

低压发电机控制屏

刘 惠 登著

水利电力出版社

73.245

內 容 提 要

本書着重敘述我國自己設計製造的低壓發電機控制屏的有關設計製造的知識。里面談到低壓發電機控制屏的設計和製造，介紹了控制屏所包括的電器設備，以及幾種典型控制屏的控制系統。此外，書中還敘述了低壓大電流直流發電機控制屏和它的結構設計知識。

關於低壓發電機控制屏的維護和檢修，書里也作了介紹。

本書可供小型發電廠、中小型企业電氣工人和技術人員以及電器製造廠的工人閱讀。

低壓發電機控制屏

劉 惠 登 著

*

1886D540

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 2 印張 * 39千字

1959年2月北京第1版

1959年2月北京第1次印刷(0001—8,100冊)

統一書號：15143·1487 定價(第9類)0.23元

目 录

第一章 低压发电机控制屏的设计和制造	2
第1节 低压发电机控制屏的设计	2
第2节 低压发电机控制屏的制造	7
第3节 热元件和熔断片的选择	8
第二章 低压发电机控制屏的结构、附属设备和控制系统	10
第1节 概論	10
第2节 自动调压设备	11
第3节 低压发电机控制屏上的电器设备	13
第4节 控制屏的结构设计	15
第5节 几种典型控制屏和控制系统	26
第6节 磁放大器式自动电压调整系统	44
第7节 控制屏的安装、使用、维护和检修	47
第三章 低压大电流直流发电机控制屏的结构、附属设备 和控制系统	52
第1节 概論	52
第2节 控制屏上的电器设备	52
第3节 控制屏的结构设计	53
第4节 几种典型控制屏和控制系统	55
第5节 控制屏的维护和检修	60
附 录	64

第一章 低压发电机控制屏的设计和制造

第1节 低压发电机控制屏的设计

低压发电机控制屏的设计步骤,大体上可按下列程序进行:

1. 系统设计 系统设计时,应首先考虑用户对象,了解他们是否有特殊要求。设计时应符合下列五项要求:

- (1) 适合用户使用;
- (2) 简单和经济;
- (3) 作用可靠;
- (4) 控制灵敏、方便;
- (5) 要有足够的保护,能在发生故障时动作。

系统经初步设计后,可以再进一步考虑如何使电器数量和接触点数量减到最少。并且尽量利用公共的联接线,减少在不同地方或不同电器间的联接线,如图1所示。起动和停止按钮装在一个地方,接触器和热继电器装在另一个地方。图1 a和b的作用完全相同,但是只要把它们次序调换一下,两者之间的联接线就可以从四根减少到三根。

应尽可能避免将各种不同型式或不同电流等级的电器线圈并联联接,这样就增加了电器的断开时间,并可能在触头上

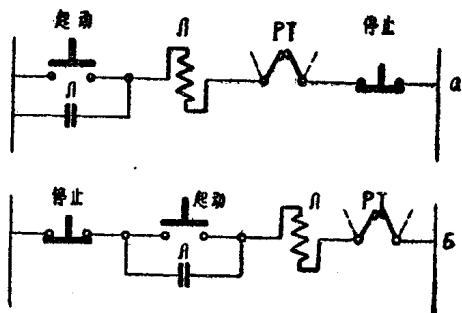


图 1

a—不合理; b—合理。

引起电弧。这种现象在直流电器中最为显著。

在系统设计时，也要考虑预备选用什么电器。所选用的电器应当是国内已经生产的，或者虽然尚未生产，但有试制可能和在技术上经济上都有意义的。

在控制屏中各种附加电阻、起动电阻、变阻器、电位器、电压调整器和它的附属设备等，都要经过计算后才能确定选用的规格。变阻器、炭阻式电压调整器和它的附属设备可参考本书中“电压调整器”一书。电位器、起动电阻和熔断片等的计算和选择，可参考本书第一章3、4、5各节。

2. 结构设计 当系统图和电器选择都决定后，就可以开始进行结构设计。结构设计在第二章第5节和第三章第3节中详细地叙述，还介绍一些典型例子。

现将下面所采用的结构名称及意义说明一下：

(1) 磁力站——凡将继电器、接触器、熔断器和闸刀等电器安装在一绝缘底板(石棉板或胶木板等)上，通称为磁力站。磁力站有板式、屏式和箱式三种。板式磁力站只有一块底板，并且是设有角钢骨架的。屏式磁力站是由几块绝缘底板或几块板式磁力站安装在一个角钢骨架上而组成的。角钢架只有一个平面，并不是立体的。屏式磁力站是落地安装式，顶上须另用角钢或软钢元件支撑在墙上。箱式磁力站是把板式或屏式磁力站安装在一封闭的外壳中，以适应灰尘很多的场合。

(2) 控制屏——凡装置按钮、信号灯、仪表、控制开关等控制和指示电器的屏，通称为控制屏。控制屏的面板一般是采用钢板制成，有时为了节约起见也有采用多层夹板。控制屏有板式、屏式和箱式三种，分别称为控制板、控制屏和控制箱。控制板只有一块面板，可以落地安装，也可以安装在墙上。控制屏有立体式的开启式骨架，一般都是落地安装的，有些小型

的控制屏也可以安装在墙上。这里要注意，控制屏和屏式磁力站是不一样的，前者是立体式的，后者是平面式的。控制箱也具有立体式的骨架，但有封闭式的外壳，可以落地安装，也可以安装在墙上。

结构设计时，各种电器的布置应该考虑一定的电气间隙和漏电距离。下面仅提供一些参考数字。

1) 各电器的带电部分相互之间，与地之间的漏电距离，以及电气间隙应不小于下列规定：

a. 一次回路(即主回路)电气间隙为 7 公厘，漏电距离在封闭式箱中为 14 公厘，在敞露的地方为 18 公厘。但 ПП-1 型熔断器例外。

b. 二次回路(即控制回路)的电气间隙为 7 公厘，漏电距离为 10 公厘。

c. ПП-1 型熔断器的电气间隙和漏电距离应不小于表 1 的规定。熔断器板后接线部分的电气间隙和漏电距离只须照一次回路的标准计算。熔断器的漏电距离和电气间隙的规定之所以比较大，是因为熔断管有可能爆炸。板后接线部分因无此危险所以仍可按照一次回路标准计算。

表 1 ПП-1 型熔断器的电气间隙和漏电距离

熔断器的额定电压 (伏)	250		500	
	15~350	600~1000	15~350	600~1000
熔断器的额定电流 (安)				
电气间隙 (公厘)	12	20	20	30
漏电距离 (公厘)	15	25	25	35

d. 一次回路和二次回路间的距离，照一次回路计算。

2) 自动开关和接触器的吹弧距离应符合各电器的规定。

3)带有絕緣的导綫距离不作規定。

4)裸露的带电部分至箱壳間的电气間隙应不小于12公厘。

5)母綫的电气間隙不得小于15公厘，漏电距离应不小于30公厘。

6)管形电阻、板形电阻和电位器与在其水平方向或在其下的电器或絕緣导綫的空間距离，应不小于40公厘。板形电阻的垂直頂上不得敷綫。管形电阻和电位器的垂直頂上，絕緣导綫距离，应不小于110公厘。管形电阻相互間的空間距离，应不小于10公厘。板形电阻相互間的空間距离，应不小于6公厘。如設計不能达到上述要求时，可在发热元件的周圍，加装石棉紙，或石棉板等隔热板。与电阻器的距离要大的原因是因为电阻器溫升高，須达 300°C 左右。尤其在电阻器垂直頂上，高溫的範圍很大，所以在它周圍的电器或絕緣导綫必須保持一定的距离。

在結構設計时，各种电器的布置，除了上述須考虑的一定电气間隙和漏电距离以外，还必须注意下列各点：

1)固体整流器(硒或氧化銅)因为本身的允許溫升很低，所以在安装时，尽量和发热元件及熔断器相距远一些，因为熔断器在将要熔断时溫升很高，切忌安装在发热元件的垂直頂上。

2)固体整流器必須橫向安装，否則将影响散热。

3)管形电阻最好能橫向安装，使热量能均匀地散发。

4)管形熔断器和閘刀應該縱向安装。

5)自动开关和閘刀等在接綫时，应考虑电源是由上引向下，要使在断开时，动触头不带电。

6)手操作的电器如閘刀、自动开关、按鈕和变阻器等，都应安装在高度800~1,000公厘的範圍內，使操作方便。

7)各电器的接綫和檢修要求操作方便，要能够容易拆下任

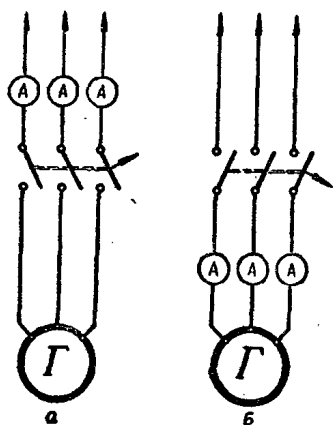


图 2

a—希望得到的接法；*b*—为了考虑接綫方便而改变后的接法。

何一只电器而不需要先拆其他电器。

8)各电器間的联接綫尽量短，尤其是一次回路的接綫，应当考虑实际可能和方便，并要能尽量采用鋁排(或銅排)联接。除非不得已时，才采用絕緣導綫。在某些場合，宁可改变电器的联接次序，也不应有不必要的要求。例如，按照原系統要求，电流表接在自动开关后面(見图2*a*)，以便能得到自动开关的保护，但如这种方法对接綫不方便，要多用導綫，那也可改将电流表接在自动开关前面(見图2*b*)。此外，

在若干場合下，宁可与第5)条有矛盾，也要使接綫方便，如图2*a*和图2*b*所示。图2*a*所示的自动开关在断开时，动触头不带电，而图2*b*所示是带电的。

3. 接綫图設計 控制屏的結構設計完成后，就可以根据系統图来設計接綫图。接綫图可分板前接綫图和板后接綫图两种，視控制屏的設計而定。如控制屏靠墙安装，采用板前接綫电器时，接綫图就要繪成板前的，否則就会容易搞錯了。

接綫图是为制造和檢修时应用的，因此各电器的位置和綫路的敷設应和实物完全相符。在板前接綫图中，各电器的位置和控制屏的正视图完全相同。在板后接綫图中，左右排到的位置恰巧相反。

敷綫时，应尽可能将多根綫并列成一束，然后再小束地分支出去，切勿单独东一根西一根。綫束应为扁平形，最多不超

过两层，能便于检查。线路通过的地方应尽量短，在同一接线桩上，希望不超出两根导线。

若在同一屏上，有多根相同编号的导线须要联接时，那末，从接线座上要接出几根同样编号的导线；或将线路接成“环”形(图3)，以减少故障发生。

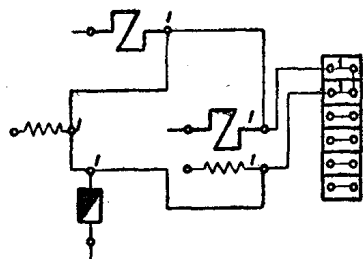


图3 环形接线

接线座可以垂直地放在屏的左端或右端，也可以横放在下部，视各种不同情况而定。

第2节 低压发电机控制屏的制造

低压发电机控制屏的制造并不复杂，只要具有一些主要的设备，其他设备都可以根据各种不同情况而适当添置。当然设备愈完善，加工质量会愈好，工时也愈节省。

加工时主要的设备是电焊机、钻床、剪刀车和喷漆设备。次要的设备有冲床、车床、轧平机、弯板机、点焊机、烘箱、酸洗设备、气焊设备和电镀设备等。

钢板下料是生产过程中的第一道工序，它是将整张钢板用剪刀车剪成所需要的尺寸。

钢板轧平是第二道工序，轧平可利用轧平机。但是往往轧平后，还是要经过人工排平的工作，不过这样排平需要的工时很少。

钢板酸洗是第三道工序。酸洗的作用是除去所有的铁锈，使在以后喷漆时省去磨铁锈的繁重劳动。因此现在的制造厂大都采用此法。

钻孔和冲孔、冲百叶窗等是第四道工序。控制屏面板上的

标准开孔如仪表孔和信号灯孔等，应该尽量利用冲模，使劳动力大大减少。对于一些非标准的开孔，只能利用鑽床。

弯板是第五道手續。如工厂中具备有弯板机的设备，那末控制屏的结构可以尽量采用弯板结构，使结构坚固而美观。假使没有弯板机，那就只能采用角钢结构。

电焊是第六道手續。控制屏的台架，除掉一些可拆的部分用螺钉紧固外，一般都是全部用电焊焊成。对于1公厘以下的薄钢板和接地的钢板，必须采用气焊。近来为了节约钢板，在控制屏中若干部分，如门、顶板、护板等已逐渐改用1公厘的薄钢板。有时为了增加强度，另用点焊焊接加强板。

台架焊成以后，就可以安装各种电器，随后再敷线，最后是喷漆。整个控制屏就制造完成。

以上所说的只不过是台架制造的过程。当然在这期间有些零件的制造和电镀，石棉板的绝缘处理等，都可以采用平行作业。

控制屏在整个制造过程中，如钢板酸洗，石棉板绝缘处理、热带处理、电焊、装配、敷线和喷漆等，也有一定的工艺规程，本书不作详细介绍。

第3节 热元件和熔断片的选择

保护感应电动机过载的最简单方法是采用热继电器。熔断器不能保护鼠笼型感应电动机的过载，因为鼠笼型感应电动机的起动电流大，约为5~7倍。即是采用降压起动的办法，起动电流也在两倍以上。因此熔断器一般都是作为短路保护的。

磁力起动器的内部往往已包括热继电器。II型磁力起动器内包括的热继电器为PT型。该种热继电器为单热元件，额定电流从0.64~180安，所以范围相当广。各种热元件的额定电

流都是互相銜接的，選用起來非常方便，是最常用的一種。此外，還有雙熱元件的熱繼電器 PTC 型，額定電流從 0.36~41 安。在機床控制設備中常常用到它。

熱元件的選擇非常簡單，只要根據電動機的額定電流選擇就可以，與起動電流倍數無關。但須注意熱繼電器是裝在帶封閉外殼的磁力起動器內還是開啟式的安裝，因為這兩種裝法對熱繼電器的動作電流是不相同的。同樣的熱元件，封閉式的動作電流小而開啟式的動作電流大。但一般開啟式的熱繼電器雖然裝在封閉式的控制箱內，只要控制箱有百葉窗等使空氣能對流，熱元件的選擇可仍按照開啟式電流。

熔斷片的選擇與電動機的起動電流倍數、起動情況和工作制度有關，因為電動發電機組的工作都是連續進行的，所以可以根據左列規定來選擇。

起 動 方 式	$\frac{I_{acm}}{I_n}$
1. 全壓起動	2.75
2. 減壓起動	2.0

起動電流約 7 倍的鼠籠型感應電動機的起動方式如上。

當起動電流非 7 倍時，熔斷片額定電流按 $I_{acm} = \frac{I_K}{2.5}$ 來計算選擇。

式中 I_{acm} ——熔斷片的額定電流(安)；

I_n ——電動機的額定電流(安)；

I_K ——電動機在全壓起動時的起動電流(安)。

控制回路的熔斷片可選擇 2~4 倍於回路中的長期連續電流，電流倍數的大小，可根據回路中的起動電流大小而酌量增減。如回路中有較多的或容量較大的接觸器吸引線圈，那末倍數就用得大一些。相反，沒有起動電流大的電器，那末倍數就可以用得小一些。

第二章 低压发电机控制屏的结构、 附属设备和控制系统

第1节 概 論

低压发电机控制屏因要求不同，种类較多。以使用情况来分，有固定式和移动式两种。以控制方式来分，有手动調压和自动調压两种。以发电机类别来分，有直流、交流和交流調压发电机等的分別。此外，又有适应于特种气候的控制屏，如环境温度为一 $30\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $95\sim100\%$ 等。

低压发电机一般都是三相交流同期发电机，频率为50周/秒，电压为400/230伏或230/133伏。功率小到几个瓩，大到300瓩。可由汽油机、柴油机、蒸汽机或水輪机等带动。此外也有用上述原动机带动的直流发电机。利用风力发电必須采用直流发电机，因为风力发电机轉速是随风力大小而变，因此发电机电压极不稳定。当风力小，发电机可能停止运转，因此必須采用直流发电机和蓄电池浮接的办法，使有风时蓄电池充电，无风时也不致断电。

为了适应使用情况，低压发电机有固定式和移动式的分別，因此控制屏也必須适应这个需要。在軍事、地質勘测等方面，往往需要有移动式的发电设备，这些移动式的发电机，一般是在50瓩以下。对控制屏的要求，要有防震装置，并且是封閉式。假使控制屏是装置在柴油机或其他原动机上，而原动机已有防尘的封閉外壳，那末控制屏可以做成开启式。

低压发电机的电压控制，可分手动和自动两大类。手动控制电压的发电机，电压随負載不同而变更，在使用时，必須經

常調整變阻器，使電壓維持在額定值，否則可能產生高電壓，使電器燒毀；或電壓過低，使電器不能正常工作。只有手動控制電壓的發電機，才適用於負載不經常變動的場合。

我國國內各地區的气候變化懸殊，北方往往須適應于 -30°C ，而南方却須適應于 $+45^{\circ}\text{C}$ ，且相對濕度為 $95\sim 100\%$ 。低壓發電機設備要適應最廣泛的气候條件，因此控制屏和屏上各種電器就需要經過特種處理。

第2節 自動調壓設備

低壓發電機的自動調壓設備種類繁多，現僅將目前國內生產的和即將生產的自動調壓設備分述于下：

- (1) 仿PYH系列炭阻式自動電壓調整器；
- (2) 旋轉式自動電壓調整器；
- (3) 用穩壓變壓器和固體整流器激磁的裝置；
- (4) 磁放大器式自動電壓調整器。

以上第1、4兩種自動電壓調整器可裝置在控制屏中。第2、3兩種自動調壓設備是安裝在電機中，由電機廠成套供應。

PYH型炭阻式自動電壓調整器是目前應用最廣的一種。它有五種大小不同的容量和各種不同阻值的調整範圍，可適用於各種低壓發電機。它的自動調壓的準確度，無論在額定轉速或額定轉速的 $\pm 3\%$ 內波動時，可達到額定值的 $\pm 2\sim 2.5\%$ 。這是第2、3兩種調壓器所不能達到的。它的缺點除有運動部分和價格比較貴外，穩定時間相當長，就是當發電機負載突然改變額定值的 $\pm 50\%$ 時，發電機的端電壓恢復到平均調整值的 $97.5\sim 102.5\%$ 範圍內的時間，約只需8秒鐘。

裝有旋轉式自動電壓調整器的發電機是無勵磁機的。交直流繞組放在同一槽內，因此是比較經濟的（見圖4，直流繞組未

繪出)。功率因數從0.8~1.0範圍內，電壓調整率為 $\pm 5\%$ 。即使功率因數低至0.5，電壓調整率也比普通自激式交流發電機好。其缺點是原動機的轉速必須不變，否則電壓調整率將受影響。

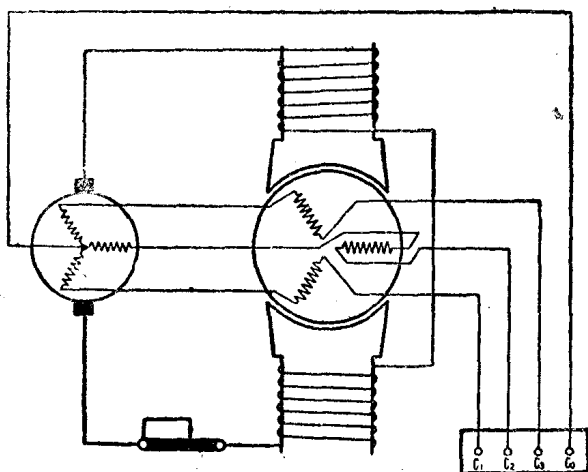


圖4 具有旋轉式電壓調整器的發電機

用穩壓變壓器和固體整流器激磁的發電機是無勵磁機的，比旋轉式的更經濟簡單。維護容易，無運動部分，電壓調整率最高為 $\pm 5\%$ 。缺點是不易調整，要想達到 $\pm 5\%$ 的電壓調整率比較困難。同時，原動機的轉速必須不變，否則電壓調整率將受影響。

磁放大器式自動電壓調整器，目前尚在研究試制中，估計不久就可大量應用，代替PYH型電壓調整器。這種電壓調整器的優點是電壓調整率高，一般在 $\pm 2\%$ 以內，也可高達 $\pm 1\%$ ；反應迅速，發電機的電壓因負載變動而變動時，可以立刻糾正；無運動部分，使用期限很長，結構簡單，使用和維護都很方便，轉速對電壓調整率的影響不大，价格便宜，因此，可以

說它是电压調整器中最有发展前途的一种。

第3节 低压发电机控制屏上的电器設備

低压发电机控制屏的必要設備：

- (1) 切断或接通电路的总开关；
- (2) 保护发电机过载和短路的設備；
- (3) 指示电压和电流的仪表，如果用交流发电机，还要有指示周率的周率表；
- (4) 調节发电机电压的变阻器（如已装有自动电压調整器就可以省去）。

此外控制屏可以根据电机容量的大小，用戶的要求而加装下列設備：

- (1) 电力表、电度表、功率因数表和直流电流表（测量励磁电流）等；
- (2) 饋綫开关及其过载和短路保护。饋綫路数可根据需要决定，一般不超出四路；
- (3) 过电压和过电流繼电器等；
- (4) 自动电压調整器；
- (5) 并列运行設備；
- (6) 逆流繼电器（仅用于直流发电机）。

总开关一般都采用自动开关（42或43系列）。这种开关有的具有复式脫扣，包括热脫扣和电磁脫扣，可作发电机的过载和短路保护。43系列自动开关体积小巧，最适用于100 瓩以下的发电机，可使控制設備体积小。100 瓩以上的发电机，宜采用只有电磁脫扣的自动开关作短路保护，和具有反时限特性的电流繼电器作过载保护。由于热脫扣不很准确，并且額定电流的級数相差大（以目前生产的 43 系列自动开关來說），所以保

护过载宁可采用外加的反时限电流继电器作用可靠。反时限电流继电器一般都采用 ИТ 80 系列，这种继电器具有反时限和瞬时两种特性，因此必须采用无电磁脱扣和热脱扣的自动开关。

自动开关目前价格比较贵。为了节约起见，总开关和馈线开关可以采用 ИК 型转换开关，另用熔断器作过载和短路保护。当然，这只适宜于额定电流在 100 安以下的小容量发电机。

对三相交流发电机来说，必须的指示仪表是一只交流电压表，三只交流电流表和一只周率表。对于直流发电机来说，电压表和电流表各一只已经足够了。测量三相交流电压，可以用一只电压表和一只电压表换相开关。测量三相交流电流，采用三只电流表为宜。对于采用小型电表和设备来说，一只电流表换相开关的价格并不比两只小型电流表来得便宜。采用大型电表的设备，为了节约起见，可以采用电流表换相开关，但电流表换相开关必须采用接触可靠的，如仿 К 系列密闭式转换开关就比较可靠。

低压发电机控制屏所采用的仪表可分两大类：一类是大型的，如 930、M340 等型；另一类是小型的，如直径 75 公厘的圆形表。这种小型表，交流，直流和周率表都有成套。此外又有仿苏 M-4 型的小型表、62C1-A 和 62C1-V 型等。上述各型仪表都是目前国内生产的。

100 瓩以上的大型低压发电机设备，采用大型表为宜。50 瓩以下的小型发电机设备采用小型表为宜。50 瓩至 100 瓩的中型发电机设备以往也多采用大型表，目前为了尽量缩小体积起见，也有采用小型表的。

用手调节发电机电压的变阻器或电位器，无论是否装有自动调压设备，一般都是供给的，以备手动调压的需要。对于大型发电机，往往需采用变阻器（目前生产的变阻器以仿 PB 系列

使用最为普遍)。对于中小型发电机用电位器(即滑綫变阻器)就能滿足所需的功率,因此普遍采用电位器,能使控制屏的体积縮小。目前国内出品的涂有珐瑯的电位器的功率,可达到500瓦。各种尺寸的涂有珐瑯的电位器,功率如下:

直径 75 公厘	100 瓦,
直径 100 公厘	150 瓦,
直径 150 公厘	300 瓦,
直径 200 公厘	500 瓦。

电位器的滑动接触点的額定电流,一般在10~20安左右。假使电流大,可采用两只或三只电位器并联,用同一軸操作。

变阻器或电位器都可以做成有固接电阻和无固接电阻,又可做成开路式或閉路式,如图10和图11所示。

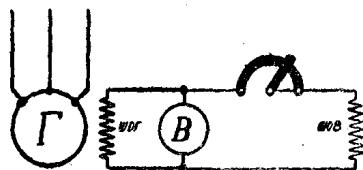


图 5 閉路式接法的变阻器

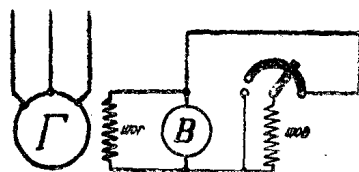


图 6 开路式接法的变阻器

閉路接法的变阻器,使用于磁場綫圈不需要断开的場合。开路接法的变阻器可以使磁場与电樞断路,但并不发生危險性的电弧,如图11所示。当变阻器逆时针方向旋轉时,发电机电压逐漸下降,最后在磁場断路前先行短接,因此断路时虽然磁場綫圈的电感很大,但不会发生电弧。这种开路接法,可使磁場綫圈断开,而不需外加放电閘刀。此外,还可以用来作自同期并列运行。

第 4 节 控制屏的結構設計

低压发电机控制屏的結構型式,根据需要不同而定。小型