

低压380V

电动机控制电路

125例

黄海平 黄鑫 编著
赵爱国 审校



科学出版社
www.sciencep.com

低压380V

电动机控制电路

125例

主编 王 明 副主编 王 明
编委 王 明 王 明 王 明
王 明 王 明 王 明



中国石化出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

低压 380V 电动机 控制电路 125 例

黄海平 黄鑫 编著
赵爱国 审校

科学出版社
北 京

内 容 简 介

低压 380V 电动机应用极为广泛,其控制电路更是变化万千,是广大电工从业人员必须掌握的重点知识。本书精选了 125 例应用广泛的低压 380V 电动机应用电路,内容丰富,实用性强,电路分析详尽易懂。每一个电路的电气元件作用表、元器件安装排列图及端子图、按钮接线图等更是读者工作中难得的第一手资料,通过学习此书,一定能使读者快速解决工作中遇到的技术难题。

本书适合作为各大院校电工、电子及相关专业师生的参考用书,也可供广大电工从业人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

低压 380V 电动机控制电路 125 例/黄海平,黄鑫编著;赵爱国审校.
—北京:科学出版社,2010
ISBN 978-7-03-029366-4

I. 低… II. ①黄…②黄…③赵… III. 低压-电动机-控制电路
IV. TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 209451 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨
责任印制:赵德静 / 封面设计:YOLEN'S

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>

北京天时代彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本: A5(890×1240)
2011 年 1 月第一次印刷 印张: 14 1/2
印数: 1—5 000 字数: 442 000

定 价: 29.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

低压 380V 电动机应用极为广泛,可以说无处不在,其控制电路更是千变万化,控制方法繁多,给广大电工人员学习、掌握、应用这些控制电路带来许多困难,不知从何下手。为此,笔者将一些经典实用的低压 380V 电动机控制电路加以总结、分析、提炼,编写了《低压 380V 电动机控制电路 125 例》一书,其特点是:全面、实用、易懂。是广大电工人员快速学习掌握低压 380V 电动机控制电路不可多得的一本好书。

本书内容丰富、实用性强、电路分析详尽易懂。书中介绍的电气元件作用表、元器件安装排列图及端子图、按钮接线图等更是读者工作中难得的第一手资料,可以随手取而用之。通过学习此书,定能帮助你解决工作中遇到的技术难题,并加以轻松解决,使你在工作中感受到学习电工技术给你带来的无穷乐趣。

本书由黄海平、黄鑫担任主编,参加编写的还有李志平、李燕、戚其舜、黄海静、李雅茜等同志,在此表示感谢。

本书由全国劳动模范,全国“五·一”劳动奖章获得者,山东省威海市政协常委,威海热电集团有限公司党委书记、董事长、总经理赵爱国同志审校,在此表示衷心的感谢。

本书在策划、编写、出版过程中,科学出版社的孙力维老师提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,编写时间较为仓促,不足之处在所难免,敬请同仁及专家指正。

中国科普作家协会会员 黄海平

2010 年 10 月于山东威海

目 录

电路 1	用电容器、电压继电器实现 Δ 形电动机缺相保护控制电路	1
电路 2	四台电动机顺序自动逐台启动、逆序自动逐台停止控制电路	4
电路 3	具有定时功能的启停电路	10
电路 4	用接近开关、行程开关完成的正反转到位停止控制电路	13
电路 5	用得电延时时间继电器完成的重载启动控制电路	17
电路 6	具有手动操作定时/自动功能的供水控制电路	20
电路 7	具有手动操作定时/自动功能的排水控制电路	23
电路 8	绕线式转子电动机满载启动串五级电阻器自动启动控制 电路	26
电路 9	用FR-AT三速设定操作箱控制的变频器调速电路	30
电路 10	两台电动机任意一台先开先停、而另一台开后停顺序 控制电路	32
电路 11	电动机过电流控制电路	38
电路 12	用失电延时时间继电器完成的重载启动控制电路	42
电路 13	用JYB714控制供水泵手动/自动电路	45
电路 14	用JYB714控制排水泵手动/自动电路	48
电路 15	单按钮控制电动机点动、启动、停止电路	51
电路 16	电动机固定转向控制电路	54
电路 17	自动往返控制电路	57
电路 18	线圈电压为220V且交流接触器无辅助常开触点的应用接线 电路	63
电路 19	两台电动机手动顺序启动、手动逆序停止控制电路	65
电路 20	防止抽水泵空抽保护电路	70
电路 21	电磁调速电动机控制电路	73
电路 22	线圈电压为380V且交流接触器无辅助常开触点的应用接线 电路	76
电路 23	绕线式转子电动机满载启动串五级电阻器手动启动控制 电路	79

电路 24	带限流电阻器的正反转反接制动控制电路	84
电路 25	单向启动、停止、点动混合电路(一)	88
电路 26	单向启动、停止、点动混合电路(二)	91
电路 27	两台电动机分别启动、同时停止控制电路	94
电路 28	用一只失电延时时间继电器控制两台电动机从前向后顺序 自动启动、从后向前顺序自动停止电路(一)	98
电路 29	用一只失电延时时间继电器控制两台电动机从前向后顺序 自动启动、从后向前顺序自动停止电路(二)	102
电路 30	功能更加完善的自动往返控制电路	106
电路 31	多台电动机单机分别启停和联机顺序手动逐台分别启动、 同时停止控制电路	111
电路 32	两台电动机启动时任意一台先启动而另一台延时自动启动， 停止时各自独立手动停止电路	118
电路 33	开机前发出声光预警信号的启停控制电路	122
电路 34	可预选单机启停、多机顺序启动的控制电路	125
电路 35	两台电动机顺序启动、定时关机电路	132
电路 36	不用速度继电器的单向反接制动控制电路	136
电路 37	两只按钮同时按下启动、任意一只或两只都按下停止的 单向启停控制电路	139
电路 38	单按钮长时间按下启动、瞬动按下停止的单向启停控制 电路	142
电路 39	往返循环自动回到原位停止控制电路	145
电路 40	两只按钮同时长时间按下开机、再同时长时间按下关机的 加密控制电路	151
电路 41	一种启动、停止、点动混合电路	155
电路 42	用两只得电延时时间继电器实现两台电动机从前向后 逐台自动启动、从后向前逐台自动停止控制电路	158
电路 43	新颖实用的启动、停止、点动控制电路	164
电路 44	六台电动机手动逐台顺序启动控制电路	168
电路 45	四台电动机从前向后顺序启动、从前向后顺序停止及从后 向前顺序启动、从前向后顺序停止控制电路	175
电路 46	具有手动单机启停、联机顺序启动总停控制电路	182
电路 47	JS11PDN 型搅拌机控制器应用电路	189

电路 48	三台电动机任意启动而停止时则必须从后向前顺序停止 控制电路	192
电路 49	带有点动功能的自动往返控制电路	198
电路 50	又一种启动、停止、点动混合电路	204
电路 51	用两只得电延时时间继电器完成顺序自动启动、逆序自动 停止控制电路	206
电路 52	两台电动机同时启动、从前向后顺序延时停机控制电路 (一)	211
电路 53	两台电动机同时启动、从前向后顺序延时停机控制电路 (二)	214
电路 54	两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制电路	219
电路 55	用电接点压力表控制增压水罐自动补水电路	224
电路 56	接触器手动控制的三速电动机调速电路	228
电路 57	双速电动机自动加速控制电路	233
电路 58	用三只交流接触器手动控制的双速电动机调速电路	236
电路 59	用三只欠电流继电器进行电动机断相保护电路	239
电路 60	电容制动电动机控制电路(一)	242
电路 61	电容制动电动机控制电路(二)	245
电路 62	单向点动控制电路	248
电路 63	只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆点动控制电路	250
电路 64	单向启动、停止电路	253
电路 65	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	256
电路 66	采用安全电压控制电动机启停电路	258
电路 67	两台电动机联锁控制电路(一)	261
电路 68	两台电动机联锁控制电路(二)	264
电路 69	只有按钮互锁的可逆点动控制电路	267
电路 70	用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制电路	270
电路 71	自动往返循环控制电路	273
电路 72	短暂停电自动再启动电路	276
电路 73	电动机间歇运行控制电路	279
电路 74	低速脉动控制电路	282
电路 75	JZF 型正反转自动控制器应用电路	284
电路 76	效果理想的顺序自动控制电路	287

电路 77	防止相间短路的正反转控制电路	290
电路 78	利用转换开关预选的正反转启停控制电路	293
电路 79	只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆启停控制电路	296
电路 80	有接触器辅助常闭触点互锁及按钮常闭触点互锁的 可逆点动控制电路	299
电路 81	用一只按钮控制电动机启停电路	302
电路 82	可逆点动与启动混合控制电路	304
电路 83	电动机固定转向控制电路	307
电路 84	有三重互锁保护的 正反转控制电路	310
电路 85	频敏变阻器启动控制电路	313
电路 86	延边三角形降压启动自动控制电路	317
电路 87	采用三只接触器完成 Y- Δ 降压启动自动控制电路	319
电路 88	自耦变压器自动控制降压启动电路	322
电路 89	自耦变压器手动控制降压启动电路	324
电路 90	用两只接触器完成 Y- Δ 降压自动启动控制电路	327
电路 91	定子绕组串联电阻器启动自动控制电路	330
电路 92	手动串联电阻器启动控制电路	332
电路 93	电磁抱闸制动控制电路	335
电路 94	单管整流能耗制动控制电路	338
电路 95	半波整流单向能耗制动控制电路	340
电路 96	半波整流可逆能耗制动控制电路	343
电路 97	全波整流可逆能耗制动控制电路	346
电路 98	简单实用的可逆能耗制动控制电路	350
电路 99	单向运转反接制动控制电路	353
电路 100	双向运转反接制动控制电路	356
电路 101	用一只按钮控制电动机正反转定时停机电路	359
电路 102	电动机多地控制电路	362
电路 103	两台电动机顺序启动、顺序停止控制电路(一)	366
电路 104	两台电动机顺序启动、顺序停止控制电路(二)	369
电路 105	四台电动机顺序启动、逆序停止控制电路	372
电路 106	防止同时按下两只启动按钮的顺序启动、同时停止电路 ...	377
电路 107	两台电动机开机按次序从前向后自动完成、而停机不按 次序操作电路	380

电路 108	一种控制主机、辅机启停的控制电路	383
电路 109	给、排水手动/定时控制电路	387
电路 110	两台水泵轮流工作控制电路	389
电路 111	两台水泵电动机自动时故障自投电路	393
电路 112	两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制电路 ...	397
电路 113	两台电动机任意一台先开后停、而另一台则后开先停顺序 控制电路	401
电路 114	用一只按钮控制电动机 Y- Δ 启动停止电路	405
电路 115	电动机串电抗器启动自动控制电路	408
电路 116	采用热继电器控制电动机负载增加 Y- Δ 转换电路	412
电路 117	采用三只得电延时时间继电器控制绕线转子电动机 串电阻器减压启动电路	415
电路 118	用手动按钮控制转子绕组三级串对称电阻器启动控制 电路	419
电路 119	绕线式异步电动机转子串三级电阻器启动控制电路 ...	422
电路 120	Y- Δ 降压启动不能转为 Δ 运转的保护电路	426
电路 121	Y- Δ 不间断连续换接启动电路	430
电路 122	XJ01 系列自耦减压启动器电路	433
电路 123	电动机 Y- Δ 节电转换控制电路	437
电路 124	双速电动机自动加速电路	440
电路 125	三速电动机自动加速电路	443
参考文献		447

电路 1 用电容器、电压继电器实现△形电动机缺相保护控制电路

1. 工作原理

合上主回路断路器 QF_1 、控制回路断路器 QF_2 ，电动机停止兼电源指示灯 HL_1 亮，说明电源正常。

启动：按下启动按钮 SB_2 (3-5)，交流接触器 KM 线圈得电吸合且 KM 辅助常开触点 (3-5) 闭合自锁，KM 三相主触点闭合，电动机得电启动运转。同时 KM 辅助常闭触点 (1-15) 断开，指示灯 HL_1 灭，KM 辅助常开触点 (1-17) 闭合，指示灯 HL_2 亮，说明电动机已启动运转了。与此同时，KM 串联在电压继电器 KV 线圈回路中的辅助常开触点 (21-23) 闭合，为电路出现缺相时，接通电压继电器 KV 线圈做准备。

缺相保护控制：当电动机得电运转后，出现缺相时，电容器 C_1 、 C_2 、 C_3 的 Y 点 (21) 有电压存在，使电压继电器 KV 线圈得电吸合，首先 KV 的一组串联在交流接触器 KM 线圈回路中的常闭触点 (5-7) 断开，切断了交流接触器 KM 线圈回路电源，KM 三相主触点断开，电动机失电停止运转，起到缺相保护作用；同时 KV 的另一组常开触点 (11-13) 闭合，接通了中间继电器 KA 线圈回路电源，KA 常开触点 (11-13) 闭合自锁，KA 的一组常闭触点 (7-9) 也断开，起切断 KM 线圈电源后的记忆作用。与此同时，KM 辅助常闭触点 (1-17) 断开，指示灯 HL_2 灭，KM 辅助常闭触点 (1-15) 闭合，指示灯 HL_1 亮，KA 常开触点 (1-19) 也闭合，指示灯 HL_3 亮，说明电动机已出现缺相现象，保护装置已动作。

正常停止：当电动机得电运转后，欲需停止时，则按下停止按钮 SB_1 (1-3)，交流接触器 KM 线圈断电释放，KM 三相主触点断开，电动机失电停止运转，同时 KM 辅助常开触点 (1-17) 断开，指示灯 HL_2 灭，KM 辅助常闭触点 (1-15) 闭合，指示灯 HL_1 亮，说明电动机已停止运转了。

缺相后启动：因电动机出现缺相时，中间继电器 KA 线圈将得电吸合且 KA 常开触点 (11-13) 闭合自锁，KA 串联在 KM 线圈回路中的常闭触点 (7-9) 仍处于断开状态，使 KM 线圈回路断开而无法进行启动操作。当缺相故障排除后，需进行启动操作，则必须先按一下停止按钮 SB_1 ，这样， SB_1 的一组常闭触点 (1-11) 断开，切断了记忆用中间继电器 KA 线圈回路电源，KA 线圈断电释放，KA 的一组常闭触点 (7-9) 恢复常闭为 KM 线

圈工作提供条件,KA 的一组常开触点(1-19)恢复常开,指示灯 HL₃ 灭,说明缺相故障已排除并解除记忆。在上述工作完成后,可再按下启动按钮 SB₂(3-5),交流接触器 KM 线圈才能得电吸合且 KM 辅助常开触点(3-5)闭合自锁,KM 三相主触点闭合,电动机得电重新启动正常运转;与此同时,KM 辅助常闭触点(1-15)断开,指示灯 HL₁ 灭,KM 辅助常开触点(1-17)闭合,指示灯 HL₂ 亮,说明电动机又重新启动运转了。

2. 电气原理图

本电路的电气原理图如图 1 所示。

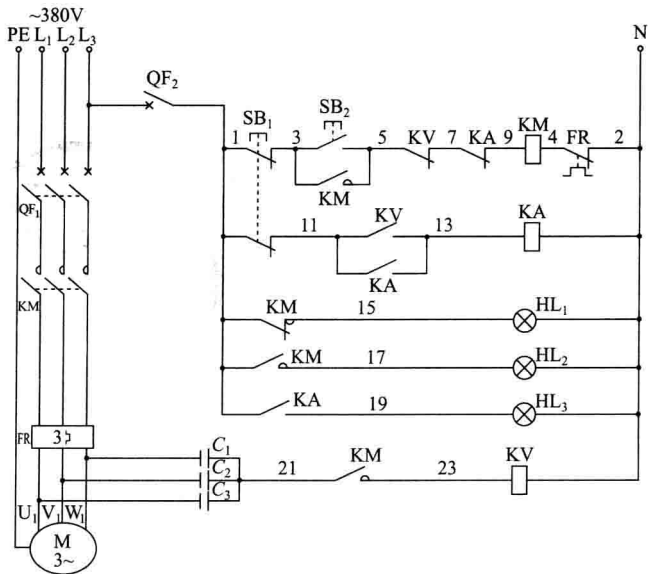


图 1 用电容器、电压继电器实现△形电动机缺相保护控制电路

3. 电气元件作用表

本电路的电气元件作用表见表 1。

表 1 电气元件作用表

序 号	符 号	名 称	型 号	规 格	作 用
1	QF ₁	断路器	DZ108-63	25A 三极	主回路过流保护
2	QF ₂	断路器	DZ47-63	6A 二极	控制回路过流保护
3	KM	交流接触器	CDC10-20	线圈电压 380V	控制电动机电源
4	FR	热继电器	JR36-20	14~22A	电动机过载保护

续表 1

序 号	符 号	名 称	型 号	规 格	作 用
5	KA	中间继电器	JZ7-44	5A,线圈电压 380V	缺相保护、记忆用
6	KV	电压继电器	DY-21C	电压整定范围 15~60V	缺相保护
7	SB ₁	按钮开关	LA18-22	红 色	停止兼缺相动作后解除
8	SB ₂	按钮开关	LA18-22	绿 色	启 动
9	HL ₁	指示灯	LD11	380V	停止兼电源指示
10	HL ₂	指示灯	LD11	380V	运转指示
11	HL ₃	指示灯	LD11	380V	缺相指示
12	C ₁	电容器		2.4 μ F/500V 纸介质电容器	人为 Y 点
13	C ₂	电容器		2.4 μ F/500V 纸介质电容器	人为 Y 点
14	C ₃	电容器		2.4 μ F/500V 纸介质电容器	人为 Y 点
15	M	三相异步电动机	Y132S2-2	7.5kW 15A 2900r/min	拖 动

4. 元器件安装排列图及端子图

本电路的元器件安装排列图及端子图如图 2 所示。

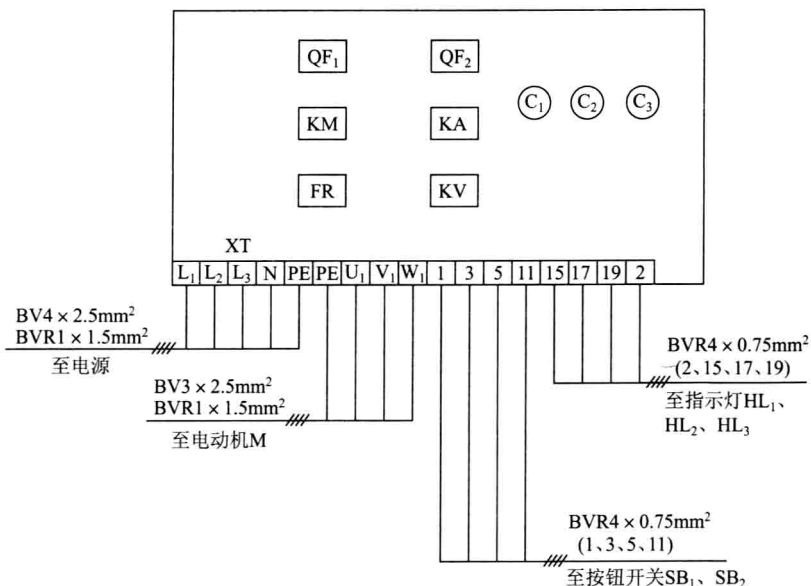


图 2 元器件安装排列图及端子图

5. 按钮接线图

本电路的按钮接线图如图 3 所示。

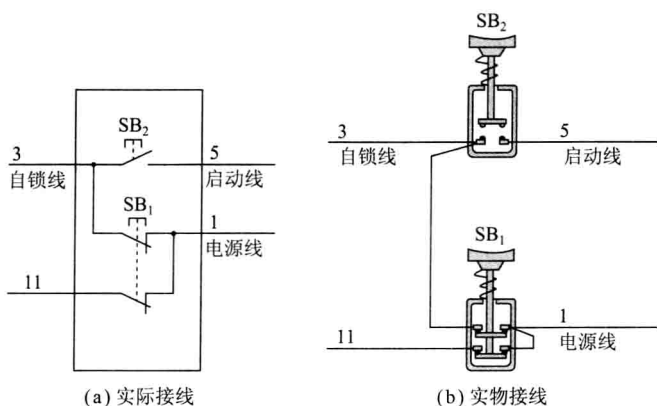


图 3 按钮接线图

电路 2 四台电动机顺序自动逐台启动、逆序自动逐台停止控制电路

1. 工作原理

顺序自动逐台启动:按下启动按钮 SB_2 , SB_2 的一组常开触点(5-7)闭合,中间继电器 KA 线圈得电吸合且 KA 常开触点(5-7)闭合自锁, KA 常闭触点(9-11)断开, KA 所有常开触点(3-17、21-23、23-25、27-29、29-31、33-35、35-37、39-41、41-43)均闭合,为顺序自动逐台启动做准备。在按下启动按钮 SB_2 的同时, SB_2 的另一组常开触点(3-21)也闭合,交流接触器 KM_1 线圈得电吸合且 KM_1 辅助常开触点(3-23)闭合自锁, KM_1 三相主触点闭合,电动机 M_1 先得电启动运转。在 KM_1 线圈得电吸合的同时, KM_1 辅助常开触点(11-13)闭合,为电动机逆序自动逐台停止做准备。此时得电延时时间继电器 KT_1 线圈得电吸合并开始延时。经 KT_1 一段延时后, KT_1 的一组得电延时闭合的常开触点(3-27)闭合,使交流接触器 KM_2 线圈得电吸合且 KM_2 辅助常开触点(3-29)闭合自锁, KM_2 三相主触点闭合,电动机 M_2 随后也得电顺序启动

运转;KT₁ 的另一组得电延时闭合的常开触点(13-15)闭合,使得电延时时间继电器 KT₂ 线圈得电吸合并开始延时,值得注意的是,KT₁ 的一组串联在 KM₃ 线圈回路中的得电延时断开的常闭触点(35-37)虽然断开了,但由于被 KA 已闭合的常开触点(35-37)短接了起来,将失去控制作用,此触点将用于停止时作逆序自动停止用。经 KT₂ 一段延时后,KT₂ 的一组得电延时闭合的常开触点(3-33)闭合,使交流接触器 KM₃ 线圈得电吸合且 KM₃ 辅助常开触点(3-35)闭合自锁,KM₃ 三相主触点闭合,电动机 M₃ 随后也得电顺序启动运转;KT₂ 的另一组得电延时闭合的常开触点(13-19)闭合,使得电延时时间继电器 KT₃ 线圈得电吸合并开始延时,值得注意的是,KT₂ 的一组串联在 KM₂ 线圈回路中的得电延时断开的常闭触点(29-31)虽然断开了,但由于被 KA 已闭合的常开触点(29-31)短接了起来,将失去控制作用,此触点将用于停止时作逆序自动停止用。经 KT₃ 一段延时后,KT₃ 的一组得电延时闭合的常开触点(3-39)闭合,使交流接触器 KM₄ 线圈得电吸合且 KM₄ 辅助常开触点(3-41)闭合自锁,KM₄ 三相主触点闭合,电动机 M₄ 最后一个得电顺序启动运转;KT₃ 的另一组串联在 KM₁ 线圈回路中的得电延时断开的常闭触点(23-25)虽然断开了,但由于被 KA 已闭合的常开触点(23-25)短接了起来,将失去控制作用,此触点将用于停止时作逆序自动停止用;与此同时,在 KM₄ 线圈得电吸合后,KM₄ 辅助常闭触点(13-17)断开,切断了得电延时时间继电器 KT₁、KT₂、KT₃ 线圈回路电源,KT₁、KT₂、KT₃ 线圈断电释放,其各自的所有常开、常闭触点瞬时恢复原始状态。

至此,四台电动机 M₁、M₂、M₃、M₄ 从前向后按顺序自动逐台启动运转了。

逆序自动逐台停止:当四台电动机 M₁、M₂、M₃、M₄ 按顺序自动逐台启动运转后,欲需逆序自动逐台停止时,则按下停止按钮 SB₁,SB₁ 的一组常闭触点(3-5)断开,切断了中间继电器 KA 线圈回路电源,KA 线圈断电释放,KA 所有常开触点(3-17、5-7、21-23、23-25、27-29、29-31、33-35、35-37、39-41、41-43)恢复常开状态,KA 常闭触点(9-11)恢复常闭状态,为停止时逆序自动停止做准备;此时,因 KA 常开触点(41-43)断开,交流接触器 KM₄ 线圈断电释放,KM₄ 三相主触点断开,电动机 M₄ 先失电停止运转了。SB₁ 的另一组常开触点(3-9)闭合,使得电延时

时间继电器 KT_1 线圈得电吸合且 KT_1 不延时瞬动常开触点(3-9)闭合自锁, KT_1 开始延时, 经 KT_1 一段延时后, KT_1 的一组得电延时断开的常闭触点(35-37)断开, 切断了交流接触器 KM_3 线圈回路电源, KM_3 线圈断电释放, KM_3 三相主触点断开, 电动机 M_3 随后也失电停止运转了。与此同时, KT_1 的一组串联在交流接触器 KM_2 线圈回路中的得电延时闭合的常开触点(3-27)虽然也闭合了, 因回路中串入了中间继电器 KA 的常开触点(27-29)而失去控制作用; 同时 KT_1 的一组得电延时闭合的常开触点(13-15)闭合, 使得电延时时间继电器 KT_2 线圈得电吸合并开始延时, 经 KT_2 一段延时后, KT_2 的一组得电延时断开的常闭触点(29-31)断开, 切断了交流接触器 KM_2 线圈回路电源, KM_2 线圈断电释放, KM_2 三相主触点断开, 电动机 M_2 随后也失电停止运转了。与此同时, KT_2 的一组串联在交流接触器 KM_3 线圈回路中的得电延时闭合的常开触点(3-33)虽然也闭合了, 因回路中串入了中间继电器 KA 的常开触点(33-35)而失去控制作用; 同时 KT_2 的一组得电延时闭合的常开触点(13-19)闭合, 使得电延时时间继电器 KT_3 线圈得电吸合并开始延时, 经 KT_3 一段延时后, KT_3 的一组得电延时断开的常闭触点(23-25)断开, 切断了交流接触器 KM_1 线圈回路电源, KM_1 线圈断电释放, KM_1 三相主触点断开, 电动机 M_1 最后一个失电停止运转了。与此同时, KT_3 的一组串联在交流接触器 KM_4 线圈回路中的得电延时闭合的常开触点(3-39)虽然也闭合了, 因回路中串入了中间继电器 KA 的常开触点(39-41)而失去控制作用。

至此, 四台电动机 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 从后向前按逆序自动逐台停止运转了。

图 4 中紧急停止按钮 SB_3 (1-3)的作用是, 无论在启动还是停止过程中, 若需停止控制, 则按下紧急停止按钮 SB_3 即可实现。

2. 电气原理图

本电路的电气原理图如图 4 所示。

3. 电气元件作用表

本电路的电气元件作用表见表 2。

4. 元器件安装排列图及端子图

本电路的元器件安装排列图及端子图如图 5 所示。

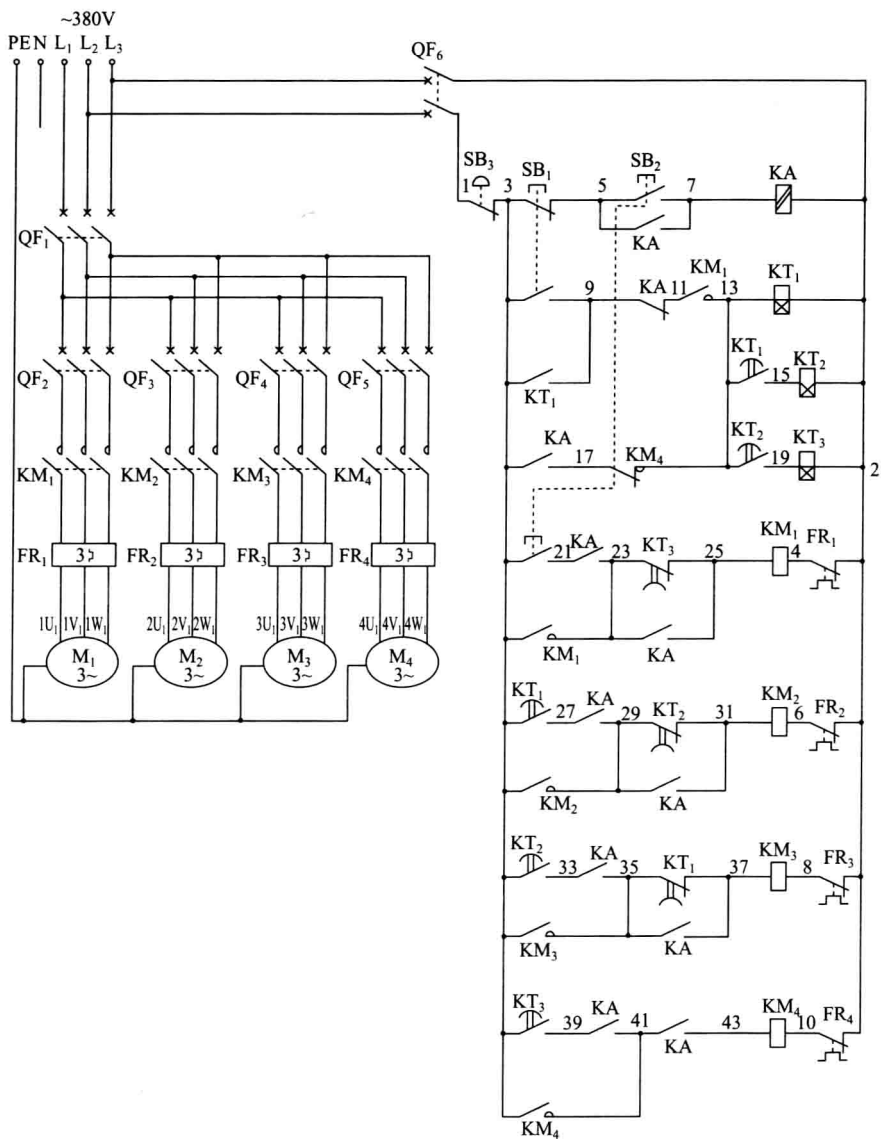


图 4 四台电动机顺序自动逐台启动,逆序自动逐台停止控制电路