

基于工业机器人的智能制造柔性生产线设计研究

于国强

(北京天玛智控科技股份有限公司 北京 101399)

摘要: 随着德国“工业生产 4.0”、美国“工业物联网”、中国“中国制造 2025”的明确提出,智能制造、自动化技术等细分产业链得到重点关注并持续向 FMS 柔性生产线或 FMC 柔性制造模块发展。基于此,本文将主要针对工业机器人在柔性生产线中的设计应用展开研究。

关键词: 工业机器人; 智能制造; 柔性生产线

0 引言

工业生产的改革创新和升级是推动我国社会经济发展的重要动力。如何完善智能制造产业链,是当前我国工业生产改革创新重点关注的难题。随着智能技术的不断发展和普及,我国的工业生产线也发生了非常大的变化。传统强制生产线存在制造精度低、人工投入大、能耗高等缺点。针对这一问题,需要向 FMS 和 FMC 柔性生产线发展,以工业机械手为关键实际操作主体,基于移动智能终端对生产线进行统一控制,完善智能制造方法。

1 工业机器人与“智能制造”的发展现状

在生产单一型号或中小型产品时,左、右物料一般由人工完成。随着产销量的增加和人工成本的增加,为了更好地提升工作效率和制造质量,降低人工操作的抗压强度、风险因素和产品成本,工业生产机器人逐渐被用于替代人工操作。工业生产机器人对自然环境具有极好的适应性和重复精度水平,可以不间断地完成作业。因此,左右物料机器人广泛应用于智能制造系统的生产线中。

工业生产机器人可分为机械结构、驱动系统、自动控制系统和认知系统。该结构由控制面板、示教器和机器人本身组成。笔者开发的前后物料机器人采用 6 骨关节系列单开链式结构,包括传感器设备、机器人夹具、机器人底座、机械臂爪等部分。每个骨关节由交流伺服电机驱动,完成机器人腹部旋转、手臂旋转和手腕俯仰的实际操作。爪部由气缸驱动,可根据不同产品和工件的生产加工要求进行拆卸更换,完成软生产加工。

柔性生产线的设计方案在技术上非常复杂,是集系统工程设计、电子信息技术、微电子技术为一体的智能化生产系统。它解决了高自动化技术和高灵活性之间的分歧,而且设备利用率高。

机器人技术是一门多学科、综合性的高新技术。对社会经济和国防安全具有重要的战略地位,具有广阔的应用前景和市场空间,已广泛应用于汽车、电子设备、自动化技术、石油化工等工业生产行业,现阶段顺应文化教育、游戏娱乐、助残、自然环境作业和其他服务项目,已形成超大产业链。

在全球背景下,当代加工制造业顺应数字化工厂的发展趋势,数字化工厂的关键武器装备顺应了基于智能机器人自动化技术的柔性生产线(工业自动化生产线)的发展。柔性生产线由信息内容自动控制系统、货运物流储运系统和数控加工中心机械设备组成,可集成到自动化设备生产线软件中,实现生产加工目标的转换。

2 系统设计方案

结合现场具体情况,兼顾客户长远发展规划和满足客户近期要求为核心,从技术专长和工作经验的角度考虑,遵循经济发展、效益、卓越的标准,使用方便、可靠,并采用科学、优秀的方法和核心理念来进行系统的整体规划和设计。在实际设计规划中,遵循以下标准:满足加工工艺规定,完成柔性装配;有限空间内的大存储容量;工作流的自动化技术管理方法;实际操作简单,维护方便;系统稳定性高;可扩展性强;信息化管理、数字化、智能化、标准化、管理方式的灵活性。

整个系统集成了零部件进厂检验报告的预处理、装配、检验和存储。零件采用托盘作为运输介质,便于各种物品的规划,有利于零件的仓储、物流和生产作业。装配前零件应采用标准托盘生产加工设备作为介质,装配后的产品零件因外观设计变化需要更换专用托盘。托盘上贴有条码标签,在仓储、物流、作业全过程中,托盘根据组装情况进行信息内容跟踪和实时录入系统。零件预处理区的高层住宅仓储物流作为仓储货架,对零件预处理区和装配区的保护有利于 2 个不同区域的管理方法。备件加工区和装配区由全自动输送机输送,装配区

输送到各装配加工工位,原材料由装配区的堆垛机输送。

流水线是一种集中作业模式。装配线由若干个装配工序组成。装配过程模块化、公差强,满足不同类型、不同规格的产品和不同工艺流程的装配要求,达到柔性装配的目的。工作时工人将产品工件从工位搬运到装配工作服上。组装后的半成品和成品工件在现场临时存放并返回仓库。检验区设在装配工业厂房内。临时仓储区、装卸区、装配区、配送室、检验区、暂存区、包装配送区、中试区均采用手动小车装卸工件和零部件。构建信息化管理系统,使所有系统智能化、现代化、全过程数据可视化、质量追溯性强、实际操作简单方便,完成安全生产与高效生产的极致融合。整个系统详情见图 1 与图 2。

3 装配工装设计

装配工装是可移动的、模块化的设计和结构,采用

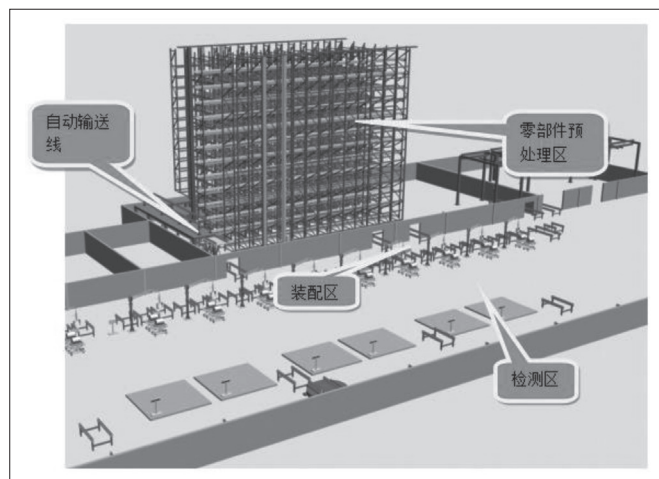


图 1 方案效果图

通用性与特殊型紧密结合,实现工件所需的俯仰、匀速旋转、水平 360° 旋转、垂直升降平移,底盘配备 4 个地面万向轮,可完成 90° 旋转,以另一个工件为管理中心,将两个工件整体旋转在一起,并通过移动整车进行整体连接。如果要将所有工件旋转直立,可以依靠助力机械臂来完成。

针对不同长度的工件,选择合适的支撑规格,先将支撑轮的间距沿滑轨调整到必要的位置,然后插入定位销。将工件吊入工作衣车并放置,根据支撑轮上的滚珠丝杠摇杆调整圆柱工件的螺距和平面度。点动垂直升降机的驱动电机,将桶调整到合适的高度。当工件必须水平旋转 360° 时,拉出定位销,手动将其推向所需方向,然后插入定位销。工件安装时可随意互换,操作人员无需移动零件。当需要平移工件时,将定位销拉出,沿直线滑轨手动推至所需位置,然后插入定位销。当 2 个工件必须成 90° 连接时,两车内的物体(连同车轮)可以分别平移到连接部分(两车事先按平移滑道 90° 方向布置)。

另外,无论是即时自动从机械设备获取数据信息,还是基于电力线通信获取数据信息,MES 都应使用一致、标准化的数据采集接口,对系统信息进行即时采集。为了更好地实现这种一致性,现场设备的数据信号经过 PLC 分析后,使用“MB_SERVER”命令作为 Modbus TCP 网络服务器,按照 PRO-FINET 完成通讯现场设备的连接。因此,这条智能生产线中 PLC 和 MES 之间的数据信号交互比较复杂,不仅涉及很多变量和类型,而且数据信号相互之间的交互也不是简单的接收和发送,而是相互选择的方法来回应。也就是说,指令命令消息

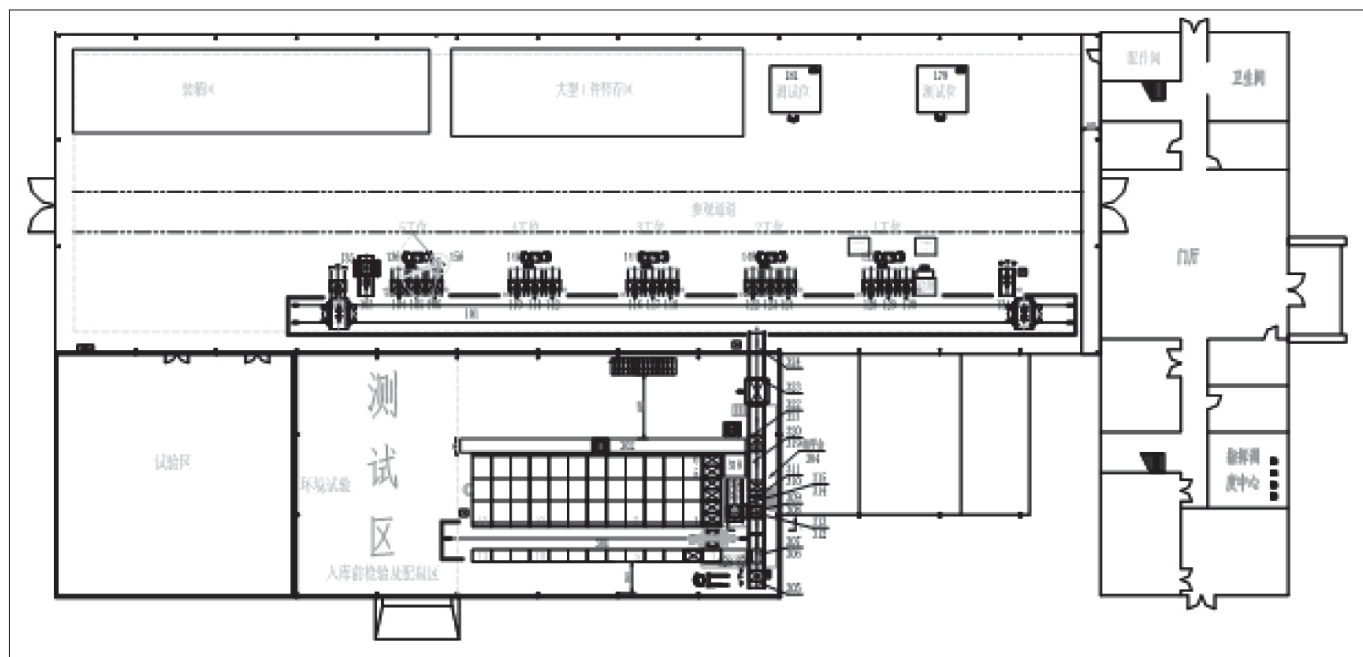


图 2 方案平面图

推送指令后,接收方必须在响应指令处响应相应的指令,命令消息推送者收到命令响应后将命令码清 0,命令接收者收到“0”后将命令响应清 0。这种响应方式在较高水平上保证了命令接受和传输的有效性,是工业制造中常见的数据信号交互安全管理系统。

4 原料的加工处理装置设计

原材料的加工解决设备是所有智能制造系统生产线的关键和重要环节,原材料的加工和解决过程直接影响到产品的质量。在设计原材料加工设备时,要考虑商品本身的特点,以及市场的真实需求和制造加工厂的具体生产规模,如果生产厂房总面积较小,可以使用三维加工制造车床来减少总面积,这种三维加工车床可以保证每个零件的加工精度。在加工过程中,产品工件围绕固定的中心线旋转,每个表面具有相同的旋转中心线,因此很容易保证加工表面之间的平行度。

三维车床在钻孔过程中比较稳定。除了断续面,车床加工过程一般是连续完成的,不像进给过程中的切削和钻孔,刀齿要进出多次,造成影响。这种用于本车床钻孔、抛光、抛光的数控刀片比较简单,磨、抛、装方便,可以根据设备的加工要求来做到某个角度。加工解决方案设备采用弗兰卡智能加工系统,是一套优秀的数据库信息自动控制系统。其中,数控车床的电脑主板适用于测量和存储关节机器人的各种数据信息,进而控制关节机器人融入健身运动。生产加工解决方案设备中的三维数控车床可以生产加工产品的圆角、管槽、锥面等。与普通车床相比,立体数控车床相当于立式数控车床,立体车床的高度更高,但总面积不大,稳定性好,精度高。该型三维数控车床最大最小回转半径为 325mm,机床主轴三爪卡盘半径为 150mm,机床主轴速比在 30~3000r/min,机床主轴最大扭矩为 950N·m,交流伺服电机扭矩为 0.55N·m,交流伺服电机输出功率为 3~4kW,刀盘采用 6 位立柱式 CNC 刀片。

5 智能制造生产线的监管系统

智能制造系统的生产线管控系统不仅可以管理和控制生产线上的每一台生产设备,还可以控制员工的操作,起到促进加工全过程的作用。从小群体到国家,监督和管理是不能分开的,良好的监督机制可以使企业更加规范,监控系统中安装了独特的传感器设备,系统可以自动获取生产设备的自动转换时间,然后在云管理平台上即时标记专用生产设备的运行时间,并对生产线进行监管设备。管理者可以根据核心指示的日产量准确掌握产业园区的总产值,管控系统以核心为工具,对各制造企业在不同时间范围内的工作效率进行统计分析,寻找有

效的解决方案。

另一方面,产线管控系统能够妥善应对工业设备的快速情况。管理人员可以根据细节对生产线工人进行处罚,进而监控生产线工人的工作效率。产业园的管理方式采用大数据技术的智能化方式,进入无死角的综合管理方式,这种管控规章制度告别了人为管控的局面,便于管理人员全面掌握生产制造、工作情况,提高生产线的管理水平。监控系统准确识别生产设备的工作状态,协助企业管理人员清晰掌握公司的生产能力,如果生产设备工作出现异常,系统会发出警告信息,避免常见危及公司日常生产的故障。在控制每一台生产加工制造的机器设备时,如果机器设备处于关闭状态,控制系统会提示未采集数据;如果是常见故障,控制系统会显示设备数据信息中的 al 字段名称不是以 0 开头;如果机器设备已经调整,则机器设备数据信息中的 opm 字段名称为 3;如果机器设备运行正常,则机器设备数据信息中的 opm 字段名称为 1, pst 字段为 3。

6 结语

综上所述,随着我国工业生产水平的不断提高,智能机器人必将成为“中国制造 2025”的中坚力量。在技术进步更加健全的条件下,生产加工的高效性也有所提高,越来越多的工业制造商将自动物料控制计划方案推广到具体的生产制造中。总而言之,灵活运用人工智能、智能机器人、编程技术,可以减少人工投入,提高加工精度,加快生产节拍,增加制造灵活性,是我国工业生产行业未来的重点发展方向,有利于提升我国工业生产竞争力。

参考文献:

- [1] 陈涛, 杲春芳. 基于工业机器人的智能制造单元设计[J]. 自动化技术与应用, 2019, 38(10): 29-32.
- [2] 冯振华. 分析工业机器人的“智能制造”柔性生产线设计[J]. 内燃机与配件, 2019, 29(13): 125-126.
- [3] 陈芳. 基于工业机器人的 3C 产品柔性生产线电气系统设计[J]. 深圳职业技术学院学报, 2020, 19(01): 11-18.
- [4] 庞党锋, 宋亚杰, 王春光, 等. 基于工业机器人的数控加工控制系统设计[J]. 机床与液压, 2020, 48(21): 67-69.
- [5] 毛暖思. 基于 RobotStudio 的工业机器人柔性制造生产线的仿真设计[J]. 电子测试, 2019(02): 5-8.
- [6] 王攀攀, 毕玉珊, 李超新. 工业机器人在柔性生产线中的应用[J]. 南方农机, 2019(16): 19-20.

作者简介: 于国强 (1992-), 男, 汉族, 辽宁大连人, 机械工程师, 研究方向: 非标自动化设备研发。