

高低压电工 工作手册

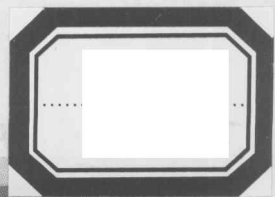
秦钟全 主编



GAODIYA
DIANGONG GONGZUO
SHOUCE



化学工业出版社



高低压电工 工作手册

秦钟全 主编



化学工业出版社

·北京·

定价：38.00元

38.00元

图书在版编目 (CIP) 数据

高低压电工工作手册/秦钟全主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-122-18492-4

I. ①高… II. ①秦… III. ①高电压-电工技术-技术手册②低电压-电工技术-技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 223757 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 云 雷

责任校对: 边 涛

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 装: 三河市延风印装厂

710mm×1000mm 1/16 印张 40 字数 794 千字 2014 年 1 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: 98.00 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

随着经济建设的蓬勃发展,各行各业从事电工作业的人员也在迅速增加,为了帮助广大电工解决在工作中遇到的问题,满足方便快速查阅的需要,编写了《高低压电工工作手册》。

本书围绕高低压电工实际工作需要,汇编了电工基础,电子元件知识及应用,常用电工材料,常用电工仪表,仪用互感器,常用低压电器,PLC 控制器的应用知识,变频器,交流异步电动机,单相异步电动机,常用电动机控制电路,直流电动机,电力变压器,常用高压电器,高压继电器保护电路,变配电及低压电路安装要求,变配电安全运行管理,照明电路,电焊设备,并联电容器,接地、接零与防雷,临时用电和电动工具用电安全要求,电工安全与触电急救,电工工作小经验 24 个章节,力求做到疑难解答全覆盖。

本书对理论、公式的编写力求合理易查阅,对实操技能的编写力求通俗易懂,步步引导,方便学员快速掌握,为提高高低压电工上岗工作的技术水平提供有效帮助。

本书由秦钟全主编,张学信、刘昕玫、白秀丽、王俊、王敏芳等参加了编写,在编写过程中,得到了任永萍、赵亚君、蒋国栋、崔克俭、李屹、张书栋、杨厚刚、张保华、秦浩、韩妍妍、李新康、陈学员、时光、吕凤祥、魏嘉宇、陈益民、郭佳玲、信玉昊、贾凡、梁建松、李红、张鹏、白璇、梁冰、韩冰、张帆等老师的帮助,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,敬请广大同行批评指正。

编者

目 录 CONTENTS

第 1 章	Page
电工基础	001
1.1 常用的换算表	001
1.2 电工基本定律与关系式	004
1.3 电工作业实用计算公式	014
1.3.1 用电设备额定电流计算	014
1.3.2 变压器负载率的计算	017
1.3.3 变压器损耗的计算	017
1.3.4 变压器空载试验	018
1.3.5 功率因数和无功补偿容量的计算	019
1.3.6 人工接地体的接地电阻的计算	021
1.3.7 防雷接地保护电阻的计算	024
1.3.8 避雷针保护范围的计算	025
1.3.9 带传动计算	026
1.3.10 V 带传动计算	028
1.3.11 摩擦力计算及传动效率	029
1.4 电气设备常用文字符号	030
1.5 常用电器图形符号	034
1.6 电工名词解释	040

第 2 章	Page
电子元件知识及应用	044

2.1 电阻	044
2.1.1 电阻的特性	044
2.1.2 电阻器与电位器的型号命名	044

2.1.3	电阻的标称值	045
2.1.4	熔断电阻	046
2.1.5	热敏电阻器	047
2.1.6	湿敏电阻	047
2.1.7	光敏电阻	048
2.2	电容元件	048
2.2.1	电容的特征	048
2.2.2	电容器的种类	048
2.2.3	电容器的规格	048
2.2.4	电容器的标志	049
2.2.5	电容器的耐压	050
2.2.6	用万用表检测电容器	052
2.2.7	电容器在电路中的作用	053
2.3	晶体二极管的应用	054
2.3.1	晶体二极管	054
2.3.2	二极管的特性	054
2.3.3	常用晶体二极管型号和主要参数	055
2.3.4	二极管的检测	056
2.3.5	二极管单相整流电路	056
2.3.6	稳压二极管	058
2.3.7	用万用表检测稳压管	059
2.3.8	发光二极管	059
2.3.9	用万用表检测发光二极管	059
2.4	晶体三极管的应用	060
2.4.1	三极管特性	060
2.4.2	三极管的伏安特性	060
2.4.3	三极管三种基本接法	061
2.4.4	三极管的三种工作状态	062
2.4.5	三极管的主要技术参数	062
2.4.6	三极管放大器的工作点和偏置电路	063
2.4.7	用万用表测量三极管性能	064
2.4.8	用万用表判别三极管管脚和管型	065
2.5	晶闸管	066
2.5.1	晶闸管的构造和参数	066
2.5.2	晶闸管的工作状态	066
2.5.3	用万用表检测单向晶闸管	067
2.5.4	晶闸管整流电路	069

2.5.5	晶闸管技术参数	072
2.5.6	常用晶闸管整流电路比较	073
2.5.7	双向晶闸管	074
2.5.8	用万用表检测双向晶闸管	074
2.5.9	晶闸管触发电路	075
2.5.10	晶闸管应用小经验	077
2.6	电子元器件的焊接和安装基本工艺要求	088
2.6.1	焊锡丝的选择要求	088
2.6.2	电烙铁的功率选用要求	088
2.6.3	电烙铁使用注意事项	088
2.6.4	电子元器件的安装	089
2.6.5	元器件焊接要求	089

第3章

常用电工材料

3.1	电工绝缘材料	091
3.1.1	绝缘材料的分类和性能	091
3.1.2	绝缘材料的耐热等级	092
3.1.3	绝缘漆	092
3.1.4	绝缘浸渍纤维制品	093
3.1.5	电工常用薄膜、粘带制品	094
3.1.6	绝缘层压板制品	095
3.1.7	低压架空线路用绝缘子	095
3.2	电线与电缆	097
3.2.1	裸电线	097
3.2.2	导线质量检查	098
3.2.3	电磁线	099
3.2.4	500V 以下配电、动力照明绝缘线	100
3.2.5	电机工业用电线	100
3.2.6	电线绝缘层的标准	101
3.2.7	电缆	102
3.3	电阻合金材料	107
3.3.1	金属电阻材料	107
3.3.2	非金属电阻材料——电碳制品	108
3.4	其他材料	109
3.4.1	润滑油	109

3.4.2	滚动轴承	110
-------	------	-----

第4章

Page

常用电工仪表	112
4.1 常用电工仪表的分类	112
4.2 仪表的精度等级	114
4.3 仪表盘面上各种符号的意义	115
4.4 电压的测量	117
4.4.1 低电压的测量	117
4.4.2 高电压的测量	117
4.4.3 电压表量程的正确选择	118
4.5 电流表的测量	118
4.5.1 小电流的测量	118
4.5.2 直流大电流的测量	119
4.5.3 交流大电流的测量	119
4.5.4 电流表量程的正确选择	119
4.6 电阻的测量	119
4.6.1 单臂电桥应用	119
4.6.2 双臂电桥应用	120
4.7 电能的测量	121
4.7.1 电能表的型号	121
4.7.2 单相交流有功电能测量	121
4.7.3 三相交流有功电能的测量	122
4.7.4 电能表安装	123
4.7.5 交流无功电能的测量	125
4.8 功率的测量	126
4.8.1 直流电路与单相交流电路功率的测量	126
4.8.2 单相交流高电压、大电流电路功率的测量	127
4.8.3 三相交流功率的测量	127
4.9 功率因数表的接线	128
4.10 电工便携仪表	129
4.10.1 万用表	129
4.10.2 钳形电流表	131
4.10.3 兆欧表	132
4.10.4 接地电阻测量仪	136
4.10.5 半导体点温计	137

4. 10. 6 直流电桥	138
4. 10. 7 电子示波器	142
4. 10. 8 晶体管特性图示仪	145

第 5 章	Page
仪用互感器	148

5. 1 仪用互感器的用途、种类和工作原理	148
5. 1. 1 仪用互感器的用途、种类	148
5. 1. 2 仪用互感器的工作原理	148
5. 1. 3 仪用互感器的作用	149
5. 2 仪用电流互感器的类型、特性和使用	149
5. 2. 1 仪用电流互感器的型号	149
5. 2. 2 仪用电流互感器的误差	150
5. 2. 3 仪用电流互感器的准确等级	150
5. 2. 4 仪用电流互感器的额定容量	151
5. 2. 5 仪用电流互感器的接线方式	151
5. 2. 6 仪用电流互感器的极性	151
5. 2. 7 使用仪用电流互感器时应注意的问题	152
5. 3 仪用电压互感器的类型、特性和使用	152
5. 3. 1 仪用电压互感器的类型	152
5. 3. 2 仪用电压互感器的误差	153
5. 3. 3 仪用电压互感器的准确等级	154
5. 3. 4 仪用电压互感器的容量	154
5. 3. 5 仪用电压互感器的接线方式	155
5. 3. 6 使用电压互感器时应注意的问题	156
5. 4 10kV 系统电压互感器接线方案	156

第 6 章	Page
常用低压电器	160

6. 1 低压电器的分类	160
6. 2 低压电器的型号	161
6. 3 刀开关的作用	163
6. 3. 1 HK 系列胶盖闸的使用	163
6. 3. 2 HS、HD 系列开关板用刀闸	163
6. 3. 3 HH 系列封闭式负荷开关	165

6.3.4	HR 系列刀熔开关	165
6.4	自动开关的作用	166
6.4.1	塑壳断路器的应用	166
6.4.2	塑壳断路器使用中的安全注意事项	167
6.4.3	框架式断路器应用	167
6.4.4	框架式低压断路器的安装要求	168
6.5	接触器的作用	171
6.5.1	接触器的使用及维护	172
6.5.2	接触器的安装及使用	172
6.6	启动器的作用	173
6.6.1	启动器的分类	173
6.6.2	磁力启动器	173
6.6.3	自耦降压启动器	174
6.6.4	频敏变阻启动器	175
6.6.5	软启动器	176
6.7	热继电器	177
6.7.1	热继电器的作用	177
6.7.2	热继电器正确选用及安全使用	177
6.7.3	热继电器的安装和维护	178
6.8	中间继电器的作用	178
6.9	时间继电器的作用	179
6.10	控制按钮的作用	180
6.11	万能转换开关	182
6.12	组合开关	182
6.13	限位开关的作用	183
6.14	压力开关的作用	183
6.15	温度开关的作用	184
6.16	电接点温度计	185
6.17	速度继电器	185
6.18	干簧继电器	186
6.19	固体继电器 (SSR)	186
6.20	信号灯 (指示灯)	187
6.21	低压熔断器的应用	188
6.21.1	熔断器和熔体的选用	189
6.21.2	熔断器的使用要求	189
6.22	电涌保护器	189
6.23	电动机保护器	190

6.24	电磁制动器	191
6.25	电磁阀	192
6.26	漏电保护器	192
6.26.1	漏电保护器在不同系统中的接法	193
6.26.2	漏电保护器的安装要求	194
6.27	凸轮控制器	196
第7章		
PLC 控制器的应用知识		197
7.1	PLC 可程序控制器的优点	197
7.1.1	可靠性高, 抗干扰能力强	197
7.1.2	编程简单易学	198
7.1.3	功能完善, 适应性强	198
7.1.4	使用简单, 调试维修方便	198
7.1.5	体积小、重量轻、功耗低	198
7.2	PLC 的结构组成	199
7.2.1	中央处理器部分	199
7.2.2	电源部分	199
7.2.3	输入部分	200
7.2.4	输出部分	200
7.3	PLC 的工作原理	200
7.3.1	工作方式	200
7.3.2	输入采样阶段	200
7.3.3	程序执行阶段	201
7.3.4	输出刷新阶段	201
7.4	PLC 对输入/输出的处理规则	201
7.5	PLC 的技术指标	202
7.6	PLC 内部的等效继电器	203
7.6.1	输入继电器 (X)	203
7.6.2	输出继电器 (Y)	203
7.6.3	辅助继电器 (M)	204
7.6.4	定时器 (T)	205
7.6.5	计数器 (C)	206
7.7	PLC 的基本指令	206
7.7.1	梯形图语言	207
7.7.2	梯形图的编写格式	208

7.7.3	指令表	208
7.7.4	流程图	209
7.8	PLC 编程基本指令应用	209
7.8.1	程序开始和输出指令	210
7.8.2	触点串联指令	211
7.8.3	触点并联指令	212
7.8.4	END 指令 (结束指令)	213
7.8.5	串联电路块的并联指令 ORB 的应用	213
7.8.6	并联电路块的串联指令 ANB 的应用	214
7.8.7	多重输出电路指令	215
7.9	PLC 程序编写时应注意的规则	216

第 8 章 Page

变频器 219

8.1	变频器的基础知识	219
8.2	变频器的分类	220
8.3	变频器应用场合	222
8.4	变频器的接线形式	223
8.5	以西门子 MM440 为例介绍变频器的应用	224
8.5.1	MM440 变频器的主要技术参数	224
8.5.2	MM440 变频器电路构造	225
8.5.3	MM440 变频器面板介绍	227
8.5.4	MM440 常用参数设定说明	229
8.5.5	MM440 常用故障信息说明	231
8.5.6	MM440 常用报警信息说明	232
8.6	变频器主要疑难解答	232

第 9 章 Page

交流异步电动机 237

9.1	三相异步电动机的用途、分类和构造	237
9.1.1	异步电动机的用途和分类	237
9.1.2	三相异步电动机的型号	237
9.1.3	异步电动机的结构	239
9.1.4	异步电动机的结构形式	240
9.2	电动机工作原理	242

9.2.1	电动机的旋转磁场	242
9.2.2	三相异步电动机的极对数与同步转速	242
9.2.3	转差率	243
9.2.4	启动转矩、额定转矩、最大转矩、过载能力	244
9.3	笼型电动机的调速	244
9.4	异步电动机的启动方式	245
9.4.1	直接启动	245
9.4.2	降压启动	246
9.5	异步电动机的制动	247
9.5.1	能耗制动	247
9.5.2	反接制动	247
9.5.3	短接制动电路	248
9.5.4	机械电磁抱闸制动	249
9.5.5	电容制动电路	249
9.6	电动机日常维护	250
9.6.1	电压检测	250
9.6.2	电流检测	250
9.6.3	温升与通风状态的点检	250
9.6.4	轴承部分的点检及油脂补给	250
9.6.5	异味	251
9.6.6	振动和异常声音	251
9.6.7	绝缘电阻测试	251
9.7	三相异步电动机的检修周期	251
9.8	三相异步电动机的小修、中修、大修的项目和内容	252

第 10 章 单相异步电动机

10.1	电容分相式单相交流电动机	254
10.1.1	电容分相式单相交流电动机旋转原理	254
10.1.2	电容分相式单相交流电动机的接线	254
10.2	电阻分相式单相异步电动机	255
10.3	罩极式单相异步电动机	255
10.4	单相串激电动机	255
10.5	单相异步电动机的反转	256
10.5.1	电容分相式单相交流电动机的反转	256
10.5.2	电阻分相式电动机反转	256

10.5.3	罩极式电动机的反转	256
10.5.4	串激电动机的反转	256
10.6	单相电动机接线	257
10.7	常用单相电机型号含义	259

（左二脉自）制中脉自△-Y脉中史程器英 4C.11

第 11 章	常用电动机控制电路	Page
		260

11.1	电动机单方向运行电路	260
11.2	电动机两地控制单方向运行电路	260
11.3	电动机单方向运行带点动的控制电路一	261
11.4	电动机单方向运行带点动的控制电路二	261
11.5	电动机多条件启动控制电路	262
11.6	电动机多保护启动控制电路	263
11.7	三相异步电动机正、反向点动控制电路	263
11.8	电动机正反转运行控制电路	264
11.9	电动机自动往返控制电路	265
11.10	电动机可逆带限位控制电路	266
11.11	两台电动机顺序启动控制电路	266
11.12	两台电动机顺序停止控制电路	267
11.13	两台电动机顺序启动、顺序停止电路	268
11.14	先发出开车信号再启动的电动机控制电路	268
11.15	按照时间要求控制的顺序启动、顺序停止电路	269
11.16	电动机间歇循环运行电路	270
11.17	电动机断相保护电路	270
11.18	继电器断相保护电路	271
11.19	零序电流断相保护电路（一式）	272
11.20	零序电流断相保护电路（二式）	272
11.21	具有启动熔断器保护的电动机单方向电路	273
11.22	防止相间短路的正反转控制电路（一式）	274
11.23	防止相间短路的正反转控制电路（二式）	275
11.24	具有极限保护功能的正反转电路	275
11.25	电动机机械电磁抱闸制动电路	277
11.26	电动机电容制动电路	277
11.27	三相笼型异步电动机反接制动电路	278
11.28	笼型电动机半波整流能耗制动控制电路	279
11.29	电动机全波能耗制动控制电路	280

11.30	三相笼型电动机定子短接制动电路	281
11.31	三相笼型异步电动机 Y- Δ 降压手动控制电路	281
11.32	笼型异步电动机的 Y- Δ 启动	282
11.33	笼型异步电动机 Y- Δ 启动电路 (自动一式)	283
11.34	笼型异步电动机 Y- Δ 启动电路 (自动二式)	284
11.35	笼型电动机自耦降压启动手动控制电路	285
11.36	电动机自耦降压启动 (自动控制电路)	285
11.37	绕线式电动机转子回路串频敏变阻器启动电路	286
11.38	绕线式电动机频敏变阻器启动电路	288
11.39	笼型双速电动机接触器调速控制电路	288
11.40	笼型双速电动机时间继电器调速启动控制电路	290
11.41	三速三相异步电动机控制电路	290

第 12 章

Page

直流电动机	293
12.1 直流电机的构造和基本原理	293
12.1.1 结构	293
12.1.2 基本原理	295
12.2 直流电机的励磁方法	295
12.3 直流电机铭牌的含义	297
12.4 直流电机的使用与维护	298
12.4.1 直流电机使用前的准备与检查	298
12.4.2 换向器的保养	299
12.4.3 电刷的使用和研磨	300
12.4.4 绕组的干燥处理	300
12.4.5 直流电动机的启动与停车	301
12.5 直流电机火花等级的鉴别	301
12.6 直流电动机的接线图	302
12.7 直流电动机控制	303
12.7.1 并励直流电动机串电阻启动控制电路	303
12.7.2 并励直流电动机串电阻正、反转启动控制电路	304
12.7.3 并励直流电动机能耗制动控制电路	305
12.7.4 并励直流电动机改变励磁磁通调速控制电路	306
12.7.5 串励直流电动机串电阻启动控制电路	307
12.7.6 串励直流电动机正、反转控制电路	308
12.7.7 串励直流电动机能耗制动控制电路	309

12.7.8	串励直流电动机的反接制动控制电路	310
12.8	直流电机的维护保养	311
12.8.1	短期维护	311
12.8.2	预防性维护	313
12.9	直流电机维修中所遇到的较典型问题及处理	313
12.9.1	换向器火花太大	313
12.9.2	直流发电机电压低	314
12.9.3	直流电动机转速异常	315
12.9.4	电机电枢冒烟	315
12.9.5	电机正反转方向的火花不一样	316
12.9.6	换向器片烧焦发黑	316
12.9.7	电机振动	316
12.9.8	机壳漏电	317

第 13 章 电力变压器

13.1	变压器的作用	318
13.2	变压器的工作原理	318
13.3	变压器的铭牌与技术参数	319
13.3.1	变压器的铭牌	319
13.3.2	变压器的技术参数	320
13.3.3	变压器接线标号	320
13.4	变压器的结构	321
13.5	变压器的实用计算	324
13.5.1	变压器的额定容量、额定电压、电流计算	324
13.5.2	变压器的损耗	325
13.5.3	变压器的经济运行	327
13.6	变压器运行与维护	328
13.6.1	变压器并列运行	328
13.6.2	变压器的过载运行	329
13.6.3	变压器事故过负荷运行	330
13.6.4	变压器初次运行	330
13.7	变压器运行中的巡视检查	331
13.7.1	运行监视	331
13.7.2	变压器故障原因简析	334
13.8	变压器运行保护装置	335

13.8.1	过电流故障	335
13.8.2	过电流运行对变压器的影响	335
13.8.3	过电流保护的作用	336
13.8.4	变压器过电流保护的种类	336
13.8.5	过电压保护	337
13.9	变压器的检修和试验	337
13.9.1	变压器大修	337
13.9.2	变压器小修的周期和内容	339
13.9.3	变压器试验	340
第 14 章		Page
常用高压电器		342
14.1	高压隔离开关	342
14.1.1	高压隔离开关的主要用途	342
14.1.2	高压隔离开关的类型	343
14.1.3	隔离开关的工作原理	343
14.1.4	隔离开关的型号	344
14.1.5	高压隔离开关安装的要求	344
14.1.6	高压隔离开关的操作与检修	345
14.1.7	隔离开关异常及误操作的处理	346
14.2	高压负荷开关	346
14.2.1	高压负荷开关的用途	346
14.2.2	高压负荷开关型号	347
14.2.3	高压负荷开关的结构	347
14.3	高压断路器	348
14.3.1	高压断路器的用途、分类、型号	348
14.3.2	高压断路器的技术数据	349
14.3.3	高压断路器中的灭弧原理及种类	350
14.3.4	高压少油断路器	351
14.3.5	高压少油断路器的安装与维护	352
14.4	真空断路器	354
14.4.1	真空断路器的结构及工作原理	354
14.4.2	真空断路器的特点	355
14.4.3	真空断路器的维护	355
14.5	六氟化硫 (SF ₆) 断路器	356
14.5.1	六氟化硫 (SF ₆) 断路器的工作原理	356