

DIANGONG SHOUC

电工手册

万 英 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANGONG SHOUC

电工手册

万 英 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是一本面向广大城乡工矿企业生产第一线的电工技术人员及相关电气专业人员阅读的电工专业手册,以满足他们在电气产品的选择、安装、使用、维修以及技术改造中的迫切需要。本手册共分 17 章,主要介绍了电工常用基础知识、电线电缆、绝缘材料、电工测量仪表、常用电子元器件与电子电路、低压电器、高压电器、变配电设备、变压器、电力线路、室内配线和照明、交流电动机、直流电动机、电动机与机械的电气控制线路、可编程序控制器、变频器、安全用电与节电技术等方面的知识、技术和维修资料。

图书在版编目(CIP)数据

电工手册/万英主编. —北京:中国电力出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-5123-4011-4

I. ①电… II. ①万… III. ①电工-技术手册
IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 020685 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

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 47 印张 1248 千字

印数 0001—3000 册 定价 98.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

随着电工技术日新月异迅猛地发展,国际的技术交流也日益增多,尤其是近年来,高、精、尖的电气新产品、新材料、新技术、新工艺以及新概念等在不断地涌现。为了适应在新形势下我国电气工业水平的提高与发展,满足广大城乡工矿企业生产第一线的电工技术人员及相关电气专业人员在电气产品的选择、安装、使用、维修以及技术改造中的迫切需要,我们组织编写了本手册。

本手册以简明实用和与时俱进为编写原则,以图、表、示例与文字相结合为编写方法,以充分彰显其科学性、时新性、全面性和实用性为编写框架,力求体现以下鲜明特点:一是新颖实用、内容丰富、资料翔实;二是分类明确、结构合理、通俗易懂、查阅方便;三是将电工与电子技术有机结合,让读者体会到在机电一体化时代两者的相互融合;四是新旧兼顾,即尽量采用我国现行的最新标准,但也兼顾老产品,以满足电工技术人员的各种需要,使之成为颇有参考价值的电工手册。

本手册由万英主编,参加编写的还有王毅、刘行川、李勇生等。此外在编写过程中,得到了吴鸿榕、龚忠光、李继陶、付东晓、陈少觉、方圆、王秀琼、陈世宝、吴大平、黄惠珍、郭涛、黄辉、汪子龙、吴晨筠、林惠仙、陈再见、陈华悌等同志的帮助和支持,在此向他们表示衷心感谢。编者

还参阅了近年来出版的一些电工类书籍、刊物以及互联网上的电工类资料，对这些作者提供的帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

由于本手册涉及电工领域的许多方面，限于作者的水平 and 手册的篇幅，很难做到尽善尽美，书中难免存在错漏和不妥之处，在此恳请广大读者和有关专家提出宝贵意见并批评指正。

主 编



前言

第一章 电工常用基础知识	1
第一节 常用电工基本名词解释	1
第二节 电工基本公式	7
一、直流电路基本计算公式	7
二、基尔霍夫定律	10
三、戴维南定理和叠加原理	10
四、电流源与电压源的等效变换	11
五、电阻星形连接和三角形连接的等效变换	11
六、电磁感应定律	12
七、交流电路计算公式	14
八、电磁吸力计算公式	21
九、变压器计算公式	21
十、三相异步电动机计算公式	22
十一、直流电动机计算公式	22
第三节 电工常用计量单位及换算	23
第四节 电工图形符号及电气设备文字符号	28
一、常用电工图形符号	28
二、电气设备常用基本符号	77
三、电气设备常用辅助文字符号	83
四、电源线路和三相电气设备端标记	84
第二章 电线电缆	86
第一节 裸导线	86
一、圆单线	89
二、裸绞线	94

三、软接线	100
四、型线	108
第二节 绝缘导线	118
一、固定敷设电线	118
二、绝缘软电线	127
第三节 电磁线	134
一、漆包线	135
二、绕包线	144
三、无机绝缘线	148
四、特种电磁线	150
五、电磁线的应用举例	151
第四节 电机及电器引出线	153
第五节 电力电缆	157
一、电缆的结构及型号	157
二、电力电缆的技术数据	160
三、电力电缆的选用	171
第六节 电气装备用电缆	180
一、电焊机用软电缆	180
二、机车车辆用电缆	181
三、无线电装置用电缆	182
四、摄影光源用软电缆	183
五、防水橡套电缆	183
六、电梯电缆	184
七、矿用电缆	185
八、船用电缆	187
第三章 绝缘材料	189
第一节 绝缘材料的分类	189
第二节 绝缘气体	191
一、空气	191
二、六氟化硫	192
三、氟利昂	194

第三节 绝缘油	195
一、矿物油	195
二、合成油	199
三、蓖麻油	201
第四节 绝缘浸渍材料	201
一、绝缘漆	202
二、绝缘胶	209
三、熔敷绝缘粉	213
第五节 液体电解质	215
第六节 绝缘纤维制品	217
一、棉纤维制品	218
二、玻璃纤维制品	218
三、合成纤维制品	219
第七节 绝缘纸品	221
一、绝缘纸	221
二、绝缘纸板	224
第八节 浸渍纤维制品	224
一、绝缘漆布	224
二、绝缘漆管	226
三、绑扎带	227
第九节 绝缘云母及制品	228
一、天然云母和合成云母	228
二、粉云母	229
三、云母制品	230
第十节 电工用层压制品	240
一、层压板	240
二、层压管、棒	242
三、电容套管芯	244
第十一节 电工用薄膜及绝缘粘带	244
一、电工用薄膜	244
二、复合薄膜	245

三、绝缘粘带	248
第十二节 电工用橡胶	249
一、天然橡胶	250
二、合成橡胶	250
第十三节 电工用塑料	257
一、热固性塑料	257
二、一般电工用热塑性塑料	259
三、电线、电缆用热塑性塑料	263
第四章 电工测量仪表	267
第一节 电工测量仪表基本知识	267
一、电工测量仪表的结构及原理	267
二、电工仪表的表盘符号和单位符号	272
第二节 常用电工测量仪表	277
一、指针式电流表与电压表	277
二、功率表	285
三、电能表	290
四、万用表	304
五、钳形电流表	309
六、绝缘电阻表	311
七、接地电阻测量仪	317
第五章 常用电子元器件与电子电路	322
第一节 固定电阻	322
一、固定电阻的分类及特点	322
二、固定电阻的型号及规格标注	324
三、固定电阻的检测	329
四、片状电阻	331
第二节 电位器	334
一、电位器的分类及特点	334
二、电位器的型号及主要参数	336
第三节 固定电容	339

一、固定电容的分类及特点	339
二、固定电容的规格及标注	343
三、片状电容	346
第四节 电感	349
一、电感的分类及特点	349
二、电感的规格及标注	352
第五节 普通晶体二极管	353
一、晶体二极管的分类及外形	353
二、晶体二极管的检测	357
三、整流二极管	359
四、稳压二极管	363
五、发光二极管	369
六、片状二极管	375
第六节 普通晶体三极管	379
一、晶体三极管的分类及特点	379
二、晶体三极管的检测	383
三、常用晶体三极管的主要参数	384
四、片状三极管	391
第七节 场效应晶体管	393
一、场效应晶体管的分类及特点	393
二、场效应晶体管的检测	395
三、场效应晶体管的主要参数	398
四、片状场效应晶体管	400
第八节 晶闸管	401
一、晶闸管的分类及特点	401
二、晶闸管的检测	403
三、晶闸管的主要参数	406
第九节 光电耦合器	410
一、光电耦合器的分类及特点	410
二、光电耦合器的检测	411
三、光电耦合器的主要参数	412

第十节 集成电路	414
一、集成电路基础知识	414
二、模拟集成电路	422
三、数字集成电路	440
第十一节 实用电子电路	455
一、相序鉴别电路	455
二、线圈同名端鉴别电路	456
三、线圈短路鉴别电路	456
四、触摸式延时照明灯电路	457
五、四段触摸调光电路	459
六、大功率流水式彩灯电路	460
七、电子镇流器电路	461
八、交流稳压电源电路	463
九、直流稳压电源电路	464
十、煤气炉自动点火器电路	465
十一、煤气报警器电路	466
十二、负氧离子发生器电路	467
十三、电子按摩器电路	468
十四、病房呼叫电路	469
十五、红外自动冲水器电路	470
十六、车距提醒器电路	472
第六章 低压电器	473
第一节 低压电器的类别、主要用途及型号	473
第二节 低压刀开关	477
一、常用低压刀开关的技术数据	477
二、低压刀开关的选择及维护维修	490
第三节 转换开关	494
一、转换开关的结构及型号	494
二、常用转换开关的技术数据	496
三、转换开关的选择及维护维修	499
第四节 熔断器	500

一、熔断器的类型及工作原理	500
二、熔断器的主要技术指标	501
三、常用熔断器的技术数据	502
四、熔断器的选择及维修	514
第五节 空气断路器	516
一、空气断路器的结构及工作原理	517
二、常用空气断路器的技术数据	519
三、空气断路器的选用	550
四、空气断路器的常见故障及维修	552
第六节 接触器	554
一、接触器的结构及工作原理	554
二、常用各系列交流接触器的技术数据	558
三、常用各系列直流接触器的技术数据	565
四、接触器的选用、维护及维修	567
第七节 继电器	570
一、中间继电器	570
二、热继电器	578
三、时间继电器	594
四、电流继电器	605
五、电压继电器	612
第八节 主令电器	619
一、按钮开关	619
二、行程开关	626
第九节 启动器	635
一、电磁启动器	637
二、星—三角启动器	645
三、自耦减压启动器	648
四、综合启动器	653
五、电动机保护器	654
第七章 高压电器	658
第一节 高压断路器	658

一、高压断路器的分类及型号	658
二、高压断路器的基本参数	659
三、常用高压断路器的结构及技术数据	660
四、高压断路器的使用及维修	689
第二节 高压隔离开关	690
一、隔离开关的用途、分类及型号	690
二、隔离开关的结构及工作原理	692
三、常用隔离开关的技术数据	694
四、隔离开关的使用及维修	705
第三节 高压负荷开关	707
一、高压负荷开关的分类及型号	708
二、高压负荷开关的结构及工作原理	708
三、高压负荷开关的技术数据	710
四、高压负荷开关的使用及维修	714
第四节 操动机构	715
一、高压断路器的操动机构	716
二、高压隔离开关和负荷开关的操动机构	720
第五节 高压熔断器	724
一、高压熔断器的工作原理及分类	724
二、高压熔断器的结构	725
三、高压熔断器的技术数据	727
四、高压熔断器的合理选用	734
五、高压熔断器的常见故障	737
第六节 高压接触器	738
一、高压接触器的类型及型号	738
二、高压接触器的技术数据	740
第七节 电力电容器	742
一、电力电容器的型号及种类	743
二、并联电容器的结构及特点	746
三、常用电力电容器的技术数据	748
四、并联电容器的使用及维修	753

第八节 高压电抗器	757
一、CKSJ 型、CKDJ 型串联电抗器	757
二、CKS 型、CKD 型串联电抗器	758
三、XKNL 型水泥电抗器	758
第八章 变配电设备	762
第一节 电力变压器的选择及安装	762
一、供电系统的电力负荷	762
二、电力变压器容量的选择	763
三、电力变压器的安装	767
第二节 绝缘子	780
一、绝缘子的分类及性能	780
二、常用绝缘子的技术数据	782
第三节 一次设备	783
一、供配电系统的组成	784
二、供配电系统的主接线	784
第四节 二次设备	786
一、二次接线的组件	786
二、二次接线图	787
三、二次接线的维护	789
第五节 高压开关柜	790
一、高压开关柜的分类及型号	791
二、国产 GG-1A (F) 型固定式高压开关柜	791
三、国产 GFC-15A (F) 型手车式高压开关柜	796
四、国产 GZS1 (KYN28A-12) 型金属铠装中置移开式 高压开关柜	797
五、日本产 VC-V12 型金属封闭铠装式高压开关柜	799
六、美国产 WZ1-10 型金属铠装抽出中置式高压开关柜	801
第六节 低压开关柜	802
一、低压开关柜的结构及使用条件	802
二、低压开关柜的分类及主要技术指标	803
三、GGD 型低压开关柜	805

四、GCK 型低压抽出式开关柜	806
五、MNS 型低压开关柜	808
六、GHT 型低压开关柜	811
第九章 变压器	816
第一节 变压器的基本知识	816
一、变压器的工作原理	816
二、变压器的分类、型号及额定值	817
第二节 电力变压器	820
一、电力变压器的分类及基本参数	820
二、SL7、S7 系列电力变压器	820
三、S9 系列低损耗配电变压器	823
四、S11 系列低损耗配电变压器	826
五、油浸式非晶合金铁芯变压器	826
六、干式变压器	827
七、电力变压器绕组的联结组标号	832
八、中小型电力变压器的运输、验收、安装及运行	834
九、电力变压器的维护及常见故障处理	840
第三节 特种变压器	843
一、控制变压器	843
二、电压互感器	855
三、电流互感器	857
四、电弧炉变压器	872
五、交流弧焊变压器	884
第十章 电力线路	889
第一节 低压架空线路	889
一、架空线路的组成	889
二、低压架空线路的设计	907
三、架空线路的施工	909
四、架空配电线路的维护	922
五、架空线路故障的预防	928

第二节 电缆线路	931
一、电力电缆的构造	931
二、电力电缆的型号	932
三、电力电缆的选择	933
四、电力电缆的敷设	936
五、电力电缆的防火	948
六、电力电缆线路的巡视与维护	955
七、电力电缆的常见故障	958
第十一章 室内配线和照明	960
第一节 室内配线的基本要求及导线的选择	960
一、室内配线的种类	960
二、室内配线的基本要求	960
三、导线的选择	963
第二节 常用室内配线的施工	970
一、护套线配线	970
二、塑槽板配线	972
三、线管配线	973
第三节 导线的连接及绝缘的恢复	977
一、单芯铜导线的连接	977
二、多芯铜导线的连接	977
三、导线绝缘层的恢复	979
第四节 照明光源的种类	980
第五节 常用电光源	983
一、白炽灯	983
二、荧光灯	988
三、高压汞灯	996
四、高压钠灯	1001
五、卤钨灯	1004
六、金属卤化物灯	1008
七、氙气灯	1010
八、无极灯	1015

九、LED灯	1019
第六节 照明电路安装要求	1024
第十二章 交流电动机	1027
第一节 交流电动机的基本知识	1027
一、交流电动机的分类及型号	1027
二、交流电动机的安装结构形式及防护	1029
三、交流电动机的绝缘、温升及冷却方式	1032
四、电动机的运行工作制	1033
第二节 三相交流异步电动机	1034
一、三相异步电动机的型号及结构	1034
二、三相异步电动机的技术数据	1041
三、三相异步电动机的选择	1086
四、三相异步电动机的安装	1088
五、三相异步电动机的维护及常见故障处理	1090
第三节 单相交流异步电动机	1098
一、单相异步电动机的结构、原理及类型	1098
二、单相异步电动机的技术数据	1101
三、单相异步电动机的常见故障处理	1108
第十三章 直流电动机	1111
第一节 直流电动机的分类及结构	1111
第二节 直流电动机的主要技术数据	1112
一、Z3 系列直流电动机的技术数据	1113
二、Z4 系列直流电动机的技术数据	1123
第三节 直流电动机的励磁方式及出线标志	1138
一、直流电动机的励磁方式	1138
二、直流电动机的出线端标记	1139
第四节 直流电动机的选用	1139
第五节 直流电动机的常见故障处理	1140
一、电枢绕组断路故障的检修	1140
二、电枢绕组短路故障的检修	1142