

可编程序控制器(Programmable Logical Controller, PLC)是一种以微处理器为核心,把自动化技术、计算机技术、通信技术等融为一体的、通用的自动化控制装置,不仅可以完成逻辑运算与控制,而且可以进行算术运算、模拟量检测与控制,被广泛地应用于各个工业控制领域。20 世纪 90 年代,出现了 PLC 控制的电梯,它取代了以前的继电器控制系统,用程序替代了继电器的逻辑控制电路,使电梯的布线、电气元器件的数量大幅度地减少,有效地提高了系统的可靠性。目前,大多数品牌电梯通常采用它们自己的专用控制器,其硬件结构从原理上来说与通用 PLC 相似,这些电梯的程序通常无法读出或得到,但他们的功能与同类型 PLC 电梯的功能是相同的。因此,本章以 PLC 控制电梯为主,分析和介绍电气系统的构成原理及程序设计原理。首先,介绍一种 5 层 5 站 PLC 控制的集选电梯电气系统,包括拖动系统、门机控制、电气控制、照明等电路,另外,详细分析各个功能的程序实现方法。其次,介绍一种 PLC 控制的 VVVF 电梯的工作原理,对测速和测距原理进行分析说明,并对这种电梯的程序进行分析说明。

5.1 PLC 控制的交流双速集选电梯

5.1.1 5 层 5 站集选电梯的功能

本节介绍的 5 层 5 站集选电梯具有三种工作模式:有司机、无司机(也称自动模式)和检修。

1. 有司机工作模式

有司机工作模式下,电梯由专职人员(司机)在轿内操纵电梯运行,主要功能如下:

- (1) 厅外召唤信号的登记与消号;
- (2) 轿内指令的登记与消号;
- (3) 在厅外和轿内指示电梯运行方向及其所在位置;
- (4) 自动开关门,手动开关门,安全触板在关门过程中反开门;
- (5) 当电梯到达预定停靠的层站时,自动地把其运行速度切换到慢速,自动平层停梯、自动开门;
- (6) 由司机在轿内登记指令选层,点按关门启动按钮,则电梯启动运行,在预定停靠层站自动平层停靠开门,如果是登记多个指令,依次服务响应,直到完成运行方向的最后一个

指令任务为止；

- (7) 顺向截梯；
- (8) 直驶；
- (9) 司机强迫换速。

2. 无司机自动工作模式

无司机自动工作模式即集选控制模式,电梯在控制系统的干预下自动运行,主要功能如下:

- (1) 厅外召唤信号的登记与消号；
- (2) 轿内指令的登记与消号；
- (3) 在厅外和轿内指示电梯运行方向及其所在位置；
- (4) 自动开关门,手动开关门,安全触板在关门过程中反开门；
- (5) 顺向截梯；
- (6) 最远端反向截梯；
- (7) 满载直驶；
- (8) 满载关门,超载开门；
- (9) 本层开门；
- (10) 根据轿内楼层指令或厅外召唤信号自动定向,自动保持最远层站决定的方向；
- (11) 自动启动运行,减速制动及平层停靠。

3. 检修工作模式

在检修工作模式,电梯的主要功能如下:

- (1) 点动慢速上下行；
- (2) 轿顶操作优先；
- (3) 可以通过轿内指令操纵电梯运行。

5.1.2 5层5站集选电梯的基本结构

为了说明电气系统中检测、控制和操纵使用的元器件的作用,本节主要介绍与电气系统相关的部分的结构。图 5.1 为 5 层 5 站电梯的井道结构和层站门厅示意图,图 5.2 为轿厢及其轿内操纵箱的示意图。

如图 5.1 所示,在井道上、下两端分别设置了极限开关(3SXK,3XXK)、终端限位开关(2SXK,2XXK)和强迫换速开关(1SXK,1XXK)。上述开关由安装在轿厢上的打板触碰而动作。上、下极限开关是通过联动机构与机房的联动装置相连的,当其动作时触发联动装置动作,切断电梯系统的供电电源。为了防止在电梯失控时轿厢越过顶层层站或底层层站而不停梯,此时,强迫换速开关动作迫使电梯减速停车,也称为强迫减速开关。当强迫减速开关未能使电梯减速停驶,轿厢越出顶层或底层位置后,上终端限位开关或下终端限位开关动作,切断控制电路,使曳引机断电并使制动器动作,迫使电梯停止运行。

如图 5.1 所示,为了检测轿厢的位置,在井道中设置了上、下换速开关(2THGS~5THGS,1THGX~4THGX)及平层隔板(图 5.1 中换速开关、平层隔板等位置仅示意其功能,并不表示它们在井道中的实际位置),在轿厢上设置了平层开关(SPG,XPG)和换速隔板。

在本节所述的电梯中,电梯加速采用时间控制,减速采用按距离控制的方法,即电梯启

动后,经过一定时间的加速后达到额定速度运行;减速时,只有当轿厢越过预先设置的换速点后减速过程才开始,最后平层隔板行进入平层开关凹槽后,电梯轿厢达到本层,曳引电动机断电停转并抱闸制动,电梯平层开门。

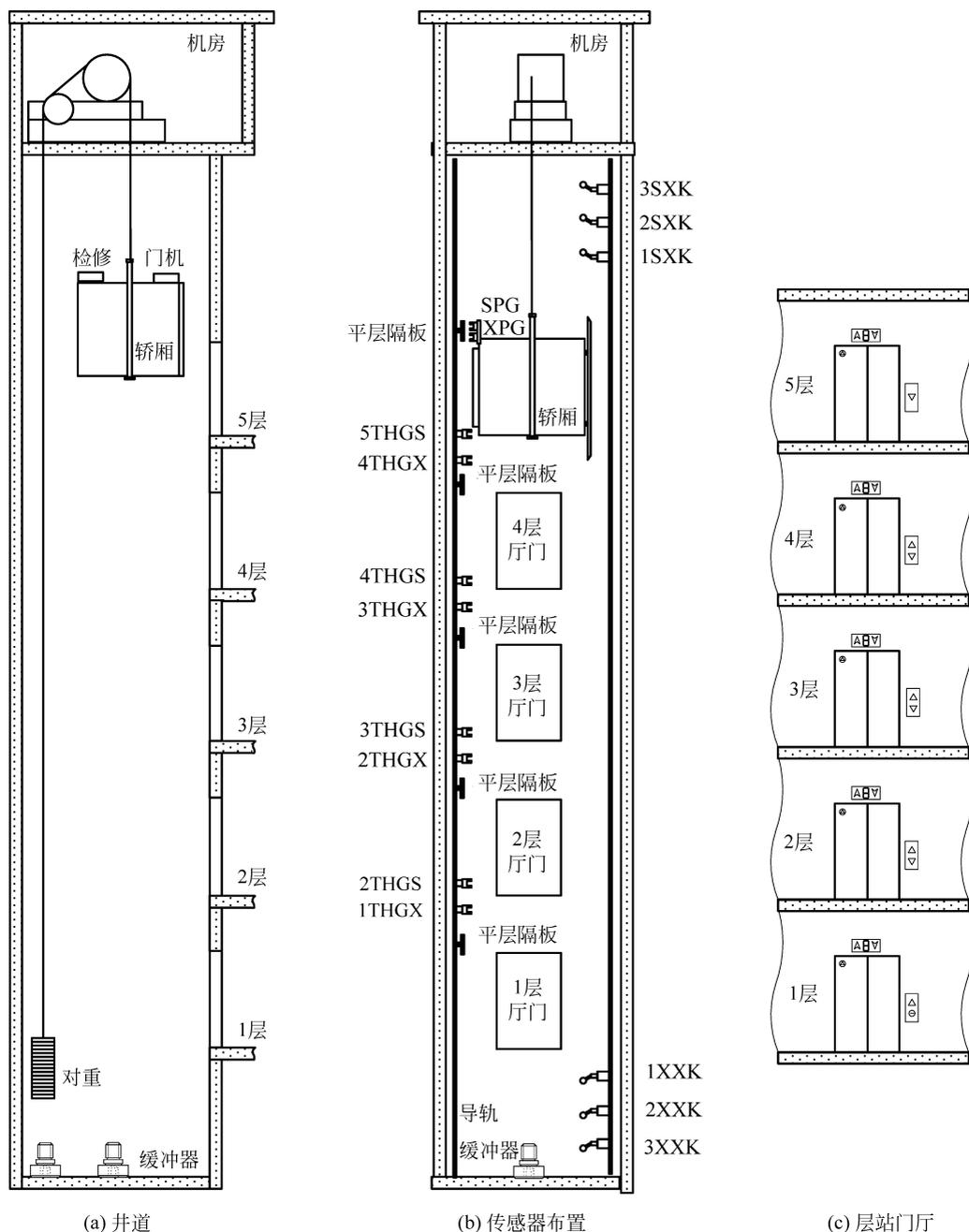


图 5.1 5层5站电梯井道和门厅示意图

在图 5.1 的井道中,中间层站分别设置了两个换速点:上行换速点和下行换速点,最顶端层站设置了一个上行换速点,最低端层站设置了一个下行换速点。轿厢上行时,当安装在

轿厢的换速隔板进入某一层的上换速开关的凹槽中时,指层装置切换楼层显示,如果此时该层已登记为目的层站,则电梯开始执行减速过程,轿厢继续前行,当该层井道中的隔板同时隔断装在轿厢上的上、下行平层开关的磁路时,则曳引电动机断电并抱闸,轿厢平层;否则,电梯不减速继续前行。轿厢下行时,越过下行换速点时,下换速开关动作使楼层显示切换或减速运行。

在图 5.1 中,每个层站在厅门的上方设置有指层和方向指示装置,厅门侧设置了厅外召唤装置,2~4 中间层站设置上、下召唤按钮及指示灯,最顶端层站设置下召唤按钮及指示灯,最低端层站设置上召唤按钮及指示灯。另外,在一层召唤盒和每层厅门的左上方分别设置有钥匙开关,其中一层召唤盒上的钥匙开关用于打开电梯,而每层厅门的左上方设置的钥匙开关用于在非正常状态下打开厅门。

图 5.2 为轿厢的示意图。轿厢上设置了上、下平层传感器 SPG 和 XPG、换速隔板、开关打板、称重开关等。另外,在轿厢顶部还有轿顶检修、开门机构及其控制装置,该电梯采用直流门机系统,轿顶检修盒上设置有检修开关、上行、下行、开门、关门等操作开关或按钮。

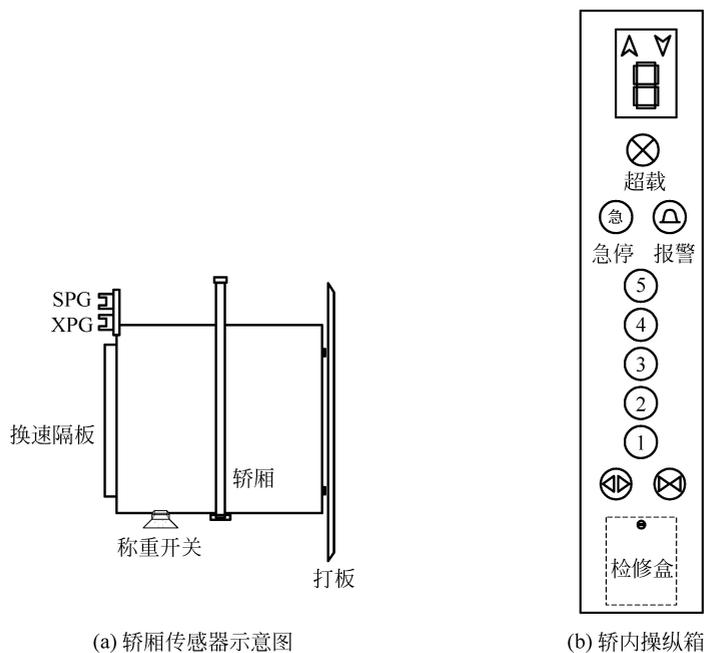


图 5.2 轿厢示意图

如图 5.2 所示,在轿厢内的操纵箱上,设置了 1~5 层站的指令按钮及指示灯、方向及指层装置、开门按钮、关门按钮等。另外,还设置有急停、超载指示灯、蜂鸣器及轿内检修盒等。

5.1.3 5 层 5 站集选电梯的电气系统原理

表 5.1 列出了电气系统的主要元件及其代号。

表 5.1 电气元件及符号表

序号	代 号	名 称	序号	代 号	名 称
1	TYK	电梯开放钥匙开关	39	JXK	强制式极限开关
2	GYJ	基站送断电继电器	40	XJ	相序继电器
3	FSK	风扇开关	41	KC	快速运行接触器
4	FS	风扇	42	MC	慢速运行接触器
5	KGK	基站开关	43	SC	上行接触器
6	JZDN	轿内照明灯	44	XC	下行接触器
7	BJK	报警开关	45	KJC	快加速接触器
8	BJQ	蜂鸣器	46	1MJC~3MJC	1~3级慢速接触器
9	SYK	司机控制开关	47	KRJ	快速热继电器
10	1~5TSK	1~5层层门锁开关	48	MRJ	慢速热继电器
11	JSK	轿门锁开关	49	TAD	轿顶急停按钮
12	1XXK	下端站强迫换速开关	50	TAK	底坑急停按钮
13	2XXK	下端站限位开关	51	TAF	机房急停按钮
14	3XXK	下端站极限开关	52	AQK	安全钳开关
15	1SXK	上端站强迫换速开关	53	DSK	限速器断绳开关
16	2SXK	上端站限位开关	54	XSK	限速器开关
17	3SXK	上端站极限开关	55	GMJ	关门接触器
18	2THGS~5THGS	2~5层上行换速传感器	56	KMJ	开门接触器
19	1THGX~4THGX	1~4层下行换速传感器	57	ZCQ	制动器线圈
20	SPG	上平层传感器	58	ZXR	制动器消耗电阻
21	XPG	下平层传感器	59	ZJR	制动回路电阻
22	CZK	超载开关	60	MDQ	门机励磁线圈
23	1ABK,2ABK	安全触板开关	61	MDR	开关门调速总电阻
24	1SZA~4SZA	1~4层上召唤按钮	62	KMR	开门调速电阻
25	2XZA~5XZA	2~5层下召唤按钮	63	MD	门机
26	1~4SZD	1~4层上召唤指示灯	64	1KMK	开门到位开关
27	2~5XZD	2~5层下召唤指示灯	65	2KMK	2级开门限位开关
28	1~5NLA	1~5层轿内指令登记按钮	66	1GMK	关门到位开关
29	1~5NLD	1~5层轿内指令登记指示灯	67	2GMK	2级关门限位开关
30	KMAN	轿内开门按钮	68	3GMK	3级关门限位开关
31	GMAN	轿内关门按钮	69	JZKD	轿顶照明开关
32	KMAD	轿顶开门按钮	70	JZKK	底坑照明开关
33	GMAD	轿顶关门按钮	71	JZDD	轿顶照明灯
34	JA	开轿门检修开关	72	JZDK	底坑照明灯
35	1-5CLT	1~5层方向和层楼显示器	73	2CZZK,3DCZK	底坑电源插座
36	CLJN	轿内方向和层楼显示器	74	2CZZD,3DCZD	轿顶电源插座
37	JHKD	轿顶、轿内检修转换开关	75	TE1,TE2	双控开关
38	DK1~DK3	电抗	76	BK,TB	控制变压器

1. 电气拖动系统

图 5.3~图 5.11 为 5 层 5 站交流双速 PLC 控制电梯的电气原理图,下面分别介绍这些电路的工作原理。

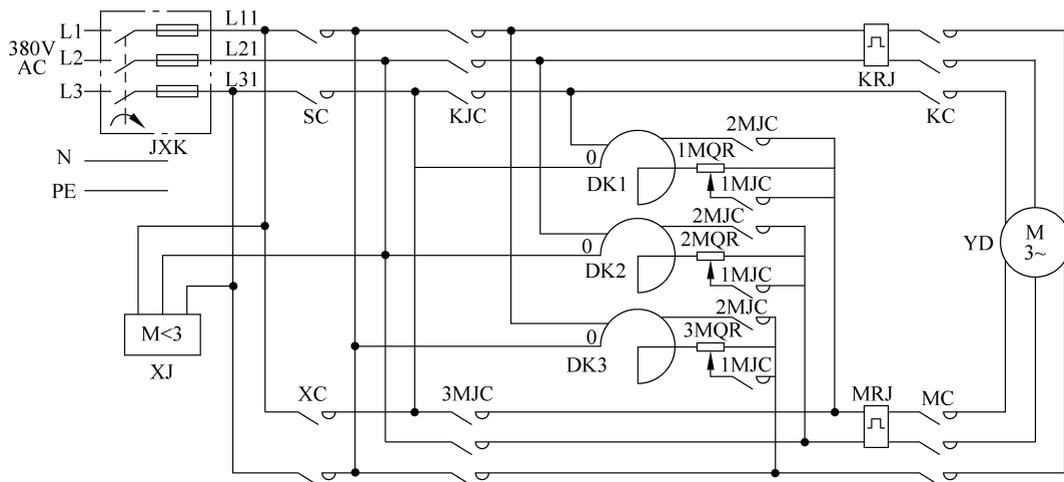


图 5.3 拖动系统原理图

以电梯上行为例,简要介绍拖动系统的工作原理。

电梯上行启动时,在图 5.3 中上行接触器 SC 常开触点吸合,快速接触器 KC 常开触点吸合,曳引电动机 YD 接入快速绕组,并串入电抗器 DK1~DK3 的部分感抗(电抗器接线端 0 与接线端 1 之间的感抗,见图 5.4)降压启动,经过一段时间后,快加速接触器 KJC 常开触点吸合,把之前接入的电抗短接,电梯以额定速度运行。



图 5.4 电抗器接线示意图

电梯将要达到目的层站时,当轿厢越过换速点,则快速接触器 KC 和快加速接触器 KJC 常开触点断开,同时,慢速接触器 MC 的常开触点吸合,曳引电动机 YD 接入慢速绕组,为了抑制电流的冲击,曳引电动机首先串入电阻 1MQR~3MQR 和电抗(电抗器接线端 0 与接线端 3 之间的感抗,见图 5.4),新的旋转磁场建立。由于运动系统的惯性,此时曳引电动机 YD 的转速远大于其内部旋转磁场的转速,因此,在其转子内产生了一个再生制动力矩,在此力矩的作用下,曳引电动机 YD 平稳地减速。

经过短暂的延时后,一级慢减速接触器 1MJC 常开触点吸合,切除 1MQR~3MQR 的部分电阻。随着曳引电动机 YD 转速的下降,其慢速绕组上的电压逐渐升高,制动转矩也逐渐减弱。再运行一段时间后,二级慢减速接触器 2MJC 常开触点吸合,从曳引电动机 YD 的供电回路中切除了电阻 1MQR~3MQR 和部分电抗(电抗器接线端 2 与接线端 3 之间的感抗,见图 5.4),此时,曳引电动机 YD 绕组仍然串接了部分电抗:电抗器接线端 0 与接线端 2 之间的感抗,见图 5.4,此状态维持一段时间,将高速运行时积累的能量回馈消耗殆尽,三级慢减速接触器 3MJC 常开触点吸合,此时,完全切除供电回路中的电抗,曳引电动机 YD 接入慢速绕组在全电压状态下运行,直至平层停梯。

供电回路中,JXK 为系统电源总开关,它与井道中的上、下极限开关联动,在电梯运行过程中,如果电梯轿厢越过上、下端站无法停梯时,上、下极限开关动作使 JXK 联动断开,切断电梯供电回路,使拖动系统和控制系统断电。

2. 电梯系统的供电电路

图 5.5 是 5 层 5 站电梯系统的供电电源电路,由控制变压器 BK 提供电气控制系统所

需的电源。当总电源开关 JXK 闭合后,拖动系统电源接通,电梯具备了运行的基本条件;同时,由于 JXK 闭合,控制变压器 BK 一次绕组电源接通,它的多组二次绕组输出为 PLC、门机控制及拖动电路、方向及层楼显示电路等提供了工作电源。

在图 5.5 中,控制变压器 BK 输出的 220V 交流电源为 PLC、PLC 输出回路的交流接触器线圈提供工作电源。控制变压器 BK 输出的另一路交流电源经整流电路 GZ1 整流后提供 110V 直流电源,为安全回路、抱闸控制电路、门机控制及拖动电路等提供工作电源。另外,另一路由控制变压器 BK 输出、经 GZ2 整流得到的 24V 直流电源作为以下控制电路的工作电源: PLC 输入回路、PLC 输出回路中的某些电器元件、方向及层楼指示电路等。

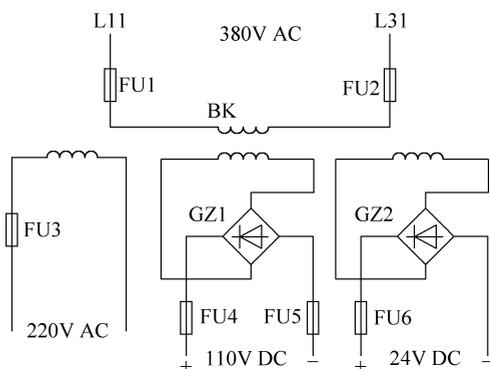


图 5.5 电梯电源电路

3. PLC 控制电路

图 5.6 为 5 层 5 站电梯的 PLC 控制系统原理图。控制器为 OMRON 的 C60P,继电器输出形式。由于其本身仅有 32 个输入点和 24 个输出点,因此,系统配置了一个扩展模块以满足 5 层 5 站电梯控制的需要。表 5.2 和表 5.3 为 PLC 的输入、输出点分配表。

表 5.2 PLC 输入点分配表

序号	名称	连接器件代号	输入点	序号	名称	连接器件代号	输入点
1	检修	SYK	0000	15	1 层下换速传感器	1THGX	0014
2	司机	SYK	0001		下端站强迫换速开关	1XXK	
3	满载开关	MZK	0002	16	轿内检修上行按钮	MSAN	0015
4	1~5 层站层门锁开关、轿门锁开关	1~5TSK,JSK	0003		轿顶检修上行按钮	MSAD	
5	开轿门检修开关	JA	0004	17	轿内检修下行按钮	MXAN	0100
6	安全触板开关	1ABK,2ABK	0005		轿顶检修下行按钮	MXAD	
7	轿顶开门按钮	KMAD	0006	18	直驶开关	ZA	0101
	轿内开门按钮	KMAN		19	1 层轿内指令按钮	1NLA	0102
8	超载开关	CZK	0007	20	2 层轿内指令按钮	2NLA	0103
	9	轿顶关门按钮	GMAD	0008	21	3 层轿内指令按钮	3NLA
轿内关门按钮		GMAN	22		4 层轿内指令按钮	4NLA	0105
10	上平层传感器	SPG	0009	23	5 层轿内指令按钮	5NLA	0106
	下平层传感器	XPG		24	1 层上行召唤按钮	1SZA	0107
11	上强迫换速开关	1SXK	0010	25	2 层上行召唤按钮	2SZA	0108
	5 层上换速传感器	5THGS		26	3 层上行召唤按钮	3SZA	0109
12	4 层上换速传感器	4THGS	0011	27	4 层上行召唤按钮	4SZA	0110
	4 层下换速传感器	4THGX		28	2 层下行召唤按钮	2XZA	0111
13	3 层上换速传感器	3THGS	0012	29	3 层下行召唤按钮	3XZA	0112
	3 层下换速传感器	3THGX		30	4 层下行召唤按钮	4XZA	0113
14	2 层上换速传感器	2THGS	0013	31	5 层下行召唤按钮	5XZA	0114
	2 层下换速传感器	2THGX					

表 5.3 PLC 输出点分配表

序 号	名 称	连接器件代号	输 出 点
1	关门控制		0500
2	开门控制		0501
3	超载指示灯	CZD	0502
4	蜂鸣器控制		0503
5	上行接触器	SC	0504
6	下行接触器	XC	0505
7	快加速接触器	KJC	0506
8	快速接触器	KC	0507
9	慢速接触器	MC	0508
10	1级慢加速接触器	1MJC	0509
11	2级慢加速接触器	2MJC	0510
12	3级慢加速接触器	3MJC	0511
13	方向/层楼显示器—A	1~5CLT,CLJN	0600
14	方向/层楼显示器—B	1~5CLT,CLJN	0601
15	方向/层楼显示器—C	1~5CLT,CLJN	0602
16	1层轿内指令登记灯	1NLD	0603
17	2层轿内指令登记灯	2NLD	0604
18	3层轿内指令登记灯	3NLD	0605
19	4层轿内指令登记灯	4NLD	0606
20	5层轿内指令登记灯	5NLD	0607
21	1层上行召唤登记灯	1SZD	0608
22	2层上行召唤登记灯	2SZD	0609
23	3层上行召唤登记灯	3SZD	0610
24	4层上行召唤登记灯	4SZD	0611
25	2层下行召唤登记灯	2XZD	0612
26	3层下行召唤登记灯	3XZD	0613
27	4层下行召唤登记灯	4XZD	0614
28	5层下行召唤登记灯	5XZD	0615

电梯系统上电后,如果安全回路正常,则安全继电器 YJ 常开触点吸合,这样,PLC 电源接通,输出回路电源接通,控制系统处于工作状态。此时,可通过钥匙开关 SYK 选择工作模式:检修、无司机或司机。

在 PLC 输入回路中,有以下几点值得注意。

(1) 上、下平层开关 SPG、XPG 采用串联的方式接入 PLC,这意味着只有两者同时有效时,电梯才能达到平层要求。

(2) 上、下行换速开关的作用。如图 5.6 所示,上行换速点的换速开关(2THGS~5THGS)与下行接触器 XC 的常闭触点串联,下行换速点的换速开关(1THGX~4THGX)与上行接触器 SC 的常闭触点串联,因此,保证了轿厢上行时,只有轿厢上的隔板进入上行换速点的换速开关时,层楼显示才会切换,或者上行到达目的层站时开始换速,同理,轿厢下行时,下行换速点的换速开关起作用。在有的电梯系统中,也有设置一个换速点的,这种情况下,对换速点位置或隔板的形状有一定的要求,保证电梯上行和下行时的换速位置能够同时满足上行、下行制动减速和平层控制的要求。

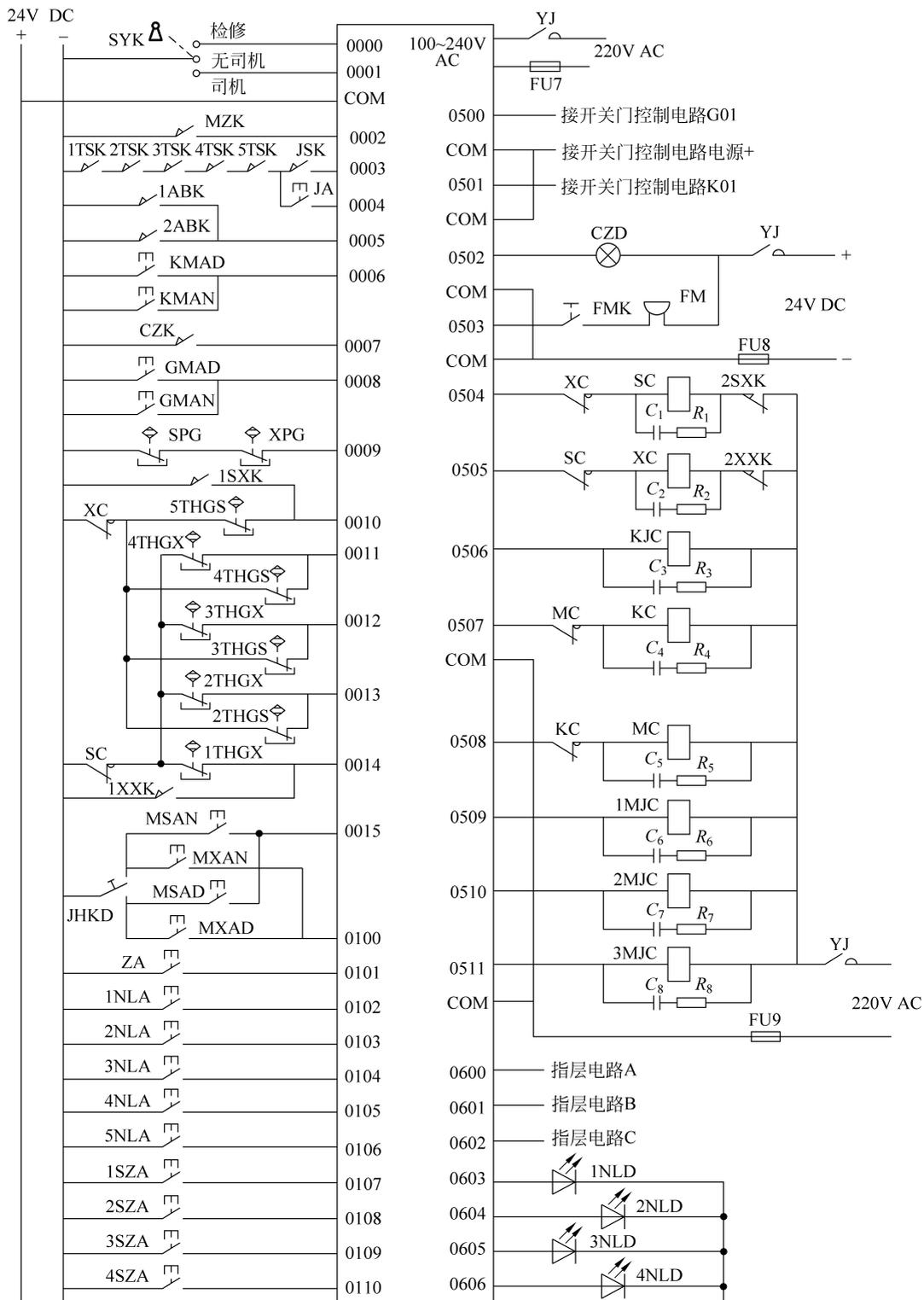


图 5.6 PLC 控制系统原理图

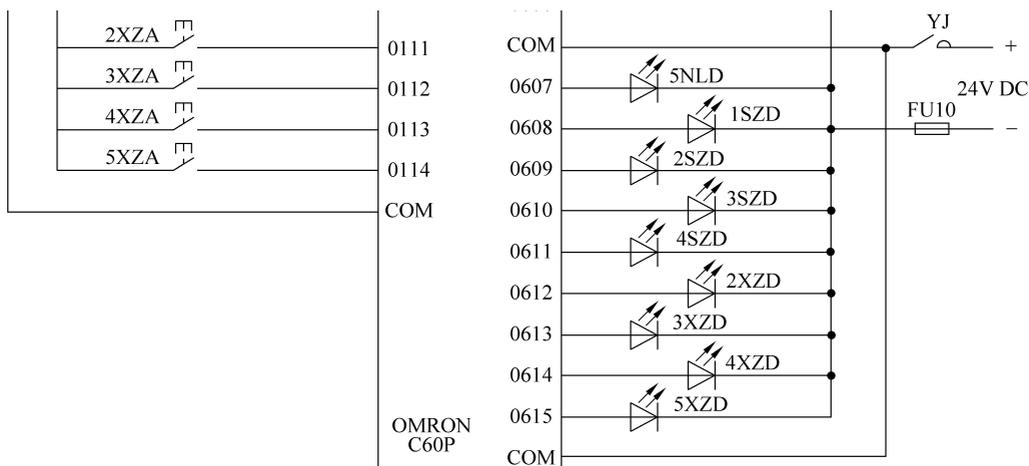


图 5.6 (续)

(3) 上、下强迫换速开关分别与上下端站的换速开关并联接入 PLC,但不受电梯运行方向的制约,只要强迫换速开关闭合,电梯将强制换速。

(4) 轿顶检修优先。在图 5.6 中,轿顶的检修开关 JHKD 采用单刀双掷式开关,通常开关置于图中所示状态,接通轿内点动上行按钮 MSAN 和下行按钮 MXAN,在轿顶检修时,扳动开关 JHKD,使其与轿顶点动上行按钮 MSAD 和下行按钮 MXAD 接通,同时断开了轿内检修操作回路,从电气上保证轿顶操作的优先权。

在 PLC 输出回路中,只有当安全回路正常时,安全继电器 YJ 常开触点吸合,所有的输出回路电源才能接通,以防止出现误动作。另外,与曳引电动机供电主回路相关的接触器均采用交流电压接触器,为了吸收输出回路断开时线圈中产生的电势,为每个接触器线圈并联了由电阻电容构成的浪涌抑制电路(电阻: $510\Omega/3W$,电容: $0.047\mu F/470V$)。

另外,输出点 0500 和 0501 用于控制开关门,它们连接在开关门控制电路中,其中 PLC 的 0500 端连接在关门控制回路中,0501 端连接在开门控制回路中,两个端点的公共端 COM 连接到门机控制电源的正极,这样,当 PLC 中相应的输出点内部线圈得电时,通过输出端点接通门机控制电路,实现门机的控制。

4. 方向及层楼指示电路

图 5.7 为方向及层楼指示电路。该电路包括 5 个层站的门厅和轿厢内部的方向及层楼显示器,它们以并联的形式连接,因此,在每一时刻,6 个显示器同步显示,显示的内容总是相同的。每个显示器上含有上、下方向指示符号和一个用于指示层楼的 7 段 LED 数码管。

方向指示并不由 PLC 控制,而是由上行接触器 SC 和下行接触器 XC 的常开触点控制。当电梯上行时,上行接触器 SC 常开触点吸合,接通显示器中上行方向的 LED 供电回路,该 LED 被点亮,显示器显示上行方向符号。同理,电梯下行,由下行接触器 XC 常开触点吸合接通下行方向的 LED 供电回路,显示器显示下行方向符号。

层楼信息是以 7 段 LED 数码形式显示的。在图 5.7 中,显示器内部具有译码功能,它把输入端 C、B、A 输入的信息转换为 7 段字型编码,用来控制驱动显示器内部的 LED 字段,在显示器上显示出字型信息。输入信息与显示字型的对应关系见表 5.4,表中的 1 表示给该输入端施加控制电源,0 表示断开该输入端的控制电源。

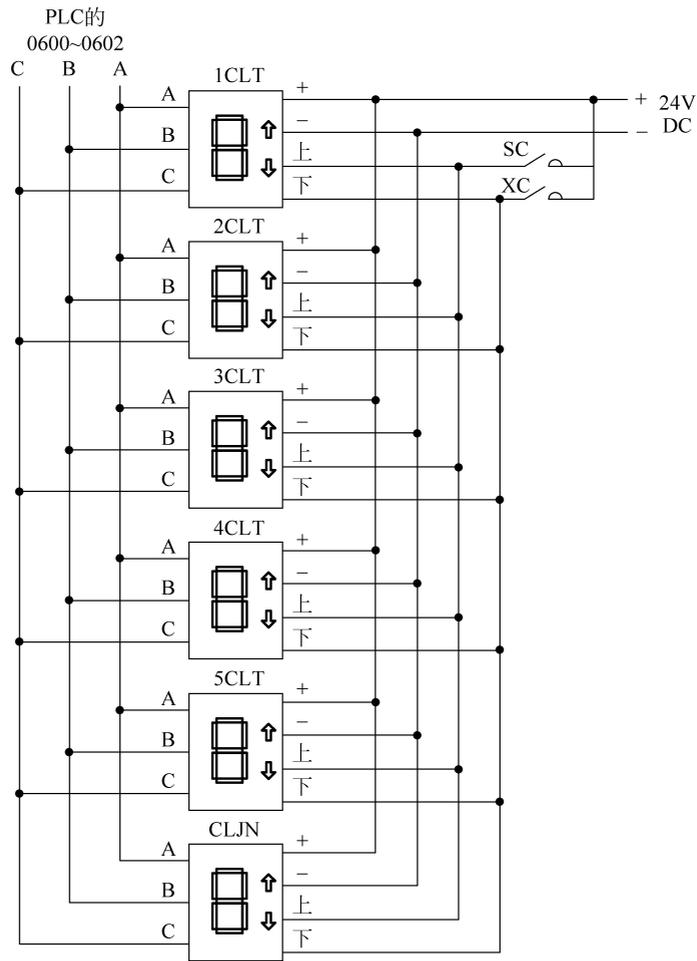


图 5.7 方向及层楼指示电路

表 5.4 输入信息与显示字型的对应关系

C	B	A	显示字型
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

5. 安全及门机控制电路

图 5.8 电路包括 4 个部分：安全回路、开关门控制回路、制动控制回路和门机拖动回路。

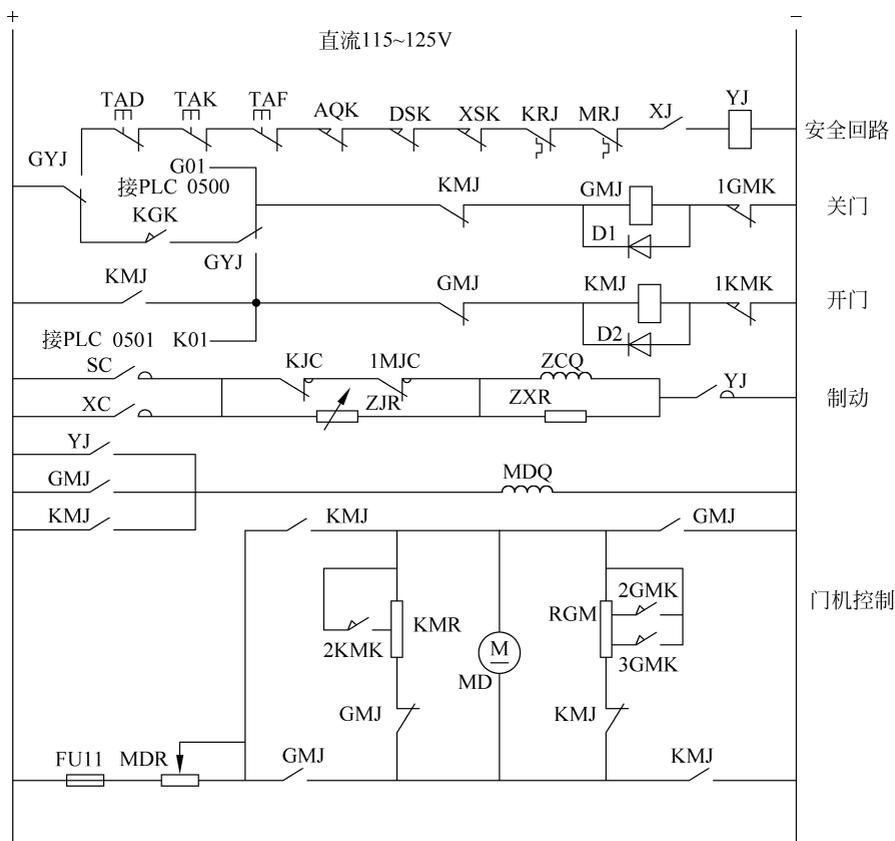


图 5.8 安全及门机控制电路

1) 安全回路

在图 5.8 中 YJ 为安全继电器,如果下列情况出现,将会使安全继电器 YJ 线圈失电,它的常开触点将会切断电梯的 PLC 控制系统电源,拖动系统由此而断电,抱闸控制回路断电而抱闸制动,电梯将停止运行。

- ① 轿顶急停按钮 TAD、底坑急停开关 TAK、机房急停开关 TAF 等被按下；
- ② 电梯运行速度超过规定阈值,限速器开关 XSK 动作；
- ③ 电梯运行速度超过规定阈值,限速器断绳开关 DSK 或安全钳开关 AQK 动作；
- ④ 供电电源的相序发生变化,相序继电器 XJ 常开触点断开；
- ⑤ 曳引电动机过载,快速热继电器 KRJ 或慢速热继电器 MRJ 常闭触点断开。

有的电梯的安全回路中还包含安全窗开关、涨紧轮开关、轿厢缓冲器开关、对重缓冲器开关、上/下终端限位开关等,有的还把控制器和变频器正常状态的触点串入安全回路中。

2) 开关门控制回路

在图 5.8 中,开门控制由开门接触器 KMJ 和关门接触器 GMJ 实现,其中 D1、D2 为续流二极管。开关门控制回路可以实现以下功能。

(1) 锁梯关门。

当电梯完成最后一次服务返回基站后,基站开关 KGK 常开触点闭合,常闭触点断开,操作人员把专用钥匙 TYK 复位,则图 5.9 中的基站开关梯继电器 GYJ 线圈失电,同时,轿顶照明 JZDN 熄灭。在图 5.8 中,锁梯关门回路导通:控制电源+→GYJ→KGK→GYJ→KMJ→GMJ 线圈→1GMK→控制电源-,这样,GMJ 线圈得电,电梯自动关门。

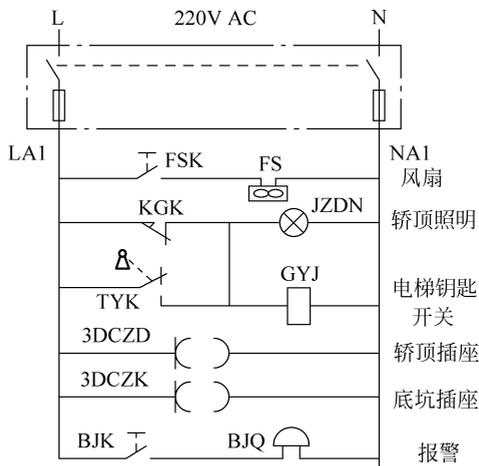


图 5.9 轿厢照明及报警电路

(2) 开梯。

开梯时,操作人员旋转专用钥匙 TYK,则基站开关梯继电器 GYJ 线圈得电,同时 JZDN 得电,打开轿内照明。在图 5.9 中,GYJ 的常开触点接通安全回路,同时断开了锁梯关门回路。安全回路导通,YJ 继电器得电,控制系统上电运行,把门打开,门控制的具体原理在以后的程序分析中介绍。

(3) PLC 控制开关门。

前面提到,PLC 输出点 0500 和 0501 用于控制开关门,如图 5.8 所示,其中 PLC 的 0500 端连接到关门控制回路中,0501 端连接到开门控制回路中,两个端点的公共端 COM 连接到门机控制电源的正极,形成了如下开关门 PLC 控制回路:

关门控制回路:门机控制电源+→PLC 的 COM→PLC 的输出点 0500→KMJ→GMJ 线圈→1GMK→控制电源-;

开门控制回路:门机控制电源+→PLC 的 COM→PLC 的输出点 0501→GMJ→KMJ 线圈→1KMK→控制电源-。

这样,当 PLC 中输出点 0500 或 0501 的内部线圈得电时,通过输出端点接通门机控制电路,实现对门机的控制。

3) 制动控制回路

曳引电动机的停车制动是通过制动电路对制动线圈 ZCQ 控制实现的,如图 5.8 所示。线圈通电时,抱闸松开,电动机正常运转。线圈断电时,抱闸将电动机输出轴抱紧而停车,在停车时能可靠地抱紧闸片,使电梯轿厢不因载重而自行下坠。

当电梯启动运行时,上行接触器 SC 或下行接触器 XC 常开触点吸合,制动器线圈 ZCQ 通过快加速接触器 KJC 和一级慢减速接触器 1MJC 的常闭触点吸合,制动器松开。在加速

过程中,快加速接触器 KJC 的常闭触点断开,电阻 ZJR 串入制动线圈 ZCQ 的控制电路,此时,通过制动器线圈 ZCQ 的电流减小到使其不松闸所需的电流。电梯进入制动减速阶段,一级慢减速接触器 1MJC 常闭触点断开,重新使电阻 ZJR 串入制动线圈 ZCQ,使制动器线圈 ZCQ 维持不松闸的较小电流,当电梯平层时,接触器 SC 或 XC 常开触点断开,制动线圈 ZCQ 失电,并通过电阻 ZXR 放电,随着放电电流的减小,制动力矩逐渐增大,最后完全抱闸使曳引电动机 YD 停转。放电回路的设置是为了减缓制动时的冲击,因此,改变 ZXR 的阻值可以改变放电电流的衰减过程,改变制动的快慢。

4) 门机拖动回路

门机拖动回路包含两部分,一部分为励磁线圈回路,它产生直流电动机工作所需要的磁场。另一部分为直流电动机拖动回路,实现开门和关门动作。图 5.8 的门机拖动回路与第 4 章介绍的门机控制电路相同,因此,在此不再进一步分析。

6. 照明及其他辅助电路

图 5.9 是 5 层 5 站电梯的轿厢、轿顶供电及用电设备的电路,包括轿厢的照明、风扇、报警等,其中, TYK 为专用钥匙开关,用于开梯和关梯。开梯时,旋转 TYK 使其常开触点闭合,轿内照明打开,同时,继电器 GYJ 线圈得电,其常开触点吸合使安全回路接通,安全继电器 YJ 线圈得电,电梯处于可用状态。关梯时,电梯返回基站,开关 KGK 常开触点闭合、常闭触点断开,操作人员把钥匙开关 TYK 复位,则轿内照明关闭,继电器 GYJ 线圈失电,它的常闭触点吸合使电梯自动关门,而它的常开触点断开使安全继电器 YJ 的线圈失电,这样,PLC 控制系统断电。

图 5.10 是供维修使用的安全供电电路,用于轿顶和底坑的照明及维修设备。

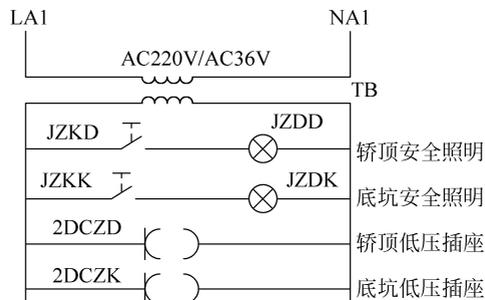


图 5.10 安全供电照明电路

值得一提的是,图 5.9 和图 5.10 的供电与曳引电动机及其控制系统的供电是分开设置的,在电梯系统供电电源停止供电时,上述回路要求能够继续供电。

有些电梯设置应急电源,在正常照明停电时,应急电源可立即供电。轿厢内部设置应急通信装置时(如电话,对讲机),其电源也可取自于轿厢照明供电电路。

电梯制造安装规范和民用建筑电气设计规范中规定,井道应设置永久性的电气照明装置,即使在所有的门关闭时,在轿顶面以上和底坑地面以上 1m 处的照度至少为 50lx。照明设置方法为距井道最高和最低点 0.50 m 以内各装设一盏照明灯,再装设中间照明灯,中间每隔不超过 7m 的距离应装设一盏照明灯,并应分别在机房和底坑设置控制开关;轿顶及井道照明电源宜为 36V;当采用 220V 时,应装设剩余电流动作保护器;在高层建筑中井道长度超过 50m、接近或超过 100m 时,为减小电压损失,井道照明电压可采用 220V。

图 5.11 为电梯的井道照明电路,图中 TE1 和 TE2 为安装在机房和底坑的双控开关, $DZ_1 \sim DZ_n$ 为井道照明灯具。假设 36V 交流电源取自于一个隔离变压器的输出端,该变压器的供电电源与曳引电动机及其控制系统分开设置,在电梯系统供电电源停止供电时,图 5.11 电路能继续工作。

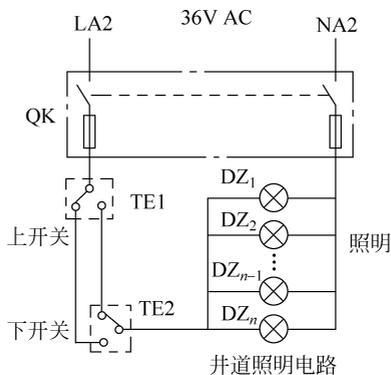


图 5.11 井道照明电路

5.1.4 5 层 5 站集选电梯的控制程序分析

图 5.12 为 5 层 5 站电梯的 PLC 控制程序。该电梯有无司机(自动)、有司机和检修三种工作模式,工作模式的选择由操纵箱内的 SYK 开关控制。下面根据各个工作模式中的功能分析程序的工作原理。为了方便分析说明,本节在解释程序块功能时,对图 5.12 程序中的支路位置做了相应的调整。在程序中用到了 OMRON PLC 的一些特殊功能继电器,它们的编号和功能如下。

1815: First scan Flag,该继电器常开触点仅在程序执行的第一个扫描周期闭合,之后常开触点断开。

1902: 1-second Pulse,1s 时钟继电器,该继电器常开触点 1s 时间内闭合 0.5s,断开 0.5s。

另外,为了使系统停电时,电梯运行的某些重要信息不丢失,程序中使用了具有掉电保护功能的保持继电器 HR,它们可以在 PLC 断电时保持其在断电瞬间的状态。

1. 层楼信息获取

图 5.13 为层楼信息获取程序。如图 5.6 所示,1~5 层的换速开关(上、下行换速开关)分别与 PLC 的输入点 0014~0010 相连,电梯上行时,上行换速点起作用,下行时下行换速点起作用,在中间层站的每层上、下行换速开关共用一个输入点。图 5.13 程序的作用是把换速开关提供的轿厢位置信息转换为连续的层楼信息。

假设电梯从 1 楼上行至 3 楼,在这种情况下,图 5.13 中的上行换速开关 2THGS~3THGS 提供轿厢的位置信息。轿厢在 1 楼停靠时,轿厢上的换速隔板插入下行换速开关 1THGX 凹槽中,则输入点 0014 常开触点闭合,1 楼的层楼继电器 HR001 线圈得电,并且通过 HR001→HR002 支路自锁。

当电梯上行到 2 楼的上行换速点时,2 楼的上行换速开关 2THGS 有效,输入点 0013 常开触点闭合使得 2 楼的层楼继电器 HR002 线圈得电,此时,1 楼的层楼继电器 HR001 的自锁回路因为 HR002 常闭触点的断开而失电;同时,2 楼的层楼继电器 HR002 通过下列支路而自锁: HR002→HR001→HR003。

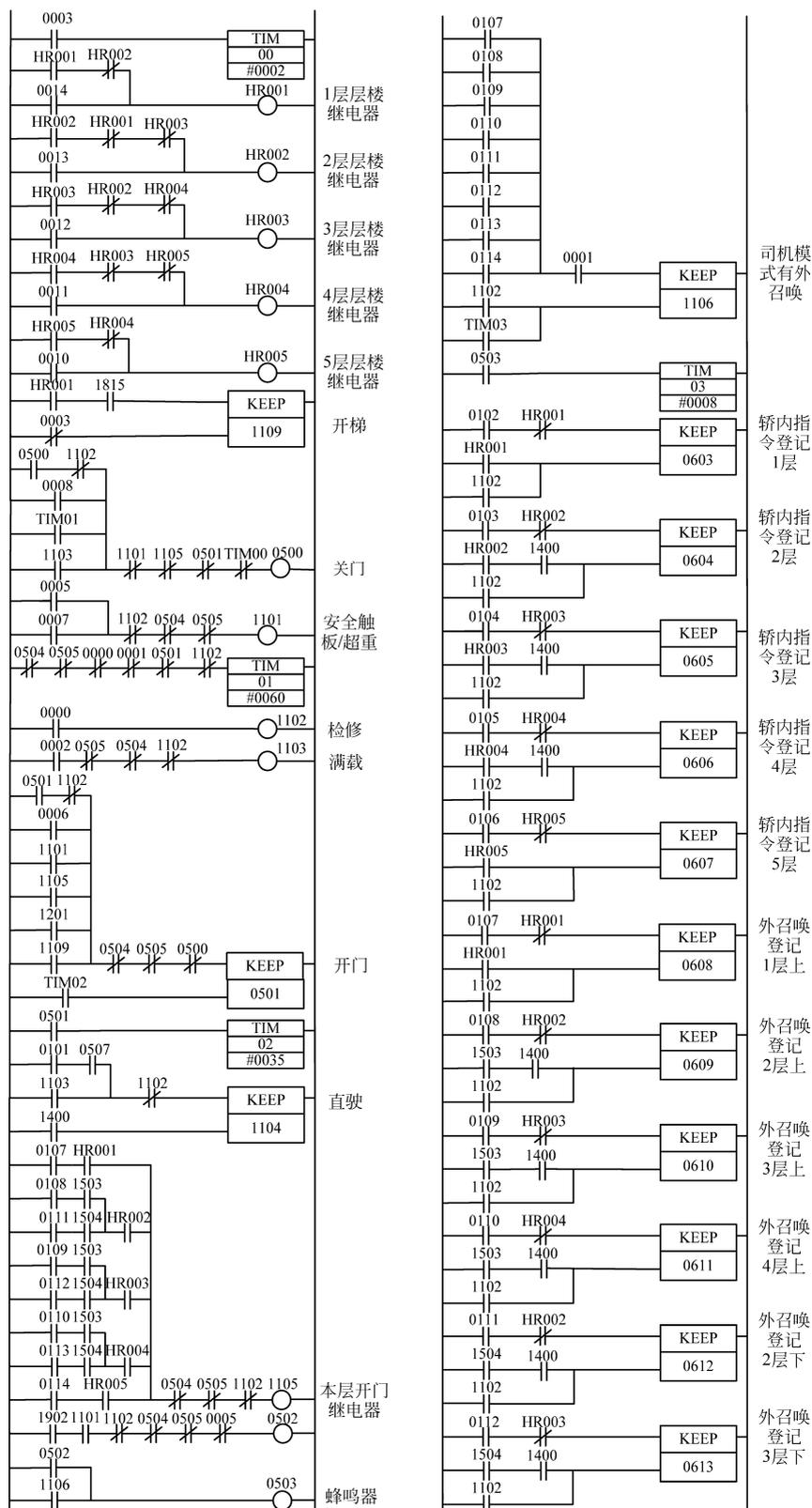


图 5.12 PLC 控制程序

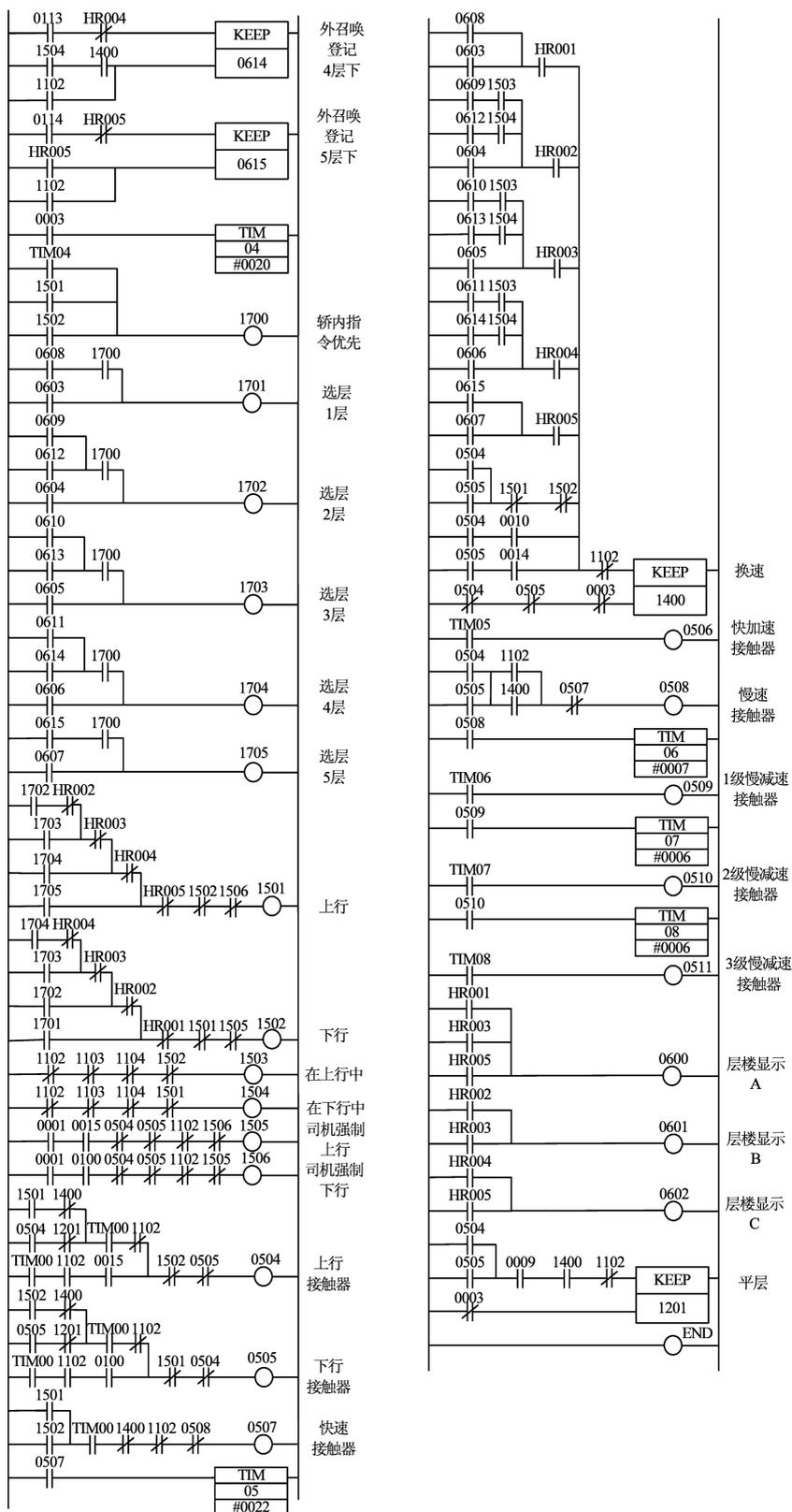


图 5.12 (续)

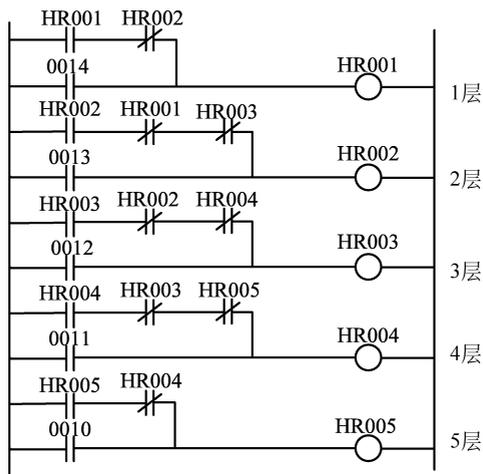


图 5.13 层楼信息获取程序

当电梯上行到3楼的上行换速点时,3楼的上行换速开关3THGS有效,输入点0012常开触点闭合,使得3楼的层楼继电器HR003线圈得电,同样地,2楼的层楼继电器HR002的自锁回路因为HR003常闭触点的断开而失电;同时,3楼的层楼继电器HR003通过下列支路自锁:HR003→HR002→HR004。

以此类推,电梯在上行过程中得到了连续的层楼信息。

在下行过程中,下行换速开关起作用,程序运行的原理与电梯上行是一样的。由于在硬件上已经由上行接触器SC和下行接触器XC的触点限制了上、下换速开关的作用,因此在程序中没有必要判断是哪一个开关提供的轿厢位置信息。

2. 层楼显示

由图5.6和图5.7可知,电梯的层楼显示是由输出点0600、0601和0602控制的,层楼信息是以7段LED数码形式显示的。显示器内部具有译码功能,它把输入端C、B、A输入的信息转换为7段字型编码。由于本节所述的电梯只有5个层站,因此采用了一个数码管,输出点状态与显示字型的关系见表5.5。表中0表示线圈失电,1表示线圈得电。

表 5.5 输出点状态与显示字型的关系

0602	0601	0600	显示字型
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5

层楼显示程序如图5.14所示,图中,HR001~HR005分别为1~5层的层楼继电器。例如,电梯下行驶过3楼下行换速点,那么HR003线圈得电,其常开触点吸合使输出点0600和0601线圈得电,由表5.5可知,显示器显示“3”。

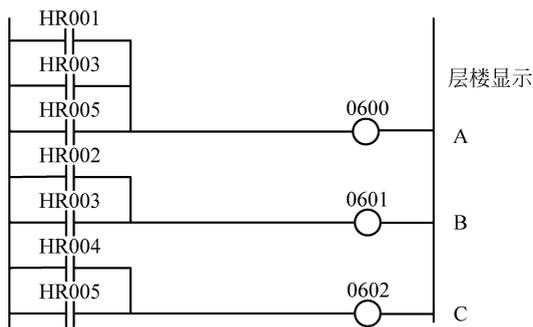


图 5.14 层楼显示程序

3. 轿内指令信号登记与消号

图 5.15 为轿内指令登记与消号程序,1~5 层的轿内按钮指示灯 1NLD~5NLD 分别与输出点 0603~0607 相连,因此,在程序中轿内指令登记的继电器由相应的输出点继电器承担。轿内按钮 1NLA~5NLA 分别连接输入点 0102~0106。在图 5.15 的程序中,1400 为换速继电器。下面说明图 5.15 程序的工作原理。

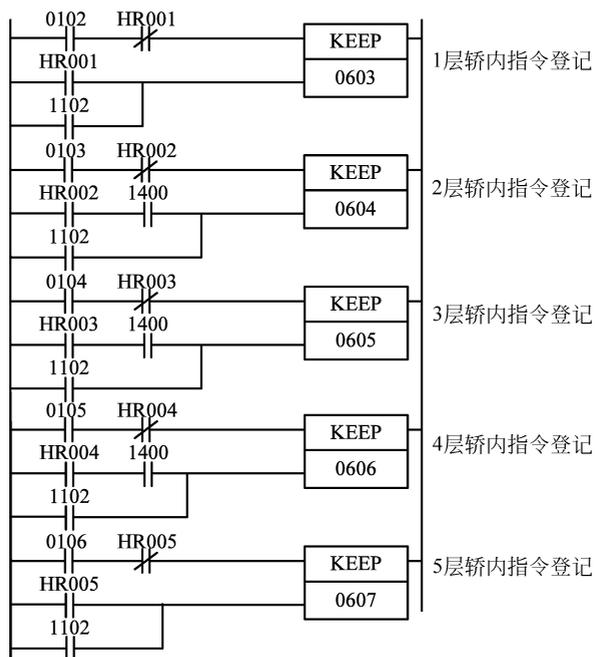


图 5.15 轿内指令登记与销号程序

现在,电梯停靠在 4 层,乘客按下目的层按钮 2NLA 时,输入点 0103 的常开触点闭合,由于电梯未在 2 层,因此 2 层楼继电器 HR002 的常闭触点为闭合状态,这样,输出线圈 0604 得电,指示灯 2NLD 亮,完成轿内指令的登记;当轿厢到达目的层站 2 层的换速点时,层楼继电器 HR002 得电,同时使得换速继电器 1400 的线圈得电,两者的常开触点闭合使输出线圈 0604 失电,指示灯 2NLD 灭,实现消号功能。

如果电梯在 2 层,乘客按下按钮 2NLA,层楼继电器 HR002 常闭触点为断开状态,输出

线圈 0604 无法得电,指令不被登记,也就是本层不能登记。

另外,检修模式时,检修继电器 1102 常开触点闭合,使输出线圈 0604 处于复位状态而无法得电,轿内登记也不起作用,因此,在检修模式下,所有轿内指令都不能登记。

4. 厅外召唤信号的登记与消号

图 5.16 为厅外召唤信号的登记与消号程序。为了便于分析说明,把上下召唤信号的登记和消号程序分开列出。

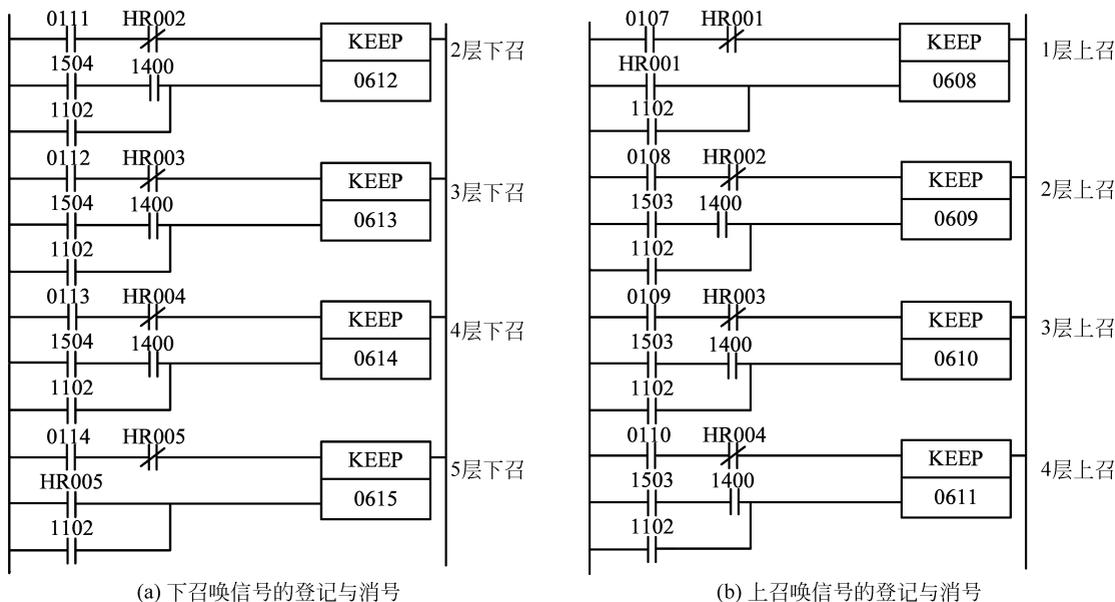


图 5.16 厅外召唤信号的登记与消号程序

在图 5.6 的控制电路中,2~5 层的下召唤按钮分别与 PLC 输入点 0111~0114 相连,而它们的按钮指示灯分别与 PLC 输出点 0612~0615 相连,1~4 层的上召唤按钮分别与 PLC 输入点 0107~0110 相接,它们的按钮指示灯分别连接到 PLC 输出点 0608~0611。

如果电梯停靠在 5 层,乘客在 3 层按下召唤按钮 3XZA,则输入点 0112 的常开触点闭合,线圈 0613 得电并保持,指示灯 3XZD 亮,该召唤被登记。当轿厢向下运行时,下行方向继电器 1504 常开触点闭合,行驶到 3 层的换速点时,层楼继电器 HR003 线圈得电,使得换速继电器 1400 线圈得电,它的常开触点闭合,因此,在图 5.16(a)中,输出点线圈 0613 的复位支路导通,线圈 0613 失电,指示灯 3XZD 熄灭,该召唤被消号。

同轿内指令登记一样,电梯停在本层时,由于本层层楼继电器线圈失电,使得输出点线圈无法得电,因此,召唤信号不能被登记,即本层不能登记。

检修模式下,由于检修继电器线圈 1102 得电,其常开触点吸合,使召唤信号无法登记。因此,在检修模式时,所有的厅外召唤不起作用。

图 5.16(b)的上召唤登记和消号原理与下召唤的处理完全相同,在此不再赘述。

5. 自动选层

图 5.17 为自动选层程序,其中继电器 0608~0611 为 1~4 层上召唤信号,继电器 0612~0615 为 2~5 层的下召唤信号,继电器 0603~0607 为轿内指令信号。继电器 1701~1705 为

1~5 层的选层继电器。

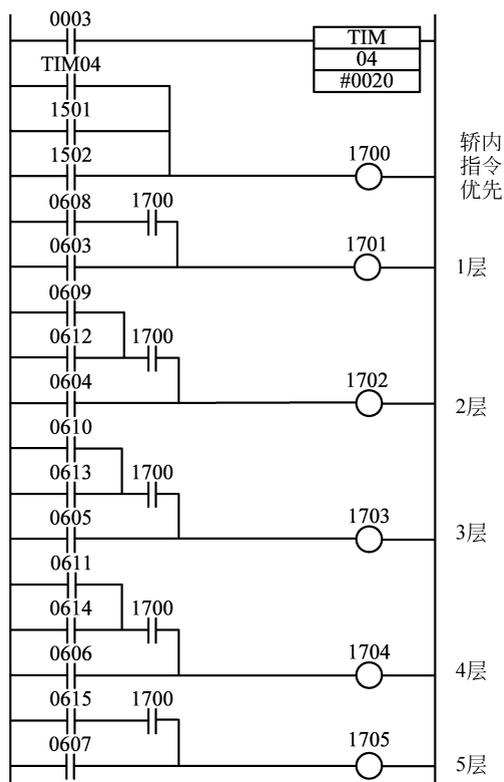


图 5.17 自动选层程序

图 5.17 程序具有轿内指令优先登记的功能。当厅门和轿门关闭到位时,PLC 的输入点 0003 的常开触点闭合,定时器 TIM04 启动(TIM 的计时基准为 0.1s),2s 之后继电器线圈 1700 才会得电,在这 2s 时间内,继电器 1700 的常开触点使所有的厅外召唤信号与选层继电器线圈连接断开,因此,无法参与选层,只有轿内指令信号可以使选层继电器得电,决定电梯前行的目的层站。例如:若电梯在 3 层关好门准备启动运行时,4 层有上外召唤,乘客在轿厢按下了 2NLA 按钮登记了 2 层轿内指令,那么,4 层上召唤继电器(输出点继电器)0611 常开触点闭合,2 层轿内指令继电器(输出点继电器)0604 常开触点闭合,由于继电器 1700 的常开触点在 2s 之后才闭合,所以,4 层选层继电器 1704 无法得电,而 2 层选层继电器 1702 由于 0604 常开触点闭合而得电,因此,电梯将下行。

2s 之后,TIM04 的常开触点闭合,由于继电器 1700 的常开触点闭合,厅外召唤信号的常开触点与选层继电器的线圈接通,它们可以和轿内指令信号共同参与选层。

6. 自动定向

图 5.18 为自动定向程序。图中 1102 是检修状态继电器。在图 5.16 中,当电梯钥匙开关 SYK 设为检修状态时,输入点 0000 的常开触点闭合将使继电器 1102 的线圈得电(见图 5.18)。当 SYK 设置为司机状态时,输入点 0001 常开触点闭合,此时,按下上行按钮 MSAN,输入点 0015 常开触点接通使下列逻辑支路导通:0001→0015→0504→0505→1102→1506→1505 线圈,则继电器 1505 线圈得电,因此,继电器 1505 是司机工作模式时的上行指

令继电器,在电梯未启动时,该继电器线圈得电,意味着电梯将上行。同理,继电器 1506 是司机工作模式时的下行指令继电器。

假设电梯停在 4 层,选层程序指出 2 层为目的层站,即 2 层的选层继电器 1702 常开触点闭合。图 5.18 中,由于电梯处于 4 层,其层楼继电器 HR004 的常闭触点断开,上方向继电器 1501 线圈无法得电。而下方向继电器 1502 的线圈由于 1702 常开触点闭合接通下列支路而得电: 1702→HR002→HR001→1501→1505→1502 线圈,电梯因此而下行。

假设电梯停在 4 层,选层程序指出 5 层为目的层站,即 5 层的选层继电器 1705 常开触点闭合。图 5.18 中,由于 4 层层楼继电器 HR004 的常闭触点断开,此时,只有下列支路通电: 1705→HR005→1502→1506→1501 线圈,上方向继电器 1501 线圈得电,电梯才会上行。

图 5.18 也可实现最远端自动反向的功能。假设电梯由轿内指令使其上行,最后服务的层站为 4 层,此时 2 层有向下的厅外召唤,电梯到 4 层开门放客后,电梯自动关门启动下行去响应 2 层的下召唤。电梯到 4 层停靠时,HR004 的常闭触点断开,此时在其上方再没有召唤信号,则上方向继电器 1501 线圈失电,由于 2 层的选层继电器 1702 常开触点闭合,接通了下方继电器 1502,电梯因此启动下行。

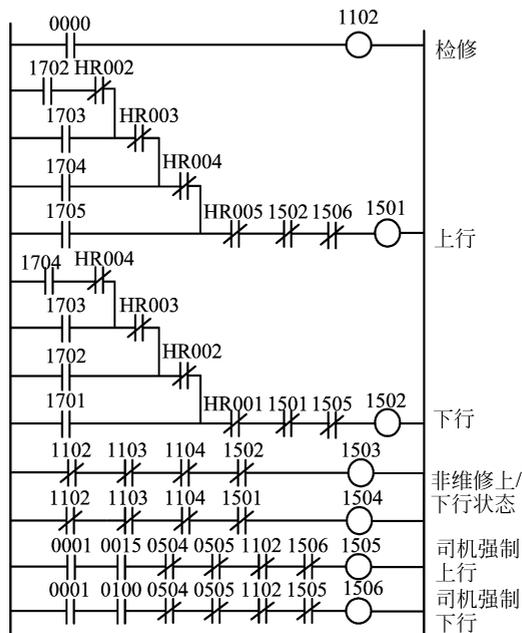


图 5.18 自动定向程序

7. 换速控制程序

图 5.19 为换速控制程序。程序具有以下功能。

1) 自动换速

乘客前往 2 层,在轿内按下 2NLA,该指令被登记后,0604 常开触点闭合,在电梯到达 2 层时,2 层的层楼继电器 HR002 线圈得电,则下列程序支路导通: 0604→HR002→1102→1400 线圈,换速继电器 1400 线圈得电,电梯将减速平层。

2) 顺向截梯

顺向截梯是指在自动运行模式(无司机模式)时、在目的层站已经登记的情况下,出现其

他层站的召唤信号,并且这些召唤信号与电梯的行驶方向相同,这些截梯层站指令被登记后,轿厢驶过这些层站的换速点时,将会在这些层站换速停梯;但是,如果轿厢已驶过了该层换速点,电梯不会响应该层的截梯。

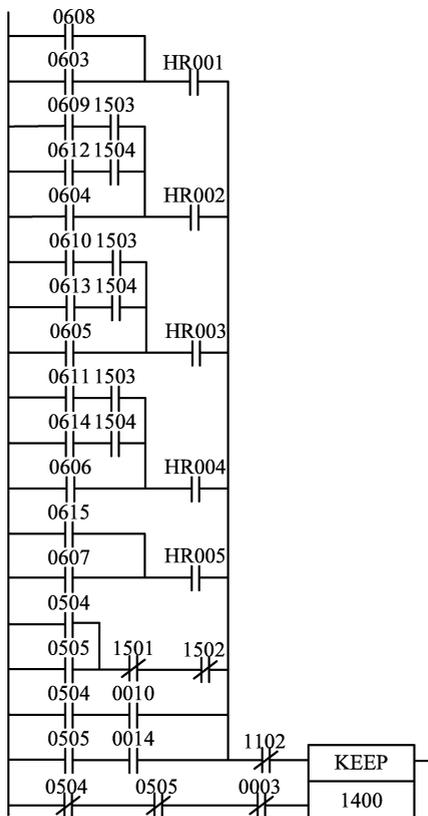


图 5.19 换速控制程序

例如一名乘客要从 1 层上到 5 层,按下 5NLA 后,线圈 1705 得电,上方向继电器 1501 的线圈得电和上行状态继电器 1503 的线圈得电;在下一个程序执行周期,线圈 1700 得电,如果此时 2 层按下 2SZA,上召唤被登记,输出点线圈 0609 得电,继而 2 层的选层继电器线圈 1702 得电,轿厢在未驶过 2 层换速点时,HR002 常闭触点为闭合状态,当轿厢行驶到 2 层换速点时,换速开关使输入点 0013 常开触点闭合,则 2 楼层楼继电器 HR002 线圈得电,其常开触点闭合,则下列程序支路导通:0609→1503→HR002→1102→1400 线圈,换速使继电器 1400 线圈得电,电梯将减速平层。

3) 无方向换速

电梯在运行过程中,如果丢失方向,即上、下方向继电器 1501 和 1502 线圈失电,其常闭触点闭合,则上行时(0504 线圈得电,接触器 SC 主触点吸合),下列程序支路导通:0504→1501→1502→1102→1400 线圈,下行时(0505 线圈得电,接触器 XC 主触点吸合),下列程序支路导通:0505→1501→1502→1102→1400 线圈,使继电器 1400 线圈得电,电梯将减速平层,这就是所谓的无方向换速。

4) 强迫换速

电梯下行时,轿厢越过下强迫开关 1XXK,则输入点 0014 常开触点闭合,下列程序支路

导通：0505→0014→1102→1400 线圈，换速继电器 1400 线圈得电，电梯强迫减速。

同理，上行时，越过上强迫开关 1SXX，输入点 0010 常开触点闭合，下列程序支路导通：0504→0010→1102→1400 线圈，换速继电器 1400 线圈得电，电梯强迫减速。

8. 曳引电动机控制程序

图 5.20 为电梯的加减速控制程序。电梯在自动或者司机工作模式下，完成自动定向后，轿门和层门关闭，输入点 0003 的触点闭合，延时 0.2s 后，曳引电机快速运行，到达目的楼层换速点时，相关楼层的换速保持继电器得电，换速继电器线圈 1400 得电，该楼层的外召指令被取消，电梯转换为慢速运行。

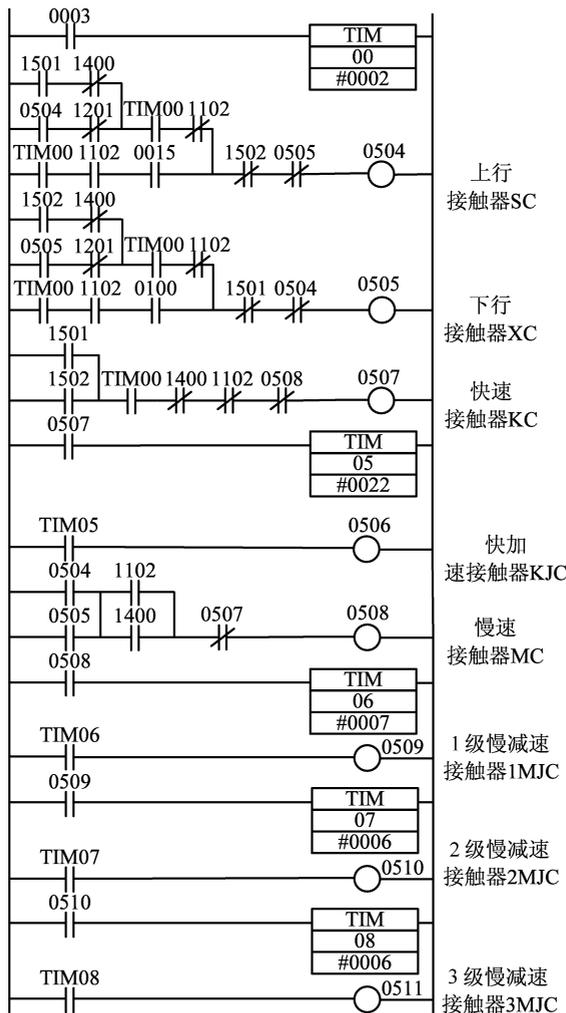


图 5.20 加减速控制程序

下面以轿厢从 1 层到 4 层为例分析程序的执行过程。

电梯停在 1 层，此时 1 楼层继电器 HR001 线圈得电，层楼显示器显示“1”，在 4 层的外召指令被登记后，通过定向程序使 1501 得电，在图 5.20 中，下列程序支路导通：1501→1400→TIM00→1102→1502→0505→0504 线圈，输出点 0504 得电使上行接触器 SC 线圈得电并自锁，电梯选择上行。

厅门轿门关闭好 0.2s 之后, TIM00 常开触点闭合, 下列程序支路导通: 1501→TIM00→1400→1102→0508→0507 线圈。输出点 0507 线圈得电, 这样快速接触器 KC 线圈得电, 其主触点吸合使曳引电动机接入电抗启动运行, 再过 2.2s, TIM05 的常开触点吸合, 输出点 0506 线圈得电, 使快加速接触器 KJC 的线圈得电, 在主回路中 KJC 的常开触点吸合短接了之前接入的电抗, 电梯以额定速度运行。

在没有顺向截梯和直驶的情况下, 电梯从 1 层出发前往 4 层的过程中, 位于轿顶的换速隔板先后插入轿厢导轨上的上行换速传感器 2THGS、3THGS、4THGS。

当换速隔板插入 2THGS 时, 该层的层楼继电器 HR002 线圈得电, 楼层显示器上显示“2”; 由于该层没有厅外召唤和轿内指令, 因此在电梯经过 2 层时, 换速继电器 1400 无法得电 (见图 5.19), 电梯继续前行。

换速隔板插入 3THGS 时, 3 层的层楼继电器 HR003 线圈得电, 楼层显示装置上显示“3”; 同样, 由于该层没有厅外召唤和轿内指令, 换速继电器 1400 无法得电 (见图 5.19), 电梯仍继续前行。

电梯将要达到 4 层、隔板插入 4THGS 时, 输入点 0011 的常开触点闭合, 线圈 HR004 得电, 线圈 HR003 失电, 电梯层楼显示器显示“4”。线圈 1501 失电, 换速继电器 1400 得电, 这样, 输出点线圈 0507 失电、0508 得电 (支路: 0504→1400→0507→0508 线圈), 快速接触器 KC 线圈失电, 慢速接触器 MC 线圈得电, 曳引电动机串入电阻和电抗运行, 电梯进入制动减速阶段, TIM06 延时 0.7s 后, 输出点线圈 0509 得电, 1 级减速接触器 1MJC 得电, 短接部分电阻, 再经 TIM07 延时 0.6s 后, 输出点线圈 0510 得电使得 2 级减速接触器 2MJC 得电, 短接了部分电抗和全部的电阻, 再过 0.6s 后 (TIM08 延时), 输出点线圈 0511 得电, 3 级减速接触器 3MJC 得电, 在主回路中切除所有电抗, 电梯以慢速运行。

平层时, 上、下平层开关 SPG 和 XPG 同时插入隔板, 输入点 0009 常闭触点闭合, 在图 5.21 中, 继电器 1201 线圈得电, 其常闭触点断开, 使得图 5.20 中输入点线圈的自锁支路断开: 0504→1201→TIM00→1102→1502→0505→0504 线圈, 则上行接触器 SC 线圈失电, 电梯平层停车。

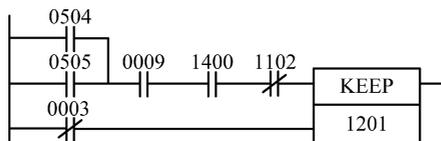


图 5.21 平层程序

另外, 检修工作模式下, 检修继电器 1102 常开触点闭合, 按动轿顶 MSAD 和轿厢 MSAN 按钮, 下列程序支路导通: TIM00→1102→0015→1502→0505→0504 线圈, 0504 线圈得电使得 SC 线圈得电, 电梯选择上行, 松开按钮, 0504 线圈失电, 曳引电动机停转, 电梯停止运行。

电梯下行时加减速和平层控制与上行原理相同, 在此不再分析。

9. 开门控制程序

图 5.22 为开门控制程序, 它可实现上班开梯开门、自动开门、按钮开门、安全触板开门、超载开门、本层开门等功能。下面介绍开门控制程序的工作原理。

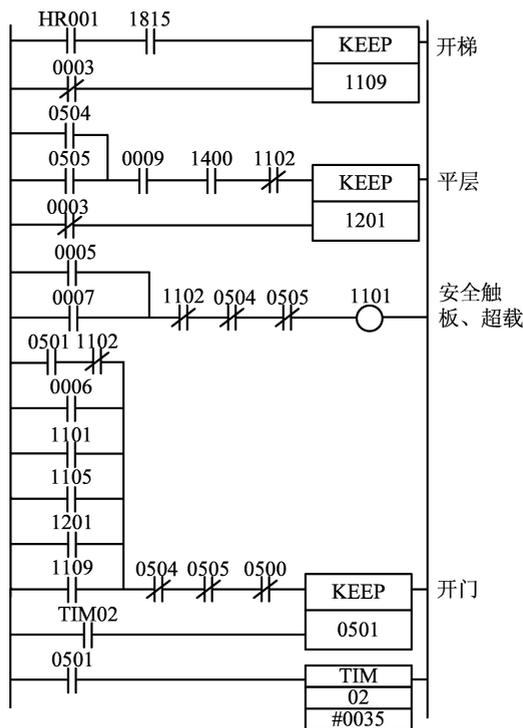


图 5.22 开门控制程序

1) 上班开梯开门

操作人员用专用钥匙扭动钥匙开关 TYK,在图 5.9 中,轿内照明打开,同时继电器 GYJ 线圈得电,它的常开触点把控制电源“+”极与安全回路接通(见图 5.8),如果此时与安全回路有关的各种装置正常,则安全继电器 YJ 线圈得电,其常开触点接通 PLC 控制系统的电源,同时,把制动线圈 ZCQ 与控制电源“-”极接通。由于 YJ 的常开触点闭合,PLC 上电运行,在其执行程序的第一个扫描周期内,继电器 1815 常开触点吸合;另外,电梯此时停在一楼,则一楼的层楼继电器 HR001 常开触点吸合,层楼显示器显示“1”;进一步,在图 5.22 中,继电器 1109 线圈得电并保持。此时,在图 5.22 中,由于继电器 1109 常开触点闭合,下列支路导通:1109→0504→0505→0500→0501 线圈,输出点 0501 线圈得电并自锁,使图 5.8 的开门接触器 KMJ 线圈得电并自锁,当开门限位开关 1KMK 断开时,开门到位,KMJ 线圈失电,开门动作结束,实现上班开门。

程序执行第二个扫描周期以后继电器 1815 常开触点断开,但并不影响继电器 1109 的状态,只有当电梯所有厅门及轿厢门关门到位时,继电器 1109 线圈才失电,这种情况下,电梯处于关门启动或运行状态。

2) 平层开门

平层时,上、下平层开关 SPG 和 XPG 同时插入隔板,输入点 0009 常闭触点闭合,在图 5.22 中,继电器 1201 线圈得电,其常开触点闭合,下列程序支路接通:1201→0504→0505→0500→0501 线圈,输出点 0501 线圈得电,电梯门打开。

3) 按钮开门

当轿顶或轿厢开门按钮 KMAD、KMAN 按下时,输入点 0006 触点闭合,下列程序支路接通:0006→0504→0505→0500→0501 线圈,输出点 0501 线圈得电,电梯门打开。

在检修方式下,由于检修状态继电器 1102 的常闭触点断开,切断输出点 0501 线圈的自锁支路,按下开门按钮,输入点 0006 触点闭合,输出点 0501 线圈得电,电梯开门,松开按钮,输出点 0501 线圈失电,开门动作停止。

4) 超载及安全触板开门

如图 5.6 所示,当电梯门夹住异物,安全触板 1ABK、2ABK 触点接通,输入点 0005 触点闭合;另外,当电梯超载时,超载开关 CZK 触点接通,输入点 0007 触点闭合;电梯在司机和无司机工作模式时,只要上述情况发生,在图 5.22 中继电器 1101 线圈得电,其常开触点闭合,那么,下列程序支路接通:1101→0504→0505→0500→0501 线圈,输出点 0501 线圈得电,电梯门打开。

5) 本层开门

图 5.23 为本层开门控制程序。本层开门是指:当轿厢停在某楼层时,轿门已经关闭,但电梯还未启动的情况下,厅外还有乘客要乘用电梯,如果此时乘客按下的召唤信号方向与电梯的运行方向相同,电梯门自动打开。如电梯停在 3 层准备下行,此时 3 层厅外有乘客按下下召唤按钮 3XZA,输入点 0112 触点闭合,在图 5.23 中,下列程序支路导通:0112→1504→HR003→0504→0505→1102→1105 线圈,继电器 1105 线圈得电,它的常开触点闭合,使图 5.22 中的下列程序支路接通:1105→0504→0505→0500→0501 线圈,输出点 0501 线圈得电,电梯门重新打开。

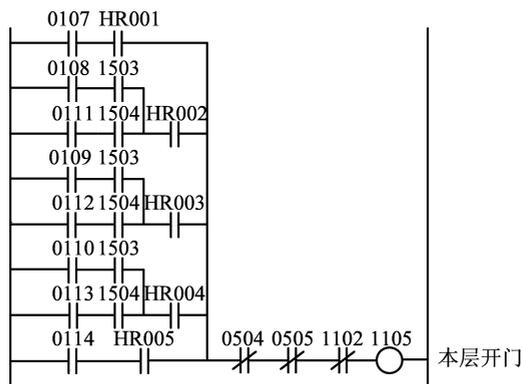


图 5.23 本层开门程序

检修运行模式下,由于 1102 常闭触点断开,不能实现本层开门。

另外,在司机和无司机工作模式下,如果开门指令下达后 3.5s 内门还没打开,输出点 0501 线圈失电,停止开门动作。

10. 关门控制程序

图 5.24 为电梯的关门控制程序。该程序可实现按钮关门、延时自动关门和满载关门等功能。

1) 延时自动关门

在无司机模式下,检修继电器 1102 常闭触点闭合,电梯停靠开门后 6s, TIM01 触点闭合,则下列程序支路接通:TIM01→1101→1105→0501→TIM00→0500 线圈,输出点 0500 线圈得电并自锁,关门继电器 GMJ 得电,电梯门开始关闭,当关门限位开关 1GMK 断开时,关门到位,GMJ 线圈失电,关门动作结束。当厅门和轿厢门关闭好后,输入点 0003 触点闭合,0.2s 之后,TIM00 常闭触点断开(见图 5.20),0500 线圈失电。

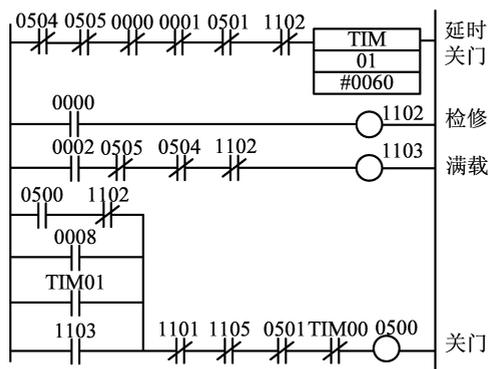


图 5.24 关门控制程序

2) 满载关门

在司机和无司机模式下(即在非检修状态),如果轿厢满载,满载开关 MZK 闭合,0002 常开触点闭合,1103 线圈得电,下列程序支路接通: 1103→1101→1105→0501→TIM00→0500 线圈,使输出点 0500 线圈得电,电梯自动关门。

3) 按钮关门

当轿顶或轿厢关门按钮 GMAD、GMAN 按下时,输入点 0008 触点闭合,使下列程序支路接通: 0008→1101→1105→0501→TIM00→0500 线圈,输出点 0500 线圈得电,电梯自动关门。

11. 蜂鸣器控制程序

图 5.25 为蜂鸣器控制程序,程序的控制功能如下:

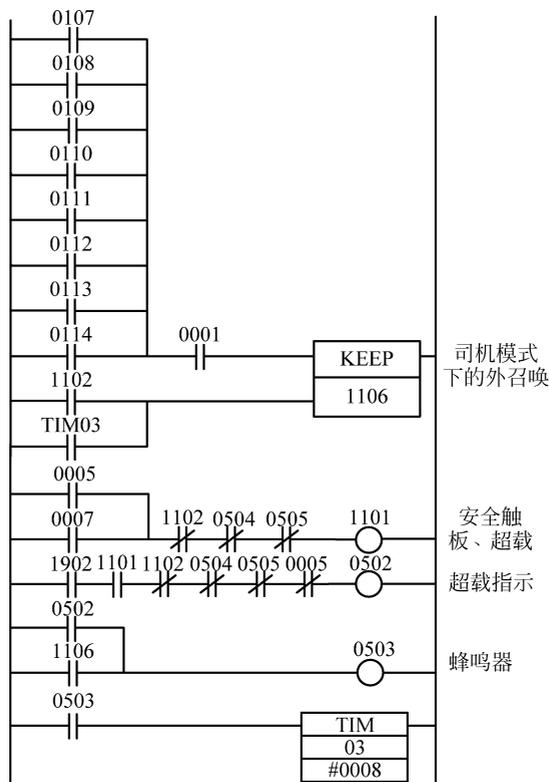


图 5.25 蜂鸣器控制程序

司机模式下,0001 触点闭合,此时如果有厅外召唤,继电器 1106 线圈得电,其常开触点闭合使输入点 0503 线圈得电,如果 FMK 开关闭合,则轿厢内的蜂鸣器 FM 鸣叫,告知司机有厅外召唤。

在司机模式和无司机模式下,如果轿厢超载,超载开关 CZK 闭合,输入点 0007 常开触点闭合,线圈 1101 得电,因为继电器 1902 为特殊功能继电器,它发出周期性的信号使 0502 和 0503 线圈周期性地通电和断电,超载指示灯 CZD 闪烁,蜂鸣器断续地鸣叫。

另外,在司机模式和无司机模式下,当轿门夹到异物时,安全触板开关 1ABK 或 2ABK 开关闭合,也会使 1101 线圈得电,则 0502 和 0503 线圈周期性地通电和断电,超载指示灯 CZD 闪烁,蜂鸣器断续地鸣叫,即超载报警。

12. 直驶控制程序

图 5.26 为直驶控制程序,它可以实现司机模式下的直驶操作和电梯满载直驶功能。

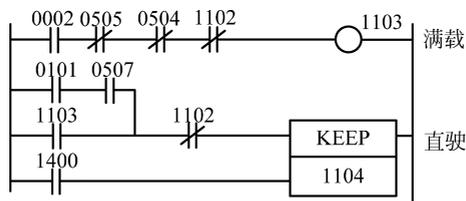


图 5.26 直驶控制程序

在司机模式下,电梯在启动运行过程中(0507 触点使快速接触器线圈得电),若司机按下操纵箱下方暗盒内的直驶按钮 ZA 时,常开触点 0101 闭合,线圈 1104 得电,在图 5.18 中,继电器 1503 和 1504 线圈断电,这样,图 5.19 中,与电梯运行同方向的外召唤信号不能接通换速继电器 1400 的线圈,电梯直驶到有轿内指令登记信号的层站,实现直驶功能。

满载直驶是指轿厢内的乘员达到满载时,位于轿底的满载开关 MZK 动作,常开触点 0002 闭合,1103 线圈得电,1104 线圈得电,图 5.18 中继电器 1503 和 1504 的线圈断电,图 5.19 中换速继电器 1400 的线圈不会得电,电梯一直行驶至有轿内指令登记信号的层站换速平层停靠开门,直至满载信号消失。

13. 司机强制换向控制程序

在司机模式下,可以强制改变电梯的运行方向,控制程序见图 5.27。例如电梯上行到 3 层,并在 3 层停靠开门状态下,若此时 4、5 层站还有外召唤登记指令,PLC 内的上行方向继电器 1501 仍然得电,电梯仍然定向为上行,这时若司机为执行特殊任务需控制电梯前往 1 层,按下 1NLA 按钮,输入点 0102 常开触点闭合,输出点 0603 线圈得电,该信号被登记,同时,1 层选层继电器 1701 线圈得电。司机在轿内操纵箱的暗盒里,按动下行按钮 MXAN,输入点 0100 常开触点闭合,则继电器 1506 的线圈得电,其常闭触点断开使上方向继电器 1501 线圈失电,这样,由于上方向继电器 1501 常闭触点闭合,下方向继电器线圈 1502 自动得电,电梯改为下行,4、5 层原外召指令仍被保存。

14. 检修

在图 5.6 中,钥匙开关 SYK 置于检修位置时,常开触点 0000 闭合,在图 5.24 中,检修继电器 1102 线圈得电,其常闭触点断开,这样,在图 5.19 中换速继电器 1400 的线圈会一直处于失电状态。电梯进入检修模式。扳动轿顶检修箱内的轿内/轿顶检修转换开关 JHKD,

可以通过点动 MSAD 和 MXAD,或 MSAN 和 MXAN 控制电梯慢上和慢下运行。

按下关门按钮 GMAD,输入点 0008 的常开触点闭合,在图 5.24 中,输出点 0500 线圈得电,电梯关门。厅门和轿门关闭到位后,输入点 0003 的常开触点闭合,经 TIM00 延时 0.2s 后,就可以控制电梯的慢上和慢下了。

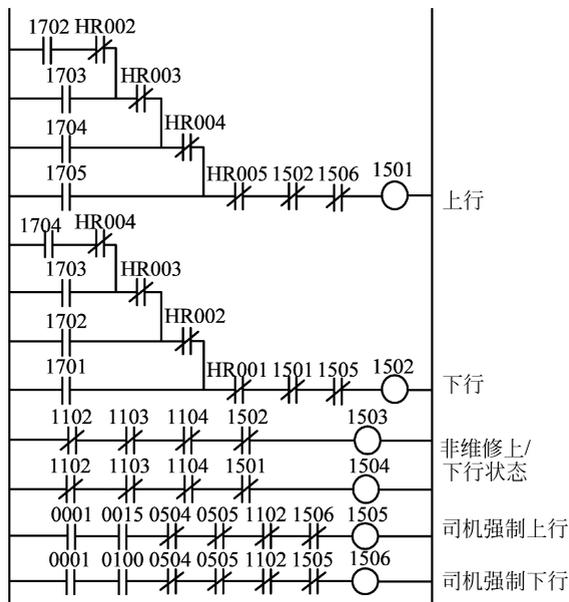


图 5.27 司机强制换向程序

5.2 VVVF 电梯控制系统

本节介绍一种 4 层 4 站的变频变压变速 PLC 控制的集选电梯。除了少一个层站之外,电梯的基本结构与 5.1 节的电梯基本相同,因此,在此不再说明其井道、轿厢、操纵箱、指层器等的构成。由于在其控制系统中采用旋转编码器测速和测距,这台电梯在井道中没有换速传感器,轿厢上也没有设置换速隔板。但平层传感器依然存在。下面主要介绍这种电梯的电气系统的工作原理。

5.2.1 VVVF 电梯的电气系统

图 5.28~图 5.36 是 PLC 控制的 4 层 4 站 VVVF 电梯。表 5.6 为其电气元件符号表,在这个电梯电气控制系统中,PLC 的功能是实现电梯运行过程中的逻辑控制,电梯运行速度的控制则是由变频器来实现的。下面介绍 PLC 控制的 VVVF 电梯电气工作原理。

1. VVVF 电梯的电气拖动系统

图 5.28 是电梯拖动系统的原理图。图中 INV 为安川的 VARISPEED-616G5(VR-616G5)通用变频器,PG 为旋转编码器,PGC 为速度控制卡。变频器 INV 的作用是控制和调节曳引电动机 YD 的转速,从而实现对电梯运行速度的控制。旋转编码器 PG 与曳引电动机 YD 同轴安装,把电动机 YD 的旋转运动转换为一系列脉冲信号,用来检测曳引电动机的转速和

旋转方向。速度控制卡 PGC 则是把旋转编码器测量得到的转速和旋转方向信息转换为变频器需要的形式,即把曳引电动机的转速和转向信息反馈给变频器,以实现对其速度的闭环控制;同时,PGC 输出曳引电动机的转轴旋转脉冲序列信息,它可用于确定轿厢在井道中的位置。图 5.28 中仅画出了与速度控制相关的输入输出点,此处 PLC 的作用是发出控制信号控制变频器 INV 实现曳引电动机的启停、正反转、给定速度曲线的选择等;同时,接收变频器输出的运行状态信息,以监控变频器的工作正常与否。

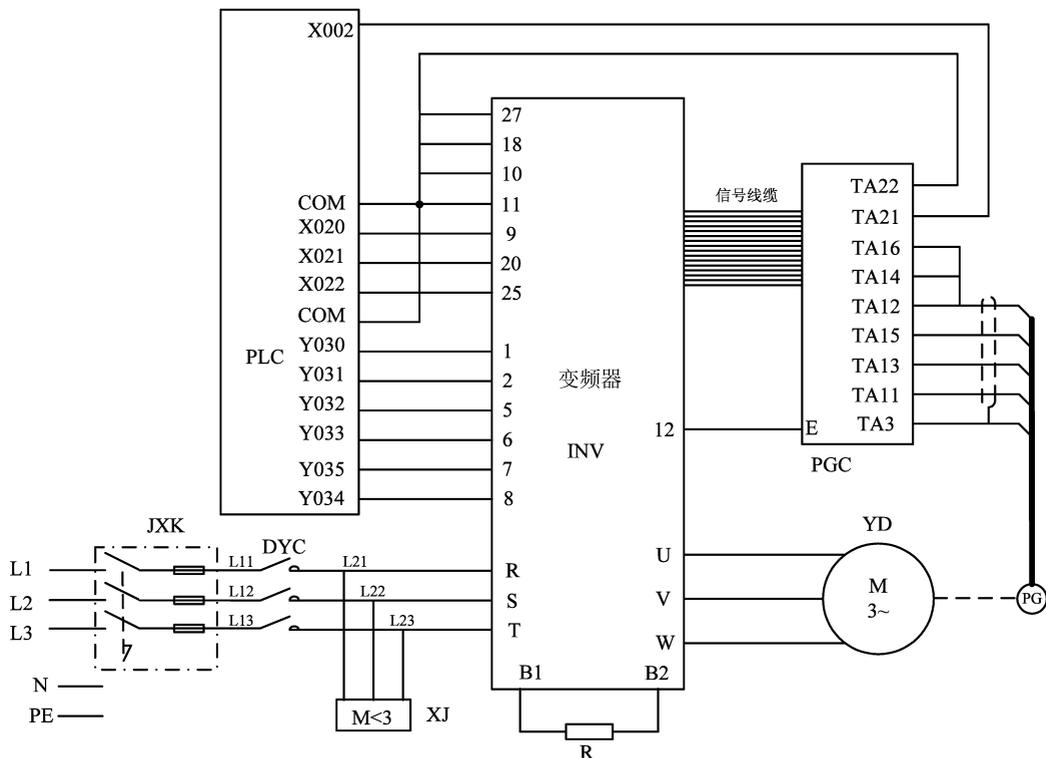


图 5.28 VVVF 电梯拖动电路

表 5.6 电气元件符号表

序号	代号	名称	序号	代号	名称
1	1SZA	1 层上行召唤按钮	13	MSAG	机房检修上行按钮
2	2SZA	2 层上行召唤按钮	14	MXAN	轿内检修下行按钮
3	3SZA	3 层上行召唤按钮	15	MXAD	轿顶检修下行按钮
4	2XZA	2 层下行召唤按钮	16	MXAG	机房检修下行按钮
5	3XZA	3 层下行召唤按钮	17	1SXX	上端站强迫换速开关
6	4XZA	4 层下行召唤按钮	18	2SXX	上端站限位控制开关
7	1NLA	1 层轿内指令按钮	19	1XXK	下端站强迫换速开关
8	2NLA	2 层轿内指令按钮	20	2XXK	下端站限位控制开关
9	3NLA	3 层轿内指令按钮	21	GDK	光电开关
10	4NLA	4 层轿内指令按钮	22	MSJ	门锁继电器
11	MSAN	轿内检修上行按钮	23	YJ	安全继电器
12	MSAD	轿顶检修上行按钮	24	CZK	超载开关

续表

序号	代号	名称	序号	代号	名称
25	ADJ	基站送断继电器	56	1NLD	1层轿内指令登记灯
26	ZC	制动器接触器	57	2NLD	2层轿内指令登记灯
27	SK	有无司机转换开关	58	3NLD	3层轿内指令登记灯
28	JZKG	机房正常/检修开关	59	4NLD	4层轿内指令登记灯
29	JZKN	轿内正常/检修开关	60	1~4CLT	厅门方向、层楼显示器
30	JZKD	轿顶正常/检修开关	61	CLJN	轿厢方向、层楼显示器
31	ABK	安全触板开关	62	KMJ	开门继电器
32	KMAD	轿顶开门按钮	63	1KMK	开门到位开关
33	KMAN	轿内开门按钮	64	GMJ	关门继电器
34	GMAD	轿顶关门按钮	65	1GMK	关门到位开关
35	GMAN	轿内关门按钮	66	ZA	直驶按钮
36	JXK	强制式极限开关	67	XJK	下行极限开关
37	DYC	电源接触器	68	YXC	运行接触器
38	XJ	相序继电器	69	CZJ	超载继电器
39	BK	变压器	70	FMK	蜂鸣器开关
40	YD	曳引电动机	71	KFS	风扇开关
41	PG	编码器	72	SJK	上行极限开关
42	TAD	轿顶急停按钮	73	ZMK	照明控制开关
43	TAK	轿底急停按钮	74	JMKN	轿内照明开关
44	TAG	轿内急停按钮	75	JMDN	轿内照明等
45	ACK	安全窗开关	76	TYK	基站厅外钥匙开关
46	AQK	安全钳开关	77	FSK	风扇开关
47	DSK	限速器断绳开关	78	FS	风扇
48	XSK	限速器开关	79	MKD	轿顶检修照明开关
49	JSK	轿门门锁开关	80	MDD	轿顶检修照明灯
50	1SZD	1层上行召唤登记灯	81	MKK	底坑检修照明开关
51	2SZD	2层上行召唤登记灯	82	MDK	底坑检修照明灯
52	3SZD	3层上行召唤登记灯	83	3CZD	轿顶检修插座
53	2XZD	2层下行召唤登记灯	84	3CZK	底坑检修插座
54	3XZD	3层下行召唤登记灯	85	1TSK~4TSK	厅门门锁开关
55	4XZD	4层下行召唤登记灯			

1) 变频器

VR-616G5系列通用变频器,其主回路采用IGBT作为开关元件,最高调制频率为400Hz。它对电机的参数具有自学习、自整定功能,可实现最优磁通矢量控制,具有高精度的力矩控制功能,零速度时能实现150%额定转矩输出,确保电梯启动和制动时皆具有较好的舒适感,高速磁通矢量控制保证了在不同的载荷下速度变化的稳定性,具有高载波的正弦波PWM功能使电动机在低速运行时也可以保持低噪声;其次,可通过它的外部控制端子实现起、停、正反转、S曲线加减速及多段速度控制,还能根据变频器容量,配以相应制动单元和制动电阻,能在4个象限内准确地对电动机进行转速控制,在电梯调速系统中被广泛应用。另外,它还具有过流、过载、电动机过热、过压及欠压、超速及失速等保护功能,还可以提

供变频器的运行中止信号、零速信号、速度到达信号及运行准备信号等输出信号。

VR-616G5 具有 4 种工作模式: 电流矢量开环、电流矢量闭环、V/F(电压/频率)开环和 V/F 闭环。另外,VR-616G5 变频器可自行设置速度曲线。在电梯系统中,常选用电流矢量闭环工作模式,变频器可以通过自学习功能对各种电动机的参数进行测试,也可以通过速度控制卡对电动机的运行进行精确的反馈测试。

在图 5.28 中,电梯系统选择的是有旋转编码器速度反馈的矢量控制,为了使变频器工作在最佳状态,在完成变频器参数设置后,需要使变频器对所驱动的电动机进行自学习。先将电机铭牌上提供的额定电压、额定电流、额定频率、额定转数、速度控制卡脉冲数及电机极数输入至变频器,然后,将曳引机制动轮与电机轴脱离,使电动机处于空载后再起电动机,让变频器自动识别并存储电动机的有关参数。变频器将根据识别到的结果调整控制算法中的有关参数,以实现平稳操作和精确控制,使乘客在乘坐电梯时更加舒适。

为了能够更加清楚地说明图 5.28 中变频器的作用,表 5.7 和表 5.8 分别给出了图中所用的控制回路接线端和主回路接线端的说明。

表 5.7 VR616G5 变频器控制回路接线端定义表

端子号	作用	备注
1	正转运转/停止	输入端,接通:正转;断开:停止
2	反转运转/停止	输入端,接通:正转;断开:停止
3	外部故障输入	输入端,接通:故障;断开:正常
4	故障复位	输入端,接通:复位
5	多级速度指令 1	输入端,接通:多段速度设定 1 有效
6	多级速度指令 2	输入端,接通:多段速度设定 2 有效
7	点动指令	输入端,接通:点动运行
8	外部基极封锁指令	输入端,接通:变频器输出停止
9	多功能接点输出端	输出,常开触点,变频器运行时 9、10 端接通
10	多功能接点公共端	输出常开触点的公共端
11	公共端	1~8 端输入信号公共端
12	屏蔽层接地端	输入端信号屏蔽线公共接地端
13	外部频率设定指令	外部电压设定频率的输入端 $-10\sim+10\text{V}$
14	外部频率设定指令	外部电流设定频率的输入端 $4\sim 20\text{mA}$
15	频率设定用电源+	电源输出,正电源($15\text{V}, 20\text{mA}$)
16	外部频率设定指令	外部电压设定频率的输入端 ($-10\sim+10\text{V}$)
17	接地端,0V	控制用公共端
18	故障接点输出端 1	常开触点输出端,变频器故障时,18、20 端接通
19	故障接点输出端 2	常闭触点输出端,变频器故障时,19、20 端断开
20	故障接点输出公共端	18、19 端的公共端
21	多功能模拟量输出+端 1	模拟量输出,频率表输出($0\sim+10\text{V}/100\%$)
22	多功能模拟量输出-端	模拟量输出公共端
23	多功能模拟量输出+端 2	模拟量输出,电流监视, $0\sim 5\text{V}/0\sim$ 变频器的额定电流值
25	零速检测输出	集电极开路输出 2,转速低于零速值时接通
26	速度一致检测输出	集电极开路输出 1,转速在设定频率的 $\pm 2\text{Hz}$ 以内时接通
27	集电极开路公共端	集电极开路输出的公共端
33	频率设定用电源	电源输出,负电源($-15\text{V}, 20\text{mA}$)

表 5.8 VR616G5 变频器主回路接线端定义表

端子号	作用	备注
R	电源输入 L1	380V 交流电源的 L1
S	电源输入 L2	380V 交流电源的 L2
T	电源输入 L3	380V 交流电源的 L3
U	电机输出端	交流异步电动机的 U
V	电机输出端	交流异步电动机的 V
W	电机输出端	交流异步电动机的 W
B1	制动电阻(+)	制动电阻接线端
B2	制动电阻(-)	制动电阻接线端

在图 5.28 中,三相电源经 R、S、T 接线端进入变频器为其主回路和控制回路供电,输出端 U、V、W 接曳引电动机的绕组,B1 和 B2 端之间连接一个电阻,用来消耗电梯减速运行时电动机再生发电所产生的能量,以减少制动时间,加快制动过程。

在控制回路中,PLC 输出的信号分别与变频器的相关输入端相连。

① 正转运行/停止(1 端),PLC 通过输出点 Y030 发出控制电机正转信号和停止的指令,当 PLC 输出点 Y030 线圈得电时,控制变频器使电动机正转,电梯上行;当 PLC 输出点 Y030 线圈失电时,控制变频器使电动机停止运行,电梯停运。

② 反转运行/停止(2 端),PLC 通过输出点 Y031 发出控制电机反转信号和停止的指令,当 PLC 输出点 Y031 线圈得电时,控制变频器使电动机反转,电梯下行;当 PLC 输出点 Y031 线圈失电时,控制变频器使电动机的停止运行,电梯停运。

③ 多级速度指令 1(5 端),PLC 通过输出点 Y032 发出控制指令使变频器按照加速段速度设定运行。

④ 多级速度指令 2(6 端),PLC 通过输出点 Y033 发出控制指令使变频器按照减速段速度设定运行。

⑤ 点动指令(7 端),PLC 通过输出点 Y035 发出控制指令使电梯点动慢行等功能。

⑥ 外部基极封锁指令(8 端),PLC 通过输出点 Y034 发出指令使变频器在急停等状态下切断电源输出,同时 PLC 控制抱闸装置动作。

另一方面,变频器输出的状态信号通过输入点进入 PLC,接入 PLC 的信号有:

① 变频器在运行中的信号(9 端)。当变频器正常运行时,它控制回路端 9 端和 10 端接通,使 PLC 的输入点 X020 的常开触点闭合,告知 PLC 变频器工作正常。

② 零速检测信号(25 端)。当电动机转速为零时,变频器的 25 端和 27 端输出的集电极开路信号使 PLC 的输入点 X022 的常开触点闭合,以此告知 PLC 曳引电动机停止运转,PLC 控制制动器完成抱闸、停车等动作。

③ 变频器故障信号(18 端)。当变频器出现故障时,它的控制回路输出端 18 端和 20 端的常开触点闭合,使 PLC 输入点 X021 的常开触点闭合,以此告知变频器出现故障,则 PLC 做出响应,断开变频器的供电电源。

2) 旋转编码器

旋转编码器是一种角度(角速度)检测装置,它把输入给轴的角度量利用光电转换原理转换成相应的电脉冲或数字量。光电编码器按编码方式分为两类:增量式与绝对式。

增量式编码器转轴旋转时,有相应的脉冲输出,其计数起点任意设定,可实现多圈无限累加和测量。编码器轴转一圈会输出固定数目的脉冲,脉冲数由编码器光栅的线数决定。

绝对式编码器有与位置相对应的编码输出,通常为二进制码或BCD码。从编码数大小的变化可以判别正反方向和角位移所处的位置,绝对零位编码还可以用于停电位置记忆。绝对式编码器的测量范围常规为 $0\sim 360^\circ$ 。

速度、长度测量一般采用增量式旋转编码器。图5.28中的旋转编码器为增量式编码器,光栅线数为600,即电动机旋转一圈编码器输出600个脉冲。下面简单介绍增量式旋转编码器的工作原理。

增量式旋转编码器的特点是每产生一个输出脉冲信号就对应于一个增量角位移,但是不能通过输出脉冲区别出在哪个位置上的增量。它能够产生与角位移增量等值的脉冲信号,它是相对于某个基准点的相对位置增量,不能够直接检测出轴的绝对位置信息。一般来说,增量式光电编码器输出A、B相位互差 90° 电度角的脉冲信号,它们是两组正交输出信号,从而可方便地判断出旋转方向。此外,它还有用作参考零位的Z相标志脉冲信号,旋转码盘每旋转一周,只发出一个标志信号。标志脉冲通常用来指示机械位置或对积累量清零。

增量式光电编码器主要由光源、码盘、检测光栅、光电检测器件和转换电路组成,如图5.29所示。码盘上刻有节距相等的辐射状透光缝隙,相邻两个透光缝隙之间代表一个增量间隔;检测光栅上刻有A、B两组与码盘相对应的透光缝隙,用以通过或阻挡光源和光电检测器件之间的光线。它们的节距和码盘上的节距相等,并且两组透光缝隙错开 $1/4$ 节距,使得光电检测器件输出的信号在相位上相差 90° 。当码盘随着被测转轴转动时,光栅不动,光线透过码盘和检测光栅上的透过缝隙照射到光电检测器件上,光电检测器件就输出两组相位相差 90° 的近似于正弦波的电信号,该信号经过转换电路的整形处理后,得到了被测轴的转角的脉冲序列信号。增量式光电编码器输出信号波形如图5.30所示。

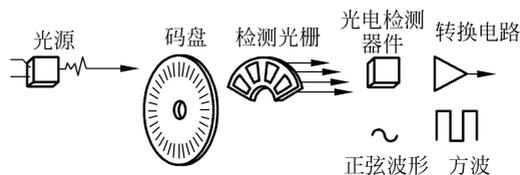


图 5.29 增量式旋转编码器组成

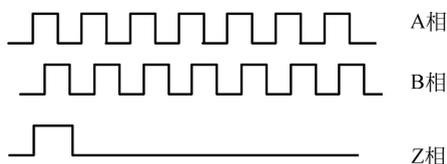


图 5.30 旋转编码器输出波形

检测速度时,旋转编码器与电动机同轴连接,旋转编码器输出A、B两相脉冲,由A、B脉冲的频率(单位时间内脉冲的个数)可以测得电动机的转速。根据A、B脉冲的相序,可以判断电动机转动方向,正向时A相超前于B相 90° ,反向时B相超前于A相 90° ,方向检测原理请查阅相关参考资料。

另外,脉冲的个数也可以用来表示距离和电梯的位置,如层间距、层楼位置、换速点、平层点等,如在电梯行进过程中,轿厢上行时,A相超前于B相 90° ,计数脉冲增加,下行时,B相超前于A相 90° ,计数脉冲减少,当计数脉冲达到换速点设置值时,减速停车。

3) 速度控制卡

速度控制卡(Pulse Generation Card,PGC)用于接收旋转编码器PG输出的A、B相脉冲信号,通过这两路检测信号计算曳引电动机的转速、判断曳引电动机的转向以及累计旋转编码器输出的脉冲个数,并把这些检测信息反馈给变频器。另外,速度控制卡由其输出端TA21输出1路计数脉冲信号,可以作为井道位置信息。部分PGC卡的控制端定义见表5.9。

表 5.9 速度控制卡接线端定义

序 号	端 子 号	作 用
1	TA11	旋转编码器电源+
2	TA12	旋转编码器电源-
3	TA13	旋转编码器 A 相脉冲输出端
4	TA14	旋转编码器 A 相脉冲输出公共端
5	TA15	旋转编码器 B 相脉冲输出端
6	TA16	旋转编码器 B 相脉冲输出公共端
7	TA21	旋转编码器 A 相脉冲监视输出端
8	TA22	旋转编码器 A 相脉冲监视输出公共端
9	TA23	旋转编码器 B 相脉冲监视输出端
10	TA24	旋转编码器 B 相脉冲监视输出公共端
11	TA3E	屏蔽线接线端子

电梯运行的楼层距离可以用旋转编码器的脉冲数来表示,电梯在运行过程中,旋转编码器输出的脉冲频率较高,所以,通过速度控制卡和变频器的分频比参数设定对脉冲数进行分频,因此,由输出端TA21传递给PLC的计数信息是分频后的计数值,本节所述的控制系统使用它来表示楼层的位置信息。

4) 拖动系统的工作原理

图5.28的电梯拖动系统工作原理如下:旋转编码器PG与曳引电动机同轴连接,对曳引电动机进行测速。旋转编码器输出A、B两相脉冲,一方面,由A、B脉冲相序可判断曳引电动机旋转方向,另一方面,A、B脉冲频率反映了曳引电动机的转速。旋转编码器将这两路脉冲输出给速度控制卡PGC,速度控制卡PGC把检测得到的速度、方向等信息反馈给变频器,变频器把测量信息与设定的速度曲线的给定值进行比较,然后调节其输出的电压、频率等,使电梯运行预先设定的速度曲线实现了速度的闭环控制。

由于电梯在运行过程中频繁起动和制动,因此,变频器必须配置制动电阻,当电梯减速运行时,电梯处于发电状态,向变频器回馈电能,这时同步转速下降,变频器的直流部分电压升高,制动电阻的作用就是消耗回馈电能,抑制直流电压升高。

在图5.28中,PLC的作用主要是实现逻辑控制功能,为变频器提供上行、下行、起动、制动、停车等命令,指挥变频器按照事先设置的速度曲线运行。当PLC完成定向后,向变频器发出方向和速度信号,变频器依据设定的速度及加速度起动电动机,达到最大速度后匀速运行,接近目标层时,PLC发出低速信号,此时变频器以设定的减速度将最大速度减至慢速

速度,变频器在加减速的过程中,以设定的曲线减速,收到平层信号后立即停止。电梯的启动制动速度曲线通过 616G5 变频器的设置命令实现。

2. VVVF 电梯的电源电路

图 5.31 为 VVVF 电梯的电气控制系统电源电路。电源电路采用一个控制变压器为 VVVF 电梯的控制系统提供电源。控制变压器 BK 的供电电源从主回路的电源接触器 DYC 之后引出,当操作人员旋转专用钥匙 TYK(见图 5.36)接通基站送断继电器 ADJ 线圈时,其常开触点使电源接触器 DYC 线圈得电,它的常开触点闭合使控制变压器电源接通。图 5.31 电源电路提供 4 组电源,它们分别是:

- (1) 220V 交流电源,为 PLC 提供工作电源;
- (2) 110V 交流电源,为安全回路和门连锁回路提供工作电源;
- (3) 110V 直流电源,为门机系统和制动器提供工作电源;
- (4) 24V 直流电源,为轿内、厅外按钮指示灯、方向与指层电路、蜂鸣器等提供工作电源。

需要指出的是,在本节的 VVVF 电梯系统中,PLC 输出回路交流接触器线圈的供电电源取自总电源开关 JXK 之后,这保证了在基站断送继电器 ADJ 线圈得电之后能够使电源接触器 DYC 得电,从而接通主回路变频器的电源;另一方面,当电梯系统出现故障时,也可由 PLC 切断 DYC 线圈的通电回路,使主回路断电,曳引电动机停止工作。

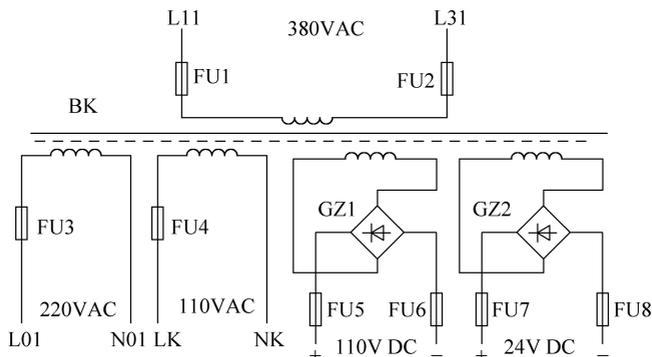


图 5.31 电气控制系统电源电路

3. PLC 电气控制系统

图 5.32 为 VVVF 电梯的 PLC 电气控制系统原理图。电梯系统采用三菱 FX2N 系列 PLC,输出点为继电器输出方式,表 5.10 和表 5.11 为 PLC 输入输出点分配表。在这个系统中,PLC 的作用是采集轿内指令、厅外召唤信号以及层楼信息,在此基础上进行选层、定向,向变频器发出上行或下行启动等指令,由变频器控制和驱动电梯按照预定的速度曲线运行;当电梯到达换速点时,PLC 向变频器发出换速指令,使电梯减速制动;当电梯到达平层位置时,由 PLC 向变频器发出停止命令,并控制制动器抱闸制动、电梯平层停靠、开门放客和关门等动作。在本节所述的 VVVF 电梯中,PLC 主要负责处理各种信号的逻辑关系,实现电梯的使用功能。

图 5.32 输入回路和输出回路电气元件的连接方法与 5.1 节的基本相同,因此,在此仅对不同之处进行说明。

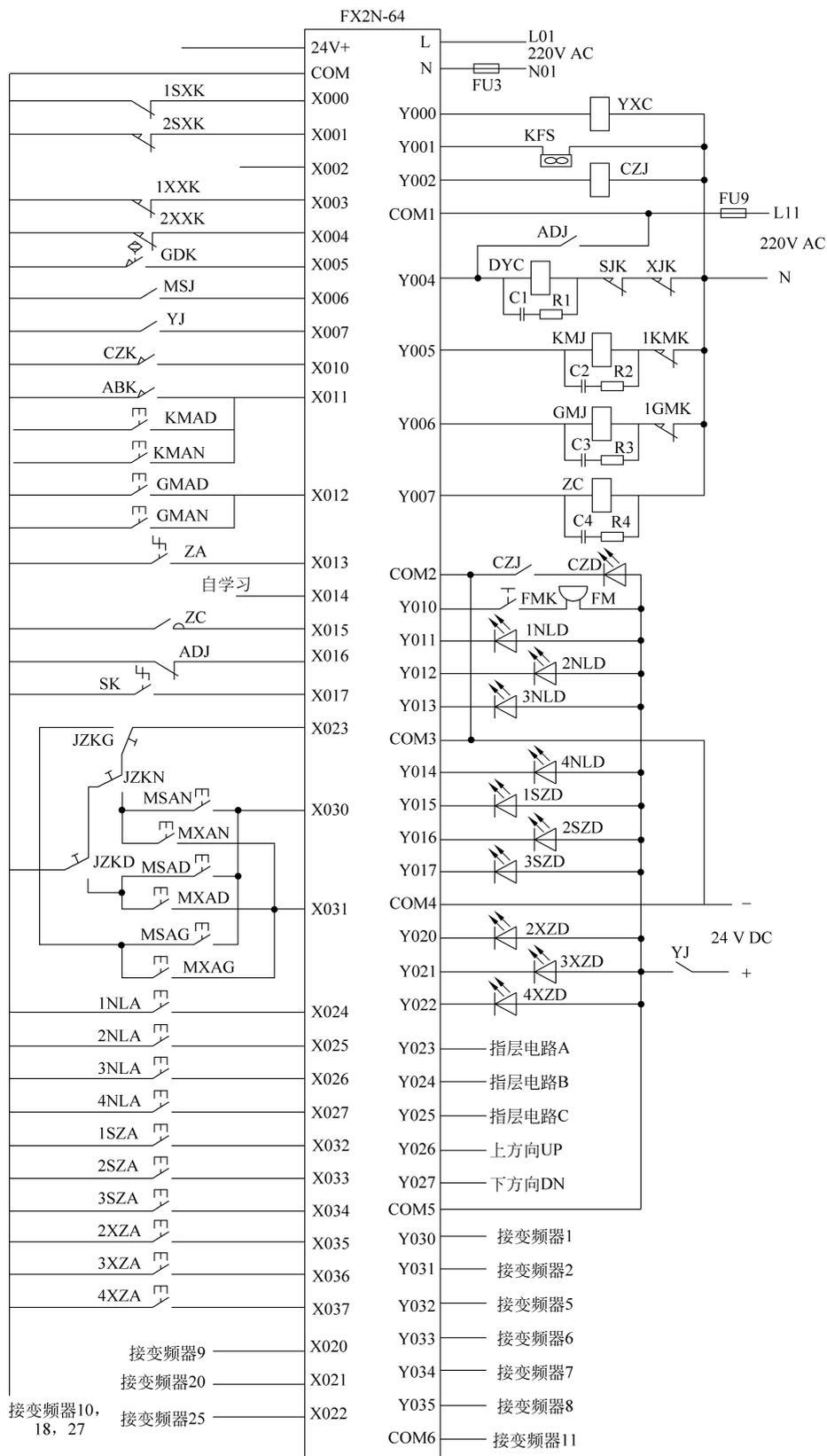


图 5.32 PLC 电气控制系统电路

表 5.10 PLC 输入点分配表

序 号	连接器件名称	连接器件代号	输 入 点
1	上端站强迫换速开关	1SXK	X000
2	上端站限位控制开关	2SXK	X001
3	PGC 卡脉冲输入		X002
4	下端站强迫换速开关	1XXK	X003
5	下端站限位控制开关	2XXK	X004
6	光电开关	GDK	X005
7	门锁继电器	MSJ	X006
8	安全继电器	YJ	X007
9	超载开关	CZK	X010
10	轿顶开门按钮	KMAD	X011
11	轿内开门按钮	KMAN	
12	安全触板开关	ABK	
13	轿顶关门按钮	GMAD	X012
14	轿内关门按钮	GMAN	
15	直驶按钮	ZA	X013
16	自学习		X014
17	制动器接触器	ZC	X015
18	基站上下班送断电继电器	ADJ	X016
19	有无司机转换开关	SK	X017
20	变频器运行正常		X020
21	变频器故障信号		X021
22	变频器零速检测信号		X022
23	机房正常/检修运行转换开关	JZKG	X023
24	轿内正常/检修运行转换开关	JZKN	
25	轿顶正常/检修运行转换开关	JZKD	
26	1层轿内指令按钮	1NLA	X024
27	2层轿内指令按钮	2NLA	X025
28	3层轿内指令按钮	3NLA	X026
29	4层轿内指令按钮	4NLA	X027
30	轿内检修上行按钮	MSAN	X030
31	轿顶检修上行按钮	MSAD	
32	机房检修上行按钮	MSAG	
33	轿内检修下行按钮	MXAN	X031
34	轿顶检修下行按钮	MXAD	
35	机房检修下行按钮	MXAG	
36	1层上行召唤按钮	1SZA	X032
37	2层上行召唤按钮	2SZA	X033
38	3层上行召唤按钮	3SZA	X034
39	2层下行召唤按钮	2XZA	X035
40	3层下行召唤按钮	3XZA	X036
41	4层下行召唤按钮	4XZA	X037

表 5.11 PLC 输出点分配表

序 号	连接器件名称	连接器件代号	输 出 点
1	运行接触器	YXC	Y000
2	冷却风扇	KFS	Y001
3	超载继电器	CZJ	Y002
4	电源接触器	DYC	Y004
5	开门继电器	KMJ	Y005
6	关门继电器	GMJ	Y006
7	制动器接触器	ZC	Y007
8	蜂鸣器开关	FMK	Y010
9	1层轿内指令登记灯	1NLD	Y011
10	2层轿内指令登记灯	2NLD	Y012
11	3层轿内指令登记灯	3NLD	Y013
12	4层轿内指令登记灯	4NLD	Y014
13	1层上行召唤登记灯	1SZD	Y015
14	2层上行召唤登记灯	2SZD	Y016
15	3层上行召唤登记灯	3SZD	Y017
16	2层下行召唤登记灯	2XZD	Y020
17	3层下行召唤登记灯	3XZD	Y021
18	4层下行召唤登记灯	4XZD	Y022
19	层楼显示器 A		Y023
20	层楼显示器 B		Y024
21	层楼显示器 C		Y025
22	上方向显示		Y026
23	下方向显示		Y027
24	变频器输入端 1: 正转/停止		Y030
25	变频器输入端 2: 反转/停止		Y031
26	变频器输入端 5: 多级速度指令 1		Y032
27	变频器输入端 6: 多级速度指令 2		Y033
28	变频器输入端 7: 点动指令		Y034
29	变频器输入端 8: 外部基极封锁指令		Y035

(1) 在图 5.32 中的检修方式下分别在机房、轿厢、轿顶设置了 3 处操纵装置, 它们的操纵优先级是轿顶优先, 其次轿内, 机房操作的优先级最低, 在任何情况下, 只要轿顶的维修开关 JZKD 设置为维修工作模式, 其他两处不能对轿厢进行点动操纵。

(2) 与 5.1 节的方向显示模式不同, 图 5.32 中采用 PLC 输出点(Y026, Y027)来驱动方向指示的发光二极管。方向与层楼显示电路见图 5.33。

(3) 变频器控制回路的输出接点与 PLC 输入点相接时, 需要将其公共端与 PLC 输入点的 COM 端连接, PLC 通过其输出点输出的控制信号与变频器控制回路的输入端相连时, PLC 输出节点的公共端(COM6)也需要连接变频器输入回路的公共端, 以保证信号传递的有效性。

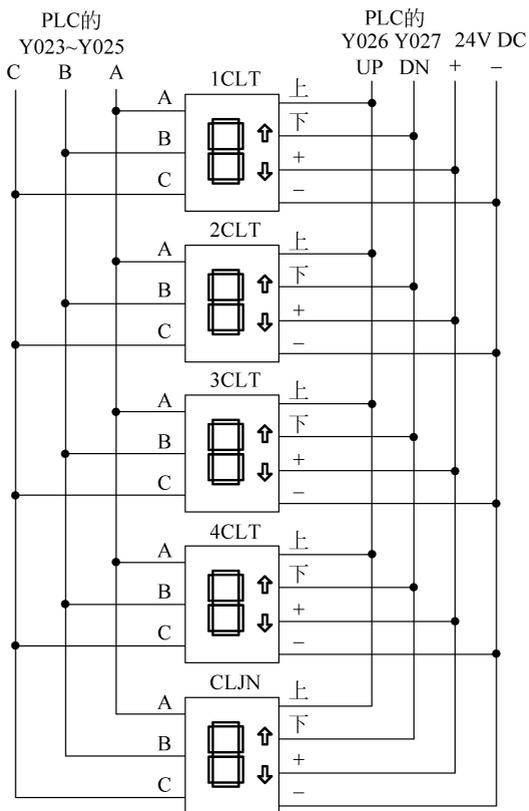


图 5.33 方向及层楼指示电路

4. 其他电路

图 5.34 是 VVVF 电梯的制动与门机控制电路。

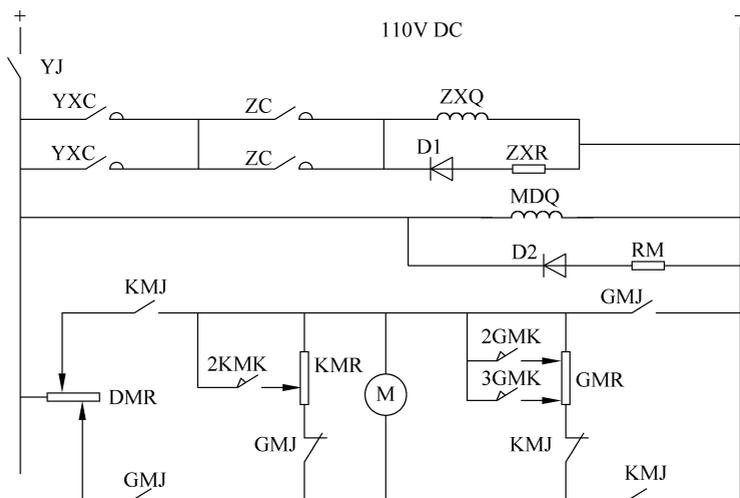


图 5.34 制动及门机控制电路

旋转钥匙开关 TYK 使送断继电器 ADJ 线圈得电,这样 ADJ 常开触点闭合,在图 5.32 中,电源接触器 DYC 线圈得电,它的常开触点吸合使变频器及控制系统上电,电梯处于可使用状态。下班停梯时,电梯返回基站,复位钥匙开关 TYK 使送断继电器 ADJ 线圈失电,则 DYC 线圈断电,它的常开触点断开切断了电梯拖动系统和控制系统的电源,电梯停止运行。

5.2.2 VVVF 电梯的程序分析

图 5.37 是 4 层 4 站 VVVF 电梯的 PLC 控制程序。该 4 层 4 站电梯有无司机(自动)、司机和检修三种工作模式,当司机开关 SK 闭合时,输入点 X017 常开触点闭合,电梯工作在司机操纵模式;当轿顶检修开关 JZKD、轿内检修开关 JZKN、机房的检修开关 JZKG 中有一个设置到检修状态,输入点 X023 的常开触点断开,电梯处于检修模式,此时,轿顶操纵优先。如果 SK 断开、检修开关(JZKD、JZKN、JZKG)不在检修位置,则电梯处于无司机模式。下面根据各种模式中的功能分析程序的工作原理。为了分析说明方便,在解释程序块功能时对图 5.37 程序中的支路位置做了相应的调整。

在图 5.37 的控制程序中,用到 FX2N 系列 PLC 的一些特殊功能继电器,这些继电器的编号和功能如下。

M8000: PLC 运行监视继电器,该继电器在 PLC 运行时接通。

M8002: PLC 初始脉冲,该继电器常开触点仅在程序执行的第一个扫描周期闭合,之后常开触点断开。

C237: 32 位的可逆高速计数器,用来累计输入点 X002 输入的脉冲个数,具有掉电保护功能。

M8237: 高速计数器 C237 的控制继电器,当 M8237 常开触点闭合,C237 为减法计数器,当 M8237 常开触点断开,C237 为加法计数器。

FX2N 系列 PLC 的 16 位数据寄存器 D200~D511 具有掉电保护功能,为了使系统停电能够保持停电前的运行信息,在控制程序中使用了这一区域的部分数据寄存器。另外,它的定时器 T1~T199 的定时基准为 100ms,定时范围为 0.1~3276.7s,在 PLC 控制程序中使用了这一区域的定时器。

1. 层间距的测量

在图 5.28 中,旋转编码器一方面实时测量曳引电动机的转速,在变频器的控制下完成电梯运行速度的闭环控制,使电梯按照事先设定的速度曲线运行,实现电梯高效舒适的运行要求。另一方面,旋转编码器把电梯的运行距离转换为脉冲的个数,PLC 通过其计数器计量脉冲的个数,通过计算判断出电梯轿厢所在的位置。PLC 的计数脉冲信号是通过速度控制卡 PGC 对旋转编码器信号分频得到的。由输入点 X002 引入 PLC,由高速计数器 C237 计数。另外,设置了一个平层传感器(光电开关)GDK(见图 5.32),在隔板进入 GDK 时,更新层楼信息,当隔板离开 GDK 时,复位计数器 C237,重新设置计数常数值,该计数常数值为电梯即将运行的层间距离所对应的脉冲个数。因此,在程序中,C237 计量的是两个层间的距离,当它计量到设置的常数值时,电梯换速平层、层楼显示切换。那么,层间距离是如何获得的呢?在本节,这个距离是通过电梯控制系统自学习得到的,图 5.32 预留了输入点 X014 用于选择自学习模式。下面介绍自学习程序的工作原理。

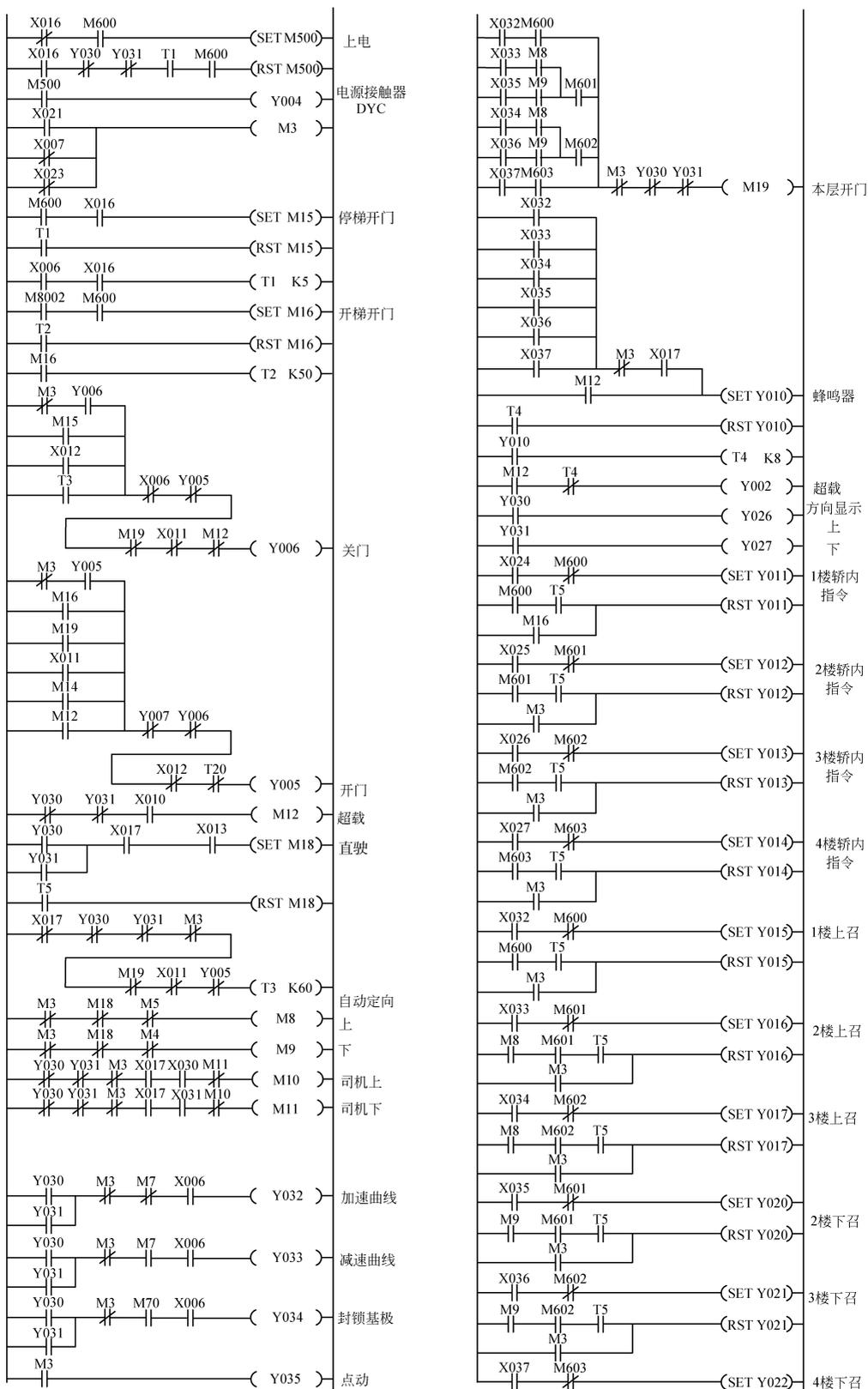


图 5.37 VVVF 电梯的 PLC 控制程序

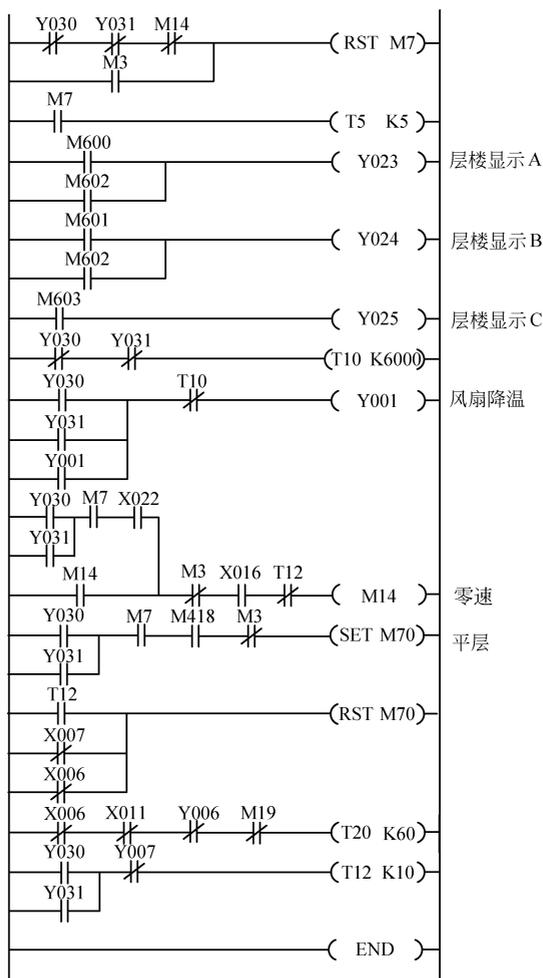


图 5.37 (续)

所谓自学习是指电梯以慢速方式运行,测量楼层之间的距离,这个距离实际上是电梯由一个层楼运行到相邻层楼时所对应的脉冲数。由于楼层间距是电梯正常启动、制动运行的基础及楼层显示的依据,因此,本节所述的VVVF电梯运行之前,必须首先进行楼层间距的自学习运行,为了保证测量结果的准确性,通常经过几次自学习运行后,取其中重复性较好的一组数据作为最终的层间距离参数。

图 5.38 为自学习程序。在介绍程序原理之前,首先对程序中使用的命令功能予以说明。

(1) PLS 为微分前沿指令,当驱动信号有效时,这个指令之后的继电器线圈保持得电一个扫描周期。

(2) PLF 为微分后沿指令,当驱动信号失效后,这个指令之后的继电器线圈保持得电一个扫描周期。

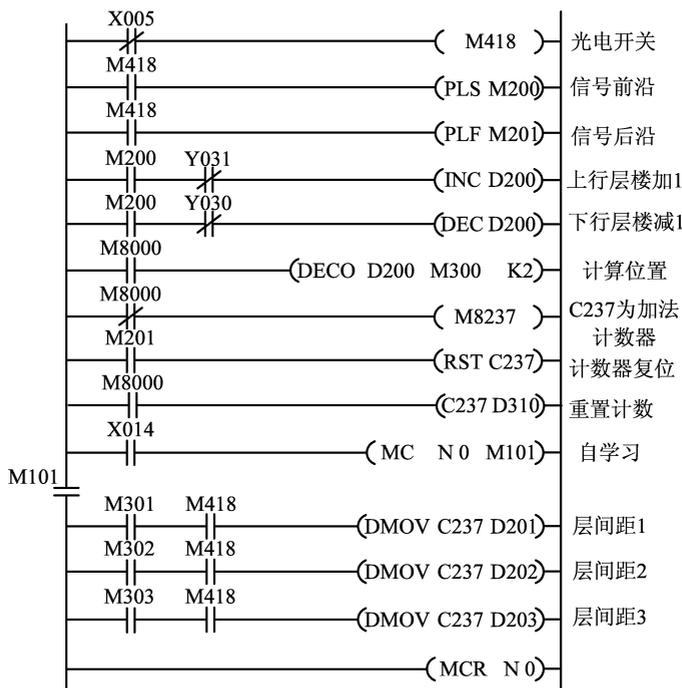


图 5.38 自学习程序

(3) DECO 为译码指令,它把寄存器中的数值转换为一系列继电器的状态。如

DECO D200 M300 K2

指令中的 D200 为待译码的 16 位寄存器, M300 为被转换继电器的起始继电器, K 为常数标志, K2 表示转换继电器区的继电器的个数为 $2^2=4$ 个, 即 M300~M303。因此, 上述指令执行后把 16 位寄存器 D200 所存储的数值转换为 M300~303 开始的 4 个连续寄存器的状态, 转换过程如下:

- 如果 D200 存储的数值为 0, 则继电器 M300 的线圈得电;
- 如果 D200 存储的数值为 1, 则继电器 M301 的线圈得电;
- 如果 D200 存储的数值为 2, 则继电器 M302 的线圈得电;
- 如果 D200 存储的数值为 3, 则继电器 M303 的线圈得电。

(4) 子模块指令 MC 及子模块返回 MCR 指令

例如: MC N0 M100

执行该指令后, 程序的母线移至 M100 常开触点之后, N0 为子母线的编号。

PLC 执行 MCR N0 时, 子模块执行完毕, 从子母线 N0 返回。

(5) MOV 和 DMOV 指令都为传送指令, MOV 用于传送 16 位二进制数, DMOV 用于传送 32 位二进制数。

下面介绍程序的设计原理。

当轿厢上的隔板插入 GDK 凹槽时, 隔板切断了光电开关 GDK 的光路, GDK 输出开关断开, 输入点 X005 常闭触点闭合, 继电器 M418 线圈得电, M200 线圈在下一个程序扫描周期得电。如果电梯上行, M200 线圈得电, 层间距数寄存器 D200 加 1, 如果电梯下行, M200

线圈得电,则 D200 减 1。当插板离开 GDK 凹槽时,M201 线圈在随后的一个扫描周期得电,使计数器 C237 计数器复位到 0。

PLC 上电运行后,M8000 的常闭触点断开,M8237 线圈失电,这样 C237 被设置为加法计数器。同时,M8000 的常开触点闭合,使 C237 处于工作状态,这样,X002 每输入一个脉冲,C237 自动加 1。由于 M8000 的常开触点在 PLC 运行期间始终闭合,因此,继电器 M201 常开触点使 C237 复位后,它立即从 0 开始计数。

在 PLC 运行程序期间,M8000 的常开触点始终闭合,因此,在每个扫描周期,程序对寄存器 D200 所存储的数据进行解码,以获得轿厢的位置,M300 线圈得电时,电梯在一层,M301 线圈得电时,电梯运行到 2 层,M302 线圈得电时,电梯运行到 3 层,M303 线圈得电时,电梯运行到 4 层。

自学习时,把 PLC 的输入点 X014 接线端与输入点公共端 COM 相连,电梯系统处于自学习状态,此时电梯处于慢行状态。输入点 X014 与 COM 端相连后,在程序中 X014 常开触点闭合,则 PLC 会执行 MC/MCR 之间的程序。

假设电梯轿厢处在 1 层,PLC 上电后,寄存器 D200 的存储值为 0。电梯轿厢驶离 1 层时,隔板离开光电开关 GDK,输入点 X005 常闭触点断开,使 M201 常开触点闭合一个扫描周期,M201 常开触点闭合使得 C237 计数器清零并开始重新计数。

电梯从 1 层上行到 2 层,2 层井道中的插板进入光电开关 GDK 的凹槽,输入点 X005 常闭触点闭合,继电器 M418 线圈得电,同时,M200 线圈也得电并保持一个扫描周期。

电梯上行,下行控制触点 Y031 常闭触点闭合,因此,程序支路 Y031 常闭触点、M200 常开触点接通,使得寄存器 D200 加 1,D200 的存储值变为 1。解码指令 DECO 执行后,M301 线圈得电,其他继电器线圈没有得电。因此,在自学习模块中,第 1 条支路导通: M301→M418→DMOV,把当前 C237 的 32 位计数值传送给 D201 和 D202,其中,寄存器 D201 存储低 16 位,它就是 1 层到 2 层的层间距离。

电梯轿厢驶离 2 层,光电开关 GDK 驶离隔板,M418 线圈失电,随后继电器 M201 常开触点接通一个扫描周期使计数器 C237 复位清零,C237 重新开始计数。

电梯到达第 3 层时,光电开关 GDK 又一次被 3 层井道中的隔板隔断光路,输入点 X005 常闭触点闭合,程序处理过程与 2 层相同,这样,寄存器 D200 加 1 后的存储值变为 2,经 DECO 指令解码后,M302 线圈得电,则自学习模块中,第 2 条支路导通: M302→M418→DMOV,把当前 C237 的 32 位计数值传送给 D202 和 D203,其中,寄存器 D202 存储的是 2 层到 3 层的层间距离。

以此类推,电梯到达第 4 层时,寄存器 D203 存储的是 3 层到 4 层的层间距离。这样,得到了所有的层间距离。

需要指出的是,电梯自上而下自学习时,D200 初值为 3,光电开关 GDK 每遮挡一次,D200 存储值减 1,其他过程与上行没有区别。

自学习结束后,断开 X014 与 COM 端的连线,电梯在正常工作时不再执行 MC/MCR 之间的程序。

2. 层楼信息处理程序

图 5.39 为层楼信息处理程序。这个程序根据自学习得到的层间距离来计算换速点,然后通过解码获得层楼信息。寄存器 D201~D203 分别存储 3 个层间距离值,换速距离信息

存储在寄存器 D310 中,层楼信息存储在寄存器 D306 中,层楼继电器分配如下:1 层层楼继电器 M600,2 层层楼继电器 M601,3 层层楼继电器 M602,4 层层楼继电器 M603。

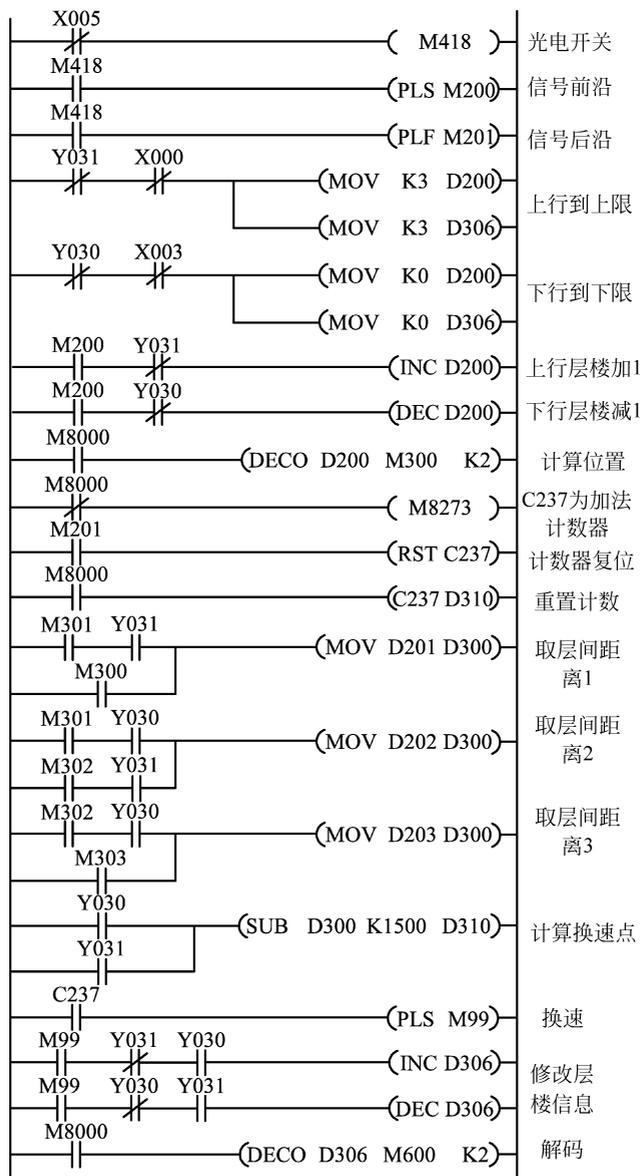


图 5.39 层楼信息获取程序

电梯上行碰到上强迫换速开关 1SXK 时停车,1SXK 常闭触点断开,输入点 X000 常闭触点闭合,图 5.39 程序中,由下行控制触点 Y031 和 X000 的常闭触点闭合触发了传送指令,层楼信息寄存器 D200 和 D306 被置初值为 3,表明电梯已处于 4 层。

电梯下行碰到下强迫换速开关 1XXK 时停车,1XXK 常闭触点断开,输入点 X003 常闭触点闭合,图 5.39 程序中,由上行控制触点 Y031 和 X003 的常闭触点闭合触发了传送指令,层楼信息寄存器 D200 和 D306 被置初值为 0,表明电梯已处于 1 层。

设电梯停在 1 层,以电梯上行为例,介绍层楼信息处理原理。

电梯在1层停靠时,寄存器 D200 和 D306 的存储值为 0,1 层的井道中隔板插入光电开关 GDK 凹槽中,则 X005 常闭触点闭合,M418 线圈得电,D200 存储值经解码指令 DECO 解码,使得 M300 线圈得电,其常开触点闭合使得 PLC 执行传送指令 MOV,把 1 层到 2 层的层间距离传送给寄存器 D300。同时,寄存器 D306 的存储值经解码指令 DECO 解码,使得 M600 线圈得电,表明电梯正处于 1 层。

电梯启动运行后,上行控制触点 Y030 常开触点闭合,减法指令 SUB 被执行,计算出本次运行的换速距离并存储在寄存器 D310 中:换速距离等于 1 层层间距离减去常数 1500。当轿厢驶离 1 层时,1 层的井道中隔板离开光电开关 GDK 凹槽,X005 常闭触点断开,继电器 M201 线圈得电并保持一个扫描周期,其常开触点闭合使计数器 C237 复位清零,由于 M8000 在程序执行时,它的常开触点始终闭合,计数器 C237 即刻启动计数。当 C237 达到预设计数值时,其常开触点闭合使得继电器 M99 得电并保持一个扫描周期,这样,下列程序支路导通: M99→Y031→Y030→INC,寄存器 D306 的存储值加 1,它的存储值变为 1,经 DECO 指令解码后,继电器 M601 线圈得电,这样,获得 2 层的层楼信息。

电梯继续前行,当 2 层井道的平层隔板进入 GDK 凹槽时,寄存器 D200 被加 1,解码之后,继电器 M301 线圈得电,下列程序支路导通: M301→Y030→MOV,把 2 层至 3 层的层间距离(D202)传送到寄存器 D300 中,并由减法指令 SUB 计算出下一次的换速距离并存储在寄存器 D310 中。当轿厢驶离 2 层时,2 层井道中的隔板离开光电开关 GDK 凹槽,X005 常闭触点断开,继电器 M201 线圈得电并保持一个扫描周期,其常开触点闭合使计数器 C237 复位清零并启动新的计数。当 C237 达到本次预设计数值时,下列程序支路导通: M99→Y031→Y030→INC,寄存器 D306 的存储值再加 1,它的存储值变为 2,经 DECO 指令解码后,继电器 M602 线圈得电,由此获得 3 层的层楼信息。

由 3 层上行时,下列程序支路导通: M302→Y030→MOV,把 3 层至 4 层的层间距离(D203)传送到寄存器 D300 中,其他处理过程与前面 1 层、2 层相同。

电梯下行时,层楼信息处理原理与上行相同,不再进一步解释。

3. 方向和层楼显示程序

由图 5.32 和图 5.33 可知,VVVF 电梯的层楼显示与 5.1 节所述的电梯相同,不同的是在本节方向显示采用 PLC 输出点驱动。方向和层楼显示程序如图 5.40 所示,层楼显示字符与 PLC 输出控制端的编码关系见表 5.12。表中 1 表示输出点线圈得电,0 表示输出点线圈失电或未用。

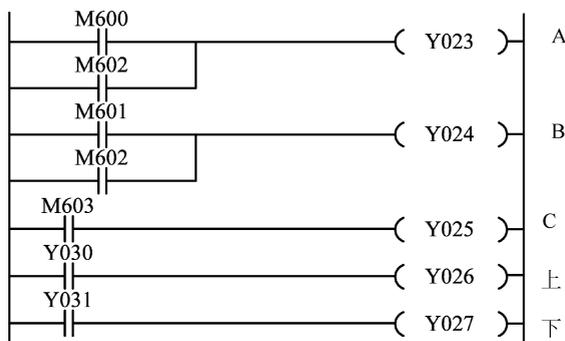


图 5.40 方向和层楼显示程序

表 5.12 楼层显示字符与 PLC 输出控制端的编码关系

Y025	Y024	Y023	显示字符 (7 段码)
C	B	A	
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4

例如：电梯通过 3 层换速点时，3 层的层楼继电器 M602 常开触点闭合，输出点 Y023、Y024 线圈得电，显示器显示**3**。

电梯上行时，Y030 常开触点闭合，Y026 线圈得电，显示器的上行标识↑点亮；电梯下行时，Y031 常开触点闭合，Y027 线圈得电，显示器的下行标识↓点亮。

4. 轿内指令信号登记与消号

图 5.41 是轿内指令信号登记和消号程序。程序中 M3 为检修及故障状态继电器，M7 为换速继电器。输入点 X024~X027 连接轿内指令按钮 1NLA~4NLA。输出点 Y011~Y014 连接轿内指令按钮 1NLA~4NLA 的指示灯 1NLD~4NLD。

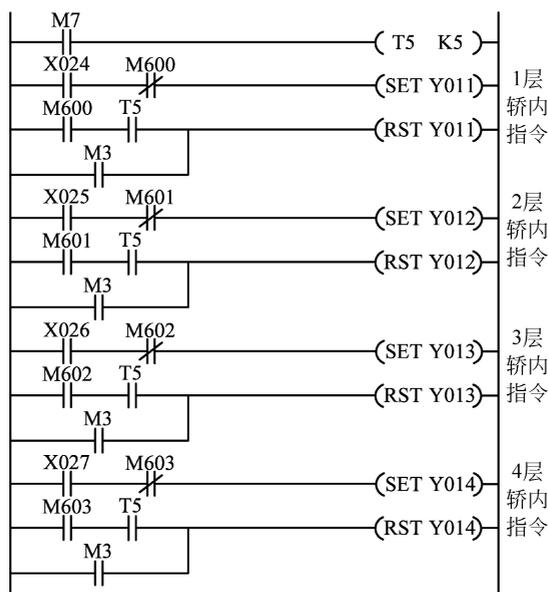


图 5.41 轿内指令信号登记和消号程序

设电梯在 2 层，当乘客欲前往 3 层时，在电梯轿厢内按下 3NLA，输入点 X026 常开触点闭合，由于电梯未在 3 层，3 层层楼继电器 M602 常闭触点闭合，因此，输出点 Y013 线圈得电并自锁，3NLD 指示灯亮，轿内指令 3NLA 被登记。如果此时按下 2NLA，输入点 X025 常开触点闭合，由于电梯此时在 2 层，2 层层楼继电器 M601 常闭触点断开，因此，输出点 Y012 无法得电，该轿内指令无法登记，也就是本层不能登记。

当电梯行至 3 层时，3 层的层楼继电器 M602 线圈得电，它的常开触点闭合，同时，换速

继电器 M7 常开触点闭合,0.5s 后,T5 常开触点闭合,输出点 Y013 线圈被复位,3NLD 指示灯熄灭,轿内指令 3NLA 被消号。

在检修和故障状态时,继电器 M3 常开触点吸合,输出点 Y011~Y014 线圈无法得电,轿内指令无效。

5. 厅外召唤信号登记与消号程序

图 5.42 为厅外召唤信号登记与消号程序。程序中 M3 为检修及故障状态继电器,M7 为换速继电器,M4、M5 为上、下方向继电器,M8、M9 分别为自动(无司机)模式下的上、下方向继电器,M18 为司机直驶继电器。输入点 X032~X034 分别连接上召唤按钮 1SZA~3SZA,输出点 Y015~Y017 分别连接轿内指令按钮 1SZA~3SZA 的指示灯 1SZD~3SZD。输入点 X035~X037 分别连接下召唤按钮 2XZA~4XZA,输出点 Y020~Y022 分别连接轿内指令按钮 2XZA~4XZA 的指示灯 2XZD~4XZD。

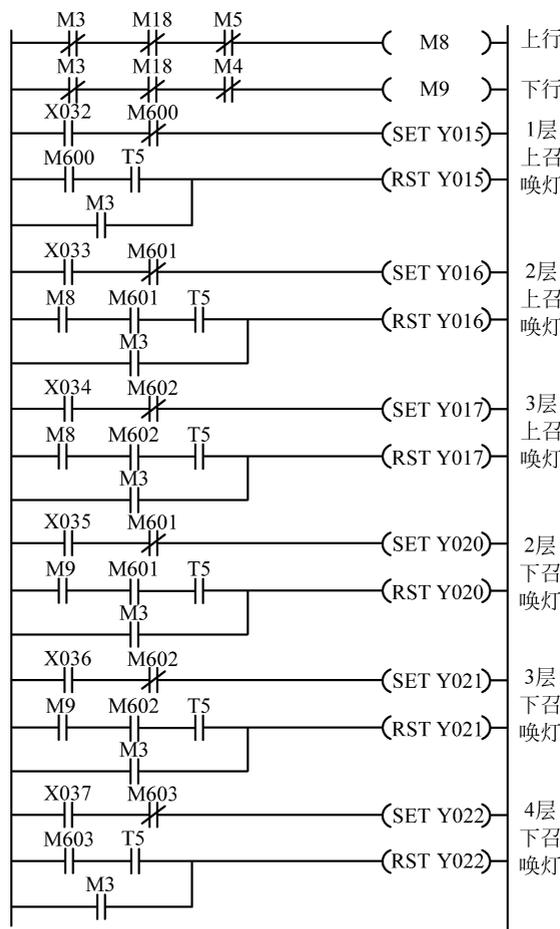


图 5.42 厅外召唤信号的登记与销号程序

在自动模式下,厅外召唤指令的登记与轿内指令登记相同,因此,不再介绍。但消号过程不同,消号时,只消除与电梯运行方向相同的登记信号,而保留与其运行方向相反的登记信号。如电梯从 4 层下行,3 层登记了上、下召唤指令,在这种情况下,下方向继电器 M9 常开触点吸合,输出点 Y017 和 Y021 的线圈得电保持,指示灯 3SZD 和 3XZD 被点亮。当电

梯轿厢行至3层时, M602常开触点吸合, 0.5s后, T5常开触点闭合, 下列程序复位支路导通: M9→M602→T5→RST Y021, 则输出点Y021线圈失电, 指示灯3XZD熄灭, 3层的下召唤指令被销号。但是, 由于此时上方向继电器M8的常开触点断开, 因此, 下列输出点Y017的线圈程序复位支路不能导通: M8→M602→T5→RST Y017, 它的输出点线圈依然保持得电状态, 3SZD不会熄灭。

司机操纵时, SK开关闭合, 输入点X017常开触点吸合, 电梯在行驶过程中(Y030为上行指令触点、Y031为下行指令触点), 按下直驶开关ZA, X013常开触点闭合, 则继电器M18线圈得电(见图5.43), 它的常闭触点断开, 使继电器M8和M9线圈失电(见图5.42), M8和M9的常开触点切断了厅外召唤信号的登记支路, 厅外召唤信号失效。

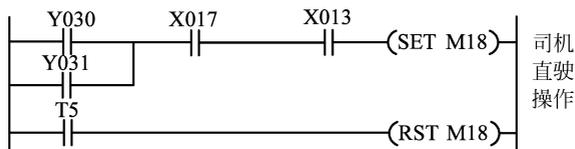


图 5.43 司机直驶控制程序

与轿内指令登记和销号相同, 厅外召唤信号在本层也不能登记, 另外, 在检修和故障状态时, 继电器M3常开触点吸合, 厅外召唤指令无效。

6. 自动选层

图5.44为选层控制程序。程序中, 输入点X006与门连锁继电器MSJ的常开触点相连, 轿门和1~4层厅门关闭好后, MSJ常开触点闭合, 输入点X006常开触点闭合。M4、M5分别为上、下方向继电器。M21~M24分别为1~4层的选层继电器。选层控制程序实现的功能如下。

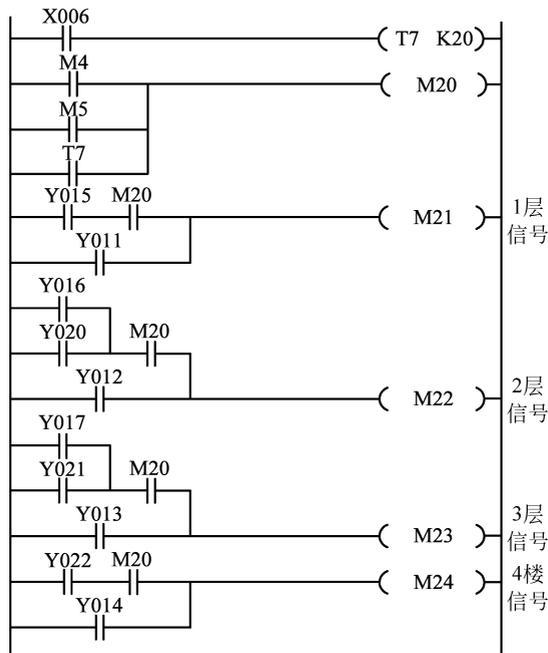


图 5.44 选层控制程序

1) 轿内指令优先

厅门和轿门关闭好后,输入点 X006 常开触点闭合启动定时器 T7 延时 2s。在关门后的 2s 内(未启动运行之前),继电器 M20 线圈无法得电,它的常开触点断开切断了外召唤登记信号与选层继电器线圈之间的通路,使厅外召唤信号不能选层。在此期间只有轿内指令登记信号可使选层继电器线圈得电。电梯关好门在 3 层准备启动,此时,2 层有上外召唤信号,轿厢有乘客按下 4 层轿内指令,则 4 层选层继电器 M24 线圈得电,电梯会选择上行; 2s 之后,M20 线圈、2 层选层继电器 M22 线圈得电,即轿内指令优先。

2) 自动选层

电梯在向上运行的过程中,上方向继电器 M4 常开触点闭合,M20 线圈得电,这样在电梯上行过程中,厅外召唤信号和轿内指令都可以同时参与选层。同样地,电梯在向上运行的过程中,上方向继电器 M5 常开触点闭合,M20 线圈得电,也允许厅外召唤信号和轿内指令同时参与选层。

7. 自动定向程序

图 5.45 为 VVVF 电梯的自动定向程序。图中,Y030、Y031 分别为电梯的上、下行指令触点,M600~M603 为 1~4 层的层楼继电器,M21~M24 为 1~4 层的选层继电器,M3 为检修与故障状态继电器。

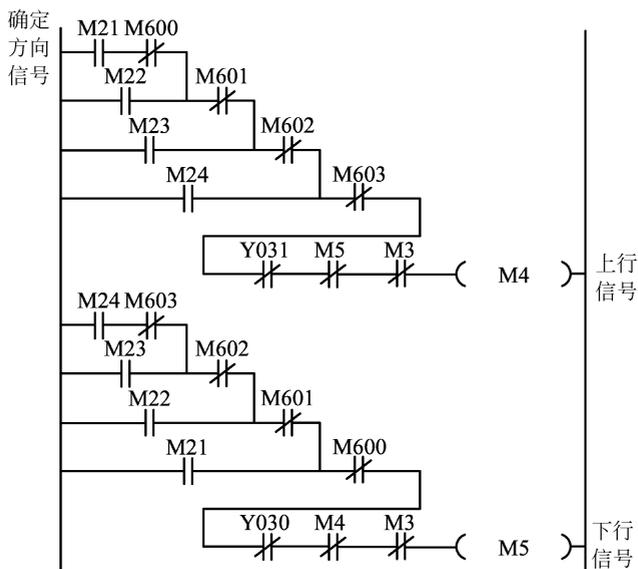


图 5.45 自动定向控制程序

假设电梯在 3 层,则 3 层的层楼继电器 M602 常闭触点断开,如果乘客在轿内或厅外呼梯使 1 层的选层继电器 M21 线圈得电,则 M21 常开触点闭合。这样,只有下列程序支路导通: M21→M600→Y030→M4→M3→M5 线圈,继电器 M5 线圈才能得电,电梯选择下行。

假设电梯在 1 层,如果乘客在 4 层按下下召唤 4XZA,如果该信号被登记,则 4 层的选层继电器 M24 得电,图 5.45 中,只有下列程序支路导通: M24→M603→Y031→M5→M3→M4 线圈,继电器 M4 线圈才能得电,电梯选择上行。

图 5.45 还具有最远端反向的功能。如电梯从 2 层前往 3 层,在此过程中,1 层有上召

唤并被登记。电梯上行过程中,下列程序支路保持导通: M23→M602→Y031→M5→M3→M4 线圈,电梯到达 3 层后, M602 常闭触点断开, M4 线圈失电。由于 1 层登记的上召唤,因此 M21 常开触点闭合,则下列程序支路导通: M21→M600→Y030→M4→M3→M5 线圈,继电器 M5 线圈得电,电梯转换方向下行。

另外,当电梯处于检修或出现故障时,继电器 M3 常闭触点断开,不能自动选向。

8. 换速控制程序

图 5.46 为换速控制程序。图中, M3 为检修与故障状态继电器, M4、M5 分别为上、下方向继电器, M18 为司机直驶继电器。这个程序具有以下功能:

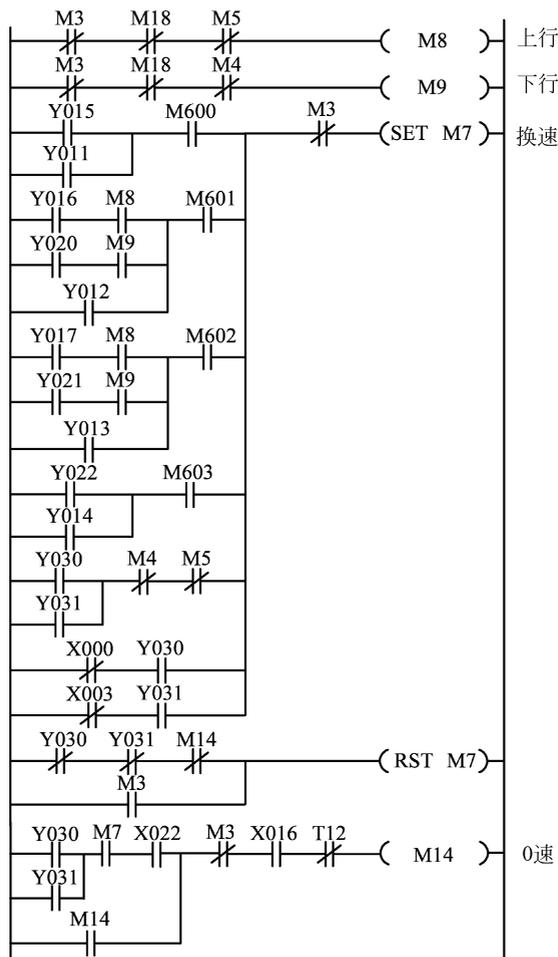


图 5.46 换速控制程序

1) 自动换速

假设电梯上行,轿内登记了 3 层的指令,则 Y013 常开触点闭合,电梯行至 3 层时,3 层的层楼继电器 M602 常开触点闭合,下列程序支路导通: Y013→M602→M3→M7 线圈,换速继电器 M7 线圈得电,电梯换速停靠 3 层。

2) 顺向截梯

假设电梯由 1 层上行至 4 层,此时,3 层有上召唤被登记,2 层有下召唤被登记。电梯为

司机和无司机模式下上行时,上方向继电器 M4 的常开触点闭合,常闭触点断开、下方向继电器 M5 常闭触点闭合,使图 5.46 的 M8 线圈得电、M9 线圈失电。3 层上召唤被登记时 Y017 常开触点吸合,2 层下召唤被登记时 Y020 常开触点吸合。电梯通过 2 层时,2 层楼继电器 M601 常开触点闭合,但由于 M9 常开触点断开,换速继电器 M7 线圈无法得电,电梯继续前行并不换速停靠。行至 3 层换速点时,3 层的层楼继电器 M602 常开触点闭合,此时下列程序支路导通: Y017→M8→M602→M3→M7 线圈,换速继电器 M7 线圈得电,电梯换速停靠在 3 层。

3) 无方向换速

电梯在运行过程中,如果丢失方向,即上、下方向继电器 M4 和 M5 线圈失电,其常闭触点闭合,则上行时下列程序支路导通: Y030→M4→M5→M3→M7 线圈,下行时下列程序支路导通: Y031→M4→M5→M3→M7 线圈,使继电器 M7 线圈得电,电梯将减速平层。

4) 强迫换速

电梯上行时,触碰下限位开关 1SXK,输入点 X000 常开触点闭合,换速继电器 M7 线圈得电,电梯强迫减速。电梯下行时,触碰下限位开关 1XXK,输入点 X003 常开触点闭合,换速继电器 M7 线圈得电,电梯强迫减速。

9. 速度控制程序

图 5.47 为电梯的速度控制程序。电梯的速度控制实质上是 PLC 控制变频器使变频器控制电梯按照事先拟定的速度曲线运行,包括曳引电动机的启停控制、正反转控制、加减速曲线的切换、点动、控制封锁驱动器件基极、松闸、抱闸制动等。图 5.47 中,输入点 X006 连接门联锁继电器 MSJ 的常开触点,当轿门与所有厅门关闭好后,X006 常开触点闭合。X007 连接安全回路的安全继电器 YJ 的常开触点,安全回路正常时,X007 常开触点闭合。X020 为变频器输出的运行状态正常信号,当变频器工作正常时,X020 常开触点闭合;X021 为变频器输出的变频器故障信号,当变频器故障时,X021 常开触点闭合;X022 为变频器输出的 0 速检测信号,曳引电机转速为 0 时,X022 常闭触点闭合。M4、M5 分别为上、下方向继电器,M7 为换速继电器,M70 为平层继电器。下面介绍程序实现的功能。

假设电梯停在某个层站准备上行,M4 常开触点闭合,当轿门和所有厅门关闭好且安全回路正常时,下列程序支路导通: M4→M7→X006→M3→X007→Y031→X001→X021→Y030 线圈,则输出点 Y030 线圈得电并自锁,接通变频器控制回路的 1 端回路,变频器控制曳引电机正转。与此同时,制动控制支路导通: Y030→X006→X020→Y007 和 Y000 线圈,运行接触器 YXC 和制动器接触器 ZC 线圈得电(见图 5.32),制动线圈 ZXQ 得电(见图 5.34),制动器松闸。另一方面,下列程序支路也导通: Y030→M3→M7→X006 和 Y032 线圈, Y032 线圈得电,接通变频器控制回路的 5 端回路,以给定曲线 1 启动运行。

接近目的层站时,换速继电器 M7 常开触点闭合,断开 Y032 线圈所在的程序支路,同时,接通下列程序支路: Y030→M3→M7→X006 和 Y033 线圈, Y033 线圈得电,接通变频器控制回路的 6 端回路,以给定曲线 2 减速运行。当轿厢上的平层隔板进入光电开关 GDK 时,输入点 X005 的常闭触点闭合, M418 得电,电梯准备平层,继电器 M70 得电,它的常开触点使下列回路导通: Y030→M3→M70→X006 和 Y034 线圈, Y034 线圈得电,接通变频器控制回路中的 8 端回路,使变频器基极被封锁,这样,变频器主回路驱动输出停止。当变频器检测到曳引电动机输出转速为 0 时,输出 0 速检测信号使 PLC 的输入点 X022 常开触点闭合,同时也使 M14 得电自锁见图 5.46,则输入点 Y000 和 Y007 线圈复位断电,接触器 YXC 和 ZC 线圈失电,在图 5.34 中,制动器线圈 ZXQ 失电,制动器抱闸制动。

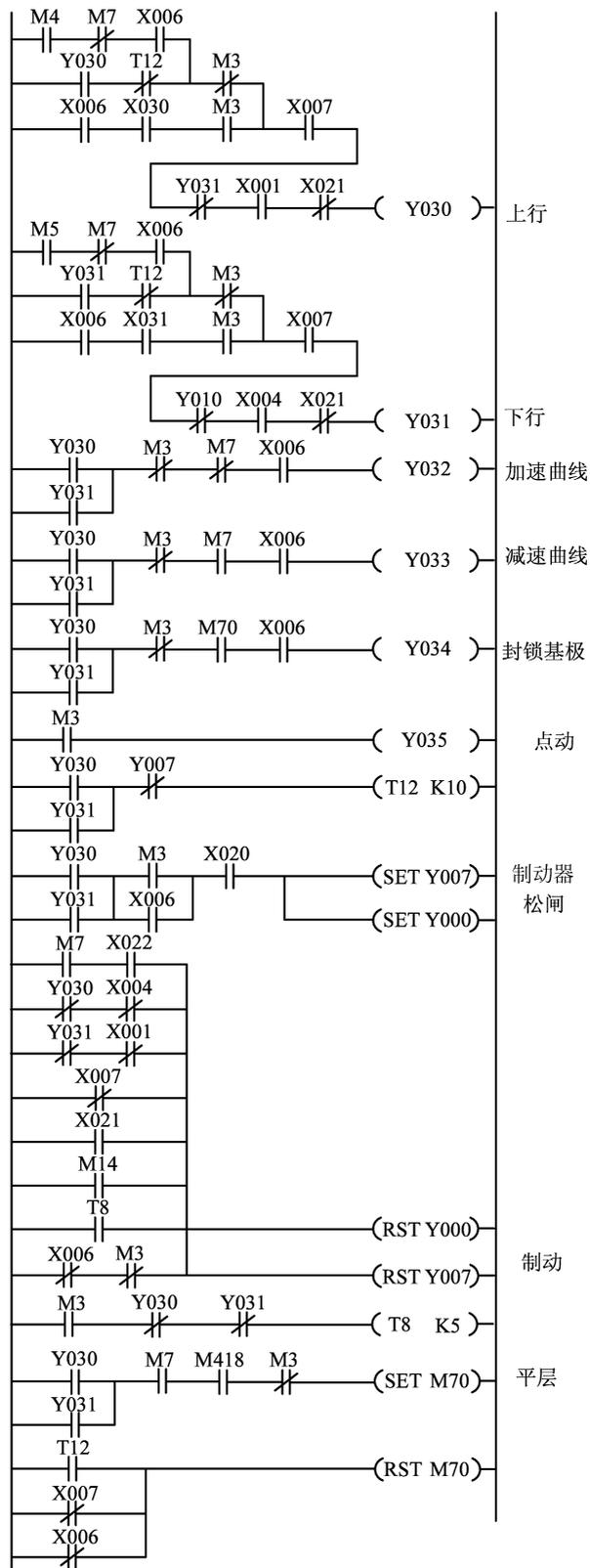


图 5.47 速度控制程序

Y007 线圈失电后 1s, 定时器 T12 常闭触点断开, 切断了 Y030 线圈的自锁回路, Y030 线圈失电, 进一步, Y033 和 Y034 线圈也失电, 电梯停止运行。同时, M70 线圈失电, 电梯实现平层。

在检修状态时, 维修与故障继电器 M3 常开触点闭合, 使 Y035 线圈得电, 接通变频器控制回路的 7 端回路, 使变频器工作在点动控制方式。此时, 如果 X030 常开触点闭合, Y030 线圈得电, 控制电梯上行; 如果 X031 常开触点闭合, Y031 线圈得电, 控制电梯下行。

另外, 还有以下情况能使电梯停机抱闸制动:

(1) 电梯下行, 触碰下端限位开关 2XXK, 则 X004 常闭触点闭合, 使 Y007 和 Y000 线圈相继失电;

(2) 电梯上行, 触碰上端限位开关 2SXK, 则 X001 常闭触点闭合, 使 Y007 和 Y000 线圈失电;

(3) 安全回路存在问题, 安全继电器 YJ 线圈失电, X007 常闭触点吸合, 使 Y007 和 Y000 线圈失电;

(4) 变频器出现故障, X021 常开触点闭合, 使 Y007 和 Y000 线圈失电;

(5) 检修状态下, 电梯停车超过 0.5s, T8 常开触点闭合, 使 Y007 和 Y000 线圈失电;

(6) 在司机和无司机模式时, 如果厅门或轿门未关闭好, MSJ 继电器线圈无法得电, 则输入点 X006 常闭触点闭合, 使 Y007 和 Y000 线圈失电。

10. 开门控制程序

图 5.48 为 VVVF 电梯的开门控制程序。其中输出点 Y005 连接开门继电器。开门控制程序可实现以下功能。

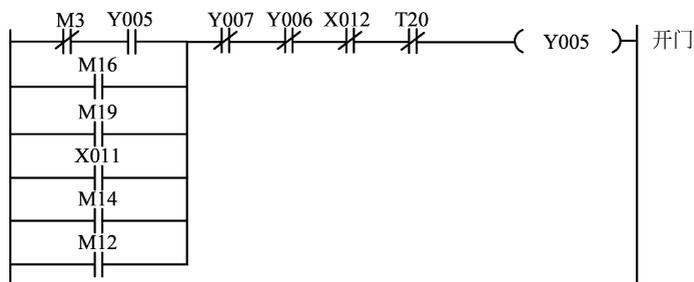


图 5.48 开门控制程序

1) 系统上电开梯开门

开梯开门是由继电器 M16 控制的。如图 5.49 所示, 系统上电后, M8002 常开触点闭合并保持一个扫描周期, 因为电梯停在 1 层, 1 层的层楼继电器 M600 常开触点闭合, 因此 M16 得电, 这样, 在图 5.48 中, 下列开门控制支路导通: M16→Y007→Y006→X012→T20→Y005 线圈, 使得 Y005 线圈得电并自锁, KMJ 线圈得电, 电梯开门。5s 之后, T2 常开触点闭合, 使 M16 线圈失电, 撤除开门指令。

2) 按钮开门

当轿内开门按钮 KMAN、轿顶开门按钮 KMAD 按下, 或者在关门被异物阻挡(安全触板 ABK 闭合)时, 输入点 X011 常开触点会闭合, 下列开门控制支路导通: X011→Y007→Y006→X012→T20→Y005 线圈, 使得 Y005 线圈得电并自锁, KMJ 线圈得电, 电梯开门。

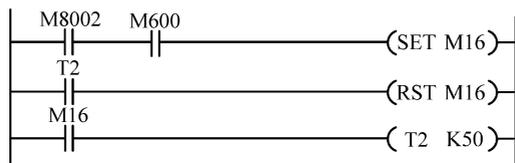


图 5.49 上电开梯开门程序

3) 自动开门

电梯平层后,继电器 M14 线圈得电并自锁,如图 5.50 所示,图中输入点 X006 连接 MSJ 的常开触点,X006 常开触点闭合,表示厅门和轿门已关闭到位。X022 常开触点闭合表示曳引电动机转速为 0,因此,M14 线圈得电意味着电梯正在平层。继电器 M14 常开触点闭合,图 5.48 中开门控制支路导通: M14→Y007→Y006→X012→T20→Y005 线圈,使得 Y005 线圈得电并自锁,KMJ 线圈得电,电梯开门。在电梯抱闸制动 1s 之后,T12 常开触点闭合,M14 线圈失电,撤除开门指令。

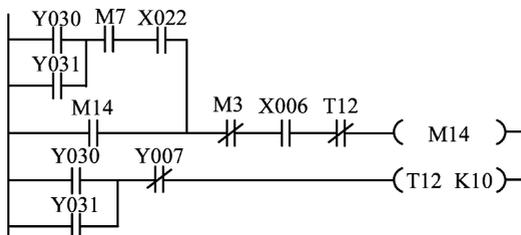


图 5.50 平层检测程序

4) 超载开门

超载检测程序如图 5.51 所示。电梯轿厢超载时,超载开关 CZK 闭合,输入点 X010 得电,使得 M12 线圈得电,其常开触点闭合使输出点 Y002 线圈得电,进而使其外接的继电器 CZJ 线圈得电,接通指示灯 CZD 报警。同时,图 5.48 中 M12 的常开触点闭合使下列开门控制支路导通: M12→Y007→Y006→X012→T20→Y005 线圈,Y005 线圈得电并自锁,KMJ 线圈得电,电梯开门。

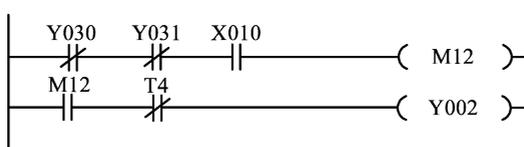


图 5.51 超载检测程序

5) 本层开门

图 5.52 为本层开门控制程序。假设电梯运行方向为上行,目前停靠在 2 层接送乘客,服务完成后尚未启动运行,此时,2 层厅外有乘客按下上召唤指令按钮 2SZA,则 X033 常开触点闭合,使下列控制支路导通: X033→M8→M601→M3→Y030→Y031→M19 线圈,M19 线圈得电,在图 5.48 中,下列控制支路导通: M19→Y007→Y006→X012→T20→Y005 线圈,Y005 线圈得电,KMJ 线圈得电,电梯开门。

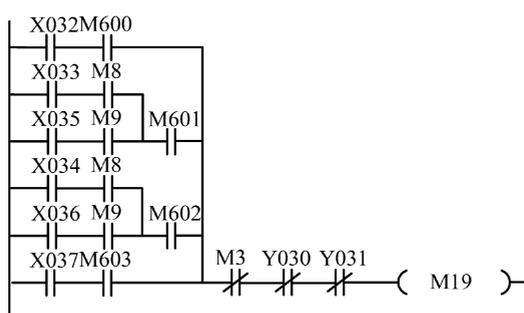


图 5.52 本层开门控制程序

11. 关门控制程序

图 5.53 为关门控制程序。输出点 Y006 外接关门继电器 GMJ 的线圈。关门控制程序可实现下列功能：

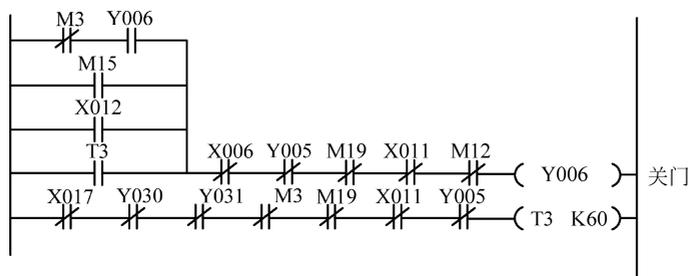


图 5.53 关门控制程序

1) 自动关门

电梯在某层停靠开门放客,延时 6s 后,T3 常开触点闭合,下列控制支路导通: T3→X006→Y005→M19→X011→M12→Y006 线圈,Y006 线圈得电,GMJ 线圈得电,电梯关门。

2) 按钮关门

当轿内开门按钮 GMAN、轿顶开门按钮 GMAD 按下,则输入点 X012 常开触点闭合,下列开门控制支路导通: X012→X006→Y005→M19→X011→M12→Y006 线圈,Y006 线圈得电,GMJ 线圈得电,电梯关门。

3) 停梯关门

图 5.54 为停梯关门程序。停梯时,电梯已停在 1 层基站,图 5.36 中,旋转断开钥匙开关 TYK,ADJ 继电器线圈失电,其常闭触点 ADJ 吸合,输入点 X016 常开触点得电,则继电器 M15 线圈得电保持,在图 5.53 中,下列开门控制支路导通: X012→X006→Y005→M19→X011→M12→Y006 线圈,Y006 线圈得电,GMJ 线圈得电,电梯关门。0.5s 之后,关门指令解除。

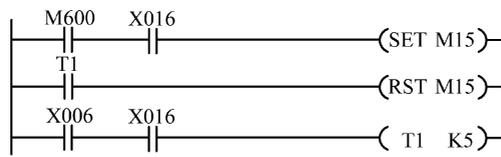


图 5.54 停梯关门控制程序

12. 蜂鸣器控制程序

图 5.55 是蜂鸣器控制程序,输出点 Y010 连接蜂鸣器 FM。蜂鸣器起提示和报警作用。

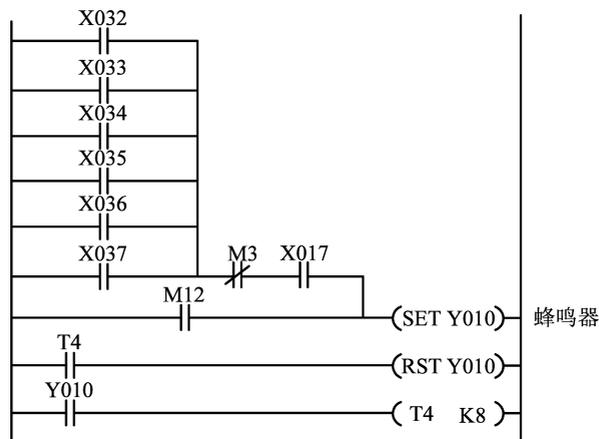


图 5.55 蜂鸣器控制程序

当司机开关 SK 闭合,输入点 X017 常开触点得电时,电梯处于司机操纵模式。在这种模式下,当乘客在厅外呼梯时,蜂鸣器鸣叫,提示司机有厅外召唤。如 3 层有下召唤时,乘客按下 3XZA,则 X036 常开触点得电,使输出点 Y010 线圈得电保持,如果 FMK 闭合,蜂鸣器鸣叫。另外,Y010 常闭触点启动定时器 T4 延时,0.8s 后,Y010 线圈复位而失电,蜂鸣器停止鸣叫。

当轿厢超载时,在图 5.51 中,M12 线圈得电,也会使输出点 Y010 线圈得电保持,如果 FMK 闭合,蜂鸣器鸣叫 0.8s。同时,超载继电器 CZJ 的常开触点会接通超载指示灯 CZD 的电路,CZD 点亮 0.8s。

13. 直驶控制程序

图 5.56 为直驶控制程序。在司机操纵方式下,司机开关 SK 闭合,因此,X017 常开触点闭合,此时,如果闭合直驶开关 ZA,输入点 X013 常开触点闭合,则司机直驶继电器 M18 线圈得电,电梯运行在直驶方式,电梯运行过程中厅外召唤不再有效(见图 5.42),当换速信号有效后,即换速继电器 M7 线圈得电,再过 0.5s,直驶状态解除,电梯可以响应厅外召唤信号。

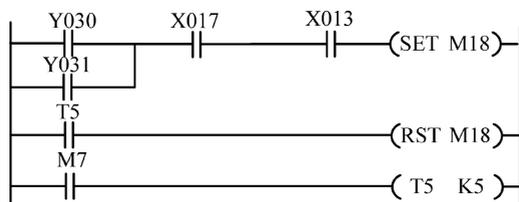


图 5.56 直驶方式程序

14. 风扇控制程序

图 5.57 为降温风扇控制程序。输出点 Y001 外接降温风扇 KFS,曳引电动机运转时,Y001 线圈得电并自锁,风扇 KFS 运转,电梯停运 10min 后,T10 常闭触点断开,Y001 线圈

失电,风扇 KFS 停止工作。

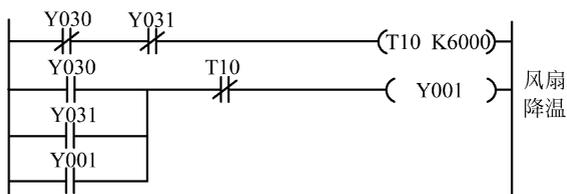


图 5.57 降温风扇控制程序

15. 检修与故障检测程序

图 5.58 为检修与故障检测程序。检修选择开关连接在输入点 X023 上,当轿顶、轿内或机房检修开关中的一个置于检修方式时,如果 X023 常闭触点闭合,检修与故障状态继电器 M3 线圈得电,电梯处于检修工作模式。

另外,当安全回路的安全装置动作时,继电器 YJ 线圈失电,它的常开触点断开致使输入点 X007 常闭触点闭合,也会使 M3 线圈得电。变频器出现故障时,它输出的状态信号使输入点 X021 的常开触点闭合,也会使 M3 线圈得电。

M3 线圈得电,意味着电梯运行在慢速方式,轿内指令、厅外召唤均不起作用。

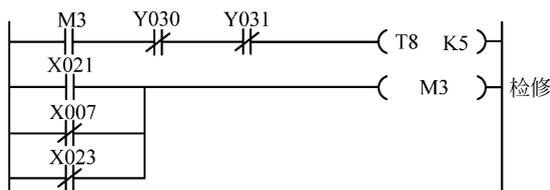


图 5.58 检修与故障检测程序

16. 系统供电控制程序

图 5.59 为系统的供电控制程序。上班时,电梯管理人员旋转钥匙开关 TYK,使送断电继电器 ADJ 线圈得电(见图 5.36),ADJ 的常开触点接通轿内照明回路,轿厢照明打开。同时,ADJ 接通了电源接触器 DYC 的线圈回路,把供电电源接入电梯系统,PLC 上电运行。由于电梯停在 1 层,ADJ 常闭触点断开使输入点 X016 的常闭触点闭合,这样 M500 线圈得电并保持,同时它的常开触点使输出点 Y004 线圈得电,这样,便为电源接触器 DYC 线圈提供了另一条导通回路(见图 5.32),保证了系统用电的安全性。至此,完成了电梯系统的上电过程。

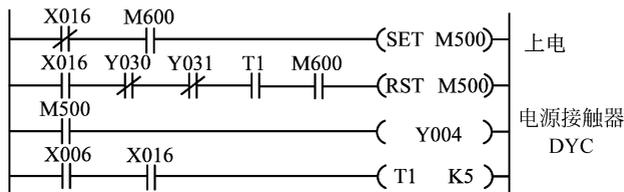


图 5.59 系统供电控制程序

下班时,电梯被调回到1层,1层层楼继电器 M600 常开触点闭合,这时,电梯管理人员通过 TYK 断开送断电继电器 ADJ 线圈的控制回路(见图 5.36),ADJ 继电器线圈失电,在轿门和所有厅门关闭好后,MSJ 线圈得电,则输入点 X006 常开触点闭合;由于 ADJ 线圈失电,它的常闭触点使 X016 常开触点闭合,这样,T1 被启动延时,0.5s 后,T1 的常开触点闭合,接通了继电器 M500 的复位支路,M500 线圈失电。M500 常开触点断开使输出点 Y004 线圈失电,它使电源接触器 DYC 线圈失电,其主触点断开了电梯系统的供电电源;同时,在图 5.36 中,接触器 DYC 的常开触点也切断了轿厢照明回路,轿厢照明熄灭。至此,除了照明回路及控制回路几个接触器的电源之外,其他装置的电源均被切除。

5.3 交流变频门机的 PLC 控制系统

5.3.1 交流变频门机的控制方式

目前,交流变频门机在电梯系统中广泛使用。变频门机系统由控制器、变频器、电动机及机械传动等部分组成,完成门机的控制、驱动和故障检测,实现开关门,并给电梯控制系统提供开、关门状态等。门电机通常为三相异步电动机或永磁同步电动机。有的门机系统把控制器和变频器集成在一起,构成一体化集成控制器。

变频门机系统通常采用两种控制方式:距离控制方式和速度控制方式。

1) 距离控制方式

距离控制方式是一种位置和速度闭环控制方式,采用旋转编码器测量门电机旋转的脉冲个数。旋转编码器通过联轴器与门电机的转轴相连,既能检测轿门的位置与运动方向,还能检测轿门的运行速度。另外,在开关门机构上还设置有检测开、关门行程的极限开关。

在门机系统调试时,通过自学习方式获取电梯门宽度,然后根据门机的工作要求,设置开关门时间、换速点、各区间速度等。

在工作过程中,轿厢平层后,门机系统接收到电梯控制系统的开门指令,变频器便以预设速度控制门电机启动开门过程,根据轿门位置和运动方向,按照预设换速点和开门速度曲线驱动门电机开门。当开门极限开关有效时,开门过程结束,门电机停转。同时,门机系统向电梯控制系统发出开门到位信息,以告知厅门和轿门已打开。

关门时,门机系统接收到电梯控制系统的关门指令后,按照预设的减速点和速度控制门电机启动关门过程,门电机按照预设的速度曲线运行。当关门极限开关有效时,门电机停转。同时,门机系统向电梯控制系统发出关门到位信息,以告知厅门和轿门已关闭。

2) 速度控制方式

速度控制方式是一种开环控制方式,通常在轿门上坎设置 4 个检测开关,分别为开门减速开关、开门极限开关、关门减速开关、关门极限开关。门机系统根据这些开关来检测速度切换点,实现开关门速度切换和开关门到位控制。

在工作过程中,轿厢平层后,门机系统接收到电梯控制系统的开门指令,以预设速度控制门电机启动开门过程。当开门减速开关有效时,门电机以预设速度曲线减速运行。当开门极限开关有效时,门电机停转,并向电梯控制系统发出开门到位信息,以告知厅门和轿门已打开。

关门时,门机系统接收到电梯控制系统的关门指令,以预设速度控制门电机启动关门过

程。当关门减速开关有效时,门电机按照预设速度曲线减速运行;当关门极限开关有效时,门电机停转,并向电梯控制系统发出关门到位信息,以告知厅门和轿门已关闭。

5.3.2 变频门机的控制程序分析

1. 变频门机的结构与组成

图 5.60 是一种采用速度控制方式的变频门机示意图,变频器控制门电机按预设的速度旋转,通过皮带 1 减速后带动驱动轮旋转,驱动轮带动皮带 2 运行,皮带夹板带动轿门挂板沿着门导轨水平移动,并带动轿门门扇打开或关闭。轿门上的系合装置带动厅门门扇运动。开、关门极限开关安装在轿门上坎,用于检测轿门的开、关门极限位置,开、关门换速开关用于检测门电机的换速。

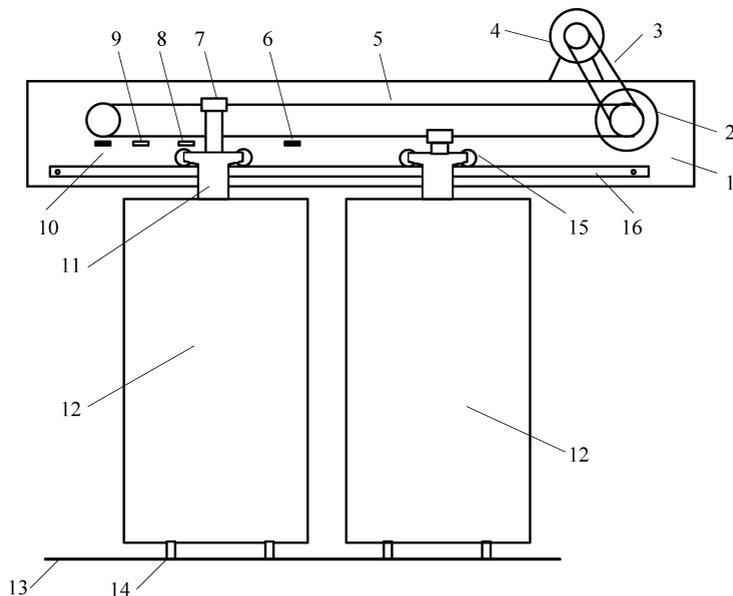


图 5.60 一种采用速度控制方式的变频门机示意图

1—轿门上坎; 2—驱动轮; 3—皮带 1; 4—电动机; 5—皮带 2; 6—关门极限开关; 7—皮带夹板; 8—开门换速开关; 9—关门换速开关; 10—开门极限开关; 11—轿门挂板; 12—轿门门扇; 13—轿门地坎; 14—门滑块; 15—轿门挂轮; 16—门导轨

2. 变频门机控制系统原理

图 5.61 是变频门机控制系统原理图。图中控制器采用松下 FP 系列 PLC, INV 为变频器, XK1~XK4 为双稳态磁开关, 安装在开门机构上的小磁体 S 极面向双稳态磁开关, 其安装位置和动作时序如图 5.62 所示, On 表示开关的常开触点闭合, Off 表示开关的常开触点断开。PLC 输入和输出点分配分别见表 5.13 和表 5.14。

第 4 章在介绍双稳态磁开关工作原理时提到, 双稳态磁开关内部有一对磁性较小的磁体, 因磁场强度较弱, 在无外部磁场作用时, 双稳态磁开关内的干簧管触点状态保持不变。图 5.63 为双稳态磁开关内部干簧管触点动作原理。假设双稳态磁开关的干簧管触点处于断开状态时, 在图 5.63(a) 中, S 极小磁体自左向右接近双稳态磁开关, 首先与双稳态磁开关的 S 极相遇, 由于开关内、外的磁场方向相同, 磁场强度增强, 双稳态磁开关的干簧管触点吸

合; 在图 5.63(b)中,S 极小磁体自右向左接近双稳态磁开关,先与双稳态磁开关的 N 极相遇,由于其磁场方向相反,磁场强度减弱,双稳态磁开关保持断开状态。

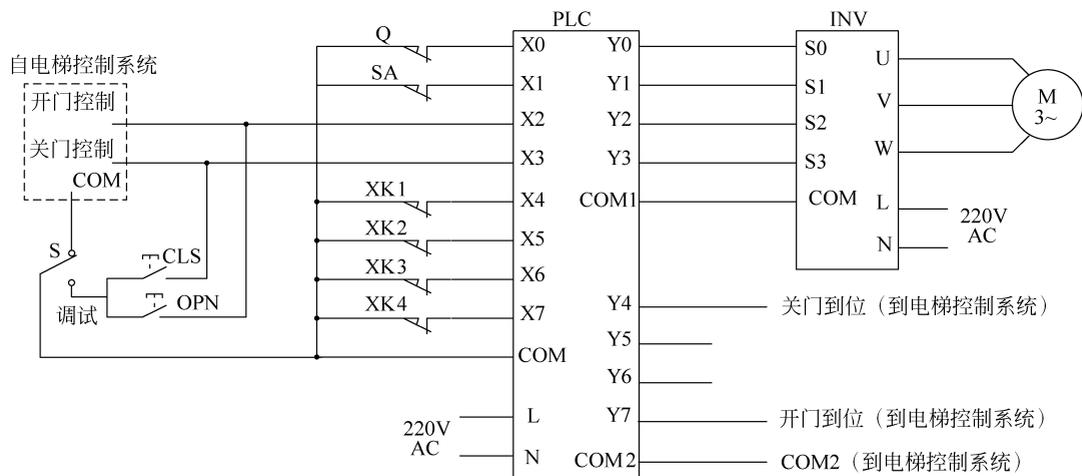


图 5.61 变频门机控制系统原理图

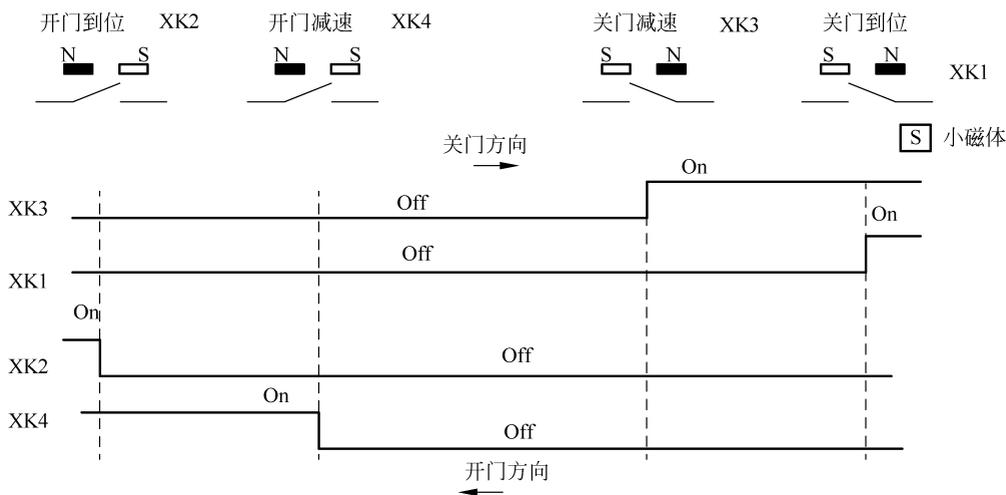


图 5.62 双稳态磁开关位置与动作时序图

表 5.13 PLC 输入点分配表

序号	输入点	连接器件名称	连接器件代号
1	X0	力矩保持信号	Q
2	X1	光幕、触板信号	SA
3	X2	开门信号	开门控制信号/OPN
4	X3	关门信号	关门控制信号/CLS
5	X4	关门到位信号	XK1
6	X5	开门到位信号	XK2
7	X6	关门减速信号	XK3
8	X7	开门减速信号	XK4

表 5.14 PLC 输出点分配表

序号	输出点	信号含义	连接器件名称
1	Y0	开门控制	变频器正转端子
2	Y1	关门控制	变频器反转端子
3	Y2	开关门变速 1	变频器速度 1 端子
4	Y3	开关门变速 2	变频器速度 2 端子
5	Y4	关门到位状态	给电梯控制系统
6	Y5	—	未用
7	Y6	—	未用
8	Y7	开门到位状态	给电梯控制系统

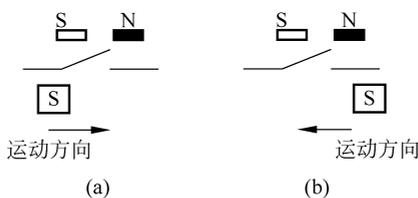


图 5.63 双稳态磁开关的干簧管触点动作原理

3. 变频门机的控制程序

图 5.64 是变频门机的控制程序。程序中,门机开门起始区用时间设定(设定为 1s),没有采用磁开关的位置。其中,指令 DF 为上升沿微分指令,当检测到触发信号的上升沿时,仅将输出触点闭合一个扫描周期;TMX 为 0.1s 时间继电器;TMY 为 1s 时间继电器。力矩保持开关 Q 用于门机切换力矩保持状态。下面分析门机控制程序的设计思路。

1) 关门控制

图 5.65 为关门控制程序,图中,R0 为开门继电器,R1 为关门继电器,R10 为安全触板继电器。由图 5.63 可知,在门完全打开时,XK1 处于 Off 状态,其常闭触点闭合,则输入点 X4 的常开触点闭合。如果门没有被异物阻挡时,继电器 R10 常闭触点处于闭合状态。当电梯控制系统发出关门指令时,PLC 输入点 X3 的常开触点闭合,则下列程序支路导通: X3→X4→R10→X2→R1 线圈,关门继电器 R1 线圈得电,R1 的常开触点闭合接通下列程序支路: R1→R0→Y1 线圈,输出点 Y1 线圈得电,控制变频器驱动门电机转动,开始关门。关门到位时,XK1 处于 On 状态,其常闭触点断开,则输入点 X4 常开触点断开,R1 线圈失电,使得 Y1 线圈失电,变频器控制电机停转,关门过程结束。

一旦关门继电器 R1 线圈得电,在 R1 常开触点闭合的同时关门状态继电器 R12 线圈也得电,表示关门动作正在进行。在关门过程中,出现意外情况,关门中止并反向开门,电梯门打开后,磁开关 XK2 处于 On 状态,则输入点 X5 的常闭触点闭合,使得关门状态继电器 R12 线圈失电,门已重新打开。

图 5.66 为关门过程中的夹人/夹物检测程序。在关门过程中,磁开关 XK2 处于 On 状态,其常闭触点闭合(见图 5.63),则与之相连的输入点 X5 的常开触点闭合。如果有异物阻碍关门,光幕被异物隔断,光幕开关 SA 常闭触点断开,那么输入点 X1 的常闭触点闭合,在

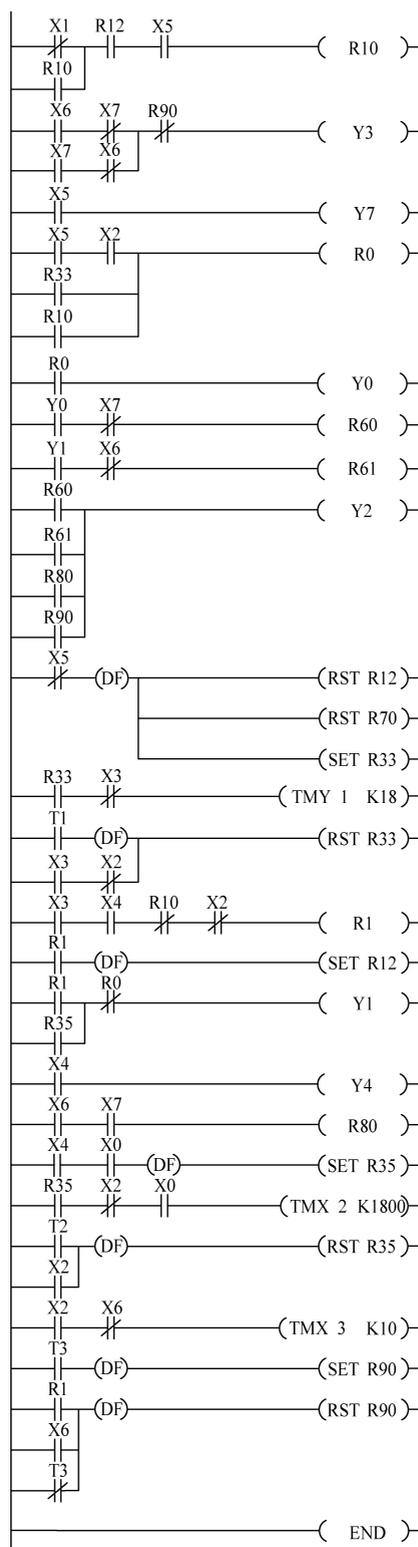


图 5.64 变频门机的控制程序

图 5.66 继电器 R10 线圈得电并自锁。R10 的常闭触点断开使关门继电器 R1 线圈失电，输出点 Y1 线圈也失电，则变频器控制门电机停转，关门动作立即终止。

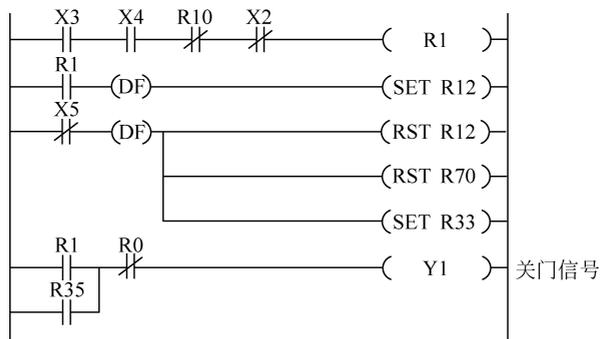


图 5.65 关门控制程序

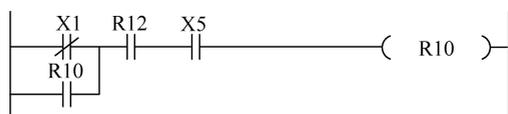


图 5.66 夹人/夹物检测程序

图 5.67 为力矩保持关门控制程序。在门关闭过程中但未关闭到位时，由图 5.63 可知，磁开关 XK1 处于 Off 状态，此过程中，与之相连的输入点 X4 的常开触点是闭合的，一旦检测到力矩保持信号(Q 开关闭合)，则下述支路导通：X4→X0→R35 线圈，力矩保持继电器 R35 线圈保持得电状态，它的常开触点闭合，使输出点 Y1 线圈也保持得电状态，门机继续关门。若电梯控制系统没有发出开门指令，输入点 X2 常闭触点处于闭合状态，180s 之后，定时器 TMX 2 定时时间到，它的常开触点闭合，使力矩保持继电器线圈 R35 失电，R35 的常开触点断开使输出点 Y1 线圈失电，停止关门动作。

在力矩保持关门阶段，只要电梯控制系统发出开门命令，X2 的常开触点就会闭合，使 R35 线圈失电，Y1 线圈失电，也会终止关门动作。

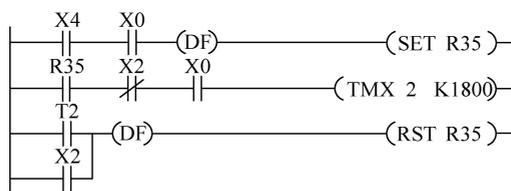


图 5.67 力矩保持关门控制程序

2) 开门控制

开门控制程序如图 5.68 所示。从图 5.68 可以看出，有 3 条程序支路可以实现开门控制。

(1) 开门指令开门。

如图 5.63 所示，门关闭到位后，在图 5.63 中磁开关 XK2 处于 Off 状态，其常闭触点闭合，此时，与之相连的输入点 X5 常开触点闭合。

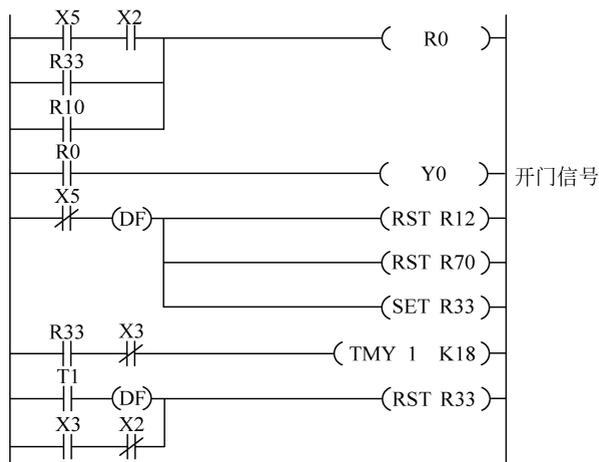


图 5.68 开门控制程序

当电梯控制系统发出的开门指令时,输入点 X2 常开触点闭合,下列程序支路导通: X5→X2→R0 线圈,则开门继电器 R0 线圈得电,其常开触点闭合,使 PLC 输出点 Y0 输出开门控制信号,变频器驱动门机开门。

(2) 光幕或安全触板开门。

如前所述,如果关门过程中遇到异物阻碍时,在图 5.66 中,继电器 R10 线圈得电并自锁,它的常闭触点断开,使关门继电器 R1 线圈失电,进而使得输出点 Y1 线圈失电,关门动作中止。同时,在图 5.68 中,R10 的常开触点闭合,使开门继电器 R0 线圈得电,输出点 Y0 输出开门控制信号,门机开门。

(3) 开门保持。

电梯门完全打开时,在图 5.63 中磁开关 XK2 处于 On 状态,输入点 X5 的常闭触点闭合,使开门保持继电器 R33 线圈得电。

若没有关门指令,18s 之后,K18 线圈得电,其常开触点 T1 闭合使开门保持继电器 R33 线圈失电,解除开门保持状态。在此期间,如果关门指令到达,则输入点 X3 的常开触点闭合,使得 R33 线圈失电,提前解除开门保持状态。

3) 开关门速度控制

图 5.69 为开关门速度控制程序。

在开门过程中,当磁开关 XK4 处于 On 状态时(见图 5.63),则开门速度降低,需要变频器按照预设的频率驱动门电机减速运行;XK4 的常闭触点断开,则输入点 X7 常闭触点闭合,在图 5.69 中,下列程序支路导通: Y0→X7→R60 线圈,开门减速继电器 R60 线圈得电,它的常开触点闭合,使得输出点 Y2 线圈得电,控制变频器按照指定的频率驱动电机减速开门。

在关门过程中,当磁开关 XK3 处于 On 状态时(见图 5.63),降低关门速度。XK3 的常闭触点断开,输入点 X6 常闭触点闭合,在图 5.69 中,下列程序支路导通: Y1→X6→R61 线圈,关门减速继电器 R61 线圈得电,它的常开触点闭合使输出点 Y2 线圈得电,控制变频器按照指定速度 1 驱动电机减速关门。

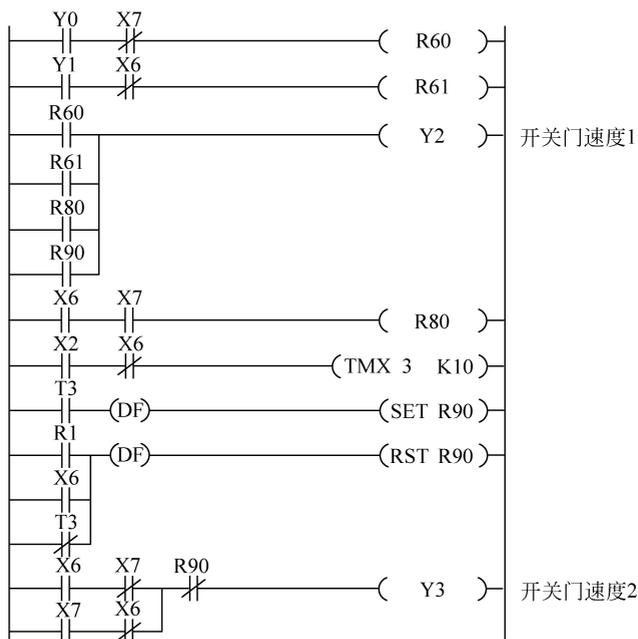


图 5.69 开关门速度控制程序

在开门过程中,如图 5.63 所示,当电梯门在没有到达 XK4 处时,或在关门过程中电梯门在没有到达 XK3 处时,XK3 和 XK4 处于 Off 状态,因此,X6 和 X7 的常开触点闭合,使得继电器 R80 线圈得电,它的常开触点闭合使输出点 Y2 线圈得电,仍然以指定速度 1 开关门。

在 PLC 接收到开门指令 1s 之后,继电器 R90 线圈得电,它的常开触点闭合使输出点 Y2 线圈得电,以指定速度 1 开门。

综上所述,开门时,在 PLC 接收到开门指令后,以指定速度 1 开门,直到开门减速点 XK4。关门时,电梯门以指定速度 1 运行,直到关门减速点 XK3。

如图 5.63 所示,门将要完全关闭时(接近关门到位开关 XK1),XK3 处于 On 状态、XK4 处于 Off 状态,则输入点 X6 的常闭触点接通、输入点 X7 的常开触点闭合,下列程序支路导通: X7→X6→R90→Y3 线圈,Y3 线圈得电,电梯门以指定速度 2 关门,直到关门完成。

同样,根据图 5.63 时序可知,门将要完全打开时(接近开门到位开关 XK2),XK3 处于 Off 状态、XK4 处于 On 状态,使得输入点 X6 的常开触点闭合、输入点 X7 的常闭触点闭合,下列程序支路导通: X6→X7→R90→Y3 线圈,Y3 线圈得电,电梯门以指定速度 2 开门,直到开门完成。

4) 开门、关门到位检测

图 5.70 是开门、关门到位检测程序,它是门机控制系统为电梯控制系统提供的开关门动作完成的状态信号。

如图 5.63 所示,门机系统把厅门、轿门完全打开后,磁开关 XK2 处于 On 状态,则输入点 X5 的常开触点断开,输出点 Y7 线圈失电,其常闭触点闭合,表示电梯门已完全打开。

如图 5.63 所示,门机系统把厅门、轿门关闭好以后,磁开关 XK1 处于 On 状态,则输入

点 X4 的常开触点断开,输出点 Y4 线圈失电,其常闭触点闭合,表示电梯门已关闭好。

上述两个触点提供门机开关门到位的状态信息,可接入电梯控制系统。

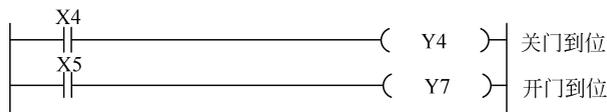


图 5.70 开、关门到位检测程序

思考题

- (1) 简述图 5.3 交流双速电梯拖动系统的工作原理。图 5.3 中的电抗起什么作用?
- (2) 相序继电器在电梯控制系统中起什么作用? 如果不用相序继电器,会出现什么问题?
- (3) 在图 5.6 中电阻 R_1 和 C_1 起什么作用?
- (4) 图 5.6 中换速传感器电路有什么特点?
- (5) 简述 5.1 节电梯是如何实现开梯和锁梯的?
- (6) 简述图 5.11 井道照明电路的工作原理。
- (7) 在图 5.8 中,PLC 是如何电梯控制开关门的?
- (8) 在图 5.8 中,安全回路起什么作用? 它对电梯控制系统的作用与上/下端站强迫换速开关、上/下端站限位开关、上/下端站极限开关有什么不同?
- (9) 简述图 5.8 中制动器抱闸的工作原理。其中电阻 ZJR 和 ZXR 各起什么作用?
- (10) 图 5.13 的程序是如何获得连续层楼信息的? 系统如果掉电,层楼信息需要保存吗? 为什么?
- (11) 5.1 节中,电梯的层楼和方向信息是如何指示的?
- (12) 简述 5.1 节轿内指令登记与消号原理。
- (13) 简述 5.1 节厅外召唤指令登记与消号原理。
- (14) 在图 5.17 中,自动选层是怎样实现的? 如何保证轿内指令优先选层?
- (15) 简述 5.1 节电梯的自动定向原理。
- (16) 举例说明 5.1 节电梯是如何实现自动换速的?
- (17) 结合图 5.3 和图 5.20,说明电梯启动加速运行的工作过程。
- (18) 结合图 5.3 和图 5.20,说明电梯换速、制动、减速、平层的工作过程。
- (19) 简述 5.1 节电梯的直驶和满载直驶的控制过程。
- (20) 简述 5.1 节电梯的司机强制换向的控制过程。
- (21) 在图 5.32 中是如何实现轿顶优先原则的?
- (22) 简述 5.2 节中电梯的层间距离测量原理。
- (23) 简述图 5.39 中层楼信息获取的原理。
- (24) 在图 5.43 中,司机直驶功能是怎样实现的?
- (25) 简述图 5.47 中电梯运行速度的控制原理。
- (26) 分析图 5.55 程序,说明蜂鸣器控制程序可实现哪几种功能?

- (27) 分析图 5.57 控制程序,说明程序可实现哪几种情况的风扇控制?
- (28) 5.2 节的电梯是怎样实现系统上电和断电的?
- (29) 交流变频门机通常有哪几种控制方式?
- (30) 在图 5.61 中,变频器起什么作用?
- (31) 图 5.63 的控制程序是如何实现电梯关门控制的?
- (32) 图 5.63 的控制程序是如何实现电梯开门控制的?