



多区耦合发汗冷却近壁涡系结构的演化

张智慧, 王娴*

(西安交通大学航天航空学院, 机械结构强度与振动国家重点实验室, 先进飞行器服役与环境陕西省重点实验室, 西安 710049)

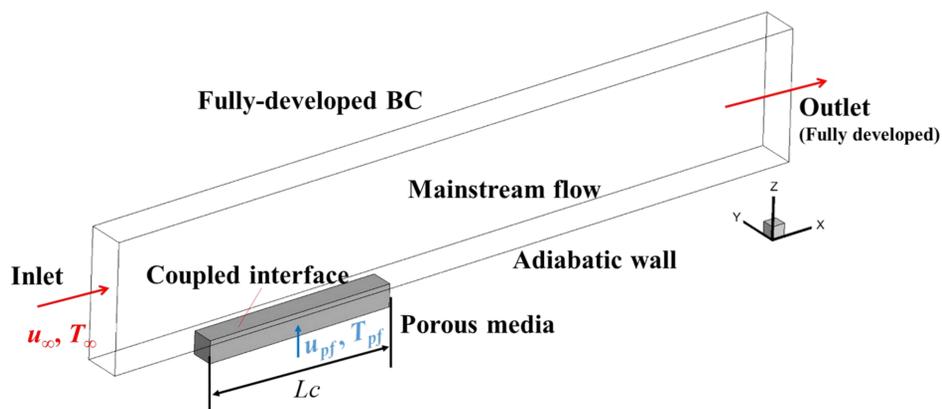
* Email: wangxian@mail.xjtu.edu.cn

研究背景

发汗冷却有望解决先进动力装置、飞行器关键热端部件等热防护问题。



问题描述



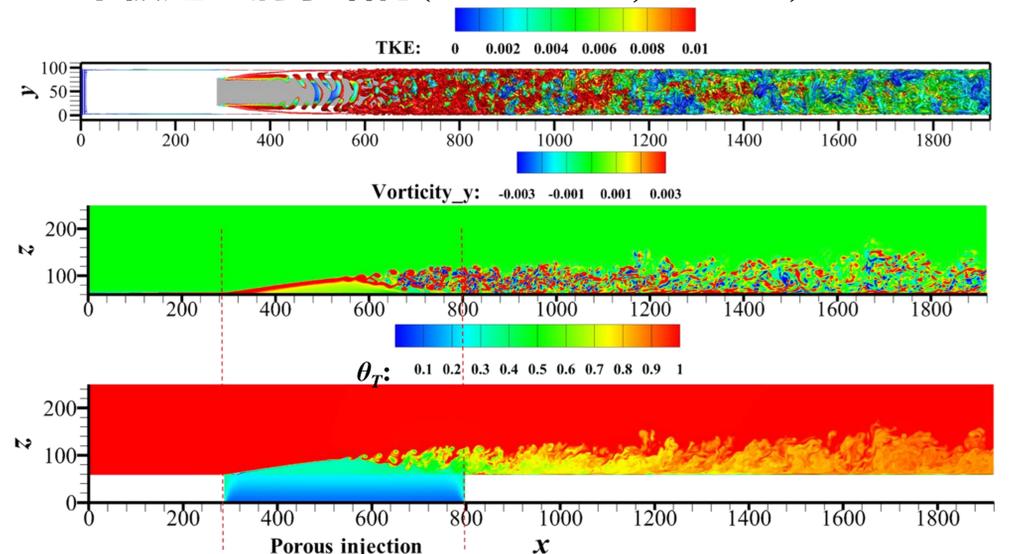
研究方法手段

- 递归正则化LBM算法、大涡模拟(WALE-LES);
- 自开发LBM求解器^[1,2]稳定、高效;
- 多区耦合计算性能达到1127 MLUPS^[2]。

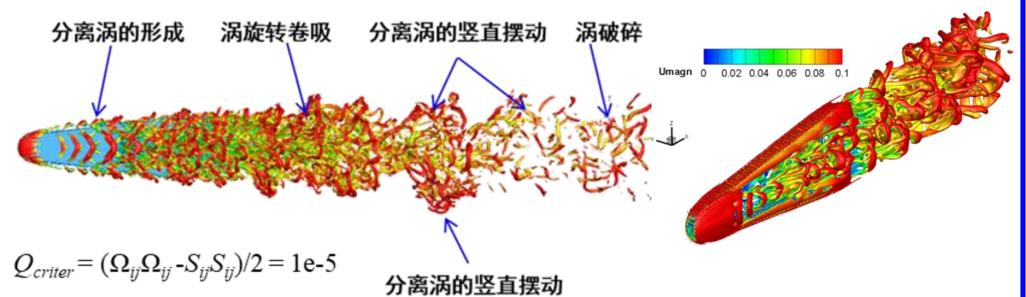


结果与讨论

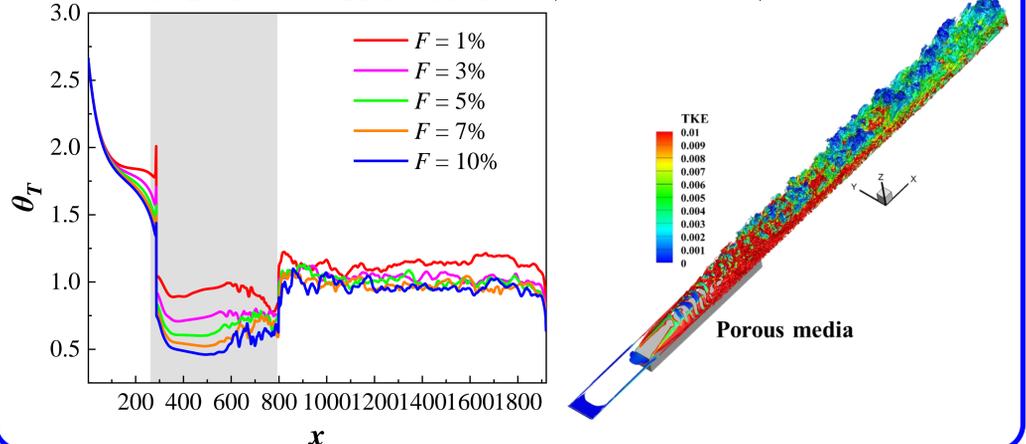
- 平板近壁涡系结构($Re = 5 \times 10^6, F = 5\%$)



- 楔形前缘发汗冷却局部涡系结构



- 吹风比对传热的影响分析($Re = 5 \times 10^6$)



结论

采用自开发LBM求解器和大涡模拟方法, 研究了多区耦合发汗冷却近壁涡系结构演化过程。

- 自开发LBM求解器稳定且高效, 适合高 Re 数工况流动传热模拟;
- 发汗冷却近壁涡系结构的生成、演化使冷却膜层失稳, 涡的相互作用促进了近壁热量传递;
- 较高吹风比, 引发局部流动分离, 吹风比大于5%, 注入区下游冷却性能提升不明显。

参考文献

- [1] Zhang, Z., Sun, X., Wang, X.* (2021). International Communications in Heat and Mass Transfer, 127, p.105491.
[2] Zhang, Z., Wu, X., Wang, X.* (2022). Physics of Fluids, (In Press).

致谢

本研究承蒙国家自然科学基金面上项目(NSFC Grant No. 12272288)、国家数值风洞工程课题(Grant No. NNW2019ZT2-B27)资助, 作者表示衷心感谢!