

# 南通职业大学

## 毕业设计（论文）

类型：  毕业设计说明书  毕业论文

题目： 基于触摸屏与三菱 PLC 的立体车  
库控制系统设计

---

学生姓名： 马嘉阳

---

指导教师： 袁霏

---

专业： 电气自动化技术

---

时间： 2017.12

---

# 目录

摘要 .....	I
Abstract .....	II
1 绪论 .....	1
1.1 课题研究背景 .....	1
1.2 立体车库的发展现状 .....	1
1.2.1 国内外的现状 .....	1
1.2.2 立体车库的种类 .....	2
1.3 课题研究的主要内容 .....	4
2 系统的总体设计 .....	6
2.1 系统的功能需求 .....	6
2.2 系统的总体设计 .....	7
2.3 本章小结 .....	7
3 系统的硬件设计 .....	8
3.1 底层电气控制部分 .....	8
3.1.1 动力与制动系统 .....	8
3.1.2 信息采集装置 .....	10
3.2 PLC 控制部分 .....	13
3.3 人机交互部分 .....	14
3.4 本章小结 .....	14
4 系统 PLC 的软件设计 .....	15
4.1 软件的开发环境 .....	15
4.2 总体程序设计 .....	15
4.3 自动存车的程序设计 .....	17
4.4 自动取车的程序设计 .....	23
4.5 手动存车取车的程序设计 .....	25
4.6 本章小结 .....	26
5 系统触摸屏的软件设计 .....	27

5.1 软件开发环境.....	27
5.2 动画窗口.....	28
5.2.1 欢迎窗口.....	29
5.2.2 存车窗口.....	33
5.2.3 取车窗口.....	36
5.2.4 手动窗口.....	38
5.2.5 数据窗口.....	38
5.3 实时数据库.....	42
5.4 设备管理.....	44
5.5 主控窗口.....	47
5.6 本章小结.....	48
6 系统调试.....	49
6.1 程序下载.....	49
6.1.1 PLC 程序下载.....	49
6.1.2 触摸屏程序下载.....	51
6.2 调试结果.....	51
6.2.1 自动存车.....	51
6.2.2 自动取车.....	54
6.2.3 手动存车取车.....	57
6.2.4 历史数据.....	58
6.3 本章小结.....	60
7 总结.....	61
致谢.....	62
参考文献.....	63

## 摘要

本课题针对停车难的问题，设计了基于触摸屏与三菱 PLC 的立体车库控制系统。立体车库采用垂直循环式。首先分析立体车库的功能需求，然后进行系统的总体设计，再根据存取车辆的最优最近原则，设计存车取车的算法，并完成系统的硬件和软件设计，最后进行系统调试。

控制系统分为底层电气控制、PLC 控制和人机交互三部分。底层电气控制部分包括以电机与减速器、变频器、抱闸装置组成的动力与制动系统，和以称重传感器和接近开关组成的信息采集装置。PLC 控制部分以三菱 FX3U 型 PLC 为核心控制器，采用 GX WORKS2 软件编程，实现最优最近原则下的存取车辆功能。人机交互部分选用昆仑通态触摸屏，采用 MCGS 软件编程，实现实时的交互功能。

本课题设计的立体车库，实现了自动存车、自动取车、手动存车取车的功能。在用户存好车后，将最近的空车位移动到最底层；在用户取车时，将目标车位以最近路线移动到最底层；触摸屏实时显示并存储每个车位的状态、车辆入库出库的过程和车位号等数据；对传统的存取车辆算法进行改进，使控制系统更加运行可靠、操作便捷。

**关键词：**立体车库，电气控制，三菱 PLC，触摸屏

## Abstract

As the problem of parking, the control system of the stereo garage based on the touch screen and Mitsubishi PLC was designed. The system belongs to the vertical cycle. First, the function requirements of the stereo garage were analyzed. Then, the overall design of the system was designed. According to the optimal and nearest principle of car parking, the new algorithm was designed. The hardware and software were also designed. Finally, the system was debugged.

The stereo garage is mainly composed of three parts: the electrical control, PLC control and the human-machine interaction. The electric control part includes the power and brake system and the information acquisition device. The power and brake system composes of the motor and reducer, the frequency converter and the lock. And the information acquisition device composes of the gravity sensor and the proximity switch. The PLC control is made by Mitsubishi PLC as the core controller. Achieving the functions under the optimal and nearest principle of car parking by using GX WORKS2 software. Kunlun touch-screen is selected as the human-machine interaction which is programmed by MCGS software to realize interaction function.

The stereo garage which is designed in this paper realizes the functions of automatic car storage, automatic car retrieval and manual car parking. After the user finishing parking car, the nearest empty parking lot is moved to the lowest level. When the user want to pick up the car, the target parking lot is moved to the lowest level through the nearest route. The touch screen displays and stores the status of each parking lot, the process of entry and outgoing work, and the parking number in real time. The traditional algorithm of car parking is improved. The system is more reliable and easy to operate.

**Key words:** stereo garage, electrical control, Mitsubishi PLC, touch screen

# 1 绪论

## 1.1 课题研究背景

目前,我国各类汽车的保有量为 2 亿辆,占全球汽车保有量的 20%,平均每一千人的汽车保有量为 140 台<sup>[1]</sup>。随着我国人均汽车保有量的逐年增加,停车难问题已经成为我国大部分城市的一个现象。有专家指出,大幅解决城市停车难问题的方法,大体分为两类措施,即软性方法和硬性方法。软性方法,主要包括限制路面停车、提高停车场空间利用效率、使部分私家车主愿意改乘公共车。硬性方法,主要包括增建一些地面或者地下停车设施,例如建设地下停车场。而无论采取什么措施,都要投入大量人力物力,所以要找到一种性价比高的方法。本课题设计的立体车库,能充分利用空间资源而且可以最大限度的停车,它与传统的地下车库相比,显示出很大的优越性。立体车库节约地面资源,还可以让停放的车辆不会被随意破坏。

国家计委已明确机械式立体停车设备及城市立体停车场为国家重点支持的产业<sup>[2]</sup>,1998 年 1 月 1 日起执行的《国家计委 6 号令》把机械式停车场和立体停车场列入“国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录”:国家海关总署对机械式停车产品规定“国内投资项目给予免征进口税”。由此可见:立体车库具有非常广阔的市场前景。

## 1.2 立体车库的发展现状

### 1.2.1 国内外的现状

1920 年,美国率先建造了世界上第一座立体车库。随着立体车库的发展和世界文化经济的交流,1950 年后,各种各样的立体车库被提出。60 年代,立体车库的建造得到了飞速发展。德国 KLAUS 和 OTTOWOHR 两家公司的立体车库产量约占德国立体车库总产量的 80%;日本完成第一个两层四位的立体车库,在立体车库的科学研究和推广发展方面,处于同行业领先水平,立体车库制造数和停车数也是世界上最高的。

我国立体车库的发展始于 1980 年,立体车库技术最初也多是模仿日本。但经过我国科研人员多年的研究,在 1988 年建成首个立体车库,一共两层,共 68 个停车位。目前,我国立体车库的生产已经形成一定的规模,达到 100 多家,生产的立体车库种

类较全。而且，我国一线、二线城市表现出非常大的建设需求。

### 1.2.2 立体车库的种类

根据立体车库修建位置和停车方式的不同，立体车库分为：巷道堆垛式、升降横移式、垂直升降式、水平循环式和垂直循环式等。

#### (1) 巷道堆垛式立体车库 (XD)

如图 1.1，巷道堆垛式立体车库是采用起重机将车水平或垂直移动到停车位，并用存取机构存取车辆的一种设备<sup>[3]</sup>。其为全封闭车库，存车安全，但每次存取车辆必须按固定的顺序程序操作，增加了巷道内往复行走的时间，工作效率较低。



图 1.1 巷道堆垛式立体车库

#### (2) 升降横移式立体车库 (SH)

如图 1.2，升降横移式立体车库是通过上下升降和左右平移停车位的一种设备<sup>[4]</sup>。所需存取车辆的载车板通过升降和平移，将汽车运送到指定车位。每个载车板都有动力装置，设备在工作时要留有空车位，控制系统较为复杂。

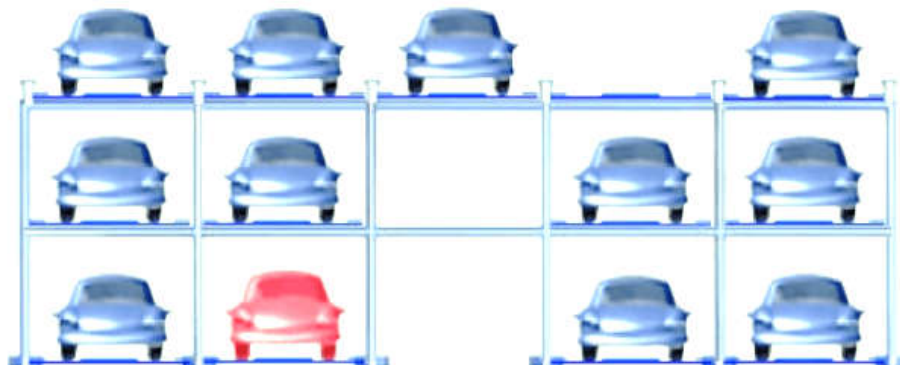


图 1.2 升降横移式立体车库

### (3) 垂直升降式立体车库 (CS)

如图 1.3, 垂直升降式立体车库类似电梯<sup>[5]</sup>。存取车辆时, 通过提升机构将车辆拖到指定层, 然后通过横移机构将车辆送入指定车位。空间利用率高, 但设备结构复杂, 相对其他种类立体车库故障率高, 且远车位一次取车需 2 分钟, 时间过长。

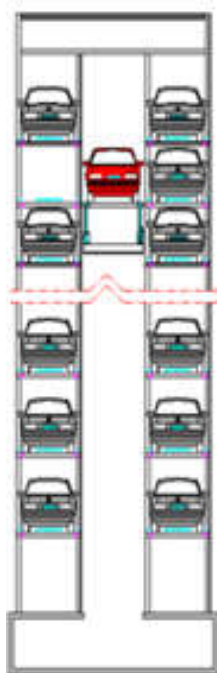


图 1.3 垂直升降式立体车库

### (4) 水平循环式立体车库 (SX)

如图 1.4, 水平循环式立体车库采用一个水平放置的链式输送机, 车辆停放在链式传送带的载车板上, 存取车辆时, 所有车辆按固定次序作循环运动<sup>[6]</sup>。省去平面停车的进出车道, 但因为层数较少, 所以会占用较多的地面。

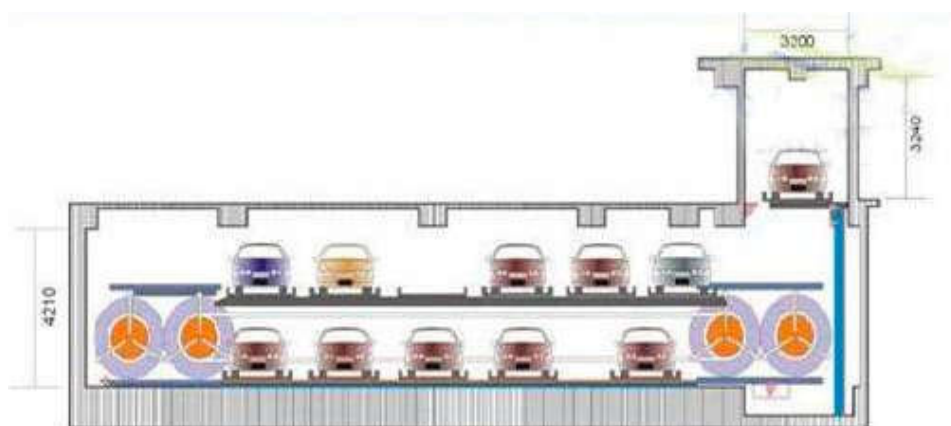


图 1.4 水平循环式立体车库



### (5) 垂直循环式立体车库 (CH)

如图 1.5, 垂直循环式立体车库采用电机通过减速机带动传动机构, 使链条上的车箱垂直循环运动, 从而完成存取车<sup>[7]</sup>。占地面少, 结构相对简单, 操作方便。



图 1.5 垂直循环式立体车库

通过比较以上五类常见立体车库的优缺点, 本课题采用垂直循环式立体车库。其只占地两个车位面积, 通过向上扩容的方法增加车位数量, 提高了单位面积停车利用率, 无需额外设置进出的通道, 停车安全、运行可靠、操作快捷、维护简便、节能经济、性价比高。而且可以方便地安装于企业、机关、小区等地方<sup>[8]</sup>。

## 1.3 课题研究的主要内容

本课题选用可编程控制器 PLC 作为控制核心, 控制六个车位垂直立体循环停车; 采用多种传感器采集车辆和车位的位置和数据信息; 采用电机、减速器、变频器、抱闸装置进行底层电气控制; 添加触摸屏实现简洁、高效、可视化的人机交互功能; 根据存取车辆的最优最近原则, 对传统算法进行改进, 使控制系统更加运行可靠、操作便捷、维护简便。

其主要研究内容如下:

### (1) 系统总体设计

了解立体车库的研究现状, 分析立体车库的功能需求, 查找相关文献资料, 对立体车库进行总体设计。根据立体车库的总体设计, 明确硬件和软件的分工。最终对立体

体车库的底层电气控制、PLC 控制和人机交互部分都做了符合需求的设计。

## (2) 系统硬件设计

首先考虑立体车库的参数匹配、运行工况等需求，完成底层电气控制部分的设备选型。然后考虑立体车库的控制要求，完成 PLC 控制部分的选型。最后考虑立体车库的交互功能，完成人机交互部分的选型。

## (3) 系统 PLC 的软件设计

首先选择合适的软件 GX WORKS2。然后对 PLC 的输入输出点进行分配。最后从立体车库的功能出发，根据存取车辆的最优最近原则，围绕自动存车、自动取车、手动存车取车等功能，设计控制算法，编写程序。

## (4) 系统触摸屏的软件设计

首先选择合适的软件 MCGS。然后对欢迎窗口、存车窗口、取车窗口、手动窗口、数据窗口等五个动画窗口进行设计。最后对实时数据库、设备管理和主控窗口等方面进行设置。

## (5) 系统调试

首先将 PLC 程序下载到 PLC 硬件，将触摸屏程序下载到触摸屏。然后从自动存车、自动取车、手动存车取车、历史数据四个方面进行系统调试，调试结果满足系统需求。

## 2 系统的总体设计

立体车库控制系统的总体设计是保证一个系统实现的基础和关键，它明确了系统硬件设计和软件设计的方向<sup>[9]</sup>。本章根据立体车库的功能需求，有目的性和针对性地对立体车库控制系统进行了总体设计。

### 2.1 系统的功能需求

如图 2.1，本课题设计的立体车库共 6 个车位，采用垂直循环式，实现空间利用率较高的停车。

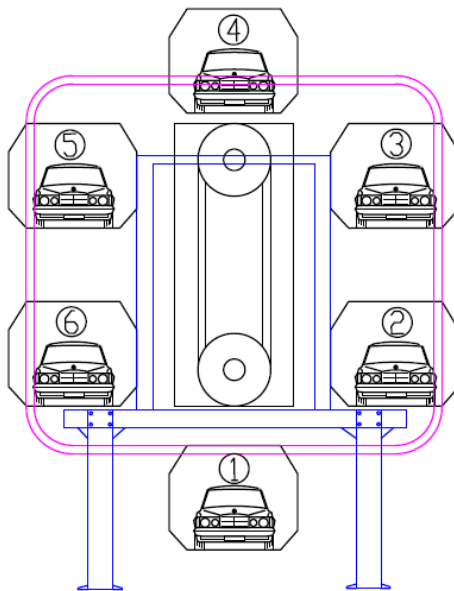


图 2.1 垂直循环式立体车库示意图

本系统具有以下功能：

- (1) 存车时，车辆直接进入最底层车位，并告知车主车位号，即最底层车位号，再将最近的空车位移动到最底层，时刻保证最底层车位是空车位，实现最优存车；
- (2) 当车库停满后告知工作人员车库已满；
- (3) 取车时，车主选定车位号，根据最近原则，电机正转或反转，将目标车位移至最底层，车辆出库；
- (4) 急停功能，当出现可能危及人生命和财产情况时，系统急停，防止事故发生；
- (5) 人机交互实时显示每个车位有无车辆、车辆入库和出库的过程，统计车辆入库、出库的时间和车位号等数据，并存入历史数据；当设备出现故障时，报警显示。

## 2.2 系统的总体设计

如图 2.2，根据系统的功能需求，垂直循环式立体车库分为底层电气控制、PLC 控制和人机交互三个部分。底层电气控制的动力与制动系统具有提供动力、传动和安全保障的功能，信息采集装置具有采集车位有无车辆、入库出库过程、车位位置等的功能。PLC 具有控制自动存车、自动取车、手动存车取车等功能。人机交互具有控制自动存车、自动取车、手动存车取车等和显示存储车位有无车辆、入库出库时间、入库出库过程、车位号等信息的功能。

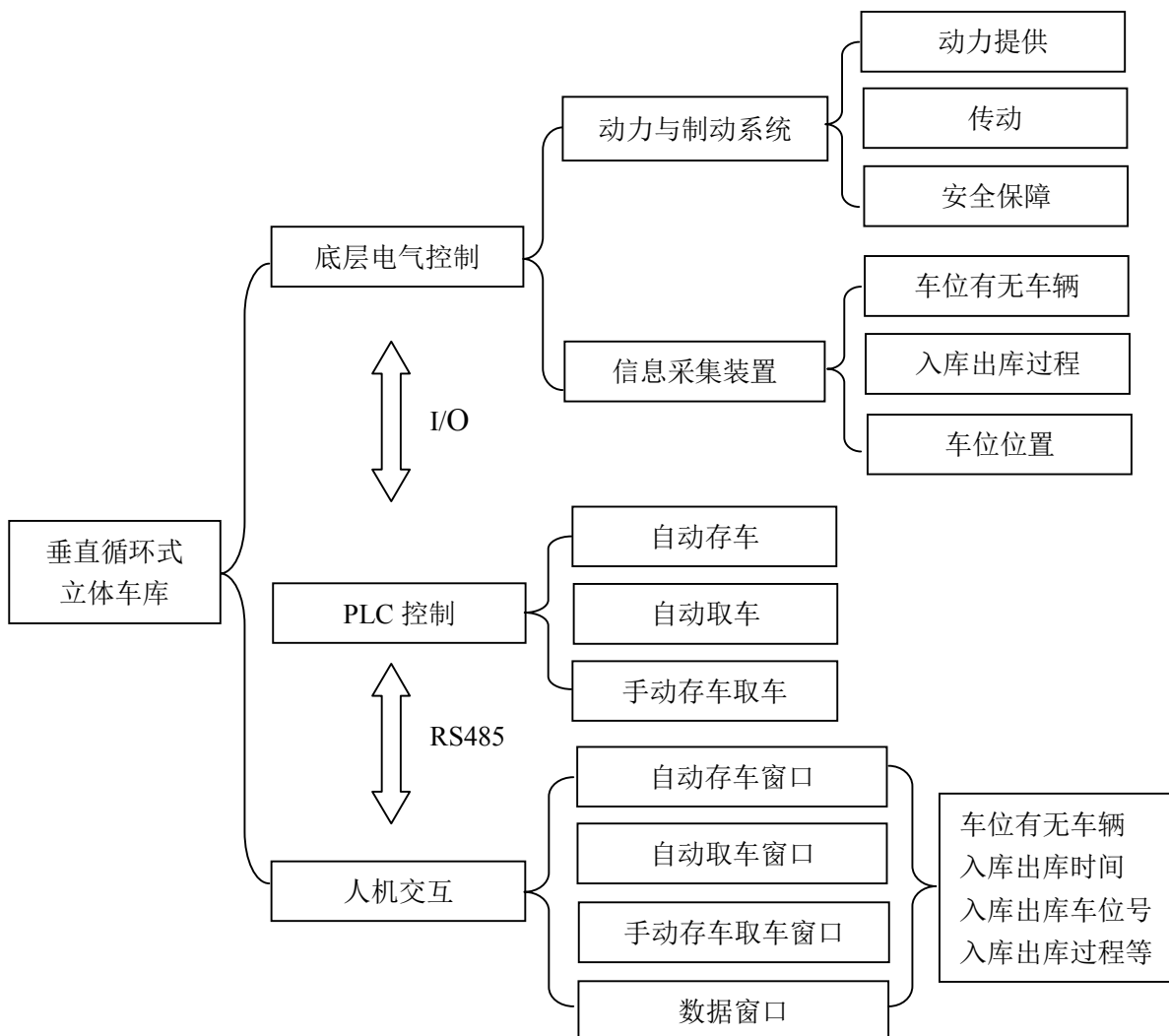


图 2.2 立体车库的控制系统功能结构图

## 2.3 本章小结

本章分析了立体车库控制系统的功能需求，对系统进行了总体设计。

### 3 系统的硬件设计

硬件是系统的结构框架，它是系统可靠运行的支撑<sup>[10]</sup>。本章对底层电气控制、PLC 控制和人机交互三部分的硬件进行选型和连线的设计。

#### 3.1 底层电气控制部分

底层电气控制部分包括动力与制动系统和信息采集装置。

##### 3.1.1 动力与制动系统

动力与制动系统包括电机与减速器、变频器、抱闸装置。

如图 3.1，立体车库共 6 个车位，每个车位采用托车盘托起车辆，托车盘挂接在连轴上，连轴挂接在传动链条上，托车盘随着传动链条的旋转而旋转。主轴的两端都连接了旋转齿轮，一边连接在传动链条上，一边连接在电机与减速器上。电机轴与减速机输出轴相连接，减速机将电机的低转矩高转速，转变为高转矩低转速输出，驱动立体车库的主轴旋转。立体车库运行在不同工况下，其动态变化和不平衡的负载，需要精确的旋转控制、有效的减速和安全的制动控制<sup>[11]</sup>。

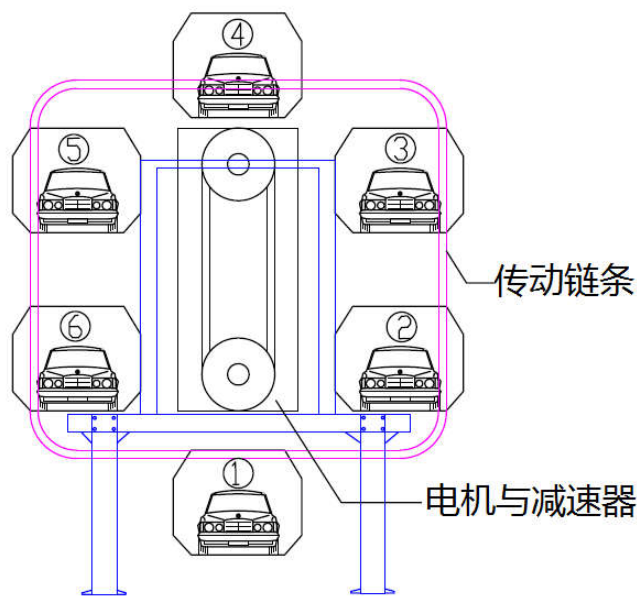


图 3.1 垂直循环式立体车库结构示意图

##### (1) 电机与减速器

立体车库的设计，需要充分考虑长期运行的可靠性和极限情况下的安全性。系统出现的最大负载转矩为 2.5 辆汽车偏向的时候。按照每台汽车 2 吨重量来计算，共计 5

吨。根据机械设计，已知旋转力臂为 1.5 米，那么此时的最大转矩为  $75\text{kN}\cdot\text{m}$ 。因此电机与减速器选型时，需要考虑最大负载转矩。

如图 3.2，选用的电机与减速器实物图。选用的电机为三相交流异步电机，根据铭牌参数，可以计算出电机的额定输出转矩为  $78\text{kN}\cdot\text{m}$ 。选用的减速器减速比为 400，从而实现了低转矩高转速到高转矩低转速的转变。这样即使出现最极限的工作情况，由电机与减速器组成的动力系统，始终能够提供足够的旋转转矩。



图 3.2 电机与减速机实物图

如图 3.3，根据存取车辆最优最近原则，本课题设计的立体车库既可以顺时针旋转，也可以逆时针旋转，对应电机既可以正转，也可以反转，所以硬件电路中需采用电气互锁<sup>[12]</sup>。

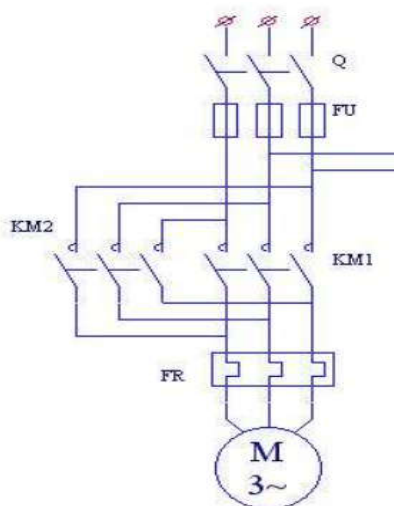


图 3.3 电气互锁图

## (2) 变频器

如图 3.4，选用的变频器实物图。变频器端口包括电源端口、接地端口以及 I/O 端口。三相电源经过变频后输出三相交流电，为三相交流电机提供动力。变频器除了能够提供动力，还具有直流制动功能和三相交流电机发电状态下的能耗单元。当三相交流电机刹车时，变频器输出的三相交流电变为直流电，将系统的惯性动能转化为热能消耗掉，进行能耗制动。当出现负载拖动电机转动的情况时，三相交流电机处于发电状态，其发的电将通过三相电源线反馈至变频器的直流母线，如果持续处于发电状态，变频器直流母线电压超过一定量，将会对变频器造成损坏，因此需要能耗单元将此部分能量消耗掉。



图 3.4 变频器实物图

## (3) 抱闸装置

在车库减速过程中，仅仅依靠电机制动，无法完成低速到停止的过程，因此需要安装抱闸装置。抱闸装置采用电磁式抱闸，安装在电机轴上。通过 PLC 输出的控制信号进行控制。抱闸装置采用常闭式，一旦出现停电或者掉电的情况，作用在车架上的作用力仍然起制动作用，使得车架仍然处于安全的状态。

### 3.1.2 信息采集装置

信息采集装置用来采集每个车位有无车辆、车辆入库出库过程、车位号、车位位置等数据信息。



如图 3.5，检测各个车位有无车辆停放，采用称重传感器；检测车辆入库时车辆是否停妥，车辆出库时车辆是否完全驶出，采用接近开关；检测最底层是几号车位，也采用接近开关。

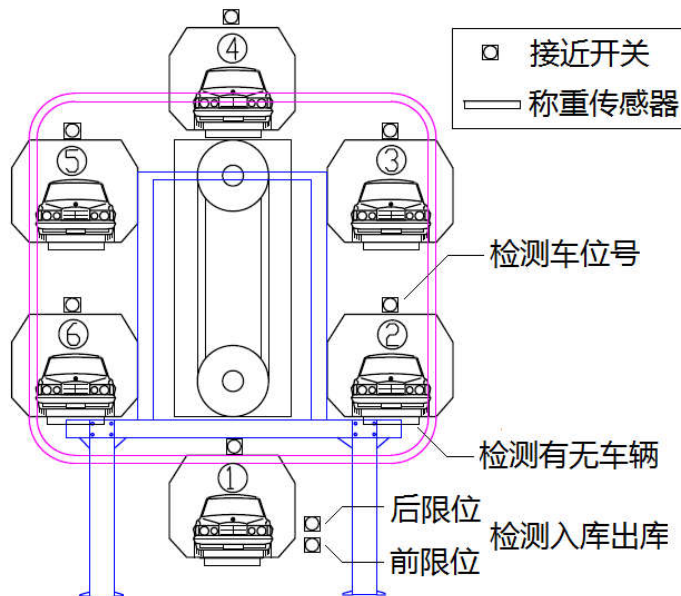


图 3.5 传感器安装示意图

#### (1) 称重传感器

本课题选用大量程轮辐称重传感器，实物图如图 3.6。立体车库一共有 6 个称重传感器，安装在车库的底部位置，用来判断各个车位有无车辆停放。当车位上有车辆停放时，称重传感器产生信号“1”反馈给 PLC；没有车辆停放时，称重传感器产生信号“0”反馈给 PLC。

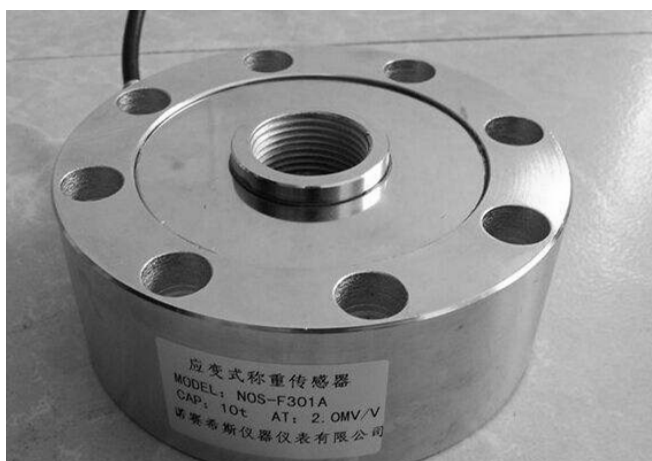


图 3.6 称重传感器实物图

#### (2) 接近开关

本课题在立体车库最底层安装有 2 个接近开关，检测车辆入库时车辆是否停妥，



车辆出库时车辆是否完全驶出。前限位和后限位接近开关均为常开，检测前后车轮是否到位。当车辆入库停妥时，车轮到位，接近开关得电，产生信号“1”反馈给 PLC；当车辆出库完全驶出时，接近开关失电，产生信号“0”反馈给 PLC。

本课题在各个车位的上方位置安装接近开关，在最底层车位框架上安装挡板，用来检测最底层车位是几号车位。这 6 个接近开关为常开，当任一车位转至最底层时，对应的接近开关被最底层的挡板挡住，产生信号“1”反馈给 PLC，就能知道哪个车位在最底层。

本课题选用的接近开关，实物图如图 3.7。



图 3.7 接近开关实物图

如图 3.8，接近开关分两线制和三线制。

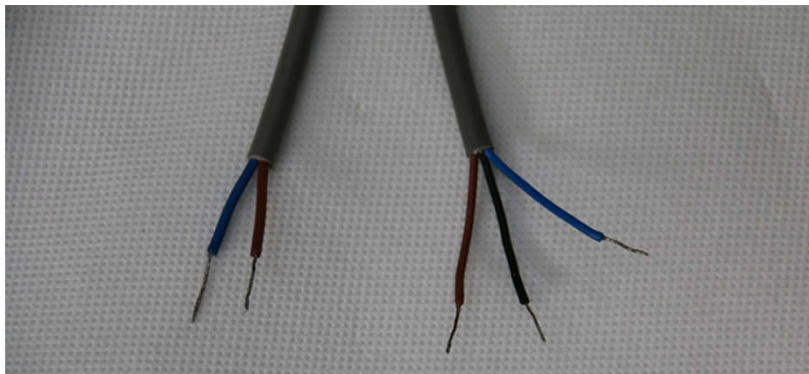


图 3.8 接近开关种类

两线制接近开关与负载串联后接到电源。三线制接近开关：红（棕）线接电源正端；蓝线接电源 0V 端；黄（黑）线为信号线，接负载。负载的另一端：对于 NPN 型接近开关，应接到电源正端，如图 3.9(1)(2)；对于 PNP 型接近开关，则应接到电源 0V 端，如图 3.9(3)(4)。

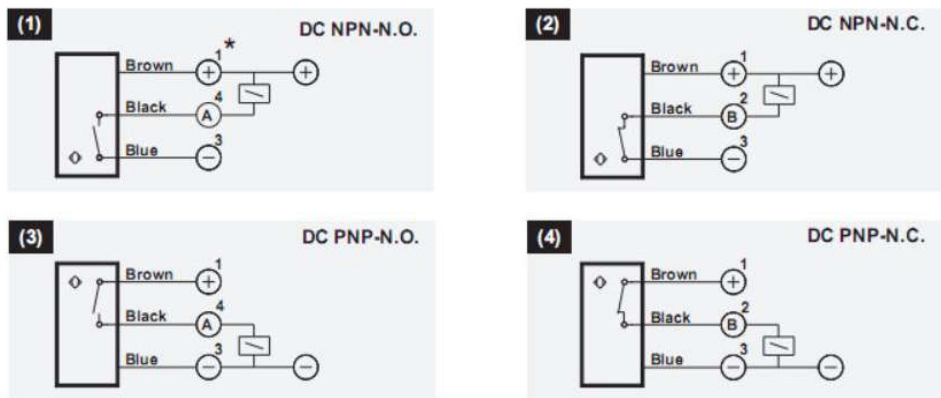


图 3.9 接近开关接线图

### 3.2 PLC控制部分

立体车库的控制系统要求运行可靠、操作方便、调试简单、性价比高。目前市面上流行的可编程控制器可以实现这种操作，做好外部电路接线，再通过编写与运动过程相同的程序，就可以实现自动化控制车库运动，无需大量人力物力。本课题选取三菱的可编程控制器，如图 3.10。



图 3.10 三菱 PLC-FX3U-48M 实物图

三菱 PLC-FX3U-48M，它具有小型化、高性能、高速度的特点。它能批量处理 I/O 信号，每 0.08 微秒执行一条基本指令，1.52 微秒至几百微秒执行一条应用指令；内置 8\*1024 步程序存储空间，还可以拓展到 16\*1024 步；拥有基本指令 27 条、步进指令 2 条、应用指令 128 条，最多 256 个输出输入点。采用循环扫描的工作方式，扫描周期一般为 3 毫秒<sup>[13]</sup>。

如图 3.11，三菱 PLC-FX3U-48M 有 24 个输入端和 24 个输出端。

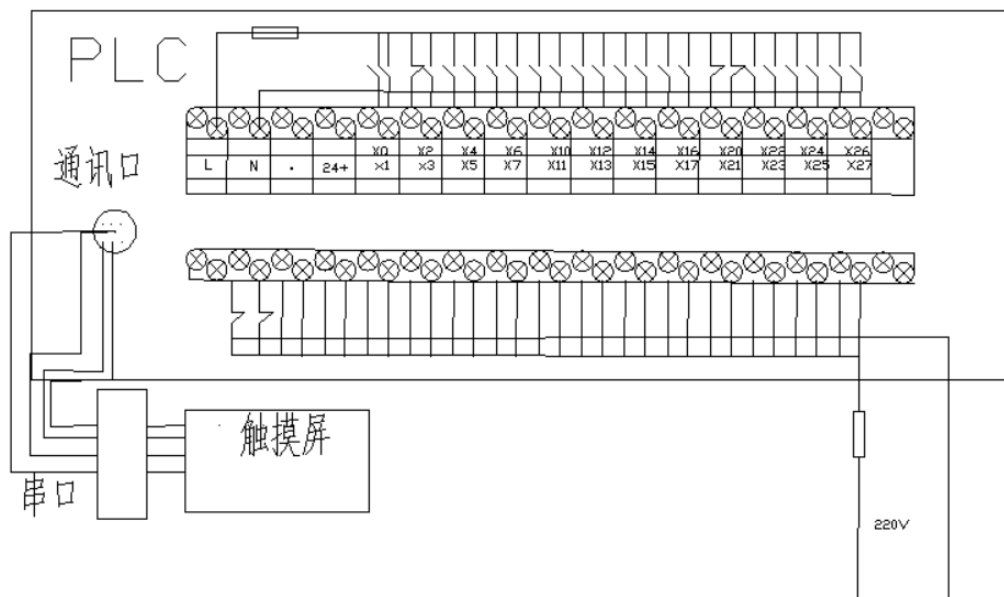


图 3.11 PLC 接线简化图

### 3.3 人机交互部分

如图 3.12，本课题选用北京昆仑通态触摸屏 TPC7062TX<sup>[14]</sup>，它是一款高性能的嵌入式一体化触摸屏；采用分辨率为 800×480 的 7 英寸、高亮度、TFT 液晶显示屏，分辨率为 4096×4096 的四线电阻式触摸屏，具备强大的图像显示和数据处理功能。



图 3.12 北京昆仑通态触摸屏实物图

### 3.4 本章小结

本章详细说明了立体车库的硬件设计，有目的地对底层电气控制、PLC 控制和人机交互三部分进行了合适的硬件选型。

## 4 系统 PLC 的软件设计

系统不仅需要硬件的支撑，还需要软件的支持。本章对 PLC 进行软件设计。采用 GX WORKS2 编程软件，从立体车库的功能出发，围绕自动存车、自动取车、手动存车取车等方面详细说明程序的设计思路及方法。

### 4.1 软件的开发环境

GX WORKS2 是三菱公司开发的新版 PLC 编程软件，它比以往的 GX Developer 功能更强大，操作更便捷，界面更美观，是专门用于 PLC 工程设计、编写、调试和维护的专业工具，支持指令表、梯形图等多种编程语言<sup>[15]</sup>。

### 4.2 总体程序设计

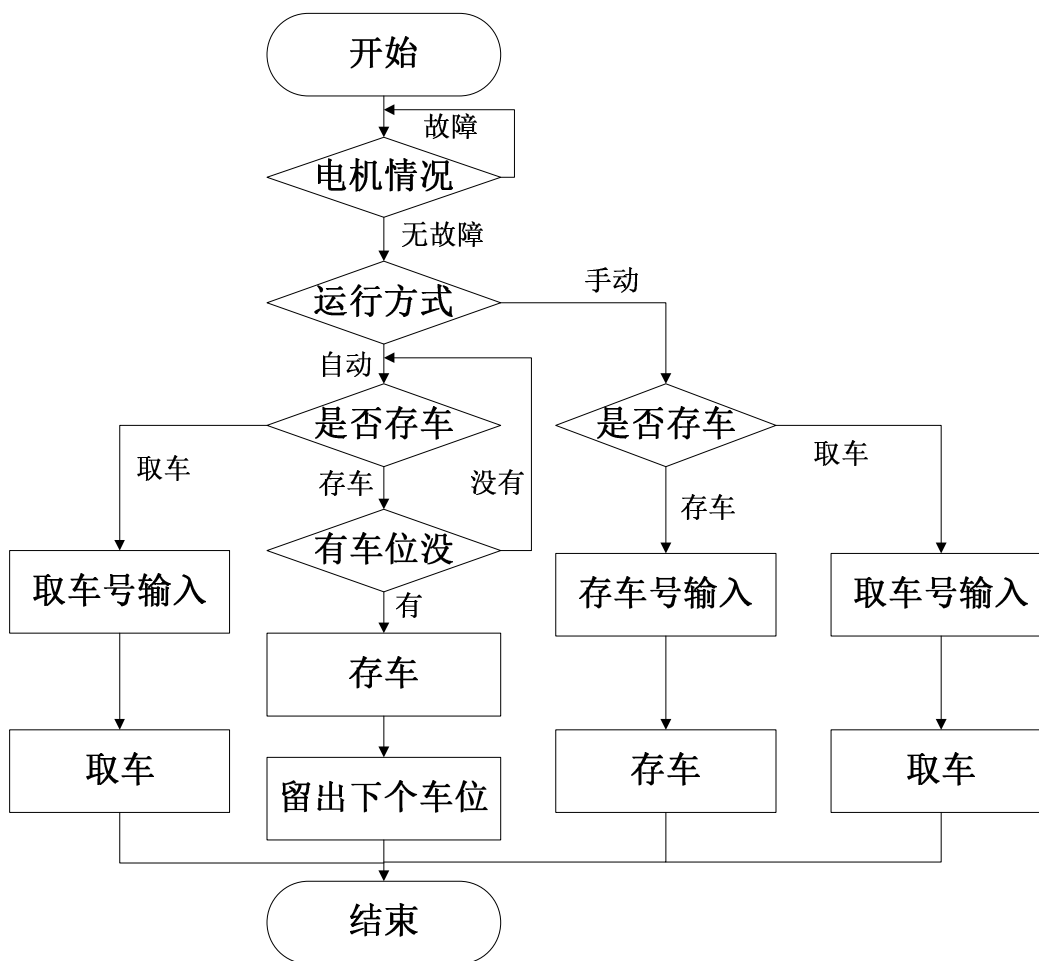


图 4.1 总体程序设计流程图

如图 4.1，总体程序设计流程图。系统上电后，首先判断电机是否能够正常工作。

若电机出现故障，系统停止，等待工人检修；若电机没有故障，进入下一环节。然后判断系统的运行方式，运行方式分自动和手动两种，自动方式是停车者自助存取车，手动方式是管理员操作存取车。自动存车，用户按下存车按钮，系统判断有无停车空位，若无停车空位，系统报告车位已满，返回上一步；反之存车启动，出卡（最底层车位号），用户存车完成，最近的空车位移动到最底层。自动取车，用户刷卡，系统根据取车车位号和最近取车原则，将目标车位移动到最底层，用户取车完成。手动存车，由管理员判断空车位，将最近空车位移动到最底层，用户存车，并告知用户车位号。手动取车，用户告知管理员车位号，管理员将目标车位移动到最底层，用户取车。

如表 4.1，三菱 PLC 的输入输出分配表。

表 4.1 输入输出分配表

输入			输出	
输入点编号	辅助点编号	注释	输出点编号	注释
X000	M56	自动状态急停	Y000	主电机正转
X001	M57	底座前限位	Y001	主电机反转
X002	M58	底座后限位	Y002	车位一前挡板
X003	M59	一号车位位置	Y003	车位二前挡板
X004	M60	二号车位位置	Y004	车位三前挡板
X005	M61	三号车位位置	Y005	车位四前挡板
X006	M62	四号车位位置	Y006	车位五前挡板
X007	M63	五号车位位置	Y007	车位六前挡板
X010	M64	六号车位位置	Y010	车位一防坠磁铁
X011	M65	一号车位重力感应	Y011	车位二防坠磁铁
X012	M66	二号车位重力感应	Y012	车位三防坠磁铁
X013	M67	三号车位重力感应	Y013	车位四防坠磁铁
X014	M68	四号车位重力感应	Y014	车位五防坠磁铁
X015	M69	五号车位重力感应	Y015	车位六防坠磁铁
X016	M70	六号车位重力感应		
X017	M71	自动/手动		
	M72	取车一号		
	M73	取车二号		
	M74	取车三号		
	M75	取车四号		
	M76	取车五号		
	M77	取车六号		
	M78	自动存车或手动正转		
	M79	自动取车或手动反转		
	M80	手动入库完成		

### 4.3 自动存车的程序设计

如图 4.2，存车前，系统判断车库是否停满，若停满，则告知工作人员车库已满。当 X011~X016，即一号车位~六号车位都重力感应到车时，M53 得电，告知工作人员。

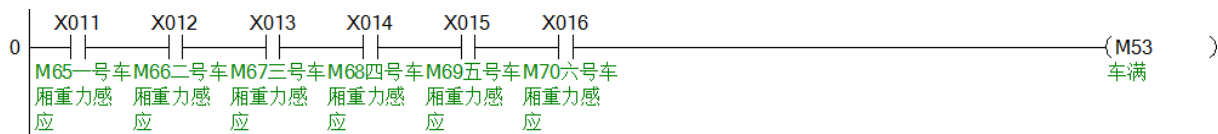


图 4.2 判断存车已满程序

存车时，系统首先判断最底层是哪个车位，等待用户存车；然后等用户停好车，将此车位标记为有车；最后判断离此车位最近的是哪个空车位，将最近的空车位移动到最底层。时刻保证最底层车位为空车位，最优存车。

下面以最底层为二车位为例，如图 4.3，进行存车程序的详细说明。当二车位停好车后，判断离二车位最近的一号和三车位是否有车。如果都没有车，本课题默认电机正转，三车位移动到最底层；如果三车位有车而一号车位无车，则电机反转，一号车位移动到最底层。如果一号和三车位都有车，则判断四号和六号是否有车，如果都没有车，则电机正转，四车位移动到最底层；如果四号车位有车而六号车位无车，则电机反转，六号车位移动到最底层。如果一号、三号、四号、六号都有车，则电机正转，五号车位移动到最底层。

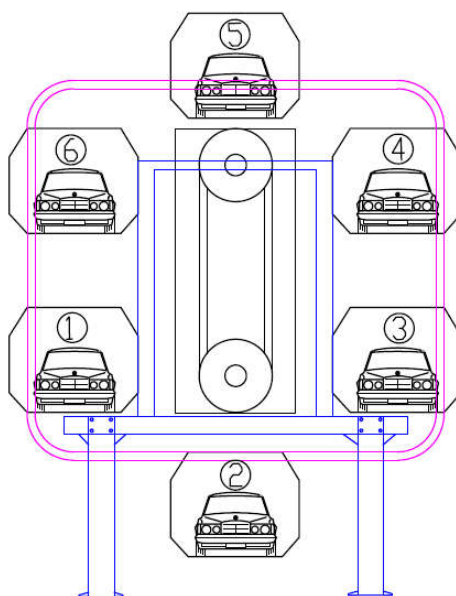
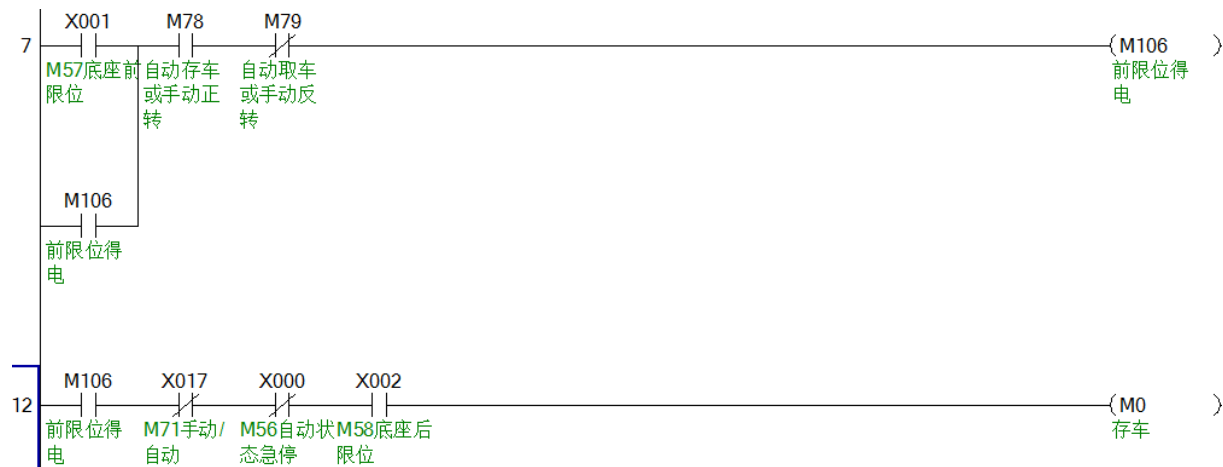


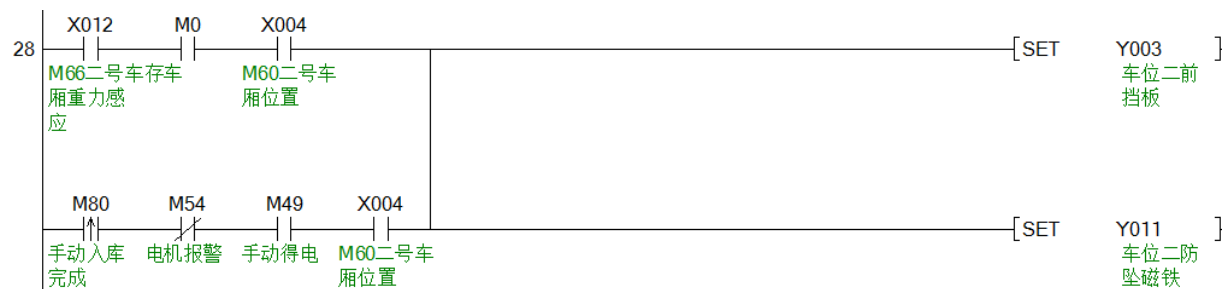
图 4.3 最底层为二车位的立体车库示意图

如图 4.4，在自动方式 X017，存车模式 M78 工作，用户停好车后（X001 和 X002

前后限位得电), M0 得电, 进入判断最近空车位状态, 同时二号车位的前挡板和防坠磁铁工作, 锁住车辆。



(a) 等待车辆入库完成程序



(b) 入库完成后锁住车辆程序

图 4.4 用户存车到最底层二号车位程序

如图 4.5, 自动存车, 且二号车位已存好车时, M0、Y003、Y011 都得电。然后采用比较指令来判断其他各个车位是否有车<sup>[16]</sup>。例如: `CMP K1 K1X012 M167`, K1 代表数字“1”, K1X012 代表由 X015 (五号车重力感应)、X014 (四号车重力感应)、X013 (三号车重力感应)、X012 (二号车重力感应), 组成的二进制数。若  $1 > K1X012$  表示的数时, M167 得电;  $1 = K1X012$  表示的数时, M168 得电;  $1 < K1X012$  表示的数时, M169 得电。依次类推。

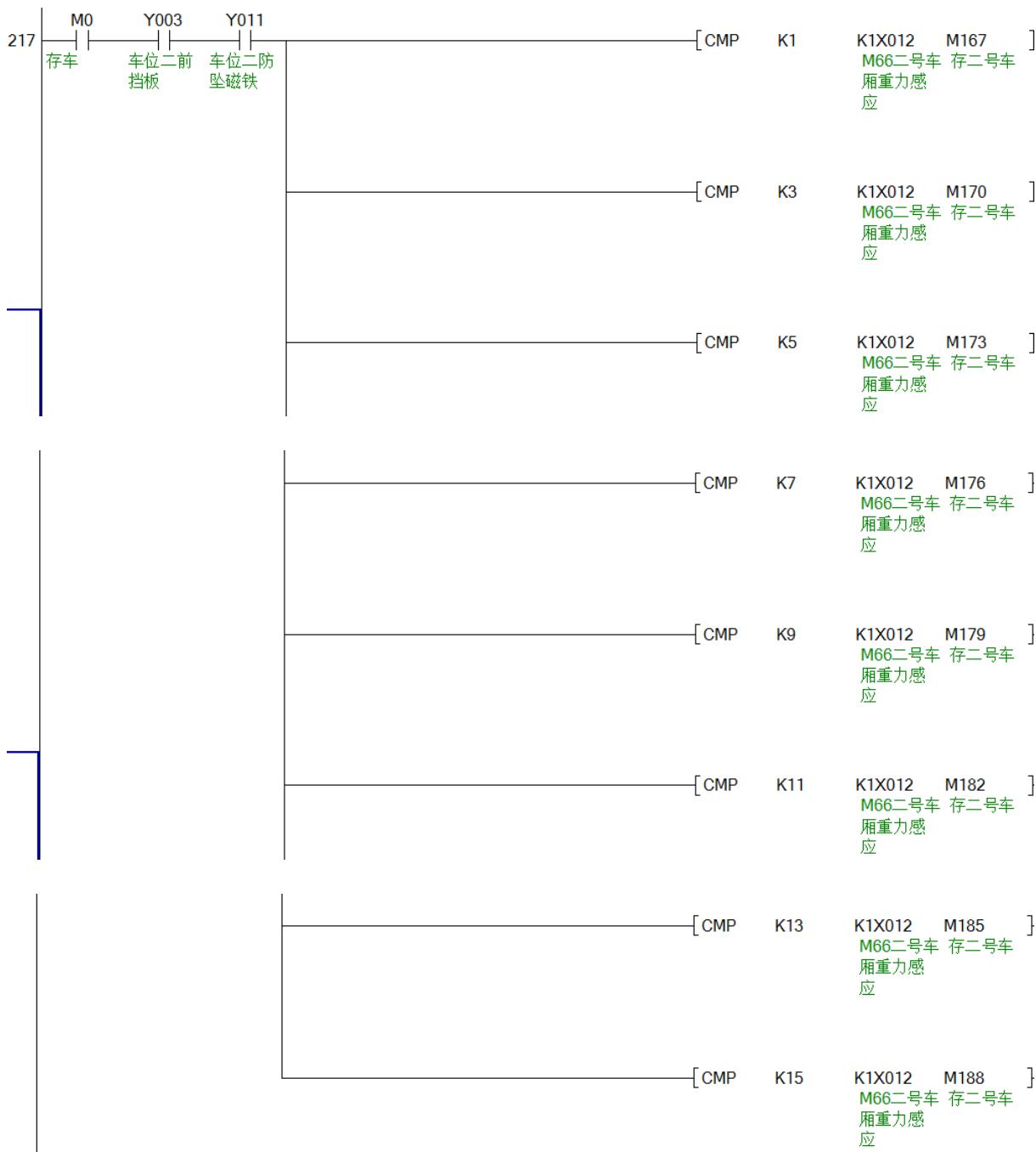


图 4.5 存车比较指令程序

如表 4.2, 当前车位, 用“1”表示有车, 用“0”表示无车, 默认存车顺序为 231465。若五号、四号、三号、二车位的重力感应组成的二进制数为 0001, 即数值 1 时, 表示二车位有车, 五号、四号、三车位无车, 根据默认存车顺序, 电机正转, 三车位移动到最底层。若组成的二进制数为 0011, 即数值 3 时, 表示二号、三车位有车, 根据默认存车顺序, 再判断一号车位是否有车, 如没有电机反转, 如有电机正转。依次类推。



表 4.2 最底层为二号车位判断空车位表

存二号车					
数值	K1X012 车位号				下一次空车位
	五	四	三	二	
1	0	0	0	1	三号
3	0	0	1	1	一号有转四号，一号无转一号
5	0	1	0	1	三号
7	0	1	1	1	一号六号有转五号，一号有六号无转六号，一号无转一号
9	1	0	0	1	三号
11	1	0	1	1	一号有转四号，一号有六号无转六号，一号无转一号
13	1	1	0	1	三号
15	1	1	1	1	一号有六号无转六号，一号无转一号
默认存车顺序	231465				

根据图 4.2 立体车库示意图、图 4.5 比较指令、表 4.2 判断空车位，得到如表 4.3，电机工作的辅助寄存器及电机正转反转的情况。

表 4.3 最底层为二号车位空车位电机工作表

下一次空车位									
三号		一号		四号		六号		五号	
数值	辅助寄存器	数值	辅助寄存器	数值	辅助寄存器	数值	辅助寄存器	数值	辅助寄存器
1	M168	3	M171	3	M171	11	M183	7	M177
5	M174	7	M177	11	M183	15	M189		
9	M180	11	M183						
13	M186	15	M189						
电机正转		电机反转		电机正转		电机反转		电机正转	

如图 4.6，M168、M174、M180、M186 情况下，M455 得电，电机正转。当三号车位移动到最底层后，X005 失电，电机停止转动。

如图 4.7，M171、M183 情况下，当 X011 一号车位有车时，M456 得电，电机正转。当四号车位移动到最底层后，X006 失电，电机停止转动。

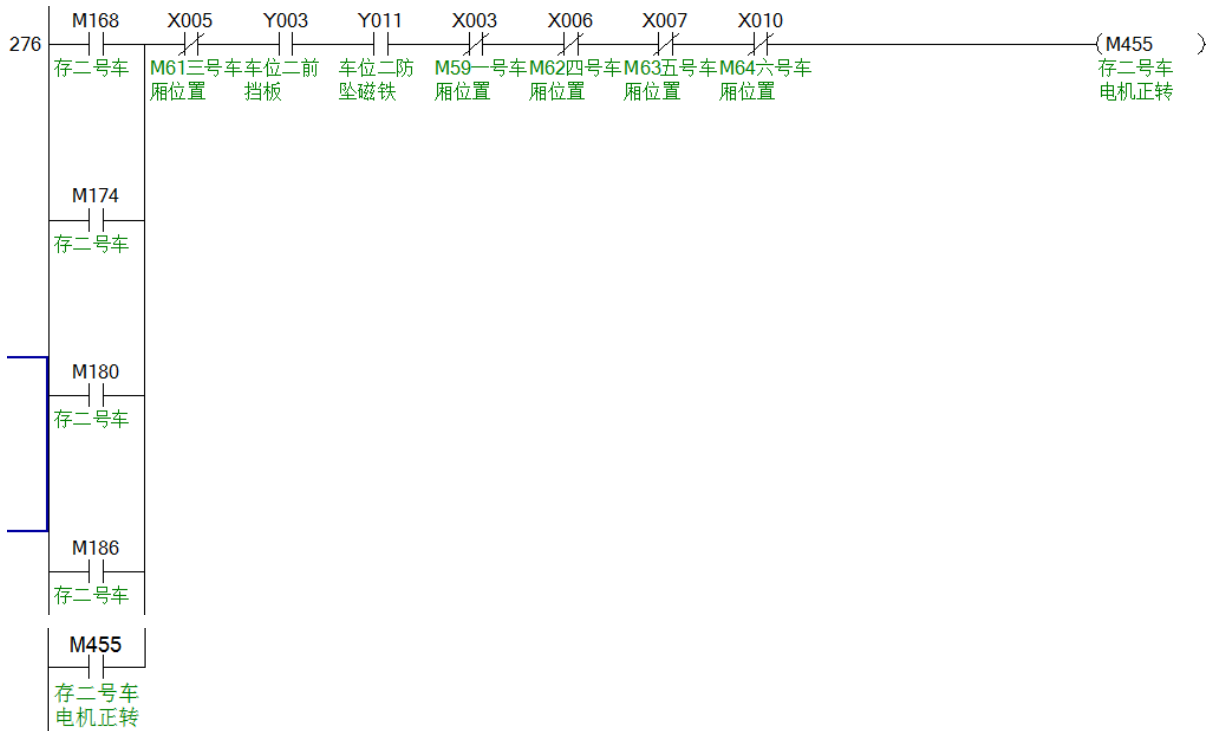


图 4.6 三号车位电机正转程序



图 4.7 四号车位电机正转程序

如图 4.8, M177 情况下, 当 X011 一号车位和 X016 六号车位有车时, M457 得电, 电机正转。当五号车位移动到底层后, X007 失电, 电机停止转动。

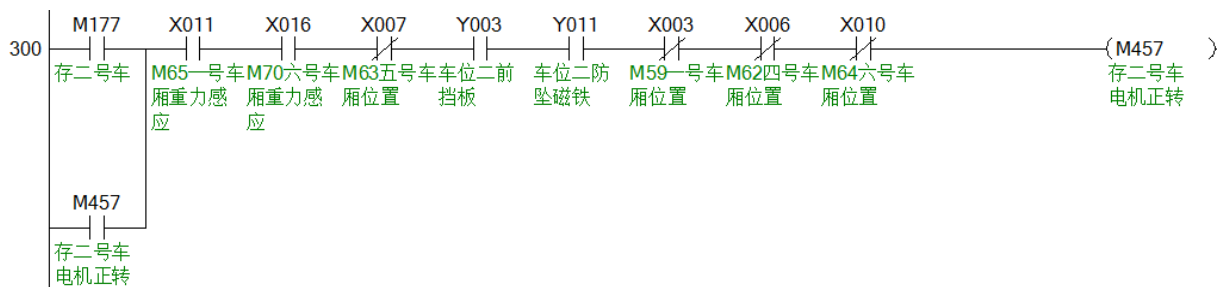


图 4.8 五号车位电机正转程序

如图 4.9，M171、M177、M183、M189 情况下，M459 得电，电机反转。当一号车位移动到最底层后，X003 失电，电机停止转动。

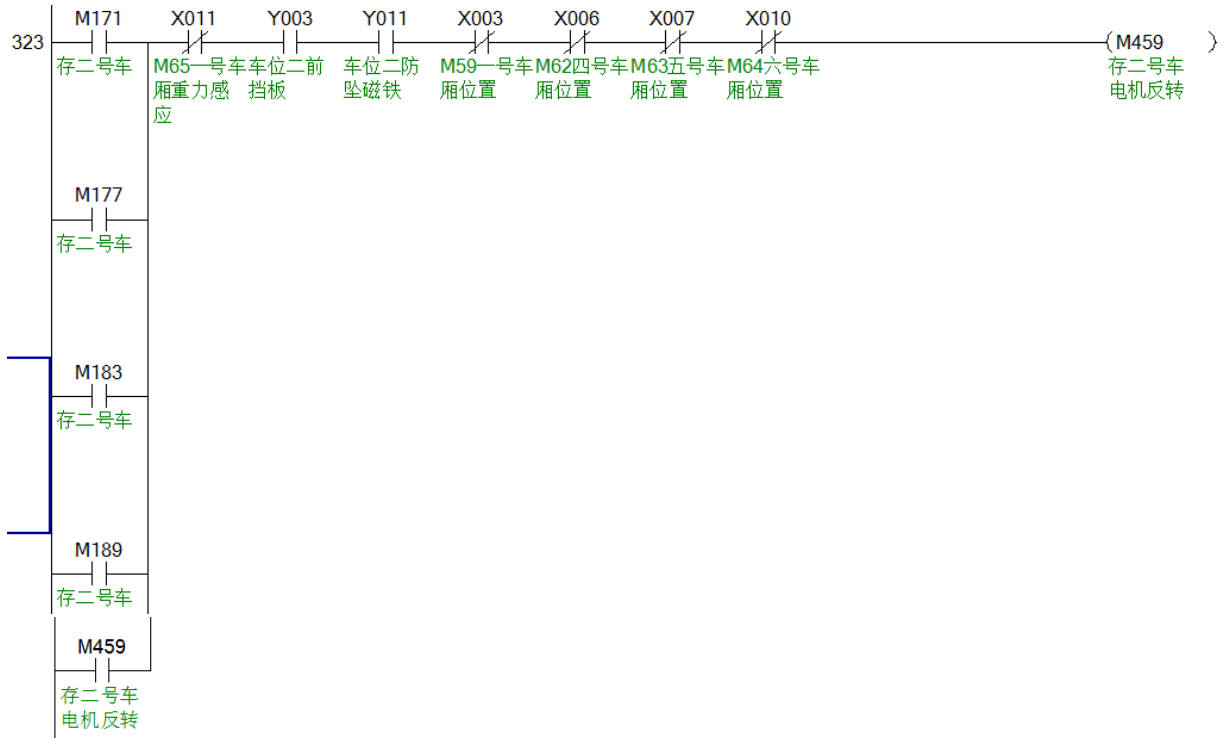


图 4.9 一号车位电机反转程序

如图 4.10，M177、M189 情况下，当 X011 一号车位有车时，M458 得电，电机反转。当六号车位移动到最底层后，X010 失电，电机停止转动。



图 4.10 六号车位电机反转程序

图 4.6、4.7、4.8、4.9、4.10，程序中 Y003（车位二前挡板）和 Y011（车位二防坠磁铁）保证是在二号车位车停好后，正转或反转电机才能工作。

## 4.4 自动取车的程序设计

自动取车时，用户刷卡，系统首先判断最底层是哪个车位，然后根据取车车位号和就近取车原则，将目标车位移动到最底层，最后用户取车完成。

如图 4.11，自动方式 X017、取车模式 M79 情况下，M1 得电，进入自动取车状态。



图 4.11 进入自动取车状态程序

下面以取五号车位的车为例，进行取车程序的详细说明。

如图 4.12，在自动取车状态下，M76 取五号车得电。取车采用比较指令来进行操作<sup>[17]</sup>，具体思路是，用数字大小代替车位号情况，判断最底层是哪个车位，确定电机正转还是反转，可以将目标车位移动到最底层。例如：CMP K2 K1X003 M33，K2 代表数字“2”，K1X003 代表由 X006（四号车位置）、X005（三号车位置）、X004（二号车位置）、X003（一号车位置），组成的二进制数，最高为位为 X006（四号车位置）。若  $2 > K1X003$  表示的数时，M33 得电； $2 = K1X003$  表示的数时，M34 得电； $2 < K1X003$  表示的数时，M35 得电。依次类推。

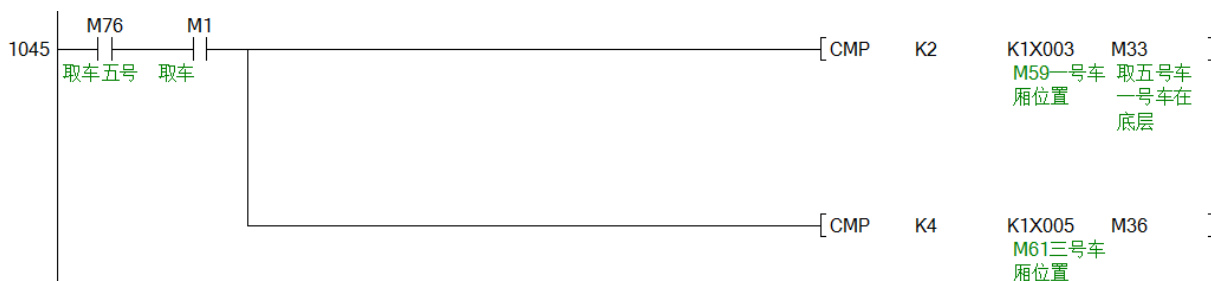


图 4.12 取车比较指令程序

如表 4.4，用“1”表示此车位是当前最底层车位，用“0”表示此车位不是当前最底层车位。当最底层车位是一号车位时，四号、三号、二号、一号车位组成的二进制数为 0001，即数值 1，小于 K2，则 M33 得电，电机反转；当最底层车位是二号车位时，四号、三号、二号、一号车位组成的二进制数为 0010，即数值 2，等于 K2，则 M34 得电，电机正转。当最底层是三号、或四号车位时，可以采用二进制数为 0100、1000，M35 得电，电机正转。依次类推。

表 4.4 取五号车判断依据表

CMP K2 K1X003 M33							
电机运行	当前车位	数值	四号	三号	二号	一号	判断依据
反转	一号	1	0	0	0	1	<2, M33
正转	二号	2	0	0	1	0	=2, M34
正转	三号	4	0	1	0	0	>2, M35
正转	四号	8	1	0	0	0	>2, M35
CMP K4 K1X005 M36							
电机运行	当前车位	数值	六号	五号	四号	三号	判断依据
正转	三号	1	0	0	0	1	<4, M36
正转	四号	2	0	0	1	0	<4, M36
不动作	五号	4	0	1	0	0	=4, M37
反转	六号	8	1	0	0	0	>4, M38

如图 4.13，M76 取五号车，M34、M35 得电，使 M138 得电，电机正转，当五号车位移动到最底层后，X007 失电，电机停止转动。



图 4.13 取五号车电机正转程序

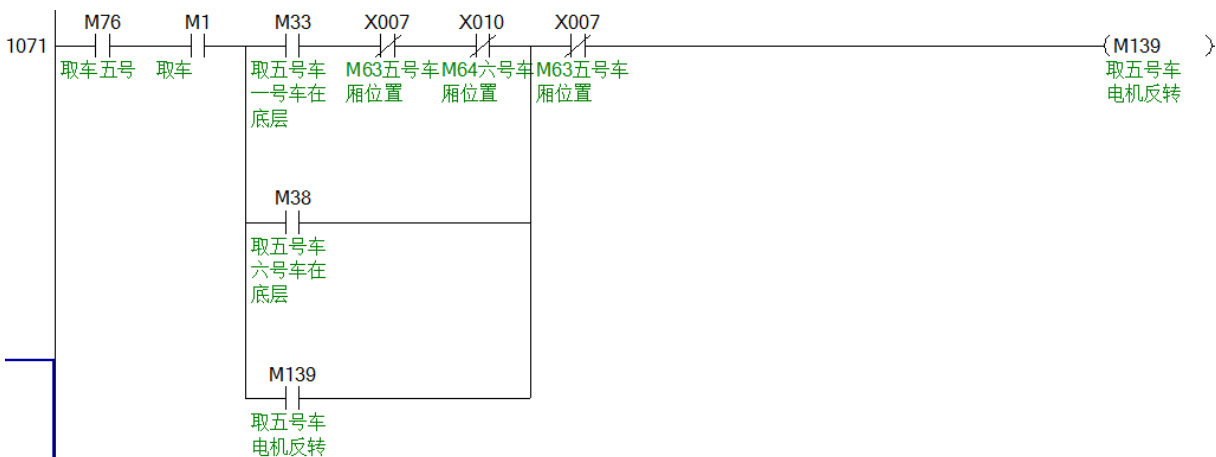


图 4.14 取五号车电机反转程序

如图 4.14, M33、M38 得电, 使 M139 得电, 电机反转。当五号车位移动到最底层后, X007 失电, 电机停止转动。

如图 4.15, M37、X007 得电, 表示最底层为五号车, 使 Y014 (车位五防坠磁铁) 和 Y006 (车位五前挡板) 释放, 用户即可取车。同时如图 4.16, 使用 ZRST 区间复位指令释放比较指令中得电的元件。

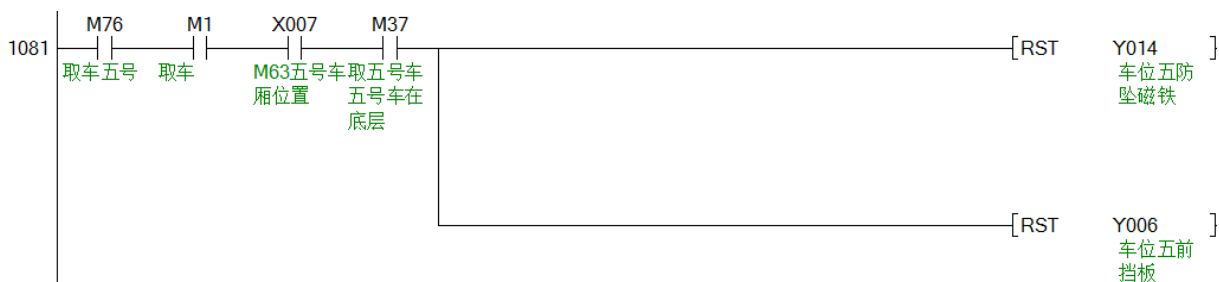


图 4.15 取五号车程序



图 4.16 取车辅助寄存器重置程序

## 4.5 手动存车取车的程序设计

手动运行只有管理员可以操作。手动存车取车靠电机正反转, 判断空车位靠管理员观察人机交互界面上的信息<sup>[18]</sup>。

### (1) 手动存车

停车到位后, 对应检测车位号的接近开关得电, 这时管理员按下防护按钮, 当前车位的前挡板和防坠磁铁加电, 防止车辆移动。然后再观察车位重量感应得电情况, 判断最近的空车位, 使用手动控制电机正反转, 使空车位移动到最底层。

如图 4.17, 手动电机正转和反转程序。手动方式 X017 下, 管理员按下 M78 手动正转, M47 得电; 按下 M79 手动反转, M48 得电。

如图 4.18, 管理员判断用户停好二号车位的车, 按下手动入库完成 M80, 二号车位的前挡板和防坠磁铁得电工作。

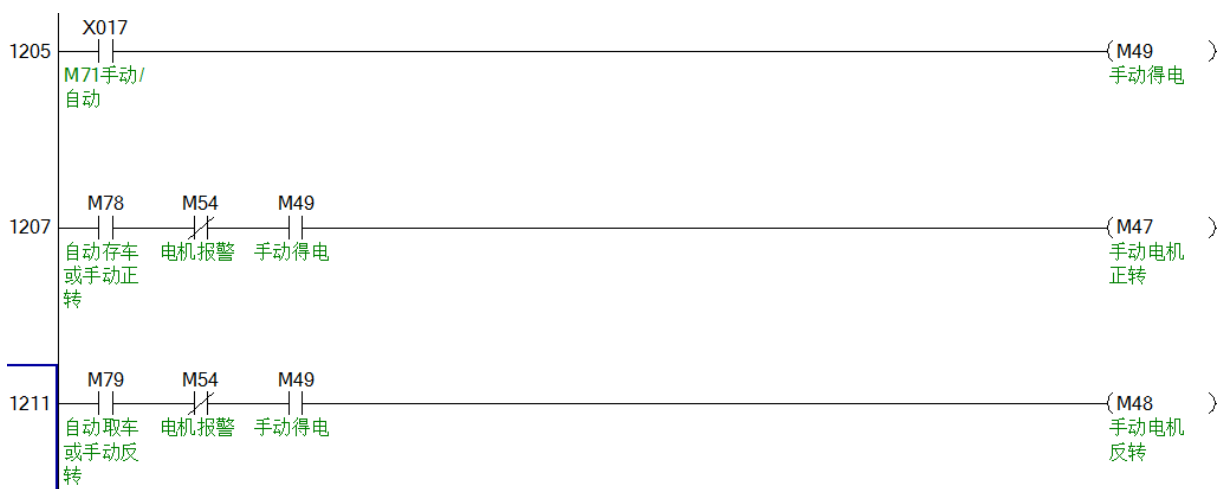


图 4.17 手动电机正转和反转程序

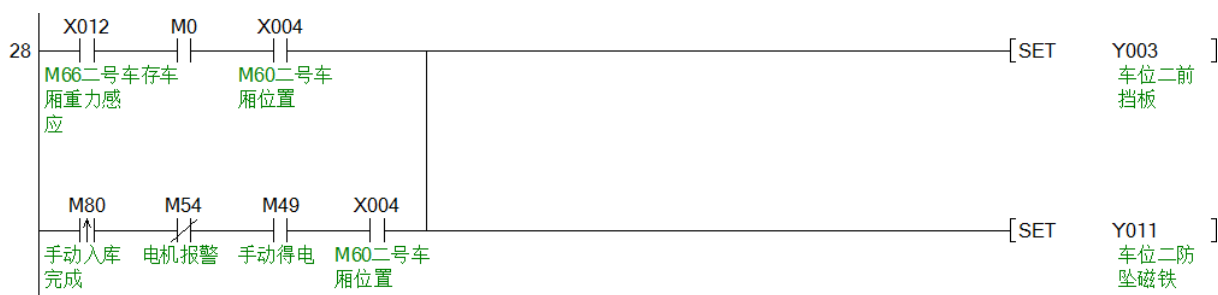


图 4.18 二号车位前挡板和防坠磁铁工作程序

(2) 手动取车

管理员根据人机交互界面，判断最底层车位是哪个，根据取车车位号，手动控制电机正反转，观察人机交互界面上对应车位的位置信息，判断是否转到位，到位后按下取车按钮，前挡板和防坠磁铁的保护措施失电，用户可以取车，如图 4.19。

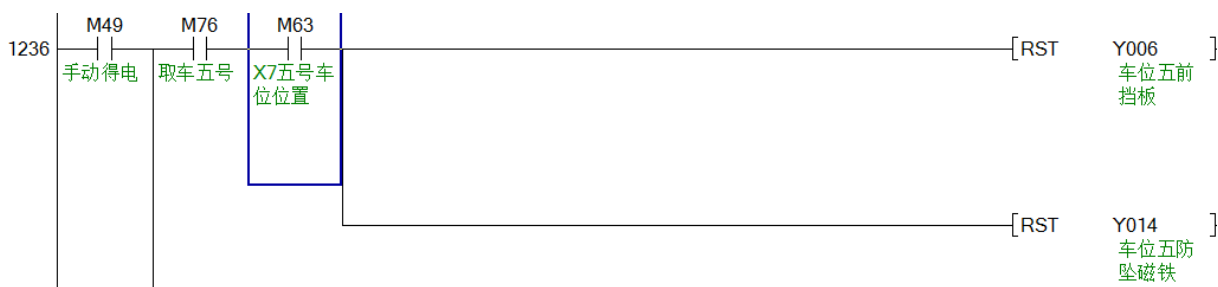


图 4.19 手动取五号车程序

4.6 本章小结

本章是整个立体车库的 PLC 软件设计的核心。首先对总体程序进行了设计；然后根据存取车辆最优最近原则，设计算法；最后根据系统需求，从自动存车、自动取车、手动存车取车三个方面进行了程序编写。

## 5 系统触摸屏的软件设计

本章主要对触摸屏进行软件设计。采用 MCGS 编程软件，从动画窗口、实时数据库、设备管理和主控窗口等方面进行程序编写。

### 5.1 软件开发环境

MCGS 嵌入版，在自动化和工控领域有着广泛的应用，它是一个可以快速构造动画界面以及和计算机构成监控系统的组态软件。运行和组态环境关系，如图 5.1。它适用于 Windows10、Windows7、Windows XP 的 32 位或者 64 位系统，可以进行构造工程动画，进行报警显示、报表输出、曲线显示、设置安全机制。MCGS 嵌入版，因它操作界面中文化、可视化、操作简单灵活，可以实时处理分析数据，开放式的结构，完善的安全机构，在应对较复杂的控制时得到广大用户的青睐<sup>[19]</sup>。



图 5.1 组态环境

如图 5.2，MCGS 嵌入版组态软件由主控窗口、设备窗口、用户窗口、实时数据库、运行策略组成，它们各有各的用途。

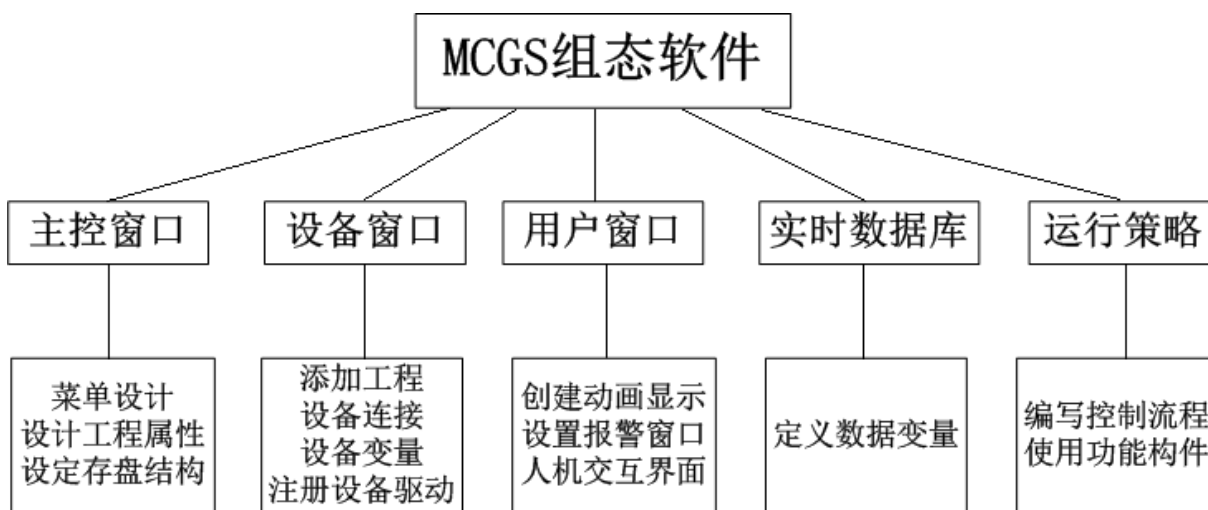


图 5.2 组态界面



## 5.2 动画窗口

根据系统需求,本课题的人机交互界面需要设置五个动画窗口,分别为欢迎窗口、存车窗口、取车窗口、手动窗口和数据窗口<sup>[20]</sup>。

如图 5.3,点击“用户窗口”——“新建窗口”,创建新窗口。对新建的“窗口 1”点击“窗口属性”,进入如图 5.4,在“用户窗口属性设置”界面,将“窗口名称”改成欢迎。由于是嵌入版的组态,所以“窗口位置”和“窗口边界”无需设置。

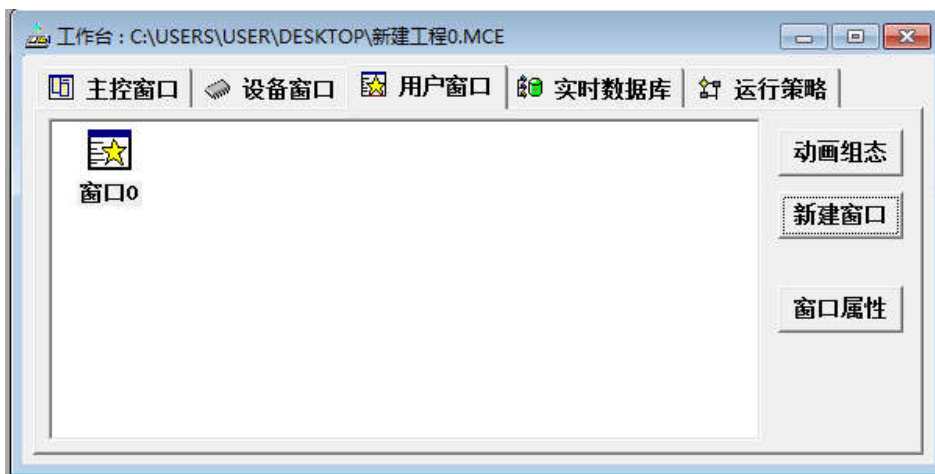


图 5.3 新建窗口

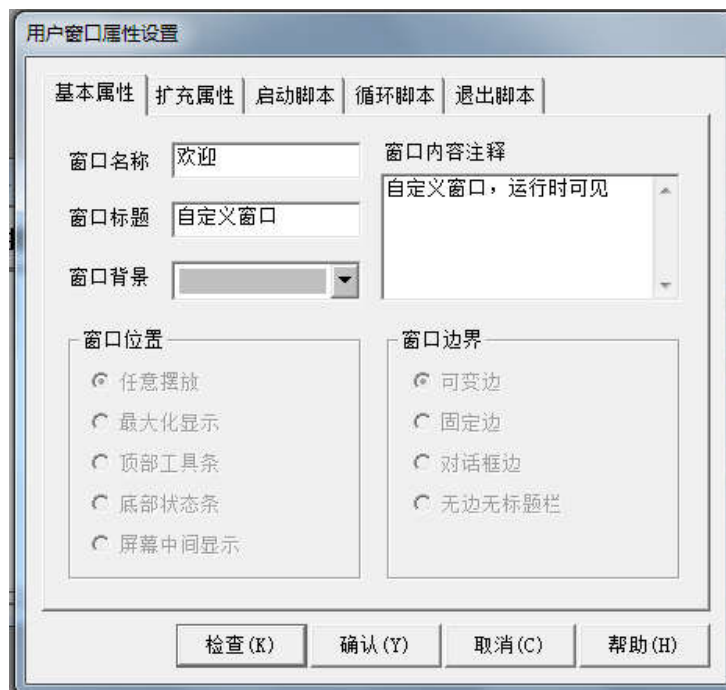


图 5.4 窗口属性

其他四个窗口和创建欢迎窗口步骤一致,用户窗口最终图,如图 5.5。右键欢迎窗口,设为启动窗口。

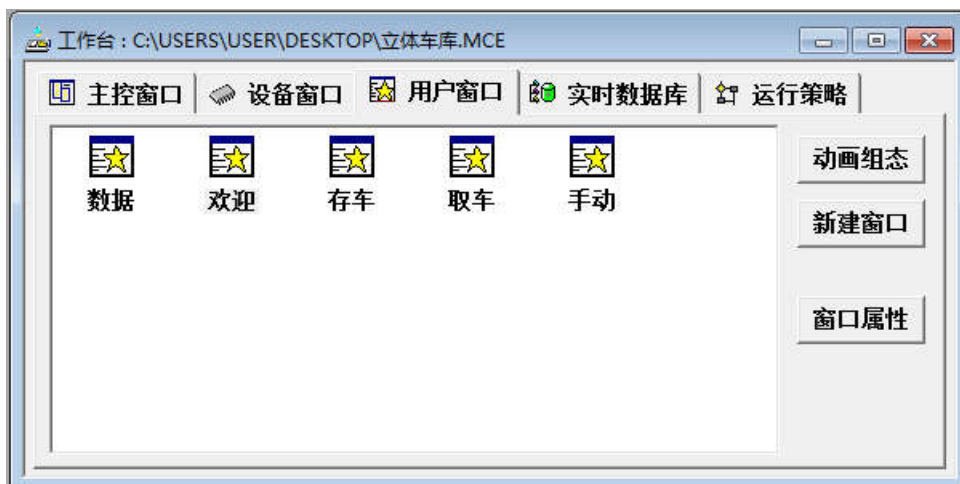


图 5.5 用户窗口

## 5.2.1 欢迎窗口

### (1) 背景图设置

如图 5.6，单击工具箱的“位图”，在窗口中插入位图，装载位图，调节位图的大小，选择位图的排列顺序为最后面，设置其为所有五个动画窗口的背景图片。



图 5.6 插入背景图片

### (2) 文字设置

如图 5.7，单击工具箱的“标签 A”，出现十字架，在适当的位置画出大小合适的文字框。双击文本框，“属性设置”中设置“填充颜色”为没有填充、“字符颜色”为红色。“扩展属性”中“文本内容输入”为《基于触摸屏与三菱 PLC 的立体车库控制系统设计》的标题。

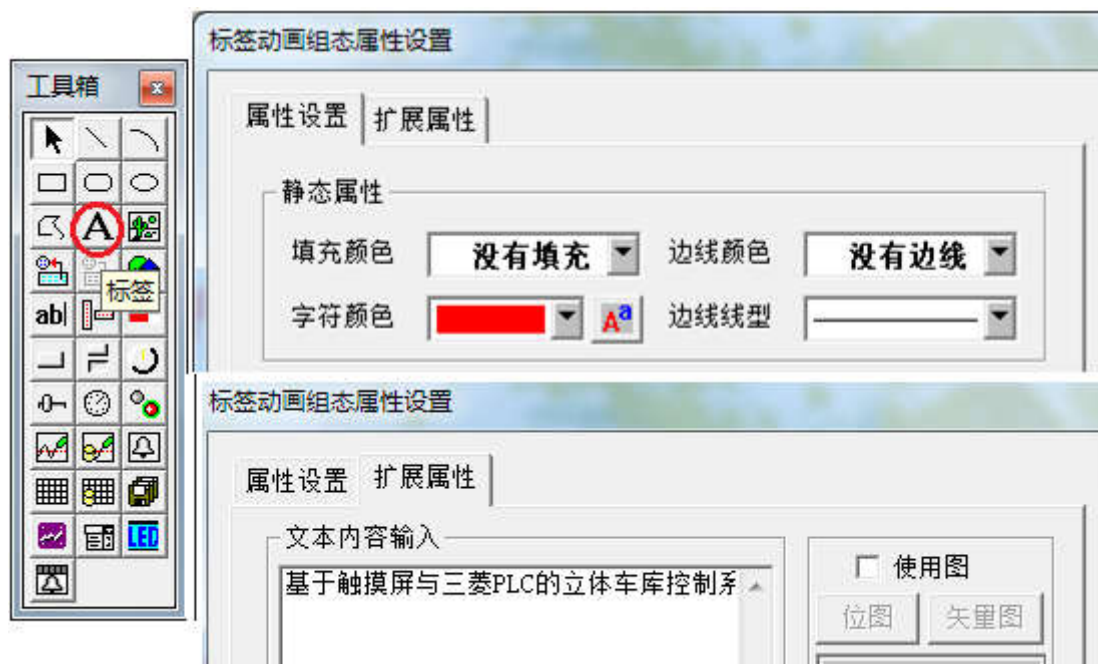


图 5.7 设置文字

如图 5.8，单击工具栏中的“字符字体”，“字体”设为宋体，“字形”设为粗体，“大小”设为二号。

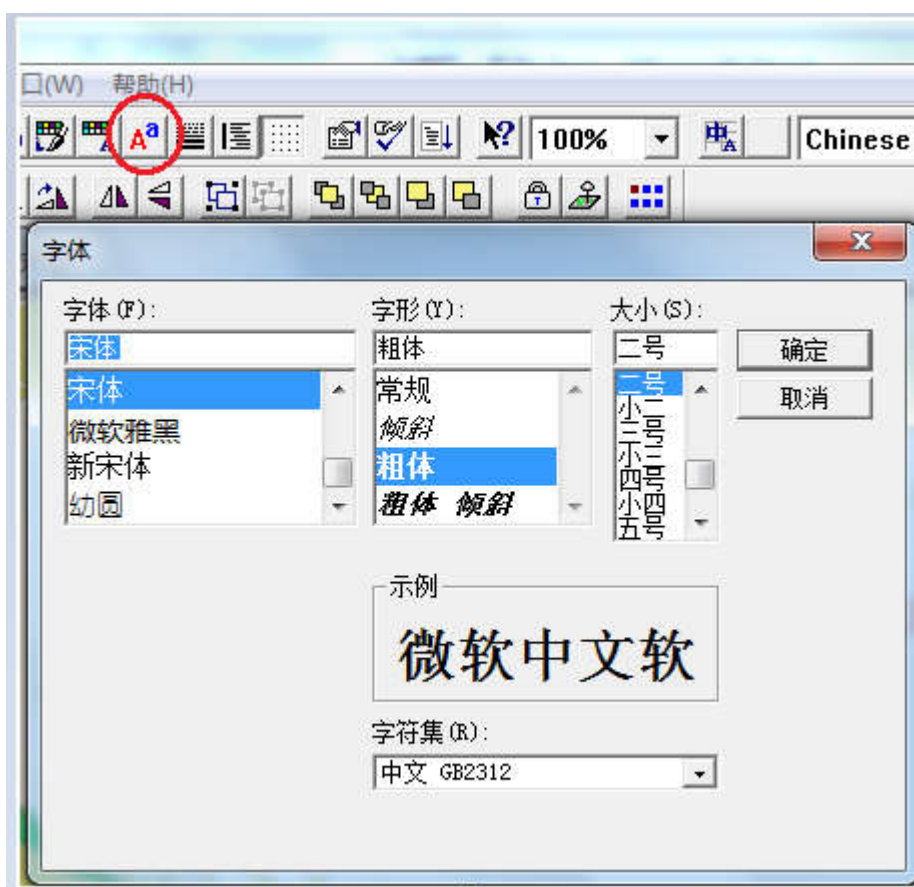


图 5.8 设置文字属性

### (3) 时间单元

如图 5.9，单击工具箱的“矩形”，插入时间单元矩形框，对矩形的属性设置进行设置。单击“标签 A”，插入年、月、日、时间四个文本框。标签的“属性设置”、“扩展属性”设置方法同文字设置。勾选“属性设置”的“输入输出连接”的“显示输出”，出现“显示输出”设置栏。单击“显示输出”的“表达式”旁的“？”，选择系统变量“\$Year”变量，“输出值类型”为数值量输出，“输出格式”为浮点输出。月、日、时间的设置方法同年的设置方法，其中时间的“输出格式”为字符输出。通过与系统变量相连，实时显示时间。

最后将矩形和四个文本框合成单元，固定它们之间的位置关系。

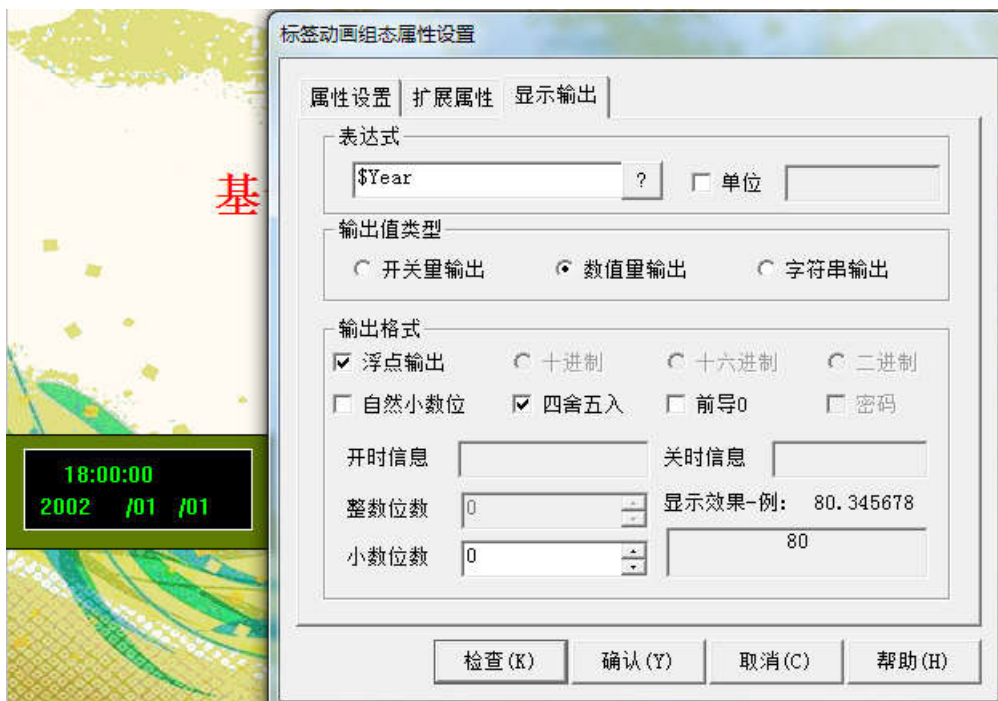


图 5.9 设置时间单元

### (4) 窗口切换

如图 5.10，单击工具箱的“标准按钮”，对按钮的“基本属性”、“操作属性”等进行设置。在“基本属性”中输入“取车”，在“操作属性”的按下功能中，勾选“打开用户窗口”，并下拉选择“取车”。其它窗口切换按钮类似。



图 5.10 设置窗口切换

如图 5.11，欢迎窗口最终图。



图 5.11 欢迎窗口



## 5.2.2 存车窗口

### (1) 图形绘制

如图 5.12，单击工具箱的“常用符号”选择“横管道”，大小根据画面具体设置，绘制出垂直式循环立体车库的示意图。单击“标签 A”绘出 1~6 个车位号。



图 5.12 图形绘制

如图 5.13，对标签的“属性设置”、“扩展属性”进行设置。例如，六号车位，勾选“属性设置”的“特殊动画连接”的“可见度”，出现“可见度”设置栏。单击“可见度”的“表达式”旁的“？”，选择变量“X10 六号车位置”，勾选“对应图符可见”。这样 6 个标签会随着 6 个车位的位置变化而变化。



图 5.13 设置车位号

## (2) 开关、指示灯

触摸屏需要实时显示每个车位的位置和有无车辆、车辆入库和出库的过程、车库剩余车辆数；当设备出现故障时，报警显示；控制自动存车、自动取车、手动存车取车的启动停止等。所以界面上所以需要添加开关和指示灯。

同时为了缩短调试的时间，快速验证存取车辆算法的正确性，触摸屏界面和 PLC 程序都采用辅助触点 M，代替底层电气控制部分的信息采集装置的称重传感器和接近开关的输入点 X，对应表如表 4.1。待调试正确后，再将触摸屏界面和 PLC 程序的辅助触点 M 更改为输入点 X。

如图 5.14，单击工具箱的“插入元件”，选择“开关三”、“指示灯一”、“指示灯三”。

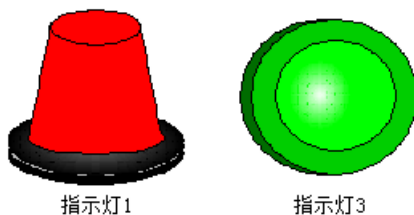


图 5.14 选择开关、指示灯

对开关、指示灯进行数据对象和动画连接。如图 5.15，例如自动存车对应开关，双机开关，将数据对象和动画连接都选择变量“M78 存车”。单击“动画连接”的“组合图符”一行后的“>”，出现“动画组态属性设置”，勾选“数据对象操作”，选择“取反”，表达式还是变量“M78 存车”。

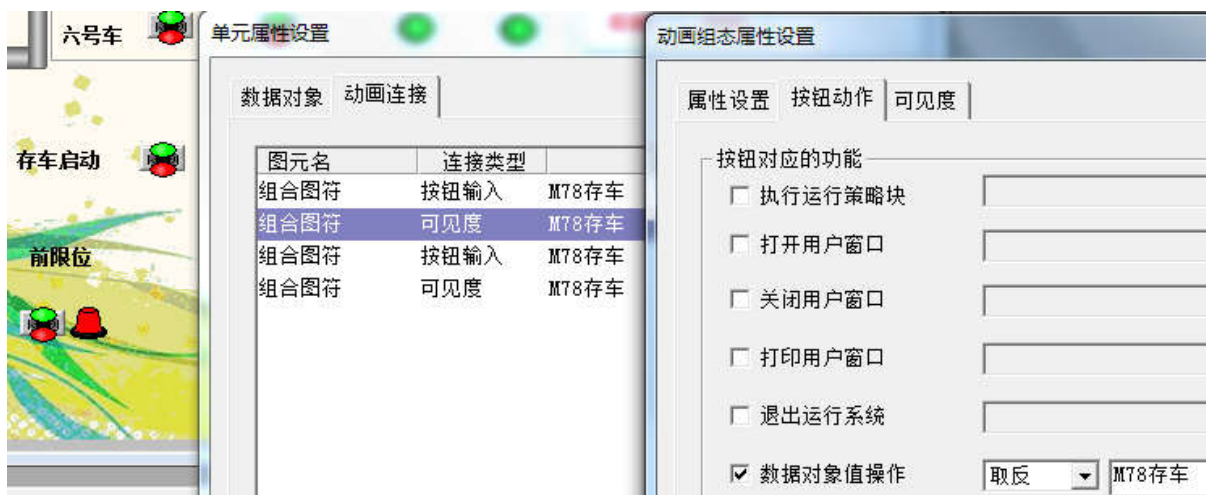


图 5.15 设置开关、指示灯的变量连接

### (3) 数值显示

剩余车位显示，如图 5.16，单击工具箱“标签 A”，画一个文本框，双击文本框，设置“填充颜色”、“边线颜色”为没有填充和没有边线，勾选“显示输出”。



图 5.16 设置剩余车位显示框

如图 5.17，在“显示输出”的表达式里输入“6-X11 一号车重力感应-X12 二号车重力感应-X13 三号车重力感应-X14 四号车重力感应-X15 五号车重力感应-X16 六号车重力感应”，选择“数值量输出”为十进制和自然小数位，单位为个。





图 5.17 设置剩余车位显示动画连接

如图 5.18，存车窗口最终图。



图 5.18 存车窗口

### 5.2.3 取车窗口

取车窗口与存车窗口，不同的地方是多了六个按钮，用于取车输入。如图 5.19，例如取一号车，一号车对应的按钮和指示灯的“数据对象”和“动画连接”都选择变量“M72 取车一号”。按钮的“基本属性”输入“取车”，按钮的“操作属性”勾选“数据对象值操作”，选择“取反”，表达式还是变量“M72 取车一号”。指示灯的“动画

连接”的“组合图符”一行后的“>”，出现“动画组态属性设置”，勾选“数据对象操作”，选择“取反”，表达式还是变量“M72 取车一号”。

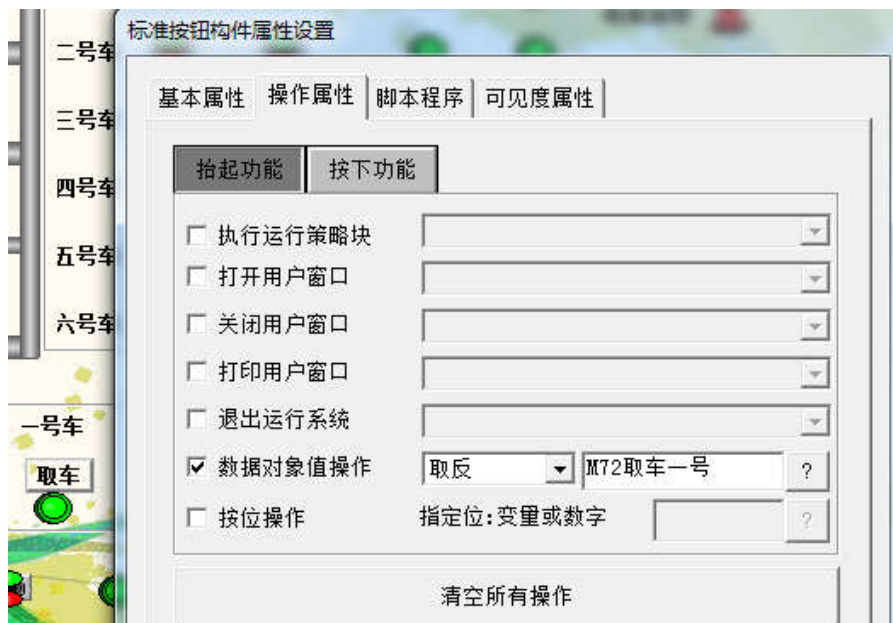


图 5.19 设置取车号输入

如图 5.20，取车窗口最终图。



图 5.20 取车窗口

### 5.2.4 手动窗口

手动窗口在存车窗口和取车窗口的合体的基础上增加了“电机正转”和“电机反转”的开关和指示灯。如图 5.21，手动窗口最终图。



图 5.21 手动窗口最终图

### 5.2.5 数据窗口


数据窗口，因为系统要求人机交互界面实时显示每个车位的状态、车辆入库和出库的工作过程，统计车辆入库、出库的时间和车位号等数据。

下面以取车历史表格为例，进行详细说明。单击工具箱的“历史表格”，在窗口中新建历史表格。右击表格，选择“属性”，单击工具栏的“增加一列”或“增加一行”，变化表格的行列数。在表格的第一行填入文字。取车历史表格，如图 5.22。

时间	车一	车二	车三	车四	车五	车六

图 5.22 取车历史表格



如图 5.23，双击表格，再右击表格，选择“连接”；选择第二行到第四行，单击工具栏的“合并表元”，第二行到第四行出现反斜杠。

连接	C1*	C2*	C3*	C4*	C5*	C6*	C7*
R1*							
R2*	/	/	/	/	/	/	/
R3*	/	/	/	/	/	/	/
R4*	/	/	/	/	/	/	/

图 5.23 历史表格画面

如图 5.24，双击反斜杠，弹出“数据库连接设置”窗口。在“数据库连接设置”窗口的“基本属性”中，选择“在指定的表格单元内，显示满足条件的数据记录”、“按照从上到下的方式填充数据航”和“显示多页记录”。

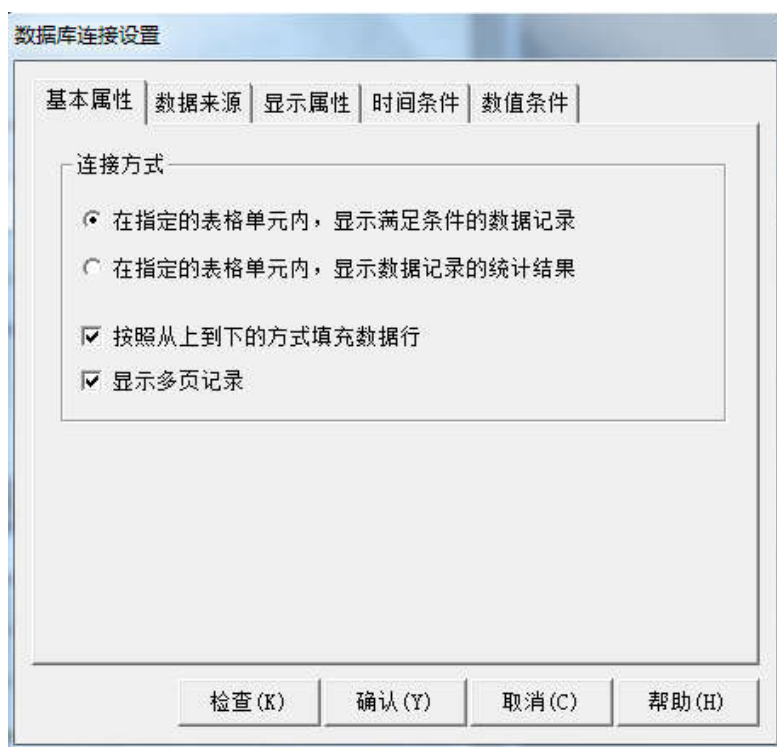


图 5.24 数据库连接基本属性

如图 5.25，“数据库连接设置”窗口的“数据来源”必须是组对象，选择“车库取车”组对象。本课题已在实时数据库中将同类变量组成组对象，如图 5.32。



图 5.25 数据库连接数据来源

如图 5.26, “数据库连接设置”窗口的“显示属性”, 默认“显示内容”为“显示记录”。



图 5.26 数据库连接显示属性

如图 5.27, “数据库连接设置”对话框的“时间条件”, 选择“排序列明”为 MCGS\_Time, 采用升序, 选择所有存盘数据。

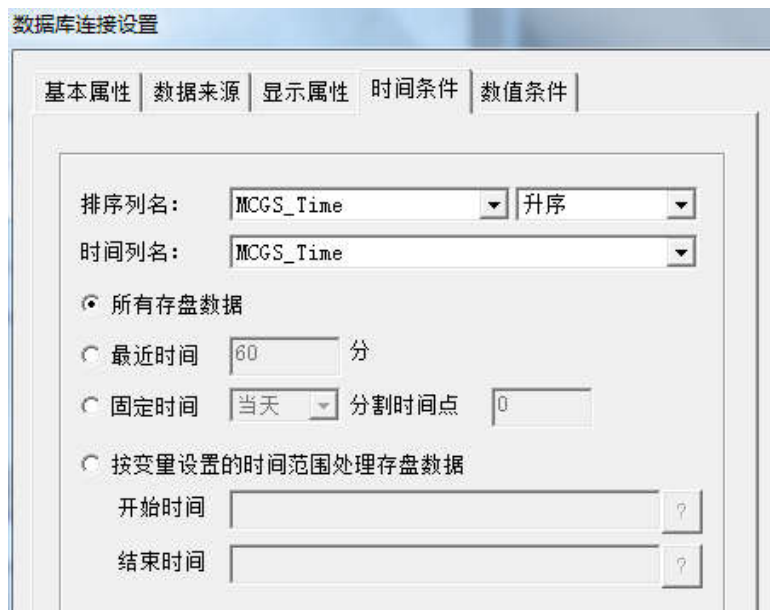


图 5.27 数据库连接时间条件

存车历史表格同取车历史表格设置方法，组对象为“车库停车”组对象。

车位是否有车表格和取车状态表格中的数据需要逐个连接。右击选择“连接”，再双击一号车位是否有车的对应单元格，选择“X11 一号车重力感应”变量。其它单元格连接方式相同。

如图 5.28，数据窗口最终图。

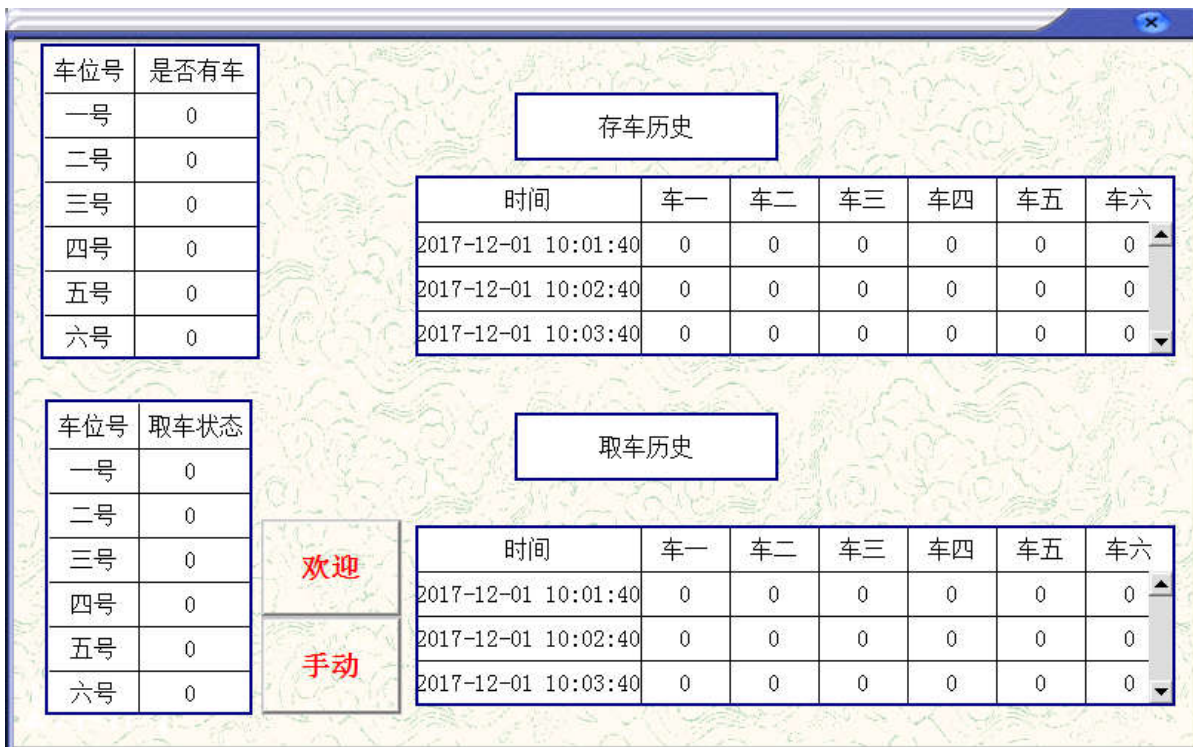


图 5.28 数据窗口

### 5.3 实时数据库

如图 5.29，建立实时数据库，本课题大部分是开关量，少部分是数值量和组对象。

名字	类型		
InputETime	字符型	X3 一号车位置	开关型
InputSTime	字符型	X4 二号车位置	开关型
InputUser1	字符型	X5 三号车位置	开关型
InputUser2	字符型	X6 四号车位置	开关型
M72 取车一号	开关型	X7 五号车位置	开关型
M73 取车二号	开关型	Y0 主电机正转	开关型
M74 取车三号	开关型	Y10 一号防坠磁铁	开关型
M75 取车四号	开关型	Y11 二号防坠磁铁	开关型
M76 取车五号	开关型	Y12 三号防坠磁铁	开关型
M77 取车六号	开关型	Y13 四号防坠磁铁	开关型
M78 存车	开关型	Y14 五号防坠磁铁	开关型
M79 取车	开关型	Y15 六号防坠磁铁	开关型
M80 手动入库完成	开关型	Y1 主电机反转	开关型
X0 急停	开关型	Y2 一号车挡板	开关型
X10 六号车位置	开关型	Y3 二号车挡板	开关型
X11 一号车重力...	开关型	Y4 三号车挡板	开关型
X12 二号车重力...	开关型	Y5 四号车挡板	开关型
X13 三号车重力...	开关型	Y6 五号车挡板	开关型
X14 四号车重力...	开关型	Y7 六号车挡板	开关型
X15 五号车重力...	开关型	车库取车	组对象
X16 六号车重力...	开关型	车库停车	组对象
X17 手动	开关型	车满	开关型
X1 底座前限位	开关型	电机报警	开关型
X2 底座后限位	开关型	剩余车数	数值型

图 5.29 实时数据库

如图 5.30，新增开关型数据，单击“新增对象”，对“基本属性”的对象名称进行编辑，并勾选“对象类型”为开关。新增数值型数据，则勾选“对象类型”为数值。

数据对象属性设置

基本属性 | 存盘属性 | 报警属性

对象定义

对象名称: X11 一号车重力感应    小数位: 0

对象初值: 0    最小值: -1e+010

工程单位:    最大值: 1e+010

对象类型

开关     数值     字符     事件     组对象

对象内容注释

检查(C)    确认(Y)    取消(N)    帮助[H]

图 5.30 新增开关型数据

本课题中的组对象是为了数据窗口的数据来源而特别新增的。对“基本属性”的对象名称进行编辑，勾选“对象类型”为组对象。如图 5.31，设置“存盘属性”的存盘周期为 60 秒，即 1 分钟采集一次数据，存入历史表格。如图 5.32，增加组对象成员。

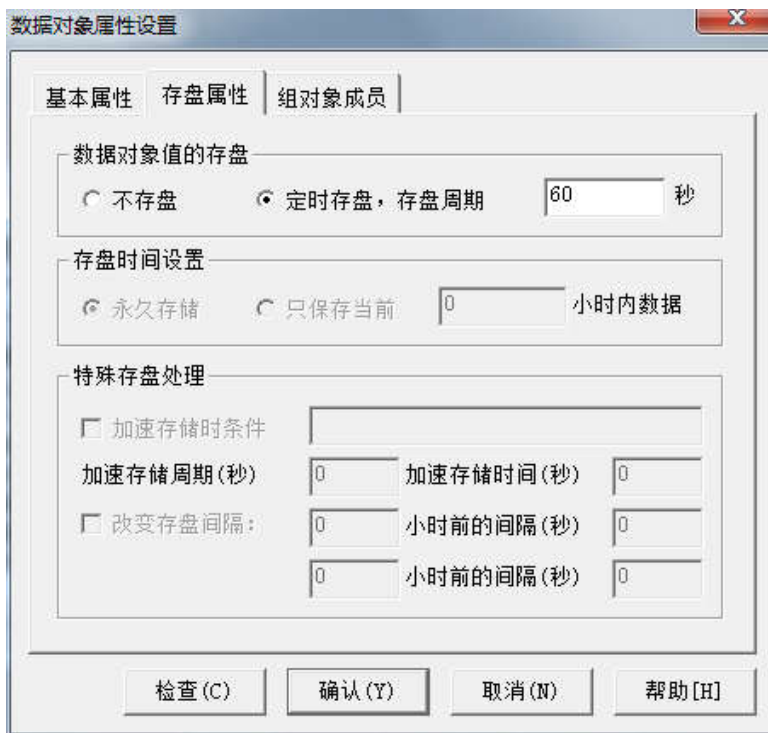


图 5.31 组对象存盘属性



图 5.32 组对象成员



## 5.4 设备管理

设备管理，将触摸屏连接三菱 PLC。如图 5.33，添加“通用串口父设备”，添加设备 0 “三菱\_FX 系列编程口”。

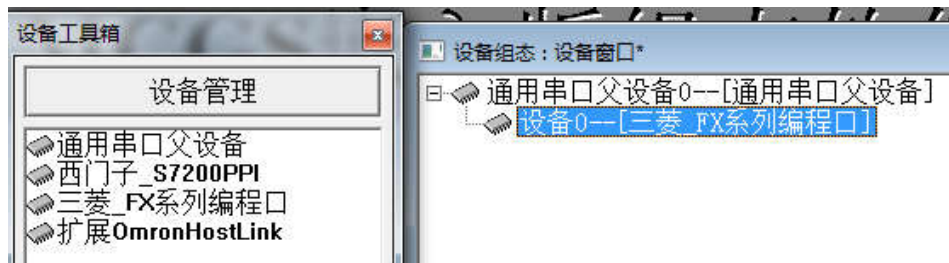



图 5.33 添加设备

双击  通用串口父设备0--[通用串口父设备]，弹出如图 5.34 的界面，进行设置。



图 5.34 父设备设置

如图 5.35，双击  设备0--[三菱 FX系列编程口]，弹出“设备编辑窗口”对话框，选择“设备属性名”中的“CPU”类型为“4-FX3UCPU”。

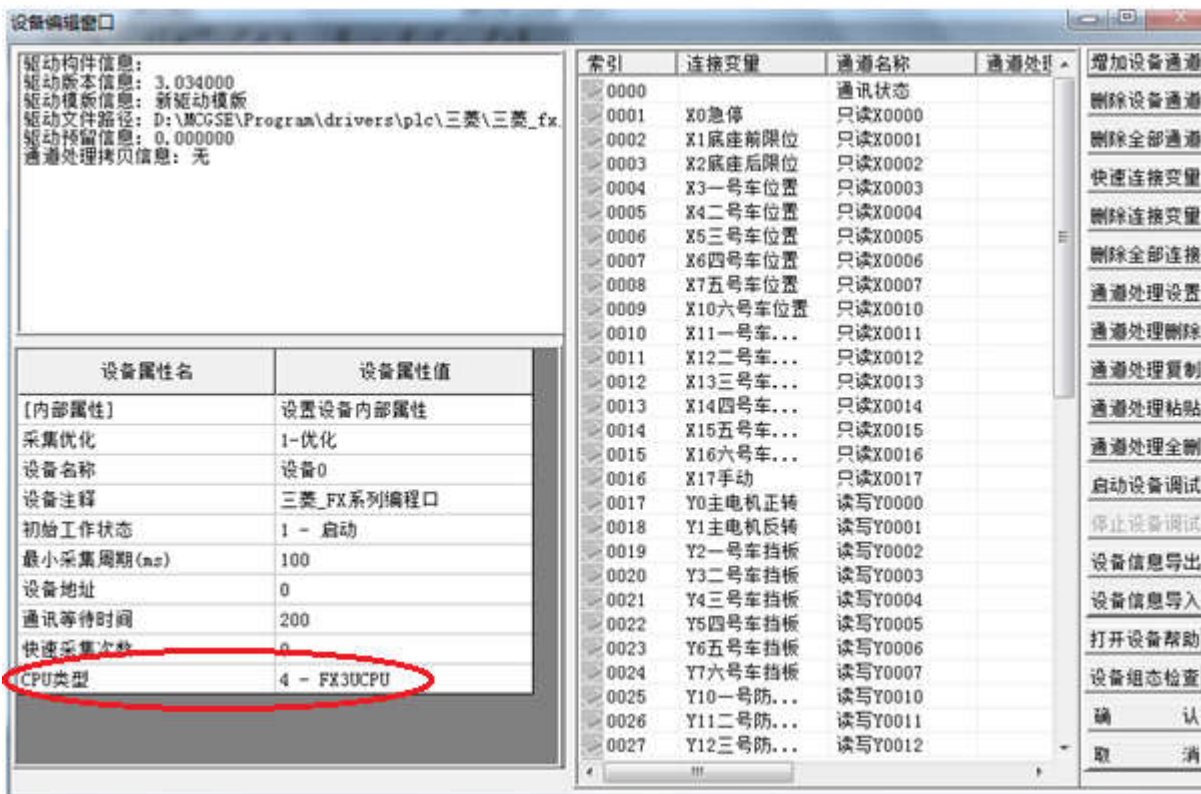


图 5.35 选择 CPU 类型

单击图 5.35 的“增加设备通道”，弹出如图 5.36。以取车一号 M72 为例，选择通道类型为“M 辅助寄存器”，通道地址为 72，通道个数 1，读写方式为读写。



图 5.36 增加设备通道

如图 5.37，双击“读写 M0072”通道的连接变量，选择“M72 取车一号”开关型变量。

索引	连接变量	通道名称	通道处理
0000		通讯状态	
0001		读写M0072	

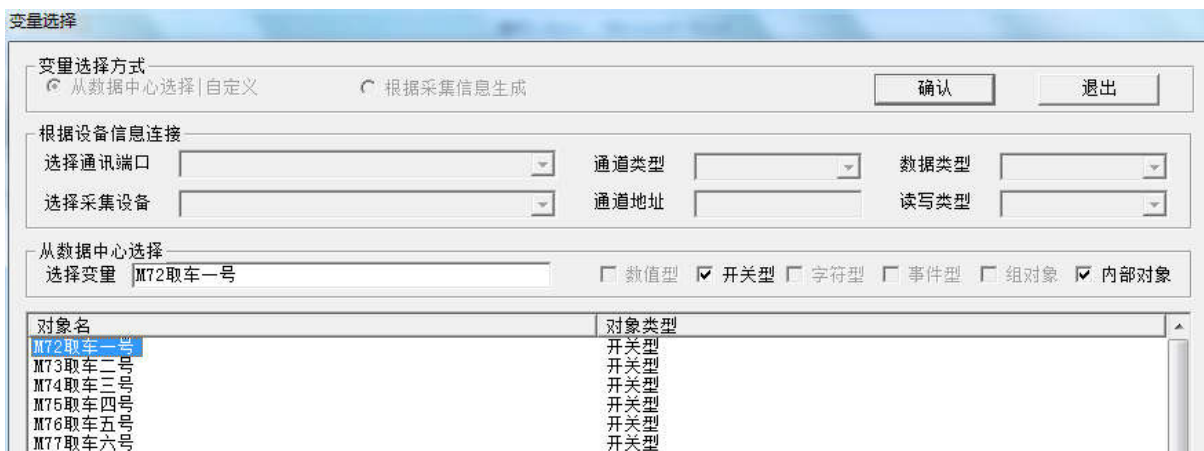


图 5.37 连接变量

如图 5.38，最终添加的所有设备通道。

索引	连接变量	通道名称	索引	连接变量	通道名称
0000		通讯状态	0028	Y13四号防坠磁铁	读写Y0013
0001	X0急停	只读X0000	0029	Y14五号防坠磁铁	读写Y0014
0002	X1底座前限位	只读X0001	0030	Y15六号防坠磁铁	读写Y0015
0003	X2底座后限位	只读X0002	0031	车满	读写M0053
0004	X3一号车位置	只读X0003	0032	电机报警	读写M0054
0005	X4二号车位置	只读X0004	0033	X0急停	读写M0056
0006	X5三号车位置	只读X0005	0034	X1底座前限位	读写M0057
0007	X6四号车位置	只读X0006	0035	X2底座后限位	读写M0058
0008	X7五号车位置	只读X0007	0036	X3一号车位置	读写M0059
0009	X10六号车位置	只读X0010	0037	X4二号车位置	读写M0060
0010	X11一号车重力感应	只读X0011	0038	X5三号车位置	读写M0061
0011	X12二号车重力感应	只读X0012	0039	X6四号车位置	读写M0062
0012	X13三号车重力感应	只读X0013	0040	X7五号车位置	读写M0063
0013	X14四号车重力感应	只读X0014	0041	X10六号车位置	读写M0064
0014	X15五号车重力感应	只读X0015	0042	X11一号车重力感应	读写M0065
0015	X16六号车重力感应	只读X0016	0043	X12二号车重力感应	读写M0066
0016	X17手动	只读X0017	0044	X13三号车重力感应	读写M0067
0017	Y0主电机正转	读写Y0000	0045	X14四号车重力感应	读写M0068
0018	Y1主电机反转	读写Y0001	0046	X15五号车重力感应	读写M0069
0019	Y2一号车挡板	读写Y0002	0047	X16六号车重力感应	读写M0070
0020	Y3二号车挡板	读写Y0003	0048	M72取车一号	读写M0072
0021	Y4三号车挡板	读写Y0004	0049	M73取车二号	读写M0073
0022	Y5四号车挡板	读写Y0005	0050	M74取车三号	读写M0074
0023	Y6五号车挡板	读写Y0006	0051	M75取车四号	读写M0075
0024	Y7六号车挡板	读写Y0007	0052	M76取车五号	读写M0076
0025	Y10一号防坠磁铁	读写Y0010	0053	M77取车六号	读写M0077
0026	Y11二号防坠磁铁	读写Y0011	0054	M78存车	读写M0078
0027	Y12三号防坠磁铁	读写Y0012	0055	M79取车	读写M0079
			0056	M80手动入库完成	读写M0080

图 5.38 所有设备通道

## 5.5 主控窗口

主控窗口包括登陆用户、退出用户、用户管理、修改密码等功能。在对应的脚本程序中分别输入：

!LogOn()

!LogOff()

!Editusers()

!ChangePassword()

通过主控窗口，可以实现管理员输入密码登陆，无密码则无法登陆的功能。

为了限制用户权限，管理多用户，要进行安全机制设置。如图 5.39，单击工具的“用户权限管理”，新建用户分组。负责人和调试员划分到管理员组，可以进行任何操作。

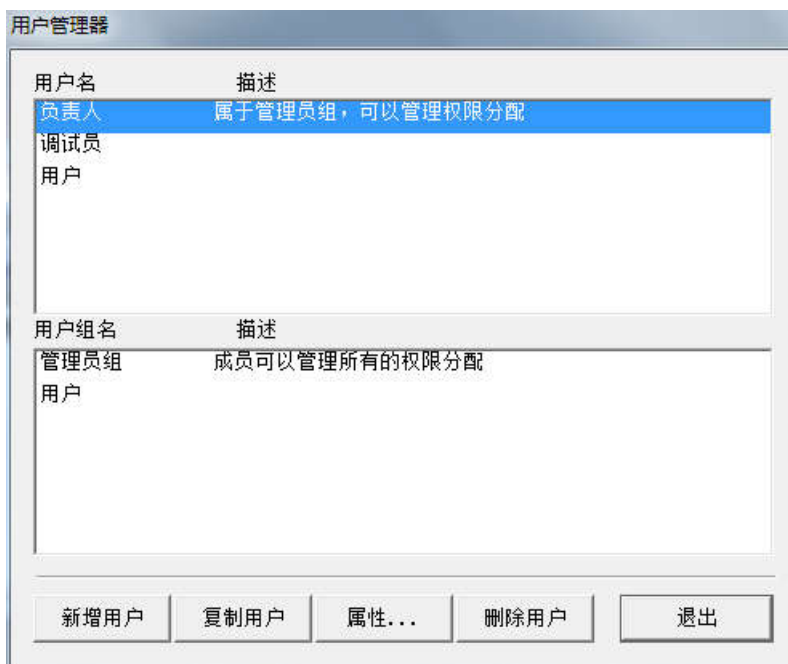


图 5.39 添加用户

设置密码可以加强工程的安全性，单击工具——工程安全管理——工程密码设置，弹出如图 5.40 对话框。在新密码、确认新密码输入框内输入密码 123，单击“确认”，工程密码设置完毕。



图 5.40 设置密码

## 5.6 本章小结

本章对立体车库触摸屏的软件进行了设计。分别对欢迎窗口、存车窗口、取车窗口、手动窗口和数据窗口等五个动画窗口、实时数据库、设备管理及主控窗口进行了设置。

## 6 系统调试

系统调试，首先将 PLC 程序和触摸屏程序分别下载到硬件中；然后触摸屏界面和 PLC 程序都采用辅助触点 M，代替底层电气控制部分的信息采集装置的称重传感器和接近开关的输入点 X，调试存取车辆最优最近算法；最后将触摸屏界面和 PLC 程序的辅助触点 M 更改为输入点 X，按照系统功能需求，进行底层电气控制、PLC 和触摸屏三部分联合调试，观察人机交互界面的变化。


### 6.1 程序下载

#### 6.1.1 PLC 程序下载

首先将电脑和 PLC 模块通过下载线连接，由于 PLC 的端口孔不对称，所以连接时要仔细，避免损坏下载线。然后打开电脑“设备管理器”查看 COM 端口，如图 6.1。



图 6.1 设备管理器

打开 GX WORK2 软件，点击左下角“连接目标”，双击 。如图 6.2，进入“连接目标设置”界面，选择 Serial USB 的 COM 端为 COM3，然后点击“通信测试”，测试通信是否正常。



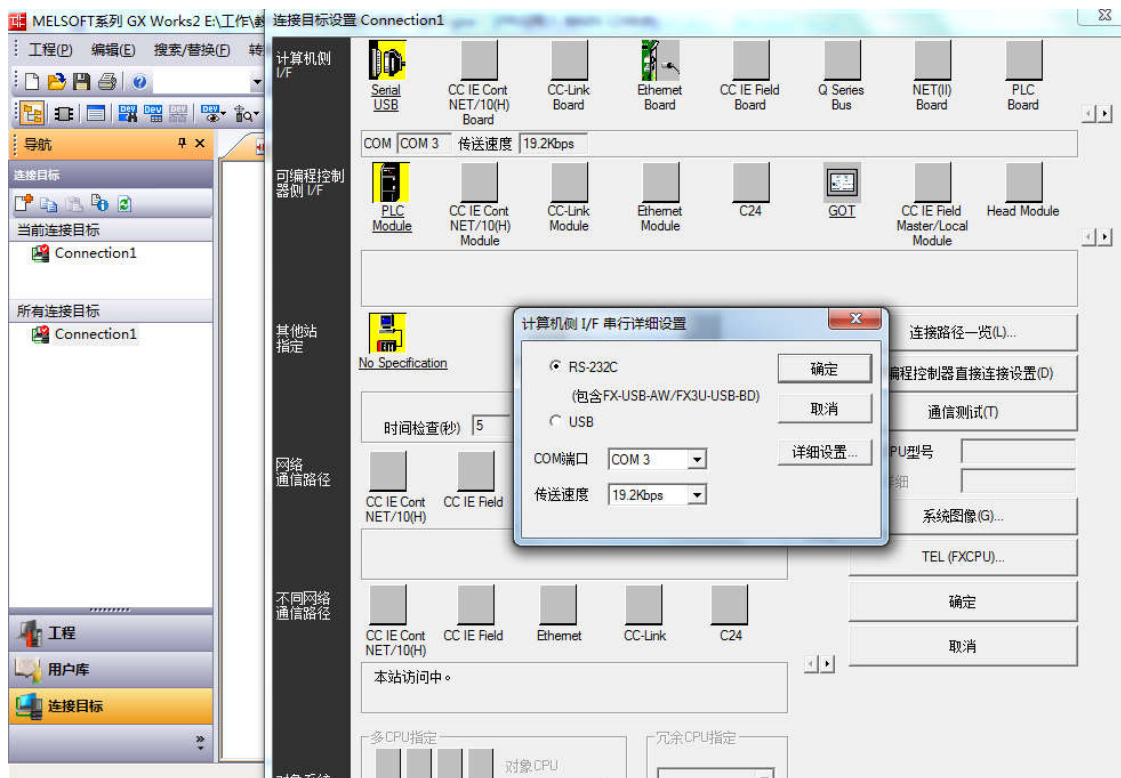


图 6.2 PLC 通信测试

如图 6.3，通信成功后，点击工具栏——在线——PLC 写入，写入时勾选 MAIN 主程序即可。



图 6.3 PLC 程序写入

## 6.1.2 触摸屏程序下载

打开 MCGS 组态文件，点击工具栏——下载配置，弹出如图 6.4 的下载界面。首先进行通讯测试，通讯测试完成后，点击工程下载。



图 6.4 触摸屏程序下载

## 6.2 调试结果

### 6.2.1 自动存车

以存二车位的车为例。用户存车时，立体车库的三车位已存有车，最底层车位为二车位。

如图 6.5，启动存车，用户将车存入二车位。当前限位和后限位传感器检测到信号，即用户入库完成，二车位的前挡板和防坠磁铁工作，固定车辆。

如图 6.6，此时立体车库的二车位和三车位已存有车， $K1X012=3$ ，通过 PLC 程序的比较指令，判断出离底层车位最近的空车位为一号车位，M171 得电。



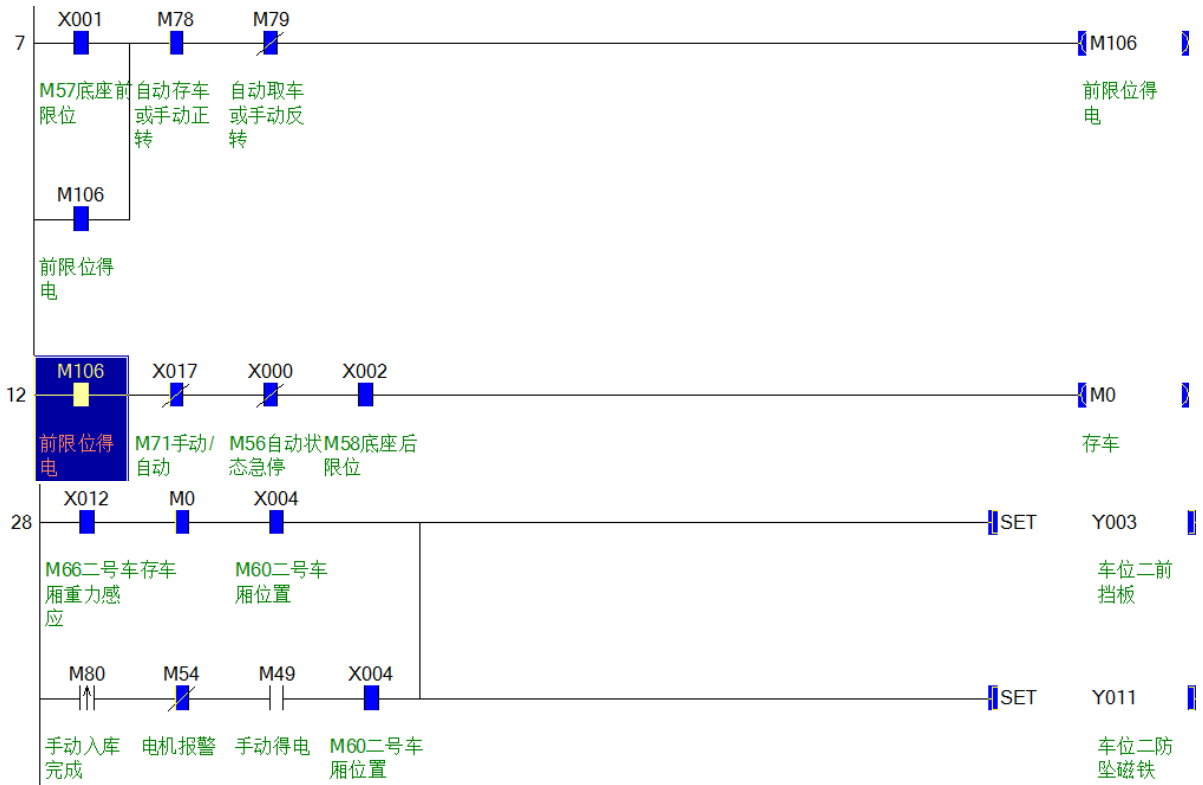


图 6.5 二号车位车辆入库完成

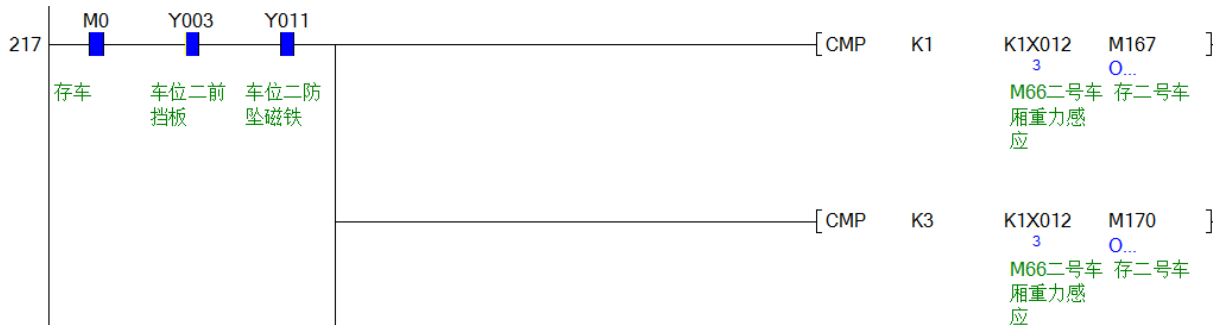


图 6.6 判断离底层车位最近的空车位

如图 6.7，M171 得电，主电机反转。如图 6.8，触摸屏显示立体车库剩余车位为 4 个，电机反转指示灯亮。

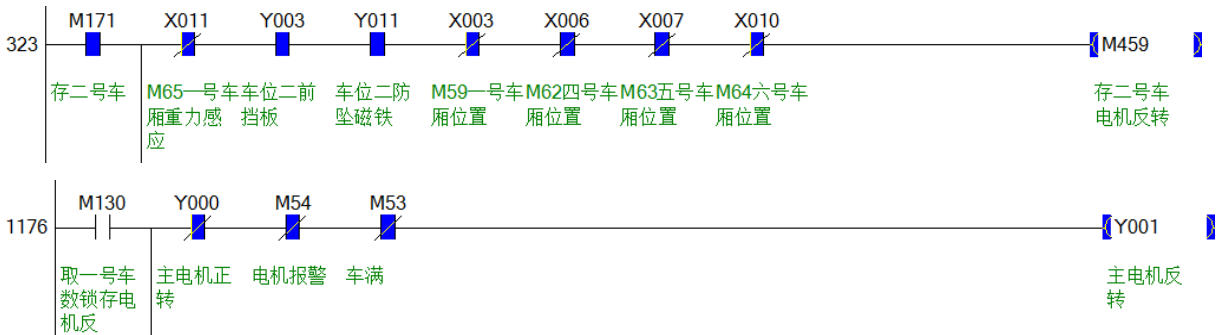


图 6.7 电机反转



图 6.8 存二号车



图 6.9 一号车位移动到最底层

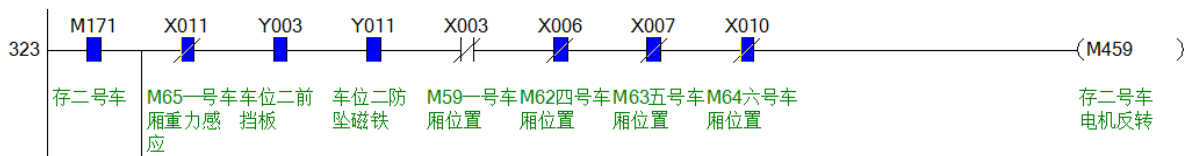


图 6.10 一号车位移动到最底层，电机停止工作

如图 6.9 和图 6.10，当一号车位移动到最底层时，电机停止工作。

### 6.2.2 自动取车

以用户要取五号车位的车为例。此时立体车库的二号车位、三号车位、五号车位已存有车，最底层车位为六号车位。

如图 6.11，启动取车，取车模式就绪。



图 6.11 自动取车就绪

如图 6.12，用户按下取五号车按钮，此时最底层车位为六号车位，K1X005=8，通过 PLC 程序的比较指令，则 M38 得电。

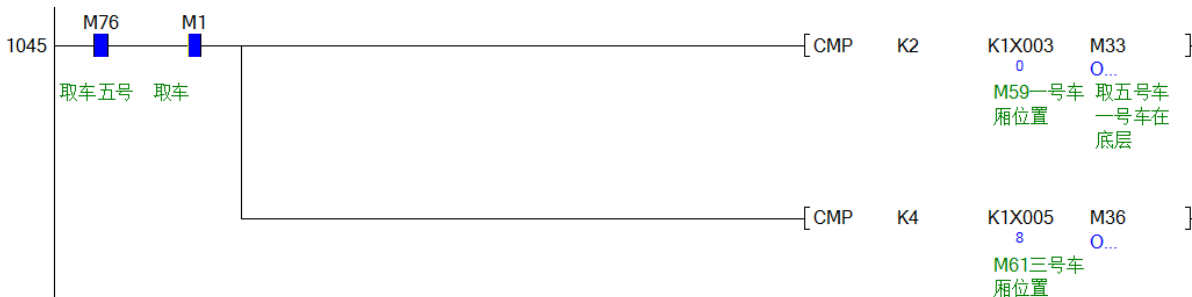


图 6.12 比较指令确定取车移动方法

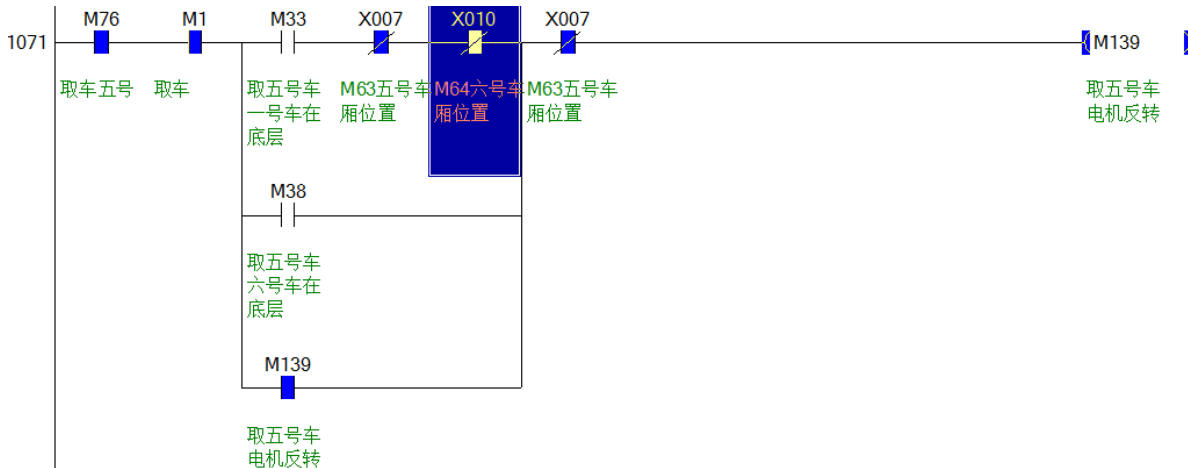


图 6.13 电机反转



图 6.14 取五号车

如图 6.13，M38 得电，主电机反转。如图 6.14，触摸屏显示立体车库剩余车位为 3 个，电机反转指示灯亮。

如图 6.15，当五号车位移动到最底层时，电机停止工作。

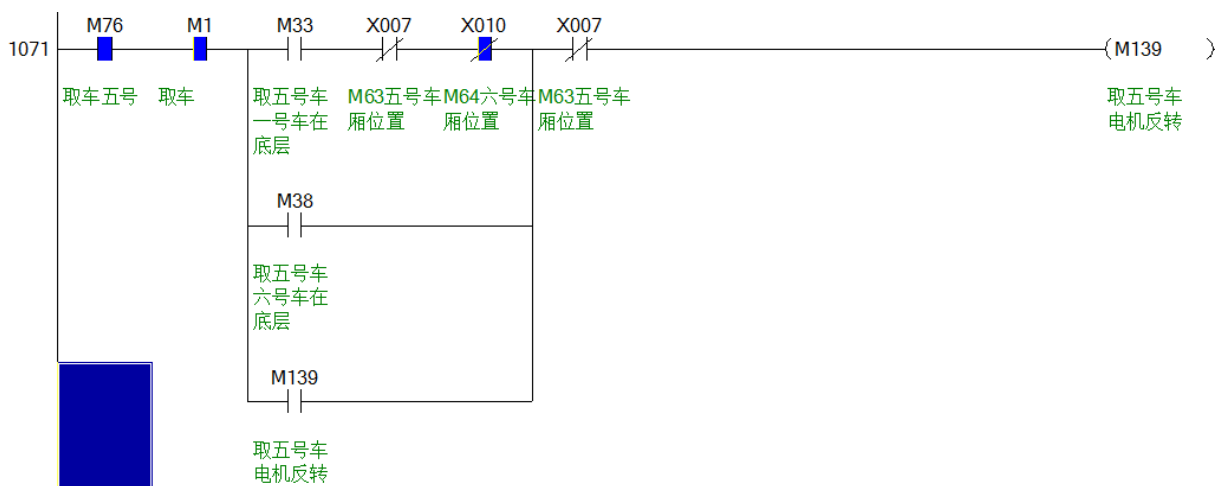


图 6.15 五号车位移动到最底层，电机停止工作

如图 6.16，五号车位在最底层，K1X005=4，通过 PLC 程序的比较指令，M37 得电，五号车位的前挡板和防坠磁铁释放，用户取车。



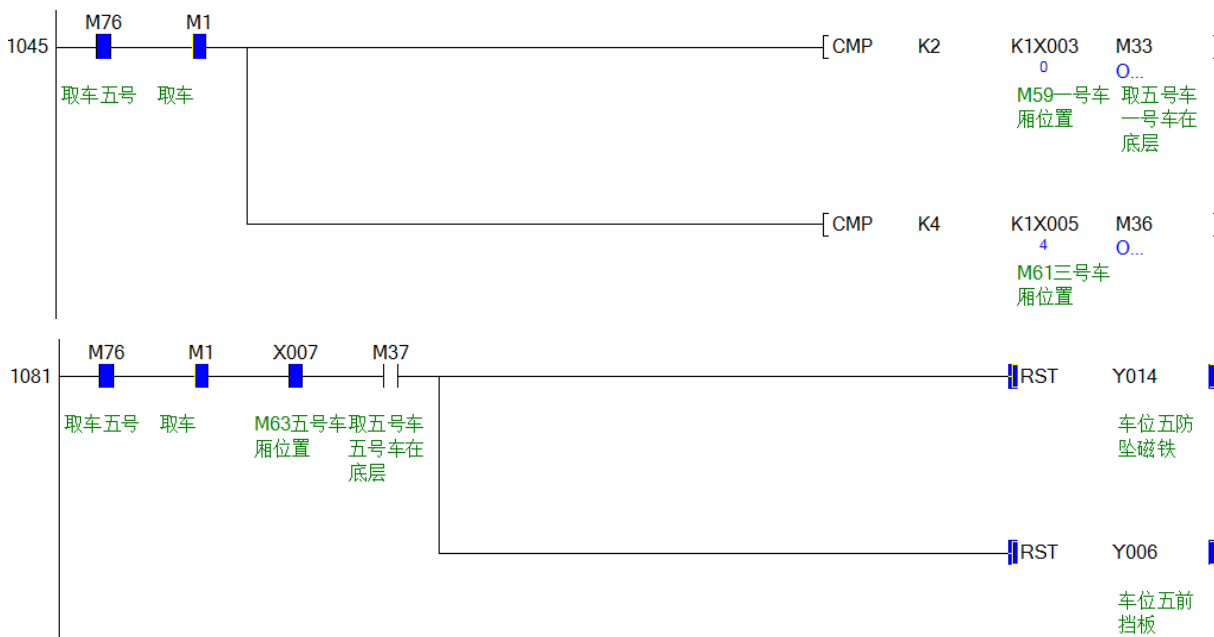


图 6.16 五号车位车辆出库完成

如图 6.17，五号车位移动到最底层时，触摸屏的五号车位的挡板和防坠磁铁指示灯灭。用户取车完成后，五号车位的重力感应指示灯灭，当前车位为五号车位，显示立体车库剩余车位为 4 个。



图 6.17 五号车位移动到最底层

### 6.2.3 手动存车取车

如图 6.18，存车，当用户存好车后，启动对应车位的前挡板和防坠磁铁工作。

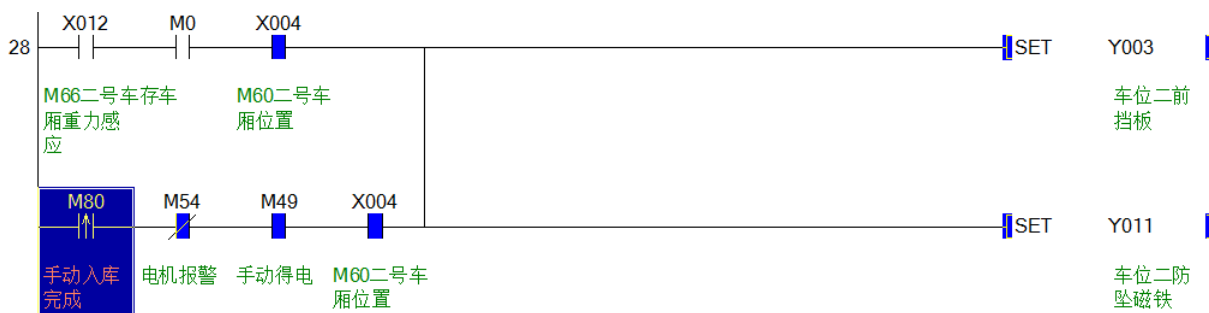


图 6.18 管理员启动前挡板和防坠磁铁工作

如图 6.19，取车，管理员手动让目标车位移动到最底层，系统检测到后，对应车位的前挡板和防坠磁铁失效，用户取车。

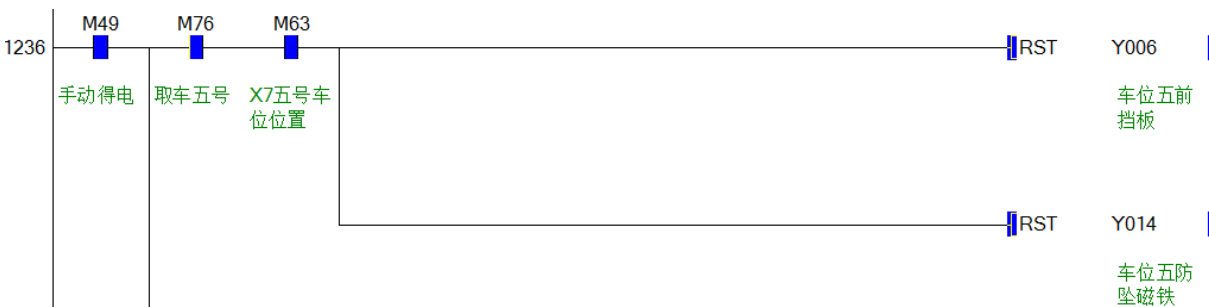


图 6.19 系统释放前挡板和防坠磁铁

如图 6.20，存车，管理员根据触摸屏上显示的立体车库车辆存储情况，将离最底层车位最近的空车位，手动控制电机正转或反转，使空车位移动到最底层。取车，管理员手动控制电机正转或反转，让目标车位移动到最底层。

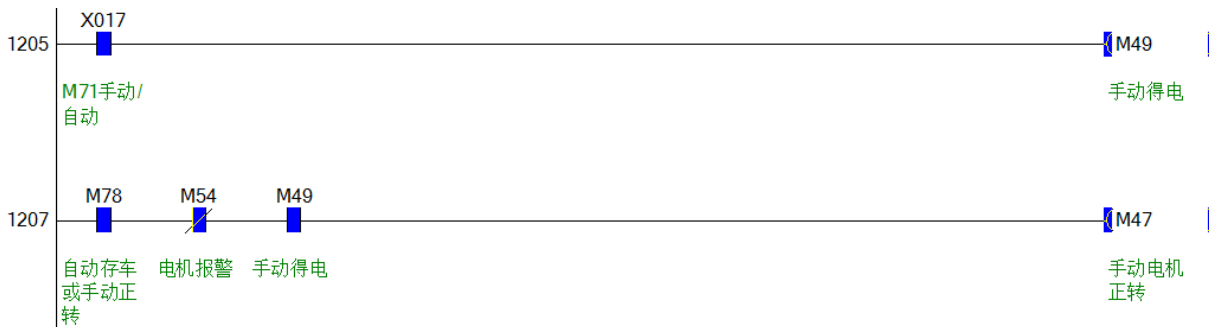


图 6.20 手动电机正转

如图 6.21，手动存车取车，触摸屏对应指示灯显示。



图 6.21 手动存车取车

### 6.2.4 历史数据

如图 6.22，2017-12-03 10:21:21 和 10:22:21 时，立体车库三号车位有车，10:23:21 时，二号车位存车入库，则立体车库二号、三号车位有车。

如图 6.23，2017-12-03 09:28:21 和 09:29:21 时，立体车库二号、三号、五号车位有车；09:30:21 时，五号车位取车出库，则立体车库二号、三号车位有车。



图 6.22 存车历史数据



图 6.23 取车历史数据



### 6.3 本章小结

本章首先分别将 PLC 程序和组态程序下载到 PLC 硬件和触摸屏中，然后从四个方面，即自动存车、自动取车、手动存车取车、历史数据，进行系统调试，结果满足系统需求。

## 7 总结

本课题设计了基于触摸屏与三菱 PLC 的立体车库控制系统。它采用垂直循环式立体车库。

了解立体车库的研究现状，分析立体车库的功能需求，查找相关文献资料，进行了系统总体设计。控制系统分为底层电气控制、PLC 控制和人机交互三个部分。

底层电气控制部分包含以电机与减速器、变频器、抱闸装置组成的动力与制动系统，和以称重传感器和接近开关组成的信息采集装置。PLC 控制部分以三菱 FX3U 型 PLC 为核心控制器。人机交互部分选用北京昆仑通态触摸屏 TPC7062TX。

根据存取车辆的最优最近原则，围绕自动存车、自动取车、手动存车取车等功能，设计控制算法，对 PLC 的输入输出点进行分配，并采用 GX WORKS2 软件编写程序。选择 MCGS 软件对触摸屏的欢迎窗口、存车窗口、取车窗口、手动窗口、数据窗口，五个动画窗口进行设计，对实时数据库、设备管理和主控窗口等方面进行设置。

将 PLC 程序和触摸屏程序分别下载到 PLC 和触摸屏中，从自动存车、自动取车、手动存车取车、历史数据四个方面进行系统调试。

本课题设计的立体车库，实现了自动存车、自动取车、手动存车取车的功能。存车直接存入最底层车位，并告知车主车位号，在用户存好车后，将最近的空车位移动到最底层，当车库停满后告知工作人员；在用户取车时，将目标车位以最近路线移动到最底层，车辆出库；触摸屏实时显示并存储每个车位的状态、车辆入库出库的过程和车位号等数据；对传统的存取车辆算法进行改进，使控制系统更加运行可靠、操作便捷。

立体车库实际物体太大，本设计只在 PLC 实训室完成联合调试。设计部分功能只采用了软件模拟，难免会有点脱离事实。在今后的设计中，还需对立体车库的结构进行选材，对受力情况进行分析，对电机的具体参数进行计算，完善控制系统的设计。

## 致谢

这次毕业设计，我们是分组进行的，大家互相帮助，在一起学习，所以对那些帮助过我的同学，说一声谢谢。我还要衷心感谢课题指导老师袁霏老师。袁老师的严谨治学、知识渊博、无私奉献，使我学到了什么是师长；袁老师的悉心教导、关怀和督促，让我顺利完成了毕业设计和论文撰写。在此我要向袁老师致以最衷心的感谢和深深的敬意。

## 参考文献

- [1] 宋秋红, 安丰贞. 城市立体车库的现状与展望[J]. 城市公用事业, 2012, 5(26): 17-20
- [2] 王卫军, 唐伯明等. 机械式立体停车库等候车位设置理论与方法[J]. 科技通报. 2017, 33(11): 242-246
- [3] 郑江花, 王亚丽等. 巷道堆垛式立体车库上位机停车管理系统设计[J]. 2017(5): 111-116
- [4] 翁晓东. 升降横移立体停车库控制系统设计改进[J]. 科技经济导刊, 2016(11): 63-65
- [5] 刘保亮, 于士军. 垂直升降式立体停车库设计[J]. 河北农机, 2016(12): 31-33
- [6] 林旺阳. 平面移动式立体车库关键技术研究[D]. 广东: 华南理工大学, 2016
- [7] 苏荣君, 王虎奇. 垂直循环式立体车库车位寻址方式的研究[J]. 起重运输机械, 2011(2): 28-29
- [8] an Feng Geng, Christos G, Cassandras. A new “Smart Parking” System Infrastructure and Implementation [J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012(54): 1278-1287
- [9] 李丽, 从东升. 垂直旋转式立体车库的创新设计[J]. 山东建筑大学学报, 2014, 29(6): 569-573
- [10] 敬光红. 基于 PLC 控制的机电一体化停车库设计[J]. 科技展望, 2015(6): 132-134
- [11] 王相峰. 智能立体车库控制系统的研究与设计[D]. 柳州: 广西科技大学, 2015
- [12] 周庆贵. 电气控制技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006
- [13] 李金城. 三菱 FX3U PLC 应用基础与编程入门[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016
- [14] 陈志文. 组态控制实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015
- [15] 单永泽. 智能循环式立体车库 PLC 控制系统研究与设计[D]. 吉林: 吉林大学, 2017
- [16] 常斗南. PLC 运动控制实例及解析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010
- [17] 陈艳玲. 基于 PLC 开放式立体车库控制系统设计[J]. 电气技术与经济, 2018(2): 21-26, 29
- [18] 陈元招, 张洁平等. 基于三菱 FX3U 的立体车库模型控制系统设计[J]. 中原工学院学报, 2018(1): 44-49
- [19] 周霖. 智能停车场系统及管理的研[D]. 武汉: 武汉工程大学, 2015

[20] 沈金龙. 立体车库智能控制管理系统设计[J]. 中国制造业信息化, 2012(21): 71-73