

煤矿机电基本知识

修 订 本

煤炭工业出版社

TB60

W-678

~~TB60~~
~~W-678~~

煤矿机电基本知识

修 订 本

吴荣光 赖昌干 李培信 李金良

孙可文 马 文 张幼新 编

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书简要地介绍了煤矿供电、用电设备；采掘机械设备；运输、提升设备；排水、通风和压气设备的基本知识。

本书可供煤矿基层管理干部阅读。

煤矿机电基础知识

修 订 本

吴荣光 赖昌干 李培信 金良
孙可文 马 文 张幼新 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张9³/₄，插页2

字数216千字 印数37,101—52,125

1981年9月第1版 1983年10月第2次印刷

书号15035·2442 定价0.85元



前 言

本书是根据煤炭工业部对基层干部培训工作的要求，在一九七五年出版的《煤矿机电基本知识》一书的基础上修订的。这次修订，删去了陈旧的内容，增补了新的机电设备的基础知识，力求能反映我国目前煤矿主要机电设备的概貌。

由于煤矿机电设备繁多，因此只能选择主要的国产典型设备作一概述。本书第一章由赖昌干、吴荣光同志编写；第二章由李培信、李金良同志编写；第三章由孙可文、马文同志编写；第四章由张幼新同志编写。最后由张幼新、赖昌干同志校阅，统稿。

因编写时间匆促，错误难免，望读者指正。

1981年元月十六日于泰安

15506/09

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 矿用电气设备的结构特点	25
第三节 隔爆型高压配电装置	29
第四节 矿用变压器	38
第五节 感应电动机	42
第六节 隔爆手动起动器和自动馈电开关	47
第七节 隔爆磁力起动器	58
第八节 KSGZY 型隔爆移动变电站	70
第九节 KSGZ 型电钻变压器组合装置	77
第十节 矿用动力电缆	83
第十一节 矿山供电	92
第十二节 井下安全用电措施	103
第十三节 MLQ ₁ -80 型采煤机组的控制	120
第二章 采掘机械设备	124
第一节 采煤机械	124
第二节 采煤工作面支护设备	166
第三节 装载机械	187
第四节 钻眼机械	196
第三章 矿井运输与提升设备	208
第一节 刮板输送机	208
第二节 胶带输送机	224
第三节 电机车运输	239
第四节 矿井提升设备	251
第四章 矿用排水、通风和压气设备	273
第一节 矿用离心泵	273
第二节 矿用通风机	282
第三节 矿用空气压缩机	294

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进一步地了解。

要想了解“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，桌子是用木头做成的；搬手是用钢做成的。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。如氢原子和氧原子可以组成水分子，很多水的分子又组成水——这一物质。分子是物质的最小颗粒，它具有物质的一切特性。而原子又比分子小得很多很多，同时原子的性质与物质截然不同，正如氢原子的性质和水就根本不同。每个原子是由一个原子核及围绕核周围旋转的电子组成。我们以最简单的氢原子为例，如图1-1所示。原子核带有正电，电子则带负电。由于正、负电之间有吸引力，使电子以很高的速度不断地围绕原子核旋转，而不致于被甩出去。在原子核中，还有

中子和质子这二种微粒之分。中子和质子的质量几乎相等，约为电子质量的1840倍。但中子是不带电，质子带正电荷。

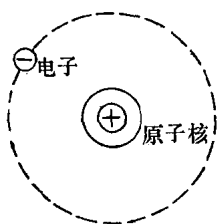


图 1-1 氢原子模型

在正常情况下，由于原子中的质子数目和电子数目相等，所以正、负电荷的作用完全抵消，物体对外就不显示带电的现象。如果由于摩擦、电磁感应、光以及化学反应等原因，打破了物体中电的平衡状态，使物体失去了电子，则该物体

带正电；反之，若使物体获得电子，则物体带负电。物体所带电荷的多少叫做电荷量，单位为库伦。 6.25×10^{18} 个电子所含的电荷量约为 1 库伦。

二、几个基本名词

1. 电流

如果物体中的电子在外界的作用下，能沿着一定的方向运动（如图1-2所示）即称为电流。从表面上看，好象水在水管里流动叫水流一样。

电流有两种：一种叫直流电；一种叫交流电。电流的大小和方向不随时间改变

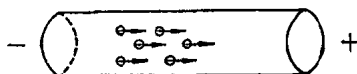


图 1-2 电子流

的叫直流电，如矿灯、架线式电机车用的就是直流电。如果电流的大小和方向随时间按一定规律变化的叫做交流电，如矿用的各种电动机，照明灯用的都是交流电。电流的单位用安培表示，简称“安”。

2. 电压

围绕原子核旋转的电子，为什么会沿着一定的方向运动呢？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。

现在用水打个比喻。左右两桶水的水位不相同（如图1-3所示），产生水位差即水压，那么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。

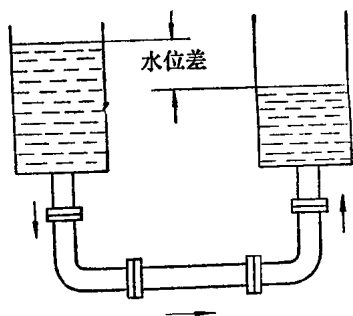


图 1-3 水位差产生水流

电压的单位是伏特，简称“伏”。矿山常用的大电压单位是“千伏”（1千伏 = 1000伏）。如输电线路就有1、6、35、110千伏的分别。

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动，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。要做到这一点，可在两水桶之间安装一台水泵，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，使水管里的水不断地流动。在这里水泵就是不断产生水压的一种装置。

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，来不断地产生电压，使电流不停地流动。所以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。没有电源就不能保持电子流持续不断的流动，也就没有电流。

4. 电路

电流所经过的路径叫电路。电路至少是由电源、用电设

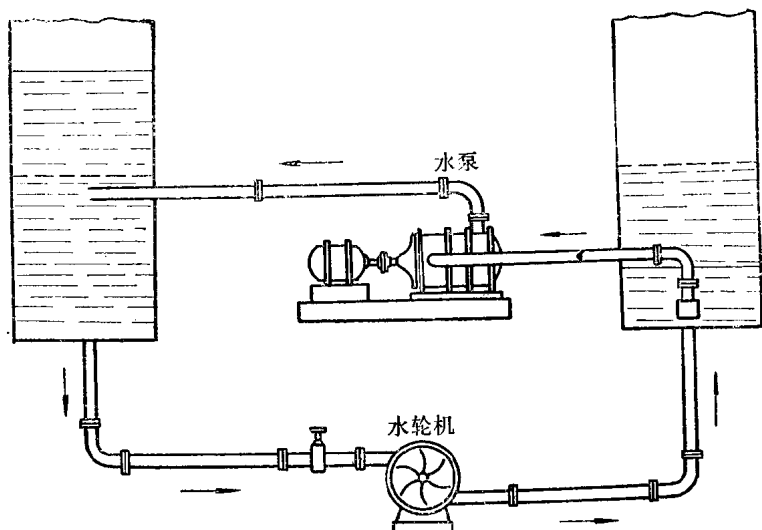


图 1-4 水压的产生

备（称为负载或负荷），连接用的电线和开关组成。最简单的电路如图1-5所示。开关没有闭合时就叫开路，这时电路不通，电路里没有电流。当开关闭合时，电路就接通了，电路里有电流通过，接在电路中的灯泡就亮了。如果电路里的电

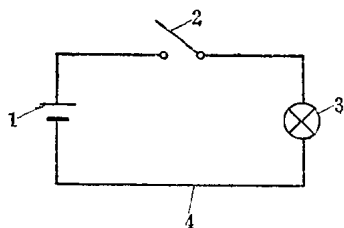


图 1-5 简单电路

1—蓄电池；2—开关；3—灯泡；4—电线

流不流经负载（如电灯、电动机、变压器等），这时就叫做短路。短路是一种事故，因为这时的电流很大，会引起火灾或烧毁设备，所以应当采用一定的措施来防止。

一般在线路上安装有熔断器（保险丝）或继电器。当发生短路时，就会使熔断器烧断，而切断电源，防止事故的

扩大。

三、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力量就叫电阻。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”。因为绝缘材料的电阻比导电材料的电阻大得多，所以绝缘材料的电阻叫绝缘电阻。它的单位常用兆欧（1兆欧 = 10^6 欧姆）来表示。水在水管里流动，阻力的大小与水管的长短，断面的大小以及管子内壁粗糙程度有关。电阻的大小，同样与导线长短、截面大小有关。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的材料有关，相同的截面，相同的长度的各种材料互相比，银的电阻最小，其次是铜，第三是铝。由于银太贵所以导线多数是用铜或铝做成的。现在铝合金发展很快，所以广泛地采用铝做导线。

2. 电阻的串联

电阻的首、末端相接叫做串联。图 1-6 所示是三个灯泡串联。

在日常生活中我们知道，两个相同瓦数的220伏灯泡串联后，接到220伏电源上，灯泡就发红。因为串联后电阻增大，电流就减小，每个灯泡上的电压只有110伏。如果两个相同瓦数的110伏的灯泡串联接到220伏电源上，每个灯泡都很亮，也不致于烧坏。但其中如果有一个灯泡损坏，另一个灯泡也就不亮了。所以电灯一般不采用串联接法。但在井下爆破时，为了避免出瞎炮，常采用串联接法。

3. 电阻的并联

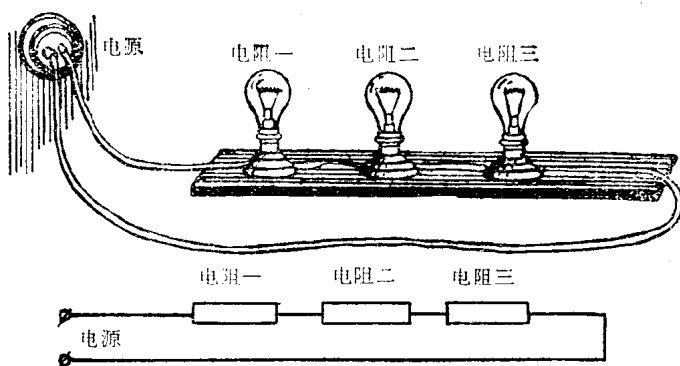


图 1-6 灯泡的串联 (下面是接线图)

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所示是三个灯泡并联。

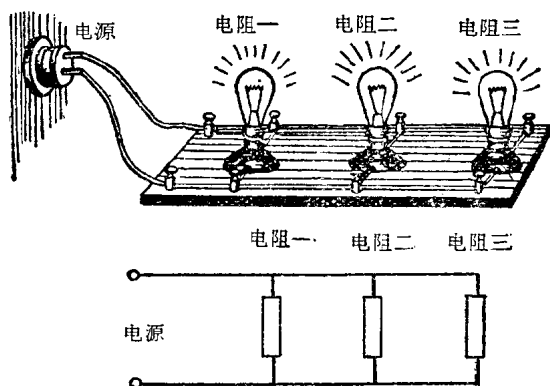


图 1-7 灯泡的并联 (下面是接线图)

将很多个220伏灯泡并联，接在220伏的电源上时，所有的灯泡都亮，而且即使其中有一个灯泡损坏，其他灯泡也不受影响继续发光。

因此房屋里的照明灯，以及井下的用电设备都是采用这种接线方法。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的接地电阻。

四、导体、绝缘体和半导体

1. 导体

能导电的物体叫做导体。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。因此，金属材料是导电性能良好的物体。例如各种金属、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

不能导电的物体叫做绝缘体。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、干木料、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，并不限于上述的内容，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影响而变化，因此颇受人们的重视，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变强了。我们可以利用半导体这种导电能力随温度变化的特性，来制造各种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，它就像绝缘体那样不导电。因此，我们可以利用它这种独特的“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有很大变化，其电阻率会成百万倍的改变，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所示。如果在纯锗中掺入镉原子，就能获得大量的空穴，使锗的导电性能大大增加。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。

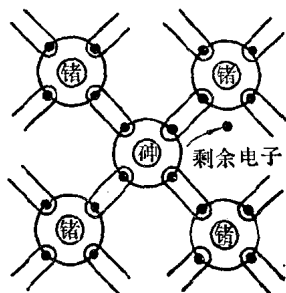


图 1-8 在锗晶体中掺入少量的砷原子得到剩余的自由电子

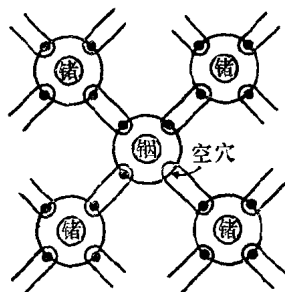


图 1-9 在锗晶体中掺入少量的镉原子得到多余的空穴

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PN结。PN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

PN结中。

由于PN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PN结，晶体三极管有二个PN结，可控硅有三个PN结。下面我们简单介绍一下它们的作用。

(1) 晶体二极管 它实际上就是一个PN结，如图1-10所示。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。

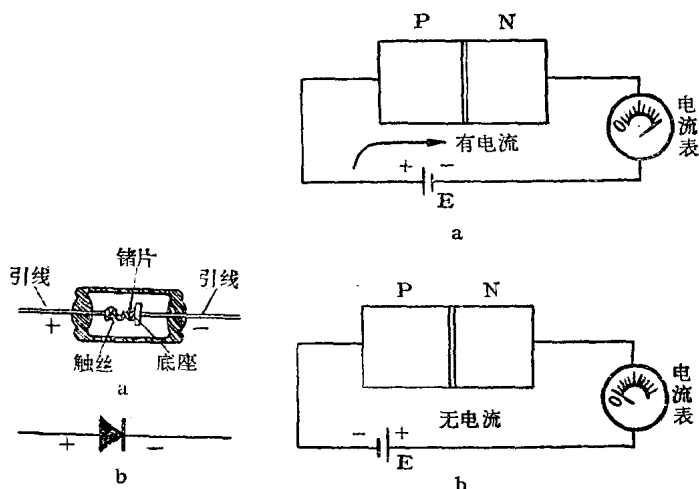


图 1-10 点接触二极管结构及其符号

图 1-11 PN结正、反向导电能力的比较

当我们把PN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 a），二极管的电阻很小，所以流过二极管的电流很大。如果我们调换一下电源的正负极，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

(见图 1-11 b)，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 PN 结处于正向导电状态，后者称 PN 结处于反向截止状态。二极管的 PN 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 PN 结的整流作用。

(2) 晶体三极管 它是由两个 PN 结构成的元件，如图 1-12 所示。按 PN 结的作用不同，分别叫发射结和集电结，这两个 PN 结把一块晶体分成三个区域，从左至右分别称它们为发射区、基区和集电区。

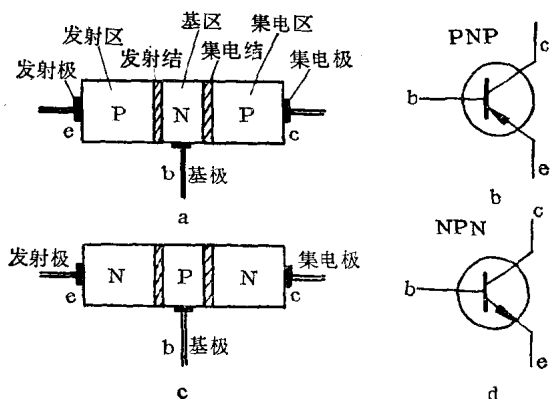


图 1-12 晶体三极管的结构和符号

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 1-12a、b 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 1-12c、d 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，只要在基极上有一点小电流流过时，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的正向电压有一个很小的变化时，就能使集电极电流相应地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，只是次序不同而已。这就是晶体管的放大作用。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。

（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 PN 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 1-14a）。从图中可以

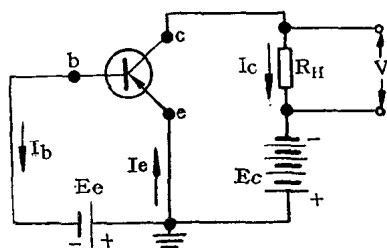


图 1-13 晶体三极管电路

看出，从上层 P 型半导体中引出的电极称为阳极（用 a 表示），从下层 N 型半导体中引出的电极称为阴极（用 c 表示），从中间的 P 型半导体中引出的电极称为控制极（用 g 表示）。可控硅的符号和外形如图 1-14b、c 所示。

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。

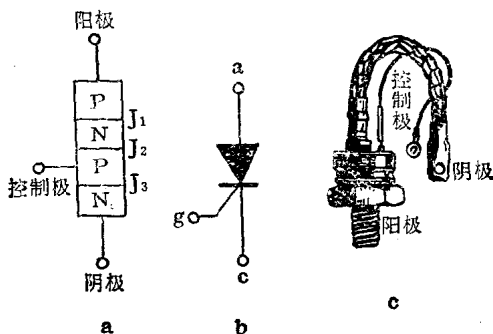


图 1-14 可控硅的管芯结构、符号与外形

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 约为3伏) 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1-15a所示。当开关 K 合上后, 灯泡就亮了, 即可控硅导通了, 如图1-15b所示; 这时如果再断开 K , 灯泡仍然亮着, 如图1-15c所示; 甚至将控制电压 E_g 反接, 灯泡也不熄灭, 如图1-15d所示。若要使灯泡熄灭, 必须把正向阳极电压 E_a 降低到一定数值, 或使电路断开, 或使阳极电压反向才有可能。

若将可控硅阳极经灯泡接到电源 E_a 负极, 阴极接电源 E_a 正极, 此时, E_a 称为反向阳极电压, 不管 E_g 的极性如何, 开关是分或是合, 都不能使灯泡发亮, 这说明可控硅在反向阳极电压下不能导通, 如图1-15e所示。

当可控硅在正向阳极电压作用下, 如果控制极接电源 E_g ,