

EAST 二维硬 X 射线能谱成像系统设计

摘要: 本文介绍了在 EAST 托克马克上使用 CZT 探测器搭建了一套二维硬 X 射线能谱成像系统, 用于测量 20 keV-700 keV 能量范围内快电子时空分布演化。该系统主要由二维阵列 CZT 探测器, 屏蔽体, 前端电子学和采集系统组成。二维阵列探测器及前端电子学安装在 EAST 的 D 窗口上, 占据空间体积仅为 183.6 mm*63.6 mm * 160 mm, 观测范围覆盖等离子体全空间。时间和空间分辨率可以达到 2-16 ms 和 10 cm。该系统前端集成 64 路信号处理电路, 采集系统采用 NIM 架构, 数据处理采用基于 FPGA 的能谱识别算法实现。系统整体噪声保持在 20mV 以下, 为了计数率达到 $10^6/s$, 前端电子学处理后的信号脉冲宽度在 1 微妙, 数据采集带宽为 20 M。试验前使用放射源 Eu152, Cs137 以及 Am251 进行能谱标定。在 2023 的 EAST 试验中, 使用该系统成功测量到加入低杂波产生的快电子行为, 实现了对于等离子体不同空间位置的能谱测量。同时该系统的设计很好的支持了不同射频波注入下, 快电子加热行为的研究, 图 1 展示了在双低杂波下放电条件下硬 X 射线在 40-100keV 下的 RZ 空间分布。

图 1 双低杂波加热平顶段 40-100keV 硬 X 射线 RZ 空间分布

图 1 显示了东 No.122531 上平顶相探测器表面阵列上能量范围 40-100keV 和时间范围 4-5s 的计数分布, 平顶相其他时间的光谱成像与此成像相似。该成像被投影在等离子体 rz 坐标上, 分别为 $r=1.97$, $z=-0.07$ 。这可以反应低杂波沉积在等离子体位置息。

Primary authors: Mr 林, 士耀 (中国科学院等离子体物理研究所); 周, 润晖 (等离子体物理研究所); Mr 曹, 宏睿 (中国科学院等离子体物理研究所); Mr 张, 继宗 (中国科学院等离子体物理研究所); Mr 赵, 金龙 (中国科学院等离子体物理研究所); Prof. 沈, 飙 (中国科学院等离子体物理研究所)

Presenter: 周, 润晖 (等离子体物理研究所)

Track Classification: 电子学