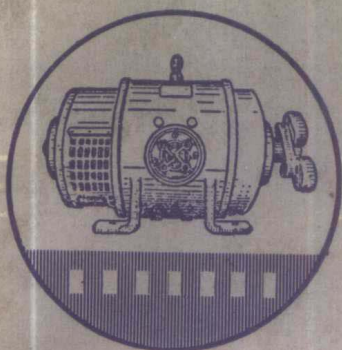




徐 鍵 編著

电影放映机的电源设备

中国电影出版社

內 容 說 明

本書專門討論了我国目前电影放映电源设备的构造、基本工作原理、使用、维护及其有关的修理技术问题。全书共計四章：第一章討論了放映发电机的一般构造及其基本工作原理。第二章介紹了电影放映队移动式发电机的构造、使用和维护及其修理技术等問題。第三章介紹了电影院放映发电机的构造、使用、维护 and 它的修理技术等問題。最后一章重点地介紹了弧光灯整流器的构造、作用原理、使用和维护等問題。

本書可供放映工作人員或担任修理工作的技術人員自修之用，也可作为放映或修理人員輪訓班的教学参考書。

电影放映技术丛书 电影放映机的电源設備

徐 鍵 編 著

*

中国电影出版社出版

(北京西单舍饭寺12号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 089 号

財政出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行 全国新华書店經售

*

开本850×1168公厘 $\frac{1}{16}$ ·印张4 $\frac{1}{4}$ ·插頁2·字数124,000

1959年10月第1版

1959年10月北京第1次印刷

印数1—3,000册 定价：0.62元

統一書号：15061·73

出版者的話

为了提高放映和修理工作人員的技术与理論水平，我們繼电影放映技术速成課本（兩本）和电影放映技术教程（四本）之后，出版这套理論和实际兼备而較前两套內容丰富的电影放映技术丛書。

这套丛書共有四本，計：《移动式汽油发动机》、《电影放映机的电源設備》、《放映机、影片、銀幕和放映場所》、《电影放映扩音机》。

单从書名来看，有的和电影放映技术教程重复（例如放映教程中有《放映扩音机》，而这套丛書里也有《电影放映扩音机》），但內容比以前的大为丰富而又有所提高了。我們認為，讀者循序讀完速成課本和放映教程之后，有必要在已掌握的技术經驗和理論的基础上，認真地研讀这套丛書。这样，对于讀者技术和理論水平的提高，将有所裨益。

这套丛書我們原拟同时出版的，但因編著者工作繁忙，加之篇幅較多，出版時間碍难一致。为了照顧讀者的需要，使讀者先讀为快，本丛書拟于今年內先后出齐。先出版《移动式汽油发动机》和《电影放映机的电源設備》，后出版《电影放映扩音机》和《放映机、影片、銀幕和放映場所》。

FAC 439106

前 言

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，人民电影事业有了飞跃的发展，为了满足各方面的需要，編著者根据实用的原則，在这本書里較系統地闡述了电影放映机电源設备的构造、基本工作原理、使用維護和修理等問題。

本書共計四章，前三章專門討論了电影放映发电机的构造、基本工作原理，故障的检查和修理工艺。第四章重点地介紹了电影院固定式电影放映机弧光整流器的构造、作用原理、使用和維護等問題。

本書可供修完电影放映技术教程中“移动式发动发电机”和“放映电工基础”两書以后的放映和修理人員自学和工作中参考之用。

为了照顧到数理基础較差的同志閱讀本書时不太感到吃力，因此，尽可能避免涉及高深理論和煩难的数学推导。闡述問題时力求簡明扼要，通俗易懂。

由于編著者能力有限，加之時間不够充裕，不妥之处或錯誤的地方在所难免，深望讀者不吝指教，以便将来更正。

最后对于本書在編写过程中，曾經提供宝貴意見和給予帮助的許多同志，敬致謝意。

編 者

1959年3月于北京电影学院

目 录

出版者的話

前 言

概述 (1)

第一章, 电影放映发电机的基本概念 (2)

第一节 直流发电机的基本概念 (2)

(一) 电磁感应定律 (2)

(二) 交流发电机的工作原理 (3)

(三) 直流电机的工作原理 (5)

(四) 电机磁场的产生 (5)

(五) 直流发电机的电势 (9)

第二节 移动式发电机的构造 (10)

(一) 定子 (11)

(二) 电枢 (12)

(三) 换向器 (13)

(四) 集电环 (14)

(五) 炭刷、刷握及其附属机件 (14)

第三节 直流发电机的电枢绕组 (16)

(一) 直流电机的环型电枢绕组 (16)

(二) 鼓型电枢绕组的基本特性 (21)

第四节 直流发电机的种类及其特性 (27)

(一) 直流发电机的分类 (27)

(二) 直流发电机的运用特性 (29)

第五节 直流发电机的电枢反应及其消除的方法 (35)

第二章 电影放映发电机的构造 (38)

第一节	单相同步发电机的电枢绕组	(38)
(一)	单相同步发电机的概念	(38)
(二)	单相同步发电机的交流绕组	(39)
第二节	电影放映队应用的交流发电机	(41)
(一)	ТАПН—51 型发电机	(41)
(二)	1103型发电机	(46)
(三)	АПН—10型交流发电机	(49)
第三节	电影院应用的电动直流发电机	(53)
(一)	直流发电机的结构	(55)
(二)	交流电动机的结构	(59)
(三)	电动直流发电机的运用	(63)
第三章	电影放映发电机故障的检查、维护和修理	(69)
第一节	电影放映发电机的常见故障及其 检查的方法	(69)
(一)	放映发电机的常见故障现象	(69)
(二)	电机产生故障的原因	(69)
(三)	放映发电机故障的检查及其消除的方法	(76)
第二节	移动式发电机的修理工艺	(86)
(一)	移动式发电机电枢绕组的修理	(86)
(二)	激磁绕组的修理	(92)
(三)	换向器和集电环的修理	(94)
第三节	电动直流发电机的修理	(95)
(一)	直流发电机的修理	(95)
(二)	电动机的修理	(100)
(三)	滚珠轴承的修理	(105)
第四节	放映发电机的维护	(107)
(一)	电机各部分的许可温升和检查的方法	(107)
(二)	电机绝缘电阻的检查	(109)
(三)	空气隙的测量	(109)
(四)	换向器、集电环和电刷的维护	(109)
(五)	电机的干燥	(112)

第四章 弧光灯的整流器 (114)

第一节 半导体整流器整流元件的构造及其

电气特性 (114)

(一) 整流元件的电气特性 (114)

(二) 氧化铜整流元件的构造 (115)

(三) 硒整流元件的构造 (117)

(四) 整流器的基本线路 (118)

第二节 整流器的变压器 (120)

(一) 变压器的一般构造与工作原理 (120)

(二) 单相和三相变压器的构造和型式 (122)

(三) 整流器的特殊变压器 (124)

第三节 电影院放映机应用的硒整流器 (125)

(一) 主电路 (126)

(二) 调整电路 (127)

(三) 硒整流器的使用和维护 (127)

第四节 电影放映机的充气管整流器 (128)

(一) 充气整流管的构造和作用 (128)

(二) 充气管整流器的使用和维护 (132)

第五节 汞弧整流器 (134)

(一) 单相汞弧整流器的构造和作用原理 (135)

(二) 三相汞弧整流器的构造和使用 (136)

概 述

电影放映所采用的电源，因放映场所及其使用的放映机类型不同而各异。放映场所可分为固定的和移动的两种。

固定的放映场所，如电影院，它所使用的放映设备是固定式的放映机。一般的情况，这类放映机是使用炭精棒所产生的电弧作为光源，而光源所需要的是直流电源（也有少数的旧式放映机使用交流电源）。放映机对直流电源的要求是电压必须非常稳定、电源的电压较低而所供给的电流较大等等。这类电源常采用电动直流发电机组或整流设备（金属整流器、充气管整流器和汞弧整流器等）。

移动的放映场所，如流动的电影放映队，由于所使用的放映设备必须具备重量轻、运输方便和使用维护简单等特点，一定采用移动式的放映机（16毫米或35毫米的）。这种放映机的光源，大多数是用钨丝灯泡，灯泡使用的电源是交流电源，这种电源的供给通常采用移动式的发动发电机。

目前我国电影放映的电源设备，不外乎上述几种，现在分别将它们的构造、作用原理、使用维护和故障检修等问题阐述如后。

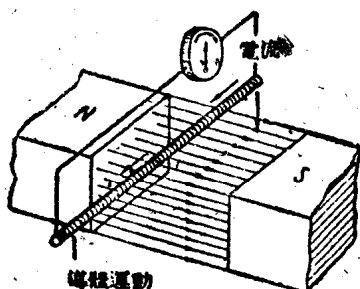
第一章 电影放映发电机的基本概念

第一节 直流发电机的基本概念

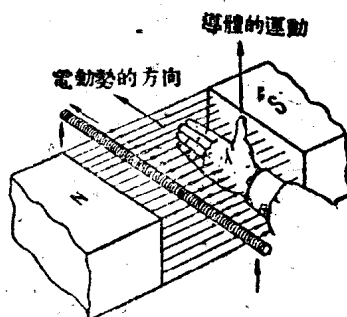
(一) 电磁感应定律

电磁感应定律是近代各种电机制造的理论基础。图(1-1)中,导体切割磁力线时其中产生电势,如果将导线的两端与某一电器相接,使此导线与电器构成一闭合电路,则沿此电路有电流流过,从而将输出一定的电能。由此可知,任何一种电机必须具有:

1. 产生磁场的部分;
2. 切割磁力线的部分。



图(1-1) 导线中的电势



图(1-2) 右手掌法则

这两部分由按一定方式相联接的导线所组成。从物理意义上说,不管磁场如何产生都一样,一般电机上常用电产生磁场的方法,即通电线圈在铁芯上的线圈,这样便可以产生强的磁场。

图(1-1)中,设磁场是均匀的,如导线在这磁场内依垂直磁力线的方向移动,切割磁力线时则导线中感应的电势可按下式决定:

$$e = Blv \dots \dots \dots (1-1)$$

- e ——导线中电势的瞬时值；
 l ——导线的有效长度，即切割磁力线的长度；
 v ——磁场和导线切割时运动的相对速度；
 B ——磁感应。

如导线长度 l 以厘米为单位，速度 v ——厘米/秒， B ——高斯，则由公式 (1-1) 求得的电势值须乘以 10^{-8} 才是伏特。

电势的数值大小可用上式计算，此外，电势的方向可用右手手掌法来决定。如图 (1-2) 中，磁力线的方向向手掌，拇指与手掌平面成 90° 来表示导体运动的方向，则伸直在手掌平面内的其他手指即表示导线中感应电势的方向。

电磁感应定律的另一公式说明，在闭路中感应的电势与穿过此闭路的磁通在 Δt 时间内的变化率成正比，即：

$$e = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \dots \dots \dots (1-2)$$

公式 (1-2) 右边的负号表示由电势产生的电流要反对穿过此闭路的磁通的变化。

上述两公式，均能导出相同的结果，每一公式各有其优点，由运用的条件来决定。

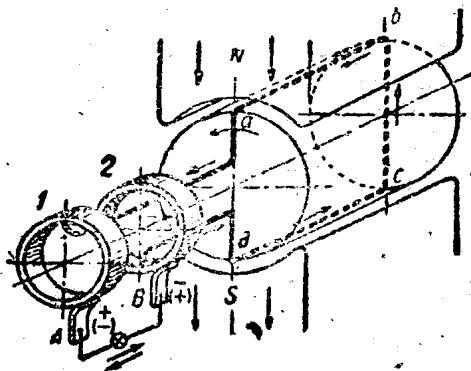
(二) 交流发电机的工作原理

由前述可知，发电机电动势的产生必须有产生磁力线的磁极，而电机上则采用电磁铁来作它的磁极。绕在电磁铁铁芯上的线圈愈多，或通过其中的电流强度愈大时，磁极的空隙磁力线就愈多，也就是磁极所产生的磁场强度愈强（在未饱和的情况）。有了磁场还必须有导体与磁场作相对运动，由于导体切割磁力线的结果，在导体中便产生感应电势。

根据电磁感应定律，导体中感应电动势的大小，视其一秒钟内导体切割磁力线的多少而定，如果导体在一秒钟内切割 10^8 根磁力线，其两端间的电动势为一伏特，每秒钟切割 2×10^8 根磁力线则为 2 伏特。也就是说，导体与磁场作相对运动时，每秒钟切割的磁力线愈多，则导体中的感应电势便愈大。

图 (1-3) 是最简单的交流发电机的简图。这里 N—S 表示一个两极交流发电机的固定磁极，两极之间有磁力线。一个作成长方形的放在圆柱型电枢铁芯上的线圈 $abcd$ ，它在两极空间可以转动，线圈的两端和固定

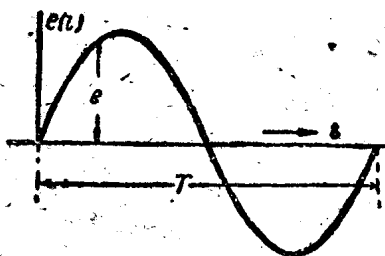
于轉軸上且可与电枢同时按相同轉速旋轉的两个集电环相联接，集电环上装有两个接通外电路的静止的电刷 A—B，通过电刷与某负载相联接，这样便构成一闭合电路。当发电机的电枢按一定的轉速与方向旋轉时，应用右手定则可确定图（1—3）中所示的瞬間导綫 ab 中电动势的方向指向讀者，而导綫 cd 的則离开讀者（向書面），所以



图（1—3）交流发电机原理图

外电路的电流自集电环 1 流至电刷 A，然后再到电刷 B 和集电环 2 流回电机。电流自电机流出时所經的电刷 A 标正号（+），电流流回电机处的电刷 B 标負号（-）。电枢旋轉 180° 后，导綫 ab 轉到 S 极的中央，cd 轉到 N 极的中央，它們的位置互换，同时导綫 ab 与 cd 中电流的方向也互换。此时电流自集电环 2 流出，經电刷 B 通过外电路流到电刷 A，經集电环 1 流回电机，电刷 A 和 B 的（+ -）号及外电路中电流的方向同时均改变。

由此可见，綫圈 abcd 經集电环与外电路构成的闭合电路中，受到一个交变电势的作用，并通过一个交流电流，其方向在电枢回轉一周中改变两次。电势按時間作正弦变化，可用图（1—4）的曲綫来表示。



图（1—4）綫圈中电势的变化曲綫

电势（或电流）完成一次全变化所需的时间 T 叫做电势（或电流）的周期，一秒鐘所具有的周期数称为频率 f；一般說来，电机有 p 双磁极，这样，电枢轉一周时就有 p 个周期，因而綫圈中电势的频率为：

$$f = \frac{pn}{60} \dots\dots\dots (1-3)$$

式中，n 是电枢轉速，以每分鐘的轉数計。

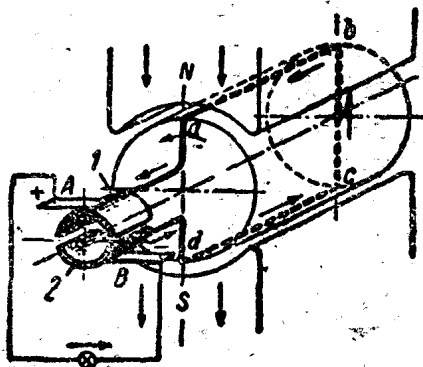
按上述可知，图（1—3）的电机是一个交流电机。

(三) 直流电机的工作原理

为了使交流电变为直流，即电流在外电路中始终按一个方向流动，我们必须在上述的交流电机上装置一个换向器，借它的作用就能将线圈中流出的电流在流向外电路去时变成直流。这样的电机叫做直流电机，它的工作原理如下。

图(1—5)中，将线圈abcd的两端a及d分别接到所谓换向片的两个铜片1和2上。换向片1及2紧装于轴上；它们互相间以及和转轴间都妥为绝缘。在换向片上置有静止的电刷A及B，使发电机和外电路联接。

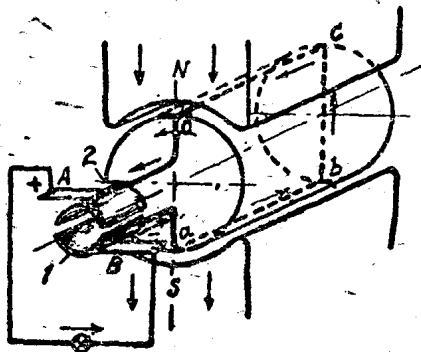
电枢按一定的方向和转速转到如图(1—5)中瞬时的情形，导线ab在N极中心，其中电动势的方向指向读者；cd转到S极中心，其中电动势方向离读者(向背面)。这时外电路的电流自换向片1经电刷A到外电路，经外电路及电刷B至换向片2再流入电机。我们规定，电流自电机流出时所经的电刷A为正电刷，以(+)号表示；电流流入电机的电刷B以(-)号表示。当电枢继续



图(1—5) 直流电机原理图

继续旋转至 180° 时，导线ab与cd的位置互换，其中电动势的方向改变，如

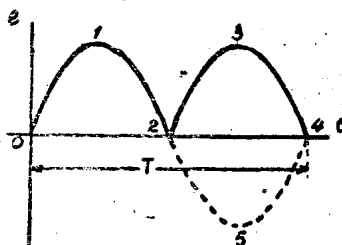
图(1—6)所示。



图(1—6) 直流电机原理图

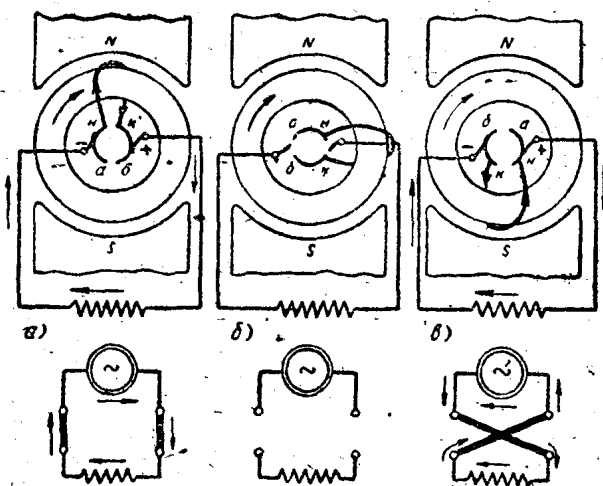
图(1—6)中，换向片1与电刷B相接触，换向片2与电刷A相接触，虽然此刻导线中电动势的方向改变，但同时换向片与电刷的接触也互换。因此，流经外电路电流的方向仍然保持一定，这时电刷之间电动势的变化曲线变成如图(1—7)所示，成为脉动的电动势。图中曲线(01254)表示线圈在磁极下旋转一周时，导线内感应电动势的变化曲线。曲

綫(01234)表示二电刷之間电势的变动曲綫。这样脉动的电势，与电路接通时，当然外电路中的电流相应的为脉动电流。如果用来点灯，则灯泡发出的光也会閃动，时暗时明。这样的直流电源是不好用的，在正常使用的电机中，当然不能采用，必須加以改善，使其脉动成分减小，直到近乎直流的情况。



图(1-7)电势曲线变化图

为了说明问题方便，我们用下面的图(1-8)来加以说明。用将线圈繞在一鋼环的电枢上的方法，来代替将线圈繞在圆柱筒电枢上的办法，它們之間的原理是完全一样的，而且后者比較容易理解。



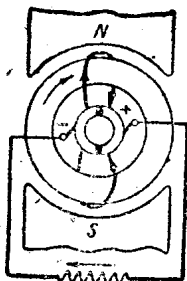
图(1-8)直流发电机中换向器的作用

图(1-8)中，假定线圈与换向片a相联接的一端叫做始端，用符号H表示；与换向片B相接的一端叫做末端，用符号K表示。

在图(1-8, a)中，当繞在鋼环上的线圈在磁极的空間中轉动时，用右手定则可以确定其中感应电势的方向。电流的方向是从始端H流向末端K，跨过换向片B和右边电刷，經過外电路的負載R，再跨經左电刷回到换向片a。右边的电刷是电流自电机流出时所經的电刷，用(+)号表

示，左边的电刷是电流流回电机时的电刷，用（-）号表示。

当铜环电枢把线圈带到中性线时（图1—8，B），此刻线圈不切割磁极空间的磁力线，其中感应电势为零。此时外电路中的电流也是零。电枢继续转动，将线圈带到S极下时，其中感应电势方向改变，电流将从线圈的末端K流向始端H。此刻右电刷与换向片B相接触，左电刷与换向片a相接触，如图（1—8，B）所示。外电路中流经负载R电流的方向，仍旧保持着原来的方向，在图（1—8）下部的每一简图表示利用换向器后线圈的换接情况。在外电路中电流虽然沿单一方向流动，但它的大小仍旧没有一定，而是一种脉动的电流，它的变化情形如图（1—7）中的曲线所示（以上所述的直流发电机换向器的功用，是使电枢绕组中感应的交流电流变成流动方向一定的脉动电流。供给外界网路的这种过程，称为整流）。



图（1—9）电枢上具有一对线圈。

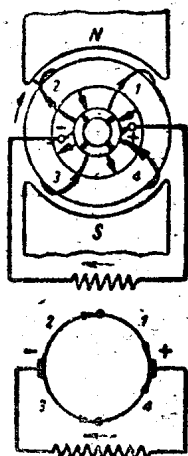
在实际应用的电机中，电枢上采用的线圈，是由许多线圈组成的绕组来代替，这样可以得到较高的电势。单一的绕组所得到的电势仍然是脉动的，若用两个相同的绕组并联地接在两个换向片上，可得到两倍于单一绕组的电流，如图（1—9）所示。

要改进外电路电势的脉动情况，在电枢上安放第二对线圈，并把第一对线圈移开90°，同时将换向器片数增到四片，如图（1—10）所示。

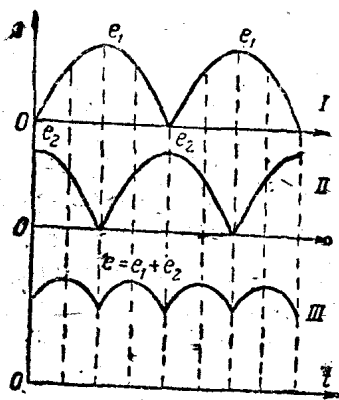
这样在每对线圈中的感应电势就不至于同时是零或最大，线圈1和2的感应电势变化曲线如图（1—11）所示。

分布在电枢上半部的线圈1和2串联，因此它们的总电动势将等于每个线圈电动势的几何和。图（1—11，II）表示线圈1与2中的电动势经过换向器整流后，输出外电路时的变化曲线，也就是将二线圈电势瞬时值相加的结果。总电动势同样可由线圈3与4中得到。它和线圈1与2的总电势，在电刷处并联。从图（1—11，III）中的曲线可以看出，总电势的脉动程度已比图（1—7）的小了。

在电枢上绕上八个线圈，放在电枢上时它们之间90°的线圈

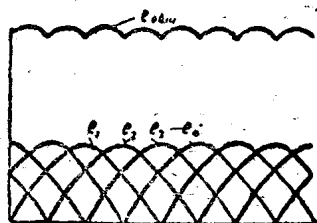


图（1—10）电枢上具有两对互相隔开的线圈



图(1-11) (1) (2) 两线圈
换向后的电势曲线及总电势曲线

彼此相隔 45° ，同时将换向片数增为八片。电枢上半部四个线圈中的电动势经过换向器整流后，我们就可以得到电刷间总电势曲线如图(1-12)所示。



图(1-12) 四线圈电势及总电势曲线

从图(1-12)中可知，总电动势的脉动程度较两个线圈的更小，如果再将线圈与换向片的数目多增加一些，总电势的脉动程度将更减小，曲线的变化将变得更平滑。当电枢上线圈数目足够多时，电机的换向器将把电枢线圈中的交流，整流成为在电刷上所得到的方向和大小都几乎不变的直流。

(四) 电机磁场的产生

电枢绕组中电动势所需要的磁场，可以用永久磁铁或电磁铁。电影放映发电机中，采用电磁铁产生磁场，就是将绕在磁极铁芯上线圈的二端接在一直流电源上，线圈中有电流通过时，两磁极之间的空间就有磁力线存在，成为电机的磁场。磁极绕组所需的直流电源可以利用其他的电源或电机本身。电机磁极绕组利用自身的电源来产生磁场的电机，称为自激式发电机，放映用的属于这种型式，它是将电机磁极线圈的一端与一个变阻器串联后并联接到电机的正负电刷上，变阻器与电刷的连接图如图(1-13)。

当电机电枢按一定的转速转动后，由于剩磁的原因，电枢间有电势存在。电枢绕组、磁极绕组、变阻器三者成一闭合电路，在电势的作用下，电路中便产生电流。因而使磁极的空间里磁力线增多，电枢绕组中的感应

电势也随之而增高，磁极绕组中电流也相应的增大。这样，逐步地，一直达到磁极的空间里磁力线不再增加，电机的电势不再继续增高为止。电影放映队的发电机中，直流机部分仅作供给发电机激磁绕组的直流用电，不供给外电路的电流。它产生的磁场，是供电机的交流和直流电绕组产生电势用的。

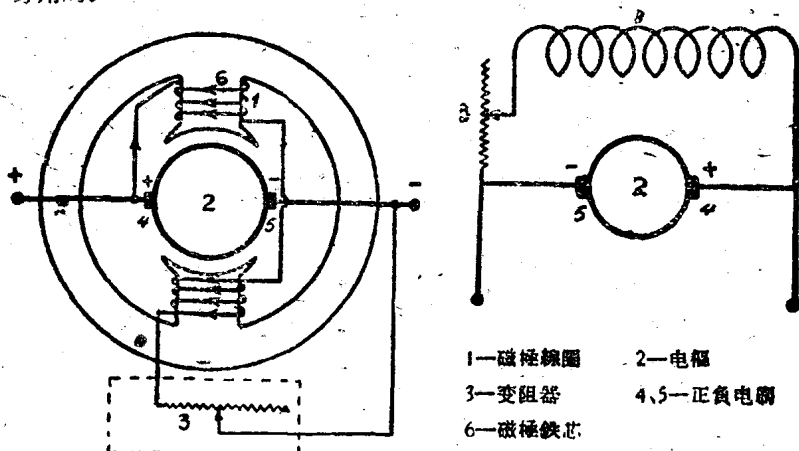


图 (1—13) 自激式直流电机构造简图及变阻器与电枢的连接图。

图 (1—13) 中的变阻器，它的电阻阻值的大小，可以用一滑动臂的把手来调节，滑动把手与电阻器的接触点可以改变，因此滑动臂移动时可以改变电阻大小。若将其串联接入电机的激磁电路中，当增大或减小其阻值时，就能改变激磁线圈中的电流强度，因此磁极空间中的磁力线的多少起了变化，因而可以增大或减小电机的电压。

当原动机的转速正常时，发电机电压的高低可借变阻器来调整；若原动机的转速不正常（即比额定的转速增快或减慢时），则不能借变阻器来调整，因为这样不能将电压调整到稳定的程度。

(五) 直流发电机的电势

当两极直流电机电枢线圈的一根导线在磁场内旋转时，它转动一周经过N与S极时所割切的磁力线数目是2匝，这里匝是穿过电枢的自N极发出或进入S极的磁力线数目（所谓的有用磁通）。如果电机的转速为 n 转/分，并具有 p 对磁极，则每一导线在1秒内所割切的磁力线数目为 $2\Phi p \frac{n}{60}$ ，

按照电磁感应定律，在导线中产生的感应电势为：

$$e = \frac{p}{2} \Phi \frac{n}{60} \cdot 10^{-4} \text{ 伏} \dots\dots\dots (1-4)$$

实际上电枢线圈是由 N 根导线组成。如果组成电枢线圈的所有导线是串联的，则电枢的电势用 E 表示为：

$$E = e \cdot N$$

电机的电枢线圈由 $2a$ 个并联分路组成，每一分路中串联导线的数目等于线圈导线的总数 N 除以并联分路的数目，即 $\frac{N}{2a}$ 。因而，每一并联分路的电势（即电机的电势）为：

$$E = e \cdot \frac{N}{2a} = \frac{pn}{60} \cdot \frac{N}{a} \cdot \Phi \cdot 10^{-4} \text{ 伏} \dots\dots\dots (1-5)$$

上式中，磁通的单位用实用单位韦伯来计算时，则公式具有下面的形式：

$$E = \frac{pn}{60} \cdot \frac{N}{a} \Phi \dots\dots\dots (1-6)$$

在已制成的电机中， P 、 N 和 a 都是常数，因此电枢的电势可用下式表示：

$$E = Cn\Phi \dots\dots\dots (1-7)$$

式中， $C = \frac{p}{60} \cdot \frac{N}{a}$ 。

第二节 移动式发电机的构造

电影放映队使用的移动式发动发电机，是用汽油发动机拖动单相交流发电机所组成的小型发电设备。这种发电机是一种特殊型式的电机，它是由产生直流电来供给电机激磁用的直流发电机与单相同步电机组合而成的。从它的外形上看是一个单一的电机，但在电机的电枢上，安装有两个不同的绕组，它们分别供给两种不同性质的电流。这种发电机一般叫做多

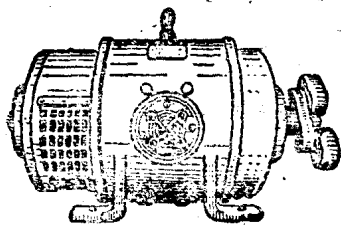


图 (1-14) 移动式发电机的外形