

# 宇宙中发生的一次特大 $\gamma$ 射线的爆发

王 连 璧

茫茫宇宙之中有着许许多多的辐射源。这些辐射源辐射的电磁波频率，从一百万赫兹起直到 $10^{22}$ 赫兹以上，覆盖了微波、红外、可见光、紫外线、X射线直到 $\gamma$ 射线的各个波段。这些辐射源，有的象太阳那样不间断地辐射了几十亿年之久，而且还要继续辐射下去；有的则是短时间的突发；有的如白驹过隙，瞬间即逝。这种突然的、短时间的辐射，被称为爆发。有时候，一颗恒星的光度突然增加到太阳光度的数千万到数亿倍，这是熟知的超新星爆发。我国北宋时代的天文学家就曾经详细地记录了一次超新星爆发，目前在金牛星座中的蟹状星云，就是那次爆发的残骸。1972年以来人们又观测到了多次神秘的宇宙 $\gamma$ 射线爆发，它们持续的时间虽然很短，但是辐射的 $\gamma$ 射线的总能量却大得惊人。

有报导说，1979年3月5日，一组国际性太阳系人造天体上的科学仪器，曾经探测到大麦哲伦星云中发生的一次特大 $\gamma$ 射线爆发。这次爆发持续0.15秒钟的时间，辐射出的 $\gamma$ 射线的总能量超过十万亿亿亿( $10^{37}$ )焦耳，大概相当于太阳一千年内向太空辐射的总能量，约是全世界的煤和石油储备能量的十亿亿( $10^{17}$ )倍。如果燃烧标准煤产生这么多的能量，所需要的煤的质量约为 $3 \times 10^{19}$ 千克，是地球质量的五万多倍！就是利用铀裂变或氘-氦聚变产生这么大量的能量，消耗掉的铀或氘、氦的质量，也要达到几十亿亿千克的量级。

什么反应可能在极短的时间内产生总能量如此巨大的 $\gamma$ 射线呢？

已知的释放大量的高能 $\gamma$ 射线的反应，是正物质和反物质相碰撞而相互湮灭。当正、反物质湮灭时，正、反物质的质量完全转化为能量。一个电子和一个正电子湮灭，放出总能量约一百万电子伏特的 $\gamma$ 射线，就是正、反物质湮灭而释放能量的例子。根据爱因斯坦的质量能量关系式 $E = mc^2$ ，即能量等于质量与光在真空中的传播速度的平方的乘积，可以计算出，一克物质与一克反物质湮灭时将释放一百八十万亿焦耳左右的能量。正、反物质碰撞时，可能形成很多介子，但是这些介子通过一些复杂的方式很快地衰变，最后将变成中微子辐射和 $\gamma$ 射线。如果1979年3月5日探测到的特大 $\gamma$ 射线爆发是由正、反物质湮灭而引起，那么湮灭物质的质量在 $10^{20}$ 千克量级。就是说，质量不及月亮的质量的正物质天体和同样质量的反物质天体

相碰撞而湮灭，便可以引起那样的特大 $\gamma$ 射线爆发。

问题是：宇宙中存在反物质构成的天体吗？

现有观测数据表明，我们所处的宇宙中，反重子数与重子数之比约为 $10^{-9}$ ，即物质与反物质极不对称。有人推算，即使在我们的宇宙形成之初，其中的反物质也不到物质的千分之一。但是，1932年，安德森在宇宙线实验中证实了正电子的存在；1955年，塞格勒和钱伯林发现反质子；1956年，考克尔等人又证实反中子的存在；至今发现了几乎所有粒子的反粒子。从反粒子自然会想到反原子。反质子和反中子构成反原子核，反原子核和正电子构成反原子，反原子结合成宏观的反物质，似乎一点也不违背物理定律（六十年代中，美国布鲁克海文国立实验室的物理学家曾宣布，使一个反质子和一个反中子构成了反氦原子核）。而且这样构成的反物质，除了与物质碰撞时使其湮灭外，其它性质与普通物质几乎没有有什么差别。量子力学预言，反质子和正电子构成的反氢原子，应当具有和普通氢原子几乎完全相同的性质。例如发射光的波长将相同。反氢原子结合成反氢分子而构成的反氢气，一般条件下也将在零下 $252^\circ\text{C}$ 液化，等等。所以，有的物理学家和宇宙学家认为，宇宙中有反物质构成的天体（反天体）存在是很自然的事情；对于目前观测到的、我们所处的宇宙中的正、反物质的极不对称反而感到费解。

瑞典物理学家克莱因的理论假设：我们生活在其中的宇宙，总星系的初始状态是一大团极稀薄的双等离子体云，它包含有质子和反质子（也许还有电子和正电子）。这团云的半径约为一万亿光年，其密度又是如此低，以至于它里面的粒子和反粒子几乎彼此从不相遇，当然也不会有正、反粒子的湮灭发生。在万有引力的作用下，这团云非常缓慢地收缩，当它的半径变为几十亿光年时，质子和反质子开始发生碰撞而相互湮灭，产生电磁辐射。当云团的半径收缩到大约十亿光年时，其中的质子、反质子湮灭如此强烈，以至辐射压超过了万有引力，于是云团开始膨胀。膨胀过程中也许由于磁场的作用，结果发生了一种和电解相类似的过程，质子（也许还有电子）聚集到了某些区域，演化成正物质天体；反质子（也许还有正电子）聚集到了另一些区域，演化成反物质天体。正反物质天体各为正、反物质云包围着，当两者的云相接触时，便发生正、反粒子的湮灭，释放的能量又把它们互相推开，从而保持正、反天体的分离。

这样，反物质构成的天体也许真的就是我们的邻居。我们不能排除这样的可能，因为大麦哲伦星云附近就有反物质构成的天体，也许仙女座星云中的天体就是由反物质构成的。因为无论从射电观测还是光学观测，都无法分辨我们观测到的天体到底是由正物质还是由反物质构成的。但是有一点是肯定的，当反物质构成的天体和正物质构成的天体由于某种偶然的原

因而相碰撞时，将会发生湮灭而释放出巨额的能量，其中的一部分将以 $\gamma$ 射线的形式辐射出来，希望能被天空实验室的类探测器测量出来。

那么，1979年3月5日探测到的、大麦哲伦星云中发生的特大 $\gamma$ 射线爆发，是正、反物质天体相撞湮灭而引起的吗？我们只能说有可能。确切地回答，还有待于宇宙学家和物理学家们进一步的研究了！