

DOI:10.20033/j.1003-7241.(2026)02-0030-05

基于物联网与 PLC 的立体车库控制系统设计与实现

王晓瑜¹, 阎宇威²

(1. 西安航空学院 电子工程学院, 陕西 西安 710077; 2. 西安建筑科技大学 机电工程学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 选用西门子 S7-1200 PLC 为控制器, 通过在手机终端上的腾讯云远程监控界面发布操作命令, 由 IOT2050 智能网关和物联网平台 Node-RED 接收指令并下发至 PLC, 控制移车传动机构完成指定车位存车和取车等操作。实验结果表明, 基于物联网与 S7-1200 PLC 的巷道堆垛立体车库系统, 以手机端作为操作面板, 可在线实时完成系统各项功能, 且运行可靠, 稳定性好, 控制精度高。

关键词: 巷道堆垛式立体车库; PLC; 物联网平台 Node-RED; 步进电机及驱动器; 远程控制

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-7241(2026)02-0030-05

Design and implementation of three-dimensional garage control system based on PLC and Internet of Things

WANG Xiaoyu¹, YAN Yuwei²

(1. Electronic Engineering College, Xi'an Aeronautical Institute, Xi'an 710077, Shaanxi, China;

2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, Shaanxi, China)

Abstract: It provides the design of the S7-1200 PLC as controller, operation commands are issued through the Tencent Lianlian program on the mobile phone, IOT2050 intelligent gateway and Internet of Things platform Node-RED receive instructions and send them to the PLC, control the transfer transmission mechanism to complete operations such as storing and retrieving vehicles in designated parking spaces. The results show that roadway stacking of the three-dimensional garage system could complete various functions of the system online in real time with the mobile terminal as the operation panel based on S7-1200 PLC and the Internet of Things. The system are reliable operation, high stability and high controller accuracy.

Keywords: lane stacking three-dimensional garage; PLC; IOT platform Node-RED; stepper motor and driver; remote control

随着物联网技术和自动化技术的发展, 基于腾讯程序的远程操作界面与 PLC 控制技术相结合的立体车库监控系统, 已经在城市智能规范化建设成为可能。文献[1]设计了一款基于物联网技术的小型智能地下立体停车库; 文献[2]中车牌识别使用 Lab VIEW 视觉模块, 立体车库控制器使用的是 STM32; 文献[3]研制了一种基于物联网技术的智能立体停车库创新实践系统, 实验结果实现了在手机 APP 上随机入库和刷卡出车离场等功能; 文献[4]智能立体车库的控制器为 PLC, 通过组态王仿真软件组态后组装实物演示正确有效。文献[5]使用西门子 PLC-1200 控制变频器带动码垛机, 实现立体车库车辆的自动停车和取车。文献[1-3]使用的车库控制器是 STM32 单片机, 物联网技术开发平台不是基于腾讯云, 文献[4]和文献[5]中车库控制器使用了 PLC, 但未使用工业物联网技术, 无法实现通过手机端远程监控车库状态及存车取车功能。因此, 本文以巷道堆垛立体车库为研究对象, 设计并搭建简易立体车库模型实验装置。使用 S7-1200 PLC (CPU

1214C)、SM 1223 DI/DO 扩展模块、IOT2050 智能网关、铭锐昂步进电机和驱动器以及双线轨丝杆滑台三套、多个限位开关和行程开关等构成巷道堆垛立体车库运动控制系统, 利用西门子 TIA Portal V15.1 博图软件及 Node-RED 平台联合编程, 设计了远程手机端画面, 并实时监控, 共同实现基于 S7-1200 PLC 与物联网的巷道堆垛立体实验装置系统设计。实验结果表明, 该系统可完成车辆的自动化存取, 控制精度高, 运行稳定且具备远程手机端实时监控的功能。

1 系统总体方案设计

巷道堆垛立体车库远程监控系统网络拓扑图如图 1 所示。首先操作人员通过腾讯云上手机端的立体车库远程监控界面, 了解车位的实时状态后, 在手机的监控界面上操作发布取车或存车指令, 由智能网关和物联网平台 Node-RED 接收指令并下发至 S7-1200 PLC 及拓展模块, PLC 通过控制丝杆-步进电机套装带动移车机构的丝杠

收稿日期: 2024-02-21; 录用日期: 2024-05-28

作者简介: 王晓瑜(1974—), 女, 博士, 教授、高级工程师, 从事控制科学与工程教学、科研工作。

引用本文: 王晓瑜, 阎宇威. 基于物联网与 PLC 的立体车库控制系统设计与实现[J]. 自动化技术与应用, 2026, 45(2): 30-33, 108. (WANG Xiaoyu, YAN Yuwei. Design and implementation of three-dimensional garage control system based on PLC and Internet of Things[J]. Techniques of Automation and Applications, 2026, 45(2): 30-33, 108.)

滑台在水平 (X 轴)、前后 (Y 轴)、垂直 (Z 轴) 3 个方向运动, 将模具车放至指定车位或者将指定车位的模具车移至指定位置; 同时限位开关对丝杠限位, 避免撞车。移车机构的工作状态、丝杠滑台在 X 轴、 Y 轴和 Z 轴的移动距离以及车库车位的占空状态等信息, 均通过智能网关, 在物联网平台 Node-RED 上完成与 PLC 数据及信息交换, 并同步显示在手机的监控界面, 实现远程移动手机端对该控制系统的无线实时监控^[1-2]。立体车库系统控制流程图如图 2 所示。

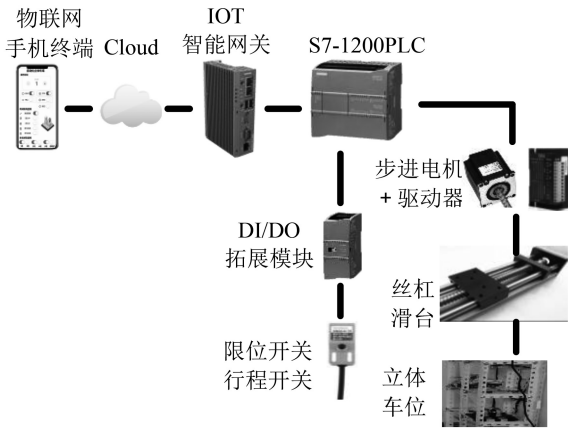


图 1 远程控制网络拓扑图

Fig. 1 Network topology diagram of remote control system

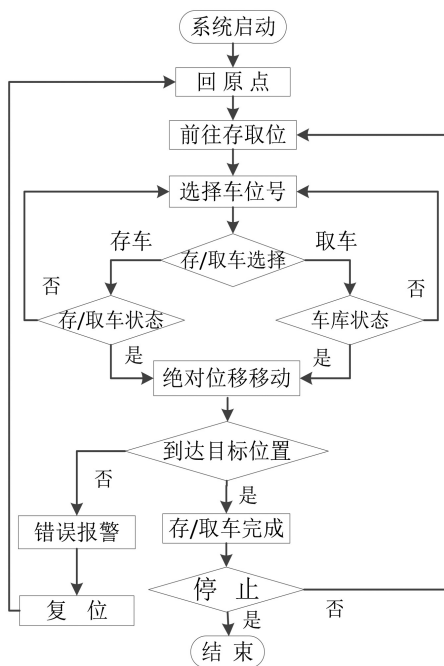


图 2 系统控制流程图

Fig. 2 Flowchart of control system

参照图 2 所示, 系统上电启动后, 步进电机及驱动器驱动移车传动机构首先回到原点位并等待; 接收车位号选择存车 (判断存取位状态) 或取车 (判断对应车位状态)。判断结果为是, 则传动机构进行绝对位移运动, 反之则回到选择车位号进程。绝对位移后若准确到达目标位置, 则反馈存车或取车完成 (一次存取车流程结束), 反之则进行报警并回原点复位操作, 进入新的存车或取车流程^[3-5]。

2 硬件组态

2.1 PLC 选型

PLC 选择西门子 S7-1200 CPU1214C, 单巷道立体车库远程监控系统有 15 个数字量输入信号, CPU1214C 本机有 14 个 DI 点, 故增加 1 个 SM1223 DI/DO 拓展模块, 便于控制点数拓展和通信^[6-7]。

2.2 步进电机及驱动器选型

选取两相铭锐昂步进电机 3 个, 型号为 57HD3403-21B/8, 扭矩 1 N/m, 步距角 1.8°, 3.0 A。步进电机驱动器选型亿星科技 TB6600, 设定 SW1~SW4 拨码开关电流为 3 A, SW5~SW8 拨码开关设定细分数为 800 脉冲/转^[8]。

2.3 丝杆选型

根据系统设计要求, 选择直径为 16 mm, 导程 (螺距) 电机每转一圈移动的距离为 5 mm, 精度为 0.03 mm, X 、 Y 、 Z 轴长度分别为 300、400、500 mm 的 GGP 型的双线轨滚珠丝杆。

为了确保移车传动机构的稳定性, 首先将 Y 轴丝杠滑台固定于实验台的最底端, 其次用 L 型连接板连接 X 轴与 Z 轴的丝杠滑台, 最后用 T 字型连接板连接 X 轴与 Y 轴丝杠滑台。

2.4 限位开关及传感器选型

选用 SN04-N 型的金属接近开关工作电压在 DC 5 V~30 V, 输出状态为三线 NPN 常开, 感应距离为 4 mm, DC 24 V 电源供电。用热熔胶将其粘在丝杆的侧面, 在丝杆的滑块侧方安装螺丝钉, 对丝杠限位, 避免撞车。

为了检测各个停车位的状态, 选择三脚带柄按键小型微动开关, 开关额定电流 2 A, 电压 125 V。将左侧脚接电源正极, 中间脚接电源负极, 则按下为接通, 松开则断开。

3 系统软件设计

共 4 个部分。第一部分为 PLC 在博图 V15.1 环境下, 控制步进电机带动移车机构做相应存车或取车运动; 第二部分为腾讯云物联网平台的产品开发, 主要完成巷道堆垛立体车库系统远程监控界面 (手机端) 管理、相关状态和数据的监控等任务; 第三部分为物联网平台 Node-RED 程序设计, PLC 完成在该平台上设置腾讯云节点、数据转换为报文的上传和下发; 第四部分硬件和软件联调, 通过手动和自动控制, 优化系统三部分程序, 达到控制要求^[9-12]。

3.1 移车传动机构 PLC 控制程序设计

PLC 控制步进电机驱动器, 驱动步进电机在移车机构的丝杠滑台实现在水平方向的 X 轴、前后方向的 Y 轴、垂直方向的 Z 轴运动, 故需要在博图 V15.1 环境下, 完成三部分设计。第一部分为轴工艺对象参数设置, 主要是设置丝杠传动机构各参数, 使 PLC 下发指令后步进电机驱动器能驱动步进电机完成相应的运动; 第二部分为 PLC 设备组态设置, 主要是建立并选择控制器及扩展模块的型号、订货号和

版本,完成与 PLC 和扩展模块的通信;第三部分为 PLC 控制程序,主要是编写丝杆传动装置的运动程序。

3.1.1 轴工艺对象参数设置

X 轴、Y 轴和 Z 轴三根丝杆的设置方法相同,此处以 X 轴丝杆为例,进行参数设置说明。首先在工艺对象新增对象,选择运动控制 TO_Positioning Axis;在常规参数中设置名称为轴_x;驱动器(pulse train output, PTO);测量单位 mm;其次设置 X 轴驱动器,具体参数如图 3 所示。

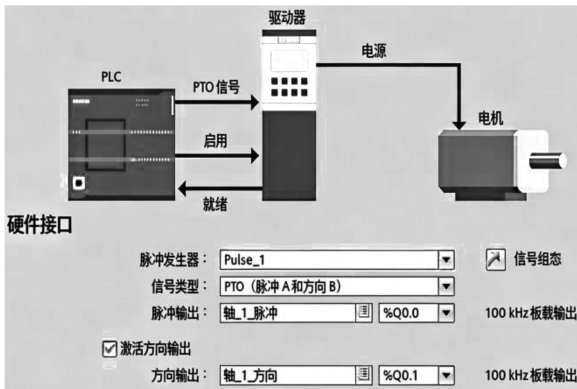


图 3 设置 X 轴驱动器

Fig. 3 Configure the X-axis driver

在机械设置中,设置电机每转脉冲数 800,每转的负载位移 4.0 mm,允许双向旋转及反向信号;位置限制部分设置硬件下(上)限位开关输入轴 X-左(右)限位 I0.0(I0.1),高电平;然后设置速度限制单位 mm/s,最大转速 20.0 mm/s,启动/停止速度 0.4 mm/s,加速度 20.0 mm/s²;紧急减速度 39.2 mm/s²;最后设置回原点的输入归位开关为轴 X-归位开关 I0.6,上侧归位,接近/回原点速度设置 4.0 mm/s,方向负方向。

3.1.2 PLC 设备组态设置

选择 PLC SIMATIC S7-1200CPU 1214CDC/DC/DC,订货号 6ES7 214-1AG40-0XB0,PLC 版本 V4.2;I/O 扩展模块选择 SM 1223 DC DI16/DQ16×24VDC,订货号 6ES7 223-1BL32-0XB0。

3.1.3 PLC 控制程序

完成控制 X 轴、Y 轴和 Z 轴丝杆 - 步进电机套装启动、回原点、停止、点动、复位、绝对位移移动及 X 轴、Y 轴和 Z 轴三轴联动完成带动载车架在三维立体空间的定位定速运动、到指定停车位停车或者取车等功能,同时完成上位机和远程手机端的监视运行状态作用。

程序运行首先需要初始化才能启动轴,按下启动按钮系统开始运行,而按下复位或停止按钮,系统运行停止等待点存储及模具车位号归 0,如图 4 所示。

现列举 X 轴丝杆 - 步进电机套装的轴启动程序如图 5 所示。

3.2 腾讯云物联网平台的产品开发

3.2.1 腾讯云相关设置

建立自动化立体车库项目,然后建立取车,存车,启动,停止,复位共 5 个读写变量,1~5 个车位号有车、取车

完成、存车完成等 9 个只读变量,在此数据开发项目上,在画布上拖入设备数据的节点,并对其进行参数设置,连接数据过滤节点,最后连接公众号推送节点,如图 6 所示。

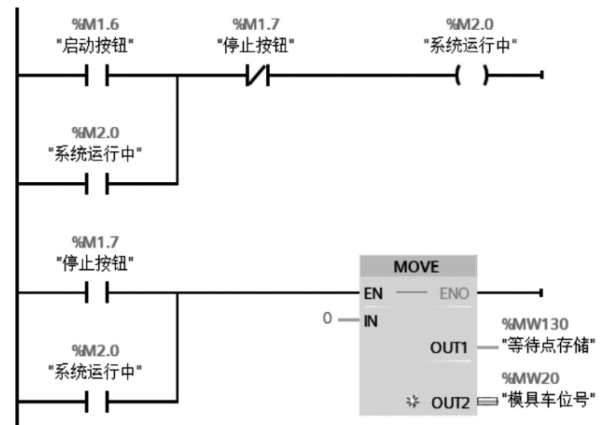


图 4 系统初始化

Fig. 4 Initialize the system

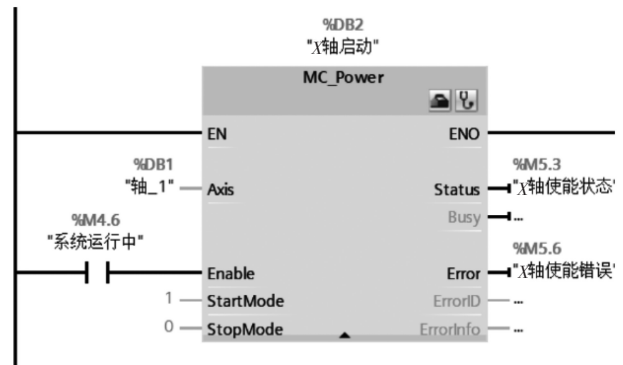


图 5 X 轴启动

Fig. 5 Startup the X-axis



图 6 公众号推送节点设置图

Fig. 6 Public account push notification node settings diagram

3.2.2 远程监控界面(手机端)开发

完成以上内容后,通过可视化面板进行远程手机端监控界面开发,主要为三部分。第一部分为自动化立体车库的操作区域(启动、停止、复位、存车及取车选择区域);第二部分为传动机构工作状态的监控区域(准备就绪、取车中、存车中、取车完成、存车完成);第三部分是停车位状态的监控区域,主要包括了 1~5 号车位状态、存取位状态以及故障报警,如图 7 所示。

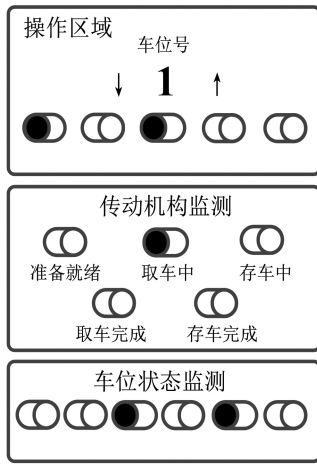


图 7 远程手机端监控界面

Fig. 7 Remote monitoring interface on mobile device

图 7 显示此时立体车库处于取车状态,操作区域为 1 号车位,该车位的模型车已经取出,3 号车位和 5 号车位有车。

3.3 物联网平台 Node-RED 程序设计

首先通过以太网连接计算机与 IOT2050 智能网关,通过 putty 软件远程打开智能网关并在浏览器上输入其地址+:1880,打开物联网平台 Node-RED;其次将智能网关联网并在物联网平台 Node-RED 上打开节点管理,分别在控制板上安装节点 node-red、node-red-contrib-moment、node-red-contrib-qcloud-iotexplorer、node-red-contrib-s7 和 node-red-dashboard,其中包括仪表盘节点、时间节点、与 SIMATIC S7-1200 PLC 通讯的节点以及与腾讯云物联网开发平台通讯的节点。再次,编写程序将上传的数据转化成报文传输给腾讯云节点以及读取腾讯云下发的指令,设置腾讯云上传数据的 Tencent IoT Publish 节点、function 节点和 s7 in 节点,然后搭建 PLC 上传到腾讯云的数据流,如图 8 所示。

腾讯云下发指令到 PLC 数据流如图 9 所示。

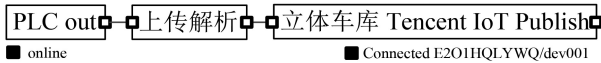


图 8 PLC 数据上传的数据流

Fig 8 Data stream of PLC data upload

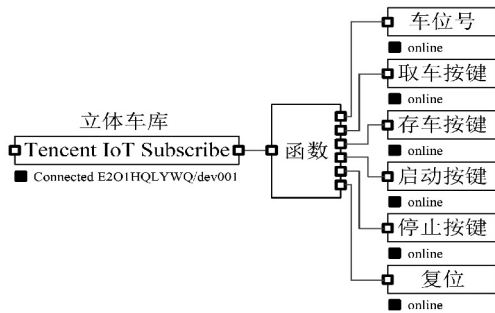


图 9 腾讯云下发指令到 PLC 的数据流

Fig. 9 Data flow of instruction issuance from tencent cloud to PLC

4 实验系统测试

巷道堆垛立体车库实验系统如图 10 所示。首先给搭

建好的自动化仓库实验装置上电,由以太网通讯线装载程序至 S7-1200PLC,其次通过 putty 软件和以太网通讯给 IOT2050 网关部署流程,装载程序;再次在博图 V15.1 环境中利用轴的调试功能,手动控制移车传动机构回原点,通过点动指令,测量每一个车位的 X、Y、Z 三个轴的坐标并记录;进一步通过移车机构的存取运行调试观察位置是否正确,同时观察手机端腾讯连连程序的界面显示情况,观察数据是否上传成功;然后在手机端操作,测试控制程序可行性及当车库感应器失灵时,故障报警功能;最后将调试好的手动控制转为自动控制状态操作。测试结果表明基于物联网与 S7-1200PL 巷道堆垛立体车库控制系统设计方案得以有效实现。

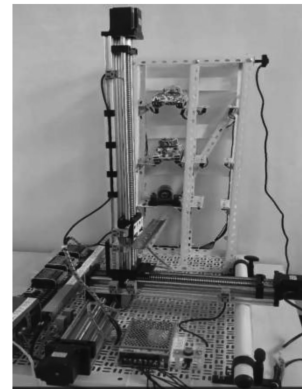


图 10 巷道堆垛立体车库实验系统

Fig. 10 Experimental system of roadway stacker automated stereoscopic garage

5 结论

本系统以 SIMATIC S7-1200PLC 为主控制器,将搭建的巷道堆垛立体车库实验系统作为受控对象,通过腾讯连连程序的手机端操作面板作为远程监控界面,完成了在手机端无线控制立体车库系统自动存取车的应用。实验结果表明,通过腾讯连连程序手机端发布操作命令,由 SIMATIC IOT 2050 智能网关和物联网平台 Node-RED 将指令下发到 PLC,PLC 控制移车传动机构完成取车、存车等操作,实现对该系统运行状态的监控,设计合理,运行可靠,控制精度高,有效达到设计目的。

参考文献

- [1]严浩华,赵诚,黄祯晨,等.基于物联网技术的小型智能地下立体车库[J].物联网技术,2020,10(1):5-6.
- [2]樊源盛,李微,闫凯达.基于 LabVIEW 机器视觉的智能车库系统设计[J].自动化与仪表,2022(5):6-10.
- [3]韦倾,陈娇英,陈延明.基于物联网的智能立体车库创新实践系统研制[J].广西大学学报(自然科学版),2020,45(2):336-342.
- [4]王瑞,赵雄伟,张波波,等.智能立体车库自动控制系统的设计及模拟应用[J].制造业自动化,2022(1):133-138.
- [5]孙彦超,马幸坤.基于西门子 PLC-1200 立体车库的研究与实现[J].自动化技术与应用,2021(5):92-94,104.

(下转第 108 页)