IMF B_z 多次快速反向期间极尖区的 Cluster 观测

蔡红涛^{*}, 马淑英^{*}, Dunlop M W, Bogdanova Y, Davies J A, Pitout F

武汉大学电子信息学院, 武汉 430079;

地球空间环境和大地测量教育部重点实验室, 武汉 430079;

SSTD, Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, OX11 0QX, UK;

Department of Physics, La Trobe University, Melbourne, Victoria 3086, Australia;

Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Garching D-85748, Germany

^{*} 联系人, E-mail: htcai@whu.edu.cn, syma@whu.edu.cn

2009-01-14 收稿, 2009-03-20 接受

国家自然科学基金(批准号: 40874079)和国家科技支撑计划(编号: 2006BAB18B06)资助项目

2003 年 2 月 12 日, ACE 卫星观测到 IMF B_z 分量的 4 次快速反向: 从稳定的北向($B_z \sim 9$ nT)快速转为稳定的南向($B_z \sim -8$ nT); 在持续南向约 34 min 后 B_z 再次转为稳定北向($B_z \sim 5$ nT); 约 22 min 后, ACE 卫星观测到南向的 IMF; IMF 保持南向约 46 min 后第二次转回稳定的北向($B_z \sim 6$ nT). 在感兴趣的绝大部分时间内, B_z 分量占主导地位; 地磁活动较平静, $K_p \sim 3$. 在 08:00 ~ 11:30 UT 期间, Cluster 卫星在黄昏侧向日飞越北半球上空, SC4 卫星在最前面, SC3 卫星在最后面. 将 ACE 观测到的 IMF 与 Cluster 在磁鞘(magnetosheath)中观测的 FGM 数据做相关分析表明当 IMF 时延 67 min 时, 二者吻合程度最佳. Cluster 星载的 CIS 和 PEACE 仪器观测结果表明: Cluster SC1 卫星在进

入日侧等离子层前两次穿越磁层极尖区. 在约 08:52 UT 时刻, IMF 具有强的北向分量($B_z \sim 9$ nT)期间, SC1 第一次进入磁层极尖区, 最初卫星探测到多个分散的、具有显著“反”色散特征的离子注入(ion injection), 表明此时的磁重联点可能位于飞行器 SC1 的极向方向. 在沿卫星飞行轨道向阳方向约 $2 R_E$ 的位置附近, SC1 第二次进入磁层极尖区. 在 10:05 时刻, IMF 已经由南向转回稳定北向($B_z \sim 6$ nT), SC1 卫星开始第二次进入磁层极尖区. 与前一个极尖区穿越不同的是, 卫星观测到的离子通量表现出类似 SEC(Stagnant Exterior Cusp)的特性, 没有明显的能量色散特征. 所有 Cluster 卫星都经历了第一次极尖穿越, 而 SC4 卫星错过了第二次极尖穿越. 对地面 EISCAT/

ESR 雷达和 SuperDARN CUTLASS 雷达, 以及 DMSP F13/14 卫星观测数据分析结果表明: 由于 IMF 极性的改变, 引起磁重联的纬度发生变化, 进而导致极尖区沿磁纬来回移动, 这样 Cluster 卫星向低磁纬飞行时有可能 2 次穿越磁层极尖区. 本文对 Cluster 第二次穿越的极尖区可能成因进行了探讨. 综合卫星和地面探测结果, 我们认为该极尖区似乎与“新”闭合的磁力线相关联; 这些磁力线首先是南向 IMF 期间(约 09:17~09:57 UT, $B_z \sim 8$ nT)在低纬发生重联(被打开), 当 IMF 快速转为稳定北向($B_z \sim 6$ nT)后在更高纬度上通过磁重联被重新闭合. 卫星观测到的 CODIF 和 RAPID 数据, 以及地面 ESR 32 m 雷达观测结果对上述解释提供有力支持.

致谢 感谢 Cluster 部分科学载荷的主要研究人: CIS (H. Rème), PEACE (A. Fazakerley) 和 RAPID (B. Wilken). 同时, 对 EISCAT 联合会的工作人员为观测实验所作的工作表示衷心感谢. DMSP 粒子数据由 JHU/APL 通过互联网提供. ACE 观测数据从 CDAWeb 下载.

全文见: Cai H T, Ma S Y, Dunlop M W, et al. Cluster observations of high-altitude cusp during multiple fast-turning IMF. Chinese Sci Bull, doi: 10.1007/s11434-009-0306-0