

民國二十五年十二月

國立北平  
大學學藝  
**五學專刊**

徐誦明題



卷五期

15

# 工學專刊目次

## 甲 論 著

- 自動電話與人工電話之經濟比較 ..... 錢鳳章 1
- 試驗布匹拉力用成條拉法 (Scrip Method) 及  
抓布拉法 (Grab Method) 之比較 ..... 張 信 7
- 改良高粱酒麴之初步研究 ..... 余蘭圃 樊正廩 17
- 直流電機之等壓連結 ..... 王欽仁 25
- 關於毛紡機器之佈置問題 ..... 張 信 33
- 醬油之氮素成分 ..... 周名崇 45
- 鼠籠式感應電動機之設計與製造 ..... 齊含真 49
- 金屬原質之電動力順序排列及還原  
電位差 ..... 柴景旭 75

## 乙 譯 述

- 張力與毛線直徑之關係 ..... 張 信 87
- 交流發電機與六互連係之穩定特性 ..... 蔣昌綏 95

## 丙 學 生 畢 業 論 文 選 錄

- 機車操縱檢討 ..... 初 緻 123
- 汞弧整流器及其電路 ..... 王制剛 153
- 環錠紡線工作效率之研究 ..... 張啓華 171
- 麥芽與麩麴的糖化力 ..... 楊以棣 191

## 丁 附 錄

- 北平市機械工業 ..... 梁銘常 韓丙誥 221
- 編後 ..... 陳 器

## 自動電話與人工電話之經濟比較

錢鳳章

現在常用之電話可分為兩大類，第一類是人工接綫的稱為人工電話，第二類是機械自動接綫的稱為自動電話。現在各國多在採用自動電話。而我國各大城市亦多已裝用自動電話。惟在我國經濟衰落的國家一切工商業均未發達而電話事業是否應普遍的採用自動電話是一個值得研討的問題。

自動電話與人工電話除在經濟方面可作比較外。在接綫方面自動電話頗有特長之處。因人工電話必須有司機生與用戶交換意旨，由意旨而變成動作。其間常因方言之不同，及司機生個性之不同，而生種種誤會及錯誤。在自動電話則接綫動作完全操於發話用戶之意旨及動作。倘發話用戶撥轉號盤無錯誤時，必能接到其欲叫之用戶。

以上所述雖為自動電話在接綫上特具之優點，而為用戶所樂於接受者。但在我國現在情況，一切公私經濟極度衰落的時期，籌集資本頗非易事，則是否普遍的採用自動電話的一問題應在經濟方面作嚴格的檢討，而後定其去取。

自動電話在接綫方面雖有上述之優點。但在我國現在教育不普及狀態之下，自動電話對於大眾用戶似未必較人工電話為佳。作者曾在首都電話局服務，曾察得百個中常有八個錯號。此錯號當然為用戶自己之錯之錯誤，當然為一般用戶缺乏常識（此時南京裝用自

有三年之久)不能依照正當手續撥發號碼所致。南京爲首都所在地尚多如此錯誤,則較小城市自不能免此種錯誤。故自動電話接線之優點,在我國現在教育狀況之下尚未能充分表現。

人工電話局內機件之構造較自動電話簡單甚多。故以五百號(全區域內電話用戶數)以下之局所作比較,人工電話局交換機無須複式開口之價格不及自動電話局價格之半。兩千號至一萬號之人工電話局約等於自動局價格之百分之七十五。至十萬號(全區域)以上之局所則人工電話局之價格乃比自動電話局爲貴。因人工(共電式)電話交換機最適宜之容量爲一萬號。一萬號以上,必須分爲若干一萬號之局所,則各局內必須增加“B”位置而增加費用也。

以上所述爲開辦費之比較。至於經常費方面,我人可先將兩者局內部分之經常費作一比較。暫將外線部分之經常費不計。茲將局內經常費之分類列下:

一,折舊及利息,

二,修養費。

而修養費中更可分爲下列細目,

甲,工作人員之薪給工資及養老金等,

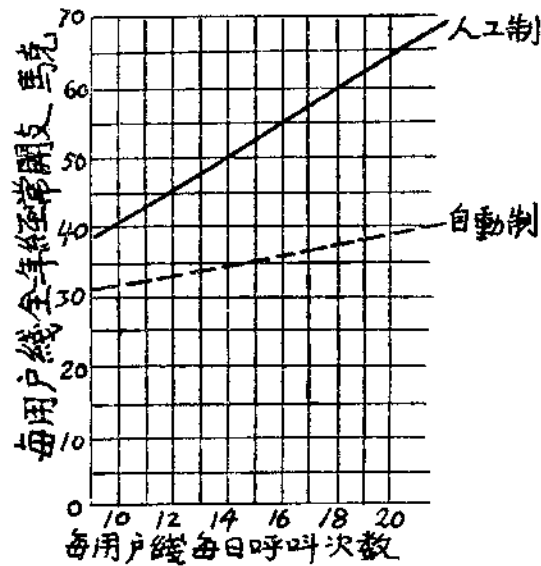
乙,修配材料費,

丙,電力費,

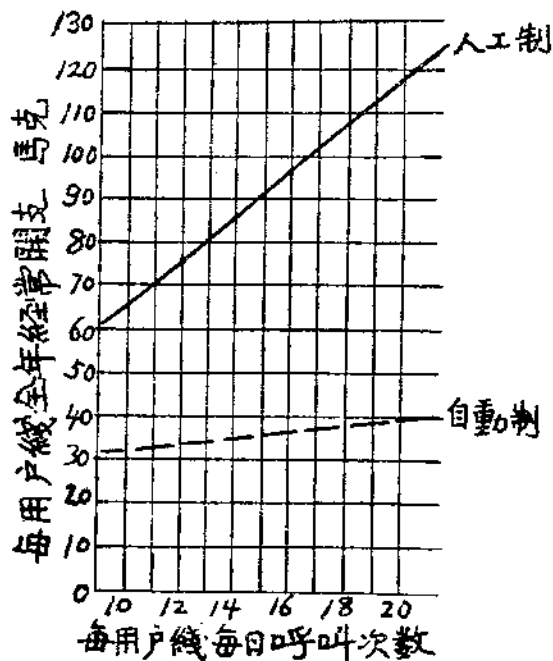
丁,局所之房租,電燈,熱力,清潔等費。

將自動電話與人工電話之經常費兩兩比較,我人必能決定孰廉孰貴。

茲將德國 Max Langer 所得之兩個比較圖錄之如下。第一圖為一萬號之人工局與自動局之比較。第二圖為六萬號



第一圖 10,000 用戶線人工制與自動制經常開支比較圖 外線不計



第二圖 60,000 用戶線人工制與自動制經常開支比較圖 外線不計

之人工局與自動局之比較。我人於此兩圖可知局所愈大,自動局之經常費較人工局之經常費節省更多;而在同樣大小之局所中,倘話務愈繁忙,則自動局較人工局愈為節省。

(因話務繁忙在自動局中祇須增加機件而在人工局中除增加機件外更須增加司機生以上兩圖經 Max Langer 搜集多量實際記載,詳加考量,而作之平均數量。故可認作有價值之參攷。惟以上兩圖一為一萬號之比較,一為六萬號之比較,國內雖甚少此等大局。但由此兩圖可以斷定在一萬以下僅數千號之局所,自動局之經常費未必能較人工局之經常費為廉。

且我國工資低

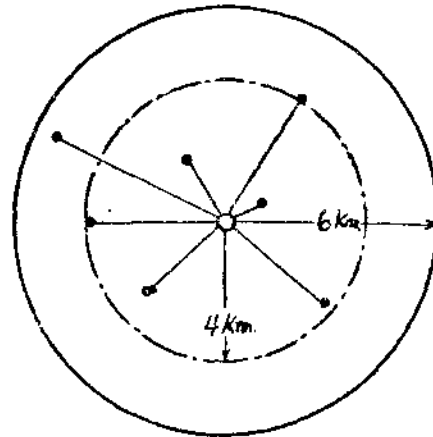
機材料均為舶來品,價值昂貴,自與外國情形略有不同;故於上述比較中,當以人工電話稍占優勢。

以上所述,祇就局所內部而作之比較。至於外線方面,自動電話更能節省線路材料。假定在一市區內祇有一個局所連接全區內之電話, (如第三圖甲) 則每一電話用戶線之平均長度必甚大。倘將全市區劃分若干小區, (如第三圖乙) 將附近電話連接於各該小區內之話局, 則用戶線之平均長度必可減低。局與局間雖必需中繼線連接之, 但中繼線之效用較用戶線之效用為高(常六七倍於最繁忙之用戶線)。故所須之中繼線數必較用戶線為少。而全區內電話線之總長度必可減少甚多。即開辦費可節省而經常費亦能節省。

上述線路材料之節省何故自動電話可以成就, 而人工電話不能適合。茲更說明如下: 因自動電話之接線完全由機件自動轉接, 而機件動作完全受電流之控制, 電流之控制無分於同一局所或另一局所, 故將全區內之用戶分接於若干小局內, 接線手續雖必經兩個或兩個以上之局所而後能接通者, 其機件無甚增加, 管理及修養人員亦不因分為小局而須若干增加。至於人工電話接線時多經一局必多經一司機生。倘將全區一局分為若干小局, 則每一小局內必須增加若干“B”司機生, 全區所增之“B”司機生皆為增加之開支。因“B”司機生之增加, 而增加“B”交換機。於是房屋等亦隨之增加, 而經常費之增加乃更甚。故人工電話最宜於一萬號之局所, 不能隨意選擇其大小。而自動電話則可隨市區內地形及人口之聚散, 擇定其位置及容量。

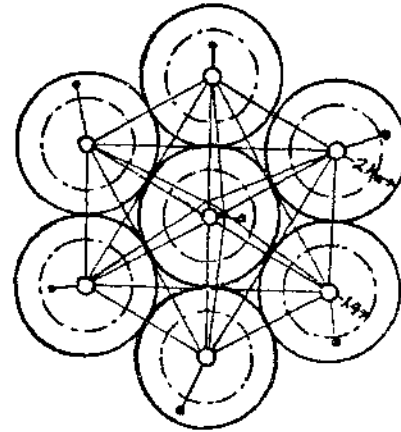
例以明上述節省線路材料之實況。假如第三圖

所示一市區內共有七千用戶，而用戶線之平均長度為四公里，則電線之總長為 $4 \times 7000 = 28,000$ 公里。倘全區分為七小區，每



甲. 全區一局 7000 綫

平均長度 4 公里



乙. 全區七局 每局1000綫

平均長度1.4公里

中繼綫平均長度5.4公里

第三圖 電話分區比較圖

區中間各設一局，則用戶線之平均長度減為 1.4 公里，於是用戶線總長為 $1.4 \times 7000 = 9800$ 公里。現假定每一話局須設120條中繼線，而其平均長度為 5.4 公里，則中繼綫總長為 $7 \times 120 \times 5.4 = 4536$ 公里。即電線總長為 $9800 + 4536 = 14,336$ 公里，約僅為 28,000 公里之百分之四十九。

以上計算中假定中繼線之效率在人工電話及自動電話中相同。但在實際上自動電話之接線及拆線均較人工電話為快，即每一電話之“占用時間” Holding time 為短，則中繼線在自動電話中之效率當可略高。更因自動電話中之中繼線可以合成‘大羣’ Large group，於是每一中繼線之效率更可增高若干。由此二理，自動電話中之中繼線數更可減少，而線料更可節省。倘在人工電話中欲得‘大羣’之效而不生弊，則必須設置“通知線” Order wire 及其他附屬

於中繼線者,仍費之於附屬機件,無俾於實益也。

綜上所述在一萬號以上之局所,人工電話之開辦費不能較自動電話為廉,而經常費又較自動電話為貴;線路方面,其開辦費及經常費均較自動電話為貴,則以採用自動電話為經濟。反之在壹萬號以下,人工局之開辦費為廉,經常費亦較廉,當以採用人工局為經濟。惟線路方面應加研究。倘市區之情形以分為若干小局而能節省線路材料者,則線路之開辦費及經常費亦應一併研究,而作最後決定。但用戶號數僅在四五千號以下者,局所方面之開辦及經常各費均較低廉,而外線方面亦無分區之必要者,則採用人工電話可無疑議。

人工電話更可分為共電式與磁石式兩種。前者適合於數百至數千號之局所。後者適合於二三百號以下至數十號或數號之較小縣城,及鄉村之應用。現在我國各省,縣與縣間,及縣與鄉村間之交通,甚為不便。頗有賴於電話之發展。而此項電話,實以磁石式與共電式最為適宜。目前我國雖不能自造自動電話,但磁石式與共電式電話均甚簡易,尚能自造。深望工業界注意及此,藉挽利權,更望由製造磁石式及共電式電話之經驗,進而謀自造自動電話,以謀自給也。



# 試驗布匹拉力用成條拉法 (Strip method) 及抓布拉法 (Grab method) 之比較

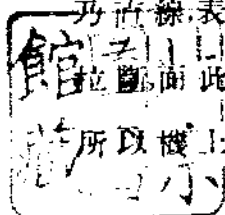
張 信

試驗布匹之拉力,可以確定布匹之成色,並可比較兩種或多種布匹之優劣。其試驗之方法,最普通者有二種:(1)成條拉法 (Strip method), (2)抓布拉法 (Grab method)。在二十三年九月北平大學工學院季刊紡織特號內,著者曾將美國材料試驗學會所通過之各種紡織物標準試驗法完全譯出,茲不贅述。本文所述者,僅限于成條拉布法及 2 吋 1 吋抓布拉法所得結果之比較。

## 成 條 拉 法

在試驗之前,先剪妥 1½ 吋寬 8 吋長之布條若干份, (採取布條方法,可參看二十三年九月之紡織特刊)。然後抽取冗線使布條寬度由 1½ 吋而變為 1 吋整,使布條兩邊皆富餘 ¼ 吋之橫線頭。此布條作成後,置於拉力機上,使上下握手緊握布之兩端, (上下握手之距離為 3 吋)。開動機器至拉斷為止。其拉力之大小,已自動記載於機之上端矣。

布條之形狀,在將拉斷時,當如第一圖所表示者。圖中 a, b 乃直線,表示這幾條線,已與橫線脫離關係矣。故雖布條被拉斷,而此數線 (a 與 b) 並絲毫未斷。c 線在布中,已被拉斷。所以機上記載之拉力,只是拉斷 c 線所用之力量,而 a, b 等線



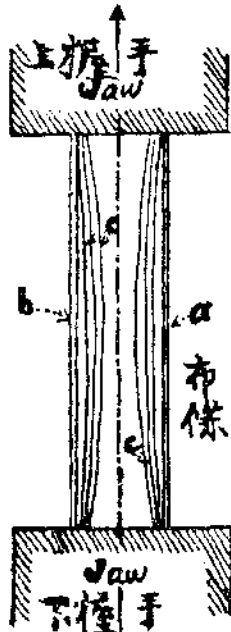
所担負者遠不及 c 線。由上觀之，則所得各線拉力之多少，並不甚準確。若欲糾正此弊，必須將所有直而不斷之線之『相對拉力』(Relative amount of stress)

求得之以決定其應担負之力量。

如取各種寬窄不同之布條，而試驗之，其拉力之大小，可以說與線之根數成正比例亦可說與布條最外邊之線距中心線之遠近，成正比例(第二法，稍有出入)。

若採用第一說法，而以線之根數為橫坐標，以拉力為縱坐標，用作圖表，結果必得一曲線，此曲線之公式當為一

$y = bx \dots\dots\dots(1)$   
y 是布條之拉力，x 是線之根數，b



第一圖：一條拉法  
(將要拉斷時之布形)

是曲線之坡斜度數。

按上列之公式，則布條上任何地方之每根單線之平均拉力，必為  $\frac{y}{x}$  (即是機上記載之拉力，以布條所含線之根數除之) 若以單根線之平均拉力為縱坐標，以線之根數為橫坐標，所得之曲線之公式必為

$$y_1 = b \dots\dots\dots(2)$$

在此式內， $y_1$  乃單根線之平均拉力也。按此公式所繪出之線，乃是一直線其坡斜度數等於零，而此直線必與橫坐標平行。

設使布條外邊之線與中心之線，其平均拉力不同；(假定無論布條寬窄，當被拉時，其伸直而脫離橫緯之線之數目不變，

且各線之伸長性皆完全相同), 則第一公式當變為:—

$$y = \pm a + bx \dots\dots\dots(3)$$

在此式內,  $y$  是布樣之拉力,  $b$  是曲線之坡斜度數,  $x$  是布條內所含線之根數,  $a$  是一個定數(此定數依布條外緣線與中心線之拉力的差數而變動)。

若依據第三公式則每根單線之平均拉力, 可由下列之公式求得之:—

$$y_1 = \pm \frac{a}{x} + b \dots\dots\dots(4)$$

在此式內,  $y_1$  是單線之平均拉力。由第四公式所得之曲線之坡斜度數必為  $\pm \frac{a}{x^2}$ , 而此曲線不與橫坐標平行矣。

美國瓦倫 (E.D. walen) 曾作此種試驗。所採用之布條其寬度不同(由 5 根線至 45 根線), 但其長皆 8 吋。布樣為 17½ 吋之車輪布, 每吋經緯線同為 23 根。在試驗之先, 將布樣曝曬於含有 65% 相對濕度及 70° F (21°C) 溫度之空氣中至三小時之久。曝曬後查知布內所含之濕汽與空氣所含者相等。然後將布條置於試驗拉力機上。機之上下握手距離為 3 吋, 機動之速度為每分鐘十二吋。所得拉力之結果, 列三表如下:—

第一表, —— 單根線之拉力(用以繪第二圖曲線 A 者)

公斤	公斤	公斤
6.5	6.4	6.7
6.2	6.9	6.6
6.7	6.6	6.8
6.7	7.1	7.3
7.1	6.5	6.5

平均拉力為 6.7 公斤。

第二表,——用『成條拉法』所得布樣之拉力(公斤),  
(用以繪第二圖曲線B者)

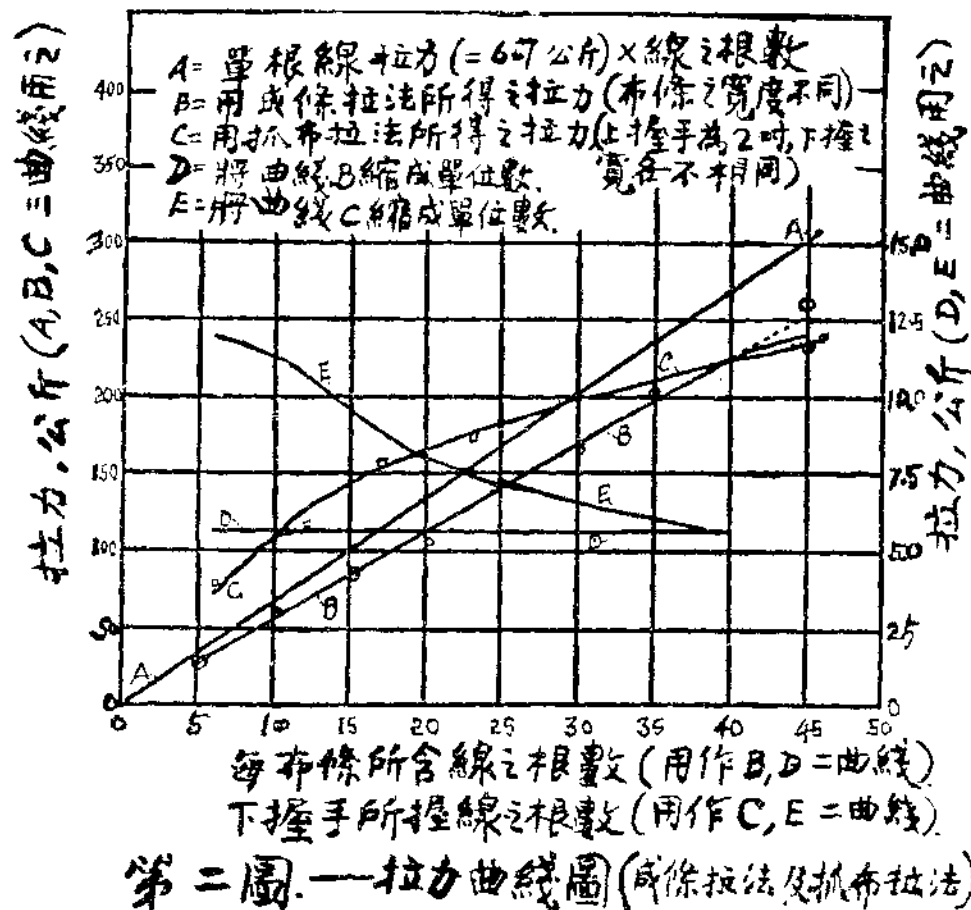
		布 條 含 線 之 根 數								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
		28.0	58.0	87.8	105.0	147.5	168.0	197	232	206
		28.2	59.4	83.0	105.2	141.8	149.3	198	243	260
		28.0	59.0	84.0	103.0	141.2	170.4	204	216	226
		—	—	—	—	140.8	165.0	210	223	236
平均		28.1	58.8	84.9	104.4	142.8	163.2	202	228	232

第三表,——用『抓布拉法』所得布樣之拉力(公斤)  
(用以繪第二圖曲線C者)

		機 器 下 握 手 所 緊 握 之 線 數						
		6	12	17	23	29	40	46
		78	120	155	175	207	215	245
		82	119	142	173	190	230	246
		80	117	165	173	197	214	238
		—	112	156	176	195	232	233
平均		80	117	154.5	174.5	197.2	222.7	240.5

第二圖曲線B之繪出係以拉力為縱坐標,以線之根數為橫坐標。其單根線之平均拉力,則以曲線E表出之。此圖可證明布條之拉力,與線之根數成正比例,並可知無論布樣之寬窄,每單根線之平均拉力皆相等。依據上述之理由,而推論之,布條兩邊脫離之線(如第一圖之a,b等線),亦必担負全拉力之相當部分。

試細查曲線B,過35根線後,此曲線忽下降。此乃置布條



於上下握手時工作不甚準確,致使布條被機器撕斷而未被拉斷也。若工作精細,曲線B可繼續延長如前,不致下降,而此弊可免矣。

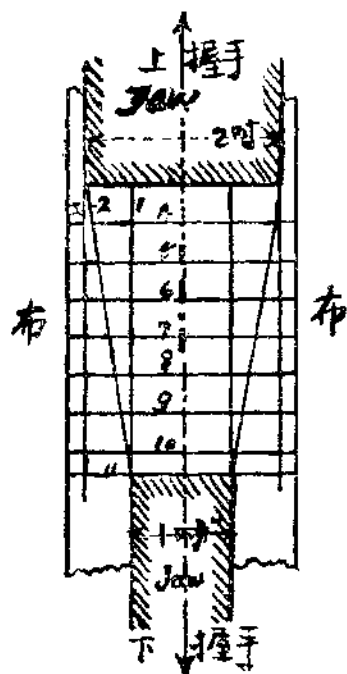
為詳細精確決定外邊數線所担負之拉力起見,瓦倫又將各種寬窄不同之布條之伸長性一一記載之。結果證明無論布之寬窄,其伸長性大致一樣。瓦倫又將單根線置機上而拉之,使其伸長等於布條被拉斷時之伸長,則所用之拉力幾等於由曲線B計算出之單根線,平均拉力。再者,無論布條寬窄,其外邊脫離而未被拉斷之線之數目皆相等。

曲線A之產生,係由試驗所得單根線之不均拉力(在此處為6.7公斤)與各寬窄不同之布條所含線之根數相乘而得

者。設使用成條拉法所試驗者為單線拉法(Single Strand test),則 A, B 二曲線,必合而為一體。緯線成條拉法所得之曲線 B,比經線成條拉法之曲線 B,距離曲線 A 更相近。由此觀之,在理論上曲線 B 應與曲線 A 相合;換言之曲線 A 即曲線 B 也。

### 抓 布 拉 法

在 2 吋比 1 吋之抓布拉法中,所用之布塊寬 2 吋長 8 吋。機之上握手寬 2 吋,下握手寬 1 吋,兩握手之距離為 3 吋(第三圖)。拉布前之各種預備手續,與成條拉法時之手續相同。機之上



第三圖：一抓布拉法  
(布在試驗前之形狀)

欲合乎邏輯的選出 C 曲線上之任何點,作為布之真正拉力,乃不可能之事也。

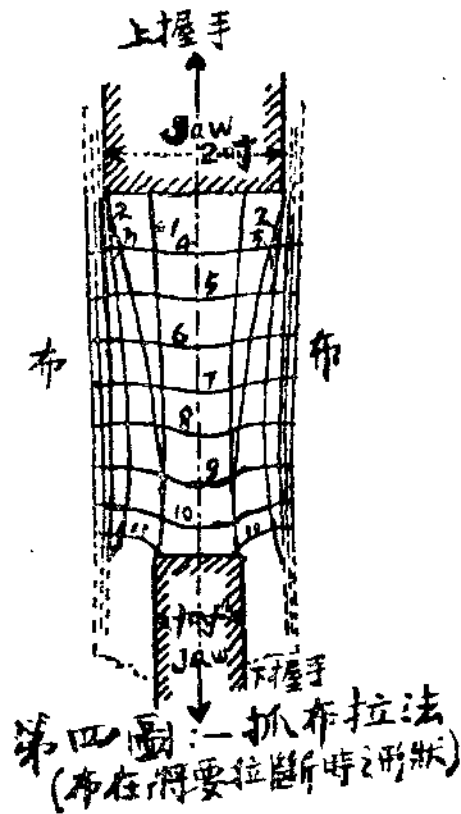
布內之線,有未直接受機器之牽動者,其拉力多不一致,致使曲線 C 中間現凸出狀態。此種現象可由第三四兩圖表示

握手皆為 2 吋寬,始終不變。下握手之寬度常常變換,由握 6 根線起,至握 46 根線止(第三表)。上下握手相距皆為 3 吋。所得結果可用第二圖之曲線 C 表示之。(以拉力為縱坐標,以下握手所握線之根數為橫坐標)。

每根單線之平均拉力,可由用下握手握住之線數除全拉力而得之。是即曲線 D 所表示者也。

相對的看來,可知下握手之寬窄,影響布之拉力甚大。但若

之。在未置於機上之先,先將布上畫若干直線(第三圖)。在布之起始拉斷時,所畫之線皆扭轉如第四圖所表示者。由此圖觀之,可明顯的了解布內未直接受牽動之線之拉力,影響於試驗之準確者甚大。



綜合以上之研究,可得以下之結論:用成條拉法試驗布匹之拉力,握手所握線數之多寡,影響拉力之比例數為不變者。用抓布拉法,下握手之寬窄,影響拉力之比例數是變換不定的。但此結論只限於試驗  $23 \times 23$  車輪布,而進行手續又須如以上所述者。蓋有時他種布匹之拉力,雖用成條拉法亦不與線數成正比例(此種情形,另有改正方法,容日後討論之)。因布匹經緯線之組合亦影響用成條拉法所得之拉力也。

試再取第二圖曲線 C 而詳細研究之。如曲線 C 所用之橫坐標,不用下握手所握線之根數,而改用下握手之真正寬度(以  $x$  替代),起始三點在  $\frac{1}{8}$  吋,  $\frac{1}{4}$  吋及  $\frac{3}{8}$  吋寬之地位求得之,則此三點幾在一條直線上。若將此直線向縱坐標上延長之,則將切於  $y = 43$  之點上。此直線之方向較曲線 A 稍坡斜。假定握手所握之線數確與其寬度成正比例,則彼此可有下列之關係:—

下握手之寬度(x吋)	所握線數	計算所得之拉力(公斤)	試驗所得之平均拉力(公斤)
$\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{4}$	$37 + 43 = 80$	80
$\frac{2}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$(2 \times 37 = 74) + 43 = 117$	117
$\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{4}$	$(3 \times 37 = 111) + 43 = 154$	154.5
$\frac{4}{4}$	23	$(4 \times 37 = 148) + 43 = 191$	174.5
$\frac{5}{4}$	$28\frac{3}{4}$	$(5 \times 37 = 185) + 43 = 228$	197.2
$\frac{6}{4}$	$34\frac{1}{2}$	$(6 \times 37 = 222) + 43 = 265$	—
$\frac{7}{4}$	$40\frac{1}{4}$	$(7 \times 37 = 259) + 43 = 302$	223 +
$\frac{8}{4}$	46	$(8 \times 37 = 296) + 43 = 339$	240 +

用上表計算所得之拉力繪出 C 曲線，則此曲線之公式當如下列之公式(5)。此公式之求法如下：——

表內之 37 數，乃線數每差  $5\frac{3}{4}$  根，拉力應差之數目。故曲線之坡斜度 (Slope)  $= 37 \div 5\frac{3}{4} = 6.43$ 。將此坡度用曲線 A 之坡度表示之(曲線 A 之坡度為 6.7，即單根線之平均拉力)，則  $6.43 = 0.96 \times 6.7$ 。如將此曲線延長之使與橫坐標相切，則在縱標 43 上之線數為  $\frac{43}{37} \times 5\frac{3}{4} = 6.67$ ，而  $6.67 = 0.29 \times 23$ ；即是理論上 0.29 吋之下握手應握 6.67 根線。所以此曲線 C 之公式當列如下：——

$$y = 0.96 \times 6.7(x + 0.29) 23 = 6.43 \times 23(x + 0.29) \dots\dots (5)$$

公式內之 x 乃下握手之寬(吋)也。第 5 公式，凡握手之寬度在  $\frac{3}{4}$  吋以內者皆適用之。

若用成條拉法時，則公式變為：——

$$y = 0.84 \times 6.7(23x) = 5.62(23x) \dots\dots (6)$$

此公式內之 5.62 ( $= 0.84 \times 6.7$ ) 乃曲線 B 之坡斜度，亦即曲線 D 之縱坐標也。但須注意第 5, 6 兩公式只適用於  $23 \times 23$  之



車輪布。

總之抓布拉法有四個影響份子即是 (1) 握手寬度, (2) 握手深度, (3) 布匹寬度, (4) 上下握手之距離。此四份子當試驗拉力時,決不可忽略者也。



## 改良高粱酒麴之初步研究

余蘭園，樊正廩

高粱酒爲吾國一種極要的釀造品。他在吾國釀造業中佔第三位，在蒸餾酒業中佔第一位。燒鍋工業偏佈全國，尤以華北諸省爲極盛。單就河北省而論，高粱酒產量每年不下一百萬担。每担以國幣二十元計，全年共能銷售 20,000,000 元。每担約須納稅四元，共能獲稅 4,000,000 元。其對於國計民生關係之巨，自不待言。

國內各燒鍋，率沿舊法，釀製高粱酒。舊法之弊點甚多。例如全年用麴必須在三伏之內，賴自然微生物之作用，一次製成。所耗去之費用，恒在六七千元左右。此種商業高粱麴，因製造法粗糙以及貯藏太久，常含有多種細菌以及其他有害之微生物，以致酒之產量不大，品質欠佳。

高粱酒品質之良否與所用之水，麴以及發酵情形均有甚大之關係。此等條件完全適合時，蒸餾出之酒，穩富於黏潤性及良好風味。他能使飲者生趣，盪盪不厭。既飲之後，喉潤神移，如在美夢之中，有不可言喻之後效。雖呼出之氣，猶有酒香可掬，斯爲上乘之酒。

水之品質雖受地域限制，可用人工改良也。但用改良之水釀出之酒，在風味上終不如用自然好水之佳。麴爲人工製造品。其品質之良窳，雖原於微生物之作用，但可利用微生物學、化學以及釀造學之研究結果，而加以改良之處甚多。至於

醱酵情形,完全可因科學管理法之得宜,而自臻美滿也。

近年來對於高粱酒釀造法之改良而努力研究者,頗不乏人(參閱塘沽黃海研究所之高粱酒論文以及南京中央工業試驗所之工業中心雜誌)。本篇作者專研究高粱酒麴之改良。本文僅為初步實驗之報告。如有缺憾之處,甚希讀者予以指正。

### 實驗手續及結果

1. 新麴之配製 (1) 小麥豌豆麴 取 95 份碾碎的小麥和 5 份碾碎的豌豆,混合之後,放在蒸籠裡蒸熟。攤冷到 30° 時,依照尋常製麴手續,拌入數種純養的絲狀菌如 *Rhizopus delmar*, *Rhizopus tonkinensis*, *Rhizopus japonicus* 等,放在保溫室中翻拌兩次。然後加以燥乾及碾碎。

(2) 麩皮麴 麩皮售價甚低廉,為麩粉廠副產物。每百斤約值小麥售價五分之一。在本實驗中,取約十斤蒸熟以及攤冷的麩皮,拌入上說的各種絲狀菌。保溫,燥乾及碾碎如前。

(3) 小麥麩皮麴 取五份碾碎的小麥和五份麩皮。拌和,蒸熟。此後處理手續,概與上文(1)相同。

(4) 商業高粱酒麴 除用上列三種新麴外,另購商業高粱酒麴(如華豐裕等)在同一情形下試驗,以資比較。

(5) 酵母之純養 選取 *Saccharomyces yemo*, Rasse II 及橫涇等純種酵母,種入高粱糖汁中。充分發育之後,傾出混和,以便加入高粱飯中,使發生固體醱酵作用。

2. 麴之比較 (1) 稱三份 250 公分碾碎的紅高粱,加入適量的水使變潮濕。蒸熟,攤冷之後,分別拌入 25 公分各種新麴

以及40 c. c. 純養的酵母。將這種混合物倒在大玻璃筒裏醱酵,以便觀察。上面封以濕泥,使與外界空氣隔絕。保溫八天(室溫 $17^{\circ}-20^{\circ}\text{c}$ )。取出蒸餾一次於剩下的渣子,攤冷後再加入25公分新麴及40 c. c. 酵母,封泥,保溫如前。八天後再取出蒸餾一次。對於剩下的渣子再如前法,加入25公分新麴及酵母醱酵一次。前後共蒸酒三次。每次所得之酒均用比重計方法測定其中所含之酒精量表(1)。前項原料經過三次蒸餾之後,只含有極少量澱粉,作為飼料之用或逕行拋棄。

另取數份 250 公分碾碎的紅高粱和75公分商業高粱酒麴,依照上說的手續,醱酵及蒸餾。商業麴亦勻分三次拌入,但不另加入酵母。三次所得之酒均作為酒精計算(表 I)。

最後又稱十斤碾碎的紅高粱和三斤新麴及240 c.c. 酵母,依照前法處理,醱酵三次,每次八天(表 II)。

表 I (高粱 250 公分)

麴之種類	麴量 (合高粱之)	第一次 出酒	第二次 出酒	第三次 出酒	酒量總計	出酒量佔 用去高粱的
小麥豌豆麴	30%	28.9公分	25.5公分	10.7公分	65.1公分	26.0% (重)
小麥麩皮新 麴	30	34.2	25.2	6.4	65.8	26.3 (重)
麩皮新麴	30	27.0	34.1	5.1	66.2	26.5 (重)
商業高粱酒 麴	30	23.2	25.5	5.9	55.6	22.1 (重)

表 II (高粱 10 市斤)

麴之種類	麴量 (合高粱之)	第一次 出酒	第二次 出酒	第三次 出酒	出酒量 總計	出酒量佔 用去高粱之
小麥豌豆麴	30%	541.0公分	531.5公分	216.6公分	1290.0公分	25.3% (重)
小麥麩皮新 麴	30	466.9	433.7	309.2	1209.3	24.2 (重)
麩皮新麴	30	415.6	451.0	303.4	1180.0	23.6 (重)
商業高粱酒 麴	30	237.2	441.6	335.2	1015.0	20.3 (重)

注意一 本文中商業高粱酒麴行之數值均代表平均值。

注意二 酒精之百分量均依重量計算(by weight),溫度為 $25^{\circ}\text{C}$ 。

上列兩表結果表示小麥豌豆麴,小麥麩皮麴以及麩皮新麴之糖化力及醱酵力均比商業高粱酒麴的強。所以出酒量之總計均較高。其中尤以麩皮新麴為最佳。蒸出酒之風味亦不亞於優美之商業高粱酒。表II中結果雖不能與表I中完全相符,但都為有規則之差異。但因試驗材料之用量甚大,蒸酒手續不易節制,損失較多。所以出酒量總計稍遜於表I。

3. 麴量之比較 在三種新麴中,既已由前文實驗證明麩皮新麴為最良之麴。下文各實驗中即採用麩皮新麴為標準麴。

稱四份 2 斤碾碎的紅高粱,蒸熟攤冷後,勻分三次,分別拌入 15%, 30%, 60%, 以及 90% 麩皮新麴及酵母。保溫醱酵及蒸餾如前(表III)。

另用商業高粱酒麴照樣試驗,以資比較(表IV)。

表III(麩皮新麴)

麴量 (合高粱之)	出酒量 總計	出酒量合 用去高粱之
15%	50.3 分	20.1%
30	66.3	26.5
60	75.3	30.5
90	79.5	31.8

表IV(商業高粱酒麴)

麴量 (合高粱之)	出酒量 總計	出酒量合 用去高粱之
15%	43.8 分	17.5%
30	55.3	22.1
60	60.7	24.3
90	62.1	24.8

表III及表IV均表示 15% 麴為太少,使出酒總量減低。普通燒鍋用麴之量約在 15% 與 28% 之中。本實驗中結果表示 30% 為最適當量。麴量由 15% 增多到 30% 時,出酒總量可以增多到 4.6—6.4%。但由 30% 增多到 60% 時,出酒總量只增加 2—4%, 麴之製造在燒鍋業中最費時間及成本。倘若用麴之量超過 30% 而出酒之量不能特別提高,自非經濟之道。

4. 醱酵日期 普通燒鍋依從經驗而定醱酵日期,約為八

天到十四天。所謂七生八熟也。本實驗目的專為探討麩皮新麴所需要之最短醱酵期間。多次試驗結果表明四天為最短期,七天為安全期。

稱四份 250 公分碾粹的紅高粱,蒸熟,攤冷,勻分三次,拌入 15%, 30%, 60%, 90%, 麩皮新麴及酵母。這些混合物依照前文手續醱酵及蒸餾(表V)。

同時用商業高粱酒麴舉行節制實驗(表VI)。此外更用十斤高粱試行大規模釀造(表VII)。

表V (麩皮新麴,醱酵四天)

總量 (含高粱之)	第一次 出酒	第二次 出酒	第三次 出酒	出酒量 總計	出酒量佔 用去高粱之
15%	30.2公分	10.3公分	3.5公分	53.0公分	21.2% (重)
30	28.9	30.4	9.0	68.3	27.3 (重)
60	32.1	30.2	7.8	70.1	28.0 (重)
90	30.8	25.0	6.7	62.5	25.0 (重)

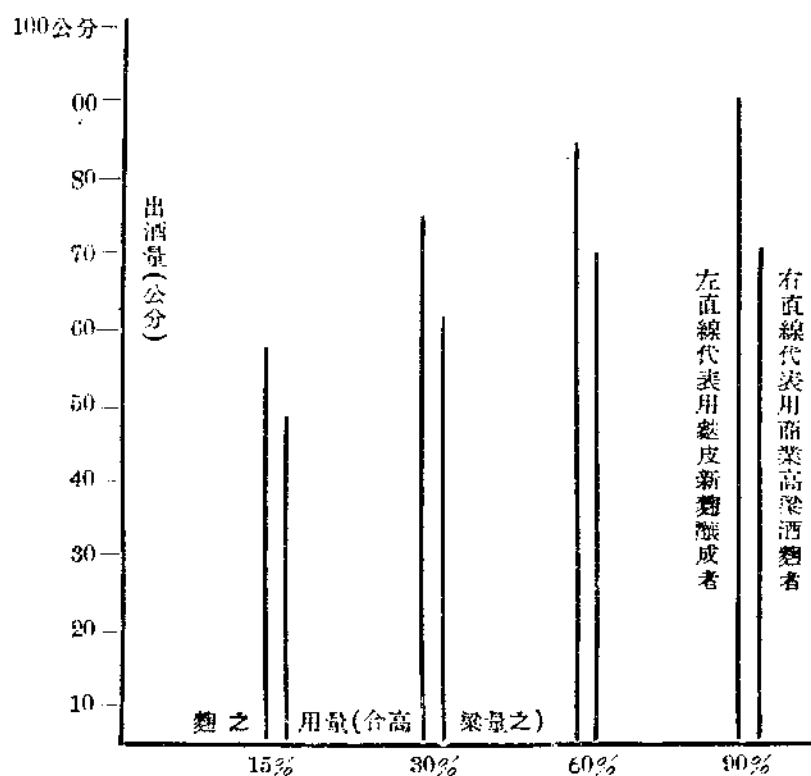
表VI (商業麴,醱酵四天)

總量 (含高粱之)	第一次 出酒	第二次 出酒	第三次 出酒	出酒量 總計	出酒量佔 用去高粱之
15%	13.4公分	18.5公分	7.7公分	39.6公分	15.8% (重)
30	16.1	24.2	10.0	50.0	20.2 (重)
60	12.6	25.2	18.4	56.2	22.5 (重)
90	17.1	20.8	21.4	59.3	23.7 (重)

表VII (高粱10斤,麴3斤,醱酵四天)

麴名	第一次 出酒	第二次 出酒	第三次 出酒	出酒量 總計	出酒量佔 用去高粱之
麩皮新麴	530.7公分	524.5公分	210.2公分	1265.4公分	25.2% (重)
商業高粱酒 麴	314.7	425.6	209.1	953.4	19.1 (重)

麩皮新麴與商業麴之酸酵力比較



5. 酒之成份 用麩皮新麴釀成之高梁酒,除風味與市售高粱酒不相差外,他的化學成份與市售之高梁酒亦相差甚微:

比重( $^{20}/_4^{\circ}$ )	0.90117	酯	0.196%
乙醇醇(容積計)	63.5%	醛	0.051
總固體物	0.011	雜醇油	0.018
總酸量	0.034		

### 結 論

本研究對於改善燒鍋業有下列六種貢獻:

1. 製麴手續簡單,不受季候限制。在任何地之保溫室內,都可以隨時大宗製造。
2. 製麴人工省而材料廉。麩皮之每担售價僅合小麥售



價四分之一。

3. 新麴之糖化力及醱酵力比商業高粱酒麴強。醱酵日期可以縮短到四天,但以七天為安全期。

4. 酒之產量用新麴者比用商業高粱酒麴者大。倘以十担高粱計算,可以多獲一百三十市斤高粱酒。

5. 新麴品質純淨,不夾雜有細菌或其他有害之微生物。

6. 用新麴釀成酒之成份及風味都能與市售高粱酒近乎相等。

### 參 考 文 獻

- 黃海化學研究所 高粱酒之研究  
大連中央試驗所 高粱酒之調查報告  
孫顯川,方心芳 高粱酒麴之改良(工業中心,第四卷第四期)  
金培松 中國高粱酒之釀造法及其改良之途徑(工業中心,第三卷第七期)  
宮路德二 應用細菌學  
Kayer Microbiologie  
Jorgensen A. Microorganisms and Fermentation  
Klücker A. Fermentation Organisms.  
Lafar F. Technical Mycology.



# 直流電機之等壓連結

王 欽 仁

本篇係根據藍司道夫 (Langsdorf) 氏所著之直流電機原理輯成,原書於等壓連結之說明頗欠詳盡,且不無謬誤之處,乃為增補修正,筆之於書,以便講授,適工學專刊徵稿,因稍加整理,聊充篇幅,自維學識謬陋,加以時間匆促,挂漏仍在不免,讀者幸賜指教。

編者識

## 目 次

1. 電樞電阻小的原因
2. 等壓連結之由來
3. 等壓線之連結法
4. 等壓連結所需之條件
5. 單重捲內等壓連結
6. 多重捲內等壓連結

1. 電樞電阻 (Armature Resistance) 小的原因,凡製造電機為求其效率大,因而在應用時,使牠所有的一切損耗 (Loss),在可能範圍內,力求減小,銅損耗 (Copper Loss) 既與電流的平方同電阻成正比 ( $P=I^2R$ ),今欲將其減小,當須在電流與電阻方面想法,但在電樞 (Armature) 上之電流,為負載電流 (Load current) 所限,不能減小,故祇能將其電阻減小,此即電樞電阻小的原因,又因電機之容量 (Capacity) 等於負載電流與電壓之相乘

積( $P = IV$ ),因而電機內之電樞電流(Armature current)與其容量俱增,故電機之容量愈大,其電樞電阻即須愈小,通常電樞電阻恆小一歐姆(ohm)

2. 等壓連結(Equipotential connection)之由來:因電樞內之線圈(Coil)恆分為數路,其分路數目恆為偶數,彼此互相平結(Parallel connection),在發電機上,電流由電樞經電刷(Brush)與導線而至配電盤(Switch board),為求電樞上電損耗少,同時又不影響其負載電流,並欲得良好整流(Commutation),須要使負載電流,由電樞上各電路平均分配,亦即由各電路內所生之電動力與其電阻,必須相等,始能有此結果,但在事實上,電阻相等,尚易製造,而欲使其所生之電動力完全相等則極難實現,若電樞為摺捲(Lap winding)者,則更難實現,即幸而實現於造成之時,然而用過相當年月後,亦將失其相等,若各電路內所生之電動力不相等時,因其電阻甚小,則各電路內,對於負載電流之分配,勢必相差甚多,電刷與整流器(Commutator)間,即將發生劇烈火花,如是電刷與整流器,即有燒毀與溶化之虞,欲避免此種危險,在較大的發電機上,多半利用等壓連結,故等壓連結在預防各電路內所生之電動力不等時所生之損害,若相等時,此種設備即成廢物。

3. 等壓線(Eguilizer)之連結法:為避免上述原因造成電刷與整流器之損害起見,將電樞上各電路中,在理論上電壓相同之點,用導線互相連結,此種導線即名之為等壓連結線(Lines of Equipotential connection);簡稱等壓線若所連結之各點,真正等壓時,等壓線上即無電流經過,否則電流由此綫直接經過,使由各電路到電刷上之電流依然相等,電刷與整流器即不至

發生損害,實際上因各電路中等壓點甚多,而製造上又需要簡易,勢不能一一連結,祇須選擇其中若干等壓點,加以等壓連結線即可,等壓連結線有的放在電樞心(Armature core)與整流器之間,亦有放在電樞上與整流器遙對的一側,詳細連法可以參照直流電機原理(Langsdorf著)第三章第20節。

4. 等壓連結所需之條件: 今將任何捲(Winding)上用等壓連結時,所需之條件,述之如下。

(a) 在每一等壓連結線,所連結之各有效線圈側(Active coil side)彼此間之距離,須為兩磁極節距(Two pole pitch)或其倍數,故磁極數若為二時,即無等壓連結。

(b) 因平常所用之電樞皆為槽電樞(Slotted Armature)故等壓線所連結之各有效線圈側,為求其生相同的自感(Self Induction)與互感(Mutual Induction)作用起見,須在槽內之同樣位置,如此則相鄰兩等壓點間的線圈側數,須為每槽內所有的線圈側數的倍數。

(c) 因有效線圈側與整流器上之截片(Segment)相連結,截片又與電刷相銜接,故等壓線所連結之截片,對於同性極電刷之位置必須相同。

根據上述三條,得知用等壓線時,電樞上之槽數,截片數,磁極數同每槽內之線圈側數,彼此相互之關係,可用公式述之如下

設  $P =$  磁極數     $S =$  截片數     $N_s =$  槽數

$Z_s =$  每槽內之線圈側數     $Z =$  電樞上之線圈側數

$$\text{則 } \frac{N_s Z_s}{2} = S \frac{P}{2} \times K_1 = S \frac{P}{2} \times K_2 = N_s \frac{P}{2} \times K_3 = Z$$

上列公式中  $K_1, K_2, K_3$  為三個常數,且須為整數

5. 單重捲內等壓連結(Equipotential connection in simplex winding); 因電樞有摺捲(Lap winding)與波捲(Wave winding)之分茲分別述之如下:

(a) 摺捲: 現在因電樞內電路數恆等於磁極數( $a = p$ )磁極數恆為偶數,故電路數亦恆為偶數,至於槽數截片數磁極數與每槽內之線圈側數相互的關係,可以參照第四節茲不再贅

(b) 波捲: 現在電樞內電路數恆為二,與磁極數無關因  $y$ (整流節距) =  $\frac{2s \pm a}{p} = \frac{4s \pm 4}{\frac{p}{2}} =$  整數。但用等壓線時  $S$  須為  $\frac{p}{2}$  的倍數,故知單重波捲內並無等壓連結,然因每電路內在各磁極下所含之線圈側數彼此相同,其所生之電動力又易於相等,故單重波捲實際上亦不需要等壓連結

6. 多重波捲內等壓連結(Equipotential connection in Multiplex winding) 在多重捲內非但電樞有摺捲與波捲之分別,即其捲之重入次數(Degree of Reentrancy)亦有單數與複數之不同,茲分別述之如下:

(a) 重入次數為一的雙重摺捲(Duplex Lap winding)重入次數既為一,則  $S$  須為奇數,又因  $S = K_1 \times \frac{P}{2}$  今設  $\frac{P}{2}$  亦為奇數時如  $P = 6, 10, 14, 18, \dots$  現在若  $K_1$  為奇數,即可作等壓連結,假設  $\frac{P}{2}$  為偶數如  $P = 4, 8, 12, 16, \dots$  則  $K_1$  無論為任何整數,  $S$  亦不能得奇數然而重入次數為一,  $S$  又不能為偶數,故不能有等壓連結線,因而重入次數為一的雙重摺捲,若欲用等壓連結時,則  $\frac{P}{2}$  非為奇數不可。

(b) 重入次數為二的雙重摺捲現在因閉圈數(closed coil)數為二,則  $S$  必為偶數,  $S$  既為偶數,如  $\frac{P}{2}$  為奇數時,則  $K_1$  亦為偶數,但等壓線所連結之各等壓點,須由閉電圈甲上之  $a$  點經

兩磁極節距而連結於閉電圈乙上之 b 點再經兩磁極節距又連於閉電圈甲上之 c 點若再經兩磁極節距則又連於閉電圈乙上之 d 點,如此設 a 點所連之截片為奇數,則 b 點所連之截片必為偶數, c 點所連之截片又為奇數, d 點所連之截片復為偶數,故 ab 兩點間之截片數須為奇數因  $S = K_1 \times \frac{P}{2}$  今  $K_1$  既為奇數若  $\frac{P}{2}$  亦為奇數時,則 S 不能得偶數,若  $\frac{P}{2}$  為偶數時,則其倍數亦為偶數,即 S 可以得偶數,所以  $P = 6, 10, 14, 18,$  或 22 時即不能作等壓連結,若  $P = 4, 8, 12$  或 16 時( $\frac{P}{2} =$  偶數)即可作等壓連結線。

(c) 三重摺捲 (Triplex Lap winding); 凡三重摺捲若其重入次數為一,則祇有一個閉電圈,同時 S 須為 3 的倍數加一或減一,可用公式述之如下  $S = 3x \pm 1$ , x 須為整數,又因三重摺捲其等壓點須為三或三的倍數始可用等壓連結線,且二等壓點間之截片數須為三的倍數加二。今設  $K =$  倍數則

$$S = \frac{P}{2} \times (3K + 2), \therefore 3x \pm 1 = \frac{P}{2} \times (3K + 2), \frac{P}{2} = \frac{3x \pm 1}{3K + 2} \text{ 今 } \frac{P}{2}$$

為整數故  $\frac{3x \pm 1}{3K + 2}$  亦須為整數,始可用等壓連結,但相鄰兩等壓點間之磁極節距為二故 P 須為六或六的倍數始能有等壓連結,若重入於次數為三時,現在有三個閉電圈, S 須為三的倍數,但同時 S 又要等於  $\frac{P}{2} (3K + 2)$ , 故實際上不可能,故重入次數為三時三重摺捲不能用等壓連結,三重摺捲以上的多重摺捲既不易見,且其原理亦可由此類推,茲不多贅。

(d) 雙重波捲 (Duplex wave winding); 現在因  $y$  (整流節距)  $= \frac{2s \pm 4}{P}$  今設  $P = 4$  時則  $y = \frac{S}{2} \pm 1$ , 因 y 須為整數,則 S 非為偶數不可,又因在雙重捲時相鄰兩等壓點間之截片數須為偶數如自 1 到 10, 或自 2 到 11, 如  $P = 4$  時 S 須為 4 的倍

數始可,如此則  $Z$  須為 8 的倍數,槽數則須看  $Z_s$  之值為何,但仍須為偶數,但因  $P=4$  時之雙重波捲電樞上之電路數與  $P=4$  時單重摺捲者相同,且不如後者製造簡單,故不常用。如  $P=6$  時,則  $y = \frac{2s \pm 4}{6} = \frac{s \pm 2}{3}$  復由蘭斯道夫(Langsdorf)氏所著之直流電機原理第 182 頁第 45 圖,知  $S$  須為 3 的倍數, $S$  既為 3 的倍數則  $y = \frac{s \pm 2}{3}$  欲得整數當不可能,故  $P=6$  時在雙重波捲內用等壓連結是不可能的,如  $P=8$  時  $y = \frac{s}{4} \pm \frac{1}{2}$ , 欲使  $y$  得整數,則  $\frac{s}{4}$  須等於一整數加  $\frac{1}{2}$ , 如此則  $S$  非為偶數不可,同時在同一等壓線上,相鄰之二等壓點須相距 4 磁極節距,若  $Z_s$  為 2 時,則  $N_s = S_s$  若  $Z_s = 4$  時則  $N_s = \frac{S}{2}$  又因  $\frac{S}{4} = x + \frac{1}{2} \therefore N_s = 2x + 1$  如此則槽數非為奇數不可,若  $Z_s = 6$  時則  $6N_s = 2s = 8x + 4$ ,  $x = \frac{3N_s - 2}{4}$  但  $x$  須為整數,故  $N_s$  須為 2, 6, 10, 14, ..... 等等數,且因  $y = \frac{2s \pm 4}{P} = \frac{4(s \pm 2)}{\frac{P}{2}} =$  整數,而  $S$  又須為  $\frac{P}{2}$  或  $\frac{P}{2}$  的倍數,故  $\frac{P}{2}$  若為奇數時當不可能,所以  $P=6, 10, 14, 18, \dots$  時,不能用等壓線,若  $\frac{P}{2}$  為偶數時,  $S$  為  $\frac{P}{2}$  的倍數,  $y$  可以得整數,故  $P=8, 12, 16, \dots$  時可以用等壓線。

(e) 三重波捲 (Triplex wave winding) 現在  $y = \frac{2s \pm 6}{P}$   
 $= \frac{4(s \pm 3)}{\frac{P}{2}} =$  整數,同時  $S$  又須為  $\frac{P}{2}$  的倍數,故  $\frac{P}{2}$  須等於 3 或 3 的倍數,始能有等壓線,且因三重波捲其每一等壓線上最少須連結三個等壓點,又因相鄰兩等壓點間,須相距二磁極節距或其倍數,故  $\frac{P}{2}$  須為 3 的倍數,因而  $P=4, 8, 10, 14, 16, \dots$  時不能用等壓線,今設  $P=6$  則  $\frac{P}{2} = 3$ ,  $y = \frac{S}{3} \pm 1$  現在  $S$  須為 3 的倍數,  $y$  始能得整數,由此可知其數入次數為 3 時,始



---

能用等壓連結,實際上用三重捲者,亦不多觀,故三重波捲以上之多重波捲,茲不多贅。



## 關於毛紡機器之佈置問題

張 估

我們除紡織界外,大半不知道雜毛物 (Woolen) 與細毛物 (Worsted) 之分別。每到買一件衣服或一匹毛呢,只要知道是全毛的,即心滿意足不再細問了。但是實在說起來,這兩種紡紗之方法完全不同,就是織布及整理方面,亦是多有不同之點。

此外尚有不同之點,即是關於工廠之最經濟或最小之限度。細毛紡織工廠 (Worsted mill) 常用大規模組織之。如美國吳德毛廠有二十二萬六千錠子,艾野毛廠亦有四萬五千錠子。足證其廠之大小無一定之限制,而與經濟無甚影響也。雜毛工廠 (Woolen mill) 則常限於一百架織機較大者很少見。大概是因爲雜毛的銷路不甚廣,而摻和各種羊毛之成分,各有不同,布紋花樣及整理法亦日新月異,並非永久不變之物,且須用十二分的細心去監理各種工作。因爲以上這許多的情形,這種工廠不能太大了。

第一步研究的,是一個假設的細毛工廠的組織法。假設此廠之大小爲四萬錠子,一半用作紡二十五支單股線,一半紡四十支雙股線。洗毛部及鋼絲部較他部每週多工作十七八小時。此組織法是英國式的,法國式的與此不同,故暫時不提。

部	分	機	名	數	目
		鬆毛機	Opener with feed	五	

洗 毛 部 Scouring	洗毛機 4 Bowl Scourer	五
	乾毛機 Apron dryer	五
	送毛筒 Wool blowing	—
鋼 絲 部 Carding	單程鋼絲機 60'' × 60'' Single Cards	十
	複程鋼絲機 60'' × 60'' Double Cards	四十
精 梳 部 Combing	筒子啓路機 Double head can gills	十四
	筒子啓路機 Double head can gills	十四
	捲條預備機 Punch boxes	七
	精梳機 Combs	六十
	筒子啓路機 Double head can gills	六十
粗 紡 部 Cone Drawing	筒子啓路機 Doublehead can gills	六十四
	四錠啓路機 4 Spindle gill boxes	三十二
	八錠啓路機 8 " " "	三十二
	十錠啓路機 10 " " "	三十二
	頭道錐式粗紡部 28 Spindle Cone Slubber	二十四
	二道錐式粗紡部 60 spindle cone Reducer	三十六
	三道錐式粗紡部 80 spindle Cone Rovers	九十六
粗 紡 部 Open Drawing	頭道且弟粗紡機 30 spindle dandy Slubber	八
	二道且弟粗紡機 30 spindle dandy Reducer	二十四
	三道且弟粗紡機 80 spindle dandy Rover	八十
染 粗 紗 部	重洗機 Backwashers	四
	解纏機 Unwinders	九
	雙球機 Double Ballers	六

Slub Dyeing	量重啓路機 Weigh boxes	八
	和條機 Mixing	八
	末道啓路機 Finishers	六
精 紡 部 Spinning	經綫精紡機 212 sp. warp frames	一百四十六
	緯綫精紡機 212. sp. filling frames	五十六
纏 紗 部 Winding	纏紗機 100 sp. Cone Winders	二十
	繞紗機 Skein Reels	八
併 股 部 Twisting	帽式並股機 200 sp. Captwisters	九十
纏 軸 部 Spooler	纏軸機 Jack Spoolers	一百
廢 毛 部 Waste dept.	除塵機 Cone duster	二
	去棘機 Burr pickers	一
	鋼針合毛機 Fearnought pickers	一
整 經 部 Warp Prep.	排經機 Drawing frames	
	漿紗機 Slashers and Drawing in Frame	
織 布 部 Weaving	織布機 Looms	
考 驗 部 Inspection and mending	考驗桌及縫補	
染 色 部 Dye house	染紗機 Yarn dye machine	
	成纒機及成軸機 Skein and spool	
	染布缸 piece dye kettles	
	吸乾機 Extractors (Rotary and vacuum)	
	乾綫器 Yarn dryers	
	染粗紗機 Slab dye machine	
	烘乾或重洗 (Dried or backwashed)	

整 理 部 Wet Finishing	縮呢機 Fulling mills	
	洗器 Washers	
	吸乾機 Extractors	
	定光機 Crabs	
	炭化機 Carbonizer	
	乾布器 Cloth dryer	
整 理 部 Dry Finishing	擇疵處 Burling	
	剪毛機 Shears	
	刷毛機 Brushes	
	噴汽機 Steaming	
	噴霧機 Dewing—press	
	勻濕機 Conditioning	
	免縮機 Shrinking	
	最後之查驗 Final inspection	
	摺布及打包 Folding and winding	

整理法不是一樣的,所以數目不能說一定是多少,故僅將機器列出。

#### 十套鋼絲機雜毛工廠之組織

部 分	機 名	數 目
洗 毛 部 Scouring	去塵機 Duster	一
	洗毛機 4—bowl—36" scourer	一
	原料烘乾器 Stock dryer	一
	原料染缸 Stock kettle	六

染 毛 部 Dyeing	染紗缸 Skein Dye Kettle	一
	吹乾機 Extractors	二
	染布缸 Piece dye kettles	二
	原料烘乾機 Stock dryer	一
清 毛 部 Picking	去棘機 Burr picker	一
	和毛機 Mixing picker and feed	二
	上油器 Oiling equip. for 1 picker	一
	送毛器 Wool Blowing system	一
廢 毛 部 Waste	碎布重整機 Rag Picker	一
	鋼刀機 Garnet	一
鋼 絲 部 Carding	鋼絲機 Cards 3 cyl. 60×48	十
	固定磨針器 Floor grinder	一
	橫過式磨針器 Traverse grinder	一
	廢料組織法 Waste end system	
精 紡 部 Spinning	走錠精紡機 Mule 374 sp. 24" gage	十二
整 經 部 Warp prep.	併股機 Twister	一
	成軸機 Jack spooler	十
	排經機 Dressing frame and beamer	四
	成縷機 Skein winder	一
	繞紗機 Reel	一
	蒸汽箱 Steam box	一
織 布 部 Weaving	織布機 82"×110" loom	一百
修 補 部	考驗桌 Tables	十

Mending	連縫機 Tacking mach.	一
	縮呢機 Fulling mills	六
濕 整 理 部	洗器 Washers, 8 string	四
	肥皂缸 Soap tank	三
Wet Finishing	真空吸乾器 Vacuum Extractor	一
	乾布器 Cloth dryer 120 yds.	一
淨 毛 部 Carbonizing	炭化淨毛機 continuous Carbonizer	一
	剪毛機 Shears	一
乾 整 理 部	刷毛機 Sander and Brusher	一
	起毛機 Napper	一
	壓貨機 Press	一
Dry Finish.	勻濕機 Conditioning mach.	一
	量布機 Measuring mach.	一
	雙摺纏布機 Doubler and winder	一

在設法佈置各部機器之前,有許多要點,須要注意。譬如廠屋之大小,須按地基之寬窄而定。現在我們假設此種問題,不發生關係,先論細毛工廠。六十寸鋼絲機須佔九尺二寸之地基,故房屋柱子的距離至少須十一尺或十二尺。廠屋之寬可按併條機織布機或精紡機決定之。譬如安置兩套併條機須二十六尺寬之廠屋,如安置兩架八十二寸織布機,屋之寬度須二十七尺。假如精紡機是五尺寬,安裝的方法是直向的,則二十七尺寬的廠屋很適用。但如精紡機是四尺寬則不免耗廢許多的面積了。所以在決定廠屋之寬度時須先確定用什麼機器作標準。但是我們要知道廠屋越寬,則機器之安裝



及佈置之改變越容易。普通說起來,二十七尺及二十八尺寬的是很適用的。

廠屋之大小按照最主要的機器決定以後,其他機器須按最經濟的方法排列之。我們要知道,只要廠屋對於鋼絲機、精紡機或織布機合適,對於其他機器也很合適。這是對於我們工程人員有幫助的地方。

選毛工作(Sorting)常在儲毛室之上層。因為光綫是最要緊的。選擇之後,可將毛存于該層毛箱內或直接送入洗毛機(Scourer)之後方。洗毛機須裝在頭層地板上,因為加水放水,需用地溝。乾毛機常放在洗毛機之給出端。毛烘乾以後,落在送毛筒中,用電扇吹入鋼絲部之存毛箱。原料、選毛及洗毛三種手續在一所房子之內。

鋼絲機橫放於屋內,每兩柱之間放一個,並列成一行,過道至少五尺寬。若列成兩行時,其給毛端須在一處。毛筒啓路機(Can gill)捲條預備機(Punch box)及精梳機(Comber)等之位置須彼此接近,並須接近鋼絲部。因精梳機震動力很大,故須放在頭層地板上。精梳之毛條(Top)須佔相當之面積,故此種面積須預先佈置妥當。

粗紡部(Drawing)含有七種至九種之手續。其手續之多少,以工作之性質及工程師之計劃而定。無論如何,其安裝法,必需一套一套的排列。排列法或成一直線(即頭道之給出端在二道之喂入端之後)或平行線(即是一三五之給出端向南二四六之給出端向北)。兩種法子均有相當的利益。

錐式粗紗機(Cone reducer and rover)之安裝常用橫列式。其背面相對並在一很窄之過道上。機前工作過道至少三尺

寬。機旁須留出相當面積供堆積沙軸推車等等之用。粗紗機欲出貨優美，機四週不可過於擁擠。

精紡機及合股機之安置，看情形而定。如放在有天窗之頂層，則光線不成問題，機器橫放直放均可。如光線只由兩旁窗戶供給，橫放較優。在畫詳細房圖之前，機器之排列法，必須預先決定，因機器之排列與柱角之位置及距離甚有關係也。工作路約三尺，但每屋至少須有一較寬之路，供來往運貨之用。線管儲藏箱須安置於一較方便之地點。

在合股機之前，有繞紗機，此機四週過道須寬，因此機出貨為一筒形或錐形，所佔體積甚大，且轉運車亦大而多。故此機過道至少四尺以五尺為佳。

普通練經機與排經機相連，凡皆須有極好的光線。四週空地須多。至于每機共佔若干面積，毫無一定之標準。

織法即整理法，細毛與雜毛，大半相同。所以將這一部分，放在後面。先討論雜毛機器。

雜毛所用之羊毛與細毛所用者其性質不同。雜毛中含有多量的短毛廢毛。故選毛工作不用太精細，所需用之面積不用太寬敞。選擇之後，將原料去塵，然後存于箱內，或直接送入洗毛機之後面。此種工作與細毛同，但除非不染色或因出量過多時，無須立刻烘乾。毛洗淨後，即送入染房。在染房中，如用徒手染之，則可將毛安放任何地方。如用機器染缸，則每二缸之距離至少須容兩個運輸車一卸一裝。如染缸平列而工作在一個過道上時，其距離可近，但此過道須寬。

吸乾機(Rotary Extractor)之安置須近染缸，可免運輸。如用烘乾機(Stock dryer)時可置之鄰室。四週空地須多，為晒毛

之用。乾後可裝于口袋內，或由風筒輸送于儲藏箱內。

爲免除耗費人工起見，清毛部須加以詳慎之計劃。因雜毛之成分複雜，最低限度，一部分原料必帶荆棘，故去棘機(Burr picker)爲最初之第一部工作機器。去棘後即送入儲藏箱內。此箱之位置須接近合毛間，俾便于工作，節省時間。按普通規矩，如欲使合毛均勻，須經過三次混合手續。所以機器之數目，以能供給此種工作爲度。在第一道合毛機之喂入端，應有極大之空地，最低限度四千磅毛可就地混合之，而儲藏箱即在左近以裝置第一次混合之毛。第二次合毛時，將毛由此箱內取出，即喂于第一次所用之合毛機內。毛由給出端出來後，即送入機前之儲藏箱內。在此第二儲藏箱之前面，另設合毛機，以備第三次合毛之用。然後用風筒輸送于另外之儲藏箱內，備鋼絲部之用。上油工作應于第二次或第三次合毛時執行之。輸送風筒之設計須格外小心，不可使各色之毛現分裂現象，如所混合之白色毛成分太少，極易出此毛病。

普通雜毛工廠之鋼絲機排列法，乃是三個60吋48吋大滾筒(內含一個單筒初道機，一個雙筒末道機，及一個鋼鋸滾筒)鋼絲機之排列法爲橫列式，每間屋內裝機一部。機之前部須有十尺之過道，備存放毛條筒及輸送車等之用。頭道鋼絲與愛頗利喂毛器(Apperly Feed)之間隔約24吋至30吋。鋼絲機之喂入端，須有五尺之過道。最好在鋼絲機後，尚有餘地，可設若干儲藏室，使清毛部所合得之毛，得直接輸送此室中，喂鋼絲機時，亦極方便。故房屋之寬度，當在85尺左右。在鋼絲部內，至少須留出一間作爲磨針等等之用。

如鋼絲機之尺寸爲60吋48吋，則屋之進身寬85尺，每間寬

12 尺爲最適當。此屋若安裝走錠精紡機 (Mule) 用橫列式, 每間一架亦甚適合。蓋 12 尺之間量裝走錠機頗有工作之餘地也。屋之兩旁須有較寬之過道, 備存放輸送車及紗籠等之用。

走錠機紡出之紗, 須送至儲藏室, 在此室內, 將紗整理一次 (如定其撚度等), 然後存儲之以備應用。此屋之大小隨各廠之特別情形而定。

整經部內含有成軸機排經機, 合股機, 繞紗機, 成纜機等。各機之旁均須備適當較大之空地。因各種色紗及車箱等, 皆聚于此屋也。除此點外, 于工廠建築方面, 無討論之必要。

關於機織部及整理部, 因雜毛紗及細毛紗所用者大同小異, 故可合併討論之。

織細呢機寬 72 寸至 84 寸, 織雜呢機有寬至 110 寸者。織廠房屋最好用單層鋸齒形天窗建築, 因此種建築, 光線充足均勻, 且光自北來, 絕無直接光線也。機器排列法, 最好是使東西向。如用多層樓房, 則織機須裝于最下一二層內, 因此機工作時, 震動力甚大也。排列法普通用橫列式, 使每架織機皆得充分天然光線。機間距離及過道, 視工作情形而定。如每一工友管理兩架, 則 24 寸間隔即足用。如每人只管一架, 則其間隔至少須 30 寸。機後面之間隔約 24 寸。織機之排列法, 有時分四架爲一組, 機皆彼此相向, 兩機左右之間隔 (即兩端之距離) 只 3 寸。緯線管則儲於機架旁箱內, 俾工友得不動地位而換線軸。經線則存于鄰室或本屋之空地。

檢查部及修補部須備有極充足之光線, 普通工廠皆設此部于廠之最上層, 可於旁窗外又得天窗之光線以助之。

修補完竣後，將布匹縫在一起，作成極長之布捆，以備整理之用。細呢則送至染房，雜呢則送至濕整理部。

濕整理部需用多量之水並需地溝以排洩臟水，故須將機器裝置于最下一層之屋內。縮呢機與洗呢機須放在兩箇地溝之上，面向直列之過道，彼此距離甚近。最好縮呢機與洗呢機裝在兩個不同的地方，因為每個縮呢機上只有兩縷布，洗呢機上則有八縷，二機極易混亂。機器前面之空地至少須15尺。

縮呢機及洗呢機所用之肥皂須在鄰室內煮之，然後用鐵箱或鐵管導入機內。其他濕整理機如草起毛機、銅絲起毛機、定光機等皆可與縮呢洗呢機置于一室內。

洗淨後，將呢展開然後抽水，抽水法現時多用真空吸水器 (Vacuum Extractor)。抽水後置于乾布器上烘乾之。乾布器如用罩包圍之，則可與以前各機置於一室，否則須另裝於一屋內以隔離之。

炭化機 (Carbonizer) 有時用于此處，亦有時不用。若用時須安裝于另一屋內，並須安裝大速度的流通空氣之設備，俾免因炭化發生之氣存于本屋，或竄入他室。炭化後，再將呢送回濕整理部，以施行中和手續中和後烘乾之。

乾整理部內之機器，因其整理法不同，故種類及數目多不一致。篇首所列者，乃是部內所常見之機器也。但無論如何，對於工廠建築方面，無須特別討論之點。惟所應注意者，即是機器不可擁擠，工作地方須寬敞。設如剪毛機 (Shear) 最好面向北窗，工作地約五尺。其他如刷毛機 (Brushes) 起毛機 (Nap-  
per) 壓呢機 (pressers) 噴汽機 (Steaming machine) 噴霧機 (Dew-  
ing machine) 勻濕機 (Conditioning machine) 等需用光綫不多，故

可置于屋之中間。所有檢查桌皆須面窗,最低限度,最末次之查驗,須面北窗。至於量尺寸及摺布等機器爲工作之最末手續,故可置於裝貨室內。

總之工程師在設計工廠建築時,不僅注意現在所需用者,仍須預料將來之發展。例如機器之尺寸,將來或有變更。如改換新機器時,原有地基,是否仍能適用。製造之物品,將來或不能暢銷。若製造新物品,用原有之機器,是否適當。增購新機器時,廠屋能否有擁擠之危險。上述種種,皆須于設計時,思及之,俾所建築之廠屋,適用於現在,亦適用於將來。縱使將來有變更之必要,亦不致全部更動,使廠方受極大之損失也。特別是紡織工廠,愈是人人容易忽略之小問題,愈足以影響工廠之損益。故謹就管見所及,略述如上。是否有當,尙望閱者與以糾正,幸甚!

# 醬油之氮素成分

周名崇

吾邑出產醬油，雖以舊法釀造，其味堪與新法所釀者媲美，曩者服務北平工業試驗所，於國內有名出品，曾不揣鄙陋，多方採取試品，加以分析。醬油之色素及香氣，據高橋偵造所云，由於成分中有五碳醣或甲基五碳醣及氨基酸。色素成分名 Sojamelanin 香氣成分名 Sojanal，氨基酸為氨基丙酸 (Alanine)，雙—〔3〕—硫化—〔2〕—氨基丙酸 (Cystine)，〔2〕—氨基—〔4〕—甲基戊酸 (Leucine)，〔2〕—氨基—〔3〕—對羥苯基丙酸 (Tyrosine)，氨基丁二酸 (Aspartic acid)，〔2,6〕—二氨基己酸 (Lysine)，〔2〕—氨基—〔3〕—間二氮二羧伍圓丙酸 (Histidine)，〔2〕—氨基—〔5〕—胍基戊酸 (Arginine)，及〔2〕—氨基戊二酸(即麩質酸 Glutamic acid)等。此外尚有其他含氮成分，例如氨基嘌呤 (Adenine) 及羥·三甲氨基乙酸 (Betaine)，故其分析法注重下列五項，即(一)全氮量(二)蛋白質氮(三)銨態氮(四)有機鹽基態氮(五)一氨基酸態氮及其他之氮是也。氮以外則為有機酸之定量，可分全酸量，揮發酸，及不揮發酸述之。至於食鹽與其他無機成分，以及水分，灰分，全溶解物，全有機物，比重，顏色反應等，悉用普通方法定之，茲不贅及。

(一) 全氮量 全氮量用 Kjeldahl 法定之，其原理係藉濃硫酸及氧化汞之力使氮成酸式硫酸銨，此鹽加濃氫氧化鈉溶液蒸餾之，導蒸出之氮入於一定容積之標準酸液。惟當蒸餾時，氮可與氧化汞成黃色粉狀物名 Millon's base，其分

子式爲  $\text{HO} \cdot (\text{Hg}_2\text{O}) \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，去水則成  $\text{HO} \cdot (\text{Hg}_2\text{O}) \cdot \text{NH}_2$ ，亦有書作  $2\text{HgO} \cdot \text{NH}_3$  者。欲氮量之不損失，故加硫化鉀溶液使生硫化汞黑色沈澱，以防此物之生成。定量時取醬油 50 ml. 置入 Kjeldahl 瓶中，蒸至將乾，放冷加 0.7 克氧化汞及 20—30 ml. 濃硫酸，將瓶斜置，以極小火徐徐熱之，至不起泡時乃漸用高溫煮沸，繼續燒至無色爲止，需時約二小時，待將冷，稀釋之約成 200 ml.，加鋅二三粒，以免沸騰時噴濺，再加硫化鉀溶液 (4%) 25 ml.，並沿瓶邊徐加過量之濃氫氧化鈉溶液使不與酸相混，迅速連接冷凝器蒸餾之，然後滴定及計算一如常法，不贅。

(二) 蛋白質氮 蛋白質氮之定法，係用氫氧化銅將其沈澱，然後用 Kjeldahl 法定氮之量。

(a) 氫氧化銅之製備 以 100 克硫酸銅溶於 5 ml 水 (水中先加 2.5 克丙三醇)，加淡氫氧化鈉溶液至呈強鹼性，所得氫氧化銅沈澱過濾，放入 5% 丙三醇液中洗之，洗至不呈鹼性，加 10% 丙三醇液使成糊狀，再加水稍稀釋之，以能吸入吸管爲合度，如是裝入 150 ml. 容積之瓶中，盛滿塞緊，置於暗處，此溶液所含固狀氫氧化銅之量，用時須先定之。

(b) 定量之手續 每相當於 1—2 克之試品加水 100 ml. 沸之，若有澱粉時，須用熱水鍋多煮十分鐘，加 0.3—0.4 克氫氧化銅，俟冷，傾所得沈澱於濾紙，洗淨，將沈澱及濾紙 (須不含氮) 同入 Kjeldahl 瓶中，照全氮量所述手續定氮之量。

(三) 有機鹽基態氮 醬油加鹽酸煮至不呈縮脛反應 (Biuret



reaction), 以氧化鎂蒸出銨態氮後, 過濾洗淨, 濾液及洗液中之氮為有機鹽基態氮, 用磷鎢酸沈澱之。其定量時之手續, 為每一克試品加適量之鹽酸(20%), 煮七小時至十小時至不呈縮脈反應, 於 $40^{\circ}$ 蒸發之, 待體積約餘2—3 ml. 時, 加水350 ml, 冷卻後, 加稍過量不含氮之氧化鎂液 (Cream of magnesia), 用真空蒸餾法, 於 $40^{\circ}$ 蒸氮入於 $\frac{N}{10}$  硫酸中以定其量, 此氮所含之氮謂之銨態氮。蒸餾後所餘之液, 過濾洗淨, 濾液洗液蒸至100 ml., 冷至 $20^{\circ}$ , 加五克硫酸及30 ml. 磷鎢酸液(20克磷鎢酸溶於100 ml. 稀硫酸—硫酸五克水100 ml.), 放置廿四小時, 所生沈澱過濾, 用含磷鎢酸液(硫酸五克, 磷鎢酸2.5克, 水100 ml.) 洗之, 洗時可從濾紙移入玻璃杯加此洗滌液約60 ml., 攪拌澄清後, 仍用原紙過濾, 俟水瀝盡, 又從紙移杯洗之, 如此三次即得, 將沈澱及濾紙同入Kjeldahl 瓶中, 加濃硫酸35 ml. 浸七八小時後熱之, 或加固體過錳酸鉀以促氧化, 熱時宜注意不使噴濺, 其手續與全氮量之定法同, 此所定得之氮, 即有機鹽基態氮。

(四) 銨態氮 用氧化鎂行真空蒸餾時, 蒸出之氮以規定之硫酸吸收之, 其中之氮謂之銨態氮, 已述於上。須注意者, 此時使氮分出, 不可用較氧化鎂之鹽基性為強之氫氧化鈉或氫氧化鉀, 因其能使有機物中之其他含氮成分分解也。

(五) 一氮基酸態氮及其他之氮 自全氮量減去蛋白質氮, 有機鹽基態氮及銨態氮即得。

附有機酸之定量法

(a) 全酸量 醬油50 ml. 加水以骨炭脫色後, 取其一部, 用酚酞試藥 (Phenolphthalein) 為指示劑, 以規定氫氧化鈉

溶液滴定之。

(b) 揮發酸 取醬油 100 ml. 加稀硫酸 5 ml. 用低壓蒸餾法蒸之, 蒸出之揮發酸吸收於規定之氫氧化鈉溶液內, 蒸至蒸出液不呈酸性反應時即行停止, 以酚酞試藥為指示劑滴定之, 作為乙酸計算。

(c) 不揮發酸 全酸量減去揮發酸量即為不揮發酸量, 作為乳酸計算。

#### 湘潭醬油氮素成分分析結果

全氮量	○·二八〇	百分率
蛋白質氮	○·一〇四	
銨態氮	○·〇八	
有機鹽基態氮	○·二九九	
一氨基酸態氮及其他之氮	○·七七三	

# 鼠籠式感應電動機之設計與製造

齊 含 真

## 導 言

吾國工業落後，各種機器幾全仰給於外人。近年社會情形漸趨安定，經各方之倡導，普通小型機械已多能自製，惟對電機則以設計較繁，材料如銅線、鋼片等，又乏國產，頗難着手。吾院電機設計教授余謙六先生為引起同學對電機製造之興趣，并養成其創作之能力起見，去夏特將電機工廠之後部闢為電機製造實習室。最初數月，先將舊有之自動捫槽機、手壓機、圓切機、直切機等加以整理修補，并由本院機械工廠代製六尺鞍牀一，由歐亞貿易公司購到半馬力小鑽牀一，規模略具，乃開始試製各種小型電機。電機中用途最廣而製造較易者當推感應電動機，故首先試製五馬力鼠籠式三相感應電動機兩隻，以材料之缺乏，人工之生疏，以及工作之間斷，（因本院電機工廠機器尚欠齊全，工人又少，且須時時兼顧學生實習及其他研究工作，未能以全部時間專供製造之用）。致歷時一載，第一隻始克告成。茲將設計、製造及測驗經過臚述於下，以供注意斯業者之參考。

製造及測驗經過可分三節陳述，即設計數據、製造概要及測驗結果；是惟欲明設計數據之由來，須先述感應電動機之設計程序，因成四節如下：——

- (一.) 感應電動機之設計程序.
- (二.) 五馬力鼠籠式三相感應電動機之設計數據.
- (三.) 製造概要.
- (四.) 測驗結果.

### (一) 感應電動機之設計程序

迴轉電機之設計,簡括言之,無不根據輸出公式先支配其長闊;繼以相當磁密求鐵部之尺寸,再以相當電流密度求銅部之大小;其他零細部分,均可由此推出.感應電動機之設計當亦不外乎是,茲略述其程序如下.

凡設計一感應電動機,須按照電源及需要情形,將馬力 (H.P.) 轉速 (N) (轉/分),電壓 ( $E_1$ ) (弗),週波率 (f) (週波/秒),及相數先行額定;然後進行以下四部之推算:—

#### (1) 初步設計:

$$(1.) \text{極數 } (p) = \frac{2 \times 60 \times f}{N}$$

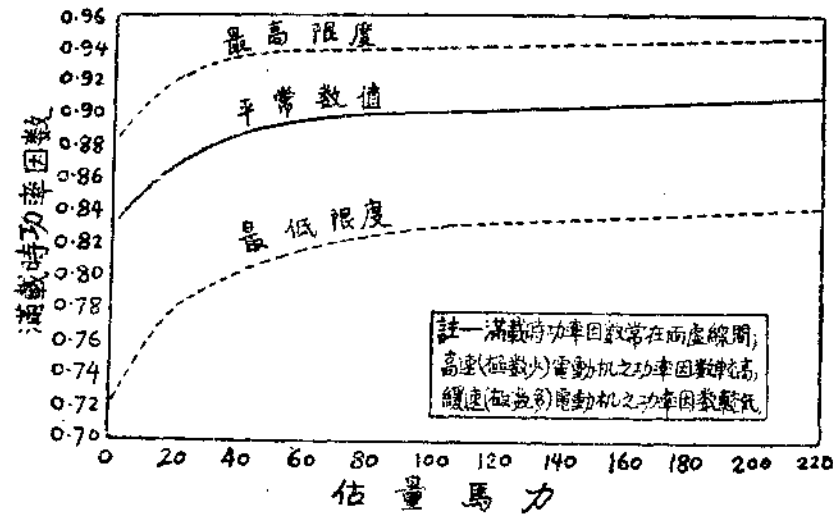
(2.) 每相弗數 ( $E$ )——普通線組多用三叉連接法,如是則

$$E \text{ 之計算如下式, } E = \frac{E_1}{\sqrt{3}}.$$

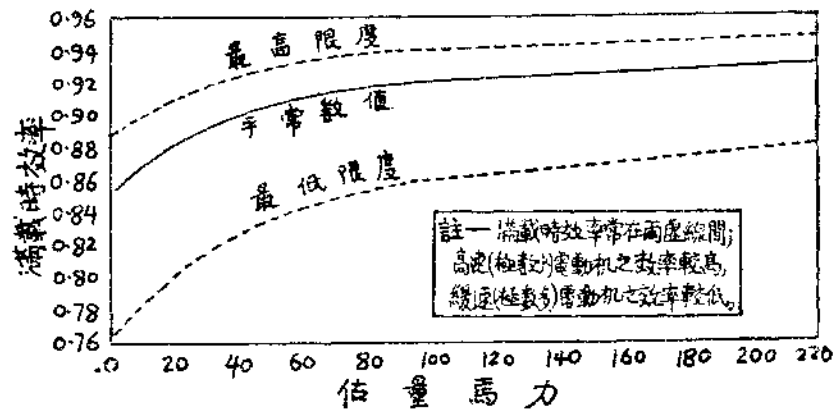
(3.) 與 (4.) 預計功率因數 ( $\cos\theta$ ) 及效率 ( $\eta$ ) —— 爲求電流大小,功率因數及效率須先設定;馬力增加,此二值亦隨之而增,其關係可分由第一第二兩圖表明.

$$(5.) \text{滿載時靜子線組內之電流 } (I_c) = \frac{\text{H.P.} \times 746}{3E_1 \cos\theta} \text{ 安}$$

(6.) 氣隙平均磁密 ( $B_g''$ ) —— 在吾國標準週波率 50 週波下,  $B_g''$  之設定,應在 23,000 與 36,500 線/吋<sup>2</sup> 之間.至實用氣隙平均磁密,可於算出鐵心長 ( $l_a$ ) 極節 ( $\tau$ ) 及每極磁線數 ( $\phi$ ) 時,由式



第一圖 三相感應電動機之功率因數。

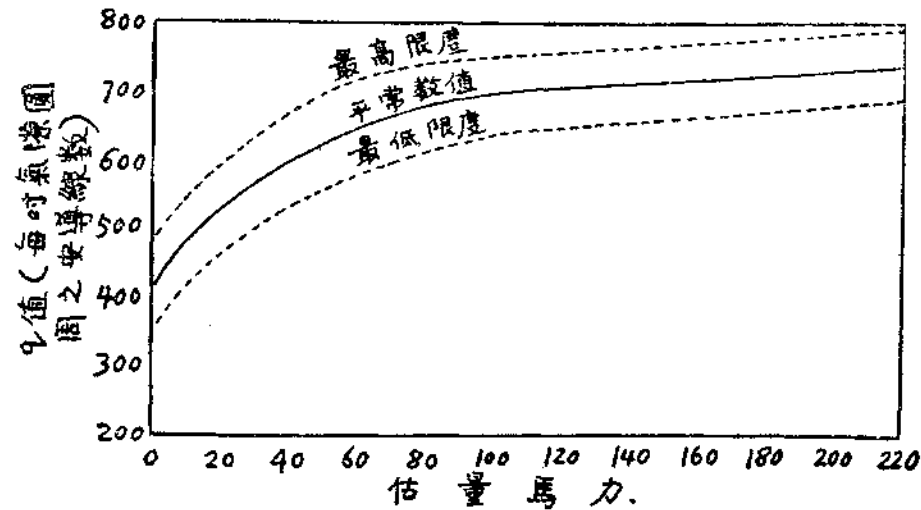


第二圖 三相感應電動機之效率。

$B_g'' = \frac{\delta}{\gamma l_2}$  算出。輸出量與轉子徑較大而電壓與極數反小之電機所用  $B_g''$  之值可較高。

(7.) 靜子之比載 ( $q$ )—— $q$  即初次假定之每吋氣隙圓周之安導線數，用以決定導線約數者  $q = \frac{3Zl_c}{\pi D}$ ；式中  $Z$  = 每相導線數。

(上式設相數為 3.)； $D$  = 氣隙直徑之吋數。 $q$  值亦隨馬力數而略增，其關係如第三圖之曲線。



第三圖 感應電動機之比載 (q 值)

(8.) 展佈因數 (k) ——普通計算電壓之公式均假設線組為集中式而實際因線組之展佈所生之電壓與依普通公式計算者不無微差,展佈因數即校正此種微差者,其值因靜子槽數而變靜子槽數又隨極節,極節復隨每極馬力數增減,由第一表可求得相當極節,則 k 值可由第二表推求。

每極馬力數	極節 (吋)	周速 (呎/分)
1	4 $\frac{1}{2}$	2070
2	5 $\frac{1}{2}$	2600
4 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	3100
8	7 $\frac{1}{2}$	3625
15	8 $\frac{1}{2}$	4140
25	9 $\frac{1}{2}$	3630
40	10 $\frac{1}{2}$	5180
60	11 $\frac{3}{4}$	5700
85	12 $\frac{3}{4}$	6215
120	13 $\frac{1}{4}$	6715

第一表 週波率=50時,極節與周速之初步假定。

極節 (吋)	每相每極槽數	展佈因數(k)
3—4	2	0.966
5—7	3	0.960
8—13	4	0.958
13 以上	5以上	0.955

第二表 槽數並展佈因數之求得。

(9.) 電動機之長 (闊)<sup>2</sup>,  $(D^2 l_a) = \frac{4.07 \times 10^{11} \times (\text{H.P.})}{\eta \cos \theta k B_g'' q N}$  吋<sup>3</sup>. [此式係由輸出公式算出.]

## (II) 靜子設計:

(10.) 內經(D)——由第一表求出極節 $\tau$ ,由 $D = \frac{p\tau}{\pi}$ 吋算出D之約數。

(11.) 轉子之周速(V) =  $\frac{\pi DN}{12}$  呎/分. [所得數可復參照第一表之假定量.]

(12.) 極節( $\tau$ )——由實用之D值算出 $\tau$ 之實值,用下式, $\tau = \frac{\pi D}{p}$ 吋。

(13.) 鐵心之全長( $l_a$ ) =  $\frac{(D^2 l_a)}{D^2}$  吋。

(14.) 通風溝之數目與大小——通風溝普通用 $\frac{1}{2}$ 吋寬,其數目因轉子周速與鐵心之全長而變,溝間距離與轉子周速之關係如第三表。

轉子周速(呎/分)	溝間距離(吋)
1500	1.5
3000	2
4500	2.5
6000	3

第三表 通風溝間距離與轉子周速之關係。

(15.) 鐵心之淨鐵長 ( $l_n$ )——鐵心係由絕緣鋼片疊成,普通絕緣物之厚約為全厚百分之十,故  $l_n$  可由下式算出,  $l_n = 0.9 [l_a - (0.5 \times \text{通風溝數})]$  吋。

(16.) 氣隙縫 ( $\delta$ ) =  $(0.005 + 0.00035D + 0.001l_a + 0.003V)$  吋。

(17.) 勵磁電流與滿載電流之比數  $\left(\frac{l_o}{l_c}\right) = 2.16 \frac{B_g''}{q} \times \frac{\delta}{\tau}$ 。  
機器之馬力數愈大,此比數愈小,其限制如第四表所示。

輸出量 (馬力)	$\frac{l_o}{l_c}$ 之比
1	0.45
5	0.35
20	0.30
50	0.27
100 及更大者	0.25

第四表  $\frac{l_o}{l_c}$  之比與輸出量之關係。

如算出之值,超過上表之限制,須將  $D$  值增加,  $l_a$  值減小, (保持  $D^2 l_a$  值不變) 俾所得  $\frac{l_o}{l_c}$  值在上表限制之內。

(18.) 每相每極槽數——由第二表選定。

(19.) 每極槽數 ( $n_s$ ) =  $3 \times$  每相每極槽數。〔設相數為 3〕。

(20.) 槽節 ( $\lambda$ ) =  $\frac{\tau}{n_s}$  吋。

(21.) 每槽導線數 ( $C_s$ ) =  $\frac{q\lambda}{l_c}$ 。

(22.) 每相順結之導線數 ( $Z$ ) =  $\frac{C_s n_s p}{3}$ 。〔設相數為 3〕。

(23.) 每極磁線數 ( $\phi$ ) =  $\frac{60 \times 10^9 \times E}{1.11 k p N Z}$ 。

(24.) 最大齒磁密 ( $B_t''$ )——齒磁密較氣隙磁密為高週波率 = 50 時,  $B_t''$  之值可在 80,000 與 110,000 線/吋<sup>2</sup> 之間設定,以算出齒寬。

(25.) 齒寬 ( $t$ ) =  $\frac{m B_g'' \lambda l_n}{B_t'' l_n}$  吋 (式中  $m B_g'' = \frac{\pi}{2} \times \frac{\phi}{\lambda l_a}$ ) 所得  $t$



值約爲槽節( $\lambda$ )之半。

$$(26.) \text{槽寬}(s) = (\lambda - t) \text{吋。}$$

(27.) 電流密度( $\Delta$ ) =  $\left( \frac{700,000}{q} + \frac{V}{5} \right)$  安/吋<sup>2</sup> [此式通用於 V 在 8000 呎/分之內時] 所得之值應在 1700 至 3000 安/吋<sup>2</sup> 之間。

(28.) 槽絕緣物之厚 =  $\left( 0.027 + \frac{E_i}{30,000} \right)$  吋。 [此式適用於  $E_i$  在 220 至 1500 弗之間時。]

(29.) 導線大小——導線橫剖面 =  $\frac{I_c}{\Delta}$  吋<sup>2</sup>; 由此值可選定銅線之號數。 [如所得銅線太粗時, 可分爲若干片而平結之, 則易于彎捲矣。]

(30.) 槽深( $d$ ) =  $\left[ (2 \times \text{槽絕緣物之厚}) + (\text{豎置導線數} \times \text{導線徑}) + \text{梢之全厚} + \text{導線間之縫隙和} \right]$  吋。 [式中: 豎置導線數 =  $\frac{C_s}{\text{槽寬可置導線數}}$ ; 梢之全厚普通約爲 0.1 吋; 每兩導線間之縫隙可留約 0.005 吋。]

$$(31.) \text{每圈導線長} = (2l_a + 2.3 \sqrt{r} + 6) \text{吋。}$$

(32.) 熱時每相電阻 =  $\frac{\frac{Z}{2} \times (\text{每圈導線長})}{12 \times 1000} \times (\text{熱時每千呎歐數歐})$ 。 [式中: “熱時每千呎歐數” 可由線表中查出]

$$(33.) \text{每相電勢之降低} = (I_c \times \text{熱時每相電阻}) \text{弗。}$$

(34.) 全銅耗( $w$ ) =  $(3 \times I_c \times \text{每相電勢之降低})$  瓦。 [設相數爲 3]。

(35.) 鐵心磁密( $B_c''$ )——週波率爲 50 時,  $B_c''$  之值約在 55,000 至 68,000 線/吋<sup>2</sup> 之間, 平常多設爲 58,500 線/吋<sup>2</sup>。

$$(36.) \text{鐵片外徑} = \left( D + \frac{\phi}{2B_c'' l_n} \times 2 + 2d \right) \text{吋}$$

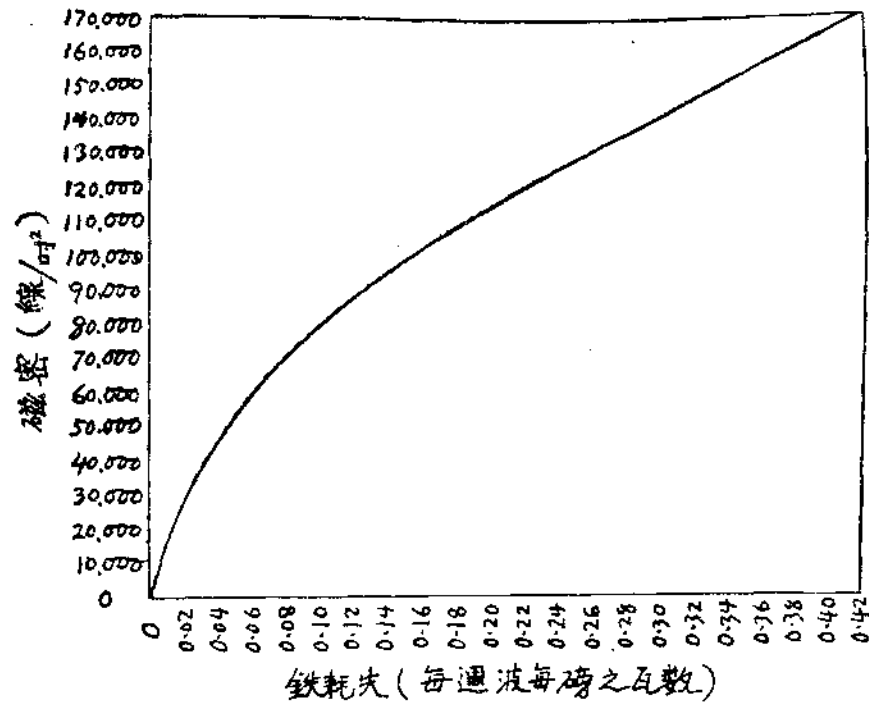
(37.) 鐵心重 =  $\left[ \pi \left( \text{鐵片外徑} - \frac{\phi}{2B_c'' l_n} \right) \times \frac{\phi}{2B_c''} \times (\text{鋼之密度}) \right]$  磅。 [鋼之密度約爲 0.278 磅/吋<sup>3</sup>。]

(38.) 齒全重 =  $[p \times n_s \times t \times (\text{齒之平均寬}) \times l_n \times (\text{鋼之密度})]$   
磅。

(39.) 鐵心耗失——每磅之鐵耗與週波率及磁密有關係，如第四圖之曲線所表示。依鐵心磁密查出每磅每週波所耗瓦數，再以下式計算，鐵心耗失 =  $[\text{鐵心重} \times f \times (\text{每磅每週波所耗瓦數})]$  瓦。

(40.) 齒耗失——求法與上項同。

(41.) 全鐵耗 = (鐵心耗失 + 齒耗失) 瓦。



第四圖 計算鐵耗失用之曲線

### (III.) 轉子設計:

(42.) 槽數 ( $n_r$ )——轉子槽數與靜子槽數之比數，以及轉子槽形與靜子槽形均與機器開動時所發雜聲大有關係，其中原理，當另文論之。現暫定轉子槽數約少於靜子槽數百分之十，即， $n_r = n_s \left(1 - \frac{10}{100}\right)$ 。每槽中置一銅條，故銅條數與槽數相等。

(43.) 槽節 ( $\lambda_r$ ) =  $\frac{D}{n_r}$  吋。

(44.) 銅條中之電流 ( $I_r$ )——轉子之安導線數應等於靜子之安導線數。但靜子電流除一部用於勵磁及供靜子之耗失外,所及於轉子者只餘約百分之八十五;故,  $I_r n_r = (0.85 \times I_c) \times (3Z)$ ; 即,  $I_r = \frac{0.85 \times I_c \times 3Z}{n_r}$  安。

(45.) 電流密度 ( $\Delta_r$ )——可設等於或略高於靜子之電流密度。

(46.) 銅條之橫剖面 =  $\frac{I_r}{\Delta_r}$  吋<sup>2</sup>。轉子槽之尺寸同此。

(47.) 最大齒磁密 =  $\frac{\pi}{2} \times \frac{p \phi}{n_r l_n \times (\text{最小齒寬})}$  線/吋<sup>2</sup>; 其值平常可至 110,000 線/吋<sup>2</sup>。〔式中“最小齒寬”可依槽之尺寸及轉子直徑推算。〕

(48.) 銅條之耗失 =  $I_r^2 \times \left\{ \frac{n_r \times (l_a + 2 \times (\text{尾環之寬}))}{(\text{銅條之橫剖面}) \times 10^6 \times \pi} \right\}$  瓦。  
〔普通尾環之寬常為  $\frac{3}{4}$  吋。〕

(49.) 尾環中之電流 =  $\frac{n_r I_r}{\pi p}$  安。

(50.) 尾環之尺寸——尾環之尺寸由所需電阻而定; 蓋轉子之電阻與電機之退移有關, 退移又與起動旋力有關, 如欲起動旋力大, 應用較大之電阻, 但電阻增大, 效率必減低, 故應選擇一適當之數。第五表示退移與輸出量之關係。

輸出量 (馬力)	退移 (百分數)
1	5.0
2	4.6
5	4.2
10	4.0
30	3.6
100	3.2
200	3.0

第五表 感應電動機之退移與其輸出量之關係

由第五表找出退移約數,則尾環應具之銅耗可由下式算出: (尾環銅耗) =  $\frac{\text{退移}[(\text{輸出量}) + (\text{銅條之耗失})] - (\text{銅條之耗失})}{(1 - \text{退移})}$

瓦。故 (尾環應具之電阻) =  $\frac{(\text{尾環銅耗})}{2 \left( \frac{n_r l_r}{\pi p} \right)^2}$  歐; 則尾環橫剖面

之圓耗數 =  $\frac{\pi(D - (\text{尾環之寬}))}{(\text{尾環應具之電阻})}$ 。上式尾環橫剖面之計算,係依紫銅製尾環為標準;如用黃銅製造須四倍之;鋁製則二倍之。

(51.) 尾環中之電流密度 =  $\frac{\text{尾環中之電流}}{\text{尾環之尺寸}}$  安/吋<sup>2</sup>。其值約與銅條之電流密度同。

(52.) 尾環銅耗——照上第(50.)項內之公式算出。

(53.) 轉子全銅耗 = [(銅條之耗失) + (尾環銅耗)]瓦。

#### (IV.) 重要結果

(54.) 滿載時之退移 (S) =  $\frac{\text{轉子全銅耗}}{\text{輸出量} + \text{轉子全銅耗}} \times 100\%$

(55.) 滿載時之轉速 =  $N(1 - S)$  轉/分

(56.) 算出之滿載效率 ( $\eta$ ) =  $\frac{\text{輸出量}}{\text{輸出量} + (\text{全部耗失})} \times 100\%$

[式中: (全部耗失) = (靜子全銅耗) + (靜子全鐵耗) + (轉子全銅耗) + (轉子全鐵耗) + (摩擦耗與風耗)。] 轉子全鐵耗約為靜子全鐵耗之百分之五;至摩擦耗與風耗可由第六表查出。

輸出量 (馬力)	摩擦耗及風耗 (合輸出量之百分數)
1	5.5
2	4.3
5	3.2
10	2.5
30	1.8
100	1.2
200	1.0

第六表 摩擦耗及風耗與輸出量之關係

## (二) 五馬力鼠籠式三相感應電動機之設計數據

### (甲.) 額定量

(1.) 馬力	5 匹
(2.) 端壓	220 弗
(3.) 周波率	50 週波
(4.) 相數	3 相
(5.) 轉速	1500 轉分
(6.) 轉子形式	鼠籠式

### (乙.) 各項數據

#### (I). 初步設計

(1.) 極數	4
(2.) 每相弗數	127 弗
(3.) 預計功率因數	0.84
(4.) 預計滿載效率	0.86
(5.) 滿載時靜子線組內之電流	13.5 安
(6.) 氣隙平均磁密	28,000 線/吋 <sup>2</sup>
(7.) 靜子之比載	486
(8.) 展佈因數	0.96
(9.) $D^2 l_s$ (靜子內徑 <sup>2</sup> × 鐵心之全長)	174.7 吋 <sup>3</sup>

#### (II). 靜子設計

(10.) 內徑	5.75 吋
----------	--------

(11.)	轉子之周速	2260 呎/分
(12.)	極節	4.51 吋
(13.)	鐵心之全長	5.25 吋
(14.)	通風溝之數目與大小	無
(15.)	鐵心之淨鐵長	4.72 吋
(16.)	氣隙縫	0.013 吋
(17.)	礪磁電流與滿載電流之比數	0.37
(18.)	每相每極槽數	3
(19.)	每極槽數	9
(20.)	槽節	0.501 吋
(21.)	每槽導線數	18
(22.)	每相順結之導線數	216
(23.)	每極磁線數	552,000 線
(24.)	最大齒磁密	108,000 線/吋 <sup>2</sup>
(25.)	齒寬	0.1875 吋
(26.)	槽寬	0.3135 吋
(27.)	電流密度	2400 安/吋 <sup>2</sup>
(28.)	槽絕緣物之厚	0.035 吋
(29.)	導線大小	美規 12 號
(30.)	槽深	0.95 吋
(31.)	每圈導線長	26.9 吋
(32.)	熱時每相電阻	0.446 歐
(33.)	每相電勢之降低	6.14 弗
(34.)	全銅耗	244 瓦
(35.)	鐵心磁密	58,500 線/吋 <sup>2</sup>

(36.)	鐵片外徑	10 吋
(37.)	鐵心重	41.5 磅
(38.)	齒全重	11.0 磅
(39.)	鐵心耗失	120.5 瓦
(40.)	齒耗失	119 瓦
(41.)	全鐵耗	239.5 瓦

## (III). 轉子設計

(42.)	槽數(銅條數)	28
(43.)	槽節	0.638 吋
(44.)	銅條中之電流	236 安
(45.)	電流密度	2600 安/吋 <sup>2</sup>
(46.)	銅條之尺寸(槽之尺寸)	圓徑 0.34 吋
(47.)	最大齒磁密	121,300 線/吋 <sup>2</sup>
(48.)	銅條之耗失	106.5 瓦
(49.)	尾環中之電流	531 安
(50.)	尾環之尺寸	0.5 × 0.563 吋 <sup>2</sup>
(51.)	尾環中之電流密度	1890 安/吋 <sup>2</sup>
(52.)	尾環銅耗	56.5 瓦
(53.)	轉子全銅耗	162 瓦

## (IV). 重要結果

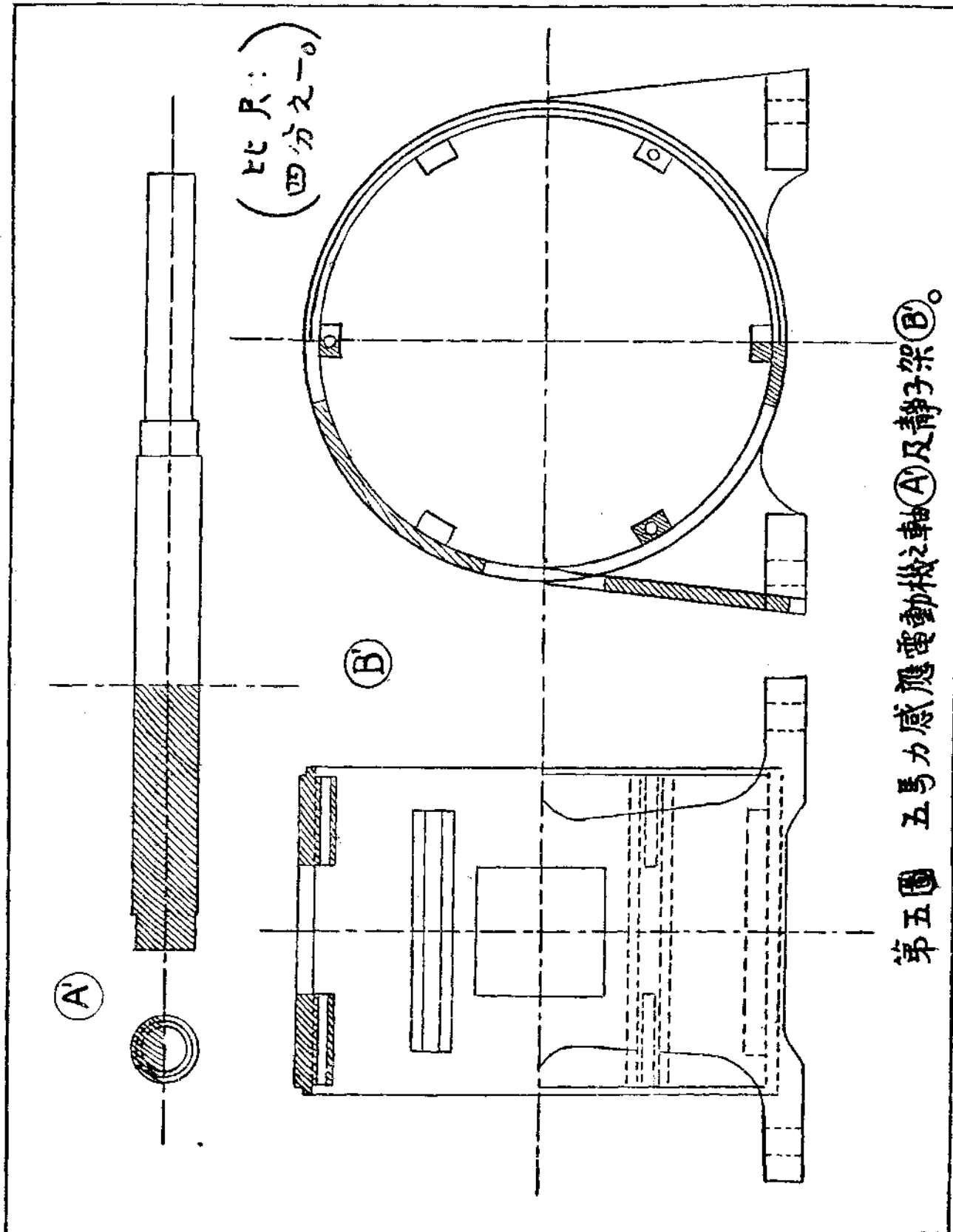
(54.)	滿載時之退移	4.2 %
(55.)	滿載時之轉速	1437 轉/分
(56.)	算出之滿載效率	83.1 %

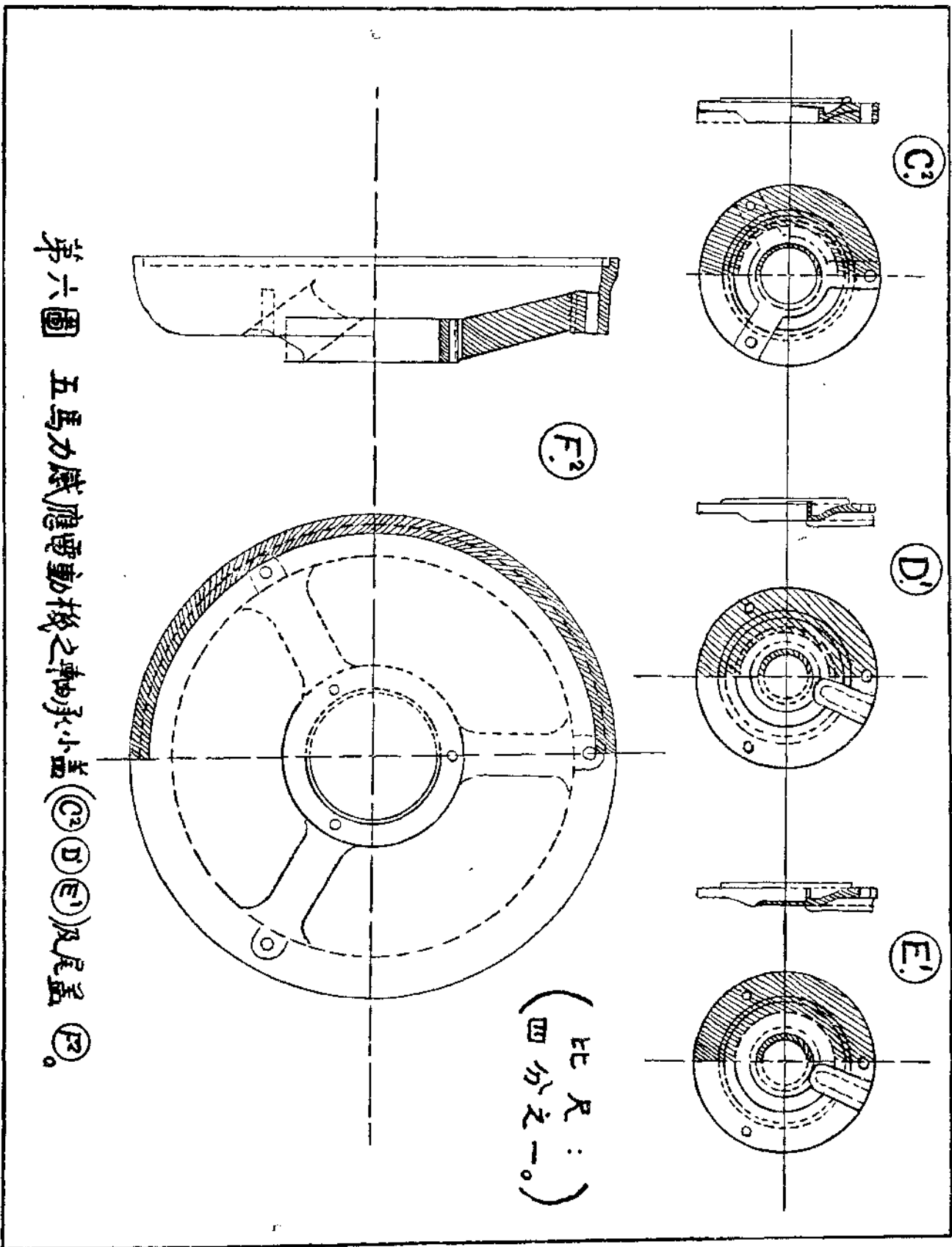
### (三) 製造概要

經濟、效率與適用為工業應注意之三原則，此三者固與設計之良否有關，而工人之是否熟練，用具之能否應手，亦有甚大影響。吾院此次試製，工人既無經驗，而工具或缺或舊，又多不適用，結果當難一一均如期望之滿意。感應電動機之製造，可分四部：(甲)軀架部 (乙)鐵心部 (丙)銅線部 (丁)裝集部。各部之尺寸與數目均依前節之設計數據，其需要之工具及製造情形分述於下：

(甲)軀架部——此部乃關於機械方面者，包括軀架、軸、軸承及風扇等，其大小在設計程序與數據中均未提及，茲略述之。軀架多鑄鐵製，其內部須足以放置全部鐵心、線組及風扇鐵皮之厚約靜子外徑之百分之二。計畫時端衝必須顧及，而軸與軸承接處之大小尤應合適，太小不易裝入，太大則生震動。軀架之式樣設計，一方面須顧及通風，一方面亦須顧及重量、翻沙、震動種種情形。本院所製感應電動機軀架之大小與式樣如第五圖及第六圖所示。製造須經木工、翻沙及金工三部，本院電工廠尚無木工及翻沙設備，原擬請機工廠代製，適機工廠正忙於其他工作，乃改由中茂鐵工廠承做。軸用鍛鋼，其直徑  $(D_{sh}) = 0.83 \sqrt[3]{\frac{\text{輸出量之瓦數}}{\text{每分轉數}}}$  吋，所用軸之尺寸如第五圖(A)所示，係購來成鋼鑿成。鍵槽之洗削，係以鞍牀代洗牀，故費工較多。軸承內徑當須合於軸徑  $(D_{sh})$ ；袖式軸承、滾珠軸承或轉柱軸承均可用，如用袖式軸承其長約為內徑之2.5倍，其中以袖式軸承製造較易，滾珠軸承及轉柱軸承較難，價格亦較貴。今為易於保持直線，特向利達公司購一滾珠軸承應用。風扇







第六圖 五馬力感應運動機之軸承小蓋 (C) (D) (E) 及尾蓋 (F)。

(註: 上第五及第六圖內, 各字母右上方之數字示每身圖架需用件數。)

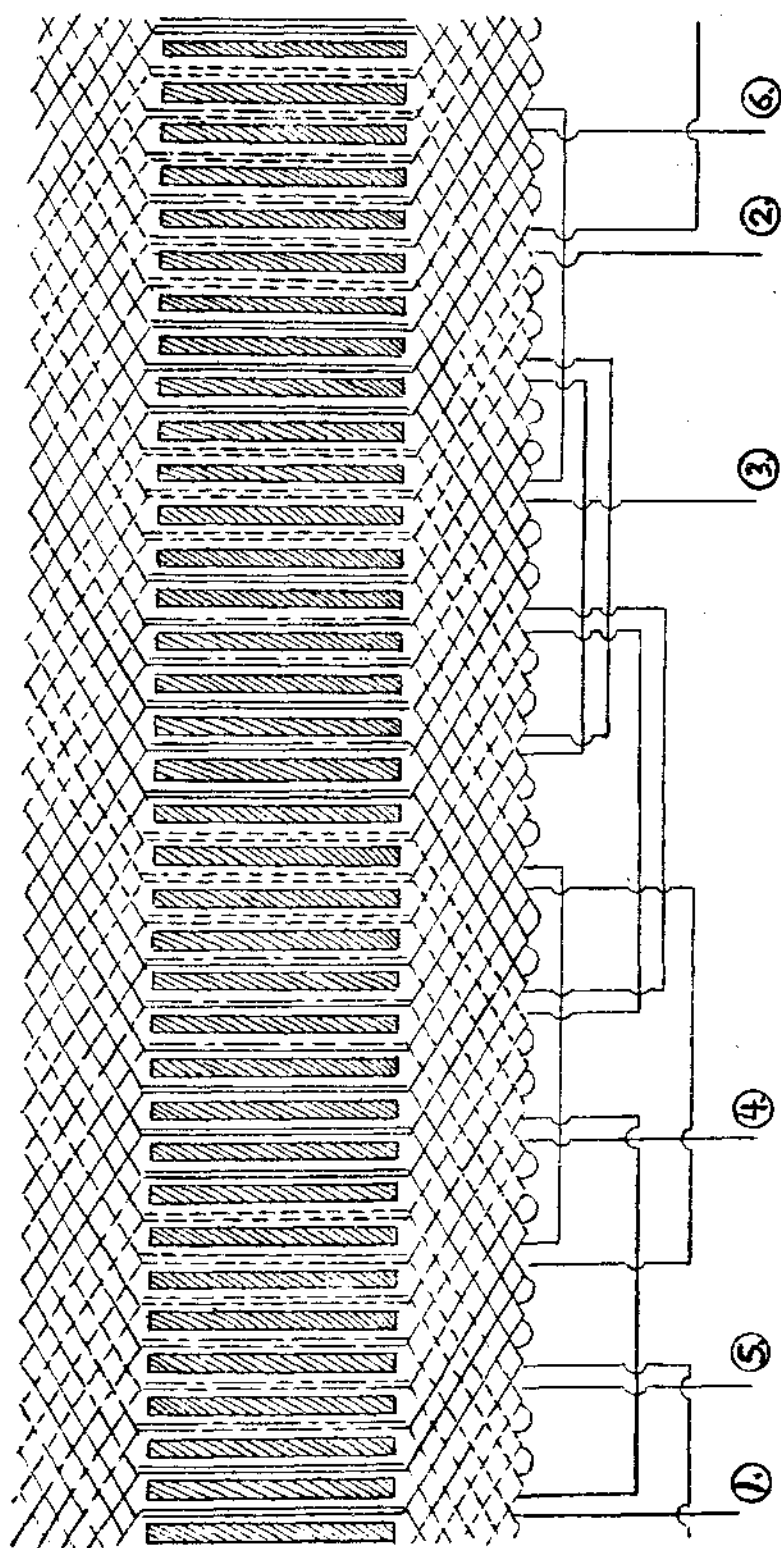
兩只,用薄鐵片衝彎而成,套于軸之兩端,愈輕愈好,但風力應大,風向兩扇同向一端,或同向內,設計軀架外殼時,須先為預定。如是軀架之製造,木工廠,鑄工廠及金工廠均須經過金工廠內應具備立式刨穿機,刨牀,鑿牀,鑽牀,洗牀,六角轆牀,絞螺機等,至各機之容量與數量當視出品而定。本院電工廠只有轆牀,鑽牀各一,應用頗感不敷,幸機工廠設備齊全,尙可借用也。

(乙)鐵心部——此部原料全用絕緣鋼片,吾國尙無此種製造。鋼片愈薄,價值愈貴,按對電動機鐵心20吨鋼片已足用,其轉子之鐵心,更可用較厚鋼片,惟本院為兼用於變壓器起見,購來14吨者。(購自萬泰有限公司,計半噸,共價323元)是以用費較多,但鐵心之耗失較小,效率因之可略高。自動捫槽機即用以切穿鋼片者,將鋼片切成相當之方塊後,再分六部切穿:(a.)切外圓,(b.)切軸室(c.)切凹口(d.)切靜子槽(e.)切內圓(f.)切轉子槽。所用捫槽機,一刀只捫一槽,切槽固費時甚多,用之切靜子內外圓費時亦不少。如用如美國佈立斯製造廠出品之新式捫機,此六部手續可一氣完成,省工而精確,適宜多多。惟此種捫機,價格極昂,非大規模製造廠,且須在短時間內,製造大量同樣出品者,用之多不合算。切穿須用鑄模,鑄模之製造,尤須精確,稍有不合,則毛刺發現,漆皮脫落,齒尖折斷,種種弊病,均可發生。本院為精密起見,特自購專做鑄模之錳鋼,監視工人,自行製造,幾經改正,結果尙差強滿意。一般製造廠家,為簡便而省費起見,多用一種尺寸之鐵心做數種不同容量之電動機。由前設計程序中可知馬力與靜子鐵心內徑平方乘長度為正比,使靜子鐵心內徑固定不變,祇增減鋼片之多少而變動鐵心之長度,即可得不同馬力之鐵心。再鼠籠式機起動

電流甚大，為減小是項電流而又不損及其起動旋力起見，近多用雙鼠籠式，即轉子上有內外兩層導體者，但如是轉子之製造較為費事。銅片甚薄，靜子之齒甚易彎曲而至折斷，特用端板以防此弊，端板製法每用數張切成之靜子銅片，聯銲而成，惟本院無電銲設備，故改用鐵板，照樣鑽錯，亦頗合用。轉子之尾環本可用鑄銅製造，惟恐翻沙空隙太多，不合應用，乃亦用外購銅板衝鑽，是皆耗費之處也。銅片端板及尾環完成之後，用螺釘夾板夾起而以手壓機（大機多用水壓機）壓緊，不平處略加刨斲，（不宜多去，以免氣隙縫太大）即可裝入軀架，然後塗凡立水一層，以防導電及生銹。

（丙）線組部——靜子線組用美規十二號雙棉包帶漆皮銅線，共長約800呎（每圈線長乘總圈數，外加百分之十，以備不敷）按每千呎20磅計，共重16磅。轉子線組用美規零號光銅線，共長約16呎，約重 $5\frac{1}{2}$ 磅。以上兩種銅線均應預先計算，以為定購準備。（本院所用係購自歐亞貿易公司）製造轉子時，只須將銅線切成適當之長，一一裝入鉄心線槽，再將伸出線槽兩端之銅線，一一插入尾環上預先鑽妥之各孔，加以錫銲即成。靜子線組之繞製，須先做繞線架（本院係以龍牀代用）及夾板，夾板之尺寸依需用線圈之大小而定，最好用硬木板做，既不至損及線皮，板本身亦可免問陷。綫圈繞成，於裝置之先，須繪一顯明之接線圖（如第七圖），交工人依照順序裝置，以免錯誤。更為慎重計，於裝置完竣，先只將接頭連起，逐相通以直流，以磁針試驗各相磁極是否錯誤，並測每相電阻，察其是否互等。如結果無誤，乃將其接頭處施以電銲，護以膠皮圓管，更為絕緣計。靜子槽內于裝線之前預置油紙與膠布，此種絕緣材料係購自萬泰有限公

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36  
 (槽或導線之設定號數)



第七圖 五馬力三相感應電動機之靜子線組(雙層式)接線圖。

〔註〕：虛線示第一相(端①及④)，實線示第二相(端②及⑤)實線示第三相(端③及⑥)，又重線示槽內上層導線，細線示下層者。

司), 線組兩端則用棉布條包纏 (所用槽為半開式, 導線須逐一置入; 故包布須於線組置入槽後行之); 槽上齒間猶須塞入油木, 油竹或膠木製之插梢, (所用係竹製浸油者), 以防導線出槽。然後應用施漆手續, 最好用真空施漆法, 不然用人工塗漆而以烘爐烘乾亦可; 本院因無真空浸油器, 烘爐雖定購而未運到, 乃不得不用塗漆後置火爐旁之烘乾法矣。

(丁)裝集部——此部無甚重要工作, 軸承置入尾蓋內後, 將轉子全部置入, 螺釘上緊, 表面上塗以油漆, 並將綫端接於接頭箱內。茲將三相之六個綫端(每相兩端)全部引出, 以便三叉連接法及三角連接法雙用, (三叉連接法用於 220 弗之電源, 三角連接法用於 110 弗之電源), 則全機告成矣。以下第七表表示所製電動機價值之估計。(如機器齊全, 人工精巧, 材料採購較易, 以製造大量出品, 則工人可分部進行, 材料及工資, 均可大大減省, 價值自能較低。)

名稱	原料(約重磅數)	原料價值(元)	工作數(按一人合)	工資(元)	共值(原料價值與工資和)(元)	備註
全部鐵架(包括靜子架, 夾圈及尾蓋)	鐵(75)	14.00		16.75	30.75	(1) 模型工料價在內。 (2) 非自做, 故價值較高; 料價與工資之分關係約計。
滾珠軸承	鋼(2)	10.00		45.0	14.50	購現成, 故價值較高; 料價與工資之分關係約計。
接頭箱	鐵片, 膠板, 銅片, 電線, (2)	0.50	2	0.16	0.66	每時工資以八分計, 下同。
靜子鐵片及轉子鐵片	絕緣鐵片(毛130)(淨75)	37.50	72	5.76	43.26	(1) 撞切時, 二人合作。 (2) 撞網時, 每次只撞下一檔, 故較費工。

靜子端板及 轉子端板	鐵板 (毛5) (淨4)	0.50	24	1.96	2.46	端板之槽,均鑽 而成,故較費工。
靜子心 之裝置	凡力水	0.60	2	0.16	0.76	
銅條	美規零號 光銅線 (5)	2.80	$\frac{1}{2}$	0.04	2.84	
尾環	銅板 (毛12) (淨4)	5.40	10	0.80	6.20	非用鑄銅,故較 費工。
軸及軛子	鋼 (毛17) (淨13)	2.70	12	0.96	3.66	未用洗床,故費 工較多。
風扇	鐵片 (3)	0.30	5	0.48	0.78	
轉子之裝轆	鋅錫	0.30	6	0.48	0.78	
槽絕緣物 及塞子	油布,紙,竹, 凡立水	1.20	8	0.64	1.84	
靜子線組	美規12號,棉 包皮銅線棉布 (16) 條,油布, 凡立水	13.10 2.00	38	3.04	18.14	繞線時,三人合作。
固定螺釘	鋼 ( $1\frac{1}{2}$ )	0.20	1	0.08	0.28	
整個電機	漆	0.50	3	0.24	0.74	
統 計	(淨203)	91.60	184 $\frac{1}{2}$	36.05	127.65	(1) 重量統計中設 絕緣材料重以 磅。 (2) 工作時數統計 中,鐵架及軸 承未計入。

第七表 五馬力鼠籠式三相感應電動機之價值估計。

## (四) 測驗結果

爲求所製電動機之動作特性,須將圓形圖繪出;繪圖之先,須作試驗以測定之,其結果如下:

(I) 靜子線組電阻測驗: (熱時: 綫溫 62°C, 室溫 11°C.)

直流電壓(弗)			直流電流(安)			每 相 電 阻 (歐)			平均數 R
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	$R_1 = \frac{E_1}{I_1}$	$R_2 = \frac{E_2}{I_2}$	$R_3 = \frac{E_3}{I_3}$	
8.4	8.35	8.15	18.9	18.9	18.75	0.445	0.442	0.435	0.441

(II) 無負試驗：(靜子綫組用三叉連接法。)

轉速 (轉/分)	電 壓 (弗)			電 流 (弗)			功 率 (瓦)		每相功率 (瓦)	功率因數	$\theta_0$ (角度)			
	端壓 $E_1$	端壓 $E_2$	端壓 $E_3$	平均 端壓 $E_0 = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	平均 數 $I_0$				$W_1$	$W_2$	總 功 率 $W = W_1 + W_2$
1500	220.1	220	220	127	4.99	4.92	4.96	4.96	623	-413	218	72.7	0.116	$83^\circ 20'$

(III) 轉子鉗止試驗：(靜子綫組用三叉連接法)

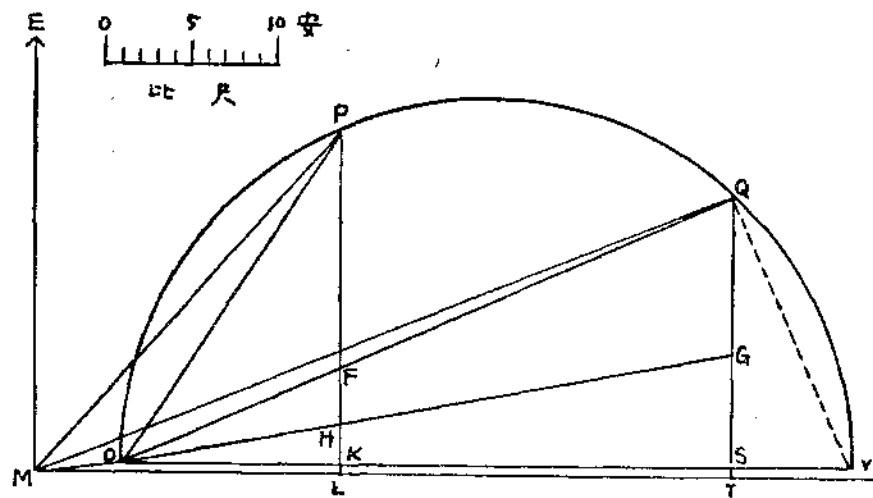
電 壓 (弗)		電 流 (安)			功 率 (瓦)		每相功率 (瓦)	功 率 因 數			
平均數 $E_1'$	每相電壓 $E_1' = \frac{E_1' + E_2' + E_3'}{3}$	$I_1'$	$I_2'$	$I_3'$	平均數 $I_0'$	平均數 $I'$			$W_1'$	$W_2'$	總 功 率 $W_1' = W_1' + W_2'$
65.8	65.8	36.8	12.67	12.65	12.81	12.71	632	-116	516	172	0.366

上(III)表為試驗結果如在額定電壓情形下其結果將如下表。



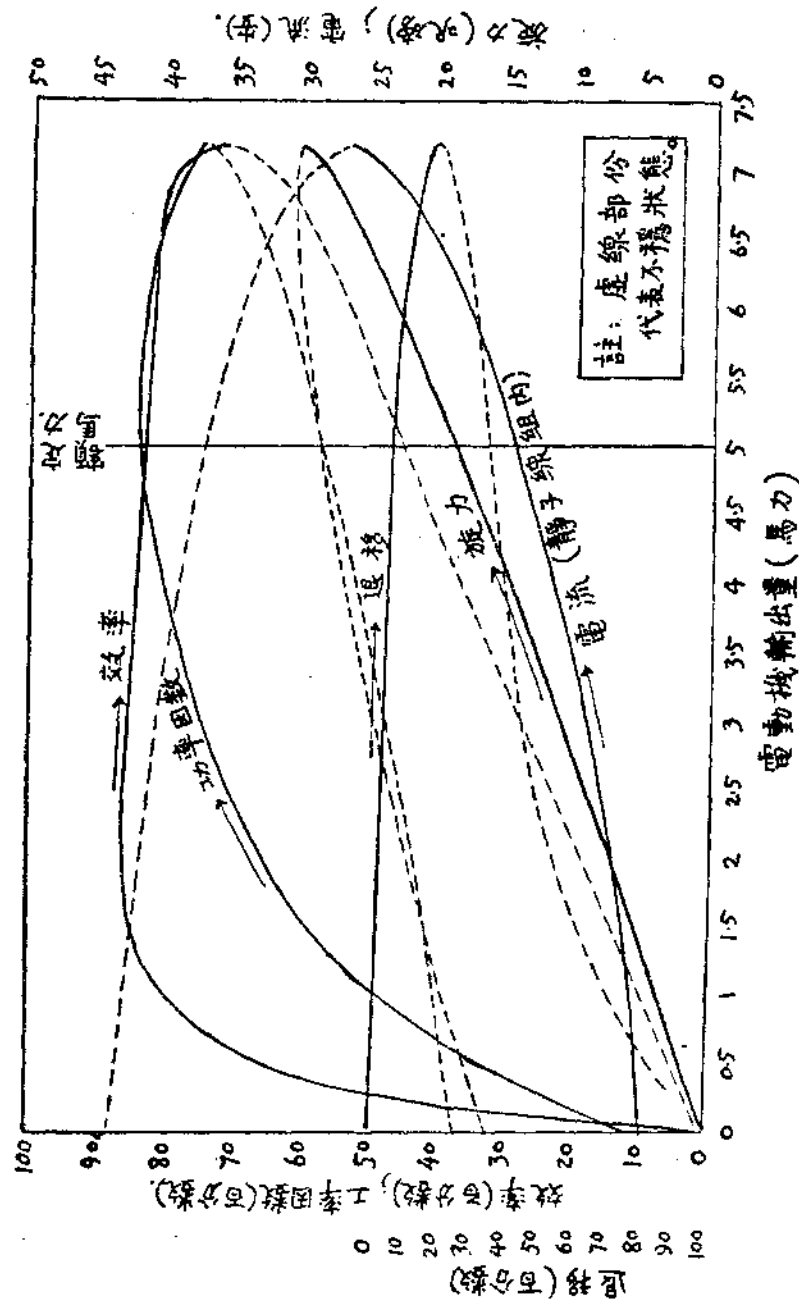
每相電壓(弗)		每相電流(安)		每相功率(瓦)		功率因數 $\cos \theta = \frac{W}{EI}$	$\theta$ (角度)
試驗值 $E'$	合得值 $E$	試驗值 $I'$	合得值 $I = I' \frac{E}{E'}$	試驗值 $W'$	合得值 $W = W' \left(\frac{E}{E'}\right)^2$		
36.8	127	12.71	43.9	172	2026	0.366	$68^\circ 32'$

由上測定結果,圓形圖可繪出如第八圖。圖中除  $ME = E =$  每相電壓  $= 127$  弗外,餘線均代表電流之安數:  $EMQ$  角  $= \theta = 68^\circ 32'$ ;  $EMO$  角  $= \theta_0 = 83^\circ 21'$ ;  $MQ = I = 43.9$  安;  $MO = I_0 = 4.96$  安;  $OQV$  角  $= 90^\circ$ ;  $SG = \frac{I^2 R - I_0^2 R}{E} = 6.6$  安。



第八圖 五馬力三相感應電動機之圓形圖

選圓形圖上任意角 P, 連綫 PM 及 PO, 並做綫 PL 垂直於 MT, 交 OQ 於 F, OG 於 H, OS 於 K; 則在 P 點處代表電動機特性之各值可推算如下: 輸出量 (H.P.)  $= \frac{3E(PF)}{746}$  馬力。靜子中之電流 ( $I_c$ )  $= PM$  安。功率因數 ( $\cos \theta$ )  $= \frac{PL}{PM} \times 100 (\%)$ 。效率 ( $\eta$ )  $= \frac{PF}{PL} \times 100 (\%)$ 。退移 (S)  $= \frac{FH}{PH} \times 100 (\%)$ 。旋力 (T)  $= \frac{7.04 \times 3E(PH)}{N}$  呎磅。



第九圖 五馬力三相感應電動機之動作特性

在圓形圖上其他各點同樣可由上列諸式推算代表各該點特性之各值由此可作代表電動機動作特性之曲線如第九圖。由第九圖可得滿載情形下之各值如下表:

馬力	靜子電流(安)	功率因數(%)	效率(%)	扭力(呎磅)	退移(%)	轉速 N (1-S) (轉/分)
5	14.1	84.0	83.2	19.2	5.0	1425

上表結果,與設計數據中之數值,尚無甚差異。按動作特性之曲綫原可由負載試驗測定;惟以製造方畢,適當負載,尚未配妥,故暫由上法(圓形圖法)推出。以此,測驗負載時溫度升高情形,亦難進行,惟轉子鎖止時,通入靜子綫組以滿載電流(13.5安)於一小時內,各部溫度升高情形測驗結果如下:(室溫 $11^{\circ}\text{C}$ )。

轉子鐵心	靜子綫組	靜子鐵心
$74^{\circ}\text{C}$	$62^{\circ}\text{C}$	$31^{\circ}\text{C}$

轉子旋轉時,因通風作用,溫度升高當能減低甚多。

絕緣電阻測驗結果為2.8兆歐;施以一分鐘2000弗之高壓,毫無傷損。

### 結 論

本文所述感應電動機之製造情形,針對本院小規模之電機製造實習室而言,故適合於少量出品之小工廠;至若大電機製造廠之製造情形,則多有不同。又本文雖未涉及有捲式感應電動機之設計與製造;但其靜子與鼠籠式機完全相同,故製造有捲式機本文亦可參照。

本文草擬方畢,所製第二隻感應電動機業已完成;歷時僅一月;是第一機耗費之時間,大部消磨于整理機械,製造用具,等待材料以及反覆改正之中,製造實用之時間,尚不及十分之一也。

本文倉卒草就,掛誤難免,如蒙指正,研討,深所歡迎。



## 金屬原質之電動力順序排 列及還原電位差

柴 景 旭

如有一物質如糖者，放於一滿盛水之玻璃杯之底部，此糖之分子即傾向分散於溶液內；易言之，此糖溶解此種固體分子進入溶液之傾向，可認為係受一種壓力之結果，在事實上吾人謂此固體物質有溶解壓力 (Solution Pressure)。

如液體內固體，因瀰散 (Diffusion) 作用之結果，已有充分數量，則此液體可謂達於飽和狀態。此飽和之液體在恆溫時，各部皆含有等量之糖，對於多加之糖，不復溶解。對於此種不復溶解亦即反抗溶解壓力之現象，亦必有一種壓力存在。此種壓力，係已溶之固體分子在溶液內所作用者，名為滲透壓力 (Osmotic pressure)。在飽和溶液內，由已溶解之分子數目及溫度而決定之滲透壓力，與固體物質之溶解壓力相等。固體物質之溶解並無電的影響。當一普通電解質溶解時，亦不生電的影響。因生成之正離子 (Cation) 及負離子 (Anion) 數目相等，故無電的擾動。

當金屬與水接觸時，雖程度甚小，亦有溶解之傾向。在此例中，生氧化作用，因溶解之金屬皆變為帶電離子。金屬之溶解傾向，稱為電解質溶解壓力 (electrolyte solution pressure)。恰與溶糖之例相同，此溶解之離子所作用之滲透壓力，與溶解壓力有相反之作用。關於此電解質溶解壓力，各種金屬各有

其特殊之固定數值。

如將一金屬如頗易受氧化之鋅，放入飽和硫酸鋅液內，毫不溶解。如將此鋅放入一稀硫酸鋅液內，則鋅之溶解壓力大於沉澱壓力 (deposition pressure, 即滲透壓力)，若干帶正電之鋅離子進入溶液內。於是，此金屬得到一負電荷，而溶液得到一正電荷。因進入溶液之鋅離子帶有電荷之結果，金屬亦生一相反之靜電力，吸引鋅離子。此種電動力與在溶液中所有鋅離子之滲壓力，有相同之作用，且隨溶解離子之數目而增加甚速。當滲透壓力與此種電動力之和，等於鋅之電解質溶解壓力時，鋅即停止溶解。

當將一不甚易氧化之金屬如銅者，放入硫酸銅溶液內，此種關係適相反。在此例中，除在極端稀薄之溶液外，滲透壓力常較大於溶解壓力，此種金屬不能溶解，反之，極少之銅離子沉澱於銅金屬上，並使其帶有正電，溶液則帶負電。此少數之銅離子如此沉澱以後，不久即呈一平衡狀態。金屬與溶液間之電位差，或稱為金屬之還原電位差 (reduction potential)，當溶液帶正電荷時，為正數；各種易受氧化之金屬如鎂、鋁、鋅、鐵等皆係如此。反之，難於氧化之金屬，其還原電位差為負數，如銅、銀、鉑及金皆屬此類。

一種金屬與含有此金屬離子之溶液，若相接觸，則在金屬與溶液間常形成一種電位差。此種電位差，係由金屬之電解質溶解壓力與溶液之滲透壓力間之關係，決定之。在大多數例中，接觸不久即可達平衡狀態，故一種金屬與含相同離子之溶液之簡單接觸，並非一永久之電源。但如兩種還原電位差不同之金屬，如與其溶液相接觸即能生二種電位差不同之電

荷,如此二金屬之外面,以一金屬綫相連,即有電流由電位高處流向電位低處。如此金屬與其溶液間之原有電位差,可繼續生成,故其結果成一永久之電流。此即為丹尼爾電池(Daniell cell)造成之原理,在此電池內標準(Normal)硫酸銅液與標準硫酸鋅液間,有一多孔質之隔斷。將鋅棒放於硫酸鋅液內,將銅板放於硫酸銅液內,電流即經過電線由銅板流向鋅棒,在經過溶液處,由鋅棒流向銅板。

在此各種金屬之例中,電解質溶液壓力與還原電位差係同指一種性質。

嫩斯特氏(Nernst)為倡議根據滲透壓力解釋電動力來源之第一人,已作出一公式,為計算在金屬與其溶液接觸處之電位差。如E代表以弗特(Volts)表示之電位差,R代表氣體當數以弗特乘古隆(Coulombs)表示之,F為電化學當量或一克當量(Gram-equivalent)任何金屬離子所帶之電量,n為離子之價(Valence),P為電解質溶解壓力,p為滲透壓力,T為溶液之絕對溫度,嫩斯特氏公式即為:

$$E = \frac{RT}{nF} \log_e \frac{P}{p}$$

代入R之數值8.32,E之數值96,500,以0.434除之,將自然對數(log<sub>e</sub>)變為普通對數(log<sub>10</sub>),並假定室溫為18°C.(=291°絕對溫度),此公式即變為:

$$E_{18} = \frac{0.058}{n} \log \frac{P}{p} \text{ 弗特.}$$

與滲透壓力,p,之倚賴溶液濃度及溫度相同,金屬與其離子接觸而生成之電動力,由此公式表明,隨電解質溶解壓力之增加而增加,隨離子濃度之增加而減少(即隨滲透壓力之增加而減少)。因以10乘一數,僅提高其普通對數一整位,此公式

表示如將溶液濃度增大十倍時,即將電動力減少約 0.06 弗特,此係當離子之價數為一時如此,當二價時,減少 0.03 弗特,當三價時,減少 0.2 弗特。此電解質溶解壓力,為將金屬變為離子難易之一種測量;或者為原質氧化難易之測量,此係因離子之造成,包括一氧化作用。所生成之電動力,可被稱為還原電位差,已如前述。故此亦為以電流沉澱一金屬所需電動力之測量。

當一金屬浸於一含有他種金屬離子溶液中,將發生何種現象,現已不難於瞭解。此為一共知之事實,即將一鐵條浸於硫酸銅液內,金屬銅沉澱而出,相當量之鐵溶於液內,變為二價硫酸鐵。銅之離子被金屬鐵將其還原為金屬銅,而金屬鐵被銅離子將其氧化。此因鐵之電解質溶解壓力較銅大出頗多,以致俟將銅完全沉澱後,方能達到平衡狀態。金屬鐵對一分子低價鐵鹽溶液之還原電位差為 0.43 弗特,金屬銅對一分子高價銅離子溶液之還原電位差約為  $-0.34$ ; 此負號表示銅離子沉澱之傾向較大於金屬銅溶解之傾向。還原電位差之正的數值愈大,電解質溶解壓力亦愈大。因銅由溶液沈澱而出,其還原電位差漸變漸大,鐵溶於溶液,其還原電位差漸變漸小。嫩斯特氏公式表明金屬銅對十分之一分子銅離子溶液之還原電位差,可增至  $-0.31$  弗特,金屬鐵對十分之一分子鐵離子溶液之電位差將為 0.46 弗特。此點甚為明顯,即鐵與高價銅溶液間之平衡狀態,僅能於鐵之還原電位差等於銅之還原電位差時,方可達到; 在達到平衡狀態前,或者溶液中之硫酸鐵將達飽和狀態,或者全量之銅,除去極微量外,將盡行沉澱。



吾人可依照各金屬電解質溶解壓力之大小,將各金屬列爲一種順序。此種順序即稱爲各金屬之電動力順序排列 (electromotive Series)。此種排列可令吾人瞭解所有包括金屬原質之化學反應,不論金屬係在反應之前加入,或在反應之後生成。各金屬之全部化學的活動力,與此種排列頗爲相當。在順序排列中,前面之金屬最易受氧化;在銅以後之各金屬在空氣中不易氧化或生鏽。

#### 金屬之電動力順序排列

銫(Cs), 銣(Rb), 鉀(K), 鈉(Na), 鎂(Mg), 鋁(Al),  
錳(Mn), 鋅(Zn), 鎘(Cd), 銻(Tl), 鐵(Fe), 鈷(Co),  
鎳(Ni), 錫(Sn), 鉛(Pb), 氫(H), 銻(Sb), 鉍(Bi),  
砒(As), 銅(Cu), 汞(Hg), 銀(Hg), 鈀(Pd),  
鉑(Pt), 金(Au)。

電動順序排列,表明各金屬還原力之比較值。在順序前面之金屬爲最佳之還原劑。如此鹼族金屬爲最佳之還原劑,因其能在常溫時將水分解,且將帶正電之氫離子還原爲中性之氫氣。

此點亦最重要,即不僅電解質溶解壓力一種性質,即足以決定還原電位差。液體之濃度亦須顧及。如在相等濃度測定還原電位差,則在電動力順序中各金屬之排列次序,將與各金屬按照電解質溶解壓力之排列次序,恰相當。

吾人現已能明瞭何以鹼族金屬將水分解,造成鹼離子且何以在相似情形下銻離子生成之量甚少。銻對含一分子銻離子之溶液之還原電位差爲0.76弗特。但水之電解極微,其電解度爲 $2 \times 10^{-7}\%$ 。氫對如此稀薄之氫溶液,其還原電位差並非

如下面表上所寫之0.0,但其值頗近於鋅之電位差。假定水之解離為 $10^{-20}$ 則其值將與鋅之值相同。照還原電位差言,吾人可預料鋅將水分解,放出氫氣。但照事實言,鋅與水接觸時,略受氧化,且其氧化劑為水中之氫,但此反應之程度不大。在此反應中,初起之化成物為鋅離子及自由之氫氣,但氫氣逃出後,液體中即餘自由的氫氧根離子與鋅離子成平衡。氫氧化鋅之溶解度乘積(Solubility Product)為 $1.8 \times 10^{-14}$ (在室溫下)。

鋅所以不能分解水之理由,係因鋅上極速的生成氧化鋅或氫氧化鋅之薄層,此種化合物不溶於水,故鋅不能將水繼續分解。反之,當氫存在酸中時,鋅與酸之負離子成易溶之鹽,通常鋅能繼續溶解,至將鋅溶完為止,同時放出氫氣。

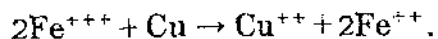
吾人已知丹尼爾氏電池,係利用還原電位差之不同而造成,相似之電池亦能利用氧化及還原之反應而造成。所有氧化及還原反應之發生,俱係因還原電位差之不同而起。恰如金屬之電動力順序排列能助吾人預料一金屬是否為還原劑。一完全之還原電位差表,可助吾人決定某一氧化及還原反應是否照吾人之意而發生。此還原電位差表,將在下面開列。此表所列之還原電位差,係指濃度為一分子之溶液而言,將一標準(Normal)氫電極中之標準氫離子之電位差作為0。電動力如為正數,表明氧化作用極易發生,其未變之物質帶有負電,或易言之,如一電池含此標準氫電極,電流在溶液之方向(由正極至負極)係向氫電極,此係當他種原質之電位差為正時。如此表中之第一列,表明原質或離子之原狀,第二列表明原質或離子所受之電荷變化,第三列表明氧化狀態,第四列表明還原電位差。

任何氧化及還原反應之電動力係由還原電位差之差別而決定。如此在丹尼爾氏電池中用一分子濃度之硫酸銅及硫酸鋅溶液，全電池之電動力即為鋅之還原電位差(+0.76)與銅之還原電位差(-0.34)之差數即：

$$(+0.76) - (-0.34) = 1.10 \text{ 弗特}$$

還原電位差表，可助吾人解釋分析化學中多種反應。在表內，位置高於氫之各種金屬，可將稀酸中之氫代換；其位置低於氫者則不能。

銅氧化為二價銅離子，其相當電位差為-0.34弗特，此種情形即足以解明何以銅不溶於鹽酸。任何能將金屬銅氧化為離子狀態之氧化劑，即能造成二價銅離子，因由一價銅離子氧化為二價銅離子，所需之電位差僅為-0.17弗特，而由金屬銅氧化為一價銅離子之電位差，則為-0.51弗特。此時如有還原電位差低之金屬物質存在，則銅將即溶解。此種氧化劑即為三價鐵離子，由表上得知二價鐵離子氧化為三價鐵離子之電位差為-0.75弗特，恰與二價銅離子能將金屬鐵氧化為二價鐵離子相同。三價氯化鐵亦將金屬銅氧化成二價銅離子。



此表並說明何處將有干涉現象發生。金屬鉛能由二價鐵鹽之溶液中將鐵沉澱而出。但如有酸存在則此現象即不能發生，因鐵能將氫由氫離子中釋出，同時鐵又被氧化，吾人可由表中查得；反之，由二價鐵離子變為三價鐵離子之氧化電位差言，金屬鉛在未與酸中之氫離子起作用前，將先使溶液中之三價鐵離子還原。此表亦說明在酸性溶液中金屬鉛能將銅

離子完全沉澱。

### 還原電位差表

在下表各反應中,溶於水之物質俱假定每餅溶液中有一分子。在表中第一行,鋰(Li)之電位差,為金屬鋰對一分子鋰鹽溶液之電位差。此反應 $\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++}$ 之電位差,係假定二價及三價鐵鹽在溶液中皆為一分子。所有電位差之測定,皆以氫氣對鉑黑(Platinum black)電極之電位差為根據。如由表內二原質造成一電池,則在表中位置較低之原質將為正極。如將表內電位差之符號變更,則此表即將變為氧化電位差(oxidation potential)。

反 應	電動力 (弗特)	反 應	電動力 (弗特)
$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \epsilon$ .....	+ 3.03	$\text{HS}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O} + 2\epsilon$	+ 0.51
$\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + \epsilon$ .....	+ 2.93	$\text{Ag} + 2\text{CN}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2^- + \epsilon$	+ 0.51
$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \epsilon$ .....	+ 2.72	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.43
$\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 2.80	$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.40
$\text{Sr} \rightarrow \text{Sr}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 2.70	$2\text{Cu} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\epsilon$ .....	+ 0.35
$\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 2.60	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{--} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\epsilon$	+ 0.34
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 1.50	$\text{Ti} \rightarrow \text{Ti}^+ + \epsilon$ .....	+ 0.33
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{+++} + 3\epsilon$ .....	+ 1.30	$\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.23
$\text{Mn} \rightarrow \text{Mn}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 1.10	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.22
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.76	$\text{Cu} + \text{I}^- \rightarrow \text{CuI} + \epsilon$ .....	+ 0.17
$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.60	$\text{Ag} + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} + \epsilon$ .....	+ 0.14
$\text{S}^{--} \rightarrow \text{S} + 2\epsilon$ .....	+ 0.55	$4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\epsilon$ .....	- 0.41
$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{++} + 2\epsilon$ .....	+ 0.10		

$Pb \rightarrow Pb^{++} + 2e \dots\dots\dots$	+0.12	$Co \rightarrow Co^{+++} + e \dots\dots\dots$	-0.42
$Fe \rightarrow Fe^{+++} + 3e \dots\dots\dots$	+0.04	$Br^\circ \text{液} + 6OH^- \rightarrow BrO_3 +$	
$Ti^{+++} \rightarrow Ti^{++++} + e \dots\dots\dots$	+0.04	$3H_2O + 5e \dots\dots\dots$	-0.51
$H_2 \text{氣} \rightarrow 2H^+ + 2e \dots\dots\dots$	+0.00	$Cu \rightarrow Cu^+ + e \dots\dots\dots$	-0.51
$Su^{++} \rightarrow Su^{++++} + 3e$	-0.05	$MnO_2 + 4OH^- \rightarrow MnO_4^- +$	
$Sb \rightarrow Sb^{+++} + 3e \dots\dots\dots$	-0.20	$2H_2O + 3e \dots\dots\dots$	-0.52
$Cu^+ \rightarrow Cu^{++} + e \dots\dots\dots$	-0.17	$2I^- \rightarrow I_2 + 2e \dots\dots\dots$	-0.54
$Su^{++} \rightarrow Su^{++++} + 2e \dots\dots\dots$	-0.20	$Br^- + 6OH^- \rightarrow BrO_3 + 3H_2O$	
$I_2 + 12OH^- \rightarrow 2IO_3^- + 6H_2O$		$+ 5e \dots\dots\dots$	-0.60
$+ 10e \dots\dots\dots$	-0.21	$Tl \rightarrow Tl^{+++} + 3e \dots\dots\dots$	-0.72
$Ag + Cl^- \rightarrow AgCl + e \dots\dots\dots$	-0.23	$Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++} + e \dots\dots\dots$	-0.75
$Hg_2Cl_2 + 2Cl^- \rightarrow 2HgCl_2 + 2e$	-0.24	$Ag \rightarrow Ag^+ + e \dots\dots\dots$	-0.80
$I^- + 6OH^- \rightarrow IO_3^- + 3H_2O$		$Hg \rightarrow \frac{1}{2}(Hg_2)^{++} + e \dots\dots\dots$	0.80
$+ 6e \dots\dots\dots$	-0.26	$H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e \dots\dots\dots$	-0.85
$2Hg + 2Cl^- \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2e$	-0.27	$Cl_2 \text{氣} + 2OH^- = 2HClO +$	
$As \rightarrow As^{+++} + 3e \dots\dots\dots$	-0.29	$2e \dots\dots\dots$	-0.86
$Bi \rightarrow Bi^{+++} + 3e \dots\dots\dots$	-0.30	$Hg \rightarrow Hg^{++} + 2e \dots\dots\dots$	-0.92
$Cu \rightarrow Cu^{++} + 2e \dots\dots\dots$	-0.34	$Hg_2^{++} \rightarrow 2Hg^{++} + 2e \dots\dots\dots$	-0.95
$2Ag + 2OH^- \rightarrow Ag_2O + H_2O$		$NO \text{氣} + 2H_2O \rightarrow NO_3^- + 4H^+$	
$+ 2e \dots\dots\dots$	-0.35	$+ 3e \dots\dots\dots$	-1.00
$[Fe(CN)_6]^{---} \rightarrow [Fe(CN)_6]$		$2H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2H^+ + 2e$	-1.66
$^{---} + e$	-0.40	$Cl_2 \text{氣} + 2H_2O \rightarrow 2HClO +$	
$2OH^- \rightarrow H_2O_2 + 2e \dots\dots\dots$	$\times 1.08$	$2H^+ + 2e \dots\dots\dots$	-1.67
$2Br^- \rightarrow Br_2 \text{液} + 2e \dots\dots\dots$	-1.10	$Co^{++} \rightarrow Co^{+++} + e \dots\dots\dots$	-1.80
$I + 3OH^- \rightarrow IO_3^- + 3H^+ +$		$5e \dots\dots\dots$	-1.19

$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \dots$	-1.23	$\text{H}^+ + 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.80
$\text{Tl}^+ \rightarrow \text{T}^{+++} + \text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.24	$\text{O}_2\text{氣} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_3\text{氣} + 2\text{H}^+$	-1.90
$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{+++} + 3\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.30	$2\text{F}^- \rightarrow \text{F}_2\text{氣} + 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.96
$\text{Cr}^{+++} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCrO}_4^-$ $+ 7\text{H}^+ + 3\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.30		
$\text{Mn}^{++} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + 4$ $\text{H}^+ + 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.35		
$\text{Cl}_2\text{氣} \rightarrow 2\text{Cl}^- + 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.36		
$\text{Pb}^{++} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+$ $+ 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.44		
$\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$ $+ 6\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.44		
$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^+ + \text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.50		
$\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{H}^+$ $+ 2\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.50		
$\text{Mn}^{++} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^- +$ $8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \dots\dots\dots$	-1.63		
$\text{Cl}_2\text{氣} + 20\text{H}^- \rightarrow 2\text{ClO}^- + 2$			

依照上表,錫及鉛對於由金屬狀態氧化為二價狀態之情形言,佔相隣之位置。在中性溶液中,任一金屬將引起他一金屬二價離子之不完全的還原,當二價錫離子濃度超過鉛離子濃度至相當程度時,此種反應即將中止,且如有酸存在,錫及鉛之沉澱皆不發生,因將氫離子還原較將鉛或錫之正離子還原為易也。此種情形,可由表上察得。反之,四價錫之還原為二價錫,由表上觀之,較還原氫離子為易舉。結果在定性分析中,

鉛可用於還原酸性溶液中之四價錫鹽,並不引起金屬錫之沉澱。銻亦有相同之用途,但其關係在表上並未明白列出,因關於銻及錫鹽間之電解度與化成複雜化合物之程度尚未充分明瞭也。

所有氧化及還原反應皆為可逆反應。還原性強之物質,被氧化後變為弱氧化劑,若由他一面言之,氧化性強之物質,被還原後,即變為弱性還原劑。普通認氫為還原劑,但當一金屬將酸中之氫還原時,則氫離子為氧化劑。

質量反應定律應用於氧化及還原反應,一如應用於在溶液中發生之其他反應然,當二原質或離子之還原電位差相距遙遠時,其氧化及還原反應將趨完全。

當一原質能被氧化至數個不同程度,如其餘各步之還原電位差為已知時,則某一步之還原電位差可能算出。如此,吾人已知由Fe至Fe<sup>++</sup>,及由Fe<sup>++</sup>至Fe<sup>+++</sup>之還原電位差,吾人即能算計由Fe至Fe<sup>+++</sup>之還原電位差。就事實言,如此三電位差中之任何二者已知,其第三者即可計算。完全氧化所需之工作,不論氧化係一步完成,或分步完成,皆相同。電的工作以電流量(古隆Coulombs)乘弗特測定之。如吾人以a代表Fe→Fe<sup>++</sup>之電位差,以b代表Fe<sup>++</sup>→<sup>+++</sup>之電位差,以C代表Fe→Fe<sup>+++</sup>之電位差,以F代表法拉地(Faraday,)或96.500古隆之電量,於是對氧化55.84克鐵言,  $2F \times a + F \times b = 3F \times C$ ; 或  $2a + b = 3C$ 。

## 結 論

(1) 任何一金屬與含有之離子之溶液間之電位差,係根

據其電解質的溶解壓力與其離子之滲透壓力之關係而成立。  
嫩斯特氏計算此電位差之公式爲：

$$E = \frac{RT}{nF} \log_e \frac{P}{P'}$$

(2) 各種金屬原質及非金屬原質對其離子或他種物質之還原電位差,皆經測定列表,以便察攷。此種測定,係根據氫對含一分子氫之溶液之電位差爲0.0。凡還原電位差高於0.0之原質,易於氧化或溶解,其低於0.0者,易於由溶液中分出或沉澱。易言之凡電位差較高之原質,傾向溶解或氧化,而電位差較低之原質,傾向沉澱或還原。

(3) 二種或數種不同金屬同在酸性或中性溶液中之反應情形,可由其電位差之大小而斷定之。故吾人對於氧化及還原之反應,能設法控制。

二十五年十一月二十七日。



## 張力與毛線直徑之關係

張 信 意 譯

(參看 Schofield 所著之毛整理學,403-407頁)

同一號數之毛線,其直徑各不相同。蓋毛線號數之決定,只依每磅中含若干縷(每縷長 256 碼)而定。例如每磅中含兩縷,即是二號毛線,如每磅中含 24 縷,即是 24 號毛線。至於毛線中纖維之排列法,密度,撚度,張力等,於決定號數時,並不慮及之。故同一號數之毛線,撚度多者,直徑較細,張力大者亦較細(因其全長共含之質量未改而剖面之密度加大,直徑縮小而全長仍重一磅,故號碼不變)。華德生(Watson)雖用每縷乘號數之

平方根除一  $\left( \frac{1}{\sqrt{(\text{std}) \times \text{NO.}}} \right)$  ..... 注 Std, 在雜毛線為 256,

在細毛線為 560, 在棉線為 840) 為線之直徑, 然亦無精確之證明,

且事實上此數較毛線之直徑小。故織呢整經時, 每吋應排之

經紗, 用上述公式所得者, 尚須減去少許。(雜毛為

$0.85 \sqrt{256 \times \text{NO.}}$  細毛為  $0.90 \sqrt{560 \times \text{NO.}}$  棉為  $0.92 \sqrt{840 \times \text{NO.}}$

)。是蓋因影響毛紗直徑之分子甚多, 欲使直徑一律, 為不可能者也。

偶閱蕭富德(schofield)所著之毛整理學, 內載張力與毛線直徑之關係甚詳, 並有渠各種試驗之結果。今意譯於次, 以供閱者之研究。

張力影響毛線之直徑甚大。標準張力既無法規定, 則毛

線亦無標準規則,其直徑亦不能絕對一律。艾氏因研究張力與直徑之關係,作種種試驗,得下列之結果。在各種不同之張力下,量得二十四號單毛紗及二十四號合股毛線(1/24's, 2/24's)之直徑。然後由圖列出公式計算之。今列表如下:—

## 第 一 表

2/24's細毛線(worsted)之直徑與張力(Tension)。

張力(公厘)	直徑(吋)(量得者)	直徑(吋)(算得者)
0	0.0260	—
2	0.0231	0.0232
5	0.0199	0.0200
10	0.0171	0.0175
20	0.0147	0.0150
40	0.0123	0.0126
50	0.0121	0.0118
70	0.0106	0.0106
90	0.0093	0.0097

計算直徑所用之公式(由圖得出者)如下:—

$$\text{張力} = 1391 \times e^{-282 \text{直徑}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{即是: 直徑} = \frac{1}{282} \log \frac{1391}{\text{張力}} \dots\dots\dots (2)$$

## 第 二 表

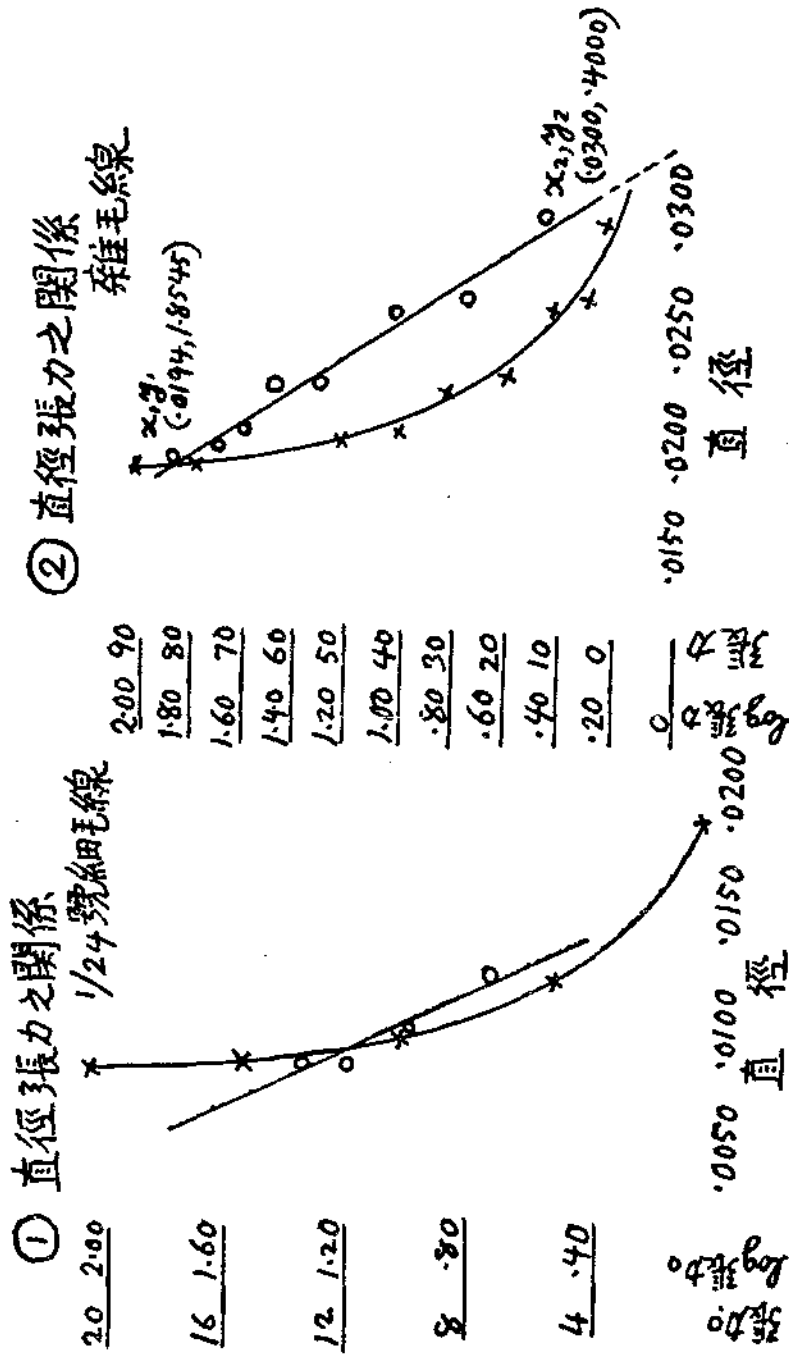
1/24's細毛紗(worsted)之直徑與張力(Tension)

張力(公厘)	直徑(吋)(量得者)	直徑(吋)(算得者)
0	0.0170	—
2	0.0179	—
5	0.0124	0.0122
10	0.0101	0.0104
15	0.0091	0.0093
20	0.0088	0.0086

計算直徑所用之公式(用圖得出者)如下:—

$$\text{張力} = 516 \times e^{-380 \text{直徑}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{即是: 直徑} = \frac{1}{380} \log \frac{516}{\text{張力}} \dots\dots\dots (4)$$



第一圖 第二圖

由上觀之，張力影響直徑甚大，如張力等於零，則紗之直徑極大。將紗並排桌上，用顯微鏡量之，艾深赫司題(Ashenhurst)曾證明此事。細毛24號單紗之直徑為0.0170吋，2/24號之直徑為0.0260吋，粗毛紗直徑則為0.0372吋。但事實上，使用毛紗時，未有無張力者。在紡紗機器中，皆含相當之張力，張力之大小，雖未能確定，但張力之存在，毫無疑意也。織機上之張力更大（每根經紗所用之張力，至數噸之多）。如織棉線皮帶時，所用張力，至1-2磅之多。第一表所載之2/24號細毛紗之最大拉力為16噸，在前三行，直徑已減至一半。

試就上列二表，詳細研究之，可知張力逐漸增加時，直徑之減小，有一定之規律。由第一表內(2/24's)，設將每增10公厘張力，所減少之直徑，取而研究之，可證明此減少率為一定數，但張力須在40至80公厘之間。常用此張力時，毛紗之灣曲皺摺處，皆被伸直，纖維彼此聯絡益較堅固。過此張力後，始發生『張力與伸縮』之關係(Hookes Law of "stress-and-strain".)。為證明此事實，用各種不同之張力，將毛線纏繞成一定長短之線縷，然後量其重量。張力增加，則每縷所含之原質量必減少。

第 三 表

張力(公厘)	100碼紗之重量(公厘)	每磅紗之長度	紗之號數
0	0.140	20.41	22.5
3.5	0.101	28.3	23
7	0.100	28.5	23.4
12	0.099	28.9	23.6
17	0.099	28.9	23.8
22	0.098	29.1	23.8

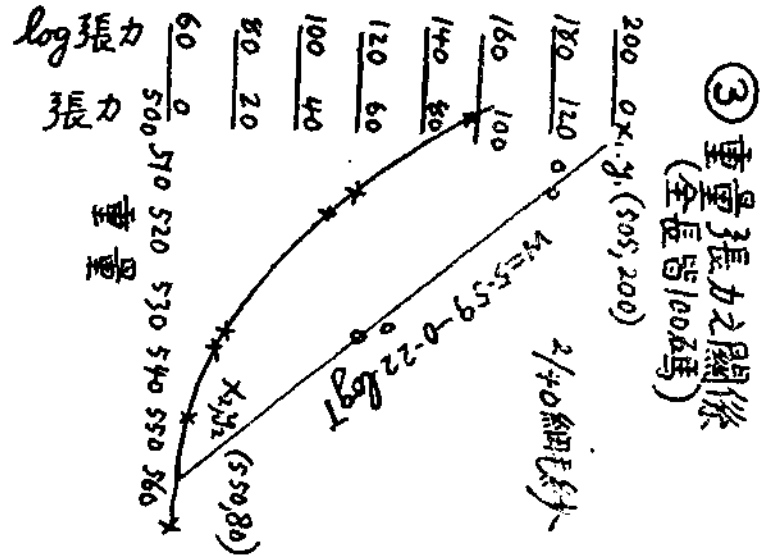
作此種試驗毛線內容構造之變化與試驗直徑時相同。進行程序與工廠中試驗紗之號碼時同，不過此種試驗比較特別精細準確而已。蓋試驗號數時，只用手或鐵絲圈牽直毛紗而纏繞之，所用力之大小不定；且繞紗之速度亦不一致（速度大等於張力大）。故作張力試驗時，須備有千分尺，量厚薄器，精確管理張力器，並能同時量得張力之大小而記載之。

第三表末行所列紗之號數，係普通商用之號數，內含油質（約百分之二）及濕氣（約百分之十六）。故計算時須去 2+16，即是 18%。此表所用紗之平均號為  $23\frac{1}{2}$ ，直至張力增至 32 公厘時，始成爲 24 號單股紗。

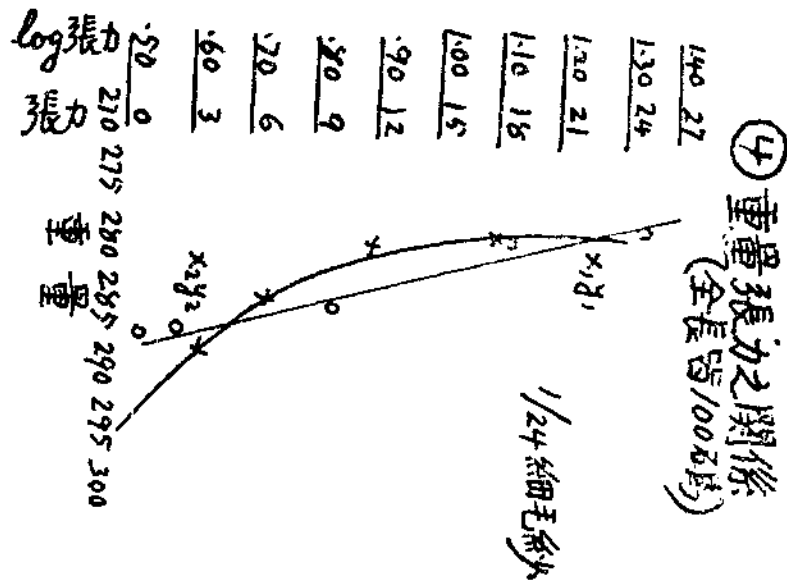
第 四 表

張力(公厘)	每100碼之重量 (未更正前)	每100碼之重量 (既更正後)	紗之號數
0	0.800	0.240	11.9
14	0.544	0.230	12.4
16.5	0.520	0.229	12.5
19	0.531	0.230	12.4
50	0.285	0.221	12.9
102	0.120	0.215	13.3

艾深赫斯題 (Ashenurst) 曾表演紗之直徑與紗之號數之關係，並因圓圈直徑與面積之平方根成正比例  $(D \propto \sqrt{A})$ ，而證明紗之直徑與號數之平方根成反比例  $(D \propto \frac{1}{\sqrt{\text{count}}})$ 。又因紗之表面有短絨枝出，紗之質量密度各有差異，故於細毛紗則用 10% 於雜毛紗則用 16% 作爲調和此種份子之容讓數



第 三 圖



第 四 圖

(allowances)。 紗直徑與號數之關係的理論定律,可推算之如下——

紗之號數,是指在『一定重量』內,含若干『有一定長度之縷』而言。按英國制度,棉紗每縷為840碼,雜毛為256碼,細毛為560碼。一定之重量為一磅。如一磅細毛紗長兩縷(即是長 $2 \times 560 = 1120$ 碼)此紗之號數即是二號;如一磅中含三縷,

即是三號紗，餘類推。

如  $l$  = 全長 (縷)       $v$  = 體積

$M$  = 全重 (磅)       $d$  = 直徑

$C$  = 號數       $D$  = 密度

則公式為  $C = \frac{l}{M}$  ..... (5)

譬如 10 縷紗共重 5 磅則紗之號數為

$$C = \frac{l}{M} = \frac{10}{5} = 2 \text{ 號}$$

假使紗為長筒形，而其質量密度均勻，則

體積 = 切面 × 長

$$v = \frac{\pi d^2 l}{4}$$

故  $d^2 = \frac{4v}{\pi l}$  ..... (6)

因  $v = \frac{M}{D}$

故  $d^2 = \frac{4M}{\pi D l}$  ..... (7)

$$= K \frac{M}{l} \text{ ..... (8)}$$

因  $C = \frac{l}{M}$ ;  $\frac{l}{C} = \frac{M}{l}$

故  $d^2 = K \times \frac{1}{C}$

$$d = \frac{K}{\sqrt{C}} \text{ ..... (9)}$$

注 4, 及  $\pi$ , 及  $D$  皆不變故  $\frac{4}{\pi D}$  用一  $K$  字替代,  $K$  者將

所有不變之數目算出而成之總數也。

第 9 公式  $(d = K \sqrt{\frac{1}{C}})$  已證出直徑與號數之關係，即是直徑與號數之平方根成反比例。

$$d \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$$

如取上表所列無張力之直徑與一有張力之直徑而平均之，其結果均比實際較高。例如取第一二表中之上下兩端之直徑而平均之，則：——

$$1/24 \text{ 號之直徑} = \frac{1}{2} (0.0170 + 0.0088) = 0.0129 \text{ 吋}$$

$$2/24 \text{ 號之直徑} = \frac{1}{2} (0.0260 + 0.0093) = 0.0177 \text{ 吋}$$

二數皆較艾深赫氏之數為高（艾氏所得1/24號之直徑為0.0097吋2/24號之直徑為0.0131吋。但由第一表觀之，當所加之張力至相當程度而使毛紗內之纖維組織固定不致再變時，則毛紗之直徑亦可臨時固定不改，而此直徑之大小為。

$$1/24 \text{ 號之直徑} = 0.010 \text{ 吋}$$

$$2/24 \text{ 號之直徑} = 0.0122 \text{ 吋}$$

總上所論，顯微鏡下所得之直徑，其用極大張力者，均須按照無張力時考察所得者，加以更正，使減至普通情況為止（即是由纖維紡成線所用以彼此聯絡之張力）。蓋無論粗紡精紡整經或機織時，皆有極大張力，加於紗上。在此情形之下所量之毛紗直徑，決不準確。故張力於毛紗直徑之影響，實紡織物試驗學中之最易忽略而最宜研究者也。

[注] 艾氏(Ashenhurst)乃『直徑與號數之平方根成反比例』之發明家。曾用顯微鏡千分尺(Photo-micrometer)實際量出多種毛紗之直徑，作『號數直徑表』，並用上列公式證明之。[參看1926年五月之『紡織科學雜誌』(Journal Textile science)與1889年一月二十六號之『紡織教育雜誌』(Textile Educator)。]



# 交流發電機與大互連系之穩定特性

蔣 昌 綏 譯

此篇原文係英國電工學會 (I.E.E.) 仲會員 W.D.Horsley 氏所著,載于該會 1935 年 11 月出版之第 467 號會誌 (Journal of I.E.E.), 原名“Stability Characteristics of alternators and Large Interconnected Systems. 原篇尚有附錄四則,以其不甚重要,刪而未譯。又本文所譯諸電氣名詞,大多根據中國工程師學會所出版之“英漢對照電機工程名詞”,間有自譯或重要名詞,均附以原文。

綏 識 二十五年六月,平大工院

## 目 錄

- (1) 緒言
- (2) 勵磁機之穩定 (Exciter stability)
- (3) 交流發電機之穩定
  - (a) 無載 (No-load)
  - (b) 異期負載 (Asynchronous loads)
    - (i) 定勵磁時之負載限度
    - (ii) 定壓時之負載限度
    - (iii) 越電力用數之負載
    - (iv) 負載之各種特性的效果
  - (c) 同期負載

- (i)定流情況(Steady current conditions)
- (ii)瞬變負載情況(Transient load conditions)
- (4) 自動電壓調整
- (5) 輸電穩定(Transmission stability)
  - (a)電力限度
  - (b)穩定
- (6) 共振(Resonance)
  - (a)機械的共振(Mechanical resonance)
  - (b)電壓共振(Voltage resonance)
- (7) 結論

### (1)緒 言

近年來,在大不列顛,因為國家電氣計劃之發展,交流發電機之特性與其效果,運用於大互連制中,已經達到極大之注重。

互連原理, (The principles of interconnection) 在英國,被查理士墨資(Charles H. Merz)與故威廉末克內農(The late Mr. William Mclellan)二氏第一次發表於劍橋不列顛學會(The British Association)1904之講演中。東北電氣有限公司(The north-Eastern Electric Supply Co. Ltd.)乃世界上採用互連第一等大系制之一; 其系制之運用,已極成功,且比較無困難。

在美國很廣範圍,已經實行互連,而遇着若干穩定問題。運用情況之困難,在美國,包括寬廣分離之動力制,與長互連線。再者與汽力發電廠特性不同之水力發電廠,經過長輸電線連至主幹系制,亦為困難問題之一。

不穩定,常因線上毛病 (Line faults)而發生。故具有長度

之高架線路之系制,與多閃電風雷之鄉村,似乎需多檢驗。

在大不列顛若干哩長之高架線路 (Overhead lines), 已經添至供電系制中。但幸而電閃問題 (Lightning problem), 當需要查看時, 並不嚴重。於設計不列顛電氣網 (The British Grid) 中, 他國所獲得之經驗, 全被利用。若干電廠用數百哩 132 kv 之線路互連, 已經並行運用成功。

有許多可以發生於大系制運用中之不穩定之形式, 與許多討論穩定問題之數據 (Data), 業經公布。然多數論文僅討論題目之一方面, 或失於辨別運用之重要情況, 而發生混亂。今特以普汎(檢述不穩)之興趣, 檢述不穩定之各種式類 (Various types)。作者企圖介紹若干交流發電機之特性; 此種特性, 在一主要基礎上, 影響其穩定。本文於解釋已經實驗之若干頗難解之現象, 希望能有貢獻。

凡一系制在運用之任何實際情況下, 能維持一定負載, 或維持一負載變動, 謂之實定系制。此定義可擴而至定壓系制, 即電壓當正常運用時, 應實質的維持一定; 不應為負載變動, 或線路情況所影響。其實電壓之小變動 (Small fluctuation), 不致影響一系制之穩定運用, 已為早有之經驗。對於用同期機, 並行運用之交流系制, 尤需有一限制, 即同期機當正常運用時, 應保持同期 (Synchronism); 在任何擾亂後, 應再歸平衡而繼續同期運行。

## (2) 勵磁機之穩定

除非勵磁來源 (The source of excitation) 穩定, 一交流發電機是不能穩定, 故首應注重勵磁機。分捲自激勵磁機 (Shunt-

wound self-excited exciter) 以其自足與可靠,大多用之。以往,彼等易遭遇不穩定,但近代之設計,有適當預防之預備,不穩定乃少經驗矣。

免除勵磁機之不穩定最直接之方法。是用一另外之來源,激勵磁機之線捲。因為交流發電機與其勵磁機,可以為一自足之單位 (a self contained unit), 恆常可備一輔助勵磁機,用同一軸轉動,或不合於同一機架上,一如主勵磁機然。設計輔助勵磁機,須使在正常電壓 (Normal voltage) 時,即飽和。此電壓在任何負載常保持一定。在若干情形中,勵磁機需予一電壓相應之高速率 (a high rate of voltage response)。此可由設計勵磁機,能予二至三倍,對於滿載勵磁所需之電壓,而獲得。設計一自激勵磁機,使擔負此種職責,甚屬困難; 故通常多用分離勵磁。

### (3) 交流發電機之穩定

交流發電機於運用之正常情況下,頗穩定;但即有勵磁之穩定來源,不穩定之各種形式,仍可發生;此即目前將討論之問題。

#### (a) 無載

當交流發電機供一有容負載 (Capacitive load), 此負載之電流越電壓  $90^\circ$ , 磁勢 (m.m.f.) 因定子線捲 (Stator windings) 之電流,而直接幫助轉動子 (rotor) 激勵線捲。此情況,實際遇於當交流發電機須激勵一斷路 (Open circuit) 高架輸電線至正常電壓時。一長線俱一頗高之電容,其越電流之高,足使交流發電機變為自激發電機與線之電壓即有超過正常值之危

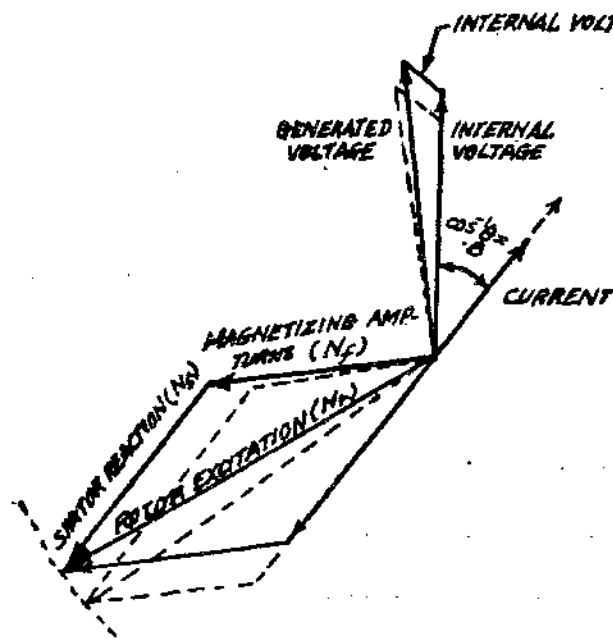
險。

(d) 異期負載

(i) 定勵磁之負載限度。——於此標題下,專討論定速 (Constant speed) 與定勵磁交流發電機負載漸變之效果。

吾人習知,欲自一電池組得最大出量,非外路電阻與其內阻相等不可。同理,當一定壓源 (a constant voltage source) 經過一電抗,如一輸電線供給一負載,輸送之最大電力,非負載電路之阻抗 (impedance) 等於線之電抗不可。

此電路之特性,會由 F.H.Clough 氏所著之一論文,加以討論矣。一具有負載與定勵磁之交電發流機之特性,亦與此相似。圖 1 表示一交流發電機負載時之各向量。負載電流,是假定為滯後 (Lagging behind) 端壓 (Terminal voltage) 一角度,



電力因數假定為 0.8。在發電機內之發生電壓 (Generated voltage) 乃端電壓與因定子線捲電抗而生之內壓落 (internal voltage drop) 之合組 (resultant)。安匝 (ampere-turns)  $N_f$  用以產生發電

圖 1.——交流發電機向量圖解  
機之磁束 (flux), 與發生電壓成直角。安匝  $N_s$  用以平衡定子線捲之磁勢, 是與電流方向相反。磁化 (magnetization) 與定子反

抗 (stator reaction) 之組合,在大小與方向兩方面,即為轉動子上所需之總負磁  $N_r$ 。

設連於發電機之負載,其阻抗下減,則負載電流增加,此時轉動子上之安匝最好能有相當增加,以平衡定子安匝。如轉動子上之總勵磁一定,平衡電樞反抗 (armature reaction) 所加之安匝,僅能由維持磁束所需之安匝消耗而獲得。磁束必略微降落,電壓亦因之微降此新情況,特以虛線表之。以勵磁之任何已知值,構成若干如此之圖解,可畫一曲線以表示電壓與負載電流之關係,及負載與負載電流之關係如圖2。

交流發電機在斷路情況下,其負載阻抗無限大。而所有之轉動子勵磁,是消耗於產生磁束,此時電壓最大; 而負載與電流則為零。當負載阻抗為零時,發電機屬於短路情況,則端壓與負載為零; 而電流則為最大値。實際,所有勵磁是耗於平衡定子反抗,於此限度中,負載上升至一最大値。再隨負載阻抗之減小,而降落至零。

再參看向量圖解(圖1),代表定子反抗之向量  $N_s$ ,其長度必與負載電流成比例。同理,設不計交流發電機內磁飽和 (magnetic saturation) 及漏抗壓落 (leakage reactance voltage-drop) 之效果,代表需要維持磁束之安匝,其向量  $N_f$  之長度是與端壓成比例。交流發電機之出量 (Output),即等於端電壓與負載電流之相乘積。故必與向量  $N_s$  與  $N_f$  之長度之相乘積成比例。設總勵磁 ( $N_r$ ) 固定,  $N_s$  增長——表示一負載電流之增加——,  $N_f$  必定縮短,電壓亦有一相當降落。對於勵磁等於  $N_r$  之最大負載,可於定子反抗  $N_s$  與磁化安匝  $N_f$  之相乘積(即電流  $\times$  電壓)為最

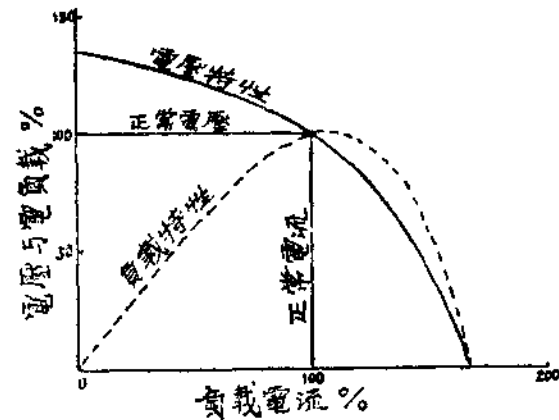


圖2.——交流發電機電壓與負載特性  
(Excitation for full load at normal voltage, 0.8 power fact or lagging)

大值時得到。此發現於當定子反抗 $N_s$ 等於磁化安匝 $N_f$ 時,其最大之用處在於勵磁。而其情況猶如一系制供電經過一有100%值電抗之線路。其實因飽和效果,電壓比例之降落不如磁化安匝之速,結果在最大負載點到

達之前,定子反抗變動可較磁化安匝為大。

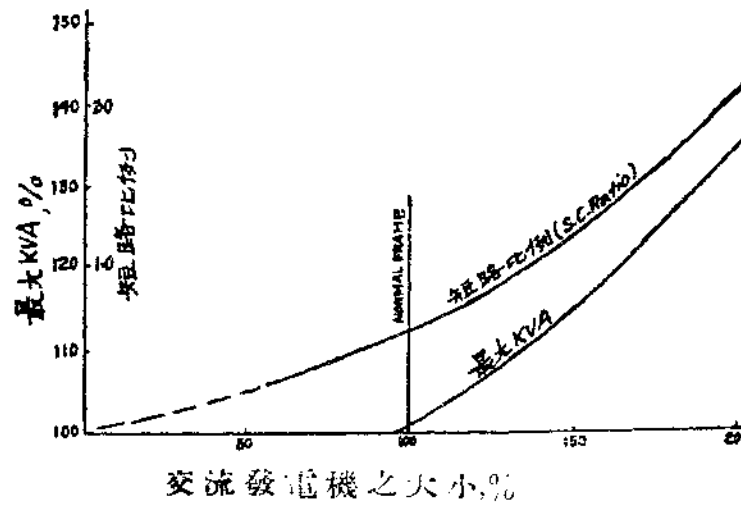


圖3.——曲線表負載限度及短路比例與發電機大小之變動  
(Load limit determined at constant excitation and power factor)

一交流發電機應如此設計,當供其最高額定負載 (rated load) 時,不得運用超過最大負載點。為使此點可以精確推算,必需具有設計之詳細知識。是以一交流發電機之負載限度之近似指示,可自其斷路與短路諸特性而獲得。

最大額定負載與最大穩定負載間之範圍,可由減小定子反抗而增加,此定子反抗之減小,對於同一額定負載必需一較大之發電機,發電機之大小與最大額定負載及負載限度間之範圍的關係,表之於圖 3, 短路比例 (Short-circuit ratio) 之變動,亦於圖 3 表之。增加發電機之大小,其弊在增加機價,且使效率減低。增加穩定限度之一省費方法,可利用自動電機調整之形式。

論飽和效果,圖 2 所示諸曲線,乃為發電機之最大負載勵磁而作。且示發電機之負載限度略大於最大額定出量。圖 4 曲線示負載限度與合於一已知勵磁之負載間之範圍,此諸曲線乃對正常電壓與高於及低於正常百分之十的電壓而作。在正常電壓時,負載與負載限度重合於發電機連續最大定額百分之百卅處。此數字在正常電壓下 10% 時減至 70%,在正常電壓上 10% 時穩定負載乃常大於運行負載 (Operating

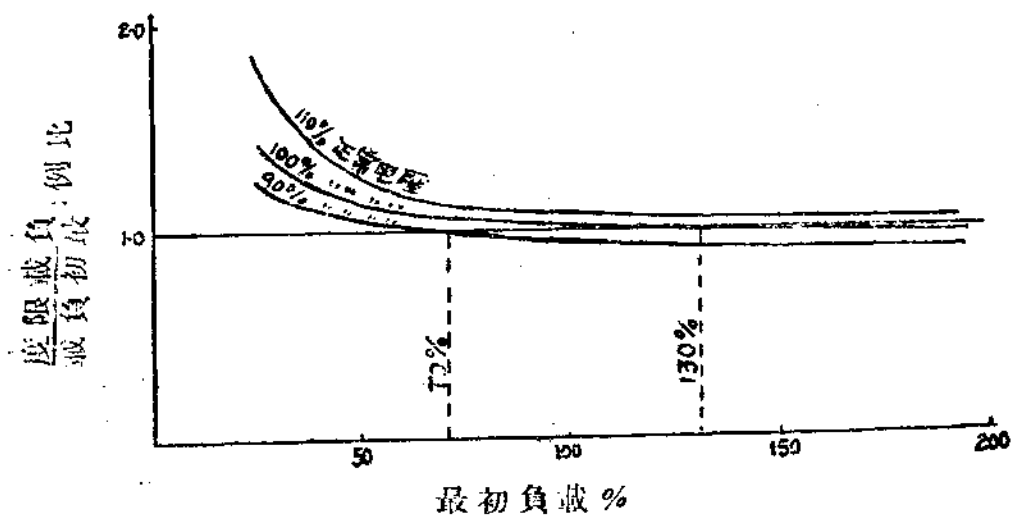


圖 4. — 諸曲線示負載限度比例與最初負載在 90%、100% 與 110% 正常電壓時之變動 (Load limit determined from constant-excitation characteristic)



load). 此因欲產生磁束於高級飽和, (The high degree of saturation) 必需增加安匝。發電機內電抗壓落 (reactance voltage drop), 隨負載電流而增減, 故發生電壓亦然。對於磁束所需要之安匝, 因斷路曲線之形狀 (Shape) 故其增加與平衡定子反抗所需要之安匝同率, 馴至更快。

因欲升高負載限度, 運行於較高磁束密度 (flux density) 之方法, 增加發電機內之飽和, 是一優點。〔自設計者之觀點言, 其不利之處乃在高磁束密度時, 磁導係數 (permeability) 之變動, 對發電機之特性, 大有影響。〕

實際上, 恐發電機之不穩定, 每運用機器於較正常為高之電壓。設與其他運用情況并無妨礙, 則此法顯著的是一利益。

前曾論及負載之電力因數於負載限度上, 有巨大之影響。圖 4 諸曲線, 乃對電力因數為 0.8, 負載限度於正常電壓為連續最大定額之 130% 而作。正常電壓時, 負載限度 (K-VA) 對電力因數, 示之圖 5。此曲線乃為設計於電力因數為 0.8 之發

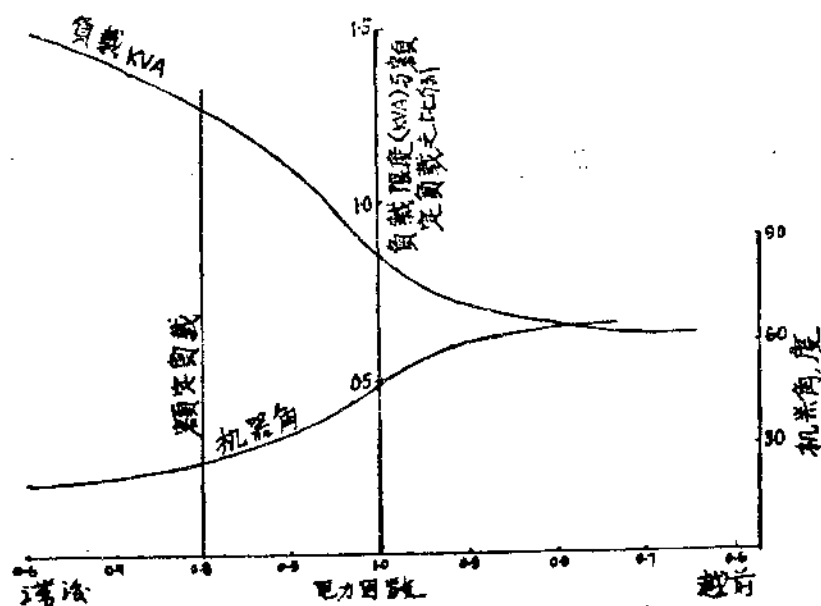


圖 5. —— 曲線示負載限 (KVA) 及機器角 (Machine angle).

與電力因數在定壓時之變動 (Each point on load curve determined from a constant-excitation characteristic.)

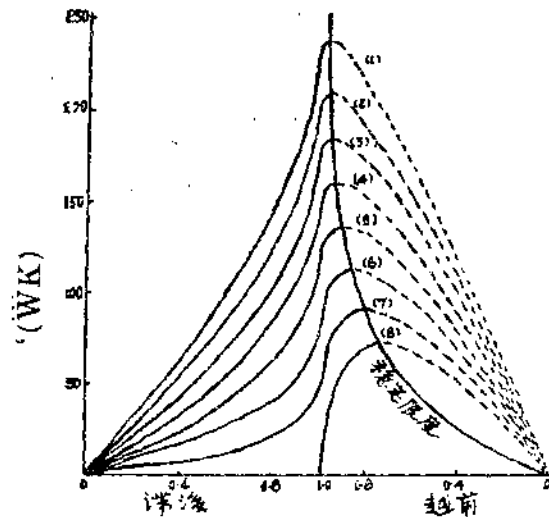
電機而作。由是得知電力因數漸近於一,而變為超越(Leading)則負載限度乃微有低落。若一發電機傾向正常運用於高電力因數,或越電力因數;最好應就上述情況而設計之。

負載角 (Load angle) 乃轉動子中心線(即轉動子勵磁圈之軸),與符合於端電壓之磁束之成分 (Component) 間相交之角度。機器角一名詞,恒常應用於轉動子中心線,與主磁束 (main flux) 中心線相交之角度。

於圖 5, 乃合於最大負載之機器角,對電力因數(以電力因數為橫標)而作。當電力因數改進,機器角亦增,且繼續增加至電力因數變成越前 (Leading)。在電力因數越前低值時,此角漸近於  $90^\circ$ 。

吾人希望機器角,應如此增加,當勵磁在單位 (unity) 與越電力因數時,是小於在滯電力因數 (Lagging power factor) 負載時。自原動機 (Prime mover) 應用至轉動子上之轉力 (Torque), 只能用主磁束與轉動子線圈內勵磁電流之互鏈 (interlinkage), 自轉動子傳至定子角度。隨勵磁之減小而增加。於是當機器角變為  $90^\circ$  時,發電機即亂步而脫出。如發電機運用於定勵磁情況下,僅當勵磁為零時,即在零越電力因數,負載亦為零時,機器角變為  $90^\circ$ ; 於其他任何電力因數在機器角變成  $90^\circ$  之前,負載限度即已達到。

(ii) 定壓時之負載限度——試觀察單獨交流發電機在系制中,與若干交流發電機平行運用之負載特性,圖 6 所予諸曲線,示對於若干不同值之勵磁,一交流發電機運用於此情況



電力因數

圖6.——對於各勵磁值在定壓時一交流發電機

負載電力因數之特性

曲線1, 7/5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線2, 6.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線3, 5.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線4, 4.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線5, 3.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線6, 2.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線7, 1.5 負載, .8 滯電力因數時勵磁  
 曲線8, 無負載, .8 滯電力因數時勵磁

下;電力因數與負載之關係。系制電壓一定,自實驗或自向量圖解(圖1)所得之交流發電機之負載特性,可以畫成若干曲線(圖7),

於定壓越電力因數時,有一確定值之負載,是時,交流發電機與系制亂步,此將由對最大穩定負載,其機器角為 $90^\circ$ 時,畫一向量圖解而見之。在此

點,主磁束與勵磁線捲中之電流之互鏈,與傳自轉動子之轉力為最大。欲再增負載,結果使交流發電機與所平行運用之機亂步,此種現象實際發現於一群交流發電機之一失其勵磁時。

一交流發電機,將運用為異期發電機,且繼續給予負載,而無轉動子勵磁,設與其他同期機平行運用。後者供給無功電流(wattless current),此電流乃為別種未勵發電機(Otherwise unexcited generator)之磁化所需要。一異期運用之透平式交流發電機(Turbo-type alternator)運行略高於系制之同期速度,其頻差(Slip)對於一透平式筒形轉動子(a turbo-type cylindrical rotor)為 $\frac{1}{2}\%$ 。

(iii) 越電力因數之負載：—曾經指示，不穩定情況最易發生於越電力因數負載；當一交流發電機(或交流發電機羣)運行於越電力因數負載時，有一穩定之較低限制，尚不明瞭。交流機負載曲線(圖7)，証明定越電力因數時，當負載加上，勵磁

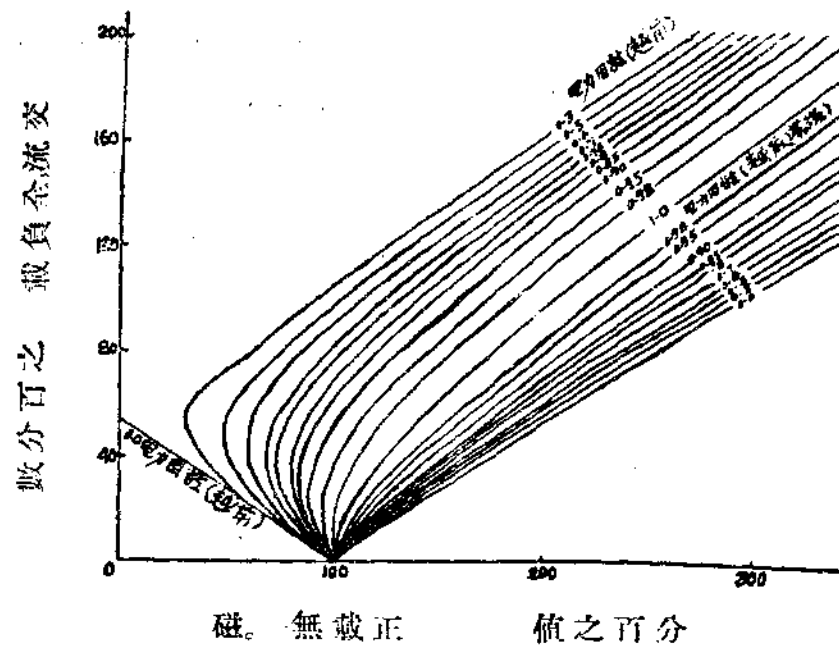


圖7. — 交流發動機負載特性

初必減至正需電壓勵磁值之下，至最低勵磁，而再增負載，則須一較高勵磁。設負載更高，勵磁再接近且超過無負載值。若一交流機運用於最低勵磁點，則有一運用情況之變化發生，是即一負載阻抗之變動，或因受速度之變動而電壓降落，此使負載略微下降。於是因須維持電壓一定，需要一較高勵磁，若勵磁一定，負載下降，則發生電壓之下降(Drop in voltage)；結果負載再下降而成累積變動。設負載之電力因數不變，電壓將降落至一值，是以勵磁量為依歸。如負載下落，電力因數變為遲滯，電壓可降至一低值。此負載情況之向量圖解，示之於圖8。轉動子之安匝數( $N_r$ )，對定子安匝數( $N_s$ )成直角，乃其明顯。

$N_s$  之長度,或增或減,需  $N_r$  長度增加。不穩定之較低處。在具有一低短路比例 (a low short-circuit ratio) 之交流機,比較略小。

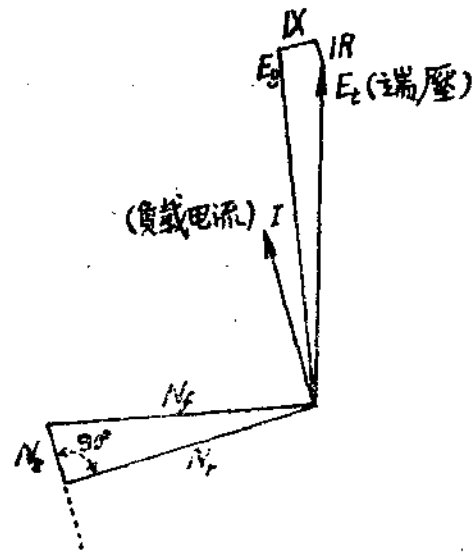


圖8.—輕負載越電力因數時  
交流機之向量圖解

但電流上升,為交流機電壓之綜合降落所節制。負載降落,但電壓無任何再落之趨勢,若負載包括若干感應電動機或同期電動機,在特性完全不同;負載保持一定,頗與電壓變動無關。設一交流機運行超過最大負載點,其結果如下,一感應電動機軸額外負載 (extra loads of the shafts) 之需要,致使負載阻抗減少,負載電流增加。交流機電壓降落,必須電流再增。超過最大負載點則電流增加率比電壓降落率大;結果使負載下落。此需一較高電流,此電流特使電壓降落,而電壓與負載可於是消逝至零,是種情況可以改進電動機負載電力因數,及電壓降落法減輕之。

一系制通常不完全包括感應或同期電動機,故不如純為

(iv)負載特性之效果——  
圖2負載曲線,示交流機運行於負載限度下時,負載阻抗之減少,發生一負載增加。若過最大負載點,則發生一負載減少。負載限度之下,交流機頗穩定。若過者,則可不然。是等處交流機之行爲決於負載特性。設負載具有一定阻抗,則電壓保持穩定,一負載阻抗之減少,需要一電流之增加。

電動機負載之不穩定。其負載特性效果曾為 R.D.Evans 與 C.F.Wagner\* 二氏及 O.E.Shirley† 所詳細討論。

(c) 同期負載

(i) 定流情況。——研究一交流機供一同期負載之諸特性時，恒常論一簡單系制，包有一交流機，直接或經一電抗連至具有同一特性及同大小之簡單電動機。一同期負載之主要特性，乃轉動子之中心線間之角，對於負載與電壓情況之任何已知組合 (Any given set) 是被固定。一交流機供一同期電動機之向量圖解，表之於圖 9。此圖乃假定於開路曲線無飽和，及交流機，電動機或互連線無電抗。

附系 3，示用以產生主磁束之安匝 ( $N_f$ ) 與用以抵消定子

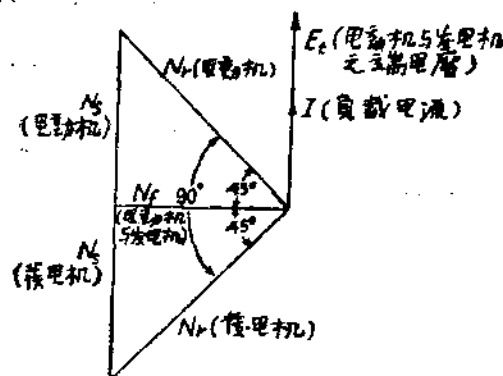


圖 9.——交流發電機與電動機之向量圖解 (Drawn for max. load condition with constant and equal excita. in gen. and motor. Effects of saturation and reactance are neglected. Total load angle =  $90^\circ$ )

反抗之安匝 ( $N_s$ ) 相等。對所擇勵磁之特殊值，可得最大輸出。當  $N_f$  等於  $N_s$  時，交流機與電動機二者之負載角度必為  $45^\circ$ ，而轉動子中心線間之總角為  $90^\circ$ 。

圖 10 之向量圖解，示相同負載情況中，勵磁在交流發電機中是增加而在電動機中是相當的減少，以維持一定電壓。交流機於是供電動機以無功磁化電流 (Wattless magnetiz-

\* Transactions of the A.I.E.E. 1926, vol. 45, p. 51.

† Ibid., 1926, vol. 45, p. 1108

ing current). 蓋以補充勵磁之不足。當綜合負載角度為 $90^\circ$ ，仍可得定勵磁時之最大負載。

在交流機與電動機之定勵磁時其負載與負載角之關係，表之於圖11，此假定在交流機或電動機未飽和與負載角為 $90^\circ$ 時，已輸送最大負載。

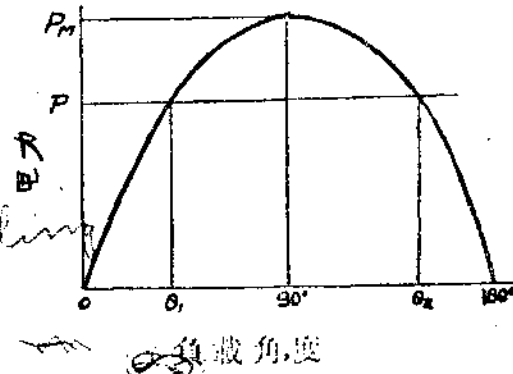


圖 11. — 交流機輸電線與電動機之負載角特性。

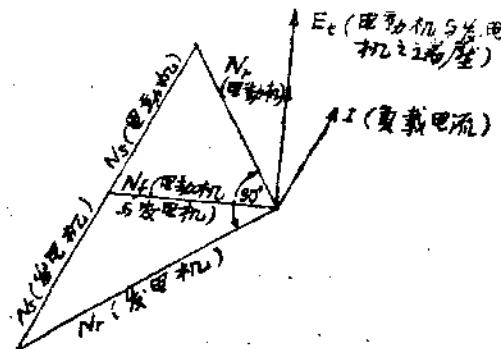


圖 10. — 同圖 9. (僅勵磁不等)

若圖解中，用  $P$  表示至發電機之輸入 (input)，小於最大值  $P_m$ ，則有二負載角 ( $\theta_1$  與  $\theta_2$ ) 能輸送此電力，但運行之正常情況是在負載角  $\theta_1$ ，而在角  $\theta_2$ ，則不穩定。系制運行於角  $\theta_2$ ，一種擾亂，可使負載角得一增加，

而輸入至交流機之動力  $P$ ，於是大於所能輸送之電力；此裕餘電力使發電機加快，使負載角更增，其效果為累積性。角  $\theta_2$  之減小，使交流機滯後，而負載角漸近於穩定值  $\theta_1$ ；在此角度運行，是穩定；蓋一角度之更迭生出力量反對變動，一負載角上增，結果所輸送之電力比有用之電力 (Power available) 大，於是交流機變慢，而回復其原位置。一負載下降，減少所輸送之電力，且當輸入仍舊一定，電力差 (Difference in the power) 使轉動子加速，其角即轉至其原來值；此負載角特性，曾為 C.L. Fortescue 氏所詳細說明。

電抗效果用向量圖解示之於圖12,電抗或可原先即附於機器內,或於線上,總合負載角在最大負載時仍為 $90^\circ$ ,機器角則減小;若機器運行近於負載限制,加添電抗,增加總合負載角過 $90^\circ$ ,於是彼等運行過負載限制,而可致亂步;系制電壓,可由增添機器勵磁而上升,此蓋須抵消所添加電抗而負載限度由是可以推廣。

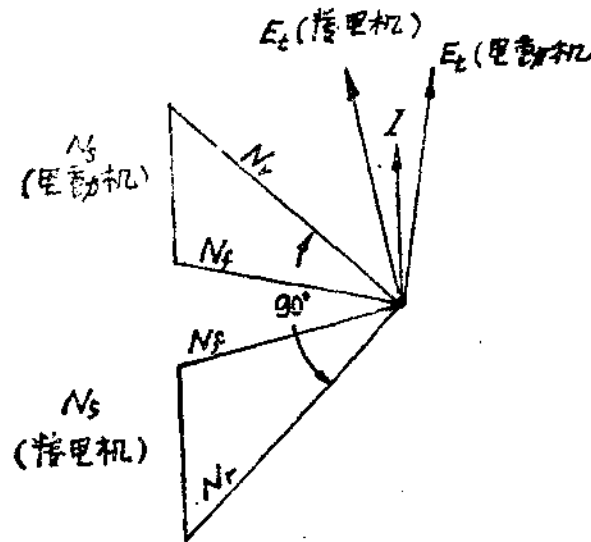


圖12.—交流機輸電線與電動機

吾人已指示,設未飽和,當總合負載角為 $90^\circ$ 時,最大負載乃是從一同期發電機輸送至一同期電動機,當飽和存在時,代表產生主磁束之安匝勵不何向量之長度,不再與電壓成比例,於是總合負載角在負載限制達到之先,即超過 $90^\circ$ ,

之向量圖解示電抗之效果

(ii) 瞬變負載情況,一

——大供電系制,發生騷擾之主要原因,為負載之大漲落 (Load fluctuations),開關運用 (Switch operation) 與缺壞 (faults). 此等騷擾,在一簡單系制中之效果已經 C. L. Fortescue 氏及 R. H. Park 與 E. H. Baucker 二氏討論過。

負載或線路常數之一變動,需要機器間負載角之一相當變動,但機器轉動子之慣性,止頃刻發生之變動,而當到達新負載角時,使轉動子發生過度搖動 (Overswing),轉動子即繞此新負載角而搖振,設初次過度搖動不致超過不穩定負載角,則最



後仍歸平衡。(不穩定載負角,已用 $\theta_2$ 指示於圖11)

開關運用可變線路之特性,因而變負載及負載角曲線,於是系制被擾亂而生出振盪;若過不穩定負載角,能使系制亂步。

實際原動機調速器(The prime mover governor)可阻止任何速度變動。近代汽渦輪調速器能限制此變動突過最負大載,或速度高於正常速度3或4%。但因調速器之正常遲滯作用,暫時變動,可高至6至10%。水渦輪之速度調整無汽渦輪速度調整之靈敏。調速器工作情形之改進,應有助於預備一較高度之穩定。

一缺壞於系制穩定上之效果,以負載在發電機是上升抑下降為依歸。通常線間短路(short-circuits between lines)具有一低電阻而一單相至地之短路,其電阻,可高可低。

一低電阻缺壞減少機器間所傳電力,而一高電阻缺壞,則有增加負載之效果。若原動機所供之動力維持一定,後者情況下,所加之負載,必為系制中存留之機械所能供給,而所有同期機於是作用為發電機。

一近發電機之三相短路,是等於開斷線路,當如此斷路發生時,所輸送之電力,可降落至零。

#### (4) 自動電壓調整

一交流發電機,運用於一感應電動機或同期電動機負載,過其負載限度,是不穩定除非能維持其電壓。有一異期負載,一負載電流之增加若越過負載限度,必使電壓下降,雖然負載仍可維持一定,而所需要之勵磁則較大矣是故需要一均勻較大之勵磁,以回復電壓至於正常情況,因為須阻電壓降落,勵

磁隨之上升,比所需要增加之勵磁其率應較高。故所求之勵磁相應,以回復交流發電機電壓,是由趨於降落之速率而決定;轉而以運用之特殊情況下,交流機之時間常數(Time-constant)為依憑,所求勵磁之相應率,對於一 250 伏打勵磁機,是屬於每秒 150 伏打之序。一近代勵磁機之相應,頗足以迎合此需要。

有一同期負載,其一負載角之增加,越過負載限度,乃屬累積變動。負載角之增加率,以發電機之慣性及加速轉力為依據。後者等於應用轉力與能為系制所傳送之轉力間之差。此力隨負載角增大而急速增加,用以維持系制於正常電壓之勵磁,亦隨負載角而增加,且於角為  $180^\circ$  時近於無限大。若勵磁在角度變為大於  $90^\circ$  之先,能適足急速之增加,穩定應可維持。對於一標準透平交流機,一 250 伏打之正常勵磁,計算一每秒 300 伏之勵磁相應,庶有富裕,以供急用。

水電機 (Hydro-electric sets) 之慣性,比汽渦輪組 (Steam-turbine sets) 者低多;故前者之速度比後者易遭遇急速變動。此乃為水流經過水渦輪,比過汽渦輪者大多。且變更數量 (quantity) 需要一甚長之時間。故水電機於線路情況中,更易感變動,而需要一較高之勵磁相應速度。

#### (5) 輸電穩定

單純機器連路於簡單線路上之運用特性,業經討論矣。其實穩定問題於大系制中經驗者,其中生力廠羣 (groups of generating plants) 互相互連,與負載互連經過具有電阻,電抗,電容,電漏 (Leakance) 之高壓線,亦屬重要。此問題可在輸電穩定題目下討論之。在同一電站 (Station) 具有可忽略之電阻

電抗接合至匯電條,其機器間之不穩定,僅易發生於長時間 (Long duration) 之三相短路時。

直接計算一複雜系制之電力限度與穩定,乃屬不可能。恒常是以一含有一發電機,線與負載之相當線路代替之。一線具有分佈常數 (Distributed constants) 能即以有名之“π”或“T”線替代。此種線中若干常數業已集中。一羣發電機之平均常數可被決定,而已示之於Edith clarke氏所著之一論文上。一線之分導 (Shunt admittance) 可以與發電機,或電動機相結合,此等機器達至線與具有同一電力限制之一相當機器之各端。

在靜止負載情況下,習慣上,當計算電力限度時,乃是用機器之同期電抗;此電抗並非常數。須選擇一相當值,是值須適宜於注重下之運用情況,其自此電抗計算所得之內生電壓 (Internal generated voltage),名勵磁電壓 (Excitation voltage),但實際並無此電壓存在。

吾人應明晰,即若發電機端電壓維持一定,且電力限度用自動調整而上升,線之本身,仍有一固定電力限度。

#### (a) 電力限度

在英國一線或系制之電力限度,乃是指示靜止情形穩定之限度,當負載阻抗等於線阻抗時,可獲得在定供電壓 (Constant supply voltage) 時之最大負載。負載時之電壓,小於供給電壓,其精確值則以系制特性與電力因數為依憑。若用增加供給電壓使負載時之電壓一定,則無電力限度。實際上,電壓在線之發送端與接受端 (Sending and receiving ends) 必須使其在某限度內;是故負載移轉 (Load transfer) 為線之電壓調整所

限制且以沿線之可許壓落為依據。其限制乃由絕緣與接頭變動 (Tap-changing) 諸問題所生。在線接受端之電壓,可以用升高負載,電力因數而維持之,而線之負載移轉於是可以增加。所須加多之無功負載,可以由在負載端增加同期發電機或電動機之勵磁而供給之。此於其容量 (Capacity) 上務須有增加;恒常最經濟之方法,乃是裝置同期電機 (Synchronous condenser), 以適應此目的。

負載移轉不能用此方法無限度增加,在線之各端間需要一電壓差,使電流通,如電壓相等或近乎如此,則只能由發送與接受電壓間,一位相移動而得。對於一有電抗但無電阻或電容之線,其最大電壓因而最大負載可於位相角 (Phase angle) 為  $90^\circ$  時,而獲得。若此線具有電阻與電抗,則最大負載角小於  $90^\circ$ ,且經明示最大電力乃當電抗等於  $\sqrt{3}$  倍電阻時而得到。為求最大負載移轉 (Maximum load transfer), 應設計是線,使其最小電抗,此電抗應成  $\sqrt{3}$  倍電阻之比例;實際上,因欲求其最大效率電阻,亦使之可能的低小。

線調整與電力限度,關係頗密切,是故系制工作情況,能用電力圓圖解 (Power circle-diagram) 研究之甚為使利。此圖解之作法與解說,他處曾有甚完全之敘述,作者於此題目,祇予一簡略之參考而已。一標準接受端圓圖解,示之於圖 13。此若干曲線,示對於發送對接受電壓三比例實負載與無功負載 (reactive kva.) 間之關係,對於不同電力因數之負載,作若干線,一負載線 (a load line) 與一圓之交點,給與對於所選擇之負載,

<sup>5</sup>C. Dannatt and J. W. Dalgleish: "Electric power Transmission and Interconnection"

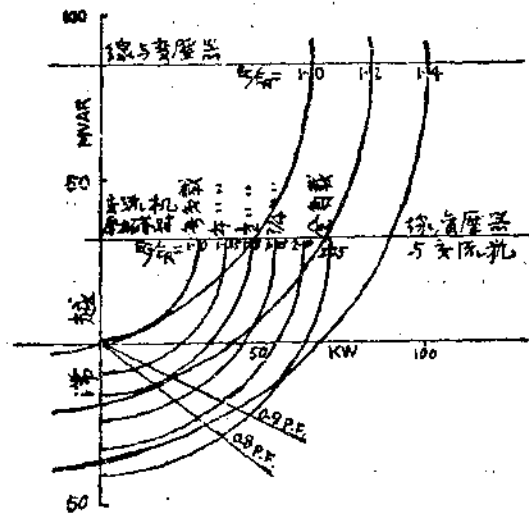


圖 13——對於輸電線之標準  
圖解(Receiving chart for const.  
ueiner rottaye)

電力因數與發送對接受  
電壓之比例之電力限度，  
蓋欲於同一壓比例，得較  
高之負載，自一同期電機  
所須負載 Kva 之量，以  
圓與負載綫間縱標之長  
度表之。當縱標變為與  
圓相切，即圓之切綫垂直  
處，則得限制負載 (Limit-  
ing load)。其他若干圓，

畫以示具有定交流機勵

磁之負載限度，在此情況下端電壓不一定；若發電機端電壓  
維持一定，則負載只為線特性(Line characteristics)所限制矣。

吾人作圖13，乃假設負載特性不影響電力因數。此負載限  
度是以負載器具與線路(Load apparatus and circuits)之電氣特  
性為依據，然而具有感應電動機負載之速度特性，可也有效果。  
各類負載之特性，已經知悉，而任何負載相合之特性，可以近似  
推定。於是電力因數可用試驗與差設 (by trial and error) 決定  
之。於一方法中，假定負載微增，可決定對於電壓之效果。若  
負載上升，需要增加勵磁，(此勵磁，其實無用) 則系制不穩定。  
若維持不變，則系制在負載限度內運行，若下降，系制仍在負載  
限度內。

用相當線路，定電力限度之一圖解方法，原為 Edith clarke  
氏所指示，更由 H. B. Dwight 氏加以推廣。決定機器與系制之  
電力限度之法方，亦已敘述於 Edith clarke 與 R. G. Lorraine 二氏

及 S. B. Crary 氏各個論文中。論文中所採用穩定之標準，為負載中之任一增加，必與發電機轉動子就轉動方向之移位之一角度增加相伴；於電動機，則與反對方向之移位之一角度增加相伴；勵磁與週波率，是假設維持一定，電力因數仍用試驗與差誤決定之，接受端系制用相當線路代表，已為 O. G. C. Dahl 與 A. E. Eitzgerald 二氏所著之論文中討論之矣。

#### (b) 穩定

實際上，在一系制之電力限制或近其限制運行，為不可能。此對於負載波動 (Load fluctuation) 之效果，線路情況之變動，以及因缺壞而發生之瞬變情況 (Transient conditions) 須允許一合理之餘裕 (Reasonable margin)。電力限度給予一系制穩定特性之一有價值之指示，且比較易於計算。此對於擾亂所必需允許之餘裕，可由實驗獲得。一系制之瞬變穩定限度亦可直接計算。含有同期發電機與電動機之簡單系制，其負載與線路情況之驟變效果 (The effect of sudden change)，前已討論；且已示可以發生同期機轉動子之振盪，與超過電力限度。

通常，僅須計算當第一次擺動之電力限度，若此值未過限度，則發生於以後振盪中 (Subsequent Oscillations) 之同期損失 (Loss of synchronism)，似乎不致存在。當第一次擺動，主磁束變動之任何趨勢，是為在轉動子勵磁及挫抑線捲 (Damping windings) 中感應電流所反對，而此假設能被維持一定，當計算瞬變情況下之電力限度，於是必須用交流機之瞬變電抗，而非同期電抗 (Synchronous reactance)。如轉動子線捲中之感應電流漸漸消失則電抗漸漸增加，自瞬變值變至同期值。同時勵磁可由動電壓調整而增加，此可抵消較高電抗之效果。

一負載倏然增加，減小系制之電力限度，是由於機器附有之電抗中加多之壓落，水輪發電機 (Water-Wheel alternator) 之高瞬變電機，在此種情況下，負載限度可發生一重大減縮，此可以由增勵磁相應而抵消一部，轉動機器 (Rotating machines) 之轉動子，其慣性並不直接影響電力限度，但為決定振盪用期 (Period of oscillation) 因子之一，是故於關連開關時間之效果時則頗重要。

若需計算經過數振盪之穩定，則須計及若干因子，包含慣性，調速器之運行勵磁相應，磁束下減，與挫抑線捲之效果。計算頗繁雜，且必須採用按步法 (Step by step)，此法已為 R. H. Park 與 E. H. Baucker 二氏所敘述。

缺壞，——自維持穩定觀點上言，擾亂最嚴重之形式，多發生於缺壞，於此種環境中，尤其對於同期電容器可利用急速相應勵磁 (Quick response excitation) 乃屬明顯之事，如缺壞之時間愈長，則對於系制之擾亂將愈大，是故應盡其可能迅速將其隔離，乃所希望者，於是保護用器與開關機件之運用速度，頗屬重要。例如，三相短路發生於系制中，未即速除去，則同期廠在相位間可移蕩頗遠，此將使恢復穩定為不可能，事頗明顯。

中線接地 (Neutral earthing) ——設當論及單相連地之缺壞，系制中性點 (neutral point) 必接地，穩定限度是為缺壞電阻值所影響，若中性點經過一電阻接於地，則此缺壞電阻值必須加以注意。自增加穩定限度之觀點言，系制經一電抗達地頗有益處，因此及其他理由，在歐州中部，尤其德國，消滅線圈 (extinction coil or Petersen coil) 用之甚廣，然自穩定觀點言，較畢特遜線圈 (Petersen coil) 之電抗值甚低之電抗器足夠用也。在

美國有人提議用低值電抗連接一分電阻(Shunt resistance)在英國中線接地之問題,已甚注重而固體接地或接地經過一低電阻,已經普遍採用之矣。

### (6) 共振

#### (a) 機械之共振

若干年前,實驗不穩定最初是運行若干引擎轉動發機(engine driven alternators)於平行中,已經示知,若運行於同期中之兩發電機,自其正常運行地位移位,則發生一耦力(a couple)使彼等回復其平衡之原來地位,當擾亂力(disturbing force)除去時,機器乃繞中立位置(neutral position)而振盪,其振盪周期則以轉動部分之慣性,及每單位角移動(unit of angular displacement)之回復力(restoring force)值為依據,若一外周期性之衝量(impulse),其周波率等於機器之自然周波率,作用於其中之一,則發生振盪,此振盪漸漸增加而使此若干機器亂步,此種現象發現於用往復蒸汽機或油引擎帶動,具有不均勻轉力(non-uniform torque)之交流機中轉力中。不規則之固波率既已知悉,則設計機器應盡可能以避免共振之危險。發電機極上之挫抑線捲,亦用以幫助阻止振盪。

用汽鍋輪帶動之交流機之困難,尚無經驗,蓋汽鍋輪具有一均勻轉力,及透平式發電機之整體轉動子,具有一高挫抑效果故也。

共振屬於此類者,用透平式發電機因調速器機械有缺陷或過靈敏之調速已經實驗之矣,若干工程師刻已注意到,因欲免除調速器不穩定之可能性,在去全載(full-load)時,原動機之速度調整不應近於4%,但此問題現仍在討論中。



因負挫抑 (negative damping) 發生之不穩定可能性已於 J. C. Prescott 與 J. E. Richardson 二氏所著之一論文中討論之矣。

#### (b) 電壓共振

一同期機或變壓器當接至一大系制其中點之電壓是決於此系制接地之方法,然而於某情況下當與主系制隔離時,同期機器可勵磁至正則電壓例如一交流機可以運行勵磁當與匯電條 (busbar) 在整步前或去負載後斷接則交流機之中點可以在電計降壓器 (The instrument Potential transformers) 之中點接地時隔離之,具有線捲一端永遠接地之單位變壓器恒常用之於相位隔離開關機件 (Phase-isolated switchgear) 於正常電壓時,此種變壓器之阻抗甚高,但與發電機線捲及接連電纜 (Connecting cables) 地線具有較高之電容相結合,則可形成一線路此線路能於一低周波率共振,共振之自然周波率約為每秒數周波 (a few cycles),但於某情況下,線電壓 (line-voltage) 可以加之於一單相變壓器上,而飽和共磁路,於是情況大為減小,而共振之自然周波率可與系制周波率相稱,此種情況發生不穩定或發電機或變壓器中點電勢之逆變 (inversion)。中點之電壓上升可以過多,除非線路中具有足夠之電阻可產生一相當之挫抑效果,此現象曾為 C. T. Wells 氏, A. Boyajian 與 O. P. Mc Carty 二氏暨 C. W. La Piere 氏所詳細討論過,彼等假設危險之主要來源,乃在一接地變位器加於一未接地之供給 (an un-earthed supply) 時之開關作用 (Switching) 於是飽和可以得利,蓋因在變壓器中之磁束具有兩層效果也。

實際上,一班先進開關機件製造者,設計降壓器 (Potential transformers), 即使一位相 (one phase) 受有全線電勢 (full line

potential), 亦須保持其不飽和, 其困難蓋所承認。雖在預防之後, 諸困難仍得經驗之。而中點不穩定, 可以發生於變壓器既接至供給之時, 必為出現。例如: 一位相暫時接地, 必使其他相位雖電勢生一促變, 磁束因促變加之於變壓器鐵心原有磁束上所生之兩層效驗, 足夠發生飽和。即使其中各相設計其線電壓不飽和。其補救之策, 或再減小變位器鐵心正則運用磁束密度, 或隔離變位器之中點。

無論何時, 一系制至地具有一相當電容, 須接地經過一高阻抗。因為共振有過電壓上升之危險, 則將為明顯之事實。自一發電機經過一具有相對低電容之輔助變壓器 (auxiliary transformers), 此類困難已經驗之。此低電機未接至主系制, 而輔助變壓器為開路, 其開路阻抗頗高且與交流機及接連電纜至地間之電容相結合, 得一自然周波率, 相當於系制之第三次諧波 (the third harmonic)。諸計算証共振電壓可超過五十萬伏打。

設變壓器有負載, 其至地之電阻抗必應減至一安仝值, 一包括一發電機, 電纜及變壓器之系制, 可經過變壓器中點正常接地。但若變壓器有如發電機相同之電容, 則電抗與電容之結合, 將有一共振之自然周波率, 其值較系制之基本周波率甚高。一線路具有一交流機線捲之電抗與電容, 其共振自然周波率約每秒數千周波。

#### (7) 結 論

關於電力限度, 輸電, 勵磁與交流機各種形式之穩定, 作者已盡力分類討論。於基本原理, 更詳為解說, 讀者當能一一領悟。

決定電力限度與瞬變穩定最重要之因子，為電抗，保護器具與開關機件之運用速度，及自動電壓調整器抑線捲亦居重要部份，通常可幫助減少對系制諸擾亂之效果。假若適當自動電壓調整與適當勵磁相應率並用，則發電機之短路並不重要。速度調整中之任一種改良，應幫助增加電氣穩定，但迄今靈敏調速器免除不穩定之困難，此問題雖受阻礙，但仍在前進，或不久之將來，更有完美之調速器供吾人利用。最近自動周波率控制(automatic frequency control)之發展，對於穩定方面，亦大有裨益也。



# 機車操縱檢討

## 初 級

### (甲) 作 業

#### (一) 爐火部份

- (1) 燃料 —— 普通機車上應用於燃燒之材料,共有三種:即煤炭油料及木材是也,我國境內,除中東鐵路,有一部機車,使用木材外,其餘則多用煤炭,煤炭之用於機車者,可分為二種:即烟煤,無烟煤,烟煤發火較易,而含炭質較少,無烟煤雖炭質較多,但以其燃燒較緩,而價值又高,故不常採用。
- (2) 通風 —— 機車上爐火燃燒之情形,隨時均有變更,惟以其所需熱度極高,不能只靠自然燃燒。通常乃用汽缸內之排出廢汽,經過廢汽管,衝出烟肉,將烟箱內氣體帶去,於是火箱內的煤烟和氣體,連帶由焰管被抽到烟箱裡,於是空氣即由火層下面補充進來,這種現象,謂之通風,但於停車之時,沒有廢氣可以利用,而需要通風時,則利用鍋爐內之蒸氣,由吹汽閥送出烟肉,這樣亦可得到相當通風作用,有時在中途運轉廢汽之力,尚覺不足,為救一時之急,吹汽閥亦可利用,不過非至不得已之時,仍以不用為妙。
- (3) 燃燒 —— 燃燒可分為完全燃燒,及不完全燃燒兩種,在完全燃燒時,每一磅煤大約需二十二磅或二百八

十四立方呎空氣,有時因空氣供給不足,不但發出熱量不足,而且在有游離炭素放入空氣中,以致使空氣污穢,而在停車之時,車站服務人員以及旅客,於健康上均蒙莫大之害,故不完全燃燒,非避免不可,司機司爐均應格外留意,以期節省燃料,及保持空氣清潔。

(4) 火層應有之狀態——燒煤最緊要之條件,乃為爐篋全部面積有效使用,假如爐篋上散佈之煤量有多有少,於是就不得完全燃燒,對於有空隙之處,尤應避免,故爐篋上煤層之厚薄,常以其通風之強弱而變更,至於加減厚薄,務必期於全體均一,但有時火箱內設有拱磚裝置,其前部通風,應較後部為弱,故後部火層宜較前部為厚,同時火箱之周圍及四角,易於流入空氣,故此等處之煤炭應較中央為厚,假如厚薄不能有上述情形時,則其操縱殊難,過薄時溫度較低,過厚時則空氣供給不足,故應附帶顧及煤塊之大小,假如煤塊過大,則擾亂火層,以其接熱面積較小,而不適於急劇燃燒,煤塊過小之時,易於由爐篋漏下,或被通風之力吸出煙囪以外,故通常以稍小於雞卵之大小為適用,假如不能不用碎煤之時,則必於入火室之前,充分撒水以免損失。

(5) 運轉中調整火層及通風——由上述諸端,已可知火層與通風之關係,假如火層已陷於不勻狀態,其較輕之時,可用煤炭投入調整之,但必要時,仍宜用爐爬及爐鉤等,急速均勻,至若通風之調整,則由灰盤開門之開閉為主,普通行車多開放前方之開門,而後方則無

常開之必要,對於特快旅客車,尤應注意此點,但在機車靜止狀態,或下坡道時,則應閉前方,而開後方之閘門,設煤層過厚,通風效率降低,則以前後全部開放為宜。

(6) 火室內拱磚之作用——其作用可分為三項:

(一) 冷氣不能直接與焰管及管鈹接觸。

(二) 爐篋上通風勻一,燃燒平均。

(三) 火焰之迂迴其中未完全燃燒之炭質,當與白熱火磚衝過,可以復行燃燒。

(四) 使火焰之流動迂迴通過火箱內之時間較長,因而燃燒熱量可被充分利用。

(7) 停車時整理火層——由于繼續投入煤塊,使火層逐漸增厚,常以此種現象不得充分燃燒,因而經過三數站距離之運轉,火層必須整理一次,普通宜於煤水溝上實行之,中途整理,常能使枕木及木製橋樑發生火險,故以中途不整理為宜,但有不得已而為之,則必先檢查灰箱底門是否已經嚴閉,然後於下坡道不用蒸汽時實施之,其整理之次序,宜先密閉灰盤閘門,少開吹汽閘,振動爐篋,再放下傾下爐篋,掃除矽渣,然後回復原狀,投入少數煤炭,再掃除盤內之灰渣,茲有數事,應切實注意者:

(a) 投入煤炭後不可立即振盪爐篋,不然易生矽渣。

(b) 振動爐篋,速度應大,而距離應小,以免有煤炭未完全燃燒者漏下。

(c) 吹汽閘不可過量于此時利用,同時應當閉爐門,

檢查火層狀態。

(d) 灰盤內應於此時常注入水分,以減底熱度及灰塵之飛揚。

(e) 先振盪爐篦。然後再放下傾下爐篦。

(8) 停車中火勢處理——車隊將入站之時,須保持相當火勢,除有特別情形外,不能再投入煤炭,而同時將灰盤閘門緊閉,以確保火箱內溫度,除不得已之情形外,決不可在停車時投入煤炭,其原因為保持車站空氣之清潔。

(9) 矽渣生成及處理——發生矽渣,多由于煤炭內含有硫磺質及不完全燃燒作用,以致與灰分溶化,其較大之塊,常有一人不能推動者,於是佔據爐篦面積,障礙通風以致燃燒不良,而浪費煤炭,多費人力,故必常注意,防其生成,通常方法,即為投炭次數應多,數量宜少,常常加減灰盤閘門開閉之大小,而火層不可過厚,常稍為搖動爐篦,如已生成,則應及早掃除,或由傾下爐篦推出,或以煤鏟掏出,但終須費相當勞力,不如慎之於始為省事。

(10) 煤炭投入——近今較大機車多用機械之力投煤,但以我國境內尚較少,人工投炭,乃為大多部份,茲就人工投炭稍為述其梗概,人工投炭,其重要缺點,則為爐門啓閉,常使冷空氣乘隙入火箱之內,一方減低溫度,一方使火箱鉸等,急劇漲縮,常因此而生甚大之破壞,故開閉煤門,投炭時期,應愈短愈好,故投入煤炭之目的地,宜于開啓爐門以前決定之,普通每次以一鏟



(約十五磅至二十磅)爲主,在上坡道時,則以三鐘爲最多,每次間隔務期均等,至于絕對煤量投入,則應以水表之高度及汽表之壓力爲準,有許多司爐,每次投入用六鐘或八鐘,不過有時可以從權,但未可以爲準繩。

(11) 吹汽閥使用——前已述及吹汽閥之作用,設用之得當,其利益甚多,但一濫用,則弊端百出,故使用之時,應特別注意,茲詳爲申述其作用如次:

- (一) 準備運轉中增高汽壓。
- (二) 預防黑烟噴出。
- (三) 調整火層。
- (四) 檢查火箱。
- (五) 運轉中總汽門關閉後給水時,應開此閥。
- (六) 使用之時間,應務求其小。

(12) 汽壓調整——機車上常用汽壓,爲每平方吋一百八十磅,此一百八十磅,乃爲較空氣高出一百八十磅,故其絕對壓力,應爲一百九十五磅,汽壓於行車之時,應保持均一,蓋因牽引力之大小,由于汽壓之大小而定,故以汽壓之均一,始能得一規定牽引力,不然其速度或大或小,運轉十分困難,欲保汽壓均一,應根據煤水供給次數多而量數少爲原則,其操縱主要之點如下:

- (一) 開車時及絕汽運轉後復行用汽,壓力易于降下,故事先應行準備。
- (二) 汽壓如已降下,不可同時投入多量之煤,急欲恢

復，須利用適當時機。

(三) 既欲防止汽壓降下，當不可使汽壓超過常用汽壓，設如超過常用汽壓，則由保安閥噴出，為減輕鍋爐之壓力，而保護鍋爐，不致受傷，但為節省燃料起見，最好不使此種現象發生，蓋一直徑二吋半之保安閥噴汽，一分鐘浪費煤炭，約十餘磅，假如煤水供給適當，操縱得法，此種現象，頗易避免，但非甚有經驗之司爐，不能做到，有時無識之工人於保安閥開放之時，即將爐門開放，此種行動，雖能一時減少有用蒸汽之損失量，但實際鍋爐之損壞程度價值，遠過于此，實不可不切實注意，至于補救之法，可分兩端：一為立刻給水，一為關閉灰箱閘門。

(13) 鍋爐給水——鍋爐中蓄水過多，則蓄汽之空間太少，不易得到乾燥蒸汽，如水太少，則一旦注水器發生障礙，鍋爐立刻發生危險。故標準情形，以在最大下坡道時，火箱後方鉞上能有數吋高之水為好。至若注水之時，應在運轉用汽之時補給，假如運轉途中，斷絕蒸汽，而火勢尚旺，多量給水，似較為經濟。但以共注入冷水過多，而沉于汽鍋底部，水面雖尚能保持相當溫度，汽壓亦不降低，但在下次用汽之時，通風迅速，火勢盛旺，鍋水循環正速，因與底部冷水平均溫度，以致此時汽壓急劇降下，此時如係高速運轉，而圖補救，實為一尤不易之事。故須特別注意此點，給水次數宜多，量數宜少，左右之注水器，宜交互應用，不可偏用其一具，因有時某一具發生阻礙，則急欲用其他之注水

器，但常因許久時未用，真空破壞，一時不能注水，以致鍋爐發生危險。

(14) 蒸汽蒸發不良——蒸汽蒸發不良之原因，大致可分為三種：

(一) 屬於設計及工作上之不完備者，有爐篦面積過小，傳熱面積過小，鍋爐容量與汽缸量不相當，爐篦間隙過小，通風不足，吹管喉過大，吹管與烟肉中心不一致。

(二) 屬於處理不當者，——火層過薄，或火層一部份發生空隙，空氣供給過多，火層過厚，通風不足，投入煤炭量過多或過少，焰管或火星網閉塞，妨害通風。

(三) 屬於一部分故障者，——焰管或螺掌漏水，使火勢不旺，汽管或波汽管之接合部有漏隙，妨害通風，烟箱漏汽，鍋鉗及焰管積存水垢，妨害傳熱，鍋水污濁，循環不良。

如屬於第一種者，處理較為不易，如屬第二種或第三種者，可由發現之時，隨時相機處理。

(15) 注水器障礙及處理——注水器為行車最重要部份，一旦發生障礙，常有立刻停車之可能，究其原因有二種：

(一) 不能汲水之原因。

(二) 不能注入鍋爐之原因。

屬於第一種者，為水瓶閥不通，或其他通路蔽塞，吸水管漏汽，過熱或凍結，或水箱上部缺乏空氣壓力。

屬于第二種者，為蒸汽管喉或混合管通路被阻，或弛緩變形，汽閥與水閥之開度不當，以致汽水不能完全混合，衝開止回閥，進入汽鍋，或止回閥與閥座固著或不密着，以上所述，雖原因過多，而補救頗易，但兩具注水器全不通用之時，當有以善其後，當然此時鍋爐內水面逐漸降低，火箱頂板即有出露危險，故須立時關閉灰箱閘門，火箱內投入潮濕之粉炭，緊壓煤火，或將火箱內煤火落入灰箱中，但不得注水于火箱內，故于運轉狀況之下，應切實察明鍋爐內水面之高低，設忽略於水表之作用靈活與否，常因此被欺，以致易溶塞漏水入火箱中，或有時易溶塞上積有水垢，洗罐時未能察覺，以致失其效用，在此種狀態之下，全部頂板，行將破壞，此種損失奇重，宜特別隨時留意。

(16) 汽水共騰——這四個字的意思，是由鍋爐出來的蒸汽內含有多量之水分，其重要原因，是水不乾淨，其中含有油類及沙泥塵埃等，因為鍋水污濁時，水內泡沫不易于昇出水面，故成各處衝突的情形，結果起激烈之沸騰，以致水沫飛昇蒸汽中，或又有一種原因，乃為鍋內汽壓急劇降低，于是鍋水成為非常沸騰，而發生汽水共騰，普通可以察覺的現象如下：

- (一) 由烟窗及汽筒洩水塞門逃出之蒸汽，呈稍濃白色。
- (二) 通常洩汽聲音很清銳，此時很濁鈍。
- (三) 烟窗頂上有黑色水沫或水滴飛出。
- (四) 自頂上之試水塞門噴出蒸汽時，有水混在其內。

- (五) 滑閥動作不圓滑,回動桿之移動沉重,且感振動。
- (六) 水表內水面高度,立刻增加,且呈汽水混合狀況,水甚污濁。

其為害甚大,茲分述如下:

- (一) 減低鞴上有效壓力。
- (二) 減低汽缸內之溫度。
- (三) 易于誤認鍋內水面之高度,而致鍋爐損壞。
- (四) 破壞油潤狀態,常使各動轉部份磨損。

故當發現此種現象時,應立將汽缸洩水塞門開啓,以免汽缸內水分停留太多,而使汽缸或鞴因受擠壓而破壞,同時可減小或關閉總汽門,以使水面片刻靜止,則此種現象或可告免。

- (17) 水垢——水垢可分為兩種:一種為軟質水垢,一種為硬質水垢,軟質水垢為水中泥沙塵埃等因沉澱而附着于鈹或管上,此種水垢易于處理,普通以高壓水流可以沖洗清潔,至于硬質水垢,則因水中所含有之化合物,因受高熱與水分離,而沉澱于鍋內,待溫度降低,則成為石狀,硬質水垢不易於洗掉,故處理之方法,須待大修理時,用錘鑿敲剝之,不論軟質硬質,均不適于傳熱,故煤火發生之熱量,不易傳之于水,故蒸發甚遲,設水垢有八分之一英吋厚時,即要多費六分之一的煤量,況有時因鈹管所受熱度過高,而不能迅速傳出,以致有破裂之事,而漏水汽等,故應預先防其構成,普通防止方法有兩種:一種用極高之壓力水流,(九十至一百二十磅)及各種不同大小形狀管嘴洗刷,其

他則用化學方法處理,即加入相當藥品中和,使其先行沉澱,不過須將用水澈底分析,不然通用酸性中和,常能侵蝕鍋底內部,此不得不注意者也。

- (18) 洗鍋——洗鍋之時期,因用水性質之不同而異,普通平均為每星期一次,運轉里數以三千華里為準,洗鍋用水放出管喉以一時口徑為宜,其所需時間,應略有規定,汽壓自然降至零度須九小時,放出鍋水一次,非有二十小時之停留,不足為功,設欲急忙洗滌,則設法將蒸汽放出,而注入冷水,使鍋爐漸漸降至相當溫度,再將水放出,而行洗滌,前後有十小時亦可竣事,近世尙有以溫水洗滌者,此種洗法,利點甚多,惟設備較為繁雜耳,普通洗鍋次序,先將洗鍋塞全部落下,先從外火箱頂板上前部洗鍋孔洗滌焰管後端及火箱頂板,順次及于後部火箱左右兩底部,其次由後面箱上部之洗鍋孔用灣曲喉管洗滌火箱頂板,以至底角,其次由鍋體前部頂之洗鍋孔清洗焰管以及烟箱管板,其鍋底部所積之水垢則由鍋體底下,或烟箱管板下部之洗鍋孔洗滌之,如此沖洗後,再回至火箱,洗滌其周圍底部,並掃除底圈上堆積之水垢,洗滌時切勿以流出之水已經清潔,則算完了,須以蠟燭及反光鏡察看,是否竣事,遇必要時,須插入掃除桿剷除水垢,如此終了,應十分小心將洗鍋塞安裝舊位,否則由螺絲旋轉不止,致常生漏隙,洗鍋之重要既如此,而手續之雜又如彼,故司庫內專任者,應隨時留神,設法改良庶幾能臻理想境遇。

(19) 升火 —— 洗鍋以後須重新點火,點火所費之時間很長,預備運轉之前一點鐘時,汽壓即須升至五十磅壓力,庫內點火之前後,手續頗為複雜,茲分開敘述如下:

(一) 將機車移在庫內適當位置,使機車之烟窗與庫內烟窗相對。

(二) 檢查汽鍋內水量是否適當。

(三) 檢查火箱內部焰管螺撐易溶塞等,有無洩漏情形,爐篦拱磚,有無故障,灰盤內有無灰渣堆積。

(四) 烟箱門是否緊密關閉,遇必要時須檢查其內部。

(五) 關閉總汽路將回動桿放于中央,開放汽缸洩水塞門。

(六) 關閉各部汽閥。

(七) 以上各種檢查完了後,爐篦上投入若干煤炭,其分量以能蒸發汽至一氣壓為標準,並須選用塊煤,用劈柴或煤火做火種,放于火箱內,堆積在中央,使自然引燒煤炭,傳播于各方,有時亦可在爐篦後方生火,待生好後,推至前方,再加煤炭亦可。

(八) 灰盤閘門最初完全開放,待用吹汽閥時,再加減其開度。

(九) 鍋內汽壓待升至三十磅時,吹汽閥始可利用,但如庫內有其他帶火機車,可利用其壓縮空氣或蒸汽,以輔助通風。

(十) 點火後須注意煤烟顏色,如係黑烟,則係點火良好,如係青烟或黃烟,則點火不良,須調整火勢及掃除焰管。

(20) 螺撐——螺撐之受力,大小不能均等,故折斷之事,常

常發生,其屬使用機車之不得法,有以下諸種原因:

(一) 裝滿冷水之汽鍋,於點火時火勢增進過速。

(二) 一時給水過多。

(三) 投炭時爐門開放較長,或有蒸汽昇騰過度開放爐門等惡習。

(四) 吹汽閥使用過度。

(五) 落火以後,灰箱閘門之閉鎖不完全。

(六) 洗鍋時冷却過度。

(七) 蒸汽昇騰不良,煤水之供給不規則。

(八) 每次投入煤量過多。

(九) 通風旺盛時,振動爐篦,或掃除灰渣,致火層發生孔隙。

(十) 水垢堆積過多。

至于易于折斷之處,則為左右上部之一列或二列,其次則為底圈上方之第三四列,頂端則為左右兩端之一列或二列,其切斷之處,靠近火箱外板,其折斷後常能由警告孔之漏水察覺,如無此種設備時,則于放出鍋水後,以小錘輕輕打擊,由其聲音判斷之,其全部折斷者,發空虛之聲,一部折斷者,發遲鈍震動之聲,而洗鍋時,亦可檢查其內部。

(21) 焰管——行車途中,常常有焰管漏水漏汽之事,主因由于焰管過薄,或接火處不良,或焰管之接合爐板處不緊,或管孔因腐蝕及擴管器屢次使用,結果不成真圓,或附近管板之摺緣燒焦,又焰管因水質不良腐蝕



或損壞,而生漏洩,但由于處理不得其當,與螺擲洩漏同一之原因者甚多,焰管洩漏,不僅汽水歸于無用,且妨害通風及燃燒,故一有此種情事發生,應急速處理,方法則為用長鐵桿管堵填塞管孔,錘擊時,不可用力過大,管堵如無鐵製者,則長六吋木頭亦可代用,當填塞管堵時,因為火箱煤烟不能看清管飯時,可以木板壓于火上,並開放吹汽閥,使火室清明,再為工作。

(22) 準備運轉——

- (一) 檢查汽鍋內之壓力及水量。
- (二) 火箱有無洩漏及故障。
- (三) 烟箱門是否緊閉。
- (四) 水箱表及檢水塞門之作用,是否完全。
- (五) 增長火勢,掃除灰盤,並檢驗閘門之動作。
- (六) 徐徐使蒸汽昇騰。
- (七) 檢查油壺內之吸油料或油閥是否完全,油孔是否適當再為注油。
- (八) 透明油潤器注油時,先檢查各管節放出凝結水,並擦玻璃。
- (九) 應用各種器具及燈火等,須整齊完備。

(23) 回庫作業——

- (1) 如機車不久仍須使用,則將火箱內煤火,集于後方,添加塊煤于其上,開始燃燒後,再加碎煤,密閉灰盤閘門,所謂壓火。
- (2) 如無須壓火,則將煤火灰渣全行掃除,密閉灰盤閘門,此時須參照水量及汽壓,減少投煤,其爐篋

上之煤火,以完全燒盡爲佳。

(二) 運動部份——

(1) 預備運轉——機車出庫以前,應施以各部詳細檢查,(此種檢查詳檢查章)並整理附屬各種器具,給油各磨擦部份及油潤器,鍋內水量及煤水調整適宜,出庫後開至煤水台,補充煤水,待站上信號出發,連結車鈎暖氣管,壓縮空氣管,警報管等,次第連接後,全體試驗其作用是否完全,如有不良之處,宜早通知關係方面,迅速修理。

(2) 空氣制動機——於連結以後,須特別注意試驗其各種位置之作用,及空氣壓縮機之動作,及全體有無漏氣及不通之處,起始運轉以前,如不能確知其作用,如在中途臨時發生恐慌,對於行車之安全,殊有妨礙,故應特別注意此點。

(3) 起始運轉——凡行車事宜,均須有特別訓練者,起始運轉較中途爲重要,所需要之條件:(一)爲平穩,(二)爲加速快,以上兩條,尤以旅客車隊爲重要,故得到出發信號後,急將回動桿放于正前方,一手握汽笛柄,一手輕開總汽門,機車已稍有動轉之意,即不再開大,聽其自動向前,務期車隊全體均獲有相當速度,再次第加大開度,而同時逐漸提高回動桿,如出站後,係水平道路,汽門開達于一定大小,即不再去動,即有坡度,以回動桿之調整已足馳過,出站後當即隨時照顧車隊全體連結,同時將汽缸洩水門開啓,務期汽缸內積水全體排出爲度。

(4) 中途運轉——運轉中最主要之事為熟知路線情形,

即深夜行車亦能隨時辨明所在地點,何處為坡道,何處為橋樑,何處為灣道,中間距離,行車規定時刻,如欲增加速度,即開大總汽門,如欲減少供給蒸汽,則提高回動桿,不過無論如何,不得作規定以外速度運轉,上坡之時,回動桿宜次第放至最前方,(如果需要)加開總汽門,不過應同時注意鍋爐汽壓及鍋內水平面高度,不可單獨使用,故預知前方有很大坡度,應事先準備使爐內汽壓及水量達于最高點,以免上坡途中,以汽水不足,而陷于不能運轉,如下坡不需要蒸汽運轉時,即利用惰性前進,先將總汽門關閉,次徐徐將回動桿移至最前方,如下次需要蒸汽時,先將總汽門開大,後移回動桿,如途中有特別限制速度及鳴汽等標誌,應澈底按照規定實行,不可絲毫忽略。

(5) 中止運轉——車站界內,最易發生碰車或脫軌,故應

特別注意,非得允許進站表示,不能冒然前進,停車以前,應照路線情形,牽引重量制動機之能力,于適宜地點,斷絕供給蒸汽,用惰力前進,然後于適當情形,用常用制動位置停車,如用非常制動,則車隊常生相互衝突,故非不得已不得應用,如車隊在六七個或少於此數時,于停車之前,應先弛緩以能將互鈎緊張,下次開車不容易發生衝動,但車隊聯有十個以上車輛,則非待全隊停止,不得弛緩空氣制動機,不然列車亦能發生衝動。

(6) 運轉終了——機車與列車解放後,依調車夫之引導,

進入機場專用綫,並補充煤水,詳細檢查各部,其不良之處,須報告段長,請求修理,並將中途原因詳細報告。

(7) 不良天氣之運轉——遇有天氣不良,如大風雨大雪及迷霧等時,運轉速度應切實均一,對於路綫之狀態,尤須特殊注意,如感覺有異常震動及音響,須立刻停車,而煤水儲量,應較平時加倍,不過無論如何,須細心大膽,不能退却恐懼。

(8) 運轉速度——運轉速度之變更甚大,列車有快車慢車,旅客列車,貨物列車,路綫有平坦,有坡度,有橋樑,方向有上行,有下行,各站距離不等,故運轉速度不能均一,是以運轉之時,應隨時留意,普通以耳聽所過道鐵之接頭,即能計算得知速度之高低,而更可數路旁經過之電綫桿木,而知速度之大小,以道鐵長短有定,電綫桿之距離普通為一百八十呎,此種標準,只可用以參考,未可全部信賴,故機車速度之調整,非可由理論決定,要之以經驗為重。

## 乙 作業研究

(1) 過熱蒸汽及飽和蒸汽——此兩種蒸汽,雖係同樣壓力,但其溫度不同,過熱蒸汽之溫度高,容積大,不易凝結,可以大部份發揮其膨脹性,故用過熱蒸汽,其消費較少,且可增加汽筒內之平均有效壓力,故可增加牽引力,且節省煤水,同時鍋爐之負擔不增加,換言之,用過熱蒸汽,可增加鍋爐之力量,飽和蒸汽,則正相反,故近時機車,率多用過熱蒸汽,而飽和蒸汽,則不甚適用。

矣。

- (2) 回動桿位置之關係——開大總汽門，而將回動桿位近于中央，則遮斷甚早，進入汽筒內之蒸汽，可以極度膨漲，可以減少蒸汽消費量及燃料之消耗，更可降低構鞴之背壓，但遮斷如過早，則構鞴最初所受之汽壓，與終端之汽壓，相差太大，凝結頗多，機車回轉部分所受壓力，亦太不平均，增加回轉部分之衝動，反為不經濟，而尤以在牽引重量列車為尤甚，假如少開總汽路，回動桿放在滿位，則遮斷變遲，進入汽筒時，壓力降下，蒸汽膨漲甚少，蒸汽使用量較多，且洩汽壓力甚強大，通風激烈，火層易于被擾亂，甚為不利，但以其加于構鞴之壓力，甚為平均，緩和回轉部分之衝動，故常適用於(一)列車出發時。(二)汽水共騰時。(三)發生空轉時。(四)主桿大頭及閥動機關有發熱等事時。(五)滑閥構鞴圈等漏汽時。(七)須緩和運轉時。其他則以前種方法運轉為宜。

- (3) 列車出發時，將回動桿放于最前方，徐徐開大總汽門的原因：——

- (一) 汽筒內凝結水，不但減殺汽力，並易引起事故，是以均應設法避免凝結，但在出發時，汽筒甚冷，少開總汽門，可以送入較乾之空氣，是遮斷較遲，可以減少凝結之程度。
- (二) 遮斷遲緩，滑閥行程甚大，可以使油潤狀態良好。
- (三) 列車出發時，各車輛間互鈎未曾緊張，容易衝動，

又因列車有惰性關係，起動時需要較大力量，或軌條濕潤時，易生空轉，故須遲緩遮斷，少開總汽門以均一汽壓。

(4) 斷絕蒸汽後，以惰力運轉時回動桿之位置，——宜放于最前方，原因以可以使滑閥行程增大，不致祇中央磨損，且可以減少汽筒內之真空，及空氣壓擠作用，免妨礙運轉，及吸入烟箱內之煤烟。

(5) 洩水塞門開放之時期：

(一) 停車時。

(二) 出發時。

(三) 汽水共騰時。

(四) 惰力運轉時。

(五) 在轉車台上時。

(六) 在非常時期反轉回動桿，以備停車。

(6) 死點——主桿構構曲拐成一直線時，名曰死點，此時運動所需力量較大，每一回轉，共有兩次，是以機車兩面曲拐之位置，正相成爲九十度，如此可以平均牽引力。

(7) 導程——可以使構構易于變換方向，可增加死點時之汽壓。

(8) 列車起動時之抗力——列車起動時，假如全列車互鈎都在緊張狀態，此時所需牽引力，非勝過全列車抗力不可，但所有互鈎，均在鬆弛狀態，牽引較易可由一輛牽引，傳至其他，結果需要牽引力較少，故有時列車起動甚難，如將回動桿放于倒行方面，稍行退後，即可

再向前進,此時一方減掉死點之抗力,一方亦可鬆弛互鈎間之漲力。

(9) 機車各部磨擦對於運轉上之影響:

1. 內部——浪費牽引力。
2. 外部——牽引及制動有效。

(10) 汽缸內壓力減殺之原因:

1. 溝溝圈洩漏。
2. 汽筒蓋墊料等漏洩。
3. 油潤不足——墊料調整不良。
4. 蒸汽凝結過多。
5. 管理蒸汽出入機關調整不均。

(11) 動輪軸箱旁之楔形鐵鬆緊之影響。

(a) 過鬆,則軸箱之遊間過大,左右衝突,發生打音,有關係各部,亦被衝擊弛緩,以致軸箱及車架受傷,且中心距離發生變化,以致連帶各部發熱,同時閘動機關易于損壞,於是機車效率不良,且汽筒內易生衝突。

(b) 過緊,則軸箱上下運動困難,失却彈簧效用,以致震動甚大,而各部螺釘易因此而鬆弛,常能引起發熱或空轉。

由以上諸點觀之,楔形鐵雖小,關係至為重大,不得不注意焉。

(12) 機車運轉中發生打音的原因——

A. 帶汽運轉發生打音之原因:

(一) 楔形鐵調整不適當。

- (二) 導板與十字頭遊間過多。
- (三) 十字頭銷鬆弛。
- (四) 軸箱銅襯鬆弛。
- (五) 連桿銅襯鬆弛。
- (六) 輪箍有扁平之處。
- (七) 溝溝, 溝溝桿十字頭間, 連接部份鬆弛。
- (八) 碰頭調整不良。

(B) 絕汽運轉發生打音之原因:

- (一) 輪箍擦傷或局部磨耗。
- (二) 溝溝桿頂端螺絲弛緩或脫落。
- (三) 搖桿過長或過短。

(13) 均重塊輕重之影響。

(一) 過大之影響——雖可完全與往復運動部份平衡, 但超過回轉部份之需要太大, 故當均重塊自上方回至下方時, 軌道當受錘榨之力, 而由下方轉向上方時, 車輪上浮容易發生空轉, 此種影響與速度俱增, 對於路綫及機車各部損失甚大。

(二) 過小之影響——對於回轉部份, 雖可平衡, 但對於往復部份, 平衡太小, 故機車向水平方向搖動, 不但行車感覺不舒服, 同時常致損失互鉤器。

(14) 空氣制動機施力與速度之關係——制動機制動瓦之擠壓力, 如為一常數時, 磨擦力依磨擦係數變更, 但磨擦係數依下列條件而規定其大小:

- (一) 車輪回轉速度大時, 磨擦係數減小, 不過其減小程度, 比速度增加程度為小, 反之, 速度減少時, 磨擦係



數增加,故于回轉將行停止時最大。

(二)制動瓦與車輪之磨擦時間長久,其磨擦係數減小,故制動瓦與車輪最初接觸時,磨擦係數甚大。

由此種關係,可知于高速制動時,照第一條所說當甚小,照第二條所說,又甚大,至其低速制動時,照第一條所說當甚大,照第二條所說又甚小,故由此可知,自最初至停車間之磨擦係數,無大變化,依照實驗上,最初擠緊制動機時,不能十分發揮其制動能力,等到制動能力完全發揮,以至將要停車前其間制動力無大變化,從將要停車前,到完全停車時,制動力增大。

(15)主動桿之大頭發熱之原因:

(一)磨擦面積過小,單位面積上所受壓力過大。

(二)接觸面不良。

(三)銅襯裝置過緊或過鬆。

(四)油量缺少,或油質不良。

(五)油盅裝置不良。

(六)回轉速度過大。

(七)砂塵侵入磨擦部。

(16)油潤——凡金屬表面上看來,似甚平滑,但在顯微鏡

下觀察,則知有甚多凹凸不平之處,故兩金屬面互相磨擦,常生高熱,假如注油其間,形成一種薄膜,使之遮護兩面,即不致直接接觸,故能減少磨擦阻力,又能防止發熱,機車上需要注油部份為(一)滑閥及汽筒。(二)轉軸桿及閥桿。(三)導板。(四)搖桿及連桿前後之兩端。(五)閥動機關各磨擦部份。(六)軸

箱及楔形鐵。(七)彈簧各磨擦部份。(八)轉向架各磨擦部份。(九)空氣制動機各磨擦部份。

在機車使用之油料,可分礦物粉及脂油兩種,脂油可再分為動物油植物油及礦油三種,礦油較動物及植物油缺少滑性黏度,因溫度變化甚大,發火點較低,但以其價值低廉,性質變化甚少,粘度可以任意調和,凝結點亦正低,而渣滓亦少,故常因此樂于採用,普通機車用油可大分為兩類,一部為汽缸油,一部為機器油,而汽缸油又分為飽和汽缸油,及過熱汽缸油兩種。

機器油用於其他磨擦部份,有冬夏兩種,用于軸者,謂之軸油,至于搖桿及連桿,則常有用獸油者,汽缸油所需之條件:(一)發火點高。(二)粘度大。機器油所需要之條件:(一)粘度小。(二)發火點低。故普通不將汽缸油用于其他磨擦部份,因其價值昂貴,而尤不易于侵入微細磨擦部份。

機車上注油之方法可大分為三類——

- (一)軸箱方面——軸箱下方油壺內,裝填浸油,毛紗包圍半周。
- (二)用油盞注油及澆油部份——除汽缸及滑閥外,多用此種方法比較簡單。
- (三)用油潤器或注油機。

汽缸等處油潤過度之時,一方耗費油料,一方有油垢附着于關係部份,發生障礙,例如廢汽喉如附着油垢,即將減小其口徑,而影響通風,而火星網上,亦常因汽缸油潤過度,而將多餘之油,附着其上,常能阻礙通風,以致燃燒不良,如油潤不足,以致將主要部份磨損,發生漏隙,至耗動力,頗不經濟。

- (17) 發生空轉及滑走——假如汽缸壓力甚大,而道軌與車輪之粘着力較小,則易于發生空轉,其為害甚大,常使火層攪亂,震動太大,故應絕對避免,滑走乃為制動瓦與車輪箍之磨擦力,大于在鐵軌上之粘著力,此種情形,常于不良天氣之時,使用制動機,未能充分小心,而發生常能將輪箍磨平一部,事後運轉震動甚大,常能多耗油料及煤水,同時將螺絲部份震鬆,以上兩種現象,應格外注意避免。
- (18) 汽缸及汽缸蓋破損之原因——
- (一) 汽缸內水分過多。
  - (二) 溝箍行程不規則。
  - (三) 汽缸內遺留其他物件,如螺帽等。
  - (四) 材料不良,不能耐受高壓。
- (19) 總汽門不能關閉——行車時,以回動桿調整蒸汽停車時,以回動桿置於正中央,即掩蔽全部蒸汽通路,以斷絕之,到站後再行就近修理。
- (20) 車隊分離或車守閥開放而行突然制動時處理——如有此種情形發生時,立可將制動機,放于現狀維持地位,以免空氣浪費,立刻停車,檢查其原因,但有時車隊分離,間隔甚近時,應先增大機車速度,然後徐徐連結,或停車,以免後方車輛與前方衝突。
- (21) 楔形鐵鬆弛之處理——最好實行于鍋爐有蒸汽而停留之時,即對于須加調整處之車輪曲拐轉至後方死點,其前方車輪,加以制動,供給蒸汽入汽缸,則軸箱向前方倚近,後方之楔形鐵,易于締緊,至于締緊之程度,

普通以全部締緊後,將調整螺釘放鬆一回轉為適當。

- (22) 運轉中油潤器或油唧機發生故障不能給油之處理——急速修理,同時由空氣閥送入適量之油。
- (23) 軸箱發熱時處理——更換吸油料,或注水,以繼續運轉,發熱最高時,可以相當厚之木料,墊入彈簧座與車架之間,以減輕負擔。
- (24) 脫軌——假如情形不重大,即脫軌之輪佔全部半數以下時,可用特製墊料,自動退上軌道,但全部脫軌,則非用其他機車牽引不可,有時尚需大力量起重機,復上軌道以後,應切實檢查,再行運轉。
- (25) 一面運轉機械部份發生障礙——此時須繼續運轉,則將損壞方面之關係部分拆開,並須不使蒸汽入于汽缸內,同時將拆開部份,一部移下,一部固結,務須繼續運轉時,不生動作,方為妥貼。

### (丙) 檢 查

1. 日常檢查——應檢查部份列下:
  1. 水表之水量。
  2. 試水塞門之動作,是否與水表所表示相同。
  3. 汽壓表之指數。
  4. 煤火狀況。
  5. 汽筒洩水塞門。
  6. 回動桿。
  7. 主汽門。
  8. 搖動爐篦手把。

9. 開關灰盤開門手把。
10. 空氣制動機各部。
11. 司機棚內其他各部。
12. 撒砂裝置。
13. 煤水車內負載量。
14. 互鈎器各部。
15. 轉向架各部。
16. 輪軸。
17. 彈簧裝置。
18. 各部管子。
19. 閘動機關。
20. 汽缸及附帶物件。
21. 十字頭導板及所附帶物件。
22. 主桿及連桿各部。
23. 火箱有無洩漏。
24. 油潤狀態。
25. 遇必要時須檢查煙箱內部。
26. 保安閘。
27. 砂箱內砂量。
28. 入水器。
29. 透明油潤器。
30. 各管節塞門墊料。
31. 客車暖汽閘之作用。(冬季)

以上各部須檢查其作用是否靈活,有無鬆弛洩漏,或損壞各情,出入庫同樣舉行,惟冬季應特別注意其畏凍部份。

2. 洗鍋檢查——於洗罐時,照日常檢查實施之。

此外尚有定期檢查及部份檢查,其工作繁重因限于篇幅,及主題關係,此處不能贅述。蓋此種工作,應在修理作業中詳論之。

### (丁) 名詞對照表

Boiler tube	焰管	烟管
Smoke box	烟箱	烟筒櫃
Fire box	火箱	爐心
fire grate	爐篦	爐條
arch Brick	拱磚	缸磚
ash pan	灰盤	爐灰箱
Damper	灰盤閘門	閘板
Arch tube	拱磚管	過水管
Water gauge	水表	看水表
Clinker	矽渣	溜子
Regulator valve	總汽門	調整閥
Blower	吹汽閥	吹汽瓦路
Drop grate	返爐條	傾卸爐篦
Safety valve	保安閥	保險瓦路
Stay	螺撐	
Injector	注水器	吹水泵
Pressure gauge	汽壓表	汽表
Cylinder	汽缸	汽筒

Blast nozzle	吹管喉	廢汽管嘴
Blast pipe	吹管	廢汽管子
Spark arrestor	火星網	烟箱網子
Cock	塞門	克克
Ball valve	球塞	球克克
Packing	墊料	扒根
Water valve	水閥	水瓦路
Strainer	除塵器	過濾器
Steam nozzle	蒸汽管嘴	
Check valve	止回閥	靠鍋瓦路
Steam valve	汽閥	蒸汽瓦路
Fusible plug	易溶塞	鉛堵
Priming	汽水共騰	
Scale	水垢	水銹
Slide valve	滑閥	司來瓦路
Test cock	試水塞門	看水克克
Stuffing box	填充口	扒根套
Valve seat	閥座	瓦路座
Piston rod	構構桿	汽餅桿
Washing out boiler	洗罐	洗鍋
Washing out plug	洗鍋塞	銅堵
Pump	唧機	泵
Tell tale hole	警告孔	
Hand brake	手閘	
Reversing lever	回動桿	手把

Locomotive shed	機車庫	車房
Oil valve	油閥	油針
Sight feed lubricator	透明油潤器	
Cab	司機棚	
Brake pipe	制動管	風管
Cut off	遮斷	
Air brake	空氣制動機	風閘
Coupling	互鈎器	車鈎
Truck	轉向架	小轉盤
Center pin	中樞	大長銷子
Swing bolster	擺動軸	車心子
Bolster hanger	擺動軸桿	車心吊鐵
Brake beam	閘樑	制動機傳動樑
Brake cylinder	閘缸	
Buckle	中箍	司浦令箍
Spring hanger	吊環	司浦令吊鐵
Draw bar	聯輓桿	大樑
Buffling box	碰頭	
Frame	構架	車架子
Valve Gear	閥動機關	
Throat Plate	喉板	
Reversing shaft	回動軸	往返軸
Link	滑環	令克
Link hanger	滑環懸桿	令克吊鐵
Rock arm	搖動臂	拐軸



Air valve	空氣閥	空氣瓦路
By pass valve	旁通閥	旁通瓦路
Cross head	十字頭	機頭
Slide bar	導板	大滑板
Connecting rod	搖桿	主桿
Side Rod	連桿	裏桿
Tyre	輪箍	車輪外套
Big end	大頭	軸一頭
Small end	小頭	機頭一頭
Mud ring	底圈	水圈
Cleaning hole	掃除孔	打掃孔
Superheater	過熱器	
Reducing valve	減壓閥	定暖氣瓦路
Suerheated steam	過熱蒸汽	乾汽
Piston	精精	汽餅
Full gear	滿位	
Slipping	空轉	打飛輪
Sliding	滑走	
Crank	曲拐	
Admission	進汽	
Compression	擠壓	
Lead	道程	
Eccentric	偏心	
piston riug	精精圈	滾圈
Cylinder lagging	汽缸皮	

Dry pipe	乾 燻 管		
Brass	銅 鑼	銅 瓦	
Balance weight	均 重 塊	秤 鐵	
Cross head pin	十 字 頭 銷		
Release position	弛 緩 位 置	大 回 風	全 鬆 位
Cylinder oil	汽 缸 油	汽 油	
Machine oil	機 器 油	車 油	
Cylinder oil for super- heated steam	過 熱 汽 缸 油		
Grease	獸 油	黃 油	

# 汞弧整流器及其電路

Mercury-arc Rectifiers and their Circuit

王 制 剛

引 言

自從科學昌明,物質文明的進步,大有一日千里之勢,即以電氣事業而論,千變萬化,其進步之速,誠非吾人所能料及,配電工程最初為直流,後交流機出現,配電方面之種種便利,如電壓之升降,線路耗損之減低,輸送之迅速等類,均為直流所望塵莫及,於是改用交流配電,以促電氣事業之進步,因交流線路中,除有電阻 (Resistance) 外,尚有電抗 (Reactance) 之存在,此種電抗,對於電流調整上發生影響甚大,然交流配電線路中,倘使發電機變壓器或線路上發生了意外事件,非將弊端尋出修復後,電源難以恢復舊觀,因此最近配電線路,均採用網形制,使其有互相連絡之功,減少短路 (short circuit) 之效。但在應用方面,直流電仍佔重要地位,於是不得不藉另一種機械作用,將交流變成直流,以應吾人之需求。此種機械之運用,實為近代工業文明發達之顯著事跡,所謂電氣萬能,機械萬能者此也。茲篇所述,乃就應用電子原理所構造之汞弧整流器,作簡略之說明,讀者幸賜匡正。

## 一般整流的方法

近世大多數發電廠所發之電多為交流,因

1. 高壓輸電之經濟
2. 利用變壓器升降電壓之便利
3. 感應電動機之價廉耐用。

然直流電亦尚有必須應用之處,如蓄電池之充電,電解及電鍍,電話交換之電源,電車所用之直流,串激電動機,及升降機,壓印機等,均非直流電不可。電源為交流,而應用時為直流,則必藉整流之法,以資其成,整流之法雖多,要亦不外下列數種:

- A. 機械整流器,
- B. 鎢絲整流器, (Tungar Rectifier)
- C. 電化整流器, (Electrolytic Rectifier)
- D. 電動發電機,
- E. 同步變流機, (rotary Converter)
- F. 汞弧整流器,
- G. 熱電子管整流器, (Thermionic Rectifier)
- H. 氧化銅整流器, (The copper-oxide Rectifier)
- I. Thyatron,
- J. Ignitron.

上述機械整流器,可分整流式 (Commutating Type) 及振動式 (Vibrating Type) 兩種,而運用均不廣,鎢絲,氧化銅,熱電子管,及電化整流器等雖甚簡便,然均限于低電壓小量之用,至高壓及大量電流,均用電動發電機,或同步變流機,但前者包含兩機,價值貴而所佔面積亦大,其效率不及後者遠甚。惟汞弧整流器

與同步變流機相抗衡,近年來研究改良,日有進步,誠一不可限量之利器也。

## 原 理

在整流進程中,最主要條件爲一陰極電子之放射,及一陽極電子之接收,普通藉熱或光的作用,都可以達到產生電流之目的。汞弧整流器之重要部分爲一玻球,內部真空,底有陰陽兩極,及一始動正極(Starting Anode),其與別的整流器之重要分別,即爲水銀面上之陰極點(Cathode Spot)及一玻槽,可包含多個陽極。發生整流之重要現象,亦爲從陰極產生電子。陰極盛以少許水銀,其電子來源爲一點(Spot)移動於水銀面之上,汞弧經過後,電流自身可以保持此點之存在,陸續發生無數電子。

傳導性全靠此水銀池之陰極所含之陰極點,此爲無數正伊洪(Ion)牽引陰極而發生空間充電(Space Charge),在水銀表面具有極大之電位增減率(Potential Gradient),以供電子由水銀面上而發生。

由此發生的電子撞擊中性蒸氣分子,此種相擊作用,因電子之變動而成電離分子,新舊電子之連合而電流即以傳導,所餘留之分子,又變成爲正伊洪繼續不斷的工作,則電流連續的傳導不停,其經過僅向一定方向前進。假若陰極點同時又存在另一電極中,其傳導性當亦產生另一方向,但在應用與標準情形之下,此種陰極點當不存在。

由上可知在陰極點未完成之前,整流器是不能導電流于任何方向,若陰極電流中斷,則一定爲陰極點之消滅而生火花。

但發動此陰極點之作用,必須用火花線圈 (Spark Coil) 方能達到此種目的,而最普通之安全方法,僅通一低電壓於始動正極,使電子進入與水銀接觸後隨即停止。此極與陰極之距離甚為接近。

陰極點之現象甚難測定,據 Günther-schulze 氏之試驗,其面積為每安倍 (Ampere)  $2.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$  或每平方生的 ( $\text{cm}^2$ ) 其電流為 4000 安倍,水銀蒸氣每安倍為  $7.2 \times 10^{-3}$  克 (gram) 其陰極降 (Cathode Drop) 為 9 弗打 (Volts)

此種整流器之整流特性頗佳,而兩極間電弧之維持,全賴汞池之溫度,及兩極間之電位差。水銀之作用,對於整流上并無特別功能,只因當正伊洪與水銀面接觸時,必在  $600^\circ \text{C}$  以上之溫度,此時以水銀所發生的蒸氣,易于存儲與無耗損而已。

除陰極外,尚有一重要部分,是為陽極 (Anode)。陽極多為鐵式礦質之薄片,不能放射正伊洪,其電流之經過,為表示電子係從電離蒸氣中收集而來,此種電子在其附近自由運動。倘為電子與正伊洪所衝擊而發生的電流及整流器所傳導者相等時,則無陽極降 (Anode drop)。

汞整之器玻璃槽中,可備有多個陽極,彼此距離甚近,不相干涉 (Interfere), 此為一極好現象,因為正伊洪之空間充電環繞於陰極,其電場不因陽極多寡,而有強弱之差異,縱使陽極增多,不發生微弱現象,致電子回至燈絲 (Filament) 而必須增加電壓,方能使電子經過陽極,傳導電流。但為減少正伊洪與陰極間之衝擊,及能力之損失起見,在一簡單之玻璃槽中,陽極不宜過多,若將其置于玻璃槽之延展支管中,則可減少此種弊端。

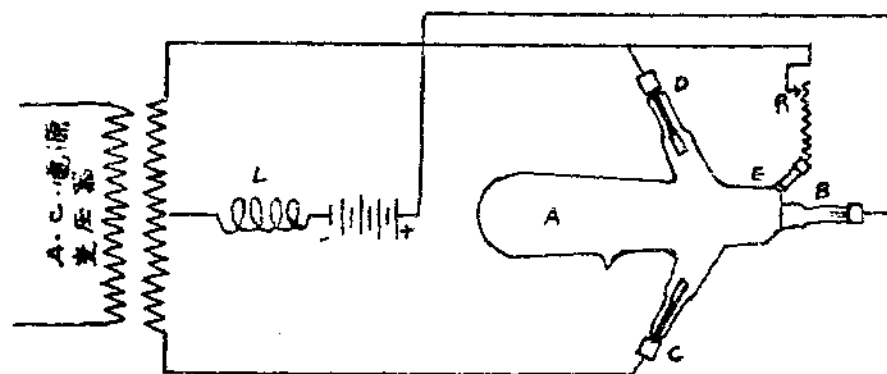
## 構 造

氣體導流不外三種方式：

1. 火花傳導 (Spark conduction)
2. 發光放電 (Glow discharge)
3. 電弧傳導 (Arc conduction)

上述三種方法,均可以整流。汞弧整流器乃利用電弧傳導而成立。實用整流器之外殼為玻璃者,容量可達 125kw,其為鋼壳者則有 15000kw。管內真空之高度,冷時為 0.01m·m,應用時則升至 0.3 m·m。玻璃之整流器,價格甚賤,壽命亦長,若非長時應用,可達 30000 小時之久;近十年來大汞弧整流器皆用鋼壳。

茲將一單相汞弧整流器及一 3 相汞弧整流器與其附件之構造略述如下：

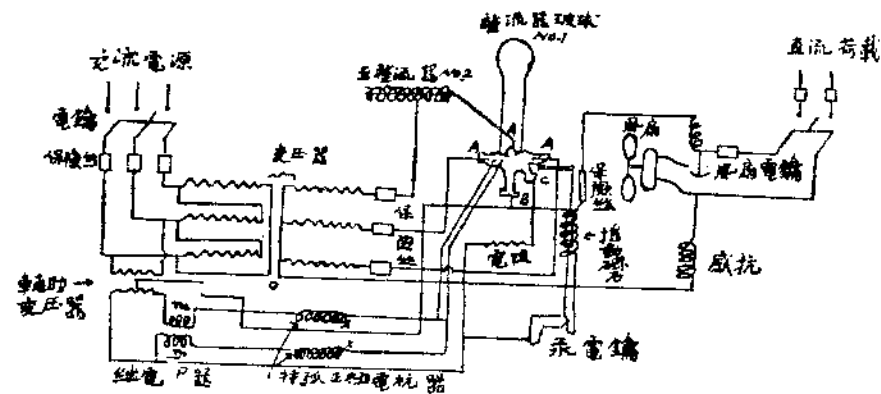


圖一 單相汞弧整流器之電路

圖一示單相整流器之電路,玻璃球 A 內部真空,底有 B E 兩小管, B 為陰極,盛少許水銀,電子即由此發出, E 為始動極, C 為兩陽極,由炭素或鐵製成,連接交流器源之變壓器的次級線圈,再由次級線圈之中點與陰極 B 連接,直流電即由此產生,此陰極 B 為直流之正極。當交流電通過陽極 D 之電位高于陰極 B,而其他一陽極 C 則抵于 B,過後則反是。因汞弧在 D

與 C 之間, 流向于 B. 汞弧在兩極間之一端, 因電壓之磁極性 (Polarity) 不定而改變, 結果其電壓在陰極與變壓器次級線圈中點間, 變成直流性。

L 為阻流圈, 其作用在限制與穩定電流, R 為可變電阻, 整流時先將真空管略行搖動, 則 B E 間即刻有水銀連絡而電流通, 未幾電流斷, 即生火花, 因火花之熱而生蒸氣, 佈滿于管中, 且發生電離作用, 為陰陽兩極間之導體。



圖二 3相玻璃器汞弧整器及其附件

上圖示一 3 相整流器玻璃管內有三陽極 A, 連于三相變壓器之次級線圈, B 為陰極, C 為始動極, 直流荷載加于陰極與變壓器中點 O 之間, 感流 (Inductance) 用以減少電流之變化, 至持弧正極 (Holding anode) 乃維持無 (或輕荷載時) 電弧之用, 連接于補助變壓器該器中點又接陰極 B. 電抗器 X X' 則用以限制及穩定電流而已。

當荷載大時, 風扇電鎊自動關閉, 可以冷卻陽極; 當荷載小時, 則自動開放, 且風扇同時吹扇, 直流電路內之保險絲, 以增加其負載電流之量, 倘風扇停止, 則保險絲於較小電流之下, 即可鎔斷, 故可保護玻璃管不致過熱。



當交流電鑰一閉,即可自動搖動波管而發生電弧,因持弧正極未作用以前,繼電路P之兩線圈 $n_1, n_2$ 中並無電流,故其接觸閉合,因此搖動磁石作用,波管已被撼動矣,但同時汞電鑰一動,電路反被切斷,而波管回復原位,而此電弧即已發生,則 $n_1$ 及 $n_2$ 中之電流,使P之接點離開,不再搖波管,否則磁石又被作用,復行撼搖波管,直至持弧正極,發生電弧而後已。

### 整流器對於波形的影響

汞弧整流器當其連接於交流電源時,其電流電壓波形在分源雖為正弦曲線(Sinusoid)若經過整流器後即可變形(distorted)。其變形的程度以電源之電壓波形及整流器之大小為轉移,而當諧波週率(Harmonic frequency)的感抗(impedance)之作用,其影響更為重要。以下略述影響波形的主要原因:

1. 應用整流器之結果,可以增加奇數之非三倍(old non tripl)的諧波電流之量,因此同時相應的增加了諧波電壓。

2. 影響諧波成分(Harmonic component)的大小。其關係由于

- a. 供給電路之電壓:

用高壓的饋線(feeder)去供給整流器,則使諧波電壓電流減小。

- b. 供給整流器的電力:

供給整流之電力增大則饋線之感應力(Inductive influence)增大。

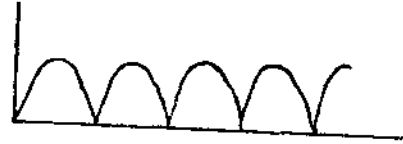
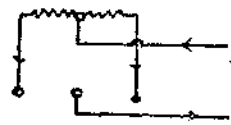
- c. 感抗:

在一定限度之下,當諧波週率之感抗增大,則電壓波之變

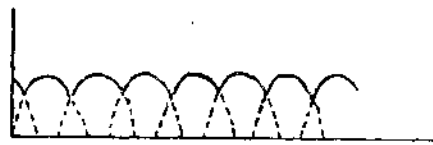
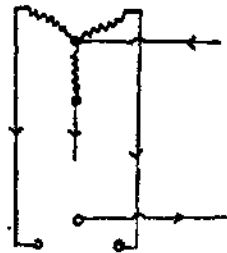
形亦大但同時電流波之變形較小。此種電壓波之變形若整流器荷載與電壓來源之線路為地下線時較少于架空線。

d. 整流器的相數(Phase):

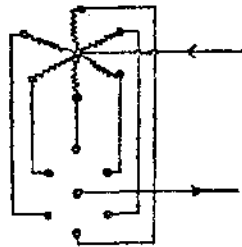
整流器的相數對於電流電壓波之變形影響甚大,即相數愈多愈近于直流波,如圖:



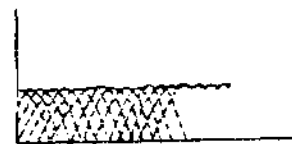
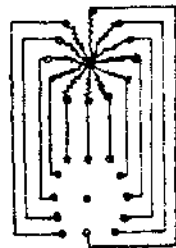
A



B



C

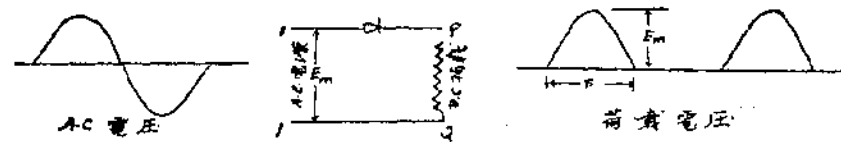


D

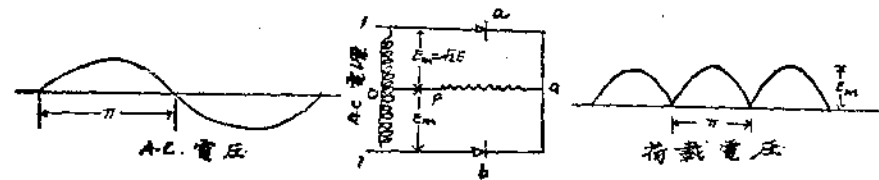
A, B, C, D. 各圖, 左邊示單相, 3相, 6相, 12相整流器之連法, 右示各整流器所產生之波形由圖可知相數愈多, 波形愈均勻, 而相似于直流波。

3. 應用整流器可以增加電力之感應力。

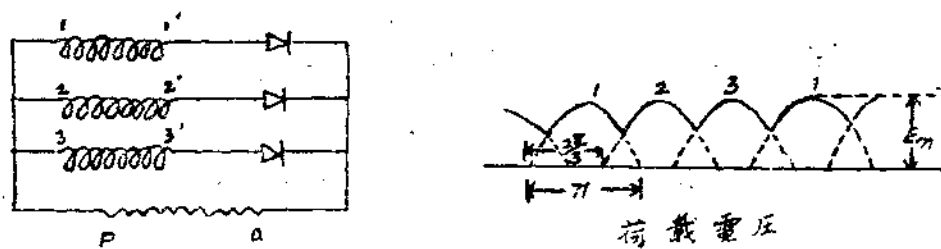
以上略述整流器對於波形影響的原因, 茲再申述其梗概:



a. 單相半波電路之理想整流器(僅用電阻荷載 (load))



b. 單相全波電路之理想整流器(僅用電阻荷載)



C. 3相半波電路之理想整流器 (僅用電阻荷載)

圖 a 示一內無電阻與反電壓之單相整流器! 連於一正弦波之 A.C. 電壓  $E_m$  電源之中荷載為一無感應電阻 (non-inductive resistance) P Q. 當任何半週期 (Half cycle) 時, 乃荷載電阻克服全波(兩半波)而產生之電壓波形即荷載電壓波形。圖左示 A.C. 電壓之波形右為荷載電壓之波形。

圖 b 示一如 a 情形之單相整流器在電路中用兩整流器全波電壓即可產生。

圖 C 示一 3 相半波整流器設陰極對於陽極之電位較高，則荷載電壓可以變壓器之 3 正弦波頂之波線為代表，由此可見 3 相整流器荷載電壓的產生比單相整流器更近于一常數值。

在實用方面相位電壓(應用于中點 o 與 1 或 1' 之間如圖 b)之有效值 (Effective value)  $E$  與 D.C. 電壓平均值  $E_{dc}$  (在 O 與 Q 中)的關係。由圖可知：

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \quad (1) \quad E_{dc} = \left(\frac{2}{\pi}\right) E_m \quad (2)$$

$E_m$  為 A.C. 電壓由(1)(2)兩式中消除  $E_m$  則

$$E_{dc} = .90 E$$

若整流器自身電壓降  $e$  為因荷載而變動，因此

$$E_{dc} = .90E - e \quad (a)$$

若 A.C. 電壓的總有效值  $E_{ii}'$  (圖 b) 則 (a) 式變為

$$E_{dc} = .45 E_{ii}' - e$$

此因數 .90 為一隨相位而變之不定數，故 (a) 式可以一普通方程式表之：

$$E_{dc} = KE - e$$

K 值因相位之多寡而增減之，可看下表

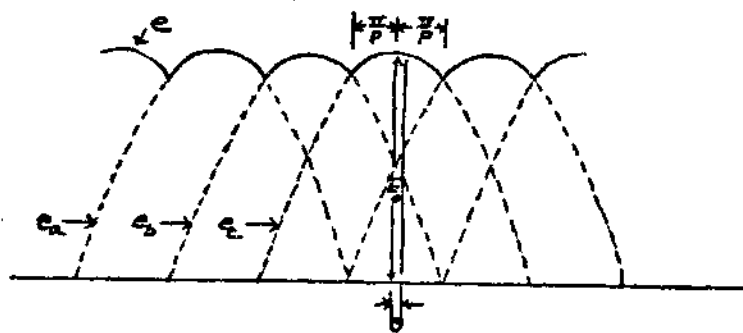
相位	K
單相 (2 陽極)	.900
3 相 (3 陽極)	1.170
4 相 (4 陽極)	1.275

6 相 (6 陽極)	1.350
極大	1.410

表中陽極係指整流器中所有者,以上對直流電壓會作一簡單敘述。以下再就直流電壓之波形及其計算詳述之:

無荷載直流電之理想波形,

當整流器無荷載 (load) 時,任何時刻直流電壓為負極與同時最高電勢之正極間的電勢如圖(三)所示,直流電壓波係連



圖(三) 整流器無荷載時一直流電壓波形

合各正弦波之頂部而每波自最大值向兩邊各割  $\frac{\pi}{P}$ ,此處  $P$  為相位,經分解後,可得傅立葉級數 (Fourier series) 如下

$$e = E + b_1 \cos p\theta + b_2 \cos 2p\theta + \dots + b_m \cos mp\theta$$

$E$  為直流電壓可以下式表之:

$$E = \frac{E_0 P}{\pi} \sin \frac{\pi}{P}$$

$E_0$  為變壓器次級線圈與中點間電壓之最大值,共  $m$  項餘弦頂之係數為

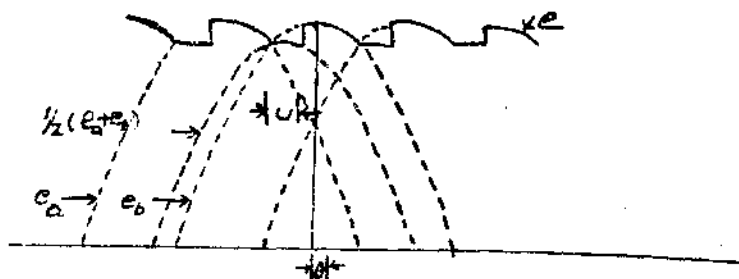
$$b_m = -\frac{2E_0}{m^2 P^2 - 1} \cos m\pi$$

荷載對於直流電壓波形之影響。

汞弧整流器因變壓器線圈等之電抗作用所產生之荷

載電流不能自一正極立即遷移至他一正極，故一週波之某部分，有兩個或多個正極之電流相互重疊 (Overlap)，當重疊時，其關係各正極之電勢相等，即為相應各相電壓之平均值。圖(四)示正極重疊時之電壓波形， $U$  為重疊角之記號。此波分解後得

$$C = E_1 + a_1 \sin p\theta + 0_2 \sin 2p\theta + \dots + a_m \sin mp\theta \\ + b_1 \cos p\theta + b_2 \cos 2p\theta + \dots + b_m \cos mp\theta$$



圖四 整流器荷載時之直流電壓波形。

$U =$  重疊角

第  $m$  項正弦頂及餘弦頂之係數各為

$$A_m = \frac{E}{2} \cos m\pi \left\{ \frac{\sin(mp+1)u}{mp+1} - \frac{\sin(mp-1)u}{mp-1} \right\} \dots$$

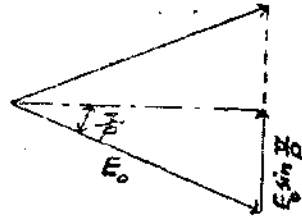
$$b_m = \frac{E}{2} \cos m\pi \left\{ \frac{\cos(mp+1)u}{m+1} - \frac{\cos(mp-1)u}{mp-1} \right\} \dots$$

其  $E_1$  為有荷載時之直流電壓，可以下式表之

$$E_1 = E \cos^2 \frac{U}{2} \quad (4)$$

$E$  為無荷載時之直流電壓。(4)式僅及重疊時之影響，而于電弧之降壓或變壓器線圈之“IR”降壓則尚未加以計算。

由此可知欲求諧波之大小，必須知重疊角之數量，乃因諧波隨重疊角而變。波形之變而影響電壓之產生。



此圖表相位間之電壓，乃代表一不正確之正弦波。電壓之耗損正比其面積之大小。

$$e = \frac{1}{2} \frac{P}{\pi} \int_0^u E_0 \sin \frac{\pi}{P} \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{P}{2\pi} E_0 \sin \frac{\pi}{P} (1 - \cos u)$$

若每相位之電抗為“X”，荷載電流為“I”則

$$\frac{1}{X} \times E_0 \sin \frac{\pi}{P} (1 - \cos u) = I$$

$$U = \cos^{-1} \left( 1 - \frac{IX}{E_0 \sin \frac{\pi}{P}} \right) \quad (5)$$

(5) 式中U表重疊角

I = 每組變壓器中次級線圈之荷載電流

P = 每組次級線圈之相位。

X = 整流器電路中正極至中點間之電抗

E<sub>0</sub> = 變壓器次級線圈側與中點間電壓之最大值

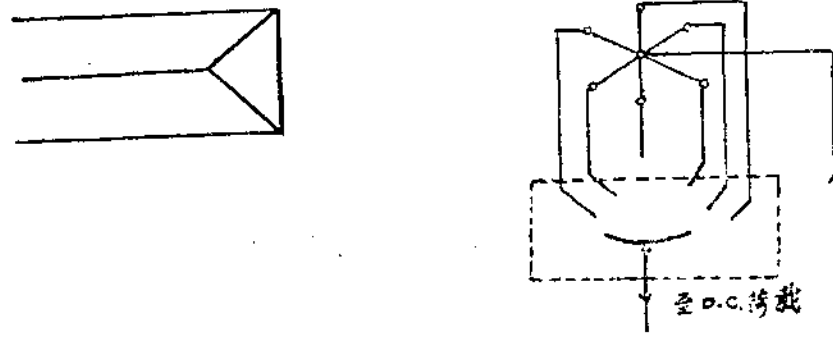
由(5)式可以求知重角之大小，因此諧波電壓之方程式亦可迎刃而解，故有荷載時之直流電壓。

$$E_z = E - E_r$$

$$= E \left( 1 - \frac{1 - \cos u}{2} \right)$$

$$= E \left( 1 - \frac{IX}{2E_0 \sin \frac{\pi}{P}} \right)$$

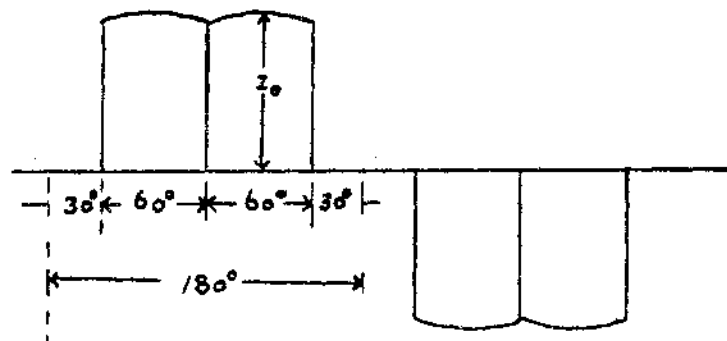
交流側輕荷載時電流之波形



圖五 6相星形整流器

圖五示一6相極流整流器，其變壓器初級線圈接成 $\Delta$ 形，次級圈接成6相星形，假定直流荷載為甚大之電阻，其電流較正荷載電流甚小，故變壓之激磁電流可以略去。整流器僅許電流正方向流動，而最高正電勢之陽極帶有電流，當此陽極導電時，整流器及其荷載，可設想為一僅含電阻之簡單交流電路，而加于整流間之電壓為正弦波，每陽極導電時間為所加電源一周波之六分之一，當一導電終了時，次極之電勢已較高代之而帶電流。于是電流沿另一正弦波與第一波相差60度，故電源電路中，每線之波形(電流)可從全波之電流而繪得，其形況如圖六)所示，雖電源電壓為一純粹之正弦波，而亦非正弦狀之電流。圖(六)波形為圓頂，以其相沿兩個相差60度之正弦每波之



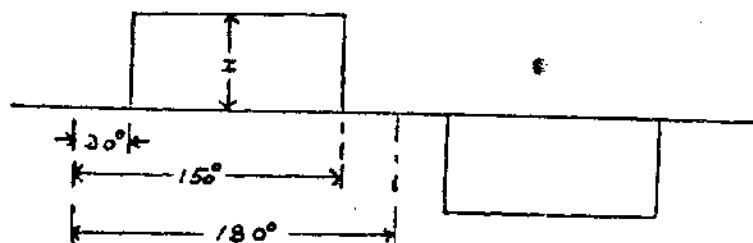


圖(六) 6相星形整流器無荷載時之電流波形(圓頂波)  
 最大值向兩方割切30度而成,而大體幾成一矩形,則圖(六)與圖(七)相似,此即可視為6相星形(初級成△)無荷載電流波,其傅立葉級數為

$$i = \frac{2\sqrt{3}I}{\pi} \left( \sin\theta - \frac{1}{5} \sin 5\theta - \frac{1}{7} \sin 7\theta + \frac{1}{11} \sin 11\theta + \frac{1}{13} \sin 13\theta \dots \right)$$

或分解為

$$i = \frac{3.3081}{\pi} \left( \sin\theta - .226 \sin 5\theta - .113 \sin 7\theta + .091 \sin 11\theta + .065 \sin 13\theta \dots \right)$$



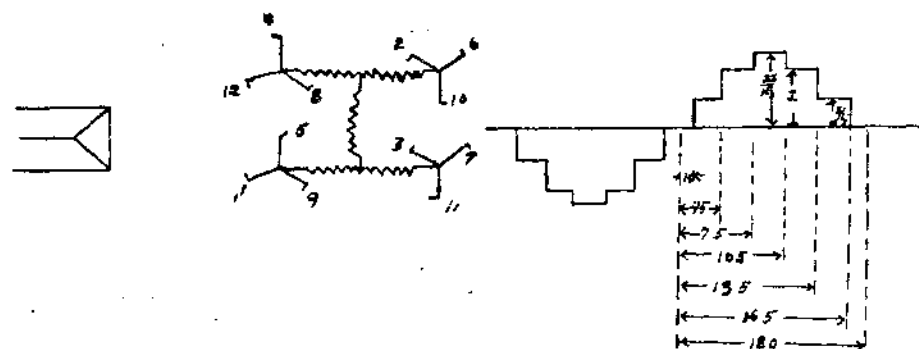
圖(七) 6相星形整流器無荷載時之電流波形(平頂波)

由此可知6相整流器中所有之諧波為5, 7, 11, 13, 17, ...次。

一般為  $6m \pm 1$  ( $m = 1, 2, 3, \dots$ ) 第  $n$  次諧波的大小等于六乘一次電流 (Fundamental Current)

無論何種連接, 諧波之數值與其次數成反比例, 而諧波之相位因接成  $\Delta$  或  $Y$  之不同而異。

若整流器為 12 相星形, 變壓器初級圖接成  $\Delta$  其無荷載時電流波形如下



圖(八) 12相星形整流器無荷載時之電流波形

上圖左邊示整流器之接法, 右為無荷載時之電流波形。

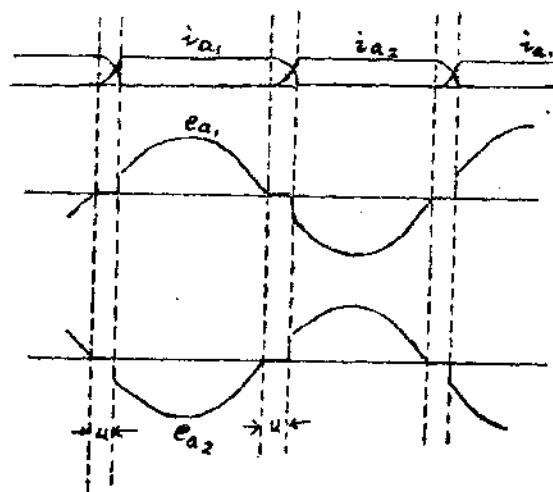
由此圖之波形, 亦可分解為傅立葉級數, 所有之諧波為 11, 13, 23, 25,  $\dots$  等次, 一般為  $12m \pm 1$  ( $m = 1, 2, 3, \dots$ ), 諧波之數值與次數成反比例, 無論何種連接, 諧波之數值相同, 惟相位各異而已, 理論上之  $6m \pm 1$  次諧波, 在 12 相在 12 相整流器為零, 然實際仍有少量存在。

理論上有荷載時交流電流之波形

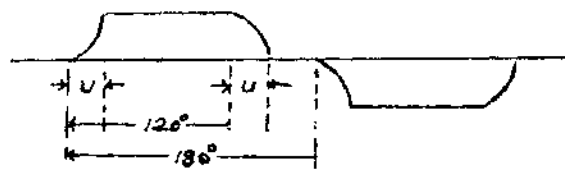
當整流器負有荷載時, 電路中電抗不能略去, 因電抗的關係, 電流不能自一正極立即換至他一正極, 而有重疊現象, 故電流波當相位有效時, 逐漸增上, 無效時, 逐漸降下, 倘交直流雙方之電阻及電抗, 變電器之激磁電流, 加于整流器之電壓波形等, 均注意及之, 則計算上甚為繁雜, 而事實上有不能任意節制者。

如電源電壓之波形是故無須冗長計算亦無不可。

若將理論上無荷載電流波略加改正,僅注意重疊之影響,而將其他略去,亦無大誤,如此則所得之波極易分解。



圖(九) 單相電路電抗對於波形的影響U = 重疊角  
上圖示單相電路電對於電抵抗波發生影響後的波形。準此則圖(七)因重疊作用,改成圖(十)之形,零點者可視該相最初一



圖(十) 6相星形整流器荷載時電流波形

帶有電流之上,圖(十)中較圖(七)右30度,重疊之角以U表之,依據求重疊角之公式(5)時之分解,自零至U間之電流,可以式表之,

$$i = \frac{E_s \sin \frac{\pi}{6}}{X} (1 - \cos \theta)$$

此處  $\theta$  為電氣角度,其他符號與公式(5)相同。

自荷載電流自一相移至次一相時,有一相波之電流,故須自荷載電流減去之,直至該相之電流為零而止。此波之電流,

亦可以傅立葉級數表之。

以上將汞弧整流器的原理,構造及其電路所產生的波形,敘述了一個大概,其中詳細部分尚未述及,忽略之處,在所難免。

惟近來電氣界對此種整流器應用日廣,其效果可與同步變流機,並駕齊驅但欲使其成爲更便利之器,尚待吾人之努力。

# 環錠紡線工作效率之研究

張 啟 華

## 序 言

科學家或工程師們，製造或使用一種新的機器時候，首先要研究的事情，便是效率(Efficiency)問題。可是效率大小須視機器在工作過程中之不可避免損耗 (Losses) 如何。但損耗不能完全為零，因之實際工作效率必小於一。然欲求一種機器效率加大，則其本體必須製造繁雜，附設機件亦得周備。如此則工作損耗與設備成反比；而設備和設備費成正比。故損耗和設備費又成反比。總之設備費增加，則損耗減少，而同時使效率增大。效率雖然增大，如需設備費過鉅，則於生產品整個成本計算，有時效率雖大，反而無益。故環錠機 (Ring-spinning frame) 紡線工程，效率雖在80%上下，較之走錠機(Mule)在同樣工作情形下之紡線工程效率在40%以上為高。但環錠之設備費，所需人工，原動力，電光及蒸氣等項，均不若走錠機之經濟。此吾人於紡線工程中，對選擇機器之效率以外，仍須注意經濟方面。且於出品優劣影響，更必深刻考慮之。上述各端，非關本文主旨，茲僅略為論及，以備參考。

環錠紡線工作效率，設每穗紡線時間為有用時間；有用時間加卸車(落紗)及擦機添油等所佔時間為全部工作時間。

又設  $R =$  工作效率。

$T =$  全部工作時間。(設每週 48 小時)。

$T' =$  全部工作時間中之紡線時間。

$N =$  公用制出線之號數。

$P =$  每穗之重量(以克蘭母 gram 為單位)

$t =$  錠子每分鐘之轉數(R.P.M.)

$t' =$  每米突紡線之撚度。

環錠機之理論生產量計算如下:-

$$\frac{t}{t'} = \text{每分鐘紡線長度(米突)}.$$

$$\frac{t}{t' \times N} = \text{每分鐘紡線重量(克蘭母)}$$

是以環錠機每錠每分鐘產量為

$$\frac{t}{t' \times N} \text{ (因穗重等於 } P) \dots\dots\dots (I)$$

則每錠每穗紡成後所需時間為:

$$\frac{P}{\frac{t}{t' \times N}} = \frac{PNt'}{t} \text{ (分鐘)}$$

又設  $S$  為全部時間中紡成線穗之次數

$$\therefore S = \frac{T'}{\frac{PNt'}{t}} = \frac{T't}{PNt}$$

紡線時  $T'$  以外之損耗時間(如加油與擦機等項)為  $\frac{2}{100}$ 。

至落紗(即取下及裝套紙管)時間設以  $\beta$  表之,在全部時間中當佔  $S\beta$ 。

$$\therefore T = T' + 0.02 T + S\beta$$

以  $S$  之值代入上式兩邊以  $T'$  除之:-

$$T - 0.02T = T' + S\beta$$

$$T - 0.02T = T' + \beta \times \frac{T't}{PNt};$$

$$\frac{T-0.02T}{T} = \frac{T' + \beta \times \frac{T't}{PNt'}}{T'}$$

$$\frac{T(1-0.02)}{T} = \frac{T'}{T'} + \frac{\beta T't}{PNt' T'}$$

$$\frac{T(1-0.02)}{T} = 1 + \frac{\beta t}{PNt'}$$

$$\frac{0.98T}{T} = 1 + \frac{\beta t}{PNt'}$$

$$\therefore T' = \frac{0.98T}{1 + \frac{\beta t}{PNt'}}$$

$$R = \frac{\text{有用工作時間}}{\text{全部工作時間}} = \frac{T'}{T} = \frac{0.98T}{T \left(1 + \frac{\beta t}{PNt'}\right)} = \frac{0.98}{1 + \frac{\beta t}{PNt'}}$$

$$= \frac{0.98PNt'}{PNt' + \beta t}$$

$$\therefore R = \frac{0.98PNt'}{PNt' + \beta t}$$

$$\text{或 } R = (PNt' + \beta t) \cdot 0.98PNt'$$

$$R \times \frac{PNt' + \beta t}{0.98PNt'} = 1$$

$$R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98PNt'} \right) = 1 \dots \dots \dots (\text{II})$$

由上述第(I)及(II)相乘結果,即可得實際生產量數,茲再將(I)及(II)乘式結果計算如下:—

設實際生產量 = W.

∴ 工作效率乘理論生產量 = W;

$$\text{即 } R \times \frac{t}{Nt'} = W; \text{ 因 } R = \frac{0.98PNt'}{PNt' + \beta t}$$

$$\text{或 } \frac{0.98PNt'}{PNt' + \beta t} \times \frac{t}{Nt'} = W;$$

$$\frac{0.98Pt}{Nt' + \beta t} = W,$$

$$W(PNt' + \beta t) = 0.98Pt;$$

$$W\left(\frac{PNt'}{0.98Pt} + \frac{\beta t}{0.98Pt}\right) = 1;$$

$$W\left(\frac{Nt'}{0.98t} + \frac{\beta}{0.98P}\right) = 1 \dots\dots\dots (III)$$

環錠機之理論產量,工作效率,及實際產量公式已如所述,茲再進而研究各種因數與(工)(II)及(III)三式中所有關係詳述於后:——

(A) 燃度變遷與工作效率之關係:

燃度變換由工作效率公式內觀之,設燃度增多,則工作效率(R)漸次增大。此種結果似乎與實際情形相反,所以如此者,蓋由燃度變遷影響理論產量甚鉅,故二者依燃度漸次變遷後相乘結果,所得實際生產量乃為增加數值,亦可由第(III)式實際生產公式中,查出此種情形。茲將計算結果列后:——

(1) 設理論生產量  $\left( = \frac{t}{Nt'} \right) = W'$  為每錠每分鐘產量,

設  $t = 3500 \cdot R, P.M.$

$N = 10$  號

如  $t' = 300$  燃數(每米突所含) 則  $W' = 1.1667$  克.

,,  $t' = 360$  ,, ,, 則  $W' = 0.9722$  克.

,,  $t' = 420$  ,, ,, 則  $W' = 0.8333$  克.

,,  $t' = 480$  ,, ,, 則  $W' = 0.7290$  克.

由此得知  $W'$  之值為依次增加者.

(2) 工作效率  $\left\{ R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98PNt'} \right) = 1 \right\}$  對燃度之計算變遷如下: —— ( $t'$  = 每米突燃數)

設  $\beta = 6$  分鐘

$t = 3500 \cdot R.P.M.$



$N=10.$  號

$P=36.$  克

如  $t'=300.$  則  $R\left(\frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98P N t'}\right) = 1;$

或  $R\left(\frac{1}{0.98} + \frac{6 \times 3500}{0.98 \times 36 \times 10 \times 300}\right) = 1;$

$$R(1 \div 0.98 + 2100 \div 105840) = 1;$$

$$R(1.0204 + 0.1984) = 1;$$

$$R = \frac{1}{1.2188} = 0.8205 \text{ 或 } 82.05\%$$

如  $t'=360$  則  $R(1.0204 + 0.1653) = 1$

$$R = \frac{1}{1.1857} = 0.8434 \text{ 或 } 84.34\%$$

如  $t'=420.$  則  $R(1.0204 + 0.1417) = 1$

$$R = \left(\frac{1}{1.1621}\right) = 0.8605 \text{ 或 } 86.05\%$$

如  $t'=480$  則  $R(1.0204 + 0.1240) = 1$

$$R = \frac{1}{1.1444} = 0.8738 \text{ 或 } 87.38\%$$

如此則知  $R$  因  $t'$  之增加,而同時隨之增大。

(3) 實際生產量  $\left\{ W \left( \frac{N t'}{0.987 t} + \frac{\beta}{0.98 P} \right) = 1 \right\}$  對撚度之計算

如下:—— ( $W$  = 每錠每分鐘產量)

設  $\beta=6.$  分鐘

$t=3500.$  R.P.M.

$N=10.$  號

$P=36.$  克

如  $t'=300.$  撚 則  $W \left( \frac{N t'}{0.98 t} + \frac{\beta}{0.98 P} \right) = 1$

$$\text{或 } W \left( \frac{10 \times 300}{0.98 \times 3500} + \frac{6}{0.98 \times 36} \right) = 1$$

$$W(0.8746 + 0.1701) = 1$$

$$W = \frac{1}{1.0447} = 0.9573 \text{ 克。}$$

$$\text{如 } t' = 360, \quad \text{則 } W(1.0496 + 0.1701) = 1$$

$$W = \frac{1}{1.2197} = 0.8199 \text{ 克}$$

$$\text{如 } t' = 420, \quad \text{則 } W(1.225 + 0.1701) = 1$$

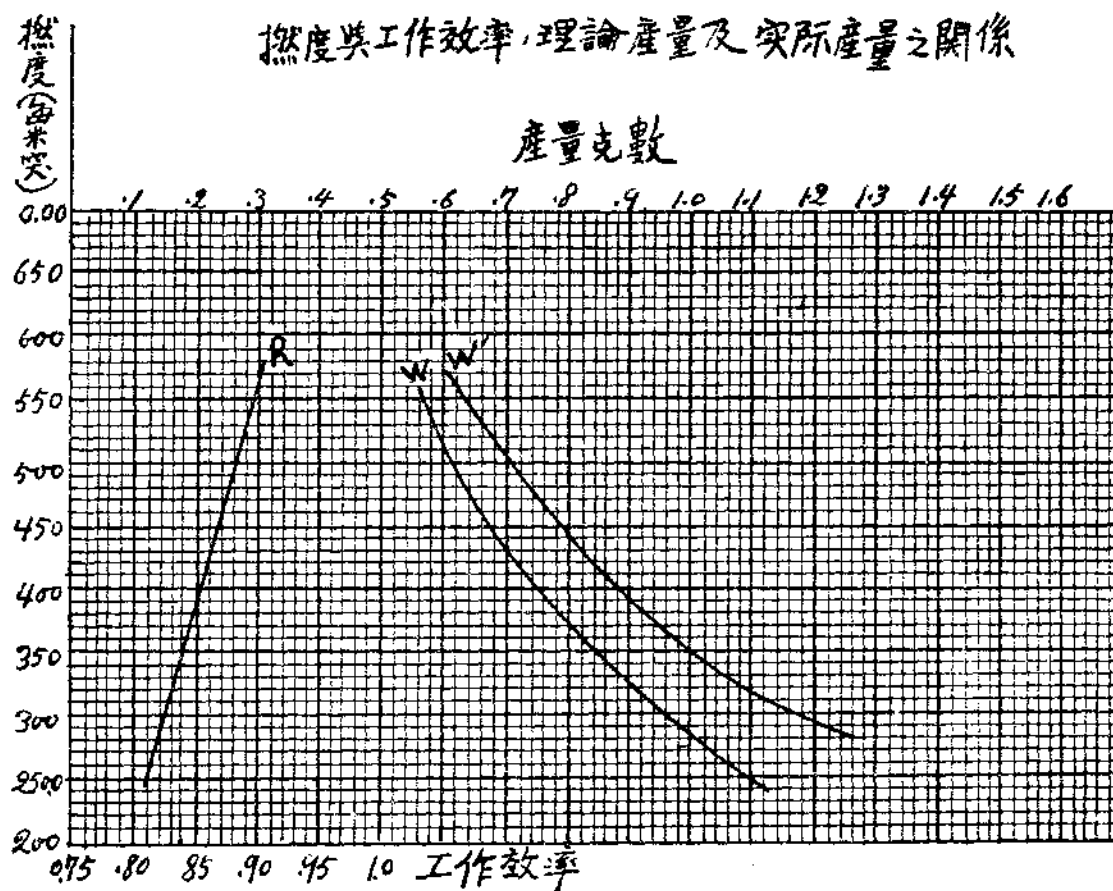
$$W = \frac{1}{1.3951} = 0.7167 \text{ 克}$$

$$\text{如 } t' = 480, \quad \text{則 } W(1.399 + 0.1701) = 1$$

$$W = \frac{1}{1.5691} = 0.6374 \text{ 克。}$$

如此則知  $t'$  之變遷,影響  $W$  之值漸次減小,

茲據以上計算結果,則燃度變遷時,對於理論生產量,工作效率,及實際生產量增減影響甚為明顯,吾人再綜合之作爲圖表,更能將其互相比較情形,易於查看,故在同一燃度時,或不同燃度時,皆可由圖中之三曲線查出工作效率( $R$ ),理論及實際生產量( $W'$ 及 $W$ )變換情形。



(B) 號數變遷與工作效率之關係

號數變遷時於工作效率公式觀之，號數增大時，則工作效率同時依次增大於理論生產量公式中觀之，號數增大，則產量同時依次減少；號數增大，對實際產量影響亦為漸減少。故知工作效率雖依號數加大而同時增大，然因理論產量漸次減少，結果實際產量仍形低降。此種現象，亦可由實際生產量公式中查得。茲將各種計算詳列於后：—

(1) 理論產量  $(= \frac{t}{Nt'}) = W'$  為每錠每分鐘克數

設  $N=10$  號數，則  $w'=0.9722$  克。

$t'=360$  撚數 (每米突所含)

$t=3500$ . R. P. M.

N=30. 號. 則  $w' = 0.3240$  克.

N=50. 號. 則  $w' = 0.1944$  克.

N=70. 號. 則  $w' = 0.1428$  克.

由此得知  $w'$  之值, 當號數遞加時, 則依次減少.

$$(2) \text{ 工作效率 } \left\{ R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98 P N t'} \right) = 1 \right\} \text{ 對號數之}$$

變遷後, 計算結果如下:-

設  $\beta = 6$ . 分鐘

$t = 3500$ . R. P. M.

$P = 36$ . 克

$t' = 360$  燃(每米突)

$$\text{如 } N=10 \text{ 則 } R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98 P N t'} \right) = 1$$

$$\text{或 } R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{6 \times 3500}{0.98 \times 36 \times 10 \times 360} \right) = 1.$$

$$R(1.0204 + 0.1653) = 1$$

$$R = \frac{1}{1.1857} = 0.8434 \text{ 或 } 84.34\%.$$

$$\text{如 } N=30 \text{ 則 } R(1.0204 + 0.0551) = 1$$

$$R = \frac{1}{1.0755} = 0.9298 \text{ 或 } 92.98\%$$

$$\text{如 } N=50 \text{ 則 } R(1.0204 + 0.0331) = 1$$

$$R(1.0535) = 1 \quad R = \frac{1}{1.0535} = 94.92\%$$

$$\text{如 } N=70 \text{ 則 } R(1.0204 + 0.0236) = 1$$

$$R(1.0440) = 1 \quad R = \frac{1}{1.0440} = 95.8\%.$$

如此則知  $N$  增大時, 而  $R$  同時隨之增大.

$$(3) \text{ 實際生產量 } \left\{ w \left( \frac{N t'}{0.98 t} + \frac{\beta}{0.98 P} \right) = 1 \right\} \text{ 對號數之計}$$

算如下:- ( $w$  = 每錠每分鐘產量克數).

設  $\beta = 6$  分鐘

$t = 3500$  R. P. M.

$P = 36$  克

$t' = 360$  撚(每米突所含撚數)

如  $N = 10$  則  $w = 0.8199$  克(算法見前)

如  $N = 30$  則  $w(30 \times 0.1096 + 0.1701) = 1$

$$w(3.2880 + 0.1701) = 1$$

$$w = \frac{1}{3.4581} = 0.3079 \text{ 克.}$$

如  $N = 50$  則  $w(50 \times 0.1096 + 0.1701) = 1$

$$w(5.48 + 0.1701) = 1$$

$$w = \frac{1}{5.65} = 0.1770 \text{ 克.}$$

如  $N = 70$  則  $w(70 \times 0.1096 + 0.1701) = 1$

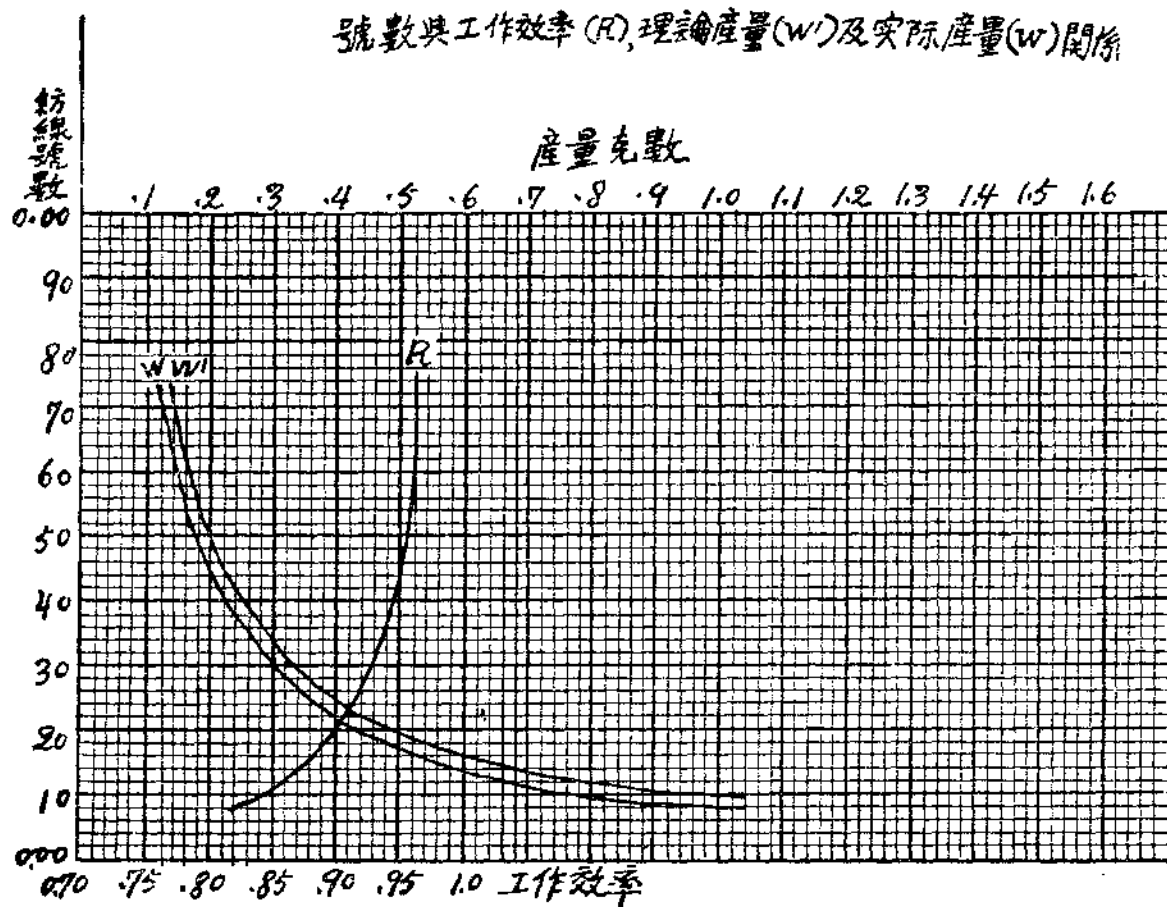
$$w(7.672 + 0.1701) = 1$$

$$w = \frac{1}{7.8421} = 0.1276 \text{ 克.}$$

如此則知  $N$  增大則  $w$  漸次減少。

茲據以上計算結果,則知號數之變遷影響於理論生產,工作效率及實際生產量情形。此種算法,乃單就紡紗號數變遷關係而言,因易於查看及比較上之各種便利關係而生出結果。然工廠中實際情形,概不如此簡單,例如號數改變,而其他如撚度等,亦須同時改變,故其計算決不如上述有一定數目字永不變更。而只紡紗號數或撚度一數變更。其他如原料,穗重,錠速,卸車時間等項,如號數改變,亦須稍有改變也,非特本節紡線號數改變後,如此情形,其他亦同具此種情形也!

茲將工作效率(R),理論生產量(w)及實際生產量(w)依號數改變後情形,作圖解如下:-



(C) 錠速與工作效率關係

錠速變遷時如增大則理論生產量同時增多；工作效率因之減小實際生產量增多。其計算式依不同錠速所得結果詳列於后：—

(1) 理論產量  $\left( = \frac{t}{Nt'} \right) = w'$  以克為單位，每錠每分鐘產量。

設  $t=3000$  R. P. M.

$N=10$  號。(公用式)。

$t'=360$ , 撚 (每米突)。

則  $w' = 0.8333$  克

如  $t=3500$  則  $w' = 0.9722$  克。

如  $t=4000$  則  $w'=1.1111$  克.

如  $t=4500$  則  $w'=1.2500$  克.

由此可知錠速增加,則理論生產量增加。

(2) 工作效率  $\left\{ R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98PNt'} \right) - 1 \right\}$  對錠數變遷計算如下:-

設  $\beta=6$ . 分鐘

$t=3000$ . R.P.M.

$P=36$ . 克

$t'=360$  撚(每米突)

$N=10$  號(公用制)

$$R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98PNt'} \right) = 1; R \left( 1.0204 + \frac{6 \times 3000}{0.98 \times 36 \times 10 \times 360} \right) = 1$$

$$R(1.0204 + 0.1417) = 1; R = \frac{1}{1.1621} = 86.05\%$$

如  $t=3500$ . 則  $R=0.8434$  或  $84.34\%$

如  $t=4000$ . 則  $R(1.0204 + 0.1889) = 1$

$$R = \frac{1}{1.2093} = 0.8268 \text{ 或 } 82.68\%$$

如  $t=4500$  則  $R(1.0204 + 0.2126) = 1$ ;

$$R(1.2330) = 1; R = \frac{1}{1.2330} = 0.811 \text{ 或 } 81.1\%$$

由計算得知錠速增大,則工作效率隨之減小。

(3) 實際生產量  $\left\{ W \left( \frac{Nt'}{0.98t} + \frac{\beta}{0.98P} \right) = 1 \right\}$  對錠速之改變,所得計算結果列后:-

設  $\beta=6$  分鐘

$N=10$  號(公用制)

$t'=360$  撚(每米突)

$P=36$  克

$$t = 3000 \text{ R. P. M.}$$

$$W \left( \frac{10 \times 360}{0.98 \times 3000} + \frac{6}{0.98 \times 36} \right) = 1$$

$$W(1.225 + 0.1701) = 1$$

$$W = \frac{1}{1.3951} = 0.7168 \text{ 克}$$

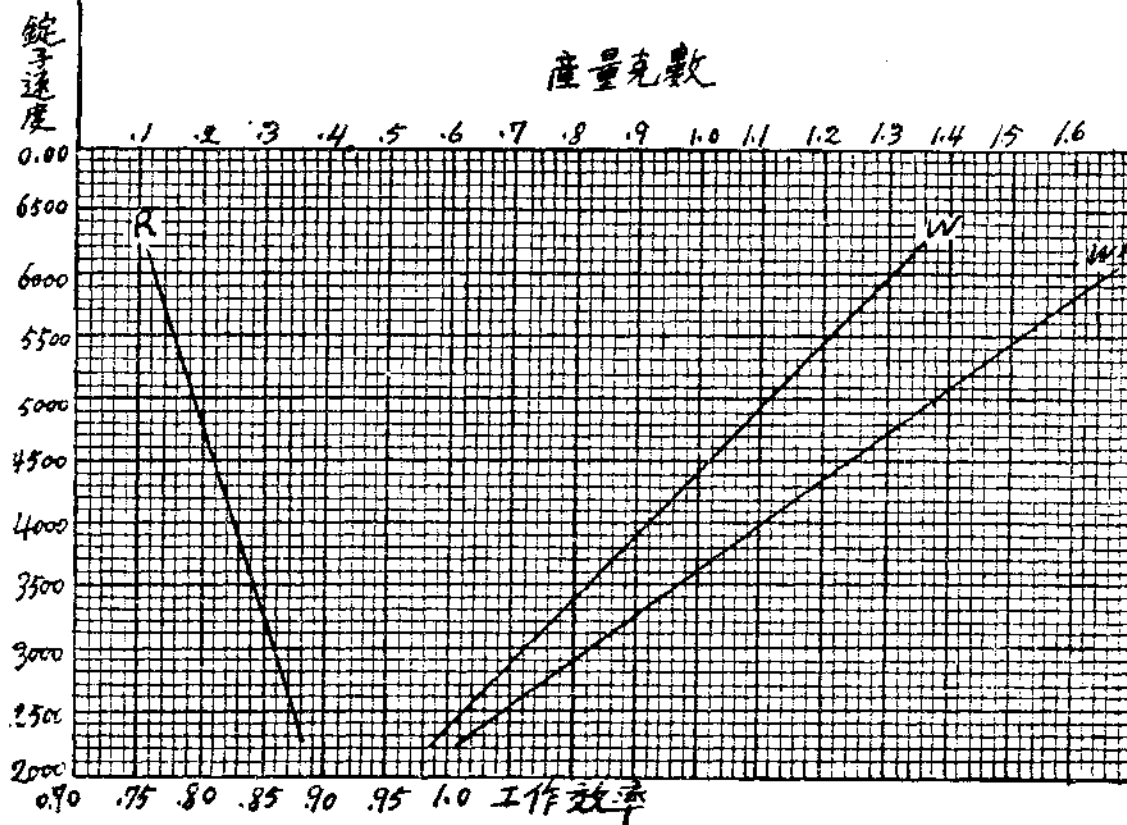
$$\text{如 } t = 3500. \quad \text{則 } W = 0.8199 \text{ 克}$$

$$\text{如 } t = 4000. \quad \text{則 } W = \frac{1}{0.963 + 0.1701} = \frac{1}{1.1331} \\ = 0.9357 \text{ 克}$$

$$\text{如 } t = 4500. \quad \text{則 } W = \frac{1}{0.8166 + 0.1701} = 1.0103 \text{ 克}$$

由此計算知W隨t增大而增多。

錠子速度與工作效率，理論產量及實際產量之關係





## (D) 穗重與工作效率之關係。

吾人在適當穗狀範圍以內,愈重愈善,以免倒紗,或織布時虛耗換穗時間故也。非特此也線穗重而工作效率,及實際生產量,亦同時增加。理論生產量因與穗重無關,故其值永不變也。茲將計算結果列后:—

(1) 設  $t = 3500$ . R. P. M.

$N = 10$ . 號(公用制),

$t' = 360$ . 燃(每米突),

$$\text{故理論生產量 } W' = \frac{t}{Nt'} = \frac{3500}{10 \times 360} = 0.9722 \text{ 克.}$$

(2) 工作級率計算:  $R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98PNt'} \right) = 1,$

設  $\beta = 6$ . 分鐘.

$t = 3500$ . R. P. M.

$t' = 360$ . 燃(每米突),

$N = 10$ . 號(公用制).

如  $P = 24$  克 則  $R(1.0204 + 0.2480) = 1;$

$$R = \frac{1}{1.2684} = 0.7881 \text{ 或 } 78.81\%.$$

如  $P = 36$  克 則  $R(1.0204 + 0.1653) = 1;$

$$R = \frac{1}{1.1857} = 0.8734 \text{ 或 } 84.34\%.$$

如  $P = 48$  克 則  $R(1.0204 + 0.1240) = 1;$

$$R = \frac{1}{1.1444} = 0.8738 \text{ 或 } 87.38\%.$$

如  $P = 60$  克 則  $R = 0.8932$  或  $89.32\%$

(3) 實際生產量對穗重改變計算:—

$$W \left( \frac{Nt'}{0.98t} + \frac{\beta}{0.98P} \right) = 1.$$

設  $\beta = 6$  分鐘

$N=10$  號 (公用制)

$t'=360$  撚 (每米突)

$t=3500$  R.P.M.

如  $P=24$  克 則  $W(1.0496+0.2551)=1$

$$W = \frac{1}{1.3047} = 0.7665 \text{ 克或 } 76.65\%$$

如  $P=36$  克 則  $W(1.0496+0.1701)=1$ ;

$$W = \frac{1}{1.2197} = 0.8199 \text{ 或 } 81.99\%$$

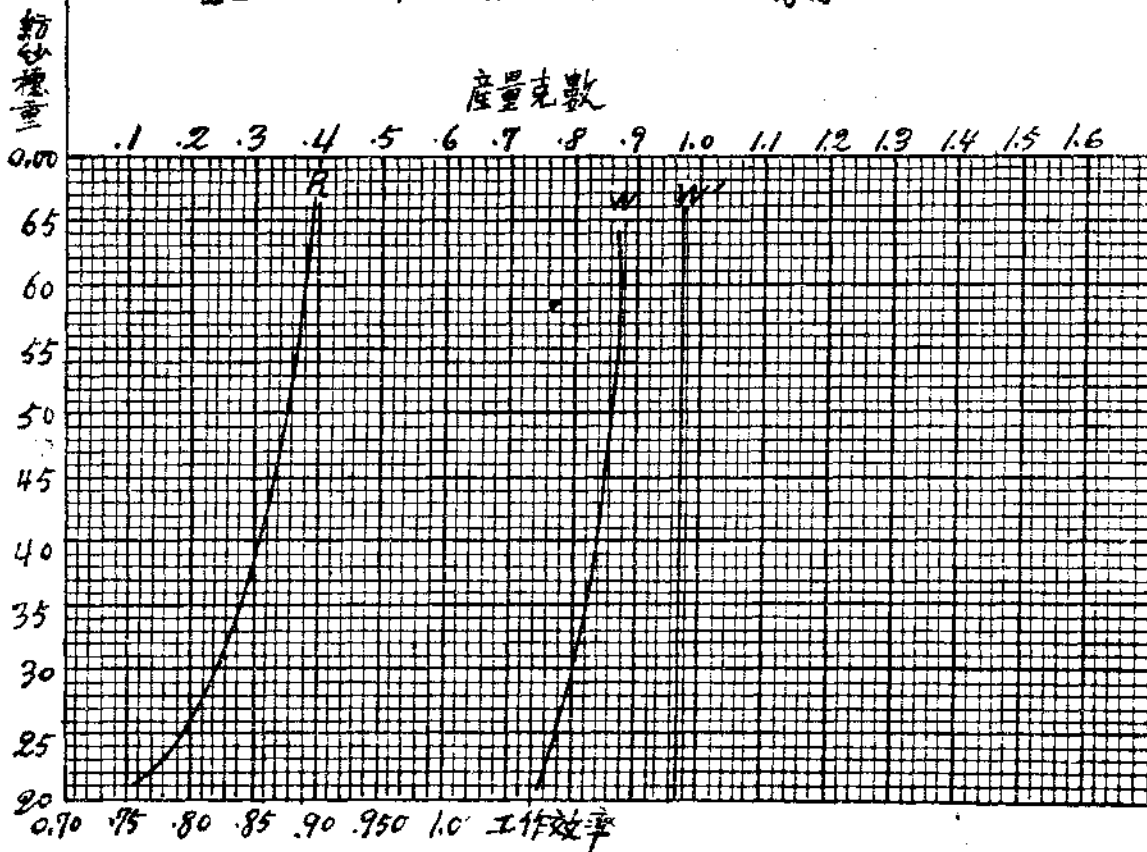
如  $P=48$  克 則  $W(1.046+0.1276)=1$ ;

$$W = \frac{1}{1.772} = 0.8495 \text{ 或 } 84.95\%$$

如  $P=60$  則  $W(1.0496+0.1020)=1$ ;

$$W = \frac{1}{1.1516} = 0.8680 \text{ 或 } 86.80\%$$

總量及工作效率, 理論生產, 實際生產量之關係



(E) 落紗時間與工作效率關係。

落紗時間( $\beta$ )改變時因與理論生產量無關故其值仍為不變。但落紗時間增多時,則工作效率及實際生產量同時隨之減少。茲將詳細計算式列下:—

$$(1) \text{ 理論生產量 } W' = \frac{t}{Nt'}$$

設  $t = 3500$ . R.P.M.

$t' = 360$ . 撚(每米突).

$N = 10$ . 號(公用式).

$$\text{則 } W' = \frac{3500}{10 \times 360} = 0.9722 \text{ 克}$$

(2) 工作效率對落紗時間關係之計算如下:—

$$R \left( \frac{1}{0.98} + \frac{\beta t}{0.98 P N t'} \right) = 1.$$

設  $\beta = 6$ . 分鐘

$t = 3500$ . R.P.M.

$P = 36$ . 克.

$t' = 360$ . 撚(每米突)

$N = 10$ . 號(公用式)

$$\text{則 } R (1.0204 + 0.1653) = 1;$$

$$R = \frac{1}{1.1857} = 0.8434 \text{ 或 } 84.34\%.$$

如  $\beta = 8$  則  $R (1.0204 + 0.2204) = 1;$

$$R = \frac{1}{1.2408} = 0.8059 \text{ 或 } 80.59\%$$

如  $\beta = 10$  則  $R (1.0204 + 0.2756) = 1;$

$$R = \frac{1}{1.2960} = 0.7715 \text{ 或 } 77.15\%.$$

如  $\beta = 12$  則  $R (1.0204 + 0.3306) = 1;$

$$\text{則 } R = \frac{1}{1.3510} = 0.7402 \text{ 或 } 74.02\%$$

(3) 實際生產量對落紡時間之關係計算如下:—

$$W \left( \frac{Nt'}{0.98t} + \frac{\beta}{0.98P} \right) = 1.$$

設  $P=24$  克

$N=10$  號

$t'=360$  撚

$t=3500$  R.P.M.

如  $\beta=6$  分鐘 則  $W(1.0496+0.1701)=1$ ;

$$\text{則 } W = \frac{1}{1.2197} = 0.8199 \text{ 克.}$$

如  $\beta=8$  分鐘

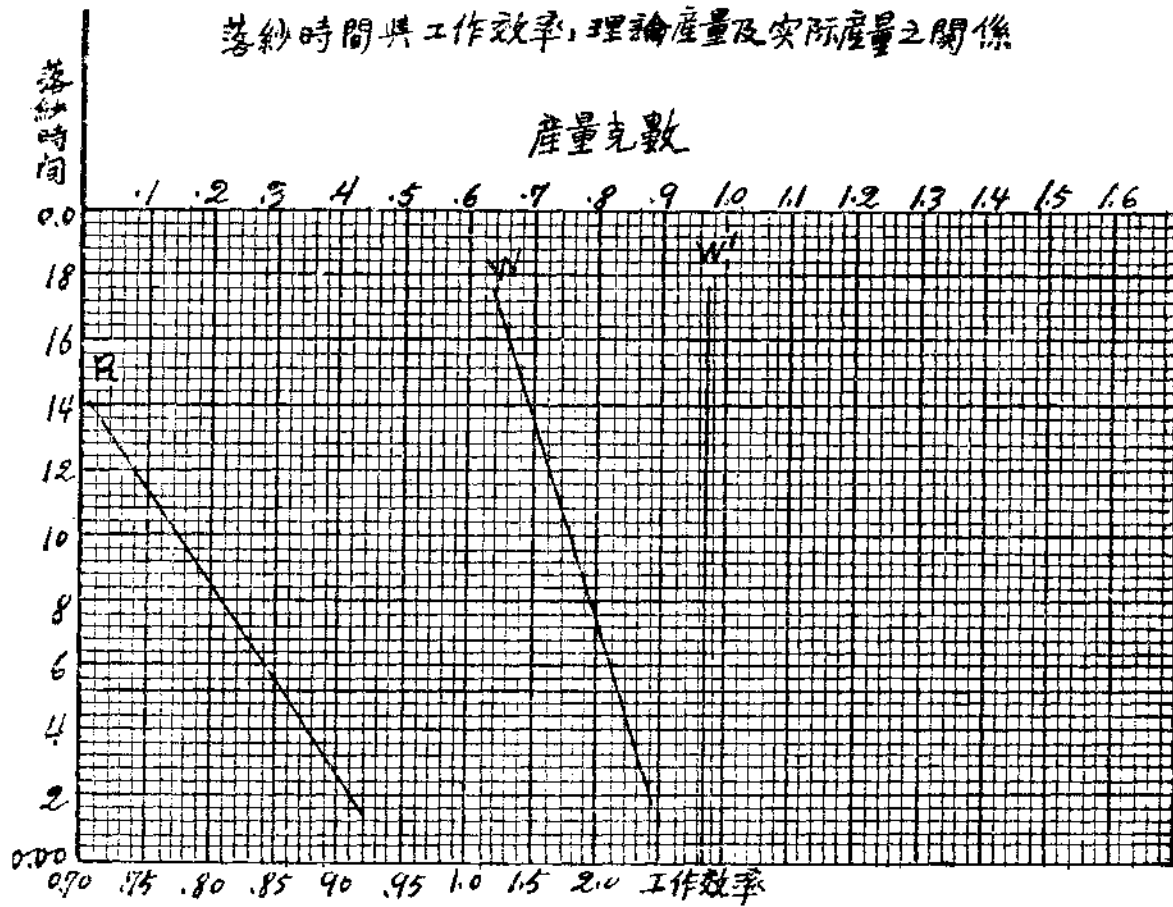
則  $W=0.7830$  克.

如  $\beta=10$  分鐘

則  $W=0.7501$  克.

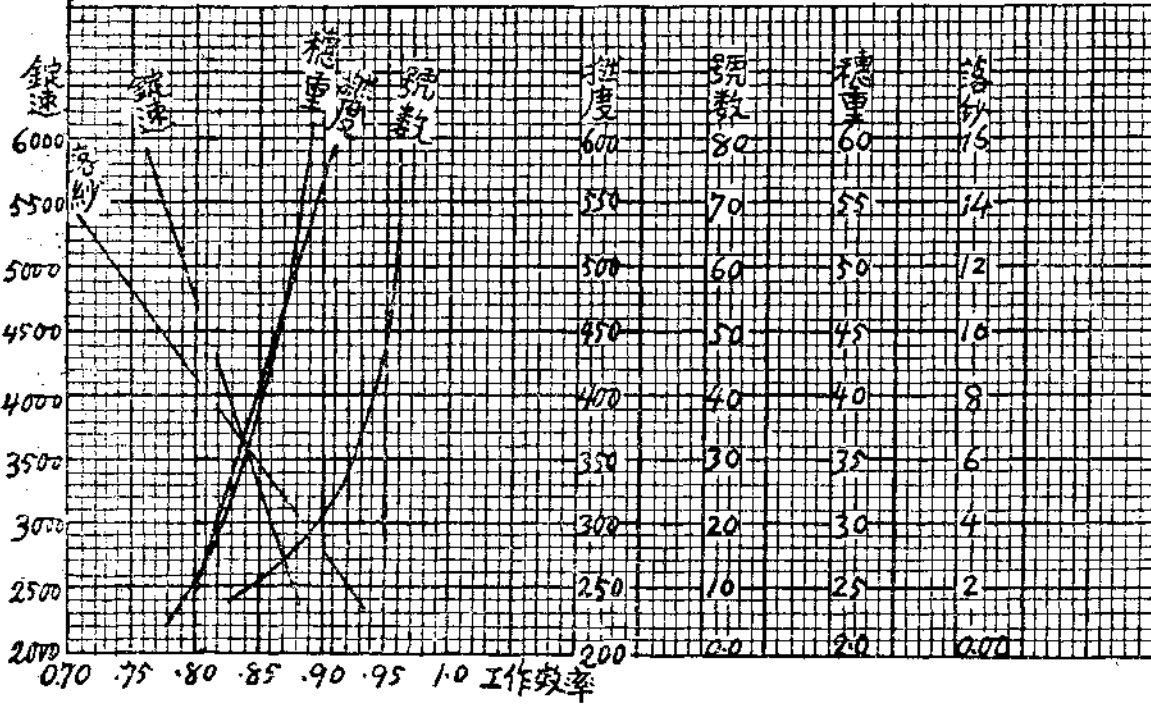
如  $\beta=12$  分鐘

則  $W=0.7236$  克.

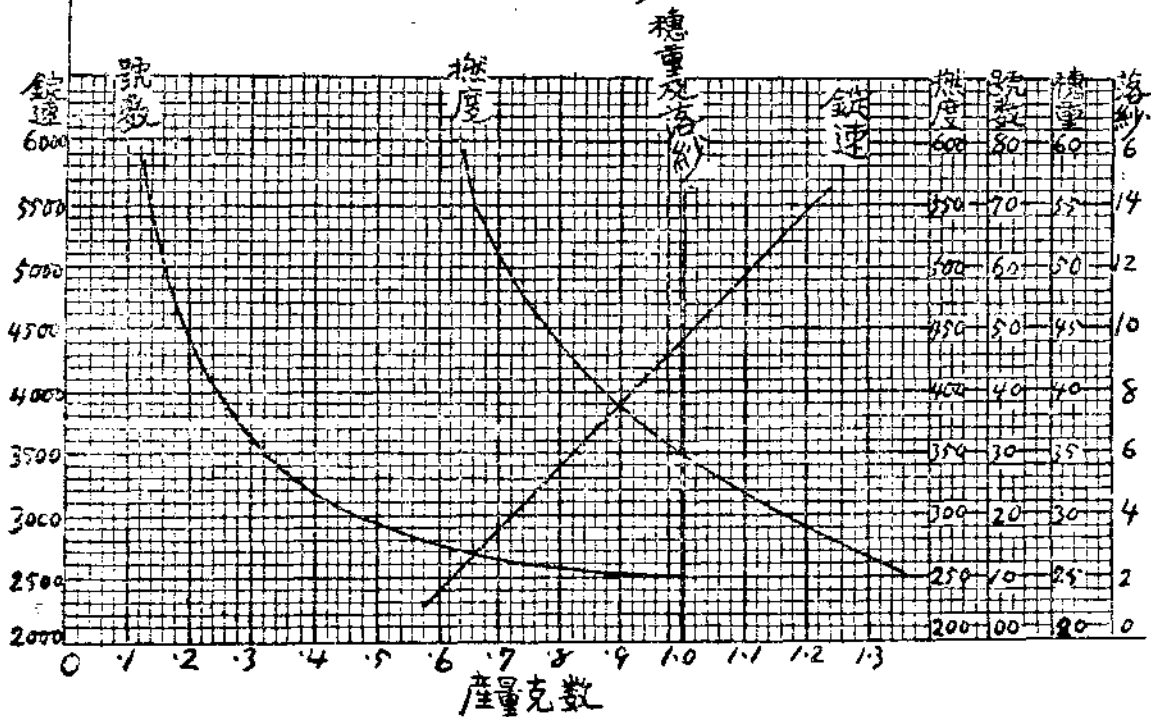


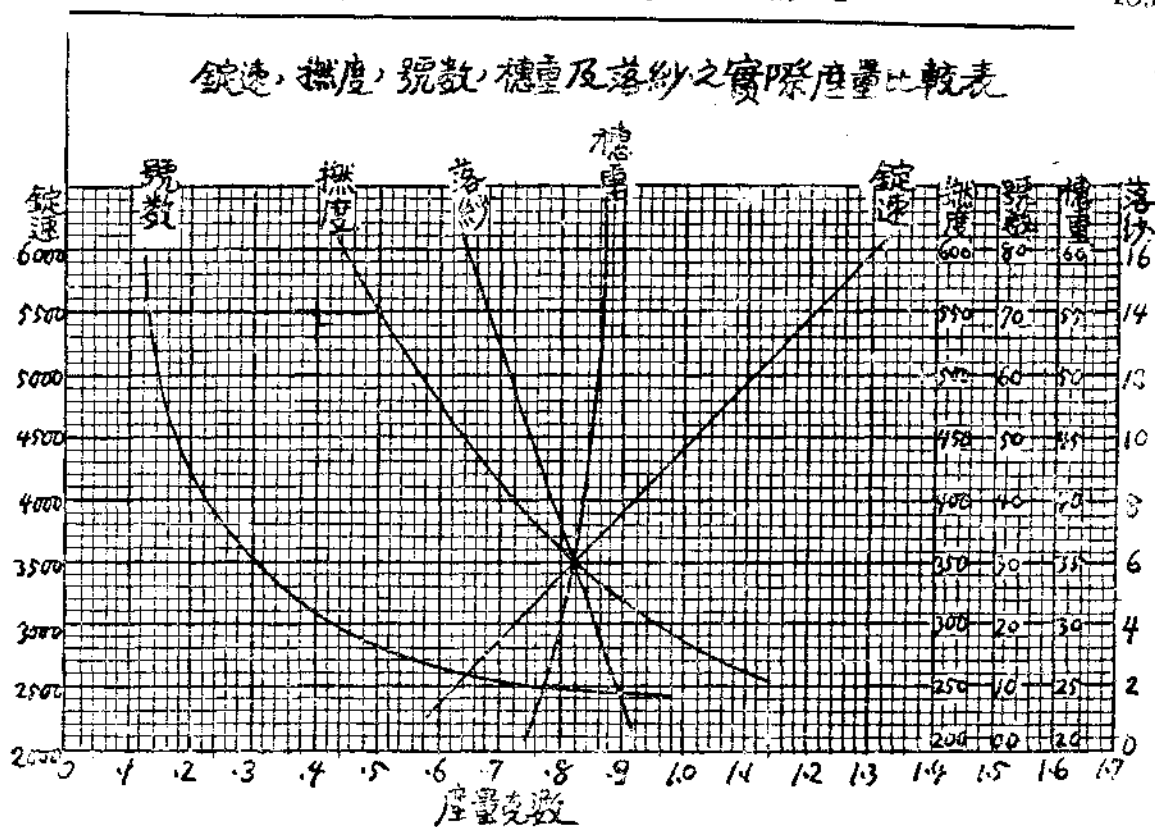
吾人更將工作效率，理論產量，及實際產量對號數，錠速，燃度，穗重及落紗時間改變時各個增減曲線綜合之繪為比較圖表。以便審察相互比較情形。茲將各圖列后：一

錠速、撚度、號數、穗重及落紗之工作效率比較圖



錠速、撚度、號數、穗重及落紗之理論生產比較表





結 論

綜觀上圖所得結果：錠速益增，則實際生產量愈多，然實際工作時，錠子亦不宜過速，蓋過速則紡線之張力不均且大，而易斷線，故接頭多或減少實際生產。紡線號數愈大，生產量愈小，此乃產品適合於需要而致，有時無法令其增大產量。撚度愈多，減少產量亦如號數然。穗重吾人在可能範圍以內，令其增大，因亦稍有影響產量增加。落紗時間影響實際產量甚鉅，故紡線工人技術純熟，工作勤勉，頗足增大產量。





# 麥芽與麩麴的糖化力

楊以棟

## 目次

1. 糖化理論及其化學變化
2. 麥芽及麩麴之培養
3. 麥芽及麩麴糖化力之測定
4. 澱粉定量
5. 關於用麥芽糖化澱粉各種情形之測定
6. 用各種麥芽汁糖化澱粉結果之比較
7. 麩麴糖化對於時間溫度關係之測定
8. 麩麴及其配合物糖化結果之比較
9. 討論
10. 結論

## 1. 糖化理論及其化學變化

### a. 麥芽糖化之理論

麥芽，爲糖化酵素 (Diastase 或 Amylase) 存在的大本營，此種酵素，在未發芽的大麥中，亦有存在，不過牠的性質不靈活，顯不出牠的作用，故稱牠爲「酵素的母體」(Zymogen) 狀態。將大麥浸水後，保持適當的溫度，第一步變化，麥芽之蜂房體皮膜及含氮體層，同時分泌纖維分解酵素，此種酵素具有糖化澱粉

「註」此稿爲化學系獎金論文之一

劉崇新校正

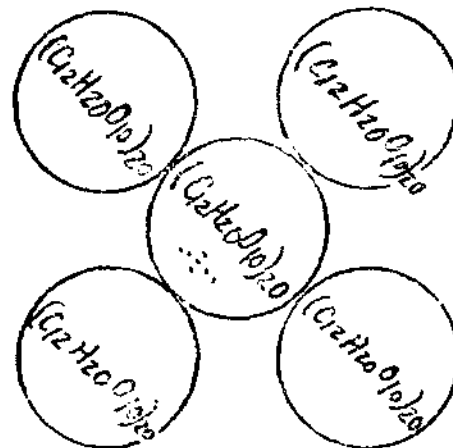
侵蝕細胞膜壁,甚至有完全破壞牠們的能力,至少也能使澱粉細胞膜壁溶解一部分,使之軟化,使液體容易侵入,另一方面纖維分解酵素,侵入胚乳體的全部,使胚乳發生變動,麥質變脆。第二步變化,從蜂房體皮膜分泌一種更重要的酵素,即糖化酵素。牠隨着牠的先鋒隊(纖維分解酵素)攻入澱粉細胞中,將澱粉變成糖及可溶性物質。由蜂房體皮膜,復能分解一種蛋白質分解酵素,牠能變大麥中一部分複雜氮化物,為簡單氮化物,以供將來酵母菌的養料。如是,麥芽之糖化,不完全賴糖化酵素,乃蜂房體皮膜所分泌之纖維分解酵素及糖化酵素,二者相互作用澱粉之結果,故大麥之浸水發芽,是使此二種酵素充分分泌,變成靈活狀態。

#### b. 麴糖化之理論

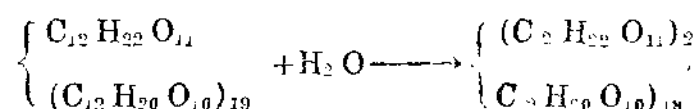
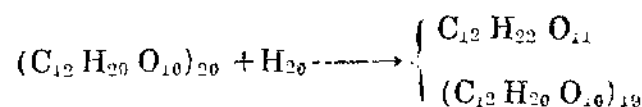
麴菌,如 *Mucor* 及 *Aspergillus* 等類,具含有豐富的糖化酵素,在適宜之溫度,能將澱粉水解變成糖,及可溶性物質,其作用與麥芽同。

#### c. 糖化之化學變化

根據 Brown 與 Morris 二氏之假定,澱粉之分子為五個 Amylin groups, 所組成。每一個 Amylin group, 之分子式為  $(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}$ ,

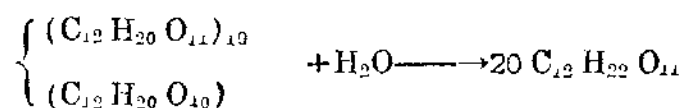


當澱粉受加熱起糊化作用,自然不敢斷定有任何化學變化,但可由物理變化推想 (1) 澱粉顆粒,因受加熱作用,分子間之距離增大, (2) 使部分之澱粉溶於水,便與糖化酵素起作用,糖化酵素與澱粉作用,使澱粉之中間分子,成爲穩固糊精 (Stable dextrine),餘四個 Amylin groups 易受糖化素之接觸作用,水解而成 malto-dextrine,其變化如下:

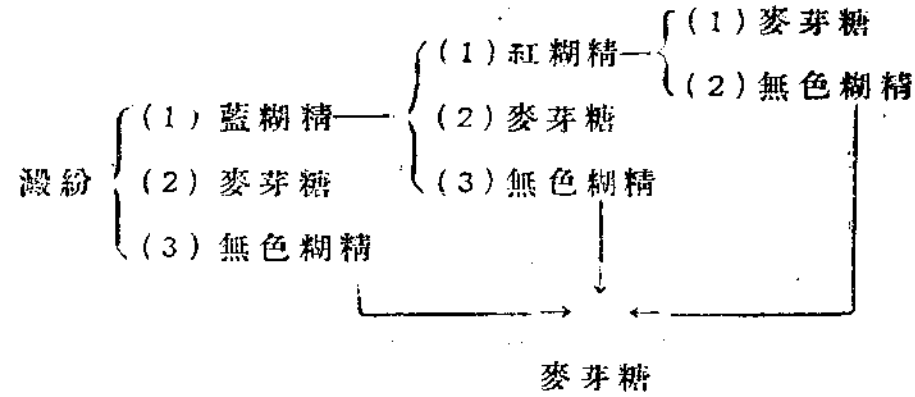


依次 maltose 愈生愈多,則得一中間物  $\begin{cases} (C_{12}H_{22}O_{11})_n \\ (C_{12}H_{20}O_{10})_{20-n} \end{cases}$

但 n 小於 19,待水解作用將完全時,則成



澱粉糖化成麥芽糖之反應,雖如上推寫,關於變化之經過程序,尚有兩種說法:一爲順序生產說,澱粉藉糖化酵素之作用,順生成三種中間物,(1) 藍糊精,對碘呈藍色,爲可溶性澱粉之主要成分,(2) 紅糊精,對碘呈紅色,(3) 無色糊精,對碘不呈色,最後由無色糊精,分解而成麥芽糖。一爲同時生產說,澱粉被分解成多量的藍糊精,微量的糖類和無色糊精,藍糊精再分解爲紅糊精,麥芽糖和無色糊精,紅糊精再分解爲麥芽糖及無色糊精,最後糖化作用完全時,無色糊精全變爲麥芽糖,此說可圖解如下:



總而言之，澱粉受糖化酵素之作用，先變為可溶性澱粉，次變為各種糊精，最後成為麥芽糖。

## 2. 麥芽及麴麩之培養

### a. 麥芽之培養

以大麥四斤，洗後，除去浮於水面之粗殼，以較麥高四寸之水泡之，於二十四小時後，瀉去水，攤於地上，約二寸厚，以濕麻袋蓋之，溫度保持 $28^{\circ}\text{C}$ ，三十六小時後，白色的根，較芽略長，白色的芽尖，剛由麥之一端出現，即取出三分之一，曬乾，於六十小時後，芽長 $0.8-1.2\text{Cm}$ ，再取餘二分一乾之，於72小時後，則芽長 $1.5-2.5\text{Cm}$ ，將所有麥芽置木盤中，在日光下曬乾，分別採去根芽，儲存備用。

### b. 麴麩之培養

將小麥二斤，磨碎浸水，四小時後，過濾置蒸籠中蒸熟，待冷至 $30^{\circ}\text{C}$ 時，撒於殺菌之木盤內，約 $2\text{cm}$ 厚，將純養之 *Aspergillus oryzae* 由試管中取出，拌入，置氣溫 $29^{\circ}\text{C}$ ，濕度 $28^{\circ}\text{C}$ 之保溫箱中，待麴中溫度變高，即翻動一次，於二十四小時後，麥之表面現微白點，三十六小時後，將盤上下調換，表面生有白色短絲，於四十

八小時後,稍生黃色孢子,五十六小時後,孢子更多,將盤成品字形重疊,於七十六小時後,黃綠色粉狀孢子甚多,即裝包備用。

### 3. 麥芽及麩麴糖化力之測定

#### a. Fehling solution 之製備

(1) 硫酸銅溶液——取結晶純硫酸銅 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 73.2780 克,溶於蒸溜水後,再加水稀釋成 1000 cc,以精製石棉過濾之。

(2) 鹼性酒石酸鉀鈉溶液,取酒石酸鉀鈉 ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 346 克與氫氣化鈉 100 克,溶於蒸溜水,冷至室溫,稀釋成 1000 cc,放置二日後,以石棉過濾,用時將(1)(2)兩液等量混合。

#### b. 指示紙之備

取 2 克黃血鹽,溶於 100cc 蒸溜水中,加冰醋酸數滴,使成酸性,然後用濾紙吸收之,置之使乾備用。

#### c. Fehling solution 之濃度及其終點之測定

取純蔗糖 4.7500 克,放入 200 cc 燒瓶中,加 500 cc 水溶解後,再加比重 1.188 之鹽酸 4 cc,置水浴鍋上,加熱至  $70^\circ\text{C}$ ,常加搖動,促其轉化作用迅速,保持 10 分鐘,冷至室溫,加碳酸鈉使微顯鹼性,並稀釋成 1000 cc,以此標準鹼性液 10 cc,徐徐滴入新配合之 Fehling solution 10cc 中,每次加入後,搖動煮沸再加,至 10cc 加畢,瓶中液呈淡黃色,將此液取一滴,滴於指示紙上,乾後呈極微紅圈,即 10 cc Fehling solution 被 0.0475 克之轉化糖還原,所得之標準終點,以後均仿此,亦即 10 cc Fehling solution 相當 0.0475 克的糖。

#### d. 澱粉液之製備

以精製之可溶性澱粉,稱準 10 克放入燒杯中,加約 15 cc 水

與之混合,一邊攪動,一邊將沸水沖入,再置石綿板上煮沸,蓋好,冷後,稀釋成 500 cc 備用。

e. 麥汁之準備及其糖化力之滴定

將上備之乾麥芽,(芽剛出現稱為 No. 1)磨成細粉,稱 25,000 克,放入大燒杯中,加 500 cc 蒸溜水,置 21°C 水盆中,時加攪動,三小時即取出過濾,先濾出 100 cc 傾去,取後濾出清液 3 cc,加入上製 2/100 澱粉液 100 cc 中,仍保持 21°C 一小時,加 10 cc N/10 NaOH 液,防止糖化進行,稀釋成 200 cc,取 Fehling Solution 5 cc 加入 100 cc 之三角瓶中,並加水 25 cc,煮沸後,將稀釋糖液滴入,至與上標準終點相合為止。

<p>I    F. R.    209</p> <p>      I. R.    <math>\frac{3.0}{17.9}</math></p> $\frac{1000}{\frac{3}{20} \times 17.9} = \frac{20000}{3 \times 17.9} = 371.4$ <p>糖化力 = 372.4 Lintner</p>	<p>II    F. R.    38.6</p> <p>      I. R.    <math>\frac{20.9}{17.7}</math></p> $\frac{1000}{\frac{3}{20} \times 17.7} = \frac{20000}{3 \times 17.7} = 376.6$ <p>糖化力 = 376.8 Lintner</p>
---	--

∴ No 1 麥芽之平均糖化力 = 374.5 Lintner

f 附麥汁含糖量之測定

麥汁含有可溶性澱粉,與糖化酵素作用,生成麥芽糖,不早測定,至易引起結果錯誤,茲以 10 cc, Fehling solution 加水於三角瓶中,煮沸後,將麥汁由滴定管滴入,至標準終點。

F. R.    43.1

I. R.     $\frac{20.5}{22.6}$

則 1 cc 麥汁之含糖量 =  $.0475 \div 22.6 = 2.1 \text{ mg.}$

g. 麴糖及其與麥芽混合後之各種測定。

麩麴汁之含糖量及麩麴與麥芽混合體汁之含糖量及糖化力,均與麥芽汁同法測定,惟麩麴用 Lintners 法測出糖化力過低,因麩麴在低溫(21°C)不甚活動,乃仿中央大學魏先生測麩麴糖化方法,將 *Aspergillus oryzae* 浸出汁,在 38°C 糖化半小時,仍用 5cc Fehling's solution 將糖化液滴入,按其用量計算 Lintner 數。

#### 4. 澱粉定量

本實驗之目的,是要求出糖化劑對於糖化澱粉之結果關係,糖化是否完全糖化到如何程度均應知道,故澱粉的成分,亦應預先求得,取所用澱粉(馬鈴薯澱粉)5,000克,放入 300 cc 燒瓶中,加水 50cc 及濃鹽酸 20 cc,在水浴鍋中煮沸三小時,冷後加氫氧化鈉液,使呈微鹼性,再稀釋成 10000 cc,取 10cc Fehling solution,按前手續滴定,其結果計算如下:

<p>I    F. R.   12.70</p> <p>      I. R.   <math>\frac{2.18}{10.52}</math></p> <p><math>10.52 : 0.475 = 1000 : X</math></p> <p><math>X = \frac{0.475 \times 1000}{10.52} = 4.505</math></p>	<p>II    F. R.   23.25</p> <p>      I. R.   <math>\frac{12.70}{10.55}</math></p> <p><math>10.55 : 0.0475 = 1000 : X</math></p> <p><math>X = \frac{0.0475 \times 1000}{10.55} = 4.502</math></p>
---	---

所得之平均結果含糖量 4.504 克,計算成澱粉

$4.504 \times 0.9 = 4.0536$  克,則澱粉成分為

$$5 : 4.0536 = 100 : X \quad X = \frac{4.0536 \times 100}{5} = 81.07\%$$

#### 5. 關於用麥芽糖化澱粉各種情形之測定

##### a. 濃度關係之測定

用已定量之澱粉,按上法製成各種濃度不同之澱粉液,各取 100cc 裝入糖化瓶中,加入已定糖化力及食糖量之麥汁,在 58°C 糖化四小時取出,加 N/110 氫氧化鈉液 10cc,冷後各稀釋適量,用 10cc Fehling Solution 按上法將糖化液滴入至其終點,計算其總糖量,並減去麥汁所含糖量。以此結果計算糖化百分數,雖麥汁含有澱粉,可糖化成糖,當麥汁加入澱粉液後,自不敢斷定僅糖化澱粉液中之澱粉,而不糖化可溶性澱粉,亦不能斷定,不糖化澱粉液中之澱粉,只糖化可溶澱粉。總之麥芽(或麩麴)之浸出汁,含澱粉有限,混合後之糖化彼此難分,只有以糖化總糖量減去麥或麩汁加入時所含糖量,餘為糖化結果如下表:

表一

號 數	1	2	3	4	5
澱粉百分量	5%	4%	3%	2%	1%
澱粉液量	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc
麥汁糖化力	855	855	855	855	855
加入麥汁量	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc
麥汁1cc含糖量	6.05mg	6.05 mg	6.05 mg	6.05 mg	6.05 mg
糖化畢稀釋量	500cc	500cc	500cc	200cc	200cc
滴入10cc Fehling solution 之用量	(1)10.40cc (2)10.35cc	12.70cc 12.75cc	16.35cc 16.40cc	9.30cc 9.36cc	14.60cc 14.50cc
所得總糖量	228.9mg	186.6 mg	144.5 mg	101.9 mg	65.26 mg
減去麥汁含糖量	219.77 mg	177.29 mg	135.19 mg	92.59 mg	55.95cc
合成澱粉量	197.8 mg	159.6 mg	121.7 mg	83.33 mg	50.35 mg
糖化百分數	48.79%	49.68%	50.01%	50.40%	62.10%



由上實驗結果,麥芽糖化澱粉,以稀薄為宜,上表之結果以1%澱粉液糖化結果較高,是否愈稀薄所得結果愈高但有一定限度,0.5%澱粉液之糖化結果,反較1%澱粉液少,此容後在測定糖化力之變更實驗中證明。

b. 麥芽糖化與溫度間關係之測定。

按前法,製1200 cc 1%澱粉液,以100 cc各裝入糖化瓶中,並分別加入15 cc含有一定糖化力及糖量之麥汁,在不同溫度時間糖化,糖化畢,分別稀釋定其含糖量,並計算其結果如下表:

表 二

號數	1	2	3	4	5	6
麥芽糖化力	858.9	858.9	854.9	858.9	858.9	854.9
糖化溫度	30°C	30°C	30°C	40°C	40°C	40°C
糖化時間(小時)	2	4	4	2	4	8
澱粉濃度	1%	1%	1%	1%	1%	1%
澱粉液量	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc	100 cc
麥汁1cc含糖量	6.0 mg	6.0 mg	6.0 mg	6.0 mg	6.0 mg	6.0 mg
麥汁加入量	15 cc	15 cc	15 cc	15 cc	15 cc	15 cc
糖化畢稀釋成200cc 加入10 cc Fehling Solution 之用量	(1) 19.15cc (2) 17.20cc	19.10 cc	19.05cc	18.20cc	13.35cc	17.20cc
平均總糖量	495.5 mg	477.4 mg	503.7 mg	522.70 mg	545.9 mg	551.6 mg
減去麥汁含糖量	405.5 mg	407.4 mg	413.7 mg	732.70 mg	451.9 mg	461.6 mg
合成澱粉量	365.0 mg	366.7 mg	372.3 mg	381.40 mg	411.2 mg	415.4 mg
糖化百分數	45.01%	48.22%	45.32%	48.03%	50.71%	51.28%

7	858.9	50°C	2	1%	100cc	6.0 mg	15 cc	16.05cc	16.70cc	563.8 mg	431.8 mg	53.26%
8	858.9	50°C	4	1%	100cc	6.0 mg	15cc	15.80cc	15.80cc	601.2 mg	511.2 mg	56.75%
9	858.9	50°C	8	1%	100cc	6.0 mg	15cc	15.24cc	15.20cc	624.5 mg	534.5 mg	59.32%
10	858.9	58°C	2	1%	100cc	6.0 mg	15cc	15.58cc	15.45cc	611.0 mg	481.6 mg	56.94%
11	858.9	58°C	4	1%	100cc	6.0 mg	15cc	14.50cc	14.05cc	643.0cc	538.0cc	61.94%
12	858.9	58°C	8	1%	100cc	6.0 mg	15cc	14.50cc	14.00cc	652.0 mg	562.6 mg	62.46%

由上表之結果，麥芽糖化澱粉與澱粉之關係甚大，溫度，高，糖化澱粉百分數大，以 50°C 以上（在本實驗為 58°C 因 60°C 以上為各種糖化劑所不宜，且保溫箱不能保持如此高，故未測定，）為宜，糖化時間在兩小時後，即有相當作用，四小時後所得糖量，甚近最高量，與八小時所得糖量之差甚微，時間則倍之，故工業上以四小時糖化已足，溫度以 55°C—60°C 為適宜溫度，本實驗以保溫箱易保持 58°C 之便，故以 58°C 為準。

#### c. 麥芽汁糖化力之變動與其糖化關係之測定。

麥汁從麥芽中浸出過濾後，受較高溫之影響（即低溫亦有變化，惟作用較緩耳，糖化酵素不斷的與汁中可溶性澱粉作用，使糖量逐漸增加，（由下表之含糖量證明）酵素亦漸活潑，故糖化分亦逐漸變大，茲以濾清麥汁，放在 27°C 室溫中，每隔 2 或 3 小

時加入同濃度同量之澱粉液中,在 58°C 度糖化四小時其結果計算如下表:

表三

號數	1	2	3	4	5	6	7	8
麥汁過濾後時間	1 時	2 時	4 時	6 時	20 時 (在米箱中 14 時)	出米箱後 3 時	出米箱後 6 時	出米箱後 9 時
麥汁糖化力	550.8	597.3	967.2	930.4	988.9	988.9	1006.3	828.2
1cc 含糖量	6.25mg	6.76mg	7.06mg	7.39mg	7.60mg	7.78mg	6.07mg	5.41mg
糖化加入麥汁量	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc
澱粉濃度	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
澱粉液量	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc
澱粉稀釋成 200cc 加入 10cc	(1) 14.55cc	14.60cc	14.86cc	15.21cc	15.45cc	15.50cc	15.10cc	15.6cc
之 Fehling Solution	(2) 14.60cc	14.90cc	14.10cc	15.30cc	15.45cc	15.45cc	15.05cc	15.5cc
平均總糖量	651.7mg	650.6mg	638.6mg	623.0mg	614.8mg	613.9mg	630.2mg	611.0mg
減去麥汁中糖量	558.0mg	542.2mg	532.7mg	512.2mg	504.8mg	497.2mg	539.2mg	539.9mg
合成澱粉量	50.22mg	494.3mg	479.4mg	461.0mg	450.7mg	447.5mg	485.3mg	476.9mg
糖化百分數	61.94%	60.96%	59.13%	56.85%	55.59%	55.20%	59.80%	58.82%
澱粉濃度	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
澱粉液量	200cc	200cc	200cc	200cc	200cc	200cc	200cc	200cc
糖化率稀釋成 260cc 加入 10cc	(1) 19.80cc	20.00cc	20.00cc	20.05cc	20.15cc	20.10cc	20.10cc	20.50cc
麥林液之用量	(2) 19.60cc	19.95cc	20.05cc	20.05cc	20.10cc	20.20cc	20.00cc	20.40cc
平均總糖量	598.3mg	594.7mg	593.2mg	592.4mg	590.2mg	588.7mg	592.7mg	586.4mg
減去麥汁中糖量	504.6mg	493.3mg	487.3mg	481.6mg	476.2mg	472.0mg	501.7mg	500.3mg
合成澱粉量	454.2mg	444.6mg	438.6mg	433.4mg	428.6mg	424.8mg	451.5mg	450.3mg
糖化百分數	56.02%	54.75%	54.09mg	53.46%	52.85%	52.40%	54.43%	55.52%

上表 b 段是將糖化力改變之麥汁加入 15cc 於 0.5% 澱粉中,與 a 表段實驗同時處理,測麥汁對較 1% 稀之澱粉作用如何?

由上表 (a), (b) 兩段的結果,雖所得糖化百分量不規矩,但可看出麥汁糖化力,雖受溫度時間的影響改變,只能說酵素在較高溫度變活潑,較糖化作用快,故在同一定時間所得糖較多,顯其糖化力大,實際上,酵素與可溶性澱粉作用,一部分減少糖化力,或受空氣中酵母起酸酵作用而損失,故受溫度時間影響糖化力變大之麥汁,在上兩表中糖化的結果,反較未變者低,由此更可證明酵素受溫度時間的影響而損失。

表 b 段所得結果,均較 a 段低,由此可證明糖化澱粉以 1% 濃度為較宜。

## 6 用各種麥芽汁糖化澱粉果之比較

上數實驗中,已測得麥汁糖化澱粉之各種較適情形, (澱粉濃度 1%, 糖化溫度 58° c, 時間四小時)茲按其較適情形,用各種不用麥芽汁求其糖化澱粉所得之結果關係如次:

### a. No. 1 麥芽之糖化

用上(3)測糖化力之 No1 麥芽,按其糖化較適情形處理,得其結果如下表:

表四:

號	糖化力	糖量	麥汁加入量	澱粉濃度	澱粉液量	糖化麥芽釋成200cc 加入10ccFehling Solution之用量	平均總糖量	減去麥汁含糖量	合成澱粉量	糖化百分數
1	374.5	2.67mg	1cc	1%	100cc	(1) 108.3cc (2) ——	56.5mg	48.42mg	5.97%	
2	374.5	2.67mg	5cc	1%	100cc	31.35cc	302.3mg	239.0mg	32.08%	
3	374.5	2.67mg	10cc	1%	100cc	24.45cc	337.5mg	360.3mg	40.04%	
4	301.5	2.67mg	15cc	1%	100cc	21.15cc	452.9mg	412.0mg	45.80%	
5	374.5	2.67mg	20cc	1%	100cc	19.50cc	438.0mg	434.6mg	48.38%	
6	374.5	2.67mg	25cc	1%	100cc	18.00cc	508.7mg	442.0mg	49.00%	
7	374.5	2.67mg	30cc	1%	100cc	18.14cc	524.3mg	444.2mg	49.30%	
8	374.5	2.67mg	35cc	1%	100cc	17.55cc	539.0mg	444.7mg	49.37%	

由上表自五號至八號所得結果均近似即在第五號已用麥汁 20 cc 合成乾麥芽 =  $20 \times 25 / 500 = 1$  克,與澱粉之用量等。而在麥芽用量多 1.75 倍之第八號中,結果相差 (49.37 — 48.38

(=0.99%) 甚微,故可斷定此麥芽之糖化最高量為(48.50%—49.50%)

b No II 麥芽之糖化,

此麥芽,芽長0.8—1.2 cm,磨細後,按前法定糖化力及含糖量,加入澱粉液中,在適宜情形糖化,計算其結果如下表:

表五

號 數	糖 化 力	1 cc 含 糖 量	加入麥汁量	澱粉濃度	澱粉液量	糖化率(每100cc 澱粉加入100cc Fehling solution 之用量)	平均總糖量	濾去麥汁含糖量	合成澱粉量	糖化百分數
1	713	6.149mg	1cc	1%	100cc	(1) 25.85cc (2) 26.15cc	365.5mg	359.4mg	323.5mg	39.90%
2	713	6.149mg	5cc	1%	100cc	19.30cc	492.3mg	461.6mg	416.4mg	51.23%
3	713	6.149mg	10cc	1%	100cc	17.70cc	538.2mg	476.8mg	429.1mg	52.03%
4	713	6.149mg	15cc	1%	100cc	16.10cc	588.2mg	406.0mg	446.4mg	55.05%
5	713	6.149mg	20cc	1%	100cc	15.10cc	638.2mg	509.2mg	458.3mg	56.53%
6	713	6.149mg	25cc	1%	100cc	14.35cc	663.2mg	509.5mg	456.6mg	56.56%
7	713	6.149mg	30cc	1%	100cc	13.85cc	693.5mg	509.1mg	458.2mg	56.52%
8	713	6.149mg	35cc	1%	100cc	13.20cc	725.1mg	509.9mg	45.83mg	56.61%

由上表結果,第四號用麥汁 15 cc, 合成麥芽用量,為澱粉 75%,即糖化近最高量。第五號所用麥芽與澱粉等糖化至最高量。由此最高量,斷定此麥芽能糖化 56—57%,未能糖化之澱粉,以全量計算,仍有 40% 以上未變成糖。此種現象是麥芽的能力不能完全糖化。抑或糖化後受其他作用而損失? 以上表第八號滴定剩液取 100cc, (應含 0.5 克之澱粉), 加 5 cc 的濃鹽酸, 在水浴鍋上煮三小時, 以 KOH 液中和, 使微呈鹼性, 冷後稀釋成 250 cc, 滴入 10 cc Eehling Solution 至標準終點, 其結果計算如下表:

表六

號 數	滴入 10cc 之用量	總糖量	減去 1.75 麥汁之含 糖量	合成一克 澱粉應有 之糖量	平 均 糖 量	合成澱粉	與原澱粉 之百分差
1	21,25cc	558.8mg	451,2m	509.4mg			0,389%
2	21,15cc	561.5mg	453,9m	507,8mg	905,1mg	814,59mg	

由上實驗,證明表五未變成糖之澱粉,仍為澱粉存在。並非變成糖後有損失,並所得之澱粉量較原澱粉之百分數稍高,更可證明麥汁中含有可溶性澱粉。

#### c No. III 麥芽之糖化

此麥芽芽長 1.5—2.5 cm, 磨成粉後,同前法處理,計算其結果如下表:

七表

號	力	1	2	3	4	5	6	7	8
糖化力	857.6	857.6	857.6	857.6	857.6	857.6	857.6	857.6	857.6
1cc含糖量	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.955mg	5.953mg
加入麥汁量	1cc	5cc	10cc	15cc	20cc	25cc	30cc	35cc	
澱粉濃度	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
澱粉液量	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc
糖化學糖成2007cc 滴入10cc Fehling solution 之用量	(1)23, 20cc (2)23, 35cc	17, 70cc 17, 75cc	16, 15cc 16, 25cc	14, 70cc 14, 80cc	13, 90cc 14, 00cc	13, 50cc 13, 60cc	12, 76cc 12, 80cc	12, 12cc 12, 20cc	
平均總糖量	408, 2mg	535, 8mg	586, 9mg	644, 1mg	681, 0cc	701, 1mg	743, 6mg	780, 4mg	
減去麥汁含糖量	402, 2mg	506, 1mg	527, 4mg	563, 8mg	502, 1mg	562, 7mg	565, 0mg	572, 0mg	
合成總粉量	302, 0mg	455, 5mg	47, 47mg	507, 4mg	505, 0mg	506, 0mg	508, 5mg	514, 8mg	
糖化百分數	37, 25%	56, 18%	58, 55%	62, 58%	62, 40%	62, 41%	62, 72%	63, 65%	

由上表結果,不但所得糖化量較前兩次高(62.58%—63.65%),且麥芽之用量,達最高量時,為澱粉75%,較前兩次均低,(表四表五糖化達最高量之麥芽用量與澱粉等。)

#### d. No. IV 麥芽之糖化

將新培養之小麥芽,(芽長2.0—2.5cm,在日光下晒乾後,計



算含乾麥芽40.95%,含水份59.05%)用鐵白搗碎,稱25.0000克,接  
上法定糖化力含糖量,加入澱粉糖化,計算其結果如下表:

表八

號	糖化力	1 cc 含糖量	麥汁加入量	澱粉濃度	澱粉液量	糖化率(每200cc 加入10cc Fehling solution 之用量)	平均總糖量	減去麥汁含糖量	合成澱粉量	化百分數
1	358.4	1,537mg	5cc	1%	100cc	(1)28.05cc (2)28.15cc	38.79mg	380.2mg	29.72mg	36.65%
2	358.4	1,537mg	10cc	1%	100cc	23.55cc	402.9mg	337.5mg	332.3mg	41.04%
3	358.4	1,537mg	15cc	1%	100cc	21.45cc	444.0mg	421.0mg	378.9mg	46.72%
4	358.4	1,537mg	20cc	1%	100cc	20.95cc	455.0mg	424.3mg	381.9mg	47.10%
5	358.4	1,537mg	25cc	1%	100cc	20.35cc	466.3mg	427.9mg	385.1mg	47.50%
6	358.5	1,537mg	30cc	1%	100cc	19.75cc	479.3cc	433.7mg	390.3mg	48.14%
7	358.4	1,537mg	35cc	1%	100cc	18.95cc	500.6mg	446.3mg	404.1mg	49.34%
8	358.4	1,537mg	40cc	1%	100cc	18.3cc	505.3mg	449.9mg	399.5mg	49.21%

由上表實驗結果,第六號加入麥汁 30cc 近糖化最高量以

濕麥芽計為澱粉1.5倍,按其含水量,合成乾麥芽, ( $1.5 \times 40.95\% = .6143$ ), 為澱粉61.43%, 第七號為糖化最高糖量,用麥汁35cc, 麥芽為澱粉1.75倍,合成乾麥芽為( $1.75 \times 40.95\% = .7166$ ), 澱粉71.66%,糖化最高量為49. % - 50%。

#### No. V 麥芽之糖化

此乃新培養之大麥芽,芽長2.0-2.5cm,在日光下晒乾後,計含乾麥芽47.10%,水份52.9%,將此濕芽如NO, IV處理,定其糖化力含糖量等,加入澱粉液糖化,定其食糖量,並計算其結果如下表:

表九

號	糖化力	1cc 含糖量	麥汁加入量	澱粉濃度	澱粉液量	糖化率	食糖量	食糖百分數
1	528.1	2.87mg	5cc	1%	100cc	(1)31, 20cc (2)31, 30cc	261.5mg	32.25%
2	528.1	2.67mg	10cc	1%	100cc	24, 38cc	309.1mg	38.13%
3	528.1	2.67mg	15cc	1%	100cc	21, 25cc	385.9mg	45.12%
4	528.1	2.67mg	20cc	1%	100cc	19, 35cc	388.1mg	47.35%
5	528.1	2.67mg	25cc	1%	100cc	18, 45cc	391.7mg	43.37%

6	528.1	2.67mg	30cc	1%	100cc	18.30cc	18.20cc	520.5mg	40.4mg	396.4mg	48.89%
7	527.1	7.67mg	35cc	1%	100cc	17.35cc	17.45cc	546.1mg	452.7mg	407.4mg	50.25%
8	52.81	2.67mg	41cc	1%	100cc	16.85cc	16.90cc	561.7mg	454.4mg	409.0mg	50.44%

上表之糖化結果之最高量，雖略較小麥芽之結果高，其近最高量與達最高量各號之麥汁用量完全相同，本表最高量仍為第七號，所用濕麥芽為澱粉1.75倍，合成乾麥芽為 $(1.75 \times 47.1\% = 82.42\%)$ 澱粉82.42%，總上兩表(表八、九)之相似各情形，除麥汁用量全同外，牠們糖化到普通程度，如表上之3-4號(45.00-46.00%)，與最高量相差只4-5%，而麥芽則少用二倍有奇，故用濕麥芽，只能以經濟為原則，糖化劑用量少，欲得較多量之糖，殊屬困難。

### 7 麩麩糖化對於時間溫度關係之測定

麩麩糖化溫度，普通較麥芽低，究竟以何種低溫為宜？多少時間始能得到糖化最高量均宜預先測定。茲以25.0000克麩麩，按上述麩麩定糖化力之手續定其糖化力，並測其1cc汁之含糖量，加入同濃度同容量之澱粉液中，在不同時間溫度糖化，稀釋滴定，計算其糖化結果，比較如下表：

表十

號 數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
澱粉百分量	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
澱粉液量	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc	100cc
糖化時間(小時)	2	4	8	2	4	8	2	4	9	2
糖化溫度	30°C	30°C	30°C	40°C	40°C	40°C	10°C	50°C	53°C	53°C
糖化力	786.2	786.2	786.2	786.2	786.2	786.2	78.62	73.62	786.2	786.2
1cc糖汁含糖量	68mg	6.6mg	6.6mg	6.6mg	6.6mg	6.6mg	6.6mg	2.6mg	6.6mg	6.6mg
糖汁 加入量	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc	15cc
糖化果糖釋成 200cc 加入 10cc Fehling Solution 之用量	(1) 19.50cc (2) 19.60cc	18.00cc	15.80cc	18.80cc	16.10cc	14.80cc	17.60cc	16.10cc	15.30cc	17.60cc
平均總糖量	486.0mg	526.1mg	539.8mg	515.0mg	538.9mg	644.0mg	541.4mg	598.9mg	623.8mg	533.8mg
減去糖汁含糖量	397.0mg	427.1mg	500.3mg	416.0mg	439.9mg	545.0mg	442.4mg	489.9mg	524.0mg	439.3mg
合成澱粉量	348.3mg	344.4mg	450.7mg	374.0mg	440.9mg	490.0mg	338.2mg	440.9mg	476.6mg	395.8mg
糖化百分數	42.46%	47.42%	55.53%	40.18%	54.39%	63.49%	47.87%	543.9%	53.16%	43.71%

11	1%	100cc	58°C	786.2	6.6mg	15cc	16.40cc	16.30cc	581.1mg	482.1mg	438.9mg	53.52%
12	1%	100cc	58°C	786.2	66.6mg	15cc	16.20cc	16.20cc	586.4mg	487.4mg	438.7mg	54.12%

上表結果以 40°C 糖化八小時之糖化結果量最高, 50°C 糖化八小時者次之, 58°C 及 30°C 糖化同一時間者, 更次之, 由此可證明麩麩糖化之較適溫度在 40°C 與 50°C 之間, 故本實驗之糖化溫度, 以 45°C 為準, 時間在表中各種溫度糖化結果, 很顯明的看出, 時間愈久愈好, 但是否超過八小時糖化結果還能照樣增加, 待附下表測之:

### 8 麩麩及其配合物糖化之比較

#### a 麩麩之糖化

根據上實驗麩麩糖化之較適情形, 以不同量麩汁加入一定量澱粉液中糖化, 並以加入同量麩汁, 在同一澱粉液中, 在同一情形糖化, 僅時間略事更動, 以各種結果, 計算糖化百分量, 比較如下表:

表十一

號數	1
糖化時間(小時)	8
糖化力	731.5
1cc 麩汁含糖量	5.42mg
麩汁加入量	5cc
澱粉液量	1%
澱粉液量	10cc
糖化率(按 200cc 澱粉液加入 10cc Fehling solution 之用量)	(1) 22.30cc (2) 22.25cc
平均總糖量	426.5mg
減去麩汁含糖量	211.4mg
合成澱粉量	359.5mg
糖化百分數	44.34%

2	783.5	5.42mg	10cc	1%	10cc	17.13cc	17.29cc	496.7mg	413.7mg	55.35%
3	783.5	5.42mg	15cc	1%	10cc	14.98cc	15.00cc	523.5mg	493.2mg	61.45%
4	783.5	5.42mg	20cc	1%	10cc	13.35cc	13.40cc	601.6mg	541.3mg	60.30%
5	783.5	8.42mg	25cc	1%	100cc	12.51cc	12.44cc	625.1mg	562.6mg	69.37%
6	783.5	5.42mg	30cc	1%	100cc	11.45cc	11.51cc	662.9mg	597.3mg	73.43%
7	783.5	5.42mg	35cc	1%	100cc	11.16cc	11.14cc	662.3mg	566.1mg	78.52%
8	783.5	5.42mg	40cc	1%	100cc	10.82cc	10.78cc	632.6mg	596.3mg	73.53%
9	783.5	5.42mg	20cc	1%	100cc	13.80cc	13.86cc	684.4mg	576.0mg	63.93%
10	783.5	5.42mg	20cc	1%	100cc	13.30cc	13.35cc	604.5mg	551.1mg	67.11%

由上表結果，麩麴糖化近最高量為第五號，用麴為澱粉1.25倍，最高量為第六號（73.48%），用麴為澱粉1.5倍，雖麴之用量較麥芽多，則糖化之結果甚好，較麥芽糖化多百分之十以上。

其糖時間第四、九、十等號極清楚的表明，六小時之糖化仍不夠，八小時與十小時糖化結果極近似，證明八小時之糖化，即能達最高量。

b 麩麴摻麥芽之糖化

上表麩麴糖化有極良結果,NO. Ⅲ 麥芽,在麥芽中之糖化力及糖化結果亦較高,將此二者合用,是否可得更良結果?

茲以 1,2500 克麩麴,及 1,2500 克 NO. Ⅲ 麥芽混和定其糖化力含糖量,加入 1% 澱粉液 100cc 中,取較適溫度,在 50°C 糖化八小時,並同時測定此混合汁糖化對時間之關係,計算其結果,比較如下表:

表十二

號數	糖化時間 (小時)	糖化力	1 cc 麩麥汁含糖量	麩麥汁加入量	澱粉液濃度	澱粉液量	糖化率每種釋成 2000cc 滴入 100cc Fehling solution 之用量	平均總糖量	減去麩麥汁含糖量	合成澱粉量	糖化百分數
1	8	725.7	5.8mg	5cc	1%	100cc	(1) 20.85cc (2) 20.80cc	456.1mg	427.1mg	344.4mg	47.42%
2	8	725.7	5.8mg	10cc	1%	100cc	17.10cc	554.3mg	446.7mg	54.98%	
3	8	725.7	5.8mg	15cc	1%	100cc	15.30cc	618.9mg	531.9mg	468.7mg	57.81%
4	8	725.7	5.7mg	20cc	1%	100cc	14.40cc	65.97mg	543.7mg	489.3mg	60.36%
5	8	725.7	5.8mg	25cc	1%	100cc	13.60cc	690.8mg	554.3mg	491.3mg	61.59%
6	8	725.7	5.8mg	30cc	1%	100cc	12.05cc	731.5mg	555.5mg	500.0mg	61.67%

7	725.7	5.8mg	30cc	1%	100cc	12.45cc	61.81%
8	725.7	5.8mg	40cc	1%	100cc	12.10cc	61.70%
9	725.7	5.8mg	20cc	1%	100cc	15.34cc	55.97%
10	725.7	5.8mg	20cc	1%	100cc	14.40cc	60.24%
11	725.7	5.8mg	20cc	1%	100cc	14.40cc	60.49%
						15.34cc	
						14.44cc	
						658.8mg	
						542.8mg	
						433.8mg	
						504.1mg	
						556.5mg	
						57.9mg	
						501.8mg	
						61.81%	

上表之結果較純粹麩麴糖化結果差百分十以上僅與純麥芽糖化結果近似其不良之原因時間已有表中第四、九、十、十一等號之結果證明只六小時即能達最高量其重要關係似仍為溫度茲特在下表測之：

e 麩麴麥芽混合糖化之二次試驗

以同樣麩麴按表十二手續處理惟溫度初由 45°c 糖化一小時後漸升至 55°c 至六時止計算其結果如下表：

表十三

號	力	1
糖化力	723.6	
1cc 混合汁含糖量	5.33mg	
混合汁加入量	5cc	
濃度	1%	
濃粉液量	100cc	
糖化粉液量	(1) 20.10cc	
糖化粉液量	(2) 20.35cc	
平均糖量	455.0mg	
除去混和汁中含糖量	423.3mg	
合 成 糖 量	335.5mg	
糖 化 百 分 數	47.57%	



2	723.6	5.33mg	100cc	1%	17.40cc	15.47cc	14.10cc	13.24cc	12.81cc	12.45cc	11.85cc
3	723.6	5.33mg	100cc	1%	15.40cc	14.05cc	13.30cc	12.74cc	12.81cc	12.45cc	11.85cc
4	723.6	5.33mg	200cc	1%	14.05cc	13.30cc	12.74cc	12.81cc	12.45cc	12.45cc	11.902c
5	0723.6	5.33mg	25cc	1%	13.30cc	12.74cc	12.81cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	11.902c
6	723.6	5.33mg	30cc	1%	12.74cc	12.81cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	11.902c
7	723.6	5.33mg	35cc	1%	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	11.902c
8	723.6	5.33mg	40cc	1%	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	12.45cc	11.902c
	54.54%	59.48%	63.10%	64.55%	64.81%	64.81%	64.81%	64.81%	64.81%	64.81%	65.02%
	442.4mg	482.3mg	511.6mg	523.4mg	525.4mg	526.3mg	527.3mg	527.3mg	527.3mg	527.3mg	527.3mg
	544.1mg	615.9mg	675.1mg	714.9mg	744.0mg	761.6mg	790.4mg	790.4mg	790.4mg	790.4mg	790.4mg
	491.6mg	535.4mg	568.4mg	581.5mg	584.8mg	584.8mg	585.9mg	585.9mg	585.9mg	585.9mg	585.9mg

由此表之結果可證明表十二之結果欠佳實屬溫度關係，細查此二表僅糖化百分數有差別其他情形如糖化近最高量及達最高量之混和汁之用量均等。

此二種糖化劑混和後之作用無特殊效力僅為二者之長短平均而已。(1)用量如以糖化劑之原含量計麥芽只需75%可糖化達最高量。麩麩得需1.50%，二者合用則需125%。(2)溫度：麥芽糖化以58°C。麩麩以45°C為宜二者合用以45—55°C為適度。時間：麥芽糖化最高需四小時。麩麩需八小時二者合用六時已足。

## 9 討 論

## a. 糖化結果與糖化力之關係的討論

用上數種不同之糖化劑糖化結果,已述諸各表,茲以便於檢查,將各種糖化劑之糖化力,糖化最高結果等等,列總表於下:

表十四

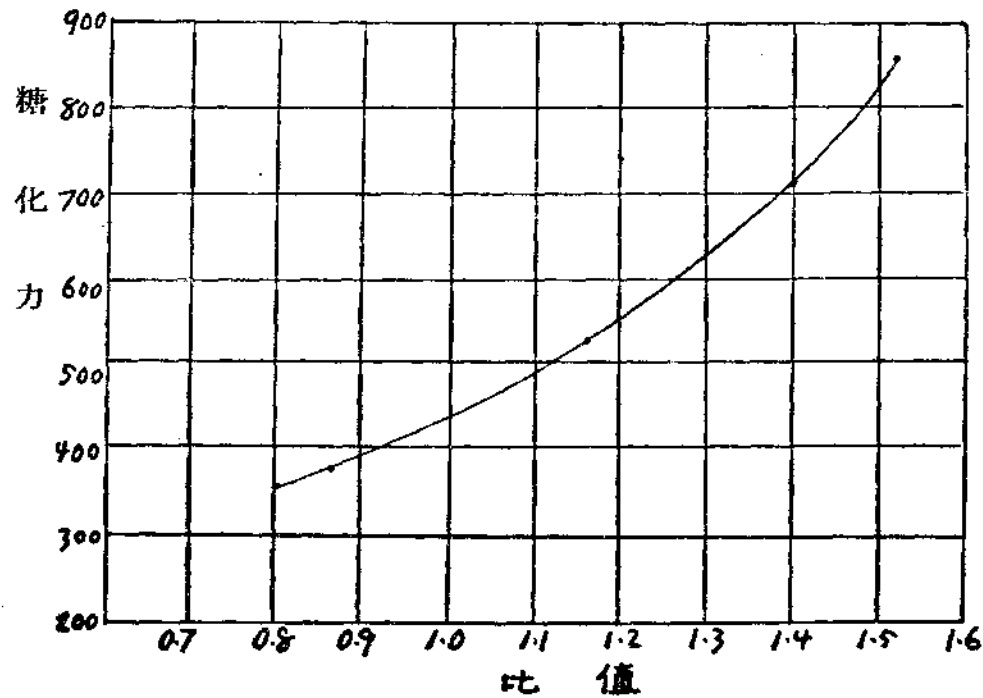
糖化劑種類	力	糖化最高百分數	糖化最高量時糖化劑用量	合成乾麥芽用量	糖化最高量之時間	糖化最高量之溫度
麥芽 NO. I	374.5	434.6mg	48.38%	100%	4小時	58°C
麥芽 NO. II	713.0	50.20mg	56.53%	100%	4小時	58°C
麥芽 NO. III	857.6	503.8mg	62.58%	75%	4小時	58°C
麥芽 NO. IV	358.4	446.8mg	49.84%	175%	4小時	58°C
麥芽 NO. V	528.1	452.7mg	50.25%	175%	4小時	58°C
糖	783.5	662.0mg	73.45%	120%	8小時	45°C
糖麥混和劑	723.6	581.5mg	54.55%	125%	6小時	45—55°C

上表很明顯的表示,各種不同的糖化劑各有不同的特性,如麥芽與麩麩糖化之溫度,時間及糖化結果等,有判然的區別,牠們的通性,可大概說糖化力大者糖化結果高,此說有勉強處,如麩麩之糖化結果最高糖化力不是最大,NO III麥芽之糖化力最大糖化結果不是最高。只能說一種糖化劑,牠的糖化結果與糖化力成比例,但其比值,不成常數。茲以糖化最高結果糖量(mg)去除其糖化劑的糖化力如下:

麥芽 No. IV	$358.4 \div 446.8 = 0.80$
麥芽 No. I	$374.5 \div 434.5 = 0.86$
麥芽 No. V	$528.4 \div 452.7 = 1.16$
麥芽 No. II	$713.0 \div 509.2 = 1.40$
麥芽 No. III	$857.6 \div 563.8 = 1.52$

茲以糖化力為直坐標,糖化力與糖化結果最高量之比為橫坐標,圖表如下:

圖一



按上圖曲線之關係一種麥芽只要定出牠的糖化力,在圖中曲線上找出牠的比例常數,即可算出牠能糖化澱粉之百分數,惜本院只有一種麴菌不能比較,又因時間關係,未能將麴糖化之整個關係尋出,待後備妥,再行試驗。

#### b 糖化作用之探討

糖化不完全是糖化酵素的力量,必借纖維分解酵素的幫助,方能與澱粉作用變成糖,強的糖化酵素如一富有戰略而善事指揮之軍事領袖,強的纖維分解酵素如一極有經驗而能刻苦耐戰的衝鋒隊,牠們拚命將城或要塞攻下之後,而普通均以佔領某城某地為其領袖之功,此論自然過偏,亦如以糖化全為糖化酵素的作用者然,實際二者相互為用,不能缺一。好的軍事領袖,亦要有刻苦耐戰的衝鋒隊,好的衝鋒隊,亦需有戰略的軍事領袖的領導和指揮。正如糖化酵素必賴纖維分解酵素之衝鋒,將外城攻破後(水解澱粉細胞膜),必賴糖化酵素收編安撫一切(糖化)。二者合作,即可成為一個戰無不勝,攻無不取的有力軍隊(強糖化劑)。糖化力弱的糖化劑,不是缺乏(或不靈活)纖維分解酵素即是缺乏(或不靈活)糖化酵素,或二者均不靈活,故糖化時,欲得更好結果,將此種糖化劑多加,即如未經戰爭而乏訓練的軍隊與毫無戰略的領袖,雖多亦無用。因之麥芽糖化超過牠的糖化可能範圍外,多加亦屬浪費。

據此糖化力與糖化結果量之比,應得一常數,但上圖中之糖化力愈大,其比值愈高,可證糖化力與結果糖量之比非絕對正比,此乃因欲酵素靈活,必須適宜之環境,糖化力大之糖化劑,分解糖多,超過一定濃度,酵素即停止其活躍。如糖化液過稀薄,酵素與澱粉接觸機會減少,此乃糖化澱粉不易完全原因之

一,亦可藉以揭示糖化麩麩力較小,而糖化結果反較大,由牠所含酵素能在含糖較高之溶液中活動。

### c. 糖化不完全之討論

根據Brown與Morris之假定,澱粉分子,為五個 Amylin groups 構成,中為穩固糊精 (Stable dextrine), 不易受酵素作用變成糖,此為釀造工業上一重要問題,現雖有解決進一步的辦法,大都在醱酵時再行糖化,總之,在糖化一步,仍未解決此問題。如是,糖化劑糖化之極大量,亦難超過  $4/5$ , 即 80%, 麩麩已能糖化 73—74%, 餘下 6—7% 未能糖化者。(1)可用上述酵素活動與糖液濃度有關係揭示(2)此次之澱粉液,未經高溫煮過,仍有小部分澱粉為夥粒狀態,包含中心之 Amylin group, 為酵素力量難攻破,故不易糖化完全。

## 10 結 論

此次實驗,麥芽糖化如上述,已求出其糖化力對於糖化結果之比值關係,但以糖化至最高結果,計算其麥芽用量,至少為澱粉 75%, 於工業上頗不經濟,因前表麥芽之計算,係按 Lintner's 定糖化力法之浸出汁,每 cc 代表 0.05 克麥芽計算,該法係規定一種方法,用以比較糖化力之大小,所浸出汁,並非真能代表 0.05 克麥芽,在工業上用大量澱粉糖化,應先定麥芽糖化力,然後按上述麥芽糖化情形,加入少量麥芽糖化,在一定時間,定其結果糖,是否達糖化應得之量(由上圖計算),如少再加,至達為止,一種麥芽經一次之決定,後即仿此續用。

麩麩雖未得其糖化整個關係,但以麩麩可由麥皮培養,本身價值賤,且糖化結果高,在釀造工業上有牠相當位置,如係用

*Aspergillus oryzae* 爲糖化劑,可以其糖化最高量爲 73--74%,求其麩麴之最低用量。

麩麴與麥芽之混合糖化劑,無特殊長處,長短得二者之兼,如欲得較高糖量,糖化費時過久,此劑亦可採用。

# 北平市機械工業

梁銘常 韓丙誥

## 北平市機械工業概況

### 北平市機械工廠一覽表

- 第一表 概要
- 第二表 經濟情形
- 第三表 工人及工作情形
- 第四表 原動力
- 第五表 重要機件數量

### 北平市機械工業統計圖表

- 第一圖 歷年成立廠數圖
- 第二圖 分類廠數比較圖
- 第三圖 廠基面積分級圖
- 第四圖 資本分配圖(工廠分類)
- 第五圖 資本分配圖(投資性質)
- 第六圖 資本金額分級圖
- 第七圖 機械總值佔資本總額百分率圖
- 第八圖 工人人數比較圖
- 第九圖 工人最高最低平均工資圖

第十圖 原動力類別及馬力圖

第十一圖工人人數分級圖

北平市機械工業改進意見

### 北平市機械工業概況

#### (一)

會記得「一二八」戰役，外人喻我軍為沒有「汽機」的「蒸汽」。這話自然沒甚麼難懂。汽機固然有蒸汽而後有工作，蒸汽若沒汽機便祇有流放在大氣裡，聽其廢棄，不得其用，很明顯，中國缺乏的不是「蒸氣」，而是「汽機」——動力之母——和一切機器，而是生存憑藉的整個物質文明！救國的口號，早已喚出多多：教育救國，科學救國，工業救國，……救國之道不一，究應何所適從，有賴當軸領導，我們不必妄參末議。但我們敢斷言的，工業救國縱然不是救國唯一途徑，至少却也佔有相當地重要。試看中山先生的實業計劃吧，他早已說了我們所要說的話。工業不獨關係着戰爭的勝敗，國家的興亡，同樣關係着我們日常的需求，生活的舒適，——一切人事的窮通禍福！然則工業救國果然是救國之道中的不可忽略的一條！

提起中國的工業，真還幼稚得可憐，根本便不能同別國成比例：一個健壯的成年人，一個剛剛滿月的嬰兒，是這們不倫不類！我們這話，絕沒誇大成分，因為這樣說，還許太涉為祖國捧場的嫌疑呢。不信，且看下面——下面便給了顯著的證明。雖然北平市不是所謂工業區，未見得能代表了全國一般工業區的情況，但我們想到像北平這樣的都市已經寥若晨星，便會爽然了。可是我們不必傷春似地直嘆氣，我們更應當振奮，猛晉，從無



可奈何中找尋出路,走向成工的大道!

(二)

這裏談到的不過是工業的一小部門——機械工業,又限於北平一角,似乎要給人們多少失望,我們很慚愧,暫時不能有更大的供獻。但說來機械工業是一切工業之母,機械工業的消長,恰正轉制着一切工業興衰的指數;舉一反三,我們的點滴工作,未必便了無收穫。萬幸,因之引起國人對於整個工業的注意,又當使我們得如何的鼓勵呢。

中國之有機械工業,遠在五口通商之初,但當時工廠多為外商經營。成立最早的當為道光年間英商創設於廣州黃埔的造船廠,也就是現在的香港黃埔船澳公司( The Hongkong and Whampoa Dock Co., Ltd. )的前身。國營的第一個機械工廠則是同治元年曾國藩為平太平天國而設立於安慶的軍械所。至於普通機械工業開辦較早而規模較大的,首推光緒九年成立於上海的源昌機器五金工廠。就從光緒九年算起吧,便已超越了日本維新成立的時間——五十年(從同治元年算起,當是七十三年呢!)問到成績在那裏,真不能不使我倒抽一口冷氣。我們的機械工業同一切國事一樣,在追隨着我們的國家,過着不健全的歷程!整個的機械工業如是,北平一角自不能例外;不然最初開設的榮立鐵工廠也許不會和源昌機器五金工廠遭了同樣的運命——停閉!

在北平繼榮立鐵工廠,設立於光緒末年,依然存在的有永增鐵工廠,中華鋼鐵工廠,德聚鐵工廠等,但這是專在機器廠方面說,像崙門翻砂的鎮東鑄造廠,已有百年歷史了呢。也許大家不大相信我這後半句話,如果曉得該廠最初不過做着香爐、臘

坐一類器用，便會啞然失笑了。該廠由五百枚資本做起，到現在却也擁資萬餘，稱得起北平市數一數二的翻砂廠。所有的工廠若都按這個比例邁進，我們應該多們為我們的機械工業前途慶賀啊！不幸的很，北平的機械工廠七八十家（我們已調查的六十三家，難免少有遺漏）大都祇在苟延殘喘地維持着！又加以中國民族固有的劣根性——保守，以致毫無發展改進可言！規模最大，最幸運的永增鐵工廠，平地升天，由三百元做到四十萬元之巨，三十年的歷史，很應該出色當行，有不少的新的健樹了，無如他們總墨守着他們的生意經，實行着他們的學徒主義，不求其學理化，現代化，而泥其改進！試想一個中國式的學徒——師傅怎樣教，徒弟便怎樣做——會有多大的作為！？然而我們整個的北平市的機械工業便幾乎都籠罩在這個令人瘡氣的氛圍裏！

我們調查的六十三家工廠，差強人意的也許祇有中華汽爐廠、海京鐵工廠、昇昌忠記鐵工廠和市立第一工廠鐵工廠（機械科）吧！像海京，確乎有些意思了，學徒的訓練尤其是別廠所無。而它的出品的精工，乾脆便使我們驚奇！這不能不歸功現任經理兼技師祖君了。葉學熙先生曾指它為外商，他們極力對我們剖白着，可我們總納悶它像有甚麼背景。也許因為它的前身是外商經營的吧！中華汽爐廠是唯一的設在城外的工廠，顯然它佔了廠址選擇所影響的將來發展上的便宜。衛生方面，工人待遇方面，以及出品方面，均可使人滿意。總經理李子超曾留學歐美，總行經理李善常現去德國考察，想定有一番發展計劃。昇昌現有法籍技師一縱然營業不振，倒還像個現代工廠的樣子，廠內整理的有條不紊。市立第一工廠鐵工廠廠長和工務員都是

學校出身，作來綽綽有餘，並沒有甚麼不合理的事物收進我們的眼臉。它的工作範圍暫時祇限於爲市政府修汽車，汽碾，配製汽車零件等，不做外活。——這四個廠子所以能夠獲得我們幾分稱許無疑地是經理得人，取得了學理和經驗的切合，肯儘量利用個人的腦經，給將來孕育下不少的希望的種子。

### (三)

一個完整的機械工廠，原動力而外，至少應具備1. 設計和製圖，2. 模型(木工)，3. 鑄造(翻砂)，4. 鍛(打鐵的)，5. 機床(鉋鏟的)和6. 機案(鉗工)六部。因爲這都是製造上不可缺的程序。北平全市稱得起完整的機械工廠的，永增，海京，昇昌，第一工廠，中華汽爐廠和金興盛汽車工廠……六廠而已。永增外有電鍍部，昇昌和第一工廠外有修理汽車部，海京外有電鍍部和油漆部，金興盛外有修車，電鍍，電銲和噴漆四部，這自然得酌量情形添增了。

像鎮東，便專門鑄造，永和順便祇做木樣，德聚，中華銅鐵工廠則多限於鍛，機床和機案三部，鑄造便須過行。北平機械工廠當以此項小工廠爲最多。有的並鍛工也沒有，便更簡陋得可憐了。

爲統計方便起見，我們勉強把這六十三個機械工廠分成四類。祇司翻砂的管叫‘鑄工廠’，祇司機械修理，銜鑄工廠出品而工作的管叫‘機器工廠’。在工作上，一廠具有鑄工廠和機器工廠二種能力的，縱然缺乏製圖或木工，管叫‘完全工廠’。像電銲廠，電鍍廠，鉚工廠，木樣廠等都在少數，我們乾脆全歸併到‘其它’項下。這樣分雖然不盡情合理，但在我們却因之獲得不少便利。現在且把它們的數目列在下面，如表——

工廠分類	廠數	附記
完全工廠	一一	
機器工廠	三二	
鑄工廠	一三	
其 它	七	電鍍廠二,電鍍廠二, 鋸工廠二,木樣廠一。
總 計	六三	

這些工廠以崇文門外,東珠市口一帶為最多。

#### (四)

前面所提到的幾個廠子,說來總算比較規模大些的了。它們在北平市的機械工廠內很佔有相當的地位,出產能力方面也頗有可觀,而且無形中都取得了個人的某項專利似的。這都值得我們深切的注意和研究。

資本雄厚,領導儕羣的永增鐵工廠,行政設施方面和改進發展計劃雖還談不到,出品方面却得佔有絕對的優勢。不很精緻的一般的機械,不問名目,它總可以做得出來。像三十幾馬力的內燃機,汽機,鍋爐以及煤礦用的絞車和水泵,一般的機床和機件,都是它能力所及。現時則以人力車軸為大宗經常出品。中華汽爐廠正如它名字表示的,出品是汽爐片和鍋爐片一類煖汽裝置;外設中華汽爐行專司裝置和發售業務。在這方面,能和它抗衡的惟有海京,如義興泰,聚盛和義合盛便是攬而後的了。海京除却出品大批的汽爐片和鍋爐片外,製作的極精緻的醫用器械極為各醫院所樂購,而做普通的機器也還在能力範圍以內。昇昌也能製造鍋爐片,汽鍋爐和普通的煖汽爐都是它的特長出品。和它有連帶關係的昇昌洋行在作發售汽車一類的

業務昇昌忠記工廠，它修理汽車也成了一部主要工作。談到汽車工廠（別於出貨汽車兼營修理汽車的汽車行或修理廠），不能不推金興盛了。據金興盛經理王子金表示，汽車的每一部分每種零件，他們都會配製過，所差的祇不會裝起一個整個的汽車。話雖不免誇大些，恰也表示了它的能力和地位的未可忽略。金興盛而外，汽車工廠便祇一個祥昌、祥昌，說也可笑，偌大一個工廠，床子儘有，却祇用人力！真使人莫名其妙！也許是工作少，床子不常用的緣故吧。前面我們曾提到過市立第一工廠鐵工廠，專修市府汽車等，那末，暫時它也算得個汽車工廠了。可是它的業務，敢斷言絕不致永遠範疇在這方面。目前很在改良農具上努力呢。這自然是農村復興的福音，我們認為這是具有重大性，極值得提倡的一件事業，謹以十二萬分的熱誠企盼他們的成功。

永增、中華汽爐廠、海京、昇昌、金興盛、市立第一工廠鐵工廠等廠，畢竟是北平市第一流機械工廠，使我們一切還比較滿意。其它的廠家便不然了。但我們絕不能因此便忽略了它們！我們應當放過無大瑕疵的廠家，而從它們着眼！更何況它們中也自有幾個佔着極端優越的地位呢。譬如德聚，除却製作着水龍、鐵床等日常用品，他會像海京樣地出點醫學器械！中華銅鐵工廠尤其值得注意。

試問北平市那家能製電話機或電報機？中華銅鐵工廠一廠而已。這兩廠我們在前面都會提到過。不會提到而值得再特別介紹的，還有貽來、和記、同利、利興、永源、信記、興業、信成、久信、和記、德華、默厚成、興華……貽來、和記始終在製作着印刷機、裁紙機、裝訂機、鑄字爐一類出品，假如沒有同利也在仿造着，它幾

乎成了印刷機製造業的唯一專利者!利興則以柴油機(馬力八至十四),水泵,磨麵機等為重要出品永源信記的出品能力倒也不壞,鉛石印刷機,絞車,水泵,普通毛紡機,聽聽也就可以了,一當是後起之秀。興業,信成和久信都是針織機或機針製造廠,近年來此項機械需要正多,它們當能略補漏卮,和記又自成一,行專製壓呢帽機。德華專做洋燈燈頭據稱足可與外貨抗衡,洵是不可多得。默厚成以造水泵見稱,兼代打井。興華製造鑄鐵,為平市第一目前金興盛也已採用鑄鐵,盼其採用更廣!

此外義成的電鋸,中華綏的電鍍,德昌的鈕扣製造,崔記的碾磨機,各成專業,我們當也樂以提及。

下面我們列成一個分業表,每項下介紹幾個代表工廠。對動意參觀某種工廠,或採購某種貨品的,或有相當便利。

分 業	製造廠家
發 動 機	永增,利興,崔記
汽爐鍋爐片	中華汽爐廠,海京,義興泰,義合盛,聚盛
汽 車 零 件	金興盛,祥昌,昇昌,市立第一工廠鐵工廠
水 泵	永增,利興,永源,海京,默厚成
絞 車	永增,永源
印 刷 機	賒來,牟和記,同利,永源,得利成
電 話 機	中華銅鐵工廠
普通機床	永增,利興,海京,得利成
汽 鍋 爐	昇昌,永增
醫 學 器 械	海京,德聚,鏘鋒,德信

毛紡機	永源
針織機	興業,信成,久信
呢帽機	和記
碾磨機	崔記,利興,得利成
切麵機	廣利,麟記,郭利成
普通翻砂	鎮東,三義,天聚祥,三興
鍋爐火爐	同志,三興,永興
人力車軸	永增,興華,金興盛
洋燈燈頭	德華
鈕釦製造	德信
電 鋸	義成,東昌
電 鍍	中華利
鑄鐵製造	興華
科學儀器	德信,華通
其它機器	各大機器廠,完全工廠多可定做

以上各廠的出品銷售區域,百分之八十以上限於本市,間及於河北北部,黃河下流各省,能到達大江以南的幾乎便不可觀見。

### (五)

看完上面一段,也許有人認為滿意了,因為那差不多已經像煞很完全了,但且別忙,如果一個廠子都看過了,担保會使人頭痛,廠屋的狹小,佈置的雜亂,衛生的不講求,工人待遇的菲薄,工作時間的漫無限制,工作效率的低微,廠家的缺乏計劃,一切

一切都會使一個陌生的人驚訝。除去很少的例外，這幾乎是所有工廠的通病！

很多的廠子，廠屋有時小到兩間，低暗霉濕，器用零亂，我不相信它會給任何人絲毫快感的。試看後面的一覽表，三百平方公尺以下廠基面積佔多數哩！三百平方公尺，合不到中國半畝官畝啊！這真是一個難以救藥的缺陷。廠基比較够大的，還是幾個第一流的廠子：永增，中華汽爐行，海京，昇昌，金興盛，市立第一工廠，鐵工廠。但最大也不過一萬五千五百平方公尺（約合中國廿五官畝不足），海京和金興盛且是舊式房屋院落改造，昇昌和第一工廠雖祛此弊，但仍嫌狹隘。永增雖然廠基尚有展擴餘地，但廠屋的機器意外的擁擠。從這裏我們曉得他們是多們因循將事了。最後我們不能不對中華汽爐廠深致贊美，它佔有全市最大的廠址，在郊外專為開工廠而新建的廠屋，有計劃的佈緒。在這鶴立雞羣的境況下，確也無大懈可擊。至於它的還整潔的工人宿舍和食堂，更是其它工廠夢想不到的了。中華汽爐廠而外，第一工廠，昇昌，海京，也還略有衛生可言，其它衛生二字同它們根本不會聯繫在一塊的！

說到工人待遇，尤其是學徒，立刻會使我們想到他們缺乏睡眠的眼神，黑汗的面孔……他們的生活需要改善的！——我們的腦經常這樣反應着工人（是學徒認為昇了天堂的階級！）自然還比較好些，雖然同樣地工作着，但那是有代價的，不比學徒祇獲一飽。他們在吃飯以外，還可以得幾元一月的薪工！有幾個廠子不過一月兩三元，換得每日一自盡的忙碌；畢竟却也有兩三個廠子可以博得四十多元一月的偌高工資，他們自是受過多年的艱辛，熬煎得來，非一般工人所可翹企。



至於工作時間，我們極難來一個確切的統計，但據幾廠誠實的答覆，十三小時的工作並不算不平常。這便是工徒的首衝的苦處。近來社會局頒佈了十小時間的標準，但還不是官樣文章，陽奉陰違，沒奈它何。他們答覆我們十小時，我們便領會着。從他們的答覆來統計，「一天」以十三小時論，我們得到下面的一個表：

每作日時間	廠數
八小時	2
九小時半	1
十小時	27
十一小時	4
十二小時	4
十三小時	4
無定未詳	15
未詳	6

表中十小時工作時間的特多，不能不說受有社會局的功令的影響了。八小時的兩廠是義成和東昌兩個電鍍廠，九小時半的一廠是市立第一工廠，都還可靠。無定一項十五廠之多，幾均係翻砂廠，想是定活的多少不定，不能有固定的工作的緣故。但照一般的情形來說，他們大都是疲困在沒調節的長時工作下，博個低微的酬勞。在中國這是普遍的癥候，我們並沒的可說。關於工資高低，可參看第九圖。

在工制方面，大都採用月工，詳見下表：

工制	年工	月工	日工	兼用年工月工	兼用月工日工	未詳
廠數	8	42	1	4	2	6

採用年工的廠子，以翻砂廠佔多數，或為沿用舊習之故。

湊合精神是中國人的特長，廠主們缺乏學理的探討，經驗的體會，尤其沒甚麼計劃，改進，發展可言，於是湊合所生的必然的果，最顯著的便是工作效率的低微。更何況加以工徒交困在長時工作，不良待遇二重重壓呢。中華汽爐廠、海京昇昌和市立第一工廠在

經理技師的合理的指導計劃下得以獲得較高的工作效率,恰也給了我們個有力的反證。

工作情形已如上述順便我們報告一下工人數目(包括學徒)和廠數的統計

五人以下者.....	十五廠
六人至十人者.....	十八廠
十一至二十人者.....	十三廠
二十一至三十人者.....	三廠
三十一至四十人者.....	二廠
四十一至五十人者.....	八廠
五十一至一百人者.....	一廠
一百至一百五十人者.....	一廠(一百二十人)
一百五十至二百人者.....	一廠(一百六十人)
二百人以上者.....	一廠(二百九十人)
總計.....	六十三廠

六十三廠工人學徒總數是一千八百六十人約各佔半數(參看第八圖)。

### (六)

我們曾屢次提到幾個大工廠就我們已說過的,‘大’的限度是(1)資本四十萬,(2)廠基面積一萬五千五百平方公尺,(3)出品普通機械(4)工徒二百九十人,……但這是幾個大工廠的概括介紹我們要知道第一個大工廠的永增較第二大工廠的中華汽爐廠,資本硬恰恰差八倍中華在廠面積上佔了個第一,其它全數祇有讓給永增了。那末,這第二個大工廠委實‘大’得也够可憐

了。海京和金興盛，它們的資本數目雖不確知（他們不肯告訴我們啊），慎審的估計，當也在五萬元左右。昇昌則不過三萬元。市立第一工廠鐵工織染二廠機械值在四萬元上下，開辦費市府共撥二萬元，鐵工廠資本額當也接近三萬元之數。我們所謂大工廠不過如此次。大的如利興貽來牟和記資本萬五千元，如同利永源，德聚，信成和鎮東則均萬元資本而已。萬元以下，直付闕如，到五千方有幾廠……五千元和以下的共有五十廠之多。而這五十廠中資本在一千元以下的又有二十！這也都是‘機械工廠’啊！我怕人們會想像過當大工廠的‘大’，而絕不會意識到小工廠是何如的‘小’。幾百萬的資本，幾十平方公尺的廠屋，幾個學徒，一個掌櫃，你能說它不是個工廠嗎？小而已。（參看第六圖資本金額分級圖）

按投資性質來說，大一點的廠子差不多都是合股，但萬餘元的又幾乎都是獨資了。市立第一工廠是官辦的，自不在這範圍以內。（參看第二圖，第五圖，和第六圖。）總計全市機械工廠資本總額七十八萬四千九百元。

營業額平均每年可當資本額二倍半，約三百萬元。但個別說來，大都營業不振，僅足維持；比較振發的有中華汽爐廠，海京，金興盛，興業，德聚，貽來牟和記，第一工廠，德信，德華，東興等廠。有所賠累的，也不在少數。

### (七)

北平市機械工廠資本總額七十八萬四千九百元，機械總值也佔得十六萬九千二百元。其重要機件數量列下：

鑄床……………一八八      電動機……………五八

鑽床	……六七	柴油機	……二
鉋床	……三二	煤氣內燃機	……二
洗床	……二六	汽機	……一
壓力機	……六	風扇或鼓風機	……一二
熔爐	……二三	電銲機	……六
鍋爐	……二		

上表原動機數目是六十三,機械工廠數適巧也是六十三;請不要誤會每廠佔用一個原動機,有十五廠根本便不用動力呢(鑄工廠鉋工廠爲多,間有機器廠也用人力的)照現在開動情形說,祇一廠用柴油機(崔記),一廠用煤氣內燃機(永增,抵開四十馬力一機)其它四十六廠均用電動機,自然便有同時用兩個以上的了。原動機馬力分配可參看第十圖。

### (八)

至於各工廠採用的原料,除却生鐵、礁礫和少量的銅鉛是國產外,幾乎全數都是外貨!在這一點上說,我們真不能對北平市以至全國的機械工業抱樂觀。

生鐵多購自天津鐵莊,來源以漢台萍礦爲最多,山西陽泉礦次之,遼寧鞍山礦佔少數。礁礫則以石家莊井陘出品爲多。鋼、鑄鐵和一般鐵料,外貨每年銷入本市有千八百噸左右,却還微感缺乏!漏卮確也不在少數。

今將各種原料市價約數列下,以供參考:

生鐵	噸六十元至八十元
礁礫	噸十五元至二十元
鋼	百磅三十元

鍛鐵	百磅七元五角
鑄鐵	百磅五元二角五分
錫	磅五角
鉛	磅三角七分至九角
銅板	磅五角二分五
銅(廢)	磅一角五分至二角
鉛	磅一角五分
電焊藥棒	磅一元
美國松	方(1'-0"×1'-0"×0'-1")十元
紅松	尺(營造尺, 10寸"8尺×1寸")九元

## (九)

最後我們要附帶聲明幾點,我們這裏所謂機械工廠是具有生產能力,同時為外界服務的,所以

1, 學校附屬的如北平大學工學院清華大學工學院,市立高級職業學校的機械工廠不在內;

2, 醫院附屬的如協和的機械工廠不在內;

3, 其它工廠附屬的如工業知行社的機械廠不在內。

雖然我們都參觀或調查過了,我們認為這都在我們前提以外,並不強把它們拉進去。至如榮記一類專靠空手修理機器的,在我們慎重選擇下終於也被擯棄了。沒有甚麼,總期加重我們這一部份工作的真實性能了。

48	同利興	省黨部街	梅俊峰	民六	鍛、鑄、案	小印刷機	一〇〇
49	和興鐵工廠	省黨部街	李濟川	民二	鍛、床、案	汽門、欄杆	一〇〇
50	東興銅廠	崇外西月墻	李華套	民十	鑄(銅、鋁等)		一〇〇
51	天聚祥鐵工廠	崇外西月墻	張化彩	清光緒	鑄		二〇〇
52	三義鑄鐵廠	崇外西月墻	吳紫臣	民八	鑄	爐條	三〇〇
53	義順成銅鐵工廠	西柳樹井	賀壽山	清光緒	床、案、鑄		三〇〇
54	興和銅鐵工廠	東柳樹井	劉治邦	清光緒	鑄		四〇〇
55	榮林銅鐵廠	香廠路	楊貴林	民十	鍛、鑄、床、案		三〇〇 鑄工停
56	麟記鐵工廠	西四丁字街	師懷傑	民廿	床、案	壓麵機	一五〇
57	東昌電鍍鐵工廠	燈市口	冀東岱	民廿二	電鍍、汽車		八〇
58	利興魁	朝陽門大街	潘世魁	民廿三	案、鑄		一〇〇
59	明毓銅鐵工廠	西四丁字街	劉思明	民廿三	床、案		二〇〇
60	玉合公	崇外河泊廠	張玉川	民十九	鑄銅		三〇〇
61	福順魁	崇外河泊廠	朱	民十一	鑄銅		六〇
62	三和成	西西北大街	朱紹庭	民廿三	案、		五〇
63	永和順木樣廠	崇外西月墻	馮新營	民廿	木		五〇

附註

表內「床」指機床，「案」指機案(鉗工)，「鑄」指鑄工

第一表 經濟情形

編號	廠名	投資性質	資本額 元	機械總值 元	年營業額 元	備
1	永增鐵工廠	合股	四〇〇,〇〇〇	五〇,〇〇〇		
2	中華汽爐廠	合股	五〇,〇〇〇	五,〇〇〇	二〇〇,〇〇〇	
3	海京工廠	合股	五〇,〇〇〇	一〇,〇〇〇		
4	金興盛汽車工廠	合股	五〇,〇〇〇	一〇,〇〇〇		
5	北平市立第一工廠鐵工廠	官辦		二〇,〇〇〇	三六,〇〇〇	連同織染廠開辦費二萬元
6	昇昌忠記鐵工廠	合股	三〇,〇〇〇	一〇,〇〇〇	六〇,〇〇〇	開辦資本二千元
7	利興鐵工廠	獨資	一五,〇〇〇	四,〇〇〇	一二,〇〇〇	自謂年贏數萬元
8	貽來和記鐵工廠	獨資	一五,〇〇〇	四,〇〇〇	三五,〇〇〇	
9	同利機器製造工廠	合股	一〇,〇〇〇	三,〇〇〇	三五,〇〇〇	
10	永源信記鐵工廠	獨資	一〇,〇〇〇	二,〇〇〇	一五〇,〇〇〇	自謂年贏數萬元
11	德聚鐵工廠	獨資	一〇,〇〇〇	二,〇〇〇	一五,〇〇〇	開辦資本二千元
12	信成鐵工廠	獨資	一〇,〇〇〇	五,〇〇〇	八,〇〇〇	
13	鎮東鑄造廠	獨資	一〇,〇〇〇	二,〇〇〇	四五,〇〇〇	
14	義興泰鐵工廠	合股	六,〇〇〇	二,〇〇〇	六〇,〇〇〇	
15	得利成銅鐵工廠	獨資	五,〇〇〇	二,五〇〇		
16	興業機器工廠	合股	五,〇〇〇	三,〇〇〇	一二,〇〇〇	
17	久信機針工廠	合股	五,〇〇〇	三,〇〇〇	一〇,〇〇〇	
18	義成電鍍工廠	獨資	五,〇〇〇	一,〇〇〇		
19	聚盛鐵廠	獨資	四,〇〇〇	一,〇〇〇	一〇,〇〇〇	
20	崔記碾磨鐵工廠		三,五〇〇	二,〇〇〇		
21	祥昌鐵工廠		三,〇〇〇	一,〇〇〇	一〇,〇〇〇	
22	和記鐵工廠	獨資	三,〇〇〇	一,〇〇〇	五,〇〇〇	
23	德信五金化學工廠	合股	三,〇〇〇	一,〇〇〇	二二〇,〇〇〇	
24	興華錫鐵製造工廠	獨資	三,〇〇〇	一,五〇〇		
25	祥利鐵工廠		三,〇〇〇	一,五〇〇	四,〇〇〇	
26	默厚成		二,五〇〇	一,〇〇〇		
27	中華銅鐵工廠	獨資	二,五〇〇	一,〇〇〇		
28	中茂銅鐵廠	獨資	二,五〇〇	一,五〇〇	三,〇〇〇	開辦除外,年獲淨利三百元
29	義合盛	獨資	二,〇〇〇	八〇〇	八,〇〇〇	
30	興記鐵工廠	獨資	二,〇〇〇	一,〇〇〇	六,〇〇〇	
31	洪順鑄銅廠	獨資	二,〇〇〇	三〇〇	一五,〇〇〇	
32	義興鐵工廠	獨資	二,〇〇〇	一,〇〇〇	一五,〇〇〇	
33	同德順鐵工廠		二,〇〇〇	一,二〇〇	七,〇〇〇	
34	圓生鐵工廠	合股	二,〇〇〇	一,〇〇〇		
35	富慶隆銅鐵工廠	獨資	二,〇〇〇	一,〇〇〇		
36	同志鐵廠	合股	一,八〇〇	五〇〇	八,〇〇〇	
37	華通儀器社	獨資	一,五〇〇	八〇〇	四,〇〇〇	
38	鐸鋒工廠	獨資	一,五〇〇	七〇〇		
39	廣利鴻記鐵工廠	獨資	一,五〇〇	八〇〇	一五,〇〇〇	
40	利發工廠	獨資	一,五〇〇	九〇〇	一〇,〇〇〇	
41	純記鐵工廠		一,五〇〇	八〇〇	三〇,〇〇〇	
42	德華工廠	獨資	一,五〇〇	五〇〇	三六,〇〇〇	獲利三成
43	中華利	獨資	一,五〇〇	七〇〇	四,〇〇〇	
44	三興翻沙廠	獨資	一,〇〇〇	四〇〇	二,〇〇〇	
45	永興鐵廠	獨資	一,〇〇〇	五〇〇	七,〇〇〇	
46	郭利成鐵工廠		一,〇〇〇	七〇〇		
47	同利興	獨資	一,〇〇〇	五〇〇	一,五〇〇	去年虧蝕五百元
48	和興鐵工廠	獨資	一,〇〇〇	五〇〇		
49	東興銅廠	獨資	一,〇〇〇	一〇〇	二一,五〇〇	
50	天聚祥鐵工廠	獨資	八〇〇	五〇〇	一,五〇〇	
51	三義鑄鐵廠	獨資	八〇〇	五〇〇	三,六〇〇	
52	義順成銅鐵工廠	獨資	八〇〇	四〇〇	七,〇〇〇	
53	興和銅鐵工廠	獨資	七〇〇	三〇〇		
54	榮林銅鐵廠	獨資	六〇〇	三〇〇		
55	麟記鐵工廠	獨資	五〇〇	三〇〇	二,五〇〇	
56	東昌電鍍鐵工廠	獨資	五〇〇	二〇〇	三,〇〇〇	
57	利興魁	獨資	五〇〇			
58	明毓銅鐵工廠	獨資	四〇〇	二〇〇		
59	玉合公	獨資	四〇〇	一五〇	二,五〇〇	
60	福順魁	獨資	三〇〇		六〇〇	
61	三和成	獨資	二〇〇			
62	永和順木棧廠	獨資	一〇〇		六〇〇	

第三表 工人及工作情形

編號	廠名	工制	每日工作時間	工人數目	最高	最低	平均	學徒數目	備考
1	永增鐵工廠	月工	十一小時	二五〇				四〇	
2	中華汽爐廠	月工	十一小時	二五	二五	四	一四·五	二五	年關雙工，有宿舍。技師一，月薪五十元。
3	海京工廠	月工	十小時	八〇	三〇	一二	二一·〇	八〇	不管飯，學徒日給工資最低二角。技師由經理兼。
4	金興盛汽車工廠	月工	十小時	二〇	四〇	七	二三·五		學徒數目包括工人內，約各半
5	北平市立鐵工廠	月工	十小時	二五	三〇	一〇	二〇·〇	一五	工務員二，月薪各六十元
6	昇昌忠記鐵工廠	日工	十小時	五〇	四五	一〇	二七·五	二	法籍技師一，月薪四五〇元。工人不管飯
7	利興鐵工廠	月工	十小時	二〇	一八	一二	二五·〇	三五	
8	賄來和記鐵工廠	月工	十小時	三〇	四〇	一二	二六·〇	二四	技師一，月薪六十元
9	同利機器製造工廠	月工	十小時	二〇	二〇	一一	一五·五	一五	
10	永源信記鐵工廠	月工	十小時	九	二五	一五	二〇·〇	一五	
11	德聚鐵工廠	月工	十小時	六	一五	九	一二·〇	一五	
12	信成鐵工廠	月工	十小時	五	七			三〇	
13	鎮東鑄造廠	年工	無定	一八	一八	一五	一六·五	六	
14	義興泰鐵工廠	月工	十小時	三四	一五	九	一二·〇	二〇	
15	得利成銅鐵工廠		十一小時	六				一五	
16	興業機器工廠		十三小時	二	一五			二〇	
17	久信模針工廠	月工	十小時	三八	一五	一〇	一二·五	二〇	
18	義成電鍍工廠	月工	八小時	四				六	
19	聚盛鐵廠	年工	無定	八	一一			一五	年工最高一三〇元
20	崔記碾磨鐵工廠	月工	無定	二	九	七	八·〇	一五	
21	祥昌鐵工廠		無定	二				五〇	
22	和記鐵工廠		十小時					二〇	
23	德信五金化學工廠	日工	十小時	二二	二〇	六	二三·〇	二〇	男工四，女工十八，每日二角，管飯
24	興華鑄鐵製造工廠	月工	十小時	七	一五			八	
25	祥利鐵工廠	月工		一五	一五	八	一一·五	二〇	
26	默厚成	月工	十小時	五	一六	三	九·五	二	
27	中華銅鐵工廠	月工	十小時	六	一八	一〇	一四·〇	二	
28	中茂銅鐵廠	年工	十三小時	四	八	六	七·〇	一〇	
29	義合廠	年工	無定	一二	一〇	二	六·三	一五	工資最高一三〇元，最低年一三〇元
30	興記鐵工廠	月工	十小時	六	一〇	三	六·五	一五	歇工停發工資
31	洪順鑄銅廠	月工	無定	一八	四	三	三·五	一	
32	義興鐵工廠	月工	十二小時	八	一三	八	一〇·五	一〇	
33	同德順鐵工廠	月工	十一小時	二	一四	八	一一·〇	一四	
34	圓生鐵工廠	月工	十小時	一一	一八	一一	一四·五	一三	
35	富慶隆科學工廠	年工						六	
36	同志鐵廠	月工	無定	八	八	三	五·五	七	
37	華通儀器社	月工	十小時	二				二	
38	鐳鋒工廠	月工	十小時	五	一二	八	一〇·〇	五	
39	廣利鴻記鐵工廠	月工	十小時	一三	二〇	一〇	一五·〇	一三	
40	利發工廠	月工	十小時	二	一〇			一〇	
41	純記鐵工廠			五	二〇	一二	一六·〇	七〇	
42	德華工廠	年工							
43	中華利	月工	十小時	六	一〇	五	七·五	六	
44	三興翻沙廠	月工	十小時	六	五	二	三·五	八	
45	春和記鐵工廠	月工	十三小時	四	一〇			一五	
46	永興鐵廠	月工		一五	一二	三	七·五	五	
47	郭利成鐵工廠	年工	十小時	二	三			五	
48	同利興	月工	無定	四	一五			八	
49	和興鐵工廠	月工	無定	五	九	七	八·〇	五	
50	東興銅廠	月工	十二小時	二	五			五	
51	天聚祥鐵工廠	年工	十二小時	二	二			三	
52	三義鑄鐵廠	年工	十二小時	三	七	四	五·五		
53	義順成銅工廠	月工	十小時	二	一五			七	
54	興和銅鐵工廠	月工	無定	一	四			五	
55	榮林銅鐵廠	月工	無定	三	一五			七	
56	麟記鐵工廠	年工						七	
57	東昌電鍍鐵工廠	月工	八小時	七	二〇	一〇	一五·〇	七	
58	利興魁	月工	無定	二	一〇	七	八·五	一四	
59	明鏡銅鐵工廠	月工	十三小時	二	七			四	
60	玉和公	月工	無定	三	三	二	二·五	三	
61	福順魁		無定	三				四	
62	三和成	月工	無定	三	一二	八	一〇·〇	二	
63	永和順木樣廠	年工	十小時					四	

附註 每日工作時間，多係依照廠方所答斟酌規定；其十三小時則指所謂「一天」工作。僅有學徒廠家，工制以年工論。



第四表原動力

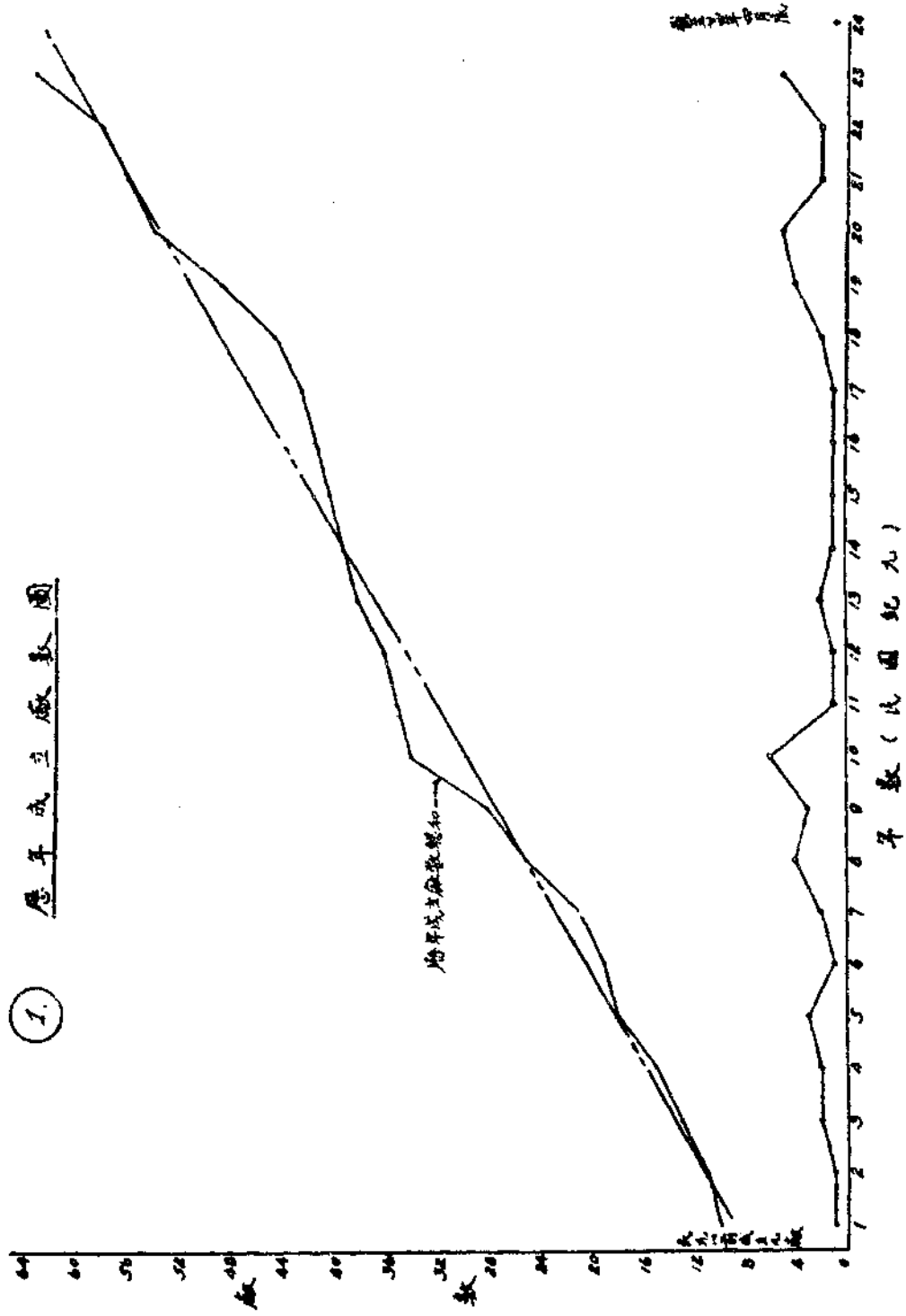
編號	廠名	原動機	樣式	數目	能力馬力	消耗元每	備考
1	永增鐵工廠	煤汽內燃機	臥式	二	七二〇		內燃機四〇馬力・三二馬力各一・平時僅開動四〇馬力者
2	中華汽爐廠	電動機	交流三和 三八〇伏	三	九〇〇	一〇〇	
3	海京工廠	電動機		二	一〇〇〇	一〇〇	
4	金興盛汽車工廠	電動機		四	一五〇〇	二〇〇	馬力數不確知・係約數
5	北平市立第一工廠鐵工廠	電動機		二	一一〇〇		四馬力・七馬力各一
6	昇昌忠記鐵工廠	電動機		二	一一〇〇	九〇〇	汽機月開四次約一二馬力
7	利興鐵工廠	電動機		一	四〇〇	三〇	
8	貽來和記鐵工廠	電動機		一	七・五		
9	同利機器製造工廠	電動機		一	六・五	五〇	
10	永源信記鐵工廠	電動機		一	五・〇	三〇	
11	德聚鐵工廠	電動機		一	三・五	三〇	
12	信成鐵工廠	電動機		二	六・〇	五〇	
13	鎮東鑄造廠	電動機		一	三・〇	五〇	
14	義興泰鐵工廠	電動機		二	八・五	八〇	四馬力・四・五馬力各一
15	得利成銅鐵工廠	柴油機		一	一五〇〇	三〇	
16	興業機器工廠	電動機		一	二・五	五〇	
17	久信機針工廠	電動機		二	六・〇	六〇	各三馬力
18	義成電鋸工廠	電動機		一	五・五	二五	
19	聚成鐵廠	電動機		一	二・〇	四〇	
20	崔記碾磨鐵工廠	柴油機	立式	一	四・〇	三〇	手搖
21	祥昌鐵廠	無					
22	和記鐵工廠	電動機		一	四・〇	三〇	
23	德信五金化學工廠	電動機		一	三・五		
24	興華鑄鐵製造工廠	電動機		一	三・〇		
25	祥利鐵工廠	電動機		一	四・〇	二〇	
26	默厚成	電動機		一	五・〇		
27	中華銅鐵工廠	電動機		一	三・〇	一五	
28	中茂銅鐵工廠	電動機		一	三・〇	一五	
29	義合盛	電動機		一	五・〇	一五	
30	興記鐵工廠	電動機		一	二・〇		
31	洪順鑄銅廠	無					
32	義興鐵工廠	電動機		一	二・五	一二	
33	同德順鐵工廠	電動機		二	八・〇	一八	二馬力・六馬力電動機各一
34	圓生鐵工廠	電動機		一	三・五		機床均係手搖・脚踏
35	富慶隆科學銅鐵工廠	無					
36	同志鐵廠	電動機		一	二・五		
37	華通儀器社	電動機		一	二・五	二〇	
38	鐫鋒工廠	電動機		一	二・〇	二〇	
39	廣利鴻記鐵工廠	電動機		一	三・五	一五	
40	利發工廠	電動機		一	三・五	一五	
41	純記鐵工廠	電動機		一	三・〇		
42	德華工廠	無					
43	中華利	電動機		二	九・〇	一〇〇	二馬力・七馬力各一
44	三興翻沙廠	電動機		一	三・〇	五	
45	春和記鐵工廠	電動機		一	三・〇	一五	
46	永興鐵廠	電動機		一	三・〇		
47	郭利成鐵工廠	電動機		一			
48	同利興	無					各種機床均係手搖・脚踏式
49	和興鐵工廠	無					機床均係手搖或脚踏式
50	東興銅廠	無					
51	天聚祥鐵工廠	電動機		一	三・〇	四	
52	三義鑄鐵廠	電動機		一	三・〇	一〇	
53	義順成銅鐵工廠	電動機		一	二・〇	一〇	
54	興和銅鐵工廠	電動機		一	三・五	一五	
55	榮林銅鐵廠	無					
56	麟記鐵工廠	無					手搖
57	東昌電鋸鐵工廠	無					
58	利興魁	無					
59	明統銅鐵工廠	無					手搖
60	玉合公	無					
61	福順魁	無					
62	三和成	無					
63	永和順木樣廠	無					

附註

第五表 重要機件數量

編號	廠名	鑄床	鑽床	鑽床	刨床	洗床	電銲機	熔爐	風扇	壓力機	備考
1	永增鐵工廠	二〇	三	四	四			二	一	一	另有磨光機一
2	中華汽爐廠	五	一	一				一			另有片爐床二、片爐床一
3	海京工廠	一五	五	二				一	一		半購買半自製
4	金興盛汽車工廠	六				一	二				另有噴漆器一、切鐵機一、洗床可配作刨床鑽床用
5	北平市立第一工廠	六	五	二	二					二	另有鑄床一
6	昇昌忠記鐵工廠	一〇	二	一							另有洗鍋爐片機一
7	利興鐵工廠	七	二								多係自製
8	哈來牟和記鐵工廠	九	二	三							多係自製
9	同利機器製造工廠	七	二	一	一						
10	永源信記鐵工廠	四	二								
11	德聚鐵工廠	三	二								
12	信成鐵工廠	五	三	三	九						半購自天津洋行、半自製、洗床甚簡單
13	鎮東鑄造廠										天津造、另有片爐床二、系自製
14	義興泰鐵工廠	二	一								均係自製
15	得利成銅鐵工廠	五	二	一							均係本地造
16	興業機器工廠	三	三	三							另有去銹機二
17	久信機針工廠	三	二	三							除電銲機外均係山東造
18	義成電銲工廠	二	一			一					
19	聚盛鐵廠							一	一		
20	崔記碾磨鐵工廠	六	一								
21	祥昌鐵工廠	五		一							
22	和記鐵工廠	三	一	一							
23	德信五金工廠	一	一								另有壓片機一
24	興華鑄鐵製造工廠	八	二								
25	祥利鐵工廠	四	一								
26	默厚成	二	一	一							壓力機係自製
27	中華銅鐵工廠	五		一							
28	中茂銅鐵廠	四	一			一					除風扇外均係自製
29	義合盛							一	一		風扇係自製
30	興記鐵工廠	三	一	一							
31	洪順鑄銅廠							二			另有罐爐一
32	義興鐵工廠	二	二								
33	同德順鐵工廠	三		一							天津造
34	閻生鐵工廠	二	二								
35	富慶隆銅鐵工廠	三	二	二							
36	同志鐵廠							一	一		
37	華通儀器社	一	一								洗床係自製
38	鐔鋒工廠	一									
39	廣利鴻記鐵工廠	三	一								
40	利發工廠	四									
41	純記鐵工廠	二	二								
42	德華工廠										
43	中華利										有直流五六伏發電機二
44	三興湖沙廠										
46	永興鐵廠							一			
47	郭利成鐵工廠	三	一								
48	同利興	三	一								
49	和興鐵工廠	二	二								
50	東興鐵工廠										
51	天聚祥鐵工廠						二				
52	三義鑄鐵廠						二				
53	義順成銅鐵工廠	一	一					一			
54	興和銅鐵工廠							一			
55	榮林銅鐵廠	一	一								
56	麟記鐵工廠	二									
57	東昌電銲鐵工廠										
58	利興魁										
59	明鏡銅鐵工廠	一									
60	玉合公										
61	福順魁										
62	三和成										
63	永和順木樣廠										

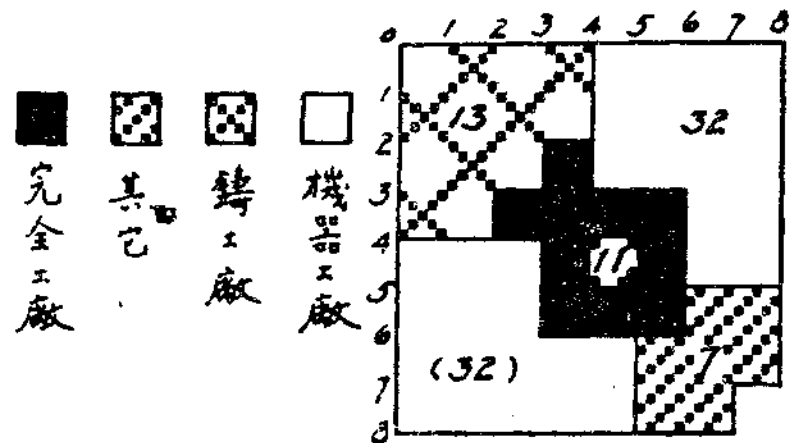
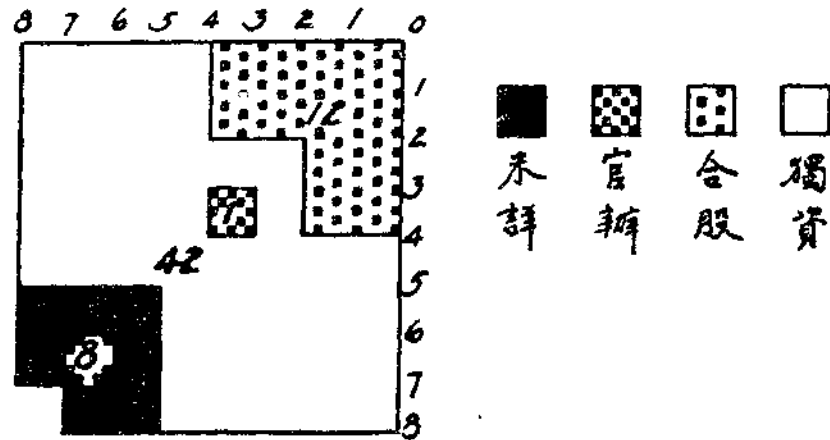
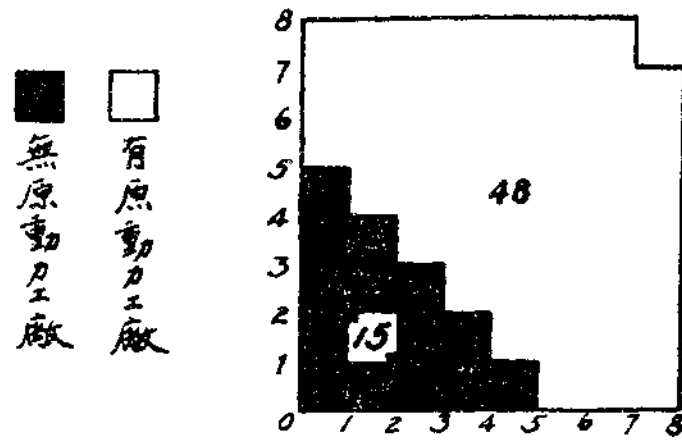
附註



2.

分類廠數比較圖

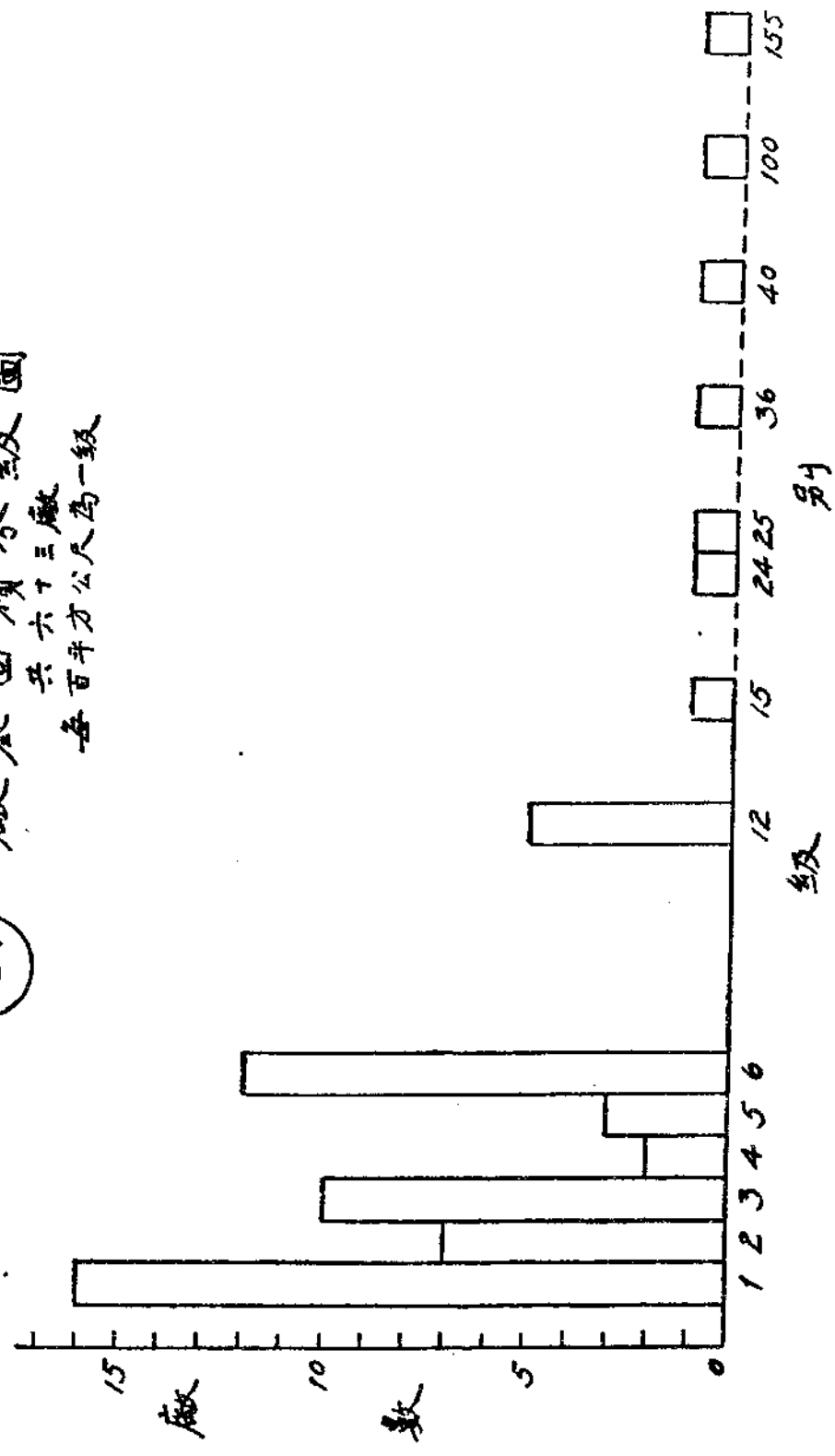
總計六十三廠

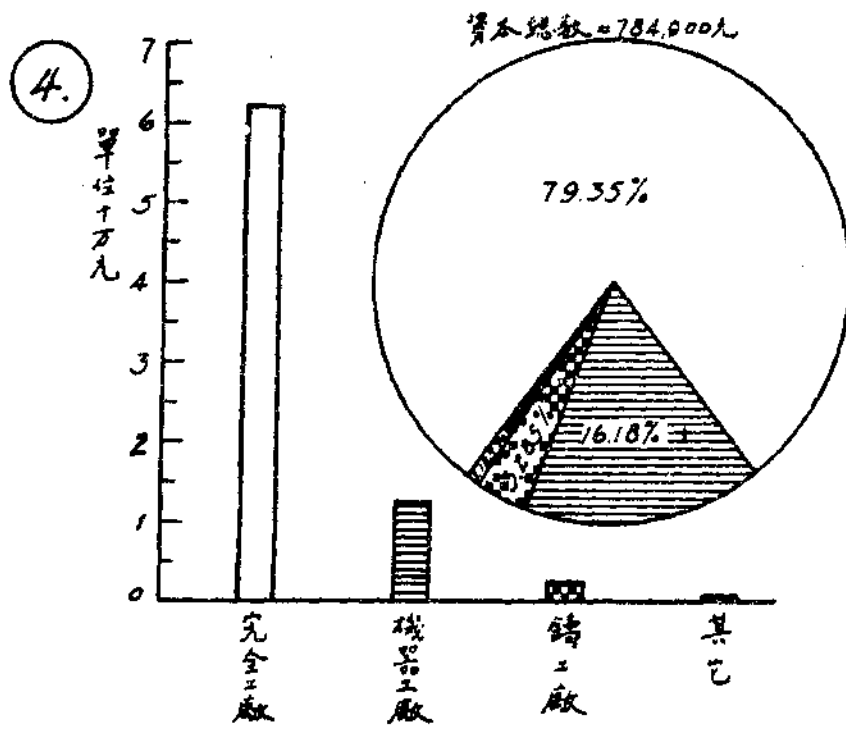


3.

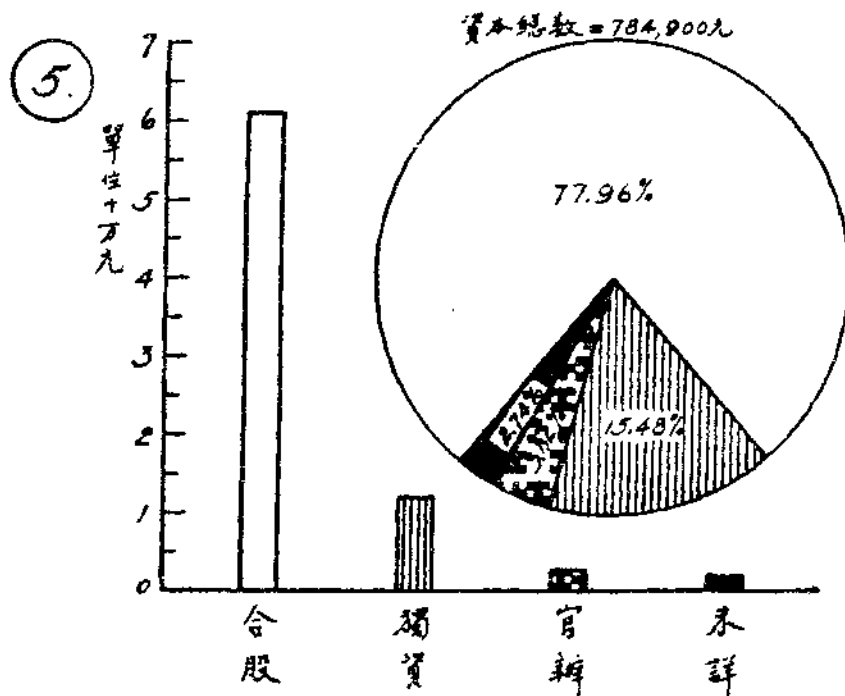
廠基面積分級圖

共六十三廠  
每百平方公尺為一級



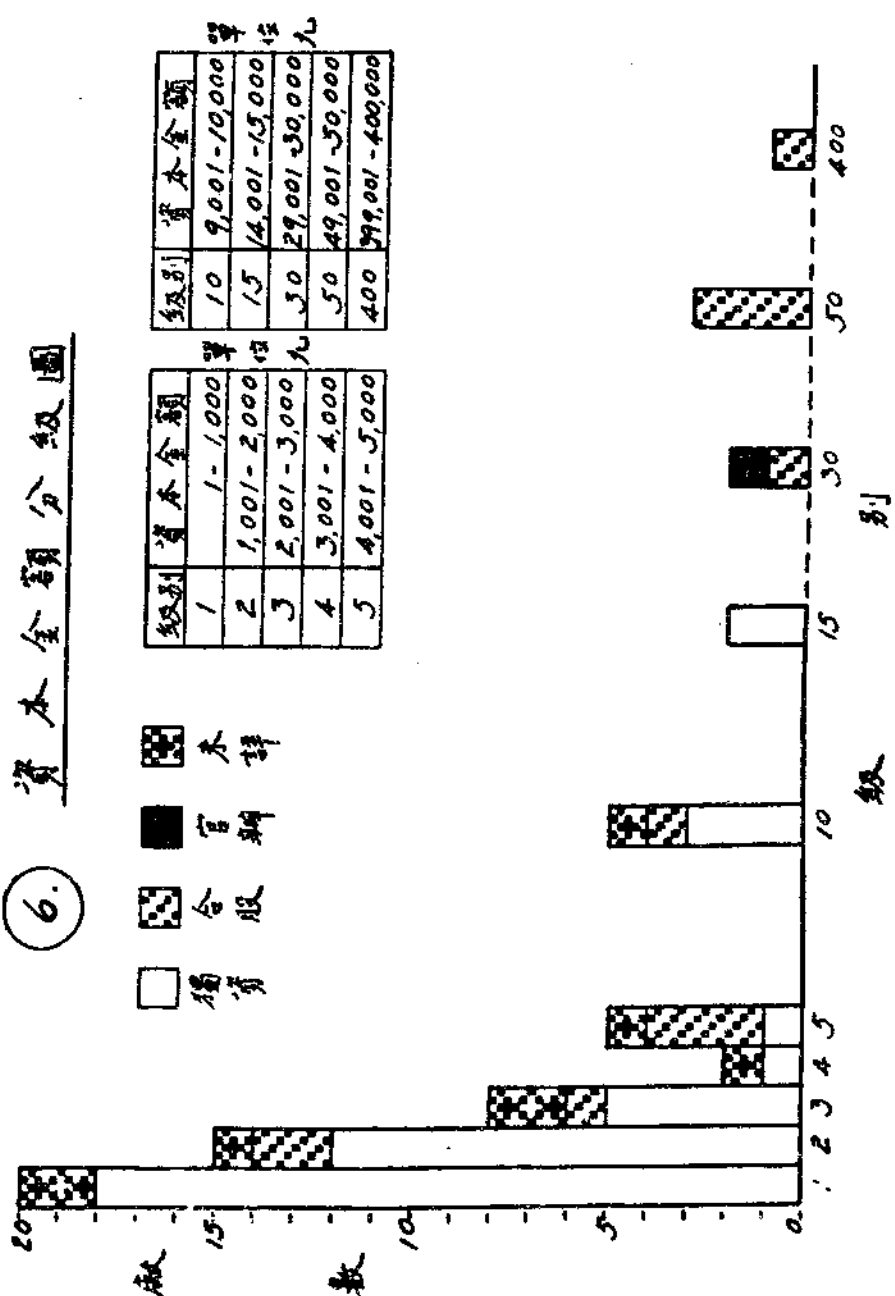


資本分配圖(工廠分類)

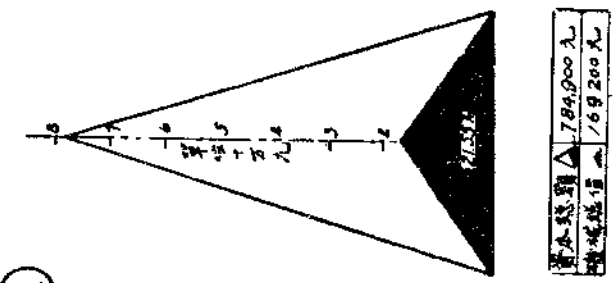


資本分配圖(投資性質)

6. 資本金額分級圖



7.

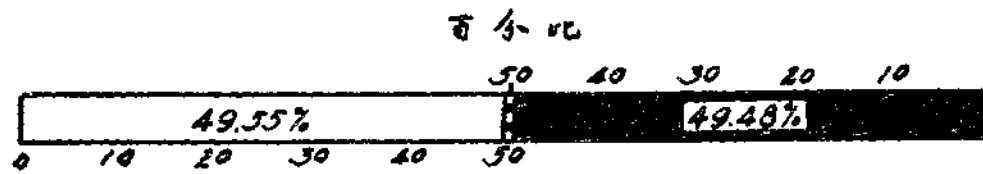
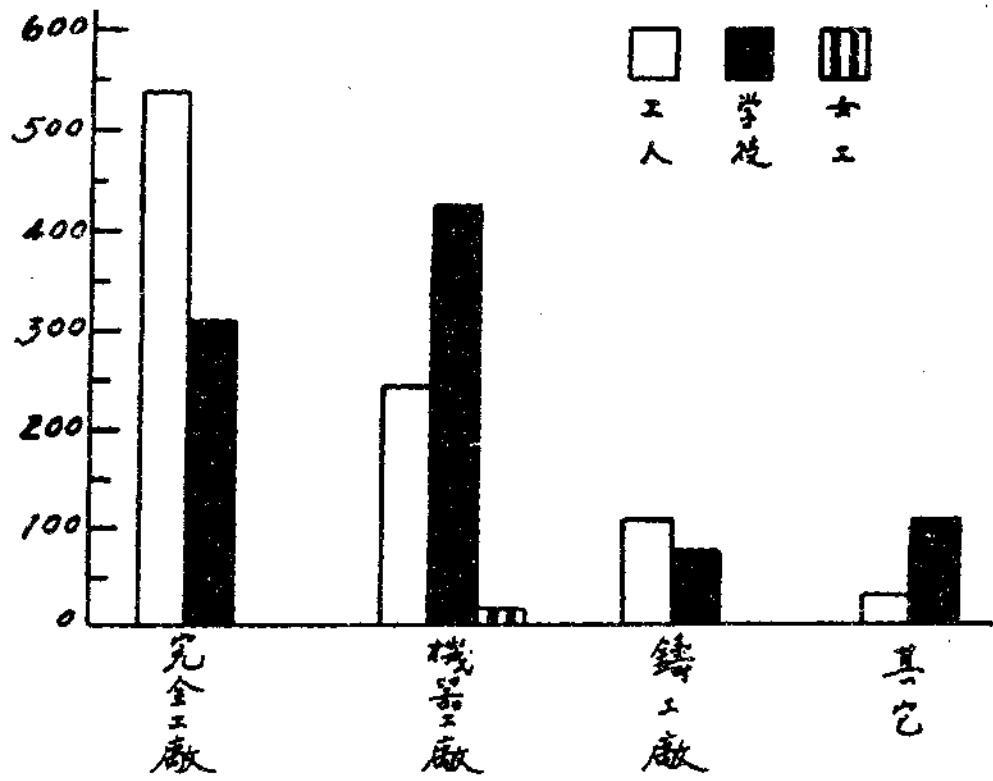


資本總額 784,900 元  
 機構總值 169,200 元

機構總值佔資本總額百分比

8

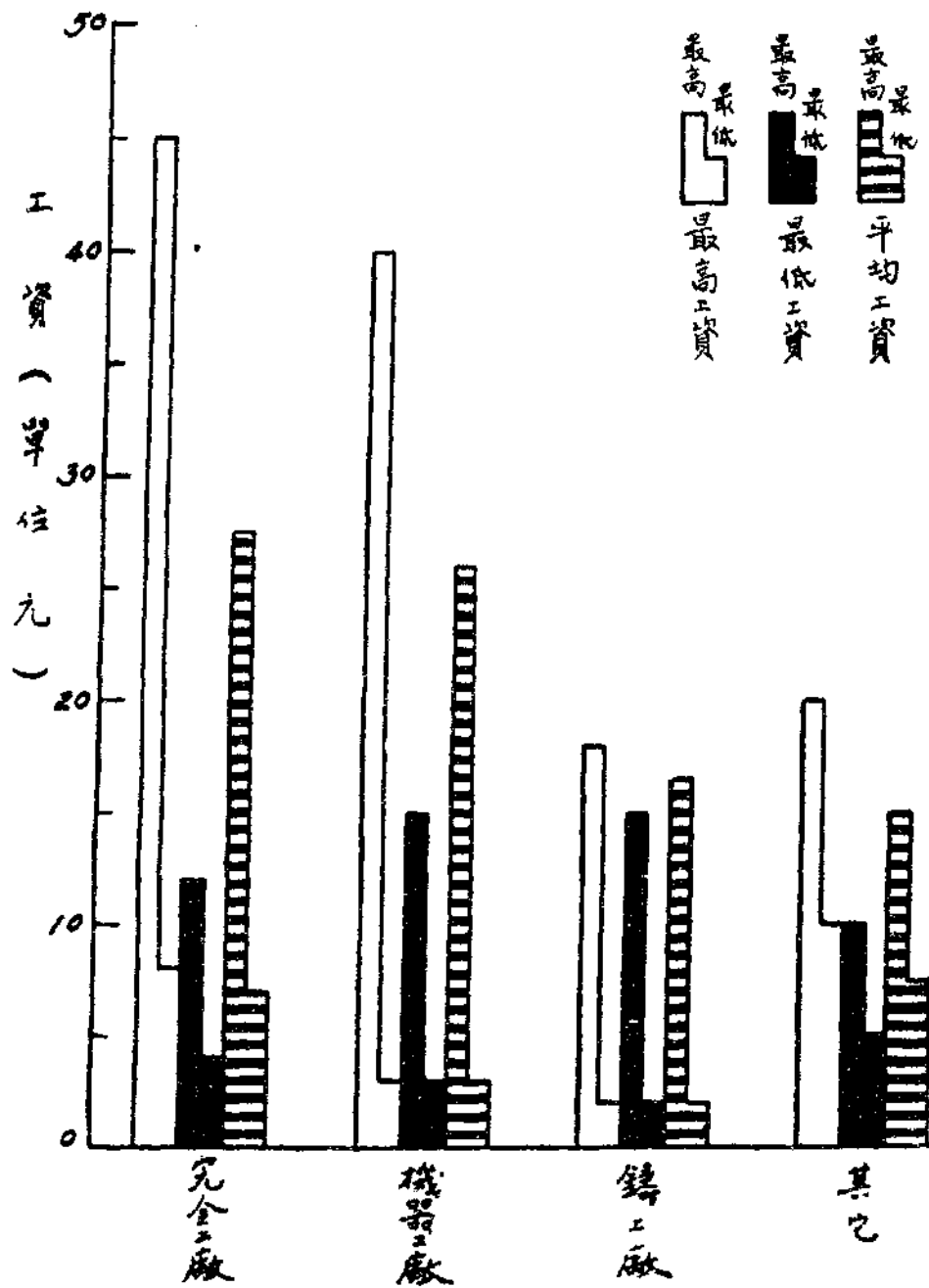
工人人数比较图

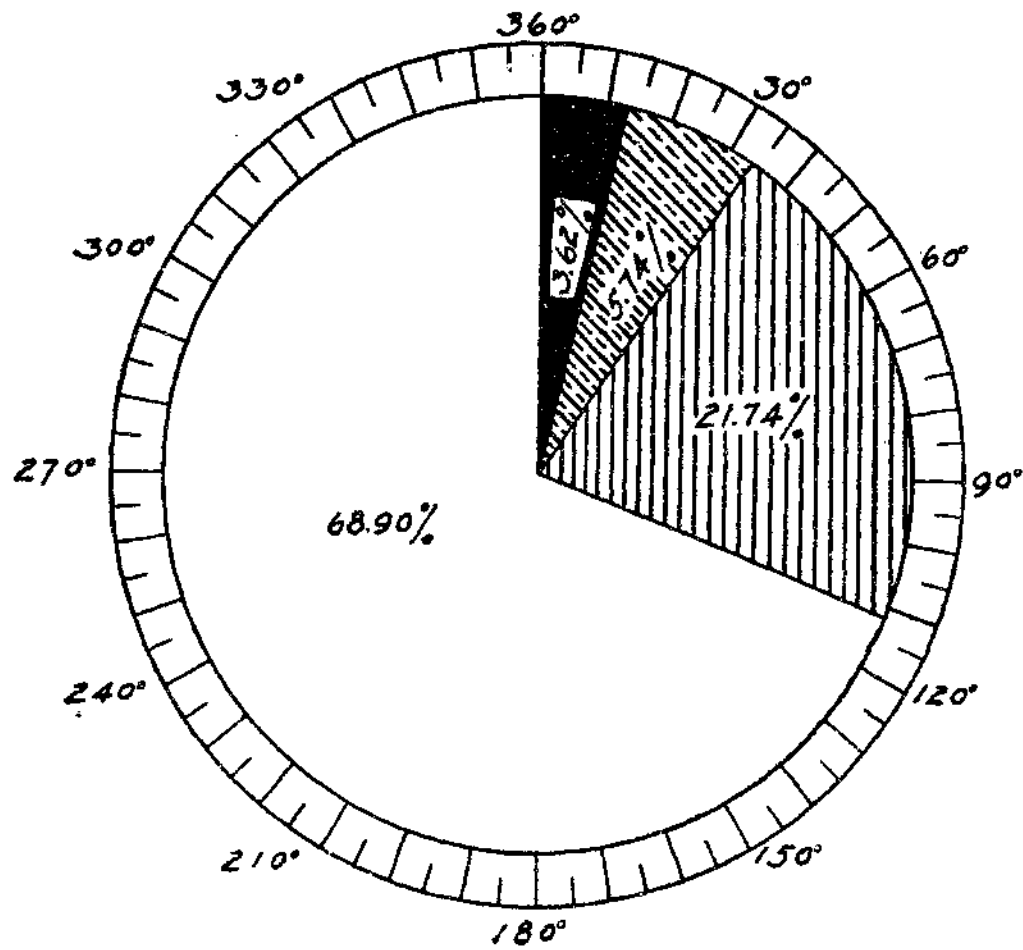





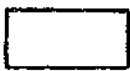
工人数目	922人
学徒数目	920人
女工数目	18人
总计	1,860人



9. 工人最高最低平均工資圖



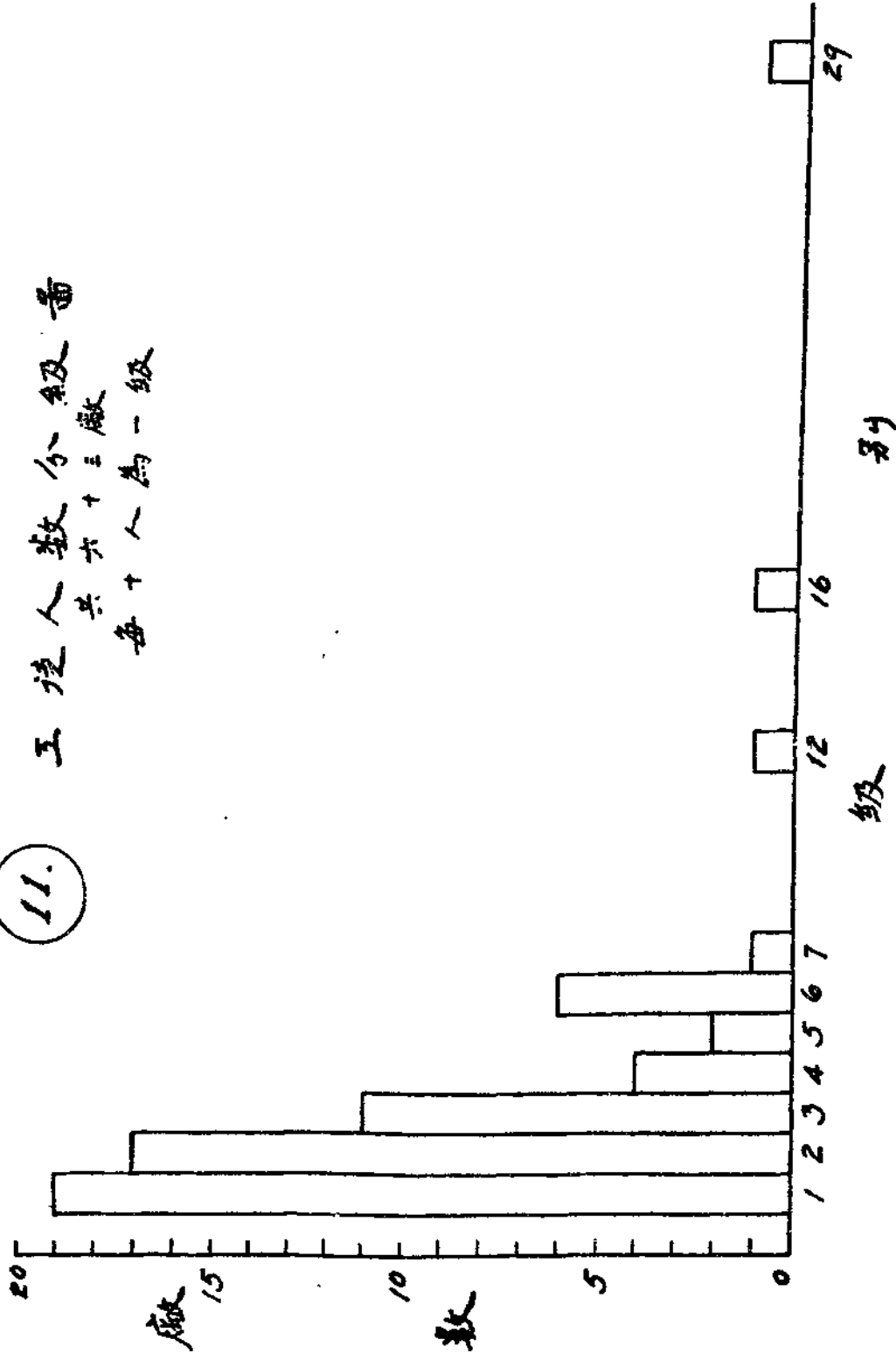


類別	蒸汽	柴油	煤氣	電力
馬力	12	19	72	228
樣別				
每 10° 代表 9.19 馬力				

原動力類別及馬力圖

11.

工役人數分級表  
共六十三廠  
每十人為一級



## 北平市機械工業改進意見

### (一)

從上面的敘述和表格上觀察,很顯明的可以知道北平市機械工業,是在不長進的時期,許多工廠,營業只可以維持現狀,有許多且不能維持現狀,幸虧這一業的工人,正式有工資的不多,學徒的只要管吃管住,便可以賣苦力給廠主作工,就是有工資的工人,也是按照廠方營業的好壞,而規定工資的多寡。同時,在北平也有幾家工廠,如汽爐行和製造醫院用器具的,因為他們的出品,可以替代舶來品而價錢又特廉,所以能作很好的營業。總之,自民國十七年,國都南遷後,北平一天一天的蕭條下去,市面不活動,是一切事業厄運的根源,另一方面各廠雖多固步自封,看到別家按床子,修理機器,自己也便照樣畫葫蘆,結果是互增一個爭買賣的敵人,誰也不得發財,將來只好兩敗俱傷,誰也做不好!北平近數年來機械工業具日趨衰落,不能不說是由於這兩種原因而發生的!

本來一切事業,以政治中心而轉移的很多政府遷移後,在市上消費的人減去一大部份有錢的,所以需要忽然減少了,這時候供給的能力和貨物,依然是和從前一樣,比較起來,那有不賠累的道理?社會是一天比一天進化的,機械,五金器具,水管汽爐等在社會上應用的當然是日有增加機械的種類和複雜的程度,是漸漸增加的,各種器具和汽爐的裝璜美觀,一定也是更加講究的,從這些方面講來,北平市的機械工業,應當有相當的

發展,可是在事實上看來,他們受社會進步的影響,遠不如受市面蕭條影響爲大;這無非是近年來天災人禍的賜與!

上面這種問題,是關於社會經濟部份的,談起來範圍很廣,而且很難談出一個具體的辦法來,所以,便把它擱置起來,不加討論。

我們這次寫機械工業的改進意見,完全是依照事實並參考最近各方工業概況,而規定出來的,我們並不作偉大的計劃,或是過大的鼓吹,願在實事求是上着想,使我們的思想能和現階段的工業情形相聯繫,在可能的範圍以內,求機械工業的改進和發展。這是首當聲明的一點。

談到各工廠的固步自封,不知改進,最先應當認清的,是爲什麼他們要如此,明瞭了這個原因,才可以想如何去改進和如何去發展這些不健壯的工廠。在前面曾說過:北平這地方的工廠,除了極少數工廠的經理是受過新式教育,他們可以用科學方法計劃廠中的一切事務,機械和出品,其餘大部份工廠經理,是沒有受過科學訓練的;他們雖然有的會讀過書,會寫字,那也不過只是可以記記賬而已;況且有的是學徒出身,學成了,自己拿錢辦工廠,由這樣人創辦或是經營的工廠自然是不得期望他的合理了。沒有新的方法啓發他們的知識,沒有人貢獻他們意見,他們固步自封,是必然的!

北平這地方在現在不是一個工業區域,所以所有工廠全是小規模的,在機械這一部份,除了中華汽爐行的汽爐和鍋爐可以銷售到上海,信成的針織機可以銷售在冀察綏一帶,其餘的出品很少能運到外省去,我們要研究如何改進和發展北平的機械工業,最先應當研究這幾點。

1. 煤鐵鋼和各種金屬的來源
2. 原動力問題
3. 市場及推銷問題
4. 交通問題

鐵是辦機械工廠的基本原料，煤也是重要用品之一。按北平現在情形看起來，雖然還用不到大量的鐵和煤，在將來發展時，需要的便多了。本市用鐵，在翻砂上用的全是國貨，大部份是湖北湖南產，其次便是山西平定產，早先還有一部份是從東北來的。至於熟鐵如鐵板，鐵條，鐵管，鋼管等全是從外國來的，每年漏卮很大！在崇關沒有裁撤時，民國十八年的貨物統計表上，所列的洋貨五金計有

鐵 絲	七十三萬九千一百三十二斤
黃銅絲	一萬六千二百三十五斤
紅銅絲	二萬零一百三十五斤
洋鐵片	五萬一千一百六十四斤
鉛鐵片	九十九萬零六百九十四斤
洋 釘	四十六萬四千六百七十八斤
洋 針	八千三百九十斤
洋鐵器	一萬零八百三十七斤
圓鐵條	七十三萬九千一百三十二斤
方鐵條	四萬三千六百七十五斤
洋鋼條	十四萬一千零十三斤
鐵 板	一百八十五萬四千五百八十五斤
鐵 管	六萬零八百七十斤

民國十八年是崇關收入很少的一年，數目已是如此的大，

現在恐怕比這個數還要大呢，然而這些原料，不一定全是用在北平工廠裏，民用，商用或者是運輸到附近的縣城去的，大約可以佔十之二三。

平西龍烟鍊鋼廠，原已建設完竣，惜未能應用即行停辦，我國所鍊的鋼，質既欠佳，量亦不多，故欲發展機械工業，必須設備大規模之鍊鋼工廠，否則原料缺乏，價格昂貴，前途仍不可設想；煤的來源，可謂至廣，其適於工廠用者，以開灤礦，井陘礦和大同等礦為佳；礁礮為熔鐵之燃料，平市現在需要甚多，石家莊有新法煉礁廠，供給一大部份，少部份取自開灤和遼寧等處。惟各路運費太高，到平後不免大受影響。

原動力現在多用電力，由石景山電燈公司和通州電車發電廠，兩方面供給，有專線通到各工廠，電係交流，三相三百八十伏特，每一單位(KWH.)洋九分，因需用少，較為經濟。將來工廠發展，電之供給，當可不成問題；如改用柴油機，煤氣內燃機或汽機都可以，那又在看廠方開動的時間，和工作的用途而規定。原動力在北平不是一個困難的問題，今後所祈求的是，機械用電應當將價格減低，減輕一般小工廠的負擔。

平市機械出品，主要的市場是冀，魯，豫，察，綏，晉，在魯，晉二省，因為各種工業的漸趨發達，北平出品的市場，受到很大的打擊；今後除了幾種特出的出品，如梳毛機，碼鐵等還可以運過去，恐怕別的便不好插足了。在其餘的幾個省區裏，可以發展的地方，只有到鄉間去。現在各處公路增加，修理配置上都需用大量的機械，同時鄉鎮上磨麵磨油，絞水等農間工作，已漸次改用機械，如果能在這個方面加以適當的推銷和宣傳，當可以收相當成效的。

平市的交通,當然是很方便,所以原料和出品的運輸,是不成問題的,小規模的機械工廠,只是一種普通的工業,因為他沒有大量的或是特出的生產,這一類的工廠隨處可以見到的;所以在現在,平浦和北寧沿路銷售的機會,遠不如平綏和平漢沿路銷售的多。

## (二)

平市之地位及其環境既如上述,工業欲求發展,可能性當屬不少。按民國十八年國民政府公佈的工廠法,平市現在的機械工廠,合乎規定的只有十幾個;在這十幾個廠子裏,設備,工制,安全等項不合法的地方儘多,找一個完全合法的,幾乎還沒有。同時在技術方面,他們也太不講究,所以在北平的機械工業,必須先加以改良,而後始可談到發展。

關於工廠方面,我們很想到幾種具體的意見,願作為改良的芻議。

(一)小規模的工廠用集團辦法聯合起來——平市小規模工廠多的很,幾個工人,有一兩個床子,便叫作工廠,這種工廠只應付極粗的工作,固是說的過去,關於稍為精細的,或是大件,簡直他們便無法動手,實在說來,這類的工廠,只可說是專掌修理和裝配粗糙而又不需精確的小件。翻砂的工廠,因為出品根本便不是精細的,所以各種活件還都可做,複雜一些的也能翻出來,然而不能期望他們做的很好。總之廠子的資本小,不能有大的鋪張,所以機械的數目少,能力小,技術好的工人,是不易找得到,請技師當然是更不成的了,能力小,技術差,不能有好的出品,營業情形,當然受到很大的影響。為的解決這種缺點,所以想



他們應當集團化，這便是說把許多小工廠合併起來，變成一個規模較大的工廠，這個計劃的成立，一方面是因為機械發達，小工廠機械舊，不能競爭，處在淘汰的地位，另一方面是因為市場廣大，應當有大量的供給而同時免除同業的競爭。他們的資本，工人和機械一切都合併了，重新改造，加以整理，如此做來，比較新成立一個同樣的工廠，所費的精力和資本一定省的多，開辦的手續和工作的進行，一定也是容易的多，精細的機械，體積較大的機械，或是成本較重的機械，在這種情形之下，總是可以很容易的作大量的生產，有了大量的物品，再在推銷上下些功夫，獲利是較比容易些。『合併』在歐美已有幾十年的歷史，是經濟組織的一個特徵，初行時，工廠方面多是不表贊成，行之既久，才確知於社會是有益的。至於合併之實施，多採用估價方法，先將各小工廠的機械，存貨，用具等估價，再組織總管理處，籌畫新工廠之成立，在北平的機械或是翻砂的小工廠，他們掌櫃的籍貫，大半是河北人，在津浦沿線上，河間和交河的人特別多，假設，他們能在鄉誼的關係上，聯合起來，共同合作，是較比容易的，所差的是人材，有組織能力，有識見，並且能得到多數的信仰，才可以負起這個責任來。

(二) 出品專門化 —— 在分業表內，除了中華的汽爐，金興盛祥昌的汽車零件，默厚成的水泵，貽來牟和記的印刷機，可說出品已是專門化了，其餘的全是什麼也做，有樣子便可以臨時動手，先做木樣翻砂，繼之用機械整理，前後配置，幾乎每件都是經過一次手，談不到經驗和學識，費了材料折了工，作出來的成品，還是不能好，所以在新式工廠裏，極重視工業的專門化，廠子出產什麼，便是什麼工廠；另外，不但工廠的出品專門化，就是廠內工

人的工作也要專門化，作某一種活件的便專作某一種活件。如此工作既精，而成品又快，材料能節省，監督和計工也便利。專門化雖然容易引起工人的疲乏，是一個害處，然而它的利處正多。如果一個工廠專門製造某種機械，該工廠在社會上的聲譽還可以增加哩！現在鄉市通用的人力抽水機，在北平有許多家可以承造，可是最出名的，要算是默厚成，因為他的廠子是專門化了。北平現在的廠子，大半是修理裝配，這種性質的廠子，在一個都市裏，當然有它們的存在性，可是在這不景氣的時代，牠們應當往專門化改進，因為不這樣，不足以求發展，各工廠如能有大量的專門出品，向外推銷，增加市場，也未始不是繁榮北平市的一個因子！

(三) 製造要合於社會需要 —— 一個工廠的成立，第一要尋找原料的出產地，第二便是找出品的推銷地，也就是市場了。這兩種事情，有了把握，生產是不會過剩。不過，現在我國關稅不自主，處處受列強的經濟侵略，入超一年一年增加，其中機械一門當然也是一大部份，以平市而論，在民國十八年的崇關貨物統計表上，外貨輸入的記錄是：

汽車底盤	一十一萬九千一百四十元
汽車零件	一十二萬六千七百零一元
自行車零件	三十六萬一千九百二十一元
機械	九萬五千一百二十二元
鐵零件	一十三萬四千九百六十五元

從這上面，我們很可以得到一個約摸的印象。同時在我國，農村破產，是很顯然的。人口增加，土地的生產，沒有增加，處處露出貧困和不安定。這證明我國是正在需要機械去發展，農村

雖是購買力薄弱，各處需要機械的程度却是很高，也就是農村，正等待我們救濟呀！在工廠一方面，製造物品，要合乎社會需要，是社會需要的東西，才容易推銷，這是一定的。

我國以農立國，農民在鄉間的生活方式，一千年來，除了因列強經濟侵略，受了不少的影響以外，可說是沒有什麼改變。農田的耕耘，澆地，收穫，農家的磨碾，榨油，織布，那個不是祖先遺留下來的老辦法。這說起來，我們能不慚愧，所以今後工廠出品，運輸到農間去，是一件很有價值的事情。現在都市上所用的碾磨，榨油，織布等機器，和鄉間用的土法子比起來，已是進步很多，假設把這些東西照樣的運輸到鄉間去，也就很可以了。關於農具，早先北平農事試驗場裏，曾應用過許多西洋農具，那不是用機器，只是用牲畜拉動的，後來不知道爲什麼，都封起來，沒有使用。無論如何，中國農具，經過很久的時期，遺留下來，應當改良的很多，而可以改良的機會也很多。北平的機械工廠，處在文化中心，假設從這方面着手，悉心研究，或是和農業學校合作，“共同計劃着進行”，前途也是有希望的。北平市第一工廠鐵工廠，現在除了給市政府修理汽車和配置其他機件外，也想製造農具，這種辦法是值得贊成的。近數年來，許多學者，都主張發展農村，政府方面，也是向這方面做去；不過他們主要的是用信用合作，給農村一點經濟幫助，農村得到這點幫助，只能在買子種地時寬裕些，收穫時，生產還是原來那些，沒有增加，於生計上，仍然是沒有辦法，假設遇到天災人禍，衣食不足，還得籌款還債，那就更苦人了。現在鄉間所需要的，是如何能開發土地，增加生產，或是以更少的辛勞得到更大的收穫，機械輸入，農具改良，至少是一個有效的辦法。

## (三)

前面把改進工廠的幾件具體意見講完,現在再把各工廠普通情形,應當改進的談一談:

廠址 各工廠的通病是廠屋過於敝陋,又因陋就簡,一看很難令人說,它是個工廠。廠屋多半是民房改建,院落或是周圍可以發展的地方都很小;有的,只有兩間土屋,高速度的電動機在這種建築裏面轉動着,是够多麼危險!中華汽爐廠在城外,建築方面,都可以說是合理化的;海京昇昌和市立第一工廠在城內,廠屋尚可,在暫時雖可以敷衍下去,但將來發展上便有困難。永增的情形不好,雖然牠是位置在空曠的地方,可是房屋全是舊式的。至於利興,義興泰等工廠,簡直的不能談起,因為牠們全是廠址狹小,建築不但不合理,而且有危險的多。空氣不潔,秩序紊亂,又幾乎是無廠不然。所以我們現在第一注意到廠址,希望各工廠,能開設於地址寬廣的處所,房屋要高大,其正在工作者,應注意其廠屋是否堅固,而從速加以修補或改建,增加窗戶及天窗,使光線和空氣得以充分。有許多翻砂工廠,放置在居民密集地方,是很危險的一件事。在熔鐵時,火花四射,偶一不慎,射到鄰家去,發生火災,是很容易的事。關於這個,如把圍牆加高,並禁止院落中安置易於引火的東西,似乎是較為妥當些。澈底的辦法,是把機械工廠移設在城郊,或是外城一帶,這樣不擾亂市民,防止火災,雖然在運輸上比較困難些,然而利弊相較,也是不在城市內為適當些。這些問題,市政當局應當在嚴厲的監視之下,加以督促,是比較適當的。

效率 因為廠方無所謂管理,一切是紊亂的,在紊亂的工

作中，自然談不到高的效率；況且一般人不知道效率的重要，只要把工作完成便可以，活件多時，便連夜趕上去，活件少時，多作幾天有什麼關係？從這上面犧牲的時間很多！翻砂廠和機械廠不在一塊的，鑄件送到機械廠去，又費一部份運費，不但是時間上不合適，金錢上也多消費了！所以翻砂廠和機械廠應當力求其接近，這也是在前面我們所以要把小規模的工廠集團化的一個原因。工作時間，在北平市有幾個工廠是準十小時，多半的工廠是一天，工人從天明到天黑，除了中間吃飯的時候，總是工作着，其實這種工作不一定便是勤奮的，安靜不斷的去作工，他們當然在工頭不在的時候也要懈怠一會，工作乏了也要休息偷閒，況且作長時間的工作，因為心神疲倦，注意力減少，錯誤，不精確的毛病是很多的，所以長時間的工作不是能增加效率的。平市各工廠，有許多工作沒定，尤其是翻砂業，工廠對工人的業餘娛樂是毫無設備，一定要做八小時的工作，也有不合適。無論如何，整整的作一天是不能令人贊同的。今社會局規定工作時間為十小時，在一般情形講起來，尚稱適當。打算提高工廠的效率，處處要往合理化那一方面走，各方面都能合理的工作着，生產增加，出品精良，是可預期。合理化是由於思想和經驗得來的，範圍至廣，幾乎無所不包；在許多思想和經驗當中，取出一個於常識，學問各方面都說得過去的，而應用之，漸漸的改良去，這便是合理化。平市許多工廠，如果能在這上面，大家下些工夫，效率一定很好。

聘請工師 平市設備比較完善的幾個工廠，營業情形都是有贏餘的，它們所以能到這個地步，顯明的是因為他們有工師，設計，製造，管理都是合理的。一個沒有工程學識的人，是不足

以談開辦工廠的。永增工廠，規模很大，應當急速請工師，代為設計整理；這麼一個工廠，前途是最有希望的，不應當這樣馬糊的過下去。德信五金工廠，有資本，有發展的志向，應當有一位工程師，幫助着向前做去才是，其他工廠，單獨請一工師，勢所不能，亦大可不必，彼等應先自聯合，合數工廠請一工師或指導員，專事改良現況及設法出品精良，這個是要政府盡力指導協助才可以的。

成品 平市工廠成品，可以稍談精確者，只不過科學儀器，印刷機和內燃機之一部份，其餘多係粗糙活件，中華和海京的汽爐面積，大小，和應用數目，均有規定，其他數廠，仿製而已；歷麵機上的齒輪多是鑄成，並不加機床修理；在崇文門外西月牆一家機械房內，有一架洗床子，構造的簡單，令人稱奇！它只有三根鐵棒，一個改角度的圓盤，一個釘子，便可以洗直徑一尺的齒輪。這種做法，如何能確兩個齒輪中間的阻力，也要吸收大部份的原動力呢！不但這個，其他工廠也有很多是如此的。精確是成品的一個重要條件，不然是不足以廣招徠的！廠內原來的機械，要够精確的程度，工人要受到相當的訓練，這個是要先決的。一個商人對於營業是要自己找去，工廠經理對於他的出品，也是要去自己找，不能只走故道，我國機械製造，數十年來都是仿效外洋，而外洋的機械種類繁多，日新月異，我們應當迎頭趕上去，盡力的做造，做造的價格，至少可以比較舶來品為賤，在市場是容易推銷的。紡織用的梳毛機，洗毛機，整理機，北平某廠曾做效英國某廠的原樣製造一份，賣到山西去，很賺一批款子，圓生鐵工廠找到許多染色的機械，最近即開始去做製，這個很可以給一般工廠，一個强有力的證明，做製外洋的機械是很好的辦法，當

然工作是不能隨便馬糊的，技術太差，做出活件來不應用也是一樣不受人歡迎的。

工人 工廠法上，對於工人和學徒的規定，是不適用於平市機械工廠的。在北平，學徒和舊學式買賣的一樣吃苦，一年之內，很少給些許零用，衣服鞋襪是從家裏捎來，飲食是在工廠裏，那只是米粥的蒸糕和白菜湯老鹹菜而已，工人除有工資外，飲食也是如此的；衛生二字，誠然是不能和他們聯在一起，玩機械的和翻砂的，天天和黑貨作朋友，他們面貌黧黑，衣服襤褸，是可以想到的。所幸學徒多半是從鄉間送來，他們的家長拜託過多少親友，加上多次的申誠，才送到工廠去，學徒的沒有見識，有飯吃，少報酬，他們便以為受命於天了，加之家庭的管轄和經理的鄉誼關係，是不願起而反抗的，所以這倒消滅了勞資的衝突。工人待遇以中華汽爐廠為最佳，每年提出兩個工作好的工人來，給以獎勵金二百餘元，錢是由廠方代理存在銀行內，十數年後，工人告老，立時可以得到幾千元，同時他們對於工人生活設備，也還好。海京工廠設有華北工程學校，專門訓練工徒，內面組織和課程都是嶄新的。永增、第一工廠、鎮東等廠，還算有工人宿舍，其他連宿舍都談不到，白天的工廠便是晚上的宿舍那種情形，便不言而喻了！從營業上着想，工人的工資，不允許有大量的增加，我們頂贊成中華汽爐廠用的辦法，在年終的時候，獎勵少數工作勤勞精明能幹的工人，這個可以鼓勵工人，如此作法，得獎的終身問題，便可以解決了；但專施行這一種辦法，工人情形立時便有天淵之別，富者驕富，貧者仍貧，因之而發生意外，是需要避免的，可以相輔而行的有分紅制，就是廠方的贏餘，工人除了應得工資以外，應當按比例分一部份，作為酬勞。事實上北平工

廠實行這方法的很多；月工，年工是向外人說，真正做去是分紅制，有贏餘工人可以得到一筆小款，算是廠主奉送；沒有贏餘，一個錢也得不着，這未免太慘了！至於技術問題，專靠學徒升工人那種階段，是沒有多大長進的。工人須身體強健，膂力過人，能瞭解工程圖，有專心，可以作細小及艱鉅之工作，這樣工人的訓練，不是一般工廠的工頭或是經理，可以辦到的。華北工程學校專招收工徒，平市工人全應當藉重這學校，由學校成立速成班，專收各工廠送來之工徒，授以較有用之學識，如看圖，測量，計算，工作上注意事項，機械構造等，這樣做下去，當可收相當的成效，工人生活的改良，最難說，我們很簡單的希望各工廠對於工人宿舍，多講些衛生。

三、安全設備 平市各機械工廠，對於安全設備，均付缺如。安全問題，關係工人生命和社會安寧，是很重要的，市府方面應當予以急速的注意。關於建築，在前面廠址那一段裏，曾談到許多；建築的安全，除了堅固以外，便是防火，大規模的工廠，應當自備救火機，水龍，小規模的工廠，應當多備水缸，同時消防隊的緊急電話，是要知道的。關於機械，機煉高速度的旋轉着，電流，齒輪，皮帶處處有危及人命的可能；大工廠裏，對於這種事情還特別注意！平市工廠，廠屋小而低，機械陳列雜亂，行人路又多半狹的很，所以安全設備當從速設置，如安置護擋或鐵絲網為最好的辦法。

#### (四)

改進和發展北平市工業，除了國家的經濟情形的變更，和社會予以有力的提倡外，工廠本身，是要作如上述的改進，至於北平市政府方面，因為在管轄區域，一切的設施意見，進行計劃，



都發生很多的關係，在市政府也曾檢查過全市工廠，他們應當有一個，以官府資格，整理的計劃。所以我們這裏，只把我們希望於市政府的幾點意見，貢獻出來：

北平市的機械工業，大部份是在萎靡不振作的時期，同時它們是沒有能力，自己圖奮發；北平市政府處在領袖羣倫的地位，對於這些工廠，可說是一位保姆，負有監督，設計，改進的責任；在這裏應當切實的記住：北平市機械工廠的經理，除了極少數會受過新式教育，大部份是沒有受過科學訓練的，甚至於有一部份，還不識字呢！在這種情形之下，工廠本身，不但是破碎不堪，而且是守舊不改，假設去勸導，代為設法，或者還要大加反對呢！市政府指示改進，並以法令相範，倒是一個適當的法子。

北平小工廠數目極多，如一盤散沙，毫無組織，（雖有銅鐵錫工會，也是等於虛設）政府亦向不過問，所謂合理，改進，他們如何能辦到我們主張各小工廠在今後應當先組織起來，以後政府盡力指導與協助，目前尤其重要的，是關於改進廠屋，工人待遇，工作時間及安全設備等，至於將來的發展，也是要一步一步的指導着進行，這種事情不是走不通的，在早先德國手工業獨立經營的有五百餘萬人組織手工藝總會，並依區域分為六十二分會；在每一區內，再依職業分為各業小組協會，自行招收藝徒，舉行考試，選舉職員，辦理一切事務，惟於考試和選舉的時候，政府要派人到場監督，一九二四年，工商部內設手工藝委員會，在法律方面，解決糾紛；在經濟方面，遇必要時，可以貸借；在知識方面，有專家研究各項手工藝之改良，以及衛生安全等事項，在事務方面，規定獎勵和提倡的步驟和辦法，這樣辦理，是人民與政府通力合作，結果很好，假設北平也是走這條道，前途的有希

望是可預卜的。

在這裏把市立第一工廠鐵工廠，特別提出來談一談，因為它是官辦，可以為其他的模範。關於改進等事項，一般工廠有的不是勸導可以走通的，必須作出樣子來給他們看，真實的成績表現出來，才可以得到人的信任。第一工廠在資本，人才，設備各方面都很好，技術和成品當然是高人一等的，前途有很大的希望，很可以作市政府改良及促進全市機械工業的一個借鏡。

另外，我想北平市的學術界，也應當為發展本市工業，盡一些義務，北平各大學有工學院的很多，假設每一學院，或是數學院，共同成立工業試驗所和咨詢處等機關，輔助各工廠的改進，一定是大有益處的。

## 編 後

### 陳 器

經過長時間孕育的工學專刊，終於呱呱墜地了。本刊難產的原因，一部分固由於徵稿的遲緩，而最重要的，還是由於時局的紛紜。在這種刊物輪到本學院的時候，始而華北醞釀自治，經愛國志士奔走呼號的結果，華北山河，雖未完全破碎，而察北冀東，已告離異，繼而兩廣因政見與中央不合，自由行動，幸而和平解決，統一告成，不料因此反招人家的嫉妬，成都事件，北海事件，漢口事件，接踵而至，在這種國無寧日，救亡不暇的時期，教授們一面授課，一面還得領導學生的思想和動作，納於正軌，還能有從容的時間，伏案著述嗎？稽延復稽延，到了最近兩個月，各方面的稿件才徵集得稍有頭緒，不幸綏東戰事發生，站在國防最前線的教授們，自應急忙拿出他們看家的本領，來與強敵周旋，於是鋼盔啦，避彈衣啦，煙幕啦，防毒面具啦，大家分工合作，忙個不休，又把這雕蟲篆刻，壯夫不為的小技，置諸腦後了。嗣因前敵將士的用命，後方人民的援助，好容易把敵人殺得落花流水，正好安心課業，將稿件彙集齊全，專待開會審核，孰意晴天霹靂，西安變生，國民這一驚非同小可，把將近臨盆的寧馨兒，也嚇得不敢出頭露面。由此說來，這一本刊物，在它的孕育期中，真算是多災多難的了。然而多難興邦，古有明訓，在蔣委員長安然出險，舉國歡欣鼓舞聲中，它適逢其會，應運而生，真應了溫嶠『此兒有奇骨』的話，然則這個刊物雖然渺小，而從茲蕃衍繁殖，却負得起工業救國的重任，正未可知，此則本校同人所馨香禱祝者。

民國二十五年十二月廿六日。





# 國立北平大學學報

第一卷 第五期

工學專刊

---

版權所有

---

中華民國二十五年十二月出版

實價大洋壹元貳角

編輯者 國立北平大學工學院

出版者 國立北平大學校長辦公處

印刷者 友聯中西印字館

北平宣內國會街

發行者 國立北平大學校長辦公處

電話西局二八六〇