

大学在空间研究中作用的变化

A CHANGING UNIVERSITY ROLE IN SPACE RESEARCH

杰弗里·D·罗森达尔

路易斯·J·兰泽奥蒂

50年代美国空间计划问世以来,决策者和管理者们就把空间计划的主要研究任务交给了各大学。这和其他国家的做法极不相同,在这些国家,研究所或国家实验室在空间研究方面占统治地位。美国大学在培养新一代科学家和工程师的同时,学校的科学家们也参与探索新领域的研究。但是,空间研究的规模、期限和复杂程度在发生变化,这迫使一些研究者个人和组织重新考虑他们的传统作用。

大科学时代带来的新问题

空间研究最重要的发展趋势是大科学(Big Science)。60年代初期,由大学承担的典型空间研究计划都是由著名研究者个人和小型的研究组承担,由他们提出试验的构想,研制仪器设备,并进行飞行,期限只不过几年。用这种模式,一个大学毕业生对空间研究任务的所有各个方面都能逐渐熟悉。

当今的科学问题往往不能用如此简单的方法处理,而要花费更长的时间,应用更复杂的设备,要有规模更大的各种研究组参加。由此,多数空间研究的趋势是研制许多专门的设备,可以在很长的时间内供较多的人从事不同学科的科学研究的。

从供天文物理研究的哈勃空间望远镜到为研究近地空间等离子体变化而多次发射的探测器都属于这种设备。行星探测常利用一些由专门小组设计的十分完善的仪器,这些小组的规模有时是几个人,有时是几十个人,许多仪器设备甚至比早期的整个

卫星都更为复杂。通过仪器获得大量数据资料,由于有了新的计算能力,又使得一些物理过程的数值模拟成为可能。这些变化对计划的制定,设备的研制和运转,以及数据的利用都提出了新的要求。

大型空间研究任务从提供想法到完成飞行,耗时往往达10年以上,有时长达15年或更长,它是大学本科生学习期限的2~3倍,博士后学习平均期限的3~5倍,或一个初级教学人员任期的近两倍。这样,年轻科学家们一生中的黄金时代只能参加一次飞行试验的一部分,或只能对一项当他们还在大学学习时就已设计并飞行的试验所获得的数据进行分析。至于一些高级科学家也只有参加一项或两项空间计划的机会。

现在对空间研究者知识和能力的要求已大不同于过去。越来越明显,研究者个人或研究单位的研究能力只是一项大规模研究活动中的很小一部分。例如,由于研究项目规模越来越大,空间飞行器的制造往往超出一个单位,特别是一个大学系科的能力范围。这样,构想、设计和制造空间飞行器的主要部件就常要多个单位的合作和协调,数据的处理和解释也需要这种合作。没有那一个单位具有那样广泛的专业知识能单独对从众多仪器采集的、用于研究复杂科学问题的数据进行解释。

在90年代大学如何发挥作用

空间研究的发展意味着个人或单位参与研究工作的方式要发生根本变化。由于出现了大型研究计划和长寿命研究设施的趋势,参与研究工作的科学家的工作将主要转向数据分析。从1978年发射的国际紫外线探测器和1983年发射的红外天文卫星开始,空间研究设施就和国家天文台一样为整个天文界提供服务,使能在最佳位置利用主要的望远镜进行观测。

哈勃空间望远镜的多数使用者都是外来的观测者,他们对观测时间和研究活动的要求都得到了空间天文科研所的充分满足。未来的空间天文设施,如先进的X射线天文研究设施,就计划为全天文界提供服务。绝大多数参与未来空间计划的天文学家的主要工作不再是研制仪器,而是利用中心单位提供的,经校核处理的数据进行研究。

空间研究其他方面的情况也是一样。例如,在空间海洋学方面研究海洋环境,绘制空间海洋图的TOPEX计划,就是在包括(当然不限于)大学里的科学家研究小组的指导下,由国家喷气推进实验室制定的。政府负责制造设备,获得的数据将经过处理提供给海洋图界研究之用。

许多大学的领导者注意到这一趋势,并提出警告,当代科学家仅被培养成数据分析家,锻炼有限,这将对许多研究领域的长远发展产生不利影响。不过,他们仅注意到搞研究的一种方法,可能言过其实。难道仅仅为了能有效地利用计算机,所有的科学家都必须参与设计和制造计算机?所有的高能物理学家都必须知道怎样建造加速器?在这些情况下,少数个人或小组的工作就可有效地为广大科技界服务。对空间研究人员也一样重要的是,称职的研究人员的工作应是制定科学的要求,并监督其实施,使由仪器制造者所提供的仪器设备能提供科学家所需的数据。

如何培养未来的空间研究人才

许多大学教师认为,一个实验空间研究人员理想的培养方式应该是,先固定于某一空间科学领域学习,参加其全部实验研究活动,然后在大学或政府的空间研究小组内作博士后研究(除专业研究外,还开始担任一些行政工作),最后定位(最好在大学里),具备条件者成为主要的研究人员,领导研究小组开展下一代空间飞行实验活动。

但是绝不是说这种培养空间研究人才的方式是唯一的或最主要的。例如,一些从事民用和军用空

间研究的工业公司的实验室就聘用经良好试验技术培训的物理学家,任职后再教给他需要知道的知识,实际上是经验丰富的科学家和工程师在实验室内以师傅带徒弟的办法培养空间研究人员。NASA的实验室就起类似作用。

这并不意味着NASA的研究中心和工业公司的实验室可以取代大学,但是大学不是培养空间研究科学家的唯一场所。

另一重要变化是大学与NASA、其他政府研究机构、工业公司的合作增多了。尽管竞争是美国空间研究得以加强的重要原因,但许多单位发现合作对各方都有利。面对庞大的研究计划,大学也许会与政府实验室组成联合体,大学的研究小组设计和制造实验用硬件,而政府实验室管理和协调整个研究活动。不同实力的单位之间也可以建立这样的对双方都有利的合作,还可以改善研究工作的质量。最近在NASA各研究中心对科学和有关技术进行了广泛研究,结果表明,各中心应把主要精力集中在与大型任务有关的、要求广泛工程技术研究设施或要延续较长时间的计划上。这样,各中心的空间研究组与大学的参加者们之间的关系也会得到改善。

尽管合作关系会给大学的研究人员提供参加大型科研计划的机会,但并不能满足他们的全部要求。为了使大学科学家能连续参加前沿的研究(包括新技术的开发),以及使大学生尽可能地参加更多方面的空间研究,还要采取一些补充措施,尤其应经常提供参与期限较短的小规模研究项目的机会。在以大学为基础的空间研究和教学中,飞机、气球和探空火箭等亚轨道研究计划仍应起重要作用。

这些计划的目 的还不仅是为了使学生们获得经验。中等规模的科研项目可以促进仪器和技术的发展。例如,装在第二枚小型天文卫星上,并首次观察 γ 射线天空(γ ray sky)的数字火花室(digitized spark chamber),最早就是为高空气球研制的,这种设备更先进的改型正在研制中,准备在 γ 射线天文观测台的飞行中使用;气球的飞行导致在第三枚高能天文观测台(HEAO)上用于探测宇宙射线重核的技术的开发;最大太阳能计划采用的全部美国仪器都是在气球和探空火箭上开发和试验成功的。

小型科研项目也能对新的问题作出快速反应。这种快速反应能力十分重要,如飞机的测量在南极臭氧空洞研究中的作用,飞机、气球和探空火箭在大麦哲伦星云超新星1987a的观测中发回的重要资料都说明了这一点。空间研究界担心,虽然常说这种中等规模的计划重要,但它在争取经费的竞争中

却常处于不利地位。因此，应该强调这种较小规模的科研计划应该受到重视，享有优先地位，和取得足够的资金。

尚待解决的问题

诚然，重新强调亚轨道计划明显有利于大学的空间研究，这只是空间研究性质变化带来问题的一个方面。空间研究工作似乎会改组，各参加单位的作用将发生重大改变。美国空间研究活动似乎应形成三个层次：大多数个人或小型科研组主要从事数据分析；少数个人或小型科研组则从事仪器的开发或中等规模的亚轨道研究活动；而更少数的科研组，包括大学、公司和政府实验室的联合体，将承担主要的科研计划。

大学和政府研究工作的管理者应该洞察和理解研究工作这种变化的后果并作出反应。例如，通过组织探空火箭或气球的飞行试验，科学家可以获得足够的设计、开发和管理昂贵而复杂的仪器（如先进 X 射线天体物理研究设施用的第二代焦面测量仪器）的经验。

若对某一科学领域需进行多次试飞，而且任务越来越复杂，则研究组在进入下一级更为复杂的研究之前将有充分的机会积累应有的经验。例如，在 X 射线天文学方面，重要的研究小组都从探空火箭开始，进入“探测者”级卫星，再进而执行高能天文观测站计划。过去在高能天文观测站计划中还是博士后和年轻的助理教授的人员，现在都在先进的 X 射线天文物理研究计划中担任主要的研究任务。可以看出，师傅带徒弟的方法是有效的，但对下一代空间科学家，类似机会就不是普遍存在的了，从经验来讲可能出现断层。

在 10 年内，这种经验断层的影响可能不会太明显，现在 NASA 内外的中等层次的科学家已获得了现正进行中的或今后几年内将开始的大型研究计划所需的经验。

在“挑战者”号事故以前，航天飞机和空间站在提供这类经验上似乎有着重要作用，而且事实上一个以航天飞机为基础的庞大研究计划已经开始。但可以看出，将来航天飞机的使用可能主要限于需要

人或作为研究对象、或作为研究者在空间长期停留的微重力和生命科学的研究方面。由于航天飞机的飞行次数减少，原计划的许多研究活动，如天文学和空间等离子体物理都被取消或大大缩减了。

为了保证获取经验和教育机会所需的连续性，必须寻求一些建立在正规基础上的中等规模的实验机会。过去“探测者”计划就为物理学家和天文学家提供了这种正规的机会，但近来该计划的规模日益增大，要 2~3 年才能有一次新的机会。NASA 关于对“探测者”计划追加拨款 1 000 万美元的申请最近已获国会批准，并明确规定应为中等规模的计划提供更多的机会。这是极好的第一步，其他科学领域也应提供类似机会。

如果这一行动确实增加了飞行的机会，那么就必然包括发射费用。“挑战者”号事故的后果之一是迫使 NASA 对计划提出更严格的质量保证和可靠性要求，这又会使计划成本显著增加。如果对中等规模的不载人飞行提出不必要的质量和可靠性要求，则成本会升高，发射的次数就会减少，而科学家们也就无法取得为保证 90 年代和以后重大研究计划成功必不可少的经验。

对未来的展望

各单位间增加合作，对中小规模计划给予更多的支持，都将为大学的研究者们提供重要机会，同时也应采取措施，提高国家空间研究计划的有效性。最为重要的是，必须保证全国保持足够数量的、拥有在下个世纪从事大规模研究计划所需经验的科学小组。

尽管可能要采取一些痛苦的调整，但没有理由认为问题无法解决。应该看到，过去的一些系统在今后可能不适用。关键一点是，对当前的趋势应进行充分评价，同时采取合作的态度。认清空间研究这些变化的本质及其含意，下个世纪我们就可开始一些有效的空间研究计划。

（原文载美国《科学与技术问题》杂志 1988—1989 年冬，吴永智译，一丁校）