

导弹与航天丛书

卫星工程系列

气象卫星有效载荷技术

宇航出版社

内 容 简 介

《气象卫星有效载荷技术》是卫星有效载荷技术领域的一本专著。全书共八章,内容包括:概论、有效载荷系统的分析与设计、极轨气象卫星的有效载荷、静止气象卫星的有效载荷、有效载荷的辐射定标、有效载荷在轨测试、有效载荷主要地面业务系统和有效载荷发展趋势。

全书注重卫星对地气象遥感、观测的需求,强调原理与设计相结合,设计与应用相结合。

本书内容丰富,其中很多是从研究和工程实践中归纳、综合、提炼并经过飞行验证的技术成果,具有较强的指导性和实用性,可供从事卫星总体研制,有效载荷技术设计、研究、试验的工程技术人员和高等院校相关专业师生参考使用。

卫星工程系列 气象卫星有效载荷技术

主 编:徐博明

副 主 编:李 卿 陈桂林 孙允珠

责任编辑:唐留根 艾小军 居自强

*

宇航出版社出版发行

北京市阜成路8号 邮政编码(100830)

发行部地址:北京市阜成路8号 邮政编码(100830)

北京京科印刷有限公司印刷

各地新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:14.125 字数:378千字

2005年12月第1版第1次印刷 印数:1~1000册

ISBN 7-80218-032-5 定价:59.00元

道
彈
子
航
天
丛
書

張
之
華

气象卫星有效载荷技术

主 编 徐博明

顾 问 孟执中 匡定波 龚惠兴 魏钟铨

副 主 编 李 卿 陈桂林 孙允珠

主编助理 唐留根

作 者 (按姓氏笔画排序)

丁 雷	王玉花	王世金	王咏梅
王淦泉	王淑荣	方 伟	尹友田
吕利清	朱光武	朱雅琳	许健民
孙允珠	李 卿	张文建	张如意
张青山	张 锬	邱康睦	陆段军
杨春江	陈桂林	郑亲波	徐博明
殷德奎	曹文亮	曹志宇	龚惠兴
舒伟民	路同山	詹丽珊	蔡 斌

责任编辑 唐留根 艾小军 居自强

中 航 出 版 社

**《导弹与航天丛书》
编辑工作委员会**

名誉主任 宋 健 鲍克明

主 任 刘纪原

副 主 任 任新民 孙家栋

委 员	屠守锷	黄纬禄	梁守槃	陈怀瑾
	王 卫	权振世	谢昌年	赵厚君
	曹中俄	张新侠	高本辉	

办 公 室 宋兆武 史宗田 任长卿 孙淑艳

**《卫星工程》
系列编辑委员会**

主 任 孙家栋

副 主 任 戚发轫 杨嘉墀 屠善澄
徐福祥 侯深渊(常务副主任)

委 员 林华宝 马兴瑞 李祖洪 邹广瑞
陈宜元 范本尧 朱毅麟 马世俊
黄本诚 陆道中 高慎斌 王金堂
魏钟铨

办 公 室 陆道中 杨树仁 宋惠兰 居自强
于 淼

总 序

导弹与航天技术,是现代科学技术中发展最快的高技术之一。导弹武器的出现,使军事思想和作战方式发生了重大变革;航天技术,把人类活动的领域扩展到太空,使人类认识自然和利用外层空间的能力发生了质的飞跃。

导弹与航天技术是一项复杂的系统工程,它应用了现代科学技术众多领域的最新成就,是科学技术与国家基础工业紧密结合的产物,是一个国家科学技术水平和工业水平的重要标志。

中国人民经过30年的努力,依靠自己的力量,勇于开拓,坚韧不拔,在经济和科学技术比较落后的条件下,走出了自己发展导弹和航天技术的道路,造就了一支能打硬仗的技术队伍,建立了具有相当规模和水平的导弹和航天工业体系,形成了遍布全国的科研、生产协作网。这是党中央独立自主、自力更生方针的伟大胜利,是全国各地区、各部门大力协同,组织社会主义大协作的丰硕成果。

30年来,我国已有多型号经历了研究、设计、生产、试验、装备、使用的全过程,装备了各种射程的战略和战术弹道导弹、各种类型的防空导弹和飞航导弹,用多种运载火箭发射了不同轨道和用途的人造卫星,这些都是我国导弹和航天工业的物质成果。这些重大成果对增强我国的国防实力,促进经济发展,带动科学进步,发挥了重要的作用。

我们不仅取得了丰硕的物质成果,而且积累了宝贵的实践经验。为了发展中国的导弹和航天事业,多少人投入毕生的精力,贡献了宝贵的智慧,付出了辛勤的劳动,备尝了失败的苦痛和成功的

欢欣.这些付出高昂代价取得的实际经验,难以只从书本上学来,也不能从外国买来,只能靠自己在实践中总结.为了加速我国导弹和航天事业的发展,需要全面、系统地归纳以往研制过程中建立和应用的设计理论,总结其工程经验,用以指导今后的研制实践,并传授给导弹和航天事业一代又一代新生力量,使他们能在较高的起点上开始工作.为此,我们组织多年来从事导弹、人造卫星和运载火箭研制工作的专家和工程技术人员,编著了这套《导弹与航天丛书》.它以工程应用为主,力求体现工程的系统性、完整性和实用性,是我国导弹和航天技术队伍 30 年心血凝聚的精神成果,是多种专业技术工作者通力合作的产物.

作为一项系统工程,要求参加导弹和航天工程研制工作的各类技术人员,不仅精通自己的专业,而且充分理解相关专业的要求和特点,在统一的总体目标下,相互协调、密切配合地进行工作.因此,本《丛书》也是导弹和航天技术队伍各专业间以及和其他有关人员间进行技术交流的读物.

本《丛书》按液体弹道导弹与运载火箭(I)、固体弹道导弹(II)、防空导弹(III)、飞航导弹(IV)、卫星工程(V)等 5 个系列编排.各系列共用的固体推进技术(VI)和空气动力学(VII)两种专业编为专著,其他共用专业则纳入一个系列,并供其他系列选用.

本《丛书》的各级编委会、各卷册的主编、副主编及各章节的作者是一个庞大的科学技术人员群体,为了编写好这部大型丛书,编著人员在组织和技术工作上都付出了巨大劳动.期望这套《丛书》能帮助人们加深对于导弹和航天技术的了解,能促进中国的导弹和航天事业向更高的目标迈进.

《导弹与航天丛书》

编辑工作委员会

1987 年 8 月

《导弹与航天丛书》

卫星工程系列

序 言

卫星工程系列丛书是《导弹与航天丛书》的一个系列。

我国坚持自力更生、艰苦奋斗的方针,在人造卫星的研制工作中取得了举世瞩目的成就。1970年4月24日,中国第一颗人造地球卫星——“东方红一号”发射成功,卫星运行正常,跨入了空间大国的行列。至今,我国成功地研制和发射了30颗不同类型的人造卫星,其中包括当代最重要的三类应用卫星:高轨道的静止通信卫星、低轨道的返回式卫星和中轨道的遥感卫星。这些卫星应用于国民经济、国防建设、文化教育和科学研究的很多部门,取得了显著的社会和经济效益。

我国在研制人造卫星的工作中,开展了创造性的科研活动,积累了丰富的实践经验,形成了学科门类齐全的卫星工程知识体系。我们组织众多的工程技术专家编写本系列丛书的目的,在于将这些实践经验和理论知识进一步系统化和理论化,并适当地吸收国外先进的科学技术成果,使其形成一套航天技术专著,用于指导今后的卫星研制工作。本系列丛书共有19种技术专著,包括卫星工程概论、卫星分系统技术和专业技术,以及探空火箭设计,共计29分册。

本系列丛书的内容以人造卫星的研制技术为主,着重论述卫星工程技术方面的问题,并简要论及了许多相关学科的问题,使其具有完整性、系统性。某些分册涉及到载人飞船、空间站等其他类

航天器的工程技术问题,其中论述内容较多的两册,书名冠以航天器.本系列各种分册在内容上具有相对的独立性和系统性.

编纂卫星工程系列丛书尚无经验可循,我们的工作首次尝试,由于编著人员的知识水平和实践经验有限,书中不当之处在所难免,欢迎广大读者批评指正.

本系列丛书的编纂工作,得到很多单位领导、广大科技人员和宇航出版社很多同志的大力支持,在此致以衷心的感谢.

《导弹与航天丛书》

卫星工程系列编辑委员会

1991年6月

前 言

《气象卫星有效载荷技术》是《导弹与航天丛书》卫星工程系列中关于气象卫星遥感仪器、实时信息处理和发送与接收设备方面的一本工程技术专著。本书论述了气象卫星有效载荷研制试验中涉及的设计思想、技术原理和研制方法。全书以技术为主线,首先论述了气象卫星与卫星气象及其主要相关学科的关系,反映其遥感技术的定量化特点;进而按气象卫星的两种轨道特性,分别论述了极轨气象卫星与静止气象卫星的有效载荷研制、试验、定标、测试及应用等方面内容;最后介绍了21世纪气象卫星有效载荷的发展趋势。

全书注重原理与设计的结合,设计与应用的结合,突出了气象卫星有效载荷技术工程的先进性、技术性及实用性,并综合反映了中国气象卫星及其有效载荷技术的发展成果。本书可供有关科研人员、试验测试人员及高等院校相关专业师生参考使用。

本书集中了我国多位从事气象卫星有效载荷研制与设计的高级工程技术人员的丰富经验,并在他们的共同努力下编写完成。在编写过程中得到了有关单位领导的大力支持,他们是:上海航天技术研究院,中国科学院的上海技术物理研究所、空间科学与应用中心、长春光学精密机械与物理研究所,中国空间技术研究院及国家卫星气象中心等。

在本书编写过程中,始终得到陆道中同志的重要帮助;并经范天锡、范士明、李希哲、陈世平、金恂叔、顾名澧、马文坡等资深专家的多次审稿,对此我们深表谢意;方家熊、梁平治、信太林、齐晓军、翁垂骏、王维扬、钱顺宝、殷玉林、王模昌、代作晓、冯亮文、毛辰石、

张宝龙、华建文、王金华、魏致坤、禹秉熙、李福田、王英鉴、张仲谋、李靖、孙越强、陈文新、田学良、张鹏、吴雪宝、樊昌尧、游然等同志在本书编写中提供了大量宝贵的素材,为本书的编写作出了贡献;杨军、刘泽明、俞国弟、杨定国、孙明珠等同志也给予了多方面的支持和帮助.对上述同志,我们在此一并表示衷心的感谢;同时,也感谢郑亲波、唐留根同志对全书所做的统稿工作.

由于本书编著者较多,书稿内容涉及面较广,加上编著者的水平、经验和能力的限制,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正.

编 者

2005年5月

目 录

第一章 概论 李 卿 许健民 徐博明

1.1 气象卫星与卫星气象	(1)
1.1.1 卫星气象	(1)
1.1.2 气象卫星与卫星气象的关系	(3)
1.2 气象卫星及其有效载荷	(4)
1.2.1 气象观测	(4)
1.2.2 卫星及其遥感仪器	(5)
1.2.3 卫星有效载荷的组成与作用	(8)
1.2.4 空间天气观测	(11)
1.3 气象卫星轨道与有效载荷观测方式	(11)
1.3.1 卫星轨道	(11)
1.3.2 有效载荷观测方式	(12)
1.4 中国气象卫星系列及其有效载荷	(14)
第二章 有效载荷系统的分析与设计	

孙允珠 舒伟民

2.1 概述	(20)
2.1.1 有效载荷的分类	(21)
2.1.2 有效载荷的特点	(22)
2.1.3 有效载荷的基本组成	(24)
2.2 有效载荷的配置及其应用	(26)
2.2.1 应用需求	(26)
2.2.2 主要配置	(27)
2.3 有效载荷的设计	(31)
2.3.1 设计程序	(31)
2.3.2 约束条件分析	(33)

2.3.3	主要性能参数分析与选择	(37)
2.3.4	环境适应性设计	(56)
2.3.5	热控设计	(57)
2.3.6	电磁兼容性设计	(60)
2.3.7	防污染设计	(61)
2.3.8	寿命与可靠性设计	(63)
2.3.9	特殊设计	(65)
2.4	有效载荷的定标与试验	(66)
2.4.1	辐射定标	(66)
2.4.2	环境与可靠性试验	(68)

第三章 极轨气象卫星的有效载荷

龚惠兴 孙允珠 张 镔 丁 雷 殷德奎
朱雅琳 方 伟 王淑荣 王咏梅 王世金
吕利清 路同山

3.1	概述	(74)
3.1.1	有效载荷的主要配置	(75)
3.1.2	有效载荷的共性技术	(77)
3.2	可见光、红外扫描辐射计	(86)
3.2.1	原理与组成	(89)
3.2.2	光学系统	(91)
3.2.3	扫描系统	(94)
3.2.4	电子学系统	(95)
3.2.5	星上定标装置	(98)
3.3	中分辨率成像光谱仪	(99)
3.3.1	原理	(101)
3.3.2	光学系统	(102)
3.3.3	物方扫描与像消旋	(104)
3.3.4	图像资料星上预处理	(105)
3.3.5	焦平面组件	(107)
3.3.6	辐射校正装置	(108)
3.4	红外分光计	(110)
3.5	红外大气干涉探测仪	(117)

3.5.1	光学系统	(118)
3.5.2	干涉驱动系统	(122)
3.5.3	信息处理系统	(124)
3.6	地球辐射收支仪	(126)
3.6.1	太阳辐照度监测仪	(127)
3.6.2	地球辐射探测仪	(132)
3.7	臭氧总量探测仪	(137)
3.7.1	分光光度计	(139)
3.7.2	辐射与光谱的定标	(140)
3.8	臭氧垂直探测仪	(141)
3.8.1	紫外光栅谱仪	(143)
3.8.2	电控系统	(145)
3.8.3	定标单元	(145)
3.9	微波成像仪	(147)
3.9.1	系统组成	(148)
3.9.2	预处理与控制	(150)
3.9.3	展开与扫描	(151)
3.9.4	定标	(151)
3.10	微波辐射计	(152)
3.10.1	类型	(155)
3.10.2	原理与设计	(157)
3.10.3	扫描方式	(163)
3.11	掩星 GPS 大气探测仪	(164)
3.11.1	原理	(164)
3.11.2	系统构成	(166)
3.12	空间环境监测器	(168)
3.12.1	空间环境及其探测	(168)
3.12.2	半导体类探测器	(169)
3.12.3	静电分析类探测器	(170)
3.12.4	朗缪探针类探测器	(170)
3.12.5	电磁场类探测器	(171)
3.12.6	其他环境效应类探测器	(172)

3.13	数据传输系统	(173)
3.13.1	信息复接与处理	(175)
3.13.2	记录器	(177)
3.13.3	传输链路	(177)
第四章 静止气象卫星的有效载荷		
	陈桂林 王玉花 王淦泉 张如意 詹丽珊 杨春江 陆段军 曹文亮 朱光武 曹志宇 尹友田	
4.1	概述	(182)
4.2	自旋稳定静止气象卫星多通道扫描辐 射计	(185)
4.2.1	原理与组成	(186)
4.2.2	光学系统	(193)
4.2.3	望远镜筒扫描机构	(196)
4.2.4	扫描机构控制器	(199)
4.2.5	光电探测器件	(200)
4.2.6	辐射制冷器	(202)
4.2.7	星上定标技术	(207)
4.2.8	电子学系统	(209)
4.3	自旋稳定静止气象卫星扫描同步器	(213)
4.3.1	星上图像同步技术	(214)
4.3.2	狭缝式精太阳敏感器	(221)
4.3.3	扫描同步器	(225)
4.4	自旋稳定静止气象卫星空间环境 监测器	(227)
4.4.1	太阳 X 射线探测器	(227)
4.4.2	空间粒子探测器	(228)
4.5	原始云图传输与云图转发器	(230)
4.5.1	转发器组成	(230)
4.5.2	工作原理	(233)
4.5.3	转发器的技术性能	(237)
4.5.4	QPSK 调制器	(238)

4.5.5 功能转换开关	(239)
4.5.6 S频段固态功率放大器	(240)
4.5.7 收发多工器	(241)
4.5.8 射电天文保护滤波器	(242)
4.6 数据收集系统	(242)
4.7 天线和微波旋转关节	(248)
4.7.1 原理与组成	(248)
4.7.2 S频段抛物面天线	(250)
4.7.3 UHF 双绕螺旋天线	(252)
4.7.4 微波旋转关节	(253)
4.8 自旋稳定静止气象卫星星地大回路测试 技术	(255)
4.8.1 测试原理	(255)
4.8.2 测试系统组成	(256)
4.8.3 测试模式	(260)
4.9 三轴稳定静止气象卫星主要探测仪器	(260)
4.9.1 扫描成像辐射计	(260)
4.9.2 大气垂直探测仪	(263)
4.9.3 闪电探测仪	(267)
4.9.4 空间环境监测仪器	(269)
第五章 有效载荷的辐射定标	邱康睦
5.1 概述	(273)
5.2 辐射定标的原理与方法	(274)
5.2.1 定标原理	(274)
5.2.2 定标方法	(276)
5.3 辐射参考标准与标准传递	(278)
5.4 卫星发射前的地面定标	(282)
5.4.1 定标原理	(283)
5.4.2 定标试验方法及设备	(284)
5.4.3 定标数据处理	(289)
5.4.4 定标精度与评价	(293)
5.5 在轨星上定标	(294)