



电工上岗读本

DIYA DIANGONG SHANGGANG DUBEN



低压电工 上岗读本

常大军 常绪滨 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

低压电工上岗读本

常大军 常绪滨 编 著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电工上岗读本/常大军, 常绪滨编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2006. 3

ISBN 7-115-14274-2

I. 低... II. ①常... ②常... III. 低电压—电工技术—基本知识
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 159328 号

低压电工上岗读本

- ◆ 编 著 常大军 常绪滨
责任编辑 张 伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 15.625
字数: 401 千字
印数: 1-6 000 册
- 2006 年 3 月第 1 版
2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14274-2/TN · 2654

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

内 容 提 要

为满足广大低压电工上岗学习，特别是初学、转岗及再就业的需要，特编写此书，以便广大低压电工在上岗培训学习中，尽快掌握一定的理论知识和实践技能。

本书以低压电工上岗培训为主要内容，对低压电工应掌握的基本理论知识和实际操作技能方面进行较为系统地阐述，主要内容有低压电工上岗必备知识、常用电工仪表、交流电动机、低压电器、电动工具及移动式设备、电气线路、照明装置、安全用电及并联电容器等。附录中提供了测试电工所掌握的理论水平的试题及答案。

本书具有通俗易懂、实用性强的特点，可供具有初中文化程度的工矿企业及农村电工阅读。

前 言

随着我国改革进程的不断加快，国民经济飞速发展，我国电力建设事业突飞猛进，各行各业对电工的需求量也不断增加。为适应广大电工的需要，特别是刚刚从事电工工作、转岗就业的初学人员的需要，特编写这本《低压电工上岗读本》，以满足初学电工上岗培训考核的要求。

本书旨在让初学电工通过学习掌握电工的基本理论知识和操作技能，进而上岗操作。本书共有 10 章，第 1 章低压电工上岗必备知识，介绍了电工的分类、电工基础及供电系统的基本概念；第 2 章常用电工仪表，介绍了常用电工仪表的简单工作原理及正确使用方法，包括万用表、钳形表、电压表、电流表、兆欧表等；第 3 章交流电动机，介绍了单相电动机、三相电动机的工作原理、接线及正反转运行；第 4 章低压电器，介绍了常用低压电器的结构、性能及使用方法，并说明了相关的注意事项；第 5 章电动工具及移动式电气设备的安全使用，分别介绍了起重机、电焊机及常用电动工具的分类和使用方法；第 6 章电气线路，着重介绍了低压架空线路和电缆线路的安装要求；第 7 章室内外布线与照明装置，介绍了各种常用灯具的构造、接线、照明系统图及识图方法，以利于施工中正确理解使用；第 8 章安全用电，重点介绍了接地、接零及有关的安全操作规程，以便于在工作中更好地掌握、执行安全用电措施，避免发生人身事故和设备事故；第 9 章并联电容器，介绍了并联电容器的作用及提高功率因数的方法。

本书最后为附录，附录中收集了低压电工应知应会的理论知识题，包括填空、判断、选择、计算、画图、问答题等，并附有

答案。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 低压电工上岗必备知识	1
1.1 电力商品的特点	1
1.2 电工必须具备的条件	1
1.3 电工职业道德规范	2
1.4 电工岗位安全职责	2
1.5 电工的分类	3
1.6 电压的有关概念	4
1.6.1 电压等级的划分	4
1.6.2 高压、低压与安全电压	5
1.6.3 三相四线制低压供电系统	5
1.6.4 按计量方式划分用户类型	7
1.7 电压、电位、电动势及它们之间的关系	8
1.8 电流的有关概念	9
1.8.1 电流计算公式	11
1.8.2 电流估算	12
1.9 电阻、电阻率及计算	13
1.9.1 导体电阻	13
1.9.2 电阻率	14
1.9.3 电路中实用的电阻	15
1.9.4 电阻的测量	16
1.10 欧姆定律	16
1.11 串联电路	19
1.11.1 电阻的串联	19
1.11.2 电源的串联	20
1.12 并联电路	21

1.12.1	电阻的并联	21
1.12.2	电源(电池)的并联	22
1.13	电功及电功率	22
1.14	正弦交流电	24
1.14.1	周期与频率	25
1.14.2	交流电三要素	26
1.15	交流电的有效值	28
1.16	三相交流电	29
1.16.1	定义	29
1.16.2	相序	30
1.17	星形接线与三角形接线	32
1.17.1	负载的星形连接	33
1.17.2	负载的三角形连接	34
1.18	三相电路功率的计算	34
1.18.1	有功功率	34
1.18.2	无功功率	35
1.18.3	视在功率	35
1.18.4	功率三角形	36
1.18.5	功率因数	37
1.18.6	三相交流电路中的功率计算	38
1.19	感抗、容抗与阻抗	39
1.19.1	感抗	39
1.19.2	容抗	40
1.19.3	阻抗	41
1.20	RL 电路、RC 电路特点及计算	42
1.20.1	RL 电路	42
1.20.2	RL 串联电路的特点	42
1.20.3	RC 电路	43
1.20.4	RC 串联电路的特点	44

1.21	电磁的基本概念	44
1.21.1	磁体与磁力线	44
1.21.2	电流的磁效应	45
1.21.3	磁场的基本物理量	47
1.21.4	磁性材料	48
1.21.5	铁磁物质的磁化和磁滞回线	48
1.21.6	铁磁材料分类	51
1.21.7	磁路及基本公式	52
1.22	楞次定律及电磁感应定律	53
1.22.1	楞次定律	53
1.22.2	法拉第电磁感应定律	54
1.22.3	左手定则	55
1.22.4	右手定则	56
1.23	零线的作用及零线断线的后果	57
1.23.1	零线的主要作用	57
1.23.2	零线断线的后果	57
1.24	单路供电的低压配电系统图	59
1.24.1	典型的单路供电系统图（高压供电、低压计量）	59
1.24.2	单路供电系统中各电流互感器的用途及选择原则	60
1.24.3	动力、照明回路分别计量及装设电容补偿装置	61
1.25	掌握低压配电系统的倒闸操作技术要求	62
1.25.1	双路供电低压单线系统图（高压供电、高压计量）的 接线原理	62
1.25.2	操作编号的命名规定	62
1.25.3	倒闸操作顺序的规定	65
第2章	常用电工仪表	66
2.1	万用表	66
2.1.1	指针式万用表的结构	66
2.1.2	测量原理	69

2.1.3	数字式万用表的结构	72
2.1.4	数字式万用表的面板	73
2.1.5	数字式万用表常用符号及其含义	76
2.1.6	双显示万用表	78
2.2	正确使用万用表（含指针式及数字式）	79
2.2.1	万用表的一般用途	79
2.2.2	万用表使用前的检查与调整	79
2.2.3	指针式万用表测量直流电阻的方法及安全注意事项	80
2.2.4	数字式万用表测量直流电阻的方法及安全注意事项	80
2.2.5	指针式万用表测量交直流电压、电流的方法及安全注 意事项	81
2.2.6	数字式万用表测量交直流电压、电流的方法及安全注 意事项	81
2.2.7	单相桥式全波整流电路	82
2.3	用万用表核定相位	86
2.3.1	需要核对相位的情况	86
2.3.2	核相操作及判定	87
2.3.3	核相过程中应注意的安全问题	87
2.4	电流表	87
2.5	电流互感器	89
2.5.1	用途	89
2.5.2	结构	90
2.5.3	工作原理	90
2.5.4	作用	92
2.5.5	电流互感器的型号	92
2.5.6	技术特性	94
2.5.7	接线原则	97
2.5.8	巡视检查的周期、内容及增加特殊巡视	98
2.6	电流互感器二次侧开路故障	98

2.7	用电流互感器配接电流表的接线	100
2.7.1	常用接线	100
2.7.2	按图接线及安全注意事项	100
2.7.3	电流互感器、电流表及导线的选择	102
2.8	电压表	102
2.9	用一只电压表和一只转换开关测量三相线电压的接线	104
2.9.1	接线原理图	104
2.9.2	一般符号和连接表相结合的表示方法	107
2.9.3	用图形符号的表示方法	108
2.9.4	转换开关的接线方式及安全注意事项	109
2.9.5	电压表、熔断器及导线的选择要求	109
2.10	正确使用钳形电流表测量交流电流	109
2.10.1	钳形电流表的用途、构造及工作原理	109
2.10.2	正确选用钳形电流表	111
2.10.3	按步骤正确测量	111
2.10.4	测量中的安全注意事项	112
2.11	兆欧表	112
2.12	接地电阻表	115
2.12.1	接地电阻表的结构、工作原理	115
2.12.2	接地电阻表使用前的检查和试验	118
2.12.3	摇测前的准备工作	119
2.12.4	正确接线	119
2.12.5	正确摇测	120
2.12.6	安全注意事项	120
2.12.7	常用接地电阻最低合格值	121
2.12.8	测量土壤电阻率	122
2.12.9	测量低值电阻	123
2.13	电能表	124
2.13.1	电能表的分类	124

2.13.2	主要技术性能	125
2.13.3	电能表的结构	126
2.13.4	单相电能表工作原理	129
2.14	单相有功电能表的接线	130
2.14.1	接线原理图	130
2.14.2	判断单相电能表接线方式方法	132
2.14.3	单相电能表的正确接线	133
2.14.4	单相电能表的接线要求（以跳入式为例）	133
2.14.5	用单相电能表计量三相有功电能	134
2.15	三相有功电能表	135
2.15.1	三相四线有功电能表	136
2.15.2	三相三线有功电能表	136
2.15.3	三相有功电能表直入式接线原理图	137
2.15.4	对照接线原理图进行实际接线	137
2.15.5	三相四线直入式有功电能表的接线要求	138
2.15.6	三相有功电能表配用电流互感器的接线原理图	139
2.15.7	三相有功电能表配用电流互感器的实际接线	140
2.15.8	三相四线有功电能表配用电流互感器的接线要求	142
2.16	三相无功电能表的结构和工作原理	143
2.17	电能计量装置的安装	147
2.17.1	电能计量二次回路的安装要求	147
2.17.2	电能计量装置的安装场所	147
2.17.3	不应安装电能表的场所	147
2.17.4	电能表的安装高度要求	148
2.17.5	电能表表板、盘（包括立式盘）以及明、暗配电箱 的安装要求	148
2.17.6	电能表与表板、盘、箱和其他相邻的电器装置的距离	148
2.18	单臂电桥的工作原理及使用	149

第3章 交流电动机	154
3.1 电动机的分类	154
3.1.1 直流电动机	154
3.1.2 交流电动机	154
3.2 单相异步电动机	155
3.2.1 工作原理	155
3.2.2 常用的几种单相异步电动机	156
3.2.3 单相异步电动机的反转	158
3.2.4 单相异步电动机的调速	159
3.3 三相异步电动机	159
3.3.1 三相异步电动机的分类	159
3.3.2 三相异步电动机的性能	160
3.4 三相异步电动机的结构	160
3.4.1 定子部分	160
3.4.2 转子部分	161
3.5 三相异步电动机的工作原理	161
3.5.1 旋转磁场的形成	161
3.5.2 工作原理	165
3.6 三相异步电动机的技术特性	165
3.6.1 旋转速率	165
3.6.2 额定转矩	167
3.6.3 效率	168
3.6.4 功率因数	169
3.7 型号及技术数据	169
3.7.1 型号	169
3.7.2 技术数据	170
3.8 电动机启动的基本要求	179
3.9 电动机启动方式的规定	179
3.10 三相异步电动机的直接启动.....	180

3.11	三相异步电动机的降压启动	181
3.12	电动机的运行	183
3.12.1	新安装的电动机在投入运行前的检查及试验	183
3.12.2	电动机启动前应进行的外部检查	183
3.12.3	电动机启动故障的判断	184
3.12.4	电动机运行中的监视检查内容	184
3.12.5	电动机发生故障后的检查步骤	184
3.13	三相异步电动机的异常运行与检修	185
3.13.1	运行中的电动机应立即切断电源停止运行的情况	185
3.13.2	运行中的三相异步电动机温度过高的原因	185
3.13.3	三相异步电动机在运行中的常见故障	185
3.13.4	电动机缺相运行的现象及未及时发现会产生的后果	186
3.13.5	运行中的电动机出现过流现象的原因	186
3.13.6	运行中的电动机起火冒烟的原因	186
3.13.7	电动机的检修与试验	187
3.13.8	电动机小修的项目	187
3.13.9	电动机大修的项目	187
3.13.10	交流电动机大修后的试验项目	188
3.13.11	电动机应具备的技术资料	189
3.14	绕线式异步电动机的启动	189
3.15	三相异步电动机软启动器的使用	190
3.15.1	软启动器的特点及用途	191
3.15.2	采用软启动器的主回路原理图	193
3.15.3	使用中的安全注意事项	194
3.16	异步电动机的调速	194
3.16.1	变极调速	194
3.16.2	变频调速	195
3.16.3	改变转差率调速	197
3.17	异步电动机的制动	198

3.17.1	电磁制动	198
3.17.2	能耗制动	199
3.17.3	电源反接的反接制动	201
3.18	三相异步电动机的保护	203
3.18.1	短路保护	203
3.18.2	断相保护	204
3.18.3	过载保护	206
3.19	摇测三相异步电动机绝缘电阻	207
3.19.1	正确选择和校验兆欧表, 并确定摇测项目	207
3.19.2	识别三相电动机接线端子的排列, 并确定 Y、 Δ 的接法 ..	207
3.19.3	测量中的安全注意事项	208
3.20	三相异步电动机单方向运行的接线	209
3.20.1	用交流接触器控制的主回路和控制回路接线原理图 ..	209
3.20.2	选择元器件	209
3.20.3	实际接线	211
3.20.4	热继电器复位方式及调整方法	212
3.21	三相异步电动机正、反转运行的接线	212
3.21.1	用交流接触器控制的主回路和控制回路接线原理图 (具有双重联锁)	212
3.21.2	按照给定的三相异步电动机选择元器件及导线	214
3.21.3	实际接线	215
3.21.4	控制回路的故障判断	216
3.22	三相异步电动机采用 Y- Δ 降压启动的接线	216
3.22.1	识读电气原理图	216
3.22.2	各元件选择及整定原则 (热继电器、时间继电器等) ..	219
3.22.3	使用中的安全注意事项	219
3.23	三相异步电动机采用自耦减压启动的使用	220
3.23.1	识读电气原理图	220
3.23.2	各元件的整定原则 (热继电器、时间继电器等)	223

3.23.3 使用中的安全注意事项	223
3.24 异步电动机改作发电机	224
第4章 低压电器	228
4.1 低压电器概述	228
4.2 低压电器的主要技术参数	228
4.3 刀开关	230
4.4 HR3 系列熔断器式刀开关	232
4.5 交流接触器	233
4.5.1 接触器概述	233
4.5.2 CJ20 系列交流接触器	236
4.5.3 运行中交流接触器的巡视检查内容	238
4.6 继电器	238
4.6.1 继电器概述	238
4.6.2 中间继电器	239
4.6.3 热继电器	240
4.6.4 时间继电器	243
4.7 主令电器	246
4.7.1 控制按钮	247
4.7.2 行程开关	250
4.7.3 万能转换开关	252
4.8 空气断路器	253
4.8.1 万能式断路器	254
4.8.2 DW15 系列空气断路器	257
4.8.3 常用 DW 系列空气断路器的主要技术数据	258
4.8.4 塑壳式断路器	259
4.8.5 DZ20 系列塑壳式断路器	260
4.8.6 常用 DZ 系列空气断路器的主要技术数据	261
4.8.7 低压断路器使用中的安全注意事项	261
4.9 微型断路器	262

4.10	微型断路器的使用	264
4.10.1	常用微型断路器的型号及常用规格	264
4.10.2	选用单极、双极、三极及四极断路器的条件	265
4.10.3	选用带剩余电流动作保护功能的断路器及剩余电流动作值、动作时间的规定	266
4.11	漏电保护器	267
4.11.1	漏电保护器的分类	269
4.11.2	工作原理	269
4.12	剩余电流保护装置的使用	270
4.12.1	接线原理图(包括 TT、TN-C、TN-S 配电系统)	270
4.12.2	剩余电流保护装置安装及接线要求	273
4.12.3	使用中的安全注意事项	274
4.13	熔断器	275
4.13.1	熔断器的组成	275
4.13.2	熔断器的熔断过程	276
4.13.3	熔断器的主要特性	276
4.13.4	常用熔断器	278
4.14	组合开关	282
4.14.1	HZ10 系列组合开关	282
4.14.2	倒顺开关	284
第 5 章	电动工具及移动式电气设备的安全使用	286
5.1	起重机	286
5.1.1	电源部分	286
5.1.2	电动机	287
5.1.3	制动电磁铁	287
5.1.4	控制电器	288
5.1.5	保护电器	288
5.1.6	起重机进行试运行前电气装置应具备的条件	289
5.1.7	起重机进行无负荷试运行应符合的要求	290