

复合应力加载条件下 Ti-6Al-4V 合金塑性失稳行为研究*

李林涛^{1,2}, 王志华^{1,2*}, 李志强^{1,2}, 马维^{3*}

1. 太原理工大学力学学院, 山西 太原 030024;

2. 材料强度与结构冲击山西省重点实验室, 山西 太原 030024

3. 中国科学院力学研究所, 北京 100190

摘要: Ti-6Al-4V 合金由于较高的比强度和刚度, 在航空航天领域得到了广泛的应用。其在准静态条件下的塑性流动行为和变形机理已经有广泛研究; 此外, 在高应变率加载条件下, 载荷和塑性变形对塑性失稳的影响也有所研究。然而, 多数研究局限于高应变率和压缩载荷条件下。为更好了解合金力学性能, 对其在高应变率复合应力载荷条件下的塑性失稳行为进行研究。

本文研究了本构行为和载荷条件对 Ti-6Al-4V 塑性流动稳定性的影响。为了观察塑性流动过程, 首先在压剪复合应力加载条件下对合金进行高速冲击实验。结果表明在压、剪应力分量比值为 1.73 时发现剧烈剪切带失稳。为了估算材料的失稳行为, 提出了一个一般的失稳判据。该判据考虑了材料的率敏感性、应变硬化和热软化对材料失稳行为的影响, 同时表明了施加应力载荷、应变速率敏感性和热传导对热软化的影响。由该判据我们可以得到材料在不同载荷情况下的临界失稳条件, 并对不同的失稳行为进行评估。此外我们通过失稳相图说明了该判据, 分析结果揭示了剪切带失稳的压敏性, 给出了不同塑性失稳模式之间的过渡条件, 对塑性失稳行为进行了三维有限元模拟, 验证了分析结果。

关键词: 压剪复合应力; 失稳准则; 剪切带; 塑性失稳

***基金项目:** 基于流-固耦合力学原理的金属切削机理研究; 国家自然科学基金项目 (11572337, 51570529, 1172346)

通讯作者: 王志华, 1977.09, 教授, 主要研究方向 冲击动力学, E-mail: wangzh@tyut.edu.cn

马 维, 1960.03, 副研究员, 主要研究方向 塑性变形理论, E-mail: watwn@imech.ac.cn