

DOI:10.20033/j.1003-7241.(2026)01-0006-06

基于 C#和 S7-1200 PLC 的立体仓库控制系统设计

晏华成¹, 芮庆忠², 龙涛元¹

(1. 中山火炬职业技术学院 装备智造学院, 广东 中山 528436; 2. 西门子(中国)有限公司广州分公司, 广东 广州 510620)

摘要:针对触摸屏监控系统不能满足大中型立体仓库对数据进行存储和处理的功能需求,在 Visual Studio 2019 集成开发环境中,采用 C#语言开发一套立体仓库上位机控制系统。以多线程的方式实时读取库位信息;以 S7-1200 PLC 作为主控制器,设计产品的自动入库和自动出库程序流程,采用 SCL 语言设计了库位先进先出的控制程序。C#和 S7-1200 PLC 之间采用 S7 通信的方式控制立体仓库的出入库操作和库位信息采集,3 年的现场运行情况表明,整个系统能在上位机对立体仓库进行手动控制和自动控制,能精确快速地进行入库出库操作,运行平稳,上位机上能正确实时显示库位信息,达到了预期的结果。

关键词:C#; 立体仓库; 上位机; 多线程; S7-1200 PLC; S7 通信

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-7241(2026)01-0006-06

Design of stereoscopic warehouse management and control system based on C# and S7-1200 PLC

YAN Huacheng¹, RUI Qingzhong², LONG Taoyuan¹

(1. Equipment Intelligent Manufacturing College, Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, Guangdong, China; 2. Guangzhou Branch, Siemens (China) Co., Ltd., Guangzhou 510620, Guangdong, China)

Abstract: In response to the inability of touch screen monitoring systems to meet the functional requirements of large and medium-sized stereoscopic warehouses for data storage and processing, a stereoscopic warehouse upper computer control system is developed using C# language in the Visual Studio 2019 integrated development environment, which reads warehouse location information in real-time in a multi-threaded manner; Using S7-1200 PLC as the main controller, the automatic storage and outbound program flow of the product was designed, and the control program for first in first out of the storage location was designed using SCL language. The use of S7 communication between C# and S7-1200 PLC controls the inbound and outbound operations and location information collection of the three-dimensional warehouse. Three years of on-site operation have shown that the entire system can manually and automatically control the three-dimensional warehouse on the upper computer, accurately and quickly perform inbound and outbound operations, run smoothly, and display location information correctly and in real time on the upper computer, achieving the expected results.

Keywords: C#; stereoscopic warehouse; upper computer; multi-thread; S7-1200 PLC; S7 communication

自动化立体仓库在提高仓库效率、减少占地、节约空间、节省人力成本、提高仓库安全性和有利于企业实行数字化管理等方面具有显著优势。这些优势使得自动化立体仓库成为现代物流系统和生产管理中不可或缺的重要组成部分,并为企业提升竞争力提供了有力支持,因此,对立体仓库的深入研究可以产生巨大的社会效益和经济效益^[1-2]。目前自动化立体仓库的控制系统一般是采用 PLC 作为控制器、触摸屏作为监控系统^[3-6],采用触摸屏作为监控系统的优点是编程简单、与控制器 PLC 通信方便,但对于大中型的立体仓库,由于需要存储和处理大量的库位信息数据,触摸屏无法满足功能需要,本文采用

S7-1200 PLC 作为控制器,利用 C#开发了一套立体仓库上位机控制系统,通过上位机对立体仓库进行控制和监视,可满足大中型立体仓库的监控要求。

1 立体仓库的结构与控制功能

本项目的立体仓库可对智能制造产线的四齿魔方、笔筒、指尖陀螺 3 种产品的原料和成品进行出库、入库以及存放操作,智能制造产线主要包括主控单元、立体仓库、VMC850 数控加工中心、CK40S 数控车床、RB20 工业机器人、装配单元、AGV 小车,AGV 小车用于各单元间物料的搬运^[7]。立体仓库分为产品成品和产品原料 2 个区,每个

收稿日期:2024-08-14;录用日期:2024-10-10

基金项目:教育部第三期供需对接就业育人项目(2023122736620);广东省教育厅科研平台特色创新项目(2021KTSCX308);2023 年度中山火炬职业技术学院产学研专项项目(2023CX04)

作者简介:晏华成(1974—),男,硕士研究生,中级工程师,研究方向:工业机器人集成应用。

引用本文:晏华成,芮庆忠,龙涛元. 基于 C#和 S7-1200 PLC 的立体仓库控制系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2026,45(1):6-11. (YAN Huacheng, RUI Qingzhong, LONG Taoyuan. Design of stereoscopic warehouse management and control system based on C# and S7-1200 PLC[J]. Techniques of Automation and Applications, 2026,45(1):6-11.)

区有 4 行 5 列共 20 个库位,其中 1 号库位和 13 号库位号分别用于入库平台和出库平台,其余库位分别用于存放四齿魔方、笔筒与笔筒盖、指尖陀螺 3 种产品的成品和原料,立体仓库实物照片如图 1 所示。



图 1 立体仓库实物照片

Fig. 1 Stereoscopic warehouse physical image

本项目中有轨巷道堆垛机 X 轴方向(沿巷道前后方向)和 Z 轴方向(货叉沿立柱的垂直方向)的运动,均选用了西门子 V90PN 伺服驱动器和配套的 1FL6 伺服电机,额定功率为 0.75 kW,PLC 通过 PROFINET 网络通信对伺服系统进行控制。货叉选用 Z4D40-24GN-30S 型双锥直角轴直流减速电机,功率为 40 W,通过调速器可进行电机调速。出入库平台传送带电机选用 Z2BLD25-24GN-30S 型直流无刷减速电机,功率为 25 W,出入库平台的主要作用是通过传送带将来自 AGV 小车上的产品送入 1 号库位或将 13 号库位的产品送到 AGV 小车。

立体仓库电气控制系统采用 S7-1200 PLC 为主的控制系统,实现对堆垛机、货叉、出入库平台的控制,以及通过 S7 通信协议与上位机进行通信,上位机和制造执行系统(manufacturing execution system, MES)通过共用同一个数据库,从而实现信息共享和协同,立体仓库控制系统整体构架图如图 2 所示。本文重点介绍立体仓库上位机设计和立体仓库 S7-1200 PLC 控制系统程序总体设计。

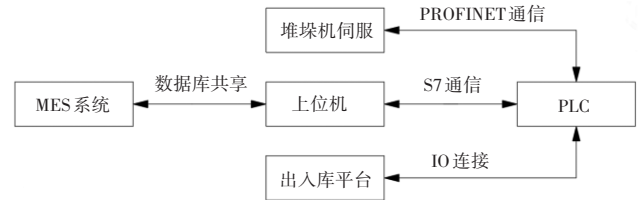


图 2 立体仓库控制系统整体构架图

Fig. 2 Overall architecture diagram of the stereoscopic warehouse control system

2 立体仓库上位机设计

本项目仓库上位机采用 C#编程语言,C#语言以其面向对象编程、类型安全、自动垃圾回收、跨平台性、丰富的库和框架支持、简洁的语法、强大的集成开发环境(integrated development environment, IDE)支持、高效性、异步编程和支持各种通信库等特点,成为了自动化设备信息化管理系统开发语言的首选。本项目仓库上位机系统是在集成开发环境 Visual Studio 2019 中创建 Windows 窗体应用,Windows 窗体界面设计如图 3 所示。

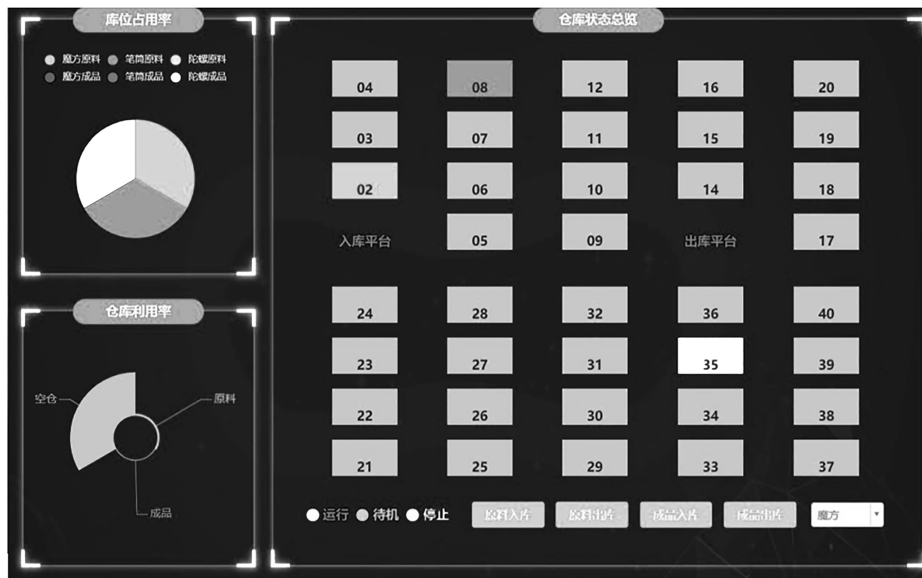


图 3 立体仓库上位机操作界面

Fig. 3 Operating interface of the upper computer in the stereoscopic warehouse

本项目的仓库上位机的主要功能有显示库位占有率(显示当前各个产品占有率并通过不同颜色显示)、显示仓库利用率(显示当前产品原料、产品成品的利用率)、显示库位信息(显示所有库位当前是否有产品,如果有则不同的成品用不同的颜色显示)、任务下发功能(先选择产

品种类是魔方、笔筒还是陀螺,再选择命令原料入库、原料出库、成品入库还是成品出库,下发命令时立体仓库一定要处于初始待机状态)。

显示功能需要实时读取 S7-1200 PLC 库位信息,任务下发功能需要将上位机上的操作功能码传送至 S7-1200

PLC,因此需要 C#和 S7-1200 PLC 进行通信。C#与 S7-1200 PLC 之间的常用通信方式有:S7 协议通信、OPC 通信、Modbus TCP 或 Modbus RTU 通信、开放式用户通信(OUC 通信)、Socket 通信等。考虑到 C#与 S7-1200 PLC 采用 S7 通信具有高效稳定的数据传输、广泛的应用支持、简化的配置与编程以及强大的功能支持等优点,本项目 C#与 S7-1200 PLC 采用 S7 通信。

2.1 通信配置

进行 S7 通信时,需要在 PLC 侧和 Visual Studio 2019 中分别进行通信配置。

2.1.1 PLC 侧通信配置

在 PLC 的设备视图中,找到其巡视窗格的“属性”→“常规”的选项卡,选择“防护与安全”→“连接机制”,勾选“允许来自远程对象的 PUT/GET 通信访问”复选框,以允许 S7 通信。

本项目中 C#和 S7-1200 PLC 通信的数据主要有上位

机上的操作功能码(任务类型)以及库位信息,故在 PLC 中创建一个通信用的全局数据块 DB(流程数据块 DB15),并且在属性中取消勾选“优化的块访问”,以便 C#能够正确读写数据。

2.1.2 Visual Studio 2019 中通信配置

首先要在 C#中安装 S7netplus 类库。具体操作步骤为:在解决方案资源管理器中的“引用”上单击右键,选择“管理 NuGet 程序包(N)”命令,进入“浏览”页面,在“浏览”页面的搜索框中输入“S7netplus”,按回车键,选择需要安装的程序包,单击“安装”按钮,完成安装^[8]。

然后在命名空间添加一行“using S7.Net”引用类库,并添加一个 PLC 类型变量。为了应用方便,在打开上位机界面时进行 C#与 S7-1200 PLC 的连接,连接不成功时使用 MessageBox 控件弹窗报警;在关闭上位机界面时断开 C#与 S7-1200 PLC 的连接;C#与 S7-1200 PLC 的连接程序界面如图 4 所示。

```
public Plc S7PLC;

1 个引用
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    S7PLC = new Plc(CpuType.S71200, "192.168.0.1", 0, 1);
    S7PLC.Open();
    if (S7PLC.IsConnected) MessageBox.Show("连接成功", "连接提示", MessageBoxButtons.OK);
    else MessageBox.Show("连接失败", "连接提示", MessageBoxButtons.OK);
    tokenSource = new CancellationTokenSource();
    readData();
}

1 个引用
private void buttonDisconnect_Click(object sender, EventArgs e)
{
    S7PLC.Close();
    MessageBox.Show("断开连接", "断开提示", MessageBoxButtons.OK);
    tokenSource.Cancel();
}
}
```

图 4 C#与 S7-1200 PLC 的连接程序界面

Fig. 4 The connection program interface between C# and S7-1200 PLC

2.2 上位机下发任务至 S7-1200 PLC

上位机界面下发任务功能是通过四个 Button 按钮控件和一个 ComboBox 选择框控件实现的,操作时先在 ComboBox 选择框选择成品种类是魔方、笔筒还是陀螺,再通过点击四个 Button 按钮控件(原料入库、原料出库、成品入库、成品出库)进行相应的操作。上位机下发任务是

通过写 S7-1200 PLC 功能流程数据块 DB15 的“任务类型”变量(数据类型为 Word,偏移量为 6)进行的,以原料入库按钮为例,其程序界面如图 5 所示,任务类型 1 代表魔方原料入库,任务类型 5 界面代表笔筒原料入库,任务类型 9 代表陀螺原料入库。

```
1 个引用
private void btn_RawIn_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (comboBox1.Text == "魔方") S7PLC.Write("DB15.DBW6", ushort.Parse("1"));
    else if (comboBox1.Text == "笔筒") S7PLC.Write("DB15.DBW6", ushort.Parse("5"));
    else if (comboBox1.Text == "陀螺") S7PLC.Write("DB15.DBW6", ushort.Parse("9"));
}

1 个引用
private void btn_RawIn_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    S7PLC.Write("DB15.DBW6", ushort.Parse("0"));
}
}
```

图 5 上位机下发任务至 S7-1200 PLC 程序界面

Fig. 5 The program interface for sending tasks from the upper computer to the S7-1200 PLC

2.3 实时读取 S7-1200 PLC 中库位信息

在 S7-1200 PLC 程序中,把库位信息放在功能流程数

据块 DB15 的“库位信息”数组变量中(数据类型为 Array [1..40] of Byte,偏移量为 8),以便 C#实时读取。

在 C#中实时读取 PLC 数据一般是采用多线程的方式进行的,多线程允许应用程序同时处理多个任务。在用户界面(UI)应用程序中,可以将长时间运行的任务(如文件访问、网络通信或复杂计算)放在后台线程上执行,从而

避免阻塞主线程并保持用户界面的响应性,从而改善用户体验。本项目中新建一个 readData 方法,以多线程的方式来读取 S7-1200 PLC 功能流程数据块 DB15 中的库位信息,其程序界面如图 6 所示。

```

byte[] DataFromPlc = new byte[40];
1 个引用
public void readData()
{
    Task.Run(() =>
    {
        while (!tokenSource.IsCancellationRequested)
        {
            Invoke(() =>
            {
                DataFromPlc = S7PLC.ReadBytes(DataType.DataBlock, 15, 8, 40);
            });

            Task.Delay(100).GetAwaiter().GetResult();
        }
    }, tokenSource.Token);
}

```

图 6 C#实时读取库位信息程序界面

Fig. 6 C # program interface for real-time reading of library location information

3 控制系统程序总体设计

3.1 控制程序总体要求

对立体仓库的操作控制有手动控制和自动控制,手动控制是在上位机上下达对某种产品的入库或者出库操作,自动控制是在上位机上下单生产某种产品订单时,由 AGV 配合自动执行原料的出库和产品的入库操作,操作指令最终都是上位机通过 S7 通信的方式发送至 PLC,由 PLC 执行控制程序完成相应的操作。

3.2 自动入库程序

入库包括魔方、笔筒、陀螺 3 种产品原料入库以及魔方、笔筒、陀螺 3 种产品成品入库,产品原料入库的操作是先将成品原料放置到入库平台上,然后在上位机上下单操作自动完成,产品成品入库的操作是在 MES 系统下生产某种产品,加工完成后,由 AGV 小车送至入库平台自动完

成入库操作。自动入库程序包括自动入库库位选择、入库平台控制、自动入库流程 3 个功能,分别编写了函数 FC 来现实对应的功能。

3.2.1 入库库位选择程序

产品的入库规则是同类产品按照库位号递增的原则来进行,以四齿魔方原料入库为例,其入库顺序为 2 号库位→3 号库位→...→7 号库位。西门子 S7-1200 PLC 常用的编程语言有梯形图 LAD 和 SCL,梯形图 LAD 编程语言适用于逻辑控制,SCL 更适用于数据处理和控制算法等,为了方便实现库位选择功能,入库库位选择程序界面采用 SCL 语言编写,四齿魔方原料入库库位选择程序界面如图 7 所示。在 PLC 控制程序中设置一个库位信息数据块,当有产品入库或者出库时,及时更新数据块 DB15 中库位,该数据块数据也通过 S7 通信的方式发送至上位机,因此在上位机中能够实时查看库位信息。

```

//=====入库库位选择
//=====魔方原料入料
IF "流程数据块".任务类型 = 1 & "流程数据块".该站状态 = 5 & "流程数据块".魔方满仓 = 0
THEN
    FOR "流程数据块".ID := 2 TO 7 BY 1 DO
        IF "流程数据块".立库数据["流程数据块".ID] = 0
            THEN
                "流程数据块".入库号 := "流程数据块".ID;
                EXIT;
            END_IF;
        END_FOR;
    END_IF;
//=====库位更新
IF "流程数据块".任务类型 = 1 & "流程数据块".该站状态 = 27
THEN
    "流程数据块".立库数据["流程数据块".入库号] := 1;
END_IF;

```

图 7 四齿魔方原料入库库位选择及库位更新程序界面

Fig. 7 Four tooth Rubik's Cube raw material storage location selection and storage location update program interface

只有当上位机下达的任务类型为 1(代表四齿魔方原料入库)、该站状态为 5(代表系统处于初始复位完成状态)、魔方原料库位未滿时才可以执行四齿魔方原料入库操作,采用 for 循环程序从 2 号库位开始检测空库位,当某一库位为空时,将该库位标记为入库库位号,然后在对应

的库位坐标数据块 DB 中获取对应的入库 X 轴和 Z 轴坐标值,在自动入库流程中调用伺服控制程序完成入库库位精确定位。

3.2.2 入库平台控制程序

以四齿魔方原料入库为例,入库平台的控制流程如图

8所示。首先在入库平台上放置装有四齿魔方原料的工装板,当外检测光电开关(SICK漫反射光电传感器 GTB6-P1211)检测到工装板后,首先控制阻挡气缸上升,到达上限位后,启动传送带直流减速电机,将工装板送往1号库位,同时将阻挡气缸缩回;当内检测光电开关(SICK漫反射光电传感器 GTB6-P1211)检测到工装板后,表明工装板已到达1号库位,此时停止传送带直流减速电机,完成将原料从入库平台传送到1号库位的流程。

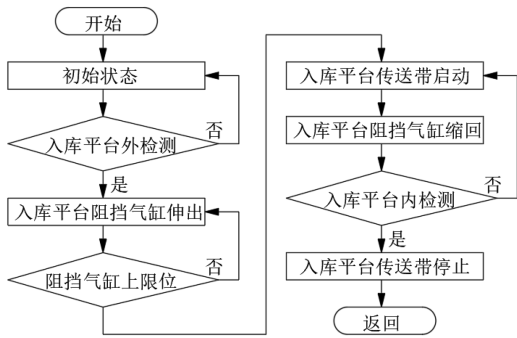


图8 入库平台控制流程

Fig. 8 Inventory platform control process

3.2.3 自动入库流程程序

以四齿魔方原料入库为例,自动入库流程的控制流程如图9所示。首先X轴和Z轴伺服采用绝对定位MC_MoveAbsolute指令精确移动到数据块1号库位入库X轴和Z轴坐标,然后控制货叉电机左转移到左限位,此时Z轴伺服采用相对定位MC_MoveRelative指令上移50mm将四齿魔方原料放置到货叉上;控制货叉电机右转移到零点,然后采用绝对定位MC_MoveAbsolute指令精确移动到数据块入库库位入库X轴和Z轴坐标;然后控制货叉电机左转移到左限位,此时Z轴伺服采用相对定位MC_MoveRelative指令下移50mm将四齿魔方原料放置到库位上,控制货叉电机右转移到零点,完成四齿魔方原料入库流程。

3.3 自动出库程序

出库包括魔方、笔筒、陀螺3种产品原料出库以及魔方、笔筒、陀螺3种产品成品出库,产品原料的出库操作是在MES系统下生产某种产品,由上位机控制对应的原料出库至13号库位,然后控制出库平台传送带电机,移送至AGV小车,由AGV小车送至加工单元进行加工操作;产品成品的出库操作是在WMS下单操作,将产品成品放置自动送至13号库位;自动出库程序包括自动出库库位选择、出库平台控制、自动出库流程3个功能,分别编写了函数FC来现实对应的功能。出库平台控制程序、自动出库流程和自动入库程序基本相同,本文不再赘述,仅介绍出库库位选择程序。

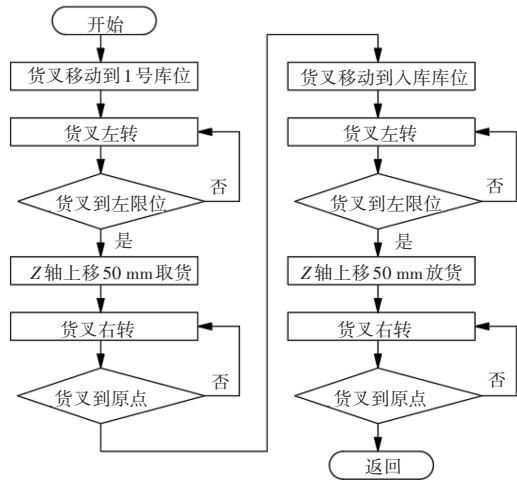


图9 自动入库流程程序

Fig. 9 Automatic storage process program

产品的出库规则也是同类产品按照库位号递增的原则来进行,以四齿魔方原料出库为例,其出库顺序为2号库位→3号库位→...→7号库位,为了方便实现库位选择功能,出库库位选择程序也是采用SCL语言编写,四齿魔方原料出库库位选择及库位信息更新程序界面如图10所示。

```
//=====出库库位选择
//=====魔方原料出料
IF "流程数据块".任务类型 = 4 & "流程数据块".该站状态 = 5 & "流程数据块".魔方空仓_1 = 0
THEN
  FOR "流程数据块".ID := 21 TO 27 BY 1 DO
    IF "流程数据块".立库数据["流程数据块".ID] = 1
    THEN
      "流程数据块".出库号 := "流程数据块".ID;
      EXIT;
    END_IF;
  END_FOR;
END_IF;
//=====库位更新
IF "流程数据块".任务类型 = 2 & "流程数据块".该站状态 = 16
THEN
  "流程数据块".立库数据["流程数据块".出库号] := 0;
END_IF;
```

图10 四齿魔方原料出库库位选择及库位信息更新程序界面

Fig. 10 Four tooth Rubik's Cube raw material outbound warehouse location selection and warehouse location information update program interface

只有当上位机下达的任务类型为 2(代表四齿魔方原料出库)、该站状态为 5(代表系统处于初始复位完成状态)、魔方原料库位未空时才可以执行四齿魔方原料出库操作,采用 for 循环程序从 2 号库位开始检测有产品库位,当某一库位有产品时,将该库位标记为出库库位号,然后在对应的库位坐标数据块 DB 中获取对应的出库 X 轴和 Z 轴坐标值,在自动出库流程中调用伺服控制程序完成出库库位精确定位。

4 上位机与 S7-1200 PLC 通信测试

在上位机上选择产品为陀螺,点击原料出库按钮,这

时监控到 S7-1200 PLC 流程数据块 DB15 中“任务类型”的值为 10(十六进制值为 16#000A),如图 11 所示,同时立体仓库系统执行陀螺原料出库,实际运行画面如图 12 所示;在上位机上选择其他产品,点击其他按钮时,监控到 S7-1200 PLC 流程数据块 DB15 中“任务类型”的值也与预期一致。当把 S7-1200 PLC 流程数据块 DB15 中 2-5 号库位的“库位信息”值修改为 2-5,其他库位的值为 0 时,上位机上显示的数值和 PLC 流程数据块 DB15“库位信息”也与完全一致,如图 11 所示。经过多次测试结果表明,上位机与 S7-1200 PLC 通信是正常可靠的。



图 11 上位机与 S7-1200 PLC 通信测试监控画面

Fig. 11 Monitoring screen for communication testing between the upper computer and S7-1200 PLC

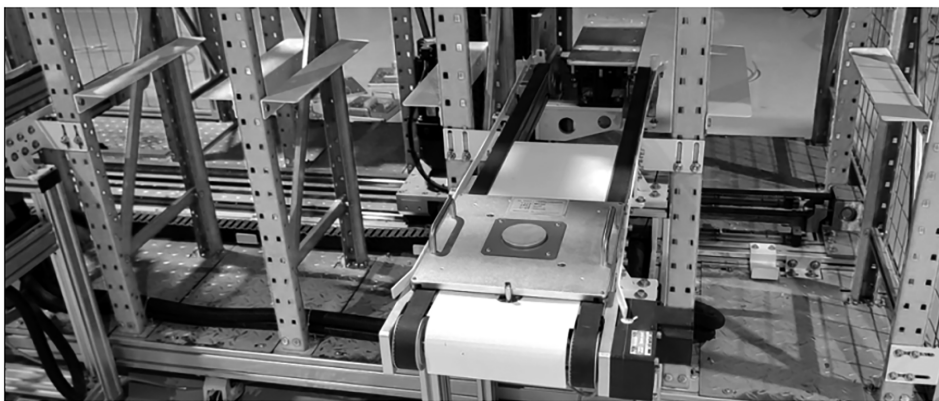


图 12 上位机上操作陀螺原料出库实际运行画面

Fig. 12 Actual operation screen of gyro raw material outbound operation on the upper computer

5 结论

经过 3 年多的现场运行,通过上位机和 MES 对立体仓库进行手动控制或者自动控制,堆垛机和出入库平台运行平稳,能精确快速寻找库位,上位机和 MES 上能正确显示库位信息,得到了预期的结果,本文的方法对大中型立体仓库管理和控制系统的设计具有一定的参考借鉴意义。

参考文献

[1]李强. 基于 PLC 的智能立体仓库控制系统设计[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2023(5):116-120.
 [2]李明, 马庆林. 自动化立体矿山仓库货物配载路径优化方法[J]. 自

动化技术与应用, 2024, 43(5):23-26,88.
 [3]马传奇. 基于西门子 PLC 控制的立体仓库系统设计[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2023, 41(5):159-162.
 [4]王晓瑜, 杨志超. 基于 S7-1200 PLC 与物联网的自动化仓库系统设计与实现[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(4):25-28.
 [5]杨杰, 田海洋. 立体仓库货位坐标计算模型的构建[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(6):19-23.
 [6]张丽萍, 朱尧富. 自动化立体仓库控制系统的设计[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(9):60-63, 171.
 [7]晏华成, 宋国翠, 蔡文鑫. 基于 RFID 和磁导航的 AGV 小车 S7-1200PLC 控制系统设计[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(6):34-37.
 [8]芮庆忠, 黄诚. 西门子 S7-1500PLC 编程及应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2023.