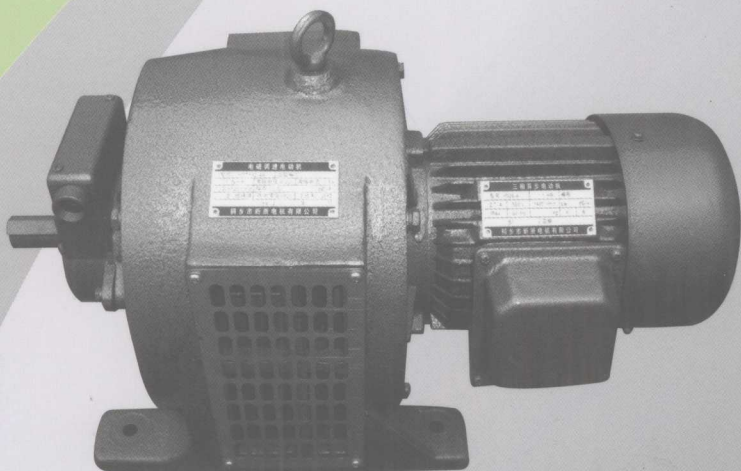


电动机控制电路应用技术丛书

电动机控制电路及应用

黄海平 黄 鑫 编著



科学出版社
www.sciencep.com

电动机控制电路应用技术丛书

电动机控制电路及应用

黄海平 黄 鑫 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分5章,分别介绍电动机单向直接启动、可逆直接启动、直接启动特殊电路、降压启动、制动控制电路及应用,内容包括单向点动控制电路、两台电动机联锁控制电路、自动往返循环控制电路、短暂停电自动再起启动电路、低速脉动控制电路、电动机的加密控制电路、多条皮带运输原料控制电路、手动串联电阻启动控制电路、自耦变压器手动控制降压启动、延边三角形降压启动自动控制电路、单管整流能耗制动控制电路、电磁抱闸制动控制电路、全波整流单向能耗制动控制电路等。

本书每种典型的电动机控制电路均给出工作原理图,并结合电气元件作用表、元器件安装排列图及按钮实际接线,以及按钮实物接线图,揭示电动机控制线路的实质。作者在介绍每种回路调试方法的同时,将自己多年的工作经验加以总结,针对电动机控制电路的常见故障,介绍了故障原因及排除方法。

本书可供从事电气安装、维修的电工及技术人员使用参考,也可作为工科院校电气控制、低压电器、电工与电子、电气运行与控制等专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电动机控制电路及应用/黄海平,黄鑫编著. —北京:科学出版社,2009
(电动机控制电路应用技术丛书)

ISBN 978-7-03-024455-0

I. 电… 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(2009)第 060395 号

责任编辑:杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方新龙图文有限公司 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>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年6月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2009年6月第一次印刷 印张:10 1/4

印数:1—5 000 字数:260 000

定 价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

科学技术的发展,促使各个行业的电气化与自动化程度日益提高,而这其中,电动机控制扮演着重要的角色。电动机控制电路调试与应用愈来愈重要,对电气从业人员的技术水平要求也愈来愈高,因此熟悉和掌握各种常用电动机的典型控制线路,以及电气设备的控制线路,对正确使用电气设备及进行故障处理是非常必要的。

本书作者结合多年的工作经验,对各种典型的电动机控制电路的调试及维修进行了透彻的剖析,重点介绍了自制配电盘时,其器件的排列及外引接线,对于广大电工人员最头痛的按钮接线问题,在本书各章节中均给出详细说明并附有实际接线图例,以便提高电工人员解决工程实际问题的能力。

本书结构清晰,各种典型控制电路均给出控制原理图,然后结合电气元件作用表、元器件安装排列图及端子图,以及按钮实际接线和实物接线,介绍电动机的控制原理及接线方式;接着针对电动机的主回路、控制回路,分别给出具体的调试方法及注意事项;最后分析电动机的各种控制电路的常见故障,并针对每种故障原因介绍具体的排除方法。

全书共分5章,第1章介绍电动机单向直接起动,其中包括单向点动控制电路,单向起动、停止电路,具有起动、停止、点动混合电路,电动机多地控制电路,采用安全电压控制电动机起停电路等;第2章介绍电动机可逆直接起动,其中包括只有按钮互锁的可逆点动控制电路,用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制电路,自动往返循环控制电路,JZC型正反转自动控制电路,防止相间短路正反转控制电路,利用转换开关预选的正反转起停控制电路,可逆点动与起动混合控制电路等;第3章介绍电动机直接起动特殊电路,其中包括两台电动机联锁控制电路,短暂停电自动再起电路,电动机间歇运行控制电路,低速脉动控制电路,电动机的加密控制电路,多条皮带运输原料控制电路,单线远程正反转控制电路等;第4章介绍电动机降压起动电路的原理、调试与维修,其中包括手动

串联电阻起动控制电路,定子绕组串联电阻起动自动控制电路,自耦变压器手动控制降压起动电路,频敏变阻器起动控制电路等;第5章介绍电动机制动电路的原理、调试与维修,其中包括单管整流能耗制动控制电路,直流能耗制动控制电路,电磁抱闸制动控制电路,半波整流单向能耗制动控制电路,全波整流可逆能耗制动控制电路,双向运转反接制动控制电路等。

本书在编写过程中得到了科学出版社杨凯老师的大力支持与帮助,在此表示诚挚的谢意。

在本书出版之际,感谢妻子李燕及女儿黄鑫对我在工作和生活上的帮助与支持,在此祝她们健康、快乐、幸福!

由于作者水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

黄海平

2009年2月于威海

目 录

第 1 章 电动机单向直接起动	1
1.1 单向起动、停止电路	1
1.2 采用安全电压控制电动机起停电路	5
1.3 单向点动控制电路	10
1.4 带热继电器过载保护的点动控制电路	12
1.5 具有起动、停止、点动混合电路(一)	15
1.6 具有起动、停止、点动混合电路(二)	19
1.7 具有起动、停止、点动混合电路(三)	24
1.8 电动机多地控制电路	30
1.9 多台电动机可预选起动控制电路	33
第 2 章 电动机可逆直接起动	40
2.1 只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆点动控制电路	40
2.2 只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆起停控制电路	44
2.3 只有按钮互锁的可逆点动控制电路	47
2.4 只有按钮互锁的可逆起停控制电路	52
2.5 接触器、按钮双互锁可逆起停控制电路	55
2.6 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	60
2.7 自动往返循环控制电路(一)	63
2.8 自动往返循环控制电路(二)	67
2.9 用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制电路	71
2.10 JZF 型正反转自动控制器应用电路	74
2.11 防止相间短路正反转控制电路(一)	77
2.12 防止相间短路正反转控制电路(二)	82

2.13	利用转换开关预选的正反转起停控制电路	86
2.14	具有三重互锁保护的正反转控制电路	89
2.15	可逆点动与起动混合控制电路	93
2.16	卷扬机控制电路(一)	97
2.17	卷扬机控制电路(二)	100
第3章	电动机直接起动特殊电路	103
3.1	两台电动机联锁控制电路(一)	103
3.2	两台电动机联锁控制电路(二)	108
3.3	短暂停电自动再起停电路(一)	112
3.4	短暂停电自动再起停电路(二)	117
3.5	电动机间歇运行控制电路(一)	122
3.6	电动机间歇运行控制电路(二)	127
3.7	效果理想的顺序自动控制电路	132
3.8	用一只按钮控制电动机起停电路	136
3.9	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	140
3.10	单按钮控制电动机正反转起停电路	144
3.11	电动机固定转向控制电路	149
3.12	单线远程正反转控制电路	154
3.13	低速脉动控制电路	157
3.14	交流接触器低电压情况下起动电路	161
3.15	电动机的加密控制电路	164
3.16	多条皮带运输原料控制电路	166
第4章	电动机降压起动	171
4.1	定子绕组串联电阻起动自动控制电路(一)	171
4.2	定子绕组串联电阻起动自动控制电路(二)	175
4.3	手动串联电阻起动控制电路(一)	178
4.4	手动串联电阻起动控制电路(二)	184
4.5	手动 Y- Δ 降压起动控制电路	187
4.6	用两只接触器完成 Y- Δ 降压自动起动控制电路	191
4.7	采用三只接触器完成 Y- Δ 降压起动自动控制电路	195

4.8	自耦变压器手动控制降压起动电路	200
4.9	自耦变压器自动控制降压起动电路	205
4.10	延边三角形降压起动自动控制电路	209
4.11	频敏变阻器起动控制电路	213
第5章	电动机制动	220
5.1	直流能耗制动控制电路	220
5.2	单管整流能耗制动控制电路	225
5.3	电磁抱闸制动控制电路	228
5.4	改进的电磁抱闸制动电路	233
5.5	半波整流单向能耗制动控制电路	236
5.6	半波整流可逆能耗制动控制电路	239
5.7	全波整流单向能耗制动控制电路	243
5.8	全波整流可逆能耗制动控制电路	247
5.9	简单实用的可逆能耗制动控制电路	251
5.10	单向运转反接制动控制电路	256
5.11	双向运转反接制动控制电路	260
练习题		266
附 录		279

第 1 章 电动机单向直接起动

1.1 单向起动、停止电路

1. 工作原理

在工农业生产及各个领域,控制电路应用最多的是单向起动、停止电路,该电路具有自锁、短路保护和过载保护作用,其控制电路如图 1.1 所示。

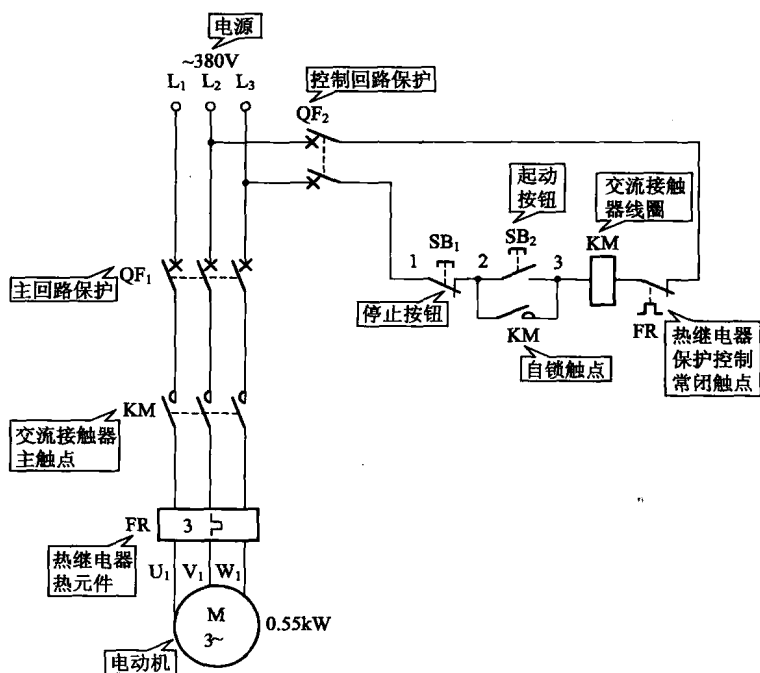


图 1.1 单向起动、停止电路

起动:当需起动电动机时,合上主回路断路器 QF_1 、控制回路断路器 QF_2 ,并按下起动按钮 SB_2 ,此时交流接触器 KM 线圈得电吸合,KM 其三主触点闭合,电动机 M 得电运转,同时 KM 辅助常开触点闭合自锁(又

称自保),即使松开启动按钮 SB_2 ,由于交流接触器 KM 常开辅助触点的自锁作用,控制电路仍保持接通,交流接触器 KM 线圈仍吸合,使电动机 M 仍继续运转。

停止:欲需停止时,则按下停止按钮 SB_1 ,交流接触器 KM 线圈断电释放,KM 其三相主触点断开电机电源,电动机断电停止工作。

欠压或失压:当交流接触器 KM 线圈工作电压低于额定电压的 85% 以下时,交流接触器 KM 线圈会因欠压而断电释放,从而起到失压保护作用。实际上这种情况在我们实际工作中经常遇到,如在正常工作中,交流接触器 KM 线圈得电吸合工作,倘若电网出现停电现象,那么此时交流接触器 KM 线圈将失电释放,以作保护。即使再来电,电动机也不会再运转,理由很简单,从原理图中可以看出,那就是由于交流接触器 KM 自锁触点断开,必须人为按动启动按钮 SB_2 ,才能重新操作完成启动控制。

过载保护:倘若电动机在运转中出现过载时,那么主回路热继电器 FR 热元件所通过的电流远远超过其额定电流值,此时热继电器 FR 双金属片上缠绕的电阻丝发热,其双金属片由于发热材料不同而弯曲,推动热继电器 FR 常闭触点断开,切断了交流接触器 KM 线圈回路电源,交流接触器 KM 线圈断电释放,电动机便失去三相电源而停止运转,从而起到了过载保护作用。

电气元件作用表如表 1.1 所示。

表 1.1 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	6A 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	CJX1-09	线圈电压为 380V	控制电动机电源
4	FR	热继电器	JRS2-12.5	1.6~2.5A 带断相保护功能	电动机过载保护
5	SB_1	按钮	LA19-22	红色	停止电动机用
6	SB_2	按钮	LA19-22	绿色	启动电动机用
7	M	三相异步电动机	Y801-4	0.55kW 1.6A 1390r/min	拖动

元器件安装排列图及端子图如图 1.2 所示,图 1.3 所示是按钮实际接线。

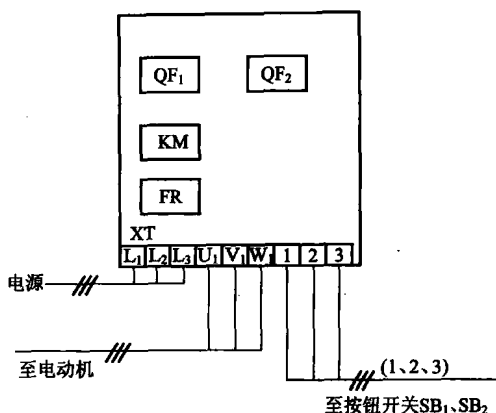


图 1.2 元器件安装排列图及端子图

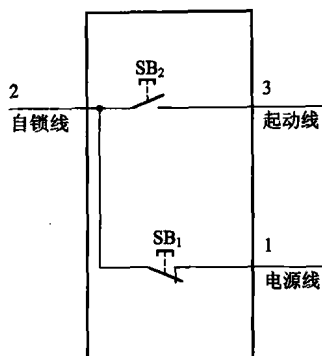


图 1.3 按钮实际接线

在这里顺便讲一下按钮接线,这是经验之谈,对读者工作很有帮助。

对于单向起动停止电路的按钮接线,从按钮接线图中可以看出,它实际上从配电盘上引出了三根导线:一根是电源线,接至停止按钮 SB_1 的常闭触点一端,即 1# 线;一根是自锁线,在接这根线之前用一根短路线将停止按钮 SB_1 常闭触点的另一端与起动按钮 SB_2 任意一端常开触点连接起来后并引出一根线,即 2# 线;最后一根线是起动线,这根线实际上是起动按钮 SB_2 常开触点另一端与交流接触器 KM 线圈之间的一根连线,即 3# 线。这三根导线一般情况下必须按图纸要求正确连接,有时也可按经验连接,所谓经验连接,就是 1# 线与 2# 线之间可任意连接。

2. 调 试

首先断开主回路断路器 QF_1 ,合上控制回路断路器 QF_2 ,调试控制回路,按下起动按钮 SB_2 ,交流接触器 KM 线圈应吸合动作,松开 SB_2 ,KM 也不释放,按动停止按钮 SB_1 ,交流接触器 KM 线圈断电释放。经反复试验几次若无不正常情况,就可以调试主回路了。再合上主回路断路器 QF_1 ,按动起动按钮 SB_2 ,交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁,其三相主触点闭合,电动机得电正常运转(此时应观察电动机转向是否符合运转要求,若不符合则需停下电动机,任意调换三相电源中的两相就会改变其

运转方向)。按动停止按钮 SB_1 , 交流接触器 KM 线圈断电释放, KM 其三相主触点断开电动机电源, 电动机停止运转。

在调试控制电路时, 倘若一合断路器 QF_2 , 交流接触器 KM 线圈就吸合动作, 则说明按钮线 1# 或 2# 错接到 3# 上了, 造成不用按动启动按钮 SB_2 就直接启动了。遇到此问题, 应断开断路器 QF_2 , 按图纸正确连线。顺便告诉读者一个小秘密, 也是作者的一个小经验, 只要记住按钮中三根导线中的一根起动线接至配电盘端子的 3# 上了, 另外两根导线可任意连接。

再调试过载保护电路, 首先将热继电器 FR 电流整定旋钮调得低一些, 要大大低于电动机额定电流, 按动启动按钮 SB_2 , 此时交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁, 电动机得电运转工作, 由于热继电器整定的电流远远小于电动机的额定电流, 不一会儿, 热继电器 FR 动作, 交流接触器 KM 线圈断电释放, 起到过载作用, 说明热继电器 FR 良好, 而且控制回路接线正确。此时将热继电器电流整定旋钮调整至所控电动机额定电流即可。

3. 常见故障及排除

① 一合 QF_2 控制断路器, 交流接触器 KM 线圈就立即吸合, 电动机 M 运转。此故障可能原因为: 一是启动按钮 SB_2 短路, 可更换 SB_2 按钮; 二是接线错误, 电源线 1# 或自锁线 2# 错接到端子 3# 上了, 可通过电路图正确连接; 三是 KM 交流接触器主触点熔焊, 需更换交流接触器主触点; 四是交流接触器 KM 铁心极面有油污、铁锈, 使交流接触器延时释放(延时时间不一), 可拆开交流接触器将铁心极面处理干净; 五是混线或碰线, 将混线处或碰线处找到后并处理好。

② 按启动按钮 SB_2 , 交流接触器 KM 不吸合。可能原因: 一是按钮 SB_2 损坏, 更换新品即可解决; 二是控制导线脱落, 重新连接; 三是停止按钮损坏或接触不良, 更换损坏按钮 SB_1 ; 四是热继电器 FR 常闭触点动作后未复位或损坏, 可手动复位, 若不行则更换新品; 五是交流接触器 KM 线圈断路, 则需更换新线圈。

③ 按下停止按钮 SB_1 , 交流接触器 KM 线圈不释放。遇到此种情况, 可立即将控制断路器 QF_2 断开, 再断开 QF_1 断路器。检修控制电路, 其原因可能是 SB_1 按钮损坏, 此时需更换新品。另外交流接触器自身故障也会出现上述问题, 可参照故障①加以区分处理。

④ 电动机运行后不久,热继电器 FR 就动作跳闸。可能原因:一是电动机过载,检查过载原因,并加以处理;二是热继电器损坏,更换新品;三是热继电器整定电流过小,可重新整定至电动机额定电流。

⑤ 控制回路断路器 QF₂ 合不上。可能原因:一是控制回路存在短路之处并加以排除;二是断路器自身存在故障,更换新断路器即可。

⑥ 一起动电动机主回路,断路器就跳闸。这可能是主回路交流接触器下端以下存在短路或接地故障,排除故障点即可。

⑦ 主回路断路器合不上。可参照故障⑤加以处理。

⑧ 电动机运转时冒烟且电动机外壳发烫,热继电器 FR 不动作。此种故障原因是电动机出现严重过载,热继电器损坏所致,可更换新热继电器 FR 即可解决。有人会问,既然热继电器损坏,那么主回路断路器为什么不动作?原因很简单,电动机过载电流并没有超过断路器脱扣电流,所以断路器 QF₁ 未动作。

⑨ 电动机不转或转动很慢且伴有嗡嗡声。此种故障原因为电源缺相。应立即切断电源,找出缺相故障并加以排除。需提醒的是,遇到此故障时,千万不能在未找到毛病之前反复试车,很容易造成电动机绕组损坏。

⑩ 按动起动按钮 SB₂,交流接触器 KM 线圈得电吸合,电动机运转;松开起动按钮 SB₂,交流接触器 KM 线圈立即释放。此故障是缺少自锁。原因一是交流接触器 KM 辅助常开触点损坏或接触不良(2 号线与 3 号线之间),解决方法是控制或更换 KM 辅助常开触点;二是 SB₁ 与 SB₂ 之间的 2 号线连至 KM 辅助常开触点上的连线脱落,此时连接好脱落线即可;三是 SB₂ 与 KM 线圈之间的 3 号线连至 KM 辅助常开触点上的连线脱落或断路,恢复脱落处,连接好断路点即可。

⑪ 按动起动按钮 SB₂,交流接触器 KM 电磁噪声很大。此故障为接触器短路环损坏或铁心极面生锈或有油污,以及接触器动、静铁心距离变大而致,请参见交流接触器常见故障排除方法相关内容。

1.2 采用安全电压控制电动机起停电路

1. 工作原理

潮湿工作环境无处不在,如制革厂、毛纺厂、水产加工车间,以及带有

蒸汽的热力站,还有乡镇小厂的小作坊。若采用 220V 或 380V 电压操作电气设备在安全上存在很大隐患,一旦出现漏电后果不堪设想,为解决潮湿环境中电气操作方面存在的安全问题,常常采用安全低电压(36V 以下)来控制电动机的起动或停止,深受使用者的欢迎,而且还能保证使用者的人身安全。

图 1.4 所示电路是采用降压变压器 T 将 220V 电压降为 36V 安全电压进行低压操作控制。这样,起动时,按下起动按钮 SB_2 , 36V 交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁,其三三相主触点闭合,电动机得电正常运转,欲停止时,则按下停止按钮 SB_1 即可。

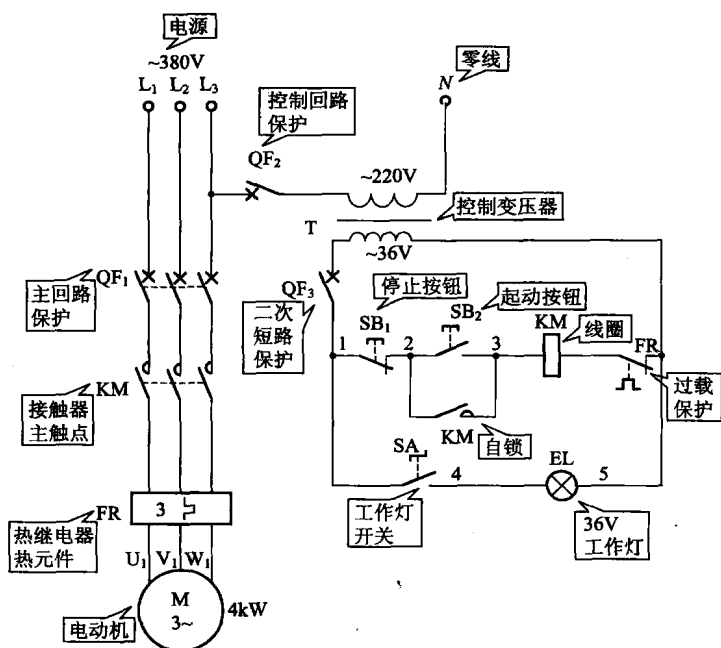


图 1.4 采用安全电压控制电动机起停电路

图中 EL 为工作灯,灯泡电压为 36V,通过转换开关 SA 控制。

电气元件作用表如表 1.2 所示。

元器件安装排列图及端子图如图 1.5 所示。

按钮接线如图 1.6 所示。

转换开关接线如图 1.7 所示。

表 1.2 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	16A 三极	主回路过流保护
2	QF ₂	断路器	DZ47-63	3A 单极	控制回路过流保护
3	QF ₃	断路器	DZ47-63	6A 单极	控制变压器二次过流保护
4	FR	热继电器	JR36-20	6.8~11A	过载保护
5	KM	交流接触器	CDC10-10	线圈电压 36V	控制电动机电源
6	T	控制变压器	BK-100	220V/36V 100VA	变压
7	SB ₁	按钮开关	LAY7	红色(R)	停止电动机用
8	SB ₂	按钮开关	LAY7	绿色(G)	起动电动机用
9	SA	转换开关	LAY7-11X/2	一档	照明开关
10	EL	照明灯		E27 灯口 36V 60W	照明
11	M	三相异步电动机	Y160M ₁ -8	4kW 9.9A 720r/min	拖动

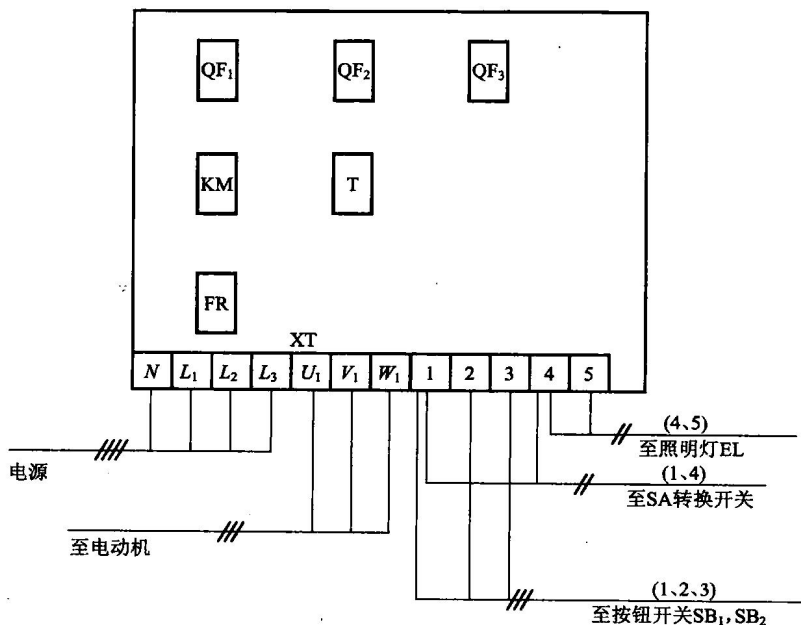


图 1.5 元器件安装排列图及端子图

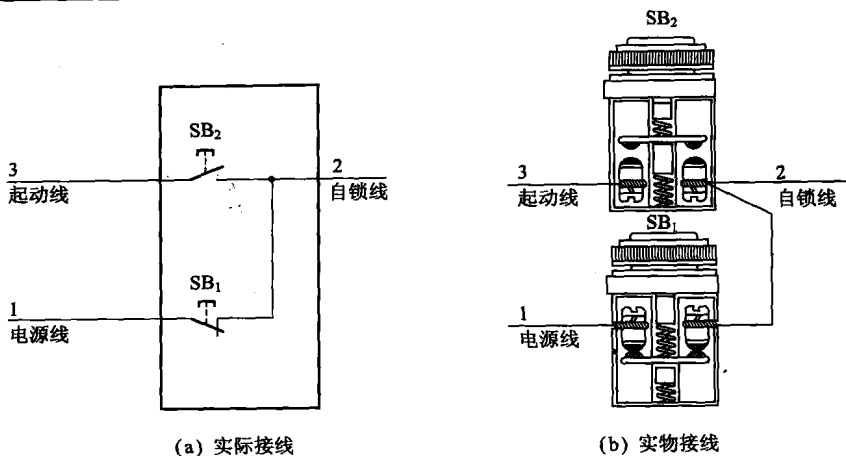


图 1.6 按钮接线图

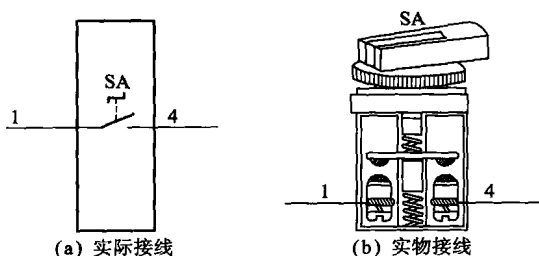


图 1.7 转换开关 SA 接线图

2. 调 试

断开主回路断路器 QF_1 ，首先调试控制回路。合上控制回路断路器 QF_2 (QF_3 先断开)，让控制变压器 T 空载通电 20min，观察其是否正常，如是否发热，是否有异响、异味，并测量其二次电压是否是 36V。若一切正常再合上变压器二次侧保护断路器 QF_3 ，合上照明灯转换开关 SA，若照明灯 EL 发光，则说明 36V 交流电压正常以及变压器带负载正常。按下启动按钮 SB_2 ，此时交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁；按 SB_1 停止按钮时，KM 线圈断电释放，说明交流接触器控制电路正常。

若控制回路一切正常并通电半个小时后，可进行主回路及过载保护调试，合上断路器 QF_1 ，按下启动按钮 SB_2 ，交流接触器 KM 线圈得电吸

合且自锁,其三相主触点闭合,电动机得电运转(观察其转向是否正确)。按下停止按钮 SB_1 ,交流接触器 KM 线圈失电释放,其三相主触点断开,电动机失电停止运转。

调试过载保护电路。将热继电器 FR 上的电流设置旋钮旋至小于电动机额定电流处,按下起动按钮 SB_2 ,让电动机起动运转起来,若运行一段时间,热继电器 FR 动作,切断了交流接触器 KM 线圈回路电源,KM 线圈断电释放,则说明热继电器过载保护正常。再将 FR 电流旋钮旋至电动机额定电流处即可投入工作。

3. 常见故障及排除方法

① 控制变压器冒烟。此故障为变压器过载或二次回路短路所致。通常造成上述故障原因是因照明灯灯头处短路最多,为典型故障。

② 照明灯亮,按 SB_2 无反应。说明控制变压器 T 二次电压正常,其故障原因为起动按钮 SB_2 接触不良或损坏;停止按钮 SB_1 接触不良或损坏;交流接触器 KM 线圈断路;热继电器 FR 常闭触点过载动作或损坏。

③ 按 SB_2 后,电动机为点动运转。此故障为交流接触器 KM 自锁触点损坏或自保线脱落而致,用万用表检查出故障点并恢复。按 SB_1 ,交流接触器 KM 线圈不释放。此故障分为两类:第一类为控制线路故障,一般是停止按钮 SB_1 短路断不开所致,遇到此故障最好通过分断 QF_2 进行确定,若将 QF_2 断开,交流接触器 KM 线圈断电释放,再合上 QF_2 ,交流接触器 KM 线圈又得电吸合,则说明是按钮开关 SB_1 短路了或左端电源线碰到交流接触器线圈起动线上了。若将 QF_2 断开,交流接触器 KM 不释放,则说明故障为第二类,为交流接触器自身故障,如三相主触点熔焊或动、静铁心极面油污造成其延时缓慢释放现象。

④ 按住 SB_2 不放,交流接触器 KM 吸合不住而跳动不止。此故障为交流接触器 KM 铁心上的短路环损坏所致,遇到此种故障,最好更换一只新的交流接触器。

⑤ 合上照明灯转换开关 SA,照明灯不亮,其原因为 SA 损坏;灯泡灯丝烧断;灯口处接触不良。可根据具体情况检查故障并排除。