

“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



综合气象观测 上

王 强 主编

 气象出版社
China Meteorological Press


“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

综合气象观测

(上)

主 编 王 强



 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

气象观测业务是现代气象业务体系的基础和重要组成部分。本书概括介绍了由天基、地基和空基观测系统构成的现代气象观测业务体系的历史、现状和发展趋势,气象观测的基础理论和应用技术方法。重点讲述了地面和高空气象观测的原理、技术方法和业务要求,地基气象遥感探测技术的基础知识和业务应用。有针对性地介绍了大气边界层和城市气象观测、农业和生态气象观测、海洋气象观测、大气成分观测、公路交通气象观测等专业气象服务观测系统,以及气象观测资料处理和质量管理、气象计量、综合气象观测保障体系、气象观测业务组织管理等。本书内容密切联系业务实际,使读者可以对气象观测业务有比较全面的了解,以满足从事气象观测业务、管理和培训等人员的需要,也可作为相关专业院校教学的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

综合气象观测/王强主编. —北京:气象出版社,2012.11

(现代气象业务丛书)

ISBN 978-7-5029-5608-0

I. ①综… II. ①王… III. ①气象观测 IV. ①P41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 248942 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:林雨晨

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:2021 千字

版 次:2012 年 11 月第 1 版

印 数:1—2500

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印 张:65.25

彩 插:22

印 次:2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价:220.00 元

《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

《综合气象观测》分卷编写人员

主 编 王 强

副主编 王晓云 马舒庆

撰稿人(按姓氏笔画排列)

丁若洋	丁国安	丁金才	马启明	马恒超
王 令	王 緬	王小兰	王云冈	王建凯
王经业	王炳忠	王海深	方宗义	卢乃锰
邢 毅	戎志国	吕文忠	朱乐坤	刘凤琴
刘忠阳	刘银锋	汤 洁	孙兆滨	苏德斌
杜 波	李 伟	李 杨	李肖霞	李建英
李颖冲	李翠娜	杨 云	杨金红	杨荣康
吴 蕾	余 涛	沙奕卓	张 宏	张 鹏
张玉存	张建忠	张晓春	张雪芬	陈 挺
陈 瑶	陈大任	陈玉宝	陈冬冬	陈荣林
武家麟	范雯杰	林巨洪	罗永春	官福顺
孟昭林	赵培涛	胡 姮	胡学英	施进明
施丽娟	姜 明	秦世广	高玉春	郭亚田
郭志梅	郭启云	郭建侠	涂满红	黄 聪
曹云昌	章国材	商玉琴	梁海河	程元慧
温晓清	裴 翀	潘正林	薛红喜	

总序

《国务院》关于加快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

气象观测是对地球大气和与大气发生相互作用的相关系统的状态及其变化过程进行观察和测量，气象观测业务是天气预报、气候预测和气象服务等各类气象业务的基础。现代气象观测业务广泛采用现代科学技术，在现代气象业务体系建设和气象科学发展中发挥着重要的作用。

我国是世界上最早进行气象观测的国家，新中国成立以来，尤其是改革开放以来，气象观测事业得到了飞速发展，目前已经建成了比较完整的、具有一定现代化水平的气象观测体系，气象观测业务系统始终保持着长期稳定可靠的运行，为天气、气候、气象服务业务和气象科学研究提供着各类观测资料。同时，我国气象观测系统在全球气象观测体系中发挥着举足轻重的作用。当前，气象部门正在积极推进发展方式的转变，加快建设和完善现代化气象业务体系，气象观测系统的现代化建设面临着前所未有的发展机遇和多方面的挑战。

本书力求比较系统地介绍现代气象观测业务的体系结构，反映我国现代气象观测业务系统建设的进展。科学技术的发展始终是气象观测发展的推动力。气象观测由对气象要素的直接测量起步，形成了遍布全球的地面气象观测网。遥测技术的应用使高空大气探测成为气象观测业务的组成部分，实现了对地球大气三维空间气象要素场的观测。遥感技术的发展带动了气象卫星、天气雷达等气象观测系统的发展，现代信息技术带动气象观测跨入了新的发展阶段。当前，气象观测业务系统是由地基、空基和天基系统组成的综合观测系统。根据气象业务和服务发展的需要，形成了天气观测系统、气候观测系统和一系列有针对性的专业气象观测业务系统，并纳入全球气象综合观测体系之中。同时，观测资料传输与共享信息系统，观测业务运行监控和保障系统，观测业务管理系统等都是气象观测业务系统的组成部分。目前，现代气象观测系统已经是一个非常复杂和庞大的巨系统，并正在向智能化、数字化、网络化、信息化的方向快速发展，气象观测业务的现代化不仅仅体现在构成观测系统的每项技术的现代化水平和业务能力，更重要的是整个系统的技术集成和综合应用，是系统的信息化程度，是观测系统的整体水平和能力。树立气象综合观测的理念，全面把握现代气象观测体系的体系结构，了解每项具体观测业务在系统中的定位，加强各分系统的协调配合，是本书在撰写过程中最重要的指导思想。

气象观测业务是高度统一和严格规范化的业务。天气和气候业务都需要把全球的气象观测资料汇总和进行综合分析，对观测资料的质量和一致性有很高的要求。世界气象组织和相关的全球观测组织都对气象观测制定了一系列指南和规定，我国气象观测方面的一些规范、规章制度已经成为国家标准或气象行业标准。本书力求贯彻国际上普遍采用的气象观测指南和规定的原则和精神，以我国气象观测各种规范和标准为依据，结合气象观测业务的实际，阐述气象观测业务技术的基本原理和方法，说明气

象观测业务的技术要求,以期能对气象观测业务人员和管理人员,以及希望了解气象观测业务的读者提供帮助。

对逐步深化气象认识的需求和现代科学技术的不断发展使气象观测业务始终处于发展变化的过程当中,尤其在我国社会经济飞速发展的大背景下,气象观测业务的现代化建设日新月异,现代气象观测业务系统正处于不断发展和完善的过程中。但是,为了保持气象观测历史资料序列的一致性,往往传统的观测仪器和方法与新的观测系统会同时存在,并行观测相当长的一段时间。本书在着重介绍目前业务上已经推广使用的新技术方法的同时,也保留了对原有的,包括人工观测的技术方法的适当介绍,以适应当前这个发展阶段的需要。有一些新的观测技术方法,尤其是一些新的遥感观测技术,虽然目前尚未实现完全的业务化,但将会在近期业务中得到应用和检验,为了适应广泛的读者需要,本书也进行了简要的介绍,需要进一步了解的读者可以在此基础上,查阅相关专业技术书籍和资料。涉及气象卫星、天气雷达、气象信息等方面的业务,本书只从观测业务的角度作了简略的介绍,在本丛书相关的分卷中有更详细的介绍。

参加本书编写的有八十多人,包括在气象观测业务一线的专业技术人员、研究人员和管理人员,有经验丰富的老专家、年富力强的业务骨干和从事研究工作的年轻人,在中国气象局领导和丛书编委会的指导下,经过反复研讨,不断协调,共同努力,完成了编写工作。第1章由章国材、王强撰写,第2章由涂满红、马恒超主笔,第3章由李伟、张玉存主笔,第4章由高玉春、张玉存主笔,第5章由卢乃锰主笔,第6章由张雪芬主笔,第7章由梁海河主笔,第8章由朱乐坤主笔,第9章由裴翀主笔,第10章由潘正林主笔,全体参加编写人员名单附后。最后由王强、王晓云、马舒庆、章国材、方宗义、马恒超、张玉存、潘正林对全书进行了统稿和审改。全书编写过程中由吕文忠负责联络协调。最后文稿由范雯杰负责排版校对。

气象观测业务涉及面非常广,气象观测技术融合很多学科领域,气象观测系统极为复杂,致使本书所包含的内容太多。为了适应观测业务人员的需要,业务技术内容应该力求具体,但作为业务丛书中的一个分卷,不可篇幅过长,只能突出重点,难免会有很多遗漏和不足。而且,参加编写人员很多,限于水平和编写时间有限,肯定会出现错误和不准确之处。欢迎读者给予指正,以便进一步修改完善。

编者

2012年1月

目
录总序
前言

上 册

- 第 1 章 综合气象观测总论/1**
- 1.1 气象观测与现代气象业务/1
- 1.2 气象观测业务发展/3
- 1.2.1 气象观测的发展概况/3
- 1.2.2 我国气象观测的发展概况/5
- 1.3 综合气象观测系统/14
- 1.3.1 气象观测的分类/14
- 1.3.2 地基气象观测系统/15
- 1.3.3 空基气象观测系统/18
- 1.3.4 天基气象观测系统/19
- 1.3.5 现代综合气象观测系统/22
- 1.4 气象观测的基本要求/26
- 1.4.1 预报预测业务和气象服务对气象观测的要求/26
- 1.4.2 气象观测的代表性/28
- 1.4.3 气象观测的准确性/30
- 1.4.4 气象观测的比较性/31
- 1.4.5 对气象观测站的总体要求/33
- 1.4.6 对气象观测仪器的总体要求/34
- 1.4.7 对气象观测资料的总体要求/36
- 1.4.8 对观测业务人员的要求/38
- 1.5 气象观测的内容和技术要求/39
- 1.5.1 地面气象观测/40
- 1.5.2 高空气象观测/49
- 1.5.3 天基气象观测/52
- 1.5.4 气候系统观测/55
- 参考文献/64
- 第 2 章 地面气象观测/65**
- 2.1 地面气象观测业务概述/65
- 2.1.1 地面气象观测的分类/66
- 2.1.2 地面气象观测的组织实施/66
- 2.1.3 地面气象观测环境及场地/68

- 2.1.4 地面气象观测场内观测仪器的安装布设/68
- 2.1.5 地面气象观测时制和日界/70
- 2.1.6 编发气象报告和传送观测数据文件/71
- 2.1.7 编制气象报表/73
- 2.2 空气温度观测/73
 - 2.2.1 概述/73
 - 2.2.2 人工器测空气温度/75
 - 2.2.3 自动观测空气温度/80
- 2.3 气压观测/85
 - 2.3.1 概述/85
 - 2.3.2 人工器测气压/90
 - 2.3.3 自动观测气压/96
 - 2.3.4 气压测量使用的静压装置/102
- 2.4 空气湿度观测/105
 - 2.4.1 概述/105
 - 2.4.2 人工器测空气湿度/106
 - 2.4.3 自动观测空气湿度/111
- 2.5 地面风观测/118
 - 2.5.1 概述/118
 - 2.5.2 人工观测地面风参量/128
 - 2.5.3 自动观测地面风/132
 - 2.5.4 自动观测地面风的实际采样和算法/137
- 2.6 降水观测/138
 - 2.6.1 概述/138
 - 2.6.2 雨量器/138
 - 2.6.3 虹吸式雨量计/140
 - 2.6.4 双翻斗雨量传感器/141
 - 2.6.5 单翻斗雨量传感器/144
 - 2.6.6 称重式降水传感器 /144
- 2.7 蒸发量观测/147
 - 2.7.1 概述/147
 - 2.7.2 蒸发器/147
 - 2.7.3 自动观测蒸发的采样和算法/151
 - 2.7.4 自动观测蒸发量的计算方法/151
 - 2.7.5 蒸发观测主要误差来源/151
 - 2.7.6 蒸散率观测/152
 - 2.7.7 自然表面蒸发量的估计/153
- 2.8 辐射观测/154
 - 2.8.1 概述/154
 - 2.8.2 辐射基准/157
 - 2.8.3 总辐射的观测/158
 - 2.8.4 净全辐射的观测/162
 - 2.8.5 太阳直接辐射的观测/164
 - 2.8.6 散射辐射与反射辐射的观测/168

- 2.8.7 长波辐射的观测/170
- 2.8.8 紫外辐射的观测/172
- 2.8.9 辐射自动观测仪/174
- 2.8.10 光合有效辐射观测/175
- 2.8.11 太阳能观测/178
- 2.9 日照时数观测/182
 - 2.9.1 概述/182
 - 2.9.2 人工测量日照/183
 - 2.9.3 自动测量日照/184
- 2.10 气象能见度观测/185
 - 2.10.1 概述/185
 - 2.10.2 测量方法/187
 - 2.10.3 自动测量 MOR 的方法/189
 - 2.10.4 能见度测量的误差分析/192
 - 2.10.5 能见度仪在地面气象观测中的实际使用/194
- 2.11 云观测/198
 - 2.11.1 概述/198
 - 2.11.2 云的分类及特征/198
 - 2.11.3 观测内容和观测方法/204
 - 2.11.4 误差分析和业务要求/209
 - 2.11.5 云的自动观测方法介绍/210
- 2.12 天气现象观测/214
 - 2.12.1 概述/214
 - 2.12.2 天气现象的特征和符号/214
 - 2.12.3 观测方法和观测记录/219
 - 2.12.4 业务要求/221
 - 2.12.5 自动测量方法介绍/222
- 2.13 土壤温度(地温)观测/230
 - 2.13.1 概述/230
 - 2.13.2 地表温度的观测/230
 - 2.13.3 地中温度的观测/232
 - 2.13.4 地温自动观测/234
 - 2.13.5 实现地表温度自动观测的红外测温仪/236
- 2.14 土壤湿度(水分)观测/238
 - 2.14.1 概述/238
 - 2.14.2 观测方法/239
 - 2.14.3 土壤采样烘干称重法测土壤湿度/239
 - 2.14.4 中子仪测土壤湿度/239
 - 2.14.5 时域反射仪(TDR)测土壤湿度/241
 - 2.14.6 频域反射仪(FDR)测土壤湿度/242
 - 2.14.7 几种土壤水分测量方法的比较和使用/244
- 2.15 雪深和雪压观测/245
 - 2.15.1 概述/245
 - 2.15.2 观测方法/245

- 2.15.3 自动雪深观测仪/247
- 2.15.4 业务要求/249
- 2.16 冻土观测/250
 - 2.16.1 概述/250
 - 2.16.2 人工观测/250
 - 2.16.3 自动观测/252
- 2.17 电线积冰观测/252
 - 2.17.1 概述/252
 - 2.17.2 观测方法/253
 - 2.17.3 影响积冰重量的因子/257
 - 2.17.4 自动测量方法介绍/257
- 2.18 地面状态观测/257
 - 2.18.1 概述/257
 - 2.18.2 地面状态观测方法/258
- 2.19 自动气象站/259
 - 2.19.1 概述/259
 - 2.19.2 传感器/261
 - 2.19.3 采集器(中央处理系统)/262
 - 2.19.4 外部设备/263
 - 2.19.5 微机业务应用终端/264
 - 2.19.6 自动气象站采集软件/264
 - 2.19.7 自动气象站业务应用软件结构和功能/267
 - 2.19.8 自动气象站的数据质量控制/267
 - 2.19.9 自动气象站的运行状态监控/270
 - 2.19.10 气象业务用新一代自动气象站简介/270
 - 2.19.11 《美国自动地面观测系统》(ASOS)简介/273
- 参考文献/276

第3章 空基气象观测/277

- 3.1 空基气象观测业务概述/277
 - 3.1.1 空基气象观测业务现状/278
 - 3.1.2 空基气象观测业务发展/279
 - 3.1.3 高空气象观测业务的组织与要求/281
- 3.2 气球和氢气/284
 - 3.2.1 气球及其规格型号/284
 - 3.2.2 气球上升速度及其误差/285
 - 3.2.3 氢气及安全防护/290
- 3.3 高空风观测/295
 - 3.3.1 概述/295
 - 3.3.2 高空风观测设备/296
 - 3.3.3 高空风观测数据处理/307
 - 3.3.4 高空风的平均、平滑和内插处理/318
 - 3.3.5 高空风观测数据的误差/322
- 3.4 高空温压湿观测/323
 - 3.4.1 概述/323

- 3.4.2 无线电探空仪/324
- 3.4.3 高空温压湿观测的误差/335
- 3.4.4 探空仪的比对试验/336
- 3.5 L波段雷达高空气象观测系统业务流程和要求/340
 - 3.5.1 观测设备准备/340
 - 3.5.2 探空仪准备/340
 - 3.5.3 探空气球准备/341
 - 3.5.4 地面瞬时值的观测/341
 - 3.5.5 施放探空仪/341
 - 3.5.6 高空气象观测数据处理/342
- 3.6 高空气象观测业务软件/350
 - 3.6.1 放球软件/350
 - 3.6.2 数据处理软件/351
 - 3.6.3 数据软件操作的一般步骤/351
 - 3.6.4 探空和测风数据处理/352
 - 3.6.5 探空软件的其他功能/353
- 3.7 高空气象观测业务评估/353
 - 3.7.1 评估流程/354
 - 3.7.2 评估方法/355
 - 3.7.3 评估结论/357
 - 3.7.4 评估示例/357
- 3.8 飞机气象观测/359
 - 3.8.1 概述/359
 - 3.8.2 无人驾驶飞机气象观测/360
 - 3.8.3 有人驾驶飞机气象观测/364
 - 3.8.4 商用飞机气象观测(AMDAR)/365
- 3.9 其他观测手段/376
 - 3.9.1 概述/376
 - 3.9.2 高层气象观测火箭/376
 - 3.9.3 下投探空系统/379
 - 3.9.4 系留气艇/380
 - 3.9.5 浮空器/381
 - 3.9.6 平飘气球/382

参考文献/382

第4章 地基气象遥感探测/384

- 4.1 气象遥感探测概述/384
 - 4.1.1 概述/384
 - 4.1.2 大气遥感的物理基础/385
 - 4.1.3 电磁波在大气中的传播/391
 - 4.1.4 可见光和近红外大气遥感/401
 - 4.1.5 红外和微波大气遥感/403
 - 4.1.6 大气声遥感/408
 - 4.1.7 气象遥感探测业务发展/410
- 4.2 天气雷达/414

- 4.2.1 概述/414
- 4.2.2 基本概念和探测原理/415
- 4.2.3 天气雷达的结构和组成/424
- 4.2.4 天气雷达技术发展/427
- 4.2.5 新一代天气雷达/428
- 4.2.6 天气雷达探测产品 and 应用/436
- 4.2.7 多部雷达组网探测/440
- 4.2.8 移动雷达/444
- 4.2.9 双线偏振雷达/446
- 4.2.10 相控阵天气雷达/454
- 4.3 风廓线雷达/460
 - 4.3.1 概述/460
 - 4.3.2 探测原理/462
 - 4.3.3 基本结构及主要技术指标/465
 - 4.3.4 基本产品及应用/472
 - 4.3.5 业务应用个例/474
- 4.4 雷电探测/477
 - 4.4.1 概述/477
 - 4.4.2 云闪和云地闪探测/480
 - 4.4.3 大气电场探测/484
 - 4.4.4 国家雷电监测网业务运行和管理/485
 - 4.4.5 雷电监测系统业务产品 and 应用/489
 - 4.4.6 业务规划/497
- 4.5 地基导航卫星气象遥感探测/497
 - 4.5.1 概述/497
 - 4.5.2 地基导航卫星气象探测的原理方法/501
 - 4.5.3 导航卫星遥感水汽系统观测业务 /507
 - 4.5.4 产品应用/512
 - 4.5.5 业务规划/522
- 4.6 微波辐射计/523
 - 4.6.1 概述/523
 - 4.6.2 探测原理/524
 - 4.6.3 基本结构/526
 - 4.6.4 技术指标/528
 - 4.6.5 基本产品及探测能力分析/531
 - 4.6.6 业务应用/533
- 4.7 激光雷达/535
 - 4.7.1 概述/535
 - 4.7.2 探测原理/542
 - 4.7.3 基本结构/546
 - 4.7.4 技术指标/547
 - 4.7.5 基本产品及探测能力分析/551
 - 4.7.6 业务应用/556
- 4.8 声雷达/558

- 4.8.1 概述/558
- 4.8.2 探测原理/559
- 4.8.3 大气温度层结的测量/560
- 4.8.4 风向风速测量/561
- 4.8.5 声雷达基本结构和技术指标/562
- 4.8.6 声雷达探测产品/563
- 4.8.7 业务应用分析/564
- 参考文献/564

下 册

第 5 章 天基气象观测/567

- 5.1 天基气象观测业务概述/567
 - 5.1.1 天基气象观测的特点和需求/567
 - 5.1.2 我国气象卫星分类与基本情况/569
 - 5.1.3 我国气象卫星的发展历史与现状/569
 - 5.1.4 我国气象卫星系统布局与观测业务/571
 - 5.1.5 国外气象卫星遥感探测器简介/571
 - 5.1.6 天基气象观测未来发展趋势/574
- 5.2 气象卫星主要探测仪器和探测能力/575
 - 5.2.1 卫星遥感探测基本原理及分类/575
 - 5.2.2 风云卫星主要遥感仪器综述/577
 - 5.2.3 风云一号系列卫星的主要遥感仪器/578
 - 5.2.4 风云二号系列卫星的主要遥感仪器/578
 - 5.2.5 风云三号 A 星的主要遥感仪器/579
 - 5.2.6 其他业务气象卫星的星载遥感仪器/588
- 5.3 气象卫星地面应用系统和用户利用站/590
 - 5.3.1 概述/590
 - 5.3.2 气象卫星资料地面应用系统/590
 - 5.3.3 气象卫星资料用户利用站/598
- 5.4 气象卫星遥感产品和应用/599
 - 5.4.1 卫星遥感产品综述/599
 - 5.4.2 卫星遥感产品的主要数据格式/601
 - 5.4.3 极轨卫星主要产品/602
 - 5.4.4 静止卫星主要产品/604
- 5.5 卫星遥感探测器定标和产品真实性检验/605
 - 5.5.1 遥感器定标/605
 - 5.5.2 产品真实性检验/607
- 参考文献/608

第 6 章 专业气象观测系统/610

- 6.1 大气边界层观测系统/610
 - 6.1.1 概述/610
 - 6.1.2 大气边界层观测主要技术方法/618
 - 6.1.3 大气边界层观测业务组织实施/631
 - 6.1.4 大气边界层观测资料处理和分析应用/635

- 6.1.5 城市气象观测/646
- 6.2 农业和生态气象观测系统/658
 - 6.2.1 概述/658
 - 6.2.2 农业气象观测/661
 - 6.2.3 生态气象观测/675
- 6.3 海洋气象观测系统/681
 - 6.3.1 概述/681
 - 6.3.2 海洋气象观测国内外发展现状/681
 - 6.3.3 海洋气象观测业务的特点/684
 - 6.3.4 海洋气象观测的内容/684
 - 6.3.5 船舶自动气象观测/686
 - 6.3.6 海岸带/海岛自动气象观测/688
 - 6.3.7 锚锭浮标观测/690
 - 6.3.8 塔平台观测/692
 - 6.3.9 ARGO 浮标观测/693
 - 6.3.10 飞机观测/696
 - 6.3.11 卫星观测/697
 - 6.3.12 海洋气象观测服务/697
 - 6.3.13 海洋气象综合观测试验/697
- 6.4 冰雪和冻土观测系统/698
 - 6.4.1 概述/698
 - 6.4.2 全球冰雪综合观测系统/699
 - 6.4.3 冰川积雪冻土观测技术/700
 - 6.4.4 冰雪圈的业务化监测工作/702
- 6.5 大气成分观测系统/703
 - 6.5.1 概述/703
 - 6.5.2 气溶胶观测/712
 - 6.5.3 温室气体观测/715
 - 6.5.4 臭氧柱总量观测/718
 - 6.5.5 反应性气体观测/719
 - 6.5.6 酸雨观测/722
 - 6.5.7 大气成分观测业务体系/724
 - 6.5.8 大气成分观测产品的应用/729
- 6.6 中高层大气观测系统/733
 - 6.6.1 概述/733
 - 6.6.2 中高层大气背景参数观测/734
 - 6.6.3 带电粒子观测/737
 - 6.6.4 中高层大气卫星观测/742
- 6.7 风能资源观测系统/742
 - 6.7.1 概述/742
 - 6.7.2 观测项目和技术方法/743
 - 6.7.3 观测系统构成/745
 - 6.7.4 观测业务组织/747
 - 6.7.5 观测产品及应用/749