

南京市中学课本

工业基础知识

GONG YE JI CHU ZHI SHI

(理 工)

第四册



南京市革命委员会文教局中小学教材编写组

毛主席

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生 学制 要缩短 学为主，兼学别 成为有社会主义也要学工、学农 学制要缩短批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

目 录

第一章 发电与输配电	1
第一节 发电机	2
第二节 三相交流电	13
第三节 电能的输送	17
第四节 小型水电站	26
第二章 电动机	34
第一节 直流电动机	35
第二节 三相感应电动机	37
第三节 电动机的启动、控制和保护	44
第三章 无线电基础知识	51
第一节 常用无线电元件	52
第二节 无线电广播原理	69
第四章 晶体管及晶体管收音机	78
第一节 晶体二极管	78
第二节 晶体三极管	82
第三节 单管来复式收音机的简单原理	86
第四节 可控硅	90
第五章 光学基础知识	97
第一节 光的直线传播	97
第二节 潜望镜和探照灯	99
第三节 光的折射	104
第四节 幻灯机和电影放映机	113

第一章 发电与输配电

电力是社会主义工业的先行，发电则又是电力工业的基础之一。伟大的导师列宁曾说：“**适合最新技术水平并能改造农业的大工业就是全国电气化。**”

我国地大物博，拥有极其丰富的动力资源。但是，在半封建半殖民地的旧中国，电力工业极端落后，根本谈不上生产发电设备，连发电机上的一些配件都要从外国进口，发电厂几乎全部操纵在帝国主义者手中。以美帝为首的帝国主义者通过发电厂控制我国的电力工业，垄断我国的经济命脉，掠夺我国的电力资源，剥削我国劳动人民。

解放后，我国电力工业在社会主义建设总路线的光辉照耀下，新建和扩建的发电厂（站）如雨后春笋，栉比林立，发电量连续成倍增长。

在无产阶级文化大革命中，我国自行设计、自行施工安装的富春江水电站于一九六八年胜利建成发电。在党的“九大”的强劲东风的推动下，哈尔滨电机厂制成了22.5万千瓦的大型水轮发电机组。它的年发电量远远超过解放前美帝控制的号称远东最大火力发电厂——上海电力公司（现在的上海杨树浦发电厂）全年发

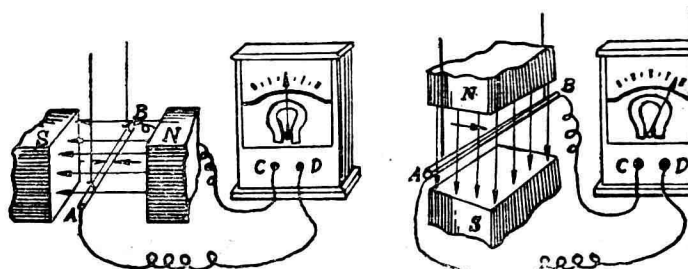
电量的总和。我国电力工业呈现出一派蓬勃发展新气象。

第一节 发 电 机

我们已经学过电流的磁效应，就是说电可以磁，现在我们来学习磁也可以产生电的道理，也就电机的基本原理和构造等问题。

一、右手定则

毛主席教导我们：“通过实践而发现真理，又实践而证实真理和发展真理。”我们来做如图1—1的实验。



(甲)导线沿磁力线方向运动

(乙)导线切割磁力线运动

图1—1 感生电流的产生

当闭合电路 ABCD 的一部分导体 AB 在磁场静止或顺着磁力线方向运动时，电流计的指针不动，

路中没有电流。如果使 AB 部分作切割磁力线运动，电流计的指针便发生偏转，表明电路中产生了。这种由磁产生电的现象叫做电磁感应，产生的电叫做感生电流。

若使 ABCD 电路断开，使 AB 部分作切割磁力线运动，电路中虽没有电流，但用电压表仍可量得 AB 两有一定电压，这一电压称为感生电压。

如果导体 AB 在磁场中切割磁力线运动的方向不同，电流计指针偏转的方向也不同，这表明感生电流的方向也不同。改变磁力线方向，感生电流的方向也会改

感生电流的方向由导线在磁场中运动的方向及磁的方向决定，它们之间的相互关系，可以用右手定则表示。右手定则内容如下：

伸开右手，让大姆指
余四指垂直，并且跟
在一个平面里，让磁
线从手心穿入，使大姆
指向导线运动的方向，
时其余四指所指的方向，
就是感生电流的方向。

图1—2中感生电流的
向，用右手定则可判定

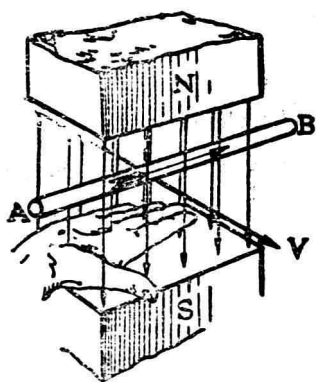


图1—2 右手定则

是由 A 到 B。

在实验中，若使导体 AB 部分不动，而使磁铁运动（即磁场运动）我们同样发现，只要在磁场中的导体能切割磁力线，则在导体 AB 中便有感生电流产生。

二、发 电 机

“理论的基础是实践，又转过来为实践服务。”

发电机能够把机械能转变为电能，是发电厂的“心脏”。它是由转子和定子二部分组成的。定子是固定不动的部分，形状象只圆筒，内侧有很多槽沟，嵌有绝缘导线做成的线圈；转子是在定子中转动的部分，它是用矽钢片迭制成的一个圆柱形铁芯，上面绕有线圈。线圈通过集流环、电刷、与外面直流电源相连，使转子产生磁场。当转子在汽轮机或水轮机的带动下转动时，定子的导线就会发出电来。

利用旋转的磁场使定子线圈发电的发电机，称为旋转磁场式发电机，图 1—3 是这种发电机的示意图。一般大型发电机大都是这种形式。它能够产生 6,600 伏甚至 10,000 伏电压，最高可达 35,000 伏。

发电站（厂）里，一般都是采用旋转磁场式三相发电机，它主要由三相交流发电机和励磁机（直流发电机）组成。励磁机供给产生磁场所需要的直流电。现在一般都是把发电机发出电的一部分用硅整流器整流

后,作为产生磁场所需要的直流电。

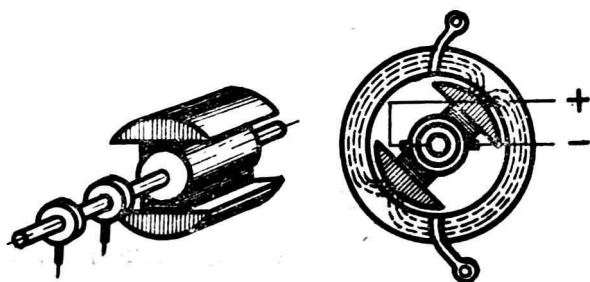


图1—3 旋转磁场式发电机示意图

图1—4是常用的小型旋转磁场式凸极发电机,定子由矽钢片冲成的迭片制成,在槽内嵌有三组用纱包(或漆包)矩形铜线绕成的线圈,叫做电枢线圈(定子线圈)。电枢线圈共有六条引出线。凸极式转子是用钢浇铸成的轮子,磁极铁芯就固定在这个轮子上。在磁极上套着彼此串联的激磁线圈。磁极的端上装有极靴。激磁绕组的线端接到二个装在转子轴上的集流环。通过电刷与励磁机相连接。

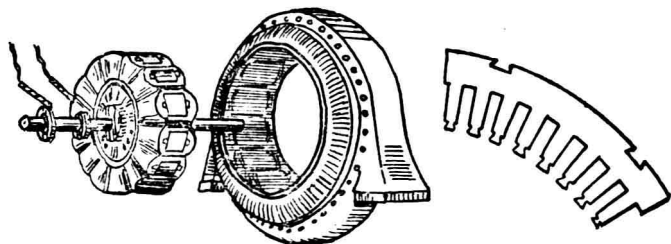


图1—4 旋转磁场式凸极发电机

(一)单相交流发电机

从发电厂中输出的都是交流电，即电流的大小和方向发生周期性变化的电流。

发电机是根据电磁感应原理制造的。下面我们将研究单相交流电的产生及其特点。

图1—5(I)是一台单相交流发电机的示意图。下面，我们就利用图1—5(II)说明单相交流电的产生过程和特点。

线圈abcd以Oo为轴，在磁场中沿顺时针方向匀速转动。由于线圈的ad和bc两边在转动时不切割磁力线，不产生感生电流。我们只分析切割磁力线的ab和cd两边导线中产生感生电流的情况。

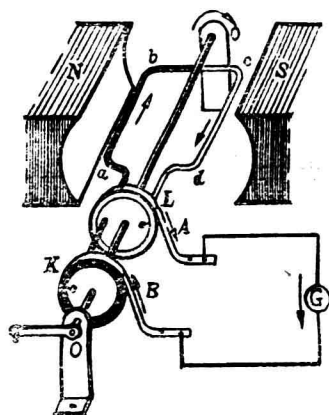


图1—5(I) 单相交流发电机示意图

当线圈处在图1—5(II)(甲)所示的位置时，线圈的各边此时都沿着磁力线方向运动，不切割磁力线，线圈中也就无感生电流。

当线圈转过 90° 处于图中(乙)所示的位置时，ab边导线向下，dc边导线向上，都切割磁力线而运动，故

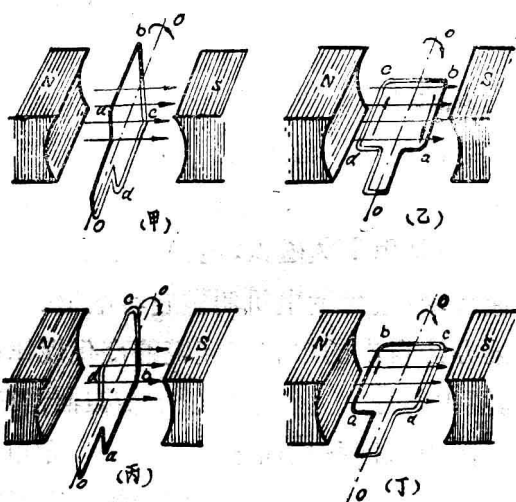


图1—5(II) 单相交流电的产生

都有感生电流产生。利用右手定则可以判定, ab 中的感生电流方向是向着我们而来的, cd 中的感生电流方向是离开我们而去的。整个线圈中的电流方向是沿着 $d—c—b—a$ 方向流的, 如图(乙)中的箭头所示。

当线圈转过 180° 到图中(丙)所示位置时, 跟图中(甲)所示情况一样, 线圈中无感生电流。

当线圈转过 270° 到达图中(丁)所示位置时, 可以判定, ab 中的电流方向是离开我们的, cd 中的电流方向是向着我们的。因此, 整个线圈中的电流是沿着 $a—b—c—d$ 方向流的, 如图(丁)中箭头所示, 这正好和图(乙)所示的情况相反。

当线圈转过 360° 时,线圈转完了一周,以后的情况便周而复始。

线圈的 a、d 两端分别接有铜制的集流环 (L、K), 感生电流由集流环通过电刷 A、B 引出到用电器, 如图 1—5(I) 所示。在实际的发电机里, 磁场是用很强的电磁铁产生, 而不是用永久磁铁, 电枢也是由很多匝线圈组成并高速转动, 这种发电机叫做旋转电枢式发电机。

用上述办法得出的单相交流电的变化规律可用图 1—6 表示。图中符号“○”表示导线的横截面, 符号“⊙”表示导线中的电流向我们而来, “⊗”则表示电流离我们而去, I_m 表示感生电流的最大值。图中电流的变化曲线是一条正弦曲线, 也就是说电流的大小是按正弦规律变化的, 电流取负值的部分, 表示电流方向相反。线圈在磁场中旋转一周, 感生电流的大小和方向也完成了一次周期性变化。我们把感生电流的大小和方向完成一次周期性变化所需的时间, 称为周期, 用字母

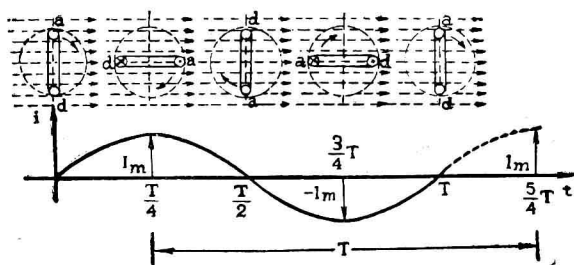


图1—6 单相交流电的变化规律

“T”表示，它的单位是秒。电流在一秒钟内发生周期性变化的次数，称为频率，用字母“f”表示。单位用“赫兹”（习惯上简称周）。由周期和频率的含义可知，周期和频率的关系是： $T = \frac{1}{f}$ 。一般发电厂中输出的交流电的周期为 0.02 秒，即频率为 50 赫兹。

单相交流电的变化规律可用数学式表示如下：

$$I = I_m \sin \omega t$$

$$V = V_m \sin \omega t$$

$$\text{式中： } \omega = 2\pi f$$

交流电的电压和电流的大小是随时间变化的。实际应用中，如何确定它的数值大小呢？通常用一个热效应与它相等的直流电的电流（或电压）的大小表示交流电的电流（或电压）的大小。这个数值称为交流电的有效值。换句话说，在两个相同的电阻上，分别通以交流电和直流电，如果在同一时间内它们产生的热量相等，就认为这交流电和直流电具有相等的电流（或电压）值。通常讲的交流电的电压是 220V 或电流是 2 A 等等，都是指的交流电的有效值。交流电电流及电压的有效值和最大值之间的关系是：

$$I_{\text{有效}} = \frac{\sqrt{2}}{2} I_m \doteq 0.707 I_m$$

$$V_{\text{有效}} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_m \doteq 0.707 V_m$$

(二)直流发电机

“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”交流电虽然得到普遍的应用，但是在某些场合，交流电是不适用的，而必须用直流电。例如电解、电镀、蓄电池充电、交流发电机转子的激磁、直流电动机等，都要使用直流电。因此直流发电机仍具有一定的用途。

直流发电机与旋转电枢式交流发电机的构造基本相同，所不同的是直流发电机的电枢不是通过集流环和电刷接通外电路，而是通过由铜半环做成的换向器与外电路相接，如图 1—7 所示，换向器的作用是：当导

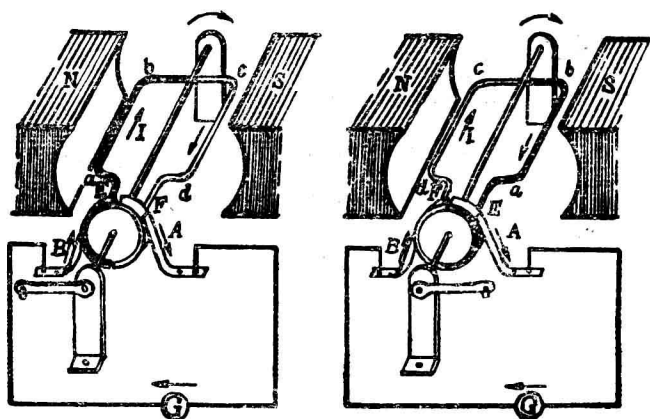


图1—7 直流发电机原理图

线 ab 和 cd 里的感生电流方向刚发生改变的那一瞬间,同时改变半环与电刷的接触,保证自电刷中引出的电流方向不变。这样发电机所输出的电流就是直流电,它的规律如图 1—8 所示。一般汽车上使用的发电机就是直流发电机。

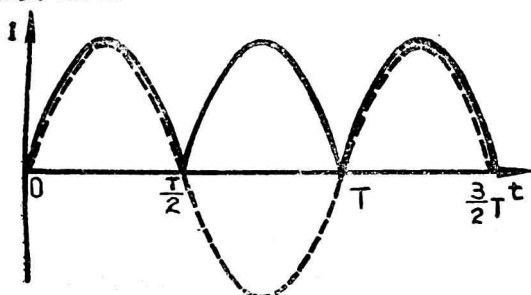


图1—8 直流发电机输出的电流变化曲线

(三)电机冷却新技术——双水内冷

发电机运行时,由于电流的热效应,通过发电机定子和转子的强电流能产生很多热量。当线圈的温度过高时,会使导线外面的绝缘材料老化,甚至使绝缘破坏而发生短路把电机烧坏。因此,电机冷却的问题是电机发展中的关键问题。必须设法把发电机内强电流所产生的热量散发出去,降低线圈的温度。

电机散热的方法最早是用空气或氢气从导线外部把线圈上的热量带走一部分。随着发电机容量的增大,电流更强,产生的热量也相应地增多,冷却的方法也由外冷转为内冷,使冷气直接进入空心导线内部带走线

圈里的热量。这种方法较好，但对于发电容量很大的汽轮发电机仍不够理想。如何找到一种更有效、更方便、更经济的冷却方式，一直是世界电机制造上的新课题。科学实验和生产斗争的实践证明，双水内冷的效果相当于空气冷却的五十倍，相当于氢冷却的四倍，为制造大容量发电机开辟了一条广阔道路。

在很长的时期内，外国的资产阶级反动技术“权威”一直不能解决发电机转子的水内冷问题。他们就认定：“在高速旋转的转子线圈内，水是无法通过的，转子水内冷是不可能的。”早在一九五八年，上海电机厂工人“破除迷信，解放思想”试制成功世界上第一台双水内冷发电机。

在史无前例的无产阶级文化大革命中，上海工人阶级发扬了“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神，胜利地安装成功我国自行设计、制造的第一台十二万五千瓩大型双水内冷汽轮发电机组。这台十二万五千瓩双水内冷汽轮发电机组，它采用的双水内冷和中间再热都是目前发电机制造的最新技术。中间再热，就是从汽轮机中把推动汽轮机旋转做了功的蒸汽再抽回锅炉加热到摄氏五百五十度，然后再送到汽轮机内做功。这就大大提高了发电机组的热效率。

现在，我国自行设计、制造的双水内冷发电机，已经在全国不少发电厂运转，大大提高了发电量。

第二节 三相交流电

在发电机的定子上只有一组线圈，就只能产生单相交流电，若在发电机的定子上每相隔 120° 绕上三组线圈(每一组线圈叫做一“相”)，就能同时产生三个交变电流，即通常所说的“三相交流电”。

图1—9是一个三相交流发电机的示意图。ax、by、cz 是三个绕在定子上完全相同的线圈(a、b、c代表线圈的始端，x、y、z代表线圈的末端)，它们的位置彼此相隔 120° 。当产生很强磁场的转子高速均匀转动时，每一个线圈都产生一个交变电流。由于三组线圈的结构完全相同，所以产生的交流电的电流

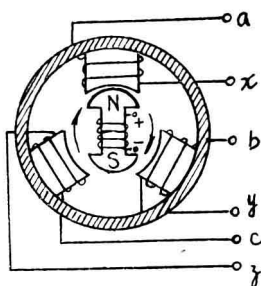


图1—9 三相交流发电机示意图

(或电压)的最大值、周期、频率都相同。然而，因为三个线圈位置相隔互为 120° ，所以它们的电流(或电压)到达相同的某一数值

(例如正的最大值)时，在时间上都依次相差 $T/3$ ，如图1—10所示。三相交流电的

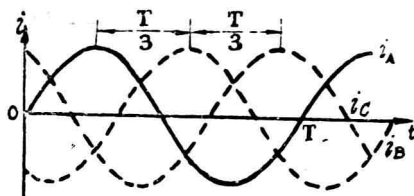


图1—10 三相交流的变化规律

变化规律可用数学式表示如下：

$$I_A = I_m \sin \omega t$$

$$I_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$I_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

$$V_A = V_m \sin \omega t$$

$$V_B = V_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$V_C = V_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

“任何地方必须十分爱惜人力物力”。假如三相之间不发生联系，各自向外成单相输电，就得要六根导线，很不经济。实际上是把发电机的三个线圈按图1—11所示那样连接起来。这种接法叫做星形接法。图中的A、B、C 三根导线称为“相线”（又称火线），图中的O 导线是“零线”（又称地线或中线）。

在星形接法中，相线与相线之间的电压叫做“线电压”，相线与地线之间的电压叫做“相电压”。线电压和相电压之间的关系是：

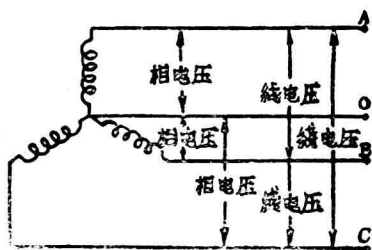


图1—11 星形连接法

$$V_{\text{线}} = \sqrt{3} V_{\text{相}} \doteq 1.73 V_{\text{相}}$$

在工农业生产中，常用的线电压为 380 伏，相电压为 220 伏。一般民用的照明电路接在相线和零线之间；