

面向飞机柔性装配线的联动 AGV 研制

Development of AGV Linkage for Flexible Assembly Line of Aircraft

沈阳飞机工业(集团)有限公司 张辉 周丽 郭洪杰
大连四达高技术发展有限公司 宋洪强
中国人民解放军驻沈阳飞机工业(集团)有限公司军代表室 王韬

[摘要] 针对某型号飞机柔性装配生产线需求,研制了两台基于三菱控制器联动 AGV 运输车。详细分析和设计了联动 AGV 机械结构、控制系统总体框架、硬件和软件模块及上位机界面模块。联动 AGV 经过了安装、联调和现场应用验证,结果表明联动 AGV 控制系统实现了单车直线侧移、中心旋转及八字行走控制和两车联动协同直线侧移、中心旋转及八字行走控制,满足了柔性装配生产线对 AGV 各种动作的需求。

关键词: AGV 运输车 联动 三菱控制器

[ABSTRACT] Two set of AGV lineage vehicles based on Mitsubishi controller are developed for the requirements of flexible assembly line about a certain type of aircraft. AGV linkage mechanical structure, control system framework, hardware, software modules and PC interface module are designed and analyzed in detail. AGV linkage carries on installation, combined adjusting and the field application. The results show that the AGV linkage control system realizes linear side, central rotation, and pigeon walking control of single vehicle and two vehicles linkage synergy, which satisfies the requirements of flexible assembly line to AGV various action.

Keywords: AGV vehicle Linkage Mitsubishi controller

AGV (Automated Guided Vehicle)即自动导引小车,它以电池为动力并具备系统控制管理与单车编程的功能,可按指令沿预定路线行驶到指定地点完成一系列作业任务。利用车载伺服驱动与控制技术、安全防护技术、现代通讯技术(无线电、红外或微波通讯)以及信息采集与处理技术等先进技术,实现对 AGV 实时监控。

资料显示^[1-3]:产品生产过程中,用于加工和制造时间占 5%,而用于储存、装卸、等待加工和运输时间占 95%;在美国直接劳动成本占生产成本 10% 以下,运输和储存所占费用却占生产成本 40%。因此,世界工业强国均把改造物流结构、降低物流成本作为企业在竞争中取胜的重要措施,为适应现代生产需要,物流正在向着现代化方向发展。其 AGV 必将得到迅速发展与普及

应用,这不仅是现代化工业迅速发展需要,更是由 AGV 本身所独具优越性决定。AGV 适应性好、柔性程度高、可靠性好,可与外部自动化物流系统、生产管理系统或信息自动化系统有机结合,实现信息的联网流通和管理的实时监控。可实现生产和搬运功能集成化和自动化。其系统技术和产品已经成为柔性生产线、柔性装配线、仓储物流自动化系统的重要技术和设备^[4-5]。根据沈飞公司某型号飞机柔性装配生产线飞机部件产品运输的需要,研制了 2 台 AGV 运输车并实现了联动功能。

1 AGV 机械结构

AGV 运输车主要由车体、驱动轮、升降锁紧组件、升降支架、支撑框架和防护机构 6 部分组成。

车体利用方钢管焊接而成,其四周和顶面铺设防护板,是整车的承载机构。AGV 车体外侧设有防撞机构,防撞机构可伸缩,AGV 遇到障碍物时防撞板被压缩,其内部限位机构立即被触发,并向 AGV 发出急停指令实现 AGV 防撞功能。驱动轮是 AGV 的动力机构,通过对驱动轮组两伺服电机分别控制实现整车行走和转向功能。驱动轮主要由驱动走行机构、车轮体和旋转限位机构组成。驱动走行机构包括驱动伺服电机、减速机和链轮机构。车轮体采用具有耐磨、耐腐蚀特点的聚氨酯包胶轮。旋转限位机构由感应片、感应开关分度盘和光电开关组成。升降锁紧组件结构形式由爪勾、电动推杆、直线滑轨和架体组成。升降锁紧组件可提高产品运输稳定性,对作业人员和运输产品安全保障增强了,降低了操作风险。升降支架组件由电动机、减速机、升降支架和滑轨组成,它是 AGV 与飞机部件产品运输的动力传递组件,通过升降支架起重作用使用被运输产品与其支撑装置脱离,实现 AGV 对飞机部件产品整体运输。

2 AGV 控制系统

2.1 AGV 电气系统基本组成

联动 AGV 电气系统配置如图 1 所示,由操作模块、控制模块、伺服模块、检测模块和报警显示模块组成。AGV 操作模块采用两种方式进行控制:一是采用遥控方式对 AGV 运输车进行操作,通过遥控器可对 AGV 各

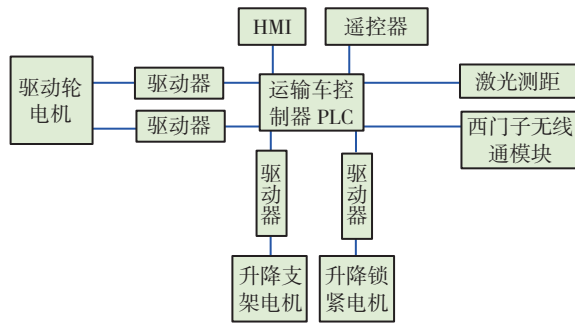


图1 AGV运输车电气系统配置

Fig.1 Electrical system configuration of AGV vehicle

种运动模式进行控制,遥控器对AGV车体有效控制距离在100m以内;二是通过车体侧面控制面板进行面板控制。控制模块采用大型高速可编程程序控制器进行控制,通过该控制器可进行信息采集、逻辑运算和对外控制。伺服模块主要由高精度伺服电机组成,且伺服电机增加抱闸控制,防止AGV在斜坡路面产生滑车现象。检测模块采用高精度绝对值编码器进行检测,每次断电无需重新寻找原点,可直接进行各种模式检测。在车体控制面板上安装HMI,可显示电气系统电流、蓄电池电压、控制箱内环境温度、AGV工作状态和各种控制参数。报警模块主要采用LED灯和蜂鸣器进行报警,当系统出现温度、电压以及其他报警时,LED灯和蜂鸣器分别会以不同颜色和不同声音进行报警,且可通过HMI显示相应故障的信息。

2.2 控制系统的基本功能

联动AGV控制系统实现单车直行、斜行、原地旋转和八字转弯模式行走控制功能,同时,也要实现两车联动协同的直行、斜行、原地旋转和八字转弯模式行走控制功能,进而满足生产对AGV所需各种动作要求。由于受地面平整度、温度变化和机械结构加工误差等一些不确定因素的影响,在实际生产使用过程中,导致AGV行走中轮组的实际位置与理论值产生偏差,因此,利用PLC上模数转换模块,将联动AGV各轮组的绝对值编码器实际值转换成角度,再经过CPU时时比较运算后,消除偏差的相应速度指令发送给伺服驱动器,伺服驱动器驱动伺服电机完成指定的相应动作。

2.3 联动AGV控制系统总体设计

针对实际生产需要设计了两台联动AGV控制系统,其总体设计如图2

所示。联动AGV控制系统选用三菱大型高速可编程程序控制器,该控制器包括Q系列CPU、位控模块、DP网络模块、以太网模块、模数转换模块和I/O模块六部分。控制器各模块的功能分别是:CPU用于处理信息采集、逻辑运算和外部控制;位控模块用于与伺服驱动器交换信息,最终实现对伺服电机动作的控制;以太网模块利用交换机与人机界面和无线通讯模块相连接,实现数据交换的目的;模数转换模块用以采集绝对值编码器、电压、电流和温度等模拟量信号;DP网络模块完成现场总线模块和激光测距传感器的信息采集;I/O模块实现数字量信号的I/O控制。两台AGV运输车通讯通过西门子无线通讯模块,进而实现两台AGV的联动。

2.4 控制系统选型与控制器设计

此次研制的AGV控制系统要同时实现单车控制和两车联动控制,另外,控制系统还要满足设备高使用效率且操作灵活的要求,为满足上述要求,控制系统的控制器CPU处理器要具备结构紧凑和大容量高速处理信息的能力。由于三菱Q系列CPU控制器体积小、运算速度快、扩展性好,并且具有串行口通信功能可与PC机和显示器进行通信,因此,该套控制系统控制器可选用三菱大型高速可编程程序控制器。直流85V蓄电池组为联动AGV控制系统提供电力,同时,此蓄电池组直

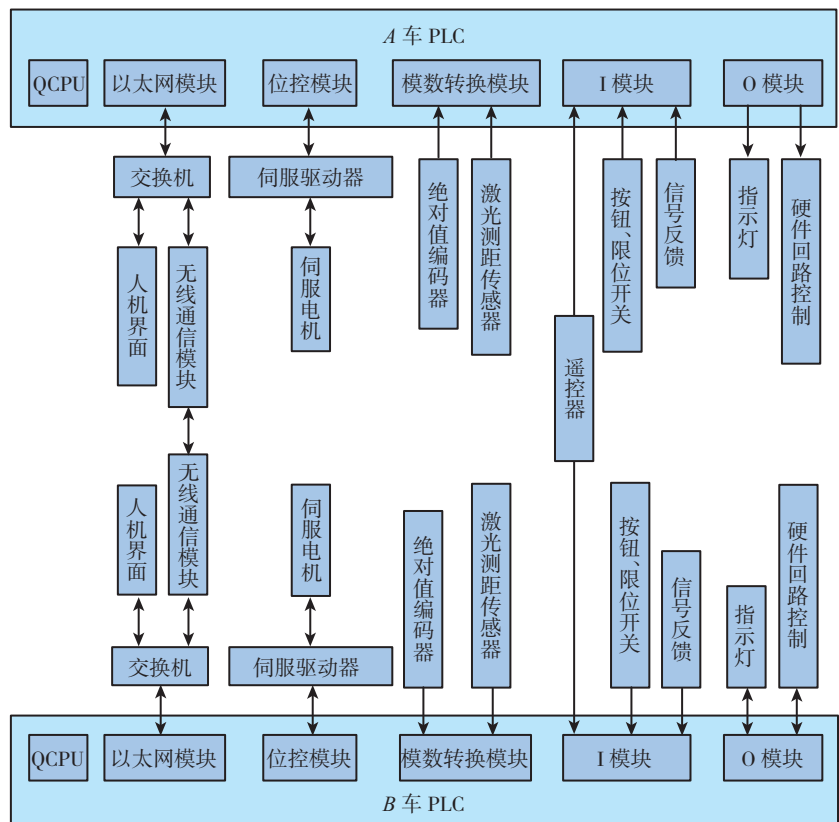


图2 2台AGV联动运输车控制系统总体设计

Fig.2 Control system design of two AGV linkage vehicle

接对 AGV 伺服系统供电, 直接对伺服系统供电提高了设备供电效率, 无中间环节, 减少了系统故障率。由于体积较小的伺服系统有利于 AGV 结构优化设计, 因此, 此次伺服系统选用体积小、控制方式多、支持高级语言编程和可与多种编码器类型进行连接以色列生产的直流伺服驱动器。

3 联动 AGV 特点及控制原理

与单台 AGV 相比多台联动 AGV 具有许多优点: 可以通过对某些任务进行适当分解, 使多个联动 AGV 分步并行完成不同的子任务, 从而加快任务执行速度提高工作效率; 可以将系统中的成员设计为完成某项任务的“专家”, 而不是设计为完成所有任务的“通才”, 使得 AGV 设计有更大灵活性, 完成有限任务 AGV 可设计得更完善; 可通过成员间的相互协作增加冗余度, 消除失效点; 可提供更多的、更好的解决方案, 同时降低 AGV 造价与复杂度。此次设计的两台 AGV 可实现联动协同工作, 两台 AGV 联动控制原理示意如图 3 所示, 其 AGV 联动运输车设计思路是将其中一台 AGV 设定为主动运输车 A, 而另一台 AGV 车为从动运输车 B, 通过人为的给定角度与速度, 经过 A 车的计算、比较、输出控制, 通过无线通讯模块把数据传送到 B 车, B 车进行计算、比较、输出控制, 并把当前执行情况送回 A 车。从而使两台 AGV 运输车可以实现联动协同工作。

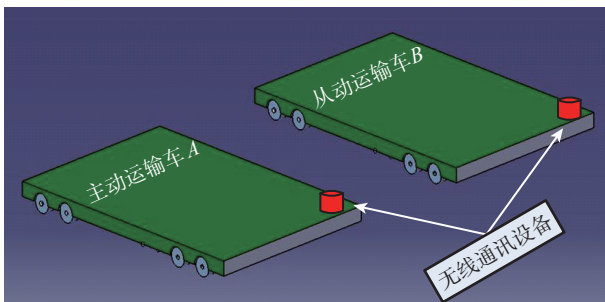


图3 2台AGV运输机器人联动示意图
Fig.3 Linkage diagram of two AGV robots

4 联动 AGV 控制程序及控制软件设计

联动 AGV 控制系统采用的是三菱 Q 系列 PLC, 利用三菱公司出品的 GX 系列软件对控制系统的控制逻辑程序进行开发与维护, 根据 AGV 联动运输车系统控制需要, 控制程序采用模块化的设计思想, 编写了联动 AGV 的控制程序, 控制程序主要包括 9 大模块, 分别是 I/O 控制模块、AD 控制模块、以太网通讯控制模块、直线侧移控制模块、中心旋转控制模块、8 字行走控制模块、两车联动控制模块、报警信息模块和基本参数设置模块, 最终实现了 AGV 联动运输车的控制功能, 联动

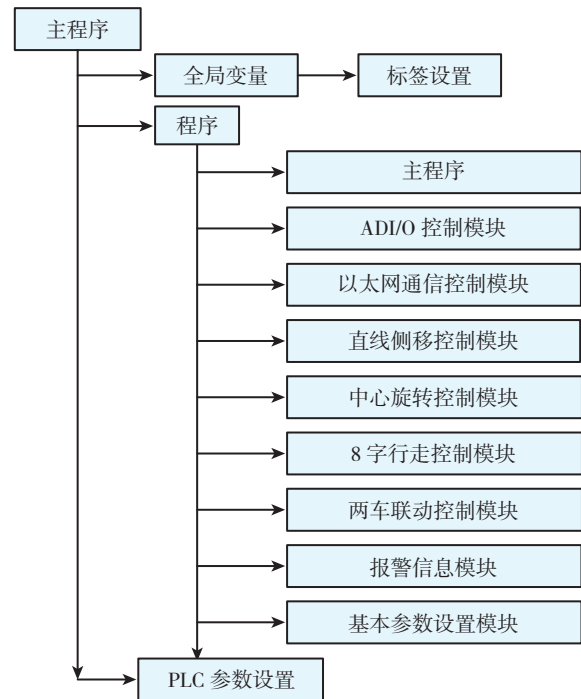


图4 AGV联动运输车控制软件及流程

Fig.4 Control software and procedure of AGV linkage vehicle

AGV 控制流程如图 4 所示。在三菱公司提供的 GT 平台上, 进行人机界面的制作与设计, 在该控制界面完成 AGV 系统的工作状态监控、输入和输出参数监控和报警内容输出等功能, 人机界面通过以太网线与系统连接通讯, 实现对系统及 AGV 运行状态的实时监控。

5 结论

AGV 联动运输车经过安装联合调试, 并经过现场应用测试, 该 AGV 联动运输车操作方便、性能稳定, 系统运行良好, 完全满足设计要求。AGV 联动运输车控制系统可以实现单车的直线侧移、中心旋转及 8 字行走控制和两车联动协同的直线侧移、中心旋转及 8 字行走控制, 从而达到生产要求的动作。同时, 联动 AGV 运输车的开发技术为同类型设备研发提供了可借鉴的经验。

参考文献

- [1] 王荣本, 储江伟, 冯炎, 等. 一种视觉导航的实用型 AGV 设计. 机械工程学报, 2002, 38 (11): 136-138.
- [2] 宋长会. 移动机器人控制系统设计与研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2006.
- [3] 龚根华. 轮式移动机器人控制系统设计与研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2004.
- [4] 董平, 赵海伶. AGV 及 AGVS 方案研究. 组合机床与自动化加工技术, 2002(2): 21-24.
- [5] 于国英. 农业 AGV 视觉导航参数提取与轨迹控制的研究 [D]. 镇江: 江苏大学, 2006.

(责编 亿霖)