

[补充信息]

固溶前深冷变形对 7050 铝合金组织和性能的影响

王磊^{1,2}, 易幼平^{1,2,✉}, 黄始全^{1,2}, 董非^{1,2}

1 中南大学机电工程学院, 长沙 410083;

2 中南大学高性能复杂制造国家重点实验室, 长沙 410083

[Supplementary Information]

Effect of Cryogenic Deformation Treatment Before Solid Solution on Microstructure and Properties of 7050 Aluminum Alloy

WANG Lei^{1,2}, YI Youping^{1,2,✉}, HUANG Shiquan^{1,2}, DONG Fei^{1,2}

1 College of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2 State Key Laboratory of High Performance Complex Manufacturing, Central South University, Changsha 410083, China

实验方法与仪器

实验所选用材料来源于某厂提供的 7050 铝合金自由锻件, 材料实际化学成分如表 1 中所示。实验所用的四块试样初始尺寸统一为 80 mm (L) × 80 mm (W) × 80 mm (H), 任取三块试样在液氮中浸泡 30 min, 使试样冷却至液氮温度, 迅速将试样取出并转移至 4000t 锻压机下, 以 1 mm/s 的速度沿试样高度方向下压, 变形量分别为 10%, 20%, 30%。剩余一块试样作为对比试样, 不采取上述操作, 即变形量为 0%。

待四块实验试样温度降至室温后统一进行热处理。固溶制度为 480 °C × 4.5 h, 固溶完成后立即室温淬火, 淬火转移时间 < 5 S。淬火完成后, 沿高度方向进行 2% 常温冷变形, 然后进行时效处理, 时效制度采用双级时效 (121 °C × 6 h + 177 °C × 7 h)。淬火完成与时效开始之间的时间间隔 < 1 h。热处理完成后对试样进行性能测试与组织观察。

本实验中室温拉伸在 WDW-100A 电子万能试验机上完成。靠近试样心部沿深冷主变形方向 (高向) 切取 3 mm 厚的薄片, 根据国家标准 GB/6497—14 中的规定制备拉伸试样, 测定值均通过 3 个平行试样的平均值求得。采用 D60K 数字金属电导率测量仪测量试样的电导率。在 HV-10B 型维氏硬度测试机上进行硬度测试, 每个试样最少在不同部位随机选取 5 个点, 并在求取平均值后得到试样最终的硬度值。

利用 RQL-10 型金相显微镜上观察试样的金相组织, 在金相试样的 L-H 面中心位置经粗磨、精磨、抛光, 并通过 Keller 试剂 (1mL HF+1.5mL HCl+2.5mL HNO₃+95mL H₂O) 腐蚀、30% 硝酸擦拭和酒精擦拭后进行观察。室温拉伸试样的断口形貌采用 Phenom ProX 扫描电镜拍摄。采用 TecnaiG2-20 型透射电镜来观察试样的 TEM 组织, 切取厚度为 1mm 的薄片, 经

磨抛机打磨至厚度为 80~100 μm , 冲出直径为 3 mm 的圆片之后采用 MTP-1A 电解双喷减薄仪减薄。电解液配比为 30% 硝酸与 70% 甲醇, 双喷过程中电压控制在 20~30 V 之间, 温度控制在 -30 $^{\circ}\text{C}$ 以下。晶间腐蚀与剥落腐蚀实验分别按照 GB/T7998-2005 和 ASTM G34-79 标准的具体要求开展实验。

表 1 7050 铝合金实际化学成分 (质量分数, %)

Table 1 Chemical compositions of aluminum alloy 7050(mass fraction , %)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr	Al
0.03	0.1	2.11	0.01	2.19	0.01	5.74	0.024	0.12	Bal