

中科院野外台站系列报道②



■本报记者 沈春蕾

宇宙线是来自宇宙深处的高能粒子流，它携带着宏观宇宙、微观世界和空间环境的科学信息，联系着宇宙的历史、天体的演化、空间的环境和许多未解的科学之谜。

为避免大气层对宇宙线的过度衰减，高山站一直是宇宙线研究的重要基地。早期的宇宙线研究中，人们发现了众多的基本粒子及新的相互作用。中科院高能

物理所西藏羊八井宇宙线国家野外观测研究站（以下简称羊八井观测站）地处海拔 4300 米的高原，在国际宇宙线观测研究领域占有重要地位。

承载科研使命

研究人员告诉记者，宇宙线能量越高、数量就越稀少，致使尺度很小的空间探测器难以捕捉，因此，用大型地面探测阵列来间接观测宇宙线就成为必然，用这种方法科学家能观测到高能宇宙线在地球大气层中引发的大规模粒子产生和增殖现象，即广延大气簇射（EAS）。按观测站的建立地点来分类的话，科学家们观测宇宙线的方式主要有三种，即：空间观测、地面观测、地下（或水下）观测。为了有效和长期对宇宙射线进行观测，各国相继建立了观测站。1943 年，前苏联在亚美尼亚建立了海拔 3200 米的阿拉嘎兹高山站；日本在战后

建立了海拔 2770 米的乘鞍山观测所；1954 年我国建立了海拔 3200 米的云南东川站。1990 年，中日双方共同合作建立了羊八井观测站。

“羊八井观测站拥有高海拔优势，EAS 可以在此进行精确测量。”羊八井观测站早期建设者、中科院高能物理所研究员谭有恒告诉《中国科学报》记者。羊八井观测站以大型地面探测阵列为平台，利用宇宙线观测结果展开对宇宙线起源问题、宇宙和高能天体演化规律等重大科学难题的研究。

据谭有恒介绍，羊八井观测站不仅可进行天体和粒子方面的基础研究，也可以利

用宇宙线作为太阳活动和地球“空间天气”的“晴雨表”特征，为航天安全和地球环境保护服务。

随着这些年的升级改造，羊八井观测站的设备可以为天体、空间、粒子、太阳及环境方面的学者提供研究条件。谭有恒说：“羊八井地区的海拔高度和位置对大气、地球物理、云雨雷电的研究及太阳能的开发示范活动颇为有利。”

开阔的地形和宜居环境使羊八井具有较大容纳度和发展空间，特殊的自然条件及地区建设的突飞猛进，使羊八井具备了接纳、建设和长期维持大规模、高技术设备进行现代化、全球化实验的条件。

两项国际实验

现在，羊八井观测站开展了中日合作空气簇射（AS γ ）宇宙线实验、中意合作天体物理地基观测研究（ARGO-YBJ）实验两个大型国际合作项目，科研人员可在此同时开展气候、空间天气等方面的研究。

1988 年，中日合作 AS γ 阵列实验在羊八井展开，1990 年建成中日合作羊八井一期阵列。谭有恒说：“羊八井一期实验的成果向国人和世界显示了羊八井站址的科学价值和巨大的物理潜能。”

随后，专家们把研究方向瞄准地面宇宙线实验四个重大课题中的三项，即膝区物理、 γ 天文和利用宇宙线对太阳活动和日地环境的监测研究，来抓羊八井二期实验建设。

中日合作 AS γ 阵列实验的科学目标是宇宙线能谱“膝区”物理研究。实验通过采样式的塑料闪烁体探测器阵列获取次级

粒子横向分布的信息，由此得到原初粒子的方向等信息以及所携带的能量。

中科院高能物理所研究员胡红波说：“在 AS γ 实验中，我们可以测量高能宇宙射线在不同方向上仅千分之一的强度差别。在甚高能情况下，由于测量到的差别大大减小，可以得出银河宇宙线整体上随环境绕银心共转的结论。”

中意合作全覆盖式探测阵列 AR-GO-YBJ 实验于 2006 年建成并开始运行。ARGO-YBJ 实验大厅总面积为 11200 平方米，由轻质、高保温的聚氨酯彩钢板为基本建筑材料，在不使用空调的情况下，可有效抑制海拔地区较大的昼夜温差对室内温度影响，以保证探测器长期稳定工作。

ARGO-YBJ 实验的中方发言人、中科院高能物理所研究员曹臻介绍，AR-

GO-YBJ 探测器由一个安装在上万平方米的实验厅的 5700 平方米中心“地毯”和一个 2500 平方米的外围保护圈组成，是迄今非加速器物理实验中数据量最高的实验装置之一。ARGO-YBJ 探测器用于运行状态监测的数据和观测原始数据，通过宽带实时传往北京，来自北京的远程操作命令也可通过宽带送达现场的控制系

2008 年，由我国自主研制的两台广角契伦科夫望远镜在羊八井观测站通过安装调试。目前，两台样机已经与 ARGO-YBJ 联合观测并获取重要的宇宙线物理结果，测量了宇宙线氢、氮混合能谱的“膝”，发现其能量明显低于现有实验如德国的 KASCADE 实验结果。据曹臻介绍，ARGO-YBJ 还完成了监测宇宙线随太阳活动的变化，研究其长周期变化与地球环境变化的关联。

交叉学科贡献

谭有恒指出，在交叉学科研究中，羊八井观测站表现出了得天独厚

的优势。首先，科研人员在羊八井观测站可利用多种天文波段和实验手段的帮助，在天文、粒子物理、宇宙学的配合下，共同开展宇宙线和粒子天体物理前沿课题的研究；其次，观测站获得的世界一流的宇宙线观测数据，可供其他学科领域进行相关研究，进而获得重要的科研或应用成果。此外，羊八井平台进行的交叉学科研究，有助于建立一支高水平的交叉学科科研团队，并进一步推动我国交叉学科研究的发展。

羊八井观测站较好地发挥了它的高海

拔优势，供科研人员研究宇宙线与日地空间相关性，开展空间天气、灾害预警、空间探测等多学科交叉研究与应用。通过长周期观测与积累相关学科的数据，羊八井观测站为大气科学、地球科学等研究领域提供综合研究平台。

自建成以来，西藏大学、山东大学、西南交通大学、云南大学以及中科院国家天文台、紫金山天文台、空间中心等多家国内科研单位与羊八井观测站开展合作。

羊八井 AS γ 阵列已经增加了大型 μ 子探测器群。因为宇宙线核子在大气级联过程中发生强相互作用，产生大量的缪子，而

伽马或电子的级联是电磁相互作用过程，很少产生缪子。科学家们可以通过缪子的多少来排除宇宙线本底，提高观测伽马和电子的灵敏度。

谭有恒说：“学科前沿是众多研究活动推动的，因而是动态的，特别是在技术进步日新月异的当代。要想有所作为，必须紧紧扣住学科发展的脉搏，以尽可能快的速度去占领前沿阵地。”在羊八井观测站运行的两套设备和两个科研团队中产生了许多研究成果，有着可以彼此重复、相互支持补充的结果，相当于通过了交叉检验，有利于自信心和国际认可度的提升。

跃上羊八井

■谭有恒

30 多年前，在海拔 4300 米、气候恶劣、变化无常、辐射强烈的雪域高原——西藏念青唐古拉山脚，活跃着一支来自中国科学院高能物理研究所的科研团队——羊八井宇宙线实验组，我有幸成为其中一员，参与了羊八井国际宇宙线观测站的建设。

羊八井国际宇宙线观测站占地 210 亩，是当今世界上有效常年观测站中海拔最高的一个。

由于西藏羊八井气候温和，终年无积雪，地势平坦开阔，有地热电厂和居民为邻，有青藏公路、铁路及宽带通讯光纤通过，距拉萨仅 90 公里。在能源、交通及生活上都具有便利条件，科研人员可在此进行长年不间断观测。因此，羊八井具有大型设备长期高质量运行的条件。

此前，建于 1954 年的云南东川落雪实验室是我国唯一的宇宙线野外实验站，随后在此基础上建成了云南站，该实验站以奇异粒子和高能核作用为研究方向，以传统的云室为观测手段。

随着欧洲核子研究中心的超级质子同步加速器问世，美国费米实验室反质子对撞机的建造，云南站大云室的 TeV 级工作能区已被飞速发展的人工高能加速器所占领。

在这样的形势下，接收度甚小、每小时只能有几次触发照像的云室系统仍需靠手工操作，即使做得再大，也无法与现代化的加速器实验争能区、争课题。到了上世纪 70 年代末、80 年代初期，中国宇宙线研究也进入大讨论、大转型的时期。宇宙射线除了其粒子的（微观的）属性外，更具有宇宙的属性。宇宙射线不仅携带着有关宇宙远方、天体演化、空间环境及太阳活动等多种宝贵科学信息，还源源不绝地自动送上门来，不应被人类熟视无睹，也不应只将其当作“粒子炮弹”来用。

然而，随着人工加速器能量的逐日提高，宇宙线研究应当愉快地让出它传统的高能和甚高能能区，而移师到加速器尚不能达到的超高能能区，去研究核作用的新特征和新现象，同时

在所有能区（主要是更

低的能区）偏重对宇宙线宇宙侧面的研究。因此，走出云南站云室室和高能核作用的局限就成为形势发展的必然。当年，很多同志选择了空间硬 X 射线，我们团队则选择了基于宇宙线广延大气簇射（EAS）技术和我国特有的高山优势的地面实验，开始了艰苦的创业历程。

为了掌握这门技术，我们从 1983 年开始，以完全自力更生白手起家的方式，研制了一套由 63 个 0.25 平方米闪烁探测器组成的 EAS 阵列，并于 1987 年建成了怀柔 EAS 观测站。

原先计划是工作两年后搬到西藏，以同一套设备异地观测 EAS 的纵向发展，研究“膝区”物理。不料德国基尔大学研究组于 1983 年宣布“发现”河内双星 SygX-3 为超高能 γ 源（后证明为误），大家都以找到了破解宇宙线起源之谜的钥匙，从而引起了世界范围的 γ 天文热潮。

于是，我们及时调整了重点目标，于 1984 年到羊八井考察，1986 年邀请美、日、

意、苏等国的有关学者，在北京召开了“西藏计划”国际研讨会，达成中、日、意、美分工合作在羊八井建造一复合型 EAS 阵列的初步意向。

1988 年，以中日双边合作的形式正式启动了羊八井实验的筹建工作。同年，日方申请到约四千万日元的科研费，我们也获得了 20 万元的所长基金启动“西藏计划”。于是“量体裁衣”，快速度、小规模开始筹建工作。

中方负责羊八井基地建设，日方提供阵列设备。共同的科学兴趣和紧迫感使双方配合默契。高原严冬，我们坚持在野外工作，使 45 个探测器的羊八井一期小阵列和羊八井观测站于 1990 年元月初建成。

在那极其艰苦的条件下，羊八井宇宙线实验组无私无畏、勇于开拓、甘于奉献，坚持逐年发展，终于建设起一个具备多样观测手段的宇宙线观测站。2001 年，羊八井国际宇宙线观测站被国家科技部列为首批国家重点野外观测试点站。

（作者系中国科学院高能物理所研究员）

实验室

藏药一般生长在海拔 3000 多米的雪峰上，在高寒严酷环境中生长，具备耐寒、抗旱、光合作用强、有效物质积累高、生物活性强等独特的生物学特征。

目前已使用的藏药资源种类有 2436 种，其中药用植物 2172 种，产自青藏高原的药用植物占藏医药用的 70% 以上。

中国科学院藏药研究重点实验室依托中科院西北高原生物研究所，主要面向青藏高原地区人口与健康的国家战略需求，定位于藏药研发的应用基础研究。

暗藏问题

目前，藏药在药物理论、生态环境、药材资源、临床效果及炮制加工等许多方面具有独自的特色，尤其对治疗肝胆疾病、风湿病、心脑血管疾病、消化系统病等具有独到疗效。然而，藏药在发展过程中也存在着诸多问题。

由于青藏高原地域辽阔，交通不便，加之古典藏医药著作记载不详，藏药在使用中存在同名异物、同物异名的现象，造成藏药材品种混乱，原药材产品质量性能不稳定，制约了藏药产品质量的提高。

中国科学院藏药研究重点实验室（以下简称藏药实验室）主任陶燕铎指出，部分药品标准药材基源模糊不清，如藏药部颁标准及其他法定标准对基源的限定不明确，引起药材品种混乱。

如今，一些地方对天然野生药材缺乏有效的保护措施，存在着重成品生产轻药材来源，重开发轻保护的问题，造成了资源的极大破坏，致使部分资源日趋减少，处于濒危的状态，如红景天、桃儿七、喜馬拉雅紫茉莉、川西獐牙菜、花锚等野生藏药材都面临着资源匮乏的局面。

1995 年版《中华人民共和国卫生部药品标准》（藏药卷）中收载 138 种药材，成药 200 种，仅占最常用藏药材的 14.1%，收载的藏药种类数量十分有限。

“由于缺乏藏药化学对照品检测控制的品种，无法建立起满足基本要求和特点的技术指标，质量控制指标不合理，甚至缺乏专属性或特征性成分的定性鉴别，不能达到质量控制的目的。”陶燕铎说，“这直接制约了藏药现代化进程和藏药的市场准入。”

系统攻关

陶燕铎在接受《中国科学报》记者采访时表示：“藏药学是祖国传统药学的重要组成部分，具有独特的理论体系，是藏族人民两千年来与疾病斗争的经验总结”。

虽然我国是藏医药的发源地，但是对于藏药研究和重视远不及国外。国内仅有寥寥数家研究藏药的机构，如青海藏医药研究所藏药新药开发实验室、青海大学高原医学研究中心中藏药开发实验室、甘肃省高校中（藏）药化学与质量研究省级重点实验室等，主要集中在西北地区。

国内藏药研究人才和科研机构的缺乏，导致我国藏药优势资源不能充分开发，藏药理论得不到及时更新，严重阻碍了藏药事业的发展。

为此，以青海省青藏高原特色生物资源研究重点实验室、青海省藏药药理学与安全性评价重点实验室、青藏高原特色生物资源工程研究中心等研究平台为基础，建立了藏药实验室。

陶燕铎表示，藏药实验室围绕制约藏药发展的科学问题与关键技术，系统开展藏药基源、物质基础、现代化关键技术等方面的研究。

经过前辈们长达 50 多年青藏高原及其毗邻地区的野外考察，藏药实验室获得了大量第一手资料。根据青藏高原特色生物资源研究及其产业化发展、生物医药“十二五”规划等的实际需求，将资源生态学、资源持续利用、藏药现代化、特色新产品创制、促进产业化发展等方面作为主要学科领域和未来发展方向。

目前，藏药实验室在藏药基源研究、藏药资源物质基础研究、藏药现代化关键技术研究等领域形成了学科优势，在藏药材和藏药产品的标准化研究及特色生物资源的高效持续利用等方面取得了一系列丰硕成果。

填补空白

自成立以来，藏药实验室开展了藏药材资源的基源考证、藏药材物种库的构建、藏药材保护性开发与可持续利用；藏药资源的物质基础研究，如青藏高原藏药资源化学库及信息库的构建、天然产物及组分高通量活性筛选；藏药现代化关键技术的研究，如藏药材标准物质的制备，藏成药及藏药材质量标准的建立和提高等。

据陶燕铎介绍，藏药实验室研制出建国以来第一个国家一类动物新药材——塞隆骨；创制出复方塞隆胶囊、藏茵陈片等获得国家正式批文的藏药新产品；建立藏药材及藏药制剂质量标准 44 项；建立藏药质控指标和检测方法 100 多项，填补了藏药标准中无含量检测项的空白。

藏药实验室还通过与中科院上海药物研究所、中科院大连化学物理研究所等国内知名的科研院所的联合攻关，开展了 60 余种青藏高原藏药资源物质基础研究及有效组分制备，分离纯化出 300 余个活性单体化合物，涉及生物碱、蒽类、甾体、黄酮、皂苷、香豆素等类组分 1000 多个，并初步建立了藏药植物资源化学库，为青藏高原藏药资源持续利用提供了坚实的理论基础及科技支撑。

陶燕铎指出，通过重点实验室的建设和运行，藏药实验室形成青藏高原特色藏药资源及相关研究领域创新科研集群，有力推动青藏高原藏药资源的合理开发和可持续利用，为实现藏药研究跨越式发展及其与国际医药研究接轨搭建平台。

此外，藏药实验室也形成了自己的科研优势和特色，促进植物化学、微生物学、细胞生物学、药理学等基础学科的发展，使之形成梯队合理、技术先进、设备齐全的国内藏药资源及新药研究中心。

陶燕铎说：“我们攻克了青藏高原特色生物资源研究领域中的一些关键技术难题，突破了传统技术制约瓶颈，最终实现了产学研相结合的发展模式，提升了企业在相关行业的竞争力，带动了青藏高原生物资源的开发和利用。”

中国科学院藏药研究重点实验室：让藏药走出雪域高原

■本报记者 沈春蕾