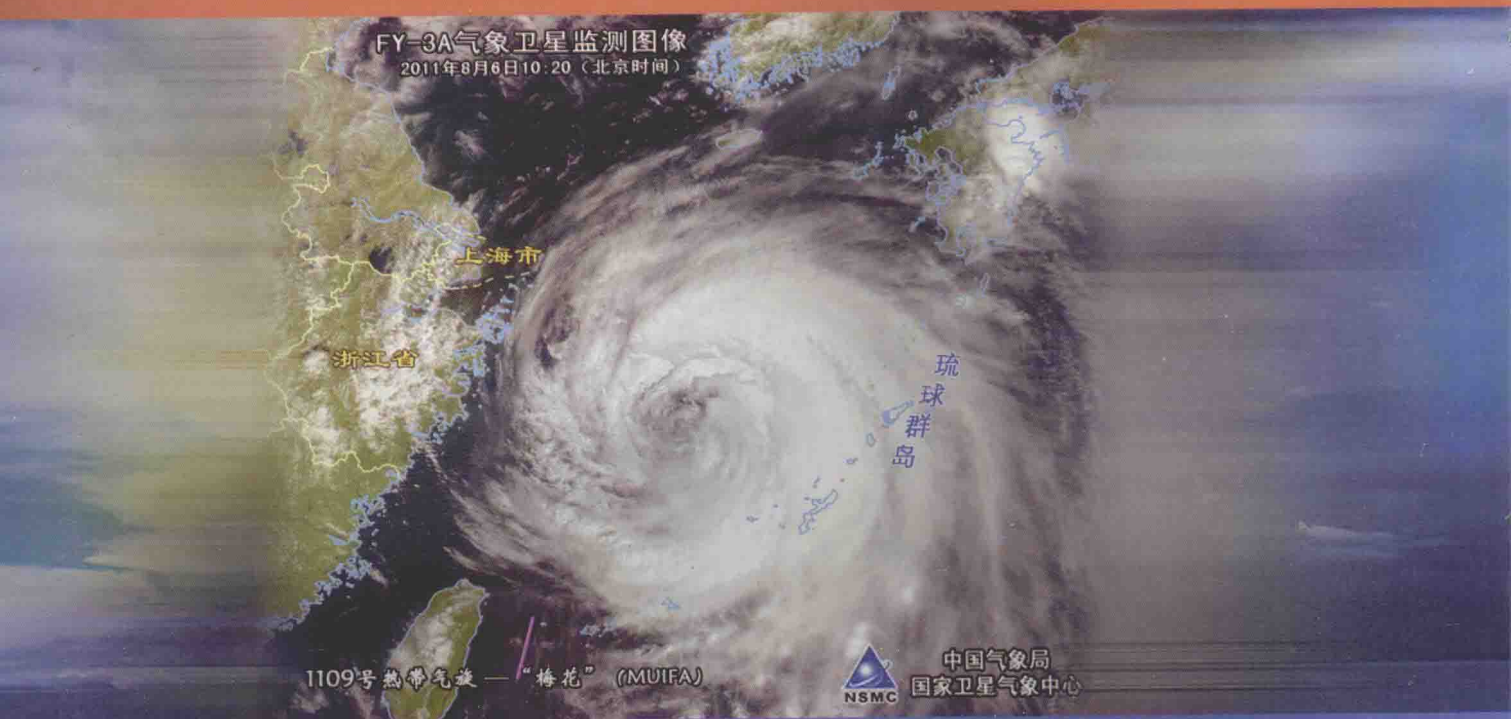


“十二五”时期国家重点图书出版规划图书
现代气象业务丛书

丛书主编：郑国光



气象卫星及其应用 ①

杨 军 主编

“十二五”时期国家重点图书出版规划图书
现代气象业务丛书

气象卫星及其应用 (上)

主 编 杨 军
副主编 许健民 董超华 卢乃锰



 **气象出版社**
China Meteorological Press

内容简介

《气象卫星及其应用》是《现代气象业务丛书》的一卷。本书介绍了气象卫星的发展过程、气象卫星的作用和基本观测原理,以及卫星气象学的主要研究内容;重点介绍了我国风云气象卫星的特点和功能、有效载荷及其性能指标;详细描述了风云气象卫星地面应用系统的功能、结构、信息处理流程,以及生成的主要业务产品;深入介绍了卫星资料处理的基本原理和方法,卫星遥感产品的生成及其典型应用;同时,也对卫星资料和产品在天气预报、数值天气预报、气候预测、生态环境和自然灾害监测等方面的应用进行了比较全面的介绍。本书可以作为气象业务人员熟悉和掌握气象卫星资料处理和应用的参考用书和培训教材,对相关高等学校的师生以及科研院所的科技人员也有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

气象卫星及其应用/杨军主编. —北京:气象出版社,2012.7

(现代气象业务丛书)

ISBN 978-7-5029-5531-1

I. ①气… II. ①杨… III. ①气象卫星-研究 IV. ①P414.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 153747 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:王桂梅

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:889 mm×1194 mm 1/16

字 数:1708 千字

版 次:2012 年 10 月第 1 版

定 价:192 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:汪勤模

责任技编:吴庭芳

印 张: 53.25

印 次:2012 年 10 月第 1 次印刷

《现代气象业务丛书》编写委员会成员

主 任 郑国光

常务副主任 许小峰

副 主 任 矫梅燕 高学浩 胡 鹏 李 刚

委 员(按姓氏笔画为序)

王式功 王晓云 刘燕辉 孙 健

宋连春 张人禾 张庆红 张俊霞

李国平 杨 军 杨修群 肖子牛

陈洪滨 赵立成 程建军 端义宏

《现代气象业务丛书》审定专家组成员

(按姓氏笔画为序)

丁一汇 丑纪范 王守荣 伍荣生 宇如聪 许健民

吴国雄 李泽椿 沈晓农 陈联寿 赵柏林 徐祥德

涂传诒 陶诗言 陶祖钰 巢纪平

《现代气象业务丛书》编写委员会办公室成员

主 任 高学浩(兼)

副主任 陈云峰 于玉斌 胡丽云 郑有飞

成 员 章国材 董一平 曹晓钟 刘莉红 俞小鼎

俞卫平 邹立尧 罗林明 董章杭 成秀虎

孙博阳 马旭玲 张 德 赵亚南

《气象卫星及其应用》编写人员

主 编:杨 军

副主编:许健民 董超华 卢乃锰

编 审:方宗义 范天锡 邱康睦 徐建平

撰稿人(按姓氏笔画排序)

马 刚	王 刚	王素娟	王艳姣	王维和	王 新
王 瑾	方宗义	方 翔	尹红刚	龙向荣	卢乃锰
叶采华	冉茂农	白文广	冯 绚	戎志国	权维俊
毕研盟	师春香	朱小祥	朱爱军	朱 琳	任素玲
刘玉洁	刘 诚	刘京晶	刘勇洪	刘 健	刘 辉
刘瑞霞	齐 瑾	关 敏	许健民	孙安来	孙 凌
安大伟	寿亦萱	杨 军	杨忠东	杨昌军	杨 虎
杨 磊	李小青	李三妹	李 云	李 元	李亚军
李贵才	李晓静	李嘉巍	肖贤俊	吴荣华	吴 晓
吴晓京	吴雪宝	邱 红	谷松岩	张元元	张 华
张兴赢	张里阳	张志清	张明伟	张其松	张 勇
张 艳	张晓虎	张晔萍	张 鹏	陆 风	陆文杰
陆其峰	陈爱军	陈博洋	武胜利	林维夏	林曼筠
罗敬宁	郑 伟	郑 婧	郑照军	胡秀清	胡丽琴
赵凤生	赵长海	赵现纲	咸 迪	施进明	袁晚平
聂肃平	聂 晶	夏景林	钱建梅	徐建平	徐 喆
高 云	高文华	郭 杨	郭 强	唐世浩	姬 翔
黄富祥	黄 聪	曹广真	曹治强	董立新	董超华
韩秀珍	蒋建莹	覃丹宇	程朝晖	游 然	漆成莉
樊昌尧	薛纪善	魏彩英			

工作人员

张甲坤 商玉琴 方 萌 成伟玲

总 序

《国务院关于加强气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕3号,以下简称“国务院3号文件”)明确要求,新时期气象事业发展要以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,全面贯彻落实科学发展观,坚持公共气象的发展方向,按照一流装备、一流技术、一流人才、一流台站的要求,进一步强化观测基础,提高预报预测水平,加快科技创新,建设具有世界先进水平的气象现代化体系,提升气象事业对经济社会发展、国家安全和可持续发展的保障与支撑能力,为构建社会主义和谐社会,全面建设小康社会提供一流的气象服务。到2020年,建成结构完善、功能先进的气象现代化体系,使气象整体实力接近同期世界先进水平,若干领域达到世界领先水平。

发展现代气象业务,是气象现代化体系建设的中心任务。为此,中国气象局党组认真总结中国特色气象事业发展改革的经验,深入分析我国经济社会发展对气象事业发展的需求,坚持“公共气象、安全气象、资源气象”发展理念,扎实推进业务技术体制改革,加快推进现代气象业务体系建设,努力实现国务院3号文件提出的实现气象现代化的战略目标,并下发了《中国气象局关于发展现代气象业务的意见》(气发〔2007〕477号)。

现代气象业务体系主要由公共气象服务业务、气象预报预测业务和综合气象观测业务构成,各业务间相互衔接、相互支撑。现代气象业务体系建设要以公共气象服务业务为引领、气象预报预测业务为核心、综合气象观测业务为基础。做好现代气象业务体系的顶层设计,扎实推进现代气象业务体系的建设,是当前和今后一个时期气象现代化体系建设,推动气象事业科学发展的重点任务。而编写一套能够体现现代气象科技水平和成果的《现代气象业务丛书》(以下简称《丛书》),以满足各类从事气象业务、科研、管理以及教育培训等人员的实际需要,是中国气象局党组推进现代气象业务体系建设的具体举措。

《丛书》遵循先进性、实用性和前瞻性的原则,紧密围绕建设现代气象业务体系的总体要求,以适应新形势下气象业务技术体制改革需要和提高气象业务科技水平和气象服务能力为宗旨,立足部门,面向行业,总结分析了国内外现代气象科技发展的最新成果和先进的业务技术体制与流程。《丛书》的编写过程是贯彻落实科学发展观和国务院3号文件的具体实践,也是科学推进现代气象业务体系建设的重要内容。

《丛书》共计十五分册,分别是《现代天气业务》、《现代数值预报业务》、《现代气候业务》、《气候变化业务》、《现代农业气象业务》、《大气物理与人工影响天气》、《大气成分与大

气环境》、《气象卫星及其应用》、《天气雷达及其应用》、《空间天气》、《航空气象业务》、《综合气象观测》、《气象信息系统》、《现代气象服务》和《气象防灾减灾》。

《丛书》编写工作是在气象部门科研业务单位、高等院校和科研院所以及气象行业管理专家、科技工作者的参与和大力支持下,在《丛书》编委会办公室的精心组织下进行的,凝聚了各方面的智慧。在此,我对为《丛书》编写工作付出辛勤劳动的专家、学者及参与编写工作的单位和有关人员表示诚挚的谢意!

郑国光

2009年12月于北京

前 言

1960年世界上第一颗气象卫星在美国诞生,为从太空自上而下观测地球大气开辟了新的途径。50多年来,气象卫星探测技术有了长足发展,观测的时间和空间分辨率不断提高,探测灵敏度和光谱精度不断改进,实现了由星下点观测到过轨扫描的多光谱、全天候、主被动结合的三维定量遥感。应用需求带动了我国气象卫星的快速发展,1988年我国将自行研制生产的第一颗极地轨道风云气象卫星送入太空,至今已成功发射11颗气象卫星,其中极地轨道气象卫星6颗,静止轨道气象卫星5颗,成功实现了静止气象卫星双星观测、在轨备份和极轨气象卫星的升级换代及上、下午星组网观测。我国气象卫星已达到国外同类卫星的先进水平,成为全球业务应用气象卫星序列中的重要成员。大气参数定量反演精度与国际同类卫星相当,同时具有监测陆地、海洋和生态环境变化的能力。气象卫星为数值天气预报初值提供了全球均匀覆盖的观测资料,促进了同化技术的发展;提供的高时空分辨率观测,使台风、沙尘暴等监测无一漏网,及时捕捉森林、草场火点,监测海冰、雾、气溶胶和植被状态等,为防灾减灾、应对气候变化以及经济社会可持续发展做出了重要贡献。实践证明,伴随气象卫星而产生的多学科交叉融合的卫星气象学,已经成为极具生命力和应用前景的新兴学科。未来,气象卫星将发展成为天气、气候和环境变化的综合观测主体。

《气象卫星及其应用》从星地一体化视角,全面系统地介绍了气象卫星和卫星气象学的发展,展示了我国气象卫星技术水平、业务服务能力和重要应用成果。本书共四部分21章,每一部分5章,第21章为本书的总结与展望。第一部分是卫星观测系统;第二部分是地面应用系统;第三部分是卫星资料反演;第四部分是卫星资料应用。第1章概要介绍了气象卫星和卫星气象学的发展历史,包括卫星轨道特征、观测的科学目标和研究内容等;第2章至第5章介绍了气象卫星遥感原理、气象业务对观测的需求、主要星载遥感仪器、全球主要观测系统;第6章至第10章总结了地面应用系统的主要任务、技术特点、数据接收、运行控制、数据预处理与产品生成、资料存档与分发、用户利用站等;第11章至第15章介绍了卫星遥感反演计算原理和方法,重点总结了业务算法,包括云和辐射计算方法、大气参数和大气成分反演方法、地表参数和海洋参数计算方法等。第16章至第20章总结了卫星资料的应用成果,包括卫星资料在天气、气候分析中的应用,在生态与农业以及环境与灾害监测中的应用。

本书编写大纲由杨军拟定,参加编写的主要是在国家卫星气象中心从事卫星气象科研、业务和工程技术,以及在国家气象中心、国家气候中心和中国气象科学研究院等单位工作的有关人员。本书第一部分由杨军、杨忠东和张志清组织编写并统稿。其中,第1章由杨军、杨忠东、方宗义编写;第2章由杨忠东、方宗义、冯绚编写;第3章由覃丹宇、黄富

祥、赵凤生、陆其峰编写；第4章由郭强、谷松岩、张里阳、胡秀清、黄富祥、吴雪宝、张兴赢、王维和、邱红、陈博洋、毕研盟、杨磊、尹红刚、杨虎、武胜利编写；第5章由张志清、徐建平、郭强、刘健、胡秀清、张兴赢、聂晶编写。第二部分由卢乃锰、施进明、魏彩英组织编写并统稿。其中，第6章由施进明、卢乃锰、魏彩英编写；第7章由魏彩英、赵现纲、施进明、朱爱军、林曼筠、夏景林、林维夏、程朝晖编写；第8章由谷松岩、陆风、邱红、张晓虎、关敏、王素娟、刘京晶、刘健、杨虎、师春香、郑照军、高文华、吴晓、戎志国、许健民、张其松、刘瑞霞、孙凌、郑婧、吴晓京、刘诚、罗敬宁、马刚、董立新、张里阳、杨昌军、胡秀清、吴荣华、李晓静、方翔、李贵才、武胜利、李小青、张晔萍、漆成莉、曹广真、刘辉、吴雪宝、王维和、黄富祥、张艳、胡丽琴、游然、李三妹、陆其峰、李嘉巍、黄聪、齐瑾、朱小祥、安大伟、高云、李亚军、樊昌尧、赵长海、冉茂农、袁晚平、李元、张勇编写；第9章由孙安来、钱建梅、徐喆编写；第10章由朱爱军、韩秀珍、龙向荣编写。第三部分由董超华、张鹏组织编写和统稿。其中，第11章由刘健、吴晓、张艳、杨昌军、师春香、刘瑞霞、高文华、朱小祥编写；第12章由吴雪宝、董超华、胡秀清、游然、毕研盟、张其松、李小青、刘辉编写；第13章由张鹏、张兴赢、王维和、黄富祥、李晓静、孙凌、齐瑾、白文广、王刚编写；第14章由唐世浩、李贵才、陈爱军、刘京晶、武胜利、郑照军、曹广真、李晓静编写；第15章由孙凌、刘玉洁、咸迪、师春香、武胜利、赵长海、王素娟、王维和编写。第四部分由许健民、朱小祥、方翔组织编写和统稿。其中，第16章由李云、方翔、许健民、王新、陆文杰、王瑾、蒋建莹、寿亦萱、刘健、覃丹宇、任素玲、曹治强、姬翔、吴晓京编写；第17章由师春香、郑照军、刘瑞霞、张里阳、郑婧、肖贤俊、任素玲、张艳、王艳姣、张明伟、聂肃平编写；第18章由马刚、薛纪善、李小青、张华、郭杨、毕研盟、刘辉编写；第19章由朱小祥、张明伟、李贵才、张里阳、韩秀珍编写；第20章由张晔萍、郑伟、吴晓京、陆文杰、刘诚、刘勇洪、朱琳、赵长海、李三妹、张元元、叶采华、权维俊编写；第21章由许健民编写。全书由杨军、许健民、董超华、卢乃锰编审，杨军最后定稿。

在本书的编写过程中，国家卫星气象中心的方宗义、范天锡、邱康睦和徐建平等研究员以及美国威斯康辛大学李俊博士提出了许多宝贵建议和意见。在全书形成前后，还得到了孙家栋、任新民、陶诗言、曾庆存、匡定波、陈桂林、孙敬良、孟执中、吕达仁、周秀骥、丑纪范、李泽椿、丁一汇等院士以及李卿、高火山、毛节泰、朱元竞、陈渭民、傅云飞、陈洪滨、林龙福、王振会、孙涵等众多专家的精心指导和大力帮助。在此，谨致以衷心的感谢！

本书编审工作于2011年底完成，之后发射的国内外气象卫星不包含在本书的内容之中。《气象卫星及其应用》涉及学科众多，内容十分丰富，限于时间，不少内容只能概要表述；加之编者水平和能力有限，错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2011年12月

目 录

总序

前言

第 1 章

气象卫星和卫星气象/1

1.1 绪论/1

1.1.1 极轨气象卫星的诞生及其发展/1

1.1.2 静止轨道气象卫星的出现与发展/2

1.1.3 我国气象卫星的发展历程/3

1.1.4 卫星气象学的兴起与卫星资料的应用/4

1.2 气象卫星/6

1.2.1 轨道特征/6

1.2.2 探测能力及其特点/7

1.2.3 我国气象卫星和全球气象卫星观测/7

1.3 卫星气象学及其研究内容/9

1.3.1 现状/9

1.3.2 研究内容/10

1.3.3 发展/12

参考文献/13

第 2 章

气象卫星遥感原理/14

2.1 遥感基本概念/14

2.1.1 遥感/14

2.1.2 电磁辐射基本概念/15

2.1.3 遥感电磁辐射原理/18

2.2 辐射传输和遥感探测原理/21

2.2.1 太阳辐射/21

2.2.2 地球辐射/22

2.2.3 大气吸收和散射/23

2.2.4 辐射传输/26

2.2.5 遥感探测应用/27

2.3 遥感探测数据特性/32

2.3.1 空间分辨率和几何特性/32

2.3.2 辐射测量精度和定标/33

2.3.3 光谱分辨率/34

2.3.4 时间分辨率/35

参考文献/35

第3章 气象业务对卫星遥感的需求/36

- 3.1 天气分析的卫星观测需求/36
 - 3.1.1 天气分析特点及发展趋势/36
 - 3.1.2 关键大气参量/39
- 3.2 数值天气预报的卫星观测需求/41
 - 3.2.1 数值天气预报现状及发展/42
 - 3.2.2 国外数值天气预报的发展趋势/43
 - 3.2.3 我国数值预报的现状/43
 - 3.2.4 我国业务数值预报模式的未来发展/44
 - 3.2.5 关键参量/46
- 3.3 气候与气候变化观测需求/50
 - 3.3.1 现状和发展/50
 - 3.3.2 中国气候系统观测中卫星遥感探测的现状和评价/51
 - 3.3.3 关键参量/52
- 3.4 农业、生态、资源环境和灾害监测的卫星观测需求/54
 - 3.4.1 卫星监测灾害的现状、发展和需求/54
 - 3.4.2 关键参量/57

参考文献/58

第4章 气象卫星遥感仪器/59

- 4.1 光学成像类遥感仪器/59
 - 4.1.1 扫描辐射计/60
 - 4.1.2 中分辨率光谱成像仪/67
 - 4.1.3 闪电成像仪/71
- 4.2 光学探测类遥感仪器/73
 - 4.2.1 第一代红外探测仪器/73
 - 4.2.2 红外高光谱探测器/76
 - 4.2.3 近红外高光谱探测器/80
 - 4.2.4 紫外臭氧探测器/84
 - 4.2.5 辐射收支探测器/88
 - 4.2.6 偏振和方向性成像仪/92
- 4.3 被动微波遥感仪器/94
 - 4.3.1 微波成像遥感器/94
 - 4.3.2 微波探测遥感器/100
- 4.4 主动遥感探测器/104
 - 4.4.1 降水测量雷达/104
 - 4.4.2 微波散射计/106
 - 4.4.3 微波云雷达/108
 - 4.4.4 激光雷达/109
 - 4.4.5 导航卫星掩星大气探测仪/112

参考文献/114

第5章 全球气象卫星观测系统/116

- 5.1 中国风云气象卫星观测系统/116
 - 5.1.1 中国第一代气象卫星观测系统/116
 - 5.1.2 中国第二代气象卫星观测系统/119

- 5.2 国际气象卫星观测系统/123
 - 5.2.1 美国气象卫星观测系统/123
 - 5.2.2 欧洲气象卫星观测系统/125
 - 5.2.3 其他国家气象卫星观测系统/127
- 5.3 国际组织及空间观测计划/127
 - 5.3.1 世界气象组织(WMO)空间计划司/127
 - 5.3.2 气象卫星协调组织/129
 - 5.3.3 全球观测系统综合协调/130
 - 5.3.4 WMO 气候观测计划/135
 - 5.3.5 地球观测组织(GEO)与全球综合地球观测系统(GEOSS)/137
- 参考文献/140

第 6 章 地面应用系统/141

- 6.1 地面应用系统概述/141
 - 6.1.1 地面应用系统的作用与地位/141
 - 6.1.2 地面应用系统简述/142
- 6.2 极轨气象卫星地面应用系统/143
 - 6.2.1 主要任务及技术特点/143
 - 6.2.2 系统组成与功能/144
 - 6.2.3 系统结构及处理流程/148
- 6.3 静止气象卫星地面应用系统/149
 - 6.3.1 主要任务与技术特点/151
 - 6.3.2 系统组成与功能/152
 - 6.3.3 系统结构与处理流程/154

参考文献/156

第 7 章 数据接收与运行控制/157

- 7.1 极轨气象卫星数据接收/157
 - 7.1.1 概述/157
 - 7.1.2 极轨气象卫星星地数据传输技术/157
 - 7.1.3 国内外接收站网布局/160
 - 7.1.4 极轨数据接收站/160
 - 7.1.5 数据通信与传输/164
- 7.2 静止气象卫星数据接收/167
 - 7.2.1 概述/167
 - 7.2.2 星地信息传输/169
 - 7.2.3 指令数据接收站/170
 - 7.2.4 地面数据通信与传输/173
 - 7.2.5 广州 CDAS 异地备份站/175
- 7.3 业务运行控制系统/176
 - 7.3.1 概述/176
 - 7.3.2 极轨卫星运行控制系统/176
 - 7.3.3 静止气象卫星运行控制中心/181

参考文献/186

第 8 章 数据预处理与产品生成/187

- 8.1 概述/187

- 8.2 极轨系列风云卫星数据预处理/187
 - 8.2.1 遥感数据地理定位/188
 - 8.2.2 遥感数据辐射定标/196
 - 8.2.3 极轨卫星遥感数据预处理产品介绍/212
- 8.3 静止系列风云卫星数据预处理/212
 - 8.3.1 遥感图像地理定位/212
 - 8.3.2 遥感数据辐射定标/217
 - 8.3.3 图像配准与归一化/221
 - 8.3.4 静止气象卫星展宽云图生成过程/222
 - 8.3.5 静止气象卫星标称投影/223
- 8.4 极轨气象卫星产品/225
 - 8.4.1 概述/225
 - 8.4.2 云和辐射产品/226
 - 8.4.3 大气参数与大气成分产品/231
 - 8.4.4 地表参数反演产品/238
 - 8.4.5 海洋参数反演产品/246
- 8.5 静止气象卫星产品/248
 - 8.5.1 静止气象卫星产品概述/249
 - 8.5.2 图像产品/249
 - 8.5.3 云和辐射产品/250
 - 8.5.4 大气参数反演产品/253
 - 8.5.5 陆地参数反演产品/255
 - 8.5.6 海洋参数反演产品/256
- 8.6 风云卫星辐射校正与产品真实性检验/257
 - 8.6.1 基本原理/257
 - 8.6.2 辐射校正场布局/260
 - 8.6.3 辐射校正场的业务运行/261
 - 8.6.4 产品真实性检验/263
 - 8.6.5 未来展望/265

参考文献/266

第9章 资料存档与分发服务/270

- 9.1 概述/270
- 9.2 卫星资料种类和时效/270
 - 9.2.1 资料种类/270
 - 9.2.2 存档资料种类和年限/271
 - 9.2.3 资料与产品时效/274
 - 9.2.4 存档规模/275
- 9.3 资料存档/275
 - 9.3.1 系统组成/275
 - 9.3.2 系统功能/275
 - 9.3.3 系统流程/276
 - 9.3.4 存档策略/278
- 9.4 资料分发与共享服务方式/280
 - 9.4.1 资料政策/280

	9.4.2 分发途径/280
	9.4.3 资料格式简介/281
	9.5 实时资料分发/286
	9.5.1 系统组成/286
	9.5.2 系统功能/286
	9.5.1 分发流程/286
	9.6 资料服务网站/287
	9.6.1 系统组成/287
	9.6.2 系统功能/287
	9.6.3 用户服务策略/288
	9.6.4 系统流程/289
	9.7 国外卫星资料获取/291
	9.7.1 国外数据检索和获取网站介绍/291
	9.7.2 全球重要卫星数据集介绍/292
第 10 章	用户利用站/293
	10.1 概述/293
	10.2 极轨气象卫星用户利用站/294
	10.2.1 利用站的组成/294
	10.2.2 主要功能/294
	10.2.3 技术参数/295
	10.2.4 建站环境要求/298
	10.2.5 接收处理流程/298
	10.3 静止气象卫星用户利用站/299
	10.3.1 利用站的组成/300
	10.3.2 主要功能/300
	10.3.3 技术参数/301
	10.3.4 建站环境要求/302
	10.3.5 接收处理流程/302
	10.4 低速率信息传输用户利用站介绍/303
	10.4.1 LRIT 数据的接收方法/303
	10.4.2 LRIT 用户利用站介绍/304
	10.5 FENGYUNCast 用户利用站/305
	10.5.1 利用站的组成/305
	10.5.2 利用站主要功能/306
	10.5.3 主要技术参数/307
	10.5.4 接收处理流程/308
	10.6 气象卫星监测分析服务系统/308
	10.6.1 系统概述/308
	10.6.2 系统功能/309
	10.6.3 软件版本/309
	10.6.4 系统详细描述/310
第 11 章	云和辐射/315
	11.1 云检测/315
	11.1.1 基本原理/315

- 11.1.2 云检测方法/315
- 11.1.3 误差分析/320
- 11.2 云分类/321
 - 11.2.1 云分类的主要原理/321
 - 11.2.2 云分类算法/323
 - 11.2.3 云分类的误差分析/325
- 11.3 云顶温度和高度/326
 - 11.3.1 基本原理/326
 - 11.3.2 计算方法/327
 - 11.3.3 误差分析/329
- 11.4 云量/330
 - 11.4.1 基本原理/331
 - 11.4.2 计算方法/331
 - 11.4.3 误差分析/333
- 11.5 云相态/334
 - 11.5.1 基本原理/334
 - 11.5.2 判识方法/335
 - 11.5.3 误差分析/337
- 11.6 云光学厚度和云滴粒子有效半径/338
 - 11.6.1 双通道反演云光学厚度和有效粒子半径的计算/338
 - 11.6.2 误差分析/340
- 11.7 辐射参数——宽波段大气顶辐射通量计算/340
 - 11.7.1 计算方法的原理/341
 - 11.7.2 计算方法/341
 - 11.7.3 误差分析/349
- 11.8 辐射参数——窄通道射出长波辐射计算/349
 - 11.8.1 基本原理/349
 - 11.8.2 计算方法/350
 - 11.8.3 产品误差分析/356
- 11.9 地面入射太阳辐射/356
 - 11.9.1 计算方法原理/357
 - 11.9.2 计算方法/357
- 11.10 黑体辐射亮度温度/359
 - 11.10.1 算法原理/359
 - 11.10.2 计算方法/359
- 参考文献/360

第 12 章 大气参数反演/363

- 12.1 大气温度和湿度廓线/363
 - 12.1.1 基本原理/363
 - 12.1.2 大气参数反演方法/366
 - 12.1.3 误差分析/371
- 12.2 大气可降水/372
 - 12.2.1 基本原理/373
 - 12.2.2 计算方法/373

12.2.3	误差分析/377
12.3	降水/378
12.3.1	基本原理/379
12.3.2	计算方法/379
12.3.3	误差分析/384
12.4	GPS掩星探测大气参数/386
12.4.1	基本原理/386
12.4.2	计算方法/387
12.4.3	误差分析/389
12.5	大气运动矢量/389
12.5.1	基本原理/390
12.5.2	计算方法/390
12.5.3	误差分析/394
12.6	降水云廓线/394
12.6.1	基本原理/394
12.6.2	计算方法/395
12.6.3	误差分析/398
	参考文献/398
第 13 章	大气成分反演/401
13.1	大气气溶胶/401
13.1.1	基本原理/401
13.1.2	资料处理方法/402
13.1.3	误差分析/409
13.2	臭氧总量/410
13.2.1	基本原理/410
13.2.2	FY—3/TOU 臭氧总量反演计算方法/411
13.2.3	误差分析/413
13.3	臭氧廓线/414
13.3.1	基本原理/414
13.3.2	计算方法/414
13.3.3	误差分析/423
13.4	二氧化碳/423
13.4.1	基本原理/424
13.4.2	资料处理方法/424
13.4.3	误差分析/425
13.5	甲烷/425
13.5.1	基本原理/426
13.5.2	资料处理方法/426
13.5.3	误差分析/428
13.6	一氧化碳/428
13.6.1	基本原理/428
13.6.2	计算方法/430
13.6.3	误差分析/432
13.7	二氧化硫/432

	13.7.1 基本原理/433
	13.7.2 计算方法/433
	13.7.3 误差分析/436
	13.8 氮氧化物/437
	13.8.1 基本原理/437
	13.8.2 计算方法/438
	13.8.3 误差分析/442
	参考文献/443
第 14 章	地表参数反演/446
	14.1 植被指数/446
	14.1.1 基本原理/446
	14.1.2 计算方法/448
	14.1.3 误差分析/449
	14.2 陆表反射比/450
	14.2.1 基本原理/450
	14.2.2 计算方法/452
	14.2.3 误差分析/454
	14.3 地表反照率/455
	14.3.1 基本原理/455
	14.3.2 计算方法/456
	14.3.3 误差分析/460
	14.4 陆表温度/461
	14.4.1 基本原理/461
	14.4.2 计算方法/462
	14.4.3 误差分析/467
	14.5 土壤湿度/467
	14.5.1 基本原理/468
	14.5.2 计算方法/468
	14.5.3 误差分析/472
	14.6 积雪参数/473
	14.6.1 基本原理/474
	14.6.2 计算方法/475
	14.6.3 误差及局限性分析/484
	参考文献/486
第 15 章	海洋参数反演/493
	15.1 海表温度/493
	15.1.1 基本原理/493
	15.1.2 计算方法/494
	15.1.3 误差分析/497
	15.2 洋面风/497
	15.2.1 基本原理/497
	15.2.2 计算方法/498
	15.2.3 误差分析/502
	15.3 离水辐射/502