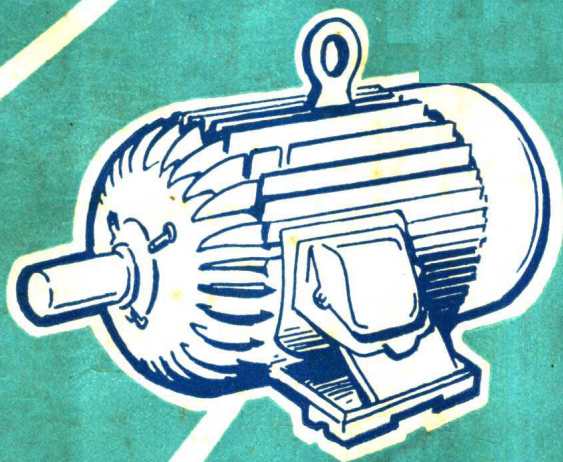


87.166
TTG

养路机械化丛书

养路机械化电机知识



人 民 铁 道 出 版 社

养路机械化丛书

养路机械化电机知识

天津铁路工程学校线路机械组编

人 民 铁 道 出 版 社

1976年·北京

内 容 简 介

本书是叙述电机的使用、养护及故障排除。全书共分十一章。有关同步发电机的构造和工作原理、励磁电路、调压系统和配电盘等基本知识，都作了简要介绍。此外，还介绍了变压器、低压架空线路、三相异步电动机、起动控制设备，以及安全用电等方面知识。

本书可供各工务段培训机械化养路工区电工教学之用，也可作为养路工人和其他工农业用电单位电工自学读物。

养路机械化丛书

养路机械化电机知识

天津铁路工程学校线路机械组编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：9.5 字数：206 千

1976年5月 第1版

1976年5月 第1版 第1次印刷

印数：0001—25,000册 定价（科二）：0.65 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，铁路工务部门广大职工，狠批了“上智下愚”、“洋奴哲学”“爬行主义”等修正主义黑货，发扬了自力更生、艰苦奋斗的革命精神。近几年来养路机械化得到了迅速发展。

为了满足广大养路工人对电机知识的迫切需要，提高发电机司机使用和维护发电机的技术水平，充分发挥养路机械化效能，我们特编写了这本《养路机械化电机知识》。

本书是1974年现场工人、教师、学员三结合编写的。经过一年多在短训班教学和实践，又根据工人学员和有关单位的意见，进行了多次修改和补充。

在编写和修改过程中，齐齐哈尔铁路职工学校、北京铁路局工务电务处、石家庄铁路分局工务电务科、衡水工务段、三家店工务段、邢台工务段、石家庄工务段、张家口工务段、沧州工务段等单位给予了大力支持，在此，我们表示深切感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，缺点错误在所难免，诚恳希望读者提出批评指正。

天津铁路工程学校线路机械组

目 录

第一章 电和电路

§ 1—1 带电体及带电的原因	1
§ 1—2 电流、电压、电阻	4
§ 1—3 电路和欧姆定律	8
§ 1—4 电阻的串联和并联	19
§ 1—5 电容器及其作用	24

第二章 同步发电机和交流电路

§ 2—1 同步发电机的一般结构	27
§ 2—2 同步发电机的工作原理	32
一、同步发电机感应电动势的产生	32
二、交流电的产生及其特征数值	37
三、交流电路中的感抗、容抗、阻抗和功率因数	44
四、同步发电机的磁极及磁场	45
五、纯电感负荷在发电机引起的电枢反应	48
§ 2—3 三相交流电	51
一、三相交流电的产生	51
二、三相同步发电机电枢绕组的通 常接法——星形联接	53
三、负荷的联接方法	55
四、三相交流电的功率	58
五、效率	63

第三章 YZST-1 型 3 千瓦同步发电机的励

磁电路、调压系统和配电盘	66
§ 3—1 励磁电路	66

§ 3—2	调压系统	74
§ 3—3	配电盘(控制箱)	79
第四章	MSA型12千瓦发电机的励磁电路、	
	调压系统和配电盘	82
§ 4—1	MSA型同步发电机的技术数据	82
§ 4—2	励磁电路	82
	一、励磁机的结构和原理	83
	二、励磁机的磁场	85
	三、励磁机的接线板	86
§ 4—3	调压系统	88
§ 4—4	配电盘	94
第五章	MSA型12千瓦发电机的故障检查	106
§ 5—1	故障现象及其原因	106
§ 5—2	故障的检查步骤及方法	110
	一、检查同步机电枢绕组是否断路的步骤	111
	二、检查同步机励磁电路是否断路	
	或短路的步骤	112
	三、检查励磁机电枢绕组是否断线的步骤	113
	四、检查励磁机自励电路是否断路的步骤	113
	五、检查励磁机自励电路是否反接的	
	步骤和方法	114
	六、检查电磁铁吸引线圈电路的步骤	115
	七、检查稳压器电路的步骤和方法	115
第六章	T₂S型发电机的励磁电路、	
	调压系统和配电盘	118
§ 6—1	T ₂ S型发电机的技术数据	118
§ 6—2	励磁电路	118
§ 6—3	调压系统	119

一、手动调压·····	119
二、自动调压系统·····	119
(一) 可控硅的一般知识·····	120
(二) T_2S 型自动调压器·····	123
§ 6—4 配电盘(控制箱)·····	134
第七章 T_2S型发电机的故障检查 ·····	148
§ 7—1 励磁电路的故障·····	148
§ 7—2 T_2S 型自动调压器的故障·····	149
一、整流测量环节的故障分析·····	150
二、触发环节的故障分析·····	151
三、可控硅的故障分析·····	152
§ 7—3 鉴别电容器及几种晶体管好坏的方法·····	154
第八章 发电机的维护和检修 ·····	160
§ 8—1 柴油发电机组的运行操作方法·····	160
§ 8—2 日常一般维护·····	163
§ 8—3 定期检修·····	164
§ 8—4 检修工作方法·····	166
第九章 变压器和低压架空线路 ·····	170
§ 9—1 配电变压器·····	170
一、变压器的构造·····	170
二、变压器的工作原理·····	176
三、三相变压器的接线和功率·····	178
四、配电变压器的主要保护装置·····	180
五、配电变压器的使用、管理和维护·····	182
§ 9—2 自耦变压器·····	186
§ 9—3 电焊变压器·····	187
一、电焊变压器的构造和工作原理·····	187
二、电焊机的使用与维护·····	190

§ 9—4 低压架空线路·····	191
第十章 三相异步电动机 ·····	197
§ 10—1 异步电动机的结构·····	197
§ 10—2 三相异步电动机的工作原理·····	209
§ 10—3 异步电动机的使用、故障检 查、维护检修·····	219
§ 10—4 异步电动机定子绕组展开图·····	228
§ 10—5 异步电动机的起动和控制设备·····	240
一、异步电动机的起动·····	240
二、直接(全压)起动设备·····	241
§ 10—6 电动机供电线路导线截面及熔丝选择·····	252
一、导线截面选择·····	252
二、熔丝选择·····	257
第十一章 安全用电 ·····	260
§ 11—1 触电的危险性·····	260
§ 11—2 防护措施·····	262
§ 11—3 触电急救·····	268
附 录 ·····	270
一、几种常用字母及其读音·····	270
二、常用电工量名称符号及单位·····	271
三、万用表和兆欧表的使用方法和注意事项·····	272
四、电工仪表表面上符号及其意义·····	277
五、电流互感器、电压互感器和钳流表·····	278
六、几种常用整流电路·····	281
七、半导体器件型号命名方法及符号意义·····	282
八、724-62-4型10千瓦同步发电机的励磁 电路、调压系统和控制屏(配电盘)·····	283
九、养路机械的自动控制器件及控制电路·····	288

第一章 电 和 电 路

§ 1—1 带电体及带电的原因

在日常生活中，有许多摩擦生电的现象，比如用皮毛和硬塑料棒互相摩擦，那么，硬塑料棒就能将小纸屑吸住；用丝绸和玻璃棒互相摩擦，玻璃棒也能吸住小纸屑。这个现象说明摩擦以后的玻璃棒或硬塑料棒变成了带电体。为什么原来不带电的物体会变成带电体呢？这可用电子学说解释。

根据电子学说，不论什么物质都可以分割成极小的颗粒，比如大海的水，可以分割成小水珠，而小水珠还可以再分得更小，这个很小很小的部分，叫做分子。分子虽小，仍旧是水，如果把水分子再分割，就不再是水而是组成水分子的氢原子和氧原子了。其他物质也是这样，组成钢分子的是铁原子、碳原子、硫原子……等。总之，世界上虽然有千千万万种物质，它们的分子都不外是若干种原子所组成。世界上只有一百多种原子，而且任何原子都是由原子核和围绕原子核不断运动的电子组成。举例说：氢原子是最小的原子，它由一个原子和一个绕原子核运动的电子所组成(图1—1)；而铜原子则由一个原子核和29个绕原子核运动的电子所组成(图1—2)。每个原子里面，电子带有负电(称负电荷)，原子核带正电(称正电荷)，每个原子核所带的正电荷和它周围的电子所带的负电荷是相等的，因此，在一般情况，原子不呈现带电的性质，但是，这种“统一”“平衡”“中和”的状态不是永恒的，一旦原子内部对立的两种电(正电、负电)的平衡破坏了，它就呈现出带电的现象。前面所

提到的经过摩擦后硬塑料棒的原子中增加了电子（电子是从皮毛的原子中跑过来的），所以呈现带负电；玻璃棒摩擦后，原子中失去了一些电子（电子跑到丝绸上），所以呈现带正电。

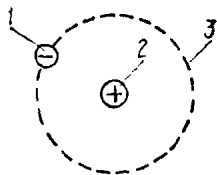


图1—1 氢原子结构示意图

1——电子；2——原子核；
3——运动轨道。

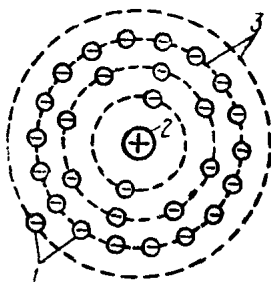


图1—2 铜原子结构示意图

1——电子；2——原子核；
3——运动轨道。

人们经过反复实践，不仅发现宇宙间的确存在两种性质不同的电，而且同性电荷互相排斥，异性电荷互相吸引，这两种作用是电的最基本规律之一。

在生活中还可以看到，有些物质容易带电，有些物质不容易带电，这种差异，关键就在于原子结构上有差异。毛主席教导说“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”世界上一百多种原子的结构虽有共同之处，也各有差异，原子中的电子数目、层数以及排列都各不相同，有些原子中的电子容易跑出轨道而自由行动，变成“自由电子”，因而容易带电，铜、铁、铝等金属就是这类物质，称为导体，导电性能较好；有些原子中的电子被原子核牢牢吸住，不容易跑出轨道，因而不容易带电，橡胶、陶瓷、木材、云母等就是这类物质，叫做绝缘体，导电性能较差；还

有介于两者之间的物质如硅、硒等，叫做半导体。

综上所述，可知宇宙间存在两种不同性质的电，它们具有“同性相斥异性相吸”的特性，在原子内部，带正电的原子核和带负电的电子正是由于互相吸引维持着平衡，呈现中和状态（不带电状态），要使它带电就要创造条件破坏它的平衡。例如：

摩擦生电。具体做法如上所述，这种生电方法产生的电量太少，没有什么实用价值。

化学反应生电。最常见的是干电池，干电池中间有一根碳棒，外皮是锌皮，两者之间填满糊状的氯化铵，顶部用火漆封口以防蒸发，氯化铵和锌皮发生化学反应，锌皮上积聚自由电子，氯化铵积聚带正电的锌原子，碳棒上连接氯化铵而带正电，锌皮上带负电，这就是电池的两极，碳棒为正极，锌皮为负极（图1—3），如果在两极之间用小灯泡及导线连接起来，那么，锌皮上积聚的电子就会沿着导线经过灯泡向碳棒（正极）移动，同时，碳棒上的电子又继续通过化学反应而跑到锌皮上，造成连续不断的电子流，小灯泡就亮。蓄电池也是利用化学反应生电的一种。化学反应生电虽有一定实用价值，但是，产生电量还是比较少，不能满足工业生产中

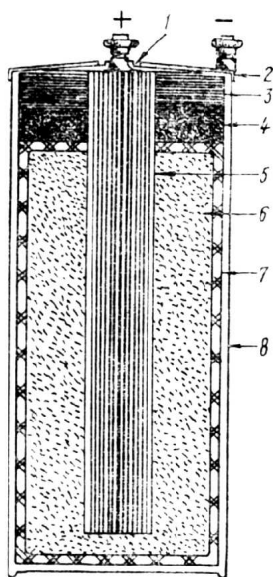


图1—3 干电池

- 1——绝缘纸； 2——端盖；
3——沥青或火漆； 4——垫料； 5——碳棒（阳极）；
6——二氧化锰及碳粉混合物； 7——氯化铵； 8——锌筒（阴极）。

越来越大的需要。

电磁感应生电。利用电和磁之间互相作用、互相转化，能产生很大的电量，发电机就是利用电磁感应的原理来产生电的，是以后各章要讲的主要内容。

此外，还有许多生电的方法，由于和我们关系不大，不一一叙述。

§ 1—2 电流、电压、电阻

一、电 流

上面讲过，一块干电池，由于化学反应，负极（锌皮）积聚有很多电子，正极（碳棒）缺少很多电子，如果用导线连通，电子就会源源不绝地沿导线由负极移向正极，这样，电子都朝着同一方向移动就形成了“电流”。电流的符号通常用字母 I 来表示。

为了说明电流流量的大小，需要有一个单位。这个单位叫做“安培”，简称“安”，代号是 A 。1 安培相当于每秒钟在导线截面上流过 625 亿亿个电子（因为每个电子的带电量比较小，所以，不用一个电子的电量作单位而用安培作单位），安培的千分之一叫毫安，代号是 mA 。

电流本来是由于电子移动（负电荷移动）而形成的，但是，在人类还未认识有电子之前，人们都设想是正电荷由正极向负极移动，因而把电流方向定为由正极移向负极，这种假设虽然和实际刚好相反，但是，由于沿用已

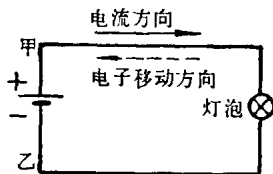


图1—4 电流的方向

久，许多有关电流方向的重要定律、公式等都根据这种假定

建立，不便更改，所以，目前国内外仍然按照这个习惯，下面我们讲电流方向都是规定由正极向负极是电流的方向（图1—4）。

二、电 位

既然规定电流总是由干电池的正极通过导线流向负极，正如水流总是由地势高（水位高）的地方流向地势低（水位低）的地方。因此，我们就说带正电的物体（如正极）电位较高，带负电的物体（如负极）电位较低。

水位是一个相对的量，它是与某一个被选定的零点相比较而说的。比方说某点水位是+5米，就是说这点比零点高出5米，通常是选大海为水位的零点，这是因为海很大，即使在大海中增减一些水，它的水位也基本不变，所以用它作为水位的基准。

电位也是一个相对的量，它是与某一个被选定的零点相比较而说的，通常是选大地为零点，因为地球很大，即使在地球上增减一些电荷其带电情况不会有显著变化，所以大地的电位以及电路上与大地相接处的电位都看作是零电位。带正电的物体是正电位，正电荷越多，电位越高，带负电的物体是负电位，负电荷越多，电位越低。正电位比零电位高，零电位又比负电位高，如果在具有较高电位的物体和具有较低电位的物体之间用导线连通，电子就会移动而形成电流。

水位的高低是以“米”为单位的，电位也有个单位，叫做“伏特”，简称“伏”，代号是V。

三、电压——电位差

上面说过，水由高流向低，电流由高电位流向低电位，这就是说，水之所以能由甲池流到乙池（图1—5）是因为甲

乙两池之间有水位差，从而造成一个水头压力；电流之所以能从甲流到乙（图1—4），是因为甲乙间有电位差（甲点电位高，乙点电位低），这个电位差好比水位差造成水头压力，所以，电位差又称为电压，这是甲乙两点间形成电流的原因。

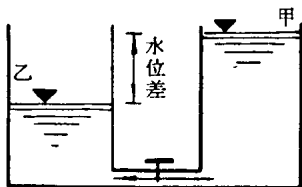


图 1—5

电压的符号是 U 。电压的单位（与电位的单位相同）是伏特，简称伏，代号是 V ，伏特的1,000倍叫千伏，代号是 kV ，伏特的千分之一叫毫伏，代号是 mV 。

四、电 动 势

图1—5中，水由甲流向乙，直到甲乙两池的水位相等（没有水位差）水流就停止了，如果想使水流维持源源不断，就要采取措施来维持甲乙池间的水位差，例如，增设一个抽水机（图1—6），抽水机一转动，将乙池的水灌入甲池，就能维持水位差，从而维持水流不断地由甲池流向乙池。

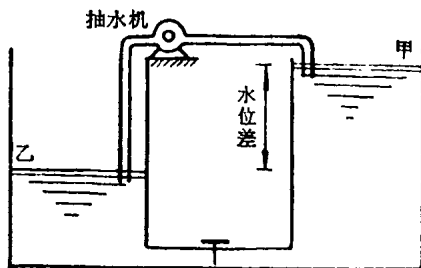


图 1—6

图1—4中的电路之所以能够有电流源源不断，使灯泡发光，就是因为有电池使甲乙两处总是保持有电位差。

可见，电路中的电源（电池、发电机等）好比水路中的抽水机，在电源的内部推动电子移动而造成其两端有电位差。凡是电源都有这种能力，叫做电动势，或简称电势，符号是 E ，单位也是伏特，简称伏，代号 V 。

电位、电压、电势的单位都是伏特，但是，各有不同的意义，切不可混淆。

电位是指某一点对零点的电位差，它是一个相对的概念，选择的零点不同，它的大小、正负就不同。

电压（电位差）是指电路中某两点之间的电位差，它是一个绝对的概念，它的大小、正负与所选零点无关。

电势虽然也是用电路中两点的电位差来表示，但是，它一般是指电源内部造成其两端电位差（的能力）。

五、电 阻

电子沿着导线移动时，正如水沿着水管流动一样，是会遇到阻力的，这是由于自由电子在金属导线中移动时会受到原子核及其他电子的影响（吸引或排斥），电阻的符号是 R （或 r ），单位叫“欧姆”，简称“欧”，代号是 Ω ，欧姆的1000倍叫千欧，代号是 $k\Omega$ ，欧姆的百万倍叫兆欧，代号是 $M\Omega$ 。

导线中的电阻大小也与导线的材料、长度、截面有关，更具体地说，导线越长，电阻越大，导线越粗，电阻越小。常用金属材料的单位长度（米）单位截面（平方毫米）所具有的电阻列于表1—1中，这个数又叫做电阻系数，用 ρ 作符号。

表1—1是在温度为 20°C 时测定的。试验证明，电阻还

和温度有关，一般金属材料在温度升高时电阻增大，非金属材料在温度升高时电阻减少。

常用金属电阻系数

表 1—1

材 料	电 阻 系 数 ρ (欧·毫米 ² /米) (20℃)
银	0.016
铜	0.017
铝	0.029
钨	0.055

复 习 口 诀

电路中有三个数，	电流、电压和电阻，
电流符号使用 I ，	R 字用来写电阻，
电流单位叫安培(A)，	电阻单位叫欧姆(Ω)，
电压符号写作 U ，	它的单位叫做伏(V)。
电压就是电位差，	好比水头有压力，
电池以及发电机，	好比一台抽水机，
不断造成电位差，	这种能力叫电势，
电势单位也用伏(V)，	它的符号使用 E 。

复 习 题

- 一、电流、电压、电阻各用什么符号表示？它们的单位是什么？代号怎么写？
- 二、区别电位、电位差（电压）、电势的不同点。
- 三、电阻和导线的长度、材料、截面、温度有什么关系？

§ 1—3 电路和欧姆定律

一、电路和线路图

一个完整的能够正常工作的电路，总是包括三个部分，