

电动机控制电路精讲

100 例

原理图与实物图对照版

DIANDONGJI KONGZHI DIANLU
JINGJIANG 100LI

黄北刚 黄义峰 编著



化学工业出版社

电动机控制电路精讲

100

例

原理图与实物图对照版

黄北刚 黄义峰 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电动机控制电路精讲 100 例: 原理图与实物图对照版/
黄北刚, 黄义峰编著. —北京: 化学工业出版社, 2018. 11

ISBN 978-7-122-32927-1

I. ①电… II. ①黄…②黄… III. ①电动机-控制电路
IV. ①TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 199540 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 边 涛

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 376 千字 2019 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究



随着科学技术的不断进步，电工行业也得到不断发展。为了让广大有志于电工行业的初学者，在较短时间里真正学会识图和掌握电动机常用控制电路的工作原理，我们组织编写了这本书。

本书收集了电动机的多种控制电路，阅读前要先认识电路图中的开关、继电器等，了解必要的识图知识。认识电路图，看懂电路图，能够按图正确、灵活接线，分析处理故障，是电工的基本技能。

电动机控制电路是以接触器的吸合、释放为最终目的，也就是通过接触器的吸合，启动电动机；接触器的释放，停止电动机运转。电动机回路由主回路与二次回路组成，即输入、输出回路和执行机构。电动机主回路中的开关设备，由隔离开关、断路器、熔断器、接触器、热继电器、电动机保护器、电动机等构成。这些开关设备根据电动机额定容量的驱动需要选择。二次回路也称操作回路，连接的导线，称二次线。二次回路由指令电器和检测元件组成。指令电器主要有按钮开关、转换开关等，用于对电动机发出启停指令。检测元件主要由行程开关、时间继电器等，用来检测控制电路中的行程、压力、时间、计数等，在自动控制中作为程序的转换信号。为了满足控制电路的触点数量需要，一般选择中间继电器承担，用来记忆输入信号、转换信号。电动机控制电路中的开关设备要正确合理的匹配，才能达到控制要求，满足电动机安全启停控制要求。

本书在电动机控制电路原理图的基础上，将电路中所用开关设备的实物照片用线条进行连接，形成电动机控制电路的实物接线图。本书多数图采用一个电动机的控制电路图，对应一个实物接线图，这种控制电路图使初学者先得到感性认识，通过立体直观的实物对照和图文并茂的电路原理表述，使读者在认识一些开关设备的同时，熟悉代表这些开关设备的文字符号和图形符号，有助于读者快速学会识读电工电路图，这也是本书的最大亮点。

读者通过阅读本书可以掌握三相交流异步电动机回路开关设备的构成，电路送电操作顺序，电路工作原理，以便利用基本电路，达到举一反三、触类旁通的目的。

希望本书能成为电工技术初学者喜爱的读物，如果能够帮助大家提高实际能力，使大家能更好地为经济建设服务，那么笔者将十分高兴。

在本书的编写过程中，获得许多同行热情的支持与帮助，刘涛、刘世红、李庆海、黄义峰、祝传海、黄义曼等人进行了部分文字的录入工作。

由于水平有限，书中难免有许多不足之处，恳请读者给予批评指正。

编著者



我 1963 年参加工作，于 1967 年开始跟师傅学习电工技术与技能。当时，我对电工知识一窍不通，是师傅的言传身教、淳淳教导引我走上电工之路。加之我本人虚心好学，才终于实现了对电学从无知到有知、从有知到有为的过程。这一成长过程浸润着我的汗水，更凝聚着师傅的心血。在此，我衷心地向师傅致以崇高的敬礼，真诚地说一声：谢谢！

38 年的电工生涯，我先后从事了变电所的运行倒闸操作、事故处理，生产单位机械设备电气部分的维修、维护及电路故障的处理，电气设备的检修、安装、接线、调试等工作。

2005 年退休后，我开始总结工作经验、体会，撰述写稿，先后在化学工业出版社、中国电力出版社等出版的几本书都受到了读者的好评。

因我的书中留下了 QQ 号，许多年轻的朋友希望我能够采用视频讲座的形式来讲述电工技能，由于我语言方面的欠缺，有些英文字母读音不准确，我考虑了很久，只要初学者听懂就行，因此，为了满足这部分读者的需要，我下了决心准备做这个视频讲座。

视频讲座主要内容是以化学工业出版社 2019 年 1 月出版的《电动机控制电路精讲 100 例》以及 2015 年 6 月出版的《怎样看懂电气图》两本书为基础，视频讲座里添加了实际操作的内容。

今年我已 74 岁，虽然患有高血压、脑血栓、冠心病、小脑萎缩、眼底出血等多种疾病，可我坚持撰写书稿，通过书本、视频把我的点滴经验、体会传授给致力于电工工作的青年朋友，以尽我的绵薄之力，尽古稀之人的一点爱心。这也算是我对社会、对师傅的回报。

青年朋友们，我诚恳地希望你们认真阅读此书，并能从中获益，这是我的最大心望。

由于时间仓促，加之水平有限，书中难免有不妥之处，希望读者通过我的微信号 xyd-fx20180918 或 QQ 号 122788769 反馈给我，大家共同学习进步。

黄北刚
2018 年 11 月

第一章 电动机基本控制电路

1

[例 001]	按钮操作、没有状态信号、无过载保护的 220V 控制电路	2
[例 002]	有过载保护、按钮启停的 380V 控制电路	4
[例 003]	过载保护、按钮启停、有电源电压表的 220V 控制电路	8
[例 004]	过载保护、按钮启停、有电源信号灯的 220V 控制电路	11
[例 005]	按钮启停、有状态信号灯的 220V 控制电路	13
[例 006]	一次保护、有状态信号灯、按钮启停的 380V 控制电路(1)	17
[例 007]	一次保护、有状态信号灯、按钮启停的 380V 控制电路(2)	20
[例 008]	一次保护、无信号灯、有电压表、按钮启停的 380V 控制电路	23
[例 009]	既能长期连续运行又能点动运转的 380V 控制电路	26
[例 010]	既能长期连续运行又能点动运转的 220V 控制电路	29
[例 011]	故障报警、既能长期连续运行又能点动运转的 380V 控制电路	32
[例 012]	三只按钮开关构成的既能长期连续运行又能点动运转的 220V 控制电路	35
[例 013]	加有电源信号灯、既能长期连续运行又能点动运转的 380V 控制电路	38
[例 014]	有状态信号、既能长期连续运行又能点动运转的 380V 控制电路	41
[例 015]	有状态信号灯、按钮启停的 36V 控制电路	45
[例 016]	单电流表、有状态信号灯、一启两停的 380V 控制电路	47
[例 017]	单电流表、有状态信号灯、一启两停的 220V 控制电路	50
[例 018]	二次保护、一启两停、有双电流表的 380V 控制电路	52
[例 019]	一次保护、一启两停、有单电流表的 380V 控制电路	54
[例 020]	两处启停、有状态信号灯、无电流表的 220V 控制电路	57
[例 021]	一次保护、一启三停、有信号灯的 220V 控制电路	61
[例 022]	两启三停、有工作状态信号、单电流表的 380V 控制电路	63
[例 023]	两启三停、有信号灯、延时终止过载信号的 380V 控制电路	66
[例 024]	一次保护、没有状态信号灯、一启两停的 127V 控制电路	70
[例 025]	拉线开关操作、无状态信号、过载报警的 220V 控制电路	73
[例 026]	可达到即时停机的延时自启动的 220V 控制电路	74
[例 027]	一次保护、按规定时间停止工作的 380V 控制电路	77
[例 028]	一次保护、按规定时间停止工作的 220V 控制电路	79
[例 029]	一次保护、按规定时间停止工作的 220V/36V 控制电路	82
[例 030]	过载报警、按钮启停的 220V 控制电路	85
[例 031]	过载报警、按钮启停的 380V/220V 控制电路	87

- [例 032] 一次保护、按钮启停、有电源信号灯的 380V 控制电路 91
- [例 033] 有电压表、启停信号灯、按钮启停的 220V 控制电路 94
- [例 034] 按钮启停、有过载光字显示的 220V 控制电路 97
- [例 035] 启动前发预告信号、有启停信号灯的一启两停的 220V 控制电路 99
- [例 036] 启动前发预告信号、有启停信号灯的一启两停的 380V 控制电路 101
- [例 037] 按钮启停、加有电压表的 380V 控制电路 104
- [例 038] 一次保护、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 220V 控制电路 106
- [例 039] 有启停信号灯、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 220V 控制电路 107
- [例 040] 有紧急停机开关、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 220V 控制电路 109
- [例 041] 一次保护、可选择 KG316T 微电脑时控开关或按钮启停水泵的 220V 控制电路 111
- [例 042] 一次保护、单电流表、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 220V 控制电路 114
- [例 043] 一次保护、过载报警、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 220V 控制电路 116
- [例 044] 过载保护、有电压表、有状态信号、按钮启停的 380V 控制电路 118
- [例 045] 两启一停、有电源信号灯、按钮启停的 380V 控制电路 121
- [例 046] 既能长期连续运行又能点动运转的 220V 控制电路 123

第二章 水泵电动机自动控制电路

127 /

- [例 047] 水位控制器直接启停电动机的 380V 控制电路 128
- [例 048] 水位控制器直接启停的排水泵 220V 控制电路 130
- [例 049] 过载报警、有状态信号、水位控制器直接启停的 380V 控制电路 132
- [例 050] 有电压监视、过载报警、水位直接启停的 220V 控制电路 134
- [例 051] 低水位报警、水位直接启停的 220V 控制电路 136
- [例 052] 低水位报警、水位控制器直接启停的 380V 控制电路 138
- [例 053] 低水位报警、发出启动备用泵指令、水位控制器直接启停的 220V 控制电路 139
- [例 054] 一次保护、手动操作与自动控制可选的备用泵 220V 控制电路 141
- [例 055] 一次保护、过载有信号灯显示的上水泵 380V 控制电路 144
- [例 056] 一次保护、有状态信号灯、水位直接启停的上水泵 36V 控制电路 146
- [例 057] 行程开关直接启停的排水泵 220V 控制电路 148
- [例 058] 有电源信号灯、行程开关直接启停水泵的 220V 控制电路 150
- [例 059] 有电源信号灯、行程开关直接启停水泵的 380V 控制电路 152
- [例 060] 有启动预告信号、行程开关直接启停的上水泵控制电路 154
- [例 061] 行程开关与按钮操作可选的 220V 控制电路 155
- [例 062] 二次保护、双电流表、行程开关直接启停水泵的 220V 控制电路 158
- [例 063] 有过载信号、人为终止、行程开关直接启停的 220V 控制电路 160

- [例 064] 既可手动启停又可行程开关启停的 380V 控制电路 162
- [例 065] 过载保护、有状态信号灯、行程开关启停的 127V 控制电路 164

第三章 施工现场小型机械设备电气控制电路

167 /

- [例 066] 倒顺开关直接启停的机械设备电路 168
- [例 067] 控制开关与倒顺开关相结合的正反转 220V 控制电路 169
- [例 068] 脚踏开关与倒顺开关相结合的正反转 220V 控制电路 171
- [例 069] 按钮操作与倒顺开关相结合的 220V 控制电路 173
- [例 070] 有行程开关控制与倒顺开关相结合的 220V 控制电路 176
- [例 071] 有状态信号、按钮操作与倒顺开关相结合的 220V 控制电路 179
- [例 072] 两只脚踏开关与倒顺开关相结合的 220V 控制电路 182
- [例 073] 脚踏开关控制的钢筋弯曲机 220V 控制电路 184

第四章 电动机正反转控制电路

188 /

- [例 074] 无联锁、无过载保护、无信号灯的正反转 220V 控制电路 189
- [例 075] 无联锁、无过载保护、无信号灯的正反转 380V 控制电路 191
- [例 076] 过载保护、无联锁、无信号灯的正反转 380V 控制电路 192
- [例 077] 过载保护、无运转状态信号、双重联锁的 220V 控制电路 194
- [例 078] 接触器触点联锁、按钮操作的正反转 220V 控制电路 197
- [例 079] 接触器触点联锁、按钮操作的正反转 380V 控制电路 199
- [例 080] 按钮触点联锁、没有信号灯的正反转 220V 控制电路 201
- [例 081] 双重联锁、没有信号灯的正反转 220V 控制电路 203
- [例 082] 两个按钮操作、接触器联锁的正反转 220V 控制电路 205

第五章 接触器与电路故障

208 /

第一节 接触器的基本结构部件名称 209

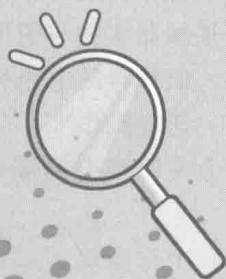
第二节 接触器线圈触点在电路图中标志 211

第三节 接触器的表面文字的含义 213

第四节 不同型号的接触器与电动机控制电路举例 214

- [例 083] GMC-40/4 接触器与按钮启停的 220V 控制电路 214
- [例 084] 加有端子排的 NC6-0610 接触器与按钮启停的 380V 控制电路 215
- [例 085] LC1-D6511 接触器与一启两停的 220V 控制电路 216
- [例 086] GMC-12 接触器与两启一停的 220V 控制电路 217
- [例 087] SP-25 接触器与一启一停的 220V 控制电路 218
- [例 088] NC6-0610 接触器与启停的 380V 控制电路 219
- [例 089] SP-25 接触器与按钮启停的三启一停的 380V 控制电路 220
- [例 090] SP-25 接触器与一启两停的 220V 控制电路 221
- [例 091] CJX2-0910 接触器与一启一停的 220V 控制电路 222
- [例 092] CJT1-10 接触器与按钮启停、有信号灯的 220V 控制电路 223

- [例 093] CJX2-D5011 接触器与按钮启停的 220V 控制电路 224
- [例 094] SP-25 接触器与过载报警、按钮启停的 220V 控制电路 225
- [例 095] SP-30 接触器与按钮启停、有信号灯的 220V 控制电路 226
- [例 096] NC8-0910 接触器与按钮启停的 220V 控制电路 227
- [例 097] CJ20-100 接触器与按钮启停的 220V 控制电路 228
- [例 098] CJX2-0910 接触器与两启一停的 380V 控制电路 229
- [例 099] CJ10-100(150)接触器与有启停状态信号灯的 380V 控制电路 230
- [例 100] CJ12-400 交流接触器与按钮启停的 380V 控制电路 231
- [例 101] CJT1-100 交流接触器与有行程开关和按钮启停的 220V 控制电路 232
- [例 102] CJT1-150 交流接触器与按钮操作的两启两停 220V 控制电路 233
- [例 103] CJX2 交流接触器与按钮操作的三启两停 220V 控制电路 234



第一章

电动机基本控制电路

基本控制电路用于没有工艺联锁（如压力、温度等触点）的全电压启动的各种油泵、水泵、风机、输送皮带、砂轮机、振动筛、切板机、木工刨床、打米机、粉碎机 etc 常用机械设备的电动机启、停控制操作。



例

001

按钮操作、没有状态信号、无过载保护的 220V 控制电路

图形符号构成的控制电路如图 1-1(a) 所示, 电气设备实物构成控制电路如图 1-1(b) 所示, 接触器实物与图形符号构成的控制电路如图 1-1(c) 所示。图 1-1(a) 电路图的应用比较多的, 但这样的电路过负荷时, 非常容易造成电动机绕组的烧毁。

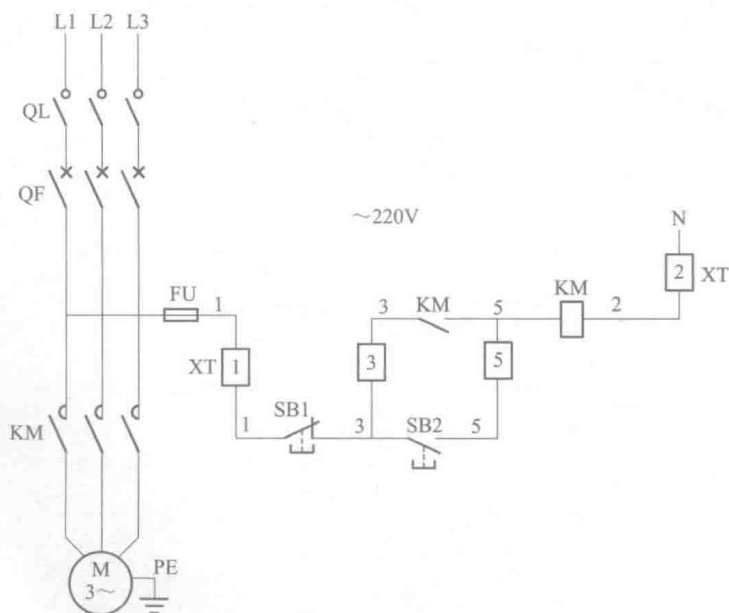
(1) 送电操作^❶

合上主回路中的隔离开关 QS; 合上主回路中的断路器 QF; 合上控制回路中的熔断器 FU。

(2) 工作原理

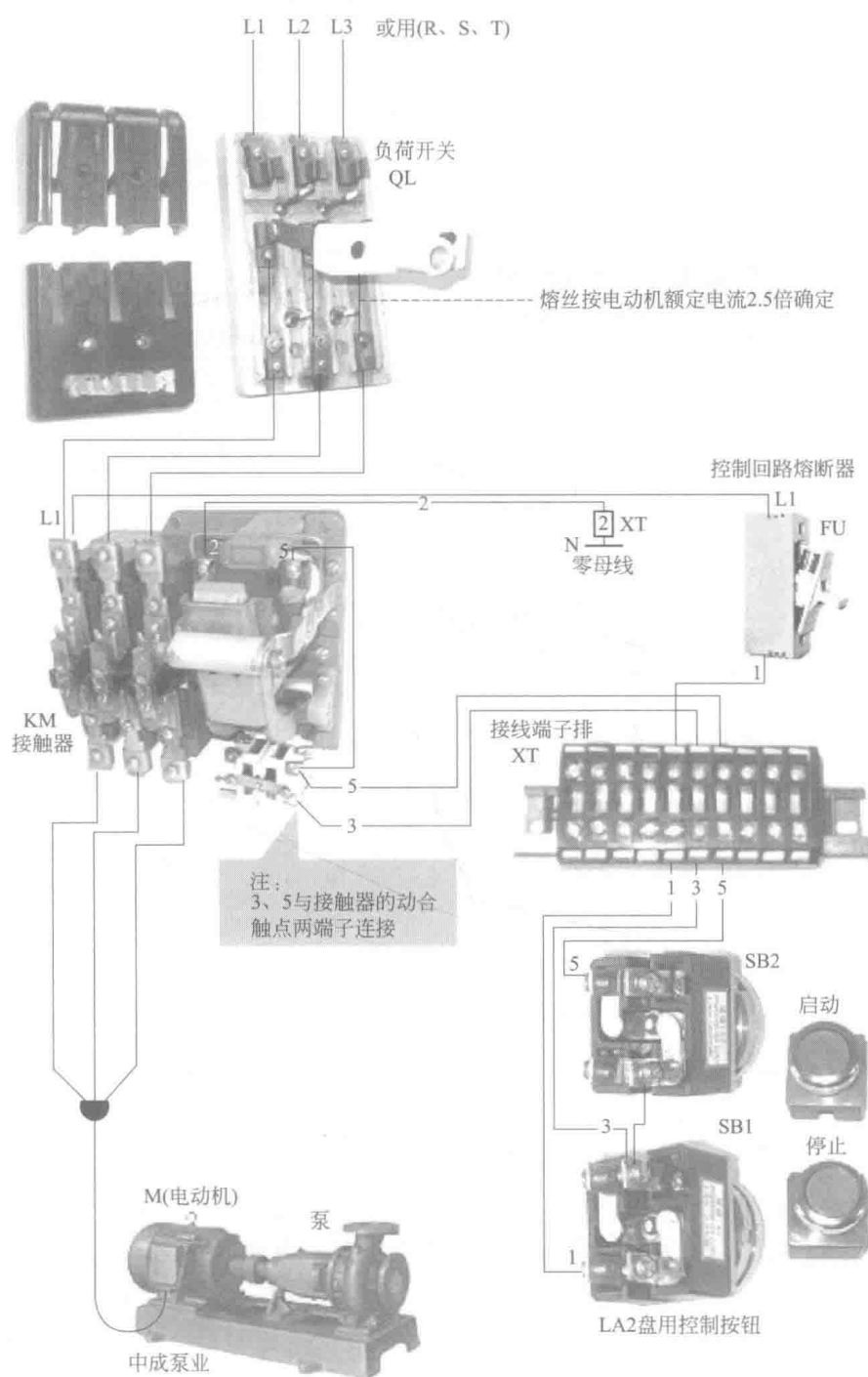
启动: 按下启动按钮 SB2, 其电源 L1 相→控制回路熔断器 FU→1 号线→端子排 XT 上 (1)→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→启动按钮 SB2 动合触点 (按下时闭合)→5 号线→端子排 XT 上 (5)→5 号线→接触器 KM 线圈→2 号线→端子排 XT 上 (2)→电源 N 极。KM 线圈两端形成 220V 的工作电压, 接触器 KM 线圈得到 220V 的电压动作, KM 的动合触点闭合自保。主电路中的接触器 KM 三个主触点同时闭合, 电动机 M 绕组获得三相 380V 交流电源, 电动机运转驱动机械设备工作。

停止: 按下停止按钮 SB1, 其动断触点断开, 切断接触器 KM 线圈控制电路, 接触器 KM 断电释放, 三个主触点同时断开, 电动机绕组脱离三相 380V 交流电源停止运转, 机械设备停止工作。



(a) 图形符号构成的控制电路

❶ 送电操作顺序后文大部分电路不再赘述。



(b) 电气设备实物构成的控制电路

图 1-1

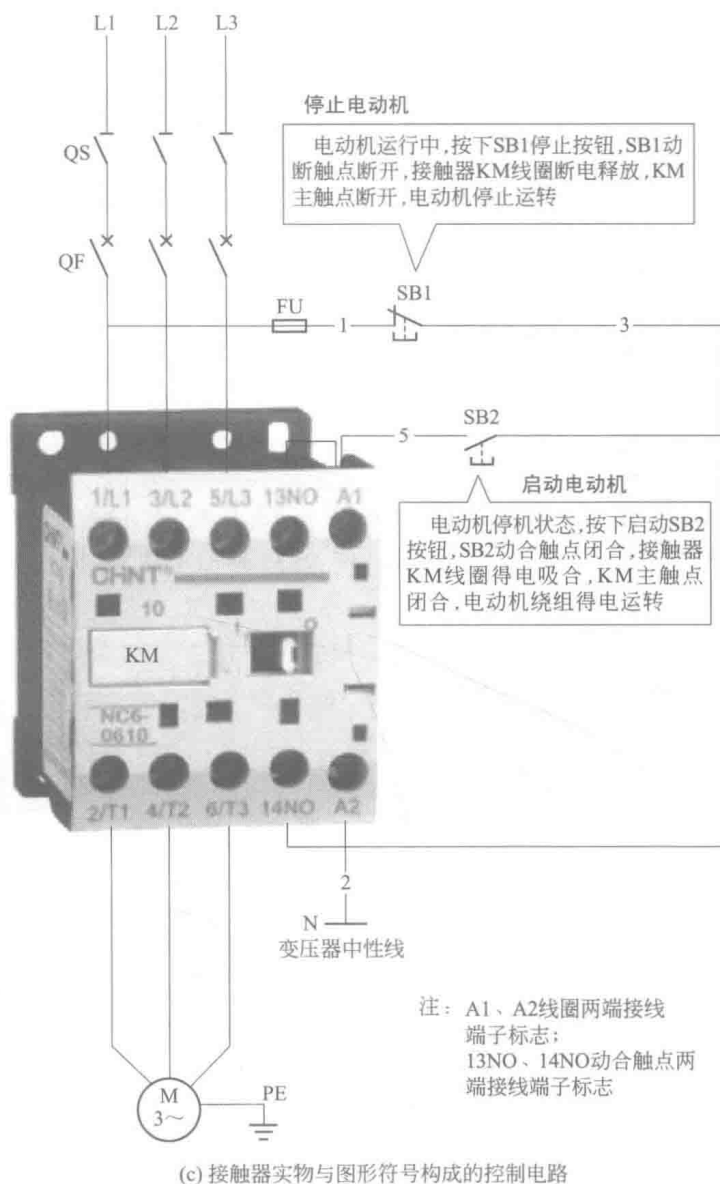


图 1-1 按钮操作、没有状态信号、无过载保护的 220V 控制电路

(3) 操作运行注意事项

这种电路中没有过载保护,在个体企业中是常见的,他们认为加热继电器没有必要。如果操作人员随时可以监视电动机的运行情况,发现电动机有异常现象,例如电动机突然慢速运转、电动机运转吃力时,可以立即按下停止按钮 SB1,电动机停止运转,能够避免电动机绕组的烧毁。

例

002

有过载保护、按钮启停的 380V 控制电路

图形符号构成的控制电路如图 1-2(a) 所示,电气设备实物构成的控制电路如图 1-2(b) 所示,接触器实物与图形符号构成的控制电路如图 1-2(c) 所示。图 1-2(a) 所示电路图也是常见的电动机控制电路,这种电路过负荷时,热继电器 FR 动作,能够起到对电动机的过载保护作用。

(1) 工作原理

启动：按下启动按钮 SB2，其动合触点闭合。电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→端子排 XT 上 (1)→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→启动按钮 SB2 动合触点（按下时闭合）→5 号线→端子排 XT 上 (5)→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 FR 动断触点→2 号线→控制回路熔断器 FU2→电源 L3 相。接触器 KM 线圈两端形成 380V 的工作电压，接触器 KM 得电动作，KM 的动合触点闭合自保。主电路中的接触器 KM 三个主触点同时闭合，电动机 M 绕组获得三相 380V 交流电源，电动机运转驱动机械设备工作。

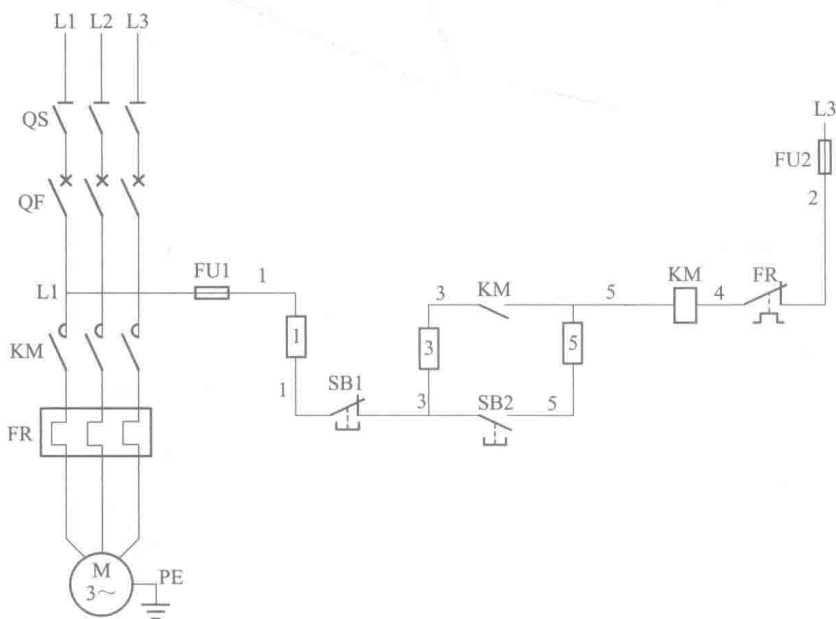
停止：按下停止按钮 SB1，其动断触点断开，切断接触器 KM 线圈控制电路，接触器 KM 断电释放，三个主触点同时断开，电动机绕组脱离三相 380V 交流电源停止运转，机械设备停止工作。

(2) 自保电路

自保电路工作原理是这样的：电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→端子排 XT 上 (1)→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→端子排 XT 上 (3)→3 号线→闭合的接触器 KM 的动合触点→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 FR 动断触点→2 号线→控制回路熔断器 FU2→电源 L3 相。接触器 KM 线圈两端形成 380V 的工作电压，通过接触器 KM 自身的动合触点维持接触器 KM 控制电路的接通。

(3) 过负荷停机^①

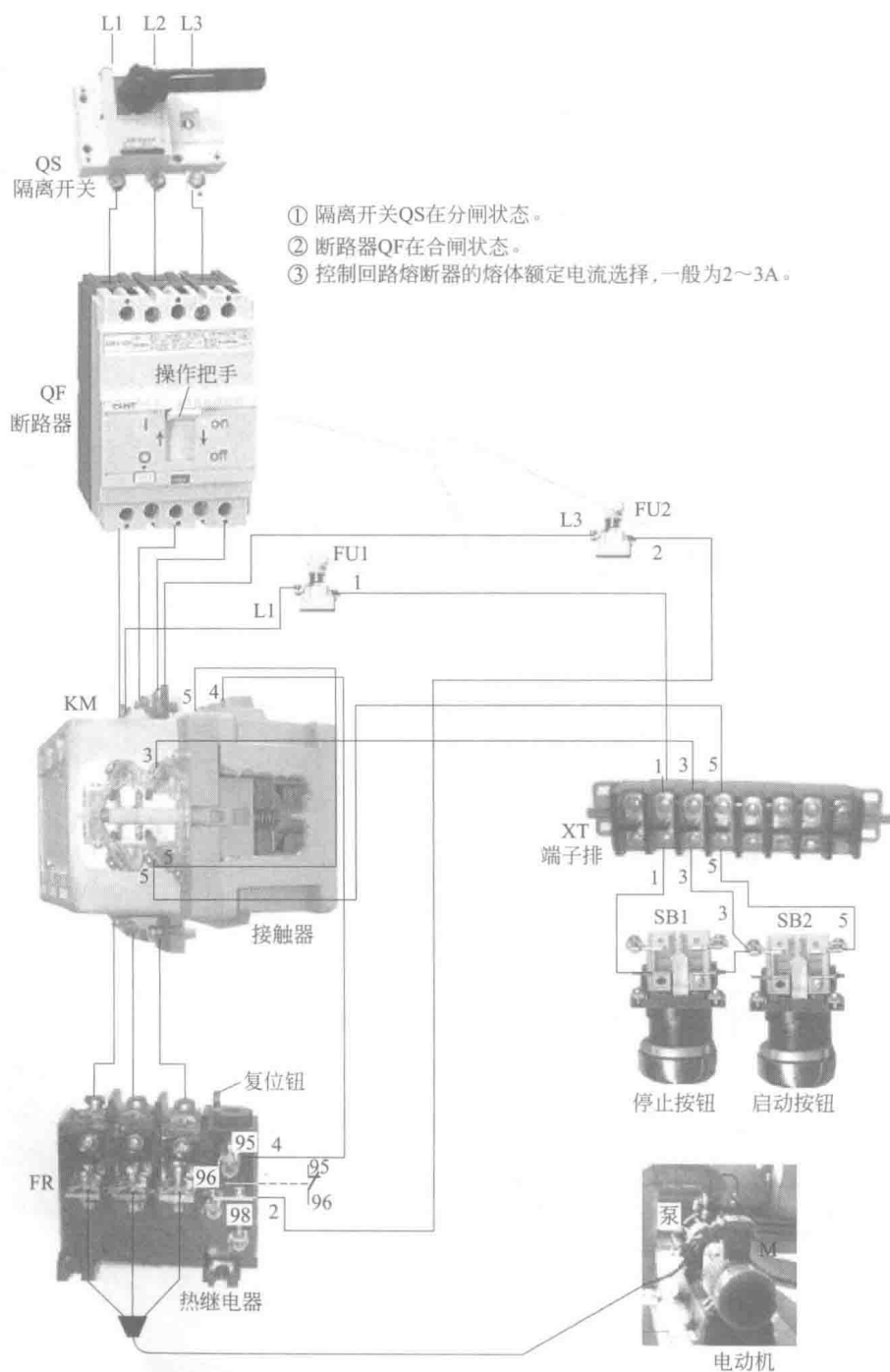
电动机发生过负荷运行时，主电路中的热继电器 FR 动作，串接于接触器 KM 线圈控制回路中的热继电器 FR 动断触点断开，接触器 KM 线圈电路断电，接触器 KM 三个主触点同时断开，电动机断电停转，机械设备停止工作。



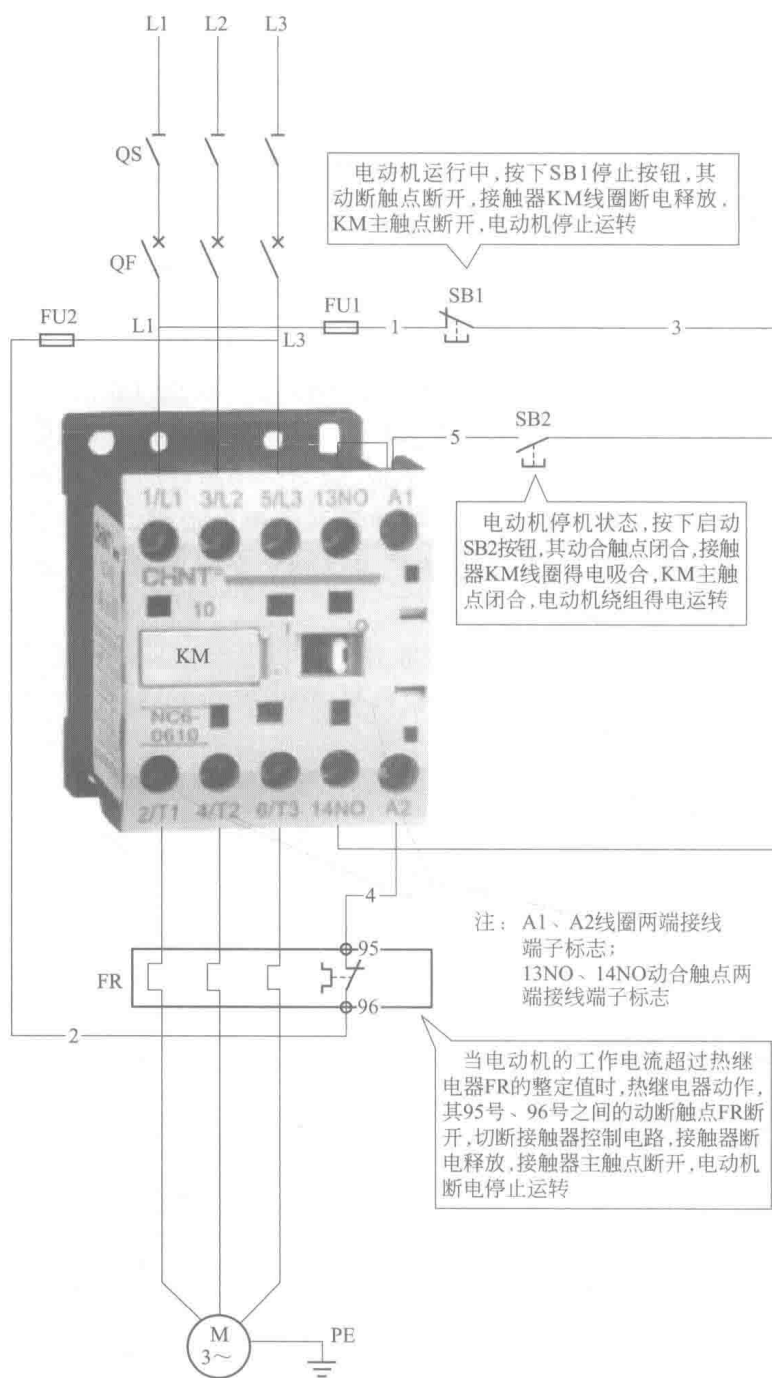
(a) 图形符号构成的控制电路

图 1-2

① 过负荷停机工作原理后文大部分电路不再赘述。



(b) 电气设备实物构成的控制电路



(c) 接触器实物与图形符号构成的控制电路

图 1-2 有过载保护、按钮启停的 380V 控制电路

例

003

过载保护、按钮启停、有电源电压表的 220V 控制电路

图形符号构成的控制电路如图 1-3(a) 所示, 电气设备实物构成的控制电路如图 1-3(b) 所示。接触器实物与图形符号构成的控制电路如图 1-3(c) 所示。

(1) 送电操作

合上主回路中的隔离开关 QS; 合上主回路中的断路器 QF; 合上控制回路中的熔断器 FU1、FU2; 电压表 PV 得电, 显示出回路的电源电压 380V, 表示电动机回路处于送电, 热备用状态。

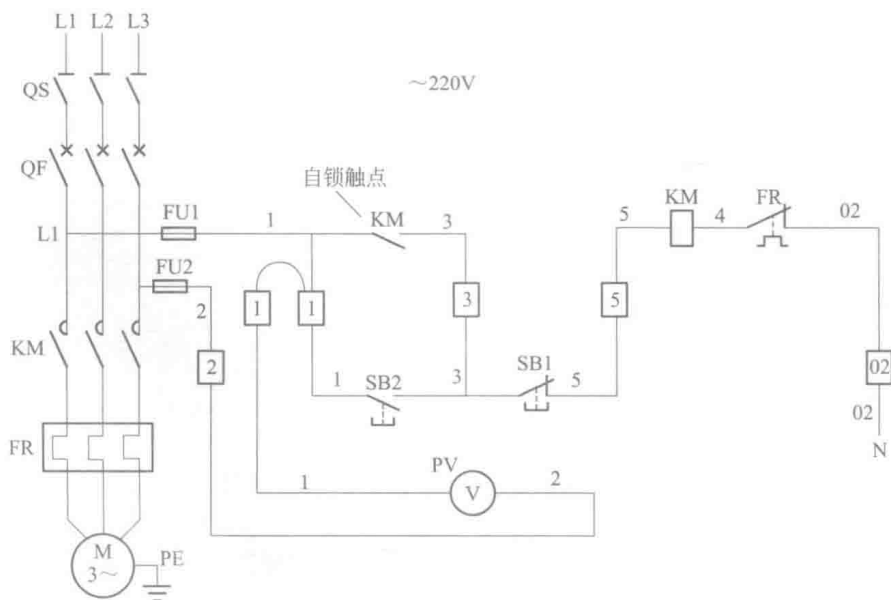
(2) 工作原理

启动: 按下启动按钮 SB2, 其动合触点闭合。电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→端子排 XT 上 (1)→1 号线→启动按钮 SB2 动合触点 (按下时闭合)→3 号线→停止按钮 SB1 动断触点→5 号线→端子排 XT 上 (5)→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 FR 动断触点→02 号线→端子排 XT 上 (02)→02 号线→电源 N 极。接触器 KM 线圈两端形成 220V 的工作电压, 接触器 KM 得电动作, 主电路中的接触器 KM 三个主触点同时闭合, 电动机 M 绕组获得三相 380V 交流电源, 电动机运转驱动机械设备工作。

停止: 按下停止按钮 SB1, 其动断触点断开, 切断接触器 KM 线圈控制电路, 接触器 KM 断电释放, 三个主触点同时断开, 电动机绕组脱离三相 380V 交流电源停止运转, 机械设备停止工作。

(3) 自保电路

由于动合触点 KM 闭合, 电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→闭合的接触器 KM 的动合触点→3 号线→端子排 XT 上 (3)→3 号线→停止按钮 SB1 动断触点→5 号线→



(a) 图形符号构成的控制电路