

空间科学：NASA 错在哪里？

SPACE SCIENCE: WHAT'S WRONG AT NASA

罗伯特·布莱斯

哈勃空间望远镜（Hubble Space Telescope）将于 1989 年 12 月由“发现者”号航天飞机送入轨道，较原计划拖后了许多年。HST 是美国航空和航天局（NASA）制造的最先进，也是最为昂贵的科学卫星。它的 2.4 米直径的反射天线可说是当今世界最完善的天文反射天线。在地球大气层模糊效应区之外，HST 的探测距离较地面最强大的望远镜远 5 倍，它提供的影像也将较普通方法提供的清晰 10 倍。

在可望受到赞扬的同时，HST 的发展过程也反映了 NASA 空间科学研究方面的错误所在，即过于信赖航天飞机，热衷于大计划和管理紊乱，致使科学计划的效率低下，成本上升。

当前，正对美国空间计划的长期目标展开讨论：美国是否有必要把载人飞船送上火星？是否有必要建立有人的月球站？是否应建造空间站？如果要建，应该多大，将作哪些用途？这些都是主要的争论问题。政府也确实需要一个经仔细筹划的长期一贯的战略来指导其未来的空向活动。但是，NASA 当前政策产生的问题已无需争论了，解决了这些问题，不增加投资就可以显著加速研究工作的进展。

该下“车”了

1986 年 1 月发生“挑战者”号事故后，多数人开始接受空间科学界少数人一直在说的观点，即 NASA 犯的一个大错误，就是它只有航天飞机一种

运载工具。航天飞机绝不会象 NASA 宣扬的那样，是一种既可靠，又便宜的空间“客车”。为了把卫星送入轨道，拿宇航员的生命去冒险决不能说是谨慎的，完全可以用无人火箭把卫星送入空间。近来航天飞机重新飞行也掩盖不了这一事实。

把航天飞机作为通向空间的主要通道，所有空间科学研究计划都得按它的要求和能力进行剪裁，而科学又往往是被剪裁对象。可是航天飞机飞得并不很高，这就限制了卫星的高度。HST 轨道的高度将是 595 公里，这已是航天飞机多数飞行高度的两倍，但地球仍然会挡住望远镜视界的一半。再加上其他的一些约束，HST 只有 1/3 的时间可用来收集数据，这并不比地面望远镜好多少。可是，由得尔它运载火箭送入地球同步轨道的，较小的国际紫外线探测卫星的轨道高度为 35 400 公里，85~90% 的时间可用于观测太空。

地球同步轨道上较小的卫星对使用系统的要求较简单，因为一天 24 小时它都处在一个地面站的视界以内。这使控制大大简化，特别是实时控制。NASA 想通过由地球同步轨道上两个通讯卫星组成的跟踪和数据中继卫星系统对低轨道卫星实行数据中转。这种中继卫星系统有时工作尚可，但它的能力很有限。HST 和其他科学卫星需要发送大量数据，而卫星系统只能分配给它 15~20% 的时间。这样，进行实时控制的机会就很少了。在进行某种天体观察时，要求很高的数据率，这就使问题复杂化，甚至不得不采取某种折衷。此外，对使用跟踪和数据中继卫星系统国防部拥有优先权，这也会减

少民用计划使用中继卫星系统的机会。

NASA 试图把航天飞机的某些功能说成优越性,例如,可在轨道上或带回地球对卫星进行修理和翻新。即使如此,对 HST 和多数其他空间飞行器来说,这种优越性也值得怀疑。HST 是一种新的科学卫星系列,其工作寿命长约 15 年,较通常的卫星长得多。在设计上它大量采用独立安装、易于更换的“黑盒子”,内装具有独立功能的各种设备。每过 2~3 年,宇航员把 HST 拖入航天飞机货舱,更换失效的黑盒子。每过约 5 年,宇航员把 HST 带回地球,对它进行为期 6 个月的检修,然后再由航天飞机送回轨道。

但是,当 NASA 的工程师们具体研究卫星翻新计划时发现,把卫星带回地球耗资是惊人的。航天飞机的发射费用将比原来估计的大一个数量级,另外还要保持大量的维护设备和电子、机械及防热备件,而且检修时间也会比 6 个月长。这样,返地翻新的费用与重造一个新的 HST 的费用相差不多,决不会是 NASA 估计的仅 1 000 万美元。

在轨道上翻新的计划,也达不到经济上适用的要求。HST 原设计上有 100 多个可更换的黑盒子,但翻新计划一砍再砍,使整个计划面临财政困难。有一次黑盒子数曾降到 12 个左右,现又增至 30 来个。

一旦 HST 的某个关键黑盒子出现故障,如太阳能电池、通讯接收机等,NASA 称要用一年时间才能安排一次航天飞机为修理卫星的应急飞行。有些故障仅降低望远镜的工作能力,但不危及它的工作寿命,就只能等待计划 5 年一次的定期维修飞行。

在定期的和应急的检修飞行时,航天飞机要带足燃料,须有两次与 HST 对接的机会,以保证成功的最大可能。此外,还要带一些准备换上的黑盒子。这样,受重量的限制就不能再带其他有用载荷了。这类发射和使用费用,都要由 HST 项目负担。按保守的估计,航天飞机的每次发射费用约 2.5 亿美元,两三次发射费用就等于建造一个新的 HST 的费用了。

以上还没考虑 HST 在翻新过程中被损坏的可能。重约 12 吨的 HST 尺寸为 4.5 米×12.9 米,几乎和航天飞机的货舱一样。在空间工作已非易事,把卫星拖入航天飞机就更为复杂,而且危险。

计划越大,问题越大

NASA 偏爱于大计划的原因很多。他们认为,大计划代表某一特定科学领域发展的成熟程度,或者是技术能力发展的一种标志。这种观点也体现在航天飞机和空间站的计划上。大计划也往往受到舆论的支持,许多观察家发现,NASA 就耗资 10 亿美元的大计划可以和 3 亿美元的计划同样轻易地说服国会。

HST 无疑是一个大计划,早在 1971 年就已开始,经国会批准后于 1977 年签定了制造合同,按计划应于 1983 年发射上天。“挑战者”号爆炸以后,又定在 1986 年 10 月发射。但是,这一事故或许并未对 HST 的最后发射产生明显的影响,因为计划的许多参加者都认为,HST 不可能按期准备好。当 HST 最后进入轨道时,耗资将超过 20 亿美元,还不包括发射费用。

大计划的缺点是,一般从提出设想到送入轨道的周期很长,这意味着技术可能过时。有时这并不成为问题。例如,15 年前制成的能源设备现仍可用。但是,在一些发展迅速的领域,如计算机,影响就很明显。HST 上的两台主计算机,现在来看就已过时,其容量甚至还不如现今廉价的个人微机。如果计算机贮存指令的容量有限,就会对卫星的使用造成明显影响。显然,没有任何空间飞行器在发射时,其上装的都是最新的技术装备,不过准备时间越短,装最新设备的可能性就越大。

长周期计划还会牺牲科学上的灵活性。由于科学发展很快,当卫星准备就绪时,据以设计特定仪器设备的要求可能已经改变。为了避免这种情况,设备常设计成通用型的。

周期过长,还会遇到一个问题,即人员的流动。飞行器还未发射,人员已开始泄气和离去,或被吸引去从事更有吸引力的计划,甚至退休。各级计划都存在这种情况。例如,1977 年以来,HST 的项目经理,戈达德空间飞行中心有过四个,马歇尔空间飞行中心有过五个,NSAS 总部还有六个都来了,又去了。

长周期计划对大学的研究人员尤其困难。大学毕业生只能参加计划的一小部分工作,很少能看到所取得的结果。年轻的教授要在仅五六年时间内取得职务晋升的证明,很明显他们要投身于非经 10 年或更长时间不能取得科学成果的事业是很谨慎的。甚至高级教授也必须考虑参与这类周期很长、十分费时的科研活动是否会影响他对教学、对学生、对系里和学校事务所担负的责任。

由大型计划所服务的科学学科也会因长时期枯

枯燥无味地、收集数据而令人感到困惑。NASA 的习惯是，一旦一个大计划开始，就不再向天文学研究提供更多的经费了。例如，HST 安装了仪器，将对紫外线进行测量和分析，NASA 也就不会再对这一研究领域的研究提供其他投资了。只是由于 1978 年发射的国际紫外线探测者卫星的寿命很长，至今仍工作正常，天文学家们才能继续获得摄谱数据。

谁 的 责 任

过去，NASA 曾因管理严格享有盛名，但现已非如此。罗杰斯委员会在调查“挑战者”号事故时，发现了一大堆问题。HST 的情况也一样，由于管理不善，计划一开始就倍受折磨，使得计划成本较预计的上升了两三倍。

每临财政年度期末，计划都会出现资金短缺，只好推迟一些问题的解决和某种设备的制造。更有甚者，只要计划进展顺利，其回旋的余地就会有限，支持者也会不复存在。科学领域的多数情况是，问题的解决拖得越久，拨给它的资金就会越多。

管理上最大的问题在计划的组织。NASA 把主要管理权限赋与马歇尔和戈达德两个空间飞行中心，马歇尔中心全面负责任，并监督望远镜和卫星的制造。望远镜的制造工作由珀舍——埃尔默公司承担，洛克希德公司则负责制造卫星，并将各部件装配成可工作的观测站，然后进行广泛的试验。戈达德对马歇尔中心负责，负责制造 HST 的科学仪器和地面控制系统。戈达德中心通过合同，把地面系统的制造工作包给了 TRW 公司。中心还与天文研究联合大学签定合同，组成空间望远镜科学研究所，负责观测站的科学研究计划，并负责 HST 与国际天文界之间的联系。观测站的有些设备就是欧洲空间局制造的，并分享观测站 15% 的观测时间。

理论上讲，这种分散的组织似乎是合理的，但实际上给工作造成很大困难。首先，戈达德和马歇尔两中心的工作作风就不一样。例如，它们都能有效地采用各种不同方法来证明工作进行得很顺利。戈达德中心通常要求进行性能试验；马歇尔中心则愿意接收“一纸报告”作为证明，这样使计划的参加者在计划自己的工作时常感到为难。

两中心还常介入权力之争，“我们怎样，他们怎样”的心理状态在增长。这进一步降低了计划的效率。例如，戈达德的官员就想通过建立科学仪器组，以和其他各组之间的全面联系，然而它的 HST

办公室缺乏应有的人才和能力。由于管理紊乱，保证 HST 各部件能协调工作的系统工程的责任从不明确。直到大家都看出 HST 计划已处于危机之中而不可能取得重大进展时，NASA 当局才开始注意。1983 年，NASA 总部才成立一个工程师组，领导计划的进程和解决出现的问题。这个工程师组也握有财权，是一个确有实权的小组。

由于各单位之间联系困难，致使计划进展缓慢，前 6 年尤为严重。管理分散、本位主义是产生这些问题的主要因素。再加上一些其他更深刻的微妙的因素，更加深了这种困难。例如，反映坏消息的人总是不受欢迎的，在马歇尔中心常是这样，谁对问题提出报告，谁就对问题承担责任。

这样，计划参加者每季度一次向中心和 NASA 总部的报告经常是要给人一个印象，一切进展顺利，即使有一点问题，也已经弄清楚，而且正在解决，计划进度也能得到满足。可是在走廊内或坐下来喝点什么的时候，计划参加者之间的谈话，会给你一个完全不同的印象。可以说负责资金分配的 NASA 官员们仅从报告无法确切了解计划卡在何处，哪个环节值得注意，等等。

体会是什么

一旦 HST 进入轨道，并开始送回激动人心的宇宙新的影像时，过去曾发生的一切问题都可暂时搁置一边。如果 NASA 认为其问题百出的现行政策还能使空间科学重新夺回活力的话，那将是一个错误。NASA 历来将预算的 20% 花在空间科学上（现每年约 40 亿美元），如果能很好计划，认真执行；那是足能完成一个很大计划的。

首行，航天飞机应该保留，用于绝对需要载人的飞行任务。而一次性运载火箭也应使用，用以尽可能地满足卫星轨道的要求，NASA 事实上也有用一次性运载火箭发射某些卫星的计划。

NASA 也在寻求办法，增长科学卫星的寿命，而又不需在轨道上进行大范围的翻新工作。有时由航天飞机上的宇航员来完成一些简单的维修工作还是值得的。如由液氮冷却的红外线探测器，由于卫星寿命很长，液氮可能在卫星停止工作以前耗尽，因此就要开发一种更换液氮贮箱的方法。

然而，一个现实可行的办法是多造一个卫星，当第一个卫星发生故障时把它发射上天，因同时造两个卫星的成本会比分别各造一个为低。

NASA 应该开始考虑一些较小型的计划。以

HST 为例，一些仪器并不真正需要那种大型反射望远镜来满足它们的要求，可是由于这些仪器的存在，加大了卫星的尺寸、复杂程度和成本。发射一系列携带专用仪器的中型卫星获得的效果会更大，同时又可保证工程师和科学家的富有成效的工作均衡地进行。

对任何一项科研计划，NASA 只应指定一个空间飞行中心负责。从计划一开始就必须明确权利和责任，以避免组织上的紊乱。由工程师、使用方代表和科学家组成的系统工程小组也应在计划开始之初就组成。负责者应积极了解各组工作进行的情况。NASA 总部的官员们也应积极行使他们的监督职能。

在编制科学研究计划时，NASA 必须对每一项目的实际成本，包括飞行器成本和发射成本，进行评审，并从一开始就要作长期努力，改进飞行器、仪器和地面系统的制造方法，以降低成本。

对具有新思想的人员应进行表彰和奖励。NASA 也和其他联邦机构一样，正为减缩人员而苦恼。为此 NASA 不得不把一些仪器和卫星的制造任务包给私人公司。这不仅在经济上存在问题，而且 NASA 无法获得和利用这些工作中的经验。

还有一个更为根本的问题，NASA 究竟是否必须有一个全面的空间科学研究计划？由一个独立的

机构来履行 NASA 的空间科学和应用办公室的任务是否会更好地为科学研究服务？一些空间科学家对这一问题的回答是肯定的。一个独立的空间科学局可就运载工具与 NASA 或私人公司签定合同，甚至可以与 NASA 共同安排少量必需的载人飞行。

很早以来，NASA 的努力就不是朝向科学，而是朝向大工程计划，它通常包括人类在空间的活动。阿波罗、航天飞机和空间站三个大计划都是出于技术或政治的目的，而不是为了科学研究，可是，NASA 在推销航天飞机时把它描绘成是万能的运载工具，迫使所有空间科学研究计划采用。

国家科学院 1987 年提出的关于空间站的一份报告就提出了这个观点：“重要的是，不能让空间科学去适应空间站和航天飞机”。正如科学院空间科学局在 1983 年报告中总结的，今后至少 20 年内科学研究并不需要空间站。

美国的空计划经过一段时间的平静以后，现已作好了重新开始的准备，加上联邦政府新领导班子的组成，正好是一个机会修改 NASA 的政策。如果仍坚持原来的做法，则将失去一个使空间科学重新焕发活力的美好机会。

(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)

科技动态

科学家们在认识宇宙形成方面迈出了一大步

据英《泰晤士报》1989 年 8 月 15 日报道，欧洲科学家，包括 100 名英国人，昨天开始在造价 4 亿多英镑的世界最大原子击破机上进行实验，他们在认识宇宙的起源和演化方面迈出了一大步。

初步结果表明，他们能够在实验室里重现 150 亿年前创造了这个宇宙的大爆炸的雏形。

这台原子击破机，即大型电子正电子对撞机，将使科学家们能够“看到”在自然界并不存在的短寿命物质，但科学家们相信，在大爆炸的火球中产生了这种物质，并且在几分之一秒的时间内发展成为构成恒星和星系的物质。

科学家们把原子击破机，看作是在时间上向后看的望远镜。这种新的原子击破机设置在欧洲粒子物理实验所，即欧洲原子核研究中心。

英国一年为英国科学家直接参加这个研究中心支付 4000 万英镑，并且为他们在英国大学制造仪器供大型电子正电子对撞机上使用而支出大约 1000 万英镑。

这台机器的核心是环形真空管，物理学家们往管内输入亚原子粒子电子和正电子，并且用强大的电磁场把它们加速到接近光速，然后使它们相撞。

科学家们预期它们相撞时在几分之一秒内创造一种不寻常的新物质 Z 粒子。据信，这种粒子在大爆炸后在自然界只存在一瞬间。

根据这种理论，在宇宙冷却时，这些原始粒子自动瓦解，演变成我们今天遇到的多种多样的物质。

欧洲原子核研究中心的研究人员，希望通过观察 Z 粒子的形成以及它们转变成其它粒子，对物质结构以及宇宙形成恒星和星系的最基本过程获得新的认识。

科学家们相信，Z 粒子实验将帮助他们验证爱因斯坦关于自然界的四种基本力量相互联系的最根本思想之一。这四种力量是：引力、电磁力，以及所谓弱核力和强核力。

(转载自新华社《世界经济科技》)