

電世界社叢書第十二種

電世界信箱

第六集

毛啟爽主編

電世界出版社

電 世 界 信 箱

第 六 集

毛 啓 爽 主 編

電 世 界 出 版 社

內 容 提 要

本書主要是由電世界月刊第七卷中讀者信箱的問題答案選錄彙編而成的。並從1954年上半年所直接答覆讀者而沒有在第八卷刊登的問題中，選出有公開發表價值的一部份，予以補充。本書共分編十四章，包括問題243則。其中有關電力及電機方面的共181題，約佔全部問題的四分之二；特別是有關電動機的問題佔了六章共118題，約佔全部問題的一半。本書中所選錄的問題，大部份是有關實際使用，維護與修理方面的知識，答案也儘可能詳盡，可供工廠企業中從事電工人員的參考。

電世界信箱第六集

主編者 毛 啓 爽
校閱者 王 羣 祐 馮 勤 爲
出版者 電 世 界 出 版 社
上海(0)圓明園路169號203室
印刷者 中 和 印 刷 廠
上海淮安路727弄30號
總經售 上海圖書發行公司
上海山東中路128號

叢一12：開本：762×1067，¹/₃₂ 印張 42⁴/₃₂
135千字 定價 ¥ 6.000元
1955年1月第一版第一次印刷 印數 1—2000
上海市書刊出版業營業許可證〇六五號

目 錄

第一章 電學基本理論 (共 10 題)	1
一、電阻	二、電位與電流
三、磁性	四、靜電感應
五、交流電	六、功率之轉移
第二章 發電機 (共 22 題)	7
一、發電機線圈組	二、發電機的運用
三、並聯運用	四、故障與修理
五、溫升	六、電壓調整器
七、其他問題	
第三章 變壓器 (共 14 題)	20
一、原理	二、變壓器的改裝
三、變壓器試驗	四、變壓器油絕緣
五、變壓器的接地	
第四章 感應電動機的原理、設計與製造 (共 23 題)	26
一、原理	二、設計
三、線卷組	四、製造
五、其他	
第五章 感應電動機之性能與應用 (共 24 題)	40
一、功率因數	二、溫升
三、壽命	四、輸出馬力
五、試驗	六、電壓電流與功率損失
七、應用	
第六章 感應電動機之啓動 (共 20 題)	56
一、鼠籠式電動機之啓動	二、滑環式電動機之啓動

三、其他電動機之啓動	四、啓動器及開關	
第七章 感應電動機之運用與修理 (共 24 題)		68
一、感應電動機之運用	二、電流現象	
三、電動機之故障	四、電動機之修理	
五、檢驗設備		
第八章 電動機的改製 (共 15 題)		77
一、依電壓極數轉速而改製	二、舊電動機的修復	
第九章 直流電動機 (共 11 題)		85
一、直流電動機之原理	二、直流電動機之故障	
三、直流與交流電動機之改製		
第十章 供電與用電 (共 12 題)		90
一、輸電與配電	二、接地	
三、電壓穩定器	四、用電與節電	
五、鍋爐		
第十一章 開關與保護設備 (共 11 題)		104
一、開關	二、熔線	
三、避雷器		
第十二章 電池、電燈與電器 (共 25 題)		110
一、電池與電鍍	二、電燈	
三、電鑽	四、電焊機	
五、其他電器	六、電動自行車	
第十三章 電表儀器 (共 20 題)		123
一、電壓表和電流表	二、功率表與功率因數表	
三、瓦特小時計(電度表)	四、儀用互感器	
五、鍋爐用儀表		
第十四章 雜項問題 (共 12 題)		138
一、電線與電纜	二、絕緣	
三、絕緣油	四、無線電收音機	

第一章 電學基本理論

一 電 阻

1. 羅學琬問：為什麼有「電阻」的現象？是不是因為「電子」與「陽核」的吸引力與電子之間的排斥力的原故而產生這種現象的？（四平 7—8，王羣祐答）

【答】根據電子學說，所有物質之原子皆由陽核圍以有高轉速之電子所組成。由於原子內部結構不同，有些原素的原子可以放出自由電子，在原子之間自由流動。若以電位差施於導體之兩端，這些自由電子都向同一方向流動（即趨向於正極），因而形成電子流。因為電子帶着電荷，電子的流動即表示電荷的流動，每秒鐘流過電荷的大小，稱為電流。

又由於各種原素的原子結構不同，其放出自由電子數不同，因而以同一電位差施於不同原素所構成之導體（如銅、鉛、鐵），則所產生之電子流也不同，電流也不同。其放出自由電子較多者，可產生較大的電子流，即較大之電流。

自由電子在原子之間流動時，必然受到磨擦力，因而減低其流動速度，因而在同一電位差下，不同截面與不同長短的同一金屬導體內的電流也受到限制，這限制的因素，稱為電阻，即電壓值除以電流值。

2. 沈 錚問：計算紫銅線電阻的公式 $R_2 = R_1 \times \frac{234.5 + t_2}{234.5 + t_1}$ 中，為什麼用 234.5 不用 273？（瀋陽 3085，王羣祐答）

【答】 -273°C 是物理學上的絕對零度，不是純金屬沒有電阻時的溫度。金屬沒有電阻時的溫度，是從電阻溫度係數求出的，例如銅的電阻，每增減 1°C ，增減 20°C 的 $\frac{1}{234.5}$ ($=.00392$)，依此推算，則在 -234.5°C 的電阻為零，所以上式中用 234.5 不用 273 。各種金屬的電阻溫度係數不同，因此這種假定的溫度也不同。每一種金屬在各種溫度時的電阻溫度係數並不一定相同，因此這種沒有電阻時的溫度，不過是一種假定，事實上並不能恰在這一溫度時電阻為零。

二 電位與電流

3. 應得常問：試述絕對電位的意義，為何通常不使用這個單位？（長春某部隊 2948，許萃羣答）

【答】 當我們在地面搬運一個重的東西，自低處搬到高處，一定要做相當的功。在一個帶電物體的周圍產生了一個電場（好比磁鐵周圍產生磁場一樣），對周圍內帶有同性的電荷有推斥作用，愈近帶電體推斥力愈大。所以我們如要把一個與帶電體同性的電荷移近帶電體時，必須對抗這個推斥力而做功，正像我們物體從低地位搬到高地位一樣。

絕對電位是一個理論上的名稱，是以所作功的數量來指定電場中一點的電位。從無窮遠的所在將一個單位陽電荷移至電場中某一點需要作功一爾格，該點的電位即稱作一個絕對靜電單位的電位。實際上要從無窮遠的所在將一個單位陽電荷移來是不可能的。故一般是以電位差來決定此單位的。即在電場中，自一點將一單位陽電荷移至另一點需要作功一爾格，是謂之一個絕對靜電單位的電位差。因為一個絕對靜電單位的電位差很大，仍不切實際應用，故一般在實用上電位差的單位採用“伏”， $1\text{伏} = \frac{1}{300}$ 絕對靜電單位的電位差。

4. 應得常問：什麼叫做電磁厘米克秒制絕對單位？有什麼用途？怎樣叫做電流的絕對單位？（長春某部隊 2948，許萃羣答）

【答】 電的另一種單位系統，是從磁感應的作用所導算出來（前述絕

對靜電單位是靜電的作用所導算出來)。其長度採用厘米,重量採用克,時間採用秒。凡是用這種方式來計算電的單位,稱做電磁厘米克秒制絕對單位。

例如一根長 1 厘米的導體,在磁通密度為 1 根力線/平方厘米的磁場中,以每秒 1 厘米的速度運動垂直切割此磁力線時,所感應出來的電壓,叫做 1 個電磁厘米克秒制絕對單位電壓,此值的 $\frac{1}{10^8}$ 即為實用電壓單位 1 伏。

電磁絕對單位的電流其定義為:當一根導體荷載電流,以放置在單位磁場強度中,使導體方向與磁力線成直角 (90°),此時導體每厘米受到 1 達因的力作用時,通過此導體的電流即稱做 1 個電磁絕對單位的電流。此值相當於實用電流單位“安培”的 $\frac{1}{10}$ 。

電磁厘米克秒制絕對單位適用於動電學中的電磁感應計算。

三 磁 性

5. 潘紹英問: 用一鋼棒對正地磁之南北極;然後用一鐵錘輕輕的錘幾下,是否能使此鋼體受磁?為什麼?(江蘇青浦 7—7, 王羣祐答)

【答】 磁性物體是由小的磁分子組成,當分子排列整齊時(各分子的 S 極及 N 極各指一端)便顯磁性。鋼棒是磁體,在地磁場中各分子有沿地磁方向排列的傾向,但地磁強度不夠,尚不能使鋼棒的分子排列整齊。用錘輕敲,雖可促成分子的重新排列,稍顯磁性,但不顯著。

四 靜電感應

6. 潘紹英問: 用一帶電體甲與一中性體乙相接觸,則此中性體乙,有與甲相同的電荷(電工技術叢書電學與磁學“裘維裕編譯”第四編靜電學第九章電荷,第 72 面靜電定律第 2 條),在實際上我相信的,但用電子原理如何解釋?或其他的理論解釋。(青浦 7—7, 王羣祐答)

【答】 若導體甲由於失去電子而帶陽電荷。當中性導體乙接近時,其

近甲導體的一端由於感應作用，產生陰電荷，即受甲導體電場之作用，將其中之電子吸引並與甲導體相近之一端。另一端由於失去電子而帶陽電荷。當甲乙兩導體接觸時，乙導體上的陰電荷（游離電子）與甲導體的部份陽電荷中和，乙導體上只剩了與甲導體相同的陽電荷。兩導體的帶電量與兩者的電容成正比，電荷的總和和甲導體原來的電荷量相等。

五 交流電

7. 黃金屏問 同值（伏特數）的交流電壓為何比同值的直流電壓強？（瀋陽 7—6，莊標文答）

【答】 交流電壓，是在隨時間而不斷地作正負的變化的，其變化規律一般都是正弦波形，其最大值要比由伏特計所量度出來的有效值（或稱均方根值）大 1.414 倍。至於直流電壓，是恒定不變的，自無所謂最大值。交流電的有效值，指在一週變化中其所產生之平均效應等於直流電在同一時期內所產生之平均效應，但實際上其每週中之最大值是比有效值為大。如有效值為 100 伏之交流電壓，其最大值為 141.4 伏。（可參閱本刊八卷七期交流電基礎知識講話的第一講）所以同一伏特數值之電壓而言，交流電壓在其波的最大值時，比直流電壓更易擊穿空氣隙了。

8. 盛敏信問：“相”的名詞解釋，三相與單相的不同意義與作用？（上海 7—7，王羣祐答）

【答】 三相交流發電機有三組線圈，發出的電壓各相差 120 電工度，如果用向量表示，這三個電壓的大小相等，而相位不同，要相差 120 度，這樣的三個電壓叫做「三相」電壓。單相發電機只能發出一種電壓，這種電壓叫做單向電壓。有三組相差 120 電工度的線圈，並用三相電源的電動機，叫做「三相」電動機。用單相電源的叫單相電動機。

因為交流是不斷地變化着的，兩個交流電可能是同一步調而變化的，稱為同相。可能變化的步調不一致，甲電流比乙電流變化早一

些或遲一些，其相差的時間，用電工角度表示，稱為相位角。（一週的時間相當於 360° 電工角度）。“相”這個名詞很難用一句話作簡單的解釋，可參看本刊八卷七期內交流基礎知識講話中的第一講，及其他有關交流電基本知識的書籍。

9. 宮 樵問：陶威斯電工學下冊 154 頁 6—18 產生之電勢——假定其分佈狀態依正弦率的（6.27 圖乙），其在每極中心下之磁通密度為最大。令 B' 為磁通密度之平均值，即等於最大值 B 之 $\frac{2}{\pi}$ 倍。 $\frac{2}{\pi}$ 倍是如何證來的？（福州 7—4，莊標文答）

【答】此處所稱的平均值，係指正弦波形在半週中的平均值。如圖

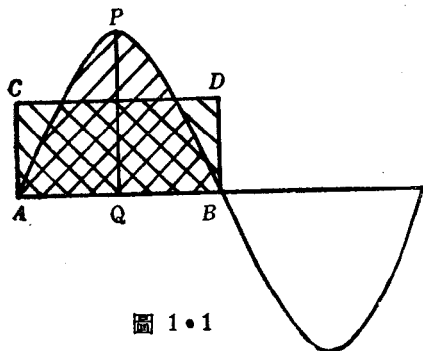


圖 1.1

1.1 所示，APB 是正弦波的半週，其所被覆的面積，為與長方形 ABCD 所被覆之面積相等，則 ABCD 之高度（AC 之長或 BD 之長），即等於 APB 半波之平均高度。用微積分術計算，AC 之長等於 APB 之最大高度 PQ 之長的 $\frac{2}{\pi}$ 倍。至於證明的方法，是運

用積分的定則的，可參看大學教科書的交流電學章內，此處不便介紹。

六 功率之轉移

10. 丁振榮問：我想製一隻電動發電機，發出的電除了供給拖動它的電動機外，還多出電來拖動其他負荷，不知是否可能？（中國人民志願軍某部 2841，王羣祐答）

【答】要弄清這一問題是否可能，先要談一點基本的理論。發電機的發電，電動機的拖動負荷，都是一種「能」的變換，發電機是將機械能變為電能，電動機是將電能變為機械能，這些能量是不會平空產生

的，而且每經過一次變換，能量必然減少，不會增加，這因為沒有一種機械可以達到 100% 的效率。以汽輪發電機為例，由煤的燃燒發出熱能，蒸汽裏的熱能使汽輪轉動變為機械能。汽輪拖動發電機產生電能，在每一次能的轉變過程中，能量總要減少一次。例如一隻發電機輸入 1000 瓩，發電機的各種損耗為 100 瓩，則輸出只有 900 瓩了。你想做的這一套電動發電機，是要發電機輸出的電能大於輸入的機械能，就是說要發電機的效率大於 100%，這是絕對不可能的事。而且電動機的轉速降低後，馬力要相應地減小，不是增加。

第二章 發電機

一 發電機線卷組

1. 錢雲葆問：我廠有 25 仟伏安 380 伏舊發電機一台，近來檢查線圈時，發現轉子表面有許多銅梗，並且有捷接環捷接，請問這環起什麼作用？是否可以不放？（上海 7—7，王羣祐答）

【答】發電機轉子磁極表面上裝的銅條及端環，可使發電機的運轉比較穩定。這樣小的發電機，不放也沒有大的影響。這銅條和端環所組成的線卷是一個反獵盔的裝置，當發電機轉速有忽高忽低的變化時，在線卷內產生了反轉矩，和鼠籠式電動機的原理相似，足以阻止速率之擺動。

2. 溫希納問：我們這裏有一部 1 仟瓦的單相交流汽油發電機，該機祇有一個電樞，磁場所用的直流也是由本機供給的，是否電樞係繞有兩組線圈，一組是交流，一組是直流呢？若是這樣，那麼它們的繞法怎樣？為什麼其他大的交流機，要另外的勵磁機來供給直流呢？又該機有三條線頭出來；一是交流，一是中線，一是直流，有一次量度直流電壓時，忽覺指針倒轉，檢查線頭又沒有接錯，電表也沒有壞，不知何故？（廣東 7—6，王羣祐答）

【答】小的交流發電機，常將供給激磁用的直流部份的線圈，和交流部份的線圈嵌在同一槽內，這樣比較經濟。但是在負荷變動時，電壓跟着變動，電壓極不穩定，不適於大發電機的需要。因此較大的發電機，必須有獨立的激磁機。電極偶然反向，可能是發動機的方向反了。

3. 張源問：人民電業 1953 第 11 期 42 頁的轉子絕緣電阻計算公式

$$R_{us} = R_s \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right) 10^{-6} \text{ 兆歐}$$

U = 滑環間電壓, U_1, U_2 = 滑環與轉子軸間電壓,

R_s = 直流電壓表之內電阻, 歐姆。

上式的來源如何? 請為證明。(湘中電業局 2614, 許萃羣答)

【答】按克希斯定律考慮 i_1 及 i_2 所經的環路：

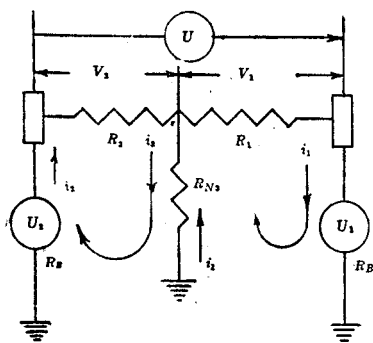


圖 2·1

$$\begin{cases} i_1 R_s + i_1 R_{us} - V_1 = 0 \\ i_2 R_{us} + i_2 R_2 - V_2 = 0 \end{cases}$$

即 $i_1 (R_s + R_{us}) = V_1$

故 $i_2 (R_{us} + R_2) = V_2$

$$i_1 = \frac{V_1}{R_s + R_{us}}$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_s + R_{us}}$$

但 $i_1 R_s = U_1$

故 $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{U}{R_s + R_{us}} R_s$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{U}{R_s + R_{us}} R_s$$

一般 R_{us} 為平均分佈於轉子線圈上, 故可假定 R_{us} 約在相當於接在中點的一個電阻, 也即位於 $R_1 = R_2$ 的所在。

故 $U_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{U}{R_s + R_{us}} R_s$ (1)

$$U_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{U}{R_s + R_{us}} R_s$$
 (2)

$$(1) + (2) \quad U_1 + U_2 = \frac{U}{R_s + R_{us}} R_s$$

$$(U_1 + U_2) (R_s + R_{us}) = U R_s$$

$$R_{us} = \frac{U R_s - (U_1 + U_2) R_s}{U_1 + U_2} = \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right) R_s$$

二 發電機的運用

4. 王一齋問：三相四線 380/220 伏的發電機，轉數每分鐘 1000/1200，週波 50/60，磁極 6 個，98.5 安培，當時不敢肯定 98.5 安培是三線上或是一線上的。經王羣祐同志答覆，98.5 是△接時每一線的安培數，如 Y 接時，線與線間的電壓是 380 伏，每一線的安培數應當是 56.8。但線與線間是否即相與相間，或是火線（即相線）到地線呢？原來電機負荷有 60 安培，三相不平衡，轉速 900，電壓就到 220 伏。現下安培數到 82，三相平衡，但是電機須轉到 1100 轉，電壓始到 220 伏。這電機是否有毛病，還是因負荷加重的關係？如因負荷加重，依王羣祐同志的答覆，每一線 56.8 安培，那麼現下尚不夠半負荷。以上問題請解答。（河南 7—7，王羣祐答）

【答】 1. 線與線間的電壓，是指火線間的電壓。

2. 發電機的負荷電流增加後，如果激磁電流不變，增加轉速使電壓維持不變，是正常的現象。

3. 所說 220 伏，不知是指線與線間，還是指線與地間的電壓？如果是 Y 接，線與線間應當是 380 伏，220 伏太低，負荷電流也已超過滿載值，應當增加激磁電流，使電壓升高。電壓升高電流便小下去了。如果這一電機是△接，電壓電流均正常，並無障礙，也不致發熱。

5. 張雙春問：一台發電機，是低壓 153 仟伏安，有六對磁極，電壓最高發到 400 伏，額定電壓是 220 伏。我局過去的發電機是 3300 伏，我們想把這台電機發出來的電壓，用 100 仟伏安變壓器 2 台，將發電機發出來的電 220 升高為 3300 伏，以代替高壓發電機。這是否能和發高壓的電機同樣使用？這樣是否能當 153 仟伏安使用？153 仟伏安是否能當 153 仟瓦時使用？（松江省 7—5，王羣祐答）

【答】 你處的發電機也許是 400 伏 Y 接的，因此需要 220 伏時，要改成△接，望檢查接法以免錯誤。220 伏的電經變壓器升高到 3300 伏以後，和高壓電機發出的電可同樣使用。153 仟伏安的發電機用 2 隻

100 仟伏安的變壓器，電機的容量不減少。153 仟伏安不能作 153 仟瓦使用，（除非負荷完全是電燈電熱），因為負荷的功率因數，通常只有 0.8 左右，153 仟伏安 $\times 0.8$ 只有 122 仟瓦。

- 6. 溫希納問：** 有一部 800 瓦的小交流機，發動機是燒汽油的。電機可以發出交流和直流。直流電經過線圈作點火用。此機用乾電池開動，開動後，取去乾電池，改用機身直流點火。不過取出乾電池後，發動機均勻地行經六七分鐘後，轉速便會自動降低，接着電樞的直流電壓更低，火花便更弱，那麼發電機也更轉得慢，卒至停車為止。這是什麼原因？有何法補救？（廣東 7—6，王羣祐答）

【答】 發電機的乾電池取去後，經過六七分鐘後，便由慢而停的原因，大概由於發電機磁場（及電阻）因溫度升高而增加電阻。因而激磁電流減小，發出的電壓降低，使火花減小且不能及時發生火花，發動機轉速便減低；轉速低後電壓更低，以至不能發火花。沒有火花，發動機便須停止了，設法減少磁場線圈的串接電阻或可補救此弊。

- 7. 王文源問：** 電氣講習班講義內載，發電機週率的變化不應超過 5%，而轉子強度試驗則在超過額定轉速 20% 時進行。這樣說來，如果轉子強度試驗良好，可否在超過額定轉速 20% 的情況下連續運轉？（山東羊角溝 3242，王羣祐答）

【答】 如果發電機的轉速增加 20%，則週率增加 20%，在電氣方面對發電機的影響不大，但機械方面是否能連續的長期的安全運轉，還有問題。發電機的週率增加後，電動機及其負荷的轉速均增加而且電動機的起動轉矩等顯著的減小，可能造成工作上的困難，在改變發電機的轉速時，這些問題必須充分考慮。

發電機週率的變化規定不超過 5%，是因為各項電氣設備在週率變化 5% 以內時還能正常運轉，而轉子強度試驗的目的是試驗轉子能否安全運轉，並不是說可以在超轉速時運轉對一切無妨礙。

- 8. 潘景卓問：** 有一隻直流發電機改的單相發電機，轉速 1800—2400 分轉，電壓 180—240 伏，想改為二相或三相應用，不知如何計算繞組？（湖南芷江 2661，王羣祐答）

【答】這一電動機的磁場線圈如係原來的，可不必更動。交流發電機的轉速與極數有關，四極的是 1500 或 1800 分轉，2 極的是 3000 或 3600 分轉，否則發出的電不能作電動機的電源。如需將發電機改為多相，可改成三相的。電樞線圈的計算見本刊七卷各期「交流發電機設計」的文章，但計算並不簡單，可用實地試驗的方法求得適當的線圈，求法如下：先將每一極的線圈分為三組，聯成三相的發電機，在正確轉速下，將磁場通入和原來相等的直流電壓，測量在此情況下發電機的電壓，（但必須注意空載或輕載時的電壓比滿載時高得多，如果在空載時測量電壓，可根據目前空載和重載時的電壓比，酌量減小量得的電壓，使符合滿載時的情況），再根據需要的電壓，將線圈匝數更動，（匝數和電壓成正比）。導線的截面，可在匝數確定後根據槽的截面決定。

9. 戴凱仁問：我處有一具 60 仟瓦 220 伏的三相發電機，負荷有一 30 馬力的電動機和電燈，在電動機開停時，電壓相差 50% 以上，我們想自己裝置自動調整電壓的設備，不知需要哪些東西？（蘇州 3241，王羣祐答）

【答】負荷變動時，電壓的變動除由於發電機的性能外，還由於引擎轉速不穩定，因此除調整激磁電流外，還須注意引擎轉速的自動調節裝置，關於發電機的自動調整電壓的設備，恐非你處所能自製，最簡單的方法是用一隻繼電器，當電壓升高到某一值時，繼電器即動作使一隻電鈴或指示燈通電發出警報，得以及時調整電壓。

三 並聯運用

10. 郭長義問：我廠有 50 週波，3 相，8 極，750 轉，3300 伏交流發電機一部，和 60 週波，3 相，4 極，1800 轉，240 伏交流發電機一部，為了使它負荷平均，使該 60 週波之發電機減至 1500 轉，達到 50 週波，用昇高變壓器昇至 3300 伏，是否能併車？（山東 7—4，王羣祐答）

【答】這兩只發電機是可以經過變壓器並聯使用的。這樣小的發電機

要保持週率及電壓穩定，恐怕難以做到，因此並聯時技術上恐有困難。

11. 王鶴樓問： 如何能夠使併列安全，並如何進行人工手動併列的演習？(唐山 3098, 許萃羣答)

【答】 併列時最重要的是要掌握下列三點：

- (1) 加入發電機的電壓與系統電壓相等。
- (2) 加入發電機的周率和系統周率相同。
- (3) 加入發電機電壓相位和系統電壓相位一致。

如不能掌握上列三點，系統上就會受到衝擊，但對於上列三點的掌握必須要有適當的經驗，因為人工操作的油開關動作不可能太快，所以在並列的時候，需要提前把操作線路合上，至於提前多少才能使恰在同步點合閘，就完全要靠經驗。

最安全的併列辦法是採用自動併列機，但此項設備目前採購不

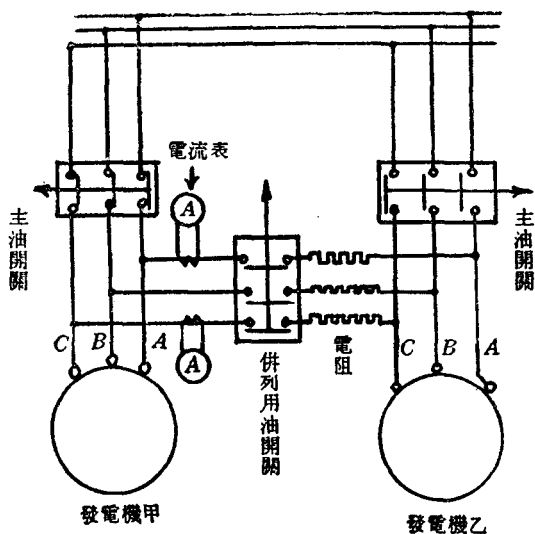


圖 2.1