

汽车涂装车间立体仓库浅析

赵亮, 牛文文, 许健, 刘杰, 路震寰, 陈瑞航

(中国汽车工业工程有限公司, 天津 300113)

摘要: 主要介绍了自动化立体仓库的结构组成、优缺点及其仿真应用, 其中堆垛机、穿梭机、AGV 小车、自动控制系统、管理调度系统是关键技术。

关键词: 立体仓库; 堆垛机; 穿梭机; AGV 小车; 自动控制系统

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)02-0037-03

Analysis of Stereoscopic Warehouse of Automobile Painting Workshop

ZHAO Liang, NIU Wen-wen, XU Jian, LIU Jie, LU Zhen-huan, CHEN Rui-hang

(China Automotive Industry Engineering Co., Ltd., Tianjin 300113, China)

Abstract: This paper mainly introduces the structure, advantages and disadvantages of automatic stereoscopic warehouse, in which the stacker, shuttle, AGV car, automatic control system, management and scheduling system are the key technologies.

Key words: stereoscopic warehouse; stacker; shuttle; AGV car; automatic control system

0 引言

随着科学技术发展的日新月异, 新的生产模式更新迭代, 提供了革命化的高效生产方式, 现代化的汽车工厂流水生产线产能巨大、零部件种类繁多, 应用于汽车工厂的自动化立体仓库应运而生并迅速发展, 这种先进的物流方式极大提高了劳动生产效率, 提高了厂房的空间利用率, 广泛应用于各行各业的工业生产中。

1 立体仓库概述

1.1 立体仓库功能

汽车工厂的立体仓库种类繁多, 由各个子系统模块搭建成不同功能的系统, 根据运载工件的形式, 可以分为 AGV 智能小车和巷道堆垛两种类型, 全向背负式 AGV, 多用于总装车间工序流程的搬运, 生产线的零部件自动寻址配送等无人搬运系统; 巷道堆垛和多层穿梭车堆垛主要用于焊装后的白车身存储、涂装车间的

车身存储、总装车间入口处的车身存储。涂装车间的电泳存储区、中涂存储区、面漆存储区的立体仓库(见图 1)起到涂装工艺后车身存储与工艺缓冲的功能。

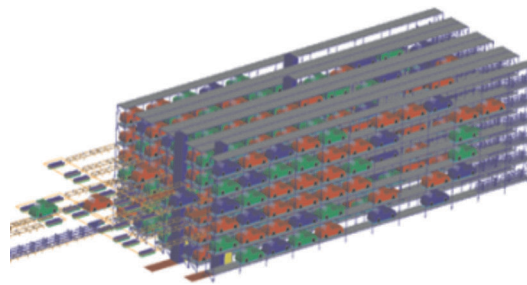


图 1 车身立体仓库

1.2 涂装车间立体仓库的分类

1) 智能立体仓库: 巷道堆垛机和多层穿梭车立体仓库, 用于车身存储和工艺缓冲。

2) 智能物流线: 应用于涂装车间的端拾器和零部件存储, 是一套由立体仓库、AGV、物流识别分拣组成的智能化输送系统。

3) 立体停车库: AGV 搬运机器人立体停车库, 应用于成品车的物流存储。

收稿日期: 2023-02-13

作者简介: 赵亮(1969—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事汽车工厂物流输送机械的设计和研发工作。E-mail: 435575173@qq.com。

1.3 立体仓库的应用

以生产节拍 60 JPH 的大型汽车工厂为例,每班 8 h,双班工作制每天产量为 $60 \times 8 \times 2 = 960$ 件整车,涂装车间需要 960 台车的零部件、白车身物流输送所以高度自动化、信息化、数字化与智能化的物流输送是保证汽车工厂高效生产的必备条件。相较传统人工叉车搬运,自动化立体仓库的存取系统,采用了托盘、料箱单元,通过计算机、条码技术、无线射频识别、数据挖掘等先进技术手段,实现了汽车零部件物流输送的高度自动化作业,满足先入先出的工艺要求。

1.4 立体仓库的工艺作用

为满足工艺流程,涂装车间的车身存储立体仓库需要 120 min 的存储量,满足焊接工艺后的白车身、涂装后的车身存储输送,并根据总装的生产节拍、生产计划需求提供涂装车身。车身立体仓库通过电动滚床、皮带输送机组成的机运输送线与焊接车间、涂装车间和总装车间相连接。涂装车身立体仓库按照工艺流程,根据订单指令排序,满足先进先出的原则,把涂装后的车身输送到总装车间指定的装配线上。

2 立体仓库的结构组成

立体仓库由堆垛机、穿梭车、电气控制系统及多层钢结构立体货架组成,其中堆垛机、穿梭机是关键核心设备,代表立体仓库的先进程度和智能化水平。

2.1 堆垛机的结构和性能参数

堆垛机由钢结构机架、运行装置、升降机构、载货车及存取机构、电气控制、安全保护装置组成,按照结构形式分为单立柱、双立柱(见图 2),按照在巷道中的布置形式分为直道型(一巷道一台)、转弯型(两巷道共用一台)和转轨型(三巷道以上共用一台)。堆垛机行走速度一般为 60~200 m/min,升降速度为 20~80 m/min,货叉伸缩速度为 20~80 m/min。堆垛机采用滑触线供电,激光或条码定位,工业 WiFi 或红外通信等无线通信系统,在多层货架的巷道内穿梭运行、存取货物、多层存放,堆垛机用于大尺寸零部件的取存,穿梭车用于小尺寸零部件的取存,货架采用双深位密集存储。

2.2 堆垛机的安全保护装置

1) 连锁保护:逻辑顺序为当行走机构与升降机构动作同时动作时,货叉伸缩电机切断;当货叉电机可以运行时,行走与升降电机的电路切断。

2) 限位保护:为防止过位,在行走、升降和伸缩的终端设立机械开关、光电开关进行极限位保护。

3) 断绳保护:过载造成起重钢丝绳断裂时,阻止断绳的载货台坠落的安全保护装置。

4) 停位检查:堆垛机在工艺工位定位时,货叉才能伸缩,防止机构干涉碰撞。

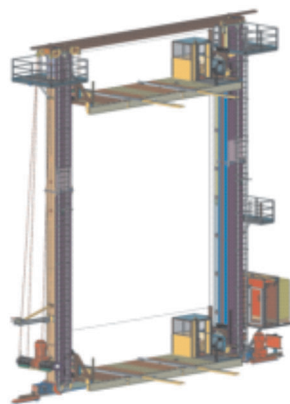


图 2 双柱堆垛机

5) 断电保护:采用机械式制动装置,使断电状态下的载货台停止坠落。

2.3 自动穿梭车的结构特点

自动穿梭车具有高度和体积小、外形结构尺寸紧凑、占用空间小的特点。货架设有供穿梭车工作运行的轨道,利用垂直升降机可以实现换层取货,实现一站点对点运输,使货物到达仓库平面楼层任意位置,增加了存取货物的灵活性和扩展性,提高了仓储空间的利用率,是普通平仓的 2~5 倍。

3 AGV 智能小车

3.1 AGV 简介

AGV 自动导引车 (Automated Guided Vehicle) 是一类轮式移动机器人,集运输、升降、翻转功能于一体,广泛应用于汽车涂装、总装车间装配工艺中。承载零部件的 AGV 在设计好的环形路线中,按照电控程序设计好的工艺站点停靠,操作工位按照工艺内容进行装配工作,完成工艺后,AGV 再返回原始出发站点,结束一个工作循环。控制方式采用触摸屏直接操控,或由上位工控机经过无线通讯指令控制,接收到控制指令的 AGV,按照控制程序完成接送货任务。

3.2 AGV 的导航方式

1) 电磁感应导引:电磁导引是一种传统的导航方式,在 AGV 行驶路线上埋设金属导线,通过交流频率发生器输入低压和低频电流,沿电线周围产生磁场,AGV 上的感应线圈就会对导航磁场进行识别和跟踪,实现 AGV 的导引。

2) 磁带导引:磁带导引和电磁导引的原理非常相似,用磁带代替埋在电磁导引中的金属线,是一种低成本的 AGV。

3) 激光制导:在 AGV 路线上安装激光反射板,AGV 发射连续激光束并采集反射的激光束,来确定并修正当前的位置和方向,但反射板与激光传感器之间不能有遮挡光线的障碍物,也不适合有阻断光线的物

流的场合,激光导航定位精确、路径灵活,可在无光环境下运行。激光导航的前期投入较大,成本高于其他导航方式,但更改路线只需通过软件重置便可,维护成本很低。

4)惯性导航:是AGV通过测量载体在惯性参考系的加速度,然后自动进行运算,从而获得货物的瞬间加速度和位置等数据,并且将其运用到导航坐标系中,从而得到在导航坐标系中的速度以及偏航角位置等数据,惯性导航是不依赖外部信息以及不易受到干扰的自主式导航系统。

5)自然寻的导航:使用深度探测器以及惯导设备的定位技术,来自主定位并动态计算到目的地的最短许可路径。

6)视觉导航:通过立体相机,使用Evidence Grid基于概率的体识别技术,360°成像建立3D地图,计算地图路径的偏差,从而引导AGV的正确路径。

3.3 AGV 运输系统的应用

AGV实现了从汽车零部件及车身的自动运输、认址、停靠工艺站点等一体化过程,相比之前的靠人工手动搬运,大幅度提高了生产效率,并且AGV运输系统柔性强,能满足多型号、小批量生产要求,对于提高工作效率有很大的帮助。

4 立体仓库的仿真应用

通过计算机多媒体3D仿真技术,基于汽车工厂制造工艺的流程和生产逻辑顺序,对涂装、总装生产线柔性缓存、准确控制的逻辑模拟,制作三维全景式虚拟化车间生产运行动画,定义输送系统的进车逻辑、生产节拍和停线逻辑,以及所有设备的技术运行参数,生成3D虚拟三维仿真动画,对立体仓库的设计规划方案进行评估、验证,得出立体仓库的存储数量、进出逻辑、橇体最优数量、生产准备的最优方案。

在涂装车间和总装车间,按照工艺节拍、生产逻辑、运行速度、电控顺序,以AutoMod三维软件建造一

个虚拟仿真输送系统,模拟生产运行的实际状态,对比设计规划方案,可以反馈出如下结论:1)立体仓库的存储数量、节拍速度能否满足实际需求;2)立体仓库故障停机时,人工辅助排出工件的功能;3)滑橇数量能否满足正常运行,以及最优滑橇数量;4)根据仿真结果,指导电气控制系统的逻辑顺序和工艺流程。

5 结语

涂装车间传统车身存储区的缓存方式以积放链、电动滚床、摩擦滚床为主,存在平面单层、占地面积大、存取货物时间长、劳动效率低、人力成本高、管理难度大、工作效率低等问题,正逐渐被多层货架式的自动存取立体仓库所取代,空间利用率是传统平库的3~5倍,还降低了汽车零部件出库的出错率及企业的综合生产成本。

立体仓库对关键机械零部件、电气控制系统的可靠性要求高,堆垛机、穿梭机、AGV这些关键设备一旦出现故障,整个仓库将停止生产作业,导致生产线中断,而平面存放出现故障的时候可以松开电动机包闸,采用人工推动的办法。堆垛机多级减速是控制系统中的核心技术,减速曲线是堆垛机准确定位、提高生产节拍的关键因素。立体仓库高层货架安装精度要求高、施工难度大、工期长,对存放的货物种类有一定的限制,对大件货物需要建立单独的仓储制度。

自动化、智能化、高效化立体仓库的广泛应用是现代汽车工厂的大趋势,目前立体仓库广泛应用于汽车生产线、冶金、医药、化工、港口、机场以及军事物资仓库。随着科技进步的飞速发展,各汽车厂都在降低工厂运行成本、减少车间占地面积,或在有限的车间面积条件下增加车间的产能,自动立体仓库的应用范围正在逐渐扩大,这将对企业在成本控制、资源利用的方面提供有益帮助,有效提高厂房空间利用率,并确保零部件准时配送,实现汽车涂装车间工艺物流一体化最优生产方案。◆

(上接第32页)

4.3 卷边的原因分析

我公司现场引起卷边的因素主要有以下几点:

1)卷边多发生在立面喷涂的上边缘,枪嘴与喷涂立面的角度过小时,涂胶上边缘会出现卷边,推荐枪嘴与立面角度 $\geq 45^\circ$,一般可避免卷边的发生。

2)因机器人姿势问题,不能保证枪嘴与立面的喷涂角度,通过调整涂胶轨迹的横向和纵向也是改善的一个方向。

5 结语

射流枪嘴技术作为新兴的涂胶喷涂技术,有着较为明显的优势,随着该技术的不断成熟,相信其在汽车涂装方面会有更大的发展及应用空间。

参考文献:

[1] 邢兵兵,李文鹏,宋晓旺,等.浅谈乘用车UBC胶机器人喷涂调试[J].上海涂料,2014,52(6):32-35.◆