

试验研究

过热处理对Al-1.1%Fe合金固态组织的影响

孙益民, 秦敬玉

(山东大学材料科学与工程学院, 山东 济南 250061)

摘要:采用差示扫描量热分析仪(DSC),将Al-1.1%Fe合金熔体过热至液相线以上不同温度进行冷却,研究其凝固时过冷度及固态组织中FeAl₃相尺寸的变化,发现过冷度及固态组织中FeAl₃相尺寸随熔体过热温度的提高而变化的曲线在某一高温(约900℃)时存在明显转折,低于900℃,随着过热温度的提高,其过冷度急剧增大,固态组织中FeAl₃相显著细化,而高于这一温度后,上述变化则非常缓慢。

关键词:Al-1.1%Fe合金;过热处理;过冷度;FeAl₃相;DSC

中图分类号:TG146.2¹

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2008)04-0035-02

Fe是工业纯铝中一种占支配地位的杂质元素^[1],也是大多数实用铝合金中主要的杂质元素。研究Al-Fe的熔体结构,对揭示含Fe相在Al合金中的形成及变质机理^[2]具有重要意义。另外,快速凝固Al-Fe基金属是重要的航空、航天及工业用高强、耐热、轻质合金,Al-Fe合金是其实用合金的重要基础。因其重要的应前前景,熔体结构和其热历史的关系及其对固态材料组织、性能的影响,已经引起了研究者的兴趣^[3]。热速处理^[4]的结果表明,熔体过热处理对固态组织有很大影响。过热对Al-Fe熔体结构的影响,报道还比较少。本研究采用差示扫描量热分析(DSC)技术,着重研究了过热处理温度对Al-1.1%Fe合金固态组织的影响。

1 实验过程

实验用原材料为高纯铝和高纯铁,纯度(质量分数)分别为99.999%和99.99%。先在Al₂O₃坩埚电阻炉内熔制成含1.0%Fe(质量分数)的Al-1.0%Fe合金,将熔制好的合金经化学分析后(实际含量为1.1%Fe),取40mg左右的合金样品若干,依次加入德国NETZCH公司生产的404DSC/3/F型高温差示扫描量热仪中进行差示扫描量热分析。分析用坩埚为Al₂O₃材料。在氩气流(速率80mL/min)保护下,以

20℃/min的速率分别升温至液相线以上750、800、900、1000、1100、1200℃,然后以20℃/min的速率降温至150℃。差示扫描量热仪自动记录下Al-1.1%Fe合金升降温的DSC曲线,分析其不同过热温度下的DSC冷却曲线,计算合金的凝固起点(即拐点)温度。在XJL-02A立式金相显微镜下观察其凝固后的固态组织。

2 实验结果

表1为不同过热温度下Al-1.1%Fe合金的凝固起点温度、过冷度及固态组织中FeAl₃相尺寸(平均值)的变化情况。图1、图2、图3分别为Al-1.1%Fe合金凝固起点温度、过冷度、固态组织中FeAl₃相尺寸随过热温度不同而改变的关系。其中过热温度为800、1100℃时Al-1.1%Fe合金的DSC冷却曲线如图4所示。

表1 Al-1.1%Fe合金不同过热温度下的凝固起点温度等参数

过热温度/℃	凝固起点温度/℃	过冷度/℃	FeAl ₃ 相尺寸/μm
750	647.0	10.4	73.6
800	645.4	11.0	63.9
900	637.3	20.1	35.1
1000	637.9	19.5	35.3
1100	634.6	22.9	33.0
1200	623.0	34.4	23.1

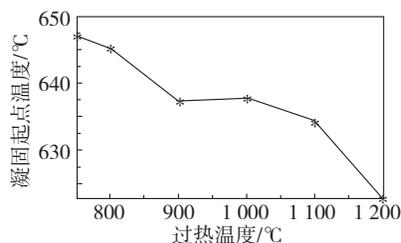


图1 过热温度与凝固起点温度的关系

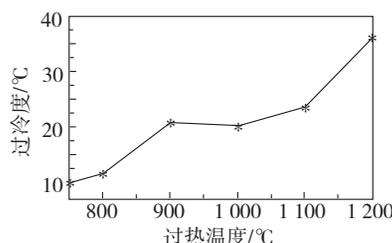


图2 过热温度与过冷度的关系

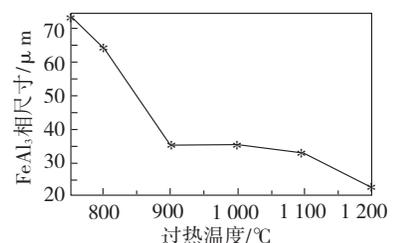


图3 固体组织中FeAl₃相尺寸与过热温度的关系

收稿日期:2008-06-13

作者简介:孙益民,男,1961年生,1983年毕业于山东工学院铸造专业。现为山东大学有色金属铸造有限公司副总经理、高级工程师,从事铝合金熔体结构、净化技术及设备研究和公司管理工作。

由表1、图1~3可以看出,Al-1.1%Fe合金过热至液相线以上不同温度然后冷却,随着过热温度的

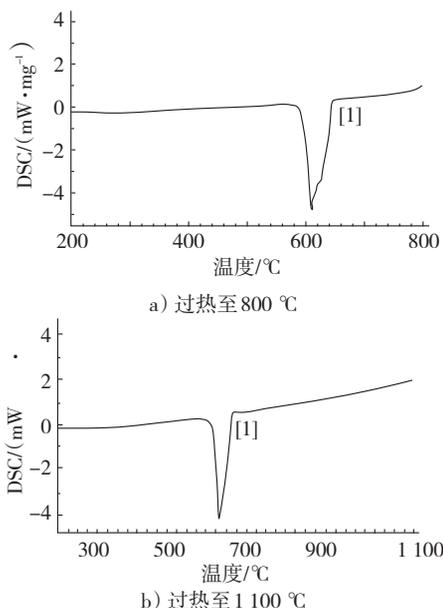


图4 Al-1.1%Fe合金的DSC冷却曲线

提高,其凝固起点温度不断下降,过冷度逐渐增大,固态组织中 FeAl_3 相明显细化。但是,这种变化的急缓程度存在着阶段性,约900 °C是一个转折点。在约900 °C以前曲线变化比较急陡,而在900~1100 °C的温度区间内,曲线变化则比较平缓。当过热温度从750 °C增至900 °C时,其过冷度从10.4 °C增至20.1 °C,增大幅度为93%; FeAl_3 相尺寸从73.6 μm 减小至35.1 μm ,减小幅度为52.4%。而当过热温度从900 °C增至1100 °C时,其过冷度从20.1 °C增至22.9 °C,增大幅度仅为14%, FeAl_3 相尺寸从35.1 μm 减小至33 μm ,减小幅度仅为6%。

3 讨论

日本学者Kita认为,合金熔体的热历史对熔体的

Influence of Overheating Treatment on the Solid Structure of Al-1.1%Fe Alloy

SUN Yi-min, QIN Jing-yu

(School of Materials Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: Al-1.1%Fe melts were overheated several hundred temperatures above its liquidus line before its solidification by means of DSC instrument. The influence of undercooling degree on the FeAl_3 phase in the solid structure was explored and the finding indicates that undercooling degree, the size of FeAl_3 phase change with the overheating temperature. Obviously, an inflexion occurs at the temperature of 900 °C. The undercooling degree increases sharply as the overheating temperature is increased below 900 °C, accompanied with the remarkable refinement of FeAl_3 phase; while the transformation mentioned above is not so notable above 900 °C.

Key words: Al-1.1%Fe alloy; overheating treatment; undercooling degree; FeAl_3 phase; differential scanning calorimetry (DSC)

结构有一定的影响^[4]。实验表明,合金熔体加热至某一高温会出现结构突变^[5]。可以这样认为,在约900 °C左右,Al-1.1%Fe合金的熔体结构发生了突变。在此之前,合金熔体中存在着几个Fe原子和若干Al原子组成的原子团簇,而在900 °C以上,原子团簇被完全破坏,Fe在Al中随机分布。在约900 °C以下,随着温度的升高,原子团簇尺寸逐渐变小,因此,合金熔体凝固时所需形核驱动力逐渐增大,过冷度也随之增大,自然,所得 FeAl_3 尺寸也越来越小。在900 °C左右,原子团簇几乎被彻底破坏,900 °C后,Fe在Al中随机分布,合金熔体凝固时,形核的动力学过程几乎相同。所以,过冷度等随着过热温度的升高而变化非常缓慢。

4 结论

4.1 Al-1.1%Fe合金熔体随着过热温度的增高,其凝固时的过冷度不断增大,固态组织中的 FeAl_3 相逐渐细化。

4.2 在过热温度约900 °C出现一明显转折,在900~1100 °C的温度区间内,过冷度及固态组织中的 FeAl_3 相几乎不随过热温度的增高而变化。

参考文献:

- [1] 朱长榕,张炳根. 稀土在电工用铝母线中的应用实践[J]. 轻合金加工技术,2004,32(6):40-42.
- [2] 刘相法,边秀房,马家骥. 铝合金铁相团球化熔剂的研制[J]. 特种铸造及有色合金,1994(5):13-16.
- [3] 周振平,李荣德,马建超. 热处理对Al-Fe合金组织与性能的影响[J]. 中国有色金属学报,2004,14(8):1420-1425.
- [4] Y Kita, J B Van Zytveld, Z Morita, T Iida. Covalency in liquid Si and liquid transition-metal-Si alloys: X-ray diffraction studies[J]. J.

信息园地

莱钢200万t矿渣微粉工程竣工投产

2008年6月30日,莱钢200万t矿渣微粉3条生产线全面投产,这是莱钢与西安建筑科技大学在循环经济和资源化回收利用方面合作的结果。中科院院士、西安建筑科技大学校长徐德龙参加了投产仪式。

莱钢矿渣微粉工程由西安建筑科技大学建筑设计研究院与山东冶金设计院共同设计,概算投资3亿元,以高炉水渣为主要原料,主要包括2条年产100万t的水渣微

粉生产线,1条年产40万t的熟料粉磨及水泥制成生产线,以及与3条生产线配套的供配料系统,最终形成年产100万t矿渣水泥、140万t水渣粉的生产能力。工程采用当今最先进的立式滚磨系统,主机设备为德国生产,是世界最大先进的水渣立磨。项目建成后,将显著提高莱钢工业粉渣资源化比例,成为莱钢和钢城区循环经济建设的一大亮点和效益增长点。(李家波)