

文章编号: 1004 - 0609(2003) 01 - 0027 - 08

Sr+ B 联合熔体处理对 Al-Si-Mg 合金组织和力学性能的影响^①

廖恒成¹, 夏锦宏², 孙国雄¹

(1. 东南大学 机械工程系, 南京 210018; 2. 江苏永益铸管股份有限公司, 靖江 214500)

摘 要: 考察了 Al-1B 中间合金对 0.030% Sr 变质的 Al-11.6% Si-0.4% Mg 合金组织和力学性能的影响。发现 Al-1B 中间合金在近共晶铸造 Al-Si 合金中具有优异的枝晶细化能力。通过比较 3 种不同熔体处理条件下(未变质+未枝晶细化处理、0.030% Sr 变质处理、0.030% Sr+0.028% B 联合熔体处理)合金铸态和 T6 状态下的力学性能并对断口形貌进行分析,可以得出在近共晶铸造 Al-Si 合金中同时加入 Sr、B 进行枝晶细化和共晶 Si 变质联合处理是十分必要的。

关键词: 锶; 硼; 铝硅合金; 力学性能; 组织

中图分类号: TG 113.12

文献标识码: A

铸造 Al-Si 合金由于密度小、比强度高,同时具有优良的铸造性能(成形性)、耐蚀性、可焊性及热膨胀性,广泛应用于航空航天工业、汽车工业、仪器仪表工业及机械工业等各行业,用来生产形状复杂、薄壁、耐蚀、气密性要求高、承受中高静载荷或冲击载荷、或要求在较高温度下工作的大、中、小型铸件^[1]。在铸造 Al-Si 合金中,亚共晶类合金(6%~7% Si)由于具有优良的强度和塑韧性而得到了非常广泛的应用,而共晶类 Al-Si 合金(近共晶成分)由于力学性能较差其应用受到了限制,特别是在一些需承受较大载荷的高质量铸件上。众所周知,共晶类合金的铸造性能优于亚共晶类合金,但共晶类 Al-Si 合金的应用却不如亚共晶 Al-Si 合金。这是一个值得注意的反常现象。因而对共晶类 Al-Si 合金进行强韧化研究与开发是十分必要的,必将拓展该类合金的应用范围。

组织细化是改善与提高合金强韧性的一种重要的有效方法。对铸造 Al-Si 合金进行变质处理已成为铸件生产中的一道基本工序。加入 Na、Sr 等变质元素可使共晶 Si 由粗大的片状转变成细小的纤维状,导致合金的力学性能得到改善,特别是塑韧性得到大幅度的提高^[2~7]。目前,人们往往认为,对于近共晶成分的 Al-Si 合金只需进行变质处理而枝晶细化(晶粒细化)没有必要。然而事实上,变质处理使共晶 Si 形态与大小发生变化的同时,枝晶 α 的形态、大小与数量也发生了显著的变化。作者的

研究表明,在近共晶 Al-Si 合金中加入 Sr,将促进枝晶柱状化生长,而且显著增加了组织中枝晶 α 的数量^[1]。由此可见,在进行变质处理的同时,对合金进行枝晶细化处理也是非常必要的。通过在 Sr 变质的 Al-11.6% Si-0.4% Mg 合金中加入不同量的晶粒细化剂 Al-1B 中间合金,考察 Sr 与 B 联合熔体处理对组织和力学性能的影响。

1 实验

1.1 合金的熔制与组织观察

实验合金的熔制是在 3 kW 石墨坩埚电阻炉内进行,每炉熔体质量约 2.5 kg。合金的化学成分为 Al-11.6% Si-0.4% Mg-0.15% Fe。合金锭熔清后于 730 °C 左右加入 Al-10Sr 中间合金和 Al-1B 中间合金进行变质处理和枝晶细化处理,用 SR-WJ-1 除气剂进行精炼。合金液于 720 °C 左右时浇入直径为 12 mm 标准拉伸试棒模中(铸铁型,预热温度为 200 °C)。晶粒细化剂和变质剂都是在精炼前加入的,因而 Sr 和 B 的收得率较低,用电感耦合等离子直读光谱多次测定,得到其平均收得率分别为 25% 和 40%。由此确定合金中的 Sr 量为 0.030%,B 量为 0,0.012%,0.020%,0.028%,0.036% 和 0.044%。Al-10Sr 和 Al-1B 中间合金由徐州市华源特种材料厂提供。金相试样取自拉伸试棒的标距部分,抛光后用 Keller 试剂进行浸蚀,组织观察与记录在

① 收稿日期: 2002-04-08; 修订日期: 2002-08-06

作者简介: 廖恒成(1966-),男,副教授,博士。

通讯联系人: 廖恒成,副教授,博士,南京市回牌楼 2 号,210008; 电话: 025-3792451; e-mail: hengchengliao@seu.edu.cn;

传真: 025-3791414

OLYMPUS(BX-60M)金相显微镜上进行。断口形貌的观察在 SEM 上进行。

1.2 枝晶 α 特征参数的测定

为了便于描述枝晶 α 的形态及讨论 Sr, B 对枝晶生长行为的影响, 作者对枝晶 α 进行分类。在过去关于枝晶的论述中, 只是简单地将枝晶分为柱状晶与等轴晶, 但等轴晶的形态存在多样性。在合金中存在 Sr, B 的情况下, 枝晶 α 从形态上可分为 3 种类型(如图 1 所示), 这是组织中常见的 3 种枝晶形态。第 I 类为柱状枝晶, 除一次分枝主干外, 没有垂直方向的一次分枝; 第 II 类属于等轴枝晶, 具有明显的垂直方向上的一次分枝; 第 III 类也为等轴枝晶, 同第 II 类枝晶相比, 没有明显的相互垂直的一次分枝。

考察了枝晶 α 的 2 个特征参数, 枝晶团尺寸 D 和枝晶形状因子 α 。3 种不同类型枝晶 D 的确定见图 1, 而形状因子则是半短轴长度 b 与半长轴长度 a 之比。对于柱状枝晶, 由于枝晶细长, 可规定 $\alpha = 0$ 。图 1(c) 中的矩形方框为能包含枝晶的最小矩形。枝晶 α 特征参数的详细测定方法见文献[1]。

1.3 热处理与拉伸实验

部分试棒进行了 T6 规范的热处理。固溶与时效过程在马弗炉中进行, 采用可控硅温控仪和电位差计联合控制温度, 误差在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内。固溶温度为 540°C , 保温 6 h 后快速淬入 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 水中, 试样转移时间不超过 15 s。时效温度为 160°C , 时间为 6 h, 然后置入空气中冷却。为了减少迟滞时效(Delaying aging, 从固溶淬火后到人工时效之间产生的自然时效)对力学性能的不利影响, 研究中对试样迟滞时间不允许超过 8 h。铸态和 T6 状态试棒的拉伸试验是在 WJ-10 型机械式万能试验机

上进行的。选择的载荷档为 50 kN, 拉伸速率为 0.1 mm/s , 每个数据点进行 4 根合格试样的拉伸试验。

2 结果与讨论

2.1 组织变化

在近共晶成分的 Al-Sr-Mg 合金中, 加入 Sr 进行变质处理使共晶 Si 由粗大的板片状转变为细小的纤维状的同时也对枝晶 α 的生长行为产生了重要影响^[10], 一方面随着合金中 Sr 量的增加枝晶的数量显著增多, 另一方面 Sr 的存在促进了枝晶柱状化生长, 表现为枝晶又细又长(见图 2(a))。图 2(b)~ 2(f) 显示了在 0.030% Sr 变质的 $\text{Al-11.6\% Sr-0.4\% Mg}$ 合金加入不同 B 量时枝晶形态与大小的变化。当合金中 B 量为 0.012% 时, 同未加 B 的合金相比, 枝晶形态发生了显著的变化, 枝晶尺寸大大降低。细长的排列具有方向性的柱状枝晶群消失, 转变为由大部分等轴晶和少量尺寸变短的柱状晶组成的组织, 枝晶排列不再具有方向性, 组织中的等轴晶基本上是第 II 类枝晶。图 3 显示了枝晶类型的统计分析。当 B 量为 0.020%, 枝晶主要由第 II 类枝晶和第 III 类枝晶组成, 且第 III 类枝晶占绝大多数; 当合金中 B 量为 0.028% 和 0.036% 时等轴枝晶基本上都是第 II 类枝晶, 枝晶近似球团形; 当 B 量为 0.044% 时, 枝晶形态发生恶化, 组织中再次出现第 II 类枝晶(见图 2(f)), 远不如图 2(d)~ 2(e) 中枝晶密实, 枝晶团尺寸显著增大, 而且共晶 Si 的形态由纤维状再次转变成片状。这表明当合金中 B 含量过高时, Sr 与 B 间会产生互毒化效应。枝晶团尺寸和形状因子的统计结果见图 4。随着合金中 B 含量的增加, 枝晶团尺寸 D 显著降低, 形状因子 α 大幅度提高, 在 0.028%~ 0.036% B 时趋于饱和。上述实验结果表明, Al-1B 中间合金在近共晶 Al-Si

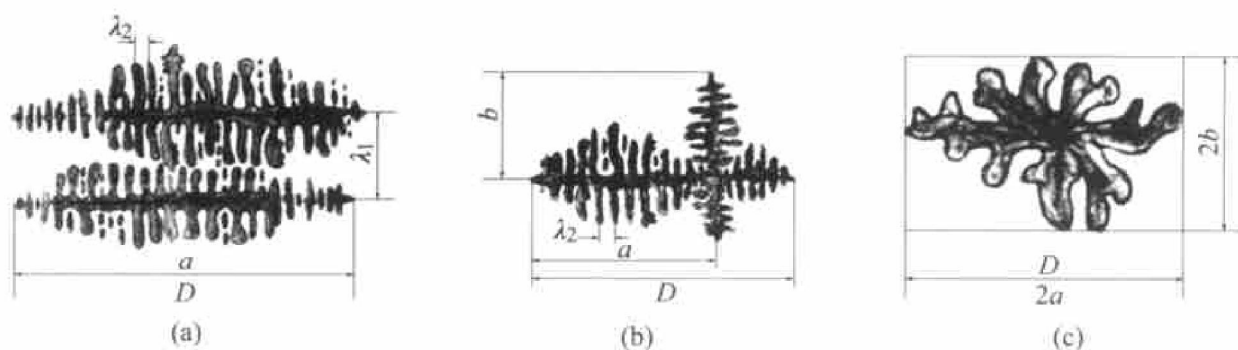


图 1 枝晶 α 分类

Fig. 1 Categorization of dendrite α

(a) —dendrite I; (b) —dendrite II; (c) —dendrite III

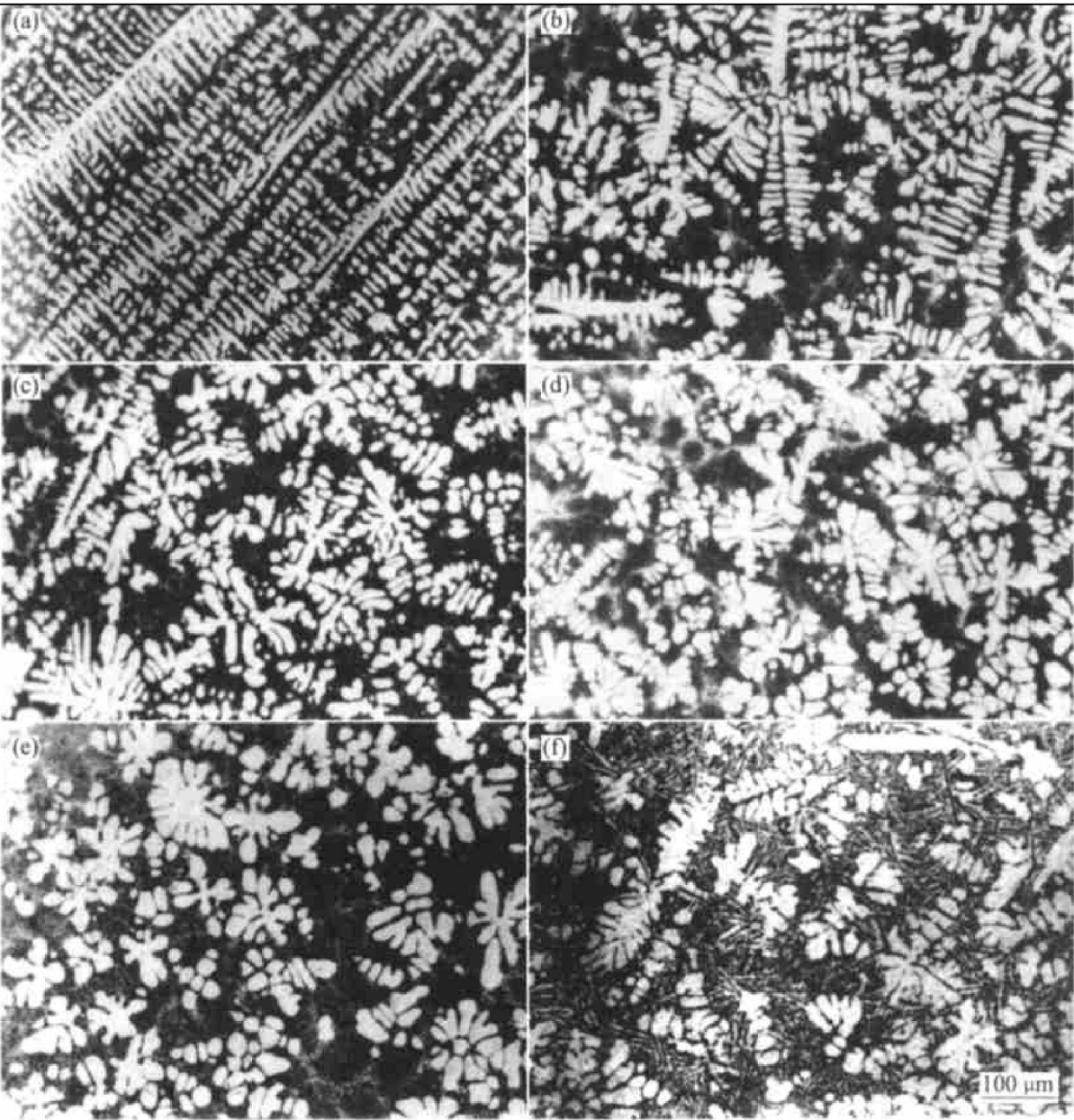


图 2 合金中 B 含量变化对枝晶 α 形态和大小影响

Fig. 2 Morphologies and sizes of dendritic α with varying of B content in alloy

(a) 0; (b) 0.012%; (c) 0.020%; (d) 0.028%; (e) 0.036%; (f) 0.044%

合金具有优异的枝晶细化能力。

目前在生产中广泛采用 Al5Ti1B 中间合金对铸造 AlSi 合金进行细化处理。Al5Ti1B 中间合金在工业纯铝和变形铝合金中的确具有优异的晶粒细化能力，但在工厂实践中发现此类晶粒细化剂在铸造 AlSi 合金中细化能力并不显著。LU^[13]，Sigworth^[14]，Apelian^[15] 和 Sritharam 等的实验结果说明在铸造 AlSi 合金中 AlB 中间合金比 Al5Ti1B 中间合金具有更为优异的细化能力。作者的早期研究^[8] 表明 Al5Ti1B 中间合金在近共晶 AlSi 合金中基本上没有显示出枝晶细化能力，并且发现 Al5Ti1B 中间合金还对 Sr 的变质效果产生严重的“毒化”作用，能导致 Sr 的变质作用完全失效。AlB 中间合金加入量过多时也会对 Sr 的变质效果

产生“毒化”作用，共晶 Si 由细小的纤维状再次变成粗大的片状，同时 Sr 也对 B 的细化效果产生毒化作用，表现为组织中再次出现第 II 类枝晶，而且枝晶团尺寸增大。

对近共晶 AlSi 合金进行变质处理会促使枝晶柱状化生长，枝晶又细又长。这种分枝相当发达的枝晶生长方式必然引起合金液的流动性下降，凝固补缩能力降低，导致合金的铸造性能降低。加入 AlB 中间合金进行枝晶细化处理后，细长的柱状枝晶转变为细小的等轴枝晶，可以提高合金液的流动性，增强凝固补缩能力，减少或消除缩松等铸造缺陷的产生，因而可以提高合金的铸造性能。从这个角度来看，对共晶类 AlSi 合金采用 Sr+ B 联合熔体处理也是必要的。

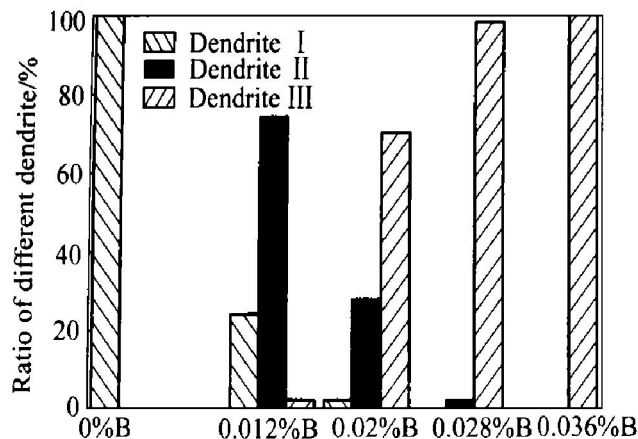


图 3 合金中的枝晶类型

Fig. 3 Dendrite types in alloy

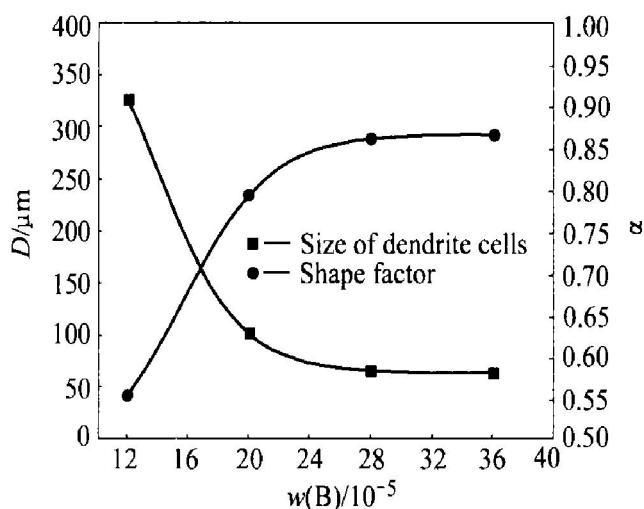


图 4 合金中 B 含量的变化对枝晶团尺寸 D 和形状因子 α 的影响

Fig. 4 Effect of B content in alloy on size of dendrite cells D and shape factor α

2.2 力学性能

除抗拉强度 σ_b 和延伸率 δ 这 2 个力学性能指标外, 在本研究中还对质量指数 Q (quality index) 进行了评价。质量指数 Q 首先由 Drouz^[17] 提出, 定义为 $Q = \sigma_b + k \lg \delta$, 其中 k 为常数。它综合了抗拉强度和延伸率, 是衡量合金综合力学性能的一个指标。McLellan^[18], Cacere^[19] 和 Samuel^[20] 等对 Q 与 σ_b , δ 之间的关系进行了广泛的研究。对于铸造 Al-Si 合金, $Q = \sigma_b + 150 \lg \delta$ ^[20]。在本研究中质量指数由上式确定。

图 5 显示了 0.030% Sr 变质的 Al-11.6% Si-0.4% Mg 合金铸态下和 T6 状态下力学性能指标 (抗拉强度、延伸率和质量指数) 随晶粒细化剂 Al-1B 中间合金加入量的变化趋势。可以看出, 3 个指标随合金中 B 量的变化具有相似的变化趋势, 而且铸态下和 T6 状态下的变化趋势也相近。铸态下,

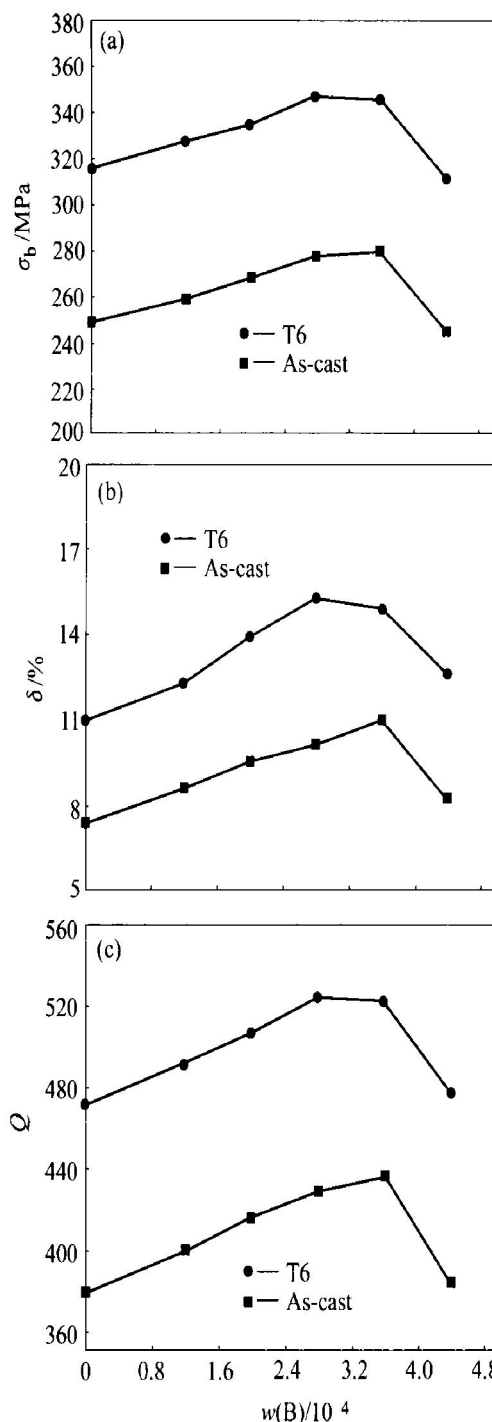


图 5 合金铸态和 T6 状态下力学性能与合金中 B 含量的关系

Fig. 5 Relationship of mechanical properties vs B content in as-cast alloys and after T6 heat treatment
(a) —Ultimate tensile strength;
(b) —Elongation; (c) —Quality index

σ_b , δ 和 Q 值先近似线性增加, 到 B 量为 0.036% 时达到最大值。T6 状态下抗拉强度比铸态下的高 65~70 MPa, 最大值出现在 0.028% B 处, 但与 B 量为 0.036% 合金的相差无几。延伸率也是在 0.028% 处达到最大, 在 0.036% B 处略有下降。无

论是铸态还是 T6 态, 合金的力学性能在 B 量为 0.044% 处都有显著的下降。当 B 量处于 0.028% ~ 0.036% 范围内, 合金的力学性能优异, 强度高、塑性好、质量指数高。力学性能随合金中 B 量的变化可以从组织的变化得到解释。在 0.030% Sr 变质的 Al11.6% Si0.4% Mg 合金中, 随着 B 量的增多, 枝晶得到了显著的细化, 枝晶团尺寸减小, 枝晶形态逐渐由 I 类枝晶转变成 III 类枝晶, 形态更为密实, 枝晶细化对力学性能的贡献比较显著, 因而合金力学性能的 3 个指标都随 B 含量的增加而提高。在合金中 B 含量在 0.028% ~ 0.036% 范围内, 合金的组织状态较理想, 共晶 Si 处于完全变质状态、纤维细小而均匀, 同时等轴枝晶形态密实、尺寸细小、分布均匀。这种理想的组织状态所决定的力学性能预计能达到高的指标。力学性能的测试结果证实了这一点。当合金中 B 含量为 0.044% 时, B 与 Sr 的相互毒化作用充分显现出来, 组织状态受到恶化, 共晶 Si 再次变为片状, 同时枝晶团尺寸增大, 因而抗拉强度、延伸率和质量指数都显著下降。

未处理(指熔体未进行枝晶细化处理和共晶 Si 变质处理)、0.030% Sr 变质处理和 0.030% Sr+ 0.028% B 联合处理 3 种情况下合金铸态和 T6 态下的抗拉强度、延伸率和质量指数见表 1。当合金未处理时, 力学性能较差。而加入 Sr (Sr 量为 0.030%) 进行变质处理后力学性能得到了大幅度的提高, 特别是延伸率。合金经 Sr 变质处理后具有较优良的综合力学性能。人们往往认为, 变质处理后力学性能的提高来自共晶 Si 形态与大小变化的贡献。然而事实上并不完全是这样。研究表明^[1, 10, 12]: 加入 Sr 进行变质处理, 当共晶 Si 由粗大的片状转变为细小的纤维状的同时, 组织中的塑性相枝晶 α 也发生了显著的变化; 随着合金中 Sr

量增多, 枝晶 α 数量显著提高, 同时枝晶一次分枝间距和二次枝臂间距也得到了细化; 枝晶 α 在合金力学性能提高中起着非常重要的作用。Sr+ B 联合熔体处理工艺可使合金的力学性能得到更大幅度的提高, 即使同已采用变质处理的合金相比, 其提高幅度也是相当可观的。从力学性能指标来看, 在近共晶 AlSi 合金中采用 Sr+ B 联合熔体处理工艺是完全必要的。

图 6 显示了铸态下未处理、Sr 变质处理和 Sr+ B 联合熔体处理的 Al11.6% Si0.4% Mg 合金断口形貌。铸态下未处理合金的断裂方式是典型的脆性断裂(见图 6(a))。其断口形貌显示出大小不均匀的解理和准解理小面的复杂排列, 基本上不存在夹杂物也不包含二次开裂的标记。Sr 变质处理后合金铸态下的断口形貌观察表明断裂完全是由于显微空穴的集聚而产生的, 大空穴壁和底部分布着大量细小的韧窝(见图 6(b))。这表明, 合金经变质处理后其断裂机制从准解理+ 解理断裂混合方式转变成韧窝断裂方式。Sr+ B 联合熔体处理后, 同 Sr 变质处理合金的断口形貌相比, 明显的撕裂棱表明断裂时经历了较大的塑性变形(见图 6(c)), 这说明采用 Sr+ B 联合熔体处理后合金的韧性更高。经 T6 热处理后, 3 种不同熔体处理状态的合金的断裂行为也发生了一些变化(见图 7)。未熔体处理的合金, 其断裂机制转变为准解理和少量韧窝断裂混合方式(图 7(a))。Sr 变质处理和 Sr+ B 联合处理的合金则是等轴韧窝断裂, 韧窝尺寸细小而均匀(图 7(b)和图 7(c))。同样, 联合熔体处理的合金比只变质处理的显示出更高的韧性。断口形貌的观察结果与前述的力学性能测试结果是一致的。

表 1 3 种不同熔体处理情况下合金的力学性能

Table 1 Mechanical properties of alloys by three different melt treatments

Melt treatment	As cast			T6		
	σ_b	$\delta / \%$	Q	σ_b	$\delta / \%$	Q
No melt treatment	197.4	2.00	242.6	276.6	4.18	369.8
0.030% Sr	245.9	7.40	379.3	315.4	10.97	471.4
0.030% Sr+ 0.028% B	277.4	10.11	427.9	346.4	15.24	523.8

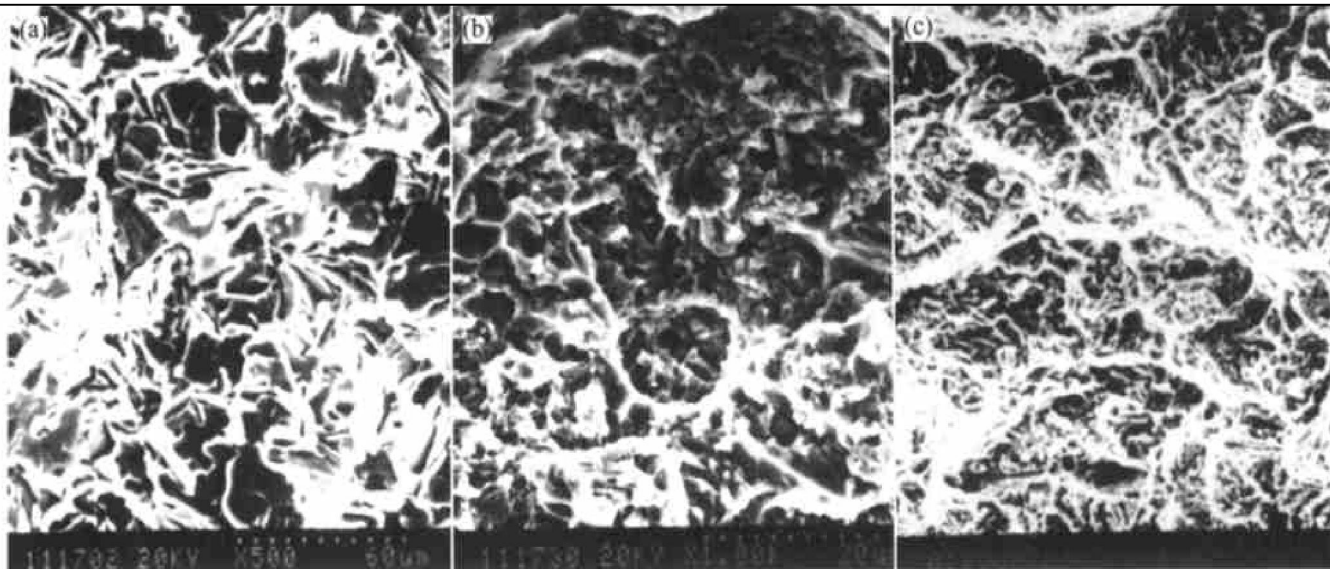


图 6 铸态下 3 种不同熔体处理合金的断口形貌

Fig. 6 Fractographs of as-cast alloys by three different melt treatments

(a) —No modifying and no refining; (b) —0.030% Sr modifying;
(c) —0.030% Sr modifying+ 0.028% B refining

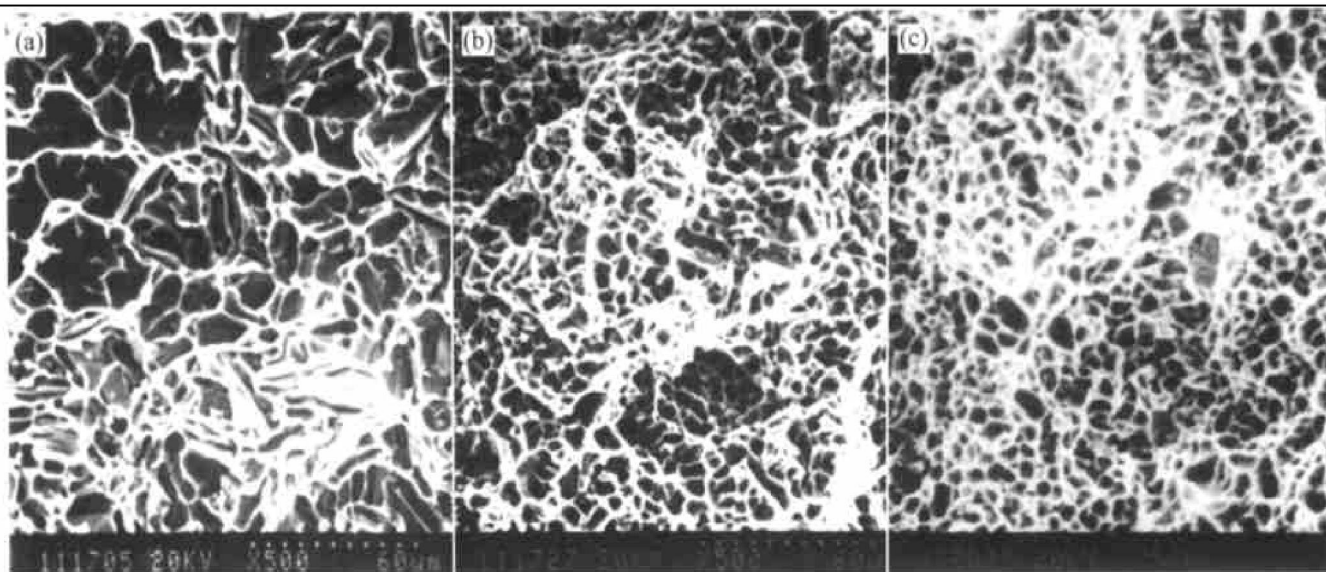


图 7 T6 状态下 3 种不同熔体处理合金的断口形貌

Fig. 7 Fractographs of alloys after T6 heat treatment by three different melt treatments

(a) —No modifying and no refining; (b) —0.030% Sr modifying;
(c) —0.030% Sr modifying+ 0.028% B refining

3 结论

1) 在经 Sr 变质的近共晶 Al-Si 合金中加入 Al-B 中间合金同时进行枝晶细化处理可以使细长的柱状枝晶转变成细小的等轴枝晶。随着合金中 B 量的增加, 枝晶团尺寸显著下降, 同时枝晶形态更加密实。Al-B 中间合金在近共晶 Al-Si 合金中具有优异的枝晶细化能力。

2) 采用 Sr+B 联合熔体处理工艺可以进一步提高合金的铸态和 T6 状态下的力学性能, 抗拉强

度和塑性同时得到提高, 各项指标都能达到相当高的水平。联合熔体处理还可改善合金的铸造性能。在生产实践中采用联合处理工艺是十分必要的。

3) 采用 3 种不同熔体处理后合金的断裂机制是不相同的。未处理合金铸态下的断裂机制是准解理+ 解理混合方式, T6 热处理后转变为解理+ 少量韧窝混合断裂。Sr 变质处理和 Sr+B 联合熔体处理合金铸态下都属于韧窝断裂机制, T6 热处理后则是等轴韧窝断裂, 韧窝尺寸细小而均匀。Sr+B 联合熔体处理合金比 Sr 变质处理合金在断裂时

经受了更多的塑性变形, 合金的韧性更高。

REFERENCES

- [1] 廖恒成. 近共晶 AlSi 合金组织细化与力学性能的研究[D]. 南京: 东南大学, 2000.
LIAO Heng-cheng. Investigations on the microstructure refinement and mechanical properties of near-eutectic AlSi casting alloys[D]. Nanjing: Southeast University, 2000.
- [2] Kulunk B, Zulian D J. Applications for the strontium treatment of wrought and die-cast Al [J]. JOM, 1996, 48(10): 60-63.
- [3] LU Shu-zu, Hellawell A. Growth mechanisms of silicon in AlSi alloys [J]. J Crystal Growth, 1985, 73(3): 316-328.
- [4] LU Shu-zu, Hellawell A. The mechanism of silicon modification in aluminum silicon alloys: Impurity induced twinning [J]. Metall Trans A, 1987, 18A(10): 1721-1732.
- [5] Pegguleryuz M O, Gruzleski J E. Conditions for strontium master alloy addition to A356 melts [J]. AFS Trans, 1988, 96: 55-64.
- [6] Sigworth G K. Theoretical and practice aspects of the modification of AlSi alloys [J]. AFS Trans, 1983, 91: 7-16.
- [7] Chai G, Backrud L. Factors affecting modification of AlSi alloys by adding Sr-containing master alloys [J]. AFS Trans, 1992, 100: 847-854.
- [8] 廖恒成, 孙瑜, 孙国雄, 等. Al5Ti1B 对 Sr 变质 Al13.0% Si 合金组织影响的研究[J]. 铸造, 2000, 49(5): 251-256.
LIAO Heng-cheng, SUN Yu, SUN Guo-xiong, et al. Investigation of effect of Al5Ti1B on the microstructure of near-eutectic Al13.0% Si alloys modified with Sr [J]. Foundry, 2000, 49(5): 251-256.
- [9] 廖恒成, 孙瑜, 孙国雄, 等. 混全稀土对 Sr 变质的近共晶 AlSi 合金组织影响的研究[J]. 中国有色金属学报, 2000, 10(5): 640-645.
LIAO Heng-cheng, SUN Yu, SUN Guo-xiong, et al. Investigation of the effect of MM addition on the microstructure of near-eutectic Al11.6% Si alloy modified with Sr [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2000, 10(5): 640-645.
- [10] 廖恒成, 丁毅, 孙国雄. Sr 对近共晶 AlSi 合金中 α 枝晶生长行为的影响[J]. 金属学报, 2002, 38(3): 245-249.
LIAO Heng-cheng, DING Yi, SUN Guo-xiong. Effect of strontium on growth of dendrite α in near-eutectic AlSi alloys [J]. Acta Metallurgica Sinica, 2002, 38(3): 245-249.
- [11] LIAO Heng-cheng, DING Yi, SUN Guo-xiong. Effect of strontium on the crystallization of Mg₂Si phase in AlSiMg casting alloys [J]. Trans Nonferrous Met Soc China, 2002, 12(3): 409-413.
- [12] 廖恒成, 丁毅, 孙国雄. Sr 变质近共晶 AlSi 合金中枝晶 α 与力学性能的相关性[J]. 铸造, 2002, 51(3): 148-152.
LIAO Heng-cheng, DING Yi, SUN Guo-xiong. Correlation between mechanical properties and dendritic α phase in near-eutectic AlSi alloys modified with strontium [J]. Foundry, 2002, 51(3): 148-152.
- [13] LU H T, WANG L C, KUNG S K. Grain refining in A356 alloys [J]. J Chinese Foundryman's Association, 1981, 29: 10-18.
- [14] Sigworth G K, Guzowski M M. Grain refining of hypoeutectic AlSi alloys [J]. AFS Trans, 1985, 93: 907-912.
- [15] Apelian D, Cheng J A. AlSi processing variables: effect on grain refinement and modification [J]. AFS Trans, 1986, 94: 797-808.
- [16] Sritharan T, Li H. Influence of Ti to B ratio on the ability to grain refine AlSi alloy [J]. J Mater Sci Tech, 1997, 63(1-3): 585-580.
- [17] Drouzy, Jacob S, Richard M. Interpretation of tensile results by means of quality index and probable yield strength [J]. AFS Int Cast Metals Jnl, 1980, 5: 43-50.
- [18] McLellan A L. Modeling microstructural characteristics of AlSiMg castings to develop product assurance [J]. AFS Trans, 1982, 90: 173-191.
- [19] Cacere C H. Material properties and quality index in AlSiMg casting alloys [J]. AFS Trans, 1998, 106: 601-604.
- [20] Samuel, Gauthier J A M, Samuel F H. Microstructural aspects of the dissolution and melting of Al₂Cu phase in AlSi alloys during solution heat treatment [J]. Metall Mater Trans A, 1996, 27A(7): 1785-1798.

Influence of combined melt treatment of Sr + B on microstructure and mechanical properties of Al-Si-Mg casting alloy

LIAO Heng-cheng¹, XIA Jinhong², SUN Guo-xiong¹

(1. Department of Mechanical Engineering, Southeast University, Nanjing 210018, China;

2. Jiangsu Yongyi Casting Pipe Joint-stock Company Limited, Jinjiang 214500, China)

Abstract: The influence of addition of Al-B master alloy on the microstructure and mechanical properties of Al-11.6% Si-0.4% Mg alloy modified with 0.030% Sr were discussed. It is found that the Al-B master alloy has a very strong power of refining dendrite in near-eutectic Al-Si casting alloys. The mechanical properties and the fractographs of the alloy as-cast and after T6 heat treatment by three different melt treatments (no modifying+ no refining, 0.030% Sr modifying, 0.030% Sr modifying+ 0.028% B refining) were also compared. It is concluded that the combined melt treatment of Sr+ B is very necessary and important to improve the mechanical properties of the near-eutectic Al-Si casting alloys, especially the ductility.

Key words: strontium; boron; Al-Si alloy; mechanical property; microstructure

(编辑 陈爱华)