

## X、 $\gamma$ 天文中的粒子探测器(封三)

陆柱国

人类进入太空后, X、 $\gamma$  天文异军突起, 成果累累, 它使可接收的宇宙信息填满了全电磁波段。二十余年来, 人们发现了能发射规则 X 射线的脉冲星, 能量极高而又捉摸不定的宇宙 X、 $\gamma$  射线爆发, 银河系内外的 X 射线源: 集中的、弥漫的、甚至与“黑洞”有关联的, 真是变幻莫测, 层出不穷, 它激发了天文学家丰富的想象力, 使宇宙学家满怀希望。

如此成就, 当然离不开人造卫星、高空气球和探空火箭, 然而, 没有“眼睛”也将一事无成。这种能窥视 X、 $\gamma$  射线的“眼睛”已不是通常的天文仪器, 而是核物理和高能物理所熟识的各种粒子探测器。正是这些微观世界的敲门砖, 却成了打开宇宙大门的金钥匙。1962 年, 罗西等人最早发现两个宇宙 X 射线源, 所用的仪器竟是三个盖革计数管, 而它们正是早期原子核研究中不可缺少的工具。

正比计数管用于探测能量为 1—20 KeV 的软 X 射线。为了测量弱流, 发展了大面积薄窗技术。多丝正比室用于测定射线的位置和入射方向。另一种丝栅状准直器置于计数管前方, 对入射 X 射线进行调制, 可精确测定源的方位。

闪烁计数器(主要采用碘化钠和碘化铯作为闪烁体)用于 10 KeV—1 MeV 硬 X 射线的探测。带准直器的仪器可测定源的方向。封三右图为一架卫星用的典型装置。主探测器用碘化钠晶体, 探测能区为 15 KeV—500 KeV, 蜂窝状碘化铯晶体作准直器, 它与主晶体反符合能有效排除其它方向来的高能光子及宇宙线本底。为了减轻重量, 后方屏蔽采用碘化铯晶体, 它与主晶体组成的夹层用同一光电倍增管集光, 根据两种晶体不同的发光衰减时间, 用脉冲形状甄别的方法, 剔除后方进入的光子。这种“主动式屏蔽”方式结构紧凑, 重量轻, 别具一格, 适应空间使用的特点。

1—10 MeV  $\gamma$  射线, 康普顿散射占优势, 为了测出能谱和方向, 发展了由两具闪烁计数器构成的双康普顿望远镜。更高能量的  $\gamma$  射线则使用火花室。封三左图是一具测量 25 MeV—1 GeV 银面  $\gamma$  射线方向和能谱的典型装置, 装于 COS-B 卫星, 总重量 120 公斤。其中, 数字化丝火花室测量射线的方向, 一架由闪烁计数器和契伦柯夫计数器组成的望远镜用于识别  $\gamma$  射线, 兼作能量测量。 $\gamma$  射线的能量则由下部的量能器测量, 它是一台厚达 4.7 辐射长度的碘化铯闪烁计数器。上下两个塑料闪烁计数器屏蔽帽用于排除宇宙线带电粒子。

此外, 在高空气球的  $\gamma$  天文观测中还用了两维照相火花室, 声火花室及大型气体契伦柯夫望远镜。