

电工实用技术入门（修订版）

王兰君 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用技术入门 / 王兰君编著 . — 修订版 .

— 北京 : 人民邮电出版社 , 2005.6

ISBN 7-115-13253-4

. 电... . 王... . 电工技术 . TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 034087 号

电工实用技术入门 (修订版)

- ◆ 编 著 王兰君
责任编辑 申 苹
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北涑水华艺印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本 : 787×1092 1/32
印张 : 9.125
字数 : 244 千字 2005 年 6 月第 2 版
印数 : 138 001 – 144 000 册 2005 年 6 月河北第 18 次印刷

ISBN 7-115-13253-4/TN · 2449

定价 : 15.00 元

读者服务热线 : (010)67129264 印装质量热线 : (010)67129223

内 容 提 要

本书是《电工实用技术入门》的修订版，在保持原书精华的基础上，对其内容进行了全新的修订，具体内容包括：电工基础、电子技术基础知识、电工常用工具、电工识图、低压电器应用与电气元件、电动机及其应用、电气设备常见故障检修方法与技巧、电工操作技能与经验技巧交流、电工小制作、农村有线广播和安全用电等。

本书贴近读者，通俗易懂，内容新颖实用，适合广大城乡电工人员、初学电工人员、职业技术学院相关专业师生，以及下岗职工、再就业培训人员阅读参考。

前 言

本书的第一版自发行以来，以实用性、启发性、技术性、知识性等特点赢得了广大初学电工人员以及职业技术学院相关专业师生的青睐。10年之后，新技术的发展，电气设备的更新使原书的有些内容变得不合时宜。应广大读者的强烈要求，作者将原书做了一次全新的修订，去除了一些陈旧的知识点，增加了一些近年来发展的新技术，规范了原书中的电气设备符号，以使《电工实用技术入门》这本畅销书更好地为新老读者服务。

这次推出的修订版，在保留原书精华的基础上，从以下几方面对原书进行了修订：

(1) 规范电气设备的图形符号和文字符号，增强图书的可读性。修订版中电气设备的图文符号全部采用新的国家标准，这样使读者学习和应用起来更方便，更规范。

(2) 删除部分陈旧的内容，补充一些实用的新技术。增加的新内容有电子技术基础知识、电工识图、安全用电等，这些内容都是国家劳动部考核电工的重点内容，补充上以后将使图书的内容更丰富、更实用，更好地满足读者的需求。

《电工实用技术入门(修订版)》在实用性、可读性、规范性方面都有所增强，具体内容包括：电工基础、电子技术基础知识、电工常用工具、电工识图、低压电器应用与电气元件、电动机及其应用、电气设备常见故障检修方法与技巧、电工操作技能与经验技巧交流、电工小制作、农村有线广播和安全用电等。

本书贴近读者，通俗易懂，内容新颖实用，适合广大城乡电工人员、初学电工人员、职业技术学院相关专业师生，以及下岗职工、再就业培训人员阅读参考。

参加本书编写校对的人员还有黄海平、王文婷、凌万泉、李渝

陵、凌玉泉、刘彦爱、朱雷雷、凌珍泉、贾贵超、凌黎、张玉春、康建新、朱庆芳、刘守真、谭亚林、张康建、李霞、张铮、刘彦庆、张扬，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

愿本书能对电工初学者有所启迪和帮助。

编 者

目 录

第1章 电工基础	(1)
§ 1.1 电是什么	(1)
§ 1.2 电流	(2)
§ 1.3 电动势和电压	(4)
§ 1.4 电阻	(6)
§ 1.5 欧姆定律	(8)
§ 1.6 电阻的串联	(10)
§ 1.7 电阻的并联	(11)
§ 1.8 电阻的混联	(13)
§ 1.9 全电路欧姆定律	(16)
§ 1.10 电功和电功率	(18)
§ 1.11 电流的热效应	(20)
§ 1.12 电流的磁效应	(21)
§ 1.13 电磁力与磁感应强度	(22)
§ 1.14 电磁感应	(24)
§ 1.15 楞次定律	(26)
§ 1.16 线圈与电感	(28)
§ 1.17 电容和电容器	(30)
§ 1.18 什么是交流电	(32)
§ 1.19 交流电的周期、频率和角频率	(34)
§ 1.20 交流电的相位	(35)
§ 1.21 交流电的有效值	(38)
§ 1.22 正弦交流电的矢量表示法	(39)
§ 1.23 纯电阻交流电路	(40)
§ 1.24 纯电感交流电路	(42)
§ 1.25 纯电容交流电路	(43)

§ 1.26	交流电路的阻抗	(46)
§ 1.27	交流电路的电功率	(48)
§ 1.28	提高功率因数的意义	(50)
§ 1.29	三相交流电	(51)
§ 1.30	对称三相电路的功率	(57)
第2章	电子技术基础知识	(59)
§ 2.1	电阻器及其命名方法	(59)
§ 2.2	电容器及其命名方法	(60)
§ 2.3	无极性电容器及其好坏的判别方法	(61)
§ 2.4	电解电容器及其好坏的判别方法	(62)
§ 2.5	半导体	(63)
§ 2.6	PN结及其单向导电特性	(64)
§ 2.7	二极管的结构及其命名方法	(66)
§ 2.8	二极管的检测及其好坏的判别方法	(67)
§ 2.9	三极管的结构及其命名方法	(69)
§ 2.10	三极管的放大作用	(69)
§ 2.11	整流电路	(71)
第3章	电工常用工具	(74)
§ 3.1	验电笔	(74)
§ 3.2	螺丝刀	(75)
§ 3.3	钢丝钳	(76)
§ 3.4	尖嘴钳	(76)
§ 3.5	电工刀	(77)
§ 3.6	镊子	(77)
§ 3.7	拉具	(78)
§ 3.8	喷灯	(78)
§ 3.9	电烙铁	(79)
§ 3.10	万用表	(81)
§ 3.11	钳形电流表	(85)
§ 3.12	兆欧表	(86)

第4章 电工识图	(91)
§ 4.1 最简单的电路图	(91)
§ 4.2 电路原理图及其绘制原则	(92)
§ 4.3 控制元器件板面位置图及其绘制原则	(94)
§ 4.4 控制元器件接线图及其绘制原则	(94)
§ 4.5 电路图中常用图形符号和文字符号	(95)
第5章 低压电器应用与电气元件	(101)
§ 5.1 白炽灯	(101)
§ 5.2 节能灯	(101)
§ 5.3 自镇流荧光高压汞灯	(102)
§ 5.4 日光灯	(103)
§ 5.5 启辉器	(104)
§ 5.6 日光灯镇流器	(105)
§ 5.7 日光灯电容器	(105)
§ 5.8 照明开关	(106)
§ 5.9 常用插头、插座	(107)
§ 5.10 瓷插式熔断器	(108)
§ 5.11 螺旋式熔断器	(108)
§ 5.12 封闭管式熔断器	(109)
§ 5.13 闸刀开关	(110)
§ 5.14 刀开关	(111)
§ 5.15 铁壳开关	(112)
§ 5.16 可逆转换开关	(113)
§ 5.17 手动星—三角起动机	(115)
§ 5.18 转换开关	(116)
§ 5.19 RT0型有填料管式熔断器	(116)
§ 5.20 熔断管	(117)
§ 5.21 熔丝	(117)
§ 5.22 羊角熔断器	(118)
§ 5.23 绝缘胶布	(118)

§ 5.24	LA19-11型按钮	(119)
§ 5.25	热继电器	(120)
§ 5.26	安全行灯变压器	(121)
§ 5.27	控制变压器	(122)
§ 5.28	DL-50铝接线端子	(123)
§ 5.29	电流表	(124)
§ 5.30	电压互感器 (PT)	(126)
§ 5.31	电流互感器 (CT)	(127)
§ 5.32	电度表	(130)
§ 5.33	电压表	(134)
§ 5.34	旋转式电压换相开关	(135)
§ 5.35	旋转式电流换相开关	(136)
§ 5.36	JS型晶体管时间继电器	(137)
§ 5.37	JS7-A型空气阻尼式时间继电器	(138)
§ 5.38	行程开关	(139)
§ 5.39	中间继电器	(140)
§ 5.40	DH 14J预置数数显计数继电器	(141)
§ 5.41	交流接触器	(143)
§ 5.42	FC2-3型吊扇	(145)
§ 5.43	台扇、落地扇	(147)
§ 5.44	CFG型电动吹风机	(147)
§ 5.45	QZ73系列综合起动器	(148)
§ 5.46	低压线路绝缘子	(150)
§ 5.47	避雷器	(151)
§ 5.48	接触调压器	(152)
§ 5.49	DZ5-20型断路器	(154)
§ 5.50	DZ10系列自动断路器	(155)
§ 5.51	QJ3系列手动自耦减压起动器	(157)
§ 5.52	自控式自耦减压起动器柜	(160)
§ 5.53	电磁调速电动机	(163)

§ 5.54	电磁抱闸	(166)
§ 5.55	断火限位器	(168)
§ 5.56	频敏变阻器	(169)
第6章	电动机及其应用	(172)
§ 6.1	怎样看电动机铭牌	(172)
§ 6.2	电动机分类及结构形式	(176)
§ 6.3	J0 ₂ 系列三相异步电动机的使用	(177)
§ 6.4	Y系列三相异步电动机的使用	(178)
§ 6.5	电动机的安装与校正	(179)
§ 6.6	电动机的定期检查与保养	(180)
§ 6.7	电动机运行中的监视	(181)
§ 6.8	起动电动机时应注意的问题	(181)
§ 6.9	电动机的保护接地及接零方法	(183)
§ 6.10	电动机故障的检查	(185)
§ 6.11	电动机工作不正常的原因	(190)
第7章	电气设备常见故障检修方法与技巧	(192)
§ 7.1	白炽灯故障检修	(192)
§ 7.2	日光灯故障检修	(196)
§ 7.3	三相异步电动机故障检修	(200)
§ 7.4	单相手电钻故障检修	(209)
§ 7.5	交流电焊机故障检修	(211)
§ 7.6	电压表故障检修	(214)
§ 7.7	电流表故障检修	(215)
§ 7.8	单相、三相电度表故障检修	(216)
§ 7.9	直流电动机故障检修	(217)
第8章	电工操作技能与经验技巧交流	(223)
§ 8.1	绝缘导线绝缘层的剥离	(223)
§ 8.2	塑料护套线护套层和绝缘层的剥离	(223)
§ 8.3	花线护层和绝缘层的剥离	(224)
§ 8.4	导线与导线的连接	(224)

§ 8.5	导线绝缘层的恢复	(225)
§ 8.6	弯曲多的铁管穿电线简法	(225)
§ 8.7	手电钻碳刷的应急代换	(226)
§ 8.8	用交流接触器电磁铁心改制小型电源变压器	(226)
§ 8.9	低压试电笔的几种特殊用法	(226)
§ 8.10	根据电表误差级别计算测量误差	(227)
§ 8.11	电动机绕组改绕计算	(228)
§ 8.12	灯泡断丝后切勿再搭接使用	(228)
§ 8.13	被电弧强光灼伤眼睛后的治疗	(228)
§ 8.14	焊接铝线的方法	(229)
§ 8.15	利用交流电源和灯泡判别电动机三相绕组头尾	(230)
§ 8.16	用万用表判断电动机三相绕组的头尾	(230)
§ 8.17	用低压小电珠做导线通断检测仪	(231)
§ 8.18	电风扇节电小窍门	(231)
§ 8.19	电冰箱最好使用专用插座	(231)
§ 8.20	怎样检验电度表走字准不准	(232)
§ 8.21	利用电度表测用电器的功率简法	(232)
§ 8.22	三相电源相序排列小常识	(232)
§ 8.23	楼梯照明节电小窍门	(233)
§ 8.24	巧修兆欧表	(233)
§ 8.25	电扇电动机引出线的判别	(233)
§ 8.26	给接触器线圈或保险丝加装监视灯	(233)
§ 8.27	自制两用节电灯	(234)
§ 8.28	巧查电线短路故障	(234)
§ 8.29	拉伸电炉丝简法	(235)
§ 8.30	避雷器接地线不可太长	(236)
§ 8.31	洗衣机电容器的应急代换	(236)
§ 8.32	从异常响声判断电动机运行故障	(236)
§ 8.33	快速判别电动机绕组头尾	(237)
§ 8.34	交流调压器增设限位装置	(237)

第9章 电工小制作	(239)
§ 9.1 自制彩灯闪烁控制器	(239)
§ 9.2 自制三相交流电源相序检测器	(239)
§ 9.3 停电自动计时器的制作	(240)
§ 9.4 自制电动机绕组短路侦察器	(241)
§ 9.5 自行组装三相电动机断相保护器	(242)
§ 9.6 自制耐压试验器	(244)
§ 9.7 自制蓄电池充电机	(245)
§ 9.8 自装农用电动排灌船配电盘	(247)
§ 9.9 自制高压灭虫灯	(248)
§ 9.10 小型蓄电池充电机的制作	(249)
§ 9.11 自制电流发生器	(250)
§ 9.12 自制音乐验电笔	(251)
第10章 农村有线广播	(252)
§ 10.1 农村有线广播站电气设备的安装	(252)
§ 10.2 用户喇叭的安装	(253)
§ 10.3 电子管扩音机与喇叭的配接	(254)
§ 10.4 农村有线广播的线间变压器	(255)
§ 10.5 农村有线广播的维护	(256)
§ 10.6 扩音机与喇叭配接图例	(258)
第11章 安全用电	(259)
§ 11.1 漏电保护器的选用	(259)
§ 11.2 接地和接零	(260)
§ 11.3 触电的几种情况	(264)
§ 11.4 触电后的急救	(266)
§ 11.5 触电急救方法	(267)
§ 11.6 人工呼吸法	(269)
§ 11.7 胸外心脏按摩法	(273)
§ 11.8 防雷措施	(275)
§ 11.9 电气消防常识	(276)

第 1 章 电 工 基 础

§ 1.1 电是什么

我们用梳子梳理干燥的头发时，常常会听到噼噼啪啪的响声，如果在黑暗中，还会看到一些细小的火花。将这把梳子放到一撮小纸屑的近旁，小纸屑会被梳子吸起来，这种现象叫做摩擦起电。

电是什么呢？为了揭示电的本质，需要从物质的结构谈起。大家知道，自然界的一切物质都是由分子组成的，分子又是由原子组成的。原子是化学元素中的最小微粒，它的体积是极其微小的，例如，最简单的氢原子，其直径大约为一亿分之一厘米，其他化学元素的原子，也不过比氢原子大上几倍。每一种原子都有一个处在中心的原子核，在原子核周围有若干个电子沿着一定的轨道做着高速度的旋转运动，如同地球和行星围绕太阳旋转一样。一切原子的原子核都是带正电的，而电子是带负电的。在原子未受外来影响时，原子核所带的正电荷，等于它周围所有电子所带的负电荷。这样，原子对外界就不显示电性。带正电的原子核与带负电的电子间有电的吸引力在作用着，依靠正负电荷间的吸引力，把电子束缚在原子核周围的轨道上做旋转运动。

不同的原子，其原子核的质量和它周围的电子数目是不同的。按结构来说，氢原子是最简单的，它由一个原子核和一个电子组成。铜原子的结构较为复杂，它由 1 个原子核和 29 个电子组成，如图 1-1 所示。金属类的原子，原子核周围电子数量较多，

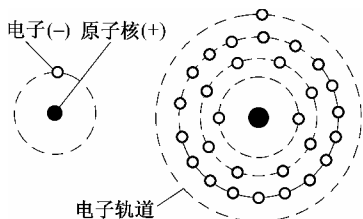


图 1-1 氢原子与铜原子结构示意图

它们分布在 2 层、3 层或更多层轨道上。值得注意的是，那些处在最外层轨道上的电子，它们距离原子核比较远，与原子核的联系比较弱，在受到外界因素（如热、光、机械力）影响时，很容易脱离自己的轨道，不再受原子核的束缚，成为自由电子。金属等物质都具有不稳固的外层电子，在常温下就会脱离轨道成为自由电子（例如，每 1cm^3 铜中包含 8×10^{32} 个自由电子）。这些自由电子在分子或原子间做着紊乱的无规则运动。

如果原子失掉一个或几个外层电子，它的电性中和就被破坏了，这个原子就变成带正电荷的正离子。飞出轨道的电子也可能被另外的原子所吸收，该原子就成为带负电荷的负离子。原来处于中性状态的原子，由于失去电子或额外地获得电子，变成带电的离子的过程，叫做电离。

§ 1.2 电流

金属中含有大量的自由电子，当我们把金属导体和一个电池接成闭合回路时，导体中的自由电子（负电荷）就会受到电池负极的排斥和正极的吸引，而朝着电池正极运动，如图 1-2 所示。自由电子的这种有规则的运动，形成了金属导体中的电流。习惯上人们都把正电荷移动的方向定为电流的方向，它与电子移动的方向相反。

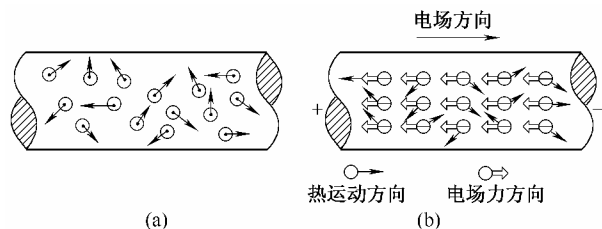


图 1-2 电流的形成

在实际工作中，我们常常需要知道电路中电流的大小。电流的大小可以用每单位时间内通过导体任一横截面的电荷量来计量，

称为电流强度，简称电流。电流强度的单位是安培，它是这样规定的：1 秒钟内通过导体横截面上的电荷量为 1 库仑（1 库仑相当于 6.242×10^{18} 个电子所带的电荷量），则电流强度就是 1 安培，即

$$1 \text{ 安培} = \frac{1 \text{ 库仑}}{1 \text{ 秒}} \quad (1-1)$$

安培用符号“ A ”表示。在实际工作中，还常常用到较小的单位，它们的关系是：

$$1 \text{ 毫安}(\text{mA}) = \frac{1}{1000} \text{ 安培}(\text{A})$$

$$1 \text{ 微安}(\mu\text{A}) = \frac{1}{1000} \text{ 毫安}(\text{mA})$$

$$= \frac{1}{1000000} \text{ 安培}(\text{A})$$

大小和方向都不随时间而变化的电流，称为直流电流，如图 1-3 (a) 所示；方向始终不变，而大小随时间而变化的电流，称为脉动电流，如图 1-3 (b) 所示；大小和方向均随时间作周期性变化的电流，称为交流电流，如图 1-3 (c) 所示。

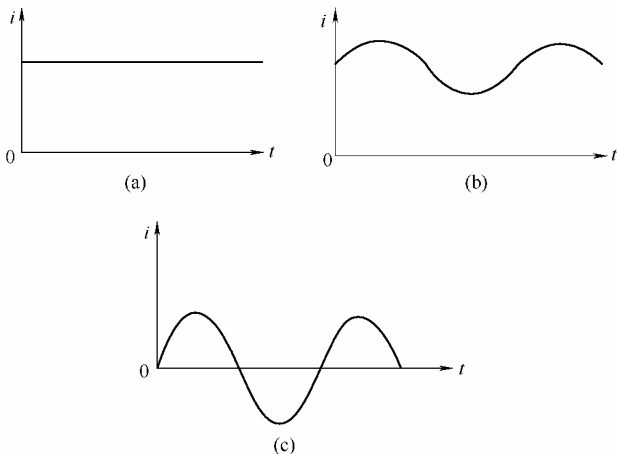


图 1-3 电流的波形

例题 1 在 1 小时内通过导体横截面的电荷量为 900 库仑，求电流强度。

解：电流强度可按式求出

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{900}{1 \times 3600} = 0.25(\text{A})$$

式中， I 为电流强度，单位为安培 (A)； Q 为电荷量，单位为库仑 (C)； t 为时间，单位为秒 (s)。

例题 2 电路的电流为 0.5A，试求 2min 内流过电路的电荷量。

解： $Q=It=0.5 \times 2 \times 60=60(\text{C})$

§ 1.3 电动势和电压

大家对手电筒的电路都比较熟悉吧！它有一个小小的灯泡，通过金属导线和开关，与干电池相连接，如图 1-4 所示。把开关合上，小灯泡就亮了；把开关断开，小灯泡就熄灭。这正说明只有在闭合电路里才能有电流流通。这种闭合的电流通路，叫做闭合电路或回路。

图 1-4 中，干电池是产生电流的源泉，称为电源；小灯泡是消耗电能的元件，称为负载；电源和负载之间利用金属导线连接成闭合回路。电源、负载和连接导线是构成电路的不可缺少的部件。

为什么电源能推动电荷在电路里循环不断地流通呢？为了更容易理解电流的现象，人们时常将电流现象同水流现象相比拟。假如有 A、B 两个水槽，如图 1-5 所示，水槽之间用管子连通，如果两个水槽的水面一样高，水管中就不会有水流动。只有当两个水槽的水位一个高一个低时，水才会从水位高的水槽通过管子流向水位低的水槽。这就是说，有了水位差，就有了使水流动的压力，所以水位差也叫做水压。水位差越大，水流就越急。同样，为了使电荷在电路中流动，也需要有电位差。在一段电路上，当有电位差存在时，电流就会从高

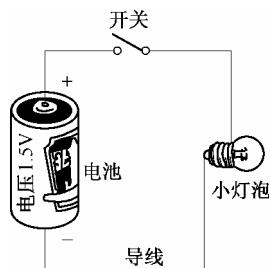


图 1-4 手电筒的电路

电位点流向低电位点，这两点之间就好像有一种“压力”存在，这种“压力”就叫做电压。那么，所谓高电位和低电位指的又是什么呢？

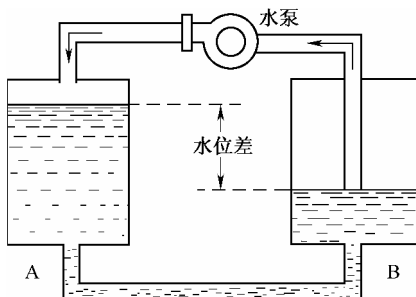


图 1-5 水位差与水流

电荷在电路中流通的情况，可以用图 1-6 来解释。产生电流的源泉是电源，任何一种电源都有两个电极，一个是正极，它缺少电子带正电；另一个是负极，它多余电子带负电。如果用导线把负载和电源接成闭合回路，电路中的自由电子就会受到正极的吸引和负极的排斥，形成由负极经外电路流向正极的电子流。按照电流方向跟电子流方向相反的规定，在外电路中，电流总是从电源的正极流向电源的负极。这样，我们就认为，电源的正极对负极具有高电位，而负极对正极具有低电位。和水流情况相仿，电源正、负极间的高、低电位之差叫做电位差，也叫做电压。

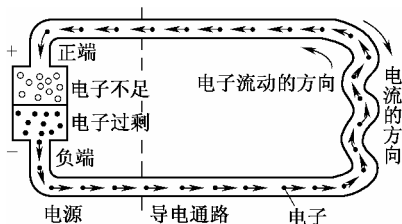


图 1-6 电位差与电流

在水路中，为了使水在水管中持续流动，可以用水泵来维持一定的水位差。同样，为了使电流在电路中持续流动，就需要接入电