
工程热物理所超临界流体湍流传热特性研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3148.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

工程热物理所超临界流体湍流传热特性研究获进展。超临界流体在工业中具有广泛的应用，比如超临界水冷反应堆、超临界CO₂布雷顿循环、超临界压缩空气储能等。超临界流体具有独特的物性规律：当温度低于拟临界温度时类似于液体，当温度高于拟临界温度时类似于气体，而在拟临界点附近其物性会发生剧烈的变化。该特性使得超临界流体具有“传热恶化”、“传热强化”等特殊的传热规律，对系统的性能具有重要影响，因此超临界流体的传热特性一直被研究者所重视。

中国科学院工程热物理研究所储能研发中心对定壁温条件下超临界流体竖直圆管内向上湍流流动的传热特性开展了研究。该研究采用数值模拟方法，在圆柱型坐标系下使用SST k- ω 湍流模型。研究结果表明(见图1)，超临界流体在加热段内可以分成3个阶段——进口段、跨临界段和过临界段。热流密度在进口段迅速下降;在跨临界段下降，同时伴随振荡现象;在过临界段继续下降，但是振荡现象消失。热流密度振荡发生条件为：壁面温度高于拟临界温度，而主流温度低于拟临界温度。热流密度振荡是由于流体在拟临界点附近物性发生剧烈变化引起的。流体在拟临界点附近受热会产生浮升力效应，浮升力效应进而引起管内流体周期性对流换热变化，最终导致壁面热流密度振荡现象的发生。由于流体和壁面之间的温差逐渐减小，壁面热流密度振荡幅度沿轴线方向逐渐减弱。

将数值实验结果与经典经验关联式Dittus-Bolter公式和Bishop公式进行对比(见图2)，结果发现Dittus-Bolter公式和Bishop公式都不能准确预测超临界流体振荡现象。这是因为Dittus-Bolter公式没有考虑超临界流体受到的浮升力作用，而Bishop公式虽然考虑了热物性的影响，但是不能准确估计过程中速度场的作用，因而此二式无法对定壁温条件进行准确预测。

此外，开展了不同工况参数对超临界流体换热的影响规律的研究，结果表明质量流量、壁面温度和操作压力的上升提高了对流换热系数，同时消减了对流换热系数的振荡幅度。

该项目受到国家自然科学基金(51606186, U1407205)、国家重点基础研究发展计划(“973”计划, 2015CB251302)，北京市科技计划项目(D161100004616001)和中科院前沿科学重点研发计划(QYZDB-SSW-JSC023)的支持，相关研究成果已经在International Journal of Heat and Mass Transfer上发表(INT J HEAT MASS TRAN128 (2019) 875-884)。

图2对流换热系数模拟结果与经验公式的对比

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发