



“至和元年五月己丑，客星出天关东南，昼见如太白，芒角四出，可数寸，岁余稍没”，这是将近一千年前我们祖先对一颗超新星爆发情形的描述。二百五十多年前，欧洲人在望远镜中看到了这颗超新星爆发后的遗迹，它形如一只巨大的螃蟹，因而得名“蟹状星云”。现在不少人认为，超新星爆发是产生宇宙线高能粒子的重要来源，因此超新星遗迹中应有大量的高能粒子。超新星遗迹十分遥远，蟹状星云距我们就有五千光年之遥，当然，去那里探测是办不到的。但是，高能电子在星云磁场中运动时，会通过同步辐射机制发射无线电波，更高能量的电子还会辐射 X 射线和  $\gamma$  射线，如果能探测到这些高能辐射，我们就可以研究空间高能电子的分布和作用了。八十年代初，中国科学院高能物理研究所宇宙线室高能天体物理组开始逐步实施一项“蟹状星云及脉冲星硬 X 射线观测”的实验研究计划。这个实验计划的第一个目的，就是希望能探测到蟹状星云发出的能量为 20—200KeV 的高能 X 射线。在蟹状星云磁场中，由同步辐射机制产生 100KeV 硬 X 射线需要电子的能量高达  $10^{17}$ eV 左右，这比目前在电子加速器中达到的最高能量还高几个数量级。所以，对蟹状星云高能辐射的观测，也就是间接对遥远的蟹状星云里高能 and 超高能现象的观测。

蟹状星云辐射大量的 X 射线，由此可以推断星云中存在着非常大量的高能和超高能电子。但在磁场中的超高能电子很容易损失能量，辐射硬 X 射线的超高能电子在蟹状星云中的寿命只有一年左右，而形成星云的超新星爆发距今已有一千年之久，那一次超新星爆发所产生的高能电子早就因辐射将能量丧失殆尽。所以，蟹状星云中应当存在着另外的高能粒子源，不断地加速和发射高能 and 超高能粒子，而且这类“天然加速器”加速粒子的功率比太阳的总辐射功率还高千百万倍，那么在蟹状星云中，什么地方存在着这样强大的高能加速器呢？为此人们进行了长时间的探索。1968 年，国外通过大型射电望远镜发现星云中存在一

颗脉冲星，称为 PSR0531 + 21，每隔 33 毫秒周期性地发射强大的无线电波。脉冲星的体积不到太阳的一亿分之一，辐射功率却比太阳总辐射功率大十万倍以上，它是一个能量高度集中的强大能源，人们设想是它在不断地加速和发射高能粒子。对于脉冲星高能辐射的观测，是研究脉冲星高能粒子的重要途径，所以这次观测实验的第二个目的是探测脉冲星 PSR0531 + 21 的硬 X 辐射。

一九八四年五月二十三日凌晨，辽阔的大地还在沉睡，在高空气

球系统地面站和发放场的科学工作者们都已经忙碌起来。占地二百亩的发放场地上，戴着头盔、身着桔红色防护服的发放人员将气球球体铺设在大型电动发放转台上，并将装有科学仪器的吊篮与气球飞行配套装置联结好。接着，两台大型集装式氢气贮运车通过减压器、充气筒等向球内充气。渐渐地，一个高十几米、呈陀螺形的气球头部鼓涨起来。这次实验所用的气球体积为五万立方米，飞行总重量为五百多公斤，球体用厚度仅为二十微米的聚乙烯膜制成。气球在高空中将要通过零下七十多度的低温区和风速每秒五十米以上的大风激流区。可以说，不单单是科学吊篮悬挂在气球上，而且整个实验的命运也悬在气球上。

七时五十三分，指挥员下达命令：“…五、四、三、二、一，放！”，放球员拉开发放栓，夹持气球的橡胶轱辘飞速弹开，巨大的气球如一阵疾风向空中腾飞而起，气球下悬挂的切割分离器、降落伞、无线电信标机、雷达反射器、吊篮和探空仪等，共长达一百余米的飞行系统都依次腾空了。蔚蓝的天空里，挂着吊篮的气球在朝阳辉映下，象一个闪亮的巨大惊叹号徐徐上升。与此同时，地面站开始了紧张的工作，这里的遥测遥控室与指挥室通过闭路电视连成一体，两台大功率雷达随时跟踪气球，并将气球的方位、仰角、斜距等数据传到指挥室，经一台电子计算机处理后，得出气球的飞行高度、航迹等，及时提供给飞行指挥人员和实验观测人员。

气球起飞两小时后，升到三十余公里的高度，大气层对硬 X 射线的吸收基本被避开，气球转入了平飞状态。根据计划，首先测量了空中的 X 射线本底数据。接着，恰好是蟹状星云处于上中天左右的时间，星云发出的 X 射线直射下来，穿过的空气厚度最小。实验观测的有利时机到了，通过遥控信道，吊篮的姿态控制系统不断收到地面发出的指令，使吊篮内的 X 射线望远镜始终对准蟹状星云的方向。电子仪器将每一个 X 射线光子的能量以及到达的准确时刻的信息变为无线电

信号,通过遥测系统发回地面,经计算机记录到磁带和磁盘上。

指挥室里,各种通讯联络的声音不断,实验工作者们密切注视着太空传来的信息数据。在紧张的期待之后,实验负责人分外激动地宣布“从数据曲线上看,蟹状星云方向的计数率有明显涨高”。大家多年来孜孜以求的、我们中国人要“看”到高能天体的宿愿终于实现了!

高空科学气球和空间高能天文观测在我国都属开创性工作。一项空间科学实验涉及到多方面的技术系统,任何一个环节的问题都会导致整个实验的失败。在气球研制和多次飞行试验过程中,他们曾经遭受过不少挫折,他们并没有气馁,而是认真总结经验,一步一步地前进。今天终于获得成果了,真是“有志者,事竟成”!“嗒嗒嗒”,“...”从太空传来悦耳的信号声,仿佛象一首美妙的乐曲令人陶醉。

九个小时过去了,晶莹的气球载着科技工作者们的殷切重托和凌云壮志横贯长空,足够的数据已经获取,观测可以结束了。指挥员如释重负地发出了切断指令,吊篮上方的降落伞张开了,仪器缓缓而下,在距气球站数百公里远的某地安全着陆。指挥室派出两辆回收车向落地点奔去,车上的电台循着无线电信标机发出的信号找到了吊篮,完好地回收了全部实验设备。

观测结束归来后,高能天体组的同志们立即用计

算机处理获得的数据,对大量数据进行认真细致的处理分析后,肯定了他们在观测过程中所作的判断,蟹状星云的高能 X 射线确实被探测到了。接着,他们又投入证认脉冲星的工作,这需要将每个 X 射线光子到达的准确时刻叠加起来,以得到脉冲星辐射的周期位相结构。他们克服了重重困难,在微处理机上实现了寻求辐射周期结构的叠加运算。经过几个月的紧张工作,分析了上百万个数据,终于得到了清晰的位相结构图,准确地测出了脉冲星 PSR 0531 + 21 的辐射周期。

对蟹状星云及其脉冲星高能 X 射线的观测,标志着我国空间 X 射线天文观测工作已经开始。这一次实验所获得的肯定结果,在我国物理和天文工作者中引起了强烈的反响。目前,该实验组正在进一步提高望远镜的灵敏度和能量分辨率,以便在今后对各种高能天体的观测中获得更有价值的资料。同时,从战略角度出发,他们在科学院领导和其它单位同行学者们的支持下,正准备在短期内建成一个有相当规模的宇宙线高能天体物理实验室对国内外开放。在此基础上,他们要在今后三、五年内,研制和发放十万至三十万立方米的大型气球,达到吨以上的载重能力,并进一步提高实验的规模和水平,使高空气球运载能力和高能天体物理实验这两方面都达到国际水平。“物换星移”,中国人活跃在高能天体物理前沿领域的时代已为期不远了。