

電壓調整器

壽俊良編譯

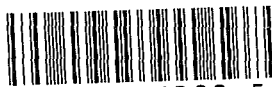


中國科學圖書儀器公司印行

電工技術叢書

電壓調整器

壽俊良編譯



3 0604 6280 5

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
交流發電機與電動機	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
保護背續器	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

448.293
182=3

凡 例

- (一)本叢書編譯之目的，係爲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，最爲適合；卽爲有志自修者，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)所編之教本爲依據，延聘專家，從事編譯；原書優點爲(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，最爲特色。
- (三)本叢書一面採用國外已見成效之書籍爲藍本，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，力爲發揮，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。凡名詞若為部頒所無者，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)本叢書為普及起見，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

在一個供電的區域裏，綫路是多麼錯綜複雜，尤其是規模大的發電系，輸電系，和配電系。有幹路還有支路，有長途和短途，有最簡單的單電路，也有最繁複的電網絡，有單方向和兩方向的供電，有總電站外加許多大小的分電站，有電燈，電熱，電力等負載的專綫和幾種負載混合的普通綫，其中電壓有高低幾級，電流有恆定和改變的，而且改變有慢性和急性的。所以供電是一樁很麻煩的事情，非特要隨時適應需要，並且使各方面都得到相當的滿意。這種問題不僅是要把綫路設計得妥善，更要有精確的調整器來擔任維持電壓穩定的工作。發電廠的規模愈大，供電的範圍愈廣泛，調整器的設備也愈多而愈講究，那是小規模的發電廠所不能在經濟能力下勝任的，而且是不值得的。

自從愛迪生發明電燈，建設起發電廠直到現代，綫路上的設備不知有多少改良，其中電壓調整器的進步最是神速。回想到從前電工幼稚時代的燈光閃閃跳動，乍明乍暗，比較現在燈光穩定，效率增高，足見電工界供獻之大了。

本書原作者Fred Von Heimbury為美國本薛凡尼亞電力電燈公司的工程師，對於交流線路的電壓調整，講得特別詳細。茲經編譯者加入第二章直流發電機調整器，第三章直流饋電線的電壓控制，第七章電網絡的調整器，第六章中也重寫一部份，

將全書分章立節，擴充資料，雖不能集調整器之大成，也可說是包羅大概了。

本書對於發電機調整器特別描寫詳盡，都佐以詳細接線圖而按分析法來解釋每種元件的作用，使讀者可感覺到相當興趣。又本書取材力求實用，所以對於調整器的調準方法如何維持適當，其他如用途等，亦有闡述。若使介紹於電廠電機服務人員，最有助益。至於大學讀過發電廠設備的學生，在他們教科書裏悟解得原理後，再去探求本書中的實際學識，更能瞭解透切。作者於編譯完竣後略誌數語，為讀者告。

本書脫稿後，承楊孝述先生校閱一過，多所指正，特此申謝。

壽俊良序 卅五年七月五日

目 錄

第一章 電壓調整	1
1.1 定義 優良電壓調整的需要 (用戶觀點): 1.2 滿意的照明 1.3—1.6 電壓不足的原因和結果 1.7 綜述 (電廠觀點): 1.8 實 電增加 1.9 變壓器的損失 電壓調整不良的原因: 1.10 負載特 性 1.11 發電機和變壓器的特性 1.12 輸電綫路內的電壓降	
第二章 直流發電機調整器	7
2.1 總言 2.2 特瑞式調整器 2.3—2.4 高速振動式調整器 2.5 —2.8 反電動勢調整器 2.9—2.13 曳雷調整器	
第三章 蓄電池組和直流饋電綫的電壓控制	18
3.1 蓄電池組的利用 3.2 末端電池法 3.3 炭片疊控制法 3.4 浮置電池組 3.5 自動炭片疊式調整器 3.6 用串聯昇壓機控制 饋電綫的電壓	
第四章 交流發電機調整器	23
4.1 分類 4.2 控制方式 振動式: 4.3 概說 4.4—4.5 詳述 變 阻器式: 4.6 概說 4.7 主要部分 4.8 主控機件 4.9 反向接觸 器開關 4.10 電動機轉動的變阻器 4.11—4.15 電路 1.16 直 流控制磁鐵的作用 閘程式: 4.17 概論 4.18 調整器的部分 4.19 控制機件 4.20 控制線卷的作用 4.21—4.22 替續器 急 應式: 4.23 引言 4.24 特徵 4.25—4.27 構造 4.28—4.31 運用 4.32 調準 4.33—4.34 複合	

第五章 交流輸電綫的電壓控制.....5E

5.1 論長短途輸電綫的電壓控制法 5.2 同步機的特性 超閾程
式調整器:5.3 概說 5.4—5.8超閾程調整器的作用 5.9 限制開
關 5.10 手控開關 5.11 倒用替接器 5.12 電抗器 5.13 制止
獵覓的機件

第六章 交流配電系的饋電綫調整器.....63.

概說:6.1 用途 6.2 式樣 感應式:6.3—6.5 單相應應調整器
6.6 多相應應調整器 6.7 效能 6.8—6.12 控制方式 開關式:
6.13 構造 6.14 手控式 6.15—6.16 自動控制 最低級電壓饋
電綫的調整器:6.17 必要條件 6.18 構造原理 饋電綫調整器
的應用:6.19

第七章 電網絡系調整器.....80.

7.1 電網絡系調整器的需要 7.2 種類 同步機調整器:7.3 優點
7.4 遺憾 調換分接頭的變壓器:7.5 概況 7.6 斷路調換分接設
備 7.7 通路調換分接法 單電路變壓器的分接調換:7.8 佈置
和運用 7.9 運用的機械 7.10 電抗器 7.11—7.12調整變壓器
和昇壓變壓器的聯合應用 7.13 感應調整器的利用 7.14—
7.15 無分接電抗器法的設備和運用 雙電路變壓器的分接調
換:7.16 佈置 7.17 運用 調整變壓器的用途:7.18 目的 7.19
優點 7.20 遺憾

問題.....9E

電壓調整器

第一章

電壓調整

1.1 定義 在一個線路中每個電器上的電壓能維持不變時，這個電路的電壓調整(Voltage regulation)就算盡善盡美。不必所有的電器上的電壓相等，只要任何一電器上的電壓不變就算了。這種完美的電壓調整只是一種理想而已，實際上做不到。通常頂多只能維持電壓的變動在額定電壓的百分之一或二，這就可叫做優良調整了。

優良電壓調整的需要，用戶的觀點

1.2 滿意的照明 電壓調整優良，無論對電廠或是對用戶都是有益的。要想照明達於滿意的程度，電壓調整一定要好。因為雖然電壓下降很微，已經足以使燈光變暗。而且電壓變動急促的話，燈光就要閃爍(flicker)，比燈光不足還要討厭。太高的電壓減低燈泡和電熱器的壽命，在其他方面也是有弊無利的。

1.3 電壓不足的原因和結果 電燈的電壓不足有三種原因，各有不同的補救辦法。(一)電廠發出的電壓不足，(二)燈泡上標



稱的電壓比電路電壓高，(三)從用戶的瓦時計到燈頭之間的電壓降太大。燈點著時，燈頭上的電壓比瓦時計所在處電壓小，所差的就是瓦時計接到燈的電線內的電壓降。

在任何裝置之中，如果路線內的電壓降太大，那麼線路上電燈開得最多的時候，一切電燈所接受的電壓都小於正常電壓。換句話說，最需要電燈的時候，電燈所放的光最暗。如果只開幾個燈的話，路線內的電壓降也減小，因此燈上受到的電壓高而發光也亮。這種情形由圖 1.1 中畫出，後面還要說明。從用戶方面

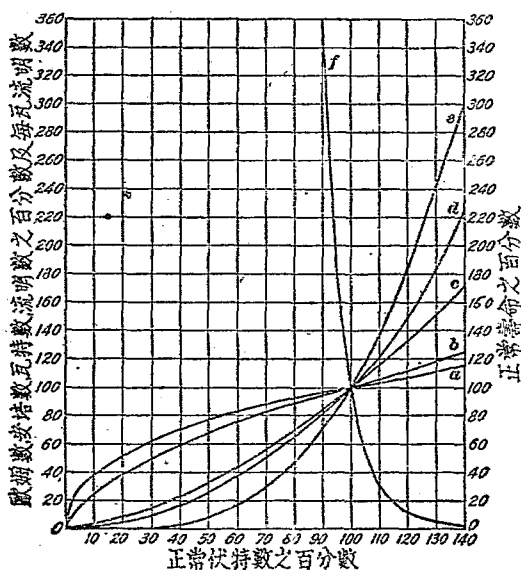


圖 1.1 關於電燈的特性曲線

看來，有兩點最重要。一是電燈上所受到的平均電壓應該和燈泡所需要的電壓相等，再一點就是電壓的變動必須很小，免得燈光明暗無定。

現在舉例說明電壓不足對於電能耗費和發光的關係。假定一個 115 伏的燈泡

用在 105 伏電路上。如果這電壓的不足是由於電廠發出的電壓低的話，那麼這個燈泡所費的能要省百分之 13，而發出的光也比在正常電壓時少百分之 26。如果電壓不足完全由於路線裏電壓降太大，那麼電計上記下來所費的電能只省了百分之 5。在這種情形下，如果所用的電加多百分之 5，發光可多百分之 35。在不足的電壓下點燈，用戶所付電費比用正常電壓點燈來得少。然而所得到的光還不值他所付的電費。如果電壓正常的話，同樣電費可得到更多的光。

1.4 圖 1.1 中的曲線表明電壓調整不良對於燈泡的影響。這些曲線並不是單指許多燈裏的一個，而是表明一般情形的。 a 是燈泡的電阻， b 是燈泡所耗的電流， c 是瓦特數， d 是每瓦特所放的光的流明數 (lumens)， e 是燈光流明的數， f 是燈的壽命。這些都和燈泡受到的電壓有關，所以曲線都是照正常伏特數之百分數畫出來的。

照圖上看起來，如果電壓只有正常伏特數的百分之 93，那麼所放的光只有正常值的百分之 80 (圖 e)；而在電壓為正常值的百分之 105 時，燈光是正常值的百分之 120。由曲線 c 可見，電燈所費的電依電壓的增減而增減。曲線 d 表明每瓦特所放的光量在電壓低於正常值時減少而隨電壓之加增而增加。燈的壽命在電壓不足時來得長，電壓過高就要縮短，這可從曲線 f 上看出。例如在正常電壓百分之 95 時，燈的壽命要增到正常電壓下壽命的百分之 180，而在百分之 150 正常電壓時，壽命減去百

分之 50。

1.5 用戶不但應該用正常電壓的燈泡，而且用線也要注意使瓦時計至燈頭間的電壓降不超過 2 至 3 伏。路線用得細，雖然可載正常電流而不被燒壞，但其電阻所引起的電壓降也許太大。兩根 14 號皮線可以載 15 安培的電流而不致過熱，然而如果長過 25 呎的話，15 安培所生的電壓降就不止 2 伏特了。如果要通 15 安培的電流到 100 呎遠的負載，而電壓降只許有 2 伏，就應該用兩根 8 號線。

1.6 不良電壓調整的另一種結果，就是電熱器（電熨斗，電爐煮水器等）不能發出充分的熱。還有一種結果就是電動機的工作不能滿意。因為電動機的額量，速度和始動轉矩 (Starting torque) 都和電壓有關。如果要電動機速度不變的話，電一定要穩定。然而通常即使電壓稍些改變，所引起速度上的小出入不足為病。

1.7 總述 依用戶看來，電壓調整不良的結果總計有下列四種：(一)電壓不足則燈光不亮，用電也不經濟；(二)電壓過高，燈泡壽命縮短；(三)電熱器發熱不足；(四)有時電動機的工作不能令人滿意。

電 廠 觀 點

1.8 售電增加 在電廠方面看來，電壓調整必須良好，一則可以按負載發出一定電能，二來售電也可增加。顯而易見的，

如果用戶滿意的話，一定添置種種電器，電能銷路必可激增。在另一方面說來，調整不良以致工作不滿意，一定會減少銷路；同時，每個用戶所用的電比正常值少，也是電廠銷路上的損失。

1.9 變壓器的損失 變壓器內各種損失是與電壓的平方成正比。如果一個大規模綫路裏有許多變壓器，電壓過高所致的損失比正常值時大得多。這種損失頗值得考慮，因為負載低時，電壓往往超出正常值，電廠收入既少而損失却增多，不經濟得很。

電壓調整不良的原因

1.10 負載特性 電壓調整不良，最主要的原因是負載不穩定。負載不穩定使發電機的速度和電壓都受到影響，此外還要影響到輸電時電壓的損失。原動機（引擎，蒸汽輪機或者水輪機等）的速度調整所以很是重要。因為原動機的速度倘使改變而發電機的磁場不變，那麼它的電壓隨著改變，兩者的改變成正比。新式機器上都有自動節速器來調整速度。

1.11 發電機和變壓器的特性 無論原動機的速度調整是如何的好，如果發電機本身調整得不好，那麼遇到負載變動時，它所發出的電壓仍不穩定。除非發電機設計得好而且調整得好，即使原動機速度不變，負載改變時發電機的電壓也隨着改變的。

發電機和變壓器的電壓永遠有改變的趨勢。一方面固然由於負載的特性，而它們本身的設計也有關係。交流發電機的固有調整 (inherent regulation)，載着無感負載時比載着有感負

載的時候要好得多。平常用的電燈就是一種無感的負載，而電動機是有感的負載。發電機和變壓器的電壓調整和它們的繞組 (Winding) 的電阻和電抗有關係。裝發電機和變壓器時，應該慎重選擇，可以幫助得到良好的電壓調整。

1.12 輸電線路內的電壓降 交流發電機在機身出綫處也許電壓調整很好，然而在遠處電燈燈頭上的電壓就大不穩定，這是因為配電綫路內有電壓降的緣故。電壓降低多少和電流成正比。因此，如果幾根饋電綫載着不同性質的負載，它們之中的電流當然也就不同，要想燈光充足而且穩定，一定要個別調整每個綫路的電壓。

饋電綫上電廠方 (Station end) 的電壓應該比電燈方所需的電壓高，高得足以補償從電廠到電燈這段綫路裏的電壓降。電燈全開的時候，電壓降最大，所以那時饋電綫電廠端的電壓一定也要最高。

第二章

直流發電機調整器

2.1 總言 直流發電機的固有調整是很好的，尤其是複激發電機的電壓調整是交流發電機根本比不上的，原因是直流發電機的額量較小而輸出距離不廣，並不像交流發電機必需注重到限制捷路電流(Short-circuit Current)方面和穩定方面而設計。論到綫路的調整，因為沒有電抗和電容作用，所以很是簡單，有時全憑發電機調整器(Generator regulator)來保持負載電壓於恆定值；負載變動較為廣泛的綫路像市區電車的直流饋電綫，那是特殊情形，因為電壓調整是根本很壞，所以往往採用串聯發電機，亦即串聯昇壓機(Series booster)來補救，使每個饋電綫各自調節它遠處盡端的電壓。

直流發電機的調整器普通所用者有下列三種：(一)特瑞式(Tirrill type)，(二)反電動勢式(Counter-Emf. type)，(三)叟雷式(Thury type)。其實還有第四種叫做直接作用式(direct-acting type)，這式用者不多，並且亦有交流用的一種，將在下一章裏說明，用直流的與此大體相同，僅僅是換去電動部分而代以直流的電動部分，所以這裏只提及名稱，不加詳細說明了。現在把上述的三種普通式樣的內容分別敘述在下面。

2.2 特瑞式調整器 這是一種標準振動式調整器 (vibrating type regulator)。圖 2.1 示這式樣的基本電路,不過電阻不在其內 (下節另有說明)。 E 是主控制磁鐵 (control magnet),

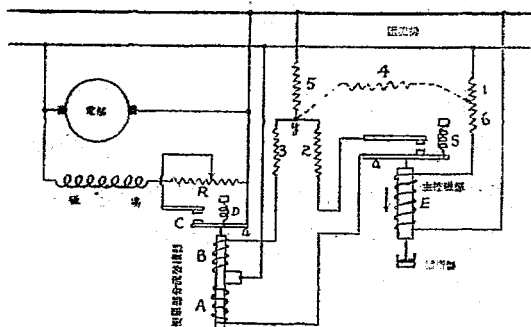


圖 2.1 直流標準振動式調整器特瑞式調整器

其線卷是和外電阻 1 和 6 串聯,接到匯流排 (bus-bars) 上,被激時,反抗着彈簧 S

而拉下它的鐵心。另有一個替續器 (relay) AB , 尋常稱為變阻器分流替續器 (rheostat shunting relay), 線卷 A 和 B 繞成有差作用 (differential action) 的, 可從圖中看見線卷 B 是恆定地被激, 而線卷 A 要等到主接觸 M (在 E 之上) 閉合時才被激。當兩個線卷同時被激的時候, 它們的磁作用抵消, 接觸 C 就被彈簧 D 拉上而閉合。差作用替續器的用途是要省却主接觸劇烈地發生電花 (Spark)。

倘使電壓升高, 通過線卷 E 裏的電流也增加, 於是拉下鐵心把主接觸 M 分開, 因此線卷 A 失去磁激, 祇有線卷 B 照常受激, 所以 B 就拉下鐵心使接觸 C 分開, 把變阻器 R 的捷路拆除。結果是發電機的場電流減少, 匯流排上電壓隨着降低。等到電

壓降低到相當數值時，線卷 B 的拉力足夠被彈簧 S 克服，主接觸 M 閉合，這時候線卷 A 受激，抵消了線卷 B 的磁通，彈簧 C 重行閉合起來，再捷接變阻器的一部分電阻，磁場電流立即增加起來提高匯流排電壓。這樣的循序重復再演下去，動作是非常迅速。所以電壓的變動是一些也感覺不到。爲了抑止這裏槓桿系的自然振動，磁鐵 E 下面還連着一個緩衝壺 (dashpot)。

要是發電機額量小的話，輔助的替續器不妨省去，靠主接觸直接去捷接變阻器 R 。但是有一點要說明的，主接觸的工作能力是有限的，在磁場電流十分大的時候，那替續器還是需要的。

2.3 高速振動式調整器 中型直流電機的磁場不能立刻響應着普通振動式調整器裏替續器的振動，所以綫路上電燈往往發生閃爍 (flicker)。原因是由於主接觸運用前，匯流排電壓必先變動。這種不愜意的特徵用了高速度振動的調整器才能免除。怎樣辦到呢？方法是只需在外電阻器一部分接上一個電阻 4 和主控線卷及替續器串聯，像圖 2.1 所示。

2.4 分析調整器的作用，我們可以看到線卷 B 是經常電激的，線卷 A 因爲主接觸 M 的閉合而被激時產生反向磁通，把磁鐵去磁化。在這佈置中，串聯於線卷 E 的外電阻 1—6 有一分接頭引出，經過電阻 4 而接在另一組外電阻的交接點 y 上。因此，當接觸 M 開着的時候，電阻 3 和 1 並聯相接。但等到接觸閉合，電阻 1, 2, 和 3 成並聯了。這樣的變換接法就使電阻 1 上的電壓降減低，線卷 E 中隨着有更大的電流通過，把接觸吸開。但是接

觸一經分開，電阻 1 和 3 又並聯相接，因此電阻 1 上的電壓降增高而線卷 *B* 中的電流減少，結果是接觸再被彈簧閉合。從上面的作用看來，插入電阻 4 後產生了更高速度的振動，並且使調整器的振動對於匯流排電壓變動與否沒有關係，也就是說，並不靠匯流排電壓先有變動才作用到調整器的振動。

2.5 反電動勢式調整器 在上面所說普通的特瑞調整器中，主接觸只在綫路電壓稍高或稍低於正常的時候開關。這樣的動作，產生極不合意的電壓閃爍，對於燈光影響更大。因是之故，另一種改良的調整器叫做反電動勢式接着創造了。它的構造不過在發電機的磁場線路中接入一個小小電動機，這電動機的反電動勢能自動改變，因為它的電樞是串聯着的，就可調整經過磁場繞組的電流。請參看圖 2.2 中的接線圖，主控制磁鐵 *M* 和電動機

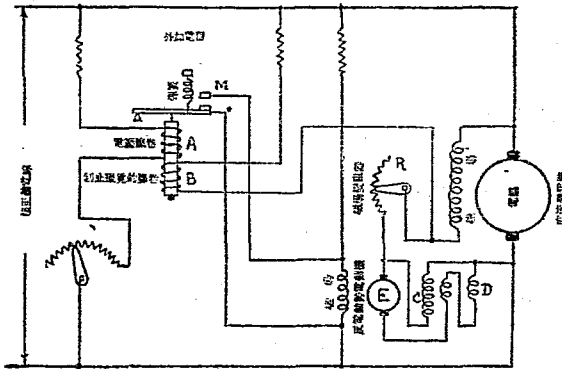


圖 2.2 反電動勢式調整器

磁場繞組 *F* 都是經過外電阻而接到匯流排上接受激磁電流。主接觸跨接在磁場繞組的兩端，所以當它閉合的時候，磁場就被

接。如果用了較大的反電動勢電動機，電路中往往插入一隻輔

助替續器，使主接觸不致載着過大的電流。佈置是這樣的，使替續器接觸並不把磁場繞組捷接，但把它的電路斷開。

反電動勢電動機設有一渦流掣動器 (eddy-current brake) 或一風扇(圖中未示)。渦流掣動器是一個轉動在強磁場內的低電阻金屬圓片，這磁場是由發電機的磁場電流所作用的磁鐵 C 產生的。掣動器或風扇的用處是阻止電動機轉動過速，因此能得到更穩定的運用。

2.6 運用的順序 (Sequence) 是這樣的，在調整器沒有作用的時候，假定主接觸是校準在 250 伏才分離，電動機的磁場變阻器 R 調節得使電壓稍高於正常值。然後把反電動勢電動機和發電機串聯，電動機就開始轉到極高的速率，同時相當高的電壓已使主接觸分開而接入全部磁場繞組。因之電動機所產生的反電動勢就反抗着發電機的磁場電流，發電機的電壓立刻隨着降低。如果電壓降低，主接觸就會閉合，使電動機磁場捷接而減低反電動勢，發電機電壓復隨着增高。接觸的動作是這樣地快，使反電動勢電動機維持着平均激磁而隨時跟着負載的變動和發電機速度的變動而響應。

2.7 為免除獵覓 (hunting) 與得到極快的接觸作用起見，控制磁鐵上除了主繞組 A 外，又裝設了一個附加繞阻 B ，叫做反獵覓繞阻 (anti-hunting winding)。它的一端和外電阻串聯接到匯流排，另一端接到發電機的磁場的磁場繞阻，所以也就是跨接於發電機的磁場繞組上。當主接觸開着時，反獵覓繞組反抗

主繞組，使接觸很快地閉合起來，不使反電動勢增加。

2.8 電動機的掣動效果可調節幾只螺旋來改變，這螺旋是穿過對着每塊磁鐵的磁環 (magnet ring)，目的在改變氣隙 (airgap)。減小了氣隙就是增加掣動效果，增大即反是。手續是這樣，先調節有分激線卷 C 的磁鐵的氣隙，使電動機增高速率到用發電機最小磁場電流得到最大反電動勢。然後調節有串聯線卷 D 的磁鐵空隙，使在發電機最大磁場電流時電動機產生最大反電動勢。用掣動器因為可以調節，所以比較用風扇要靈活得多。

2.9 曳雷調整器 曳雷調整器不少在歐洲應用。在這種調整中，發電機磁場變阻器用一具小型電動機來控制，發電機的電壓可以隨便改變在廣泛範圍。其實這一套裝置何異於電運用的機

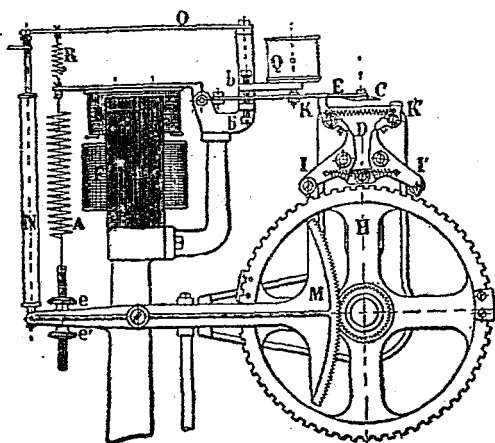


圖 2.3 直流曳雷式調整器

械式替續器，有一只所謂電磁天平 (electromagnetic balance) 能從搖轉臂 (rocking arm) 傳遞一個順時針向或和時針向相反的旋轉動作到調整開關上去，剛才說起的電動機

就是驅使着搖轉臂動作的。

圖 2.3 所示是屬於交流電式，它有一個電磁鐵 F ，另有一個可移動的錄卷 B 附在天平的槓桿上，槓桿支住在中點，一端帶有調節彈簧 A 及補償彈簧 (Compensating spring) R ，另一端是一個鍛鐵製的步擋 (Step Stop) C 。錄卷 F 和 B 中如有電流通過，可移動的一個就被舉向上。

爲免除頻率的不規則變動起見，在磁鐵錄卷綫路中加了一個無感電阻，槓桿 E 上接連着一個緩衝壺，用來阻抑由電流產生的振盪。

2.10 搖轉動作是由於電動機驅動的一個軸上偏心輪 (eccentric) 產生，從搖轉的動作上可以得到運用調整開關的力量。搖轉臂 D 上裝有撥杆 (tappets) K, K' 和掣扣 (pawl) I, I' ，因此電磁天平可利用搖轉臂的振盪使齒輪 H 動作，齒輪是齧合於調整器的。

這組器械直接或經過傳遞齒輪，間接驅動一開關臂，沿着一個轉盤上的一排接觸進行，接觸中間接着適當的電阻。這樣才把電機的激磁調整適當。

當正常電流通過電磁鐵錄卷和串聯的可動錄卷時，後者和步擋 C 都在居中位置，天平也在磁力和彈簧力相稱狀態下平衡。如果電流增加，可動錄卷就被磁力舉起，抵抗彈簧的拉力，最後靜止在較高的位置，而步擋 C 停在較低的位置。反過來說，如果電流強度減弱，彈簧 A 拉可動錄卷到較低的位置，並使 C 舉到

較高的位置。槓桿的動作可用調節的一組螺旋來限制的。

搖轉臂由於電動機驅動的偏心動作，發出一方向或另一方向的一次衝動或一連串衝動到齒輪 H 上。在正常情形下，兩個掣扣 I, I' 都被舉起，不與齒輪 H 接觸。假如有一只掣扣釋放了，它就跌到輪齒間的空隙中，搖轉臂如再動作，齒輪就被推過一齒。

當電流正常時，搖轉臂上的撥杆 KK' 完全不與步擋 C 碰到。但如果電流增加，步擋 C 落下，剛巧和 K' 碰着， K' 受到打擊之後就釋放掣扣 I' ，於是搖轉臂在下一搖轉時可使輪子旋過一齒。當搖轉臂搖到一邊而復回時，掣扣被一固定的釘所舉起（這釘是固定在兩掣扣間所連彈簧的下面）。如果這時電流仍舊超出某值使步擋落下，那末下次搖轉會使齒輪 H 再動作，這樣繼續下去直到調整完成為止。

齒輪的旋動是用固定於輪邊的一個夾子來限制的，當裝置在掣扣上的滾輪(roller)和夾子碰着的時候，夾子就啣住起來阻止輪子再行推進。

假如不需要調整器工作而要停止它，只須停止掣扣的搖動或移動螺旋 b 和 b' 前面固定在調整器架上的一只小小支叉(pivot fork)，因為這叉是支持槓桿 E 在居中位置的。

2.11 這種調整器對於無感電路，電池及電燈饋電綫最為適用。如果調整的電路是有感的，改正的機械必需裝置以免產生可能的獵覓(hunting)。方法是這樣的，調整開關的動作由有齒

的扇形輪 M (見圖) 轉到電磁天平上時, 扇形輪 M 使另一支於樞軸的槓桿發生動作, 這槓桿之一端向上連到平條彈簧 O 上, 所以當開關每次動作時, 彈簧有反抗天平動得再遠的趨勢。

調整器向某一方向或相反方向動作時, 平條彈簧 O 被拉彎或釋放。當拉彎的時候, 補償彈簧 R 放鬆, 使彈簧 A 在天平上施着更大的力量, 拉回天平至平衡的位置。釋放的效應恰是相反。結果是這樣, 使無論何時調整器動作管理天平的情形改良了, 也就制止超越所需以外的行動而免除獵覓。平條彈簧 O 的一端並不直接連到扇形輪 M (亦即下面槓桿部分) 而是經過一長形的緩衝壺 N , 這樣裝置是使平條彈簧在彎曲後慢慢地恢復到正常的位置。緩衝壺的上部有小孔, 可以調節使壺裏油的流動相當快慢去阻碍活塞的行動。

2.12 搖轉臂每分鐘約搖轉 150 次, 因此在 0.4 秒內可旋動齒輪 H 經過一個齒位。調整開關的接觸片數像用手運用的一樣多。普通需要 40 片接觸, 這些接觸分佈在 240° 角內, 所以開關臂轉過整個範程需要十六分鐘。

調整器的靈敏程度僅為變阻器的分節 (Subdivision) 所限制。靈敏度的大小依彈簧 A 和 B 的彈性而定。如果要使靈敏度增大, 只要增加 A 的匝數, 減少匝數結果是相反。

雙雷調整器有很精確的調整, 和施加的力量無關。這種調整完全是機械動作, 和上面講過的特瑞調整器所用電接觸完全不同。

2.13 調整器能夠有以下各種用法，維持一個電系中電壓不變。

(1) 改變激磁電路中電阻，使發電機的電壓達到能供給激磁電流的程度。

(2) 提高或降低中央電廠的電壓，以補償饋電綫中的電壓降。

(3) 保持電動機發電機組的電壓不變，不論電源電壓怎樣改變。

(4) 改變交流變壓器的變壓率。

(5) 保持蓄電池組昇壓器(battery booster)電路中的電壓不變。

(6) 保持電弧，電燈或串聯電動機電路中恆定電流。

圖 2.4 示用於直流電路中曳雷調整器的接線圖。電阻 RA 用來引收調整系統中過高電壓。磁鐵線卷 F 和可動線卷 B 是串聯接到發電機兩根端線上。

要是配電綫負載端需要調整的話，那末磁鐵線卷可用領示線(pilot wire)接到負載端而供給電流。倘使發電機離開配電中心太遠，領示線費用過鉅，這方法不能採用，可用一個特製的線卷足夠補償饋電綫的電壓降，這個附加的線卷是設置在磁鐵的反方向，主饋電綫上分流電阻的兩端。當負載增加的時候，這附加的線卷反抗電磁鐵磁場亦增大，因此可動線卷要舉起天平槓桿時需要更高的電壓。

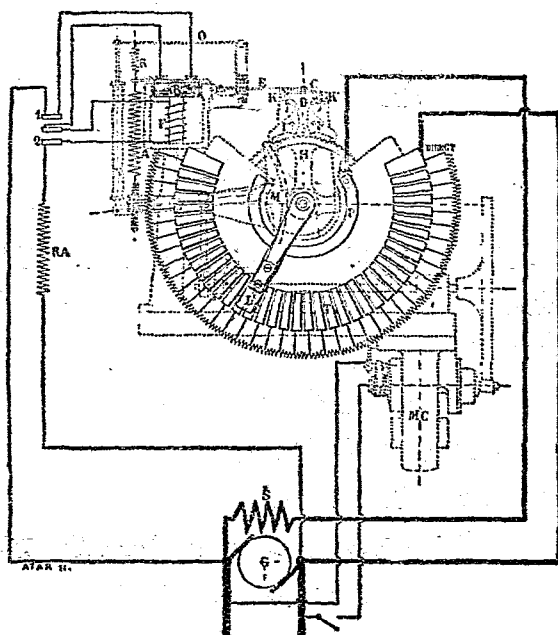


圖 2.4 曳雷式調整器的敷線圖

如果欲維持任何負載時之電流不變，調整器的磁鐵線卷必須接在主電路中或是用一適當的分流電阻。

如果一個電系除供給電車外，還要供給小城市的電燈，曳雷調整器可接上電動機發電機組之後而應用；這樣接法有二種功用：(一)降低電壓到 110 或 220 伏，(二)免除電壓跳動時所產生的速度變動。

第三章

蓄電池組和直流饋電綫的 電壓控制

3.1 蓄電池組的利用 蓄電池用在直流饋電綫路上有下列幾種功用：

- (1) 調整電廠的電能輸出
- (2) 補償綫路上的損失
- (3) 作電廠臨時停頓時的後備
- (4) 平衡三線制的兩邊電壓

上述幾種功用可以利用到一部分或全部分，亦可在中央電廠，分電站，綫路中間地段，或者同時在幾處施行這幾項功用。蓄電池的這樣服務不僅是在電燈綫路，並且可在電車和電動機綫路上。

每只電池單位當接在無載的電路上時有 2.08 伏，這電壓稱做『浮置電壓』(floating voltage)，因為那時電池既不充電又不放電。一組電池在綫路上祇有外施電壓和浮置電壓不同時才需用電流或放出電流。

電池組的運用如要沒有劇烈的負載變動，或絕對不容許變動，以及精確的平衡，和急應者情形不同。在這樣的運用非用輔助

的電器來調整它充電和放電不可。這種電器有用手來管理的，也有自動的。前者僅適用於短時間的調整，用於供給電燈的系制更是適宜。最尋常的調整法是用“末端電池” (end-cells)，另一簡單方法是用“炭片疊”(Carbon pile)。講到自動的調整那麼必定要用昇壓機(booster)，這昇壓機的目的是發出額外的綫電壓足夠去克服電池的反電動勢。現在把每種方法說明在下面幾節。

3.2 末端電池法 所謂末端電池是設置在綫路盡端的一組電池，包括幾只電池(見圖 3.1)，可以一步一步的串聯到主電池

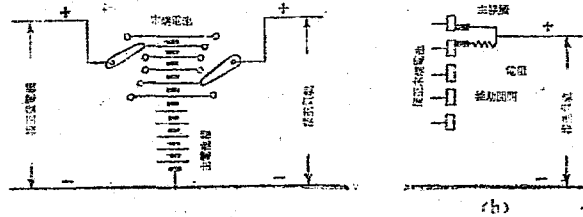


圖 3.1 末端電池控制：(a)用晷式開關，(b)用直線滑動式開關

組上去，補償放電時候的電壓降。所需的負載端電壓就靠一個複點接觸器開關增減電池數來維持。這組電池祇得在負載低的時候才充電。開關必須留心設計，勿要使電池發生捷路的弊病，也不致偶然的斷接。有時這開關做成晷式(dial type, 像圖 3.1a 所示)，或直線滑動式 (Straight-line slide type, 像圖 3.1b 所示)，它們裝在司路屏(Switch-board)上手或電動機來運用。

3.3 炭片疊控制法 炭片疊是用炭片積疊起來做成的一個變阻器，它的整個電阻靠炭片接觸面的壓力而改變的。這電阻器

和主電池組接成串聯，改變電阻就是改變充電的電壓，也改變了綫端電壓。

3.4 浮置電池組 (floating battery) 蓄電池組有時用來平定負載的驟然變動。這電池組接在電廠端，它的電壓必須在電廠載着平均負載時恰巧等於匯流排的電壓，於是它就沒有電流往來，僅僅是浮在綫路上。當負載突然來時，匯流排電壓降低，電池組立即放電，幫助着電機去供給電流。拿另一方面來說，倘使負載降低，匯流排電壓就增高，使電池組充電。依一般情形論，可惜匯流排電壓未必足夠改變得使電池組十足響應着負載的改變。實際上，若電車發電機是用過複激 (Over-compounding)，會有反向作用發生。下節欲講起一種用昇壓機方法使電池組在適當時間時舉行充電和放電工作。

3.5 自動炭片疊式調整器 (Automatic carbon-pile type regulator) 圖 3.2 示炭片疊調整器的接線圖。炭片疊的構造，

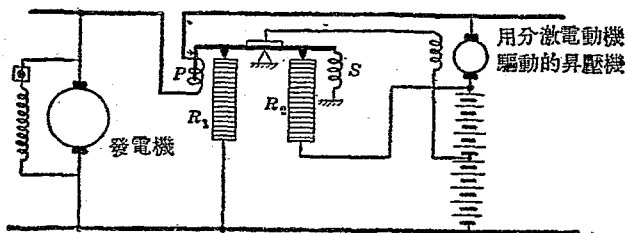


圖 3.2 炭片疊調整器

上面已經講過，不過在這裏是自動改變它的壓力來改變電阻。從圖中可看見有兩組炭片疊 R_1 和 R_2 ，所接成的電路簡直像一個

惠斯通電橋(Wheastone bridge),不過以昇壓機的分激磁場繞組代替電流計(galvanometer)罷了。這裏的電池組是和一只電動機驅動的昇壓機串聯而接到匯流排。倘使兩組炭片疊的電阻相等,那末昇壓機的磁場是接在電壓相等的兩點,磁場電流等於零,昇壓機電樞就沒有電壓感應。然而負載一經增加,螺線卷 P 便拉着它的鐵杵向下,使槓桿側到一邊,那時候 R_1 受壓而增加電阻, R_2 被放鬆而減低電阻。在這樣不平衡情形下,昇壓機的磁場兩端不會再有相等電壓,因之有電流通過磁場,使昇壓機發生電壓,這電壓的極性恰好讓電池組放電。這電壓的數值可以用彈簧 S 來調節定當。

為欲減低通過 R_1R_2 和電池組的電流起見,往往外加用一只居中激磁機(intermediate exciter)來改變昇壓機的激磁量。這中間激磁機的接法也像圖 3.2 中所示一樣。

3.6 用串聯昇壓機控制饋電綫的電壓 串聯昇壓機也就是串激發電機,如果和綫路的線串聯接着,用一只電動機來驅動,可以隨便控制電壓。這樣的接法是像圖 3.3 (a) 所示。如果某一饋電綫上電壓降太大,尤其在最高負載時,用串聯昇壓機調整電壓要比增加銅線截面的辦法來得經濟。拿一般電車饋電綫來說,鐵軌當作回路時,電壓調整那裏會好,所以用這方法控制盡端電壓最是普通。

這串聯昇壓機是運用磁化曲線(magnetization curve)上的直線部分,這樣可使電樞感得的電壓和通過的電流成正比。同

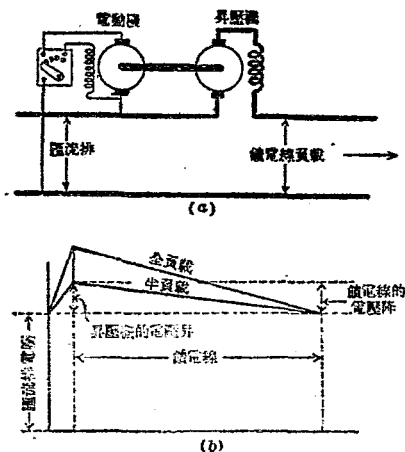


圖 3.3 用串聯昇壓機控制電壓
(a)接線圖 (b)電壓曲線

樣地，饋電線上電壓降也和負載電流成正比。倘然調節得當，這昇壓機的電樞電壓可以常等於饋電線的電壓降，所以負載端的電壓可以保持不變。(見圖 3.3 b 所示的曲線)。

昇壓機所用的原動機是一只分激的電動機，從正負兩根匯流排間接着而取用電力。假使把電動機

的電源隔離，昇壓機就會作反效運行，成為串激電動機。那時候因為沒有相當機械負載帶動着，幾乎欲轉到無限大的速度，這是多麼危險。所以這種昇壓機應該有防範速率太高的設備，使速率超過某限度時會自動地把昇壓機掙接或脫離線路。

第四章

交流發電機調整器

4.1 分類 交流發電機調整器 (alternator regulator) 調節磁場強度來改變發電機的電壓。調節磁場強度有三種辦法：第一是把激磁機的磁場變阻器外加一捷路，時開時合這捷路就等於把變阻器時而劃入時而劃出磁場綫路。振動式 (vibrating type) 調整器用這個辦法。第二種辦法是改變發電機磁場綫路中的電阻，變阻器式 (rheostatic type) 調整器用此法。第三種是改變激磁機磁場變阻器的電阻，使它時大時小。用這種辦法的是急應式 (Quick-response type)，也稱做直接作用式 (direct-acting type) 調整器。此外還有濶程 (broad-range) 式和超濶程 (extended broad-range) 式調整器，不像上列三種那麼容易分別。本章把上面所說三種和濶程的一種依次申述，至於超濶程調整器是專門用於電容機來控制輸電綫電壓而創造，所以將在下章裏講述。

4.2 控制方式 交流機調整器可裝成手控制或自動控制，如果電壓的改變很慢很小（譬如像供給電燈的發電機的電壓就是這樣），手控已經能夠應付。手控調整的成績，要看調準的範圍如何，而且是否時常調準，還要看管理人是否忠實而敏捷從事。如

果電壓變動很快很大，非用自動控制不可，像供給電動機所用電力的發電機就有改變得既快且大的電壓。

用手來控制交流機調整器，無非是轉動磁場變阻器而已。交流機調整器的自動控制有三種方式：（一）用接觸伏特計（contact-making voltmeter）和替續器接觸來斷或通磁場變阻器的捷路，此法用於振動式調整器；（二）控制一個電動機使它轉動交流機的磁場變阻器，用於變阻器式調整器；（三）用電磁鐵來劃入劃出激磁機變阻器的電阻，急應式調整器就是用這種方式控制。

振 動 式

4.3 概說 振動式調整器常用在10,000 仟伏安以上的發電機，這些發電機的激磁機的速度都相當高。它的作用是斷或通一個調和磁場變阻器並聯的捷接電路。這種調整器最出名的是特瑞整器（Tirril regulator），圖4.1就是交流電路中裝特瑞調整器的情形。此處用的所謂接觸伏特計包含直流控制磁鐵 a 和交流控制磁鐵 b ， a 吸槓桿 c ， b 吸槓桿 d ， cd 上有主觸點。 a 的吸力看激磁機電壓的高低，激磁機電壓降低， a 的鐵心就被彈簧向上拉起，到主接觸閉合時為止。

4.4 詳述 主接觸也叫浮接觸（floating contact），因為它們閉合的位置沒有一定，隨發電機的負載而改變。交流控制磁鐵 b ，就是用來自動改變主接觸的閉合位置的。線卷 e 的磁力，依發電機電壓而變。 e 的磁力推 b 的鐵心向上，這樣 d 上所帶的主觸

點被衡重體拉下來。線卷 f 的磁力，和發電機電流有關。 f 的磁力往下拉 b 的鐵心， d 上的主觸點因而上抬。所以發電機的電流越大而電壓越低，主接觸的閉合點升高，而直流控制磁鐵 a 所需閉合主接觸的力量也可減少。 g 上有許多分接頭，改換接觸就可調節 e 和 f 力量的大小；並可依發電機和負載間的距離，以及負載所需要的電壓來定發電機的電壓，維持其高低。

主接觸所控制的線路，通過替續器磁鐵 h 的一個線卷(2)，不是來通或斷磁場變阻器的捷路的；這是因為主接觸太精巧的緣故。如果 h 上只有線卷(1)受到激勵，它的磁力把替續器接觸

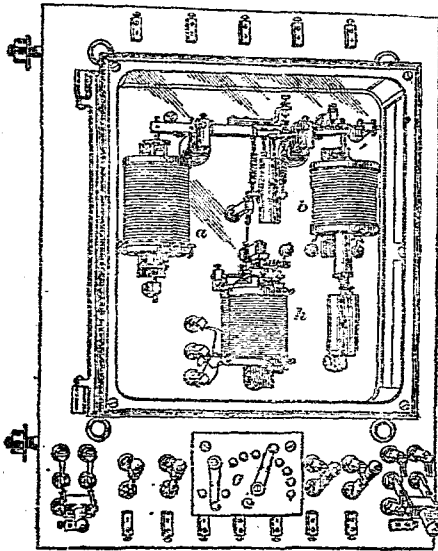


圖 4.2 交流特瑞式調整器的前觀

拉開。如果主接觸閉合，線卷(2)也受到激勵；不過它的磁力和線卷(1)的相反，替續器磁鐵的吸力因而減小。替續器觸點被彈簧拉上而閉合，變阻器分流電路連通，變阻器乃被捷接。

發電機電壓降低時， e 的吸力減小， f 把 b 的鐵心拉下來，主接觸閉合。替續器接觸隨即閉合，磁場內所有控制

電阻都被劃出。激磁機電壓立刻增高， a 的吸力因而增強，主接觸分開。替續器接觸也隨而分開，所有控制電阻都劃入磁場綫路中。槓桿 c, d 振動不停；它們都很輕，所以電壓改變時，它們響應得很快。如此，電壓可以維持穩定，變動範圍極小。容電器 i 保護替續器接觸，使接觸關閉時的電花不致過份。主接觸和替續器接觸上都裝有尖頭，不受關閉時所生微小電花的影響。

4.5 圖 4.2 是一個交流發電機調整器的前面，這調整器是用在一個激磁機上的。它的作用前面已經用圖 4.1 說明。 a 和 b 是控制磁鐵，裝在玻璃箱內上部，當中就是主接觸圖內靠底部的 g ，和圖 4.1 內一樣。替續器磁鐵 h 也裝在玻璃箱內，兩個線卷繞在一根直的鐵心上。如果這個調整器要連到好幾個激磁機上去，替續器就要佈置得像圖 4.3 中的樣子，所注的字 (a, b, g, h 等) 和前邊一樣意思。無論多少激磁機都

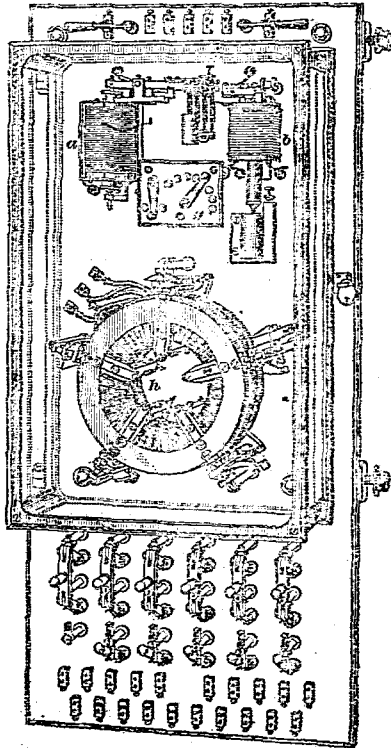


圖 4.3 連到幾個激磁機所用的特種式調整器變阻器

可以連接到一組匯流排上去，許多發電機都可用這組匯流排來激勵。各發電機的磁場，可用變阻器來調節，而不影響其餘發電機的磁場。磁場強度要調節到每個發電機都發出它應該擔任的電流。此後，用一個自動調整器，調整器上替續器的數目和激磁機的數目相等。每個激磁機連接到一個替續器，而只要把交流控制磁鐵連接到一個發電機上，所有這些發電機的電壓都可維持得穩定。

變 阻 器 式

4.6 概說 10,000 仟伏安以上的發電機，所用的激磁機如果大而速度很低，那麼磁場電流一定非常大。要是用振動式調整器，非用很多的替續器不可。在這種情形下，用變阻器式調整器比較適合。

變阻器式調整器和振動式調整器的原理不同。它調整電壓的方法是改變交流機磁場內的電阻，使交流機的激勵改變。用這種調整器的時候，交流機的激磁機的電壓是不變的。振動式調整器調整電壓的方法，是使通或斷激磁機磁場變阻器的捷路，結果激磁機電壓變動不定。

4.7 主要部份 變阻器式調整器有三個主要部份：一個主控機件，兩個反向接觸器開關，(reversing contactor switch)，還有一個用電動機轉動的變阻器。主控機件就控制這個反向接觸開關，而反向開關再控制轉動變阻器的電動機。

4.8 主控機件 圖 4.4 就是主控機件。 a 是個交流磁鐵，通常叫做主控磁鐵。 a 的線卷接到跨接在發電機樞線卷上的一個變壓器。 b 是直流磁鐵，其線卷和發電機的磁場並聯。槓桿 c 左端有兩個接觸，右端有一個衡重體。 a 的鐵心上下動起來， c 就跟著轉動。衡重體 d 的重量能在發電機電壓正常時（也就是 a 上受到

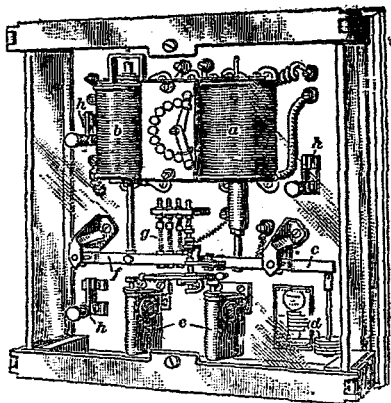


圖 4.4 變阻器式調整器的主控機件

正常電壓時)，把 c 維持在居中位置。磁鐵 a 的吸力是向上的。槓桿 c 上還連有緩衝壺 e 。發電機電壓改變後，過了相當時間，調整器必起作用來克服這變動，緩衝壺就是控制這段時間的長短的，而且它也能使槓桿穩定，不會動作過度，以致電壓時而太高時而太低，變個不停。 f 是另一槓桿，右端有兩個接觸。 g 處的彈簧，拉 f 的右端向上。 f 是隨 b 的鐵心上下而轉動的。 b 的吸力是向下的，對 f 的作用，恰和 g 相反。發電機電壓正常時， cf 上的接觸不會碰到一起。 h 是一個隔離開關。

4.9 反向接觸器開關 反向接觸器開關的主動部份，示於圖 4.5，有兩個單極雙投開關 A 和 B 。 AB 的構造相同。 i 是上接觸， j 是下接觸， k 是輔助接觸。開關臂繞著鉸樞 (hinge) l 旋

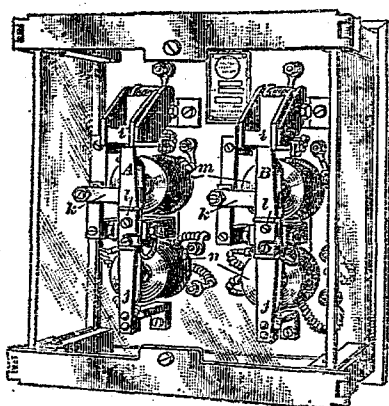


圖 4.5 反向接觸器開關

轉。磁鐵 m 發生作用時，上接觸閉合。磁鐵 n 有兩個線卷， n 發生作用時，下接觸閉合。 n 有一個線卷裏永遠有電流，另一個線卷在閉合上接觸時，才通過電流。這也許看來奇怪。不過須知 ij 兩套接觸，上接觸閉合時，下接觸分開；下接觸閉合時，上接觸就要分開。 n 上兩個線卷所發生的磁力是相反的。只要有一個通電的話， n 就有磁力。兩個線卷同時通電，則磁力抵消。 A, B 是單獨行動的，各不相關。

4.10 電動機轉動的變阻器 圖 4.6 中， R 就是電動機轉動的變阻器。 O 是電動機， p 是變阻器的轉動臂， q 是變阻器的面板， r 是鐵柵電阻 (grid resistance)， s 是手輪。這個變阻器和標準變阻器大致相同，所不同的只有兩點：(一)接觸片的數目是標準變阻器的二倍。加這些接觸片的用意，是讓電壓調整來得更精細。雖然電壓變動極小，也有反應。所以接觸片必須增多，使每一轉動臂從一接觸片轉到下一個接觸片時電壓改變得很小。不然的話，轉動臂要在兩個鄰近的接觸片上，來回動個不停。轉動臂在一個接觸片上時，電壓太高，轉到另一片上時，電壓太低。這種振盪情形叫做獵兔 (hunting)，(二)轉動臂用齒輪連到電動機

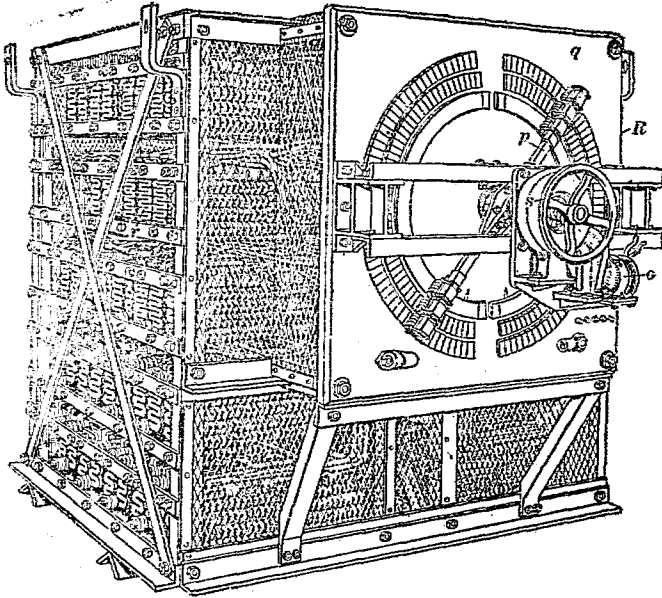


圖 4.6 電動機轉動的變阻器。

上。轉動臂每轉一整圈要 4 秒到 6 秒鐘的時間。在標準式電動機轉動的變阻器上，轉動臂轉一圈要 30 秒鐘。

4.11 電路 圖 4.7 是變阻器式調整器的敷線圖。圖內並未把各部分機件的構造實情畫出來，只不過用來解釋變阻器式調整器的原理罷了。圖內各機件的位置，是在電壓正常時的情形。此時，下列幾個線路中有電流通過：

(1) 從激磁機 t 的 (+) 綫端到開關 A 的磁鐵 n 上的線卷 1，再到 B 的磁鐵 n 上的線卷 1，然後回到 t 的 (-) 綫端。 t_1 是

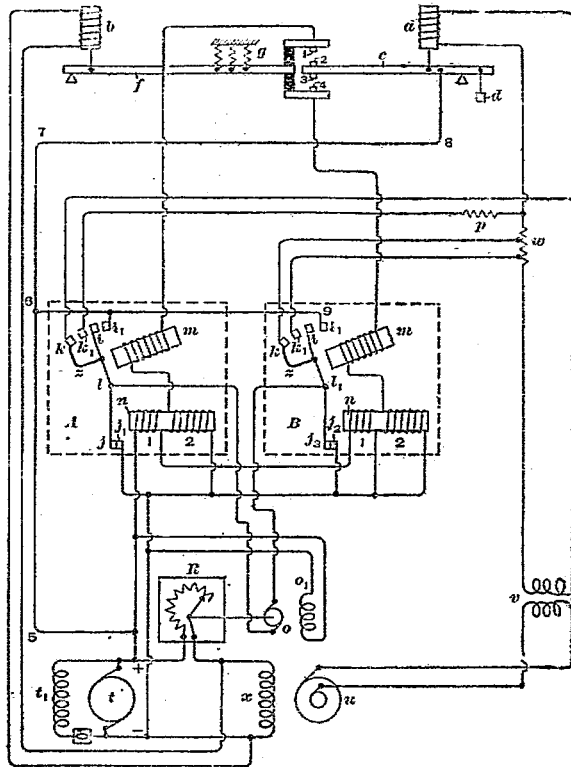


圖 4.7 變阻器式調整的數線圖

激磁機 t 的磁場線卷。電流從 $t-1-1-t$ 這條綫路通過之後， AB 兩開關的磁鐵 n 都發生吸力。結果 AB 的下接觸(圖 4.5 中的 j) 閉合而上接觸(圖 4.5 中 i) 分開。這條綫路永遠是通著的，不過這條綫路雖然永遠有電流，兩個磁鐵 n 的鐵心却並不一定永遠

有磁力。

(2) 從變阻器電動機的電樞 O 的下端到 A 上的鉸樞 l ，再到 A 上的接觸 j, j_1 ， B 上的接觸 j_2, j_3 ， B 的鉸樞 l_1 ，再回到 O 的上端。 O_1 是電動機的磁場線卷。這條綫路使電動機的電樞有捷路。捷路的目的是用動力掣動法來把電動機立刻止住，換句話說，就是讓這電動機做發電機。另一節裏要詳細講到動力掣動法。如果 AB 之中任何一個的位置有變動，這條綫路就不通了。因為 A 的位置變動的話， j 和 j_1 就分開；而 B 變動時， j_2j_3 分開。

4.12 圖 4.7 中的 u 是發電機。假定發電機的電壓低於正常，磁鐵 a (圖 4.4, 4.7) 所受到的電流是由發電機經過變壓器 v (圖 4.7) 來的。電壓太低， a 裏的電流減弱，只有衡重體 d 的力量不能拉住槓桿 c ，於是槓桿 c 沿反時針方向轉動， c 上的接觸 3 和槓桿 f 上的接觸 4 閉合，發生下述作用：

有一條綫路連通，從激磁機 t 的 (+) 線端起，經過 5-6-7-8 而到槓桿 c ，經過接觸 3, 4 到開關 B 的磁鐵 m 的線卷，再到 B 的磁鐵 n 的線卷 2，回到激磁機的 (-) 線端。電路連通之後，開關 B 的磁鐵 m 發生吸力，而 B 的磁鐵 n 失去磁力。前面已經說過， n 上兩個線卷磁力相反而且大小相等，現在既是 1, 2 兩個線卷中都有電流通過，所以 n 就失去磁力了。開關 B 的臂就順著時針方向繞鉸樞 l_1 轉動，分開 j_2j_3 而閉合 ii_1 和 kk_1 ，圖中的粗線 z 表示 ik 中間有絕緣物隔開。 ii_1, kk_1 閉合後，發生兩種結果：
(一) 動力掣動綫路 (電動機電樞的捷路) 截斷，因為 j_2j_3 分開了。

這條綫路就是 4.11 節中的第 2 條電路。(二)另有一條電路連通。從激磁機 t 的 (+) 綫端經過 5-6-9 到開關 B 的 i_1-i_1 , 再到電動機 O 上面的綫端, 穿過電動機電樞, 由 O 的下綫端到開關 A 的 $l-j-j_1$, 回到 t 的 (-) 綫端。電動機於是轉動變阻器的轉動臂 p , 劃出交流機磁場綫路中的電阻, 發電機的電壓升高到正常值。

4.13 轉動變阻器的電動機開動之後, 要它停止, 需要相當的時間。因為它不能立即停止, 必致多劃出或者多劃入電阻, 發電機的電壓因而上下不定。要想免去這種毛病, 非用制止獵覓的辦法不可。發電機本身也有制止獵覓的力量, 就是發電機磁場電壓的反作用。附加的制止獵覓的辦法如下: 磁鐵 a 的錄卷加一個電阻 w 和它串聯 (見圖 4.7), 開關 B 上的輔助接觸 k 和 k_1 閉合時, w 的一部分就被捷接。 k 和 k_1 與 i 和 i_1 同時開同時合。 A 上的接觸 ii_1 和 kk_1 也是如此。

磁鐵 a 有把 c 向上拉到居中位置的力量。電壓降低時的初步結果, 前面已經講過。開關 B 上的接觸 k 和 k_1 閉合以後, 電阻 w 的一部分被捷接, 經過 w 的電壓降減小, 於是 a 裏的電流加強。發電機 u 的電壓降低, 變壓器 v 的副錄卷的電壓也必降低。如果 v 的副卷的電壓降低的值, 沒有電阻 w 被 B 的 kk_1 捷接那一部分的電壓降大, a 的力量就要恢復, 甚至比正常值還大。槓桿 c 被 a 拉到居中位置, 開關 B 也就回到它原來的位置, 如圖 4.7 中所見。電動機 O 停止轉動, 不再劃出變阻器 B 的電阻,

換句話說，發電機磁場 a 的電阻不會再減小。 B 一回到原來的位
置， k 和 k_1 分開， w 的電阻增高。如果這時劃出的電阻已經夠
多了，發電機電壓恢復正常，那麼就不會再有作用發生。如果
電壓尚未恢復，這一套動作還得重演，直到電壓恢復正常為止。
電動機把電阻一步一步的劃出，每次劃出少量電阻。

如果電壓降低太多，那麼雖然電阻 w 的一部分被捷接了，
 a 的力量仍沒有增加得夠，還是不能把 c 舉到居中位置。

4.14 再假定發電機電壓太高。這時 a 的拉力強大，把 c 向
上拉，結果 c 上的接觸點 2 和 f 上的接觸點 1 接觸，發生下列結
果：從激磁機 t 的 (+) 綫端起，有條電路通過 5-6-7-8 到槓桿 c ，
經接觸點 2-1，再經過開關 A 的磁鐵 m 的線卷， A 的磁鐵 n 的
線卷 2，回到 t 的 (-) 綫端。開關 A 的磁鐵 n 上兩線卷的磁力
也是互相抵消的。 n 失去磁力，開關 A 的臂順時針方向旋轉，
 i_1 和 k_1 兩套接觸閉合， j_1 分開。結果變阻器電動機的電樞綫
路截斷，或者可以說是電樞上的捷路被除去。此外又有一條電路
連通，從 t 的 (+) 綫端起，經過 5-6 到開關 A 的接觸 i_1-i ，鉸樞
 l ，穿過電動機電樞到開關 B 的鉸樞 l_1 ，接觸 j_1-j_2 回到 t 的 (-)
綫端。電流通過這條電路，使電動機劃入電阻。注意此時電流的
方向和 4.12 節裏 $t-5-6-9-i_1-i-l_1-0-l-j-j_1-t$ 這條綫路內的電流
正相反。

4.15 如果發電機的電壓高得並不太多，電動機劃入電阻
的動作，也是一跳一跳的，和前面電壓太低時的動作一樣。電動

機所以能這樣一步一步轉動，完全由於開關 A 上的接觸 kk_1 和它們的串聯電阻 p ，從圖 4.7 中可見它們是連到 a 的線卷的兩頭的。 kk_1 閉合時， a 的磁力減低到正常，槓桿 c 也就回到居中位置，開關 A 於是也回到正常位置。如果劃進的電阻太少，不夠把發電機電壓降到正常值，上邊說的這一串動作還要再來。

4.16 直流控制磁鐵的作用 圖 4.7 中的直流控制磁鐵 b ，跨接發電機磁場線卷 x ，所以加到 b 的線卷上的電壓以及 b 所生的磁力，都隨 x 兩端的電壓降而變。 b 的鐵心是逆著彈簧 g （圖 4.4 及 9.7）的力量而把槓桿 f 向下拉的。

前面已經講過，電壓太低時，磁鐵 a 力量減小，接觸 3,4 閉合，電動機 O 轉動變阻器，把電阻劃出 x 之外，使 x 兩端的電壓降增高。 b 的線卷上所受到的電壓也因而增高， b 朝下拉 f 的力量也增大。電動機這樣轉下去，直到 b 把 f 拉下，使接觸 3,4 分開為止。

發電機電壓增加到太高時，發電機磁場電流也過分強大， x 兩端的電壓降也特別高， b 向下拉的力量也過猛，結果把接觸 1, 2 閉合。接觸 1, 2 閉合之後，電動機就要劃入電阻來降低發電機電壓了。電動機一直轉下去，劃入電阻把 b 的拉力減小，接觸 1, 2 分開。槓桿 c 回到居中位置，電動機也就停了。

閩 程 式

4.17 概論 前面講過的振動式調整器可以說是標準的電壓

調整器，是最初的特瑞調整器的一種。如果交流發電機的激磁範圍不超出一到二的話（例如在 125 伏的激磁機，電壓從 70 到 140 伏），那末用振動式調整器已經很滿意。然而激磁範圍要是特別大，像一到五的話（或者近於一到五），振動調整器就不適用了。因為它的直流控制磁鐵沒有那麼靈敏，激磁範圍大過一到二時就不行了。

開程式調整器能在極廣泛的激磁範圍裏自動調整電壓。有一家公司所造出的開程式調整器，把特瑞式調整器裏的直流控制磁鐵，換上交流振動磁鐵，直接通到要調節的電路裏去。如此交流電壓一有變動，調整器內的控制機件立刻響應，激磁電壓對於控制機件沒有直接影響。開閉電路的槓桿的位置也和激磁電壓沒有關係。用了交流控制磁鐵之後，激磁範圍可以增減到極端，小到激磁機磁極裏殘餘磁力所能發生的電壓，大可以大到激磁機所能發出的最高電壓。

4.18 調整器的分部 開程調整器可以分為兩部：一是控制機件，一是替續器機件。控制機件包含一個主控線卷 (main control coil) 和一個振動線卷 (vibrating coil)。這兩個線卷都接到一個儀器用變壓器上，變壓器的原線卷接到發電機的引線或者匯流排。替續器機件包含一個振動替續器，一個變阻器分流替續器，還有外加電阻器 (external sheostat)。這些都接到另外的直流電源上，或是蓄電池，或是其他電壓固定的直流電源都可以。

圖 4.8 是開程調整器的接線圖。

4.19 控制機件 圖 4.8 中可見全部控制機件都是接到儀器用變壓器 a 的, a 的原線卷接到發電機。這個交流控制線路從 a 起, 經過隔離開關 b 到主控線卷 c 和振動線卷 d , cd 是並聯的; c 有一個固定電阻 e 和它串聯, d 和可變電阻 f 串聯。電路的終點是 a 的副線卷通地端。這控制機件是如此設計的: 在交流機磁

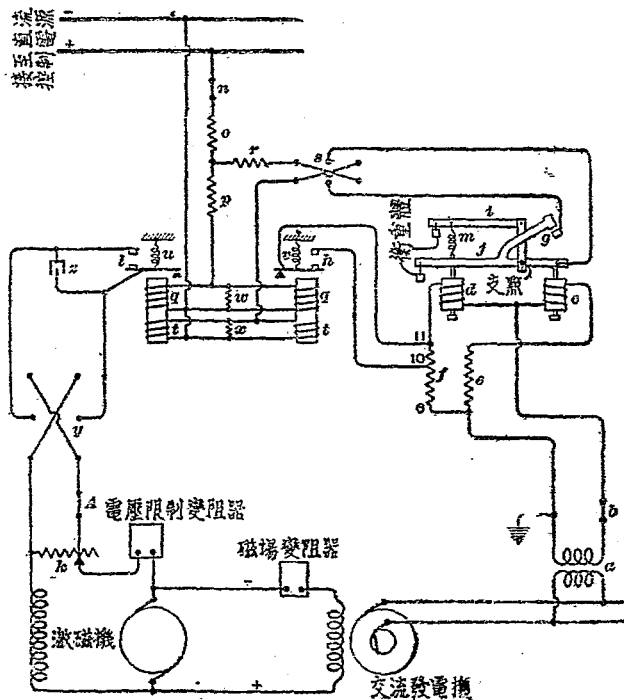


圖 4.8 開程調整器的接線圖

場的激磁電壓為某一定值時，主控線卷 c 的鐵心有一定的位置，直立不動。振動線卷 d 的情形就兩樣了，因為它的外加電阻並非固定不變的。因為在主接觸 g 分開的時候，振動替續器的振觸 h （詳情後面敘述），電阻器從 6 到 11 這一部分是和 d 在一條電路之內；而在接觸 h 閉合之後，電阻器上從 10 到 11 這部分被捷接，而 d 的電路內只有電阻器從 6 到 10 這部分電阻。電阻器 6 到 11 全部在電路裏的時候， d 的拉力不足以維持槓桿系 ij 的平衡， d 的鐵心落下，槓桿系 ij 藉接觸 g 的作用把接觸 h 閉合。電阻器 10 到 11 一段於是捷接，電阻既然減少，通過 d 的電流加大， d 的吸力也就增加，把它的鐵心吸上來，接觸 g, h 分開。所以只要主接觸 g 一開，立刻就有一力量來把它們閉合，而它們一閉合，也就有一力量來把它們分開，槓桿系 ij 於是擺動不停，接觸 g, h, l 也閉合無已。這種作用和普通電路斷續器大致相同。

4.20 控制線卷的作用 假定調整器裝在一個無負載的交流發電機上。負載加到發電機上去的時候，電壓必要下降。要維持原來的電壓，交流機的激磁電壓必得增高。主要調整變阻器（圖 4.8 中 k ）的電阻一定要減小，所以分流接觸 l 閉合的時間應該延長。 l 閉合的時間越久， k 的電阻越低。所以接觸 h 閉合的時間越長，10-11 這段電阻越比負載輕的時候低。振動線卷 d 的電路內的電阻既然降低， d 的拉力也就加強。結果 d 的鐵心被拉到比平常還高的一個新位置，槓桿系 ij 的下面一根槓桿也改變位置，移動多少要看彈簧 m 的拉力減少多少。不過 ij 移動起來，接

觸 g 就要分開，然而負載增加，接觸閉合的時間正應該加長。所以爲了使槓桿 ij 平衡和加長接觸閉合時間起見，主控錄卷 c 的鐵心落下，把 g 的動接觸移近定接觸。所以 ij 的浮動槓桿位置改變，接觸閉合的時間也隨著改變。

上面說過的作用把各種情形矯正到和負載的情形符合，使接觸閉合時間改變，控制機件就跳動不停。負載再有變動的時候，接觸閉合的時間又要改變。

4.21 替續器 所有替續器都是由主控機件的錄卷來控制的。假定圖 4.8 中的控制機件中有電，開關 b, n 合上；接觸 g, h 開閉不已。主接觸 g 分開時，有下述的電路通過替續器：從直流控制電源的 (+) 極經過開關 n ，電阻器 o, p ，錄卷 qq ，再回到直流控制電源的 (-) 極。 qq 兩個錄卷把它們的鐵心吸起，接觸 hl 於是分開。主接觸 g 閉合時，另有一條電路：從直流控制電源的 (+) 極，經過開關 n ，電阻器 o, r ，反向開關 s ，主接觸 g ，錄卷 t ，回到直流控制電源的 (-) 極。錄卷 t 通電後發生的磁力和錄卷 q 的磁力抵消，彈簧 u 把接觸 l 閉合，而彈簧 v 把接觸 h 閉合。如是，主接觸 g 分開時，替續器接觸 l 和 h 也分開，主接觸閉合，替續器接觸也閉合。加 w, x 兩個電阻的用意，是要吸收 q, t 等錄卷內的電能，以防接觸 g 分開時發生電花，竟至燒掉，或者不能分開。反向開關 s 偶爾用到，把接觸 g 兩端的極性反過來，使接觸點被燒毀的程度更爲減小。 l 接觸上的反向開關 y 和容電器²也是這樣作用。接觸 h 在交流電路內，根本極性是變動不停的

所以用不到反向開關和電容器。

4.22 分流接觸 l (圖 4.8) 平常是跳動不停的。 l 分開的時候, k 的全部電阻都在電路內。 l 閉合, k 就被捷接。激磁機的磁場電流經過開關 y , 分流接觸 l 而到隔離開關 A 。(直流電不能通過容電器, 所以 z 中沒有磁場電流)。所以有了 l 以後, 激磁機磁場線路的電阻比 k 低, 究竟低多少要看接觸閉合時間的長短, 負載變動時, 接觸閉合的時間也就更改, 以得到適當的電阻。電阻或者要比 k 處所表示的大, 或者小, 要看負載的情形了。

急應式調整器

4.23 引言 用前面幾種調整器的時候, 電壓要經過 2 秒到 16 秒的時間纔能回到正常值。換句話說, 調整器發生作用以後 2 秒到 16 秒鐘, 發電機的電壓纔恢復正常。需要這麼長時間的緣故, 是因為發電機和激磁機都有一種電磁慣性, 叫做時間常數 (time constant)。這常數的大小要看發電機和激磁機的自感係數 (coefficient of self induction) 和它們磁場線路中電阻的大小如何。圖 4.9 中曲線 a 表明這段時間的耽擱。 cd 這一

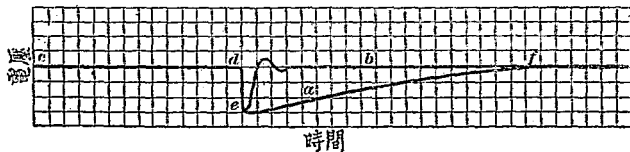


圖 4.9 表明調整電壓的時間耽擱的曲線

段，電壓正常。到 d 之後，電壓突然降到 e 。如果用前面幾種調整器，要經過 df 這段時間，電壓纔能恢復。電壓的改變如圖中曲線 a 所示。要使電壓迅速恢復，所以就想出急應式調整器來，使時間大大縮短，只要把 b 和 a 兩條曲線一比就可知道。用急應式調整器，電壓降到 e 之後幾乎立刻升到 b 。

圖 4.10 中是手動調整和用急應式調整器自動調整的效應比較。

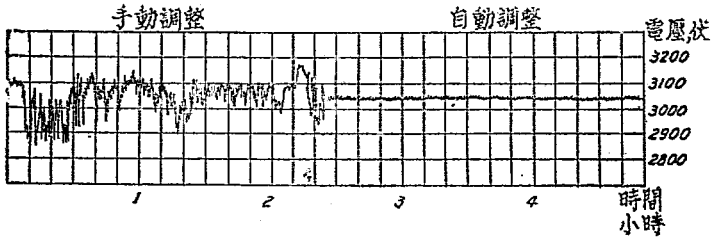


圖 4.10 手動調整和用急應式調整器自動調整的效應比較

4.24 特徵 急應式調整器有兩個特徵，一是“過度調整”(over-regulating)作用，一是“彈性召回”(elastic recall)作用。它的機械方面的設計，遠不如這兩樣特徵來得重要，因為振動式接觸和適當的轉動接觸也能有這樣好的結果。然而我們應該注意過度調整和彈性召回這兩種措置一定要互相平衡。急應式調整器，遇到要提高發電機電壓的時候，把激磁機的磁場電阻劃出；在要減低發電機電壓時，把激磁機磁場電阻的電阻劃入。電壓一有變動，這過度調整的作用立即發生，以縮短時間(所謂減低時間常數)；或是劃入電阻，使電壓減得特別低，或是劃出電

阻，使電壓升得特別高。然後電阻再漸漸回到應有的位置，使激磁電流恰好符合新的需要。這樣過度調整以後再恢復正常，自然容易發生獵覓。要免除這種獵覓，就要用到彈性召回作用，把過度調整作用停止，而使電阻在應當回復正常的時候即刻回復正常。

4.25 構造 急應式調整器可分三部：一個主動部份，一個彈性召回機件，還有調整機件。圖 4.11 中把這三部的主幹畫出。主

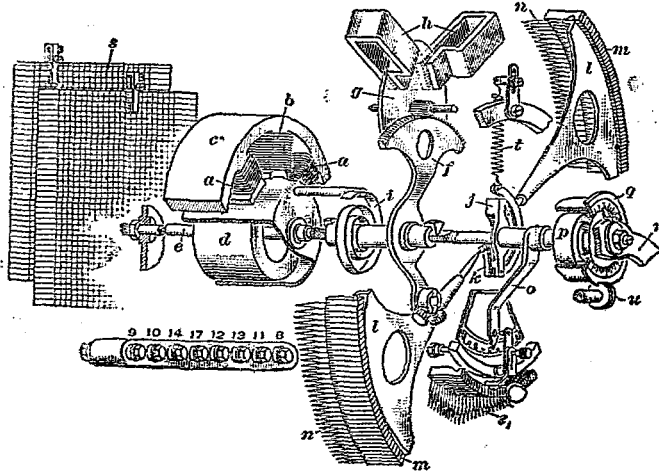


圖 4.11 急應式調整器的構造

動部分包括主要電壓線卷 a 和輔助電壓線卷 b ， a 和 b 都裝在輓 c 上的磁極上，構造和直流發電機類似。鋁筒 d 裝在軸 e 上，軸 e 架在兩個寶石軸承 w 和 x 上（見圖 4.14），一在前一在後。 d 可在一定限度內自由旋轉， d 與 ab 的關係，正和直流發電機的電

樞與磁場錄卷的關係一樣。

4.26 所謂彈性召回機件，是一個扇形片 f ，以軸 e 延長出的部分為軸承而旋轉。 f 並不是釘死在 e 上的，它可以不顧 e 而自由轉動。 f 的周上有齒，和鉛盤 g 上的齒輪齧合。 f 一轉動， g 就跟著轉動。 h 是永久磁鐵，兩極夾在 g 外面， g 就在它們的磁場中轉動。 f, g, h 這一套是為阻止 e 轉動過多的，所謂“阻尼器” (damping device)。彈簧 i 一端固定在 f 的軸承上，另一端固定在從 d 伸出的一根棒上。所以 i 是 f 和 d 之間的彈性連繫。

4.27 調整機件是一根棒 j 裝在 e 上。 e 一轉動， j 就跟著轉。 j 的兩端，每端有一片彈簧 k 。在彈簧 k 的自由端上帶著寶石杯， e 轉動時，寶石杯繞 e 而轉。這兩個寶石杯支著扇形接觸片 l 的尖端。 l 的它端是以 e 為圓心作的弧。 m 是許多鍍銀的截片聚在一起，向內的一面有一道槽， l 的邊就在這條槽裏轉動。 n 是單線電阻，接在 m 上。軸 e 上裝有指針 o ，可以指出轉動部分的位置。彈簧 p 一端固定在軸 e 上，另一端定在圓筒 q 上， q 由 r 來支持。 s 是主要的電阻錄卷。另有輔助電阻 s_1 可以用來改變複合的程度 (見 4.33 節)。彈簧 t 用一個弓形槓桿連到軸 e 上， t 和 p 的拉力聯合起來使 e 上受到一個固定的轉矩 (torque)。無論調整機件轉到什麼位置， e 上受到的轉矩總是不變的。螺桿 u 是用來轉動 q 的，不過轉動是有限度的，僅止於 q 圓周上的一段弧。所有的軸承不是寶石式就是刀口式的，以減低摩擦到最小程度。圖 4.12 是調整機件的全圖，所注的字母和圖 4.10 裏一樣。

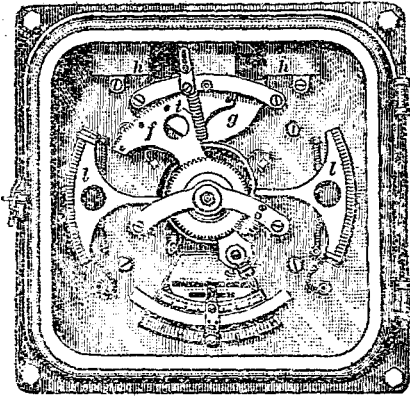


圖 4.12 急應式調整器的前視圖

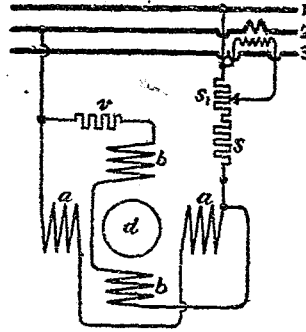


圖 4.13

急應式調整器主動部分的電路圖

4.28 運用 圖 4.13 是主動部分電路圖，1, 2, 3 是三相交流電線。主要電壓線卷 a 和電阻 s, s_1 串聯，接到 1, 2 兩根線上去。輔助電壓線卷 b 和電阻 v 串聯後再和 a 並聯。電線 1, 2 上受到電壓後，線卷 a, b 中都有電流通過。只要把 v, s 的電阻用得適當，線卷 a, b 就可發生轉動磁場，這情形和分相感應電動機一樣。

轉動磁場對鉛筒 d (圖 4.11) 發出的轉矩，要推 e 轉動。1, 2 兩根線上的電壓越高，轉動磁場越強，而 d 所受到的轉矩也越大。這主動部分的作用和感應電動機一樣，只有一點不同；就是電動機是轉動不停的，而在調整器內，主動部分轉不到一整圈，只轉一個極小的弧而已。假定 1, 2, 3 三根線上受到正常電壓，主動部分發出一個相當轉矩，要轉動 e 。其實 e 確是要轉動的，直到主動部分的轉力被彈簧 p, t 的拉力平衡了為止。轉動螺桿 u

帶動 g ，可以調節彈簧的拉力，使得指針 o 指在刻度盤上任何位置。至於為什麼要移動指針的位置，看過下一節裏說明之後自然會明白。

前面已經說過， p, t 聯合起來的拉力和 d, e 的位置無關。主動部分的構造是這樣的，當線卷 a, b 上受到同樣的電壓時，磁場轉動 d 的力量是一定值，不因 d 的位置而變。所以彈簧 p 接到 q 上的一端，位置更動， p 接到 e 的一端必也作同樣的更動，如此 p 的拉力不致改變。

4.29 圖 4.14 是調整機件的電路圖，所注的字母和圖 4.11

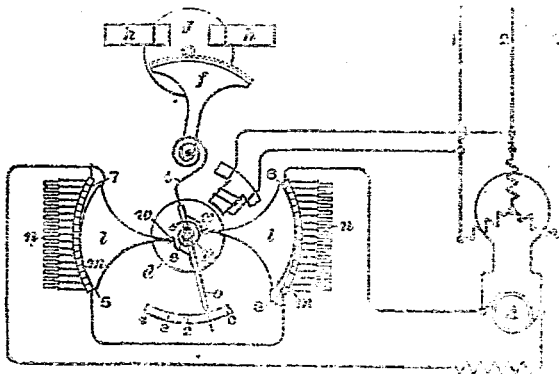


圖 4.14 急應式調整器調整機件的電路圖

裏一樣。圖內並未把各部分的實體畫出，力求簡單。這圖的唯一用處在表示調整的步驟，使我們知道如何 e 只要稍微轉動就能改變激磁機 A 的電壓，以致 1, 2, 3 之相的電壓也被改變。圖內並未把主動部分畫出，不過圖 4.11 內軸 e 的一端，圖 4.14 中也畫出。

假定交流發電機載有全部負載，所需激磁機的電壓是 100

伏； q 的位置使指針 o 正指在 1 (圖 4.14) 時， e 上受到的轉動力量被彈簧 p, t 的拉力所平衡不再轉動；在此位置，調整電阻幾乎完全劃出，因為扇形接觸 l 此時和接觸 m 在 5, 6 兩點相觸。

4.30 只要發電機的電壓不變，調整器絕不動作。假定發電機的負載減少，因此電壓增高。調整器立即發生動作，所有的情形完全改變。

要讓發電機的電壓減低到正常值，激磁電壓一定要減低。要減低激磁電壓就要在激磁機的磁場電路中劃入電阻。

在上述情形之下， d 對 e (見圖 4.11 和 4.14) 的轉動矩加強，比彈簧 p, t 的拉力來得大。所以 e 就順時針方向轉動，寶石杯 w 和 x 也照同一方向轉動。寶石杯轉動之後，帶著扇形接觸 l 的尖端轉動，於是 l 在接觸片 m 中盪來盪去。如果 l 動盪得相當大，那麼 l 和 m 的接觸點就從 5, 6 兩點變到 7, 8 兩點，所有 n 的電阻幾乎全部劃入激磁機磁場電路。

4.31 發電機的電壓增加，線卷 a, b 上受到的電壓增高，對 d 的轉動力量也加大。 a, b 的轉動力量比 p, t 的拉力大， e 就順時針方向旋轉。只以 p, t 而言，發電機的電壓只要稍微增高，就可使 e 順時針方向轉到最大限度。 e 剛開始轉的時候，毫無阻攔。然而回挽彈簧 i 的拉力逐漸增強，因為 f 受到阻尼器的影響，不能轉得和 e 一樣的快，於是 i 被拉長而使 i 的拉力加大。這樣動下去， i 的拉力越來越大，後來竟等於轉動力和彈簧 p, t 拉力之差。

這時， e 就停止轉動。假定指針 o 指在 3 字上(見圖 4.14)， n 已有一部分電阻劃入激磁機磁場電路之內，激磁機電壓降低到 50 伏。然而發電機並不能立即響應它磁場的變動，因為有延時作用的關係。即使發電機要下降到相當於 50 伏激磁電壓的值，彈簧回挽機件也不讓它這樣做。發電機電壓一下降， d 對 e 的轉動力量就減小。轉動力量和彈簧 p, t 的拉力之差，不及回挽彈簧 i 的拉力來得大。所以 i 就拉著 e 依反時針方向旋轉，激磁機磁場綫路中電阻劃出，激磁機的電壓增高。調節調整器，使 e 上的兩種相反作用在激磁電壓 70 伏時互相平衡。換句話說，激磁機電壓從 100 伏降到 50 伏又升到 70 伏，激磁電壓變到 70 伏時，發電機的電壓已經降到相當於 70 伏激磁電壓的數值。

4.32 調準 要改變調整器所維持的電壓，只要轉動螺桿 u 。 u 轉動之後， q 就跟著轉動，彈簧 p 的拉力於是改變。用了這套調節機件，可以把發電機電壓增減到比原來數值差百分之 6 上下而不致影響調整器的準確程度。如果調節的範圍很廣，可以再裝一個小變阻器，裝在司路屏上，用手輪來轉動。

4.33 複激(Compounding) 許多電路中，發電廠離配電中心很遠，當然從電廠到配電中心的電線上，產生很大的電壓降。要維持配電中心的電壓不變，一定要補償這段綫路上的電壓降，所以在負載增大的時候非把發電機的電壓提高不可。提高電壓，只要“複激”調整器就可以做到。複激調整器的方法，可看圖 4.13 用一個變流器，把原線卷串接到一根線內例如(圖中 2)，副線卷

跨接電阻 S_1 的一部分。原卷內電流增加，副卷的電流依同樣比率增加。電阻 S_2 被跨接的這一部分裏通過的電流，可分為兩部：一是調整器主動部分的電流從線 1 到線 2 的，另一是變流器副線卷的電流。這兩種電流通過 S_1 的結果，如果變流器副線卷的電流增加， d 上的轉矩就減小；扇形接觸 l （圖 4.11）就在接觸片 m 裏動盪，直到發電機電壓增加到所需要的數值時為止。這樣發電機的電壓，在負載從零增到全部負載時，可增加百分之 15。如果還要增加得多，

調整器外必需再加一個輔助電阻。

4.34 急應調整器單獨應用在三相交流發電機上時，連接線如圖 4.15， A 是激磁機， B 是發電機， C 是三極開關， D 是儀器用變壓器，原線卷和熔斷器串聯， E 是調節用的變阻器， F 是改換控制用的開關， G 就是

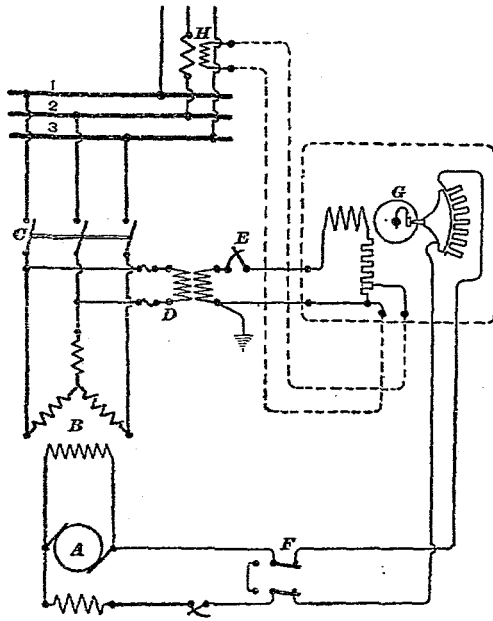


圖 4.15 急應式調整器的連接線圖

前面講過的急應調整器， H 是儀器用變流器，復激時用到它。 D 和 H 有時可以不用，例如發電機電壓不過 250 伏時，可以省去 D 。如果電壓並非時常需要改動的話， E 也可省去不用。要是不用自動調節而希望用手控制的話，只要把 F 接到左面來就成，調整器就和激磁極完全不發生關係了。

第五章

交流輸電綫的電壓控制

5.1 論長短途輸電綫的電壓控制法 普通在直流電系或短距離交流電系欲維持負載端電壓恆定不變，事情很簡單，祇要在電廠端改變施加的電壓就可達到目的。這種電系上的最高電壓降究竟不大，容易提高輸入電壓來補償。可是在高壓的輸電系上，電廠端有升壓變壓器(Step-up transformer)，負載端有降壓變壓器(Step-down transformer)，總共電壓降算起來，數值是極大，倘使用自動的發電機調整器來控制對方的電壓，事實是不可能的，因為所需的發電機電壓的改變範圍太廣泛，有時激磁量的增減也太多了。所以連繫的低壓饋電綫的本身非要用分立的調整器不可，庶幾可以分任發電機的工作。這樣雖然是辦得通，然而始終不合於理想的滿意。何以呢？吾們很容易想見，這樣辦法不過是把一端的電壓變動移到另一端，實際上電壓變動狀態仍是存在。並且還有一種缺憾，就是如果另有一路綫就近接到的一端恰巧不是電壓恆定的一端，而是變動的一端，那就受到影響，跟着改變它的電壓了。還有電廠方面必須要供給附近區域的電力或自己的雜用電力時，也遭遇同樣的困難。

因為這樣，近年來已發明保持輸電綫兩端電壓都恆定的辦

法。這個辦法是用到一只同步電抗機(Synchronous reactor), 裝設在負載端。當負載改變時, 它從綫路上取給越前或落後的無功電流(reactive current)來改變輸電系上的功率因數(power factor), 因之保持一定的兩端電壓差, 就是一定的兩方電壓。倘然綫路上電容效應不大, 電抗機用不到落後電流(lagging current)時, 那麼它專門製成爲取給越前電流(leading current)而服務, 它就叫做同步電容機(Synchronous condenser)。短距離的綫路就是用同步電容機; 長距離的要用同步電抗機。兩種同步機原是運用於同一原理, 只不過設計上不同罷了。它們整調所需的電流改變是完全自動, 這自動的作用就是靠所謂超潤程調整器, 下面有詳細講述。現在先談同步機的特性。

5.2 同步機的特性 調整用的同步機像同步電動機有同樣的特性。前者祇載着無功電流, 後者還要加載機械負載所需的有功電流。可是拿無功部份來說, 情形是相同。特性是這樣, 當它載着電功率因數 100% 電流時, 也就是電流最小時所需的磁場電流是一定的, 除非加上負載, 尋常稱做正常磁場電流。倘然增加激磁量使激磁電流超過此值, 同步機會增加所載的電流, 而且變換到越前的 0% 電功率因數。換過來說, 倘然減少激磁電流低於正常值, 那麼同步機所載電流也增加, 變成 0% 電功率因數的落後電流。這樣的特性是固有的, 現在利用同步機到輸電系上算是最理想了。講到怎樣調節磁場得到足夠嚮應綫路電壓的改變, 上面已經說過自有完善的調整器來主持。在下就要講到這調整器了。

超閘程式調整器

5.3 概說 超閘程調整器調整電壓的方法是改變同步電容機磁場線卷所受到的電壓，來控制它的激磁。這樣用起來，同步電容機磁場電壓改變範圍極廣，時常從激磁機的最高電壓變到激磁機的殘餘磁力所生的電壓，有時甚至還要小。

直流發電機發出的電壓小於其額定電壓之某成時，就不能滿意工作。要想直流機發出這樣小的電壓，它的磁場非極其衰弱不可。而在此時，這麼一個發電機不能很快的響應它磁場裏的變動，尤其在磁場變阻器被劃出的時候，更是如此。而且這時直流發電機的工作也不會穩定。特瑞調整器，既是振動式，靠接通或截斷磁場變器的捷路來調整電壓的，就不適用了。因為激磁機對磁場變動的反響極慢。從另一方面看來，如果把激磁機的電壓維持在最高值，再在磁場綫路中加上電阻，

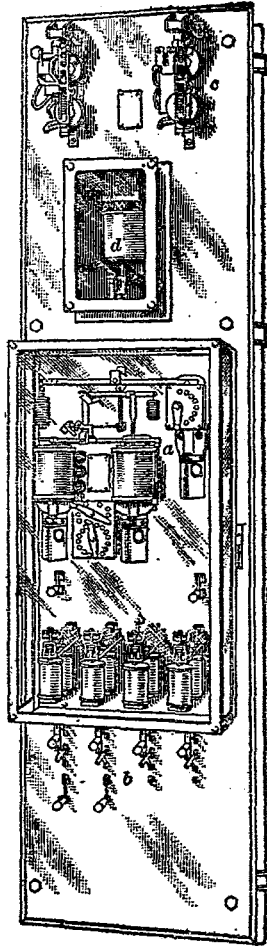


圖 5.1
超閘程調整器的正面圖

用變阻器式調整器來改變同步電容機磁場錄卷上的電壓；這電阻內所消耗的電能太多，尤其在激磁低的時候，大部分電阻都在磁場繞路中，耗電更多。所以用變阻器式調整器也不會完全滿意。超閘程式調整器兼有振動式和變阻器式調整器的長處而沒有它們的缺點。

5.4 超閘程調整器的作用 超閘程式調整器由振動式和變阻器式調整器合成，兩者的動作都有關聯。圖 5.1 是這種調整器的正面圖。 a 處是振動控制機件，而 b 處的反向開關和隔離開關 (disconnecting switch) 也和振動式調整器裏用的相仿。 c 處的反向開關，構造和功用都和變阻器式調整器裏的反向開關一樣。只有 d 處的直流控制機件並不與振動式和變阻器式調整器的任何部分相當。

5.5 圖 5.2 是超閘程式調整器的敷線圖。 a 是激磁機；三相同步電容機在 b ；變阻器 c 是用電動機 d 轉動的；“限制開關” (limit switch) e ，有機械連到 c 上，由 c 操縱；儀器用變壓器 f 用來減低輸電綫電壓，為振動部分用的； g 是儀器用變流器， h 是限流卷，有 g 則 h 裏電流的變更和輸電綫裏的電流一樣； l 是匯流排接到獨立的直流控制電源；激磁機磁場變阻器在 2，由振動部分來運用； kk_1 是為制止振盪用的接觸； l 是電抗； m 和 l 是外加電阻； n 是直流錄卷；槓桿 o 上帶著直流接觸； p 處是倒用替續器 (inverted relay)；變阻器部分的錄卷在 q, r, s, t, u, v 等處； w 是手控開關； x 是制止獵覓用的電阻。 z 和圖 4.7 中

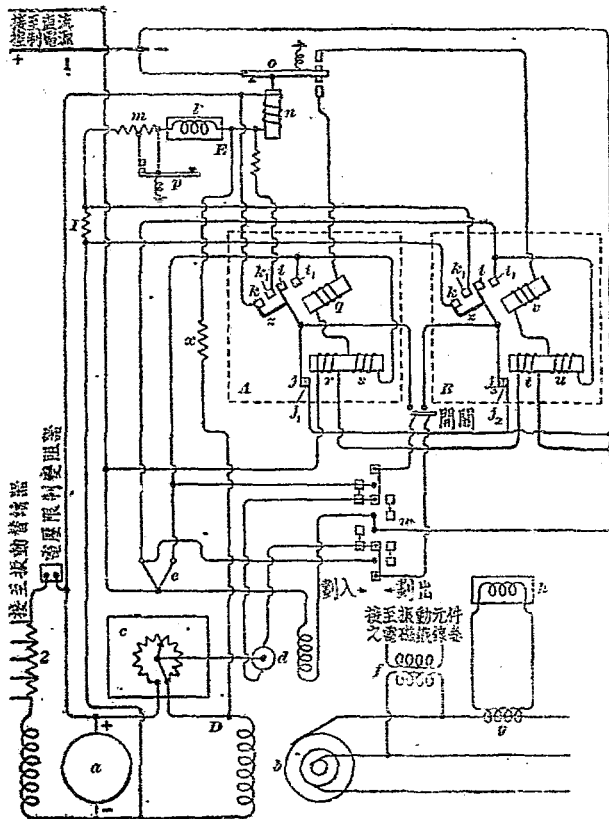


圖 5.2 超開程調整器的數線圖

一樣，表示 ik 中間有絕緣物，雖相連而電路不通。

5.6 超開程式裏各部份的功用前面已經講過了。圖 5.2 中 A B 兩處用虛線圈起來的部分，就是變阻器式調整器裏的兩個開關 A 和 B ，和它們的線卷。所注的字也和圖 4.7 中一樣。圖 5.2 中

的線卷 q 相當於圖 4.7 中 m 的線卷, r 相當於 n 上的線卷 1, s 相當於 n 上的線卷 2。

5.7 假定同步電容機的負載,使它的磁場需要 30 伏到 40 伏的電壓(125 伏的激磁機),或是 40 伏到 80 伏(250 伏激磁機)。此時磁鐵 n 的吸力降低,使槓桿 o 上升到居中位置,如圖中的情形。不過 n 還有吸力,所以 o 不能升到上面接觸閉合的位置。 o 的下接觸分開,經過 q 和 s 的電路就斷開。直到此時,電動機還是沒有把 c 的電阻劃入電路。振動元件仍然操縱電壓的調整。其實,同步電容機的磁場電壓有 30 伏(125 伏激磁機)或是 60 伏(250 伏激磁機)的話,用振動式調整器已經夠了,超調程的特長還未發揮。

假定此時電容機磁場電壓低於 30 伏(或者 60 伏),超調程的特長就要顯出來了。圖 5.2 中的線卷 n 衰弱已極, o 的上接觸閉合;直流電從匯流排 1 經過限制開關 e 到線卷 u, v 裏,開關 B 的上接觸 i_1 閉合,下接觸 j_2, j_3 分開。電動機 d 就轉動變阻器 c , 劃入電阻,情形和前面在變阻器式調整器裏講過的一樣。再假定激磁機是 150 伏的,電容機磁場電壓不得小於 50 伏。那麼電動機還要劃入電阻,直到經過 c 的電壓降等於 10 伏為止。激磁機發出的電壓一定要等於電容機磁場上受到的電壓加上 c 兩端的電壓降的總和。在這個例子裏,激磁機的電壓應該是 $50 + 10 = 60$ 伏。線卷 n 就要受到 60 伏的電壓(電流經過 m 所生的電壓降很小,可以不計),它的磁力也加強,能夠把 o 的上接觸拉開,然

而還不夠它的下接觸閉合。於是電動機要停止轉動，不再把電阻劃入 c 裏，然而已經劃入的電阻也不會被劃出。現在假設輸電綫負載改變，電容機的磁場電壓必須減到 40 伏。如果經過 c 的電壓降差不多是 10 伏的話（此值和前例略有不同），激磁機的電壓要降低到 $40+10=50$ 伏。線卷 n 又要變弱，槓桿 o 上升，上接觸閉合。還是方才說過的作用，電動機要劃入 c 的電阻，到變阻器的電壓降等於 20 伏為止。這就是說激磁機一定要發出 $40+20=60$ 伏的電壓。槓桿 o 又要被吸下來，上接觸分開，前面說過的作用又要發生。

上面的解釋指出變阻器部份的作用在把電阻劃入變阻器 c ，使激磁機 a 的電壓不會低於規定限度（125 伏激磁機 30 伏，250 伏激磁機 60 伏）。電容機的激場電壓如果還要降低， c 內劃入的電阻還要加多。

5.8 現在假定輸電綫的負載又改變了，電容機磁場電壓非升到 50 伏不可。要升高電容機磁場電壓有兩個辦法：或者增高激磁機的電壓而不動變阻器 c 的電阻，或者不變激磁機的電壓而劃出 c 的電阻使 c 的電壓降減小。為適應這新情況，用增高激磁機電壓這個辦法。激磁機應該變到差不多是 $50+20=70$ 伏。這件調整工作可讓振動部份擔任，去轉動激磁機的變阻器 j 。

再假定電容機的磁場電壓非等於 65 伏不可。激磁機的電壓就該等於 $65+20=85$ 伏。這時超閥程式調整器又發展它的特長了。線卷 n 設計得在它受到 80 伏電壓時，就要把槓桿 o 拉到下

接觸閉合的位置。線卷 q, s 內於是電流通過，使得電動機劃出電阻，和變阻器式調整器的作用一樣。變阻器 c 的電阻繼續被劃出去，直到激磁機電壓降到 80 伏為止。此時槓桿 o 就要上升，下接觸分開。 c 內已經劃出相當電阻，以致 c 兩端的電壓降等於 15 伏。激磁機電壓是 80 伏，電容機磁場所受到的電壓是 $80 - 15 = 65$ 伏。如果輸電綫的負載使得電容機的磁場要 80 伏或者 80 伏以上的電壓，調整器內的變阻器部份就要轉動變阻器，把 c 的電阻全部劃出。這時電容機的磁場就受了激磁機的全部電壓，因為經過 c 的電壓降等於零了。

5.9 限制開關 圖 5.2 中的限制開關 e ，是由變阻器 c 用機械來運用的。電容機磁場如果需要 80 伏或 80 伏以上的電壓，所有變阻器 c 的電阻都要劃出， e 就斷開線卷 q, s 的電路，不使電流通到轉動變阻器的電動機 d 裏去。這步手續極其重要，因為不然的話， d 就要因過熱而燒壞了。再說要是電容機磁場所需電壓極低，所有 c 的電阻都要劃入； e 就斷開線卷 v 和 u 的電路，還是不使電流通到 d 裏去。總而言之， e 的作用是在 c 沒有轉到盡頭的時候，給電動機連通電路，使它能向兩面轉動劃出或劃入電阻都行。如果所有 c 的電阻都被劃出（也就是 c 轉到頭了），再不能連通一條電路讓電動機來劃出電阻。然而却有一條電路可通，讓電動機轉起來劃入電阻。同樣， c 的電阻全部劃入之後，有條電路可通，使電動機能劃出 c 的電阻；然而使電動機劃入電阻的電路却不能通了。

5.10 手控開關 圖 5.2 中的手控開關， w 是一個普通的鼓形控制器 (drum controller, 電車上開車用的)。這控制器裏的接觸片，在鼓上排成三個直行。當活動接觸碰到中間一行接觸片時，調整器完全自動；就是調整器裏的變阻器部份擔任劃出或劃入 c 的電阻。活動接觸碰到左邊一行接觸片時，不論變阻器部份的位置如何，所有 c 的電阻都被劃入。活動接觸碰到右邊一行接觸片，變阻器部份就不能運用電動機，而有一條電路使電動機把 c 的電阻全部劃出。總括一句說，用手控開關的目的，是使電動機引動的變阻器 c 或者由手來控制，或是自動控制。

5.11 倒用替續器 (Inverted relay) 激磁機電壓改變範圍很大，在 250 伏的激磁機，電壓可以從 60 伏變到差不多 270 伏。因此，一定要有一樣東西來維持錄卷 n 裏的直流電不變，不管激磁機的電壓是如何的改變；換句話說，錄卷 n 上的電壓變動不大，永遠近於激磁機的最低電壓。倒用替續器 p 就是擔任這件工作的。外加電阻 m ， I 是和錄卷 n 串聯。替續器 p 的接觸閉合，就使 m 的一部份電阻被捷接。接觸時開時合， m 的有效電阻也就時大時小。激磁機電壓高的時候，變阻器的分流替續器接觸閉合的時間比較長。這種分流替續器的作用前面已經說過。然而 p 既是倒用的替續器，它的接觸的作用恰好顛倒。激磁電壓高， p 的接觸分開的時間反而來得長， m 的有效電阻也就來得高，錄卷 n 裏的直流因此不致過高，替續器不會發熱。反過來說，激磁機電壓低， p 的接觸閉合的時間來得長， m 的有效電阻低，錄卷 n

裏的直流恢復到正常值。 m 的有效電阻變動，結果不問激磁機電壓高低如何，線卷 n 上的電壓總是一定不變的。 p 所以叫“倒用”替續器，就是因為它的接觸閉合的時間，和調整器裏的振動部份使激磁機磁場變阻器捷接的時間成反比。

5.12 電抗器 圖 5.2 中的電抗 l ，和線卷 n 串聯，使 p 的接觸開合時， n 的電流不會有多大變動。

5.13 制止獵覓的機件 激磁機響應磁場變動，需要時間。因此變阻器的轉動臂，往往要轉過太多。而轉動臂往回轉的時候，也不會回到應佔的位置，也是要轉過去的。這樣一來，轉動臂振盪不已，把電阻不停的劃入劃出。要除去這種現象，非用制止獵覓機件不可：把制止獵覓機件連到轉動臂上，使它轉動得很慢，向目的地一步一步的移動。圖 5.2 中 k 和 k_1 兩個接觸就是做這個用的。它們的作用在講變阻器式調整器的時候已經講過了。

上面這個制止獵覓機件只能為小變動作用。如果變動很大的話，還是用制止獵覓電阻 x 比較有效。在變動大的時候（情形並不常見）， k 和 k_1 不能制止振盪，振盪要由 x 來制止。

5.14 假定電容機需要 61 伏的磁場電壓。圖 5.2 中的槓桿 o ，尚未閉合到上接觸上去。電容機 b 的磁場電路中變阻器 c 所有的電阻還是劃在綫路之外。於是 D 點和線卷 n 上端的電壓相等，而電阻 x 事實上也就和線卷 n 並聯。如果這時輸電綫的負載減去不少，電容機的磁場電壓應該很低，比 61 伏要小得多。調整器的振動部份立刻就要減低激磁機的電壓，其速度和激磁機響應

它磁場變動的速度一樣。

激磁機電壓降到 60 伏，槓桿 o 向上閉合上接觸，使開關 w 連通一條電路到電動機 d 裏去。於是 c 的轉動臂劃入電阻。激磁機電壓突然降低很多，槓桿 o 的上接觸仍然閉合；因為接觸 k 和 k_1 雖然閉合，使電阻 I 捷接，而時間過於短促，線卷 n 的磁力還沒有增加得能夠把 o 吸下，使上接觸分開。結果 d 轉個不停，很快的劃入 c 的電阻。激磁機的電壓所以並不是直接加到電容機的磁場上去，因為通過 c 的電壓降很大。換句話說，電容機磁場電壓，是激磁機電壓減去通過 c 的電壓降。現在 D 點的電壓要比 n 上端的電壓小，相差的數目，就是 c 兩端的電壓降。 E 點的電壓也比 n 上端的電壓小，所差的就是經過 n 的電壓降。如果變阻器 c 的電阻劃入得相當的多， c 兩端的電壓降可以弄得和 n 兩端的電壓降相等，而 DE 兩點的電壓也就相等了。

5.15 圖 5.2 中的電阻 x ，它兩端的電壓有時可以相等，因此其中沒有電流通過。本來經過 x 的電流現在要經過線卷 n ，結果 n 內的電流增加，吸力加大。所以變阻器 C 的電阻被劃入的時候， D 點的電壓降低， n 內電流增加，要把槓桿 o 從上接觸拉開，停止電動機 d ，使電阻一步一步的劃入 c 。如果沒有 x 的話，不會這麼快就把劃入電阻的動作改慢。在 c 劃出電阻的時候， D 點和 n 上端的電壓相等， o 的下接觸要分開，這時 x 也得同樣的作用。既得 k 和 k_1 來制止獵覓，再加上 x 之後， c 能很快的轉到它應有的位置；雖然電容機 b 的磁場變動很大時也是如此， c

先是被電動機很快的轉動，快要到終點時，電動機停止，電阻是一步一步的劃出或者劃入，和變阻器式調整器內電阻變動情形一樣。

第六章

交流配電系的饋電綫調整器

概 說

6.1 用途 饋電綫是從電廠或者配電中心通到負載中心，也可以通到一組負載。再有小的範圍，一路饋電綫可以從分電站通到大樓的司路屏(Switchboard)上，而另外的饋電綫再從司路屏通到大樓裏各處。

如果從電廠出來的饋電綫都是用在電燈綫路上，性質相同，那麼發電機上的調壓器已經能夠維持所有電路上的電壓了。然而這種情形很少。多數電廠的饋電區域可分三種：一是商業區，一是工廠區，一是住宅區。三區需要最大電流的時間，並不相同，

如果某一區的負載正達到最大，饋電綫電壓降也最大，必須提高發電機電壓來補償；然而其他兩區負載不大，發電機的電壓提高，對它們說是過分了。而且有些饋電綫不得不同時載電力電(俗稱馬達電)和電燈電兩種負載，而另外一些饋電綫只載電燈負載；有了這些情形，所以每條饋電綫的電壓非單獨調整不可。

6.2 式樣 饋電綫調整器(feeder regulator)只顧到一條饋電綫的電壓，不管發電機上或者其他饋電綫上的電壓如何。所

有的饋電綫調整器都是比率可變更的變壓器，常用的有兩種：一是感應式(induction type)，另一是開關式(Switch type)，亦稱逐步式。這兩種調整器裏，相當於變壓器原線卷的線卷和電路並聯，相當於副線卷的和電路串聯。

感應調整器的原線卷和它的鐵心可以轉動，副線卷不動，原線卷的任何部份磁通可以從任何方向通過副線卷。轉動原線卷就可隨意增減饋電綫的電壓改變的限度要看調整器本領的大小而定。在開關式調整器裏，原線卷和副線卷全是固定的，副線卷的任何部份可用開關接到電路裏，方向也可改變，這樣來增減電壓。

感應式調整器

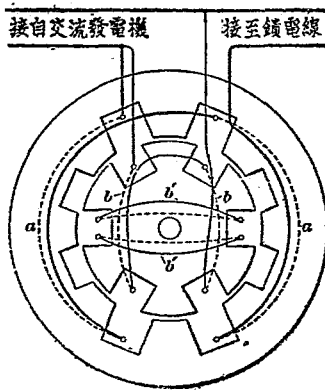


圖 6.1 小型單相感應調整器

6.3 單相感應調整器 圖

6.1 是一個小型單相感應調整器的鐵心和線卷佈置圖。 a 是副線卷，圓柱形的外框(也就是鐵心)上，有輻形槽， a 就裝在這些槽裏。電樞是和外框同心，槽內裝著原線卷 b 和一個捷路的線卷 b' ， b 和 b' 互相垂直，固定在槽裏。原線卷的鐵心可以轉動 180 度，所以原線卷

的磁通可以和副線卷的磁通成任何角度，或是都向同一方向，或者完全相反。原線卷和副線卷的磁場全是交流的，所謂方向相同或者相反是指在某一時的情形。如果這兩個磁場方向相反，饋電綫上的電壓增加；如果方向相同，電壓減低。

圖 6.1 中原線卷的位置使饋電綫電壓降到最低；把原線卷轉過 180° ，電壓最高。原卷可以在這兩個極限之間的任何位置，以適合各種不同的情形來增減電壓。

在大的感應調整器，不過用的線卷與槽更多而已；

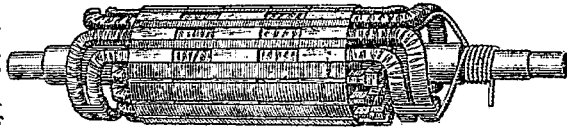


圖 6.2 感應調整器的電樞

圖 6.2 中的電樞有好幾個線卷。

6.4 圖 6.1 中，捷路線卷 b' 的作用是在減低調整器的電抗。 b' 和 b 既是互相垂直， b' 恰好和 b 所發生的磁通方向相同，所以 b' 不會因 b 內的電流而發生電壓，產生電流。然而 b' 不發生電流這種情形，只能在電樞的極端位置下存在，換句話說，就是在調整器增減電壓最大的時候。圖 6.1 中，原線卷和副線卷正是在降壓最大的極端情形，每一線卷包含另一線卷的全部磁通。在增加電壓到最大時，情形也是如此。在這兩種情形之下，原線卷使副線卷的電抗維持得低。當鐵心從這兩個極端轉向中間的時候， b 所包含副線卷的磁通減小，而同時， b' 所包含的加多。

所以，在從極端到中間的時候， b' 裏的電流從零增加到最

大,同時 b 裏的電流減小,兩者增減的速率相同,所以 b 和 b' 聯合的磁力和副線卷的磁力大約相等。因此 b 和 b' 的聯合作用,

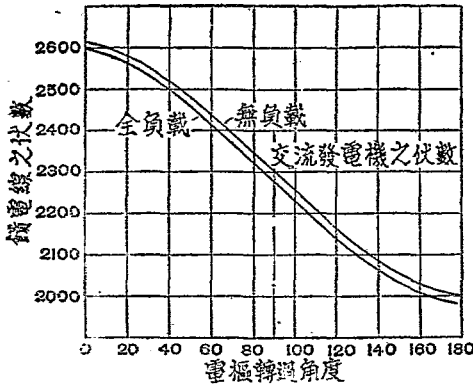


圖 6.3 表示感應調整器的電樞位置和饋電線電壓的關係之曲線

間的垂直距離表示電壓降；這些曲線是由實驗結果得來。從這兩條曲線看來，無論電樞在任何位置，調整器內的電壓降是不變的，所以感應而生的電壓降也必是一定不變的。用了捷路線卷 b' ，調整器內電能的損失可以維持一定。感應調整器內損失的電能很小，所以它輸出的

使副線卷內的電流不會生出強大磁通，而無論電樞的位置如何，副線卷的電抗不會變高。在運用方面看來，這項特點非常有價值。

6.5 圖 6.3 中

有兩條曲線，兩線

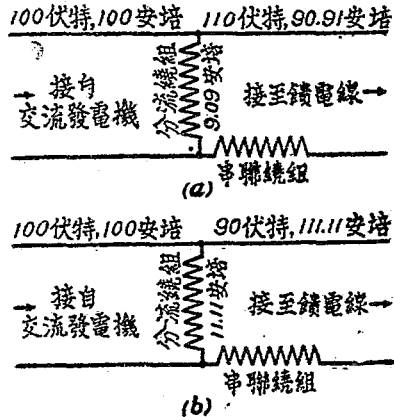


圖 6.4 100 伏, 100 安, 線路上調整器調整電壓的兩種極端情形

電能一定差不多等於它接受的電能。假定調整器內損失為零，用在100伏，100安培的電路上，調節範圍從90伏到110伏，圖6.4表示這兩種極端情形，(a)中調整器增加電壓，(b)中調整器減低電壓。圖中所謂串聯繞組就是副錄卷。

6.6 多相感應調整器 多相感應調整器有許多地方和單相的一樣。不過原錄卷和副錄卷的數目都和相數相等，所以比單相式多幾個錄卷。這些錄卷分佈的情形，和感應電動機一樣。圖6.5是原繞組，圖6.6是副繞組。

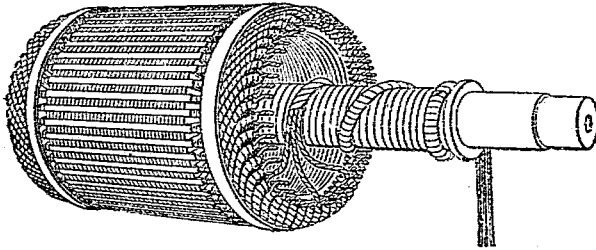


圖 6.5 感應調整器的原繞組

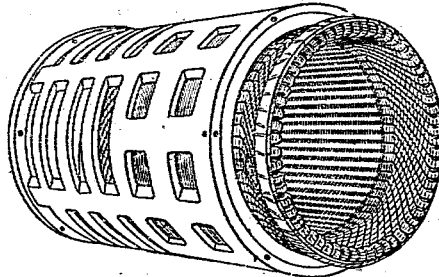


圖 6.6 感應調整器的副繞組

多相調整器裏，副線卷因感應而生的電壓不變。然而轉動原線卷就可使副卷的電壓和電路電壓成任何週相關係 (phase relation), 圖 5.7 中就是這兩種電壓用向量表示的情形。 ab 是多

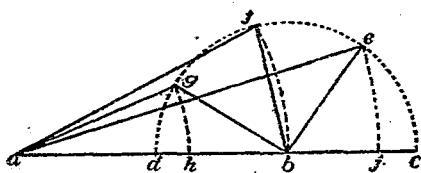


圖 6.7 表示多相感應調整的電壓和電路電壓的每相向量圖

相電路中各相平衡時一相的電壓, bc , be 等等是調整器內因感應而生的電壓。轉動原卷, 則感應電壓的週相關係改變。如果和電路電壓週相關係相同 (如 bc), 兩者可以直接相加, 這時電壓最高 (ac); 如果週相關係相反, (bd), 結果電壓最小 ($ab - bd = ad$)。在其他週相關係時, (be, bf, bg); 電壓是電路電壓和感應電壓的向量和, 例如 ab 和 be 相加得 ae , 也就等於 aj (電壓提高), $ab + bf = af = ab$ 電壓不變; $ab + bg = ag = ah$ 電壓減低。

6.7 效能 感應調整器除用在電燈綫路外, 很少用在別的電功率因數高的綫路裏。它本身的電功率因數雖低, 然而對綫路的影響很小。感應調整器效率很高, 從百分之 92 到 97, 依調整器大小而定。通過感應調整器的電能根本很少, 所以調整器裏的損失和整個電路裏的全部電能比起來實在可以不計, 因此對整個配電綫路的效率不會發生甚麼影響。

6.8 控制方法 感應調整器可以用手輪來轉動, 也可以用電動機來轉動; 電動機可以裝成手控或者自控。用手輪控制的, 總

是裝在電壓偶爾需要調整的電路裏，而且調整器也裝在人手夠得著的地方。

手控電動機可以接到司路屏上(Switchboard)用一個雙投開關，只要把開關接通，電動機就可轉動。改變電壓。雙投開關的兩個閉合的位置，一是為提高電壓用的，一是為降低電壓用的。電壓不常起變動的綫路裏而且永遠有人照顧的話，可以用這種控制方式。

自動電動機控制，用的最多。電動機綫路用接觸伏特計和替續器開關來把它斷開或連通。圖 6.8 是個單相感應調整器，各種自動附件裝在一塊板上。*a* 是線路壓降補償器 (line drop compensator)，

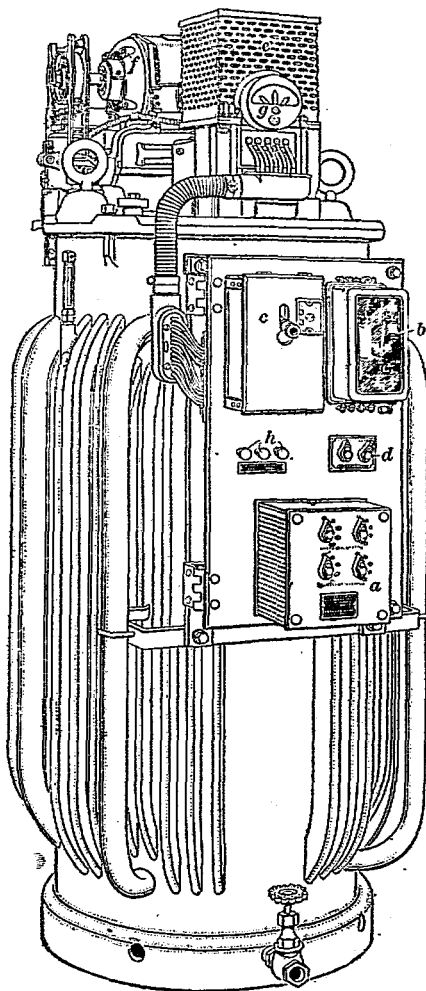


圖 6.8 單相感應調整器和它的附屬機件

補償綫路上的電壓降； b 是快動接觸伏特計 (contact voltmeter)； c 內是電動機的開關， d 是旋轉開關，為電動機或者自動控制用的； e 是接觸式替續器的箱子；電動機 f 速度改變極快。 g 是指示錄卷位置的指示器，用齒輪連於 f 上。指示器內還有一個開關，用來找尋“中和點”(neutral point) 的，就是調整器對於電壓不增不減的地方。 h 是接觸，為試驗伏特計用的。用了 h 可以讀出調整器錄端的電壓和配電中心的電壓。

6.9 接觸伏特計，也叫電動勢替續器 (potential relay)，

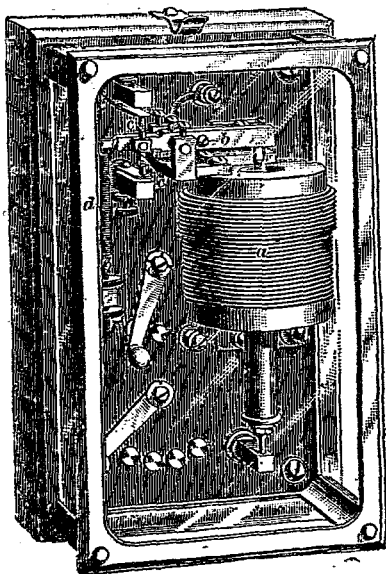


圖 6.9 電動勢替續器的一種

鐵磁力強大的時候，鐵心上升；磁力衰弱，鐵心就下降；如是便

其中主要部份是一個電磁鐵。這電磁鐵有固定接觸和活動接觸，電壓低或是高的時候就閉合兩條電路之一。圖 6.9 就是一種電動勢替續器。磁鐵 a 的鐵心是活動的，連到槓桿 b 上。槓桿 b 的另一端帶有兩個接觸點 c ， c 是用特製合金做的，不怕電弧燒壞。只要槓桿離開水平位置， c 就和任何一固定接觸閉合。彈簧 d 的拉力和鐵心的重量使槓桿維持平衡。電磁

開脫或閉合接觸。

電磁鐵線卷有一個複激繞組(Compound winding),和圖 4.1 中特瑞調整器的交流控制磁鐵的複激線卷相似。分流線卷和串聯線卷作用的大小也有東西來調節,所以雖然配電中心離開調整器很遠,電壓仍可精密調整。另一種電動勢替續器的電磁鐵只有一個線卷,而把這線卷和兩個變壓器的副線卷串聯;一個變

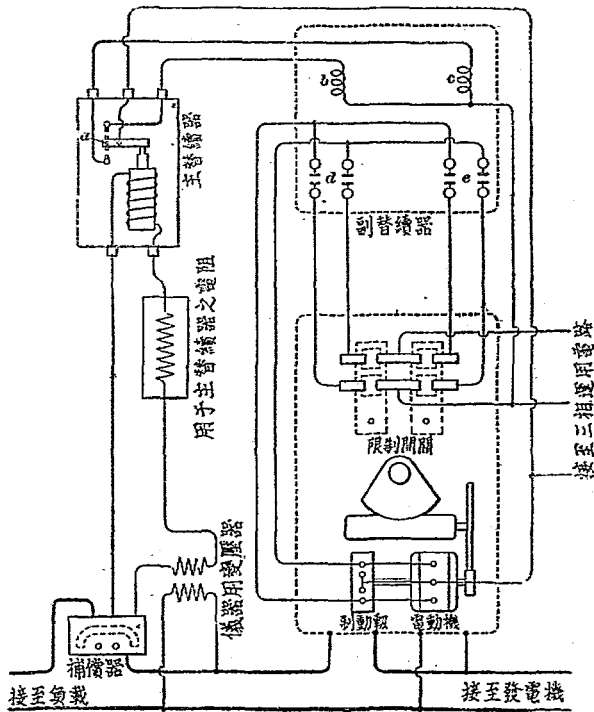


圖 6.10 感應調整器所用替續器的接法

壓器的原線卷和要調整的電路串聯，另一並聯。圖6.10中的替續器就是這樣接法。

6.10 補償器包含一個串聯變壓器，一個並聯變壓器和一個電阻，使主替續器受到的電壓和饋電綫配電端的電壓成正比。只裝一個電阻器的補償器，可以在任何不變電功率時，維持電壓不變；補償器如另有電阻或電抗，那麼負載的電功率因數縱然變動，也能維持電壓不變。

6.11 圖 6.10 中的副替續器，不過是一個雙極雙投開關，由

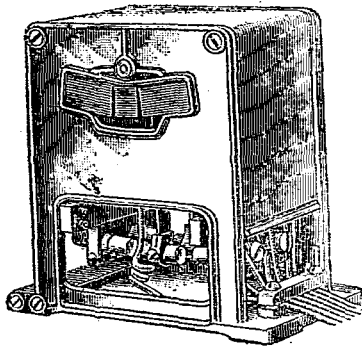


圖 6.11 副替續器的外觀

兩個交流磁鐵來運用，一個把開關通到某一方向，另一個把它通到相反方向，依電動勢替續器的作用而定。圖 6.11 是這種替續器（或者開關）的一種形式。從箱子近底處的洞中，可以看到圓柱形的接觸，磁通路徑可在上面

洞中看到一部份，鐵心是由許多薄片合成的，

6.12 主替續器(圖 6.10)控制副替續器的線卷 b 和 c 的電路； b, c 分別運用 d, e 兩個開關。副替續器的作用是把三相電路中的一相通到電動機去，使電動機轉動的方向符合主替續器的作用。電動機就轉動調整器的原線卷；到電壓升降到預定的數值時，替續器再起動作，把電動機的電路截斷，電動機停止轉動。圖

內的限制開關祇在原線卷剛轉到盡頭的時候纔起作用。限制開關發生作用的時候，它的接觸有兩種閉合法，看主替續器的鐵心的位置如何。如果鐵心在最低位置，主替續器的上接觸閉合，則限制開關中間的接觸和左邊的接觸閉合；如果鐵心在最高位置，下接觸閉合，限制開關的中間接觸和右邊接觸閉合。

例如配電中心的電壓降得太低，主替續器的活動接觸 a (圖 6.10) 接到上面的固定接觸，副替續器的線卷 b 就有一相電流通過。 d 於是閉合，電動機的三相電路全部連通，向某一方向旋轉。結果配電中心的電壓升高。如果 a 觸合到下面的固定接觸，使線卷 c 中通過電流， e 就閉合，電動機向相反方向轉動。要改變三相電動機轉動的方向，只要把一相的電流方向顛倒就可以了。

開關式調整器

6.13 構造 開關式調整器主要部份是一個單卷變壓器或者叫做補償器。單卷變壓器的線卷上有兩個固定接觸，另有一個活動接觸。發電機電路接到兩個固定接觸，饋電線一端接到一個固定接觸，另一端接到活動接觸。圖 6.17 是這種調整器的連接簡

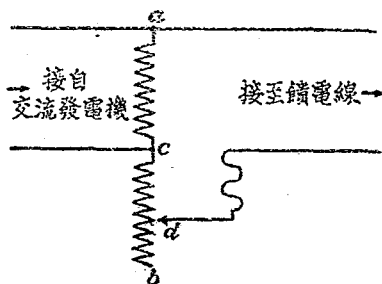


圖 6.12 開關式調整器的連接簡圖

圖。ab 是變壓器的錄卷；ac 是錄卷的一部份，因為接到發電機上去，所以可以算作原錄卷；ab 就成了副錄卷；d 是活動接觸，可以接到副卷上任何一點。

6.14 手控式 普通用的晷盤式開關調整器 (dial-switch regulator)，實在情形像圖 6.13 中所示。晷盤式開關可以把饋電

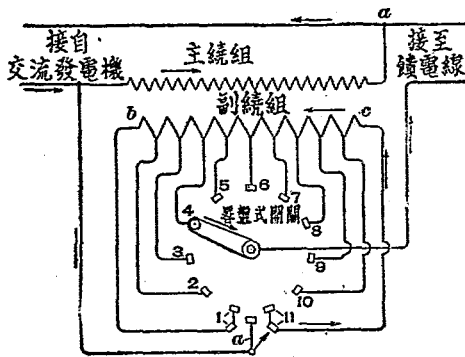


圖 6.13 普通用晷盤式開關調整器的實情

錄接到副繞組的任何一點。圖中開關 a 可以把副卷的接法顛倒過來，所以可以增減電壓。圖中 a 接在 11 上，若把晷盤式開關接在 1 上，電壓被增加到最高值。

晷盤開關移過 2, 3, 4 等，接觸副錄卷就逐漸被劃出，提高電壓的作用也就越來越小。晷盤開關接到 11 的時候，完全沒有提高電壓的作用了。如果把晷盤式開關繼續轉下去，從 11 轉到 1，開關 a 會自動的關到 1 上去，副錄卷 bc 的接法就完全反過來了。再把晷盤開關轉動，關到 2, 3, 4 立接觸上去，副錄卷被劃入綫路，不過方向和從前相反，所以電壓降低。a 關在 1 上而晷盤開關在 11 上時，電壓最低。

要想這種調整器的成績滿意，第一點是晷盤開關的活動接

觸一定不可以同時碰到兩個固定接觸。第二點是活動接觸從一個接觸移到另一接觸時，動作必須極快，快得雖然綫路斷開而不致使電燈閃爍。要使活動接觸動得快，所以用到壓縮彈簧；轉動開關柄之後，活動接觸被一個東西擋住，暫時不能移動，彈簧被擠而彈力增大，把活動接觸推到下一個固定接觸上去。

6.15 自動開關 自動開關調整器時常要變動接觸位置，所以活動接觸不能像手控式的那樣跳到固定接觸上去。因此開關的接法也須改變，使接觸改換位置而不致截斷電路。圖 6.14

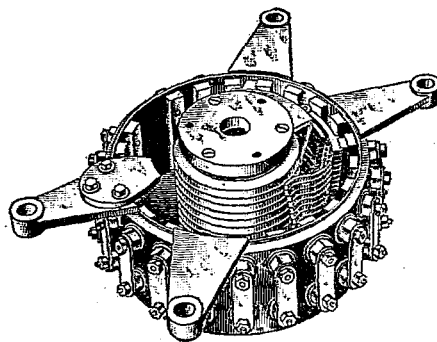


圖 6.14 疊盤式開關的全貌

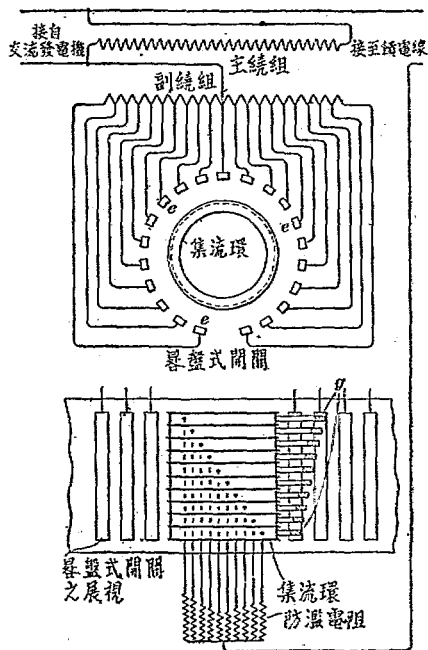


圖 6.15 疊盤式開關的接法

是自動調整器的晷盤式開關，接法和作用可參看圖 6.15。這圖上半是晷盤式開關從一端看過去的情形， e 是開關上的接觸銅塊，和集流環排列成同心圓； e 在一個圓筒的內面上，而集流環在另一圓筒的外面。圖 6.15 的下半是集流環和晷盤開關的剖視圖，晷盤開關被展開，露出直立的接觸銅塊。集流環和接觸銅塊 e 都是固定不動的。活動部份是一個開關臂，上面帶著許多接觸，把集流環和 e 連通。每個接觸和其餘的接觸之間都有絕緣物隔開，在通到集流環的一端是一個電刷，另外一端好像手指，在銅塊 e 上滑動。這些接觸指連成一排斜線（圖 6.15 中 g ）；整個一排，加上

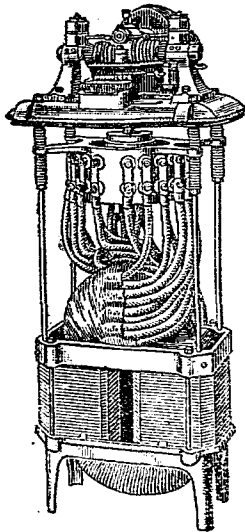


圖 6.16 開關式調整器
和它的附屬機件

集流環和防濫電阻，連通兩個鄰近銅塊，成爲一個電路。所以要一排而不用一根接觸指，因爲一根太短，不能跨過銅塊之間的空隙。開關臂轉到任何一個位置，就連通電路，經過變壓器副線卷（圖 6.15 中副繞組）的一部和銅塊，活動接觸，集流環以及防濫電阻。防濫電阻限制電路中電流，不使過大，以免危險。這樣，電路從不截斷，所以調節起來極精細，電壓改變極其平穩。

6.16 晷盤開關裝在調整器蓋的下面，在變壓器的上面（見圖 6.16），用裝在蓋上的電動機轉動。調整器發生作用的

時候，電動機轉動不停。電動機的軸的兩端各裝有“磁力离合器”(magnetic clutches)，把電動機的轉動傳到開關臂上。如果饋電綫電壓起變動，接觸伏特計就連通一條電路經過這一個磁力抓的磁鐵，使磁力抓帶動開關臂，如此來調整電壓。活動部份的慣性極小，動作迅速，所以能得到極精密的調整。

副錄卷中只有調節時要用到的那一部份在電路裏；這樣，電能的損失可以減少。電功率因數差不多等於一，所以開關式調整器無論在效率方面或是電功率因數方面，都比感應式調整器好。然而這兩種調整器只耗去總電能的極小一部份，所以它的效率功率因數對整和電個電路沒有什麼影響。

最低級電壓的饋電綫調整器

6.17 必要條件 除開上面兩種調整器外，現在還有第三種，專誠用於最低一級電壓的綫路的。講到最低一級的綫路電壓要算是供給電燈的饋電綫了。這種饋電綫的電壓是 110 伏或 220 伏，並且負載大都在二十安培以下的。照這樣低電壓的綫路不知有多少，尤其是幹路中的支路，而這支路僅有一相的居多數。若是每個支路都要裝置調整器去維持優良的調整率，那是非特不經濟，並且不需要的，因為儘可用相當粗細的電線來支配到較好的調整。可是在通到鄉間沿路的各低壓饋電綫，還有某種工作必需有最穩定的電壓，那麼這種調整器就應着發明了。像上面所說兩種需求，很容易地想見，前者因為綫路短而電流小，不值得用高

一級電壓來饋給，後者綫路極短，然而電流也是很小的。所以要適合調整程度而造出這一類調整器，那是必須要簡單而無養護工作的才合理想。現在把一種最低級電壓調整器叫做活動錄卷調整器(moving-oil regulator)說明在下面。

6.18 構造原理 請看圖6.17所示，調整器本身是一個疊片製成的鐵心，繞有 r 、 a 和 b 三個靜置的錄卷，還有一個捷接的活動

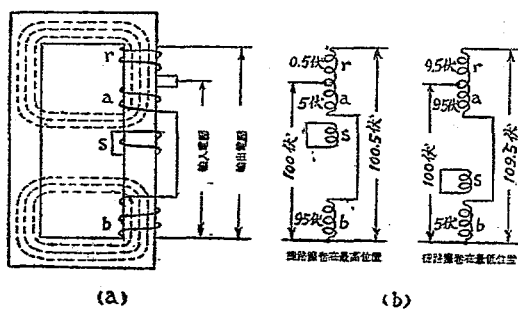


圖 6.17 低壓活動錄卷式調整器的簡圖

錄卷 s 。輸入電壓是施加於串聯的 a 和 b 兩個錄卷下面。活動錄卷的作用是改變錄卷 a 或 b 的阻抗。假使它移向上邊，它的捷路電流阻止磁通穿過錄卷 a ，因此錄卷 a 的電壓降低。現在 a 和 r 兩個錄卷在變壓器作用下，所以輸出電壓亦降低。再說如果把活動錄卷向下邊移到底，亦即輸入電壓一部份電壓移到上面錄卷 a 上，於是輸出電壓就隨之升高。由此可知活動錄卷移在上下兩處極端地位中間可以調整到任何中間電壓。這活動錄卷是靠着電壓電磁鐵鼓動一套簡單的槓桿機械作自動運用。

饋電線調整器的應用

6.19 單相式饋電線調整器用在多相綫路每個獨立供給電能的單相饋電綫中。多相綫路如果平衡的話，那麼用一個三相式調整器較為經濟，所佔地位既省，裝置又簡便，維護工作又少。要是三相的負載，除開電動機外，還有許多電燈和電熱器接着，各相的電壓那裏會一律高低，所以每個需要調整的一相綫路要用一個單相式調整器。在多相綫路上往往把所有的電燈接到一相上去，只在那一相上用個調整器，其他各相就省去調整器而不用調整了。

剛才講過，祇有在平衡的多相綫路裏纔可以用多相式調整器，但是有時可利用一只星形接法的平衡器(star balancer)來把不平衡負載重行支配一下，使三相的不平衡程度改善到比較平衡的狀態，因此一個三相調整器仍可應用。這個方法是適用於三相四線制，

在三相綫路上有時還可用二只單相式調整器來調整整個的三相制，不過這樣用法是需要三角形接法而省去第三相的調整器，因為第三相是等於其他兩相的電壓的向量和，所以不用調整器仍是得到調整的結果，當然這個辦法是指平衡的三相而說。要是三相不平衡的話，那麼還是用三個單相式的好。

第七章

電網絡系調整器

7.1 電網絡系調整器 (Network system regulator) 的需要在小的電網絡系,像城市中配電的電網絡,有幾只變壓器同時供給電力,它們的負載分任全靠電壓來調節。電壓調整只要適應電流向某一方向或某一重負點流動時的情形。在大的電網絡系,有兩三個發電廠互連(interconnected),電壓調整的能力就要大大增加。在這種電網絡系裏,電能流動的方向不一定,有時向一方向,有時向反方向,兩個電廠間互相按負載情形交換電力。所以這種電網絡系的調整器必須調整電流向任何方向流動時的電壓。這種調整器叫做電網絡系調整器,簡稱電系調整器。

7.2 種類 用於電網絡系的調整器有兩種:(一)同步機調整器(Synchronous-machine regulator), (二)調換分接頭式變壓器(tap-changing transformer)。同步機調整器是用一只同步電容機(Synchronous condenser)或者同步電抗機(Synchronous reactor)來控制電系兩方的電壓和週相關係(phase relation),在第五章中已有說明,本章中僅把它的優點和遺憾加以檢討。調換分接頭式變壓器是一只可以改變電壓比率的變壓器,當作調整器。它的運用可以手控,也可以自動,它的設備可

以獨立，也可以附在主變壓器上。後者當然最是經濟，前者可以說是活用的，因為它可連到已經裝置好的主變壓器，或者連到一只沒有分接頭甚至有分接頭而不夠調整的變壓器。如果和串聯變壓器串聯，也可以變更兩方的週相關係。

同步機調整器

7.3 優點 同步機作調整器用的時候有下列優點：(一)提高電系的電功率因數。同樣的電流，在電功率因數高的時候，比在電功率因數低的時候所傳達的電力大得多。電能的損失因此減少。拿發電或傳遞一定量的電功來說，電功率因數高，則電路中的導線和傳遞用的電機電器都可用最小的伏安額量。(二)調壓平穩而且在負載小而綫上充電電流(Charging current)大時能阻止電壓升高，因為充電電流有提高綫路終點電壓的傾向。(三)綫路上許多處有負載時，能維持電壓不變。

7.4 遺憾 (一)設備費過昂，因為不僅機器價格高，並且還要房屋和基礎。(二)經常費和養護費太大，電能損失也大。不過調整器本身損失雖大，電路上損失減小，所以還不算是重要。(三)綫路兩端每端要裝兩套調整器(如果電能有向兩方向傳遞的可能)。

變壓器調換的分接頭

7.5 概況 變動電壓，除了用調整器維持一定的電壓外，最

簡便的方法是在變壓器上調換分接頭(tap)。分接頭往往設在高壓的繞組上,電壓的變動是一步一步的或是比較平滑地改變,這是要看有多少分接頭接出和各分接電壓而定。

變壓器的調換分接頭方法分爲二類: (一)變壓器完全隔離之後才進行改接; (二)並不斷絕負載電流而進行改接。第一類稱做斷路調換分接(off-circuit tap changing),亦稱無載調換分接(no-load tap-changing), 第二類稱做通路調換分接(On-circuit tap-changing),亦稱有載調換分接(on-load tap-changing)

7.6 斷路調換分接設備 最簡單的斷路調換分接設備是在油面下裝置一錄端板(terminal board),調換接頭祇要用手裝拆鏈節(links)或插頭(plugs),這種裝置最是經濟,不過有一缺點,就是改接時必需移開變壓器的箱蓋。這樣非但使潮氣侵入油中,並且很容易使金屬物如工具落入變壓器箱裏,以致絕緣發生弊病,甚至通地或短路。另外一法是把所有的分接頭接到油面上的插頭式分接開關(plug-type tapping switch)。開關的手柄或在箱蓋裏面或伸出蓋外。後來,斷路調換分接器的設計更有進步,利用旋動式開關(Rotary-type switch)可以完全在變壓器箱外使用,分接頭的調換只要轉動手輪到指示所需要電壓地位,捷便極了。這樣的裝置對於戶外式(outdoor type)或者保油器式(conservator type)變壓器顯然很重要。

7.7 通路分接調換法 通路分接調換法大概可分爲兩種:

(一)單繞組法,亦稱單電路法(single circuit method), (二)雙繞組亦稱雙電路法(double-circuit method)。單電路法又有兩種:(a)中點電抗器法(mid-point reactor method), (b)無分接電抗器法(untapped reactor method)或稱電阻法,(因為在這方法裏用電抗或電阻都可)。

單電路變壓器的分接調換

7.8 中點電抗器法的佈置和運用 主要的部分是一個調換

分接頭的齒輪連着一個分接頭選擇器(tap-selector)和跨接油開關(diverter oil switch),這些開關合用一個手柄來運用,接到一個公用的電抗錄卷。電抗器之作用是限制從一個分接頭換接到另一分接頭時的電流,圖7.1所示是多相變壓器內每相電壓改變時的步驟。這電抗器是有一中點分

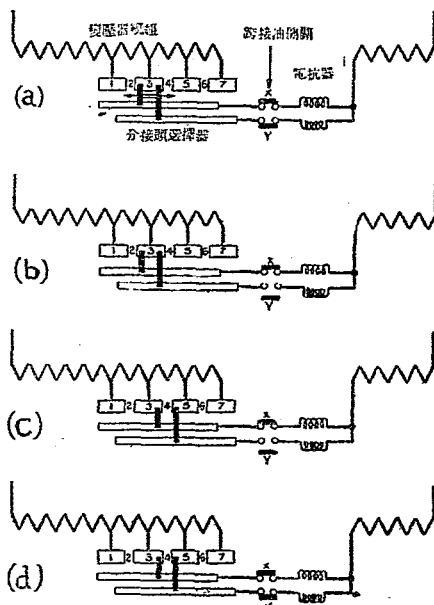


圖7.1 中點電抗器法調換變壓器分接頭的步驟

接的，當它跨接到鄰近兩分接頭時就得到居間的步級(step)。這種裝置的好處，在於變壓器繞組上所引出的分接頭數僅及所需電壓調節步級總數的一半。所以採用這設計，比較每步級有一個分接頭的，有更大的空隙和更高的絕緣值。

試看圖中所示，調換分接頭時最先是斷開跨接的油開關，使拆離電抗器的一半繞組。然後移動分接頭選擇開關的接觸經過一步級，最後達到新的分接頭位置時，再行閉合跨接油開關。當運用正在進行的時候，電抗器的另一半繞組仍留在電路中，所以它在這時載着全部負載電流。

7.9 運用的機械 現在把運用的機械約略地講述一下。分接頭選擇開關和跨接油開關原是合裝在一個鐵箱裏，這鐵箱附連在變壓器箱的旁面，然而自成一個單位，照這樣的佈置，變壓器的絕緣並不會受到開關箱油質變化的影響。講到電抗線卷，因為欲維持本身絕緣不得低於主變壓器的絕緣值，所以設在主變壓器的箱裏鐵心上面的地位。

分接頭選擇器和跨接油開關是靠一連串齒輪耦合起來同時運用，這油開關憑着一個範動輪(cam)而動作，選擇開關的動作響應着一個小齒輪連到絕緣的螺旋棒而沿着棒作直綫移動。跨接油開關的構造包括一組許多接觸銅塊裝設在一條絕緣的鋼條上面，另外有一套移動而緊緊壓着的對頭式(butt-type)活動接觸，活動接觸有很好的自掠作用(self-wiping action)，每次閉合接觸時不致有局部發熱，斷開接觸時且有增速率彈簧輔助急

切地斷弧。

上面所述的設備都是適用於手動的，祇要旋動手輪變換接頭的工作就依着呆定的循序進行。若用電動機驅動這機械可以作遙遠控制，也可利用替續器變成完全自動運用的調整變壓器。

7.10 電抗器 電抗器是有鐵心的，它的線卷佈置得使漏抗 (leakage reactance) 保持於最低限度，所以電壓降落很小，並且鐵心的磁通密度相當低，不致在開關運用時產生足以影響變壓的衝動電壓，

7.11 調整變壓器 (regulating transformer) 和串聯昇壓變壓器 (Series boosting transformer) 的聯合應用 另有一種調整電壓方法常用於輸電或配電幹路，就是把調整變壓器和昇壓變壓器聯合運用像圖 7.2 所示。調整變壓器包括主副兩個繞組，主繞組接在幹路線上，沒有分接可以變換，副繞組却有相當

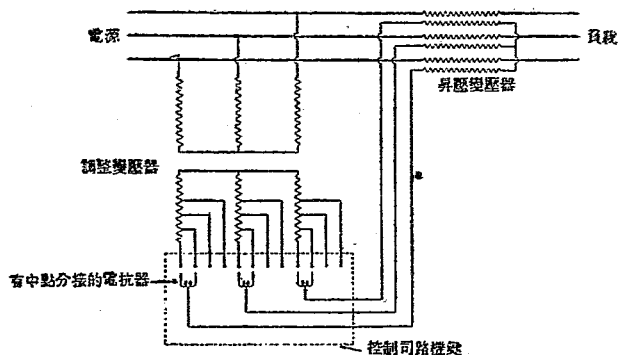


圖 7.2 調整變壓器和昇壓變壓器的聯合調整電壓法

分接頭數，用控制的司路機鍵(Switchgear)接到同一綫路上接着的一只串聯昇壓變壓器。施於昇壓變壓器主繞組的電壓可以改變它的副電壓而隨便調整，這副電壓是靠調整變壓器各步級分接頭所接的開關位置來改變。為減少調整變壓器繞組上引出的分接緣故，中點電抗器常被採用。

倘然把調整變壓器之星形接法的繞組顛倒一下，結果可以得到對抗效應(bucking effect)，也就是插入綫路的電壓和綫

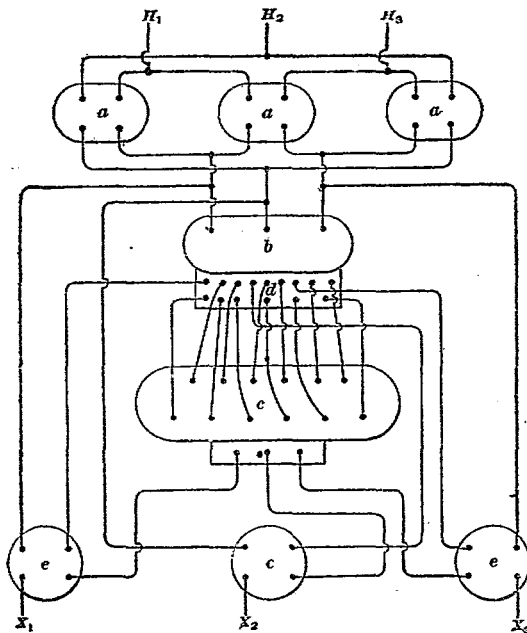


圖 7.3

調整變壓器和昇壓器用在三相電路上的外表接線圖

路電壓相反，因之負載端的電壓低降。

當變換接頭劃出繞組中一部分線卷時，運用的順序如下：

(1) 電抗器的一端接在分接頭上，另一端接在繞組的盡端。

(2) 電抗器的一端接在次一級的分接頭上，當時電抗器是和

兩個分接頭間的一部分繞組相並聯。

(3) 原來的分接頭從電抗器上拆開，因之電抗器和變壓器繞組成串聯。

(4) 電抗器捷接變換就完了。

7.12 圖 7.3 是調整變壓器和昇壓器用在三相電路上的外表接線圖， H_1, H_2, H_3 是電源進線， a 是電源變壓器， b 是三相調整變壓器。 b 的原線卷直接連到 a 的副線卷。 c 是感應調整器，原線卷經過選擇開關 d 連到 b 上任何適合需要的一點。 c 的副線卷是和 b 的副線卷以及串聯變壓器的原線卷串聯。 e 的副線卷是和 a 的副線卷串聯。

7.13 感應調整器之利用 有時所需要的電壓值，恰在調整變壓器兩個分接頭之間。這時就要用到感應調整器來調節到所需要的電壓。感應調整器的接法，使得不論 b 上(圖 7.3) 是那兩個分接頭發生作用，它都能發生效力。這樣的聯合應用的設備叫做按步感應調整器(step induction regulator)。

7.14 無分接電抗器法或電阻法的設備和運用 無分接電抗器法的分接調換可參看圖 7.4 就很明瞭，不用解釋了，應注意到的是這種裝置所需的分接頭數要比中點分接電抗器法多一倍，講到用電阻還是電抗都可以用，原無分別，不過費用上略有關係罷了。

7.15 這方法的變換順序，按圖所示，條列在下面：

(a) 在分接頭 4 正常情形時，電抗器被捷接。

(b) 電抗器跨接在分接頭 4 和 5 之間，這是從分接頭 4 移到 5 的過渡時間。

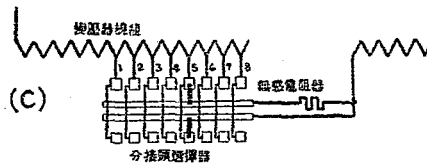
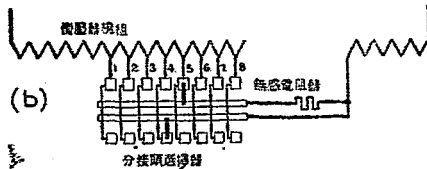
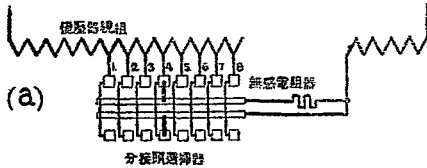


圖 7.4

無分接電抗器法或電阻法調換分接的步驟

(c) 在分接頭 5 正常情形時，電抗器又被捷接。

雙電路變壓器的分接調換

7.16 佈置 圖 7.5

是用並聯繞組法的設計圖。每個繞組各有分接頭和它的調換器，還有一具油斷路器。這裏可看見 1, 2, 3, 4 和 5 是幾個接觸器開關 (Contact

Switches) 設在第一個繞組上。6, 7, 8, 9 和 10 是同樣排列的接觸器開關設在第二個繞組上。這兩組接觸器開關僅許在連繫的油斷路器截斷電路後才能關或開，並且它們的誰關誰開都循着一定的次序，由一套電動機械來支持的。

7.17 運用 在正常運用時，變壓器的兩個並聯繞組是共同担任外施負載的。假定那時候接觸器開關 1 和 6 是閉合着要調換分接頭時，上面一個繞組的電路(見圖 7.5)被自己的油斷路器

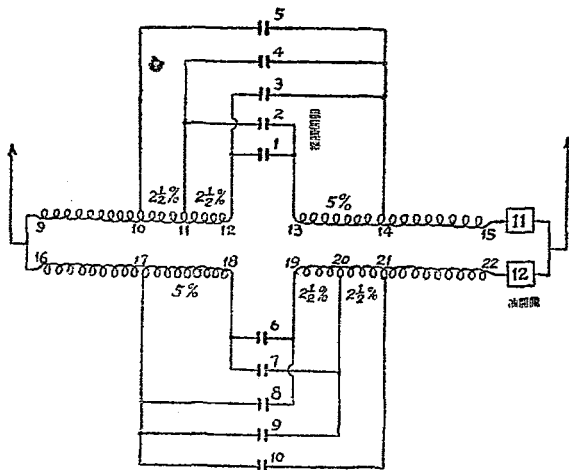


圖 7.5 並聯繞組法調換分接頭的設計圖

11截斷，讓下面一個繞組暫時載着全部負載，然後把自己的原來閉合的一個接觸器開關 1 開釋，而閉合接至次一個分接頭的接觸器開關 2。那時油斷路器 11 再行閉合，可是兩個繞組雖然並聯，却有不同分接，兩方電壓相差，在圖中可看出等於 $2\frac{1}{2}\%$ ，這些電壓差就產生局部電流(local current)，周流在兩個繞組裏面。局部電流的數量是被兩繞組之抗阻總和所限制。這現象當然是驟暫的，因為下面一路內油斷路器 12 隨着就斷開了。等到下面電路斷開後，其中分接頭開關在無負載情形下，亦作同樣的調換，就是開掉 6 而閉合 7，然後再閉合本路的油斷路器 12。從此兩個繞組又在同一電壓作並聯運用，再也沒有周流的電流，這樣才完成了一個步級改變電壓的工作，吾們知道這裏每個步級是

2½% 相電壓。若欲得到再高一步的電壓，就是 5%，調換分接頭的手續是同樣進行，不用解釋了。

這雙繞組變壓器的每一繞組，當調換分接頭時，必須載着全部外施負載，亦即雙倍於本身的正常電流，這點在設計上當然規劃到，不過有相當時限，決不容許作長時間繼續的運行，否則製造的費用太大了。

調 整 變 壓 器 的 用 途

2.18 目的 用調整變壓器(指分接頭調換變壓器)之後，就不必把電源變壓器(指主變壓器)的副線卷上引出分接頭。電源變壓器的通常電壓既高，電流又大，所以還是用個調整變壓器(圖 7.3 中 *b*)而引出分接頭比較容易。用了調換分接頭的設備，可以把 *b* 裏原線卷受到的電壓和副線卷電壓的比率變更。究竟有幾種比率可以變換，要看引出分接頭的數目，

7.19 優點 (一)價格不大，因為只不過變壓器上外加分接頭調換器(tap-changer)罷了。(二)可以適用於電能向兩方向流動的傳遞，只要電功率因數高而傳遞的距離不十分遠。

7.20 遺憾 不能像同步機的提高電系的電功率因數，所以不能減低損失而增加傳遞效率。它只能改變電壓，然而不如電容機的運用靈活。

問 題

1. 何謂優良調整?
2. 在用戶的觀點說,電壓的優良調整如何重要?
3. 試述電壓不足的原因和結果。
4. 電壓的調整優良對於電廠本身有何重要?
5. 綜述電壓調整不良的原因。
6. 直流發電機的固有調整比較交流發電機如何?試說明緣故。
7. 直流發電機的調整器普通所用者有何幾種?
8. 按照直流特瑞式接線圖說明電壓升高或降低時各部分的動作。
9. 替續器的功用何在?何以有時省去?
10. 燈光發生閃爍的原因何在?
11. 高速振動式調整器包括何幾部分?試分析調整器的作用並備述運用的原理。
12. 說明反電動勢式調整器的原理和各部的功用。
13. 試述反電動勢式調整器當電壓升或降時運用的順序。
14. 何謂調整器的獵覓?如何免除獵覓?
15. 如何調節反電動勢式調整器中電動機的掣動效果?
16. 簡述叟雷調整器。備述它避免獵覓的方法。
17. 叟雷調整器有何幾種用法?如何使配電綫負載端的電壓得到相調整?
18. 如何用叟雷調整器維持任何負載時電流不變?如果一個電系除供

給電車還須供給電燈，變電調整器應該如何應用？

19. 蓄電池組用於直流饋電綫上有何幾種功用？何謂浮置電池組？
20. 末端電池法如何控制電壓？開關的設計注意何種事項？
21. 試述自動炭片疊式調整器。
22. 串聯昇壓機有何特性？何以用這電機控制綫路盡端電壓最是普通？試繪接線圖，並附說明。
23. 原則上，交流發電機調整器如何調整電壓？試述調節磁場強度的三種方法
24. 交流機調整器的三種自動控制方為何？
25. 詳述交流特瑞式調整器。
26. 何謂接觸伏特計？何謂電壓降補償器？
27. 何種情形下用變阻器式調整器較為適合？
28. 變阻器式和振動式調整器原理上如何不同？
29. 何者為變阻器式調整器的三個主要部分？
30. 試按照敷線圖解釋電壓變動時所起作用的步驟（先假定電壓增高，再假定電壓降低）。
31. 為何要用閘程式調整器？激磁的變動範圍如何廣泛？
32. 試按照閘程式調整器的敷線圖，說明電壓變動時各部分所起的作用。
33. 何謂時間常數？時間常數隨何而變更？
34. 急應式調整器的兩種特徵為何？說明兩者有相對的重要。
35. 試述急應式調器的構造，並作分析般的解釋作用。
36. 如何調節急應式調整器使它改變維持的電壓？
37. 為何要複激調整器？試述急應式調整器的複激法。

36. 試討論長短途輸電綫的電壓控制法。
39. 試述同步機的特性。
40. 何處用到超閾程調整器?何以不用純粹變阻器式調整器?
41. 試按照敷線圖說明超閾程調整器的作用
42. 何謂倒用替續器?它的任務是什麼?
43. 爲何每條饋電綫需要單獨的電壓調整?
44. 常用的饋電綫調整器有何幾種?
45. 試述單相感應調整器的構造原理。
46. 多相式感應調整器和單相式有何不同? 試繪向量圖表明感應電壓和綫電壓的關係。
47. 何以感應調整器不致影響整個綫路的效率?
48. 感應調整器如何自動控制?
49. 說明開關式調整器的構造。如何它的電路永不斷開?
50. 開關式調整器比較感應式如何?
51. 最低級電壓的饋電綫調整器的必要條件爲何?
52. 試述活動線卷調整器的原理。
53. 試比較單相式和多相式調整器的應用。
54. 說明電網絡調整器的需要。
55. 電網絡系所用的調整器有何幾種?
56. 舉述同步機調整器用於電網絡系的優點和遺憾。
57. 變壓器爲何需用斷路分接調換設備?
58. 通路分接調換法有何兩種?
59. 詳述中點電抗器法的變壓器分接調換。
60. 如何是調整變壓器和串聯昇壓變壓器的聯合應用? 試繪接線圖並

說明增加或減低綫路電壓的運用順序。

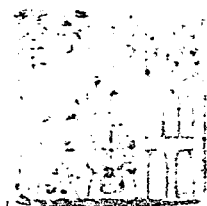
61. 何謂按步感應式調整器？
62. 試述無分接電抗器法的變壓器分接調換。
63. 簡述雙電路變壓器的分接調換原理。
64. 討論用調整變壓器的優點和遺憾。

英漢名詞對照索引

Air-gap 氣隙	12	Drum controller 鼓形控制器	59
Alternator Regulator 交流發電機調整器	23	Eccentric 偏心輪	13
Automatic carbon-pile type regulator 自動炭片疊式調整器	20	Eddy-current brake 渦流掣動器	11
Battery Booster 電池昇壓器	16	Elastic recall 彈性召回	42
Booster 昇壓機	19	Electromagnetic balance 電磁天秤	12
Broad-range 闊程	23	End cell 末端電池	19
Bucking effect 對抗效應	85	Extended broad-range 超闊程	23
Butt type 對頭式	84	External rheostat 外加電阻器	37
Cam 筭動輪	84	Feeder regulator 饋電線調整器	63
Carbon-pile 炭片疊	19	Flicker 閃爍	9
Charging current 充電電流	81	Floating battery 浮置電池組	20
Coefficient of self induction 自感係數	41	Floating contact 浮置接觸	24
Compensating spring 補償彈簧	13	Floating voltage 浮置電壓	18
Compounding 複激	48	Generator regulator 發電機調整器	7
Compound winding 複激繞組	71	Galvanometer 電流針	21
Conservator-type 保油器式	82	Grid resistance 鐵柵電阻	30
Contact-making voltmeter 接觸伏特計	24	Hinge 鉸樞	29
Contact switch 接觸器開關	88	Hunting 獵覓	11
Control magnet 控制磁鐵	8	Induction-type regulator 感應式調整器	64
Counter-emf. type 反電動勢式	7	Inherent regulation 固有調整	5
Damping device 阻尼器	44	Interconnect 互連	80
Dashpot 緩衝壺	9	Intermediate exciter 居中激磁機	21
Dial-switch regulator 晷盤式調整器	74	Inverted relay 倒用替續器	54
Differential action 差作用	8	Lagging current 落後電流	52
Direct-acting type 直接作用式	7	Leading current 超前電流	52
Disconnecting switch 隔離開關	54	Leakage reactance 漏抗	85
Diverter oil switch 跨接油開關	83	Limit switch 限制開關	54
Double-circuit method 雙電路法	83	Line-drop compensator 電壓降補償器	69
		Link 鏈節	82
		Local current 局部電流	89

Lumen 流明	3	Rheostatic-type 變阻器式	23
Main control-coil 主控線卷	37	Rocking arm 搖轉臂	12
Magnetic clutch 磁力耦合器	77	Roller 滾輪	14
Magnetization curve 磁化曲線	21	Rotary-type switch 旋動式開關	82
Magnet ring 磁環	12	Self-wiping action 自掠作用	84
Mid-point reactor method 中點 電抗器法	83	Sequence 順序	11
Network system regulator 電網 絡系調整器	80	Series booster 串聯昇壓機	7
No-load tap-changing 無載分 接調換	82	Series boosting transformer 串聯昇壓變壓器	85
Off-circuit tap-changing 斷路 分接調換	82	Short-circuit current 捷路電流	7
On-circuit tap-changing 通路 分接調換	82	Single-circuit method 單線 路法	83
On-load tap-changing 有載分 接調換	82	Spark 電花	8
Outdoor-type 戶外式	82	Star balance 星形接法的平衡器	97
Over-compounding 過複激	20	Station end 電廠方	6
Over-regulating 過度調整	42	Starting torque 開動轉矩	4
Pawl 掣扣	13	Step-stop 步擋	13
Phase relation 週相關係	68	Step-down transformer 降壓 變壓器	51
Pilot wire 領示線	16	Step-up transformer 升壓變 壓器	51
Pivot fork 支叉	14	Straight-line slide type 直線滑 動式	19
Plug 插頭	82	Subdivision 分節	15
Plug-type tapping switch 插頭 式分接開關	82	Synchronous condenser 同步電 容機	52
Potential relay 電勢管線器	70	Synchronous reactor 同步電 抗機	52
Power factor 電功率因數	52	Switchboard 司路屏	19
Quick-response type 急應式	23	Switchgear 司路機鍵	86
Reactive current 無功電流	52	Switch-type regulator 開關式 調整器	64
Regulating transformer 調整 變壓器	85	Tap-changer 分接頭調換器	90
Reversing contactor switch 反向接觸開關	28	Tap-changing transformer 調換分接頭式變壓器	80
Rheostat shunting relay 變阻器 分流管線器	8	Tap-selector 分接頭選擇器	83
		Tappet 撥杆	13

Terminal board	線端板	82	接電抗器法	83
Time constant	時間常數	41	Vibrating-coil	振動線卷 37
Thury type regulator	<u>奧雷</u> 式 調整器	7	Vibrating-type regulator	振動 式調整器 8
Tirrell-type regulator	<u>特瑞</u> 式 調整器	7	Voltage regulation	電壓調整率 1
Torque	轉矩	44	Wheastone bridge	<u>惠斯通</u> 電橋 21
Untapped reactor method	無分		Winding	繞組 6



1320

中國科學社工程叢書

電工技術叢書

電 壓 調 整 器

Voltage Regulation

中華民國三十五年八月初版

中華民國三十六年四月再版

版權所有 翻印必究

原 著 者	Fred Von Heimburg
編 譯 者	壽 俊 良
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 上海中正中路六四九號
印 刷 所	中國科學圖書儀器公司 上海中正中路六四九號
分 公 司	中國科學圖書儀器公司 南京 廣州 漢口 重慶 北平

禮