

# 煤矿机电基本知识

山东矿业学院机电系 编

煤炭工业出版社

# 煤矿机电基本知识

山东矿业学院机电系 编

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书重点介绍了煤矿供电、用电设备、采掘机械设备、运输及提升设备的基本知识；对煤矿的排水、通风、压气等设备也作了简要介绍。

本书可供煤矿基层管理干部阅读。

### 煤矿机电基本知识

山东矿业学院机电系 编

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张 6<sup>7</sup>/<sub>8</sub>

字数 152 千字 印数 1—25,400

1975年4月第1版 1975年4月第1次印刷

书号 15035·2002 定价 0.48 元

## 出版说明

本书是以原煤炭工业部组织十三个干部学校编写的煤矿基层干部培训教材《机电基本知识》为基础改编的。原书出版于1965年。近几年来,经过无产阶级文化大革命,在毛主席革命路线指引下,煤矿生产不断发展,新型设备日益增加,开采技术也积累了新的经验,为了更好地反映当前煤矿的实际情况,适应煤矿干部学习的需要,我们将这套培训教材改编出版,共分三册:《煤矿采掘基本知识》、《煤矿机电基本知识》和《煤矿通风安全基本知识》。

这套书以生产矿井采区工作为重点,以基层(区、队、班、组)干部为主要对象。由于煤矿的开采方法种类很多,采用的设备也不尽相同,本书作为基本知识读物,只选择了主要的开采方法和设备作为典型叙述,阐明主要问题、基本概念和常用知识,以提高技术理论水平和工作能力为目的,学习时最好联系本矿区的实际,这样容易加深理解,并且做到学用结合。

为了更好地适应煤矿基层干部学习的要求,本书的内容和写法上还有待不断改进,恳切希望读者对发现的缺点、错误提出意见,以便再版时修改。

# 目 录

第一章 矿山供电及用电设备 .....	1
第一节 电工基本知识 .....	1
第二节 矿井用电设备的构造特点 .....	24
第三节 隔爆型高压配电装置 .....	28
第四节 矿用变压器 .....	33
第五节 感应电动机 .....	36
第六节 隔爆手动起动器和自动馈电开关 .....	41
第七节 隔爆磁力起动器 .....	47
第八节 ZYKB型矿用隔爆移动变电站 .....	55
第九节 矿用动力电缆 .....	58
第十节 矿山供电 .....	65
第十一节 井下安全用电措施 .....	72
第十二节 动力线的分频载波控制 .....	79
第二章 采掘机械设备 .....	82
第一节 采煤机械 .....	82
第二节 采煤工作面支护设备 .....	110
第三节 装载机械 .....	118
第四节 钻眼机械 .....	127
第三章 矿井运输与提升设备 .....	138
第一节 刮板输送机 .....	138
第二节 胶带输送机 .....	148
第三节 电机车运输 .....	158
第四节 矿井提升设备 .....	169
第四章 矿用排水、通风、压气设备 .....	189
第一节 矿用离心泵 .....	189
第二节 矿用通风机 .....	198
第三节 矿用空气压缩机 .....	205

# 第一章 矿山供电及用电设备

## 第一节 电工基本知识

### 一、电的概念

在工农业生产和日常生活中，我们几乎到处都在用电，电已成为人们不可缺少的东西了。那么“电”是什么呢？怎样得到“电”呢？这些问题有待于我们去了解。

要想知道“电”的本质，首先必须知道自然界的各种东西是由什么组成的。

我们知道，桌子是用木头作成的；搬手是用钢作成的。从物理学的观点来说：桌子、搬手叫做物体；而木头、钢叫做物质。物体是由物质组成的。在自然界中，属于物质的还有很多，如空气、水等。

物质又是由什么组成的呢？通过研究发现：自然界中，任何物质都是由分子组成的，而分子又是由原子组成的。如氢原子和氧原子组成水分子，很多水的分子又组成水一物质。在一厘米长度上可排上一亿个原子，可见原子非常小。每个原子是由一个原子核及围绕核周围旋转的电子组成，如图1—1所示。原子核带有正电，电子则带有负电。由于正、负电之间有吸引力，保持电子以很高的速度不断围绕原子核旋转，不致于被甩出去。

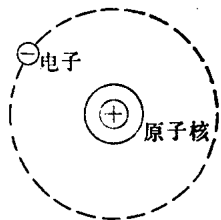


图 1—1 原子模型

在正常情况下，原子核所带的正电量和它外围电子所带的负电量相等，所以在正常情况下一切物质都不显电性。

我们说某物体带电，即该物体的电子个数比原来的数值有了增加或减少，增加时物质即带负电，减少时物质即带正电。

## 二、几个基本名词

1. 电流 前面讲过，电子围绕原子核不断旋转，如果它受外界的影响，电子沿着一定的方向运动（图1—2）即称为电流。从表面来看，好像水在水管里流动叫水流一样。

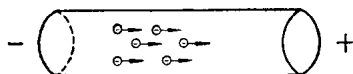


图 1—2 电子流

电流分两种：一种叫直流；一种叫交流。电流的大小及方向不随时间改变的叫直流电，如矿灯、架线式电机车用的就是直流电。如果电流的大小及方向随时间按一定规律变化的叫交流电，如矿用各种电动机、照明用的都是交流电。电流的单位用安培表示，简称“安”。

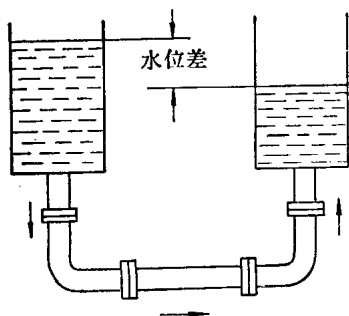


图 1—3 水位差产生水流

2. 电压 围绕原子核旋转的电子，为什么会沿一定方向运动呢？它必须受到一种能力的作用，这种能力可以理解为电压。也就是说：推动电子移动的能力叫电压。

为了清楚起见，用水来作比喻。左右两桶水的水位

不相同（如图1—3），产生水位差即水压，中间联通的水管就会有水流动。所以，水压具有推动水流流动的能力。

电压的单位是伏特，简称“伏”。矿山常用的大单位是“千伏”。

3. 电源 上面讲过，左水桶水位比右水桶水位高时（图1—3），左水桶的水，通过水管向右水桶流，当两个水桶水位一样高时，水管里就没有水流。因为此时没有水压。为了使左水桶里的水不断往右水桶流，左右水桶应始终保持一定的水压，可在两水桶之间安一台水泵，如图1—4所示。开动水泵，不断地将右桶的水排入左桶，保持左右桶的水位差，水管里的水就可以不断的流动。在这里水泵是不断产生水压的一种装置。

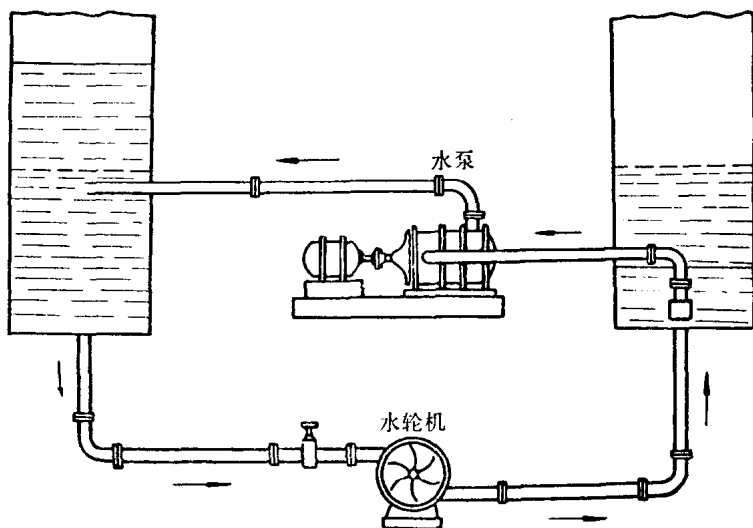


图 1—4 水压的产生



在电路里也是同样，由发电厂里的发电机或矿灯上的蓄电池，不断产生电压，使电流不断流动。发电机或蓄电池称为电源。所以说，电源是不断产生电压的一种装置。

4. 电路 电流所经过的路叫电路。电路是由电源、用电设备（称负载或负荷）、连接的电线和开关组成。最简单的电路如图1—5所示。

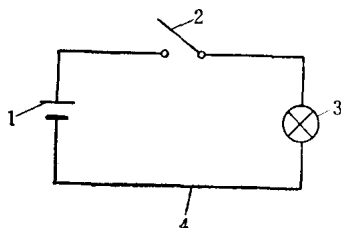


图 1—5 简单电路

1—蓄电池；2—开关；3—灯泡；  
4—电线

电路如图1—5所示。开关没有闭合时就叫开路，这时电路里没有电流。当开关闭合时，电路及灯泡都有电流流过，这时就叫闭路。当开关闭合时，电路里有电流，但不经过负载（电灯），这时就叫短路。短路是一种故障，它会

引起火灾或烧毁设备，所以应当防止。一般在线路上安装熔断器（保险丝），当短路时，先烧断熔断器，切断电源，防止事故的扩大。

### 三、电阻和电阻的串并联

1. 电阻 电流在导体中流动时要受到阻力，这种阻碍电流流动的阻力就叫电阻。正像水在水管里流动时，受到水管的阻力一样。

电阻的单位用欧姆表示，简称“欧”。因绝缘材料的电阻比导电材料的电阻大得很多，所以叫绝缘电阻。绝缘电阻的单位常用兆欧（百万欧姆）来表示。水在水管里流动，阻力的大小与管子的长短，断面的大小以及管子内壁粗糙程度有关。电阻大小，同样与导线长短、断面大小有关。导线细而长，电阻大；导线粗而短，电阻小。

电阻的大小还与导线材料有关，相同的断面、相同的长

度的各种材料互相比较，银的电阻最小，其次是铜，再其次是铝。所以导线多数是铜做的。由于电力工业和铝合金的发展，现在已广泛地采用铝做导线。

2. 电阻的串联 电阻的首、末端相接叫串联。图1—6所示是三个灯泡的串联。

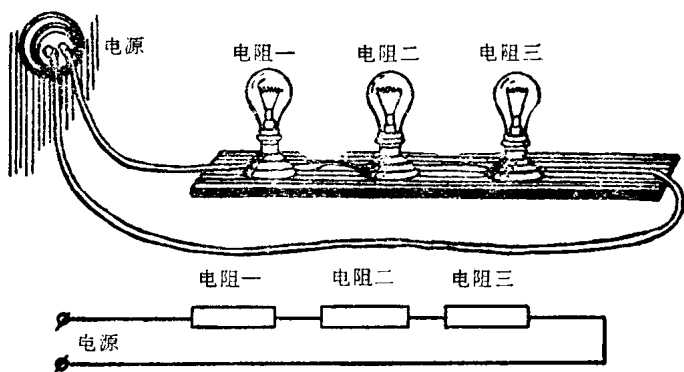


图 1—6 电灯电阻的串联（下图是接线图）

在日常生活中我们知道，两个 220 伏的灯泡，串联后接在 220 伏电源上，灯泡就发红。因为串联后电阻增大，电流减小，每个灯泡上的电压只有 110 伏。如果两个 110 伏的灯泡串联后接到 220 伏的电源上，每个灯泡都亮，也不致烧坏。但其中如果一个灯泡损坏，另一个灯泡就受影响。所以电灯一般不采用串联接法。井下爆破时，为了避免出瞎炮，常采用串联接法。

3. 电阻的并联 电阻所有的首端与首端相接，末端与末端相接叫并联。如图1—7所示是三个灯泡的并联。

将很多个 220 伏灯泡并联，接在 220 伏的电源上时，所有

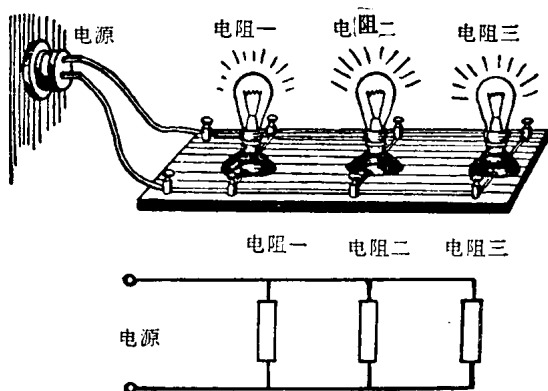


图 1—7 电灯电阻的并联（下图是接线图）

的灯泡都亮，而且即使其中有一个灯泡损坏，其他灯泡也不受影响。所以住宅的照明，井下用电设备都采用这种接线方法。

另外，并联时总电阻比任何一个电阻都小。所以井下保护接地常用许多接地极并联来减少总电阻。

#### 四、导体、绝缘体和半导体

1. 导体 能导电的物体叫导体。一切金属的原子有着不稳固的外围电子，这些电子受到外力的作用时，容易离开自己的轨道，是导电性能良好的物体。如各种金属、碳、盐类、酸类、碱类的溶液，人身以及大地等都属于导体。

2. 绝缘体 不能导电的物体叫绝缘体。因为这类物质的原子，把电子牢固地吸在原子核周围，不容易让它们自由地离开原子核，这是导电性能不良的物体。如橡胶、玻璃、塑料、云母、干木材、丝绸、陶瓷和变压器油等都属于绝缘体。

3. 半导体 除了导体和绝缘体之外，还有一些物体，它们的导电能力比绝缘体强，但比导体又差得远，即它们的导

电性能介于导体和绝缘体之间,我们称这类物体为“半导体”。如硅、锗、硒等。实际上,半导体与导体、绝缘体的区别,并不限于上述内容。因为半导体还具有一些特殊的“脾气”——它的导电性能特别容易受外界条件的变化而变化,因此受到人们的重视,只要我们设法掌握其变化规律,就能叫它为我们服务。

例如,当外界温度升高时,半导体的导电能力就增强,而温度一下降,它的导电能力就变差了。我们可以利用半导体这种导电能力随温度变化的特性,来制造电阻值随温度变化的热敏电阻。

又如,当光线照在某些半导体上,它就表现出很强的导电能力;但在没有光照时,它又像绝缘体那样不导电。因此我们可巧妙地把这种独特的“脾气”做出有用的光电器件。如光电二极管、光电三极管、光敏电阻等。

再如,当我们在纯净的半导体中,掺入不同类型和不同数量的杂质,就可以使半导体的导电性能变化很大,其电阻率会成百万倍地改变,这是半导体非常显著的特性。如果在纯锗中掺入砷原子,就可以获得大量的自由电子,使锗的导电性能大大增加。因为在这种半导体中主要是靠自由电子导电的,所以称它为电子型半导体或n型半导体(如图1—8)。如果在纯锗中掺入铟原子,就能获得大量的空穴,使导电性能大大增加。因为这种半导体主要靠空穴来导电,所以称它为空穴型半导体或P型半导体,如图1—9所示。

当我们将P型半导体与n型半导体结合在一起,在它们的交界面上就形成一个“P—n”结的结构。P—n结是晶体管的基本组成部分,晶体管的许许多多奇妙的作用正是发生在这一薄薄的P—n结中。

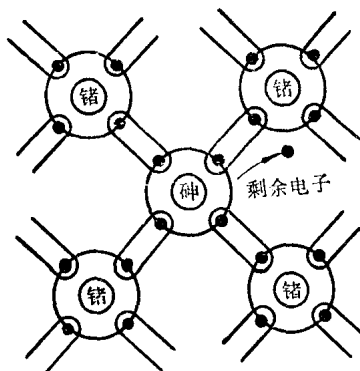


图 1—8 在锗晶体中掺入少量的砷原子得到剩余自由电子

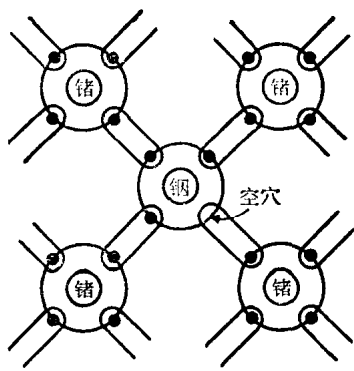
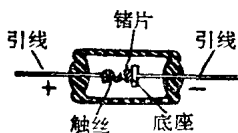


图 1—9 在锗晶体中掺入少量铟原子得到多余的空穴

由于P—n结的个数不同，可以组成各种不同的半导体器件。如晶体二极管只有一个P—n结，晶体三极管有二个P—n结，可控硅有三个P—n结。下面我们简单介绍一下它们的作用。

(1) 晶体二极管 实际上它就是一个P—n结(如图1—10)。由于它具有单向导电性，所以一般用它来整流(把交流电变为直流电)和检波。



甲



乙

图 1—10 点接触二极管结构及其符号

当我们把P—n结的P型部分接电源正极，n型部分接电源负极时(见图1—11甲)，二极管的电阻很小，所以流过二

极管的电流很大。如果我们调换电源的正负极，即P型半导体部分接电源的负极，n型半导体部分接电源的正极（图1-11乙），这时就可以发现，二极管的电阻变得很大，因此流过二极管的电流几乎等于零。前者称为“P—n结的正向”，后者称为“P—n结的反向”，二极管的P—n结正反向导电能力不同，这说明它只能一个方向导电，这种特性我们称它为单向导电性。我们可以用这种特性来把交流电变成直流电，这就是P—n结的整流作用。

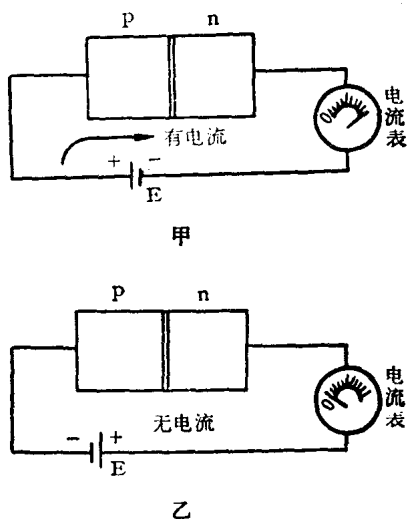


图 1-11 P—n结正、反向导电能力的比较

(2) 晶体三极管 它是由两个P—n结构成的元件，如图1-12所示。按它们的作用不同，分别叫做发射结和集电结，这两个P—n结把一块晶体分成三个区域，从左往右分别称为发射区、基区和集电区。

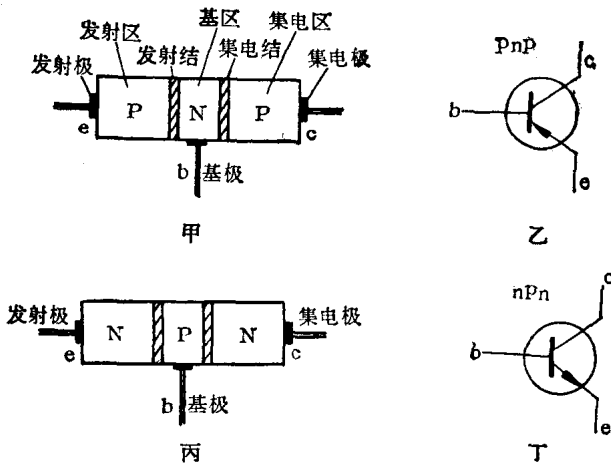


图 1—12 晶体三极管的构造和符号

如果中间的基区为  $n$  型半导体，两边为  $P$  型半导体，则称它为  $PnP$  型晶体三极管，其构造和符号如图 1—12 甲、乙所示。反之，如果中间的基区为  $P$  型半导体，两边为  $n$  型半导体，则称它为  $nPn$  型晶体三极管，其构造和符号如图 1—12 丙、丁所示。因为在使用时需要把它的各个区域和外电路连接起来，因此就必须在发射区、基区和集电区各作一个完善的引出电极，这些电极分别叫做发射极、基极和集电极。为了简便起见，常用字母  $E$ （或  $e$ ）表示发射极， $B$ （或  $b$ ）表示基极， $C$ （或  $c$ ）表示集电极。

当我们把三极管按图 1—13 所示的方法接线时，从实验中可知，只要在基极上有小电流流过时，就立即有一个较大的电流通过集电极流过负载电阻  $R_H$ （也就是说发射极与集电极之间的内阻减小了）。当加在发射极与基极之间（即发射结）的正向电压有一个很小的变化时，就能使集电极电流相

应产生一个很大的变化。如果集电极上的负载电阻足够大时，就可以在负载电阻两端获得一个变化很大的电压，而且这个电压的变化规律与发射结上的电压变化规律是一样的。这就是晶体三极管的放大作用。晶体三极管是半导体技术中的主要元件，其种类很多，应用非常广泛。

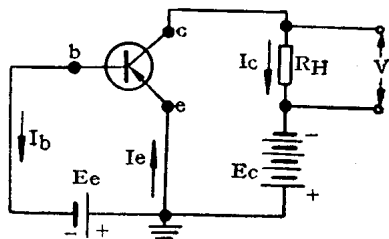


图 1-13 晶体三极管电路

(3) 可控硅 若将P型半导体和n型半导体交替迭合成四层，就会形成三个P-n结 ( $J_1$ 、 $J_2$ 、 $J_3$ )，再引出三个电极，这就是可控硅的管芯结构 (见图1-14甲)。从图中可以看出，从上层P型半导体中引出的称为阳极 (用a表示)，从下层n型半导体中引出的称为阴极 (用c表示)，从中间P型半导体中引出的称为控制极 (用g表示)。可控硅的符号和外形如图1-14乙、丙所示。

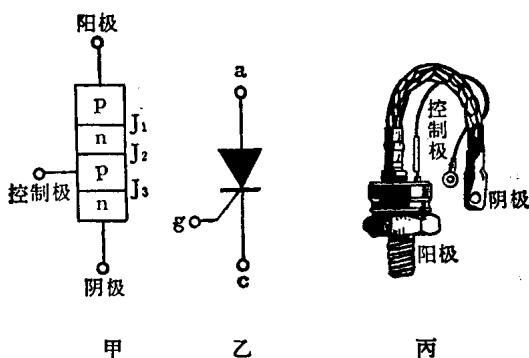


图 1-14 可控硅的管芯结构、外形与符号



为了说明可控硅是如何工作的，可先做几个实验，其实验电路如图 1—15 所示。

若可控硅阳极经灯泡接到直流电源  $E_a$  (36 伏) 的正极，阴极接电源  $E_a$  的负极，此时，加在可控硅阳极与阴极之间的电压称为正向阳极电压；而控制极经开关  $K$  接到直流电源  $E_g$  ( $E_g$  用 3 伏左右) 的正极，可控硅阴极接到电源  $E_g$  的负极，此时，加在控制极与阴极间的电压称为正向控制电压；当开关  $K$  未合上时，灯泡不亮，如图 1—15 甲所示。当开关  $K$  合上后，

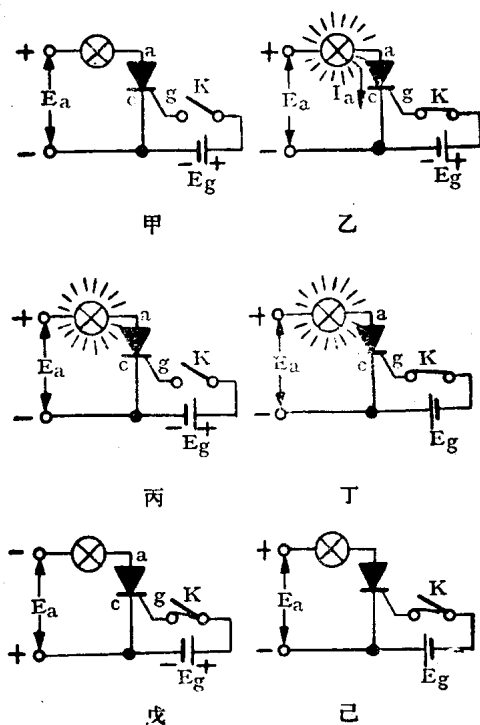


图 1—15 可控硅直流试验电路