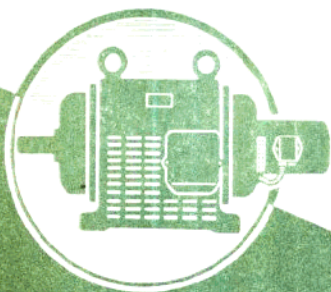




机械分队专业兵教材

发 电 机



中国人民解放军铁道兵司令部

一九七三年十月

机械分队专业兵教材

发 电 机

中国人民解放军铁道兵司令部编

中国人民解放军战士出版社出版发行

中国人民解放军第一二零一厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32·印张 8 $\frac{1}{2}$ 插页 3·字数 175,000

1974年4月第一版(北京)

1974年4月第一次印刷

发到机组

毛主席语录

没有正确的政治观点，就等于没有灵魂。

政治和经济的统一，政治和技术的统一，这是毫无疑义的，年年如此，永远如此。这就是又红又专。

知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。

“世上无难事，只怕有心人。”入门既不难，深造也是办得到的，只要善于学习罢了。

从战争学习战争——这是我们的主要方法。

审 编 说 明

遵照毛主席关于“军队要严格训练，严格要求，才能打仗”和“教材要彻底改革”的教导，根据部队装备的不断发展、机械化施工程度日益加强的实际情况，我们将《发电机》教材重新进行审编，印发部队，供机械分队训练使用。

这次审编工作，虽然是本着进一步提高教材的思想性，注意吸取现场的使用经验，但由于我们经验不足、水平有限和时间仓促，因此在文字和内容方面难免有不妥之处，希使用单位和读者及时提出意见，以便再版修改时。

一九七三年十月十日

目 录

前 言	1
第一章 电的基本知识	3
第一节 直流电	3
一、静电	3
二、电流	6
三、电压、电动势	7
四、电阻、导电材料	8
五、电路、欧姆定律	10
六、电阻和电源的联接	12
七、电功、电功率	17
八、电流的热效应	19
九、短路、断路	20
第二节 磁和电磁现象	21
一、磁的基本特性	21
二、通电导体周围所产生的磁场	24
三、通电导体在磁场中的作用	26
四、电磁感应	27
五、自感、互感、涡流	29
第三节 单相交流电	32
一、交流电的产生	33
二、频率、转速和磁极对数的关系	35
三、交流电的有效值	36

四、电阻电路、电感电路、电容电路·····	37
五、功率、功率因数·····	43
第四节 三相交流电 ·····	45
一、三相交流电的产生·····	45
二、星形联接和三角形联接·····	48
三、三相交流电的功率计算·····	52
第二章 交流发电机 ·····	53
第一节 交流发电机的工作原理 ·····	56
第二节 交流发电机的构造 ·····	63
第三节 交流发电机的特性 ·····	83
第四节 交流发电机的铭牌说明 ·····	86
第三章 发电机的励磁装置 ·····	90
第一节 励磁机式的励磁装置 ·····	90
一、直流发电机的原理·····	92
二、直流发电机的分类·····	99
三、励磁机的构造·····	102
四、直流发电机的特性及运用·····	121
第二节 半导体整流励磁装置 ·····	126
一、半导体整流元件·····	127
二、半导体整流电路·····	138
三、硅整流元件的保护·····	145
四、半导体整流励磁装置线路原理·····	148
第四章 发电机控制屏 ·····	152
第一节 测量仪表和控制元件 ·····	152
一、测量仪表·····	152
二、控制元件·····	166
第二节 控制屏典型线路分析 ·····	173

一、HF4-26-50 型控制屏线路分析	176
二、HF5T-222 型控制屏线路分析	187
三、可控硅励磁调节器原理线路分析	194
第五章 发电机的使用与维护	200
第一节 发电机的安装	200
一、基础	201
二、安装顺序	202
三、校正方法	203
四、配电盘的安装	207
第二节 发电机操作注意事项	209
一、启动前	209
二、工作中	210
三、停机	212
第三节 三相交流发电机的并联运行	212
一、并车的条件	213
二、并车的方法与操作	214
三、并车后的负荷分配	222
第四节 发电机的维护	224
一、换向器与滑环的维护	224
二、电刷与刷握的维护	226
三、轴承的维护	228
四、电机的绝缘电阻	232
五、电机的保养	239
第五节 发电机常见故障及其处理方法	242
一、同步发电机的故障及其处理方法	244
二、励磁机的故障及其处理方法	247
附录一 常用中小型同步发电机	250

附录二	控制线路常用符号	251
附录三	常用发电机控制屏线路图 (附元件明细表)	253
附录四	常用国产柴油发电机组主要技术性能表	
附录五	各种导线的持续安全载流量(安)	

前 言

发电机是由机械能转变为电能的一种机械。

随着科学技术的发展，电能工业、农业、交通运输、国防、医疗卫生以及日常生活等各方面得到了越来越广泛的应用。电能是由发电机产生的，它通过变电站、输电线路送给各用户使用。由发电机、输配电线路、变压设备、配电设备和用电设备等组成的总体叫电力系统。目前大电力系统的电能是由汽轮发电机或水轮发电机产生供给的。而经常移动或远离电力系统的单位则多采用柴油发电机供电。

在解放前，我国只能生产 200 瓩以下的发电机；解放后，我国的工人阶级和技术人员在毛主席关于“独立自主，自力更生”方针的指引下，狠批了洋奴哲学和爬行主义，自己设计、制造了各种类型的发电机，品种和数量不断增加，质量也不断提高。继制造成五万瓩汽轮发电机后，经过几年的研究、改进，解决了一系列的技术难关，又成功地制造了十二万五千瓩和二十五万瓩双水内冷汽轮发电机，一九七一年又试制成功了三十万瓩的双水内冷汽轮发电机，这说明我国电机工业的迅速发展。

我们在国防施工中，除力争使用电力系统的电能外，还有很大部分的用电是由柴油发电机供给的。特别是中、小型的柴油发电机在施工现场使用最多。为此，本书在介绍电的基本知识的前提下，着重介绍了中、小型柴油发电

机以及和它配套的励磁机的构造、使用、保养和常见故障的排除等方面的知识。同时，还介绍了典型配电线路和半导体整流励磁装置的有关知识。

每个发电机司机，应遵照毛主席关于“又红又专”和“对技术精益求精”的教导，除努力学习技术理论知识外，更重要的是要在实践中不断总结经验，尽快地掌握发电机的结构特点、技术性能和使用保养方法，更好地发挥机械的效能，为社会主义建设和国防施工服务。

第一章 电的基本知识

在我们日常生活中，几乎都要用到电。象照明用的电灯，通讯用的电话和电报，还有收音机、电视机、电炉、电风扇等都是我们所熟悉的用电器具；在工业中，电可以用来冶炼钢铁；在农村，电可以用来带动抽水机、碾米机；在医院，电可以用来作人体透视和医治疾病；同时，电是近代新兴科学技术的主要物质基础，象原子能、电子计算机、半导体等技术都与电有着直接的联系。

随着机械化施工的不断加强，发电机和电动机的使用也越来越多。如柴油发电机组、电动压风机、抽水机等，这些机械都与电紧密相连。可以说，电这个强大的动力，它已是我国社会主义建设和国防施工及人民生活中不可缺少的东西。

电和其它物质的运动形式一样，也有它自身的运动规律。下面我们就分别进行研究。

第一节 直 流 电

一、静 电

自然界的一切物质，例如铜、铁、木材等，都是由许许多多叫做分子的微粒所组成。分子由原子组成，而原子又由一个原子核，和以极高的速度在它周围旋转着的电子组成。原子核带阳电(正电)，电子带阴电(负电)，平时因

为它们数目相等且互相吸引而保持稳定，呈中性不显示带电。但电子的分布是分层排列的，如图 1-1 所示是铜原子结构示意图。第一层电子只有两个，第二层八个，第三层十八个，最外层只有一个。由于这一个电子与原子核距

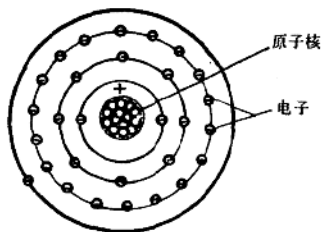


图 1-1 铜原子结构示意图

离较远，原子核对它的吸力也较小。因此，当受到外力作用时，此电子容易脱离自己的原子跑到其他原子上去。原子里头失去了电子，这个原子就呈现出带正电(用符号“+”表示)，而得到电子的那个原子，就呈现出带负电(用符号“-”表示)。

人们很早就发现，某两个物体互相摩擦后，能够吸引微小的物体。例如：拿一个干燥的塑料牙刷把在干燥的头发上互相摩擦，牙刷把就能吸引微小的纸屑，这说明牙刷把上有了电，这种电我们叫它为静电。

互相摩擦后的两个物体都要产生不同性质的电荷，如：玻璃棒与绸布互相摩擦后，玻璃棒上带正电荷，而绸布上带负电荷。

实验告诉我们：正电荷与正电荷是互相排斥的，正电

荷与负电荷则是互相吸引的。所以，电荷的特性是同性相斥，异性相吸。

前面讲的静电是摩擦生电，除了摩擦生电外尚有静电感应现象。

如果把一个不带电的物体移近带电物体，但并不与带电物体接触，这时，在不带电的物体上也会出现电荷，这种现象叫做静电感应。如图 1-2 所示，物体甲带有正(+)电荷，物体乙本来是不带电的，但是将物体乙移近(不接

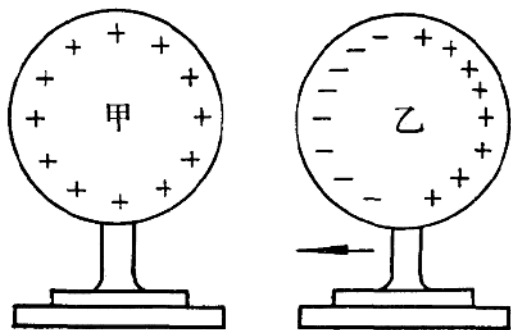


图 1-2 静电感应

触)带电物体甲以后，在接近带电体甲的一侧产生与甲异性的电荷，即“-”电荷，而在物体乙的另一侧产生与带电体甲同性质的电荷，即“+”电荷。

物体乙原来不带电是因为平常正电荷和负电荷数目刚好相等，正负电荷恰好中和的原因。当物体乙移近带电体甲时，由于带电体甲带正电荷，它要吸引物体乙的负电荷，并且将乙体的正电荷排斥到另一侧，所以，乙体在靠近甲

体的一侧为负电荷，远离甲体的一侧为正电荷，这是电荷同性相斥，异性相吸的原因。

在实际生活中，遇到静电现象也很多，如汽车在长途行驶中，车轮与地面摩擦而产生静电；机械设备长期运转，皮带和皮带轮摩擦也能产生静电。

下面我们要讨论的是在金属导体中由于电子流动而产生的电，即平常所说的电或电流。

二、电 流

大家熟悉的水沿着水管的流动，叫水流，同样电子沿着导体(例如电线)的移动，叫做电流。

我们知道，原子的外层电子与原子核距离较远，原子核对外层电子的吸力也就较小，因此，容易脱离自己的轨道移动。如果用一种力量来推动它们移动，就形成了电子的流动，这种电子的流动就叫电流。换句话说，电流就是电子沿金属导体的流动。习惯上规定正电荷移动的方向为电流的方向。即从电源正极经过导线流向负极。

电流的符号是“ I ”，它的大小用电流强度(简称电流)来表示。其单位是安培，用字母“ A ”代表。安培的千分之一为毫安，用“ mA ”表示，即 $1A = 1,000mA$ 。

安培的意义是，每秒钟通过导体某横截面上 625 亿个电子为一个安培。

电流一般分为直流电和交流电两种。

方向和大小不变的叫直流电。如手电筒里的干电池，汽车上用的蓄电池等，都是直流电。方向和大小按一定周期变化的叫交流电。如电灯、抽水机上的电动机等，都是用的交流电。

三、电压、电动势

(一)电 压

为了更好地理解电压,我们首先看一下水流动的情形。如图 1-3 所示,甲乙两水池,用水管和开关连接起来,上面装一台抽水机。将开关关闭,把乙池的水抽到甲池一部分,使甲池水面高于乙池,这就形成了水位差,这时将抽水机停止。

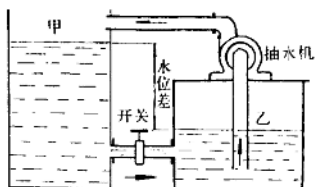


图 1-3 水池

当打开开关时,由于水位差的存在,甲池水就会向乙池流动,甲池水面降低,而乙池水面升高,一直到两水池的水位相等,水位差等于零,水就停止流动。甲池水为什么会向乙池流呢?因为有水位差,就是说有水压。可见,水位差是水流动的原动力。

同理,如果电路中某两点之间维持一定的电位差,也会使电子流动。在电路中某两点的电位差就叫电压。我们常取地球的电位为零来计算电压的高低。

电压常用符号“U”表示,单位是伏特,简称“伏”,用字母“V”代表。工程上有时用 1000 伏作单位,称为“千伏”(KV)。

(二) 电动势

在图 1-3 中，如果抽水机一开动，又可以把乙池水再抽到甲池中去，重新使甲池水面高于乙池，这样又形成了水位差。

为了产生连续不断的电流，就得有一种和抽水机类似作用的机械，这就是发电机、干电池、蓄电池等。即平时所说的电源。在电路中，在电源外部正电荷不断地由正极流向负极，而电源又把正电荷从负极经电源内部送到正极，这样才能保持两极的电位差，维持电路中的电流。

电源将单位正电荷从负极经电源内部移动到正极时，电源所作的功，称为电源的电动势，简称电势。

很明显，电压是指电路中某两点之间的电位差，而电动势是指电源内部推动电子流动的能力。一般说来电动势比电压大，因为电源内部有内阻存在而产生电压降。当电路断开时，发电机的电动势等于其端电压。

电动势常用符号“ E ”来表示，单位是伏特。它的方向是由低电位到高电位(即由负极到正极)。

四、电阻、导电材料

事物都具有两重性，导体也是如此。一方面导体具有导电的能力；另一方面电流在导体内流动时，要受到阻力(如同水在水管中流动受到阻力一样)，因此，导体又有阻碍电流通过的作用，这种阻碍电流通过的能力叫电阻。

电阻用符号“ R ”表示，单位是欧姆，简称欧，用字母“ Ω ”代表。此外，还有千欧($K\Omega$)、兆欧($M\Omega$)。

导体的电阻决定于下面四个因素：

1. 导体的材料：截面积相等，长度相同而材料不同

的导体，它们的电阻也各不相同。例如：铁的电阻大于铝的电阻，铝的电阻又大于铜的电阻。

2. 导体的长度：材料相同，截面积相等的导体，长度愈长，电阻也愈大；

3. 导体的截面积：材料相同，长度相等的导体，截面积愈大，电阻愈小；

4. 导体的温度：同一导体，在不同的温度下就有不同的电阻，一般导体的电阻是随温度的增加而增加的。

计算电阻的公式：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中：R——导体的电阻，单位为欧姆；

L——导体的长度，单位为米；

S——导体的截面，单位为平方毫米；

ρ ——导体的电阻系数，决定于导体的材料，单位
 $\frac{\text{欧} \cdot \text{平方毫米}}{\text{米}}$ 。

电阻系数 ρ 不是一个常数，它与温度有关。各种常用导体的电阻系数如下表所列。

几种导体的电阻系数(温度为20°C时)

导体材料	银	铜	铝	钨	铁
电阻系数 ρ (欧姆·毫米 ² /米)	1.63 $\times 10^{-3}$	1.72 $\times 10^{-3}$	2.83 $\times 10^{-3}$	5.51 $\times 10^{-3}$	10.0 $\times 10^{-3}$

根据导体的导电性能，我们把物体分为导体、绝缘体和半导体三类。

能够导电的物体称为导体，如金属材料铜、铝、铁等；不导电的物体称为绝缘体，如玻璃、橡胶、云母、矿物油