



我国学者与海外合作者在空间等离子体中加速电子洞研究方面取得进展

日期: 2023-11-21 来源: 地球科学部 作者: 欧阳志海 程建红 【大中小】 【打印】 【关闭】

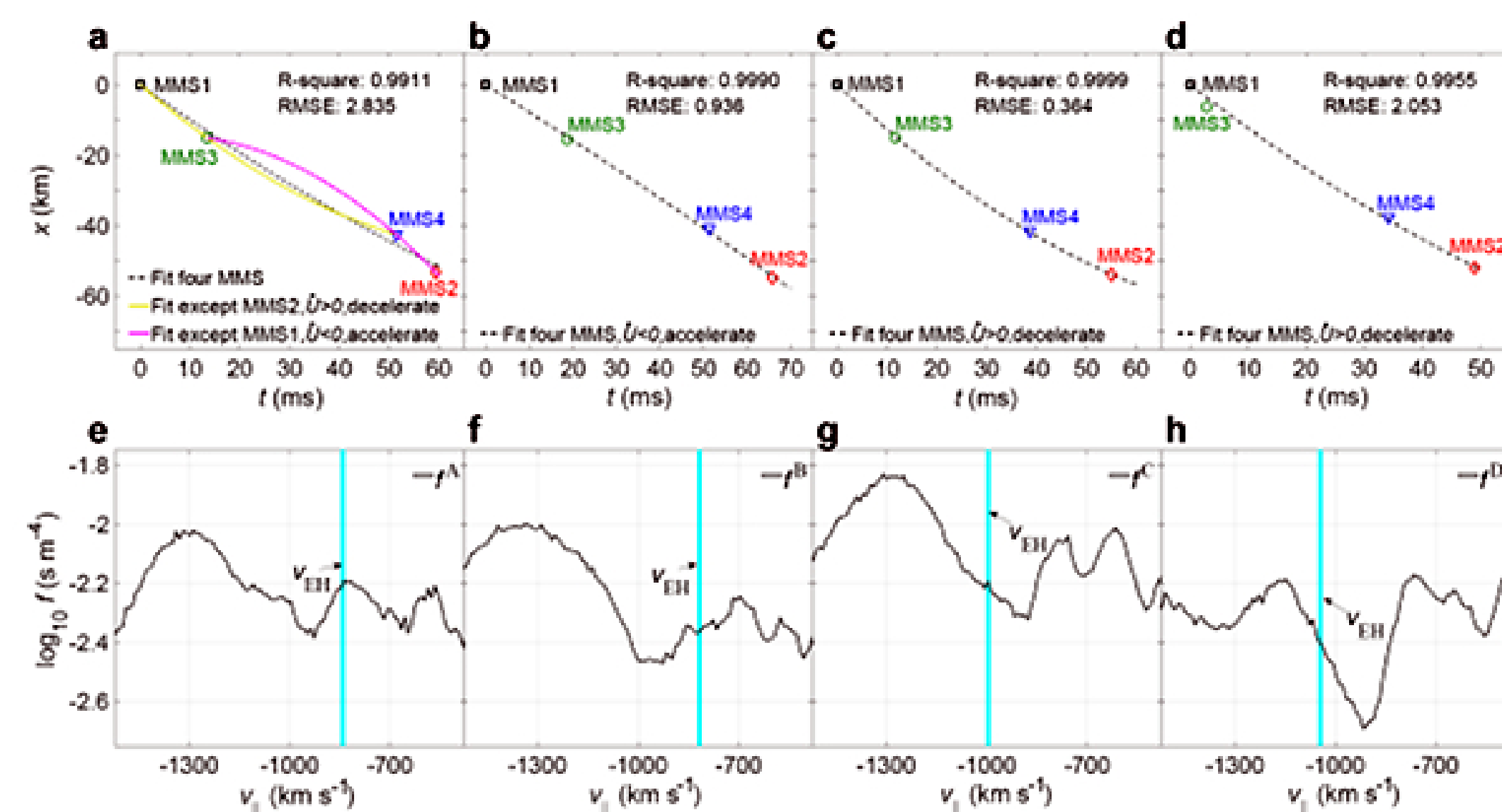


图1 a-d 基于MMS卫星的空间分离和观测时延得到的4个电子洞的运动曲线; e-h 对应4个电子洞附近的离子场向速度分布

布函数

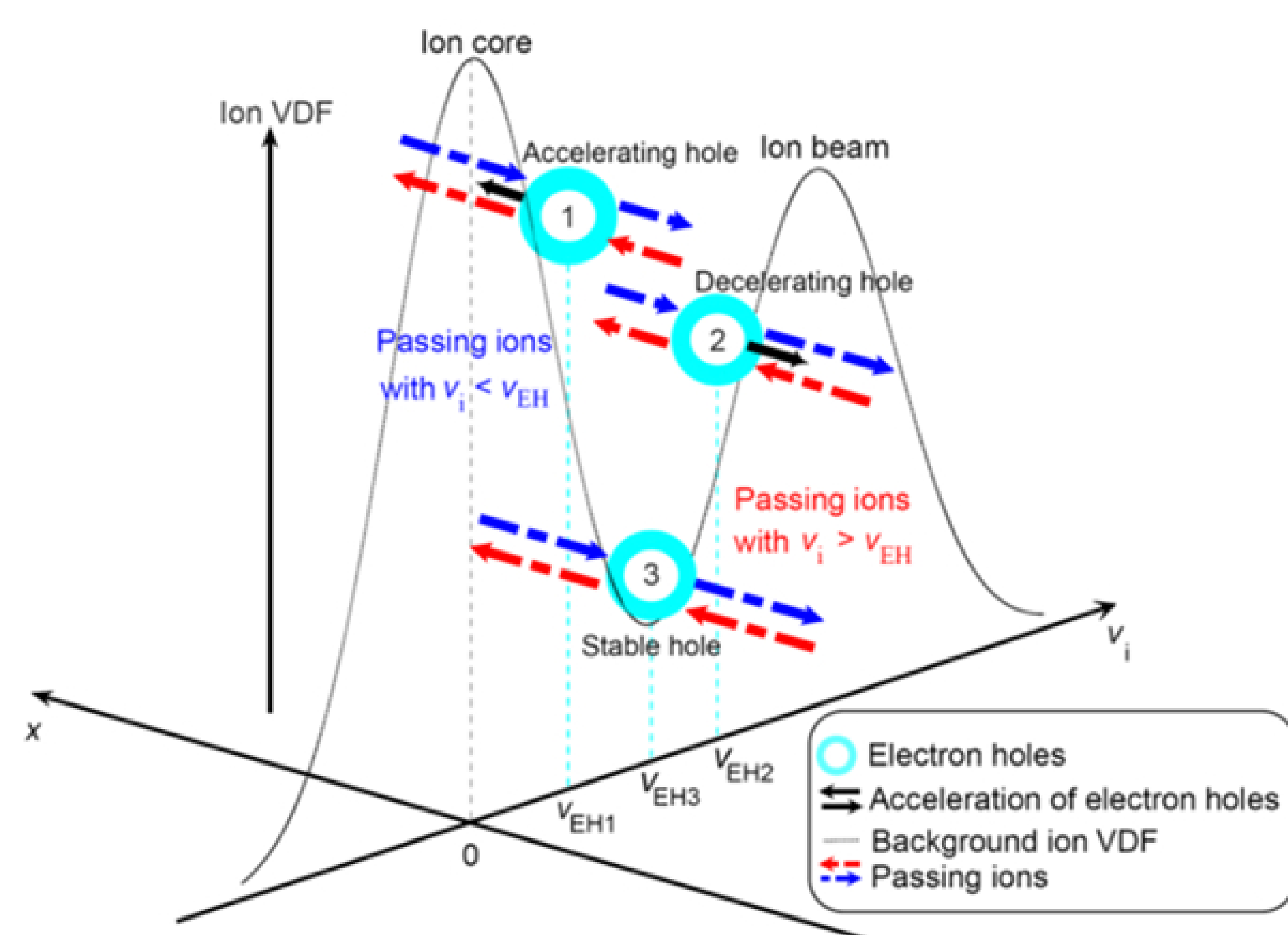


图2 慢电子洞与背景具有双驼峰速度分布的离子相互作用示意图

在国家自然科学基金项目(批准号: 41925018、41874194)等资助下, 武汉大学袁志刚教授团队联合美国学者在空间等离子体中加速电子洞的观测证据研究方面取得进展。研究成果以“加速电子洞的观测证据及其对穿越离子的影响(Observational evidence of accelerating electron holes and their effects on passing ions)”为题, 于2023年11月10日发表在《自然·通讯》(Nature Communications)上, 论文链接: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-43033-4>。

电子洞是相空间中电子密度低于周围等离子体的局部结构, 因此也被称为电子相空间洞, 其在空间探测中往往表征为场向电场上的孤波结构。电子洞是空间等离子体中广泛存在的非线性孤立结构, 对等离子体粒子非线性演化有重要作用, 是等离子体非线性演化研究的前沿热点。虽然电子洞研究已有60多年历史, 但加速的电子洞是否存在以及电场静电孤波是否可以穿过该结构的等离子体产生净加速仍是未解之谜。

针对上述关键问题, 研究团队利用国际上最新的磁层多尺度(MMS)卫星高时空分辨率的观测数据, 采用相干分析法对多卫星观测的电场数据进行深入分析。研究结果显示在地球磁层等离子体片中确实存在加速电子洞(图1a-d)。通过与观测的离子分布进行比较, 发现该电子洞的漂移速度与背景离子的热速度相当, 可归类为慢电子洞。而慢电子洞的形成与具有双驼峰速度分布的背景离子有关, 即电子洞的加速度由背景离子速度分布函数在电子洞漂移速度处的梯度控制(图1e-h)。通过理论计算与离子的观测相比较, 发现加速的电子洞对穿过该结构的离子产生净加速。

该研究结果证实了加速电子洞的存在, 揭示了电子洞与背景离子微观相互作用的物理机制(图2), 为空间无碰撞等离子体中沿磁场方向及反向的等离子体之间的能量交换开辟了一种新途径。

机构概况: 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章制度 专家咨询 评审程序 资助格局 监督工作

政策法规: 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南: 项目指南

申请资助: 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播: 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务 优秀成果选编

国际合作: 通知公告 管理办法 协议介绍 进程简表

信息公开: 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开