

江苏大学开发具有高强高应变速率特性的机身机翼蒙皮用超塑性 2 系铝合金

**【技术领域】** 车身材料

**【技术方向】** 轻量化 精良化

**【关键词】** 热处理 机械加工 超塑性

**【信息来源】**

<https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=JxCH2R20gok4b0K1-He27z4qowkRZjugrUY-x7xl6zUvv5AOPdSEYrPHv7JNSpZwbFajOR1hAjS0k00Ueuam2G1oy20vYsJZABdj9ft3cWpr4c-63YkmPZYqgCAnwYpjMEbDhb60MvBXf3PvawPKxA==&uniplatform=NZKPT&language=CHS>

**【研究机构】** 江苏大学、北京航空材料研究院

**【技术摘要】**

2 系列铝合金属于航空铝材，广泛作为构造用材使用。但是 2 系列铝合金无法焊接，限制其在机身机翼蒙皮的使用。江苏大学成功研制了一种既能满足强度和抗疲劳性能要求，又能实现超塑性成形的机翼机身蒙皮的 2 系铝合金材料。

**【技术解析】**

技术内涵：以 2024 铝合金为母相、熔入 Al-Ti 和 Al-Sr 中间合金制成，其名义化学成分为 Al-4.325Cu-1.925Mg-0.915Ti-0.83Zn-0.72Mn-0.435Fe-0.14Si-0.13Sr (wt.%)。超塑性预处理包括热处理、热挤压、热轧和冷

轧。热处理包括成分均匀化退火(753K, 24h)和过时效处理(673K, 6h)。热挤压的温度为 723K、挤压比为 10:1。热轧的温度为 623K。变形量为 50%。冷轧采用室温连轧, 变形量为 50%。该工艺成本较低, 可适用于工业化规模生产。

技术优势: **1. 高强度:** 在挤压、轧制的超塑性预处理过程中  $\text{Al}_3\text{Ti}$  硬质相能够钉扎位错、细化晶粒, 而且可在超塑性变形温度下阻碍晶界迁移、提高铝合金晶粒尺寸的热稳定性; 而 Sr 元素则对铝合金具有优良的变质作用, 不仅能净化熔体, 而且能细化微观组织。硬质相的析出及晶粒的细化使得该合金的**抗拉强度高**达 513.85 MPa。 **2. 高应变速率超塑性:** Ti 和 Sr 的复合加入, 可使铝合金具备超塑性材料所需的微细化、稳定化的组织条件, 在高应变速率  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 、温度为 748K 条件下实现了超塑性变形, **最大伸长率为 224%**。 **3. 高疲劳性能:** 晶粒的细化及 Cu、Mg 等元素固溶于铝基体形成固溶体提高了铝合金的抗疲劳性能, 可以承受反复的应力作用。

行业现状: 高强度、高应变速率超塑性铝合金主要用于航空领域, 如波音、空客及中国商飞采用该合金制造机翼、机身等零部件; 在汽车领域, 多见于零部件制造(海德鲁铝业公司改型的 5083、5654、7020 超塑性新铝合金), 整车制造中的应用较少, 当前仍未见超塑性铝合金开发的报道。

应用场景: 超塑性铝合金具有极好的强度和优秀的高温成形能力, 车企可根据实际需要, 开发超塑性铝合金应用于较大的车

身板材（如车门、车顶、引擎盖等车身结构件，以提高车辆的刚性和安全性）、汽车底盘的关键部件（如悬挂系统、车轮和制动系统的部分组件，以减轻重量并提高燃油效率）和高质量的金属内饰、仪表盘、中控台、座椅框架和轮毂等，为汽车轻量化研究储备多种技术路线。