

# 我国空间科学发展随想

中国科学院院士 胡文瑞\*  
国家微重力实验室主任  
(中国科学院力学研究所,北京 100080)

## 一、空间科学在空间活动中的地位

冲出地球空间是千百年来人们的幻想,在人造地球卫星上天以后,它变成了现实。这时,人们可以利用地球大气层以外的天疆进行各种科学实验,从而开创了空间科学发展的新时代。尽管人造地球卫星上天只有 40 年的历史,但空间科学的丰硕成果已经打开了诸多科学殿堂的大门,同时也与社会的发展密切相关。

空间活动一般地分为空间科学,空间应用和空间技术三个主要部分。空间科学主要是利用外层空间进行科学探索,空间应用主要是利用外层空间取得经济效益和社会效益,而空间技术则是实现空间科学和应用的技术支撑系统。从 50 年代开始,世界的空间活动是在激烈的大国竞争背景之下发展起来的,特别是以美、苏两个超级大国的空间竞争为主。

前苏联将空间活动作为重大的国家目标,按照军事任务,按计划经济的模式运作。在大推力火箭和导弹,大型空间设施等诸多方面取得了显赫的成就,显示了国家的综合实力。苏联模式的弊端是对科学和应用重视不够,举例而言,1987 年 4 月苏联发射了“和平-1”空间站,并逐步与六个舱对接为 60 吨重的大型复合体空间设施。“和平”号空间站设计寿命 6 年,但现在仍在运行和工作,在技术上取得重大成就。按照一般理解,空间站的设施应该主要从事空间生命



科学和微重力科学研究。“和平”号空间站的四个对接舱中有一个从事天体物理观测,有两个从事对地观测,有一个从事材料加工。这种安排本身就不尽合理。“和平”号空间站的材料加工主要由工业界的专家主持,而苏联科学界的专家有诸多异议,空间实验效果不够理想。当然,“和平”号空间站的研究对空间生理学和空间医学做出了重大贡献。值得庆幸的是,苏联科学院的宇宙研究所(UKU)在发展空间科学方面做了许多工作。

美国的空间活动分为军用和民用两大部分,军事空间活动由国防部(DOD)负责,民用空间活动由空间局(NASA)负责。美国空间局全面负责和协调空间科学和应用,以及空间技术的发展,而空间

对地观测由国家大气和海洋局负责,空间通讯则进入市场运作。由此可见,美国空间技术发展是密切结合空间科学任务的,有很强的针对性。例如 60 年代的阿波罗飞船计划与月球探测密切相关,70 年代的天空实验室计划包括了一大批空间实验和观测项目,80 年代的航天飞机计划与空间生命科学与微重力科学密切相关,而目前的国际空间站计划更是为长期有人操作的空间实验提供了极好的机遇。特别是在冷战时代以后,这种有科学目标和效益的空间活动比单纯为了显示国家实力的空间活动更加有活力。空间科学为空间技术的发展提供了任务需求,而空间技术为空间科学的发展提供了技术支撑。

西欧 13 国联合成立了欧洲空间局(ESA),日本科技厅支持成立了日本空间局(NASDA)与日本文部省下属的宇宙

\* 胡文瑞(HU wenrui, 1936.4.2~) 中国科学院院士,上海人,1958年毕业于北京大学数学力学系流体力学专业,现任国家微重力实验室主任,中国科学院力学研究所研究员。长期从事流体力学和磁流体力学研究。七十年代开始空间物理和天体物理的理论研究,在星系螺旋结构、射电星系射流精细结构、宇宙磁场三维位形、太阳风加速、太阳耀斑、磁层亚暴等方面的理论研究中都有所建树。近年来,在我国带头开拓了微重力科学研究,在国际上首次测量出浮区液桥的表面波、振荡分叉及其它特征。一九八五年以后,承担一系列空间科学研究项目的学术组织和领导工作,这些学术组织工作为发展我国空间科学作出了重要贡献。他的学术探讨,开创了我国宇宙磁流体力学和微重力流体物理的研究,是我国空间科学的学科带头人,在国际同行中有较好的影响和声誉。

科学研究所(ISAS)合作,他们大体上都采取美国空间局的发展模式,将空间科学的发展放在突出地位。

## 二、空间科学的内涵

空间科学的发展首先始于对地球外层空间的探测。美国第一颗人造地球卫星探测到地球辐射带的存在,并命名为范·埃伦带。进而,从60年代开始发射了一大批卫星用于研究太阳系的结构,太阳系行星的特征,地球空间的过程,以及日地物理学。这些研究和探测构成了空间物理学的主要内容。空间物理学的发展极大地加深了我们对太阳系的认识,揭示了极其丰富的物理过程,形成了许多新的学科。下一个热点课题可能是探讨火星大气和环境的演化,揭示火星生命之谜。

冲出地球大气层的局限以后,为天文学开辟了一个新的时代,即全波段天文学时代。地球大气层对光线的吸收和散射,只为天文观测留下了有限的窗口,特别是短波长的波段。空间观测开创了 $\gamma$ 射线天文学,x射线天文学,紫外线天文学,红外线天文学等新兴的天文学领域。即使在可见光波段,哈勃空间望远镜也极大地拓深了观测宇宙的距离,更深刻地揭示了宇宙的起源之谜。空间天文学树立了天文学发展的新里程碑,可以说,近一、二十年来天体物理学和天文学的重大发展都与空间观测密切相关。

利用空间遥感技术来探测地球资源和监测地面和大气环境已经是空间应用的重要项目。80年代以来,人们关注大气中二氧化碳含量的增加、臭氧层的破坏等全球环境问题,关心今后几十年至百年的全球环境演化,由此而发展了空间地球科学。空间地球科学将地球作为一个行星,研究其全球的变化,研究全球的水,陆地,大气及生物圈的相互关联,从而给出全球环境演变的预测。因此,空间地球科学不仅需要进行理论模式的研究,还需要全球台站网的联合观测,需要空间多波段的遥感测量,以及对日地环境的监测和预报。为此需要发展全球环境的数据库和信息网络,为研究提供基础。既然空间地球科学把地球作为一个行星进行整体研究,那么太阳系的其它行星(特别是近地行星)的环境就具有参考和可比性。这样,空间地球科学还包括比较行星学。空间地球科学不仅促进了人们对自身生活的星球有更深入的了解,而全球环境变化也是全社会和政治家们极为关注的问题。

上述空间科学的领域都是利用地球外层空间环境的优越条件,对宇宙和天体进行观察和测量。随着载人航天活动的发展,人们正在利用地球外层空间来进行精心操作的实验,从而发展了空间生命科学和微重力科学。

载人空间活动需要保证人在地球外空间中的正常生活和工作,因而发展了空间生理学和空间医学。在地球大气层以外有许多来自太阳、银河系、以及更遥远天体的辐射,因此必须研究辐射生物学。在近地的空间飞行器中,物质处于很低的重力状态,各种生物体的状态与地面上受到地球重力作用时很不相同。研究不同重力作用条件下的重力生物学不仅是低重力环境中生物学的基础,而且在理论上也有重大意义。当然,空间生命科学不仅与载人空间活动有关,诸如生命起源等重大课题也一直受到学术界的关注。

微重力科学是研究微重力环境中的物理学、化学和生物

技术等的一门新兴学科,是近二、三十年代蓬勃发展起来的前沿领域。微重力环境为研究自然科学的诸多重大课题提供了极好的机遇。作为爱因斯坦广义相对论理论基础的等效原理验证,激光冷却的波色-爱因斯坦凝聚,近临界点二阶相变的重整化群理论验证,以及低温凝聚态物理的许多重大问题可望在微重力环境中取得重大进展。材料科学、流体物理、生物技术等领域的许多问题已经和正在取得成果。微重力研究已经成为国际空间站计划的主要利用项目。通过大量研究表明,微重力研究还有重大的应用前景以及商业价值,将促进空间和地面的技术发展以及新兴的高技术产业。

## 三、我国空间科学的现状

在国家的大力扶植下,我国的空间活动以发展卫星和运载技术为主,取得了举世瞩目的成就,我国已独立自主地发展了长征系列火箭运载系统,并占有一定份额的国际发射市场。我国已发展了多种系列的卫星系统,正在为国民经济和军事服务,取得了效益。与空间技术配套的发射场、测控等系统也协调地发展。我国的空间技术及某些空间应用都在国际上占有一席之地,极大地振扬了国家威望。

我国空间活动的发展模式基本上与前苏联的模式相似。因此,也带有一些不足,主要是没有协调地发展空间科学和空间应用。八十年代以后,提出了发展空间应用的口号,在空间通讯、气象卫星、对地观测卫星等方面取得了一批进展,同时加速发展资源卫星,为国民经济服务。但是,在空间科学的发展上仍未形成一个政策目标。空间科学已经成为我国空间活动的薄弱环节,迫切需要政府和学术界进行思索,制订发展规划和行动计划。

我国空间科学研究始于赵九章先生于1958年向国家提出要发展人造地球卫星的建议,并由此成立了中国科学院应用地球物理研究所,由赵先生亲自担任所长。随着文化大革命所带来的混乱以及赵先生不幸去世,使我国的空间科学长期形不成一个核心单位和核心学术集体。1978年改革开放以后,通过国际学术交流,以大批中年学者为主在我国的空间物理、空间天文和地球科学等领域形成了队伍,特别是在理论研究方面作出了一批高水平的成果。在国家高技术发展计划的促进下,我国的微重力科学和空间生命科学研究也有了良好起步。80年代以来,我国学者在空间科学的各主要领域都做出了一批成果。在此期间还部署了一批地面观测台站网,并利用我国空间技术发展所提供的实验机会完成了一批卫星搭载实验,研制了空间实验的仪器设备,取得了一批空间实验结果。在此期间,中国科学院还与航天工业总公司有关单位联合进行了几次小型的科学卫星试验,包括用于测量高层大气密度的气球卫星,用于测量地球空间环境的“实践-4”号科学卫星。应该说,在改革开放的大好形势下,我国空间科学近20年来取得了很好的成绩,形成了一支有水平的队伍。但是,我国空间科学的总体水平与国际先进水平还有很大差距,与我国的大国地位和空间技术的发展态势很不协调。

中国科学院在发展我国空间科学方面曾经和仍在起核心的作用。70年代中叶,当时的中科院领导提出发展空间科学和技术的目标,并成立了空间科学与技术中心,以天文卫星的研制为第一项任务,进而要研制资源卫星和卫星接收

地面站。由于重复地发展卫星技术和天文卫星的一台主要仪器的研制受阻,天文卫星计划于1980年无限期中止。80年代初、中期是空间科学发展的艰难时期,领导谈空间科学而色变。在国家高技术发展计划促进下,空间利用的需求重新点燃了发展空间科学的星火,中科院成为负责部门。中科院将原空间科学与技术中心与原空间物理研究所合并,成立了空间科学与应用研究中心;并集合院内有关专家成立了以林兰英院士为主任的空间科学与应用委员会。大家都希望在努力完成国家任务的同时,把我国的空间科学带动起来。1992年,为了完成空间科学与应用的载荷任务,中国科学院与空间中心内部成立了空间科学与应用总体部(即一个单位两块牌子),同时撤销了中科院的专家委员会,要求按工程方法进行。尽管国家的空间利用任务也为发展空间科学提供了支持,但如果能使科学与利用任务很好地结合则必将更好地促进我国空间科学的发展。对于中国科学院而言,一直存在着在国家空间活动中的定位问题,以及如何促进我国空间科学的发展问题。

### 四、对我国空间科学发展的期盼

随着我国的经济由计划向市场转轨以及进一步的体制改革,我国的空间活动正面临新的机遇和挑战。作为民用的国家空间活动,必须使空间科学,空间应用和空间技术建立

在协调发展的基础之上。当前特别要注意对空间科学的安排,它是我国空间活动的薄弱环节。为此需要制订一个我国空间活动的规划和计划,使科学、应用和技术能协调发展。在国家目标的指导下,将主要的空间活动纳入国家的经费渠道,而将商业应用的任务纳入市场经营渠道。

对于空间科学的发展急需要一个计划和固定的国家投资渠道,克服目前比较分散的局面。近年来,发展空间科学正受到有关部门的关注,而且得到了一些项目支持,起到了促进作用。空间科学是一门高投入的前沿科学,特别是空间实验的项目耗资比地面实验高得多,只能由国家空间计划来支持。在目前情况下,选择有限的中、小型空间实验项目,加强地基的研究,及时取得一批好成绩,这种部署可能适于我国近期的安排。中国科学院有责任为我国空间科学的发展提出一个规划和计划性的建议,并争取在国家的空间科学发展中承担主要的任务。为此需要在思想上、组织上、体制上做大量的工作。

空间科学正在实现人类探索宇宙奥秘和利用太空资源的神圣使命。随着我国经济实力的增强,必将作出更大的贡献,揭示宇宙的奥秘,并创造更多的财富。空间科学的发展必将对我国高科技起到很大的促进作用。

## Random Thoughts on Development of Space Science in China

Member of the CAS  
Director of State Laboratory of Microgravity  
HU Wenrui  
(Institute of Mechanics, CAS, Beijing 100080)

(责任编辑:许 蓉)

### 国外新闻

## 新加坡研发投入强劲增长

据新加坡《科技协同》1998年10/11月号报道,新加坡公司不管地区经济的衰退,仍然以长期眼光,加大研发投入。这在该国1997年的研发总投入(GERD)健康增长和1998年前8个月的工业研发投入承诺方面得到明显的反映。

据从今年3月到7月间所做的“1997新加坡全国研发调查”表明,该国1997年的GERD达21亿新元,与此同时其

研究科学家与工程师(RSEs)增长了11%,达11300人,即每10000各劳动力中大约有60名科学家和工程师。

私人部门继续是该国的GERD的最大投入者,共投入13.1亿新元,或占GERD的63%;同时私人部门1998年也承诺将继续投入11亿新元,预期这些投入在今后3~5年内将获得50亿新元回收并创造出1400个RSEs职位。(鲁光)