

中等专业学校试用教材

非电专业少学时通用

电 工 学

(第 四 版)

徐 国 和 编

高 等 教 育 出 版 社

中等专业学校试用教材

非电专业少学时通用

电 工 学

(第四版)

徐国和 编

学 工 电

成 册

第 四 版

高 等 教 育 出 版 社

中等专业学校试用教材

非电专业少学时通用

电 工 学

(第四版)

徐国和 编

中等专业学校试用教材

非电专业少学时通用

电 工 学

(第四版)

徐国和 编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

浙江洛舍印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 28.25 字数 644,000

1985年10月第4版 1988年8月第7次印刷

印数 97,001—186,591

ISBN 7-04-001762-8/TM·91

定价 5.50 元

前 言

本书是根据教育部颁发的中等专业学校非电专业120学时《电工学教学大纲》(试行草案),在泸州化工专科学校等编周广祜主编《电工学》(1978年修订本)的基础上重新修订和编写的。该大纲是教育部1983年7月在安徽黄山召开的中专非电专业施工学(少学时)教学大纲审订会议上通过的,已由高等教育出版社出版,新华书店发行。

本书按照教学大纲的基本要求,精选教学内容,力求深浅适宜,主次明确,详略恰当。在教材总体结构上注意了加强系统性,前后呼应,自成一体;务求概念清楚,说理明白,适合中学教学。工业电子学部分,掌握“以定性分析为主,辅以定量分析”的原则,定量分析的目的并不在于熟练计算,而在于深化定性分析;这样能使教材取舍比较得当、重点比较突出。本书注意了理论联系实际;同时指导学生使之有正确的思维方法。在某些问题的引出和阐述中,适当分散难点,使学生易于接受。文字上既注意了语言的简练和科学性,又力求深入浅出,通顺易懂,便于自学。

本书每章之后附有小结和思考题,希望能帮助读者在复习总结中获得新的心得体会。各章均安排了较多的习题,尽量使得每讲授一次课之后都有可以布置的习题,以保持学生课外作业的均衡性;重点内容的习题尤多,可供教师选用,有些作为课后作业或预习作业,有些可以作为课堂练习或讲授例题。有些思考题也可用作课外作业或课堂提问。少数习题和思考题注有“*”号;或因属于选讲内容,或因题目较难,供读者选做。

教学大纲中,将非电专业大致分为两类:(1)生产工艺或机械设备类;(2)分析检测类。大纲中规定分析检测类专业对工业电子学一般应有较高的要求,而对电机及拖动部分的要求可以降低。为此,本书按照教学大纲的规定,兼顾了这两类专业不同要求。采用本书作为教材时,请结合专业实际情况,根据教学大纲的要求,适当取舍教学内容。本书注有“*”的节或段,一般是供选讲、选读的内容。

本课程总学时定为120学时,其中实验应保证在20%,即24学时。各部分学时(包括实验)大致分配如下,以供参考:

专 业 性 质	生产工艺或机械设备类专业	分析检测类专业
电工基础部分	38	38
电机及拖动部分	32	12
工业电子学部分	50	70

本书由兰州化工学校徐国和编写。由黄河水利学校李太广主审。在南昌和兰州先后两次召开审稿会议,审稿会由陕西化工学校刘思恭和主审人主持,参加审稿会的有:陕西化工学校江璉、吉林冶金电气化学校汪洲、武汉水运工业学校张友汉、广东石油学校李强辉、北京化学学

校张汉英、河北化工学校罗挺前、太原化工学校吴兆彭、泸州化工学校屈义襄、安徽化工学校邱贤枫、江西化工学校王仪林和徐志超，以及高等教育出版社的有关同志；此外，河北纺织工业学校詹子龄仔细审阅了油印书稿，寄来了详尽的书面意见。习题答案由罗挺前、张汉英、李太广、屈义襄、王仪林、李强辉、张友汉、徐国和燕人分工做。书中插图由安徽化工学校吴祚武和兰州化工学校周士瑞绘制。

本书在编审过程中,承蒙化工部教育司中专处以及黄河水利学校、安徽化工学校、江西化工学校、陕西化工学校、兰州化工学校以及高等教育出版社电工编辑室等有关方面的领导和同志们的全力支持、帮助和指导,编者谨此表示衷心的感谢。

编者的思想与业务水平有限,时间也比较仓促,书中难免有错误与不妥之处。殷切期望使用本书的广大师生和读者不吝批评指正,请将意见随时函告,以便加强联系和今后修订时改进。

編者

1984年12月

目 录

前言

绪论	1
第一章 直流电路	3
1-1 电流和电路	3
1-2 电动势·电压和电位	4
1-3 电阻·欧姆定律	6
1-4 电功率和电能	10
1-5 电气设备的额定值	13
1-6 电路的工作状态	15
1-7 电阻的串联分压和并联分流	17
1-8 克希荷夫定律	23
1-9 电路中电位的计算	27
1-10 等效电源定理	28
1-11 电压源与电流源的等效互换	30
1-12 直流电桥	33
*1-13 电位差计	35
小结	36
思考题	37
习题	40
第二章 电磁	43
2-1 概述	43
2-2 电流的磁场	44
2-3 磁场对载流导体的作用·磁感应和磁通	46
2-4 磁导率	47
2-5 铁磁物质的磁化和反复磁化	49
2-6 简单磁路的概念	51
2-7 直流电磁铁	52
2-8 电磁感应	53
2-9 自感	56
*2-10 互感	57
2-11 涡流	58
小结	59
思考题	61
习题	62
第三章 单相交流电路	64
3-1 概述	64

3-2 正弦电动势的产生	65
3-3 相位与相位差	69
3-4 正弦量的矢量图示法	71
3-5 正弦量的相加和相减	73
3-6 交流电的有效值	75
3-7 交流电路中的三种基本元件·电容器的充放电	76
3-8 纯电阻电路	83
3-9 纯电感电路	85
3-10 电阻与电感串联的交流电路	87
3-11 纯电容电路	95
3-12 电阻与电容串联的交流电路	97
3-13 电阻、电感与电容串联电路·串联谐振	99
3-14 线圈与电容器并联的电路	103
3-15 并联谐振	106
*3-16 具有铁芯线圈的交流电路	109
小结	111
思考题	114
习题	115
第四章 三相交流电路	118
4-1 概述	118
4-2 三相对称电动势的产生	118
4-3 三相电源的连接	119
4-4 负载的星形连接及中线的作用	121
4-5 负载的三角形连接	124
4-6 三相电功率	125
小结	127
思考题	128
习题	129
第五章 变压器	131
5-1 概述·变压器的基本构造	131
5-2 变压器的空载运行	132
5-3 变压器的有载运行	134
5-4 变压器的功率和效率	136
5-5 三相变压器	137
5-6 自耦变压器	138
5-7 多绕组变压器	139
*5-8 电焊变压器	140
小结	141
思考题	142
习题	142
第六章 交流电动机	143
6-1 概述	143

6-2	三相异步电动机的基本构造	143
6-3	旋转磁场的产生	145
6-4	异步电动机的运转原理	148
6-5	转差率	149
6-6	异步电动机的工作过程·转子各量与转差率的关系	150
6-7	异步电动机的转矩和转矩特性	152
6-8	异步电动机的起动	156
6-9	异步电动机的调速、制动和反转	160
6-10	异步电动机的功率损耗和效率	162
6-11	三相异步电动机的铭牌和型号	163
6-12	三相异步电动机的常见故障和维护	164
6-13	单相异步电动机	165
6-14	可逆电动机	169
*6-15	三相同步电动机	170
*6-16	微型同步电动机	172
	小结	179
	思考题	175
	习题	176
第七章	直流电机	178
7-1	概述	178
7-2	直流电机的基本原理	178
7-3	直流电机的基本构造	182
7-4	直流电机按励磁方式分类	184
*7-5	并励直流发电机	185
7-6	直流电动机的工作过程	186
7-7	并励电动机的机械特性	187
*7-8	串励电动机的机械特性	188
7-9	直流电动机的起动、调速和反转	189
	小结	190
	思考题	192
	习题	192
第八章	电力拖动	194
8-1	概述	194
8-2	电动机的温升和额定功率	194
8-3	电动机运行方式的分类	196
8-4	选择电动机的一般原则	196
8-5	常用的低压控制与保护电器	198
8-6	鼠笼式异步电动机的接触控制	205
8-7	鼠笼式异步电动机的自动控制	210
8-8	安全用电	214
8-9	节约用电	217
	小结	218

思考题	219
习题	219
第九章 晶体二极管和三极管	221
9-1 概述	221
9-2 半导体基本知识·PN结	221
9-3 晶体二极管	225
9-4 晶体三极管的结构及放大作用	226
9-5 晶体三极管的特性曲线	230
9-6 晶体三极管的主要参数	233
9-7 用万用表测试晶体二极管、三极管的方法	235
9-8 国产半导体器件的型号命名法	237
小结	239
思考题	240
习题	241
第十章 晶体管放大器	243
10-1 概述	243
10-2 基本放大电路的组成和工作原理	243
10-3 放大器的图解分析法	248
10-4 交流负载线	252
10-5 放大器的简化微变等效电路法	253
10-6 静态工作点的设置与稳定	256
10-7 多级电压放大器	261
10-8 放大器中的负反馈	265
10-9 功率放大器	272
10-10 直流放大器	279
*10-11 运算放大器	287
小结	290
思考题	293
习题	296
第十一章 正弦波振荡器	301
11-1 概述	301
11-2 自激振荡和选频放大	301
11-3 LC 正弦波振荡器	306
*11-4 RC 正弦波振荡器	308
小结	311
思考题	312
习题	313
第十二章 晶体管直流稳压电源	315
12-1 概述	315
12-2 单相整流电路	315
12-3 滤波电路	320

12-4 硅稳压管及其稳压电路	325
12-5 串联型晶体管稳压电源	329
12-6 提高稳压电源性能的措施	332
小结	335
思考题	336
习题	338
第十三章 晶闸管及其应用	340
13-1 晶闸管	340
13-2 可控整流电路	343
13-3 晶闸管的触发电路	347
13-4 晶闸管交流调压	352
小结	353
思考题	354
习题	354
第十四章 脉冲与数字电路	356
14-1 概述	356
14-2 半导体开关电路	357
14-3 逻辑门电路	360
14-4 双稳态触发器	364
14-5 射极耦合双稳态触发器	369
14-6 单稳态触发器	372
14-7 无稳态触发器	373
14-8 TTL“与非”门集成电路	376
14-9 集成电路触发器	378
14-10 计数器	382
14-11 译码器与数码显示	389
小结	390
思考题	392
习题	393
第十五章 应用实例和阅图方法	396
15-1 阅图方法	396
15-2 线绕式电动机起动的自动控制线路	397
15-3 直流电动机的自动控制与晶闸管调速	399
15-4 无触点控制元件及其应用	402
15-5 气相色谱仪中的温度控制线路	404
15-6 JF-12型晶体管放大器	405
小结	409
思考题	410
习题	410
附录一 电阻器标称阻值系列和电容器标称容量系列	413

附录二 常用半导体器件的主要参数	414
本书采用的文字符号说明	419
主要参考书目	425
习题答案	426
名词索引	431

绪 论

一、电能的应用和特点

在现代工业、农业、交通、通讯、国防以及日常生活中,电能得到日益广泛的应用。电气化的程度,已成为衡量一个国家生产技术水平的主要标志之一。

电能之所以得到如此广泛的应用,是由于它具有下列几个重要特点:

1. 转换容易。电能可以很方便地由水能、热能、化学能、原子能等转换而来,成为廉价的动力来源;同时电能又很容易转换成我们所需要的其它各种形式的能量,例如机械能、热能、光能、化学能等等,以应用于不同的场合。
2. 输送经济,分配方便。高电压远距离输送电能时,损失小,效率高,因而可以充分地利用各种动力资源。同时电能也很容易分配到各个用电设备上去。
3. 控制、测量迅速而准确。这是自动化生产不可缺少的条件。
4. 能以电磁波的形式在空间传播。

二、应用电信号模拟与处理各种信息

电的应用有两大方面:一是作为能量来应用;另一是作为信息来应用,即电信号(通常把电压、电流等电量的变化统称为电信号)。

随着生产和科学技术的高度发展,要求人们能够迅速而准确地计算和处理日益繁多的各种数据和信息。电子计算机就是应用电信号来模拟、存贮、传送、处理和控制在生产与生活中普及运用电子计算机和发展人工智能,开拓了广阔的道路。

三、电气化对我国社会主义建设的作用

列宁有一句名言:“共产主义就是苏维埃政权加全国电气化。”^①

我国建国以来,党和政府十分重视电气事业的发展,电气工业体系已初步建成,产品的种类和数量日益增多,质量普遍提高。发电量逐年增长,现在几天的发电量就相当于1949年全年的发电量。300 MW 双水内冷发电机的制成;刘家峡、葛洲坝等大型水电站的建设;500 kV 超高压输电线路的架设并跨越长江;试验通讯卫星的发射成功;银河巨型电子计算机的研制成功;微型计算机的逐步推广普及等等;标志着我国电气事业正以雄健的步伐向世界先进行列迈进。

电气化是生产过程自动化的前提,而实现自动化则可大大提高劳动生产率,提高产品质量,改善劳动条件和减轻劳动强度。电气化对科学研究和文化教育的发展也起着有力的推动

^① 引自列宁:《关于人民委员会工作的报告》(《列宁全集》第31卷第441~470页)

作用。因此,电气化对于加速我国社会主义建设,实现四个现代化,具有重大的意义。

四、学习电工学的目的和方法

电工学是研究电磁现象、运动规律及其应用的科学。

电工学是一门技术基础课程,它的内容包括电工基础、电机与电力拖动以及工业电子学等。

非电专业设置电工学课程的目的是:使学生在已有的物理知识的基础上,掌握电工与电子技术的基本理论知识,初步受到计算和实验技能的训练,并能正确使用本专业生产中常见的各种电气设备,为学习专业课程、从事工程技术工作以及进一步提高打下必要的基础。

电工学是一门理论性和系统性较强,而且和生产实际有密切联系的课程,因此在学习应注意以下几点:

1. 要牢固地掌握基础理论知识,必须循序渐进地、系统地学习。对抽象的概念要弄清它的物理意义,在进行数学推导和计算时,要注意掌握推导的物理基础及分析方法,不要死记硬背。

2. 要把理论与实际紧密结合起来,联系实际来思考理论问题。在学习电工、电子技术的应用部分时,要避免只注意实际而忽视理论的倾向。必须重视实验,通过实验巩固所学的理论,并学会一些基本的电工操作技能。

3. 要掌握好重点。对于教学大纲中规定的“三基”内容,即一个非电专业的工程技术人员必须具备的电气知识,要切实掌握;在这个共同的基础上,再结合专业需要学习有关的某些内容。也就是说,首先要注重通用性,然后才能有一定的针对性。

4. 通过习题课、课外作业、实验报告等,掌握必要的电工计算技能和熟悉电路分析的基本方法。

第一章 直 流 电 路

1-1 电 流 和 电 路

电气设备的运行,都是靠电流的作用。为了获得电流,就要构成电路。简单地说,电路就是电流通过的路径。

电流可分为直流与交流两种。方向保持不变的电流称为直流电流,通称直流。方向与大小都保持不变的电流称为恒定电流,通常也简称为直流。方向与大小随时间作周期性变化而且在一周期内的平均值等于零的电流称为交变电流,通称交流。本章讨论的直流电路,是指电路中通过恒定电流。

为了说明电路的基本组成,我们以图 1-1 所示的最简单的电路为例,它是由干电池、小灯泡、连接导线和开关所构成的。开关闭合时,灯泡就会发光,这是由于在这个闭合电路中有电流流动的缘故。可见,电路必须由下述几部分组成:

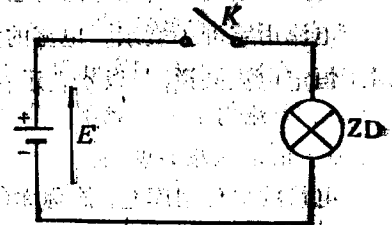


图 1-1 简单的直流电路

1. 电源

电源是电路中电能的来源,是把非电能转换为电能的设备。例如,发电机把机械能转换为电能;电池把化学能转换为电能。

2. 负载

负载就是各种用电设备。例如,电动机把电能转换为机械能;电炉把电能转换为热能;电灯把电能转换为光能。

3. 连接导线

把电源和负载连接成回路的导线,是用来传输电能的。最常用的导线是铜导线和铝导线。

4. 控制设备

为了便于控制用电,通常用开关来操纵电路的接通或断开。

我们常把负载、连接导线和开关统称为外电路;而把电源内部称为内电路。

要分清电源和负载的本质区别:在电路中把非电能变为电能的设备称为电源;而把电能变为非电能的设备称为负载。例如,将蓄电池与灯泡连接成电路时,蓄电池是电源;而为了使蓄电池充电,把它接到直流电源(充电设备)上,蓄电池将电能转变为化学能贮存起来,这时,蓄电池就成为负载了。

从物理学中知道,金属导线中的电流,是由带负电荷的自由电子定向移动而形成的,按理应当把电子流动的方向作为电流的方向。但是,历史上习惯地把正电荷移动的方向作为电流的方向,这对分析电工问题并无妨碍。所以大家约定:正电荷移动的方向就作为电流的实际方向。即,在外电路中电流从电源的正极流向负极;而在内电路中(即电源内部),电流从电源的

负极流向正极。

在简单电路中, 电流的实际方向容易按电源的极性来判定。但比较复杂的电路中电流的方向, 往往难于直观判断。为了分析计算电路的需要, 我们引入参考正方向的概念。

电流在导体中流动的实际方向有两种可能, 任意选取其中一个方向作为参考标准, 我们称之为参考正方向, 又叫假定正方向, 或简称为正方向。设电路中某一未知电流的正方向已经选定, 如果求得此电流为正值, 就说明电流的实际方向与选定的正方向相符; 若求得此电流为负值, 就说明电流的实际方向与选定的正方向相反。可见, 电流的正方向是预先任意标定的, 正方向一经标定, 电流值的正负也随之确定; 若不标定正方向, 讨论电流值的正负便没有意义了。

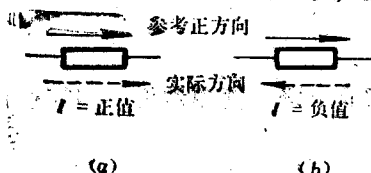


图 1-2 参考正方向

如图 1-2 所示, 实线箭头表示电流的参考正方向, 虚线箭头表示电流的实际方向。可知, 图(a)电流为正值; 图(b)电流为负值。

若某一电流的实际方向为已知, 一般就可选定该实际方向为正方向。

电流用字母 I 表示。电流的大小是以单位时间内通过导体横截面的电量多少来衡量的。对于恒定电流来说, 若以 q 表示在时间 t 内通过导体截面上的总电量, 则电流的大小为

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

电量的单位用库仑, 简称库(C), 时间的单位用秒(s), 则电流的单位为安培, 简称安(A)。导体横截面上每秒有 1 库电量通过, 就称为 1 安的电流。

电流很小时, 用毫安(mA)或微安(μ A)作单位:

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}, \quad 1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

有时还要用到所谓电流密度这个物理量。我们把在单位时间内通过导体横截面上单位面积的电量多少称为电流密度, 用字母 J 表示:

$$J = \frac{I}{S} \quad (1-2)$$

式中 S 表示导体横截面的面积。若 S 用平方米(m^2)作单位, I 用安(A)作单位, 则 J 的单位应为安每平方米(A/m^2)。

1-2 电动势·电压和电位

由物理学中知道, 静电场中各点都具有一定的电位, 一旦选定了参考点(即零电位点), 电场中各点的电位就都有了确定的值。设电场中某点 A 的电位为 V_A , 则一个位于 A 点的点电荷 q 就具有电能

$$W_A = qV_A \quad (1-3)$$

而电场中 A 、 B 两点间的电位差——即电压, 就等于

$$U_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_A}{q} - \frac{W_B}{q} = \frac{W_A - W_B}{q} = \frac{W_{AB}}{q} \quad (1-4)$$

式中 W_{AB} 表示静电力把电荷 q 从 A 点移到 B 点时所做的功, 也就是电荷 q 的位置变化时, 其电势能的变化量。若 q 为正电荷, 且 $V_A > V_B$, 则 $W_{AB} > 0$; 若 q 为负电荷, 而 $V_A < V_B$, 则 $W_{AB} < 0$ 。这就是说, 在静电力作用下, 自由正电荷从高电位处移到低电位处, 这时静电力作正功。反之, 在外力(非静电力)作用下, 自由正电荷从低电位处移到高电位处, 这时静电力作负功, 即外力反抗静电力做功。

上面的论述不仅适用于电场, 同样也适用于电路。在图 1-1 所示的简单电路中, 电源的正极电位最高, 负极电位最低。电源两极间的电位差是怎样形成的呢? 在电源内部存在着一种非静电力称为电源力, 电源力能使电源内部导体中的正负电荷分离, 分别推向两极, 一极累积一定量的正电荷, 另一极累积一定量的负电荷, 从而形成电源的正、负两极, 两极间具有一定的电位差。电源的电动势, 在数值上等于电源力把单位正电荷从电源负极, 经过电源内部移到电源正极所作的功; 它也就等于电源两极间开路(外电路不接通)时的电位差。电动势用字母 E 表示:

$$E = \frac{W}{q} \quad (1-5)$$

式中 W 是电源力把正电荷 q 从负极经电源内部移到正极所作的功。电动势的单位与电压、电位的单位一样, 都是焦耳每库仑(J/C), 称为伏特, 简称伏(V)。较小或较大的单位是

$$1 \text{ 毫伏(mV)} = 10^{-3} \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 10^3 \text{ 伏(V)}$$

当外电路断开时, 电源力在电源内分离电荷做功的过程并不是持续不断地一直进行下去, 这是因为, 电源两极正负电荷形成了电场, 当电场力达到足以与电源力相平衡时, 电源力就不能继续分离电荷做功了。可是, 一旦外电路接通, 情况就有了变化, 这时, 正电荷在电场力作用下从电源正极经过外电路移到负极, 于是, 随着电源两极正负电荷的减少, 电场力相应地减小, 电源力又占优势, 它又可将正电荷从负极经电源内部移到正极了, 这恰好补充了从正极经外电路流向负极的正电荷。综上所述, 把内外电路结合起来看, 存在着一种动态平衡, 这个动态平衡过程, 就是在电路中由于电源的作用而产生并维持电流的过程; 也就是在电源内非电能变成电能, 而这些电能又在全电路中变成非电能的过程。

现在我们来讲述一个重要的基本概念——电路中的能量转换与电位变化之间有着紧密的联系。

当电路接通处于动态平衡时, 电路中存在着两个相反的能量转换过程: 一方面是非电能变为电能, 内电路一定有一个与之相应的电位升(电源电动势), 即电流实际方向是由低电位(负极)指向高电位(正极); 另一方面是电能变为非电能, 外电路一定有一个与之相应的电位降(也称电压降), 即电流实际方向是由高电位指向低电位。

以图 1-1 所示电路为例, 干电池的电动势 E 是由于化学能变为电能而产生的相应的电位升; 灯泡把电能变成光能和热能, 灯泡两端就有一个相应的电压降(记作 U_1), 电流入端的电位高, 电流出端的电位低。同时, 连接导线上以及内电路中也都有一个小部分电流能量变成无用的热能而损失掉, 所以在连接导线上和内电路中也都有少量的电压降(依次记作 U_2 和 U_0)。根据能量守恒原理,

非电能变成的电流能量(W)=电流能量变成的非电能(ΣW_z)。

两边除以 q , 即可得出

$$E = U_0 + U_1 + U_2 \quad (1-6)$$

若将灯泡换成直流电动机, 那么, U_1 就是由于电流能量变成机械能和少许热能而产生的电压降了。

我们常将外电路上的总电压降称为路端电压, 记作 U , 则

$$E = U_0 + U \quad (1-7)$$

式中 U_0 是内电路中的电压降, 称为内部电压降。可见, 电流能量转换为非电能是在全电路上发生的, 而且 $E > U$, 仅在开路时才有 $E = U$ 。

电动势(电位升)的方向规定由电源负极指向正极, 即由低电位端指向高电位端, 即电位升高的方向。

电压(电位降)的方向规定由高电位端, 指向低电位端, 即电位降落的方向。

同电流一样, 电动势和电压的参考正方向也都可以预先任意选取。当实际方向与参考正方向一致时, 电动势或电压为正值; 反之, 为负值。

电路中各点电位是相对的物理量, 若不选定参考点, 就只能比较两点的电位高低, 而无从确定各点的电位值。参考点的电位通常规定为零, 所以参考点又叫零电位点。零电位点可以



图 1-3 接地与接公共点
(或接机壳)的表示符号

(a) 接地; (b) 接公共点
或接机壳

任意选定, 但为了统一, 习惯上取大地为参考点, 即认为大地的电位为零, 这是因为大地容纳电荷的能力非常大, 它的电位稳定, 不受局部电荷量变化的影响。这个道理, 与地理上计算高度常选定海平面为起点是相似的。

在电子线路中常取公共点或机壳作为电位的参考点。

接地与接公共点(或接机壳)的表示符号如图 1-3 所示。

应当指出, 电路中任意两点间的电压值与参考点的选择无关。

1-3 电阻·欧姆定律

1. 电阻

电流通过任何物质都会遇到或大或小的阻碍, 电阻就是用来表示这种阻碍作用大小的物理量。从物理学中知道, 金属导体的电阻是由于自由电子定向运动时与导体中的正离子碰撞而形成的。

我们把加在导体两端的电压和流过该导体的电流的比值称为该导体的电阻, 用 R 或 r 表示。电阻的单位是欧姆, 简称欧(Ω)。

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

较大的电阻可用千欧($k\Omega$)或兆欧($M\Omega$)作单位。

$$1k\Omega = 10^3\Omega, \quad 1M\Omega = 10^6\Omega$$