

空间中心提出由磁层X射线二维图像反演三维磁层顶的“工具箱”

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21424.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！

空间中心提出由磁层X射线二维图像反演三维磁层顶的“工具箱”

人类赖以生存的空间被地球内禀磁场形成的磁层保护，磁层的外边界称为磁层顶。近些年，有研究发现磁层顶附近区域在软X射线波段是明亮的。软X射线的辐射机制是太阳风电荷交换(Solar Wind Charge Exchange, SWCX)过程，即太阳风中高价重离子和地球大气逃逸的中性成分发生碰撞，由激发态向基态跃迁的过程中发出光子。因此，太阳风能到达的区域就会辐射X射线，而X射线波段明亮和黑暗的交界线是太阳风发生绕流的边界，即磁层顶。

基于此，中国科学院和欧洲航天局联合提出了太阳风-磁层相互作用全景成像卫星项目(Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer, SMILE)，对日下点附近的磁层顶、部分极尖区和地球极光进行成像探测，同时对磁场和等离子体进行原位测量，旨在揭示太阳风-磁层相互作用的基本模式，从系统尺度上探索太阳风-磁层-电离层耦合的基本物理过程。SMILE卫星计划于2024年至2025年发射。在X射线二维图像数据和磁层物理规律的认知之间起到桥梁作用的是如何由图像数据分析出三维磁层顶位形。这是SMILE项目预先研究的核心内容。

近日，中科院院士、中科院国家空间科学中心太阳活动与空间天气重点实验室研究员王赤与孙天然研究员，总结了由磁层X射线二维图像反演三维磁层顶的四种方法，给出了磁层成像数据分析的“工具箱”。该综述文章总结了切向拟合法(Tangent fitting approach, TFA, 图1; Sun et al., 2020)、边界拟合法(Boundary Fitting approach, BFA; Jorgensen et al., 2019a, 2019b)、切线方向法(Tangent direction approach, TFA; Collier and Connor, 2018)、计算机断层分析法(Computerized tomography approach, CTA; Jorgensen et al., 2022; Wang et al., 2022)这四种方法的优点和局限，指明了各自的适用范围(表1)。空间中心研究员徐荣栏、孙天然与美国新墨西哥理工大学等合作，给出了磁层顶反演的CT方法。针对CT方法，孙天然与空间中心副研究员李大林、博士研究生王荣聪等合作，采用人工智能技术对轨道未能覆盖的观测角度进行图像补全，反演得到三维磁层顶位形(图2)。孙天然与合作者对磁层X射线研究进展进行了综述。

Table 1 Summary of magnetopause reconstruction methods

Approach name	Number of images needed	Assumptions
Boundary fitting approach, BFA (Jorgensen et al. 2019a)	1 image	Functional forms of boundaries and X-ray emissivity
Tangent fitting approach, TFA (Sun et al. 2020)	1 image	1) Functional forms of boundaries
Tangential direction approach, TDA (Collier and Connor 2018)	≥ 2 images	1) Time stationarity
Computerized tomography approach, CTA (Jorgensen et al. 2022)	Many images	Time stationarity

该系列成果发表在Geoscience Letters、Journal of Geophysical Research等上。研究工作得到国家自然科学基金重点项目、中科院前沿科学重点研究计划、中科院空间科学战略性先导科技专项、中科院青年创新促进会优秀会员资助计划等的支持。表1.磁层成像数据分析的“工具箱”(摘自Wang and Sun, 2022) 图1.采用切向拟合法TFA,由磁层X射线图像(左)反演三维磁层顶(右)。(摘自Sun et al., 2020) 图2.人工智能应用于CT反演方法。左、中图为X射线辐射率在子午面和赤道面的等值线,右图为三维磁层X辐射率反演结果。(摘自Wang et al., 2022)

研究团队单位：国家空间科学中心

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