

基于多激光器选区熔化成形技术的高速列车制动盘研究

刘珏^{1,2*}, 董世运², 闫世兴², 刘晓亭², 王锁成²

1 北京理工大学机械工程学院, 北京 100081

2 陆军装甲兵学院再制造国家重点实验室, 北京 100072

*Email:liujuelj@163.com

激光选区熔化技术 (SLM) 作为一种先进的制造技术, 成形零件具有良好的综合性能而受到广泛关注, 其更广阔的设计自由度有助于实现以性能为目的的产品设计。但该技术仍面临成形尺寸小、材料种类少等问题, 面向增材制造的结构设计思想尚未形成, 这些都制约了技术的应用和推广。本文以多激光选区熔化成形技术 (ML-PBF) 为基础, 以提升高速列车制动盘使用性能为目标设计了新型制动盘结构, 其属于大尺寸低碳合金钢功能构件, 成形尺寸达646毫米。提出了面向增材制造的制动盘设计流程和方法以提高成形质量和加工效率, 包括24CrNiMo的工艺参数优化、自支撑散热筋和工艺支撑结构的设计、热处理工艺等, 有效解决了成形开裂问题, 获得了满足工业使用要求的制动盘。性能测试表明利用SLM技术成形的24CrNiMo构件拉伸强度、屈服强度和延伸率分别为1261Mpa、1196Mpa和16%, 冲击能量大于71J, 具有良好的高强高韧性。在台架试验中, 新型制动盘具有更稳定的摩擦系数, 单次制动过程中最高温度更加均匀。总的来说, 基于ML-PBF技术的高速列车制动盘具有优异的使用性能, 更适用于高速高压连续制动工况。其设计流程和方法也有助于改善大型合金钢构件的增材制造成形质量。

关键词: 面向增材制造的结构设计 (DfAM); 多激光器选区熔化技术 (ML-PBF); 低碳合金钢; 制动盘

参考文献

- [1] Li J.S., Li H.P., Zhang Q., and Jiao B.Q., Development of Cast Steel for Brake Disc of High-Speed Train, *Applied Mechanics and Materials*, 35(14) (2015) 3797-3807.
- [2] Kang X.L., Dong S.Y., Men P., Liu X.T., Yan S.X., Wang H., Xu B., Microstructure evolution and gradient performance of 24CrNiMo steel prepared via laser melting deposition, *Materials Science and Engineering: A* 777 (2020).
- [3] Cui X., Zhang S., Zhang C.H., Chen J., Zhang J.B., Dong S.Y., Additive manufacturing of 24CrNiMo low alloy steel by selective laser melting: Influence of volumetric energy density on densification, microstructure and hardness, *Materials Science and Engineering: A* 809 (2021).
- [4] 徐昀华,张春华,张松,乔瑞庆,张静波.激光增材制造24CrNiMo合金钢显微组织特征[J].材料工程,2020,48(11):147-154.
- [5] 康学良.激光增材制造24CrNiMo钢力学性能控制关键技术研究[D].上海大学,2020.

*第一作者 (报告人) 联系方式: 刘珏, 18101216267, liujuelj@163.com。