

# 激光粉末床熔融 WE43 镁合金多孔结构用于骨缺损修复：孔隙单元对力学性能和降解行为的影响

彭勃<sup>1,2</sup>, 徐皓璟<sup>1,2</sup>, 刘金戈<sup>1,2</sup>, 尹滨兆<sup>1,2</sup>, 刘冰川<sup>3</sup>, 宋飞<sup>4</sup>, 温鹏<sup>1,2,\*</sup>,  
田耘<sup>3</sup>, 郑玉峰<sup>5</sup>

<sup>1</sup>清华大学摩擦学国家重点实验室, 北京, 100084

<sup>2</sup>清华大学机械工程系, 北京, 100084

<sup>3</sup>北京大学第三医院骨科, 北京 100191

<sup>4</sup>清华大学附属北京清华长庚医院, 北京, 102218

<sup>5</sup>北京大学材料科学与工程学院, 北京 100871

\*Email: wenpeng@tsinghua.edu.cn

WE43镁合金是少数获得骨科应用的生物可降解金属, 激光粉末床熔融(L-PBF)金属增材制造为获得与骨结构形状和弹性模量匹配的多孔支架提供了可能。然而, L-PBF制备的WE43镁合金多孔支架的降解速率过快, 成为限制其临床应用的技术瓶颈。前期研究发现, 高温氧化处理(HTO)可有效减缓LPBF-WE43镁合金的降解速率, 但尚不清楚孔隙对LPBF-WE43镁合金多孔支架力学性能和降解行为的影响。本文基于三重周期极小曲面(TPMS)设计了片状Gyroid(SG)、片状钻石(SD)、杆状Gyroid(LG)和杆状钻石(LD)单元多孔支架, 并与文献报道较多的钻石(D)单元多孔支架进行对比。利用定制化L-PBF工艺制备了熔合质量和尺寸精度良好的多孔支架, 在525℃高温下氧化处理8小时, 采用改良模拟体液(r-SBF)进行体外浸泡实验, 系统表征了多孔支架的力学性能和降解行为。采用70%孔隙率时, SD和SG支架具有更高的压缩强度, SD支架压缩屈服强度为22.3 MPa, 相较于D支架高41.1%, 这是由于片状结构为拉压主导变形, 杆状结构为弯曲主导变形导致的。体液浸泡28天后, 片状结构由于表面积较大, 氢气释放量多、失重率大、压缩强度下降幅度较大。对比不同孔隙率的LG多孔支架, 浸泡28天后60%孔隙率支架屈服强度下降13.9%, 80%孔隙率支架下降34.3%, 氢气释放量、失重率随孔隙率提高而上升。研究结果表明, 改变孔隙结构能在较大范围内调控多孔支架的力学性能和降解行为, 为获取具有定制化性能的可降解镁合金骨科植入物满足个性化临床需求提供了可能。

**关键词:** 激光粉末床熔融; 高温氧化处理; WE43镁合金; 多孔支架; 结构设计

\*第一作者(报告人)联系方式: 彭勃、15827475487、pengb21@mails.tsinghua.edu.cn