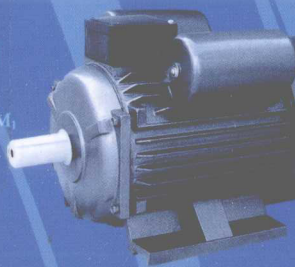
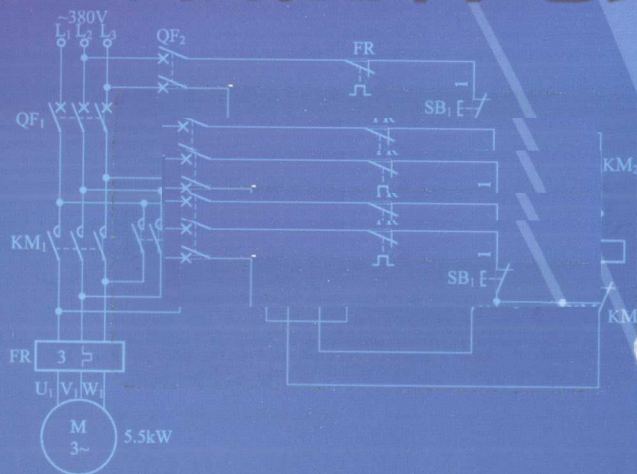


黄师傅教你学

电动机控制电路



黄海平 编著



科学出版社
www.sciencepress.com

黄师傅教你学 电动机控制电路

黄海平 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书将 70 个电动机控制电路精粹集中到一起,每一个电路实例都包括带文字注释的电气原理图、带对应实物图片的电气原理图、电气原理分析、电路的逻辑代数表达式、电路器件动作简述、电气元件作用表、元器件安装排列图及端子图、按钮接线图、接线端子连线详解、电路调试及常见故障排除等内容。

本书内容丰富、图文并茂、知识涵盖面广、电路分析详尽易懂,是一本电工人员不可多得的学习用书,也是一本详尽的电动机控制电路应用、安装、制作、维修的工具书。

本书可供各大院校电工、电子、自动化及相关专业的师生参考阅读,也可作为电工、电子从业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

黄师傅教你学电动机控制电路/黄海平编著. —北京:科学出版社,2010

ISBN 978-7-03-027525-7

I. 黄… II. 黄… III. 电动机-控制电路 IV. TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 084277 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:郝恩誉

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>

北京天竺彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 7 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2010 年 7 月第一次印刷 印张: 14 插页 2

印数: 1—5 000 字数: 430 000

定 价: 28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

电动机控制电路是每一个电工人员都必须掌握的专业知识。为了能帮助电工人员轻松、快速地读懂电动机控制电路图,不仅仅局限于书本上的理论知识,而是通过理论与实物相对应且直观的图片作为“立体”感性认识,作者编写了这本图文并茂、深入浅出、原理详尽、看得懂、学得会的《黄师傅教你学电动机控制电路》一书,一定能使电工人员在阅读中受益。

本书风格独特且有新意,每一个实例都包括带文字注释的电气原理图、带对应实物图片的电气原理图、深入浅出的电气原理分析、电路的逻辑代数表达式、电路器件动作简述、电气元件作用表、元器件安装排列图及端子图、按钮实际接线、按钮实物接线、接线端子连线详解、电路调试及常见故障排除方法等。可谓较全面、多方位地对每一控制电路实例进行了“立体”分析讲解,除了能让电工人员在短时间内快速掌握电动机控制电路,还重点灌输电路的“变通”,达到举一反三、事半功倍的效果,使每一个电工人员都能既懂电气原理,又能自行安装、制作、调试、维修电气设备,在所从事的电气专业中脱颖而出,成为电工高手。

本书内容丰富、图文并茂、知识涵盖面广、电路分析详尽易懂,是一本电工人员不可多得的学习用书,也是一本比较详尽的电动机控制电路应用、安装、制作、维修的工具书。

参加本书编写的还有黄鑫、李志平、李燕、黄海静、李雅茜等同志,黄鑫同志还担当本书的绘图及图片拍摄工作,山东威海山花地毯集团公司的李燕同志担当前期文字录入工作,山东威海照相器材有限公司的苏文广同志为本书图片的整理做了大量的工作,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中错误缺点在所难免,敬请读者批评指正。

中国科普作家协会会员 黄海平

2010年2月于山东威海

目 录

电路 1	往返到位自动延时返回控制电路	1
电路 2	加密控制电路	7
电路 3	用电接点压力表控制增压水罐自动补水	12
电路 4	用电接点压力表配合变频器实现供水恒压调速	17
电路 5	采用两只中间继电器控制的水位控制电路	24
电路 6	变频器控制电动机正反转调速电路	31
电路 7	单向起动、停止电路	37
电路 8	采用安全电压控制电动机起停电路	44
电路 9	单向点动控制电路	52
电路 10	带热继电器过载保护的点动控制电路	57
电路 11	具有起动、停止、点动混合电路(一)	62
电路 12	具有起动、停止、点动混合电路(二)	68
电路 13	具有起动、停止、点动混合电路(三)	75
电路 14	多台电动机预选起动控制电路	83
电路 15	电动机多地控制电路	92
电路 16	只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆点动控制电路	97
电路 17	只有按钮互锁的可逆点动控制电路	103
电路 18	只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆起停控制电路	109
电路 19	只有按钮互锁的可逆起停控制电路	114
电路 20	接触器、按钮双互锁可逆起停控制电路	119
电路 21	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	124
电路 22	自动往返循环控制电路(一)	129
电路 23	自动往返循环控制电路(二)	136
电路 24	用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制电路	142
电路 25	JZF 型正反转自动控制器应用电路	149
电路 26	防止相间短路的正反转控制电路(一)	154

电路 27	防止相间短路的正反转控制电路(二)	160
电路 28	利用转换开关预选的正反转起停控制电路	166
电路 29	具有三重互锁保护的 正反转控制电路	171
电路 30	可逆点动与 起动混合控制电路	176
电路 31	卷扬机控制电路(一)	182
电路 32	卷扬机控制电路(二)	187
电路 33	两台电动机联锁控制电路(一)	192
电路 34	两台电动机联锁控制电路(二)	200
电路 35	短暂停电自动再起 动电路(一)	207
电路 36	短暂停电自动再起 动电路(二)	213
电路 37	电动机间歇运行控制电路(一)	220
电路 38	电动机间歇运行控制电路(二)	227
电路 39	效果理想的顺序自动控制电路	234
电路 40	用一只按钮控制电动机起停电路	241
电路 41	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	247
电路 42	单按钮控制电动机正反转起停电路	253
电路 43	电动机固定转向控制电路	261
电路 44	单线远程正反转控制电路	266
电路 45	低速脉动控制电路	272
电路 46	交流接触器低电压情况下起 动电路	277
电路 47	电动机的加密控制电路	282
电路 48	多条皮带运输原料控制电路	286
电路 49	定子绕组串联电阻起 动自动控制电路(一)	291
电路 50	定子绕组串联电阻起 动自动控制电路(二)	298
电路 51	手动串联电阻起 动控制电路(一)	303
电路 52	手动串联电阻起 动控制电路(二)	308
电路 53	手动 Y- Δ 降压起 动控制电路	314
电路 54	用两只接触器完成 Y- Δ 降压起 动自动控制电路	320
电路 55	采用三只接触器完成 Y- Δ 降压起 动自动控制电路	326
电路 56	自耦变压器自动控制降压起 动电路	331
电路 57	自耦变压器手动控制降压起 动电路	337
电路 58	延边三角形降压起 动自动控制电路	343
电路 59	频敏变阻器起 动控制电路	350

电路 60	直流能耗制动控制电路	366
电路 61	单管整流能耗制动控制电路	373
电路 62	电磁抱闸制动控制电路	381
电路 63	改进的电磁抱闸制动电路	388
电路 64	半波整流单向能耗制动控制电路	393
电路 65	半波整流可逆能耗制动控制电路	398
电路 66	全波整流单向能耗制动控制电路	404
电路 67	全波整流可逆能耗制动控制电路	410
电路 68	简单实用的可逆能耗制动控制电路	416
电路 69	单向运转反接制动控制电路	422
电路 70	双向运转反接制动控制电路	429
参考文献		437

电路 1 往返到位自动延时返回控制电路

1. 电气原理图

在自动往返控制电路中,有时需运物车到达某地作一段延时后又自动起动运转,而达到另一地后又作一段延时,再自动返回另一地,往返循环工作,其电路如图 1 所示。图 1 中,指示灯 HL₁ 为过载指示;HL₂ 为电源兼停止指示;HL₃ 为正转运转指示;HL₄ 为反转运转指示。

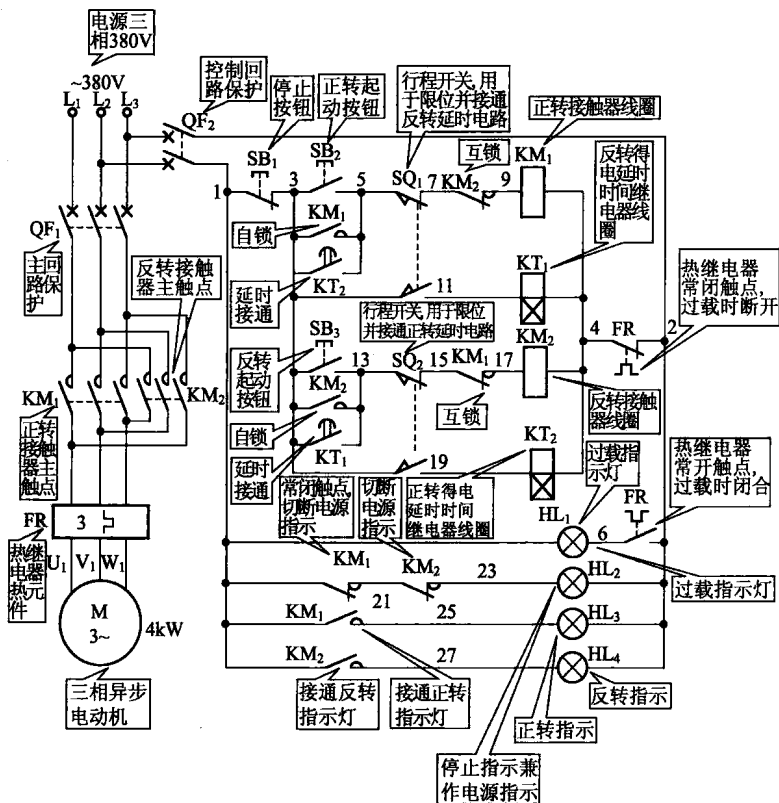


图 1 往返到位自动延时返回控制电路电气原理图

2. 电气原理分析

合上控制回路断路器 QF₂, 电源指示灯 HL₂ 亮, 说明电源正常。

此时, 按下正转起动按钮 SB₂ (3-5), 接触器 KM₁ 线圈得电吸合并自锁, 电动机 M 正向起动运转, 同时电源指示灯 HL₂ 灭, 正转工作指示灯

HL₃ 亮。运物车由甲地向乙地运行,到达乙地后,行程开关 SQ₁ 被撞压,其常闭触点(5-7)断开,使接触器 KM₁ 失电释放,电动机失电停转。此时指示灯 HL₃ 灭,HL₂ 亮。

运物车到达乙地后,行程开关 SQ₁ 的常开触点(3-11)闭合,使通电延时时间继电器 KT₁ 得电吸合。KT₁ 经一段延时(即运物车在乙地停留时间),其延时闭合的触点闭合(3-13),使接触器 KM₂ 线圈得电吸合并自锁,电动机 M 反转起动运转,同时指示灯 HL₂ 灭,反转指示灯 HL₄ 亮,运物车从乙地向甲地运行,当运物车向相反方向运行,离开行程开关 SQ₁ 时,行程开关 SQ₁ 复位,为下一次限位做准备工作。

运物车到达甲地后,行程开关 SQ₂ 被撞压,其常闭触点(13-15)断开,使接触器 KM₂ 失电释放,电动机 M 失电停转,指示灯 HL₄ 灭,HL₂ 亮。SQ₂ 的常开触点(3-19)闭合,使通电延时时间继电器 KT₂ 得电吸合。KT₂ 经延时(即运物车在甲地停留时间),其延时闭合的触点(3-5)闭合,使接触器 KM₁ 得电吸合并自锁。电动机起动运转,指示灯 HL₂ 灭,HL₃ 亮,电动机又正转运转,运物车再次向乙地运行,当运物车向相反方向运行,离开行程开关 SQ₂ 时,行程开关 SQ₂ 复位,为下一次限位做准备工作。

若反向起动运行,则应按下反转起动按钮 SB₃ (3-13),使 KM₂ 得电吸合,其控制过程与正向起动运行相同。

3. 故障分析

当电动机出现过载时,热继电器 FR 常闭触点断开,切断了控制电路使其停止工作;同时 FR 常开触点闭合,接通了黄色故障报警指示灯 HL₁ 电路,HL₁ 亮,说明电动机已过载了。

4. 逻辑代数表达式

$$KM_{1\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot (SB_2 + KM_1 + KT_2) \cdot \overline{SQ_1} \cdot \overline{KM_2} \cdot \overline{FR}$$

$$KM_{2\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot (SB_3 + KM_2 + KT_1) \cdot \overline{SQ_2} \cdot \overline{KM_1} \cdot \overline{FR}$$

$$KT_{1\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot SQ_1 \cdot \overline{FR}$$

$$KT_{2\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot SQ_2 \cdot \overline{FR}$$

$$HL_1 = QF_2 \cdot FR$$

$$HL_2 = QF_2 \cdot \overline{KM_1} \cdot \overline{KM_2}$$

$$HL_3 = QF_2 \cdot KM_1$$

$$HL_4 = QF_2 \cdot KM_2$$

5. 电路器件动作简述

按 SB_2 , KM_1 吸合自锁, M 正转运转, 运物车由甲地向乙地运行, 到达乙地后, SQ_1 被碰压断开, KM_1 失电释放, M 停止, SQ_1 被碰压闭合, KT_1 吸合并延时, KT_1 延时时间到, KM_2 吸合自锁, M 反转运转, 运物车由乙地向甲地运行, 到达甲地后, SQ_2 被碰压断开, KM_2 失电释放, M 停止, SQ_2 被碰压闭合, KT_2 吸合并延时, KT_2 延时时间到, KM_1 吸合自锁, M 正转运转, 运物车由甲地向乙地运行……重复上述过程。

按 SB_1 , KM_1 或 KM_2 失电释放, M 停止。

按 SB_3 , KM_2 吸合自锁, M 反转运转, 运物车由乙地向甲地运行……其原理相同, 与按 SB_2 运转方向相反。

6. 电气元件作用表

往返到位自动延时返回控制电路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	DZ47-63	20A 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_1	交流接触器	CDC10-10	线圈电压 380V	控制电动机正转电源
4	KM_2	交流接触器	CDC10-10	线圈电压 380V	控制电动机反转电源
5	FR	热继电器	JR36-20	6.8~11A	过载保护
6	KT_1	得电式时间继电器	JS20	电压 380V 180s	延 时
7	KT_2	得电式时间继电器	JS20	电压 380V 180s	延 时
8	SB_1	按钮开关	LA19-11	红 色	停 止
9	SB_2	按钮开关	LA19-11	绿 色	正转起动控制
10	SB_3	按钮开关	LA19-11	绿 色	反转起动控制
11	SQ_1	行程开关	LX19-111	单轮, 内侧, 能复位	正转停, 反转起动
12	SQ_2	行程开关	LX19-111	单轮, 内侧, 能复位	反转停, 正转起动
13	HL_1	指示灯	LD11	黄色 380V	过载指示
14	HL_2	指示灯	LD11	红色 380V	电源兼停止指示
15	HL_3	指示灯	LD11	绿色 380V	正转运转指示
16	HL_4	指示灯	LD11	绿色 380V	反转运转指示
17	M	三相异步电动机	Y160M ₁ -8	4kW 9.9A 720r/min	拖 动

7. 元器件安装排列图及端子图

图 2 所示为元器件安装排列图及端子图。

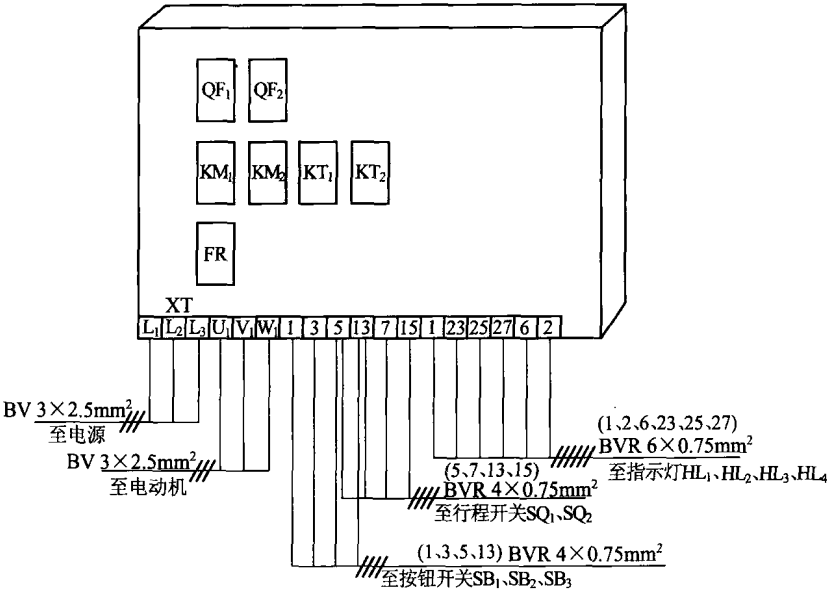


图 2 元器件安装排列图及端子图

从元器件安装排列图及端子图上可以看出，端子排 XT 上共有 18 个接线端子，其中， L_1 、 L_2 、 L_3 为电源引入线，将外部三相 380V 电源接到此处，可采用 3 根 $BV\ 2.5\text{mm}^2$ 导线套管敷设。

U_1 、 V_1 、 W_1 用 3 根 $BV\ 2.5\text{mm}^2$ 导线套管敷设至电动机处。

1、3、5、13 可采用 4 根 $BVR\ 0.75\text{mm}^2$ 导线接至配电箱面板按钮开关 SB_1 、 SB_2 、 SB_3 上；1、2、6、23、25、27 可采用 6 根 $BVR\ 0.75\text{mm}^2$ 导线接至配电箱面板指示灯 HL_1 、 HL_2 、 HL_3 、 HL_4 上；5、7、13、15 可采用 4 根 $BVR\ 0.75\text{mm}^2$ 导线穿管接至行程开关 SQ_1 、 SQ_2 上，并一一正确对应连接。

8. 按钮实际接线

图 3 所示为按钮接线图。

9. 电路实物配套图

图 4 所示为往返到位自动延时返回控制电路实物配套图。

10. 技术数据

JS20 系列晶体管时间继电器技术数据见表 2。

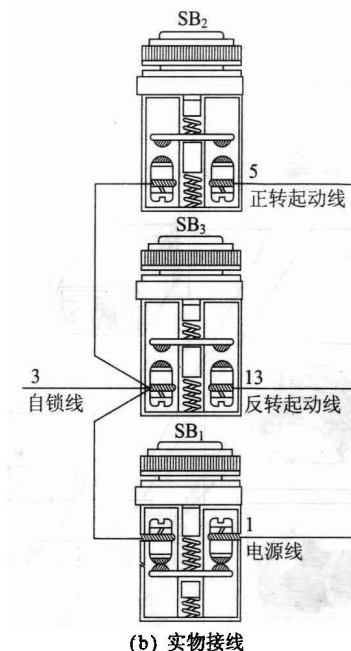
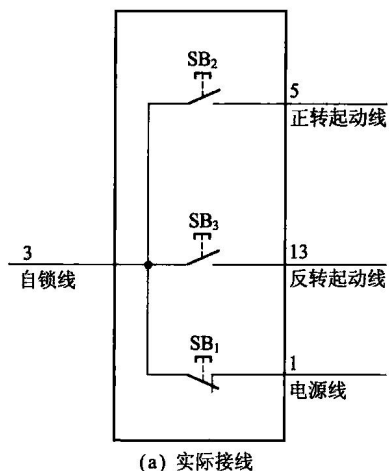


图 3 按钮接线图

表 2 JS20 系列晶体管时间继电器技术数据

型 号	触点数量			延时范围 /s	安装方式
	延时切换触点数量		瞬动切换触点数量		
	通电延时	断电延时			
JS20-□/00	2			0.1~300	装置式
JS20-□/01	2			0.1~300	面板式
JS20-□/02	2			0.1~300	装置式
JS20-□/03	1		1	0.1~300	装置式
JS20-□/04	1		1	0.1~300	面板式
JS20-□/05	1		1	0.1~300	装置式
JS20-□/10	2			0.1~3600	装置式
JS20-□/11	2			0.1~3600	面板式
JS20-□/12	2			0.1~3600	装置式
JS20-□/13	1		1	0.1~3600	装置式
JS20-□/14	1		1	0.1~3600	面板式
JS20-□/15	1		1	0.1~3600	装置式
JS20-□D/00		2		0.1~180	装置式
JS20-□D/01		2		0.1~180	面板式
JS20-□D/02		2		0.1~180	装置式

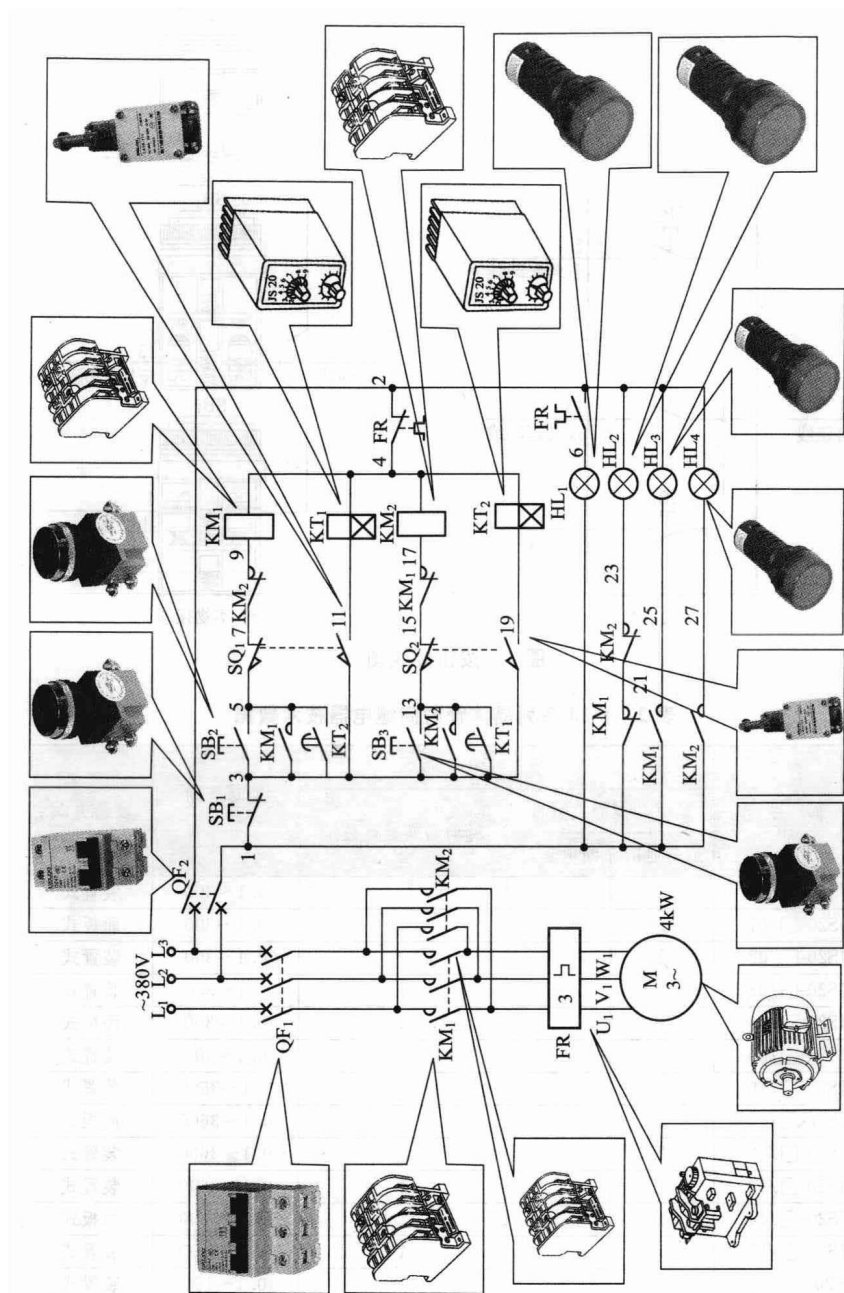


图 4 往返到位自动延时返回控制电路实物配套图

电路 2 加密控制电路

1. 电气原理图

加密控制电路电气原理图如图 5 所示,本电路起动时同时按下两只按钮 SB_2 、 SB_3 ,并按住 3s 以上方可进行起动操作,这样相当于加密控制,以防他人误按起动操作而造成事故。

电路中两只按钮开关 SB_2 、 SB_3 可以分别安装在两个不同地方,以防止他人误按动。图 5 中, HL_1 为电源兼停止指示灯; HL_2 为运转指示灯; HL_3 为过载指示灯。

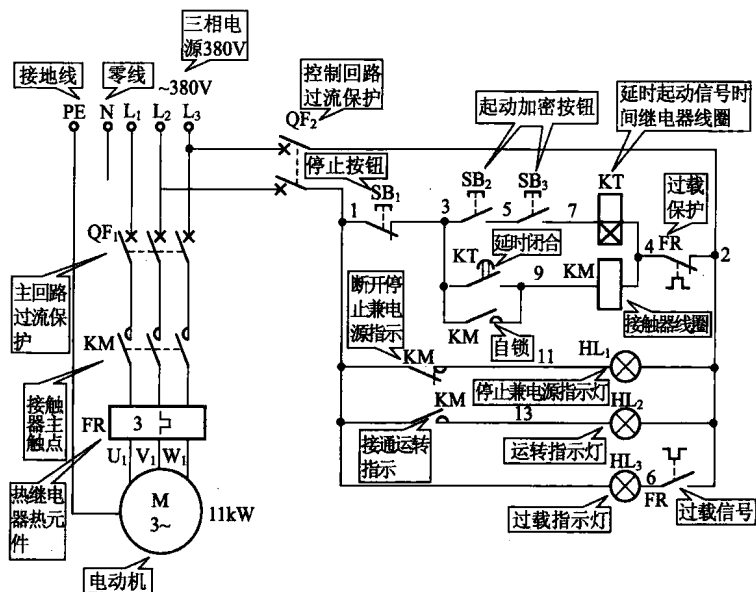


图 5 加密控制电路电气原理图

2. 电气原理分析

起动时,同时按下起动按钮 SB_2 (3-5)、 SB_3 (5-7) 不放手,时间继电器 KT 线圈得电吸合,经延时 3s 后 KT 延时闭合触点 (3-9) 闭合,交流接触器 KM 线圈得电吸合且辅助常开触点 (3-9) 自锁,其三相主触点闭合,电动机得电运转,同时 KM 辅助常闭触点 (1-11) 断开, KM 辅助常开触点 (1-13) 闭合,停止兼电源指示灯 HL_1 灭,运转指示灯 HL_2 亮,说明电动机已运转。

3. 逻辑代数表达式

$$KM_{\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot (KT + KM) \cdot \overline{FR}$$

$$KT_{\text{线圈}} = QF_2 \cdot \overline{SB_1} \cdot SB_2 \cdot SB_3 \cdot \overline{FR}$$

$$HL_1 = QF_2 \cdot \overline{KM}$$

$$HL_2 = QF_2 \cdot KM$$

$$HL_3 = QF_2 \cdot FR$$

4. 电路器件动作简述

长时间(超出 KT 设定延时时间)同时按 SB_2 、 SB_3 ,KT 吸合并延时,延时时间到,KM 吸合自锁,M 运转;松开 SB_2 、 SB_3 ,KT 失电释放。

按 SB_1 ,KM 失电释放,M 停止。

5. 电气元件作用表

加密控制电路电气元件作用表见表 3。

表 3 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	DZ47-63	40A 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	CJ20-40	线圈电压 380V	接通电动机用
4	KT	得电式时间继电器	JS20	电压 380V 180s	延 时
5	FR	热继电器	JR36-32	20~32A	过载保护
6	SB ₁	按钮开关	LA19-11	红 色	停止电动机用
7	SB ₂	按钮开关	LA19-11	绿 色	起动电动机用
8	SB ₃	按钮开关	LA19-11	蓝 色	起动电动机用
9	HL ₁	指示灯	LD11	380V	电源兼停止指示
10	HL ₂	指示灯	LD11	380V	运转指示
11	HL ₃	指示灯	LD11	380V	过载指示
12	M	三相异步电动机	Y160M-4	11kW 22.6A 1460r/min	拖 动

6. 元器件安装排列及端子图

图 6 为元器件安装排列图及端子图。

从元器件安装排列图及端子图上可以看出,端子排 XT 上共有 17 个接线端子,其中, L_1 、 L_2 、 L_3 、N、PE 为电源引入线,将外部三相 380V 电源接到此处,可采用 3 根 BV 4mm²、1 根 BV 2.5mm²、1 根黄绿并色 BVR 1.5mm² 导线套管敷设。

U_1 、 V_1 、 W_1 、PE 用 3 根 BV 4mm²、1 根黄绿并色 BVR 1.5mm² 导线套管敷设至电动机处。

1、3、7 可采用 3 根 BVR 0.75mm² 导线接至配电箱面板按钮开关 SB₁、SB₂ 上;1、11、13、6、2 可采用 5 根 BVR 0.75mm² 导线接至配电箱面板指示灯 HL₁、HL₂、HL₃ 上,并一一正确对应连接。

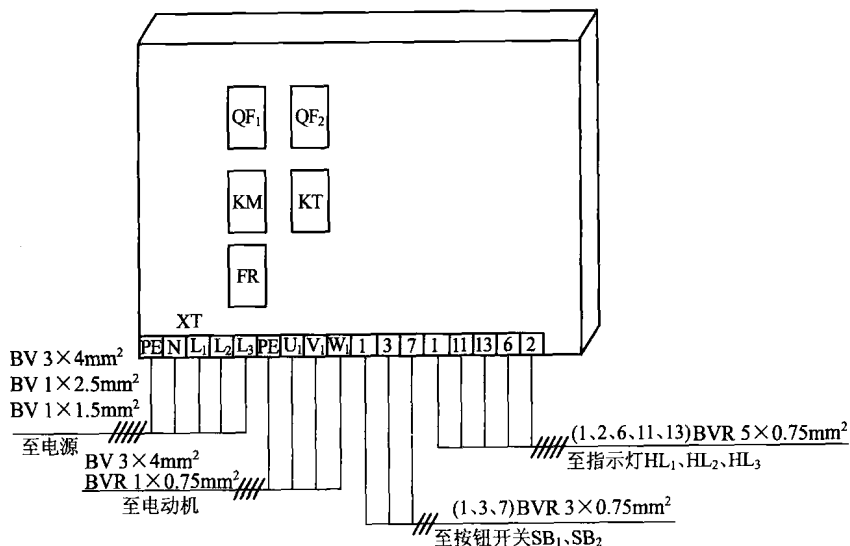


图 6 元器件安装排列图及端子图

7. 按钮实际接线

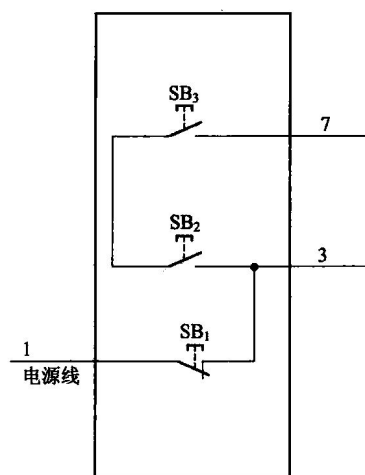
图 7 为按钮接线图。

8. 电路实物配套图

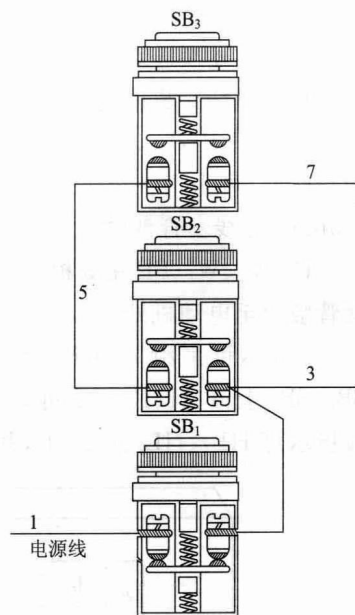
加密控制电路实物配套图如图 8 所示。

9. 技术数据

CJ20 系列交流接触器主要技术数据见表 4。



(a) 实际接线



(b) 实物接线

图 7 按钮接线图

表 4 CJ20 系列交流接触器主要技术数据

型 号	额定工作 电压 /V	约定发热 电流 /A	额定工作 电流(AC-3) /A	可控三相异步 电动机功率 (380V 时)/kW	线圈控制功率/(V · A/W)	
					起 动	吸 持
CJ20-10	380	10	10	4	65/48	8.1/2.4
CJ20-16	380	16	16	7.5	61/48	8.3/2.4
CJ20-25	380	32	25	11	92/58	12.9/3.9
CJ20-40	380	55	40	22	168/81.5	18/5.8
CJ20-63	380	80	63	30	470/148	55/15
CJ20-100	380	125	100	50	555/168	60/22
CJ20-160	380	200	160	85	810/335	87/33
CJ20-250	380	315	250	132	1701/558	150/68
CJ20-400	380	400	400	200	1707/560	155/66
CJ20-630	380	630	630	300	3521/788	241/123