

# 陶瓷晶须增强水溶性盐芯成形特征与使用性能

万里, 徐鹏程, 罗吉荣

(华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室, 湖北武汉 430074)

**摘要:** 以某些内腔结构复杂、质量要求高, 用传统型芯难以满足的高压力成形(如压铸、挤压铸造)的铸件为对象, 旨在开发一种新的高强韧水溶性盐芯制造技术。试验研究了重力浇注条件下, 以硼酸铝晶须为强化相的卤化物盐芯的成形特征以及凝固组织、水溶性、抗吸湿性和力学性能的变化。结果表明, 所有浇注成形的盐芯试样表面都起皱, 但晶须的加入可减少表面折皱, 有利于改善盐芯表面质量。随晶须加入量增加, 复合盐芯晶粒细化, 凝固收缩率也随之降低; 当硼酸铝晶须的添加量为2.5%和4.5%时, NaCl和KCl盐芯的体收缩率分别达到最低约为8.1%和9.0%。晶须加入可显著改善复合盐芯抗吸湿性, 却延长了盐芯的溃散即水溶时间。复合盐芯的抗弯强度随硼酸铝晶须加入量增加而增大, 在晶须含量分别为9%和7%时, KCl和NaCl复合盐芯的抗弯强度为16.50 MPa和9.25 MPa, 比纯盐芯强度提高约6倍和3.7倍, 但当晶须加入量过大时, 会导致熔融盐粘性上升而难以浇注成形。

**关键词:** 高压铸造; 复合材料; 盐芯; 晶须

**中图分类号:** TG249.2; TG132 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4977 (2008) 03-0234-05

## Properties and Forming Characters of Water Soluble Salt-Core Reinforced by Ceramic Whiskers

WAN Li, XU Peng-cheng, LUO Ji-rong

(State Key Laboratory of Materials Processing and Die & Mold Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, Hubei, China)

**Abstract:** Development of a new technology on high strength and toughness water soluble salt-core is required for manufacturing some high-quality and complicated castings by high-pressure die casting. In this study, the salt core composites reinforced by aluminum borate whisker were produced by gravity casting. The forming characters, macrostructure, water-solubility, anti-moisture absorption and mechanical properties of salt core were investigated. As a result, it was found there were surface folds on all these specimens, but which can be decreased by whiskers addition. With the increasing of whisker fraction, the macrostructure of salt core was refined, and shrinkage rate was lowered. When whiskers fraction was 2.5% and 4.5%, volume shrinkage rate of NaCl and KCl composite salt core were minimum about 8.1% and 9.0%. The addition of whisker improved the anti-moisture absorbing property significantly, while prolonged the water solution time of the salt core. The bending strength of composite salt-core can be enhanced by increasing ceramic whiskers addition. For potassium chloride and sodium chloride reinforced by  $Al_2B_4O_{10}$  whisker, the maximum bending strength of specimens was 16.5 MPa and 9.25 MPa when ceramic whiskers additions were 9% and 7% respectively, which was 6.0 and 3.7 times higher than that of without whiskers. But flow-ability of salt melt will be greatly degraded because of the high apparent viscosity when excess whiskers were added.

**Key words:** high pressure die casting; composite; salt-core; whisker

水溶性盐芯因其优异的溃散性而主要用于非常难清理的复杂内腔或细长孔道的铸造生产中, 但因其强度低, 易吸湿, 对铸件和设备有腐蚀性而使盐芯的应用受到一定限制。其中盐芯的强度低、韧性差是阻碍其应用的瓶颈。长期以来, 人们为提高盐芯的力学性能特别是强度和韧性, 做了大量研发工作, 并不断有专利问世。虽然其中相当多的专利和研究都涉及到水溶性盐芯的陶瓷颗粒强化, 但将陶瓷晶须引入到铸造

用盐芯的强化制备工艺中似很少有人研究, 探讨其强化机理更无人涉及<sup>[1-5]</sup>。

所谓的晶须是指以单晶形式生长的形状类似于短纤维, 而尺寸远小于短纤维的须状单晶体。由于晶须在结晶时的原子结构排列高度有序, 以致容纳不下能够消弱晶体的较大缺陷, 如颗粒界面、空洞、位错等, 近乎完全晶体, 致使晶须的强度接近与材料原子间价键的理论强度, 远远超过目前所使用的大量增强剂。

收稿日期: 2007-09-18收到初稿, 2007-10-28收到修订稿。

作者简介: 万里 (1970-), 男, 湖北松滋人, 副教授, 研究方向为有色金属的铸造成形工艺及装备。E-mail: genki2001@163.com

晶须作为一种新型增强剂,可显著提高复合材料的强度、韧性、耐热性、耐磨性等性能,因此在塑料/树脂及金属基复合材料领域得到了大量应用<sup>[6-7]</sup>。

基于此,作者以某些内腔结构复杂、质量要求高,用传统型芯难以满足的高压成形(如压铸、挤压铸造)铸件为对象,将陶瓷晶须引入盐芯中,旨在开发一种新的高强韧水溶性盐芯及制备技术。作者采用重力金属型浇注成形法,试验研究了以硼酸铝晶须为强化相的卤化物盐芯的制备工艺,探讨了晶须对盐芯的成形特征、凝固组织、抗吸湿性、水溶性及力学性能等的影响,初步分析了盐芯的强化机理,为工业应用提供了理论上的指导。

## 1 试验方法

### 1.1 试验材料及物理性能

以工业纯NaCl(纯度为91.2%)、KCl盐(纯度为94.3%)为原材料制作盐芯,增强相为购自于广西冶金研究院的硼酸铝晶须ABOw( $9Al_2O_3 \cdot 2B_2O_3$ ),其物理性能如表1所示。

表1 硼酸铝晶须的基本物理参数

Table 1 Physical properties of aluminum borate whiskers

色相 形状	直径 /μm	长度 /μm	相对密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	弹性模量 /GPa	抗拉强度 /GPa	熔点 /℃
白色针状	0.5~1.0	10~30	2.93	400.0	8.0	1 440

### 1.2 试验方法

首先使用电子天平称取预定量的晶须和盐,将其混合均匀放入烘箱中烘干后备用,烘箱温度设置在130℃。然后将烘干的混合料放入电炉内的小石墨坩锅中熔化。在盐完全熔化后,用搅拌棒开始手动搅拌,使卤化盐与晶须充分混合。控制熔融盐的温度超过盐的熔点50℃(即过热度为50℃)左右时停止搅拌,直接将熔融混合物迅速浇入室温的标准试样金属模中。凝固10 s左右后,将试样迅速取出空冷,以防止裂纹产生。每一试验重复制取3个试样。试验所用模具为自制金属模具,如图1所示。盐芯试样的设计采用砂型标准抗弯试样结构及尺寸。制取试样后,首先观察外观质量,测定收缩率;然后在SWG杠杆式万能强度试验机上按GB/T14235.2—93标准测定抗弯强度,并观察试样断口组织。

试样水溶性测定方法为:常温常压下,将一定形状和体积的水溶芯置于静止水中(25℃纯净自来水),

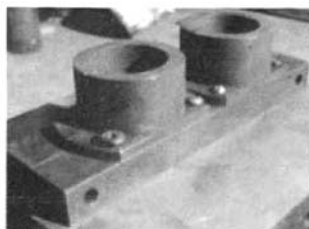


图1 试样模具照片

Fig. 1 Photo of experimental die

测试其完全溶于水所需时间,然后计算单位时间内水溶芯溶于水的体积( $\text{cm}^3/\text{min}$ )<sup>[8]</sup>。吸湿性测定是将一定重量的试样放置在装有水的容器上方存放一周(室温常压)后测其质量变化率,并将该变化率定义为吸湿率,即吸湿率=(吸湿后质量-吸湿前质量)/吸湿前质量。制备的盐芯试样如图2所示。

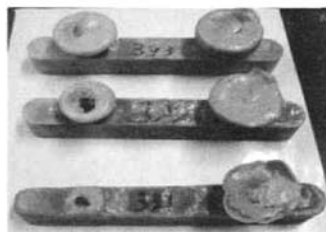


图2 制备的试验用盐芯

Fig. 2 Salt-core specimens for test

## 2 试验结果与分析

### 2.1 盐芯的浇注成形特征

#### 2.1.1 盐芯表面质量

试验所制备的KCl盐芯试样表面形状如图3所示。未添加晶须时(图3a),盐芯表面存在很多折皱。显然,盐芯表面折皱一方面影响到铸件表面粗糙度;另一方面,折皱易促使微观裂纹产生,影响盐芯强度和韧性。而当加入晶须且量逐渐增大时,折皱减轻,表面变得光滑(图3b,图3c)。因此采用硼酸铝晶须增强卤化盐可获得外观较光滑平整的盐芯。

对试样表面折皱形成原因,借鉴纯金属凝固初期,用如下所示金属表层自由变形曲率公式<sup>[9]</sup>加以说明。

$$\frac{1}{r} = \frac{\alpha h (T_0 - T_m)}{\lambda} \quad (1)$$

上式中, $h$ 为熔盐与铸型间热传导系数, $\alpha$ 为线膨胀系数, $T_m$ 为浇注时铸型温度, $T_0$ 为熔盐浇注温度, $\lambda$ 为热导率。由此可得出,线膨胀系数、热传导系数、



(a) (KCl)



(b) (KCl+6.0mass%ABOw)



(c) (KCl+9.0mass%ABOw)

图3 盐芯试样的表面质量

Fig. 3 Surface structure of salt-core reinforced by whiskers

熔盐与铸型的温差越小,而热导率越大时,则型壳的曲率越小,试样表面折皱越少。虽然晶须的加入会导致盐芯的粘度上升,粘度是否对盐芯表面折皱有影响目前尚不得而知,但在本试验中可认为曲率的变化主要系材料热导率变化引起。当没有加入晶须时,因纯盐热导率很小,仅为金属的几十分之一,所以试样表面曲率半径很大,折皱多。加入晶须后,复合盐芯热导率变大,且热导率随晶须加入量增加而增大,从而导致复合盐芯表面质量变好。

### 2.1.2 盐芯的裂纹产生及消除

由于盐芯为脆性材料,产生裂纹倾向很大。事实上,在试验中,裂纹成为制备盐芯的主要质量缺陷。图4所示为盐芯试样在冒口颈附近所产生的裂纹,特征是沿晶界扩展,外形曲折,表面不规则,颜色较暗,由此可知裂纹为热裂纹。热裂纹产生原因主要在于,所选卤化盐多为脆性材料,盐芯试样在凝固收缩过程中需经历一“高温脆性区”,在此温度区间试样塑性降至最低;同时,盐芯试样在凝固过程中发生横向收缩,直浇道、冒口颈部位由于受铸型机械阻力,阻碍横向收缩,因此易在图示位置产生热裂,且盐芯凝固收缩率越大,产生裂纹倾向越大。基于此,采取了如下措施消除裂纹,效果良好:①在浇冒口部位刷一层涂料改善退让性;②在试样进入凝固“高温脆性区”前将其迅速取出;③改进模具设计,特别是浇、冒口位置及尺寸。



图4 试样热裂部位示意图

Fig. 4 Hot crack occurred in salt-core

### 2.1.3 盐芯的收缩特性

如上所述,盐芯凝固收缩是产生裂纹主要原因,若减小收缩,则利于降低裂纹倾向,因此探明晶须对盐芯收缩率的影响对解决裂纹及成形工艺设计至关重要。盐芯从液态冷却到固态时,体收缩率 $\epsilon_v$ 可定义为: $\epsilon_v = (V_l - V_0) / V_0 \times 100\%$ ,式中: $V_0$ 、 $V_l$ ——盐芯在固态和液态时的值。图5所示为添加不同陶瓷晶须量的盐芯体收缩

率试验结果。从图中可看出,随晶须添加量增加,盐芯试样体收缩率减小。当硼酸铝晶须添加量为2.5 mass%时,NaCl盐芯体收缩率达最低为8.1%;而当硼酸铝晶须的添加量为4.5 mass%时,KCl盐芯体收缩率最低为9.0%。此后盐芯体收缩率又有所增加,这主要是因为当晶须添加量达到一定值后,熔融盐的流动性急剧下降,使盐芯试样得不到足够的补缩,从而使所制试样体收缩率有所上升。上述结果与采用陶瓷颗粒如莫来石等增强盐芯所得的试验结果<sup>[9]</sup>与根据凝固收缩率的理论计算公式计算所得的结果相一致,即对于本试验,晶须添加量越大,复合盐芯凝固收缩率越小。由此也可知,添加晶须有利于消除上节所述的热裂纹。

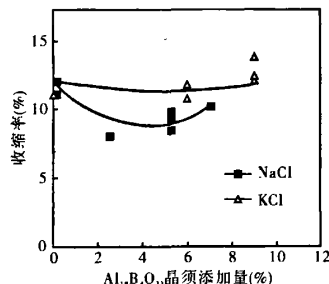


图5 陶瓷晶须对盐芯收缩率的影响

Fig. 5 Effects of whisker fractions on shrinkage rate of salt core

### 2.2 盐芯的凝固组织特征

本试验中所制备的盐芯试样的典型宏观凝固组织含有三个不同形态晶区(图6)。盐芯最外层为激冷细等轴晶区,内部为等轴晶区,中间为柱状晶区。由于柱状晶区与等轴晶区的宽度及两者比例是决定盐芯力学性能一主要因素,因此采用浇注法制作盐芯时,为获得更高强度,希望获得全部细等轴晶,为此要求抑制柱状晶产生和生长。

对比图6可发现,随晶须加入量增加,盐芯柱状晶区减小,内部等轴晶区增大。盐芯柱状晶区与等轴晶区比例差异表明晶须含量对盐芯凝固组织有重要影响。硼酸铝晶须由于尺寸小、耐热性高,在凝固过程中,能很好起到非均质形核作用,使游离晶核数量增加,从而利于细化晶粒及增大盐芯内部等轴晶宽度。此外,由图6可验证上节试验结果,即随晶须加入量增加,盐芯断面组织缩孔减少。这是因晶须加入降低了盐芯收

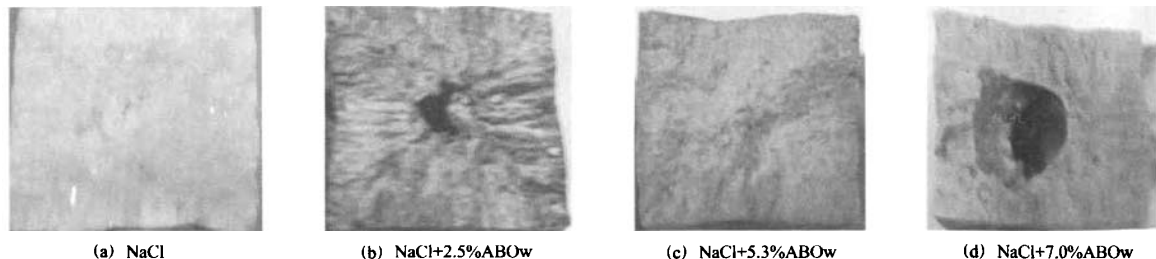


图6 盐芯组织

Fig. 6 Macrostructure of salt-core

缩率,从而利于试样补缩,试样断面缩孔减小。虽然在图6d中出现了与上述结果相矛盾的地方即孔又反而变大的现象,但经仔细观察孔表面非常光滑,应为气孔的可能性高。这是由于晶须加入量多,盐芯粘度急剧升高,浇注时卷入的气体不易排除。

### 2.3 盐芯的水溶特性

试验发现,将盐芯放入水中,盐芯表面很快开始有大量气泡逸出,之后表面产生大量孔隙,孔隙处的卤化盐快速溶解,然后晶须由于失去基体而脱落,盐芯表面出现小部分坍塌。随孔隙不断扩大,盐芯开始大面积坍塌,最后残余为陶瓷晶须结成的骨架,图7所示为盐芯溶解溃散的宏观照片图。



图7 盐芯溃散坍塌时的宏观照片图

Fig. 7 Photo of salt-core dissolving into water

如图8所示,随晶须加入增加,KCl和NaCl盐芯溃散时间随之延长,最大加入量(指能浇注并完全成形的最大加入量)时的复合盐芯比纯盐芯的溃散时间延长15~20 min。完全溃散时间与所选用的盐芯材料有关,如KCl比NaCl复合盐芯的溃散时间长,这主要是因为室温(20℃)条件下,KCl溶解度(35.1 g)低于NaCl溶解度(36.1 g)<sup>[9]</sup>的原因。

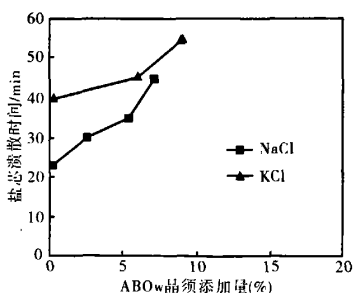


图8 晶须加入量与盐芯溃散性的关系

Fig. 8 Influence of whiskers addition on dissolution time

### 2.4 盐芯的抗吸湿特性

众所周知,盐芯的一大缺点是在空气中易吸湿,抗吸湿性差。盐芯能否满足批量生产取决于在生产环境下的可存放时间及可重复烘干性。一般来说,浇注纯盐芯的吸湿性不大,而添加铝矾土、氧化铝等增强材料后则会降低盐芯抗吸湿性<sup>[10]</sup>。但加入晶须后,盐芯的抗吸湿性能提高(图9)。从图9可看出,在室内环境下,100%

质量分数的NaCl、KCl盐芯试样吸湿率分别为0.23%、0.21%,加入硼酸铝晶须后,两种材料盐芯的吸湿率均低于0.05%,几乎不吸潮。由此说明加入陶瓷晶须的复合盐芯在室内环境下存放,吸湿性低。且随硼酸铝晶须加入量增加,复合盐芯抗吸湿性能提高。

分析认为,复合盐芯的吸附是由于 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 的水合作用而引起水的化学吸附和毛细吸附引起,其中化学吸附占绝大部分。由于硼酸铝晶须均匀地分布在盐芯组织基体中,对盐芯结构有一定填充阻滞作用,从而降低 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 的水合作用。且由于硼酸铝晶须强度非常高,在盐芯中网状结构不易断开,减小盐芯吸潮面积,上述两方面综合作用提高了盐芯抗吸湿性。

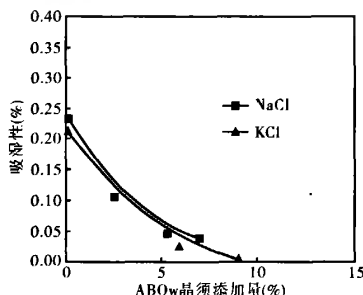


图9 陶瓷晶须与盐芯吸湿性的关系

Fig. 9 Relationship between moisture absorption and whiskers additions

### 2.5 盐芯的强度特性

图10所示为硼酸铝晶须(ABOw)分别增强NaCl、KCl盐芯的质量分数与抗弯强度关系图。由图可知,随晶须加入量增加,盐芯抗弯强度也随之增加。当NaCl、KCl盐芯试样ABOw最大加入量分别为7 mass%和9 mass%时,抗弯强度分别为9.25 MPa和16.50 MPa,约为纯盐芯强度的3.7倍和6.0倍,因此采用硼酸铝晶须可显著提高盐芯力学强度。

在向卤化盐添加适量晶须时,由于晶须本身结构纤细,均匀分散在基体中,起着骨架作用。同时晶须的存在能发展定向结构,又不产生各向异性,可减少缺陷生成,有效传递应力,阻止裂纹扩展,因而大大提高盐芯强度<sup>[7]</sup>。

增强相在混合物中的比例对复合盐芯的抗弯强度影响的理论公式可由下式给出<sup>[11]</sup>:

$$\sigma_c = C \cdot \sigma_a \cdot f \quad (2)$$

式中 $C$ 为比例系数, $f$ 为增强相的体积分数, $\sigma_a$ 为复合盐芯理论强度。从上式可看出,在复合盐芯中,晶须体积分数越大,盐芯理论抗弯强度越高,这与图10所示的试验数据一致。但在实际试验中,由于晶须加入量达一定质量分数后(如NaCl盐芯中ABOw的质量分数为10%时),熔融盐粘性急剧升高,流动性恶化,从而使浇注过程难以进行。试验结果发现,采用硼酸铝晶须增强NaCl、KCl盐芯时的最大加入量分别约为7 mass%、9 mass%。



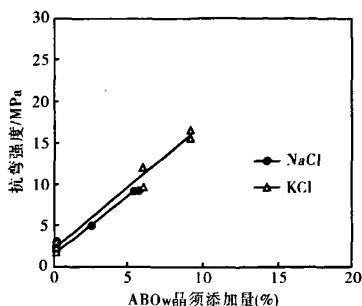


图10 陶瓷晶须对盐芯抗弯强度的影响

Fig. 10 Effects of whisker on bending strength of salt core

当ABOw最大加入量分别为7 mass%和9 mass%时, 其NaCl、KCl盐芯的抗弯强度分别为9.25 MPa和16.50 MPa, 比纯盐芯强度提高约3.7倍和6.0倍。

### 参考文献:

- [1] 万里, 徐鹏程. 一种高压铸造用水溶性盐芯 [P]. 中国, 专利申请号: 200710052345.3, 2007.
- [2] 罗继相. 耐高压易溶芯的研制与应用 [J]. 铸造, 2002 (2): 92-95.
- [3] 八百川盾, 等. セラミックスを复合した盐化カリウム中子の熔融成形性と强度 [J]. 铸造工学 (日), 2004, 76 (10): 823-829.
- [4] 八百川盾, 等. ホウ酸アルミニウムウイスカで強化したアルカリハライド中子の强度 [J]. 铸造工学 (日), 2006, 78 (2): 59-64.
- [5] 徐鹏程. 高强度水溶性卤化物型芯的研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
- [6] 徐兆瑜. 晶须的研究和应用新进展 [J]. 化工技术与开发, 2005 (2): 11-17.
- [7] 杨洁颖, 梁国正, 唐玉生, 等. 硼酸铝晶须增强氰酸酯树脂/玻璃布复合材料的研究 [J]. 航空学报, 2006 (2): 331-336.
- [8] 杜志龙. 热压注成形复合水溶芯的研究 [D]. 成都: 四川大学, 2005.
- [9] 冯光熙, 黄祥玉, 申伴文, 等. 无机化学丛书第一卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [10] Alexander, Kevin, Howard Jet. Moulding. US Patent [P]. 4629708, 1986.

(编辑: 田世江, tsj@foundryworld.com)

## 3 结论

- (1) 采用晶须增强复合盐芯表面起皱少, 晶须加入量越大, 盐芯表面质量越好。
- (2) 晶须加入细化晶粒组织, 降低盐芯凝固收缩率, 盐芯内部缩孔与缩松减少。当硼酸铝晶须添加量为2.5 mass%和4.5 mass%时, NaCl和KCl盐芯体收缩率分别达到最低约为8.1%和9.0%。
- (3) 复合盐芯水溶性能下降, 溃散时间延长。静止浸泡条件下一一般在20~40 min内可完全溃散。
- (4) 晶须增强复合盐芯抗吸湿性好, 优于纯盐芯; 且随硼酸铝晶须加入量增加, 复合盐芯的抗吸湿性提高。
- (5) 复合盐芯抗弯强度随晶须加入量增加而增大。



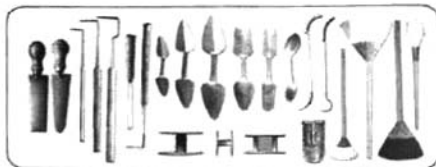
河北省枣强县西果铸造工具厂

诚征各地代理

我厂是生产铸造用芯撑(铸顶)、涂粉笔、造型工具的专业制造厂, 30年来生产的“西果”系列铸具销往全国各地, 质量信誉好, 服务到位, 规格全, 当日邮寄。可供图定做, 产品实行三包, 欢迎国内外新老客户洽谈。

- 一、芯撑(工字型铸卡): 各种高度、形状(圆、方、长方、异形)、单柱、双柱、多柱、普通轴、螺纹轴、表面镀锌、镀锡, 以及各种垫片。
- 二、涂粉笔: 羊毛排笔7~12cm (10个品种), 水笔1.2~2cm (3个品种), 猪鬃排笔等。
- 三、修造型工具(材质: 不锈钢、弹簧钢)

								/mm
名称	型号	规格	名称	型号	规格	名称	规格	
刮刀	2"	170×46	圆竹批	2"	280×24	压勾	1"	260×52
	3"	175×45	平竹批	4"	260×20		2"	250×45
尖头刮刀	2"	150×43	钩批	3"	260×22		4"	200×32
	1"	360×16		2"	300×20×14		压二型压勾	1"
提钩	1"	360×16	秋叶	2"	180×32×22	法兰钩	2"	260×13
	3"	320×12	齐头压勾	3"	200×32	托钩头	2"	220×16×φ25
	3"	280×8	双齐头压勾	2"	220×30	直角光子	2"	75×36×20



- 如图:
1. 刮刀3#
  2. 尖头刮刀1#
  3. 单开提钩4#
  4. 双开提钩2#
  5. 鹤膝提钩1#
  6. 圆竹批4#
  7. 钩批2#
  8. 压勾4#
  9. 压二型压勾1#
  10. 压勾1#
  11. 齐头压勾1#
  12. 双齐头压勾2#
  13. 秋叶2#
  14. 法兰钩2#
  15. 法兰锥2#
  16. 直角光子2#
  17. 提笔(3, 7, 6cm)
  18. 圆水笔中18
  19. 泥芯棒(中下)

网址: www.xgzj.cn 联系人: 王丙迁 王恒果  
电话: 0318-8438663 传真: 0318-8438663  
开户行: 枣强县建设南路信用社 帐号: 2011075956

手机: 13803182813 13932828519  
银行汇款: 河北省枣强县西果铸造工具厂  
农行金穗卡号: 9559982130333299215 (王丙迁)

# 陶瓷晶须增强水溶性盐芯成形特征与使用性能

作者: [万里](#), [徐鹏程](#), [罗吉荣](#), [WAN Li](#), [XU Peng-cheng](#), [LUO Ji-rong](#)  
 作者单位: [华中科技大学材料成型及模具技术国家重点实验室, 湖北武汉, 430074](#)  
 刊名: [铸造](#) **ISTIC** **PKU**  
 英文刊名: [CHINA FOUNDRY](#)  
 年, 卷(期): 2008, 57(3)  
 引用次数: 0次

## 参考文献(10条)

1. [万里](#), [徐鹏程](#) [一种高压铸造用水溶性盐芯](#) 2007
2. [罗继相](#) [耐高压易溶芯的研制与应用](#)[期刊论文]-[铸造](#) 2002(2)
3. [八百川盾](#) [セラミックスな复合した盐化力リウム中子の熔融成形性と强度](#) 2004(10)
4. [八百川盾](#) [ホウ酸アルミニウムウイス力て强化したアルカリハライト中子强度](#) 2006(2)
5. [徐鹏程](#) [高强度水溶性卤化物型芯的研究](#) 2007
6. [徐兆瑜](#) [晶须的研究和应用新进展](#)[期刊论文]-[化工技术与开发](#) 2005(2)
7. [杨洁颖](#), [梁国正](#), [唐玉生](#), [房红强](#), [任鹏刚](#) [硼酸铝晶须增强氰酸酯树脂/玻璃布复合材料的研究](#)[期刊论文]-[航空学报](#) 2006(2)
8. [杜志龙](#) [热压注成形复合水溶芯的研究](#)[学位论文] 2005
9. [冯光熙](#), [黄祥玉](#), [申伴文](#) [无机化学丛书第一卷](#) 1998
10. [Alexander, Kevin](#), [Howard Jet Moulding](#) 1986

## 相似文献(4条)

1. 期刊论文 [万里](#), [徐鹏程](#), [李远才](#), [罗吉荣](#), [WAN Li](#), [XU Peng-cheng](#), [LI Yuan-cai](#), [LUO Ji-rong](#) [高压铸造用水溶性盐芯的陶瓷晶须增强机理与影响因素](#) -[铸造](#)2008, 57(6)

采用熔铸造法制备了硼酸铝晶须强化的水溶性NaCl、KCl盐芯标准抗弯试样,测定了抗弯强度,通过观察断口组织与形貌,初步探讨了盐芯的增强机理以及影响盐芯强度的相关因素.试验结果表明:硼酸铝晶须的加入提高了NaCl、KCl盐芯的强度,但KCl盐芯的增强效果好于NaCl盐芯.陶瓷晶须对盐芯的增强是由于产生了负荷传递效应和裂纹偏转效应,而晶须在基体界面中的拔出效应影响则不显著.晶须与盐芯的界面作用主要为物理结合而非化学结合方式.晶须在盐芯中容易团聚,削弱了晶须对盐芯的强化作用.晶须在NaCl盐芯中强化效果较差的原因在于二者的物理匹配差异大和NaCl盐芯中含有杂质Mg.

2. 会议论文 [马宗义](#), [姚忠凯](#) [SiCw/6061Al复合材料的组织与性能](#) 1988

该文对用高压铸造法制备的SiCw/6061Al复合材料成功地进行了热挤压试验,并进行了压铸材料和挤压材料的拉伸试验.使用扫描电镜(SEM)、透射电镜(TEM)和X射线能谱分析(EDXA)对复合材料的断口和微观结构进行了分析.结果表明,该复合材料具有良好的比强度、比模量和优异的高温性能.挤压可以改善材料的综合机械性能,并把各向同性复合材料变为各向异性.复合材料断口由细小均匀的等轴状韧窝组成.拔出的晶须是很少见的,并且粘着有铝.晶须周围基体中存在高密度的位错.层错是SiC晶须中常见的一种面缺陷.晶须与基体的界面结合良好,不存在铝向晶须内部的扩散.(本刊录)

3. 期刊论文 [碳纤维与镁的复合材料开发成功](#) -[高科技纤维与应用](#)2001, 26(6)

位于日本静冈县沼津市的エー・エム・テクノロジー公司与京都大学、先端材料公司等单位共同开发成功碳纤维与镁的复合材料.这利复合材料的拉伸强度为1 200MPa,杨氏弹性模量为570GPa,据说,为世界上最高水.作为这种轻质、牢固的新材料,今后预测在宇宙、飞机用材料以及赛车、赛船等体育领域中是需要的.这种复合材料的开发,曾获得科学技术振兴事业团的补助金.这种碳纤维与镁的复合材料的开发工艺,首先,在3 000℃下将碳纤维进行烧结使其石墨化.而后,在700-800℃下将镁熔化于石墨化的碳纤维中,再通过高压铸造法进行复合化制成产品.

4. 会议论文 [邹茂华](#), [刘昌明](#), [左宏志](#), [王开](#), [谷忠明](#), [范增](#), [李德全](#), [吴均](#) [ZL112Y半固态压铸摩托车零件的组织 and 力学性能研究](#) 2004

本文为了研究半固态高压铸造成形技术对零件的组织 and 力学性能的影响,对ZL112Y铝合金在半固态下压铸成形JH70型摩托车发电机支架零件进行了本体解剖,制作了金相观察试样和拉伸试验非标试样,观察了试样不同部位的组织特征,测定了零件的强度、塑性和硬度.试验结果表明:半固态压铸成形零件具有消除高压铸造零件的内部孔洞和组织疏松的特点,因此可以通过热处理来提高零件的力学性能.该半固态零件的最高抗拉强度、平均抗拉强度,平均屈服强度、平均延伸率和平均硬度HRB值比液态成形零件分别提高了60.10%,50.83%,41.52%,514.29%,12.41%.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zz200803009.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zz200803009.aspx)

下载时间: 2009年12月20日