

机械铸造生产中快速成型技术的应用

李勇军

山西中条山机电设备有限公司 山西 运城 043700

摘要：快速成型技术结合了CAD技术、数控技术、激光技术等现代科技成果，在机械铸造生产中展现出巨大潜力。该技术通过材料添加制造法，将复杂三维制造转化为二维制造叠加，无需模具即可生成任意复杂形状零部件，极大提高了生产效率。在铸造中，快速成型技术可快捷提供精密铸造所需蜡模或砂模，解决了传统铸造周期长、投入大等难题，适用于单件、小批量金属零件的快速、低成本制造。

关键词：机械铸造生产；快速成型技术；应用

引言：随着现代制造业的快速发展，机械铸造生产对于产品的精度、效率及个性化需求日益提升。传统铸造方法在生产周期、成本控制及设计灵活性方面存在局限性。而快速成型技术，作为一种先进的制造方法，凭借其直接将CAD数据转化为实体模型的独特优势，在机械铸造生产中展现出了巨大的应用潜力。本文将探讨快速成型技术在机械铸造生产中的具体应用及其带来的革新，以期铸造行业的转型升级提供参考。

1 快速成型技术概述

1.1 定义与基本原理

1.1.1 快速成型技术的定义

快速成型技术，又称为快速原型制造技术（RPM），是20世纪80年代后期诞生的高新制造技术，被视为近几十年来制造领域的重大成果。它能够将设计思想或设计方案直接、快速、精确地转化为实际零件原型或直接制造零件，为零件原型制作及设计构想的校验提供了高效低成本的实现手段。

1.1.2 基于离散、堆积的原理实现零件成形的机制

快速成型技术是基于离散和堆积的原理，根据三维CAD模型，将模型按一定厚度进行分层，每一层都转化为二维平面模型。然后，对这些二维模型进行数据处理，加入加工参数，在数控系统的控制下，以平面加工方式连续加工出每个薄层，并使之粘结而成形。整个过程实现了从“点”到“面”，再由“面”到“体”的精确堆积。

1.2 主要分类及特点

1.2.1 主要分类

快速成型技术有多种工艺方法，主要包括立体平板印刷（SLA）、分层实体制造（LOM）、选择性激光烧结（SLS）、熔融沉积成形（FDM）等。

1.2.2 各类技术的优缺点及适用场景

（1）SLA：精度高，零件强度和硬度好，但需要支撑，树脂收缩会导致精度下降，光固化树脂的毒性问题也需关注。（2）LOM：工作可靠，模型支撑性好，成本低，效率高，适用于大型零件的制造。（3）SLS：材料适应面广，能制造塑料、陶瓷、金属等多种材料的零件，但制造精度相对较低。（4）FDM：使用、维护简单，成本较低，速度快，且无污染，适合办公室环境使用^[1]。

1.3 快速成型技术的优势

1.3.1 缩短开发周期、降低生产成本

快速成型技术能够在几小时或几天内生产出原型，而传统制造则需要几周或几个月的时间。这不仅大大缩短了产品开发周期，还降低了生产成本，使企业能够更快地测试、改进和推出产品。

1.3.2 高度技术集成，实现设计制造一体化

快速成型技术集机械工程、CAD、逆向工程技术、分层制造技术、数控技术、材料科学、激光技术于一身，实现了设计制造一体化。它可以根据设计人员的构思，自动生成数控加工指令，直接进行零件的快速制造，大大提高了设计和制造的效率和准确性。

2 机械铸造生产中的传统方法与局限性

2.1 传统铸造方法简介

机械铸造生产中，传统铸造方法占据了举足轻重的地位，其中砂型铸造、熔模铸造和消失模铸造是最为常见的几种工艺。（1）砂型铸造是最古老也是最基础的铸造方法之一。它使用型砂作为主要造型材料，通过手工或机械造型制作出铸型。砂型铸造工艺灵活，可以生产各种大小、形状和材质的铸件，广泛应用于汽车、机械、航空航天等行业。然而，砂型铸造的生产周期相对较长，且对工人的技能要求较高。（2）熔模铸造，又称失蜡铸造，是一种精密铸造方法。它首先制作出一个与铸件形状和尺寸完全相同的蜡模，然后在蜡模上涂覆耐

火材料形成型壳,最后通过加热使蜡模熔化流出,型壳内浇注金属液得到铸件。熔模铸造能够生产形状复杂、精度高的铸件,但工艺复杂,成本较高。(3)消失模铸造是一种先进的铸造工艺,其原理是利用泡沫塑料模型代替传统木模或金属模,造型后浇入金属液使泡沫模型气化消失,金属液取代其位置凝固成铸件。消失模铸造简化了铸造工艺,提高了铸件质量和生产效率,特别适用于生产结构复杂、难以用传统方法铸造的铸件。然而,消失模铸造对原材料、设备和工艺控制的要求较高。

2.2 传统铸造方法的局限性

尽管传统铸造方法在机械铸造生产中发挥着重要作用,但它们也存在一些局限性。(1)生产周期长、成本高:传统铸造方法通常需要经过多个工序,包括造型、合箱、浇注、冷却、落砂、清理等,整个生产周期较长。同时,由于需要使用大量的造型材料和辅助设备,以及依赖工人的手工操作,导致生产成本较高。(2)精度和复杂度受限:传统铸造方法在制造高精度和复杂形状的铸件方面存在困难。砂型铸造虽然灵活,但精度和表面质量难以保证;熔模铸造虽然能够生产高精度铸件,但工艺复杂且成本高昂;消失模铸造虽然适用于复杂形状铸件的生产,但对原材料和工艺控制的要求较高,限制了其在某些领域的应用。

3 快速成型技术在机械铸造生产中的应用

3.1 快速制造砂型铸造用模

砂型铸造是机械铸造生产中应用最为广泛的一种工艺,其关键在于砂型的制备。传统砂型制备过程繁琐,不仅耗时耗力,而且精度难以保证。而快速成型技术的引入,为砂型铸造用模的快速、高精度制造提供了新的解决方案。(1)利用快速成型技术制作高精度砂型铸造模样。快速成型技术能够根据CAD数据直接生成三维实体模型,且精度极高。通过该技术,可以制作出与铸件形状完全一致的砂型铸造模样。这些模样不仅尺寸精确,表面质量也远优于传统方法制作的模样,为后续铸造过程提供了可靠的保证。此外,快速成型技术还能轻松实现复杂几何形状的制作,为砂型铸造开辟了新的设计空间,使得铸造件的结构更加优化,性能更加优异^[2]。

(2)提高砂型铸造的生产效率和产品质量。快速成型技术的应用,大大缩短了砂型铸造用模的制备周期。传统方法需要手工制作模样,耗时较长且精度难以控制。而快速成型技术则能够实现自动化生产,大大提高了生产效率。同时,高精度模样的使用,也显著提升了铸件的尺寸精度和表面质量。这不仅降低了废品率,还减少了后续加工的工作量,从而降低了生产成本。

3.2 快速制造熔模铸件

熔模铸造以其高精度和复杂形状铸造能力著称,但传统熔模铸造过程中压型的制作较为困难。快速成型技术的引入,为熔模铸造用压型的快速、精确制作提供了新的途径。(1)采用快速成型技术制作熔模铸造的压型。快速成型技术能够直接将CAD数据转化为三维实体模型,且制作过程简单快捷。通过该技术,可以制作出与铸件形状完全一致的压型。这些压型不仅尺寸精确,而且能够轻松实现复杂内腔和精细结构的制作。此外,快速成型技术还能根据实际需求进行快速迭代和优化,使得熔模铸造用压型的制作更加灵活高效。(2)缩短生产周期,降低成本。快速成型技术的应用,使得熔模铸造用压型的制备周期大大缩短。传统方法需要手工制作压型,不仅耗时较长且成本较高。而快速成型技术则能够实现自动化生产,大大降低了生产成本。同时,由于压型制作更加精确高效,也使得熔模铸造的生产周期得到显著缩短。这不仅提高了生产效率,还降低了废品率和后续加工成本,从而使得熔模铸造整体成本得到降低^[3]。

3.3 消失模铸造用模的快速制造

消失模铸造是一种高效、环保的铸造工艺,其关键在于泡沫塑料模的制作。传统泡沫塑料模制作过程中存在诸多困难,如尺寸精度难以保证、生产效率低下等。而快速成型技术的引入,为消失模铸造用模的快速、精确制作提供了新的解决方案。(1)利用快速成型技术制作消失模铸造的泡沫塑料模。快速成型技术能够根据CAD数据直接生成三维实体模型,并将其转化为泡沫塑料模。这些泡沫塑料模不仅尺寸精确,而且表面质量好,为后续铸造过程提供了可靠的保证。此外,快速成型技术还能轻松实现复杂几何形状的制作,为消失模铸造开辟了新的设计空间。(2)提高铸造精度和效率。快速成型技术制作的泡沫塑料模具有高精度和高表面质量的特点,这使得消失模铸造的铸件尺寸精度和表面质量得到显著提升。同时,由于泡沫塑料模制作更加快速高效,也使得消失模铸造的生产周期得到显著缩短。这不仅提高了生产效率,还降低了废品率和后续加工成本,从而使得消失模铸造整体成本得到降低。此外,由于泡沫塑料模易于回收再利用,也符合环保要求。

3.4 直接模壳铸造(DSPC)

直接模壳铸造(DSPC)是基于三维印刷(3DP)技术的一种新型铸造方法,它结合了快速成型技术和传统铸造技术的优点,实现了复杂形状铸件的快速制造。

(1)基于三维印刷(3DP)技术的铸造技术。DSPC技术利用三维印刷技术将粘结剂选择性地喷射到粉末层上,

形成具有一定强度和精度的模壳。这些模壳可以直接用于铸造过程,无需额外的加工或修整。通过DSPC技术,可以轻松实现复杂几何形状和内部结构的铸造,为铸造行业带来了新的发展机遇^[4]。(2)实现复杂形状铸件的快速制造。DSPC技术以其高效、灵活和精确的特点,实现了复杂形状铸件的快速制造。这种技术不仅缩短了生产周期,降低了制造成本,而且提高了铸件的尺寸精度和表面质量。此外,DSPC技术还能够很好地适应小批量、定制化的生产需求,为铸造行业注入了新的活力。

4 快速成型技术在机械铸造生产中的挑战与对策

4.1 技术挑战

4.1.1 材料性能的限制

快速成型技术所使用的材料种类和性能是影响其广泛应用的关键因素之一。在机械铸造生产中,铸件往往需要承受高温、高压、磨损等恶劣工作环境,对材料的强度、硬度、耐热性、耐腐蚀性等方面有着极高的要求。然而,目前快速成型技术所能提供的材料种类有限,且部分材料的性能尚不能完全满足铸件的要求,这限制了快速成型技术在机械铸造生产中的进一步推广。

4.1.2 设备精度的挑战

快速成型技术的设备精度直接决定了所制造原型件的尺寸精度和表面质量。在机械铸造生产中,对铸件的精度要求极高,任何微小的误差都可能导致铸件无法满足设计要求,进而影响产品的性能和寿命。然而,目前快速成型设备的精度虽然不断提高,但仍难以完全满足高精度铸件的生产需求,这成为制约快速成型技术在机械铸造生产中广泛应用的一个重要因素。

4.1.3 成本方面的压力

快速成型技术的成本问题也是制约其广泛应用的一个重要因素。一方面,快速成型设备的购置成本和维护成本较高;另一方面,快速成型材料的价格也相对较高,且部分材料在使用过程中存在浪费现象,进一步增加了生产成本。此外,快速成型技术的后处理过程也相对繁琐,需要消耗大量的人力和时间,从而增加了整体的生产成本。

4.2 应对策略

4.2.1 技术创新以提升设备精度和材料性能

针对设备精度和材料性能的限制,我们可以通过技

术创新来寻求突破。一方面,加大研发力度,提高快速成型设备的精度和稳定性,以满足高精度铸件的生产需求。另一方面,积极开展材料研发工作,探索新型高性能材料的应用,如高温合金、复合材料等,以满足铸件对材料性能的特殊要求。

4.2.2 材料研发以扩大应用范围

为了克服材料性能的限制,我们需要加强材料研发工作,不断拓宽快速成型技术的应用范围。这包括研发具有特殊性能的新材料,如耐高温、耐磨损、高强度等材料,以满足不同领域铸件的需求。同时,我们还可以探索将传统铸造材料与快速成型技术相结合的新方法,如通过快速成型技术制备模具,再结合传统铸造工艺进行生产,以实现材料性能与制造成本的平衡。

4.2.3 成本控制以提高竞争力

为了降低快速成型技术的成本,提高其在机械铸造生产中的竞争力,我们需要从多个方面入手。一方面,优化快速成型工艺,提高生产效率和材料利用率,减少浪费和损耗;另一方面,加强与供应商的合作,争取更优惠的材料采购价格,降低生产成本。此外,我们还可以探索快速成型技术在其他领域的应用,如定制化生产、小批量试制等,以拓宽市场空间,提高整体盈利水平。

结束语

综上所述,快速成型技术在机械铸造生产中已成为不可或缺的重要工具,其高效、精确、灵活的特点极大地推动了铸造行业的革新与发展。从砂型铸造到熔模铸造,再到消失模铸造,快速成型技术以其独特的优势,优化了生产流程,缩短了产品上市时间,降低了制造成本。展望未来,快速成型技术将继续引领机械铸造生产向更高效、更智能化、更可持续的方向发展。

参考文献

- [1]宋秀丽.快速成型技术在熔模铸造中的应用[J].建筑技术科学,2020,(12):118-119.
- [2]曹健.快速成型技术在铸造模具制造中的应用研究[J].南方农机,2020,(10):117-118.
- [3]张斌.快速成型技术在机械铸造中的应用研究[J].建筑技术科学,2021,(07):71-72.
- [4]芦兴峰.机械铸造生产中快速成型技术的应用[J].工程地质学,2020,(05):55-56.