

实用控制线路实例丛书

实用电动机 控制线路 200例

李响初 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

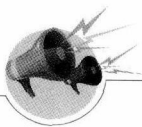
实用控制线路实例丛书

实用电动机 控制线路 200例

李响初 李 彪 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



Preface

前言

随着现代电力电子元器件生产工艺的不断优化及电动机制作工艺的迅速发展,电动机控制技术应用领域日益广泛。特别是电动机控制专用集成电路的成功研发与应用,进一步扩展了电动机控制技术的控制功能与应用范围,提高了电动机整机的性能稳定性和工作可靠性,为电动机控制技术的持续发展提供了良好的技术支持。

为了帮助读者利用电动机控制技术提高解决实际问题的能力,编者精选了应用于三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、步进电动机等领域的实用控制线路 200 例进行阐述。内容包括实用三相异步电动机控制线路、实用三相异步电动机保护控制线路、实用直流电动机控制线路、实用无刷直流电动机控制线路、实用步进电动机控制线路、实用医疗器械电动机控制线路、实用家用电器电动机控制线路、实用工矿器械电动机控制线路和实用农业器械电动机控制线路,并详细介绍了每例实用电路的电路结构及主要电气元件作用、工作原理和安装与调试方法,具有电路设计新颖、结构合理、实用性强、易于制作等特点。

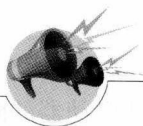
本书选材注重实用性和新颖性,还提供了大量电动机专用集成电路,并对其内部结构、应用特性、控制功能等进行了说明,以便于读者查阅与引用。

本书由李响初、李彪编著。参加本书电路实验、绘图与资料整理工作的有廖礼鹏、余雄辉、蔡振华、谢军、蔡晓春、阙爱仁、陆运华等同仁。

在编写本书过程中,参考了大量的国内、外期刊资料,并应用了其中的一些资料,限于篇幅有限,难以一一列举,在此一并向有关作者表示衷心的感谢。

限于编者学识水平有限,书中不足和疏漏之处在所难免,恳请有关专家与广大读者朋友批评指正。

编者



Contents

目 录

前言

第 1 章 实用三相异步电动机控制线路	1
1.1 基于接触器的点动正转控制线路	1
1.2 基于接触器的连续正转控制线路	2
1.3 基于接触器的具有过载保护的连续正转控制线路	3
1.4 基于接触器的连续与点动混合正转控制线路	4
1.5 基于接触器联锁的正、反转控制线路	5
1.6 基于按钮联锁的正、反转控制线路	6
1.7 基于按钮、接触器双重联锁的正、反转控制线路	7
1.8 基于行程开关的行程控制线路	8
1.9 基于行程开关的自动往返行程控制线路	10
1.10 基于接触器的多地控制线路	11
1.11 基于接触器的主电路顺序控制线路	12
1.12 基于接触器的控制电路顺序控制线路	13
1.13 基于接触器的串电阻降压启动控制线路	14
1.14 基于接触器、按钮的手动控制 Y- Δ 降压启动控制线路	16
1.15 基于时间继电器的自动控制 Y- Δ 降压启动控制线路	17
1.16 基于自耦变压器的降压启动控制线路	18
1.17 基于接触器的延边 Δ 降压启动控制线路	20
1.18 基于通电型电磁抱闸制动器的制动控制线路	21
1.19 基于断电型电磁抱闸制动器的制动控制线路	22
1.20 基于接触器的单向反接制动控制线路	23
1.21 基于接触器的双向反接制动控制线路	25
1.22 基于接触器的全波整流能耗制动控制线路	26
1.23 基于接触器的半波整流能耗制动控制线路	28
1.24 基于电容器的制动控制线路	29
1.25 基于时间继电器的双速电动机调速控制线路	30
1.26 基于接触器的双速电动机调速控制线路	32
1.27 基于接触器的三速电动机调速控制线路	33
1.28 基于 XJ01 型自动控制补偿器的降压启动控制线路	34

1.29	基于 QX3-13 型 Y- Δ 自动启动器的降压启动控制线路	35
1.30	基于绕线式异步电动机的串电阻启动控制线路	36
1.31	基于绕线式异步电动机的自动串电阻启动控制线路	38
1.32	基于绕线式异步电动机的串频敏变阻器启动控制线路	39
1.33	基于绕线式异步电动机的调速启动控制线路	40
1.34	基于软启动器的三相异步电动机启动控制线路	42
第 2 章	实用三相异步电动机保护控制线路	44
2.1	基于晶体管的多功能保护器 (一)	44
2.2	基于晶体管的多功能保护器 (二)	45
2.3	基于晶闸管的断相保护控制器	46
2.4	基于继电器的多功能保护器	47
2.5	基于单结晶体管的缺相自动延时保护器	48
2.6	基于 NE555 的电源相序自动调整器	49
2.7	基于 NE555 的断相保护器	51
2.8	基于晶体管的断相保护器	52
2.9	基于 NE555 的双路保险启动器	53
2.10	基于晶体管的电压型保护器	54
第 3 章	实用直流电动机控制线路	56
3.1	基于并励直流电动机的串电阻启动控制线路	56
3.2	基于并励直流电动机的正、反转控制线路	57
3.3	基于并励直流电动机的能耗制动控制线路	58
3.4	基于并励直流电动机的改变励磁磁通调速控制线路	59
3.5	基于串励直流电动机的串电阻启动控制线路	60
3.6	基于串励直流电动机的正、反转控制线路	61
3.7	基于串励直流电动机的能耗制动控制线路	62
3.8	基于 CS4124 的直流电动机 PWM 控制器	62
3.9	基于 CS7054 的直流电动机 PWM 控制器	64
3.10	基于 TPIC2101 的直流电动机速度控制器	65
3.11	基于 M51660L 的直流伺服电动机控制器	67
3.12	基于 NJM2611 的直流伺服电动机控制器	68
3.13	基于 LB1947 的 PWM 电流控制直流电动机驱动器	70
3.14	基于 MLX10402 的直流电动机驱动器	72
3.15	基于 STK6877 的直流电动机驱动器	74
3.16	基于 STK681-050 的直流电动机驱动器	75
3.17	基于 CX065A 的直流电动机伺服控制器	76
3.18	基于 TA7291P 的直流电动机转速控制器	77
第 4 章	实用无刷直流电动机控制线路	79
4.1	基于 MC33033 的三相无刷直流电动机开环控制器	79

4.2	基于 MC33039 的三相无刷直流电动机闭环控制器	81
4.3	基于 MLX90401 的三相无刷直流电动机控制器	82
4.4	基于 Si9979 的三相无刷直流电动机控制器	84
4.5	基于 Si9979 的单相无刷直流电动机控制器	86
4.6	基于 LB11690 的三相无刷直流电动机 PWM 开环控制器	87
4.7	基于 A3936 的三相无刷直流电动机 PWM 驱动器	89
4.8	基于 HA13565F 的软盘驱动器三相主轴无刷直流电动机驱动器	91
4.9	基于 KA2822D 的三相主轴无刷直流电动机驱动器	94
4.10	基于 TA84005F 的三相无刷直流电动机驱动器	96
4.11	基于 L6235 的三相无刷直流电动机驱动器	98
4.12	基于 LB1695D 的三相无刷直流电动机驱动器	99
4.13	基于 LB1824 的三相无刷直流电动机驱动器	101
4.14	基于 LB1975 的三相 DC 风机电动机驱动器	103
4.15	基于 BA6840 的三相无刷直流电动机驱动器	105
4.16	基于 SZA1015 的三相无刷直流电动机驱动器	106
4.17	基于 ECN3022 的高压三相无刷直流电动机驱动器	108
4.18	基于 ECN3067 的高压三相无刷直流电动机驱动器	110
4.19	基于 STK6103 的三相无刷直流电动机驱动器	111
4.20	基于 TPD4103K 的三相无刷直流电动机驱动器	113
4.21	基于 TB6537 的无传感器三相无刷直流电动机控制器	115
4.22	基于 A8902CLBA 的无传感器三相无刷直流电动机驱动器	117
4.23	基于 TB6515AP 的无传感器三相无刷直流电动机驱动器	119
4.24	基于 FAN8404D 的单相无刷直流电动机驱动器	120
4.25	基于 NJM2640 的单相无刷直流电动机控制器	121
4.26	基于 TA8473F/FN 的单相半波直流风机驱动器	122
4.27	基于 LB1964T 的低压单相风机全波驱动器	123
4.28	基于 ZXBM2001 的单相无刷直流电动机控制器	124
4.29	基于 THMC40 的单相无刷直流风机变速驱动器	126
4.30	基于 TB6539N/TB6539F 的三相正弦波 PWM 无刷直流电动机控制器	127
4.31	基于 TA8424F 的准正弦三相无刷直流电动机控制器	130
第 5 章	实用步进电动机控制线路	132
5.1	基于 FT609 的四相步进电动机逻辑控制器	132
5.2	基于 SLA7051M 的四相步进电动机脉冲分配器/PWM 驱动器	134
5.3	基于 MTD1110 的四相步进电动机驱动器	135
5.4	基于 NJM3517 的四相步进电动机双电压驱动器	137
5.5	基于 LB1657M 的两相步进电动机驱动器	139
5.6	基于 MC3479 的两相步进电动机驱动器	139
5.7	基于 NJM3777 的两相步进电动机驱动器	141
5.8	基于 FAN8200 的两相低压步进电动机驱动器	142

5.9	基于 TLE4729G 的两相步进电动机驱动器	144
5.10	基于 STK673-010 的三相步进电动机驱动器	146
5.11	基于 LB219 的两相步进电动机驱动器	147
5.12	基于 CS4161 的两 H 桥步进电动机驱动器	149
5.13	基于 STK672-080 的四相步进电动机驱动器	151
5.14	基于 CC4017 的四相步进电动机驱动器	152
5.15	基于 74HC191 的四相步进电动机驱动器	153
第 6 章	实用医疗器械电动机控制线路	155
6.1	基于晶体管的光谱治疗仪控制器	155
6.2	基于晶闸管的电子按摩器控制器	156
6.3	基于单结晶体管的医用电动吸引器	157
6.4	基于 NE555 的医用电动吸引器 (一)	158
6.5	基于 NE555 的医用电动吸引器 (二)	159
6.6	基于 CD4011 的医用电动吸引器防进液控制器	160
6.7	基于晶体管的医用电动吸引器防进液控制器	162
6.8	基于 NE555 的臭氧消毒器控制器	163
6.9	基于 UC1842 的臭氧消毒器控制器	164
6.10	基于晶体管的医用超声波雾化器	165
6.11	基于晶体管的负氧离子发生器	166
6.12	基于 YH5552 的健身器电动机电子控制器	167
6.13	基于 NE555 的医用理疗呼吸机控制器	169
6.14	基于 NE555 的体温计甩表器	170
6.15	基于 TWH8778 的自动干手器	171
6.16	基于 NE555 的自动干手器	172
第 7 章	实用家用电器电动机控制线路	174
7.1	基于 DZS-01 的电风扇电动机电子控制器	174
7.2	基于 HS0315 的全功能红外遥控冷暖风机控制器	175
7.3	基于 HS8206BA4KL 的多功能遥控电风扇控制器	178
7.4	基于 HS8207BA4KL 的双摆头遥控电风扇控制器	179
7.5	基于 SM6131 的吊风扇与照明综合控制器	181
7.6	基于 TL431 的煤气泄漏报警器	184
7.7	基于 LS7310/13 的交流通用电动机速度控制器	185
7.8	基于 MLX90804 的交流通用电动机调速器	186
7.9	基于 MLX90805 的交流通用电动机智能 Triac 控制器	187
7.10	基于 CD4027 的盥洗室门控开关控制器	189
7.11	基于 CD4013 的盥洗室门控开关控制器	190
7.12	基于 74HC14 的换气扇延时开关控制器	191
7.13	基于 NE555 的换气扇延时开关控制器	192

7.14	基于 NE555 的光控自动窗帘控制器	193
7.15	基于 NE555 的电动窗帘控制器	194
7.16	基于 CD4017 的电动窗帘控制器	195
7.17	基于 HY988 的无线遥控电动窗帘控制器	196
7.18	基于 NE555 的模拟自然风控制器 (一)	198
7.19	基于 NE555 的模拟自然风控制器 (二)	199
7.20	基于 NE555 的模拟自然风控制器 (三)	200
7.21	基于 BH-SK-Ⅲ 的洗衣机电子程控器	201
7.22	基于 NE555 的电风扇电子调速器	202
7.23	基于 CD4017 的电风扇电子调速器	203
7.24	基于 CS7232 的电风扇电子调速器	204
7.25	基于 NE555 的温控式电风扇调速器	205
7.26	基于 5G7232 的触摸式电风扇调速器	206
7.27	基于 LC906 的吊扇电子调速器	207
7.28	基于 NE555 的吊扇电子调速器	208
7.29	基于 NE555 的吊扇电子定时器	209
7.30	基于 CD4069 的水位自动控制器	210
7.31	基于 NE555 的电风扇防触伤控制器	211
7.32	基于晶体管的磁控玩具坦克控制器	212
7.33	基于 TL072 的光控自动窗帘控制器	213
第 8 章 实用工矿器械电动机控制线路		215
8.1	基于 CD4017 的汽车雨刷控制器	215
8.2	基于 N3555 的汽车雨刷控制器 (一)	216
8.3	基于 N3555 的汽车雨刷控制器 (二)	217
8.4	基于 TWH8751 的汽车雨刷控制器	218
8.5	基于 NE555 的电动自行车电子调速器	219
8.6	基于霍尔传感器的电动缝纫机空载节能器	220
8.7	基于晶体管的织布机节电控制器 (一)	221
8.8	基于晶体管的织布机节电控制器 (二)	223
8.9	基于晶体管的矿用煤电钻用电控制器	224
8.10	基于 CD4017 的电动机电子调速控制器 (一)	225
8.11	基于 CD4017 的电动机电子调速控制器 (二)	226
8.12	基于 NE555 的电动机电子调速控制器 (一)	227
8.13	基于 NE555 的电动机电子调速控制器 (二)	228
8.14	基于 RCM-1A 的电动机遥控调速控制器	229
8.15	基于 MF1003 的工业燃油炉控制器	230
8.16	基于 MC14011 的液位自动控制器	231
8.17	基于 HU9905 的液位自动控制器	233
8.18	基于晶体管的液位自动控制器	234

8.19	基于接触器的液位自动控制器·····	235
8.20	基于晶体管的电子式气压开关·····	236
8.21	基于 TWH8778 的整经机自控节能器 ·····	237
8.22	基于晶体管的加热磁力搅拌器·····	239
8.23	基于接触器的卷扬机自动限位控制器·····	241
第 9 章	实用农业器械电动机控制线路·····	242
9.1	基于 NE555 的禽蛋自动孵化器·····	242
9.2	基于 NE555 的鱼类养殖用增氧控制器·····	243
9.3	基于 NE556 的鱼类孵化池控制器·····	245
9.4	基于 NE555 的自动投料控制器·····	246
9.5	基于 ZH-3 的温度控制器 ·····	247
9.6	基于 NE555 的温度、湿度自动控制器·····	249
9.7	基于 NE555 的自动喷灌控制器·····	250
9.8	基于 CD4069 的自动喷灌控制器 ·····	251
9.9	基于晶体管的自动喷灌控制器 ·····	252
9.10	基于接触器的排灌站集中控制器·····	253
9.11	基于 TWH8778 的农田排灌控制器 ·····	254
9.12	基于接触器的农用潜水泵防盗报警器·····	256
9.13	基于 TWH8778 的排灌电动机自动保护器 ·····	257
9.14	基于接触器的排灌电动机自动保护器·····	258
9.15	基于接触器的秸秆饲料粉碎机控制器·····	259
9.16	基于 NE555 的农用自动供水器（一） ·····	260
9.17	基于 NE555 的农用自动供水器（二） ·····	261
9.18	基于接触器的农用自动供水器（一）·····	262
9.19	基于接触器的农用自动供水器（二）·····	264
9.20	基于接触器的农用自动供水器（三）·····	265
	参考文献·····	267



第 1 章

实用三相异步电动机控制线路

本章以国际电工委员会（IEC）制定的标准及我国的电气技术国家标准为依据，收集整理了三相异步电动机领域常用的实用控制线路，包括三相异步电动机的启动、调速、制动以及顺序控制、行程控制和多地控制等实用控制线路。每个电路均详细地介绍了电路结构、工作原理及安装与调试方法，具有电路新颖、实用性强、易于制作的特点。

1.1 基于接触器的点动正转控制线路

利用接触器构成的点动正转控制线路如图 1-1 所示，该线路具有电动机点动控制和短路保护功能，而且可实现远距离的自动控制，常用于电动葫芦的起重电动机控制和车床拖板箱快速移动电动机控制。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-1 可知，该接触器点动正转控制线路主电路由组合开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM 主触头和三相异步电动机 M 组成；控制电路由熔断器 FU2、按钮 SB 和接触器 KM 线圈组成。对应电气元件作用和选型如表 1-1 所示。

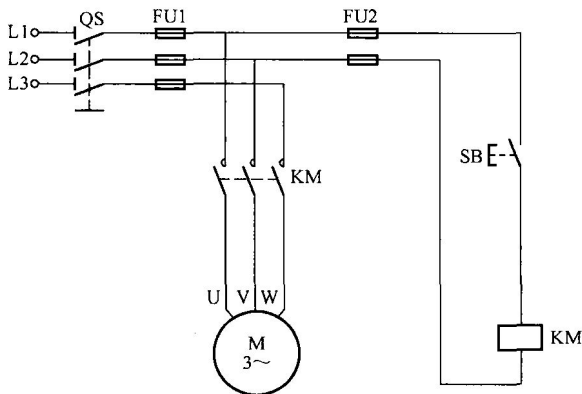


图 1-1 基于接触器的点动正转控制线路

表 1-1

电气元件作用和选型

序号	符号	名 称	型 号	规 格	作 用
1	QS	组合开关	HZ10-25/3	25A、三极	电源开关
2	FU1	熔断器	RL1-60/25	25A、500V	主电路短路保护
3	FU2	熔断器	RL1-15/2	2A、500V	控制电路短路保护
4	KM	交流接触器	CJ10-20	20A、380V	控制电动机电源
5	SB	按钮	LA10-3H	绿色	点动按钮
6	M	三相异步电动机	Y112M-4	4kW、8.8A、1440r/min	拖动

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该点动正转控制线路。当需要电动机 M 启动运转时，按下其点动按钮 SB，接触器 KM 得电吸合，其主触头闭合接通电动机 M 的三相电源，电动机 M 通电运转。

当需要电动机 M 停止运转时，松开其点动按钮 SB，接触器 KM 失电释放，其主触头处于断开状态，切断电动机 M 的三相电源，电动机 M 失电停转。

三、安装与调试

本例介绍的三相异步电动机点动正转控制线路电路简单，安装调试方便。进行调试时，按照原理图核实无误后，将组合开关 QS 置于闭合状态，按下点动按钮 SB，此时配电盘内的接触器 KM 线圈得电吸合，若按着点动按钮 SB 不放，则接触器 KM 应一直处于吸合状态；当松开点动按钮 SB 时，接触器 KM 断电释放。同时观察三相异步电动机 M 运转情况，若三相异步电动机 M 运转正常，则电路调试结束。

1.2 基于接触器的连续正转控制线路

利用接触器构成的连续正转控制线路如图 1-2 所示，该线路具有电动机连续正转控制、

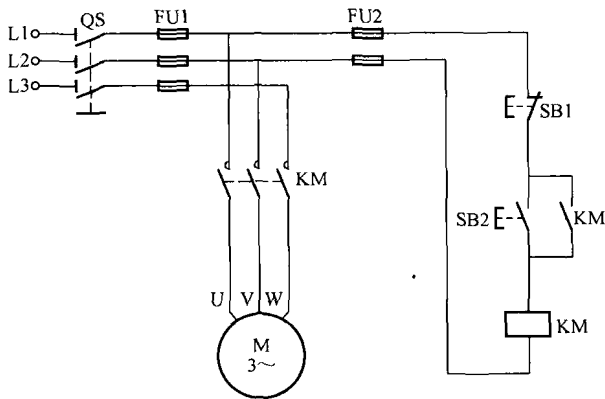


图 1-2 基于接触器的连续正转控制线路

欠电压和失压（或零压）保护功能，是各种机床电气控制线路的基本控制线路。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-2 可知，该接触器连续正转控制线路主电路由组合开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM 主触头和三相异步电动机 M 组成；控制电路由熔断器 FU2、按钮 SB1、按钮 SB2、接触器 KM 线圈及辅助动合触头组成。对应电气元件作用和选型如表 1-2 所示。

表 1-2

电气元件作用和选型

序号	符号	名 称	型 号	规 格	作 用
1	QS	组合开关	HZ10-25/3	25A、三极	电源开关
2	FU1	熔断器	RL1-60/25	25A、500V	主电路短路保护
3	FU2	熔断器	RL1-15/2	2A、500V	控制电路短路保护
4	KM	交流接触器	CJ10-20	20A、380V	控制电动机电源
5	SB1	按钮	LA10-3H	红色	停止按钮
6	SB2	按钮	LA10-3H	绿色	启动按钮
7	M	三相异步电动机	Y112M-4	4kW、8.8A、1440r/min	拖动

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该连续正转控制线路。当需要电动机 M 启动运转时，按下其启动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合，其主触头闭合接通电动机 M 的三相电源，电动机 M 得电启动运转。同时，接触器 KM 辅助动合触头闭合自锁，即启动按钮 SB2 松开后，接触器 KM 仍能通电吸合，使电动机 M 连续运转。

当需要电动机 M 停止运转时，按下其停止按钮 SB1，接触器 KM 失电释放，其主触头和辅助动合触头均处于断开状态，从而切断电动机 M 的电源，电动机 M 失电停转。

此外，根据接触器工作原理可知，在电动机正常运行时，当线路电压下降至某一数值或突然停电时，接触器线圈两端的电压随之下降或为零压，使接触器线圈磁通减弱或消失，产生的电磁吸力减小。当电磁吸力减小到小于反作用弹簧的拉力时，动铁心被迫释放，主触头和自锁触头同时分断，自动切断主电路和控制电路，电动机失电停转，从而实现欠电压和失

压（或零压）保护功能。当线路电压重新恢复正常时，由于接触器主触头 and 自锁触头均处于断开状态，故电动机不能自行启动运转，保证了人身和设备的安全。

三、安装与调试

本例介绍的三相异步电动机自锁正转控制线路安装与调试方法与图 1-1 所示的点动正转控制线路基本相同，在此不再赘述。值得注意的是，该控制线路容易出现故障的电气元件为接触器 KM 和电动机 M。当接触器 KM 自锁触头出现故障时，电动机由自锁正转控制转变为点动正转控制。

1.3 基于接触器的具有过载保护的连续正转控制线路

利用接触器构成的具有过载保护的连续正转控制线路如图 1-3 所示，该线路具有电动机连续正转控制、欠电压和失压（或零压）、短路、过载保护等功能，是电动机连续正转控制的典型实用电路。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-3 可知，该具有过载保护的连续正转控制线路电路结构与图 1-2 所示的连续正转控制线路基本相同，不同之处在主电路和控制电路中分别串接了热继电器 KR 热元件和热继电器 KR 辅助动断触头。对应电气元件作用和选型如表 1-3 所示。

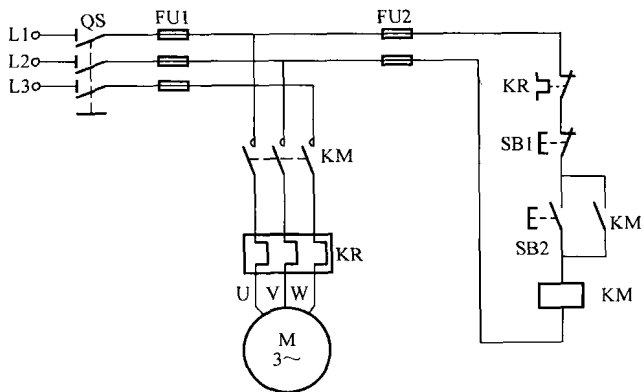


图 1-3 基于接触器的具有过载保护的连续正转控制线路

表 1-3

电气元件作用和选型

序号	符号	名称	型号	规格	作用
1	QS	组合开关	HZ10-6/3	6A、三极	电源开关
2	FU1	熔断器	RL1-60/6	6A、500V	主电路短路保护
3	FU2	熔断器	RL1-15/2	2A、500V	控制电路短路保护
4	KM	交流接触器	CJX1-09	9A、380V	控制电动机电源
5	KR	热继电器	JRS1D-25	1.6~2.5A	电动机过载保护
6	SB1	按钮	LA19-22	红色	停止按钮
7	SB2	按钮	LA19-22	绿色	启动按钮
8	M	三相异步电动机	Y801-4	0.55kW、1.6A、1390r/min	拖动

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该具有过载保护的连续正转控制线路。当需要电动机 M 启动运转时，按下其启动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，其主触头闭合接通电动机 M 的三相电源，电动机 M 启动连续运转。

当需要电动机 M 停止运转时，按下其停止按钮 SB1，接触器 KM 失电释放，其主触头和辅助动合触头均处于断开状态，从而切断电动机 M 的电源，电动机 M 失电停转。

热继电器 KR 可实现电动机 M 的过载保护功能。当电动机 M 在运行中过载时，流过电动机 M 绕组的电流增大，即流过热继电器 KR 热元件的电流增大，热继电器 KR 热元件的

发热量增加，当增加的发热量达到整定值时，热继电器 KR 中热膨胀系数不同的双金属片变形弯曲，使其辅助动断触头处于断开状态，接触器 KM 失电释放，其主触头断开，切断电动机 M 的电源，电动机 M 停止运行，从而实现电动机 M 的过载保护。热继电器 KR 动作后，经一段时间冷却可自动复位或经手动复位。其动作电流的调节可通过旋转凸轮旋钮于不同位置来实现。

三、安装与调试

本例介绍的连续正转控制线路具有工作可靠、保护功能强等特点。其安装与调试方法与图 1-1 所示的点动正转控制线路基本相同。进行过载保护调试时，先将热继电器 KR 电流调节刻度设定在远小于电动机额定电流值，启动电动机，若热继电器 KR 保护动作，说明热继电器 KR 功能正常，再将热继电器 KR 电流调节刻度设定在与电动机额定电流值相同即可。

1.4 基于接触器的连续与点动混合正转控制线路

利用接触器构成的连续与点动混合正转控制线路如图 1-4 所示，该电路具有电动机连续正转控制和电动机点动控制双重功能，适用于需要试车或调整刀具与工件相对位置的机床。

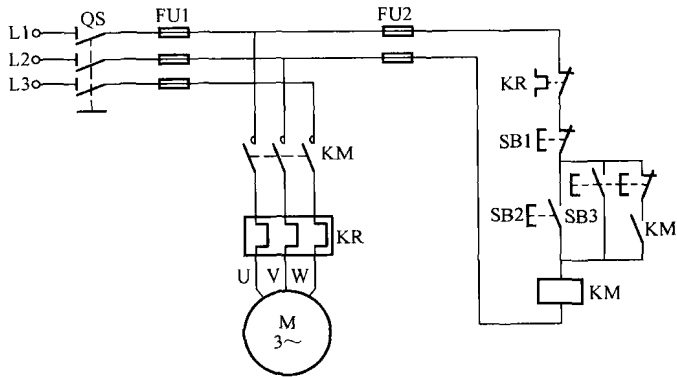


图 1-4 基于接触器的连续与点动混合正转控制线路

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-4 可知，该接触器连续与点动混合正转控制线路主电路由组合开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM 主触头、热继电器 KR 热元件和三相异步电动机 M 组成；控制电路由熔断器 FU2、热继电器 KR 辅助动断触头、按钮 SB1~SB3、接触器 KM 线圈及其辅助动合触头组成。对应电气元件作用和选型如表 1-4 所示。

表 1-4 电气元件作用和选型

序号	符号	名 称	型 号	规 格	作 用
1	QS	组合开关	HZ10-10/3	10A、三极	电源开关
2	FU1	熔断器	RL1-60/10	10A、500V	主电路短路保护
3	FU2	熔断器	RL1-15/2	2A、500V	控制电路短路保护
4	KM	交流接触器	CDC10-10	10A、380V	控制电动机电源
5	KR	热继电器	JR36-20	2.2~3.5A	电动机过载保护
6	SB1	按钮	LAY3	红色	停止按钮
7	SB2	按钮	LAY3	绿色	启动按钮
8	SB3	按钮	LAY3	黑色或蓝色	点动按钮
9	M	三相异步电动机	Y90L-6	1.1kW、3.2A、910r/min	拖动

二、工作原理

电路通电后,组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该接触器连续与点动混合正转控制线路。当需要电动机 M 连续运转时,按下其连续运转启动按钮 SB2,接触器 KM 得电吸合并自锁,其主触头闭合接通电动机 M 的电源,电动机 M 通电连续运转。

当需要电动机 M 停止运转时,按下其停止按钮 SB1,切断接触器 KM 线圈回路电源,接触器 KM 失电释放,主电路中接触器 KM 主触头断开,电动机 M 停止运转。

当需要对电动机 M 进行点动控制时,按下点动按钮 SB3,其动断触头和动合触头分别处于断开和闭合状态。其动合触头闭合接通接触器 KM 线圈回路的电源,接触器 KM 得电吸合,其主触头接通电动机 M 的电源,电动机 M 启动运转。同时 SB3 的动断触头处于断开状态,接触器 KM 辅助动合触头不能实现自锁功能。当松开点动按钮 SB3 时,接触器失电释放,电动机 M 失电停止运转,即实现点动控制功能。

三、安装与调试

本例介绍的连续与点动混合正转控制线路调试方法与前面介绍的调试方法基本相同。进行安装时,检验电气元件的质量是否合格后,在正确识读原理图的基础上,绘制布置图和接线图并进行布线和套编码套管,经确认无误后可通电试车。值得注意的是,电动机及按钮的金属外壳必须可靠接地,且电源进线应接在熔断器的下接线座,出线则应接在上接线座。

1.5 基于接触器联锁的正、反转控制线路

利用接触器联锁构成的正、反转控制线路如图 1-5 所示,该线路具有电动机正、反转控制、过电流保护和过载保护等功能,常用于功率大于 3kW 的电动机正、反转控制,对于小于 3kW 的电动机正、反转的控制则采用转换开关控制,在此不作介绍,请读者参阅相关文献资料。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-5 可知,该接触器联锁的正、反转控制线路主电路由组合开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM1、KM2 主触头、热继电器 KR 热元件和三相异步电动机 M 组成;控制电路由熔断器 FU2、热继电器 KR 辅助动断触头、按钮 SB1~SB3、接触器 KM1、KM2 线圈及其辅助动合触头和辅助动断触头组成。对应电气元件作用和选型如表 1-5 所示。

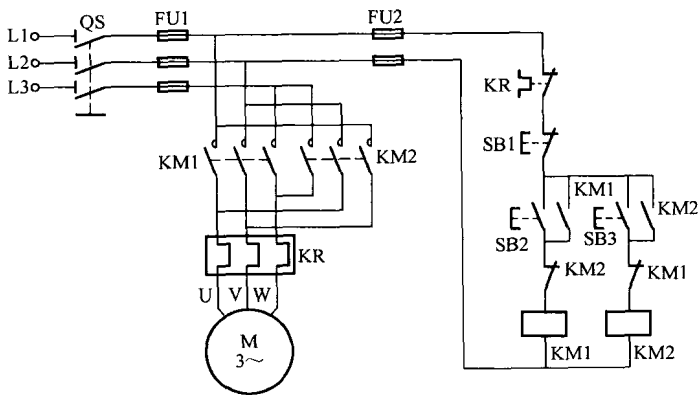


图 1-5 基于接触器联锁的正、反转控制线路

表 1-5

电气元件作用和选型

序号	符号	名 称	型 号	规 格	作 用
1	QS	组合开关	HZ10-25/3	25A、三极	电源开关
2	FU1	熔断器	RL1-60/25	25A、500V	主电路短路保护
3	FU2	熔断器	RL1-15/2	2A、500V	控制电路短路保护
4	KM1、KM2	交流接触器	CJ10-20	20A、380V	控制电动机电源
5	KR	热继电器	JR16-20/3	20A、整定电流 8.8A	电动机过载保护
6	SB1~SB3	按钮	LA10-3H	红色、绿色、蓝色	控制按钮
7	M	三相异步电动机	Y112M-4	4kW、8.8A、1440r/min	拖动

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该接触器联锁正、反转控制线路。当需要电动机 M 正向运转时，按下其正转启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其辅助动断触头断开，切断接触器 KM2 线圈回路的电源，实现接触器 KM1 和接触器 KM2 联锁控制；同时其主触头闭合接通电动机 M 正转电源，电动机 M 正向启动运转。

当需要电动机 M 反向运转时，按下反转启动按钮 SB3，接触器 KM2 得电吸合并自锁，其辅助动断触头断开，切断接触器 KM1 线圈回路的电源，实现接触器 KM1 和接触器 KM2 联锁控制；同时其主触头接通电动机 M 反转电源，电动机 M 反向启动运转。

三、安装与调试

本例介绍的接触器联锁正、反转控制线路的优点是工作安全可靠，缺点是电动机从正转变为反转时，必须先按下停止按钮后，才能按反转启动按钮，否则由于接触器的联锁作用，不能实现反转。进行安装时，检验电气元件的质量是否合格后，在正确识读原理图的基础上，绘制布置图和接线图并进行布线和套编码套管，经确认无误后可通电试车。通电试车时，应先合上组合开关 QS，再按下按钮 SB1 及 SB2（或 SB3），观察控制是否正常，并在按下按钮 SB2 后再按下按钮 SB3，观察有无联锁作用。

1.6 基于按钮联锁的正、反转控制线路

利用按钮联锁构成的正、反转控制线路如图 1-6 所示，该线路也具有电动机正、反转控制、过电流保护和过载保护等功能，且可克服接触器联锁正、反转控制操作不便的缺点。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-6 可知，该按钮联锁的正、反转控制线路电路结构及电气元件选型与图 1-5 所示的接触器联锁正、反转控制线路基本相同，不同之处在于控制电路中将正转按钮 SB2 和反转按钮 SB3 换成两个 LA19-11 型复合按钮，并使两个复合按钮的动断触头代替接触器 KM1、KM2 的联锁触头。

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该按钮联锁正、反转控制线路。当需要电动机 M 正向运转时，按下其正转启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触头闭合接通电动机 M 的正转电源，电动机 M 正向运转。同时 SB2 的动断触头处于断开状

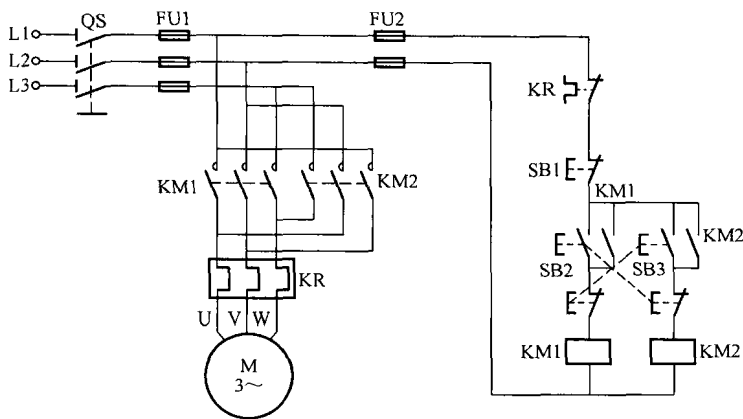


图 1-6 基于按钮联锁的正、反转控制线路

态，切断接触器 KM2 线圈回路电源，从而实现接触器 KM1 与接触器 KM2 的联锁控制。当需要电动机 M 停止运转时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM1 失电释放，电动机 M 停止运转。当需要电动机 M 反转时，按下反转启动按钮 SB3，其控制过程与电动机 M 正转控制过程相同，请读者自行分析。

此外，基于按钮联锁的正、反转控制线路还可将电动机 M 由当前的运转状态不需按停止按钮 SB1，而直接按下它的反方向启动按钮改变它的运转方向。例如，当电动机 M 当前状态为反转时，若需要电动机 M 正转，则可直接按下正转启动按钮 SB2，此时串接在接触器 KM2 线圈回路的 SB2 动断触头断开，切断接触器 KM2 线圈回路的电源，使接触器 KM2 失电释放，电动机 M 停止反转。然后，接触器 KM1 得电吸合并自锁，电动机 M 正向启动运转。

三、安装与调试

本例介绍的按钮联锁正、反转控制线路的优点是操作方便，缺点是容易产生电源两相短路故障。例如，当正转接触器 KM1 发生主触头熔焊或被杂物卡住等故障时，即使接触器 KM1 失电，主触头也处于闭合状态，这时若直接按下反转启动按钮 SB3，接触器 KM2 得电吸合，其主触头处于闭合状态。此时必然造成电源两相短路故障，所以采用此线路工作时存在安全隐患。进行安装时，组合开关、熔断器的受电端子应安装在控制板的外侧；元件排列要整齐、间距合理，且便于元件的更换；紧固电气元件时用力要均匀，紧固程度适当。

1.7 基于按钮、接触器双重联锁的正、反转控制线路

利用按钮、接触器双重联锁构成的正、反转控制线路如图 1-7 所示，该线路也具有电动机正、反转控制、过电流保护和过载保护等功能，且可克服接触器联锁正、反转控制线路和按钮联锁正、反转控制线路的不足。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-7 可知，该按钮、接触器双重联锁的正、反转控制线路电路结构及电气元件选型也与图 1-5 所示的接触器联锁正、反转控制线路基本相同。为克服接触器联锁正、反转控制线路和按钮联锁正、反转控制线路的不足，在按钮联锁的基础上，又增加了接触器联锁，从而实现按钮、接触器双重联锁功能。

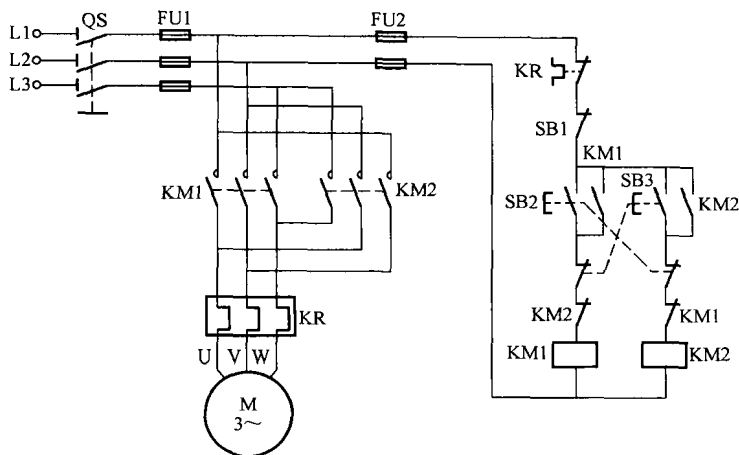


图 1-7 基于按钮、接触器双重联锁的正、反转控制线路

二、工作原理

电路通电后，组合开关 QS 将 380V 的三相电源引入该按钮、接触器双重联锁正、反转控制线路。当需要电动机 M 正向运转时，按下其正转启动按钮 SB2，其动断触头先分断实现对接触器 KM2 的联锁控制，随后按钮 SB2 的动合触头闭合，接触器 KM1 得电吸合并自锁，主电路中 KM1 主触头闭合，接通电动机 M 正转电源，电动机 M 启动连续正转。同时，接触器 KM1 联锁触头分断与按钮 SB2 动断触头一起实现对接触器 KM2 双重联锁控制。当需要电动机 M 反向运转时，按下反转启动按钮 SB3，其控制过程与电动机 M 正转控制过程相同，请读者自行分析。

当需要电动机 M 停止运转时，按下其停止按钮 SB1，切断控制线路供电回路，接触器 KM1 或 KM3 失电释放，电动机 M 失电停止运转。

三、安装与调试

本例介绍的按钮、接触器双重联锁正、反转控制线路安装与调试可参照按钮和接触器联锁正、反转控制线路进行。此外，该控制线路导线规格为：动力电路采用 BV1.5mm² 和 BVR1.5mm²（黑色）塑铜线，控制电路采用 BVR1mm²（红色）塑铜线，接地线采用 BVR（截面积至少 1.5mm²）（黄绿双色）塑铜线。

1.8 基于行程开关的行程控制线路

利用行程开关构成的行程控制线路如图 1-8 所示，该电路常用于生产机械运动部件的行程、位置限制，如在摇臂钻床、万能铣床、镗床、桥式起重机及各种自动或半自动控制机床设备中运动部件的控制。

一、电路结构及主要电气元件作用

由图 1-8 可知，该行程控制线路主电路由组合开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM1、KM2 主触头、热继电器 KR 热元件和三相异步电动机 M 组成；控制电路由熔断器 FU2、热继电器 KR 辅助动断触头、按钮 SB1~SB3、行程开关 ST1、ST2、接触器 KM1、KM2 线圈及其辅助动合、动断触头组成。对应电气元件作用和选型如表 1-6 所示。