

空间实验室

——在探索宇宙的道路上

〔美〕L. F. 皮利著

王宗孝 罗春林 译

李盛昌 张维德 校

科学出版社

1982

内 容 简 介

《空间实验室——在探索宇宙的道路上》一书,是介绍美国发射的第一个航天站的一本科普读物。

书中全面地介绍了空间实验室计划的始末,介绍了空间实验室的设计、制造、发射以及飞行过程中扣人心弦的经历和插曲。并以大量的篇幅叙述了三批航天飞行员在空间失重环境下的有趣生活和工作情况以及所取得的丰硕成果。

书中也介绍了空间实验室曾接二连三出现的故障,以及航天飞行员和科学技术人员凭着自己的丰富知识创造出了人类的奇迹,使空间实验室计划胜利完成。

原书有大量的彩色照片,出版过程中,参照了俄文译本,作了一些变动。本书文字浅显,可供具备高中文化程度的广大读者阅读,对从事航空和航天工作的科技人员也有重要的参考价值。

Leland F. Belew

SKYLAB,

Our First space station

National Aeronautics and Space Administration

1977

空间实验室

——在探索宇宙的道路上

(美) L. F. 皮利 著

王宗孝 罗春林 译

李盛昌 张维德 校

责任编辑: 陈永锵

科学出版社出版

北京福临门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年12月第一版 开本: 787×1092 1/32

1982年12月第一次印刷 印张: 6

印数: 0001—2,800 字数: 132,000

统一书号: 15031·458

本社书号: 2837·15—6

定价: 0.76 元

前 言

空间实验室^①计划开始于一九六六年，它大量采用了其它空间技术的成果，特别是阿波罗飞船的技术成果和剩余设备。实施这个计划是经过周密考虑的，空间实验室一旦飞上天空，就将进行范围极其广泛、内容极其丰富的实验研究，在这一点上，以往发射的航天飞行器是无法比拟的。空间实验室计划的方案设想是大胆的，它使用的飞行设备已经确定，飞行操作方案已明显地成为整个计划的焦点，所以在计划、研制和试验方面要有所革新和创造。从早期的空间计划中得到的经验和知识为这一计划奠定了坚实的基础，但是，空间实验室计划确实是开辟了探索空间的新道路，并成为这一新领域的先驱。

空间实验室的巨大成就表现在：太阳和天体天文学方面；在非常有利的轨道上对地球进行详尽的研究方面；在失重条件下进行各种令人鼓舞的新型实验方面；在证明人能够在空间长期连续从事生产活动方面；这些成就的意义是十分深远的。其中太阳物理学的数据包含了关于日冕和太阳风的有价值的新资料，揭示了未来太阳天文学计划将要探索的新概念；在工程技术领域中，空间实验室所进行的各种材料加工是非常成功的，空间加工生产各种材料为生产领域开辟了崭新的道路，在空间实验室里生成的晶体结构完美而又均匀，

^① 本书所说的空间实验室，即指美国一九七三年五月十四日发射的天空实验室 (SKYLAB)，已于一九七九年七月十一日坠毁。

其尺寸之大在地球上的是得不到的；关于金属合金和复合材料的实验已引起人们极大的兴趣，使人们对于在失重条件下进行材料加工寄予很大的希望。

空间实验室的突出成就是，以无可辩驳的事实证明了人在航天飞行中的巨大作用，在面临极端困难的情况下，人能在空间克服重重障碍，解决了看起来似乎是无法解决的问题。在无人空间实验室发射后不久，由于微流星防护罩损坏，导致轨道工厂的热平衡完全破坏，太阳电源系统产生重大故障，使空间实验室出现了严重的危机。在空间实验室面临可能彻底失败的关键时刻，空间实验室小组——航天飞行员和地面上数以千计的工程师、技术员和技术保障人员——的共同努力，挽救了危机，使空间实验室化险为夷，转危为安，而且充分显示了，人在空间的作用远远超过了许多空间计划者曾梦寐以求的幻想。

空间实验室计划留给未来载人空间计划的设计者和操作者们的遗产是两个字——“能干”。

R.A.帕塔罗

序 言

在这里，首先让我愉快地向那些为本计划做出杰出贡献的，并使其获得圆满成功的有关人员表示衷心的感谢。在规划、准备直到完成的八年时间里，作为计划的领导者，我曾有幸与那些献身于科学研究和工程技术的人员一道工作，这是我毕生的光荣。他们那种献身的精神贯穿于整个的工作之中，而且以极大的热情和丰富的想象力去解决许多技术问题，对那些技术问题，如果不能迅速地、妥善地加以解决，势必要导致整个飞行的失败。

地面人员和航天飞行员对故障的快速反应、迅速排除故障的能力使世界舆论大为赞叹。航天飞行员用他们的切身体验证明了和在地球上一样，人也能在空间利用他们的聪明才智和坚韧不拔的精神做出难以想象的事情，如果曾经存有空间是否需要人的争论，那么空间实验室给出了最好的答案，那就是需要！非常需要！

参加这项工作的人员献身于这样一种思想：那就是我们应该探索空间，而且应该很好地开发和利用空间。为此，他们研究制定了一系列实验计划，想通过这些实验计划来证明他们的设想，结果证明他们的思想是正确的，空间大有用途，空间大有作为；而且空间实验室的成果远远超过了他们的期望。

列出空间实验室计划的所有成就也许还为时过早，但有一点是无可置疑的，即多学科载人航天站不仅是实用的，而且是具有高度生产能力的。许多事实可以证明这种结论，其中

有三件事实大为突出：第一，在失重条件下，人能在空间很好地工作，正常地生活；第二，即使在一些设备发生故障的情况下，人还能使这个极其复杂的飞行器进行运转；第三点也是最重要的一点，即航天飞行员取得了许多领域的大量的高质量的数据，而且远远超过了原计划的要求。

空间实验室计划硕果累累，要想说出那个领域的成果最重要，是说不清的。空间实验室有很多独到之处，它对地球观测时，具有广阔的视野；它能在不受大气干扰的情况下观测太阳和星球；它具有失重环境；这些独特之处使经过训练的能做各种科学观测和操作各种复杂设备的航天飞行员，对有关的科学和技术学科做出贡献。此外，空间实验室计划获得了大量数据，在此基础上建立了一个内容广泛而又切合实际的数据库，它可以为未来空间系统和未来空间操作的设计提供资料。更重要的是它表明在空间还有许多有意义的工作等待着人去做。

美国宇航局航天飞行办公室

威廉·施奈德

目 录

前言	i
序言	iii
一、空间实验室的挑战	1
二、第一个航天站	18
三、“我们可以修理任何东西”	53
四、交会和维修	74
五、第一次载人飞行	94
六、不载人的航天站	117
七、第二次载人飞行	126
八、地面和空间的合作	141
九、第三次载人飞行	149
十、空间实验室的遗产	166
空间实验室飞行一览表	182

一、空间实验室的挑战

空间实验室是美国的第一个航天站，其意义是深远的。

空间实验室是一个沿轨道飞行的科研基地和科学实验室，其结构非常复杂但很完美，九名经过严格训练的航天飞行员曾分三批轮流在其舒适的环境里生活和工作过。空间实验室计划的规模是史无前例的，它涉及到许多科学领域，提供了大量有关宇宙和生命的有价值的资料。

空间实验室计划是一项综合性的科学试验计划，它揭示了许多人们迄今尚不了解的一些科学知识，如人经受长期失重的能力，动物对空间环境的适应能力以及生命现象本身等。

空间实验室对地球壳体、海洋、波涛汹涌的海面之下生长的生物、山脉、郁郁葱葱的森林、干旱无水的沙漠、庄稼、天气以及人造环境方面的变化都做了大量的研究。

空间实验室对巨大的恒星——太阳做了大量探索性的研究，其研究的深度和广度是空前的，并取得了辉煌的成果。

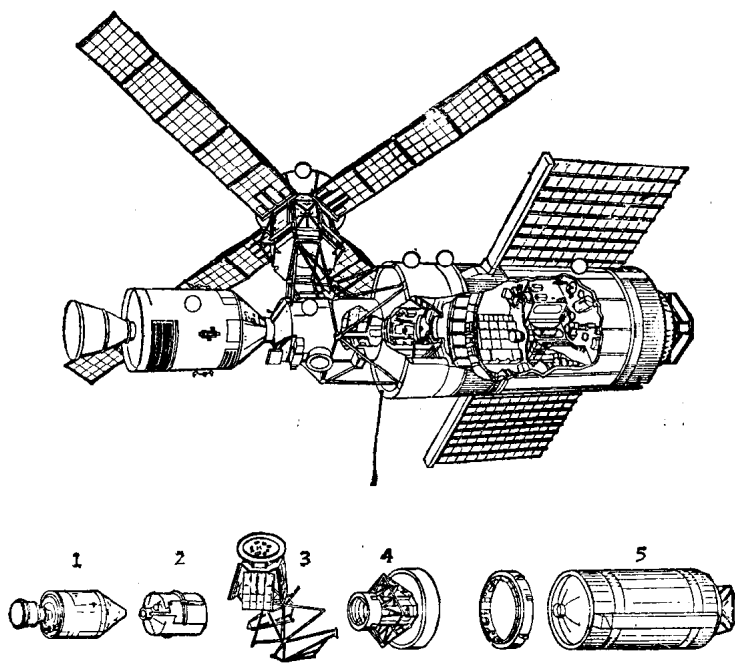
空间实验室对宇宙进行了直接的研究，取得了彗星、流星、行星和恒星的第一手资料。

空间实验室中有一个工场，航天飞行员在那里生产了一些合金，生长了完美的晶体，并学会了在空间工作的本领。

共有二十八个国家的科学家参加了空间实验室的研究工作，这就要求世界的科学团体进行高度的合作。当空间实验室在轨道上飞行的时候，它的航天飞行员进行有关的科学观测和测量，或进行各种实验，与此同时，科学家、工程师、

技术人员在地面上进行观测、记录、整理和分析数据以及其它工作。在他们的工作完成之后，他们把从天上和地上获得的数据进行比较，找出它们之间的关系，因此能够大大提高科学家在地球上进行观测的精度和预测各种现象的能力。

空间实验室的飞行是激动人心的，在历时将近半年的三次载人飞行中，充满了一系列的戏剧性的事件。空间实验室



这张图显示了空间实验室的太阳翼和五个主要组成部分：轨道工场、气闸舱、对接接合器、太阳观测台和指令服务舱。阿波罗指令服务舱是负责后勤保障工作的飞行器，它与对接接合器前端相对接；对接接合器提供对接的接口，有许多实验将在对接接合器的内部完成；气闸舱把对接接合器和轨道工场连接起来；轨道工场是航天飞行员的生活和工作的地方；太阳观测台安装在对接接合器上面的结构上。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. 指令服务舱； | 2. 对接接合器； | 3. 太阳观测台； |
| 4. 气闸舱； | 5. 轨道工场 | |

的飞行成功地证明了人完全可以征服人造设备，完全可以排除意外的故障，可以征服挑衅性的恶劣环境。这些成功也可以说是打破了旧传统观念的胜利。

空间实验室飞行是对人在恶劣的环境里分析问题、解决问题和创造性维修能力的一次严重考验。

空间实验室设计新颖，富有独创性，它大量采用了为其它计划研制的设备，并针对其在空间长期漂泊旅行的特点进行了相应的改进。同时，为了满足其特殊任务的要求，又专门增添了一些供特殊任务使用的新项目。

空间实验室计划是一个创举，参加计划的人们向由于设备失常而出现的巨大障碍宣战，并征服了它们。不论面临什么危险，人们都不退缩，都不向困难低头，也正是由于有这种顽强的决心，人们才赢得了最终的胜利。

空间实验室的成功证明了许多事情，其中最重要的是，证明了人不仅能在失重条件下支持很长的时间，而且能够在空间环境中有效地生活和工作，并为天空实验室计划提供了大量的科学数据，这些数据需要科学家们分析许多年。

美国的第一个航天站

五个主要部分组合在一起形成了航天站，人们通常把它称为空间实验室。这五个部分中最大的是轨道工场，它拥有航天员的生活区和工作区，并设有大型实验室。

气闸舱与轨道工场的前端连接，它使航天飞行员能够走出空间实验室进行船外活动；对接接合器与气闸舱前端相连接，提供与阿波罗指令服务舱对接的接口。

阿波罗望远镜装置是第一个为从地球轨道上对太阳进行研究而设计的载人天文观测台。

五个组件的总重量为一百吨，其体积相当于三间卧室的

小住宅那么大（大约有三百一十立方米），最大的使用空间是在轨道工场内，航天飞行员在那里生活和工作。



这是描绘轨道工场中航天飞行员的生活区和工作区详细情况的一幅剖视图。

空间实验室的飞行计划

空间实验室计划共有四次发射活动，第一次是发射无人的空间实验室，后三次均为发射载人的阿波罗指令服务舱，与空间实验室进行对接飞行。最初，三次载人飞行的时间分别定

为二十八天，五十六天和五十六天，可是后来第二组和第三组航天飞行员在空间实验室中停留的时间都超过了原来的计划，这大大提高了计划的科学价值。

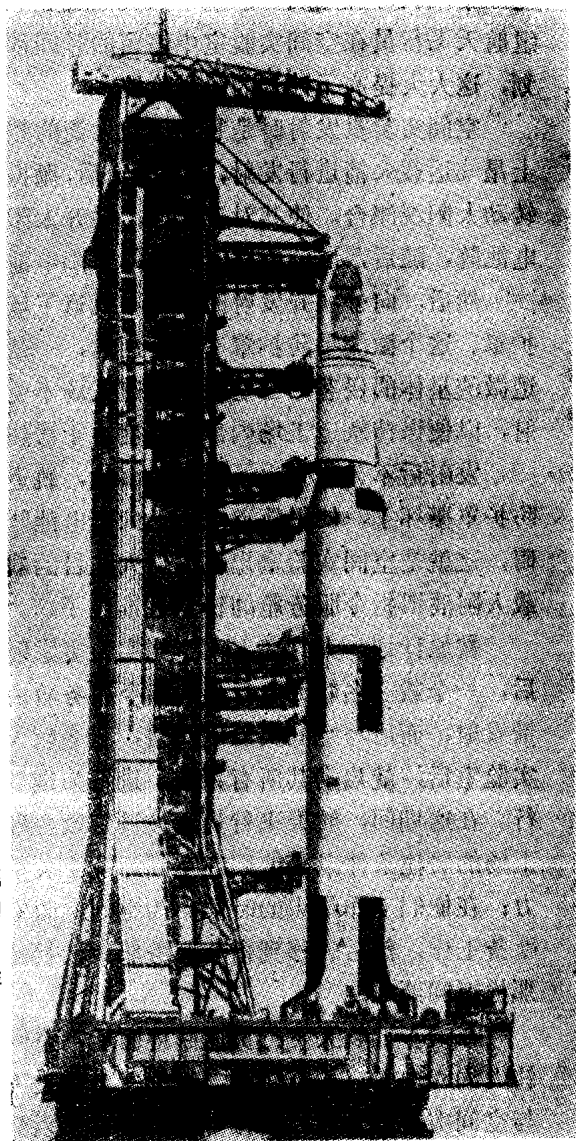
空间实验室发射时是装在运载火箭的整流罩内，用两级土星-5运载火箭进行发射，进入轨道后，抛掉整流罩，接着就转动太阳观测台，使其对准太阳，展开太阳观测台上的太阳能电池阵，随后，展开轨道工场上的太阳能电池阵。

然后，向外展开发射时紧贴在轨道工场周围的微流星防护罩。这个微流星防护罩有两个用途，一是保护轨道工场免遭微流星体的侵袭；二是保护轨道工场不受强烈的太阳光照射，以便保持轨道工场内部的温度适于居住。

发射后不久，发生了意外的事故，轨道工场上的微流星防护罩撕坏了，使得轨道工场上太阳能电池阵的展开受到阻碍，这就是空间实验室出现的引人注目的戏剧性事件，发射载人阿波罗指令服务舱的计划被推迟了。

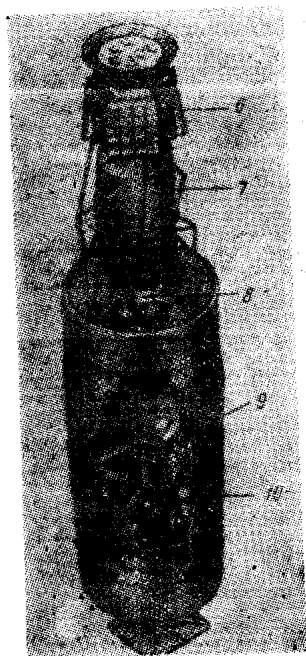
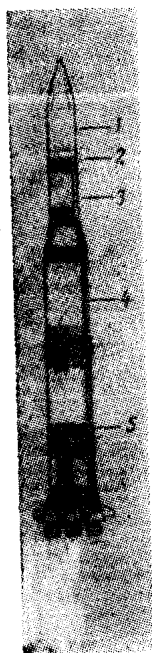
按原计划，大约在无人空间实验室发射二十四小时之后，一个载三名航天飞行员的指令服务舱由土星-1B运载火箭发射，而后与空间实验室对接，三名航天飞行员进入空间实验室后，就启动其所有系统，进行为期二十八天的载人飞行。在这期间，航天飞行员就按计划做各种实验，鉴定轨道工场的居住条件以及他们在空间环境中长期生活和工作的能力；在他们工作结束的时候，为空间实验室的无人操作做好准备工作，然后转移到指令服务舱中，就象当年阿波罗飞行那样返回地球。

在第一批航天飞行员返回地面后，空间实验室将在天空转大约六十天，接着将第二组的三名航天飞行员送入轨道，与空间实验室交会、对接。在为期五十六天的航天活动中，他们将着重进行对太阳的天文观测和地球资源勘察工作。



这是竖立在肯尼迪空间中心39号发射场内A台上的土星-5运载火箭和空间实验室。

在第二组航天飞行员返回后大约三十天左右，开始第三次载人飞行。第三组航天飞行员将在空间实验室中进行许多新的科学实验，并进一步获取航天飞行员对空间的适应能力和在空间的工作能力的资料。



发射时，空间实验室装在土星-5上方的气动力整流罩中。

- | | |
|-------------------------------|-------------------|
| 1. 有效载荷整流罩； | 6. 太阳观测台； |
| 2. 仪器舱； | 7. 对接连接器； |
| 3. 轨道工场（由土星-5的第三级火箭S-4B改装而成）； | 8. 气闸舱； |
| 4. 土星-5运载火箭第二级S-2； | 9. 轨道工场的上部隔舱； |
| 5. 土星-5运载火箭第一级S-1C； | 10. 轨道工场的航天飞行员生活区 |



这张飞行顺序图表明空间实验室怎样发射和在空间如何展开。

1. 从三十九号发射场A台上进行空间实验室计划的第一次发射；2. 运载火箭S-1C级分离；3. 推进到435公里的高度，进入圆形轨道；4. 运载火箭S-2级分离；5. 调转空间实验室的方向（掉头），然后调整到当地水平方向，抛掉有效载荷整流罩；6. 展开阿波罗望远镜装置；7. 调整到太阳惯性姿态；8. 展开阿波罗望远镜装置上的太阳能电池阵，启动阿波罗望远镜装置的定向控制系统；9. 展开轨道工场上的太阳能电池阵；10. 进行空间实验室计划的第二次发射；11. 土星-1B运载火箭第一级S-1B分离；12. 土星-1B运载火箭第二级S-4B将阿波罗指令服务舱推进到近地点为150公里，远地点为222公里的轨道上；13. 指令服务舱与土星-1B运载火箭S-4B级分离；14. 为了和指令服务舱交会，将空间实验室Z轴调整到当地垂直方向；15. 指令服务舱作交会机动飞行，进入435公里高的轨道上；16. 调整到太阳惯性姿态，和指令服务舱对接，启动轨道工场进行实验；17. 把Z轴调整到当地垂直方向，进行地球资源勘察实验；18. 调整到太阳惯性姿态；完成28天的航天飞行；19. 为轨道工场做好在轨道上空转的准备工作；航天飞行员转移到指令服务舱；20. 指令服务舱与空间实验室分离；21. 空间实验室在轨道上空转，等待第二组航天飞行员到来；22. 指令服务舱离开轨道；23. 指令舱和服务舱分离；24. 指令舱重返大气层；25. 指令舱溅落在太平洋里；26. 在起飞6小时后，控制运载火箭的S-4B级重返大气层减落在太平洋里

空间实验室计划的目的

空间实验室预计将进入地球上空四百三十五公里的轨道，在这个轨道上，航天飞行员将进行四个主要领域的科学观测和实验。

为了鉴定人在空间失重条件下的生理反应和工作能力，以及飞行结束重返地球后，人对地球的再适应能力，空间实验室计划精心设计和安排了一系列生物医学和行为特性实验，为了确定飞行持续时间增长的安全增量，按计划飞行时间将逐渐增长。

某些新增加的实验和工作项目是用来研究人-机关系的，这些研究的目的是发展和鉴定利用人进行传感器操作、数据筛选和鉴定、手工控制、维修、安装和装配的技术，以及鉴定用人完成各种操作的灵活性。

空间实验室各个系统将进行长期的连续运转，以便检验提高系统寿命、确保长期运转和保持各个系统在整个飞行中有良好控制的技术。

最终将进行一系列有关太阳天文学、地球资源、科学、技术和应用的实验。凡是人能使数据质量提高或数量增加的实验，人都参加了工作。

科学计划

从科学角度来说，空间实验室计划是一个划时代的开端，它首次从近地空间对宇宙进行了长时间的探索，它向内观测了地球，向外观测了太阳，而且对宇宙进行了研究。

可以把空间实验室比拟成地球上的一个小而复杂的科研单位，它拥有的设备与地球上的广播电台、电视台，物理学、生物学和生产实验室，照像馆以及装备精良的天文观测