人民日报海外版
2017年6月24日 星期六
责编：张保淑 邮箱：lairuismile@people.cn

中华“慧眼”观测能力有多强？

——解读硬X射线调制望远镜卫星

本报记者 **张保淑**

茫茫天宇间，在轨运行的航天器“中国方阵”中，除了天舟一号货运飞船、天宫二号空间实验室等之外，还有一颗近日发射升空的新卫星——硬X射线调制望远镜卫星（HXMT）。与其他航天器相比，这颗重约2.5吨，在距地面550公里的轨道上运行的卫星看起来其貌不扬，却引起了国际媒体的高度关注。英国《金融时报》称，这颗卫星的发射是中国在发展可与美俄匹敌的太空计划的征程中迈出的重要一步。

硬X射线调制望远镜卫星的使命是什么？它装备了哪些高精尖的科学载荷？与同类卫星相比它有哪些突出的特点？它将为人类认识太空作出怎样的贡献？人们亟待了解这些问题的答案。

绘高精度硬X射线天图

硬X射线调制望远镜卫星虽然被冠以中国“慧眼”的雅称，但是对很多人来说，它似乎不怎么接地气，让人们在感到“高大上”的同时，也有几分拒人千里之外的“冰冷感”。这也难怪，现代天文学科技本身就距离人们的生活颇为遥远，再加上该词又是由英语直译而来，想让人亲近真的不容易。而要去除“冰冷感”，就要先熟悉两个概念：“硬X射线”和“调制”。

“硬X射线”是X射线的一种。对X射线，我们是熟悉的，在医院拍摄透视片，在各类安检中，都接触过它。根据波长，它被分为两类：波长较短（能量较高）的称为硬X射线，波长较长的称为软X射线。可见，这里的“软”“硬”仅是用于分类表述而已。一些天体或天体现象如脉冲星、伽马射线暴、超新星遗迹、黑洞等都会射出X射线，其中主要是硬X射线，而这类射线与软X射线相比，能穿越宇宙尘埃等，不被遮挡。另一方面，X射线穿越地球大气层时会严重衰减。所以，发射望远镜卫星在空间轨道捕捉X射线，特别是硬X射线，就成为各国科学家竞相追逐的目标。

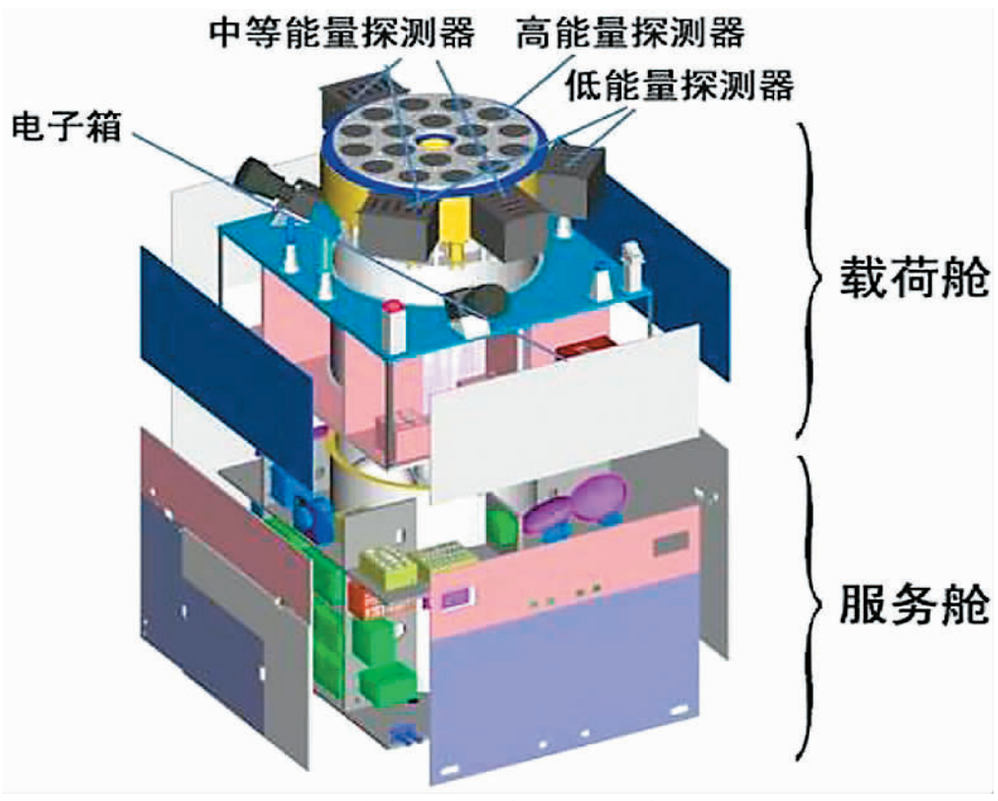
“调制”是指中国科学家创新的把“调制后的信号还原成图像”的技术。望远镜在太空通过硬X射线进行天体观测，必须完成“成像”，而这是核心技术难点。上世纪90年代初，中科院高能物理研究所李惕碚院士和他的同事吴枚研究员经过艰苦努力，探索出“直接解调”方法，实现高灵敏度和高分辨率的成像，比国际上采用的编码孔径成像技术更成熟、更便宜。之后，李惕碚院士把成像技术与扫描探测技术结合在一起，很快便提出了硬X射线调制望远镜的概念——通过对硬X射线源的成像观测，绘制高精度的硬X射线天图。

数代科学家经24年磨砺

对很多不了解背景的人来说，“慧眼”仿佛一夜之间横空出世，并且一步把中国带入到X射线天文学时代。而对于李惕碚而言，这是一个漫长而焦灼的过程。1993年，他提出了基于直接解调方法的硬X射线调制望远镜的设想，之后，他积极奔走，通过各种方式，争取支持。虽然一次次遇到挫折，但是李惕碚和他的团队并不灰心，根据该领域国际上的最新进展，不断完善相关方案。2011年，硬X射线太空望远镜终于正式立项，与暗物质卫星等一起被列入“十二五”空间战略先导专项。

李惕碚和吴枚两位老一代科学家虽然已经成功解决了“成像”难题，奠定了相关技术基础，但是在望远镜研制和项目实施过程中仍然面临一系列技术障碍。“慧眼”卫星工程总师、航天科技集团五院研究员马世俊介绍说，比如卫星热控设计方面，为保证有效载荷探测精度，必须将高能、中能、低能探测器集中安装在同一支撑结构上，但它们彼此间温度要求相差极大。有些灵敏的仪器设备必须在零下60℃到零下80℃的低温下才能正常工作。研发团队成员相互启发、集中攻关，终于琢磨出多级隔热措施、深冷热管技术、梯度温度加热等妙招，成功解决这一难题。

国际技术封锁是该项目必须面对的另一个困难。在核心载荷高能望远镜研制过程中，需要进口某一个型号探测器，项目团队已经与外方签订了进口合同，但之后被外方所在国有关部门叫停。面对困局，项目团队横下一条心，在压力下奋起，走自主研发道路。既然是摸索，总免不了走些弯路，但是他们不气馁。持之以恒地努力终于获得了应有的回报，经过29轮试制，完成30多个样品，终于“杀”出一条路来。



硬X射线调制望远镜卫星结构示意图

携带众“法宝”巡天不眠不休

从“慧眼”的实际载荷和探测能力来看，它被称作“硬X射线调制望远镜”多少有些名不副实了，因为它通过携带的几件“法宝”，不仅可以对高能的硬X射线和中能、低能的软X射线进行观测与成像，而且还可以监测空间环境。特别值得一提的是，“慧眼”项目首席科学家张双南创造性地对原本用于屏蔽干扰粒子的探测器稍加改造，使其成为目前世界上面积最大、灵敏度最高的伽马暴探测器，大大拓展了其探测范围和能力。

据“慧眼”项目总指挥潘腾介绍，卫星进入太空后，望远镜就会进入一刻不停、持续不间断的巡天模式，也就是说，在预期4年的寿命中，它每天都要24小时分秒必争地工作，紧“盯”着宇宙空间。

具体来说，“慧眼”将开展4个方面的空间探测活动：一是对银道面（天球上沿银河画出的一大圆为银道，银道所在的主平面即为银道面）进行巡天观测，发现新的高能变源和已知高能天体的新活动；二是通过观测和分析黑洞、中子星等高能天体的光变和能谱性质，加深对致密天体和黑洞强引力场中动力学和高能辐射过程的认识；三是在硬X射线/软伽马射线能区获得伽马射线暴及其他爆发现象的能谱和时变观测数据，研究宇宙深处大质量恒星死亡以及中子星并合等导致的黑洞的形成过程；四是探索利用X射线脉冲星进行航天器自主导航的技术和原理，并开展在轨实验。“慧眼”不同于镜面望远镜受制于其面积和视场，在巡天过程中，其探测面积更大、探测到的信号更多、效率更高。

6月16日，也就是在发射约24小时，“慧眼”就成功把第一批超过2GB的数据传送回来。经验证，数据质量良好。

与欧美发达国家相比，中国在空间科学方面无疑还处于起步阶段，但仍然有迎头追赶的机会，“慧眼”就有望在X射线天文学领域为中国抢占一席之地。正如一位美国同行盛赞的那样，中国硬X射线调制望远镜卫星，将是今后这段时期研究黑洞动力学过程独一无二的“利器”，是X射线天文学发展史上的一座里程碑。

链接一

X射线天文学

X射线天文学是以天体的X射线辐射为主要研究手段的天文学分支。天体的X射线受到地球大气的严重阻碍，主要利用卫星进行探测。早期的X射线探测工作集中于对太阳的研究。自从1962年6月18日美国麻省理工学院研究小组第一次发现来自天蝎座方向的强大X射线源以后，非太阳X射线天文学进入一个新的发展阶段。上世纪70年代以来，发射了专门研究X射线的天文卫星，观测到许多先前不知道的宇宙X射线源，使X射线源的数目猛增。

链接二

X射线望远镜

X射线望远镜是为了探测地球大气层以外的源所发射的X射线，并把X射线分辨为一个图象而设计的一种仪器。由于大气吸收，所以X射线望远镜必须用气球、火箭或空间运载工具带到高空。因为天体X射线源都是远而弱的，这些探测器通常都要有大的集光面积和高的效率，以便在宇宙射线引起的背景上探测到X射线。

人类第一个X射线天文卫星叫“乌呼鲁”，是在美国科学家贾科尼领导下于1970年在肯尼亚发射升空的，在约3年运行时间里，确定了350个X射线源，包括X射线双星、超新星遗迹、星系团、塞弗特星系等。贾科尼因在X射线天文学方面的先驱性贡献而获得2002年的诺贝尔物理学奖。在“乌呼鲁”之后，一系列搭载X射线的望远镜卫星发射升空，其中包括欧洲的XMM-牛顿卫星、美国的罗西X射线时变探测器、钱德拉X射线天文台、日本的朱雀卫星等。

缤纷毕业季 青春好回忆

刘少华 陆怡彤

一晃三四年，匆匆又夏天。伴着蝉声和欢笑声，这个属于“95后”大学生的毕业季悄悄来临。他们用各种充满创意的方式致敬青春，致敬毕业季。

歌舞青春谱写独家记忆

6月20日，中国政法大学的一些毕业生正与老师合影留念时，数十名国际法学院毕业生突然出现，他们身着学士服，跳起了快闪群舞，现场欢呼声不断，将毕业典礼的气氛引向高潮。

“轻轻的4年光阴已溜走，轻轻的问自己是走还是留……兄弟们好好踢场球，再喝顿酒。江汉关的钟声很怀旧，长江上的客船天际流。”这首由武汉大学艺术学院学生王继明演唱的《武爱》，将毕业生的思绪带回武大，令人不舍离去。

歌舞青春，是校园生活的纪念，也是对师长朋友的祝福。前不久，清华大学版《See You Again》和厦门大学版《凤凰花开的路口》一经推出，网友便纷纷点赞。厦门大学洪鑫同学对笔者说：“这首告别式的歌曲令人热泪盈眶，母校的一草一木在记忆中鲜活起来。感谢相遇，祝福我的老师与小伙伴。”

暖心礼物感恩四年相伴

6月16日，北京师范大学木铎广场附近，一大片金色的向日葵正欢快地生长着。“今年北师大为毕业生栽种了1.5万株向日葵”，希望他们向着光明前程而奋发有为。

北师大后勤食堂的师傅还自发为毕业生包20万个饺子。北师大骆璇同学对笔者说：“上车饺子下车面，我们即将离校，谢谢母校挂念，感觉心里暖暖的。”

“我是聋人，发音有点不标准，但我会努力说好每一个字，请大家谅解。”6月16日上午，华东理工大学2017届毕业典礼上，本科毕业生代表高羽烨讲述了自己从先天失聪到即将赴美深造的经历，用“爱的表达”感恩母校与老师4年的陪伴。

毕业前夕，安徽财经大学会计学院的孙佳丽，完成了一部“九万言书”。她将其作为礼物送给母校，希望这些经验与感悟能为学弟学妹们提供些帮助，以此向母校致敬。

花样仪式致敬青春年华

6月17日晚，东北师范大学3舍C楼内的灯光不断变化，传递出祝福语“远方有你 不说再见”。

三声金锣，礼号齐鸣，编钟箜篌汉乐起。6月15日，一场近1000人的汉式毕业典礼在江苏师范大学举行。毕业生身着汉服，行三拜之礼，感谢父母、导师及母校。校长为毕业生颁发证书后，典礼以一曲《大风歌》结束。

6月中旬，来自东华大学、上海政法学院、上海外国语大学等8所高校的60名毕业生，身着学士服，集体挑战过山车“绝顶雄风”，用这样疯狂的方式与十几年学子生涯挥手告别。

答辩、旅行、晚会、典礼，经历过这些毕业仪式，也许就到了说“再见”的时刻。毕业，是终点，也是起点。祝所有毕业生，不忘初心，砥砺前行，在未来遇见更好的自己。

二氧化碳疑似致末次冰期气温陡升

英国科学家最近发现，在距今最近的一次冰期里，地球气温多次急剧上升的事件，可能是大气二氧化碳含量达到临界值导致的。

末次冰期发生在约11万年前至1.2万年前，其间发生过多次冷暖交替的气候振荡。在气候变暖阶段，北半球高纬度地区气温在短短几十年里急剧上升了15摄氏度。此前科学界一般认为，这是由大量淡水突然灌入北大西洋造成的。英国加的夫大学研究人员用气候模型分析冰川期各种物理因素的作用后发现，二氧化碳浓度上升会使部分海域海水升温，促使中美洲一带季风增强。季风从大西洋带走大量水蒸气，表层海水含盐量上升、密度增加，导致洋流急剧增强，气温陡升。（**据新华社电**）

近年来，江西省上高县推行素质教育，根据学生兴趣爱好，开展素质拓展课外活动计划。图为上高县上甘山中心小学的孩子们正在展示自己创作的世界非物质文化遗产——湿拓画。 **陈旗海**摄