

砂型3D打印技术与传统铸造技术的融合应用

张明星

共享智能装备有限公司 宁夏 银川 750021

摘要：随着科技的进步，3D打印技术以其高精度、快速制造和灵活设计的优势，逐渐在各个行业中得到广泛应用。特别是在铸造领域，3D打印技术与传统铸造技术的融合应用，为铸造行业带来了革命性的变革。本文综述了砂型3D打印技术在铸造行业中的优势及应用现状，分析了3D打印技术与传统铸造技术相结合的新型铸造工艺——“3D+”铸造工艺的优势，探讨了砂型3D打印技术与传统铸造技术的融合优势及应用，并通过实际案例展示了这一融合应用的前景和潜力及所带来的变革和发展前景。

关键词：砂型3D打印技术；传统铸造技术；增材制造；铸造工艺；生产效率

引言

铸造是人类掌握较早的一种金属热加工工艺，已有约6000年的历史。传统铸造技术包括砂型铸造和精密铸造，尽管在长期的应用中取得了显著成就，但仍存在一些局限性，如生产效率低、制造成本高、产品精度难以控制等。随着科技的飞速发展，3D打印技术已逐渐渗透到各个行业中，其中砂型3D打印技术在铸造领域的应用尤为引人注目，为铸造行业提供了新的解决方案。通过将3D打印技术与传统铸造技术相结合，实现铸造过程的优化和复杂铸件的高精度制造，提高了产品质量及精度和生产效率。本文将重点探讨砂型3D打印技术与传统铸造技术的融合应用^[1]。

1 砂型 3D 打印技术概述及在铸造行业的应用现状

砂型3D打印技术是一种基于增材制造原理的铸造方法，利用特制的3D打印机将砂型材料逐层堆积成预设的三维模型。与传统铸造技术相比，砂型3D打印技术具有以下显著优势：

无需复杂模具：传统铸造技术需要复杂的模具设计和制作，而砂型3D打印技术则通过数字化设计直接生成砂型模型，大大缩短了生产周期。

快速设计和制造：3D打印技术可以大大缩短铸造模型和样品的制造时间，提高设计灵活性。

高精度制造：通过精确控制打印参数，如材料流量、层厚、打印速度等，砂型3D打印技术可以实现砂型的高精度制造，能够制造出复杂形状的铸造模型和零件，且铸件的尺寸精度和表面质量较高^[2]。

灵活性和可定制性：砂型3D打印技术能够快速响应市场需求，根据客户要求快速生产出个性化铸件。

降低生产成本：砂型3D打印技术减少了模具设计和制作的成本，降低了废品率和返工率，而且通过减少制

造过程中的材料浪费和人工成本，从而降低了整体生产成本。

目前，3D打印技术已广泛应用于铸造工艺中的各个环节，如生产铸造模型、制作复杂零件和制造定制化的产品等。此外，3D打印技术还可以应用于铸造件的加工和修复，通过精确模型定制铸造件，提高铸造件的质量和生产效率。

2 “3D+” 铸造工艺的优势

传统铸造技术是一种历史悠久的制造工艺，通过金属熔炼和模具成型等步骤生产出各种铸件。尽管传统铸造技术在工艺特点、材料因素等方面具有显著优势，但在面对复杂铸件制造和快速响应市场需求方面存在局限性。而“3D+”铸造工艺，即3D砂芯打印+组芯埋箱，是一种将3D打印技术与传统铸造工艺相结合的新型铸造工艺。这种工艺通过3D打印一道工序替代模具制造+制芯+造型三道工序，实现了工艺流程再造，有效提高了铸件质量。具体来说，“3D+”铸造工艺具有以下优势：

产能提升：通过优化生产流程，3D+铸造工艺可以提高生产效率，产能提升50%以上。

生产周期缩短：3D打印技术可以快速制造出铸造模型和砂芯，大大缩短了生产周期，缩短60%以上。

废品率控制：由于3D打印技术的高精度和灵活性，可以大大降低废品率，控制在3%左右。

成本控制：尽管3D打印设备的初期投资较高，但通过减少材料浪费和人工成本，整体成本与传统方式相比基本持平^[3]。

3 砂型 3D 打印技术与传统铸造技术的融合应用

砂型3D打印技术与传统铸造技术的融合应用，为铸造行业带来了革命性的变革。以下是一些具体应用案例：

快速原型制造：在产品研发阶段，砂型3D打印技术

可以快速制造出产品原型,用于验证设计方案的可行性和性能。这大大缩短了产品研发周期,降低了开发成本^[4]。

大尺寸铸件制造:共享集团自主研发的超大尺寸3DP砂型打印机,突破了传统加工尺寸限制,支持局部打印,最大可成型4米的砂型,从而完成大尺寸、复杂结构铸件的一体铸造,提高了生产效率和铸件质量。

复杂铸件制造:砂型3D打印技术能够轻松应对复杂铸件的制造需求。通过数字化设计,可以将复杂的几何形状直接转化为砂型模型,进而生产出高精度、高质量的铸件。

供应链优化:砂型3D打印技术可以减少交货时间、工具投资和铸造缺陷,从而大大降低供应链风险。例如,泰国造船厂Hi-Tech Marine Engineering通过砂型3D打印技术,在几周内成功交付了传统铸造需要10个月才能完成的气缸盖替换零件^[5]。

4 实际案例:共享装备股份有限公司的“3D+铸造智能工厂”

共享装备股份有限公司始建于1966年,是一家具备全球竞争力的行业排头兵企业。公司第二铸造工厂于1996年建成投产,主要生产机床铸件、发电铸件等。从2018年开始,公司对工厂分阶段进行了数字化改造,采用了“3D+”生产工艺,实现了工艺、设备、熔炼浇注和物流等方面的变革。

工艺变革:工厂采用了“3D+”生产工艺,即3D砂芯打印+组芯埋箱,按照3D打印→组芯埋箱→熔炼浇注→冷却打箱→精整入库的作业流程生产铸件。

设备变革:配置了16台打印机,包括2台AJS4米超大尺寸砂型打印机、重载移动机器人、立体库,并改造了熔炼浇注设备,实现了自动化、绿色化生产。

熔炼浇注变革:在熔炼车间,实施熔炼智能单元控制与管理系统(KOCEL MIU),实现了自动加料、定点自动浇注、砂箱自动转运等^[6]。

物流变革:工厂物流改变了传统吊车方案,主要采用“重载AGV转运+吊车起吊”方式,转运效率大幅提高,物流转运安全风险及工人劳动强度有效降低^[7]。

改造后的铸造工厂成为行业首个大型“3D+铸造智能工厂”,实现了生产效率、产品质量和成本控制等方面的显著提升。

5 未来创新与发展

砂型3D打印技术与传统铸造技术的融合应用为铸造行业带来了革命性的变革和发展机遇。通过技术创新、系统集成、可持续发展和产业化发展等方面的努力,未来的3D打印铸造技术将更加高效、智能和环保。这将有

助于推动铸造行业的转型升级和高质量发展,为全球制造业的繁荣和发展贡献力量^[8]。

材料创新:未来的3D打印技术与传统铸造技术的融合将更加注重材料的创新。目前,3D打印技术在铸造领域主要使用砂型材料,但随着技术的发展,新型高分子材料、陶瓷材料、金属复合材料等高性能材料将被广泛应用,进一步拓展3D打印铸造技术的应用范围^[9]。

软件优化:随着人工智能、大数据等技术的不断发展,3D打印软件将更加智能化和集成化。通过深度学习等技术,软件将能够更准确地预测和优化铸造过程,减少铸造缺陷,提高铸件质量。

系统集成:未来的3D打印铸造系统将更加注重系统集成,实现从设计、制造到后处理的全面自动化和智能化。这将有助于提高生产效率,降低人工成本,推动铸造行业的智能化转型^[10]。

可持续发展与环保:随着全球对环保和可持续发展的日益重视,3D打印铸造技术将在这一领域发挥重要作用。通过减少材料浪费、降低能源消耗和减少废水废气排放,3D打印铸造技术有助于实现绿色铸造^[11]。此外,3D打印技术还可以用于制造复杂结构的回收件,通过优化设计和制造过程,提高回收件的再利用率和质量。这将有助于推动循环经济在铸造行业的应用和发展^[12]。

产业化与标准化:随着3D打印铸造技术的不断成熟和应用领域的不断拓展,其产业化进程将加快^[13]。未来,将有更多的铸造企业采用3D打印技术,形成规模效应和产业链协同效应。同时,为了推动3D打印铸造技术的广泛应用和健康发展,需要制定相应的标准和规范。这将有助于确保3D打印铸造产品的质量稳定性和安全性,促进技术的规范化和标准化发展^[14]。

6 未来发展前景

砂型3D打印技术作为传统铸造与未来科技的完美结合,正以其独特的优势引领着铸造行业的转型升级^[15]。未来,随着人工智能和物联网技术的不断发展,砂型3D打印技术将逐渐实现智能化,通过引入智能控制系统和数据分析技术,实现生产过程的自动化和优化,进一步提高生产效率和制造精度^[16]。

此外,数字化设计将是砂型3D打印技术的重要基础。未来,随着数字化设计技术的不断进步,将能够实现更加复杂和精细的铸件设计,同时实现设计方案的快速迭代和优化,满足市场的快速变化需求^[17]。

结语

砂型3D打印技术以其高精度、高效率、灵活性和可定制性等优点,在铸造行业中得到了广泛应用^[18]。通过

与传统铸造技术的融合应用,砂型3D打印技术为铸造行业带来了革命性的变革,通过优化生产流程、提高生产效率、降低制造成本和提高产品质量,3D+铸造工艺为铸造企业提供了新的发展机遇^[19]。未来,随着3D打印技术的不断发展和应用领域的不断拓宽,3D打印技术与传统铸造技术的融合应用将更加广泛,为铸造行业的创新和发展注入新的活力,推动其向更高水平发展^[20]。

参考文献

- [1]李瑛辉,李天才.砂型3D打印技术在航空发动机领域的研究与应用[J].材料导报,2024,38(S1):439-442.
- [2]Walters, P. & Davies, K. 3D printing for artists: research and creative practice[J]. Journal of the Norwegian Print Association, 2010,(1):12-15.
- [3]Berman B.3D printing:The New Industrial evolution[J].Business Horizons, 2012,55(2):155-162.
- [4]李天才,刘轶,曹继伟等.砂型3D打印技术在铸造铝合金领域的研究与应用[J].材料导报,2024,38(Z2):1-13
- [5]古良,马亮,赵磊,等.应用3D打印技术优化砂型铝合金低压铸造工艺[J].金属加工(热加工),2023,(07):103-106.
- [6]高博,匡锐,范玉虎,等.基于砂型3D打印技术的薄壁筒形件铸造成形技术[J].热加工工艺,2024,53(12):139-144.
- [7]鲁云,李天才,马发仁,郭永斌,刘国强,李强.砂型3D打印技术在汽车发动机缸体铸造中的应用[J].铸造设备与工艺,2023,(06):52-54.
- [8]左强,杨国娟,洪润洲,等.应用砂型3D打印技术制备复杂铝合金铸件[J].铸造, 2021, 70(04):493-497.
- [9]陈倩,赵雪阳,尤德强,等.3D打印纯钛骨支架表面掺银介孔生物活性玻璃涂层的性能研究[J].材料工程,2022,50(11):34-45.
- [10]李天才,刘轶,郭永斌,等.3D砂型打印技术在创客领域的应用[J].铸造技术,2023,44(08):779-780.
- [11]赵琛,蔡嘉伟,张百成,等.黏结剂喷射3D打印关键技术[J].材料工程,2023,51(05):14-26.
- [12]李文利,周宏志,刘卫卫,等.光固化3D打印陶瓷浆料及流变性研究进展[J].材料工程,2022,50(07):40-50.
- [13]王言之,张静姝.3D打印技术在成骨不全治疗中的应用进展[J].中国医疗设备,2021,36(06):172-174.
- [14]李天才,冯周荣,郭永斌.3D砂型打印技术的研究与应用[J].机械与电子控制工程,2024,6(2):187-189.
- [15]刘宸希,康红军,吴金珠,等.3D打印技术及其在医疗领域的应用[J].材料工程, 2021,49(06):66-76.
- [16]卢宝胜,程东霞.3D打印砂芯技术在铸件开发中的应用[J].铸造技术,2021, 42(12): 1026-1029.
- [17]刘岩松,李文博,刘永胜等.3D打印陶瓷铸型研究与应用进展[J].材料工程, 2022,50(07):18-29.
- [18]刘雨,陈张伟.陶瓷光固化3D打印技术研究进展[J].材料工程,2020,48(09):1-12.
- [19]余宸,田威,王杰等.砂型3D打印材料在岩体物理模型试验中的应用研究及展望[J].材料导报,2024,38(12):22120133.
- [20]杨伟东,方妍娇,陈学广等.基于快速制造的砂型分型设计对比分析[J].铸造, 2023,72(05): 588-594.