

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：PLC 与变频器在电梯控制系统中的应用设计

学生姓名：肖凯

学 号：201810300214

系 部：电梯工程学院

专 业：电梯工程技术

班 级：电梯 1181 班

指导老师：黎花叶

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、设计方案的选择.....	1
(一) PLC 控制系统与继电器控制系统的比较	1
(二) PLC 控制系统与计算机控制系统的比较	1
(三) 具体设计方案	1
二、系统硬件设计.....	2
(一) 电梯概述	2
(二) 电梯的主要参数及性能指标.....	2
(三) PLC 控制系统的组成.....	3
(四) 变频器的选择	5
(五) 电动机控制电路	6
(六) PLC 外部接线.....	7
四、系统软件设计.....	8
(一) 软件设计思路	8
(二) 程序设计流程图	9
(三) 编程元件	11
(四) 子程序部分梯形图	12
五、程序仿真与调试.....	16
六、成果.....	17
参考文献	18
致 谢.....	19

PLC 与变频器在电梯控制系统中的应用设计

[摘要]

随着科技的不断进步，电梯控制技术已经发展到了变压变频调速，PLC 控制与变频调速技术相结合已是现代电梯的一个热点。本设计通过 PLC 程序设计实现电梯的变频调速、楼层计数、开门等控制，使电梯运行更加可靠、舒适、安全、经济；通过正确合理设置安川 VS-616G 的参数，实现电机平稳操作和精确控制，改善了电梯运行的舒适感。

[关键词] 电梯 PLC 变频器 变频调速 旋转编码器

一、设计方案的选择

（一）PLC 控制系统与继电器控制系统的比较

继电器组成的顺序控制系统是最早的一种实现电梯控制的方法。但是，进入九十年代，随着科学技术的发展和计算机技术的广泛应用，人们对电梯的安全性、可靠性的要求越来越高，继电气控制的弱点就越来越明显。

可编程控制器（PLC）最早是根据顺序逻辑控制的需要而发展起来的，是专门为工业环境应用而设计的数字运算操作的电子装置。鉴于其种种优点，目前，电梯的继电器控制方式已逐渐被 PLC 控制所代替。同时，由于机电交流变频调速技术的发展，电梯的拖动方式已由原来直流调速逐渐过渡到了交流变频调速。因此，PLC 控制技术加变频调速技术已成为现代电梯行业的一个热点。

PLC 控制电梯的优点：（1）在电梯控制中采用了 PLC、用软件实现对电梯运行的自动控制，可靠性大大提高。（2）去掉了选层器及大部分继电器，控制系统结构简单，外部线路简化。（3）PLC 可实现各种复杂的控制系统，方便地增加或改变控制功能。（4）PLC 可进行故障自动检测与报警显示，提高运行安全性，并便于检修。（5）用于群控调配和管理，并提高电梯运行效率。（6）更改控制方案时不需要改动硬件接线。

（二）PLC 控制系统与计算机控制系统的比较

计算机控制系统在工业控制领域中，其主机一般采用能够在恶劣工业环境下可靠运行的工控机。工控机有通用微机应用发展而来，在硬件结构方面总线标准化程度高，品种兼容性强，软件资源丰富，能提供实时操作系统的支持，故对要求快速，实时性强，模型复杂的工业对象的控制占有优势，但是，它的使用和维护要求工作人员应具有一定的专业知识，技术水平较高，且工控机在整机水平上尚不能适应恶劣的工作环境。可编程控制器对此进行了改进，变通用为专用，有利于降低成本，缩小体积，提高可靠性等特性，更适应过程控制的要求。

（三）具体设计方案

通过以上方案的比较，本设计主要阐述可编程控制器（PLC）自动控制电梯系统的应用。由于大部分老式电梯的电控系统可靠性欠佳，用户寻求对电梯的电控系统进行改造，以节约资金。因此，对电梯控制技术进行研究，找出一条适合国产老式电梯的改造之路，并进而提高国产电梯的技术水平和质量，具有十分重要的意义。

针对老式电梯采用的继电器逻辑控制方式存在功能弱、故障多、可靠性差和工作寿

命短等缺陷，提出采用功能强、故障率低、可靠性高的可编程控制器（PLC）来控制电梯。

二、系统硬件设计

（一）电梯概述

电梯控制系统主要分为机械和电气两大部分，详细介绍电梯系统的组成和分类，为下面系统设计做准备。

电梯的基本结构主要包括以下部分：

- (1) 曳引系统
- (2) 导向系统
- (3) 门系统
- (4) 轿厢
- (5) 重量平衡系统
- (6) 电力拖动系统
- (7) 电气控制系统
- (8) 安全保护系统

（二）电梯的主要参数及性能指标

1. 主要参数

- (1) 额定载重量（kg）：制造和设计规定的电梯载重量。
- (2) 轿厢尺寸（mm）：宽×深×高。
- (3) 轿厢形式：有单或双面开门及其它特殊要求等，以及对轿顶、轿底、轿壁的处理，颜色的选择，对电风扇、电话的要求等。
- (4) 轿门形式：有栅栏门、封闭式中分门、封闭式双拆门、封闭式双拆中分门等。
- (5) 开门宽度（mm）：轿厢门和厅门完全开启的净宽度。
- (6) 开门方向：人在厅外面对厅门，门向左方向的为左开门，门向右方向开启的为右开门，两扇门分别向左右两边开启者为中开门。
- (7) 曳引方式：常用的有半绕 1：1 吊索法，轿厢的运行速度等于钢丝的运行速度。半绕 2：1 吊索法，轿厢的运行速度等于钢丝运行速度的一半。全绕 1：1 吊索法，轿厢的运行速度等于钢丝的运行速度。
- (8) 额定速度（m/s）：制造和设计所规定的电梯运行速度。

(9) 电气控制系统：包括控制方式、拖动系统的形式等。如交流电机拖动或直流电机拖动，轿内按钮控制或集选控制等。

(10) 停层站数（站）：凡在建筑物内各层楼用于出入轿厢的地点均称为站。

(11) 提升高度（mm）：由底层端站楼面至层顶端站楼面间的垂直距离。

(12) 顶层高度（mm）：由顶层端站楼面至机房楼板或隔音层楼板下最突出构件之间的垂直距离。电梯的运行速度越快，顶层高度一般越高。

(13) 底坑深度（mm）：由层底端站楼面至井道底面之间的垂直距离。一般电梯的运行速度越快，底坑越深。

(14) 井道深度（mm）：由井道底面至机房楼房或隔音层楼地板下最突出构件之间的垂直距离。

(15) 井道尺寸（mm）：宽×深。

2. 性能指标

(1) 安全性

(2) 可靠性

(3) 停站的准确性

停站准确性又称平层准确度。《电梯技术条件》对平层准确度规定见表 2-1。

表 2-1 平层准确度标准

电梯类型	额定速度（m/s）	平层准确度（m/s）
交流双速电梯	0.25 或 0.5	$\leq \pm 15$
	0.75 或 1.0	$\leq \pm 30$
交直流快速电梯	1.5—2.0	$\leq \pm 15$
交直流高速电梯	≥ 2.0	$\leq \pm 5$

(4) 振动、噪声及电磁干扰

(5) 舒适感和快速感

(6) 节能

（三）PLC 控制系统的组成

1. 硬件组成

PLC 控制系统是由硬件和软件两个部分组成。硬件是指 PLC 本身及其外围设备，软件是指管理 PLC 的系统软件，PLC 的应用程序，编程语言和编程支持工具软件。

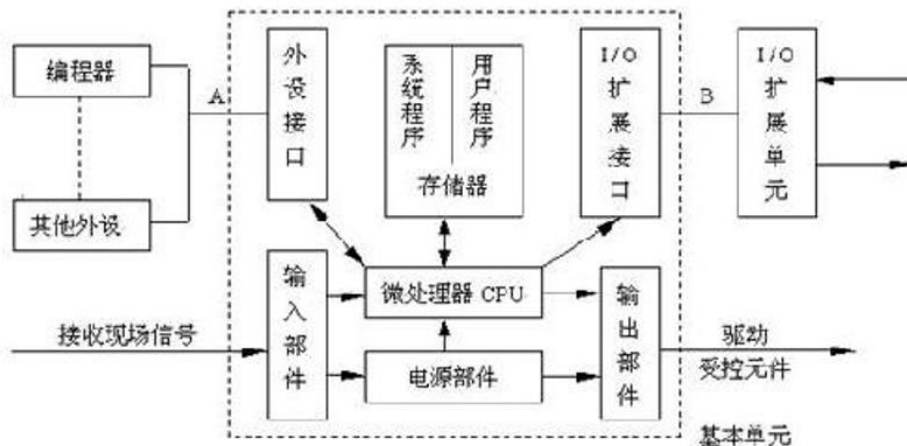


图 3-1 典型 PLC 控制系统的硬件组成图

图 3-1 为典型 PLC 控制系统的硬件组成图。PLC 控制系统的硬件是由 PLC，输入/输出（I/O）电路及外围设备等组成的。系统规模可根据实际应用的需要而定，可大可小。

2. 软件组成

PLC 控制系统的软件主要是系统软件，应用软件，编程语言及编程支持工具软件几个部分组成。

(1) PLC 系统软件与工作过程

(2) 应用软件

(3) 编程语言及编程支持工具软件

PLC 有多种编程语言：梯形图语言，助记符语言，逻辑功能图语言，布尔代数语言和某些高级语言（Basic, C 语言等）。但使用广泛的还是梯形图语言和助记符语言。现在世界上各个 PLC 生产厂家都研制了自己的 PLC 编程支持工具软件和监控组态软件。用户可以根据自己的需要利用这些软件来改善软件的开发环境，提高编程效率。

3. PLC 的输入、输出设备

输入电路是 PLC 接受开关量、模拟量等输入信号的端口，其元器件质量的优劣、接线方式及是否牢靠也是影响控制系统可靠性的重要因素。以开关量输入为例，按钮、行程开关的触点接触要保持在良好状态，接线要牢固可靠。机械限位开关是容易产生故障的元件，设计时，应尽量选用可靠性高的接近开关代替机械限位开关。此外，按钮触点的选择也影响到系统的可靠性。在设计电路时，应尽量选用可靠性高的元器件，对于模拟量输入信号来说，常用的有 4~20mA、0~20mA 直流电流信号；0~5V、0~10V 直流电压信号，电源为直流 24V。

为了防止或减少外部配线的干扰，交流输入、输出信号与直流输入、输出应分别使

用各自的电缆；对于集成电路或晶体管设备的输入、输出信号线、必须使用屏蔽电缆，屏蔽电缆在输入、输出侧悬空，而在控制侧接地。

（四）变频器的选择

随着变频器性能价格比的提高，交流变频调速已经应用到许多领域，由于变频调速的诸多优点，使得交流变频调速在电梯行业也得到广泛应用。目前有为电梯控制而设计的专用变频器早已问世，其功能较强，使用灵活，但价格相对较贵。因此，本设计没有采用专用变频器，而是选用了通用变频器通过合理的配置、设计和编程，同样可以达到专用变频器的控制效果。

本设计采用安川 VS-616G5 型全数字变频器。它具有磁通矢量控制、转差补偿、负载转矩自适应等一系列先进功能，可以最大限度地提高电机功率因数和电机效率，同时降低了电机运行损耗，特别适合电梯类负载频繁变化的场合。而且，VS-616G5 变频器的启动、制动具有可任意调节的 S 曲线和零频仍可输出 150%力矩的特点，配以高精度的旋转编码器，控制精度可达 0.01~0.02%，使得电梯运行舒适感好，零速抱闸，平层精度高。无须配专用电机，可自学习所配电机的各个参数，精确控制任何品牌的电机。采用高性能 IGBT，载波频率 20KHZ，从而使变频器输出一个不失真的正弦流波形，使电机始终运行于静噪音状态。

这种变频器不仅考虑了 V/f 控制，而且还实现了矢量控制，通过其本身的自动调谐功能与无速度传感器电流矢量控制，很容易得到高起动转矩与较高的调速围。VS616G5 型变频器标准规格见表 3-2。

表 3-2 VS616G5 型变频器标准规格

220 V 级	输出特性	最大输出电压	3 相, 200/208/220/230V (对应于输入电压)
		额定输出频率	最大 400Hz
		额定输入电压和频率	3 相, 200/208/220V 50Hz 200/208/220/230V 60Hz
	电源	允许电压波动	+10%, -15%
允许频率波动		±5%	
400	输出特性	最大输出电压	3 相, 380/400/415/440/460V (对应输入电压)
		额定输出频率	最大 400Hz

V 级		额定输入电压和频率	3 相, 380/400/415/440/460V 50-60Hz
	电源	允许电压波动	+10%, -15%
		允许频率波动	±5%
控制特性	控制方式		正弦波 PWM (V/f 控制、带 PG 反馈 V/F 控制、开、闭环矢量控制 4 种控制方式任选性)
	启动力矩		150%/1Hz (带 PG, 150r/min)
	速度控制范围		1:100 (带 PG, 1:1000)
	速度控制精度		±0.2% (带 PG, ±0.02%)
	速度响应		5Hz (带 PG, 30Hz)
	力矩限制		可采用 (参数设定: 4 级可变)
	力矩精度		±5%
	力矩响应		20Hz (带 PG, 40Hz)
	频率控制范围		0.1~400Hz
	频率控制精度		数字指令: 0.01% (-10 °C~+40 °C)
			模拟指令: 0.1% (250°C~±10 °C)

(五) 电动机控制电路

根据设计要求, 本次设计的电气控制系统主回路原理图如图 3-2 所示。图中 M1, M2 为曳引电机和门电机, 交流接触器 KM1~KM4 通过控制两台电动机的运行来控制轿厢和厅门, 从而进行对电梯的控制。FR1, FR2 为起过载保护作用的热继电器, 用于电梯运行过载时断开主电路。FU1 为熔断器, 起过电流保护作用。

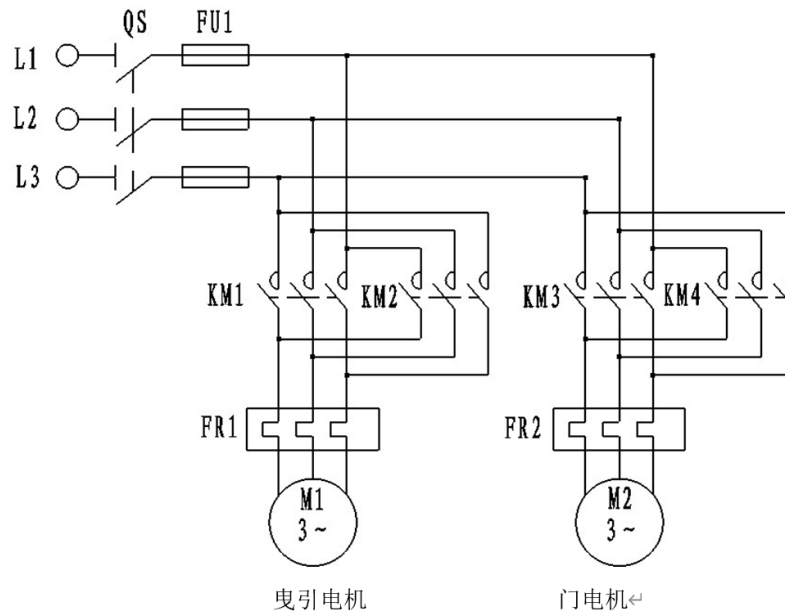


图 3-2 电动机控制电路图

(六) PLC 外部接线

PLC 外部接线图见下图 3-3，其中包含主控制器 CPU224CN 及扩展模块 EM223。接线图分为 DC 输入端和 DC 输出端。输入端 DC24V 的负极接公共端 1M 和 2M。输入开关的一端接到 DC24V 的正极，输入开关的另一端连接到 CPU224 或 ME223 输入端。输出端 DC24V 的正极接 L+端。输出负载的一端接到 DC24V 的负极，输入开关的另一端连接到 CPU224 或 EM223 输出端。

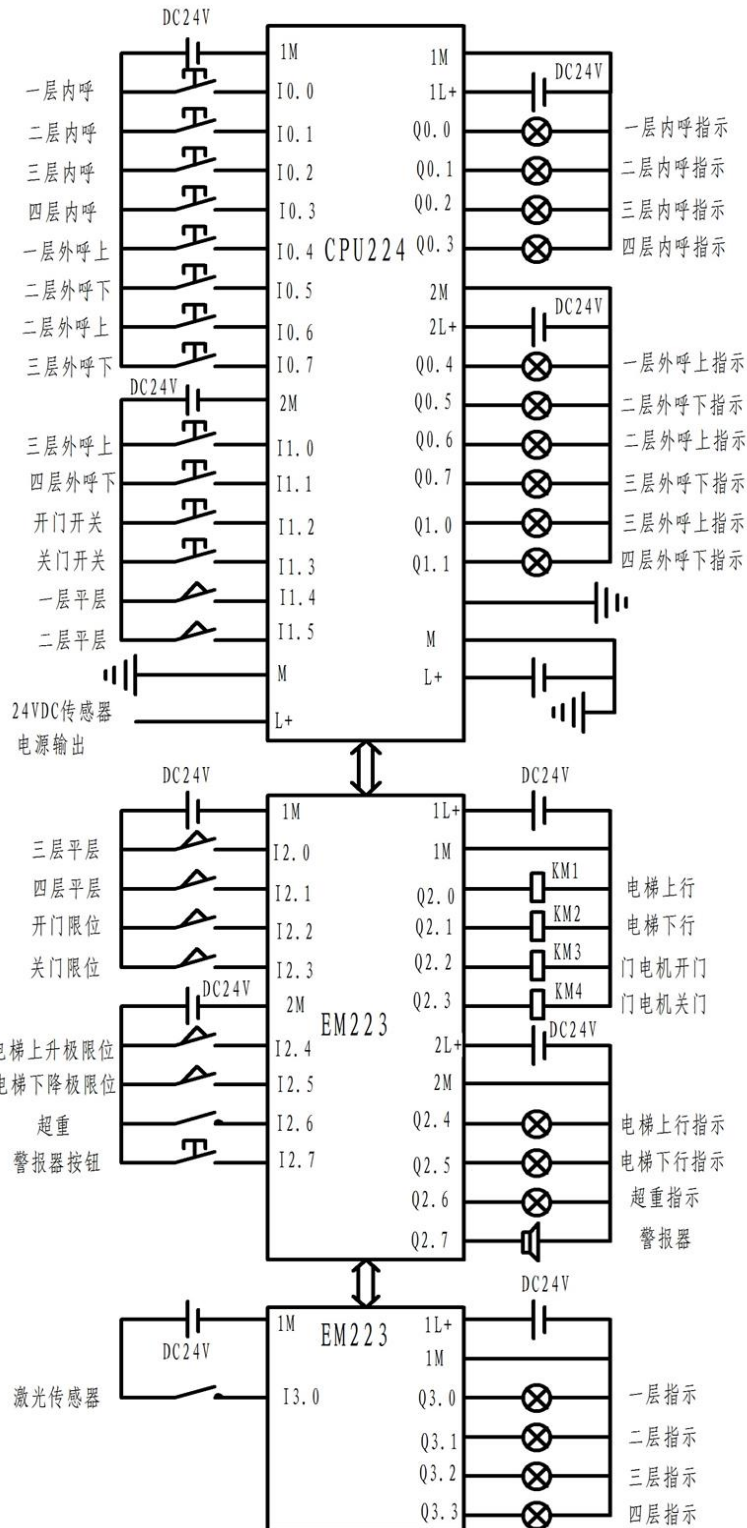


图 3-3 PLC 外部接线图

四、系统软件设计

(一) 软件设计思路

软件系统设计的大致思路是：根据四层电梯控制的功能和要求以及输入/输出点的地址分配，先画出控制程序流程图，然后根据流程图来设计 PLC 控制梯形图。

电梯由安装在各楼层厅门口的上升和下降呼叫按钮进行呼叫操纵，其操纵内容为电梯运行方向。电梯轿箱内设有楼层内选按钮 S1~S4，用以选择需停靠的楼层。L1 为一层指示、L2 为二层指示、L3 为三层指示、L4 为四层指示，SQ1~SQ4 为到位行程开关。具体如下：

(1) 开始时，电梯处于任意一层。

(2) 当有外呼梯信号时，电梯响应该呼梯信号，到达该楼层时，电梯停止运行，电梯门打开，延时 3S 后自动关门。

(3) 当有内呼梯信号时，电梯响应该呼梯信号，到达该楼层时，电梯停止运行，电梯门打开，延时 3S 后自动关门。

(4) 在电梯运行过程中，电梯上升（或下降）途中，任何反方向下降（或上升）的外呼梯信号均不响应，但如果反向外呼梯信号前方向无其它内、外呼梯信号时，则电梯响应该外号。

(5) 电梯应具有最远反向外梯响应功能。

(6) 电梯未平层或运行时，开门按钮和关门按钮均不起作用。平层且电梯停止运行后，按开门按钮电梯门打开，按关门按钮电梯门关闭。

（二）程序设计流程图

本次设计根据四层电梯控制的功能和要求以及输入/输出点的地址分配表，来设计 PLC 控制程序流程图如图 4-1 所示。

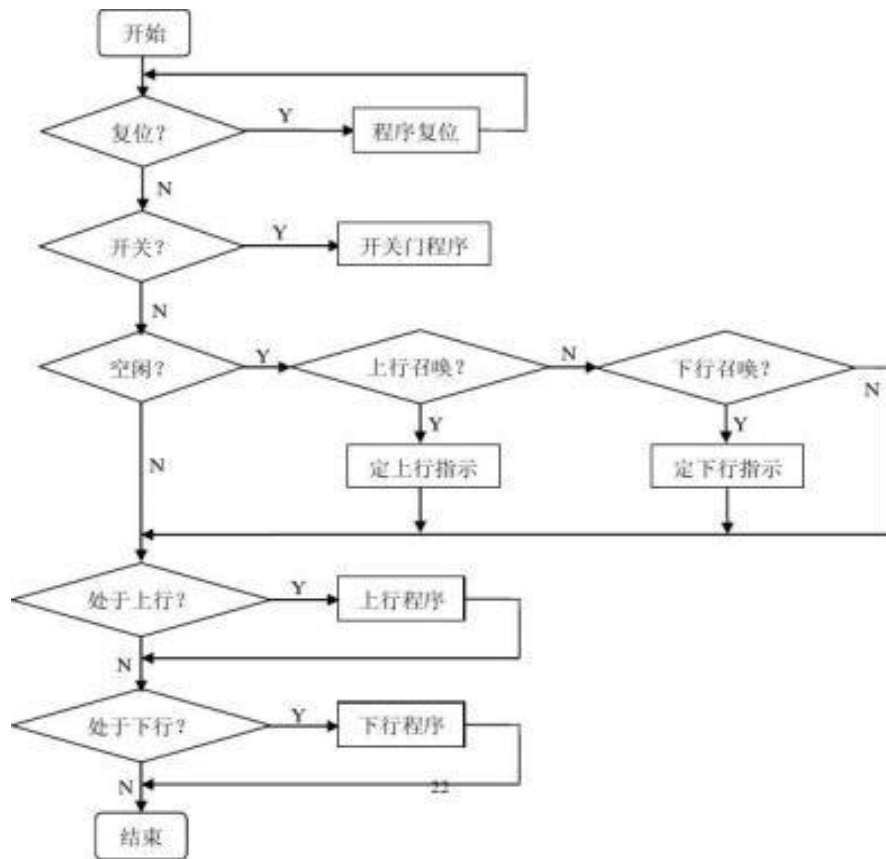


图 4-1 程序设计流程图

1. 电梯响应流程

任何反方向下降（或上升）的外呼梯信号均不响应，但如果反向外呼梯信号前方向无其它内、外呼梯信号时，则电梯响应该外号。

电梯应具有最远反向外梯响应功能。电梯响应流程图如图 4-2 所示。

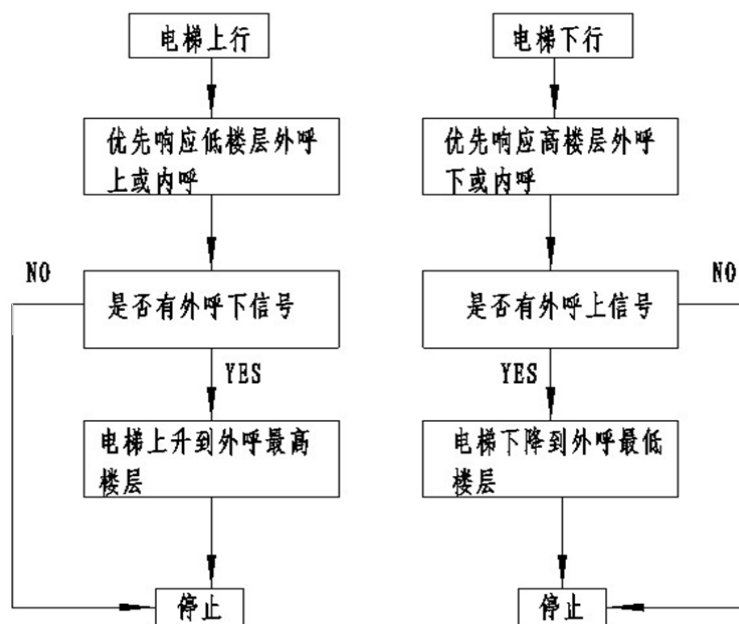


图 4-2 电梯响应流程图

2. 电梯开关门

当电梯到达系统控制的目标楼层时，控制系统发出开门信号，电梯门开，当门开到开门限位时，计时 3 秒钟，然后关门，直到关门限位产生信号。此过程期间，按开门按钮电梯门打开，按关门按钮电梯门关闭，并且当门关闭动作时，门间来人会使用光电传感器产生信号，控制系统发出开门信号，电梯开关门流程图见图 4-3。

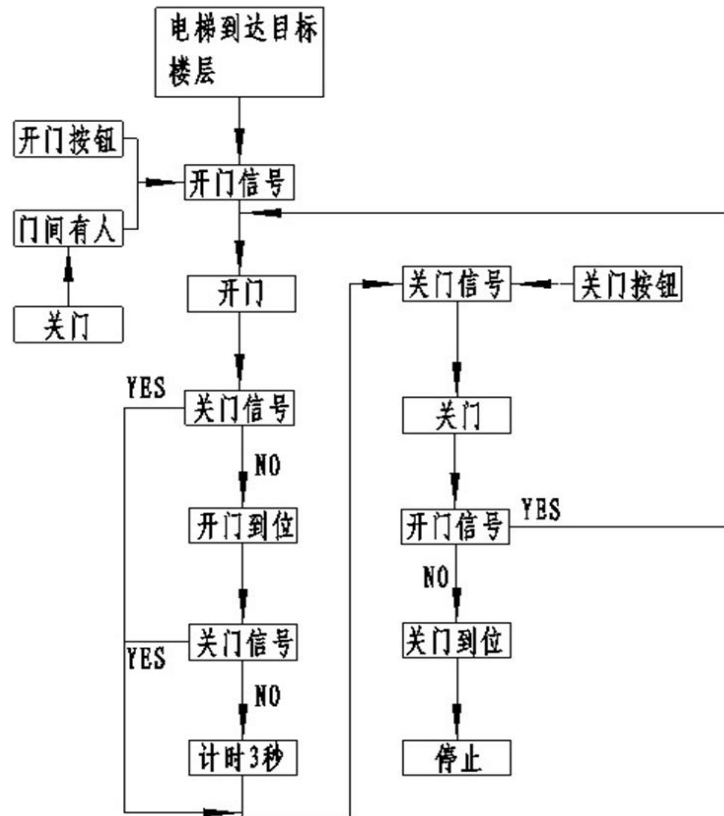


图 4-3 电梯开关门流程图

(三) 编程元件

根据电梯控制的要求，为能实现电梯各种功能，构思 PLC 控制的程序，能用到的编程元件。编程元件见下表 4-1。

表 4-1 编程元件明细表

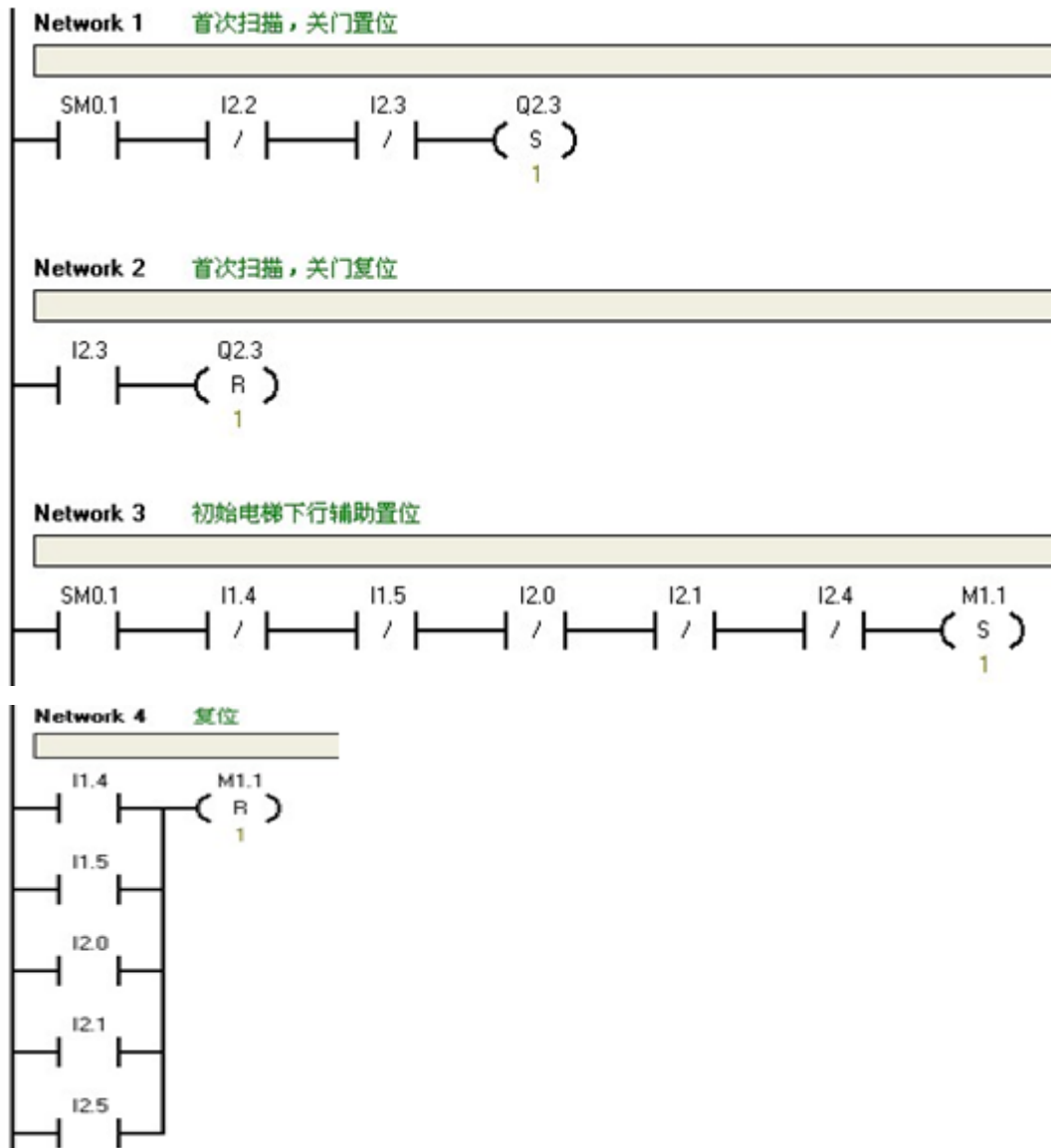
PLC 编程元件明细表																							
输入继电器 I	I0.0	I0.1	I0.2	I0.3	I0.4	I0.5	I0.6	I0.7	I1.0	I1.1	I1.2	I1.3	I1.4	I1.5	I2.0	I2.1	I2.2	I2.3	I2.4	I2.5	I2.6	I2.7	I3.0
输出继电器 Q	Q0.0	Q0.1	Q0.2	Q0.3	Q0.4	Q0.5	Q0.6	Q0.7	Q1.0	Q1.1	Q2.0	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q2.5	Q2.6	Q2.7	Q3.0	Q.31	Q3.2	Q3.3	

位存储器 M	M1.1 M0.0 M0.1 M0.2 M0.3 M0.4 M0.5 M3.3 M2.0 M2.1 M2.2
计时器 T	T33 (设定值 1000) T34(设定值 300)
特殊位存储器	SM0.0

(四) 子程序部分梯形图

1. 电梯初始控制

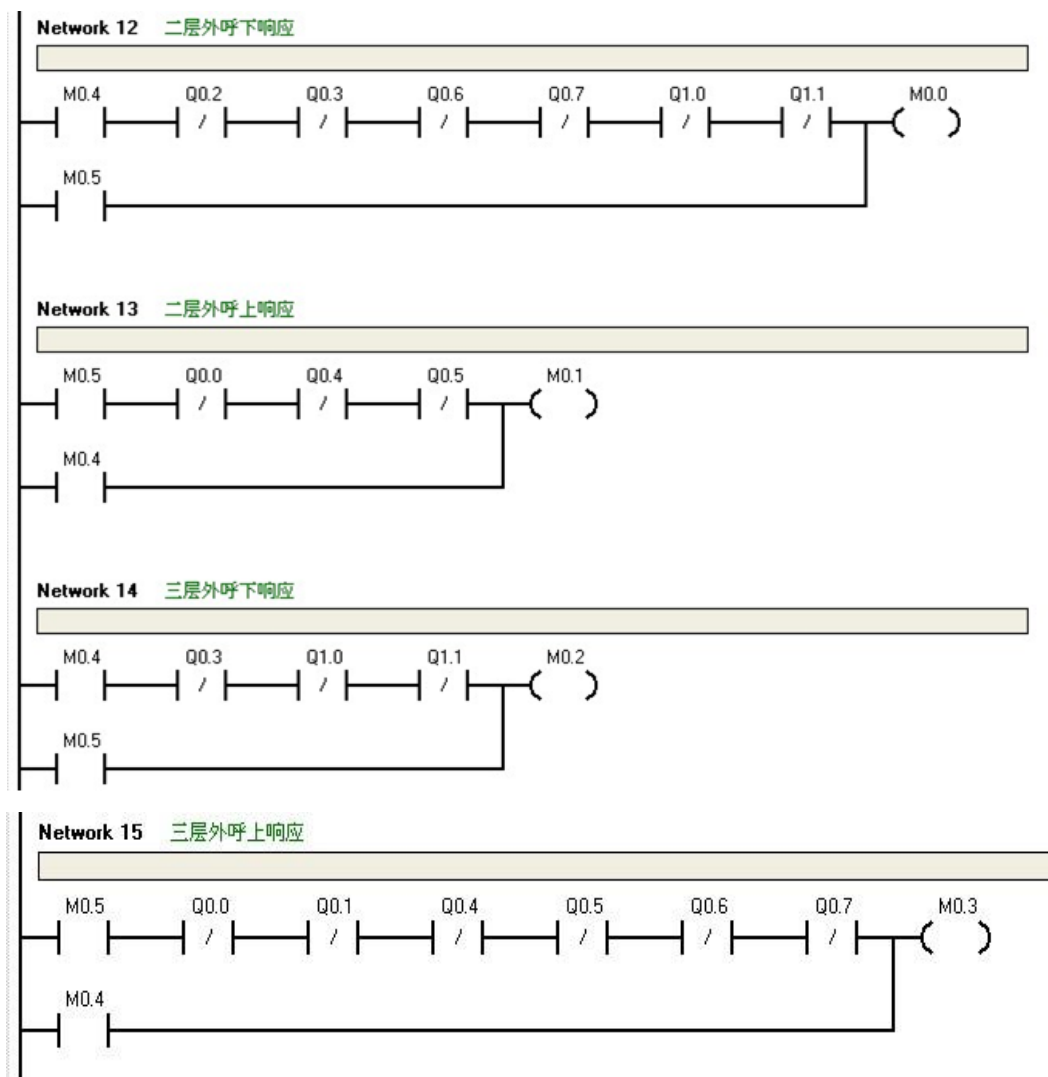
由于断电或故障等原因，会使 PLC 停止运行。当 PLC 重新运行时，假如电梯门未完全打开或关闭时，Q2.3 置位有信号，产生关门动作，直到电梯门完全关闭，Q2.3 复位。当电梯未在任意平层时，利用辅助继电器 M1.1, 电梯会下降，直到电梯碰触行程开关后停止。



2. 电梯选层定向辅助

在电梯运行过程中，电梯上升（或下降）途中，任何反方向下降（或上升）的外呼梯信号均不响应，但如果反向外呼梯信号前方向无其它内、外呼梯信号时，则电梯响应该外号。

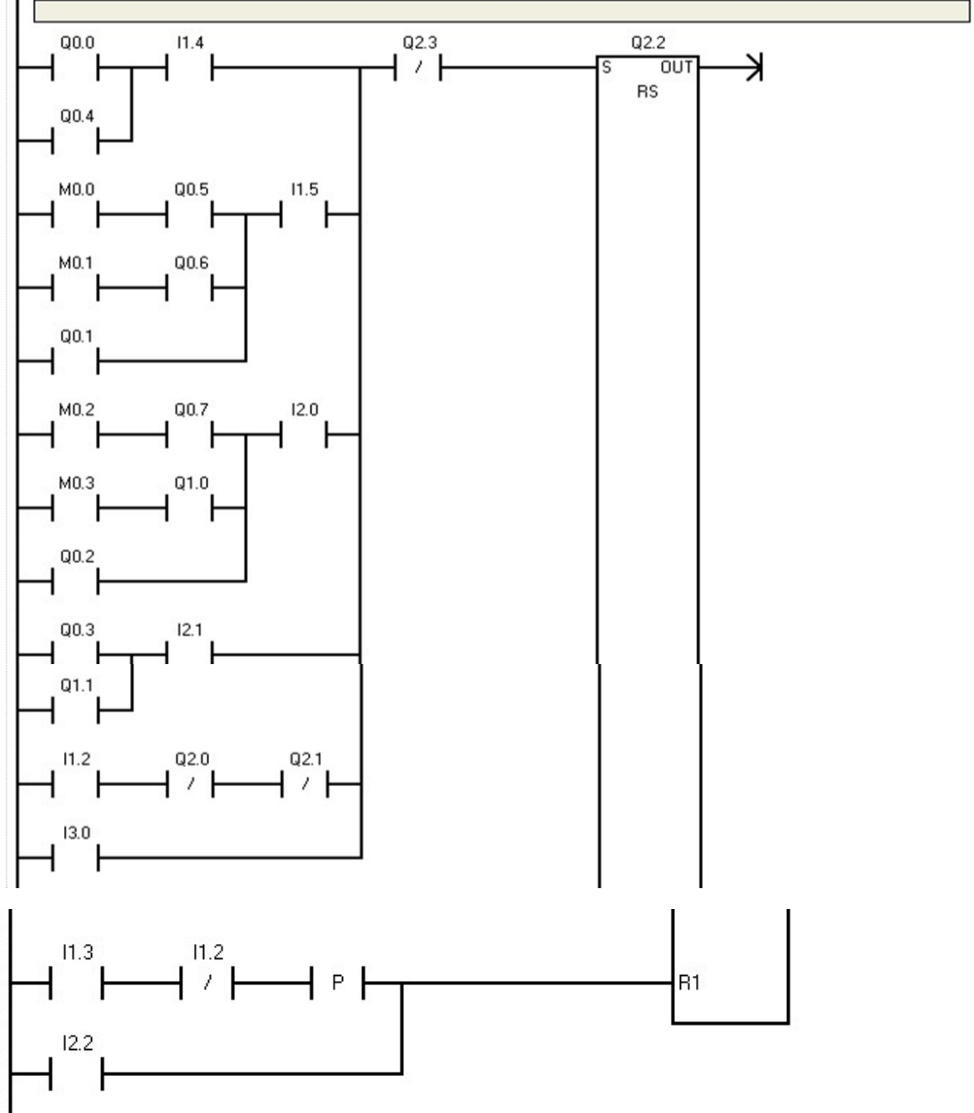
电梯应具有最远反向外梯响应功能。例如：电梯在一楼，而同时有二层向下外呼梯，三层向下外呼梯，四层向下外呼梯，则电梯先去四楼响应四层向下外呼梯信号。

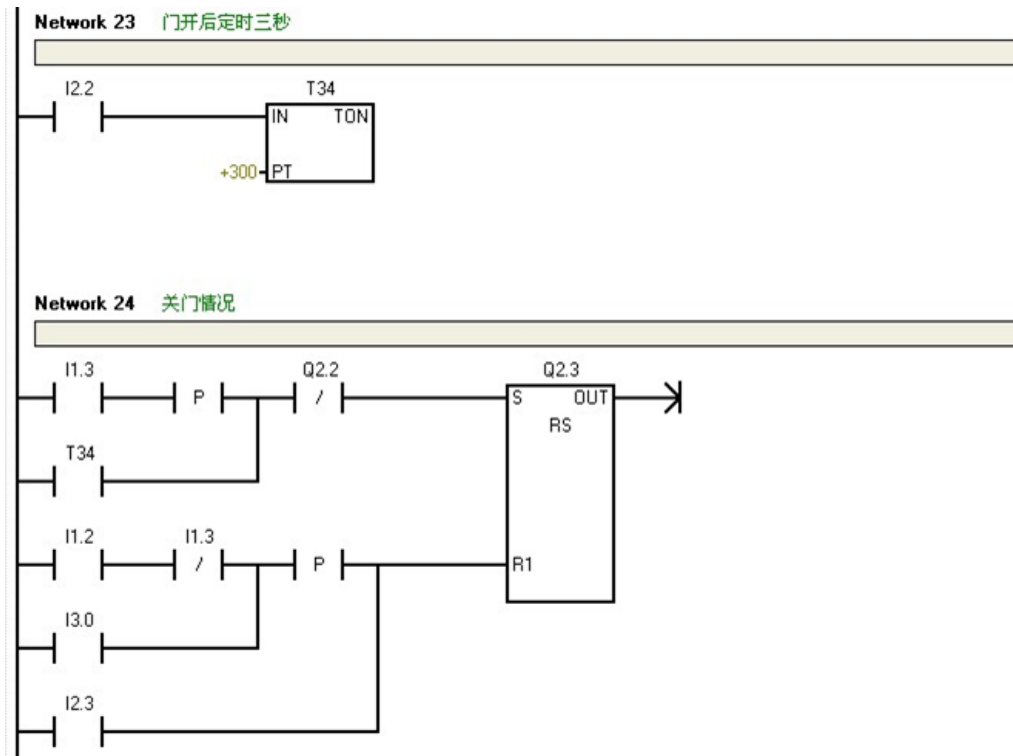


3. 电梯开关门

当电梯达目标楼层时，电梯门打开。以2层外呼下为例，当按下2层外呼下指示灯亮时（Q0.5），并且外呼作得到响应（M0.0），即M0.0有信号，当电梯运行至2楼平层时（I1.5），电梯门打开（Q2.2）。电梯开门到位后，计时3秒（T34），电梯门关闭（Q2.3）。电梯未平层或运行时，开门按钮和关门按钮均不起作用。平层且电梯停止运行后，按开门按钮电梯门打开，按关门电梯门关闭。此外当门关闭时，若门间来人，光电传感器会产生信号，控制电梯门打开。

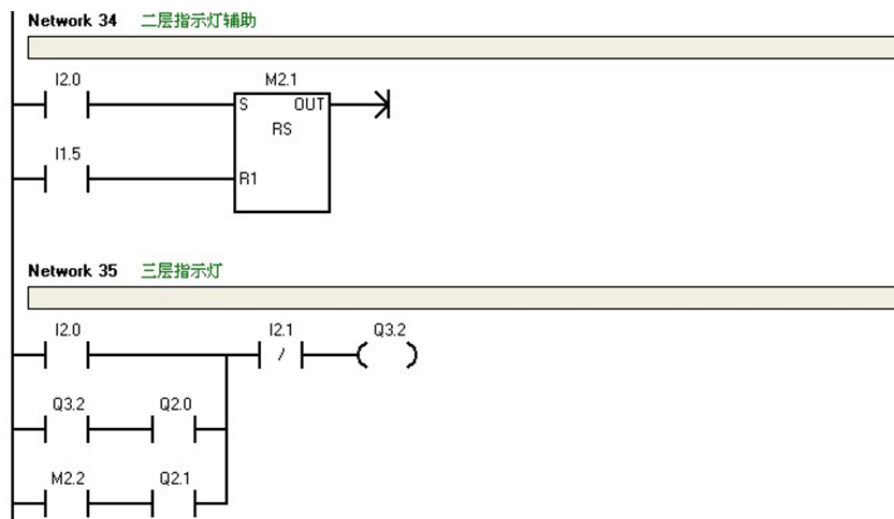
Network 22 开门情况

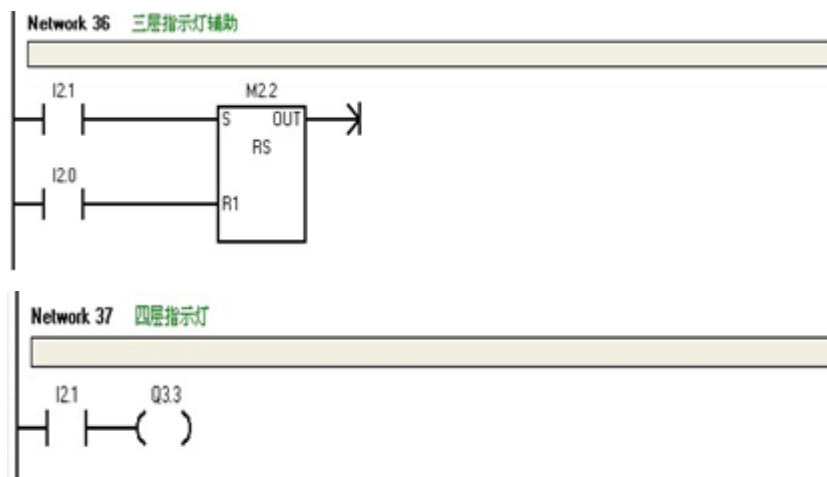




4. 电梯指层控制

电梯楼层位置由行程开关控制。以2层指示灯为例：若电梯在2楼平层时(I1.5)，2层指示灯亮(Q3.1)，当电梯向上运行(Q2.0)，指示灯依然亮着，直到电梯到达3层平层位置(I2.0)；若电梯在3楼层时，3层指示灯亮(Q3.2)，辅助继电器M2.1置位，电梯下行时(Q2.1)，3层指示灯灭，2层指示灯亮，当电梯到达2楼平层时，M2.1复位。





五、程序仿真与调试

编好的程序用 S7-200 仿真软件进行了仿真，步骤如下：

第一步，把程序导出保存为“四层电梯控制系统.awl”文件。

第二步，打开仿真软件，选择 CPU224 及扩展模块 EM223。

第三步，装载“四层电梯控制系统.awl”文件。

第四步，监控梯形图，运行 PLC。

第五步，点击输入点，使相应输入点闭合，查看梯形图输出情况，如图 5-1 所示。

第六步，根据仿真情况对程序进行相应的修改和调试。

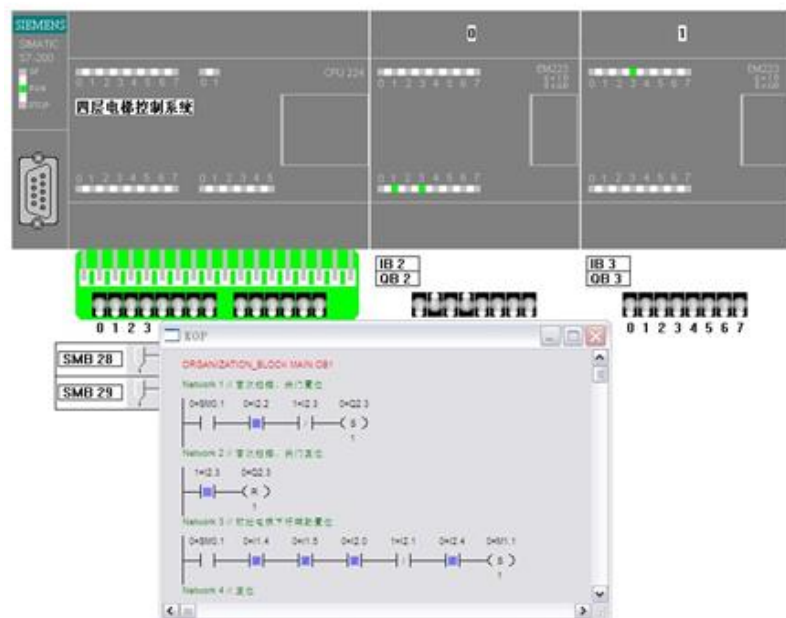


图 5-1 PLC 仿真图

六、成果

本设计利用 S7-200 可编程控制器实现对电梯的控制。通过 I/O 口的估算，合理的选择 PLC 的型号。根据电梯的控制要求，合理的分配 I/O 口，绘制流程图，编写电梯控制程序，并通过软件对程序进行仿真调试，使电梯实现了轿内与各层呼梯指令的记录、电梯运行方向和选层的控制，电梯上下行和自动开关门、电梯的指层控制等功能，达到了预定的设计目的。

这次设计也存在一定的不足。由于时间的仓促、设备条件和专业知识的限制，只能模拟电梯控制，用软件进行仿真，未能对相关的元器件进行选型和制作电梯模型。另外，肯定存在尚未发现的缺点和错误，恳请多予指正。面对问题，才有可能解决问题。不足和遗憾不会给我打击，只会更好的鞭策我前行，今后我更会关注新技术、新设备、新工艺的出现，并争取尽快的掌握这些先进的知识，更好的为社会做出应有的贡献，为祖国建设做出贡献。

参考文献

- [1] 孙立新, 王彦涛. 对电梯分类的探讨. *China Elevator*, 2018:10-25.
- [2] 张汉达, 王锡仲, 朱学莉编著. 现代电梯控制技术. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社发行, 2019. 10(4):25-47.
- [3] 芮静康. 电梯电气控制技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018:11-23.
- [4] 冯圣华. 浅论电梯电气控制发展. *科技资讯*, 2020:15-18.
- [5] 顾战松, 陈铁年编著. 可编程控制器原理与应用. [M] 北京: 国防工业出版社, 2019:18-35.
- [6] 肖军, 孟令军编著. 可编程序控制器原理及应用. 北京: 清华大学出版社, 2017, (6):20-42.
- [7] 西门子公司. SIMATIC S7-200 可编程控制器系统手册.
- [8] 常晓玲. 电气控制系统与可编程控制器. 北京: 机械工业出版社 2019, (1). 57-63.
- [9] 李华. 可编程控制器 (PLC) 在电梯设计中的重要作用. *科技与经济*, 2016.
- [10] 黄桂梅, 刘永立. PLC 电梯控制系统的设计与实践. *制造业自动化*, 2017:32-37.
- [11] 滕慧绒. PLC 在电梯控制系统中的应用. *太原城市职业技术学院学报*, 2018:25-28.

致 谢

通过本次设计我对自已所学基础理论、专业知识和基本技能进行了综合的检验。我的分析与解决实际问题能力得到提升，在指导老师黎花叶老师的悉心指导下完成毕业设计，黎老师严谨求实的治学态度、正直坦荡的为人风范是我受益匪浅。谨此向黎老师致以崇高的敬意和衷心的感谢！

在此设计完成之际，谨向我敬爱的老师表示最诚挚的敬意。也由衷地感谢电梯 1181 班各位同学为我提供的无私帮助，你们孜孜不倦的学习精神永远是我学习的榜样。同时，也向电梯工程学院所有帮助支持过我的老师、同学和朋友致以衷心的感谢。