

电气工程安装 及调试技术手册

DIANQI GONGCHENG ANZHUANG
JI TIAOSHI JISHU SHOUCHE

白玉岷 主编

第3版 上册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电气工程安装及调试技术手册

上册

第3版

主 编	白玉岷			
副 主 编	刘 洋	宋宏江	陈 斌	高 英
	张艳梅	田 明	桂 垣	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	赵颖捷	王 建
主 审	悦 英	赵颖捷	桂 垣	
土 建 工 程 顾 问	李志强			



机械工业出版社

本书以实践经验为主，并辅以理论知识，详细讲述各类电气及自动化工程、电气设备及弱电工程的安装、调试、送电及试运行的技术技能，同时讲述安装调试中的故障处理方法。

全书分为上册、下册出版，共19章。本书为上册，主要内容包括：概述，电工安装调试基本技术技能，电气工程常用装置及箱柜制作加工技术，配合土建工程预埋管路及箱盒的施工，电气设备、元件、材料的测试和试验，照明电路及单相电气设备的安装，动力电路及低压配电室的安装，低压发电设备的安装，起重机械电气设备的安装，架空线路及室外变压器台、箱变的安装等10章。

本书可供从事电气工程的安装、调试、运行、设计、管理的人员以及电气安装单位的技术人员、电工技师参考，也可作为青年电工、各类从事电工工作的初学者的培训教材，以及工科院校和职业技术学院电气专业师生的教学用书或实践教材。

图书在版编目（CIP）数据

电气工程安装及调试技术手册. 上册/白玉岷主编. —3版. —北京：机械工业出版社，2013.6

ISBN 978-7-111-42886-2

I. ①电… II. ①白… III. ①电气设备—设备安装—技术手册
IV. ①TM64—62

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第127964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：朱林 等

版式设计：霍永明 责任校对：张媛

封面设计：马精明 责任印制：乔宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2013年7月第3版第1次印刷

184mm×260mm·71.5印张·3插页·2465千字

0 001—3 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-42886-2

定价：199.00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

网络服务

社服务中心：(010)88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

电气工程安装及调试技术手册第3版编写人员名单

章号	主编	副主编	编写人员	责任编辑
1	白玉岷	刘洋	宋宏江、陈斌、高英、王川、高志平、马千里、志农	朱林
2	白玉岷	朱振华	闫文武、康永太、张丰录、王明月、闫玉琴、江涛、胡义彬	朱林
3	武占斌	韩健北	薛玉明、刘继、吴小环、宋智、石小永、闫莉、于长河	赵任
4	王振山	范学忠	吴大力、李金福、王宇山、赵艳芬、袁小琴、于大广、吴大敏	赵任
5	白玉岷	刘志林	张海亮、李红军、任秉富、张连兵、张文武、耿华、张瑜军	翟天睿
6	宋宏江	姚亮	闫文桓、杨玉明、刘广大、武双有、闫敬敏、马媛、徐金玉	郑彤
7	赵洪山	贺祖贤	刘有义、海纳川、王峰、马小力、武永胜、席跃文、胡加梁	江婧婧
8	白玉岷	董仁辉	冯永志、黄小河、于江、王世东、张小峰、吕英华、刘凯	王欢
9	莫杰	刘玉丰	李晓华、康洪、史有进、王玉斌、杨晓华、姚义、杨爱	王欢
10	田明	梁川	田锋、郑生、安智慧、席成军、刘海龙、李晓龙、胡有志、韩树红	吕潇
11	莫杰	刘玉萍	武雁栋、刘正宏、胡静海、郭小启、邹振勇、廉瑞金、梁玉芳	赵玲丽
12	白玉岷 谷文旗	陈继 田朋	王佳乐、叶鹏飞、王琼、吴大喜、王小兵、武玉香、刘侠、贾连忠	任鑫
13	桂垣	董蓓蓓	范锐、刘伟、赵宏德、张利敏、李君、王建、李树兵	罗莉
14	桂垣	张艳梅	宋宏江、陈斌、高英、田朋	罗莉
15	李云鹏	宋琴	徐阳、王大志、刘小环、王玉洁、胡志朋、郝海东、闫静敏	林楨
16	张璐	芦春	郭志琪、王金银、姚立婷、成儒、建春、达峰、赵玉春	顾谦
17	刘晋虹	倪小君	万川、久安、万柳、王金玉、李方、师北屏、春琴、马玉琴	顾谦
18	白玉岷 白永军	董蓓蓓	高立明、赵英、赵小树、赵必胜、建玉华、闫玉奇、康大力	闫洪庆
19	赵颖捷	罗林	赵北华、赵红军、谢小华、常兴、陈玲、陈世森、王佩燕	闫洪庆

第3版前言

《电气工程安装及调试技术手册》1998年第1版、2008年第2版，至今已有十几个年头了，该书的出版和发行受到了广大读者的青睐和推崇，它确实实给读者解决了很多工程技术方面的实际问题。特别是对一些刚刚踏入电工技术这一行业的青年人来讲更是如鱼得水，从中学到了很多原本需要很长时间才能学到的技术技能。本人曾多次接到读者们的来电，也看到过许多网上的评论，他们最多的一句话就是：“读您的书解渴”，真正为他们的实际工作解决了难题。同时他们对本书也提出了很多宝贵的意见和建议，并对本书的再版寄予了厚望，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！

我们编写本书的目的就是使读者特别是电气专业的大学生能在较短的时间内掌握从事电工这个职业应该具备的技术技能，缩短从理论到实践的时间和距离，使其成为一部电工技术的“实用手册”，在遇到难题时查阅本书相关章节内容便可即时找到方法和要点。今天，我们这个目的和愿望得以实现，真正能为读者解决工作中的实际难题，正是我们的初衷。这里祝愿所有读者，在通往电工技术技能职业技术高峰的道路上，乘风破浪、勇往直前、兢兢业业、独占鳌头。

随着时代的进步和科学技术的发展，电工技术、电气工程技术、电气设备元件及材料都在发展，为了适应读者的需求，尽快地全面掌握电工技术，对《电气工程安装及调试技术手册》我们接受了读者的建议，我们从结构、内容、系统上都做了较大的改动，主要体现在以下几个方面：

1. 将原书版面分为两本单独出版，第一本为《电气工程安装及调试技术手册》，第二本为《电气工程项目管理与策划技术手册》。第一本专门讲述电气工程的安装、调试、试运行的技术技能，从电工安装调试基本技术技能、制作加工技术、配合土建管路施工讲起，讲述照明、动力、低压发电、起重机械、架空线路、电缆、变配电所、特殊环境电气工程、防雷接地、电梯、自动化仪表、空调系统电气、弱电系统等安装、调试实际操作技术技能，循序渐进、由易到难、由简单到复杂，便于初学者阅读并指导实践，同时又可查阅不同电气工程的安装调试技术、技能指导工程施工。万丈高楼平地起，必须从最基础开始，点点滴滴积累经验技术，才能完成重大、复杂的工程，急于求成便会一败涂地。

第二本专门讲述电气工程开工前的准备工作及技术技能，主要有审图、常用计算方法、设备元件及材料选择、施工组织设计编制、预算及物资供应、质量环境安全管理体系建立及实施、现场质量安全环境管理、开工前的协调组织及准备工作等工程项目管理方面的内容，以确保工程的质量、安全、进度、投资、环境，创造优质工程。

2. 本书在第2版基础上，每章都增加了新内容，特别是国家颁布的电气工程相关的新标准、新规范使内容焕然一新，既保留了传统的技术技能，又有新技术、新工艺、新设备、新材料的涌现，使该书更有指导性，更能答疑解惑。

如，第二章增加了电气故障判断及处理方法，详细列出了照明、管线、电动机、低压电器、变配电装置常见故障的判断处理方法；第三章增加了高压开关柜制作要点及规定；第五章变化较大，增加了新标准规范要求的相应方法；第六章增加了公共场所照明及单相电气装置的

安装；第九章增加了新型电气设备；第十章增加了线路杆塔基础施工要点；第十一章按新标准规范要求敷设及试验，增加了矿用电缆的施工；第十三章增加了新国标（GB3836.15—2000）的内容；第十四章增加了新标准的内容和材料、规格试验及要求；第十六章增加了部分智能数字测控仪表的内容；第十八章增加了信号隔离器及新标准规范的内容；其他章节也有新标准及新内容的增加和变化。

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003年8月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国2008年南方雪灾，引起大面积停电，造成1110亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

本书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习和参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本书的特点是实用性强，可操作性强，通用性强。但需要说明，本书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题时，只需翻阅相关章节的内容便可找到解决难题的办法。

电气工作是个特殊的职业，从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点，主要是：安全性强，这是万万不容忽视的；专业理论性强，涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统；从业人员文化层次较高；技术技能难度较大，理论与实践联系紧密；工程现场条件局限性大，环境特殊，如易燃、易爆等；涉及相关专业广，如机、钳、焊、铆、吊装、运输等；节能指标要求严格；系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严格，从始至终不得放松；最后一条是法令性强，规程、规范、标准多，有150多种。电气工作人员除了技术技能的要求外，最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来，才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此，作为电气工程工作人员，特别是刚刚进入这个行业的年轻人和刚毕业的电气专业的大学生，应该加强电工技术技能的学习和锻炼，深入实践，不怕吃苦、不怕受累；同时应加强或加深电工理论知识的学习，并与实践紧密结合，提高技术水平。在工程实践中加强职业道德

的修养，加强和规范作业执业行为，才能成为电气行业的技术高手。

在国家经济高速发展的过程中，作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观，加快建设资源节约型、环境友好型社会，把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里，每个电气工作者只要能够尽心尽责，兢兢业业，确保安装调试的质量，做好运行维护工作，就能够减少工程费用，减少事故频率，降低运行成本，削减维护开支；就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展，保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里，每个人都有发展和取得成功的机遇，倘若本书能为您提供有益的帮助和支持，我们全体编者将会感到万分欣慰和满足。祝本书的所有读者，在通往电工技术技能职业高峰的道路上，乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2013年3月

目 录

上 册

第3版前言

第一章 电气工程安装及调试技术概述 1

- 一、电气工程安装调试应具备的技术技能 1
- 二、电气工程安装调试的工艺程序 1
- 三、测试和试验是工程的重中之重 1
- 四、电气工程的标准、规范、规程 3
- 五、崇尚职业道德、确保质量安全 4
- 六、质量和安全是电气工程的灵魂 6

第二章 电工安装调试基本技术技能 8

第一节 常用工具的使用 8

第二节 导线连接工艺及要求 8

- 一、导线连接的总体要求 8
- 二、导线连接的工艺方法 19
- 三、导线与设备元件的连接方法 25

第三节 常用电工安全用具及器械的使用 26

- 一、绝缘拉杆及使用方法 26
- 二、绝缘钳及使用方法 27
- 三、辅助安全用具的使用及注意事项 27
- 四、临时接地线的使用 28
- 五、临时遮栏的使用 28
- 六、绝缘隔板的使用 29
- 七、围栏绳的设置及注意事项 29
- 八、标志牌的使用 29
- 九、防止烧伤器具的正确使用 29
- 十、梯子、高凳及升降车的使用 30
- 十一、脚扣及安全带的的使用 30
- 十二、电工安全用具的保管 30

第四节 常用电工检修测试仪表 33

- 一、便携式电工检修测试仪表的种类 33
- 二、钳形电流表的使用及注意事项 34
- 三、万用表的使用及注意事项 35
- 四、绝缘电阻表的使用及注意事项 36
- 五、接地电阻测试仪的使用及注意事项 37
- 六、仪表的保管及检定周期 37

第五节 攀登塔架杆技能技巧 38

- 一、攀登塔架要领及作业方法 38

- 二、登杆要领及作业方法 38

第六节 相关工种基本操作技术技能 39

- 一、钳工基本操作技能 39
- 二、焊接基础及操作 44
- 三、架空线路路径测量基本技能 45

第七节 吊装运输基本技能 49

- 一、工具的使用 49
- 二、绳索及器具 50
- 三、吊具 56
- 四、地锚及设置 58
- 五、滑车、滑轮及滑轮组 58
- 六、常用吊装机具 60
- 七、人字架及三角架 61
- 八、起重机的选择 62
- 九、运输车辆的选择 62
- 十、电气设备吊装和运输注意事项 62

第八节 管内穿线工艺及要求 63

第九节 常用电气元件及其安装接线 66

- 一、熔断器和低压负荷开关 66
- 二、交流接触器和转换开关 70
- 三、低压断路器 73
- 四、漏电保护器 75
- 五、热继电器 79
- 六、电流互感器 80
- 七、时间继电器和中间继电器 80
- 八、电动机起动器 82
- 九、照明开关及插座 92
- 十、灯具及照明装置 93
- 十一、导线及选择 95
- 十二、跌落式熔断器 95
- 十三、避雷器 96
- 十四、穿墙套管 96
- 十五、绝缘子 96
- 十六、高压电器 97

第十节 常用电测量计量仪表与接线 98

- 一、交流电压表 98
- 二、交流电流表 98

三、交流电能表	98	二、电气柜(箱)制作通用技术要求	197
四、直流电压表	98	三、电动机起动控制柜的制作	201
五、直流电流表	98	四、新型电气控制柜的制作要点	225
六、直流电能表	99	五、低压开关柜的制作	247
七、新型三相电子式多功能电能表	99	六、自动化仪表控制柜的制作	260
第十一节 常用电工调整试验仪器及使用	103	七、高压开关柜制作要点及规定	262
一、示波器及使用	103	第四章 配合土建工程预埋管路及	
二、晶体管特性图示仪	107	箱盒的施工	274
三、万用电桥	116	第一节 预埋管路总体要求	274
四、双臂电桥的使用方法	118	一、准备工作及注意事项	274
五、示波器、图示仪、电桥的保管	118	二、具体要求	274
六、吸收比和极化指数的测量	118	第二节 单层变配电间的配合土建预埋	
七、新型电测仪器及使用	120	管路	275
八、场强仪的使用	139	一、电缆引入管的敷设	277
九、单臂电桥的使用	140	二、电缆(导线)引出管的敷设	277
十、电压升压器的使用及耐压试验	141	三、接地引线的敷设	277
十一、电流升流器的使用及电流试验	148	四、照明开关箱和维修开关箱电源管	
十二、仪表的保管及检定周期	148	的敷设	278
第十二节 一般设备安装要点	149	五、插座盒及管路的预埋	279
一、基础的检查及验收	149	六、电话插座盒的预埋	283
二、设备安装程序要点	149	七、负荷开关操作手柄构架的预埋	283
第十三节 电气故障判断及处理方法	151	八、照明手动开关盒的预埋	283
一、明装线路故障排除方法	154	九、照明开关箱和维修开关箱箱体的	
二、暗装电气线路故障排除	155	预埋	284
三、电动机故障处理方法技巧	156	十、壁灯盒的预埋	284
四、照明装置故障处理方法	158	十一、低压母线支架的预埋	284
五、低压电器故障处理方法	160	十二、低压侧墙上总开关(断路器)	
六、变配电装置故障处理方法	165	架的预埋	284
第十四节 读图的程序、要点、方法	167	十三、室内高压负荷开关固定螺栓的	
一、读图程序	167	预埋	284
二、读图要点	167	十四、低压母线穿墙隔板框架的预埋	285
三、读图步骤及方法	179	十五、10kV 架空线路进户装置金工件	
四、读图注意事项	180	的预埋	285
五、分析复杂电路图的方法及技巧	182	十六、屋顶灯具的金工件、接线盒及	
六、电气工程读图应具备的知识及技能	184	管路的预埋	287
第三章 电气工程常用装置及箱柜制		十七、电缆沟内电缆支架的预埋	288
作加工技术	185	十八、开关柜、控制柜等柜体底座地	
第一节 制作加工总则	185	脚螺栓的预埋	289
第二节 一般金属构件的制作	185	十九、配电室直接控制设备负荷管的	
一、金属管路的预制加工	185	埋设	289
二、金工件的预制加工	187	二十、变压器垫铁或导轨的预埋	289
三、架空线路金具的预制加工	190	二十一、室内接地体的敷设	289
第三节 电气开关/控制柜(箱)的制作	196	第三节 工业厂房(生产车间)的配合	
一、电气柜(箱)制作应遵循的原则	196	土建	290

一、工程概况	290	第十五节 一般电器的测试和试验	490
二、混凝土框架的配合土建施工	290	第十六节 特殊电器的测试和试验	490
三、砌筑框架维护墙的配合土建施工	293	第十七节 新型电气控制设备的调整试验 要点	490
四、做地面时的配合土建施工	295	一、电气控制设备调整试验准备工作及 要求	490
五、多层工业厂房的配合土建	296	二、自动化设备调整试验	491
第四节 民用建筑的配合土建	298	三、直流调速装置调整试验	495
一、普通民用住宅的配合土建	298	四、交流调速装置的调试	502
二、高层建筑的配合土建	300	五、电源设备的调试	510
三、宾馆饭店娱乐场所的配合土建	341	六、整理试验报告	513
四、特殊环境的配合土建	341	第六章 照明电路及单相电气设备的 安装	514
第五章 电气设备、元件、材料的 测试和试验	357	第一节 总体要求	514
第一节 电气设备测试和试验总体要求	357	一、总则	514
一、基本要求	357	二、配线工程	514
二、测试试验的程序步骤	358	三、电气照明装置	514
三、测试试验注意事项	358	四、单相设备	515
第二节 电力变压器的测试试验	358	第二节 安装条件及元件的检查、测试和 验收	515
一、电力变压器的标准规范要求	358	一、土建工程及开工应具备的条件	515
二、具体测试试验方法	363	二、元件及材料的检查、测试和验收	515
三、电抗器及消弧线圈	371	三、施工组织设计的到位情况	516
四、互感器	372	第三节 照明电路及单相电气设备的安装	516
第三节 高压电器的测试和试验	375	一、暗装线路及灯具、开关的安装	516
一、标准规范要求	376	二、明装线路及灯具、开关的安装	542
二、测量和试验方法	384	三、其他相关器件及线路的安装	552
三、避雷器的试验	394	第四节 照明电路的测试及试灯	552
第四节 绝缘油和 SF ₆ 气体的试验	397	一、照明电路的检查和测试	552
第五节 交流异步电动机的测试和试验	399	二、送电及试灯	553
第六节 低压电器的测试和试验	409	第五节 常见公共场所照明及单相电气装 置的安装	557
第七节 电缆和绝缘导线的测试	414	一、一般公共照明装置	557
一、电缆	414	二、应急诱导灯的安装	564
二、绝缘导线	418	三、水下照明灯具的安装	564
第八节 自备电源的测试和试验	418	四、室内综合体育馆照明装置的安装	567
第九节 火灾自动报警设备的测试	419	五、人工音乐彩色喷泉的安装及设备 选择	575
第十节 电缆电视设备的测试	421	六、舞台照明装置的安装	582
第十一节 网络及监控设备的检测试验	423	七、歌舞厅、宴会厅声光控制装置及照 明灯具的安装	591
一、网络系统	423	八、医疗 X 光机房电气设备的安装	593
二、监控系统	424	九、PLZ-3 系列航空闪光障碍灯的 安装	599
第十二节 常用电仪表的校验和检定	424		
第十三节 自动化仪表的测试和试验	427		
一、标准规范要求	427		
二、测试试验总体要求	430		
三、测试试验方法	430		
第十四节 空气调节自动控制系统的电气元 件的测试和试验	490		

十、宾馆饭店客房电气设备的安装	602	二、开关柜进出回路的接线	756
十一、其他单相电气设备		三、异步电动机控制柜进出回路及被控	
安装	604	电动机的接线	757
第六节 单相电气设备		四、同步电动机控制柜(包括励磁系统)	
及线路的测试和试验	609	进出回路及同步电动机的接线	762
一、总体要求	609	五、直流电动机控制柜及电动机的接线	762
二、设备及线路的检查和试验	609	六、变频起动器、软起动器进出回路的	
三、送电及试运行	609	接线	763
第七章 动力电路及低压配电室的		七、特殊起动控制装置的接线	772
安装	614	八、其他三相负载的接线	772
第一节 总体要求	614	第七节 送电试车及试运行	773
一、总则	614	一、送电试车及试运行的条件	773
二、旋转电机	614	二、准备工作及要求	773
三、低压配电室及盘、柜	614	三、注意事项	774
四、成套配电柜、控制柜(屏、台)		四、安全要求	775
和动力、照明配电箱(盘)	615	五、低压动力电路的送电	775
五、低压电器	616	六、单机空载试车	776
第二节 安装条件及设备验收	616	七、单机负载试车	776
一、土建工程及设备安装工程应具备		八、联动试车	777
的条件	617	九、联动试车中电气事故的处理	777
二、设备、元件及主要材料的检查、		十、送电试车方案的编制	779
验收和测试	617	第八节 低压动力电路及配电室安装调试	
三、施工组织设计的到位情况	617	质量标准及检验方法	779
第三节 开关柜、控制柜的安装	617	第八章 低压发电设备的安装	799
一、基础型钢的制作安装	617	第一节 汽油发电机组的安装	799
二、落地式柜体的安装及传动机构的		一、汽油发电机组的起动	799
调整	619	二、汽油发电机组的维护和保养	800
三、硬母线的制作安装	621	三、一般故障的排除	801
四、柜内二次回路接线的检查及试验	644	第二节 柴油发电机组的安装	801
第四节 导线及电缆的敷设	645	一、柴油发电机组概述	801
一、管内穿线	645	二、柴油发电机组安装的必备条件	803
二、电缆桥架的安装及导线敷设	646	三、柴油发电机组的安装	804
三、绝缘导线在电缆沟内的敷设	656	四、柴油发电机组的起动操作	818
四、工业车间裸母线的安装	657	五、柴油发电机组的负载运行	821
五、线槽安装及线缆敷设	659	六、柴油发电机组运行中故障处理方法	822
第五节 电气设备的检查和调整	664	七、柴油发电机组的并车运行	832
一、电动机	664	八、柴油发电机组的维护保养	840
二、开关柜、控制柜、电气传动控制		第三节 交流不停电电源装置的安装	841
装置及其元件	685	一、UPS的工作原理	841
三、新型软起动器、变频起动器及其		二、UPS的结构	842
元件	723	三、UPS的供电类型	842
四、其他电气动力装置	755	四、UPS的工作条件	844
第六节 电气接线	755	五、UPS的安装	844
一、电气接线通则	756	六、蓄电池组(柜)的安装	846
		七、UPS装置的试验及试运行	854

第四节 余热发电机组的安装	856	第六节 电气设备的安装与接线	947
一、余热发电机组的安装	856	一、电气设备的安装	947
二、余热发电机组启动试发电的条件	859	二、电气设备的接线	950
三、余热发电机组的启动及试发电	859	第七节 整机调试及试车	955
四、余热发电机组试运行的监护	864	一、设备及元件电气参数的测试调整	955
五、余热发电机组试运行中故障的处理	865	二、整机检查	956
六、并网操作	868	三、空载电气试验	957
第五节 风力发电机组的安装调试	872	四、空载试运转试验	959
一、风力发电机组及其控制系统简介	872	五、负载试运转试验	959
二、基础的施工	873	第十章 架空线路及室外变压器	
三、设备的运输	874	台、箱变的安装	1001
四、塔筒的吊装和安装	875	第一节 概述及总体要求、开工条件	1001
五、机头的吊装和安装	876	一、架空线路的构成部件	1001
六、风叶的吊装	878	二、杆型类别及其结构	1013
七、电气系统的安装	880	三、术语及名词	1020
八、试发电运行	883	四、总体要求	1025
九、常见故障处理	887	五、开工条件、准备工作及施工组织	
第九章 起重机械电气设备的安装	890	设计	1030
第一节 总体要求及主要设备	890	第二节 架空线路路径的复测（测量）	1030
一、一般要求	890	一、架空线路路径复测要求	1031
二、滑接线和滑接器要求	890	二、测量仪器及其使用	1031
三、配线要求	897	三、线路测量及杆塔定位补桩	1031
四、电气设备保护装置要求	897	第三节 基础工程	1033
五、电动起重机械的主要设备	898	一、土方工程	1033
第二节 安装条件及设施的验收	909	二、铁塔及钢管杆基础的施工及验收	1039
一、土建工程及开工应具备的条件	909	三、基础质量控制及验收	1042
二、机械设备设施安装应具备的条件	909	第四节 运送器材	1044
三、土建工程的验收	909	一、器材的检查、验收及组织管理	1044
四、机械设备的检查及验收	909	二、水泥杆、钢管杆的运输	1049
五、施工组织设计的到位情况	909	三、线材的运输	1050
第三节 电气设备材料的检查、验收及		四、塔材的运输	1051
试验	910	五、金具及绝缘子的运输	1051
一、电气设备器材的检查、验收	910	第五节 杆塔组装	1051
二、电气设备的试验	910	一、杆的组装	1051
第四节 管路的敷设及穿线	919	二、水泥杆的焊接	1061
一、管路的种类	919	三、铁塔的组装	1063
二、管路的敷设及穿线	922	第六节 立杆、立塔及拉线组装	1070
第五节 滑触线网的安装	924	一、立杆	1070
一、滑触线网的种类及安装总体要求	924	二、立塔	1080
二、室内滑线的安装	924	三、立杆、立塔的施工组织	1082
三、室外滑线的安装	929	四、立杆、立塔安全注意事项	1083
四、其他种类滑线的安装	932	五、特殊场所立杆的处理方法	1084
五、滑车电缆的安装	940	六、拉线的制作安装	1085
六、钢索悬挂电缆的安装	940	第七节 架线	1088
七、卷筒电缆的安装	945		

一、准备工作及施工组织	1089	二、绝缘电阻的测试	1111
二、放线、检查及挂线	1089	三、升压试验	1113
三、导线的连接与补修	1091	四、合闸冲击试验	1113
四、紧线	1099	五、试运行	1113
五、导线在绝缘子上的固定	1105	第十节 室外变压器台的安装	1113
六、附件的安装及全线检查	1106	一、杆上变压器台	1115
七、导线过引和下引的连接	1106	二、落地变压器台	1121
八、低压接户线的安装	1107	第十一节 箱式变电所的安装	1123
九、低压进户线的安装	1108	一、基础施工及验收	1123
第八节 防雷接地装置的安装	1110	二、接地装置的施工	1123
一、接地引线的安装	1110	三、电气设备的检查和验收	1123
二、接地体及接地线的安装	1110	四、设备安装和试验	1123
三、接地极接地电阻的要求	1110	五、进出回路的接引及试验、测量	1125
四、低压架空线路的重复接地	1110	六、箱体的组装	1125
五、防雷接地装置的安装要求	1110	七、送电及试运行	1125
第九节 测试及试运行	1111	八、注意事项	1125
一、巡线检查	1111		

第一章 电气工程安装及调试技术概述

在近 200 年的历史上,人类的进步和文明的发展都围绕着一个核心,那就是电及电工技术的进步和发展。由于电能具有效率高、传输快、污染小、控制方便等优点,除了空气、阳光、水及大自然以外,电已是人类生产和生活当中不可缺少的伙伴了。电气化的程度已成为衡量一个国家或地区是否发达的标志之一,随着电子技术的发展和计算机的普及,电已深入到国民经济和人们生活的各个领域当中,并发挥着越来越大的作用。其中,电气安装调试工程是实现电工技术进步和发展的重要手段。

由此看出,电气工程安装及调试技术在电及电工技术这个庞大的领域里占据相当重要的位置,是每个从事电气工作的人员时时刻刻不容忽视的,同时也是激励电气工作人员技术技能不断提高、不断进步的动力。为此,我们在编著该书的过程中,特别强调以下几个方面,请读者共勉。

一、电气工程安装调试应具备的技术技能

1. 电气工程常用工具的使用
 2. 管路敷设及管内穿线缆技术
 3. 导线、电缆连接工艺及要求
 4. 电工常用安全器具的使用及安全技术
 5. 电工常用检测仪表的使用
 6. 攀登杆、塔技能技巧
 7. 钳工、焊接、吊装、运输、测量等相关技术技能
 8. 常用电气设备、元件及电测量仪表的安装与接线
 9. 电工常用装置、大型二次母线及开关控制柜制作加工技术
 10. 电工常用调整试验仪器仪表的使用
 11. 电气设备、元件、材料的测试和试验
 12. 电工读图技术技能
 13. 电气故障的判断及处理
 14. 电工常用标准、规范、规程的掌握及使用
 15. 电气工程调试、送电及试运行技术
 16. 掌握电工新技术、新设备、新工艺、新材料
 17. 与电气工程相关专业的技术技能
 18. 常用电气设备、元件、材料的选择
- 上述技术技能的掌握应从简到难逐步掌握,循序

渐进,并应具有自己的强项,在实践中不断提高自己的能力。

二、电气工程安装调试的工艺流程

1. 熟悉和掌握电气工程的图样,掌握工程主要、关键、重要、贵重设备、材料和元件
 2. 管路敷设、配合土建、设备器材基础施工
 3. 设备、元件、材料的测试和试验
 4. 敷设线缆
 5. 设备、元件安装就位和接线
 6. 系统测试、调整及试验
 - (1) 核对设备元件是否与图样相符
 - (2) 检查核对安装接线是否正确
 - (3) 单体测试设备元件并与安装时测试试验数据核对,同时确定跳闸数据并整定试验
 - (4) 核对每个支路的设备、元件并测试试验数据,同时确定跳闸数据并整定试验
 - (5) 单体设备空投试验应正确无误
 - (6) 每个支路空投试验应正确无误
 - (7) 系统空投试验应正确无误
 - (8) 整理记录、核对数据
 7. 通电试验
 - (1) 核对系统测试、调整试验及数据和记录
 - (2) 单体设备通电试验
 - (3) 支路通电试验
 - (4) 系统通电试验
 - (5) 投入试运行
 8. 试车或试运行
 - (1) 记录各种数值
 - (2) 处理异常状况
 9. 检查测试试运行状态、处理不正常状态
 10. 清理现场、整理记录、交工验收见图 1-1。
- ## 三、测试和试验是工程的重中之重
- 电气工程中设备、元件和材料的测试和试验是保证电气工程安全、稳定、准确运行的最重要的技术手段,任何单位、个人均不得进行简化和省略。
- 测试和试验一是可杜绝假冒伪劣的设备、元件和材料混入电气工程,可从源头上把住质量关,使工程的安全性、可靠性有了可靠的保证。
- 二是增强安装调试人员质量第一的责任心,用数据来保证工程的质量。

三是用数据来验证设计和供货商的信誉度为后续工程奠定基础。

四是提高电气工作人员的技术技能。

近年来,在利益的驱动下,发生了多起工程质量重大事故,这是每个电气工作人员必须引起高度重视的,这里再次强调测试和试验是电气安装工程中每个环节保证质量的重要手段,永远是必不可少的。

四、电气工程的标准、规范、规程

电气安装调试工程的标准、规范、规程是保证工程质量和安全的最重要的指导性法律文件,任何人或单位在任何条件下均不得放宽或随意改动,否则造成的损失要负法律责任。随着国家经济发展、科学技术进步,标准、规范、规程不断更新,贯彻执行新标准、规程、规范是电气工作人员的首要职责。国家、省部委颁布的电气工程标准、规范、规程很多,涉及方面很广。此外,还有企业标准、地方标准、行业标准,这些标准一般均比国标更为严格,有时候国家还颁布一些国际标准。这些标准从理论和法律上保证了国家、地方、行业的电气工程及自动工程的质量,进而保证了电气工程的安全性、可靠性、灵敏性、稳定性、准确性,但是决不能作为摆设,这也是会出现质量问题的基点。电气工作人员除了认真学习和贯彻执行外,还要随时掌握各种标准、规范、规程的变更,要掌握最新颁布的条文。这里将电气工程及相关工程常用的标准、规范、规程的名称和标准号列出,供读者在工程中查询。

1) GB 50147—2010 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范

2) GB 50148—2010 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范

3) GB 50149—2010 电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范

4) GB 50168—2006 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范

5) GB 50169—2006 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

6) GB 50170—2006 电气装置安装工程 旋转电机施工及验收规范

7) GB 50171—2012 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路结线施工及验收规范

8) GB 50172—2012 电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范

9) GB 50173—1993 电气装置安装工程 35kV及以下架空电力线路施工及验收规范

10) GB 50254—1996 电气装置安装工程 低压电

器施工及验收规范

11) GB 50255—1996 电气装置安装工程 电力变压器设备施工及验收规范

12) GB 50256—1996 电气装置安装工程 起重电气装置施工及验收规范

13) GB 50257—1996 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范

14) GB 50303—2002 建筑电气工程施工质量验收规范

15) GB 50150—2006 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

16) GB 50310—2002 电梯工程施工质量验收规范

17) GB 50093—2013 自动化仪表工程施工及质量验收规范

18) GB 50312—2007 综合布线系统工程验收规范

19) GB 50198—2011 民用闭路监视电视系统工程技术规范

20) GB 50339—2003 智能建筑工程质量验收规范

21) JGJ 46—2005 施工现场临时用电安全技术规范

22) GB 50233—2005 110 ~ 500kV 架空电力线路施工及验收规范

23) GB 50194—1993 建设工程施工现场供用电安全规范

24) GB 50252—2010 工业安装工程质量检验评定统一标准

25) GB 50300—2001 建筑工程施工质量验收统一标准

26) GB 7588—2003 电梯制造与安装安全规范

27) GB/T 10059—2009 电梯试验方法

28) GB 50200—1994 有线电视系统工程技术规范

29) GB/T 50326—2006 建设工程项目管理规范

30) GB 50231—2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范

31) GB/T 50328—2001 建设工程文件归档整理规范

32) GB/T 4728—2005 ~ 2008 电气简图用图形符号

33) GB 50166—2007 火灾自动报警系统施工及验收规范

34) 全国通用电气装置标准图集

- 35) 建筑电气安装工程图集 (水利电力出版社出版, 吕光大主编)
- 36) 各部、委有关电气工程 (包括弱电工程) 的施工验收规范、设计规定及标准等
- 37) DL/T 5161.1 ~ DL/T 5161.17—2002 电气装置安装工程质量检验及评定规程
- 38) 自控系统成套设备选型样本
- 39) JGJ 33—2012 建筑机械使用安全技术规程
- 40) 常用高低电器手册、产品样本、安装使用说明书等
- 41) DL 5009—1997 ~ 2004 电力建设安全工作规程
- 42) 《全国统一安装工程综合基价》GYD—202—2000 或省市综合基价
- 43) 《全国统一安装工程预算工程量计算规则》
- 44) 《全国统一安装工程预算定额河北省单位估价表》
- 45) 《全国统一建筑安装劳动定额》
- 46) GY/T 106—1999 有线电视广播系统技术规范
- 47) GY/T 121—1995 有线电视系统测量方法
- 48) GB 50131—2007 自动化仪表工程施工质量验收规范
- 49) GB 50500—2008 建设工程工程量清单计价规范
- 50) GB 50278—2010 起重设备安装工程施工及验收规范
- 51) GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

五、崇尚职业道德、确保质量安全

在实际工程中, 有很多人对其职业道德的认识较为模糊, 更不知其内涵; 有些人则认为职业道德无所谓。有些人不具备相应职业道德的底线等, 从而导致了工程不同程度的受损, 轻的是工期延误、费用增加; 重的则是质量不合格、存在安全隐患以致出现房倒桥塌、火灾爆炸、人员伤亡严重等事故, 造成重大经济损失及恶劣影响。近年来, 从各种媒体上看到的这方面的报道已不计其数, 其根本原因主要是偷工减料、以次充好、假冒伪劣、简化工艺、技术技能低劣、不学无术; 学历学位证是假的、工程师证是假的、技工证是假的、资格证是假的、资质证是假的、执业证是假的、生产(制造)许可证也是假的。用这些“假”来搞工程、来搞建设、来搞经济, 能不出事故吗? 归根结底这是职业道德或者社会公德出现了问题, 也可以说是出现了危机, 这是每一个电气工

程从业人员必须立即引起重视的问题, 否则, 重蹈覆辙、故技重演, 还会频频发生事故, 导致更大的损失和影响。

当今, 我们的国家正处在一个千载难逢的大好时代。在这个时代里, 国家经济在腾飞、在变革, 各项事业蒸蒸日上, 日新月异, 人民生活有了极大的提高和改善。嫦娥一号、北京奥运、广州亚运、上海世博、跨海大桥、载人飞船、青藏铁路、高速铁路、战胜非典、抗震救灾、维和部队、打击海盗、应对金融危机、国际金融论坛、建设小康社会、建设社会主义新农村等已向全世界展示了中华民族的实力, 我们有能力、有信心在 21 世纪末进入发达国家行列。在这雄伟宏大的事业中, 正是每个人、特别是年轻一代展现才华、施展能力、开动智慧、取得成功的大好时机。正所谓天高任鸟飞、海阔凭鱼跃、道路由人选、事业由人创。我们一定要珍惜这个时代, 这个赋予每个人机遇的时代, 一定要为这个时代做出贡献。因为这个时代是由几代先辈们用鲜血和生命、拼搏奋斗、自强不息、英勇斗争换来的。我们赶上了这样一个大好时代, 不要贪图享乐, 最重要的是要接过先辈们未完成的大业, 使中华民族立足于世界先进民族之林, 去创造更大的成就, 创造更佳的业绩。我们应该去从事与国、与民、与单位、与每个人有益无害的事情, 这是每个人职业道德的底线。

然而, 一些人在这样千载难逢的大好时代里, 利欲熏心、得意忘形, 总想一夜暴富、急功近利, 总是往钱眼儿里钻, 忘记了加强技术技能的提升、忘记了做人的基本道德、淡漠了职业道德的修养, 更忘记了先辈们的丰功伟绩, 而导致在工作上、在执业行为上偷奸耍巧、心怀叵测, 最后导致发生重大事故, 造成不可弥补的经济损失, 以及不作为、贪污腐败, 最后导致身败名裂、遗臭万年。

(一) 职业道德的概念

什么是职业道德, 它的定义是什么, 恐怕到目前还没有一个准确的定义, 不妨我们在这里给出一个定义, 无论准确、完整与否, 重要的是让人们更为深刻地知道职业道德的内涵。

职业道德就是从业人员保证工作(工程)的质量及其过程中的先进性、稳定性、灵敏性、可靠性、安全性、可观性以及环保、低碳方面应尽的责任及其作业行为的规范总则。

人们也许会说, 你对职业道德的理解太完美或者是太求全责备了。然而确实是这样, 因为职业道德是每个生活在这个社会里的人的最基本的道德底线。往大里说, 每个从业人员都肩负着国家经济发展