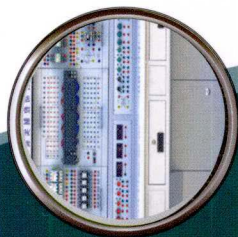


黄师傅

教你学

电气自动控制电路

黄海平 编著



黄师傅教你学 电气自动控制电路

黄海平 编著

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书详细介绍常用的电气自动控制电路实例,内容包括单向启动自动控制电路,顺序自动控制电路,降压启动自动控制电路,正反转自动控制电路,制动自动控制电路,温度自动控制电路,照明自动控制电路,调速自动控制电路,排水、供水及水泵自动控制电路等。

本书内容丰富、图文并茂、电路新颖、原理分析详尽易懂,每个电路实例包括详尽的工作过程分析、电气元件作用表、元器件布局及接线图等,能够帮助读者解决各种现实中的技术难题。

本书可供从事电气工作的技术人员及工科院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄师傅教你学电气自动控制电路/黄海平编著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-030414-8

I. 黄… II. 黄… III. 电气控制—控制电路 IV. TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 032182 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: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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 4 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011 年 4 月第一次印刷 印张:15 1/4

印数:1—5 000 字数:468 000

定 价:29.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

在我们日常工作中,常常需要对生产设备进行技术革新和改造,这就是我们通常挂在嘴边所说的“小技小改”。所谓技术革新,往往离不开电气自动控制电路,有的设备仅仅对原电路加装一只时间继电器就会减轻操作者的劳动强度,大大提高了设备的生产能力,这就是电气自动控制给我们带来的益处。倘若你在工作中遇到需要改进的设备,被你轻而易举地“解决”了,你就是有功之臣。

为了满足读者渴望学习、掌握常用电气自动控制电路的相关知识的愿望,笔者编写了129个典型应用实例,可以这样讲,这些自动控制电路简单、巧妙、实用性强,可举一反三加以应用。通过认真学习,定会对你在今后的工作中有所帮助,使你成为一名受到大家敬佩的革新能手。

本书图文并茂,原理讲述通俗易懂,是一本帮助电工人员学习掌握电气自动控制电路的好书。

本书在编写过程中得到了荣获威海市“劳动模范”荣誉称号的山东威海热电集团有限公司副总经理张志刚同志的鼎力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

本书由黄海平、黄鑫担任主编,参加编写的还有张志刚、李燕、李志平、谢振虎、黄海静、付国、戚其舜等同志,在此表示感谢。

山东威海热电集团有限公司的黄鑫同志在绘图方面做了大量工作,在此深表谢意。

由于作者水平所限,书中错误难免,望同仁及专家指正。

中国科普作家协会会员 黄海平

2011年2月于山东威海

目 录

1 单向启动自动控制电路

- 1.1 短暂停电自动再启动电路(一) 2
- 1.2 短暂停电自动再启动电路(二) 6
- 1.3 带有记忆停止及报警指示的电动机短暂停电再来电
自动再启动电路 11
- 1.4 电动机间歇运行控制电路(一) 14
- 1.5 电动机间歇运行控制电路(二) 19
- 1.6 低速脉动控制电路 24
- 1.7 空调机组循环泵延时自动停机控制电路 27
- 1.8 开机信号预警电路 30
- 1.9 车床空载自停电路 32
- 1.10 JS11PDN 型搅拌机控制器应用电路 34
- 1.11 重载设备启动控制电路 37

2 顺序自动控制电路

- 2.1 两台电动机顺序启动、顺序停止控制电路 40
- 2.2 两台电动机从前向后顺序自动启动、从前向后顺序
自动停止控制电路 43
- 2.3 两台电动机顺序启动、定时停机电路 47
- 2.4 两台电动机任意启动,无论先停哪一台、另一台便
自动延时停止电路 51
- 2.5 两台电动机同时启动、从前向后顺序延时停机控制
电路(一) 56

目 录

2.6	两台电动机同时启动、从前向后顺序延时停机控制 电路(二)	61
2.7	两台电动机开机按次序从前向后自动完成、而停机 不按次序操作电路	66
2.8	两台电动机从前向后延时启动、从后向前延时停止控制 电路	70
2.9	两台电动机启动时任意一台先启动、另一台延时自动 启动,停止时各自独立手动停止电路	72
2.10	两台电动机任意一台先启动、另一台延时自动启动, 停止时任意一台先停止、另一台延时自动停止的控制 电路	77
2.11	用一只得电延时时间继电器控制两台电动机从前向 后顺序自动启动、从前向后顺序自动停止电路	85
2.12	用一只失电延时时间继电器控制两台电动机从前向后 顺序自动启动、从后向前顺序自动停止电路(一)	89
2.13	用一只失电延时时间继电器控制两台电动机从前向后 顺序自动启动、从后向前顺序自动停止电路(二)	93
2.14	用两只得电延时时间继电器控制两台电动机从前向后 逐台自动启动、从后向前逐台自动停止电路	97
2.15	用两只得电延时时间继电器完成顺序自动启动、逆序 自动停止控制电路	104
2.16	一种控制主机、辅机启停的控制电路	109
2.17	效果理想的顺序自动控制电路	114
2.18	四台电动机顺序自动启动、逆序自动停止电路	117
2.19	六台电动机逐台延时启动电路(一)	123
2.20	六台电动机逐台延时启动电路(二)	125

3 降压启动自动控制电路

3.1	电动机串电抗器启动自动控制电路	128
3.2	绕线式异步电动机转子串三级电阻启动控制电路	131
3.3	采用三只得电延时时间继电器控制绕线转子电动机 串电阻减压启动电路	133

3.4	电动机Y- Δ 节电转换控制电路	137
3.5	转换可靠的Y- Δ 降压启动控制电路	140
3.6	效果理想的Y- Δ 降压启动控制电路	142
3.7	采用热继电器控制电动机负载增加的Y- Δ 转换电路	145
3.8	采用电流继电器完成Y- Δ 自动减压启动电路	147
3.9	用两只接触器完成Y- Δ 降压自动启动控制电路	149
3.10	用失电延时时间继电器控制两只交流接触器完成Y- Δ 降压自动启动电路	153
3.11	采用三只接触器完成Y- Δ 降压启动自动控制电路	158
3.12	延边三角形降压启动自动控制电路	161
3.13	频敏变阻器启动控制电路	165
3.14	自耦变压器自动控制降压启动电路	170
3.15	Y- Δ 降压启动不能转为 Δ 运转的保护电路	173
3.16	XJ01系列自耦减压启动器电路	177
3.17	绕线转子电动机转子绕组三级串对称电阻手动启动 控制电路	181
3.18	具有手动/自动功能的转子绕组三级串电阻启动 控制电路	186
3.19	定子绕组串联电阻启动自动控制电路(一)	192
3.20	定子绕组串联电阻启动自动控制电路(二)	196

4 正反转自动控制电路

4.1	自动往返循环控制电路(一)	202
4.2	自动往返循环控制电路(二)	206
4.3	功能非常完善的自动往返控制电路	210
4.4	一种往返循环自动回到原位停止控制电路	216
4.5	不需按停止按钮即可任意手动改变方向的自动往返 控制电路	222
4.6	用一只行程开关实现带点动功能的自动往返控制电路	227
4.7	带有点动功能的自动往返控制电路	233
4.8	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	238

4.9	用一只按钮、一只行程开关实现自动往返及启停控制电路	242
4.10	仅用一只行程开关且有定时停机功能的自动往返控制电路	246
4.11	往返到位自动延时返回控制电路	250
4.12	JZF 型正反转自动控制器应用电路	254
4.13	用一只按钮控制电动机正反转定时停机电路	257
4.14	正反转控制器控制电动机间歇运转电路	260

5 制动自动控制电路

5.1	直流能耗制动控制电路	264
5.2	单管整流能耗制动控制电路	268
5.3	单向运转反接制动控制电路	271
5.4	双向运转反接制动控制电路	276
5.5	半波整流单向能耗制动控制电路	281
5.6	半波整流可逆能耗制动控制电路	285
5.7	全波整流单向能耗制动控制电路	289
5.8	全波整流可逆能耗制动控制电路	292
5.9	具有自励发电制动和短接制动控制电路	297
5.10	用失电延时时间继电器做自励发电制动和短接制动延时控制电路	298
5.11	简单实用的可逆能耗制动控制电路	300
5.12	电容-电磁制动控制电路	304
5.13	用失电延时时间继电器完成单向反接制动控制电路	306
5.14	电容制动电动机控制电路(一)	310
5.15	电容制动电动机控制电路(二)	313

6 温度自动控制电路

6.1	电接点温度计控温电路	318
6.2	XMT 型数字显示式温度控制调节仪接线方法	319
6.3	三相加热器 Δ / Y 变换控制电路	322

7 照明自动控制电路

7.1	楼房走廊照明灯自动延时关灯电路	326
7.2	用得电延时时间继电器控制延时关灯电路	327
7.3	用双向可控硅控制照明灯延时关灯电路	328
7.4	延长冷库照明灯泡寿命电路	329
7.5	SGK 声光控开关应用电路	331
7.6	四路彩灯控制器接线	333
7.7	JH 系列多功能电子走灯控制器接线	333

8 调速自动控制电路

8.1	双速电动机自动加速控制电路	336
8.2	又一种双速电动机自动加速控制电路	340
8.3	三速电动机自动加速电路	344

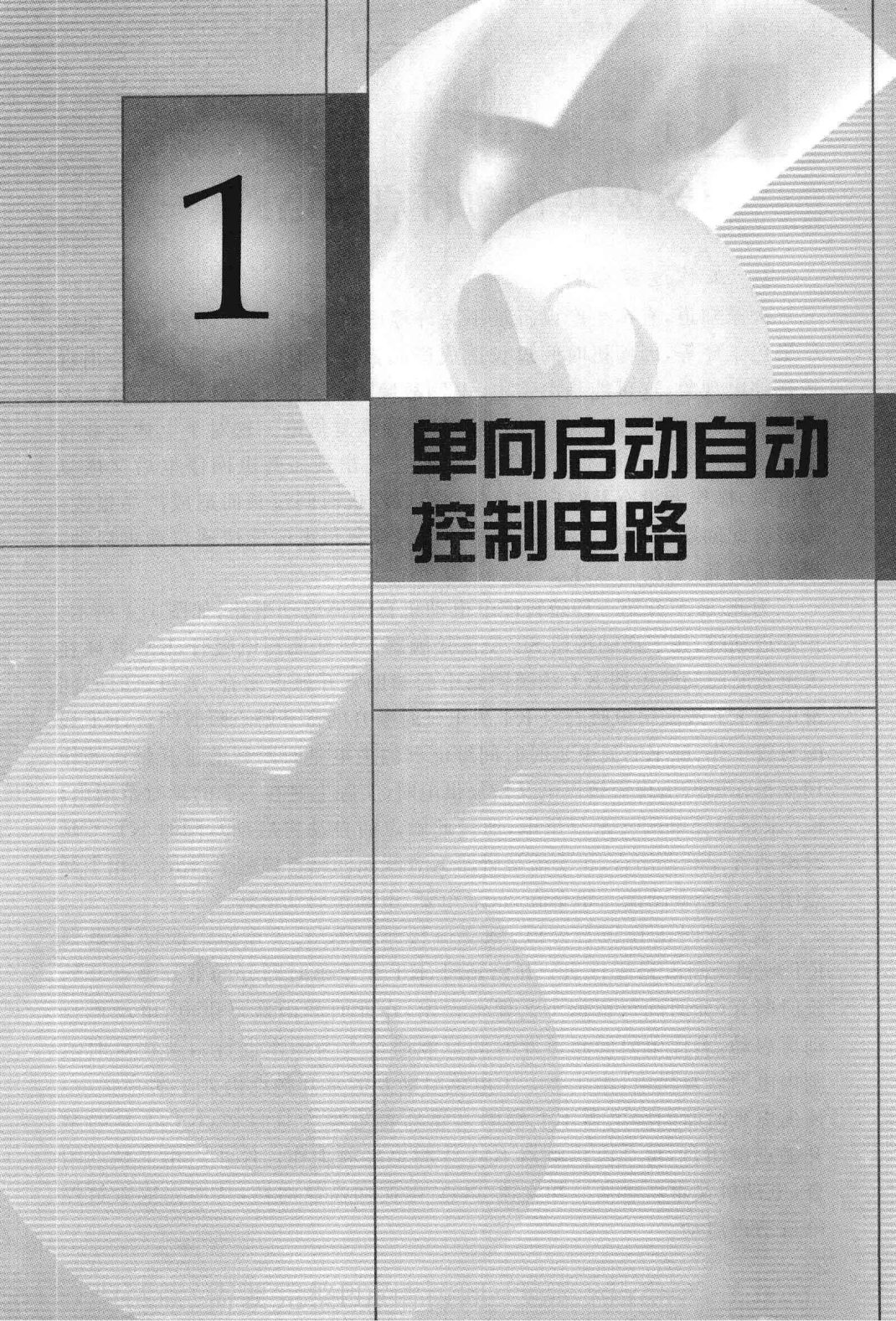
9 排水、供水及水泵自动控制电路

9.1	具有手动操作定时、自动控制功能的排水控制电路	350
9.2	电子液位控制电路	353
9.3	给、排水手动/定时控制电路	354
9.4	具有手动/自动控制功能的排水控制电路	357
9.5	具有手动操作定时、自动控制功能的供水控制电路	360
9.6	供水泵故障时备用泵自投电路	363
9.7	排水泵故障时备用泵自投电路	366
9.8	两台供水泵故障自投电路	368
9.9	两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制电路	369
9.10	用电接点压力表配合变频器实现供水恒压调速电路	373
9.11	两台水泵电动机自动时故障自投电路	377
9.12	两台水泵轮流工作控制电路	381
9.13	用电接点压力表控制增压水罐自动补水电路	385
9.14	水箱晶体管自动控制放水电路	388
9.15	用电接点压力表作水位控制接线电路	392
9.16	采用两只中间继电器控制的水位控制电路	399
9.17	乐清力普电气生产的浮球液位控制器接线方法	402

9.18	浮球水位信号器	405
9.19	JYB-1、JYB-3 型电子式液位继电器接线	406
9.20	采用 JYB 晶体管液位继电器给水、排水应用 电路接线	409
9.21	两台水泵一用一备优秀电路	416
9.22	两台水泵一用一备控制电路	419
9.23	三台供水泵电动机轮流定时控制电路	421
9.24	水泵定时自动停机电路	424

10 其他自动控制电路

10.1	电动机固定转向控制电路	428
10.2	断电限位器应用接线	432
10.3	移相电力电容器用于线路无功补偿接线	434
10.4	散装水泥自动称量控制电路	444
10.5	GYD 系列空压机气压自动开关接线	446
10.6	两种双电源自动切换装置接线方法	450
10.7	KG316T、KG316T-R、KG316TQ 微电脑时控开关 接线方法	460
10.8	用风冷降低电力变压器温度的方法	464
10.9	用热继电器作限电控制器电路	467
10.10	简易限电器电路	468
10.11	采用电流继电器控制龙门刨床工件夹紧电路	470



1

单向启动自动 控制电路

1.1

短暂停电自动再启动电路(一)

1. 工作过程分析

大家知道,有些生产设备是不允许停电时间过长的,如玻璃厂、纺织厂染色工序等,因停机时间过长造成产品报废。但供电电网有时会出现短暂停电现象,这可能是由雷电、电网故障,大容量设备启动时压降太大等造成的。这些故障现象来得突然又很快恢复供电。这对于上述企业有重要的需连续作业而不能停机的场合,往往出现短暂电网停电后又恢复供电时,操作者没有及时启动设备而造成停机时间过长而造成产品报废。为解决此问题,对能否及时在短暂停电又恢复供电时能快速自动再启动,提出了更新、更高的要求。

为此,本节介绍一种短暂停电电动机自动再启动电路,如图 1.1 所示。正常启动时,按下启动按钮 SB,交流接触器 KM 线圈得电吸合,KM 并联在失电延时时间继电器 KT 线圈回路中的辅助常开触点闭合,失电延时时间继电器 KT 线圈得电吸合且 KT 失电延时断开的常开触点瞬时闭合,KT 线圈自锁工作,此 KT 失电延时时间继电器的失电延时断开的常开触点的作用就是在电网出现短暂停电又恢复供电时(实际上是在 KT 的延时范围内,KT 未延时完电网又恢复供电,通过此触点而自动再启动),同时 KT 不延时瞬动常开触点闭合,将交流接触器 KM 线圈回路自锁起来,KM 三相主触点闭合,接通电动机三相交流 380V 电源,电动机启动运转。

倘若此时出现短暂停电,则交流接触器 KM、失电延时时间继电器 KT 线圈均断电释放且 KT 开始延时,KT 失电延时断开的常开触点开始延时断开(此时间可根据工艺要求设定,在此时间内恢复供电,电动机自动再启动,若停电时间超过此时间只能通过人为操作进行),若在延时范围内电网恢复供电,由于 KT 失电延时断开的常开触点仍处于闭合状态,使失电延时时间继电器 KT 线圈又重新得电吸合且自锁,KT 不延时常开触点也闭合,将交流接触器 KM 线圈也接通工作。KM 三相主触点闭合,电动机又重新接通三相交流 380V 电源而恢复运转,从而完成短暂停电自动再启动。

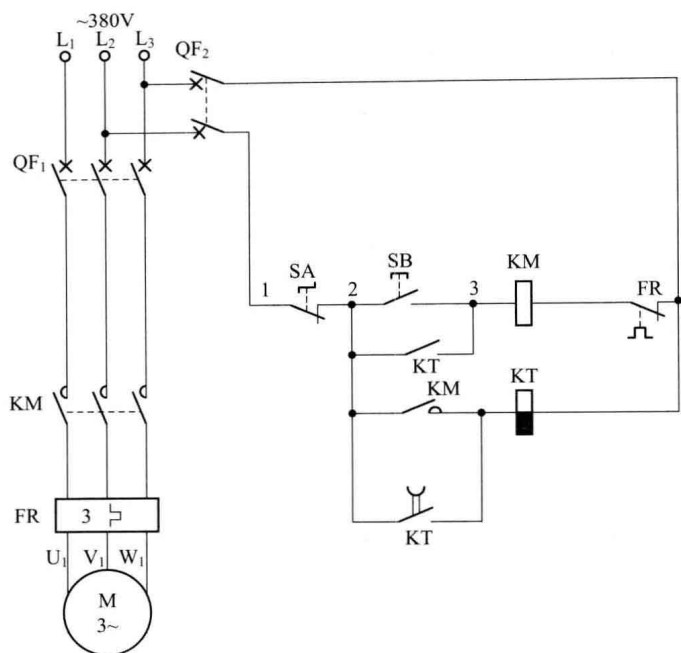


图 1.1 短暂停电自动再启动电路(一)

停止时则将转换开关 SA 关断即可,需提醒的是,在人为关断 SA 时,由于 KT 线圈断电释放并开始延时,在设定时间内不要将 SA 打开,否则会出现自动启动问题。

2. 电气元件作用表

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	DZ108-32	16A, 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	CDC10-10	线圈电压 380V	控制电机电源
4	FR	热继电器	JR36-20	6.8~11A	过载保护
5	KT	失电延时时间继电器	JS7-4A	线圈电压为 380V 0~60s	延 时
6	SA	转换开关	LA18-22X2	旋钮二位置 红 色	停止电动机用
7	SB	按钮开关	LA19-11	绿 色	启动电动机用
8	M	三相异步电动机	Y132S-6	3kW, 7.2A, 960r/min	拖 动

3. 元器件布局及接线图

元器件安装排列图及端子图如图 1.2 所示,按钮、转换开关接线如图 1.3 所示。

4. 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 ,来调试控制

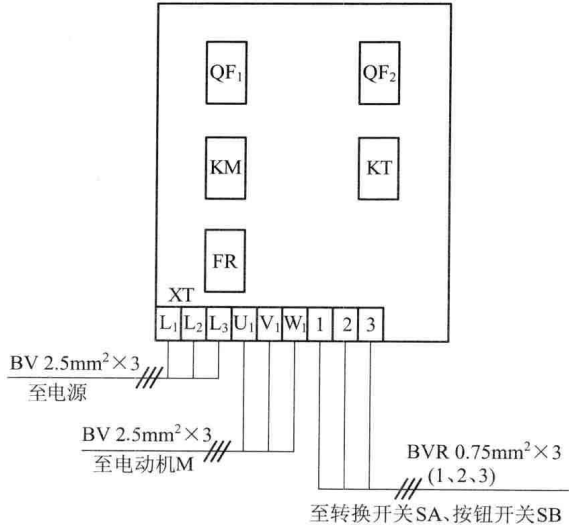


图 1.2 元器件安装排列图及端子图

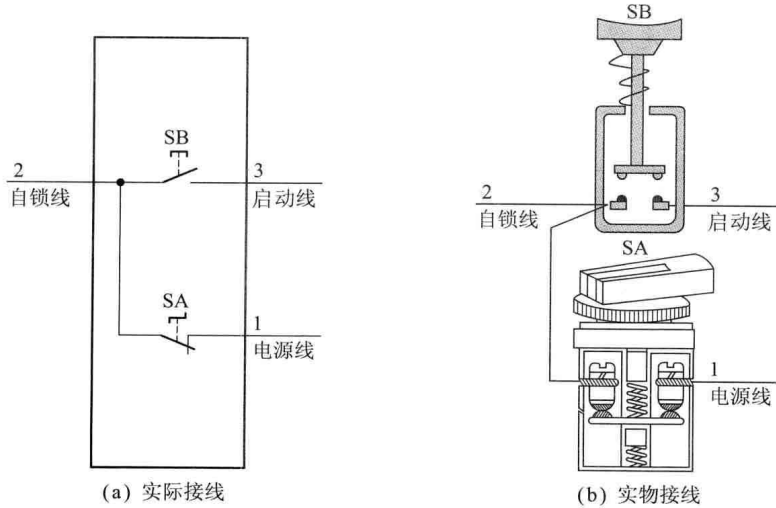


图 1.3 按钮、转换开关接线图

回路是否正常。将停止转换开关 SA 拨至接通位置,按下启动按钮 SB,交流接触器 KM、失电延时时间继电器 KT 线圈得电吸合且 KT 不延时瞬动常开触点作为交流接触器 KM 线圈的自锁触点,KT 失电延时断开的常开触点瞬时闭合作为 KT 线圈的自锁触点(该触点也是本电路中最关键的一个元件,在 KT 线圈断电释放时,KT 失电延时断开的常开触点在设定时间内恢复常开状态。也就是说,在 KT 的延时时间内,电网能恢复供电,电路就能通过此触点来完成自启动,此时 KT 延时触点还处于闭合状态,完成自动再启动)。

下面做短暂停电再来电调试。将控制回路断路器 QF_2 断开(断开时间不要超出 KT 的设置延时时间)后再合上,此时观察配电柜内失电延时时间继电器 KT、交流接触器 KM 的动作情况,在断电时,KM、KT 线圈均断电释放,同时 KT 开始延时,在 KT 延时结束之前合上 QF_2 ,控制电源不通过启动按钮 SB,而是通过 KT 失电延时断开的常开触点(此时为闭合状态)与 KM 线圈形成回路完成再启动的。上述操作可反复试验多次为合格。

最后做一次长时间恢复试验,也就是说,在电路启动运转后,断开 QF_2 ,而再合上 QF_2 时,要求 KT 已延时完毕,超出了 KT 预置的延时时间,此时电路不能自启动为正确。整个自启动控制电路调试完毕。其主回路及保护电路调试参见其他相关电路。

告诫电工人员在调试、维修控制电路时,必须先将主回路负载断开,即不带负载调试(以保护人身及设备安全)、再观察配电柜内电气元件动作情况(也就是说,操作某一个器件后,与此相关联哪个或哪些器件应动作),这是非常重要的,也是电工人员调试、维修中的捷径,切记!

5. 常见故障与维修

① 按下 SB,电动机为点动运行状态,无自锁。除相关连线脱落外有三种故障可造成上述现象:一是按 SB,KM 线圈得电吸合,失电延时时间继电器 KT 线圈也得电吸合且 KT 能自锁,而 KM 不能自锁,则判断为 KT 并联在 SB 启动按钮上的不延时瞬动常开触点损坏;二是按 SB,KM 线圈得电吸合,而失电延时时间继电器 KT 线圈不吸合动作,则判断为 KT 线圈损坏或 KM 辅助常开触点损坏(或 KT 线圈与 KM 辅助常开触点均损坏);三是按 SB,KM、KT 线圈均得电吸合,松开 SB 后均同时释放,则判断为 KT 失电延时断开的常开触点损坏。

② 一合 QF_2 , 未按 SB, KM 线圈立即吸合(注意, 连线无误, 而且 KT 未动作前), 此故障为 KT 不延时瞬动触点熔焊或断不开所致。

③ 在停止转换开关 SA 断开电路很长时间(已超出了 KT 的延时设置时间)后, 再接通 SA, 无需按下 SB, 电动机自动启动运转。此故障有可能是以下原因所致: SB 短路、KT 不延时瞬动常开触点断不开、KM 辅助常开触点断不开、KT 失电延时断开的常开触点断不开。通常最常见的故障是 KT 失电延时断开的常开触点失控。

1.2

短暂停电自动再启动电路(二)

1. 工作过程分析

有些工艺要求特殊的生产设备, 要求电动机在电网出现短暂停电又恢复供电时能快速自动地将生产设备重新启动起来。在很重要的需连续作业而不能停转的场合, 如玻璃厂玻璃液窑, 若电网停电时间较长时, 超出了玻璃液的凝固时间, 势必造成产品报废! 若在此玻璃液容许的再启动时间内将设备及时重新启动起来, 即可使设备能继续进行再生产。图 1.4 为另一种短暂停电自动再启动电路。

正常工作时, 按下启动按钮 SB, 交流接触器 KM、失电延时时间继电器 KT 线圈同时得电吸合且 KT、KM 自锁, KM 辅助常开触点闭合, 使中间继电器 KA 线圈得电吸合且自锁, 为停电恢复供电做准备。实际上当按下启动按钮 SB 时, KM、KT、KA 三只线圈均得电工作, 其 KM 三相主触点闭合, 电动机得电运转工作。当需正常停止时, 则将转换开关 SA 旋至断开位置, 此时, 交流接触器 KM、失电延时时间继电器 KT 线圈均断电释放, KM 三相主触点断开, 电动机失电停止运转。即使控制回路 KM、KT 线圈断电释放, 但由于中间继电器 KA 线圈仍吸合不释放, 其并联在交流接触器 KM 自锁触点上的常闭触点一直处于常开状态(在不断电状态下), 使 KM、KT 能正常工作, 不会出现任何不安全因素, 达到理想的控制目的。

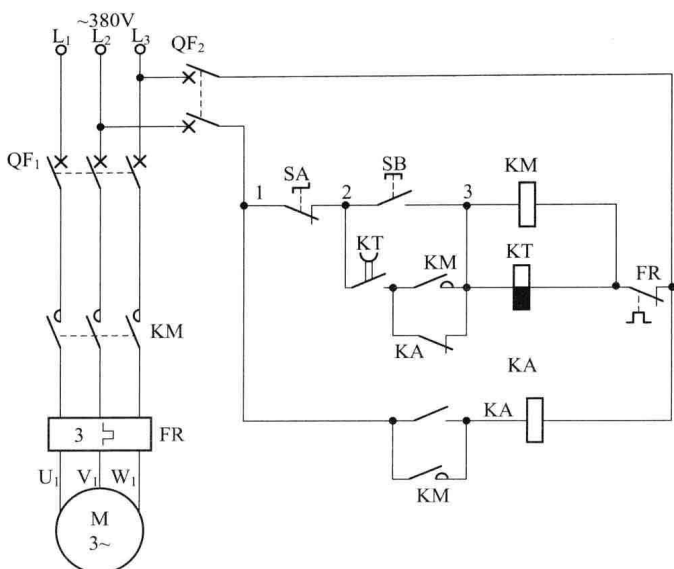


图 1.4 短暂停电自动再启动电路(二)

倘若电动机启动后,交流接触器 KM、中间继电器 KA、失电延时时间继电器 KT 线圈均得电吸合且自锁,如果此时出现停电现象(非人为操作停机),KM、KT、KA 均断电释放且 KT 开始延时,KA 并联在 KM 自锁触点上的常闭触点恢复常闭为再启动提供启动条件,同时 KT 失电延时断开的常开触点延时恢复常开状态,在 KT 延时恢复过程中(也就是 KT 设定的延时时间内,即工艺所要求的延时时间)电网又恢复正常供电,则控制电源通过转换开关 SA、失电延时时间继电器 KT 的失电延时断开的常开触点(此时仍闭合未断开)、中间继电器 KA 常闭触点、失电延时时间继电器 KT 线圈、热继电器 FR 常闭触点至电源形成回路,KM₁、KT 线圈又重新得电吸合且自锁,同时 KA 也在 KM 辅助常开触点的作用下得电吸合且自锁,KM 三相主触点闭合,电动机重新启动运转工作。

2. 电气元件作用表

电气元件作用表如表 1.2 所示。

3. 元器件布局及接线图

元器件安装排列图及端子图如图 1.5 所示,转换开关、按钮接线如图 1.6 所示。