

地质地球所等研究发现水星东向环电流

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18784.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！

水星是太阳系中距离太阳最近的一颗行星。上世纪70年代，水手10号两次近距离掠过水星，发现水星可能存在全球偶极磁场。2011年，美国信使号成为首个环绕水星探测的飞船，并开启了长达四年的连续在轨监测。信使号的观测证实了水星存在一个较弱的全球偶极磁场，其磁偶极矩约为地球偶极矩的万分之四，表明水星内核磁场发电机要远弱于地球当前内核磁场发电机。与地球磁层类似，水星磁场与外部太阳风的相互作用也能形成一个磁层空腔，不过尺度远比地球磁层小（约为地球磁层的5%）。因此水星磁层在某种程度上可近似看作是地球磁场变弱时候的磁层“样本”。

地球偶极磁场能够有效捕获太阳风高能带电粒子，使得地球免遭太阳高能粒子的直接轰击。捕获的太阳高能带电粒子在偶极磁场的引导作用下会漂移（离子西向漂移，电子东向漂移）形成一个环绕地球的西向环电流。当出现太阳风暴时，西向环电流显著增强，并造成地表地磁场强度的下降（图1）。

由于水星磁层空间的观测资料有限，通常认为水星磁层是地球磁层按比例缩小的“小号”版本，也应该存在一个由捕获离子形成并环绕水星的西向环电流。但有学者认为，若将地球环电流高能粒子放在水星偶极磁场中，那么水星环电流区域则应对应位于水星表面以下。所以，水星显然是不可能存在环电流。此外，由于水星向阳面磁层高度压缩，捕获粒子也较难以绝热粒子的形式形成闭环漂移运动。但也有学者认为，虽然高能粒子不易捕获，但水星有可能捕获较低能量的粒子，并且在观测研究和模拟研究中发现了这样的捕获粒子。然而，对于这样的捕获粒子能不能形成西向环电流仍不清楚。

澄清水星是否具有西向环电流对于认识太阳风与水星相互作用，揭示水星空间等离子体物理过程具有科学意义，并有助于探索行星磁场演化在行星宜居环境中所扮演的角色。然而，考虑到信使号等离子体仪器的视场有限，研究获得的等离子体整体速度、密度、温度等参量存在一定误差，这给直接分析离子的漂移运动带来了困难。此外，即使离子漂移运动能环绕水星形成闭合路径，如何评估这些漂移离子是否带来显著的西向环电流也是较为困难。

为此，中国科学院地质与地球物理研究所地球与行星物理院重点实验室博士生石振在导师研究员戎昭金、魏勇的指导下，与瑞典于默奥大学、美国密歇根大学等机构的国际学者合作，提出可通过计算信使号测量到磁场的平均旋度，进而反演水星空间电流分布，确认水星空间是否存在显著的西向环电流（因为显著的环电流会产生显著的磁场扰动）。通过对信使号近4年的磁场统计分析，研究显示水星磁层内部不存在类似于地球磁层的西向电流环带；但在水星夜侧磁赤道附近，~500-1000 km高度范围内存在一个明显的东向电流（JEC，图2）。该东向电流主要集中在磁赤道面上，自西向东运转，并与向阳面的磁层顶电流（JCF）闭合形成回路。进一步的模拟研究证

实了该结论，并显示出该东向电流能永久性地存在于任意太阳风条件下。结合模拟及相关分析计算，科研人员提出了东向电流的形成机理（图3）：太阳风离子通过扩散作用从磁层两侧进入水星磁层，在磁场的引导作用下，在夜侧磁赤道面附近形成准捕获等离子体带；在等离子体带的内侧，径向向外的等离子体压力梯度与磁场共同驱动了东向抗磁电流。

东向电流的发现更新了对水星磁层电流体系的传统认知，澄清了多年的科学谜题——水星至少不显著存在类似地球磁层的西向环电流，不能简单地将水星磁层视为地球磁层的“小号”版本。此外，水星东向电流的发现对于理解水星发电机演化、系外行星空间等离子体环境等科学探测具有重要的科学意义。

相关研究成果发表在 [Geophysical Research Letters](#)

上。研究工作得到中科院战略性先导科技专项、国家自然科学基金、中科院地质地球所重点部署项目、中科院重点部署项目的资助。

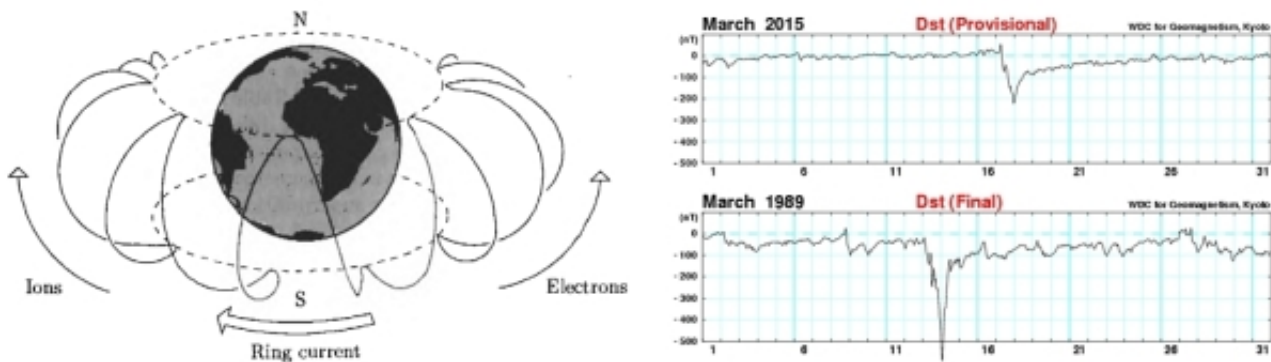


图1.（左）地球磁层西向环电流形成示意图；（右）增强的西向环电流引起地球空间磁暴，造成地表地磁场强度下降

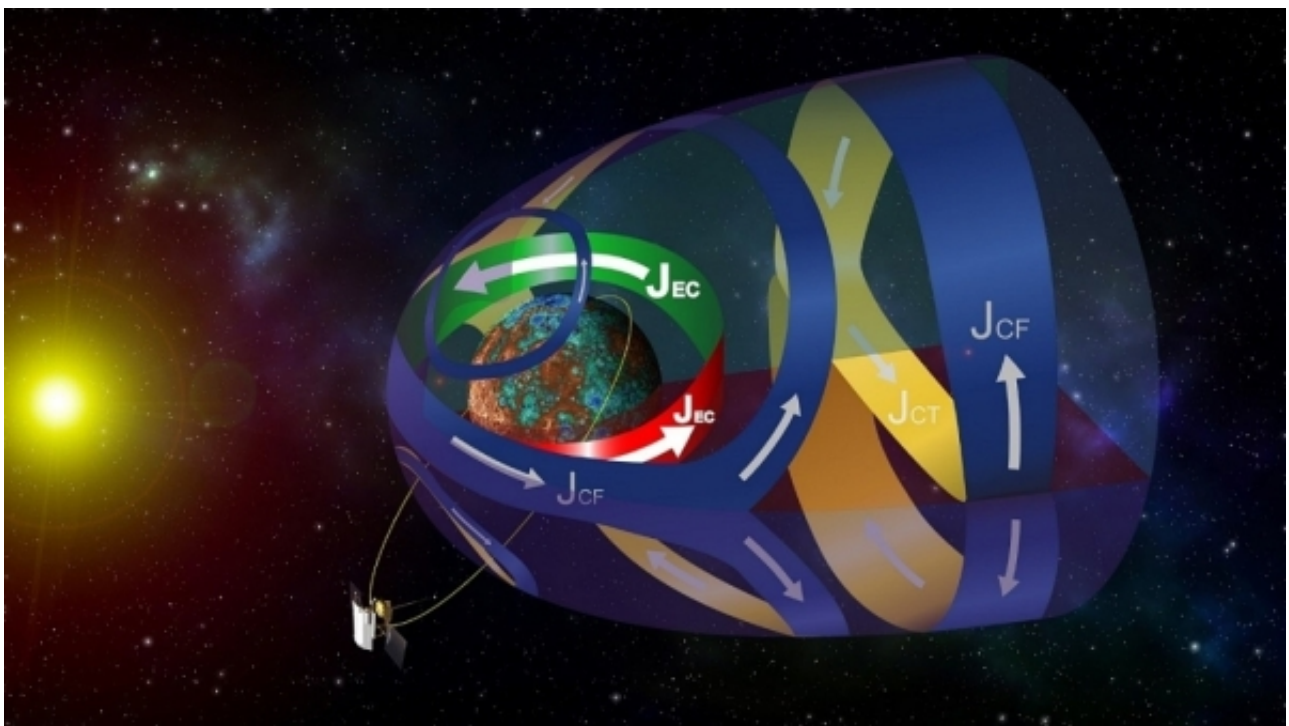


图2.水星磁层电流体系示意图，其中JEC为研究发现的东向电流

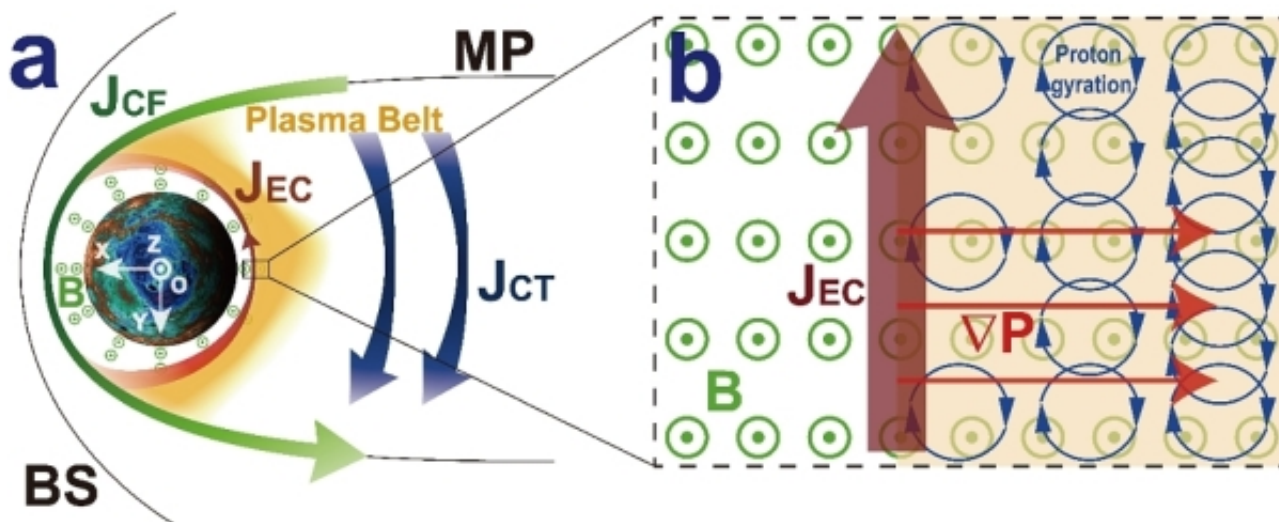


图3.东向电流形成机制示意图

研究团队单位：地质与地球物理研究所

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