

秦钟全 主编

图解

低压电工 上岗技能

第二版

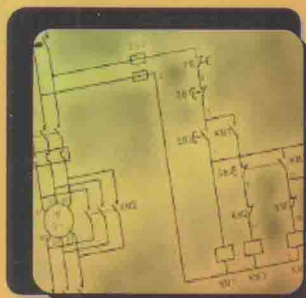
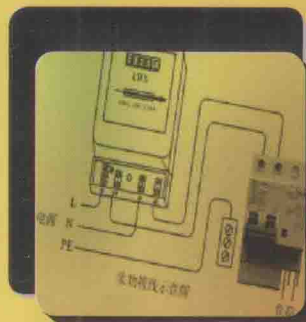
碰到难题不用慌，书中详解帮你忙，
➤ 犹如师父在身旁

- 🔪 形式新：图文并茂，一看就懂
- 🔪 内容精：提炼出低压电工最急需、最实用的内容
- 🔪 手把手：步步引导，深入浅出，快速掌握上岗技能

基础理论介绍与实操详解并重，
23道实操考题重点提示，轻松取证上岗



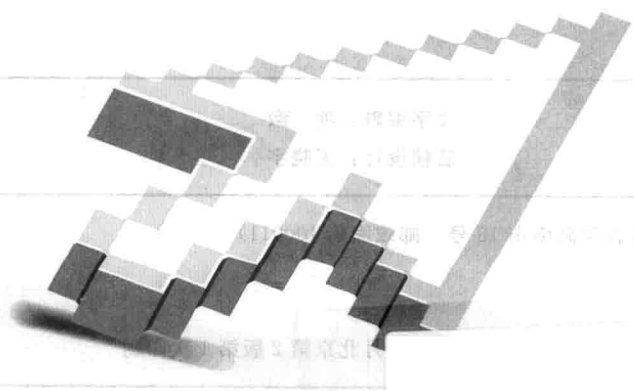
化学工业出版社



秦钟全 主编

图解 低压电工 上岗技能

第二版



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解低压电工上岗技能/秦钟全主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-122-20176-8

I. ①图… II. ①秦… III. ①低电压-电工技术-图解 IV. ①TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 057487 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 项 激
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 271 千字 2014 年 9 月北京第 2 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: 39.00 元

版权所有 违者必究



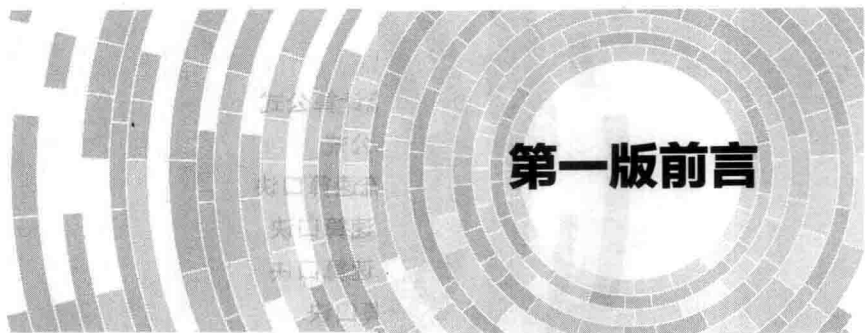
本书封面贴有防伪标签，无此标签者均为盗版，请读者注意。

本书《图解低压电工上岗技能》自出版以来，迄今已多次印刷，深受广大读者欢迎。广大热情的读者在给予本书充分肯定之余也给编者提出了许多宝贵的意见及建议，同时有关部门也对低压电工上岗要求进行了调整，为了满足广大读者的需求，本书对《图解低压电工上岗技能》进行了修订编写。

本书第二版共10章。第二版继续保持了第一版《图解低压电工上岗技能》的通俗性、实用性强的特点，并对第一版的内容进行了完善，主要为：增加了电工常用公式、三相交流电路负载的连接以及实用电量计算等电工基础的基础知识的内容介绍；根据广大初学人员的要求对电动机电路进行了调整，增加了详解电动机接线的内容及单相电动机控制的内容，为满足广大学员上岗应试的需求，增加了低压电工上岗证安全操作技能考试考点提示。

本书在编写过程中得到了徐泽旬、王德新、关郁彬、崔克俭、董遇友、赵亚君、马福乐、杨振发、蒋国栋、任永萍、李屹等老师的帮助，在此表示由衷感谢。限于编者的水平和篇幅所限，难免会有不妥之处，热忱希望广大读者和有关专家批评指正。

编者



第一版前言

随着经济建设的蓬勃发展，电气技术应用的日益广泛，各行各业从事电工作业的人员也在迅速增加。为了满足广大初学电工人员对实际操作技能学习的需要，我们编写了这本《图解低压电工上岗技能》。

本书内容贴近实际工作需要，以类似实物的图形配合文字说明，使读者能够一看就懂，边学边用。本书还提供了一种直观的学习方法，犹如师傅在身旁指导，读者对图反复练习即可增强电工知识的积累，迅速提高电工作业技能水平。本书是专门针对上岗电工的入门图书，作为一本强调实用性的电工读物，立足于**求新、求精和手把手**。

求精：对低压电工工作内容进行提炼，选出最急需、最实用的内容奉献给读者。

手把手：力求通俗易懂，步步引导，使读者快速掌握。

本书结合低压电工考核培训教材，能有效地提高低压电工上岗的技术水平。由于可能存在地区性的习惯做法不同的情况，本书仅介绍最常见电工作业方法。

本书在编写的过程中，得到了徐泽旬、王德新、关郁彬、崔克俭、董遇友、赵亚君、马福乐、杨振发、蒋国栋、张书栋、任永萍、李屹等老师的帮助，在此表示由衷感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者



目录

第一章 电工常用基础知识

第一节 电工常用公式	1/1
一、交流电路的周期(T)、角频率(ω)和频率(f)的关系	1/1
二、交流电压的有效值 U_E 、平均值 U_A 与最大值 U_{max} 的关系	1/1
三、交流电流的有效值 I_E 、平均值 I_A 与最大值 I_{max} 的关系	1/1
四、交流电路中电阻、纯电容和纯电感的计算	1/2
五、电阻、电感串联电路阻抗	1/2
六、电阻、电容串联电路阻抗	1/2
七、电阻、电感、电容串联电路阻抗	1/3
八、电阻串联的总电阻	1/3
九、电阻并联的总电阻	1/3
十、电阻混联的总电阻	1/3
十一、欧姆定律	1/3
十二、导体电阻值的计算	1/3
十三、电阻与温度的关系	1/4
十四、电容串联的总容	1/4
十五、电容并联的总容	1/4
第二节 三相交流电路的连接	1/4
一、三角形连接电压、电流的关系	1/4
二、星形连接电压、电流的关系	1/5
三、对称三相交流电路中功率计算	1/5
四、不对称三相交流电路中功率计算	1/5
第三节 利用三角形计算各种电量	1/5
一、电压三角形	1/5
二、阻抗三角形	1/6
三、功率三角形	1/6

四、电流三角形	/6
第四节 电工实用电流速算口诀	/6
一、10/0.4kV 变压器额定电流计算公式	/6
二、三相电动机额定电流速算公式	/7
三、220V 单相电动机额定电流速算口诀	/7
四、三相电阻加热器额定电流速算口诀	/7
五、单相电阻加热器额定电流速算口诀	/7
六、380V 电焊机额定电流速算口诀	/8
七、220V 电焊机额定电流速算口诀	/8
八、220V 日光灯额定电流速算口诀	/8
九、220V 白炽灯额定电流速算口诀	/8
十、0.4kV 电容器额定电流速算口诀	/8
十一、根据现场情况计算无功消耗	/9
十二、根据负荷电流、敷设方式、敷设环境选用导线	/9

第二章 常用电工仪表的使用

第一节 万用表的使用	/11
一、万用表的使用注意事项	/11
二、单个电阻值的测量	/12
三、测量线圈电阻判断线圈的好坏	/14
四、使用万用表欧姆挡测量导线是否断芯	/14
五、判断直流电压的极性 & 电压测量	/14
六、直流电流的测量	/15
七、用万用表判断二极管的好坏	/16
八、判断晶体三极管极性以及是 NPN 型还是 PNP 型	/16
九、三极管穿透电流 I_{CEO} 的测量	/17
十、三极管放大倍数的 β 判断	/18
十一、用电阻挡判断小功率单向晶闸管的极性	/18
十二、用万用表判断单向晶闸管的好坏	/19
十三、交流电压的测量	/19
十四、万用表判断电容器的好坏	/20
十五、用万用表判断三相笼型电动机定子绕组的首位端	/20
十六、判断发光二极管的极性	/22
十七、判断三相异步电动机的转速	/23
十八、单相电容移相电动机绕组的判断	/23
十九、用简便的方法确定单相有功电能表的内部接线	/24
二十、数字式万用表的使用	/25
第二节 钳形电流表的使用	/26

一、测量前的准备工作	126
二、钳形电流表测量中应注意的安全问题	126
三、三相三线电路钳两条线的测量	127
四、三相四线电路四线钳三条线的测量	127
五、测量小电流的方法	127
六、线路中电流名称	127
七、测无铭牌电动机空载电流判断其额定功率	128
八、测无铭牌 380V 电焊机空载电流判断其视在功率	128
第三节 兆欧表的使用	128
一、正确选用兆欧表	128
二、兆欧表使用前的检查	128
三、正确使用兆欧表	129
四、电动机对地绝缘摇测	130
五、电动机相间绝缘摇测	130
六、低压电力电缆绝缘的测量	130
七、摇测电缆时应注意的安全事项	131
八、低压电容器绝缘的测量	131
九、测量低压电容器绝缘的安全事项	132
十、低压导线绝缘测量	133
第四节 接地电阻仪的使用	133
一、接地电阻仪测量前的检查	133
二、测量时注意事项	134
三、接地装置的测量周期	134
四、接地装置的敷设与连接	134
五、对接地装置导线截面的要求	135
六、各种防雷接地装置的工频接地电阻最大允许值	135
七、对运行中的接地装置进行安全检查	135
八、接地体在施工安装时的技术要求	136
九、金属外壳及架构要进行接地或接零的电气设备	136
十、人工接地线在施工安装时的要求	137
第五节 交流电压表的使用	138
一、线电压的测量	138
二、相电压测量	139
三、交流电压表经 LW5-15-0410/2 型转换开关测量三相线电压	139
四、交流电压表经 LW2-5.5/F4-X 型转换开关测量三相线电压	140
五、使用电压表对线路进行核相工作	140
第六节 交流电流表的使用	141
一、直入式交流电流表接线	142
二、直入式交流电流选表的原则	142

三、交流电流表直入式接法	/42
四、配电流互感器测量交流大电流	/42
五、一只电流互感器一只电流表接线	/43
六、二只电流互感器三只电流表接线	/43
七、三只电流互感器三只电流表接线	/44
第七节 电能表	/44
一、单相直入式有功电能表	/44
二、单相有功电能表配电流互感器接线	/45
三、直入式三相四线有功电能表作有功电量计量	/46
四、三相四线有功电能表经电流互感器接线	/47
五、三相三线电能表对三相三线负荷作有功电量计量	/48
六、三相三线有功电能表经电流互感器对三相三线负荷作有功电量计量	/48
七、三只单相电能表计量三相四线负荷作有功电量计量	/49

第三章 低压电器选择

第一节 低压开关电器选择与应用	/52
一、刀开关	/52
二、塑壳断路器的应用	/53
三、框架式断路器的应用	/55
四、DW10型空气开关控制电路	/56
五、交流接触器的应用	/58
第二节 保护电器选择与应用	/59
一、低压熔断器	/59
二、热继电器	/60
三、电涌保护器	/61
四、电动机保护器	/61
五、漏电保护器	/62
第三节 控制电器选择与应用	/66
一、时间继电器	/66
二、LW型万能转换开关	/67
三、控制按钮	/67
四、信号灯(指示灯)	/69
五、行程开关	/69
六、中间继电器	/70
七、磁力启动器	/70
八、QJ3型自耦减压启动器	/70
九、成套自耦降压启动器	/73
十、频敏变阻启动	/73

第一节 基本控制电路	175
一、点动控制	175
二、自锁电路	175
三、按钮互锁电路	175
四、利用接触器辅助触点的互锁电路	177
五、两地控制电路	177
六、双信号控制电路	177
七、顺序启动控制电路	177
八、利用行程开关控制的自动循环电路	178
九、按时间控制的自动循环电路	179
十、终止运行的保护电路	179
十一、完整控制电路的基本构成	180
十二、利用接触器变换三相负载的连接	180
十三、利用一个接触器将三个单相元件接成三角形	181
第二节 电动机常用电路接线介绍	182
一、笼型异步电动机启动方式的比较	182
二、电气元件接线端子位置	183
第三节 电动机单方向运行控制电路	185
一、电动机单方向运行电路	185
二、电动机单方向运行带点动的控制电路(一)	186
三、电动机单方向运行带点动的控制电路(二)	186
四、电动机两地控制单方向运行电路	188
五、电动机多条件启动控制电路	188
六、电动机多保护启动控制电路	190
七、两台电动机顺序启动控制电路	192
八、两台电动机顺序停止控制电路	193
九、两台电动机顺序启动、顺序停止电路	194
第四节 电动机可逆(正反转)控制电路	195
一、按钮互锁正、反转点动控制电路	195
二、电动机正、反转运行控制电路	195
三、电动机可逆带限位保护控制电路	197
四、电动机自动往返控制电路	199
第五节 电动机断相保护电路	1101
一、电动机断相保护电路	1101
二、继电器断相保护电路	1101
三、电容器断相保护电路	1102

四、零序电流断相保护电路	/103
第六节 电动机制动控制电路	/105
一、机械电磁抱闸制动	/105
二、电动机电容制动电路	/106
三、三相笼型异步电动机反接制动电路	/107
四、三相笼型电动机半波整流能耗制动控制电路	/109
五、电动机全波能耗制动控制电路	/110
六、三相笼型电动机定子短接制动电路	/111
第七节 电动机降压启动电路	/112
一、三相笼型异步电动机Y- Δ 降压手动控制电路(一)	/112
二、三相笼型异步电动机Y- Δ 降压手动控制电路(二)	/114
三、三相笼型异步电动机Y- Δ 启动自动控制电路	/115
四、三相笼型异步电动机使用自耦降压启动器的接线	/117
五、三相笼型电动机自耦降压启动手动控制电路	/119
六、电动机自耦降压启动(自动控制)电路	/119
第八节 单相交流电动机的控制	/122
一、分相启动式电动机	/122
二、罩极式单相交流电动机	/122
三、单相串励电动机	/123
四、电容启动式电动机	/123
五、单相电动机的接线	/124
六、单相异步电容启动式电动机电容的选择	/125

第五章 电工基本操作技术

第一节 导线与导线的连接	/127
一、绝缘导线线头绝缘层的剥削方法	/127
二、导线的连接方法	/128
第二节 导线与接线端的连接	/131
一、接线盒内的导线处理	/131
二、针型孔接线端的连接	/131
三、导线用螺钉压接法	/132
四、软线与接线端的连接	/132
五、导线板连接端子	/132
六、导线压接接线端法	/132
七、多股导线盘压接法	/133
八、瓦形垫接线端子的接法	/133
九、并沟线夹接线	/133
第三节 导线的固定	/134

一、瓷珠“单花”绑扎	/134
二、瓷珠“双花”绑扎	/134
三、瓷珠上绑“回头”	/134
四、蝶形绝缘子绑扎法	/135
第四节 变配电室硬母线的安装	/135
一、硬母线涂漆颜色的规定	/135
二、硬母线涂黑漆贴色片的意义	/135
三、硬母线的弯曲	/135
四、硬母线的安装要求	/136
五、硬母线的固定要求	/136
六、硬母线的连接方式	/136
七、硬母线的连接要求	/136
第五节 常用的绳扣	/136

第六章 照明与线路

一、照明供电系统	/138
二、灯具的固定要求	/139
三、控制开关的安装	/140
四、插座安装	/141
五、灯具的控制	/142
六、室内布线	/143

第七章 线路与电缆的安装

一、电缆的安装	/147
二、电缆敷设的安全距离	/148
三、架空线路安全距离	/150
四、同杆架设线路横担之间的最小垂直距离	/151
五、架空线路相序的排列	/151

第八章 绝缘安全用具的检查与使用

一、绝缘安全用具及其种类	/153
二、检修安全用具及其种类	/155
三、绝缘杆、绝缘手套、绝缘靴使用前的检查	/155
四、绝缘杆、绝缘手套、绝缘靴的正确使用	/155
五、高压验电器使用前的检查	/156
六、高压验电实际操作中的安全注意事项	/156

7. 绝缘安全用具的试验周期	/156
8. 临时接地线使用前的检查	/156
9. 挂临时接地线的要求	/156
10. 挂、拆接地线操作中操作票的作用	/157
11. 挂接地线时, 先接接地端, 后接导线端的原因	/158
12. 标示牌	/158
13. 遮栏的使用要求	/159
14. 安全灯的使用要求	/159
15. 低压试电笔的使用	/160
16. 脚扣的使用	/161
17. 安全带的使用	/162

第九章 触电急救

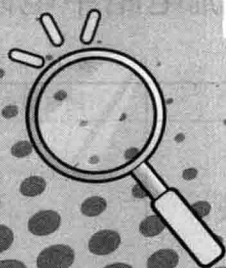
一、使触电者脱离电源的措施	/164
二、现场急救的方法	/164
三、人工呼吸的方法	/165
四、心脏部位的确定方法	/165
五、胸外心脏挤压的方法	/166
六、触电急救过程中应注意的安全问题	/166
七、与电流对人体的危害程度有关的因素	/166

第十章 低压电工(上岗证)安全操作技能考试重点

考题一、万用表的正确使用(低压取证、复审)	/168
考题二、三个电流表经电流互感器测三相线电流的接线(低压取证)	/168
考题三、正确使用钳形电流表测量交流电流(低压取证、复审)	/168
考题四、用一只电压表经 LW2 转换开关测量三相线电压的接线(低压取证)	/169
考题五、使用电压表核相(低压取证)	/169
考题六、单相有功电度表的接线(低压取证)	/169
考题七、直入式三相有功电度表的接线(低压取证)	/169
考题八、三相有功电度表经电流互感器的接线(低压取证、复审)	/169
考题九、测量电动机定子绕组的绝缘电阻(低压取证、复审)	/169
考题十、用接地电阻测试仪测量接地装置的接地电阻值(低压取证)	/170
考题十一、三相笼型异步电动机采用 Y- Δ 启动的接线(低压取证、复审)	/170
考题十二、三相笼型异步电动机使用自耦减压启动器的接线(低压取证、复审)	/170
考题十三、电动机单方向运行的接线(低压取证)	/170
考题十四、电动机可逆运行的接线(低压取证、复审)	/170
考题十五、漏电保护装置(R. C. D)的正确使用(低压取证、复审)	/171

考题十六、灯具的接线 (低压取证)	/171
考题十七、导线的联接 (低压取证、复审)	/171
考题十八、导线识别 (低压取证)	/171
考题十九、杆上作业 (低压取证)	/171
考题二十、电容器测绝缘 (低压取证、复审)	/171
考题二十一、DW10 空气开关控制回路的接线 (低压取证)	/172
考题二十二、低压电力电缆测绝缘 (低压取证、复审)	/172
考题二十三、触电急救 (低压取证、复审)	/172

参考文献



第一章

电工常用基础知识

第一节 电工常用公式

一、交流电路的周期(T)、角频率(ω)和频率(f)的关系

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (s)} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/s)} \quad T = \frac{1}{f} \text{ (s)} \quad \omega = 2\pi f \text{ (rad/s)}$$

二、交流电压的有效值 U_E 、平均值 U_A 与最大值 U_{\max} 的关系

电压有效值与最大值的关系

$$U_E = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707U_{\max}$$

电压平均值与最大值的关系

$$U_A = \frac{2}{\pi} U_{\max} = 0.637U_{\max}$$

三、交流电流的有效值 I_E 、平均值 I_A 与最大值 I_{\max} 的关系

电流有效值与最大值的关系



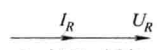
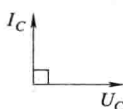
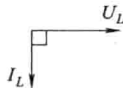
$$I_E = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{\max}$$

电流平均值与最大值的关系

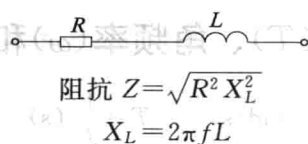
$$I_A = \frac{2}{\pi} I_{\max} = 0.637 I_{\max}$$

四、交流电路中电阻、纯电容和纯电感的计算 (表 1-1)

表 1-1 交流电路中电阻、纯电容和纯电感的计算

电路	纯电阻电路(R)	纯电容电路(C)	纯电感电路(L)
电流与电压的数量关系式	$U_R = I_R R$ $I_R = \frac{U_R}{R}$	$U_C = \frac{I}{\omega C}$ $I = \frac{U_C}{X_C}$ $X_C = \frac{1}{\omega C}$	$U_L = \omega L I$ $I = \frac{U_L}{X_L}$ $X_L = \omega L = 2\pi f L$
电流与电压的相位关系	 <p>I_R 与 U_R 同相</p> $u = U_m \sin \omega t$ $i = I_m \sin \omega t$	 <p>I_C 超前 $U_C 90^\circ$</p> $u = U_m \sin \omega t$ $i = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$	 <p>I_L 滞后 $U_L 90^\circ$</p> $u = U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $i = I_m \sin \omega t$
平均功率	$P = UI$	$P_C = 0$	$P_L = 0$
无功功率	$Q = 0$	$Q_C = U_C I = I^2 X_C$ $= \omega C U_C^2$ $= 2\omega f C U_C^2$	$Q_L = U_L I$ $= \omega L I^2$ $= 2\omega f L I^2$

五、电阻、电感串联电路阻抗

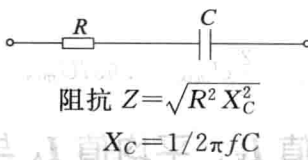


式中 X_L ——感抗, Ω ;

L ——电感, H;

f ——频率, Hz。

六、电阻、电容串联电路阻抗



式中 X_C ——容抗, Ω ;

C ——电容, F。