

电工电路

速查常备

手册

孙克军 主编

王佳 韩宁 副主编

DIANGONGDIANLU

SUCHA CHANGBEI SHOUCHE



化学工业出版社

第 1 版 (1992) 目 录 第 1 页

第 1 版 (1992) 目 录 第 1 页

第 1 版 (1992) 目 录 第 1 页

电工电路

速查常备

手册

孙克军 主 编

王佳 韩 宁 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电路速查常备手册/孙克军主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 5

ISBN 978-7-122-29161-5

I. ①电… II. ①孙… III. ①电路-手册
IV. ①TM13-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 035642 号

备
常
查
速

册
手

责任编辑：卢小林

装帧设计：王晓宇

责任校对：宋 玮

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：三河市延风印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 10¼ 字数 280 千字

2017 年 5 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：45.00 元

版权所有 违者必究

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，在众多必备技术中，电气控制电路的识读是广大电工经常使用的技术，为方便电工从业者学习和查阅，我们组织编写了本手册。

本手册针对的读者主要是初、中级维修电工和建筑电工，本手册既包含了工矿企业常用电动机和电气设备控制电路的识读方法与技巧，又包含了建筑电工工作中所需的建筑电气工程图。有利于维修电工和建筑电工合理地选择电气设备的控制电路、正确地安装维护电气设备的控制电路。本手册可以帮助维修电工和建筑电工准确地判断电气控制电路发生故障的原因、迅速地排除电气控制电路的常见故障。

本手册的特点是突出“常备”二字，一是“常用”，二是“必备”。手册中所选的电气控制电路主要是工矿企业常用的电动机（如三相异步电动机等）和电气设备（如常用机床、建筑机械、农业机械等），手册中所介绍的电动机基本控制电路、电动机保护电路和电动机节能电路是电气工程技术人员日常工作中经常遇到的实际问题，手册中所搜集的控制电路图是维修电工工作中必备的电路图。

本手册的另一个特点是简明、实用。手册中所介绍的电气控

制电路图的基本构成和工作原理力求简单明了（例如基本结构尽量采用原理图，工作原理和动作步骤尽量采用简答的形式，达到通俗易懂）；手册中所介绍的电气控制电路图和建筑电气工程图的识读方法与技巧，力求突出实用性、实践性和针对性（例如维修实例要源于实践，可操作性强）。

本书由孙克军主编，王佳、韩宁为副主编。第1章和第2章由孙克军编写，第3章和第4章由王佳编写，第5章和第12章由韩宁编写，第6章和第15章由郭英军编写，第7章由刘庆瑞编写，第8章由孙丽华编写，第9章由张苏英编写，第10章由商晓梅编写，第11章由赵静编写，第13章由方松平编写，第14章由王晓晨编写，第16章由马超编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有不妥之处，希望广大读者批评指正。

编者

第1章 电动机基本控制电路

1 /

- 1.1 三相异步电动机单向启动、停止控制电路 1
- 1.2 电动机的电气联锁控制电路 2
- 1.3 两台三相异步电动机的互锁控制电路 5
- 1.4 用按钮和接触器复合联锁的三相异步电动机正反转控制电路 5
- 1.5 用转换开关控制的三相异步电动机正反转控制电路 7
- 1.6 采用中间继电器联锁的电动机点动与连续运行控制电路 8
- 1.7 电动机的多地点操作控制电路 8
- 1.8 多台电动机的顺序控制电路 9
- 1.9 行程控制电路 10
- 1.10 自动往复循环控制电路 12
- 1.11 无进给切削的自动循环控制电路 14
- 1.12 交流电源驱动直流电动机控制电路 15
- 1.13 并励直流电动机可逆运行控制电路 16
- 1.14 串励直流电动机可逆运行控制电路 17

- 2.1 笼型三相异步电动机自耦变压器(启动补偿器)减压启动控制电路 19
 - 2.1.1 手动控制的自耦减压启动器减压启动 19
 - 2.1.2 时间继电器控制的自耦变压器减压启动 20
- 2.2 笼型三相异步电动机星形-三角形(Y- Δ)减压启动控制电路 21
 - 2.2.1 按钮切换的 Y- Δ 减压启动控制电路 22
 - 2.2.2 时间继电器自动切换的 Y- Δ 减压启动控制电路 23
- 2.3 绕线转子三相异步电动机转子回路串电阻启动控制电路 24
 - 2.3.1 采用时间继电器控制的转子回路串电阻启动控制电路 24
 - 2.3.2 采用电流继电器控制的转子回路串电阻启动控制电路 26
- 2.4 绕线转子三相异步电动机转子绕组串接频敏变阻器启动控制电路 28
- 2.5 三相异步电动机软启动器常用控制电路 29
- 2.6 用启动变阻器控制直流电动机启动的控制电路 31
- 2.7 他励直流电动机电枢回路串电阻分级启动控制电路 32
- 2.8 并励直流电动机电枢回路串电阻分级启动控制电路 34
- 2.9 串励直流电动机启动控制电路 34
- 2.10 并励直流电动机串电阻启动可逆运行控制电路 ... 35
- 2.11 串励直流电动机串电阻启动可逆运行控制电路 ... 37

- 3.1 单绕组双速变极调速异步电动机的控制电路 39

3.1.1	采用接触器控制的单绕组双速电动机控制电路	40
3.1.2	采用时间继电器控制的单绕组双速电动机控制电路	41
3.2	绕线转子三相异步电动机转子回路串电阻调速控制电路	43
3.3	电磁调速三相异步电动机控制电路	44
3.4	变频调速三相异步电动机控制电路	46
3.5	直流电动机改变电枢电压调速控制电路	48
3.6	直流电动机电枢回路串电阻调速控制电路	50
3.7	单相异步电动机电抗器调速控制电路	51
3.8	单相异步电动机绕组抽头调速控制电路	52
3.8.1	单相异步电动机绕组抽头 L-1 型接法调速控制电路	52
3.8.2	单相异步电动机绕组抽头 L-2 型接法调速控制电路	53
3.8.3	单相异步电动机绕组抽头 T 型接法调速控制电路	53
3.9	单相异步电动机串接电容调速控制电路	54
3.10	单相异步电动机晶闸管无级调速控制电路	54

第4章 常用电动机电磁制动控制电路

56

4.1	三相异步电动机正转反接的反接制动控制电路	56
4.1.1	单向(不可逆)启动、反接制动控制电路	56
4.1.2	双向(可逆)启动、反接制动控制电路	58
4.2	三相异步电动机正接反转的反接制动控制电路	59
4.3	三相异步电动机能耗制动控制电路	62
4.3.1	按时间原则控制的全波整流单向能耗制动控制电路	63
4.3.2	按时间原则控制的全波整流可逆能耗制动控制电路	64
4.3.3	按速度原则控制的全波整流单向能耗制动控制电路	64

4.3.4	按速度原则控制的全波整流可逆能耗制动控制 电路	66
4.4	直流电动机反接制动控制电路	66
4.4.1	刀开关控制的他励直流电动机反接制动控制电路 ...	66
4.4.2	按钮控制的并励直流电动机反接制动控制电路	67
4.5	直流电动机能耗制动控制电路	68
4.5.1	按钮控制的并励直流电动机能耗制动控制电路	68
4.5.2	电压继电器控制的并励直流电动机能耗制动控制 电路	69
4.6	串励直流电动机能耗制动控制电路	70
4.6.1	自励式能耗制动	70
4.6.2	他励式能耗制动	71

第5章 常用电气保护电路

73 /

5.1	电动机过载保护电路	73
5.1.1	电动机双闸式保护电路	73
5.1.2	启动时双路熔断器并联控制电路	74
5.1.3	电动机启动与运转熔断器自动切换控制电路	75
5.1.4	使用电流互感器和热继电器的电动机保护电路	76
5.1.5	使用电流互感器和过电流继电器的电动机保护 电路	77
5.2	电动机断相保护电路	78
5.2.1	电动机断相（断丝电压）保护电路	78
5.2.2	采用热继电器的断相保护电路	79
5.2.3	电容器组成的零序电压电动机断相保护电路	80
5.2.4	简单的星形连接电动机零序电压断相保护电路	80
5.2.5	采用欠电流继电器的断相保护电路	81
5.2.6	零序电流断相保护电路	83
5.2.7	采用中间继电器的简易断相保护电路	84
5.3	直流电动机失磁、过电流保护电路	85
5.3.1	直流电动机失磁保护电路	85

5.3.2	直流电动机励磁回路的保护电路	85
5.3.3	直流电动机失磁和过电流保护电路	86
5.4	电动机内部进水保护电路	88
5.4.1	电动机进水保护电路	88
5.4.2	电动机过热、进水保护电路	89
5.5	电动机保护器应用电路	90
5.5.1	电动机保护器典型应用电路	90
5.5.2	电动机保护器配合电流互感器应用电路	91
5.6	低压电器保护电路	93
5.6.1	电压型漏电保护电路	93
5.6.2	接触器触头粘连设备保护电路	94
5.7	防止水泵空抽的保护电路	95

第6章 常用节电电路

97 /

6.1	电动机轻载节能电路	97
6.2	电动机 Y-Δ转换节电电路	99
6.2.1	用热继电器控制电动机 Y- Δ 转换节电电路	99
6.2.2	用电流继电器控制电动机 Y- Δ 转换节电电路	99
6.3	异步电动机无功功率就地补偿电路	101
6.3.1	直接启动异步电动机就地补偿电路	101
6.3.2	Y- Δ 启动异步电动机就地补偿电路	101
6.4	电动缝纫机空载节能电路	102
6.5	电机控制中常用低压电器节能电路	103
6.5.1	交流接触器节能电路	103
6.5.2	继电器节能电路	104
6.5.3	继电器低功耗吸合锁定电路	105
6.6	其他电气设备节电电路	106
6.6.1	机床空载自停节电电路	106
6.6.2	纺织机空载自停节电电路	107
6.7	简易交流电焊机节电电路	107
6.8	白炽灯节电电路	108

- 7.1 加密的电动机控制电路 110
- 7.2 三相异步电动机低速运行的控制电路 111
- 7.3 用安全电压控制电动机的控制电路 112
- 7.4 只允许电动机单向运转的控制电路 113
- 7.5 单线远程控制电动机启动、停止的电路 113
- 7.6 单线远程控制电动机正、反转的电路 115
- 7.7 具有三重互锁保护的、反转控制电路 117
- 7.8 防止相间短路的正、反转电路 118
- 7.9 用一只行程开关实现自动往返的控制电路 119
- 7.10 电动机离心开关代用电路 120
- 7.11 交流接触器直流运行的控制电路 121
- 7.12 缺辅助触点的交流接触器应急接线电路 122
- 7.13 用一只按钮控制电动机启动、停止的电路 123

- 8.1 按钮控制式延时照明灯电路 125
- 8.2 触摸式延时照明灯电路 126
- 8.3 光控延时照明灯电路 127
- 8.4 声、光双控延时照明灯电路 128
- 8.5 楼房走廊照明灯自动延时关灯电路 129
- 8.6 简易调光电路 130
- 8.7 无级调光电路 131
- 8.8 声控闪烁彩灯电路 132
- 8.9 光控路灯电路 133
- 8.10 简易渐暗渐亮开关电路 134
- 8.11 床头灯安全开关电路 135
- 8.12 自动应急照明灯电路 135

- 9.1 简易防盗报警电路 137
- 9.2 火灾报警电路 138
- 9.3 地震报警电路 139
- 9.4 光电控制报警与照明电路 140
- 9.5 光控粮仓装满报警电路 141
- 9.6 光电控制门开关报警电路 142
- 9.7 停电、来电报警电路 143
- 9.8 水满报警电路 143
- 9.9 中小型变压器高压侧断相报警电路 144
- 9.10 熔丝熔断报警电路 145
- 9.11 电流互感器二次侧开路报警电路 146

- 10.1 利用电接点压力表的水位控制电路 147
- 10.2 晶体管水位控制电路 148
- 10.3 晶闸管水位控制电路 149
- 10.4 液位自动控制器电路 151
- 10.5 干簧管双向晶闸管水位控制电路 152
- 10.6 改进的水位自动控制器电路 153
- 10.7 利用电接点温度计的温度控制电路 154
- 10.8 温度控制器电路 155
- 10.9 晶闸管温度自动控制电路 156
- 10.10 温度自动控制器电路 157
- 10.11 恒温控制电路 157
- 10.12 电烤箱温度控制电路 158
- 10.13 禽蛋孵化恒温箱控制电路 159

第11章 自动控制电路

161

11.1	定时通电控制电路	161
11.2	自动喷灌控制电路	162
11.3	间歇运行控制电路	163
11.4	电力变压器自动风冷控制电路	164
11.5	电扇模拟自然风控制电路	166
11.6	电冰箱延时保护器电路	166
11.7	单相照明双路互备供电电路	167
11.8	双路三相电源自投电路	168
11.9	自动气体循环炉控温电路	170

第12章 常用电工测量电路

172

12.1	电流的测量电路	172
12.1.1	直流电流的测量电路	172
12.1.2	交流电流的测量电路	173
12.1.3	电流测量注意事项	173
12.2	电压的测量电路	176
12.2.1	直流电压的测量电路	176
12.2.2	交流电压的测量电路	177
12.2.3	电压测量注意事项	178
12.3	功率的测量电路	180
12.3.1	功率表的接线方式	180
12.3.2	直流电路功率的测量	182
12.3.3	一表法测量三相对称负载的有功功率	182
12.3.4	两表法测量三相三线制不对称负载电路的有功功率	184
12.3.5	三表法测量三相四线制不对称负载电路的有功功率	186
12.3.6	低压大电流线路上单相有功功率的测量	186

12.3.7	高压大电流线路上单相有功功率的测量	187
12.3.8	三相功率表直接接法测量三相有功功率	188
12.3.9	三相功率表经互感器测量三相有功功率	189
12.4	电能的测量电路	190
12.4.1	电能表的接线方法与注意事项	190
12.4.2	单相有功电能表直接接入式接线	194
12.4.3	单相有功电能表经电流互感器接线	194
12.4.4	用一只单相电能表测量三相平衡负载的有功 电能	195
12.4.5	用三只单相电能表测量三相有功电能	195
12.4.6	用两只单相电能表测量三相平衡负载的有功 电能	197
12.4.7	三相三线有功电能表的应用范围和接线	197
12.4.8	三相四线有功电能表的应用范围和接线	198
12.4.9	电能表经互感器接入被测电路时的注意事项	199

第13章 常用电气设备控制电路

201 /

13.1	电磁抱闸制动控制电路	201
13.1.1	起重机械常用电磁抱闸制动控制电路	201
13.1.2	断电后抱闸可放松的制动控制电路	202
13.2	常用建筑机械控制电路	203
13.2.1	建筑工地卷扬机控制电路	203
13.2.2	带运输机控制电路	204
13.2.3	混凝土搅拌机控制电路	206
13.3	常用农业机械控制电路	207
13.3.1	秸秆饲料粉碎机控制电路	207
13.3.2	稻谷加工机械控制电路	209
13.3.3	油料作物烘炒机控制电路	210
13.4	供水控制电路	211
13.4.1	自动供水控制电路	211
13.4.2	无塔增压式供水电路	213

13.5	排水泵控制电路	216
13.5.1	排水泵控制电路	216
13.5.2	两地手动控制排水泵电路	217
13.6	自动喷灌控制电路	218
13.7	液压机用油泵电动机控制电路	220
13.7.1	常用液压机用油泵电动机控制电路	220
13.7.2	带失控保护的液压机用油泵电动机控制电路	221
13.8	电动葫芦的控制电路	222

第14章 常用机床控制电路

224 /

14.1	C620-1型车床电气控制电路	224
14.2	CA6140型车床电气控制电路	225
14.3	M7120型平面磨床电气控制电路	225
14.4	M1432A型万能外圆磨床电气控制电路	227
14.5	Z35型摇臂钻床电气控制电路	227
14.6	Z3040型摇臂钻床电气控制电路	230
14.7	X52K型立式升降台铣床电气控制电路	232
14.8	X62W型万能铣床电气控制电路	233
14.9	T68型卧式镗床电气控制电路	233
14.10	Y3150型滚齿机电气控制电路	236

第15章 变配电工程图

238 /

15.1	一次电路图	238
15.1.1	电气主接线的分类	238
15.1.2	电气主接线图的特点	239
15.1.3	供电系统主接线的基本形式	240
15.1.4	配电系统主接线形式	248
15.1.5	工厂变电所主接线	254
15.2	二次回路图	255

15.2.1	二次回路的分类	255
15.2.2	二次回路图的特点	256
15.2.3	二次回路原理接线图	257
15.2.4	二次回路展开接线图	258
15.2.5	硅整流电容储能式直流操作电源系统接线图	259
15.2.6	采用电磁操作机构的断路器控制和信号系统图 ...	261
15.2.7	6~10kV 高压配电线路电气测量仪表电路图	263
15.2.8	220V/380V 低压线路电气测量仪表电路图	264

第16章 建筑电气工程图

266 /

16.1	建筑电气安装平面图	266
16.1.1	建筑电气安装平面图的用途与分类	266
16.1.2	建筑电气安装平面图的特点	267
16.1.3	某中型工厂 35kV 降压变电所平面图	270
16.1.4	某工厂 10kV 变电所平面布置图与立面布置图 ...	272
16.1.5	某建筑工程低压配电总平面图	274
16.2	动力与照明电气工程图	276
16.2.1	动力配电系统的接线方式	276
16.2.2	照明配电系统的接线方式	278
16.2.3	多层民用建筑供电线路的布线方式	280
16.2.4	某房间照明的原理图、接线图与平面图	282
16.2.5	某建筑物电气照明平面图	284
16.2.6	某锅炉房动力平面图	286
16.3	建筑物防雷与接地工程图	289
16.3.1	防雷与接地的基本型式	289
16.3.2	某建筑物防雷接地平面图	293

附录

295 /

附录 A	电气设备常用文字符号	295
附录 B	电气设备常用图形符号	296

