

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

电工基础

(冷加工类 初、中级合用本)

科学普及出版社

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材

电 工 基 础

(冷加工类 初中级合用本)

科学普及出版社

内 容 提 要

本书是机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据原一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。可作为机械类冷加工各工种初、中级工人技术培训的基础理论教材,也可作为有关技术人员和工人的学习参考书。

本书主要讲述了机床电力拖动的有关知识,全书共分九章,主要内容包括:直流电路、电磁基本知识、交流电路、变压器、电机、电力拖动和工业电子技术。并在各章末附有思考题和计算题,书末还有部分习题的答案。

书中标有 号的章节供初级工人培训之用。中级工人也可选作复习过渡之用。标有△号的章节为中级培训教材。

本书由毕绍光、栗书贤和柴富修编写,并由张著和左庆禄同志审查。

中华人民共和国机械工业部统编 机械工人技术培训教材

电 工 基 础

(冷加工类 初中级合用本)

责任编辑:向 阳

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 18.625 字数: 433千字

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

印数: 1—51,000册 定价: 3.25元

统一书号: 15051·1186 本社书号: 1241

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

机械工业部第一副部长 杨 振

一九八二年五月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要。现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。一九八一年，根据机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅（局）和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是原一机部颁发的《工人技术等级标准》。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工装卡具、量具、按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工装卡具、结构原理、工艺理论、解决实际问题的能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。一九八四年，我们又组织编写了值班电工、划线工、机械性能试验工、粉末冶金工艺学教材和金相工基础；六门基础理论教材：冷加工类的机械基础、机械制图、电工基础、机械加工工艺基础、金属材料及其热处理和电工类的电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进；在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅（局）、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免还存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八五年五月

目 录

第一章 直流电路	(1)
• 第一节 电子论的初步知识和静电现象	(1)
• 第二节 电路的几个基本物理量	(3)
• 第三节 欧姆定律	(12)
• 第四节 电阻的串联、并联和混联电路	(17)
• 第五节 电功及电功率	(22)
第六节 复杂直流电路	(27)
• 第七节 电容器	(35)
第二章 电磁的基本知识	(42)
• 第一节 磁场及电流的磁效应	(42)
第二节 铁磁材料	(48)
第三节 直流电磁铁	(49)
• 第四节 载流导体在磁场中所受的力	(50)
• 第五节 电磁感应	(52)
第六节 自感与互感	(56)
第七节 涡流	(61)
第三章 交流电路	(65)
• 第一节 正弦交流电的基本知识	(65)
• 第二节 单一元件的正弦交流电路	(74)
第三节 串联交流电路	(82)
第四节 并联交流电路	(88)
第五节 交流电磁铁	(94)
第六节 三相交流电路	(95)
第四章 变压器	(111)
第一节 变压器的用途和分类	(111)
第二节 单相变压器的工作原理	(112)
第三节 三相变压器	(114)
第四节 变压器的结构及铭牌	(116)
第五节 几种特殊用途的变压器	(120)
△第六节 小型单相变压器的设计举例	(123)
第五章 交直流电动机	(132)
第一节 三相交流异步电动机	(132)
第二节 单相异步电动机	(147)
第三节 同步电动机	(150)
第四节 直流电动机	(151)
△第五节 特殊电机简介	(164)
第六章 常用机床电器	(173)

第一节	手动开关.....	(173)
第二节	主令电器.....	(177)
第三节	交流接触器和中间继电器.....	(179)
第四节	保护电器.....	(181)
第五节	时间继电器和速度继电器.....	(184)
△第六节	无触点电器.....	(186)
第七章	三相鼠笼式电动机基本控制环节	(188)
第一节	三相鼠笼式电动机的起动控制.....	(188)
第二节	三相异步电动机的正、反转控制.....	(196)
第三节	三相异步电动机的制动控制.....	(200)
第四节	多电机的联锁控制.....	(206)
第八章	常用机床电气线路分析	(209)
第一节	普通车床电气线路.....	(209)
第二节	摇臂钻床电气线路.....	(215)
第三节	平面磨床电气线路.....	(218)
第四节	铣床电气线路.....	(223)
△第五节	顺序控制器线路分析.....	(231)
第九章	工业电子技术	(238)
△第一节	晶体二极管.....	(238)
△第二节	晶体二极管整流电路.....	(241)
△第三节	滤波器.....	(244)
△第四节	硅稳压管及简单的直流稳压电路.....	(248)
△第五节	晶体三极管.....	(249)
△第六节	可控硅整流元件及应用.....	(258)
附录一	几种常用半导体器件的主要参数	(284)
附录二	常用电阻、电位器和电容的规格	(286)

第一章 直 流 电 路

第一节 电子论的初步知识和静电现象

一、物质的内部结构

自然界的宏观物质都是由分子组成的。分子是保持物质原有性质的最小微粒。例如，糖分子是保持糖的甜味的最小微粒；水是由水分子所组成的，它是具有水的特性的最小微粒。不同种类的分子组成不同种类的物质。

我们说分子是物质的最小微粒，这仅仅是指保持这种物质的特性而言，并不是说这个微粒再也不能分割了。例如，水分子经过电解反应可以产生氢和氧。可见氢和氧是组成水分子的更基本的粒子（称为元素），但是这些元素已不再具有水的特性了。我们把组成水分子的元素称为氢原子和氧原子。一切物质的分子都由原子所组成，不同种类或数量的原子组成不同的分子。

原子仍然不是物质结构的最小实体，近代的物理方法能把原子分裂成更小的微粒。根据原子学说，原子是由原子核和电子所组成的。这些电子按一定层次、沿着近似圆形的轨道围绕着原子核高速转动着。物理学家通过实验证实了上述原子结构的学说，且证明电子是人们所知道的最小的带电粒子；近而还测量了它的带电量并命名为负电荷。原子核则由两种类型的粒子——质子和中子所组成。质子的质量是电子的1837倍，它所带的是正电荷。在原子核中各个质子所带的正电荷数等于核外的电子所带的负电荷的总数。电荷之间有相互作用力——同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引。中子具有与质子相等的质量，但是它不带电而呈中性。由此可见，原子核是带正电的，电子是带负电的，所以原子核与电子之间存在着相互作用。一切电现象都可以用电子的运动和原子核与电子之间的相互作用来解释。这个理论叫电子论。

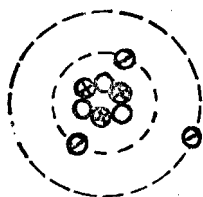


图1-1 锂原子结构示意图

二、电荷、自由电荷，电子、自由电子

电荷是指带电的微粒。电荷只有两种——正电荷和负电荷。当正电荷或负电荷，或者正、负电荷同时作无规则运动时，这些电荷就称为自由电荷。

电子是围绕原子核转动的带负电的粒子。原子核对核外的电子有吸引力。但金属的原子和碳原子的最外层电子容易脱离原子核的束缚而在原子之间自由移动。我们把这些能自由移动的电子称为自由电子。

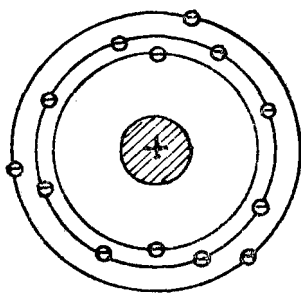


图 1-2 铝原子的核外电子示意图

三、摩 擦 起 电

早在公元前 600 年，人们就发现用干燥的物体（如丝绸）摩擦过的琥珀，能吸引轻小的物体。这时的琥珀被描述为由于积聚电荷而具有摩擦电。用摩擦的方法使物体带电，叫做摩擦起电。摩擦起电的现象在日常生活和生产环境中是到处可见的。这里要问，摩擦起电是不是说摩擦可以创造电？我们由电子论知道，在通常的情况下，物质的原子核所带的正电荷与核外电子所带的负电荷数量相等，因此物体不显示带电现象，而成为电中性。当两个物体发生摩擦时，一个物体因一部分原子失去了一些电子而带正电，另一物体从而得到了多余的电子而带负电。所以，摩擦起电只是电子从一个物体转移到另一个物体上，而这两个物体则同时带有等量异种电荷，即总电荷数保持不变。因此，在摩擦起电的过程中，电荷并没有再生，也没有消失，只是利用摩擦把物体中本来存在的正、负电荷分开并使之发生了转移而已。

其它的起电过程，方式方法虽然与摩擦不同，但实质是相同的。

一个物体所带电荷的多少，称为电量，用符号 Q 表示。在实用上不是用电子数目而是用“库仑”作为电量的量度单位。

$$1 \text{ 库仑} = 6.024 \times 10^{13} \text{ 个电子电荷}$$

当电荷积聚不变时，这种电荷称为静电。

四、金属的静电屏蔽作用

如果注意观察，我们可以看到许多电子仪器都是放在金属壳或金属网内，还有些导线的外皮需要包一层金属丝网。采取这些措施是用来隔离外部的电场（带电体周围存在的一种特殊物质）对仪器的影响。金属所具有的这种作用称为屏蔽作用。为什么金属具有这种性能呢？

前面讲过，金属原子中有比较多的自由电子，这是个关键性的内在条件。当金属被放在带电体周围（即放入电场中）时，这些金属的自由电子在外界电场的作用下将朝着一定方向移动。外界电场变化时，电子的移动情况也随着变化。

把较大的两块金属平板 A 和 B ，相对的放在一起，并保持一定的距离，再使这两块

平板分别带上等量异种电荷。这样，在 A 、 B 两板之间就形成均匀电场。电场的方向用正电荷 q^+ 在其中所受的电力方向来表示，见图 1-3。

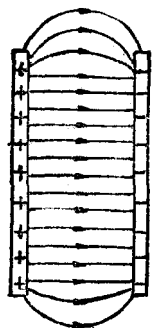


图1-3 带电的平行平板的均匀电场

如果把一个金属放到这个均匀电场中去，金属块中的自由电子在电场力的作用下，将向 CD 平面方向移动，见图1-4(a)。结果，在 CD 平面上由于电子的积聚而出现大量的负电荷；同时在金属块的 EF 平面上则因失去电子而出现同样数量的正电荷。这种金属块内部的电荷重新分布的现象，称为静电感应。这时出现在金属块两端的电荷，称为感应电荷。当外电场消失时，静电感应现象消失，金属块内部的正、负电荷立即恢复原状。

在上述静电感应现象中，积聚在 CD 和 EF 两侧面上的正、负电荷也在金属块内部产生一个电场，称为附加电场，其方向与外部的均匀电场方向相反，见图1-4(b)。正是由于这个缘故，金属块内部的电荷所受的外电场的影响就会减弱。直至感应电荷增加到它所产生的附加电场正好抵消掉外部电场的作用（即金属块的合成电场为零）时，金属块内部的自由电子就停止移动，从而感应电荷也不再增多。实际上这个过程所经历的时间是极短的。这时外电场对金属内部电荷的影响完全消失。这样就实现了金属的静电屏蔽作用，见图1-4(c)。

同样的道理，一个空心的金属盒放在电场中，盒内也没有电场的影响（即盒内的合电场为零）。因此，在金属盒内放置的电子仪器，就免受外界电场的干扰。

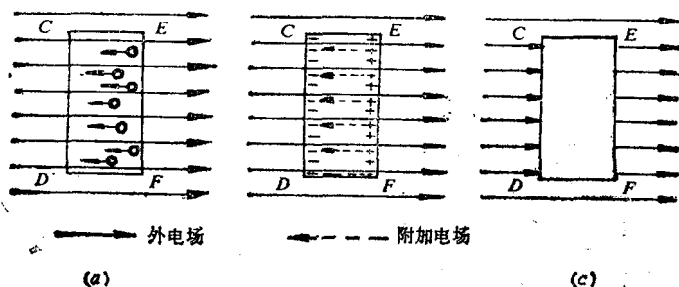


图1-4 金属的屏蔽作用

(a) 金属中的自由电子在外电场的作用下向 CD 平面方向移动；(b) 金属内的附加电场与外电场方向相反，使金属内的电场影响减弱；(c) 金属内部的合电场为零

第二节 电路的几个基本物理量

一、电 路

我们把化学电池用导线、开关和灯泡（负载）连接起来，当开关闭合时，电荷就从

电池经导线流过灯泡,使灯泡发光生热。这是最简单的电路,见图1-5。

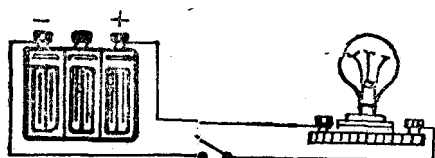


图1-5 简单的电路

在电路中,化学电池称为电源,它是把化学能转变成电能并供给电路的装置。可以转变为电能的其它形式的能还有很多种,例如水能、风能、热能、光能等等,因而电源的种类也很多。这里的灯泡称为负载。它的作用是把电能转变为光和热。负载(或称用电设备)的种类繁多,主要是应用电流的三种效应——热效应、磁效应和化学效应,把电能

转变为热能、磁能、机械能和化学能等等,例如电炉、电磁铁、电动机和电镀电解等用电设备。导线与开关则是电路中电能的传输、分配和控制的中间环节。

电路虽有简单与复杂之分,但一般都是由电源、负载(用电设备)和中间环节所组成的。在画电路图时,电路中的各种元器件都用符号来表示,而不是画各个元器件的实物图。常用的电路图符号,见表1-1。

常用的电路图符号

表 1-1

元件名称	符号	说明
直流电源		
导线		直线表示无电阻导线
		两点交叉并且连接
		两线交叉不连接
开关		
电阻		
可变电阻		
灯泡		
电流表		
电压表		
接地点		

应用电路图符号,就可以把图1-5所画的实物图画成原理接线图,见图1-6(a)。常用电路图的其它几种画法,见图1-6(b)、(c)、(d)。

电路的工作状况,有通路、断路和短路之分。一般情况下,利用开关来接通或关断电路,从而控制负载的使用。如果电路中电流没有通过负载而直接流回电源,这种工作状态称为短路。例如,把电源的两极直接相连,就造成短路。这时电路中电流很大,使电源损坏,这是不允许的。通常在电路中安装保险丝(即熔断器)的目的,就是当电路

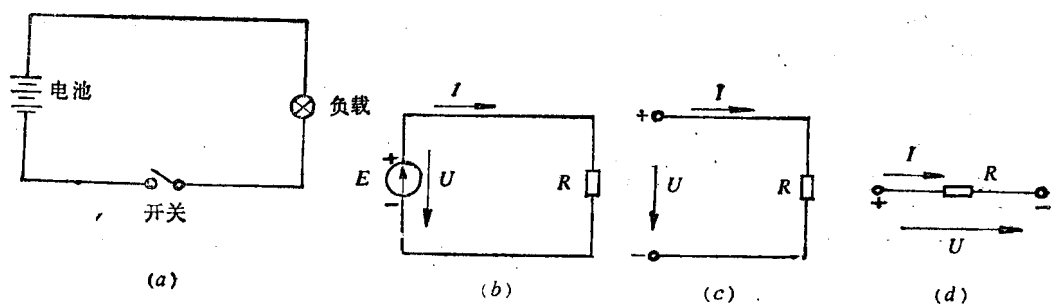


图1-6 电路图及其各种画法

(a)用原理接线图表示电路；(b)用电动势表示电源；(c)用端电压表示电源；(d) c图的简化画法

发生短路时，保险丝能立即熔化，自动地把电路由通路变成断路，以保护电源。

电路的基本连接方法有串联和并联，也可以由串联和并联组成的混联电路。

负载的串联，就是把几个负载依次连接在电路上，让电流依次通过它们，这种无分支的连接形式，称为串联，见图 1-7。在串联电路中，如果有一个负载断开，则整个电路就会成为断路。所以这种电路中的负载不能单独的改变各自的工作状态。几个开关也可以串联，这种电路只有每个开关都闭合，才能接通。

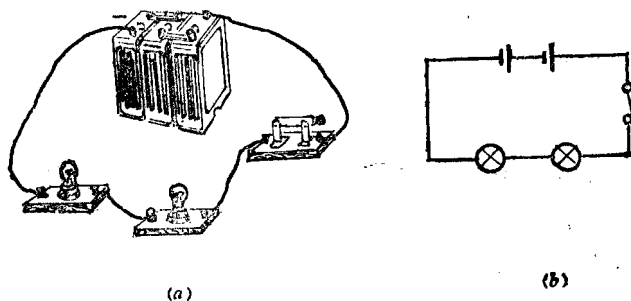


图1-7 负载的串联

(a)实物连接图；(b)电路符号图

负载的并联，就是把几个负载的两个端头，分别接在电路中的两个公共点上，形成并列的分支电路，见图 1-8。在并联电路中，如果有一个负载断开，则这条支路成为断路，而其余各支路仍是通路。所以在负载并联时，各个负载支路可以独立的工作。

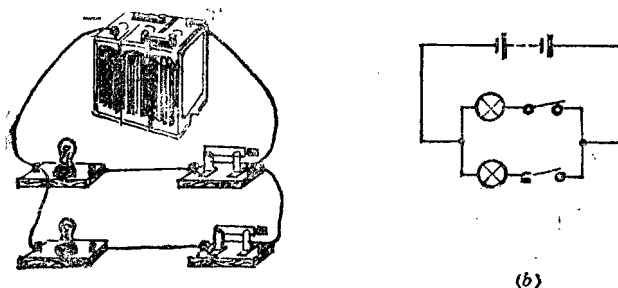


图1-8 负载的并联

(a)实物连接图；(b)电路符号图

我们可以根据负载的串、并联所表现的特点，来连接电路并判别电路的连接形式。

例1-1 见图1-9，问：

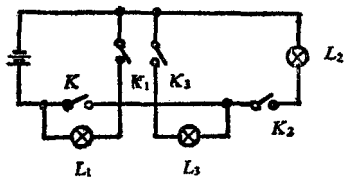


图1-9 例1-1电路

(1) L_1 、 L_2 和 L_3 是属于哪种连接形式？

(2) 如果把开关 K 打开，而闭合开关 K_1 、 K_2 和 K_3 ，电灯 L_1 、 L_2 和 L_3 都能亮吗？

(3) 开关 K 能否控制电灯 L_1 ？

解 (1) 设想 L_1 和 L_3 支路的导线具有弹性，那么当它们缩成直线时，便可以看出 L_1 、 L_3 与 L_2 是并联形式。

(2) 开关 K 打开时，即使闭合 K_1 、 K_2 和 K_3 ，也只有 L_1 支路是通路，所以只有 L_1 能亮。

(3) 开关 K 不能控制电灯 L_1 。因为它没有串联在 L_1 支路中。

二、电流强度及其测量

金属中的电子，有些是在围绕着原子核不停地转动，也有些电子是在自由移动，这些电子的运动是杂乱无章的。在电解液里或在稀薄的气体中，有些带正电的原子（正离子），带负电的原子（负离子）或电子，也在做无规则的运动。所有上述的电子或离子的运动，都不能形成电流。只有电荷的定向移动，才形成电流。

通常所需要的电流是持续的电流。例如，用来照明或者使电动机转动，都需要电流长时间的持续存在。

在电路中，电流的大小和方向用电流强度这个物理量来表示，简称电流。

(一) 电流的大小

电路中电流的大小（或强弱）在数值上用每秒钟内通过导线横截面的电量为多少库仑来量度。通常所说的电流大小，就是指每秒钟流过导线横截面电量的多少。因此，电流大小的计算公式为

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

式中 I ——电流强度，安；

Q ——电量，库仑；

t ——通电时间，秒。

由上式可知，如果在1秒钟内，通过导线横截面的电量是1库仑，则导体中的电流就是1安培，简称安，用符号A表示。即

$$1 \text{ 安} = \frac{1 \text{ 库}}{1 \text{ 秒}}$$

如果在10秒内流过导线横截面的电量是20库，那么导线中的电流强度为

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{20 \text{ 库}}{10 \text{ 秒}} = 2 \text{ A}$$

在电子技术中，电流强度的单位常用毫安（mA）或微安（μA）。

1安 = 1000毫安

1毫安 = 1000微安

一些电流强度值 (以安为单位)

大型发电机 $(0.8 \sim 11) \times 10^3$

日光灯 (40瓦) $(3 \sim 5) \times 10^{-1}$

晶体管电视机 $(1 \sim 3) \times 10^{-1}$

晶体管收音机 $(1 \sim 10) \times 10^{-2}$

电子手表 $(1.5 \sim 2) \times 10^{-6}$

例1-2 一盏电灯的电流是300毫安, 合多少安? 使用1小时, 通过电灯的电量是多少库?

解 因为1毫安 = 0.001安 = 10^{-3} 安

所以300毫安 = 300×0.001 安 = 0.3安

已知 $I = 0.3$ 安, $t = 1$ 小时 = 3600秒

所以使用1小时通过电灯的电量为

$$Q = It = 0.3 \text{安} \times 3600 \text{秒} = 0.3 \text{库/秒} \times 3600 \text{秒} = 1080 \text{库}$$

(二) 电流方向

由电子论知道, 金属中的导电机构只有电子, 而正电荷 (带正电的原子核) 是不能定向移动的。可是在规定电流方向时, 人们还不了解电子论, 于是把正电荷的移动方向规定为电流方向。现在, 习惯上我们仍然沿用正电荷移动的方向 (或者负电荷移动的反方向) 为电流的实际方向。这就是后面常说的电流方向。基于这样的规定, 在简单电路中, 我们可以根据电源的正、负极来判断电流的实际方向——在电源以外的电路 (称外电路) 中, 正电荷是由电源的正极经负载流回负极, 即电流方向是由电源正极流向负极; 而在电源内部 (称内电路), 正电荷则由电源负极经电源内部流向正极。见图1-10。

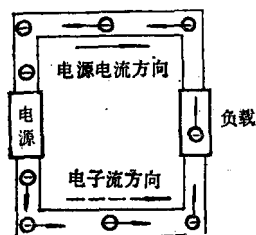


图1-10 电流方向

运动方向保持不变的电流, 称为直流。

(三) 电流的测量

测量电路中的电流强度要使用电流表。表盘上以安培为计算单位的电流表, 称为安培表。在表盘上标有字母A, 见图1-11。此外还有毫安表和微安表。

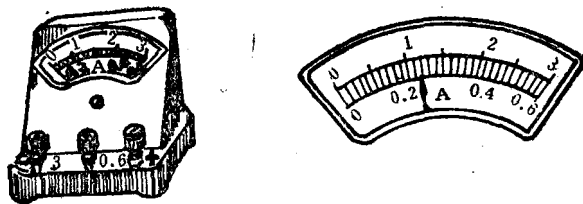


图1-11 具有两个量程的安培表

电流表是比较精密的仪表, 一定要正确使用, 以免损坏。

如果要测量某一部分电路中的电流强度，必须把电流表串联在这部分电路里，让全部电流由表的“+”接线柱流进，从“-”接线柱流出。如果接错了，表的指针就要向没有刻度的那边偏转，使电流表受损。

每个电流表都有一定的测量范围，称为量程或量限。通过电流表的电流强度若是超过这个范围，电流表就容易损坏。为此，在使用电流表时首先要按照被测电流的大小，妥善选择表的量程，绝对不允许不经过负载而将电流表的两个接线柱直接连在电源两极上，以免由于电流过大会将电流表烧毁。

三、电压及其测量

在电路中，电源为什么能使导线中有自由电荷定向移动且形成持续的电流呢？这里，我们对照水流的情况来理解这个问题。

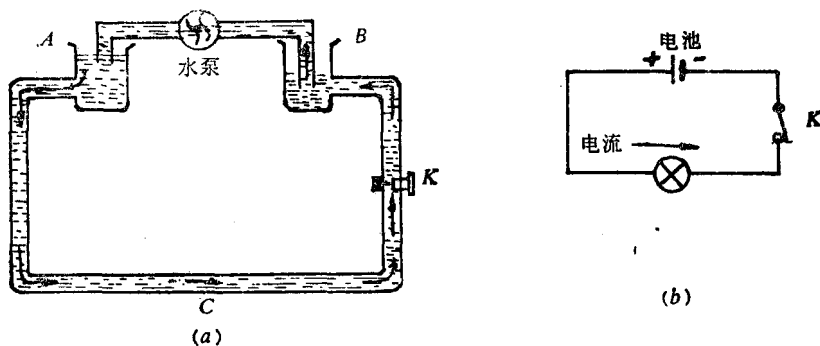


图 1-12 水流与电流的形成

在图1-12(a)所示的连通管里，如果打开阀门 K，水就会由 A 经过 C 而向 B 流动。水所以能发生定向运动是因为 A 槽里的水位高，B 槽里的水位低，从而在连接 A、B 的水管中产生水位差（或称水压）。水压是使水发生定向移动形成水流的原因。与此相似，在图1-12(b)中，以电池为电源。电池利用化学力强使导体中的部分电子与原子核分离，使电子积聚在电源的一端，成为电源的负极，用符号“-”表示；使失去部分电子的原子积聚在电源的另一端，它们带正电荷，成为电源的正极，用符号“+”表示。当电池的正、负极用导线与电珠接成闭合电路时，电源负极上积聚的电子就会在金属导线中移动，经过灯丝与电池正极上的正电荷结合，成为不带电的原子。就在正、负电荷中和的过程中，电路里发生电荷的定向移动，形成电流。这里电荷之所以能发生定向移动（电子从电源负极移向正极，或者等效的说，正电荷从电源正极移向负极）是因为正极的电位高，负极的电位低，从而在外电路中产生电位差（或称电压）。电压是使电荷发生定向移动形成电流的原因。

在图1-12(a)的连通管中，如果用水泵不断地把水从 B 槽抽到 A 槽，使 A 槽的水位总比 B 槽的水位高，即维持一定的水位差，则连通管里的水将川流不息。电源的作用跟水泵相似。电源不断地分离电荷，使正极积聚正电荷，负极积聚负电荷，即保持两极之间存在着一定的电位差，则闭合电路中将有电流通过。

我们知道，水在流动时可以做功。例如水流推动水轮机而做功。水流做的功，除了取决于水流量的多少外，还跟水位差（水压）有关，流过的水量越多，水压越大，水流所做的功就越多。电流在通过导体时也要做功。例如电流通过电珠做功，使电珠发光生热；电流通过电动机使电动机转动。电流做功和水流做功很相似，除了取决于电量的多少外，还跟电位差（电压）有关，通过的电量越多，电压越大，电流所做的功就越多。

既然电流所做的功与电压大小有关，在电工学里就利用电流所做的功来规定电压的量度单位。

电压的单位是伏特，简称伏，用符号V表示。在一段电路里每通过1库仑电量时，电流所做的功如果是1焦耳，这段电路两端的电压就是1伏。

电压的常用单位还有千伏（kV）和毫伏（mV）。

1千伏 = 1000伏

1伏 = 1000毫伏

1毫伏 = 1000微伏

一些电压值（以伏为单位）

电子手表的氧化银电池	1.5
干电池组（ n 节串联）	$n \times 1.5$
铅蓄电池（ n 节串联）	$n \times 2$
照明电路（交流）	220
一般交流电动机（交流）	220, 380
人体安全电压	不高于36

电压的测量：测量一段电路两端的电压要使用电压表。表盘以伏特为计量单位的电压表称为伏特表，在表盘上标有字母V，见图1-13。此外，还有毫伏表等。

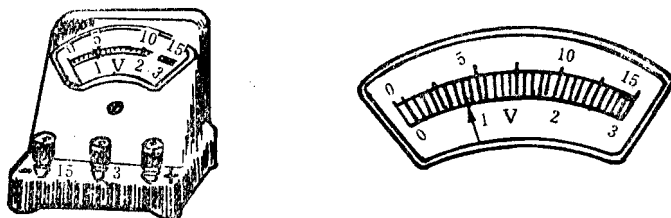


图 1-13 具有两个量程的伏特表

如果要测量某段电路两端的电压，测量的方法与使用电流表不同，必须把电压表跟这段被测电路并联，并且把电压表的“+”接线柱接在被测元件跟电源正极相连的那一端。还要注意所测电压值不得超过电压表的量程。

例1-3 在图1-14的（a）、（b）、（c）、（d）四个电路中，哪些是正确的？哪些是错误的？错在哪里？

分析：本例题是用电流表和电压表来测量小灯泡中流过的电流和它两端的电压。我们知道，正确使用电流表时必须是和被测元件相串联，并且电流从表的“+”接线柱流入，“-”接线柱流出。电压表的正确使用方法必须是和被测元件并联，即电压表的“+”接线柱和被测元件流入电流那端连接，“-”接线柱和被测元件的另一端相接。