

RGV 穿梭车结构与电气系统设计分析

杨巧莉 陈云虎 吴莉莉 刘尉

株洲中车特种装备科技有限公司, 湖南 株洲 412000

[摘要] 为了降低生产车间的搬运成本并提高物料的运输效率, 设计了一种新型 RGV 穿梭车。相较于传统 RGV 小车, 结构上新增线头收集槽、安全卡口及阻挡器; 控制系统基于高性能 PLC 与带位置控制功能的变频器做定位控制, 根据不同对轨位置进行精确定位。此种新型 RGV 穿梭车已在某公司投入使用两年有余。

[关键词] RGV; 结构; 电气系统; PLC 控制

DOI: 10.33142/sca.v7i2.11237

中图分类号: TH122

文献标识码: A

Analysis of RGV Shuttle Vehicle Structure and Electrical System Design

YANG Qiaoli, CHEN Yunhu, WU Lili, LIU Wei

Zhuzhou CRRC Electric Locomotive Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan, 412000, China

Abstract: In order to reduce the transportation cost of the production workshop and improve the transportation efficiency of materials, a new type of RGV shuttle car was designed. Compared with traditional RGV cars, the structure has added a wire head collection groove, a safety checkpoint, and a stopper. The control system is based on high-performance PLC and a frequency converter with position control function for positioning control, and precise positioning is carried out according to different rail positions. This new type of RGV shuttle car has been in use in a certain company for more than two years.

Keywords: RGV; structure; electrical system; PLC control

1 总体介绍

RGV 穿梭车用于各个功能模块之间的移载, 具备与各工位模块间的自动对接和自动输送产品功能, 其具有慢启慢停功能, 运输过程、移载过程稳定性好、安全性高; 车架采用型材焊接完成退火后进行精加工, 结构强度高、承载大, 可靠性高; 外壳采钣金防护, 整体简洁、美观。

2 工作流程

当 RGV 穿梭车通过编码尺定位到指定工位后, 车上辊筒输送线输出端的阻挡器弹出, 同时辊筒回转将产品运输进小车, 减速开关检测柜体后, 辊筒开始降速, 限位开关检测到柜体后, 辊筒停止回转, 同时输入端的阻挡器弹出防止柜体因意外而滑出 RGV。另外 RGV 自带的安全卡扣能防止产品在运输过程中倾倒, 整个过程安全可靠。

3 RGV 机械结构

RGV 穿梭车机械结构主要由驱动机构、车架、辊筒输送机构、安全防护系统等组成。

3.1 驱动机构

RGV 穿梭车驱动机构主要由减速电机通过联轴器驱动两侧的车轮滚动, 从而带动车辆前后移动。车轮为带有单轮缘的钢制车轮, 一组为主动轮, 一组为从动轮。减速电机采用带双输出轴的 SEW 品牌减速电机, 质量可靠稳定。电机尾部带有可保持的制动器, 极端情况下当小车因驱动故障而不能自行行走时, 操作者从车底打开制动器并将其保持, 即可通过人力将车推至检修工位, 操作方便。联轴器采用万向轴器, 其容许的同轴偏差大, 结构紧凑, 传动

效率高。

3.2 车架

车架为 RGV 穿梭车的主体结构。车架底部安装有支撑轮组、滑触线电刷及编码尺表头, 上部安装有辊筒输送机构, 四周安装有安全触边、激光扫描装置及定位机构, 外壳覆盖钣金。车架采用矩形管焊接制作, 焊后退火处理进行精加工, 整个车架结构轻便、载重大, 稳定性好。

3.3 辊筒输送机构

辊筒采用双链轮与辊筒为一体式的结构形式。链轮与筒体采用焊接制作, 使其能传递更大的扭矩, 输送更大的载重。辊筒采用 SEW 减速电机直驱, 主动辊筒通过链条将动力传递至其他辊筒, 传动平稳可靠。另外辊筒两侧还设有导向轮防止产品输送时跑偏。

辊筒输送机构前后均设有减速开关和限位开关, 用于辊筒输送的慢启慢停; 辊筒两侧设有阻挡器, 用来防止产品因外力滑出输送线。阻挡器采用电动推杆驱动, 结构简单, 工作可靠。

3.4 安全防护系统

RGV 穿梭车的往复极限行程位置设有限位开关, 同时前后设有激光扫描装置, 一旦发现在运行区域有障碍, 即可发出警报, 并采取相应措施确保安全; 另外 RGV 车体前后均带有安装有安全触边。安全触边为一种带有压力传感器的弹性元件, 万一车体撞上异物, 安全触边立即将压力信号传递给系统并停车报警。多重保护让 AGV 运行安全可靠。

辊筒输送机构输入输出端设有阻挡器防止产品滑出;

车体设有安全卡扣防止产品倾覆;同时车体四周安装有激光限界传感器,当产品任何部位超出 RGV 运载边界时系统会立即发出报警。

RGV 穿梭车前后各设有一个线头收集槽,防止车体上的线头落到地面影响滑触线、编码尺工作;同时在 RGV 行走车轮的前方配备有轨道导向机构和聚氨酯材质制作的清洁装置,避免异物影响 RGV 的运行及脱轨等相应的危险出现。

RGV 所有电机均配有过热传感器,当电机工作温度持续上升时并达到极限时电机停机并发出报警,同时系统配有瞬时过流保护器,有效保护电机。

RGV 根据产品的重心高度和车辆急停时的惯性力来确定重心偏移范围,并根据此范围确定车轮的间距,从而确保车体运行的安全可靠。辊筒输送机机构上的导向轮约束产品重心偏移范围为 $\pm 5\text{mm}$,前后阻挡器约束产品重心偏移范围为 $\pm 50\text{mm}$ 。

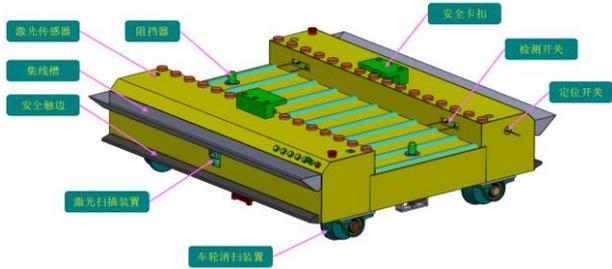


图1 防护系统布置图

4 RGV 电气系统

RGV 电气系统由供电系统、控制系统、无线通信系统、遥控系统、驱动系统、安全保护系统组成。

4.1 RGV 供电系统

RGV 穿梭车采用滑触线供电,滑触线系统组成由滑触线导轨、滑线接头、供电接头、锚定夹、吊夹、集电器、集电器安装支架等组成。沿运行轨道内侧安装单极式滑触线,可以满足轨道上两台 RGV 穿梭车同时工作的用电需求。每台 RGV 上配置集电器,集电器碳刷头上的稳定弹簧弥补了碳刷在不同方向行走时受力造成的不均匀磨损,可以防止运行过程中震动引起的接触不良、缺相等隐患。连接电缆采用高柔性以及双重绝缘,可以有效减少碳刷的磨损以及碳刷臂断裂的风险。集电器上碳刷片为易损易耗件,需要定期更换,避免碳刷超过最大磨损量而引起集电器损坏。滑触线 IP 等级为 23,防护层可以有效防止手指意外接触到滑触线导致人员触电,滑触线沿线醒目位置张贴有防触电标识,提醒经过人员注意安全。

4.2 RGV 控制系统

RGV 的控制系统,由西门子 S7-1200、输入输出模块、电机驱动单元(PLC 内置),按钮、传感器、报警器、低压电器组成。其中 PLC 选用西门子 S7-1200 系列产品、电机通过 PLC1200 内置驱动单元控制。按钮、报警器及关键

低压器件采用施耐德品牌,传感器采用 Sick、欧姆龙或劳易测等知名品牌。整个 RGV 内部、两台 RGV 之间、RGV 与总控柜通讯网络采用 Profinet 通讯协议。

PLC 采用 S7-1200 系列产品,集成 PROFINET 接口、强大的集成工艺功能和灵活的可扩展性等特点,为各种工艺任务提供了丰富的通信和有效的解决方案,尤其满足多种应用中完全不同的自动化需求。RGV 中 S7-1200 负责输入输出设备的交互、电机的控制、RGV 与 RGV 信息交互、RGV 与总控柜的信息交互。当总控柜调度 RGV 时,S7-1200 根据指令信息,调用 PLC 内置驱动单元,通过 Profinet 总线控制电机到目标位置。Profinet 总线驱动优点:

输入输出模块与 S7-1200 本体连接,输入输出模块接入急停、按钮、传感器、安全触边等输入信号,报警、伺服及变频系统等输出信号。

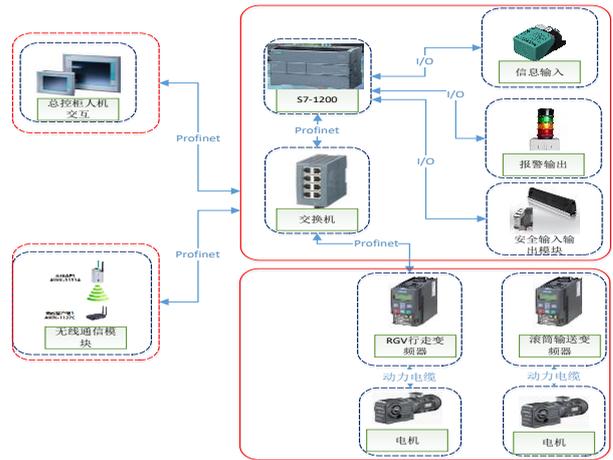


图2 RGV 控制系统拓扑图

4.3 RGV 无线通信系统

无线 AP 通信:用于无线网络与有线网络的连接,从而实现无线网络与有线网络的无缝融合。无线 AP 通信组件由天线、馈线、发射器(客户端)构成。

无线 AP1 与 AP2 安装在 RGV1、RGV2 上,无线 AP3 安装在中部线体高位点。无线 AP1 与 AP2 与无线 AP3 组网,无线 AP3 通过网线接入到地面控制柜交换机,与地面总控柜组网。

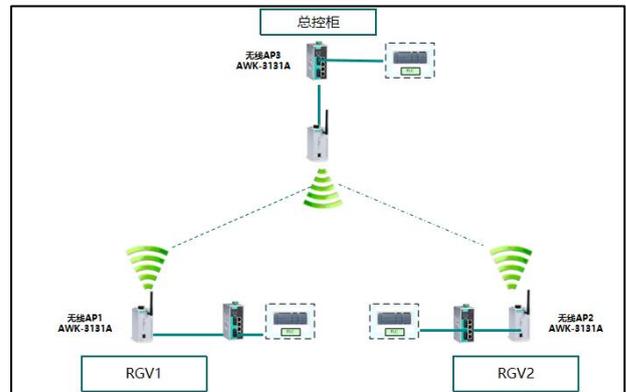


图3 无线 AP 通信网络拓扑图

4.4 RGV 遥控系统

RGV 配置遥控器，包括启动按钮、前进、后退按钮、模式切换按钮、停止功能按键。遥控器可在手动模式和调试维护时对 RGV 进行控制。当需要使用遥控器时切换到手动模式，选择前进、后退按钮，RGV 点动运行。

4.5 RGV 驱动系统

RGV 驱动部分分为滚筒输送系统、RGV 行走系统。滚筒输送系统采用西门子变频器控制，并且速度可调，通过滚筒将继电器柜送到固定台位。RGV 行走系统采用西门子带定位功能变频器控制，并且位置可设，通过 RGV 行走系统将继电器柜送到指定台位。

滚筒输送系统采用西门子变频器调速控制，当输送线或工作台与 RGV 台位对接到位，滚筒开始动作，继电器柜进入到 RGV 上，当继电器柜碰到减速传感器，滚筒电机减速运行，当继电器柜碰到停车传感器，滚筒电机停车并抱闸。同时通过减速及停车传感器检测该 RGV 上是否有继电器柜。

RGV 四周布置轮廓检测传感器（光电开关或激光传感器）检测继电器柜线束或者零部件是否超出 RGV 指定存放区域，轮廓检测传感器发现有位置遮挡，RGV 停止运动，并将故障信息反馈给总控柜。

RGV 两侧布置到位确认传感器（光电开关），每个工作台位布置感光板。当 RGV 行走到指定工作台位，通过到位确认传感器进行 RGV 行进位置二次确认。

4.6 RGV 行走系统

RGV 采用高性能 PLC 与带位置控制功能的变频器做定位控制，定位模块能实现运动路径组态，PLC 根据不同对轨位置进行精确定位。RGV 运行中存在车轮打滑、机械结构加工精度等情况导致设定值与实际值不一致，为进行位置闭环控制，在 RGV 轨道旁随轨安装一条带绝对位置信息的编码尺。编码尺读头实时位置反馈给变频器定位模块，定位模块实时计算位置偏差，实时调整变频器的速度给定，进行纠偏与位置闭环，最终实现精确定位。每个工作台位布置一个感光板，RGV 上布置光电开关。RGV 运行到指定工作台位，编码尺反馈位置与呼叫位置一致时，同时光电开关感应到信号，定位完成，电机抱闸。

PLC 将设定好的运动路线发送给控制单元，控制单元根据运动路线控制电机按定位模式，移动到目标工位。同时定位模块采集编码尺实时位置信息并与程序设定的位置做比较，进行 PID 调节，保证 RGV 按既定运动路线移动。

当 PLC 存储的目标工位的位置信息与编码尺反馈的实时位置一致，及对轨点感应开关接通时，程序判断 RGV 移送完成。

4.7 安全保护系统

主电路具有漏电保护、相序检测、短路保护、过电流保护等保护功，此外电机还具有过电压、过载、欠电压保护、欠电流保护及急停保护等功能。能保护线路和电源设

备不受损坏，同时 RGV 还设置声光报警。

RGV 配置接近开关和机械限位开关实现极限行程保护。轨道终端侧边布置感应板，RGV 光电开关检测到感应板时，RGV 减速停车。若接近开关无感应或者失效时，RGV 运行至限位开关动作会立即断电停车。若以上两层保护皆失效则由防撞墩起止档作用。

在 RGV 上设置急停开关，当急停开关拍下，RGV 立即断开驱动电源，紧急停车。

为了防止 RGV 运行路径上有人或物停留而存在意外风险，RGV 行进方向各设置一个障碍物传感器。障碍物传感器扫设两个感应区域，对应指令为停车和紧急停车。激光扫描仪可通过专用软件对扫描区域范围进行自定义。停车感应区内感应信号消失后移车台会继续自动运行，若紧急停车区域有信号则需要手动进行复位才可继续运行。

两 RGV 根据编码尺实时读取移车台位置，程序上限制呼叫逻辑，屏蔽无效呼叫，无效呼叫时呼叫指示灯闪烁三下后熄灭。

当两 RGV 需到两个相邻轨道进行对轨时，两移车台根据位置信息进行减速，以合理的速度运动到相应位置进行停车。同时 RGV 对编码尺数据进行自诊断，一旦数据出现异常，立即断电紧急停车。

两 RGV 运行到相邻工位时，同时开始依序屏蔽障碍物传感器“停车”和“紧急停车”扫描区信号，从而避免屏蔽障碍物传感器干涉问题。“紧急停车”扫描区信号屏蔽后，仅通过安全触边做为安全防护。

在 RGV 行进方向两侧，各加一圈安全触边，如果 RGV 外围发生撞击或者挤压的时候则报警。

安全继电器是在 RGV 运行以及发生故障时对人员及设备提供安全保护。安全继电器能及时检测到输入信号并立即做出反应，使 RGV 紧急制动。RGV 安全控制系统由安全继电器、急停开关、障碍物传感器、复位按钮、安全输出触点组成。

【参考文献】

- [1]中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用配电设计手册[M]. 中国: 电力出版社, 2005.
 - [2]罗文, 周欢喜, 周江义. 电器控制与 PLC 技术[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 2008.
 - [3]陈光明, 李祥森, 骆敏舟, 等. 双向穿梭车的结构设计与分析[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(4): 3.
 - [4]宋旭朝, 陈东雪. 汽车电气系统结构设计及常见故障检修分析[J]. 工业 B, 2015(37): 47-48.
 - [5]王仿, 孙安欣, 王磊磊, 等. RGV 无人搬运小车结构与电气系统设计分析[J]. 装备制造技术, 2022(1): 7.
- 作者简介: 杨巧莉 (1996.3—), 女, 学历: 本科, 毕业院校: 重庆工商大学, 所学专业: 电子信息工程, 目前职称: 初级, 目前所在单位: 株洲中车特种装备科技有限公司。