

专题报道

神舟三号空间科学实验与应用研究*

张玉涵

(中国科学院空间科学与应用总体部 北京 100080)

关键词 神舟三号, 空间科学

我国载人飞船工程神舟三号于 2002 年 3 月 25 日成功发射, 4 月 1 日成功返回着陆, 这是我国航天史上又一新的里程碑。中国科学院是飞船应用系统的任务抓总单位, 早在该工程立项阶段就组织专家对飞船应用研究进行了科学论证, 并结合国情和我国空间科学与应用技术的发展战略, 统筹安排了飞船一期工程的应用试验。经过广大科技人员近十年的潜心设计与研究, 出色地完成了船载试验仪器和相关配套辅助地面设备的研制, 在继神舟一、二号后再次取得飞船应用试验任务的圆满成功。

神舟三号的应用任务是以光学遥感对地探测为主, 同时利用飞船的返回载荷能力进行部分空间材料与生命科学的基础性实验研究。空间中心、上海技术物理所、上海硅酸盐所、长春光学精密机械与物理所等承制了全部有效载荷, 并由空间总体部负责系统总体集成与测试以及在轨运行试验的控制与管理。物理所、半导体所、沈阳金属所、生物物理所、动物所等也承担了神舟三号科学研究任务。

1 成像光谱仪对地遥感探测

成像光谱仪是上世纪 80 年代发展起来的新一代对地观测设备, 可同时获取多通道分光谱的地球目标详细光谱影像, 具有全球覆盖能力, 代表当前监测地球环境动态变化最有效的空间遥感仪器的发展方向。在神舟三号上安装的成像光谱仪属中分辨率, 是继美国 1999 年发射的 MODIS-N90(EOS 卫星)之后进入空间的第二台。与国际上相同设备比, 不仅质量、体积、功耗小, 在光机结构、低噪声信

号获取和斯特林制冷技术等方面尤具特色。目前设备工作正常, 已取得多幅探测图片, 在飞船返回后, 中分辨率成像光谱仪继续留轨工作, 将对我国的海洋环境, 如海洋水色(叶绿素浓度、悬浮泥沙、污染物等)、水温、海冰、大气气溶胶、大尺度土壤和植被等进行探测, 进行试验性应用研究。

2 地球环境监测试验

研究地球环境, 首先需具备描述发生于地球层圈的物理、化学、生物学耦合过程的能力, 为此, 在神舟三号上安装了监测太阳常数、紫外光谱及地球辐射收支状态的三台探测器, 通过定量监测太阳常数与太阳紫外光谱绝对辐照度、地球对太阳短波辐射的反辐射和地气系统自身长波热辐射以及大气臭氧总浓度分布及其垂直结构变化等, 进行全球环境变化的监测, 开展地球系统科学研究。目前设备在轨运行正常, 太阳紫外探测器已取得太阳紫外光谱图、地球大气对太阳紫外辐射的后向散射光谱图; 地球辐射收支仪得到了地球的红外、可见光辐射流随时间变化的完整数据; 太阳常数监测器初步得到的太阳常数值与世界气象组织推荐值非常吻合, 达到了预期结果。在留轨阶段将继续进行探测, 科学家们将通过地面模拟和数据分析, 对探测结果进行初步评估, 争取使我国相应的探测手段达到与国际同类探测绝对精度可对比的水平, 为有关研究工作进入世界先进行列提供机会。

3 空间材料科学实验研究

在空间微重力条件下开展材料科学研究, 有助

* 中国科学院空间科学与应用总体部研究员
收稿日期: 2002 年 4 月 9 日

于加深对材料物理过程本质的认识。在神舟三号飞船上使用我国自行研制的多工位空间晶体生长炉开展了半导体光电子材料、金属合金等方面的 12 种材料、8 个课题的空间实验。利用空间微重力条件生长出地面上难以得到的晶格缺陷少、组分均匀、结构完整、性能优良的晶体材料,争取在基本规律探索和制备方法、工艺等方面取得某些进展,获得一些有重要应用价值、具有中国特色的材料。同时,也可用于指导地面材料制备时的工艺条件改进等实际应用。在神舟三号着陆后,参加空间实验的材料样品全部完好回收。根据科学家对回收样品宏观分析的初步报告,说明空间实验是成功的,达到了设计要求。现正进行样品的微观分析与研究。

4 空间生命科学和生物技术研究

空间环境独特的微重力、高能辐射、节律变化为生命科学研究和生物技术的发展提供了新的机会。空间生命科学研究有助于揭示生命科学中不可能在地面环境下获知的一些本质特征,有可能获取以至生产高纯、高效和高值的生物制品,发展新的空间生物工程方法。在神舟三号上以空间生物加工的方法、技术和应用研究为主开展了两项研究:

(1) 利用空间蛋白质结晶装置,进行蛋白质和其它生物大分子的空间晶体生长实验。空间蛋白质结晶研究在我国从上世纪 80 年代开始已有多次空间实验的经验积累,在神舟三号上使用我国自行研制的第二代实验装置,采用不同温度条件和液-液扩散、汽相扩散两种方式进行 16 种蛋白质、60 个样品的空间晶体生长实验。

(2) 利用细胞生物反应器,进行动物细胞的空间培养实验。细胞培养是生物工程的重要研究课题,特别是在生物制药方面有广泛的应用前景。在空间由于排除了重力干扰和环境污染,有利于细胞高密度、高产量的培养和细胞的生长、分化与代谢调节,可改变其生长速度、生物合成和产物分泌作用。神舟三号上选择人体组织淋巴瘤细胞、人大颗粒淋巴细胞等具有制药前景的四种细胞,采用连续灌流式进行培养实验。

为保证空间生物学实验样品回收后能真实反映其空间技术状态,采取在飞船着陆现场出舱、特殊保温控制和快速转运的回收方式,因此全部实验

样品在 4 月 1 日 24 时就完好无损地回到了实验室。根据样品分解的初步分析,空间实验是成功的,获得了质量较高的蛋白结晶,样品正在进行进一步分析和分子结构测定。

回收的细胞样品经初步分析,四种细胞空间生长良好,细胞增殖最高达 60 倍,其中抗天花粉蛋白小鼠淋巴细胞杂交瘤细胞分泌的抗天花粉蛋白的 IgE 单克隆抗体增加 8% 左右。这说明,在飞船上进行空间细胞培养实验研究具有重要制药前景,为未来的空间实验室活动和空间产业奠定了基础。

5 有效载荷空间支持系统

有效载荷配置的公用设备是飞船上有效载荷的技术支持系统,包括有效载荷的供、配电和数据采集、处理、存储与传输。公用设备把飞船有效载荷集成一个相对独立系统,统一有效载荷设备与飞船测控、数管和电源的接口。飞船上 11 台公用设备全部由国内研制,其数据系统采用基于 1553B 总线的分布式结构,数据管理与传输采用了国际上先进的 CCSDS AOS 标准,为中分辨率成像光谱仪配置的 2.56Gb 大容量固态存储器是首次在神舟飞船上使用。神舟三号发射运行到现在,公用设备工作正常,有效地支持了各有效载荷的在轨工作,取得大量科学实验数据和图像,在飞船留轨运行的若干时间内还将继续支持有效载荷的在轨试验。

6 有效载荷应用中心

有效载荷应用中心是为服务于神舟飞船的应用而建立的地面支持系统,1994 开始基建,1998 年基本建成,通过对神舟一、二号以及实践五号卫星的试验使用,积累了经验,完善了设备,在神舟三号任务中出色地完成了在轨有效载荷的运行控制与管理,大量的科学数据和图像在应用中心经过预处理后形成数据产品,提供相关研究单位使用。

中国科学院通过我国载人飞船工程已在全院范围内形成一个以飞船为试验平台,面向国家需求,跟踪国际先进科学技术领域,瞄准未来航天技术发展和空间资源开发方向,开展创新性、前瞻性研究的空间科学与应用技术研究实体,为我国未来空间实验室建设等重大科学活动奠定了基础。可以预言,中国科学院在未来的航天活动中会发挥更大的作用,成为航天科技活动的一支重要力量。

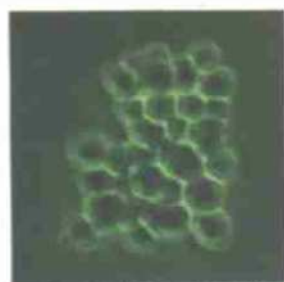
神舟三号空间科学 实验与应用研究



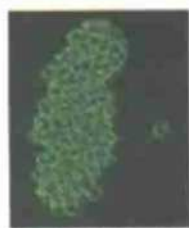
▲空间生长的大肠杆菌PEP羧基酶蛋白晶体



▲空间生长的人脱氢异雄酮磺转移酶蛋白晶体



▲人大颗粒淋巴细胞(NK92)
地面培养对比



▲人大颗粒淋巴细胞
(NK92)空间培养

▼神舟三号中分辨率成像光谱仪京津塘-渤海湾地区影像图



(详细内容请见本期229页)