

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.09.015

# 关于 3D 打印设备与 AGV 自动对接的控制方法

高灵宝,杜银学,马永军,杜海平

(共享智能铸造产业创新中心有限公司,宁夏银川 750021)

**摘要:**3D 打印设备与 AGV 的自动对接控制方法,旨在将 AGV 自动搬运技术应用到 3D 打印领域,为实现 3D 打印技术的规模化、产业化应用打好坚实基础。3D 打印设备的成批组线使用,极大地满足了 3D 打印产品的大批量、高标准、短工期的个性化定制需求,为 3D 打印产品的个性化定制开拓了新的思路。在 3D 打印设备组线使用的过程中,为了提高生产效率,将零散的 3D 打印产品进行了集中处理。结果表明,AGV 自动搬运技术的应用,实现了两种技术的无缝对接,极大地推动了 3D 打印技术规模化、产业化应用的步伐。

**关键词:**3D 打印设备;AGV;自动控制

中图分类号: TG231

文献标识码:A

文章编号:1000-8365(2020)09-0867-03

## About the Control Method of Automatic Docking Between 3D Printing Equipment and AGV

GAO Lingbao<sup>1</sup>, DU Yinxue<sup>2</sup>, MA Yongjun<sup>2</sup>, DU Haiping<sup>2</sup>

(National Intelligent Foundry Innovation Center, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** The automatic docking control method between 3D printing equipment and AGV aims to apply AGV automatic handling technology to the field of 3D printing and lay a solid foundation for the large-scale and industrialized application of 3D printing technology. The use of the batch line of 3D printing equipment greatly meets the personalized customization requirements of 3D printing products with large quantities, high standards and short construction period, and opens up new ideas for the personalized customization of 3D printing products. In the process of using 3D printing equipment assembly line, in order to improve production efficiency, scattered 3D printing products were processed centrally. The results show that the application of AGV automatic handling technology achieves the seamless docking of the two technologies, and greatly promotes the scale and industrial application of 3D printing technology.

**Key words:** 3D printing equipment; AGV; automatic control

从目前来看,万物互联将是未来科技发展的必然趋势。3D 打印技术作为新兴产业之一,已经在航天、医疗、铸造、汽车、房屋建筑等诸多领域得到了广泛应用。3D 打印技术的出现,打破了传统制造工艺所面临的一系列技术壁垒,为传统制造业提供了新的解决方案。本文着重以 3D 打印技术在铸造领域的应用为例,讨论如何将 AGV 自动运输车(Automated Guided Vehicle 自动引导车)自动搬运技术应用到 3D 打印领域,通过 3D 打印设备与 AGV 自动运输车自动对接的控制方法,实现两种技术的互联互通。AGV 自动搬运技术在 3D 打印领域的应用将会绽放出色彩斑斓的技术火花。

## 1 3D 打印技术和 AGV 自动运输车的基本概述

3D 打印是一种能够有效地将数字化二维模型实体化的快速成型技术,其设计和制造物体方面表现地十分高效,又称增材制造。3D 打印的工作原理就是将一个三维的几何图形拆分为若干个二维的平面图形,依据拆分对象的三维数据对打印对象进行逐层加工,利用成型设备进行逐层堆积,从而形成我们所需要的三维实体模型。截止目前,发展的 3D 打印技术类型有熔融沉积式(FDM, Fused Deposition Modeling),分层叠加式(LOM, Laminated object manufacturing),光敏树脂固液化成式(SLA, Stereolithography),选择性粉末激光烧结式(SLS, Selective Laser Sintering),激光选区融化式(SLM, Selective Laser Sintering)等。

AGV 自动运输车是一种不需要人为驾驶且利用激光进行导引的运输车,此小车系统涉及诸多技

收稿日期:2020-06-08

作者简介:高灵宝(1992-),回族,宁夏西吉人,工程师(中级)。主

要从事 3D 打印机软件研发方面的工作。

电话:19995362215, E-mail:924980543@qq.com

术领域,如计算机、电子、光学、机械等,其在自动化物流系统等领域得到广泛应用。AGV自动运输车就是基于上位计算机的管理与调度,对车辆进行控制与引导,以此来完成诸如托盘运输等操作,有效解决诸如AGV自动运输车与AGV自动运输车间交通管理、下位AGV自动运输车控制器与上位计算机间的通信等问题,并且在此自动化过程中始终保持较高的作业效率与作业精度<sup>[1]</sup>。

## 2 3D打印设备与AGV自动运输车自动对接的控制需求

目前,3D打印设备在使用过程中,单机设备往往配备有专用的清砂装置,因此,就没有使用AGV自动运输车搬运打印产品的相关需求;但随着3D打印技术规模化、产业化应用步伐的不断推进,3D打印设备开始被成批组线使用;在3D打印设备组线使用的过程中,为了提高生产效率不得不将零散的3D打印产品进行集中处理;但问题是如何将组线后的一个个3D打印设备生产出的零散产品,搬运到指定的清理位置进行处理,AGV自动运输车搬运技术的应用很好地解决了这一问题。

在引入AGV自动运输车后,实现3D打印设备同AGV自动运输车的无缝对接非常重要,为了提高运输效率和自动化控制程度,减少人为干预,降低操作人员劳动强度,我们采用了各设备之间实现自动对接、自动输送的全自动控制方法。

## 3 3D打印设备与物流AGV自动运输车实现自动对接的控制方法

以一种3D砂芯打印机为实体案例,其基本的控制流程如下,3D打印设备按照设计好的三维模型生产出成品实物,以调度系统作为媒介,将该3D打印产品连同工作平台一起用AGV自动运输车搬运到特定的清理位置,然后将3D打印产品以外的多余粉末清理掉,进而清理出可供使用的3D打印产品。待清理完毕后,再将空的工作平台运输到3D打印设备中等待执行下一次生产任务。

在整个搬运过程中,AGV自动运输车与3D打印设备之间需要在调度系统的统筹协调下,彻底摆脱人为干预,实现无缝对接。

### 3.1 3D打印设备输出工作平台的对接控制

在3D打印设备打印完成后,将进行3D打印产品的清理工作,而在清理之前需要将整个工作平台搬运到特定的清砂位置,在这个过程中将不再需要人为参与,完全实现设备间的自动对接控制,具体

控制方法如下。

当3D打印设备完成本次打印后,会发送“本次打印完毕”指令,然后以特定的编码规则做好“产品标记”(用来记录本次打印产品的相关信息)。在到达规定的固化时间后,准备进行与AGV的自动对接工作。首先判断3D打印设备是否在异常或急停状态,如果设备异常,则通过相应的提示信息告知操作人员检查恢复设备状态。如果判断设备状态正常,则执行相关指令,将相应的3D打印设备部件归到特定的安全位置,同时,将3D打印设备的安全门锁等相关部件锁定,防止正常对接过程中进行人为干预。

在完成一系列基础准备工作后,3D打印设备发出“输出请求”(该指令包含3D打印设备信息和打印产品信息)给调度系统,并将该信息推送给操作人员,提示其关注整个对接过程。当调度系统收到对应设备的“输出请求”指令后,根据任务的优先级进行排列,等待AGV自动运输车处于空闲等待状态时,再将排列后的任务逐个下发给AGV自动运输车执行。当AGV自动运输车收到来自调度系统下发的某对应设备的“输出请求后”指令后,将按既定的规划路径找到对应的设备进行对接。

当AGV自动运输车到达指定位置后,3D打印设备与AGV自动运输车须利用相应的对接感应装置进行“握手”确认,在初次“握手”过程中如果失败,将会在限定次数内进行等间隔循环“握手”,如果依然“握手”失败,则本次对接异常终止,切换至手动对接模式,并通知操作人员进行处理;如果初次“握手”成功或者在限定的等间隔循环次数内“握手”成功,都将继续进行自动对接工作。

在“握手”成工后,3D打印设备的相关安全部件解锁,AGV自动运输车的传输辊道开始运转,同时,给3D打印设备发送“允许输出”指令,当3D打印设备收到“允许输出”指令后其辊道装置将会立即运行,将装有3D打印产品的工作平台输送至AGV,当工作平台被送至AGV后,AGV运输车将会发送“输送完成”指令给3D打印设备,此时双方辊道将停止运行,AGV将装有3D打印产品的工作平台搬运至特定的清理位置,此时,调度系统将该3D打印设备进行“工位空闲”标记,3D打印设备等待空闲工作平台输入,本次工作平台的输出工作完成。

### 3.2 3D打印设备输入工作平台的对接控制

在3D打印设备完成输出任务后,开始准备打印之前需要将清理后的工作平台搬运至3D打印设备中,具体控制方法如下。

当3D打印设备被“工位空闲”标记后,3D打印

设备将会发送“输入请求”给调度系统,并将该信息推送给操作人员,提示其关注整个对接过程。同样的,当调度系统收到对应设备的“输入请求”指令后,根据任务的优先级进行排列,等待AGV自动运输车处于空闲等待状态时,再将排列后的任务下发给AGV自动运输车执行相关任务。当AGV自动运输车收到来自调度系统下发的某设备的“输入请求后”指令后,将按既定的规划路径找到对应的设备进行对接。

当AGV自动运输车到达指定位置后,3D打印设备与AGV自动运输车须利用相应的对接感应装置进行“握手”确认,在初次“握手”成功或者在限定的等间隔循环次数内“握手”成功后,3D打印设备将会检测工作平台的内部工位是否安全,内部有维保人员或其他障碍,如果有则立即暂停对接输送流程,并通过相应的报警,提示设备操作人员进行处理,待异常情况处理后继续执行对接工作。

当检测工作平台工位安全后,3D打印设备相关部件解锁,辊道开始运行并发送“允许输入”指令给AGV自动运输车,AGV自动运输车收到指令后开始输入工作平台,将工作平台输送至3D打印设备内部后双方辊道停止运行,3D打印设备发送“输送完成”指令并将工作平台及相关部件锁定;AGV自动运输车在接到指令后结束对接,本次工作平台的输入工作完成,继续执行其他任务。

### 3.3 3D打印设备与AGV自动运输车对接过程中的容错设计

考虑到3DP设备输入、输出工作平台过程中难免会出现各种异常情况,导致整个控制流程中断,由于控制流程未能正常结束,因此部分交互信号没有复位,残留信号给下次对接流程造成了不必要的麻烦。为确保整个控制流程安全可靠,对控制流程的相应环节做了容错机制,确保其在信号中断后依然能够正常运转。

比如,当对接过程中辊道运行超时后,对接流程异常终止,此时,设备将会把对接过程中的所有

残留信号全部复位,然后自动转为手动对接,启动手动对接控制。

## 4 案例分析

3D打印与AGV自动运输技术的结合,极大地提高了生产效率,在这种对接控制下,通过调度系统的统筹协调,一台AGV自动运输车能够同时服务于多台3D打印设备,为3D打印产品的清理运输工作起到了不可替代的作用。

在此过程中,由调度系统完成AGV自动运输车的路径规划,任务优先级排序,任务下发等一系列统筹协调工作。调度系统按照3D打印设备和产品标识,将搬运任务准确下发给AGV自动运输车,AGV自动运输车按照路径规划执行对应的搬运任务。

在设备对接过程中,通过相应的技术协议实现3D打印设备同AGV自动运输车之间的交互对接,在整个“输入请求”和“输出请求”对接过程中彻底摆脱人为干预,实现无缝对接,从而精确、高效地完成3D打印产品的搬运工作。

## 5 结束语

整个对接过程完全实现自动控制和无缝对接,无需人为参与便可准确地将3D打印产品搬运到预设位置。3D打印设备与AGV自动运输车对接的控制方法,为3D打印产品面临的搬运清理问题提供了完整的解决方案。极大地推动了3D打印技术的规模化,产业化应用步伐。

### 参考文献:

- [1] 刘懿锋,张瑜洁.自动化物流系统中AGV小车系统的应用探讨[J].中国设备工程,2018(16):135-136.
- [2] 黄一钧.车身车间AGV物料搬运系统小车数量配置规划[J].工业工程与管理,2015,20(4):156-162.
- [3] 张辰贝西,黄志球.自动导航车(AGV)发展综述[J].中国制造业信息化,2010(1):53-59.

## 《铸件均衡凝固技术及应用实例》

《铸件均衡凝固技术及应用实例》由西安理工大学魏兵教授编著。共8章:1、铸铁件均衡凝固与有限补缩;2、铸铁件冒口补缩设计及应用;3、压边浇冒口系统;4、浇注系统大孔出流理论与设计;5、铸件均衡凝固工艺;6、铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺;7、浇注系统当冒口补缩设计方法;8、铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书320页,特快专递邮购价226元。

邮购咨询:李巧凤 029-83222071,技术咨询:13609155628