

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201605011



采用 PLC 和 HMI 的单巷道 立体车库控制系统设计

颜玉玲^{1,2}, 张信禹², 黄余², 龚建平³

(1. 西南交通大学 电气工程学院, 四川 成都 610031;
2. 宜宾职业技术学院 电子信息与控制工程系, 四川 宜宾 644003;
3. 湖南涉外经济学院 商学院, 湖南 长沙 410205)

摘要: 以 3 层 6 车位单巷道堆垛式立体车库为研究对象,以西门子 S7-200 系列 CPU 224 为核心控制器,以 TPC7062KD 型监视与控制通用系统(MCGS)触摸屏为操作面板,共同控制 3 台减速电机正反转,并由减速电机传动给丝杆实现堆垛机的运行.结果表明:该设计可在车库模型上进行模拟运行.

关键词: 立体车库;单巷道;堆垛式;可编程逻辑控制器;触摸屏

中图分类号: TP 271.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2016)05-0583-04

Control System Design of Single Aisle Dimensional Garage Based on PLC and HMI

YAN Yuling^{1,2}, ZHANG Xinyu², HUANG Yu², GONG Jianping³

(1. College of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;
2. Department of Electronic Information and Control Engineering, Yibin Vocational and Technical College, Yibin 644003, China;
3. Business School, Hunan International Economics University, Changsha 410205, China)

Abstract: 3-storey 6 parking places single laneway stowed dimensional garage was studied. The core controller was Siemens S7-200 CPU 224, the operator panel was CGS TPC7062KD touch screen, the positive and reverse rotations of 3 decelerated motors were jointly controlled by the core controller and operator panel, the ball screw driven by decelerated motors operated the stowed machine. The results show: this control system design can perform well in the simulation garage.

Keywords: dimensional parking garage; single-aisle; stowed pattern; programmable logic controller; touch screen

机械式立体停车库,又称立体车库,是一种可有效节省土地资源的停车设备.我国对立体车库的研究起步较晚,随着近几年汽车数量的增加,停车难问题突出,加速了学者对立体车库的研究^[1-2].目前,立体车库主要形式有垂直循环式、升降横移式、箱型水平循环式、巷道堆垛式、垂直提升式、圆形水平循环式^[3-4].本文对基于可编程逻辑控制器(PLC)和人机界面(HMI)的单巷道立体车库控制系统进行研究.

1 控制系统整体设计

以 3 层 6 车位巷道立体车库为研究对象,以 PLC 为主控制元件,进行立体车库模拟,设计 3 层 6 车

位 PLC 软硬件控制系统. 立体车库的整个控制系统由人机界面、PLC 控制系统和现场操作机构构成. 控制说明图, 如图 1 所示.

触摸屏赋值给 PLC 指定地址, 读取指定地址的值, PLC 按照程序执行输出信号, 控制继电器动作. 其中, PLC 是控制系统的核心, 结合现场实际 I/O 操作数据, 可以实现车库当前状态信号的显示(指示灯)和存取操作. 在设计中, PLC 的主要作用是控制堆垛机的运行, 实现存取车辆的动作. 车辆进入驶入信号采取限位开关, 实现车辆有无检测. 拖动电机的起动、正反转、停止控制使用继电器控制, 不仅可靠性高, 而且可以节约大量的人力、物力, 以及减少后续维护的成本与难度, 方便后续改造升级, 自动化程度更高.

2 系统硬件设计

单巷道立体车库由 HMI、PLC 控制板、堆垛机、车库架组成. 作为模型, 在机械结构上不严格遵守相关规定^[5], 而是本着设计理念, 追求高性价比, 有效地展示控制系统的控制效果. 车库简易模型示意图, 如图 2 所示.

图 2 中: 由电动机带动传动丝杆产生 X、Y 轴的动
作, 每一个车位都安装传感器, 检测是否有车停放. 当有
车停在车位上, 在操作面板的存车车位选择中, 该车位
不显示. 为防止电路故障产生安全事故, 采用硬件切断
电路更快速、有效. 若是软件切断电路, 继电器触点熔焊
在一起无法断开, 不能起到迅速断开电路的作用, 可采用
一个急停按钮切断车库和堆垛机电机供电.

2.1 电机的选择

按照设计要求, 车的移动和升降都需要选择力矩大、转速平缓的电动机, 而一般直流电机转速较高, 且力矩小, 需配合减速齿轮增加力矩. 常用的减速方式有齿轮减速、行星减速及涡轮减速. 其中, 齿轮减速价格便宜, 行星减速较为昂贵, 而直流齿轮减速电机符合设计要求, 价格相对便宜, 体积小. 故模型设计时选用力矩大、转速低的直流电机作为动力, 替代大型交流电动机, 实现载车托盘斜向运动运行.

2.2 电机控制主电路的设计

电机控制主电路全自动运行^[6], 无需人工过多干预. 当有控制信号输入控制系统时, PLC 经过程序运算, 输出控制信号. 输出的控制信号传送给中间继电器线圈, 控制中间继电器通断, 从而控制直流齿轮减速电机的正反转运行, 从而实现载车堆垛机运行.

文中设计对电源精度要求不高, 电机控制电路图, 如图 3 所示. 控制电路采用 24 V 全电压, 对人体的危险较小, 但是, 如果减速电机对电源精度要求不高, 需要将 220 V 电压直接转换为 24 V, 同时需要 12 V/5 V 供电, 功率较小. 采用 LM 2576 DC/DC 转换芯片进行电压转换, 同时, 在外围加上相应的元件, 即可正常工作. 由图 3 可知: 同一直流减速电机由两个中间继电器控制, 可以实现电机正反转, 若两继电器同时得电, 也不会出现电源短路的情况, 安全系数较高.

2.3 PLC 选型

进行 PLC 选择时, 需考虑性价比、应用性等. 根据设计要求, 需实现车库升降, 即正反转控制; 车库车位检测限位开关 6 个, 载车板限位开关 1 个, 车辆驶入检测开关 1 个, 限位开关的位置检测信号及红外检测信号可作为控制系统的输入; 存取车和车位选择按钮 8 个输入; 3 台直流电动机, 正反转 6 个输出; 红绿灯车辆允许指示输出 1 个. 文中设计采用触摸屏控制, 可省去存取车的 8 个输入. 因此, 总共使用 8 个数字量输入, 8 个数字量输出. 根据 I/O 点数, 使用留有一定的冗余接口和程序容量要求^[7-8]. 同时, 考虑到

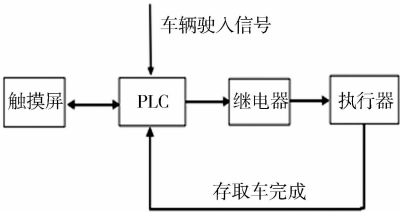


图 1 控制说明图
Fig. 1 Control chart

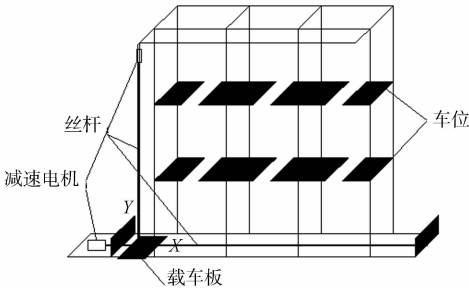


图 2 车库简易模型示意图
Fig. 2 Schematic diagram of a simple garage model

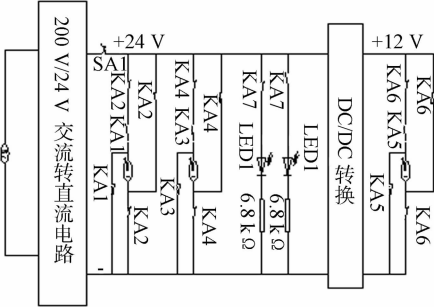


图 3 电机控制电路图
Fig. 3 Motor control circuit diagram

经济性和模型空间的要求,采用西门子 S7-200 系列中的 CPU 224 为控制元件。CPU 224 共有 24 个数字量 I/O 点。其中,14 点输入,10 点输出,满足设计要求。PLC 外部接线图,如图 4 所示。

S7-200 PLC 采用 220 V 市电供电,输出为继电器输出(RLY)。其中:EL 提示车位已满信号灯;KA1,KA2 控制 1 号减速电机正反转;KA3,KA4 控制 2 号减速电机正反转;KA5,KA6 控制 3 号减速电机正反转;KA7 控制红绿灯;SA1 为急停按钮;L+和 M1 为 PLC 内部 24 V 直流电输出端,在紧急情况下,可以迅速切断线圈电源;PLC 输出模块采用外部供电方式,电源由 120 W 开关电源供电;触摸屏通过 RS485 通信线与 S7-200 通信。

2.4 触摸屏选型

通过触摸屏幕上的按钮,可调整参数、监视参数或实现动作,方便直接地控制动作。采用国产的 TP7062KD 型监视与控制通用系统(MCGS)触摸屏,24 V 直流电供电,属于电阻型触摸屏,当手戴着手套,也可以操作,且具备自动息屏及鸣笛提示等功能^[9-10]。

2.5 传动机构选择

在实际生活中,立体车库的堆垛机的传动结构较复杂,运载能力强,而作为模型也有很多选择。考虑方便加工和经济性等因素,采用丝杆传动。作为传动装置,由水平和竖直及托盘的一根齿条组成载车板,如图 5 所示。在方位上,需要实现 X,Z 两个方向的移动。根据模型选择 T 型丝杆作为传动装置,齿轮、齿条组成载车板。载车板上的减速电机通过齿轮与齿条转换作用,使托盘能够推出和缩进。

2.6 其他硬件说明

当车辆驶入停车场时,需感应到车辆。此时,可采用电磁感应原理制成的感应线圈,汽车车身大部分为金属,在地磁的感应下,相当于一块大型磁铁。当汽车进入感应线圈感应范围,线圈产生感应电动势,根据产生的电流大小可以估算汽车的大小。文中的设计是模拟立体停车库,可采用红外对管对车辆进行模拟检测。

在实际生活中,载车板常暴露在外,处于恶劣的工作环境,对于检测装置,应满足能经受高温低温雨雪,不易损坏、误报低、故障低、性价比高等特点。模型设计可采用普通限位开关,进行模型检测。如果仅采取软件切断电路,当继电器触点熔焊在一起无法断开,则不能起到迅速断开电路的作用。因此,需设置急停按钮,电源引入采用 220 V。为保障安全,还可设置整个电路的总开关。

3 软件设计

3.1 控制程序流程图

当有控制信号输入控制系统时,PLC 经过程序运算,输出信号控制中间继电器线圈,控制中间继电器通断,控制直流齿轮减速电机的正反转运行,从而控制载车堆垛机运行。模型车库设置仅 3 层,底层车位可直接进出,存取车控制仅针对第 2,3 层车位,具体的工作流程图,如图 6 所示。

3.2 PLC 控制程序

采用调用子程序的方式写控制程序^[11-12],主程序涉及存取车完成及信号灯,子程序分为存车、取车、赋值、调试。

3.3 触摸屏组态

采用 17.8 mm 液晶显示屏(800 px×480 px)、四线电阻式触摸屏(1 024 px×1 024 px)和 MCGS

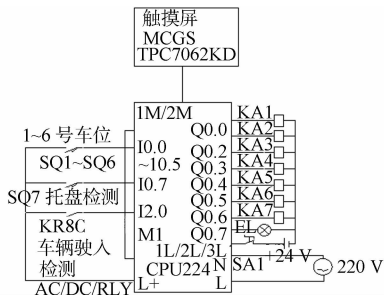


图 4 PLC 外部接线图
Fig. 4 PLC external wiring diagram

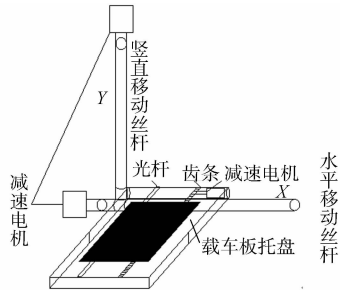


图 5 立体车库传动简示图
Fig. 5 Schematic diagram of dimensional garage transmission

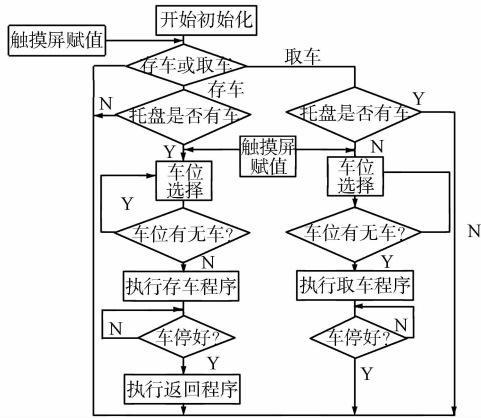


图 6 控制程序流程图
Fig. 6 Control program flow chart

嵌入版系统. 该触摸屏有 128 M Flash 和 64 M 的内存, 采用 24 V 直流电源供电, 功率仅为 5 W. 其组态软件由 MCGS 组态环境和 MCGS 运行环境组成^[13].

库存取车画面主要分为初始、存车车位选择、取车车位选择、存车等待、取车等待等 5 个画面. 初始画面为开机启动显示的画面, 当有车驶入时, 红色指示灯亮; 当载车板无车时, 存车按钮不显示, 不能进行存车操作. 同理, 当有车在载车板上时, 取车按钮不显示, 不能进行取车操作. 此外, 还可以在界面中设置调试按钮或画面, 出现意外时, 由工程师登录控制窗口, 直接手动控制载车板下降等操作. 存车画面与取车画面基本相似, 在存车时, 只显示可以存车的车位, 已经存好的车位不显示, 以避免出现不必要的操作错误. 当进行取车时, 相应的也只显示已经有车存放的车位, 没有车存放的车位不显示.

调试界面是为了避免在运行中出现故障而紧急停车, 而此时载车板上可能在高处也可能有车辆. 为了降低危险程度, 可以通过专业人员登录调试界面, 通过手动方式控制 3 台电机运转, 而登录界面需要登录密码才能进入操作.

4 结束语

以 3 层 6 车位单巷道堆垛式立体车库为研究对象, 选用可编程逻辑控制器和触摸屏界面共同模拟单巷道堆垛式立体车库的控制系统. 该设计模型基本达到设计的要求, 能够正确地模拟单巷道堆垛式立体车库的控制系统, 更利于观察和分析现实中容易出现的问题. 然而, 该系统是模型设计, 若应用于实际生活中, 应结合机械、电子方面的知识, 如材料选择、安全保护及精度要求等. 此外, 还需结合国家相应的规章制度.

参考文献:

- [1] 黄颖坤, 罗继亮. 一种可编程逻辑控制程序的竞态检测方法[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2015, 36(2): 175-178.
- [2] 齐鹏飞, 罗继亮, 陈雪琨. PLC 程序形式化的设计与验证[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2013, 34(3): 241-246.
- [3] 王素粉. 基于排队论的升降横移式立体停车库控制策略研究[J]. 传动技术, 2012, 26(1): 34-37.
- [4] 王兵. 基于 PLC 的立体车库控制系统设计[J]. 硅谷, 2011(23): 61-63.
- [5] 中国重型机械工业协会停车设备工作委员会. 巷道堆垛类机械式停车设备: JB/T 10474—2015[S]. 北京: 机械工业出版社, 2015: 18-30.
- [6] 倪会娟, 罗继亮. 采用普通 Petri 网的自动化立体仓库系统的 PLC 程序设计[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2014, 35(2): 146-150.
- [7] 吴红霞. 基于 MCGS 的立体车库监控系统设计[J]. 自动化应用, 2014(10): 48-51.
- [8] 李玉林. Introduction 平面移动式立体车库系统设计与实现[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2013, 30(4): 62-65.
- [9] 李丙林, 魏红波, 尤文. 基于 PLC 和触摸屏的大功率开窗机控制系统设计[J]. 电子科技, 2014, 27(12): 73-76.
- [10] 韩琳楠, 李庆伟, 刘媛媛. 基于 PLC 控制的智能立体车库实验装置研究[J]. 现代制造, 2012(9): 56-57.
- [11] 刘伟, 张廷林, 董小伟, 等. 基于 PLC 的立体车库自动控制系统的设计[J]. 起重运输机械, 2013(12): 20-22.
- [12] 张小娟. 基于 PLC 控制立体车库的设计[J]. 电子设计工程, 2014(12): 66-68.
- [13] 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.

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 方德平)