



技工系列工具书

主 编 / 王 兵



维修电工 实用技术手册

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工系列工具书

内容提要

维修电工实用技术手册

王 兵 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

维修电工实用技术手册 / 王兵主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2008. 2

(技工系列工具书)

ISBN 978-7-5345-5796-5

I. 维… II. 王… III. 电工—维修—技术手册
IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 189122 号

维修电工实用技术手册

主 编 王 兵
责任编辑 宋 平
特约编辑 徐伟弘
责任校对 刘 强
责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 扬中市印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/32
印 张 27
字 数 670 000
版 次 2008 年 2 月第 1 版
印 次 2008 年 2 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5796-5
定 价 50.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 简 介

手册依据维修电工初、中、高、技师级国家职业标准,以“简明、够用、实用”为编写原则,选材上力求突出实用性和针对性,尽量反映维修电工领域的新技术、新设备、新材料及新工艺。手册主要包括:电工基础、安全用电、常用电工材料、新电工仪器仪表、变压器、交流电动机、直流电动机、特种电动机、低压电器、常用生产机械电气控制线路、通用变频器、电子器件、电子电路、可编程序控制器、单片机等,共 15 章。为使查阅者在得到所需资料的同时易于理解,对相关内容进行必要地分析和叙述,并提供一些经典应用案例。

手册可供工矿企业维修电工、职业院校师生、电气技术人员在工作、学习中使用。

前 言

《维修电工实用技术手册》参照维修电工国家职业标准,内容上力求体现"以职业活动为导向,以职业技能为核心"的指导思想,充分体现新技术、新设备、新材料和新工艺在电气控制领域中的应用。手册以简明实用为编写原则,对维修电工在工作中必备的一些定理、计算公式以简明扼要地方式表述;对电路与器件的工作原理尽量采用流程图和通俗易懂的方式加以阐述;选材上力求突出实用性、先进性和可操作性,体现当今科技在电工领域最新普遍应用。手册不仅提供电路原理图以及器件的型号、规格、参数,并精选案例加以分析说明,能起到以点带面的作用,使读者能尽快掌握该项技能。各章节自成体系,又按循序渐进的方式编排,便于查找和自学。

手册共 15 章,主要内容包括:电工基础、安全用电、常用电工材料、新电工仪器仪表、变压器、交流电动机、直流电动机、特种电动机、低压电器、常用生产机械电气控制线路、通用变频器、电子器件、电子电路、可编程序控制器、单片机等,含盖了维修电工国家职业技能等级五级至二级主要内容,除可做工具书使用之外亦可做培训教材使用。

手册由王兵(第六、十、十一、十四章)、何小宁(第一、十三、十五章)、刘颖慧(第七、八章)、谭波(第二、四章)、王亚兵(第三章)、匡红海(第十二章)、彭志红(第九章)和周建华(第五章)编写,王兵担任主编并统稿。

因手册内容广泛,作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2007 年 12 月

目 录

第一章 电工基础	1
第一节 电工基本名词	1
第二节 电工基本计算公式	9
一、简单直流电路的计算	9
二、复杂直流电路的计算	10
三、磁路计算	14
四、交流电路的计算	15
五、变压器的计算	17
六、直流电动机的计算	18
七、交流电动机的计算	18
第三节 电工常用计量单位	23
第四节 电气设备常用文字符号和图形符号	25
一、常用文字符号	25
二、常用图形符号	30
第二章 电工材料	36
第一节 导电材料	36
一、电线电缆概述	36
二、裸导线	37
三、电磁线	38
四、常用熔体材料	39
五、电阻合金	43
第二节 磁性材料	46
一、软磁材料	46
二、硬磁材料	47
第三节 绝缘材料	49

一、气体绝缘材料	49
二、液体绝缘材料	49
三、绝缘胶和绝缘漆	49
四、橡胶制品	53
五、电工薄膜、复合薄膜及胶粘带	55
第四节 电气安装材料	60
一、线管	60
二、金属安装材料	62
三、电瓷安装材料	63
第三章 安全用电	65
第一节 触电危害与救护	65
一、电流对人体的伤害	65
二、安全电压	67
三、触电事故的类型	68
四、触电急救	69
第二节 保护接地与保护接零	73
一、IT 系统	73
二、TT 系统	75
三、TN 系统	76
第三节 防雷技术	78
一、雷电的种类及危害	78
二、防雷装置	81
第四节 电气防火防爆	89
一、电气火灾与爆炸的原因	89
二、电气防爆技术	90
第五节 漏电保护装置	93
一、漏电保护器的工作原理	93
二、漏电保护器的使用场所	94
三、漏电保护器额定漏电动作电流的选择	94
四、漏电保护器的正确接线方式	95
五、漏电保护装置运行维护	95
第六节 电气安全措施	97

一、保证安全的技术措施	97
二、电气安全用具	100
三、安全标识	102

第四章 新电工仪器仪表

第一节 智能仪表	104
一、智能仪表测量原理	105
二、DH4 智能电流电压表的使用方法	106
第二节 接地电阻测量仪	109
一、接地电阻测量仪的测试原理	109
二、接地电阻测量仪的使用方法	110
第三节 双踪示波器	112
一、双踪示波器的主要技术性能	112
二、双踪示波器的使用方法	113
第四节 低频信号发生器	117
一、低频信号发生器的主要技术性能	118
二、低频信号发生器的使用方法	119
第五节 晶体管毫伏表	121
一、晶体管毫伏表的主要技术性能	121
二、晶体管毫伏表的使用方法	121
第六节 晶体管图示仪	123
一、晶体管图示仪的主要技术性能	123
二、DW4822A 型晶体管特性图示仪的使用方法	125

第五章 变压器

第一节 变压器的基本知识	128
一、变压器的基本原理及额定参数	128
二、变压器的分类与结构	131
三、变压器极性的判别	135
四、变压器的连接组别	137
五、变压器的运行	141
第二节 电力变压器	143
一、电力变压器的构造	144

二、电力变压器的技术数据	147
三、变压器的并联运行	153
四、电力变压器常见故障处理	155
第三节 控制变压器	156
一、控制变压器的型号及铭牌数据	156
二、控制变压器的技术数据	158
三、控制变压器的技术要求	167
第四节 特种变压器	169
一、自耦变压器	169
二、互感器	173
三、电焊变压器	186
四、脉冲变压器	187
第五节 变压器实验	189
一、变压器的空载实验	189
二、变压器的短路实验	190
第六章 三相异步电动机	192
第一节 三相异步电动机的基本知识	192
一、三相异步电动机的工作原理	192
二、三相异步电动机铭牌和主要系列	195
三、三相异步电动机的运行	201
第二节 三相异步电动机技术数据	208
一、Y 系列三相异步电动机	208
二、Y2 系列三相异步电动机	213
三、变频调速三相异步电动机	217
四、YR 系列三相绕线式异步电动机	222
五、YD 多速三相异步电动机	222
六、YCT 系列电磁调速电动机	237
第三节 三相异步电动机的绕组	239
一、交流绕组的基本概念	240
二、三相单层绕组	241
三、三相双层绕组	243
第四节 三相异步电动机的修理	246

一、三相异步电动机的拆装	246
二、三相异步电动机常见故障分析与排除	247
三、三相异步电动机的试验	254
第七章 直流电动机	260
第一节 直流电动机的基本知识	260
一、直流电动机的工作原理	260
二、直流电动机的类型	262
三、直流电动机的铭牌及主要技术参数	263
四、直流电动机的运行	264
第二节 Z4 系列直流电动机的主要技术数据	267
第三节 直流电动机常见故障及处理	277
一、直流电动机电刷中性线调整	277
二、直流电动机的试验项目	279
三、直流电动机的常见故障处理	281
第八章 特种电机	295
第一节 单相异步电动机	295
第二节 同步电动机	304
第三节 电磁调速异步电动机	310
第四节 测速发电机	314
第五节 步进电动机	319
第六节 自整角机	322
第七节 旋转变压器	327
第八节 无刷直流电动机	333
第九章 低压电器	336
第一节 概述	336
一、低压电器的分类、产品标准和常用术语	336
二、低压电器型号组成形式	338
第二节 低压开关	341
一、负荷开关	341

二、组合开关	343
三、低压断路器	351
第三节 熔断器	359
一、熔断器的选用	359
二、RC1A 插入式熔断器	360
三、RM 系列无填料封闭管式熔断器	361
四、RT 有填料封闭管式熔断器	362
五、RL 系列螺旋式熔断器	363
六、RLS 螺旋式快速熔断器	364
七、RS 有填料快速熔断器	365
第四节 主令电器	365
一、按钮	365
二、行程开关	369
三、接近开关	376
四、指示灯	380
第五节 接触器	386
一、接触器的类别与选用	386
二、交流接触器	387
三、直流接触器	393
第六节 继电器	395
一、电磁式继电器	396
二、热继电器	401
三、时间继电器	405
四、速度继电器	412
五、温度继电器	413
六、固态继电器	414
第七节 其他常用低压电器	417
一、凸轮控制器	417
二、制动电器	418
三、频敏变阻器	421
第十章 常用生产机械电气控制电路	424
第一节 三相异步电动机的基本控制电路	424

一、三相笼式异步电动机的全压启动	424
二、三相笼式异步电动机的降压启动	430
三、三相异步电动机的制动	436
四、双速电动机的控制	442
五、三相绕线式异步电动机的控制	444
第二节 直流电动机的控制电路	448
一、并励直流电动机基本控制电路	449
二、串励直流电动机基本控制电路	454
第三节 常用机床电气控制线路	460
一、机床电气设备维修要求和方法	460
二、CA6140 型车床电气检修	467
三、C5225 型双柱立式车床电气检修	472
四、Z35 型摇臂钻床	487
五、Z3040 型摇臂钻床	494
六、M7130 型平面磨床	500
七、M1432A 型万能外圆磨床	505
八、M7475B 型立轴圆台平面磨床	510
九、X62W 型万能铣床	519
十、T68 型卧式镗床	528
十一、20/5 t 桥式起重机	535
十二、B2012A 型龙门刨床	543
第十一章 通用变频器	577

第一节 概述	577
一、变频调速原理	577
二、变频器的分类	581
三、变频器主要功能	581
四、变频器的选择	586
第二节 西门子 MM4 系列变频器	588
一、MM4 系列变频器性能特点	588
二、MM420 系列变频器	593
三、MM440 变频器	603
第三节 三菱 FR 系列变频器	607

一、FR-S500 系列变频器	608
二、FR-A700 系列变频器	616
第四节 变频器抗干扰措施	626
第十二章 电子器件	630
第一节 电阻器、电容器与电感器	630
一、电阻器	630
二、电容器	632
三、电感器	633
第二节 晶体二极管	635
一、晶体管型号命名法	635
二、晶体二极管特性	636
三、晶体二极管的测试	637
四、晶体管二极管的主要参数	638
第三节 晶体三极管	639
一、晶体三极管的示意图和特性	639
二、晶体三极管的测试	641
三、晶体三极管的主要参数	643
第四节 单结晶体管	647
一、管脚的判别	647
二、单结晶体管的特性	648
三、单结晶体管的主要参数	649
第五节 晶闸管	651
一、晶闸管的特性	652
二、晶闸管的测试	653
三、晶闸管的主要参数	653
四、晶闸管的驱动电路	657
第六节 电力晶体管	657
一、GTR 的基本特性	658
二、GTR 的主要参数	659
三、GTR 的驱动电路	660
第七节 场效应管	663
一、场效应管的结构和分类	663

二、场效应管的特性	664
三、功率场效应管的主要参数	667
四、功率场效应管的驱动电路	668
第八节 绝缘栅双极晶体管	670
一、IGBT 的结构和符号	670
二、IGBT 的特性	671
三、IGBT 的主要参数	672
四、IGBT 的驱动电路	673
第九节 光电耦合器	673
一、光电耦合器的结构和特性	674
二、光电耦合的主要参数	675
第十节 集成运算放大器	677
一、集成运算放大器性能特点	677
二、集成运算放大器主要参数	677
三、集成运放的典型运用电路	682
第十一节 集成逻辑门电路	684
一、基本逻辑门电路功能特点	684
二、集成逻辑芯片型号与主要参数	686
第十二节 集成时序逻辑电路	688
一、集成时序逻辑电路性能特点	688
二、集成时序逻辑芯片型号及主要参数	689
第十三节 555 集成定时器	691
一、555 集成定时器性能特点	691
二、555 集成定时器典型运用电路	692
第十三章 电子电路	695
第一节 基本放大电路	695
一、共射极放大电路	695
二、共集电极放大电路	696
三、共基极放大电路	697
四、分压式工作点稳定电路	697
第二节 功率放大电路	699
一、OCL 互补对称功率放大电路	699

二、OTL 互补对称功率放大电路	670
第三节 正弦波振荡电路	701
一、RC 正弦波振荡电路	701
二、LC 正弦波振荡电路	702
三、石英晶体正弦波振荡电路	702
第四节 直流稳压电源	703
一、硅稳压管并联稳压电路	703
二、串联式晶体管稳压电路	705
三、集成稳压电路	706
四、开关型稳压电源	711
第五节 典型应用电路	713
一、照明灯自动控制电路	713
二、热敏电阻自动控温电路	714
三、电磁调速异步电动机调速控制电路	715
四、直流电动机调速控制电路	719
第十四章 可编程序控制器	722
第一节 概述	722
一、PLC 分类及组成	722
二、PLC 工作原理	724
三、PLC 编程语言	725
第二节 S7-200 系列可编程序控制器	726
一、主机结构及性能	726
二、扩展模块	732
三、编程软件 STEP7-Micro/WIN	735
四、S7-200 常用指令	737
五、编程应用	775
第三节 FX _{2N} 系列可编程序控制器	781
一、主机性能	782
二、编程软件与指令	785
第十五章 MCS-51 系列单片机	796
第一节 概述	796

一、单片机的组成	796
二、单片机的组成	797
三、单片机的特点及应用	805
第二节 单片机的工作特性	806
一、8 位单片机	806
二、16 位单片机	806
三、32 位单片机	806
第三节 单片机的引脚定义及功能	812
第四节 单片机的时钟电路及工作方式	815
一、时钟电路及其接法	815
二、定时单位及 CPU 的时序	816
三、单片机的工作方式	817
第五节 单片机的指令及编程	819
一、指令与程序概述	819
二、单片机指令系统	821
三、伪指令	827
四、汇编语言程序设计	828
第六节 单片机典型应用实例	837
一、硬件部分	838
二、软件部分	839
主要参考文献	843

第一章 电工基础

第一节 电工基本名词

(1) 电场 是传递电荷与电荷间相互作用的物理场。电场是一种特殊形式的物质,能使场内的电荷感受到力的作用。静止电荷周围的电场称为“静电场”。运动电荷周围除了存在电场外,还有磁场。

(2) 电场强度 表征电场强弱的物理量。某点的电场强度在数值上等于单位试验正电荷在该点所受的作用力,它的方向是单位试验正电荷的受力方向。用字母 E 表示,单位为伏/米(V/m)。

(3) 电位(电势) 是描述电场能量的物理量。将单位正电荷从电场中的某点移动到参考点时,电场力所做的功,称为该点对参考点的电位。理论上常取“无限远”处为参考点,即“零电位”点。在实际工程中,常取地球表面为“零电位”点。用符号 φ 表示,单位为伏特(V)。

(4) 电动势 单位正电荷由低电位处移动到高电位处时,非静电力(如电磁力、化学力等)所做的功。用字母 E 表示,单位为伏特(V)。

(5) 电压 静电场或电路中两点间的电位差。用字母 U 表示,单位为伏特(V)。

(6) 电源 指能提供电能的设备。有两个含义:① 将其他形式的能量转变为电能的装置,如发电机、电池等;② 在电子设备中,有时把变换电能形式的装置称为电源,如整流器等。

(7) 电流 电流强度的简称。单位时间内通过导体横截面的电荷量。规定正电荷移动的方向为电流方向。用字母 I 表示,单