

# Al - Si 合金离心铸造产生气孔的原因及防止措施

谭银元

(武汉船舶职业技术学院船舶工程系 湖北 武汉 430050)

**摘要:**通过对离心铸造条件下,Al - Si 合金气孔形态分布特点以及形成条件的研究,揭示了离心铸造工艺参数与气孔形成的内在联系,指出了产生坑孔和侵入气孔的原因,提出了防止气孔产生的措施。

**关键词:**Al - Si 合金;气孔;离心铸造

**中图分类号:**TG249.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1671 - 8100(2003)01 - 0028 - 02

用离心铸造方法的方法生产过共晶 Al - Si 梯度功能材料,具有设备简单、生产效率高、成本低、合成的梯度功能材料稳定以及能够制备满足生产实际需要的高致密度、大尺寸的梯度功能材料等优点,是一种目前普遍采用的先进铸造工艺<sup>[1]</sup>。但由于铸造工艺参数和铸型结构选择不当,常出现缩孔、偏析、气孔等铸造缺陷,废品率较高。因此探讨离心铸造 Al - Si 合金气孔的形成原因,并提出相应的防止措施,具有重要的意义。

## 1 气孔的形态和分布特点

Al - Si 合金离心铸造产生的气孔主要以两种形式存在:一种分布于铸件外表面,断面呈喇叭状,直径约 1 ~ 2 mm,外大内小向内延伸,称坑孔;另一种分布于铸件内,呈梨形,直径约 2 ~ 4 mm,称侵入气孔。对现场生产的铸件剖切分析,发现侵入气孔分布于铸件整个断面,说明气孔的产生与涂层的状况、离心铸造工艺参数以及铸型结构有关。

## 2 气孔产生的条件

### 2.1 气体的来源

铝合金吸气倾向大,在通常熔炼条件下,即使进行去气处理,也极易出现析出性气体<sup>[2]</sup>。Al - Si 合金中的气体主要来自铝液中熔解的氢,以及涂层中的结晶水及粘结剂等所含的易挥发成分,这些成分在高温金属液充填和冷凝过程中均会气

化而作用于涂层/金属液界面。

当采用毫无透气性的金属型铸造时,气体只有沿涂层内的孔隙或铸件外壁收缩后在铸型和铸件之间形成的排气通道中沿轴向逸散。因此在涂层被高温金属液封闭而过热的初期,涂层中产生的气体会迅速集聚而使涂层/金属液界面的气体压力急剧升高,成为 Al - Si 合金产生坑孔和侵入气孔的气体来源。

### 2.2 气体侵入金属液的条件

在离心铸造条件下,涂层/金属液界面聚集的气体侵入金属液的条件是:

$$P_c > P_l = P_i + P_s$$

式中  $P_c$  ——界面气体的压力。

$P_l$  ——金属液阻止气体侵入的总抗力。

$P_i$  ——金属液内压力,取决于金属液密度和离心状态下的重力系数。

$P_s$  ——金属液表面阻力,与金属液浓度和表面张力有关。

当铸件外壁未凝固成坚硬的封闭外壳而处于液态或液固共存时,若  $P_c > P_l$ ,则界面气体以离散气泡的形式多通道地突破金属液表面逐个进入金属液。

## 3 产生气孔的原因

### 3.1 产生坑孔的原因

在铸件外壁,浇入铸型中的金属液,受到铸型的激冷作用,金属液温度迅速降低,随着外壁的凝

收稿日期:2002 - 11 - 06

作者简介:谭银元,男,副教授,主要从事铸造合金及熔炼与计算机应用方面的教学和科研工作。

固,气泡滞留在铸件表层。当 Al - Si 合金液固共存时间较长时,金属液表面的回复抗力低于入侵气体的压力,以至金属液表面在气体入侵过程中不可能重新闭合。当  $P_C = P_L$ , 气体停止入侵,并使入侵通道完全封闭,气体滞留在铸件表层,凝固后在铸件表面形成坑孔。

由此可见,坑孔是在金属液筒体外壁开始凝固至已经结壳的外壁收缩脱离铸型阶段形成的,与涂层气体大小、铸件凝固特性有关,并受制于浇注温度和离心力场的作用。

### 3.2 产生侵入气孔的原因

已经入侵到铸件内部的气体,由于密度小,在离心力作用下,迅速向铸件内表面移动。当铸件内表面未凝固时,气体将从合金液中分离出来;当铸件内表面已经凝固,而一部分尚未分离出来的气体便凝固在铸件中,于是形成侵入气孔。由于铸件整个断面上各点气泡运动的速度不同,因此侵入气孔分布于铸件整个断面不同位置。

由此可见,侵入气孔是在铸件内表面凝固结壳之前,由于离心力不足以将气泡全部迅速地从合金液中分离出来所形成的,与重力系数、浇注温度、浇注时间有关。

## 4 防止气孔产生的措施

### 4.1 选择合适的离心铸造工艺参数

由于离心铸造产生气孔与偏析等缺陷的原因相反,故在确定铸造工艺参数时应统筹兼顾,在不加剧偏析等其它缺陷的前提下:

(1) 尽量选择高的重力系数,可以提高金属液的内压力和离心力,有利于消除坑孔和侵入气孔。Al - Si 合金离心铸造为消除坑孔和侵入气孔,  $G$  值可取 45 - 60。

(2) 选择适当的浇注温度。当浇注温度过高,铝合金中溶解的气体过多,凝固时一部分气体难以排出;当浇注温度过低,铝合金凝固时间过短,气体也难以排出。合适的浇注温度可控制在 700 ~ 720 。

(3) 对铸型和涂层充分烘烤,彻底除去铸型中隐藏的气体并使涂层脱水,减少气体来源。

铸型预热温度一般控制在 120 ~ 180 。

### 4.2 改进铸型结构

(1) 在铸型工作表面钻排气孔,并用水玻璃砂或较粗粒度的普通型砂填塞,增加金属液/涂层界面的气体排气通道,有利于防止坑孔的产生。

(2) 模盖内孔放大,有利于铸型中气体排出,可防止侵入气孔的产生。

## 5 结 论

(1) Al - Si 合金离心铸造产生坑孔的原因在于金属液表面的回复抗力低于入侵气体的压力;产生侵入气孔的原因在于铸件内表面凝固结壳之前离心力不足以将气泡全部迅速地从合金液中分离出来。

(2) 选择合适的离心铸造工艺参数和改进铸型结构可以有效地防止气孔产生。

## 参 考 文 献

- [1] 谭银元. 离心铸造 Al - 16wt %Si 合金自生梯度复合材料[J]. 复合材料学报, 2002, Vol. 19(5): 47 ~ 51  
[2] 《铸造有色合金及其熔炼》联合编写组. 铸造有色合金及其熔炼[M]. 北京:国防工业出版社, 1980

# Reasons for Producing Gas Hole and Prevention Measurement under Centrifugal Casting for Al - Si Alloy

Tan Yingyuan

(Wuhan Institute of Shipbuilding Technology Wuhan Hubei 430050)

Abstract: The shape and distribution characteristics and the formation condition of gas hole for Al - Si alloy under conditions of centrifugal casting have been investigated, so that the internal relationships between the formation of gas hole and the technological parameters of centrifugal casting can be revealed. The reason for producing pit hole were also pointed out. The measures for prevention of it were proposed.

Key words: gas hole; Al - Si alloy; centrifugal casting