

黄海平 黄鑫 编著

实用电动机控制电路

「动作过程分析详解」



电路布线图
按钮接线图
元器件安装排列图及端子图
配有实物图片的电气元件作用表



科学出版社

实用电动机控制电路 动作过程分析详解

黄海平 黄 鑫 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书主要针对对电动机控制电路感兴趣的读者,书中的实例侧重点在电力拖动方面,基本上为交流接触器——继电器控制的电动机控制电路,这些电路实用性很强,应用非常广泛。书中给出了每个电动机控制电路的电路布线图、按钮接线图、元器件安装排列图及端子图,以及配有大量实物图片的电气元件作用表。

本书共有 45 个实例,包括单向直接启动控制电路、正反转启停控制电路、自动往返控制电路、降压启动控制电路、制动控制电路等。

本书适合作为电工从业人员的参考书,也可作为各工科院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

实用电动机控制电路动作过程分析详解/黄海平,黄鑫编著.
—北京:科学出版社,2011.2
ISBN 978-7-03-030112-3

I. 实… II. ①黄…②黄… III. 电动机-控制电路 IV. TM320.12
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 013783 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/封面制作:YOLEN'S
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>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 3 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011 年 3 月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—5 000 字数:353 000

定 价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

学好电动机控制电路对于电工从业人员来说是非常重要的,如何学好电动机控制电路可不是一件容易之事。为此,笔者编写了《实用电动机控制电路动作过程分析详解》一书,本书主要针对初学电动机控制电路感觉吃力的读者。书中实例既能帮助你解决工作中所遇到的电动机控制方面的技术难题,又能激发你学习电动机控制电路的浓厚兴趣。

本书图文并茂、通俗易懂。侧重点放在电力拖动方面,其中实例基本上为“强电”交流接触器——继电器控制的电动机控制电路,这些电路实用性很强,应用非常广泛。书中给出了每个电动机控制电路的电路布线图、按钮接线图、元器件安装排列图及端子图,以及配有大量实物图片的电气元件作用表。

本书共有 45 个实例,内容包括单向直接启动控制电路、正反转启停控制电路、自动往返控制电路、降压启动控制电路、制动控制电路等。

本书在编写过程中得到荣获山东省“劳动模范”荣誉称号的山东威海热电集团有限公司党委副书记、副总经理刘吉明同志的鼎力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

本书由黄海平、黄鑫执笔,参加编写的还有刘吉明、黄海静、李志平、姜辉、付国、戚其舜等同志。

书中大量图片的拍摄及制图工作由山东威海热电集团有限公司的黄鑫同志担任,在此表示谢意。

由于作者水平所限,错误之处在所难免,敬请专家同仁批评指正,以便修订改之。

中国科普作家协会会员 黄海平

2011 年 1 月于山东威海

目 录

电路 1	单向启动、停止电路	1
电路 2	启动、停止、点动混合电路(一)	6
电路 3	启动、停止、点动混合电路(二)	12
电路 4	启动、停止、点动混合电路(三)	19
电路 5	半波整流单向能耗制动控制电路	25
电路 6	全波整流单向能耗制动控制电路	33
电路 7	半波整流可逆能耗制动控制电路	41
电路 8	全波整流可逆能耗制动控制电路	53
电路 9	简单实用的可逆能耗制动控制电路	64
电路 10	效果理想的顺序自动控制电路	75
电路 11	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	83
电路 12	防止相间短路的正反转控制电路(一)	90
电路 13	防止相间短路的正反转控制电路(二)	100
电路 14	只有接触器常闭触点互锁的可逆启停控制电路	111
电路 15	只有按钮互锁的可逆启停控制电路	118
电路 16	接触器、按钮双互锁的可逆启停控制电路	124
电路 17	只有接触器常闭触点互锁的可逆点动控制电路	131
电路 18	只有按钮互锁的可逆点动控制电路	138
电路 19	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	143
电路 20	利用转换开关预选的正反转启停控制电路	150
电路 21	具有三重互锁保护的三相正反转控制电路	157
电路 22	两台电动机联锁控制电路(一)	165
电路 23	两台电动机联锁控制电路(二)	174
电路 24	单向运转反接制动控制电路	183
电路 25	双向运转反接制动控制电路	191

iv 目 录

电路 26	自动往返循环控制电路(一)	202
电路 27	自动往返循环控制电路(二)	211
电路 28	卷扬机控制电路(一)	221
电路 29	卷扬机控制电路(二)	228
电路 30	定子绕组串联电阻启动自动控制电路	237
电路 31	延边三角形降压启动自动控制电路	244
电路 32	采用三只接触器完成 Y- Δ 降压启动自动控制电路	252
电路 33	可逆点动与启动混合控制电路	260
电路 34	短暂停电自动再启动电路	270
电路 35	交流接触器在低电压情况下的启动电路	277
电路 36	直流能耗制动控制电路	283
电路 37	单管整流能耗制动控制电路	291
电路 38	多地控制的启动停止电路	298
电路 39	电动机加密控制电路	310
电路 40	手动串联电阻启动控制电路	316
电路 41	手动 Y- Δ 降压启动控制电路	323
电路 42	JZF-01 正反转自动控制器应用电路	331
电路 43	采用安全电压控制电动机启停电路	337
电路 44	电磁抱闸制动控制电路	343
电路 45	改进后的电磁抱闸制动控制电路	349

电路 1 单向启动、停止电路

1. 电气原理图

单向启动、停止电路电气原理图如图 1 所示。

器件说明：

QF₁ 为主回路短路保护断路器；

QF₂ 为控制回路短路保护断路器；

KM 为控制电动机电源交流接触器；

FR 为电动机过载保护热继电器；

SB₁ 为停止电动机用按钮开关；

SB₂ 为启动电动机用按钮开关；

M 为拖动用三相异步电动机。

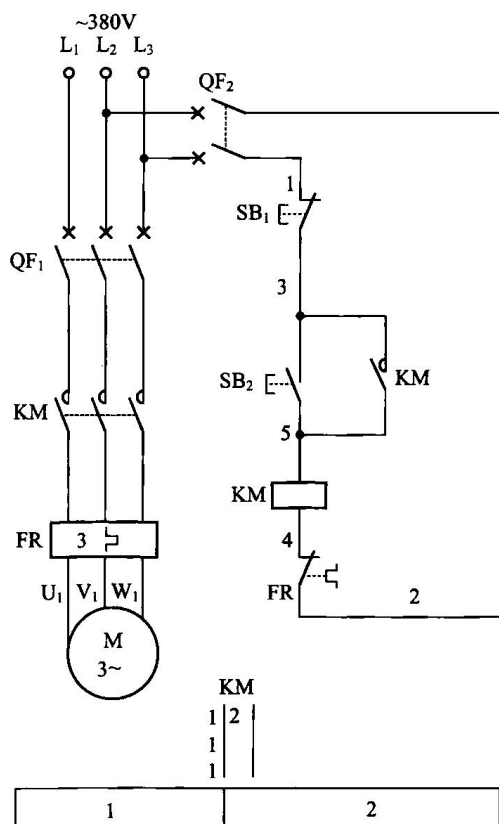


图 1 单向启动、停止电路

2 实用电动机控制电路动作过程分析详解

坐标位置:

为了便于读者学习查找,书中给出了器件触点所处的坐标区域位置:

- ① 交流接触器 KM 的三组常开主触点在 1 区内。
- ② 交流接触器 KM 的一组辅助常开触点(3-5)在 2 区内。

2. 电路原理分析

本例电路为最常用的单向启动、停止电路。

1) 启动时的动作过程

〔动作 1〕 合上主回路断路器 QF_1 ,主回路通入三相交流 380V 电源,为电动机得电运转做准备。

〔动作 2〕 合上控制回路断路器 QF_2 ,控制回路通入从 L_2 、 L_3 相上引出的单相交流 380V 电源,为控制回路工作做准备。

〔动作 3〕 按下启动按钮 SB_2 (3-5),交流接触器 KM 线圈得电吸合。

〔动作 4〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时,KM 辅助常开触点(3-5)闭合自锁。

〔动作 5〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时,KM 三相主触点闭合,电动机通入三相交流 380V 电源而启动运转,拖动设备工作。

2) 停止时的动作过程

〔动作 1〕 按下停止按钮 SB_1 ,其常闭触点(1-3)断开。

〔动作 2〕 SB_1 常闭触点(1-3)断开,切断了交流接触器 KM 线圈回路电源,KM 线圈断电释放。

〔动作 3〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时,KM 辅助常开触点(3-5)恢复原始常开状态,解除自锁。

〔动作 4〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时,KM 三相主触点断开,电动机失电停止运转,拖动设备停止工作。

3. 布线图

本电路的布线图如图 2 所示。

4. 按钮接线图

本电路的按钮接线图如图 3 所示。

5. 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 4 所示。

6. 电气元件作用表

单向启动、停止电路电气元件作用表见表 1。

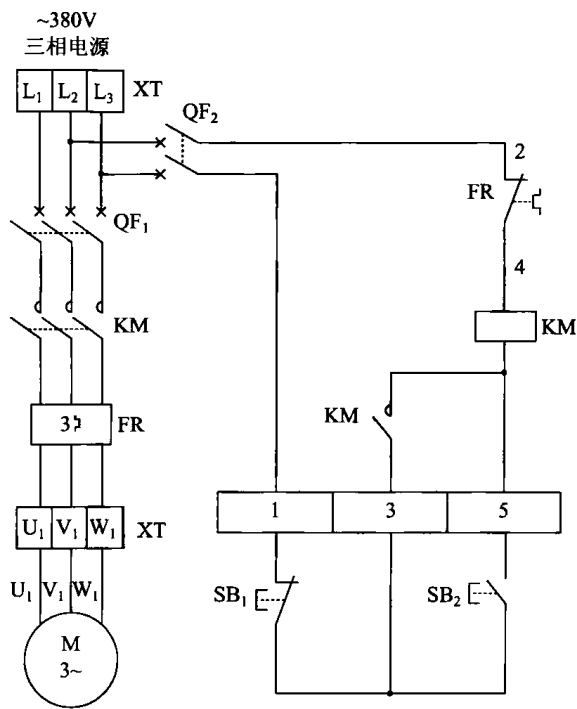


图 2 单向启动、停止电路布线图

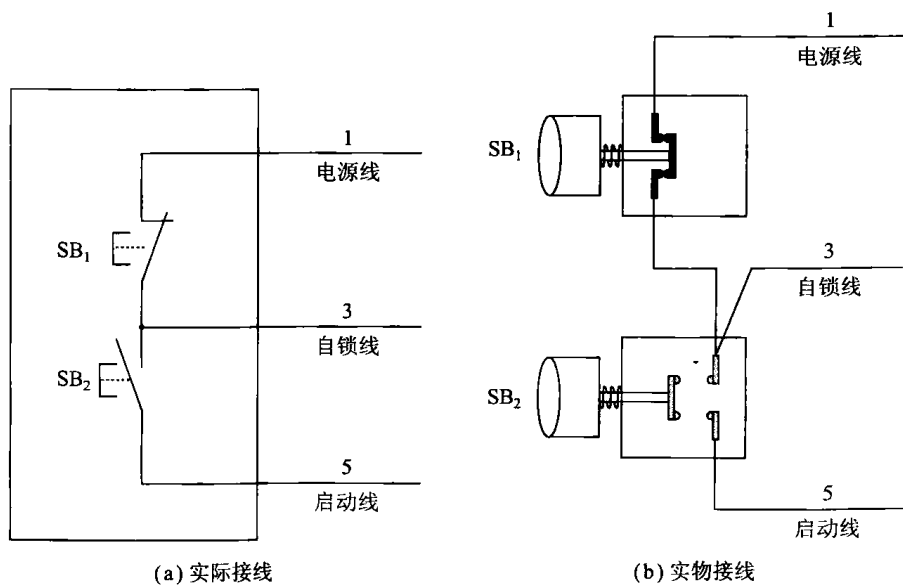


图 3 按钮接线图

4 实用电动机控制电路动作过程分析详解

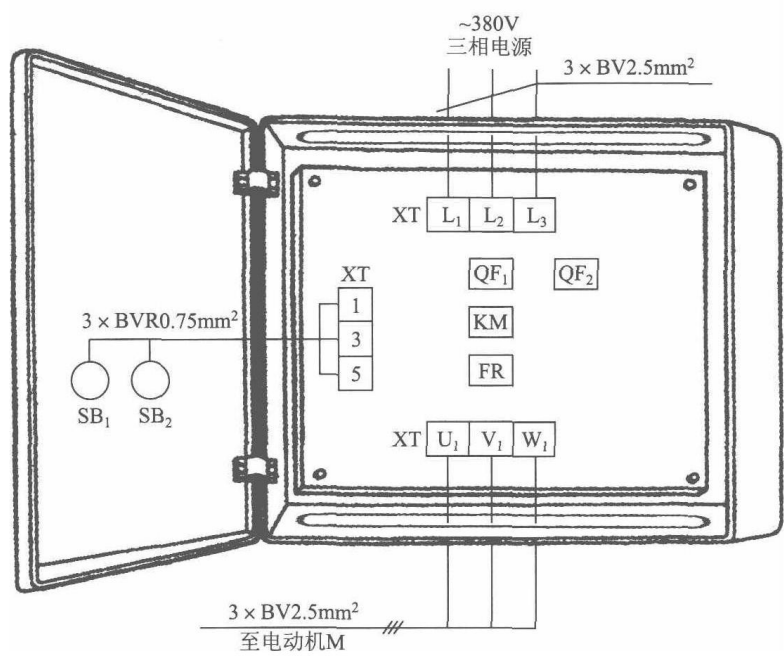
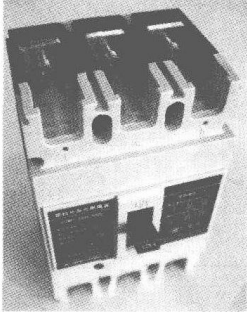
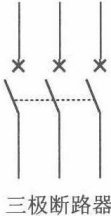
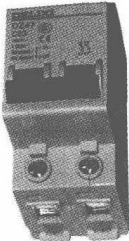
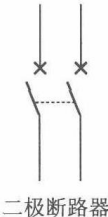
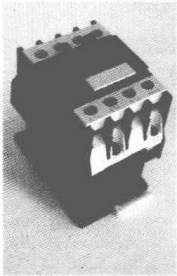
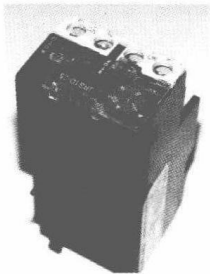
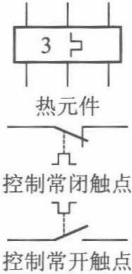
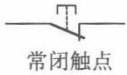
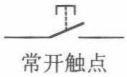


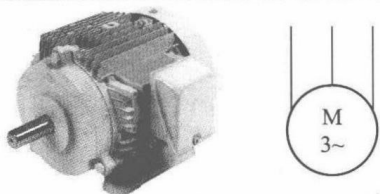
图 4 单向启动、停止电路元器件安装排列图及端子图

表 1 电气元件作用表

文字符号	名 称	器件外形及相关部件介绍	作 用
QF ₁	断路器 CDM1-63 16A, 三极	  三极断路器	主回路短路保护
QF ₂	断路器 DZ47-63 6A, 二极	  二极断路器	控制回路短路保护

续表 1

文字符号	名 称	器件外形及相关部件介绍	作 用
KM	交流接触器 CJX2-1210 线圈电压 380V	  线圈 三相主触点 辅助常开触点 辅助常闭触点	控制电动机电源
FR	热继电器 JRS1D-25 7~10A	  热元件 控制常闭触点 控制常开触点	电动机过载保护
SB ₁	按钮开关 LAY7	  常闭触点	停止电动机用
SB ₂	按钮开关 LAY7	  常开触点	启动电动机用

文字符号	名 称	器件外形及相关部件介绍	作 用
M	三相异步电动机 Y112M-4 4kW, 8.8A		拖 动

电路 5 启动、停止、点动混合电路(一)

1. 电气原理图

启动、停止、点动混合电路(一)电气原理图如图 5 所示。

器件说明:

QF₁ 为主回路短路保护断路器;

QF₂ 为控制回路短路保护断路器;

KM 为控制电动机电源交流接触器;

FR 为电动机过载保护热继电器;

SB₁ 为停止电动机用按钮开关;

SB₂ 为启动电动机用按钮开关;

SB₃ 为点动电动机用按钮开关;

M 为拖动用三相异步电动机。

坐标位置:

为了便于读者学习查找,书中给出了器件触点所处的坐标区域位置:

① 交流接触器 KM 的三组常开主触点在 1 区内。

② 交流接触器 KM 的一组辅助常开触点(3-7)在 2 区内。

2. 电路原理分析

1) 启动时的动作过程

〔动作 1〕 合上主回路断路器 QF₁, 主回路通入三相交流 380V 电源, 为电动机得电运转做准备。

〔动作 2〕 合上控制回路断路器 QF₂, 控制回路通入从 L₂、L₃ 相上引出的单相交流 380V 电源, 为控制回路工作做准备。

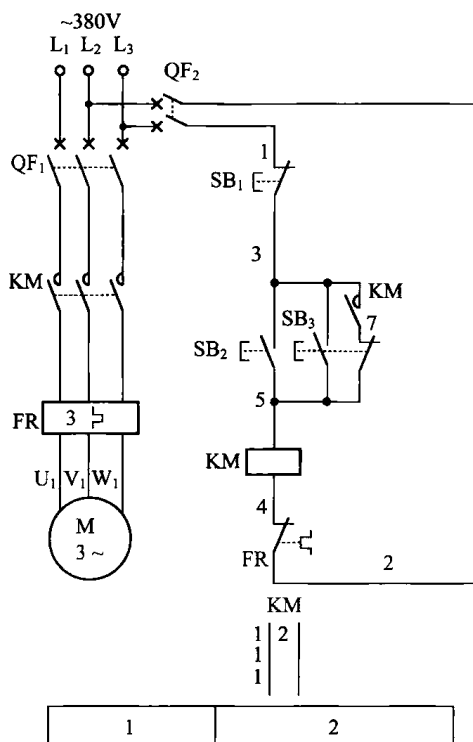


图 5 启动、停止、点动混合电路(一)

〔动作 3〕 按下启动按钮 SB_2 ，其常开触点(3-5)闭合。

〔动作 4〕 启动按钮 SB_2 常开触点(3-5)闭合，接通了交流接触器 KM 线圈回路电源，KM 线圈得电吸合。

〔动作 5〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时，KM 辅助常开触点(3-7)闭合，起自锁作用。

〔动作 6〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时，KM 三相主触点闭合，电动机得电启动连续运转，拖动设备运转工作。

至此，完成对电动机的连续运转控制。

2) 停止时的动作过程

〔动作 1〕 按下停止按钮 SB_1 ，其常闭触点(1-3)断开。

〔动作 2〕 停止按钮 SB_1 常闭触点(1-3)断开，切断了交流接触器 KM 线圈回路电源，KM 线圈断电释放。

〔动作 3〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时，KM 三相主触点断开，

8 实用电动机控制电路动作过程分析详解

电动机失电停止运转,拖动设备停止工作。

〔动作 4〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时,KM 辅助常开触点(3-7)断开,恢复原始常开状态,解除自锁。

至此,完成对电动机的停止控制。

3)点动时的动作过程

〔动作 1〕 按住点动按钮 SB_3 时,其常闭触点(5-7)断开,切断了交流接触器 KM 线圈的自锁辅助常开触点(3-7)回路,使其不能自锁。

〔动作 2〕 按住点动按钮 SB_3 时,其常开触点(3-5)闭合,接通了交流接触器 KM 线圈回路电源,KM 线圈得电吸合。

〔动作 3〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时,KM 辅助常开触点(3-7)闭合,使交流接触器 KM 线圈不能通过此辅助常开触点(3-7)形成回路而自锁不了。

〔动作 4〕 交流接触器 KM 线圈得电吸合时,KM 三相主触点闭合,电动机得电启动运转。

〔动作 5〕 松开被按住的点动按钮 SB_3 ,其常开触点(3-5)断开,恢复原始常开状态,切断交流接触器 KM 线圈回路电源,KM 线圈断电释放。

〔动作 6〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时,KM 三相主触点断开,电动机失电停止运转,拖动设备停止工作。

〔动作 7〕 交流接触器 KM 线圈断电释放时,KM 辅助常开触点(3-7)断开,恢复原始常开状态。

〔动作 8〕 松开被按住的点动按钮 SB_3 的同时,其常闭触点(5-7)闭合,恢复原始常闭状态。

至此,完成对电动机的点动控制。

3. 布线图

本电路的布线图如图 6 所示。

4. 按钮接线图

本电路的按钮接线图如图 7 所示。

5. 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 8 所示。

6. 电气元件作用表

启动、停止、点动混合电路(一)电气元件作用表见表 2。

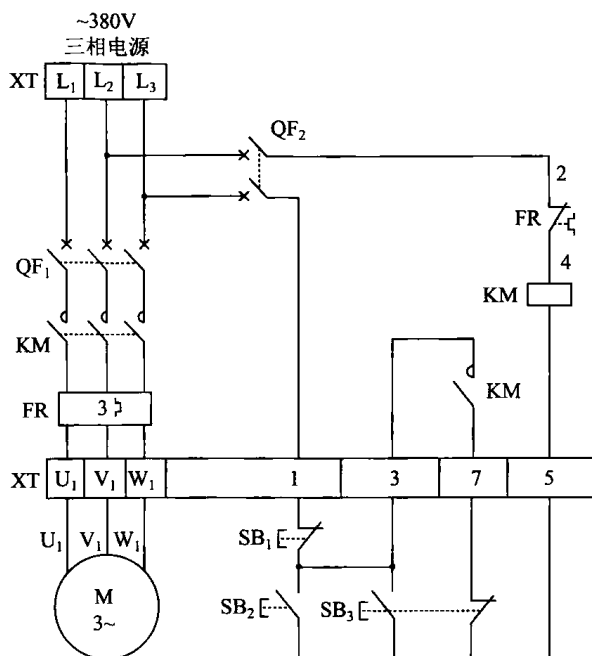


图6 启动、停止、点动混合电路(一)布线图

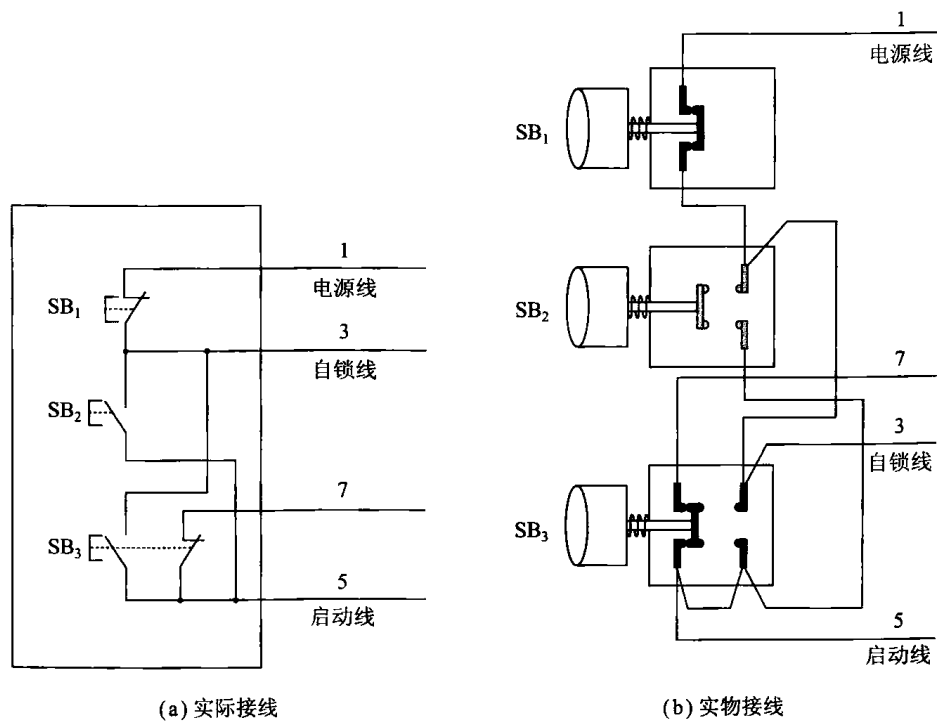


图 7 按钮接线图

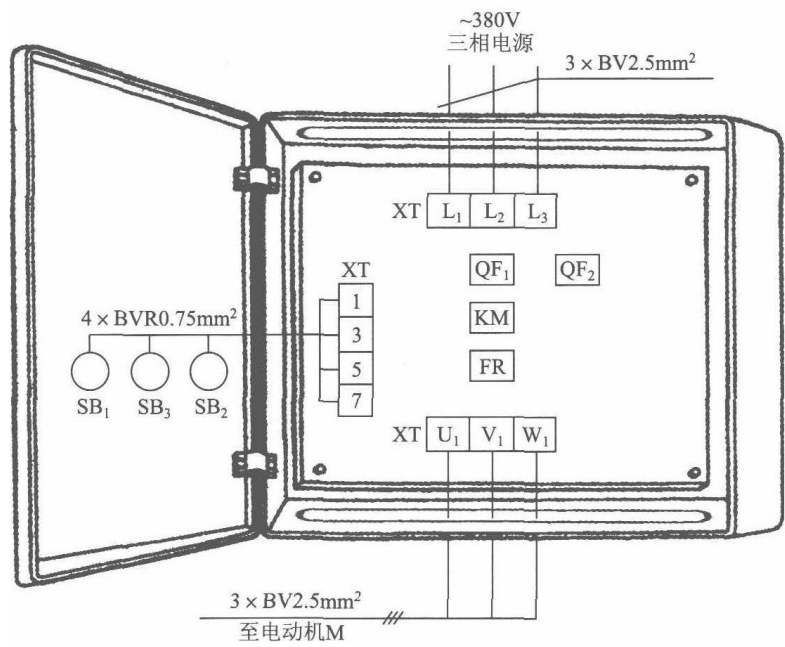
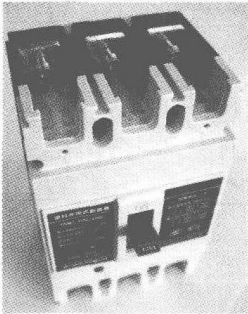
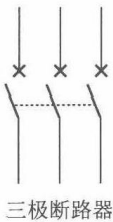
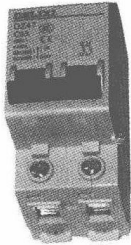
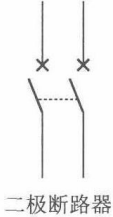
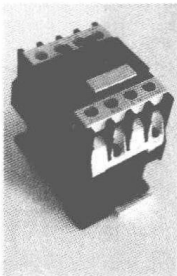
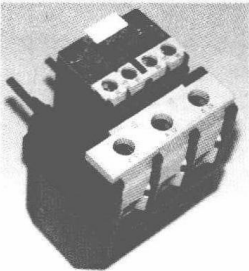
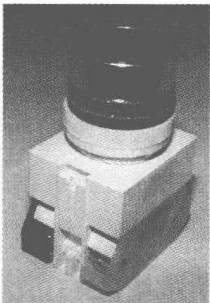
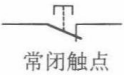


图 8 启动、停止、点动混合电路(一)元器件安装排列图及端子图

表 2 电气元件作用表

文字符号	名 称	器件外形及相关部件介绍	作 用
QF ₁	断路器 CDM1-63 10A, 三极	  三极断路器	主回路短路保护
QF ₂	断路器 DZ47-63 6A, 二极	  二极断路器	控制回路短路保护

续表 2

文字符号	名 称	器件外形及相关部件介绍		作 用
KM	交流接触器 CJX2-0910 线圈电压 380V		 线圈 三相主触点 辅助常开触点 辅助常闭触点	控制电动机电源
FR	热继电器 JRS1D-25 4~6A		 热元件 控制常闭触点 控制常开触点	电动机过载保护
SB ₁	按钮开关 LAY7		 常闭触点	电动机停止操作作用
SB ₂	按钮开关 LAY7		 常开触点	电动机启动操作作用