
地质地球所等在地球等离子体层发现月潮信号

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21714.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！

地质地球所等在地球等离子体层发现月潮信号。作为地球唯一的天然卫星，月球对地球生态环境以及人类活动具有重要影响。千百年来，月球本身和地月相互作用等问题受到关注。月球对地球最直接的影响是潮汐效应，其中最具代表性的是海洋潮汐。此外，人类在地壳、大气和电离层等不同高度区域都频繁地观测到月球潮汐现象。以上这些区域中的物质以固、液、气三态为主，其中的月潮特征由月球引力直接导致，且大都以半日和半月周期变化为主。以海洋潮汐为例，如图1中地球表面附近的蓝色部分所示，两个高潮分别出现在月球地方时的正午和午夜侧，即地月连线附近，两个低潮则分别出现在月球地方时的晨昏侧即垂直于地月连线附近。然而，在更为广袤的地球磁层中，物质以稀薄的第四态——等离子体形态存在，其中的引力作用往往因远小于电磁力而被忽略，那里是否存在月球潮汐信号？科学家对此还不清楚。

近日，山东大学博士后肖超、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研究员何飞与魏勇，以及北京航空航天大学等国内外多个单位科研人员合作，利用包括我国嫦娥三号在内的多颗卫星观测数据，通过分析等离子体层顶位置随月相的变化情况，首次观测到地球等离子体层中存在月球潮汐信号。

该研究通过分析国内外近40年来十余颗卫星（包括我国嫦娥三号、美国THEMIS、欧洲Cluster等）穿越地球磁层“冷等离子体海洋”（即等离子体层）的数据（该数据库由地质地球所研究员何飞和张效信等建立，是目前最大最完整的等离子体层顶位置数据库），首次发现等离子体层顶（即等离子体层的外边界）的位置存在清晰的月潮变化。图2a显示，这个潮汐信号的最大振幅约为800 km，图2b的二维离散傅里叶结果表明其周期是全日和全月周期的（高潮出现在太阴日的昏侧附近，低潮出现在太阴日的晨侧附近，如图1中橙色部分以及图2d所示），其特性显著区别于绝大部分低高度（如地壳、海洋和大气等）潮汐信号：存在全日周期和全月周期，且高潮只有一个且出现在月球地方时的昏侧附近，其相位领先月球约90度，对应的低潮只有一个且出现在月球地方时的晨侧附近（如图1中橙色部分所示）。

进一步，该研究探讨了等离子体层月潮的形成机制。等离子体层顶的位置主要受到磁层径向电场的影响和调制。研究通过分析电场观测数据发现，径向电场显示出全日和全月周期的潮汐变化，且与等离子体层顶的潮汐信号相对应。上述研究表明等离子体层顶高度的潮汐变化可能是由电场的潮汐变化引起的，同时，该形成机制也被两种等离子体层顶模型所检验。这表明引力和电磁力的共同作用导致等离子体层顶潮汐信号特征显著区别于近地面区域仅由引力引起的潮汐信号。

这一新发现更新了科学家对潮汐现象的认知，表明了月球对近地空间环境的作用比既往设想的更重要，拓展了地月系统相互作用的研究，并有助于进一步探索其他行星系统中卫星和行星的相互作用过程。相关研究成果发表在Nature

Physics

上。研究工作得到国家自然科学基金优秀青年科学基金项目、中科院青年创新促进会、地质地球所重点部署项目的支持。

[论文链接](#)

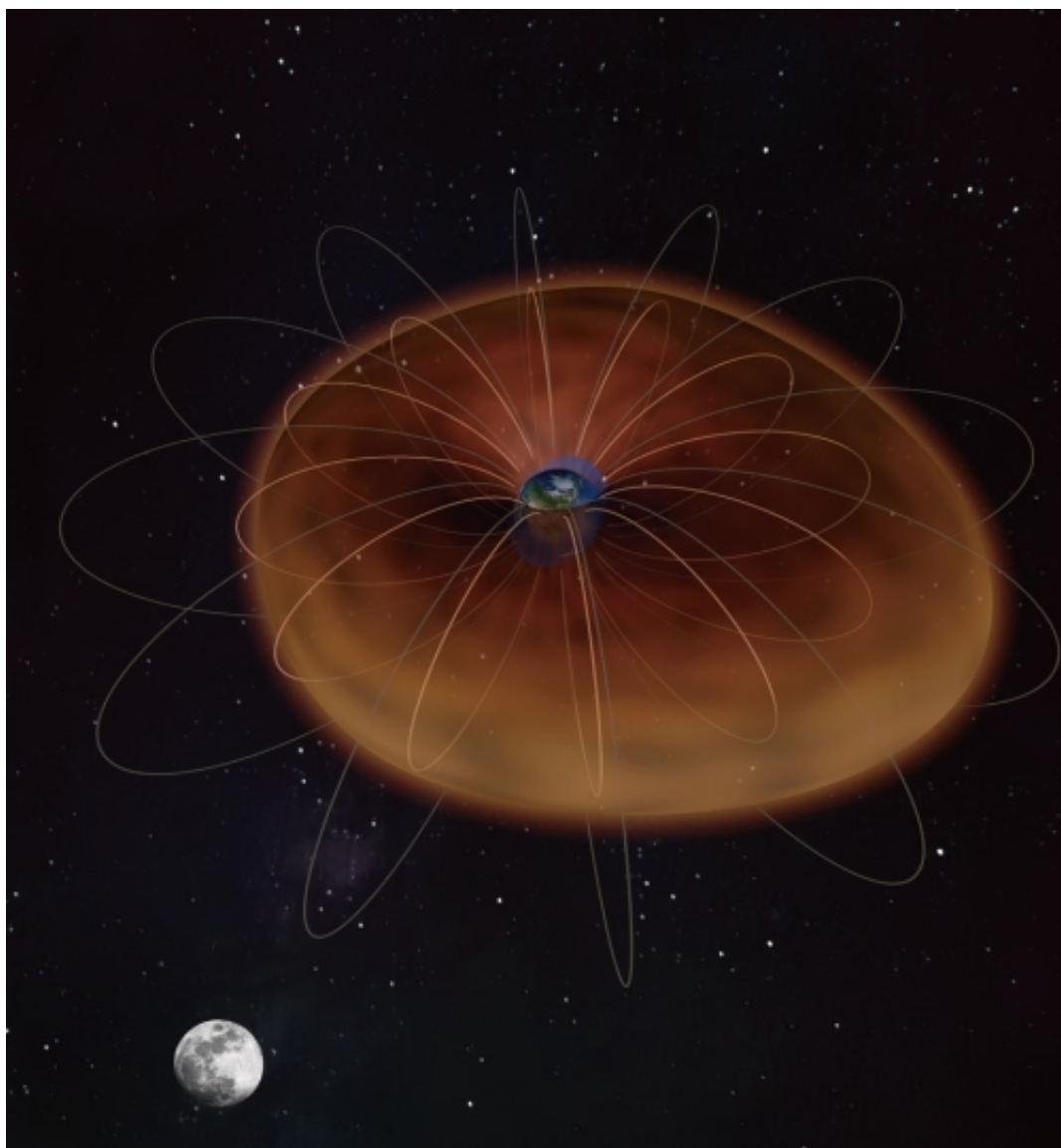


图1.海洋潮汐（蓝色部分）与等离子层顶潮汐（橙色部分）对比。

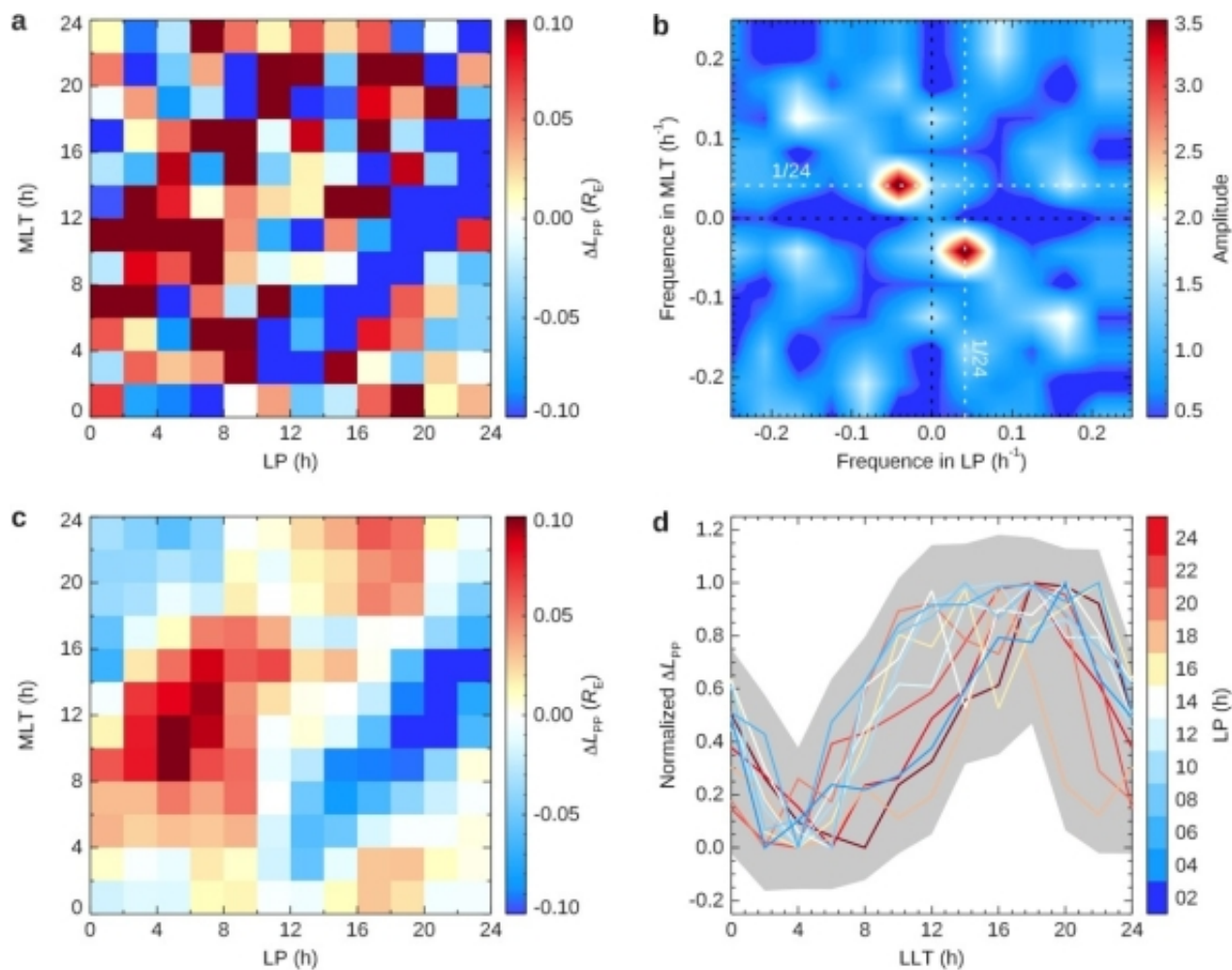


图2.等离子体层顶潮

汐信号直接观测证据。(a) 等离子层顶位置扰动幅度 (ΔL_{pp} , 单位为地球半径 R_E , $1R_E=6371$ km) 随月相 (LP) 和磁地方时 (MLT) 的变化情况; (b) 等离子层顶位置扰动的二维傅立叶谱, 清晰显示为全日和全月周期; (c) 窗口平滑后的扰动等离子层顶位置随月相和磁地方时的变化情况, 出现了更清晰的潮汐信号; (d) 将不同月相下的归一化的扰动等离子层顶位置转换到月球地方时 (LLT) 的结果, 可以清晰地看到等离子体层月潮存在全日周期和全月周期, 且高潮只有一个并出现在月球地方时的昏侧 (LLT=18点) 附近, 其相位领先月球约90度, 对应的低潮只有一个且出现在月球地方时的晨侧 (LLT=6点) 附近。

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