“中科院助力天宫寻梦”专题报道

光子晶体牵出“遥科学”大未来

□本报记者 丁佳

中科院物理研究所研究员李明是个“幸运儿”,他所负责的空间复合胶体晶体生长实验,是天宫一号里唯一的一项空间科学实验。

此刻,李明在北京大后方进行紧张的工作;在酒泉卫星发射中心前线,中科院物理所副所长、载人航天工程空间应用系统空间材料科学分系统指挥冯稷接受了《科学时报》记者的专访。

“潜力股”光子晶体

这项由中科院物理所和中科院空间中心合作承担的、由中科院内外多家单位参与的实验在实验设备体量上虽不及其他的一些“大家伙”,但从未来发展的前景来看,复合胶体晶体生长实验或能四两拨千斤。

晶体是材料中的一大类,最常见的就是半导体,如硅。电子在传输的时候,会受到一定限制,这是由晶体本身的能带结构决定的。由此产生了晶体管,进而产生了集成电路,影响到我们今天社会生活的方方面面。

而光子晶体也有类似的现象。如受光子带隙的影响,不同能量的光子在光子晶体中传输时会有不同的传输路径,利用这一点,人们或可以实现光的开关,进而可研制光的逻辑器件。因此,光子晶体是未来光信息处理的一种潜在的、很重要的材料。

这次天宫一号上要进行的胶体晶体实验即是以一种光子晶体为研究对象而设计的。目前在国际上,胶体晶体在自组装材料领域受到广泛关注。但由于重力的作用,光子晶体在地面的实验研究受到限制。

“当复合胶体晶体由两种不同粒径的颗粒组成时,因大小不同的颗粒受重力影响不同,人们很难观察到它们固有的结晶规律。”

于是,科学家们把目光瞄向了空间飞行器可提供的微重力环境。就已公开报道的情况而言,到目前为止,该类实验在全世界只进行过几次,包括抛物线飞机,且以单粒径实验为主。“我们与已有实验有很大不同,主要体现在有两种不同粒径及相应形核条件上。所以这次复合胶体晶体生长的空间实验是有一定代表性的。”

对物理学家来说,复合胶体晶体实验还提供了一个较为纯粹和可控的物理模型,供他们研究分子体系的一些基本物理规律。“因此从基础研究讲,光子晶体是一个绝佳的研究对象;从应用角度讲,它或将可以制作成性能优良的光子器件。”

给科学家自由探索的机会

冯稷深知,科学有其不确定性和不可预见性,尤其是光子晶体这样极具前沿性的研究,虽然在未来的潜力很大,但毕竟不能取得立竿见影的应用。

在中国载人航天事业各方面资源都还很紧张的情况下,复合胶体晶体实验凭什么能上天?

关于这件事,专家们也一直在反复论证。在系统研制阶段,中科院空间科学与应用总体部对空间科学实验有一次中期评估,其目的之一就是考查实验项目是否仍具有先进性。“载人航天任务周期很长,可能在中间过程中,别人已经把结果做出来了。只有真正的前瞻性问题,才能带上天。”

专家们还要同时考虑天宫一号两年在轨时间、地面是否可控、样品是否可以反复使用等等一系列因素。最大限度地满足条件后,光子晶体实验才被敲定。

“科学研究的未知性如何跟载人航天工程很好地协调起来,这不是一件容易的事。很感谢国家和总体部给了我们自由探索的机会。”

冯稷自己也很赞同专家们的“谨小慎微”。“我国载人航天空间科学实验的渐进式发展模式,一方面是对技术的积累,另一方面也是队伍的培养,现在走这种有计划、有安排、循序渐进的道路,将来等我们有了自己的空间站,就有了较好的基础,空间科学实验不至于从零开始。”

“其实这些年下来,神舟系列飞船已经逐渐把空间科学几个重要的领域都涵盖了,重要的研究方向和热点也都包括进来了。虽然我们在实验规模上与国外还有一定差距,但我们现在的战略和布局是合理的。”

“遥科学”是大势所趋

冯稷最早参与航天工程空间科学实验是在上世纪 90 年代初,那时候通过返回式卫星搭载空间材料科学实验,实验材料要等卫星成功返回地面后,才能收集起来作进一步的观察和实验。

不过这次天宫一号上的胶体晶体生长实验,科学家已可以通过衍射图像和相应工程数据的准实时回传,观察到晶体的生长和变化情况。

这种技术就是所谓“遥科学”的应用。早在 20 世纪 80 年代,西方发达国家就在发展这种技术,通过地面实验室与空间飞行器间的实时数据交互,科学家坐在实验室里就能获取空间实验的数据和图像,还能去修改实验参数和过程。

“我们现在的图像虽然不是实时的,但也已经能达到准实时的水平。比如一个小阶段的实验做完后,我们把数据下传到地面,然后修改参数后再上传回去,就可以实现天地间的交互。”

在冯稷看来,在将来的空间站建设中,这种实验模式是一种重要且有效的手段。“以前大量的返回式实验成本太高,将来一定要通过在线操作完成实验。将来有宇航员上天的时候,还可以让宇航员把替换的样品带上去,装置是较为通用的,可以不变,这样能以较小的代价取得更多的成果。”

当年,晶体管和集成电路技术都曾经带来过革命性的发展。现在,很多人也在期盼着光子时代的到来。

空间环境预报为“天宫”保驾护航

□本报记者 潘希

“对天宫一号任务的空间环境预报,对我们来说已经不是什么陌生的事了,空间环境预报中心在此之前已经开展了七次飞船的空间环境保障工作。为了这次任务,我们已经做了大量的准备工作。”尽管临近天宫一号发射,每天的工作很繁重,但中科院空间中心空间环境预报室主任刘四清仍然显得很放松。

其实,“就像天气预报不可能 100%准确一样,空间天气的预报更难”,在接受《科学时报》采访时,刘四清表示,虽然起步相对较晚,但我国的空间环境监测和预报工作仍然做得有声有色,为我国航天事业起到了极好的支撑作用。

预报难度大

空间环境通常指地面上几十公里高度以上广大的宇宙空间,但目前与人类航天活动关系最为密切的仍只是日地空间环境。

刘四清介绍,耀斑等太阳爆发活动引起高强度的空间辐射,这种辐射的增强可能表现为等离子体(粒子),也可能表现为电磁辐射(光),它们是地球空间环境扰动的主要原因。我们目前所说的“空间天气”是指太阳、太阳风、磁层、电离层和中高层大气的状态及短时间内的改变。

“空间天气和地球上的天气在某种程度上来看是相同的。”刘四清介绍,和地球上阴、晴、雨、雪、干、湿等天气一样,空间天气也有风、雨等现象。

不同的是,空间天气中的“风”是高速运动的等离子体流,而不像地球上是流动的空气团;空间天气中的“雨”,也由磁层沉降的带电粒子组成,而不是地球上云雾凝聚成的大小水滴。

人类最早知道的空间天气现象,是原始人类首次看到的北极光。至于太阳风的存在,直至 1958 年才由美国科学家帕克最后证实。

随后,人类逐步得知太阳活动和地磁事件能对卫星操作、导航、极地高空飞行、电力输送、长途电话通讯、短波通讯、输油管道系统、地球物理勘探特别是航天飞机及空间站活动带来重大影响。

目前,空间环境监测和预报部门主要的数据来源,是国内国际各类科学卫星和监测太阳、地磁活动的有关地面台站。

“受太阳活动的影响,地球周围空间环境状态不断变化。太阳活动既有长至 11 年周期的变化,也有短至十几分钟的爆发过程。”刘四清说,要准确预报空间环境,需要参考的要素和数据有很多,加之空间环境的扰动过程非常复杂,所以预报难度“远远大于普通的天气预报”。

“针对天宫一号任务,不同阶段需要提供不同的预报。在发射前,我们的任务就是提供发射安全期预报”,刘四清说,在天宫一号发射期间,对于做空间环境预报的科研人员来说,“没有消息,就是好消息”。

在“风雨”中提供有力保障

虽然肉眼看来太空中空无一物,但在科研人员眼中,这里除了深空中的小行星、行星及彗星等“实体”,还充满了中性气体、电离气体、等离子体、各种能量的带电粒子、种种尺度的流星体和空间碎片,以及引力场、电场、磁场和各种波长的电磁辐射。

空间环境的变化对飞行器的影响到底有多大?

刘四清介绍,空间环境中,除高层大气的阻力影响航天器的轨道和寿命外,原子氧的剥蚀破坏航天器材料;出现在地球附近的微小流星体,以及来自各种航天器并不断积累的空间碎片,以各种方式威胁航天器的安全;高能带电粒子的轰击,可导致“单粒子事件”和星载材料、器件的性能衰退,太阳能电池输出功率下降;等离子体能引起航天器表面带电,严重时电位可高达 2 万伏,放电时的强电流可导致航天器彻底报废,放电发出的电磁辐射,也会干扰航天器的工作;太阳发出的紫外辐射、X 射线等高能电磁辐射,使高层大气温度增加,改变航天器表面材料的特性,增大大气阻力,使航天器提前陨落……

“表面平静时,太阳几乎不发射高能带电粒子,但一旦发生大的太阳爆发,高强度的高能带电粒子就充斥空间。”刘四清说,突然的太阳爆发同样可能造成大气密度的急剧上升。

例如,1981 年 4 月 12 日,美国哥伦比亚号航天飞机首次飞行即遭遇大磁暴,轨道下降速度比预计快 60%,幸好携带燃料足够、采取措施及时才幸免于难。

此后,美、俄、欧、日等航天组织无不投入巨资,开展空间环境的监测和预报工作。

刘四清说,目前,国际上对空间环境的许多物理过程认识还很不全面,各国的空间天气预报大多仅限于太阳活动和地磁场扰动程度。

而航天任务需要更直接影响安全和运行管理的空间环境参数预报。例如,太阳质子事件的强度和在载人航天轨道上的能谱、通量,轨道大气密度预报等,这些都需通过专门研究,然后形成有针对性的定量预报。

但让刘四清倍感自豪的是,尽管数据有限,理论模型和硬件条件不如发达国家,但在载人航天工程的支持下,我国空间环境研究人员通过不懈的努力和认真的工作,出色地完成了我国载人飞船的空间环境保障任务。她表示,预报中心将一如既往地做好空间环境预报工作,为天宫一号任务保驾护航。

黄境光 冯中华 / 摄

相关链接

天宫一号的使命

据中国载人航天工程新闻发言人武平介绍,天宫一号飞行的主要任务是,为实施空间交会对接试验提供目标飞行器;初步建立长期无人在轨运行、短期有人照料的载人空间试验平台,为空间站研制积累经验;进行空间科学试验、航天医学试验和空间技术试验。

据介绍,全长 10.4 米的天宫一号由实验舱和资源舱构成,舱体最大直径 3.35 米,比神舟飞船大了不少。“如果说飞船是‘蜗居’,天宫一号则达到了‘小康’水平。”空间实验室系统副总设计师白明生说,实验舱有效活动空间约 15 立方米,可满足 2 至 3 名航天员在舱内工作和生活需要。

按照计划,天宫一号发射升空后,经两次变轨进入高度约为 350 公里的近圆轨道,进行在轨测试。神舟八号飞船发射前,天宫一号降轨至高度约为 343 公里的近圆轨道,等待交会对接。神舟八号飞船发射入轨后 2 天内,完成与天宫一号的第一次交会对接,形成组合体。组合体飞行 12 天左右,择机进行第二次交会对接。组合体运行结束后,飞船于 1 天内返回地面。天宫一号将升轨至自主飞行轨道,转入长期运行管理模式,等待下次交会对接。

中国载人航天工程副总指挥、总装备部副部长牛红光介绍,发射天宫一号目标飞行器后,将依次发射神舟八号、神舟九号、神舟十号飞船与其进行交会对接,其中,神舟八号飞船不载人,神舟九号飞船是否载人,将根据神舟八号任务评估情况决策,神舟十号飞船执行载人飞行。

与美、俄最初采用两艘飞船开展交会对接试验不同,中国全新研制了天宫一号作为交会对接的目标飞行器。“它的在轨寿命为两年,其间可以与飞船多次交会对接。”中国载人航天工程总设计师周建平说,“这可以减少发射次数,更经济。”

周建平说,天宫一号按中国后续的空间实验室要求设计,因此,它还肩负着验证空间站部分关键技术的使命。

“航天员已在为登天宫作准备。”航天员系统副总设计师王宪民说,再生式环境控制和生命保障技术等空间站关键技术也将在天宫一号上试验验证。

武平强调,实施空间交会对接任务,突破和掌握交会对接技术,是建设载人空间站的基础和前提,对于实现我国载人航天工程“三步走”发展战略,推进载人航天事业持续发展,具有十分重要的意义。 (据新华社)

中国空间科学:我和“天宫”一起飞

□本报记者 丁佳

9 月 29 日 21 时 16 分,长征二号 FT1 火箭点火发射。带着国人的期盼,天宫一号目标飞行器顺利进入预定轨道,开启了两年的飞行任务。

伴着天宫一号升入太空的,还有中国科学家的太空梦。

“我国发展载人航天工程,最重要的目的之一就是开展空间科学实验。”载人航天工程空间应用系统副总设计师、中科院空间科学与应用总体部研究员张善从说,从很少量的空间科学实验,到现在小规模的实验,都是为了在未来的空间站中建立国家级的空间科学实验室,为大规模的空间科学实验作好准备。

空间科学实验三足鼎立

中科院空间科学与应用总体部是由中科院牵头,中国气象局、国家海洋局、中国航天科技集团、中国电子科技集团等几十家科研机构和单位参与的系统。在此次交会对接任务中,中科院总体部主要负责载人飞行器空间科学与应用试验。

根据任务的安排,此次天宫一号上安排了三大领域的空间科学实验。

在地球环境监测领域,空间应用系统在飞行器上安装了一台高光谱成像仪,以进行光谱对地成像探测。“这项技术对我们的国计民生非常重要,它涉及到资源勘探、环境监测,以及老百姓关心的食品安全等问题。”张善从介绍说,大气污染、矿产油气资源、海洋资源等,都能用高光谱成像仪进行探测。

而在天宫一号上面进行的空间材料科学研究是这次交会对接任务的亮点之一。“我们这次安排的是复合胶体晶体实验,这是当前材料科学中很热门的一个领域,其中最具代表性的就是光子晶体。”

张善从口中的光子晶体,被誉为 21 世纪可能带来信息技术革命的新材料。它最大的特点就是能够高效、接近无损地进行滤波和运算。

但由于在地球上受重力影响,光子晶体很难进行大尺度实验,成为了一个世界性的难题。此次天宫一号上安排的胶体晶体生长实验装置,就是为了研究胶体晶体在太空无重力的情况下结晶和相变的过程,弄清它的机理,为今后制备大尺度的胶体晶体材料做基础性的研究工作。

在交会对接任务期间,飞行器本身的安全和精确定位至关重要。为此,天宫一号上还安排了带电粒子探测器、大气成分和密度探测、微质量物质检测、电离层扰动探测等空间环境探测方面的实验。

由于天宫一号主要是完成交会对接任务,大部分时间上面没有航天员,但这三方面的实验中,许多技术都是按照有人参与设计的。张善从表示:“虽然这些实验都是不需要人参与的,但我们要为后面有人参与实验打好基础。”

为应用作好铺垫

带上天的实验项目自然是公众关注的焦点,这次天宫一号空间科学实验也不例外。许多人想知道,这些实验项目何时能得到推广应用?

“要理解这个问题,还要先弄清载人航天工程空间实验项目与一般的卫星上的实验项目的关系。”张善从表示,载人航天工程中的空间实验项目,主要是试验性、探索性的实验。“飞船在天上时间很短,因此很难进行长期的、具有很强应用价值的实验。”

但载人航天工程上安排的试验一旦成功,就会进一步往卫星上去转化。比如,神舟三号中的对地观测设备,后来相关技术就应用到了一些“资源”、“环境”系列卫星上;而其他方面的科学实验,在“实践”系列卫星中得到了推广。“神舟一号到神舟六号,包括这次的天宫一号,都是按照这个思路开展的。”

当然,这次交会对接任务也有一些直接的应用成果。比如地球环境监测的试验结果,会通过定向发布的方式提供给农业部门、国土资源部门等科研单位,进一步开展各个领域的应用研究。

不仅是在空间应用系统,飞船系统、空间实验室系统、航天员系统中,大量的技术都可以应用在民用领域。

张善从对此表示赞同:“其实我们每项科学实验的安排,都希望能对国民经济和基础理论发展有一定的促进作用。此次飞行任务的参研单位在为任务进行协作、配套的过程中,已经有许多产品应用到了民用当中。我也注意到,许多上市公司的产品,都曾经服务于载人航天工程。”

中国载人航天百业待兴

对中科院空间科学与应用总体部的科研人员来说,这项工程最大的难点就是,每一个实验都是第一次。

“从神舟一号开始,我们已经进行了 100 多项空间科学实验,每一件设备、每一次实验都是新的。与其他系统相比,我们产品的重用率很低。”张善从告诉《科学时报》记者。

在全国几百家科研单位中,要选出这几个实验在交会对接任务期间开展,对每一项实验来说,都是难能可贵的机会。“我们非常珍惜每一个实验机会。在资源、功耗各方面条件都非常苛刻的情况下,我们为了开展在国内领先、在国际处于先进水平的空间科学实验,可以说我们为此付出了大量努力。”

50 年前,苏联发射了人类第一艘载人飞船;一年后,美国载人飞船也飞上了天空。“与他们相比,我们国家的载人航空事业还处于百业待兴的阶段,现在我们要解决的还是发展过程中的技术问题。”张善从最后表示,“技术的差异是不是可以用时间去衡量,这件事我说不好。但可以肯定的一点是,我们与欧美发达国家还有一定差距,但是我们的发展速度是非常快的。”

中科院空间科学与应用总体部:

空间应用系统指挥棒

□齐时

中科院空间科学与应用总体部是载人航天工程八大系统之一的空间应用系统的具体承担部门,担负着空间应用系统的总体论证、总体设计、系统集成测试试验和在轨飞行试验、数据处理、应用及成果转化等工作。

“空间应用系统实现了从项目论证、方案制定、系统集成,到在轨飞行试验全过程的设计、研制和组织实施工作。”

中科院总体部这些年来扮演的角色,空间应用系统总设计师助理、中科院空间科学与应用总体部总体室主任吕从民仅用一句话就概括了出来。但这个语言简练的科学家知道,每一个流程都经历过千锤百炼的考验。

遴选:突出前沿性

空间应用系统由中科院牵头,中科院空间科学与应用总体部具体负责,中科院、教育部、国家海洋局、国家气象局、中国航天科技集团、中国电子科技集团等几十家科研机构和单位参与。在此次交会对接任务中,空间总体部主要负责目标飞行器空间科学与应用实验。

交会对接任务启动后,总体部广泛征集了大量来自中科院、全国高校和其他部委、部门提交的项目建议书。“申报单位非常积极,仅空间科学一个领域就有几百份,再到具体的实验项目那就更多了。”吕从民告诉《科学时报》记者。

遴选工作千头万绪,但标准却非常清晰。“我们主要考虑项目是否前沿,是否是国际热点,是否能产出比较重大的科学成果,以及能否对空间科学技术、国民经济和社会发展产生较大的推动作用。”

此外,还要结合整个飞行器上的资源配置、安装空间、能源供给、数据采集等约束条件。

“应用系统很大的一个特色,就是要把空间科学研究和航天工程两种不同的文化融合在一起,既要保证取得预期的科学成果,又要满足工程研制要求。应用系统采取了创新的技术和管理方法,在规定时间把项目完成,保证空间科学实验的成功。”吕从民告诉《科学时报》记者。

通过大量实验项目的深化论证,中科院总体部确定了在交会对接任务期间安排的空间科学实验的领域以及相关项目。

此次空间应用任务可分为三大领域,分别为地球环境监测、空间科学实验、空间环境监测。具体包括高光谱成像仪、复合胶体晶体实验、轨道大气探测器、带电粒子探测器、电离层扰动探测器等有效载荷。

研制:分阶段分层次开展

应用项目确定后,还要经过科学和工程相结合的总体设计过程,方案确定后,才能进入研制阶段。

“航天工程主要分为方案阶段、初样阶段和正样阶段,每个不同阶段都有不同的测试安排。在测试试验方面,我们的测试试验是分阶段、分层次开展的。”

方案阶段,总体部和各分系统的主要任务是明确技术方案、攻克关键技术。“关键技术的突破决定了我们的任务能否往下顺利推进。”

在初样阶段,工作的重点是要考核产品能否经受得住从发射到在轨运行全过程中的空间环境考验。研究人员主要是通过环境模拟试验,包括力学试验、真空热试验、可靠性试验、寿命试验等方面,来保证飞行器入轨后,有效载荷能够正常地开展工作。

在接下来的正样阶段,环境试验项目在力学、真空热等方面都要按照验收级条件再一一进行确认。这些工作完成后,就正式交付飞行器,进行整器综合测试等之后,在发射场完成最后的测试和检验。

吕从民介绍说,为了完成既定科学目标,他们还会安排一些专项实验,比如科学匹配实验,在地面按照天上流程进行模拟,保证实验项目的参数设置;对地球环境科学载荷,还会安排一些热光学试验、辐射和光谱定标、成像实验等,以验证各项性能指标及其稳定性。

“当然,目标飞行器发射前,还要做好飞行试验的方案,通过飞行程序的安排,保证每一个有效载荷能够在规定的条件下完成实验,取得相应成果。”

地面支持:两大中心保障

科研数据是科学家的“命根子”,而天宫一号从空间发回的数据,对中国的科研人来说,是应用试验结果,更是极为珍贵的资源。“空间应用系统是一个天地的大系统。”吕从民说,“天上的系统就是天宫一号的有效载荷;在地面,我们还有两大中心,保障数据获取和处理过程的安全通畅,为飞行器安全飞行提供空间环境预报保障。”

有效载荷应用中心负责数据的接收和预处理,并对有效载荷进行运行控制。数据经过预处理后,会发布给相应的科学家或用户。

例如,高光谱成像仪在轨运行期间获得的数据主要用于地球环境的监测,用户包括国土资源部,住建部,国家海洋局,中国林业科学研究院,中科院遥感所、对地观测与数字地球科学中心、青藏高原研究所、寒区旱区环境与工程研究所等。

空间环境预报中心负责进行空间环境的预报和预警,在工程设计阶段,该中心要做中长期的监测和预报;在任务阶段,要预警近期轨道上可能发生的大的空间环境变化,比如太阳耀斑等,并提出合理的规避建议。

“此次安装在天宫一号上的空间环境探测装置,能够对载人航天轨道上的质子、电子、辐射环境等方面获取实时数据,下行至有效载荷应用中心之后,再送到空间环境预报中心,预报中心就能更加准确地预报轨道环境,为交会对接任务服务。”吕从民最后说。

“这些年团队很辛苦,感谢大家!”

□本报记者 丁佳

“六七年了,无论是总体部还是分系统,大家基本上没有休过假。空间应用系统团队项目新,指标高,难度大,对人的体力、精神的考验极大,团队成员都挺过来了。这些年,我们给团队提了不少‘苛刻’的要求,大家一直非常支持总体的工作,感谢总体室和分系统全体参研人员,感谢大家!”

坐在酒泉卫星发射中心某招待所的会议室里,空间应用系统总设计师助理、中科院空间科学与应用总体部总体室主任吕从民接受《科学时报》记者专访时,一定要借此机会对自己的同事表示感谢。

9 月 29 日,天宫一号顺利发射升空,这个为交会对接任务忙碌了多年的科学工作者终于能睡个好觉了。而第二天,他就将和同事们返回北京飞控中心,开始新一轮的紧张工作。

系统集成应对资源限制

由于资源条件非常有限,实验项目的选择和布局着实让吕从民等科研人员绞尽了脑汁。

“从总体层面来说,我们与载人航天工程一期相比,在设计方法上作了一些创新。”吕从民说,此次应用系统整体设计,采用了系统集成的思想,把原本一台台独立的有效载荷进行了有机整合,把它们有机地集成在一起。

这就是有效载荷上层的在轨支持系统。这项系统能够为有效载荷提供公共的供电、测控、数据采集和运行管理。其中包括有效载荷数据处理单元,是两台互为冷备份的单机;有效载荷配电器,以及 X 波段数传设备等,共同为有效载荷支持和服务。

“这样做之后,我们不但简化了与飞行器之间的接口,与它形成清晰的分层关系,也把自己的资源需求整合了,避免每一个载荷都要去研制自己的供电、测控功能,有利于整个系统的优化。”

有了这个系统,天宫一号在轨运行阶段,就可以按照一定时序,通过载荷之间的相互配合,保证每个载荷都能产出相应的应用成果,而不会产生竞争和干扰。

在载荷层面,与一期工程相比也有了很大进步。比如空间环境监测分系统引入了多传感器集成技术。一期的时候,探测器都是一台一台的小盒子,有多个分散的单机。这次轨道大气探测器把大气密度、大气成分、微质量的探测全部集中到一台单机中。带电粒子探测装置也是如此。

吕从民也为同事们的攻关工作感到由衷的骄傲:“这些都是总体部对分系统的要求,有些显得非常苛刻,但都是必要的。同志们克服了很多困难,现在证明还是很成功的。”

专啃“硬骨头”

吕从民博士学的是空间物理学,属于很基础的理论学科。但专业“出身”却挡不住他对载人航天的热爱。

“应用系统需要的知识面是很广的。”吕从民感觉自己需要学习的东西太多了,他开始不断地请教相关的专家,也自学了很多东西,“啃”下来好多大部头。

渐渐地,爱啃“硬骨头”的吕从民发现,自己和这项工作简直是“天作之合”。

“我们国家的载人航天其实就一直在啃硬骨头。载人航天工程对我们应用系统的要求,就是要在国内空间科学和研究领域做到领先。如果我们的实验项目不是领先的,不能起到引领作用,是不能上天的,这是我们的职责。”

目前,载人航天工程中安排的实验项目在国内都是非常领先的。比如,这次新安装的在轨支持系统,首次采用了光纤总线和超大规模集成电路系统技术,它在数据采集速率、数据存储、数据管理功能方面处于国内领先水平。

空间科学取得长足进步

1959 年,北京大学地球物理学系成立了全国第一个空间物理专业,开启了中国空间科学的研究历程。但由于条件的限制,研究范围主要是在地球空间附近,比如中高层大气、电离层等。

经过半个多世纪的发展,我国空间科学逐渐与国际接轨。以载人航天工程空间科学为例,目前这一系统主要划分为三大领域,包括空间材料、空间生命和微重力流体物理,与国际上的划分基本一致。

“从载人航天工程一期开始,我们主要就是按照这三大领域进行布局的。这些年下来,载人航天工程对国内空间科学发展的促进作用非常大,整个空间科学研究队伍和基础都有了长足的进步,具备了一定实力。”

吕从民表示,虽然现在中国的空间科学实验还没有欧美发达国家数量那么多、规模那么大,但也要让这些精挑细选出来的项目在各自的领域取得比较好的成果,争取在国际上要达到同等甚至是领先水平。

吕从民 6 月份就进入酒泉卫星发射中心了,中间只回去过一天。可他说自己并不是待在这里时间最长的,“还有的同事一天都没有回去过”。

天宫一号交会对接任务是 2005 年正式进入工程阶段的,几乎从那时候开始,整个应用系统团队就开始了“5+2”、“白 + 黑”的工作方式。

但在每一个加班的深夜里,吕从民并不孤独,因为和他并肩奋战的,还有承研单位的近 1000 位科研人员。为了他们所热爱的载人航天事业,他们无怨无悔。

一起传承的,还有载人航天精神

□齐时

颜昌翔和王跃明,一个是东北人,一个是南方人;一个在长春工作,一个在上海打拼。可这两个看似八竿子都打不着的人,一见面却是称兄道弟,情同手足。

他们的相识,都是因为天宫一号。

此次天宫一号目标飞行器空间应用系统中的高光谱成像仪,是由颜昌翔所在的中科院长春光学精密机械与物理研究所和王跃明所在的中科院上海技术物理研究所合作研制而成的。

与神舟系列飞船上的光谱仪相比,这次高光谱成像仪的分辨率更加精细,能够分成 100 多个通道,分辨率达到了原来的 7~8 倍,已与国际先进水平相当。

但对颜昌翔和王跃明及他们背后的研究所来说,在合作过程中得到的,却远远不止技术上的突飞猛进。

3 年要来 5 公斤

天宫一号上的高光谱成像仪现在的体重是 80 公斤,能够对地面景物进行十分精密的光谱探测。地物的光谱图像展开之后,通过对光谱曲线的判别,还能对地表的物质特性作更细致的研究。

可是,载人航天工程首要的任务是载人,给空间应用系统的资源配置就相当紧张。因此,最初中科院空间科学与应用总体部分配给高光谱成像仪的重量只有 75 公斤。

“我们就为了这 5 公斤,磨了整整 3 年。”高光谱成像仪分系统主任设计师、中科院长春光机所一部副主任颜昌翔说,“那时候,每次开会都要为这 5 公斤讨价还价,到初样设计阶段还没定下来。”

他们的这台高光谱成像仪,首次使用了适合航天的、重量轻刚度好的新材料,在设计、工艺等方面都做了最优化的考虑。

“我们已经把每一个步骤都做到了极致,仪器确实没法再轻了。”高光谱成像仪分系统副主任设计师王跃明告诉《科学时报》记者,从 75 公斤到 80 公斤,高光谱成像仪经历了无数专家的“严刑拷打”。

“每个零件的重量都拿出来计算,每块板子都要问是不是太厚了。后来专家们发现确确实实没有‘油水’可榨了,才给了我们这 5 公斤。”

但他们也理解,总体部的这种“抠门”,对中国载人航天事业来说,在很多时候是必须的。

“对空间科学实验而言,8 公斤、10 公斤可能就能安排一项实验,这项实验可能代表了一个领域,可能能够产出重要的科学成果。我们这样不近人情,都是为了大局考虑。”空间应用系统总设计师助理、中科院空间科学与应用总体部总体室主任吕从民说。

其实,吕从民自己也是被“严刑拷打”出来的。一面要在确保载荷正常工作的前提下,尽可能控制资源配置,一面还要向任务大总体打报告,尽量为空间应用系统多争取一些资源。

“王院士没把我们当外人”

在光学仪器领域,中科院长春光机所已经有了 60 多年的积累,是这一领域的“老大哥”,而上海技物所则在上海后起直追,也具备了雄厚的实力。

“两个研究所强强联合进行单台航天仪器研发的模式,在中科院乃至整个中国都很少见。”长春光机所和上海技物所合作的历史比较悠久,但在航天领域如此大规模的合作,确实还是第一次。

从 2006 年初开始,两个研究所的科研人员就制定了两周碰一次头的协调机制。这次光机所去上海,下次技物所来长春。“几年下来,我们都混成航空公司的 VIP 了,连我们所长都没有这待遇。”颜昌翔开玩笑说。

而最让王跃明感动的是,颜昌翔的导师、中科院院士王家骐。

天宫一号任务开始后,中科院副院长给王家骐下了一道“委任状”,邀请他给项目组当技术质量顾问。

虽然是义务劳动,但 70 多岁高龄的王家骐还是尽心尽力。当时,上海技物所负责研制的高光谱成像仪指向镜遇到了一些难题,王家骐就帮助他们把关设计,并提出了许多建议。

“王院士没把我们当外人,他把我们都当做自己的亲学生,毫无保留地指导我们。”王跃明说,“他真正是站在国家的层面,一切都是以确保完成任务为出发点的。”

2005 年博士毕业后,28 岁的王跃明就接手了天宫一号空间应用系统重要载荷的研制任务,而颜昌翔也是在博士后出站一年多后就走上了这个岗位。

“我们两人虽然都很年轻,但我们背后有两个实力雄厚的研究所,还有许许多多经验丰富的专家给我们帮助和指导,才让我们能够担当这样的重任。”

而老一辈航天人传承给他们的,除了知识和经验,还有特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献的载人航天精神。

实验室的灯半个月没关过

在这次高光谱成像仪的研制中,长春光机所负责可见光部分的研发和仪器的最后集成,上海技物所负责短波红外部分的研发。

2009 年,上海技物所一个仪器组件的研制进度受到了影响,从 4 月 16 日到 30 日,实验室里的灯就没有关过。“不光是我们,其他部门也是 24 小时待命。当时我们那一个装配师傅,半夜 10 点把他从家里叫来,一直干到 3 点多。然后师傅回家睡觉,下一道工序马上跟进。那时候,没有一个人有怨言。”

经过半个月的昼夜攻关,进度终于赶上了。5 月 1 日,王跃明带着最新研制的仪器组件,到长春和颜昌翔胜利会师。

不仅在中科院内,这种大力协作的精神在高光谱成像仪项目的几十家外协单位中也十分普遍。当时,负责高光谱成像仪感应同步器的中国船舶工业集团下属的一个公司,为了让部件满足航天要求,也进行了大量的攻关。这件事让颜昌翔非常感动:“他们做这些是不赚钱的,但还是开足马力配合我们。”

这样的精神也延伸到了他们的家庭里。王跃明的小孩只有 1 岁,但因为工作的关系,没有更多时间帮助妻子照看小孩。“说家里人没有怨言是假的。不过,他们虽然嘴上有怨言,但我能感觉到,他们在内心深处是支持我们的。”

神舟六号发射的时候,颜昌翔的儿子在幼儿园,到处跟小朋友说“我的爸爸是发明神舟飞船的”。对这个总是不在家的东北汉子来说,儿子发自内心的自豪让他动容;对这些把所有醒着的时间都献给了载人航天事业的人来说,家人的理解和支持就是他们最大的宽慰。