

铁路职工专业教材

移动式发电机

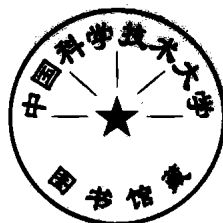
中国人民解放军铁道兵司令部编



人民铁道出版社

本書主要叙述各种移动式发电机的構造、控制机件、測量仪表、維護和故障处理。此外，还說明移动式发电机的各种原动机的構造、保养、調整和故障处理問題。

本書內容簡明，对于解决移动式发电机运用中所发生的实际問題，会起一定的作用。本書可供电工参考。



铁路职工专业教材

移动式发电机

中国人民解放军铁道兵司令部編

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第010号

新华书店发行

人民铁道出版社印刷厂印

書号1442 开本 787×1092 1/32 印張6 1/4 字数141千

1959年7月第1版

1959年7月第1版第1次印刷

印数 0,001—4,750 册

統一書号: 15043·000 定价 (7) 0.49 元

目 录

第一章 发电机原理

第一节 概述	1
一、交流发电机工作原理	1
二、直流发电机工作原理	6
三、交、直流发电情况的比較	10
四、什么因素决定感应电动势的大小	12
五、感应电动势的计算	14
第二节 直流发电机	17
一、直流发电机的构造	17
二、直流发电机的特性及运用	32
第三节 交流发电机	38
一、概述	38
二、交流发电机的构造	40
三、交流发电机三相繞組的理相法	49
四、发电机的定額	50

第二章 移动式发电机

第一节 概述	52
第二节 国产移动式发电机	54
一、10瓩、20瓩和30瓩柴油发电机	54
二、40瓩和48瓩移动式柴油发电机	60
第三节 苏联移动式发电机	68
一、ЖЭС-4A型发电机	68

二、ЖЭС-9 型发电机	71
三、ЖЭС-65С型发电机	73
第四节 移动式发电机的电工测量仪表与控制机件	78
一、安培計	78
二、伏特計	79
三、瓦特計	80
四、瓦特小时計 (电度表)	80
五、互感器	82
六、整流器	83
七、变阻器和自动电压調整器	86
八、閘刀开关	88
九、热继电器	90
第五节 一般电机的维护	91
一、换向器与滑环的维护	91
二、电刷与刷握的维护	93
三、軸承的维护	94
四、电机的絕緣电阻	95
第六节 发电机使用的基本規則	96
一、开动前	96
二、工作时	97
三、停車	99
第七节 发电机的故障处理	99
一、同步发电机的故障及其处理方法	99
二、激磁机的故障及其处理方法	101
第八节 三相交流发电机的並車	102
一、并車的条件	102
二、并車的方法	103
三、并車的操作方法	106

第三章 移动式发电机的原动机

第一节 国产48瓩柴油发电机的柴油机的使用、 保养、调整 and 故障处理.....112

一、一般构造.....112

二、使用.....134

三、柴油机的润滑与保养.....138

四、柴油机的保养和调整方法.....144

五、起动机的保养和调整方法.....158

六、柴油机的故障及处理方法.....163

七、起动机的故障及处理方法.....172

第二节 国产10瓩、20瓩和30瓩柴油发电机的 原动机的使用与保养.....180

一、一般构造.....180

二、使用.....190

三、保养.....192

第三节 国产40瓩柴油发电机的原动机的使用 与保养.....194

一、一般构造.....194

二、使用与保养.....203

附表 4146型柴油机主要配合件间隙表

第一章 发电机原理

第一节 概 述

发电机就是用电磁感应的方式，把机械能变成电能的机械。现在让我们从简单到复杂逐步地了解发电机的工作原理。

一、交流发电机工作原理

图1所示是一个最简单的发电机的示意图。如果我们将手摇柄向反时针方向旋转，从图中可以看出电枢单圈的黑白

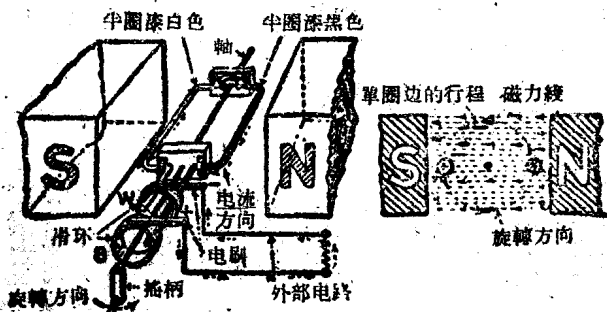


图1 发电机的示意图。电枢单圈在开始位置

两边都割切磁力线，因此就产生感应电动势；如果这个发电机外部电路是接通的，在线圈中就有电流，用右手定则可以找出电流的方向（如图中所示）。在这个情况下，滑环W上引出的电位是负的，而滑环B引出的电位是正的，因此电流从电刷B经过外部电路而流向电刷W。从图1到图2电枢单

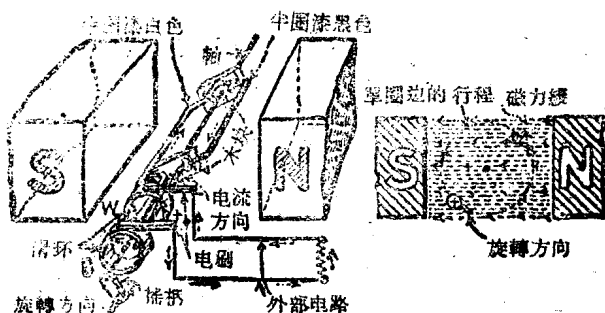


图2 單圈旋轉了45°的情况

圈只旋轉了45°的角度。这时黑的一边仍在右边，白的一边仍在左边。由于这个关系，电刷W还保持着负电位，电刷B仍然保持着正电位，电动势的方向未变动，电流的方向也沒有变动。但是我們可以看出，当綫圈向这个方向轉动时，切割的磁力綫愈来愈少，因此綫圈中的感应电动势就逐渐减小了。当綫圈轉到如图3所示的位置时，綫圈的平面正好和磁

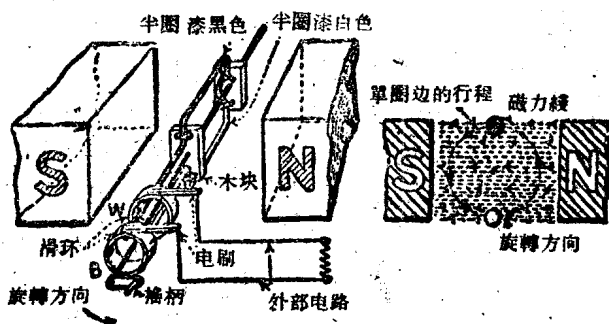


图3 電刷單圈旋轉了90°的情况

极面平行，亦即恰恰与磁力綫成垂直。此时从图中可以看出，綫圈的黑白两边都和磁力綫平行，沒有割切着磁力綫，因此沒有感应电动势产生，也沒有电流产生。

从图1到图3綫圈轉了90°，电动势从最大降到零。但

电动势的变化情况不是跳跃的，而是随着割切磁力线的多少而逐渐减小到零的。

线圈还在继续以同等速度旋转着。从图3我们可以看出，只要电枢线圈稍微从90°的位置偏移一点，黑白两边又开始割切磁力线。不过这时线圈每一边所感应的电动势的方向恰恰与以前相反了；我们用右手定则找出电流的方向是白边出黑边进，使电刷W成为正刷，电刷B成为负刷。因此外部的电流就“向后转”，改从电刷W流向电刷B了。

从图3到图7表示线圈旋转了180°，也就是从线圈平面的一个垂直位置（黑边在上）到另一个垂直位置（白边在上）

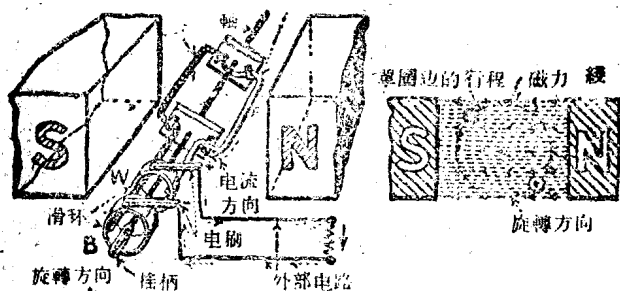


图4 电枢线圈转了135°时的情况

上)。在这一段过程中，线圈切割磁力线的情况是由零增加到最多，再由最多减少到零。不过我们可以看出，感应电流的方向没有变动。图5所示是线圈割切磁力线最多的时候，因此这时感应电压也是最大。其他黑白两边每一边的电流方向在各图中都已画出，一看就明白了。

自图7起，线圈内的情况又起了一次重大的变化。这些变化是：

(1) 滑环B和电刷B的电压从低的负值改变为高的正值；

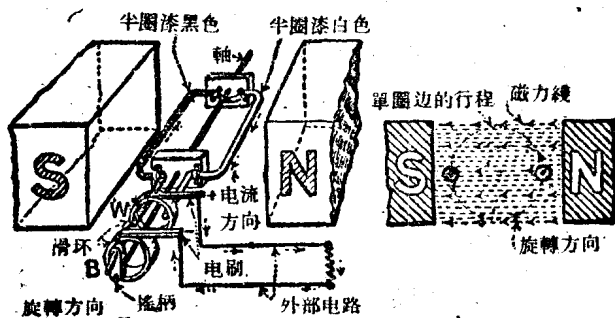


图5 电枢單圈轉了180°时的情况

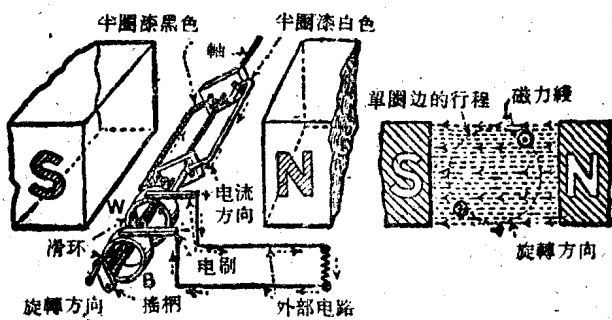


图6 电枢單圈轉了225°时的情况

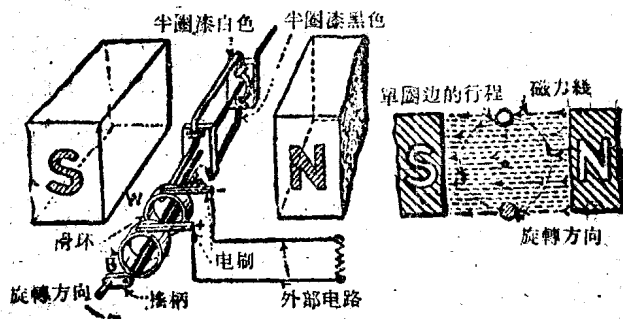


图7 电枢單圈轉了270°时的情况

- (2) 感应的电动势自零逐渐上升到最大；
- (3) 电流的方向亦从电刷 B 经过外部电路流到电刷

W。

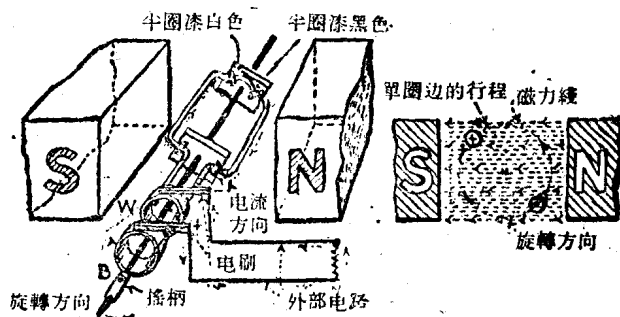


图8 电樞單圈旋轉了315°时的情况

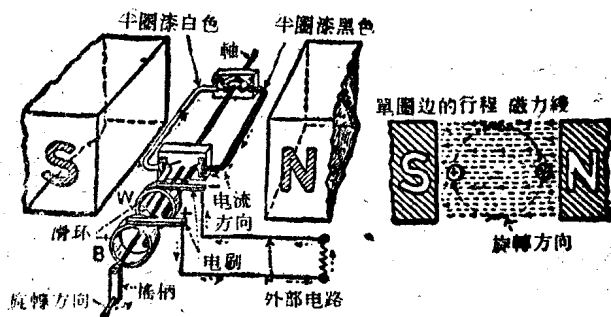


图9 电樞單圈旋轉了360°时的情况

当线圈轉至图 9 所示的位置时，已轉了一圈（360°），又回到如图 1 时的位置了。图 1～9 就代表了一个发电机的线圈旋轉一周后所有的情況。如果我們繼續使它旋轉，則就可以得到如前所述一樣的情況，周而复始地循环变化着。感应的电动势自零升到最大，又从最大降到零，电流的方向也来回交变着。

以上所述就是交流发电机的基本原理。

二、直流发电机工作原理

上面所讲的是交流发电机的工作原理，那么直流发电机的工作原理又是怎样的呢？我们可以这样说：直流发电机也是利用电枢在磁场中旋转，先得到了交流性质的电压和电流，再配合适当的设备，将电枢中感应来的电动势改变成直流。这种把交流变换成直流的设备叫做换向器，或叫做整流子。

图10所示是换向器的基本构造图。这里仍旧利用两个电刷与外部电路联接起来，只是把滑环减为一个，并劈成两半，互相绝缘，各接至线圈的一边。图11所示是换向器与电

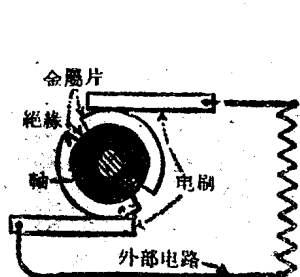


图10 换向器基本构造图

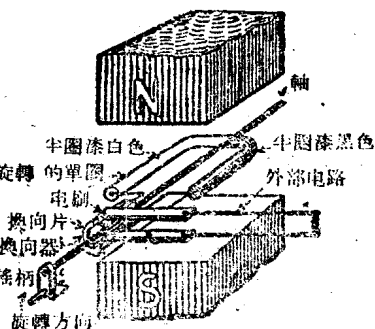


图11 换向器与电枢线圈的连接法

枢线圈的连接图，这里线圈的黑的一边连着黑换向片，线圈的白的一边连着白换向片。这样的画法是为了容易识别起见，实际的发电机并不是如此的。这个图与图1是一致的，所不同的只是换向器代替了滑环。因为有了它就将交流电变成了直流电。我们必须认识清楚，这就是交流发电机和直流发电机的区别的关键问题。

现在，我们来讨论换向器是怎样巧妙地将交流变成直流

的。

如果我們將圖11中的線圈，以同等速度向順時針方向轉動。圖12所示是開始旋轉時的情況，線圈的两边都和磁力綫平行，所以沒有感應電動勢。如當線圈再向前旋轉而達圖13所示的位置時，線圈已轉了 $\frac{1}{20}$ 周（或 18° ）了。在這一瞬時，線圈的两边已割切着磁力綫，因而有感應電動勢產生。應用右手定則就可以找出它的電動勢和電流的方向（因已接通外部電路），由黑邊出來（圖中用 $\odot$ 代表），從白邊進去（用 $\ominus$ 代表）。

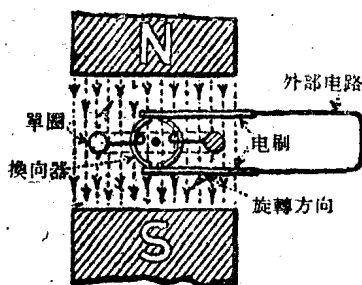


圖12 單圈在開始位置

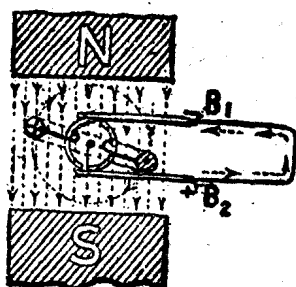


圖13 單圈旋轉了 18° 時的情況

現在讓我們特別注意一下換向器和電刷的正負性質，從圖中可以看出，黑換向片接在線圈的黑邊，所以它的電動勢和電流都是流出。照一般的習慣，從發電機流出電流的一端是正的，於是黑換向片的電動勢是正的，因此可以得出這樣的結論：電刷 B_2 接觸在黑換向片上，因此它具有正電位（圖中用 $+$ 代表），電流亦從這一電刷流到發電機外部去。所以應記住：電刷 B_2 是正的，電刷 B_1 是負的。

如果我們從線圈白邊來看，其結果也是一樣的。白換向片接在白邊上，電刷 B_1 又接觸在白換向片上，白邊的電流既是流進的，電刷 B_1 的電流的方向亦必然是只進不出的。電流

进意味着电位低，这一点就符合上述的结果，所以电刷 B_1 是负的，电刷 B_2 是正的。因此在我们研究换向的情况时，应多多注意电刷和换向片的接触情况，因为这是换向作用的主要部分。

在这个基础上，我们可以看一看图14和图15了。根据右手定则，这两图中线圈的白边，也就是白换向片仍保持在低电位，电流和电动势的方向都是进入纸面的；反过来说，黑

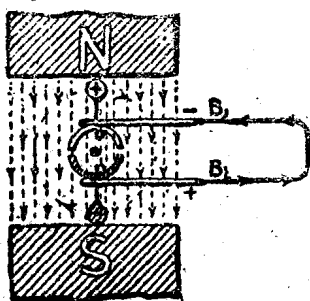


图14 单圈旋转了 90° 时的情况

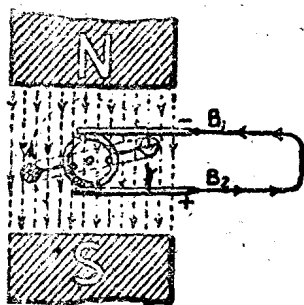


图15 单圈旋转了 162° 时的情况

换向片的电动势和电流方向都从纸面出来的。回顾一下图12就很显然，这三幅图在本质上没有任何区别，电刷 B_1 是负的，电刷 B_2 是正的；电流是从电刷 B_2 流到外部电路，再回到电刷 B_1 。

当线圈旋转了 180° （如图16）时，线圈的两边又一次和磁力线平行，所以这是中性位置，没有感应电动势。同时，从图中可以看出：两个电刷同时接触两个换向片上，但是，由于这一瞬时恰好没有感应电动势，所以也没有电流流动。

在以上几个图中，电刷 B_1 接触白换向片，电刷 B_2 接触黑换向片，但当线圈旋转到如图17的位置时，电刷 B_1 接触的不是白换向片而是黑换向片；电刷 B_2 接触的不是黑换向片而

是白换向片了，两个电刷接触的换向片改变了。此时，从图17中我们用右手定则，可以找出线圈黑白二边中电流的方向是黑边进白边出，这就与上面几图中的方向相反了。但是，

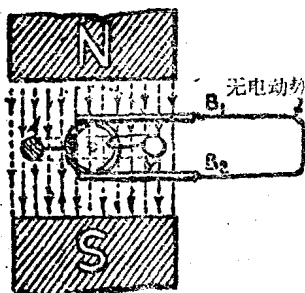


图16 單圈旋轉了 180° 时的情况

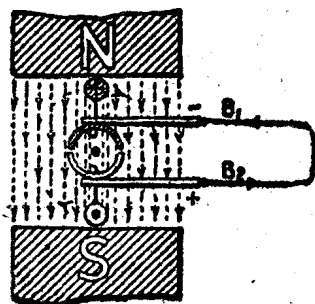


图17. 單圈旋轉了 195° 时的情况

在这变化的同时黑白换向片所接触的电刷也改变了，由于此时接触黑换向片的是电刷 B_1 而不是 B_2 ，因此电刷 B_1 仍是负的；接触白换向片的是电刷 B_2 而不是 B_1 ，因此电刷 B_2 仍是正的。所以电流仍然是从正的电刷 B_2 流出，经外部电路再回到负的电刷 B_1 。在前面讲的交流发电机里知道，电枢线圈旋转过 180° 后，电流方向就改变了，但是现在有了这个换向器的装置之后，外路电流的方向就不变了，所以我们把这个电流叫做直流电流。

这里的换向器就这样巧妙地完成了整流的作用，使交流性质的电流变成了直流性质的电流。但是严格的说来，这个电流还只是一个方向的直流电流；而不是纯粹的“不变”电流，因为中有中性状态的存在，在一周的旋转过程中，还有两点的电流下降到零；同样的有两点的电流升到最大，因此这个电流是一个具有周期性的从零升到最大，从最大降到零的一种直流电流。

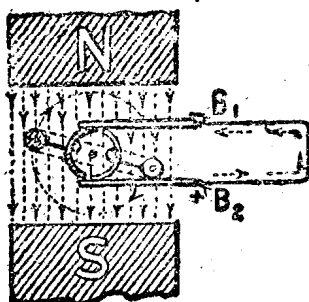


图18 單圈旋轉了270°时的情况

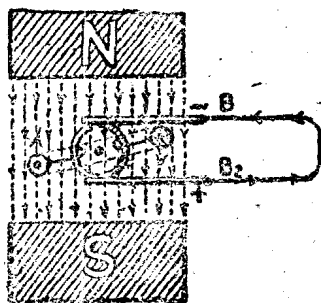


图19 單圈旋轉了342°时的情况

如图18和图19是綫圈轉了270°和342°的情况，在这里，电流仍然是黑边进白边出，同时电刷 B_1 总是和黑换向片接触，仍是負的，电刷 B_2 与白换向片接触，仍然是正的。当綫圈轉到如图20时（綫圈旋轉了360°），又回到与图12时的位置一样。这时綫圈两边与磁力綫平行，所以沒有感应电动势产生，亦沒有电流。

从此以后，电樞綫圈不断地旋轉着，上述的情况周而复始地循环着，不論綫圈轉到什么角度，电流总是从正电刷 B_2 流出到外部电路，最后再經电刷 B_1 回到发电机。由于有了换向器代替了滑环，我們就得到了这样的直流电流。

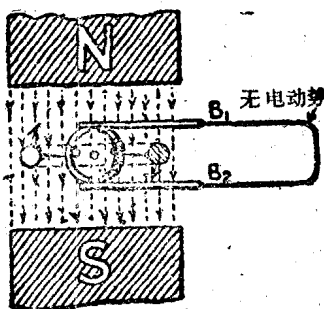


图20 單圈旋轉了360°时的情况

三、交、直流发电情况的比較

前面所講的使我們知道两种不同的情况：一种是把电樞綫圈接上两个滑环，使感应电动势引导到外部的电路；另一种情况是将滑环换成了换向器。前面我們虽然已經將电樞旋

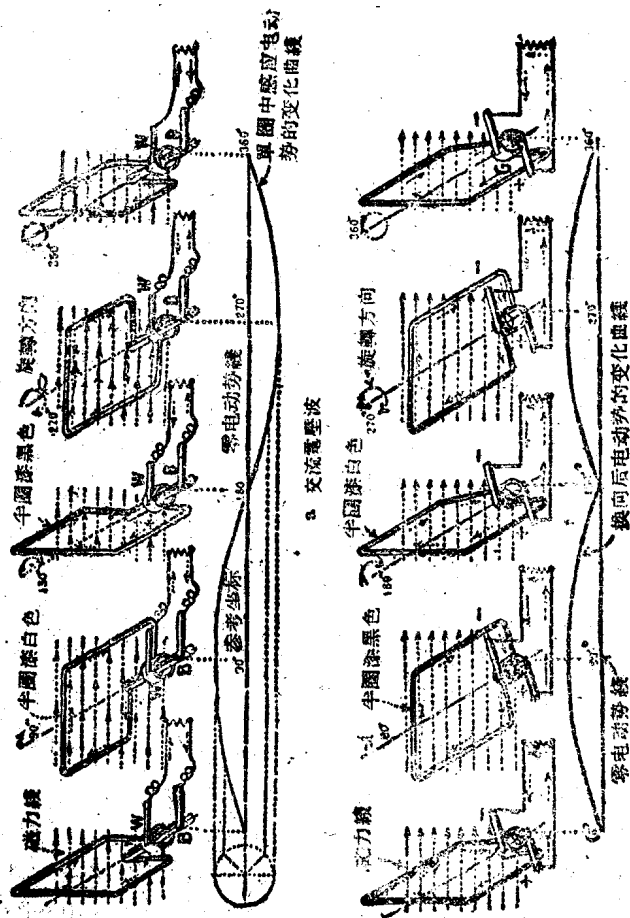


图21 交流电压波与整流作用

轉在不同角度时的磁力綫的割切情况和感应电动势方向等作了系統的介紹，但沒有作过比較，也沒有把它們从头至尾連貫起来，因此我們有必要来比較一番，使我們能更明显的看出两者的异同来。

在如图21中，为了取得一致，电樞綫圈都改成順时針方向旋轉，电樞綫圈的平面在开始时都和磁力綫成直角。

从图21中我們可以看出电刷接触滑环和换向片的情况，从这一点就可以体会到整流作用是怎样进行的。我們看到电动势的曲线：一条是一正一負地变化着的正弦波形，另一条是在一个方向的单向弧形。前者是交流电压波，后者是直流电压波。說来很简单，交流波自 180° 到 360° 的一段顛倒过来就得到直流波，这个顛倒的步骤就是整流。它是发生在 180° 时，这是因为电刷从一块换向片轉移到另一块换向片了。

从图21中也可以看出电樞綫圈里的电流方向和外部电路中的电流方向的情况。在綫圈中的电流方向都是一样的，并不因为有了换向器而有所不同。这一点也可以說明綫圈内导体切割磁力綫的工作原理是不变的。外部电路中的电流所以能有区别，完全是因为电动势的方向有了改变，这也是换向器代替了滑环的結果。

四、什么因素决定感应电动势的大小

前面我們已經講过了有关感应电动势的大小問題，現在我們再結合到实际的发电机討論一下：

1. 在一个发电机中，电樞所能切割磁力綫的数量的多少，主要由发电机的設計和大小来决定。

2. 提高磁力綫的割切率，增加割切磁力綫的导体数目。在前面我們所講的电樞只有一个单圈，它所感应的电动势实在是很小，无法供应实用。假如我們把电樞由一圈增加到二圈或二圈以上，如图22所示。那末每一圈导体中所感应的电动势既然是相等的，各圈又是串联的，因此总的电动势就会照圈数递增。譬如，每一圈感应一伏特，二圈导体組成的电樞就可以发出二伏特电动势，三圈导体就可以发出三伏特电动势，五圈就能发出五伏特电动势。原則上說，任意增加电樞的圈数就可以任意提高发出的电动势。但事实上不