

智能化铸造企业规划

古良¹ 马亮² 吴昊³

陕西黄河集团有限公司铸造分公司 陕西 西安 710043

摘要: 智能制造是制造业发展的必然趋势,更是铸造行业提高整体水平、铸造企业增强核心竞争力的重要手段。本文阐述了以智能制造为指导思想推进公司在铸造数字化工厂建设方面的规划,从而提升信息化环境下的竞争优势和核心竞争力。

关键词: 智能化铸造; 虚拟铸造; 3D打印; 无模铸造工艺; 快速制模铸造工艺路线

1 引言

当前,随着国家对西部开发投入力度的持续加大,带动了西部装备制造业的蓬勃发展,但管理粗放、技术水平落后、产品附加值低、企业大而不强仍是西部地区大部分制造企业的现状,限制着企业进一步的发展。因此,国家提出了《中国质造2025》发展纲领,旨在加快产业升级,调节供给侧结构,帮助企业实现转型。铸造作为传统制造业的典型代表,一直给人以自动化程度低、环境差、耗能高、管理松散的印象,但随着行业技术的不断进步,近年来我国相当数量的铸造企业在新项目建设和技术改造过程中,普遍对铸造装备进行了较大的升级和投入,使得铸造厂房的生产管理模式、现场作业环境有了非常巨大的改观。其中,很多企业都采用了高效的生产管理软件对物料、生产、检验、不合格品处理等过程进行数字化、信息化管理;采用3D打印设备直接或间接进行样件或工艺实验件的生产;采用铸造过程模拟软件对铸造过程的温度场、流动场、应力应变进行分析;采用自硬树脂砂设备进行高光洁度铸件的大批量生产;采用先进的差压铸造设备生产大型复杂薄壁近净形的铸件。这些企业凭借先进的工艺技术和装备,支撑着国内主机和重大技术装备关键铸件的制造,成为汽车、能源、航空航天及轨道交通等领域关键铸件国产化自主制造的重要力量,并具备了国际市场竞争能力。

2 智能化铸造企业工艺介绍

智能化铸造企业是在“信息化生产”的框架下集成

作者简介: 马亮(1985-),男,陕西西安,本科,主要研究方向:铸造工艺;

古良(1987-),男,陕西西安,本科,主要研究方向:铸造工艺;

电话:18681825766,电子邮箱:guliang426@126.com

应用“虚拟制造技术”与“3D打印快速成型技术”,是未来5-10年全球铸造行业发展的方向。

虚拟铸造是建成全面集成的数字化企业的主要内容,主要由虚拟设计、虚拟检验、仿真分析与智能制造相结合;以“人脑+电脑”解决产品制造的质量、成本、效率、关键参数等80%以上的问题;并将专家系统引入全流程虚拟设计。3D打印技术作为先进的制造技术,完全摆脱了机械加工的限制,是一种基于离散堆积成型的增材制造技术,集成了计算机、激光和新材料等最新技术而发展起来的先进制造技术,应用于快速制作铸造模具、无模造型以及直接3D打印制造零件。

3 传统铸造工艺与智能化铸造技术工艺对比

3.1 传统铸造工艺流程

传统铸造工艺如下图1,这种方式下的铸件生产开发成本高,时间长。尤其是在我们公司现行的单件、小批量生产模式下,模具开发制造的成本远远高于铸件成本,且生产时间长,质量不稳定,只能根据工作经验和首件检验状态再来调整制造工艺,给生产进度带来了很大的影响。

3.2 智能化铸造技术工艺路线

图2所示为智能化铸造技术工艺路线,将虚拟铸造技术与3D打印技术结合,实现技术的“集成”与工艺的“并行”克服了传统并行铸造技术的不足,工艺流程紧凑,技术集成度高,对技术人员的综合素质要求比较高,更加以人为本和重视员工的智慧与创造力。在铸造生产“多品种、小批量”、甚至是单件定制生产的大趋势下,“虚拟铸造技术及3D打印快速成形”以其“速度快、精度高”等特点,使得生产更加快捷、过程更加可控,时间和资源的浪费更少、效益更高,进而提高铸件质量,缩短研制周期,降低生产成本,提高企业市场竞争力。

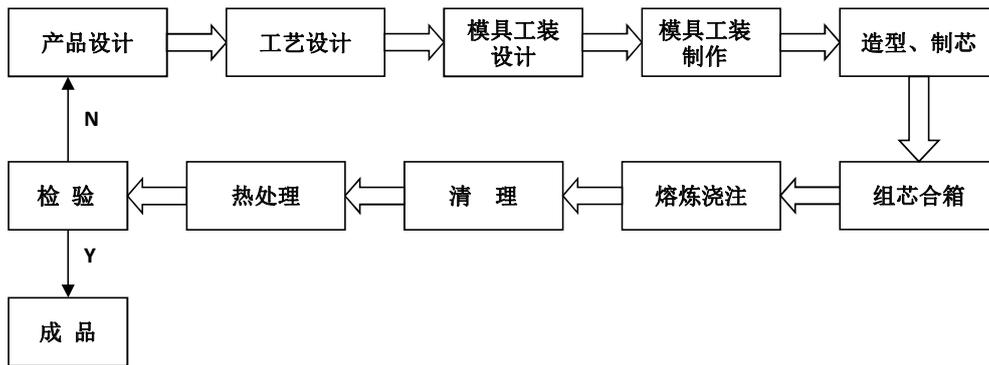


图1 传统铸造工艺路线

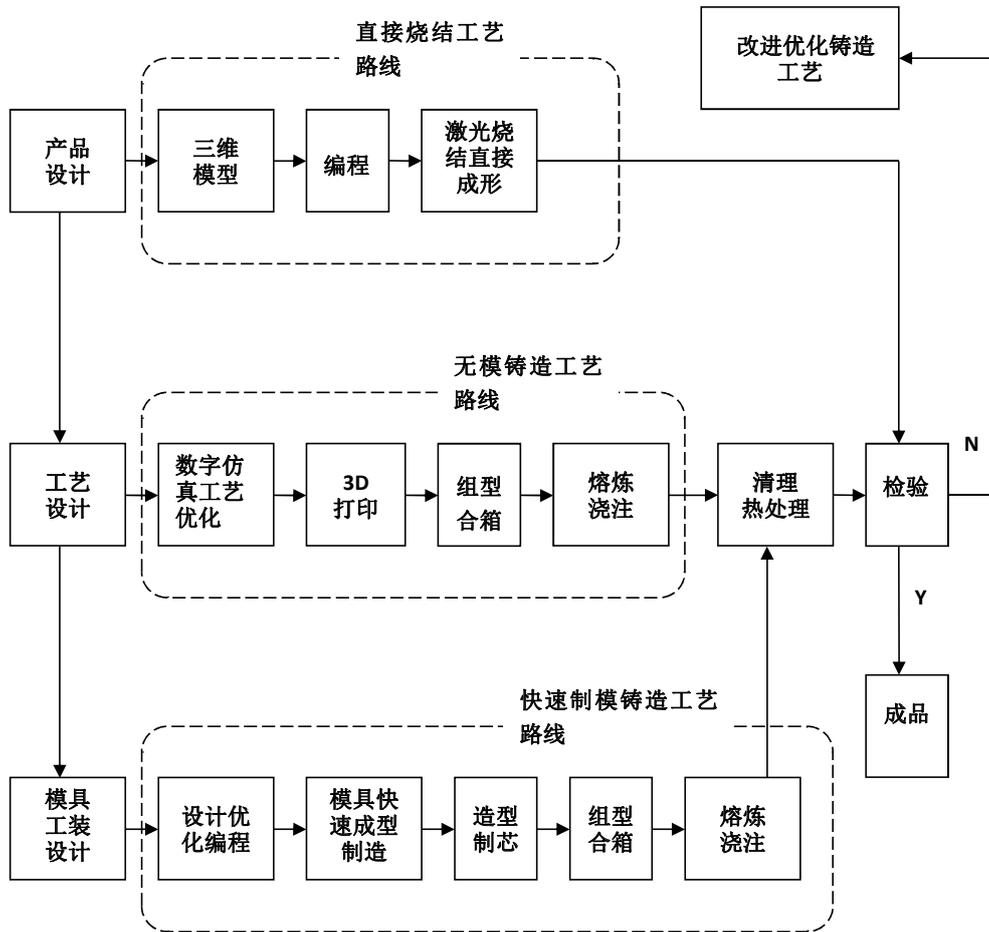


图2 智能化铸造技术工艺路线

4 生产过程概述

智能化铸造厂房及设备主要按照“无模铸造工艺”及“快速制模铸造工艺”进行部署，以满足多品种、小批量及单件、大批量两种模式的生产需求。

图2中“无模铸造工艺路线”适合多品种、小批量铸件的生产以及单件、大批量铸件的工艺实验件的生产。首先，车间接到设计师的三维零件模型后由铸造工艺师直接对三维零件模型进行二次设计，设计出三维铸件模

型及其浇注系统。然后应用铸造模拟软件对铸造过程进行计算机模拟仿真，通过仿真对铸造工艺进行优化。优化完成后，铸造工艺师将利用三维铸件模型及浇注系统做出三维砂芯模型并应用3D打印机直接打印出砂芯，打印过程见图3、图4。打印好的砂芯由传送设备直接运转至砂芯打磨工位，经人工检验、休整、喷涂、烘干后进行组芯合箱，然后进行浇注。



图3 3D打印铺砂



图4 3D打印砂芯

因为组芯前的所有工艺设计、优化等工作都在计算机内完成,节省了反复工艺实验及修改模型的时间,所以工作效率较以往的纸质工艺有了质的飞跃,而且减少了人为因素的干扰,出错率可显著的降低。而通过3D(喷墨制芯)打印设备直接打印出高精度的砂芯,一方面节省了模型费用,另一方面提高了砂芯精度及生产效率,同时还减少了人力的投入、降低了材料的损耗。总的来说,相对于传统铸造模式,无模铸造模式实现了无模型、无图纸、无污染、减人工、信息化、高柔性、快速制造的生产方式。经我们在宁夏共享集团实地考察了解到,一个 $3\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1\text{m}$ 的汽轮机缸体铸件,采用传统铸造模式进行生产,从拿到图纸后至少需要3个月的时间才能完成首件试生产,需要用几十个芯盒制取上百个砂芯然后由高水平的工人一个一个的拼接、组装完成,组芯尺寸合格率不到10%,而且还不能保证一次铸造成功。而采用无模铸造模式生产该缸体铸件,拿到图纸后仅需要2周就能生产出合格的铸件。



图5 砂芯3D打印工作站

图2中“快速制模铸造工艺路线”是在“无模铸造工艺路线”的基础之上,进一步应用3D(熔融沉积)打印

设备(图5)快速制作铸造用模具,结合自动化混砂、造型、浇注、清理切割生产线可实现大批量智能化生产。首先采用上文描述的无模铸造模式进行首批工艺实验件的试生产,待试生产完成后利用已经定型的铸件及浇注系统的三维模型进行模具工装的设计、编程工作,然后经由3D(熔融沉积)打印设备制作实体模型,最终投入自动化混砂、造型、浇注、清理切割生产线进行大批量生产。该3D(熔融沉积)打印设备采用可降解的PLA环保材料作为模具制作的原料,该材料是一种新型生物基可再生生物降解材料,使用可再生的植物资源(如玉米)所提出的淀粉原料制成。制成模型后其使用强度、表面光洁度与金属模相当,原料价格比金属还便宜,而且长期不用的报废模具还可以经过破碎机破碎后作为原料回收利用,是替代手工木模的非常理想的材料。自动化混砂、造型、浇注、清理切割生产线是将自动化混砂造型设备、机械臂自动翻箱设备、立体库房、无人自动引导运输车、自动化熔炼浇注线、自动化切割设备串联成一个整体,通过中央控制室进行控制,按照预先设置好的生产节拍进行连续化生产。整条线体只需要5个工位就能正常运转,可大大节约人力成本,极大的提高生产效率,同时降低人为因素对铸件质量造成的不稳定影响。

无论是“无模铸造模式”或“快速制模铸造模式”,送砂、混砂、落砂过程中产生灰尘及有害气体的部位都在封闭的管道或箱体内进行,而且这些地方都有专门的除尘系统对扬尘进行集中收集回收处理,整个厂房都在恒温恒湿的环境下进行生产,对外可以达到“零”排放,一改传统模式铸造厂内脏乱差的环境。

5 结束语

加快推进铸造企业在铸造数字化工厂方面的建设,实现生产数字化、工艺智能化、现场清洁化,以“绿色、智能、高端”为发展方向,才能根本上提升信息化环境下铸造企业的核心竞争力,更好的服务于高端制造领域。

参考文献

- [1]张家平,刘筑雄,宋高举.推进节能减排创建绿色铸造工厂[J].铸造,2009(11):1146-1149
- [2]王军衡,张全艺,周荣光.铸造砂型3D打印技术应用及选型分析[J].铸造技术,2020(7):660-683.
- [3]郭忠民,陈大胜.薄壁复杂铝合金铸件低压铸造工艺实践[J].压铸,2007,28(7):62-64.
- [4]鲁云,郭永兵.3D打印砂型性能各项异性研究[J].现代铸铁,2020,40(6):62-64
- [5]任广志,王志刚.砂型3D打印设备电气安装和检测及调试研究[J].铸造技术,2021(4):308-310.