

电工电子技能培训 大讲台

DIANGONG DIANZI JINENG PEIXUN DAJIANGTANG



图表速学电工技能

杨清德 等编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工电子技能培训大讲堂

图表速学电工技能

杨清德 等编



机械工业出版社

本书共9章,重点讲述了常用电工工具和仪表的使用与维护技能、室内配线施工技能、常用电气设备的安装和测试技能、架空线路安装技能、防雷接地技能和电工识图技能。

本书具有两大特点:一是用图、表、文有机结合的方式讲述了电工操作的基本技能,实用性、可操作性、通用性强;二是从多种角度帮助读者掌握电工基本技能,提高综合职业能力。

本书适合于电工初学者、电工技术人员和电工技术爱好者阅读,也可作为电工技术培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图表速学电工技能/杨清德等编. —北京:机械工业出版社, 2010. 4

(电工电子技能培训大讲堂)

ISBN 978-7-111-29739-0

I. ①图… II. ①杨… III. ①电工技术—图解
IV. ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第023919号

机械工业出版社(北京百万庄大街22号, 邮政编码100037)

策划编辑:吉玲

版式设计:张世琴

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2010年5月第1版第1次印刷

148mm×210mm·12.125印张·358千字

0001-4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29739-0

定价:29.80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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着我国经济的飞速发展,工业化与信息化的融合及节能减排等政策的层层推进,为技术创新发展提出了更高的要求;同时,我国还是一个制造业大国,并处在向制造强国转化的过程,在拥有大量劳动者的同时,努力提高劳动者的素质,使其更好地适应技术的发展及社会的需要,不仅可以更好地服务于产业的发展,也是构建和谐社会的基本要素。

电工电子技术渗透于各行各业,吸纳的就业人口众多,向劳动者普及基本知识技能,一直是我们努力的目标。我们在电工电子技术出版领域积累了大量优秀的作者资源,出版了大批优秀的图书,受到了读者的欢迎。

我们针对初学者学习基础比较薄弱,从事的工作对技能要求比较高的特点,将优秀作者和优势作品进行整合及筛选,打造成崭新的强势丛书——《电工电子技能培训大讲堂》系列图书,本系列图书具有内容全面、系统,结构科学、合理,层次丰富、细节突出等优点,可以为学习者提供多种选择的特点,具体内容涵盖了:电工电子基础知识入门、电工技能提高、电子仪器仪表使用、家电维修等。

本系列图书在强大的策划团队努力下,力图做到:1)理论够用、内容实用,讲解清晰;2)篇幅适中,便于学习,立竿见影;3)初级入门为主,多层次扩展,适当向技能提高延伸;4)体裁形式多样,写作形式多样;5)适应性强,多行业多领域的电工电子技术学习者都可适用。

本系列图书的出版得到了众多“明星”作者的全力支持,他们在百忙之中为图书内容的撰写、修订及改写付出了大量的精力,查阅了大量的资料,进行了系统化的对比和分析,在此对他们的辛勤劳动表示感谢,希望本系列图书可以为读者提高知识技能、拓宽视野提供一些有益的、具体的帮助。

为了不断丰富和完善《电工电子技能培训大讲堂》系列图书的内容及提高图书的质量,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,及时向出版单位反馈信息。

机械工业出版社

前 言

电工兴，百业兴。电工已成为连续几年来的十大热门职业之一，熟练掌握电工基本技能，已成为电工求职上岗的必需。为此，本书参考国家技术工人等级标准、施工及验收规范，结合近年来大中型企业录用电工的技能要求，系统地讲述了10kV及以下电工必须掌握的基本操作技能，以帮助那些渴望学习和掌握电工技能的年轻朋友们尽快地学会电工技术，掌握电工操作中怎样做、做什么的技能。

据调研，近年来各行业的电工年轻人较多，他们干劲十足、勤学上进，但工作经验相对不足，经常会遇到这样那样的技术难题。他们在基层岗位上渴望得到及时“充电”，但受诸多条件的限制又很难实现希望本书的出版，能对一线电工的技能学习有所帮助。

全书共9章。第1章讲述电工职业及操作技能要求；第2章介绍常用电工工具的使用与维护技能；第3章介绍常用电工仪表的使用与维护技能；第4章系统地讲述了室内配线操作技能；第5章介绍低压电气装置安装及接线技能；第6章讲述常用电气设备检查、测试及试验技能；第7章介绍架空线路安装基本技能技巧；第8章介绍接地和防雷技术；第9章介绍电工识图基础知识。全书各章自成体系，读者可根据工作需要重点地阅读并钻研某几项专业技能，初学者不一定要面面俱到。

本书有两大特点：一是结合岗位实际需要和初学者实际，实用性、可操作性、通用性强。用图、表、文结合的方法讲述电工操作技能，要点明晰，简单明了，节省阅读时归纳领会的时间，易于记忆掌握，达到了速学、巧学的目的；二是从多种角度帮助读者在掌握电工基本技能的同时，还可提高综合职业能力，包括专业能力（知识、技能）、方法能力（思维方法、工作方法等）和社会能力（道德、合作、沟通等）。

本书可满足愿意从事电工工作的青年工人、初学者、转岗人员、电工爱好者及工科院校或职业技术学院中热衷实训的师生的需要。通过阅读本书可让读者在短时间内掌握电工基本操作技能而上岗作业,或使院校学生通过实训,进而完成安装、调试、运行、维修作业或技术较复杂的操作。

本书主要由维修电工高级技师杨清德编写及统稿,参加编写的还有白玉岷、刘凯宏、吕英丽、张晓峰、王东、于江利、王克、王建、江国、原小峰、谢敏、苏润、薛小明、刘继、宗智、石永、柳俊、悦英和王佩艳等同志。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请各位读者批评指正,盼赐教至 yqd611@163.com,以期再版时修改。

杨清德

目 录

前言

第 1 章 操作要求熟记在心	1
1.1 电工职业很崇高	1
1.2 电工工种分类细	2
1.2.1 电工工种 12 类	2
1.2.2 电工工种有联系	4
1.3 职业道德必遵守	6
1.4 程序要求先掌握	7
1.5 安全第一永不忘	12
1.5.1 安全措施不可或缺	12
1.5.2 安全操作一生平安	14
1.5.3 安全运行效益最高	15
第 2 章 工具使用得心应手	18
2.1 试电笔	19
2.2 高压验电器	23
2.3 电工钳	28
2.4 螺钉旋具	32
2.5 螺母旋具	34
2.6 电工刀	38
2.7 压接钳	39
2.8 断线钳	43
2.9 喷灯	45
2.10 电锤	49
2.11 脚扣	51
2.12 蹬板	54
2.13 安全带	57



第3章 仪表使用熟能生巧	59
3.1 万用表的使用	59
3.1.1 指针式万用表的使用	59
3.1.2 数字万用表的使用	66
3.2 绝缘电阻表的使用	71
3.2.1 手摇直流发电机式绝缘电阻表的使用	72
3.2.2 数字绝缘电阻表的使用	75
3.2.3 使用绝缘电阻表的注意事项	79
3.3 钳形表的使用	80
3.3.1 指针式钳形电流表的使用	80
3.3.2 数字钳形表的使用	82
3.3.3 使用钳形电流表的注意事项	84
3.4 常用电表的选用与接线	84
3.4.1 常用电表的使用情况	84
3.4.2 电压表的选用	85
3.4.3 电流表的选用	89
3.4.4 电能表的选用	91
第4章 室内配线有妙方	94
4.1 构件制作	94
4.1.1 金属管路的预制加工	94
4.1.2 金工件的预制加工	99
4.1.3 基础型钢的制作	101
4.2 预埋管路及铁件	103
4.2.1 准备工作	103
4.2.2 预埋管路遵守规范	105
4.2.3 管径选择要合理	110
4.3 单层变配电间管路敷设	110
4.3.1 电缆引入/出管和接地引线的敷设	110
4.3.2 开关箱(盒)、插座盒的预埋	115
4.3.3 低压母线侧装置的预埋	123
4.3.4 金工件的预埋	127



4.3.5	防雷引线预埋	133
4.3.6	几个具体问题的处理	133
4.4	管内穿线	138
4.4.1	准备工作	138
4.4.2	穿带线	139
4.4.3	穿线	141
4.4.4	管口处理	143
4.5	钢管明敷设	144
4.6	PVC 管配线	152
4.6.1	塑料管的加工	152
4.6.2	PVC 管的安装	152
4.7	瓷件配线	158
4.8	钢索及钢索的安装	162
4.9	电线敷设安全	167
第5章	低压电气装置安装很轻松	169
5.1	导线连接技能	169
5.1.1	导线连接总体要求	169
5.1.2	导线绝缘层的剥削	171
5.1.3	导线与导线连接	174
5.1.4	导线端接	180
5.1.5	导线压接	182
5.1.6	导线绝缘层恢复	183
5.2	常用电气设备的安装和接线	184
5.2.1	电气接线通则	184
5.2.2	开关柜进出回路的接线	185
5.2.3	异步电动机控制柜进出回路及被控电动机的接线	187
5.2.4	暗装照明线路及灯具、开关的安装	195
第6章	电气设备测试一丝不苟	217
6.1	电气设备测试的基本要求	217
6.2	电动机的检查、测试及试验	219
6.2.1	电动机直观检查	219



6.2.2 电动机的仪器仪表测试	224
6.2.3 电动机的试验	230
6.3 配电装置及其元件的测试、试验及调整	237
6.3.1 绝缘电阻的测试	237
6.3.2 开关柜(箱)的调试	238
第7章 架空线路操作	250
7.1 架空配电线路的安装	250
7.1.1 测量	250
7.1.2 划线和挖坑	251
7.1.3 机械立杆	252
7.1.4 人工立杆	258
7.1.5 半机械立杆	260
7.1.6 杆上组装	262
7.1.7 拉线组装	269
7.1.8 架线及紧线	279
7.2 架空线路的防雷接地装置	302
7.2.1 接地引线的安装	302
7.2.2 接地体及接地线的安装	302
7.2.3 接地极接地电阻的要求	303
7.2.4 重复接地的要求	303
7.2.5 防雷接地装置的安装要求	304
7.3 架空线路的测试及试运行	304
7.3.1 巡线检查	304
7.3.2 绝缘电阻的测试	306
7.3.3 升压试验	306
7.3.4 合闸冲击试验	306
7.3.5 试运行	307
第8章 用电安全皆大欢喜	308
8.1 接地和接零	308
8.1.1 接地	308
8.1.2 保护接零	321



8.2 防雷	334
8.2.1 防雷装置	334
8.2.2 防雷装置的使用	337
8.2.3 避雷器的类型及选用	339
8.2.4 防雷系统接地装置的要求	343
8.2.5 防雷系统运行时的注意事项	345
8.3 等电位联结	348
8.3.1 等电位联结的作用	348
8.3.2 等电位联结的要求	350
8.3.3 等电位联结的做法	351
第9章 电气识图快速入门	353
9.1 电气符号	353
9.1.1 文字符号	353
9.1.2 图形符号	355
9.1.3 回路标号	358
9.2 工程图样基础知识	359
9.2.1 图样格式的规定	359
9.2.2 图样幅面的规定	360
9.2.3 图线的规定	361
9.2.4 比例、尺寸标注和字体的规定	361
9.2.5 箭头和指引线的规定	362
9.3 连接线	363
9.3.1 导线的一般表示方法	363
9.3.2 连接线、汇总线、中断线的表示法	364
9.4 常用电气图	365
9.4.1 电路图	367
9.4.2 概略图和框图	368
9.4.3 接线图(表)	369
9.4.4 电器元件布置图	370
9.4.5 电气平面图	371
9.5 电工识图基本方法	372
参考文献	377

第1章 操作要求熟记在心

世界自从有了电，电工应运而生。
安装检修运行工，涉及百业衰与兴。
当个电工虽不错，技能熟练才放心。
职业道德须遵守，规程条例挂在心。
电工虽分多工种，协作服务一条心。



电气操作守程序

时时刻刻记在心

1.1 电工职业很崇高

大到加工制造、电气自动化控制，小到生活照明、电器使用，电工与人们的生产生活密切相关。其工作内容涉及电工理论、分析计算、工具仪表、器件材料、设备电路、安装维护、试验调试、故障处理等方面。目前从事电工行业的人员数量非常巨大，既有日常线路、设备安装和维护人员，也有现代企业的技术工人，还有即将走出校门的学生和广大爱好者。

哪些人是当之无愧的电工呢？

电工，顾名思义就是电力工作人员，即从事电气设备、电气元件及电气线路的安装、调试、运行、维护、检修、试验、保养、修理等工作的技术工人。电工概念的含义及说明见表 1-1。

表 1-1 电工概念含义及说明

序号	电工概念内含	内含说明
1	电气设备	指变压器、电机及具有开关、控制、保护、显示、报警、操作、整流、逆变、变频、计量等功能的柜、屏、箱、器



(续)

序号	电工概念内含	内含说明
2	电气线路	指架空导线、明设穿管及不穿管导线、暗设穿管导线、线槽、桥架、母线以及各类电缆(如控制、音频、射频、图像)等
3	安装	指按照规程、规范、标准和设计要求把电气设备、元件及线路固定在设定的位置或装置上并能使其正常运行而进行工作
4	调试	指按照规程、规范和标准用检测试验仪器设备对安装的电气设备、元件、线路进行调整和试验,并对其可靠性、灵敏性、准确性和抗衰老性作出判断,保证其正常运行并能在非正常条件作出响应而进行的一系列工作
5	运行	指按照规定的要求和运行规程监视、调整、控制、记录经安装调试并投入使用的电气设备、元件及线路运行状态的工作
6	维护	指按照规定的要求和运行规程对运行的电气设备、元件及线路进行的清扫、检查、巡视、发现缺陷、更换小型元件、紧固螺栓、消除隐患而进行的工作
7	检修	指按照规定的周期并停电后,对电气设备、元件及线路按照运行规程的要求项目和运行中发现而不能修复的缺陷而进行的中型修理工作
8	试验	试验包括两个方面的内容:一是指检修过程中,对设备及线路进行的预防性试验,进而发现问题和缺陷,及时更换或修理;二是指安装前对设备、元件、导线、母线、电缆的试验,目的是判断产品的优劣并作出能否安装的决定
9	保养	指对运行中的设备及线路替代下来的部件进行的小型修理以及检修时对一些部件的保养性修理如加油、研磨触头、更换端子、更换设备中小型部件及弹簧等
10	修理	指对运行中的设备及线路替代下来的或损坏的设备元件进行的恢复性修理和大型修理,如更换线圈、主机等

由此看来,电工是一个复杂的、技术性要求极高的、脑力和体力都要用到的、保证电气系统安全运行的崇高职业。

1.2 电工工种分类细

1.2.1 电工工种 12 类

根据新的国家职业分类标准,电工可分为 12 类工种,国家对这



些电工工种的主体所要求的知识、技术和技能有所区别。通过电工工种分类,对用人单位来说,可以依据电工分类中所提出的技能要求去组织招聘;对电工本人求职来说,可以依据自身的业务专长去寻求适宜的职业。常见电工工种及含义见表1-2。

表 1-2 常见电工工种及含义

序号	工 种	工 种 含 义
1	外线电工	通常把从事架空线路、室外变配电装置、电缆线路安装的电工叫做外线电工
2	内线电工	通常把从事室内变配电装置、室内照明及动力电气线路、室内电气设备及元件安装的电工叫做内线电工
3	调整试验电工	通常把从事对电气设备、元件及线路进行调整试验并进行送电试车、试运行的电工叫做调整试验电工
4	维修电工	通常把从事对电气设备、元件及线路进行维护、保养、检修、修理以及一般故障判断处理、更换设备、元件及线路的电工叫做维修电工
5	运行值班电工	通常把对变配电装置及线路进行监视、控制、调整、记录其运行状态及技术参数的电工叫做运行值班电工
6	电机修理工	通常把对损坏的电气设备及元件进行修理,使之恢复原来良好状态性能、保持原来技术参数并能安全使用及运行的电工叫做电机修理工或电钳工
7	电工仪表工	通常把从事各类电工仪表校验、检定、修理以及安装接线的电工叫做电工仪表工
8	弱电电工	弱电是相对强电而言的,通常把从事以 mA 级电流为单位的模拟信号、数字信号以及音频信号、视频信号、射频信号为传输主导电流的电气、电子设备及线路进行安装、调试、维护、修理的电工叫做弱电电工或有线电工
9	无线电工	通常把从事无线发射和接收系统安装、调试、维护、修理工作的电工叫做无线电工
10	仪表电工	通常把从事温度、压力、流量、物位、机械量等非电量的测量、调节、控制设备及线路安装、调试、运行、维护、修理、校验工作的电工叫做仪表电工或仪表工



(续)

序号	工 种	工 种 含 义
11	专业电工	专业电工比较多,如汽车电工、飞机及航天器电工、船舶电工、铁路机车车辆电工等,主要从事专业产品制造中的电气及电子设备、仪器仪表及线路安装、调试、维护、修理的电工叫做专业电工
12	特殊电工	特殊电工比较多,如军械电工、警械电工等从事国防、军事、警务装置、器械、设施及其产品中的电气及电子设备、仪器仪表及线路安装、调试、维护、修理的电工叫做特殊电工

综上所述,电工一般可分为四大类,如图 1-1 所示。

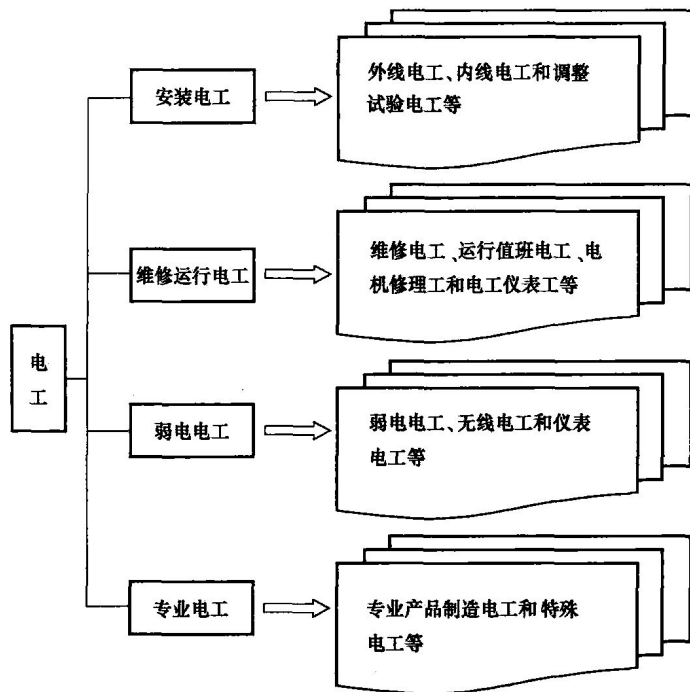


图 1-1 电工分类

1.2.2 电工资种有联系

表 1-2 的分类是按电工从事的具体工作进行的,通常是在分工很细的时候才这样做。作为一名优秀的电工或者说是一名高级电工技师,上述电工的技术技能都应该具备且须有自己的长项。当然这种技



术技能高度，没有较高的文化理论水平、没有十几二十年的功夫实践、没有勤学苦练的吃苦精神、没有向别人虚心求教的优秀品德、没有崇高的职业理想是绝不能达到的。

上述12类电工相互之间有着紧密的联系。比如：安装电工是各类电工的基础，只有通过安装调试，才能对电气系统或电气产品有全面的了解和认识，才能有充分的把握把工程/产品交付给用户并教会用户操作使用、监视运行。同样，维修电工、运行值班电工，如果掌握安装调试技术参与安装调试过程，或者利用交工验收和试运行的过程向安装人员了解并掌握有关系统、工程/产品的性能、特点及技术要领，对自己本身的工作也是有益的。弱电电工、仪表电工本身就参加系统的安装调试及试运行，基本上和安装电工是一体的。

同时，我们又可以看到，安装电工首先接触的是工程/产品设计提供的图样及资料文件，他必须先将其吃深吃透，提出修改意见，并与用户方和设计方达成共识后，才能完成这个项目。在完成的过程中，还会出现用户方、设计方及安装电工都难以预料的问题，这也必须由安装电工去解决。在送电、试车、试运行中，安装电工必须做到心中有数，直到项目完成，安装电工才把工程/产品的有关安装调试的资料、报告、记录交给用户，回答用户提出的有关问题，将设备交给用户正常使用。因此，安装电工是各类电工的基础。

另外，电机修理工、无线电工、仪表电工以及专业电工、特殊电工的一些技术技能安装电工掌握得很少，这样又为安装电工提供了提高技术技能水平的课题和机会，敦促他们去学习、去提高。而维修电工则是介于安装电工与值班运行电工之间的电工，并综合了双方的特点，有时称之为万能电工。不过维修电工对电气工程的标准、规程、规范掌握欠佳，对电气系统的运行管理方面的知识技能也缺乏，这两点又为维修电工提出更高的要求。

因此，电工不同工种之间必须互相取长补短，互相沟通学习，才有助于技术的提高，才有益于电气系统的安全运行。另外，作为一名电工还应具备其他相关工种，如钳工、起重工、焊工、测量工、瓦工及木工等工种的基本技能。因此，电工又具有多技能性。

综上所述，电工是工业生产、安装、服务等行业及人们生活中不



可缺少的且无法替代的职业。但是，目前有很多人看不起电工，看不起技术工人，大学刚毕业只想当经理、当厂长、当船长，我要向年轻朋友们说，你们还是应该先去当工人、当水手。当你们在实践中已熟悉你的专业究竟是干什么的时候，当你与工人师傅打成一片并从他们那里学到真才实学、高超技艺的时候，你才会理解如虎添翼的含义。这时你再去当经理、当船长，你便会驾驭万吨巨轮安全到达大洋彼岸。技术工人，是直接创造财富、物质、效益及文明的最崇高的职业，是国家宝贵的财富，是社会和经济发展的先行，帮助那些愿意成为电工的年轻朋友尽快成才就是我们编写本书的目的。

1.3 职业道德必遵守

当您看到本书的时候，或许您已是一位电工，或许您即将成为一名电工、或许您对电工这个职业感兴趣。但无论怎样，当您走上这个崇高的岗位，从事这个神圣的职业，您应该做到以下几点：

1) 热爱电工职业，有事业心，有责任感，并为之付出自己所有的精力和智慧。

2) 对技术精益求精，一丝不苟，在实践中不断学习进取，提高技术技能水平，从理论上要不断充实自己。

3) 对工作认真负责，兢兢业业，对所从事的电工作业，必须做到测试和接线准确无误，联结紧密可靠，做到滴水不漏、天衣无缝。

4) 在工作中，当感到自己不能胜任工作时，应该虚心向他人或书本求教，严禁胡干蛮干，杜绝敷衍了事。

5) 电工作业要干净利落，环境美观整洁，作业完毕后要清理现场，及时将遗留杂物清理干净，避免污染环境，杜绝妨碍他人或影响系统运行。

6) 任何时候、任何地点、任何情况下电工作业都必须遵守安全操作规程，设置安全措施，保证设备、线路、人员的安全。时刻做到质量在我手中，安全在我心中。

7) 运行维护保养必须做到“勤”。勤就是要制定巡检周期，当天气恶劣、负荷增加时要增加巡视检查。要防微杜渐，对线路及设备