

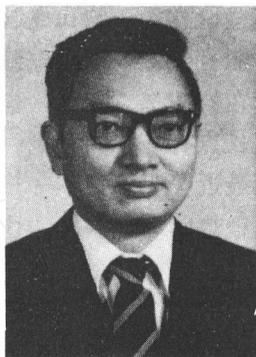
载人空间活动的利用

中国科学院院士、国家微重力实验室主任 胡文瑞*

(中国科学院力学研究所, 北京 100080)

人类已经能遨游地球外的空间, 从加加林的简易飞船, 到阿波罗登月计划。俄国的和平号空间站, 美国的航天飞机计划, 直至正在执行的国际空间站计划, 载人空间活动正在成为当代空间活动的热点。国际空间站计划将是今后十年左右空间活动的首要任务, 它将为再后的重返月球及载人火星探测等更加宏伟的计划奠定必要的基础。

空间活动的目的是为了利用, 载人空间活动也不例外。由于载人空间活动的经费更为昂贵, 机会更加稀少, 更应该加强其利用的效益。在载人空间活动的初期, 人们耗费了大量人力和物力来摸索人、机的功能和接口关系。经过 30 多年的经验积累, 更有效地提高载人空间活动的利用效益已经成为当务之急的课题。



一、空间利用是空间活动的龙头

各国空间活动大体上分为空间科学、空间应用和空间技术三大部分。空间科学不仅成为当代科学的重大前沿, 并已取得了丰硕成果。发展空间科学不仅可以显示国家的综合实力, 也是发展空间应用的基础, 并为全国技术提出新的要求和起着先行的作用。正因为这样, 除中国以外的各空间大国都非常重视空间科学的发展, 发展中国家如印度、古巴、阿根廷等国也以空间科学为起步和重点。美国宇航局的空间科学投资约占其全部经费的 15%。欧空局的计划中, 空间科学、空间应用和空间技术三者的比例为 24%, 32.5%, 43.5%。在冷战后的年代, 各

国的空间计划都大力削减空间技术的经费, 使空间科学的经费相应地增加。

西方国家的空间计划都可分为军事空间活动和民间空间活动两部分。在社会主义的前苏联以及中国, 都是以军事空间活动为主导, 民用空间活动相对地较弱, 或者很弱。在冷战年代, 国家的空间活动往往带有极强的政治目的。西方国家的空间活动通常是利用其先进的科学和技术来达到显示实力的政治目的, 如美国的阿波罗登月计划等。这对空间活动仍然体现了空间科学的龙头作用。在社

会主义国家中, 为了达到参与空间竞争的政治目的, 也往往不关心 (或并不十分关心) 空间利用的实效, 而是希望通过发展空间技术来达到政治目的, 显示大国地位。前苏联的空间站计划和航天飞机计划就是这种发展途径, 这些计划耗资巨大, 效益甚低。我国空间活动基本上是学前苏联的途径。在某种意义上讲, 前苏联更不重视空间科学。苏联解体后, 俄国成立了空间局, 正在调整发展途径。中国的空间活动从体制到发展途径应如何改革, 确实需要认真研究。

冷战结束后, 空间活动的计划安排更加强调实效, 要求有高的效益投资比。当然, 这里讲的效益是指科学上的重要性, 对社会的贡献, 对技术发展的影响, 或者商业收益。以政治目的为主要任务而实际效益为次要任务的空间计划已越来越难以得到社会的认同。这就要求更加突出空间利用的龙头作用。

* 胡文瑞 (Hu wenrui) 中国科学院院士。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之一。

我国的空间活动从一开始直到现在,都是以航天技术作为主线发展起来的。在“独立自主、自力更生”方针指导下,通过国家计划经济的指令性计划保证,我国的火箭和卫星技术取得了从无到有的重大成果,而且有些技术还达到了国际先进水平。但随着市场经济的发展,我国空间活动的一些问题也陆续暴露,诸如空间活动的协调发展能力差,市场经济的调控能力不够,吸收先进技术的活力不够,没有一个能统筹安排全国空间活动的部门等。空间科学和利用在我国空间活动中都是一个薄弱环节。为了提高我国空间活动的效益,必须突出空间利用的龙头作用并加强空间科学的发展,以及大力促进空间科学、空间应用和空间技术的协调发展。在所有的国家重大空间计划中,使空间科学能有合理的比例,使我国空间活动纳入更健康的发展轨道。许多专家建议,逐步将空间科学、应用和技术的经费调整到15%,35%和50%将是合适的。

二、载人空间利用的重点

载人空间利用是指与载人航天相关联的空间利用。苏联的和平号空间站和美国的航天飞机计划,为探索载人空间利用积累了大量的经验。在80年代中、后期,国际上的空间站计划的利用项目存在广泛的设想,除微重力和生命科学研究外,还包括对地观测综合平台。美国国防部甚至议论过军用空间站计划,由此引发许多异议。载人航天任务的经费比无人的要高出几倍,而且在轨人力的使用还需要昂贵的费用。经过多年实践后人们认识到,载人空间利用的主要项目是生命科学和微重力科学,同时再兼顾到其它次要任务。

军民两用对地观测显然是非常重要的空间任务。在苏联的和平号空间站上,对地观测任务几乎占了一半。美国在80年代议论 α 空间站计划时,曾设想用一个极轨和一个地球同步轨道的综合对地观测平台来代替所有对地观测卫星。在美国航天飞机计划中,也曾安排了一些军用或民用的对地观测实验计划。经过多年的实验,美国航天飞机任务中的军事观测实验已告一段落,美国国防部也不再提出利用国际空间站的要求,航天飞机和国际空间站任务中的对地观测项目也不多。俄国不再有独立的载人对地观测计划,而将参加国际空间站计划。事实表明,人的机动性和智能因素在大量对地观测任务中并没有显示出极大的优越性。无人的空间对地观测可以很好地完成任务,并且与载人计划相比可以

更经济和有效。近来,利用更经济的微型卫星进行对地观测已成了一个热门话题。现在,空间对地观测是各国空间计划中的一个重要任务,但是,把它作为载人空间利用的主任务是不合适的。

空间生命科学是载人空间活动的主要任务之一。载人航天需要航天员在空间飞行器内、外的特定低重力、强辐射和短节律的环境中工作和生活。人类能够进入地球大气层以外空间以及在空间生活这件事有许多现实意义和重要的潜在意义。为此就需要研究间生理学和空间医学,也需要研究辐射生物学。生命科学是21世纪的带头学科。至今为止,人们主要是研究在地球重力作用下的生命现象。当我们能够研究不同重力环境下的生命现象时,无疑会更深入地认识生命现象的本质。重力生物学作为空间生命科学的分支,必将为揭示生命本质作出重大贡献。此外,在微重力环境中发展生物技术已经和正在显示出比地面更大的优越性。空间生命科学的研究还为今后建立的月球站和载人火星探测奠定必要的基础。

顾名思义,微重力科学就是研究微重力环境中的各种科学问题,它必然成为载人空间活动的重点。经过20年的探索,人们在微重力科学研究和微重力应用发展两方面摇摆,在微重力空间利用的投资、效益比上争论。各国的微重力研究规划和经费不断增加,在当今空间大国相继削减空间硬件经费时,微重力科学的研究经费仍能保持良好的发展势头。

国际空间站计划将是今后十年左右国际空间活动的热点。下一个热点可能是重返月球和载人火星开发,生命科学和微重力研究仍将是重点。

三、微重力研究的前景

微重力科学和应用的发展前景,不同的角度有不同的结论。不少微重力科学界的学者希望利用微重力环境更好地探索科学规律,取得重大的学术成果。政府部门和政治家总是企望尽快获得实际用处,以显示国家的实力。私人公司和商人则试图早早实现应用开发,获得利润。由于国家空间科学的经费有限,而微重力研究又耗资巨大,在学术界内部也会就微重力的重要性和必要性问题进行争论。这些争论又必然引起新闻媒界的卷入,实在是仁者见仁,智者见智。从某种意义上讲,争论本身就反映了问题的重要性。

至下世纪初的美国国家民用空间政策的首要任务是建设和运行国际空间站计划,而空间站的利用

计划首先是进行微重力研究。近年来,美国宇航局的微重力研究经费一直保持在每年2亿美元左右。如果从1992年算起到2001年,十年将共耗资20亿美元,占美国的国际空间站投资的10%左右。虽然俄国、西欧和日本并未把空间站作为首要任务,但是空间科学和空间利用一直摆在突出的地位,而微重力科学是重点之一。各国空间政策和空间计划的安排意味着在今后十年左右的时间内,微重力研究将是一个重点方向,可望获得长足的进展。

人们认识和利用微重力环境需要一个过程。最直接的设想是,微重力环境可以极大地减弱浮力产生的对流,因而可以很好地研究输运过程,测量输运系数,研究燃烧机理等。在微重力环境中几乎没有不同密度物理间的分层作用,可以更有效地维持大的溶液浓度梯度以分离蛋白质晶体,可以更有效地分离生物大分子,可以发展无容器过程以研究材料的凝固现象,可以更好地生长不同比重的化合物合金。在重力极大地减小以后,流体的静压梯度极大地减小,从而可以获得极为恒定的物理状态,可以对重整化群、广义相对论等重大物理学原理进行验证。按照这些思路,微重力科学已经和正在取得重要的学术成果。近年来的微重力科学发展的新趋势是,更多地涉及物理学的许多基本问题,诸如探测反物质,寻找宇宙暗物质,搜寻引力波,研究高精度的空间铯钟原理等。这些基本问题的突破对于科学发展的重要性是不言而喻的。

空间材料加工是呼声甚高的微重力应用项目。人们曾设想,微重力环境中对流消失,可以在纯扩散环境中生长晶体,制备大尺寸、均匀和完整的单晶。实验结果表明,微重力环境中的确极大地减弱了浮力对流,但是表面张力梯度产生的对流仍然严重地影响晶体的生长质量。美国一些学者还论证,微重力环境中也不能长出比地面更好的晶体。大家都认为,微重力环境中的材料科学研究成果将有助于

机理研究,从而改进地面的材料加工技术。目前,微重力应用更着眼于利用微重力实验的结果来改进地面的技术。目前国际上已有相当规模的计划,通过微重力燃烧研究以提高地面热机的效率和改进地面环境的污染,通过两相流的传热和传质研究来改善地面的传热效率,通过空间生长蛋白质单晶样品以在地面获得三维结构并发展生物技术,通过空间细胞培养来改进地面制药和生长人造组织。微重力应用已经显示出美好的前景。

人们曾经设想,利用微重力环境在空间生产有效益的产品,并运回地球来盈利。这种直接的商业应用前景还不明朗,还需要经过一段时间的探讨。近来,重返月球和探索火星的呼声甚高,为低重力科学提出了诸多新课题。

四、我国载人空间活动的思考

1. 载人空间活动(大型空间站、月球站、载人火星探测)将是今后相当长一段时间内空间活动的前沿,中国应该跟上空间时代潮流。

2. 载人空间活动的目的是空间利用,应该积极地发展空间生命科学和微重力科学。

3. 发展先进的载人航天技术,包括可重复使用的发射系统,大力降低载人航天的成本。

4. 载人空间活动需要有一个可持续发展的长期规划的执行计划,任何短期行为都会造成重大的浪费。

5. 冷战后的世界载人空间活动都采用国际合作的方式以节省开支和提高效益。中国的载人空间活动如何与国际接轨,这是一个值得深思的问题。

参考文献

- [1]范剑峰.空间站工程概论.哈尔滨工业大学出版社,1990.
- [2]胡文瑞.载人空间活动的政策.科技导报,5(1994)40.

Applications of Manned Space Activities

Member of CAS and Director of National Laboratory of Microgravity Hu Wenrui
(Institute of Mechanics of CAS, Beijing 100080)

Abstract Space applications should be the prime goal of the space activities. Space applications should stress on science of space life and especially biology of gravity. Science of gravity aiming to explore various scientific problems in microgravity environment will certainly be the focus of space activities. The international programme of space stations will also be a central issue. China should keep pace with the world trend of space era.

(责任编辑:史代)