

# 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：基于 PLC 立体车库控制系统的设计

学生姓名：杨庆熊

学 号：201810300243

系 部：电梯工程学院

专 业：电梯工程技术

班 级：电梯 1182 班

指导老师：黎花叶

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

一、绪论 .....	1
(一) 设计目的及意义 .....	1
(二) 发展前景 .....	1
(三) 设计内容 .....	1
二、方案设计 .....	2
(一) 立体车库设计的基本步骤 .....	2
(二) 升降横移式立体车库的工作原理.....	2
(三) 升降横移式立体车库的基本结构.....	3
三、立体车库电气控制系统设计 .....	3
(二) 重要电气元件的选型 .....	4
(三) 主电路电气连线设计 .....	6
(四) 控制回路电气连线设计 .....	8
四、立体车库软件设计 .....	9
(一) PLC 程序设计原则与流程.....	9
(二) PLC 程序的 I/O 分配.....	10
五、组态仿真设计 .....	12
(一) STEP7 与 WinCC flexible 的连接.....	12
(二) 建立组态画面 .....	12
(三) 组态仿真运行 .....	13
六、成果 .....	13
参考文献 .....	15
致 谢 .....	16

# 基于 PLC 立体车库控制系统的设计

## [摘要]

本文以典型的升降横移式的四层三区立体车库为目标，整体介绍了本次设计所涉及的结构以及工作原理，选择了 PLC 为控制方式的系统，并对此控制方式进行了介绍，选用 S7-200 系列 PLC，并根据原理建立了系统控制的流程图，完成系统整体设计，并通过组态仿真设计，该立体车库控制系统具有安全稳定、方便快捷等优点。

[关键词] 立体车库 PLC 变频器 人机界面

# 一、绪论

## （一）设计目的及意义

随着城镇化步伐的加快，以及人们生活水平的提高，城市人口不断集中，家庭汽车数量日益增多，市区停车已经成为当今社会的难题，特别在老城区中心地带，地下车库相对较少，原有布局的单层平面停车场已远远不能满足停车的需求。为此，必须对原平面停车场进行改造或者新建自动化控制的升降横移式立体车库。立体车库集机械结构、自动化控制及传感器检测技术等于一体，采用多层多区结构存放，具有构架简单、投资少、面积利用率高、操作方便、停车速度快、运行稳定、安全可靠等优点，立体车库逐渐成为今后城市停车的主导工程项目。SIEMENS 公司的 S7-300 PLC 跟以往的可编程控制器相比，具有运算速率更快，可使用通讯口更多，可控制 X、Y、Z 三轴，扩展点数多等特点，非常适用于立体车库的控制。本文从自动化控制的角度出发，研究基于三菱 FX3U 的立体车库模型的控制系统，包括对软硬件进行设计，实现快速停放车和取车的功能。

本次设计主要介绍立体车库 PLC 控制的设计，所有产品的设计都要讲究其在各个场合下运作是否简化及稳定。此系统的设计既满足了立体车库的基本要求，还可以保证立体车库的稳定性。研究本设计意味着减少经济损耗，提高效益。因此是一个比较实用且经济的产品。

## （二）发展前景

机械车库与地下车库相比可更加有效地保证人身和车辆的安全，人在车库内或车不停准位置，由电子控制的整个设备便不会运转。应该说，机械车库从管理上可以做到彻底的人车分流。在地下车库中采用机械存车，还可以免除采暖通风设施，因此，运行中的耗电量比工人管理的地下车库低得多。机械车库一般不做成套系统，而是以单台集装而成。这样可以充分发挥其用地少、可化整为零的优势，在住宅区的每个组团中或每栋楼下都可以随机设立机械停车楼。这对眼下车库短缺的小区解决停车难的问题提供了方便条件。当以往的路边、人行道上停车、地下或地面停车场均解决不了上述问题时，采用机械式立体停车设备是一个非常有效的措施。机械式立体停车设备又名立体车库，它占地空间小，并且可最大限度地利用空间，安全方便，立体车库的设计目的：是解决城市用地紧张，缓解停车难的一个有效手段。可以预见立体车库具有非常广阔的市场前景。

## （三）设计内容

主要内容是基于 SIEMENS 公司的 S7-300 PLC 的立体车库控制系统的设计，升降横移

类机械停车库利用托盘移位产生垂直通道,实现高层车位升降存取车辆。其车位结构为 2 维矩阵形式,可设计为多层和多列。由于受收链装置及进出车时间的限制,一般为 2~4 层(国家规定最高为 4 层),2 层、3 层者居多,现以典型的地上 4×3 升降横移式为例,说明停车库的运行原理。

立体车库结构特点是:底层只能平移,顶层只能升降。除顶层外,底层都必须预留一个空车位,供进出车升降之用。当底层车位进出车时,无需移动其他托盘就可直接进出车;顶层进出车时,先要判断其对应的下方位置是否为空,不为空时要进行相应的平移处理,直到下方为空才可进行下降动作,进出车完成后再上升回到原位置。其运动的总原则是:升降复位,平移不复位。

## 二、方案设计

### (一) 立体车库设计的基本步骤

目前,立体车库主要有以下几种形式:升降横移式、巷道堆垛式、垂直提升式、垂直循环式、箱型水平循环式、圆形水平循环式等。在对国内外各种同类产品进行分析的基础上,再结合造价、技术难度以及用户需求等各个方面的因素,可以发现升降横移式立体车库形式比较多,规模可大可小,而且对场地的适应性较强,同时采用这类设备的车库十分普遍。因此,最终确定设计对象为升降横移式立体车库。立体车库系统设计的主要步骤如图 2-1 所示。

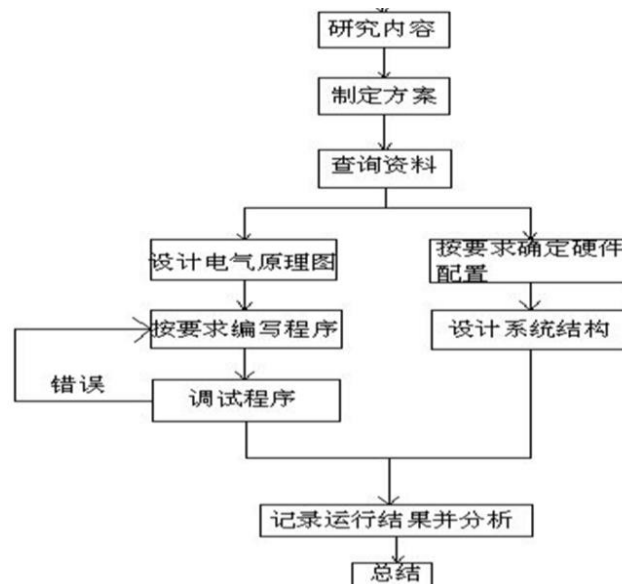


图 2-1 立体车库系统设计步骤流程

### (二) 升降横移式立体车库的工作原理

在立体车库当中,每一个轿厢上都有一块载车板,存取车辆的时候通过载车板来进行

升降以及横移运动到达地面，驾驶员将车开入或开出车库，最终完成车辆的存取操作。如果车辆停在车库靠经地面的那一层，则车辆只需直接开入或开出，而不需要进行升降就能完成停车动作，车库中其余层中的车位须要下层的车位经过动作有空位后，载车板才能到达车库的地面层，然后进行存取车。

### （三）升降横移式立体车库的基本结构

如图 2-2 所示为升降横移类停车设备的主要组成。升降式横移类的停车设备主要有下面的五大部分。

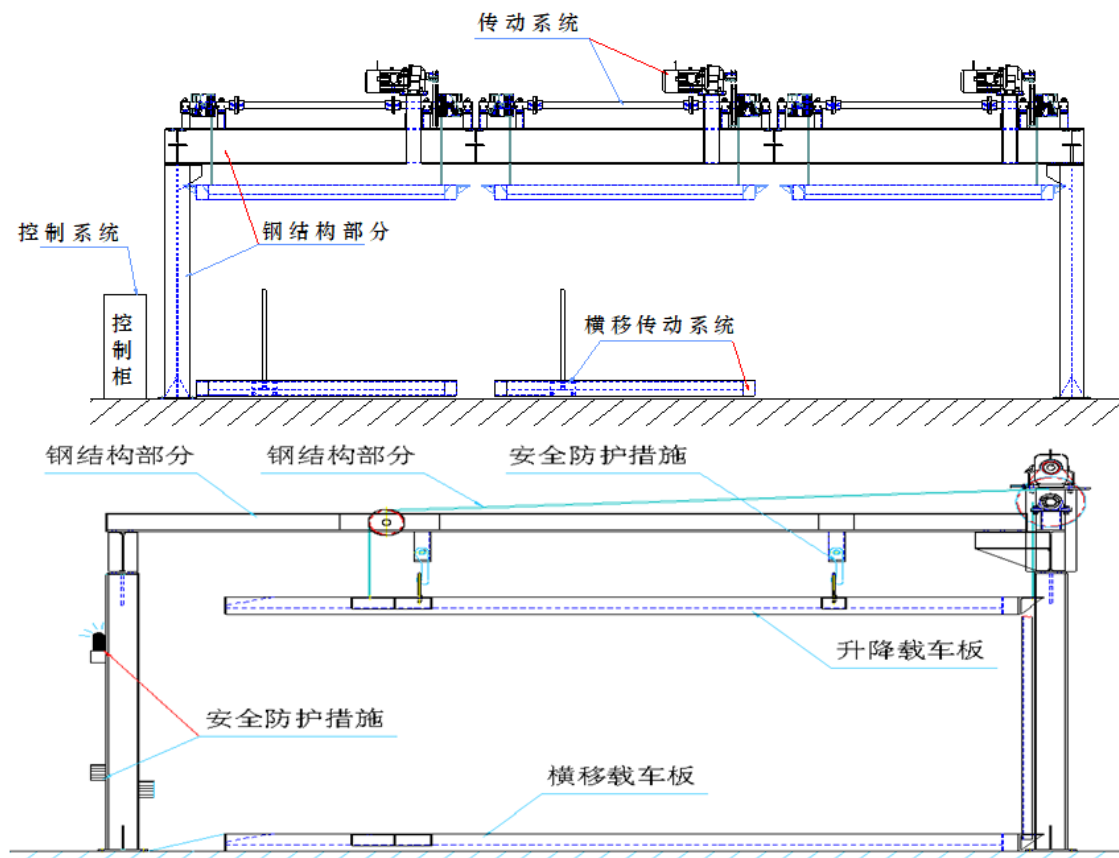


图 2-2 升降横移类停车设备的主要组成

## 三、立体车库电气控制系统设计

### （一）系统整体设计

车库的管理和监控在 PLC 控制下统一进行，传动装置驱动载车板纵移横移以此来进行车辆存放过程。通过 PLC 的控制来调节立体车库中的车位的状态。立体车库的控制系统有两套系统分别是：（1）弱电系统，包括信号的采集、输出与报警。接触器的接通和关断是由 PLC 输出信号控制接触器线圈决定的。（2）强电系统，包括电机控制线路、到位限位、形成限位等。车库的车位检测装置可以自动检测车位位置，当发生意外情况时，可按

下控制面板上的急停按钮。

本次立体车库设计中的控制原理为：使用者可以利用控制界面来将所需指令输送至控制系统当中，通过分析之后，将可以应用的指令用来进行执行操作，实现立体车库中的总体操控，车库系统控制原理框图如图 3-1 所示，PLC 硬件系统结构框图如图 3-2 所示。

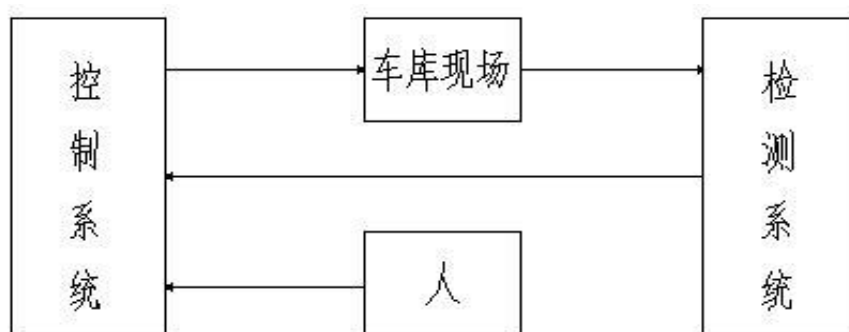


图 3-1 车库系统控制原理框图

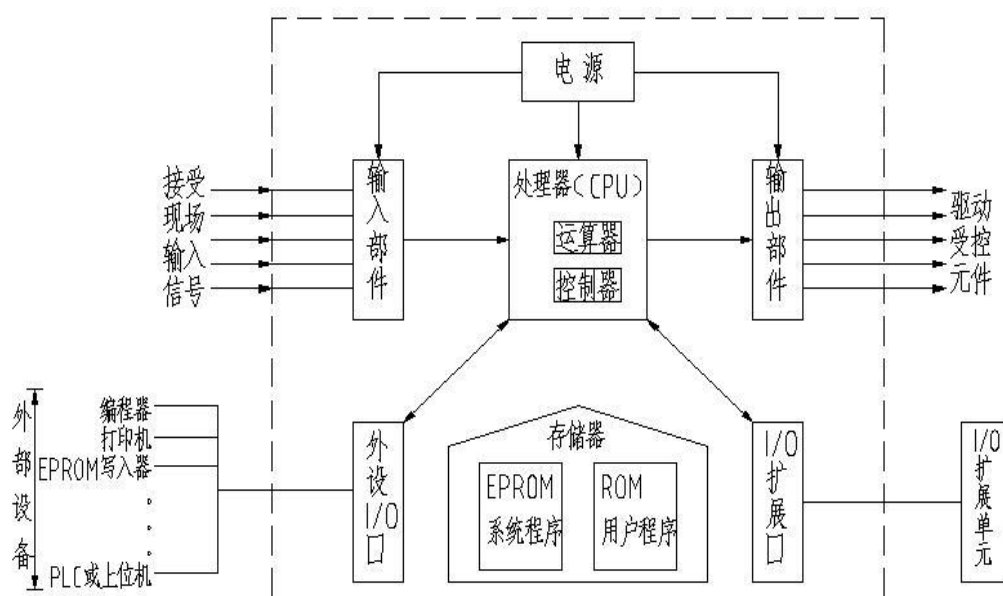


图 3-2 PLC 硬件系统结构框图

## (二) 重要电气元件的选型

### 1. PLC 的选型

#### (1) CPU 315

CPU315 运行速度快功能全，而且扩展能力强，当控制任务增加时可以自由扩展，完全能满足本设计中的立体车库系统控制要求。

#### (2) 数字量输入模块 SM321

在工作中将车库运行时发出的数字信号转变成 PLC 识别的内部信号。在车库设备中的输入元件，只需要使用开关触点。本次设计中涉及 21 个输入点，所以选择带有 32 点输入

接口的 SM321。

### (3) 数字量输出模块 SM322

具有将 PLC 的输出信号传递于使用者输出设备的作用，使 PLC 内部的低电平信号改变成外部所需要的电平输出信号。本次设计中，数字量输出驱动的主要是指示灯和电动机共涉及 15 个输出点，同时考虑到安全性等特性，故选用 16 点继电器输出可直接驱动接触器 220V 的数字量输出模块 SM322。

### (4) 电源模块 PS 307 10A

从实际情况来看，电源模块的输出电流跟输出功率的额定数值必须要足够大，即大于所有模块的总和。而且还需要百分之三十左右的余量。专用电源需要将交流电转换为直流电进行使用。

综合考虑以上各点，本次设计选用电源模块 PS 307 10A。输出电压 24VDC，具有防短路和开路保护。

## 2. 电动机的选型

### (1) 横移电机 PL22-200-30-50S3B

如图 3-3 所示，该电机的输出功率为 0.2KW，速比 1:60。选择该型号的电机足够满足工作要求。



图 3-3 横移电机

### (2) 升降电机 PL40-2200-60S3B

所选升降电机的输出功率为 2.2KW，速比 1:60，附刹车。如图 3-4 所示，该电机具有节能环保，安装维护简单，输出能效高，经久耐用等优点。





图 3-4 升降电机

### 3. 行程开关的选型

(1) 行程开关(横移)SZL-VL-S-J 金属滚轮调杆，可如图 3-5 所示。



图 3-5 行程开关

(2) 行程开关(升降)SZL-VL-S-C 可调金属棒，如图 3-6 所示。



图 3-6 车板横移限位开关

此类开关耐用型好，强度高，可以应用在多种场合，而且安装较为方便。

### (三) 主电路电气连线设计

PLC 接线设计：立体车库的控制系统主要控制电机，能够在不同环境中进行不同方向的运转。控制系统是把各种辅助装置作为控制对象。例如，应用光电开关，是为了判断车

位的停车情况。使用大量的行程开关，是为了使载车板在运行过程中能够准确的停放在预先设定的位置。车库中装设有烟温传感器等装置用来保证车库的安全。

### 1. 系统变量分配表

表 3.1 系统变量分配表

序号↵	名称↵	符号↵	地址↵
1↵	急停按钮↵	SB1↵	I 0.0↵
2↵	启动按钮↵	SB2↵	I 0.1↵
3↵	停止按钮↵	SB3↵	I 0.2↵
4↵	清除键↵	SB4↵	I 0.4↵
5↵	车位按键↵	SB201-SB303↵	I2.3-I2.7↵
6↵	限位开关↵	SQ01-SQ12↵	I 0.5-I 2.0↵
7↵	电动机↵	M1-M9↵	Q 4.0-Q 5.0↵
8↵	运行指示灯↵	HL1↵	Q 5.3↵
9↵	报警指示灯↵	HL2↵	Q 5.4↵

### 2. 系统主电路原理图

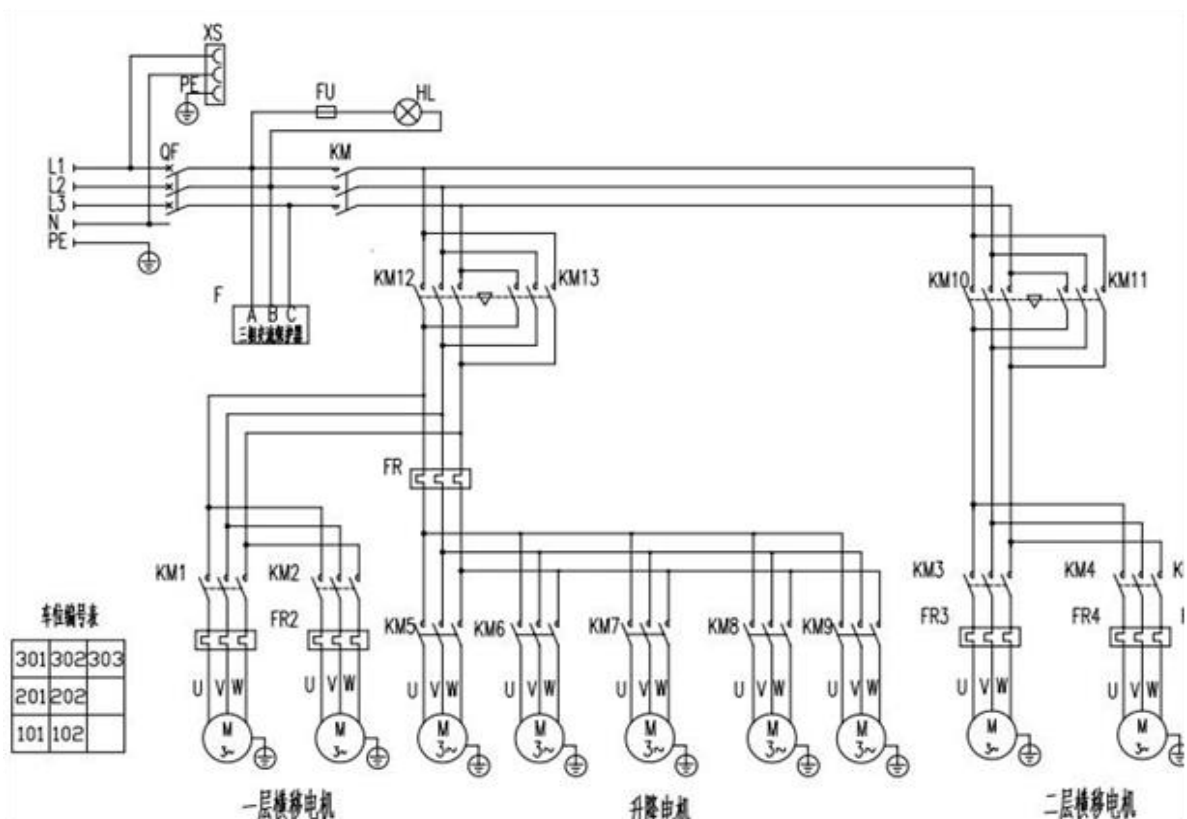


图 3-7 主电路图

电机控制及接线设计：车库运行时，载车板移动存取车辆，每次只能进行一个动作，比如，上升时就不能进行下降动作。并且此时也不能进行横向移动操作。所以当每层的载车板进行上升或下降动作时，其以下层的载车板不能动作。对应的，其他车位的载车板也这样移动，电机控制原理图如图 3-8 所示。

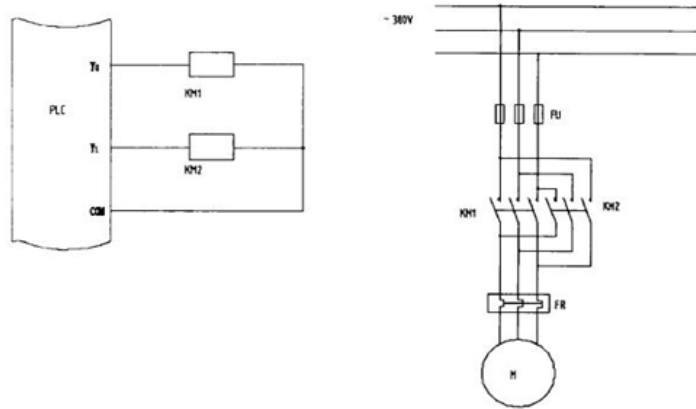


图 3-8 电机控制原理图

#### (四) 控制回路电气连线设计

##### 1. PLC 接线简图

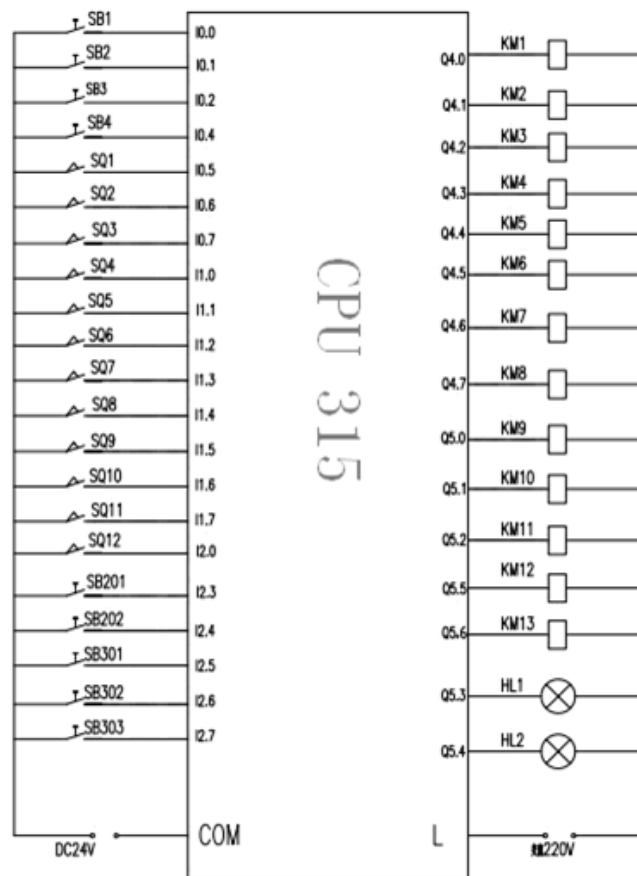


图 3-9 PLC 接线图

## 2. 横移电机控制回路图

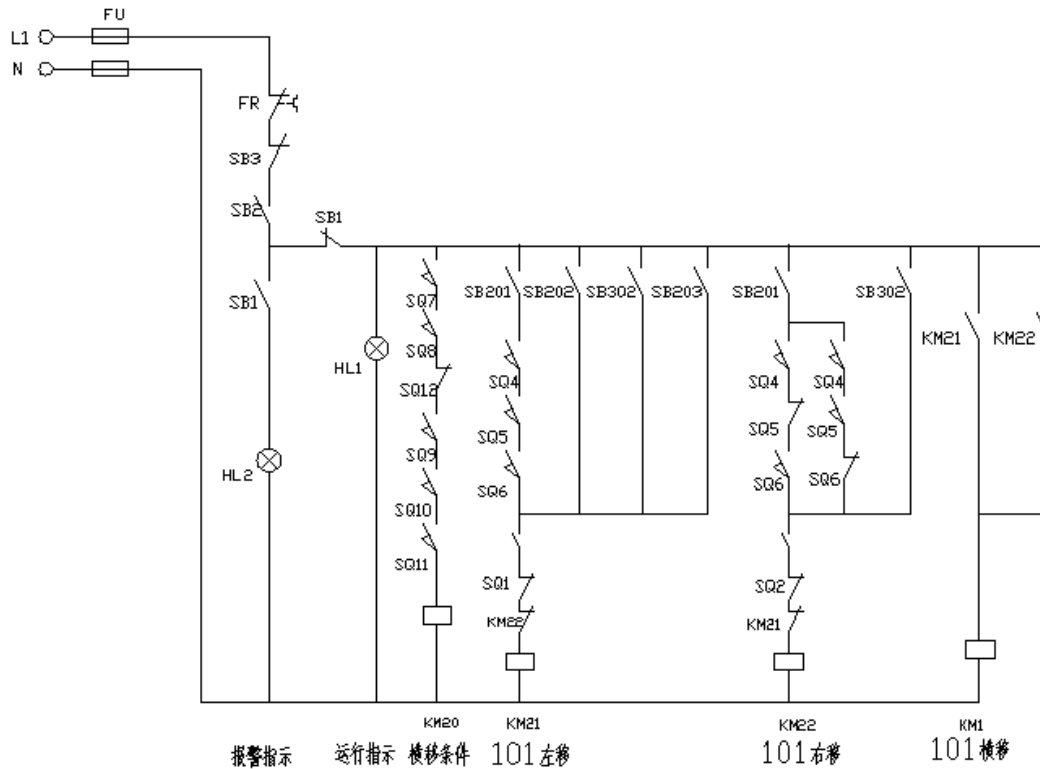


图 3-10 101 横移电机控制回路

## 四、立体车库软件设计

### (一) PLC 程序设计原则与流程

在本次立体车库 PLC 的程序设计当中有许多原则性问题：首先，要具有完整性，所编程序应该满足人们在现实生活中对立体车库的最大需求。其次，需要具备操作简单、符合人性化等需求。第三，能够考虑到在实际应用中的现状。要对接口和通信等留有适当的空隙。本系统为三层三列立体车库，最多存放 7 辆车。控制系统只能控制上层车位进行存取车辆的操作，下层车位的车辆可直接进出车位。控制横移电机和升降电机正反转就能达到操作车位上升下降的目的。

另外，为了使载车板上的吊点能够悬吊与托架之上需要使用链条来做辅助，在静止不动的状态时，使用防坠挂钩装置用来防止车板坠落。由于载车板可能会因为天气等原因发生晃动，所以在设计车库时采用定位杆。然而本设计中省略了过载保护、防坠等一些安全防护系统，只是对全地上三层七车位升降横移类立体车库的存取车系统进行简单的仿真，存取车辆程序流程图如图 4-1 所示。

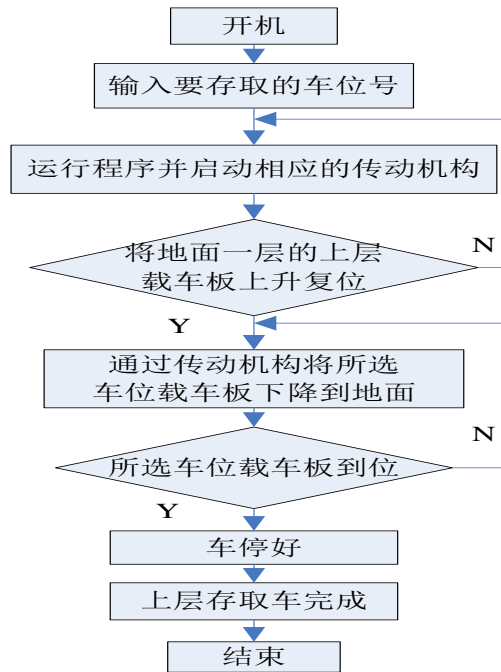


图 4-1 存取车辆程序流程图

程序设计方案如下：

- (1) 控制信息是由程序原始化的控制系统所给出的，用来扫描各限位开关的信号；
- (2) 首先判断目的车位是否是空位，当判断完成发现有空位时车位上的载车板才可以动作，前后动作不能同时发生。使用到位行程开关来确定空位条件，判断是否存在空位，以及确定载车板动作的启动和停止；

(3) 故障的报警程序主要是用于比较及时的收集设备在运行时的不正常的信息，并且能够快速的向外界释放出报警信号，提醒管理人员进行及时处理故障。若在车库运行过程中发生故障，PLC 将使设备停止运行，并且发出报警信号。

因为本次设计的系统对控制速度要求不高，而使用是普通的可编程序控制器，其具备的基本功能满足要求。本系统输入端有启动按钮、车位号按钮若干以及急停保护按钮等等。在输出端处的九台电动机都需要进行控制，另外再加上一些各种操作按钮及安全检测报警等。

在本次的设计当中选取 SIEMENS 公司的 S7-300PLC 程序，采用 LAD 语言来进行编写。同时选用西门子人机界面 WinCC flexible 进行组态仿真。依照控制功能来安排输入输出点，在一般情况下输入端子与输入控制，输出端子与输出控制属于一对一的关系。在本设计中 101 车位的右限限位开关和 102 左限的限位开关共用一个。同理 201 右限的限位开关和 202 左限的限位开关共用一个。下限开关为上层下降到位的多个限位开关串联而成。

## (二) PLC 程序的 I/O 分配

根据设计要求 PLC I/O 地址分配表如表 4.1 所示。

表 4.1 地址分配表

标志↵	地址↵	数据类型↵
急停按钮↵	I 0.0↵	BOOL↵
启动按钮↵	I 0.1↵	BOOL↵
停止按钮↵	I 0.2↵	BOOL↵
清除键↵	I 0.4↵	BOOL↵
101 <u>左限</u> ↵	I 0.5↵	BOOL↵
102 <u>左限</u> ↵	I 0.6↵	BOOL↵
102 <u>右限</u> ↵	I 0.7↵	BOOL↵
201 <u>左限</u> ↵	I 1.0↵	BOOL↵
202 <u>左限</u> ↵	I 1.1↵	BOOL↵
202 <u>右限</u> ↵	I 1.2↵	BOOL↵
201 上限↵	I 1.3↵	BOOL↵
202 上限↵	I 1.4↵	BOOL↵
301 上限↵	I 1.5↵	BOOL↵
302 上限↵	I 1.6↵	BOOL↵
303 上限↵	I 1.7↵	BOOL↵
下限↵	I 2.0↵	BOOL↵
201~303 车位按钮↵	I 2.3~I 2.7↵	BOOL↵
101 横移电机↵	Q 4.0↵	BOOL↵
102 横移电机↵	Q 4.1↵	BOOL↵
201 横移电机↵	Q4.2↵	BOOL↵
202 横移电机↵	Q4.3↵	BOOL↵
201~202 升降电机↵	Q 4.4~Q 4.5↵	BOOL↵
301~303 升降电机↵	Q 4.6~Q 5.0↵	BOOL↵
正转↵	Q 5.1↵	BOOL↵
反转↵	Q 5.2↵	BOOL↵
运行指示灯↵	Q 5.3↵	BOOL↵
报警指示灯↵	Q 5.4↵	BOOL↵
一层正转↵	Q 5.5↵	BOOL↵
一层反转↵	Q 5.6↵	BOOL↵

本设计的全地上式升降横移类立体车库系统共有 3 个功能按键。5 个车位按键，可以根据操作需要选择 201、202、301、302、303 等 5 个不同的车位。12 个限位开关，可以根

据此类开关的情况查看车位的运行状态，比如 101 左限、102 左限、102 右限等等。总计有 21 个输入点。同时本系统中 9 个电动机，包含 4 个横移电机和 5 个升降电机，分别由 9 个继电器线圈控制。电机正反转用 4 个接触器线圈控制，2 个指示灯，共计 15 个输出量。

## 五、组态仿真设计

### (一) STEP7 与 WinCC flexible 的连接

打开 STEP7，选择包含立体车库程序的项目，在项目的菜单中选择插入 HMI 站点，再点击 Configure Network 将两者连接起来，如图 5-1 所示。然后在左侧项目中打开 WinCC flexible 软件，在连接命令中打开两者之间的连接，如图 5-2 所示。

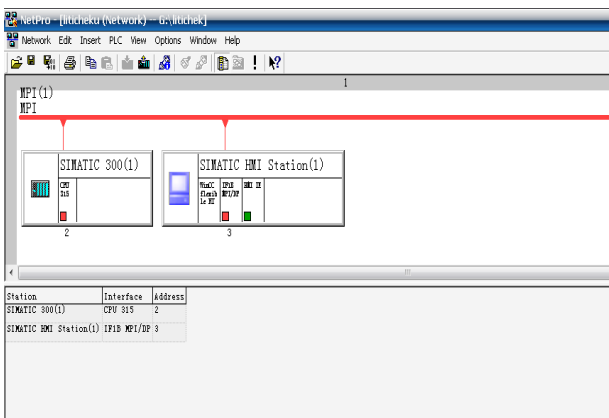


图 5-1 S7-300 与 Wincc 组态的连接图

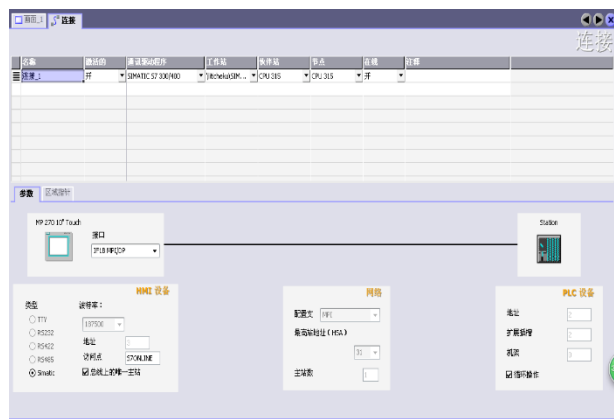


图 5-2 与触摸屏在组态软件中的连接图

### (二) 建立组态画面

首先打开组态软件建立一个新项目，在设备选择中选择屏幕【Multi Panel】→【270】→【MP 270 10" Touch】，在画面面板中进行画面的组态。

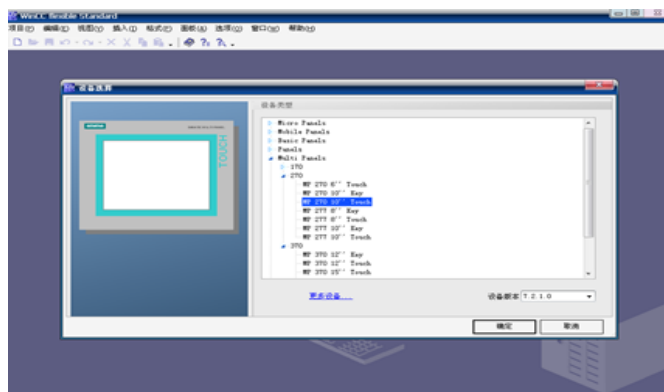


图 5-3 组态画面设备选择

在画面组态的过程中，使用 9 个小方格来表示立体车库，每个载车板电动机作用相应的转页转动来表示，而对于车位的运动，则使用上下左右的箭头指示载车板的动作方向来模拟。

在组态界面中专门设置了报警指示灯以及运行指示灯用来显示其报警跟运行的状态。在画面中的按键区，分别设置了启动、停止、急停以及车位等控制按钮。在组态画面中设置的限位开关模拟区，改为手动模拟，用来实现因为仿真不能完成车位移动时自动接触限位开关的效果。

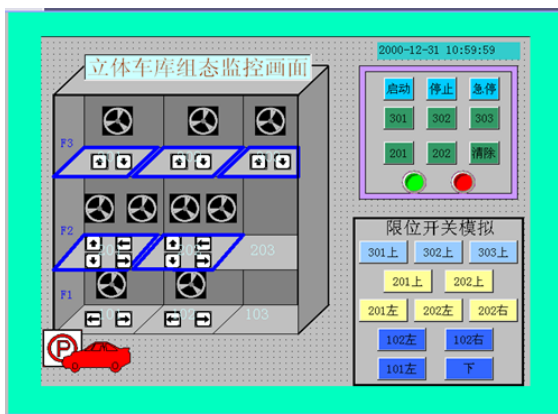


图 5-4 初始状态下的组态画面

### (三) 组态仿真运行

在 STEP7 中打开 S7-PLCSIM1 仿真器，将 PLC 中的主程序和故障报警程序下载到仿真器中，在主程序中打开监控模式，选择仿真器中的 RUN 模式，选择组态软件中的启动运行系统选项模拟进行系统仿真。经过运行调试，该组态监控软件可对本设计的立体车库系统的动作过程进行有效的模拟和监控，PLC 程序达到了控制要求。运行画面如下：

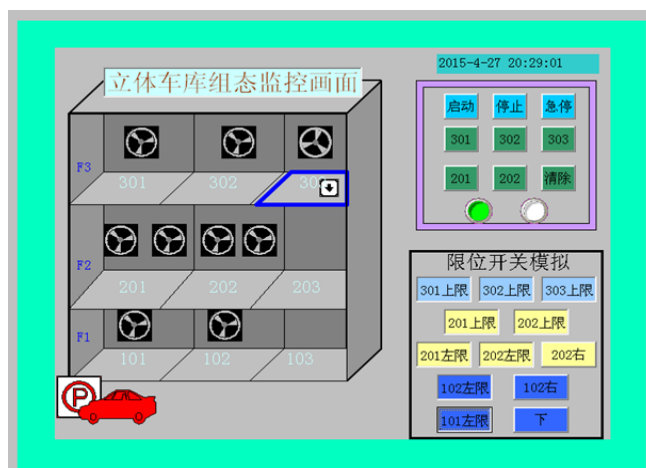


图 5-5 仿真运行时的组态画面

## 六、成果

本设计的对象是全地上式升降横移类立体车库控制系统，应用 PLC 和 WinCC flexible 组态软件使整个车库系统实现了基本的存取车功能、组态监控功能。对于立体车库系统设计，首先，运用了西门子 S7-300 编写程序控制载车板的升降横移动作以及故障报警等，



系统具有更好稳定性和更高的安全性。其次，组态监控系统的使用，让整个立体车库的运行状态形象直观的展示出来。使用组态仿真软件进行仿真，车位动作形象生动地展示出来。

当然，此次立体车库设计并不是十分完美，也存在着一定的缺陷与不足之处。只是简单的实现了车辆的存取和部分保护功能，应该使系统更加完善，功能更加齐全，使立体车库更加安全和人性化。

通过本次毕业设计达到了预期的目的，对 PLC 应用有了深入的理解，得到了很好的锻炼，大大提升了理论知识在实践中的应用能力。同时，由于对电动机等电气元件的类型及参数不甚了解，因为在选型的细节方面存在一定的问题，有待改进。

## 参考文献

- [1] 松莉莉. 两翼立体车库控制系统设计[J]. 天津职业院校联合学报, 2017, (2): 51-54.
- [2] 赵永君. 自动化技术综合应用[M]. 天津: 天津大学出版社, 2018. 10(4):25-47.
- [3] 赵玉刚, 邱东传. 传感器基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 2019:11-23.
- [4] 于长官. 自动控制技术与应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2019. 48-187.
- [5] 陈立定. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 北京:北京人民邮电出版社, 2017:18-35.
- [6] 何希才. 传感器及其应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2019, (6):20-42.
- [7] 刘军华. 传感器技术及应用实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019. 1. 22-34.
- [8] 张万忠. 可编程控制器应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018. 1. 55-57.
- [9] 曾毅, 王效良, 吴皓等. 变频调速控制系统的设计与维护[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2018:31-54.
- [10] 石秋洁. 变频器应用基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018:32-37.
- [11] 邓松. 可编程序控制器综合应用技术[M]. 北京: 机械工程出版社, 2018:22-56.
- [12] 任文霞. 电子电路仿真技术[M]. 北京:中国电力出版社, 2018:11-23.
- [13] 邵敏, 熊建设. 用于旋转门红外遥控系统的设计与实现[J]. 机械与电子, 2020:12-34.
- [14] 韩广兴. 电子元器件与实用电路基础[M]. 北京:电子工业出版社, 2018:21-41.

## 致 谢

三年的大专生活即将结束，在这里几年我学到了很多。首先，向电梯工程学院的各位老师表示感谢。你们不只传授了我知识，而且告诉了我很多为人处世的道理，这些道理将对我以后的人起到很好的指导作用。

通过对立体车库控制系统的设计，在学习与设计过程中，了解所设计工程的工艺流程，从而完成了对立体车库系统的设计，同时，对于立体车库系统硬件方面的知识进行了梳理和扩充，增强对理论知识的理解。

本设计的构思、方案设计撰写得到了黎老师的悉心指导，在此次设计时给予热心的指导与帮助，她学识渊博、敏锐的学术洞察力、认真的工作态度和严谨的治学作风、平易近人的为人风格给予我深刻的印象，是我受益匪浅在此向黎老师表示诚挚的谢意。

值此毕业设计完成之际，谨向所有曾为我帮助和指导老师、同学和朋友们致以衷心的感谢！