

电子类

一招鲜

DIANZI
ZHUANGPEIGONG RUMEN

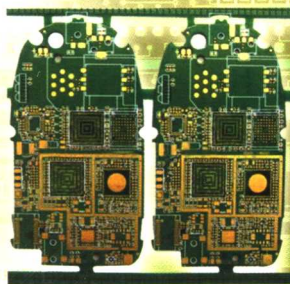
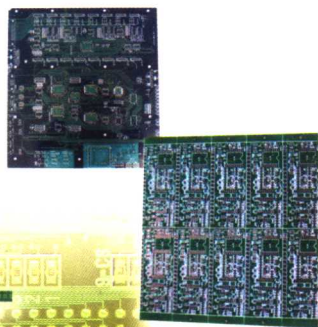
就业技术速成丛书



电子 装配工入门

程美玲 房磊 编著

适合培训·便于自学



一招鲜·就业技术速成丛书

电子装配工入门

程美玲 房 磊 编著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子装配工入门/程美玲,房磊编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2007.3

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 978-7-5337-3747-4

I. 电… II. ①程…②房… III. 电子设备-装配
IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019702 号

电子装配工入门

程美玲 房磊 编著

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 倪颖生

封面设计: 冯 劲

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市跃进路 1 号, 邮编: 230063)

电 话: (0551)2833431

网 址: www.ahstp.com.cn

E - mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥华星印务有限责任公司印刷

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 12.5

字 数: 300 千

版 次: 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 5 000

定 价: 19.80 元

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 石伟平

副主编 张能武 徐 森

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	刘春玲	汪立亮
张志刚	张 军	张能武	李春亮	苏本杰
季明善	杨昌明	杨奉涛	罗中华	夏红民
徐 森	黄 芸	程美玲	程国元	满维龙
戴胡斌				

前 言

当前,电子产品与人们的生活已经密不可分,大到国防、航天,小到半导体收音机、手机,电子产品已成为人们生活中不可或缺的部分。随着我们对电子产品的需求量越来越大,不可避免地需要大量的电子装接与调试的技术人员。本书正是针对培养电子产品的装接技术工,根据中华人民共和国劳动部颁发的《电子装接工考试标准》的初级和中级工而编写的。本书“以实用为基础,以理论为前提”,“以技能训练为主导,以技能鉴定为背景”,系统地介绍了电子电工及无线电基础知识、装接的基本方法和技巧及相关仪器仪表的使用方法,并用相应的实例进一步培养大家的实战能力。

本书由程美玲同志主编,参加编写人员主要有房磊、吴亚杰、杨万利、余莉、郭永清、黄伟民、励凌峰、王文荻、陈玲玲、王亚龙、李茵、崔俊、金英等同志。全书最后由徐森同志统编。本书在编写过程中引用了大量的国内外有关出版书籍及产品样本中的数据、资料和项目等,在此谨向有关作者、厂家和科研单位表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 电工电子基础篇	1
第一章 电工基础知识	1
第一节 电路的基本物理量	1
第二节 直流电路	7
第三节 电磁学原理	16
第四节 正弦交流电路	24
第五节 三相正弦电路	31
第六节 安全用电知识	39
第二章 电子电路基础	47
第一节 谐振电路	47
第二节 模拟电路	50
第三节 脉冲电路	70
第四节 数字电路	81
第三章 电子测量技术	97
第一节 误差的基本概念	97
第二节 万用表	102
第三节 示波器	112
第四节 信号发生器	115
第五节 兆欧表与晶体管直流参数测试表	123
第六节 万用电桥	125
第七节 其他检测工具	127
第四章 常用电子元器件	130
第一节 常用电子元件	130
第二节 常用电子器件	175

第二篇 焊接、装配技术篇	190
第五章 电子装配工艺基础	190
第一节 常用工具与材料	190
第二节 装配中的加工工艺	210
第三节 装配中的安装工艺	222
第六章 电子焊接技术	234
第一节 焊接的概念	234
第二节 手工焊接工具	236
第三节 焊接材料	240
第四节 手工锡焊技术	249
第五节 工业生产中的焊接	281
第七章 表面安装技术	293
第一节 概述	293
第二节 表面安装元器件	301
第三节 表面安装设备	312
第八章 电子产品工艺流程与文件	318
第一节 电子产品工艺流程	318
第二节 电子产品工艺文件	320
第三节 设计文件	324
第四节 产品设计图	332
第五节 工艺图	343
第九章 整机装配技术	354
第一节 概述	354
第二节 整机装配	355
第三节 装配调试	372
第四节 装配检验	382
第五节 整机装配实例	390
参考文献	394

第一篇 电工电子基础篇

第一章 电工基础知识

第一节 电路的基本物理量

电路分析中常用到电流、电压、电动势、电位、功率等物理量,本节对这些物理量以及与它们有关的概念进行简要说明。

一、电流、电压及其参考方向

带电粒子的定向移动形成了电流。单位时间内通过导体截面的电荷量定义为电流强度,并用它来衡量电流的大小。电流强度简称为电流,用 I 表示,根据定义有

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

式中 dq 为导体截面中在 dt 时间内通过的电荷量。国际单位制(SI)中,电荷量的单位为库仑(C);时间单位为秒(s);电流单位为安培,简称安(A)。有时还用千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等单位。

习惯上将正电荷移动的方向规定为电流的方向。

当电流的大小和方向不随时间而变化时,就称为直流电流,简称直流(DC)。以后对不随时间变化的物理量都用大写字母来表示,即在直流时,式(1-1)应写为

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-2)$$

电荷在电路中运动。必定受到力的作用,也就是说力对电荷做了功。为了衡量其做功的能力,引入“电压”这一物理量,并定义:电场力把单位正电荷从 A 点移动到 B 点所做的功称为 A 点到 B 点间的电压,用 U_{AB} 表示。即

$$U_{AB} = \frac{dW_{AB}}{dq} \quad (1-3)$$

式中, dW_{AB} 表示电场力将 dq 的正电荷从 A 点移动到 B 点所做的功,单位为焦耳(J);电压单位为伏特,简称伏(V)。有时还用千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)等单位。

直流时,式(1-3)应写为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1-4)$$

由电压的定义可见,如果正电荷从 A 点移动到 B 点是电场力做功,那么正电荷 B 点移到 A 点必定有一种外力在克服电场力做功,或者说电场力做了负功,即 $dW_{AB} = -dW_{BA}$,则 $U_{AB} = -U_{BA}$ 。这说明,对两点间的电压必须分清起点和终点,也就是说电压也有方向的。电压的方向是电场力移动正电荷的方向。

以上对电流、电压规定的方向,是电路中客观存在的,称为实际方向,对于一些十分简单的电路是可以直观地确定的。但在分析计算比较复杂一些的电路时,往往很难一下就能判断出某一元件或某一段电路上电流或电压的实际方向,而对那些大小和方向都随时间而变化的电流或电压,要在电路中标出它们的实际方向就更不方便了。为此,在分析计算电路时采用标定“参考方向”的方法。

参考方向是人们任意选定的一个方向。例如对于图 1-1(a)、(b)所示某电路中的一个元件,其电流的实际方向虽然事先不知,但它只有两种可能,不是从 A 流向 B,就是从 B 流向 A。可以任意选定一个作为参考方向并用箭头标出。如图中选定的参考方向是从 A 流向 B 的,该方向与实际方向不一定一致。这时,将电流用一个代数量来表示,若 $I > 0$,则说明电流的实际方向与参考方向是一致的,

如图 1-1(a) 所示, 若 $I < 0$, 则表明电流的实际方向与参考方向不一致, 如图 1-1(b) 所示。于是在选定的参考方向下, 电流值的正、负就反映了它的实际方向。

同样道理, 电路中两点间的电压也可任意选定一个参考方向, 并由参考方向和电压值的正、负来反映该电压的实际方向。

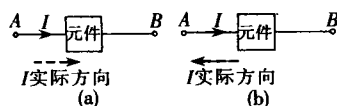


图 1-1 电流的参考方向与实际方向的关系

电压的参考方向可以用一个箭头表示, 如图 1-2(a) 所示; 也可以用正(+)、负(-)极性表示, 称为参考极性, 如图 1-2(b) 所示; 另外还可以用双下标表示, 例如, U_{AB} 表示 A、B 两点间电压的参考方向是从 A 指向 B 的。以上几种表示方法只需任选一种标出即可。

在以后的电路分析中, 完全不必先去考虑各电流、电压的实际方向究竟如何, 而应首先在电路图中标定它们的参考方向, 然后根据参考方向列写有关电路方程, 计算结果的正负值与标定的参考方向就反映了它们的实际方向。图中也就不需再标出实际方向。参考方向一经选定, 在分析电路的过程中就不再变动。

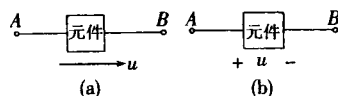


图 1-2 电压的参考方向与参考极性的表示方法

对于同一个元件或同一段电路上的电压和电流的参考方向, 彼此原是可以独立无关地任意选定的, 但为方便起见, 习惯上常将电压和电流的参考方向选得一致, 称其为关联的参考方向。为简单明了, 一般情况下, 只需标出电压或电流中的某一个的参考方向, 这就意味着另一个选定的是与之相关联的参考方向。

参考方向并不是一个抽象的概念, 在用磁电系电流表测量电路中的电流时, 该表带有“+”“-”标记的两个端钮, 事实上就已为被测

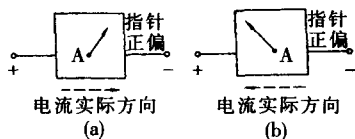


图 1-3 磁电系电流表与电流的方向

(a)所示;若电流的实际方向是由“-”端流入,“+”端流出,则指针反偏,电流为负值,如图 1-3(b)所示。

同样,磁电系电流表的“+”、“-”两端钮也为被测电压选定了参考极性。

二、电位

在电路中任选一点 O 作为参考点,则该电路中某一点 A 到参考点的电压就叫做 A 点的电位,用 U_A 表示。根据定义,有

$$U_A = U_{AO} \quad (1-5)$$

电位实质上就是电压,其单位也是伏特(V)。

电路参考点本身的电位为零,即 $U_O = 0$,所以参考点也称零电位点。

电路中除参考点外的其他各点的电位可能是正值,也可能是负值,某点电位比参考点高,则该点电位就是正值,反之则为负值。

以电路中的 O 点为参考点,则另两点 A 、 B 的电位分别为 $U_A = U_{AO}$, $U_B = U_{BO}$,它们分别表示电场力把单位正电荷从 A 点或 B 点移到 O 点所做的功,那么电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功即 U_{AB} ,就应该等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 O 点,再从 O 点移到 B 点所做的功的和,即

$$U_{AB} = U_{AO} + U_{OB} = U_{AO} - U_{BO}$$

或

$$U_{AB} = U_A - U_B \quad (1-6)$$

式(1-6)说明,电路中 A 点到 B 点的电压等于 A 点电位与 B 点电位的差,因此,电压又叫电位差。

参考点是可以任意选定的,一经选定,电路中其他各点的电位也就确定了。参考点选择的不同,电路中同一点的电位会随之而变,但

任两点的电位差即电压是不变的。

在电路中不指明参考点的电位是没有意义的。在一个电路系统中只能选一个参考点。至于选哪点为参考点,要根据分析问题的方便而定。在电子电路中常选一条特定的公共线作为参考点,这条公共线常是很多元件的汇集处且与机壳相连,因此在电子电路参考点用接机壳符号“⊥”表示。

三、电动势

图 1-4 所示有两个电极 A 和 B, A 带正电称正极, B 带负电称负极,在 A、B 间的电场中具有电场力。用导线把 A、B 两极连接起来,在电场力作用下,正电荷沿着导线

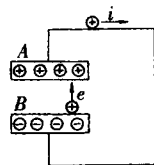


图 1-4 电源力做功的示意图

从 A 移到 B (实质上是导体中的自由电子在电场力作用下从 B 移到了 A), 形成了电流 i 。随着正电荷不断地从 A 移到 B, A、B 两极间的电场逐渐减弱, 以至消失, 这样, 导线中的电流也会减至零。为了维持连续不断的电流, 必须保持 A、B 间有一定的电位差, 即保持一定的电场。这就需要有一种力来克服电场力把正电荷不断地从 B 极移到 A 极去。电源就是能产生这种力的装置, 这种力称之为电源力。例如在发电机中, 导体在磁场中运动时, 就有磁场能转换为电源力; 在电池中, 就有化学能转换为电源力。

电源力把单位正电荷从电源的负极移到正极所做的功称为电源的电动势, 用 e 表示, 即

$$e = \frac{dw_{BA}}{dq} \quad (1-7)$$

式中, dw_{BA} 表示电源力将 dq 的正电荷从 B 移到 A 所做的功。显然, 电动势与电压有相同的单位伏特 (V)。

按照定义, 电动势的方向是电源力克服电场力移动正电荷的方向, 是从低电位到高电位的方向。对于一个电源设备, 例如干电池、若其电动势 e 及其两端钮间的电压 u 的参考方向选择相反, 如图 1-

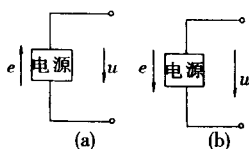


图 1-5 电源的电动势 e 与端电压 u

5 所示,那么当电源内部没有其他能量转换时,根据能量守恒原理,应有 $u=e$; 如果 e 和 u 的参考方向选择的相同,如图 1-5 所示,则 $u=e$ 或 $e=u$ 。

本书在以后论及电源时一

般用其端电压 u 来表述。

四、功率与电能

正电荷从电流的高电位端移到低电位端是电场力对正电荷做了功,该段电路吸收了电能;正电荷从电路的低电位端移到高电位端是外力克服电场力做了功,即这段电路将其他形式的能量转换成电能释放了出来。把单位时间内电路吸收或释放的电能定义为该电路的功率,用 p 表示,设在 dt 时间内电路转换的电能为 dW ,则

$$p = \frac{dW}{dt} \quad (1-8)$$

国际单位制中,功率的单位为瓦特,简称瓦(W)。此外还常用千瓦(kW)、毫瓦(mW)等单位。

对式(1-8)进一步推导可得

$$p = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-9)$$

即电路的功率等于该段电路的电压与电流的乘积。直流时,式(1-9)应写为

$$P = UI \quad (1-10)$$

一段电路,在 u 和 I 的关联参考方向下,若 $p > 0$,说明这段电路上电压和电流的实际方向是一致的,正电荷是在电场力作用下做了功,电路吸收了功率;若 $p < 0$,则这段电路上电压和电流的实际方向不一致,一定是外力克服电场力做了功,电路发出功率。在使用式(1-9)及式(1-10)时,必须注意 u 和 I 的关联参考方向及各数值的正、负号的含义。

根据能量守恒原理,一个电路中,一部分元件或电路发出的功率一定等于其他部分元件或电路吸收的功率。或者说,整个电路的功率是平衡的。

式(1-8)可写为 $dw = p dt$

在 t_0 到 t_1 的一段时间内,电路消耗的电能应为

$$W = \int_{t_0}^{t_1} p dt \quad (1-11)$$

直流时, p 为常量,则

$$W = P(t_1 - t_0) \quad (1-12)$$

国际单位制中,电能 W 的单位是焦耳(J),它表示功率为 1W 的用电设备在 1s 时间内所消耗的电能。实用中还常采用千瓦·时(kW·h)或称 1 度电的电能单位,即

$$1 \text{ 度电} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = (10^3 \times 3600) \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} \quad (1-13)$$

第二节 直 流 电 路

一、欧姆定律

1. 欧姆定律

在电阻电路中,流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,与电阻值成反比,这就是部分电路欧姆定律。

对图 1-6(a) 的电路,部分电路欧姆定律可用下式表示:

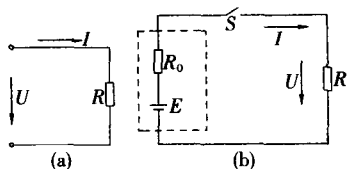


图 1-6 欧姆定律

$$I = U/R \quad (1-14)$$

式中, U 为电阻两端的电压值,单位为伏; I 为流过电路中电阻的电流值,单位为安; R 为导体的电阻值,单位为欧。

对图 1-6(b) 所示的闭合电路,通过回路的电流 I 与电源电动势 E 成正比,与回路中的总电阻(电源内阻 R_0 和外电路电阻 R 之和)成反比,这就是全电路欧姆定律。用公式表示为

$$I = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-15)$$

线性电阻元件组成的线性电路就是用欧姆定律来定义的,其伏安特性曲线($U-I$ 平面曲线)表现为一条过 0 点的直线。

2. 电路的工作状态

电路的工作状态有三种:有载工作状态、开路工作状态和短路工作状态。

(1) 有载工作状态

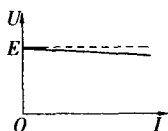
在图 1-6(b)所示电路中,若电源与负载连接在一起时就是电路的有载工作状态。此时电路中的电流 I 满足公式(1-15)。由此可见,在电动势 E 和内阻 R_0 一定的情况下,负载电阻 R 越小,回路中的电流 I 就越大。

负载两端的电压为

$$U = IR \quad (1-16)$$

将此式代入式(1-15),则得

$$U = E - IR_0 \quad (1-17)$$



由此可见,电源端电压 U 小于电动势 E ,两者之差等于电流 I 流过电源内阻 R_0 时产生的电压降。电源端电压 U 与负载电流 I 之间的关系曲线,称为电源的外特性曲线,如图 1-7 所示。

图 1-7 电源的外特性

根据负载的大小可分为满载、轻载、过载三种情况。负载在额定功率下的工作状态称为额定功率工作状态或满载;低于额定功率下的工作状态称为轻载;高于额定功率下的工作状态称为过载或超载。

(2) 开路工作状态

当图 1-6(b)所示电路的负载 R 脱离电源 E 时,就是开路(空载)工作状态。在开路状态时,外电路的电阻对电源来说为无穷大,因此,电路中的电流为零($I=0$),这时电源的端电压 $U=E$,电源不输出电能。

(3) 短路工作状态

当图 1-6(b) 所示电路的负载 $R=0$ 时, 就是短路工作状态。此状态下 $I=E/R_0$, 称为短路电流。由于 R_0 很小, 所以短路电流将很大, 可能使电路遭受机械和热的损伤或毁坏。这时电源的端电压 $U=0$, 电源所产生的电能全部被内阻所消耗。

短路通常是一种严重事故, 应尽力预防, 在维修的过程中也应尽力避免。

二、基尔霍夫定律

元件的伏安关系只描述了元件本身的电流、电压关系, 用来描述电路中各电流、电压之间关系的是基尔霍夫定律。基尔霍夫定律只与电路的结构有关, 而与元件的性质无关。

基尔霍夫定律是一切电路中电流、电压必然遵循的普遍规律, 是分析电路问题最基本的定律, 基尔霍夫定律有两条, 阐明电流分配规律的称为基尔霍夫电流定律。阐明电压分配规律的称为基尔霍夫电压定律。介绍基尔霍夫定律之前, 先结合如图 1-8 所示电路, 介绍几个与基尔霍夫定律有关的电路名词。

(1) 支路 电路中两点之间通过同一电流的不分叉的一段电路称为支路。图 1-8 中共有 3 条支路: ab 、 acb 、 adb 。其中, ab 支路不含电源, 称为无源支路; acb 、 adb 支路含有电源, 称为有源支路

(2) 节点 电路中 3 条或 3 条以上支路的连接点称为节点。图 1-8 中共有两个节点: 节点 a 和节点 b 。

(3) 回路 电路中任一闭合的路径称为回路。图 1-8 中共有 3 条回路: $acbda$ 、 $acba$ 和 $abda$ 。

1. 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律是描述电路中任意节点处各路电流之间相互关系的定律。

因为电流具有连续性, 在电路

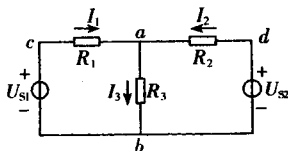


图 1-8 具有节点的多回路电路

中任意节点上均不可能发生电荷堆积现象,所以任意瞬时流入节点的电流之和必定等于该节点流出的电流之和,即:

$$\sum I_{\text{入}} = I_{\text{出}}$$

这一关系称为基尔霍夫电流定律,通常又称为基尔霍夫第一定律,简写为 KCL。KCL 实质上是电流连续性原理的具体反映。

在图 1-8 中,根据图中所示电流 I_1 、 I_2 、 I_3 的参考方向,对节点 a 运用 KCL,有

$$I_1 + I_2 = I_3$$

或

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

上式可写成

$$\sum I = 0$$

所以,KCL 还可表述为:在任意瞬时,通过任一个节点电流的代数和恒等于零。

运用上式列方程时,可假定流入节点的电流为正,流出节点的电流为负;也可以作相反的假定,即设流出节点的电流为正、流入节点的电流为负。

根据计算结果,有些支路的电流可能是负值。这是由于选定的电流参考方向与实际方向相反所致。

基尔霍夫电流定律可推广应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。例如,在如图 1-9 所示的电路中,设流入节点的电流为正,流出节点的电流为负,分别对节点 a 、 b 、 c 列基尔霍夫电流定律方程,有:

$$I_1 - I_4 - I_6 = 0$$

$$I_2 + I_4 - I_5 = 0$$

$$I_3 + I_5 + I_6 = 0$$

将以上 3 式相加,得:

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

这一结果与把封闭区域看成一个节点,应用 KCL 列方程的结果完全相同,所以基尔霍夫电流定律不仅适用于节点,也可推广应用于