

文章编号:1003-8345(2004)02-0001-03

微铸造技术

李海斌, 翟启杰

(上海大学 材料科学与工程学院, 上海 200072)

摘要:微铸造(microcasting)是近年来国际上研究的一种新型铸造方法, 该技术具有工艺简单, 原材料利用率高, 能够一次成形, 可快速铸造形状复杂铸件等优点。本文详细介绍了该技术的工艺过程、研究及应用现状, 并对该技术的前景进行了展望。

关键词:微铸造; 快速铸造; 液滴

中图分类号: TG2 **文献标识码:** A

Microcasting Technique

LI Hai-bin, ZHAI Qi-jie

(School of Materials Science and Technology, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: Microcasting is a new technique developed abroad in recent years. This new technique has the advantages of simple process, high material utilization ratio, possibility of direct formation as well as to rapidly cast castings with complicated shape, and so on. The process of the technique, its research and application situation was introduced, and its perspective was described.

Key words: microcasting; rapid casting; droplet

科学技术的发展对材料制备提出了越来越高的要求, 在一些高性能、高精度和快速材料制备领域, 传统的铸造方法受到巨大的冲击, 随之而来的新型铸造方法开始崭露头角, 引起了人们的普遍关注。微铸造生产法是近年来研究发展的一种新型铸造技术, 不仅可以满足铸造产品尺寸精度要求, 而且可以极大地改善铸件的内在质量, 并可实现铸件的快速制造, 因而它的出现给现有的铸造方法增加了一个新的亮点。

1 微铸造技术的产生

20世纪70年代初, 英国Swansea大学的Singer A E^[1]教授提出了喷射沉积技术。经过10年左右的发展, 逐渐形成了喷射凝固成形技术, 并在很多领域广泛应用^[2]。该技术采用高压惰性气体将金属液体雾化成细小的熔滴, 熔滴在下落的过程中被雾

化气体冷却至半凝固状态沉积到底板上, 通过控制底板的运动获得具有一定外形的沉积坯件。该技术工艺简单, 生产的铸件均匀细小、无宏观偏析、力学性能高。但是该技术难以生产具有复杂内腔的铸件。1996年Zarzajilo L J, Amon C H^[3-6]等人在此基础上提出了微铸造技术。微铸造是在铸造时用金属液滴浇注铸件的一种方法。它的实验装置如图1所示, 整个设备包括机械手、等离子焊枪、喂丝机、防氧化罩、工作台等。其工艺过程是: 首先选择牺牲金属和铸造金属两种沉积材料。铸造金属就是通常的铸造合金, 如碳钢、不锈钢、铜、铝和青铜等。牺牲金属用于帮助铸造金属成型, 然后被酸蚀掉(相当于普通铸造的造型材料), 可根据铸件成分选用铜或其他材料。用焊枪将沉积材料熔化成熔滴, 熔滴在计算机控制下按一定轨迹逐个自由下落, 到达底板表面后凝固。牺牲金属充填到普通铸造中铸型所在的位置, 而铸造金属充填到普通铸造中金属液的位置。在此过程中, 使用计算机数控CNC (computer-numerically-con-

收稿日期: 2004-01-15

作者简介: 李海斌(1974-), 男, 山西长子人, 上海大学材料学院研究生, 研究方向: 脉冲磁场作用下的金属凝固行为。

trolled)设备为实金属。该设备能实现三维运动,在工作时铸造一层压实一层,并可以通过气压装置提升其高度,从而实现了自动生产。液滴在下落过程中只受到重力作用,在机械手的控制下自由落下,速度可达到1 m/s。另外由于熔滴温度非常高,所以液滴要穿过通有氮气或其它惰性气体的防氧化罩防止氧化。待铸件制成后,采用一定的熔剂将牺牲金属溶蚀掉,从而获得最终铸件。

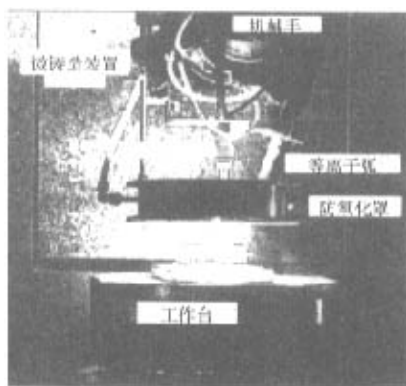


图1 微铸造装置^[4]

Fig.1 Microcasting equipment^[4]

2 微铸造的生产过程及特点

微铸造的生产过程如图2所示:在计算机的精确控制下,生产铸件底部第一层时,先熔化牺牲金属精确制造出左边铸型,再熔化铸造金属铸造产品底部部分,接着完成右边铸型。更为先进的是它在生产第二、三层时,先铸造内部的产品部分,然后再完成周围的铸型部分。到铸造第四、五层时,

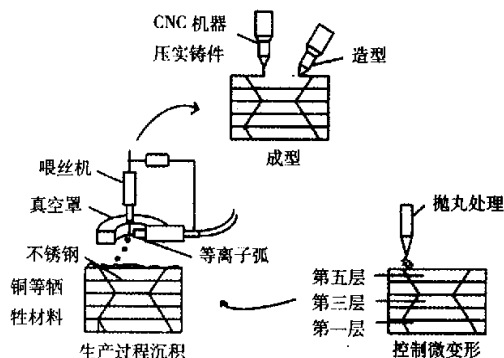


图2 微铸造生产^[4]

Fig.2 Microcasting production^[4]

又先铸出铸型然后再铸造铸件。完成以上操作后,酸洗除去牺牲金属制成的铸型得到铸件。生产时熔滴的速度为2~3滴/秒,直径1~5 mm,最大生产速度约为5.5 kg/h。

此技术的优点是:工艺简单,产品和铸型同时铸造,减少了生产工序。动用计算机控制生产可以制造任意形状的铸件,如带有空腔的复合材料产品。所生产的铸件结构致密,表面质量也很好,可以一次成形,这是传统铸造所不能达到的。在生产过程中用液滴进行浇注,原材料利用率高。当熔滴落到基体表面会引起基体重熔,使液滴之间形成冶金结合。之后使用CNC设备对铸件进行压实,使其结构更加致密而不会分层。另外微铸造技术可以很好的消除敏感缺陷。它的缺点是对牺牲金属有特别要求,要求它在酸洗时可以尽快被去除。牺牲金属和铸造金属的亲合力也不能太强,不能在酸洗时腐蚀了铸件。牺牲金属要有好的力学性能,能精确制造出铸型而不会产生变形从而影响铸件的外形。还需要有大的热容以容纳大量的热,并且能够快速散热而不会在生产时被铸件熔化。为了加快其生产速度,可增加焊枪的数量提高生产速度,从而快速生产较大的铸件。

3 微铸造的发展状况和存在问题

国外从事微铸造技术研究的有美国的科罗拉多大学^[2],卡纳基大学^[5],德国的卡尔斯鲁厄学院^[6]等,经过几年的不断研究发展,逐步取得了一些成绩。目前研究者对微铸造进行了广泛的材料特性及力学性能研究,生产材料不再局限于黑色金属材料,已经扩展到黄金、银、钯等稀有金属,并且在陶瓷、塑料行业广泛运用。卡尔斯鲁厄材料学院的M.Auhorn, T. Beck^[6]等人在实验中选用了柔软的Stabilor G合金(58%金,23.3%银,12%铜),采用微铸造的方法将它制成的微小试样(1 mm×0.2 mm×0.2 mm)进行力学性能研究。他们先对这些试样进行淬火保温处理,之后对部分试样进行脉冲冲击测试。结果发现淬火后的试样强度分布不均匀,有老化现象,但经过脉冲冲击处理后的试样却没有这种现象。通过分析知道通过淬火的微铸造产品在脉冲冲击处理后消除了残余应力。作者根据实验中测出的Wohler-curves曲线推断,这种现象对于大铸件也是一样的。此次实验不仅测试

了微铸造产品的力学性能,还从侧面解决了微铸造方法难以克服的缺陷——残余应力。

微铸造法能生产任何几何形状的精铸件,如复合材料的半球形产品,表面材料为不锈钢,其内部轴线部位含铜质的水冷通道^[9](如图3),这种结构复杂的铸件是常规方法不能生产的。而用黄金—钯合金材料(牺牲材料为铝铜合金)制成的微型涡轮机,直径2.5 mm(如图4),其空心中轴高度为1 mm,壁厚仅110 μm ^[9]。用钯合金生产出的蜂巢形状试样中每一个柱上表面宽度为50 μm (如图5),高度为250 μm ^[9]。从电子显微镜的放大图片中看,其表面非常粗糙,实际上平均粗糙程度不超过1 μm 。另外用此方法也可生产飞机发动机风向标,导弹导航系统等精密铸件。这些产品晶粒细小,组织均匀,光洁度好,致密度高。

微铸造过程受众多参数影响,如重熔深度、冷却率、冲击速度、扩散速率、熔滴运动时间、熔滴扩散直径等。在铸造过程中需要优化这些过程参数以提高产品的质量。高的质量要求铸件为一致密

的整体,还要达到足够的强度,这就要使铸件内部能经得起液滴和它本身高温产生的温度梯度而不会产生残余应力。因此要处理好冷却率、重熔深度与其它参数的关系,这一基础性的理论问题成了微铸造技术发展的障碍。目前首要的工作就是要建立合理的数学模型优化这些工艺参数,以求产品质量达到最佳效果,并消除残余应力。

4 展望

微铸造技术作为一种快速制造技术已经显示出其制造周期短、灵活性强、铸造缺陷少和内在质量高等优点。随着科学技术的发展以及人们对铸造产品质量要求的提高,这一技术必将受到更多的关注和得到更快的发展和应用。

参 考 文 献

- [1]张济山,陈国良.雾化喷射沉积成形材料制备技术的新进展[J].北京科技大学学报,1997.2.
- [2]Ken Gall, Martin L Dunn, Yiping Liu. Shape memory polymer nanocomposites Acta Materialia 50 (2002) 5115-5126.
- [3]Zarzalejo L J, Schmaltz K S, Amon C H, Molten droplet solidification and substrate remelting in microcasting Part I: Numerical modeling and experimental verification[J]. Heat and Mass Transfer / Waerme-und Stoffuebertragung, 1999, 34, (6):477-485.
- [4]Schmaltz, K S (Carnegie Mellon Univ), Zarzalejo L J, Amon C H. Molten droplet solidification and substrate remelting in microcasting. Part II: Parametric study and effect of dissimilar materials[J]. Heat and Mass Transfer, 1999, 35(1):17-23.
- [5]Amon C H, Beuth J L. Shape deposition manufacturing with microcasting: processing, thermal and mechanical issues[J]. Journal of manufacturing science and engineering, 1998; (120): 656-665.
- [6]Chin R K, Beuth J L, Amon C H. Thermomechanical modeling of molten metal droplet solidification applied to layered manufacturing[J]. Mechanics of Materials, 1996, 24: 257-271.
- [7]Liu Yiping, Liew Li-Anne, Luo An linam, et al. Ruiling Application of microforging to SiCN MEMS fabrication. Sensors and Actuators, A; Physical. 2002, 95(2-3):143-151.
- [8]Baumeister C, Mueller K, Ruprecht R, Hausselt J. Production of metallic high aspect ratio microstructures by microcasting[J]. Microsystem Technologies, 2002:105-108.
- [9]Ruprecht R, Benzler T, Hanemann T, et al J. Various replication techniques for manufacturing three-dimensional metal microstructures[J]. Microsystem Technologies, 1997, 4:28-31.
- [10]陈振华,严红革.多层喷射沉积的装置和原理[J].湖南大学学报(自然科学版), 2001, (10):21-28.
- [11]杨卯生,钟雪友.金属喷射成形原理及应用[J].包头钢铁学院学报, 2000, (6):175-180.



图3 半球形产品
Fig.3 Hemisphere product



图4 涡轮机^[9]
Fig.4 Turbine case^[9]

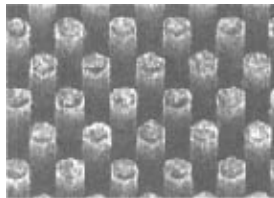


图5 蜂巢状试样^[9]
Fig.5 Honeycomb specimen^[9]

作者: 李海斌, 翟启杰
作者单位: 上海大学, 材料科学与工程学院, 上海, 200072
刊名: 现代铸铁 
英文刊名: MODERN CAST IRON
年, 卷(期): 2004, 24(2)
引用次数: 0次

参考文献(11条)

1. 张济山, 陈国良 雾化喷射沉积成形材料制备技术的新进展 1997
2. Ken Gall, Martin L Dunn, Yiping Liu Shape memory polymer nanocomposites 2002(50)
3. Zarzalejo L J, Schmaltz K S, Amon C H Molten droplet solidification and substrate remelting in microcasting Part I: Numerical modeling and experimental verification 1999(6)
4. Schmaltz K S (Carnegie Mellon Univ), Zarzalejo L J, Amon C H Molten droplet solidification and substrate remelting in microcasting. Part II: Parametric study and effect of dissimilar materials 1999(1)
5. Amon C H, Beuth J L Shape deposition manufacturing with microcasting; processing, thermal and mechanical issues 1998(120)
6. Chin R K, Beuth J L, Amon C H Thermomechanical modeling of molten metal droplet solidification applied to layered manufacturing 1996
7. Liu Yiping, Liew Li-Anne, Luo An linam Ruiling Application of microforging to SiCN MEMS fabrication 2002(95)
8. Baumeister G, Mueller K, Ruprecht R Production of metallic high aspect ratio microstructures by microcasting 2002
9. Ruprecht R, Benzler T, Hanemann T Various replication techniques for manufacturing three-dimensional metal microstructures 1997
10. 陈振华, 严红革, 陈刚, 张福全, 胡仲勋, 傅杰新 多层喷射沉积的装置和原理[期刊论文]-湖南大学学报(自然科学版) 2001(5)
11. 杨卯生, 钟雪友 金属喷射成形原理及其应用[期刊论文]-包头钢铁学院学报 2000(2)

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xdzt200402001.aspx

下载时间: 2010年4月25日