



科研进展

徐国盛课题组提出新的准轴对称永磁体仿星器磁体设计策略

文章来源：文/陆志远 图/陆志远 发布时间：2021-09-24

近期，合肥研究院等离子体所徐国盛研究员课题组在准轴对称永磁体仿星器设计研究方面取得重要进展，发展了可高精度产生仿星器所需极向磁场的永磁体方案，提出“two-step”磁体设计策略，为后续开展可批量制造的标准化磁体设计奠定了重要基础。相关成果发表在期刊Nuclear Fusion上。

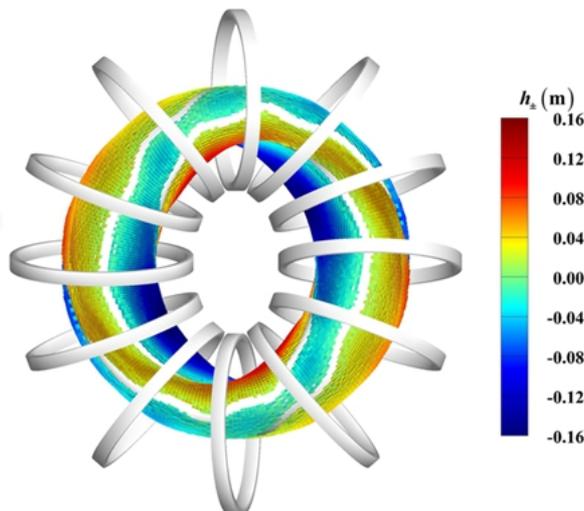
近年来，先进仿星器磁约束聚变发展迅速。德国全超导大型仿星器W7-X最新的实验达到了和托卡马克相当的等离子体约束水平，成果于2021年8月发表在Nature期刊上，这意味着先进仿星器有潜力成为实现聚变能的一个重要途径。准轴对称仿星器是一种更先进的仿星器位形，结合了托卡马克的优点，可使仿星器更加紧凑和廉价，是国际研究的热点。然而，现有仿星器依靠三维扭曲的线圈来产生磁场位形，线圈结构较为复杂，加工制造难度大、成本高。最近，用永磁体来简化仿星器线圈的概念被提出，这一重要创新可能会加速仿星器的发展。永磁体不耗能、成本低、天然稳态，有潜力极大降低仿星器的建造和运行成本。将准轴对称位形和永磁体结合起来的先进仿星器将成为极具竞争力的低成本稳态磁约束聚变研究装置。然而，准轴对称永磁体仿星器需要的永磁体块数量庞大，大约是 $10^4 \sim 10^6$ 量级。若无法对磁体进行标准化，其加工制造、装配的难度和成本甚至可能远超三维线圈。因此，如何简化永磁体块的形状结构、优化每一个永磁体块的布置（包括位置和磁化方向）进而发展出可批量制造的标准化磁体是永磁体仿星器研究的重要目标。

近期，徐国盛研究员课题组在准轴对称永磁体仿星器设计方面开展了一系列研究工作，对永磁体标准化做了前期探索研究：（1）基于傅里叶分解以及表面磁荷法发展了安装在绕组曲面上且磁化方向垂直于等离子体表面的磁体安装方案，该方法能够以极高的精度产生所需磁场位型且最小化永磁体用量，所有磁体块均匀磁化且剩磁强度相同，具备一定的工程可行性；（2）提出了一个稳健、高效、逻辑简单、且非常易于推广发展适用于各种永磁体布置方案的“two-step”磁体设计策略，基于此设计策略，课题组发展了磁化方向垂直于等离子体表面的磁体设计方法，该方法可以快速给出与（1）一致的结果并可自动设计窗口。由于该策略采用了“分治策略”思想，将数以万计甚至十万计的磁体块设计过程分解为独立设计每一块磁体，进而迭代求解，因此对每一块磁体的具体形式都具有非常大的自主权，容易直接进行工程磁体设计。垂直磁体设计方法成功验证了“two-step”磁体设计策略的实用性，这为后续开展可批量制造的标准化磁体设计奠定了重要基础。

论文链接：

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/abfdb6>

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/ac1710>



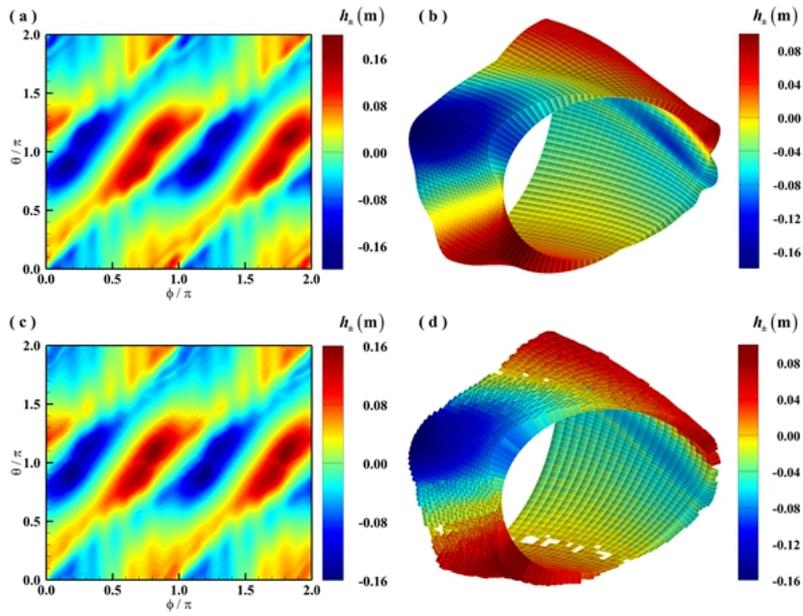
科学岛报



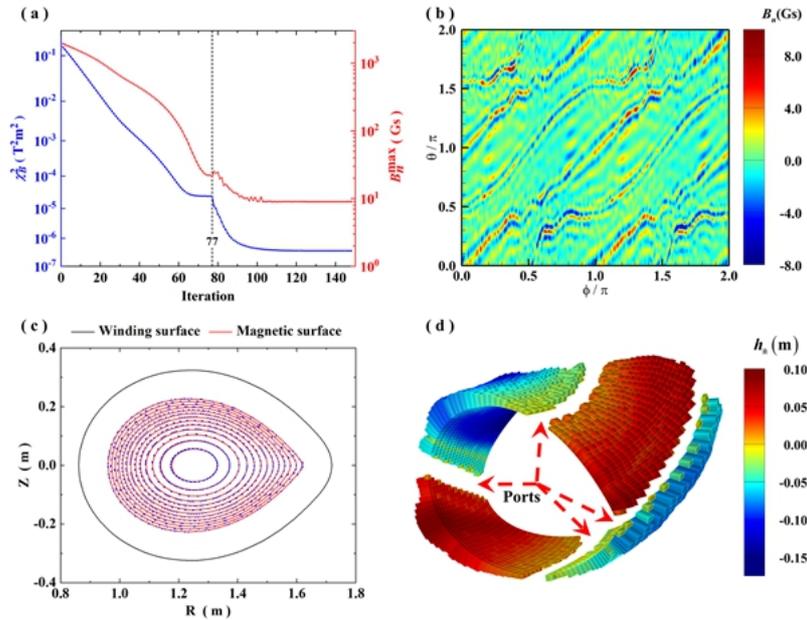
科学岛视讯



图一：“two-step”磁体设计策略设计垂直磁体



图二：“two-step”磁体设计策略与傅里叶法可给出高度一致的磁体设计



图三：“two-step”磁体设计策略可自动设计窗口

子站

内部信息 | 院长办公室 | 监督与审计处 | 人事处 | 财务处 | 资产处 | 科研处 | 高技术处 | 国际合作处 | 科发处 | 科学中心处 | 研究生处 | 安全保密处 | 离退休 | 质量管理 | 后勤服务 | 信息中心 | 河南中心 | 健康管理中心 | 科院附中 | 供应商竞价平台 | 基建管理 | 职能部门 |

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：安徽省合肥市蜀山路350号 邮编：230031 电话：0551-65591245 电邮：yzxx@hfcas.ac.cn

