

内容全面 数据全新 图表丰富 高效实用

实用 SHIYONG DIANGONG SHOUCE 电工手册

赖院生 陈远吉 主编



北京科学技术出版社

实用电工手册

赖院生 陈远吉 主编

北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用电工手册 / 赖院生, 陈元吉主编. ——北京:
北京科学技术出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5304-6293-5

I. ①实… II. ①赖… ②陈… III. ①电工—技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 234117 号

实用电工手册

作 者: 赖院生 陈远吉

责任编辑: 李金莉 杨晓方

责任校对: 黄立辉

责任印制: 张 良

封面设计: 耕者设计工作室

出 版 人: 张敬德

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66161951(总编室)

0086-10-66113227(发行部) 0086-10-66161952(发行部传真)

电子信箱: bjkjpress@163.com

网 址: www.bkjpress.com

经 销: 新华书店

印 刷: 三河国新印装有限公司

开 本: 850mm×1168mm 1/32

字 数: 720 千

印 张: 28.25

版 次: 2013 年 1 月第 1 版

印 次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5304-6293-5/T·708

定 价: 68.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

编写委员会

主 编	赖院生	陈远吉		
副主编	李 娜	宁 平		
编 委	吴 健	谭 续	费月燕	毕春蕾
	陈愈义	陈远生	陈文娟	陈桂香
	陈东旭	李 倩	李春平	李文慧
	叶志江	汪艳芳	孙艳鹏	宁荣荣
	梁海丹	符文峰	罗 欢	王 勇
	管志菲	安桂静	张 丽	邱小花

内容简介

本手册是为了帮助各行各业的广大电气工作者解决日常生产实践中所遇到的技术难题而编写的专业工具书。全书取材新颖,源自于生产实践;内容丰富,以常用数据、公式、图表为主,辅以许多新设备的技术数据和实用线路知识。其特点是内容新、标准新,重点突出,把握整体,阐明概念,实用性强,携带和查阅方便。

本手册共分 15 章,内容包括:电气基础知识;电气施工图的识读方法;电工用工具;电气材料;低压电器;变压器;常用电动机;电子技术;架空线路及杆上电气设备安装;电缆线路的敷设;室内布线;电气照明;接地装置;防雷装置和安全、节约用电管理等。

本手册可供广大电工和电气技术人员使用。

前 言

当今,随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,电工技术正在发生日新月异的变化,电气产品的更新换代正在加速进行,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,各行各业在岗的电工,迫切希望找到最适合自己的电工手册。为此,我们力求在简明、实用方面不断创新,邀请了众多专家学者编写了这本《实用电工手册》。

《实用电工手册》是一本实用性专业工具书。本手册内容十分丰富,涉及面广,几乎涵盖电气技术的各个专业。全书共 15 章,内容包括:电气基础资料;电气施工图的识读方法;电工用工具;电气材料;低压电器;变压器;常用电动机;电子技术;架空线路及杆上电气设备安装;电缆线路的敷设;室内布线;电气照明;接地装置;防雷装置和安全、节约用电管理等。电气工作者在实际工作中所碰到的技术问题,一般都能从本书中找到答案。

本手册在编写过程中,力求做到准确、简明、实用,并注意内容的先进性和新颖性。

具体来说,本手册具有如下特点:

1. **内容全新。**本手册在编写中,精选了最常用、最关键、最经典的实用资料。手册较全面地介绍了电气电子基础知识和电气电子产品、器件、设备的技术性能、工作特性、适用范围、注意事项、常见故障及排除方法等。

2. **体例全新。**本手册内容全面、覆盖面广,将强电技术、弱电技术进行了有机整合。内容既包括变电、供电、配电到用电的强电技术,也包括电子技术、电工仪表、电力电子技术等弱电技术。

3. **标准全新。**本手册所涉及的所有标准、规范都采用最新的国家标准、行业标准。从量和单位、名词术语、图形符号、文字符号等基础标准到专业标准以及产品标准无一例外。

本手册由电气工程领域的知名专家学者编写,是他们多年实际工作经验的积累与总结。另外,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!

为方便广大读者更好地理解和掌握本手册的内容,从而更好地开展工作,我们收集整理了大量与电工技术有关的数据资料,读者可以通过注册登录中国考通网(www.kaotong.net)免费进行下载。

由于作者水平有限,手册中的不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以便在今后修订再版时进一步完善提高。

编 者

2012 年 5 月

目 录

1 电气基础知识

1.1 常用名词术语	1
1.2 电工常用计算公式	5
1.3 电工常用计量单位及其换算	9
1.3.1 法定计量单位	9
1.3.2 常用计量单位换算	12

2 电气施工图的识读方法

2.1 电气常用文字符号	17
2.1.1 电气基本文字符号	17
2.1.2 电气工程常用的双字母符号	18
2.1.3 电气工程常用辅助符号	22
2.1.4 电气工程常用特殊符号	23
2.1.5 电气工程常用符号	24
2.1.6 电光源代号	24
2.1.7 常用灯具类型符号	25
2.1.8 常用导线敷设方式	25
2.2 电气常用图形符号	27
2.3 接线端子和特定导线的标记与颜色标记代号	68
2.3.1 标记代号	69
2.3.2 颜色标记的代号	70
2.4 电气工程施工图的组成与识读	71
2.4.1 电气工程施工图的组成及内容	71
2.4.2 电气工程施工图识读的一般要求	73
2.4.3 变配电工程施工图识读	73
2.4.4 动力工程施工图识读	76
2.4.5 电气照明工程施工图识读	76
2.4.6 防雷接地施工图识读	77

2.4.7 弱电工程施工图识读	77
-----------------------	----

3 电工用工具

3.1 电工通用工具	78
3.1.1 常用工具	78
3.1.2 架线工具	84
3.1.3 登高工具(用具)	86
3.1.4 绝缘安全用具	88
3.2 电工测量仪表	90
3.2.1 仪表的分类	90
3.2.2 仪表的符号、标记	91
3.2.3 仪表测量机构及其工作原理	91
3.2.4 电压表	92
3.2.5 电流表	93
3.2.6 钳形表	94
3.2.7 万用表	95
3.2.8 兆欧表	97
3.2.9 电能表	98
3.2.10 接地电阻测试仪(接地摇表)	100
3.2.11 测量仪表的选择	101

4 电气材料

4.1 基本电气材料的种类和一般性能	103
4.1.1 导电材料的种类和一般特性	103
4.1.2 特种导电材料的种类和一般特性	107
4.1.3 绝缘材料的种类和一般特性	109
4.1.4 磁性材料的种类和一般特性	114
4.2 导电材料	116
4.2.1 导电材料的性能	116
4.2.2 电线与电缆	118
4.2.3 熔体材料	132
4.2.4 热双金属元件	134
4.3 绝缘材料	136

4.3.1 绝缘材料的性能	136
4.3.2 绝缘漆	140
4.3.3 绝缘胶	144
4.3.4 电工用塑料	148
4.3.5 绝缘管	149
4.3.6 绝缘包扎带	150
4.4 磁性材料	151
4.4.1 软磁材料	151
4.4.2 硬磁材料	158
4.5 缆线穿线线管	162
4.5.1 金属线管	162
4.5.2 塑料线管	165
4.6 电气安装维修常用材料	168
4.6.1 常用钢材	168
4.6.2 电气安装紧固件	172
4.6.3 电气拖动传动件	178
4.6.4 焊接材料	182
4.6.5 润滑油	187
4.6.6 其他常用材料	188

5 低压电器

5.1 低压电器的分类	191
5.1.1 分类和应用	191
5.1.2 术语	193
5.1.3 低压电器外壳防护形式和等级	196
5.1.4 低压电器的常见使用类别	200
5.1.5 低压电器常用电量的代号和符号	201
5.2 低压电器的型号	203
5.3 熔断器	207
5.3.1 低压熔断器的种类及特点	207
5.3.2 常用熔断器及熔丝	209
5.3.3 熔断器的选择	215
5.3.4 熔断器的安装和维护	219

5.4 断路器	220
5.4.1 断路器的分类及特点	222
5.4.2 断路器的选择	227
5.4.3 断路器的安装与维护	231
5.5 接触器	234
5.5.1 接触器的分类和主要技术数据	234
5.5.2 常用接触器	236
5.5.3 交流接触器的选择	239
5.5.4 接触器的安装与维护	242
5.6 继电器	245
5.6.1 热继电器	245
5.6.2 电磁式继电器	253
5.7 主令电器	280
5.7.1 按钮	280
5.7.2 位置开关	281
5.7.3 万能转换开关	285
5.7.4 主令控制器与凸轮控制器	287
6 变压器	
6.1 变压器的分类、铭牌及技术参数	290
6.1.1 变压器的分类	290
6.1.2 变压器铭牌	291
6.1.3 电力变压器产品技术参数	294
6.2 变压器结构和工作原理	298
6.2.1 变压器的结构	298
6.2.2 变压器的工作原理	301
6.3 电力变压器安装	303
6.3.1 工艺流程	303
6.3.2 安装准备	304
6.3.3 变压器干燥	307
6.3.4 变压器搬运就位	311
6.3.5 变压器安装	312
6.3.6 变压器的接地	317

6.4 电力变压器接线和试验	320
6.4.1 三相变压器绕组的连接	320
6.4.2 三相变压器的连接组别	320
6.4.3 变压器试验	321
6.5 电力变压器运行和维护	326
6.5.1 电力变压器的送电与运行条件	326
6.5.2 电力变压器试运行	327
6.5.3 电力变压器负载运行	328
6.5.4 电力变压器并联运行	331
6.5.5 电力变压器常见故障分析与处理	331
6.6 小型单相变压器的设计和绕制	333
6.6.1 小型变压器的设计与计算	333
6.6.2 小型变压器的绕制	336
6.6.3 绕制小型变压器的注意事项	344

7 常用电动机

7.1 常用电动机的种类和结构	345
7.1.1 常用电动机的种类	345
7.1.2 常用电动机的结构	346
7.2 电动机的主要技术参数	347
7.2.1 电动机的额定功率	347
7.2.2 电动机的额定频率、电压与电流	347
7.2.3 电动机的额定转速与启动转矩、启动电流	349
7.2.4 电动机的额定转矩和最大转矩	349
7.2.5 电动机的堵转电流	350
7.2.6 电动机的效率与功率因数	350
7.2.7 电动机的工作方式和温升	351
7.2.8 其他方面	352
7.3 三相异步电动机	352
7.3.1 三相异步电动机的种类及特性	352
7.3.2 三相异步电动机主要技术数据	358
7.3.3 三相异步电动机选择和应用	387
7.3.4 三相异步电动机的安装	392

7.3.5	三相异步电动机的启动、运行和维护	394
7.3.6	三相异步电动机常见故障处理	397
7.3.7	三相异步电动机定子绕组的重绕	402
7.4	直流电动机	427
7.4.1	直流电动机分类与型号	427
7.4.2	直流电动机技术数据	429
7.4.3	直流电动机的选用	436
7.4.4	直流电机的运行维护和故障处理	436
7.4.5	交磁电机扩大机的运行维护和故障处理	446
7.5	单相异步电动机	455
7.5.1	单相异步电动机的类型与结构	455
7.5.2	常用单相异步电动机技术数据	458
7.5.3	单相异步电动机的运行与维护	462
7.5.4	单相异步电动机常见故障检修方法	463
7.6	电动机试验	468
7.6.1	电动机试验项目	468
7.6.2	测量电动机绕组的绝缘电阻	469
7.6.3	测量电动机绕组的吸收比	470
7.6.4	测量电动机绕组的直流电阻	470
7.6.5	定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量	470
7.6.6	电动机的交流耐压试验	470
7.6.7	电动机的其他试验项目	471

8 电子技术

8.1	常用电子元件	472
8.1.1	电阻器、电容器的型号命名及标志方法	472
8.1.2	电阻器	474
8.1.3	电位器	477
8.1.4	敏感电阻器	480
8.1.5	电容器	485
8.1.6	继电器	488
8.2	半导体器件	491
8.2.1	半导体器件的型号和种类	

.....	491
8.2.2 半导体二极管	493
8.2.3 半导体三极管	496
8.2.4 晶闸管	500
8.3 直流稳压电源	503
8.3.1 稳压二极管及其稳压电路	503
8.3.2 串联式晶体管稳压电路	507
8.3.3 集成稳压电路	507
9 架空线路及杆上电气设备安装	
9.1 架空电杆安装	510
9.1.1 电杆质量要求	510
9.1.2 电杆基坑的形式和深度	511
9.1.3 杆坑定位与画线	512
9.1.4 杆坑的开挖	514
9.1.5 底盘与卡盘的埋设	515
9.1.6 电杆组合	516
9.1.7 立杆	517
9.1.8 电杆杆身的调整	520
9.1.9 电杆安装常见缺陷	520
9.2 拉线安装	521
9.2.1 拉线的类型	521
9.2.2 拉线的计算	524
9.2.3 拉线的制作	527
9.2.4 拉线的装设	528
9.3 导线架设与连接	532
9.3.1 导线的规格和选用	532
9.3.2 导线架设要求	534
9.3.3 导线检查与修补	537
9.3.4 放线	538
9.3.5 导线连接	539
9.3.6 紧线	543
9.3.7 弧垂的测定	545

9.3.8	导线的固定	546
9.3.9	导线架设与连接缺陷及处理措施	549
9.4	杆上电气设备安装	550
9.4.1	常用金具	550
9.4.2	杆上电气设备安装要求	552
9.4.3	横担安装	552
9.4.4	绝缘子安装	556

10 电缆线路的敷设

10.1	电缆线路常用材料	558
10.1.1	电缆	558
10.1.2	绝缘材料	564
10.2	电缆敷设规定	564
10.2.1	电缆敷设基本要求	564
10.3	电缆直埋敷设	568
10.3.1	电缆埋设要求	568
10.3.2	挖样洞	570
10.3.3	开挖电缆沟	570
10.3.4	拉引电缆	570
10.3.5	敷设电缆	572
10.4	电缆沟、电缆竖井内电缆敷设	574
10.4.1	工程作业条件	574
10.4.2	施工材料(设备)准备	574
10.4.3	工序交接确认	575
10.4.4	电缆支架安装	575
10.4.5	电缆沟内电缆敷设与固定	577
10.4.6	电缆竖井内电缆敷设	579
10.4.7	应注意的质量问题	581
10.5	桥架内电缆敷设	582
10.5.1	电缆桥架的组成	582
10.5.2	电缆桥架的结构类型	583
10.5.3	电缆桥架的选择	584
10.5.4	电缆桥架的安装	585

10.5.5 桥架内电缆敷设	589
10.5.6 电缆桥架送电试验	590
10.6 电缆低压架空敷设及在桥梁上敷设	591
10.6.1 电缆低压架空敷设	591
10.6.2 电缆在桥梁上敷设	592
10.7 电缆保护管敷设	592
10.7.1 使用范围	592
10.7.2 电缆保护管的选用	593
10.7.3 电缆保护管的加工	593
10.7.4 电缆保护管的连接	594
10.7.5 电缆保护管的敷设	595
10.8 电缆排管敷设	597
10.8.1 电缆排管的结构	597
10.8.2 电缆排管的敷设要求	597
10.8.3 石棉水泥管排管敷设	599
10.8.4 电缆在排管内敷设	602
10.9 电缆头制作	602
10.9.1 电缆头的类型	602
10.9.2 电缆头连接部件	603
10.9.3 施工准备	604
10.9.4 电缆头制作	606
10.9.5 应注意的质量问题	621
10.10 电线、电缆连接与接线	622
10.10.1 导线连接要求	622
10.10.2 焊锡的配制	622
10.10.3 导线绝缘层的剥切	623
10.10.4 铜、铝导线的连接	623
10.10.5 电缆导体的连接	624
10.10.6 电缆接线	625
10.10.7 应注意的质量问题	627
10.11 线路绝缘测试	627
10.11.1 测量绝缘电阻	628
10.11.2 直流耐压试验及泄漏电流测量	630

10.11.3 电缆相位检查	632
11 室内布线	
11.1 室内布线的基本要求	633
11.1.1 导线的选择与布置	633
11.1.2 管材的验收与加工	635
11.1.3 安装配管	637
11.1.4 配管内线路的检查与试验	640
11.2 钢管敷设	642
11.2.1 钢管的选择	642
11.2.2 钢管的加工	642
11.2.3 钢管的连接	645
11.2.4 钢管明敷设	648
11.2.5 钢管暗敷设	653
11.2.6 钢管内导线的敷设	657
11.3 塑料管敷设	658
11.3.1 管材的选择与应用	658
11.3.2 硬质塑料管敷设	659
11.3.3 半硬塑料管敷设	663
11.3.4 塑料管配线	668
11.4 线槽、槽板布线	669
11.4.1 线槽的分类	669
11.4.2 金属线槽的敷设	670
11.4.3 塑料线槽的敷设	673
11.4.4 木槽板的敷设	675
11.4.5 线槽内导线敷设	677
11.5 护套线布线	681
11.5.1 材料选择	681
11.5.2 布线间距	682
11.5.3 施工作业条件	682
11.5.4 布线施工	683
11.6 钢索布线	685
11.6.1 钢索及其附件的选择	685