

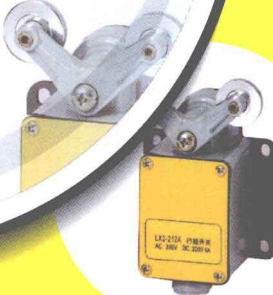
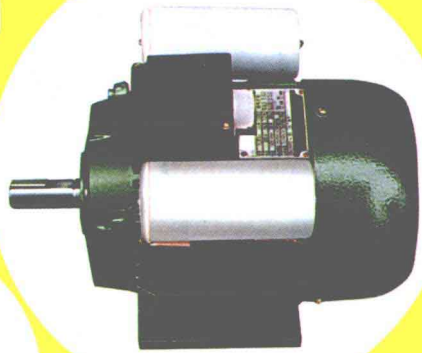
图表细说电工技术丛书

图表细说

企业电工应知应会

杨清德 林安全 主编

以电工“应知应会”为主线
多用图·表·口诀讲解
对关键点“指点迷津”
用“知识窗”扩大视野



化学工业出版社

图表细说电工技术丛书



图表细说

企业电工应知应会

杨清德 林安全 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书将企业常用电气控制系统及设备的结构、原理等知识融入到动手操作的要点之中,以图、表形式介绍中小型企业低压维修电工必备的基础知识和操作技能。

本书详细介绍了电工职业道德及作业安全技术;常用电工工具及仪表使用、导线连接及绝缘层恢复、登高作业等基本操作技能;常用低压电器的结构、原理、功能、检测及应用;各种常用电动机的结构、类型及继电器-接触器控制技术;PLC、变频器及软启动等工业自动控制技术基础;企业常用机床、变压器、变频器等电气设备运行与检修;单相及三相异步电动机、直流电动机检修技术等内容。

本书突出应用技能特色,适合于电工初学者阅读,也可供有一定经验的电工技术人员阅读;可作为企业低压电工培训教材,也可作为职业院校电类专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

图表细说企业电工应知应会/杨清德,林安全主编.
北京:化学工业出版社,2013.1
(图表细说电工技术丛书)
ISBN 978-7-122-15712-6

I. ①图… II. ①杨…②林… III. ①电工技术-图解
IV. ①TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 257022 号

责任编辑:高墨荣
责任校对:陈 静

文字编辑:云 雷
装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张18½ 字数454千字 2013年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

电工，顾名思义就是与“电”打交道的工作人员，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、试验等工作的劳动者。电工不是一个简单的职业，也不是一个普通的工种，电工工作更不是一般的体力劳动，而是一个复杂的、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的职业。随着社会的发展和电工技术的进步，“电工”已经渗透到了国民经济的多个领域，大到加工制造、电气自动化控制，小到社区物业管理、居室装修、生活照明、电器使用等，都离不开电工。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术。电工技术更新较快，按照国家有关规定，电工“应知”的知识和“应会”的技能很多。由于电工从事的具体工作有很多种，我们选择近年来从业人员较多的企业电工、物业电工和装修电工作为普及电工新技术、新工艺的推广对象，编写了“图表细说电工技术”丛书，以适应我国目前正在加快城镇化、工业化建设进程对电工技能人才的大量需求。

本丛书结合近年来电工行业对不同岗位员工的实际需求，将国家职业标准及相关的规定融入到知识与技能中，以“应知”知识和“应会”技能为主线，立足于电工初学者，内容翔实、新颖、实用，多用图、表、口诀来讲解，通俗易懂，以便让文化程度不高的读者也能通过直观、快捷的方式学好电工技术，为今后工作和进一步学习打下基础。书中对内容关键点进行“指点迷津”予以提示；用“知识窗”向读者传递相关的知识、技能要点，以扩大视野，提高可读性。

本丛书包括《图表细说常用电工器件及电路》、《图表细说企业电工应知应会》、《图表细说物业电工应知应会》和《图表细说装修电工应知应会》，共4种。

《图表细说常用电工器件及电路》——详细介绍了各种电工器件的结构、种类、检测及应用，典型及实用电工控制电路的工作原理及应用注意事项。主要内容包括常用电子元器件、常用电力电子元器件、低压电器件、高压电器件、照明电路和电动机控制电路。所选择的电工器件和电路，是各个电工工种应该准确学习和掌握的内容。

《图表细说企业电工应知应会》——将企业常用电气控制系统及设备结构、原理等知识融入到动手操作要点之中，详细介绍了企业电工必备的基础知识和操作技能。主要内容包括电工职业道德及作业安全技术、电工基本操作技能、常用低压电器及应用、常用电动机及控制技术、工业自动控制技术基础、常用电气设备运行与检修和电动机检修技术等。

《图表细说物业电工应知应会》——物业电工的工作性质决定了不仅需要与电气打交道，更需要与用户交流沟通，加强用电管理，以确保物业安全用电和正常用电、各种弱电设备运行正常。主要内容包括物业电工必备电路知识及安全用电知识，物业供配电，电气照明及设备的安装与维护，物业弱电线路的安装与维护，物业安防系统安装与维护 and 物业电工日常管

理与设备维护等。

《图表细说装修电工应知应会》——装修电工异军突起，从业人员很多，着眼于家装电工、兼顾公装电工的工作需要，详细介绍了装修电工必备知识和技能。主要内容包括电路知识、电气照明知识及安全用电知识，常用电工工具及仪表使用，室内装修电气识图，家装电气施工前期工作，家庭配电线路及设备安装，电气照明及常用电器安装，家装弱电系统安装和家装常用照明控制电路解读等。

本丛书作者团队既有来自于职业院校的高级教师，也有来自于企业的工程师，还有来自于生产一线的技师、高级技师，大家分工合作，编写了这套适合于初学者阅读的丛书。本丛书在编写过程中，吸取了许多书籍的精华，借鉴了众多电气工作者的成功经验，在此向原作者表示真诚的感谢。

《图表细说企业电工应知应会》是本丛书中的一种。本书将电工职业道德、电工作业安全技术、职场安全常识等内容放在最首要的位置，让读者明确电工在企业中的重要地位和应发挥的作用；安全就是效益，在确保安全的基础上，认真做好本职工作。书中还介绍了大量的实例，读者不仅可掌握维修电工技能，而且可举一反三，灵活解决工作可能遇到的其他实际问题。

本书由杨清德和林安全主编，参加本书编写工作的还有刘宪宇、雷娅、吕正伟、冉洪俊、赵顺洪、杨鸿、胡萍、杨卓荣、余明飞、谭定轩、黎平、成世兵、胡世胜等。

本书适合电工领域从业人员和广大电工技术爱好者学习使用，可作为职业院校电类专业师生的教学参考书。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不妥之处，敬请各位读者多提意见和建议，盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编者

目 录

第 1 章 电工职业及作业安全

1

- 1.1 崇高的电工职业 1
 - 1.1.1 电工职业的含义 1
 - 1.1.2 电工证书的特殊性 2
 - 1.1.3 电工工种的分类 4
 - 1.1.4 电工职业准则 6
- 1.2 电工操作程序及要求 7
- 1.3 企业用电安全 9
 - 1.3.1 用电与安全 9
 - 1.3.2 安全用电基本常识 11
 - 1.3.3 安全用电的组织措施 12
 - 1.3.4 安全用电的技术措施 13
 - 1.3.5 安全运行效益最高 15
 - 1.3.6 保证作业安全的技术措施 17
 - 1.3.7 杜绝违章作业 19
- 1.4 触电与急救 21
 - 1.4.1 电流对人体的伤害 21
 - 1.4.2 触电形式 23
 - 1.4.3 触电急救常识 24

第 2 章 电工基本操作技能

31

- 2.1 常用电工工具的使用 31
 - 2.1.1 最常用电工工具的使用 31
 - 2.1.2 其他电工工具的使用 33
- 2.2 常用电工仪表的使用 36
 - 2.2.1 电流表与电压表 37
 - 2.2.2 钳形电流表 39
 - 2.2.3 兆欧表 42
 - 2.2.4 万用表 45
- 2.3 导线连接与绝缘层恢复 49
 - 2.3.1 导线连接的步骤及技术
要求 49
 - 2.3.2 导线绝缘层剥削 50
 - 2.3.3 导线与导线的连接 54
 - 2.3.4 线头与接线端子（桩）的
连接 62
 - 2.3.5 导线连接点的绝缘层恢复 65
- 2.4 电工登高作业 67
 - 2.4.1 电工登高作业操作
规定 67
 - 2.4.2 电工登高作业常用
工具 67
 - 2.4.3 使用蹬板登杆 69
 - 2.4.4 使用脚扣登杆 71

第 3 章 常用低压电器及应用

73

- 3.1 低压电器常识 73
 - 3.1.1 低压电器的概念和分类 73
 - 3.1.2 低压电器的作用 74
 - 3.1.3 低压电器的结构 75
- 3.2 电磁式接触器 78
 - 3.2.1 电磁式接触器简介 78

3.2.2 电磁式接触器的选择与安装	81	3.4.4 主令控制器	98
3.2.3 交流接触器常见故障及处理	84	3.5 熔断器	98
3.3 电磁式继电器	85	3.5.1 熔断器的种类	98
3.3.1 电磁式继电器简介	85	3.5.2 熔断器的选用	100
3.3.2 电压继电器	87	3.6 低压开关和低压断路器	101
3.3.3 电流继电器	88	3.6.1 低压开关	101
3.3.4 时间继电器	88	3.6.2 低压断路器	102
3.3.5 中间继电器	90	3.7 常用电子电器	105
3.3.6 热继电器	91	3.7.1 固态继电器	105
3.4 主令电器	94	3.7.2 晶体管时间继电器	106
3.4.1 控制按钮	94	3.7.3 接近开关	106
3.4.2 行程开关	96	3.8 低压电器常见故障及排除	109
3.4.3 万能转换开关	97	3.8.1 触头的故障与维修	109
		3.8.2 电磁系统的故障与维修	110

第 4 章 常用电动机及控制技术

112

4.1 电动机概述	112	4.3.2 直流电动机的启动、制动和调速	130
4.1.1 电动机的分类	112	4.3.3 直流电动机的选用	134
4.1.2 电动机的型号及铭牌	113	4.4 伺服电动机	134
4.1.3 电动机的防护形式	114	4.4.1 自动控制系统对伺服电动机的要求	134
4.1.4 电动机工作制	114	4.4.2 直流伺服电动机	134
4.2 三相交流异步电动机及应用	115	4.4.3 交流伺服电动机	135
4.2.1 三相交流电动机的种类及结构	115	4.5 步进电动机	136
4.2.2 三相交流异步电动机的使用与维护	117	4.5.1 步进电动机简介	136
4.2.3 三相异步电动机控制及保护的基本环节	120	4.5.2 步进电动机的应用	137
4.2.4 三相异步电动机的控制	123	4.6 单相电动机	138
4.3 直流电动机及应用	128	4.6.1 单相电动机简介	138
4.3.1 直流电动机简介	128	4.6.2 单相异步电动机调速控制	141
		4.6.3 单相异步电动机的反转控制	143

第 5 章 工业自动控制技术基础

146

5.1 可编程控制器	146	5.1.1 可编程控制器简介	146
------------	-----	----------------	-----

5.1.2 PLC 的硬件	149	5.2 变频器应用基础	165
5.1.3 PLC 的软件系统	152	5.2.1 变频器简介	165
5.1.4 PLC 的工作原理	155	5.2.2 变频器的选用	171
5.1.5 PLC 机型的选择	157	5.3 电动机软启动器应用基础	176
5.1.6 PLC 与外围设备的 连接	159	5.3.1 电动机软启动器简介	176
5.1.7 PLC 应用注意事项	163	5.3.2 软启动器使用与维护	181

第 6 章 常用电气设备运行与检修

183

6.1 电气控制系统识图基础	183	6.4.1 CW6140 车床电气系统运 行与检修	203
6.1.1 电气原理图	183	6.4.2 M7130 平面磨床电气系统 运行与检修	205
6.1.2 电气接线图	185	6.4.3 Z3040 摇臂钻床电气系统 运行与检修	209
6.1.3 电气元件布置图	186	6.4.4 X62W 万能铣床电气系统 运行与检修	211
6.1.4 机床电气图识图方法及 要点	187	6.5 电力变压器运行与维护	216
6.2 电气故障诊断检修法	189	6.5.1 电力变压器运行中的 检查	216
6.2.1 一般电气故障“六 诊”法	190	6.5.2 变压器常见故障及原因	218
6.2.2 特殊电气故障诊断 “八法”	192	6.5.3 变压器组件的检修	219
6.2.3 确定故障部位“三先 后”法	197	6.6 变频器的调试与维护	222
6.3 常用机床电气设备维护保养	198	6.6.1 变频器的功能设置	223
6.3.1 普通机床电气控制系统日 常维护保养	198	6.6.2 变频器的调试	224
6.3.2 数控机床维护保养	201	6.6.3 变频器的维护	227
6.4 常用机床电气系统运行与检修	203	6.6.4 变频器常见故障处理	232

第 7 章 电动机检修技术

235

7.1 单相异步电动机常见 故障分析与检修	235	7.1.5 绕组故障的检修	242
7.1.1 单相异步电动机故障 检修思路	235	7.1.6 常见机械故障的检修	243
7.1.2 单相异步电动机常见 故障及排除方法	235	7.2 三相电动机常见故障分析 与维修	244
7.1.3 启动装置故障检修	238	7.2.1 三相异步电动机小修和 大修	244
7.1.4 分相电容器故障检修	240	7.2.2 三相电动机常见故障 检修	245

7.2.3	定子绕组故障检修	249	7.3.5	质量检查和空载试验	271
7.2.4	转子故障的处理	255	7.3.6	浸漆与烘干	271
7.2.5	转子铁芯故障处理	258	7.3.7	几种常见绕组的嵌线 规律	273
7.2.6	轴承故障处理	259	7.4	小型直流电动机常见故障 维修	278
7.2.7	转轴故障处理	261	7.4.1	小型直流电动机运行 与维护	278
7.3	电动机绕组重绕	261	7.4.2	直流电动机常见故障	280
7.3.1	原始数据记录	261			
7.3.2	定子绕组的拆除	264			
7.3.3	重绕线圈	266			
7.3.4	嵌线与接线	268			

第 1 章 电工职业及作业安全

1.1 崇高的电工职业

1.1.1 电工职业的含义

“电工”是一个相对宽泛的概念，大到加工制造、电气自动化控制，小到生活照明、电器使用，与人们的生产生活密切相关。就其所包涵的工作内容来说，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。

日常生活中经常听到有人在称呼：你好，张电工！你好，李电工！你好，王电工……，那么，哪些人是当之无愧的电工呢？

首先我们给电工下一个定义：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
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 and 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的工作
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、记录经安装调试投入使用的电气设备、元件及线路运行状态而进行的工作
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	指按照规定的周期及停电机会对运行中的电气设备、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、主机大修等

由此看来，电工不是一个简单的概念，也不是一个普通的工种，电工的工作更不是一般

的体力劳动，而是一个复杂的、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的职业。

1.1.2 电工证书的特殊性

电工属于高危工种，在我国对电工的监管非常严格，监管部门比较多，主要表现在电工证书的区别上，一般人只知道电工凭证书上岗，却不知道电工证书也由于具体工种划分的不同以及颁发部门的不同而有所区别。其中，适用范围最广的是《特种作业操作证》，它是电工的上岗证，无此证不得进行任何电工作业；其次是《职业资格证书》，也就是俗称的等级证，此证为电工专业水平的证明，是用人单位确定人员岗位的主要依据，依据相关法律，此证亦属于电工上岗必须持有证件之一；还有《电工进网作业许可证》，性质属于国家电网行业内部认可的上岗证，适用范围有限，但诸多用人单位却要求电工持有。除了以上常见三种证件，还有行业协会、建设部门等机构颁发的电工证，但有效性远不能同以上证件相比。

(1) 职业资格证书

职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业所必备的学识和技能的证明。它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件，如图 1-1 所示。

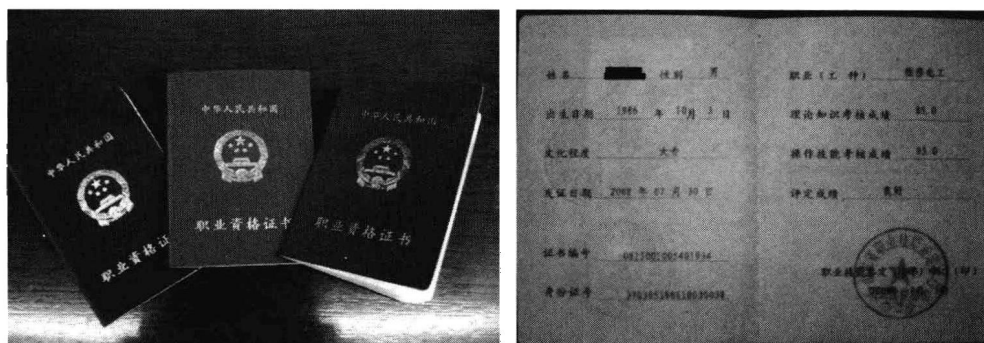


图 1-1 职业资格证书

国家职业资格等级分为初级（五级）、中级（四级）、高级（三级）、技师（二级）、高级技师（一级）共五个等级。

国家职业资格证书同行业、协会等其他机构组织颁发的证书最大区别在于：国家职业资格证书是通过国家法律、法令和行政法规的形式，按照国家制定的职业技能标准或任职资格条件，以政府的力量来推行，由政府认定的考核鉴定机构——各省市人力资源与社会保障厅（局）职业技能鉴定中心来组织实施的，对劳动者的技能水平或职业资格进行客观公正、科学规范的评价和鉴定，对合格者颁发相应的国家职业资格证书。

职业资格证书是劳动者具有从事某一职业所必备的学识和技能的证明。它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件，是在全国范围内通用的国家证书，而行业、协会等其他机构组织颁发的证书则不具备上述特点。

(2) 特种作业操作证

2010 年 7 月 1 日起施行的《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》规定，特种作



图1-2 特种作业操作证

业是指容易发生事故,对操作者本人、他人的安全健康及设备、设施的安全可能造成重大危害的作业。特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格,取得《中华人民共和国特种作业操作证》(以下简称特种作业操作证)后,方可上岗作业,如图1-2所示。特种作业操作证有效期为6年,在全国范围内有效。特种作业操作证每3年复审1次。

特种作业目录规定:电工作业指对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改

造、施工、调试等作业(不含电力系统进网作业)。分为高压电工作业、低压电工作业和防爆电气作业,见表1-2。

表1-2 电工作业的分类

作业类型	作业内容
高压电工作业	指对1kV及以上的高压电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试、试验及绝缘工具进行试验的作业
低压电工作业	指对1kV以下的低压电气设备进行安装、调试、运行操作、维护、检修、改造施工和试验的作业
防爆电气作业	指对各种防爆电气设备进行安装、检修、维护的作业(适用于除煤矿井下以外的防爆电气作业)

(3) 电工进网作业许可证

2006年3月1日起施行的《电工进网作业许可证管理办法》(电监会15号令)规定,进网作业电工是在用户的受电装置或者送电装置上,从事电气安装、试验、检修、运行等作业的人员。电工进网作业许可证是电工具有进网作业资格的有效证件,如图1-3所示。进网作业电工应当按照本办法的规定取得电工进网作业许可证并注册。未取得电工进网作业许可证或者电工进网作业许可证未注册的人员,不得进网作业。



图1-3 电工进网作业许可证

电工进网作业许可证应当到许可机关注册。注册分为初始注册和续期注册。注册有效期为3年。

电工进网作业许可证分为低压、高压、特种三个类别，见表 1-3。

表 1-3 电工进网作业类别

作业类别	作 业 内 容
低压类电工进网作业许可证	可以从事 0.4kV 以下电压等级的电气安装、检修、运行等低压作业
高压类电工进网作业许可证	可以从事所有电压等级电气安装、检修、运行等作业
特种类电工进网作业许可证	可以在受电装置或者送电装置上从事电气试验、二次安装调试、电缆作业等特种作业

1.1.3 电工工种的分类

(1) 电工工种十二类

根据新的国家职业分类标准，电工可分为 12 个工种，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，对用人方来说，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 1-4。

表 1-4 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，通常把从事以毫安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
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 1-4 所示。

(2) 电工工种有联系

表 1-4 的分类我们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 12 类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及实践，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。

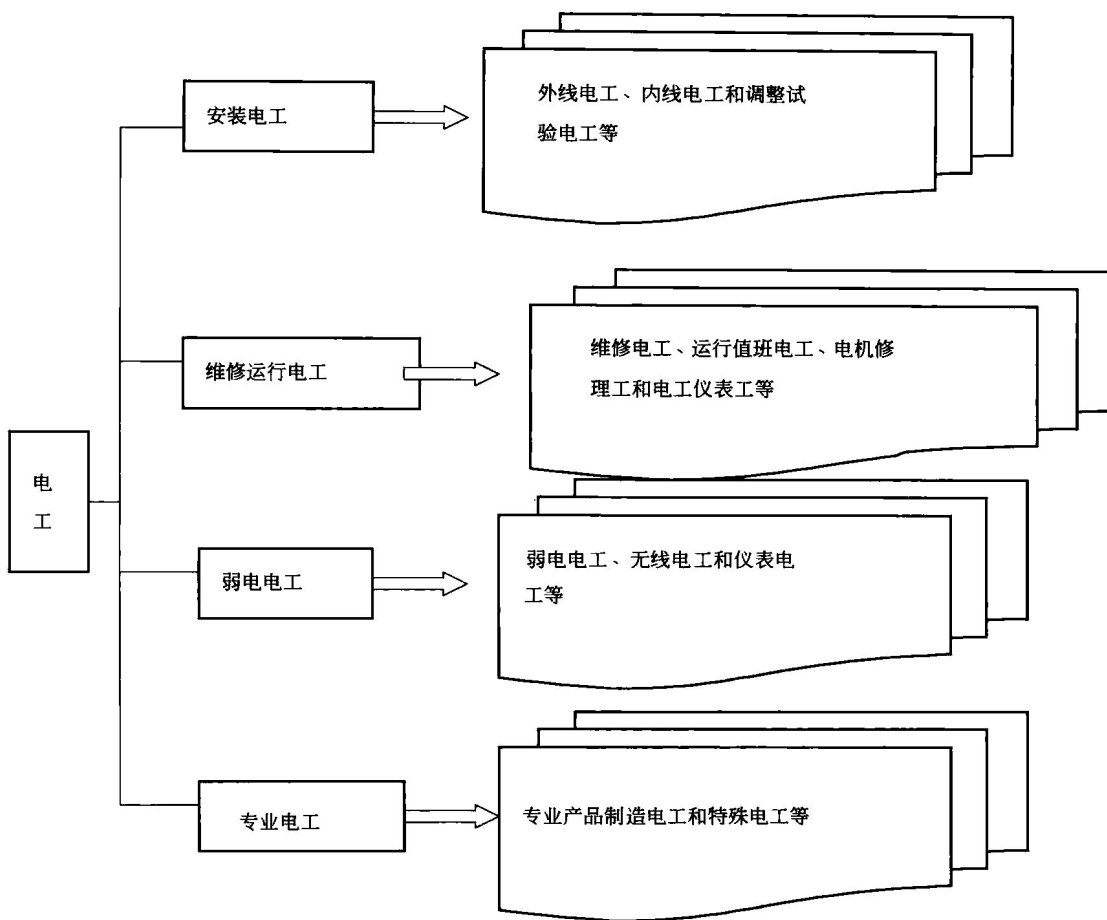


图 1-4 电工分类

上述 12 类电工相互之间有着紧密的联系。

电工只有通过安装调试，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或者参与安装调试过程，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致的。

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，他必须先把其吃深吃透，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。在完成任务的过程中，还会出现一些用户方、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，安装电工心里这本账是最准确无误的。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，作为一名电工还得具备其他相关工种，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、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，我奉劝年轻的朋友们，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，你便会驾驱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者，帮助那些愿意成为电工的年轻朋友尽快成材就是本书编写的目的。

1.1.4 电工职业准则

当你拿到这本书或看到这本书的时候，或许你是一位电工，或许你即将成为一名电工，或许你对电工这个职业感兴趣，无论怎样，当你走上这个崇高的岗位，从事这个神圣的职业，你应该自觉遵守表 1-5 所示的电工职业准则，努力干好本职工作。

表 1-5 电工职业准则

序号	职业准则
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。以主人翁姿态，保持高度的热情投入到每一项工作之中，个人服从集体，时时处处维护企业形象
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，你所从事的电工作业，必须做到测试和接线准确无误，连接紧密可靠，做到滴水不漏、天衣无缝
4	在工作中，当你感到自己不能胜任工作时，应该虚心向他人或书本求教，做到不耻下问，严禁蛮干，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，杜绝妨碍他人或运行
6	无论在任何时候、任何地点、任何情况下，电工作业都必须遵守安全操作规程，采取安全措施，保证设备、线路、人员和自身的安全。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、负荷增加时要增加或加强巡视检查。要防微杜渐，巡视检查，对线路及设备的每一部分、每一参数要勤检、勤测、勤校、勤查、勤扫、勤紧、勤修，把事故、故障消灭在萌芽状态。作业后要清理现场，检查有无不妥，使现场干净整洁，不妨碍他人，不妨碍设备运行
8	在运行维护保养修理的过程中必须做到“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、管理制度及各种规程、规范及标准，严禁粗制滥造，杜绝假冒伪劣电工产品进入电气工程
9	对用户诚信为本、终身负责、热情耐心、不卑不亢。不夸大其辞，随意承诺；履行承诺服务要言而有信。进入用户地点作业时必须遵守用户的管理制度，认真做好质量、工期、环保、安全工作。服务耐心周到，对客户的合理要求尽力满足，收取费用严格按照规定执行
10	积极宣传指导用电、节电技术，制止用电中的不当行为和错误做法
11	电工作业前、电工作业中，严禁饮酒
12	厉行节约，在电工作业中要节约每一米导线、每一颗螺钉、每一个垫片、每一圈胶布，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、元件、工具、电器配件赠予他人或归为己有
13	凡自己使用的电气设备、材料、元件及其他物件，使用前应认真核实其使用说明书、合格证、生产许可证，必要时要进行通电测试或检测，杜绝假冒伪劣产品混入电气系统

续表

序号	职业准则
14	凡有自己参与维修、安装、调试的较大项目,应建立相应的技术档案,相应记录相关数据和关键部位的内容,做到心中有数,并按周期回访、掌握设备的动态
15	认真学习电气工程安全技术,并将其贯彻于维修、安装、调试中去,对用户、对设备、对线路的安全运行负责
16	架设临时线路和进行危险作业时,应完备审批手续,否则应拒绝施工
17	作业人员必须经过安全技术培训、考核,取得操作证后方可独立作业。上班时间配带工作证。发现非电气人员从事电气操作应及时制止,并报告领导
18	对人做事公正、客观。与同事和谐相处,不恶言相向

1.2 电工操作程序及要求

电工操作和作业的内容一般有安装、维修、调整试验、送电试车、吊装运输和焊接等。为了保证作业的正确性、完整性、系统性和安全性,电工操作和作业应按程序进行并满足一定的要求。这里有两点是最基本的要求,一是功能性必须保证,二是安全性必须保证,否则你的操作和作业是没有任何意义的,详细内容见表1-6。

表1-6 电工操作程序及要求

类别	程 序	要 求
安 装	(1)熟悉设计图样及要求或用户要求,掌握工程量及主要设备材料; (2)准备工具、器械及元件、设备及原材料并检查其完好性、安全性且确定工期; (3)勘察现场、安全条件及设置安全措施并准备安全用具,编制作业指导书或工艺卡指导作业; (4)检查安全用具及仪器仪表,检测/试验电气设备、元件、导线、材料; (5)设置固定构件,敷设线路或母线,基础检查或设置基础; (6)安装和接线; (7)调整和试验; (8)通电试验; (9)试车或试运行; (10)检查运行状况,清理现场,整理安装记录及报告,竣工验收	(1)满足设计要求,实现功能; (2)符合国家电气工程施工验收规范的相关要求; (3)满足安全要求; (4)每天下班时清理现场、清点工具和材料并做好成品、半成品的防护工作和状态的标识; (5)冬季、雨季施工要满足季节的要求; (6)安装日志、各类记录齐全、日期及签字符合要求、真实及时
维 修	(1)现场勘察,掌握修理部位、作业内容项目、掌握工作量; (2)准备工具、器械及元件、设备、原材料并检查完好性安全性,确定停电日期及工期,报有关部门批准,制定安全措施及维修方案; (3)切断电源、验电、设置安全措施,检查安全用具及仪器仪表; (4)检查/试验被检修的设备、元件、材料,可不拆卸的及时排除故障,或拆卸原来部件、更换安装、接线,最后清点工具材料; (5)检查试验,解除安全措施; (6)通电试验,仍有故障按(3)~(5)执行; (7)送电、恢复运行或使用; (8)检查/监视运行状况,清理现场,清点工具材料、填写施工日志、检修记录、撤离现场	(1)满足用户要求,尽快恢复送电或使用; (2)满足安全要求; (3)安装部位应符合上述标准要求; (4)严格执行安全操作规程; (5)当天不能完成的作业,夜间应临时恢复送电或采用替换应急措施供用户使用; (6)恢复送电前,必须清点人员、工具、材料、以免遗忘在设备或线路之上;必须拆除临时接线、接地部位; (7)按季节及现场条件做好防护工作; (8)做好记录,为下次检修提供依据

续表

类别	程 序	要 求
调整/ 试验	(1)熟悉设计图样并勘察现场,掌握作业内容及项目,核对设备元件应与图样相符; (2)准备工具器材仪器仪表,编制调整/试验方案和安全措施; (3)现场安全措施的设置并布置试验设备及仪器; (4)检查安装接线,核对图样并做好标记,然后拆除有关接线; (5)单体测试元件并核对安装记录,及时填写单体测试记录; (6)试验接线并经非接线人员核对正确无误; (7)空投试验设备应正确无误,检查有无不妥并再次核对接线; (8)接通试验设备正式试验,监视人员应及时通报试验状态; (9)试验完毕,将试验设备回零,然后关掉电源; (10)整理记录并判断试验,填写试验报告单; (11)拆除试验接线,恢复原来接线并检查无误; (12)清理现场,清点工具材料,撤离现场	(1)满足设计和试验规程要求; (2)满足安全要求并严格执行安全操作规程; (3)当天不能完成或间断试验时应设专人看护,否则试验应从头开始; (4)潮湿天气及雨雪天不宜进行调试作业; (5)调整和试验必须在单体试验合格后进行; (6)试验电容器、电缆、大型变压器及电动机时,试验前后必须放电,放电时间不小于2min; (7)升流升压试验必须从零位开始; (8)高压试验时必须有人监护,非工作人员不得靠近; (9)对于变配电装置,推荐进行零起升压倒送电试验
送电 试运行	(1)送电时,先送母线后送变压器,先站用变压器后主变压器,先35kV变压器后10kV变压器,先单台运行后并列运行,先总闸后分闸; (2)闭合回路时,先合隔离开关,后合断路器或负荷开关;断开回路时,先分断断路器或负荷开关,后分断隔离开关; (3)操作时,先发命令,后进行操作,且监护与操作同步; (4)接入变压器时,先合高压侧,后合低压侧;切除时,先断低压,后断高压; (5)送出回路时,先送负荷小的回路,后送负荷较大回路,切除时相反; (6)变压器投入后,先空载运行后负载运行,并测电流、听声音、查油路; (7)有直控高压电机时,先试高压电机,后送输出回路	(1)送电试运行必须先经调整试验合格; (2)送电前必须将负载侧的所有开关断开; (3)送电前必须进行系统检查,特别是要注意开关内外、设备上下、母线前后有无遗漏的材料工具及其他物品,避免短路发生; (4)送电前必须复查送出回路和受电单位相符,包括电压等级、导线或电缆截面面积等; (5)容量较大、电压35kV及以上、系统较复杂的应先编制送电方案后进行试运行; (6)送电试车一般应编制安全措施或安全作业指导书
试车	(1)先送电后试车; (2)先单机后联动; (3)先空载后负载; (4)先照明后动力; (5)先强电后弱电; (6)先总路后分路	
吊装/ 运输	(1)勘察作业现场及道路状况,掌握作业内容及项目; (2)根据设备重量、提升高度、运输距离准备作业器械工具,并编写作业指导书、确定主持人、人员分工、信号制定; (3)现场设置安全措施,安全员进入现场; (4)现场设置吊装/运输器械,并检查无误; (5)试吊及正式起吊,试吊高度一般为0~2m,时间10min; (6)就位后的固定及防护,运输中的防护、监视及报警; (7)卸车及就位; (8)拆除器械,检查器械工具,撤离现场	(1)作业应由起重工主持,电工协助; (2)雨天、大风天禁止电气设备的吊装/运输作业; (3)勘察现场及器械设置时必须注意土质情况,必要时应有防护措施并设监护人; (4)拉线桩、绞磨桩的设置必须牢固可靠,并有专人看管或监视; (5)吊装作业时,重物及吊臂之下不得有人,起吊后重物上不得有人,有情况时必须放下重物进行检查或重作
焊接	(1)勘察现场,熟悉被焊接工件及其部位; (2)准备工具器械及现场安全条件的设置,清理现场的易燃物; (3)试焊→调节电流→正式施焊(先点焊后施焊,保证不变形); (4)成形后的测量及保护; (5)清点工具,清理现场	(1)作业应由电焊工主持,电工协助; (2)焊接作业前应办动火证,必要时应具备有灭火器; (3)焊接时要采取措施,保证不得发生火灾。若发生火灾,应立即切断电源,用四氯化碳粉质灭火器或黄砂扑救,严禁用水扑救; (4)焊缝饱满、光洁、无裂纹、毛刺、砂眼、气泡等