

中国现代科学全书·空间科学卷

主编 王大珩 张厚英

太空学概论

Space Research—What·Why·How

潘厚任 王景涛 著

哈尔滨工业大学出版社

中国现代科学全书·空间科学卷

主编 王大珩 张厚英

太空学概论

潘厚任 王景涛 著

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以作者从事太空科学工作实践中的长期积累以及国内外广泛交往中的阅历为基础,全面、概要地介绍了各类太空科学探测与实验的历史发展、最新动态和主要成就,提出了当代“太空学”的概念及其定位、性质、目的与意义。以太空探测型和实验型有效载荷为主线,阐明开展太空学研究的手段、方法、特点,以及有效载荷设计研制的一般规律和操作运行等相关问题,适时地把太空科学与应用、目标与工程实施、历史与发展结合起来,为中国太空事业的继续发展作尝试性的概括、探讨,对相关学科领域的大学生、研究生和科技工作者有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

太空学概论/潘厚任,王景涛著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2003.8

(中国现代科学全书·空间科学卷)

ISBN 7-5603-1863-0

I. 太… II. ①潘… ②王… III. 空间探索

IV. V1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035639 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

电 话 0451-86416203

传 真 0451-86414749

印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂

开 本 787×960 1/16 印张 19.5 字数 358 千字

版 次 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1863-0/V·10

印 数 1~3 000

定 价 28.00 元



潘厚任

江苏苏州人，1937年3月出生。1959年毕业于南京大学天文系。从事太空科技工作40余年。参加了我国首批箭载、星载太空探测仪的设计研制、卫星轨道计算，参加了我国第一、第二颗人造卫星的总体设计和卫星系列规划的制订。曾为中国科学院空间科学与应用总体部副主任兼载人航天工程应用系统副总指挥。现为中国科学院空间科学与应用研究中心研究员、中国空间科学学会理事、CNCOSPAR副秘书长、中国空间法学会常务理事兼副秘书长等。在国内、外会议及刊物上发表论文、报告60余篇，出版的专著《太空·地球·人类》荣获国家图书奖。所参加和负责的工作有7项获国家和中科院成果奖。



王景涛

山东省济南人，生于1933年，研究员。1957年于南开大学物理系毕业，到中国科学院地球物理研究所工作。1958年加入空间研究工作行列至今。曾任空间科学与应用研究中心信息与系统优化研究室主任。

《中国现代科学全书》总编辑委员会

名誉主编	胡 绳	钱伟长	吴阶平	周光召
	许嘉璐	罗豪才	季羨林	王大珩
	郑必坚			
主 编	姜士林	郭德宏	刘 政	程湘清
	卞晋平	王洛林	许智宏	白春礼
	卢良恕	徐 诚	王洪峻	明立志

《中国现代科学全书·空间科学卷》编辑委员会

主 编	王大珩	张厚英
编辑委员	(以姓氏笔画为序)	
	刘振兴	江丕栋 黄惠康
	潘厚任	欧阳自远

总 序

外层空间浩瀚无垠,是人类借助于空间科学技术扩大其活动范围的最新领域。1957年人造卫星上天,标志着人类进入了空间时代。空间的探测为人类认识自然界增添了新的知识,为了解地外空间环境,为研究宇宙的起源和演化、太阳系的起源和演化以及生命的起源和演化,积累了丰富的、极有价值的科学资料。空间科学技术是一个新兴的领域,也是当代高科技发展的前沿领域之一,发展神速,涉及的内容和范围十分广泛,并已从试验阶段发展到应用阶段,从单纯的政治、军事目的逐渐走向空间资源的开发和利用。

《中国现代科学全书》是由全国人大常委会办公厅研究室、中国人民政治协商会议全国委员会研究室、中共中央党校中共党史教研室共同发起、组织编写的一套规模宏大的学术专著丛书,系统全面地概述现代自然科学和社会科学各学科的建设、发展及其学术研究成果,是21世纪中国科学文化建设的重大工程。《中国现代科学全书·空间科学卷》是其中的一卷,包括五个分册:《太空学概论》、《太空物理学》、《空间化学》、《空间生物学》和《外层空间法》,这是中国科学院数十位工作在空间科学研究第一线的科研工作者历时两年的呕心沥血的结晶,它系统全面地概括了国内外空间科学几个分支学科的基本理论及其发展趋势,展示了最新的研究成果以及当前的发展态势。

《太空学概论》由潘厚任、王景涛教授撰写。该书从太空研究、太空科学探测和实验的角度,以有效载荷为主线,对人类在太空的活动进行了较全面的概括性的介绍和评述。

太空物理学是一门应用性很强的基础学科,与地球物理学、大气物理学和太阳物理学紧密交叉,构成了人类认识自身生存环境的重要前沿学科之一。《太空物理学》一书由刘振兴院士撰写。该书论述的分支学科包括太阳大气物理、日球层物理、磁层物理、电离层物理、高中层大气物理、太空环境和太空探测等。

空间化学与地质学研究已经步入成熟阶段,在地外物质与太阳系早期演化的研究中,我国学者开拓了一系列新领域的研究。《空间化学》是一部论述国内外最新研究进展的学术专著,由李春来教授和欧阳自远院士撰写。该书比较全面地论述了当代空间化学和行星地质学的基本概念、理论和研究进展,并且从空间化学和行星地质的角度,系统地论述和总结了当今行星探测取得的重大进展和丰硕成果。

空间生命科学是伴随空间微重力的环境和载人航天活动而产生和发展起来的。《空间生物学》由江丕栋教授撰写。它是我国第一本系统地、全面地介绍空间生物学的书籍。该书介绍了空间生物学和空间生物技术领域的国内外发展状况,以及近年来利用分子生物学、细胞生物学和分子遗传学等新进展所取得的成果。

《外层空间法》由贺其治和黄惠康教授撰写。空间法是现代国际法的一个发展中的新分支,但目前我国在外层空间法的普及和研究,同我国所处航天大国的地位极不相称。该书是我国空间法学界研究空间法的一项最新成果,对促进我们开展这方面研究,继而同国际接轨是十分重要的。

《中国现代科学全书·空间科学卷》的编写中得到了中国科学院空间科学与应用研究中心、中国空间科学学会、中国空间法学会以及中国科学院相关的研究所的大力支持,在此表示衷心的感谢。

2003年6月
于北京

前 言

20 世纪人类活动的一大飞跃是挣脱了地球引力的束缚,飞出稠密的大气层,进入外层空间——人类活动的“第四环境”。

统计到 2002 年 7 月 31 日,全世界共进行了 4 228 次成功的发射,将 5 526 个各类太空飞行器送入了外层空间,拜访了除冥王星外的所有太阳系行星,多次与彗星、小行星交会,并可在某些小行星上着陆,其中 4 个正从太阳系飞向浩瀚的恒星空间。至今,超过 200 次的载人飞船、航天飞机的发射,已有约 900 人次地球人在太空飞行过,其中 12 人登上过月球。数以十万次计的太空探测和实验,涉及天文、地学、力学、物理、化学、生物、医学、考古等各个传统学科,发展演变出了一系列前沿、交叉的新领域。特别是在各类海量信息的获取、处理、传递和应用方面,与近代信息、电子、计算机等科技的高速发展相辅相成,其成果已广泛应用于国民经济各个部门,加快了人们日常生活质量的提高。太空的进一步开发、利用和改造,必将为人类社会的未来发展开辟新的、更为广阔的天地。

本书依据《中国现代科学全书》总的出版宗旨和对“空间科学卷”的要求而撰写,意在 20~21 世纪之交对世界和本国的太空活动作一较全面的、概略性的介绍和评述。内容重点不在航天工程技术本身,而主要是从太空研究、太空科学探测和实验的角度,以有效载荷为主线加以展开叙述。“科学全书”编委会对本书原定名为《空间学概论》,现改为《太空学概论》。我们认为,“空间学”究竟是讲述几何空间还是外层空间?非行内的读者并不明确,容易引起误解。“太空学”一词,至今海内外尚未见用过。作者拟用此名涵盖“借助、利用航天手段或工具在太空进行的各类科学探测、实验和开发利用的有关科学研究活动”。也许这是一种过于大胆、超前的尝试。“太空学”相应的英文名应是“Space Re-

search”。全球最大的以空间科学为主的国际组织“Committee on Space Research”(COSPAR)涵盖的正是这些内容。这比通常“空间科学”(Space Science)或“基础空间科学”(Basic Space Science)的范围更广些,包括太空探测技术、实验技术和相应的应用等。

作者期望通过本书内容能回答如下问题:什么是太空学,它的定位、分类和发展;为什么要进行太空学研究;太空学研究进展如何;如何着手进行太空学研究,特别是有关太空探测和实验的核心——有效载荷的相关知识。因此,作者把“太空学概论”的英文译名定为:“SPACE RESEARCH—WHAT·WHY·HOW”,使感兴趣的读者一书在握,便知梗概,免除在庞杂的资料海洋中去大海捞针之烦恼。

本书共分8章,第五章由王景涛研究员主笔,第三章第十一节“阿尔法磁谱仪(AMS)的反物质探测”内容由中国科学院高能物理所的陈和生研究员提供,其余章节由潘厚任研究员主笔。

本书取材主要来自作者长期的工作积累、实践中的心得体会、国内外学术交流以及同行、朋友赠送的资料,尽可能粗细兼顾,以反映最新的、有特色的进展。

在太空学、有效载荷中,“数、理、化、天、地、生”无所不包,“磁、电、气、光、粒子、真空、失重”无所不及。大至天文宇宙,小至质子、电子,理论、技术、工程、工艺又不可偏废。限于笔者的水平,落笔时屡感捉襟,疏漏不妥之处实属难免。作者殷切期望并珍视读者对本书坦诚的批评指正。

对撰稿过程中各编委对本书的关心、支持,特别是中国空间科学学会朱宇女士为此书的出版所付出的诸多辛劳,深表诚挚的谢意。

作 者
2002年8月 于北京

目 录

第一章 导言

第一节 太空学的定位与分类	1
第二节 太空学的性质	4
第三节 太空研究的手段	6
第四节 太空科技的作用和地位	32

第二章 太空科技发展史

第一节 早期发展	37
第二节 太空时代的来临	40
第三节 我国的起步	46
第四节 全球的推进	52

第三章 太空科学研究内容及其最新进展

第一节 太空飞行动力学	71
第二节 日球空间研究	80
第三节 地球高层大气物理	85
第四节 日地关系	88
第五节 月球探测	93
第六节 太阳系行星及其卫星的探测研究	96
第七节 小行星与彗星的探测研究	108
第八节 微流星体与空间垃圾/轨道碎片	116
第九节 我国的太空化学研究	118
第十节 太阳系外的太空探测研究	118
第十一节 阿尔法磁谱仪(AMS)的反物质探测	141
第十二节 哈勃太空望远镜	144

第十三节 太空天体测量	150
第四章 对地遥感及其最新进展	
第一节 遥感	154
第二节 全球变化研究与地球观测系统	178
第五章 太空特殊环境的探索利用	
第一节 微重力环境	188
第二节 微重力环境利用	200
第六章 太空飞行有效载荷	
第一节 有效载荷的特点及分类	220
第二节 探测型有效载荷	223
第三节 实验型有效载荷	240
第七章 太空载荷的设计、研制与运作	
第一节 考虑要素	264
第二节 设计研制一般规律	277
第三节 有效载荷的发射运行	284
第四节 质保体系与有效载荷	285
第八章 21 世纪展望	
第一节 国际太空站	287
第二节 月球基地	291
第三节 载人火星飞行	294
参考文献	298
结束语	302

第一章

导 言

第一节 太空学的定位与分类

一、空间,太空,航天

进入 21 世纪之际,回顾 20 世纪,人类的活动有两大飞跃:一是在 20 世纪之初,人类开始进入大气层;二是在 20 世纪中叶,人类开始进入大气层外的空间(Space),或称外层空间(Outer Space)、太空(Space)。

人类长时期生活于陆地,其后活动范围由陆地逐渐扩大到海洋,再后扩展到大气层和外层空间。因此,国内外很多科学家把陆地称为第一环境,海洋为第二环境,大气层为第三环境,而第四环境即指外层空间或太空。

“空间”,按汉语词义凡“中无所有”之处均可叫空间,又可指天空;“太空”,按汉语词义是指“很高的天空”,相比之下,对大气层外的外层空间,用“太空”更确切些。但自 20 世纪 50 年代以来,我国大陆从事高层大气物理研究的科学家,已习惯使用“空间科学”这一名词。

改革开放以来,海峡两岸交往增多。交流中感觉到,对一些新兴学科领域的外来名词,彼此翻译和使用习惯不同,如“Plasma”,大陆学者译为“等离子体”,台湾学者则译为“电浆”。大陆惯用的“遥感”(Remote Sensing),台湾学者则称“遥测”,而大陆方面“遥测”仅指“Telemetry”。大陆惯用的“空间”一词,海外华人同行则用“太空”。“航天飞机”(Space Shuttle)则译为“太空梭”,等等。

1992 年 10 月,在厦门召开的“首届海内外华人空间/太空科学讨论会”,所用的标题,是尊重了双方的习惯。为了便于两岸学术交流,有关科学家合作,开始编撰名词对照表。1993 年 11 月,两岸有关专家在台北召开了“海峡两岸太空科学/空间物理名词研讨会”,会上对 8 877 个名词进行了逐个研讨,吸取不同意见,形成“中英译名稿”(初稿)。专家们认为,一时很难改变几十年形成的习惯。较好的办法是:从现在开始,学术界用词,应向更合理的词靠拢,逐渐取得一致。对“外层空间”,选用“太空”更为合理。

我国“航海”、“航空”的传统称谓,意指人类在海洋和大气层中的航行活动。由此及彼,多年来,我国大陆从事火箭、运载的工程专家,习惯沿用“航天”或“宇航”一词,意指在太空的航行活动或宇宙飞行,也泛指航天工程或航天技术。

由上所述可见,这里的“空间”、“太空”、“航天”诸词常常是同一含义被广泛混用。本书则尽可能在泛指时使用“太空”一词,如“太空科技”,而在有定语限定的某特定范围使用“空间”一词,如日地空间、行星际空间等等。同时,在不同的场合,也遵循海内外华人业已形成的习惯,采用“太空”,或沿用“空间”或“航天”称谓。如太空活动,空间物理,航天飞机等。

二、太空学的涵义

一般来说,学科划分的主要根据是研究对象,如数学、天文学、物理学等。这里所说的“太空学”,是指人类借助太空探测手段(工具),在第四环境,即地球稠密大气层外二三十千米以上直到遥远的宇宙深处,所进行的各种探测研究(直接的、间接的、逼近的、主动的、被动的、有人照料的、无人照料的等)中,认识太空、开发利用太空甚至对太空加以改造的一门学问。它包含三层意思:一是在第四环境对整个宇宙,包括地球本身的探测、认识和利用改造研究;二是利用在第四环境内所处位置的特殊条件(微重力、超真空、超净、强辐照等)所进行的各类学科领域(力学、物理学、化学、生物学、医学、药理学等)的实验研究;三是在此基础上对第四环境资源的开发、应用以及改造的一切研究。实施这些活动的手段不仅包括火箭、卫星、飞船、航天飞机、空天飞机、太空站以及各类深空探测平台,统称太空飞行器或航天器,而且还包括高空飞机、气球。总之,不论哪种手段,都是为认识利用太空这一对象服务的。

太空学的一大特点是它的诞生和发展都离不开航天手段,因为没有航天手段,进不了第四环境,也利用不了那里的特殊环境条件。另一特点是它的研究对象极为广泛,因为对任一学科只要能利用航天手段,就能开辟一个新的局面,逐渐形成一门新的边缘学科。如在地面上利用望远镜对天体进行探测研究,称天文学,同样的望远镜在太空对同一天体进行探测研究,则叫太空(空间)天文学,或称大气外天文学、卫星天文学。同样,还有太空物理学、太空生物学等等。现在还有在太空进行考古,在太空进行建筑,将来还会开发太空旅游业、太空殡葬业……

太空学一般并不包括对航天手段本身的开发研究。航天基本原理和指导航天工程实践的综合性技术科学称航天学,或宇宙航行学。但按业已形成的习惯,太空学也包括航天器或称太空飞行器上的各类探测器或有效载荷;大气层内飞行的飞机,也有用来进行太空探测或实验的(如利用波音 747 飞机进行红外天文观测的 SOFIA 计划,利用飞机进行抛物线弹道飞行以进行短时间失重实验等),但不

属于航天工具;在 30~40 km 左右高度飞行的气球系统则属太空学范畴。另外也还有很多交叉的,或分不清的地方,特别是在太空应用领域,国内外各家的说法也不很一致。太空学毕竟很年轻,随着它的不断发展,其含义将会日趋明晰,形成更为一致的认识。

太空学,包括太空科学、太空技术和太空应用三大部分。三者既密不可分,又各有侧重和特点。因为太空科学的探测研究离不开技术装备、技术途径的创新发展;技术方案、技术系统的形成与发展又基于科学思想和理论的指导,两者常常交融在一起而难以分开。今天的太空应用实为昨天的太空科技、当今的太空科技,隐含着明天的应用前景。

三、太空科学

太空科学或称空间科学,广义的含义也就是太空学。但按业已形成的习惯,是指利用太空手段对宇宙的天文、物理、化学、生命等自然现象及其演变规律的探测研究。在国外还称为基础太空科学(Basic Space Science)。它又可分为空间天文学、空间物理学、日地物理学、空间化学、空间生物学……空间考古学等。其研究对象从地球中高层大气、近地环境、日地空间、太阳系、直至浩瀚的宇宙空间。其研究内容包括太阳系和宇宙的构成、起源和演化,生命起源和地外生命,宇宙射线和高能现象,等离子体和电磁场效应,太阳活动和日地关系,近地环境及其变化,电波传播,行星及其卫星的地质和气候变化,小行星、彗星和微流星体,轨道碎片和太空污染等等。在太空特殊条件下开展的微重力材料科学,有人认为是太空科学的一部分,也有人将它纳入太空应用范畴,常是由于讨论问题的角度和侧重不同。通常所谓的太空生命科学,应是太空生物学和有关航天员生理、健康的太空医学的总和。但后者主要属于航天医学工程领域。在本全书医学分卷规划中专有《航空、航天与航海医学》一卷,本卷不涉及这方面内容。

四、太空技术

太空技术,或称空间技术,从广义角度看很难与航天工程技术分得很清楚。作为空间科学卷内容之一的《太空学概论》,则主要讨论与太空科学探测、太空实验和太空应用等与全貌、体系有关的技术内容。如传感器、太空探测和应用的有效载荷,飞行器平台相关技术,遥科学(tele-science)技术,检测、标定与验证技术,数据存储、传送、接收与处理技术,以及为了实施太空探测与实验所涉及的一系列航天工程技术问题。由于太空探测、实验和应用涉及的领域十分广泛,难以面面俱到,因此择其要者提纲挈领地予以讨论。

五、太空应用

太空应用或空间应用是指太空科技在国民经济各个部门的直接应用,包括军

用和民用两大部分。军用方面主要包括利用太空手段进行的军事侦察、预警、导航定位、通信、数据中继、救援以及军事气象服务等。民用方面主要包括通信、电视直播转播、移动电话、远程教育、远程医疗、遥感、天气预报、灾害监测预报以及测量定位等。太空应用范围正日益扩大,除直接应用外,很多太空技术和产品可转化为地面上的应用,属于间接应用范围,本书将不涉及。

第二节 太空学的性质

一、新兴

太空学是一门年轻、新兴的学科。如果从 20 世纪 40 年代末人类利用探空火箭,首次在大气层外获取太阳 X 光照片算起,至今则刚过 50 年。或者从世界上第一颗人造地球卫星上天(1957 年)算起,则仅 46 年。与许多历史悠久的学科相比,它是一门 20 世纪中期才兴起的新兴学科。

二、前沿

太空学是人类科学研究和工艺技术高度发展的结晶。没有几千年文明的积累,没有各种新理论、新材料、新工艺和新技术的不断涌现和发展,没有前人的种种失败和成功,就没有现代的太空学。人们有时把太空科技称为尖端科技,它好比是金字塔的塔尖,是靠自上而下越来越大、坚固结实的基础支撑着的。它所面对的问题,很多是当代所面临的新挑战;其成果也反映当今科技的新的进展。空间探测和应用的发展,开创了技术能力的新的标准,从而形成了更新型和完整的工业体系。不仅体现了在概念、理论、工艺和技术等方面的创新性,而且也体现了它对其他学科、各行各业技术进步的促进和带动作用。即便在太空活动初期,就有大量实例足可说明。如美国阿波罗计划发展起来的新技术,已被广泛应用于铁路、运输、农业、医疗事业和天气预报等方面;1964 年,美国航宇局(美国国家航空与宇宙航行局, NASA)为太空用微电子产品所制订的可靠性计划和标准,被国防部和工业界采用,使废品率降低、生产率提高;分析太空飞行器结构的软件可直接用于飞机和汽车的生产;为太空任务研制的超声检测设备,早已投入工业使用等等。美国航宇局技术利用办公室,为便于在国民经济各领域推广利用,对它的合同单位发展太空所需新技术进行了登记,平均每月多达 6 000 项。更有人认为,太空计划最重要的成果是造就了新一代的科学家和工程技术人员。

最近国内外常提到的“太空天气学”,就是太空活动以来所派生出来的一个新概念。人类在地面上活动,受天气的影响,因而有了气象学。专门研究天气变化,为地面上各项生产、生活活动做出天气预报。太空活动则受太空环境及其变化的

影响,因而引出了太空天气学,为人类越来越频繁的太空活动提供太空环境预报服务。

三、交叉

太空学是一门交叉学科,无论在研究对象上,或是所用的手段上,与其他学科不但密切相关,而且有很多内容是共同的。这与它的发展历史和性质有关。组成太空学的很多分支学科都是老学科加上太空手段而发展起来的,如上面已经说过太空天文学的例子。空间物理学的形成也一样,最早是从地球物理学发展起来的。当时用地面上的仪器设备探测高层大气、电离层等,称高层大气物理学。火箭、人造卫星上天后,逐渐形成空间物理学。而原有的高层大气物理学也在不断发展,形成地球物理学与太空学的交叉。再如,卫星气象学,则是气象学加上卫星手段而发展形成的交叉学科。同样道理,太空化学、太空地质学、太空植物学、太空动物学、太空微生物学、太空神经生物学、太空医学等等,均为太空学与其他学科的交叉。

即使太空学各分支学科之间,也彼此极难分清。例如,利用太空手段在大气层外对太阳的探测研究,既是太空天文学、太空天体物理学的主要内容之一,也是空间物理学或日地物理学、太空天气学的主要内容之一。因此,本书也并不都按太空学各分支学科的分类,加以细分、叙述,而是按太空学本身的发展规律和特点加以展开,以尽可能避免重复赘述、细分难清和思路混乱。也许这也是引入太空学这一新概念的有利之处。而依照“中国现代科学全书”的结构,太空学各分支学科的叙述,会在各学科卷或分卷中有所展开。

四、全球性

太空学的全球性是显而易见的。俗话说登高望远,站得越高看得越远。有了航天手段,人类才有可能一睹我们居住的星球的全貌。低轨道的卫星一天就可按轨道扫遍全球,高轨道的卫星则可看到地球的整个轮廓。可把地球像一颗行星一样来探测研究其全球现象及全球性变化。地圈、生物圈,没有太空手段不可能实时全貌观测、获取连续数据。很多日地关系问题,没有全球性的探测研究,也很难得到全面而系统的结果。太空活动涉及全球范围,不受国界和领空限制,因此和它相关的一些问题,如太空污染、太空法律等,也都是全球性的问题。

第三节 太空研究的手段

一、高空科学气球

这里所说的高空气球不是指用于气象参数测量的一般探空气球,也不是热气球,而是为高层大气和太空探测服务的科学气球。高空气球不但球体容积大、载荷重、升限高、漂浮时间长,而且配有控制、跟踪定位和回收降落伞等系统。

高空科学气球是第二次世界大战以后逐渐发展起来的,现在是一种不需动力装置、不作轨道飞行的高空观测与科学研究平台。气球球体一般采用 $20\text{ }\mu\text{m}$ (微米, 10^{-6}m) 左右厚度的聚乙烯薄膜制造。球体体积可从几百立方米到上百万立方米,内充氢气或氦气,载重量最大可达几吨。运行高度为 $30\sim 50\text{ km}$,因而又称为平流层气球。由于地面和平流层高度的气压相差甚大,因此在地面充气时并不充得很鼓,而是随着高度的上升逐渐膨胀为雨滴形状,所以也叫“自然形零压式气球”。它通常在平流层内,跟随着不同层高的大气气流而飘行,甚至可以随风环球平飘。

利用它可进行宇宙 X 射线源、红外辐射源、 γ 射线爆发、宇宙线粒子、太阳短波辐射、地气背景辐射、高层大气成分、空间化学和对地遥感等探测研究。如将特殊落舱带上高空,然后释放自由下落,可获得十几秒至一分多钟的微重力时间,以进行材料科学、流体物理和生命科学实验。高空科学气球还可用来进行卫星仪器和技术的预先试验。

气球的载荷都置于“吊篮”上,吊篮通过缆绳与球体相连。吊篮上配有为有效载荷服务的能源系统、遥测遥控系统和雷达跟踪定位系统等。也可利用卫星对气球进行跟踪定位。根据不同探测仪器的需要,吊篮平台上还可设置对特定目标的定向系统。此外,气球上还装有浮力控制器,利用抛弃压舱物和排气的方法来调节平飘高度或改变飘向。在完成预定任务之后,或者在紧急情况下,可切断缆绳,用降落伞回收吊篮。吊篮底部装有缓冲装置,以减少着陆时的冲击力,保护仪器设备不致震坏。内装的信标机和无线电测向仪可引导回收人员找回吊篮。

支持气球飞行实验的主要地面设施是气球发放场。配备有气球发放车、充气设备、测控天线以及发放前供吊篮检测使用的房间等。一般这些都是车载设备,以便于进行流动发放。气球发放场也可和探空火箭发射结合在一起,以便部分设施可两者兼用。如设在瑞典北部北极圈内的欧洲“基律那”探空基地,包括了气球发放、探空火箭发射以及遥感卫星图像接收等。

与火箭和卫星平台比较,气球探测的优点是价格便宜,发放比较机动,安排实