

Maintenance Electrician Handbook

维修电工手册

高玉奎 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

**Maintenance
Electrician
Handbook**

维修电工手册

高玉奎 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据《维修电工国家职业标准》的有关要求,结合作者多年的实践经验而编写,是维修电工必备的实用工具书。

本书在系统讲解维修电工的主要内容的基础之上,还讲述了查找故障的技巧、方法,并分析出故障原因、给出故障处理措施。此外,本书还介绍了电力电子、可编程控制器、计算机等较新的内容,这是以往的电工手册中所没有讲述的,因此,是本书的特色之一。书中还收录了一些常用的电工技术资料和数据,以方便日常工作和学习时参考。

本书共分 17 章,具体包括电工基础知识、变压器、交流异步电动机、直流电机、低压电器、电力拖动及机床电气控制、通用变频器、数控机床、室内配线和电气照明、电工材料、电工仪表、电子线路、电力电子技术、可编程控制器、计算机维护与维修、太阳能光伏发电系统、安全用电等内容。

本书可供工矿企业维修电工、农村电工、电气技师等使用,也可供有关工程技术人员,以及有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工手册/高玉奎主编. —北京:中国电力出版社,2011.6
ISBN 978-7-5123-1759-8

I. ①维… II. ①高… III. ①电工-维修-技术手册 IV. ①TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 101497 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>)
北京盛通印刷股份有限公司印刷
各地新华书店经售

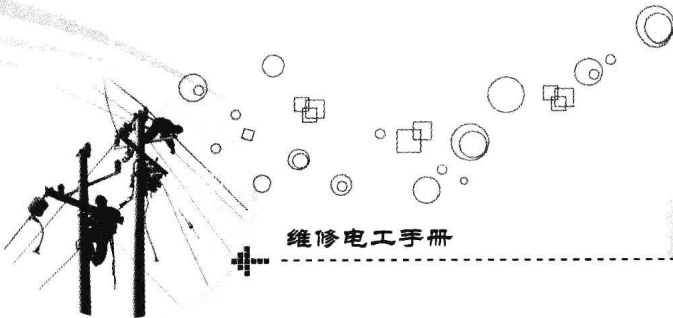
*

2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 26.5 印张 958 千字
印数 0001—3000 册 定价 58.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

维修电工手册

随着电子技术在工业技术方面的应用与发展,电工技术与电子技术之间的联系越来越紧密。电工技术涵盖的内容也越来越广泛,诸如可编程控制器、数控机床、计算机硬件等工业控制方面的内容,在逐渐地被涵盖进来。随着这种新形势的发展,电工维修技术的内容也更加丰富了。本手册的编写,便是根据这一新形势的需要,把诸多新技术的基本知识和维修方面的内容编写进来,以期在实际工作中对有关读者有所帮助,能够较快地掌握电工维修技术的要领,更好地做好维修工作。

本书根据《维修电工国家职业标准》的有关要求,结合作者多年的实践经验而编写,是维修电工必备的实用工具书。

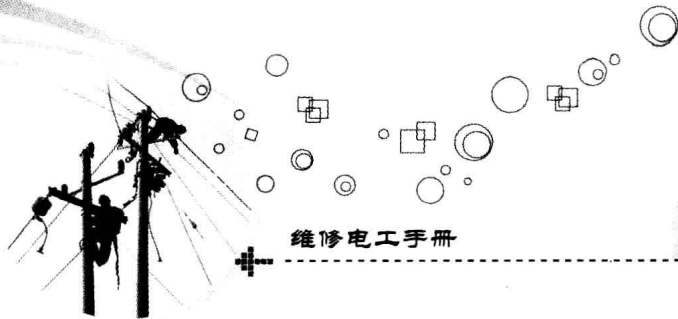
本手册内容丰富、取材新颖、繁简适当,且紧密结合生产实践,实用性强。文字通俗易懂、言简意赅。在讲清电器元件、设备电器工作原理的基础上,介绍了查找故障的技巧、方法,并分析出故障原因,给出故障处理措施。本书图文并茂,列有大量的数据,300多幅插图和300多个有关电气元件、技术数据和故障处理的表格,以便于读者查阅。

本书由高玉奎主编,孙克军任副主编。第1、17章由严晓斌编写;第2、5、10章由闫和平编写;第3、6、16章由孙克军编写;第4章由张志编写;第8章由储建编写;第9、11、12章由孙丽君编写;第13章由高玉奎编写;第14章由杨春稳编写;第15章由邴志刚编写;第7章由高玉奎、孙克军共同编写。全书由高玉奎统稿。编者对书末所列参考文献的作者以及热心提供资料的单位和个人,在此一并表示衷心的感谢。

由于本手册涉及内容广泛,各类电器元件、电气设备和仪

表、电工材料等及其技术数据浩如烟海，新设备、新器件又层出不穷，且技术又不断发展，限于编者的学识和实践经验的不足，不能做到尽善尽美，有不妥之处，敬请广大读者批评指正！

编者



前言

第1章 | 电工基础知识 1

1.1 电工常用计算公式及基本定律 1

1.1.1 电磁感应定律 1

1.1.2 直流电路常用计算公式 2

1.1.3 交流电路常用计算公式 7

1.2 电气设备常用文字符号和图形符号 13

1.2.1 电气设备常用文字符号 13

1.2.2 电气设备常用图形符号 16

1.3 特定导线、电器端子的标记和颜色标志代号 41

1.3.1 特定导线标记 41

1.3.2 电器端子标记 42

1.3.3 电气颜色标志代号 42

第2章 | 变压器 43

2.1 电力变压器 43

2.1.1 变压器的工作原理 43

2.1.2 变压器的分类 44

2.1.3 电力变压器的基本结构 45

2.1.4 变压器的主要技术参数 47

2.1.5 电力变压器的型号含义和技术数据 49

2.1.6 电力变压器的运行与维护 73

2.1.7 电力变压器的检修 75

2.1.8 变压器的常见故障及其排除方法 76

2.2	互感器	77
2.2.1	电压互感器	77
2.2.2	电流互感器	81
2.3	电焊变压器	84
2.3.1	电焊变压器的工作原理	84
2.3.2	电焊变压器的基本结构	85
2.3.3	电焊变压器的技术数据	86
2.3.4	电焊变压器的使用与维护	93
2.3.5	电焊变压器的常见故障及其排除方法	94
2.4	整流变压器	95
2.4.1	整流变压器的用途及分类	95
2.4.2	整流变压器的型号含义	96
2.4.3	常用整流变压器的技术数据	96

第3章 | 交流异步电动机 100

3.1	三相异步电动机	100
3.1.1	三相异步电动机的分类	100
3.1.2	三相异步电动机的基本结构	101
3.1.3	三相异步电动机的工作原理	103
3.1.4	三相异步电动机的额定值与接法	104
3.1.5	三相异步电动机的型号	105
3.1.6	三相异步电动机的技术数据	107
3.2	单相异步电动机	122
3.2.1	单相异步电动机的分类	122
3.2.2	单相异步电动机的基本结构	122
3.2.3	单相异步电动机的工作原理	123
3.2.4	单相异步电动机的型号	125
3.2.5	单相异步电动机的技术数据	126
3.3	异步电动机的选择	131
3.3.1	电动机种类的选择	131

3.3.2	电动机型号的选择	131
3.3.3	电动机外壳防护等级的选择	134
3.3.4	电动机容量的选择	140
3.3.5	电动机转速的选择	142
3.4	异步电动机的运行与维护	142
3.4.1	电动机起动前的准备和检查	142
3.4.2	电动机起动时的注意事项	143
3.4.3	电动机运行中的监视和维护	144
3.5	异步电动机的常见故障及其排除方法	145
第4章	直流电机	152
4.1	直流电机的分类	152
4.2	直流电机的基本结构	153
4.3	直流电机的工作原理	154
4.4	直流电机的励磁方式及特点	155
4.4.1	直流电机的励磁方式	155
4.4.2	不同励磁方式直流电机的用途	157
4.5	直流电机的额定值及绕组线端标记	157
4.5.1	直流电机的额定值	157
4.5.2	直流电机绕组的线端标记	158
4.6	直流电机的型号	158
4.7	直流电机的技术数据	159
4.8	直流电机的使用与维护	168
4.8.1	直流电机使用前的准备及检查	168
4.8.2	直流电机运行中的维护	168
4.8.3	直流电机火花等级的鉴别	169
4.9	直流电机的常见故障及其排除方法	169
第5章	低压电器	174
5.1	低压电器的分类和用途	174

5.1.1	低压电器的分类及用途	174
5.1.2	低压电器的型号	175
5.2	闸刀开关和转换开关	177
5.2.1	开启式负荷开关	178
5.2.2	开关板用闸刀开关	179
5.2.3	熔断器式闸刀开关	181
5.2.4	封闭式负荷开关	181
5.2.5	转换开关	185
5.3	熔断器	186
5.3.1	瓷插式熔断器	187
5.3.2	螺旋式熔断器	188
5.3.3	无填料封闭管式熔断器	191
5.3.4	有填料封闭管式熔断器	192
5.3.5	低压熔断器的选用	195
5.3.6	熔断器的常见故障及其排除方法	195
5.4	断路器	196
5.4.1	万能式断路器	197
5.4.2	塑料外壳式断路器	198
5.4.3	断路器的选择	201
5.4.4	断路器的常见故障及其排除方法	202
5.5	接触器	203
5.5.1	交流接触器	203
5.5.2	直流接触器	207
5.5.3	接触器的选择	207
5.5.4	接触器的常见故障及其排除方法	208
5.6	继电器	209
5.6.1	中间继电器	210
5.6.2	时间继电器	210
5.6.3	热继电器	214
5.6.4	继电器的常见故障及其排除方法	217

5.7	主令电器	219
5.7.1	控制按钮	219
5.7.2	行程开关	222
5.8	电磁起动器	224
第6章	电力拖动及机床电气控制	227
6.1	交流电动机常用控制线路	227
6.1.1	三相异步电动机单向起动、停止控制线路	227
6.1.2	三相异步电动机正反向运行控制线路	227
6.1.3	三相异步电动机点动与连续运行控制线路	230
6.1.4	两台电动机的顺序控制线路	230
6.1.5	三相异步电动机自动往复循环控制线路	231
6.1.6	三相笼型异步电动机定子绕组串电阻（或电抗器） 降压起动控制线路	232
6.1.7	三相笼型异步电动机用自耦变压器降压起动控制 线路	234
6.1.8	三相笼型异步电动机 Y- Δ 降压起动控制线路	236
6.1.9	三相绕线转子异步电动机转子回路串电阻起动控 制线路	237
6.1.10	三相绕线转子异步电动机转子绕组串接频敏变阻 器起动控制线路	238
6.1.11	单绕组变极双速异步电动机的控制线路	238
6.1.12	三相绕线转子异步电动机转子回路串电阻调速控 制线路	240
6.1.13	三相异步电动机反接制动控制线路	241
6.1.14	三相异步电动机能耗制动控制线路	242
6.1.15	单相异步电动机常用的调速控制线路	246
6.2	直流电动机常用控制线路	247
6.2.1	他励直流电动机电枢回路串电阻起动控制线路	247
6.2.2	并励直流电动机电枢回路串电阻起动控制线路	248
6.2.3	串励直流电动机串电阻起动控制线路	248

6.2.4	并励直流电动机可逆运行控制线路	249
6.2.5	串励直流电动机可逆运行控制线路	249
6.2.6	他励直流电动机能耗制动控制线路	249
6.2.7	他励直流电动机反接制动控制线路	250
6.3	常用机床电气控制线路	251
6.3.1	C620-1 型车床电气控制线路	251
6.3.2	CA6140 型车床电气控制线路	253
6.3.3	M7120 型平面磨床电气控制线路	253
6.3.4	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	258
6.3.5	Z35 型摇臂钻床电气控制线路	259
6.3.6	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	263
6.3.7	X52K 型立式升降台铣床电气控制线路	263
6.3.8	X62W 型万能铣床电气控制线路	271
6.3.9	T68 型卧式镗床电气控制线路	272
6.3.10	Y3150 型滚齿机电气控制线路	276
6.3.11	A 系列 B2012 龙门刨床电气控制线路	278
6.3.12	C5225 型立式车床电气控制线路	289
6.4	变频调速系统	302
6.4.1	变频调速系统的构成	302
6.4.2	变频调速的控制方式	303
6.4.3	变频器类型的选择	305
6.4.4	变频调速系统电动机容量的选择	307
6.4.5	变频器容量的选择	308
6.4.6	各种电动机配套使用变频器的选择	310
6.4.7	变频器外围设备的种类与用途	311
6.4.8	变频器的安装	313
6.4.9	变频器的运行	314
6.4.10	变频器的维护保养	316

第7章	通用变频器	320
------------	--------------------	------------

7.1	通用变频器的组成	320
7.2	通用变频器的主要技术性能	323
7.3	通用变频器控制系统故障诊断	336
7.4	通用变频器维修实例	347
第8章	数控机床	356
8.1	数控机床的基本概念	356
8.1.1	概述	356
8.1.2	数控机床的分类	359
8.1.3	数控机床的程序编制	361
8.1.4	计算机数控系统	369
8.1.5	伺服系统	372
8.2	数控系统的故障诊断	383
8.2.1	概述	383
8.2.2	几种常用电器故障与处理	387
8.2.3	数控机床控制系统故障诊断	392
8.3	数控机床的维护	394
8.3.1	概述	394
8.3.2	数控机床的使用要求	395
8.3.3	数控机床的维护	395
8.3.4	数控机床的定期维护	395
8.4	数控机床安装、调试与验收	396
8.4.1	安装的环境条件	396
8.4.2	安装和调试	397
8.4.3	数控机床的试车验收	398
8.5	常用维修仪器与工具	399
8.5.1	示波器	399
8.5.2	逻辑测试笔	399
8.5.3	逻辑分析仪	400
8.5.4	集成电路测试仪	400

8.5.5	特征代码分析仪	401
第9章	室内配线和电气照明	402
9.1	室内配线	402
9.1.1	瓷夹板配线	403
9.1.2	槽板配线	405
9.1.3	塑料护套线配线	408
9.1.4	管内配线	409
9.2	照明线路的安装和维修	412
9.2.1	白炽灯	412
9.2.2	荧光灯	420
9.2.3	高压汞灯	424
9.2.4	卤钨灯	426
9.3	LED 照明	428
9.3.1	LED 概述	428
9.3.2	LED 光源的特点	428
9.3.3	LED 使用注意事项	429
9.3.4	LED 驱动电源	430
9.3.5	LED 室内照明安装注意事项	432
9.3.6	LED 灯泡的电气连接	433
第10章	电工材料	435
10.1	导电材料	435
10.1.1	裸电线	435
10.1.2	绝缘电线	442
10.1.3	电磁线	446
10.1.4	电缆	450
10.1.5	电刷	461
10.1.6	常用电阻合金	461
10.2	绝缘材料	465

10.2.1	绝缘材料的分类和耐热等级	466
10.2.2	绝缘漆	469
10.2.3	绝缘浸渍纤维制品	470
10.2.4	电工用薄膜、粘带及复合材料	471
10.2.5	层压制品	473
10.2.6	云母制品	474
10.3	磁性材料	475
10.3.1	电磁纯铁	475
10.3.2	电工硅钢片	476
10.4	电工新材料简介	478
10.4.1	无机绝缘新材料	478
10.4.2	磁记录材料	479
10.4.3	特殊磁性材料	481
10.4.4	光电材料	483
10.4.5	压电材料	484
10.4.6	发光材料	486

第 11 章 | 电工仪表

11.1	电工仪表的类型和准确度等级	488
11.1.1	电工仪表的分类	488
11.1.2	电工仪表的面板符号	489
11.1.3	电工仪表的准确度等级	491
11.2	常用电工仪表的使用和维修	492
11.2.1	电流表和电压表	492
11.2.2	电能表	499
11.2.3	功率表	504
11.2.4	绝缘电阻表	508
11.2.5	钳形表	514
11.2.6	万用表	516
11.2.7	数字万用表	523

11.2.8	电桥	530
11.2.9	通用示波器	534
11.2.10	数字绝缘电阻测量仪	539
11.3	其他常用测试仪器	541

第 12 章 | 电子线路 545

12.1	晶体二极管及其应用线路	545
12.1.1	晶体二极管的结构及分类	545
12.1.2	晶体二极管的特性及主要技术参数	546
12.1.3	常用晶体二极管的型号及技术数据	548
12.1.4	晶体二极管的使用常识	552
12.1.5	整流电路	553
12.1.6	滤波电路	560
12.2	晶体三极管及其应用线路	562
12.2.1	晶体三极管的结构及分类	562
12.2.2	晶体三极管的特性及主要技术参数	563
12.2.3	常用晶体三极管的型号及技术数据	565
12.2.4	晶体三极管的使用常识	571
12.2.5	晶体三极管的基本放大电路	573
12.2.6	晶体三极管的多级放大电路	575
12.2.7	功率放大电路	579
12.2.8	直流放大电路	580
12.2.9	反馈电路	583
12.3	场效应晶体管及其应用线路	587
12.3.1	场效应晶体管的结构及分类	587
12.3.2	场效应晶体管的特性及主要技术参数	587
12.3.3	场效应晶体管的三种基本接法及偏置电路	590
12.3.4	场效应晶体管的使用常识	592
12.3.5	场效应晶体管与晶体三极管的对比	593
12.4	集成电路	593

12.4.1	集成电路的分类	593
12.4.2	集成运算放大器	594
12.4.3	集成电路的检测	595
12.5	逻辑电路	596
12.5.1	逻辑门电路	596
12.5.2	集成逻辑门电路	599

第 13 章 | 电力电子技术 603

13.1	电力电子器件	603
13.1.1	电力二极管	604
13.1.2	晶闸管	605
13.1.3	大功率晶体管	611
13.1.4	电力场效应晶体管	612
13.1.5	绝缘栅双极晶体管	612
13.1.6	其他新型电力电子器件	612
13.2	电力电子电路	614
13.2.1	可控整流电路	614
13.2.2	逆变电路	617
13.2.3	直流斩波电路	623
13.2.4	交流调压电路	629
13.2.5	变频电路	635
13.3	电力电子器件的驱动电路	649
13.3.1	单结晶体管触发电路	650
13.3.2	正弦波同步触发电路	651
13.3.3	锯齿波同步触发电路	654
13.3.4	GTO 门极驱动电路	657
13.3.5	GTR 基极驱动电路	659
13.3.6	电力 MOSFET 栅极驱动电路	662
13.3.7	IGBT 门极驱动电路	664
13.4	电力电子设备故障分析	665

13.4.1	利用波形法查找晶闸管整流装置的故障	668
13.4.2	转速、电流双闭环直流调速系统故障分析	674
13.4.3	晶闸管中频电源故障分析	688
第14章	可编程控制器	703
14.1	可编程控制器的基本组成与工作原理	703
14.1.1	可编程控制器的基本组成	703
14.1.2	可编程控制器的工作原理	706
14.2	可编程控制器的技术性能指标	713
14.3	编程	715
14.3.1	PLC的编程语言	715
14.3.2	主要指令的使用	720
14.3.3	梯形图编程前的准备工作	725
14.3.4	梯形图的等效变换	726
14.4	可编程控制器的使用与维修	728
14.4.1	PLC的使用	728
14.4.2	PLC的维修	730
第15章	计算机维护与维修	734
15.1	计算机的基础知识	734
15.1.1	计算机的基本组成	734
15.1.2	计算机分类	736
15.2	计算机主要硬件的选购与维护	737
15.2.1	核心部件的选购与维护	738
15.2.2	其他常用部件的选购与维护	741
15.3	BIOS 基础知识	745
15.3.1	BIOS 和 CMOS 基本概念	745
15.3.2	BIOS 设置	746
15.3.3	BIOS 编辑	748
15.3.4	BIOS 升级(刷新)	748