

宇宙綫研究三十年

霍安祥

在旧中国就有宇宙綫物理学的研究工作，但由于国民党反动政府的腐败，这门学科没有能得到发展。

新中国成立后，党中央、毛主席十分重视基础科学，在国民经济恢复时期的1953年，我们就在云南海拔3180米的落雪山，建立了宇宙綫实验站。先后在这个站安装有 $50 \times 50 \times 25$ 厘米³的多板云室， $30 \times 30 \times 10$ 厘米³、磁场7000高斯的磁云室，观察宇宙綫强度变化的 μ 子望远镜和中子记录器。1957年以后，在北京和广州分别建立了宇宙綫强度观察站，在武汉也建立了类似装置。

六十年代中，我们又在落雪高山站附近，海拔3200米的山峰上，建立了一个新的高山站(图1)。主要设备为大云室组、包括： $150 \times 150 \times 30$ 厘米³磁场7000高斯的磁云室， $150 \times 200 \times 50$ 厘米³的多板云室和 $70 \times 120 \times 30$ 厘米³的上云室。

最近几年，为了开展超高能宇宙綫的研究，我们利用国产感光材料和铅板组成乳胶室，先后在云南3200米高山上和西藏5500米高山上进行了试验性的研究工作。于1977年在西藏5500米高山上正式建立了高山乳胶室。今年乳胶室的规模已达40多吨铅(图2)。另外，经过几年的研制，建成了由十个闪烁体组成的小型广延空气簇射阵列。每个闪烁体的灵敏面积为0.28米²，它的脉冲幅度分辨率(FWHM)为70%，其全面积上响应的非均匀度为11%。小型阵列的记录由自制

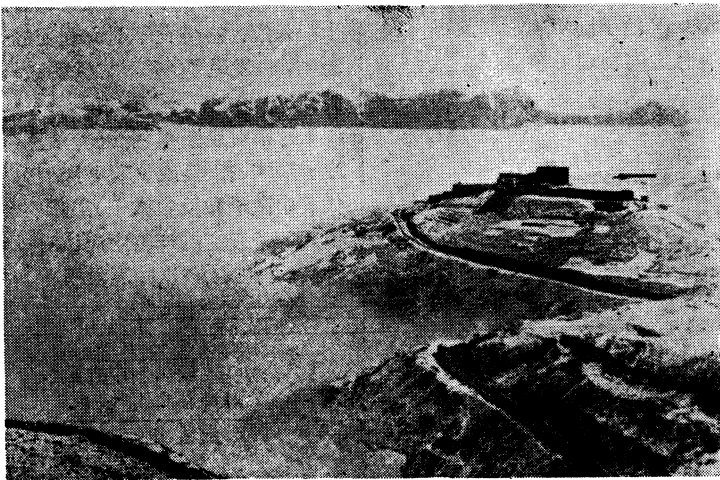


图1. 云南高山站外景

的模数转换电路来自动完成。

1977年开始着手高空科学气球的研制工作。先后发放了几次试验球体性能的气球，其中1000米³的气球已升空到26—29公里，(图3)这方面的工作同各有关单位共同合作，正在积极进行之中。

利用上述一些设备，主要进行了以下一些研究：

在五十年代初，研究了奇异粒子的产生、衰变及其它性质。先后收集有700多事例。除测量质量、寿命、质心座标的动量分布和角分布外，还对 Δ^0 超子衰变时的宇称不守恒、 Δ^0 超子和 K_S^0 介子数目比($N_{K_S^0}/N_{\Delta^0}$)随能量的变化(当时研究了二个能区、3—5GeV和平均能量为十几个GeV)以及个别稀有事例进行了测量和分析。有些结果与稍后加速器上的结果相一致。另外，对电磁级联曲线和电子直接产生电子对的截面进行了研究，并与理论计算结果作了比较。在研究宇宙綫高能粒子与轻核作用时，观察到在100GeV能区，次级粒子的角分布有符合火球发射图象的现象。

在文化大革命中，由于林彪、“四人帮”的干扰和破坏，使宇宙綫研究受到了严重的残摧。有些工作停止了，有的人离开了。但是在这样的困难条件下，宇宙綫研究工作仍坚持了下来。我们利用小云室继续开展了宇宙綫粒子的反常电磁簇射的工作。1972年在用大型磁云室研究宇宙綫高能现象时，获得一个可能的重质量荷电粒子事例。它的表观实测静止质量是质子质量的三十多倍，考虑了测量误差后，实际静止质量应大于10倍质子的质量。由于各种误差，也并不绝对排除这个粒子是一个质子的可能性，但它是质子的几率应小于千分之二。几年来，先后几次实验没有能再获得类似事例。

近两年在同样高山高度，测量了 μ 子的垂直流强和水平方向流强。研究了小面积非伴随强子的质子和 π 介子的流强比；利用大型磁云室初步测量了动量为10—20GeV能区的宇宙綫反质子流强与质子流强之比，其值为 $I_p/I_{\bar{p}} \approx 0.09 \pm 0.06$ ，利用这一结果，可估算出比现有加速器能量更高的初级宇宙綫粒子与大气原子核作用时产

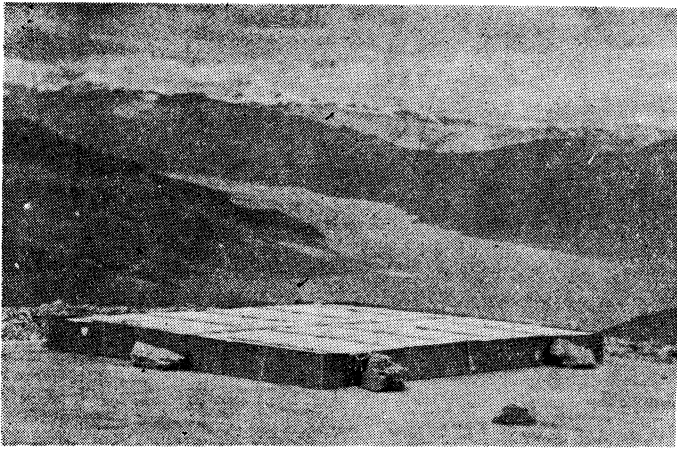


图2. 今年乳胶室的一部分

生的 \bar{p}/π^- 之比值及产生 $\bar{p}p$ 的截面。为了探索慢化后的重质量荷电粒子存在的可能性，利用大型磁云室在水平方向进行了寻找。实验给出：它的流强小于 3×10^{-8} 厘米⁻²·秒⁻¹立体角⁻¹。

利用试验性乳胶室给出的实验结果，对 3200 米高山和 5500 米高山上能量大于 2 TeV 的 γ 光子的能谱和 γ 的天顶角分布进行了测量，其结果与其他实验室的结果相一致。对 1977 年 5500 米高山的片子进行了初步分析之后，得到三个能量为 10^{14} eV 的实例，其中一个有趣事例的能量 $\Sigma E\gamma = 445$ TeV。这个事例的特点是有两组明显分离的高能簇射，能量分别为 $\Sigma E\gamma_{1,2} = 153$ TeV 和 $\Sigma E\gamma_3 = 104$ TeV，它们的横动量分别为 $P_{T,1,2} = 7.8$ GeV/ c ， $P_{T,3} = 4.6$ GeV/ c

最近，利用小型广延空气簇射阵列，初步测量了广延大气簇射的电子密度谱，其谱指数为 1.5—1.6 之间。另外，对超高能宇宙线强子在水库中和电子直线加速器的电子束在水中可能产生的生效应，进行了初步观察。

在天体物理方面，不久之前，对宇宙线荷电粒子的时间相关效应进行了初步的测定。

三十年来，宇宙线工作者逐步地学习并运用毛主席的哲学思想来指导科研工作。结合我国的实际情况，在选题和安排工作过程中，我们总结了一条“立足常规，着眼新奇”的指导原则。一个“常规”课题，一般都是在前人大量工作的基础上开始的，对预期结果比较有把握，因此，工作经验不多的科技工作干部可以从中学步学会科研工作方法、掌握专业和基础知识，还可以培养干部独立从事科研工作的能力，在遇到“新奇”现象时，也不致漏掉。另一方面，在选择较新的现象作为研究课题时，也要对可能产生这一现象的背景进行细致的分析和研究。例如，在从事“寻找重质量荷电粒

子”这一课题时，必须先研究宇宙线粒子的质量谱，立足在反质子流强测量这一常规课题上。宇宙线物理中许多重要发现，往往是在进行其它课题的研究时“意外”地发现的。所以，开始一个研究课题之前，对所选择的课题，首先要找出它的矛盾，分析矛盾，在这过程中，要特别注意可能存在的用已知的知识不能解释的现象和矛盾。这样就有可能路子越走越宽广。

根据宇宙线研究的对象和内容，可以把宇宙线物理分为两大分支：宇宙线天体物理（包括日地空间的宇宙线方面的研究）和宇宙线高能物理。我们在当前和今后若干年内，首先应充分利用现有条件，开展能量高于加速器能区的一些高能现象的研究，做出成绩培养人材。同时，逐步扩大高山乳胶室的研究工作，重点放在能量高于 10^{14} eV 的超高能现象的研究。其次，应逐步将重点转移到宇宙线高能天体物理方面。在当前和有关单位合作尽快把高空科学气球促上去，为开展这方面的研究，提供较方便的运载手段。重点开展宇宙 X 射线和 γ 射线的观测，填补我们这方面的空白。

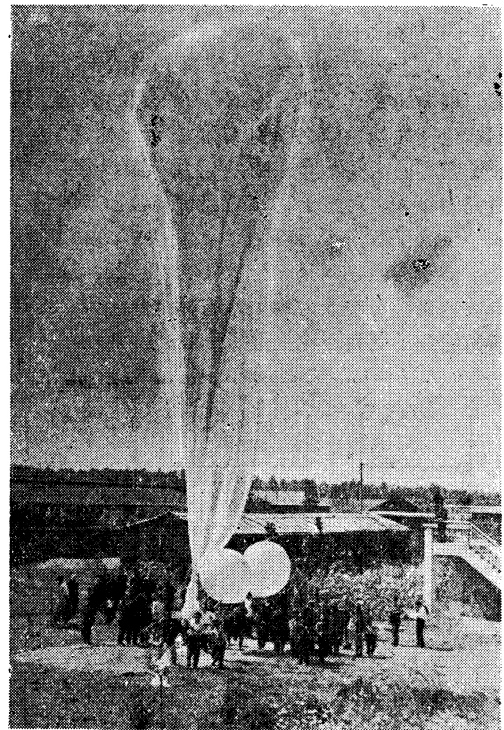


图3. 放气球