



技术能手书系

DIANGONG SHIYONG JISHU SHOUC

电工

实用技术
手册

张军 杨晓敏 / 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

技术能手书系

内容简介

电工实用技术手册

张 军 杨晓敏 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本手册主要从简明、实用的角度出发,内容涉及电工基础、电工仪器仪表及测量、电工材料、电动机、变压器、低压电器、常用机械电气控制线路、电子技术、现代照明、安全用电等知识。

本手册取材新颖、内容丰富、简明实用,主要供广大电工及电气技术人员使用,同时对技能培训和专业院校师生也有较高的参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用技术手册/张军,杨晓敏主编. —北京:电子工业出版社,2008.8
(技术能手书系)

ISBN 978-7-121-07209-3

I. 电… II. ①张…②杨… III. 电子技术—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 117919 号

责任编辑:徐 静 朱清江 特约编辑:吕亚增

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880mm×1230mm 1/64 印张:17.25 字数:944 千字

印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

编写委员会

主编	张 军	杨晓敏		
编者	徐 峰	潘旺林	梁红兵	徐国富
	周小群	王吉华	路 明	王 琳
	王 阳	汤德品	李群英	徐 斌
	袁伟军	高 劲	钱叶斌	李 斌
	汪恕兵	冯伟国	高 杰	章 怡
	梁之兵	潘达鸣	夏建国	陆梦桦
	胡晓青	李建勇	楚宜民	马建民
	陈忠民	王亚龙	李春亮	汪时武
	陈一永	徐寅生	王元龙	赵学鹏
	丁 浩	王新华	张志刚	杨昌明
	满维龙			

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大从事电气工程技术工作的人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了《电工实用技术手册》。

本手册编委会邀请有关专家和教授就各自擅长的领域分工编写,编写时综合考虑实际需要和篇幅容量。在取材上,遵循实用和精炼;在形式上,力争做到通俗易懂。本手册系统地介绍了有关的最新国家标准、最必要的电工知识、最实用的产品资料、最有效的维护技术。本手册具有公式数据可靠、资料技术翔实、方法理论实用的特点。

本手册从简明、实用的角度出发,取材新颖、内容丰富、简明实用,主要供广大电工及电气技术人员使用,同时对技能培训和专业院校师生也有较高的参考价值。

本手册在编写过程中参考了部分国内外出版的相关手册、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!

由于水平有限,错漏之处在所难免,热忱欢迎广大读者批评指正。

编 者

2008年9月

目 录

第一章 电工基础知识

第一节 电工基础知识 1

一、电的基本知识 1

二、直流电路 3

三、电与磁 6

四、交流电路 11

五、电压源和电流源 20

六、电路的工作状态 25

第二节 电工常用计算公式及基本定律 ... 28

一、直流电路常用
计算公式 28

二、电磁感应定律 28

三、交流电路常用
计算公式 28

第二章 常用电工仪器仪表

第一节 常用电工仪表的基本 知识 49

一、电工仪表的分类 49

二、电工仪表的准确度
等级 49

三、电工仪表的表面

符号及其意义 49

四、常用仪表的结构及
工作原理 53

五、电工仪表的型号表示方
法 60

六、电工仪表的使用

与保管	60
第二节 常用电工测量	68
一、电流和电压的 测量	68
二、电阻的测量	96
三、功率的测量	103
四、电能的测量	112
五、相位和频率的 测量	120
第三节 常用电子测量	

仪器	135
一、万用表	135
二、电子交流电压表 ...	144
三、阻抗测量	150
四、LCR 参数测量	153
五、示波器	173
六、信号发生器	179
七、数字式频率计	183
八、耐压泄漏测试仪 ...	185
九、接地电阻测试仪 ...	194

第三章 电动机

第一节 概述	195
一、电动机的分类 及型号	195
二、电动机的基本 结构形式	198
三、电动机的功率 等级	200
四、电动机常用 计算公式	200
第二节 三相异步电 动机	201
一、三相异步电动机 的分类及型号	201
二、三相异步电动机的	

主要技术性能	202
三、三相异步电动机的 结构原理	202
四、三相异步电动机的 转矩特性	226
五、三相异步电动机的 工作特性	231
六、三相异步电动机 参数的测定	233
七、三相异步电动机的 选择与使用	237
八、三相异步电动机的 维护与保养	244
九、三相异步电动机	

884	····· 常见故障处理 ·····	245
890	第三节 直流电动机 ·····	256
904	一、直流电动机分类	
102	····· 与型号 ·····	256
512	二、直流电动机的结构	
212	····· 原理 ·····	260
	三、直流电动机主要	
	技术数据 ·····	264
	四、直流电动机的维护	
	与保养 ·····	271

904	五、直流电动机常见	
	故障处理 ·····	290
474	六、直流电动机拆装和	
474	····· 试验 ·····	290
054	七、直流电动机的正确	
974	····· 选用 ·····	301
78	第四节 微电动机 ·····	302
	一、驱动微电动机 ·····	302
	二、控制微电动机 ·····	341

器电用 章正第

第四章 变压器

15	第一节 概述 ·····	369
	一、变压器分类及	
050	····· 型号 ·····	369
	二、变压器主要	
050	····· 技术参数 ·····	372
	三、变压器基本	
750	····· 结构原理 ·····	382
	四、变压器的极性和	
880	····· 联结组别 ·····	391
	第二节 电力变压器 ·····	396
	一、电力变压器	
	结构组成 ·····	396
	二、变压器允许	
	运行方式 ·····	402

852	····· 主要技术数据 ·····	405
852	····· 正确选择 ·····	423
	五、变压器常见故障及	
122	····· 处理方法 ·····	425
	第三节 小型变压器 ·····	430
472	一、小型变压器	
582	····· 基本结构 ·····	430
	二、小型单相变压器	
	的制作 ·····	434
	三、常用小型变	
	压器简介 ·····	458
	四、小型变压器的	

检测 469

第四节 特殊用途变

压器 474

一、自耦变压器 474

二、整流变压器 476

三、盐浴炉变压器 479

四、试验变压器 487

五、电抗器 488

六、电压互感器 493

七、电流互感器 497

八、控制变压器 501

九、接触调压器 512

十、感应调压器 515

第五章 低压电器

第一节 概述 528

一、低压电器的分类
及用途 528

二、低压电器的产品
型号 530

第二节 常用低压电器 536

一、刀开关 536

二、转换开关 547

三、熔断器 551

四、断路器 560

五、接触器 574

六、启动器 582

七、继电器 592

八、主令电器 603

九、频敏变阻器 620

十、控制器 621

第三节 低压电器常见

故障的检修 626

一、低压电器的维护与
保养 626

二、低压电器常见故障
的修理 627

三、低压电器的常见
故障及处理方法 ... 633

第六章 常用机械电气控制线路

第一节 常用电动机

控制电路 640

一、三相异步电动机的
运行与控制 640

二、直流电动机的运行
与控制 649

第二节 常用电气控制
电路 664

一、启动控制电路 664

二、步进、步退控制
电路 669

三、自动往返控制
电路 669

四、具有联锁作用的
控制电路 671

五、点动控制电路 672

六、过流保护控制
电路 673

七、制动控制电路 674

第三节 常用机械

控制线路 677

一、C620-1 普通车床
控制线路 677

二、Y3150 滚齿机
控制线路 678

三、M7130 卧轴矩台平
面磨床控制线路 ... 679

四、X53T 立式铣床
控制线路 682

第七章 电子技术

第一节 常用电子元件 ... 687

一、电阻器 687

二、电容器 699

三、电感器 706

第二节 半导体分立

器件 712

一、半导体二极管 712

二、三极管 723

三、场效应管	730
四、晶闸管	733

五、集成电路	739
--------------	-----

第八章 电工材料

第一节 常用的导电

材料	747
----------	-----

一、导电金属材料	747
----------------	-----

二、裸导体	756
-------------	-----

三、绝缘导线	783
--------------	-----

四、低压电力电缆	815
----------------	-----

五、电磁线	831
-------------	-----

第二节 绝缘材料

一、绝缘漆	849
-------------	-----

二、绝缘浸渍纤维	849
----------------	-----

三、电工常用薄膜	853
----------------	-----

四、电工常用粘带	854
----------------	-----

五、电工用复合材料	855
-----------------	-----

六、绝缘层压板制品	856
-----------------	-----

七、绝缘云母制品	856
----------------	-----

第三节 磁性材料

一、金属及合金磁性材料	861
-------------------	-----

二、铁氧体磁性材料	880
-----------------	-----

第九章 现代照明

第一节 照明基础知识 ... 889

一、照明技术有关

概念	889
----------	-----

二、物体的光照性能及

有关参数	890
------------	-----

第二节 照明电光源

一、电光源的分类及主

要技术特性	897
-------------	-----

二、照明电光源技术

参数及规格	898
-------------	-----

三、常用照明电光源

的选用	949
-----------	-----

第三节 电气装置和照明

灯具	959
----------	-----

一、灯具的种类	959
二、常用灯座的主要 技术参数	959
三、常用开关的外形结	

构、规格和用途 ...	959
四、照明供电线路控制、 保护与检修	972
五、照明供电与配电 ...	989

第十章 安全用电与节约用电

第一节 电气安全基础	
知识	1001
一、绝缘	1001
二、屏护、间距与安全 标志	1006
三、安全用电知识 ...	1010
第二节 触电预防及 急救	1015
一、电流对人体的 作用	1015
二、触电方式	1016

三、触电急救	1022
第三节 接地接零与防雷 保护	1023
一、接地接零	1023
二、防雷保护	1047
第四节 节约用电	1069
一、节约用电的一般 措施	1069
二、节约用电的几种 方法	1076

第一章 电工基础知识

第一节 电工基础知识

一、电的基本知识

1. 电流

电荷有规则的定向运行,称为电流。正电荷运动的方向为电流的方向。电流的大小用单位时间内通过导体截面的电荷量的多少来度量,如果在1s内,穿过导体截面的电荷量为1C,则称导体中通过的电流为1安培,简称安,以符号A表示。电流的量符号为*I*。

电流倍数单位有千安(kA),分数单位有毫安(mA)、微安(μ A)。

$$1\text{kA} = 1000\text{A}$$

$$1\text{A} = 1000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$$

如果电流的大小和方向都不随时间变化,则称为直流电流。

如果电流的大小和方向都随时间变化,则称为交变电流,简称为交流电。我们平常用的市电是一种大小和方向按正弦规律变化的交流电。

2. 电路

电流所经过的路径叫做电路。电路由电源、负载、导线三个基本部分组成,如图1-1所示。

(1) 电源:是将其他形式的能量转变为电能的装置。如发电机把机械能转变为电能,而干电池则是把化学能转变为电能。电源是提供电能的装置。

(2) 负载:是将电能转变为其他形式能量的装置。如电动机把电能转变为机械能,而电炉则是把电能转变为热能。负载是消耗电能的装置。

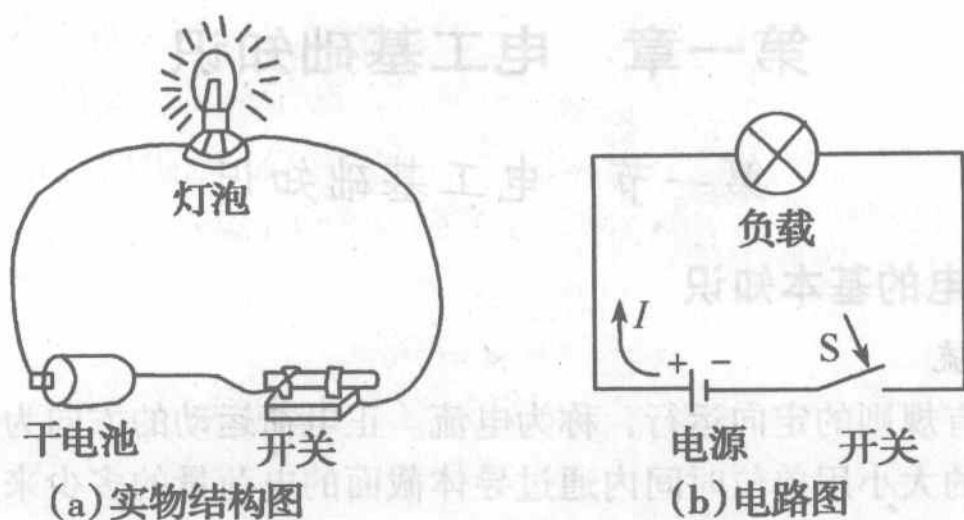


图 1-1 电路

(3) 导线：是连接电源和负载使其成为闭合回路的装置。这样，电荷才能在电源作用下，通过导线→负载→导线回到电源，进行定向运动形成电流。

在电路中还安装开关、熔断器等电器，这些电器所起的作用和导线是相同的，是一段可操作的导线，可以在需要的时候方便地切断或接通电路。

3. 电位和电压

在静电场和电路中，单位正电荷在电场力的作用下，从无穷远（即零电位）移到某点时电场力所做的功，称为该点的电位。

如果电路两点间电位不同，这两个电位的差值叫做电路两点间的电压。电压的单位是伏特，简称伏，用符号 V 表示，电压的量符号为 U 。

4. 电动势

电荷在电路中运动，动力来源于电源。电源的负极是低电位，正极是高电位，电源把电荷从低电位通过电源内部搬运到高电位。反映电源搬运电荷能力的物理量，叫电源的电动势。电动势的单位也是伏，与电压及电位的单位相同。电动势的量符号是 E 。

5. 电阻

电阻是电荷在物体中运动所受到的阻力，是物质本身具有的导电特

性。自然界的物质按其导电特性分为容易导电的导体，如各类金属；不容易导电的绝缘体，如木材、橡胶、塑料；介于两者之间的半导体，如硅、锗。电阻的单位为欧姆，简称欧，符号为 Ω 。电阻的量符号为 R 。

电阻的倍数单位有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)。

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1\,000\,000\Omega$$

一般情况下，金属导体的电阻值随温度升高而增大。

二、直流电路

1. 欧姆定律

(1) 部分电路欧姆定律：部分电路是指不含电源的一段电路，如图 1-2 所示。

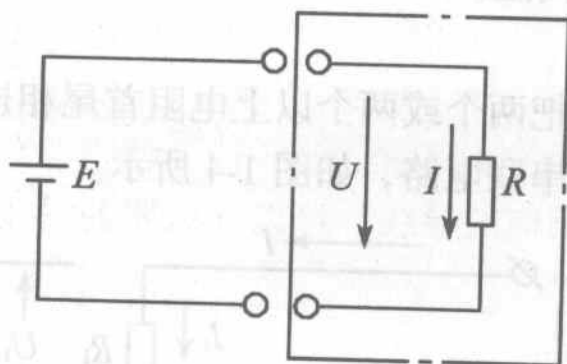


图 1-2 部分电路

部分电路欧姆定律的数学式表示为

$$I = \frac{U}{R}$$

也可变形为

$$R = \frac{U}{I} \quad U = IR$$

(2) 全电路欧姆定律：全电路是指含有电源的闭合电路，如图 1-3 所示。

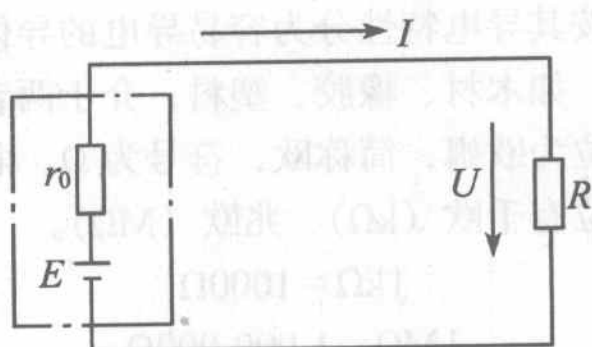


图 1-3 全电路

全电路欧姆定律的数学表示式为

$$I = \frac{E}{r_0 + R}$$

式中 r_0 ——电源的内阻。

2. 电路的联结

(1) 串联电路：把两个或两个以上电阻首尾相连接成一串，中间没有分支，称为电阻的串联电路，如图 1-4 所示。

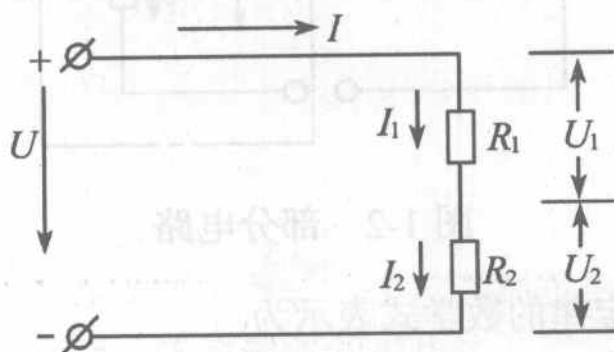


图 1-4 串联电路

串联电路的特点：

- ① 串联电路中通过各电阻的电流为同一电流，即 $I = I_1 = I_2$ 。
- ② 串联电路的总电阻等于各串联电阻之和，即 $R = R_1 + R_2$ 。
- ③ 串联电路两端的总电压等于各串联电阻上各电压之和，即 $U = U_1 + U_2$ 。
- ④ 各串联电阻上的电压的大小与各电阻值的大小成正比，大电阻上

的电压高,而小电阻上的电压低。

(2) 并联电路:把两个或两个以上电阻的首端接在一起,尾端接在一起,然后接在电路的两个端点上,称为电阻的并联电路,如图 1-5 所示。

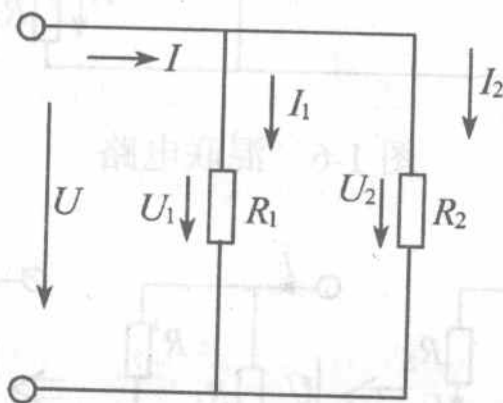


图 1-5 并联电路

并联电路的特点:

- ① 并联电路中各电阻上所加的电压相等,即 $U = U_1 = U_2$ 。
- ② 并联电路中的总电流等于各电阻上电流之和,即 $I = I_1 + I_2$ 。
- ③ 并联电路总电阻的倒数等于各并联电阻的倒数之和,即 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 。
- ④ 各并联电阻上电流的大小,与各电阻值的大小成反比。

(3) 混联电路:当几个电阻间的联结关系既有串联又有并联时,叫做混联电路,如图 1-6 所示。在分析和计算混联电路时,要两个两个电阻进行分析,看其是否有串、并联关系,有则进行合并简化,最后可简化为只有两个电阻的串联或并联电路。如图 1-6 的简化过程如图 1-7 所示。