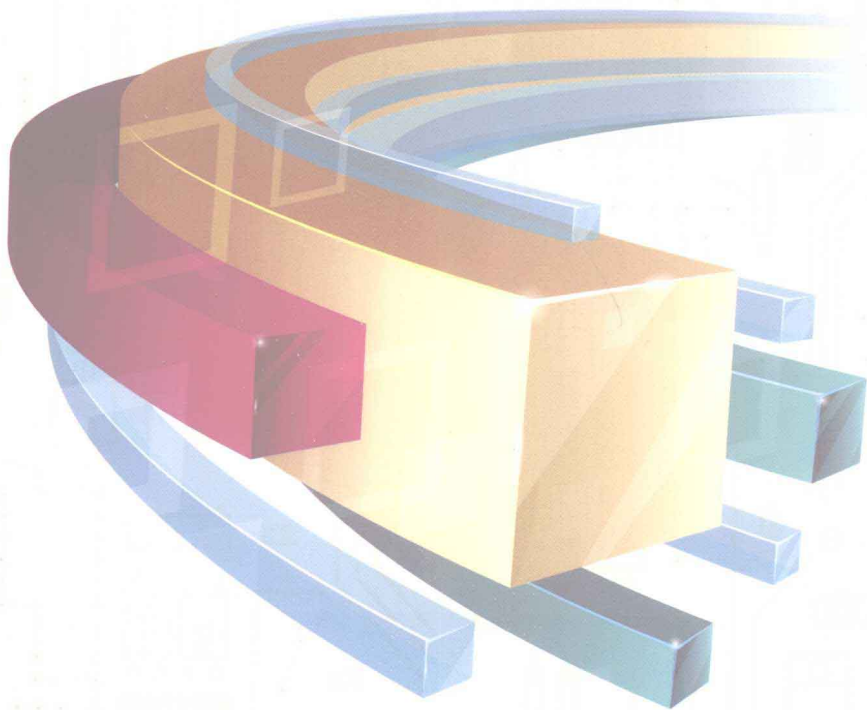


Technology
实用技术



电工电路新编

黄海平○编著



科学出版社

内 容 简 介

本书介绍作者根据多年的现场工作经验精编的三百多个实用的电工电路。主要内容包括电动机单向和可逆直接起动控制电路、顺序控制电路、给排水系统控制电路、降压起动控制电路、制动控制电路、速度控制电路、温度控制电路、保护电路、自动往返控制电路、照明电路等。本书内容全面、实用性强,是为广大电工技术人员量身打造的学习参考资料。

本书可供广大电工技术人员和工科院校电工、电子、机电一体化等相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工电路新编/黄海平编著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-032506-8

I. 电… II. 黄… III. 电路-基本知识 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 204972 号

责任编辑:刘红梅 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:王 珍

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳艺恒彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 1 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2012 年 1 月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:1—5 000 字数:483 000

定 价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

常言道，条条大路通罗马，意思是说，做任何事情都不要一根筋，解决问题的方法是多种多样的，看你如何选择灵活处理。学习电工电路也不例外，要讲学习方法，关键是电工人员不要对电工电路死记硬背、套用，而是要靠“悟性”、“变通”、“举一反三”，最终将你认为合适的优秀电路加以应用，这就是学习电工电路的方法。

本书内容丰富、实用性强，电路分析详尽易懂，是广大电工人员不可缺少的口袋书，工作中的好帮手，能帮助读者解决实际工作中遇到的技术问题，并加以轻松解决。

本书精选电工电路三百多例，内容包括电动机单向和可逆直接起动控制电路、顺序控制电路、供排水系统控制电路、降压起动控制电路、制动控制电路、速度控制电路、温度控制电路、保护电路、自动往返控制电路、照明电路及其他控制电路等。本书内容涵盖面宽，常见优秀实用电工电路众多，读者可根据需要选用更适合自己的“量身定做”的电工电路。这样，读者所选择的电路不但更容易理解和掌握，还能在该电路出现故障时更轻松地加以排除。在这里我想告诉电工朋友，选用电工电路时，不要盲目选用不适合你的、电路原理未理解透彻的、较为复杂的电工电路，只要选用能达到控制目的的电路就可以了。否则，会给今后的维修工作带来一定困难。学习电路要循序渐进、由浅入深，只有这样，才能使你步步为营，轻松解决工作中遇到的技术问题。

本书由黄海平担任主编，参加编写的有黄鑫、李志平、于晓卫、李燕、王义政等同志。

由于作者水平有限，书中错误在所难免，敬请专家、同仁斧正。

中国科普作家协会会员 黄海平

2011年11月于山东威海

目 录

第 1 章 电动机单向直接起动控制电路

1.1	具有识别起动、停止信号的单按钮控制电动机起停电路	2
1.2	用一根导线完成现场、远程两地起停控制电路	3
1.3	用 36V 安全低电压控制电动机起停电路	5
1.4	单向起动、停止、点动混合电路(一)	6
1.5	单向起动、停止、点动混合电路(二)	7
1.6	单向起动、停止、点动混合电路(三)	8
1.7	单向起动、停止、点动混合电路(四)	10
1.8	单向起动、停止、点动混合电路(五)	11
1.9	单向起动、停止、点动混合电路(六)	12
1.10	单向起动、停止、点动混合电路(七)	13
1.11	单向起动、停止、点动混合电路(八)	14
1.12	单向起动、停止、点动混合电路(九)	16
1.13	单向起动、停止、点动混合电路(十)	18
1.14	单向起动、停止、点动混合电路(十一)	19
1.15	单向起动、停止、点动混合电路(十二)	21
1.16	一地起动、四地停止控制电路	23
1.17	电动机五地起动、停止控制电路	24
1.18	四地起动、一地停止控制电路	26
1.19	单相电容起动与电容运转电动机单向起停控制电路	27
1.20	带有记忆停止及报警指示的电动机短暂停电时来电自动 再起电路	28
1.21	交流接触器在低电压情况下的起动电路	29
1.22	多台电动机同时起动控制电路	30
1.23	单向起动、停止电路	32
1.24	单向点动控制电路	34

1.25	单按钮控制电动机起停电路(一)	35
1.26	单按钮控制电动机起停电路(二)	36
1.27	单按钮控制电动机起停电路(三)	37
1.28	三相交流电动机旋转方向改变方法	38
1.29	两台电动机自动轮流控制电路(一)	39
1.30	两台电动机自动轮流控制电路(二)	40
1.31	两台电动机自动轮流控制电路(三)	42
1.32	两台电动机自动轮流控制电路(四)	43
1.33	两台电动机自动轮流控制电路(五)	45
1.34	两台电动机自动轮流控制电路(六)	46
1.35	两台电动机自动轮流控制电路(七)	47
1.36	两台电动机自动轮流控制电路(八)	49
1.37	短暂停电自动再起电路(一)	50
1.38	短暂停电自动再起电路(二)	52

第2章 电动机可逆直接起动控制电路

2.1	按钮互锁的可逆点动控制电路	56
2.2	按钮互锁的可逆起停控制电路	57
2.3	接触器辅助常闭触点互锁的可逆点动控制电路	59
2.4	接触器辅助常闭触点互锁的可逆起停控制电路	60
2.5	双重互锁的可逆点动控制电路	62
2.6	直流电动机正反转频繁起动控制电路	63
2.7	自动往返循环控制电路(一)	64
2.8	自动往返循环控制电路(二)	66
2.9	仅用四根导线控制的正反转电路	67
2.10	HY2 系列倒顺开关接线	69
2.11	KO3 系列倒顺开关接线	70
2.12	HZ3-132 型倒顺开关接线	71
2.13	用两只交流固态继电器控制单相电动机正反转电路	73
2.14	用五只交流固态继电器控制电动机正反转	74
2.15	接触器、按钮双互锁可逆起停控制电路	75
2.16	JZF 型正反转自动控制器应用电路	76
2.17	利用转换开关预选的正反转起停控制电路	77

2.18	具有三重互锁保护的正反转控制电路	78
2.19	可逆点动与起动混合控制电路	80
2.20	单线远程正反转控制电路	81
2.21	单按钮控制电动机正反转定时停机电路	82
2.22	单按钮控制电动机正反转起停电路	84
2.23	防止相间短路的正反转控制电路(一)	86
2.24	防止相间短路的正反转控制电路(二)	88
2.25	用接近开关、行程开关完成的正反转到位停止控制电路	89
2.26	用 SAY7-20X/33 型复位式转换开关实现电动机正反转 连续运转控制	91
2.27	单相电容起动与电容运转电动机可逆起停控制电路	93
2.28	单相电容运转电动机可逆起停控制电路(一)	94
2.29	单相电容运转电动机可逆起停控制电路(二)	95
2.30	单相 220V 罩极式电动机可逆起停控制电路	96

第 3 章 顺序控制电路

3.1	主机、辅机单机/联机控制电路	100
3.2	两台电动机顺序起动、任意停止控制电路(一)	102
3.3	两台电动机顺序起动、任意停止控制电路(二)	104
3.4	两台电动机开机按次序从前向后自动完成、而停机不按 次序操作	105
3.5	防止同时按下两只起动按钮的顺序起动、同时停止电路	107
3.6	两台电动机从前向后延时起动、从后向前延时停止控制	108
3.7	六台电动机逐台延时起动电路(一)	110
3.8	六台电动机逐台延时起动电路(二)	111
3.9	六台电动机手动逐台顺序起动控制电路	113
3.10	两台电动机任意一台先开后停、另一台后开先停顺序 控制电路	115
3.11	一种控制主机、辅机起停的控制电路	117
3.12	效果理想的顺序自动控制电路	118
3.13	两台电动机顺序起动、顺序停止控制电路	120
3.14	两台电动机从前向后顺序起动、从前向后顺序停止 控制电路	121

3.15	四台电动机顺序起动、逆序停止控制电路	123
3.16	防止同时按下两只起动按钮的顺序起动、同时停止电路	125
3.17	两台电动机开机按次序从前向后自动完成、而停机不按次序操作	126
3.18	两台电动机联锁控制电路(一)	127
3.19	两台电动机联锁控制电路(二)	129
3.20	两台电动机顺序起动、同时停止控制电路(一)	130
3.21	两台电动机顺序起动、同时停止控制电路(二)	131
3.22	用一只得电延时时间继电器完成两台电动机自动顺序起动、顺序停止控制电路(一)	132
3.23	用一只得电延时时间继电器完成两台电动机自动顺序起动、顺序停止控制电路(二)	134
3.24	两台电动机自动顺序起动、顺序停止控制电路	135
3.25	两台电动机自动顺序起动、逆序停止控制电路	135
3.26	三台电动机顺序起动、逆序停止控制电路	138
3.27	三台电动机顺序自动起动、顺序自动停止控制电路	140
3.28	三台电动机顺序自动起动、逆序自动停止控制电路(一)	142
3.29	三台电动机顺序自动起动、逆序自动停止控制电路(二)	142
3.30	三台电动机同时起动、停止时从前向后逐台自动停止控制电路	142

第 4 章 供排水系统控制电路

4.1	用 JYB 电子式液位继电器给水、排水应用电路接线	148
4.2	给、排水手动/定时控制电路	151
4.3	用电接点压力表控制增压水罐自动补水	152
4.4	用电接点压力表配合变频器实现供水恒压调速	154
4.5	供水泵故障互投电路	155
4.6	两台水泵轮流工作控制电路	158
4.7	两台水泵电动机自动故障自投电路	160
4.8	两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制电路	161
4.9	三台供水泵电动机轮流定时控制电路	163
4.10	JYB-1、JYB-3 型电子式液位继电器接线	165
4.11	JYB714 型电子式液位继电器接线	168

4.12	水箱晶体管自动控制放水电路	171
4.13	采用两只中间继电器控制的水位控制电路	173
4.14	用 JYB714 控制供水泵手动/自动电路	175
4.15	用 JYB714 控制排水泵手动/自动电路	176
4.16	水位控制电路	177
4.17	水箱上水自动控制电路	179
4.18	水箱自动放水电路	180
4.19	水塔、水池联动上水控制电路	181
4.20	MX Y70-AB 水位开关实际应用控制电路(一)	181
4.21	MX Y70-AB 水位开关实际应用控制电路(二)	182
4.22	补水压力罐自动控制电路	183
4.23	水池与水箱联动控制电路	185
4.24	水池注水控制电路	185
4.25	具有手动、自动、低水位保护功能的排水泵控制电路	187
4.26	具有手动、自动、高水位保护功能的供水泵控制电路	188

第 5 章 降压起动控制电路

5.1	QJ ₃ 系列手动自耦减压起动器接线方法	190
5.2	电动机串联电阻自动起动控制电路	192
5.3	运转时只有一只接触器工作的定子绕组串电阻起动自动控制电路	194
5.4	用接触器辅助常闭触点控制 Y 点完成 Y- Δ 降压自动起动控制电路	195
5.5	转换可靠的 Y- Δ 降压起动控制电路	197
5.6	采用电流继电器完成 Y- Δ 自动减压起动电路	198
5.7	采用三只时间继电器控制绕线转子电动机串电阻减压起动电路	200
5.8	频敏变阻器起动控制电路	201
5.9	变频器控制电动机正反转调速电路	203
5.10	绕线转子电动机三级串电阻手动起动控制电路	205
5.11	改进的绕线转子电动机三级串电阻手动起动控制电路	206
5.12	绕线式异步电动机转子串三级电阻起动控制电路	208
5.13	Y- Δ 降压起动不能转为 Δ 形运转的保护电路	210

5.14	Y- Δ 不间断连续换接起动电路	212
5.15	XJ01 系列自耦减压起动器电路	213
5.16	自耦变压器自动控制降压起动电路	215
5.17	用一台西普 STR 软起动器控制两台电动机一开一备	216
5.18	软起动器一拖三主回路连接电路	217
5.19	电动机 Y- Δ 节电转换控制电路	218
5.20	单按钮控制电动机进行手动 Y- Δ 起停电路	220
5.21	单按钮控制电动机进行自动 Y- Δ 起停电路	222
5.22	延边三角形降压起动自动控制电路	224
5.23	电动机串电抗器起动自动控制电路	225
5.24	电动机串电抗器起动手动控制电路	226
5.25	采用三只接触器完成 Y- Δ 降压起动自动控制电路	228
5.26	采用热继电器控制电动机负载增加 Y- Δ 转换电路	229
5.27	定子绕组串联电阻起动自动控制电路(一)	230
5.28	定子绕组串联电阻起动自动控制电路(二)	232
5.29	手动串联电阻起动控制电路(一)	233
5.30	手动串联电阻起动控制电路(二)	235
5.31	手动 Y- Δ 降压起动控制电路	236
5.32	自耦变压器手动控制降压起动控制电路	238
5.33	电动机 Δ -Y 起动自动控制电路	239
5.34	延长转换时间的防飞弧自耦减压起动控制电路	240
5.35	延长转换时间的防飞弧 Y- Δ 降压起动控制电路(一)	242
5.36	延长转换时间的防飞弧 Y- Δ 降压起动控制电路(二)	242
5.37	Y- Δ - Δ 两级手动起动控制电路	243
5.38	Y- Δ - Δ 两级自动起动控制电路(一)	245
5.39	Y- Δ - Δ 两级自动起动控制电路(二)	247
5.40	绕线转子电动机两级起动控制电路	249
5.41	延边三角形三级自动起动控制电路	250
5.42	频敏变阻器手动起动控制电路(一)	253
5.43	频敏变阻器手动起动控制电路(二)	254
5.44	频敏变阻器自动起动控制电路(一)	255
5.45	频敏变阻器自动起动控制电路(二)	256
5.46	频敏变阻器正反转手动控制电路(一)	258
5.47	频敏变阻器正反转手动控制电路(二)	259

5.48	频敏变阻器正反转自动控制电路(一)	261
5.49	频敏变阻器正反转自动控制电路(二)	263
5.50	频敏变阻器手动/自动正反转起动控制电路(一)	263
5.51	频敏变阻器手动/自动正反转起动控制电路(二)	264

第 6 章 制动控制电路

6.1	电动机单向运转短接制动电路	268
6.2	正反转点动控制短接制动电路	269
6.3	具有自励发电和短接功能的制动控制电路	270
6.4	用失电延时时间继电器做自励发电制动和短接制动延时 控制电路	272
6.5	防止制动电磁铁延时释放电路	273
6.6	单向起动串电阻反接制动控制	274
6.7	电容制动电动机控制电路(一)	276
6.8	电容制动电动机控制电路(二)	277
6.9	直流能耗制动控制电路	279
6.10	单管整流能耗制动控制电路	280
6.11	半波整流可逆能耗制动控制电路	281
6.12	全波整流单向能耗制动控制电路	283
6.13	简单实用的可逆能耗制动控制电路	284
6.14	双向运转反接制动控制电路	285
6.15	改进的电磁抱闸制动电路	286
6.16	电磁抱闸制动控制电路	287
6.17	半波整流单向能耗制动控制电路	289
6.18	全波整流可逆能耗制动控制电路	290
6.19	单向运转反接制动控制电路	292
6.20	正反转反接制动控制电路	293
6.21	单向运转能耗制动控制电路	294
6.22	单相电动机单向运转能耗制动控制电路	295
6.23	单相电动机双向运转能耗制动控制电路	296
6.24	电动机单向三相半波整流能耗制动控制电路	298
6.25	电动机可逆三相半波整流能耗制动控制电路	299
6.26	单向运转反接制动控制电路(一)	302

6.27	单向运转反接制动控制电路(二)	303
6.28	两台电动机防转子摆动的能耗制动控制电路	305
6.29	变频器控制电动机减速制动电路	306
6.30	带有限流电阻的正反转反接制动控制电路	307
6.31	串电阻起动及串电阻制动的正反转反接制动控制电路(一)	308
6.32	串电阻起动及串电阻制动的正反转反接制动控制电路(二)	309
6.33	不用速度继电器的单向反接制动控制电路(一)	310
6.34	不用速度继电器的单向反接制动控制电路(二)	311
6.35	不用速度继电器的双向反接制动控制电路	313
6.36	具有制动功能的单相电容起动与电容运转电动机单向起停控制电路	315
6.37	具有短接制动功能的电动机正反转起停控制电路	316

第 7 章 速度控制电路

7.1	双速电动机自动加速控制电路	320
7.2	三速电动机手动控制调速电路	322
7.3	2Y/Y 双速电动机手动控制电路	323
7.4	Δ/Δ 双速电动机手动控制电路	325
7.5	2 Δ /Y 双速电动机手动控制电路	328
7.6	2Y/2Y 双速电动机手动控制电路	330
7.7	单相电动机简易调速电路	332
7.8	双速电动机自动加速电路	333
7.9	三速电动机定子绕组的接法	334
7.10	三速电动机自动加速电路	335
7.11	接触器手动控制的三速电动机调速电路	336
7.12	2Y/ Δ 双速电动机定子绕组的接法	338
7.13	用三只交流接触器手动控制的双速电动机调速电路	339
7.14	电磁调速控制器应用电路	340
7.15	用 FR-AT 三速设定操作箱控制的变频器调速电路	343
7.16	Δ -Y-2Y 接法三速电动机手动控制电路	344
7.17	Δ - Δ -2Y-2Y 接法四速电动机手动控制电路	347
7.18	用单相电源变频器控制三相电动机	350

第 8 章 温度控制电路

8.1	CST-312S 系列数字温度显示可调节表控温接线	352
8.2	常用温控仪控温接线(一)	352
8.3	常用温控仪控温接线(二)	353
8.4	常用温控仪控温接线(三)	353
8.5	常用温控仪控温接线(四)	354

第 9 章 保护电路

9.1	低压配电系统常见的几种接地方式	356
9.2	用两只白炽灯泡和一只电容器组成的相序指示器	358
9.3	用速饱和电流互感器作电动机缺相保护电路	359
9.4	多台电动机过载保护电路(一)	360
9.5	多台电动机过载保护电路(二)	361
9.6	多台电动机过载保护电路(三)	362
9.7	电动机起动时间过长造成过载保护动作的电路	363
9.8	JD-5 电动机综合保护器接线	365
9.9	CDS11 系列电动机保护器应用电路	366
9.10	CDS8 系列电动机保护器接线	367
9.11	Y 形接法三相异步电动机断相保护电路	368
9.12	空压机交流接触器触点熔焊断不开的保护电路	369
9.13	XJ3 系列断相与相序保护继电器接线	371
9.14	增加一只中间继电器作电动机断相保护电路	372
9.15	重载设备起动控制电路	373
9.16	一种零序电压缺相保护电路	375
9.17	简单实用的 Y 形接法电动机断相保护电路	377
9.18	用一只电压继电器作 Y 形电动机断相保护	378
9.19	用三只欠电流继电器作电动机断相保护	380
9.20	用三只电阻器组成的 Δ 形接法电动机断相保护电路	381
9.21	采用电流互感器作检测元件的断相保护电路	382
9.22	用电容器作为中性点的 Δ 接电动机断相保护电路	383
9.23	电动机保护熔断器熔断保护电路	384

9.24	双向可控硅断相保护电路	386
9.25	热继电器在 Y- Δ 起动主回路中的应用	387
9.26	电动机多功能保护电路	389
9.27	GT-JDG1(工泰产品)电动机保护器应用电路	390
9.28	新中兴 GDH-30 数显智能电动机保护器应用电路	392
9.29	防止电动机浸水、过热的停止保护电路	393
9.30	加密控制电路	395
9.31	电动机空载运行延时切除保护电路	396
9.32	带热继电器过载保护的点动控制电路	398
9.33	负载极性不能改变的保护电路	399
9.34	浪涌保护器(SPD)应用接线	399
9.35	开机前发出声光预警信号的起停控制电路	404
9.36	电动机断相保护电路	406
9.37	用 JD6-E 漏电继电器作电动机漏电及断相保护	407
9.38	普乐特 MAM-A 系列电动机保护器应用接线	408
9.39	电动机固定转向控制电路(一)	409
9.40	电动机固定转向控制电路(二)	410
9.41	电动机固定转向控制电路(三)	411
9.42	电动机固定转向控制电路(四)	413
9.43	电动机固定转向控制电路(五)	414
9.44	电动机固定转向控制电路(六)	415
9.45	电动机固定转向控制电路(七)	417

第 10 章 自动往返控制电路

10.1	仅用一只行程开关实现的自动往返控制电路	420
10.2	往返到位自动延时返回控制电路	421
10.3	自动往返带慢速定位缓冲控制电路	423

第 11 章 照明电路

11.1	日光灯常见接线方法	428
11.2	日光灯电感式四线镇流器电路接线	430
11.3	管形氙灯接线方法	432

11.4	金属卤化物灯接线	434
11.5	简单实用的可控硅调光电路	435
11.6	用双向可控硅控制照明灯延时关灯	436
11.7	楼房走廊照明灯自动延时关灯	437
11.8	楼梯照明灯控制电路	438
11.9	用一根导线两地控制一盏灯电路	441
11.10	两只双联开关两地控制一盏灯电路(一)	441
11.11	两只双联开关两地控制一盏灯电路(二)	442
11.12	两只双联开关两地控制一盏灯电路(三)	443
11.13	两只双联开关两地控制一盏灯电路(四)	443
11.14	两只双联开关两地控制一盏灯电路(五)	443
11.15	两只双联开关两地控制一盏灯电路(六)	444
11.16	三地控制一盏灯电路	444
11.17	四地控制一盏灯电路	445
11.18	六地控制一盏灯电路	446
11.19	用得电延时时间继电器控制延时关灯	451
11.20	用数码分段开关对电灯进行控制	451
11.21	用JT-801 电子数码开关对电灯进行控制	452
11.22	触摸开关	452

第 12 章 其他控制电路

12.1	单相电容电动机的接线方法	456
12.2	用热继电器作限电控制器	456
12.3	交流接触器节电直流无声运行电路	458
12.4	简易限电器电路	459
12.5	正反转控制器控制电动机间歇运转	460
12.6	用电流继电器控制龙门刨床工件夹紧	461
12.7	DTS607 三相四线电子式电能表接线	462
12.8	DDS607 单相电子式电能表接线	463
12.9	DDS1868 型电子式单相电能表接线	464
12.10	GYD 系列空压机气压自动开关接线	465
12.11	电动葫芦控制电路	466
12.12	多条皮带运输原料控制电路	468

12.13	卷扬机控制电路(一)	469
12.14	卷扬机控制电路(二)	470
12.15	KG316T、KG316T-R、KG316TQ 微电脑时控开关 接线方法	471
12.16	JS11PDN 型搅拌机控制器应用电路	475
12.17	电气设备工作状态指示电路	475
12.18	用凸轮控制器控制绕线转子电动机正反转调速	476
12.19	采用得电延时时间继电器完成的电磁离合器强励磁控制	479
12.20	采用失电延时时间继电器完成的电磁离合器强励磁控制	479
12.21	三相异步电动机改为单相运转接线	479
12.22	建筑用混凝土搅拌机电气控制电路	481
12.23	NWKL ₁ 智能型无功自动补偿控制器接线	483
12.24	NWKL ₂ 智能型无功自动补偿控制器接线	483
12.25	JKGC-6 型无功功率补偿自动控制器接线	483
12.26	用交流接触器的主触点兼作自锁辅助触点的应用方法	487

第1章

电动机单向直接 起动控制电路

1.1 具有识别起动、停止信号的单按钮控制电动机起停电路

图 1.1 所示电路与常见的单按钮控制电动机起停电路不同之处是：具有起动、停止识别功能。也就是说，起动时，需按下按钮开关 SB(1-3)的时间超出得电延时时间继电器 KT 的设定值，方可完成起动操作，而在停止时则再次瞬间按下按钮开关 SB(1-3)即可。

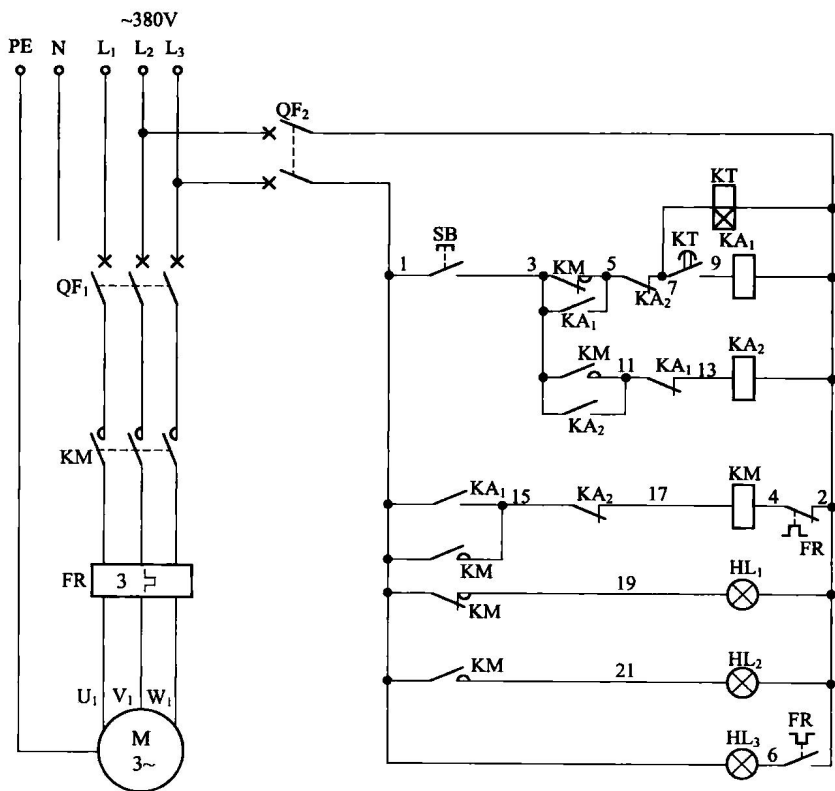


图 1.1 具有识别起动、停止信号的单按钮控制电动机起停电路

第一次按下按钮开关 SB(1-3)约 5s 以上(此值可根据用户要求设定),得电延时时间继电器 KT 线圈得电吸合,其得电延时闭合的常开触点(7-9)闭合,接通中间继电器 KA₁ 线圈回路电源,KA₁ 线圈得电吸合且 KA₁ 常开触点(3-5)自锁,KA₁ 串联在交流接触器 KM 线圈回路中的常开触点(1-15)闭合,使交流接触器 KM 线圈得电吸合且 KM 辅助常开触点