

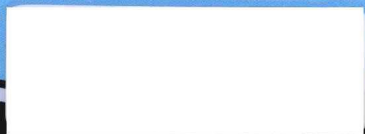


机械类技工学校教改教材

(第2版)

电工常识

原机械工业部 统编



- 教材有配套习题册
- 免费赠送习题答案
- 另送两套模拟试题

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

机械类技工学校教改教材

电 工 常 识

第 2 版

原机械工业部 统编



机械工业出版社

本书讲述了机械类技工学校学生所需掌握的有关电工常识,其目的是使学生学会保护自己、保护设备和节约能源。

具体内容包括:电路的基本概念、电路的基本规律、实用电路、电子技术和安全用电。

本书配有同步习题册,便于学生对所学知识进行巩固和提高。

本书可作为机械类技工学校教材,也可供工厂考工选题和青年工人自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

电工常识/原机械工业部 统编. —2 版. —北京:
机械工业出版社, 2013. 6
机械类技工学校教改教材
ISBN 978-7-111-41875-7

I. ①电… II. ①原… III. ①电工-技工学校-
教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 053727 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王振国 责任编辑: 王振国

版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 姚 毅 责任印制: 邓 博

北京瑞德印刷有限公司印刷 (三河市胜利装订厂装订)

2013 年 5 月第 2 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 4. 125 印张 · 91 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-41875-7

定价: 15.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

原机械工业部统编“机械类技工学校教改教材”自出版发行以来，有力地推动了机械工业技工学校教学的改革和发展，大大提高了学生的实践能力和职业素质，较好地适应了社会主义市场经济条件下人才市场对毕业生的需求。

随着时间的不断推移，科学技术的不断发展，技工学校对学生职业技能培养的要求也在不断提高；人力资源和社会保障部在对国家职业技能标准不断完善的同时对原有标准进行了修订，因此，技工学校相关教材中有关职业技能培训的内容也要做出必要的调整，以适应新标准对学生提出的新要求与新目标。

为适应这种新变化并满足技工学校教学改革的需要，我们在认真、全面总结现有教材使用情况并广泛吸收一线教学人员意见和建议的基础上，对“机械类技工学校教改教材”中具有鲜明教学特点、反响强烈的几门课程进行了修订。

在相关教材修订的过程中，我们力求保持教材原有的结构体系；坚持技工学校教学改革的总体方向，在理论联系实际、内容少而精、注重能力培养和着眼素质教育等方向均有所加强；在内容的安排上，注意吸收一线教学人员的意见和建议，注意跟踪机械科技的新发展、新动向，删减了陈旧、过时的内容，增补了有关新技术、新工艺方面的知识，进一步突出了行业针对性和实用性；贯彻了国家、行业最新标准，采用了法定计量单位和规范的名词术语、图形符号。

为了更好地满足教学需要，我们对部分课程在出版配套习题册的基础上，还给出了习题册的全部答案（包括解题过程）以及两套模拟试题，届时授课教师可联系出版社免费索取习题答案与模拟试题。

由于编者水平所限，修订后的教材中肯定还会存在不足和错误之处，恳请广大教师批评指正。

编 者

目 录

前言

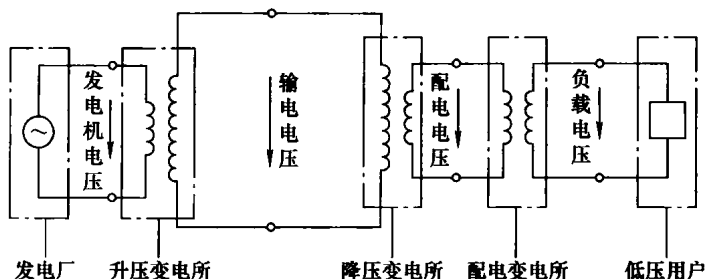
绪论	1
第一章 电路的基本概念	4
第一节 电路	4
第二节 电路的基本物理量	6
第三节 直流电与正弦交流电	10
第四节 电路的基本元件	14
复习题	20
第二章 电路的基本定律	21
第一节 欧姆定律	21
第二节 电阻的串并联	23
第三节 基尔霍夫定律	27
第四节 功率平衡定律和能量平衡定律	30
实 验 电阻的串并联	35
复习题	39
第三章 实用电路	41
第一节 常用低压电器	41
第二节 白炽灯及荧光灯照明电路	52
第三节 三相电路	62
第四节 三相异步电动机	65
第五节 三相异步电动机控制电路	72
实验一 荧光灯照明电路	78
实验二 三相电路	80
实验三 三相异步电动机控制电路	82

复习题	84
第四章 电子技术	86
第一节 晶体二极管	86
第二节 二极管整流滤波电路	90
第三节 晶体管	95
第四节 晶体管放大电路	100
实 验 整流滤波电路	103
复习题	105
第五章 安全用电	106
第一节 触电与电火灾	106
第二节 常用的安全用电措施	117
第三节 电气设备的安全保护措施	121
复习题	124

绪 论

（一）电能的优越性

电能之所以获得广泛应用，是因为电能本身具有明显的优越性。这里有一幅简单的电力系统图，现结合此图说明电能的三个优势。



简单的电力系统图

（1）易于转换 电能是二次能源，可以很方便地由其他形式的能量转换而来，也可以很方便地转换成其他形式的能量。发电机是一种能量转换装置。火力发电可将煤或油燃烧的热能转换成电能；水力发电可将水的机械能转换成电能；用电部门的电动机也是一种能量转换装置，可将电能转换成机械能；电热器可将电能转换成热能；电光源可将电能转换成光能。

（2）易于传输 发电厂必须建设在燃料资源或水力资源丰富地方，而用电单位是分散的，往往远离发电厂，这

就出现一个电能传输的问题。为了提高传输功率，输电需要高电压；为了方便使用，用电需要低电压。变压器是一种电能传输装置，虽不以转换能量形式，但能改变电压大小。所以，在发电厂之后，首先必须经升压变电所升压，降压变电所降压，将电能送到用电单位所在地区，然后再经配电变电所进一步降压，将电能以低压形式合理地分配到各用电单位或负载。这种电能传输方式，可实现远距离输送，而且迅速、方便、经济、可靠。

(3) 易于测量和控制 在由发电机到负载的整个电力系统中，接入了各式各样的仪表和控制设备，它们时刻监视和控制着系统的运行状态，并且在一些关键的部位，均采取了自动控制和保护措施，以确保系统安全可靠地运行。

相对于其他形式的能量，电能的优势是明显的，但不能绝对化，关键是要人们去正确掌握和使用。

为使电机、电器、变压器、电线电缆等的设计、制造、使用更有规范，国家对电压等级进行了统一的规定。自高至低情况如下：

远距离输电电压：采用 750kV、500kV、330kV。

中距离输电电压：采用 220kV、110kV、35kV。

配电电压：采用 10kV、6kV、3kV。

低压用电电压：采用 380V、220V。

安全电压：采用 36V、24V、12V。

(二) 本课程的性质和目的

本课程涉及的知识面较广，包括电路、电机、电器、传动系统、输配电系统、电子技术和安全用电等方面的常识。

通过本课程的教学，向学生介绍一些日常工作生活中常见、常用的电现象和用电要求，达到使学生能很好地保护自

己、保护设备、节约能源并适当扩展知识的目的。

（三）学习本课程的方法和注意事项

学习本课程应着重于基本概念、电路的连接和安全用电措施，而不着重于计算。尤其对有关保护自己、保护设备、节约能源的概念和措施更要加深理解。

学习本课程应着重元器件的外部形状和外部特性以及图形符号和使用范围，而不着重于内部的物理过程，更不进行微观分析。

学习本课程必须理论联系实际，熟悉常见、常用的元器件和电路，要能够按图接线，加强动手能力的培养。

学习本课程，要做到纪律严明，有意识地培养良好的工作习惯，要十分注意人身和设备的安全。

第一章 电路的基本概念

第一节 电 路

一、电路的定义及作用

将各种元器件用导线连接起来构成电流通路的整体称为电路，其作用是传输和转换能量或信号。

图 1-1a 是手电筒电路，此电路可实现能量的传输和转换。首先将电池的化学能转换成电能传输出去，然后在小电珠上将电能转换成光能。

图 1-1b 是简单的晶体管扩音器电路，此电路可实现信号的传输和转换。首先通过传声器（话筒）将声音信号转换成电信号传输出去，然后通过扬声器将电信号转换成更大的声音信号。

二、电路的组成和状态

1. 电路的组成

一个完整的、处于正常工作状态下的实际电路，通常包含电源、负载和中间环节三部分。

(1) 电源 它是供给电能的装置，可把其他形式的能量转换成电能。例如，电池把化学能转换成电能，发电机把机械能转换成电能。

(2) 负载 它是应用电能的装置，可把电能转换成其他形式的能量。例如，小电珠把电能转换成光能，扬声器把电能转换成声能，电动机把电能转换成机械能，以及信号发

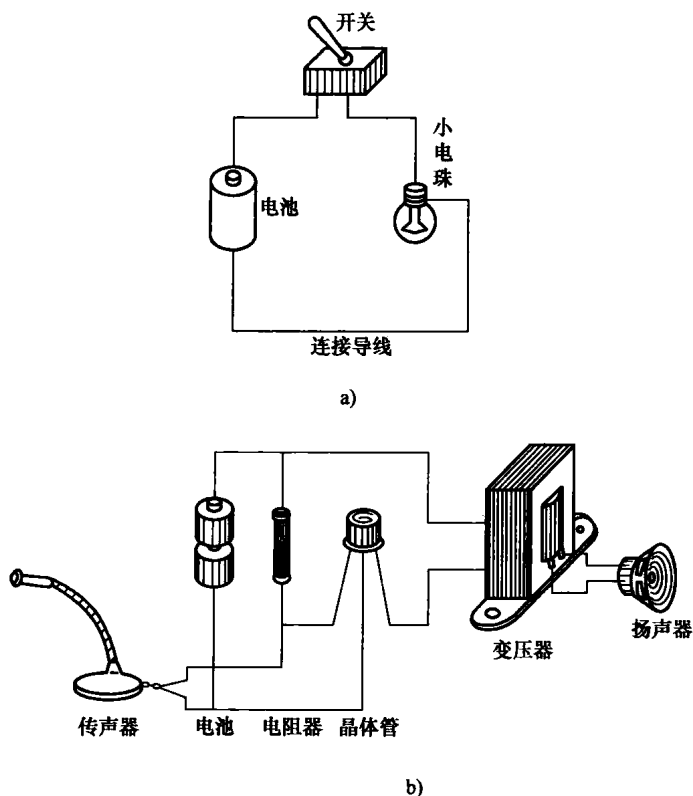


图 1-1 电路

a) 手电筒电路 b) 扩音器电路

生器把电能转换成电信号等。

(3) 中间环节 用导线把电源和负载连接起来，构成电流通路的部分称为中间环节。为使电路正常工作，中间环节通常还装有开关、熔断器等，对电路起控制和保护作用。

2. 电路的状态

电路通常有三种状态。

(1) 通路 一般是指正常工作状态下的闭合电路。例如图 1-1a 所示电路开关闭合时的状态。

(2) 开路 指负载与电源之间的中间环节断开, 电源不能再向负载提供电能。开路也称为断路。例如图 1-1a 所示电路开关分断时的状态。

(3) 短路 指电源或负载两端直接被导线相接, 电源提供的电流几乎全部从该导线中流过, 而不流经负载。短路时, 电源提供的电流会比正常通路时大很多倍。严重时(例如电源两端短路)会很快烧坏电源。因此, 电路中不允许无故短路, 特别不允许电源被短路。

第二节 电路的基本物理量

一、电流的基本概念

1. 电流的形成

物质由分子组成, 分子由原子组成, 而原子又是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子所组成的。通常情况下, 每个原子核所带正电荷和核外电子所带负电荷是相等的, 故原子呈中性, 不带电, 物质一般也不带电。

当电子挣脱原子核的束缚时, 便成为自由电子。获得电子的原子或分子称为负离子, 带负电荷; 失去电子的原子或分子称为正离子, 带正电荷。人们把电子及正、负离子统称为带电粒子。带电粒子所带的电荷量用字母 Q 表示, 单位为库仑 (C)。一个电子所带的负电荷量为 $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$, 一个库仑的负电荷量, 相当于 6.25×10^{18} 个电子所带的电荷量。

一般情况下, 金属中的电子和电解液中正、负离子的运动没有一定的取向, 不会形成电流。如果在其两端接上电

源，它们便会在电场力的作用下，变无规则的运动为有规则的定向运动而形成电流，电流是电荷（实际上是带电粒子）定向流动的一种物理现象，如图 1-2 所示。

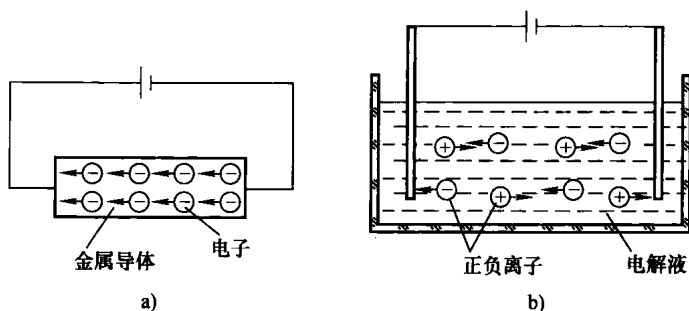


图 1-2 电流的形成

a) 金属导体，电子导电 b) 电解液导体，离子导电

物质中可以自由移动的带电粒子越多，其导电性能越好，由此可将物质分为导体、绝缘体和半导体三类。所有的金属，含酸、碱、盐的电解液，大地、人体等均属于导体；所有的非金属、玻璃、云母、橡胶、塑料、陶瓷、纸等均属于绝缘体，它们几乎不存在可以自由移动的带电粒子；锗、硅、硒、氧化铜等均属于半导体，其导电性能介于导体与绝缘体之间。

2. 电流

电流是描述电荷定向流动强弱程度的物理量，用字母 I 表示，单位为安培，简称安（A）。

单位时间内通过导体横截面的电荷量称为电流，即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

若在 1 秒钟 (1s) 内通过导体横截面的电量是 1C, 则导体中的电流为 1A, 即

$$1\text{A} = \frac{1\text{C}}{1\text{s}}$$

电流常用的单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 和微安 (μA)。它们之间的关系如下:

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$$

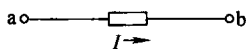
$$1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

电流不仅有大小, 而且有方向。工程上规定, 正电荷移动的方向为电流的方向。在电解液中, 正离子移动的方向就是电流方向; 在金属导体中, 电流的方向与电子移动的方向相反。

电流方向有两种表示方法:

(1) 用字母 I 加下标表示 I_{ab} 表示电流从 a 流到 b。

(2) 用字母 I 加图示箭头表示 箭头所示方向就是电流的方向, 如图 1-3 所示。



二、电压的基本概念

正电荷在一段电路上定向流动的过程中, 如果遇到阻力, 电场力便要做功, 并在这段电路上把电能转换成其他形式的能量。电压就是描述这种功能大小的物理量, 用字母 U 表示, 单位为伏特, 简称伏 (V)。

图 1-3 电流方向的
箭头表示法

如图 1-3 所示, 从 a 到 b 的电压在数值上等于在电场中将单位正电荷从 a 移到 b 电场力所做的功, 也等于将单位正电荷由 a 移到 b 所转换掉的电能, 即

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1-2)$$

若将 1C 的电荷从 a 移到 b，电路所转换掉的电能为 1 焦耳 (J)，则从 a 到 b 的电压为 1V，即

$$1V = \frac{1J}{1C}$$

电压的常用单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。

若在电路中取一点 o 作为参考点，即零电位点，则由某点 a 到参考点 o 的电压 U_{ao} 称为 a 点的电位 V_a ，单位仍为 V，即

$$V_a = U_{ao} = \frac{W_{ao}}{Q} \quad (1-3)$$

电位参考点可以任意选取，一般常选择大地及设备外壳接地点作为参考点。不过，在一个联通的系统中，只能选择一个参考点。当参考点确定之后，电路中各点的电位也就随之确定了。

在图 1-4 所示电路中，o 点已接地，故选择 o 点作为参考点，根据电位的定义，a 点电位为

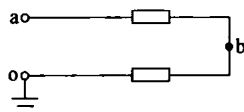


图 1-4 参考点的选择

$$V_a = U_{ao} = \frac{W_{ao}}{Q} = \frac{W_{ab} + W_{bo}}{Q} = \frac{W_{ab}}{Q} + \frac{W_{bo}}{Q} = U_{ab} + V_b$$

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-4)$$

式 (1-4) 说明，从 a 到 b 的电压等于从 a 到 b 的电位降落 (电位差)。值得注意的是，电位的数值与参考点的选择有关，而任何两点间的电压则与参考点的选择无关。

电压的方向规定为由高电位指向低电位，同样可采用下标和箭头表示。

三、电动势的基本概念

正电荷在电场力的作用下，一般总是沿外电路由高电位流向低电位。为了形成连续的电流，正电荷在电源内部必须不断地由低电位流到高电位，即由电源内部的负极流到正极，这就要求在电源内部有一个电源力作用在正电荷上，使之逆电场力运动，将其他形式的能转换为电能。电动势是描述这种转换能力的物理量，可用字母 E 表示，单位为 V 。

电源的电动势在数值上等于将单位正电荷由负极移到正极克服电场力所做的功，也等于将单位正电荷由负极移到正极所增加的电位能，即

$$E = \frac{W}{Q} = V_{\text{正极}} - V_{\text{负极}} \quad (1-5)$$

不难理解，电动势的方向是由负极指向正极，电动势的量值指的是电位升高的数值。

第三节 直流电与正弦交流电

一、电路的分类

按电路中电流随时间的变化规律，可分为直流电和正弦交流电两大类。

当电路中电流的大小和方向都不随时间变化时，称为恒稳直流电，简称直流电，其波形如图 1-5a 所示。

当电路中电流的大小和方向都随时间按正弦规律变化时，称为正弦交流电流，简称正弦电流，也可简称交流电。正弦电流的瞬时值用小写字母 i 表示，其波形如图 1-5b 所示。