日冕磁场模型可解释性与逆问题研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41694.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！

日冕磁场模型可解释性与逆问题研究取得进展

。近日，中国科学院国家空间科学中心围绕日冕磁场源表面几何参数的确定问题开展研究，从自由边界问题和形状优化角度分析势场源表面模型（PFSS）的正、逆问题，并结合PSP卫星近太阳原位观测，构建源表面半径优化算法。该研究利用ACE卫星观测进行独立检验，揭示最优源表面半径随太阳活动变化的总体趋势以及不同观测指标之间的权衡关系。

PFSS模型是大尺度日冕磁场研究的常用模型。源表面作为该模型解域的外边界，在此边界磁场被约束为径向，从而近似描述向日球层开放的磁力线。源表面半径是PFSS模型的关键几何参数，影响模型给出的开放磁通量、日冕洞边界、日球电流片结构及太阳风源区位置。传统研究通常采用2.5太阳半径，但越来越多的观测表明，不同太阳活动阶段、不同磁图和不同评价指标对应的最优值不同。因此，需要研究最优值并建立相应的优化算法。

基于PSP前19次近日点期间的原位磁场和太阳风速度观测，研究团队构建了源表面半径的数值优化算法。在第25太阳活动周，PSP观测反演得到的最优源表面半径总体上呈现太阳活动低年向上升阶段半径值增大的趋势。日地L1点附近的ACE卫星得到的源表面半径演化与PSP结果表现出相近的总体趋势，实现了对算法的泛化性测试。此外，最优源表面半径不随太阳活动单调变化，部分PSP Encounter对应的结果低于相邻时段，这些局部偏离与电流片结构或日冕物质抛射等瞬态活动有关。

为解释优化结果，团队引入开放磁通量和磁场极性准确率等指标，并利用多目标优化算法分析不同目标之间的权衡关系。在太阳活动低年，PFSS模型对开放磁通量的低估较为突出。此时，目标函数对幅度差异更加敏感，优化结果主要由开放磁通量一致性支配驱动。随着太阳活动进入上升期阶段，磁场极性预报准确率在参数选择中的作用相应支配增强。

该工作将日冕磁场建模、自由边界问题、基于原位观测的优化算法及多目标优化结合起来，为PFSS模型关键几何参数的观测约束提供了具有数学可解释性的建模与优化方法，并有望拓展至部分观测约束下日冕磁场逆问题的适定性研究。

相关研究成果发表在*Journal of Geophysical Research: Machine Learning and Computation*上。研究工作得到国家自然科学基金和国家重点研发计划等的支持。

论文链接

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转发