中国科大利用火星上的波动观测对合声波激发理论模型进行测试

2023-06-13 来源：中国科学技术大学

合声波是广泛存在于地球和其他行星磁层中的一种电磁波动。将合声波的电磁信号转化为声音后听起来像清晨群鸟的合唱声，因而得名合声波。合声波能够通过共振的方式加速空间中的高能电子，在磁暴活动期间引发地球辐射带电子通量的快速上升；同时，合声波能够将空间中的高能电子散射到大气层中，形成弥散和脉动极光现象。

合声波的特征之一是其频谱通常呈现出窄带的快速扫频结构。该扫频结构的激发机制引起了人们的兴趣，科学家对此提出了多种理论模型。然而，关于合声波为何会出现扫频以及如何计算扫频率的问题存在争议。其中，一个主要争论点是背景磁场的不均匀度是否在合声波的扫频中起到关键作用，以及这种不均匀度如何影响合声波的扫频现象。此前，中国科学技术大学队提出的合声波“Trap-Release-Amplify”（TaRA）模型基于现代等离子体物理理论，认为磁层中合声波的扫频是非线性过程与背景磁场不均匀度共同作用的结果，并提供了相应的扫频率计算公式。然而，地球磁层中的磁场不均匀度变化有限，无法在更大的参数空间内对TaRA模型开展测试。

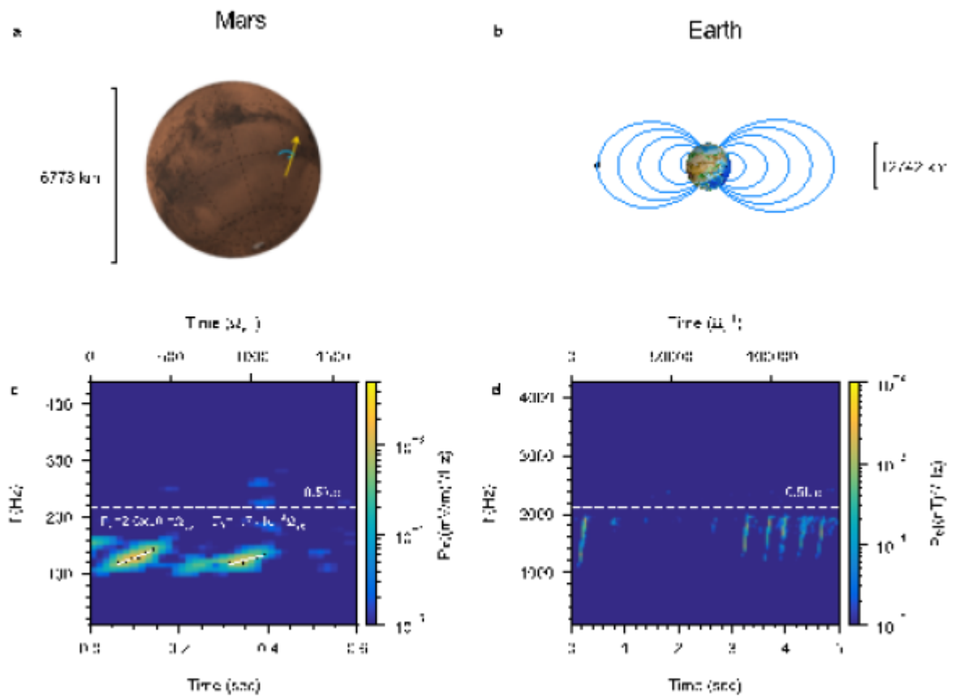
火星与地球之间存在不同的磁场环境：地球拥有全球性的类偶极磁场，而火星则只存在局地的岩石剩磁。在火星的剩磁环境中，MAVEN卫星也曾观测到类似合声波事件。图1展示了在火星和地球上观测到的波动事件以及相应的背景磁力线轨迹。研究通过计算发现，火星与地球的背景磁场不均匀度相差了五个数量级。对比研究地球和火星上的波动事件，可在更加极端的条件下测试此前所提出的TaRA模型。

本研究基于MAVEN卫星对火星粒子分布的观测，结合相应的火壳剩余磁场模型，采用基于第一性原理的粒子模拟方法，重现了火星上观测到的类合声波动现象。研究通过对粒子相空间分布的分析，确认了这种波动的扫频过程与地球上的合声波一致，即均由非线性过程引发。此外，该研究进一步使用TaRA模型提供的两种不同方法来计算合声波的扫频率，并将其与观测和模拟结果进行对比。研究发现，基于非线性过程和背景磁场不均匀度计算出的扫频率与模拟结果之间存在高度一致性。研究表明，尽管火星和地球拥有不同的磁场和等离子体环境，但在火星上观测到的类合声波动与地球磁层中的合声波动遵循相同的基本

物理过程。同时，本研究还在磁场不均匀度相差五个数量级的极端条件下验证了TaRA模型所描述的扫频基本物理过程的广泛适用性。这一发现不仅确认了火星上存在合声波动，而且为在极端条件下验证和应用TaRA模型提供了重要支持。

相关研究成果以*Whistler mode chorus waves at Mars*为题，发表在《自然-通讯》（*Nature Communications*）上。日本京都大学、美国加利福尼亚大学洛杉矶分校、意大利ENEA非线性等离子体物理中心和浙江大学的科研人员参与研究。研究工作得到中国科学院类地行星战略性先导科技专项、国家自然科学基金和中央高校基础研究经费的支持。

论文链接



火星和地球上的磁力线位型以及观测到的合声波频率-时间谱图

责任编辑：侯茜　　打印　　更多分享

上一篇：上海药物所发现高效低毒的小分子胰高血糖素样肽-1受体激动剂

下一篇：金属所柔性应变传感器的手势识别应用研究取得进展

扫一扫在手机打开当前页

© 1996 - 2023 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号-1 京公网安备110402500047号 网站标识码bm48000002

地址：北京市西城区三里河路52号 邮编：100864
电话： 86 10 68597114（总机） 86 10 68597289（总值班室）
编辑部邮箱：casweb@cashq.ac.cn

政府网站找错
事业单位