



电工基础与电工技术

于长新 编

山东科学技术出版社



中等职业教育读物
电工基础与电工技术

*

山东科学技术出版社出版
(济南市南郊宾馆西路中段)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 18.75印张 396千字
1986年9月第1版 1986年9月第1次印刷
印数：1—95,500

书号 15195·204 定价 3.20元

出版说明

为了适应我省中等教育结构改革，发展职业技术教育的需要，我们编辑出版了《中等职业教育读物》。

这套读物的分册将逐步增加，陆续出版。已出版的有《黑白电视机修理技术》、《半导体收音机修理技术》、《盒式录音机修理技术》、《摩托车维修技术》、《钟表修理技术》、《电机修理技术》、《制描图技术》、《服装裁剪技术》、《菜肴烹调技术》、《面点制作技术》及《家具制作技术》等11种。

《电工基础与电工技术》一书，是为中等职业学校学习供、用电技术和普通中学开设劳动技术教育课的需要而编写的。本书主要介绍电工基础知识和变压器、常用低压电器、三相异步电动机、电力线路、家用电器的使用以及安全用电的技术知识。普通中学进行劳动技术课教学时可选用其中的有关内容，初中讲授第三章、第七章和第八章的内容；高中可重点讲授第二章、第四章、第五章、第六章的有关内容。

这套读物在编写过程中，力求做到理论联系实际，文字通俗易懂，除简明讲述基础知识外，着重介绍了修理、操作技术，以达到实用、速成的目的。本书除作为中等职业学校和普通中学劳动技术教育课的选用教材，并可作为初等专业人员 and 业余爱好者的自学读物。

山东省教学研究室

山东科学技术出版社

一九八六年五月

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电能的产生和电力系统	1
第二节 电路的构成	10
第三节 电流、电压和电阻	14
第四节 欧姆定律	24
第五节 电路的串联、并联和混联	32
第六节 克希荷夫定律	41
第七节 电功率和电能	47
第八节 电容器	52
第九节 电和磁的关系	57
第十节 交流电的基本概念	79
第十一节 三相交流电路	104
第二章 变压器	119
第一节 变压器的基本构造	120
第二节 变压器的工作原理	125
第三节 变压器的铭牌	129
第四节 变压器容量的选择	134
第五节 变压器的运行	136
第六节 变压器装置的主要附属设备	140
第七节 变压器的安装	147
第八节 变压器的维护与故障处理	150
第九节 特殊用途的变压器	153
第十节 小型变压器的设计与制作	166

第三章	电力线路	172
第一节	高压架空配电线路的一般知识	172
第二节	低压配电线路	182
第三节	室内外布线	208
第四节	常用照明灯具及安装	236
第四章	三相异步电动机	258
第一节	三相异步电动机的基本结构	258
第二节	三相异步电动机的工作原理	262
第三节	三相异步电动机的铭牌	265
第四节	电动机的选择和安装	270
第五节	三相异步电动机的起动方式	276
第六节	异步电动机的运行	283
第七节	电动机的常见故障及排除方法	296
第八节	电动机的拆装	304
第九节	电动机的维护保养	311
第十节	电动机的试验	316
第十一节	异步电动机改作发电机	326
第五章	常用低压电器	331
第一节	闸刀开关	331
第二节	转换开关	337
第三节	低压熔断器	339
第四节	交流接触器和磁力起动器	347
第五节	自动空气开关	358
第六节	自耦减压起动器(补偿器)	363
第七节	星——三角起动器	367
第八节	万能转换开关和行程开关	372
第九节	电压换相开关和电流换相开关	377
第六章	家用电器	380

第一节	电风扇	380
第二节	洗衣机	389
第三节	电冰箱	399
第四节	窗式空气调节器	416
第五节	电熨斗	430
第六节	电饭锅	436
第七节	胶木电器——电器装置件	444
第七章	常用电工工具和测量仪表	463
第一节	电工工具及使用	463
第二节	常用电工测量仪表的一般知识	483
第三节	仪表测量机构的共同部件	487
第四节	直流电流表和电压表	495
第五节	交流电流表和电压表	500
第六节	电度表	507
第七节	万用表	523
第八节	兆欧表	535
第八章	安全用电	541
第一节	触电形式	541
第二节	电流对人体的危害	547
第三节	触电事故的原因	550
第四节	触电急救	556
第五节	预防触电的措施	567
第六节	接地和接零	569
第七节	低压触电保护器	580

第一章 电工基础知识

电能具有转换容易、输送经济、控制方便等优点。因此，它的用途很大，使用范围非常广泛（图 1—1）。电能不仅为工农业生产、交通运输、国防建设、广播通讯以及各种科学技术部门提供了强大的动力，而且也为这些部门的自动化和运动化创造了必要的条件。同时，电能在人们的文化和物质生活中也是不可缺少的。因此，人们通常把电力工业称为国民经济的“先行官”。

随着科学技术的发展，电工技术已形成许多专业部门，但这些专业部门都建立在一个共同的理论基础上，那就是电工基础理论知识。在物理课的学习中，对电的基本原理已有了初步认识，为不断掌握电工技术，为今后从事各种工作打下基础，我们先学习电工基础知识。

第一节 电能的产生和电力系统

一、从物质的结构认识电的来源

人们通过长期的生产实践和科学实验认识到，所有物质都是由分子组成的。分子是一种能够单独存在、并保持原来物质的一切化学性质的最小微粒。各种分子又是由原子组成的，而原子已不再具有原来物质的化学性质。原子是由质子、中子和电子三种基本粒子所组成。质子带正电，中子不带电，

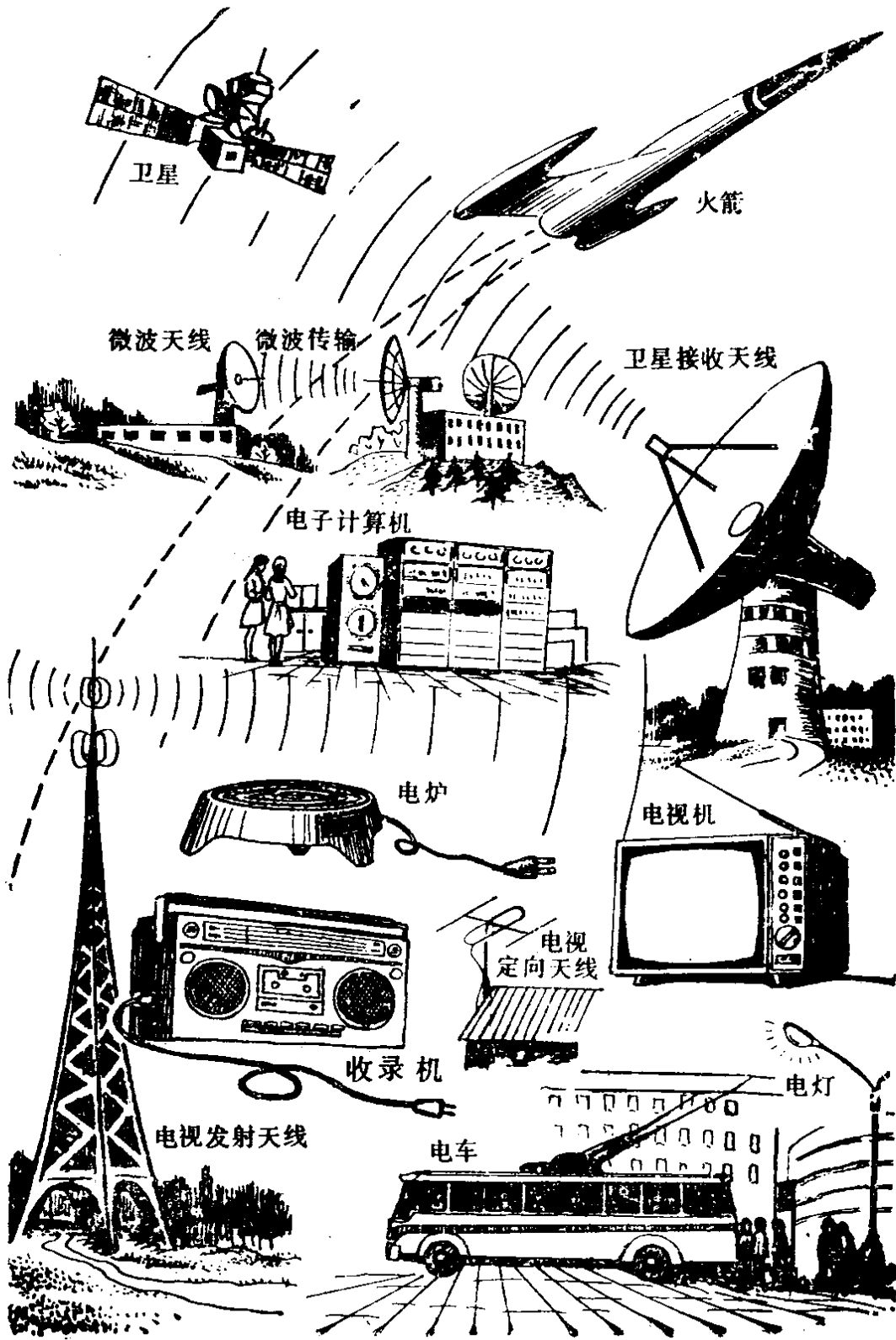


图 1—1 电能的应用

它们结合成原子核；电子带负电，它环绕原子核高速旋转。不同元素的原子，有不同数目的电子。例如，一个铜原子，核外有 29 个电子，分布在四层轨道上绕原子核旋转，最外层轨道上为 1 个电子；一个铅原子，核外有 13 个电子（图 1—2）。这些电子沿着不同的轨道分层围绕着原子核，以很快的速度不停息地旋转着，就象行星围绕太阳旋转一样。

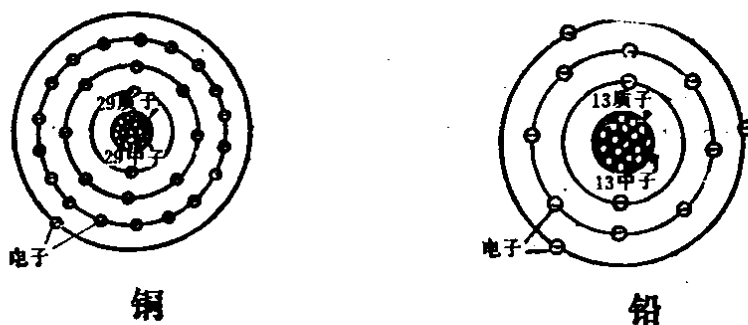


图 1—2 原子结构示意图

在正常状态下，原子核中的质子数与核外电子数相等，而且每个质子所带的正电荷与每个电子所带的负电荷在数量上是相等的。因此，在正常状态下，原子呈中性，即对外界不显示电性。

原子由于受到外力的影响，以致失去或得到电子时，物体对外界就呈现出电的性质。两种物体相互摩擦可以产生电子的转移：一种物体内部的原子失去一部分电子，结果使正电多于负电，物体就带正电；另一种物体的原子得到了一部分电子，结果使负电多于正电，物体就带负电。物体摩擦所产生的电，积聚在物体表面不动，这种电叫做静电。孤立的新架设的电力线（没有同杆架设的其他电力线路，并且附近也没有其他电力线路），两端没有接通电源，导线也不接地时，在干燥有风的天气，也有可能带电，并且电压也可能相当高，

这就是空气和导线摩擦所产生的静电。为防止触电，电业工人在登杆作业时，坚持先验电制度。如果有电，应该把导线接一下地，把静电放出去。

自然界中只存在着两种性质不同的电荷，一种是负电荷，另一种是正电荷。电荷与电荷之间有相互作用力，即同性相斥，异性相吸。物体所带电荷的量值称为电量，用符号 Q 或 q 表示。在实用单位制中，电量的单位为库仑，简称库。1库仑的电量约为 6.25×10^{18} 个电子所带电量的总和。

由于物体的原子内部包含着正电荷与负电荷这一对矛盾，因此，能够在外因的作用下使物体产生带电现象。我们平时所说的电，就是指电荷对外界所表现出的各种现象。

既然一切物体的原子内部都包含着正电荷与负电荷，为什么有的物体容易导电，而有的物体不容易导电呢？这是因为不同物体的原子内部还包含着本身的特殊矛盾的缘故。各种金属原子和碳原子的最外层电子，很容易脱离原子核的引力范围，在原子之间作不规则的运动，这种电子称为自由电子。当金属的某一部分得到多余电子时，这些电子就以自由电子状态转移到其他部分去；当它失去电子时，其他部分的自由电子就移来补充。因此，金属物体具有良好的导电性能，故称为导体。

空气、玻璃、云母、橡胶、塑料、陶瓷以及干燥的木材等一类物体，原子的最外层电子不容易脱离原子核的引力范围，因而自由电子很少，导电性能就差，故称为绝缘体。还有些物体，如硅、锗等，其内部的自由电子数比导体少得多，但比绝缘体多一些；或者在常温下自由电子数不多，但随着温度的升高自由电子数显著增加，这些物体的导电性能介于

导体与绝缘体之间，故称为半导体。

导体和绝缘体是最常用的两种电工材料，它们各有不同的用途。导体可以给电子运动构成一个畅通的路径，所以，各种导线以及电动机、变压器的线圈都用铜、铝等金属导体做成；而在不允许通电的地方，则用绝缘材料把电隔开。例如，在导线外面包有用橡皮或塑料做成的绝缘层，灯头与开关的外壳都用电木做成等。必须注意：绝缘材料的不导电性是有一定条件的，它与电压、温度、湿度等因素有关。也就是说，在一定条件下，绝缘的物体可能失去绝缘性能。例如，单层黑胶布，在 250 伏以下的电压条件下是绝缘体；但在几千伏电压下就会被击穿而失去绝缘作用；干燥的木材是绝缘体，但受潮之后，就失去绝缘性能而导电。因此，为了安全用电，必须注意绝缘材料的使用条件。

二、电力系统简单介绍

电力系统是由发电厂、变电所、输电线、配电网以及用户所组成的发、供、用的一个整体(图 1—3)。

1. 发电厂

日常生活和生产用电，一般都是由发电厂生产的，电能就是发电厂的产品。发电厂有多种类型，根据发电厂所利用的能源不同，可以分以下几类：

(1) 火力发电厂：利用煤、石油、天然气等燃料来发电的称火力发电厂，简称火电厂。火力发电厂的生产过程是：把煤、石油、天然气放在锅炉中燃烧，将化学能转换为热能，从而获得具有一定温度和压力的蒸汽。蒸汽驱动汽轮机转动，将热能转换为机械能；由汽轮机带动发电机发电，将机械能转换成电能(图 1—5)。

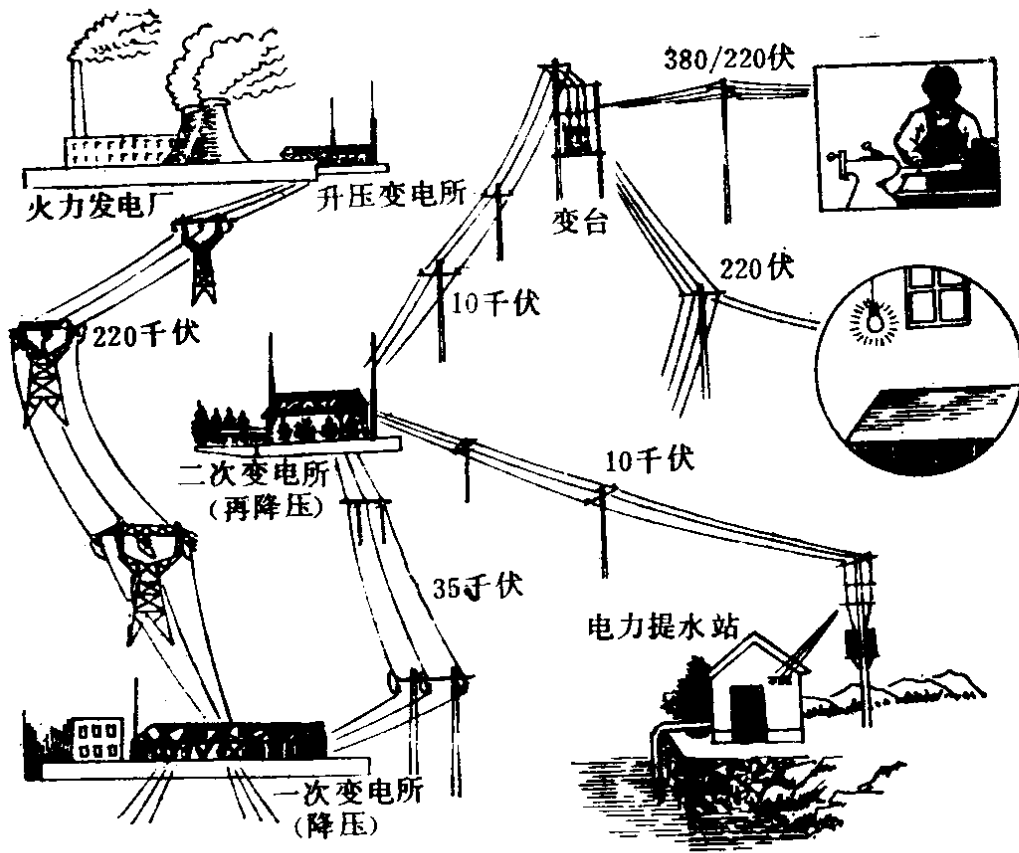


图 1—3 电力系统示意图

图 1—4 为图 1—3 的原理性接线图。

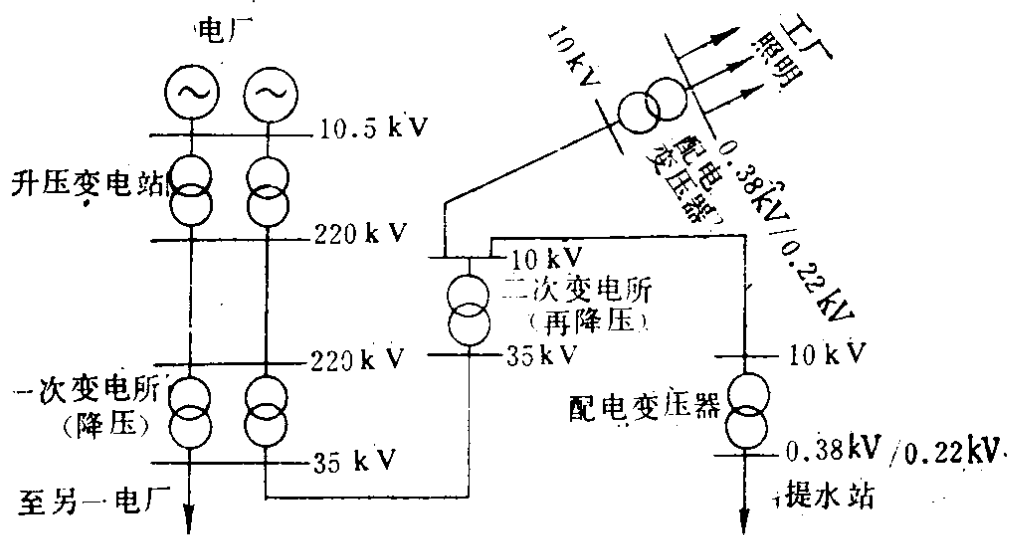


图 1—4 电力系统原理性接线图

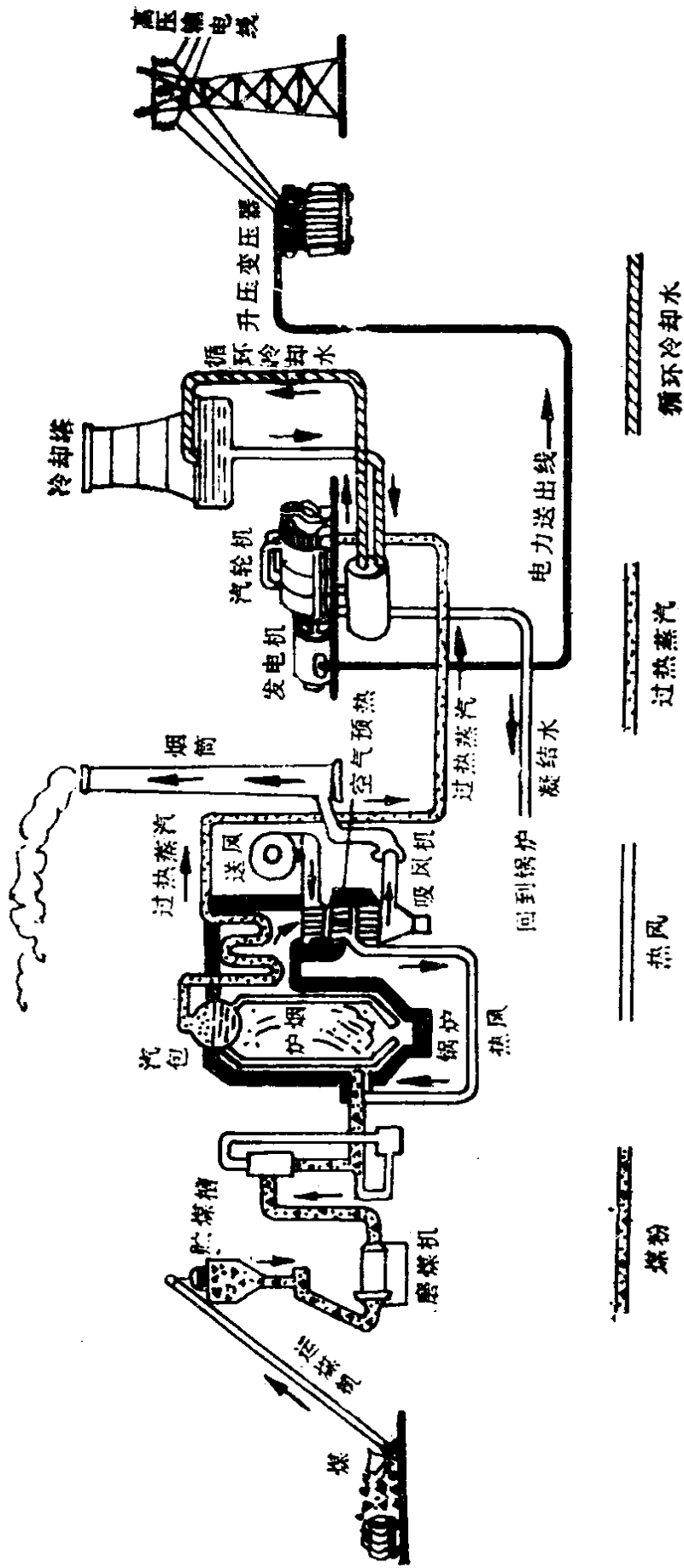


图 1—5 火力发电厂示意图

若进入汽轮机的蒸汽做功后流入凝汽器凝结成水，则这种火电厂称为凝汽式火电厂。若从汽轮机中抽出部分蒸汽，或者把在汽轮机中作过功的全部蒸汽向发电厂附近的工厂和居民供应蒸汽和热水，则这种兼供热的火电厂，称为热电厂。

目前，我国的发电厂绝大多数为火力发电厂，其装机容量为全国发电厂装机总容量的 75 % 左右。

(2) 水力发电厂：水力发电厂简称水电厂或水电站。一般是在河流中拦河筑坝，提高上游的水位，成为水库，使上、下游形成尽可能大的落差。发电时，利用水库中高水位的水，经压力管道引入水轮机，推动水轮机转动，使水能转换成机械能，由水轮机带动发电机发电，将机械能转换成电能（图 1—6）。

目前，水电厂的装机容量仅占全国发电厂总装机容量的 25 % 左右。

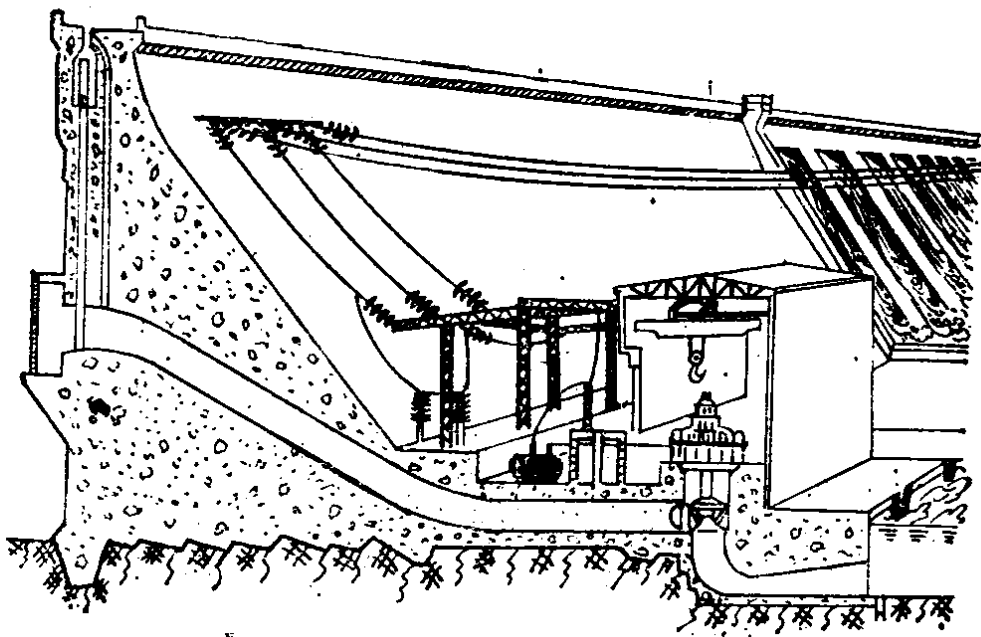


图 1—6 水力发电厂示意图

(3) 原子能发电厂：原子能发电厂的生产过程与凝汽式火力发电厂相仿，所不同的是以核反应堆代替了锅炉。原子核在分裂过程中产生大量的热能，把水加热成蒸汽，蒸汽冲动汽轮机使其带动发电机旋转发电。

由于原子能发电厂可以以少量的原子能燃料代替大量的煤炭，特别在少煤地区，建设原子能发电厂具有重要的经济和科学研究价值。目前，我国正在设计和筹建原子能发电厂。

此外，还有潮汐发电厂、地热发电厂、风力发电厂、太阳能发电厂等。

2. 变电所

发电机的电压一般为 6.3、10.5、13.8、20 千伏等，而用户的电压一般为 380/220 伏。所以，发电机一般都不直接向用户供电，需用变压器把发电机电压降低后才能供给用户。另外，为了把电能输送到较远的用电地区，通常发电厂发出的电能都需经升压变压器把电压升高（如 110、220、330 千伏等），然后通过输电线路送到用电地区，再经变电所的变压器把电压逐级降低后，分配使用。变电所的主要任务是变换电压，其次还有集中和分配电能，控制电能的流向和调整电压的任务。

3. 输电线

输电线的作用是输送电能，并把发电厂、变电所和用户连接起来构成电力系统。

输电线一般是指 35 千伏及以上的电力线路；35 千伏以下向用电单位或城乡供电的线路，称为配电线路。

输电线可以是架空线，也可以是地下电缆，根据具体情

况选择使用。

第二节 电路的构成

一、电路

简单地说，电路就是电流所通过的路径。例如，把灯泡用导线、开关与电源接通，则有电流通过灯泡，使灯泡发光。图 1—7 所示的是手电筒的电路。如果把电动机用导线、开关与电源接通，则有电流通过电动机，使电动机旋转起来（图 1—8）。这种使电流获得通路，而把有关电气元件加以适当组合所构成的总体，就叫做电路。一个完全的电路至少有下列四部分组成：

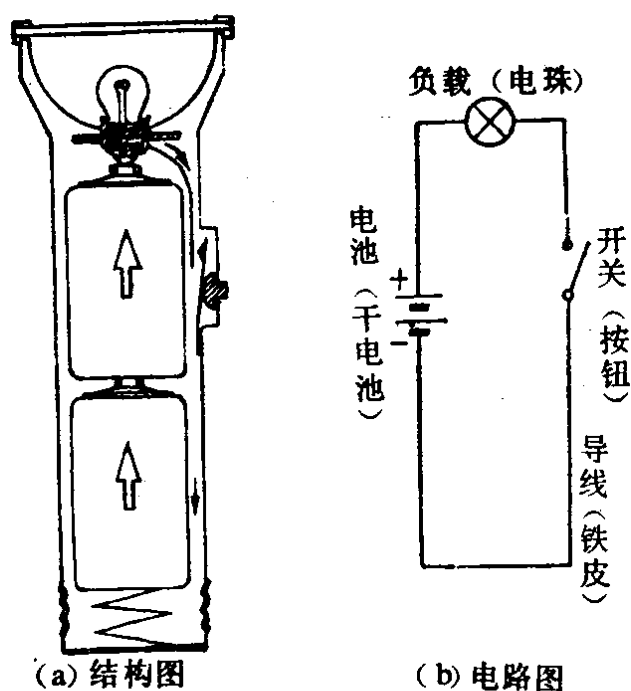


图 1—7 手电筒电路

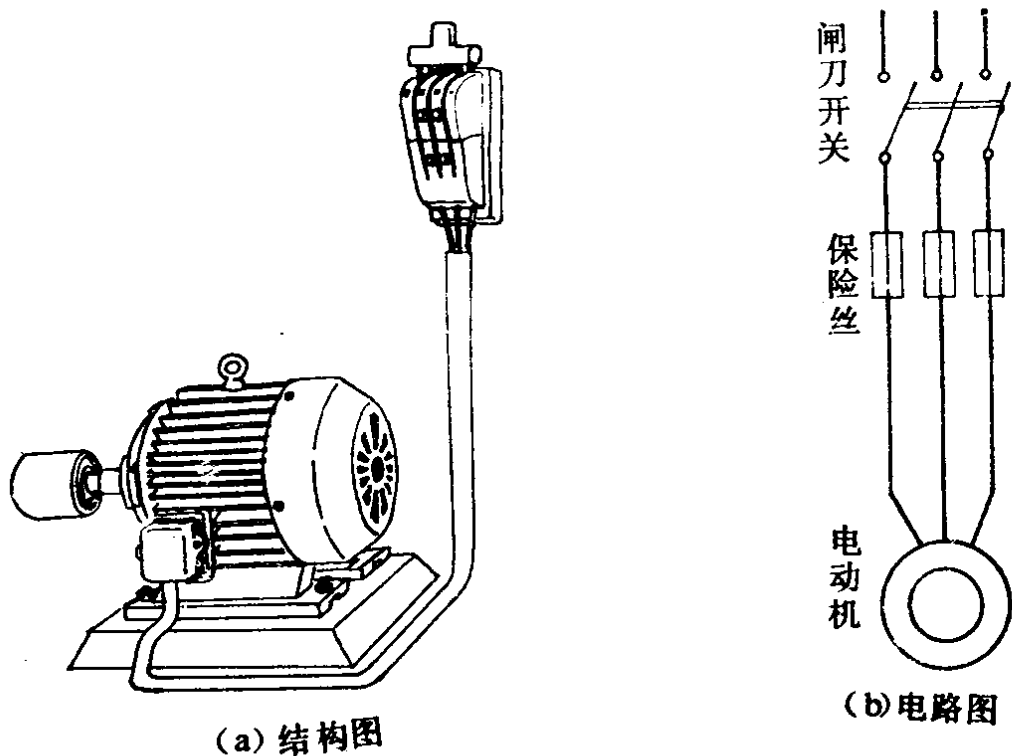


图 1—8 电动机电路

1. 电源

电源就是产生电能和设备。它的作用是将其他形式的能(如化学能、热能、机械能、太阳能、原子能等)通过一定的方式转变为电能,并供给用电设备。一般的直流电源有干电池、蓄电池(图 1—9)、直流发电机和整流器等。从发电厂发出的电都是交流电。日常生产和生活等用电设备,如电灯、家用电器、电动机等都用交流电作电源。

2. 用电设备

用电设备通常又称负载或负荷,它是把电能转变为人们所需要的其他形式能量的设备。例如,电灯将电能转变为光