



学技能就业直通车系列书

电工基本技能 快速入门

● 柳 淳 编著



图文并茂

结合大量图片讲解，直观具体，内容结合国家职业标准的要求，介绍必备知识，便于读者掌握。

轻松易懂

紧紧围绕入门展开，运用通俗的语言，将难以理解的理论知识转化为易懂易操作的技能，使读者轻松掌握、迅速精通。



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



学技能就业直通车系列书

电工基本技能 快速入门

柳 淳 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书参考《国家职业标准(电工)》对初级电工的基本要求,结合企事业单位对电工素质的实际需求而编写。内容丰富,图文并茂,通俗易懂,新颖实用。在内容选择上既有电路基础、电力电子器件、常用工具与仪表、安全用电与触电急救等基础知识,又有低压配电线路的安装、室内电气配线、照明装置的安装、家庭室内弱电布线、电动机及其控制、常用家用电器的安装等实用操作技能。

本书适合具有初中及以上文化程度的电工初学者、厂矿企业电工、家装电工、物业电工、农村电工及广大电气工程技术人员阅读,也可供职业院校相关专业学生作为辅助读物。

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能快速入门/柳淳编著. —北京:中国电力出版社, 2013.2

(学技能就业直通车系列书)

ISBN 978-7-5123-3982-8

I. ①电… II. ①柳… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 013960 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

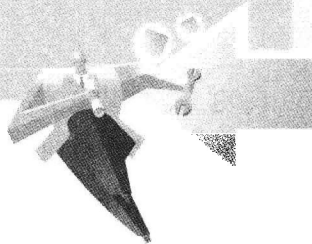
850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.5 印张 266 千字

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前 言

电是一种做功的能量，与工农业生产和现代家庭日常生活息息相关。随着国民经济的飞速发展和人民生活水平不断提高，从事电气设备安装、保养、操作或修理的工人越来越多，学技能好就业已是广大进城务工人员 and 职业院校学生的共同愿望。为此，本书参考《国家职业标准（电工）》对初级电工的基本要求，结合企事业单位对电工素质的实际需求，特编写了本书。

本书的特点是内容丰富，图文并茂，通俗易懂，新颖实用。在内容选择上既有电路基础、电力电子器件、常用工具与仪表、安全用电与触电急救等基础知识，又有低压配电线路的安装、室内电气配线、照明装置的安装、家庭室内弱电布线、电动机及其控制、常用家用电器的安装等实用操作技能。使读者一看就懂，更能学到实用技术，增强动手能力。

为使广大电工与时俱进，书中在介绍电工基本操作技能后，较详细地介绍家庭影院室内布线、电话与网络室内布线、有线电视室内布线、有线数字电视机顶盒的安装、可编程控制器（PLC）、变频器调速控制等新内容。

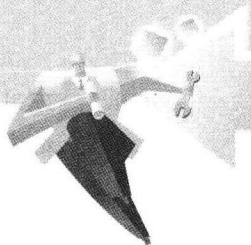
本书在编写过程中，参考和引用了国内近期出版的有关书刊杂志中的资料和一些产品使用说明书，编者在此向参考文献的作者，提供技术资料的单位和技术人员表示衷心的感谢！

本书适合具有初中及以上文化程度的电工初学者、厂矿企业

电工、家装电工、物业电工、农村电工及广大电气工程技术人员阅读，也可供职业院校相关专业学生作为辅助读物。

由于作者水平有限，加之科学技术日新月异，书中难免存在一些错误和缺点，恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第 1 章 电工基础知识	1
1.1 电路和基本定律	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 直流电路	2
1.1.3 交流电路	4
1.1.4 欧姆定律	7
1.1.5 电功和电功率	9
1.1.6 楞次定律.....	10
1.2 电力电子器件.....	12
1.2.1 不可控器件.....	12
1.2.2 半控型器件.....	16
1.2.3 全控型器件.....	21
1.3 常用工具.....	27
1.3.1 螺丝刀.....	27
1.3.2 钳子.....	27
1.3.3 扳手.....	29
1.3.4 电工刀.....	30
1.3.5 验电笔.....	30
1.3.6 手电钻.....	30
1.3.7 电烙铁.....	31
1.4 常用仪表.....	33

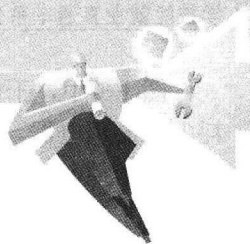
1.4.1	万用表	33
1.4.2	绝缘电阻表	38
1.4.3	钳形电流表	40
第2章	低压配电线路的安装技能	42
2.1	低压架空线路架设	42
2.1.1	低压架空线路的组成	42
2.1.2	立杆	43
2.1.3	杆上组装作业	44
2.1.4	安装拉线	46
2.1.5	架线	47
2.1.6	在绝缘子上固定导线	48
2.2	低压接户线与进户线安装	52
2.2.1	低压接户线的安装	52
2.2.2	低压进户线的安装	60
2.3	低压配电装置安装	61
2.3.1	低压熔断器及其安装	61
2.3.2	刀开关及其安装	63
2.3.3	低压断路器及其安装	65
2.3.4	电能表及其安装	70
2.3.5	常用低压配电箱的安装	82
第3章	室内电气配线技能	84
3.1	室内配线的安装要求与步骤	84
3.1.1	照明线路的组成	84
3.1.2	室内配线的安装要求	86
3.1.3	室内配线的安装步骤	88
3.1.4	室内配线应注意的问题	89
3.2	导线的选择与连接	91
3.2.1	导线的选择	91
3.2.2	导线的连接	94

3.2.3	导线线头与接线柱的直接连接	102
3.3	塑料护套线配线	105
3.3.1	用铝片线卡安装护套线	105
3.3.2	用塑料线卡安装护套线	107
3.3.3	注意事项	108
3.4	PVC 阻燃电线管配线	109
3.4.1	PVC 阻燃电线管	109
3.4.2	PVC 阻燃电线管配线的安装要求	110
3.4.3	PVC 阻燃电线管明敷布线	112
3.4.4	PVC 阻燃电线管暗敷布线	114
第 4 章	照明装置的安装技能	117
4.1	开关与插座的安装	117
4.1.1	开关的类型与选择	117
4.1.2	普通开关的安装	120
4.1.3	声光控延时开关的安装	121
4.1.4	多处控制同一盏电灯	124
4.1.5	插座的类型	125
4.1.6	插座的布置与选择	126
4.1.7	插座的安装	129
4.2	灯具的安装	135
4.2.1	灯具安装的一般要求	135
4.2.2	灯具的安装方式	138
4.2.3	白炽灯(节能灯)的安装	139
4.2.4	荧光灯的安装	142
4.2.5	其他灯具的安装	144
第 5 章	家庭室内弱电布线技能	150
5.1	弱电传输概述	150
5.1.1	弱电的特点	150
5.1.2	弱电传输基本概念	151

5.1.3	家庭综合布线系统	155
5.2	家庭影院室内布线	157
5.2.1	音频/视频线	158
5.2.2	AV 功放	163
5.2.3	音箱	165
5.2.4	平板电视机	166
5.2.5	家庭影院室内布线	168
5.2.6	AV 功放与音箱的配接	169
5.3	电话、网络室内布线	170
5.3.1	电话线	170
5.3.2	网线	171
5.3.3	家庭信息箱	175
5.3.4	ADSL 宽带接入	176
5.3.5	室内电话线的敷设	178
5.4	有线电视室内布线	180
5.4.1	有线电视信号的特点	180
5.4.2	同轴电缆	180
5.4.3	分配器与分支器	184
5.4.4	有线电视室内布线的结构形式	187
5.4.5	有线电视布线的方法与注意事项	192
5.4.6	用户终端盒的安装	197
第 6 章	电动机及其控制技能	201
6.1	三相异步电动机	201
6.1.1	三相异步电动机的种类与结构	201
6.1.2	三相异步电动机的铭牌参数	205
6.1.3	三相异步电动机电气部分的接线	206
6.1.4	三相异步电动机的启动和控制电路	208
6.1.5	三相异步电动机的调速	211
6.2	可编程控制器 (PLC)	212

6.2.1	PLC 的基本组成与外形	212
6.2.2	PLC 的工作方式与过程	216
6.2.3	PLC 的基本指令	218
6.2.4	PLC 基本控制线路	229
6.3	变频器调速控制	234
6.3.1	变频器的基本结构与工作原理	234
6.3.2	变频器的使用	236
6.3.3	变频器常用的外围控制电路	251
第 7 章	常用家用电器的安装技能	254
7.1	厨房与卫生间电器的安装	254
7.1.1	抽油烟机的安装	254
7.1.2	换气扇的安装	256
7.1.3	浴霸的安装	257
7.1.4	电热水器的安装	259
7.2	视听电器的安装	261
7.2.1	扩音机与喇叭的配接	261
7.2.2	平板电视机的壁挂安装	267
7.2.3	有线数字电视机顶盒的安装	269
第 8 章	安全用电与接地	281
8.1	电工安全知识	281
8.1.1	安全用电基本常识	281
8.1.2	电工安全操作规程	288
8.1.3	家庭安全用电存在的问题	292
8.2	接地保护	295
8.2.1	接地保护的类型	295
8.2.2	低压配电系统接地形式	297
8.2.3	保护接零	298
8.2.4	接地装置	301
8.2.5	接地电阻的检测	306

8.3 触电急救	308
8.3.1 人身触电的形式	308
8.3.2 触电抢救的基本原则	311
8.3.3 触电急救方法	311
8.4 雷电保护和电气火灾防护	318
8.4.1 雷电保护	318
8.4.2 电气火灾防护	324
参考文献	326



第 1 章

电 工 基 础 知 识



电工学是一门学科，与电子学不同的是其研究的对象是强电。从事电气设备安装、保养、操作或修理的工人应熟悉一些基本概念和电力电子器件，掌握欧姆定律、电磁感应、直流电阻电路和交流电路的特点，掌握常用工具与仪表的结构、性能与使用方法等。

1.1 电路和基本定律

1.1.1 电路的组成

用导线、电器、开关、电源等组成的电流的路径叫电路。图 1-1 是手电筒电路。它有一个电灯泡，通过金属导体和开关与干电池相连接。把开关闭合，灯泡有电流通过就会发光，把开关断开，灯泡便熄灭。

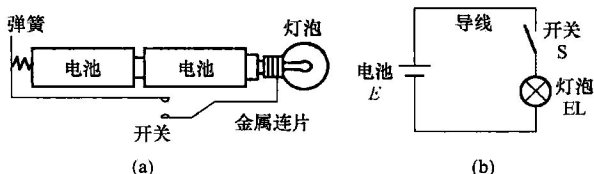


图 1-1 手电筒电路

(a) 实物示意图；(b) 原理图



图 1-1 中,干电池是电源,它作用是提供电能;电灯泡是消耗电能的用电器,能将电能转变为光能,称为负载;开关、导线的作用是控制和传递电能,称为中间环节。

图 1-1 (a) 所示为实物示意图,使用实物图来绘制电路很不方便,为此人们就用一些简单的图形符号代替实物的方法来画电路,这样画出的图形就称为电路原理图,如图 1-1 (b) 所示。

正常接通的电路叫做通路,如图 1-2 (a) 所示。即电流可以从电源正极经过导线、开关、用电器回到电源负极。

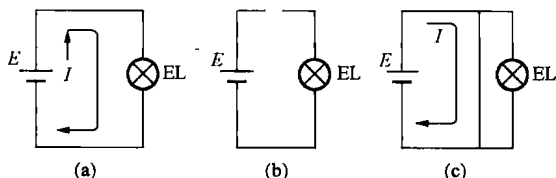


图 1-2 电路的三种状态
(a) 通路; (b) 开路; (c) 短路

断路又称为开路,如图 1-2 (b) 所示。即全部电路或部分电路无电流流过而停止工作,这种现象包括元件本身的引线断开、虚焊、漏焊等。出现断路故障时,负载不能正常工作。

电源直接被导线连通的电路叫做短路,如图 1-2 (c) 所示。如干电池的正、负极直接被导线(或金属)连通就会造成短路。电容器击穿等也会造成短路故障。一般电阻不易出现短路故障,但如果将大阻值电阻误装成了很小阻值的电阻也会出现短路故障。

短路电流要比正常时大许多倍,可能会造成电源或其他元件的损坏,为了防止短路引起的大电流烧毁电源,通常在电路中安装熔断器或其他自动保护装置。

在电力系统中,电路可以实现电能的传输、分配和转换;在电子技术中,电路可以实现电信号的传递、存储和处理。

1.1.2 直流电路

直流电路就是电流的方向不变的电路。电流在物体内部移动会遇到阻力,物体对电流的阻碍作用称为电阻。直流电阻电路按复



杂程度不同，可以分为简单直流电阻电路和复杂直流电阻电路。简单直流电阻电路又可以分为电阻串联电路和电阻并联电路。

一、电阻串联电路

电阻逐个顺次首尾串接，中间无分支的电路，称为电阻串联电路，如图 1-3 所示为三个电阻串联的电路。

电阻串联电路有如下特点。

(1) 电路的总电流等于流过各电阻的电流，即

$$I_{\Sigma} = I_1 = I_2 = I_3$$

(2) 电路的总电压等于各电阻两端电压之和，即

$$U_{\Sigma} = U_1 + U_2 + U_3$$

(3) 电路中各电阻两端的电压与电阻的阻值成正比，即阻值大的电阻，其两端的电压也大，阻值小的电阻，其两端的电压也小，这种关系称为分压关系。

(4) 电路的总等效电阻等于各电阻之和，即

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3$$

(5) 电路中各电阻消耗的功率与电阻的阻值成正比，即阻值大的电阻消耗的功率多，阻值小的电阻消耗的功率少。

(6) 电路中消耗的总功率等于各电阻消耗的功率之和。

二、电阻并联电路

电阻并列地连接在两根导线之间的电路，称为电阻并联电路，如图 1-4 所示为两个电阻并联的电路。

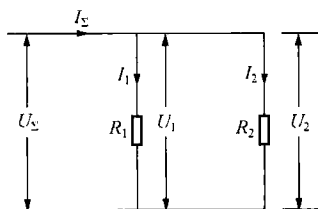


图 1-4 两个电阻并联的电路

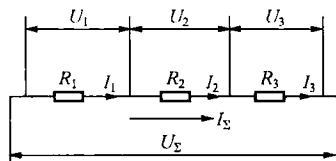


图 1-3 三个电阻串联的电路

电阻并联电路有如下特点。

(1) 电路的总电压等于各电阻两端的电压，即

$$U_{\Sigma} = U_1 = U_2$$

(2) 电路的总电流等于流过各电阻的分电流之和，即

$$I_{\Sigma} = I_1 + I_2$$



(3) 电路中流过各电阻的电流与电阻的阻值成反比，即阻值大的电阻流过的电流小，阻值小的电阻流过的电流大，这种关系称为分流关系。

(4) 电路总电阻的倒数等于各电阻倒数之和，即

$$1/R_{\Sigma} = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$R_{\Sigma} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

(5) 电路中各个电阻消耗的功率与阻值成反比，即阻值大的电阻消耗的功率少，阻值小的电阻消耗的功率多。

(6) 电路中消耗的总功率等于各电阻消耗功率之和。

三、电阻混联电路

既有电阻串联，又有电阻并联的电路，称为电阻混联电路。

对于电阻混联电路，能直接看出电阻之间的串、并联关系的就利用电阻串、并联的方法进行简化，最终简化成为无分支回路的电路形式，如图 1-5 所示的电阻混联电路最终简化为只有一个电阻的电路。

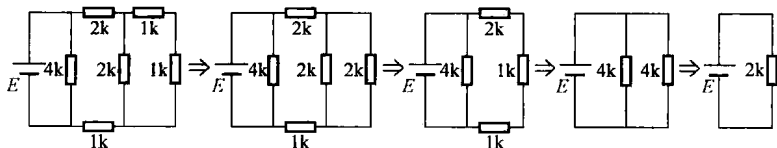


图 1-5 电阻混联电路的简化

1.1.3 交流电路

一、正弦交流电三要素

交流电是指方向和大小都随时间作周期性变化的电压或电流。交流电类型很多，在日常生活与生产中应用最广泛的一种交流电是正弦交流电。通有正弦交流电的电路，称为正弦交流电路。正弦交流电路包含有：纯电阻电路、纯电感电路、纯电容电路、RLC 串联电路、RLC 并联电路等。

一个正弦交流电可以用三个物理量来描述，即振幅（ U_m 或 I_m ）、频率（ ω 或 f ）及初相位（ φ_0 ），常称它们为正弦交流电的



三个要素。

(1) 正弦交流电的振幅。正弦交流电的电压振幅用 U_m 表示, 电流振幅用 I_m 表示, 它们是正弦交流电在变化过程中的电压最大值及电流最大值, 有时也称为峰值。正弦交流电每变化一个周期, 各出现一次正最大值和一次负最大值。由于正弦交流电大小是随时间变化的, 这给分析计算和测量带来不便。为此正弦交流电引入了一个既能表示大小又不随时间变化的物理量, 即有效值, 它等于正弦交流电最大值的 0.707 即 $1/\sqrt{2}$, 反过来最大值是有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。如交流 220V 电压有最大值为 311V 即 $220V \times 1.414$ 。

(2) 正弦交流电的频率。正弦交流电每变化一次所经历的时间, 称为正弦交流电的周期, 用 T 表示, 单位为秒 (s)。正弦交流电在 1s 内变化的次数, 称为正弦交流电的频率, 用 f 表示, 单位为赫兹 (Hz)。周期和频率都是表示正弦交流电变化快慢程度的物理量, 它们互成倒数关系, 即

$$f = 1/T \text{ 或 } T = 1/f$$

除了周期和频率之外, 还有一个表示正弦交流电变化快慢程度的物理量, 称为角频率, 用 ω 表示, 单位为弧度每秒 (rad/s), 它与频率的关系为

$$\omega = 2\pi f$$

(3) 正弦交流电的初相角。初相角是反映正弦交流电变化步调的物理量, 频率相同而初相角不同的正弦交流电具有不同的变化步调, 即它们不在同一时刻达到正最大值或负最大值。正弦交流电函数表达式中的 φ_0 就是正弦交流电的初相角, 其单位为弧度 (rad) 或者度 ($^\circ$)。

初相角为 $\pi/2$ 的交流电流 i_1 与初相角为 0 的交流电流 i_2 的波形如图 1-6 所示。

二、阻抗、感抗与容抗

在交流电路中, 除有电阻外, 还有电感和电容, 它们也会对电流起到阻碍作用, 这种作用分别叫感抗和容抗, 它们的单位也都是欧姆 (Ω)。

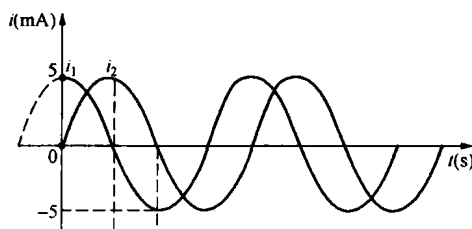


图 1-6 初相角为 $\pi/2$ 的交流电流 i_1 与初相角为 0 的交流电流 i_2 的波形

一个电感具有的感抗不仅与其电感量 L (单位为 H) 有关, 还与通过它的电流频率 f (单位为 Hz) 有关, 感抗用 X_L 表示, 单位为 Ω 。其计算公式为

$$X_L = 2\pi fL$$

同样, 一个电容具有的容抗不仅与其电容量 C (单位为 F) 有关, 还与通过它的电流频率 f (单位为 Hz) 有关, 容抗用 X_C 表示, 单位为 Ω 。其计算公式为

$$X_C = 1/2\pi fC$$

可见, 感抗与其电感和频率成正比, 而容抗与其电容和频率成反比。

当电感和电容串联时, 感抗和容抗共同对电流的阻碍作用叫电抗, 电工学上用复数来表示电抗 (R 、 L 、 C 串联电路时)

$$jX = jX_L - jX_C = j(2\pi fL - 1/\pi fC)$$

复阻抗

$$Z = R + jX$$

式中 Z 为阻抗, 单位为欧姆 (Ω); R 为电阻, 单位为欧姆 (Ω); X 为电抗, 单位为欧姆 (Ω)。

当 $X > 0$ 时, 称为感性电抗; 当 $X = 0$ 时, 称为阻性电抗; 当 $X < 0$ 时, 称为容性电抗。电抗在交流电路中不消耗有功功率, 但与电源进行能量交换, 消耗无功功率。

当电阻、电感和电容串联时, 三者共同对电流的阻碍作用叫阻抗, 阻抗的数值是电阻和电抗平方和的平方根, 用 Z 表示,