



我国学者与海外合作者

在揭示原初太阳风湍流的能量串级过程研究领域取得进展

日期 2023-12-21 来源: 地球科学部 作者: 欧阳志涛 程惠虹 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

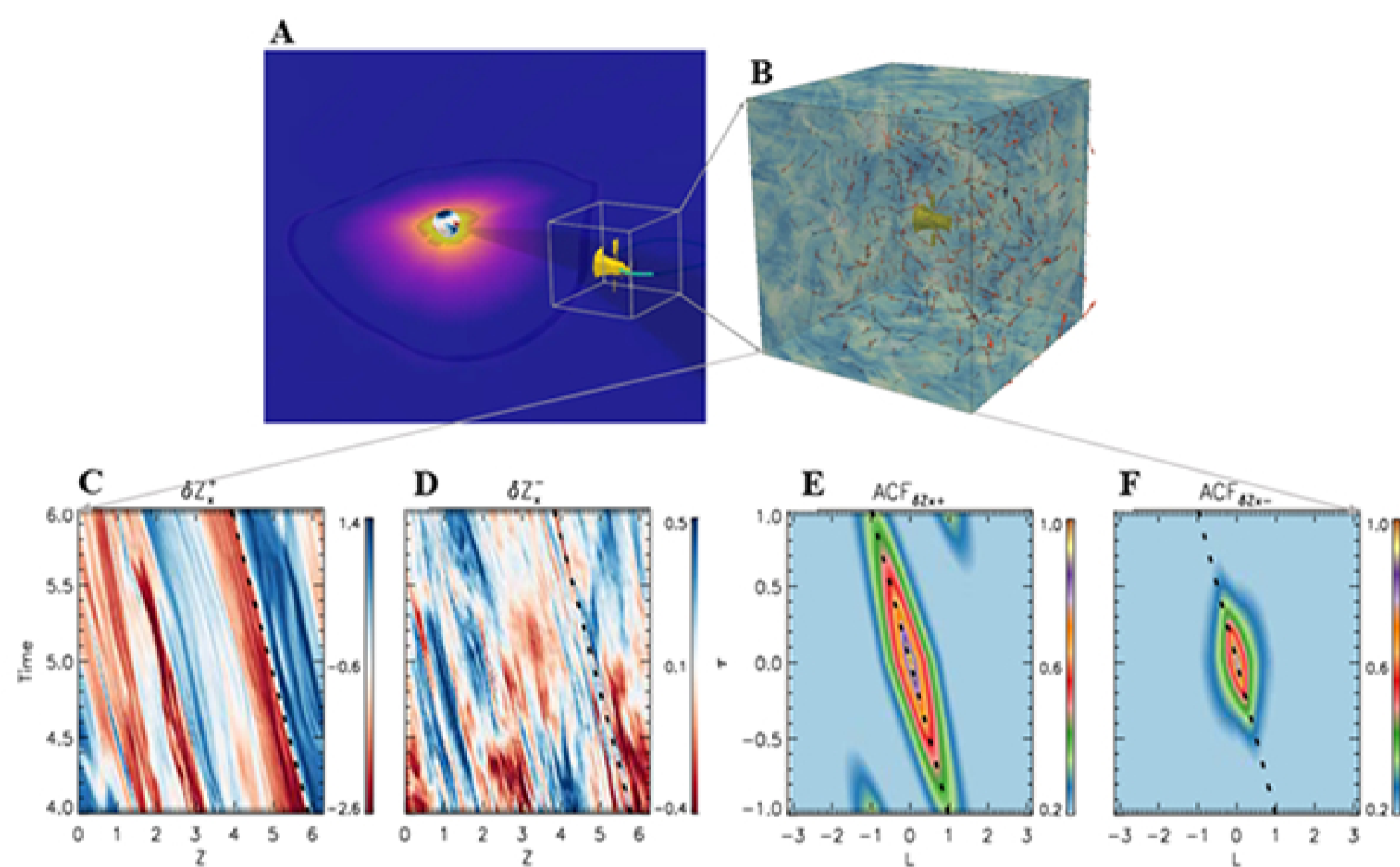


图 阿尔芬性湍流观测示意图及其相应的数值模拟

(A)飞船模型在轨道近日点附近穿越原初太阳风; (B)帕克太阳探针位于模拟的阿尔芬性湍流中, 湍动着色为Elsässer主变量扰动的强度(δz^+), 随机箭头阵列代表Elsässer扰动矢量(δz^+ 和 δz^-)分布; (C和D) δz_x^+ 和 δz_x^- 的时空切片图; (E和F) δz_x^+ 和 δz_x^- 的时空自相关分析, 黑色虚线代表阿尔芬波的传播速度

在国家自然科学基金项目(批准号: 42241118、42274213、42174194和41974171)等资助下, 中国科学院国家空间科学中心杨利平、北京大学何建森与国内外合作者综合飞船探测、数值模拟、理论分析等多手段研究, 剖析了阿尔芬性湍流特征, 揭示了原初太阳风湍流的能量串级过程。研究成果以“日球层非平衡阿尔芬性湍流能量串级(Energy Transfer of Imbalanced Alfvénic Turbulence in the Heliosphere)”为题, 于2023年12月2日发表在《自然通讯》(Nature Communications)期刊上, 文章链接: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-43273-4>。

地球圈层最外层的日球层空间以及更广袤的宇宙中广泛存在磁化等离子体湍流, 因其呈现出阿尔芬波的极化特性又称为阿尔芬性湍流。阿尔芬性湍流研究的难点和争议是能量如何在不同尺度间传递(串级/级联)。目前, 学术界认为双向阿尔芬波(δz^+ 和 δz^-)的碰撞作用导致了湍流能量串级。然而, 至今没有找到双向阿尔芬波同时存在并相互作用的证据。

针对上述问题, 研究团队首先分析了帕克太阳探针在近日点附近对原初太阳风的探测(图A), 获得了阿尔芬性湍流典型特征, 并将其作为衡量湍流数值模型是否有效重现实际自然现象的标准(图B)。其次, 利用四维时空的模拟数据, 研究团队发现 δz^+ 和 δz^- 是沿着一个方向以阿尔芬速传播(图C-F), 且非线性项产生了同传的 δz^- 。即: δz^- 不是反向传播的阿尔芬波, 而是一种伴生的“同传异常扰动”。最后, 研究团队开展了湍流的波矢动力学分析, 发现对于外传阿尔芬波 δz^+ , 能量串级是由相邻波数的扰动完成, 而对于同传异常扰动 δz^- , 能量串级则需要大尺度扰动参与。基于此, 研究团队认为阿尔芬性湍流存在三个“非传统观点”新特征, 即非双向阿尔芬波碰撞、非临界平衡串级、非一致幂律谱。

该研究揭示了原初太阳风阿尔芬性湍流能量串级的新机制, 更新了对阿尔芬性湍流能量串级过程的认识, 对于进一步理解湍动影响太阳风加热加速、日球层塑造、日-地以及太阳-行星空间天气活动等具有重要意义。

机构概况: [概况](#) [职能](#) [领导介绍](#) [机构设置](#) [规章体系](#) [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](#) [平台](#) [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](#)



相关链接

政府

新闻

科普

