

AMS 为何最终放弃超导方案

国际空间站上的阿尔发磁谱仪 (Alpha Magnetic Spectrometer AMS) 是太空中第一个大型高能粒子探测器, 用于探测反物质、暗物质和宇宙线。本刊 2011 年第 5 期曾有详细报道。AMS 先后有 2 种型号: AMS01 和 AMS02。AMS01 用永久磁铁, 场强约 0.15 T, 重 3 吨, 早在 1998 年已在发现号航天飞机上成功试飞过。AMS02 安置在国际空间站上, 原计划采用超导磁铁, 场强约 0.87 T, 为此科学家们差不多花了近 10 年功夫, 却在 2010 年离发射不到 1 年的时候决定放弃超导方案, 仍用 1998 年已经试飞考验过的、场强较低的永磁方案。这到底是为什么呢?

此事实与国际太空站决定延长其使用寿命至 2020 年、甚或更长一事有关。超导磁铁的液氮冷剂只够用 3 年, 那等于说太空站剩下

的绝大部分时间里 AMS 都不能运行。更糟的是 2010 年初 AMS 在欧洲核子中心 (CERN) 的试验还暴露了探测器的发热比预期的更严重即是说液氮冷剂的寿命将更短! 但如果回到场强较低的永久磁铁, 反对意见又认为那就不大像可以发现暗物质了, 再则仓促之间阵前换将, 乃兵家大忌, 弄不好会出事故的。

AMS 有可能可以探测到奇异夸克团 (strangelet) 理论上假想的由大量上夸克、下夸克和奇夸克聚到一起的超高密度团块 (clumps)。这种新的物质形式最早是由威滕 (Edward Witten) 于 1984 年所提出的, 但尚未被实验证实。科学家相信高能宇宙线打到地球大气层时是有可能产生奇异夸克团的。预期奇异夸克团具有极大的质量电荷比, 因此当它经过 AMS 时几乎是直线穿过。AMS 用了很多层的硅板放到磁铁的孔径内以定位粒子飞过谱仪时的位置, 为了适应磁铁的变化 (改回永磁), AMS 小组把 2 层硅板移到磁铁孔径外面, 最后

这台谱仪的动量分辨率将是超导方案的 10%。但由于延长了运行时间, 所采集到的数据将是超导方案的 6 倍, 这就提升了发现稀有宇宙线事件的机会, 再则实验覆盖了一个完整的太阳活动周期, 有利于研究太阳对宇宙线通量的影响。

最终由奋进号航天飞机送上国际空间站的是一台价值 20 亿美元、重 7 t、使用 0.15 T 永久磁铁的 AMS02, 其圆柱形磁铁直径 1 米, 高 1 米。

(陈仁怀编译自 Physics World, 2011 年 6 月)

封底照片说明:

这是由美国宇航局的太阳动力学观测卫星拍摄到的太阳爆发, 利用电脑对照片进行制作的拼图, 图片展示了不同波长观测条件下看到的太阳表面。这次太阳爆发的高度达到 144 km, 证明所谓的“磁瓣”将出现爆发的区域的温度加热到 400 万 $^{\circ}\text{C}$, 爆发景象十分壮观, 这是迄今为止解析度最高的太阳影像。

了粒子物理标准模型理论。当然标准模型框架内还有很多待解决的问题, 例如夸克禁闭、物理真空性质以及寻找超出标准模型的新物理等仍然是粒子物理中面临的新挑战。当年为北京正负电子对撞机工程奋斗的人绝大多数已退休多年, 知足地安度晚年, 但仍然还关心着我国高能物理事业持续发展。如

今高能所已是国际上屈指可数的国家实验室, 加速器、实验、理论队伍发展壮大, 大亚湾中微子实验结果震动国际高能物理界, 很多中、青年科学家承担重任并做出了许多具有国际水平的成果。科研条件大大改善、研究经费成百倍增长, 我衷心祝愿我国高能物理事业在未来 10 ~ 20 年内实现新的飞跃。

(中国科学院高能物理研究所 100049)

① 当时理论物理研究室分为两个大组: 一是研究基本粒子物理理论的“场论组”; 另一是研究原子核物理理论的“核理论组”。

② 所谓工厂, 指的是机器亮度高并可大量产生该能区可观察的粒子。