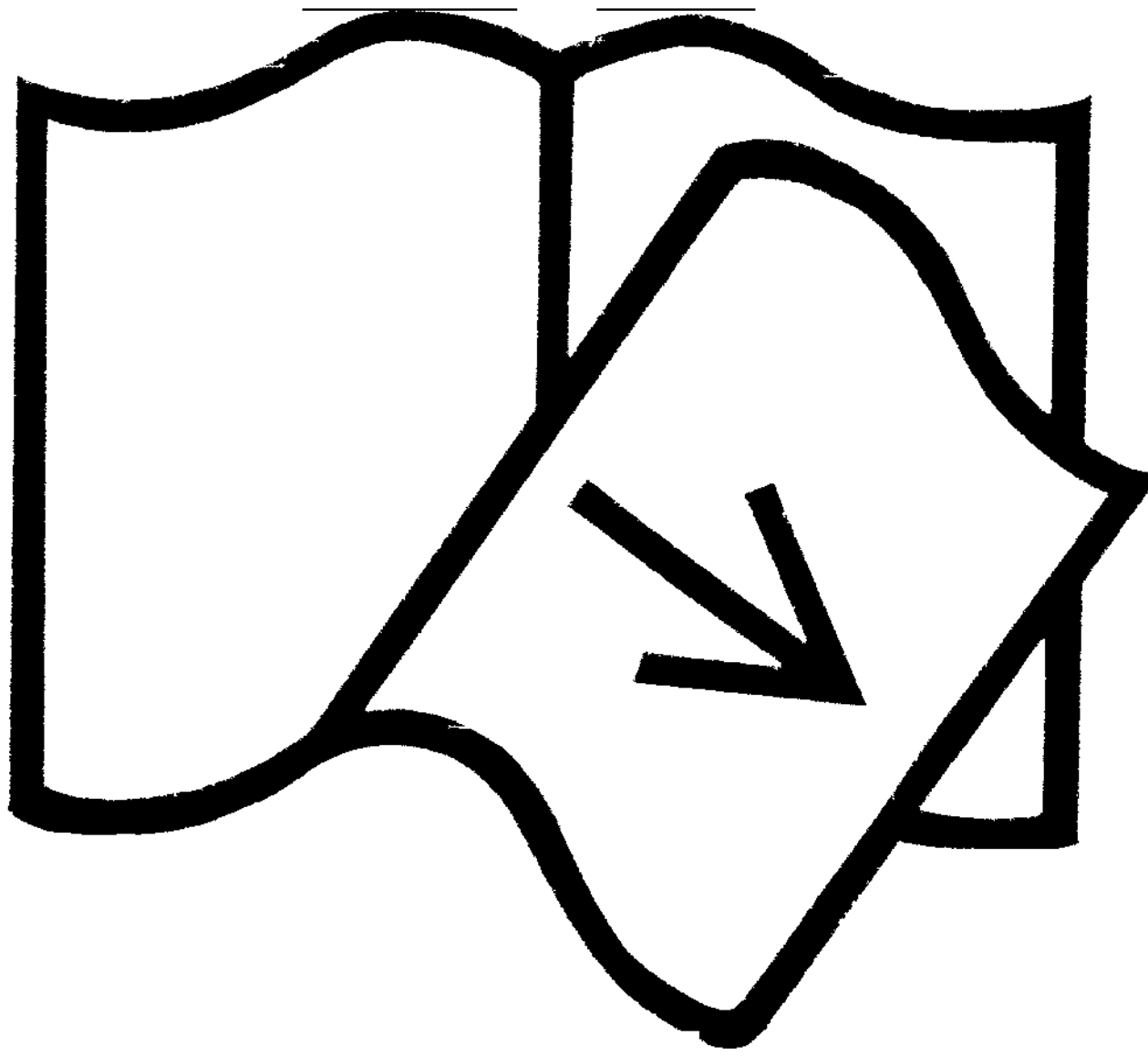
科 目	每公里用 款單位	大川北路一 二三公里	東大路一五 ---公里	附 註
資一 總務費	15502 元	18,950,946	23,423,522	每公里用款單 位，由奧漢鐵 路湘鄂段，會 計處十八年度 統計年報求得 之
資二 籌辦費	15662	19,154,626	23,665,282	
資三 購地	5222	6,386,506	7,890,442	
資四 路基築造	9484	11,598,932	14,330,342	
資五 隧道	無	無	無	
資六 橋工	13203	16,147,269	19,949,733	
資七 路線保衛	220	269,060	332,420	
資八 電報及電話	383	468,409	578,713	
資九 軌道	16421	20,082,883	29,812,131	
資十 信號及軌閘	420	513,660	634,620	
資十一 車站及房屋	3339	4,083,597	5,045,229	
資十二 總機器廠	995	1,216,885	1,503,445	
資十三 特別機廠	18	22,014	27,198	
資十四 機件	898	1,098,254	1,356,878	
資十五 車輛	12886	15,759,578	19,470,746	
資十六 維持費	2436	2,979,228	3,680,796	
資十七 船塢船港 及船隻	202	247,46	305,222	
資十八 浮水設備 品	45	55,035	67,995	

以上為第一款建築帳

資十九 建築時利息	44890	54,900,470	67,828,790
資二十 兌換	6839	8,364,697	10,333,729

以上為第二款建築以外收支帳

第一第二款總計	97336	119,041,928	147,074,696
	51729	63,264,567	78,162,519
計	149065	182,306,495	225,237,215



缺

6

页

除之詳細預算，根據粵漢路湘鄂段，資本支出表，所求之單位計算，其數目業已超出克勞爾君之估價，但較其原估，及加上百分之四十數目尚少，列表於後，用資比較。

區 綫 別	克勞爾君原 估	克君原估再 加百分之四 十	引用漢湘鄂 段資本支出 作估	比克君原 估多	比 (克君原估 又加百分 之四十)	少
	銀元	銀元	銀元	銀元		銀元
直達綫	169,428,800	224,600,320	182,306,495	21,877,695		42,293,825
取道重 慶綫	203,599,100	285,038,740	225,237,215	21,638,115		59,801,525

(4) 預算營業收入表

路綫起訖 點	全路公 里	估計建築總 數	假定週年五厘 行息	假定每年營 業進款淨數	除付利息及 營業用款 外每年虧
漢口直達 成都	1226	224,600,320	11,230,016	11,309,081	+79,065
漢口取道 重慶而達 成都	1511	285,038,740	14,251,937	13,972,217	-279,720

附註 每公里進款淨數之由來，係由廿一年，國有鐵路統計總報告，第廿四頁，副表第十八，平均平漢，北寧，津浦，京滬，滬抗甬，五路，進款淨數，除一切營業用款外，每公里得九千二百四十七元。再付除週年五厘行息，所餘之數，各有盈虧。但川省古稱天府，物產豐富，一旦鐵路貫通，其營業進款，定能超出上列各路平均數目。蓋作者不得不引證該數目字，暫作為攷據也。

照錄民國廿一年，中華國有鐵路統計總報告副表第十八
(每營業公里平均數)

路別	平	漢北	寧津	浦京	滬滬	杭甬	平均
進款	22,812.93	54,365.30	18,458.91	30,778.88	21,759.02		
用款	14,939.60	29,910.13	13,048.50	26,645.89	17,391.83		
進款淨數	7,873.23	24,455.17	5,410.41	4,132.99	4,367.19		9,247.0

(5) 捷徑辦法

按上列估價數目字，其建造標準，均按古柏氏載重E 50設計，鋼軌為八五式。蓋川漢路，為東西大幹綫，若能一氣呵成，固是偉大建設。國家事業，蒸蒸日上，而交通進步，尤為顯著。但是國難當頭，經濟破產，市面呈不景氣象，焉能籌劃如許巨款，興此大工。議者有謂四川方面之交通，先求速成，以應目前環境之需要。且修建鐵路，亦可從權辦理，不必目之為天經地義。其從權之法，即應用機車車輛，鋼軌重量，路堤寬度，概可棄重就輕。惟一切永久建築物之設計，按照部定一等路標準辦理。如是，一切留有餘地，一俟將來營業發達時，更換重軌，行駛大號機車，路堤補築展寬，路綫不致閉塞，而營業亦不受及影響。至於將來換下之輕量鋼軌，及輕量機車，可以修建其他枝路。資本支出，將來亦易收回，庶幾事半而功倍之。建築費工料之分配，大約百分之四十屬於料，而百分之六十屬於工也。

(6) 避重就輕辦法，減少資本數目

直造綫

鋼軌截面 軌件及價值	三十五磅	六十磅	八十五磅	附註
全路鋼軌及 配件重量	45600 噸	78280 噸	112024 噸	每一英里用六十磅鋼軌重一 ○三噸用三十五磅重五十九 噸用八五式重一四七，四，
每噸時值 英金八鎊	364800 鎊	626240 鎊	896192 鎊	

棄八五式，用卅五式，全綫可以節省531,392 英磅；每磅十五元合7,970,880 銀元(近八百萬元)

棄八五式，用六十式，全綫可以節省269,952 英磅，每磅十五元合4,049,280 銀元。

車輛原估，概用大號，全路共需洋一千五百七十五萬九千五百七十八元(見資十五)。若以小號車輛代之，可以減少五百餘萬元。

船塢，船港，及船埠，根據湘鄂資本支出計算，毋庸設備，可以節省廿四萬七千零四十六元(見資十七)。

淨水設備，根據湘鄂資本支出計算，毋庸舉辦，可以節省五萬五千零卅五元(見資十八)。

不借洋款，根據湘鄂資本支出計算，免去兌換，可以節省八百三十六萬四千零九十七元，(見資二十)。

路堤本可減少，根據湘鄂資本支出計算，但宜變設內，山洞最多，工程浩大，故未照減。

以上五項，除土工外，大約可以節省一千八百萬元詳列於后

用六十磅鋼軌節省 4,000,000

車輛 5,000,000

船塢及浮水設備	300,000
兌換	8,360,000
	17,660,000元。

其他總務費，尙可節省大宗。

鐵路彎道上軌距加寬問題

稽 銓

彎道上軌距加寬，係專為機車而設，與普通車輛無關。標準輪距，小於標準軌距。左右兩輪在直線上輪緣與軌頭間有活度 $\frac{3}{8}$ ，在同一車軸上之左右兩輪，決不能同時靠貼軌條，亦即四輪轉向架 (4 Wheel Truck) 決不致在彎道上擠住而不能行動。故對於四輪轉向架之車輛，絕對無加寬軌距之必要。至於機車下之一套動輪 (one Set of Driving Wheel)。則不然，至少三根以上之車軸，有固定相互及並行之關係，則軸與軸相距為固定而不能改變者，所謂定軸距，(Rigid wheel Base) 如前導導向架 (Pilot Truck) 之中心為固定的，(Rigid centre) 則自此中心至後動輪軸 (Back Driving Axle) 之距離，乃亦為固定的，所謂總軸距。(Total wheel Base) 此定軸距或總軸距之矩形，如須在彎道上尤其在陡度之之彎道上自由駛過，在機車方面，須有擺動中心轉向架 (Swing Centre Pilot Truck) 無緣輪 (Flangeless's Wheel) 等設備，並軸，軸箱及車架三者相互間之活度 (Play)。在軌道方面，則軌道必須有適宜之加寬，以便減少輪緣軌條間之過度磨損，及輪緣爬上軌頭之可能性。故軌距加寬問題，與機車下部組織，有密切關係。鐵路上工機兩處，對此問題，須有共同之研究，相互之認識，方可為合作之探討，而得一適當之結

論。但習慣上機務方面，往往自由規定機車下部之設備，並不顧及軌距之加寬。而工務方面，又往往不問機車下部之組織，徒根據軌道上之經驗，如軌條磨損，軌距擠寬等現象，而約畧酌定其軌距之加寬。此皆非兼籌並顧，合作研究之合理辦法也。

茲為研究起見，將歐美各國加寬軌距之習慣法，機車下部組織關於行駛彎道之佈置，軌距加寬理論上之計算法，及軌距加寬數不適當之影響等項，分別敘述，以資參考。

(1) 歐美各國及吾國加寬軌距之習慣法

軌距加寬，與定軸距長度及輪軸各種活度有關。各國所用機車，設計不同，其軌距加寬法，自不一致。

(甲) 德國習慣法彎道半徑自1000公尺起，(=3280英尺= $1^{\circ}45'$)即須加寬軌距2公厘，至100公尺半徑，加寬30公厘止(附表一)

(Henschel and Sohn Co.'s Hand Book,)

(乙) 美國習慣法彎道彎度在 8° 度及 8° 度以下者(約合半徑720英尺)須用標準軌距 $(4'8\frac{1}{2}'')$ 8° 以上者，每加 2° 軌距加寬 $\frac{1}{8}''$ 其最大限度。軌距不得超過 $4'9\frac{1}{2}''$ 即加寬數最大限度為一英寸。

(American Locomotive Co's Hand Book 1917.)

但美國各路實際上，對於起始加寬軌距之彎度，加寬軌距數之增度，及加寬數之最大有限度，頗不一致。(附表二)

(丙) 前交通部國有鐵路建築標準規則 彎道度數，(弦長二十公尺)自半度起(約合英制 $0^{\circ}45'$ 半徑約合2600公尺)加寬2公厘，至九度及九度以上加寬30公厘為止。

(2) 機車下部組織關於行駛彎道之佈置

機車以定軸距關係，為便於行駛彎道，車軸及輪緣須有種種活度之佈置。

(甲) 輪緣與軌條間之活度 (Flange play) : —

(1) 美國 A.R.E.A 標準，動輪，最大限度 = $\frac{3''}{4}$

(2) 英國 A.R.E.A 標準，動輪，最大限度 = $\frac{23''}{32}$

(乙) 軸與軸箱間之活度 (Hub play) : —

美國 A.R.E.A. 標準，最大限度

(1) 前導轉向架 (Pilot Engine Truck)

固定中心式 $1\frac{1''}{2}$

搖擺中心式 1''

(2) 後從轉向架 (Trailing Truck) 1''

(3) 動輪 (Driving wheel) $\frac{3''}{4}$

(丙) 前後兩動輪輪距較小

前後兩軸上動輪向內按置，即前後兩輪輪緣與軌頭間活度

較大通常大 $\frac{1''}{8}$ 最大限度 $\frac{1''}{4}$ 。

(丁) 中間兩動輪向內按置或用較薄輪緣

中間兩動輪輪緣頭間活度較前後兩軸為大，有人主張此法較

前法為優，但對於護軌及翼軌，頗不相宜。

(戊) 前導轉向架中心之橫動活度 = 3'' 或 4''

(己) 動輪之中間一輪無輪緣

津浦 2—8—2 其第三輪為無緣者。

(3) 軌距加寬在理論上之計算法

理論上計算軌距加寬法，須查明機車下部組織，關於第二節各項之實際情形，以求機車駛過彎道時之真相，即機車位置與軌道相互之關係。軌道究應加寬與否，及應加寬幾何，乃可有合理之規定。

例如前導轉向架為固定中心，定軸距 (Wheel Base) 應自後動輪軸起至此中心止，如轉向架為搖擺的，僅動輪前後軸之距離為定軸距。

定軸距長度決定後，乃可用計算法或圖解法以求軌距加寬數如下。

(甲) 計算法

- (1) 定軸距上有三對有緣之輪，互距相等，其不須加寬軌距之最大彎度之公式：—

$$D = \frac{3825P}{L^2}$$

D = 不須加寬軌距之最大彎度之度數

P = 輪緣與軌頭間活度以英寸計

L = 定軸距，以英尺計

實例

$$\text{令 } P = \frac{3''}{8}$$

$$L = 10'$$

$$D = 14'$$

- (2) 如三根動軸之中間一軸位置，並不適中

$$D = \frac{956 P}{ab}$$

ab = 中軸距兩端軸之數，以英尺計。

(3) 定軸距上有四根動軸者，以上公式，亦可應用只須將中間兩輪之最近中點者，作為中軸，其他一軸暫作無。

(4) 美國軌道巡查員會規定之公式，最為概括，前導轉向架擺動或固定中心式，均可應用，

$$D = \frac{956}{A \times B} \left(\left(P - \frac{1}{4} \right) + \frac{1}{2} \frac{B^2}{A+B} \right)$$

D=過此彎度，軌距必須加寬之彎度度數。

A=自前導轉向架中心至前動輪軸之距離，以英尺計。

B=動輪定軸距，以英尺計。

S=轉向架中心橫動數，以英寸計。

P=輪緣與軌頭間活度，以英寸計。

(5) 最精確之算法，須求得機車駛過彎道之真確地位。以上各公式係假定各動輪輪緣與軌頭間活度為相等的，其實各輪輪緣活度不同，故機車軸綫與彎道中綫，係斜交的，即前軸外軌與外軌靠貼中軸或第三軸內輪靠貼內軌，觀附圖一。

機車動輪係四根軸，

V-V為彎道之中綫

A'B'為機車在V-V上之真確位置，與V-V相交于G及h兩點

AB為定軸距長度，即容納于圓弧之弦，

'A'B'為假定在各種輪軸之活度及軌距加寬用盡後，車軸綫外

移仍與AB平行，與V-V相交于q及r兩點

K=(輪緣活度+軌距加寬+車軸活度+車箱活度)指左右任何一邊而言。

H, 2-2, 3-3, 4-4, 為第一及第四動軸處縱綫

d₁.d₂.d₃.d₄. = H, 2-2, 3-3, 4-4 各綫與 V-V 相交點

距在Q處之切綫之撓度。(Tangent Deflection With respect to)

$d_q, d_r = q$ 及 r 兩點距Q處切綫之撓度，

w = 定軸距長度，

求撓度 $d_1 d_2 d_3 d_4$ 可用以下公式，

$$d = \frac{C^2}{2R} \quad (\text{= 弦之半數 } R \text{ 半徑} \dots\dots\dots (1))$$

所有尺度均用同一單位。

假定動輪定軸距綫，放在彎道上，令前後動輪與V-V相交於A及B

乃將AB沿OQ方面，向外移動，至A'B'令B'B = K. A'B'與VV相交于q及r兩點

$$d_q = d_r = d_1 - k_1 \dots\dots\dots (2)$$

現令定軸距綫，以B'為中心而旋轉，至第三動輪輪緣與裏軌接觸，機車軸綫自A'B'向內旋移之數為f，

$$f = k_3 + d_3 - d_q \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{令 } P = \tan A'B'A'' = \frac{f}{e} \dots\dots\dots (4)$$

欲求q及h兩點之位置，須求該兩點距Q點切綫上之撓度。

$$d_h = \frac{l_1^2}{2R} = d_r + \left(\frac{W}{2} - L_1 \right) P \dots\dots\dots (5)$$

$$d_q = \frac{l_2^2}{2R} = d_q + \left(\frac{W}{2} \pm l_2 \right) P \dots\dots\dots (6)$$

欲確定機車能否駛過彎道，以下關係為必須條件，

$$(16)$$

$$K_4 \cong AA^\circ$$

$$\cong d_4 - d_q - WP_g$$

第二動輪與軌條間空隙。

$$t_2 = K_2 + d_2 - jP - d_q \dots\dots\dots (7)$$

(乙)圖解法

(1)相等縮尺法 (Equal Scale Diagram)

附圖二，縱橫兩縮尺為相等的，用 $D = \frac{c^2}{2R}$ 公式算出彎每點之撓度，用此撓度，繪出內外兩軌之迹線（通常縮尺為 $1\frac{1''}{2} = 1'$ ）乃以定軸距矩形，試行此彎道，觀其能否通過，此法最為真確，但橫尺太大恐彎道佔幅太長，不便應用

(2)羅氏簡圖 (Roy's Diagram)

R半徑，C半弦，D撓度，各用不同之縮尺，

例如

$$D = 1 : v$$

$$C = 1 : h$$

$$R = 1 : r$$

此圖係假定每動輪之活度相等，與事實不符。

(3)縱橫不相等縮尺法 (Unequal Scale Diagram)

附圖三，用單圓弧 VV 代表彎道中綫，其畫法與 (1) 法同但橫縮尺較短，以省紙幅。

由第一至第四軸位處，繪縱綫與彎道中綫相交于 A.B.C.D. 各點乃考查此機車能否駛過此彎道。試假定兩種情形如下

(子)第一第四兩軸之外輪與外軌相靠貼，

由A點在彎道中綫上量 $\frac{15''}{16}$ 總活度之半數得A'

由D點在彎道中綫上量 $\frac{15''}{16}$ 總活度之半數得D'

聯A'及D'兩點繪一直綫與第二第三兩軸之縱綫相交于C'及B'

如CC'BB'大于 $\frac{7''}{8}$ 第二第三兩軸之總活度之半數，則

此機車不能駛過此彎道矣。

(丑)第一軸外輪與外軌靠貼。第三軸內輪與內軌靠貼，

由A點上量 $\frac{15''}{16}$ 得A'，並由第三軸C點下量 $\frac{7''}{8}$ 得C'。

聯A'C'兩點引長至D'，如DD'大于 $\frac{15''}{16}$ ，則此機車不能

駛過此彎道。

(4)軌距加寬數不適當之影響

照上節所述，軌距加寬，必須根據軌道及機車實際情形，而求得一適當之數，如失之過大或過小對於車輛及軌道，均可發生不良之影響

(1)失之過小時之不良影響，

(甲)關於機車者，

(1)輪緣過度磨損，

(2)輪緣與軌頭擠住，有上爬之傾向，

(3)輪心(Hub)磨損過度。

(乙)關於軌道者

(1)外軌磨損太速，

(2)軌條向外擠移，

(3)有時發現內外軌裏邊，有長條鋼片，被輪緣刮落。

(2) 失之過大時之不良影響，

(甲) 關於機車者，

(1) 除機車外，其他車輛之轉向架，增加其與軌道不並行之可能性。並因慣性關係，即在直道上，輪緣與軌條亦將斜交。軌距愈寬，斜角愈大，致輪緣與軌條發生過度之磨損。

(2) 因上述原因，車輛阻力增加，勢必多費行車之拉力] (Tractive force)

(3) 輪緣磨薄，有增加上爬傾向，及出軌之可能性。

(乙) 關於軌道者，

美國養路書籍，對於軌距加寬，主張除必要外，軌距不可任意加寬。因為：—

(1) 加寬軌距處，軌道工人往往格外加寬，例如規定加寬 $\frac{1''}{2}$ 常常發現加寬 $\frac{3''}{4}$ 其理由為如不如此軌條將磨損。此種矛盾情形，恐軌道工人對於直道上應嚴格維持標準軌距之習慣，發生不良影響，致直道上軌距亦將隨意加寬矣。

(2) 以上理論計算法，係假定新軌新輪而言。事實上軌條及輪緣磨損後，其軌間之活度，鮮有小于 $1''$ 者。故軌距加寬太多，恐失之過寬，行車左右游移太甚，殊不穩適。

德國軌距加寬習慣法

彎道半徑(公尺)	1000	800	600	500	450	400	350
軌距加寬數(公厘)	2	3	9	12	13—14	15	17
彎道半徑(公尺)	300	250	200	175	150	125	100
軌距加寬數(公厘)	19	21	24	25—26	27	28—29	30

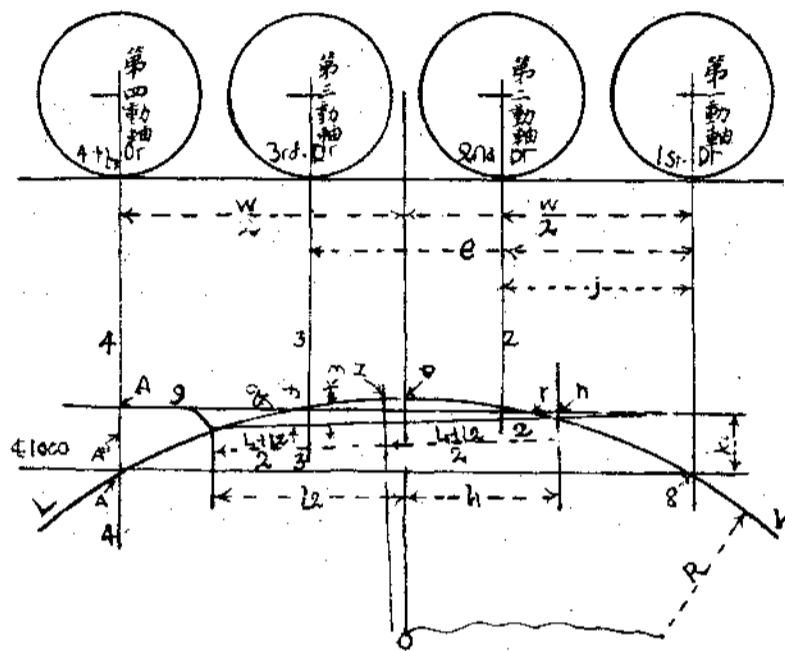
美國七十九條鐵路軌距加寬習慣法

起始加寬軌距之彎度	軌距加寬數之增度	軌距加寬數之最大限度
1° 18路	1° 1/32'' 至 1/4''	1/4'' 5路
2° 5路	2° 1/16'' 至 1/4''	3/8'' 2路
3° 15路	3° 1/16'' 至 3/8''	2/5'' 1路
4° 10路	4° 1/16'' 至 1/2''	1/2'' 30路
5° 16路	5° 1/16'' 至 1/2''	5/8'' 5路
6° 7路	6° 1/8'' 至 1/2''	3/4'' 24路
8° 3路	7° 3/16'' 至 21/32''	9/16'' 2路
9° 1路	8° 至 9° 1/8'' 至 3/4''	15/16'' 2路
10° 2路	10° 至 12° 1/8'' 至 1''	1'' 8路
13° 1路	13° 1/8'' 至 1''	13/16'' 1路
21° 1路	14° 至 20° 1/4'' 至 1''	
	20° 至 30° 1/4'' 至 13/16''	

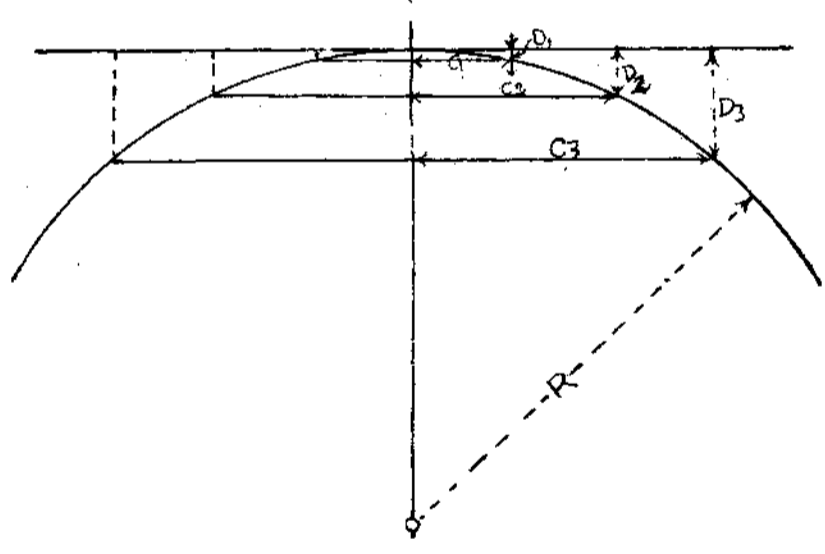
D = 彎度 弦=100 (英尺)

R = 半徑 (英尺)

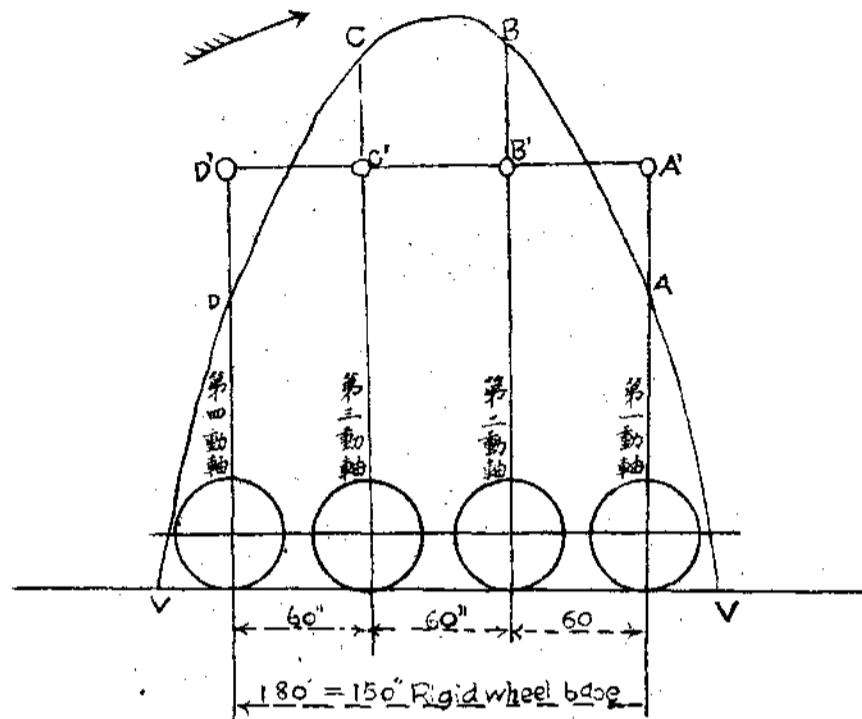
$$D = 5730/R$$



附圖一



附圖二



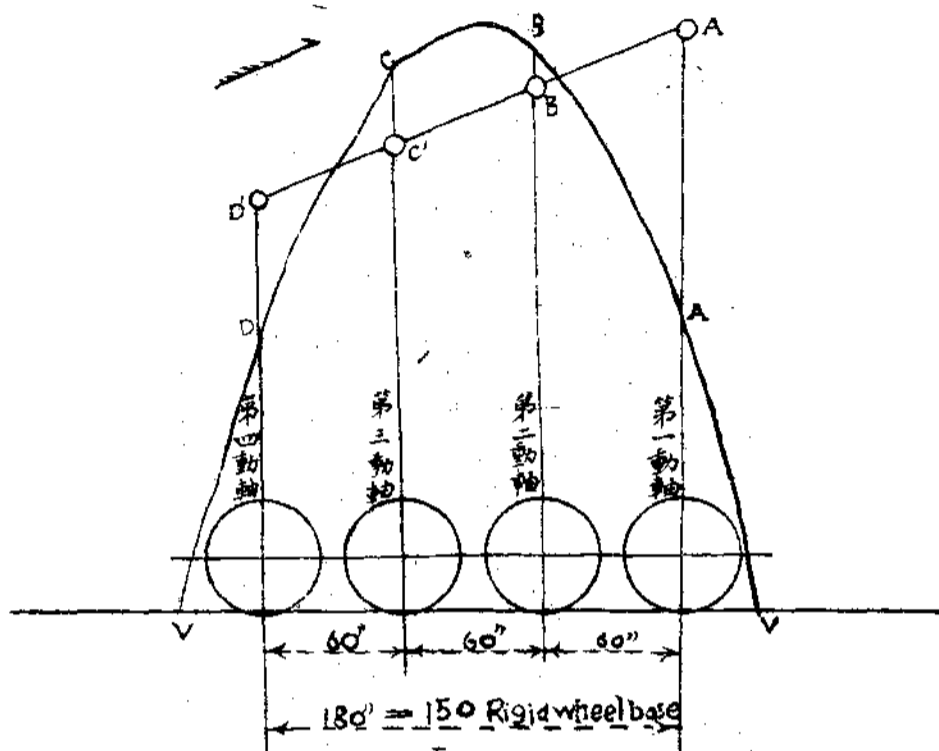
左 Gage widening	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "
左 Flange Plag	$\frac{7}{16}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{7}{16}$ "
右 Hub Play	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "
Total	$\frac{15}{16}$ "	$\frac{7}{8}$ "	$\frac{7}{8}$ "	$\frac{15}{16}$ "

附圖三

說明

$VV =$ 彎道軸綫
 $A'D' =$ 機車軸綫

- (1) 假定第一第四兩外輪緊貼外軌， A' 及 D' 均在 VV 上面
 $AA' = DD' =$ 第一第四兩動軸處總活度之半數 ($\frac{15}{16}$)
- (2) 連 $A'D'$ 兩點，繪一直線，與第一第二兩軸之縱線相交於 B 及 C 。如 BB' 及 CC' 超過第二第二動軸應有活度之半數 ($\frac{7}{8}$)，則此機車不能駛過此彎道矣



之 Gage widening	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "
之 Flange Play	$\frac{1}{16}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{16}$ "
之 Hub Play	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "
Total	$\frac{15}{16}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{1}{8}$ "	$\frac{15}{16}$ "

附圖四

說明

VV = 彎道軸綫

A'D' = 機車軸綫

- (1) 假定第一軸外輪與外軌緊貼，第三軸內輪與內軌緊貼。在第一軸縱線上，由A點起，給AA'等於總活度之半數 ($\frac{15}{16}$)，得A'點，在第三軸縱線上，由C點向下量CC'等於該軸總活度之半數 ($\frac{1}{8}$)，得C'點。
- (2) 連A'C'兩點引長與第四軸縱線相交於D'，如DD'超過該軸總活度之半數 ($\frac{15}{16}$)，則此機車亦不能駛過此彎道矣。

航空站之規劃及設計

楊定九

(節譯W. J. Jarvis' Modern Airports. 原作見“The Journal of the Institution of Municipal and County Engineers.”)

航空站 (Airport) 之設計，為一近代之新問題。航空設站，雖已甚久；但正式完美之設計，確為近年之發展。溯自鐵路站場發達以來，交通界之新問題，即屬航空站之設立矣。

在航空站未設計之先，首宜顧及站中飛行場之管理；電燈，無線電以及醫藥之設備。而定期航駛，飛機運輸，飛機旅行，私人駕駛，學習升空，以及夜間之航行均應有適合之分配。停機場，飛機庫，修理廠，售票處，休息室，存儲室以及觀衆場所，亦應建造適宜。而連絡之公路鐵路尤須加以注意。

一、最近之進步與將來之展望

百年前，從中國至紐約，快的輪船亦需時四月（彼時尚無巴拿馬運河，船繞南美合恩角航行）。現在自中國至舊金山或西雅圖最速亦需十七八日。但飛機之航行，不過二日而已。如是可知飛機節省十餘倍之時間。飛機不僅便利旅客而已，今日之飛機運輸已佔交通之重要位置矣。

飛機之航線網，在美洲已自阿拉斯加延佈至阿根廷，在歐洲佈滿

全大陸，並自倫敦至印度，澳大利亞至南非，自荷蘭至南洋羣島。

美國至1933年，已有兩萬八千哩之航空綫；七千餘架航行飛機；（軍用飛機除外）一萬八千餘駕駛人；三十五營業公司；及二千一百航空站。平均一天飛行之哩程為十五萬哩，而其中有五分之二為夜間飛行。有一半為售票之航行，每哩售價美金一角五分，至一九三二年共約有二百萬旅客。

由此觀之，飛行已為交通主要原素之一，將來與水陸交通一般重要無疑意矣。

二、航空站與氣象學之關係

航空站之位置

航空站之位置，宜擇良好氣候之地。離城市之遠近，站場之大小亦均重要。但若氣候不和，其餘條件雖佳，亦不宜建造。

霧為飛行之最大阻礙。空氣愈清明，愈適合飛行。霧，雲，烟，塵均阻礙直視程。（Visibility 或 Horizontal Visibility）雲之高低却與直視程有關。（Vertical Visibility 或 Ceiling）若常有低雲，其阻礙與霧相差無多。故雲霧之地，非儘量避免不可。

風之方向，速度，與狂風之有無均應先事測量。尤要者為颶風颳風，風之回旋與狂暴，均使飛機難於駕駛。

跑道（Runway）及房屋之方向與地址均應按常年風向（Prevailing wind）而定。蓋因風向不但影響駕駛，而且影響安全。飛機之升降，厥賴空氣之流動，故適合之風向，能助飛機之升降。

飛機之飛行

因測氣象儀器之設備；交通服務機關之組織；航空站與國立航空氣象機關之聯絡；及航空站中氣象學家之聘請，氣象之問題方可明瞭。方能解決。駕駛人之對於氣象，應熟悉於未升空之前，而駕駛時亦

應能隨時接收無線電之氣象報告。所謂氣象，不僅當時之情形，而所預料之變化亦甚為重要。是為氣象預告。(Meteorological Forecast) 氣象之影響航空之安全，及航行之經濟均應註明於報告中。(包括視程，雲之高度及厚度，氣候，上層下層空氣之風速及方向等。)

氣象學家應沿航綫分駐，隨時報以當時之氣象及氣象預測一預測至前站中之變化。與安全有關之劇烈氣象變化——如暴風，暴雨，大霧——或氣象之漸趨安定，必須立即報於航空站中，及正在飛行之飛機。此種報告不但應當報告於各站及飛行之飛機，更應預示飛機繼續航行里程一半以上之各地氣象及其變化。若是方可保安全。在山峻嶺之地，對於雲霧及視程尤宜注意，駕駛人應取氣象合宜及風向順適之路。此點亦氣象學家所宜注意者也。

航空站中，長短波無線電之裝設，亦為必需。蓋是為接收氣象預告之唯一敏迅設備也。

三、航空站與城市規劃及地方規劃之關係

航空站之位置，與城市，地方，及交通網道有密切之關係。航空路綫，往往為兩站間最直接之路綫。航空站距城市中心之距離，愈近愈佳。空間立行之路綫多係山峯，樹林，河道，海灣，鐵路，教堂尖頂等物。在此點上，地方規劃之問題，不能忽略。

航空站距城市之距離，在商業上最為重要。今設二商業城之中間，連以航空凡道，而航空站距市心過遠，則得於流行之時，復失之於航空站至城市中心間之轉運，若此則失却航空運輸之本意矣。若長距離之飛行，中途航空站之設，純係加油之用，則與城市之距離，稍可伸縮。大城市之地價，往往甚高；而航空站所需地面又大，則航空站不得不距市心稍遠。此亦各大都市常有之現象也，而以美國為尤甚。

航空站與城市中心，應連以上等道路。飛機之表演；名人之往來

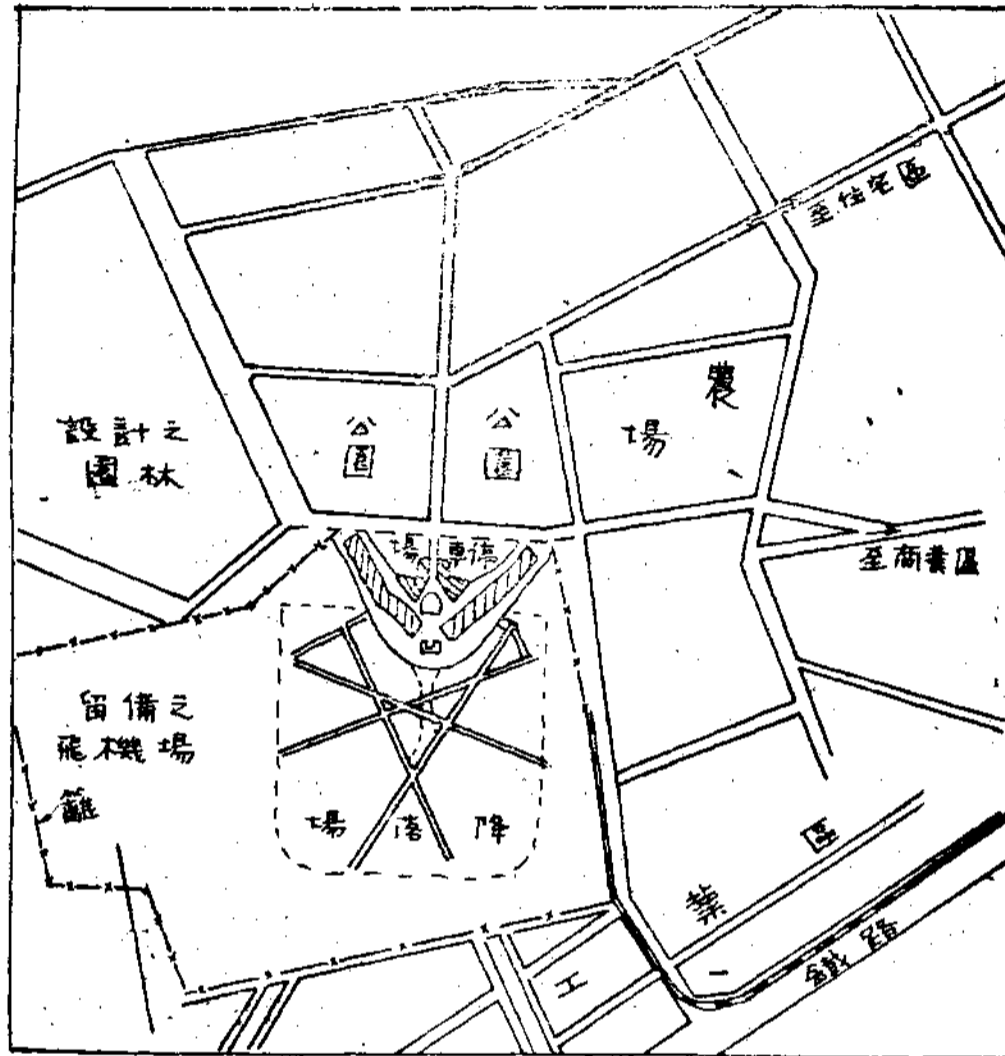
，足以吸收大量觀衆。空軍之動員，又需高速率之交通。故連接之道路需具寬大，堅固，美觀及載重之優點。與他路交叉之處，愈少愈佳，蓋以保持路上行車之高速也。

若一地有河流湖泊，水上飛機之添設，足以促進該地之發展。是時航空站之選擇，水面問題較重。水面宜相當平靜，距飛機庫 (Hangar) 修理廠亦不宜過遠。(普通應具有小於四分之一哩及六呎深之水道。)

現在飛船 (Airship) 事業，雖尚未發達，但其將來之設站，亦須留意。飛船空站，氣流必須平靜，海拔宜小。商業飛船之飛行，約升高三千呎，高於三千呎每千呎減少其載重之三十分之一。故高山峻嶺之阻路，亦宜避免。飛船空站，佔地至少約需六百英畝。停止飛船之塔，即需地七百五十碼見方。塔高普通為二百呎上下。風力對於塔頂上所引起平行於地面之拉力，可有三十噸。輸水管，輸油管，及輸氫或氮之管，均連於其上。至飛船庫。存儲室，無線電之設備，亦屬必要。飛機，飛船，水上飛機之站；自以合而為一為佳，蓋求管理及運輸之便也。

飛機演習場 (Aerodrome) 為衆人薈集之地，故其裝飾及娛樂設備，不可忽視。凡一演習場雖不若公園之裝飾，其旁宜應有公園遊戲場之設備。在德美各國每逢天氣晴朗之日，至飛機場觀飛機者，絡繹不絕。因此有看臺，飯館，茶社之設立；是亦使航空站漸成文事中心 (Civic Center) 之傾向也。

航空站附近之地，不必嚴限其發展。如臨時之機場與其附近區域房屋之高度，除防礙飛機之飛行者外，可任其發展。距降落場邊緣六百呎之地，屋高四十呎已無防礙。愈遠可愈增高，五六百碼之外，則



第一圖
 南非洲 Salisbury 之航空站
 (示站與城市之相對位置及站場之佈置)

可高至百呎矣。煙囪，房頂突出此界上者則應限制。以上所述，繫於城市規劃及分區制度，(Zoning Regulations) 而市府可助其達此目的。

航空站之設於市心屋頂之上，以便運輸，是說已有人提議。現在雖難實現，但將來城市愈發展愈大，其邊緣距中心愈遠，同時飛機之飛行與駕駛亦進步，則此法終須採取也。

航空站與其他之交通孔道——如公路，鐵路，河道，運河以及海岸等，尤宜按城市規劃與地方規劃原理，取有適宜之相對位置，以資聯絡。

四、航空站之設計

下列為航空站設計之原則：——

1. 航空站之設計，要使將來能逐步均稱發展。由小至大，其中經多次程序，無論何時均合於適用與美觀。
2. 要使「表演飛行」「商業飛行」「私人飛行」及「教習飛行」均能獨立發展。
3. 各種飛行場，須儘量隔離，以免有衝突之虞。
4. 應能保持一切動作之安全。
5. 旅客，觀衆，員司之安全與便利均須顧到。
6. 主要建築，宜令美化，使無論地上空中來往之人均生美感。
7. 獨立之建築，使之易於添建或改造。
8. 建築物應按性質與火險之關係分類建造，而造同類者於一列。

凡設計一航空站，應適合上列八條。雖現在無力建築或不需建築，亦應有相當之計劃及留相當之地面，以備發展。

航空站之地面，任一方向均應大於一千碼。雖然較比為小，亦無不可，但須預為將來房屋，飛機庫，修理廠建造之計。此其場所不宜過小之故也。現任飛機之進化，一日千里，吾人不能預料將來航空站所需之面積。但就地價未漲之前或能取諸於公產之日，多備後用，以免將來之難以發展，不亦善乎。

將近水平之地面，最適於飛機之滑行，而省平土之費。自排水方面着想，五十分之一之坡度或短距離四十分之一之坡度為佳。土質之適宜與否，亦擇地之一要素。沙礫之地適於排水，暴雨橫流亦不為中

刷。故選擇土質，此為上乘。

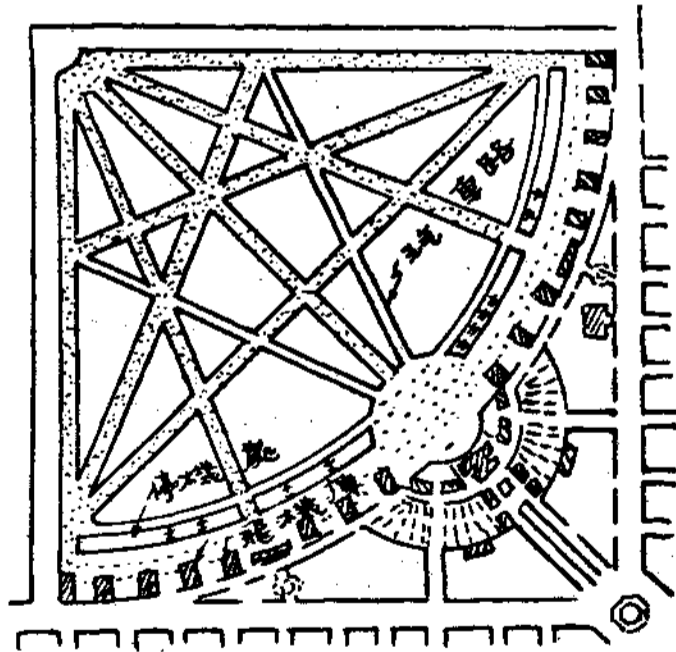
初步計劃

計劃之初步，為製一吋等於二百呎或大於此比例尺之地圖。圖中包括等高綫，土質（抑為潮濕，或為砂礫之地。），植物之生長（注重草類），以及蛇穴蟻丘之有無。主要道路之方向，亦宜註明。站屋、停機場，最好位於稀有風向之處。其位於降落場內或場外，可視方向，坡度，與夫要路及城市之方向而定。

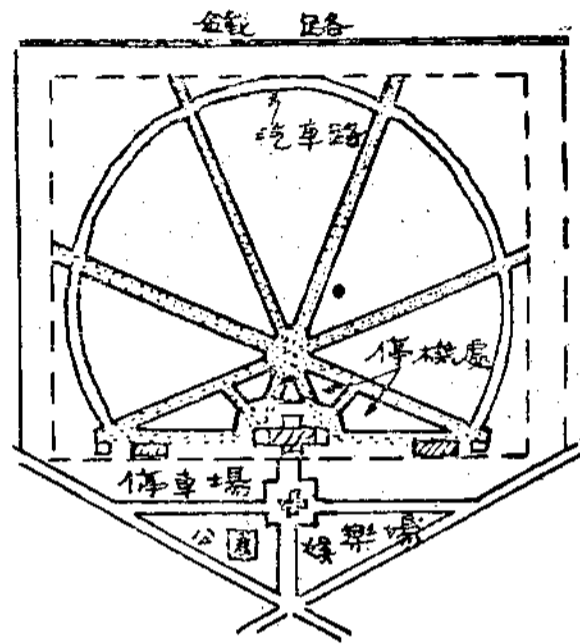
跑道及站場房屋之設計，均與風向有密切關係。故風向圖宜隨即製出（如第四圖）。風向之統計，最好有三五年之記載，然後方有可靠之結果。因普通飛機之升降，風向與機身所成之角度，不能大於二十二度半。根據此點，可按多數風向而定各跑道之方向。（參照第四圖）跑道之鋪路面，雖暫不必需，但跑道之方向應先測出，以備將來之發展，及規定站場房屋之位置。站場房屋之排列，以時間金錢之利用及節省，外觀之和諧，以及管理之方便為原則。（參閱第二圖及第三圖）臨時之設備，不能漫無秩序，恐將來改進不易也。

跑道及其路面

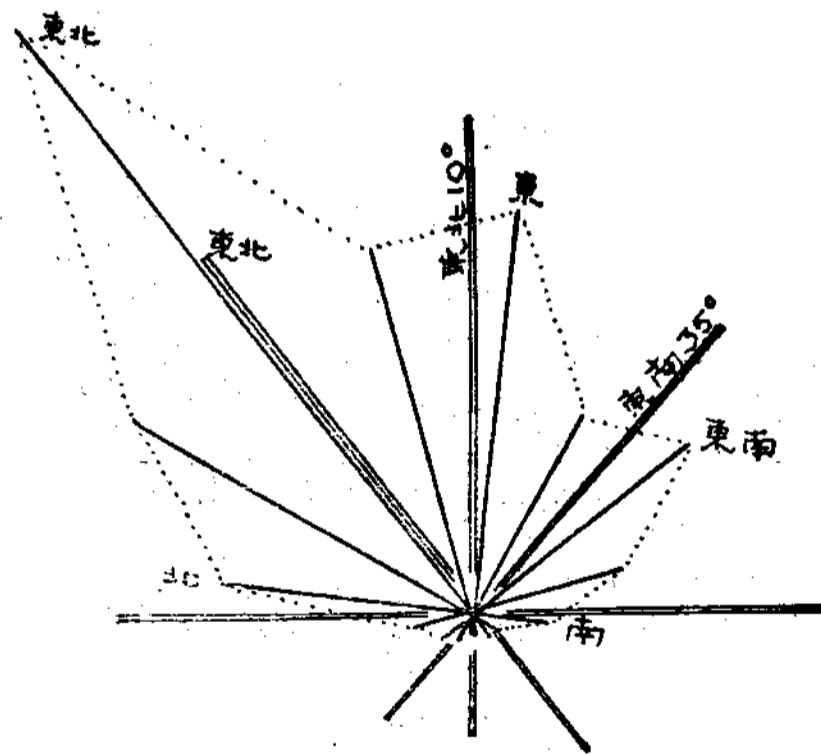
在最近之將來，草地形成之飛機降落場尚能適用。俟後飛機之數目增多，往返頻繁，載重加大，則非敷以路面不可。而尤以氣候乾燥之地為必需。



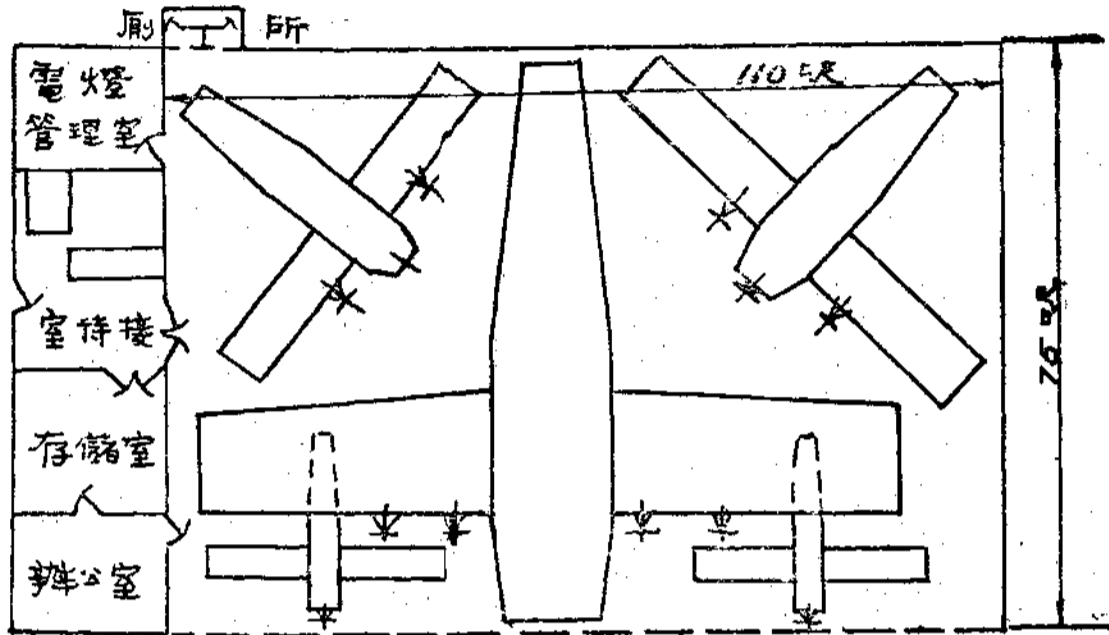
美國洛杉磯
之航空站
第二圖



芝加哥之一
航空站
第三圖



風向圖及跑道之設計
——風向
---跑道
比例尺
一吋=4百小時
第四圖



第五圖

南非洲 Salisbury 航空站之飛機庫

(示飛機庫中大小飛機之排列)

飛機場包括下列三部分：——

1. 建築物之地帶——飛機庫，辦公室，存儲室，路面，停機場 (Apron) 等。
2. 距建築物百碼內之地帶——是為飛機停止及出發之所。
3. 降落地帶 (Landing Ground) 或曰外場。(Outfield)

各種建築物如飛機庫，修理廠，貯油庫，存儲室等均應連以道路。道路之寬窄，應視車輛之密度而定。

停機場連於外場，應鋪以混凝土等之堅硬路面。鬆軟物質，不宜為停機場路面之用，蓋以其易於傷損。而大雨之後，每致泥濘也。

降落地帶，平坦之草地即佳。若飛機數目甚多，載重甚大，則依常年風向之方向鋪以跑道。(參閱第四圖) 跑道與停機場則宜以路相連，俾免灰塵。

飛機庫 (Hangar)

飛機之大小不齊，爲飛機庫設計之第一問題。設一大飛機停於庫中，同時其旁可以存放小飛機。(如第五圖)但此法於飛機之出入，極爲不便。故小飛機之庫應另行建造。但第二法之建築費增多。至於何法之宜採取，視需要而定，則賴乎設計工程師之判斷耳。

純金屬之飛機，固可停於露天之下，但其修理與檢查，仍須行之於庫中，此飛機庫之所以爲必要者也。

凡設計飛機庫，下列諸原則，應注意之：一一

1. 庫中所用支柱，愈少愈佳。
2. 須留起重機等物之位置。
3. 日光之射入與燈光之裝設。
4. 附屬物與修理處之設備。
5. 庫之形狀與大小，應使無論何種飛機開出時，需要其他飛機最少之移動。
6. 庫之構造，應留將來庫房增減之餘地。

因修理之方便，佈置 (Layout) 之容易，及建造之經濟能容十五至二十小飛機，或十至十二中等飛機，或五六大飛機之庫，最爲適宜。庫中存放飛機，最佳不過二行，以求出入之便利。建造小飛機之庫時，間架 (Span) 不可過小，蓋備將來存放大飛機之用也。故以狹長形者爲善。小飛機庫之高度十五呎至三十呎不等。若存放大飛機則需三十五呎至四十五呎。至存放私人飛機之庫，則應隔以隔牆，(Partition)。每間備裝鎖之門，而機翼可先摺起然後推入。

飛機庫之建造多用鋼架。屋頂覆以瓦楞鐵 (Corrugated iron)。氣候炎熱之地則應覆以石棉水泥瓦。(Asbestos Cement sheets) 後者價雖稍貴，但以其不傳熱，又易於取下或添置，故亦常用之。

地上以有適宜坡度之混凝土地板，以洩沖刷之水。門宜開於支柱之間，不可過高，庶幾二人可以推動。門之構造，應與機庫其他部份之防風力相等。門之形式，多為數個或多個三十呎滑動之門板組成，上下裝於軌上，則開口之大小，可以隨意。

屋頂之下裝設電燈。但因機翼之蓋覆，故下方亦有裝設燈光之必要。是種燈光可按適宜之間隔，裝於牆上，而使之上下有十餘呎之移動。

貯油庫 (Petrol Storage)

油之貯存，顯為必要。貯油庫之建造，應適合下列條件：一

1. 大量之油庫，應避火險。近於鐵路或公路，以便運輸。
2. 油管亦應避火險，應有精密流量計 (Meter) 之裝設。
3. 注油之機，應工作迅速而不含雜質。

大量之油庫，多與其他房屋隔離。四周堆以沙土，以防火險及爆炸。油之存貯多藉唧筒用電力輸入油庫。或利用其自身之重量，輸入飛機庫旁之小桶中。若飛機之數量不多，則大量之油庫，不屬必需。臨時用數十呎之橡皮管自桶中輸至機旁即可。

五、航空站與沿綫夜間之照耀法 (Lighting)

航空事業，逐漸發達。欲求空運之迅速，不得不晝夜飛行。此航空站與主要幹綫所以需要燈光照耀之故也。有燈光之照耀，飛機乃得於夜間遵道而行。

燈光之來源，可分三種：一一

1. 油類
2. 二氫化碳 (Acetylene)
3. 電力

油類之常用者為煤蠟石蠟等物，(Paraffin) 是物之用於燈塔，

由來已久。用以爲航空站或路綫上之燈光亦頗多。二氫化磷，多用於路標，以其不須時時照料之故也。白熱電燈之用，勝於上述二種。因其亮度較強，清潔而易於管理，啓閉之外不需照料。其亮度較蠟燭強十四倍。一千五百瓦（Watt）之電燈，可有八百至一千小時之壽命。若有自動電流管理器之設備，舊電燈一破壞，預設之燈，可隨即明亮。

航空路綫之照耀

路綫之照耀，在給予駕駛者之指示，因飛機係在三度空間作高速度之運動，是以照耀之處，不僅地面而已，有時亦需他種照耀符號。此不僅使駕駛者有方向之指示，而又使之有地形之觀念。

航空路綫之燈，應具下列性質：——

1. 應有特殊之標誌，以別於他種光綫。
2. 高空中之燈光，應表示其地理位置。
3. 應求養護及管理上之方便。

夜間駕駛者之視能，與天氣大有關係，自數百碼至百哩不等。若燈光甚多之地，航空路綫之燈光，應具特殊之標誌。（Character）最有效之標誌，爲令燈光明滅相間。普通五六秒鐘一滅，滅之時間至少亦需三分之一秒。此種標誌之外，亦可附以形狀及顏色之標誌。

燈光之分佈，有二法，（一）用連續之燈光，照耀於路綫之上，則駕駛者可依道而行。此法之用於德美二國者，二十哩至三十哩間，燃以較大之燈，其間每隔三五哩，用較小之燈光照耀。（二）主要之地設以燈光相距由二十哩至八十哩。中間之距離由駕駛人用儀器航行。（如指南針等儀器）此法用於英國及南非洲。此法較上法爲省。但須有良好之夜航儀器。（Night Flying Instruments）多雲霧之也，用黃色燈光較佳，而以紅色爲最。

航空站之照耀

航空站之燈光，至少能使駕駛人在三哩外辨識。

四周每隔四百呎應綴以燈光。阻礙物及臨時阻礙物，其頂端及四周亦須以燈光標出。降落場之地面，除以燈光標識外，應有風向之號誌。

下列各處，為一航空站應有之燈光；一

1. 空站之特殊標識，使駕駛人知航空站之位置
2. 降落場地面之標誌。
3. 場地邊界之標誌。
4. 風向之標誌。
5. 阻礙物之標誌。
6. 屋頂之標誌以示雲之高度。
7. 號誌燈光，司管理臺 (Controlling Tower) 與飛機之連絡，以示飛機能否降落與開行。

標明航空站之燈光，具有特殊之形式與顏色，應置於顯明適宜之處。若在場中，則光綫不能過強，以防眩照駕駛人之眼睛。場面之燈光，宜自與地面成小角度之方向射出。邊界之燈平常用紅色或綠色。而尤以綠色為宜，以免混於紅色之為阻礙也。臨時之阻礙物及站中建築物之最高點均用紅燈。此種燈光之強度，以能照耀七百碼為準。場面上之燈光，平常用相互垂直之二排，亦有用多排而按風向以啟閉者。

航空站附近之煙囪，房屋，樹林，高地，凡能為飛機升降之阻礙者，均應以燈光標示。

風向之號誌為一重要事件。若重載之飛機與風向垂直降落，因旁壓力之過大，往往有傾覆之危。日間標識風向，每用雞狀或筒狀之布

蓬，置諸高竿之上，夜間則可加以燈光。精確之風向號誌，爲一丁字形之布蓬。尾端裝以風車，則其頂端自動指示風之方向。管理臺中之號誌。往往另設蓄電池，則管理之人可以隨時改變號誌。

結論

航空事業之進化，一日千里。將來之需要，難以預料。但航空運輸將日趨於普遍，此可斷言者也。是以航空站之設計，應多留將來發展之地。庶幾將來之航空站，如現在之火車站，輪船碼頭之爲城市區域之主要門戶，

航空站之設計，不能一概而論。一地與一地之情形，不同，而航空站之設計，亦未有相同者焉。每一航空站應按其位置，氣候，地形，與飛機之需要，而規劃之。此航空站設計之異於他種工程設計者也。

鍛接上剪力之分配

(Distribution of Shear in Welded Connections)

彭 榮 閣

無論何種構造，皆為多數部分合組而成。欲求構造之經濟耐久，連接之法，不可不注意焉。連接之法，其最常用者為鑄釘，各書述之甚詳，姑置不論。最近由探討而闡明之新法，較諸鑄釘有過而無不及者，厥為鍛接。鍛接云者，係先鑄兩部金屬之連結處，後再附加金屬於其上，使之結為一體也。此法用以連結金屬器皿者，固不自今日始，然用於鋼鐵建築物者，則為最近探討之結果也。歐美各邦，建築物之完全用鍛接法者，層見疊出，有高樓大廈，長橋巨船，蓋此法已為建築界所器重矣。

鍛接與鑄釘之設計，微有不同。如為鍛接，則連接之方式與各部之勻配 (Proportioning)，須特別注意。關於鑄釘接合 (Joint)，有一磨阻力 (friction) 存乎其間，在此磨阻力未克服前，鑄釘不傳送任何力量。又鑄釘孔較鑄釘稍大，當磨阻力被克服時，滑動 (Slip) 即隨之發生，而被連結之兩部，可生不同之傾斜 (Slope)，是以房屋棟樑，普通均按簡單支架 (Simply Supported) 設計也。至於鍛接接合則不然，蓋此磨阻力不復存在，當載重一加，則鍛接立盡傳力之責，並毫無滑動，因而鍛接棟樑均按固定端式 (Fixed End) 設計。職是之故，鍛接棟樑之斷面，大可因之減小。

鍛接法既甚簡便又有上述之優點，歐美各邦，對於其能承受之力潛心研究者，頗不乏人。各式鍛接，無論對稱與非對稱，無不加以試驗，其結果刊於“*The Structure Engineer*” June 1933, P283 P284。然僅及諸試驗，而力量之分析，公式之推演，却未顧及。今有紐約橋樑公司設計工程師Henry W. Troelsch其人者，對於鍛接上之剪力，曾作一數學的分析，提綱擇要，述之於下。深望鍛接上他種力量之分析，將接踵實現也。

本篇推演公式，需用雙曲線函數(Hyperbolic function)，惟其罕用也，茲將所用部分，畧述於下，以供參考。

$$(1) \text{Cosh } x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$$

$$(2) \text{Sinh } x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x})$$

$$(3) \text{Tanh } x = \frac{\text{Sinh } x}{\text{Cosh } x}$$

$$(4) \text{Sinh}(x-y) = \text{Sinh } x \text{Cosh } y - \text{Cosh } x \text{Sinh } y$$

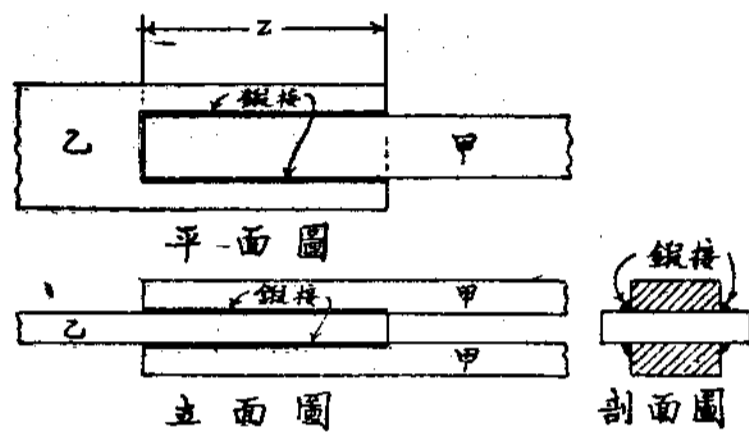
$$(5) D_x \text{Cosh } x = \text{Sinh } x$$

$$(6) D_x \text{Sinh } x = \text{Cosh } x$$

下文所論，乃對於圓角(Fillet)鍛接，縱向(Longitudinal)耐剪力(Shearing Stress)之分配，加以數學的分析。此篇分析，雖僅按連續(Continuous)鍛接之搭接(Lap Joint)而推出的結果，然亦可大概用於間斷(Intermittent)鍛接上。且使鑄釘之變形(deformation)與剪力成正比時，即以表鑄釘線上剪力之分配，亦不至有甚大錯誤也。

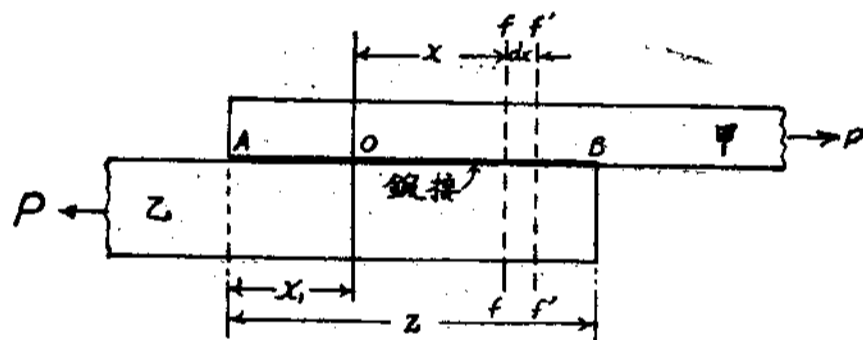
設有鋼鐵建築物甲乙二部，每一部由一鋼板或數鋼板組成。今欲

將此二部以鍛接法搭接之，可以圖示之如下。



(第一圖)

茲為分析方便起見，將甲部二段，合而為一，如下圖所示：



(第二圖)

在任一斷面 (f-f) 上，假使(1) 甲乙二部之應力，皆係平均分配；(2) 鍛接金屬 (weld metal) 不受牽力或壓力；(3) 鍛接金屬與建築物本身，均按虎克定律而變形，則鍛接某點上剪力所生之變形，將與彼點上之單位剪力成正比。設 g = 鍛接上剪力所生之變形 (Shearing deformation)， v = 鍛接單位長上之剪力 (Shear per unit length) 及 D = 潰率 (Detrusion Ratio)，則上種關係，可以下式表之。

$$g = \frac{v}{D} \dots \dots \dots (1)$$

潰率視鍛接金屬之性質而異，須由試驗而定其值。其單位與彈率 (Modulus of Elasticity) 之單位同。

就第二圖觀之，甲板之應力，在A點為零，在B點最大；而乙板之應力，則在B點為零，在A點最大，故AB之間，必有一點，兩板之單位應力變為相等，因而單位變形亦相等。自O至A，甲板上之應力（或變形），愈變愈小；而乙板上之應力（或變形），則愈變愈大。因此兩板間之變位 (Displacement)，亦隨距O點之距離而變大。此種變位，即所謂鍛接上剪力所生之變形，故鍛接上之剪力，亦隨距O點之距離而變大。同理，自O至B，鍛接上之剪力，亦隨距O點之距離而變大。由此觀之，則O點上之剪力最小也甚明。設此O點為原點，並使

a_1 = 甲板之橫斷面積。

a_2 = 乙板之橫斷面積。

S_1 = 在任一斷面 (f-f) 上，甲板之單位應力。

S_2 = 在任一斷面 (f-f) 上，乙板之單位應力。

E = 牽力或壓力之彈率。

N = 鍛接之數目 (Number of welds)

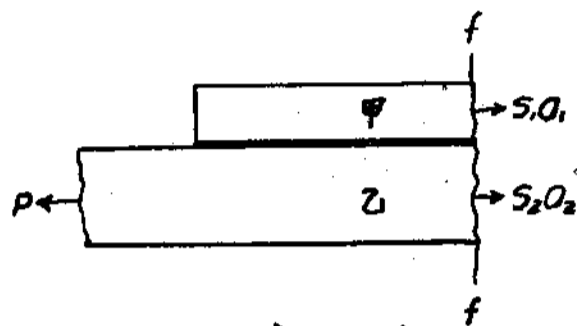
Z = 接合 (joint) 之長。

X_1 = 由O點至甲板搭接之端 (Spliced end) 之距離。

X = 以O為原點，斷面 (f-f) 之橫坐標。

P = 接合所傳之總應力。

假想斷面 (f-f) 之左邊，為一自由物體，則作用於其上之力，可圖示如下：

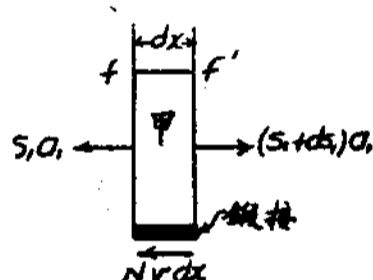


(第三圖)

$\because \sum H = 0, \therefore S_1 a_1 + S_2 a_2 = P,$ 此式可變為,

$$S_2 = \frac{P - S_1 a_1}{a_2} \dots \dots \dots (2)$$

於断面 (f-f) 之右方，距離 dx 處，取第二断面 (f-f)，試將此二断面所夾之甲板，加以分析，則作用於其上之力，可用下圖表之



(第四圖)

$\because \sum H = 0, \therefore S_1 a_1 + N dx = (S_1 + dS_1) a_1,$ 或

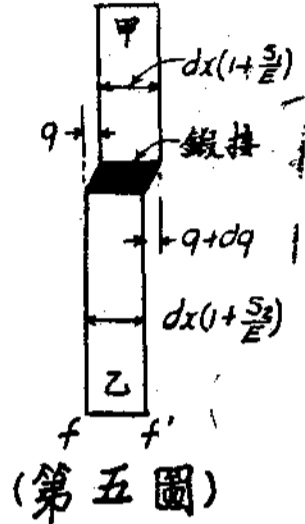
$$v = \frac{a_1}{N} \frac{dS_1}{dx} \dots \dots \dots (3)$$

今將 (3) 式之 v，代入 (1) 式，則得剪力所生之變形 (g)

$$g = \frac{v}{D} = \frac{a_1}{ND} \frac{dS_1}{dx} \dots \dots \dots (4)$$

若將甲乙二板，夾於 f-f 與 f'-f 二断面中間之部分，視為自由物

體而分析之，則鍛接變形後之狀態，即如下圖：



在牽力 P 作用之下，甲板之長，由 dx 增為 $dx(1 + \frac{S_1}{E})$

，而乙板則增為 $dx(1 + \frac{S_2}{E})$ 。設在 dx 長上，剪力所生變形之增加為 dq ，則在 ff 斷面上之變形 g ，將在 $f'f'$ 斷面上變為 $g + dq$

，正如第五圖所示。是以 $g + dx(1 + \frac{S_1}{E}) = (g + dq) + dx(1 + \frac{S_2}{E})$

，或

$$\frac{dq}{dx} = \frac{S_1 - S_2}{E} \dots \dots \dots (5)$$

微分 (4) 式，則得

$$\frac{dq}{dx} = \frac{a_1}{ND} \frac{d^2 S_1}{dx^2} \dots \dots \dots (6)$$

使 (6) 等於 (5) 式，並以 (2) 式 S_2 之值代入，則得

$$\frac{d^2 S_1}{dx^2} = \left(\frac{a_1 + a_2}{a_1 a_2} \right) \frac{ND}{E} S_1 - \frac{P}{a_1 a_2} \frac{ND}{E} \dots (7)$$

設 $b = \frac{\sqrt{a_1 a_2 E}}{\sqrt{(a_1 + a_2) N D}}$ ，則 (7) 式之積分爲，

$$S_1 = K_1 \sinh \frac{x}{b} + K_2 \cosh \frac{x}{b} + \frac{P}{a_1 + a_2} \dots (8)$$

(8) 式內之 K_1 與 K_2 ，均爲積分常量。其值可用下法求之。

先由 (3) 式與 (8) 式求得下式，再微分之。

$$v = \frac{a_1}{N} \frac{da_1}{dx} = \frac{a_1 K_1}{N b} \cosh \frac{x}{b} + \frac{a_1 K_2}{N b} \sinh \frac{x}{b} \dots (9)$$

$$\frac{dv}{dx} = \frac{a_1 k_1}{N b^2} \sinh \frac{x}{b} + \frac{a_1 k_2}{N b^2} \cosh \frac{x}{b} \dots \dots \dots (10)$$

因在原點處，剪力最小，故當 $x=0$ 時， $\frac{dv}{dx} = 0$ ，則 $\frac{a_1 k_1}{N b^2}$

$\sinh 0 + \frac{a_1 k_2}{N b^2} \cosh 0 = 0$ ，但 $\sinh 0 = 0$ 與 $\cosh 0 = 1$ ，故 $\frac{a_1 k_2}{N b^2} = 0$ ，或 $k_2 = 0$ (8) 式則變爲，

$$S_1 = K_1 \sinh \frac{x}{b} + \frac{P}{a_1 + a_2} \dots \dots \dots (11)$$

在 A 點處， $x = -x_1$ ，所有應力，均爲乙板承受，故 $S_1 = 0$ 。

因而 $0 = K_1 \sinh \frac{-x_1}{b} + \frac{P}{a_1 + a_2}$ ，或

$$K_1 = \frac{P}{(a_1 + a_2) \sinh \frac{x_1}{b}} \dots \dots \dots (12)$$

在 B 點處， $x = z - x_1$ ，所有應力，均爲甲板承受，故

$$S_1 = \frac{P}{a_1}$$

由 (11) 式與 (12) 式可得，

$$\frac{P}{a_1} = \frac{P}{(a_1 + a_2)} \frac{\text{Sinh} \frac{z-x_1}{b}}{\text{Sinh} \frac{x_1}{b}} + \frac{P}{a_1 + a_2} \dots \dots \dots (13)$$

展開 (13) 式之 $\text{Sinh} \frac{z-x_1}{b}$ ，乘以 $\frac{a_1 + a_2}{P}$ ，再化簡之，即得

$$\tanh \frac{x_1}{b} = \frac{a_1 \text{Sinh} \frac{z}{b}}{a_2 + a_1 \text{Cosh} \frac{z}{b}} \dots \dots \dots (14)$$

(13) 式可用以求 x_1 之值，而定 O 點之位置。

由 (9) 式，(12) 式與 $\frac{a_1 k_2}{N b^2} = 0$ ，可得

$$v = \frac{P a_1}{N (a_1 + a_2) b} \frac{\text{Cosh} \frac{x}{b}}{\text{Sinh} \frac{x_1}{b}}$$

再以 b 乘上式之分子與分母，並以 $\frac{\sqrt{a_1 a_2 E}}{\sqrt{(a_1 + a_2) N D}}$ 代 b ，則得

$$v = \frac{P b D}{a_2 E} \frac{\text{Cosh} \frac{x}{b}}{\text{Sinh} \frac{x_1}{b}} \dots \dots \dots (15)$$

最小剪力，發生於 $x=0$ 處，其值為

$$V_{\min.} = \frac{P b D}{a_2 E \sinh \frac{x_1}{b}} \dots \dots \dots (16)$$

最大剪力，則發生於接合之兩端 ($x = -x_1$ 或 $x = z - x_1$)。
 ○使 $x = -x_1$ ，且 $V_1 = A$ 點之剪力，則 (15) 式即變為

$$v_1 = \frac{PbD}{a_2 E \tanh \frac{x_1}{b}} \quad \text{○再以 (14) 式 } \tanh \frac{x_1}{b} \text{ 之值代入}$$

• 則得

$$v_1 = \frac{PbD}{a_2 E} \left[\frac{a_2 + a_1 \operatorname{Cosh} \frac{z}{b}}{a_1 \operatorname{Sinh} \frac{z}{b}} \right] \dots \dots \dots (17)$$

同理，使 $x = z - x_1$ ，並使 $v_2 = B$ 點之剪力，則得

$$v_2 = \frac{PbD}{a_1 E} \left[\frac{a_1 + a_2 \operatorname{Cosh} \frac{z}{b}}{a_2 \operatorname{Sinh} \frac{z}{b}} \right] \dots \dots \dots (18)$$

由 (17) 與 (18) 二式，不用求 x_1 ，即可得最大剪力。

在 (17) 與 (18) 二式中， $\frac{a_2 + a_1 \operatorname{Cosh} \frac{z}{b}}{a_1 \operatorname{Sinh} \frac{z}{b}}$ 與 $\frac{a_1 + a_2 \operatorname{Cosh} \frac{z}{b}}{a_2 \operatorname{Sinh} \frac{z}{b}}$

之值，永大於一。且 z 愈長則其值愈近於一，故無論使 z 增至任何長，亦弗克使兩端之剪力，小於下列之極限值：

$$v_1 = \frac{Pb}{a_2} \frac{D}{E} \dots \dots \dots (19)$$

$$v_2 = \frac{Pb}{a_1} \frac{D}{E} \dots \dots \dots (20)$$

上列之二極限，在平常情形下，多近似之，故普通多用之以求剪

力。

當作試驗以求潰率D時，最好在真實剪力等於平均剪力之點上，量剪力所生之變形，則由(1)式可得D矣。設 x_a 此點之橫坐標

，平均剪力 $= \frac{P}{Nz}$ ，則由(15)式可得

$$\frac{P}{Nz} = \frac{Pb}{a_2} \frac{D}{E} \frac{\text{Cosh} \frac{x_a}{b}}{\text{Sinh} \frac{x_1}{b}} \dots \dots \dots (21)$$

(21)式可變為，

$$\text{Cosh} \frac{x_a}{b} = \frac{E a_2}{D N b z} \text{Sinh} \frac{x_1}{b} = \frac{b(a_1 + a_2)}{a_1 z} \text{Sinh} \frac{x_1}{b} \dots \dots \dots (22)$$

由(22)式， x_a 可求得大小相等，符號相反之二值。 x_a 之值既得，則可於此點量剪力所生之變形，而D可得矣。

甲板上任一點之直接應力S，可由(11)式與(12)式求得之。

$$S_1 = \frac{P}{a_1 + a_2} \left[\frac{\text{Sinh} \frac{x}{b}}{\text{Sinh} \frac{x_1}{b}} + 1 \right] \dots \dots \dots (23)$$

將(23)式中 S_1 之值，代入(2)式，化簡之，可得乙板上任一點之直接應力 S_2 。

$$S_2 = \frac{P}{a_1 + a_2} \left[1 - \frac{a_1 \text{Sinh} \frac{x}{b}}{a_2 \text{Sinh} \frac{x_1}{b}} \right] \dots \dots \dots (24)$$

例題：設 $a_1 = 4$ 吋， $a_2 = 8$ 吋； $F = 64000$ 磅； $N = 4$ ； $z = 6$ 吋； $b = 1.153$ ，

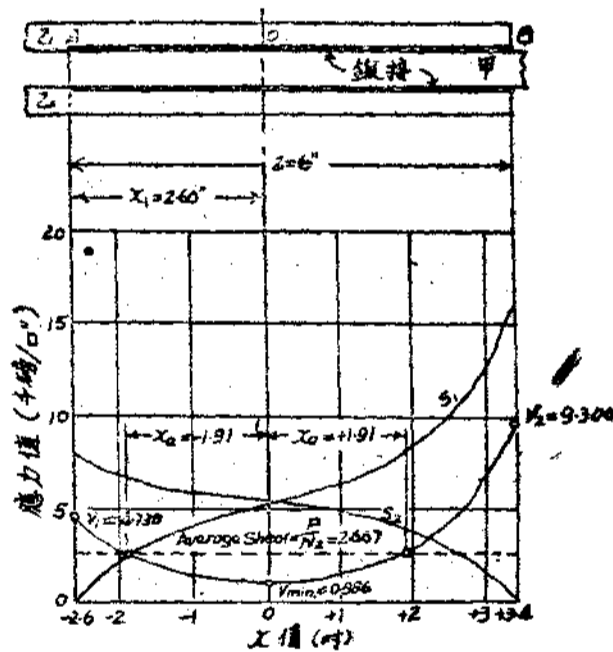
$E = 30,000,000$ 磅/吋²； $D = 15,000,000$ 磅/吋²。

由 (19) 與 (20) 可得： $V_1 = 4,730$ 磅， $V_2 = 9,220$ 磅

由 (17) 與 (18) 可得： $V_1 = 4,730$ 磅， $V_2 = 9,300$ 磅

$$V_a = \frac{64}{4 \times 6} = 2,667 \text{ 磅}$$

觀以上結果，可知用 (19) 及 (20) 所得者與用 (17) 及 (18) 所得者，相差無幾也。茲將用 (17) 與 (18) 所得之結果，以圖表之於下：



(第六圖)

加固橋梁電鐸法

稽銓譯述

近代鐵路車速增高軸，重加重，尤其在電化之鐵路，舊有橋梁，往往不勝負荷，非更換新橋或加固舊橋不可。昔日加固之法，均用鑄合，需費甚鉅，工作亦難。故更換與加固，究屬何者為經濟，須事先研究比較，方能決定。今也電鐸發明，鋼建築之加固及修理工作上，起一大革命。加以 X 光綫檢驗鐸工之堅度，非常可靠，近來用途日廣，經驗逾富。較鑄合法經濟上為者，質量上為優。歐洲各國駸駸乎將以電鐸為加固橋梁唯一之辦法。英國採用此法最早，成績甚優。澳洲一處，至一九三一年末，用此法加固之橋有七十三座。德國採用較遲，但近年進步神速，許多工件，頗有借鏡之價值，不獨因其量之可驚，其結構設計之新奇，有足多焉。此文引用之實例，均來自德國，即此意也。

(一)電鐸法之優點。

此法之優點有七，

(甲)電鐸工作進行時，並不妨礙行車。舊有鉚釘毫不牽動。橋梁負荷力，無一時減少者。反之，負荷力隨鐸工進行而增加。

(乙)工作架(腳手)可用極輕者。發電器毋須按在橋上。

(丙)設計者對於加固各件之佈置，有完全自由例如增大桿件之慣性力率，或放大其截面，可完全照其需要辦理，並無絲毫顧忌。

(丁)有時添設托翅(Bracket)減輕鉚釘負荷，建築物之壽命大為增

加。

(戊)此法可將接縫銲蓋，原係豁露截面，可變成掩藏截面。使鋼與空氣接觸之總面積減少，銹蝕機會自少，重油工價可以減省。

(己)電銲工價，僅佔新橋價極少之百分數。且加固後，建築物在技術上較原來鑄合法為優。

(庚)電銲法較鑄合法為絕對經濟。觀附圖一加固一 60)mm-I 字梁，一用鑄合法，一用電銲法，兩者相較，難易立見。(一)鑄合法須劃定鑄釘孔位，鑽成釘孔，致肢緣弱化。電銲法無此弱點。(二)鑄合法須將上下肢緣之兩面，刷淨油漆，方可開始鑄工。電銲法只須收拾肢緣之上面即可。

(三)四條銲條，極易佈置，無仰首工作之必要，較為省工。(四)電銲法無銲縫，水汽不易侵入。

(二)加固桿肢之通常佈置。

加固桿件之設計，須隨橋式，肢樣，及負荷力弱化程度而異。茲姑擇德國通常辦法畧舉一二如左：

(甲)加固縱橫梁接合處，

附圖二橫梁(a)，縱梁(b)間接合處鑄釘鬆活，且不勝負荷，只須在縱梁下早上一塊托翅(c)，所費甚微，而接合處立即強化。

(乙)加固橫梁腰板裂縫法。

附圖三橫梁腰板靠大梁處裂縫先用 $160 \times 320 \times 10$ 平板兩塊夾腰板而焊上。再在此板上左右各加焊 60×12 立板一塊以作勁桿。

(丙)加固桁梁腰桿法，

此項桿件加固時，須注意增強其抗彎力。附圖四所示各樣，試用成績均優。

(丁)加固桁梁肢桿法。

附圖五，為加固上下肢桿之佈置。反對者謂此法將鑄釘掩蓋，不易檢查。但現有可靠之 X 光綫檢查法，此層亦毋庸多慮。

(三)電鐸設計之原則。

(一)鐸條之佈置，務使鐸工便利，切忌有不易着手之處。

(二)所需鐸工，務減至最少限度。

(三)在可能範圍內，務使避免仰首工作之困難。

(四)關於電鐸及鑄合合用建築之最近實驗結論

(一)加固建築物，可設法利用熱力，或水力，使構肢內發生「先在力」

(Pre-stressing) 將來或可利用鋼條之縮力，以調劑內應抗力。

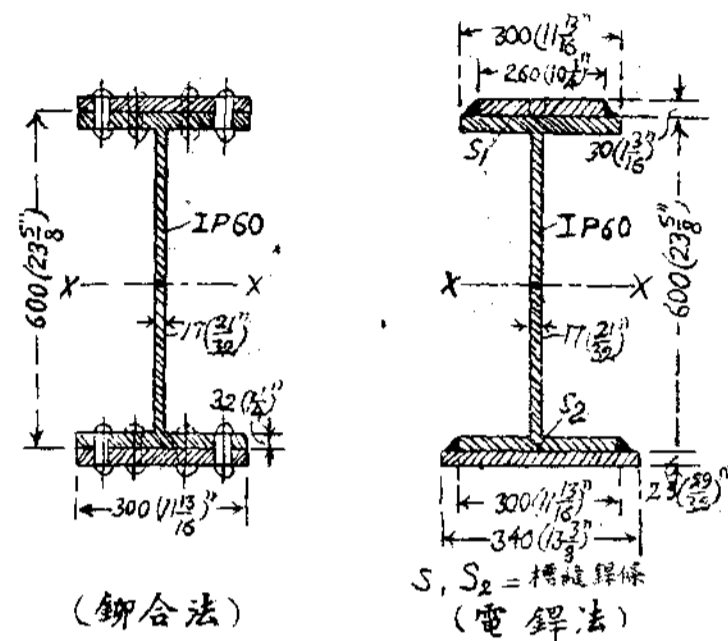
(二)任何加固之設計，結合處之幾何型，為影響抗疲力 (Fatigue Strength) 之主要原素。至鋼條之長向變形 (Elongation) 抗拉力 (Tensile Strength) 抗震力 (Notch Impact Value) 比較的尚為次要。

(三)鋼條之准許抗力，須設法利用至最大限度，以便減少鐸條之長度。

(四)鑄釘准許應力，只可用至最大限度三分之二。

(五)試驗結果鑄合處，往往較鑄合處先斷，因鐸條長向變形較小之故。

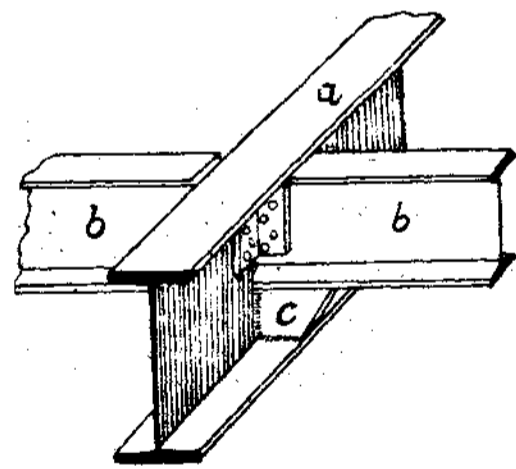
(六)設計者須注意避免應力有局部集中之可能，以免疲乏開裂之發生。



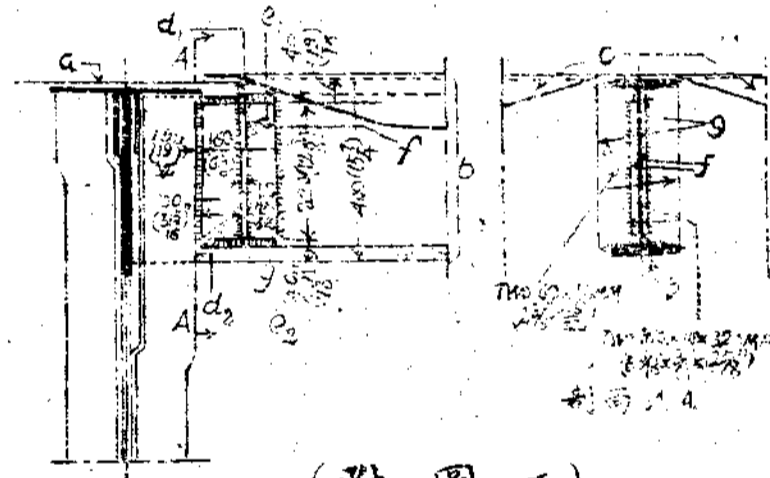
(鉚合法)

(電鋸法)

(附圖一)

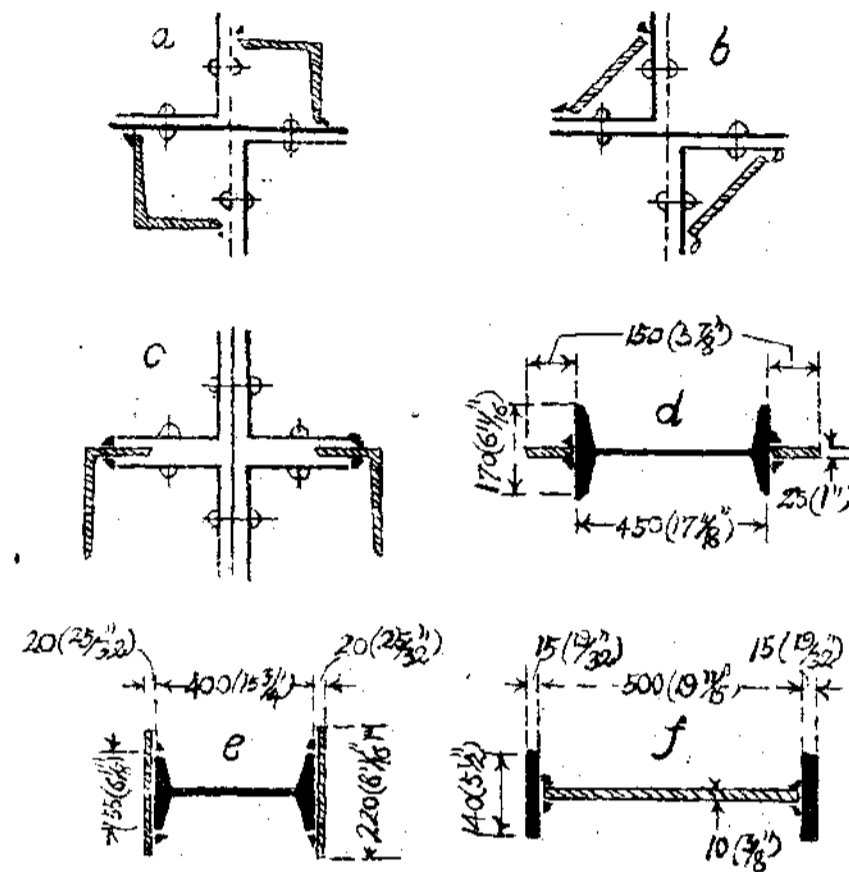


(附圖二)



(附圖三)

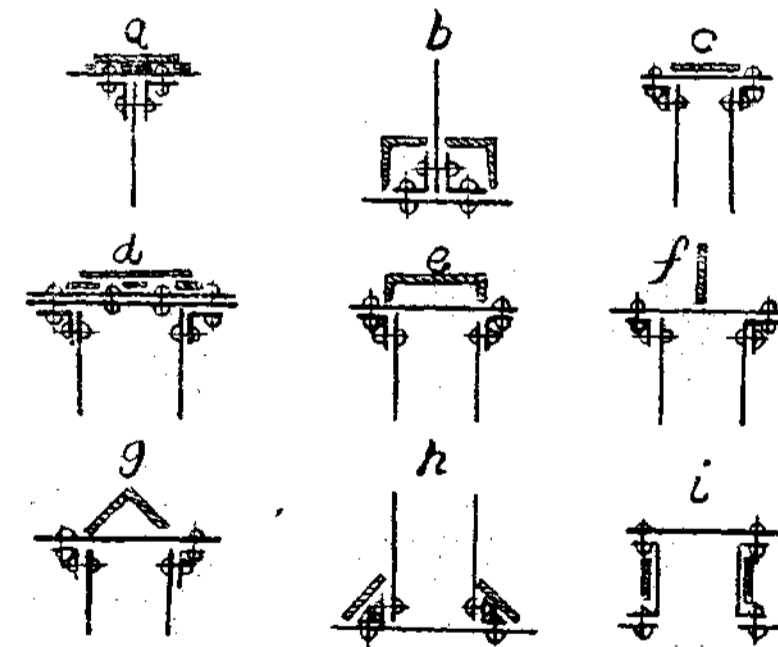
- a = 大梁上肢
- b = 橫梁
- c = 橋面鋼
- d = 橋梁到去之腹線
- e = 橋梁腹線之腹線
- f = 橋於腹線之加圍鋼
- g = 加筋鋼



— 加圍肢體

▲ 鋼條

(附圖四)



— 加圍肢體

(附圖五)

日規的做法

馬秋官

物質文明愈進步，時間的重要性也愈增加。現在我們有鐘表來替我們報告時刻。在古代沒有鐘表的時候，有些聰明人發明了許多記載時間的方法，如：刻燭，沙漏，日規，水鐘（中國古代的銅壺滴漏也是水鐘的一種）等。其中最準確而且不要人照拂的，要算日規了。日規的應用，隨天文學的發達而普遍。其準確的程度，雖然和現代的鐘表比較起來，不免相形見拙；然而在我們日常應用上，很是適宜，在園庭裝飾上的地位，也是很重要的。

甲 赤道面日規 (Equatorial Sundial)

我們眼所見的太陽在二十四小時內繞行地球一週，即360度（假定地球是靜止的），所以太陽在一小時內走一個十五度的弧。如果我們把一個圓均分為二十四等分，每等分十五度，圓心插一根針和圓面垂直，再把圓面放在一個和赤道圈 Equator 平行的位置（見圖一）。則針的兩端指南北兩極。十二時的時線 (Hour Line) 和子午圈 (meridian) 並行。西面是上午的時線，東面是下午的時線。這樣，赤道面日規就做成了。指針 (Gnomon) 的影子投在甚麼線上，就是什麼時刻了。

在實際上指針不能太細，總要有一個直徑。時線的畫法就要稍加寬變。設（圖二）中間小圓代表指針的粗細，均分圓周為二十四等分，時線是和小圓相切的（都相切在左邊），而不是連到圓心的。用時

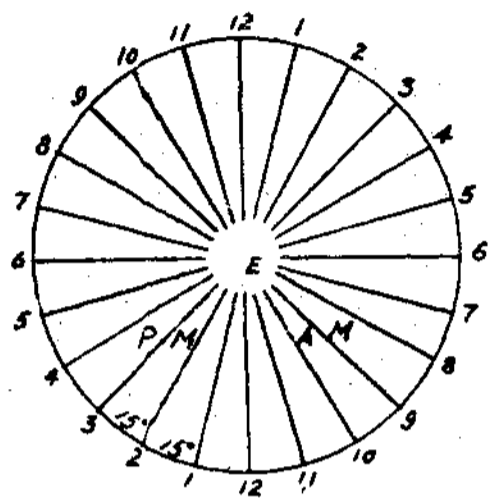


圖 一

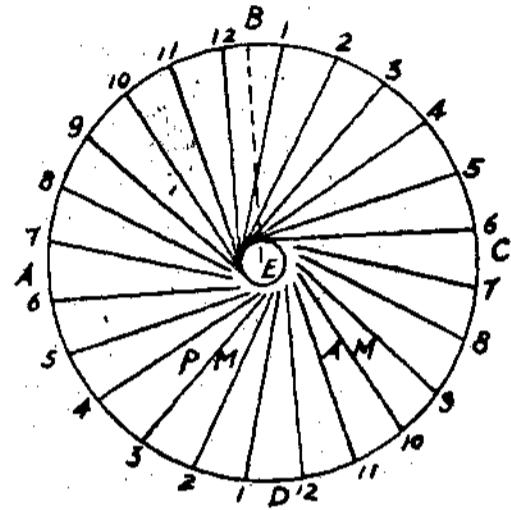


圖 二

要看圓棒左面的影子投在何線上，就是什麼時候。如果再要準確些，可以把一小時再分為十五分，十分或五分的均等分。圖三是日規用時的位置，圖四是日規面畫好的樣子。

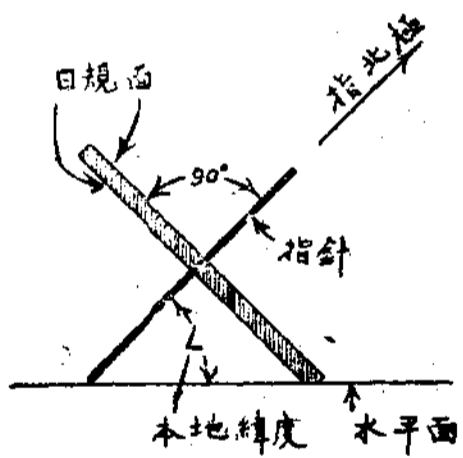


圖 三

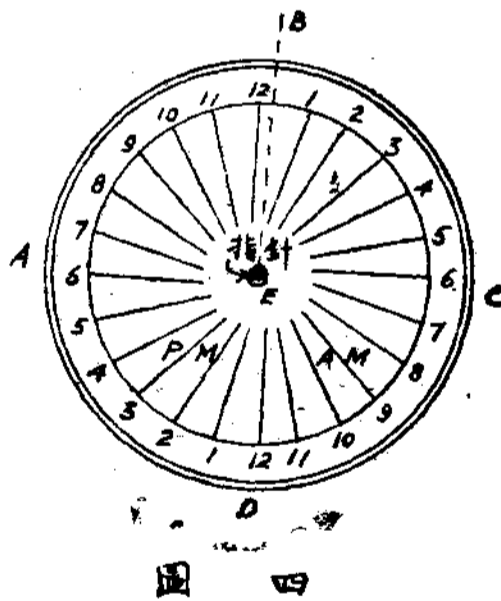


圖 四

就北半球說太陽的位置在春分 (Vernal Equinox) 到秋分 (Autumnal Equinox) 間 (即夏季)，赤緯 (Declination) n 是加號

的，太陽在赤道北。在秋分到春分間（即冬季）赤緯是減號的，太陽在赤道南。所以赤道面日規的上下兩面都要畫上時線的。夏季用上面，冬季用底面。

這一種日規最容易做，應用也很廣。北平故宮好幾處是有這樣的日規點綴着的。

乙 水平面日規 (Horizontal Sundial)

這種日規面是水平面，指針指北極，指針和日規面中間的角度等於本地的緯度 (Latitude)。十二時線即子午線。畫時線有兩種方法：

第一法——見圖五，ad是指針，bcd是水平面，所以adb角等

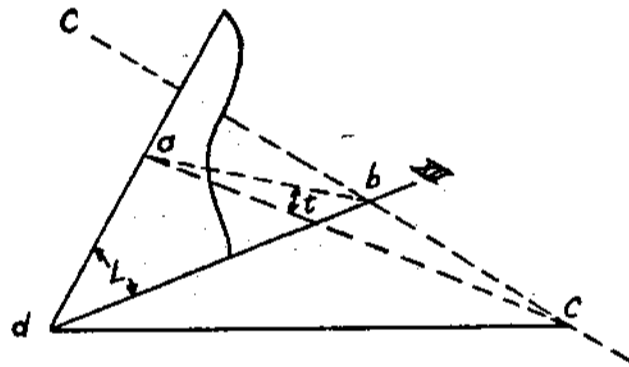


圖 五

於本地的緯度 L 。bd是十二時線，abc平面和赤道圈平行，bac是時角 t 。所以，

$$\tan bac = \tan t = \frac{bc}{ab}$$

$$\sin adb = \sin L = \frac{ab}{db}$$

$$\tan t \cdot \sin L = \frac{bc}{ab} \cdot \frac{ab}{db} = \frac{bc}{db} = \tan bdc$$

用公式 $\tan bdc = \tan t \cdot \sin L$ 可以求出各時間不同的平面角

來，用半圓儀畫在日規面上，就是時線。上午和下午的時線是對稱的，算出上午時線的平面角，下午的時線即可照樣畫出。

第二法——見圖六，先畫一條橫線 FAG (即六時線)，由 A 點起畫 AC 垂直於 FAG (即十二時線)。畫 AD，使 CAD 角等於本地的緯度 L。由 AC 線上任一點 B 畫 BE 和 AC 垂直。截 BC 等於

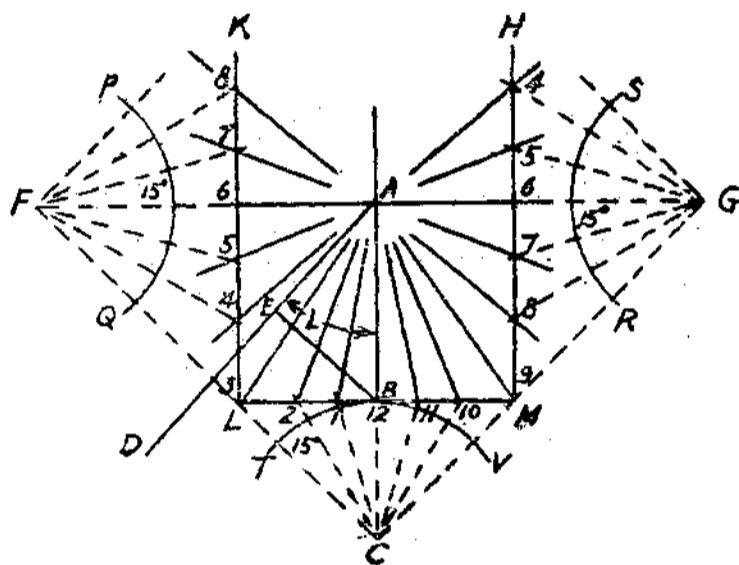


圖 六

BE，再截 AF 和 AG 都等於 AC。連 FC 和 CG。穿過 B 點畫一條線和 FG 平行，切 CG 在 M 點，切 FC 在 L 點。穿過 L 點和 M 點畫 LK 和 MH 平行於 AC。再用 BC 做半徑，C, F 和 G 做圓心，畫三條圓弧 TV, PQ 和 SR。均分各圓弧為十五度的等分。由 F, C, 和 G 點經過這些均分點，畫許多線交 KL, LM 和 MH 諸線。又從 A 點畫線穿過這些交點，就是時線了。

如果再要準確些；可再把一小時的弧分為十五分，十分或是五分的等分，與前法相同。

實際上指針總有一個寬度，不是一條線。如圖七，AA'是指針的

寬度，則上午的6, 7, 8, 等時線由A點畫起，下午的 1, 2, 3 等時線由 A' 點畫起。但是上午的 4, 5 時線由 A' 點起，下午的 7, 8 時線由 A 點起。那全看投在時線上的影子，是 AB 邊的還是 A'B' 邊的了。

時線畫好，指針放好之後，把日規放到相當的位置上，用水平儀校正日規面是不是水平。再把十二時線向正南，就可以用了。圖八就

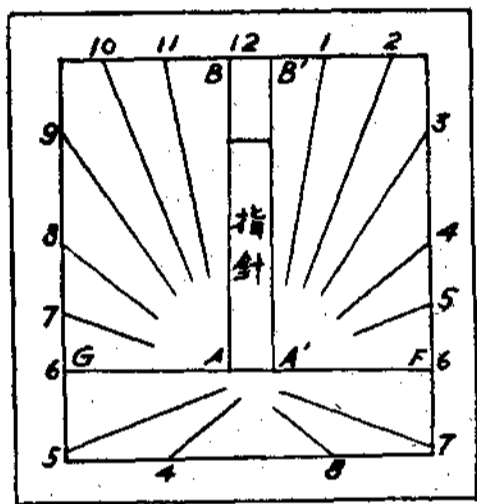


圖 七

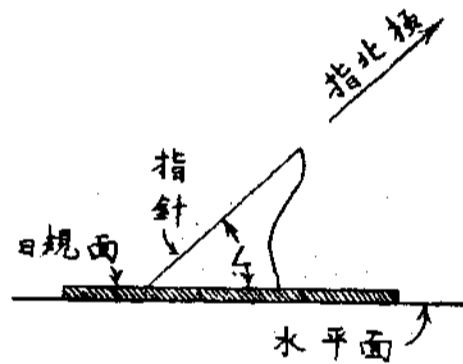


圖 八

是用時的位置。

丙 正南垂直面日規 (South Vertical Sundial)

這種的日規面是一個垂直面，和西卯圈 (Prime Vertical) 平行，正向南方。指針指南極，十二時線是垂直線。指針和日規面間的角度等於直角減去本地的緯度。畫時線亦有兩種方法：

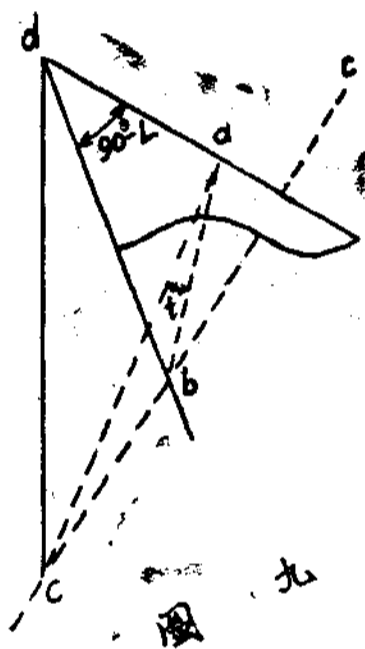
第一法——見圖九，ad 是指針，bcd 是正南垂直面，db 是十二時線。adb 角等於 $(90^\circ - L)$ 。abc 平面和赤道圈平行，bac 角是時角 t。

$$\tan bac = \tan t = \frac{bc}{ab}$$

$$\sin \text{adb} = \sin (90^\circ - L) = \cos L = \frac{ab}{db}$$

$$\therefore \tan t \cdot \cos L = \frac{bc}{ab} \cdot \frac{ab}{db} = \frac{bc}{db} = \tan \text{bde}$$

由公式 $\tan \text{bde} = \tan t \cdot \cos L$ 可求出各時間的垂直面角來，用半圓儀畫在日規面上，就是時線。上午和下午的時線是對稱的。上午六時以前和下午六時以後的時線不必畫，因為那些時候太陽在日



規的背面呢。

第二法一見圖十，畫橫線 FAG (即六時線)，由 A 點畫 AC 和 FAG 垂直 (即十二時線)。畫 AD，使 CAD 角等於 $(90^\circ - L)$ 。由 AC 線上任一點 B，作 BE 垂直於 AD。截 BC 等於 BE，再截 AF 和 AG 都等於 AC。連 FC 和 CG 兩線。穿過 B 點，畫一條線和 FG 平行，切 FC 線在 L 點，切 CG 線在 M 點。穿過 M，L 兩點。作 MH 和 LK 平行於 AC。用 BC 做半徑，C，F 和 G 作圓心，畫圓弧 PQ

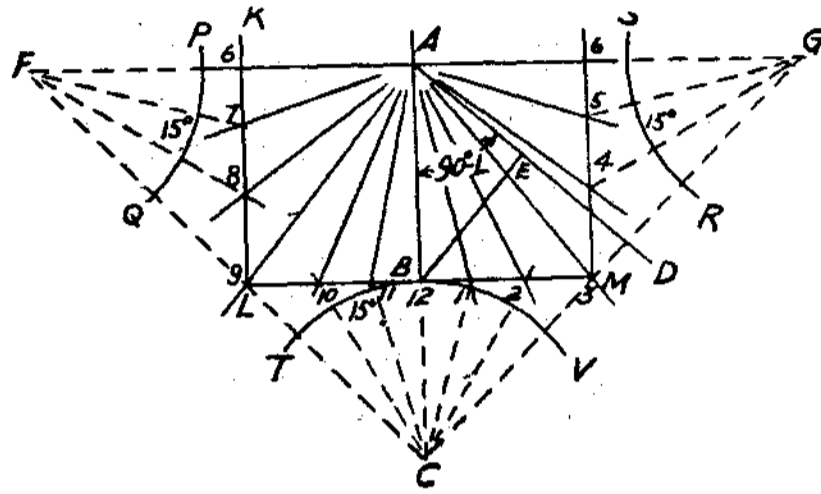


圖 十

• TV和SR。分各弧為十五度的等分。由F，C和G點，經過均分點，畫許多線，交KL，HM及LM諸線，再從A點畫線穿過這些交點，就是時線了。

• 圖十一是日規面畫好的樣子，AA'是指針寬度，上午的時線連到A點，下午的時線連到A'點。圖十二是日規用時的位置。

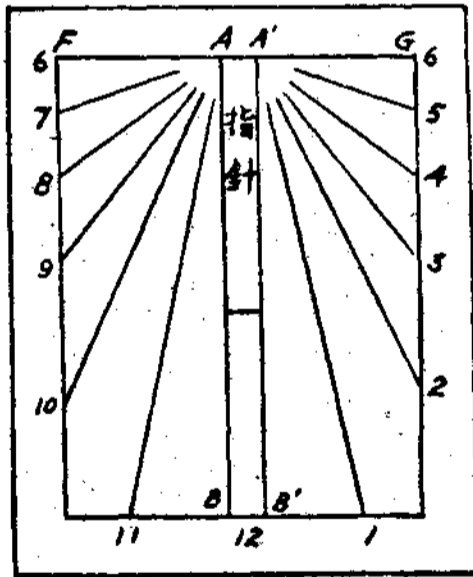


圖 十一

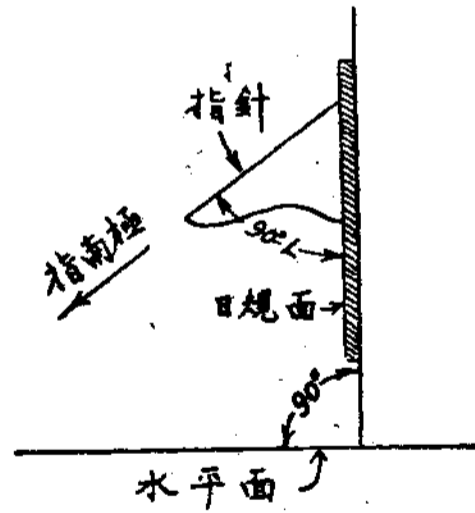
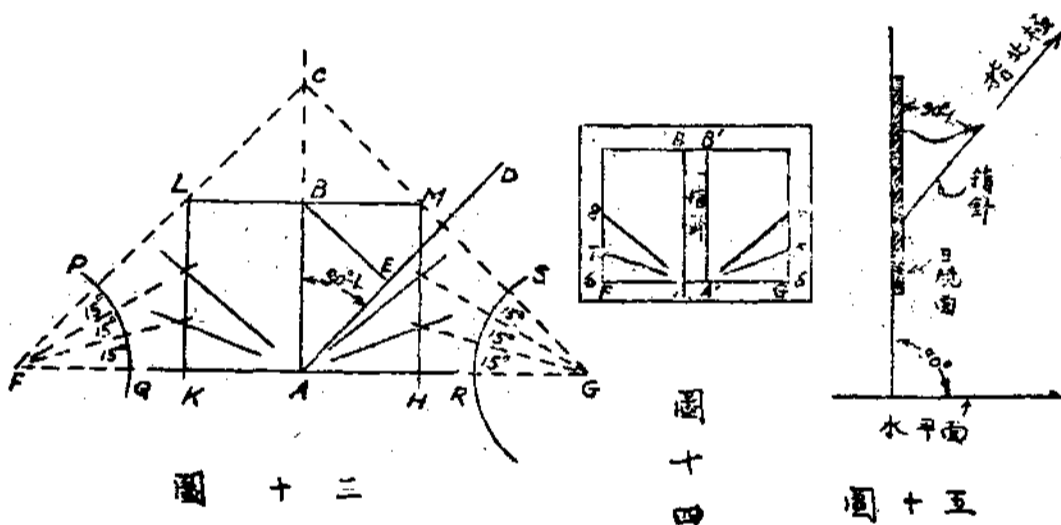


圖 十二

這種日規常用來裝飾向南的牆壁。如果房子不是正南的，這種日規就不適用了。下面另有偏向日規的作法。

丁 正北垂直面日規 (North Vertical Sundial)

這種日規和前種相反，日規面正向北方，指針指北極，其餘都和前種相同。畫時線也有兩種方法，為節省篇幅起見，祇寫一種方法。在圖十三中，畫橫線 FAG，AC 垂直於 FAG，CAD 角等於 $(90^\circ - L)$ 。BE 垂直於 AD，BC 等於 BE，其餘畫法和前法相同，參看圖十和圖十三。圖十四是日規面畫好的樣子，圖十五是用時的位置。



這種日規祇能指示上午六時前和下午六時後的時間，祇有夏天日出和日落時能用，所以用途很小。

戊 正東(或正西)垂直面日規

(East (or West) Vertical Sundial)

這兩種日規作法相同，這裏祇寫出正東日規的作法。

日規面和子午圈平行，所以也叫做子午日規 (Meridian Sundial)。指針和日規面平行，指兩極。在圖十六中，DF 是指針的位置，

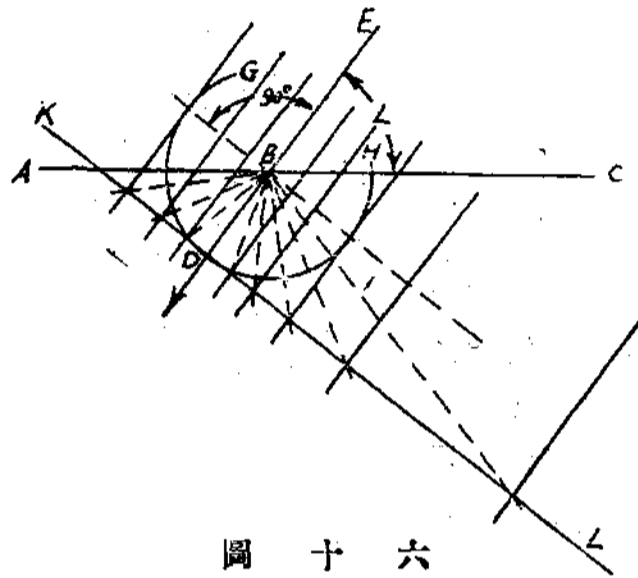


圖 十 六

時線都 DE 平行。先畫水平線 AC，在 AC 線上任一點 B 作 DE，使 EBC 角等於本地緯度。DE 就是上午六時線。截 BD 等於指針的高度（即指針到日規面的距離）。穿過 D 點畫 KL 垂直於 DE 指用 B 點作圓心，BD 作半徑，畫圓弧 GDH。由 D 點起，分圓弧為十五度的均等分。連 B 到均分點，畫線交 KL 線上各點，穿過這些交點，畫線和 DE 平行，就是時線了。

圖十七是正東日規面畫好的樣子。圖十八是正西日規面畫好的樣子。圖十九是指針在日規面上的位置。

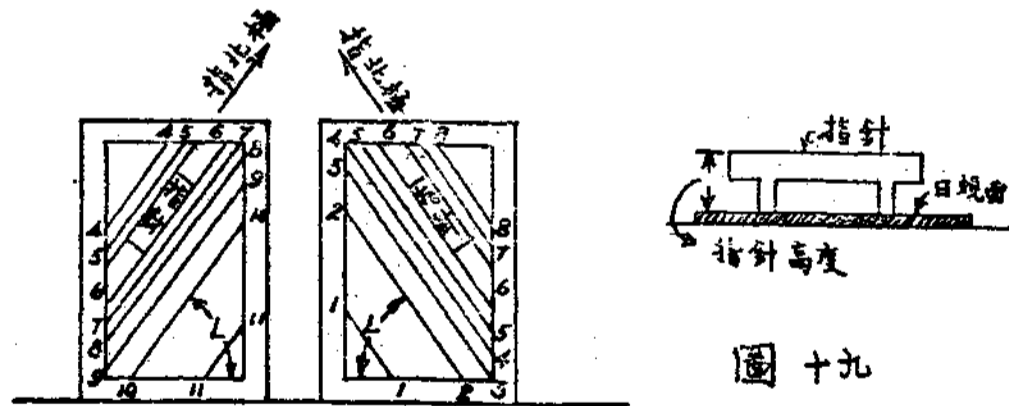
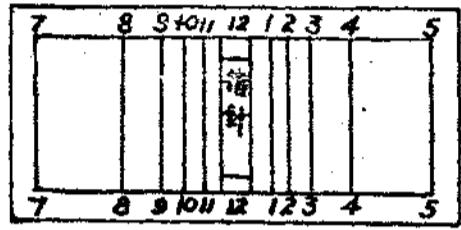


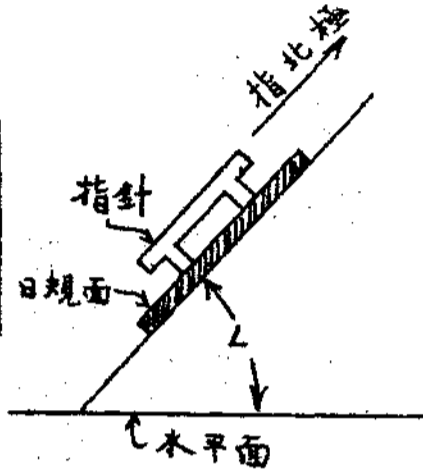
圖 十 九

圖 十 七

圖 十 八



圖二十一

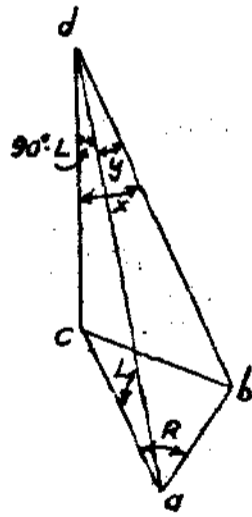


圖二十二

庚 偏方向垂直面日規 (Vertical Declining Sundial,

偏方向的日規可分做四種。向南而偏東或偏西的，和向北面偏東或偏西的。時綫的畫法大同小異。這裏祇寫一個向南偏西的垂直面日規來做例子。

日規面和水平面垂直。指針面和日規面垂直。指針指南極。十二時綫是垂直綫。先求出指針和日規面中間的角度及指針面和十二時綫中間的角度。這兩個角度，有兩種求法。圖二十三是第一個求法。



圖二十三

(59)

cd 是垂直綫，ac 是子午綫，bcd 是日規面，abd 是指針面，ab 是指針，cad 角是本地的緯度 L，bac 角是日規的偏度 R，在這個情形是偏西，求 x 角和 y 角。

$$\begin{aligned} \text{因 } \tan \angle adc &= \tan (90^\circ - L) = \cot L = \frac{ac}{cd} \\ \sin \angle bac &= \sin R = \frac{bc}{ac} \\ \text{故 } \cot L \cdot \sin R &= \frac{ac}{cd} \cdot \frac{bc}{ac} = \frac{bc}{cd} = \tan \angle cdb = \tan x \\ \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{又 } \sin x &= \frac{bc}{bd}, \cot R = \frac{ab}{ac} \\ \text{故 } \sin x \cdot \cot R &= \frac{bc}{bd} \cdot \frac{ab}{bc} = \frac{ab}{bd} = \tan y \dots\dots(2) \end{aligned}$$

用公式 (1) 可先求出指針面和十二時綫中間的 x 角，再用公式 (2) 可求出指針和日規面中間的 y 角。

圖二十四是第二個求法。畫橫綫 ABC，垂直綫 BD (即十二時

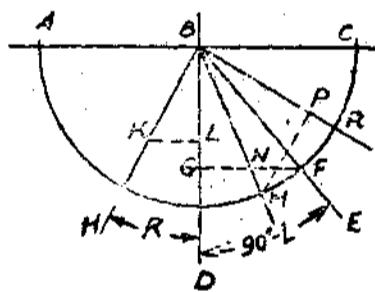


圖 二十四

綫)，作 BE 綫，使 DBE 角等於 $(90^\circ - L)$ 。以 B 點作圓心，用任意半徑畫圓弧 AC，和 BE 相交在 F 點。作 FG 垂直於 BD。作 BH，使 DBH 角等於日規面的偏度 R。截 BK 等於 FG，作 KL 垂直於 BD。截 GN 等於 LK。連 BN 綫，和 AC 弧相交於 M 點。BM 綫就

是指針面的位置。在偏西的日規上，BM 綫在下午時綫的一邊；在偏東的日規上，BM 綫在上午時綫的一邊。

再用N 作圓心，BL 作半徑，畫圓弧和 AC 弧交於R點。連 BR 綫，MBR 角就是指針和日規面中間的角度。

圖二十五是時綫的畫法。先畫垂直綫 BD，BM 綫的位置是由前圖求得的。在圖二十四上面，作 MP 垂直於 BR。再在圖二十五上面

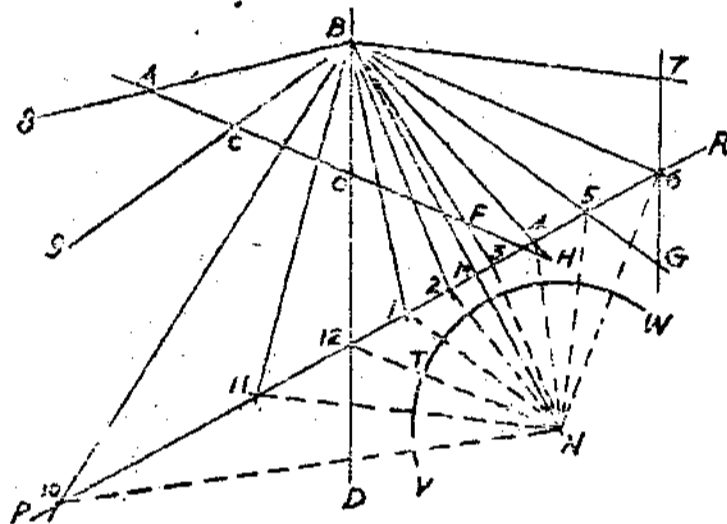


圖 二十五

，截 MN 等於圖二十四中的 MD。用 N 作圓心，畫一任意半徑弧 VW，穿過 M 點，作 PR 綫垂直於 BM，和 BD 綫相交在 12 點，連 N 到 12，交 VW 弧在 T 點。從 T 點起，分 VW 弧為十五度的均等分。從 N 點畫綫穿過均分點，和 PR 綫相交在 10, 11……諸點。由 B 點連到 10, 11……諸點的綫就是所要畫的時綫。

下午六時以後時綫的畫法：B—6 是六時綫，畫一條綫經過 6 點和 BD 平行，交 B—5 綫在 G 點。截 6—7 等於 G—6。連 B—7，就是下午七時綫了。如果需要的時候，八時九時的綫都可用相同方法畫出。

上午十點前時綫的畫法：穿過BD 綫上任一點O畫一綫和B—6平行，交B—3在F點，交B—4在H點。在OH綫上，截OC等於OF，OA等於OH。連BA和BC兩綫，就是上午八時綫和九時綫了。圖二十六是日規面畫好的樣子和指針在日規面上的位置。

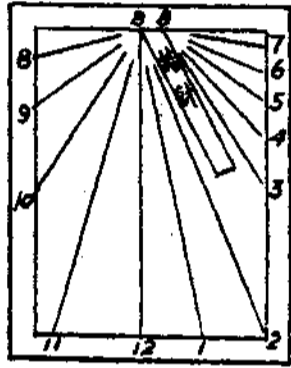


圖 二十六

辛 正向斜面日規(Direct Reclining Sundials)

正向斜面日規可分做兩大類：向正南或向正北的，和向正東或向正西的。第一類的日規是一個斜面，正向子午圈上的一點。詳細一點說：假定有一個平面，包含一條正東西向的綫，如果綫是固定的，而平面可以自由轉動，這些不同位置的平面，都是正南或正北的斜面日規。第二類的日規面是一個斜面，正向卯酉圈(Prime vertical)上的一點。設想有一個平面，包含一條正南北的綫(即子午綫)，綫是固定的，平面可以轉動，這些不同位置的平面，都是正東或正西的斜面日規。

在畫時綫之前，我們必須知道兩件事：一，本地的緯度；二，日規面傾斜的角度(就是日規面和垂真綫間的角度)再用簡單算學關係求出一個新的緯度來，南或北的斜面日規就變成一個求得新緯度的水

平面日規，東或西的斜面日規就變成新緯度的偏方向垂直面日規了。

先說第一類：

一。正南斜面日規：如果傾角小於緯度的餘角（ $90^\circ - L$ ），新緯度等於緯度的餘角減傾角。如果傾角等於緯度的餘角，就是極日規。如果傾角大於緯度的餘角，新緯度等於傾角減緯度的餘角。

二。正北斜面日規：如果傾角小於緯度，新緯度等於傾角加緯度的餘角。如果傾角等於緯度，就是赤道面日規。如果傾角大於緯度，新緯度等於一百八十度減去傾角與緯度餘角之和，即 $90^\circ + I - R$ 。

按上述公式把新緯度求出來，指針指北極或南極。十二時線在子午圈內。指針和日規面間的角度等於新緯度。時線的畫法和新緯度地方的水平面日規相同。

第二類，正東或正西斜面日規：這種日規可變成新緯度的南面偏東或偏西的日規。新緯度等於緯度的餘角，新日規面的偏角（參看庚種日規）等於傾角的餘角。向東斜面日規變成南面偏西的垂直面日規，向西斜面日規變成南面偏東垂直面日規。

新緯度和新偏角求出之後，時線的畫法和圖二十五相同，不過是上午和下午的時線顛倒位置。十二時線是子午線，指針指北極，指針面有兩種放法：第一法是指針面和日規面垂直，指針和日規面中間的角度及指針面和十二時線中間的角度都可按圖二十三或圖二十四的方法求出。第二法是指針面和水平面垂直，和日規面相交在十二時線上，指針和十二時線中間的角度等於緯度，指針面和日規面中間的角度等於日規面的傾角。

時間校正法

日規是用我們眼所見到太陽的位置來指示時間，所以它表示的是「視太陽時」(Apparent Solar time)但是太陽的運行不大規則，因

爲：

一、太陽運行的軌道是黃道 (Ecliptic) 而不是赤道。黃道稍傾斜於赤道，所以在一年之中，太陽運行的速度不大平均。

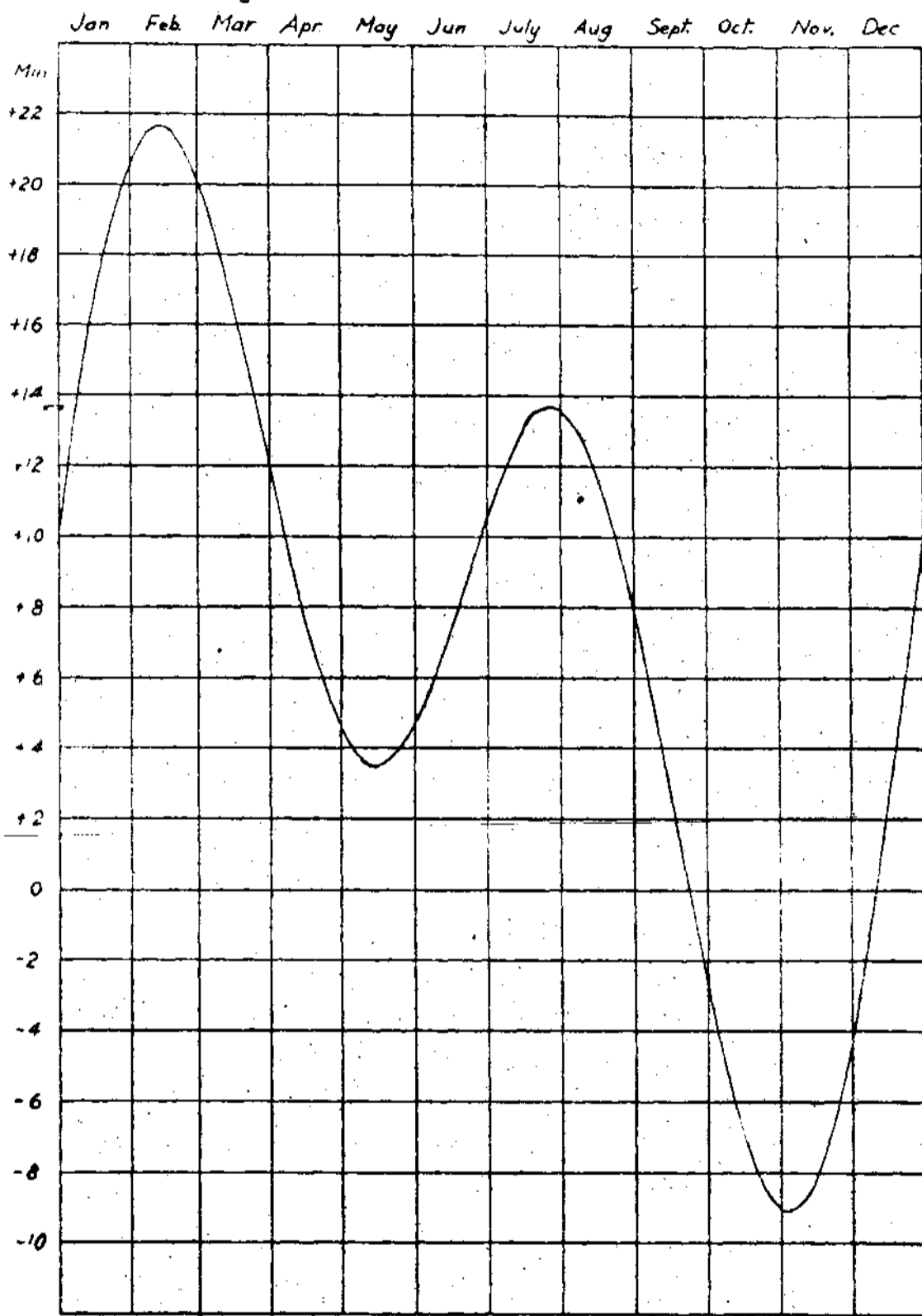
二、地球的軌道是橢圓形，太陽是在橢圓的一個焦點 (Focus) 上，所以一年之中地球到太陽間的距離也是刻刻改變的，地球運行的速率也隨着改變。

太陽的運行既不大規則，所以視太陽時不很平均，我們用起來很不方便。「平太陽時」(Mean Solar time) 就是一個運行平均的太陽，在假定的赤道上運行所指示的時間。「平太陽時」和「視太陽時」的差叫做時差 (Equation of time)：

$$\text{時差} = \text{平太陽時} - \text{視太陽時}$$

但是我們用的時刻是標準時。在地球上，選二十四根經綫，每綫相距十五度(即小時)。每經綫附近的地方就用那根經綫的平太陽時爲標準時。例如唐山在東經一百一十八度十分，所以就用東經一百二十度的平太陽時爲標準時。

校正時間分爲兩步手續：先由視太陽時加或減時差變成平太陽時，再把平太陽時化成標準時。把這兩種校正列成一個簡單的表，刻在日規旁邊。從天文歷上找出時差來，再把本地經度和標準時經度的距離化成時間，加上或減去時差(要看彼此的位置。東經，本地在標準經時度以西的，相加，以東的，相減。西經相反。)就可列成一個表



校正日規曲線圖 (唐山)

了。但是像這樣一個表列在日規旁邊，既不好看，用時又很麻煩。不如把它畫成一個曲線圖，又清楚，又美觀。65頁上是一張唐山日規的校正曲線圖用時先看日規上的時間，再加上或減去圖上的校正，就可以知道準確的時刻了。例如：五月十五日（我們唐山學校成立紀念日）午前，日規上的時間十一點四十五分，圖上的校正是十4分，所以現在的標準時是十一點四十九分。

各種日規的比較

日規指示時刻準確的程度，和下列數事有關係：

- 一、日規盤的大小。
- 二、時線的準確與否。
- 三、位置和方向的正確與否。
- 四、日規的種類。

在上述各種日規中，最容易做的是赤道面日規。用的時間——即太陽射在日規面上的時間——最長的，要算赤道面日規和永平面日規了。這兩種日規，除去陰天以外，從太陽出到太陽沒都可以用，如果沒有房屋樹木遮蔽的話，正南垂直面日規應用時間較短，由上午六時到下午六時。不過它可以用來裝飾牆壁柱面，所以也常常用到。正北面日規的應用時間最短，用途也頂小。正東和正西日規在特殊情形之下很適用。其餘幾種傾斜日規，因為應用時間短，做法又比較複雜，所以用途也受限制。正東正西和極日規三種，因為時綫彼此的距離太不相同，所以用時很討厭；時綫距離太遠的地方，影子不清楚，看時間很困難。比較起來，以水平面日規為最適宜，作法不太麻煩，放置又很省事，也很美觀。赤道面日規次之，作法雖然簡單，放置不容易正確。還有一個大毛病，春分和秋分左右，日光的影子不很清楚，而且冬季要看日規的底面，很不方便。 [完]

註——這一篇，本想在開學兩星期內寫好，不想遇見一點困難，今天才能脫稿。材料大半是從“Scientific American”一篇論日規文字採來的。原文很長，由去年二月號到今年的三月號方登完。原文除日規的作法外，尚有一部分是關於各種日規上的赤緯線（Line of Declination）和黃道帶（zodiac）的畫法。雖然在天文上的價值很大，日常應用却沒有什麼用途，所以刪去了。譯名概從大學叢書內夏堅白着應用天文學。為避免誤解起見，譯名後都注英文。

專 載

近代鐸接工程

張 維 合譯
高 超

本刊自本卷起，特闢專載一欄，以爲刊登長篇著作之用。凡在本欄登載之文字，均代加印五十至一百份單行冊，將來集合數期之單行冊，即可訂成一本專書。書之版權歸著作者所有。如得投稿諸公贊助，則積之數年，本社即可有唐山工程叢書問世矣。

張維高超兩助教所合譯之近代鐸接工程，英文名爲“Technique of modern Welding”原著者係德國人巴德克教授。此篇則係從1933年出版之英譯本轉譯。全書約佔本刊二百頁，故擬分四期刊出，儘本卷登完。按鐸接工程爲歐戰後新興工程學術中最重要者之一。尤以在近幾年來，世界經濟恐慌期間，百業不振，惟鐸接工業獨具興旺氣象。英國工程界乃有「工程師近漸具有鐸接意識」（“Engineers are becoming Welding-minded”）之語。實則，現在鐸接應用之廣，幾於無一種工程不需之矣。在鐵路及橋樑工程上，鐸接之重要，尤與日俱增。本書原著者，即係德國國有鐵路鐸接工廠及鐸接工程研究所

主任，故內容關於理論及經驗，均極充實。兼之英譯者 H. Kenney 對於最近材料（1933）加以相當補充，允爲此類工程書籍中之巨擘。今由張高兩助教合譯介紹於國人，預料吾國工程界，不久亦將漸具「鐸接意識」矣。

記者附識

近代鐸接工程

巴德克教授 (Prof. P. Bardtke) 原著

張維 高超 合譯

第一篇 鐸接法 (Welding Processes)

第一章

引言

1. 鐸接工程的進展。

數十年前，鐸接之意迨指兩鐵片燒至紅熱發軟之後，在壓力之下接連一體；換言之，數百年來所應用的鐸接方法僅係鍛鐸或錘鐸。直至前世紀方採用水炭氣焰代替爐火作為鐸接熱之來源。自鑿砂方面言之，尚有一種鑄鐸，其程序先將熔成液狀之鐵質倒灌入模，順其入口，流至所要修補之地，以流滿為度；覆以遮蓋物，而後任其逐漸冷卻，現在之熔鐸法即頗與之相似，此法既不經濟，又不可靠，故只在小規模工作方面始應用之。

1887年，俄國班拉都氏 (Benardos) 試用電弧鐸接鑄鐵，鍛鐵，及鋼宣告成功，其後在1889年，霍若諾氏 (Zerener) 1890年斯那威氏

(Slavianoff) 先後加以改進。雖然上述發明，引起世人興趣不少，但因銲接機器設計之不良，及填銲物(Filler)之不適當，發生許多舛誤與不滿意之結果，剛發端之電弧銲接不免中途停頓，且少數銲匠以秘密可以居奇，鮮有傳授他人者，銲接工程更無發展。廿世紀之初較電弧銲優良之新法發現，名之曰自動銲*。

1892年，北美 SPRAY 地方發現電石，其後電石即普遍應用為光源，不久市場中炸藥筒，亦有售賣。隨之有人設法應用氧氣和電石氣熔銲鐵質物體，但因鐵質受熱則熔流，不能停堆，銲接依然無效。1900年，英人應用火炬銲接宣告成功，以後此法進展甚速，銲接之方法為之一變。故本世紀之初，各種銲接皆稍有端倪，同時電阻銲接法亦試驗成功。

1907年，電阻銲接已能普遍應用銲接輕平鋼板。

此種種新銲接法在歐戰時期中發展最快，因戰時許多已廢之物在短期內須要修補應用，且當時稀貴金屬務求設法儉用，故銲接之進展，此為其主因也。

四年大戰不僅熔氣銲法及其所應備之器具，有巨大之發展，即電弧銲與電阻銲所用機械之設計方面，亦有長足之進步。

當時新銲接法於修理方面，頗為得力。不久，衆認為新銲接法應用於製造方面，亦較鑄接及火銲更為經濟。歐戰告終，製造工業乃普遍採用熔氣及電阻銲。

與上述諸法，同時並進，另有一種鉛熱銲接法。從1894至1910年逐步改進。此法之原理為鉛在氧氣內燃燒，產生之溫度達 1850°F

*此名誠為不當，蓋電弧銲在某種意義內亦為自動銲。此名詞已照德國工程師學會銲接工程組之意見改為“熔氣銲”，本書以後採用之。

熔 焊			第2頁7A		
名稱	標準圖樣	符號			
凸緣縫					
銜頭縫	I形縫				
	V形縫				
	X形縫				
填角縫	連續填角縫				
	連續半填角縫				
<p>無加筋之銜縫，繪圖時以直線代替圓弧，例如</p>					
<p>"a"之意義</p>					
<p>除銜縫厚度"a"外(例如如)，銜縫長度(如b)註明在</p>					
<p>隱藏銜縫之說明</p>					
<p>應用圖例參照次頁</p>					
<p>1932年5月 德國工程師學會焊接工程技術組</p>					

熔 焊			第2頁7B		
名稱	標準圖樣	符號			
凸緣連接					
單面填角縫					
覆蓋交接，連續縫					
單面填角縫					
雙面填角縫					
覆蓋交接，不連續縫					
單面填角縫					
雙面填角縫					
長條板交接，連續縫					
單面填角縫					
雙面填角縫					
(1) 祇滿填角縫繪具說明，其半填角縫與此相仿者可不另行用與其相等之符號。					

熔 焊			第2頁7C		
名稱	標準圖樣	符號			
填角縫	不連續滿填角縫				
	不連續半填角縫				
	填角滿凸緣縫				
槽焊縫	長形孔				
	圓孔				
隱藏銜縫之說明					
"a"之意義					
應用圖例參照次頁					
1932年5月 德國工程師學會焊接工程技術組					

熔 焊			第2頁7D		
名稱	標準圖樣	符號			
T形交接，連續縫					
單面填角縫					
雙面填角縫					
T形交接，不連續縫					
單面填角縫					
雙面填角縫					
填角滿凸緣縫					
T形交接，連續和不連續縫					
雙面填角縫					
直角交接，連續縫					
外角填角縫					
內角填角縫					
(1) 祇滿填角縫繪具說明，其半填角縫與此相仿者可不另行用與其相等之符號。					

(100°C) 左右，較爐內所生之溫度尚高，故其對某種特別銲接，甚見功效。

2. 銲接及銲接法之定義。

德國銲接工程學會解答『何為銲接』曰：『銲接者係指兩塊同質或非同質金屬物，經過加熱步驟後，連接成爲一體，其連接區域須極其勻和。』

各式銲接法之定義及符號

定 義

銲接可分兩類：

1. 壓銲 壓銲指兩塊金屬在膠狀時應用壓力連成一體。下列三種屬之：

(a) 鍛銲（火銲及水炭氣銲）

(b) 電阻銲（簡稱R）

(c) 熱銲（指銲接物熱成軟體爲止）

2. 熔銲 熔銲指兩塊金屬接口處，熱至流體時，加以相當銲藥（或不加），使之連成一體。下列四法屬之：

(a) 翻砂熔鑄銲。

(b) 電弧銲（包括班那都氏，霍若諾氏，斯那威氏諸法。（簡稱A）

(c) 熔氣銲：指應用煤氣，氬，電石氣及液體燃料之氣與氧燃燒產熱之銲接。（簡稱G）

(d) 熱銲：被銲接兩端熱至流體狀態。

工程師在畫圖時，必須將銲接程序及位置表示清楚，故符號之應用乃爲不可免之事。現世界各國對於各式銲縫之符號逐漸統一。下列之符號圖表，係德國符號統一委員會所公佈者：一

第 二 章

熔 鐸 (Fusion Welding)

1. 熔鐸之工具。

壓鐸和熔鐸所須之熱有許多來源。除去鍛鐸內所用之火爐外，可應用水炭氣和高壓空氣混合燃燒，或用鉛與氧化鐵燃燒，均可供給大宗熱量；同時電導體之電阻，亦為多量熱源。熔鐸法內，普通應用氧和電石氣燃燒，或電弧，有時亦應用鉛及氧化鐵，以充熱源。

(a) 熔氣鐸 (Fusion-Gas-Welding) -

熔鐸之氣體

熔鐸所使用之氣體以電石氣最適宜於燃燒之用，其次為氫，或煤氣，與壓縮空氣的混合氣，或煤氣與電石氣的混合氣，沼氣和氫，或和電石氣的混合氣，油氣或油汽與氧燃燒，亦頗合用。煉鐵爐中所產生之氣是否宜於焊接，尚未經人證明。

氧 (O)。一為地球上最普遍之原質：地下，水內，空氣內俱含有多量之氧。

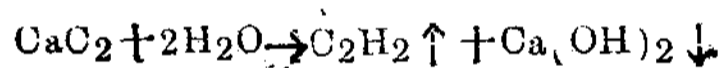
氧可從水之電解作用得來，或從流體空氣中分出之。應用後法所得之氧貯於鋼筒中，壓至 150 空氣壓力，然後運至市場發售。此種氧質常雜有少量之氮，普通氧之成份常在 96% 至 99.5%。雜入之氮倘不超過 2%，對於焊接並無惡劣影響；但當氧與電石氣或氫混合燃燒，以為割切之用時易生不良之效果，影響其效力。故對此種割切工作

，以用高度成份純氧，最為經濟。

筒中之氧又常含有許多水份，因此不僅增加筒之重量，且燃燒時之溫度亦稍有降低；他若筒之生銹，猶其餘事也。氧在未貯筒之前，應使之處在最乾燥之狀態，然後裝入之。

海藍壺(Heylendt)博士發明新法，可以直接取得氧液。運輸及儲藏方面，頗為便利又可節省；但求適合銲接之用，常使氧液經過氣化器氣化後，而后應用之。往昔運輸所發生之危險，目前均可大部或全部避免之。

電石氣 (C_2H_2)，一一在熔焊方面，應用最廣。其利有二：當其燃燒時火焰之溫度極高，可至 $5500^{\circ}F$ ($3100^{\circ}C$)，此種溫度能達到與否，視電石氣與氧之成份而定，此其一也。電石氣燃燒之火焰有還原作用，可將最有害於銲接物之氧化物減少，此其二也。電石氣係二氫二氧之化合物，電石或碳化鈣 (CaC_2) 加水 (H_2O) 即可發生此種氣體，其作用如下：



碳化鈣 (CaC_2) 俗稱電石，係鈣與炭之化合物，為深灰色之結晶品，通常雜有少量矽鐵化合物 (Ferro-silicon)，碳化鈣加水即產生電石氣，其沉澱物為氫氧化鈣，亦名熟石灰。因應用之電石須極其乾燥，通常依其尺寸之大小分別貯入容量 220 磅之鼓形器內。貯藏時鼓形器不宜置於潮濕之地，蓋潮濕浸入鼓內，每易發生電石氣而有爆裂之危險。當開鼓時切忌用火烙或烙鐵，以免爆炸；用發火光之器具開鼓亦有危險。如鑿，或鑽等，均宜避免應用。

1 磅碳化鈣和 0.55 磅之水發生 1.16 磅熟石灰與 0.4 磅電石氣，或 5.5 立方呎的容量，可以產出 1782 B.T.U. 之熱量。但實際上市場所售之電石並不完全純淨，且電石和水的作用不能完全，故不能得到

此項理論的結果。實際上1磅15-18mm. 的炭化鈣在 60°F (15°C) 3吋大氣壓力時，可以產生5 立方呎的電石氣。1磅 4-15mm 的炭化鈣，可產 4.5 立方呎。以上之估計，差誤不過 2% 。

市面上尚有細末炭化鈣名曰粉狀炭化鈣或細末炭化物 (Beagid)，與膠連物捲成一體，置諸 3吋直徑4 吋長圓筒內；其特性為當與水接觸時，其分解作用較粗電石略慢，所產之電石氣因之亦較緩和。當須要氣量少時可以用之，又時常須要停頓較久之工作，亦多用之，蓋其氣體損失量較少故也。

用粉狀炭化鈣所產生之氣，與用小型電石氣產生器所出者，價值相差無幾。

用炭化鈣或粉狀炭化鈣所需之產生器，後章當詳述之。大都電石氣以就地設廠發生氣體為便利。亦有時用高壓裝入圓筒內，而後應用之。

因高壓之電石氣常易發生危險，故盛電石氣之圓筒須有特別規定。電石氣本身，倘不與氧或空氣相混合，並不危險；其所以危險者，當電石氣在混合氣（電石氣與空氣）內成分，超過 2.8% 或少於73% 時即易爆炸。又電石氣與氧混合其生爆炸之百分率，較上述者還要擴大。當電石氣在高壓下若被震動，或受高溫均可分解其分子，雖無氧或空氣與之混合亦有危險情事。內馬斯克 (Rimarski) 氏試驗得知分解限制在1.6 大氣壓力以上(23.5磅/方吋) 電石氣即發生分解作用。故電石氣不合宜貯於高壓筒內而後應用於工作方面。即不貯之於筒，當燃燒時，亦有特別管理法，以免分解爆炸。

為避免上項危險計，圓筒之中充滿多孔性填塞物，該填塞物內裝以飽和醋酸酐。醋酸酐能吸收電石氣與其他液體相同，其吸收之分量特多；1 立方呎之容量，在尋常氣壓之下 (14.7磅/方吋) 可吸收 23

倍電石氣。此項醇酸酐，須極其純淨，不能含有絨細酸或水，硫化氫，或磷化氫亦不能摻入。該項鋼筒內部體積為1.4 立方呎，(4(公升)尋常注入 0.56立方呎之醇酸酐於該項鋼筒內，再填滿填塞物。填塞物之性能能阻止熱度，震動等因所產生之爆炸。故填塞物塞滿後，使被吸收之氣體，無活動之餘地，倘受撞擊，該填塞物亦與筒壁相依而不離，故無爆炸發生。

有上列保護性之填塞物必須依照嚴正合法之檢查，使如法定情形所規定。填塞物在發售前，必須經過德國化學工業試驗所，施以多種物理及化學方法之檢查。填塞物尋常分為散粒，壓緊，及固體三狀態，如木炭，軟木屑，石棉，矽藻土 (diatomaceous earth) 皆可應用。填塞物之使用，最多亦不超過減少該圓筒容積之25%。

應用此法，市場中可以採購15氣壓(220磅/方吋)之電石氣。

氫(H)——氫原質與氧同為地球上多量原質之一，許多化合物中

，都含有之。

用電解法可從酸性水或鹽基鈉，或用接觸法產生氫氣，接觸法係用蒸汽通過熱鐵。氫之產生須用大量之能力。

在市場中所可購得之氫大都貯入150 氣壓之鋼筒內。

氧和氫混合燃燒，在火炬內所產生之溫度為4350°F(2400°C)。

氫為焊接工業中最初應用之氣體，以後知電石氣更較氫為經濟，並其火焰之溫度亦較高，故電石氣現已大部代替氫之地位，現在氫僅用諸薄鋼板及易熔之金屬如鋁等之銲接，蓋其應用於此種銲接尚稍有益故也。

沼氣(CH₄)——為利用煉焦爐中所出之氣體，吾人輒應用沼氣於銲接工作，因其危險較電石氣為少。沼氣與空氣混合之爆炸上下限度為 5% 至10%。雖然沼氣所含熱量甚高，但不適宜單獨應用於銲接

工程，因其燃燒溫度僅及 3280°F (1800°C)，燃燒速度僅及氫之 $1/10$ 故也。因燃燒速度，熱量及氣量均足影響火焰之溫度。平常均以沼氣與高『燃燒速度』及含有大熱量的氣體混合而應用之。市場中，此類混合氣有兩種即沼氣(L)與沼氣(B)。沼氣(L)係沼氣與氫之混合物，燃燒溫度 3630°F (2000°C)。此項混合物，頗宜於割切及銲接薄鋁之用。

沼氣(B)係沼氣與電石氣之混合物，其火焰之溫度為 4890°F (2700°C)。與純淨電石氣比較，在銲接工程方面不甚重要。

煤氣。一用煙煤乾蒸溜後可以得到煤氣。因其價值甚廉普通多用之為熱源。煤氣含有可燃之氣體，如氫，沼氣，一氧化碳，及氫氰化物等，因其“燃燒速度”遲緩故常與壓縮空氣混合應用，通常用於割切薄板，取其成本尚低之故耳。

炔及炔屬汽。一炔及炔屬含有液體“炭氫化合物”。此種炭氫化合物經過熱器氣化後，與氧氣混合燃燒可為銲接及割切之用。炔屬汽所生之溫度與氫及沼氣之溫度和差無幾。炔及炔屬汽不宜用於銲接厚板。用於銲接或割切薄板則與煤氣用於割切時功效相同，因其可得光滑之切邊，且銲具易於移動，燃料價廉，故特為合用。惟炭氫化合物在低溫度時易於凝凍，故冬日屋外應用此汽，常發生困難，且費時間。

2. 器具 (apparatus) 設備 (Equipment) 及其附件。

銲接之成敗，多賴於銲接工廠之設備。任何設備不盡合宜各種銲接工作。若使銲縫合於標準又須成本低廉，必須選購市場中最完善之器具及設備；故應詳悉此種器具之底蘊，以便購買時之選擇，試先就熔氣銲接申述之。

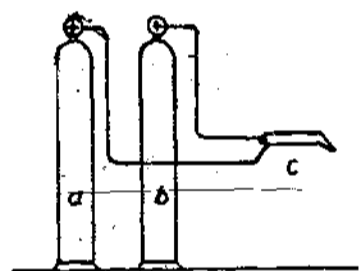


第1圖—銲接所之概圖
a 電石氣發生器, b. 充降器, c. 儲氣器, d. 清淨器, e 液體活門
f 氣鋼筒, g. 火炬

前已言及多種氣體及液體可作熔氣鋸之燃料，至于熔氣鋸法中鋸接火焰須用之氧則係自鋼圓筒內得之。

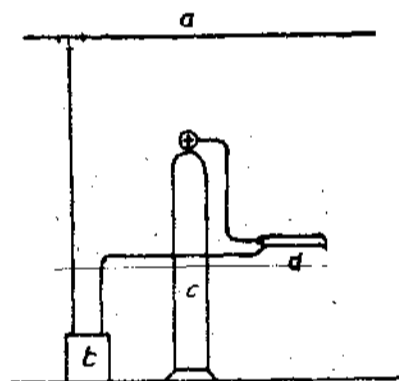
氣源及其附件須視氣體本身而定。第1圖所示為一電石氣發生器。a 為電石氣發生器即氣源，b 為洗滌器，c 為儲氣器，d 為清淨器，e 為液體活門，f 為氧鋼筒，g 為火炬。

當應用溶解之電石氣，氫或沼氣時，設備較上述者為簡單。除一氣圓筒外，祇須另加一氧圓筒如第2圖即可。第2圖中a 示所用之氣圓筒，b 為氧圓筒。a 及 b 兩圓筒各有一減壓活門。氣體經過減壓活門引至火炬而備應用。



第2圖—使用氣圓筒之鋸接所概圖

a, 電石氣, 氫氣或沼氣圓筒, b, 氧圓筒; c 火炬

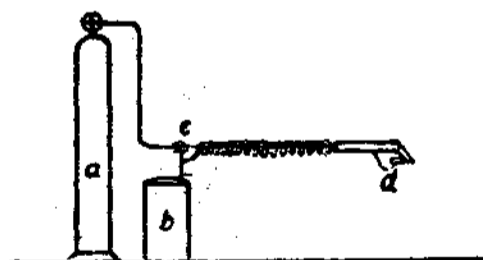


第3圖—煤氣鋸接所概圖

a, 煤氣管, b, 液體活門, c 氣圓筒; d 火炬。

第3圖示一應用於鋸接方面之煤氣發生器；a 為輸氣管，b 為液體活門，c 為氣源，d 為火炬。

第4圖示熔屬鋸接設備；a 為氧源，氧自 a 輸出後經氣管至儲氣器 c，而與儲爐器 b 所出之熔屬混合後引至火炬 d。



第4圖—熔屬鋸接所概圖

a, 氣圓筒; b, 儲爐器; c, 儲氣器; d, 火炬

電石氣發生器。——電石器發生器可依各種性質而分為

下列數種。以大小別之，發生器可分為 (a) 移動式，其炭化鈣之最大容量為4.516磅，可為各種臨時工作之用，(簡稱M器)；(b) 半移動式，其容量為22磅，一小時可產生225 立方呎之電石氣，有特別管理規章之工廠可以應用 (簡稱J器)；(c) 大型發生器，凡容量在22磅以上者皆屬之，須裝置於特別房屋或露天場所，(S器)。關於應用方面，須制定規章以限之。

M器宜為修補工作及光源之用，其在銲接方面貢獻甚為有限。

J器可應用於工作量不甚大或捷快銲接之工作，因其功力 (Output) 甚小之故也。小型J器因祇有一個『添加設備』，故常時發生障礙；若用於大規模之銲接時，於工作進行頗為不利。因有上述原因，不僅延誤工作，即於銲接之結果亦有不良之影響。最近J器之構造裝設兩加添器，另一加添器損壞時，尚有一加添器，可供添電石之用。

J器更有不便之處，即不能供給純淨及低溫度之氣體如大型者然，故不合於重要或上等銲接。其最大劣點為其洗滌器之不良 (洗滌器之重要容後列論)，因此種發生器之洗滌器若建造過大時，則不宜於移動而失去其特性，且亦不免減低氣體之壓力。

反言之，小型J器又有其優點，不容吾人忽略，因其全部建築在一小車之上，移動時極為容易，可以裝運至任何需要之處所。

雖然，吸收於圓筒內之電石氣，亦具有同樣之移動性，且可供給冷電石氣，故能與J器競爭，如非因溶解電石氣之價格較J器者過昂，恐J器已全為所代替矣。

大型發生器，裝設費用雖較巨大，但如工作量較多時，自以安裝不動之大型發生器較為經濟。因大型發生器可以支出供給許多銲接場所，但若支出場所去其總源甚遠，亦不經濟。由大型發生器產出之電石氣，每立方呎約值3分，J器所出者，其費約4分，鋼製圓筒中溶

解之電石氣每立方呎約 6 分，故就此點而論，大型器裝設費雖較巨，但經常方面，則省費孔多。在任何情形之下大型發生氣產生之器皆較 J 器產出者為純淨且溫度亦較低下。溶解於圓筒中之電石氣則以成本頗巨，自非大型器之匹敵。固定發生器之裝設及安裝，容後詳述。較大固定發生器之容量約可儲電石氣 0.2—1.0 噸之重，其大小之選擇須視工作量情形而定。選購發生器宜求稍大，不宜太小，以備將來可以擴充，自經驗方面言之，發生器在不停用工作場所之中，其供給之功力皆不能達其『名板』(information—Plate)所記載之數。尋常繼續工作時祇至 40—50% 而已，甚有僅至 30% 者。選擇發生器宜知其最大之功力，同時在不停工作情形之下，每小時能供給氣體之容量，亦為應知之事。

固定電石氣銲接廠，最應有一中央氣源供給所，在該氣源所內有兩排鋼筒，每排自具“停止活門”，其每排鋼筒數目應視工作需要情形而定。在工作時一排放氣另一排充預備之用，俟放氣完了後，即將該排放換新高，如是輪替放氣，工作進行不至中止。

中央氣源供給所除維持繼續工作外，尚有其他利益，即可以節省圓筒之調自搬運費，在工作方面亦較經濟，又鋼筒中之氣幾可完全用盡，(由 150 氣壓可減至 2—1 氣壓)，若單獨圓筒應用時，則不用之廢氣，為量頗巨。

饋氣系統不便在高壓之下輸氣，故大都先將其壓力降低。普通降至 20 氣壓 (294 磅/方吋) 而後輸佈至工地，再行減至工作壓力，經此兩層手續可得完全不變壓力之氣氣。又“減壓活門”損毀之次數亦因之大減，且輸氣管價值隨之較廉，且不易漏氣。

發生器可分為高壓發生器和低壓發生器兩類。前者氣壓約為 1.5 大氣壓力 (22 磅/方吋) 後者 .03 大氣壓力 (0.54 磅/方吋)，約合 12 吋

高之水柱)。

往者祇有低壓發生器，因電石氣即在低壓時，亦有爆炸分解之可能。自荷馬斯克 (Rimarski) 氏，始知電石氣分解限度上至 1.5 氣壓。因此方敢開始建造高壓發生器。現在德國製造管理法亦允許製造高壓發生器。高低壓發生器其性質略似；為維持繼續工作起見，無論高低壓發生器，管內之氣壓須較大氣壓力略高(約高 2-4 吋之水)，低壓發生器雖可供給此項壓力，但經過“液體活門”，輸氣管，曲管等傳至遠方，壓力必因之降下。往往在輸氣管內發生部份真空，蓋火炬有射擊效用故也。即使應用高壓火炬，鉚匠尚有時感覺焊接發生氧氣過多之病，氧氣過多對於良好鉚接之影響殊大。

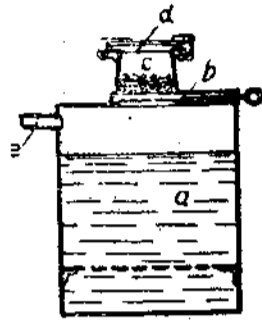
居此情形之下，自以高壓發生器為合宜。應用高壓發生器，氣體可輸至遠方，火炬內之氣壓亦未必低至不足之程度。高壓發生器可用直徑較小之輸氣管及饋氣系統故占有經濟之利。倘已裝用低壓發生器，可加以電石氣壓縮器或吹壓器，以增高其壓力。市場中已有多種增加氣壓之器具，故欲增高已設低壓發生器之氣壓可無須購換高壓發生器，即能將電石氣輸至遠方。若系初創，為輸氣至遠方計，宜選擇高壓發生器。選擇時不必以 1.5 氣壓為正鵠，因 3-6 氣壓(4.5—9 磅/方吋)已足應用，要視本地情形而定。工作壓力大率在 3-6 氣壓之間。依發生電石氣的方法，可得發生器分為三類：

- (a) 炭化鈣或電石入水系統發生器。炭化鈣加進後。與水接觸。
- (b) 水入炭化鈣或電石系統發生器。炭化鈣固定而水流入之。
- (c) 交移或浸入系統發生器。炭化鈣及水時而接觸，時而分離。

每類發生器各有其基本形式，商場出售之發生器全係根據此基本形式建造。但尚有多種發生器不能嚴格歸入某基本形式之類。

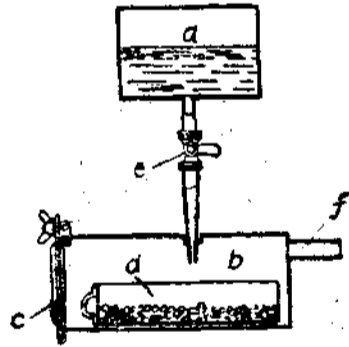
第 5 圖示一炭化鈣入水系統之基本形式。電石盛貯器。置於水

箱a上，用滑動活門b分隔之，盛貯器上面有嚴密之遮蓋d。當b滑開時電石沉落水中，電石氣因之產生，經輸氣管e至氣箱，而後更分佈至各應用場所。迨活門關閉時，將電石滿裝盛貯器內以備下次繼續應用。水箱之下部置一隔篩，穢物積於其下，可以隨時取去。水箱之水須常換新。

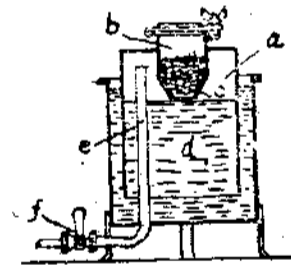


第5圖—炭化鈣入水系統基本形式
a, 水箱, b 滑動活門, c 盛貯器, d 遮蓋, e 通至儲氣器之輸氣管。炭化鈣加入水內電石氣即可發生。

第6圖示一水入炭化鈣系統之基本形式。發生器b所須之水，係自水箱a流入，炭化鈣貯於適當淺度貯藏器d內，開口c可供開關但不漏氣，d內炭化鈣係自開口c加入之。當活嘴e旋開時水自a流入d，電石氣經f管向外引出。當e關閉時，d內之水若已用盡氣即停止產生，設水再行注入氣又源源發出，如此往復直至電石用盡為止。



第6圖—水入炭化鈣系統之基本形式
a, 水箱, b 發生器, c, 可關閉之出口, d, 電石貯藏器, e, 活嘴, f, 通至儲氣器之導氣管。水加入炭化鈣內電石氣即可發生。



第7圖—“交移或浸入”系統之基本形式
a, 貯氣鐘, b 電石盛貯器, c, b器之多孔底座, d 水, e, 輸氣管, f 活門。水及炭化鈣更迭接觸，電石氣即可繼續發生。

第7圖示一交移或浸入系統之基本形式，貯氣鐘a為氣體產生之所，上接電石盛貯器b，b之底部係多孔之底座c，a與總儲氣器

相連，亦有浮設於總儲氣器之內部者。b 滿裝電石後即沉入水中，電石氣因即產生，經過活門f及輸氣管e而流至應用場所。當工作停頓時氣體愈積愈多，可將氣鐘a頂升（如圖示），盛貯器離開水面（浸入系統），設氣鐘與總儲氣器直接相連則氣壓增高可以排擠總儲氣器內之水位（交移系統）。兩種系統均利用電石氣之壓力，使水與炭化鈣相分離，電石氣可以自動停止發生。當氣體用盡時氣鐘 a 自行落下或水面自行上升，直至水與電石相接觸，產氣之程序又重演一番。就此二系統言之，交移式較為普遍採用。

交移系統發生器，水流入靜止之電石內，其情形正與(b)類相似，(本刊第81頁)；浸入系統以電石浸入靜止之水則又與(a)類相同；故以上兩系統似可分別歸入(b)及(a)。理論上可分為兩類，實際上交移和浸入系統之產氣方法極屬相同，與(a)及(b)兩類顯然異趣，故本書仍以三類別之。

上列三類形式利弊互見，為避弊就利計，似應分述之，俾可知其梗概。

炭化鈣入水可與多量之水相接觸，氣源極旺，溫度亦低，此其利也。但發生器內原存之空氣與初生之電石氣自不免相混合，倘其混合比數在 2.8% 至之73%之間(本刊第74頁)，則成為爆炸性氣體，遑云鐸接！故在使用之初，應設法使其逃出，不過該項氣體仍有逗留於輸氣管內，或其他損害部份之可能，遇有火源則爆炸隨之。添加電石，或水以及取去沉澱等物時，新鮮空氣常乘機混進。是自經驗言之，炭化鈣入水系統，迄於最近，尚不能免除爆炸之危險也。電石內攙雜矽鐵化合物等雜質，往往與發生器之鐵質部份，或添加之漏斗兩相撞擊，生火爆炸。電石屑末與水作用迅速，產生高熱亦易起爆炸。磁鐵可吸去矽鐵化合物，儘可去電石之屑末，此項危險可因之以免除。曾

有人設法用鋅片包護漏斗，但極易損害，未見成功。

大型發生器最易產生上項危險，試驗方面認為加一初級添加之漏斗，可以阻止空氣在添加時混進貯氣器；雖然尚不免漏入少量空氣，要不足為害。故在連續銲接工作場所中，初級添加之漏斗可以減少爆炸，此為避免法之一。添加入口處或取渣出口處，為空氣混進之門戶，倘使發生器與儲氣器相連，在添加或取渣時儲氣器內之氣經發生器向外流動，阻止空氣之漏入，此為避免法之二。在開始工作時，亦可利用第二法之原理，藉以祛除發生器內之混合氣體。曲管和“死地”為混合氣體逗留之處所，新式發生器之製造常避免“死地”，舊式發生器不妨設法減少曲管，斯亦避免爆炸之另一道也。

採用上項原理，增加設備，誠可化一切爆炸危險於烏有。J 器內電石降落行程不足 1 米遠，不致因降落而發生火花，故 J 器雖無特別裝置，以避危險，電石氣學會仍不反對其行銷於世。炭化鈣入水系統不宜用於高壓發生器，蓋因高壓發生器當添加或取渣時儲氣器不得開放，他種系統或將起而代之。

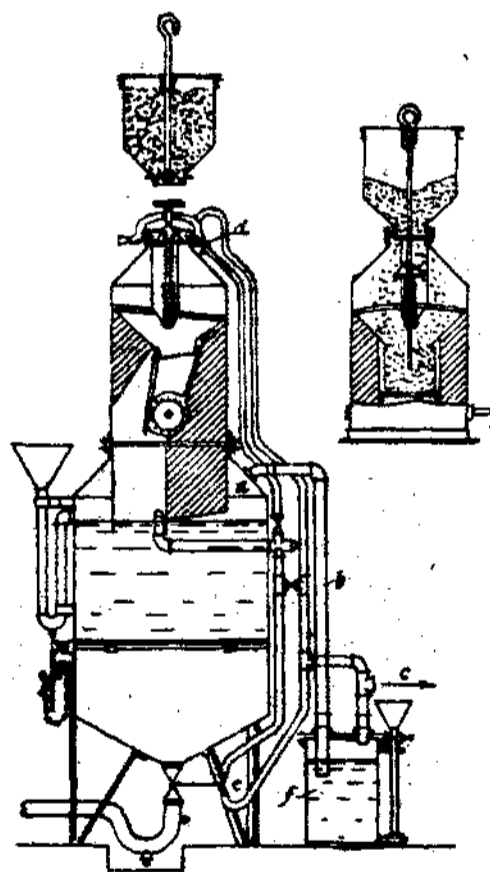
水入炭化鈣系統，除非管理者忽視規章之定規，危險殊未易見。但水量不足，產生之氣體溫度較高。但使所產之氣，經過洗滌器，(按炭化鈣入水系統並無洗滌器)不僅可使其純淨，且可降低其溫度。貯石器者盛石過多，則其產生之石渣佔據貯石器容量過多，致僅有少量之水可與電石相接觸。接觸所生之巨熱，將促起「疊合作用」，可以減少其產量，甚或發生危險。此種「疊合作用」(poly merization)，能使氣體溫度增高，因此水汽亦加多，故電石氣規章載稱貯石器祇能盛至半滿，並須豐富之水量。按照上法杜危防害，此項發生器可以工作順利。

交移式發生器和炭化鈣入水系統同具多量之水。當電石離水後，

濕電石仍然繼續產氣，即所謂「晚生現象」(aftermake)。蓋電石上水量不多，產出之氣溫度甚高，倘工作停頓為時過久，「晚生」氣量過多，發生器內不能容如許之氣，故須設法使「晚生」氣體放至空氣之中。如此一方面犧牲一部份氣體，一方面則使廠內空氣混入一部份電石氣，有爆炸之可能。

茲欲明瞭上述三種發生器實際工作之情形，宜逐一舉例說明之。所列之實例皆係市場中較著成效者，但經提出者未必即較他者為優。

第8第9兩圖示一舊式裝有安全設備，低壓炭化鈣入水系統發生器。其工作情形，甚為簡明，先將電石盛入初級添加之漏斗如第9圖所示。電石經過初級漏斗，降落於饋石鼓中，該饋石鼓受儲氣器之節制。電石自饋石鼓漏下積於多孔之篩底盤，直至作用完成為止。其渣



第8及第9圖—低壓炭化鈣入水系統發生器
a. 輸氣處; b. 輸氣管; c. 通儲氣器之氣管; d
及e. 活門; f. 水。

則經篩積於其下部而後取出之。氣經輸氣處a和輸氣管b，流至聚氣器，然後經c注入儲氣器。

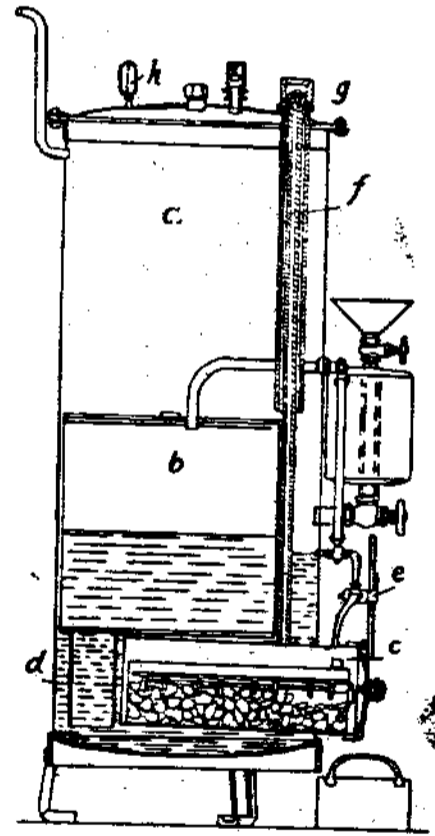
安全設備如圖所示，其初級添加漏斗可阻止空氣之侵入，其輸氣亦能避免“死地”。活門d和e與輸氣管相連，當添加或去渣時活門可自動開關，以阻外氣之侵入。其理蓋儲氣器較發生器之壓力為高。當添加或去渣時，電石氣自前者流入後者自可阻止空氣流入，安全保障又多一層矣。

此類新式發生器之製造，務求避免“死地”，並增設初級添加之漏斗。當添加或去渣時，其自儲氣

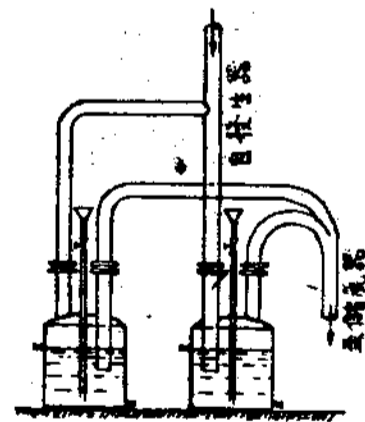
器流入發生器之氣，可使之經過兩水封器，其輸氣管之排列兩者互反如第10圖，其功效各有不同活門d及e開放時氣壓降低，儲氣器內之氣因即回流。

第11圖示一「炭化鈣入水系統」發生器，此器又名「滑盤式」(sliding tray system)。其重要部分為主要儲氣體a，回壓儲氣器b及造氣所c；造氣所四圍用水包圍，運用槓桿e水即流入c內之貯石器，氣體發生，經輸氣管f，單程活門g，而至儲氣器a，逼a之水流注入b，設a內壓力超過工作壓力之所須，其水面降下，不能流入造氣所，氣即停止發生，故用氣方面可以自動管制氣之產生。氣壓表h示儲氣器之氣壓。造氣所內用筐盛石，水可在筐際流通。

第12圖示一高壓交移系統發生器。工作程序如圖之箭頭所示。貯石器下設有叉形去渣器。當蓋板關閉時，儲氣器關閉，工作開始；儲氣器之氣體集合後，氣壓增高，水即被擠降低。當其與工作氣壓相等時水與炭化鈣分離，氣體停止發生。再用電石氣時，儲氣器內氣壓降



第11圖—高壓發生器—「水入炭化鈣」系統(或滑盤系統)
a, 儲氣器, b, 回壓儲氣器, c, 造氣所;
d, 令卸水, e, 加水用之槓桿; f, 輸氣管,
g, 單程活門, h, 氣壓表。

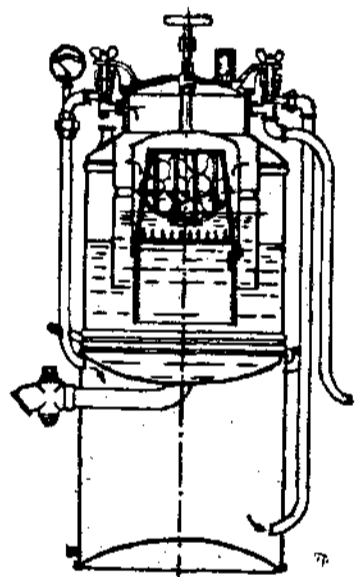


第10圖—雙層水封器

低，水面上升與電石相接觸，氣體又開始發生。為預防“晚生”所產之
高壓計，常設備安全活門，使“晚生”氣體逃至空氣之中。

製造發生器時，往往預備氣室兩間，共同供給一儲氣器，可使工
作不致停頓。當此氣室工作時，另一氣室可為添加電石或去渣之用。
有時須要多量工作時，兩氣室可同時工作，發生器之功力，可為平時
之兩倍。

近來更有新式樣問世，其構造與前不同，姑舉一二為例以闡明之
。第 13 圖示一新式碳化鈣入水系統之內部。第 14 圖為其外形。炭
化鈣置於盛貯器內，此阻止多量之水與之發生作用，盛貯器之位置藉



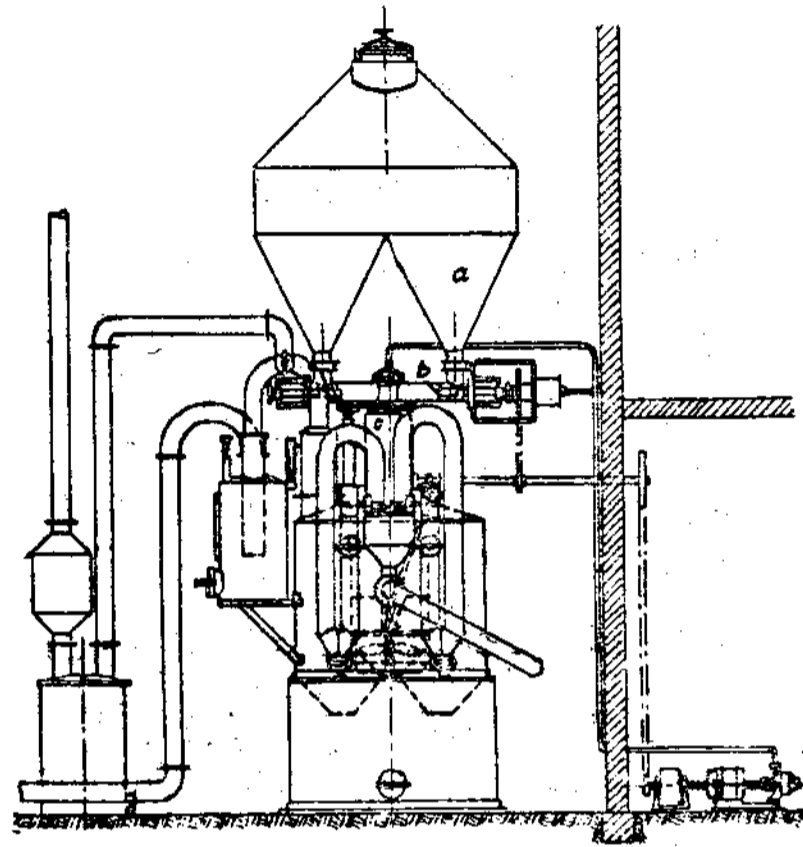
第12圖—高壓之特製系統

連棍保持其垂直地位。制動鍵因鐘之作
用，鬆弛連棍，盛貯器傾倒，水即與電
石接觸，氣體遂發生。該項氣體，溫度
甚低，又純淨無雜質，且無爆炸危險，
故頗合銲接之用。

第 15 圖示一應用純電石屑末，或
碎電石混合物之發生器。往者碎細之電
石末毫無用處，自此器問世後，廢物利
用，碎細之電石末，不復視為無用矣。

電石屑末置於盛貯器 a 中，應用螺旋傳輸器 b，傳至漏斗，同時自圓
形噴放器 c 噴出水點，如此可避免石末凝結成塊，再用攪和器，將石
末送下，並繼續使之流動，如此水及屑末，有密切之接觸，作用途可
全完。

第 16 圖示一新式輪換水流大型發生器，市場中或名為噴放發生器
。此器包含 (1) 主要發生器，內一部充水半滿，水上有圓筒形貯石器



第15圖—電石發生器

a. 電石貯藏器, b. 螺旋運輸器, c. 圓形噴水器

，此貯石器之下部，為一多孔籃；(2)電石注入器；(3)可移動之初級添加漏斗。在主要發生器之旁有一電動離心抽水機，可將水自主要發生器之下部抽至其上部，而達於貯石器內尖嘴，以增高其流速，再噴射於多孔籃內之電石。因水量甚多，籃內氣化作用異常迅速，同時沉澱之熟石灰亦可洗去。故因灰渣所生之「晚生」作用，在此種噴放發生器中可以避免。水經噴射後返流入主要發生器之下半部，再經抽水機抽上，水流可以循環，已。直至其包含熟石灰之成份超過允許之定量，再行易換新水。

電石氣之產生，可使用壓力調節閥以節制之。當氣壓超過1大氣

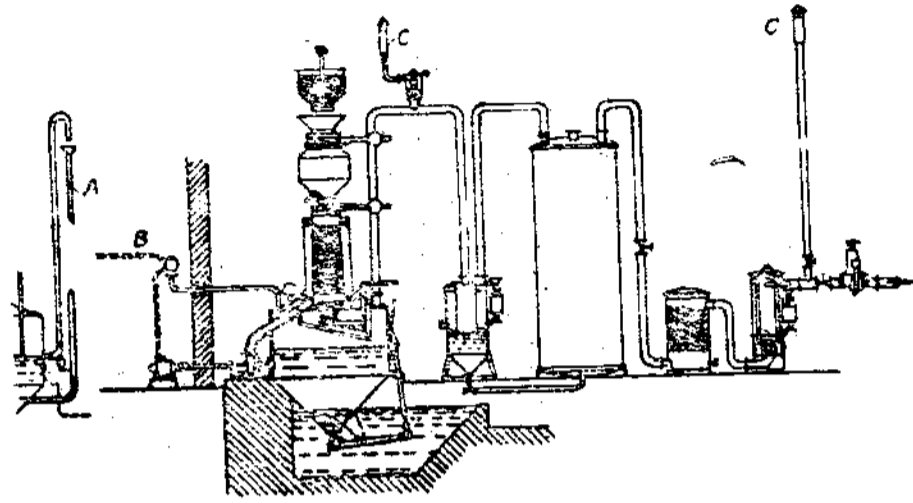


圖15圖一噴水發生器

A, 至氣源, B 空氣, C, C, 至氣頂

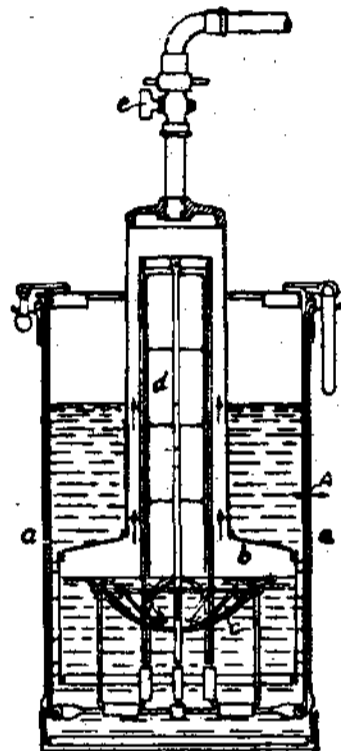
壓時，抽水機原動力方面之電流因節制閘之作用而中斷，氣即停止產生；如氣壓小於1大氣壓時，電流又繼續通過，抽水機工作恢復，氣又繼續產生。故發生器之氣壓常變換於節制器上下限壓力之間。

第17圖示一小量功力之粉狀炭化鈣器，a為水箱充水至A處。粉狀炭化鈣盛貯器d放於框架c內，氣鐘b則置於c上，c和b全攔置於水箱內。當a內空氣放走後，濾淨器及與其連成一體之液體活門同發生器相連接後，即可開始應用。此器屬於交移系統發生器，其氣體產生之分量，與其消耗量恰屬相當。活門e關閉後，b內氣壓增加，水面被迫下降，水與粉狀炭化鈣分離，氣即停止產生。此發生器最高之功力，可至每小時250立方呎。惟其構造與圖所示，畧有不同耳。

電石氣發生器之補件，——方從發生器產出之氣體，多不合用，故須加以潔治。其氣體中除有化學和物理雜質之成分外，溫度之高低與所含水汽之增減亦頗有關，故必設法提去之。有時並須加特別儲氣器，以維持繼續之工作，有時還須加一壓力節制器。管理規章，規定

必須設有扼制之液體活門以扼制氣由火炬回壓或回反之火種。在大型發生器裝設方面，尚須配有氣壓表及氣量表。

從工作情形，製造及運用技術之需要，對於發生器之輔件，宜分下列三方面討論之。



第17圖—粉狀碳化鈣發生器
a 水箱, b 氣室, c, d 之支架,
e 粉狀碳化鈣貯器, e 液體
噴嘴

洗滌器可供去除小粒熟石灰，及其他雜質之用，並可洗去硫化氫和氨氣，因此二項氣體，常不離發生器內，且有害於銲接物。又洗滌器可供冷卻氣體之用，但並非其主要作用。分隔產氣部份與儲氣器所用之“水封”（Water seal）如電石氣聯合會之技術規章第十七節內所指者恒可作為洗滌器之用。第8圖之「即為此種「水封」，其構造為一不漏氣之水缸其中浸有兩長短不同之圓管，此項水缸須能洗滌及冷卻與氣體消耗量相符合之氣量，方有滿意之結果。通常皆不能達到此項目的，尤以移動式之「

器為最。水缸之水量甚少，水之溫度甚易增高洗滌能力因之減低，蓋水之溶氣量（指 H_2S 及 NH_3 ）與溫度之增加成反比。設水之溫度自 50 昇至 $150^{\circ}F$ ， H_2S 之溶解量降至原有之一半。其補救方法須常更換水缸之水。在可能範圍內，最好能備有適當之洗滌器。碳化鈣入水系統內，其水量甚為充足，可以兼代洗滌之用，故此類發生器可無須裝置洗滌器。即在此系統內，水亦須時常更換。充滿雜氣之水，如常用之而不更換，就大體言之，頗不經濟。

濾淨器。——除上述之雜氣外，電石氣內尚含有磷化氫必須濾去之，其最高成份不宜超過 0.002%。電石器發生器，宜裝備化學濾淨器。該器之本身，係一圓筒，內滿盛濾用之物質，如 Katalysol Karburylin, Puratylene 及其他。使氣體流經此種物質而濾淨之。如此種物質為細末狀態者即宜將其置於毛織品上或紙上。如此種濾物係塊狀者，即將其置於多孔之底盤上，用纖維素層層分隔之，氣體經過濾淨器時既不能有過分之阻力，亦不能任其輕易通過；最好使濾淨器接觸面積愈大愈見功效。現在因氣體流速之增加，化學濾淨器之體積與發生器本身之體積幾將相等，故不甚切於實用。且德國國家鐵廠銲接工業研究所，國家化學工業試驗所分析市場中發售電石之結果，認其所含雜質能產硫化氫之量自 0.025% 至 0.030% 之間對於銲接物質尚屬無礙，因硫化氫在電石氣中之含有量超過 0.1% 方足有損銲接。工廠中，現都不用濾淨器，並且因之可減少許多危險，蓋此項危險都由濾用物質所含之氯氣而發生。但物理方面，濾淨手續仍不可避免，故濾淨器還應保留。此項濾淨器廢除化學濾用物而代以碎石或無雜粒之焦炭，以為吸收雜質及乾燥電石氣之用，應用此器後，乾燥器可以省而不用。

儲氣器。——儲氣器之用一面可以儲藏氣體，一面使氣壓均勻向外饋送。移動式低壓或高壓發生器，其發生部份與儲氣器常連為一體；固定低壓發生器。常將此兩部份分別裝置，此項裝置用一浮鐘滑於直立之鋼軌上，以便動作合乎規律，及減少摩擦阻力。每一儲氣器，皆須備有安全活門一只，與大氣相通。氣管自儲氣器下引，該管經過“水封”至儲氣器之底部沖出面引至 [地。為使電石氣達到所需要之氣壓，浮鐘上部可載以相當重量，否則浮鐘以求其愈輕愈妙，因浮鐘既輕則其升降不致影響氣壓。因電石氣氣壓在浮鐘內，恒限於情形不

能過大，如欲高壓時，將鐘固定，此項高壓可從排擠水面或壓縮空氣得之，利用此法，可節省地位。儲氣器有效地位之大小，與電石之消耗量成正比。電石盛貯容量在100磅 (1CWT) 以下之發生器，每1磅電石，須要0.32立方呎之儲氣容量。自100以上至200磅之發生器，較100磅者，每增1磅，須多備0.24立方呎之容量。在200磅以上者，每增一磅應更增0.16立方呎之儲氣地位。以上之數字，僅能應用於電石不即刻作用而逐漸與水接觸之發生器，該儲氣器亦須依照節制添加裝置之管理，否則可不受此限制。電石即刻作用之發生器所須之儲氣容量，應較上列為多，每小時每一立方呎氣體之消耗量，須至少有三立方呎之有效容積。

分歧較廣，氣量消耗較多之高壓儲氣管，其消耗量時時變化，故欲保持其氣壓之不變，殊不可能，錫匠須時自節制其火炬以應付時變之氣壓。市上現有多種特製氣壓節制器，用以調節氣壓。加此節制器後，後述之減壓活門，即可免除不用，錫匠既可得一固定氣壓之火炬，故其工作亦較簡便。

液體安全活門，——液體活門之主要目的，為阻止氣氣向發生器內回流，故可減少爆炸性。萬一爆炸氣，(電石氣與氧或空氣之混合物)已在輸氣管中形成，此液體安全活門必須關閉，以阻止在火炬尖端所發生之燃燒。此已燃燒之混合氣因後路已為安全活門所隔斷，故無法回至發生器內。新式液體活門尚可保持火炬內之部份真空，而使之不變，故液體活門已為電石氣發生器最重要輔件之一，而發生器安全與否，亦全視此活門工作之優劣而定。德國管理規章規定液體活門之使

* 編來得瑞德 “氣焊應用之液體安全活門” Die Schmelzschweissung 8卷 (1929), 129, 166 及 203頁。 “高壓電石氣設備所用液體活製造指南” Autogene Metallbearbeitung, 24卷 (1931) 第及第9號, 111及121頁。

用方法，即其製造之設計亦須得德國電石氣協會之承認。

氧氣回流，在低壓發生器，最為普遍之事。火炬之火焰倘被反吸最為危險。蓋氧居高壓之下，電石氣之氣壓較低，故氧有流入電石氣輸氣管之趨向。即高壓電石氣發生所，亦不能完全脫離氧氣回流或火焰反吸作用所生之危險，不過其危險之勢，不如低壓者之甚耳。為欲保證此項活門安全運用，不得不舉行試驗窺其是否滿足下列條件之需要：

- (1) 氧不能回流至發生所。
- (2) 氧回流時經過此項活門必流經安全管，向大氣飛散，同時所耗之水量並不甚多。
- (3) 在普通工作情形時。活門必須阻止空氣之吸入；另一方面，如電石氣之氣量不能供給時，安全活門又須能吸入空氣。此項吸入空氣又宜被其所阻，不能侵入發生器內，並使氣鐘內無電石氣和空氣之混合氣體，混跡其間。
- (4) 活門須能避免氣流通過時不攜帶水量。

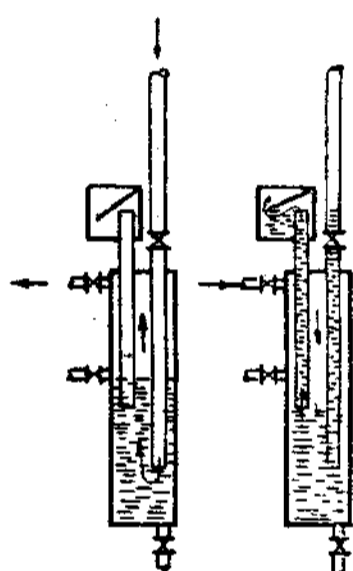
液體活門原來之構造，係由盛水半滿之盛水皿與安全管，進氣管及出氣管等組成之。其基本樣式如第 18 第 19 兩圖所示。其工作之程序可自圖中審察之。進氣管深浸水中，安全管浸入較淺，出氣管位於水面之上部，當氧自火炬回流時，水被壓下，反昇至進氣管及安全管內，直至下部之安全開口露出水面後，氧乃經安全管逃向大氣之中，進氣管是時則被水所封閉。

普通低壓發生器所採用液體活門之製造，均係根據此圖。在小量功力之發生器內此種活門設加注意維護及管理可得極良好之結果，但塔氣器之發展，使每小時之氣量較往者增加，往者液體活門，都經過每小時15立方呎之試驗，在今日每小時150至300立方呎之氣量，亦甚

平常。

高速之氣流自發生器流經液體活門之液體，以其高速必以極大之氣泡冒出之，形成氣路。由火炬回流之氧易於通過此氣路，侵入發生器而使液體活門失其效用。現都認為舊式液體活門之設計，在大消耗量時失去其安全保障，故以新法代替之。

液體活門以在高壓發生器中為需要，其安全程度亦須較高。解決此項問題較在低壓液體活門容易，因高壓活門可應用較大「壓差」(Pressure drop) 之方法，但此法若應用於低壓發生器，則氣於通過



第18及第19圖—液體活門之概圖

第19圖(右首者)示當氣氣自火炬回流時活門內工作之情形

活門時幾將其氣壓完全損失。在高壓方面則此項「壓差」可以略而不計。

使氣流通過液體活門時，先使通過多數之圓孔，而使氣體成極細之散點，如此可以避免連續氣流之形成。氧氣之回流亦被阻止。通常在液體活門內或在進氣管內，加裝單程活門，如遇爆炸時其爆炸氣壓，將其自動關閉，而封閉其氣源。

第20第21圖係一通用之高壓液體活門，氣流經 a 管，單程活門 b，

再經過底盤 c 及 d 上之多數小孔，使之「點散化」而達於活門之本身。底盤 c 及 d 之小孔互相錯綜，氣經過液體而達於上部之圓管，再經活門 e 通至火炬。活門上部之圓管，加一錫盤，氧自火炬回流後或彈回之爆炸波浪，將水面上壓力增加，通發生器之氣路閉塞。氧回流所生之高壓將上面之錫片進破，氧乃逃向大氣之中。

第22圖示另一高壓液體活門，其單程活門裝設於發生器引來之輸氣管上。輸進之氣體，使之經過多孔圓形圓管而散化為點。高水柱可阻止氧之回流及杜塞爆炸回波之路程。氧之回流或爆炸回波發生，其壓力傳於底部之薄膜，使之下壓。薄膜在尋常狀態之下，下部有彈簧支

撐之向上。放氣活門在液體活門頂蓋之上，用連根與薄膜相連，當薄膜被壓向下時，放氣活門開放氣之出路。此項設備，可以避免用錫片，因錫片為回流損毀時，須另換新者不免使銲接工程停頓。錫片易為

機械力所破碎

，有人認為放

氣活門或應用

錫片實為進步

。實際薄膜上

彈簧為慣性作

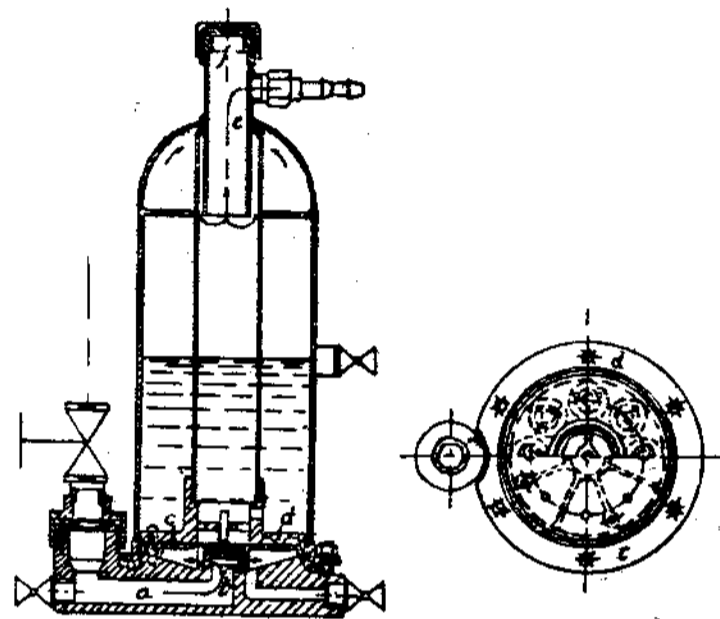
用所支配，及

放氣活門之橡

皮塞一旦陳舊

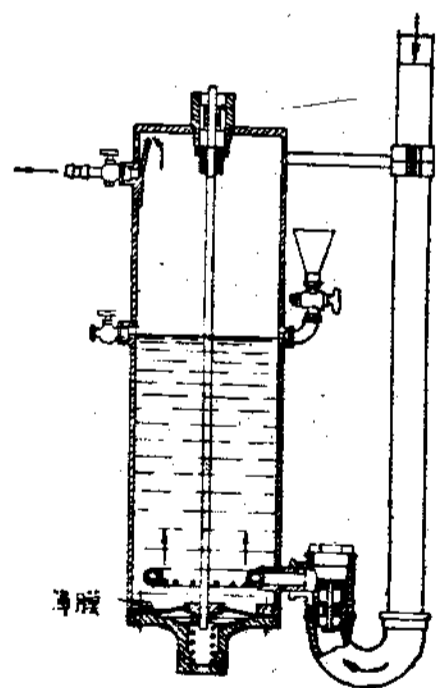
工作不敏，放

氣活門因此開

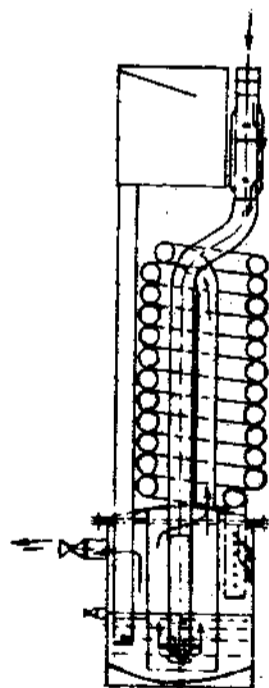


第20及第21圖—高壓液體活門

a. 液體入口道, b. 單程活門; c及d, 交錯孔氣道, e, 氣體出口道, f. 錫盤



第22圖—高壓液體活門



第23圖—新式低壓液體活門

放遲緩或根本不開放，乃致炸碎安全活門，故尚不能使吾人滿意。此項安全活門所生之壓差過大，故不合於低壓發生器之需要。設大型發生器之輸氣管甚長時，可在氣程半途之中，加一增壓機(Compressor)以增加電石氣之壓力。鑄接工地，因此可以應用高壓活門。德國鑄接工程技術委員會曾徵文改進低壓發生器之液體活門，使之在任何情形之下，皆可安全，尤以小型發生器為其目標，蓋小型發生器，不能採用增壓機故也。其所收到之各種意見，皆經試驗，預料不久之將來，市場中定有多種適應需要之低壓液體活門出現。

第23圖，示一新式低壓液體活門，此種已可自市場購得。其與舊式低壓液體活門不同之點，在電石氣輸入活門內之側管，其底端有吹孔以增加氣流之速度而達活門內室，再使之通過螺旋管，螺旋管之底端仍有吹孔作用。氣出自吹孔達於活門之外室，經輸氣管而達於工地。此內室之底部，直接與水相通，故內外兩室之水面等高。當火焰彈回或氣回流時，活門內之水受壓而經吹孔入於進氣管，阻塞氣之來源，故當回波經過螺旋管入於內室，企圖侵入發生器時，氣源早為水所杜塞。其多餘之壓力經過安全管，可覓向大氣之出路。如火炬處部份真空程度變更時，此活門亦可發生效果。大氣壓力可制勝安全管處 3/4 吋之水柱，而吹向內部以調濟壓力。

3. 電石氣發生器之安裝，工作及經常護養*

關於電石氣之製造，管理，用途及電石之儲藏均有管理法規定之。用電石氣之廠家經理及工程負責人員對於管理法之各部，務宜求其詳盡。下列諸點均甚重要，可供參考之用。

任何人擬製造電石氣。或儲藏電石，固須報告當地警官，其他經辦廠方事業之重要各點，是否為永遠或代辦性質，及其發生場所主

* 條例規章係參照德國現行工商法。

要修改各點，亦須一一陳明。此外倘所用某類發生器遇有變更時，尚須得德國電石氣協會之許可。

例如，火炬內之壓力不足時，除非得到許可後，不準將儲氣器內之氣罐加以載重以增其壓力，使之超過該類式樣之標準壓力。電石氣發生器之電石添加最大容量為 22 磅，最大每小時之功力，可產電石氣 225 立方呎（限用於工廠內之移動式發生器）必須經過德國電石氣協會之特別試驗，方準使用。此種檢查法亦適用於無『可變容積儲氣器』之各式大小發生器。其他各類發生器，過必要時，須受臨時檢查試驗。此種檢查法亦適用於液體活門。

工廠中設有移動式發生器者，必須備有空氣清淨器，且每個發生器最少須有 2000 立方呎之空氣地位，及 210 平方呎之地板面積。兩發生器，其間隔不得少於 20 呎，其與門窗或火之距離不得少於 10 呎。

固定式發生器其添加電石容量大於 22 磅者，須裝於特別發生器房屋內。同容量移動式發生器，僅可裝於露天場所。通常露天裝置之發生器，須無冰凍危險，始可邀得法律之允許。裝置發生器之房屋，須用耐火之牆及輕屋頂。屋頂上須備有完善之通風器。如發生器不能耐寒，更須有防冬設備，其防凍之應用物品不得與發生器接觸。

房屋之建築須有多量之日光，以免工作時工人應用人工光源。並須禁止吸煙或其他引火之物。

露天熟石灰渣堆須圍以欄杆，其渣堆置於有嚴密房頂之屋中者，須備有良好之通氣設備，以免電石氣再產之危險。

電石僅許儲藏於乾燥不漏水之鼓狀器內。當開鼓時，禁止用能發火之金屬器具。普通在每一儲藏室內同時僅許開一鼓。已開之鼓必須用不漏水之塞杜塞之。還有許多儲藏大量電石須知之點，茲不贅述。

發生器之工作必須按照標準法施行之。其按照廠家供給之特別工

作說明書而使用者，亦須經過檢查。在未開工前，每一器具如發生器，儲氣器，水封，液體活門等均須依照說明書之填水步驟，視其是否漏氣，如有可疑之處，即須應用肥皂水洗視之，但不得應用火焰察看。

當電石放入時，如係電石入水系統者，務將電石內之矽鐵化合物先行取去，電石屑末可留至最後。水入炭化鈣系統，其貯石器，僅能盛石半滿，蓋須為熟石灰渣預留之相當空間故也。在交移系統發生器內，所用電石之大小與其盛石筐籃之孔宜相配合。

初產之電石氣應使之放散於空氣之中，因初產者常為與空氣混合之氣體，而有爆炸性。發生器之負荷不能超過定量，因超過定量後有過度升高溫度之危險。逸出之電石氣每小時不能超過0.1立方呎。去渣須有定時，新水亦須常常加入。

每日必須檢查液體活門數次，以驗其水面，是否達於規定之高度。當進氣管關閉，出氣管開放時，水可自試驗塞子吹出，吾人即認該活門為滿意。

廠之經常護養方面須特別注意者，即當用火器及熱器修理時，發生器必先充滿冷水用以祛除電石氣，使之外出。清除電石氣之手續僅令空氣向內吹射以驅電石氣尚不足稱為完備，更須於滿盛新水後，靜置片刻，使電石氣全部祛除。修補工作必須白晝行之。移動式者則須於露天場所行之。已凍之發生器不可用火或熱物解其凍，祇能應用熱水或熱汽以補救之。

舊發生器或擱置已久之發生器，當重新工作時，須特別注意。往往多年不用之發生器，當再應用時即告爆炸，頗為危險。故其修理工作須以經驗豐富之工匠為之。

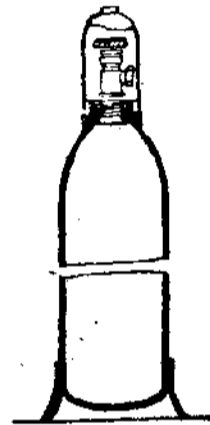
發生器須時加油漆，外部須用普通油漆，內部用純淨柏油。

⁴ 鋼圓筒及其輔件。

氧氣和溶解之電石氣多裝于鋼圓筒。普通此種圓筒直徑為8吋，高6呎，有1.4立方呎水容量或200立方呎氣容量。

圓筒所用之鋼，最大之伸長點每平方吋約為28噸，其許可之引力每平方吋約自35——40噸之間，引長度為12%。筒之製造可由未封固之圓管或用中空錘鍛步驟錘鍛堆連小鐵條造成之。普通盛貯之氫或氧，其內部壓力為150大氣壓力，至盛貯溶解之電石氣則為15大氣壓力。第24圖示一圓筒之形狀。鋼圓筒須備有底盤，以防其滾動。

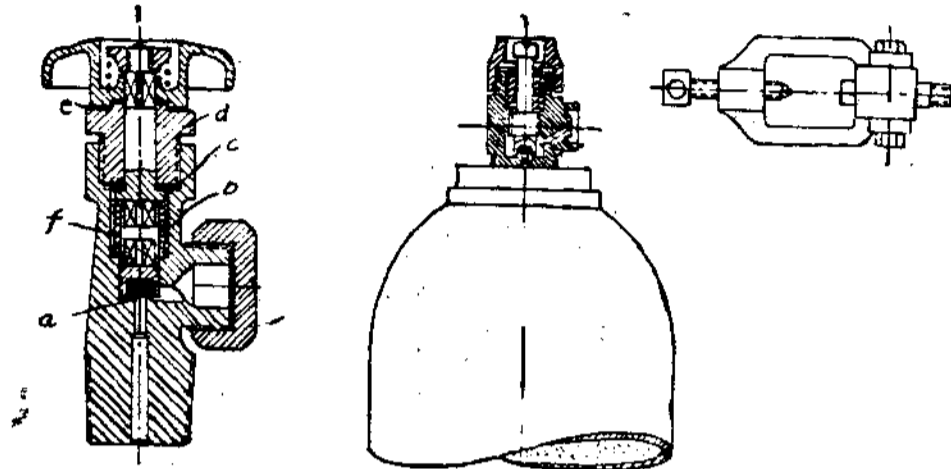
1921年八月一號內政部公佈之廠務管理規章認為運輸液體及壓縮氣體或有關於此項圓筒運輸時不僅製造廠家應受規章之管理，即圓筒亦應每五年受一次公家檢驗。德國國家鐵路不僅利用尋常光源且採用x光線以檢查圓筒之內部，應用此法即可尋出多數生鏽之處，且有許多裂縫亦曾發現底于盤處，關於處置圓筒之新法令正在籌備中，預料公佈後可通行德國。



第24圖 一鋼筒
之縱切面

鋼圓筒盛氣後用一下旋螺係活門遂固，「使用人」不得將此活門取下。為密封此圓筒使之愈簡單愈安全起見，吾人應用一減壓活門以節制氣體之氣壓，以為卸接之用。為免除各種圓筒誤認計，均有規章管理之。氧氣之減壓活門係右手螺絲，各種可燃氣體除電石氣外之減壓活門係左手螺絲。至電石氣則用一對聯合夾板(clamped coupling)以封固之。各氣體圓筒之鑑別不僅如此，其外部尚塗以各種顏色不同之油漆以為記號。氧氣圓筒色藍，氧氣用紅色，氮氣用綠色，電石氣用白色，其他氣體灰色，圓筒外殼之大部份則備塗黑色油漆。

第25圖示一氧氣圓筒之活門，a為密封之硬橡皮塞，固定于雙旋軸(double spindle)之下部。當旋軸上部為手輪所旋轉，其下部亦隨



第25圖—氣圓筒活門
a 硬橡皮塞, b 銅軸,
c 防漏餅, d 引帽, e 引圈,
f 保蓋

第26及第27圖—電石氣圓筒及連接夾板

之上下轉動。活門之內部用一「防漏餅」使之經一彈簧，緊抵于一「引帽」d，(guidenut)設或此餅損壞時，可旋鬆引帽，取出旋軸之上部。再將硬橡皮塞加以緊壓後，已壞之「防漏餅」可以取出換新。

此種圓筒活門外，尚有較簡之連續旋轉活門及「韃墊活門」(gland valve)此種活門頗適用於帶有夾板之電石氣鋼筒，蓋後者之氣壓可較氧圓筒為小也。第26第27圖即係此種簡單活門及其所附之夾板。連接密封硬橡皮塞之旋軸可用鉗子起出之。

氧圓筒活門之內部不得有鋼鐵部份以免生銹。氧化鐵與高壓氧氣相化合可致爆燃。故此種部份多用銅質，黃銅或青銅為之。反言之，電石氣圓筒密封活門不得應用銅質製造，以免與電石氣化合而生爆炸，而產生新銅化合物，僅能應用鋼製造之。

下列關於圓筒及圓筒活門之使用，須特別注意。

油質或油膏與高壓氧氣接觸可以燃燒而爆炸。滑石，石蠟及皮質封固必須避免，即油布塊或油手全為危險之源。

當自氧氣圓筒中取多量之氣時，例如銲接或割切用時之大火炬，

往往使圓筒活門時常發生冰固情形。蓋氣體膨脹，溫度減低之故也。此項減低之溫度，有時亦可將氧內所含之水汽凝結成冰，此項凝結之冰可從其所成灰白之霜而覺察之，且氣壓表上之針亦向後移動。是故圓筒內之氧氣不得在半小時內用盡。其使用速度，相當於每秒7立方呎之消耗量。設此項圓筒活門遇冰凍時亦不得應用火焰或其他自熱器具融解之。

同上，電石氣消耗之量不得超過每秒 $\frac{1}{2}$ 立方呎，至其原因與上述者稍有不同。蓋當氣體消耗量過多時，圓筒內醋酸酐亦同時帶去。倘氧或電石氣之消耗量超過上述之規定時，可用多數圓筒平行連接。

用圓筒時須加小心，不得拋擲，尤以冬日為最，因圓筒之物質在冬日較為脆弱，但亦可採用適當包筒器，以為保護之用。

為運輸方便起見，最好將圓筒放平，且于工作時亦較便利，尤以氧氣為最。反言之，電石氣之圓筒，當工作時不得任其平臥否則醋酸酐即將流出。因圓筒之氣已處於高壓情形倘再增其熱度，則氣壓勢將更甚，圓筒威力有未勝者，豈不隨之損毀？故保護圓筒宜避人為或天然之熱。

減壓活門。圓筒內之氣體所承受之壓力過大，不合于銲接工作之用，故須經過降壓後始能應用，因此每一圓筒俱附一降壓活門。

活門之主要部分為：高壓連接管，帶有連接螺絲及高氣壓表；一低壓部份，附一節制螺絲工作氣壓表 (working pressure gauge)，安全活門及停止活門，且帶一軟管連接件 (hose connecting piece)。

因割切及銲接用途之不同故須有降壓大小不同之各式活門，通常用顏色油漆塗於外皮分別之，氧氣用藍色，氬氣紅色。電石氣白色。

第28及第29圖所示為最普通氧氣降壓活門之設計，其工作情形如下。此降壓活門與圓筒活門在錫螺絲1處相接。當活門啟開時，氣即

經連接管流至降壓之狹道 2，同時在連接管之高氣壓表即示出圓筒內之氣壓。將手輪 3 旋轉彈簧 4 為所壓縮，再傳其壓力于金屬圓餅 5 而至橡皮薄膜 6 上。薄膜 6 因被壓而向內，其壓力傳于連桿 7 及 8 上，放氣嘴 9 乃得開放，氣即自狹道 2 流入低壓室內，直至室內之壓力超過彈簧 4 上所施之壓力為止。此時彈簧閘 12 開始運行其功能，壓迫連桿，使之緊壓於橡皮膜上。同時因氧氣流過「放氣嘴」，壓力低降，薄膜 6 初則承受彈簧 4 之壓力，現則為連桿 7 所壓迫，直至彈簧 4 之壓力又超過彈簧 12 之回壓故氣體乃自圓筒逃出。工作壓力表所示者即低壓室中之壓力。

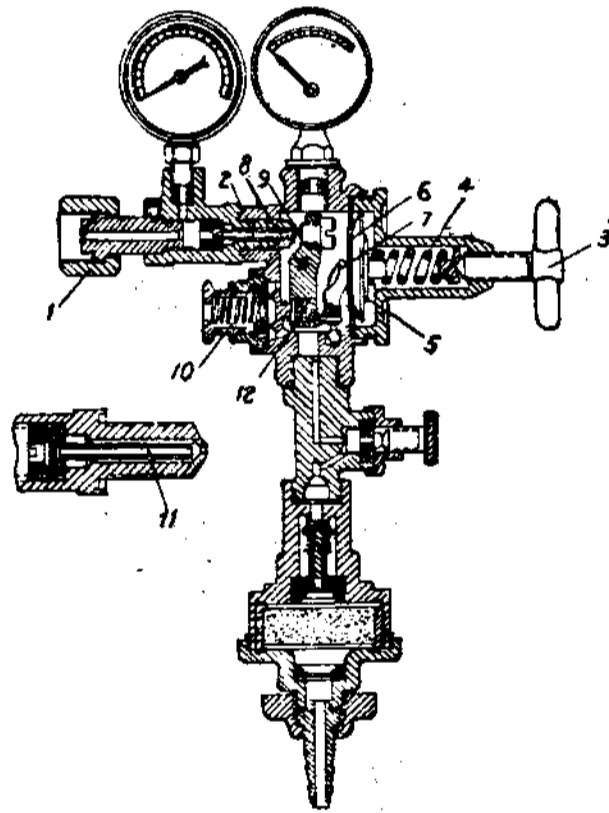
為避免壓力超過一定限度計，由於缺乏密封，或活門座 9 之損害，恆加裝固定活門 10，如圖所示。此種需要，在新式設計中，率多顧及之，套管 11 裝於連接管 2 中，以護減壓活門因高壓而損害。因壓力在放氣管 9 處所生之熱量，可經此套管傳走，故不至硬橡皮之燃點，尙有其他相似避免燃燒安全之設備，如衝流管口是，但用氈封則未見試驗成功。

在火炬處之爆炸，可用雙層安全筒以阻止之。此筒用螺旋接於塞上，(在減壓活門之低壓處)軟管即從此處接至火炬。裝於安全筒之單程活門，祇可使氣向火炬方向流去，而阻止其回流。當氣體回流經多孔填塞物時，此填塞物即將爆炸回波吸收而使之入於靜止狀態。填塞物須經回流檢驗，並須檢查是否於運輸時，有所損害。上述之降壓活門經長時期之工作後，即不能維持不變之壓力。蓋圓筒內壓力，逐漸減小，與彈簧 4 相反之彈簧閘 12 承受較大之壓力，故必須調整手

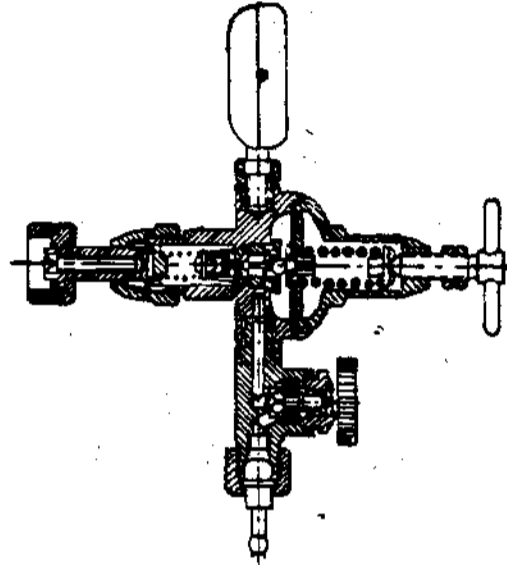
輪 3，使之減小彈簧 4 之壓力。為避免工作壓力之降下，又有許多方法。

新式之「降壓持常活門」皆將活門內之連棍，帶以螺旋彈簧，此彈簧同時又可應用為彈簧閘，因其施於橡皮膜上之壓力，視圓管內現存之壓力而定，故無須其他調節。

近來，尚有許多單級或二級「匹斯登活門」銷路頗廣。



第28及第29圖一降壓活門縱切面
 1.螺旋帽 2.測壓氣層 3.手輪 4.彈簧 5.金屬錘
 6.橡皮膜 7.及 8.橫桿 9.吹氣孔 10.安全活門 11.防火層 12.彈簧。



第30圖 一降壓持常活門

第30圖，示一單級式降壓持常活門，其工作情形。可自圖中審察之。此式中採用一由彈簧管理可調節之薄膜。當調節活門時，此彈簧經一圓球而壓於「匹斯登」。「匹斯登」固裝於活門之中央。

當活門之氣壓昇高，直至其能克服彈簧膜之反抗力時，關閉彈簧壓迫於封固塞而將活門關閉，「匹斯登」歸其原位。當活門內壓力開使降低，上述之情形又重演一番。

設消耗量小於某種限度時，活門內壓力增加。薄膜被壓，失其常態，而向右方移動，「匹斯登」不與之借動，圓球亦離其薄膜上之座位，氣體乃經開口而逃入外室，再入於大氣，此即安全活門之作用。

「匹斯登活門」亦有時作為立式。二級式活門係用兩相同單級式活門相串連而造成之。第一級多半僅將壓力降至15氣壓而不能應用人工節制，此項排列之優點，雖在低溫度，亦可行直線氣壓之分佈，並可保護活門，使之不致於崩裂。第一級氣之出口甚大，故可免除將硬橡皮之溫度升高至其燃點 510°F (265°C)，蓋氣壓降低後，“匹斯登”離

其座位，熱量即可自活門之本體傳走。雖然，第二級入口甚為狹小，因壓縮所生之熱，不足以使氣體溫度升至其燃點

銲接火炬。——銲接火炬簡稱火炬，是熔氣銲工作中，銲匠不可少之工具。銲匠必須備有優良之火炬，並須保持完好之狀態，方能得到良好的結果。購買火炬時，須注意選擇，因市場中，有多種不適合所需要條件之貨品。以下所述，均係主要應注意之點。

火炬須能使氧氣與可燃氣體密切和勻並得正確配氣之火焰，以便適合銲接之用。又火炬必須易於掌理且重量不大，使銲匠於工作時不致疲憊，或怠忽。

、火炬之「主室」(Main chamber)常計劃作為把柄之用，其內部裝有氧氣及可燃氣之氣管。混合氣管及火炬與把柄管 (handle pipe) 相連，氣體即在此把柄管中相混合。把柄管及混合管，多用鑲紅銅製成，近亦用多種輕金屬物代替之。火炬尖多用銅質製成。螺旋部份及炬尖，務須堅強清潔。內部須易於清潔，其手柄前後之重量，亦須平衡。

兩種氣管均須有閉氣設備，以活門最佳，其次為塞子。設氣之供給須時加節制，則電石氣之活門，至少應與管理火炬之手相鄰近，以便求銲接時之便利。舊式火炬關閉設備多置於手後，因上述理由，此項裝置並不使吾人滿意。設兩種氣體，在不同壓力之下，注入火炬內，其在較高壓力之氣，應負責吸入等量之電石氣。為達到此項目的，可應用帶有混合吹氣管之注射器。設電石氣之壓力，較氧為高，可設法使之降低，與氧相同，此時可不應用注射器，而代以簡單之混合吹氣管。

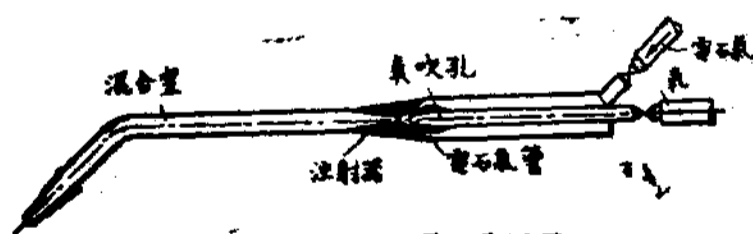
因工作方法不同，火炬可分兩種，(a) 注射器火炬，(b) 混合吹氣管火炬。

如上所述，此項名詞並不能正確表示火炬之作用。注射器亦附有

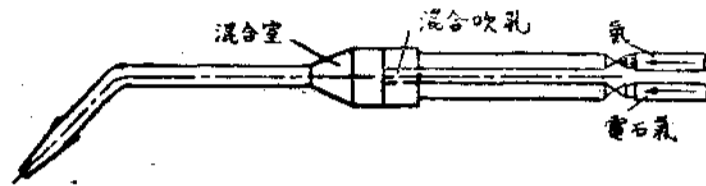
混合吹氣管，以便氣體密切混合。若以低壓及高壓電石氣火炬別之，亦不能使人滿意。因高壓電石氣，亦有時應用於注射器火炬，在此種情形下，電石氣氣壓可以調節，使較氧壓稍低。故最好分別之如下：
 (a) 注射器火炬。(b) 無注射器火炬。

第31圖，示一注射器火炬之簡圖。其主要部份為注射器，位於中部，氧即由其開口處以高速向外流出，其氣壓約在 15與45磅/方吋之間。電石氣(電石氣之氣壓較低)被注射器真空之吸引經其週圍環形地位，而入於注射器。此時兩種氣體在放散圓錐體內相混合，又因火炬之出口處直徑較小，故在混合時其速率降小，而其氣壓增高。此項氣壓即為火炬尖口處之應存速率。此式火炬其弊為電石氣引經把柄管，而把柄管則立於注射器之後。此項排列如氧管漏氣時，可使氧氣流入電石氣管內，因電石氣氣壓較低，易生危險，故應備一特別管，安設於沿把柄管內之旁直至注射器之吹孔，以備電石氣引入應於圓形地位之用。設有漏氣現象發生，可在把柄管上，鑽若干小孔，使已漏之氧氣逃至空氣中。

注射器火炬弱點甚多，容在下頁詳論，遂使吾人趨向于採用「無注射器火炬」，(如用於區區吹管者)，但此項火炬應用之成功，僅限於高壓電石氣產生器。



第31圖—注射器火炬概圖



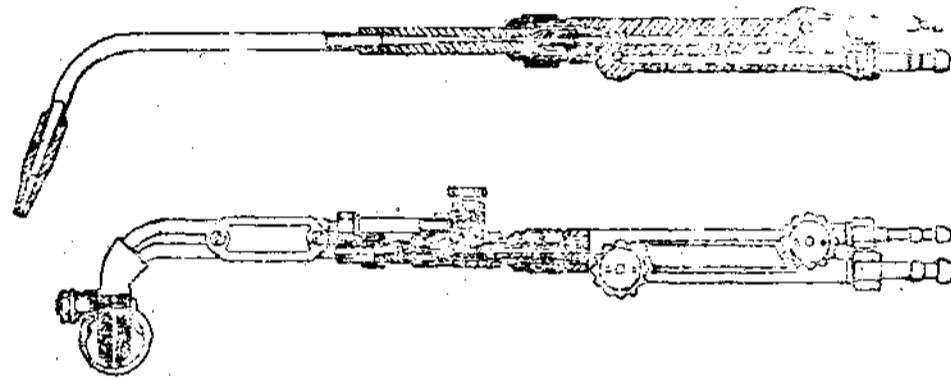
第32圖 一無注射器火炬概圖

第32圖，示一無注射器火炬（混合吹孔火炬）。氧氣及電石氣分別經圓管輸至混合吹孔，兩種氣體在火炬內之壓力約相等，以便得適當之火焰，其在混合吹孔及尖端出口處之氧氣進程序與注射器火炬相似。為求適合之火焰，以應用於厚薄不同之材料及適合各種金屬之傳熱情形，故必須將以上兩種氣體之混合管及炬尖隨時變動。凡火炬無此項設備者，名曰不變性火炬。此項不變性火炬，僅能應用於某單獨性式樣之銲接，如在大量製造工作下，或用於許多同式板片之銲接工作。如使用不變性火炬，有時需要更換另種銲接工作時或變更火焰強度時，必須將該火炬器根本改換。故不變性火炬，不易令人滿意。

通常火炬設有可調換之炬尖。此種火炬名曰變換銲接火炬以示與不變性火炬有別。此亦注射器火炬與無注射器火炬不相同之點也。後者僅調換螺旋炬尖，普通該器均附有4至8隻不同之炬尖以便隨時更換。至注射器火炬，僅變更炬尖則尚不足應用，因注射器之尺寸及其氣道之大小，須與混合管大小，有一定比例。故其混合管與炬尖，及注射器與混合尖口分別造連一體，而後此兩者可各更換。第33第34圖為一注射器火炬，若加裝其他設備，又可供切割之用。此種切割器於本書第三篇內將作詳細之討論。氧氣吹孔與一錐面形成一牢固之接縫。在此錐面處氧極易漏入電石氣管而生危險。故必須特別留意炬尖與底盤是否結合牢固。市上有一種安全「可變炬尖」之銲接火炬，其設計即為避免上述之危險，氧氣如有走漏時，可使之逃入大氣中。但結果亦不甚成功。氧氣回流之危險，為各種火炬不可避免之事，此項危險之

成因，亦有時係因炬尖處塞有雜質，或因火焰初燃及自滅之手術不良所致。更有一種危險嘗生於低壓電石氣系統內，蓋此種系統之電石氣壓力較氧壓為低，高度燃炸性之混合氣，多在電石氣管內產生，設炬尖遇有阻礙時，即可發生爆炸。

當火炬溫度增高後，火焰極易回擊其內部。但此種危險又不可避

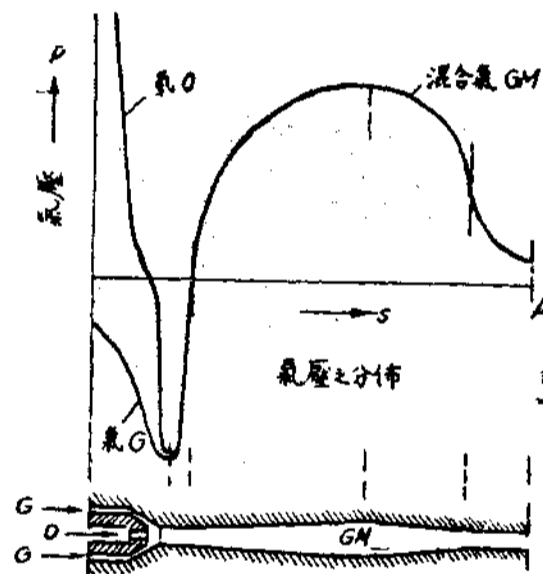


第33及34圖—銲接及切割兩用式火炬

免。故必須設法使回擊之火焰不可越過混合管，而阻抑於此，使之熄滅。吹孔及炬尖處氣體進出口之直徑，宜使之有固定之比例，以避免危險。此項比例須以經驗決定之。通常市售之火炬，均可免除回擊所生之危險。購買時可將該火炬燃點後，使火炬尖之火焰吹向兩板片所形成之狹角或封閉一端之圓管內，試其回擊以驗其安全度。或突將燃着之炬尖頂於板片上以驗之。此法又可試驗低壓損失與溫度增高之關係。

注射器火炬內溫度增高之，尚另有影響，即將氧氣與電石氣之比例變更，因之，氧氣有過多之慮。故銲匠須調節火炬以求適度之火焰。多數火炬因氧氣過多隨溫度增高而加重，以致最後不能得1:1之混合氣體。繼續工作時，氧氣多即產生不良之銲接。此種現象名之曰「沖淡」。其發生之原因，係由於溫度增高後，電石氣密度較氧氣密度之降低為速，因之氧氣不能吸出與其等量之電石氣。Aachen 地方之

高等工業學校，伯林國立化學工業試驗所及 wittenberge 地方之國家鐵路工業研究所等處之試驗，已經証明氧氣過多之因，係由於火炬內之壓力變更*。混合管之壓力變更爲限制注射器容量之因子。當氣壓因混合管溫度增加而昇高時，其氣體向各方向平均澎漲，注射器吹孔外之部份真空逐漸減少，致減少電石氣之吸入量。第35第36兩圖之曲線，已明示此種程序。因部份真空減少，從相對方面言之，圖中之大氣壓力線A可認爲向下移動，其與曲線G之距離減少，意即表示吹孔外之真空減少，氣之吸入量此必不足。



第35及第36圖—注射器火炬之概圖及氣壓之分布
G 氣, O, 氣, GM, 混合氣

直至本書付梓時，市上通行之火炬仍不能使氧氣與電石氣維持其適當之比例。蓋注射影響，往往隨溫度增高而難長時間保持其火炬之常壓故也。積有經驗者可設計使火炬保持其常壓，但現仍未足有使人滿意者。

●瓦雷西及莫斯二氏方當氧氣及電石氣間壓力情形變更時鑄接火炬之性質，Autogene Metallbearbeitung, 22卷(1929年)第146頁，

良好之高度真空火炬，為使用低壓電石氣必備之器具，但須注意者，多數火炬如設備有防止回流之器具，其真空程度即甚難保持其常態。保持常壓和安全設備二者，均為所需但不可兼顧，而併收其益。注射器火炬——多使用高壓電石氣——防止回擊影響較為注重，其常壓之保持並非甚要，因高壓氣流永遠流出，不以真空程度之增減而變更。但當溫度升高時則火炬應時時調節。據上論所及，亦為吾人採用無注射器火炬之另一原因。蓋吾人以為同壓之兩種氣體，不必時加調節。但無注射器火炬，亦須隨氣源氣壓之變更而時加調節。現在對於用高壓電石氣之無注射器火炬，是否合用意見分歧，除非氣壓和氣量有特別設備者不在此例。此種有特別設備之火炬名為「法拿馬火炬」(Frama Torch)，其構造為一混合吹孔火炬，具有節吹設備，氣體流經此處，受其調節，可得適當1:1之混合氣體所燃成之火焰。最近流行各國尚有一種雙火焰火炬。其設計目的為增加銲接速度，其最佳者在兩炬尖處有石棉蓋。為免除石棉蓋之損害計，以輕鋼片包護之。銲接開始前，將炬尖浸入水中，使之飽吸水量，當銲接時化水成汽有冷却效用。

三支火焰或多支火焰之火炬亦經製造，但因檢查或管理之不易，不能如雙火焰者使人滿意，故不贅述。

火炬之使用——銲接火炬為極易損毀之器具，故使用時必須注意，以求能得滿意之結果。工作時須檢查有無毀傷之可能，當長期休息時尤須將炬尖及銲接零件，裝於匣內。銲接場所之旁須備有熱源，以為燃點之用。若銲接場所時時移動，則以使用火柴較為便利。

當使用氫氣，煤氣，炔或炔屬汽時，宜先將可燃之氣體燃點，然後再將氧氣接通。當工作終了時，先斷氧氣源繼斷可燃之氣體。使用電石氣時，其程序與上述者相反。即先通氧氣源繼開電石氣，蓋電

石氣須與氧氣混合後，方能燃着。倘以使用氫氣及其他諸氣之法而應用於電石氣，則其火焰既不純淨且多濃烟。息滅火炬時，先斷電石氣而後將氧氣源關閉，如有回擊爆波發生，亦須首斷氣源。火炬息滅後如須再行燃點，應稍停片刻。如火炬裝有安全設備其炬尖染有塵污時，可在木塊上磨去之，雖當燃着時亦不致爆炸。

當火炬正在工作期間發生阻礙，祇能用銅針或木尖將炬尖通剔。否則吹孔之口徑，將致增加，炬尖即不能再用。回流現象產生之烟點，最好用肥皂水，鹼質或碳酸鉀溶液洗淨之。切忌使用鑽孔錐。

最後銲接場所之附近，宜備有貯水缸，以為隨時冷卻火炬之須。設工作之進行最易昇高火炬之溫度，如銲接巨大物體時，或曲角及空心金屬物之類，火炬必須時加冷卻。當火炬浸入水缸前，宜先將氣源關閉，以免有回流發生時，火炬內不致繼續燃燒。又可免氣自水中冒出，遇火而生爆炸。

火炬之各種修理，宜付諸富有經驗之工人執行之，而不得以尋常工匠兼代。設無適當之修理匠，宜將火炬之修理付諸製造廠家辦理之。

銲接補件——連接火炬及氣源之軟管，係用橡皮製成，外護以布。不得用線纏繞，因線有減少軟管之屈繞性。各種氧用或燃燒用之軟管其尺寸之大小皆有規定，不妨參照1901年德國之標準。軟管底座之尺寸亦有同樣之規定。軟管之兩端均套入底座再用夾子固夾之。檢查連接處有無漏氣現象，可試以肥皂水塗於該處。每月檢驗軟管，應使壓縮空氣或水試其能勝任之壓力。通常漏氣之軟管即為爆炸之一因。

工作時不可將軟管置諸行人易於踐踏之地。亦不宜置諸易為高熱物體所炙燒之地。

固定氣源幹管用於永久之裝置以饋送氣體，有時亦用於中央氣源供給所，以輸氣至各工地。

銲接協會出版之電石氣廠之建築及裝設一文，其附篇所述關於電石氣管之排列，積水及冰凍之防止，氣管網之設計以及氣廠其他零件之事等必須遵從之。安裝不良之氣管網，常發生多量壓差。

電石氣管不宜用銅製造，因銅與電石氣化合後，有爆炸之可能。‘鐵鋼’管或銅管，均可為輸氣之用，前者管壁之厚度可以較薄，其成本自可低廉，但易氧化，壽命短促不足與鋼管相較。

饋氣管可以各色油漆塗別之。電石氣管用黃色加白圈，或藍色而黃圈，其他氣體管子應油漆之顏色須視德國標準法規第 2403 條。

面罩為保護錫匠最要之零件。空氣錫所採用者應不易傳熱，應能免除閃光之耀目^{*}。面罩所用之玻璃有綠，紅，藍，黃及灰等色，以黃綠色最良。玻璃之化學成份為最主要。又面罩玻璃之顏色以能隨情形而變換者最為上選。

無論如何其與面部相接觸之部份須絕對避免專熱。如遇巨大熱量可以產生時，錫匠須備有石棉手套，帶有玻璃之石棉面罩和石棉胸圍等，以保護工作之錫匠，且可令其避免火花不致灼傷。口罩蒙於口鼻，可免錫匠吸入有毒之氣體。此種毒氣多因錫接劑，鉛及鋅等物質而產生。最好在錫接凳上裝設吸氣風扇，將錫接產生之氣體吸去之。

在大量錫接場中，所須許多錫接之零件若能集於一處最為經濟。最宜闢一室以為堆積及錫接之工地[†]。此室以高大，通氣，透光者為上乘。但為保護目力計，以避免日光之直射為是。錫接凳應有錫匠之

^{*} 此得自，錫接用之面罩，Autogene Metallbearbeitung, 22 卷 (122 9), 153 頁

座位，所有零件均位於其前，使其工作舒適。吸氣風扇應位於銲接凳之上。又銲接凳須有懸掛火炬之設備及冷却水缸。所有氣管應自凳之上方引來。工場中應多留餘地，以備銲接巨型物體。須銲之物體應堆列成序，可使銲匠有不必曲背或跪地取物之便。

(熔氣銲篇完，下期續刊電弧銲)

中華民國二十四年三月出版

交大唐院季刊

第四卷 第一期

發行者 交通大學唐山工程學院
編輯者 交通大學唐山工程學院

●季刊編輯社啟事

投考諸公均鑒：為便利編輯起見，本社訂有下列規則四條錄下，以供參考。

- (一) 中文稿請用本社製定之稿紙，倘用別種紙，每張務寫成二十五行，每行三十個字，最好橫寫。
- (二) 外國文稿，須用打字機騰清，最好附有中文提要。
- (三) 附圖須用白底墨描。
- (四) 投稿一經登載，本刊即常川贈閱。其有特別價值者，當為添印單行本五十冊，專送著作者以便分贈。

價目表

本期一冊定價五角	全年四冊定價二元	校友定購祇收半價
----------	----------	----------

定閱廣告各費

均請預先惠交

廣告費

右表均以一期計算 半年九折全年八折	封皮裏面	全面		
	底頁外面	半面		
	底頁裏面	四分之一		
	加底頁裏面	八分之一		
	五元	二元	一元六角	一元
	四元八角	二元八角	一元五角	九角