

基于国产 SiPM 的完全国产化康普顿相机的研制和性能测试

Tuesday, 16 July 2024 09:00 (15 minutes)

康普顿相机是一种利用康普顿散射原理进行 γ 射线成像的技术，不依赖机械准直，在环境监测和医学成像等领域被广泛应用。其特点包括大视野、高效率、高分辨率和宽动态范围，具有巨大发展潜力。本研究基于国产硅光电倍增管 (silicon photomultiplier, SiPM, NDL EQR20 11-3030D-S) 设计并测试了一台完全国产化的康普顿相机。该相机由两层探测器阵列组成，每层探测器均由硅酸钪闪烁晶体 (Lutetium-yttrium oxyorthosilicate, $\text{Lu}_2(1-x)\text{Y}_2\text{xSiO}_5$, LYSO) 阵列和 6×6 的 SiPM 阵列耦合而成，阵列尺寸为 $25.4 \text{ mm} \times 25.4 \text{ mm}$ 。在保持晶体阵列总尺寸不变的情况下，实验测试了不同晶体尺寸下的晶体阵列 Flood image 和能量分辨率等信息，并基于蒙特卡罗模拟对比成像结果，优化晶体尺寸设计。同时，实验也优化了晶体与 SiPM 之间的耦合设计。对于 12×12 (晶体尺寸为 $2 \times 2 \times 20 \text{ mm}^3$)、 16×16 (晶体尺寸为 $1.6 \times 1.6 \times 20 \text{ mm}^3$)、 25×25 (晶体尺寸为 $1 \times 1 \times 15 \text{ mm}^3$)、 25×25 (晶体尺寸为 $1 \times 1 \times 10 \text{ mm}^3$) 的 LYSO 晶体阵列，配合 1 mm 和 3 mm 厚的柔性光导，测试结果显示不同阵列的晶体位置大多能被成功解码得到晶体位置分辨图像，但晶体阵列边缘的像素解码存在堆积问题。使用 3 mm 厚的光导改善了晶体阵列边缘像素的解码，使大多数边缘附近像素可以清晰分离，但光损失增加，整体解码清晰度略有下降。实验中， 12×12 晶体阵列在 511 keV 处平均能量分辨率为 11.81% (半高全宽)，最高能量分辨率为 9.61% (半高全宽)，最低能量分辨率为 12.91% (半高全宽)。接下来，本研究将展开康普顿相机的点源、分布源、不同能量点源和模体成像测试，结果将在会议中呈现。本研究研制了一台完全国产化的康普顿相机，未来工作将集中在优化相机性能，拓展成像测试范围，以实现更精准更高效的 γ 射线成像。

Primary authors: 李, 晨曦 (北京师范大学物理与天文学院); 袁, 子泉 (北京师范大学物理与天文学院); 王, 海浩 (北京师范大学物理与天文学院); 廖, 润泽 (北京师范大学物理与天文学院); 花, 健朗 (北京师范大学物理与天文学院); 侯, 禹存 (北京师范大学物理与天文学院); 江, 建勇 (北京师范大学物理与天文学院)

Presenter: 李, 晨曦 (北京师范大学物理与天文学院)

Session Classification: 第三分会场 (RCS1)

Track Classification: 其它研究方向