



\*A214439\*

# 發電廠與配電站

毛啓爽 吳玉麟 編譯

中國科學出版社  
國立政治大學圖書館典藏  
由國家圖書館數位化  
儀器公司印行



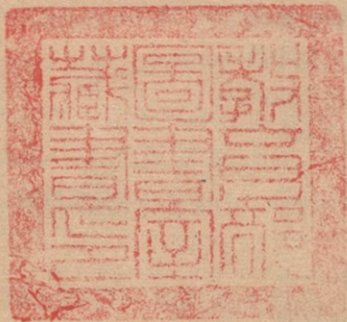
60728  
081

電 工 技 術 叢 書

發 電 廠 與 配 電 站



毛 啓 爽 吳 玉 麟 編 譯



214439

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司 印 行

上 海

# 電工技術叢書

## 第一集

主編者 楊肇燦 裘維裕 楊孝述

|            |         |
|------------|---------|
| 電學與磁學      | 裘維裕     |
| 交流電學       | 裘維裕     |
| 直流電動機與發電機  | 毛啓爽     |
| 交流電動機與發電機  | 丁舜年     |
| 電動機運用與電機試驗 | 胡汝鼎     |
| 整流機與換流機    | 胡汝鼎     |
| 變壓器        | 周琦      |
| 發電廠        | 毛啓爽 吳玉麟 |
| 蓄電池        | 毛啓爽     |
| 保護習續器      | 丁舜年     |
| 磁鐵及電磁鐵設計   | 丁舜年     |
| 司路機鍵       | 壽俊良     |
| 電壓調整       | 壽俊良     |
| 電工儀器及量法    | 楊肇燦     |
| 瓦特小時計      | 莊標文 楊肇燦 |
| 電照學        | 趙富鑫     |
| 電熱         | 趙富鑫     |
| 線路傳輸及計算    | 曹鳳山     |
| 實用電工敷線法    | 莊標文     |
| 工用電子管理論    | 史鍾奇     |
| 電燈線路之電子管控制 | 李志熙     |
| 電動升降機 (二冊) | 吳沈鈺     |

# 凡 例

- (一)本叢書編譯之目的：係為訓練電機工程事業各項中級工程師及高級技工之用；職業學校，函授學校等採作課本，最為適合；即為有志自修者，亦極合用；而大學生備作參考，以補大學教本略於實用之不足，裨益亦非淺鮮。
- (二)本叢書係用美國國際函授學校 (International Correspondence School) 所編之教本為依據，延聘專家，從事編譯；原書優點為 (1) 注重實用，(2) 說理淺顯；(3) 插圖豐富詳明，尤以插圖多經精心繪製，與正文相得益彰，最為特色。
- (三)本叢書一面採用國外已見成效之書籍為藍本，一面力求適合國情，盡量加入國內已有之材料及法規，庶免隔閡之弊。
- (四)本叢書對於原書之優點，力為發揮，惟原書若有舛誤或欠妥，亦不事盲從，而惟求其至是，不憚加以修正，以免遺誤。
- (五)本叢書側重中級電工教育，對於高深精確之理論，大都從略，間有必須牽涉之處，亦祇能取譬於日常切近之事物，出以通俗近似之陳述，精確之度難免犧牲，讀者諒之。
- (六)本叢書中所用各項單位，均取國際制，凡原書用英美制之處，則加註國際制之當量值。



- (七) 本叢書在原則上遵用教育部頒之名詞。凡名詞若爲部頒所無者，或部頒名詞在實用上有窒礙者，則有編輯會議商定之。
- (八) 本叢書各冊名詞力求統一，惟卷帙甚繁，編輯部同人校訂難免疏漏，所望讀者發現矛盾或不一致之處，惠予指正，以期再版時收統一之效。
- (九) 本叢書中重要名詞後均附註英文名詞，並於每冊後附英漢對照名詞彙。
- (十) 本叢書爲普及起見，用語體文撰述。
- (十一) 本叢書第一集共二十三冊，電工各門大致俱備，其他門類，如電信等，擬陸續另出第二集補成之。
- (十二) 本叢書編輯同人均以業餘之暇從事撰述，疏誤在所難免，所望海內方家，不吝見教，俾於再版時得以更正，不獨同人個人之幸，亦中國電工教育之幸也。

## 編譯者序

本書爲布拉克恩 (E.F. Bracken) 原著，布氏爲美籍電機工程師，所述亦多美國制度，其對於直流配電站及換流機站，講述甚詳，尤注重於電車鐵道及三線佈電制。此種制度在我國尙未多見，足資關心電車鐵道者之參攷。在交流發電廠及配電站方面，深感其材料不充，尤以變壓器配電站一章爲過簡，容將來另編交流配電站一書，以補此書之不足。是書之作，對發電廠及配電站之輪廓及其一般佈置，已足供初步之介紹。

本書原請吳玉麟先生編譯。吳先生爲電工界耆宿，編譯是書，不過牛刀小試，惟於譯成前三章後，卽因他事離滬，乃囑啓爽爲之完卷。啓爽才識淺陋，且乏實地經驗，本不敢承命。奈因吳先生之惇囑，因不憚續貂之冒昧，勉譯成篇。其不能暢達原意之處，尙祈海內方家指正爲幸。

毛 啓 爽

民國卅五年一月於上海

# 目 錄

## 第一章 發電廠總論..... 1

- 1.1 地點之選擇 1.2 廠屋之設計 1.3 全廠發電機之座數 1.4  
發電機之相似性 1.5 導體之大小,材料,式樣與電流密度

## 第二章 電車鐵道制之直流發電廠..... 6

- 2.1 發電機之線路及屏幅 2.2 均衡裝置 2.3 關於各機分任負  
載之調整 2.4 分繞場卷之接法 2.5 各種儀器設備 2.6 電樞  
開關和斷路器 2.7 直流電車鐵道之饋電屏幅 2.8 昇壓匯流  
排 2.9 饋電纜之引出 2.10 屏幅之佈置

## 第三章 電燈及電力制之直流發電廠.....18

- 3.1 發電機之制式 3.2 小型二線制發電廠 3.3 用兩只複繞發  
電機之三線制小型發電廠 3.4 用平衡機組獲得三線制之中線  
3.5 小型發電廠之匯流排與饋電線 3.6 中型發電廠之發電機  
連接 3.7 中型發電廠之匯流排及饋電線

## 第四章 交流發電機之並聯運用.....28

- 4.1 交流發電機並聯之條件 4.2 燈暗法之整步指示 4.3 燈亮  
法之整步指示 4.4 高壓單相機之整步指示燈連接法 4.5 多  
相發電機之整步電路 4.6 接地之整步電路 4.7 用伏特計指



示整步 4.8 整步指示器

## 第五章 小型交流發電廠.....38

5.1 激磁發電機 5.2 單相連接 5.3 二相連接 5.4 三相星形  
連接 5.5 三相三角形聯接 5.6 匯流排及開關 5.7 饋電線路

## 第六章 中型交流發電廠.....46

6.1 概論 6.2 電壓調節器 6.3 對於過載之保護 6.4 遙控電路  
6.5 雙套匯流排制 6.6 配電線路電壓之調節及控制

## 第七章 大型交流發電廠.....51

7.1 概論 7.2 激磁制度 7.3 油浸開關 7.4 匯流排構造與佈  
置 7.5 饋電線路之連接 7.6 保護用及分段用電抗器 7.7 接  
地之需要及機件 7.8 接地之方法 7.9 三相及發電機變壓器  
接地

## 第八章 配電站總論.....61

8.1 配電站之功用 8.2 配電站之種類 8.3 高壓匯流排之佈置  
8.4 機器之組數和容量 8.5 油浸開關 8.6 電動機策動之發電  
機

## 第九章 配電站之變壓器.....67

9.1 變壓器之數目,聯接及容量 9.2 油冷式變壓器 (1)油浸自  
冷式 (2)油浸水冷式 (2)油浸,自冷水冷混合式 (4)油浸  
風冷式 9.3 各種油浸變壓器之比較 9.4 風冷式變壓器 9.5

風冷式變壓器之空氣供給 9.6 三相制變壓器之選擇

## 第十章 直流配電站概論.....74

10.1 直流配電站之種類 10.2 一般佈置 10.3 直流司路機鍵  
10.4 直流機之分繞場連接 10.5 同步換流機與電動機發電機  
組之比較 10.6 電動機之選擇 10.7 汞弧整流器

## 第十一章 電動機發電機組直流配電站.....79

11.1 用感應電動機之直流配電站 11.2 開動感應電動機之方法  
(1)用變壓器分接頭 (2)開動補助器 11.3 儀器用變壓器  
11.4 安培計, 瓦特計及遇載替續器之接法 11.5 瓦時計連接  
11.6 接線圖 11.7 用同步換流機之配電站設備 11.8 同步電  
動機之場激方法 11.9 由直流方面開動同步電動機之方法

## 第十二章 電車鐵道制之換流機站.....91

12.1 複繞式與分繞式同步換流機之比較 12.2 換流機之組數及  
大小 12.3 六相及三相同步換流機之連接 12.4 開動時減低  
電壓之方法 12.5 他種開動方法(1)在直流方面開動 (2)用輔  
助感應電動機開動 12.6 分繞場之連接 12.7 均衡聯接 12.8  
輔助電動機之連接 12.9 儀器與替續器之連接 12.10 運用匯  
流排電源 12.11 保護設置 (1)避雷器 (2)限速設置 (3)  
對逆電流之保護 12.12 移動配電站

## 第十三章 電燈電力制之換流機站..... 105

13.1 主要連接 13.2 保護設置 13.3 分繞場之連接 13.4 導

出中線之方法 13.5 一組變壓器供給兩只換流機 13.6 用交流  
開動換流機 13.7 用直流開動換流機 13.8 同步換流機之整步  
電路

第十四章 自控及遙控配電站..... 118

14.1 總論 14.2 控制之方式 14.3 機器之開動 14.4 停機

第十五章 交流變頻配電站..... 123

15.1 感應電動機策動之變頻機 15.2 同步電動機策動之變頻機  
15.3 變頻組合之運用理論

第十六章 交流變壓配電站..... 127

16.1 電車鐵道制之變壓配電站 16.2 電燈電力制之變壓配電站  
16.3 防範電抗器之應用 16.4 遙控式變壓配電站 16.5 戶外  
配電站

問題與習題..... 134



# 發電廠與配電站

## 第一章

### 發電廠總論

1.1 地點之選擇——僅就配電之立場言，發電廠應居電力負載之重心。但其他條件，也有不能忽略的。如電廠基地在負載重心區附近是否易於覓購，地產之價格是否合算，廠址所在是否受環境之限制，以及將來有無擴充之餘地等。再如廠內所用燃料之供給，以及煤屑之清除，以及汽鍋用水及凝汽機用水之供給等，都需要廠址鄰近鐵道或公路或水道，以得運輸及取水之便利。所以發電廠地點之選擇，是各種條件協調的結果，不必一定在負載的重心。

1.2 廠屋之設計——廠屋的設計，雖常是建築師的工作，然關於房屋之大小及其平面佈置，也有徵求電廠工程師意見的必要。因廠屋非堆棧可比，其各部份之佈置，務使機器作有秩序之排列，走廊必須寬大，俾機器之裝拆修理，可以周旋無礙，並須保留相當餘地，俾負載超過現有機器容量時，可以添裝機器，擴充容量。電廠房屋之通風問題，也是很重要的。若是將機器排列在

狹窄的處所，以致所發之熱不能儘量排除，一定比較裝在寬敞而清爽處所的機器，容易損壞。再者，廠屋之佈置，務使笨重機器和燃料如煤等易於起卸。

1.3 全廠電發機之座數——電廠內發電機的座數，要看該廠的總發電量而定。發電機之總容量必須能担任一日中之平均巔值負載(Peak load)，偶或有短時期之暫時過載，尙屬無礙。所以先要將現在及預期之負載狀況，及負載於廿四小時內的分配情形，加以詳細之研究，始能決定一廠之總電量。其次應準備裝置與發電機相稱之附屬設備，以資供應。至於第一批所設置之機量究否即以目前需要爲限，抑或酌加若干，備數年後擴展業務之需，有關廠方經濟，涉及經理事務範圍，似非工務人員所能獨斷。可斟酌負載情形，擬具兩三個計劃，比較其用費之多寡及管理之利便，然後決定之。

總發電量既定，可進而選擇發電機之座數。全廠僅置一機，爲工程慣例所不許，因機件略有損壞，全廠卽爲之停頓。然亦有情形特殊，間或採用單機制的，祇可視作例外，殊不足爲訓。就服務之持續性而言，一廠似宜置備等量之發電機二座。假使有一機發生障礙，影響所及，不過全廠的一半容量。如果將另一機酌加負載，大概可應付全廠總負載的七成左右。全廠如置備三座發電機，在一機停頓時，其他二機可暫時過載，在短時期內，可勉維全局。有時設備容量不同之發電機數座，看負載情形酌開幾座，留有一座以備緊急時之服務。



就電工之原理而言，發電機在滿負載(Full-load)時之效率，高於在輕負載(Light load)時的。所以在選擇發電機的機量時，務使每機之滿載之工作時間愈久愈佳。換一句話說，機量不宜過大，過大就難盡其量。又發電機容量愈大，效率也愈高，所以選擇的機量也不宜過小，過小則效率低微。如果裝置容量相同或不同的發電機，輕載時開用一座，負載增加時再增開一座，殊為有利。

綜合以上論據，電廠內所應置備之發電機，至少應有三座。但是這是就一般情形而言的。如果環境優越，大量負載之增加，可計日而待，在開辦時不妨先裝大容量發電機一座，以担任全廠之負載。因為大型機的效率較高，而且不久即須擴充，開用一機之冒險，為時是很暫的。

1.4 發電機之相似性——電廠所置備的發電機，最好是容量相同，制式相同的，可以減少機器零件的備料(Spare parts)數量，因而減低電廠的成本。各部份的配件，能夠互相換用，差不多是設計一種機工設置的主要原則。

倘因種種關係，所選用的發電機，不是一個廠家所製造，設計不能全同。無論如何，他們應具有足夠相似之電的特性曲線(Electrical Characteristics)，以便得相同之電壓調整(Voltage regulation)。並且在需要並聯運用的時候，尤其要特性之儘量相似，以適合並聯運用的條件。凡是交流發電機之參預並聯運用的，彼此須有相同之頻率，他們的策動機器(Prime Mo-



ver) 須有相似之速率調整 (Speed-regulation) 特性。如果交流機是由皮帶拖動的，可以變更滑輪 (Pulley, 俗稱皮帶盤) 的大小，而求得確當的速率。如果交流發電機的策動機沒有相似的速率調整特性，將他們並聯運用，很難有圓滿之結果。雖然在轉移負載，彼此交替的短時間內，在很有利的情形之下，可以暫時並聯起來，不過決不能長期維持同步 (In synchronism) 而不失步 (Out of synchronism) 的。

1.5 導體之大小，材料，式樣與電流密度——發電廠所用的導體，應有充裕之載流量，以免過分發熱。在配電系統 (Distribution System) 中，電線之粗細，要看所允許之電壓降而定。不過在發電廠裏面距離很近，電壓降落問題居於次要。導體因載電流而發熱，實屬首要，不能不予以重視。因溫度過高，足以軟化開關上的彈簧，使失去彈性；使接合處的觸點過熱；並使接合堅牢之導體膨脹而產生不必要的機械應力 (Mechanical strength)。

因其電導係數之高，與銲接之便易，紫銅為電工建造中之主要導體。再者，銅的價格適中，延性佳，抗張強度也高，不易擦壞，不受空氣之腐蝕，這都是其他材料所不及的。鋁的電導係數是銅的百分之六十一<sup>1/2</sup>，但是鋁較輕，以同樣長度和同樣重量來比較，鋁的電導是銅的兩倍。反過來說，就定值之電導而言，鋁導體的直徑比銅導體的為大。而且鋁的抗張強度太低，不易銲接，在受熱後的膨脹太多，以致很難獲得優良的接合。所以在電廠裏，鋁的用途沒有紫銅來得普遍。但有時也用鋁做大料的，如匯流排

(Bus bar), 及發電機引線(Leads)之類。

匯流排之笨重的,大都用扁條。載小量交流電的,用小扁條或實心圓條。若是載大量的交流電,因集膚效應(Skin effect)相當地大,以用空心管狀導體為較佳。用作發電機引線或類似任務的,以有適當的絕緣與保護設備的絞纜(Stranded cable)為宜。因為這種絞纜市上可有任何適用的長度,並且已經絕緣,敷設起來也不十分費事。可以裝在沿牆的架子上,也可埋置在地下溝道裏。絞纜的價值雖比扁條為高,但是裝置費輕,關於低壓任務,例如 600 伏以下的電壓,兩者裝置的費用相等。然而電纜愈粗,絕緣的成本也愈大,所以晚近對於載巨量電流的導體,有採用裸銅條之趨勢。

在房屋高爽通風便利的電廠裏,紫銅導體可容許每方吋截面 1,000 安培(約合每平方厘米 155 安)的電流密度。如廠內環境,對於導體之散熱無大妨礙;導體又不裝置在發熱機件的附近,上開的電流密度,不致引起過份發熱情事。在特殊有利環境之下,可容許電流密度高至每方吋 1,250 至 1,400 安(約合每平方厘米 195 至 217 安),亦能安然無事。

67年7月誌誌







的詳細情形。圖內  $a$  代表發電機樞； $b$  是分繞場卷組 (Shunt-field winding)， $c$  是串繞場卷組； $d$  是串繞卷組的分流器 (Diverter)； $e$  是均壓匯流排 (Equalizer bus)； $f$  是均壓開關 (Equalizer switch)； $g$  是發電機正端總開關； $g_1$  是負端總開關； $h$  是分繞場電路的變阻器； $i$  及  $j$  是瓦特計的串聯和分繞線卷； $k$  是安培計； $l$  是斷路器 (Circuit-breaker)， $m$  是廠內伏特計； $n$  及  $o$  是伏特計的插座 (Plug receptacle)， $p$  是電壓總線； $q$  是安培計的分流器。

從理論方面言，發電機的串繞場卷和均壓開關，裝在正的一邊或負的一邊，毫無出入，因為這種線卷和開關的運用與效果，正方和負方都是一樣的。不過若是均壓開關附裝於發電機基座或機旁台座 (Pedestal) 為減少電務人員觸及開關的危險起見，此項開關，似以接於負方為妥當。

圖 2.2 顯示電車鐵道用直流發電機屏幅 (Generator panel, 即配電板) 的正面。圖內各字母所指的機件和圖 2.1 相同。圖 2.2 裏的手搖輪  $h_1$ ，是用以轉動圖 2.1 裏變阻器  $h$  的接觸臂 (Contact arm) 的。圖 2.2 裏的單極雙投開關  $s$  是用以控制廠用電燈的，他的聯接沒有畫在的

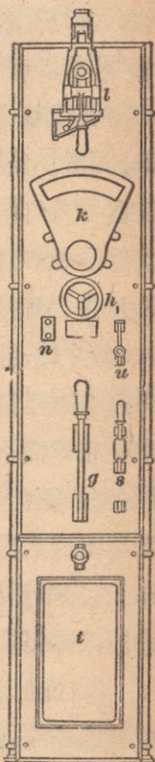


圖 2.2 電車鐵道用直流發電機之屏幅

圖 2.1 裏。 $t$  處是保護瓦時計的玻璃罩， $u$  是場路開關 (Field switch)。依照電車鐵道工程慣例，發電機的負端總開關大都附裝在該機的基座上，所以沒有在圖 2.2 裏顯示出來。

2.2 均壓裝置——均壓裝置包括均壓匯流排和均壓開關而言，其功用在匯集各電機所發的電流，而分配於各機的串繞場卷，務使各機有同樣的複激效果。假使沒有均壓裝置，一機偶或多任負載時，該機的串繞場也連帶地被增強，於是提高該機的電壓，而所任負載更多。有了均壓裝置以後，各機的串繞場卷電流依照各該卷組的電阻而分配，總電流增多時，各串繞場電流均比例的增多，對於各機的複激影響是一樣的，無偏重之弊。均壓匯流排，應接在串繞場卷和匯流環，即刷握柄 (Brush-holder stud) 之間。這種匯流排應有很大的截面積，以愈短為愈佳，庶幾可將其電阻限制到極小。若是均壓匯流排的電阻過大，將使得各串繞場卷間不能獲得適當的電流分配，因而各機的複激程度不同，使各機對負載的分任也難得適當。所以均壓開關應該裝在極近發電機之處，或者裝在機旁一個小屏幅上，或者裝在機旁的臺座上。均壓匯流排，實際上大都為大地的電壓，然而也應該選擇最短之路徑而敷設。

2.3 關於各機分任負載之調整——要使得兩座複激發電機並聯運用時，負載之分任得以恰當，在各機串繞場電路內由均壓匯流排到總匯流排間的電壓降必須相等。如某一機的串繞場電阻太大，該機的串繞場將分配到比應得之量較小的電流，該機的



複激也小於應有的程度，因而分任到較少的負載。反之，如串激場電阻太小，該機的複激程度將過大，而分任過多之負載。

如欲求各機分任負載之恰當，與串繞場卷內電流分配之均勻，若是在匯流排和均壓匯流排間各並聯支路的電阻之比不恰當，就不能用調準串繞場卷分流電阻或者減少均壓匯流排的電阻的方法以求達到此目的。所以除掉調整各支路的電阻，別無他法，或者增加某機串繞場卷引線的電阻，或者減少他機串繞場卷引線的電阻都可以。要增加電阻，祇須在串繞場卷接到均壓匯流排的引線處插接一根截面較小的短線，不過不要用太細的線以致發生過熱的危險；或者在接均壓匯流排處的螺擋(Nut, 即螺絲帽)下面夾一個德銀(German silver)製成的或鐵質墊環(Washer)。要減少電阻，祇須於已裝就的引線上並聯一條銅線。

2.4 分繞場卷之接法——凡數電機並聯運用時，其分繞場卷的接法應該像圖 2.1 所指示的樣子。其要點在運用任何一只開關時，不致將某機的分繞場卷電路中斷。這是最普通而最合機宜的接法，因為倘將某機的分繞場電路中斷，而該機仍和他機並聯着時，該機因無磁場而不產生電動勢，必致其電樞將他機或其他直流電源捷路，有太大的電流流入該機電樞。用圖 2.1 的接法，可免因電務人員疏忽而誤開開關所召致的禍災。

2.5 各種儀器設備——電車鐵道發電廠所用的儀器，包括廠用伏特計一只，各機分用安培計一只，以及總安培計一只，接在發電機屏幅和饋電線屏幅(Feeder panel)之間，以量全廠的總



電流輸出。

(甲)安培計——安培計大都是分流式的。其指示部份在事實上是一種宜於屏幅裝置的毫伏計(Millivoltmeter)。分流電阻跨接於儀器線卷的兩端和發電機的負載相串聯。所以這安培計事實上量度負載電流經過分流電阻的電壓降。分流電阻是用錳銅(Manganin)製成的，是一種溫度係數為零的合金，就是說具有溫度變更而電阻不變的優點，所以分流器的壓降以致安培計的讀數纔能和所量的電流成比例。

有時安培計不用錳銅合金的分流器，而利用發電機一根引線沒有接頭的一段做分流電阻。但因作引線用的銅條或電纜的電阻，隨溫度的增高而增加，在負載不變而溫度增高時，該段引線的壓降也趨於增加，而安培計讀數不準。要矯正這個弊病，在毫伏計的引線上插入一段細銅線，並且將細銅線繞在作為分流器用的一段銅條或電纜的外圍(當然是互相絕緣的)名為補償線卷(Compensation coil)，當分流引線的溫度上昇時，繞在外圍的細銅線受熱而電阻也增高，於是多插入電阻於毫伏計電路裏。毫伏計兩端電壓雖因分流引線的電阻增高而加多，但是他本身電路裏的總電阻也連帶地增加，可以保持安培計讀數準確。這矯正讀數用細銅線的粗細和長短必須經精密之計算。圖 2.3 顯示這種分流法和補償線卷的裝置。圖內  $a$  和  $b$  是發電機  $d$  的正匯流排， $c$  是負匯流排。 $f$  和  $g$  是毫伏計  $e$  的補償線卷，繞在  $h$  和  $i$  間一段連續銅條引線的外圍。毫伏計就跨接在  $h$  和  $i$  兩端，該段引

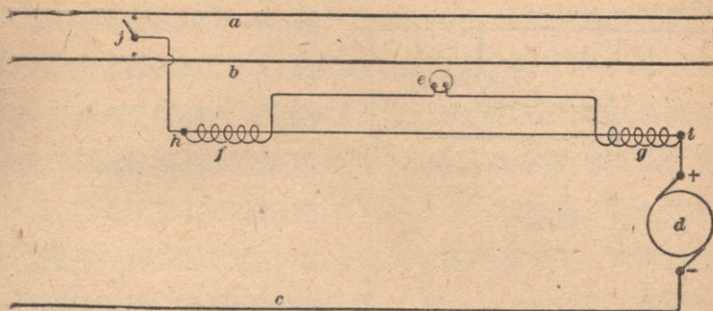


圖 2.3 安培計之分流器及補償線卷

線可經單極雙投開關  $j$  可與任何一正匯流排相接。

(乙)瓦時計——瓦時計用以量度發電機的總電能輸出，或某一負載所用的電能。大都裝在發電機屏幅的下部，該處雖常有遭遇碰撞以致破碎的危險，然對於減少震動，減免和他部作電的接觸，以及避免受雜襲磁場 (Stray field) 的擾亂，實屬有利。瓦時計的電流線卷 (即串聯的線卷) 插接於發電機正端和總開關之間。其電壓線卷 (即並聯的線卷) 的正端在總開關處搭接於發電機的正引線，其負端逕接於屏幅背後的電壓負線 (大概是 12 號線) 上，或者引到發電機的負引線上，如圖 2.1 所示的樣子。若是則當發電機停止時，所有瓦時計的串聯及並聯電路，或是無電，或是在零電位上。

在有些電車鐵道發電廠裏，同時需要出賣大量電能於其他用戶，而輸送到用戶處的。大概這種用戶不過兩三戶，可以為每一用戶專備一匯流排以利饋電，而每一匯流排上接一瓦時計，像



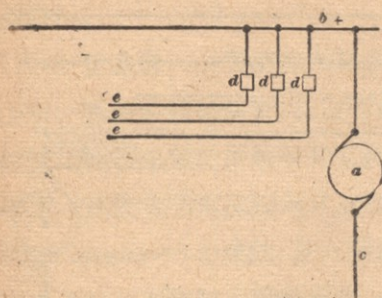


圖 2.4 伏特計之連接法

圖 2.4 所示的佈置。在該圖內， $a$  代表發電機， $b$  是正匯流排， $c$  是接到負匯流排的引線， $d$  是和各根饋電匯流排相接的瓦時計。

(丙) 伏特計——廠用伏特計的接法，要使得可以接到總匯流排，或接到任何發電機的引線上。

這種聯接之任意掉換，全靠插塞與插座的運用，每插座有兩個接觸，一接於伏特計，一接於發電機的引線  $n$ ，或總匯流排  $o$ ，如圖 2.1 所示的樣子。在每一發電機的屏幅上，備有一個插座，在讀取某機的電壓時，即將伏特計插塞插到該機屏幅上的插座裏。伏特計的正方聯接是接在刀片開關 (Knife-blade switch) 的機器一邊，庶幾在沒有關合開關以前，可以讀取發電機的電壓。廠用伏特計大概裝在總司路屏幅 (Switchboard) 一個可以轉動的架子上，以便電務人員可在任一發電機屏幅前可以讀取伏特計的紀錄。所以在圖 2.2 裏並沒有將伏特計顯示出來。

2.6 電樞開關和斷路器——在圖 2.1 和 2.2 裏的正端總開關  $g$ ，大概裝在屏幅上適當的高度，和成人的胸部相齊，以便電務人員運用時之便利。

在圖 2.1 和 2.2 裏的斷路器  $l$ ，裝在發電機屏幅的最高處。在



該器上部四呎(約合 1.22 米尺)距離以內,不能裝置量電儀器,接地的金屬物件,以及一切能為電弧所傷的任何物件。為保護屏幅使不致受電弧的可能之破壞起見,在斷路器的兩邊,各設置一扇用耐火材料製成的護屏,尤以大型斷路器為然。在斷路器觸點背後,以及觸點和屏幅之間,也插入護屏。這護屏一直伸出屏幅的頂,以阻止電弧燒到屏幅或跳到屏幅的鋼架上。當發生過載或者低壓時,由於解扣機構(Tripping mechanism)的動作而斷路器即動作。因為線路電壓,高於低壓釋放線卷(Low-voltage release coil)所需的 60 或 100 伏很多,必須用一外電阻和這線卷串聯起來以便限制電壓。這種電阻裝在屏幅背面近斷路器處,在圖 2.1 裏沒有顯示出來。

有時斷路器附裝一只電鈴,在斷路器跳開時,有一只活棒被推開,關合警鈴的電路,鈴響起來以為警報。不過在特意將斷路器開着的時候,為免警鈴誤報起見,在警鈴電路裏另裝一只小開關,以便中斷鈴的電路。

在大規模裝置裏,一種電車鐵道的負載常受到很嚴重的掙路,用普通搭扣式(Hook-and-latch type)斷路器每嫌其動作遲緩。就是說在斷路器能夠跳開以前,線路電流已經潰決至不堪收拾的地步。在這種情形時,最好用快動式斷路器(Quick-operating Circuit breaker)。這種斷路器大概可在 0.007 至 0.012 秒鐘內急速動作,這比電流潰決而致肇禍的時間還要來得短促。

2.7 直流電車鐵道之饋電屏幅——一種直流電車鐵道的司

路屏幅可分做兩部；一是發電機屏幅，一是饋電屏幅。饋電屏幅上面，裝着饋電線路所需要的開關設備，饋電線路載着電流從正匯流排接到鐵道沿線的各段上。正匯流排從發電機方面接受電流，沿着路屏幅的全長敷設着如圖 2.1 所顯示的。

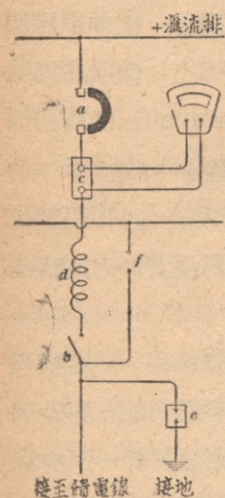


圖 2.5 電車鐵道直流饋電屏幅之接法

圖 2.5 顯示電車鐵道制饋電屏幅的典型連接方法。由匯流排經過一段短的銅條接到饋電斷路器 *a* 的上端，斷路器裝在屏幅的上部近頂處。*b* 是一只刀片開關，裝在屏幅上面和發電機屏幅上的開關相做的地位。這種開關可附設一快斷裝置。不過近來的趨勢，是廢棄這種裝置，而利用斷路器的低壓釋放裝置將饋電線路急速中斷。於是刀片開關僅司線路之連絡，對於間斷電流就沒有多大供獻了。

*c* 是安培計的分流器，接在斷路器和刀片開關間的引線上，抗流線卷 (Choke coil) *d* 也是這樣連接的。避雷器 (Lightning arrester) *e* 接在刀片開關的饋電線路一面，裝在屏幅的下部近地板處，也有完全和屏幅相隔絕的。

*f* 是伏特計的插座，接在電壓排 (Potential bus) 和刀片開關的饋電線路一面，以便在拆去饋電線或饋電線接於其他電源時，仍舊能夠讀取電車架空線的電壓。



電車鐵道饋電線路上的斷路器，當負載過量或遇有捷路發生時就跳開，或許要將其觸點部份燒燬，必須經過相當時期要修理一次。當斷路器及安培計被拆出修理的期間，為保持饋電不致間斷起見，必須置備副匯流排(Auxilliary bus)，也經過斷路器和刀片，開關接到主司路匯流排上。而饋電線路的刀片開關採雙投式，向上投就直接通到主匯流排，向下投就接到副匯流排上。

2.8 昇壓饋電線——有時饋電線路很長，因為線路的壓降太大，沿線路各部電壓還好，而在距發電廠最遠的末端電壓未免太低。若是在發電端將電壓提高，在距廠最近處的電動機就要被燒燬或受傷。在這種情形時，須用昇壓機(Booster)和長的而需要比主排電壓為高的饋電線串聯起來。昇壓機本身是一只電動機策動的發電機和饋電線相串聯，將他的電壓加到主發電機的電壓上。

昇壓發電機可以是分繞式(Shunt-wound)或複繞式，大概是用複繞式多，主發電機的複激程度祇能應付長度適中的饋電線，而昇壓發電機的複激程度，是為額外的饋電線長度而設計的。

2.9 饋電線之引出——引出饋電線的方法，要看線路建造的制式而定。若是配電線路(Distribution line)採用地下制，電線由發電廠屋內穿過地下室牆壁，經電線管(Conduit)或電線溝(Ducts)引出。有時因為地下電線的鉛質包皮和纜內導體間的絕緣發生破裂，而致發生電弧。所以有很多條電線敷設很近



時,最好用防火的蓋覆物將各條電纜保護着免受電弧的傷害。在裝置地下電纜時,電纜應當用管子套着,一直到各電纜分隔較遠,不致受電弧的傷害或鄰近電纜失火的殃及處為止。若是電纜裝在架子上而各纜分隔至少六吋至八吋的,受上述電弧傷害的危險性比較少;不過為再度減少危險起見,在電纜進入架子處的鉛質包皮大概是割去的。

2.10 屏幅之佈置——倘若發電廠祇用一只安培計顯示全廠輸出的總電流的,所有發電機屏幅都裝在屏幅的一端,饋電屏幅裝在另一端,像圖 2.6 所顯示的,安培計的分流器裝在  $a$  處。

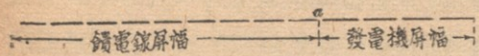


圖 2.6 發電機屏幅與饋電屏幅各居一端之佈置

有許多廠裏,饋電線要沿着兩條路線引出,而同時廠內屏幅和引出線要作有秩序的佈置,發電機屏幅可裝在中部而饋電屏幅分裝在兩端,像圖 2.7 所示的像子。電務員必須讀取兩只安培計纜

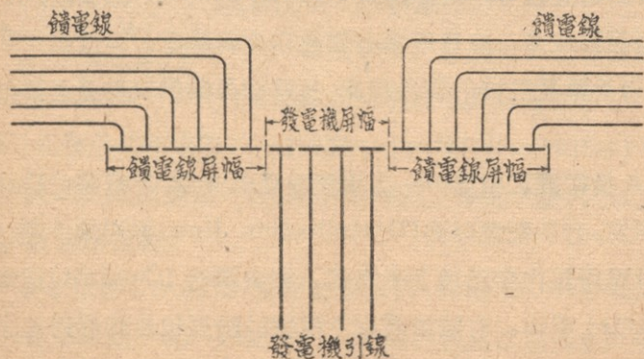


圖 2.7 發電機屏幅居中,饋電屏幅分列兩端之佈置

能得到全廠的總電流輸出。對於電務員雖多一點麻煩，然而究竟比紊亂的饋電線佈置要好得多。



## 第三章

# 電燈及電力制之直流發電廠

3.1 發電機之制式—— 供電於電燈及電力用戶的直流發電廠裏，可以用分繞式或複繞式發電機。因為蓄電池的特性和分繞發電機的很相似，就是說負載增重時電壓降低，和複繞式發電機並聯使用往往不能滿意，所以在有蓄電池並聯的廠裏，都採用分繞式發電機。在有許多不用蓄電池的廠裏，大都採用複繞式的，因為複繞式有較優越的電壓調整（負載變動時端電壓降低較少，且保持恆定，或且隨負載之增加而升高），而且和分繞式的比較起來，不常需要注意電壓的變動而予以調準。尤其大廈所自備孤立發電所，自給自用的，差不多全用複繞式。

### 小型發電廠

3.2 小型二線制發電廠—— 小型電燈及電力直流發電廠大都不備蓄電池，所以通用複激式發電機。複激的程度要調節到在配電系統內幾個代表處可有滿意的電壓調整，使得整個制度的電壓，得到最佳的平均成績。

圖 3.1 顯示兩只複繞發電機接到雙線直流制度的接線圖。在這種裝置裏，兩個發電機端都不接地，發電機的兩根引線都引到

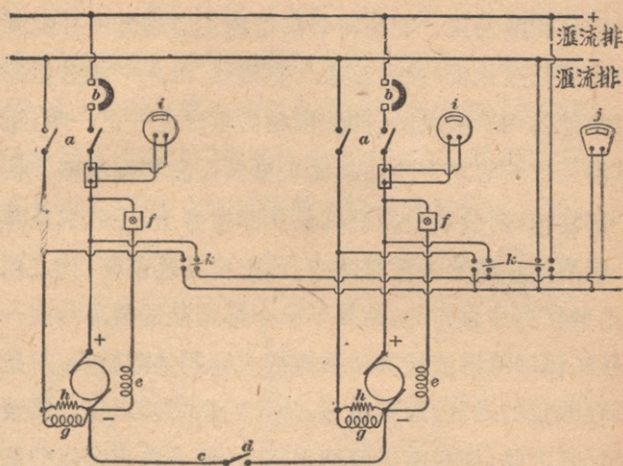


圖 3.1 電燈及電力制小型直流發電廠之線路圖

屏幅上經刀片開關  $a$  和斷路器  $b$  接到匯流排上。對於這種小廠的保護問題，工程師的意見各有不同；有的主張用熔錄 (Fuse, 又稱保險絲)，成本較輕，有的主張用斷路器比較上可靠點。實際上兩種都很通用的。若是用斷路器，每機一只就夠了；若是用熔錄，每一根引錄上要裝一只，就是每機二只。

該圖又顯示均壓聯接  $c$ ，在用兩只以上複繞式電機時，這是必需的，但是僅用一機的無此必要。倘是祇有兩機並聯，一只均壓開關  $d$  就夠了；如果有兩只以上複繞機相並聯，每機要置備一只開關。在圖裏，串繞場卷和均壓聯接都在發電機負的一面，事實上如果發電機沒有接地，任何一面都可以，不過不能接在有斷路器的一面。



均壓聯接的功用，在使得各發電機串繞場卷所分配到的電流和各機容量成比例。倘是沒有均壓聯接，如果一機分担的電流稍微超出他份內所應得的，即使僅超出百分之一之一半，這電流經過該機的串繞卷增加該機的總場激而提高其端電壓，使其更多担一部電流，將負載由他機轉移到該機身上。反之，負載減輕的另一機裏的串繞卷電流被減少，而降低其端電壓，使之更少担負載。這種作用是累積的，結果不但全部負載都轉移到前一機身上，而且該機供給電流於其他各機使之運用為電動機。於是前一機受到很嚴重的過載，以致重傷。加了均壓聯接以後，接至一刷和串繞場卷之間，使發電機總輸出電流，依各機串繞卷的電阻而作反比例的分配，倘使串繞卷電流有所增加，各機的串繞場電流都作比例的增加，無偏重之弊，不致使某一機產生過高的電壓。

每一機的電樞兩端都經過屏幅上的刀片開關  $a$ ，使得發電機可和佈電制度中的導體分開。

又在圖 3.1 裏的發電機是短並聯式 (Short-shunt 或稱內並聯式)，分繞場卷  $e$  是跨接在電樞端的，可減少分繞卷的接頭就是減少該卷電路偶或被中斷的機會。若是將分繞卷跨接在串繞場的外端和電樞的不接串繞場的一端，接成長並聯 (Long-shunt, 或稱外並聯式) 也可以。每一分繞卷電路裏都包括常用的場變阻器  $f$ ，每一串繞場卷都置備可調節的分流電阻  $h$ 。

這種小型廠的儀器包括一只安培計  $i$ ，(見圖 3.1)，每機一只，和一只總伏特計  $j$  附設複觸點的伏特計換接器 (Voltmeter

switch 像圖 2.8 裏的插頭  $k$  之類), 可以將伏特計接到匯流排上或任何一只發電機上。有時專用一對電壓排, 由配電中心 (Distributing center) 處的饋電線端接回到伏特計換接器上, 以便廠內電務員可以隨時讀取幾處重要配電中心處的電壓。這對於小廠不大普遍, 不過在電壓調整是極端重要時可以採用。在許多

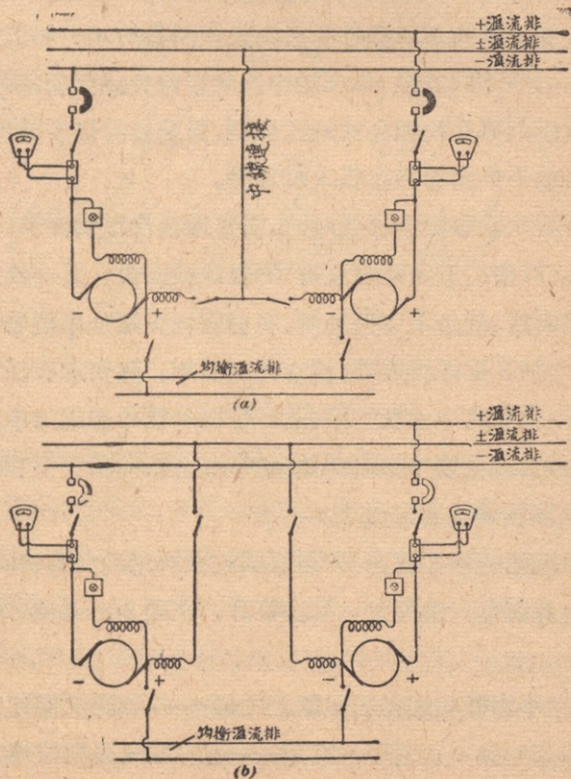


圖 3.2 採用兩只複繞發電機之三線制線路圖



廠裏有採用總瓦特計，接在發電機屏幅和饋電屏幅之間，有在每一發電機引線上插接一只瓦特小時計的。

3.3 用兩只複繞發電機之三線制小型發電——供給三線制最簡單的方法，是用兩只 110 或 125 伏的發電機串聯起來跨接兩外線間將兩機的公共端接出為中線，像圖 3.2(a)所示的樣子。該圖裏各部符號所示的機件和前面幾個圖裏所示的相似。圖 3.2(b)和圖(a)所不同之點，祇在於中線的引線和開關的佈置方法。這圖裏所示的雖是比較舊式的三線制，但是目前仍多採用，尤其在兩邊負載不平衡的程度很大時為然。

在用兩只發電機並聯運用時，需要兩根均壓匯流排；一根為接於正邊（即接於正的總匯流排）的發電機而設，另一根為負邊的發電機而設。倘是不用接地制，在發電機正端加串繞場卷和均壓連接，和加在發電機負端，沒有什麼差別，隨便加在任何一邊都可以。不過在將中線接地時，若在每機的接中線端加串繞場卷及均壓連接，未免將中線的開關置於地電位，而祇有不在地電位的各種開關纔能裝在屏幅上。

，這種電廠的儀器設備，和雙線制電廠所用的大致相同，所不同的是三線制每一邊需要一只伏特計，在圖 2.9 裏沒有顯示出來。

3.4 用平衡機組獲得三線制之中線——用兩只發電機以供電於三線制的費用，似乎沒有用一只雙倍容量的發電機來得便宜，但是所困難的是如何獲得中線。

一種爲不平衡的負載而設置的方法，是用平衡機組或均壓機組(Balancer or, equalizer set.)。這機組包括完全相同的兩只小發電機，裝在同軸上，或用皮帶互相拖着，在電的方面串聯着跨接於兩外線間，中線從公共端接出，如圖 3.3 裏的  $a$  和  $b$ 。他

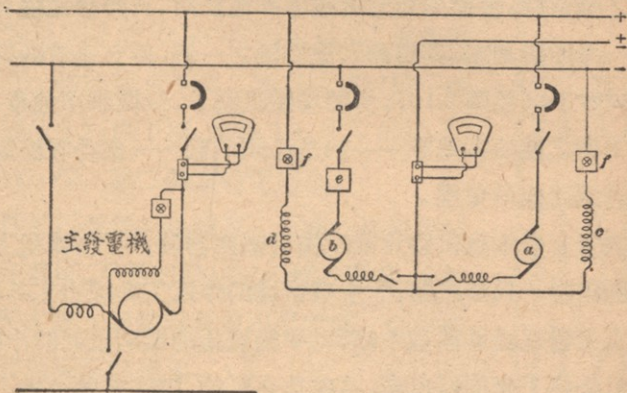


圖 3.3 用平衡機組之三線制

們能自動調準其輸出，以適應負載的變化。平壓機組可以用分繞式，也可以用複繞式，要看所並聯着的主發電機制式而定。如圖  $a$ 、機接在正線與中線間，但是他的分繞場卷  $c$  接在負線與中線間，同樣接在負邊的  $b$  機的分繞場卷  $d$  則接在正線與中線間。當任何一邊電壓變高時，他邊電壓必低。接於高壓一面電機的電樞得高壓，同時該機的場卷得低壓，其磁場變弱，在這種情形時將該機驅使若電動機，而自該邊取入電能。同時另一機的情形却巧相反，決無驅快的趨勢，於是被用作電動機的一機所策動若發電



機，將電能輸出於該邊。因負載減輕的一面電壓纔變高，負載過重的一面電壓纔變低。這平衡機組響應這負載的變動，將主發電機所發電能由三線制中輕載的一面移轉於重載的一面。

在初啓動時，將平衡機組中的一機用作電動機，策動他機作無載之發電機。當達到規定的速率和電壓時，再將發電機和三線制的一邊並聯起來。其啓動若電動機之一機。備有適當的啓動箱 (Starter) *e* (見圖 3.10)，另備場變阻器 *f*，以便調節速度，並供給不平衡之匯流排電壓——倘是必須的話——使得在配電中心處可得到適當的電壓。

倘若主發電機供給負載時備有斷路器的，平衡機組上每一機也應串聯一只斷路器，和主發電機的作電工的或機工的聯鎖，使得當主發電機電路被中斷時，平衡機組的電路也同時中斷，平衡機組全停下來而拆出來。這確是必要的，因為在匯流排上再恢復有電以前，必須將平衡機組的電樞自匯流排上拆下的。否則匯流排一經有電，立刻有大量電流衝入正停着的平衡機樞，必致將機樞燒毀。當匯流排上恢復供電時，應當將平衡機組依上述方法重行啓動方纔穩妥。如不用聯鎖的斷路器，平衡機組可用備有低壓釋放線卷的斷路器。在這情形時，如若主機的斷路器跳開而他機仍接在匯流排上時，非等到匯流排上無電，平衡機組纔全部拆出。三線制所用安培計須爲零點居中式，可向任何一面偏轉。

3.5 小型直流電廠之匯流排及饋電線——小型直流電燈及電力發電廠的匯流排，大都裝在絕緣支持物上，支持物裝在屏幅

的支架上。由開關或斷路器到匯流排間，用扁平短銅條接起來，銅條被彎成適當的形狀，並用螺釘栓牢。

饋電線屏幅大都裝在屏幅的前面。在二線制中，通用雙極單投開關。在小廠裏通用爆竹式熔線俗稱保險絲 (Cartridge fuse 呈管狀每端夾在一個彈簧夾子裏)，裝在隸屬於同一線路的開關的上面或下面，像圖 3.4 所示的樣子，該圖代表一個六路二線制饋電屏幅。

在採用三線制的小廠裏，三根匯流排都裝在屏幅的背面。不過若採用中線接地制時，中線匯流排裝在牆上近饋電線引出房間處，而中線之饋電線就從該點接起。

在不接地的三線制中，比較通行的慣例是將正，負及中線開關和保險絲都裝在饋電屏幅上。有時中線也用和外線上同樣大小的保險絲來保護着，有時祇用載流量為一半的保險絲。對於中線保險絲意見很多，上述兩例都有採用的。

在小廠裏，饋電線上用保險絲並不普遍，除非負載的性質是的確時常發生過載的。在饋電線路上裝安培計對於小廠也似乎不甚值得。

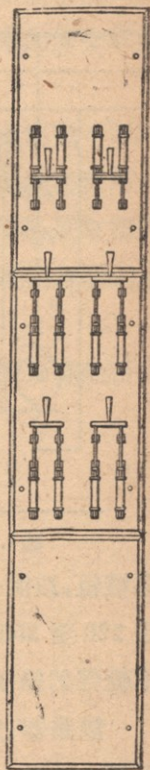


圖 3.4 六路二線制之饋電屏幅

## 中型發電廠



3.6 中型發電廠之發電機連接—— 中型直流電燈及電力發電廠，特別是饋電於適中範圍地區的，普通都用三線制。在圖 3.5

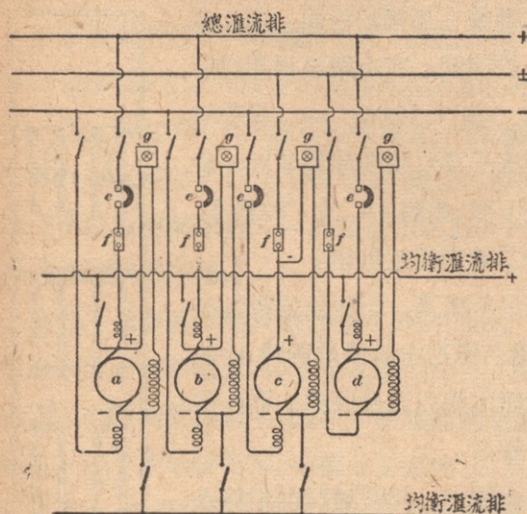


圖 3.5 中型直流發電廠之線路圖

裏顯示這種電廠的连接，其大部份電能用兩只 220 至 250 伏發電機 *a* 和 *b* 供給並聯接在兩根外線間，另有兩只 110 至 115 伏發電機串聯着，應付不平衡的負載。這種電廠裏大概備有兩套低壓機組，以便一套被拆出修理時，另一套可以應付；其他機組全是 220 至 250 伏的發電機，這是因為大型機每單位電功率的成本較輕的緣故。

斷路器，安培計及分流器，以及分繞場變阻器等在圖 3.5 裏，各用 *c*, *f* 及 *g* 代表。屏幅上裝着常備的廠用伏特計和其換接器。

3.7 中型發電廠之滙流排及饋電線—— 因為中型廠所饋電的區域較小型廠廣，而饋電線較長，所以在整個系統中維持良好平均電壓也較難。其供給於距廠較近的電饋線路上的電壓，應

裏顯示這種電廠的连接，其大部份電能用兩只 220 至 250 伏發電機 *a* 和 *b* 供給並聯接在兩根外線間，另有兩只 110 至 115 伏發電機串聯着，應付不平衡的負載。這種電廠裏大概備有兩套低

當比饋電於很遠用電中心饋電線路上的電壓為低，或者比長饋電線用較細的導體，庶幾各處的電壓不致相差懸殊。後一種方法不甚經濟，而且時有引起某段導體過熱的危險。如果要敷設載流多的短饋電線，最好將所傳輸的滿載電流和該導體的安全載流量對照一下，看看是不是安全的。

最普遍而較可取的方法，是設備兩套匯流排，由電壓不同的發電機來供給，發電機和饋電線都備雙投開關，以便選用任何一套匯流排而適應佈電制中電壓的需要。在許多情形時，所有電能交付於一套匯流排，再經一串聯之昇壓機供給於較高電壓之匯流排，庶幾可以提高電壓至任何需要之值。

中型廠饋電屏幅上的儀器設備，大概比小型廠所用的要完備一點，包括每饋電線路上一只安培計。



## 第四章

# 交流發電機之並聯運用

4.1 交流發電機並聯之條件——有同樣電壓，頻率及相似波形的交流發電機可以並聯運用，正和直流發電機相似，不過所遇的困難較多些。倘若交流發電機的設計及構造不同，或者一機的策動機器的速率調整和策動他機的機器的速率調整不一樣，困難即更多，甚而至於使並聯運用為不可能。

如將兩只本相並聯的直流發電機的兩端對調，即是將一機的正端和他機的負端相接，一機的負端和他機的正端相接，結果使兩機被捷接，在捷路中的總電壓是兩機電壓之和，而電阻祇包括兩機的樞電阻和其間連接線的電阻而已。同理，若是兩交流發電機電壓異相  $180^\circ$ ，將他們並聯起來，也變成捷路。

因為交流發電機的電壓每半週要反向一次，倘若將另一機和他並聯，第二機的電壓必須和前一機同時反向，所並聯着的兩端同時變正，同時變負。能做到這種情形時，交流發電機謂之互相同步 (In synchronism) 並同相 (In phase)。

要使得交流發電機能夠並聯運用，必須適合三個條件：電壓必須相等或相近似；在沒有並聯起來以前，各機必須約近同步；在並聯的辰光，各機的電動勢必須同相。在剛並聯起來以後，第

二個條件要改成整個組合必須完全同步。

第一個條件的原因是要免除在並聯後各機間之局部電流；第二個條件是使得接入的電機可以和原機變為同相；第三個條件是防止一機將他機掙接時對於機樞的傷害，以致策動機器的傷害。在並聯後的完全同步，是要防止發電機變為異相，或失步，因而釀成掙路，這也很重要的。

被同步電動機(Synchronous motor)所策動的交流發電機相並聯時，並不受速率的控制，將他們整步(to synchronize)的步驟將要在後面另一節裏討論。交流發電機並聯運用的情形較為穩定，因為若是兩機中之一稍稍變快時，該機將分担較多的負載，而使之落後復與他機同相；或是在不担任負載時，該機將行駛若電動機以策動他機，因而將兩機的相位關係相均衡。

將發電機整步的時候，先要觀察各機電動勢是否同相，可用整步指示燈(Synchronizing lamps)；用伏特計和整步指示燈或特製電阻並聯；用一伏時計適當地接於各機的電壓引線和整步指示器(Synchroscope)或其他設備。在上述諸法中，以整步指示燈為最不可靠而整步指示器為最可靠。

4.2 燈暗法(Lamp-dark method)之整步指示——指示整步與否之最普通設備，是包括一只或幾只白熾燈的電路，適當地連接於所要測試整步的電源間。圖 4.1 裏顯示一種最簡單的情形，用來指示兩只低壓(110 伏)單相交流發電機的整步的。假定發電機 *a* 經開關 *b* 已經供電於匯流排，發電機 *c* 正產生電動勢，



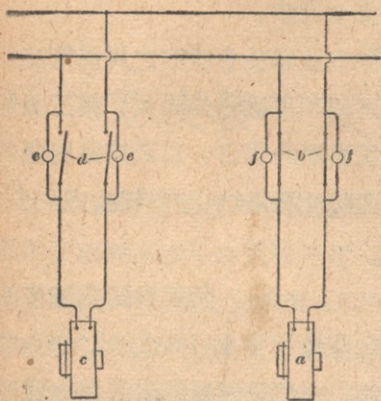


圖 4.1 燈暗整步指示法之單相線路圖

不過其開關  $d$  尙未關合。現在兩發電機間的電路經整步指示燈  $e$  而接通。倘若兩機電動勢異相很多，縱或電動勢之值相等，必有局部電流通過兩機的電路和燈，使燈明亮。倘若兩機完全同步，兩機的電動勢在每一瞬間都是相反的，祇有在反向的瞬間都是為零，如果電動勢之值相等，則兩機間必無局部電流，而燈始終是暗的。在實用時，當機  $c$  和機  $a$  約近同步時，就可關合開關  $d$ ，這由燈  $e$  的閃爍來指示，就是燈由很亮漸變成昏暗來指示。正當昏暗期間的中部，將開關關合，該兩機可自動整步起來。當將機  $a$  和機  $c$  相整步時，開關  $d$  已關合， $c$  開着，用燈  $f$  來指示。

4.3 燈亮法 (Lamp-bright method) 之整步指示——因為當燈端電壓較低，在相當的低值範圍以內，燈是不會亮的，所以燈的昏暗不能確切指示兩機已經整步，就是說燈的不亮不能表示燈端電壓確已為零，所以圖裏所示的整步指示法不甚可靠。倘若將燈改成圖 4.2 的接法，在兩機的電動勢同值而同相時，燈端電壓為最大，燈也最亮，因為燈端電壓是兩機電動勢之和而不是其差。因為電壓稍變幾伏，凡是已經亮到正常狀態的燈的亮度差

得很多，所以兩機電動勢，稍有異相，影響於燈的亮度很大，許多工程師都以這種方法較為可靠。再者，在兩機異相很多時，用燈暗接法的電燈將受到過高的電壓以致燈絲燒斷，在燈亮接法中，異相很多時燈是暗的，這也是傾向於採用燈亮法的又一原因。

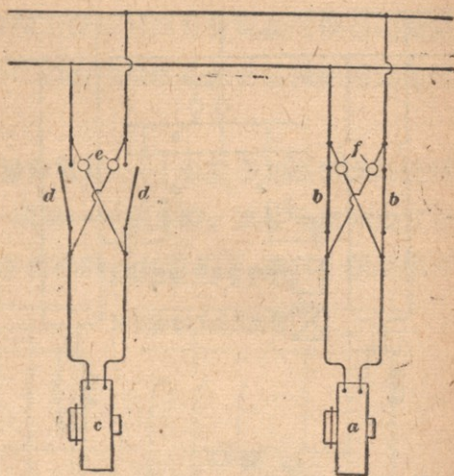


圖 4.2 燈亮整步指示法之單相線路圖

用燈亮法時整步的手續和用燈暗法同，不過須在燈最亮期間的中部將開關關合起來。

4.4 高壓單相機之整步指示燈連接法——前面所說的整步指示燈連接法不能用於高壓發電機。若是用許多燈相串聯，將燈的電路接於發電機引線間，所需燈的數目必定很多，而且這種高壓對於電務人員也很危險。在 300 伏以上電壓的發電機整步電路裏，大概都用儀器用變壓器，有時叫做電壓互感器 (Potential transformer)，以便將電壓變低適合燈用。

圖 4.3 顯示將高壓單相發電機和匯流排互相整步的方法。整步指示燈接在儀器用變壓器  $a$  的低壓線卷和整步用匯流排  $b$



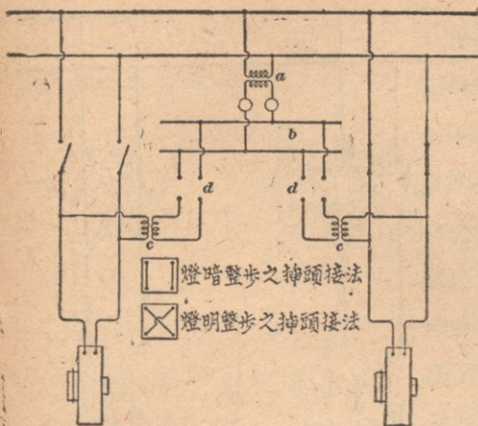


圖 4.3

用整步匯流排及指示燈之高壓單相整步線路圖

間的整步電路。將儀器用變壓器的兩端作適當的連接，並用有適當連接的插頭，可以將燈接成燈暗法或燈亮法。

有一種接法是將燈接於兩儀器用變壓器的低壓卷間，其高壓卷各接於一發電機的引線。如圖 4.4 所示。不用整步匯流排，不過許多工程師主張用圖 4.3 的接法，將發電機和匯流排相整步，而不直接和另一機相整步。

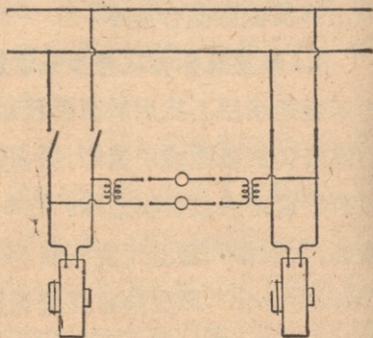


圖 4.4 不用整步匯流排之整步燈線路圖

如有兩部以上的發電機相整步，每機需用兩套插頭和兩套整步

之間。另有儀器用變壓器  $c$  的高壓線卷跨接於每一發電機的兩引線上，在電樞和開關之間，其低壓線卷和插頭換接器  $d$  接到整步匯流排 (Synchronizing bus) 上。將插頭插到某發電機的屏幅上的插座裏，就接通該機和主匯流排

開關，一套插頭將整步指示燈接到原有發電機的儀器用變壓器的低壓卷端，另一套將他們接到須接進的發電機的儀器用變壓器上。

4.5-多相發電機之整步電路——祇要多相發電機的連接適當，一機的一相和另一機的一相整步時，其他各相亦必互相整步。所以整步電路接於多相機的一相就夠了。圖 4.5 顯示備有通

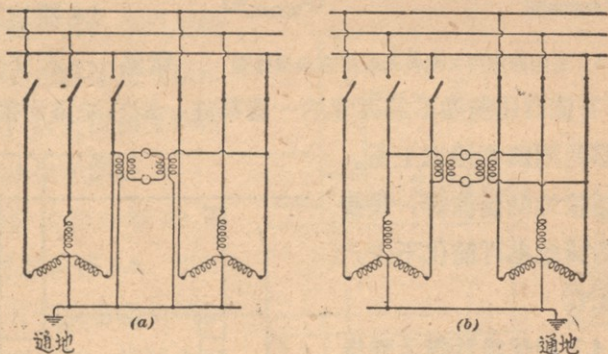


圖 4.5 星形聯接三相發電機之整步線路圖

地中線之 Y- 連接三相發電機整步電路的兩種接法，在圖(a)裏裏整步電路跨於一根線路導線和中線間，所指示的是每相電壓；在圖(b)裏，跨接在相當的兩根線路導線間，所指示的是線路電壓。圖4.6示作三角形連接之三相發電機之連接法，整步電路跨接於兩根相當的線路導線間。在幾個圖裏都是用儀器用變壓器的，整步插頭沒有畫出，燈的接法也可採用燈暗法或燈亮法，和單相的相似。二相發電機的整步電路是跨接在各機的相當的一相上。



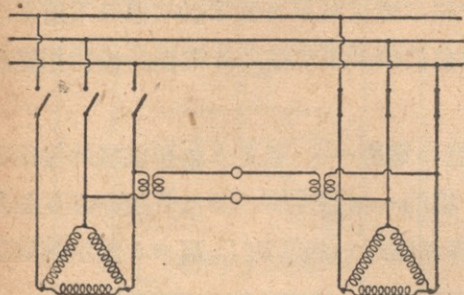


圖 4.6 三角形聯接二相發電機之整步線路圖

裏，所有儀器用變壓器的副卷的一邊都經一銅匯流排而接地，所有儀器的回路都接在上面。

利用這接地的匯流排，整步電路的接線也可簡化不少，見圖 4.7。

#### 4.7 用伏特計指示整步

——整步指示燈不大可靠，為獲得可靠的整步指示起見，可用廠內一只交流伏特計替代燈的位置。整步時伏

特計的讀數，或者是零，或是兩儀器用變壓器副方電壓之和，要看儀器用變壓器的接法為定。還有一種接法，是將伏特計和整步指示燈之一並聯，用來指示燈端的電壓降。

用伏特計的零電壓來指示整步和用燈暗法一樣，不甚可靠，

多相機也可以和匯流排相整步，和圖 4.3 的單相機的接法相似，在該圖裏的單相導線可認為多相制中的一相。

#### 4.6 接地之整步電路

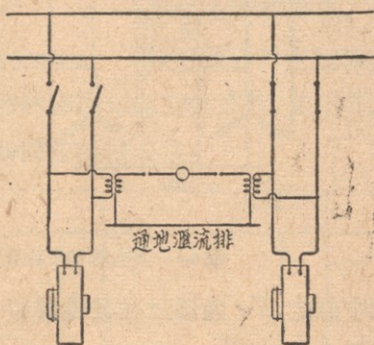


圖 4.7 接地之整步電路

因為交流伏特計的刻度是不均勻的，在零點附近的刻度極密，必須有較大的電壓變動纔能令指針移動一個可以觀察的偏轉。所以伏特計的连接，必須使在整步時得雙倍電壓的讀數，和燈亮法的接法相做。

4.8 整步指示器——伏特計和燈都不能指示兩電動勢間相角之大小，也不能指示何機之相位超前抑落後。在將大容量的發電機整步時，必須用較伏特計尤為準確的指示儀器，近代電廠裏都置備整步指示器。

整步指示器的原理，可參看圖 4.8，頗和一具有交流場激的同步電動機相做。儀器內包括一個蹄形磁鐵繞有場卷  $d$ ，由已行駛的機器供給電流。在兩磁極間有一可旋轉的電樞，繞有兩個線卷  $a$ ，在樞上

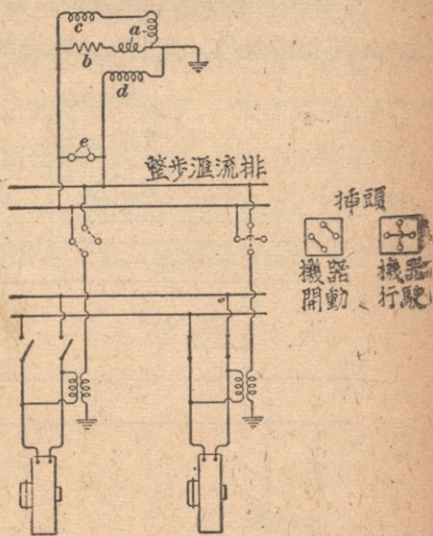


圖 4.8 整步指示器之接法 —— 接地的整步匯排

互成  $90^\circ$  的位置。兩線卷接於一並聯電路將一相剖為二相，一支路裏接有高電阻  $b$  (稱為  $ab$  支路)，另一支路接有高電感抗  $c$  (稱為  $ac$  支路) 使  $ab$  支路的電流約和  $ac$  支路裏的異相  $90^\circ$  電工



時間度數，兩卷都由要接入的電機供給電流。大概  $ab$  卷的電流約和接入電機的電動勢同相， $ac$  卷的電流約落後  $90^\circ$ 。倘若兩機電動勢為同相， $ab$  卷電流也將和  $d$  卷電流同相， $ab$  卷就旋轉到和  $d$  卷平面相符合的位置，其指針指示同相。倘若接入電機的電動勢和原有的異相  $90^\circ$ ， $ac$  卷電流就和  $d$  卷電流同相或反相，要看接入電機的電動勢較原有的超前或落後而定，於是電樞轉到  $ac$  卷和  $d$  卷平面相符合的位置，或向前轉或向後轉，指針就指示超前或落後。倘若接入電機的電動勢和原有的異相不到

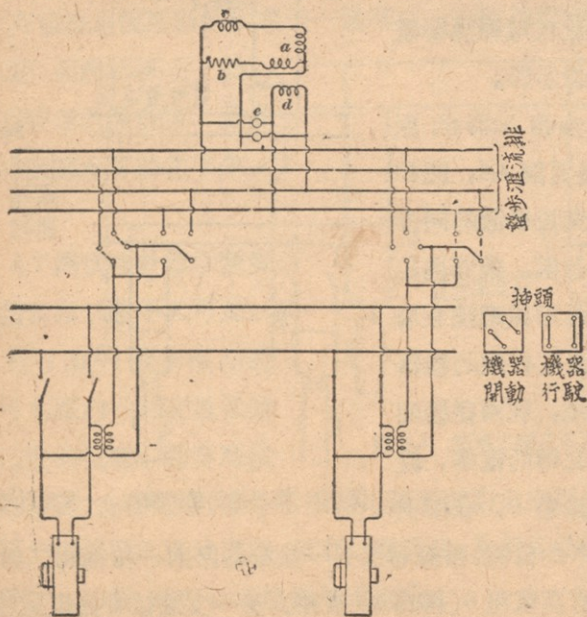


圖 4.9 整步指示器之接法——不接地的整步匯流排

$90^\circ$ ，指針也就指示着和相角相當的角度，並可察看接入電機是落後抑是超前。

倘若兩機頻率相同，整步指示器的電樞不動。如頻率不同，電樞將要旋轉起來，向一面轉或向另一面轉，要看接入電機是太慢或太快而定。

圖 4.8 顯示整步指示器接於儀器用變壓器的接地的副卷，圖 4.9 所顯示的和圖 4.8 相同，不過儀器用變壓器並不接地。

因整步指示器須行駛着的電機供給儀器的場激，要接入的電機供給儀器的樞電流，所以需用兩套插頭，一個插頭插到插座裏時使場卷得電流，另一插頭使樞卷得電流。有時整步指示燈也和指示器合用，像圖 4.9 裏的 *e*。在兩圖裏是將兩機直接相整步的，如果要和主匯流排相整步也可以，祇須將連接稍加改變即可。



## 章五第

# 小型交流發電廠

5.1 激磁發電機——交流發電廠裏的接線要比較直流發電廠裏的複雜得多，因為在交流廠裏除交流發電機之外還有一只或幾只激磁發電機(Exciter, 簡稱激磁機)用來供給交流機的場激，這種激磁機的連接，差不多和直流廠裏的電機連接法完全一樣。

激磁機是一種小容量的直流發電機，交流機所需激磁的功率，大概不會大於該機本身定額的百分之二。例如裝一只75仟瓦的交流發電機，其所需之激磁功率不致大於 $1\frac{1}{2}$ 仟瓦。但是事實上不會用這樣小的激磁機的，縱或在很小的廠裏，也要用3至5仟瓦容量的。

激磁機可為分繞式或複繞式，兩種都很普遍地被採用着。激磁機的負載是不變的，除非電務員去調節他的電壓。通常激磁機電路是不要接到廠外去的，所以激磁系統受到捷接的機會較少，捷路對於電壓調整是有影響的。因此之故，激磁機殊無採用複繞式的必要。

5.2 單相連接——小型電廠裏的交流發電機，可為單相的，二相的，或三相的。最新式的電廠裏，如果兼供給電力負載的，都

通用三相制，其交流發電機作 Y 形連接較佳於三角形聯接，因為有中線的 Y 形連接對於供給不平衡負載的單相電路比較好點。

目前仍有用單相和二相裝置的，圖 5.1 顯示用兩只單相交

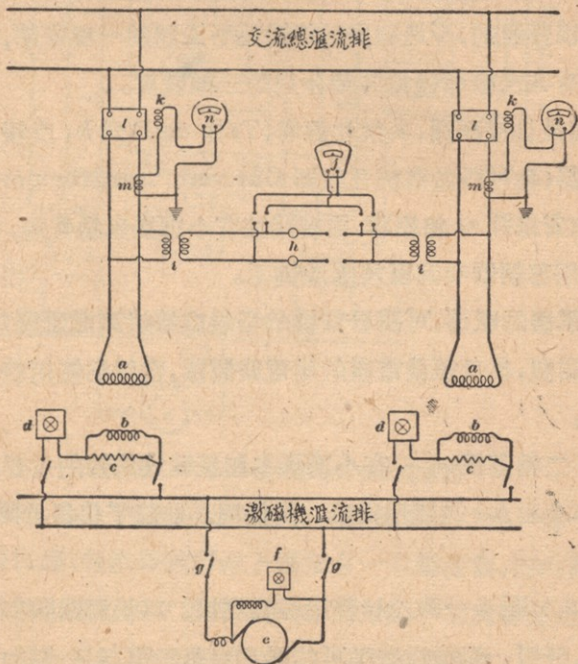


圖 5.1 用兩只單相交流發電機之接線圖

流發電機小型廠裏的接線圖，備有簡單的，有自動過載釋放 (Overload release) 的，手控的油浸開關 (Oil switch)。a 處是交流發電機的樞卷組，b 是場卷組，c 是場卷放電電阻，d 是發電機的場變阻器，e 是複繞式激磁機，f 是激磁機的場變阻器。



$g$  是激磁機開關，有時可省去不用。

在圖內  $h$  是整步指示燈，接在不通地的儀器用變壓器的副方，伏特計  $j$  經插頭換接器也接到這副路上。在小廠裏用整步指示燈是很普通的，不過圖內的連接並不能認為一種標準，因為工程師各有其主張而選擇其最合用的一種制度。

$l$  處是油浸開關，其解扣線卷 (Trip coil) 為  $k$ ，直接由儀器用變流器 (也可叫做電流互感器 Current transformer)  $m$  來供給，和安培計  $m$  相串聯。這種接法在小廠裏也很普遍，因此可省却專用替續器和其直流匯流排了。

在單機的廠裏，可將發電機的場卷直接接到激磁機端，不用激磁機開關，也毋須發電機的場電路開關，當然也無用整步電路的必要。

5.3 二相連接——在小廠裏多相發電機連接的主要特點在圖 5.2, 5.3 和 5.4 裏顯示出來，幾個圖裏的註字相當於圖 5.1 裏的註字。

圖 5.2 顯示一對二相發電機的連接。其油浸開關有兩個解扣線卷，任何一卷被激發都可使開關自動跳開。每一解扣線卷和各別的變流器串聯，每相一只，使得任何一相發生過載時，都可使開關自動跳開。變流器也供給安培計的電流，每相一只。在圖中的伏特計祇能讀出一相的電壓，有時也可藉插塞的換接可讀任何一相的電壓。

5.4 三相星形連接 —— 圖 5.3 顯示一對星形連接 (Star-

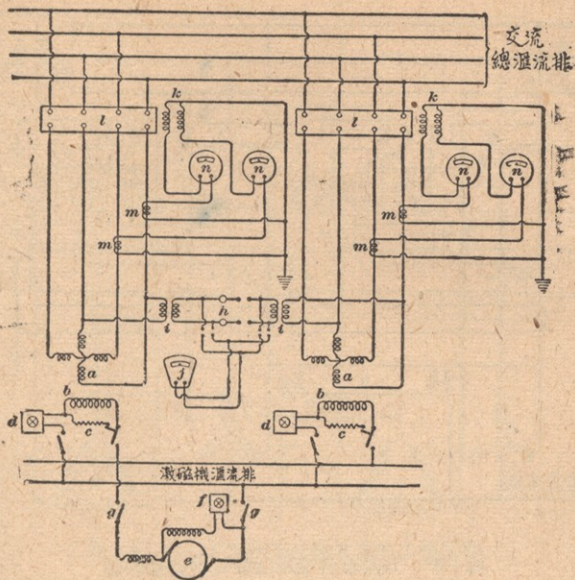


圖 5.2 用兩只二相交流發電機之接線圖

connection 亦稱 Y 連接) 交流發電機接線圖的要點。每一相都需要過載保護，每根線路導線上都接有一只變流器，他的副方各接於一只解扣線卷和安培計。變流器副方的一端大都通地，解扣線卷的一邊也通地，使得兩者都經地作回路而接通。

最新式的方法是將星形連接發電機的中線通地，以限制任何一線路導線和中線間的電壓。一種通地法包括一塊銅板，約三呎見方， $\frac{1}{8}$  吋厚，埋在一厚層的焦炭床裏，埋在地下有適足的深度，使得接地板始終保持潮濕而在霜線 (Frost line 結冰線) 以下。不過因為板的周圍潮氣的消失，常使通地連接產生高電阻。



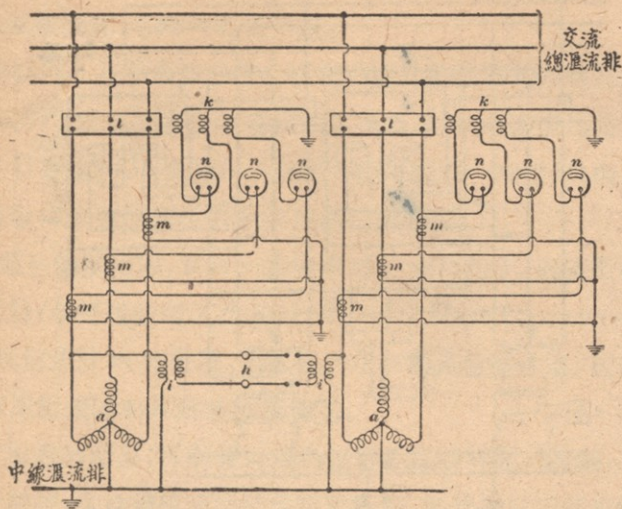


圖 5.3- 用星形連接三相發電機之接線圖

比較有效的方法是用若干有尖端的管子，在尖端附近鑽孔，每管滿裝着研碎的鹽塊和水，將管子打倒地下（尖端朝下）約在霜線下 3 呎深。所有的管子用銅條或銅排接起來，連接於發電機的中線。要常加鹽和水，鹽滴浸過管端的孔，使附近的泥土常常被有導電性的液體所飽和着。

圖 5.3 裏沒有將伏特計和激磁電路顯示出來。激磁電路和圖 5.1 及 5.2 相同，伏特計的佈置是使得任何一相的電壓都可讀出。

5.5 三相三角形聯接——圖 5.4 顯示兩只三相三角形連接 (Delta-connection) 發電機的接線圖。這種發電機沒有中線連

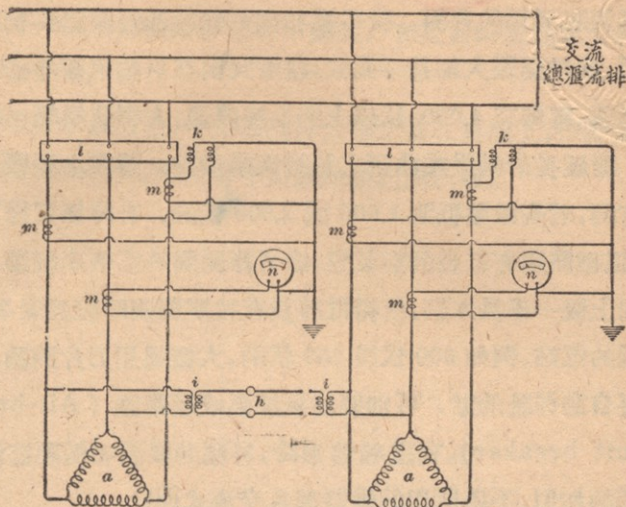


圖 5.4 用三角形連接三相發電機之接線圖

接，不甚適用於不平衡的負載。在三角形聯接裏用一只僅有兩個解扣錄卷的油浸開關就可應付，用兩只變流器接在發電機的兩相上，以便激發兩只解扣錄卷，如圖所示。這種方法也是常用的。當負載約近平衡時，祇須讀取一條線路上的電流，安培計可以和任何一只解扣錄卷相串聯，或是接於另一只變流器，像圖裏所顯示的。有時用三只變流器和一只三路換接器，使得每只屏幅上的安培計可用來讀取該機任何一相的電流。利用屏幅上的適當插頭，可以用一只伏特計讀取任何一機任何一相的電壓。激磁機的連接和圖 5.1 及 5.2 相同，在圖 5.4 裏沒有顯示出來。

5.6 滙流排及開關——若交流制電壓在 4,000 伏以下，滙流



排大都裝在屏幅的背面，發電機和饋電線的油浸開關裝在屏幅的後面。油浸開關大都是手動式，藉着突出在屏幅前面的搖柄來推動開關。電壓在 4,000 伏以上的油浸開關，大都裝得離屏幅遠一點，藉延長的鏈桿或曲柄之類機構來推動，這在小型廠裏是不常有的，若是電壓低到 1,000 或 2,000 伏的，有時僅置備刀片開關，這種開關有很長的空氣隙，或者藉開關的搖柄來推動，或在開關上裝一根長木柄，使得電務員在拉開開關時較為安全。電壓很低的電站，例如 500 伏至 750 伏的，大概通用刀片開關，如果需要自動保護的話，可加裝空氣滅弧式斷路器 (Air-break Circuit breaker)。在這種情形時，屏幅的裝置和低壓直流電廠裏用的相似，不過所用的儀器都是交流式而已。

在 4,000 伏以下的饋電線路上，大概不備油浸開關或油滅弧式斷路器。在許多廠裏，祇用高壓保險絲作自動的保護，或是爆竹式，或是半封閉式。要能夠使得電路中斷，以便調換保險絲，須用刀片開關和保險絲串聯，最好裝在保險絲座的匯流排邊。

5.7 配電線路——由單相電廠接出的配電線路當然都是單相的。由二相廠裏接出的，有單相線路和二相線路，單相的為電燈之用，二相的為電力之用。由三相電廠接出的，尤其是由星形連接發電機接出的，有單相線路供給電燈，三相三線制供給電力，三相四線制供給混合的電燈電力負載，因為分別為電燈和電力裝置各別的線路，成本太貴，所以除非在很大的廠裏，大都採用電燈電力混合供給為一般的配電制，將電燈或單相電力制接

在任何一根三相線路導線和中線間，在設計時須注意各相負載之保持平衡。

若是中線通地，中線匯流排大都不裝在屏幅上，但是裝在廠裏較便利的地位，離電線穿出廠屋較近的所在。



## 第六章

# 中型交流發電廠

6.1 概論——為一般電燈及電力服務的中型交流發電廠大都用多相發電機，連接方式和小型廠裏的沒有什麼差別。主要的差別祇在所有發電機組合容量的大小和只數；整步電路，保護設備，以及饋電線路等聯接的細節；中型廠裏採用的設備較為考究，例如電壓調節器之類；保護設備也較為完善等。因為用伏特計和燈的指示究竟不能得到準確的整步動作，中型廠裏的整步電路大都是備有整步指示器的。

6.2 電壓調節器——要使得匯流排有良好的電壓調整，因而改進線路上的電壓調整，有時須用電壓調節器，或簡稱調壓器 (Voltage regulator)。慣例，將一種調壓器的電壓線卷接到一儀器用變壓器的副方，他的主方直接跨接在所要調節的發電機的一相引線上。倘若所有發電機都從一只激磁機接受場電流，儀器用變壓器的主方可跨接於匯流排的一相上，而不必跨接於發電機引線之上。調壓器的直流供給大都藉接於每一激磁機端的小型開關而可選用任何一只激磁機；有時，藉裝於激磁匯流排 (Exciting bus) 上的開關而選用任何一組激磁匯流排。

6.3 對於過載之保護——在中型發電廠裏用 500 仟伏安以

上容量的發電機時，其接在發電機引線上的油浸斷路器的解扣錄卷不直接取給於儀器用變流器，而是由 125 伏左右的直流運用匯流排(Operating bus)來供給電流的。直流經過替續器的控制送到解扣錄卷，替續器則由發電機引線上的變流器來激發。圖 6.1 (a), (b), (c), (d) 顯示單相制，二相制，三角形連接和 Y

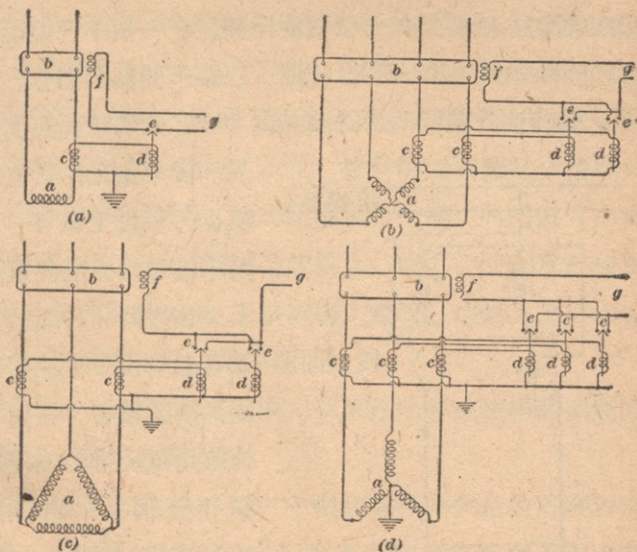


圖 6.1 單相及多相制中過載之保護

形聯接三相制中替續器和解扣錄卷等的接線圖。在每一個圖中，*a* 代表發電機的電樞錄卷，*b* 是油浸斷路器，*c* 處是變流器，*d* 處是替續器的運用錄卷，*e* 處是替續器觸點，*f* 是油浸開關的解扣錄卷，*g* 是由直流運用匯流排接出的引線。



運用匯流排大都由激磁電源供給的，不過有時專備一套有40安容量的小蓄電池來供給。運用匯流排不獨接於過載替續器，而且接到凡是需要直流而運用的其他控制設備。

6.4 遙控電路——在中型發電廠裏，將全部油浸開關置於電務員遙控(Remote control)之下，是很普遍的。在屏幅上面，不裝開關的搖柄，祇要為每一個油浸開關置備一個小的控制開關(Control switch)和一對信號燈，以顯示開關的動作，已經足夠了。這種油浸開關的接線圖見圖 6.2。為使接線圖簡單起

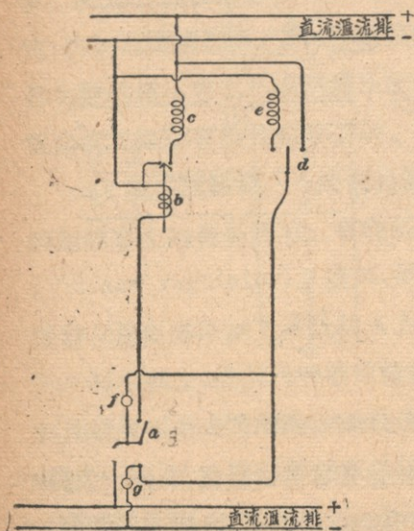


圖 6.2 遙控式油浸開關之電路圖

見，圖中畫出兩套直流匯流排，事實上祇有一套。將單極雙投控制開關  $a$  向上方關合時，替續器  $b$  的螺管線卷接受電流將替續器的觸點接合，接通自直流運用匯流排至油浸開關動作機構中的司開線卷(Closing coil)  $c$ 。有一三向開關  $d$  和油浸開關的動作機構在機工方面互相連鎖着，於是被推向左方，將直流匯流排接通到司開線卷(Opening coil)  $e$  和紅的信號燈相串聯。因為燈有相當電阻，

足以限制錄卷  $e$  的電流，使不能拉開關。又因燈  $f$  和燈  $g$  永久相串聯接於直流匯流排，而每燈都依照匯流排的電壓而設計的，兩燈在串聯的時候，每燈祇得到額定電流的一半，在此情形時燈光甚暗。不過在開關  $d$  向左關合時，燈  $g$  的兩端都接於負匯流排，乃被捷路，而燈  $f$  接受整個匯流排的電壓和錄卷  $e$  串聯，錄卷  $e$  雖無動作但紅燈  $f$  明亮，表示開關已關合，主匯流排上有電。

若是將控制開關  $a$  向下關合，錄卷  $e$  就直接接到直流匯流排上，此時燈  $f$  兩端都接到正匯流排而被捷接，燈  $f$  熄滅，但是錄卷  $e$  的電流很大足夠使之動作，推動油浸開關的機構而將其拉開，中斷外部的電路。油浸開關動作時將三向開關  $d$  拖向右方，將綠燈  $g$  直接接到運用匯流排上，使之接受額定電流而明亮，表示油浸開關已拉開，主匯流排上無電。錄卷  $e$  又可和變流器相串聯，以備過載時自動將開關拉開。

無論關合或拉開油浸開關，在動作已完成後應將控制開關拉開，而且一直任其開着。

6.5 雙套匯流排制——由中型發電廠所供給的電燈和電力任務，較小型廠所供給的更為重要，最好要保持服務不致中斷。要使得因建造，修理或維護各種機器所引起的不便及斷電減至極少起見，至少要有兩套匯流排，以連接發電機的引線和饋電線路。選用任何一套匯流排時，可用兩個各別的油浸開關，在電工或機工方面互相連鎖着，或者用一套刀片換接開關，他們的佈置使得開關能夠同時接到兩套匯流排上。這種開關在一個公共鉸



鏈上有兩個刀片，而刀片的佈置使得他們能獨自投擲與另一刀片無干，並且投到兩個底座的夾子裏。於是這種開關在匯流排間拆分為二，就是在過渡期間同時接於兩個匯流排，使得發電機或饋電線路由一套轉換到另一套匯流排時，電源不致中斷。

6.6 配電線路電壓之調節及控制——供給電燈和電力制，中型發電廠的配電線路，設備比小型廠的較為完備。饋電線都置備有過載自動釋放的油浸開關，並且線路上的開關也常有用遙控制的，便電務員隨意運用。

因為饋電線路長短不同而負載也各異，線路上的電壓自然也不同，要用調節匯流排電壓的方法，維持均勻電壓於一廣大區域內，是不可能的。長饋電線路要用昇壓變壓器 (Boosting transformer) 短的用抑壓變壓器 (choking transformer)，用這種方法可以補償長度不同饋電線上不同的電壓降，但是不能補償因負載變動所致的不同的電壓降。要適合後一需要，須用電壓調節器，調壓器可以立刻由昇壓轉變到抑壓，或由抑壓轉變到昇壓，並且可以將電壓升高或抑低到任何必須的數量，直到最後限度為止。

調壓器大都裝在單相電燈電路的一根線上，或三相混合制的每一線路導線上。也可用遙控制，或藉觸點接合式伏特計 (Contact-making voltmeter) 的控制。若是由電務員遙控的，大都用一種線路壓降補償器 (Line-drop compensator) 以顯示遠處配電中心的電壓。

## 第七章

# 大型交流發電廠

7.1 概論——供給電燈及電力制，大型交流發電廠可分為兩類：一種是直接分配電能於饋電中心和中型廠相似的；一種是供給電能於換流及變壓配電站的。前一種電廠裏的佈置和中型廠的相仿，不再贅述，本章所述的都是關於第二種電廠的。

這種電廠裏的發電機差不多終歸是三相的，樞卷組大都是接成Y形，中線通地。有時經過一個鑄鐵柵狀電阻或經一抗流電感線卷 (choke coil) 然後通地，以便在某相因通地不慎時限制中線裏的電流。

倘若發電機沒有置備過載保護，使在嚴重的過載情形時將油浸開關拉開，在發電機引線和匯流排間有時也連接電感線卷。這種線卷用以限制電流，因而保護電樞卷組使不致受傷。作這種用途的線卷大都不用鐵芯，而是自冷式的。

7.2 激磁制度——在大發電廠裏，激磁制度大都由感應電動機策動的直流發電機來供給，同時也用蒸汽機策動或汽輪機策動的激磁發電機，以便在全部電機停掉時可以重行開動。除此之外，有許多廠裏還置備 125 伏的蓄電池組，始終浮接在激磁匯流排上。如果用蓄電池的話，激磁發電機必須是分繞式或平激複繞



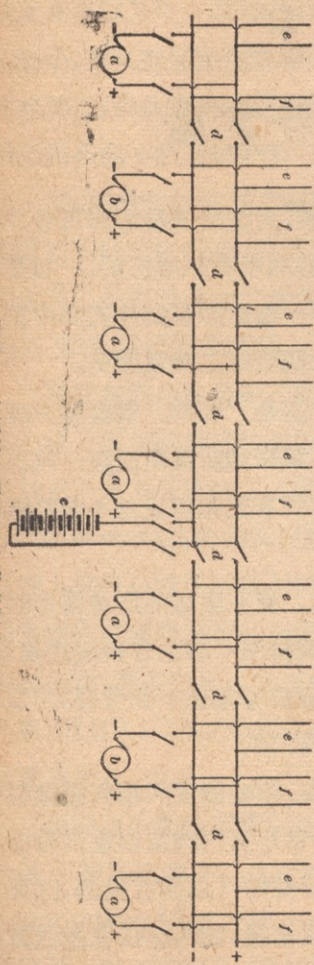
式(Flat compound)。

在許多大發電廠裏，每一個交流發電機有各別的激磁機和激磁匯流排，激磁機由感應電動機來策動，電動機又取給於發電機。在採用這種制度時，在相鄰的激磁匯流排必須可以相接或拆開(就是用連絡開關 Tie-switch)，使得任何一匯流排可由另一匯流排來激發。因為某機在未被開動以前，其激磁機也無從開動，必須自其他匯流排暫時取入激磁電流，等到該交流發電機已經運用，其附屬的激磁機也開動以後，該激磁機方纔可以和激磁匯流排相並聯。

圖 7.1 顯示大發電廠裏備有浮接蓄電池組激磁制度的佈置，*a* 代表電動機策動的激磁機，*b* 代表汽機策動的激磁機，*c* 處是蓄電池組，激磁匯流排是分段的，

*d* 處是連絡開關，*e* 處是接到發電機場線卷的引線，*f* 是接到油

圖 7.1 有浮接蓄電池組之激磁制度



浸開關直流運用匯流排的引線。這種電廠裏，在正常運用情形時激磁匯流排是連續的，以便蓄電池和所有匯流排都相浮接，但是在需要時，也可隨意分段。於是到某組發電機場電路和到該組油浸開關運用匯流排的電流，可由該組的一段激磁匯流排來供給。

7.3 油浸開關——在大廠裏，發電機的容量相當的大（在3,500 仟伏安以上），而所處理的電能也相當的多，油浸開關必須為遙控式，或電控式的或壓縮氣體控制式的。新式裝置大油浸開關差不多都是電控式的，或藉電動機策動或藉螺管線卷與活棒來推動。這種開關的大小和設計要看該項開關所隸屬的電路的電壓為定，通用隔離式 (barrier type) 結構，阻止一個油池裏的電弧跳到鄰近他相的油池裏而引起捷接以致肇禍。有時用另一種油浸開關，開關的電弧不獨在油池裏中斷兩次，而且每次的中斷在各別的油池裏。

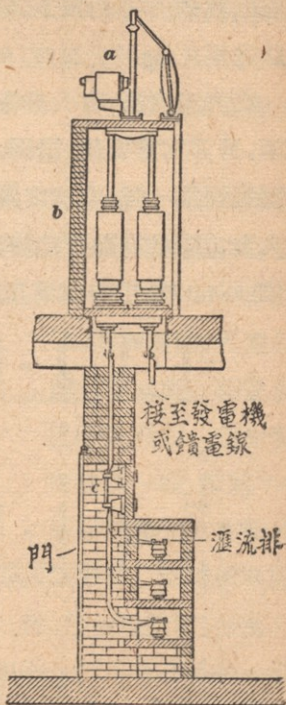


圖 7.2 大型廠內匯流排與司路機之佈置

7.4 匯流排構造與佈置——在大發電廠裏匯流排構造的制式，要看電壓而定，用於 5,000 至 30,000



伏電壓的大都是隔離式，使得在發生絕緣破裂時將電弧限制着不致蔓延開去。在許多中型廠裏，高壓匯流排和司路機鍵(switchgear) 都裝在廠屋的一部份，用防火牆和廠屋的其他部份分隔開來。油浸開關和油浸斷路器有時都裝在同一層，而匯流排裝置在下面一層，像圖 7.2 所示的樣子，油浸斷路器的運用機構  $a$ ，裝在斷路器  $b$  室的頂上。除去斷路器外，另有刀片式開關  $c$  專作連絡之用。

在大型廠裏，有大量電能遇到障礙的可能，將高壓導體分隔開來，是非常重要的，慣例，各相導體所分隔的距離比較小規模裝置裏要遠一點。圖 7.3 顯示一種隔離的良好模範，該圖顯示一大發電廠的高壓匯流排間的佈置。在圖裏可以看出有一排的小室  $a, a, a$  等用防火牆互相隔絕着。大概每一組發電機器的油

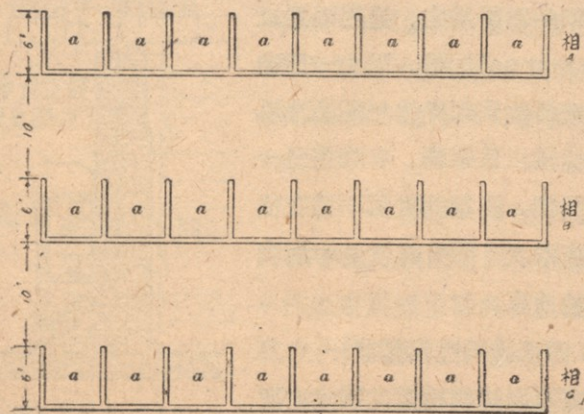


圖 7.3 大型廠內分隔匯流排之方法

浸斷路器及匯流排建造分佔一間。三相的三根匯流排導體互相分隔約 12 呎，並封閉在混凝土的小室裏。油浸斷路器裝在小室裏用 6 吋厚的混凝土牆互相隔離着。用這種裝置，高壓匯流排之受掙接是不容易發生而且不會蔓延的。

大型交流發電廠裏的匯流排佈置方式是各廠不同的，大約可分做五種：即單匯流排制(Single-bus system)，分段單匯流排制(Single sectionalized bus system)環匯流排制(Ring bus system)，雙匯流排制(Duplicate bus system)，和分段雙匯流排制(Duplicate sectionalized bus system)。

在單匯流排制裏，所有發電機和饋電線都接在一套匯流排上，由屏幅或匯流排間的一端一直延長到另一端。這種制度運用起來缺乏彈性，匯流排既不能拆出修理，而一有障礙即全部停

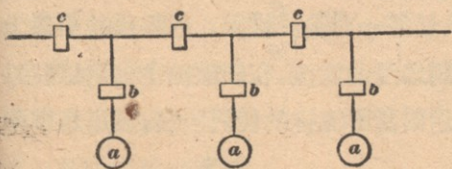


圖 7.4 分段單匯流排制

頓。這種缺點，可用分段制來補救，將匯流排分做幾段，每組發電機器一段，像圖 7.4 所示的樣子。在圖裏

$a$  表示發電機， $b$  是發電機的油浸開關或斷路器。藉連排開關(Bus-tie switch)  $c$  可將各段連接在一起。用這種裝置，任何一段匯流排可拆出修理，不過若是所拆出的一段不在全排的一端而在中段時，在拆出部份兩面的兩段變成互相隔絕而不能連續了。



要避免上段所述的困難，有時採用像圖 7.5 所示的環匯流排制。在全排中任何一段可以拆出，而其他各段仍相連續，不過

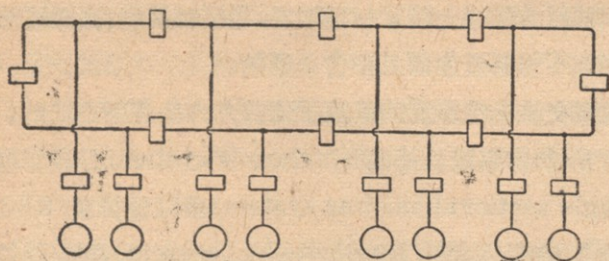


圖 7.5 環匯流排制

在將某段拆出時，也勢必將接於該段的發電機停掉，這個缺點是和單匯流排制一樣的。如果用如圖 7.6 所示的雙匯流排制，就沒有上述的缺點了。圖中顯示雙套匯流排  $a$  和  $b$ ，發電機  $c$  可經選擇的油浸開關  $d$  或  $e$  接於任何一套匯流排上。發電機的引線上接有電感線卷  $f$ ，用以限制過量的電流，在饋電線上也用這種線卷的。倘若饋電線也可選用兩套匯流排的任何一套，運用起來就更富於彈性了。

7.5 饋電線路之連接——饋電線也經過油浸斷路器而接到匯流排上，若是用雙匯流排制的，要裝兩套油浸斷路器以便選用任何一排。像中型電廠裏用一套油浸斷路器和換接開關，因為電路裏包含着大量電能而且電壓也很高的緣故。在大型廠裏是不常用的，最新式連接饋電線路和電路的方法是分組制，每一組電路，大概四或五個電路，經油浸開關  $g$  接到公共分組匯流排  $h$

上,再經兩個開關*i*或  
*j* 接到任何一套佈電  
匯流排上,(見圖 7.6)  
使得每組可選用兩套  
匯流排的任何一套。

7.6 保護用及分  
段用電抗器——為防

止在絕緣破裂時電流  
潰決起見,在發電機  
引線上,匯流排連絡  
處,或傳輸線路上,常  
須裝用電感線卷,即  
電抗器(Reactor)圖  
7.7 顯示適用於發電  
機引線,匯流排連絡  
處,和傳輸線路廠端  
的電抗器。所用導體  
是絞纜,支持在混凝  
土柱上,使之有相當  
強度,在發生捷路時  
線卷不致變形。但因

混凝土不是一種好的絕緣物,整個電抗器必須裝在瓷質絕緣物

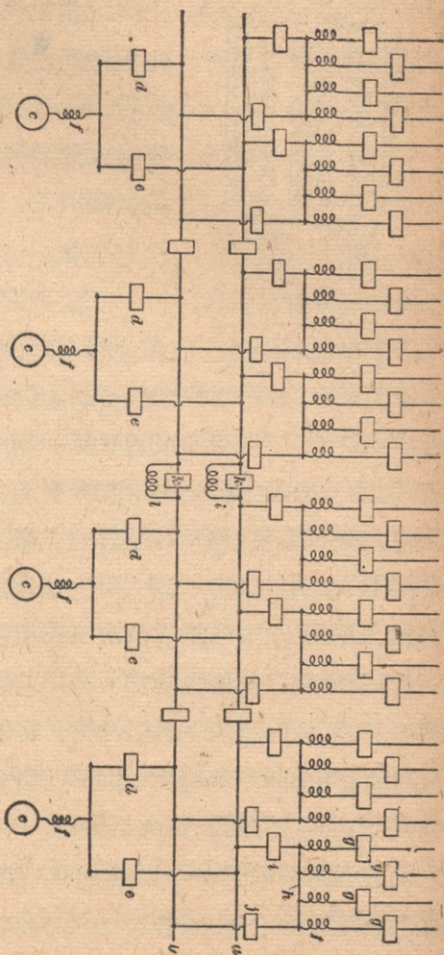


圖 7.6 雙匯流排制



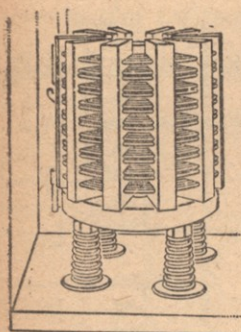


圖7.7 保護用電抗器

上與地相絕緣。當正常負載時，電抗器對電流通過之阻力甚小，因為不用鐵芯，阻抗很小的緣故。但是在發生捷路時，忽然要有大量電流通過，該錄卷就產生很大的反電動勢，能限制電流至為該錄卷所設計之值。

又交流電廠裏常用幾組發電機作並聯運用，較為經濟。在大型廠裏，常有發生意外的可能，所以有將整個制度分段之必要，庶幾可以減小被捷接的電能，而限制潰決的電流。但是要完全分段就不能作並聯運用，唯一補救方法是在發電機引線上，或在兩發電機的匯流排連絡處裝置電抗器或者兩處都裝。像圖 7.6 所示的，假使拉開連排開關  $k$ ，電路經電抗器  $l$  仍舊接通，使得並聯運用的優點仍舊保持，而同時限制可能供給電流到被捷接的線路的發電容量。

7.7 通地之需要及機件——倘若任何高壓電器的絕緣發生電的破裂，該電器內本以絕緣物和電錄相隔離的部份，必也處於高壓的有電情形。若是該電器部份適和地相絕緣，電務人員偶或接觸到，必遭受危險。例如，假定有一中錄接地之三相制，其變壓器的芯和外殼本係和地相絕緣的。倘若高壓錄卷和鐵芯間的絕緣物發生電的破裂，鐵芯和外殼必處於高壓有電情形，假使與地相通的電務人員偶或觸及，必受重傷。因此之故，變壓器的鐵芯和外殼必須接地，庶幾對電務人員的生命，加以保障。

需要通地的機件部份包括：高壓發電機的外殼；油浸斷路器的油井；Y形聯接三相發電機的中線；Y形聯接三相變壓器的中線；變流器的鐵芯及副電路；儀器用變壓器的外殼；載有750伏以上電壓的屏幅架；便運式開關屏幅(Truck-type switch panel)；儀器，替續器，或電壓高於地在300伏以上的機件部份；三相儀器用變壓器聯接制的中點等。

7.8 通地之方法——接地之最佳方法，莫過於連接一厚銅條或電纜於需要通地之機件，再將此銅條或電纜接於地。倘若有許多機件要接地的，最好裝一根銅質匯流排經過全廠，再將各機件連接到這通地匯流排(Ground-bus)上。

作通地連接的方法很多。一種方法是用幾根管子埋在廠屋附近的地下。管子必須有適足的長度，穿透地面達到潮濕的泥土，並且在霜線以下。各管距離不得小於6呎，倘若是大規模的裝置，要用好幾套管子。也有用一端尖的管子，在管旁鑿孔，以鹽滲注入管中，使鹽水由管漏出，保持附近泥土經常地潮濕而增加導電性。管子頂部用帽子蓋着，銅線和管子的連接面積要大，最好是鐸在管子上。一種方法是用大塊銅板，接有很粗的銅線，再將銅板埋在地下到霜線以下。這種地連接宜用於小廠。對於大廠可用兩塊或更多的銅板埋在地下，再接到廠內接地匯流排上。致於近湖、江或運河的電廠，可用長的不絕緣的銅線電纜敷設在湖底或河底，也可得到良好的通地連接，祇要在結冰線以下就行。

由通地板或通地管子接到匯流排上的引線，可以用銅條或



電纜，用銅條比電纜更好，因為可以省掉銲接，而且比電纜便宜。再則通地匯流排電纜上的銲接頭，有過大電流通過時，常因過熱而接頭脫落，因而增加電阻，減少接地的效果。

7.9 三相發電機及變壓器中線之通地——在電廠裏除掉將需要通地的機件接於通地匯流排外，凡三相發電機及變壓器的中線也大都接到這同一匯流排上。依此接法，通地匯流排的粗細就很關重要了。在三相制中任何一相的導體，若是通地，必有電流通過這匯流排與地連接。設計者必須計算在此情形時所要通過之電流，因而決定匯流排的粗細。在計算時假定係在廠內通地，而非在遠處通地的，在估計所要通過的最大電流時，必須將發電機的或變壓器的電壓調整特性計及。倘若廠裏接有中線電阻的，匯流排的設計係以該電阻所能容許通過的電流為根據。若是沒有中線電阻，所要通過電流的大小，要看有幾組電源在障礙處通地，和這許多電源的總容量及其阻抗而定。障礙所持久的時間，由保護的替續器及油浸斷路器的時間條件來決定。

## 第八章

# 配電站總論

8.1 配電站之功用——在發電方面而言，在一兩個大型廠裏用大容量的機器產生大量的電能，比較分在幾個用小容量機器的小型廠裏發電來得經濟。因為發電機的額量愈大，效率也愈高。而且大型廠之建造，都選擇運輸便利或近水之處，運煤及水的取給都很便利。再則集中人力，物力及財力，創設大型電廠，可以採用大型鍋爐，效率高超的新式機器，記錄準確的儀器，以及一切新式管理方法等，使整個發電制度的效率都為之提高，發電的成本也為之節省，這都不是小型廠所可望其項背的。即或在負載密度很大的區域，也以從大廠購電比自己設備電廠來得合算。因為在這種區域內，運煤，出灰，以及取給冷凝用水都不能十分便利，使得運用的成本很大，而且地產價格一定很高，使得設廠所投資本很大，利息擔負很重，結果營業方面或致無利可獲。

發電既集中於少數的大廠，必須將電能分佈於該廠服務區域內的各用戶。最經濟的配電制度，需要配電線路愈短愈佳，勢必在服務區域內要有很多的配電中心。能夠適應這種需要的，莫過於配電站(Electric substation)。配電站所需要的地位比發電廠小，如屬必要時竟可裝置在地下室裏。或在不能或不便設廠



的所在，大配電站與小配電站在運用經濟方面，沒有大的差別，不像大電廠與小電廠的差別之大。因此，在服務區域內可以設置多數的小配電站，比設置多數發電廠來得經濟，因為配電線路可以縮短。

如果是用水力發電的，發電廠非要設在鄰近水源的所在不可，距離用電區域或者很遠。在這種情形時，配電站實為完成配電系統的重要設施，因為用於長途輸電的高壓是不能直接應用到用電方面的機件的。

因為配電站就是一個配電中心，所需要的機件和發電廠所用的都有多大差異。不過在配電站裏，每單位平面地位，或者每單位立體空間所可裝設仟瓦容量要比發電廠大得多。

8.2 配電站之種類——配電站可分做直流的或換流的配電站，變換頻率配電站，以及變換電壓的配電站。

有許多電車鐵道是用直流來運用電動機的，在大城裏的商業區域有時用直流電源，以便採用蓄電池使正常電源中斷時服務不致中斷的。倘若這種制度是由他處取給電能而非自己發電的，慣例都是將交流電能輸送到這種區域的配電站，在站裏設備着同步換流機(Synchronous converter)，電動機發電機組，或是汞弧整流器(Mercury-arc rectifier)將交流轉換成功直流。

有時發電廠所發的交流頻率，不是用戶所需要的。在變頻配電站(Frequency-changer substation)裏須將一種頻率變換為另一種頻率，曾經有用變頻的電動機發電機組的，迄今仍有沿

用着的。

變壓配電站(Transformer substation)是用來將由長途輸電線路所送到的高壓交流電能變換為低壓的電能，以便分配給電燈和電力的用戶。在交流電車鐵道制度裏，也用變壓配電站將發電廠所供給的交流高壓電能變為低壓，適於電車的交流電動機之用。

8.3 高壓匯流排之佈置——在配電站裏面，應該將高壓導體用防火材料互相隔絕起來。無鋼筋的混凝土，用於這種用途很為普遍，唯一缺點

是太累贅而太沉重。倘是須用較輕便的建造可以用石棉質磚塊，

不過對於阻止嚴重的電弧不甚有效。如若配電站由一大規模制度經大容量的線路

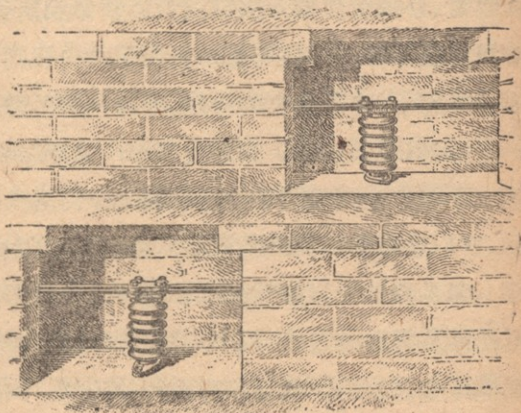


圖 8.1 配電站內隔絕匯流排之方法

取給電能，而高壓的捷路要致生過大的潰決電流時，最好採各相隔絕制。若是交流電源的容量是受限制的，像圖 8.1 所示的隔絕式樣就夠用了。

配電站裏高壓匯流排的佈置方式，根本要看電源線路的數



目和站內轉換機器的數目而定。如若有一條以上的電源線路，以及一組以上的轉換機器，最好將高壓匯流排分段，經連排開關連絡起來，將一條線路，一組或幾組的轉換機器接在各段上。這樣，可以容許任何一部高壓機件拆出而不致影響到其他部份。

照一般情形來講，在配電站裏的交流匯流排建造，可不必像大發電廠裏的那麼考究。但是至少也要像同容量同電壓的交流發電廠裏那樣完美而安全。

8.4 機器的組數和容量——要決定配電站所用機件的組數和容量，必須先要確知該站的實際負載及所估計的負載的增加。配電站機器雖然是很可靠不易損壞的，但是任何電器都免不了要發生障礙，使服務暫時中斷，所以最好的計劃是每個站裏多裝一套機器，以應急需。大容量機器的效率較高，運用起來比較經濟，不過有一套機器發生障礙時，全站的大部份負載將歸於停頓，所以最好將站內的負載分由兩組以上的機器担任。

但是機件的組數裝得太多也不是一種好辦法。若是環境許可用較多組數的話，最好不要裝置四組或六組以上的機件。這樣已經可以得到所需的運用方面的伸縮性，而維持這許多機件的人工和費用也比維持有同樣總容量的更多組機件來得節省。再者，裝置少數量機件的初次投資也較小。

不過，在許多特殊處所，如地下室之類，房間的高度不夠，足以限制所用機器的大小，不得不裝很多組的小型機器了。

在裝置時，宜於採用有同樣大小和同樣設計的機器。因為減

少所須置備的修理用零件，有時可以節省材料儲藏室的地位。

8.5 油浸開關——對於配電站裏油浸開關和油浸斷路器的選擇，在質度和安全方面，也應用和發電廠裏的同樣的規則，不過如遇特殊環境，必須選用能適合這種環境的式樣。例如，為平面地面所限時，結構緊密的開關當然比用佔地較廣的開關為佳。

在小型或中型的配電站裏，用於 15,000 伏或較低電壓的輸電線路開關，可用手搖的遙控式。連絡各段匯流排的接排開關，若是所載電流不超過 800 安，也可用手搖的遙控式。

8.6 電動機策動之發電機——電動機策動的發電機，和容量相同及速率相同蒸汽策動的沒有什麼重要區別。倘若發電機是直接連接於電動機的，電動機和發電機應有相同的速率，而發電機必須適合於電動機的速率。倘若發電機是用皮帶拖動的，可以選用適當的滑輪得到適當的速率比。在用皮帶時，最好的佈置是使兩機的滑輪間有適足的距離，以便採用寬鬆的皮帶。

以高速度轉動的皮帶，因為摩擦的關係，常會產生靜電。假使電動機或發電機是和地相絕緣的，常會發生靜電荷將電機的絕緣物洞穿的危險，所以用皮帶的電機外殼應當通地。倘若將他們經能載相當電流的導體通地是不妥當的話，可以經高電阻接地，如避雷器的炭塊，或白熾燈絲之類接在地和機殼之間。

倘若局部情形不容許用完全金屬接地時，可將機殼接於有很多尖端的金屬導體，再將已經接地的金屬導體安放在附近，距離約  $\frac{1}{8}$  或  $\frac{1}{4}$  吋，可將靜電荷減少得很多。這種接地的金屬導體的粗



細，沒有什麼重要關係，祇要有相當的機械強度就行，並且應當裝置在不易斷裂的地方。這種裝置在效果方面，是一只避雷器，當電機運用時連續地放電。有時用有很多尖端的金屬通地導體安放在皮帶附近，尖端對着皮帶，也可減輕一點靜電感應。

## 第九章

# 配電站之變壓器

9.1 變壓器之數目聯接及容量——配電站裏變壓器的選擇的範圍很廣。傳輸制度若是二相的，可用兩只單相變壓器，因為若是有一只發生障礙掉換起來很為便利。倘若所用的三相輸電制，可用一只三相變壓器或三只單相變壓器，要看情形而定。三只單相變壓器比有同容量的三相變壓器的價錢較貴而佔地較大。倘三只單相變壓器中有一只發生障礙，可以立刻拆出掉換，修理費用也比三相變壓器較省。倘若三只單相變壓器是三角形聯接的，損壞的一只可以在幾分鐘內拆下，變成 V 形聯接，使全部負載暫時由其他兩只擔任一下，不致使服務中斷。不過新式變壓器大都構造得很好，並且用避雷器，抗流線卷，自動的過載保護油浸斷路器以及其他設置保護着，發生障礙的機會很少，所以最普通的方式，是用一只三相的而不用三只單相的變壓器。

在三相制中，無論是用一只三相的或三只單相的，變壓器的線卷可以接成星形或三角形。若主方的電壓高於10,000或15,000伏，主卷大都接成星形。當購買變壓器時，說明書上大都提到所應採用的聯接方式的。但是，有時也可借用他種裝置所用的現存的變壓器。在這種情形時，對於聯接方式的選擇是受限制的。



在配電站裏，用於感應電動機的降壓器，必須有適足的容量以便擔任電動機在滿載時及在其規定功率因數時所施的負載。電機製造廠家大都對於所製造的電動機在各種負載時的功率因數大致能夠正確地說明。將電動機的輸出仟瓦數除以效率及功率因數，就得到輸入的仟伏安數，變壓器的定額，至少必須與此相等。

9.2 油浸式變壓器——大變壓器大都浸在油箱內，利用油受熱在箱內之對流，將線卷及鐵芯所發的熱量運到散熱的所在。散熱的方式很多，可以分做下述幾種：

(1) 油浸自冷式——在油浸自冷式 (Oil-immersed self-cooled type) 變壓器裏，油流經線卷及鐵芯將熱量帶到箱殼的表面在該處再利用空氣的對流將熱量散去。油箱表面大都是有槽和楞的，用意是增加射熱表面的面積。有時在箱外附裝射熱器 (Radiator)，在箱的頂部和底部與箱內之油相通，其散熱表面就更大了。

(2) 油浸水冷式——在油浸水冷式 (Oil-immersed water-cooled type) 變壓器裏，有水管盤繞在變壓器之上的油裏。油受熱上升，使管裏的水發熱。將冷水不停地流過水管，將熱攜帶出去。放出的熱水或者棄掉，或者冷卻再用。這種變壓器的設計，有時使變壓器內水管無水時，該器僅有零載時的激磁電流也會過熱，換一句話說，縱或在零載時也須有水不斷地週流着。另有一種在零載毋需流水，而在任載時非有流水不可的。

(3) 油浸，自冷水冷混合式——有許多油浸變壓器兼用自冷與水冷，這種變壓器有寬裕的散熱表面，但是比自冷式的少一點。除此以外，還備有水管以便流水冷卻。這種變壓器是預備在担負額定負載的百分之 40 至 60 時，僅賴自冷即夠，負載超過此量即須兼用水冷。

(4) 油浸迫冷式——油浸迫冷式(Oil-immersed forced-cooled type) 變壓器既沒有內裝水管，也沒有大的射熱表面，但是將油強迫週流於箱內，或用唧筒或藉重量，使熱油流到器外的冷卻系統裏去冷掉，再將冷油流回。油可以令其流過埋在河裏或湖裏的油管，或用風扇吹着的油管。倘若用水做冷卻媒介，在油管裏的油壓必須保持其高於水壓，以阻止水之漏入油管内而破壞其絕緣性。

(5) 油浸風冷式——油浸風冷式(Oil-immersed air-blast cooled type)變壓器，和自冷式相似，不過在箱外用風扇將風吹過以助其冷卻，需要這種變壓器的地方不多，製造的也不多。不過有許多自冷式的可以附加風扇，將其改裝為風冷式，用意在於增加變壓器的容量，尤其在散熱不易的地方可以補救空氣流通的困難。

9.3 各種油浸變壓器之比較——油浸自冷式與水冷式的價格差不多。在水冷式裏水管的成本和自冷式裏增加射熱表面的成本可以相抵。不過，水冷式需要有可靠的冷水供給，這種成本是相當可觀的。倘若不能得到一種連續的冷水供給，而服務中斷又是不利的話，最好還是用自冷式。用混合自冷和水冷式的成本



大概大於單用水冷式自冷的約百分之十。

自冷式變壓器沒有附屬冷却設備，祇依靠箱的表面和周圍空氣的溫度之差維持空氣之流通。須注意配電站內其他設備所放出的熱不要達到變壓器附近，因為這對於變壓器的散熱是很不利的，在配電站裏所有機件中，變壓器所發出的熱祇佔總熱量的百分之12，所以應當注意不要使其他百分之88的熱阻礙變壓器的散熱。

水冷式變壓器需要有不斷的冷水供給。倘若有現成的水源可用，而水頭高於變壓器頂時，可將水管就近接在這水源上，毋需附屬機件。倘若沒有這樣的水源可用，或用起來不便利時，可以從井裏，河裏或湖裏取水，用小的唧筒（即抽水機）使水週流於水管內。幾排變壓器可以合用一只唧筒，由單獨一只電動機來策動，或由站內原有電動機發電機組的轉軸延長來策動。唧筒的容量，要看所需週流的水量及水被舉高的距離而定。除非是舉得很高，大概很多變壓器僅用一只小的唧筒就可應付，因為少量的水足以冷却大量的油。

水裏含有使管內生澱（Scale）的沉積物，在管子內壁形成厚衣，足以限制水的流量，同時因不善導熱的緣故而減低由油到水的傳熱率。因此之故，用水冷式變壓器時須注意水的性質。

9.4 風冷式變壓器——不裝油的變壓器，可以用空氣吹過將其冷却，這種叫做風吹式變壓器（Air-blast transformer）。空氣由一只鼓風機（Blower）供給，須能在每方吋 $\frac{1}{2}$ 至 $1\frac{1}{2}$ 英兩的壓

力(合每平方厘米 4.4 克至 13.2 克)供給大量的空氣。致於究竟需要多少體積的空氣,很難說出,要看變壓器的仟伏安定額和其構造方式而定。約略地說來,每仟伏安每分鐘需 300 立方呎(約合 3.628 立特,即 3,628 立方厘米)。購買風冷式變壓器的費用比買油浸式的少,不過須要裝置鼓風機組。這種變壓器在輕載時也不能沒有風吹,所以無論變壓器的負載情形如何,必須將鼓風機組不停地開着。因此之故,最好有兩套鼓風機組,以策安全。

風冷式變壓器的風扇可以用感應電動機來策動,電動機直接自交流線路取給電能,有許多配電站裏的確用這種方式的。不過交流線路大都是高電壓,鼓風用的小型電動機大都是低壓式,較佳而較普遍的方式是將電動機接在降壓變壓器的 220 或 230 伏方面,該項降壓器同時供給電能於站內其他附設機件。電動機的大小要使得在其滿負載時能儘量供給所有變壓器所需要的空氣。依慣例,為兩組 500 仟瓦變壓器組鼓風之需,用一只 5 馬力或  $7\frac{1}{2}$  馬力的電動機就足夠了;用於四組 1,000 仟瓦組的需要一只 20 馬力的電動機。

在許多小規模裝置裏,尤其是祇有一組變壓器的,可以省掉專用的電動機,而將鼓風機用皮帶連接到站內電動機發電機組或換流機的延長轉軸上。這種佈置的優點,在於站內機件被運用時鼓風機也連帶地行駛着,可以減少費用,並且省掉一套足以影響全站安全的機器。

### 9.5 風冷式變壓器之空氣供給——風冷式配電站的空氣最



好取給於戶外，冷空氣的入口要離熱空氣的出口遠一點。倘若取入近地面的空氣，大都含有很多灰塵，足以阻塞變壓器內的風道，以致發生過熱。濾清空氣的方法很多，但是能夠實用的有限。

圖 9.1 顯示一種濾清空氣的機器。*a* 處是一個圓鼓形架子，由一種鍍鋅的膨脹金屬製成，*b* 處是油管，*c* 是佈油器 (Oil-

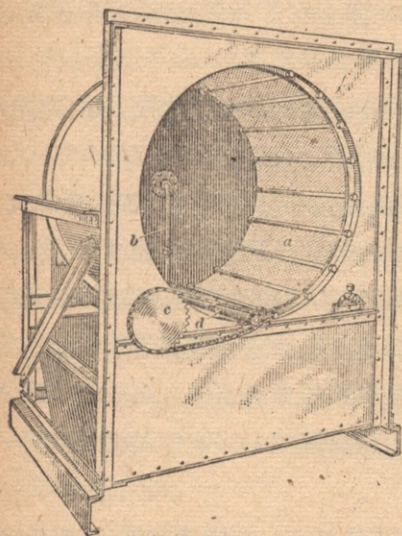


圖 9.1 濾清空氣之裝置

distributor) 的策動機構，*d* 是佈油器。鼓的外圍用細金屬紗布或羊毛布蒙着，作濾清的簾子。鼓被緩緩地轉動着，經過佈油器下面，油由油管流至佈油器棒，沿棒橫流，再因棒的轉動將油沖到鼓的內緣。空氣吹入鼓內，經過濾簾所在的鼓的周圍，而吹至站內。空氣中的灰塵黏着在佈過油的濾簾上，直等到該部份轉到底部佈油器

下面時，被油所沖刷，和油一道流去。流下的油再被聚集起來，設法移去灰塵污穢，仍可應用。

9.6 三相制變壓器之選擇——前面所敘述的任何一種變壓器，可以買到三相合組的或單相的，所以電廠或配電站的設計者

對於選用變壓器，可有很廣的範圍。究竟是用一組三相制的，還是用三只單相制的好，當然有各種條件要顧慮到。拿成本來說，要看所用電壓的高低，容量的大小而定，高電壓的差別較大，低電壓的和適中電壓的相差較小。例如，用於 2,000 至 13,000 伏而有 2,000 仟伏安容量的，一只三相變壓器的價格，大概是三只單相制的百分之 94 至 96。在 66,000 伏時，一只三相變壓器的價格約佔三只單相的百分之 88，而用於 100,000 伏時，祇佔百分之 75。再有一點，三相變壓器所佔的地位，祇有同容量的三只變壓器的一半。

不過在用三只單相變壓器時，如果有一只損壞，可將壞的拆出掉換及修理，對於服務的妨礙較少，而且修理費用也省。尤其是作三角形聯接時，拆下一只仍可作 V 形聯接運用着；服務不致中斷，不過所能勝任的負載祇有三只並用時容量的百分之 57。如果用一只三相變壓器就沒有這樣便利，有一相損壞，整個變壓器必須拆下修理，修理的費用也大得多。



## 第十章

# 直流配電站概論

10.1 直流配電站之種類——在直流配電站裏，用以轉換交流爲直流的機器，有感應電動機策動的發電機組，同步電動機策動的發電機組，同步換流機，又稱做轉動換流機，及汞弧整流器。依着所用機器來分類，直流配電站可分做電動機發電機組配電站，和同步換流機配電站。依着服務的種類，可分做電燈及電力配電站和電車鐵道配電站。

10.2 一般佈置——配電站裏機件的佈置沒有標準的計劃，因爲常要看現有的地位而定，最好的佈置，要使得電能在配電站裏順着一個方面流動，不要來回逆流。這樣的用意，在保持高壓導體和低壓導體分隔開來，而減少危險。圖 10.1 顯示典型的直流電車鐵道配電站的佈置。在這個圖裏，*a* 處所顯示的是連絡開關，*b* 是抗流錄卷，*c* 是高壓匯流排，*d* 是另一只連絡開關，*e* 是遙控的油浸開關，*f* 是變流器，*g* 是主變壓器，*h* 是電抗錄卷，*i* 是同步換流機。

高壓電能進入配電站，或經地下電纜，或經架空錄。圖 10.1 所示的是架控制進錄。在高壓裝置裏，有時將油浸斷路器裝在近 *a* 處。直流方面的機件(圖中沒有示出)，是和供給 600 伏電車鐵

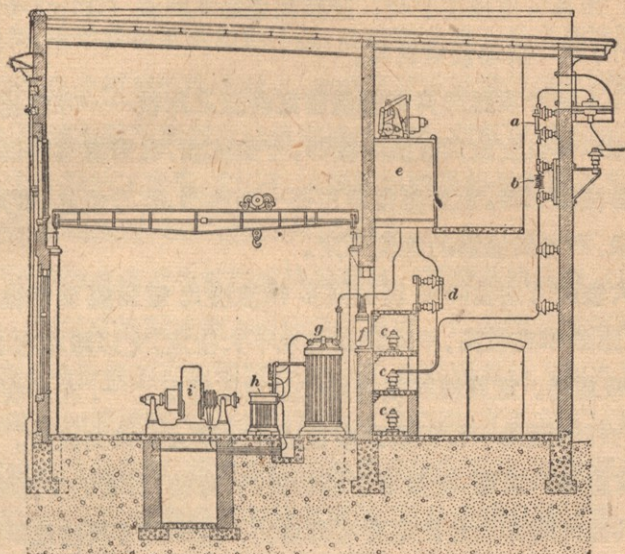


圖 10.1 典型的直流電車鐵道配電站之佈置

道制的直流發電廠相同。

10.3 直流司路機鍵(Switch gears)—— 直流配電站裏所應裝設的司路屏幅和司路機鍵，應該和有同容量，用於同樣任務的發電廠裏的相似。電樞引線，電樞開關，變阻器，儀器，匯流排和饋電線的連接，也和有同容量的發電廠裏的相同。

10.4 直流機之分繞場連接——一般情形，在直流發電機的場電路裏以不裝開關為是，分繞場連接是直接接到電樞的引線的。不過，因為特殊環境和需要，也有裝設開關以便獲得控制分繞場電路的便利的。這種特殊環境對於直流配電站較發電廠為



普通。如果有這種需要時，應該用速斷式開關 (Quick-break switch) 和一個場放電電阻。

10.5 同步換流機與電動機發電機組之比較——在直流配電站裏用以轉換交流為直流的機器，有換流機，電動機策動的發電機和整流器三種。至於應當選用那一種機器，要看價格，費用，服務等級，和可裝機器的地位而定。

大概配有適當降壓器的同步換流機比電動機發電機組價廉，而總效率也較高，不過運用起來不大穩定，尤以頻率在 50 或 60 週時為然。電動機發電機組的最重要優點之一，在於交流制度中的任何騷動不致影響到發電機的電壓或其換向成績。在長的傳輸線路的末端，諧振要影響電壓的，障礙，負載的突然變動，或者其他的騷動均足使電壓起落無定，因而同步換流機的運用難得穩定，但是用電動機發電機時，在這種環境裏可得較佳的成績。

因為同步換流機直流方面的電壓，是隨着交流方面的電壓為轉移的。若是交流傳輸線路上有過大的阻抗壓降，在負載變更時或交流方面的功率因數變更時，交流方面的電壓就變動得很多，所以同步換流機就不能很順利地運用。同理，也不能利用同步換流機使之取相角超前的電流而補償其他負載的相角落後的電流。但是，用同步電動機策動的組合，就可用以改正傳輸線路上的功率因數，不致影響到直流方面的電壓。

同步換流機直流方面的電壓，雖受交流電源電壓的影響，然

而若是交流電壓保持恆定，直流電壓可不致因頻率的些微變動而變動。電動機發電機組則不然，直流電壓雖不受交流電壓變動的影響，但受頻率的影響較大。因為交流電動機的速率隨頻率為轉移，而速率就影響到直流發電機的電壓，在電車鐵道制度中，以及大多數的工業應用方面，精確的電壓調整是無關重要的，大概用同步換流機，取其價廉而效率較高。

同步換流機若是轉換直流為交流，稱做逆換流機 (Inverter)，將從直流匯流排方面接受的電能，供給到交流電能於線路。同步換流機的交流電源若是中斷，而該機直流方面本與其他直流電源相並聯時，該機將行駛若逆換流機。尤其在交流線路上有電感性的負載時，該機將供給相角滯後的電流，結果將磁場減弱，直流方面的電動機速率將要增高，以致達到危險之境。所以這種機器必須附裝限制速率的設備。

10.6 電動機之選擇——直流配電站中用以策動發電機的，有感應電動機和同步電動機兩種。感應電動機，裝設起來簡單，運用起來也很便利，不過功率因數是落後性質的，而且負載的變動也影響到功率因數，過劣的功率因數對於交流線路是不利的。

同步電動機的價值較昂，在上述三種機器中居首位，而且運用起來也比感應電動機複雜得多。不過，可以調節同步動機的場激而變更其功率因數，不獨改進他本身的功率因數，且可利用他的超前功率因數的電流用來中和線路上其他負載的落後性質的電流，使交流制度的總功率因數得到改進。同步電動機也可做成



高壓式，若是交流線路電壓並不過高，可購買高壓式的，直接運用於線路電壓，毋需降壓器。

10.7 汞弧整流器——汞弧整流器沒有轉動部份不會磨耗，而且運用起來沒有噪聲。用於 250 至 300 伏，汞弧整流器的效率，比電動機發電機的和同步換流機的都高，輸出電壓愈高，運用的效率也愈高。500 至 1,000 仟瓦的整流器組用於電車鐵道制，頗為普遍。有許多整流器是全部自動控制的。

## 第十一章

# 電動機發電機組直流配電站

11.1 用感應電動機之直流配電站——用以策動發電機的感應電動機的容量，要能在發電機供給滿負載時，該機不致過載。電動機所超過發電機的容量，等於發電機的損失，和耦合制度（加皮帶之類）的損失。感應電動機可製造一種能用於高壓電源的，例如 13,200 伏。所以若是傳輸電壓不高於 13,200 伏；慣例是將感應電動機直接運用於滿線路電壓。若高於 13,200 伏，則非用降壓器不可。

凡是用感應電動機配電站裏電動機的裝置，大都相同，所以本章裏祇講述電動機方面的裝置，而不涉及發電機方面。

11.2 開動感應電動機之方法——感應電動機雖是自動的，但因在初開動時電動機取用很大的線路電流，功率因數很低，所以要有限制開動時電流的必要。

(1) 用變壓器分接頭 —— 倘若感應電動機是接在降壓變壓器的，最經濟開動方法是經一只雙投開關接在變壓器副方的低壓分接頭上。通常，僅供給電動機以正常運用電壓的一半，電動機就可很順利地開動了。這雙投開關先將電動機的定子線卷接到變壓器副方的半壓分接頭上，這樣，可將變壓器主方的開動時



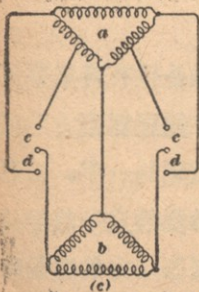
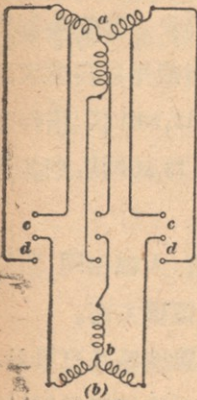
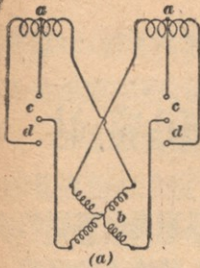


圖 11.1 感應電動機變壓器之連接

電流減低到四分之一。在已行駛到近於正常的同步速率 (Synchronous speed) 時，再將開關投向滿副方電壓端。圖 11.1 就顯示這種聯接，(a) 所示的是二相四線制的佈置，(b) 所示的三相星形聯接三線制，(c) 是三相三角形聯接制。在每一圖中，*a* 代表降壓器；*b* 代表感應電動機的定子線卷組；*c* 代表開關的開動位置；*d* 是開關的行駛位置。

(2) 開動補助器——倘若感應電動機是直接運用於滿線路電壓而不用變壓器的，須另加開動設置。大概包括一套油浸開關或油浸斷路器和兩只或兩只以上的自耦變壓器 (Autotransformer)。開關機構必須有足數的接觸位置，和自耦變壓器可以分裝也可以合裝。大型開動器裏，大都是分裝的。倘是合裝在一起的話，這叫做自耦開動器 (Auto-starter) 或開動補助器 (Starting compensator)。這開關用以變換電動機與變壓器的連接，使得在開動時減低施於電動機的電壓，而在行駛時得其滿電壓。這種補助器並附裝保護的設置，常是兼

為過載和低電壓而設的。有時，祇用油浸斷路器做開關，互相連鎖着，使得祇能循着規定的次序纔能關合起來。

一套開動設置可用以開動許多電動機中任何一只像圖 11.2

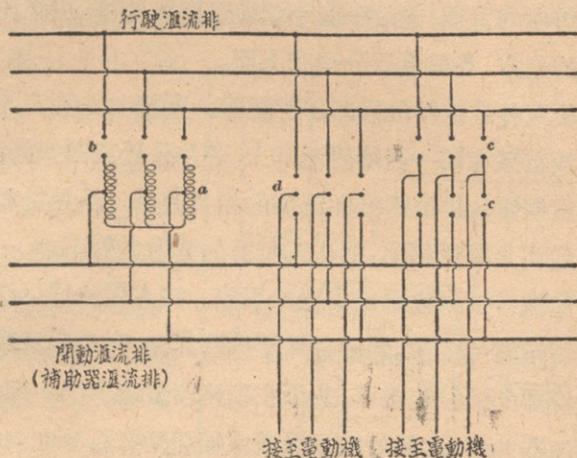


圖 11.2 開動補助器與開動匯流排

所示的。該圖內 *a* 是自耦變壓器，經油浸開關 *b* 接到行駛匯流排上，該排上是有滿線路電壓的，其低壓方面是接到特備的開動匯流排 (Starting bus) 上，任何一只電動機可經其獨用的開動用開關接到這開動匯流排。或是用兩只單投開關，像圖中的 *c*，或用一只雙投開關，像圖中的 *d*。但是用互鎖着的兩只單投開關，或用機工方法，或用電工方法連鎖着，比較安全點，尤以用於 2,200 伏以上的電壓為然。

11.3 儀器用變壓器——為供給電壓於交流伏特計，安培計，



瓦特計和瓦時計，配電站內都要有儀器用變壓器。用一只有適足容量的變壓器，可以供給運用於同一交流匯流排上各種機器的儀器。在如此佈置時，慣例用美規 12 號或 14 號銅線沿着該項機器的屏幅的背後，敷設一套小規模電壓匯流排。這匯流排接在變壓器的副方，各種儀器分接在上面。

供給瓦特計電壓的儀器用變壓器，應該和供給該瓦特計電流的變流器接在同一高壓匯流排上。若是分接在兩個匯流排上，因為這兩個匯流排的電壓和電流的相角關係，不見得和同一匯流排上的相角關係相同，於是瓦特計的讀數也就不準。

由匯流排接到感應電動機的引線，接有變流器以供給儀器和過載替續器的電流。為儘量保護儀器起見，變流器電路應該儘量接近機器的油浸斷路器，並須在斷路器接機器的一面。

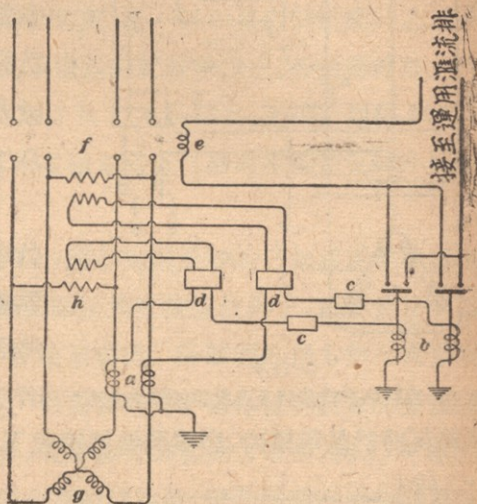
變流器的容量，須於電動機發電機組受有百分之 50 的過載時，該器不致過載。新式儀器和替續器都有 5 安培的線卷，變流器的變流比應該使得副方有適當的電流。例如，假使電動機的正常定額是 60 安，變流器的主方應有 90 安定額，他的變流比應該是 90:5 或 18:1，纔能供給 5 安的副方電流。

11.4 安培計，瓦特計，及過載替續器之接法——在電動機電路裏接一只安培計，當然是比較多化費的，然而並不是浪費。因為電動機的輸入電流，雖可由其輸出約略地算出，然而這種計算需要一點時間，或許在電務員沒有算好以前，電動機却已經過載了，尤其是線路電壓降低的時候。因此之故，在每一電動機電路

裏總以接一交流安培計爲妥，雖然在實際實用方面，小型電動機是將安培計省去的，大型的也難得有裝設安培計的。

在圖 10.3 和 10.4 裏示變流器 *a* 過載替續器 (Overload relay) *b*，安培計 *c*，和瓦特計 *d* 的連接。圖 11.3 所示的是二相四

線制，圖 11.4 是三相三線制。在發生過載時替續器的觸點接合，接通了由運用匯流排，經油浸斷路器 *f* 的解扣線卷 *e* 的電路，使斷路器跳開，保護電動機的線卷 *g*。瓦特計的電壓電路接在儀器用變壓器 *h* 的副方。在圖 11.4 裏，用一



只 Y 連接匣 (Y-box) 圖 11.3 二相四線制中連接儀器及過載替續器之方法 *i* 獲得三相制的中點，使得施於瓦特計的電壓是星形連接三相制電壓瓦特計的電流連接則經地爲回路。

倘若三相制是由三角形聯接發電機或變壓器供給的，有時可容許用兩只變流器和兩只替續器，但以每相一套較佳。若是由有通地中線的星形聯接制供給，每相必須有一只變流器和一只替續器。



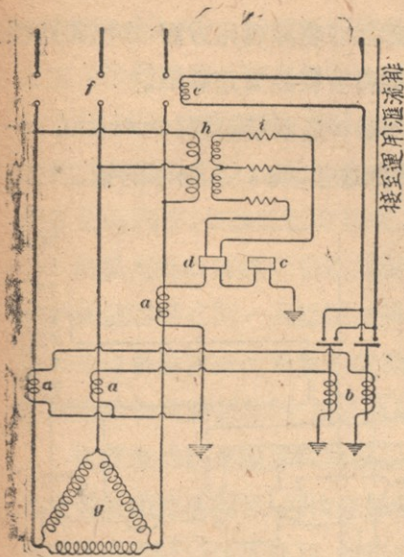


圖 11.4

三相三線制中連接儀器及過載替續器之方法

供給瓦時計的電壓時，應該將他們接成 Y 形，如圖 11.5 所示。圖

### 11.5 瓦時計連接——

電動機發電機組配電站的  
 仟瓦小時輸出可以用單相  
 瓦時計來量。在二相制中，  
 在任何一相裏接一只瓦時  
 計就夠了。儀器記錄電能  
 輸入的一半，將其記錄乘  
 以二，即得總電能。

在三相制中，由一相  
 的電流連接，及以三相星  
 形制中和電流所取同一相  
 的電壓，接於單相瓦時計。

若是用三只儀器用變壓器

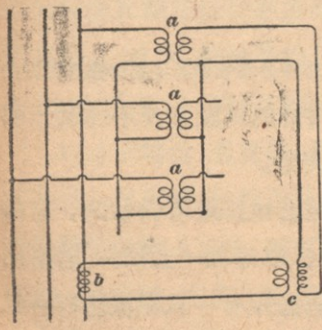


圖 11.5 用三只降壓器之瓦時計連接法

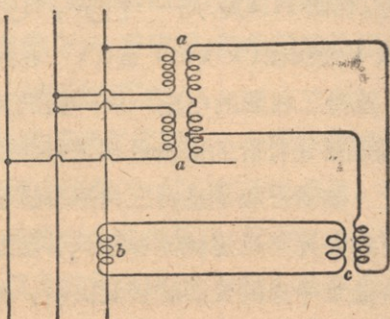


圖 11.6 用兩只降壓器之瓦時計連接法

內  $a$  是變壓器， $b$  是變流器， $c$  是瓦時計的錄卷。在這種情形時，實在電能輸入是瓦時計紀錄的三倍。

若是要節省費用，可以祇用兩只變壓器，用圖 11.6 的連接。兩變壓器接成  $V$  形，儀器的電壓電路接於一個副卷的外端和另一副卷的中點。儀器所得的電壓，是一種和星形制電壓同相，而數值上大一倍半的電壓，以儀器的紀錄乘以二，即得總電能。

瓦特計也可用如圖 11.5 及 11.6 的接法，瓦時計用圖 11.3 及 11.4 的接法。有時也可用多相瓦時計（參考本叢書瓦特小時計一書）。

11.6 接錄圖——圖 11.7 顯示用變壓器的三相感應電動機的接錄圖，交流線路經線路開關接到交流匯流排上，再經油浸斷路器接到降壓器的主方，作星形聯接，降壓器的副方作三角形聯接。開動開關向下關合，將電動機定子錄卷接到副方的分接頭上，行駛時開關向上關合，電動機得到滿副方電壓。圖 11.8 顯示用補助器開動的佈置。關合開動開關時，電動機接在補助器匯流排上，關合行駛用油浸斷路器時，電動機就接到行駛匯流排上，得着滿線路電壓。其他的佈置和圖 11.3 及 11.4 差不多，不過沒有畫出瓦特計和瓦時計的連接。

11.7 用同步電動機時之配電站設備——同步電動機若是用降壓器的，對於選擇變壓器的一般顧慮，和用感應電動機的大致相同。不過，同步電動機若是要運用於百分之 100 的功率因數時，變壓器的仟伏安容量比較供給同容量感應電動機的，可以較



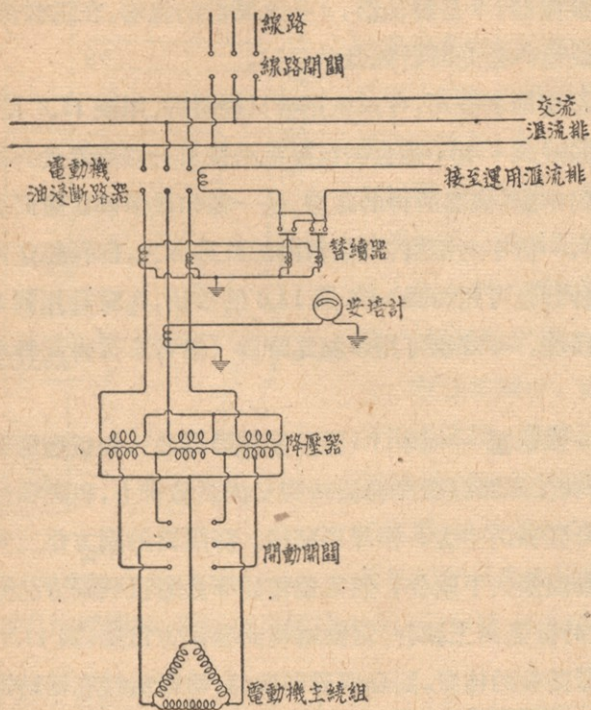


圖 11.7 用降壓器之三相感應電動機接線圖

小一點。若是同步電動機是用來改進交流制度的總功率因數的，變壓器的容量要大一點。

高壓匯流排，和油浸開關設置，包括儀器用變壓器，儀器用變流器，和過載替續器等需要，也和用感應電動機的配電站相同。除此之外，用一只功率因數指示器也是很有益的，倘若同步電動機同時用以改進功率因數的，這差不多是必需的。

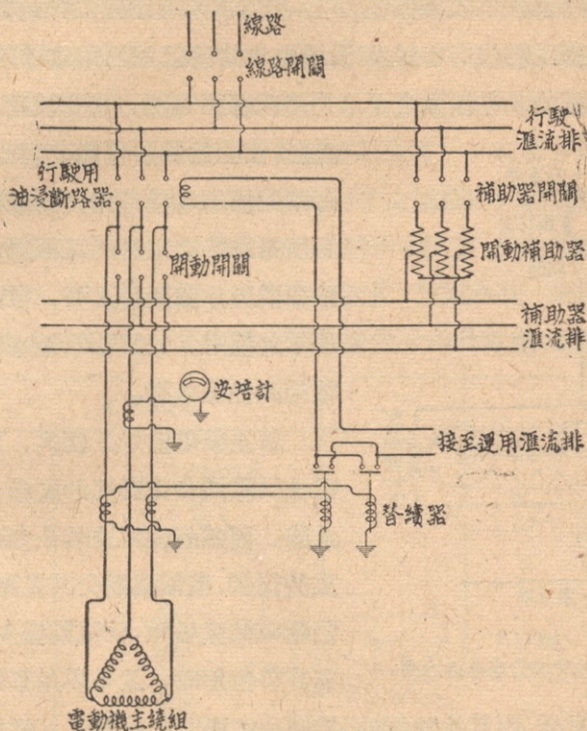


圖 11.8 用補助器之三相感應電動機接線圖

11.8 用同步電動機之場激方法——在配電站裏，同步電動機的直流場激，可以由單獨的激磁機組供給，或者由所策動的發電機供給，祇要發電機的電壓適宜於場激就行。

在用第二法的時候，激磁電路或取自負載滙流排，或取自發電機的引線。倘若在發電機的電樞引線上是用斷路器保護的，激



磁電路不能接在負載匯流排上，因為在所有斷路器都跳開時，負載匯流排上就沒有電流，電動機也失其場激。電動機雖仍能行駛，但於很低的功率因數之下取用過大線路電流，使交流斷路器也

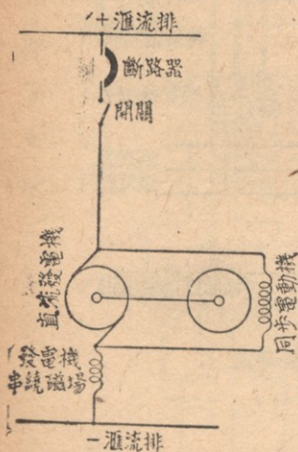


圖 11.9

供給同步電動機場激之方法

跳開，而全站歸於停頓。因此之故，每電動機的場激電路，應該直接接到所策動的發電機的電樞端，在斷路器及刀片開關的裏面，像圖 11.9 所示的樣子，該圖顯示電車鐵道配電站的簡單連接。

若主發電機是分繞式，用該機電流供給同步電動機的場激，有點危險。因為直流電路若是遇到很嚴重的捷接，發電機將失其電壓，因而割斷電動機場激，使電動機失步。在有許多情形時，還是以用單獨的激磁機為安全，而且是通用的，然而發電機若是複繞式，從發電機取給場激，究竟比專用激磁發電機可靠一點。

倘是專用激磁機，應該備有兩套，因為一套發生障礙不致使全站停頓。因為專用激磁機較費，慣例激磁機須有適足的容量，俾能同時供給幾只或全站所有電動機的場激，而將其接到激磁匯流排上。

專為激磁用的發電機，不必用複繞式，因為激磁機負載是不

變的，除非是電務員去調節場激，此時電務員既在司路屏幅處，當然順手再去調節激磁機電壓。專用激磁機，可以由電動機發電機組的延長轉軸來策動，或是專用一只感應電動機來策動。

11.9 由直流方面開動同步電動機之方法——有許多同步電動機策動發電機服務的場所不適宜用交流開動的，因為開動時過大的線路電流，將要使得線路電壓變動太厲害。倘是有直流電源可用的話，可以裝置用直流開動的設備。在開動時，將直流發電機用作直流電動機，驅使同步電動機作交流發電機，直等到和

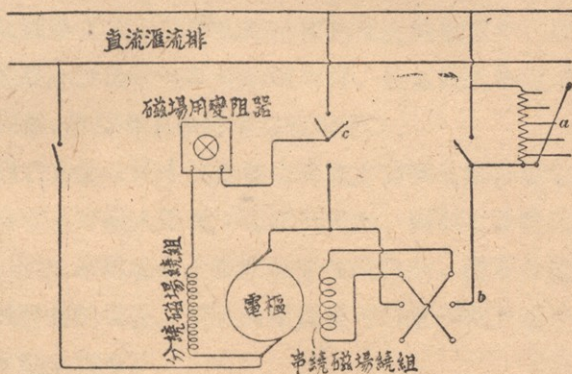


圖 11.10 同步電動機場電路之接線圖

交流電源整步為止。在直流發電機的樞電路裏，要裝置一個開動用電阻(Starting resistance)和開動開關，像圖 11.10 所示的樣子。直流發電機若是複繞式，在串繞場電路裏要有一個換向開關  $b$ ，使得在開動時電動機是助激複繞式 (Cumulative compound)。因為在發電機時期，串激電流是由電樞流出的，在



電動機時期是向電樞流入的。要容許在正常運用時期發電機的激磁電流能取自該機引線，而在開動時取自匯流排，所以在分繞場電路裏裝一個分叉開關(Split switch)  $c$ 。在機器已開動而所有開動用電阻全都劃出以後，這分叉開關的刀片將分繞場線卷由匯流排換接到發電機引線上，而場電路不致間斷。

圖 11.10 裏沒有畫出交流方面的電路。因為直流開動是不需要特殊的交流連接的，除掉在同步電動機的一相引線上要接一只儀器用變壓器為整步時察看電壓之用。

## 第十二章

# 電車鐵道制之換流機站

12.1 複繞式與分繞式同步換流機之比較——在電車鐵道制度中所用的同步換流機可以用分繞式也可用複繞式。距離很長而電壓降很大的饋電線路，宜於用複繞式。因為電車鐵道制的負載變得很厲害，如果用分繞式，非要刻刻去注意電壓不可。在一種饋電線路互相連絡而配電站很相接近的制度中，饋電線路上的電壓降小於因複激而致的電壓昇，用複繞式時運用起來反而遭受困難，最好將串繞場卷捷接起來。

倘若複繞式同步換流機在交流方面接有電抗線卷的話，因串繞場卷裏有很大電流而場磁通增加，因而自動提高電樞的端電壓。通常，串繞場卷大都接有分流電阻的，變動分流電阻可調節串繞場卷的電流，於是電壓調整可以被控制到適合配電制度中任何點的需要。

如果同步換流機直接和蓄電池並聯運用時，應當將串繞場卷用一根厚銅條捷接起來。因為蓄電池組的電壓特性和分繞發電機的相同，就是說負載增加時電壓下降。然而複繞式同步換流機的電壓，隨負載的增加而上昇，若是和蓄電池並聯，運用起來很易趨於不穩定。在這種環境之下，須於一部份時間內將換流機



用作複繞式，另一部份時間內用作分繞式。所以在串繞場電路裏要接一只並聯用的開關，在和蓄電池並聯運用時將串繞場卷撻接起來。

如果因服務的需要，蓄電池須浮接在匯流排上時，有時可用一種差激複繞式(Differential-compound)昇壓發電機和蓄電池串聯，這串聯組合再和複繞式同步換流機並聯。在負載增加時，昇壓機使蓄電池放電幫助換流機，在負載減低時，昇壓機幫助換流機使蓄電池接受充電。

12.2 換流之組數和大小——配電站裏若是不祇用一只換流機時，選擇換流機的容量，不要使得一部大機器僅擔任很小的負載。當然，最好不要祇用一只，因為這一只發生障礙就要使得全站停頓，而服務因以中斷。

12.3 六相及三相同步換流機之連接——圖 12.1 顯示一只六相同步換流機的接線圖，自主降壓器接受交流電能。降壓器的主方接成 Y 形，使得施於換流機的電壓是滿線路電壓的百分之 57.7，這種對於有 20,000 伏或更高電壓的線路是有利的。降壓器的副方，作對徑的連接 (Diametrical connection)，每副卷的兩端接於換流機樞上相隔 180 電工空間角度的兩點，三副卷的相應接頭接於互差 120 電工空間角度的各點。因為用 Y 聯接，祇有滿線路電壓的百分之 57.7 施於每只變壓器的主方，這對於 20,000 伏或更高的線路電壓，很為適用。

因為六相制的效率高超，換流機用三相制的很少。圖 12.2

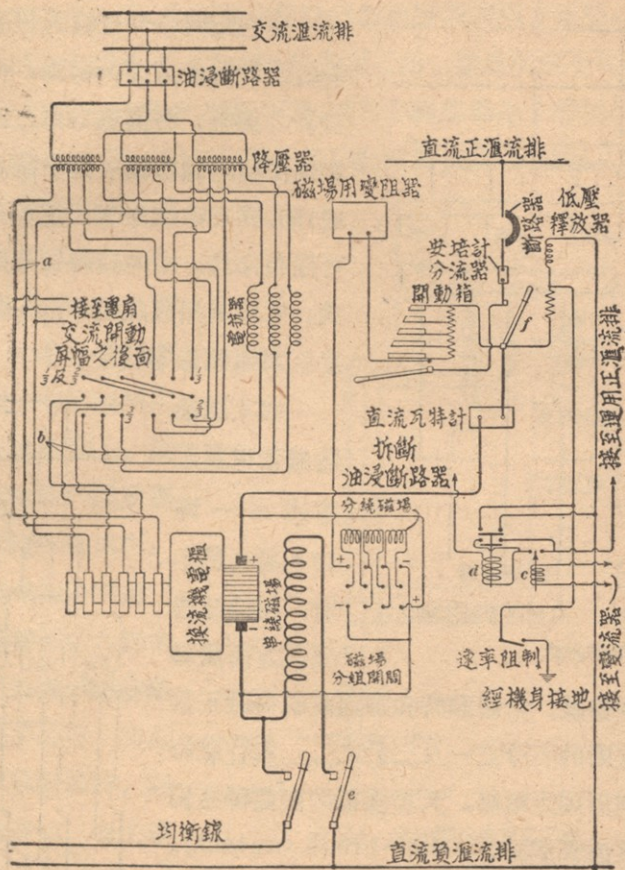


圖 12.1 六相同步換流機之接線圖

顯示三相同步換流機在交流方面的接線圖，變壓器副卷是接成三角形的。除掉副方連接以外，其他佈置大致和六相制相同，直流方面的連接也是全同的。



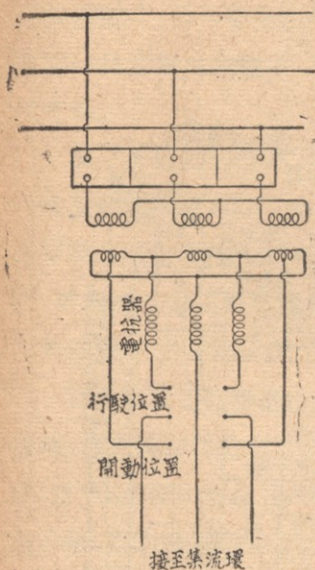


圖 12.2 三相同步換流機之三角形連接變壓器

開關的佈置，當開動時和加速時祇得到正常副方電壓的三分之一及三分之二，在行駛時纔得到滿副方電壓。大型機器的開關都是備有碳質滅弧觸點(Carbon-break contact)。

在三角制裏，開動開關是雙極雙投式，像圖 12.2 所顯示的。開動時有兩相電壓取自兩個變壓器副卷的中點。而第三相永久接在三角形聯接上。開關在開動位置時，換流機得着

要利用同步換流機的複繞場卷組控制直流方面的電壓，得到自動的調整，在變壓器副方接頭和換流機的匯流環（圖中註集流環）間，接有電抗線卷。這種線卷可用自冷式。若是變壓器是風冷式，可以利用鼓風制中的一部份空氣將電抗線卷吹冷。

#### 12.4 開動時減低電壓之方法 —— 圖

12.1 裏也顯示着六相換流機交流方面開動

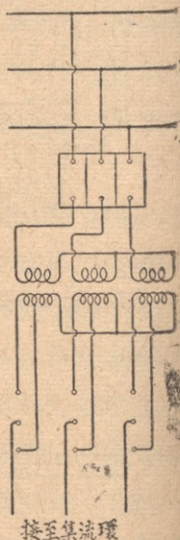


圖 12.3 三相同步換流機之星形連接變壓器

副方電壓的一半，在行駛位置時機器被接到滿副方電壓。如果變壓器的副方接成 Y 形聯接，勢非用三極，雙投開關不可，見圖 12.3。用這種開關時，開關不關，機器和變壓器是全分開的。

圖 12.4 顯示用星形變三角形的開動佈置，在圖裏 *a* 處是變

壓器，*b* 是開動用的油浸開關，*c* 是行駛用的油浸開關，*d* 處是總油浸開關，直接接到主方的匯流排上。副方匯流排和變壓器副卷沒有畫出來。用這種佈置須將三相變壓器的六條主方引線都引到變壓器箱子外面。在關合開動開關時，將變壓器的三個主卷

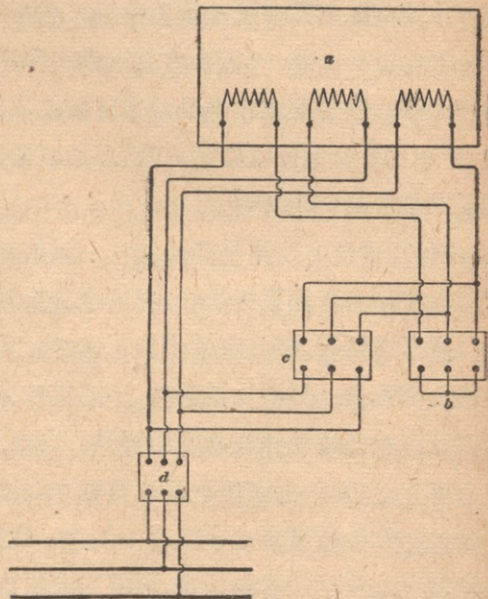


圖 12.4 星形變三角形之連接

接成星形，而在關合行駛開關時將其接成三角形。這兩個開關，在電工方面以及機工方面是互相連鎖着的，非要等到拉開開動開關以後，纔能關合行駛開關。在用這種星形變三角形佈置時運用的手續如下：(1)先關合總開關 *d* 及開動開關 *b*；(2)當換流



機達到同步速率時，觀察其直流方面的極性，如果顛倒了，就加以改正；(3)開啓開關  $b$  再關合開關  $c$ ，於是同步換流機就運用於滿線路電壓。

12.5 其他開動方法——前面所說的減低電壓方法是用於在交流方面直接將同步換流機開動的，利用換流機上的阻尼線卷 (Damping winding) 得到感應電動機作用，而將電樞推動。因為初動時，電樞將在很低的功率因數之下，取用過大的線路電流，所以用各種減低電壓的方法，以期減低線路電流。下面所說的是其他各種開動方法。

(1) 在直流方面開動換流機——如果有直流電源可用的話，可以在直流方面開動換流機。在許多裝置裏，每一只換流機備有一只開動電阻箱，接在直流引線上，如圖 12.1 所顯示的，以便將換流機開動像一只直流電動機。不過直流方面的電壓上落，將使被開動的換流機的速率也隨着變動，交流方面的頻率和電壓也上下不定。所以如果直流電源取自電車鐵道制，若是要將被開動的換流機和他機整步起來就很不便當。比較通用的方法是將換流機開動起來到相當的速率，再將該機從直流匯流排上拆下來，然後關合交流方面的開關。

(2) 用輔助感應電動機開動——有許多同步換流機是備有感應電動機，專為開動和加速之用的。這感應電動機可以由供給換流機的變壓器副方來供給，或者專用一套變壓器，供給所有各組機器的開動電流。

12.6 分繞場之連接——要使得換流機分繞場變阻器可以裝在司路屏幅上或靠近屏幅的所在，分繞場的正邊應該接到在屏幅處的電樞正引線。要使得無論何時換流機在運用時能得到適當的場激，縱或是斷路器或總正端開關(圖 12.1 中的 *f*) 在開着的時候也要如此，分繞場應該接在刀片開關的電樞一邊。由場卷到變阻器的聯接，是用導線或是小電纜。經過換向分節開關 (Reversing field-break-up switch, 圖中註為磁場分組開關)。

分繞場的負端，接到電樞的負引線，在串繞卷的電樞一邊，成功內並聯 (Short-shunt, 或稱短並聯) 的接法；也可接到串繞場的接地一邊成功外並聯 (Long-shunt, 或稱長並聯) 的接法。依運用而言，內並聯和外並聯是沒有分別的，不過內並聯接法電路裏接頭處較少，減少分繞場被意外中斷的可能性。

在從交流方面開動時，用換向和分節開關將分繞場卷分節，而在接近同步速率時，用以校正換流機直流的極性。因為當電樞靜止時，或沒有達到同步速率時，以交流施於電樞，樞線卷組成爲變壓器的主方，以分繞場卷作其副方。樞線卷的匝數很少，而分繞場的匝數非常之大，整個分繞場的感應電動勢很高，足夠使分繞場的絕緣，或引線的絕緣被洞穿以致破裂。若是將分繞場卷分做幾節，每節是一個副卷，因為分節後的匝數減少被感應的電動勢也減低，不致於發生危險。

又當從交流方面開動換流機時，在沒有達到同步速率以前



掃過磁極上的磁通是交變的。所以在達到同步速率時，該機所得到的直流極性，對於直流運用也許是不正確的。在沒有接上分繞場以前，先用伏特計校驗直流的極性。如果不正確，就將換向和分節開關投到反方面去（就是圖 14.1 中的下方），然後在適當的辰光拉開該開關，重複試驗之。在極性已正確以後，纔將該開關在運用的位置上。

12.7 均壓連接 —— 圖 12.1 的接線圖也顯示複繞式同步換流機及其均壓連接。均壓連接是在負的即通地的一邊，此式裝置，最為通用。因為均壓開關  $e$  也居於地電位，可以裝在機器架子上，或機器附近的小屏幅上，不必裝在總屏幅上。如此，總屏幅上所裝的都是樞電路的開關，其電壓都是高於地的。而且均壓開關既靠近機器，可以縮短均壓連接線，他的電阻低於串繞場的電阻，這對於均壓作用是很有益的。

當同步換流機並聯運用時，要使得各機確當地分任其負載，必須適合兩個條件：第一，他們必須有同樣的複激程度，這在沒有並聯以前已經調準好的；第二，當各機正分任其負載時，各機由均壓連接到匯流排間的電阻，包括串繞場卷在內，必須一樣。兩只複繞式發電機並聯時，也須適合這兩個條件。要適合第一個條件，可以利用一個分流器和串繞場卷相並聯，分流器大都用德銀製成。若是機器的大小相同，而有同樣的複激程度，當其付出同值電流時，其直流電壓必相等。要適合第二條件，可以調準每一條引線或路徑的比較的電阻得之，每條路徑由均壓連接到負

匯流排，包括串繞場在內，每機有一條路徑。

如果機器的大小，設計和特性相同，在並聯運用時，可以將他們調節到工作得很美滿的程度。不過，如果，他們的上述幾點並不相同，要使他們各任其應得的負載，殊屬困難。大型機對於串繞場電流變動的響應，比較小型機為緩，和分繞式發電機所遭遇的困難相同。兩部機器的分流器相並聯時，在效果方面和以一只分流器和兩個串繞場卷相並聯實同。如果調準一機串繞場卷的分流電阻，以期變更該機的複激程度時，結果他機的串繞場電流也同樣受影響，這種作用是不需要的。調準分流器祇能變更兩機對於負載而言的複激效應，不能變動各機互相的複激效應。所以在一經並聯以後，不能用變更各機串繞場分流電阻的方法，來將負載重加分配。

12.8 輔助電動機之連接——配電站裏如用風冷式變壓器，需要有小電動機策動風扇，以資鼓風；如用油及水冷式變壓器，也需用小電動機來策動抽水機將水週流於水管內。這種電動機在電車鐵道制配電站裏，可以用直流電動機取給於直流匯流排，也可以用感應電動機，取給於某一組換流機器的變壓器的副方，後一方法較為通用。

如果用直流電動機，無論何時因換流機的總斷路器自動跳開而匯流排上無電時，電動機也隨之停頓，在每次中斷後，必須將電動機重行開動。有時用一小匯流排接在換流機的引線，居於刀片開關  $a$  的機器一邊，像圖 12.5 所註的輔助電源，可免上述



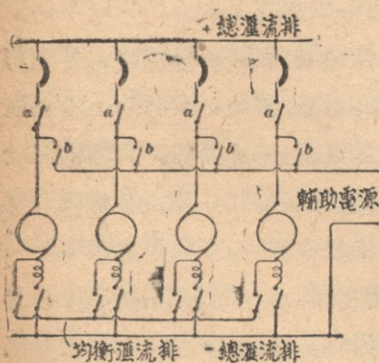


圖 12.5 輔助電動機之連接

三相電動機取給於換流機的變壓器的副方，電壓約 360 伏。一種開動設備包括一只雙投開關；一邊沒有熔錄，以便在滿電壓下將電動機開動，另一邊是有熔錄的為正常行駛之用。這種開關可以接於變壓器的三條引錄 *a* (圖 12.1)；直接通到電樞的匯流環，或者接到第二開動開關機器邊的引錄 *b*。用這種佈置，當換流機樞靜止時，縱或變壓器上有電，殊無法使輔助電動機開動。

12.9 儀器與替續器之連接——同步換流機直流方面儀器的聯接和直流鐵道發電機之相同。在交流方面有過載替續器，交流安培計，功率因數指示器 (Power-factor indicator)，有時也用交流瓦特計。

關於過載替續器的聯接方面，沒有一定的法則。有許多裝置裏用三只過載替續器，取給於三只變流器，每相一只，三只中有一只變流器同時供給電流於交流儀器。有許多裝置裏，也用三只

困難。再利用選擇開關 (Selective switch) *b*，可將輔助電源接到任何一只機器上。不過，像圖 12.5 的佈置，常易發生運用的錯誤，所以用感應電動機既較價廉，而且便利不少。

如用感應電動機來策動風扇或抽水機時，大都用三

變流器，一只供給安培計，一只供給功率因數指示器，第三只供給瓦特計，每只再同時供給一只過載替續器。每變流器副方的一邊接於公共通地聯接，普通是一塊通地板，所有各儀器和替續器的通地回路都接在上面。變流機的另一接頭接於儀器或替續器，而儀器和替續器的另一接頭接於小通地匯流排，後者接到通地板上。

變流器的副電路裏若是電阻很小，運用起來較為滿意。因此之故，在有許多裝置裏，用一只變流器供給所有的儀器，另外兩只供給兩只過載替續器像圖 12.6 所顯示的。這種佈置宜用於主方作三角形聯接的變壓器，不通用於作星形聯接的變壓器主方，因為在星形聯接時，須每相各有一只過載替續器的。

變流器是插在主方電路裏，在油浸開關和變壓器之間，以愈近油浸開關為愈佳。

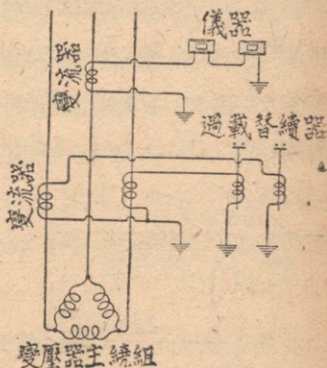


圖 12.6

像圖 12.1 所顯示的，用一只變流器至替續器及儀器之連接交流替續器  $c$ ，其觸點接通另一替續器  $d$  的電路， $d$  有兩套觸點；一套將直流斷路器的低壓釋放線卷，加以捷接。另一套將替續器的觸點加以捷接，使得替續器  $d$  自己鎖住本身的電路，在一經動作後，無論  $c$  的位置如何， $d$  始終動作，保證油浸斷路器的



跳開。

12.10 運用滙流排電源——運用配電站內油浸斷路器所需的直流電源有時取自鐵道制的直流滙流排。但是，這種法則並不普通，因為油浸斷路器的運用機構都是為 110 至 125 伏而設計的，若是從 550 或 600 伏電源取給，難得優良的結果。

用下述兩種方法，可以從鐵道滙流排上取給低壓電源。一種方法是用一固定電阻和運用滙流排電路串聯，以減低運用機構錄卷的電壓至 125 伏。這種方法有兩個缺點：第一，將使油浸開關的運用電路裏的割斷機構中斷滿線路電壓，發生很重的電弧，因而將接觸點燒焦得很利害。除此之外，這串聯電阻在供給運用電流 15 至 20 安時，雖可得適當的電壓，但是為油浸斷路器電路裏領示燈 (Pilot lamp) 之用，仍嫌其太小，不能將電壓減低到合

於燈用。第二種方法是用一個電阻跨接於線路間，使適當之處接出分接頭以獲得 125 伏為運用油浸開關及領示燈之需。形成一種分壓器，運用電路和領示燈各和電阻的一部相並聯。

上述兩種方法有一共同的缺點，當配電站全部停頓時，運用電路也就無電，沒有電流來運用油浸開關，配電站裏的機器也就無從開動。

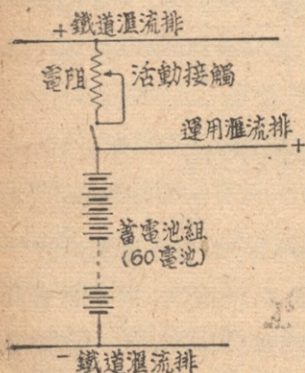


圖 12.7

用蓄電池供給運用滙流排電源

較爲通行的法則，是裝置一套約 57 至 60 伏，能供給 20 至 40 安的蓄電池組。像圖 12.7 所示的，這蓄電池組自 550 或 600 伏鐵道匯流排接受充電，經過一只串聯電阻，有時用汞弧整流器或電動機發電機組充電。運用匯流排就接在蓄電池組的正端上。

12.11 保護設置——除掉過載替續器和油浸斷路器以外，鐵道配電站裏還設備着下述幾種保護設置以策安全。

(1) 避雷器——如果配電站裏降壓器的變壓比很大，在副方電路間有時會發生暫時的高電壓，超出正常運用電壓很多，在某種情形之下，足可使電樞面導線與電樞芯間的絕緣，或和換流機其他通地部份的絕緣被洞穿，形成一種大電流可以通過的路徑，以致發生極嚴重的損害。這種所謂靜電的騷動 (Static disturbance)，可以用一只鋁電池或避雷器 (Aluminum-cell arrester) 接在換流機的直流線端間來減輕牠。當發生過高電壓時，避雷器通電，使損害性的大電流不致流經換流機。在障礙清除以後避雷器又可恢復原狀。

(2) 限速設置——要保護同步換流機，使不致受速率過高的損害，須用一種限速設置 (Speed-limit device)，在速率超過某預定之值時，就自動使油浸斷路器跳開。因爲在交流電源中斷時，換流機自直流匯流排接受電能行駛若直流電動機，其交流方面接於變壓器的副卷，速率會快起來，或者在電動機時期內場電路被中斷時，速率也飛快起來，非加以遏止不可。利用轉軸上的離心設置，在速率太快時將直流方面的斷路器的低壓釋放線卷



捷接(參看圖 12.1), 斷路器自動跳開而中斷直流方面的連接。大概在速率超過正常值百分之 15 至 20 時, 這種限速設置就動作。

(3) 對逆電流之保護——當換流機和蓄電池組並聯運用時, 無論有無串聯昇壓機, 需要有一種逆電流替續器 (Reverse-current relay), 阻止蓄電池的電流逆流至換流機內。

逆電流替續器的種類很多。一種鐵道制常用的式樣, 是利用機器引線周圍的磁場而推動的, 這磁場關合一對觸點, 而接通該替續器的電路。該替續器的觸點接合, 將斷路器的低壓釋放線卷捷接, 使斷路器跳開。

12.12 移動配電站——在大規模鐵道制中, 原來的設計對於正常車務, 縱可應付裕如。而在偶或的機遇中, 在某一段線路上忽然有非常多的乘客向某一方向進行, 勢必在該段上, 臨時增加行車的班次, 但是在正常情形時, 該段上至多不過行駛兩三班車而已。要適合這種臨時需要, 如果設置較大容量的配電站和饋電線路, 勢必增加投資的成本, 而在大部份時間內祇載輕的負荷, 殊不值得。所以要應付這種臨時重負, 而所費又最省, 必須有富於伸縮性的配電制度, 使得任何一段線路上的容量可以隨時增大, 並且可由甲段移至乙段, 以應需要。在許多鐵道制中, 多用移動配電站 (Portable substation)。這種配電站所用的機器大致和固定配電站所用的相同, 不過裝在一輛特製的車上, 外形和貨車相仿。這輛車子可以被拖到高壓線路所延長到的任何地點, 停在旁邊叉道上, 在很短的時間內就可和線路聯接起來開始服務。

## 第十三章

# 電燈電力制換流機站

13.1 主要連接——電燈電力制的換流機站，大都是供給三線直流制的，電壓為 110 至 125 伏及 220 至 250 伏。有許多用愛迪生三線制(Edison three-wire system)的，以 220 至 250 伏機器接在三線制的兩根外線(Outer-conductor, 或稱邊線)上，另行導出的中點接於中線(Neutral conductor)。有許多用兩只同步換流機，供給 110 至 125 伏的電壓，各接於一外線和中線間。也有祇用一只 250 伏換流機饋電於兩外線，而中線不接到該機電樞上的。倘若三線制兩邊的負載不平衡，可應用平壓機組，蓄電池組，或有導出中點的換流機和主機相並聯，以資應付。

圖 13.1 顯示上述第三種制度中主機的接法。在圖內，變壓器主卷接成三角形，但是用於很高的主方電壓時，用星形聯接較佳。每變壓器的副卷分為兩節，三變壓器的每副卷的相應的一節接成一個三角形，其他一節也接成一個三角形，不過和前一個三角形接法相反，所得到的電壓互差 180 電工角度。由兩個三角形接出的六根引線，經過一六相感應調壓器 (Induction regulator) 接到換流機的匯流環上。這組變壓器藉雙三角形的接法 (Double-delta connection) 將三相制轉換為六相，輸入於換流



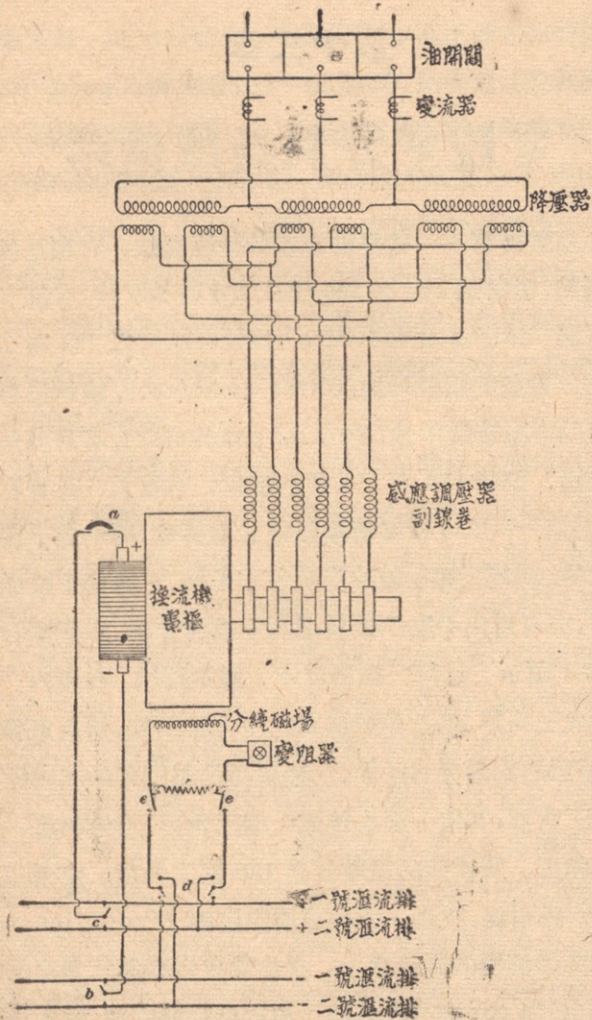


圖 13.1 六相同步換流機之主要連接

機。

換流機的電樞的一端，經過一限速斷路器(Speed-limiting circuit breaker)  $a$  (圖 13.1) 接於直流匯流排，兩端各經一只刀片開關  $b$  和  $c$ 。若是用雙套匯流排的，這刀片開關是雙投式，以便選用任何一套匯流排。

13.2 保護設置——在圖 13.1 裏的斷路器  $a$ ，在換流機行駛過速，以及在逆電流超過某預定之值時。將其樞電路中斷有時將逆電流保護的特點省去的，因為時常發現在需要維持繼續服務時而直流匯流排被逆電流保護設置拆斷了。有時祇利用斷路器在嚴重的過載時纔將機器和匯流排拆開，但是這是不常用的。

圖 13.2 顯示斷路器運用電路的主要聯接。在安培計盒子裏

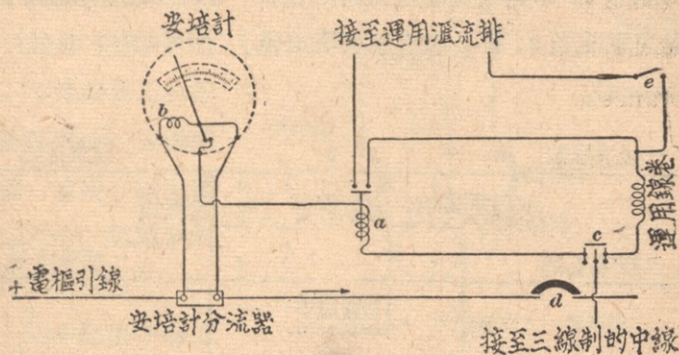


圖 513.2 斷路器運用電路之主要連接

有一對接觸，當逆電流達某預定之值時，指針的衡重體 (Counter-balance 就是錘子) 和一個固定觸點相接合，接通逆電流替



續器的線卷  $a$  的電路。當觸點接合時，電流經過安培計內的樞線卷 (Armature coil)  $b$ ，將指針吸牢於其位置，使接觸完固。電流再經替續器線卷  $a$ ，及斷路器  $d$  的輔助開關  $c$ 。當斷路器跳開時，輔助開關，也立刻跳開中斷替續器線卷及安培計內線卷的電路，於是保護上述兩線卷不致為長時間的過重電流所傷，事實上這種電流祇須流經上述兩線卷極短的時間，以便推開斷路器就行了。

限速設備  $e$  所控制的電路接在運用匯流排或負載匯流排與斷路器的運用線卷間。這種制度的限速設置和圖 12.1 所示的徽有不同，在該圖裏，限速設置是將低壓釋放線卷捷接的。

13.3 分繞場之連接——在圖 13.1 裏，分繞場電路，可藉雙投選擇開關  $d$ ，和雙套負載匯流排的任何一套相接。除此之外，還置備速斷開關  $e$ ，和一個場卷放電電阻  $f$  (Field discharge resistance)。

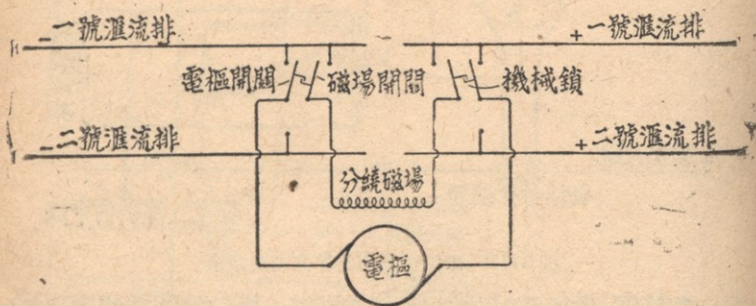


圖 13.3 用連鎖開關之分繞場連接

在圖 13.3 裏所示的一種連接法，是當開動時將換流機場電路接到負載匯流排上。在開動以後，場電路開關在機工方面和電樞的刀片開關連鎖，而在電工方面是互相接通的。所以在換流機已經整步以後，其場電路開關鎖於並且接於樞電路開關，在必要時雖開啓樞電路開關，而場電路仍舊從電機的引線接受激磁電流。這種開關是雙投式，可選用任何一套直流匯流排，並且可以從一套匯流排換接到另一套上，並無使場電路斷電之危險。

第 13.4 圖顯示一種較為簡單的方式，場電路經一速斷開關  $a$  接到機器引線上。

這種佈置，在將電機由一組匯流排換接到另一匯流排時，仍舊容許場電路接受自激。不過開動用的電阻是跨接於一個斷路器端，使得在接有開動電阻時，場電路仍舊得到滿場激。

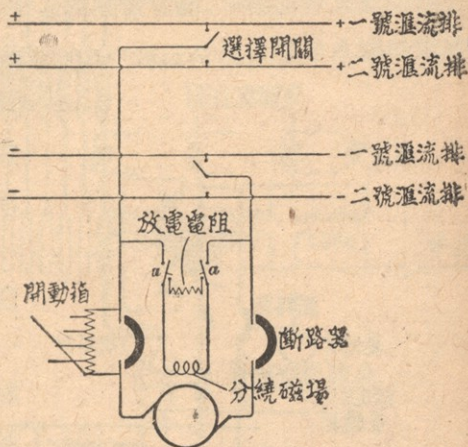


圖 13.4 分繞場之又一種接法

### 13.4 導出中線之

方法——圖 13.5 所示的同步換流機連接法，是六相，250 伏，變壓器副卷作對徑的聯接雙星形 (Double-star connection)，並有導出的中線的，這種佈置比圖 13.1 所示的較優，因為對徑聯



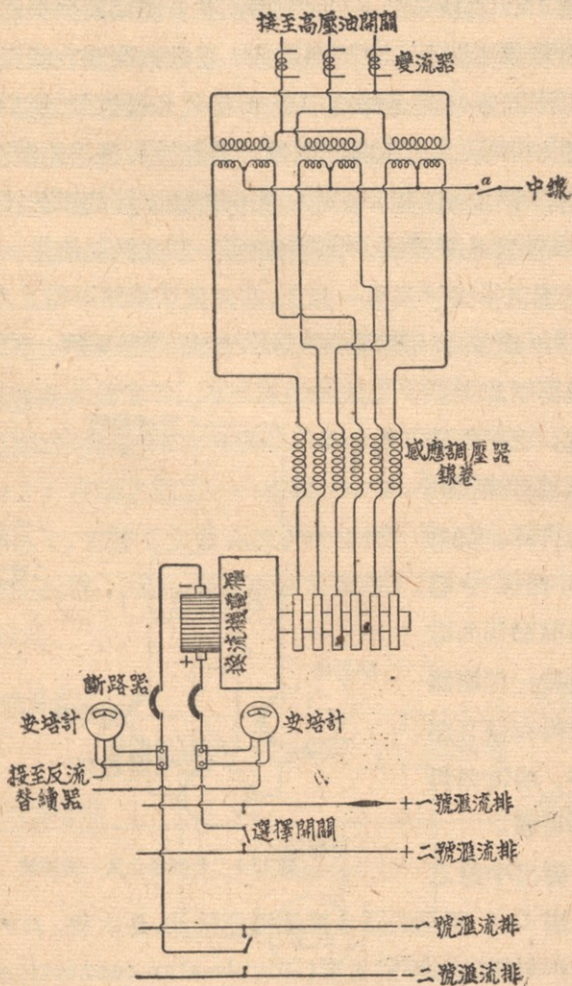


圖 13.5 用雙星形聯接導出中線之方法

接的線卷的中點可以供給一個中線之源。每一變壓器副卷接在電樞上相隔 180 電工空間角度之處，所以該線卷的中點的電壓適居於電樞兩端電壓之中，這就是平衡三線制中線所應有的電壓。因為三個線卷的中點的電壓相同，所以可連接在一起再接到三線制的中線上，於是換流機能夠供給電流於不平衡的負載。中線電流經過中線回到變壓器的副卷。

在中線的引線上(圖 13.5)裝着一個開關  $a$ ，以便由直流方面開動換流機時，可將中線中斷。假定在正的引線上接有開動電阻，當電樞靜止未動而中線開關關着時，不能關合負線的開關。因為其他並聯着的機器就要由中線送來電流經過本機的電樞和變壓器負卷的一半到負匯流排。這條通路的電阻很低，將使三線制的負邊受到掙接。

若是沒有變壓器副卷的中點可用，可用一只電抗線卷或一變壓器的一個線卷，跨接在經適當選定的兩個副路引線上，而將電抗線卷或變壓器線卷的中點導出為三線制的中線。如果

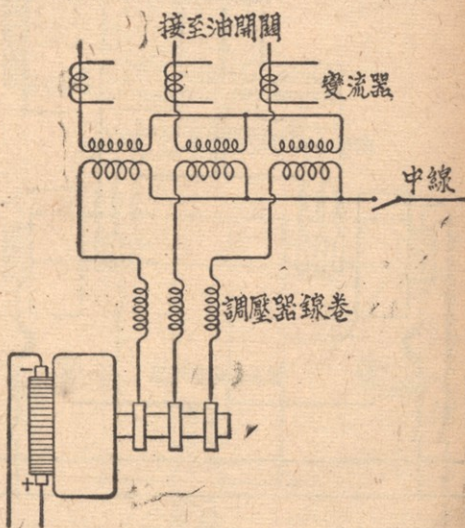


圖 13.6 用星形聯接變壓器導出中線之方法



用變壓器的話，其另一錄卷可任令其斷路而不用。電抗錄卷對於這種用途和變壓器不相上下，因為價廉得多，當然比用變壓器好。變壓器錄卷或是電抗錄卷，可以接在電樞上互隔電工空間 180 度的兩點，例如接於匯流環 1 和環 4 間，環 2 和環 5 間，或環 3 和環 6 間。

另一種由六相換流機導出中錄的方法是利用三只電抗錄卷或變壓器錄卷接成星形，其公共端（即中和點）接到三相制的中錄上，其他三端接到換流機電樞上互隔 120 電工空間角度的三點，例如接於匯流環 1,3,5 或環 2,4,6 上。圖 13.6 顯示這種聯接

法，不過是用於三相制的，祇有三個匯流環。

13.5 一組變壓器供給兩只換流機——由同一組變壓器的副卷供給兩只在直流方面並聯運用的換流機，往往不能滿意，而且非常不穩定。不過若是將每變壓器副卷分為兩節，每節各

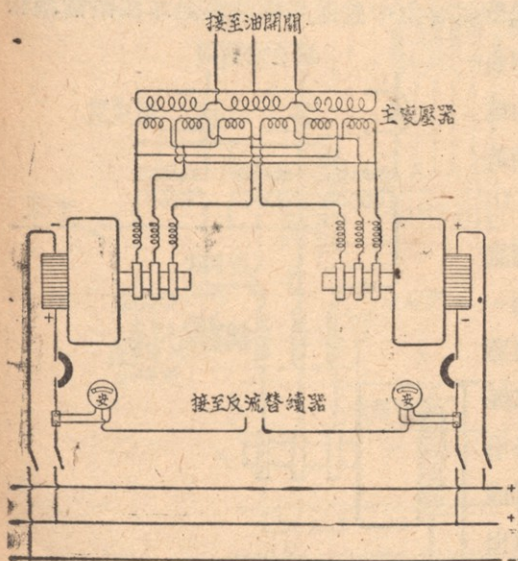


圖 31.7 一組變壓器供給兩只換流機之接法

供給一只換流機，像圖 13.7 所示的，運用起來比較穩定。

13.6 用交流開動換流機——有六相對徑聯接的變壓器副卷的電燈電力制同步換流機，可以用交流來開動，和鐵道制換流機所用的接法相同。不過，對於有導出中線的機器須有特殊的佈置，因為在開動時要將中線聯接和變壓器副卷分開來。圖 13.8 是以半電壓開動換流機的變壓器副方電路的佈置。

每一副卷的中點，引到一只單投三極開關 *a* 上，關合時將三中點接在一起到中線上，當開動時須將該開關拉開。另一三極雙投開關 *b* 供給開

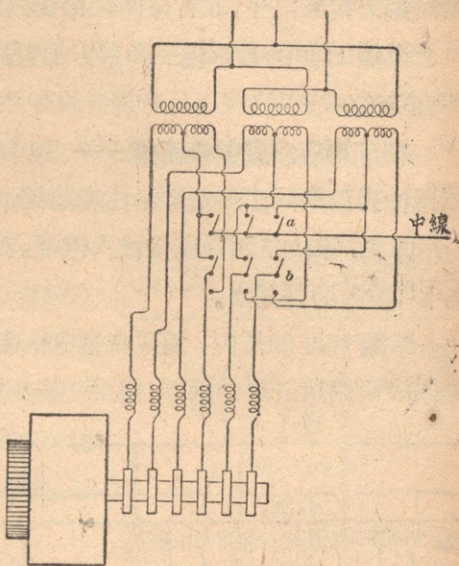


圖 13.8 換流機開動開關之接法

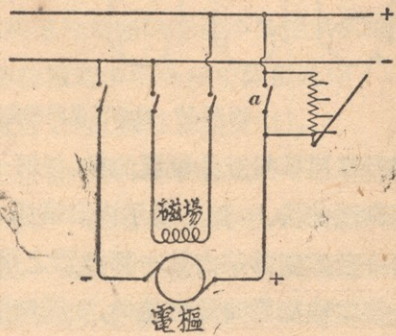


圖 13.9 用直流開動換流機之佈置



動時副方電壓之半，在行駛時供給滿副方電壓。

像圖 12.4 的星形變三角形方法，也可應用，已詳第 12.4 節，不再贅述。

13.7 用直流開動換流機 —— 圖 13.9 顯示在直流方面由負載匯流排開動同步換流機的主要聯接。當開動期間，總正線開關  $a$  是開着，電流經開動電阻流入電樞。在已整步以後，再關合總開關，拉開開動開關。

像圖 13.9 的佈置，需要每機有一組開動用電阻。要使得一具開動箱能用於幾部機器，需用一個小匯流排(圖 13.10 的  $a$ )，

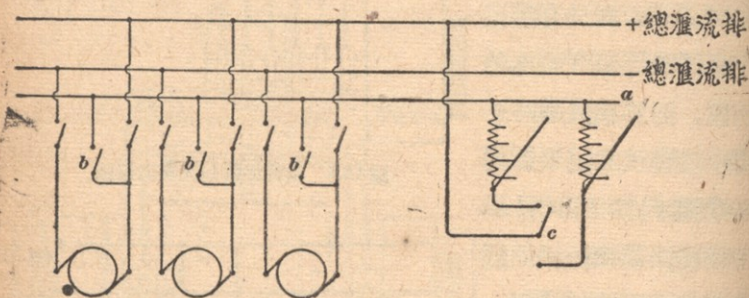


圖 13.10 開動電阻與開動匯流排之連接

經開動電阻接於正的總匯流排。任何一部電機可經開動開關  $b$  接到開動匯流排上。圖裏顯示兩套電阻，經一換接開關  $c$ ，可選用任何一套為開動站內某一部機器之用。開動電阻的設計，是預備載一部電機開動時的電流的，要同時開動兩部電機，開動電阻就有被燒燬的可能，圖 13.9 和 13.10 裏的開動開關，除在開動時

外，必須任其開着。

13.8 同步換流機之整步電路——同步換流機在其直流方面開動時，其交流方面必須和電源整步，所以有裝置整步設置和其電路的必要。在原理方面，和交流發電機的整步並無差異。不過有幾種特殊佈置應予以解釋的。

(1) 用整步開關——同步換流機和其變壓器副方相整步時，最簡單的方式是用輔助開關，毋需再用降壓器。若是用整步指示燈的，燈就跨接在開關的兩端。像圖 13.11 所示的，是燈暗法的佈置。

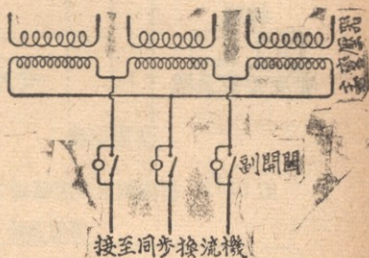


圖 13.11

用燈暗法察看換流機和電源間之整步

(2) 用整步指示器——用整步指示器時，須能以一只儀器用於站內所有的電機。圖 13.12 顯示這種方法的簡圖，這是用於不通地的整步電路的。其用於通地電路的佈置不能用於此處，因為將要使變壓器副卷以至換流機電樞的各相引線都通地了。(圖中的整步匯流排註為整步彙條，換流機註為變流機)。

若是機器和變壓器主方相整步，這種高電壓不合用，必須用降壓器。若是將降壓器副卷的一端通地，使得整步電路簡單化並無不合之處。在圖 13.13 裏，一條整步匯流排  $a$  接到換流機電樞，另一條  $b$  接到整步指示器的磁場線卷。降壓器  $c$  接於高壓匯流排(圖中註為高壓匯條)，其變壓比使其副方電壓適於儀器之用。



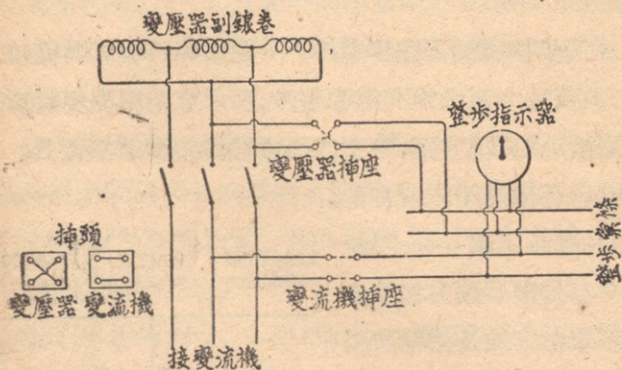


圖 13.12 換流機與變壓器副方相整步——用整步指示器

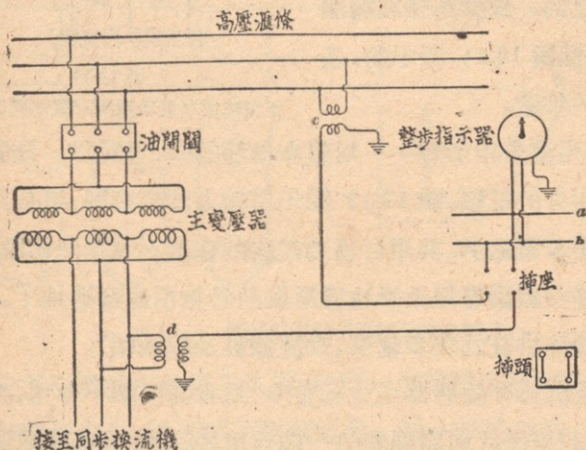


圖 13.13 換流機與變壓器主方相整步——用整步指示器

另一降壓器  $d$  接於主變壓器的副方引線，其變壓比使其副方電壓和前一降壓器的相同。每一降壓器的副卷都有一段通地，其整

步指示器如圖。

(3)交流伏特計之聯接——當同步換流機和其電源相整步時，或者不致於立刻擔負了很重的負載，無論是順換或逆換，在整步開關兩邊的電壓必須相等。要觀察電壓，需用一只交流伏特計，接於多面伏特計換接器，可將伏特計換接到任何一個整步電源上。



## 第十四章

# 自控及遙控配電站

14.1 總論——凡配電站內機器的開動，停止和調節諸動作，都是由自動的設置來完成，毋需電務人員來操縱的，叫做自控配電站 (Automatic substation)。凡是配電站內各種機器的動作，由遠處(有時在發電廠裏或在其他配電站裏)的電務人員經遙控設置來操縱的，叫做遙控配電站 (Remotely-controlled substation)。

凡是要在多費投資的情形下節省經常開支的，值得採取這種自控或遙控配電站，因為站內人員的開支雖可節省，而置備自控或遙控機件的成本是很高的。要達到真能節省的目的，設計者必須將購買與裝置自控機件的成本加以估計，然後拿所增加的投資的固定開支(Fixed charge)及經常維持費用，和所節省人員的開支比較一下，始能決定。所謂固定開支，指投資的利息，折舊和保險費等而言。所謂經常維持費用，指維持各種設備於良好運用情形所需的費用而言。有時，自控機器的經常維持費用和固定開支，或許超過在某部份時間內維持該配電站所需的電務人員的開支。例如，某配電站祇須於每天巔值負載發生的幾小時內運用一次，或者在一年中祇用幾個月，如果僱用電務人員，其費

用倒可以比採用自控設置所增加的固定開支和經常維持費用來得便宜點。

14.2 控制之方式——自控式遙控配電站，可用於直流配電，也可用於交流配電制。在本章內祇述直流配電制的。配電站裏司路機鍵之運用，都是在某種預定情形發生時藉替續器及接觸器 (Contactor) 來完成的。這種自動的替續器及接觸器，可以用直流控制。也可用交流控制。

用交流控制的費用比直流控制為省，但是交流線路電壓偶或降低，例如受負載突然增加的影響，或許使替續器或接觸器釋放，而中斷換流機的運用。所以即使用交流控制時，也要利用換流機的直流來控制直流斷路器，藉策安全。

如果用直流控制時，最滿意的控制，是用小蓄電池組做電源，蓄電池由一套電動機發電機組來充電，電動機直接取給於現有的交流電源。在許多情形中，這種方法不能適用，因為配電站或許長期受到過低的溫度，對於蓄電池是很有害的。依一般情形來說，如果服務偶或暫時中斷是不十分有害的話，不妨用交流控制；凡是需要有極高可靠程度的服務的，當然以用直流控制為宜。

在交流控制時，替續器及接觸器所需電源可取給於小容量變壓器，接於線路引線，在總斷路器的外面（就是線路一面），並用熔線來保護。有許多裝置裏不用油浸斷流器，主變壓器是永久接在線路上的，可以毋需特備的小變壓器來供給控制電流，祇須



在主變壓器上加一第三線卷就行了。費用雖可節省，但是可靠程度也較差。究竟主變壓器要不要經過油浸斷路器再接到線路上，完全是經濟的問題。若是將變壓器永久接於線路，當配電站不在運用而變壓器主方一直有電的時期內，器內功率損失的消耗，應該和加裝斷路器所需投資的固定開支以及維持該斷路器的費用，加以比較，纔能決定如何接法。有時以斷路器比高壓熔線為合用，因為斷路器對於變壓器的保護比較可靠得多。

14.3 機器之開動——所有自控配電站裏的機器，差不多都是用交流來開動的。電動機發電機組內為13,200伏或較低電壓而設計的電動機，可以直接運用於滿線路電壓，祇要線路電壓和電動機所流的相同就行。在這種情形時，為開動之需，可以用自耦變壓器，有時稱做開動補助器的，來減低電壓。若是線路電壓高於13,200伏，通例是用降壓器將線路電壓降低到合於電動機之用。如果用同步換流機的，終歸要將傳輸電壓降低，纔能合於換流機之用。在這種情形時，可在變壓器的副卷上接出分接頭，以便獲得適當的電壓供給開動電流，或者用星形變三角形的佈置亦可。不過星形變三角形法必須用互鎖的油浸斷路器，雖然比較費一點，然而比用副卷的分接頭便宜一點，尤以用於大型換流機為然。

用電動機發電機組，或同步換流機變換電流時，大都在直流電壓低到某預定之值，而經過相當期間以後，換流的機器就自動地開動起來。在這種情形時，先由一只低電壓替續器(Low-voltage relay)動作，去激發一只接觸器的線卷，後者接通開動的

電路。但是如果任何一只保護設置沒有在適當位置上，不能保證機器能夠安全地開動時，開動電路是不能接通的。在一切情形宜於安全地開動時，這些保護設置上的輔助開關都是關合的，否則是開着的。接觸器線卷的電路經過所有輔助開關，所以在保護設置認可的情形之下，接觸器就完成開動電路，而電樞加速，漸達同步速率。

如果同步換流機的極性錯誤，另有一只極化電動替續器(Polarized motor relay)動作，掉換分繞場卷的接法。於是換流機樞暫時緩慢下來，等到退移180°電工空間角度為止，該機立刻又趨於同步。當電樞退到半程時，樞電降壓低為零，使得場卷換向替續器(即前述的替續器)失磁，而場卷聯接回復原狀。如果開動時極性是正確的，毋需將場卷反接，所以場卷換向替續器就不動。在已開動而極性正確時，替續器和接觸器就由交流電源供給滿行駛電壓於機器。在機器已得到滿電壓後，就準備接到直流負載上。若是負載情形不致於使得接上的機器受到過載，有一只替續器動作，激發一只接觸器，將該機接到匯流排上。

14.4 停機——當直流負載降低到某預定之值，並經過相當期間以後，控制機件就開始動作，將機器停止，這是由低載替續器(Low-load relay)和延時替續器(Time-delay relay)來控制的。這種設置備有自動保護機構，當發生下列事故時將機器停止：例如變壓器過熱，交流線路電壓太低；因其他直流電源電壓過高，以致電流逆流入本機內；三相電源忽變為單相；相序倒轉



等。在上述諸事故發生以後，保護設置就將機器停下來，並且一直停着等到障礙已清除為止。當停機的原因不存在時，站內機器又自動地回復正常狀態。

若是障礙的發生，是由於過速，激磁制度失常，開動失敗，軸承過熱，閃絡 (Flashover) 或是樞電路通地等，保護設置會自動地鎖住開動接觸器，使不能接合，必須有電務人員來察看一趟，以便將運用電路復原。饋電線路的斷路器是自動重關式的 (Automatic reclosing type)。

## 第十五章

# 交流變頻配電站

15.1 感應電動機策動之變頻機 —— 變頻機 (Frequency changer), 大都用電動機發電機組, 或用感應電動機, 或用同步電動機來策動一部交流發電機。因為頻率是隨速率及磁極對數為轉移的, 利用發電機和電動機的磁極對數不同, 因而得到變換頻率的效果。例如將 60 週頻率變換為 25 週, 電動機和發電機磁極對數之比, 應為  $60/25$  或  $12/5$ , 電動機自 60 週電源接受電能, 假如用 12 對磁極, 他的同步速率是每分 300 轉, 發電機就用 5 對磁極, 發出每秒 25 週的頻率。

因為感應電動機有轉差率 (Slip), 他的速率小於同步速率而且因負載之變更而速率也微微地變動, 所以在需要頻率非常穩定之處不甚合用, 並且這種組合祇能將頻率循一個方向變換, 不能倒過來變換的。有一種變頻組合的感應電動機是繞線轉子式 (Wound-rotor type) 不是鼠籠式 (Squirrel-cage type) 轉子線卷也繞成三相式, 備有匯流環及電刷, 以便將轉子線卷和外加電阻接通。這種感應電動機的速率是可以調節, 以便發電機整步之需, 及數發電機並聯運用時調節負載分配之用。這種電動機轉子的電阻很是可觀, 在屏幅上必須備有適宜的控制方式, 以



調節其速率。

設備感應電動機策動變頻組合的配電站，最為簡單，感應電動機的裝置，已詳前第十一章，第 11.1 至 11.6 節。發電機的裝置，和蒸汽發電廠裏所用大小容量相同的發電機裝置應當一樣，亦詳第五，六，七章。

15.2 同步換流機策動之變頻機——同步換流機策動之變頻組合較感應電動機策動的為複雜，若是裝設一組以上，對於聯接的細節勢須注意。同步換流機之裝置應與第十一章所述的相符合。高壓匯流排，油浸開關，降壓器，整步電路，流動設備，激磁機器以及電動機本身和前述策動直流發電機的同步電動機的裝置相同，所不同者速率須與兩種頻率相符合耳。若是一面的頻率是另一面的二倍，例如變 50 週為 25 週，關於速率所可選擇的範圍很廣。若是頻率的比列並非整數，祇有一種速率可用。

15.3 變頻組合之運用理論——變頻組合內交流發電機所接的司路機構，應該和蒸汽發電廠內有同容量同大小的發電機所用者相同。雖然不能控制接入機器的速率，但也必須裝設整步電路，有時，裝設一只整步指示器。

圖 15.1 顯示同步電動機——發電機組轉子的大概。這個組合內包括一個四極磁場  $N, S, N_1, S_1$  和一個八極磁場  $n_1, s_1$  等牢牢地裝在同一轉軸上。倘若將四極的認為一只電動機，可以假定電源是由一只四極旋轉磁場式交流發電機，經過沒有電抗的線路所供給的。當電動機在無載下以同步速率行駛時，經過磁北極

$N$  或  $n_1$  的中軸線，將和  $oa$  線並行，可想像該線環電動機發電機軸而旋轉，和電源發電機的磁北極之一之中軸線相一致。在電動機發電機組合的四極端的每一磁北極和八極端的一個磁北極在一條線上，所以在八極端，此時為發電機端，將和另一組由同一電源供給的相似的無載組合同相。

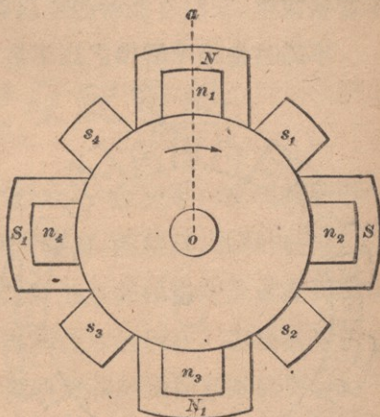


圖 15.1 變頻比為 2:1 時之相位關係

再觀察圖 15.1，可以看出八極端的兩個磁北極和四極端的磁北極排在一列，另有兩個磁北極和四極端的磁南極排在一列。所以當八極端運用若電動機而達同步時，其四極端，（此時為發電機端）和由同一電源供給的相似的另一變頻組合或為同相或者異相  $180^\circ$  電工角度。

由上所述，可見若是同步電動機發電機組合一面的磁極數是另一面的二倍，可以省去整步儀器，就可單憑伏特計的指示將發電機和另一變頻組合相整步。若是低頻邊是電動機，任何整步設置都不需要，若是高頻端是電動機，在一組合發電機的一端和另一組合發電機的相應的一端之間，接一只伏特計，如果兩機為同相，伏特計指示零電壓，如果異相  $180^\circ$  電工角度，伏特計就指



示雙倍電壓。在沒有並聯起來以前，必須將兩機調節至同相。

不過若是頻率變換之比不是 1 比 2 或者 2 比 1，發電機間的

可能的相位關係，就較複雜。在變 60 週為 25 週的電動機發電機組裏，一邊的頻率是另一邊的 2.4 倍，在 25 週一邊的每週，或  $360^\circ$  電工角度，相當於 60 週一邊的 2.4 週，或  $2.4 \times 360 = 864$  電工角度。25 週與 60 週電動機發電機組轉子之佈置，像

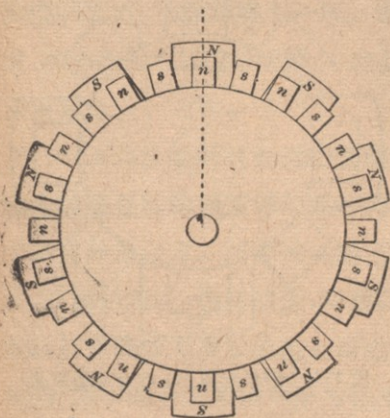


圖 15.2 變頻比為 24:10 時之相位關係 圖 15.2 所顯示的，在 25 週一邊有 10 個磁極，60 週一邊有 24 個磁極。由圖可見，一邊祇有一個磁北極和另一邊的一個磁北極在一條線上。所以若是將一組機器 25 週端驅策若電動機而不任負載，再將另一組機器開起來，兩個發電機間在相位關係方面將有五個不同的相互位置，而其中祇有一個是對的，因為兩個電動機是同步的，這種相位關係必維持不變，所以發電機的頻率不會有差別的。要變更相位關係，必須將電動機的相位提前或抑後，有如本叢書電動機運用與電機試驗書內第二部所述的。

## 第十六章

# 交流變壓配電站

16.1 電車鐵道制變壓配電站——僅用車內交流電動機的電車鐵道制，其配電站內須有保護設置，變壓器，控制機件，以及指示儀器等。站內不用轉動的機器，並且除掉檢查及重配司路機鍵以外，毋需常川照應。有時配電站設立的所在，能使服務於他種工作的僱員被該站的自控信號叫到該站去照顧斷路器。

圖 16.1 顯示單相鐵道制變壓器站的接線圖。經連絡開關，抗

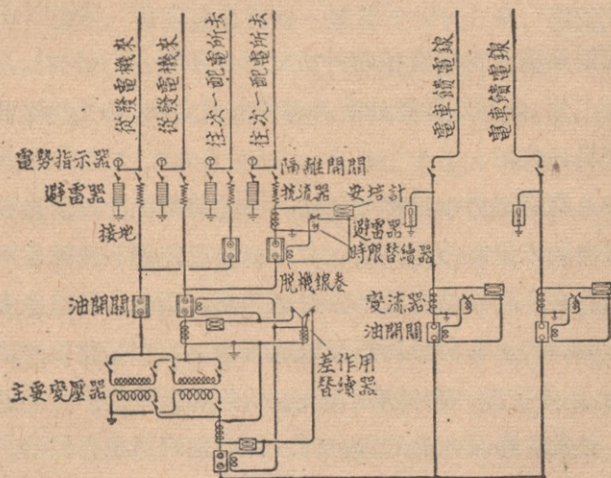


圖 16.1 單相鐵道制變壓配電站之接線圖



流器入站，經油浸開關接到兩只並聯變壓器的主方，其副卷也並聯着，經油浸開關分接到兩條並聯的饋電線。在接入處和接出處油浸開關的解扣線卷（圖中誤註扣機線卷），和變流器的副卷，及時限替續器（Time-element relay）的線卷相串聯。若是很嚴重的掙接發生了相當的時間，時限替續器就解扣線卷掙接，使油浸開關跳開將電路中斷，但是在稍有過載，或暫時的掙接時，這替續器並不動作使電路中斷。變壓器主方和副方油浸開關的解扣線卷都經過一只差作用替續器（Differential relay）。如果因為架空線路的障礙而使變壓器主方被用作副方時，該替續器就動作，掙接兩方油浸開關的解扣線卷，使開關跳開而電路中斷。

配電站裏大都裝有伏特計或電壓指示器，及安培計，以便尋檢障礙之用。高壓及低壓饋電線都備有避雷器。其主變壓器必須是油浸自冷式的。

16.2 電燈電力制變壓配電站——在將電能分配於散處在廣大區域內的電燈電力用戶時，有時覺得發電廠和傳輸電壓，對於配電於其服務區域之變壓器還嫌過高。例如，發電廠和傳輸電壓是 13,200 伏，對於局部配電嫌其過高，在服務區域內的適當地點，應該裝置一個降壓的配電站，以降低電壓。這種配電站可以是有人侍應而人控的，或是遙控的，也可以是自控的。站之大小看所服務的負載而定。最簡單的祇有變壓器而無司路機鍵，在主路方面用高壓熔線保護着，在副路方面也用熔線將配電線

路保護着。這種裝置可以是戶內的，也可以是戶外的，以戶外的為較普遍。

在較大規模的裝置裏，應置備較佳的保護設置，和較完備的司路機鍵，以獲得相當的伸縮性。在這種配電站裏，變壓器主方和副方應該各有油浸斷路器及差作用替續器，使得在發生障礙時，主方和副方電路都自動地中斷。在大配電站裏，普通至少有兩條電源線路交付電能於兩套主路匯流排，可以用主方匯流排，連絡開關聯接起來。若是配電站有相當的容量，最好將變壓器容量分由兩套或更多的組合來負擔。變壓器可為油浸自冷式，油浸水冷式，或風吹式。若是有六條或八條以上的配電線路，最好用雙套副方匯流排，並且備有將每一線路可接於任何一匯流排的便利。如此，可容許修理工作之進行，毋需關斷配電線路。

配電線路上的油浸斷路器，備有替續器，調節到在發生很嚴重的過載或捷路時，將線路關斷。在許多裝置裏，在過載達到預定之值時立刻動作；也有用延時替續器將動作展緩，使得負載暫時上漲至替續器所調配之值時，不致使斷路器跳開。還有用一種反比時素替續器(Inverse time-element relay)的，替續器動作所延遲的時間，和過載的輕重成反比的，過載愈重，動作愈快。例如在某種過載情形發生而持續到某一定時間，假定說是2秒鐘替續器就運用而拉開斷路器，但是在過載更重時，動作較快，而在發生捷接時，差不多就立刻動作。

16.3 防範電抗器之應用——在外部配電系統發生捷路時，



要限制過量電流之潰決，一種三相四線制所用的普遍方式，是在配電站內中線上裝一只防範電抗器(Preventive reactance)，如圖 16.2 所顯示的，該圖祇顯示副方電路。圖內  $a, b$  及  $c$  處是

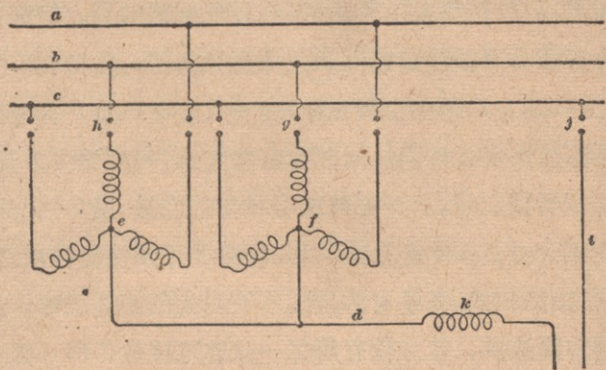


圖16.2防範電抗器之應用

有 4,000 伏電壓的副方匯流排， $e$  和  $f$  處是兩組三相變壓器， $g$  和  $h$  是主油浸斷路器， $i$  處是單相配電線路之一， $j$  是配電用的油浸斷路器， $h$  是中線上的防範電抗器。在正常情形時，這只電抗器所載電流很小，倘若在配電系統裏發生單相的捷路，潰決電流勢欲經過電抗器，但為電感所抗而限制電流通過，因此就可以保護站內的機件。

在許多裝置裏，因為電抗器之存在，曾發現因各相間負載的不平衡而引起電壓的不平衡。要免這種困難，可以用一個能載中線電流的速熔高壓熔線將電抗器捷接，在正常情形時，中線電流祇經熔線，電抗器並不發生作用。當發生捷路時，在延時替續器

和油浸斷路器沒有來得及動作以前，熔線先爆斷，將電抗器端的捷接拆掉，而電抗器乃盡其防範的任務。

16.4 遙控式變壓配電站——有許多配電工程師主張增加配電中心的數目，以縮短用中間電壓配電的半徑。其目的當然是在節省中間電壓配電線路的成本和費用，不過倘若每一配電中心都要常川的侍應，其維持和員工的費用必要很大，以致等於，或且超過縮短配電線路所省的投資的固定開支。要適合這種需要，於是有遙控的和自控的變壓器配電站之發明。

遙控設備的制式很多，都很可靠，本節祇述一種制式的大概。在控制站裏有一個棘齒輪(Ratchet)，被一個往復運動的磁鐵所推動。棘齒輪再推動一個可動的接觸臂(Contact arm)沿一只軌盤(Dial)推進。在被控站裏有一個相似的棘齒輪和掣爪(Pawl)，經控制電路由主控站裏接受電流。當主控站的接觸臂沿軌盤推進一格，被控站裏也有一個接觸臂沿軌盤推進一格。其推進時是一步一步的，和主控站裏的完全同步，所以其指示臂(Pointer arm)在軌盤上所佔的角度位置，完全和主控站裏的一樣。當旋轉着推進時，這接觸臂依次和軌盤上的觸點相接合，由各觸點有導線引至所須控制的各種機件上。控制員在主控站裏，能夠將被控站裏的接觸臂推進至任何位置，以便和所須控制的機件的導線相接合，他在主控站裏祇要將接觸臂推進到軌盤上相應的位置就成了。已達該位置後，控制員在主控站裏再經另一電路將運用電流送過去，以激發某一替續器而完成某一種動



作。在被控站裏運用各種被控機件所需的電流由一套小容量的蓄電池來供給。

在任何一只油浸斷路器跳開時，有一種報警電流 (Alarm current) 經另一報警電路 (Alarm circuit) 達到主控站裏，使站內的警鈴振鳴。於是控制員轉動一個指示的軌盤，直等到在被控站裏的接觸臂推進到和跳開的斷路器相接的導線的觸點相接時為止，這可由接觸臂轉到該處就不動為指示。控制員再送運用電流過去，將該斷路器關合。

遙控站裏所用司路機鍵的式樣，事實上和入控站裏所用的相同，不過稍加改裝以期適合乎遙控之用。例如將平常用的運用螺管線卷，以另一種運用於低等壓的來替代，並且在運用機構上備有特製的輔助觸點，以便在跳開時報警之用等等。

16.5 戶外配電站——在大規模發電制度裏，用很高的電壓將電能傳輸於很遠的距離，常用大的戶外配電站 (Out-door Substation, 或稱露天配電站)。在這種變壓器配電站裏，高壓的機器都裝在露天，低壓機器裝在室內。變壓器，油浸開關，以及電解式 (就是鋁電池式) 避雷器都裝在露天的混凝土基礎上。高壓引線和匯流排，支持於豎立在混凝土基上的鋼架子上。這些鋼架結構和變壓器箱，都澈底地接於通地匯流排。

大配電站的變壓器都是油冷式水冷式；在小站裏可用油浸自冷式。高壓油浸開關普通都是遙控，螺管線卷推動式。藉反比時素替續器之應用，也可獲得自控的特點。

裝設角隙式(Horn-gap type) 連絡開關時，須能使電務員立在地面上可以伸手把握，並且大多數備有安全扣搭 (Safety catches) 以防止無故的跳開，在開關上面的帽子(Hoods) 用以防止冰雪凝結在安全扣搭上。

變壓器常被裝在有輪的底板上，使得在必要時，可以裝上運貨車搬運至他處。

戶外站勝過戶內站的主要優點，在於開辦費輕，擴充容易，火災危險小，而佈置起來簡單。小戶外站的成本，據估計約低於有同容量的戶內站的百分之 25 至 50。配電站的容量愈大，所節省的也愈少。在維持戶外站時有幾點要注意的，例如用低溫度的電解液於鋁電池避雷器裏，防止水冷式變壓器內水之凝結，並將機器嚴密地包裹着使得人畜都不致和高壓線路相接觸以策安全。



# 問題與習題

1. 試述選擇發電廠地點及設計廠屋時所應注意之條件。
2. 試述發電廠所應置備發電機之座數及其理由。
3. 試比較紫銅及鋁對於發電廠內導體之應用。
4. 發電廠的導體應採取何種形式，並用何種電流密度？
5. 試述均壓裝置對於並聯直流發電機之功用。
6. 直流發電機作並聯運用時，如何調整各機分任之負載？
7. 畫一簡圖，顯示直流發電機並聯時各機分繞場的接法，并說明其理由。
8. 如借用發電機一根引線作為安培計的分流電阻，何以有用補價線卷之必要？
9. 在發電廠裏，用什麼佈置可用一只伏特計讀取各發電機或匯流排的電壓？
10. 在配電屏幅上裝設斷路器時，何事應予注意？何時有用快動式斷路之必要？
11. 試述刀片式開關及斷路器在運用方面及功用方面不同之點。何以用開關時仍須用斷路器？
12. 試述昇壓發電機對於直流饋電線路之功用。
13. 試述發電廠內敷設及引出饋電纜時所應注意之點。
14. 在直流電燈及電力發電廠裏，在何種情形時宜用分繞式發電機，在何種情形時宜用複繞式？電車鐵道制通常採用何式？何故？

15. 試述二線制小型直流發電廠內機件及儀器之一般佈置。
16. 試述用兩只複繞發電機之三線制小型直流發電廠內之一般佈置。
17. 試述平衡機組對於三線制之作用。
18. 試述中型直流發電廠內採用兩套匯流排之利益。
19. 將交流發電機並聯運用時，須適合那幾種條件？
20. 試述用整步指示燈時燈亮法與燈暗法之異同，並比較其利弊，作線路圖顯示之。
21. 何以將高壓發電機相整步時，須經儀器用變壓器？在何種情形時有用整步匯流排之必要？
22. 試述三相交流發電機整步電路之接法。
23. 用伏特計指示整步時，何以須採用燈亮法之接法？
24. 試述整步指示器之動作原理。
25. 激磁機大概採用何種制式？額定輸出大概幾何？大型發電廠裏和中小型廠裏的激磁制度有什麼不同？試詳述之。
26. 畫一接線圖顯示小型廠裏單相發電機之接法。
27. 試述發電廠內接地之各種方法，並比較其優劣。
28. 畫圖顯示三相星形聯接及三相三角形聯接發電機之接法。
29. 小型發電廠的饋電線路上應裝置何種開關及保護設置？
30. 試述運用匯流排之功用。如何取給電能？
31. 試略述利用控制開關以遙控油浸開關的方法，並畫線路圖以顯示之。
32. 試述小型發電廠內與中型廠內匯流排佈置方面不同之點。
33. 如何控制中型發電廠配電線路上之電壓？
34. 試述大型發電廠裏油浸開關及匯流排應如何建造，方覺完全。



35. 試述大型發電廠內佈置匯流排之五種制式，並比較其優劣。
36. 試述大型發電廠內連接饋電線路之方式。
37. 大型發電廠裏在發電機引線上，匯流排連絡處，何以須裝電抗器？

並述裝設電抗器之方法。

38. 在發電廠裏何種機件必須通地？何故？
39. 試述配電站之功用。
40. 試述配電站之種類及每種之功用。
41. 試述配電站內所應裝置機器之組數及每組容量，並叙其理由。
42. 試述減輕皮帶拖動的機器的靜電應力之方法。
43. 試述油浸變壓器之五種冷却方式。
44. 試比較油浸水冷式與油浸自冷式變壓器之優劣。
45. 試述風冷式變壓器之利弊，及濾清冷却用之空氣之方法。
46. 關於三相制變壓器之選擇，試比較一只三相變壓器及三只單相變壓器之優劣。
47. 試比較同步換流機與電動機策動的直流發電機之優劣。
48. 在直流配電站裏，策動直流發電機之電動機有幾種？并比較各種之利弊。
49. 開動感應電動機時，用何種方法減低其開動時電流？并畫簡圖顯示各種開動方法之連接方式。
50. 試述過載替續器及斷路器解扣線卷與儀器用變流器之接法，畫圖以顯示之。並述變流器所應有之容量及變流比。
51. 試述三相制中連接瓦時計之方法，並畫圖以顯示之。
52. 試述在換流站內供給同步電動機直流場激之方法，並比較其優劣。
53. 試述由直流方面開動同步電動機時所應有之設備。

54. 試討論比較分繞式與複繞式同步換流機對於電車鐵道制度之應用。
55. 試述由交流方面開動同步換流機時，減低電壓之方法及開動步驟，並畫線路圖以顯示之。
56. 試述由直流方面開動同步換流機之步驟。
57. 何以同步換流機的分繞場電路，須接有換向及分節開關？試詳述其功用。
58. 同步換流機並聯運用時，應如何調節其場電路，俾其對於負載有適當的分配？
59. 同步換流機站內何以需用輔助電動機？用何種制式？試述每種制式輔助電動機之接法。
60. 試述連接交流儀器及過載替續器於三相電源之各種方法。
61. 試述電車鐵道制換流機站內供給運用匯流排之兩種方法，並比較其優劣。
62. 同步換流機何以需用限速設置？其原理如何？
63. 試略述逆電流替續器對於同步換流機之功用，及其運用原理。畫圖顯示之。
64. 試述移動配電站對於電車鐵道制之功用，及其構造。
65. 畫圖顯示變換三相為六相時連接變壓器之各種方法，並加以說明。
66. 畫圖顯示連接同步換流機分繞場之方法，並加以說明。
67. 試述由六相換流機導出三線制之中線之各種方法，並畫圖顯示之。
68. 畫圖顯示同步換流機之直流開動匯流排至總匯流排之接法。
69. 將同步換流機和交流電源相整步時，應裝置何種設備？何故？
70. 何謂自控配電站？何謂遙控配電站？在何種情形時值得採用？試略



論之。

72. 自控或遙控配電站內替續器及接觸點之運用，應以直流控制，抑交流控制？試詳論其利弊及電源取給之方式。

73. 在自控或遙控站裏，機器是怎樣自動開起來的？怎樣去校正同步換流機直流方面的極性？試述其梗概？

74. 試列舉自控或遙控站裏面機器自動停止的原因？在何種障礙發生時機器一直停着，非等電務人員來察看不可？

75. 比較感應電動機策動的與同步電動機策的變頻機。

76. 欲變換 60 週電能為 50 週，電動機與發電機磁極對數之比應如何？試就幾種可能的磁極對數推算其共同的速率。

77. 將變頻機相整步時，倘若變頻比是 2:1 或 1:2，何以毋需整步指示器？

78. 試述時限替續器及差作用替續器在變壓配電站內之功用。

79. 略述大型變壓配電站內匯流排之佈置及其保護設置？

80. 何謂反比時素替續器？其作用與延時替續器相同否？

81. 試述防範電抗器之功用及其不致影響各相間電壓的裝置方法。

82. 略述控制員在主控站內，如何可以遙控他站內開關之動作？

83. 遙控站內之司路機鍵的式樣，和人控站內的比較，有什麼不同？

84. 在什麼情形時有設立戶外配電站之必要？其設備大致如何？

# 英漢名詞對照索引

|                                       |       |   |       |
|---------------------------------------|-------|---|-------|
| Air-blast transformer 風冷式<br>變壓器      | 70    | Compensation coil 補償線卷                        | 10    |
| Air-break circuit breaker<br>空氣滅弧式斷路器 | 44    | Compound wound 複繞式<br>(發電機或電動機)               | 6     |
| Alarm circuit 報警電路                    | 132   | Conduit 電纜管                                   | 15    |
| Alarm current 報警電流                    | 132   | Contact arm 接觸臂                               | 7,131 |
| Aluminum-cell arrester<br>鋁電池式避雷器     | 103   | Contact-making voltmeter<br>觸點接合式伏特計          | 50    |
| Armature coil 樞線卷                     | 108   | Control switch 控制開關                           | 48    |
| Automatic reclosing type<br>自動重關式     | 122   | Counter-balance 衡重體                           | 107   |
| Automatic releasing type<br>自動釋放式     |       | Cumulative compound<br>助激複繞式                  | 89    |
| Automatic substation<br>自控配電站         | 118   | Current transformer [儀器用]<br>變流器              | 40    |
| Auto-starter 自耦開動器                    | 80    | Damping winding 阻尼線卷                          | 96    |
| Autotransformer 自耦變壓器                 | 80    | Delta connection 三角形連接                        | 42    |
| Auxilliary bus 副匯流排                   | 15    | Dial 軌盤                                       | 131   |
| Auxilliary motor 輔助電動機                |       | Diametrical connection<br>對徑的連接               | 92    |
| Balancer set 平衡機組                     | 23    | Differential compound<br>差激複繞式                | 92    |
| Barrier type 隔離式                      | 53    | Differential relay 差作用<br>替續器                 | 128   |
| Blower 鼓風機                            | 70    | Distributing center 配電中心                      | 21    |
| Booster 昇壓發電機                         | 15    | Distribution line 配電線路                        | 15    |
| Boosting transformer<br>昇壓變壓器         | 50    | Diverter 分流器                                  | 7     |
| Brush-hold stud 刷握柄                   | 8     | Double-delta connection<br>雙三角形連接             | 105   |
| Bus bar; bus 匯流排                      | 5     | Double-star connection<br>雙星形連接               | 109   |
| Bus-tie switch 連排開關                   | 55    | Ducts 電纜溝                                     | 15    |
| Carbon-break contact<br>碳質滅弧觸點        | 94    | Duplicate bus system<br>雙匯流排制                 | 55    |
| Cartridge fuse 爆竹式熔線                  | 25    | Duplicate sectionalized bus<br>system 分段雙匯流排制 | 55    |
| Choke coil 抗流線卷                       | 14,51 | Edison three-wire system<br>愛迪生三線制            | 105   |
| Choking transformer<br>抑壓變壓器          | 50    |   |       |
| Circuit breaker 斷路器                   | 7     |   |       |
| Closing coil 司關線卷                     | 48    |   |       |



|                              |     |                                 |        |
|------------------------------|-----|---------------------------------|--------|
| Electrical characteristics   | 1   | Inverse time-element relay      |        |
| 電的特性曲線                       | 3   | 反比時素替續器                         | 129    |
| Electric substation 配電站      | 61  | Knife-blade switch 刀片開關         | 12     |
| Electric station 發電廠         |     | Lamp bright method 燈亮法          | 30     |
| Equalizer bus 均壓匯流排          | 7   | Lamp dark method 燈暗法            | 29     |
| Equalizer connection 均壓連接    | 6   | Leads 引線                        | 5      |
| Equalizer set 均壓機組           | 23  | Light load 輕載                   | 3      |
| (即 balancer set)             |     | Lightning arrester 避雷器          | 14     |
| Equalizer switch 均壓開關        | 7   | Line-drop compensator           |        |
| Exciter 激磁機                  | 37  | 線路壓降補償器                         | 50     |
| Exciting bus 激磁匯流排           | 46  | Long-shunt 長並聯式                 |        |
| Feeder 饋電線路, 饋電線             |     | (或外並聯式)                         | 20, 97 |
| Feeder panel 饋電線屏幅           | 9   | Low-load relay 低載替續器            | 121    |
| Field discharge resistance   |     | Low-voltage relay 低電壓           |        |
| 場路放電電阻                       | 108 | 替續器                             | 120    |
| Field switch 場路開關            | 8   | Low-voltage release coil        |        |
| Fixed charge 固定開支            | 118 | 低壓釋放線卷                          | 13     |
| Flashover 閃絡                 | 122 | Manganin 錳銅                     | 10     |
| Flat-compound 平複激式           | 52  | Mechanical strength 機械應力        | 4      |
| Frequency changer 變頻機        | 123 | Mercury-arc rectifier           |        |
| Frequency changer substation |     | 汞弧整流器                           | 62     |
| 變頻配電站                        | 62  | Millivoltmeter 毫伏計              | 10     |
| Full-load 滿載                 | 3   | Neutral 中點                      |        |
| Generator panel 發電機屏幅        | 7   | Neutral conductor 中線            | 105    |
| German silver 德銀             | 9   | Oil circuit breaker 油浸斷路器       |        |
| Ground bus 通地匯流排             | 59  | Oil distributor 佈油器             | 72     |
| Ground plate 通地板             |     | Oil switch 油浸開關                 | 39     |
| Hoods 帽子                     | 133 | Oil-immersed air-blast cooled   |        |
| Hook-and-latch type 搭扣式      | 13  | type 油浸風冷式(變壓器)                 | 69     |
| (斷路器)                        |     | Oil-immersed forced-cooled type |        |
| Horn-gap type 角隙式(開關)        | 133 | 油浸迫冷式(變壓器)                      | 69     |
| In phase 同相                  | 28  | Oil-immersed self-cooled type   |        |
| In synchronism 同步            | 28  | 油浸自冷式(變壓器)                      | 68     |
| Induction motor 感應電動機        |     | Oil-immersed water-cooled type  |        |
| Induction regulator          |     | 油浸水冷式(變壓器)                      | 68     |
| 感應調壓器                        | 105 | Opening coil 司開線卷               | 48     |
| Inverter 逆換流機                | 77  | Operating bus 運用匯流排             | 47     |

- |                                 |     |                                 |       |
|---------------------------------|-----|---------------------------------|-------|
| Out of synchronism 失步           | 4   | 換向分節場開關                         | 97    |
| Out-door substation             |     | Ring bus system 環[形匯流]          |       |
| 戶外配電站                           | 132 | 排制                              | 55    |
| Outer conductor 外線(邊線)          | 105 | Safety catch 安全扣搭               | 133   |
| Overload relay 過載替續器            | 83  | Selective switch 選擇開關           | 100   |
| Pawl 掣爪                         | 131 | Series-field winding 串繞場卷       | 6,7   |
| Peak load 巔值負載                  | 2   | Short-shunt 短並聯                 |       |
| Pedestal 台座                     | 7   | (或內並聯)式                         | 20,97 |
| Pilot lamp 領示燈                  | 102 | Shunt-field winding 分繞場卷        | 7     |
| Plug receptacle 插管              | 7   | Shunt-wound 分繞式                 | 15    |
| Pointer arm 指示臂                 | 131 | (發電機或電動機)                       |       |
| Polarized motor relay           |     | Single sectionalized bus system |       |
| 極化電動替續器                         | 121 | 分段單匯流排制                         | 58    |
| Portable substation             |     | Single bus system 單匯流排制         | 55    |
| 移動配電站                           | 104 | Skin effect 集膚效應                | 5     |
| Potential bus [量]電壓[用]          |     | Slip 轉差率                        | 123   |
| 匯流排                             | 14  | Speed-limit device 限速設置         | 103   |
| Potential transformer           |     | Speed-limiting circuit breaker  |       |
| 儀器用變壓器                          | 31  | 限速斷路器                           | 107   |
| Power-factor indicator 功率因數     |     | Speed regulation 速率調整           | 4     |
| 指示器                             | 100 | Split switch 分叉開關               | 90    |
| Preventive reactance            |     | Squirrel-cage type 鼠籠式(感        |       |
| 防範電抗器                           | 130 | 應電動機)                           | 123   |
| Prime mover 策動機器                | 3   | Star-connection 星形聯接(即三         |       |
| Pulley 滑輪(皮帶盤)                  | 4   | 相制之Y形聯接)                        |       |
| Quick-break switch 速斷式開關        | 76  | Starter 啓動箱                     | 24    |
| Quick-opening circuit breaker   |     | Starting bus 開動匯流排              | 81    |
| 快動式斷路器                          | 13  | Starting compensator 開動         |       |
| Radiator 射熱器                    | 68  | 補助器                             | 80    |
| Ratchet 棘齒輪                     | 131 | Starting resistance 開動用電阻       | 89    |
| Reactor 電抗器                     | 57  | Static disturbance 靜電騷亂         | 103   |
| Remote control 遙控               | 48  | Stranded cable 絞[合電]纜           | 5     |
| Remotely-controlled substation  |     | Stray field 雜變磁場                | 11    |
| 遙控配電站                           | 118 | Switch board 司路屏                | 12    |
| Reverse-current relay           |     | Switchgear 司路機鍵                 | 54,75 |
| 逆電流替續器                          | 104 | Synchronism 同步                  | 4     |
| Reversing field-break-up switch |     | Synchronization 整步              |       |



|                              |       |                                 |     |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-----|
| Synchronizing bus 整步匯流排      | 32    | Trip coil 解扣線卷                  | 40  |
| Synchronizing lamp 整步指示燈     | 29    | Tripping mechanism 解扣機構         | 13  |
| Synchroscope 整步指示器           | 29,35 | Truck-type switch panel 便運式開關屏幅 | 59  |
| Synchronous converter 同步換流機  | 62    | Voltage regulation 電壓調整         | 3   |
| Synchronous motor 同步電動機      | 29    | Voltage regulator 調[節電]壓器       | 46  |
| Synchronous speed 同步速率       | 80    | Washer 墊環                       | 9   |
| Tie-switch 連絡開關,近接開關         | 52    | Wound-rotor type 繞線轉子式 (感應電動機)  | 123 |
| Time-delay relay 延時替續器       | 121   | Y-box Y連接匣                      | 83  |
| Time-element relay 時限替續器     | 128   | Y-connection Y形聯接               | 41  |
| Transformer substation 變壓配電站 | 63    | 即 Star-connection (即星形聯接)       |     |



中國科學社工程叢書

電工技術叢書

發電廠與配電站

Electric Stations and Substations

中華民國三十五年一月初版

中華民國三十六年四月再版

版權所有 翻印必究

- |     |                              |
|-----|------------------------------|
| 原著者 | E. F. Braken                 |
| 編譯者 | 毛啓爽 吳玉麟                      |
| 出版者 | 電工圖書出版社                      |
| 發行者 | 楊孝述                          |
| 發行所 | 中國科學圖書儀器公司<br>上海中正中路六四九號     |
| 印刷所 | 中國科學圖書儀器公司<br>上海中正中路六四九號     |
| 分公司 | 中國科學圖書儀器公司<br>南京 廣州 漢口 重慶 北平 |





著者

Author ( ) 白來金

書碼 647·28

Call No. 081

書名

Title 發電廠與配電站

登錄號碼

Accession No. 214439

| 月日   | 借閱者             | 月日   | 借閱者             |
|------|-----------------|------|-----------------|
| Date | Borrower's Name | Date | Borrower's Name |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |
|      |                 |      |                 |

國立政治大學圖書館

書碼 647·28  
081

登錄號碼 214439



6