

文章编号 1007-6832(1999)03-0040-03

(10)

40-42, 47

## Al-Si 系多元铸造铝合金变质工艺探讨

卫广智, 朱建培

(贵州工业大学冶金系, 贵州 贵阳 550003)

TG136.1

TG146.21

**摘要:**分别用 Na, Sr, Sb 对自行研制的 Al-Si 系多元合金进行了变质处理, 结果表明用 Sb 变质处理的合金铸态强韧性均超过同成分的时效强化合金, 也超过日本 ADC12 合金, 为 Al-Si 系合金铸件生产提供了一种新合金及其新工艺。

**关键词:**变质处理; 时效强化; Al-Si 系多元合金

**中图分类号:** TG146.21; TG243.1

**文献标识码:** A

铸造铝合金

## 0 引言

Al-Si 系多元铸造铝合金具有良好的铸造工艺性能和致密性, 是当前工业上应用最广泛的铸造铝合金。该类合金的强化手段不外乎两种, 即变质处理或时效强化, 目前我国 Al-Si 系多元合金的铸态机械性能不高, 均需热处理时效强化。而与我国 Al-Si 系多元合金相近的日本 ADC12 合金不用热处理时效强化, 其抗拉强度  $\sigma_b$  高达 294 MPa, 延伸率  $\delta$  高达 2.0%。针对上述情况, 参考日本 ADC12 合金成分要求, 我们研制了一种新型铸造铝合金, 该合金和日本 ADC12 合金的成分范围见表 1

表 1

合金代号	主要元素 %							Al
	Si	Cu	Mg	Mn	其它			
ADC12	9.6~12.0	1.5~3.5	<0.3	<0.5	Zn<1.0	Sn<0.3	Ni<0.5	余量
自制合金	10.5~12.0	2.5~3.5	0.25~0.35	0.3~0.5	Ti 0.10~0.20		Ni 0.4~0.6	余量

实验结果表明, 该合金经变质处理后, 铸态性能超过日本 ADC12 合金, 因而可省去热处理时效强化工艺, 显示了 Al-Si 系多元合金铸件生产中能简化工艺, 降低能耗方面的巨大潜力。

## 1 实验方法

本文的前期工作是通过正交实验法找出该合金的最佳化学成分, 所用金属元素均为工业上生产铝合金的原材料, 用传统熔炼工艺在 SG-7.5-10 坩埚电阻炉中用坩埚冶炼, 待各组元完全溶解后, 经除渣, 精炼, 排气后, 将未变质处理和经各种变质处理的合金分别浇入金属拉伸棒模中, 每组合金浇铸 8~10 根标准拉伸棒, 挑选五根外观无铸造缺陷的拉伸棒, 在 IN-

STRON8501 试验机上测定其力学性能指标,在德国蔡司卧式金相显微镜上进行金相观察分析变质效果并拍照。对变质效果最好的一组 and 未变质处理的一组合金,再用热处理时效强化,比较其力学性能指标,确定该合金的最佳强化工艺。

## 2 实验结果及讨论

一组未变质处理和三组经 Na, Sr, Sb 变质处理的变质工艺,变质剂的加入量以及测定的抗拉强度  $\sigma_b$  和延伸率  $\delta$  的平均值见表 2

表 2

组别	变质温度, C	变质时间,分	变质剂加入量	$\sigma_b$ MPa	$\delta$ %
1		未变质		264.7	1.8
2	720±5	10	0.014%Na	286	2.6
3	720±5	30	0.04%Sr	290	2.9
4	720±5	30	0.5%Sb	306.3	3.1

由表 2 数据可知,经三种变质剂变质处理的合金均使  $\sigma_b$  和  $\delta$  值提高, Sb 的变质效果显著。

金相分析,图 1~4 分别为未变质、Na 变质, Sr 变质和 Sb 变质处理的铸态金相照片,从图 1 可看出组织中有灰色粗大块状初晶硅和灰色针状及片状共晶硅,对基体有割裂作用,因此  $\sigma_b$  和  $\delta$  值均不高。从经变质处理的三组合金的铸态组织可看出,初晶硅及共晶硅均为细小点状和针状,但  $\alpha$ (Al) 固溶体的组织形态差异较大,用 Na 和 Sr 变质处理,其  $\alpha$ (Al) 固溶体呈粗大的树枝状晶,说明该两种变质剂易造成  $\alpha$ (Al) 固溶体的择优生长,且 Sr 的作用明显,而用 Sb 变质处理的  $\alpha$ (Al) 固溶体的树枝状结晶不发达,基本上呈等轴状,因此其  $\sigma_b$  和  $\delta$  值均较高。

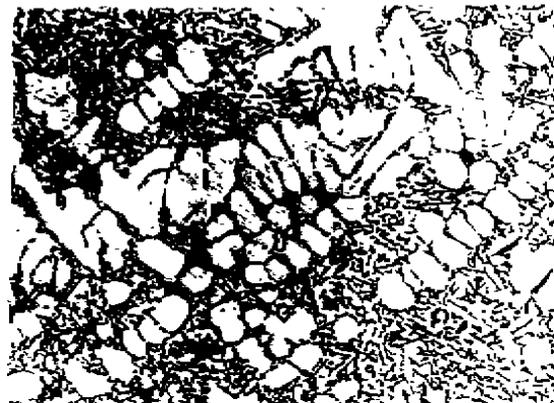


图 1 未变质  $\times 200$  0.5%HF 水溶液浸蚀 图 2 Na 变质  $\times 200$  0.5%HF 水溶液浸蚀

为了探讨该种合金最佳强韧化处理工艺,对第一组(未变质)和第四组(变质效果最好)的合金又分别进行了热处理时效强化,其目的是比较时效强化和变质处理对该种合金的强韧化贡献,以便得出正确的结论。其热处理工艺条件及测定的  $\sigma_b$  和  $\delta$  的平均值见表 3。

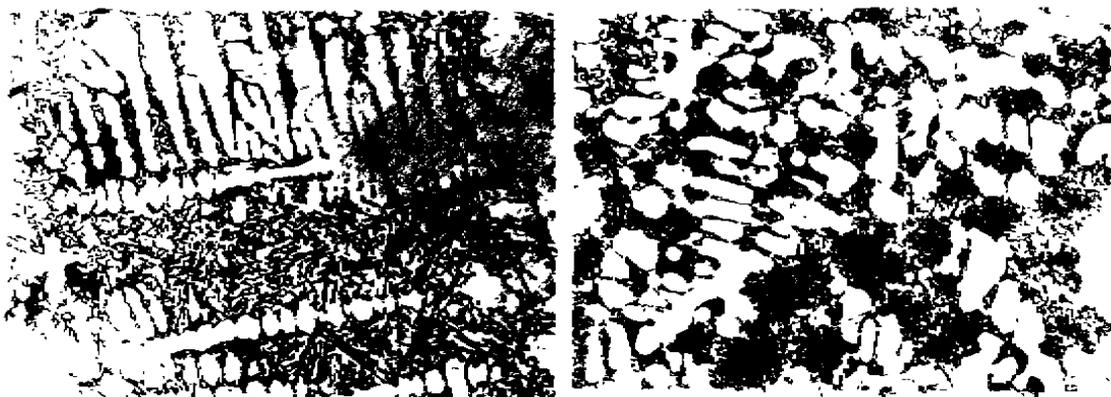


图 3 Sr 变质  $\times 200$  0.5%HF 水溶液浸蚀 图 4 Sb 变质  $\times 200$  0.5%HF 水溶液浸蚀  
表 3

组别	固溶处理		时效处理		$\sigma_b$ MPa	$\delta$ %	备注
	温度, $^{\circ}\text{C}$	时间, 小时	温度, $^{\circ}\text{C}$	时间, 小时			
5	520 $\pm$ 10	10	150 $\pm$ 5	10	387	1.2	未变质
6	520 $\pm$ 10	10	150 $\pm$ 5	10	318	1.5	Sb 变质

从表 3 可知,经热处理时效强化,该种合金的  $\sigma_b$  值增加较多,特别是经变质处理再用热水处理时效强化,其  $\sigma_b$  高达 318 MPa,但延伸率  $\delta$  急骤下降( $\delta < 1.5\%$ ),而日本 ADC12 合金要求其铸态  $\delta$  值不能低于 2%,因此此种合金用热处理时效强化是不可取的。

根据上述实验分析,该种新型铝合金用变质处理方法,其强韧性指标均超过日本 ADC12 合金。目前,工业上应用最广泛的 Sr、Sb 长效变质剂,变质的目的主要是使共晶硅细化,使长针状共晶硅相变成细小点状,以改善合金的机械性能,特别是延伸率。Na 虽能显著细化共晶硅相,但最大缺点是变质有效时间短,不适用金属模连续铸造的要求。Sr 作为变质剂,目前正式在生产上稳定应用的企业还不多,主要是 Sr 变质加入量极微量( $< 0.05\%$ ),常规的氯盐和氟盐熔剂很容易将 Sr 带走,所以用 Sr 变质切忌用盐类熔剂除气精炼,最好用氩气或氮气除气,另外,Sr 变质的合金一般都要用新料,不能使用 Sb 变质的旧料。Sb 是以纯锑的形式加入,由于 Sb 的密度较大,易造成比重偏析,使铝合金液的变质效果不均匀,且 Sb 变质对铸件冷却速度较敏感,要求在较快的冷却速度条件下才能获得良好的变质效果。

### 3 结论

(1) 本文研制的 Al-Si 系多元铸造铝合金,用 Sb 变质处理,其强度和韧性指标均超过日本 ADC12 合金。

(2) Na, Sr 对该种合金能起到一定的变质作用,但不如 Sb 的变质效果显著。

(3) 热处理时效强化虽能提高该种合金的  $\sigma_b$  值,但使  $\delta$  值急剧下降,因此,此种合金不适用于热处理时效强化。

(下转 47 页)

## Improvement on static scale inhibition method through antiscalant agent research

CHEN Wen-jin, LI Yan, ZENG Xiang-qin

(Department of Chemical engineering GUT, Guiyang 550003)

**Abstract:** Experiments have been conducted to examine the influence of different agents and operations on the antiscalant rate's inspection. These experiments have brought about an experimental method of good repeatability and high reliability.

**Key Words:** static scale inhibition method; antiscalant agent

维普资讯 <http://www.cqvip.com>

(上接 42 页)

### 参 考 文 献

- [1] 龚磊清. 铸造铝合金相图谱[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1987: 35~39, 77~84.
- [2] 张 虎等. 加 Sr 变质 12.7%Si 共晶的微观结构[J]. 北京科技大学学报, 1993, 15(3): 252~257.
- [3] 卫广智, 朱建培. 一种 Al—Si 系高强度铸造铝合金的研制[J]. 贵州工业大学学报, 1998, 27(6): 50~53.
- [4] 高泽生. Sr 用于 Al—Si 合金的变质处理[J]. 铝合金加工技术[J], 1994, 15(3): 10~15.

## Technology of modification for Al—Si—Cu—Mg—Mn alloy

WEI Guang-zhi ZHU Jian-pei

(Department of Metallurgical Engineering GUT, Guiyang 550003)

**Abstract:** A new Al—Si—Cu—Mg—Mn alloy has been modified with Na, Sr and Sb separately. It has been found that, if modified with Sb, the alloy cast structure will obtain higher strength and toughness than the alloy ageing structure and alloy Adcl2 do. So it has given birth to a new technique for production of Al—Si system cast alloy.

**Key Words:** modification; ageing structure; Al—Si—Cu—Mg alloy