



图5 合金A在不同温度下的断口形貌(×500)

表2 合金A、B、C的平均粒度、最大延伸率  
及第二相质点百分数

名称	粉粒平均 粒度(μm)	最大延伸率 $\delta_{\max}$ (%)	第二相质点百分数(%)	
			温轧态	淬火态
合金A	52.6	238.2	—	11.12
合金B	44.4	225.4	20.11	11.81
合金C	32.9	150.3	28.67	20.00

表2中第二相粒子体积百分数是采用定量金相的方法测得的。其中,温轧态下第二相质点应是可溶强化相和氧化物质点的总和,而淬火态下的第二相质点则可近似认为是氧化物质点(认为可溶强化相已充分固溶)。

从表2可看出,随粉末粒度的减小,其氧化物质点增多,超塑延伸率下降。这与前文的分析完全吻合。

为对上述观点作进一步的验证,本试验利用光电子能谱对合金A淬火态试样中的第二相质点进行了分析。为避免表层污染的影响,采谱前对试样进行了3min的刻蚀。结果表明,试样中存在 $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 和 $\text{MgO}$ 等氧化物,未发现如 $\text{Al}_2\text{MgLi}$ 等可溶相质点。其中, $\text{Al}^{3+}:\text{Li}^+:\text{Mg}^{2+}=1:0.56:0.44$ ;  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}^{\text{met}}=2.97$ 。

#### 四、结论

1. 热轧+过时效+温轧+450℃再结晶可使激冷低密度Al-3Li-1Mg合金获得小于4μm的等轴细晶组织。如 $\text{Al}_2\text{MgLi}$ 、 $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等微细第二相质点(尺寸 $\leq 1.0\mu\text{m}$ )在晶界上弥散分布。其最佳超塑变形条件为: $T=400^\circ\text{C}$ ,  $\dot{\epsilon}=8.33\times 10^{-3}\text{s}^{-1}$ ,最大延伸率为238%,流动应力为18N/mm<sup>2</sup>。

2. 在较低温度下超塑拉伸时,合金的断裂受晶界强度所控制,即随空洞在第二相粒子(如 $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{MgLi}$ )和二叉晶界处优先形成、长大和沿晶联接而产生超塑沿晶断裂。随着温度的升高,合金的断裂则从受晶界强度控制向受粉界强度控制过渡,而粉界强度则取

决于其上氧化膜的含量。在同样试验条件下,粉粒越细,氧化膜越多,其超塑延伸率越低。

本文的工作得到了于桂复高级工程师、侯淑娥工程师、机电所黄月珑工程师等同志的大力协助,在此表示衷心的感谢!

#### 参考文献

1. J. Wadsworth et al., Metallurgical Transactions A, 1985, Vol. 16A, PP. 2319-2332
2. J. Wadsworth et al., Aluminum-Lithium Alloys II, C. Baker et al., The Institute of Metals, London, 1986, PP. 199-212
3. P. J. Mesehter et al., Metallurgical Transactions A, 1987, Vol. 18A, PP. 1333-1335
4. 张永昌等,金属科学与工艺,1985,Vol. 4, No. 3, PP. 11-16
5. 刘勤,金属的超塑性,上海交大出版社,1989

\*\*\*\*\*

#### 高纯硅溶胶通过技术鉴定

由北京航空材料研究所研制的高纯硅溶胶于1992年5月25日~27日在京通过技术鉴定。来自天津大学、北京大学、化学工业部等8个单位的专家、代表共23人出席了会议。天津大学沈继耀教授主持会议,航空航天部科学技术研究院负责同志胡元凯讲了话,高纯硅溶胶课题负责人王兴业高级工程师详细介绍了硅溶胶的研制过程及性能指标。经专家、代表们评议一致认为:北京航空材料研究所研制的高纯硅溶胶理化指标已达到任务书要求,其纯度和稳定性居国内领先水平,与国外同类产品相当;高纯硅溶胶的制备工艺可行,技术条件选择有新意,满足了介电复合材料的技术要求,为军工产品的研制做出了贡献。

(祝印兰)