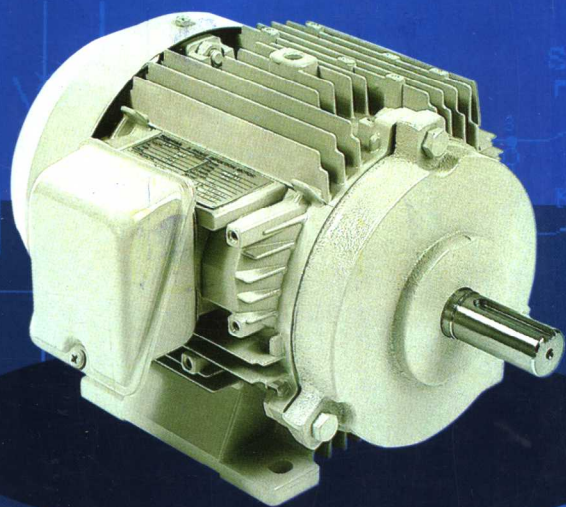


图说三相低压异步 电动机控制电路

TUSHUOSANXIANGDIYAYIBU
DIANDONGJIKONGZHIDIANLU

主 编/黄北刚
副主编/韩光辉



辽宁科学技术出版社

图说三相低压异步 电动机控制电路

主 编 黄北刚

副主编 韩光辉

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

图说三相低压异步电动机控制电路/黄北刚主编. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.1

ISBN 978-7-5381-4706-3

I. 图... II. 黄... III. 三相电机: 异步电机-控制电路-图解 IV. TM343-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 018943 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市北陵印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm×260mm

字数: 310 千字

印张: 13.5

印数: 1~4000

出版时间: 2007 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 李 雪

定价: 23.80 元

联系电话: 0 24-23284360

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lkzzb@mail.lnpgc.com.cn

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

编 委 会

主 编 黄北刚

副主编 韩光辉

参 编 杨 欣 刘艳霞 李 野 刘鹏程

郑孝镇 杜 敏 黄义峰

前 言

在各行业中，从事电工工作的青年工人迅速增加。进入不同的厂矿企业，接触的电气设备有很大的区别，但对各种机械设备而言，都是以拖动机械设备运转的电动机控制为中心的。拖动一般机械设备的电动机，其控制电路基本是相似的，机械设备的生产工艺控制与电气设备电路结合，就构成了简单的或是复杂的控制电路，而这样的电路是通用的。

熟悉和掌握通用的电动机控制电路的工作原理和故障处理方法是很有必要的，手里有一本通用的电动机控制电路图集，会给工作带来很大的方便，有鉴于此，本人结合40年来在电气安装、检修、运行、维护中的实践经验，对所保存的低压三相交流异步电动机的控制电路图进行系统整理，并按新的图形符号与文字符号进行绘制，编写了这本《图说三相低压异步电动机控制电路》，且对部分电路图的工作原理及故障现象、原因、处理方法作了简要介绍。

使读者真正理解这些电动机控制电路的工作原理，并且能够灵活地应用于实际工作中，是本书的编写目的。

青年电工朋友们，愿这本书能成为您的良师益友。通过阅读此书，对您的工作有所帮助，能更好地为经济建设服务，是我们的希望。

韩光辉、杨欣、刘艳霞、李野、刘鹏程、郑孝镇、杜敏、黄义峰等同志参与了本书部分内容的编写，许多同行给予了热情的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有些纰漏，甚至错误之处，恳请读者批评指正。

黄北刚

目 录

前 言

第一章 电动机常用控制电路 1

- 一、简单的电动机控制电路 1
- 二、电动机通用控制电路 5
- 三、一处启动与两处停止的电动机控制电路 11
- 四、加有启动联络信号的电动机控制电路 13
- 五、加有电动机运行停止状态信号指示的控制电路 15
- 六、两处启动与停止的电动机控制电路 16
- 七、常用电动机过载停机、备用电动机自启动控制电路 19
- 八、自保回路故障后的电动机应急控制电路 21
- 九、取水泵电动机远方单线控制电路 22
- 十、单方向转动电动机控制回路常见故障现象与处理 25
- 十一、电动机常见故障现象、原因与处理方法 27
- 十二、接触器的常见故障和处理方法 29

第二章 采用行程开关的水泵控制电路 31

- 一、最简单的行程开关控制电路 32
- 二、行程开关、继电器控制凝结水泵控制电路 34
- 三、一个浮标控制两台凝结水泵的控制电路 35
- 四、1号水泵自动启动、2号水泵延时启动的控制电路 37

第三章 三相交流电动机正反转控制电路 42

- 一、接触器触点相互制约的电动机正反转点动控制电路 42
- 二、接触器触点相互制约的电动机正反转控制电路 43
- 三、双重联锁相互制约的正反转控制电路 52
- 四、一组控制按钮控制的电动机正反转电路 60
- 五、自动往返的电动机正反转控制电路 62
- 六、按时间自动往返的电动机正反转控制电路 64
- 七、碰限位自停不返回的电动机正反转控制电路 70
- 八、双重联锁点动操作的电动机正反转控制电路 72
- 九、一个方向按时间自动返回的电动机正反转控制电路 73
- 十、两处可操作的电动机正反转控制电路 75

第四章 润滑油泵电动机控制电路 79

- 一、油泵与主机主轴直连 79
- 二、辅助润滑油泵控制电路 80
- 三、中型压缩机的润滑油泵控制电路 83
- 四、大型压缩机润滑油供给系统与控制电路 85

第五章 电动阀门控制电路 90

- 一、电动阀门主电路与控制电路 90
- 二、两处可操作的电动阀门控制电路 94
- 三、阀门总电源与各电动阀门主电路 96

第六章 采用频敏变阻器启动的电动机控制电路 100

- 一、绕线型异步电动机启动方式概述 100
- 二、频敏变阻器启动控制箱 100
- 三、频敏变阻器启动电动机的控制电路 100
- 四、频敏变阻器启动大功率电动机的控制电路 102
- 五、手动与自动操作的频敏变阻器启动电动机控制电路 104

第七章 皮带运输机的控制电路 108

- 一、皮带运输机总电源控制电路 108
- 二、手动启动与停止皮带运输机的操作 110
- 三、皮带运输机联动的自动控制 110
- 四、停止皮带运输机的操作 113
- 五、异常情况的处理 113

第八章 星—三角降压启动的控制电路 114

- 一、手动转换的星—三角启动电动机控制电路 114
- 二、电动机星—三角启动全自动控制电路 115
- 三、电动机星—三角启动，手动与自动可选择的控制电路 118
- 四、电动机星—三角启动，自动切换与有手动切换措施的控制电路 121

第九章 增加无声运行装置的电动机控制电路 126

- 一、无声运行装置中元件的作用与选择 126
- 二、交流直流两用的接触器电路 127
- 三、接触器直流运行控制电路 129

第十章 相互备用的电动机控制电路 132

- 一、常用泵电动机控制电路 132

- 二、备用泵电动机控制电路 133
- 三、常用泵与备用泵互换的操作 135
- 四、常用泵、备用泵故障停机与正常停机操作 136

第十一章 电动机延时自启动控制电路 137

第十二章 自耦降压启动的电动机控制电路 143

- 一、手动操作的自耦降压启动控制电路 143
- 二、自动操作的自耦降压启动控制电路 147
- 三、手动与自动操作的自耦降压启动控制电路 151
- 四、自耦降压启动控制电路常见故障原因 164
- 五、冷冻压缩机控制电路实例 167

第十三章 绕线型电动机转子串联电阻启动的控制电路 173

- 一、按顺序短接电阻与依次短接电阻加速的控制电路 173
- 二、按顺序自动短接电阻加速的电动机控制电路 174
- 三、按顺序自动短接电阻加速的电动机正反转控制电路 175
- 四、采用电阻降压启动的电动机控制电路 178

第十四章 双速电动机控制电路 180

第十五章 按顺序操作的控制电路 183

- 一、引风机电动机基本控制电路 183
- 二、大中型引风机电动机控制电路 186
- 三、鼓风机电动机基本控制电路 187
- 四、可选择操作方式的鼓风机控制电路 188
- 五、大中型鼓风机的控制电路 190
- 六、故障停机与正常停机 192
- 七、鼓风机、引风机备用电动机控制电路 192
- 八、引风机、鼓风机备用电动机的手动操作 195

第十六章 电动机备用电源自动投入控制电路 198

- 一、双电源供电的机泵主电路 198
- 二、双电源供电的泵（机）送电前注意事项 199
- 三、人为操作启动原料油泵常用电源 199
- 四、备用电源自动投入工作的原理 200
- 五、备用电源运行的正常停机 201
- 六、从备用电源运行切换到常用电源运行的操作 201

七、原料油泵过负荷停机 201

第十七章 搅拌机的电气控制电路 202

第十八章 液位高低控制泵的启停控制电路 205

一、必备条件与操作 205

二、自动控制 206

三、手动操作启动水泵 207

四、故障停机 208

第一章 电动机常用控制电路

机械设备在运行中需要各种传动装置带动，使其处于机械运转状态。这一章中介绍的由电动机拖动的机械设备，需要对电动机进行启动与停止的控制，这些控制电路能实现电动机的单方向启动、点动、多处控制。这些控制电路的功能是完整的，在电动机运行过程中，发生过负荷或短路故障时能得到保护。

一、简单的电动机控制电路

1. 转换开关控制的电动机电路

采用转换开关QC来控制电动机是最简单的控制方法，主电路设备有：空气断路器QF、交流接触器KM、热继电器EH、电动机M1。

控制电路中有熔断器FU1（一般称为控制保险或操作保险）和转换开关QC（一般称为控制开关）。主电路电源为 $\sim 380\text{V}$ ，控制电路为 $\sim 220\text{V}$ 接线。通过切换转换开关QC的接通或断开，来控制电动机M1的启动与停止，接线简单，如图1-1所示。合上空气

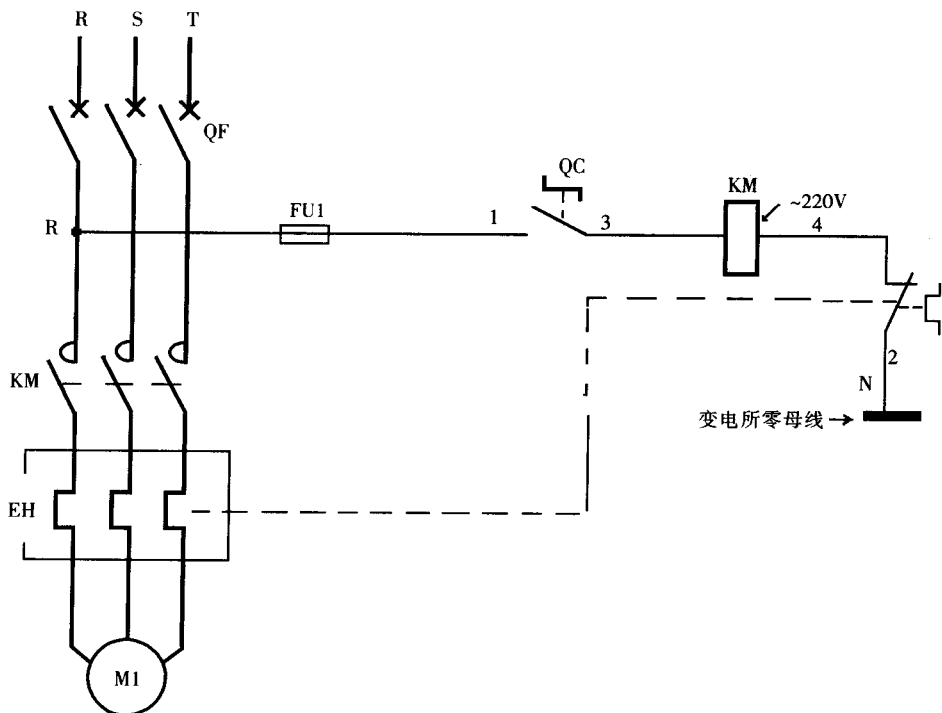


图1-1 转换开关控制的电动机电路

断路器QF，合上转换开关QC，电动机M1启动运转。断开转换开关QC，电动机M1停止运转。

电路工作原理如下。

(1) 启动电动机

合上转换开关QC（触点接通），电源R相→操作保险FU1→1号线→转换开关QC闭合的触点→3号线→交流接触器KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→电源N极，电路接通，KM线圈获得~220V电源动作→KM三个主触点同时闭合→电动机M1绕组获得按R、S、T排列的三相380V交流电源，电动机M1正向启动运转。

(2) 停止电动机

断开转换开关QC（触点断开），交流接触器KM线圈断电释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，停止转动，所驱动的机械设备停止工作。

2. 拉线开关控制的电动机电路

采用拉线开关SW来控制电动机也是最简单的控制方法，主电路设备有：空气断路器QF、交流接触器KM、热继电器EH、电动机M1。

主电路的电源为~380V，只有拉线开关SW，接线简单。控制电路~380V接线如图1-2所示。合上空气断路器QF，合上（拉一下）拉线开关SW，电动机M1启动运转。断开（第二次拉一下）拉线开关SW，其触点断开，KM线圈断电释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，电动机M1停止运转。

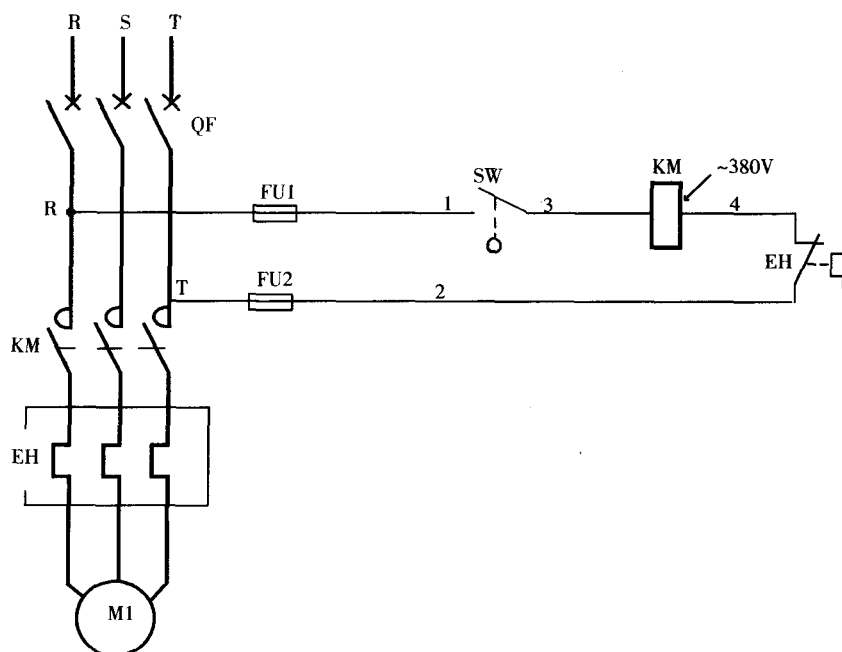


图1-2 拉线开关控制的电动机电路

电路工作原理如下。

(1) 启动电动机

拉一下拉线开关SW（触点接通），电源R相→操作保险FU1→1号线→拉线开关SW闭合的触点→3号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→操作保险FU2→电源T相，电路接通，KM线圈获得~380V电源动作→KM三个主触点同时闭合→电动机M1绕组获得R、S、T三相380V交流电源，电动机M1正向启动运转。

(2) 停止电动机

拉一下拉线开关SW（触点断开），KM线圈断电释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，停止转动，所驱动的机械设备停止运行。

(3) 电动机过负荷停机

电动机过负荷时（图1-1、图1-2），主回路中的热继电器EH动作，EH的常闭触点断开，切断KM线圈电路，KM线圈断电，KM释放，KM的三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，停止转动，所驱动的机械设备停止运行。

3. 按钮点动控制的电动机电路

生产机械设备频繁、间断地启动和停止，需要采用按钮点动操作的接线方式，接触器KM线圈工作电压为~380V时的控制电路如图1-3所示。图中的3号线不接。按下启动按钮SB2时，电动机M1运转。手离开按钮SB2时，电动机M1停止。这样的控制方法

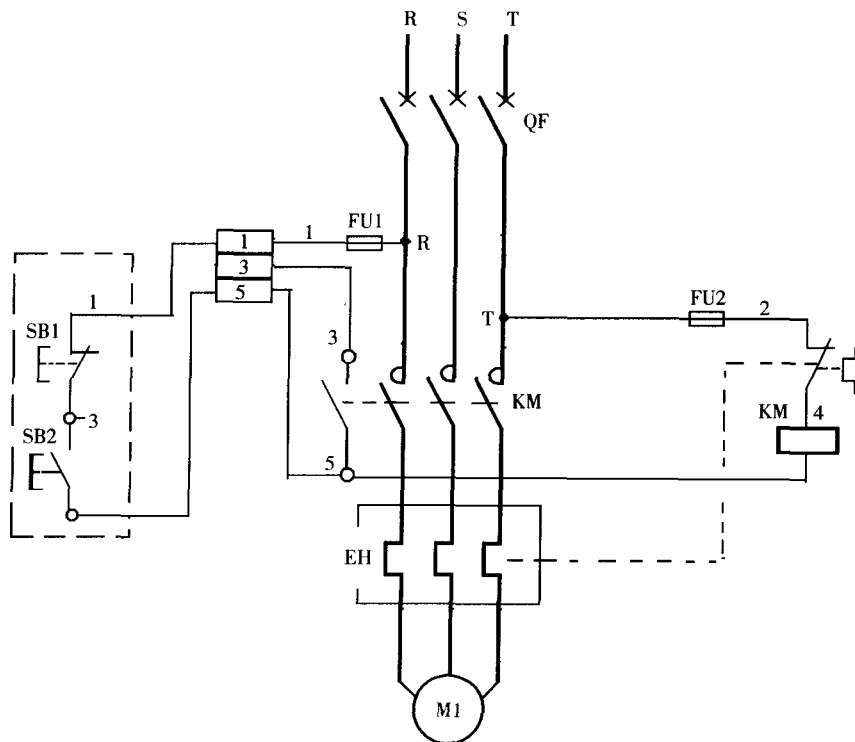


图1-3 按钮点动操作的电动机控制电路（线圈工作电压~380V）

称为点动控制电路。

(1) 按钮点动控制的电动机电路之一

电路工作原理如下。

按下按钮SB2时，电源R相→操作保险FU1→端子排1号线→停止按钮SB1的常闭触点→启动按钮SB2的常开触点（按下时闭合）→端子排5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→操作保险FU2→电源T相，电路接通，KM线圈获得~380V电源动作→KM三个主触点同时闭合→电动机绕组获得R、S、T三相380V交流电源，电动机M1启动运转，所驱动的机械设备运行。

当手离开按钮SB2时，由于按钮内弹簧的反作用，按钮SB2的常开触点断开，切断KM线圈电路，KM断电释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，停止转动，所驱动的机械设备停止运行。

(2) 按钮点动控制的电动机电路之二

图1-4为点动启停电动机控制电路。交流接触器KM线圈工作电压为~220V。

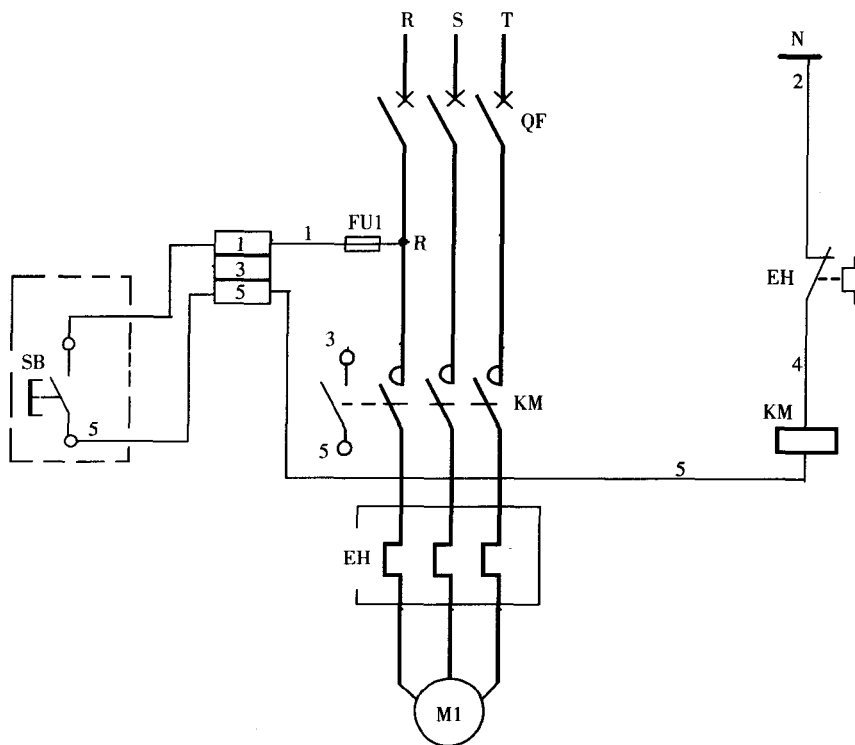


图1-4 按钮点动操作的电动机控制电路（线圈工作电压~220V）

按下按钮SB时，电源R相→操作保险FU1→端子排1号线→按钮SB的常开触点（按下时闭合）→端子排5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→电源N极。电路接通，KM线圈获得~220V电源动作→KM三个主触点同时闭合→电动机绕组获得R、S、T三相380V交流电源，电动机M1启动运转，所驱动的机械设备运行。

当手离开按钮SB时，由于按钮SB内弹簧的反作用，按钮SB的常开触点断开，切断KM线圈电路，KM断电释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源，停止转动，所驱动的机械设备停止运行。

二、电动机通用控制电路

点动操作的电动机控制电路中没有自保回路，而图1-5所示的控制电路则接上了3号线。按下启动按钮SB2，KM得电动作，电动机运转。松开启动按钮SB2后，依靠KM自身的常开触点的闭合保持控制电路的接通，来维持KM的工作状态。这种控制电路是电动机的通用控制电路。

电路中的设备有：三相空气断路器QF、熔断器FU、交流接触器KM、热继电器EH、控制按钮SB1和SB2、电动机M1。

1. 通用的电动机控制电路之一

图1-5是电动机通用的、基本的控制电路，交流接触器KM的线圈工作电压为~220V，N是从变压器二次（0.4kV）绕组中性点引出的线，称为中性线，就是我们常说的工作零线。

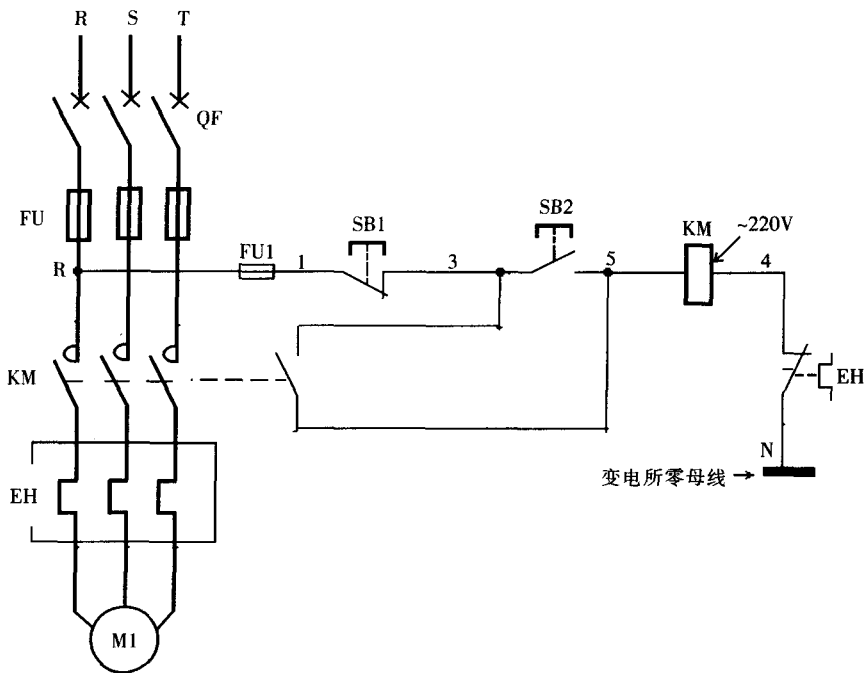


图1-5 通用的电动机控制电路（线圈工作电压~220V）

(1) 启动运转

合上三相空气断路器QF，合上熔断器FU，合上控制保险FU1，按下启动按钮SB2，电源R相→操作保险FU1→停止按钮SB1的常闭触点→启动按钮SB2的常开触点（按下

时闭合)→KM线圈→热继电器EH的常闭触点→电源N极,构成~220V电路。

KM线圈得到220V的交流电压而动作,KM常开触点闭合(将启动按钮SB2常开触点短接)自保,维持KM的工作状态。KM的三个主触点同时闭合,电动机M1绕组获得按R、S、T相序排列的三相380V交流电源,电动机M1启动运转,驱动机械设备运行。

(2) 停止运转

如果要使电动机停止运转,只需将停止按钮SB1按下,则SB1的常闭触点断开,切断KM线圈的~220V控制电路,KM线圈断电,KM释放,KM的三个主触点同时断开,电动机M1绕组脱离三相380V交流电源停止转动,所驱动的机械设备停止运行。

2. 通用的电动机控制电路之二

图1-6也是电动机通用的、基本的控制电路,交流接触器KM线圈工作电压为~380V。控制电源R、T一般从交流接触器电源侧母线上取得。

(1) 启动运转

合上三相空气断路器QF,合上熔断器FU,合上控制保险FU1、FU2。按下启动按钮SB2,电源R相→操作保险FU1→1号线→停止按钮SB1的常闭触点→3号线→启动按钮SB2的常开触点(按下时闭合)→5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→操作保险FU2→电源T相,构成~380V电路。

KM线圈得到380V的工作电压,KM动作,KM常开触点闭合自保,维持KM的工作状态,KM的三个主触点同时闭合,电动机M1绕组获得R、S、T三相380V交流电源,电动机M1启动运转,所驱动的机械设备工作。

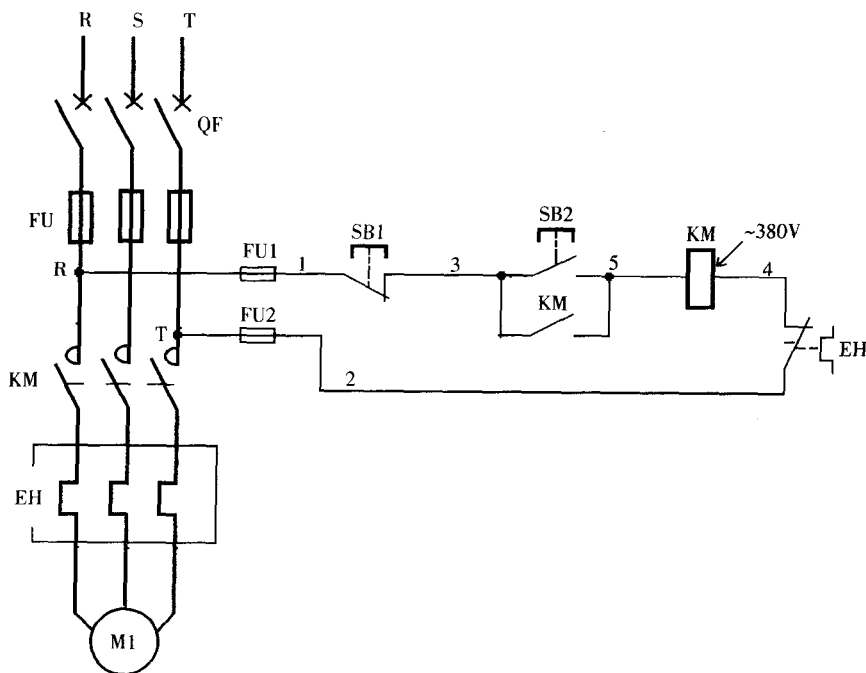


图1-6 通用的电动机控制电路 (线圈工作电压~380V)

(2) 停止运转

要使电动机停止运转，只需将停止按钮SB1按下，SB1的常闭触点断开，切断KM线圈的~380V控制电路，KM线圈断电，KM释放，KM三个主触点同时断开，电动机M1绕组脱离三相380V交流电源停止转动，所驱动的机械设备停止运行。

3. 电动机控制电路（线圈~380V）的实际接线

图1-7所示的电动机控制电路图画出了经过端子排与外部电器连接的线，容易看出电器元件之间的连接关系，端子排XT右侧的线条是与配电盘上电器连接的线，端子排XT左侧的线条是与配电盘外部电器连接的线。按此图进行接线要比图1-6方便、容易，但电路工作原理不如图1-5和图1-6清晰和容易理解。图1-7所示的电动机控制电路也可称实际接线图。工作原理如下。

(1) 启动运转

合上三相闸刀开关QS，合上主回路熔断器FU（三只），合上控制保险FU1、FU2。

按下启动按钮SB2，电源R相→操作保险FU1→端子排XT上的1号线→停止按钮SB1的常闭触点→启动按钮SB2的常开触点（按下时闭合）→端子排XT上的5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→操作保险FU2→电源T相，构成~380V电路。

KM线圈得到~380V的工作电压，KM动作，KM的常开触点闭合自保，维持KM的吸合状态，KM的三个主触点同时闭合，电动机M绕组获得R、S、T三相380V交流电源，电动机M启动运转，所驱动的机械设备运行。

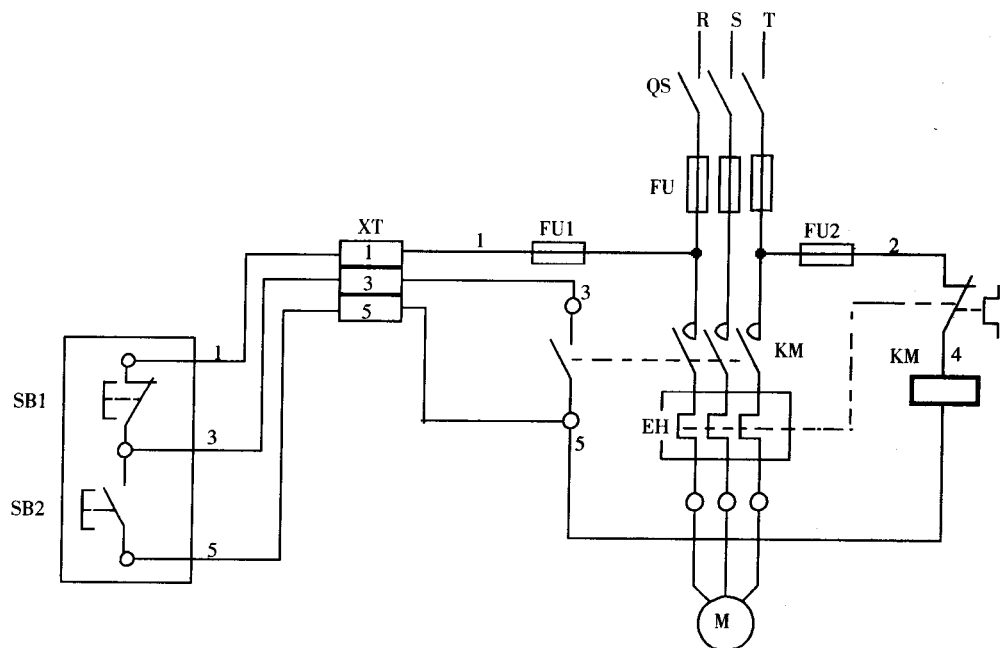


图1-7 电动机控制电路（线圈~380V）的实际接线

(2) KM自保电路工作原理

松开启动按钮SB2时, 闭合中的按钮SB2的常开触点断开, 从图上看, KM线圈的5号线与KM常开触点5的一端连接→触点的另一端3号线→端子排XT上的3号线→停止按钮SB1的常闭触点与启动按钮SB2间的连线。写有3号、5号的KM常开触点闭合, 将启动按钮SB2的3号、5号常开触点短接。

KM常开触点闭合后, KM线圈的电路工作电流是这样的: 工作电流不能通过启动按钮SB2的常开触点, 而是经过KM的常开触点。

电源R→操作保险FU1→端子排XT上的1号线→停止按钮SB1的常闭触点→3号线→已经闭合的KM常开触点→5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→操作保险FU2→电源T相。构成~380V电路, 维持KM的工作状态。

4. 电动机控制电路(线圈~220V)的实际接线

图1-8为电动机控制电路(线圈~220V)的实际接线图。

(1) 启动运转

合上三相闸刀开关QS, 合上三相空气断路器QF, 合上控制保险FU1。

按下启动按钮SB2, 电源T相→三相闸刀开关QS的T相→空气断路器QF的T相→操作保险FU1→端子排XT上的1号线→停止按钮SB1的常闭触点→3号线→启动按钮SB2的常开触点(按下时闭合)→端子排XT上的5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→电源N极。构成~220V电路。

KM线圈得到~220V的工作电压, KM动作, KM常开触点闭合自保, 维持KM的工作状态, KM三个主触点同时闭合, 电动机M绕组获得R、S、T三相380V交流电源, 电动机M启动运转, 所驱动的机械设备运行。

KM常开触点闭合后, KM线圈的电路工作电流是这样的: 工作电流不能流过启动按钮SB2的常开触点, 而是流过闭合的KM的常开触点。

电源T相→操作保险FU1→端子排XT上的1号线→停止按钮SB1的常闭触点→3号线→已经闭合的KM的常开触点→5号线→KM线圈→4号线→热继电器EH的常闭触点→2号线→电源N极。这样, 电路仍然构成~220V电压, KM线圈得到~220V的工作电压, 将KM维持在工作状态。

(2) 停止运转

如果要使电动机停止运转, 只需将停止按钮SB1按下。

停止按钮SB1的常闭触点断开, 切断KM线圈的控制线路, KM线圈断电, KM释放, KM三个主触点同时断开, 电动机M绕组脱离三相380V交流电源停止转动, 驱动的机械设备停止运行。

(3) 电动机过负荷故障停机

电动机出现故障(如过负荷)时, 主回路中的热继电器EH动作, 其常闭触点断开, 切断KM线圈电路, KM线圈断电, KM释放, KM三个主触点同时断开, 电动机M绕组脱离三相380V交流电源停止转动, 驱动的机械设备停止运行。

(4) 接线错误