

# 海洋遥感

(译文集)



国家海洋局第二海洋研究所

# 海 洋 遥 感

译 文 集

---

**编辑** 国家海洋局第二海洋研究所海洋物理研究室  
**出版** 国家海洋局第二海洋研究所情报资料室  
**印刷** 杭州无线电工业学校印刷厂  
**发行** 国家海洋局第二海洋研究所情报资料室

一九七九年四月出版

---

**内部发行**

# 前 言

遥感技术是近十年来迅速发展起来的一门新兴学科，它是现代空间技术的重要组成部分。

由于遥感技术具有观测面积大、速度快、效率高、资料连续及同步性好等许多特点，所以深受国内外科学工作者的重视。目前，各种遥感方法的传感器系统及其信息的增强处理、解释技术，已引用到军事侦察、矿产勘探、资源调查、地形测绘、环境监察、气象观测、森林防火、自然灾害探测、农作物估产等部门。然而，遥感技术在海洋资源开发利用及海洋科学研究等方面的应用，至今还是一个薄弱环节。为了促进我国海洋遥感事业的迅速发展，我们选译了国外开展海洋遥感基础性研究工作的一些文章，以与国内从事海洋遥感研究的工作者互通情报，共同为促进我国海洋事业的迅猛发展而添砖加瓦！

由于我们水平很低，译文中错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1978年11月

# 目 录

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 前言.....                       | ( 1 )  |
| 今后十年的卫星遥感.....                | ( 1 )  |
| 海洋可见光遥感.....                  | ( 17 ) |
| 海洋水体和复盖在海洋上大气的可见光谱辐射率的测量..... | ( 38 ) |
| 计算水深、衰减系数及底反射率特性的方法.....      | ( 51 ) |
| 天然水光谱响应的现场测量.....             | ( 64 ) |
| 用地球资源技术卫星图象遥感海流.....          | ( 69 ) |
| 通过照片分析进行水质测定.....             | ( 75 ) |
| 含有悬浮沉物水的光谱反射率.....            | ( 84 ) |
| 红外光遥感——海面水温.....              | ( 91 ) |

# 今后十年的卫星遥感

F. J. 多伊尔

乐华福译自“摄影测量工程和遥感”1978年第四卷第二期 许陈忠校

大地卫星C和D, 海洋卫星A、航天飞机、欧洲空间实验室以及同步地球观测卫星或许都能提供未来的遥感能力。

## 文 摘

1978年, 美国国家宇航局(NASA)将发射大地卫星C, 海洋卫星A和热容量测绘飞行器(HCMM)。大地卫星D约于1981年发射, 国家宇航局计划载运一部有七个光谱波段的主题制图仪(TM), 或许还会再载一部多光谱扫描仪(MSS)。美国地质勘探局已提出了一种三个波段的线性阵列传感器。大象幅的制图相机作为货舱有效负荷将被载运在航天飞机上, 作为乘员室的有效负荷将被载运在欧洲空间实验室上, 并且它也将作为由航天飞机发射和伺服的无人空间飞船的有效负荷。地球同步实时观测系统可指望在二十世纪八十年代中期发射。

## 引 言

1948年, 美国天文物理学家弗雷德·霍伊尔曾写过这样一段话:

“一旦有了一张从地球外部拍摄的地球象片——一旦完全离开地球到空间成了常事——人们就将得出一个新的概念, 这个新概念将有如历史上任何一个新的概念那样的强有力。”

1968年12月下旬, 阿波罗8号的乘员在历史上首次担当了环绕月球飞行的使命、并正好取得这种象片。宇航员吉姆·洛弗尔用无线电发回:

“从这里看, 地球象是一个兰绿色的圣诞树的装饰物。”

在弗雷德·霍伊尔惊人应验的预言中，那次飞行和那些相片永远改变了在地球上的人类关心他们住所的方式。我们开始意识到，正如吉姆·洛弗尔所说的那样：

“地球是黑暗的无边无际的太空中一个巨大绿洲”。

我们对地球和海洋的卫生和福利产生了一种新的热切的关注。我们懂得，环境问题是无法限制在国界之内的。以六十年代后期和七十年代初期为代表的对环境问题的密切关注，在近几年中，因为能源危机而受到冲击，我们认为，这是一个全球性的问题，但我们也认为，由空间飞船进行有效的遥感，这可能是一种获得信息的最有希望的途径，如果不过分强调环境问题重要性的话，那么这种信息是能帮助我们缓和能源危机的。从由水星8号飞行器上的手提式相机自太空中得到第一张地球象片以来，至今已不止十五年了。同时，专门为地球观测设计的第一艘宇宙飞船也已经运行了五年之久。因而，空间遥感已经成年，我们应准备开始卫星系统的第二代。

## 大地卫星1号和2号

从1972年7月起，大地卫星1号以919公里的高度和99°的倾角一直绕着地球作轨道运行。这种太阳同步轨道在连续的几天中提供相邻幅面的复盖。类似的大地卫星2号已于1975年1月射入到同样的轨道。这些卫星的特性和由卫星传感器产生的资料与象片至今已众所周知，在这里，只不过作为今后系统的出发点概述一下：

每艘这样的宇宙飞船都运载三部反束光导电视摄像机（RBV），它们在475~575毫微米，580~680毫微米，690~830毫微米三个光谱波段中拍摄185×185（平方公里）面积的景物，有效地面象元约80（平方米）大小。

多光谱扫描仪（MSS）在500~600毫微米，600~700毫微米，700~800毫微米800~1100毫微米四个光谱波段复盖同样是185公里的幅宽，象元大小为79（平方米），它相当于象片的地面分辨率约200米。

当卫星位于地面站的接收范围内时，检测器讯号被采样，数字化，并发射到接收站。到1978年初，接收站将工作在：

阿拉斯加的费尔班克斯

加利福尼亚的戈德斯通

马里兰的格林贝尔特

布拉齐尔的库亚巴

萨斯喀彻温的普里恩斯·阿尔贝特

纽芬兰的圣约翰

意大利的福齐诺

伊朗的德黑兰

这些地面站具有每秒15亿比特的数据接收速率，为了应付偶然提出的任务，正在磋商成立另外一些地面接收站。对那些不在地面接收范围的区域，卫星装有贮存象片数据的磁带记录器，直到下次通过接收站时再发射。

这二艘宇宙飞船已记录了450,000幅以上的图象，给出了全世界陆地区域的近于完整的复盖，而且许多区域有重叠的复盖。这种复盖大多数是由MSS得到的，只有很少一部分是使用RBV获得的。目前（1977年9月），大地卫星1号上的二部磁带记录器和2号上的一部记录器都已停止工作，而且，大地卫星1号上MSS的第4波段也已停止工作。

广泛的试验已证实了大地卫星资料可用于小比例尺制图，土地利用分类，地质研究以及已得到证实的通过模拟和数字技术用多光谱进行判读地形特点的其它应用。

## 1978年的系统

大地卫星系列将由于1978年春大地卫星C的发射而继续下去（已于今年3月5日发射——译者注）。它的轨道与大地卫星1号和2号的轨道相同。然而，将对成象的传感器进行改进。MSS将继续提供可见和近红外光谱范围的具有79米象元的四个光谱波段。在热红外范围，将加上第五个波段（10.4~12.6微米），这个波段的象元大小是240米。大地卫星C的反束光导电视相机（RBV）提供全色地球象片，这种象片与大地卫星1号和2号相比，它的地面分辨率通常改进了两倍，将用两部RBV而不用三部，且透镜焦距增至236毫米，这将提供一个约40（平方米）的有效象元面积。使这两部相机对准以观测相邻的98×98（平方公里）的两幅地面景物，旁向重迭13公里（图1）。这样一对景物正常复盖183×183（平方公里）

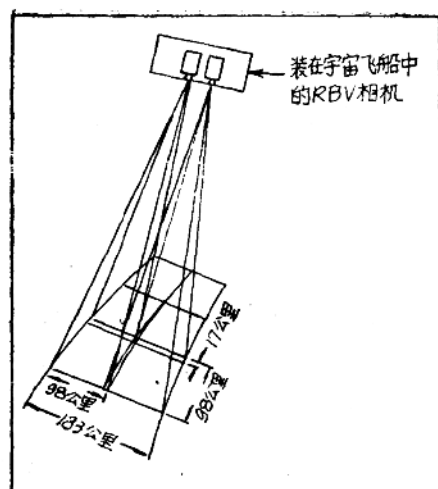


图1 大地卫星C上的反束光导电视相机。安排二部相机来复盖有部分重叠的 $98 \times 98$ （平方公里）的面积，这样，二对景物将复盖与一部多光谱扫描仪扫描的景物相同的面积。

面积，而二对连续的景物则与MSS的每帧象片幅面重合。美国国家宇航局计划主要由大地卫星C产生数字磁带，处理成象片和分配给使用者的工作将由在达科他南部的苏福尔斯美国地质勘探局地球资源观测卫星数据中心来完成。利用一台计算机控制的激光束记录仪，象片处理能完全数字化。标准对比度增强法将被应用到所有的大地卫星象片。地球资源观测卫星数据中心也将对那些希望自己处理的用户提供计算机兼容的磁带。

1978年春还计划发射海洋卫星A'（已于今年6月26日发射—译者注）这颗全天候昼夜卫星主要是为海洋动力观测而设计的，海洋卫星以近极轨道约800公里的高度运行，它将载运五台仪器：一台雷达高度计，一台五通道微波辐射仪，一台微波散射仪，一台可见光红外被动辐射仪，以及一台L波带合成孔径图象雷达（图2）。这种雷达将复盖100（平方公里）

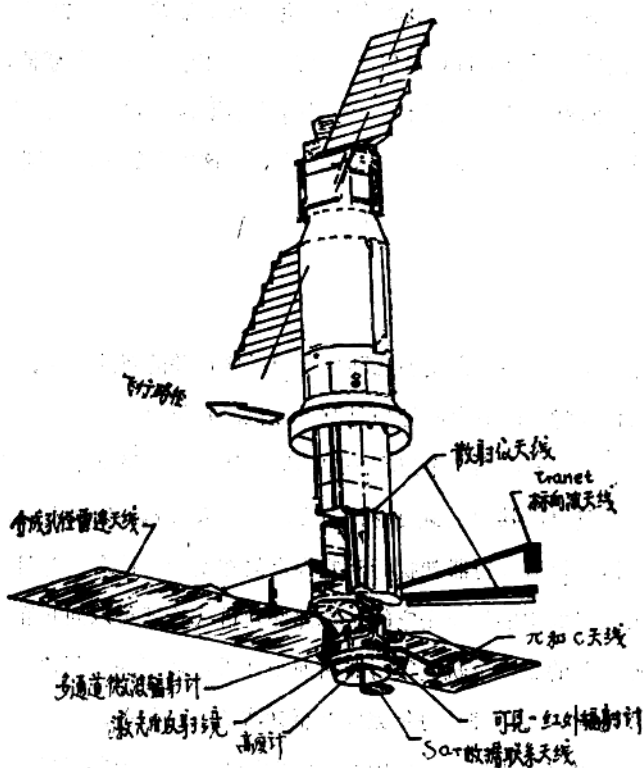


图2 海洋卫星宇宙飞船。太阳阵列板将对五台仪器提供电源，其中最大的一台是L波带合成孔径雷达。

的象幅面积，有约25米的分辨力。它主要是为海况和海冰观测而设计的，但是，地质学家也希望得到有用的陆地区域的复盖。由于宇宙飞船上没有磁带记录仪，因而，只有当宇宙飞船在接收站接收范围内时才能够记录雷达资料。设在阿拉斯加的费尔班克斯，加利福尼亚的戈德斯通以及佛罗里达的梅里达岛的美国接收站，（除夏威夷群岛之外），可以提供美国的全部复盖。加拿大正在纽芬兰的舒卡弗设置一个地面站，同时，为在英格兰的奥克汉格和在加那利群岛各设一个可能的地面站，正在与欧洲空间局商议之中。目前，美国国家宇航局在杰特推进实验室每天仅可能处理十分钟的雷达资料。国外的地面站可能安装他们自己的信息处理机。

美国国家宇航局有许多称为应用开发飞行器的小计划。这些小型轻量的、较为廉价的有

效负荷通过侦察火箭发射：介入轨道精度和姿态稳定性都勉强够格。1978年初期计划的这种小计划之一是热容量测绘飞行器（H C M M）。它载运一部单通道热传感器，复盖700（平方公里）的象幅，象元面积500（平方米）。为了确定热惯性，它不仅在白天，而且也在晚上，在变热和变冷循环的峰值时，通过同一区域的上方。这些参数可以判别某些类型的岩石和土壤。

## 新的发展

最近几年，美国国家宇航局正在发展几种与空间遥感有关的新的想法。

国家宇航局现在已经肯定的最大的计划是航天飞机，它将提供至少今后二十年内国家的基本空间运输系统。航天飞机将靠二个连在一起的固体燃料火箭发动机组发射。当燃料耗尽时，火箭就被弃置并修复以供其后重新使用。随之，当航天飞机被射到轨道时，就利用大的液体燃料箱，接着，这种轨道飞行器就执行对它指定的在空间的使命，并且最终象飞机一样回到陆地。这种航天飞机的主要优点是它的基本部件轨道飞行器可以回收和重新使用。由福特总统命名为“企业号”的第一个轨道飞行器目前正在进行初期的飞行试验，据估计，最后总共将会有5个这样的飞行器，并且每年完成30至50次的飞行任务。

航天飞机的初期发射将在肯尼迪空间中心，发射场安全条件限制了最大倾角为 $57^{\circ}$ ，这就允许轨道飞行器能复盖从北纬 $57^{\circ}$ 至南纬 $57^{\circ}$ 的地球表面。到1983年，将可在西海岸的范登堡空军基地进行发射，那时候，能够获得极地轨道。取决于有效负荷和轨道倾角，就能够达到从200至1200公里高度的园形轨道。飞行期将是3天到30天。

航天飞机将以二种不同的方式工作。按照出击方式，实验仪器安装在轨道飞行器机舱内，在轨道上运行3至30天后，返回到地球。机舱长18.3米，直径4.6米，可载运的最大有效负载30,000公斤。有效负荷由一个耐压舱组 and 一系列外部扁平舱室组成，在耐压舱内，乘务人员能在切合实际的大气压中工作，在扁平舱室上能安装仪器并使仪器在开阔的空间环境中工作。

按照第二种工作方式，将用航天飞机把单个宇宙飞船载入到空间，置于合适的轨道，并根据指令为他们服务。一种远距离操纵装置（R M S），将从机舱中把有效负载取出，把它放入到它自己的轨道。其后，航天飞机能与这种自由飞行的宇宙飞船连结，并且，R M S能

回收这种卫星，把它送回到能为它服务的那个航天飞机机舱内，要不然就把它送回到地球修复。因为以载人出击方式进行的实验只能到达他们所能运行的地方，并且由于要带有独立的无人飞船而成本昂贵，所以，上述的这第二种方式对遥感来说无疑将是最有效的。在航天飞机圆满运行时，可指望它能取代一切不能回收的发射飞行器。

第二种主要的发展是跟踪和数据中继卫星系统（TDRSS）。这种系统将由二个相同的卫星组成，它们位于西经  $41^{\circ}$  和  $171^{\circ}$  的地球同步高度内。这二颗卫星将与在新墨西哥怀特桑茨的一个地面站进行通信。他们将向其它在较低高度运行的宇宙飞船发射指令数据。它们也接收来自多达20艘宇宙飞船的遥感数据，并把这些数据转播到地面站以作进一步分配。可期望这种TDRSS卫星系统在1980年工作。由于这二颗TDR宇宙飞船位置已定，所以印度洋上方将有一个被排除在外的区域，在这个区域中，别的宇宙飞船不能与TDRSS卫星系统取得通信。这个区域的范围将由宇宙飞船的高度而定。

第三种重要的发展是多项使命标准组件宇宙飞船（MMS）。这种系统有一个中心结构，能安装电源，指令和数据处理以及姿态控制的标准部件，（图3）。一旦这种宇宙飞船

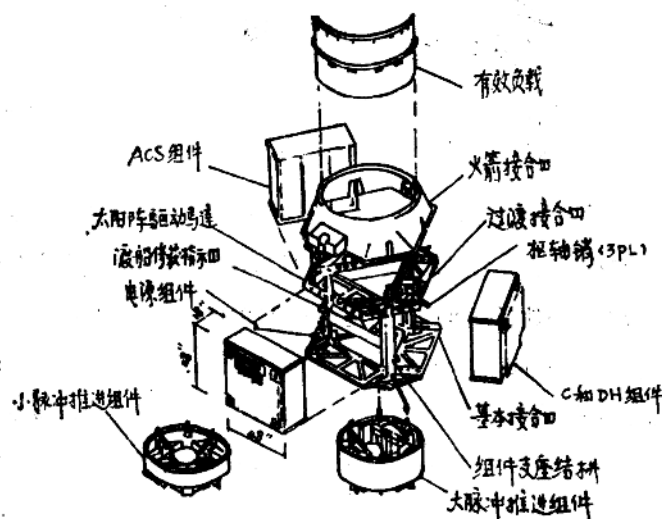


图3. 多项使命标准组件宇宙飞船可更换的标准组件将提供电源。

姿态控制，指令和数据处理。单种使命标准组件将提供推进力和有效负载。

处在轨道中，两部不同的推进标准组件就可用来改变高度。在航天飞机机舱内可对这些组件

分别维修。还有一种能供MMS与它的有效负载密接的单种使命的接合器。可根据需要加上诸如太阳板和通信天线之类的其它单种使命设备。为了能通过不能回收的发射飞行器或者航天飞机，MMS将带有飞船接合器。

最后的发展是一种叫作主题制图仪(TM)的第二代多光谱扫描仪，(图4)。这种装置是为满足另加的光谱波段和更高的空间分辨率实验的需要而设计的。正在设计这种装置以

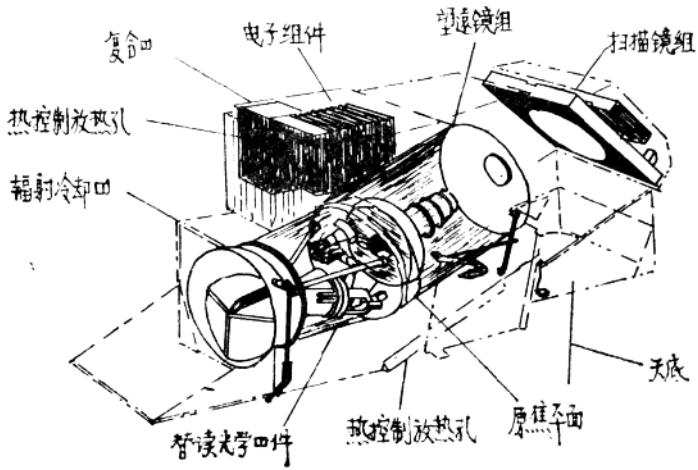


图4. 主题制图仪。这种装置将提供具有约30米象元大小的六或七个光谱波段。

提供具有30(平方米)象元面积的六至七个的光谱波段和一个具有120(平方米)象元面积的热红外光谱波段。它将复盖与大地卫星1号、2号和C相同的185(平方公里)的象幅面积。初期设计是基于705公里轨道高度的，它与德尔塔3910发射飞行器的有效负载能力一致，并且，其后通过航天飞机回收并重新发射。数据传输速率每秒约是84到150亿比特。这将取决于波段的数目和检测器通常如何采样。这种设备由一块摆动扫描反射镜，一个主成象望远镜，几块光谱波段鉴别滤色片，检测器阵列，辐射致冷器以及运转和处理电路组成。

## 大地卫星D

这几种发展集中在国家宇航局的大地卫星D计划中(图5)。根据现在的计划，1981年春，德尔塔3910不回收的发射飞行器将把MMS推送到约705公里高度的太阳同步园形轨道

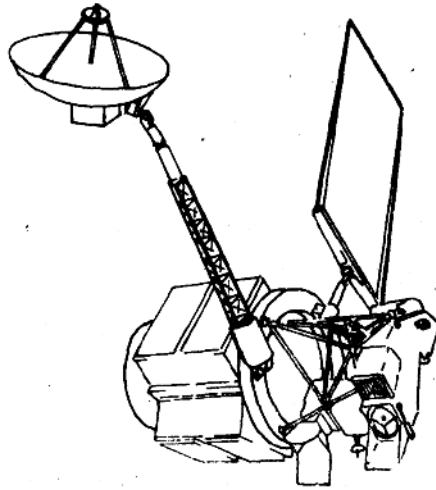


图5. 大地卫星D。多项使命标准组件宇宙飞船将载运主题绘制图仪和可能再载运大地卫星C中的多光谱扫描仪。太阳阵列将提供电源，而一部常平架固定式天线将把资料发送到跟踪数据中继卫星。

中去。主要的传感器是主题制图仪（TM）。原计划载运如大地卫星C上所配有的MSS一样的后援传感器，但这种装置的资金还未得到赞助。其它宇宙飞船组件将有一部提供能源的向上转动的太阳阵列，一台直接与数据接收站通信的宽带发射标准件，一部把资料发射到TDRSS去的可转动天线，以及正由国防部研制的以提供精确位置和高度记录的全球定位系统（GPS）。从TDRSS发来的资料将被传送到新墨西哥接收站，并且从那里通过国内通信卫星（DOMSAT）把资料转送到地面数据处理和传播中心。

如果大地卫星D证明是成功的，国家宇航局的计划就是约于1983年使用航天飞机，它作为大地卫星E发射的后援宇宙飞船，而且，将回收和维修大地卫星D，随后这二颗宇宙飞船将在轨道上交替运行，作为一种业务性的地球观测系统。

在大地卫星D的计划中，并不是每件事都很称心的。很明显的第一件事就是继续需要载运MSS，以使用户能够获得他们惯于处理的资料。从主题制图仪得来的巨大资料速度将需要对现有的接收站进行改革，而改革每个接收站则需几亿美元的费用。即使这样，每天平均也只能处理50幅的景物，而所予期的数字处理系统，每帧象片约要1000美元的成本。美国通用计算办公室估计，目前计划的大地卫星D将耗费大约300亿美元，还不包括地面站的改革

和资料处理在内。705 公里的高度将会减少约25 %的地面接收站的作用视野面积，更重要的是，将破坏了资料的连续性。相邻象幅之间间隔不是一天而是增加到7至9天。然而，还有在715公里高度附近别的轨道，它将使相邻象幅的时间减少到2天，无疑最终将会选择这样的一种轨道。

作为大地卫星D的一种替代，美国地质调查局透露了一种以多光谱线性阵列（MLA）为基础的三个光谱波段的传感器系统。在兰绿光和近红外的二个光谱波段所具有的分辨力可与现时大地卫星MSS的分辨力相一致，而绿红光的第三个光谱波段具有的分辨力比得上主题制图IV的分辨力。它的轨道参数，作用面积以及资料速度完全与大地卫星1号、2号和C一致。

美国科学和技术对策办公室已指定了一个委员会来评价影响选择宇宙飞船、传感器，轨道以及仿照大地卫星C系统的数据处理的所有因素。

## 立体卫星

地质学家和别的地学家不断需要具有立体感的象片，因为，这种象片可使他们能判读和测定地形的起伏、坡度、走向和倾斜。为了满足这种需要，喷气推进实验室已提出了一个称作立体卫星的概念。这种传感器系统由二组600毫米焦距成45°或60°立体角的远距离照相透镜组成。图象被聚焦在1872象元的线性阵列上。选择577公里的太阳同步圆形轨道以给出31公里的幅宽和 $19.3 \times 16.6$ （平方米）的象元面积。这个系统是作为应用探险者宇宙飞船提出来的。然而，这种宇宙飞船只有有限的姿态控制，而没有定位能力。这样，在地面消除畸变的处理中，因缺乏足够的信息而产生图象畸变。这二种传感器阵列的资料速率会超过现行磁带记录仪的能力，因此，提出了在飞船上的资料压缩的问题，由于AEM飞船的限制，由航天飞机发射和服务的MMS被考虑作为一种替代。然而，如果真的做这种改变的话，那么整个传感器箱就应当重新考虑以利用MMS优良的支持能力。当时（1977年9月），立体卫星还只是一种没有批准和投资的计划。

## 初期航天飞机的飞行

第一批六次航天飞机飞行称作轨道飞行器飞行试验（OFT）。这些飞行试验主要是设

计来试验那些宇宙飞船系统的，但是，它们也提供了试验有效负荷的初期机会。为国家宇航局应用办公室设计了OFT—1和OFT—2（以后改为OFT—6）以研制这种有效负荷。OFT—2是携带一个仪器货盘，而OFT—6是试验独立的宇宙飞船发射和回收机械装置。对这二次飞行，科学团体发了机会通报并提出了100份以上的建议。

最后对OFT—2选择的有效负载，它包括如下的试验：

MAPS—由空间进行大气污染测定；

工作在热红外波段的气体滤色片相关的传感器测定对流层中的一氧化碳层。

SMIRR—航天飞机多光谱红外辐射仪；

十个通道近红外非成像辐射仪测定沿着地面行程的100米狭条的反射率。

OCE—海洋水色试验

十个通道可见光谱扫描辐射仪提供鉴别海洋生物生产力的低分辨率数字象片。

NOSL—夜间闪电的光学探测；

一部16毫米的坚固的电影照相机，带有作研究闪电与各种强风暴之间的关系用的光电池闪电检测器。

AWSO—全天候表面观测器；

海洋卫星L波段合成孔径雷达的改进，以50°的倾角来记录地形。

OFT—2 预定于1979年7月发射，但这里应当着重指出，可容许的有效负载重量将减少，因而，必须删弃一些已经批准了的试验项目。飞行任务可能要推迟6个月或更长的时间。

现在（1977年9月），对OFT—6的最后有效负载选择还没有进行。目前，预定在1980年3月发射。主要的候选卫星是多种使命标准组件宇宙飞船（MMS）以及地球同步4号通信卫星。这种选择可能将取决于该系统能否及时研制好。

## 大象幅照相机

早在1967年，国家科学院就推荐大象幅制图相机（LFC）是一种十分有用的空间有效负载。有几次机会提出过这种装置，但由于各种原因，此种相机从未被批准。

然而，现在国家宇航局象资助航天飞机这种有效负载一样，正在资助这种大象幅相机的

研制。这种相机的焦距为30厘米，胶片幅面为 $23 \times 46$ （平方厘米），软片盒容量至少有1200幅。从300公里的轨道高度，每一象幅复盖 $225 \times 450$ （平方公里）的地面面积，象片比例尺 $1:1,000,000$ ，而地面分辨率约15米。通过使大象幅照相机（LFC）以百分之八十的正向重迭和在飞行方向取幅面长边的方式工作，有可能选择各种幅面组合来得到0.3至1.2的基本象片长宽比。

LFC至今尚未被指定作特定的航天飞机飞行，而且最初的飞行必然是作为货舱中的一种货盘有效负载（图6和图7）。当空间飞船处于地球观测方式并且飞行条件适合时，都能

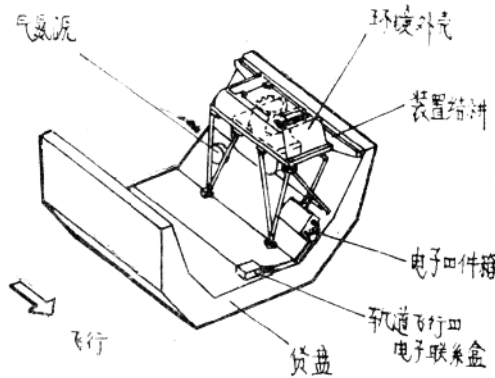


图6. 在货盘上的大象幅照相机。该相机将被安装在可与宇宙飞船系统连结的货盘上的一个围绕的容器中。

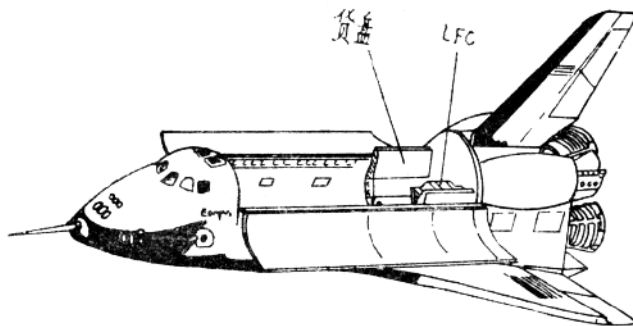


图7. 宇宙飞船中的大象幅相机。携带相机的货盘可以安装在提供适当地球观测时间的任何宇宙飞船出击飞行器上。

获得象片。这些早期的出动飞行将主要被设计用来获得美国的地面复盖的。300公里的轨道