

WEIXIU DIANGONG JINENG SHOUC

维修电工 技能手册



第3版

白公 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

维修电工技能手册

第3版

主 编 白 公

副主编 张瑜军 闫敬敏 武双有

主 审 悦 英 赵颖捷 桂 垣



机械工业出版社

本书根据国家维修电工技术等级标准,结合实践经验、亲身体会和多年教学积淀,详细介绍维修电工应具备的技术技能及学习掌握技术技能的方法技巧,并以实例进行详细讲述;同时讲述电工必备的安全技术。

全书共二十一章,主要内容有电工维修作业常用器材及应用,电工常用计算方法,常用电工检修测试仪表及仪器,维修电工作业质量管理与监督,电工常用基本操作技能,常用电气元件的测试、选择和接线,小型电力变压器,中小型电动机,维修电工操作技能,维修电工读图基本要点,相关基本操作技能,电气调整试验操作技能,电工安全技术要点,厂用中心变电所简介及运行维护,电动起重机械的维护保养及运行,电梯的维护保养及运行,机床电气设备的修理和维护,自动化仪表系统及装置故障排除、调整试验,空调系统及装置故障排除、调整试验,弱电系统及装置故障排除方法等。

本书可供维修电工自学,也可作为工科院校、职业技术学院电气专业教材或教学参考书,同时可作为电工培训教材及青年工人、转岗工人自学用书。本书是技术工人走向维修电工技师的阶梯,是解决相应电气维修技术难题的金钥匙。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工技能手册/白公主编. —3 版. —北京:机械工业出版社, 2015. 4
ISBN 978 - 7 - 111 - 49723 - 3

I. ①维… II. ①白… III. ①电工—维修—技术手册 IV. ①TM07 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 056683 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:牛新国

责任校对:张薇 刘怡丹 封面设计:鞠杨

责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015 年 5 月第 3 版·第 1 次印刷

148mm × 210mm · 44 印张·2 插页·1313 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 49723 - 3

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

服务咨询热线:(010) 88361066

读者购书热线:(010) 68326294

(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

电气工作人员职业道德行为总则

(1) 热爱电气工作这个职业，有事业心，有责任心，为电气工程及自动化专业工作始终不渝。

(2) 对技术精益求精，一丝不苟，在实践中不断学习进取，积累丰富的实践经验，提高技术技能，同时从理论上要不断提高自己，具备扎实的理论基础和分析问题的能力。

(3) 关注电气工程技术发展动态，积极参与科技成果转化及应用工作，推广新技术、新工艺、新材料、新设备。

(4) 解决工程项目中的技术难题是义不容辞的职责，掌握一身过硬的技术技能，成为一把金钥匙，打开每一把技术难题之锁。

(5) 甘当设计师、施工人员、制造人员之间的桥梁，传递信息，破译信息，确保工程项目的质量、安全、工期、投资，成为工程项目的中流砥柱。

(6) 对电气工作认真负责，兢兢业业，对自己从事的电气工作必须做到准确无误，在工程的关键时刻能挺身而出，充当抢险队的一员。

(7) 长期深入实践，虚心向工人师傅学习、向书本学习、向实践学习，做到不耻下问，探索研究新工艺、新方法。

(8) 在职业生涯中，要善于发现人才、重用人才、厚爱人才、推举人才、培养人才。特别是工人队伍中的技术能手，要把他们作为工人工程师委以重任，加以重用。

(9) 工作要身先士卒，一马当先，要做到干净利落、美观整洁。工作完毕后要清理现场，及时将遗留杂物清理干净，避免环境污染，杜绝妨碍他人或运行的事故发生。

(10) 在任何时候、任何地点、任何情况下，工作必须遵守安全操作规程，设置安全措施，确保设备、线路、人员的安全，时刻做到质量在手中，安全在心中。

(11) 对工程项目的研制、安装、保养、修理的过程，要做到

“严”，要严格要求，严格执行操作规程、试验标准、作业标准、质量标准、管理制度及其他各种相关规程、规范、标准，严禁粗制滥造。做到自检、自验，不要等到质检人员检查出来才去改正，才去修复。

(12) 工程项目的运行维护必须做到“勤”，要防微杜渐，对电气设备、线路、元器件的每一部分、每一参数要勤检、勤测、勤校、勤查、勤扫、勤修，把事故、故障消灭在萌芽状态。科学合理制订巡检周期，确保系统安全运行。

(13) 工程项目中用到的所有电气设备、元器件、材料及其他辅件，使用前应认真核实其使用说明书、合格证、生产制造许可证、试验报告或型式试验报告，对其质量有怀疑的及贵重、关键、重要部件，要全部进行测试和检验试验，杜绝假冒伪劣产品混入电气工程项目。

(14) 凡是自己参与的工程项目，应建立相应的技术档案，记录相关数据和关键部位的内容，记录相应的具体责任人，做到心中有数，并按周期进行回访，掌握工程项目的动态，及时修正、调整相关参数，为后续工程项目奠定良好的基础。

(15) 对用户诚信为本、终身负责，通过回访或用户反馈意见，改进工作，提高技术水平。

(16) 积极宣传指导节约用电技术和安全用电技术，制止用电当中的不当行为和错误做法。

(17) 电气工程项目中，要节约每一米导线、每一颗螺钉、每一个垫片、每一团胶布，严禁大手大脚，杜绝铺张浪费。不得以任何形式将电气设备及其附件、材料、元器件、工具、电工配件赠予他人或归为己有。

(18) 编制技术文件要切合实际，使其具有可操作性、实用性和指导性，杜绝空话、假话、套话。

(19) 认真学习研究电气工程安全技术，并将其贯彻于设计、研制、安装、调试、运行、维修中去，对用户、设备、线路、系统的安全运行负责。

(20) 养成良好的工作习惯和学习习惯（包括实践的学习），勤

于总结，善于分析。将工作中、生活中与专业有关的事物详细地记录下来，进行分析总结，去其糟粕，取其精华，进一步提高和充实自己的技术技能和实践经验，为电气工程事业做出更大贡献。

(21) 在工程现场或在从事与工程相关的工作时，所有的行为或操作要围绕一个核心，这个核心就是对工程有利、有益，杜绝一切对工程有害无益的行为和操作，并能够及时纠正他人的违规操作、损害工程行为及一切人为的、自然的对工程有害无益的事物。

(22) 在工作过程中，不怕困难、不怕难题、不怕自然原因带来的障碍，专心致志、细心精致、细处着手、坚持不懈，直到解决完成。

(23) 在工作过程中，永远把质量、安全、进度、投资、环保、低碳放在首位，把个人得失放在第二位。做到质量在我心中，安全在我心中。

(24) 在工作过程中，做到互相学习、互相帮助、精诚团结、目标一致，人人都是质检员，做到相互尊重、爱护、体谅、平等。

(25) 在实践中学习，提高技术技能水平，磨炼职业道德修养，做一名“德艺双馨”的电气工作人员。

第3版前言

《维修电工技能手册》出版已经六年了，六年中接到了众多读者的来电、来访、咨询和评论，并提出了很多宝贵的意见和建议，对作者来说也是一种了解当前社会电工技术力量方法和渠道，从中能获得很多信息，也是作者创作的力量源泉，与读者沟通是供求双方的最佳方式。

经过与读者及多方的沟通、了解及洽谈，《维修电工技能手册》第3版将增加以下内容：

1. 第四章列出了电气工程及自动化仪表工程国家标准、规范、规程目录，供读者在作业中便于查找，确保工程质量。
2. 第六章增加了电动机新型起动控制装置的选择及调试的内容。
3. 第九章及第十二章分别增加了电缆、漏电保护、电气故障处理规则及微机型继电保护检修实例等内容。
4. 第十三章增加了电工作业安全警句及不安全行为、习惯性违章作业等确保电气工程安全的内容，以提高电气作业人员的安全和责任。
5. 第十五章增加了变电所检修维护重点及实例等内容，列出微机型继电保护装置的检修维护重点及方法。
6. 第十九章增加了智能仪表调试的内容。
7. 第二十一章增加了变频器（SB70 系列）运行故障及维护排除实例，提供技术信息，供读者参考并尽快掌握弱电系统的技术技能。
8. 其他章节也有一些内容上的微调及变更。

随着微机技术、电力电子技术的发展，弱电已渗入到电气工程的控制系统及自动化仪表工程中，对维修电工来说，也是一种挑战，更是提高技术技能的机遇，望广大维修电工在这挑战和机遇中取得更大成就。

本书（第3版）的修订工作得到了电工界、安装修理单位、设

计单位、供电部门、工矿企业、高等院校及其众多实践经验丰富、技术技能精湛、解决电工技术难题熟练的双资型高工、教授、技师、技术人员、技术工人、电工师傅和年轻朋友们的关心和支持，这里向他们表示衷心的感谢。本书倘若能为读者提供相应技术技能的帮助，我们全体作者将会感到万分的欣慰和满足。本书（第3版）由白公主编，张瑜军、闫静敏、武双有任副主编，编写人员分工详见第1版前言中的详细说明，新增加的内容由刘洋、宋宏江、陈斌、高英、张艳梅、田明、董蓓蓓、武占斌、王振山、赵洪山、张璐、莫杰、田朋、谷文旗、李云鹏、刘晋虹、白永军、韩月英、贾连忠、高春明、李树兵、王佩燕、赵玉春、王建编写。

由于作者专业水平的局限，书中不妥之处恳请专家、同行批评指正。

白公 谨上

2015年1月于北京

第2版前言

《维修电工技能手册》一书出版至今已近两年了，本书出版以来受到了广大读者和青年维修电工、电气维修人员的青睐和推崇，本人曾多次接到他们的来电来访，也看到过许多网上的评论，他们对本书提出了很多宝贵意见和建议，并对本书的修订再版寄予了厚望和期盼，我感到非常欣慰。这里我和本书的全体编写人员向广大读者表示衷心的感谢！

随着时代的进步和科学技术的发展，几年来电工技术、电气维修技术、电气设备元件材料有了很大的发展，特别是计算机技术、传感器技术、弱电技术的普及发展及市场对电气维修技术的需求日益增大，本书第1版中的一些内容已不适应电气维修技术及其市场的需求，广大读者迫切希望有一本新版的《维修电工技能手册》出版以适应电气维修技术及市场的需求。

《维修电工技能手册》第2版从结构、内容、系统上都有了较大的变化，特别是对维修电工的作业质量和监督有了系统的要求和规则，避免了维修电工作业质量长期以来处于无规则的状态，这样既保证了电气设备、电气系统安全运行，又避免了重复修理，减少了维修的费用。《维修电工技能手册》第2版主要有如下的变动和调整：

1. 第二章增加电力负荷经验估算法的内容。
2. 第三章增加新型电工调整试验仪器仪表使用方法的内容。
3. 将原第四章“常用电工安全用具”去掉，改为“维修电工作业质量管理与监督”。
4. 第六章增加解读电工维修作业中疑难问题处理方法。
5. 第八章增加几个电动机常用控制电路和软起动机具体内容。
6. 第十章将原第二节、第三节去掉，增加复杂电路阅读和分析方法的内容，并引申到复杂电路故障排除要点上来。
7. 第十三章将原第三节内容去掉了。
8. 增加第十九章“自动化仪表系统及装置故障排除、调整试验”。

9. 增加第二十章“空调系统及装置故障排除、调整试验”。

10. 增加第二十一章“弱电系统及装置故障排除方法”。

在整理、修改、充实过程中，删除了第1版中的一些陈旧内容，但也保留了一些必要的内容。保留的目的：一是有些内容在一些地区、有些设备仍在采用；二是为了初学者学习的系统性、连续性，对于初学者来说直接学习和接触新技术是比较困难的，只有做到由浅入深、由易而难、由简到繁、循序渐进才能收到很好的效果。

本书（第2版）的修订工作得到了电工界、安装修理单位、设计单位、供电部门、工矿企业、高等院校及其众多实践经验丰富、技术技能精湛、解决电工技术难题熟练的双资型高工、教授、技师、技术人员、技术工人、电工师傅和年轻朋友们的关心和支持，这里向他们表示衷心的感谢。本书倘若能为读者提供相应技术技能的帮助，我们全体作者将会感到万分的欣慰和满足。本书（第2版）由白公主编，张瑜军、闫静敏、武双有任副主编，编写人员分工详见第1版前言中的详细说明，新增加的内容由刘洋、宋宏江、陈斌、高英、张艳梅、田明、董蓓蓓、武占斌、王振山、赵洪山、张璐、莫杰、田朋、谷文旗、李云鹏、刘晋虹、白永军编写。

由于作者专业水平的局限，书中不妥之处恳请专家同行批评指正。

白公 谨上

2009.8. 北京

第 1 版前言

技工荒，特别是高级技工、高级技师荒已经有几年了。有的企业出年薪 10 万、20 万都招不到技术精湛、技能全面、职业道德高尚的技师，这说明，技术断档、技工断档这一严重的事实已经危及到“中国制造”这一曾经光辉过的品牌，已经危及了国民经济发展的某一部分，这是一个很客观的事实，也是国家经济体制变革中的正常事情。面对技工荒，最关键的是怎么去解决这个问题，怎样在短时期内造就一大批技工拔尖人才，及时补救这个断代造成的损失，弥补这个跨世纪的断档。

维修电工，作为技工中的特殊工种，在工业生产和人们生活中有着更为特殊的作用和职责。因为随着工业技术和家用电器的发展，电气系统已渗透到经济和生活的每个角落，庞大的电气维修工作量在等待着他们去维护、保养、修理。但是由于优秀电工及电工技术的断档，有很多从事维修电工职业的技工由于单位破产、倒闭、停产，他们只能寻求他职，已远远地离开了维修电工的岗位。一些想从事维修电工职业的年轻朋友或刚刚步入工作岗位的大中专学生，在实践工作中竟找不到师傅，想学点技术技能越来越难。

鉴于上述情况，我们组织编写了这本《维修电工技能手册》。本书的编写者都是实践经验丰富、多年从事安装调试、运行维修的老电工师傅、老技术人员和一些愿意从事基层技术工作的年轻有为的少壮派技术人员。他们除了详细讲述维修电工职业技术技能及实践经验外，他们那种高尚的职业道德、敬岗爱业的精神则是我们社会最大的财富，是我们永远学习效仿的榜样，这些知识是从任何书本上永远学不到的。

编本书的另一个目的是为从事维修电工职业的各类人员提供一本便于自学、便于查找的可读物，便于尽快掌握电气维修技术技能、缩短从理论到实践的距离，这在任何学校里是难以学到的。但是，这里重申，本书所列的技术技能不是唯一正确的，也不是最先进的，读者可在实践中体会，并去寻求更为正确、更为先进的方法，这也是你提

高技术技能的一个途径。

本书的特点是实用性强、可操作性强、通用性强，且通俗易懂，具有初中及以上文化程度的人，只要你仔细阅读本书的相关内容，便会找到你寻求的方法和技巧，并成为一名合格的维修电工。当然你要想成为一名优秀的维修电工，你还应参照本书及其他专著在实践中进行一段相当长期的磨炼。一般来讲，中等文化程度需十几年，高等文化程度得七八年的功夫，其中，最重要的是勤奋和悟性，自古以来，“师傅领进门，学艺在个人”就是这个道理，也是一个永恒的真理。

全书共十八章，第一章电工维修作业常用器材及应用，第二章电工常用计算方法，第三章常用电工检修测试仪表，第四章常用电工安全用具，第五章电工常用基本操作技术技能，第六章常用电气元件的测试、选择和接线，第七章小型电力变压器，第八章中小型电动机，第九章维修电工操作技能，第十章维修电工读图基本知识，第十一章相关基本操作技能，第十二章电气调整试验操作技能，第十三章电工安全技术要点，第十四章厂用中心变电所简介，第十五章厂用中心变电所的运行维护，第十六章电动起重机械维护保养及运行，第十七章电梯的维护保养及运行，第十八章机床电气的修理和维护。

本书由国家级电气工程高级咨询师、教授级高级工程师白公任主编，黄海平、闫静敏、耿康武、武双有、刘力勇任副主编，全书由韩英润色加工，由建成高级电工技师主审。其中，第一章由江峰、第二章由杜娟、第三章由爱迪、第四章由志农、第五章由纪梁、第六章由李方、第七章由刘涛、第八章由黄小河、第九章由明清雨、第十章由达峰、第十一章由赵志胜、第十二章由环金德、第十三章由马千里、第十四章由师北屏、第十五章由冯永志、第十六章由王磊、第十七章由万川、第十八章由允安编写。参加策划审稿的还有志舟、清明、万柳、胡加良、陈加兵、杨万川等。在本书出版之际，借其一角向支持出版本书的各界朋友同仁和出版社的工作人员，特别是本书编写过程中参阅过的已经出版发行的各部专著的作者表示感谢，祝大家身体健康，工作顺利。

由于作者专业水平的局限，书中不妥之处恳请专家同行批评指正，谢谢！

白公 谨上

目 录

电气工作人员职业道德行为总则

第3版前言

第2版前言

第1版前言

第一章 电工维修作业常用器材及应用	1
第一节 电工器材进入作业现场的必要条件.....	3
第二节 常用电工材料及应用.....	4
一、导电材料.....	4
二、特殊合金材料	14
三、绝缘材料	20
四、磁性材料	42
五、绝缘子及应用	42
六、铜铝焊接及电器绝缘处理	55
七、裸导线	66
八、绝缘导线	72
九、电磁线（漆包线）	78
十、电力电缆	84
十一、电气设备用电缆	89
十二、通信/电信设备用电缆.....	91
十三、特殊光电功能材料.....	102
第三节 常用辅助器材及应用.....	116
一、常用紧固件.....	116
二、常用传动件（轴承）	150
三、润滑脂.....	163
四、常用电机用电刷.....	163
第二章 电工常用计算方法	172
第一节 交流异步电动机的计算.....	172

一、交流异步电动机的拖动基础及计算	172
二、异步电动机修理常用计算	180
第二节 变压器的计算	191
一、基本计算方法	191
二、小型变压器的计算	191
三、干式电力变压器的计算	200
第三节 电磁铁的计算	206
第四节 电力负荷的计算及应用	206
一、三相负荷的计算	206
二、单相负荷的计算	213
三、电力用户计算负荷的确定	217
四、负荷计算的应用	221
五、尖峰电流的计算及应用	222
六、负荷的估算方法技巧	223
第五节 电力系统短路电流的计算及应用	223
一、短路电流的计算	224
二、两相短路电流的计算	230
三、短路动稳定度的校验及计算	230
四、短路热稳定度的校验及计算	231
五、动稳定校验计算步骤	232
六、热稳定校验计算步骤	232
第六节 直流电动机的计算	234
第三章 常用电工检修测试仪表及仪器	236
一、携带式电工检修测试仪表的种类	236
二、钳形电流表的使用及注意事项	240
三、万用表的使用及注意事项	241
四、绝缘电阻表的使用及注意事项	243
五、接地电阻测试仪的使用及注意事项	245
六、场强仪的使用	247
七、惠斯顿电桥的使用	248
八、万用电桥的使用	250

九、电压升压器的使用及耐压试验·····	252
十、电流升流器的使用及电流试验·····	266
十一、示波器及使用·····	267
十二、晶体管特性图示仪·····	276
十三、开尔文电桥的使用·····	293
十四、吸收比和极化指数的测量·····	295
十五、新型电测仪器及使用·····	299
十六、电工仪器仪表的保管及检定周期·····	337
第四章 维修电工作业质量管理与监督·····	339
一、维修电工作业质量管理与监督的总体要求·····	339
二、建立维修质量保证体系·····	340
三、电气维修工程技术质量总体要求·····	341
四、电气工程维修技术规程·····	362
五、电气工程及自动化仪表工程国家标准、 规程、规范目录·····	367
第五章 电工常用基本操作技术技能·····	370
第一节 常用工具的使用·····	370
第二节 导线的连接·····	370
一、导线连接的总体要求·····	370
二、导线连接的工艺方法·····	391
三、导线与设备元件的连接方法·····	403
第三节 导线的敷设及预埋·····	405
一、配合土建工程暗设管路和铁件·····	405
二、管内穿线·····	435
三、裸母线的安装·····	444
四、明装线路的安装·····	450
第四节 常用电表与接线·····	469
一、交流电压表·····	469
二、交流电流表·····	470
三、交流电能表·····	470
四、直流电压表·····	471

五、直流电流表	473
六、直流电能表	475
第五节 低压架空线路的安装和运行维护	475
一、低压架空配电线路的安装	475
二、架空线路的运行及维护	518
第六节 接地与防雷技术	525
一、接地技术	525
二、防雷技术	542
第六章 常用电气元件的测试、选择和接线	545
一、熔断器和低压负荷开关	545
二、交流接触器和转换开关	552
三、低压断路器	561
四、漏电保护器	563
五、热继电器	572
六、电流互感器	574
七、时间继电器和中间继电器	576
八、电动机起动器	578
九、照明开关及插座	584
十、灯具及照明装置	589
十一、导线的选择方法	593
十二、跌落式熔断器	607
十三、避雷器	607
十四、穿墙套管	608
十五、绝缘子	608
十六、高压电器	609
十七、特殊环境电气设备	613
十八、变压器的选择	633
十九、电动机的选择	633
二十、电动机新型起动控制装置的选择及测试	635
第七章 小型电力变压器	638
一、变压器的检查和测试	638

二、变压器的安装接线	639
三、变压器的运行	656
第八章 中小型电动机	662
一、电动机的检查和测试	662
二、常用电动机起动控制电路	675
三、三台电动机循环定时工作控制电路	683
四、多台电动机顺序起动控制电路	685
五、215kW、10kV 电动机直接起动电路	687
六、多台电动机的联锁起动及控制	690
七、延边三角形起动及控制（见图 8-22）	691
八、多速电动机的起动和控制	692
九、电磁调速电动机的起动及控制	693
十、电动机常用的几种辅助电路	697
十一、直流电动机的起动及控制	699
十二、单相电动机起动控制电路	699
十三、电动机运行故障的处理	700
十四、小型电动机的修理	703
十五、电动机的运行	714
十六、新型变频起动器/软起动器电路	715
第九章 维修电工操作技能	789
第一节 电动机及其起动装置的检修和维护	789
一、电动机运行及维护的规则和方法	789
二、中小型电动机的抽心、解体、装配及干燥处理	802
三、电动机的检查及空载试验	802
第二节 低压配电装置的检修和维护	802
一、低压配电装置运行的要求	802
二、低压配电装置巡视检查、清扫检修和 试验的周期及内容	804
三、低压配电装置异常运行和故障缺陷处理	806
四、低压电器运行维修注意事项	807
五、电力变流设备运行注意事项	809