

* 国际交流与合作 *

中日羊八井宇宙线合作实验十年

邱华盛

谭有恒

(中国科学院国际合作局 北京 100864)

(高能物理研究所 北京 100039)

关键词 宇宙线实验, 羊八井, 国际合作, 日本

西藏羊八井优越的自然环境为超高能 γ 天文观测提供了极好的物理条件。羊八井海拔 4 300 米, 有良好的交通、能源和社会生活设施, 空气透明度好, 是理想的空气簇射高山站址, 可以用最少的人力和辅助设备实现高质量的长期连续观测。

1 项目背景

中日羊八井宇宙线合作实验是中日合作西藏甘巴拉山乳胶室实验的发展和继续。由中国科学院高能物理研究所和日本东京大学宇宙线研究所牵头的乳胶室实验合作项目开始于 1980 年, 在我国山东大学、郑州大学、云南大学、重庆建工学院和日本神奈川大学、横滨国立大学、琦玉大学、宇都宫大学、弘前大学学者的参与下, 在西藏甘巴拉山建立起高山乳胶室观测站, 研究宇宙线粒子的超高能核相互作用特征。随着这个合作项目的深入和进展, 双方开始酝酿进一步的合作计划。1986 年, 双方开始商讨在西藏羊八井进一步建造先进的广延空气簇射阵列, 开展超高能 γ 天文研究的计划。这是一门新兴学科, 主要是寻找和研究发射超高能 γ 光子的源天体, 进而研究高能宇宙线粒子的产生、传播等宇宙线物理的根本问题。

中日羊八井宇宙线合作实验自 1989 年开始, 至今十年的业绩表明, 这是一个成功的国际合作项目。羊八井得天独厚的高海拔地理优势与国际先进的科研设备及有献身精神的科研人员相结合, 以较少的投入收到较大的效果, 羊八井也因此成为国际上最具代表性的 AS γ 实验的四强之一。

2 合作方式

这项合作的方式主要是: 日方提供探测器、在线计算机和一些特殊器材等高技术设备, 中方负责观测站建设, 设备的日常维护、运行、管理和长年观测。得到的原始数据双方各一份。在数据量特别大, 中方计算机容量不足时, 日方还为中方提供中间数据。双方独立进行物理分析, 密切协商, 共同署名发表研究成果。观测站一般有 3—4 名中方人员住站值班, 夏秋季有数批中日专业人员短期到羊八井执行专项任务。参加此项合作的有由高能物理研究所牵头的中方 5 个单位 30 余人和日方东京大学宇宙线研究所牵头的 10 个单位约 20 人。参加该项目的

* 中国科学院国际合作局一处处长

收稿日期: 2000 年 3 月 27 日

中方人员中已有 11 名研究生毕业(其中博士 3 人),还有 9 名在读研究生(包括博士生 3 人);日方通过此项目也培养了 4 名博士生,正在培养中的有 4 名。

3 主要实验成果

羊八井实验经历了两个阶段,第三期实验也已于 1999 年 11 月底开始。

第一期实验(1990—1994 年)的主要成绩:(1)建成了羊八井一期阵列(49 个 0.5m^2 闪烁探测器+ 16 个 0.25m^2 闪烁探测器),把广延大气簇射阵列的探测阈能下扩了近两个数量级,在国际上率先开辟了 10—50TeV 观测能区。(2)在国际上首先在 10—30TeV 能区测出了蟹状星云 γ 流上限,被广泛引用,为正确的蟹状星云 γ 产生模型的确立起到了历史的作用。(3)发展了宇宙线太阳阴影技术,在国际上独家观测到太阳阴影的偏移。(4)测出了超高能宇宙线的平滑过渡型膝区能谱。

第二期实验(1995.11—1999.11)把一期阵列扩大了 4 倍,扩大和巩固了上述成果,并把太阳阴影用于监测太阳行星际磁场和太阳活动变化的研究。1996 年 11 月,用 77 个探测器把阵列进行了局部加密。由此获得两项重要成果:(1)以 5.3σ 的高显著性探测到蟹状星云稳定的 γ 射线发射,这是国际上大气簇射阵列实验对 γ 射线源的首次探测。(2)1997 年 3—7 月,与国际上几个大型契伦科夫望远镜相符合地观测到一个活动星系核 Mrk 501 的甚高能 γ 射线强爆发。此外,1998 年秋自日本引进的两套太阳中子监测设备安装完毕,运行状况良好,为即将到来的太阳活动高年的观测工作做好了准备。其中中子望远镜还观测到伴随 1998 年 11 月 28 日 X-ray 耀斑的一个小的中子事件。1996 年秋,在阵列中建成了 80m^2 的乳胶室和 Burst 探测器。这两类设备的联动,即将产生一个膝区宇宙线质子谱和关于原初成分的结果。

中日合作羊八井实验已产生 40 多篇文章,其中已在国际权威期刊上发表并为 SCI 等收录的有 8 篇,另有 4 篇待发表。

4 国际评价

国际上对羊八井开始重视始于 1993 年在加拿大举行的第 23 届国际宇宙线会议,并因此得以于 1994 年 8 月在拉萨举行了一次高水准的宇宙线物理国际讨论会。意大利学者愿与我们合作实施羊八井 RPC“地毯”计划也就始于这两次会议。

1995 年 8 月在罗马举行的第 24 届国际宇宙线会议上,诺贝尔奖获得者、美国 CASA/MIA 阵列主持人 J. W. Cronin 教授在总结报告中,对羊八井的结果大加赞扬,把羊八井二期和一期阵列分别列为国际上主要阵列中品质指标第一和第二。他在与我国代表谈话时,多次表述了对羊八井的高度评价和期望。1995 年 10 月,美国 *Science* 杂志在其《中国之科学》特刊中,把羊八井观测站列为“中国科学地理图”中 25 个中国科技基地之一。

近年来,由于大气契伦科夫望远镜技术的进展,国际上许多大气簇射阵列纷纷退出 γ 天文竞争。但中日合作 AS γ 阵列没有随波逐流,与美国 Los Alamos 的 MILAGRO 一道成为具有宽视场、全日制、易于长期连续观测、坚持 γ 天文阵地的阵列实验的代表。只是我们更注意了进一步降低观测阈能,并拓宽研究领域,以与筹备中的中意合作羊八井“地毯”实验既各有侧重,又相互补充。

5 未来计划

日本文部省正在计划落实今后 5 年日方参与中日羊八井合作的经费,我方也决心在今后 3 年中意羊八井“地毯”建设期间,抓紧利用中日合作三期阵列开展 γ 天文实验,并逐渐将工作

重点转移到对太阳活动的常年监测和超高能宇宙线“膝”区物理上。为此,拟采取以下两个步骤:(1)在1999年11月以235个探测器将二期阵列全面加密(成为三期阵列)后,在今后两年内再增加约200个野外探测器,将羊八井AS γ 阵列的加密区从现在的22 000m²扩大至39 000m²。(2)立即开始预研和筹备工作,于2001—2002年在羊八井阵列中心建造一个密集的Burst探测器阵列,称之为阵列的“芯探测器”(Core Detector)。它由400个0.25m²闪烁探测器和数厘米厚的pb板(作为电磁簇射发展体)组成,测量大气簇射芯区的高能电子和光子的能流大小及其在观测面上的分布样式,以结合主阵列测出的主簇射的特征参量,研究超高能宇宙线(包括“膝区”)的成分和能谱,以及40—400TeV能区核作用在朝前区(加速器不便于观测的区域)的特征。如能获得相应的经费支持,可望于2002年完成芯探测器的设备安装、调试工作,2003—2004年进行观测和数据分析,并取得首批成果。

中日合作AS γ 实验的稳步发展及中意合作ARGO实验的启动,已将羊八井宇宙线观测站推上了国际宇宙线高山地面实验中心的成长之路。

* 简讯 *

中日合作“环境监测与水灾监测信息系统”项目启动

本刊讯 中国科学院遥感技术应用研究所、日本日立制作所及湖北省计划委员会共同承担的信息化合作“环境监测与水灾监测信息系统”项目启动暨设备交付使用仪式于2000年4月12日在中国科学院遥感应用研究所举行。

1995年,中国科学院和日立制作所签订合作交流协议,为双方利用信息技术开展防灾减灾项目合作奠定了基础。1998年11月江泽民主席访日期间,两国政府经会谈确定了33项重点合作项目,此项目为其中之一。1999年双方就该项目的合作达成具体意向。

该项目充分利用双方在遥感图像处理、四维GIS、高分辨率卫星遥感数据(QuickBird, 1m分辨率)及网络通讯技术领域的尖端技术,以各种遥感影像数据为信息源,以各种统计、监测数据为基础数据,以湖北省为示范区,进行资源环境、洪涝灾害的动态监测、模拟仿真及综合分析评价。该项目的实施及成果具有显著的应用前景和推广价值。

中国科学院副院长陈宜瑜、日本国驻华公使杉本信行、日立制作所副社长松香茂道、日中信息化协力中心专务董事山崎章等在仪式上致词。20多位日本客人及中国国家发展计划委员会高新技术司和湖北省计划委员会、中国科学院有关研究所等单位约100人出席了仪式。

(邱华盛)