

科技情报研究专题系列文集

国外卫星技术及应用

STATUS AND TENDENCY OF SATELLITE
TECHNOLOGY AND SATELLITE APPLICATION

现状与趋势



宇航出版社

《科技情报研究专题》系列文集

国外卫星技术及应用现状与趋势

中国航天工业总公司科技局组织编写

主 编	林华宝				
编 委	张照炎	李双庆	王景泉	廖春发	仲崇斌
	刘恒振	卢 波	田玉龙	李天春	孟艳冬
编 辑	卢 波	宋 智			

宇航出版社

内 容 简 介

本书为《科技情报研究专题》系列文集的第五分册,收录了近年来有关国外卫星技术及应用方面的优秀研究论文 15 篇,图约 50 幅。本书较全面地阐述了国外卫星技术及应用理论和经验,反映了国外的发展现状和趋势。主要内容包括:资源与环境监视卫星、通信广播卫星、军用卫星体系和天基信息网、载人航天及深空探测等。

本书不仅是从事卫星技术及应用研究的技术人员、管理人员的参考用书,也对高校的科研教学有借鉴作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

航天科技情报研究专题系列文集/林华宝编著.-北京:宇航出版社,1998.10
ISBN 7-80144-212-1

I. 科… II. 林… III. 国防工业-科技情报-研究-国外-文集 IV. TJ-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 28492 号

宇航出版社出版发行

北京市和平里滨河路 1 号 (100013)

发行部地址:北京阜成路 8 号 (100830)

北京航信印刷厂印刷

新华书店经销

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.875 字数: 341 千字

印数: 1-1500 册 定价: 50.00 元

序

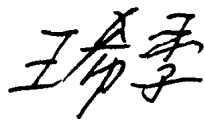
航天技术是探索、研究、认识和开发利用太空及地球以外天体及其资源的综合性技术，又称空间技术。航天技术综合很多的科学学科，应用了20世纪许多高新技术的成果，形成了自己的体系。经过四十年来的发展，航天技术已经广泛应用到科学研究、军事活动和国民经济的众多部门，产生了重大而深远的影响。截至1997年底，全世界已成功发射了4980个航天器，有60多个国家参与研制和发射航天器，170个国家和地区开发和应用航天技术，在一些主要航天国家，经过多年巨额投资和大力发展，已经形成了庞大的航天技术产业。航天技术已成为当代高新技术群中的一个重要组成部分，是一个国家科学技术、国防建设、国民经济现代化水平的重要标志之一。

发展航天技术，开发空间资源能够不断地促进国民经济建设和社会进步，具有显著经济效益和社会效益。当今信息化社会的迅猛发展在相当程度上得益于航天技术的支持。在国防建设方面，航天技术加速了军事现代化的进程，各种军用卫星的发展，使军事侦察、通信、测绘、导航定位、预警、监视和气象预报等能力和水平空前提高，在军事指挥及作战中起着重要作用。

我国航天技术经过三十多年的发展，已建成比较配套的航天工程系统，具有相当的规模和水平，取得举世瞩目的成就，在促进经济发展、带动科技进步、增强国防实力、提高我国国际地位等方面正在发挥愈来愈大的作用。

《国外卫星技术与应用》一书汇集了近年国外通信、遥感、军事侦察、载人航天、空间探测以及小卫星等各类航天器发展状况的最新情报研究成果，阐述了空间技术在国民经济各领域的应用及作用，如通信广播、军事侦察、遥感与减灾防灾等。本世纪末、下世纪初将进入空间技术迅速发展的新时期，该文集从卫星发展的战略目标、发展策略、应用及关键技术等多方面论述卫星技术的未来发展趋势，为我们了解世界航天的发展提供了一个窗口。本书可为有关的各级领导、科技人员提供有益的借鉴和参考，也可供大专院校师生和广大航天爱好者阅读。

中科院院士



目 录

资源与环境监视卫星

- 返回式卫星近十年来的发展 林华宝 (1)
- 提高资源与环境的卫星观测能力, 促进国家经济可持续发展 原 野 王 臻 (22)
- 卫星减灾防灾应用分析及其发展研究 卢 波 朋吉碧 (31)

通信广播卫星

- 世界通信卫星的发展 张照炎 (49)
- 通信广播卫星产业化将有力推动知识经济发展的进程 王景泉 (61)
- 亚太地区卫星通信市场展望 廖春发 (77)
- 全球卫星数字电视与数字音频广播的最新发展态势 廖春发 余盈帆 (88)
- 天基信息网的空间通道——跟踪与数据中继卫星 山 中 郑 刚 (97)

军用卫星体系和天基信息网

- 发展军用卫星体系, 建设天基信息网 王景泉 梁 巍 (110)
- 成像侦察卫星——国防建设的千里眼 原 野 王 臻 (127)
- 发展电子侦察卫星, 提高纵深侦察能力 山 中 卢 波 (136)
- 发展现代小卫星是“快、好、省”建造天基信息网的重要途径 ... 王景泉 雷庆一 (151)

载人航天、深空探测及其他

- 21 世纪将是利用载人航天加快空间资源开发的新世纪 王景泉 田 莉 (175)
- 发展深空探测, 揭示宇宙奥秘, 拓展人类生存空间 卢 波 李 杰 (190)
- 降低航天任务成本, 提高航天产业投资效益
- 美航宇局航天器合同管理调查情况分析 宋 智 蔺淑英 (204)

资源与环境监视卫星

返回式卫星近十年来的发展

林 华 宝

摘 要 返回式卫星是在 50 年代末为军事照相侦察目的而发展起来的。自 70 年代后期, 返回式卫星在空间微重力试验以及为将来空间站的货物运输方面有着新的广泛的用途。西欧和日本自 80 年代后半期开始开展返回式卫星的研制, 近些年来, 取得了一些进展。相当长一段时期, 世界上掌握航天器返回技术的国家只有美、俄、中三国。看来, 再过一段时间, 德、日、法有可能加入到这个行列。本文介绍了近十年来, 世界各国在研制返回式卫星方面取得的进展。

关键词 卫星 返回式卫星 微重力科学 综述

一、引 言

返回式卫星最早是美国和前苏联在 50 年代后期, 为其军事侦察目的而发展起来的一种应用卫星, 是发展历史最早、发射数量最多、可靠性比较高的一种卫星。1975 年, 我国首次发射、回收返回式卫星成功。20 多年来, 世界上只有美、俄、中三个国家掌握了航天器返回技术。

80 年代初, 可多次重复使用的航天飞机飞行成功以来, 美国终止了使用返回式卫星, 然而俄罗斯 (前苏联), 至今仍不断频繁地发射返回式卫星。

甚至在 1986 年初美国挑战者号事故之前, 空间科学工作者已深感为空间科技试验, 特别是微重力科学实验的飞行机会比较缺乏。而在挑战者号事故以后, 在西方出现了返回式卫星复苏的曙光, 特别是在西欧, 如雨后春笋般提出了一系列返回式卫星的研制方案, 但是效果并不明显。

近年来, 欧空局一再削减空间方面的预算, 调整空间计划。特别是在“赫尔墨斯”号航天飞机计划下马以后, 西欧和日本把研制返回式卫星计划放在比较重要的位置, 并取得了一些实质性进展。西欧和日本这样做一方面是掌握航天器返回技术, 为开展微重力科学试验提供飞行机会, 另一方面是发展各自独立的载人航天技术, 为在今后的国际空间站的

天地往返系统中争取一席之地。

本文主要综述近十年来国际上在研制返回式卫星方面的进展。

二、历史的简单回顾

(一) 美国

美国在 50 年代后期,开始进行试验性返回式卫星系列——发现者计划。自 1959 年 2 月到 1962 年 2 月,共发射了 38 颗;首次发射和回收成功的是 1960 年 8 月 10 日发射的“发现者 13”。其后转入秘密发射。

美国先后研制了 4 代胶片返回式普查型照相侦察卫星,代号 KH-1 (SAMOS)、KH-5、KH-7、KH-9 (大鸟) 以及 3 代详查型照相侦察卫星,代号 KH-4、KH-6 和 KH-8。

KH-9 (大鸟号) 是综合型侦察卫星,兼有普查和详查、无线电传输和胶片回收的功能,具有 4~6 个返回舱,分期分批将轨道上拍摄的胶片送回地面。KH-11 以后为传输型侦察卫星。

1966~1969 年,美国发射了 3 颗返回式生物卫星,其返回舱是在“发现者”号返回舱基础上修改而成。

(二) 前苏联

前苏联在第一艘载人飞船东方号发射成功后的第二年,即 1962 年,开始发射返回式照相侦察卫星。第一颗代号“宇宙 4”是由东方号飞船改造而成的。起飞质量 4500kg、其中返回舱为直径 2.3m 的圆球体,质量 2300kg。相机在轨道上拍摄完胶片后,相机和胶片都在返舱内返回地面。相机经维修后可重复使用。

迄今,前苏联研制成功 4 代胶片回收型照相侦察卫星。第五代(1982 年起)为传输型。从 60 年代中期至 70 年代后期,前苏联主要使用第一代(低分辨率)和第二代(第一代高分辨率)两种照相侦察卫星,每年发射量在 10 余颗左右。

从 70 年代末开始,前苏联用第三代(中分辨率)和第四代(第二代高分辨率)逐渐取代前两代照相侦察卫星。每年发射量达 24~28 颗。

90 年代,前苏联政局动荡并导致联盟解体,空间侦察活动逐年减小,但仍维持在一定的水平上。如 1993 年,发射了 3 颗第四代照相侦察卫星。有一些侦察任务,由“资源-F”卫星完成,后者在 1993 年发射了 4 颗。

三、1986 年挑战者号事件以后

(一) 前苏联(俄罗斯)

随着空间技术的发展,苏联自 1966 年开始发射“生物卫星”(一种微重力试验卫星),而后在 80 年代又研制了一系列专用于空间微重力科学试验的返回式卫星,这些卫星都编入“宇宙”系列之中。80 年代后期,由于国际形势及市场经济的发展,前苏联当局将“宇宙”系列中的部分返回式卫星公开,如“资源-F”、“光子”等,在国际航天市场上招揽生意。

1986 年的“挑战者”航天飞机事故,使西方国家的空间微重力试验陷于停顿。他们纷纷向中国和苏联提出合作的意向。由于种种原因,如中国返回式卫星搭载收费较高、服务

不尽人意,导致西方国家和苏联(俄罗斯)进行合作。例如1988年,德国INTOSPACE公司在我国FSW-1卫星上成功地进行了COSIMA I蛋白质空间生长试验,试验获得了圆满的成功。但是由于中国返回式卫星发射计划的改变,德国把即将达成协议的COSIMA I试验转向苏联。苏联为了争取到这次任务,不惜工本,只象征性地收了搭载费两万马克,而以后,每公斤搭载收费1500美元。从此以后,再加上其他原因,西欧各国的搭载任务以及返回式卫星的合作任务,都转向了俄罗斯。

“挑战者”号航天飞机事故对西方空间技术的发展产生了巨大的影响。而对苏联,非但没有影响,而且是一个受益者。

苏联的胶片返回式照相侦察卫星,在技术上是严格保密的。通过“资源-F”、“光子”等卫星在国际市场上的公开,我们可以窥见到苏联返回式卫星的一般情况。

下面对“资源-F”卫星作稍详细的介绍,而对其他型号只简单地提及。

1. “资源-F”返回式卫星

“资源-F”(Resurs-F)系列返回式卫星是前苏联中央特种设计局研制的胶片回收型、在可见光和近红外谱段的对地摄影卫星,号称是用于地球资源勘测。首次飞行是1979年9月5日。到1993年底止,共进行了62次发射。这种卫星早期被编入“宇宙”系列。随着国际形势及市场经济的发展,为了在国际航天市场招揽搭载任务,增加收益,前苏联当局在1989年将这部分卫星公开,定名为“资源”号。“资源”卫星大系列包括“资源-F”和“资源-O”两个系列,前者是返回式卫星,后者是传输型对地观察卫星,运行于650km高度的太阳同步轨道。这里只介绍“资源F”号卫星,它又包括“资源-F1”(图1)、“资源-F2”(图2)两种型号卫星。

“资源-F”卫星是在俄罗斯西北部的普列谢茨克(Plesetsk)发射基地由“联盟”运载火箭发射升空,进入高度250~410km、倾角82.2~82.8°的近地轨道,可以对地球南北纬度等于轨道倾角之间的广大地区进行资源勘察。

“资源-F”卫星结构是由东方号载人飞船演变而来,由再入舱和仪器舱组成,总重约6300kg。再入舱是直径2.3m的圆球形密封舱,重约2700kg,舱内压力保持101kPa、温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$,内装有多种摄影相机。

再入舱烧蚀防热材料的厚度在前端驻点附近为40mm,沿母线方向呈阶梯状递减。在再入过程,防热层在驻点附近烧蚀掉约5mm。卫星着陆、回收后,将烧掉的防热层刮掉,补充新的烧蚀材料,可以重复使用。以这种方式,再入舱可重复使用2~3次。同时舱内的摄影相机在飞行后也可以重复使用。再入舱的前端,设有双组元轨控发动机,用以调整星下点轨迹。

在“资源-F1”卫星的再入舱内,装有3台KFA-200型航天相机(焦距 $f=200\text{mm}$)、2台KFA-1000型航天相机(焦距 $f=1000\text{mm}$)以及1台星相机(焦距 $f=250\text{mm}$)。星相机是用于精确确定照相时刻卫星的姿态,从而确定摄影目标的地理坐标。在“资源-F2”卫星的再入舱内,装有1台MK-4型4波段相机。它的4个镜头的焦距都是300mm,各配有一组6个滤光片组成的滤光片组。相机内含有一台星相机。诸相机的性能参数列于表1中。

在卫星内安装了上述相机后,还具有一定的剩余载荷能力(空间和重量),能够在舱内容纳搭载载荷30kg,在卫星再入舱外面的背风面还可安装的附加搭载盒,可容纳15kg的搭载有效载荷。“资源-F1”采用银锌电池,可为搭载载荷提供140安培·小时(Ah)的电源

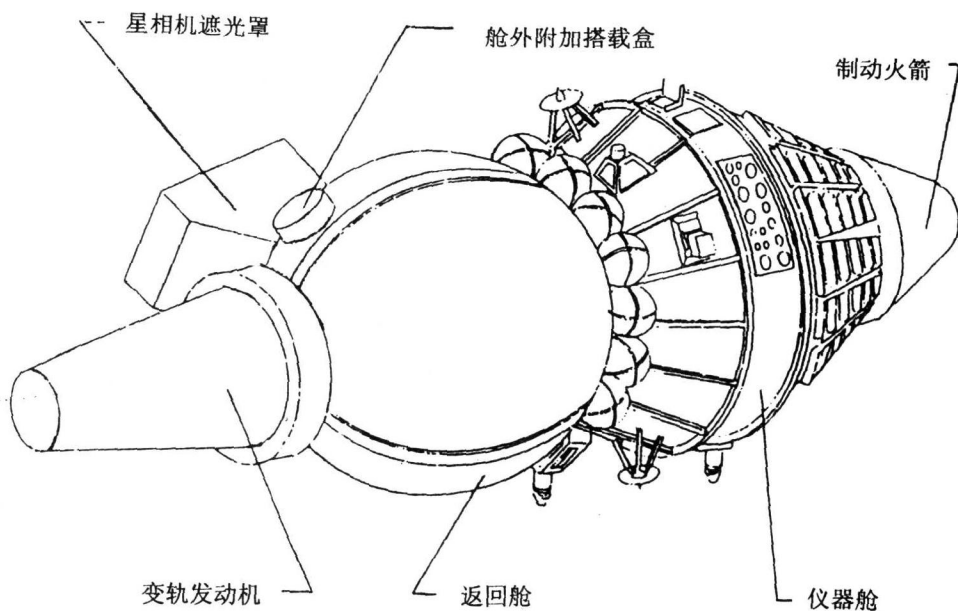


图1 “资源-F1”卫星示意图

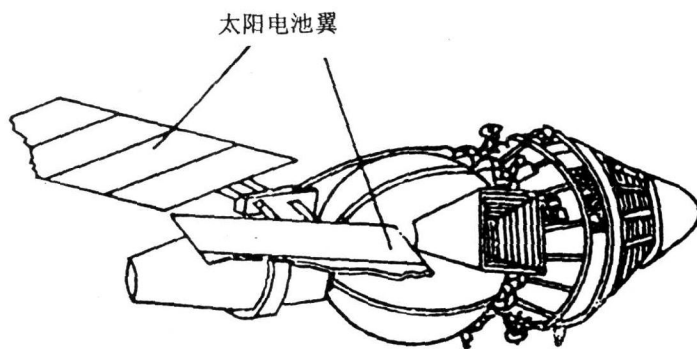


图2 “资源-F2”卫星示意图

服务。在“资源-F2”卫星再入舱前端固定变轨发动机的颈部，设有两片可展开的太阳能电池帆板，向星上供电。

仪器舱呈双圆锥台形，内设有姿态控制系统、制动火箭等。姿态控制系统用氮气作为执行机构的工质，控制精度在俯仰、滚动、偏航三个方向优于 $\pm 1.5^\circ$ ，角速率优于 $\pm 0.01^\circ/\text{s}$ 。“资源-F1”卫星具有工作于“值班模式 (duty mode)”的功能，此时对卫星不进行控制，星上相机系统不工作，这样可以节约能源和控制系统的工质，以选择在无云、好的气候条件下进行照相作业。“资源-F1”卫星在轨道上最长可飞行 25 天，其中有 11 天可以处在“值班模式”。“资源-F2”卫星不具备值班工作模式，在轨道上可以工作到 30 天。

表 1 “资源-F”卫星所用相机的几何特性

名 称		相 机			
		KFA-200	KFA-1000	MK-4	KFA-3000
飞行高度 (km)		275/235	275/235	240	275
焦距 (mm)		200	1000	300	3000
幅面尺寸 (cm)		18×18	30×30	18×18	30×30
胶片长度 (m)		250	580	500	600
基高比		0.9	0.3×2/0.3×3	0.6	0.1×2
空间分辨率	单频道 (m)	25~30/23~25	—/4~6	10~12/7~10	3
	多频道 (m)	—	8~10/6~8	12~14/8~11	—

卫星的返回过程如图 3 所示。返回时,首先调整返回姿态,然后制动火箭点火工作,给卫星以 $\Delta V=130\text{m/s}$ 的速度增量,卫星脱离原来的运行轨道,转入返回轨道。在再入大气层前,再入舱与仪器舱分离,抛去轨控发动机和星相机遮光罩。再入舱进入大气层,急剧减速,当高度下降到 9km 左右,速率减到 200m/s 时,弹开伞舱盖,拉出引导伞,引导伞又拉出减速伞。再入舱乘减速伞下降到 2.7~6.1km,减速至 90m/s,减速伞分离,主伞开伞,进一步减速到 10m/s。再入舱在着陆前,软着陆发动机工作,再入舱以 3m/s 速度着陆。再入舱着陆回收后取出有效载荷,在 48 小时之内交给搭载用户。

通常,“资源-F”卫星在春季和秋季发射。每年在发射 2~3 颗“资源-F1”的中间,发射 1~2 颗“资源-F2”卫星。即使是在苏联解体后,经济十分困难的俄罗斯仍每年保持发射“资源-F”卫星 4 颗左右,例如在 1993 年,发射了 4 颗“资源-F”卫星。

2. 光子号返回式卫星

光子号(Photon)返回式卫星是由第一代照相侦察卫星改装而成的空间微重力科学试验卫星,用于空间生命科学和空间材料科学试验,其外形如图 4 所示。自 1985 年开始发射,每年 1 颗,列入“宇宙”卫星系列。到了 1988 年,这种卫星投入国际空间市场,取名为光子号。

光子号卫星总质量 620kg,有效载荷质量 700kg,有效载荷容积 4.7m^3 ,轨道飞行时间 14~16 天。轨道参数:远地点 300km、近地点 220~250km、倾角 62.8° 。每日平均耗电 400W,耗电峰值(每天最多 1.5h) 700W。

3. 生物卫星

苏联的生物卫星(Bion)也是基于第一代照相侦察卫星改装而成,1966 年首次发射,约 1~2 年发射 1 颗,列入“宇宙”系列。最近的一颗是 1992 年 12 月 29 日发射的“宇宙 2229”卫星,迄今共发射了 13 颗。

“生物卫星”计划是一项国际合作计划,参加的国家主要是原苏联集团的东欧诸国以及美、法等国。随着国际形势风云变幻,原来的国际合作模式已不能适应市场经济的潮流,而转向商业发射服务,如“光子”卫星那样。

“生物卫星”在 70 年代飞行实验用的高等动物是大白鼠,自 80 年代开始,使用猴子进行试验。“生物卫星”的几何外形、重量、舱段布置以及技术指标,都与“光子”卫星相似。

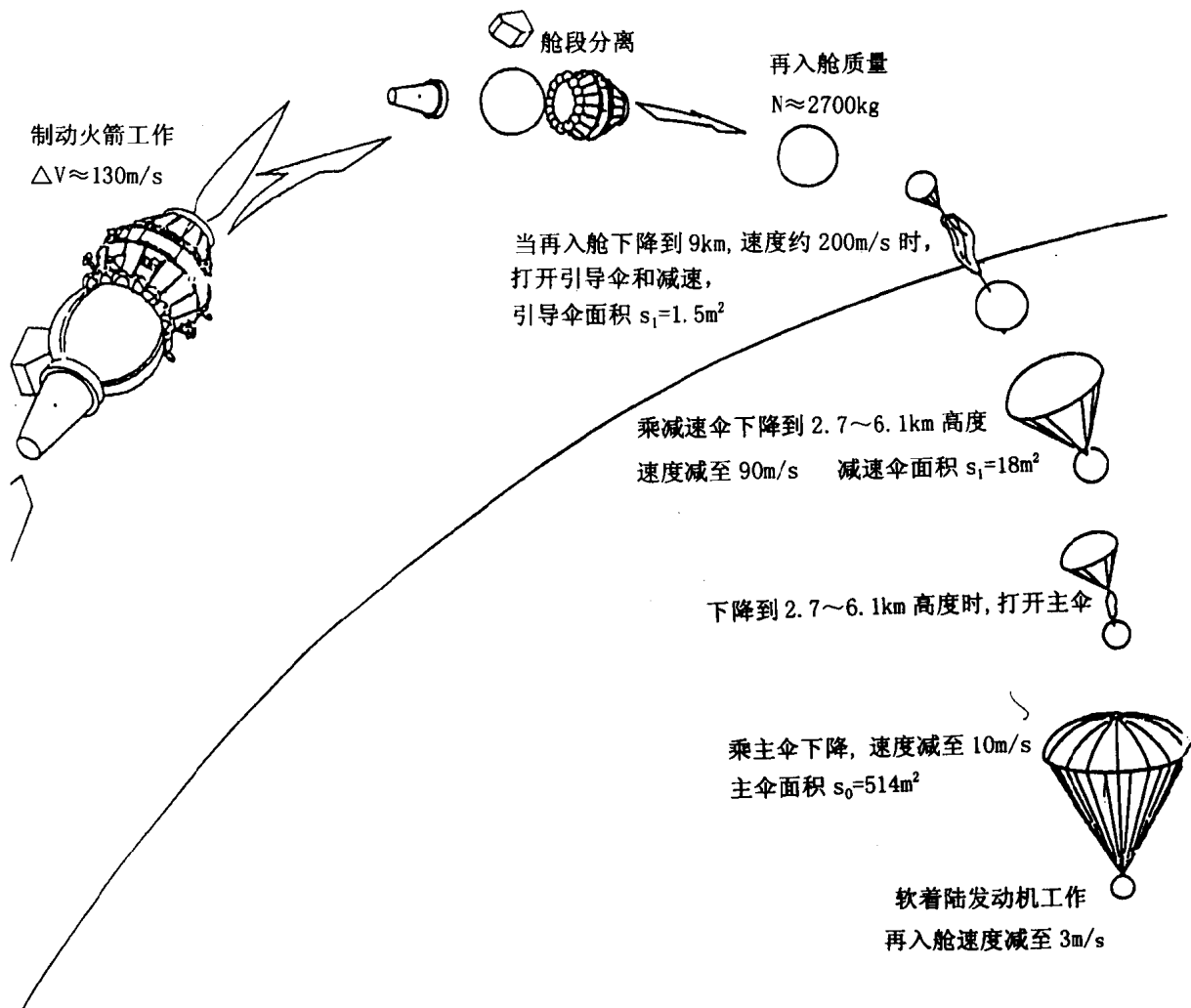


图 3 俄罗斯“资源-F1”卫星返回过程示意图

4. “尼卡-T”返回式卫星

为了适应国际市场上空间微重力科学实验日益增长的需要, 俄罗斯正在研制一种能提供更大能源, 更大有效载荷质量, 更长轨道飞行时间的返回式卫星, 名为“尼卡-T”卫星。

“尼卡-T”卫星总重 9t, 有效载荷 1200kg, 其中安装在返回舱内可回收的有效载荷可达 700kg, 无需回收的有效载荷达 500kg, 在轨飞行时间可达 120~180 天, 由天顶号运载火箭发射到高度 350~500km、倾角 97° 的太阳同步轨道。

“尼卡-T”卫星外形如图 5 所示, 由返回舱、特设舱、仪器舱、附加设备舱组成, 星体外部有两扇太阳能电池帆板和一片可转动的辐射冷却板, 以及各种天线、姿控用的红外地球敏感器等。太阳能帆板和辐射冷却板在发射时呈收缩状, 到卫星入轨后才展开。

在返回舱里装有需回收的科学实验仪器设备、材料和生物制品的生产设备和样品、回收着陆系统、回收标位和助寻装置。在特设舱内安装那些不需要回收的科学实验设备, 科学实验的数据通过遥测传输到地面。在仪器舱内安装无线电遥测、遥控、跟踪系统, 控制

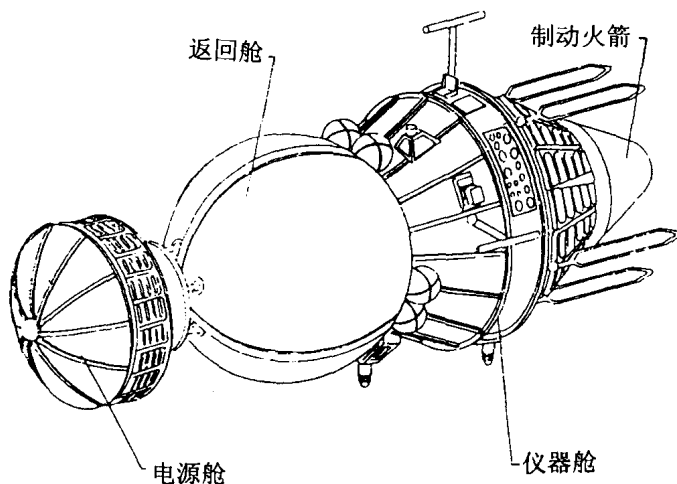


图4 “光子”返回式卫星示意图

(姿控和轨控)系统,星上计算机和热控系统等。在附加设备舱内安装化学电池和喷气系统。

太阳能帆板面积 72m^2 ,能提供日平均电源 6kW ,其中科学实验日耗电 5kW 。可转动的热控辐射冷却板面积 16.5m^2 。热控系统使舱内温度保持在 $0\sim 40^\circ\text{C}$ 之间。

俄罗斯当局原计划在1994年进行“尼卡”卫星的首次飞行,不过至今没有见到有关飞行的报道。

(二) 西方诸国

挑战者号事件对西方的空间技术产生了很大的影响。首先是引起了人们对研制航天飞机的反思。有不少人认为,美国当局把航天飞机的优点宣传得过头了,利用航天飞机发射卫星、进行空间活动,并不是想象中的那样经济、合算;其次是使西方的空间微重力研究活动几乎陷于停顿。

特别是西欧的空间微重力研究活动,完全依赖美国航天飞机。挑战者号失事后,西欧的空间微重力研究除了依靠落塔、高空气球和探空火箭外,还利用中国和苏联的返回式卫星。接着,各国相继提出了一个又一个返回式卫星的方案和建议。其目的在于:

- a. 掌握航天器返回技术,摆脱在返回式航天器上对美国的依赖;
- b. 通过研制返回式卫星,发展西欧独立的载人航天;
- c. 满足西欧诸国科学和工业界对空间微重力试验飞行机会的需求。

在西欧诸国提出的大量返回式卫星方案中,有一些是临时拼凑起来的,如英国的 SERVICE 返回舱、德意联合的 TOPAS 返回舱,都急于抢先占领微重力实验市场。但是时隔不久就偃旗息鼓,烟消云消了。有的方案,如德国的“空间使者”、法国的“IFO”等,踏踏实实地进行了方案论证工作,但由于航天飞机恢复飞行及经费等原因,进展不大。

1. CHEOPS 系统

80年代初,美国通用电器公司(GE)开始研制旨在提高卫星返回舱着陆精度的可控制回收系统。这是将美国空军空投物资的可控定点着陆系统移植到返回式卫星上。其降落伞

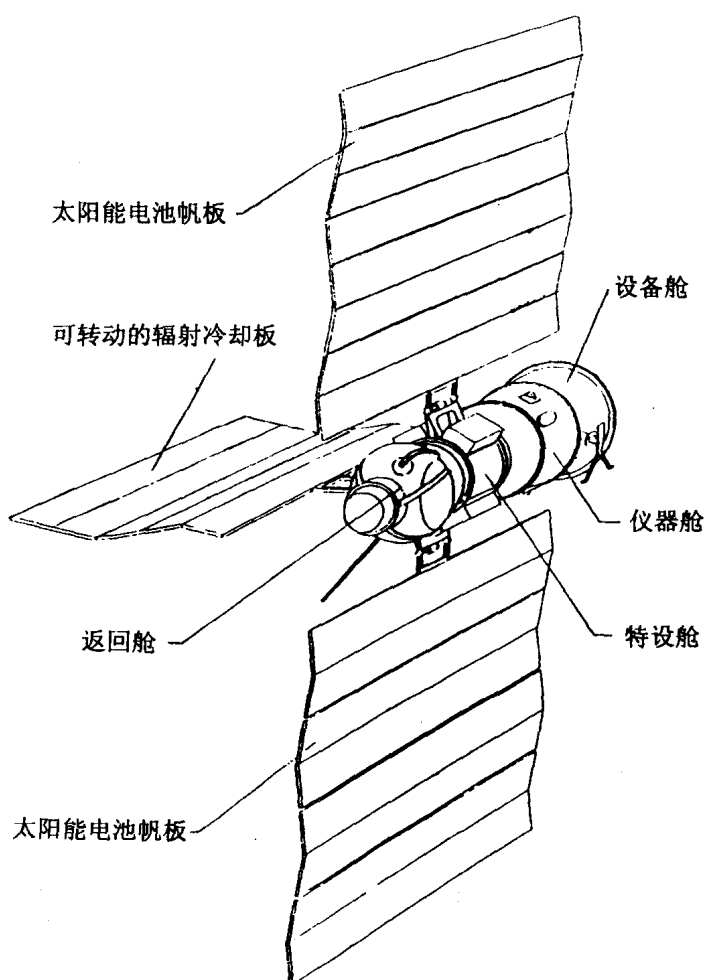


图5 “尼卡-T”返回式卫星示意图

着陆系统的主伞是采用冲压式翼伞，借助无线电控制，可以在一定范围内调整卫星返回舱的落点位置。试验获得相当满意的结果。

GE公司以“发现者”卫星返回舱为基础，采用上述可控回收系统，推出了一种适用于空间微重力实验、经维修后可部分重复使用的返回式卫星CHEOPS系统（Cyclically Harvested Earth/Orbit Production System的缩写，意为可反复收获的地球-轨道生产系统）。

1989年5月，美国成立了COR空间公司，专营商业用途的再入-回收式卫星。它推销的一种CHEOPS-64返回式卫星，起飞质量1180kg、再入质量1066kg、长1727mm、直径1625mm、可回收的有效载荷质量可达714kg、容积0.54m³。

2. SERVICE 系统

英国北方工业系统公司(NIS)，向美国购买了CHEOPS技术，改名换姓，称之为SERVICE系统（Space Entry Recovery Vehicle in Commercial Environments的缩写，意为商用空间再入回收舱），其外形与美国“发现者”卫星相同（图6），最大直径（底部850～

2540mm) 可选。

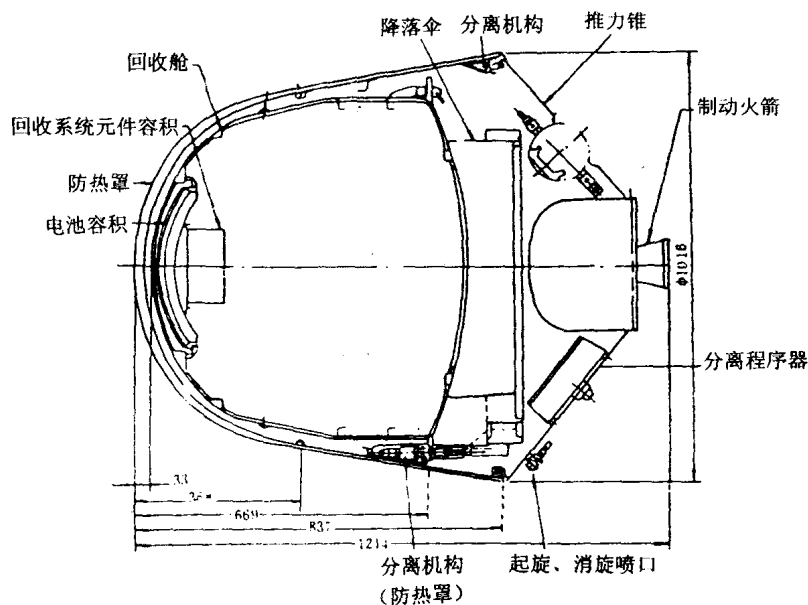


图 6 SERVICE 返回舱 (生物卫星方案, 直径 1016mm) 示意图

SERVICE 返回舱的着陆系统采用无线电控制的冲压式翼伞作为终点减速的主伞, 在无风理想情况, 可以在半径 40.2km 范围内将返回舱引导到预定落点, 据英方宣传, 落点偏差在直径 15m 范围内。返回舱飞行返回后, 舱内所有仪器设备都可完好回收, 其中大部分经修复后可重复使用, 只需更换电池、火工品等消耗性器材。舱外壁的防热结构, 采用以泡沫橡胶为基础的烧蚀材料, 其厚度留有相当大的余量, 在每次飞行后, 将表面碳化层磨掉后再重复使用, 或加以更换。每次飞行结束, 从整修到下一次飞行的周期, 据宣传, 约为 3 周。

NIS 公司宣称, 一个 SERVICE 返回舱的售价, 根据用户要求不同, 在 600~1000 万美元之间, 而每次回收后的整修费用为 40~60 万美元 (不包括运载火箭)。

在 NIS 公司的宣传小册子里, 还介绍了一种 SERVICE 返回舱的派生结构, 拟用于空间站的应急救生的 SAFE 救生舱 (SRV Assisted Final Escape 的缩写, 意为利用返回舱作最后的逃生)。在出现紧急情况时, 可将 1~4 名航天员迅速从空间站撤出, 安全返回地面, 表 2 给出 SAFE 救生舱的 4 种规格。

3. TOPAS 计划

为了解决西欧对于空间微重力研究需求的燃眉之急, 德国不来梅市的 OHB 公司和意大利 Aeritalia 公司联合向市场推出 TOPAS 计划 (Transport Operation of Micro-G Payloads Assembled on Scout, 意为安装在侦察兵运载火箭上的微重力有效载荷运输系统)。这是将 CHEOPS (或 SERVICE) 返回舱用美国“侦察兵”运载火箭 (当时每枚售价 680 万美元) 作为运载工具, 在位于东非肯尼亚东海岸外属于意大利的圣马可发射基地发射。这样可以节约经费, 抢先在微重力实验市场上争得一席之地。

表 2 SAFE 救生舱系统

乘员人数	底部直径 (mm)	救生舱总重 (kg)
1	1750	550
2	1930	950
3	2160	1230
4	2540	1450

据了解, SERVICE 计划和 TOPAS 计划在 1986 年开始进行了两年多商业宣传后, 就无声无息了。

4. IFO 返回式卫星

法国 Aerospatiale 宇航公司联合了荷兰、西班牙、瑞典、挪威、意大利、德国等国研究一种用于空间微重力研究, 名为 IFO (Intermediate Flight Opportunities 的缩写, 意为中间临时飞行机会) 的返回式卫星。卫星由仪器舱和返回舱组成 (图 7), 总质量 1510kg。返回舱又由制动舱和回收舱组成。回收舱重 414kg, 其中可回收的质量为 200kg, 采用弹道式再入, 最大再入制动过载 $8\sim 10g$, 利用常规降落伞在海上着陆, 溅水速度 $12m/s$ 。也曾考虑过采用冲压式可控翼伞在海上或陆上着陆。但是冲压式翼伞还需作大量试验后, 才能考虑使用。

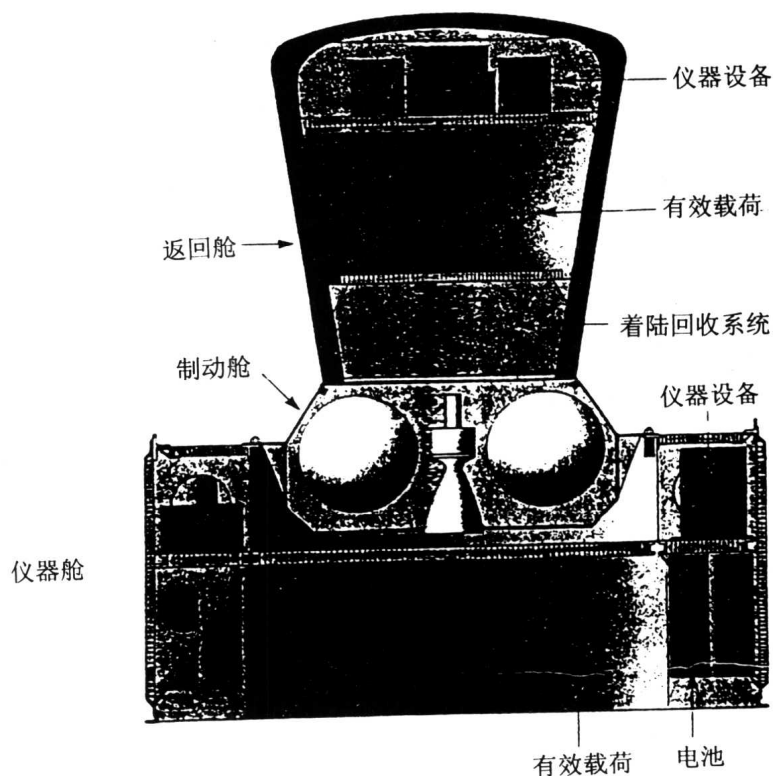


图 7 IFO 返回式卫星示意图

法国宇航公司还论证了一种 IFO 的派生型号，可以载人飞行，以作为未来空间站的救生艇。

1987 年 10 月，IFO 计划在巴黎通过可行性论证，并计划于 1991 年首次飞行试验。但是至今没有有关 IFO 系统进展情况的报道。

5. “空间使者”返回式卫星

“空间使者 (Raumkurier)” 卫星计划是德国的一项国家计划，由道尼尔 (Dornier) 公司总承包。其外形 (图 8) 类似于美国“双子座”飞船，总重 1420kg，其中有效载荷 400kg；卫星最大直径 2080mm、高 2500mm。能源采用 Li/SO₂ 锂电池，容量 50kWh。电池安装在卫星底部 (再入时大头朝前)，使再入时卫星质心靠前。将来还要安装太阳能电池帆板，以延长飞行时间。

固体推进剂的制动火箭安装在卫星顶部。卫星在轨道上运行 7~30 天后开始返回。返回时首先调整返回姿态，使卫星轴线与速度矢量呈 130° 起旋。制动火箭工作后，卫星脱离原来的运行轨道，转入返回轨道。消旋，调整姿态至底部 (大头) 朝前的再入姿态。卫星在 120km 左右高度以约 2.5° 的再入角进入大气层。再入是弹道式再入。

当卫星下降到低空时，将制动火箭分离、抛去，然后降落伞系统工作，卫星以 10m/s 速度着陆。回收区将在格林兰、澳大利亚和非洲三个地方选择，回收区大小为航向 ±100km、横向 ±10km。

德国原计划在 1991 年初或 1992 年底进行“空间使者”卫星首次飞行。据说，由于经费原因，此项计划搁浅了。可以看出，“空间使者”是德国试图掌握载人航天技术的第一步。

6. MRC 多用途飞船

1987 年 10 月，英国 British Aerospace 公司宣称，正在研制一种多用途飞船，简称 MRC (Multi-role capsule)，主要目的是用于无人微重力实验和发展欧洲独立的载人航天，以作为未来国际空间站的天地往返系统。

MRC 由返回舱和服务舱组成 (图 9)，总重 7t、最大直径 4m。返回舱外形与美国阿波罗飞船指令舱相似。服务舱呈圆柱形固定在返回舱后端，服务舱的另一端固定着太阳能电池帆板和通信天线。

在完成飞行任务后返回地面。在再入大气层之前，服务舱与返回舱分离。前者在进入大气层后焚毁。返回舱以升力控制-弹道式再入大气层，最大再入制动过载 3g。最后降落伞系统工作，返回舱乘由 4 具降落伞组成的主伞系统在海上溅落。

7. 阿里安返回舱

德国慕尼黑的 MAN 技术公司于 1988 年提出阿里安返回舱 (ARIANE Capsule) 的设想，利用阿里安 4 号或阿里安 5 号发射其他卫星 (主星) 的机会，作为次要有效载荷发射。其目的也是满足日益高涨的空间微重力科学实验需求，将来可发展为载人飞船。

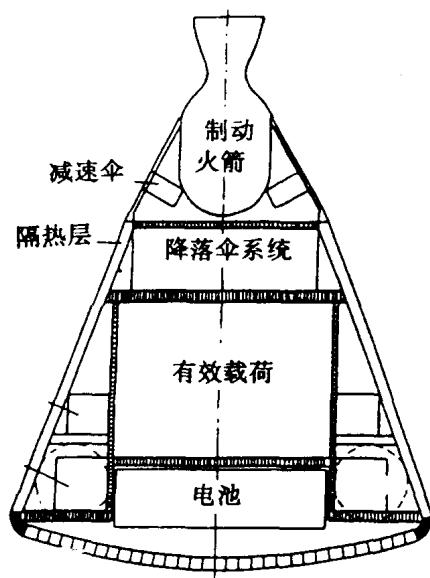


图 8 “空间使者”返回式卫星示意图

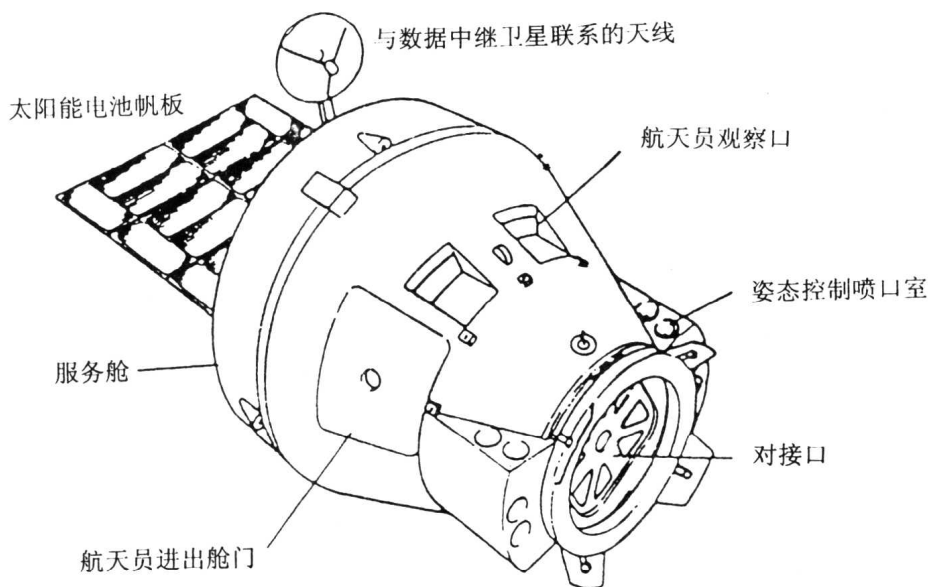


图 9 英国 MRC 多用途飞船示意图

阿里安返回舱的外形(图 10)是根据美国阿波罗飞船的指令舱外形,按比例缩小至 0.9 左右,最大直径 3650mm、高 2440mm,总质量 1850~2600kg、有效载荷质量 400~900kg。入轨后,从返回舱底部伸出 4 块矩形太阳能帆板,面积 20m²,能提供 2000W 的电能,此外还有化学电池提供 3600Wh 的能源。有效载荷的平均耗电量为 700W。

返回舱在直径 3m 处分为上下两部分,上部是服务舱,下部为有效载荷舱,两者连在一起。

主发动机为 480N 的肼发动机,为离轨制动用。另有两组各 3 个肼发动机推力器,推力 450N,用作轨道和再入控制用。两组各 3 个冷气微推力器,用作轨道上姿态控制用。

再入采用弹道式再入,最大再入制动过载 8.5g。当下降到 11km 时,弹出两具减速伞。当下降到 4km 时,主伞开伞。最后返回舱以 10m/s 速度在离南美洲、法属圭亚那库鲁基地 400km 的海面上溅落,回收区面积为 235km×30km 的椭圆形范围。

8. CARINA 返回式卫星

CARINA (意大利文 Capsule Rientrante Non Abitata 的缩写,意为无人再入舱)是意大利 Aeritalia 公司于 1988 年开始研制的一种返回式卫星(图 11)。其目的是:获取卫星再入技术方面的经验,扩展有关回收有效载荷作业方面的经验,为意大利发展自己国家独立的返回式卫星;为科研和工业界的空间微重力科学和技术试验提供飞行机会;也为其他学科,如天文和对地观测,提供一种实惠、适应性强的平台。

卫星总重 500~600kg、最大直径 1.3m、高 1.85m,在圣马可(San Marco)基地(在非洲肯尼亚东面海上)用美国的改进侦察兵运载火箭发射到高度 300~400km 的近地轨道,飞行若干天至若干周。有效载荷可到 140kg,容积 0.3~0.4m³,平均电能耗功 150W。

在返回时采用弹道式再入,再入角 1.51°,再入最大制动过载 8g。最后降落伞开伞,在