



电 工 实 用 手 册 系 列

DIANGONGSHIYONGSHOUCEXILIE

简明维修 电工手册

主 编 高玉奎



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

简明维修 电工手册

主 编 高玉奎

副主编 孙克军



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是根据《维修电工国家职业标准》的有关要求,并结合了作者多年的实践经验而编写的,是本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 15 个部分,具体包括:电工基础知识、变压器、交流异步电动机、直流电动机、低压电器、电力拖动及机床电气控制、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、计算机维修、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

简明维修电工手册/高玉奎主编. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-3374-8

I. 简... II. 高... III. 电工学-手册 IV. TM1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 046539 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 11 月第一版 2005 年 11 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 22.875 印张 827 千字
印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



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,在逐渐的被涵盖进来。

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。

本书是根据《维修电工国家职业标准》的有关要求,并结合了作者多年的实践经验而编写的,是本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,近300幅插图和近300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。

本书由高玉奎任主编,孙克军任副主编。第一、十五章由严晓斌编写;第二、五、九章由闫和平编写;第三、六章由孙克军编写;第四章由张志编写;第七章由储健编写;第八、十、十一章由孙丽君编写;第十二章由高玉奎编写;第十三章由杨春稳编写;第十四章由邴志刚编写。

本手册在编写的过程中,参阅了相关单位和个人撰写的专著或文献,在此表示衷心的感谢。同时,对关心本手册的出版,热心提出建议和提供资料的单位和个人,编者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

2005年7月

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 (42)
 - 1.3.1 特定导线标记 (42)
 - 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 (48)
 - 2.1.6 电力变压器的运行与维护 (72)
 - 2.1.7 电力变压器的检修 (73)
 - 2.1.8 变压器的常见故障及其排除方法 (74)
- 2.2 互感器 (75)
 - 2.2.1 电压互感器 (75)

2.2.2	电流互感器	(79)
2.3	电焊变压器	(81)
2.3.1	电焊变压器的工作原理	(81)
2.3.2	电焊变压器的基本结构	(82)
2.3.3	电焊变压器的技术数据	(84)
2.3.4	电焊变压器的使用与维护	(90)
2.3.5	电焊变压器的常见故障及其排除方法	(91)
2.4	整流变压器	(92)
2.4.1	整流变压器的用途及分类	(92)
2.4.2	整流变压器的型号含义	(93)
2.4.3	常用整流变压器的技术数据	(93)

第3章 交流异步电动机 (97)

3.1	三相异步电动机	(97)
3.1.1	三相异步电动机的分类	(97)
3.1.2	三相异步电动机的基本结构	(98)
3.1.3	三相异步电动机的工作原理	(100)
3.1.4	三相异步电动机的额定值与接法	(101)
3.1.5	三相异步电动机的型号	(102)
3.1.6	三相异步电动机的技术数据	(103)
3.2	单相异步电动机	(118)
3.2.1	单相异步电动机的分类	(118)
3.2.2	单相异步电动机的基本结构	(118)
3.2.3	单相异步电动机的工作原理	(119)
3.2.4	单相异步电动机的型号	(120)
3.2.5	单相异步电动机的技术数据	(121)
3.3	异步电动机的选择	(126)
3.3.1	电动机种类的选择	(126)
3.3.2	电动机型号的选择	(126)
3.3.3	电动机外壳防护等级的选择	(129)
3.3.4	电动机容量的选择	(135)
3.3.5	电动机转速的选择	(137)
3.4	异步电动机的运行与维护	(137)
3.4.1	电动机起动前的准备和检查	(137)

3.4.2	电动机起动时的注意事项	(138)
3.4.3	电动机运行中的监视和维护	(138)
3.5	异步电动机的常见故障及其排除方法	(139)

第4章 直流电动机..... (146)

4.1	直流电动机的分类	(146)
4.2	直流电动机的基本结构	(147)
4.3	直流电动机的工作原理	(148)
4.4	直流电动机的励磁方式及特点	(149)
4.4.1	直流电动机的励磁方式	(149)
4.4.2	不同励磁方式直流电动机的用途	(150)
4.5	直流电动机的额定值及绕组线端标记	(150)
4.5.1	直流电动机的额定值	(150)
4.5.2	直流电动机绕组的线端标记	(151)
4.6	直流电动机的型号	(151)
4.7	直流电动机的技术数据	(152)
4.8	直流电动机的使用与维护	(161)
4.8.1	直流电动机使用前的准备及检查	(161)
4.8.2	直流电动机运行中的维护	(161)
4.8.3	直流电动机火花等级的鉴别	(161)
4.9	直流电动机的常见故障及其排除方法	(162)

第5章 低压电器..... (167)

5.1	低压电器的分类和用途	(167)
5.1.1	低压电器的分类及用途	(167)
5.1.2	低压电器的型号	(168)
5.2	闸刀开关和转换开关	(170)
5.2.1	开启式负荷开关	(171)
5.2.2	开关板用闸刀开关	(172)
5.2.3	熔断器式闸刀开关	(174)
5.2.4	封闭式负荷开关	(174)
5.2.5	转换开关	(178)
5.3	熔断器	(180)
5.3.1	瓷插式熔断器	(180)

5.3.2	螺旋式熔断器	(181)
5.3.3	无填料封闭管式熔断器	(184)
5.3.4	有填料封闭管式熔断器	(184)
5.3.5	低压熔断器的选用	(188)
5.3.6	熔断器的常见故障及其排除方法	(188)
5.4	断路器	(189)
5.4.1	万能式断路器	(190)
5.4.2	塑料外壳式断路器	(191)
5.4.3	断路器的选择	(194)
5.4.4	断路器的常见故障及其排除方法	(195)
5.5	接触器	(196)
5.5.1	交流接触器	(196)
5.5.2	直流接触器	(200)
5.5.3	接触器的选择	(200)
5.5.4	接触器的常见故障及其排除方法	(201)
5.6	继电器	(202)
5.6.1	中间继电器	(202)
5.6.2	时间继电器	(204)
5.6.3	热继电器	(207)
5.6.4	继电器的常见故障及其排除方法	(210)
5.7	主令电器	(212)
5.7.1	控制按钮	(213)
5.7.2	行程开关	(215)
5.8	电磁起动器	(217)

第6章 电力拖动及机床电气控制..... (220)

6.1	交流电动机常用控制线路	(220)
6.1.1	三相异步电动机单向起动、停止控制线路	(220)
6.1.2	三相异步电动机正反向运行控制线路	(220)
6.1.3	三相异步电动机点动与连续运行控制线路	(222)
6.1.4	两台电动机的顺序控制线路	(222)
6.1.5	三相异步电动机自动往复循环控制线路	(223)
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	(224)

6.1.7	三相笼型异步电动机用自耦变压器降压起动控制 电路	(226)
6.1.8	三相笼型异步电动机 Y- Δ 降压起动控制线路	(226)
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	(229)
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	(230)
6.1.11	单绕组变极双速异步电动机的控制线路	(230)
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	(233)
6.1.13	三相异步电动机反接制动控制线路	(233)
6.1.14	三相异步电动机能耗制动控制线路	(235)
6.1.15	单相异步电动机常用的调速控制线路	(235)
6.2	直流电动机常用控制线路	(238)
6.2.1	他励直流电动机电枢回路串电阻起动控制线路	(238)
6.2.2	并励直流电动机电枢回路串电阻起动控制线路	(238)
6.2.3	串励直流电动机串电阻起动控制线路	(239)
6.2.4	并励直流电动机可逆运行控制线路	(239)
6.2.5	串励直流电动机可逆运行控制线路	(239)
6.2.6	他励直流电动机能耗制动控制线路	(240)
6.2.7	他励直流电动机反接制动控制线路	(240)
6.3	常用机床电气控制线路	(241)
6.3.1	C620-1 型车床电气控制线路	(241)
6.3.2	CA6140 型车床电气控制线路	(243)
6.3.3	M7120 型平面磨床电气控制线路	(243)
6.3.4	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	(248)
6.3.5	Z35 型摇臂钻床电气控制线路	(249)
6.3.6	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	(253)
6.3.7	X52K 型立式升降台铣床电气控制线路	(253)
6.3.8	X62W 型万能铣床电气控制线路	(261)
6.3.9	T68 型卧式镗床电气控制线路	(261)
6.3.10	Y3150 型滚齿机电气控制线路	(264)
6.3.11	A 系列 B2012 龙门刨床电气控制线路	(266)
6.3.12	C5225 型立式车床电气控制线路	(276)

6.4	变频调速系统	(287)
6.4.1	变频调速系统的构成	(287)
6.4.2	变频调速的控制方式	(288)
6.4.3	通用变频器的主要技术性能	(290)
6.4.4	变频器类型的选择	(302)
6.4.5	变频调速系统电动机容量的选择	(304)
6.4.6	变频器容量的选择	(304)
6.4.7	各种电动机配套使用变频器的选择	(306)
6.4.8	变频器外围设备的种类与用途	(307)
6.4.9	变频器的安装	(308)
6.4.10	变频器的运行	(310)
6.4.11	变频器的维护保养	(311)
6.4.12	通用变频器控制系统故障诊断	(314)

第7章 数控机床 (325)

7.1	数控机床的基本概念	(325)
7.1.1	概述	(325)
7.1.2	数控机床的分类	(327)
7.1.3	数控机床的程序编制	(329)
7.1.4	计算机数控系统	(336)
7.1.5	伺服系统	(339)
7.2	数控系统的故障诊断	(349)
7.2.1	概述	(349)
7.2.2	几种常用电器故障与处理	(351)
7.2.3	数控机床控制系统故障诊断	(355)
7.3	数控机床的维护	(358)
7.4	数控机床安装、调试与验收	(360)
7.4.1	安装的环境条件	(360)
7.4.2	安装和调试	(360)
7.4.3	数控机床的试车验收	(360)
7.5	常用维修仪器与工具	(361)
7.5.1	示波器	(361)
7.5.2	逻辑测试笔	(362)
7.5.3	逻辑分析仪	(362)
7.5.4	集成电路测试仪	(362)
7.5.5	特征代码分析仪	(363)

第8章 室内配线和电气照明 (364)

- 8.1 室内配线 (364)
 - 8.1.1 瓷夹板配线 (364)
 - 8.1.2 槽板配线 (367)
 - 8.1.3 塑料护套线配线 (369)
 - 8.1.4 管内配线 (370)
- 8.2 照明线路的安装和维修 (373)
 - 8.2.1 白炽灯 (373)
 - 8.2.2 荧光灯 (381)
 - 8.2.3 高压汞灯 (385)
 - 8.2.4 卤钨灯 (387)

第9章 电工材料 (389)

- 9.1 导电材料 (389)
 - 9.1.1 裸电线 (389)
 - 9.1.2 绝缘电线 (396)
 - 9.1.3 电磁线 (400)
 - 9.1.4 电缆 (404)
 - 9.1.5 电刷 (415)
 - 9.1.6 常用电阻合金 (417)
- 9.2 绝缘材料 (419)
 - 9.2.1 绝缘材料的分类和耐热等级 (419)
 - 9.2.2 绝缘漆 (423)
 - 9.2.3 绝缘浸渍纤维制品 (424)
 - 9.2.4 电用工用薄膜、粘带及复合材料 (425)
 - 9.2.5 层压制品 (427)
 - 9.2.6 云母制品 (428)
- 9.3 磁性材料 (429)
 - 9.3.1 电磁纯铁 (429)
 - 9.3.2 电工硅钢片 (430)
- 9.4 电工新材料简介 (432)
 - 9.4.1 无机绝缘新材料 (432)
 - 9.4.2 磁记录材料 (433)

9.4.3	特殊磁性材料	(434)
9.4.4	光电材料	(436)
9.4.5	压电材料	(437)
9.4.6	发光材料	(438)

第10章 电工仪表 (440)

10.1	电工仪表的类型和准确度等级	(440)
10.1.1	电工仪表的分类	(440)
10.1.2	电工仪表的面板符号	(441)
10.1.3	电工仪表的准确度等级	(443)
10.2	常用电工仪表的使用和维修	(444)
10.2.1	电流表和电压表	(444)
10.2.2	电能表	(451)
10.2.3	功率表	(456)
10.2.4	兆欧表	(459)
10.2.5	钳形表	(465)
10.2.6	万用表	(467)
10.2.7	数字万用表	(472)
10.2.8	电桥	(479)
10.2.9	通用示波器	(482)
10.3	其他常用测试仪器	(486)

第11章 电子线路 (489)

11.1	晶体二极管及其应用线路	(489)
11.1.1	晶体二极管的结构及分类	(489)
11.1.2	晶体二极管的特性及主要技术参数	(490)
11.1.3	常用晶体二极管的型号及技术数据	(492)
11.1.4	晶体二极管的使用常识	(496)
11.1.5	整流电路	(496)
11.1.6	滤波电路	(503)
11.2	晶体三极管及其应用线路	(505)
11.2.1	晶体三极管的结构及分类	(505)
11.2.2	晶体三极管的特性及主要技术参数	(506)
11.2.3	常用晶体三极管的型号及技术数据	(508)

11.2.4	晶体三极管的使用常识	(514)
11.2.5	晶体三极管的基本放大电路	(516)
11.2.6	晶体三极管的多级放大电路	(519)
11.2.7	功率放大电路	(521)
11.2.8	直流放大电路	(522)
11.2.9	反馈电路	(525)
11.3	场效应晶体管及其应用线路	(527)
11.3.1	场效应晶体管的结构及分类	(527)
11.3.2	场效应晶体管的特性及主要技术参数	(528)
11.3.3	场效应晶体管的三种基本接法及偏置电路	(530)
11.3.4	场效应晶体管的使用常识	(532)
11.3.5	场效应晶体管与晶体三极管的对比	(532)
11.4	集成电路	(533)
11.4.1	集成电路的分类	(533)
11.4.2	集成运算放大器	(533)
11.4.3	集成电路的检测	(534)
11.5	逻辑电路	(535)
11.5.1	逻辑门电路	(535)
11.5.2	集成逻辑门电路	(538)

第12章 电力电子技术 (541)

12.1	电力电子器件	(541)
12.1.1	电力二极管	(542)
12.1.2	晶闸管	(543)
12.1.3	大功率晶体管	(548)
12.1.4	电力场效应晶体管	(549)
12.1.5	绝缘栅双极晶体管	(549)
12.1.6	其他新型电力电子器件	(549)
12.2	电力电子电路	(550)
12.2.1	可控整流电路	(550)
12.2.2	逆变电路	(553)
12.2.3	直流斩波电路	(559)
12.2.4	交流调压电路	(563)
12.2.5	变频电路	(569)

12.3	电力电子器件的驱动电路	(581)
12.3.1	单结晶体管触发电路	(583)
12.3.2	正弦波同步触发电路	(583)
12.3.3	锯齿波同步触发电路	(585)
12.3.4	GTO 门极驱动电路	(588)
12.3.5	GTR 基极驱动电路	(588)
12.3.6	电力 MOSFET 栅极驱动电路	(593)
12.3.7	IGBT 门极驱动电路	(594)
12.4	电力电子设备故障分析	(595)
12.4.1	利用波形法查找晶闸管整流装置的故障	(597)
12.4.2	转速、电流双闭环直流调整系统故障分析	(601)
12.4.3	晶闸管中频电源故障分析	(616)
第 13 章 可编程控制器		(628)
13.1	可编程控制器的基本组成与工作原理	(628)
13.1.1	可编程控制器的基本组成	(628)
13.1.2	可编程控制器的工作原理	(630)
13.2	可编程控制器的技术性能指标	(636)
13.3	编程	(638)
13.3.1	PLC 的编程语言	(638)
13.3.2	主要指令的使用	(642)
13.3.3	梯形图编程前的准备工作	(646)
13.3.4	梯形图的等效变换	(647)
13.4	可编程控制器的使用与维修	(649)
13.4.1	PLC 的使用	(649)
13.4.2	PLC 的维修	(650)
第 14 章 计算机维修		(654)
14.1	计算机的基础知识	(654)
14.1.1	计算机的基本组成	(654)
14.1.2	计算机分类	(656)
14.2	计算机主要硬件的选购与维护	(658)
14.2.1	核心部件 (CPU、主板及内存)	(658)
14.2.2	其他常用部件选购、使用与维护	(665)

14.3	BIOS 入门	(666)
14.3.1	BIOS 和 CMOS 的基本概念	(666)
14.3.2	BIOS 设置	(667)
14.3.3	BIOS 自检响铃含义	(668)
14.3.4	BIOS 升级 (刷新)	(669)
14.4	常用软件维护工具	(670)
14.4.1	操作系统自带的维护功能简介	(670)
14.4.2	日常维护工具——Windows 优化大师	(678)
14.4.3	防病毒工具——瑞星杀毒软件	(687)
14.4.4	防黑客工具——瑞星防火墙	(692)
14.4.5	防间谍工具 Ad-aware	(693)
14.4.6	软件工具小结	(695)

第 15 章 安全用电 (698)

15.1	触电的形式与触电急救	(698)
15.1.1	触电的形式	(698)
15.1.2	触电救护	(700)
15.2	防雷保护	(702)
15.2.1	雷电的危害	(702)
15.2.2	避雷装置	(702)
15.3	电工安全常识	(705)
15.3.1	安全电流和安全电压	(705)
15.3.2	防触电安全措施	(705)

附录 (707)

附录 A	中华人民共和国法定计量单位	(707)
附录 B	电工常用法定计量单位	(709)
参考文献	(714)

简明维修电工手册

jianmingweixiudiangongshouce



第1章

电工基础知识

1.1 电工常用计算公式及基本定律

1.1.1 电磁感应定律 (见表 1-1)

表 1-1 电磁感应定律

名称	定义	内容	备注
直线导体右手螺旋定则	当电流流过直线导体时,导体的周围会产生磁场。直线导体右手螺旋定则是确定通电直线导体产生的磁场方向的规则		用右手握住导线,使拇指指向电流方向,则其余四指所指的方向就是磁力线(磁场)的方向
螺旋线圈右手螺旋定则	当电流流过螺旋线圈时,线圈内会产生磁场。螺旋线圈右手定则是确定通电螺旋线圈内部产生的磁场方向的规则		用右手握住线圈,使四指指向电流方向,则拇指所指的方向就是磁力线(磁场)的方向