



科研进展

聚变堆氦增殖包层温度控制机制被揭示

文章来源：文/张杰、许蕾 发布时间：2017-10-12

近日，等离子体所姚达毛研究员课题组刘常乐博士等人在聚变堆氦增殖包层数值模拟研究中取得重要进展，研究揭示聚变堆氦增殖包层温度控制机制，相关理论及研究方法以Study on the Temperature Control Mechanism of the Tritium Breeding Blanket for CFETR为题通过研究快报 (letter)形式发表在最近一期的Nuclear Fusion 杂志上 [Nucl. Fusion 57 (2017) 124003 (7pp)]。

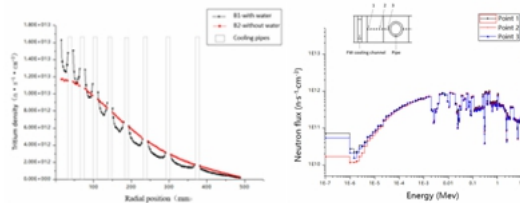
氦增殖包层是面向未来聚变堆的几个最重要的瓶颈技术之一，它的主要作用是实现氦的生产及担负能量转换功能。其中，包层产氦技术事关聚变堆氦循环能否实现自持 (tritium self-sufficiency) 是未来商用聚变堆稳态运行的根本保证。鉴于产氦过程中存在氦损失、失效事件、元素放射性衰变等诸多不可确定因素，实现氦的自持具有极大的挑战性。因此，研究包层产氦效率对实现聚变堆氦自持要求十分重要。实际上，包层产氦过程是一个涉及中子学、热工和材料等相互作用、互相影响的动态过程，这个过程与温度场分布与演变密切相关。包层温度场的变化将直接关系氦的分布及释放，且决定中子学计算所获得的产氦比率(评价氦自持要求的主要参数)TBR (tritium breeding ratio) 数值最终有效程度。因此，研究包层温度控制技术是实现聚变堆氦自持有效性的迫切需要。

刘常乐博士2008-2011年期间曾在日本那珂核融合所聚变堆组工作，从事氦增殖包层热工及中子学分析研究，对氦增殖包层温度控制技术产生浓厚兴趣。曾先后研究了不同水冷条件下包层TBR的分析研究、多层包层产氦区域分布特点、包层材料变化与TBR的关联性等。2014年提出了基于包层材料变化的包层温度场控制方法。近期在总结过去研究基础之上，系统提出一种基于闭环模式的包层温度控制理论及应用泛函数方法优化包层参数设计的思想，通过调控包层参数(增殖材料组分、倍增材料组分、结构材料组分及热工参数等)的方法揭示包层产氦与温度场演化的联动机制及其反演变化机制。这是温控思想首次应用于包层技术研究，并已在实际研究中得到验证。

基于包层温控机制理论，研究小组开展了TBR优化途径及产氦分布问题的探索研究。认为高TBR包层设计受到中子学、材料学、结构设计等诸多方面影响，同时又反过来影响包层结构及材料的优化设计，这一观点与加州大学洛杉矶分校 M. Abdou 教授近日在京都提出的“TBR是设计、物理、材料等诸因素的函数”观点一致 (ISFNT-13, 24-29, Sep., Kyoto, Japan, 2017)。研究过程中发现的水冷包层低温区域氦聚集现象支持了上述观点。冷却水对于中子的慢化作用以至产生大量低能中子，而低能中子又是与Li系增殖剂反应产生氦的主要中子源，这是氦的聚集现象的根本原因。由水冷系统介入形成的局部低温区严重影响了氦的生产(影响氦的释放即影响包层实际TBR数值范围)。氦的低温区聚集现象将对面向聚变堆的固态水冷包层技术提出了新的巨大的挑战。

聚变堆包层温控机制理论对研究有效TBR起到关键作用。Nuclear Fusion审稿人在给予包层温控机制研究的评论中指出，“此项工作非常意义，包层温度控制机制理论对于解释包层产氦与包层内部温度场分布之间的关系等一系列物理问题十分重要”。

本项工作是等离子体所聚变堆总体研究室关于CFETR总体设计规划的重要组成部分。



文章链接:<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/aa7f3e>

科学岛报



科学岛视讯



[内部信息](#) | [综合处](#) | [人教处](#) | [财资处](#) | [科研处](#) | [研究生处](#) | [纪检监察审计](#) | [离退休](#) | [保密办](#) | [安保办](#) | [基建管理](#) | [质量管理](#) | [信息中心](#) | [服务中心](#) | [健康管理中心](#) | [科院附中](#) | [科技学校](#) | [归国学人联谊会](#) | [岗位聘用系统](#) | [职能部门](#) | [常用信息](#) |

[友情链接](#)



[版权保护](#) | [隐私与安全](#) | [网站地图](#) | [常见问题](#) | [联系我们](#)

Copyright © 2016 hfcas.ac.cn All Rights Reserved 中国科学院合肥物质科学研究院 版权所有 皖ICP备 050001008

地址：安徽省合肥市蜀山湖路350号 邮编：230031 电话：0551-65591295 电邮：office@hfcas.ac.cn

