



空间科学与应用研究

林宝军 曲卫振

从1957年第一颗人造卫星上天至今,已有40年了。航天技术的飞速发展给人类进步和文明带来了巨大的影响,已在军事应用、通讯、遥感、科学研究、空间探测等方面得到了广泛的应用。本文简要介绍一下空间科学与应用技术研究方面的课题及进展情况。

一、空间天文学

利用外层空间的高真空和低湍流等特殊物理条件进行天文学的观测和研究,是空间科学研究的重要内容之一,它不仅能使宇宙中被观测天体数成数量级的增加,而且开拓了全波段的天文观测,使得在地面无法观测的天体现象和天体变化过程能在空间被观测到。空间天文学的一系列重大发现,大大地丰富了人类的宇宙知识。

迄今已发射用于研究天文学目的的航天器300多,耗资1000多亿美元。有紫外、红外、微波、X射线、 γ 线、天体测量、太阳观测等天文卫星。观测波段几乎包括整个电磁波谱。其中最著名的哈勃空间望远镜,口径2.4米,分辨率0.1

角秒,耗资30亿美元,可以观测到比地面观测暗40倍的天体,使宇宙中被观测的天体数增加了2个数量级。各种航天器已在各种波段上对太阳耀斑、宇宙背景、膨胀源、X射线源、黑洞、 γ 射线源、宇宙 γ 射线暴、超新星、红外星云、原星系盘、多星系、月球、行星、彗星等,进行了规模空前的研究,取得了令人叹为观止的一系列新发现。

二、空间环境探测

空间环境探测卫星约占人造卫星的十分之一。它们是空间环境和空间物理数据的主要来源。初期,空间环境探测是以了解空间结构和状态的平均参数为主。发现了内外辐射带、磁层、太阳风等重要现象,对各空间层次的特性有了基本了解,编制了大量的模式供航天部门使用。随后,以研究各层的动力过程和物理机制为主,对重要空间环境参数扰动特性有了一定的了解,推动了空间物理研究。

宇宙空间为人类探索自然提供了一个全新的场所,反过来,特殊宇宙空间环境对航天器及

光纤陀螺中的集成光学器件,目前比较成功的是无源集成光学器件。它以 LiNbO_3 晶片为衬底,在上面集成有相位调制器、耦合器、起偏器等光学元件。图3给出其简图,这些有的已经商品化。美国利顿公司生产的LN-200系列光纤陀螺早已投产,其中应用中带宽的集成光学相位调制器;日本、法国、英国、德国都有应用集成光学的光纤陀螺产品。在日产、丰田轿车的导航系统中已用上了光纤陀螺;美国航空航天局和喷气推进实验室还专门为建立惯性基准装置,提出对光纤陀螺的要求,并由美国电话电报公司贝尔实验室研制其中的集成光学器件。图4给出其简图。该器件就是将相位调制器、分光器/定向耦合器、起

偏器集成于一片 LiNbO_3 芯片上。光纤陀螺用的集成光学器件进一步发展方向是有源集成光学器件,要将激光器、检测器等有源元件也集成化,统一构造于一个芯片之中。再进而研制和开发的是光电多种功能元件集成于一体的光电子集成器件。实现全集成化、全数字化的光纤陀螺。

由于对光纤陀螺的需求,促使了集成光学的发展,集成光学的发展也不断地提高了光纤陀螺的性能,并使之得到更广泛的应用。

作为一项关键技术,我国集成光学研究与相关的产品制造正处于初级阶段。相信随着我国科学技术事业的发展,集成光学也必将进一步得以发展。

人类的太空活动具有严重影响。太阳耀斑、宇宙线粒子等会影响航天员的安全,高能带电的“单粒子事件”也是威胁航天器安全、影响可靠性的主要因素之一。为此,人类正在不同的轨道高度上,部署空间环境探测卫星,对空间环境进行监测、预报,建立“空间天气”预报系统,定期发布预报,为航天事业服务。

三、空间物理学

空间物理学主要研究地球外层空间以及太阳、行星高层大气中的物理现象。其中包括:磁层、辐射带、星际激波、电磁层扰动、电磁暴、宇宙线暴、中高层大气加热等。它回答当太阳输出能量发生变化时,对于日地空间环境以及对于人类生产、空间活动产生的影响,同时也回答地球上人类生产或航天活动对于空间环境产生的影响。它的研究结果是空间环境探测和“空间天气”预报的基础。在空间探测上正由过去的单个卫星简单探测,发展到多颗卫星同时探测,获得空间变化物理过程信息。今后,将着重扩展探测区域,从宏观、整体上探测日地系统的三维结构,并对某些重要空间区域的精细结构进行探测和研究。国际日地计划(ISTP)是90年代主要的国际合作计划,包括多颗探测卫星。该计划将用卫星探测高层大气和电离层区域,配合“日地物理”、“日地能量”以及“地球环境模型”等系列研究计划,将对地球空间系统和日地系统进行全球三维结构与过程的探测,把日地系统的不同区域作为一个有机系统,定量地了解其间耦合过程和日地因果关系,为建立空间环境监测和预报系统打下坚实的理论基础。

四、空间生命科学

从60年代开始的164次载人航天飞行,几乎都进行了生命科学的研究。此外,迄今共发射20颗生物卫星,平均每年1~2颗。许多国家对于种子、蛙卵、昆虫和灵长猴等多种对象进行了广泛的空间实验。80年代开始的动物实验,获得了有重要价值的资料。它研究失重急性适应期前庭和血液动力学反应的规律。在飞行中记录了皮层感觉运动区的脑电图、大脑前庭核的神经活动图、眼动电图、头部运动图、体

温、心电图、血流图、颈动脉血流速和血压等。发现飞行中前庭器官的兴奋性明显升高,运动活动的协调结构改变,失重环境下体液和头向重新分布等现象。目前研究课题主要集中在以下几方面:空间放射生物学,空间病或生理变化的机理研究,空间营养源自给协调前期研究,重力生物学,空间生物技术,空间遗传学和农作物品种的筛选。

五、微重力科学

在空间微重力环境下,由于失去重力的作用,表面张力和扩散等其他因素成为主要作用力,从而产生新的物理规律。空间的超高真空和超净环境,又对于化学反应和材料制备提供了一种全新的流体或熔体手段。特别对材料极端均匀和精确化学配比提供了新的途径。在空间有可能生产出迫切需要和具有重大经济效益的新材料,其基本规律对于地面的生产也具有指导意义。为此,自从70年代始,美苏相继开创了微重力科学与应用实验。20多年来,既取得像大尺寸微乳胶球和连续电泳仪高纯药物生产这样有前景的成果,也对于微重力下材料加工的潜力有了更深刻的认识。美国确定了6个领域的微重力实验,其中包括:流体和传输、玻璃与陶瓷、电子材料、金属与合金、生物技术及燃烧科学等。90年代,美国仅材料加工一项,年投资2亿美元以上(不包括发射费用)。现已生产出优质GaAs和蛋白质晶体材料。前苏联微重力科学实验的规模大于美国,仅长期材料制造实验就已超过200次。此外,欧洲各国和日本均开展了以材料加工和生命科学为主要内容、以实现空间生产为目标的微重力科学实验活动。中国也开展了微重力科学实验研究并取得重要结果。

从80年代初开始,随着冷战的结束,在新的国际市场需求的牵引和高新技术的推动之下,小卫星及其组网技术引起了世界各国的普遍重视。这一技术除在通讯、遥感等领域具有应用前景外,对空间科学和应用技术研究也将产生巨大的推动作用。