

煤矿管理干部培训教材

普通电工与 矿山电工

煤炭工业部干部学校編

中国工业出版社

煤矿管理干部培训教材



普通电工与 矿山电工

煤炭工业部干部学校编

中国工业出版社

TD6

TM
97

煤矿管理干部培训教材
普通电工与矿山电工
煤炭工业部干部学校编

*

煤炭工业部书刊编辑室编辑（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京书报馆内四号）

（北京市书刊出版事业许可出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本850×1168 $\frac{1}{16}$ ·印张7 $\frac{9}{16}$ ·插页1·字数197,000

1964年2月北京第一版·1964年2月北京第一次印刷

印数0001—4,130·定价（科四）1.00元

*

统一书号：K15165·3010（煤炭-174）

《煤矿管理干部培训教材》是以煤炭工业部干部学校采煤技术班的讲义为基础，总结几年教学经验编写的，共分八册：煤矿地质、矿山测量图、开采方法、巷道工程、通风与安全、普通电工与矿山电工、矿山机械、初等数学。适宜于具有高小文化水平、有一定煤矿生产实际经验的矿、处级和区（井）、队级干部学习之用。内容注意到基础知识的通俗叙述，适应生产实际的需要和贯彻规程制度的要求，目的在于帮助提高煤矿基层管理干部的生产技术管理水平。

編者的話

本书是生产矿、处长和区(井)、队級干部系統学习煤矿技术知識的教材，也可以作为管理干部的自学参考书。根据这种需要，內容尽量結合生产需要，注意到理論联系实际，并紧密結合有关規程制度。以便达到系統傳授电气工程基础知識和貫徹有关国家技术政策的目的。

本书作为具有高小文化水平和一定生产經驗的管理干部的培訓教材时，基本上不讲*的部分，約需80学时；作为具有初中語文、小学数学程度的机电管理干部的培訓教材时，可以全部讲授，約需80学时。至于試驗、討論、复习和总结等，可适当增加一些学时。輔導時間至少应和上課時間相等。

每章之后，附有复习、练习題，可以帮助巩固和运用学到的知識。习题中带有*号的，是补充习题，可以根据具体情况来选做或不做。

本书在編写过程中，承煤炭工业部周俊松工程师、北京煤矿設計研究院呂玉珊工程师等提出宝贵意見，特此表示深切的謝意。

本书由唐书蕪同志执笔編写，并由刘心全、商志謙、楊士斌和王廷彦等同志共同审閱討論。

目 录

編者的話

第一篇 直流电路和直流設備

第一章 关于电的基本知識	1
第一节 什么叫电?	1
第二节 什么叫电路?	2
第三节 什么叫电流?	4
第四节 什么叫电压?	4
第二章 用什么材料来輸送电能和制造电气設備?	6
第一节 什么叫导体和絕緣体?	6
第二节 怎样計算导体的电阻?	7
第三节 怎样表示絕緣体的好坏?	8
第四节 用什么材料制造电气設備?	9
第三章 电有那些用处?	11
第一节 电流的热效应	11
第二节 电流的化学效应	14
第三节 电流的磁效应	16
第四节 靜电的电場作用	21
第四章 欧姆定律和它在各种电路里的应用	24
第一节 欧姆定律	24
第二节 电路的三种情况	27
第三节 电路的几种联法	27
第四节 欧姆定律在各种电路計算中的应用	29
第五章 怎样計算电气設備的容量大小和用电多少	33
第一节 容量的单位和計算方法	33
第二节 用电多少的单位和計算方法	34

第六章 直流电动机和发电机	36
第一节 直流电动机.....	36
第二节 直流发电机.....	42
第三节 电动和发电之间的关系.....	45
第四节 直流电机的型号和运行维护事项.....	46

第二篇 交流设备和交流电路

第七章 交流发电机	48
第一节 交流电的一般概念.....	48
第二节 三相同步发电机.....	52
第八章 变压器	57
第一节 变压器的构造.....	57
第二节 工作原理.....	61
第三节 三相变压器的接线和并联运行.....	65
第四节 变压器的分类、型号和技术数据.....	67
第五节 变压器的运行、维护和试验.....	70
第九章 异步电动机	71
第一节 鼠笼型异步电动机的构造.....	71
第二节 鼠笼型异步电动机的工作原理.....	72
第三节 鼠笼型异步电动机的特性说明.....	74
第四节 绕线型异步电动机的构造和原理.....	76
第五节 绕线型电动机的特性说明和用途.....	77
第六节 异步电动机的型号.....	78
第十章 同步电动机	79
第一节 同步电动机的构造.....	79
第二节 同步电动机的工作原理.....	80
第十一章 交流电动机的运行与维护	82
第一节 交流电动机的接线和反转.....	82
第二节 交流电动机的起动.....	84
第三节 交流电动机的维护.....	84
第十二章 交流电路	87
第一节 三相不同接法对于线路电压、电流的影响.....	87

第二节	三相功率的计算	91
第三节	功率因数的提高	92
第四节	交流电路的欧姆定律	94

第三篇 矿山低压控制设备及其应用

第十三章	矿用电气设备的构造特点和选型	100
第一节	矿山工作条件对电气设备构造的要求	100
第二节	矿用电气设备的分类和使用地点	100
第三节	矿用电气设备选型的原则	103
第十四章	常用的几种防爆开关	104
第一节	名词解释	104
第二节	保护装置	105
第三节	防爆型手动起动器	108
第四节	防爆型磁力起动器	110
第十五章	防爆型磁力起动器的具体应用	116
第一节	常用的几种磁力起动器的技术数据	116
第二节	1344(QC83-80)型磁力起动器的应用	117
第三节	1355(QC83-120)型磁力起动器的应用	120
第四节	1365(QC83-225)型磁力起动器的应用	122
第五节	1441(QC83-80N)型磁力起动器的应用	124
第六节	带有两个磁力起动器的干式矿用变压器的应用	124
第十六章	防爆开关的运行与维护	126
第一节	保护装置的整定	126
第二节	防爆设备失爆的原因	127
第三节	防爆设备的运行、维护	128

第四篇 矿山供电设备和供电系统

第十七章	高低压供电设备	131
第一节	防爆型自动馈电开关	131
第二节	高压防爆配电箱	135
第三节	普通型高压配电箱	141
第四节	供电设备的选择和维护	143

第十八章	矿用动力电缆	145
第一节	动力电缆的构造、适用地点和型号	145
第二节	动力电缆的敷设	154
第三节	动力电缆的管理和维护	158
第十九章	矿山供电系统	160
第一节	概述	160
第二节	矿井地面供电系统	161
第三节	深井供电系统	163
第四节	浅井供电系统	168
第二十章	关于采区供电的几个问题	170
第一节	采区变电所变压器容量的估算	170
第二节	采区电缆选择的方法	172
第三节	利用最小两相短路电流校验保护装置整定的	173
第四节	橡膠电缆的屏蔽保护	178
第五节	井下移动变电所和 660 伏供电	179

第五篇 矿山安全用电和经济用电

第二十一章	安全用电	182
第一节	一般概念	182
第二节	触电的有关因素	182
第三节	预防触电的方法	183
第二十二章	经济用电	196
第一节	两部电价制	196
第二节	怎样节约用电	199
第三节	矿山用电经济指标	207

第六篇 矿山照明及信号、电话

第二十三章	矿山照明	210
第一节	照明的重要意义和规定	210
第二节	照明设备和线路	211
第二十四章	矿山信号及电话	215
第一节	矿山信号及电话的重要意义和规定	215

第二节	矿用信号装置	217
第三节	矿用信号系统	224
第四节	矿山电话通讯	229

第一篇 直流电路和直流设备

第一章 关于电的基本知识

第一节 什么叫电？

在日常生活和生产过程中，我们时时刻刻都在用电。但是“什么叫电”这个问题，却是很不容易说明白的。原因是：我们只看到电灯亮、电动机转等等由于电所引起的现象，而观察不到“电”的本身。电是看不到，摸不着的东西，因此，谈起来觉得抽象，不好理解。

“什么叫电”这个问题应当从以下两方面来回答：

一、电有什么性质？共有几种？ 很久以前人们就发现用兽皮擦过的琥珀能吸引轻小的东西——羽毛、通草等等。后来又发现：把任何不同的物体互相摩擦后，都会有这种性能。科学家们把具有这种性能的物体叫带电体或荷电体。意思是说这个物体上有了电。象图 1-1 所表示的那样，把一根玻璃棒用丝绸摩擦后悬挂在细线上，再拿另一根用丝绸摩擦过的玻璃棒向它靠近时，悬

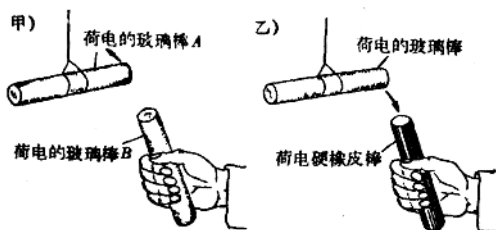


图 1-1 电的种类和性质的试验

甲一带同性电的物体互相排斥；乙一带异性电的物体互相吸引。

挂的玻璃棒就被推开。如果我们拿一根用毛皮摩擦过的硬橡皮棒靠近这根悬挂的玻璃棒时，就能把玻璃棒吸引过来；但是它却会把悬挂的另一个用毛皮摩擦过的硬橡皮棒推开。

从无数次的实验中总结出：电有两种。并且规定丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的叫正电或阳电，用“+”号表示；毛皮摩擦过的硬橡皮棒上所带的叫负电或阴电，用“-”号表示。同时证明电有以下性质：异性相吸，同性相斥；都有吸引轻小东西的本领。

二、电是那里来的？科学家们对于物质的结构做了很多研究和实验工作，最后得出一个分子-原子学说：一切物质都是由极小的分子组成，组成分子的最小单位是原子，原子又是由正电和负电组成。一切原子都有一个带正电的原子核，围绕原子核运动着的是带负电的电子。电子在旋转运动时产生的离心力，刚好和原子核的吸引力相平衡。原子不同的结构就决定物质有不同的性质。

为什么两种物质摩擦会生电呢？原来原子核所带的正电量和它外围电子的负电量彼此相等，所以在正常状态下一切物质都不显电性。但是，由于外部影响而使某种物体的原子失去一些电子的时候，这种物体就显出正电；如果某一物体得到了一些电子的时候，它就会显出负电。

我们所用的电是发电机或蓄电池供给的。这里所以从摩擦生电谈起，是因为它能告诉我们如何分别得到正电和负电，以便研究它们的性能。

第二节 什么叫电路？

一、电路的定义：电所通过的途径叫电路。象图1-2所表示的是一个矿灯和它的电路图。把矿灯的盖子锁住之后，头灯就亮了。这说明有电从蓄电池1流出，经过盖子开关2、电线3到灯泡4，又从另一股电线3、盖子开关2回到蓄电池1（图1-2，乙）。

二、电路的元件：根据以上情况可以看出：

蓄电池是产生电能的，叫做电源；盖子开关是控制用电的，

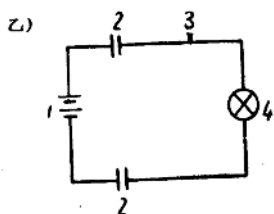
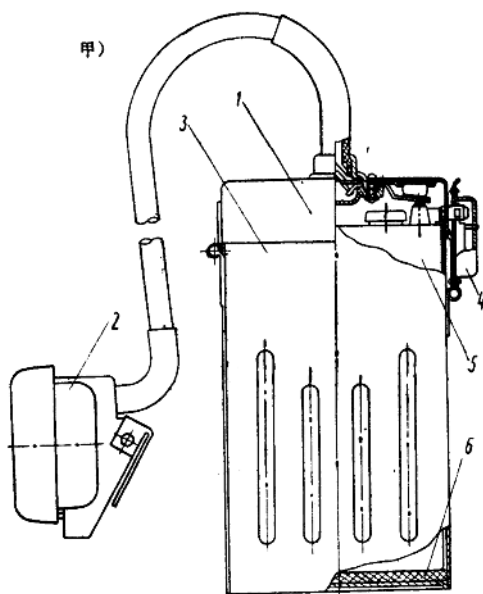


图 1-2 矿灯和它的电路图

甲—矿灯

1—管子；2—头灯；3—铁皮外壳；4—电磁铁；
5—塑料盒；6—微孔软垫。

乙—电路图

1—蓄电池；2—管子开关；3—电线；4—灯泡。

叫开关或控制设备；电线是传导电能的，叫供电线路；头灯是消耗电能的，叫用电设备或负载。因此，电路是电源、控制设备、供电线路和负载的总称。

第三节 什么叫电流？

一、电流的定义：沿着电路流动的电子流叫电流。

二、电流的大小或强度：它表示在1秒钟内流过了多少电量，单位叫安培，简称安，用 A 表示。我们有时也用大单位千安(KA)和小单位毫安(mA)。1毫安就是1安培的千分之一。

三、电流的正方向：我们习惯上规定电流是从电源的正极流出来，又从电源的负极流回去。也就是说：规定的电流的正方向是和电子流动方向相反的。

我们所说的直流电，就是它的流动方向在电路里不会自己改变，永远是从电源的正极流出来，又流回电源的负极去。

这里可能发生两个问题：电流在电路里流动时有没有消耗？电子为什么会在电路里流动？关于第一个问题可以这样解释：从实际上看，发电机是可以永远供电的。如果电路中消耗电流的话，慢慢地发电机就会发不出电来了。但在电路任何地方接上一个电流表，都会量出相同的安培数。也就是说：从电源流出多少电子，就一定有多少电子流回电源，电流不会消耗。至于第二个问题，我们将在下一节里讲到。

第四节 什么叫电压？

一、电压的定义：电路里任何两点之间都有电压，它是推动电子流动的能力。它的单位是伏特，简称伏，用符号 V 表示。我们也常采用大单位千伏(KV)和小单位毫伏(mV)。

电源两端的电压是一个定值：如矿灯的酸性蓄电池是2伏，碱性蓄电池是1伏；井下架线式电机车电源是275伏，等等。

二、电压是怎样产生的：为了说明怎样产生电压以及电压怎样使电子流动，我们先讲一个怎样产生水压以及水压怎样使水流

动的例子。象图1-3所表示的那样：开始，左右水桶的水位相同，充满了水的联通管里没有水流。开动水泵后，就将右桶的水吸出排入左桶中，最后使水达到实线所表示的位置。在这种情况下，左右水桶之间就产生了一定的水位差——水压。联通管里必然有水流从左桶流向右桶，同时也就会使水压降低，如果水泵能继续工作来保持左右水桶间的水压，那么联通管里必然也维持一定的水流，并使水轮继续转动。

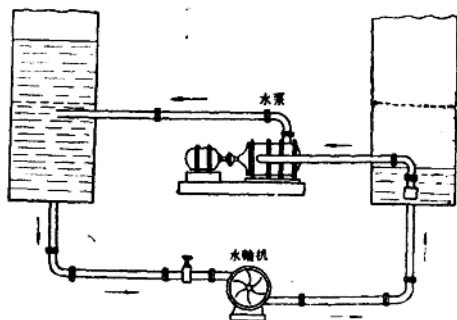
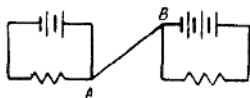


图 1-3 水压的产生

一个电路正象这个水路一样。在发电机还没发电时，它的两端没有电压。当它被原动机拖动以后，电子受外力作用被推到一端形成负极；缺电子的一端就形成正极。这样，发电机的两端产生了电位差或电压，即负极的电子要回到正极的能力。当搬运电子的外力和电子间的排斥力以及与原子核间的吸引力达到平衡的时候，电压就稳定下来不再增加。这时如果电路被用电设备接通的话，在电压的作用下，就有一定的电流通过：一方面，一部分电子从外部（外电路）流到正极和正电结合而降低了电位差；另一方面，电源内部（内电路）力的平衡被破坏了，它又能搬运一部分电子到负极去再达到新的平衡。就是这样，电源用一个稳定的电压来维持着通过用电设备的稳定电流。

复 习 題

1. 什么叫电？我們使用的电是从那里来的？
2. 什么叫电路？由那几部分组成？什么叫内电路？什么叫外电路？
3. 什么叫电压？它是怎样产生的？用什么单位表示它的大小？大单位，小单位是什么？
4. 什么叫电流？它是怎样流动的？用什么单位表示它的大小？大单位，小单位各是什么？
5. 电路里没有电流时能說是沒有电压嗎？在什么情况下，电路里才有电流？
- *6. 根据电压产生的道理，說明外电路用多少电，发电机就发多少电。不用或少用时，它就不发或少发电，总之，发的电是不能儲存起来的。
- *7. 下图中 AB 线上有没有电流？为什么？



第二章 用什么材料来輸送电能 和制造电气設備

第一节 什么叫导体和絕緣体？

一、导体 通常是用銅綫連接电源和負載来送电的。象銅綫、鋁綫和鋼綫都是常用的电綫。因为它們都是容易傳电的物质，所以叫做导体。

所有的金属(包括水銀)以及合金都是导体。除此之外，矿水、大地、人体、石墨以及酸溶液、碱溶液和盐溶液等也都是导体。

二、絕緣体 为了确保把电能輸送到負載去，就必須使用隔电的材料来支持和保护导体以防止漏電。象矿灯的电綫就是用橡胶包起来的，架空的电綫都是支持在电綫杆的瓷瓶上。这些隔电的或难以导电的材料叫做絕緣体或电介质。矿山常用的絕緣体还有：棉紗、絲綢、干木材、玻璃、石板、石棉、云母、瀝青、絕緣漆和变压器油等等。空气也是絕緣体。

第二节 怎样計算导体的电阻？

一、什么叫电阻？ 导体有很多种，它們的导电能力都不一样：有的导电能力差一些，通电的阻力大一些；有的导电能力好一些，通电的阻力小一些。导体的这种对于通电所表現的阻力叫做电阻，用 R 表示。电阻的单位是欧姆，简称欧，用符号 Ω 来表示。

二、导体电阻和那些因素有关 任何导体都有电阻，就象任何管路对于水流都有阻力一样。管路对于水流阻力的大小是和管路的长短、粗細以及制成管路所用的材料有关。同样大小的管子鋼管子光滑，阻力就小；水泥管比鋼管粗糙，阻力就大些。

导体电阻也和以上几种因素有关。为了便于比較，我們往往选择 1 米长、1 平方毫米断面的各种导体，在 20°C 的情况下进行比較：如銅的电阻就比鋁的小；而鋼的电阻又比鋁的大。这种在一定温度下，1 米长、1 平方毫米断面的导体的电阻大小，就叫做这种导体的电阻率或电阻系数，用 ρ 表示。它是一个能表示出导体材料的数值。常用的几种导体的电阻率見表 2-1。

为什么要把所有导体都定在同一温度下进行比較呢？原来温度的高低对导体的电阻也有影响：对于金属导体來說，温度高了电阻变大；对于液体导体來說，温度高了电阻反而变小了。

三、計算电阻的公式 根据上述关系，电阻 R 的大小和导体长度 L 成正比，和导体粗細(断面) S 成反比，和导体电阻率 ρ 成正比。如果不管温度的影响，就可以把上述关系列成下面的公式：