

不论是揭示天体还是探索微观粒子奥秘的物理学家们，都希望从宇宙射线中得到一些有关的信息。

在过去的廿年中，天文学家们发现宇宙中有的地区能量高度集中。他们通过对从天空传来的射电、X射线和光波段的研究，已经发现在遥远的星系中有强大的中心源。能量最大的是类星体。

大多数电磁辐射只能提供给我们有关这些奇特天体的一些间接线索。不过有一种辐射使我们能直接研究星系内的中心源、探测类星体的激烈反应和帮助我们寻找黑洞，它就是波长最短的 γ 射线。

γ 射线是天体物理学家用以探索宇宙的电磁波谱的最后部分， γ 射线天文学打开了揭示宇宙之秘的最后一扇电磁波之窗。

过去一百年里，天文学经历着不断的革命。但是，这种能量十分集中，贯穿力非常强，又不经常来的宇宙 γ 射线却很少有人接触过。在最近几年里，由于研究这种射线的仪器有了很大的发展，使我们能够直接研究和观测天体中已知能量较大、反应较烈的过程。迄今 γ 射线天文学家们已发现天体中有20—30个分立的 γ 射线源以及来自我们星系平面的漫发射带和整个空间中的均匀微弱的背景。与此同时，发现的问题也不少。如，这些背景是由许多微弱的点源所组成的吗？已发现的这些分立源究竟是什么？它们为什么有这样大的能量输出？如果它们在我们的星系里，这能量输出相当于一万个太阳输出的能量。为什么其他波长范围里没有它们的足迹，就连最邻近的X射线波段里，也未发现它们？ γ 源完全是河内天体？这一系列的问题，都是不清楚的。不过，星系内所产生的漫射现象，可能是在我们星系内宇宙射线与星际气体分子相互作用的结果。

现在天文学家已经辨识出几个 γ 射线源，有两个是我们星系的脉冲星即蟹状星云和船帆星座脉冲星，它们不仅是发射 γ 射线，还发射其他波长的射线。另外有三个(可能是四个)活跃的星系是 γ 射线发射体。

那么怎样才能弄清已发现的20—30个 γ 射线源的性质呢？

由于地球大气层对 γ 射线强烈的吸收使射线强度减弱， γ 射线可以容易从星系中心穿过，但却穿不透大气层，这是因为 γ 射线穿过大气层的路径上所遇到的物质的量，远远超过它通过类星体核心的量。而光线



德 青

的光子和射电波只有遇到特殊形式的物质，如尘埃，光子才被散射。因此，就比较容易地达到海平面。

大气给我们带来的另一个困难是大气中似乎存在着一个强 γ 射线源。这是由于宇宙射线的带电粒子和大气中的分子相互作用(碰撞)而产生的效应。这些碰撞又会产生大量的次级带电粒子和光子，这就给天文学家们辨别天体中真正的 γ 源带来困难。

为了能探索真正的 γ 射线源，就应该设法把天文望远镜架置在大气层以外的卫星上。其实就是在卫星上观察也不能解决次级 γ 射线效应的问题。因为宇宙射线与卫星机体的相互作用同样会引起光子级联反应。一台好的 γ 射线探测器，就必须具备克服这种本底“噪音”能力的良好电子系统，它能排除这些次级效应而直接接收到来自空间的 γ 射线。典型的 γ 射线望远镜的事例是，可以在明亮的蟹状星云中探测到100光子/秒，而飞船中的本底“噪音”可高达70000光子/秒。这就是 γ 射线天文学家所面临的探测难题。

γ 射线天文学所包括的波长范围很广。天文学家通常不按 γ 射线的波长来区分，而是按照光子的能量来划分的。能量与波长成反比，波长长的 γ 射线光子能量低，短的能量高，通常以兆电子伏单位(10^6 电子伏)来表示。较低能量的下限定为0.5兆电子伏，但却没有上限。迄今高能的 γ 射线能量约为一兆(10^{12})电子伏左右，这种高能量的 γ 射线是很少的。在这里我们不去讨论高于兆电子伏能量的 γ 射线，而集中讨论0.5—5000兆电子伏能量的 γ 射线。在这一能量范围，天文学家主要使用两种探测器。

低于20兆电子伏的 γ 射线是用闪烁晶体测量的，它是将少量的铊掺入碘化钠中，或将钠或铊掺入碘化铯中形成的晶体。在这种晶体中， γ 射线光子的能量转化为高能电子，电子在晶体内引起电离，被激发的原子经跃迁回到基态，放出可见光。这些可见光用普通光电倍增管即可测得，然后再测量光电倍增管的电子脉冲幅度就可定出 γ 射线光子的能量。为了减少本底噪音，可以用屏蔽物把探测器三面包围起来并用准直器限制进入探测器 γ 射线光子的角度。在过去的十年里，气球上和卫星上就载有这种探测器。

高于20兆电子伏的 γ 射线所用的探测器是和闪烁晶体大不相同的火花室。它是由一系列的电极板上相间地接上零和万伏电压构成的。上面的几片板是

用钽制成的,它可将射来的高能 γ 光子转变成电子和正电子(质量与电子同,电荷相反的反物质),电子和正电子通过充电的电极板时,引起充电相反的对极板间发生火花。用摄影法或常用的电子学法测量火花的位置即可给出两个带相反电荷粒子的径迹,根据这些径迹的方向即可确定原始 γ 射线射来的方向,这样可以大致确定太空 γ 射线源的位置。OGO-5卫星在六十年代末期就曾载着第一个火花室进入太空的。接着就有更多的气体和卫星载着火花室升空。迄今最成功的是美国和欧洲发射的 γ 射线卫星SAS-2(1972—1973年)和COS-B(1975—1982年)所携带的火花室。

用这种探测仪器还不能解答关于 γ 射线背景的性质问题,特别是点源的性质。虽然COS-B卫星发现了太空中大多数的点源,但它却不能精确地定出这些点源的位置,甚至COS-B还不能确定这些源是真实的点源,还是有一定大小的源。如果要对 γ 射线源的性质真正有所了解,就必须精确测定源的位置和它的大小。这就要求新建的探测器大大改进它的角度分辨率。

另外,扩大观测光子的能量范围,也可对 γ 射线源辨识更容易些。目前COS-B上所能测量光子的能量范围是从70—5000兆电子伏,而大多数现存的X射线测量仪的截止能量仅在0.1兆电子伏以下。如果这个能谱上的间隙得到补充,无疑会对源辐射的物理本质和源的能量输出提供进一步的线索。所以,新建的探测器,最好能把观察范围扩大到已观察到的能谱范围之外。

最后要求把望远镜尽量建造得大一些,使望远镜更灵敏些。一方面可以增加时间分辨率,可以增强研究星体迅速变化的能力并可观察中子星(脉冲星)旋转或绕一伴星旋转的周期性。另一方面可看到更多的源,并能回答 γ 射线背景是否确实由许多弱源所组成。

以上只是未来 γ 射线望远镜的指导方向。在80年代末,美国打算发射 γ 射线观测站,它大大扩充了观察能量的范围,并较以前仪器大得多,这将发现更多的源并可测得源的能谱。无疑这些能谱资料以及它们的瞬变性将增加对源的了解,不过在确定源位置能力仅

较COS-B卫星稍好一些,仍不能测出太空 γ 射线源的精确位置。

目前欧洲有几个研究所正在探求一种全新的方法,精确地给出天空的 γ 射线图像,其分辨率优于1弧分。通常的光学仪器不能应用于 γ 射线,透镜不能使 γ 射线聚焦,镜子不能反射 γ 射线,因为 γ 射线可直接穿过透镜和镜子。但是有可能采用编码盘(Coded Masks)技术来得到天空 γ 射线的图像。

编码盘望远镜主要是由两部分组成:一个由铅或钨制成并按一定方式挖有许多小孔的挡板(叫做码板),另一个放在码板下面的是位置灵敏探测器,它能确定出 γ 射线与探测器平面相接触的点,它实际上是一个二维探测器。低能 γ 射线探测器是由碘化铯或碘化钠晶体组成的,再由许多光电倍增管探测 γ 光子所产生的闪光。如果我们把码板和探测器平面之间的间隙调得适当,并把仪器对着天空,那么一个 γ 射线源就会在探测器上产生一幅由亮孔和阴影构成的码板图样。由探测器所定出的图样位置,并已知探测器到码板的距离,就能定出源在天空中的位置。这项技术很有效,它可同时研究仪器所对视场范围内所有的源。这样一台望远镜典型视场为10度见方,被测的天空范围确定精度为5分。另外,这样的装置可同时给出在它视场中每个点源和背景 γ 射线能谱的数据。

英国和意大利已筹建准备载于气球上的编码盘 γ 射线望远镜,用以研究 γ 射线谱的低能端,可望1985年开始运行。这台装置称为再布洛(Zebra)望远镜,它覆盖0.1—5兆电子伏的 γ 射线谱这一重要的间隙,角分辨率为10分。欧洲空间机构正考虑在将来卫星上安装类似的装置,但有更大的摄像能力。

高于20兆电子伏的 γ 射线,可采用火花室或漂移室代替晶体探测器平面。近年来,在高能物理实验中,漂移室逐渐代替了火花室,因为漂移室可更精确地定出正负电子的径迹,因此就可确定入射 γ 光子首先撞击探测器平面的点。在近几年内,苏-法卫星 γ -1号将携带火花室升空,而英国正在与法、美合作发展漂移室望远镜。