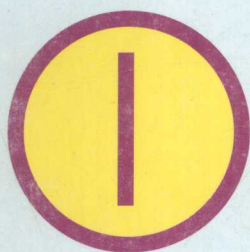


中等职业技术学校试用教材

广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编



电工基础

广东高等教育出版社

中等职业技术学校试用教材

电 工 基 础

广东、北京、广西中等职业技
术学校教材编写委员会组编

广东高等教育出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工基础/广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编 .—2 版 .—广州: 广东高等教育出版社, 2001.8

中等职业技术学校试用教材

ISBN 7-5361-2608-5

I. 电… II. 广… III. 电工 - 基本知识 - 中等学校: 技术学校 - 教材 IV. TM-43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 25799 号

广东高等教育出版社出版发行

茂名广发印刷有限公司印刷

*

开本: 787 mm × 1092mm 1/16 19.5 印张 445 千字

2001 年 8 月第 2 版 2002 年 8 月第 4 次印刷

本次印数: 15 000 册

定价: 27.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

前 言

以电子化、数字化、网络化、信息化为特征的知识经济已初见端倪，以信息技术为先导的科技进步日新月异。有资料表明：20 世纪 80 年代初期，一项技术的寿命大约为 30 年；90 年代，技术寿命变为 10~15 年；预计到了 2005 年，一项技术仅 1~3 年就将走下历史舞台。知识经济呼唤现代技术，呼唤大批德才兼备，具有专业技能、创新意识、创业能力，能参与市场竞争的现代人才，这给为经济和社会发展提供智力和人才保障的教育工作带来了机遇和挑战。当我们站在更高的起点和层面上审视我们过去的职业教育的时候，我们会发现，以 3 年的教育周期，至多仅能使受教育者掌握 1~2 项甚至仅仅 1 项专业技术（有的还只是初级水平的专业技术）的传统中等职业教育，远远不能适应知识经济发展的要求，观念、制度、教学内容、教学方法、教学手段等方面的改革已迫在眉睫。

当知识经济不断敲打 21 世纪大门的时候，广东、北京、广西三省市区的职教同行，决定以课堂教学内容的改革为核心，从课程改革和教材建设入手，编写一套依托三省市区骨干行业、支柱产业，糅合当今世界最新科技成果，体系完善，内容先进的中等职业技术学校的教材，以现代的课程体系和教材，推动职业教育教学内容、教学方法、教学手段的改革，以专业建设的现代化，推动职业教育的现代化。在 20 世纪的最后一年，这套教材终于面世了。

本套教材遵循“宽基础，重技能，活模块”和“一纲多本”的原则，在组织有关专家、学者审定教学大纲、教学计划的基础上，由三省市区近 200 名专家、学者、教授及职教第一线的资深教师编写，各专业课教材并经专家和同行业的有丰富实践经验的

人员审定，具有系统性和权威性。本套教材还保持了传统教育的基础性的特色，又注意吸纳当今世界最新科技成果，结合三省市骨干行业、支柱产业的实际，因此具有实用性、科学性和先进性。

对于本套教材中存在的疏漏和不妥之处，敬请广大专家和读者批评指正，以便我们进一步修订和完善。

广东、北京、广西中等职业技术学校教材
编写委员会
1999年4月

编者说明

根据广东、北京、广西三省市中等职业技术学校教材编写委员会确定的教学计划和教学大纲,结合原国家教委关于中等职业技术学校(三年制)教学计划(草案)规定的专业培养目标和课程设置要求,我们编写了电工专业系列教材之一——《电工基础》。

本书在原《电工基础》教材的基础上修订。在修订过程中,编者做了以下一些尝试:

(1) 降低本教材知识的起点,尽量与初中物理知识相衔接。内容阐述力求由浅入深,由简到繁,循序渐进,从感性到理性的认识。高中物理电磁学的部分内容是学习“电工基础”的基础,如第一章电荷与电场,第二章电路的基本概念、欧姆定律,第三章中电阻的串联和并联电路,第四章中的磁场和电磁感应仍列入本书中。这首先是为了与本课程知识的衔接,便于融会贯通;其次是为了学习电工技术有关知识的需要。有些职校物理课已学过上述有关内容,则可择要作适当复习巩固。

(2) 根据本课程的特点,在教材内容体系上作了局部调整。例如直流电路的分析与运算,紧扣住欧姆定律和基尔霍夫定律这条主线来展开。

(3) 从中等职业技术学校的实际出发,加强了电路的基本概念、基本原理和基本分析方法的阐述,加强培养学生运用有关原理对实际问题进行定性分析的能力和培养学生有相应的实验技能和计算能力。教材内容力求思路清晰,避免过多的理论推导。本教材中选编了几个“阅读园地”和“操作与应用”,适当拓宽知识面,开阔眼界,以提高学习兴趣。

(4) 根据专业的共性,精选内容;考虑到不同专业知识侧重点的差异,教材内容分为必学和选学两类内容,保证必要的基础知识,兼顾按需选学。标题前标有*号的为选学内容,各校可根据具体情况进行取舍。

(5) 为了便于自学与复习,各节之末配置了适量的习题,并注意题型的多样化。各章之末有“本章小结”,帮助学生复习,建立知识结构。

本书由陈焕初负责编写。华南理工大学电工教研室殷瑞祥、刘乃新和朱诗发三位副教授负责审稿,广州市电子信息学校王志刚老师提出了许多宝贵意见和修改建议,在此深表谢忱。

在使用本书过程中如发现不妥之处,恳切希望广大师生、读者来信指正及提出宝贵意见,共同努力把教材改革不断深化。

本专业系列教材的主编为杨少光,副主编为吴德俊、杜从商、韩亚兰,主审为朱诗发、殷瑞祥。

电工专业教材编写组

1999年5月

目 录

绪论	(1)
第一章 电荷与电场	(3)
* 第一节 电荷与电场力	(3)
第二节 电压与电位	(5)
第三节 电容器及其电场能量	(8)
第四节 电容器的连接	(12)
本章小结	(15)
第二章 电路基本概念和基本定律	(18)
第一节 电路的组成及其功能	(18)
第二节 电流与电流密度	(19)
第三节 电阻器与电阻定律	(21)
阅读园地 非线性电阻	(24)
第四节 欧姆定律	(24)
第五节 电源及其电动势	(27)
阅读园地 充电电池的使用和维护	(30)
第六节 电路中的功率和能量转换	(31)
第七节 基尔霍夫定律	(34)
第八节 电路中各点电位的计算	(43)
本章小结	(45)
第三章 直流电路的分析方法	(50)
第一节 电阻的串联和并联电路	(50)
第二节 分压和分流在多用电表中的应用	(55)
第三节 基尔霍夫定律在电路分析中的应用	(59)
第四节 叠加原理	(62)
第五节 戴维南原理(等效电压源定理)	(64)
* 第六节 星形与三角形电路的等效变换	(67)
第七节 负载获得最大功率的条件	(70)
第八节 电流源与电压源的等效变换	(74)
本章小结	(78)
操作与应用 电阻性电路故障的分析与检测	(80)
第四章 磁场和电磁感应	(83)

第一节	电流的磁场与磁感应强度	(83)
第二节	物质的磁化与磁导率	(88)
第三节	铁磁材料的磁化曲线	(91)
	阅读园地 从电磁铁到电饭锅	(98)
第四节	电磁感应	(101)
第五节	线圈的电感及磁场能量	(107)
	本章小结	(110)
	阅读园地 磁悬浮列车怎会悬浮	(113)
第五章	正弦交流电路	(114)
第一节	正弦交流量的基本概念	(114)
第二节	正弦交流量的相量图表示法	(122)
第三节	纯电阻正弦交流电路	(126)
	阅读园地 电阻瞬时功率曲线与正弦交流量的有效值	(129)
第四节	纯电容正弦交流电路	(130)
第五节	纯电感正弦交流电路	(136)
第六节	电阻电感串联交流电路	(141)
第七节	电阻、电感和电容的串联交流电路	(146)
第八节	串联谐振电路	(149)
第九节	并联谐振电路	(157)
第十节	电路功率因数的提高	(161)
* 第十一节	正弦交流量的相量式表示法	(163)
* 第十二节	相量形式的欧姆定律和基尔霍夫定律	(167)
* 第十三节	阻抗的串联和并联	(172)
	本章小结	(175)
	阅读园地 移相电路的分析	(182)
第六章	三相交流电路	(187)
第一节	三相交流电动势的产生及其表示方法	(187)
第二节	三相对称电源星形接法的线电压和相电压	(189)
第三节	三相对称负载的连接	(191)
第四节	三相对称电路的功率	(197)
第五节	三相不对称电路的计算	(199)
	本章小结	(204)
	阅读园地 设备安装中的接地与接零保护	(205)
第七章	互感耦合电路与变压器原理	(208)
第一节	互感和同名端	(208)
第二节	耦合电路的串联与并联	(213)
第三节	磁路与磁路欧姆定律	(219)
第四节	铁心线圈电路	(224)

第五节 理想变压器的工作原理	(228)
本章小结	(236)
操作与应用 互感线圈同名端实用判别法	(240)
第八章 非正弦交变电流	(242)
第一节 非正弦交变电流的产生	(242)
第二节 周期性非正弦量的分析	(243)
第三节 周期性非正弦量的有效值与功率	(246)
本章小结	(248)
阅读园地 滤波器的原理	(248)
* 第九章 简单电路中的过渡过程	(250)
第一节 过渡过程的产生与换路定律	(250)
第二节 RC 串联电路的过渡过程	(255)
第三节 RL 串联电路的过渡过程	(261)
本章小结	(264)
操作与应用 电容器的识别与检测	(266)
* 第十章 信号与系统概述	(268)
第一节 信号及其分类	(268)
第二节 信号传输概述	(270)
第三节 系统概述	(274)
本章小结	(281)
阅读园地 电阻式和电容式传感器的应用	(283)
附录一 练习题参考答案	(286)
附录二 国际单位制中常用电磁学量的单位	(298)

绪 论

一、电能的应用及其优越性

电能的应用，在生产技术上曾引起了划时代的革命。在现代工业、农业、国防、通信、交通，以及国民经济的其他部门中，电能获得广泛应用，现代一切新的科学技术的发展，无不与电有着密切的联系。电能应用的范围可以归结为下面两个方面。

首先，电作为能源在现代工业生产中得到极为广泛的应用。各种生产机械绝大多数都采用电动机作为原动力，例如各种机床、起重机械、轧钢设备、锻压和铸造设备、鼓风机、各类泵等，均采用电动机来拖动。在生产工艺上也离不开电，如电镀、电焊、电频淬火、电炉冶炼、电蚀加工、超声波加工、电子和离子束加工等。在现代农业上，如排灌、收割、脱粒、烘干、饲料加工、种子培育等，也都要用到电。更不用说日常生活中的照明，离开了电就困难重重。

其次，电可以作为信号。电信号还可以通过有线、无线通信加以传播。在现代物质、文化生活中更不可缺少电，如电话、电报、电视、传真、录像、X射线和CT透视等。

电能为什么应用范围这么广泛？这是因为电能和其他形式能量相比，具有以下三方面无可比拟的优点。

(1) 便于转换 电能一方面可以方便地从机械能（水力发电）、热能（火力发电）、原子能（原子能发电）、化学能（电池）、光能（光电池）等不同形式的能量转换而得。另一方面，电能又可以方便地转换成其他形式的能量。例如使用电动机就能将电能转换成机械能，使用电炉能把电能转换成热能，使用电灯就把电能转换成光能，通过扬声器将电能转换成声能，通过显像管将电能转换成图像……也正因为电能转换容易，所以电能可以满足各行各业技术上的需要。

(2) 便于输送 运用输电线，电能可以方便地输送到远方。输送电能的设备简单，效率很高。于是我们将发电站建于能源所在地，通过输电线路将电能输送到需要用电的地方。这样可以把工厂建于原材料产地和交通方便之处，可以远离能源所在。

(3) 便于控制、测量和调整 由于电气设备的动作迅速灵活，而且不受控制距离的限制，因而可以利用电能实现高度自动化。例如现在的机电一体化生产线，操作者根据生产的需要，事先在键盘上编好生产程序，机器便能按程序的指令进行工作，在工作过程中自动检测，自动调整，实现自动化生产和自动化管理。

没有电，就没有现代社会。因而各个行业的工程技术人员都应该具有一定的电气知识。

二、电工基础教学的任务和要求

随着电能的日益广泛的应用，现代电气设备种类繁多。在电力、电子、计算机、自动控制和通讯等各个技术领域中，绝大多数的电气设备都是由各式各样的电路所组成的，有的还存在着由铁磁性材料构成的磁路。

通过《电工基础》这门课程的学习，使同学们掌握交、直流电路和电磁的基本概念、基本规律，掌握分析一般的交、直流电路的方法，具有一定的电工实验的技能。为今后进一步学习电类各专业课程打好基础，为毕业后走上工作岗位进一步钻研新技术打下初步基础。

三、电工基础课程的特点和学习方法

《电工基础》是一门专业基础课，它具有下列的特点：

(1) 分析各种基本电路的主要参数和一般规律时，需要以物理知识为基础，以数学知识为工具；

(2) 理论性和系统性较强，新概念较多，抽象思维分量较大；

(3) 有较强的实践性，要以理论为指导，适当联系实际。它既不是一门纯理论性的课程，又不是一门纯实用性的课程。

怎样才能学好《电工基础》的知识呢？

首先要扎扎实实地把电路和磁路的基本概念、基本规律和交、直流电路的分析方法学到手，并在这个基础上提高解决实际问题的能力。为达到这目的，要善于掌握学习过程中的各个环节，处理好听课和阅读教科书的关系。上课要专心听讲并积极思考，课后要及时复习老师在堂上所讲的主要内容并阅读教科书相应的部分。在掌握知识的过程中，要着重搞清概念和基本规律，然后才进一步掌握定量分析的计算公式。接着还要认真做好练习，以便更好地掌握和运用基础知识。

同学们在学习过程中要注意解决问题的思路和方法。这样才能提高自己的思维能力，灵活地运用所学的知识去解决各种实际问题。

同学们还要注意养成多观察、勤动手的习惯。要认真观察老师在课堂上做的演示实验和自己动手做好分组实验，并主动创造条件，多做一些课外的小实验，提高自己的动手能力。

在新的世纪我们将面临着一场以微电子技术为先导的信息技术革命的挑战。我们面临着历史机遇和新的挑战，必须加快祖国前进的步伐，迅速提高全民族科学文化素质，迎头赶上国际科技先进水平。面对着时代的呼唤，面对着祖国的召唤，我们要有中国人自强不息的精神，刻苦学习，自觉地将自己塑造成祖国最急需的建设人才，大胆探索，勇于创新，为我国生产和科技的发展做出应有的贡献。

第一章 电荷与电场

* 第一节 电荷与电场力

不论电路完成哪一种功能，都是通过电路中的电荷、电流及其所作的功来实现的。因此在分析、计算电路之前，要先了解这些物理量及有关的基本知识。

一、两种电荷 电荷守恒定律

自然界存在着两种性质不同的电荷：正电荷和负电荷。物质（以实物基本形态存在）是由很小的粒子（分子、原子等）组成的。分子是由原子组成，而原子是由带正电的原子核和若干带负电的电子所组成，原子核又是由中子和质子组成的。

在原子未受外来影响时，原子核所带的正电荷等于核外电子所带的负电荷。这样，原子对外界不呈现电的性质，也就是电中性的。毛皮和橡胶棒摩擦后，毛皮失去电子而带正电，同时橡胶棒得到等量电子而带负电。当中性的原子受外来因素影响时，原子失去一个或数个外层电子，这个原子就变成带正电荷的正离子；反之，当原子得到电子时，原子就会带负电荷成为负离子。原子失去或获得的电子越多，它所带的正电荷或负电荷就越多。

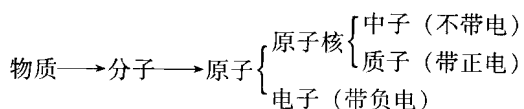


图 1-1 物质组成示意图

电荷是一种客观存在的物质。电荷既不能被创造，也不能被消灭，它们只能从一个物体转移到另一个物体上，或者从物体的一部分转移到另一部分，而电荷的总量保持不变。这个结论叫做电荷守恒定律。

电荷量是表示带电体所带电荷多少的一个物理量。电荷量的单位是 C，中文名称是库仑，中文符号是库，电荷量用符号 Q 或 q 表示。电子带有最小的负电荷，质子带有最小的正电荷，两者的电荷量的绝对值是相等的。一个电子或一个质子所带的电荷量为

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

人们把这个电荷量称为元电荷。自然界中的任何电荷量只能是元电荷的整数倍。

二、电荷相互作用的规律 电场力

电荷间的相互作用是怎么样呢？同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

两个电荷有相互作用力。可是当两个电荷并没有直接接触，它们之间是通过什么物质相互作用的？它们之间的相互作用力是怎么产生的呢？

通过科学实验反复证明，电荷周围空间存在着一种对放入其中的电荷有力的作用的特殊物质，这种特殊物质叫做电场。两个电荷之间的相互作用就是通过电场进行的。甲电荷所产生的电场对乙电荷有力的作用，同样，乙电荷所产生的电场对甲电荷有力的作用。于是甲乙电荷之间产生了相互作用。

电荷在电场中所受作用力叫做电场力。当两个带电体之间的距离比带电体的大小大得多的情况下，我们可以把带电体当成点电荷。两个点电荷之间的相互作用力遵循库仑定律的关系。在真空中的两个点电荷间的作用力跟它们的电荷量的乘积成正比，跟它们间的距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上。这就是库仑定律。库仑定律的公式为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (1-1)$$

式中： F ——两个点电荷之间的作用力，单位为 N（牛）；

Q_1, Q_2 ——分别代表两个点电荷的电荷量，单位为 C（库）；

r ——两点电荷之间的距离，单位为 m（米）；

k ——比例恒量，叫静电力常量。当公式中各量采用国际单位制时，静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

例 真空中有两个点电荷，电荷量分别是 $+4.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 和 $-2.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ ，相距 10cm，每个电荷受到的静电力有多大，是引力还是斥力？

解：由库仑定律可知静电力为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{4.0 \times 10^{-9} \times 2.0 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} \text{ N} = 7.2 \times 10^{-6} \text{ N}$$

异种电荷相互吸引，故静电力为引力。

运算时电荷量均取绝对值，相互作用力的方向根据同种电荷相斥、异种电荷相吸作出判断。

三、电场强度

有电荷存在的地方，电荷周围就有电场。为了定量地描述电场的强弱，引入了电场强度这个物理量。放入电场中某一点的检验电荷受到的电场力 F 跟它的电荷量 q 的比值叫做该点的电场强度，简称场强。用符号 E 表示电场强度，则有

$$E = F/q \quad (1-2)$$

由场强的定义可知，电场中某一点的场强在数值上等于单位电荷在那一点所受的电场力。电场中某点的场强方向就是正电荷在该点所受电场力的方向。

在国际单位制中，场强的单位是 N/C（牛/库）。

场强的强弱和方向可以用电场线形象地描述。电场线是在电场中画出的一系列从正电荷出发到负电荷终止的曲线，曲线上每一点的切线方向都跟该点的场强方向一致。电场线的疏密程度表示电场的强弱。

在电场中某一区域，如果各点的场强的大小和方向都相同，那么这个区域的电场叫做匀强电场。

练习 1-1

1-1-1 真空中有两个大小相同的带电空心金属球体，带电量分别为 $4 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-8 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，相距 10 cm （远大于带电球半径）时它们之间的静电力有多大？是引力还是斥力？

1-1-2 两个完全相同的小铜球，分别带上 $5.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-3.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的电荷量，让它们接触后又分开，各带多少电荷量？

1-1-3 在电场中的某一点放入电荷量为 $5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷，它受到的电场力为 $3.0 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，求这一点的场强的大小。

1-1-4 电场强度 E 的定义式为 $E = F/q$ ，下列说法正确的是（ ）。

- A. 这定义式只适用于点电荷的电场
- B. 上式中， F 是放入电场中的电荷所受的力， q 是放入电场中的电荷的电荷量
- C. 上式中， F 是放入电场中的电荷所受的力， q 是产生电场的电荷的电荷量
- D. 在库仑定律的表达式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中， kq_1/r^2 是点电荷 q_1 产生的电场在点电荷 q_2 处的场强的大小；而 kq_2/r^2 是点电荷 q_2 产生的电场在点电荷 q_1 处的场强的大小

1-1-5 真空中有两个大小相同的带电金属球体所带电荷量分别为 $4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-8.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，相距 r （ r 远大于带电球半径）时它们之间的静电力为 F ；若将这两个带电金属球接触后再移开，相距仍为 r ，它们之间的静电力大小 $F' = \underline{\hspace{2cm}} F$ ，这个静电力为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 力（吸引或排斥）。

第二节 电压与电位

在第一节里，我们介绍了场强这一重要概念，它是从电场力的角度来描述电场的。下面介绍电压和电位，是从电场力做功的角度来描述电场的。

一、电压

一个电源（例如蓄电池）的两个电极上总是分别带有正、负电荷，所以电源的两极间存在着一个电场。如果用导线和灯泡把电源的正、负极连接成一个闭合电路，则正电荷在电场力的作用下要从电源正极经过负载（灯泡）流向电源负极。在电荷移动过程中，电场力就对电荷做了功。

为了衡量电场中电场力对电荷做功的能力，我们引入电压这个物理量。

在电场中，电场力在 a, b 两点间移动电荷，电场力做的功 W_{ab} 应与电荷的电荷量成正比。于是不论电荷量 q 是多少，比值 W_{ab}/q 是一个固定数值。

电荷在电场中 a, b 两点间移动时，电场力所做的功 W_{ab} 与它的电荷量的比值，叫

做 a, b 两点间的电压。用 U_{ab} 表示电压，则

$$U_{ab} = W_{ab}/q \quad (1-3)$$

式中：电功 W 的单位为 J (焦)；

电荷量 q 单位为 C (库)；

电压 U 的单位为 V (伏)。

$$1V = 1J/C$$

在无线电技术中应用的电压，它大至 10^3V 的数量级，小至 $10^{-6}V$ 的数量级。为了使用和读数方便，常采用 kV (千伏)、mV (毫伏) 和 μV (微伏) 等辅助单位。

电压采用双下标标记时，双下标前后两字母表示计算电压时所涉及的起点和终点。

电压是标量，电压的正、负仅表示电场力做功或是外力克服电场力做功。

从公式 (1-3)，可得到电场力所做的功为

$$W = qU = IUt \quad (1-4)$$

二、电位

为了分析电路或测量电路方便，常选定电路中一点为参考点。例如在电子电路中，常选用许多元件汇集且与底座相连的公共点作为参考点。参考点通常用字母 O 表示。在电路图中通常用接地符号“ $\perp$ ”表示。

电路中某点的电位，就是该点到参考点之间的电压。电位的符号为 V ，并用单下标标记点的位置。 V_a 表示 a 点的电位。

$$V_a = U_{ao} = W_{ao}/q \quad (1-5)$$

电路中某点的电位等于电场力把单位正电荷从该点移到参考点所做的功。电位的国际单位也是 V (伏)。

在电力系统中，通常选取大地为参考点；在仪器设备中，取壳体为参考点。因为操作人员总是与大地和壳体接触的。

电位是一个标量。通常取参考点的电位为零。电路中某点电位的数值比参考点电位高则为正电位；比参考点电位低则为负电位。

电路中电位相等的两点称为等电位点。所有电位相同的点所连成的线称为等位线。

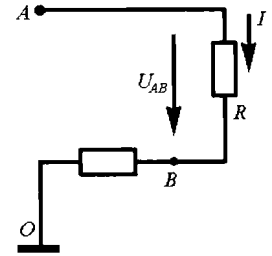


图 1-2

三、电压与电位的关系

下面我们讨论图 1-2 所示直流电路中， A, B 两点之间的电压跟这两点的电位有什么关系。

取 O 点为电位参考点。电场力把单位正电荷由 A 点移到参考点 O 所做的功为

$$W_{AO} = W_{AB} + W_{BO}$$

$$W_{AB} = W_{AO} - W_{BO}$$

电路 A, B 两点间的电压为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{W_{AO} - W_{BO}}{q} = \frac{W_{AO}}{q} - \frac{W_{BO}}{q}$$

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (1-6)$$

上式表明，电路中任两点间的电压等于这两点的电位之差。A、B 两点电压的正负可表示这两点电位的高低。

电压双下标两字母的顺序是否可随便对调？从电压与电位的关系式可知

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$$U_{BA} = V_B - V_A$$

$$U_{AB} = - (V_B - V_A)$$

$$U_{AB} = - U_{BA} \quad (1-7)$$

即改变电压的始点与终点的顺序时，两点之间的电压绝对值不变，但其正负号相反。

四、电压的实际方向

两点之间电压的实际方向规定为由高电位端（标“+”号表示）指向低电位端（标“-”号表示），即电位降低的方向。

电压的实际方向有三种表示方法（如图 1-3 所示）：一种是在电路图上电压符号 U 旁加一实线箭头表示实际方向，若箭头方向由 A 指向 B，按规定箭头 A 端电位高于 B 端；另一种是电压符号的右下角用双下标表示，如电压 U_{AB} 表示这电压的方向从第一下标（始点）指向第二下标

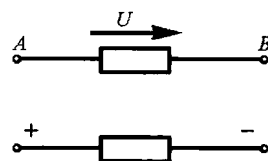


图 1-3 电压实际方向的表示

第三种是在元件或电路的两端标明“+”和“-”极性，电压的方向就是由正极指向负极的方向。

例 如图 1-4 所示的电路中， $U = 6V$ ，求 V_a 和 V_b 。

(1) 以电路中 b 点为参考点；

(2) 以电路中 a 点为参考点。

解：(1) 以 b 点为参考点，

$$V_b = 0$$

$$\text{因 } U = V_a - V_b$$

$$V_a = U + V_b = 6 \text{ V}$$

(2) 以 a 点为参考点，

$$V_a = 0$$

$$\text{因 } U = V_a - V_b$$

$$V_b = V_a - U = -6 \text{ V}$$

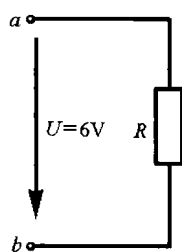


图 1-4 电位的计算

因参考点的选择不同，电路中某点的电位就有不同的数值。

电压 U 的数值仅与始点和终点的电位有关，与参考点的选取无关，也与由 a 到 b 点的路径无关。掌握这两点对电路中任意两点之间电压的计算很有用处。

练习 1-2

1-2-1 什么叫电压和电位？为什么在电路分析中还要引进电位这个概念呢？

1-2-2 在同一电路中，当选择电位的参考点不同时，对计算任一点的电位和任两点的电压有何影响？

1-2-3 直流电路中，电压的实际方向规定为_____电位处指向_____电位处。

1-2-4 电荷量为 $6 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的电荷，在电场中从 M 点移到 N 点，电场力做功为 $3 \times 10^{-3} \text{ J}$ ，那么 M, N 两点的电压为_____ V 。

1-2-5 有一个带电的平行板电容器， A, B 两板间的电压为 60 V ，有一个 $q = 5 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的电荷在电场力作用下从正极板移到负极板，那么电场力做了_____ J 的功。

第三节 电容器及其电场能量

一、电容器及其电容

被一层绝缘材料隔开的两个导体的组合，叫做电容器，组成电容器的两个导体叫做极板，中间的绝缘材料是某一种电介质。常见的电容器的电介质有空气、纸、云母、塑料薄膜和陶瓷等。

如果把电容器的两个极板分别接到直流电源的两端，如图 1-5 所示，这时两极板间便有恒定电压 U 。在电场力作用下，驱使自由电子运动，与电源正极相连的极板失去电子而带正电荷，与电源负极相连的极板得到电子而带负电荷。从而使两个极板分别带上数量相等、符号相反的电荷。此后在直流电路中，由于储存在极板上的电

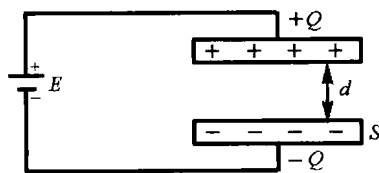


图 1-5 通电后的电容器

量及电介质中的电场，都不随时间变化，导线中没有电荷移动，故电容元件对直流电相当于开路。实践证明，对于某一电容器来说，其中任一极板所储存的电荷量与加在两极板间的电压的比值是一个常数。对于不同的电容器，这一比值就不相同。为了衡量电容器本身储存电荷的本领，我们引入电容这个物理量。

电容器任一极板上所带的电荷量（即电容器所带电荷量） Q 与两极板间的电压 U 的比值叫做电容器的电容，用字母 C 表示。即

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-8)$$

式中： Q ——任一极板上的电荷量，单位为 C ；

U ——两极板间的电压，单位为 V ；

C ——电容，单位为 F （法拉）。