

电工技能
直通车



低压电工 技能直通车

杨清德 赵顺红 主编



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



低压电工 技能直通车

主编 王明华 副主编 王明华



中国电力出版社

电工技能直通车

低压电工技能直通车

杨清德 赵顺红 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书以低压电工上岗所必需的知识和技能为线索,主要介绍了电工仪表与测量技能、电工操作基本技能、室内配电线路及电气装置安装技能、变压器与低压架空线路及配电装置安装技能、常用低压电器、三相异步电动机与控制电路、安全用电技术等内容。

本书内容翔实,图文并茂,贴近生产工作实际,适合于电工初学者、工厂电工、农村电工及广大电气工程技术人员阅读,也可作为职业院校相关专业学生的课外读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

低压电工技能直通车/杨清德,赵顺红主编. —北京:电子工业出版社,2011.6
(电工技能直通车)
ISBN 978-7-121-13780-8

I. ①低… II. ①杨… ②赵… III. ①低电压-电工技术-基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第106167号

策划编辑:王敬栋(wangjd@phei.com.cn)

责任编辑:谭丽莎 文字编辑:王凌燕

印 刷:

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.25 字数:570千字

印 次:2011年6月第1次印刷

印 数:4000册 定价:45.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltis@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

电工技能直通车系列图书包括《电工基础技能直通车》、《低压电工技能直通车》、《电工识图直通车》、《家装电工技能直通车》和《物业电工技能直通车》。

《电工基础技能直通车》——主要讲述直流/交流电路基础知识、安全用电、电工常用工具和仪表、电工材料、电工基本操作技能、常用电气安装、变压器与电动机、电能测量及计量和营销等内容。

《低压电工技能直通车》——主要讲述电工仪表与测量、电工操作基本技能、室内配电线路及电气装置、变压器与低压架空线路及配电装置、常用低压电器、三相异步电动机与控制电路、安全用电技术等内容。

《电工识图直通车》——主要讲述电工识图基础、常用电工测量与保护电气图识读、照明工程图识读、工厂供电及常用电气图识读、弱电工程电气图识读、可编程控制器 PLC 梯形图识读等内容。

《家装电工技能直通车》主要讲述家装电工常用工具和仪表使用、家装电工基础知识及工艺要求、家居配电和综合布线系统设计、室内线路安装技能、室内配电装置安装、家居灯具及用电器安装、旧房电路改造和家装电工安全知识等内容。

《物业电工技能直通车》——主要讲述物业电工常用工具与仪表、基本操作技能、电气安全与防雷接地装置的安装、社区供配电、社区供电及配电装置、常用照明设备、住宅小区电话通信系统、社区网络系统、社区电视和广播系统、楼宇对讲安防系统、社区视频监控系统、社区火灾报警系统、社区供电与公共用电设备的管理与维护等内容。

本套丛书根据维修电工国家职业标准（初级和中级）和教育部 2009 年颁布的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》等国家标准对电工初学者的相关知识及技能要求，并紧密结合近年来国内大中型企业对维修电工人员需求的实际情况编写。以电工技能培训为主线，以加油站、中转站、训练场为辅线，每一本书对电工基础知识及技能的介绍各有侧重。主要以实现帮助电工初学者上岗为目的，着重介绍快速掌握电工技能的方法和技巧。

本套丛书从读者的兴趣和认知规律出发，做到实用性和趣味性并重，采用简洁明快的语言描述，采用图、表释疑解惑，口诀帮助记忆，围绕大量的真实工作场景来展开技能训练，达到帮助读者真正从根本上掌握电工技能的目的。每本书就是一个大的“公共交通系统”，每一个章节就是一个“公交场站”，只要将各个场站摸熟摸透，就能真正熟悉这个大的“公共交通体系”。

加油站——介绍电工执业必需的重点知识、重点技能及技巧，不求高深，只求实用。

中转站——衔接各个章、节的内容，适当拓宽相关章节涉及的知识面，达到既形成熟练的职业技能又具备一定的适应职业变化能力的目的。

训练场——将实际工作中最常见、最实用的职业技能选为训练项目，进行手把手的技能实训操作与指导。

指点迷津——对关键的疑难问题、技能技巧进行点拨，一看就懂，一试就会。

通过上述片段的穿插,把各个“场站”联系起来,将知识点、能力点讲解得更加生动,更加容易理解和掌握。

电工技能直通车系列图书由高级讲师、维修电工高级技师、高级考评员杨清德、杨兰云任丛书主编,参加丛书编写的有杨清德、杨兰云、杨卓荣、先力、胡萍、蔡定宏、黎平、康娅、余明飞、谭海波、兰晓军、杨丽萍、刘华光、成世兵、李春玲、乐发明、杨松、李建芬、龚万梅、古春艳、沈坤华、赵顺红等同志。本丛书之《低压电工技能直通车》由杨清德、赵顺红主编,第1章由杨卓荣、康娅编写,第2章由李春玲、谭海波编写,第3章由李建芬、胡萍编写,第4章由杨清德、先力编写,第5章由乐发明、黎平编写,第6章由赵顺红、成世兵编写,第7章由杨兰云编写。参加本书编写的还有蔡定宏。

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

编 者
2011.5

引 子

电是一种客观存在的物质，是一种能做功的能量。电是人类之光，是致富的源泉，是工业的先行官，是农业丰收的保障，是服务业繁荣的催化剂，是整个国民经济腾飞的翅膀。电对现代人来说，不可或缺，衣食住行，甚至娱乐也都一刻离不开电。百业兴旺，电工与时俱进！

欲问电从哪儿来？微观领域寻答案。
电生磁来奥斯特，法拉第的磁生电。
伏特、安培电学家，发明电表大贡献。
欧姆定律天下传，爱迪生的灯用电。
赫兹开启信息化，电波传送无线电。

自从世界有了电，电工应运而出现。
生产生活离不开，百业兴旺全靠电。
当个电工很不错，知识技能是关键。
操作技能要熟练，技能全靠多实践。
规程条例要牢记，纪律制度不违犯。

应知应会要掌握，丛书五本来呈现。
基础技能直通车，入门先学直流电。
识图技能直通车，电工语言最方便。
低压电工直通车，安装检修活不断。
物业、家装直通车，小康生活新体现。

丛书作者专家团，电子社里有高见。
共同打造直通车，新老读者看一看。
内容丰富形式新，电工知识较全面。
加油站，训练场，还有技能中转站。
指点迷津及口诀，边读边可练一练。

目 录

第1章 常用电工仪表与测量	1
1.1 不可离手的万用表	1
1.1.1 认识和学会选用万用表	1
加油站1——熟悉万用表的类型及功能	1
加油站2——认识万用表外部结构	3
加油站3——学习选用指针式万用表	4
加油站4——学习选用数字式万用表	6
1.1.2 常用万用表介绍	9
1.1.3 万用表使用练习	18
训练场1——指针式万用表机械调零	18
训练场2——指针式万用表欧姆调零	18
训练场3——万用表安装电池	19
训练场4——指针式万用表测量电阻	20
训练场5——指针式万用表测量交流电压	22
训练场6——指针式万用表测量直流电压	23
训练场7——指针式万用表测量直流电流	24
训练场8——数字式万用表测量电阻、电压和电流	26
训练场9——指针式万用表简单故障的排除	27
1.2 可在路测量的钳形电流表	29
1.2.1 认识和学会选用钳形电流表	29
加油站1——钳形电流表的测量原理	29
加油站2——钳形电流表的种类	29
1.2.2 常用钳形表介绍	30
1.2.3 钳形表测量电流	32
训练场1——指针式钳形表机械调零练习	32
训练场2——钳形表测量交流电流	33
训练场3——用钳形表测量三相异步电动机三相电流是否平衡	34
训练场4——用钳形表测量较小的交流电流	34
1.3 只能并联用的电压表	35
1.3.1 认识电压表	35
加油站——电压表的结构及种类	35
1.3.2 电压表扩大量程的措施	36
1.3.3 电压表测量电压	37
训练场1——直流电压测量	37

训练场 2——交流电压测量	38
1.4 只能串联用的电流表	38
1.4.1 认识电流表	38
加油站 1——电流表的特点	38
加油站 2——电流表的结构及种类	39
1.4.2 电流表扩大量程的措施	40
1.4.3 电流表测量电流	42
训练场 1——直流电流表测量电流	42
训练场 2——交流电流表测量电流	42
1.5 测量绝缘电阻的兆欧表	43
1.5.1 认识兆欧表	43
加油站 1——兆欧表的功能及命名由来	43
加油站 2——兆欧表的结构及分类	44
1.5.2 兆欧表使用常识	45
1.5.3 兆欧表测量方法	47
训练场 1——手握表的姿势与读数方法	47
训练场 2——兆欧表与被测对象的接线方法	47
训练场 3——拆线方法	48
第 2 章 电工操作基本技能	51
2.1 常用电工工具使用得心应手	51
2.1.1 认识常用电工工具	51
加油站 1——常用电工钳	51
加油站 2——螺丝刀	52
加油站 3——试电笔	52
加油站 4——电工刀	53
加油站 5——活络扳手	53
2.1.2 正确使用常用电工工具	54
训练场 1——正确使用尖嘴钳	54
训练场 2——正确使用剥线钳	55
训练场 3——正确使用钢丝钳	56
训练场 4——正确使用螺丝刀	56
训练场 5——正确使用试电笔	57
训练场 6——正确使用电工刀	59
训练场 7——正确使用活络扳手	60
2.1.3 比较常用工具的使用	61
2.2 导线连接手法娴熟	64
2.2.1 导线绝缘层的剥削	64
加油站——剥削导线绝缘层的技术要求	64
训练场 1——塑料硬导线绝缘层的剥削	64
训练场 2——软导线绝缘层的剥削	65
训练场 3——塑料护套线绝缘层的剥削	65

训练场 4——花线绝缘层剥削	66
训练场 5——铅包电缆线绝缘层剥削	66
训练场 6——橡皮线绝缘层剥削	67
2.2.2 导线的直线连接	67
加油站——导线连接的基本要求	67
训练场 1——截面 6mm^2 以下的导线直接连接	67
训练场 2——截面 6mm^2 以上的导线直接连接	68
训练场 3——粗细不等单股铜导线的连接	68
训练场 4——多股导线的直线连接	68
2.2.3 导线分支连接	69
训练场 1——单股铜芯导线分支连接	69
训练场 2——多股导线 T 形分支连接	70
2.2.4 导线端接	71
训练场 1——线头与平压式接线桩的连接	71
训练场 2——线头与瓦形接线桩的连接方法	72
训练场 3——多股芯线与针孔线桩的连接	72
2.2.5 导线压接	73
加油站——导线压接与压接钳	73
训练场 1——铜导线或铝导线的紧压连接	74
训练场 2——铜导线与铝导线之间的紧压连接	74
2.2.6 电磁线的连接	75
训练场 1——线圈内部连接	75
训练场 2——线圈外部连接	75
2.2.7 导线绝缘层恢复	76
加油站——导线绝缘恢复及重要性	76
训练场 1——直线连接接头的绝缘恢复	76
训练场 2——T 字形连接接头的绝缘恢复	77
2.3 电工焊接心灵手巧	78
2.3.1 电烙铁焊接技能	78
加油站 1——认识电烙铁	78
加油站 2——电烙铁的握法	79
训练场 1——正确使用电烙铁	81
训练场 2——焊接质量检测	81
2.3.2 电弧焊焊接	84
加油站 1——焊接基础知识	84
加油站 2——电弧焊焊接安全技术要求	84
训练场 1——电弧的引燃	85
训练场 2——运条	85
训练场 3——焊缝的起头和收尾	85
2.4 电力电子器件为我所用	86
2.4.1 电力电子器件的种类及基本特性	86

加油站——电力电子器件的种类	87
2.4.2 常用电力电子器件	87
加油站1——电力二极管	87
加油站2——电力二极管的基本特性	88
加油站3——晶闸管	89
加油站4——电力晶体管 (GTR)	89
第3章 室内配电线路及电气装置	91
3.1 室内布线基本要求及一般工序	91
3.1.1 室内布线基本要求	91
加油站——室内布线的一般技术要求	91
3.1.2 室内布线一般工序	92
加油站——室内布线工序口诀	92
3.2 电气预埋件与固定件	93
3.2.1 预埋铁件	93
加油站——预埋铁件和吊挂件	93
3.2.2 预埋木棒	96
加油站——预埋木棒的功用	96
训练场——预埋木棒的方法和步骤	96
3.2.3 预埋尼龙胀管	97
加油站——尼龙胀管介绍	97
训练场——尼龙胀管的安装	97
3.3 电线管配线	98
3.3.1 室内管线敷设设计	98
加油站1——电线管选择原则	98
加油站2——线路共管敷设的条件	99
加油站3——供电半径与布线路径	99
3.3.2 钢管配线	101
加油站——钢管选用	101
训练场1——钢管加工	101
训练场2——钢管敷设	103
3.3.3 塑料管配线	107
加油站1——配线常用塑料管	107
加油站2——塑料管加工方法	108
训练场1——PVC管加工	109
训练场2——PVC管连接	111
训练场3——PVC管与电气盒的连接	112
训练场4——安装管卡	113
训练场5——放线和穿线	113
3.4 护套线配线	116
3.4.1 护套线的种类及应用场合	116
加油站1——护套线的种类	116

加油站 2——护套线的应用	116
3.4.2 用铝片线卡安装护套线	116
训练场 1——定位与划线	116
训练场 2——固定铝片线卡	117
训练场 3——敷设护套线	117
训练场 4——铝片线卡夹持	118
3.4.3 用塑料线卡安装护套线	118
训练场——塑料线卡布线	118
3.5 开关、插座安装	121
3.5.1 开关安装	121
加油站 1——开关安装技术要求	121
加油站 2——开关的种类	121
加油站 3——开关的安装方式	122
训练场 1——拉线开关安装	122
训练场 2——平开关暗装	123
3.5.2 插座安装	124
加油站——插座安装主要技术要求	124
训练场——插座安装	126
3.6 照明灯具安装	128
3.6.1 照明灯具安装技术要求	128
加油站 1——灯具安装一般要求	128
加油站 2——螺口灯头接线要求	128
加油站 3——几种灯具安装的特殊要求	129
3.6.2 灯具安装	129
训练场 1——吊线式白炽灯安装	129
训练场 2——组合吊灯的安裝	131
训练场 3——吸顶灯安装	132
训练场 4——壁灯安装	133
训练场 5——筒灯安装	134
第 4 章 低压配电线路及装置	135
4.1 常用变压器介绍	135
4.1.1 变压器的基本原理	135
加油站——变压器的工作原理	135
4.1.2 变压器的分类	135
加油站 1——变压器按用途分类	136
加油站 2——变压器按绕组数目分类	136
加油站 3——变压器按铁芯形式、相数、冷却方式分类	136
4.2 认识电力变压器	137
4.2.1 电力变压器的组成	137
加油站 1——铁芯	138
加油站 2——绕组	138

加油站 3——油箱	139
加油站 4——储油柜	139
加油站 5——吸湿器	140
加油站 6——瓦斯继电器	140
加油站 7——安全气道	141
加油站 8——温度计	141
加油站 9——绝缘套管	141
加油站 10——调压开关	142
4.2.2 变压器铭牌及参数	142
加油站——铭牌技术参数的含义	142
4.3 变压器日常运行与维护	144
4.3.1 变压器运行标准	144
加油站 1——允许温度和温升	144
加油站 2——允许负载	145
加油站 3——允许电压变动	145
加油站 4——绝缘电阻	145
4.3.2 变压器在运行中的检查	146
加油站 1——监视仪表检查	146
加油站 2——变压器外部检查	146
训练场 1——监视仪表检查项目	146
训练场 2——变压器外部检查项目	147
训练场 3——恶劣天气下的特殊巡视项目	148
训练场 4——变压器停电检查项目	149
4.3.3 变压器输出电压调整	149
加油站——调压操作规定	149
4.4 互感器	151
4.4.1 只能并联的电压互感器	151
加油站 1——认识电压互感器	151
加油站 2——电压互感器的作用	152
加油站 3——电压互感器的种类	152
训练场——电压互感器的接线	153
4.4.2 只能串联的电流互感器	155
加油站 1——认识电流互感器	155
加油站 2——电流互感器的作用	156
加油站 3——电流互感器的种类	156
训练场——电流互感器的接线	157
4.5 自耦变压器	160
4.5.1 认识自耦变压器	160
加油站 1——自耦变压器的绕组	160
加油站 2——自耦变压器的应用	160
4.5.2 自耦调压器的接线	161

训练场——自耦调压器的接线方式	161
4.6 电焊变压器	162
4.6.1 常用电焊变压器	162
加油站1——弧焊变压器	163
加油站2——阻焊变压器	164
4.6.2 电焊变压器保护装置	164
4.7 室外架空线路架设	165
4.7.1 前期准备工作	165
训练场1——杆位测量与定位	165
训练场2——画线和挖坑	166
4.7.2 立杆	166
训练场1——人工立杆	166
训练场2——机械立杆	167
训练场3——半机械立杆	169
4.7.3 杆上组装作业	170
加油站1——紧固件安装技术要求	170
加油站2——横担安装技术要求	171
加油站3——绝缘子安装技术要求	171
训练场——横担和绝缘子的安装	171
4.7.4 拉线固定	172
加油站——拉线的种类及用途	172
训练场1——固定拉线上把	173
训练场2——固定拉线下把	174
4.7.5 架线	175
训练场1——放线	175
训练场2——挂线	175
训练场3——紧线	176
4.7.6 在绝缘子上固定导线	177
加油站——在绝缘子上固定导线的技术要求	177
训练场——导线在绝缘子上的固定	177
4.8 低压进户装置与配电箱安装	179
4.8.1 低压进户装置安装	179
加油站——低压进户装置介绍	179
训练场——接户线、进户线安装	179
4.8.2 电能表安装	180
加油站1——电能表的种类	180
加油站2——单相电能表	181
加油站3——三相电能表	182
加油站4——电能表的铭牌	183
训练场1——在配电板上安装电能表	184
训练场2——单相电能表的接线	184

训练场 3——三相三线有功电能表直入式接线	186
训练场 4——三相四线有功电能表直入式接线	186
训练场 5——三相有功电能表配电流互感器接线	188
4.8.3 配电箱安装	190
加油站 1——照明配电集装箱	190
加油站 2——配电装置选择	190
训练场 1——配电集装箱的安装	191
训练场 2——室内照明配电装置安装	191
第 5 章 常用低压电器	193
5.1 低压开关电器概述	193
5.1.1 低压电器的作用	193
加油站——低压电器作用大	193
5.1.2 低压电器分类	194
加油站——低压电器分类及用途	194
5.1.3 低压电器的主要技术指标	195
加油站——低压电器技术指标及含义	195
5.2 低压开关电器	196
5.2.1 刀开关	196
加油站 1——胶盖刀开关的用途	196
加油站 2——胶盖刀开关的结构及型号	196
训练场——刀开关安装	197
5.2.2 铁壳开关	199
加油站 1——铁壳开关的性能及特点	199
加油站 2——铁壳开关的结构	199
训练场 1——铁壳开关安装	200
训练场 2——常见故障维修	201
5.2.3 组合开关	201
加油站 1——组合开关的作用	201
加油站 2——组合开关的结构及符号	201
加油站 3——组合开关的选用	202
训练场 1——组合开关的安装与使用	203
训练场 2——组合开关的常见故障维修	203
5.2.4 自动开关	204
加油站 1——自动开关的作用	204
加油站 2——自动开关的结构及符号	204
加油站 3——装置式自动开关的工作原理	204
加油站 4——万能式自动开关	205
训练场 1——自动开关的选用	206
训练场 2——自动开关的安装	208
5.3 接触器	209
5.3.1 交流接触器	209

加油站 1——外形及结构	209
加油站 2——种类及主要参数	210
加油站 3——工作原理	210
加油站 4——接触器的触点	211
加油站 5——灭弧装置及灭弧方法	212
训练场 1——接触器的选用	213
训练场 2——接触器的安装	214
训练场 3——交流接触器常见故障及处理	216
5.3.2 直流接触器	217
加油站 1——直流接触器与交流接触器的比较	217
加油站 2——直流接触器的保护电路	218
训练场——交流接触器拆装与维修训练	219
5.4 熔断器	222
5.4.1 熔断器的种类、结构和原理	222
加油站 1——熔断器的结构	222
加油站 2——熔断器的原理	223
加油站 3——熔断器的种类	223
5.4.2 熔断器的选用、安装与维修	223
训练场 1——熔断器的选用	223
训练场 2——熔断器的安装	223
训练场 3——熔断器常见故障维修	224
5.5 继电器	225
5.5.1 继电器基础知识	225
加油站——继电器的分类	225
训练场 1——继电器的选用	225
训练场 2——继电器的测试	226
5.5.2 电压继电器	226
加油站 1——过电压继电器和欠电压继电器	226
加油站 2——电气符号及型号含义	227
训练场——电压继电器的选用与安装	227
5.5.3 电流继电器	229
加油站 1——过电流继电器和欠电流继电器	229
加油站 2——电气符号及型号含义	230
训练场——过电流继电器的选用	230
5.5.4 中间继电器	231
加油站 1——中间继电器的作用	231
加油站 2——中间继电器的种类、结构及型号	231
训练场——中间继电器的选用	231
5.5.5 热继电器	232
加油站 1——热继电器的作用	232
加油站 2——热继电器的结构和原理	232

加油站 3——热继电器的型号含义	233
训练场 1——热继电器的选用	233
训练场 2——热继电器的调节	234
训练场 3——热继电器常见故障及检修方法	235
5.5.6 固态继电器	236
加油站 1——固态继电器介绍	236
加油站 2——固态继电器的特点	236
训练场 1——固态继电器的选用	237
训练场 2——固态继电器的串、并联	238
5.5.7 JSZ3 系列电子式时间继电器	238
加油站 1——JSZ3 系列时间继电器介绍	238
加油站 2——型号含义及技术性能	239
训练场 1——JSZ3 系列时间继电器的安装	239
训练场 2——延时时间的设定	241
训练场 3——常见故障处理	241
5.6 主令电器	242
5.6.1 控制按钮	242
加油站 1——控制按钮的作用	242
加油站 2——控制按钮的型号、结构及符号	242
加油站 3——控制按钮的分类及结构特点	242
训练场——控制按钮常见故障及修理	244
5.6.2 位置开关	244
加油站 1——位置开关的种类及作用	244
加油站 2——位置开关的型号、外形及符号	245
训练场——位置开关的选用	245
5.7 电磁铁	246
5.7.1 电磁铁的结构及原理	246
加油站 1——电磁铁的结构	246
加油站 2——电磁铁的基本工作原理	246
加油站 3——电磁铁的主要特点	246
5.7.2 常用电磁铁及选用	247
加油站——常用电磁铁	247
训练场——电磁铁产品的选用	248
第 6 章 三相异步电动机与控制电路	250
6.1 三相异步电动机	250
6.1.1 电动机的种类及结构	250
加油站 1——电动机的种类	250
加油站 2——三相异步电动机的外形	251
6.1.2 三相异步电动机的结构	251
加油站 1——三相异步电动机的组成	251
加油站 2——三相异步电动机各个部件的作用	252