



新编

电工手册

杨奎河 赵玲玲 编著

XINBIAN
DIANGONG
SHOUCE



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

新编

电工手册

杨奎河 赵玲玲 编著

**XINBIAN
ANGONG
SHOUCE**



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本手册是根据广大电气工人及从事电工资质的工程技术人员实际需要而编写的,是一本实用性很强的工具书。主要内容包括电工基础资料、常用电工材料、电工常用计算公式及基本定律、电工常用工具和测量仪表、高低压电器、电气照明、室内外线路的安装、变压器、三相交流电动机、单相异步电动机和特种电动机、电力拖动基本控制电路、电梯的维护保养及运行、防雷技术与安全用电、变电站的运行与维护、电工相关工种的基本操作技能。重点介绍了常用电气设备的基本结构、工作原理、技术性能指标、选用方法与注意事项、常见故障及处理方法等。

本手册内容丰富,实用性强,可供广大电工及电气技师等使用,也可供从事电工资质的工程技术人员以及有关专业师生参考,是广大电气工作者必备的实用工具书。

图书在版编目(CIP)数据

新编电工手册/杨奎河,赵玲玲编著. —北京:中国电力出版社, 2011. 10

ISBN 978-7-5123-2222-6

I. ①新… II. ①杨… ②赵… III. ①电工-技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 211697 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

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 26.625 印张 703 千字

印数 0001—5000 册 定价 68.00 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

随着国民经济的迅速发展,用电设备不断增加,电工的队伍也日益壮大,对电工的要求越来越高。为了满足广大电工及电气工程技术人员的工作需要,我们编写了这本《新编电工手册》。本手册坚持以实用为主,力求做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一。本手册在编写时尤其注意收集当前电工所必需的相关电工技术及数据,并重点介绍了工矿企业、农村常用的电气设备,内容涉及其基本结构、工作原理、主要技术性能、选择、使用方法与注意事项、常见故障及处理方法。在表达方式上,本手册尽可能使插图立体化、技术数据表格化,以便于读者理解和查找有关内容。同时本手册还注意到内容的先进性,介绍的电工产品主要是经过国家有关部门鉴定的新产品,但考虑到维修工作的实际需要,手册中也介绍了目前仍在使用的部分老型号产品。手册中所引用的技术标准,采用了最新的国家标准、部颁标准和法定计量单位,内容比较全面,数据准确可靠,有较强的实用性。读者使用本手册,会大大提高工作效率,节省时间,适应现代工作快节奏的要求。

本手册共分 15 章,主要从简明、实用的角度出发,以广大电工及电气技术人员在实际工作中经常使用的电气资料和经常查阅的技术数据及有关新的电气国家标准为主,较为详细地介绍了电工基础资料、常用电工材料、电工常用计算公式及基本定律、电工常用工具和测量仪表、高低压电器、电气照明、室内外线路的安装、变压器、三相交流电动机、单相异步电动机和特种电动机、电力拖动基本控制电路、电梯的维护保养及运行、防雷技术与安全用电、变电站的运行与维护、电工相关工种的基本操作技

能等方面的内容。

本手册由杨奎河、赵玲玲编著。李雅丽、杨露、赵松杰、孟祥慧、姜民英、王彦新、张铖参加了部分章节的编写，杨洁、褚新、王艳华、钮时金、马建敏、岳梦一、张芸、赵博为本手册做了很多基础性工作，在此向他们表示诚挚的谢意。

本手册内容新颖、简明实用、查找方便，可供城乡电工、工矿企事业单位电工及电气工程技术人员使用，也可作为高等院校、职业技术学院等相关专业师生的参考工具书。

限于作者水平和时间，书中出现某些不足和错误在所难免，欢迎读者予以批评、指正。

编 著 者



目 录

前言

第1章 电工基础资料	1
1.1 常用字符符号和数学公式	1
1.1.1 常用字符	1
1.1.2 常用数学符号	2
1.1.3 常用数学公式	4
1.2 电工常用计量单位及换算	6
1.2.1 国际单位制及具有专门名称的导出单位	6
1.2.2 与国际单位制并用的我国计量单位	9
1.2.3 电磁量的国际单位制与量纲	10
1.2.4 常用单位换算	11
1.2.5 物理量名称及符号	13
1.3 电工识图基本知识	19
1.3.1 电气图的组成和分类	19
1.3.2 电气图的一般规定	21
1.3.3 电气简图用图形符号	25
1.3.4 电气设备用图形符号	32
1.3.5 电气设备常用文字符号	38
1.3.6 电气识图的基本步骤	46
第2章 常用电工材料	50
2.1 导电材料	50
2.1.1 导电材料的特性和分类	50
2.1.2 裸导线	53
2.1.3 绝缘导线	70
2.1.4 电力电缆	94
2.1.5 控制电缆	108

2.2	绝缘材料	109
2.2.1	绝缘材料简介	109
2.2.2	绝缘材料的分类和性能	110
2.2.3	绝缘气体	113
2.2.4	绝缘液体	114
2.2.5	绝缘浸渍材料	115
2.2.6	固体绝缘材料	118
2.3	磁性材料	136
2.3.1	磁性材料的分类和用途	136
2.3.2	硅钢片的性能指标	138
第3章	电工常用计算公式及基本定律	143
3.1	直流电路计算公式	143
3.2	交流电路计算公式	146
3.2.1	交流电路基本计算公式	146
3.2.2	交流电路中电阻、电容、电感的阻抗计算公式	148
3.2.3	电阻、电容、电感基本电路的计算公式	148
3.2.4	电阻、电容、电感串并联电路的计算公式	148
3.2.5	交流电路中的功率计算公式	155
3.3	磁场和磁路中常用计算公式	156
3.4	电动机常用计算公式	157
3.5	变压器常用计算公式	159
3.6	电气施工时常用的经验公式	159
3.7	电工常用的基本定律	169
第4章	电工常用工具和测量仪表	176
4.1	电工常用操作工具	176
4.1.1	验电器	176
4.1.2	电工刀	179
4.1.3	螺钉旋具	180
4.1.4	扳手	180
4.1.5	钢丝钳	182
4.1.6	尖嘴钳与断线钳	183

4.1.7	剥线钳	184
4.1.8	压接钳	184
4.1.9	手电钻和冲击钻	185
4.1.10	电烙铁	186
4.1.11	喷灯	188
4.2	电工常用防护工具	189
4.2.1	绝缘手套	189
4.2.2	绝缘靴	190
4.2.3	安全腰带	190
4.2.4	携带型接地线	190
4.3	电工常用登高工具	191
4.3.1	电工梯子	191
4.3.2	踏板	192
4.3.3	铁扣	192
4.4	电工仪表的分类、结构和符号	194
4.4.1	电工仪表的分类	194
4.4.2	指针式仪表的组成和基本原理	196
4.4.3	电工仪表的标志	200
4.5	电工常用测量仪表	203
4.5.1	电流表	203
4.5.2	电压表	206
4.5.3	绝缘电阻表	210
4.5.4	钳形电流表	213
4.5.5	万用表	215
4.5.6	电能表	222
4.5.7	功率表	225
4.5.8	直流电桥	230

第5章 高低压电器 234

5.1	高压电器	234
5.1.1	高压电器常用术语	234
5.1.2	高压断路器	238
5.1.3	操动机构	248

5.1.4	高压负荷开关	251
5.1.5	高压隔离开关	253
5.1.6	高压熔断器	255
5.1.7	阀式避雷器	257
5.2	低压电器	258
5.2.1	低压电器的概念和分类	258
5.2.2	低压电器的型号	261
5.2.3	刀开关	262
5.2.4	自动空气开关	268
5.2.5	熔断器	276
5.2.6	转换开关	279
5.2.7	按钮开关	282
5.2.8	行程开关	284
5.2.9	电流继电器	287
5.2.10	电压继电器	290
5.2.11	信号继电器	293
5.2.12	中间继电器	294
5.2.13	时间继电器	298
5.2.14	热继电器	300
5.2.15	接触器	304
第6章	电气照明	310
6.1	电气照明常用术语	310
6.1.1	辐射和光	310
6.1.2	视觉和颜色	313
6.1.3	照明	314
6.1.4	光源和灯具	316
6.2	常用的照明电光源和器材	319
6.2.1	电光源的分类、应用和型号命名	319
6.2.2	常用照明灯	320
6.2.3	常用电气照明用具	332
6.3	照明负荷分级及供电方式的选择	339
6.3.1	照明负荷的分级	339

6.3.2	供电方式的选择	340
6.4	照明电气线路设计	341
6.4.1	照明负荷的计算	342
6.4.2	导线和电缆的选择	344
6.4.3	照明回路分组和控制方式的选择	345
6.4.4	照明灯具的选择	346
6.5	照明灯具的安装	348
6.5.1	电气照明的基本线路及要求	348
6.5.2	灯座、插座和开关的安装	349
6.5.3	特殊照明线路的布线与安装	350
6.6	照明线路检修	351
6.6.1	短路故障诊断	351
6.6.2	短路故障查找	351
6.6.3	照明电路断路故障诊断	352
6.6.4	熔丝熔断故障诊断	352
6.7	照明装置的故障处理	353
6.7.1	白炽灯的常见故障及处理方法	353
6.7.2	荧光灯的常见故障及处理方法	354
6.7.3	氙灯的常见故障及处理方法	358
6.7.4	金属卤化物灯的使用注意事项	359
6.7.5	H型节能荧光灯的使用注意事项及故障诊断	360
第7章	室内外线路的安装	362
7.1	室内配线	362
7.1.1	室内配线的基本知识	362
7.1.2	护套线配线	367
7.1.3	线管配线	369
7.1.4	槽板配线	377
7.1.5	绝缘子配线	379
7.1.6	滑触线配线	381
7.1.7	导线的连接和封端	384
7.2	室外架空线路	394
7.2.1	输电线路和配电线路	394

7.2.2	架空电力线路组成	394
7.2.3	架空电力线路部件	395
7.2.4	电杆的焊接	400
7.2.5	横担安装	402
7.2.6	绝缘子安装	403
7.2.7	拉线的类型及安装	405
7.2.8	紧线要求	408
7.2.9	导线固定和连接	410
7.2.10	杆上电气设备安装	413
7.2.11	架空接户线安装	415
7.3	电缆的敷设	419
7.3.1	电缆桥架组裝	419
7.3.2	电缆敷设一般要求	421
7.3.3	直埋电缆敷设	425
7.3.4	电缆沟内敷设	429
7.3.5	电缆保护装置	430
7.3.6	电缆支架安装	433
7.3.7	电缆头的选用	434
7.3.8	电缆外护层及铠装的选择	439

第8章 变压器 441

8.1	变压器的分类结构和基本工作原理	441
8.1.1	变压器的结构和分类	441
8.1.2	变压器的工作原理	444
8.2	变压器的型号技术参数和测量装置	446
8.2.1	变压器的型号和主要技术参数	446
8.2.2	变压器的主要测量装置	453
8.3	电力变压器的运行组裝维护和故障处理	454
8.3.1	变压器的并联运行	454
8.3.2	变压器的组裝	456
8.3.3	变压器的维护	458
8.3.4	变压器的常见故障及处理方法	463
8.4	35kV 及以下低损耗变压器	466

8.4.1	S9 系列低损耗配电变压器	466
8.4.2	S11 系列低损耗配电变压器	469
8.4.3	干式变压器	470
8.5	特殊用途变压器	474
8.5.1	电流互感器	474
8.5.2	电压互感器	478
8.5.3	自耦变压器	483
8.5.4	整流变压器	487
8.5.5	电炉变压器	490
8.5.6	电焊变压器	496
8.6	变压器参数的测定	501
8.6.1	变压器空载实验参数的测定	501
8.6.2	变压器短路实验参数的测定	502
8.6.3	实验法测定三相变压器极性	503
第9章	三相交流电动机	506
9.1	三相异步电动机的结构和工作原理	506
9.1.1	三相异步电动机的结构	506
9.1.2	三相异步电动机的工作原理	507
9.2	三相异步电动机的型号和铭牌数据	509
9.2.1	三相异步电动机的型号、类型和用途	509
9.2.2	三相异步电动机的铭牌数据和性能指标	511
9.3	三相异步电动机的绕组	513
9.3.1	三相绕组的基本知识	513
9.3.2	三相绕组的分类	514
9.3.3	三相定子绕组的接线方式和出线端标志	516
9.3.4	电动机定子绕组首末端的判别	517
9.3.5	三相异步电动机定子绕组故障及处理方法	520
9.4	三相异步电动机的起动、制动和调速	524
9.4.1	三相异步电动机的起动	524
9.4.2	三相异步电动机的调速	527
9.4.3	三相异步电动机的制动	530
9.5	三相异步电动机的技术数据	532

9.5.1	Y 系列三相异步电动机的技术数据	532
9.5.2	YR 系列三相异步电动机的技术数据	536
9.5.3	YZ 和 YZR 系列三相异步电动机的技术数据	540
9.6	三相异步电动机的拆装与运行维护	548
9.6.1	三相异步电动机的拆装	548
9.6.2	三相异步电动机的运行维护	552
9.6.3	三相异步电动机的检修	553
9.7	三相同步电动机	559
9.7.1	同步电动机的工作原理和类型	559
9.7.2	同步电动机的结构	561
9.7.3	同步电动机的主要系列和额定值	563
9.7.4	同步电动机的技术数据	564
9.7.5	三相同步电动机的故障处理	569
第 10 章	单相异步电动机和特种电动机	571
10.1	单相异步电动机的工作原理	571
10.2	单相异步电动机的结构和分类	572
10.2.1	单相异步电动机的结构	572
10.2.2	单相异步电动机的分类	573
10.3	单相异步电动机的起动和调速	574
10.3.1	单相异步电动机的起动	574
10.3.2	单相异步电动机的调速	575
10.4	单相异步电动机的技术数据	577
10.4.1	电风扇电动机	577
10.4.2	电冰箱压缩机组的电动机	582
10.4.3	洗衣机用电动机	594
10.4.4	吸尘器用电动机	599
10.5	特种电动机	604
10.5.1	伺服电动机	604
10.5.2	步进电动机	618
10.5.3	自整角机	622
10.5.4	旋转变压器	627
10.5.5	电梯电动机	633

第 11 章 电力拖动基本控制电路	642
11.1 常用电气控制电路	642
11.1.1 点动控制电路	642
11.1.2 长动控制电路	642
11.1.3 自动往返控制电路	643
11.1.4 多机顺序联锁控制电路	644
11.1.5 多处控制电路	645
11.2 三相异步电动机的起动控制电路	646
11.2.1 三相笼型异步电动机的起动控制电路	646
11.2.2 三相绕线转子异步电动机的起动控制电路	653
11.3 三相异步电动机的制动控制电路	657
11.3.1 电磁抱闸制动	657
11.3.2 能耗制动	658
11.3.3 反接制动	658
11.4 三相异步电动机的调速控制电路	659
11.4.1 变极调速控制电路	659
11.4.2 PLC 变频调速控制电路	665
第 12 章 电梯的维护保养及运行	673
12.1 电梯的分类、结构和工作原理	673
12.1.1 电梯的分类	673
12.1.2 电梯的结构	675
12.1.3 电梯的工作原理	680
12.2 电梯的安全保护装置	680
12.2.1 电梯的安全保护装置介绍	680
12.2.2 电梯安全保护装置的技术要求	682
12.2.3 电梯对电气系统和机械系统的安全要求	683
12.3 电梯电气系统电路	685
12.3.1 电梯电气系统主电路	685
12.3.2 电梯电气系统控制电路	688
12.4 电梯的维护和常见故障处理	692
12.4.1 电梯的运行维护	692
12.4.2 电梯的常见故障及处理方法	695

第 13 章 防雷技术与安全用电	699
13.1 过电压与防雷基本知识	699
13.1.1 过电压及雷电的有关概念	699
13.1.2 防雷设备	700
13.2 保护接地和保护接零	708
13.2.1 TN、TT 和 IT 配电系统	708
13.2.2 保护接地	715
13.2.3 保护接零	717
13.2.4 保护接零和保护接地的适用范围	720
13.3 漏电保护器保护	721
13.4 触电与急救	722
13.4.1 电流对人体的危害	722
13.4.2 人体的安全电流和安全电压	723
13.4.3 人体触电的种类	724
13.4.4 触电急救	726
13.5 安全用电和节约措施	730
13.5.1 安全用电技术措施	730
13.5.2 预防触电基本措施	731
13.5.3 电气灭火的安全技术要求	733
13.5.4 节约用电措施	735
第 14 章 变电站的运行与维护	736
14.1 电力供配电系统	736
14.1.1 电力系统和电网	736
14.1.2 变电站与配电站	740
14.1.3 电力系统的电压和电能	743
14.2 变电站的电气主接线	745
14.2.1 一次电路图概述	745
14.2.2 电气主接线图的基本形式	747
14.2.3 常用电气主接线图	748
14.3 变电站的二次回路接线	753
14.3.1 二次回路图概述	753
14.3.2 二次回路图的表达方式	755

14.3.3	二次回路图的阅读方法	759
14.3.4	二次回路的标号和小母线文字标号	762
14.4	电工运行维护操作规程	766
14.4.1	电工一般安全操作规程	766
14.4.2	配电室值班电工操作规程	770
14.4.3	高压电工安全运行操作规程	772
14.4.4	农村安全用电相关规定	774
14.5	电气设备倒闸操作相关知识	779
14.5.1	倒闸操作的基本要求	779
14.5.2	倒闸操作的原则	780
14.5.3	倒闸操作的基本步骤、规范及要求	783
14.6	电气设备巡视检查	789
14.6.1	变电站设备巡回检查制度及其作用	789
14.6.2	设备巡视应注意事项	790
14.6.3	变电站巡视如何分类	790
14.6.4	需要特殊巡视的情况	791
14.6.5	天气变化或突变时的设备检查	791
14.6.6	变电站电气设备的巡视检查方法	792
14.7	配电装置安装的安全净距	794
14.7.1	变电站配电装置安装的一般规定	794
14.7.2	室内配电装置安装的最小安全净距	795
14.7.3	室外配电装置安装的最小安全净距	797
14.8	配电柜配线	799
14.8.1	二次回路的电气间隙和爬电距离	799
14.8.2	配电柜二次回路接线	799
14.9	母线安装	803
14.9.1	母线安装的一般规定	803
14.9.2	母线加工	805
14.9.3	母线连接	806
14.9.4	母线补偿器安装	810
14.9.5	母线拉紧装置安装	810
14.9.6	母线安装方法	811

第 15 章 电工相关工种的基本操作技能	816
15.1 钳工常用量具和工具	816
15.1.1 钳工常用量具	816
15.1.2 钳工常用工具	821
15.2 钳工基本技能操作	823
15.2.1 画线和锯削	823
15.2.2 錾削和挫削	824
15.2.3 钻孔	825
15.2.4 攻螺纹和套螺纹	826
15.3 焊工基本技能操作	828
15.3.1 钎焊	828
15.3.2 电弧焊	832
参考文献	835