



熔模铸造硅溶胶型壳的研究进展

■ 陈合芝

摘要: 硅溶胶型壳是水基环保型壳, 因此, 有很大的发展潜力。从硅溶胶型壳耐火材料、硅溶胶型壳快干、硅溶胶型壳回收利用、硅溶胶型壳质量控制几个方面阐述了硅溶胶型壳的国内外研究现状。

关键词: 熔模铸造; 硅溶胶; 型壳; 全生命周期设计

熔模铸造型壳粘结剂有硅酸乙酯、水玻璃、硅溶胶三种, 硅溶胶和硅酸乙酯型壳质量优于水玻璃型壳。硅溶胶属于环保型粘结剂, 这符合熔模铸造绿色铸造的要求, 所以硅溶胶型壳近年来得到了广泛的应用。鉴于此, 本文简述熔模铸造硅溶胶型壳的研究现状。

1. 硅溶胶型壳所用耐火材料的替代研究

熔模铸造型壳是由粘结剂、

耐火材料及附加物组成的。其中耐火材料占总比重的90%以上, 对型壳性能影响很大。

制壳耐火材料应使型壳有足够的常温强度和高温强度, 在高温下不发生变形; 有良好的透气性、热震稳定性、热化学稳定性、脱壳性等性能。为此, 制壳用耐火材料必须有足够的耐火度、热化学稳定性、小而均匀的热膨胀系数、合适的粒度, 并要

有利于涂料性能的稳定。此外, 作为制壳材料还应对人体健康无害、货源充足和质量稳定。

熔模铸造用耐火材料种类繁多, 成分复杂。按其用途大致有三种: 型壳面层用耐火材料; 型壳加固层用耐火材料; 陶瓷型芯用耐火材料。按材料本身属性来分, 有酸性、碱性、中性三种。耐火材料对涂料、型壳和铸件质量影响很大, 所以需要根据制壳

生成硅胶 $m\text{SiO}_2 \cdot (n-1)\text{H}_2\text{O}$ 又促进了水解, 进而又中和, 周而复始地进行, 就会生成越来越多起到粘结作用的硅胶 $m\text{SiO}_2 \cdot (n-1)\text{H}_2\text{O}$ 。这是氯化铵水溶液硬化水玻璃型壳的机理。

四、结语

(1) 生产中应控制氯化铵硬化液的浓度、温度和硬化时间, 并掌握三者之间的密切关系。

(2) 生产中氯化钠不会沉淀; 氯化钠含量对硬化层的影响可以忽略不计; 只要硬化液的浓度在

工艺范围内, 就不要更换, 更不要每年定期更换一次硬化液。

(3) 用加热去氨法、或盐酸中和法可以降低硬化液pH值, 只要使用, pH值很快上升到7~8, 并且稳定。pH值对硬化层的影响很小, 不必控制pH值; 不用盐酸调整pH值, 就不存在过剩盐酸。

(4) 氯化铵硬化水玻璃型壳, 是生成电离度极小的 H_2O 和硅胶和生成氨气; 而不是生成氢氧化铵, 再分解为氨气和水, 更不是生成氯化钠沉淀。

参考资料

- [1] 彼尔欣. 熔模铸造工艺学[M]. 赵国华, 译. 北京: 机械工业出版社. 1958.
- [2] 姜不居. 实用熔模铸造技术[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社. 2008.

作者简介: 潘玉洪, 无锡市凯斯特超耐热合金铸造有限公司。朱伟杰, 无锡市雪浪合金铸造厂。

MW 20160415

工艺、浇注铸件的金属材料、结构以及铸件质量的要求选择合适的耐火材料。

硅溶胶涂料有三种：面层涂料、过渡层涂料和背层涂料。面层涂料将直接与金属液接触，应不与金属液及其氧化物发生反应，并形成平整、致密、坚实而光滑的型壳表面，以保证铸件表面光滑、轮廓清晰、无表面缺陷。背层涂料不接触金属液，它应保证型壳具有良好的强度和抗变形能力等良好的综合力学性能。过渡层涂料则是为了更好的将面层和背层涂料结合起来。

为防止面层涂料与金属液及其氧化物发生反应，耐火材料的化学稳定性要好，要用较纯的材料。耐火材料种类随铸件合金种类而定。高合金钢选刚玉作为面层耐火材料，一般钢选锆砂或熔融石英作面层耐火材料。锆砂资源短缺且价格上涨，因此，寻找锆砂替代材料成为必然趋势。田培凤等采用某种煤矸石砂替代面层锆砂，结果表明，面层使用该种砂的型壳适用于浇注低合金钢，而浇注不锈钢时须对型壳材料及工艺进行调整。加固层主要是保证强度，张晓军对铝矾土加固层型壳的抗弯强度试验和实践，证明了采用铝矾土粉(砂)作为加固层涂料和撒砂材料是可行的。

熔模铸造硅溶胶型壳的质量和性能对熔模铸件的质量起着关键作用，因而，研究适用于熔模铸造硅溶胶型壳的耐火材料的性能成为必需，开发低成本、环保的耐火材料，促进熔模铸造材料的循环利用是熔模铸造发展的必然趋势。主要可以从以下几个方面入手。

(1) 熟悉各种耐火材料的特性，考虑成本，发挥地区优势，开发可替代产品。

(2) 耐火材料的选择与粘结剂、浇注的合金材料密切相关。

(3) 回收废旧型壳材料，可把回收的面层材料用于背层。

2. 硅溶胶型壳快干研究

水基硅溶胶是一种绿色环保的粘结剂，在越来越重视环保的今天，应大力加以推广。但普通硅溶胶型壳湿强度低，制壳周期长已成为其推广使用中的主要问题。开发增强快干硅溶胶一直是各国研究的课题。硅溶胶的胶凝是由溶胶变为凝胶的过程，因此，凡是促使溶胶变为凝胶的因素都会加快硅溶胶的硬化。主要影响因素有：电介质、pH值、浓度、温度。吕志刚等介绍了两种增强型快干硅溶胶FS-II和FS-III，其层间干燥时间可缩短到1~2h。其中FS-III增强快干硅溶胶在型壳干燥速度和型壳性能上相当先进。讨论了增强快干机理，并介绍其制壳工艺参数和应用情况。田培凤等介绍了一种乳胶改性快干增强硅溶胶F，经与国内外硅溶胶比较，硅溶胶F在提高型壳常温强度、降低型壳残留强度方面有较明显的优势。也有通过加入化学物质加速硅溶胶型壳硬化的实例，使含硅溶胶的流态物料或制品与氯化钠(或氯化铵)水溶液接触，前者表面就会迅即形成硬化层，并随接触时间的延续，硬化层逐渐增厚直至物料全部硬化为止。还有复合型壳研究，即水玻璃、硅溶胶复合型壳，由于所用水玻璃和硅溶胶

的酸碱性不同，可以使水玻璃和硅溶胶交替应用加速型壳硬化。

面层硅溶胶涂料保证了铸件表面粗糙度的要求，背层水玻璃涂料保证型壳强度要求，降低成本。水玻璃和硅溶胶的交替使用既可以加速硬化，又可以较低成本制备符合要求的型壳。有报道表面层应用硅溶胶锆砂粉涂料，用来生产精铸件，尤其是高合金钢铸件，其表面粗糙度可达 $R_a 3.2 \mu m$ ，比水玻璃型壳的精铸件表面粗糙度参数值有所降低，约低1~1.5级，尺寸精度也有所提高。利用热能比如微波、红外线等，快速干燥型壳也是一种型壳快干的方法，型壳微波快干法，即利用型壳结构材料中仅有粘结剂中的水基硅溶胶可以吸收微波，而耐火材料、蜡料不阻碍微波瞬间反复穿透的作用使型壳快速干燥，提高型壳的制造效率。但是需要耗费资源，所以，在应用过程中需考虑成本以及环保问题。

快干方法主要有：

(1) 硅溶胶中加入高聚物等制备快干硅溶胶。

(2) 硅溶胶涂料工艺控制，比如用硬化剂硬化(发挥其绿色环保优势，弥补其不足)。

(3) 硅溶胶-水玻璃复合。

(4) 微波、红外线等快速干燥型壳。

3. 硅溶胶型壳回收利用研究

材料的循环利用是节约资源的主要方面，材料的循环利用节约能源、节约资源、保护环境，因而，硅溶胶型壳材料回收利用具有重要意义。为了循环利用

硅溶胶型壳材料,需对硅溶胶型壳废弃物具有清晰的认识。赵恒义分析了硅溶胶型壳废弃物的物相组成,依此提出了型壳废弃物资源化利用的一些途径:①作建筑材料,如水泥、砂料、砖、填料。②作熔模铸造的原材料,如耐火粉料和砂料、粘结剂、硬化剂。研究了废弃硅溶胶型壳经破碎、磁选和筛分后的物相组成,以及重新将其制成硅溶胶型壳的强度、荷重变形和透气性等性能,并与煤矸石硅溶胶型壳的性能进行了比较。

目前,系统介绍硅溶胶型壳回收利用的文献和资料较少,很多企业对废旧型壳进行了一定的重新利用,但是回收利用率较低。旧砂回收利用既可以降低成本,又可重新利用废旧型壳材料,使资源循环利用。因而,借鉴其他铸造方法中废砂回收利用的经验,系统研究硅溶胶废旧型壳材料的回收利用具有很大的经济效益和环境效益。在回收型壳的过程中,也应注意保护环境,做到节能环保。在开发型壳新材料、新工艺的过程中,就考虑到环保的问题,这是解决环保问题的根本方法。

4. 硅溶胶型壳质量控制

硅溶胶型壳一般用来制备精度较高的熔模铸件,型壳的性能直接影响铸件的表面质量,因此,硅溶胶型壳的质量需要严格控制。要控制硅溶胶型壳质量,深入了解硅溶胶型壳微观结构是必要的。季晓玲,吕志刚从胶体化学和物理化学的角度,通过对硅溶胶熔模铸造型壳形成的过程

中微观结构变化的剖析为优化熔模铸造制壳工艺提供理论依据。王珍等分析了硅溶胶熔模铸造型壳的微观结构,为系统研究硅溶胶型壳提供了理论依据。

对硅溶胶型壳的控制既包括对表面品质的控制,也包括对性能性能的控制。表面品质方面,常出现毛刺、开裂缺陷。吕志刚等讨论了型壳间温湿度、风力对型壳开裂的影响,并提出了监控的具体措施。赵恒义依据材料、陶瓷材料的有关理论和方法,分别对水玻璃型壳、硅溶胶型壳及其复合型壳在不同温度时的抗弯弹性模量进行了测试研究。结果表明,耐火材料、温度对型壳的弹性模量有较大的影响,硅溶胶型壳和复合型壳的弹性模量值比水玻璃型壳的大。

系统研究硅溶胶型壳的性能,制备符合要求的型壳是生产高质量熔模铸件的前提。

5. 硅溶胶型壳展望

(1) 铸造行业是对环境污染较大的行业,节能减排、绿色制造是熔模铸造生产中亟待解决的问题。因此,在制备硅溶胶型壳过程中,有必要考虑循环利用材料,采取节能减排措施,严格控制生产过程中的污染这几个问题。比如利用浇注过程产生的余热焙烧型壳

(2) 产品的全生命周期理论在硅溶胶型壳制备中的应用。产品全生命周期是指产品从原材料采掘、原材料生产、设计、制造、包装、储运、使用与维修,直至回收处理的全过程。产品的全生命周期设计是发展循环经济

的基础,硅溶胶型壳制备是生产熔模铸件产品全生命周期中的一个环节,在硅溶胶型壳生产过程中应用产品的全生命周期理论,将是以一种全新的理念进行设计、生产。

(3) 系统研究硅溶胶型壳。系统研究硅溶胶型壳的材料、工艺、性能是熔模铸件产品的全生命周期设计的基础。

参考文献

- [1] 田培凤.锆英面砂替代材料的试验[J].铸造技术,2008,29(10):1347-1349.
- [2] 张晓军.铝矾土在熔模铸造中的应用[C].重庆市机械工程师学会铸造分会、重庆铸造行业协会2010重庆铸造年会论文集,273-274.
- [3] 吕志刚,等.增强型快干硅溶胶的研制[J].特种铸造及有色合金,2003,6:47-49.
- [4] 田培凤,等.一种新型快干增强硅溶胶的试验[J].铸造技术,2008,29(8):1066-1068.
- [5] 仇奎强,王晓颖.水玻璃-硅溶胶复合型壳的应用[J].新技术新工艺,2006,2:41-42.
- [6] 张伟.熔模铸造型壳微波快干法.中国专利.CN101417325A.2009-4-29.
- [7] 赵恒义,王建明.废弃硅溶胶型壳的回收利用[J].特种铸造及有色合金,2004,2:50-51.
- [8] 王珍,等.硅溶胶熔模铸造型壳的微观结构分析[J].有机硅材料,2010,24(3):180-183.

作者简介:陈合芝,重庆人文科技学院。

MW 20160328