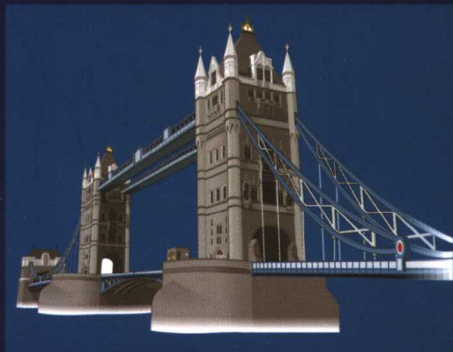


机电实用技术手册系列

新编

# 实用电工 手册

于亦凡 周祥龙 赵景波 刘金辉 编



 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

机电实用技术手册系列

**新编**

**实用电工  
手册**

于亦凡 周祥龙 赵景波 刘金辉 编

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

新编实用电工手册/于亦凡等编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.11

(机电实用技术手册系列)

ISBN 978-7-115-16518-3

I. 新... II. 于... III. 电工—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 102751 号

## 机电实用技术手册系列

### 新编实用电工手册

- 
- ◆ 编 于亦凡 周祥龙 赵景波 刘金辉  
责任编辑 李育民
  - ◆ 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>  
三河市海波印务有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/32  
印张: 39.75  
字数: 1019 千字 2007 年 11 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2007 年 11 月河北第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-16518-3/TN

定价: 68.00 元

读者服务热线: (010)67134361 印装质量热线: (010)67129223

## 本书卖点：

### 1. 选材新颖，信息领先

涉及了国内外电工的最新发展动态，具有较强的时代感；增加了同类手册较少涉及的传感器、电力电子器件、新型安全用电及节电技术和设备等内容。

### 2. 内容丰富，涉及面广

包括电工基础知识、电机和变压器、常用低压电器、传感器、电子技术、可编程控制器和数控机床、家用电器、工厂供电和输配电线路、安全和节约用电等知识。

### 3. 图表结合，方便实用

本手册介绍了大量电工技术的有关国家规程，并重点介绍与生产、生活息息相关的内容，文字叙述结合大量图表，示例充分，清晰易懂，方便实用。

## 内容提要：

本手册是机电实用技术手册系列之一。全书共9章，其中包括电工基础知识、电机和变压器、常用低压电器、传感器、电子技术、可编程控制器和数控机床、家用电器、工厂供电和输配电线路、安全和节约用电等。

本手册内容丰富，资料新颖，深入浅出，方便实用，可供工矿企业和机关企事业单位负责电气安装、维护和修理的电工，以及电气技术人员阅读使用，也可供大、中专院校师生学习参考。

## 内 容 提 要

本手册是机电实用技术手册系列之一。全书共 9 章，其中包括电工基础知识、电机和变压器、常用低压电器、传感器、电子技术基础知识、可编程控制器和数控机床、家用电器、工厂供电和输配电线路、安全和节约用电等。

本手册内容丰富，资料新颖，深入浅出，方便实用，可供工矿企业和机关企事业单位负责电气安装、维护和修理的电工，以及电气技术人员阅读使用，也可供大、中专院校师生学习参考。

# 前 言

## PREFACE

---

随着我国制造业的不断发展，新技术的应用越来越广泛，国内和国际企业间的技术合作日益加强，社会生产更加注重规范和标准的采用，产品也更加注重互换性。为此，各生产企业需要使用统一标准来指导生产过程。

为了方便广大工程设计人员及生产人员根据相关标准指导设计和生产，我们编写了机电实用技术手册系列图书。该系列图书共 12 册，涵盖了从传统的机械加工技术到现代的新型加工技术等各个方面的内容，为各行业的工程设计人员及生产加工人员提供了翔实的设计资料。

《新编实用电工手册》是机电实用技术手册系列之一，是一本介绍电工技术的实用工具书。

本手册共分 9 章，分别介绍了电工基础知识，各种电机、变压器的原理及使用维护，常用低压电器的功能及使用维护，各种传感器的原理及应用，电子技术基础知识，可编程控制器的应用技术及数控机床相关知识，多种家用电器的原理及使用维修，工厂供电系统和输配电线路的结构及安装维护，安全用电和节约用电的方法等知识。

本手册所介绍的内容丰富新颖，图文结合，示例充分，清晰易懂，方便实用。本手册既借鉴了其他相关书籍的经验，又有自己的独特创新之处。手册大量介绍了电工技术的有关国家规程，并注意重点介绍与生产、生活息息相关的内容，具有较强的实用性；各部分内容

均涉及了目前国内外的最新发展动态，具有较强的时效性；增加了同类手册较少涉及的传感器、电力电子器件、新型安全用电、节电技术和设备等内容。

本手册可供工矿企业和机关企事业单位负责电气安装、维护、修理的电工以及电气技术人员阅读使用，也可供大、中专院校师生学习参考。

本手册由于亦凡、周祥龙、赵景波、刘金辉等编写。手册在编写的过程中，得到了沈精虎、许曰滨、黄业清、姜勇、高长铎、田博文、杜俭业、向先波、毕丽蕴、郭万军、詹翔、冯辉、王海英、李仲、赵治国、赵晶、朱凯、臧乐善、郭英文、计晓明、尹志超、滕玲、张艳花、董彩霞、郝庆文等同志的帮助，同时，还借鉴了许多同行优秀的手册及著作，在此向他们一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏和不当之处，诚请读者批评指正。

编 者

2007年10月



# 目 录

## CONTENTS

<b>第一章 电工基础知识</b> .....	1
<b>第一节 线性直流电路</b> .....	1
一、电路中几个常用物理量.....	1
二、电路的基本定律.....	12
三、电路的三种状态.....	13
四、焦耳-楞次定律.....	15
五、负载的额定值.....	16
六、电路的分析方法.....	16
<b>第二节 交流电路</b> .....	31
一、交流电的基本概念.....	31
二、正弦交流电的三种表示法.....	38
三、单相交流电路.....	41
四、三相交流电的基本概念.....	54
<b>第三节 磁路与磁路定律</b> .....	63
一、电流的磁场.....	63
二、磁场对电流的作用.....	65
三、磁化与磁性材料.....	69
四、电磁感应定律.....	71
<b>第四节 电工基本操作知识</b> .....	78
一、电气钳工常用量具.....	78
二、电气钳工基本操作.....	90
<b>第五节 常用电工仪表</b> .....	116
一、电工测量的基本知识.....	116
二、电工仪表的分类和选择.....	125

三、携带式仪表	134
四、电工仪表的维护校验	147
第六节 电路图中常用电气符号	157
一、电工系统图图形符号	157
二、电气技术中的文字符号	157
第七节 常用电工材料	221
一、导电材料	221
二、特种电工材料	250
三、常用磁性材料	254
四、常用绝缘材料	263
第二章 电机和变压器	279
第一节 直流电机	279
一、直流电机基本知识	280
二、直流电机的基本公式	287
三、直流电机的技术数据	292
四、直流电机的运行与控制	313
五、直流电机常见故障的处理	321
第二节 交流电机	344
一、三相异步电动机	344
二、同步发电机	403
第三节 小功率电机	415
一、小功率电机概述	415
二、驱动小功率电机	416
三、控制小功率电机	420
第四节 变压器	440
一、变压器的工作原理	441
二、变压器的分类与结构	443
三、变压器的计算	446
四、电力变压器	471

五、互感器	488
六、自耦变压器	491
七、线间变压器	492
<b>第三章 低压电器</b>	495
第一节 概述	495
第二节 刀开关和转换开关	499
一、开启式负荷开关	499
二、封闭式负荷开关	501
三、转换开关	502
第三节 熔断器	504
第四节 自动开关	507
一、技术数据	507
二、空气断路器常见故障分析	514
第五节 继电器	515
一、中间继电器	516
二、时间继电器	517
三、电流继电器	518
四、热继电器	519
第六节 主令电器	525
一、按钮	525
二、微动开关	530
三、行程开关	530
四、主令控制器	532
第七节 接触器	534
第八节 凸轮控制器	537
<b>第四章 传感器</b>	540
第一节 概述	540
一、传感器的作用	540
二、传感器的定义与组成	540

三、传感器的分类	542
四、对传感器的要求	544
五、改善传感器性能的技术途径	544
第二节 传感器的特性	546
一、传感器的静态特性	546
二、传感器的动态特性	550
三、传感器的选用原则	550
第三节 电阻式传感器	551
一、应变式传感器	551
二、应变式传感器应用	568
第四节 电感式传感器	569
一、变磁阻式电感传感器	569
二、差动变压器式电感传感器	578
三、电涡流式传感器	587
第五节 电容式传感器	589
一、电容式传感器的工作原理	589
二、极距变化型电容式传感器的变换原理	590
三、面积变化型电容式传感器的变换原理	591
四、介质变化型电容式传感器的变换原理	592
五、电容式传感器的测量电路	593
六、电容式传感器的设计	596
七、电容式传感器的应用	604
第六节 压电式传感器	608
一、压电效应	608
二、压电材料	609
三、压电式传感器及其等效电路	613
四、压电式传感器测量电路	617
五、压电式传感器的应用	623
第七节 温度传感器	627

一、温度传感器概述	627
二、热电偶温度传感器	633
三、热敏电阻温度传感器	646
四、IC 温度传感器	654
五、其他温度传感器	659
第八节 传感器的标定	666
一、传感器的静态特性标定	666
二、传感器的动态特性标定	666
第九节 多传感器信息融合技术	666
一、多传感器信息融合概念	667
二、多传感器信息融合的意义及应用	667
三、多传感器信息融合的优点	668
四、传感器信息融合分类和结构	668
五、传感器信息融合的一般方法	670
六、传感器信息融合的实例	675
<b>第五章 电子技术基础知识</b>	<b>676</b>
第一节 半导体器件	676
一、半导体的导电特性	676
二、PN 结与二极管	679
三、二极管的应用	684
四、稳压二极管及其他二极管	687
五、晶体三极管	689
六、场效应管	700
第二节 放大电路	704
一、放大电路的基本概念	704
二、单级交流小信号放大电路	707
三、放大电路中的反馈电路	714
四、多级交流小信号放大电路	716
第三节 功率放大电路	721

## 目 录

---

一、功率放大电路概述 .....	721
二、双电源互补对称电路 .....	723
三、单电源互补对称电路 .....	725
第四节 差动放大电路与集成运算放大电路 .....	727
一、差动放大电路 .....	727
二、集成运算放大电路的基本概念 .....	733
三、基本集成运算放大电路 .....	735
四、集成运算放大电路的应用 .....	739
第五节 逻辑代数和门电路 .....	745
一、数字电路的基本概念 .....	745
二、逻辑函数 .....	746
三、逻辑函数的化简 .....	749
四、基本逻辑门电路 .....	752
五、集成逻辑门电路 .....	754
第六节 组合逻辑电路 .....	757
一、组合逻辑电路的分析方法 .....	757
二、组合逻辑电路的设计方法 .....	757
三、编码器 .....	758
四、译码器 .....	761
五、数据选择器 .....	762
第七节 时序逻辑电路 .....	764
一、基本触发器 .....	764
二、主从触发器 .....	767
三、边沿触发器 .....	771
四、计数器 .....	775
五、寄存器 .....	784
第八节 集成 555 定时器及其应用 .....	790
一、集成 555 定时器 .....	790
二、单稳态触发器 .....	797

第九节 数模与模数转换器 .....	799
一、D/A 转换器 .....	800
二、A/D 转换器 .....	803
第十节 晶闸管 .....	809
一、电力电子技术概述 .....	809
二、电力二极管 .....	810
三、晶闸管 .....	814
四、晶闸管的应用 .....	824
<b>第六章 可编程控制器及数控机床</b> .....	<b>833</b>
第一节 可编程控制器应用技术 .....	833
一、概述 .....	833
二、可编程控制器的分类及发展方向 .....	838
三、可编程控制器的组成和工作原理 .....	840
四、可编程控制器的程序编制 .....	856
五、PLC 的使用 (以 FX2 系列为例) .....	864
六、可编程控制器的安装与维护 .....	882
第二节 数控机床简介 .....	889
一、概述 .....	889
二、控制介质 .....	890
第三节 机床数字控制系统 .....	901
一、数控机床技术常用术语及定义 .....	901
二、数控系统的一般概念 .....	904
三、数控系统的工作过程 .....	905
四、数控系统的分类 .....	908
五、数控机床对伺服系统的要求 .....	911
第四节 数控系统的选型和维修 .....	912
一、数控系统的选型 .....	912
二、数控机床的维修 .....	915
<b>第七章 家用电器</b> .....	<b>930</b>
第一节 电风扇 .....	930

## 目 录

一、电风扇的分类与结构	930
二、交流电风扇电动机的调速	931
三、电风扇的主要质量指标	932
四、电风扇的选购	933
五、电风扇的安装与使用	934
六、电风扇的常见故障与排除方法	936
七、电风扇安全使用要点	938
八、电风扇的保养	939
第二节 洗衣机	940
一、洗衣机的定义及分类	940
二、波轮式双桶洗衣机的结构及电路原理	940
三、洗衣机的选购	942
四、洗衣机的安全使用要点	943
五、洗衣机的使用与保养	944
六、洗衣机的常见故障及排除方法	945
第三节 电冰箱	949
一、电冰箱的形式与规格	949
二、压缩式电冰箱的结构和制冷原理	950
三、电冰箱的选购与使用	952
四、电冰箱安全使用要点	954
五、电冰箱的常见故障及排除方法	955
第四节 电饭锅	958
一、电饭锅的类型和规格	958
二、电饭锅的结构和工作原理	958
三、电饭锅的选购和使用	960
四、电饭锅的安全使用要点	961
五、电饭锅常见故障及排除方法	962
第五节 电熨斗	963
一、电熨斗的型式与规格	963



二、调温型电熨斗的工作原理	964
三、电熨斗的选购和使用	964
四、电熨斗安全使用要点	967
五、电熨斗常见故障及排除方法	968
第六节 吸尘器	969
一、家用吸尘器的分类和工作原理	970
二、吸尘器的结构	971
三、吸尘器的选购和使用方法	972
四、安全使用要点	974
五、吸尘器的常见故障及排除方法	974
第七节 其他家用电气安全使用指南	976
一、电吹风机	976
二、电热水器	977
三、脱排油烟机	978
四、消毒柜	979
五、电脑	980
六、家用电器的“漏电”现象及安全措施	981
第八章 工厂供电和输配电线路	984
第一节 电力系统与电力网	984
一、概述	984
二、供电电能质量	989
第二节 工厂供电系统	994
一、工厂变电所	994
二、工厂供电系统的继电保护	1039
第三节 架空线路	1052
一、架空线路的构成	1052
二、架空线路的安装	1064
三、架空接户线与进户线	1077
四、架空配电线路的运行和维护	1081