

精选电路 ○ 严格校核 ○ 图纸正确 ○ 参数准确

# 电工控制电路

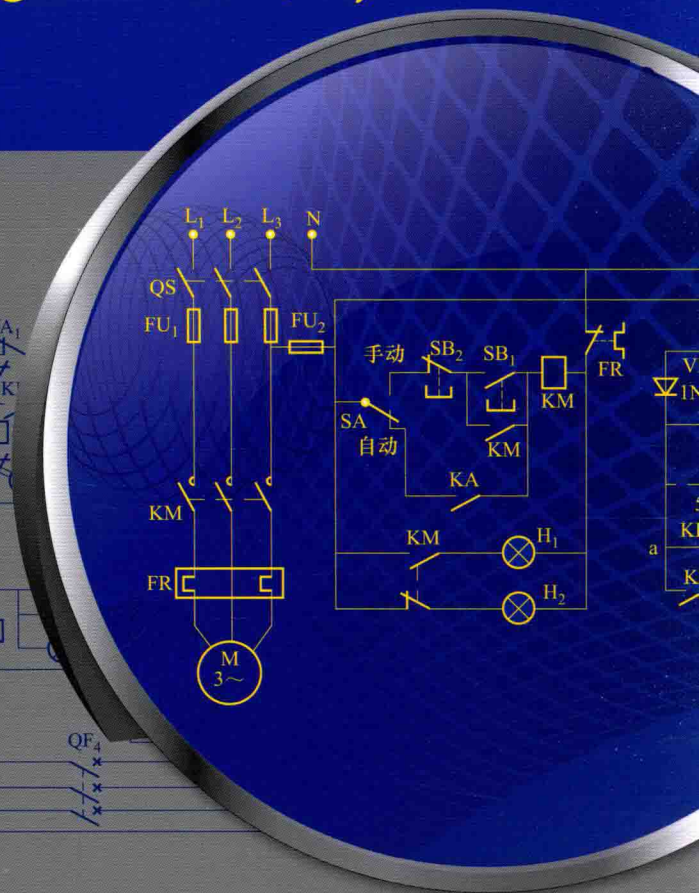
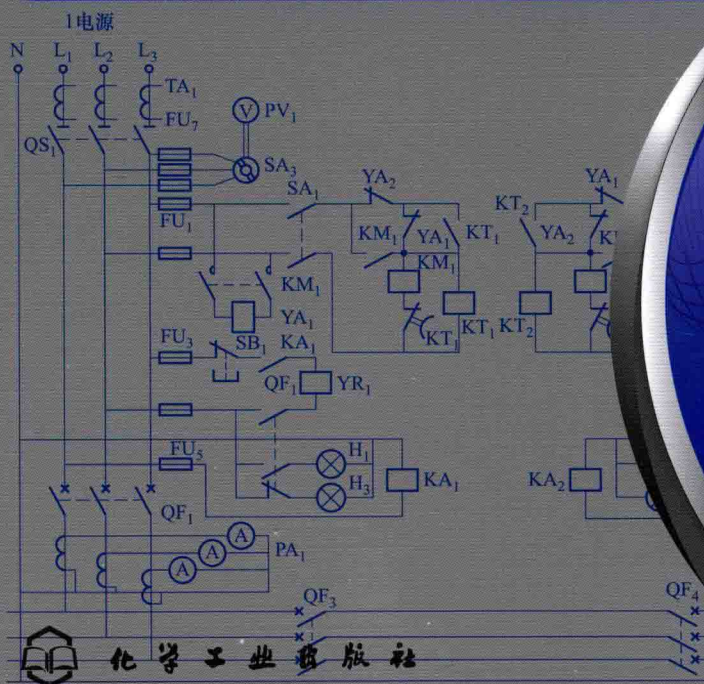
## 图集 (精华本)

方大千 方成 方立 等编著

➤ 精选10大类800余个电工控制电路

➤ 内容丰富、涵盖电工专业的各个方面

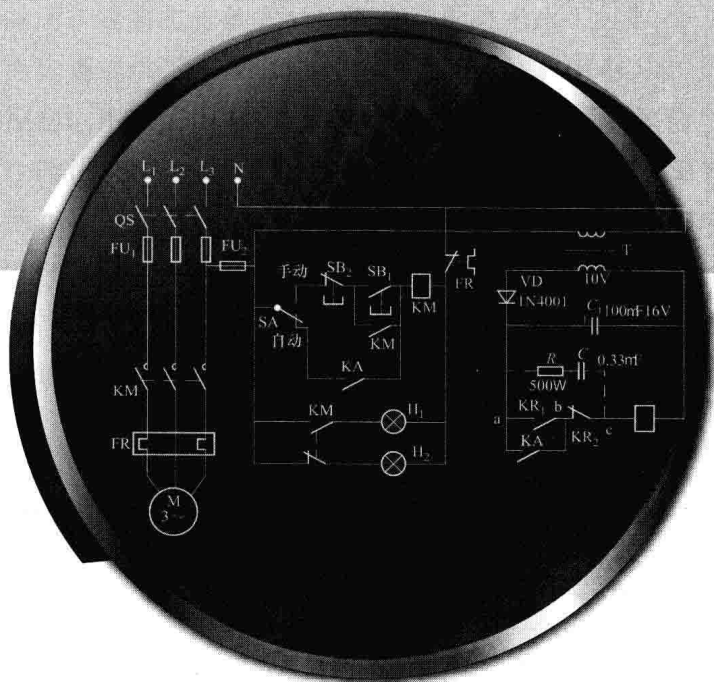
 是您设计新电路的好帮手



化学工业出版社

# 电工控制电路 图集（精华本）

方大千 方成 方立 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工控制电路图集：精华本/方大千等编著. —北京：  
化学工业出版社，2015.6  
ISBN 978-7-122-23469-8

I. ①电… II. ①方… III. ①控制电路-电路图-图  
集 IV. ①TM710-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 062370 号

---

责任编辑：高墨荣

责任校对：宋 玮

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 25½ 字数 669 千字 2015 年 7 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：88.00 元

版权所有 违者必究



# 前言 FOREWORD

随着科技的进步和电子技术的快速发展，电工新产品、新技术层出不穷。如今，晶闸管技术、变频器、软启动器、PLC 和 LOGO! 及微机在电工控制电路中的应用越来越广泛，电工控制电路的科技含量有了很大的提高。

作为一名电气工作者，无论是从事设备安装、运行、维修，还是从事新产品开发、技术革新，都要与各种电工电路图打交道，尽可能多地熟悉、掌握电工控制电路，对于电气工作者在安装、调试、维护电气设备以及处理电气设备故障都有极大的好处；而对于新产品开发和技术革新人员来说，将会得心应手、推陈出新，设计出性能卓越的电气控制电路，为此我们编写了本书。本书内容丰富、几乎涉及电工专业的各个方面，读者可以随时查找和学习，从而节省时间，提高工作效率和提高自己的技术水平。

本书从实际应用角度出发，为读者提供了大量实用的工程应用电路。书中列出了 10 大类 800 余个实用、新颖的电工控制电路。其中有基本的和典型的电路，更有包含新技术的新颖电路，基本上反映出当今时代的电气技术水平。

为了帮助读者识图和实际应用，在本书第 1 章电工识图及基本知识中，较详细地介绍了电工控制电路的阅读方法，电气元器件的选用及配套设备的选择，变频器、软启动器及 PLC 的基础知识。全书的每个电路均有简要的文字说明。若有的读者欲进一步详细了解各电器的工作原理，可阅读该书“参考文献”中的相关书。全书采用新国标的图形符号和文字符号。

本书由方大千、方成、方立等编著，参加本书编写工作的还有方亚平、方亚敏、张正昌、朱丽宁、占建华、朱征涛、张荣亮、许纪秋、那宝奎、费珊珊、方亚云、卢静、孙文燕、方欣、张慧霖等。全书由方大中、郑鹏高级工程师审校。

限于编者的经验和水平，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

# CONTENTS



## 目录

### 第 1 章 电工识图及基本知识

Page **1**

1.1 电工图形符号和文字符号 .....	1
1.1.1 电工图形符号 .....	1
1.1.2 电气设备常用基本文字符号 .....	4
1.2 电动机控制电路图的阅读 .....	5
1.2.1 电动机控制电路图的阅读方法 .....	5
1.2.2 常用电气联锁控制方式 .....	7
1.2.3 电动机控制电路阅读实例 .....	8
1.3 电动机保护及配套设备的选择 .....	10
1.3.1 电动机主要保护用电气元件的选用及整定 .....	10
1.3.2 Y 系列异步电动机直接启动时电气设备的选择 .....	11
1.3.3 Y 系列异步电动机降压启动时电气设备的选择 .....	13
1.4 变频器和软启动器基础知识 .....	14
1.4.1 变频器的选择 .....	14
1.4.2 变频器的使用与抗干扰措施 .....	15
1.4.3 变频器主电路和控制电路端子的功能 .....	17
1.4.4 JP6C-T9 和 JP6C-J9 型变频器的规格和参数 .....	20
1.4.5 软启动器的选择 .....	24
1.4.6 软启动器的使用 .....	25
1.4.7 软启动器各端子的功能 .....	26
1.4.8 CR1 系列和雷诺尔 JJR 系列软启动器的性能和参数 .....	27
1.5 PLC 基础知识 .....	29
1.5.1 PLC 的选择 .....	29
1.5.2 PLC 的使用 .....	29
1.5.3 梯形图的基本图形符号及编程 .....	30
1.5.4 梯形图的画法 (编程) .....	31
1.5.5 PLC 常用的基本指令 .....	32
1.5.6 通用公司 GE-III 系列 PLC 的技术性能 .....	35

### 第 2 章 电动机控制电路

Page **37**

2.1 电扇控制电路 .....	37
2.1.1 简单的电扇调速电路 (一~三) .....	37

2.1.2	电扇三挡位可光控调速电路	38
2.1.3	电扇五挡位可光控调速电路	38
2.1.4	触摸式电扇调速电路	38
2.1.5	触摸式电扇八挡位调速电路	39
2.1.6	电扇自然风模拟器电路 (一、二)	39
2.1.7	温控电扇控制电路	40
2.2	单相交流电动机控制电路	41
2.2.1	单相电动机晶闸管无级调速电路 (一~三)	41
2.2.2	单相电动机固态继电器控制电路 (一、二)	42
2.2.3	单相电动机自动间歇运行控制电路	43
2.2.4	三相异步电动机改为单相使用的接线 (一~三)	43
2.3	笼型异步电动机直接启动电路	44
2.3.1	具有自锁功能的正转启动电路	44
2.3.2	启动时能发出信号的正转启动电路	44
2.3.3	接触器联锁控制正反转启动电路	44
2.3.4	按钮和接触器双重联锁控制正反转启动电路	44
2.3.5	多重联锁控制正反转启动电路	45
2.3.6	接触器控制正反转启动及点动电路	45
2.3.7	行程开关控制正反转启动电路	46
2.3.8	自动往返控制电路	46
2.3.9	带有点动功能的自动往返控制电路	47
2.3.10	QC12型磁力启动器控制电路 (一、二)	48
2.3.11	固态继电器控制的正反转启动电路	48
2.3.12	晶闸管控制的正转启动电路	48
2.4	笼型异步电动机降压启动电路	50
2.4.1	定子回路串电阻或电抗器降压启动电路 (一~五)	50
2.4.2	阻容复合降压启动电路	51
2.4.3	QX1、QX2系列磁力启动器 Y- $\Delta$ 降压启动电路	52
2.4.4	按钮控制 Y- $\Delta$ 降压启动电路 (一、二)	52
2.4.5	时间继电器控制 Y- $\Delta$ 降压启动电路	52
2.4.6	QX3、QX4系列磁力启动器自动控制 Y- $\Delta$ 降压启动电路 (一、二)	53
2.4.7	用于频繁启动电动机的 Y- $\Delta$ 降压启动电路	54
2.4.8	带防止飞弧短路保护功能的 Y- $\Delta$ 降压启动电路 (一~四)	54
2.4.9	可手动和自动控制的 Y- $\Delta$ 降压启动电路	56
2.4.10	QJ3系列手动操作自耦降压启动电路	57
2.4.11	按钮控制自耦降压启动电路	57
2.4.12	时间继电器控制自耦降压启动电路 (一、二)	57
2.4.13	XJ01系列自耦降压启动器电路 (一~三)	58
2.4.14	XJ10、LZQ1系列自耦降压启动器启动电路 (一~三)	60
2.4.15	能有效保证接触器主触点熄弧的自耦降压启动电路	61
2.4.16	可手动和自动控制的自耦降压启动电路	62
2.4.17	手动延边 $\Delta$ 形降压启动电路	62
2.4.18	自动延边 $\Delta$ 形降压启动电路 (一、二)	62

2.4.19	延边 $\Delta$ 形两级降压启动电路	63
2.4.20	延边 $\Delta$ 形三级降压启动电路	63
2.4.21	$\Delta$ 形启动、Y形运行的控制电路	63
2.5	特殊的启动与控制电路	65
2.5.1	电动机加密保护电路	65
2.5.2	用熔断器切换的启动与运行线路	65
2.5.3	防止热继电器启动时动作的启动电路	65
2.5.4	单按钮控制单向启动线路(一~四)	66
2.5.5	单按钮控制Y- $\Delta$ 降压启动电路	67
2.5.6	单按钮和行程开关控制正反转电路	67
2.5.7	单按钮控制正反转电路	68
2.5.8	单线远程正反转控制电路	68
2.5.9	单线控制两台电动机轮流正反转电路	69
2.5.10	多地控制电动机启停的电路(一~四)	69
2.5.11	一台启动器控制一台工作电动机和一台备用电动机启动的电路	70
2.5.12	一台启动器启动两台电动机的电路(一、二)	71
2.5.13	一台启动器启动三台电动机的电路	72
2.5.14	一台启动器启动多台电动机的电路	72
2.5.15	排灌站电动机远方有线集中控制电路(一、二)	74
2.5.16	在电压偏低场所使电动机顺利启动的电路(一~三)	75
2.5.17	单相电容启动异步电动机连续正反转电路	77
2.6	电动机互投、循环、顺序控制电路	77
2.6.1	转换开关控制的电动机自动互投电路	77
2.6.2	具有检测功能的两台电动机自动互投电路(一、二)	77
2.6.3	时间继电器控制电动机定时正反转电路(一、二)	78
2.6.4	晶闸管控制电动机定时正反转电路	79
2.6.5	晶闸管控制电动机正反转及点动电路(一、二)	81
2.6.6	双稳态电路控制电动机正反转电路	81
2.6.7	利用自感电动势实现瞬间停机保护电路	82
2.6.8	电动机改向低速运行控制电路(一、二)	82
2.6.9	电动机间歇式循环启停控制电路(一~七)	83
2.6.10	两台有启停顺序要求电动机的联锁控制电路(一~五)	86
2.6.11	三台有启停顺序要求电动机的联锁控制电路(一、二)	87
2.6.12	相序判别器控制的电动机定向运转电路(一~三)	88
2.7	双速、多速笼型异步电动机控制电路	91
2.7.1	2Y/ $\Delta$ 接法双速电动机开关控制电路	91
2.7.2	2Y/ $\Delta$ 接法双速电动机接触器控制电路(一~四)	91
2.7.3	2Y/Y接法双速电动机接触器控制电路	93
2.7.4	2 $\Delta$ /Y接法双速电动机开关控制电路	95
2.7.5	2 $\Delta$ /Y接法双速电动机接触器控制电路	95
2.7.6	2Y/2Y接法双速电动机开关控制电路	95
2.7.7	2Y/2Y接法双速电动机接触器控制电路	96
2.7.8	带能耗制动的双速电动机正反转控制电路	96

2.7.9	$\Delta/\Delta$ 接法双速电动机开关控制电路	96
2.7.10	$\Delta/\Delta$ 接法双速电动机接触器控制电路	96
2.7.11	2Y/2Y/2Y 接法三速电动机开关控制电路	98
2.7.12	2Y/2Y/2Y 接法三速电动机接触器控制电路	99
2.7.13	2 $\Delta$ /Y/ $\Delta$ 接法三速电动机接触器控制电路 (一、二)	100
2.7.14	2Y/Y/2 $\Delta$ / $\Delta$ 接法四速电动机控制电路 (一、二)	101
2.8	笼型异步电动机制动电路	103
2.8.1	电磁抱闸制动电路 (一~三)	103
2.8.2	单向运转反接制动电路 (一~四)	104
2.8.3	正反向运转反接制动电路 (一~五)	105
2.8.4	单向运转能耗制动电路 (一~十)	107
2.8.5	带点动制动的能耗制动电路	110
2.8.6	正反向运转能耗制动电路 (一~四)	110
2.8.7	晶闸管控制的能耗制动电路	113
2.8.8	利用电容放电的能耗制动电路	113
2.8.9	单相电动机能耗制动电路 (一、二)	114
2.8.10	自激能耗制动——电容制动电路 (一、二)	115
2.8.11	单向运转短接制动电路	116
2.8.12	正反向运转短接制动电路	116
2.8.13	自激发电-短接制动电路 (一、二)	117
2.8.14	在机械上互相联系的两台电动机制动电路	117
2.9	绕线式异步电动机控制电路	118
2.9.1	凸轮控制启动电路	118
2.9.2	时间继电器三级启动电路	119
2.9.3	电流继电器二级启动电路	119
2.9.4	电流继电器三级启动电路	119
2.9.5	时间继电器控制正反转启动电路	120
2.9.6	频敏变阻器手动单向启动电路	121
2.9.7	频敏变阻器手动和自动单向启动电路	121
2.9.8	XQP 型频敏启动控制箱电路	121
2.9.9	频敏变阻器手动正反转启动电路	122
2.9.10	频敏变阻器自动正反转启动电路	122
2.10	绕线式异步电动机调速电路	123
2.10.1	具有正反转、反接制动和分级调速功能的控制电路	123
2.10.2	绕线式异步电动机串级调速电路 (一、二)	124
2.10.3	采用辅助电源的无级调速电路	124
2.11	绕线式异步电动机制动电路	126
2.11.1	反接制动电路	126
2.11.2	能耗制动电路	126
2.11.3	具有综合制动功能的正反向可调速控制电路	126
2.12	力矩电动机、滑差电动机、整流子电动机控制电路	128
2.12.1	力矩电动机调压器调速电路 (一~四)	128
2.12.2	力矩电机晶闸管交流调速电路 (一、二)	128



2. 12. 3	JZT1 型滑差电动机晶闸管调速电路 .....	131
2. 12. 4	多单元滑差电动机同步运行调速系统电路 .....	131
2. 12. 5	交流整流子电动机调速电路 .....	132
2. 12. 6	两台交流整流子电动机同步运行电路 .....	132
2. 13	同步电动机和直流电动机控制电路 .....	135
2. 13. 1	同步电动机全压启动电路 .....	135
2. 13. 2	自耦变压器降压、转子按频率变化加入励磁的启动电路 .....	135
2. 13. 3	电阻降压、按定子电流变化加入励磁的启动电路 .....	135
2. 13. 4	电抗器降压、按定子电流变化加入励磁的启动电路 .....	135
2. 13. 5	小型直流电动机无级调速电路 .....	137
2. 13. 6	直流电动机电枢串入电阻启动调速电路 (一、二) .....	137
2. 13. 7	直流电动机电枢串接电阻启动改变励磁电流调速的电路 .....	139
2. 13. 8	他励式直流电动机正反转电路 .....	139
2. 13. 9	复励式直流电动机正反转电路 .....	140
2. 13. 10	直接启动直流电动机能耗制动电路 .....	140
2. 13. 11	直流电动机电枢串接电阻启动能耗制动单向运转电路 (一~四) .....	140
2. 13. 12	直流电动机电枢串接电阻启动能耗制动正反转电路 (一、二) .....	141
2. 13. 13	直流电动机反接制动电路 .....	142
2. 13. 14	直流电动机电枢串接电阻启动反接制动正反转电路 (一、二) .....	143

### 第 3 章 电动机保护电路

3. 1	电动机过负荷保护电路 .....	145
3. 1. 1	负温度系数热敏电阻 (NTC) 保护电路 .....	145
3. 1. 2	正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护电路 (一~八) .....	146
3. 1. 3	重负载启动热继电器保护电路 (一~五) .....	148
3. 2	电动机断相保护电路 .....	150
3. 2. 1	检测线电流的断相保护电路 (一~六) .....	150
3. 2. 2	检测线电流的断相和过载保护电路 (一、二) .....	153
3. 2. 3	谐波电流断相保护电路 (一~五) .....	154
3. 2. 4	负序电流断相保护电路 (一、二) .....	155
3. 2. 5	电容检测式断相保护电路 (一、二) .....	156
3. 2. 6	负序电压断相保护电路 .....	157
3. 2. 7	零序电压 (电流) 断相保护电路 (一~五) .....	158
3. 2. 8	固态断相继电器保护电路 .....	160
3. 2. 9	光电式断相保护电路 .....	161
3. 3	电动机多功能保护电路 .....	161
3. 3. 1	SL-322 集成电路多功能保护电路 .....	161
3. 3. 2	采用 555 时基集成电路的多功能保护电路 .....	162
3. 3. 3	电流互感器多功能保护电路 .....	162
3. 3. 4	检测谐波电流的多功能保护电路 .....	162
3. 3. 5	3UN2 型电动机热保护电路 .....	164
3. 3. 6	工泰 GT-JDG1 系列电动机保护器电路 (一~三) .....	165

3.3.7	双华系列电动机保护器电路 .....	165
3.3.8	环宇 HTHY-31 型电动机保护器电路 .....	165
3.3.9	新中兴 GDH-20 系列和 30 系列电动机保护器电路 (一~五) .....	166
3.4	电动机继电保护电路 .....	175
3.4.1	低压电动机低电压保护电路 .....	175
3.4.2	高压电动机一相一继电器式过负荷保护电路 .....	176
3.4.3	高压电动机相间短路及过电流保护电路 .....	176
3.4.4	高压电动机电流速断和过电流保护电路 (一、二) .....	176
3.4.5	高压电动机单相接地保护电路 .....	177
3.4.6	高压电动机低电压保护电路 (一、二) .....	177
3.4.7	高压电动机断相保护电路 .....	178
3.4.8	高压电动机纵差动保护电路 .....	178
3.4.9	高压异步电动机综合继电保护电路 .....	179
3.4.10	高压同步电动机综合继电保护电路 .....	179
3.4.11	高压电动机采用 RC 及压敏电阻的过电压保护电路 (一、二) .....	179
3.4.12	高压电动机带串联间隙四星接法的氧化锌避雷器的过电压保护电路 .....	182
3.5	其他保护电路 .....	182
3.5.1	防止电动机反向启动时短路的保护电路 (一~四) .....	182
3.5.2	晶闸管过电流保护电路 .....	183
3.5.3	单相异步电动机过电流保护电路 (一、二) .....	184
3.5.4	三相异步电动机过电流保护电路 .....	184
3.5.5	直流电动机失磁和过电流保护电路 .....	185

## 第 4 章 动力设备控制电路

Page 187

4.1	空气压缩机、压机控制电路 .....	187
4.1.1	空气压缩机控制电路 (一、二) .....	187
4.1.2	Y- $\Delta$ 启动的空气压缩机控制电路 .....	188
4.1.3	空气压缩机电动机断相保护电路 .....	188
4.1.4	压滤机控制电路 .....	188
4.1.5	压机用油泵电动机控制电路 (一、二) .....	188
4.1.6	JC3.5 型冷冻机油压控制器电路 .....	190
4.2	风机控制电路 .....	191
4.2.1	冷却风机自控电路 (一、二) .....	191
4.2.2	1t 锅炉引风机和鼓风机控制电路 .....	192
4.2.3	一控一风机 (或水泵) 变频调速控制电路 (一、二) .....	193
4.2.4	SHD1006 型单台正压风机全压启动电路 .....	193
4.2.5	SHD1007 型单台正压风机自耦降压闭式启动电路 .....	195
4.3	水泵控制电路 .....	195
4.3.1	排灌站水泵电动机有线集中控制电路 (一、二) .....	195
4.3.2	水泵电动机防空抽保护电路 .....	196
4.3.3	电接点压力表控制的水泵恒水压控制电路 (一、二) .....	197
4.3.4	水泵自动互投电路 .....	197

4.3.5	两台水泵互为备用控制电路 .....	197
4.3.6	两用一备水泵控制电路 .....	198
4.3.7	XF05 型消防泵自动互投控制电路 .....	199
4.3.8	一控一恒压供水变频调速控制电路 .....	199
4.3.9	一控二恒压供水变频调速控制电路 .....	200
4.3.10	一控三恒压供水变频调速控制电路 .....	200
4.3.11	一用一备恒压供水变频调速控制电路 .....	201
4.3.12	消防泵（一用一备）软启动控制电路 .....	201
4.3.13	消防泵（两用一备）软启动控制电路 .....	205
4.3.14	SHD101 型模块单台给水泵水位自控全压启动电路 .....	206
4.3.15	SHD102 型单台给水泵水位自控自耦降压闭式启动电路 .....	208
4.3.16	SHD103 型单台给水泵水位自控 Y- $\Delta$ 形启动电路 .....	209
4.3.17	SHD106 型两台给水泵一用一备自动轮换全压启动，备用泵电流控制自投 电路 .....	209
4.3.18	SHD201 型单台给水泵水位自控软启动电路 .....	209
4.3.19	SHD301 型单台给水泵变频调速恒压供水电路 .....	209
4.4	常用机床控制电路 .....	212
4.4.1	C630 普通车床控制电路 .....	212
4.4.2	Y3150 滚齿机控制电路 .....	212
4.4.3	Z37 摇臂钻床控制电路 .....	212
4.4.4	X62W 万能铣床控制电路 .....	213
4.4.5	T68 卧式镗床控制电路 .....	213
4.4.6	M7130 卧轴矩台平面磨床控制电路 .....	217

## 第 5 章 变频器、软启动器、PLC 及 LOGO! 实用电路 Page 219

5.1	变频器实用电路 .....	219
5.1.1	电动机正转运行电路 .....	219
5.1.2	电动机寸动运行电路 .....	219
5.1.3	无反转功能的变频器控制电动机正反转运行电路 .....	220
5.1.4	有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行电路 .....	220
5.1.5	变频器步进运行及点动运行电路 .....	220
5.1.6	电动机变频器工频/变频切换电路 .....	220
5.1.7	VF-A7 系列变频器工频/变频切换电路 .....	221
5.1.8	一台变频器控制多台电动机并联运行电路（一、二） .....	221
5.1.9	一台频率给定器控制多台电动机并联运行电路 .....	223
5.1.10	电磁制动电动机变频调速电路 .....	223
5.1.11	变频器带制动单元、电动机制动器的运行电路 .....	224
5.1.12	变极电动机变频控制电路 .....	225
5.1.13	两台变频器同步控制两台电动机的电路（一、二） .....	225
5.1.14	多台变频器同步控制多台电动机的电路（一、二） .....	226
5.1.15	利用 FR-FG 和 FR-AL 实现多台电动机同步运行电路 .....	226
5.1.16	利用比率设定箱 FR-FH 实现多台电动机按不同速率运行电路 .....	227

5. 1. 17	远距离操作变频器控制电路	228
5. 2	软启动器实用电路	229
5. 2. 1	CR1 系列软启动器不带旁路接触器的电路	229
5. 2. 2	CR1 系列软启动器无接触器而有中间继电器的电路	229
5. 2. 3	CR1 系列软启动器带进线接触器和中间继电器的电路	229
5. 2. 4	CR1 系列软启动器带旁路接触器的电路	230
5. 2. 5	CR1 系列软启动器正反转运行电路	230
5. 2. 6	RSD6 型软启动器控制电动机正转运行电路	230
5. 2. 7	一台西普 STR 软启动器控制两台电动机一用一备电路	232
5. 2. 8	一台西普 STR 软启动器控制两台电动机的电路	233
5. 2. 9	雷诺尔 JJR1000XS 型软启动器控制电路	233
5. 2. 10	雷诺尔 JJR2000XS 型软启动器控制电路	233
5. 2. 11	一台软启动器拖动两台电动机的控制电路	235
5. 2. 12	一台软启动器拖动三台电动机的控制电路	235
5. 3	PLC 实用电路	236
5. 3. 1	PLC 控制电动机正向运转电路	236
5. 3. 2	PLC 控制电动机正反向运转电路	236
5. 3. 3	PLC 控制两台电动机顺序启动电路	236
5. 3. 4	PLC 控制电动机双向限位电路	236
5. 4	LOGO! 实用电路	239
5. 4. 1	应用 LOGO! 的刮泥机控制电路	239
5. 4. 2	应用 LOGO! 的通风系统控制电路	240
5. 4. 3	应用 LOGO! 的洗坛机控制电路	241
5. 4. 4	应用 LOGO! 的电动大门控制电路	242
5. 4. 5	应用 LOGO! 的自动门控制电路	243

## 第 6 章 小型发电和同步电动机控制、保护电路

Page **246**

6. 1	发电机控制、保护电路	246
6. 1. 1	灯光法并车电路 (一、二)	246
6. 1. 2	整步表法并车电路	246
6. 1. 3	BKQ 系列自动并列控制器电路 (一、二)	247
6. 1. 4	STK-W-3 型微电脑控制器电路	247
6. 1. 5	小水电站水电阻防飞车保护电路	248
6. 1. 6	小水电站电动机调速和飞车保护电路	249
6. 1. 7	12V135D 柴油发电机飞车保护电路	249
6. 1. 8	小水电站控制、保护电路	250
6. 1. 9	BKSF-□ 2 系列发电机控制柜电路	250
6. 1. 10	小水电站利用永磁机剩磁作事故照明的电路	251
6. 1. 11	小水电站电动机调速备用电源自动投入电路	252
6. 2	发电机继电保护电路	253
6. 2. 1	发电机纵差动保护电路	253
6. 2. 2	带有速饱和变流器的发电机纵差动保护电路	253

6.2.3	发电机低电压启动的过电流保护电路 .....	253
6.2.4	PLB-1型发电机过流、过压保护器电路 .....	255
6.2.5	PLB-2型发电机综合保护器电路 .....	256
6.2.6	PTQ2000B1型微机智能准同期控制保护器电路 .....	256
6.3	发电机励磁电路 .....	257
6.3.1	直流励磁机励磁方式电路 .....	257
6.3.2	半导体自励式励磁方式电路 .....	257
6.3.3	相复励励磁方式电路 .....	257
6.3.4	电抗分流励磁方式电路 .....	258
6.3.5	三次谐波励磁方式电路 .....	258
6.3.6	KL-25型晶闸管自动励磁装置电路 .....	258
6.3.7	TLG1系列晶闸管自动励磁装置电路 .....	259
6.3.8	TLG1-4型晶闸管自动励磁装置电路 .....	259
6.3.9	TKL15型晶闸管自动励磁装置电路 .....	261
6.3.10	TWL-II型无刷励磁调节器电路 .....	261
6.3.11	TWL-B型无刷励磁调节器电路 .....	261
6.3.12	JZLF-11F型晶闸管自动励磁装置电路 .....	261
6.3.13	JZLF-31F型晶闸管自动励磁装置电路 .....	263
6.3.14	KGLF-31F3型晶闸管自动励磁装置电路 .....	265
6.3.15	FKL-32型晶闸管自动励磁装置电路 .....	267
6.3.16	三次谐波晶闸管自动励磁装置电路 .....	267
6.3.17	JL-2SCRC型励磁调节器电路 .....	269
6.3.18	CJ-12型励磁调节器电路 .....	269
6.3.19	采用CJ-12型调节器改造老式小型发电机励磁的接线图(一~三) .....	271
6.4	柴油、汽油发电机、直流发电机和同步电动机励磁电路 .....	272
6.4.1	HF4-28-50型柴油发电机调压电路 .....	272
6.4.2	7kW柴油发电机晶闸管调压电路 .....	272
6.4.3	12V 135型柴油发电机晶闸管调压电路 .....	273
6.4.4	长江1.5kW汽油发电机晶闸管调压电路 .....	274
6.4.5	直流发电机电压自动调整电路 .....	274
6.4.6	同步电动机励磁装置电路(一、二) .....	275
6.5	发电机灭磁开关控制电路 .....	277
6.5.1	BT9404型灭磁开关控制电路 .....	277
6.5.2	DW10M-200, 400, 600型灭磁开关控制电路(一~三) .....	278
6.5.3	DW10M-1500, 2500型灭磁开关控制电路 .....	279
6.5.4	DW16M-630型灭磁开关控制电路 .....	279
6.5.5	DM2-2500型灭磁开关控制电路 .....	280

## 第7章 起重机、吊车和搬运车电路

7.1	起重机电路 .....	281
7.1.1	KT-25J/1型凸轮控制器控制电路 .....	281
7.1.2	XQB1型保护箱控制电路 .....	282

7.1.3	多台凸轮控制器控制电路	282
7.1.4	PQR10A 型磁力控制盘平移控制电路	284
7.1.5	PQY1 系列磁力控制盘平移控制电路	286
7.1.6	PQY2 系列磁力控制盘平移控制电路	286
7.1.7	PQS1 系列磁力控制盘平移控制电路	286
7.1.8	由主令开关和凸轮控制器组成的控制电路	287
7.1.9	QT-60/80 型塔式起重机控制电路	288
7.1.10	5t 桥式起重机控制电路	293
7.1.11	15t/3t 桥式起重机控制电路	293
7.2	吊车、货梯、搬运车电路	294
7.2.1	建筑工地用卷扬机控制电路	294
7.2.2	电动葫芦控制电路	294
7.2.3	餐厅简易提升机控制电路	294
7.2.4	简易升降机控制电路	294
7.2.5	附墙升降机控制电路	296
7.2.6	皮带运输机控制电路 (一、二)	297
7.2.7	交流三速起货机控制电路	298
7.2.8	蓄电池铲车控制电路 (一、二)	300

## 第 8 章 继电器、接触器、电磁铁和断路器电路

Page 302

8.1	继电器、接触器和电磁铁控制电路	302
8.1.1	JB-22 型晶体管继电器电路	302
8.1.2	电源电压大大高于继电器吸合电压时的控制电路	302
8.1.3	将低工作电压的直流继电器用于市电的电路	302
8.1.4	固态继电器电路 (一、二)	303
8.1.5	单按钮控制通断的继电器电路 (一~四)	303
8.1.6	利用热敏电阻防止继电器触点竞争的电路 (一、二)	305
8.1.7	防止低电压继电器触点鸟啄的电路	306
8.1.8	直流电磁阀通断快速响应的控制电路 (一~三)	306
8.1.9	机床电磁铁吸盘欠电流保护电路	307
8.1.10	继电器、接触器长线控制电路	307
8.1.11	交流接触器低电压启动电路 (一、二)	308
8.1.12	单线控制三台用电器具的电路	309
8.2	加速、延缓动作的电路	309
8.2.1	直流继电器延缓释放电路 (一~四)	309
8.2.2	直流继电器加速吸合电路	311
8.2.3	直流继电器加速释放电路 (一、二)	311
8.2.4	直流继电器延时吸合电路	311
8.2.5	直流电磁铁强励磁快速吸合电路 (一~五)	312
8.2.6	直流电磁铁、继电器强励磁快释放电路 (一、二)	313
8.2.7	电磁振动台 (给料机) 电路 (一~五)	313
8.3	光电继电器及其应用电路	315

8.3.1	光电继电器电路 (一~三)	315
8.3.2	抗干扰能力强的光电控制器电路	315
8.3.3	GDK-1 型防爆光电控制器电路	317
8.3.4	红外光控断丝检测器电路	317
8.3.5	冲床光电控制安全装置电路 (一~四)	318
8.4	消火花电路和保护电路	320
8.4.1	继电器、接触器、电磁铁消火花电路 (一~八)	320
8.4.2	电磁铁过电流保护电路	322
8.5	断路器和操作机构控制电路	323
8.5.1	交流操作断路器跳闸、合闸电路 (一、二)	323
8.5.2	直流操作断路器跳闸、合闸电路	323
8.5.3	带防跳跃装置的断路器控制电路	323
8.5.4	继电器定时限过电流保护电路	325
8.5.5	继电器反时限过电流保护电路	325
8.5.6	电流速断保护电路	327
8.5.7	低电压闭锁的过电流保护电路	327
8.5.8	单侧电源供电的自动重合闸装置电路	328
8.5.9	变压器纵差动保护电路	328
8.5.10	6~10kV 母线分断断路器保护电路	330
8.5.11	以出口继电器构成的防跳电路	330
8.5.12	交流操作回路断路器防跳电路	330
8.5.13	手动操作的断路器控制、信号电路	331
8.5.14	弹簧操动的断路器控制、信号电路	331
8.5.15	弹簧操动的 SF <sub>6</sub> 断路器控制、信号电路	331
8.5.16	电磁操动的断路器控制、信号电路	332
8.5.17	CT7 型操动机构一次重合闸电路	333
8.5.18	CT8 型弹簧操动机构控制电路 (一、二)	333
8.5.19	天津生产的 DW15-200~630A 断路器电磁铁吸合储能合闸电路 (一~三)	334
8.5.20	上海生产的 DW15-200~630A 断路器电磁铁吸合储能合闸电路 (一~三)	334
8.5.21	DW15 系列断路器热-电磁式过电流脱扣器电路	335
8.5.22	DW15 系列断路器电子式脱扣器电路	336
8.5.23	DW15 系列断路器电动机无预储能合闸电路	336
8.5.24	DW15 系列断路器电动机有预储能合闸电路	336
8.5.25	DW15 系列和 ME 系列断路器欠电压脱扣器电路	337
8.5.26	ME 系列断路器电动机预储能带释能交流操作合闸电路	338
8.5.27	ME 系列断路器电动机预储能带释能直流操作合闸电路	338

9.1	节电型指示灯	339
9.1.1	串接二极管或电容降压指示灯 (一、二)	339

9.1.2	脉冲式节电指示灯 (一、二)	339
9.2	负荷限电器电路	340
9.2.1	采用 555 时基集成电路的负荷限电器电路 (一、二)	340
9.2.2	采用功率开关集成电路的负荷限电器电路	341
9.3	电动机、水泵、风机节电电路	341
9.3.1	防止电动机空载运行的电路	341
9.3.2	卷扬机用 Y- $\Delta$ 转换节电电路 (一、二)	341
9.3.3	机床 Y- $\Delta$ 转换节电电路 (一~三)	342
9.3.4	JDI 型 Y- $\Delta$ 自动转换装置节电电路	343
9.3.5	轻重载运行 Y- $\Delta$ 自动转换节电电路	343
9.3.6	40kW 风机 Y- $\Delta$ 自动转换节电电路	344
9.3.7	采用功率开关集成电路的 Y- $\Delta$ 自动转换节电电路	345
9.3.8	电动机自动定时关机电路 (一、二)	345
9.3.9	冷却风机自动控制电路 (一~三)	345
9.3.10	节水节电水龙头电路 (一、二)	347
9.3.11	75kW 异步电动机同步化运行电路	347
9.3.12	130kW 异步电动机同步化运行电路	350
9.3.13	异步电动机无功就地补偿电路 (一、二)	350
9.4	继电器、接触器和电磁铁节电电路	351
9.4.1	继电器吸合后工作电流减小的节电电路 (一~六)	351
9.4.2	电容式交流接触器直流运行电路	352
9.4.3	变压器式交流接触器直流运行电路	353
9.4.4	交流电磁铁直流运行电路	354
9.5	移相电容器节电电路	354
9.5.1	简单的低压无功补偿控制电路 (一~三)	354
9.5.2	简单的高压无功补偿控制电路	355
9.5.3	TBB 系列高压并联电容器装置电路	355
9.5.4	HG40 系列晶闸管补偿电容器投切器电路	355

## 第 10 章 电工仪表测量电路

Page **358**

10.1	电流和电压测量电路	358
10.1.1	交流电流表的接线 (一、二)	358
10.1.2	交流电压表的接线 (一~三)	358
10.2	功率因数和频率测量电路	359
10.2.1	功率因数表的接线 (一~三)	359
10.2.2	频率表的接线 (一、二)	360
10.3	电能测量电路	360
10.3.1	单相电能表的接线 (一~五)	360
10.3.2	三相三线有功电能表的接线 (一~五)	360
10.3.3	三相四线有功电能表的接线 (一~五)	361
10.3.4	无功电能表的接线 (一~十)	362
10.4	功率测量电路	364



10.4.1	单相功率表的接线 (一~三)	364
10.4.2	三相功率表的接线	364
10.5	多种仪表的联合接线 (一~四)	365
10.6	LW2 型换相开关的常用接线	366
10.7	常用测试仪表电路	367
10.7.1	MF-14 型万用表电路	367
10.7.2	MF-30 型万用表电路	368
10.7.3	MF-47 型万用表电路	368
10.7.4	MF-52 型万用表电路	368
10.7.5	MF-368 和 MF-368A 型万用表电路	369
10.7.6	MF-500 型万用表电路	369
10.7.7	M9700 型数字万用表电路	370
10.7.8	万用表直流电流、电压、交流电压和电阻测量电路	370
10.7.9	MG31-2 型交流钳形电流表电路	372
10.7.10	直流单臂和双臂电桥电路	372
10.7.11	绝缘电阻表测量电路	373

## 第 11 章 安全用电电路

Page **374**

11.1	漏电保护器的接线	374
11.1.1	常用漏电保护器电路 (一~六)	374
11.1.2	漏电保护器的接线 (一~六)	374
11.1.3	漏电保护器与熔断器、隔离开关及断路器的配合接线 (一、二)	378
11.2	接地与接零	379
11.2.1	工作接地、重复接地和保护接零、接地示意图	379
11.2.2	低压配电系统的接地与接零	379
11.2.3	变频器和 PLC 的接地	380
11.2.4	计算机系统防静电接地	381
11.2.5	住宅总等电位连接	382
11.2.6	浴室内局部等电位连接	382
11.3	防雷保护接线	383
11.3.1	多层住宅避雷网 (带) 接线	383
11.3.2	高层建筑避雷网 (带)、均压环的接线	383
11.3.3	电子设备及计算机系统的防雷接线	384
11.3.4	变压器防雷接线 (一、二)	384
11.3.5	小型发电机防雷接线 (一~三)	385
11.3.6	变电所架空进线段的防雷接线 (一、二)	386
11.3.7	变电所电缆进线段的防雷接线	386
11.3.8	杆上油开关和杆上移相电容器的防雷接线 (一、二)	386
11.3.9	氧化锌避雷器保护高压电动机和移相电容器的接线 (一、二)	387

## 参考文献

Page **389**