

智能立体停车场的设计与实现分析

周洁

(江苏润邦智能车库股份有限公司 江苏 南京 210000)

摘要：传统平面型停车场由于空间利用率低，停车位短缺等导致停车难问题日益突出，因此迫切需要改进现有的停车设施，以提高地区交通舒畅程度，促进城市经济发展。基于此本研究利用 PLC 作为主控设备，结合机械设计，设计了一种智能化的机械式立体停车场，通过智能的控制方式和立体的结构设计很大程度提高了空间利用率，为解决停车问题贡献出一种新的解决方案。

关键词：智能化；立体停车场；PLC

0 引言

随着人们生活水平的不断改善，私家车的拥有量也变得越来越，居民对停车位的需求越来越高。尽管车库也在不断地扩建增长，但还是落后于汽车数量的增加，这就导致了严重的交通堵塞与停车难的问题。传统的停车场以平面型为主，这类停车场不仅占地面积大而且能停放的车辆也很有限，加之一些车主胡乱停放而且不遵守交通秩序，使得停车问题越来越严重。因此，现在社会迫切需要一种智能的、空间利用率高、容量大的停车场。在这个城市土地相对紧凑的时代，停车场要想停放更多的车辆，势必提高空间资源的利用率，因此立体式停车场无疑是一种最优的解决方案，同时对它的研究也具有非常高的应用价值与现实意义。基于此本文主要针对智能立体停车场的设计与实现进行探究。

1 系统功能

1.1 立体停车场主要功能

本文主要以立体型停车场作为研究对象，立体停车场内部每个车位下面都有一个托举车辆的装置，当需要存车或者取车时，该装置通过升降或者横移的方式将车辆送达指定位置，整个装置由电机驱动，钢丝绳执行拖拽和牵引的动作，立体停车场每个车位仅靠一台电机就能够实现车辆的存取。

1.2 系统框图

在设计智能立体停车场时，要充分体现其智能化、安全性及可靠性，所以对系统设计提出以下几点要求：

- (1) 在人机交互端要实时显示车位编号和当前车位是否已被占用；
- (2) 当需要存车或者取车时车主可以任意选择编号对应的车位进行存取车，选定以后由控制系统执行接下来的动作；
- (3) 当检测到控制系统故障或者其他问题时，交互界面会及时显示告警信息，提示设备管理人员及时跟踪处理。

整个立体停车场主要由上位机、下位机和停车场基础结构三部分构成，其中下位机以 PLC 作为控制核心通过传感器采集开关量信息，通过数字量输出模块驱动电机正反转实现载车板的升降和横移，上位机以 PC 机作为核心端，

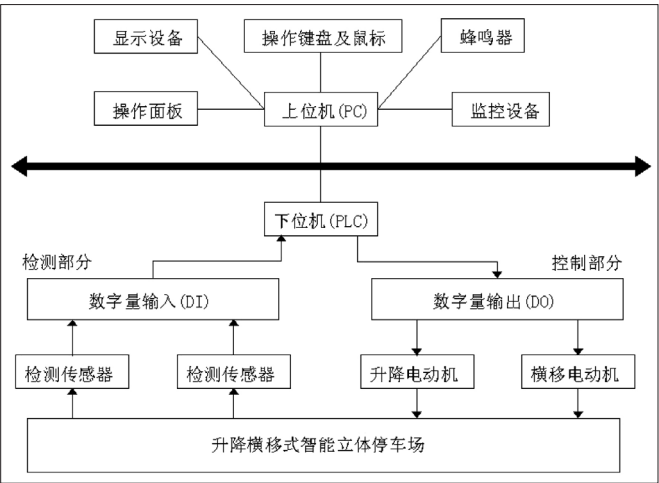


图 1 系统总体框图

其实现的主要功能有两个一个是给下位机发送指令实现车辆的存取动作，另一个是实时监控停车场的运行状态。系统总体框图见图 1。

2 系统硬件设计

2.1 定位方式设计

立体车库设计其中一个关键环节是车辆位置信息的确定，控制系统应该准确检测到有车辆入库之后，上层车位才能够进行横向和纵向移动保证车辆顺利入库，为了能够准确地检测到这一位置信息就需要一个高准确性，高可靠性的位置检测装置。一般而言，位置检测装置主要使用限位开关，限位开关安装在停车位的载车板上，载车板上的限位开关有两个，当前排车轮第一次碾过限位开关时产生一组信号量，接下来是后排车轮第二次碾过同一个限位开关再产生一组信号量，这时前排车轮会碰到车位前方的

另一组限位开关,再次发出信号量。三组信号量会传送给计算机由计算机判断是否有车辆入库,在执行接下来的动作。当车辆出库的时候限位开关产生信号量的顺序和入库时稍有不同,出库时前后排车轮都在两个限位开关之前,所以说两个限位开关是几乎在同一时间被碾压产生一组信号量,然后是前排车轮再次碾过限位开关产生一组信号量。通过这一位置检测装置,系统能够有效避免车辆以外的人和物触发系统运行。整个系统运行的关键是精确控制电机的正转和反转,以确保车辆可以准确平稳地停在载车板上。系统在运行时,为使载车板平稳运行,电机需采用变频调速,变频调速主要是用来控制电机的转速。变频调速相较于传统电机调速的优势在于其控制的准确性,无论是在运行效率还是电机转速上都能够实现精准控制。变频调速的这些优点可以让立体停车场系统的运行效率更高,系统长期运行更加稳定。以三层小型立体停车场为例,可以存放 7 辆汽车,各层电机布置情况如下第一层安装两个电机负责车辆的水平移动,中间层安装六个电机,负责水平运动和垂直,最上层只需要一个负责垂直运动的电机即可,当然每一个电机都需要配备变频器作为调控装置。

2.2 电气系统

在本课题的设计过程中,依据立体停车场的结构特点,要在设计过程中充分重视停车场的可靠性、安全性、便捷性的特点。从主流市场来看单片机的确符合其相关要求,不过因为该系统需要接入大量的外部电路,会引入较多的不确定的干扰从而单片机死机或者是程序跑飞,并且这样的问题在实际当中是不可避免的。而可编程控制器 PLC 是比单片机更加可靠的主控设备,从成本、可靠性、安全性来考虑 PLC 无疑成为了首选,PLC 控制器集成了计算机、自动化和通信三方面的优势,具有高稳定性,高可靠性,在工业现场发挥着重要的作用,其本身也有着很大的优势,适合用于一些可靠性要求较高的控制系统。所以在本次研究中将 PLC 作为智能立体停车场的主控设备。立体停车场根据停车场所能容纳车辆的情况,可选用的设备也不同,如 3×3 、 3×4 的智能立体停车场最大能存入的车量数分别为 7 辆和 10 辆。根据停车场设备的实际情况,选择西门子公司 S7-200 作为控制系统的核心设备,其最大控制可点数能达到 256 点,可满足控制要求。

3 系统软件设计

3.1 PLC 程序设计

PLC 按照时间周期进行工作,一个周期结束即进入下一个运行周期,每一个运行周期都包括了信息采集、程序逻辑运算、控制信号输出三部分组成,每个周期的长短主要取决于 CPU 的主频。

(1) 信息采集阶段

这一阶段之中 PLC 按照程序从 I/O 读取采集到的开关量并且存储在对应的内存空间中,待所有的开关量读取完毕之后,PLC 执行接下来的程序。在一个运行周期内,无论数据发生怎样的变化,最开始采集到的开关量在内存中都不会发生改变,其运算结果也会被存储在新的内存空间中供程序调用,待下一个周期到来重复上述过程。

(2) 用户程序执行阶段

在程序执行阶段,PLC 按照程序结构依次执行,在循环中扫描每一条控制线路,将扫描到的数据存储在内存空间中。接下来梯形图会调用相关数据,由程序判断梯形图信号中是否有需要执行的特殊功能指令,如果有即执行相关指令,没有则更新数据并且锁定整个程序,直到下一个运行周期才能再次运行。

(3) 输出更新阶段

当 PLC 程序执行完逻辑判断之后进入到更新输出阶段,这一阶段 CPU 将运算结果通过硬件电路实现控制量的输出然后更新运算结果。

设计 PLC 应用程序的基本原则有以下几点:

- ① 根据现场设备情况,确定控制方案;
- ② 保障系统长时间运行稳定可靠;
- ③ 操作流程尽可能简洁明了保证使用人员快速上手;
- ④ 为后期系统扩展预留出充分的接口便于升级。

对于 3×3 立体停车场其满载时可以存放 7 辆汽车。以梯形图的方式来记录车辆情况,只需要控制车位中的第二和第三层就可以实现车辆的存取动作。横移电机实现车辆的水平运动,升降电机实现车辆的垂直运动,这里要注意需保证上层车辆和下层车辆的位置的切换是不同时执行,若同时进行系统将报错以至于不能完成相关动作,所以在下层车位移动时,上层车位禁止移动,相反当上层车位运动时下层车位也必须禁止运动,由此可见当有新车入库时只能有一辆车进行升降运动,本系统在运行时会优先减少上层车位的操作次数。这时因为 PLC 已经决定了系统 I/O 的数量和采集数据的类型,系统一共 40 个 I/O 信息点,分别为 24 个输入点和 16 个输出点,但在实际运行时,需要的输出点相对较多,这样就会导致控制输出点不能满足设计需要,这时就可以通过数字扩展模块来增加输出点的数量,西门子 S7-200 的扩展模块自带数据线接插通讯。但 S7-200 能够携带的扩展模块非常有限最多只能带 7 个扩展模块。新增的扩展模块只用来输出可以直连 PLC,对于程序存储时,只需在新增数字模块原有地址后面在增加 I/O 地址偏移量即可。

3.2 监控界面设计

通过组态王软件可以设计监控界面,在监控界面上可

(下转第 7 页)

性的影响。因而，在进行大型机电设备的安装与布线时，应首先对其进行科学、合理的方案设计，结合厂房建设的实际情况选择最优的方案来执行，并对原材料的质量进行严格把控，不断优化和完善布线施工的体系，从而为大型厂房的建设奠定良好的基础。

参考文献：

[1] 高昆雷.工业厂房机电安装及综合布线施工技术研究[J].百科论坛电子杂志,2021(16):590.
[2] 李龙喜.大型工业厂房机电安装及综合布线施工技术概

论[J].建筑与装饰,2019(7):176-177.
[3] 冉杰, 栗康.大型工业厂房机电安装及综合布线施工技术[J].建筑工程技术与设计,2021(15):1587.
[4] 孙亮.大型工业厂房机电安装及综合布线施工技术[J].电子乐园,2019(24):0254.
[5] 高中来, 于帅.某机电设备整机的布线工艺优化[J].电子世界,2019(17):62-63.
作者简介：杨帅（1987.01-），男，汉族，辽宁丹东人，硕士研究生，工程师，研究方向：机械设计。

（上接第4页）

以完成对指令的编写和修改，设计者在交互界面上输入相应的存取车指令，由指令来使车位载车托盘上下左右移动，从而实现停车场自动完成存取车，软件的具体实现流程如下：当要实现1号车位存车全部动作时我们首先要判断车辆是否停靠准确，停靠准确后会给上位机发送指令，如果未完全停靠则停止一切动作给上位机发出告警信号，上位机在接收到车辆停靠准确的指令后，接下来会控制电机驱动载车板的水平和垂直移动。

在组态软件界面下，新建一个工程，将其命名为智能立体停车场设计，在浏览选项中，选择设备型号西门子S7-200，接下来上传程序，关闭PLC编程软件。设置I/O设备及变量词典（变量库），设置完成后再次使用组态王开发系统，通过制图工具配合已有的控件来绘制界面。绘制完成后，使用梯形图语言编写界面的控制程序控制系统

的程序。最终的界面如图2所示，通过操作界面可以选择任意车位存放车辆，由按钮执行相关操作，然后由复位按钮实现载车板的复位动作。

该界面可以实时显示报警信息，当立体停车场运行出现故障时，界面会显示故障时间，故障类型，变量状态等，总而言之该界面可以实时监控整个系统运行情况，方便设备管理人员观测和维护。

4 结语

本文在参阅了大量文献，依据智能立体停车场高效、可靠、便捷等实际需求，完成了智能立体停车场的控制系统的硬件电路设计、PLC软件设计和上位机监控界面设计，并给出了智能立体停车场最优化控制方案，该立体停车场不仅能充分利用空间资源节约土地资源，而且实现了智能化的存取车的方式，基于PLC控制系统下的停车场运行效率更高，维护更加便捷，对于车库管理者而言既可以节约管理成本，又可以保证车辆高效的存取，对用户而言增加了便捷性，节约了时间。总之，立体停车场的出现不仅为现代交通停车难问题提供了一种新的解决方案而且对未来车库的发展指引了方向。

参考文献：

[1] 付立华, 白靖宇, 庞展翔.一种智能立体车库的设计与实验室实现[J].实验室研究与探索,2019,38(04):62-66.
[2] 马魁男.智能立体停车库的设计研究[J].长春工程学院学报(自然科学版),2018,19(01):55-58.
[3] 王一行.基于PLC的智能立体停车场控制系统研究[D].长春：吉林建筑大学,2016.
[4] 杨毅.机械式立体车库规划与智能停车管理系统研究[D].北京：北京邮电大学,2015.

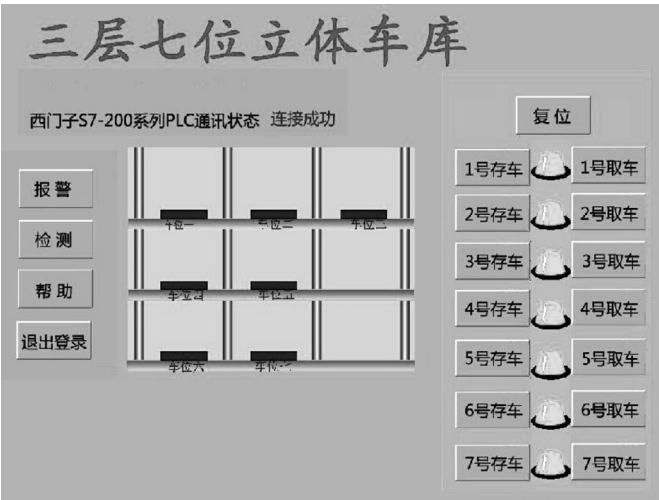


图2 操作主界面