

射使表面呈黑色,磨损也很大,咬合部分因磨损会产生凹孔,磨损形成的粉体为刨皮状。而 Ti-6Al-7Nb 合金,由于晶格间存在 Al 原子,磨损量仅是纯钛的一半,其咬合部分整体光亮,几乎不见因结晶方向不同而产生的磨损差异,磨损形成的粉体形状带圆角。

总之, Ti-6Al-7Nb 是比以往的牙科材料更优良的合金,将会逐步广泛应用于临床。该合金的引入将会逐步恢复牙科用钛的可信度,使牙科用材逐步以钛为中心。

吴全兴摘译自《チタン》

显微组织对 Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-0.1Si 合金 裂纹扩展行为的影响

两相钛合金由于具有较好的裂纹扩展抗力、断裂韧性及蠕变抗力而被广泛地应用到航空航天领域。小裂纹在较低的应力下就能扩展,且在给定应力强度因子下比长裂纹扩展更快。因此,在高周循环疲劳下,研究清楚钛合金组织对小裂纹扩展行为的影响是至关重要的。

试验材料为 Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-0.1Si 合金,化学成分在名义成分范围内。本研究通过控制 1 025℃, 1 h 固溶处理后的冷却速度(炉冷、空冷)得到了粗、细 2 种不同的片层状组织。炉冷得到粗的片状组织,由原始 β 晶粒和 α/β 片层组成,原始 β 晶粒以 α 相为晶界,包括了 5~6 个 α/β 片层束域,每个束域 α/β 片层取向相同。束域和原始 β 晶粒的平均尺寸分别为 70~250 μm 和 1.09 mm。空冷得到细片层魏氏组织,束域和 β 晶粒的尺寸分别为 10~95 μm 和 0.89 mm。2 种片层组织中,每个晶粒包括几个片层束域。

研究表明,随着疲劳循环的进行,2 种组织在缺口根部都形成滑移带,并且随循环次数的增加,滑移带密度增加。滑移带方向与加载方向约成 45°。当形成大量滑移带时,裂纹沿着滑移带方向产生。粗、细 2 种片层组织滑移带形成机理明显不同。粗片层组织中的滑移带数量比细片层组织明显增多,而细片层组织中,则没有明显的滑移带形成。这与粗的片层组织中滑移带形成与较大束域尺寸和滑移带易于穿过 α/β 相界有关。滑移带产生形式不同,导致短裂纹寿命在粗片层组织中比在细片层组织中短得多。 α 相和 β 相之间滑移系的相对错配造成了各向

异性的出现。由于 β 相(110)面的 $[\bar{1} \bar{1} 1]$ 晶向几乎与 α 相的(0001)面的 $[11\bar{2}0]$ 晶向平行,滑移容易穿过相界,因而裂纹沿(0001)面的 $[11\bar{2}0]$ 晶向长大。在细片层和粗片层组织中,裂纹开始沿垂直于片层方向扩展。然而,扩展方向受到束域尺寸和相对于加载方向的位向的影响,裂纹长大方向要么平行于 $[2\bar{1} \bar{1}0]$ 晶向,要么垂直于片层方向 $[11\bar{2}0]$ 晶向。

显微组织影响着短裂纹与长裂纹的长大。在细片层组织中,短裂纹长大速率低于长裂纹长大速率。然而,在粗片层组织中,即使考虑裂纹长大因素的多样性,短裂纹长大速率比长裂纹高得多。这种差异是由于裂纹闭合效应所引起的。2 种组织裂纹扩展行为的差异主要是由束域尺寸、方向和裂纹尖端组织协调的快慢所决定的。粗片层组织的取向相似,1~2 个束域内的片层方向影响了早期裂纹扩展的行为。而对于细片层组织,束域尺寸比较小,且任意取向。因此,细片层组织中,更细的片层和取向的任意性延缓了裂纹长大速率。

材料组织也影响了裂纹源的形成,这对材料的总体寿命有较大的影响。细片层组织有较大的裂纹形核抗力,疲劳寿命长;而粗片层组织易形成裂纹源,短裂纹长大行为对材料的总体寿命也比较敏感。因此,即使粗片层组织具有较高的门槛值和裂纹扩展抗力,对于承受高循环疲劳载荷的涡轮机叶片和盘件,仍需使用细片层组织的材料才能达到较理想的性能。

李辉摘译自《Materials Science and Engineering》