

新闻动态

科研动态

当前位置: 首页>新闻动态>科研动态

等离子体所在ITER-like面向等离子体部件的氦渗透机制方面取得进展

2018-12-17 | 作者: 刘皓东 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

头条新闻

图片新闻

综合新闻

科研动态

部门动态

党建工作

在未来聚变堆中，氦通过第一壁渗透进入冷却剂是影响氦自持以及装置核安全的重要问题。近日，等离子体所聚变堆材料科学与技术研究室周海山课题组从工程实际出发，通过实验研究对ITER-like面向等离子体部件提出了新的氦渗透机制和解决方案，并以Letter形式发表在Nuclear Fusion杂志上（Nucl. Fusion 59 (2019) 014003）。

国际热核聚变实验堆ITER在设计面向等离子体部件（PFC）时，优先考虑部件的热负荷承受能力，出于降低应力的目的，面向等离子体材料钨被分割成小瓦块并制备成串（monoblock）或者平板（flat tile）型单元。目前大量的示范堆PFC设计也参考了ITER。这些ITER-like的部件在承受热负荷方面表现优异，但是瓦块间存在的缝隙将热沉材料暴露在堆内环境中。而边界等离子体中存在极其复杂的原子分子物理过程，虽然受磁场约束的离子不会直接轰击到热沉，但边界还有大量不受约束的载能中性粒子与热沉直接相互作用，引起“超渗透”现象，使氦的渗透量呈量级的上升。

课题组在直线等离子体装置中精心设计了倾斜缝隙的钨模块模拟聚变堆PFC工况，以铜以及国产低活化钢CLF-1为样品开展了氦原位渗透实验。结果表明在现有ITER的PFC设计下，装置运行时氢同位素氦经钨块之间缝隙渗透进入冷却管道的问题可能被严重低估。课题

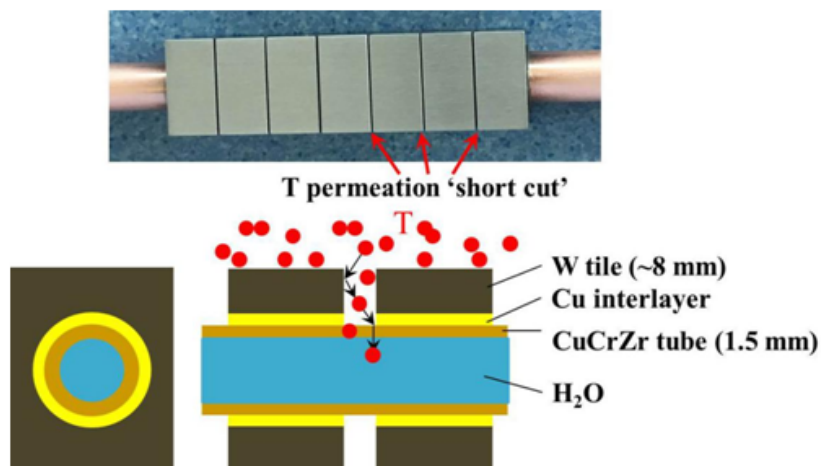
☎ 0551-65593253

组也针对这一现象提出了解决方案，其中最简单的方法就是使用钨或钼环填充钨串瓦块间缝隙，阻氙的同时可对瓦块精确定位，该方案已经实现工程化并应用于EAST偏滤器的钨铜部件的批量制造中。

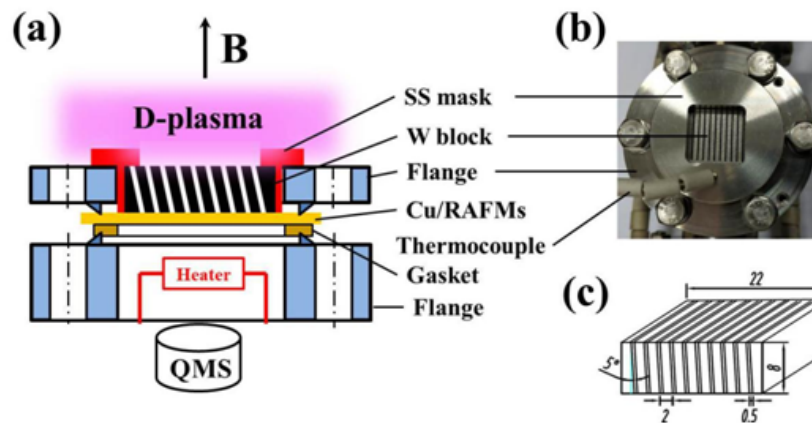
该研究是国际上首次实验证明ITER-like PFC的等离子体加速氢同位素渗透行为，两位审稿人分别指出“该结果向聚变研究人员传递了重要信息”“需要聚变界更多的人知晓这一问题”。鉴于该项工作对于ITER和DEMO的PFC设计以及运行安全的重要参考价值，周海山博士已获邀请在今年12月在美国举行的第26届国际托卡马克物理活动偏滤器/刮削层（ITPA-DSOL）会议作口头报告以及明年5月在荷兰举行的第17届面向等离子体材料和部件大会（PFMC）上作大会邀请报告。

本研究得到了ITER专项以及国家自然科学基金项目的支持。

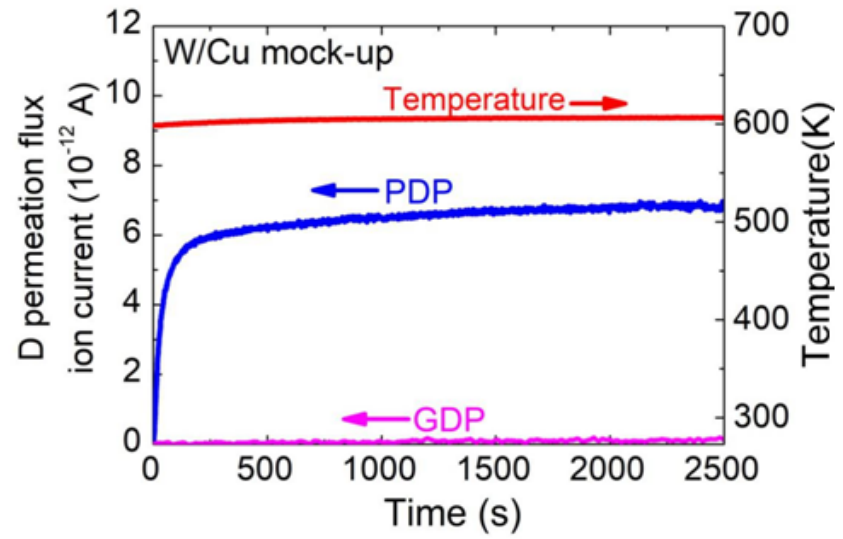
论文链接：<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/aaefd0>



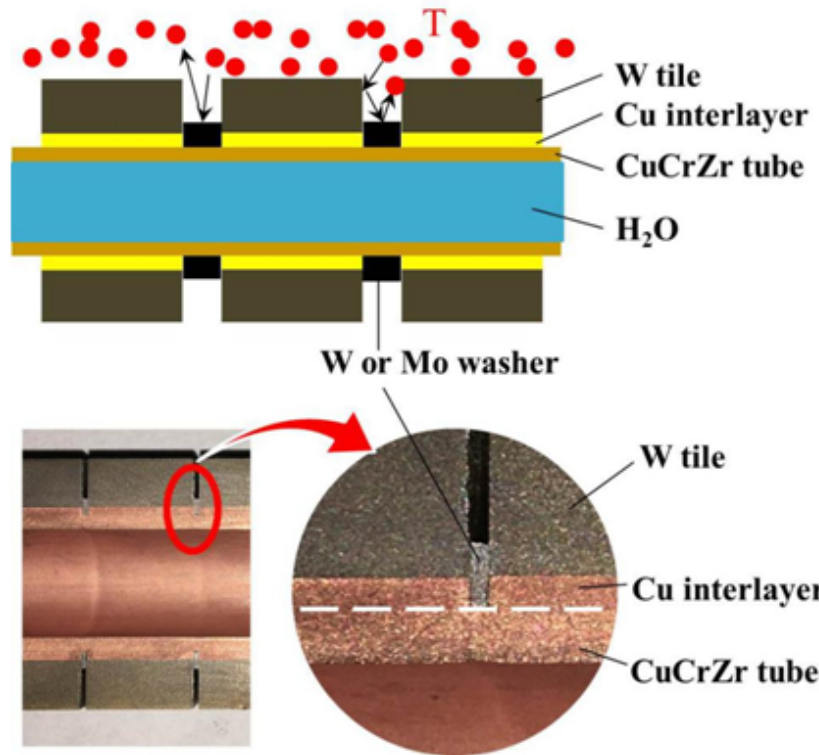
氙在ITER-like PFC中的“超渗透”路径



钨采用斜缝设计，保证结构/热沉材料不会直接暴露于等离子体



原位探测的渗透信号



可有效降低氚渗透的“EAST方案”

