

论文名称：钛合金表面激光同步复合微弧氧化涂层的生长特性与性能研究

论文作者：浙江工业大学 王晔

指导教师：姚建华 教授（研究领域：激光增材制造与再制造技术、高能束多能量场复合制造技术）、吴国龙 副教授（研究领域：激光复合电化学加工技术、轻合金表面制造技术）

微弧氧化对钛合金零部件表面兼具耐磨耐蚀陶瓷涂层的制造发挥着重要作用。基于此，本文进一步提出激光同步复合微弧氧化加工新方法，从而突破单一微弧氧化选区定制处理难、性能调控受限等技术瓶颈：

（1）揭示了同步激光作用下阳极表面的放电机制，明确激光对涂层生长中电化学/等离子体电化学反应的影响，实现了放电弧斑尺寸降低与放电密度提高。

（2）提出了涂层特性的同步激光调控方法。相比单一微弧氧化，涂层均匀性与致密度得到改善、生长速率提高 2 倍以上，同时硅含量、金红石相比例分别增加 21%和 15%。

（3）获得了涂层耐磨与耐蚀性能的提升方法。致密度与硅含量增加使得涂层磨损更均匀、摩擦系数更低且更稳定。厚度提升与减少放电损伤则使涂层自腐蚀电位正移，腐蚀电流密度降低。

（4）研制了基于光-电耦合的激光同步复合微弧氧化加工样机，并应用于航空发动机与航天器相关部件，部件使用寿命提高 1 倍以上。