

# 表面工程应用实例

## [例 44] 激光冲击强化在航空制造技术上的应用

航空发动机风扇和压气机整体叶盘/叶片在复杂的载荷条件下需要优异的高低周疲劳性能，特别是外物损伤（FOD）或者盐雾腐蚀在叶片边缘形成的缺口会导致钛合金疲劳强度的急剧降低；且飞机机身结构上容易产生应力集中的孔结构、转接 R 区，均需要较好的表面强化技术提高疲劳性能。

激光冲击强化利用 GW 级强脉冲激光导致的高温高压等离子体（类似局部爆炸），产生 GPa 以上强冲击波，使材料表层产生塑性变形，获得残余压应力，从而提高结构的疲劳性能。目前激光冲击强化已用于发动机叶片、机身结构的抗疲劳制造、壁板的激光冲击成形等。激光冲击强化与常规喷丸强化相比，具有残余压应力层更深、强化区的表面粗糙度更低，强化范围和强度便于精确控制等优点，多次强化也不会产生“过喷”损伤，用于激光冲击成形可以获得更小的曲率半径，因此特别适合表面综合性能要求很高的航空类产品强化。

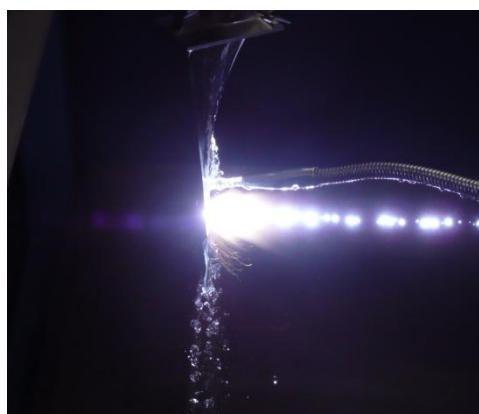


图 1 钛合金叶片激光冲击强化

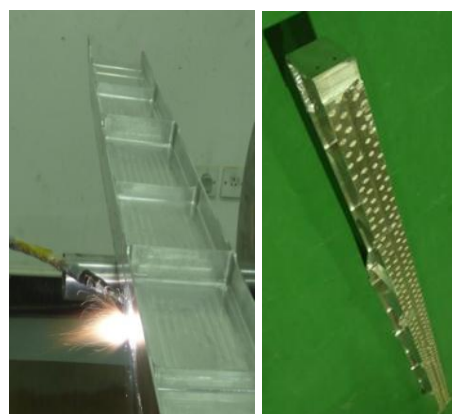


图 2 机身结构激光冲击强化



图 3 试件上激光冲击强化痕迹（方形光斑搭接）



图 4 激光冲击成形带筋壁板