

钢珠分拣生产线控制系统数字化仿真

丁艳玲 武建卫 李银露
南京机电职业技术学院

DOI:10.12238/acair.v3i3.15617

[摘要] 随着人工智能的快速发展,工业生产线控制系统不断优化升级。本文探讨钢珠分拣生产线的数字化仿真设计与实现过程。使用数字孪生和虚拟仿真建立模型,创建高度逼真的模拟环境,提高产线运行效率。通过PLC编程和仿真联调,获取传感器、升降台和阻挡器设备数据,为供料单元、检测单元、运输单元和仓储单元提供实时状态监测。通过数字化改造,从订单下发到产品入库,实现生产线可视化管理,企业生产流程更加规范化、智能化。

[关键词] 数字孪生; 智能控制; 数字化改造; 虚拟仿真

中图分类号: P231.5 **文献标识码:** A

Digital simulation of the control system of the steel ball sorting production line

Yanling Ding Jianwei Wu Yinlu Li

School of Automation, Nanjing Institute of Mechatronics Technology

[Abstract] With the rapid development of artificial intelligence, industrial production line control systems are constantly being optimized and upgraded. This article explores the digital simulation design and implementation process of the steel ball sorting production line. Build models using digital twins and virtual simulations to create highly realistic simulation environments and improve production line efficiency. Through PLC programming and simulation debugging, data from sensors, lifting platforms, and blocking devices are obtained to provide real-time status monitoring for feeding units, detection units, transportation units, and storage units. Through digital transformation, from order issuance to product warehousing, visual management of the production line is achieved, and the enterprise's production process is more standardized and intelligent.

[Key words] Digital twin; Intelligent control; Digital transformation; simulation

引言

数字孪生技术可以称为数字化双胞胎,多用于工业生产数字化处理其含义是在数字化虚拟场景空间中,使用数字化仿真,不断创建虚拟模型,根据仿真环境中模拟实体在现实场景中的性能特点,进而实现虚拟与现实之间精确映射。在工业自动化生产线中,通过硬件开发与产品测试、工艺要求和运行维护等方面的具体表现,实现生产环境与虚拟场景的近距离转换,该技术广泛应用于工业产品制造、城市交通管理、医疗卫生健康和航空航天等多个领域。

在工业自动化生产线中,从废料废气分类处理、罐装生产线、工业机械手、矿山水泵自动控制与远程监控,智能机器人可以精确地完成信息采集与处理,工业焊接与装配入库等复杂任务,减少人工操作带来的误差。

1 钢珠分拣生产线组成

工业网络单元利用以太网通信接口实现整个生产线系统的网络通信。控制单元包括PLC、传感器、伺服控制器和中间继电器

器等电气部件,用于接收来自检测单元的传感数据,发送控制指令,与信息处理单元实现数据可视化等信息化管理功能。

检测单元主要包括条码和二维码检测、高度、称重检测等产品检测装置,整条生产线系统的设备状态、环境参数实时监测的各类传感装置,包括温度、湿度、二氧化碳浓度、电能和电量等环境监测。

执行单元包括机械手、伺服气动转盘、伺服传输带和气动元件等执行部件,能够实现整个生产线系统的物料出入库、物料搬运、物料中转和包装等生产执行环节。

信息管理单元有触摸屏、显示屏等人机交互部件,基于工业网络仿真软件和生产管理MES系统软件,能够实现工业网络及生产线系统的设计、分析、仿真及整条生产线系统生产状态、生产数据、工序工艺数字化以及信息化管理等功能。

2 钢珠分拣生产线虚拟仿真

2.1 机电环境设置

在钢珠自动分拣装配生产线中,原料由钢珠、包装盒、盒盖

组成,按生产需求分拣包装后成品进行分类入库,分拣过程中能够通过读写RFID进行数据存储并读取,远程监控设备所耗费的电压、电流、环境参数和时间等信息,根据监控数据灵活调整下一生产周期计划。

通过生产管理系统软件,完成订单下达;料盒单元将料盒推出,由机械搬运手将物料运送至高度检测位置前,高度检测后,机械搬运手将合格瓶体搬运至内料供料单元,进行内料装配;装配完成后,料盒通过传送皮带送至钢珠装填单元起始位置,根据MES订单信息装填。

PLC控制的钢珠分拣生产线由供料单元、检测单元、运输单元和仓储单元等部分组成。其结构仿真如图1所示。

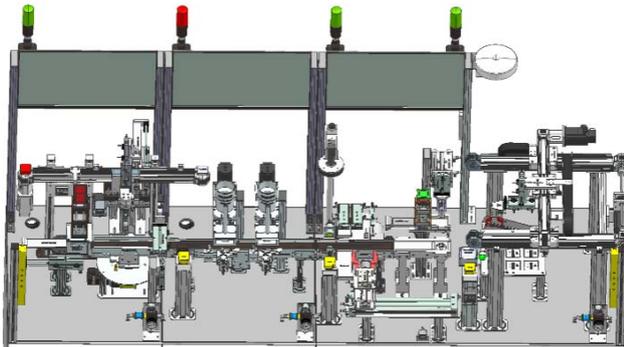


图1 智能餐桌的结构示意图



(a) 滑动副



(b) 运动副

图2 机电环境配置图

在机电环境中,分析钢珠分拣生产线需求,机型机械建模,首先为生产线上各设备零部件进行机电概念设计。本设计侧重选择仿真性能高的碰撞类型,球和圆柱,更符合模型外观,还可以保证高效的碰撞检测。然后通过铰链副和滑动副等运动副的配置约束模型的运动方式,铰链副如行程开关,配置完成后可实现其被托盘压倒时的旋转倒下效果;滑动副如传感器、升降台,配置完成后可实现运动时沿着固定轴上下移动的效果。

机电环境配置后,要在NX的MCD环境中添加信号与信号适配器。完成信号添加后,当虚拟PLC处于启动状态,通过MCD中的外部信号配置,选择PLCSIM Adv通讯。通过虚拟PLC控制器,完成外部信号配置。外部信号配置完成后,打开信号映射,继续选择PLCSIM Adv类型和MCD PLC实例,执行自动映射,使外部信号与MCD的信号进行连接,运行仿真实现两者之间信号通讯。

2.2 虚拟仿真设计

在虚拟PLC部分,首先对控制器型号与HMI进行选型,然后设计生产线的程序,最后通过虚拟PLC驱动信号与MCD互通。本项目采用西门子S7-1200在博途中完成以上设置。部分PLC程序如下图3所示,此程序可完成升降台升降的控制,具有手动升降和自动两种模式,根据实际需求选择进行运行,不能同时操作。

```

1  FOR #I := 1 TO 3 DO
2      IF #QD[#I] THEN
3          #BU[#I] := 1;
4      END_IF;
5  END_FOR;
6
7  #TON[1] (IN:=#TIN[1], PT:=T#2S);
8  #TON[2] (IN:=#TIN[2], PT:=T#2S);
9  #TON[3] (IN:=#TIN[3], PT:=T#2S);
15 CASE #BU[1] OF
16     1:
17         "T".PTTL := 1;
18         #TIN[1] := 1;
19     2:
20         "T".PTTL := 0;
21         #TIN[1] := 1;
22     3:
23         "T".AX := -100;
24         #TIN[1] := 1;
25     4:
26         "T".BYXJ := 1;
27         #TIN[1] := 1;
28     5:
29         "T".BYJZ := 1;
30         #TIN[1] := 1;
31         #TIN[1] := 1;
32

```

图3 PLC程序

在调试过程中打开博途的程序并启用监视,此时通过对HMI

的模式切换页面进行操作,可以看到当前状态切换为手动,并点击“检测升”按钮,此时左侧程序图显示此时手动升起程序已在运行。

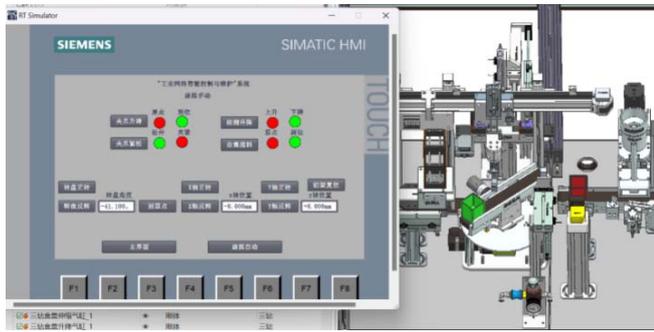


图4 生产线虚拟调试运行

3 结束语

本文研究数字孪生型联合虚拟PLC控制器在钢珠分拣生产线上的应用,通过生产线工业网络搭建、机电环境配置、外部信号映射、虚拟PLC编程、触摸屏画面设置与虚拟调试,完成虚拟调试任务并监控相关运行数据,经过多次反复验证,系统运行稳定可靠。实现钢珠分拣生产线可视化管理,企业生产流程更加规范化、智能化。

[基金项目]

江苏省高校哲学社会科学项目研究,项目名称:人工智能背景下

电气自动化专业课程体系建设研究;项目编号:030806021。

[参考文献]

[1]陶飞,刘蔚然,刘检华,等.数字孪生及其应用探索[J].计算机集成制造系统,2018,24(01):1-18.

[2]李昕迪,王云龙,王刚.基于数字孪生和虚拟现实的数字教学工厂实现[J].自动化技术与应用,2021,40(09):113-115.

[3]郭具涛,洪海波,钟珂珂,等.基于数字孪生的航天制造车间生产管控方法[J].中国机械工程,2020,31(07):808-814.

[4]刘金锋,赵鹏,周宏根,等.数字孪生驱动的机械加工工艺评价方法[J].计算机集成制造系统,2019,25(06):1600-1610.

[5]李丁.面向数字孪生的汽车前副车架多工位焊接工艺规划方法研究[D].武汉:武汉理工大学,2022.

[6]郑兵涛.基于数字孪生的车间可视化监控系统设计[D].北京:北京邮电大学,2023.

作者简介:

丁艳玲(1978--),女,汉族,吉林榆树人,硕士研究生,副教授,研究方向智能控制。

李银露(1989--),女,汉族,江苏泰兴人,硕士研究生,讲师,研究方向教学。

武建卫(1980--),女,汉族,山东德州人,硕士研究生,副教授,研究方向教学。