

时无。二次裂纹附近出现的疲劳条带表明,在疲劳扩展过程中,二次裂纹起裂后导致局部应力得到松弛,因而裂纹以条带机制扩展^[9]。在相邻解理面上的疲劳条带既不连续,也不平行,即伴有疲劳台阶的存在。

图7为TC4钛合金试样疲劳断口瞬断区的撕裂棱与微裂纹形貌。瞬断区是疲劳裂纹扩展到临界尺寸后发生失稳扩展而形成的。从图7可以看出,TC4钛合金试样疲劳断口瞬断区以解理断面为主,局部伴有韧窝形貌,表现为韧性断裂;断口存在大量的撕裂棱与少量的微裂纹,晶粒有明显的拉伸、挤压痕迹。微裂纹的形成是由于局部区域应力集中,导致晶粒被拉断而产生的。



图7 TC4钛合金试样疲劳断口瞬断区撕裂棱与微裂纹的形貌
Fig.7 Morphologies of tear corrugations and microcracks in transient fracture zone of TC4 titanium alloy specimen

3 结 论

(1) TB6钛合金试样的疲劳强度平均值为723.0 MPa,其在存活率90%、置信度95%条件下的疲劳强度下极限为677.1 MPa。TC4钛合金试样的疲劳强度平均值为437.7 MPa,其在存活率90%、置

信度95%条件下的疲劳强度下极限为405.8 MPa。

(2) TB6和TC4钛合金的疲劳断口均由裂纹源区、扩展区和瞬断区组成,2种合金各区域所占比例不同,但裂纹均起源于试样表面,且均为单一裂纹源;裂纹扩展区均可见疲劳条带,以解理断裂为主;瞬断区均存在韧窝形貌,主要表现为韧性断裂。

(3) TB6钛合金锻件疲劳强度的波动性比TC4钛合金更小,且高周疲劳性能更好,可以作为行星齿轮架的备选材料。

参考文献 References

- [1] 付艳艳,宋月清,惠松骁,等.航空用钛合金的研究与应用进展[J].稀有金属,2006,30(6):850-856.
- [2] 王哲.飞机结构应用Ti-1023钛合金应注意的问题[J].钛工业进展,2000,17(3):27-28.
- [3] 杨嘉璐,岳旭,乔恩利,等.Ti-1023钛合金棒材的组织与性能[J].金属世界,2022(4):104-108.
- [4] 张翥,王群骄,莫畏.钛的金属学和热处理[M].北京:冶金工业出版社,2009.
- [5] 白鑫,谢里阳,任俊刚,等.金属材料疲劳试验与数据处理方法[J].理化检验:物理分册,2015,51(6):375-380.
- [6] Zhao Y X, Yang B. Probabilistic measurements of the fatigue limit data from a small sampling up-and-down test method [J]. International Journal of Fatigue, 2008, 30 (12): 2094-2103.
- [7] 孙智,江利,应鹏晨,等.失效分析-基础与应用[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [8] 于兰兰,毛小南,李辉,等.TC4-DT钛合金高周疲劳行为研究[J].钛工业进展,2012,29(6):11-14.
- [9] 赵光菊,钟蜀晖,邓建华.TA6V钛合金疲劳断口形貌及断口分析[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2007,36(6):25-28.

专利信息

一种短流程 TC25G 钛合金高均匀棒材的制备方法

申请号: CN202211414438.5

申请日: 20221111

公开(公告)日: 20230303

公开(公告)号: CN115722618A

申请(专利权)人: 西部超导材料科技股份有限公司

摘要: 本发明属于有色金属加工技术领域,涉及一种短流程 TC25G 钛合金高均匀棒材的制备方法。根据合金反复再结晶细化晶粒的原理,优化设计工艺路线,通过加热温度、变形量和变形方式的优化设置以及加热和锻造参数的精确控制,获得组织均匀一致的 TC25G 钛合金棒材。在锻造过程中采用回炉补温方式,在保证 TC25G 钛合金坯料充分均匀变形的同时缩短加热保温时间,实现了合金组织的破碎并避免了因保温时间过长而引起的晶粒长大,充分实现了合金晶粒的均匀细化。此外,在中间锻造过程中,根据合金组织演变规律确定了最佳的组织细化变形工艺,通过最短的变形过程获得了满足要求的合金组织,极大地缩短了 TC25G 钛合金棒材的制备过程,生产效率得到了显著提升。