

电工 实用技能 手册

第2版

主 编 白 公
副主编 许 彪 黄海平 刘玉敏



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工实用技能手册

第2版

主 编 白 公

副主编 许 彪 黄海平 刘玉敏

机械工业出版社

本手册内容包括概述、电工学及其在实践中的应用、电工常用计算及应用、常用电工设备器材及其选择、电工常用仪器仪表、电工基本操作技能、电工常用安全用具及登高器械的使用、电子技术及应用、变频器及应用、电工安全技术技能、外线电工操作技能技巧、内线电工操作技能技巧、维修电工操作技能技巧、调整试验电工操作技能技巧、运行值班电工操作技能基础、弱电系统电工技能技巧、数控机床的维修、电器检修技能技巧等18章。

本手册具有较强的实用性、可操作性和通用性，通俗易懂、图文并茂，适合初、中级电工阅读，也可供职业技术学院相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用技能手册/白公主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2011.1

ISBN 978-7-111-32980-0

I. ①电… II. ①白… III. ①电工技术—技术手册
IV. ①TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第000407号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:罗莉

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2011年2月第2版第1次印刷

148mm×210mm·41印张·1694千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32980-0

定价:98.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

网络服务

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《电工实用技能手册》出版后，得到了广大读者的欢迎，对本书提出了很多宝贵意见和建议。随着科学技术的发展，电工新技术、新设备、新材料、新工艺、新方法层出不穷。为了适应科学发展的需要，我们应广大读者的要求，对《电工实用技能手册》进行了全面修订。

《电工实用技能手册》第2版的内容包括概述、电工学及其在实践中的应用、电工常用计算及应用、常用电工设备器材及其选择、电工常用仪器仪表、电工基本操作技能、电工常用安全用具及登高器械的使用、电子技术及应用、变频器及应用、电工安全技术技能、外线电工操作技能技巧、内线电工操作技能技巧、维修电工操作技能技巧、调整试验电工操作技能技巧、运行值班电工操作技能基础、弱电系统电工技能技巧、数控机床的维修、电器检修技能技巧等18章。

《电工实用技能手册》第2版具有较强的实用性、可操作性、通用性，通俗易懂、图文并茂。具有初中文化程度的读者，只要按本手册讲述的内容认真去做，不久你一定会成为一名出色的电工技师。

《电工实用技能手册》第2版的主编由教授级高级工程师白公担任，副主编由许彪、黄海平、刘玉敏担任。参加《电工实用技能手册》第2版修订工作的还有乔东明、白潮、牛新科、柴凤岚、孙小德、李文茹、王琴、赵玉、周志、张述、孙小静、陈世、赵范、刘太、吴跃、刘洪、王昆、马国、李宽、王克、王建、李云、宋玉、江国、耿肖、原小峰、谢敏、苏润、赵小玲、薛小明、刘继、吴金、宋智、石永、柳俊、梁啟、悦英、郭玉兰、赵刚、周志红、赵永强、谢志军、朱俊杰、刘立伟等。

在《电工实用技能手册》编写和《电工实用技能手册》第2版修订过程中，参阅了大量的资料文献，这里一并感谢，恕不一一列举。衷心希望读者提出意见和建议，对不妥之处批评指正，以便本手册不断修订完善。

作者
2011年元月

第1版前言

目前，由于诸多的原因，技能型人才，特别是高级技术工人严重短缺，各类院校的毕业生实践经验不足，技能断档，事实已经证明，他们难以担当生产一线的技能技术先锋。因此，造就一大批技能型人才和高级技术工人便成了当务之急。

当然，技能型人才和高级技术工人的产生并非朝夕之事，个人、社会、国家都要付出很大的代价和努力。因此，编写一本实用的既适合自学、又便于查阅的电工技能工具书是业界专家、出版社义不容辞的责任。

鉴于上述原因，我们组织编写了这本《电工实用技能手册》，供那些愿意从事电工工作并有志争当电工技师的朋友阅读，使该手册成为大家的良师益友、可靠助手及技师技术宝典。

本手册内容包括：概述、电工学及其在实践中的应用、电工常用计算及应用、常用电工设备器材及其选择、电工常用仪器仪表、电工基本操作技能、电工常用安全用具及登高器械的使用、相关工种操作技能、电工读图基础、电工安全技术技能、外线电工操作技能技巧、内线电工操作技能技巧、维修电工操作技能技巧、调整试验电工操作技能技巧、运行值班电工操作技能基础、电动起重机械、电梯及其安全运行、弱电系统电工技能技巧、机床及机械传动设备安全运行要点等十九章。

本手册具有实用性、可操作性、通用性、通俗易懂、图文并茂。具有初中文化程度的读者，只要按本手册讲述的认真去做，不久你一定会成为一名电工技师。

本手册主编由教授级高级工程师白公担任，副主编由陈成印、乔东明、许彪、黄海平担任。参加编写工作的有白潮、牛新科、柴风岚、孙小德、王琴、赵玉、周志、张述、孙小静、陈世、赵范、刘太、吴跃、刘洪、王昆、马国、李宽、王克、王建、李云、宋玉、江国、耿肖、原小峰、谢敏、苏润、赵小玲、薛小明、刘继、吴金、宋智、石永、柳俊、梁啟、悦英、郭玉兰、赵刚、周志红、赵永强、谢志军、朱俊杰、刘立伟等。

本手册的编著者都具有丰富的实践经验，并有扎实的理论基础，他们都来自生产第一线，有电业部门长期从事技术工作的技术人员，有设计部门专门从事电气工程设计的工程师，有专职从事电气工程职业教育的教师，有电气工程监理工程师，有多年从事安装、调试、维修、运行、值班工作和电工器材供应工作的工人师傅，他们都是电工行业的佼佼者。这些方方面面的专家，以几十年来从事电气工作的实践经验和为电气工作付出的心血，写出了电工技术技能的精华，总结了亲身经历的或自己琢磨出来的技巧。当然，我们要特别强调，本手册讲述的技术技能、技巧不是惟一正确的，也许有很多未能写作的朋友同仁，有更丰富的经验和技巧，读者可在实践中体会、验证，当这些宝贵的东西变成文字的时候，正是我们的技术工人真正成长起来的时候。

衷心希望读者提出意见和建议，对不妥之处批评指正，以便本手册不断修订再版。

作者

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 概述	1
第一节 电工的概念.....	1
第二节 电工的分类及其相互联系.....	2
第三节 现代电工应掌握和具备的技术技能.....	4
第四节 电工的职业道德及安全技术的重要性和必要性.....	6
第二章 电工学及其在实践中的应用	8
第一节 直流电的概念及其基本定律.....	8
一、电的起源及其基本单位.....	8
二、电流概念的引出.....	9
三、电流产生的条件和电压概念的引出.....	9
四、电压建立的方法和条件.....	10
五、电流流过导体的效应及其应用.....	15
六、欧姆定律及其应用.....	17
七、物质导电性能的分类.....	18
八、楞次定律和电磁感应.....	19
九、自感、互感和电感及其应用.....	19
十、电容及电容器的应用.....	22
十一、直流电流对电阻、电感、电容的作用.....	23
十二、元件的串联、并联及其意义和应用.....	25
第二节 交流电路和三相交流电在工程中的应用.....	30
一、单相交流电的概念.....	30
二、交流电流对电阻、电感、电容的作用和意义.....	32
三、交流电流对 R 、 L 、 C 串联和并联电路的作用和意义.....	34
四、三相交流电源及其三相绕组的连接方法.....	37
五、三相交流电的送电线制及三相负载的连接.....	39
六、电力变压器.....	41
七、交流异步电动机.....	44
八、交流电路的计算方法.....	46

九、三相交流电路的基本要求及意义	47
十、交流—直流—交流及 UPS	47
第三章 电工常用计算及应用	49
第一节 基础参数的计算	49
一、电阻 R 的计算	49
二、电容 C 的计算	53
三、电感 L 的计算	54
四、阻抗 Z 的计算	57
五、电动势 E /电压 U 的计算	63
六、电流 I 的计算	63
七、直流电路的计算	64
八、交流电路的计算	65
第二节 电动机的计算	67
一、电动机的原理	67
二、交流异步电动机及计算	67
三、异步电动机修理常用计算	74
第三节 变压器的计算	85
一、基本计算方法	85
二、小型变压器的计算	85
三、单相及三相干式电力变压器的计算	92
第四节 电磁铁的计算	98
第五节 电力负荷的计算及应用	98
一、三相负荷的计算	98
二、单相负荷的计算	104
三、电力系统/工厂用户计算负荷的确定	107
四、负荷计算的应用	111
五、尖峰电流的计算及应用	111
第六节 电力系统短路电流的计算及应用	112
一、短路电流的计算	112
二、两相短路电流的计算	116
三、短路动稳定度的校验及计算	116
四、短路热稳定度的校验及计算	118
五、动稳定校验计算步骤	119
六、热稳定校验计算步骤	119
第七节 架空线路的计算	119
一、导线的力学计算	120

二、绝缘子的计算	129
三、横担的计算	133
四、电杆强度的计算	137
五、拉线的计算	142
六、基础的计算	144
第八节 直流电动机的计算	147
第九节 功率因数的提高	149
一、提高功率因数的意义	149
二、提高工业企业功率因数的方法	149
三、几个功率因数的计算	151
四、移相电容器补偿容量的计算	153
五、移相电容器的补偿方式	155
第四章 常用电工设备器材及其选择	156
第一节 工作条件及生产环境对电气设备的要求	156
一、工作条件及生产环境的类别	156
二、爆炸和火灾危险环境的划分	156
三、电气设备的防护等级	158
四、工作条件及生产环境对电气设备及器材的要求	170
第二节 常用电气设备、元器件、导线的选择方法	171
一、变压器的选择	171
二、电动机的选择	172
三、熔断器的选择	173
四、热继电器的选择	174
五、低压断路器的选择	175
六、接触器的选择	175
七、漏电保护装置的选择	175
八、电动机起动器的选择	177
九、低压保护继电器的选择	178
十、高压断路器的选择	179
十一、高压负荷开关的选择	179
十二、高压隔离开关的选择	179
十三、导线的选择	179
第三节 爆炸和火灾危险环境电气设备的选择及要求	192
一、爆炸性气体环境	192
二、爆炸性粉尘环境	199
三、防爆电气设备安装及运行的要求	202

四、火灾危险环境·····	205
第四节 常用电工设备器材·····	208
一、低压断路器·····	208
二、常用低压熔断器·····	214
三、接触器·····	218
四、起动机·····	224
五、继电器·····	234
六、低压成套装置·····	237
七、变压器·····	238
第五节 弱电元件的选择·····	243
一、火灾自动报警设备元件的选择·····	243
二、电缆电视元件的选择·····	247
第五章 电工常用仪器仪表·····	252
第一节 盘、柜计量检测仪表的选用、接线及校验·····	252
一、交流电压、电流、电能表·····	252
二、直流电压、电流、电能表·····	254
三、电表的检定或校验·····	254
第二节 电工携带式检修仪表仪器的使用·····	262
一、电工携带式检修仪表的种类·····	262
二、钳形电流表的使用·····	265
三、万用表的使用·····	266
四、绝缘电阻表(兆欧表)的使用·····	268
五、接地电阻测试仪的使用·····	270
六、电工携带式检修仪表的保管、校验和检定·····	271
七、场强仪的使用·····	271
八、单臂电桥的使用·····	272
九、万用电桥的使用·····	274
十、电压升压器的使用及耐压试验·····	276
十一、电流升流器的使用·····	286
第六章 电工基本操作技能·····	288
第一节 电工操作和作业的程序及要求·····	288
第二节 常用工具的正确使用·····	293
第三节 导线的连接·····	302
一、导线连接的总体要求·····	302
二、导线的连接方法·····	304
三、导线与设备元件的连接方法·····	317

四、电缆的连接方法	318
第四节 导线的敷设及预埋件的埋设	318
一、配合土建工程埋设管路及铁件	319
二、管内穿线	349
三、钢管明设	354
四、硬塑料管明设	361
五、槽板的敷设	361
六、塑料护套线配线	362
七、瓷件配线	365
八、钢索及钢索吊灯的安装	372
第五节 常用电气设备元件的简易识别和测试	374
一、电气设备测试的基本要求	374
二、电动机的检查、测试及试验	376
三、开关柜、控制柜、电气传动控制装置及其元件的 测试、试验及调整	383
第六节 常用电气设备元件的安装和接线	391
一、电气接线通则	391
二、开关柜进出回路的接线	392
三、异步电动机控制柜进出回路及被控电动机的接线	393
四、暗装照明线路及灯具、开关的安装	399
第七节 铁件、支架及箱柜的制作	417
一、金属管路的预制加工	417
二、金工件的预制加工	419
三、基础型钢的制作	421
四、电气控制柜的制作	423
第八节 硬母线的制作安装	452
一、母线材料的检查验收	452
二、母线材料的矫正	453
三、母线尺寸的测量	453
四、下料	454
五、折弯	454
六、开孔	456
七、连接	458
八、母线的安装	460
第九节 防雷和接地技术	463
一、接地和接零	463

二、防雷·····	478
三、特殊电气装置的接地·····	486
第七章 电工常用安全用具及登高器械的使用 ·····	493
第一节 基本安全用具和辅助安全用具 ·····	493
一、绝缘拉杆的结构及使用方法·····	493
二、绝缘钳的结构及使用方法·····	494
三、辅助安全用具的使用及注意事项·····	494
第二节 检修安全用具 ·····	495
一、临时接地线及使用方法·····	495
二、临时遮栏及使用方法·····	496
三、绝缘隔板及使用方法·····	497
四、围栏绳的设置及注意事项·····	497
五、标志牌在电气检修作业中的使用方法·····	498
六、防止烧伤的器具及使用方法·····	498
第三节 登高安全用具及脚手架的使用 ·····	499
一、梯子、高凳、升降车及使用方法·····	499
二、脚扣、安全带及使用方法·····	500
三、脚手架及脚手板在电气作业中的使用方法·····	500
第四节 电工安全用具的保管 ·····	502
第八章 电子技术及应用 ·····	506
第一节 常用电子元件的识别 ·····	506
一、电阻器·····	506
二、电容器·····	509
三、电感器·····	513
四、接插件·····	514
第二节 半导体器件的识别 ·····	515
一、二极管·····	516
二、晶体管·····	518
三、单结晶体管·····	523
四、晶闸管·····	524
五、场效应晶体管·····	527
第三节 电子电路及其计算 ·····	527
一、常用电子电路·····	527
二、晶体管及其模拟电路的计算·····	540
三、逻辑函数及计算基础·····	545
第四节 电子元器件测试要点 ·····	549

一、元器件的试验和筛选·····	549
二、电子式电气传动装置元器件的调试要点·····	571
三、电子设备电磁兼容性试验要点·····	574
四、可编程序控制器（PLC）系统的调试要点·····	578
第五节 典型电子线路的安装与调试·····	584
一、焊接工艺·····	584
二、简易电子电路印制板的制作工艺方法·····	586
三、典型电子电路的安装与调试·····	594
第六节 常用传感器·····	600
一、限位开关·····	600
二、接近开关·····	600
三、光电开关·····	601
四、直线传感器·····	601
五、角度传感器·····	602
六、力传感器·····	602
七、液位传感器·····	602
八、压力传感器·····	603
九、温度传感器·····	604
十、流量传感器·····	604
十一、成分分析传感器·····	605
第九章 变频器及应用·····	606
第一节 变频器概述·····	606
第二节 变频器选择与安装·····	608
一、典型控制电器·····	608
二、变频器选配器件·····	615
三、变频器输入输出端子的控制方法·····	623
四、变频器容量的选择·····	626
五、变频器的功能选择·····	632
六、变频器的安装·····	639
第三节 变频器的调试与维护·····	645
一、变频器通电调试条件·····	645
二、变频器测试·····	653
三、变频器调试举例·····	659
四、变频器维护保养·····	663
第十章 电工安全技术技能·····	665
第一节 安全技术要点·····	665

一、保证电气安全的两大措施	665
二、电工的不安全行为和习惯性违章作业	679
三、电工作业安全注意事项	690
四、电气火灾消防技术技能	708
五、触电急救技术技能	717
第二节 漏电保护器	729
一、漏电保护器的功能及分类	729
二、结构	733
三、工作原理	735
四、技术参数	736
五、漏电保护器的选用	738
六、国家标准 GB 13955—2005 《剩余电流动作保护装置安装和运行》 修订主要内容	740
第十一章 外线电工操作技能技巧	743
第一节 低压架空配电线路的安装	743
一、测量	743
二、划线和挖坑	743
三、立杆	744
四、杆上组装	753
五、拉线组装	760
六、架线及紧线	767
第二节 10kV 架空线路的安装	788
第三节 架空线路的防雷接地装置	803
第四节 架空线路的测试及试运行	805
第五节 室外变压器台的安装	807
一、杆上变压器台	808
二、落地变压器台	817
第六节 电缆线路的施工准备	819
一、准备工作	819
二、电缆安装敷设的技术要求	827
第七节 电缆安装敷设的工艺方法	831
一、地下直埋电缆敷设法	831
二、电缆沟内敷设法	837
三、钢索悬吊架空敷设法	840
四、管内敷设法	842
五、电缆槽架内敷设法	843

六、电气竖井内敷设法	845
七、沿建筑物明设法	845
八、冬季电缆敷设的技术措施	848
九、敷设电缆的安全注意事项	849
第八节 电缆终端头的制作及安装	850
一、电缆头制作条件及准备工作	850
二、干包电缆头的制作	853
三、交联电力电缆热缩型护套终端头的制作	861
四、电缆头的安装	865
第十二章 内线电工操作技能技巧	869
第一节 10kV 变电室的安装技术	869
一、变压器的安装	869
二、高压负荷开关的安装	869
三、低压开关柜(配电屏)的安装	871
四、母线的制作安装	876
五、高压进户的接线和低压引出电缆或导线的接线	876
六、10kV 变电室的试验及送电	876
第二节 室内电气线路的敷设及设备安装	878
一、插接母线的安装	878
二、封闭式母线的安装	878
三、工业车间裸母线的安装	879
四、室内电气设备元件的安装	881
第三节 低压电气线路的送电、试车及试运行	881
一、动力电路的送电	882
二、动力电路的试车	886
三、照明电路的检查和测试	891
四、照明电路的送电、试灯及故障处理	892
第十三章 维修电工操作技能技巧	901
第一节 电动机及其启动装置的检修和维护	901
一、电动机运行及维护的规则和方法	901
二、中小型电动机的抽心检查、解体及装配	912
三、电动机的干燥处理	914
四、电动机的检查及空载试验	917
五、液体电阻起动机常见故障的处理	917
第二节 低压配电装置的检修和维护	918
一、低压配电装置运行的一般要求	918

二、低压配电装置巡视检查、清扫检修和试验的周期及项目内容	919
三、低压配电系统异常运行和故障缺陷的处理方法	921
四、低压电器运行维修中的注意事项	922
五、电力变流设备运行中的注意事项	923
第三节 电动机及变压器绕组的更换	928
一、电动机绕组的更换	928
二、电动机绕组的烘干和浸漆	934
三、电动机的装配、测试和试运行	939
四、小型变压器绕组的更换	939
第四节 电气线路、电动机、照明电器故障处理方法	940
一、观察法判断电气故障	940
二、电气线路故障的处理方法	944
三、电动机故障的处理方法	947
四、照明装置故障的处理方法	953
五、低压电器故障的处理方法	953
六、电力电缆、接地装置故障的处理方法	959
七、电力电容器的运行与维护	965
八、电抗器的运行与维护	968
九、轴承、换向器的故障处理方法	970
第五节 电气控制电路接线技能技巧	971
一、单向点动控制电路工作原理、按钮接线方法	971
二、单向起动控制电路工作原理、按钮接线及注意事项	971
三、用两只按钮实现单向点动、起动、停止控制电路及按钮接线方法	972
四、可逆起动控制电路工作原理、按钮接线及注意事项	973
五、两种可逆起动、点动控制电路按钮实际接线方法	974
六、具有三重互锁保护的正反转起动控制电路及调试注意事项	976
七、JZF 系列正反转自动控制器接线	980
八、液位继电器实际应用接线	980
第十四章 调整试验电工操作技能技巧	982
第一节 10kV 变配电装置的调试	982
一、设备及元器件的单体测试	982
二、继电器、二次回路及系统调整试验	990
三、冲击合闸试验和空负荷运行	1002
第二节 低压配电系统	1002
一、低压配电柜/开关柜及元器件测试	1002
二、低压系统的送电及试运行	1006

第三节 电动机及起动设备	1007
一、电动机的试验	1007
二、起动设备的试验	1007
第四节 大型电动机及变压器的抽心检查	1011
一、电动机的抽心检查	1011
二、变压器的抽心检查和干燥处理	1015
第五节 电气线路的试验	1020
一、低压电气线路	1020
二、高压电气线路	1020
第六节 调整试验注意事项	1020
一、电气试验安全注意事项	1020
二、核相作业的安全规定	1022
三、电气试验时进行高压测量的安全事项	1022
第十五章 运行值班电工操作技能基础	1024
第一节 运行值班电工及操作规程	1024
一、资质条件及工作内容、注意事项	1024
二、巡视检查中保证安全的规定及方法	1026
三、倒闸操作的具体要求及操作票的内容与注意事项	1026
四、倒闸操作的步骤	1029
五、作业票的内容及注意事项	1030
第二节 变配电装置的巡视检查	1033
一、巡视检查的总体要求	1033
二、高压配电装置及二次回路	1034
三、电力变压器	1045
四、直流电源及仪表	1057
第三节 变配电装置故障判断及处理	1064
一、高压断路器异常运行及事故处理	1064
二、高压电器异常运行及事故处理	1065
三、电力变压器异常运行及缺陷处理	1067
四、继电保护及自动装置异常运行及事故处理	1067
第四节 运行日志和值班记录	1068
第十六章 弱电系统电工技能技巧	1070
第一节 火灾自动报警及自动消防系统的安装	1070
一、开工条件及元件的检查测试	1070
二、布线及线路的敷设要求	1071
三、探测器的安装及编码	1072