

天气预警系统 技术基础及设计

王玉彬 周海光 苏德斌 周 勇 王大鹏◇编著

气象出版社

天气预警系统 技术基础及设计

王玉彬 周海光 苏德斌 周 勇 王大鹏 编著

气象出版社

内容简介

本书根据国内外气象科技发展相关领域的最新进展和作者多年气象业务系统建设的实践经验,系统、全面地阐述了强对流天气预警系统的基本概念和技术基础,介绍了天气预警系统总体方案及其中尺度探测网、计算机与信息网络、数据分析与预警、预警服务与气象灾害应对子系统的结构和功能、设计思路及实例等。

本书内容实用、全面,既有实践经验,也有国内外最新技术介绍,可供从事气象业务系统建设的专业技术和管理人员以及与自然灾害预警相关部门的科技人员参阅,也可作为气象业务及有关专业的管理和科技人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

天气预警系统技术基础及设计/王玉彬等编著. —北京:气象出版社,2006.9

ISBN 7-5029-3805-2

I. 天… II. 王… III. 天气预报-预警系统-系统设计 IV. P45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 111472 号

出版者:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

邮 编:100081

E-mail: qxcbs@263.net

电 话:总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

责任编辑:李太宇 章澄昌

终 审:陆同文

封面设计:张建永

印刷者:北京京科印刷有限公司

发行者:气象出版社发行 全国各地新华书店经销

开 本:787×960 1/16 印 张:19 字 数:487 千字

版 次:2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2500 册

定 价:60.00 元

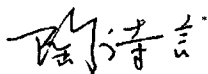
本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

序一

灾害性天气(包括雷暴大风、冰雹、龙卷、暴雨以及高温酷暑等)对人民群众生命和财产安全构成严重威胁,迫切需要我们建设相应的天气预警系统,增强对灾害性天气的监测和预警能力,最大限度地保护人民生命财产的安全。一个先进和完善的天气预警系统应包括:天气监视、预警产品分析制作、警报传递和减灾防灾紧急措施等子系统。它们相互关联,缺一不可。

本书作者通过翔实的资料,在综合考虑新技术在天气监测预警中的作用,以及气象服务实践中的难点、热点问题的基础上,阐述了如何分析天气预警业务的理论问题以及有针对性地开发和应用天气预警方法等,并提出了天气预警系统的原型,对于气象减灾工作具有非常重要的意义,是一个创造性的尝试。

可以相信,此书的出版对于2008年北京奥运会等重大活动的气象保障,促进我国天气预警气象服务工作等都将起到非常积极的作用。



2006年初夏于北京

序二

天气预警系统是计算机科学、信息技术、传感器技术与现代气象科学技术相结合的产物。但在不同时期,其表现形式却不尽相同。在较早的天气预报业务流程中,限于当时天气预警业务的水平,预报员在制作和发布预警产品的时候,一般借助于以天气尺度观测资料为基础的短期预报技术和方法;而在气象卫星、新一代天气雷达以及计算机与网络技术迅速发展的今天,我们必须按照系统工程的思想重新审视这一问题,以避免走片面发展的道路。所谓片面,就是把天气预警服务中的各个环节孤立起来或重蹈“重硬轻软”的问题。例如,在解决探测资料利用率的问题时,往往仅考虑如何选择和使用可视化软件,而并未能综合考虑发挥其在灾害性天气监测预警中的作用,未能系统地把探测数据收集以及高分辨率数值预报等问题综合起来考虑。

本书作者总结了从事相关气象业务工作的实践,站在“公共气象”和“安全气象”的高度,从分析强对流天气预警业务的技术基础、基本特点等实际问题出发,分析了如何有针对性地筛选强对流天气预警技术方法,设计强对流天气预警系统功能和结构等,完成了大量创造性的劳动,比较全面地提出了解决强对流天气预警系统的设计与实现等问题的思路,将会有助于克服天气预警系统建设中遇到的一系列技术开发难题。这是我国气象部门在天气预警业务建设中的一个进步。作者通过翔实的资料,阐述了先进的天气预警系统作为公共安全综合实力的重要组成部分等重大问题。这既是对天气预警系统价值、存在意义的阐述,又是对天气预警系统的研究和发展方向的阐述。

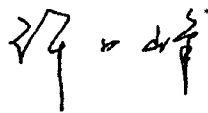
有效地发布天气预警服务信息需要天气预警系统的技撑,突破和解决中尺度天气预报的难点、热点问题也需要天气预警系统作为预报实践的工具。把天气预警服务与天气预警系统建设有机结合,对更进一步认识强对流天气的复杂性,完善、创建天气预警业务理论,建立及时、有效的预警方法等具有非常现实的作用。

天气预警服务的实践使更多的气象工作者认识到建立先进的天气预警

系统的重要性。与一般的短期天气预报相比,天气预警服务对于监测、处理和传递预警信息等有着完全不同的更高要求,不能用一般的短期天气预报方法去解决。因此,有针对性地研发和应用先进的短时临近预报技术与方法,延长天气预警的时间提前量等是天气预警系统面对的核心问题。建设先进的天气预警系统不仅表现在现代化技术装备水平的进步上,而且表现在推动天气预警理论的发展上。先进的天气预警系统可以高效率地辅助预报员完成天气预警业务,成为发展先进天气预报业务的一个重要环节。但是,对这一“进步”还不能估价过高,因为天气预警服务中还有各种各样的问题需要解决,还有大量的工作要做。

在实践中,还要从了解和掌握当地的主要天气预警对象及其规律入手,选择适当的天气预警业务框架,形成具有业务能力的天气预警系统,使其价值和功能在解决天气预警业务迫切需要解决的问题中得以实现。希望通过解决天气预警系统的设计与实现问题,能找到建设现代化天气预报业务系统的一个新的切入点和突破点。

用落实中国气象局“公共气象、安全气象、资源气象”发展理念的目光审视天气预警系统建设现状,探索、解决天气预警系统设计和实现中的问题,是天气预警服务工作的一个长期任务。从这个意义上看,天气预警系统将在不断地解决天气预警服务问题的过程中得以优化和实现。



2006 年初夏于北京

前 言

在气象业务系统建设实践中,面对相互联系和处于发展中的探测技术、新的数值预报模式或模式版本等,经常会遇到如何完成新应用系统的结构设计,如何综合应用或新建一套现代化的业务系统等问题。事实上,天气预警系统作为基本气象业务系统中一个典型系统,包括一般气象业务系统所具有的数据获取、数据分析与处理以及服务产品发布等最基本的业务环节。依托基本气象业务系统可以相对独立地构造出天气预警系统,而通过强对流天气预警系统设计也可看出基本气象业务系统的框架结构。

在本书中,我们尽量讨论一些基本的、互相关联的天气预警业务技术和方法,它们大部分可以用于类似的各个层次的基本气象业务系统的设计中。通过本书所介绍的内容,希望读者能在遇到新的气象业务系统设计时,可以摆脱重复进行具有共性的设计内容的烦恼。我们也希望通过本书涉及的设计案例,从系统结构、功能设计与实现,到介绍强对流天气预警系统建设中涉及到的一些基础知识、建设和管理经验等,对气象同仁在建设天气预警系统时有所帮助,并借此展示具有普遍意义的基本气象业务系统工程概念。它们既是依托于天气预报业务系统的一个独立系统,又是举一反三设计气象业务系统的示范。

本书的内容是基于我们多年来气象业务研发、建设和管理的实践,以及近年来对相关学科动态的了解和掌握。我们希望与气象同仁共享这些关于天气预警系统设计实践问题的经验和教训,从这些的经验中总结一些深层次的认识,提出一些方法和建议,帮助各种层次的天气预警系统的建设,使天气预警服务工作更加及时、有效。

本书全部内容分为九章,每章集中讨论强对流天气预警系统设计与实现问题的一个重要方面。

第一章讨论强对流天气预警系统的基本概念。正确的概念对于强对流

天气预警系统设计至关重要。在这一章里,我们始终围绕强对流天气预警系统设计中的一个重要问题展开讨论,即在系统设计过程中,根据当地的主要强对流天气预警对象,通过相对重要性分析,以便有所侧重,确定强对流天气预警对象和天气监测的重点内容,合理选择和确定预警方法以及预警系统建设规模等。

第二、三、四章分别重点叙述强对流天气预警系统中的探测技术、计算机与网络技术以及天气预报技术方法三部分内容。这些都是强对流天气预警系统的基础知识,也是强对流天气预警系统设计的重要组成部分。由于许多读者已经熟悉了这方面情况,本书对那些有可能出现在基本业务系统中的先进探测技术、计算机与网络技术以及常见的预报模式等作一个简单的介绍。更复杂的原理等问题建议读者翻阅相关教科书里相应的内容。

天气预警系统的开发是一项复杂的系统工程,其整个过程大致可划分为需求分析、系统设计、系统实施、系统运行与维护等四个阶段。第五章简述了强对流天气预警系统的开发过程,并给出了强对流天气预警系统总体方案和系统流程等;系统维护的目的就是试图给出一种合理的保证,说明一个系统能正常工作,或者说明它经过维护之后运行是正常的。本章还简述了软件维护、数据备份、系统升级等一系列维护手段。

第六、七、八、九章分别以中尺度探测系统、计算机与信息网络系统、数据分析与预警系统、预警服务与气象灾害应对系统为主题,介绍了在总体方案下各分系统的设计与实现。

本书适合不同类型的读者。如果您是一位很有经验的预报业务系统设计专家,已经具有天气预警系统的设计经验,本书将展开某些您不太熟悉的专业领域问题,而这些问题在实际工作中可能没有足够的时间讨论。如果读者只把天气预警系统设计作为自己获取知识的一个渠道,目的是为了完成其他工作而不是进行天气预警系统设计,本书将帮助您更有效地积累、丰富相关知识。如果您是业务管理人员,希望本书内容会对您的天气预警管理工作有所帮助;或者您是领导干部,希望指导科技人员向正确方向发展,我们希望本书内容不会让您失望。

在这里需要提及的是,由于天气预警及其业务系统问题相当复杂,涉及中尺度天气学、中尺度动力气象学与数值模拟、中尺度短期、短时天气预报等学科,其中还有许多尚未解决的重要理论问题,因此,到目前为止,仍然没有一个对解决天气预警服务问题最优的系统设计方案。我们提出的方案,实际上是预先假定了某些限制条件,通过揭示其中的更多细节,有可能更有效地处理相关信息。只有具有这种洞察力,我们才能不会陷入迷茫难解的问题之中。我们的希望是,无论当前的经验和技術如何,这本书都能帮助各位同仁更好地完成天气预警系统的设计,并从中得到更多的乐趣。

由于笔者学识所限,加之新技术、新方法随着时间的推移不断涌现,因此,本书难以将所有有关强对流天气预警系统的相关技术予以介绍。尽管所述内容有不少是我们自己的研究心得,依然难免叙述不够周密、翔实,谬误之处敬请各位读者批评指正。

本书的出版得到了中国气象局及北京市气象局有关领导及相关部门的大力支持。特别是中国科学院资深院士陶诗言先生和中国气象局副局长许小峰博士为本书撰写了序言,给了我们极大的鼓励,并为我们指明了进一步工作的方向。我们也衷心地感谢所有的朋友和同事们,是他们在我们编写过程中给了极富启发性的帮助。在本书编写酝酿过程中,中国气象局影视宣传中心主任秦祥士和中国气象科学院叶谦博士对如何使公众及时得到正确的预警信息,以便在面对天气灾害时采取正确行为等问题提出了指导性意见。吴正华、吴宝俊、张沛源、毕宝贵、俞小鼎、赵青、邵忠友、张朝林、余东昌等同志认真地通读了本书的手稿或有关章节,并提出了极有价值的意见。本书的内容取材于众多科技人员的辛勤劳动成果,对他们及所有为本书出版提供过帮助的单位 and 朋友们,在此一并致以深深的谢意!

编著者

2006年初夏于北京

目 录

序一

序二

前言

上篇 技术基础

第一章 天气预警系统概述	(3)
1.1 天气预警的主要对象	(3)
1.2 天气预警系统的涵义	(4)
1.3 天气预警系统的特点	(5)
1.4 天气预警系统的结构	(7)
1.4.1 中尺度探测系统	(7)
1.4.2 计算机与信息网络系统	(7)
1.4.3 数据分析与预警产品制作系统	(8)
1.4.4 预警产品分发系统	(8)
1.5 天气预警系统关键技术问题	(9)
1.5.1 中尺度探测	(9)
1.5.2 短时临近预报	(9)
1.5.3 中尺度数值模式	(11)
1.6 天气预警系统的实际作用	(13)
第二章 天气预警系统中的探测技术	(15)
2.1 探测技术综述	(15)
2.2 自动气象站	(16)
2.2.1 基本原理	(16)
2.2.2 测量误差	(17)
2.2.3 应用实例	(18)
2.3 多普勒天气雷达	(19)
2.3.1 基本原理	(19)
2.3.2 主要产品	(23)
2.3.3 降水测量	(25)

2.3.4	组网拼图	(27)
2.3.5	风场反演	(28)
2.3.6	数据同化	(36)
2.3.7	双线偏振天气雷达	(39)
2.3.8	天气雷达新技术	(44)
2.4	激光雷达	(47)
2.4.1	基本原理	(47)
2.4.2	系统结构	(47)
2.4.3	应用领域	(48)
2.5	风(温)廓线雷达	(49)
2.5.1	基本原理	(50)
2.5.2	系统结构	(52)
2.5.3	典型配置	(55)
2.5.4	数据处理	(56)
2.5.5	应用领域	(57)
2.6	闪电探测网	(58)
2.6.1	探测原理	(59)
2.6.2	精度分析	(60)
2.6.3	开发应用	(61)
2.7	地基 GPS/MET 系统	(62)
2.7.1	GPS 系统	(62)
2.7.2	GPS 气象学	(63)
2.7.3	开发应用	(64)
2.8	无人驾驶飞机	(65)
2.8.1	系统配置	(66)
2.8.2	控制系统结构	(66)
2.8.3	气象观测	(68)
2.9	气象卫星	(69)
2.9.1	业务气象卫星	(69)
2.9.2	气象卫星数据应用	(70)
2.10	移动气象监测	(73)
第三章 天气预警系统中的计算机与网络技术		(75)
3.1	计算机技术	(75)

3.1.1	基本概念	(75)
3.1.2	系统结构	(76)
3.1.3	主要类别	(76)
3.1.4	操作系统	(77)
3.1.5	网格计算	(78)
3.2	数据存储技术	(79)
3.2.1	海量存储设备	(79)
3.2.2	海量存储技术	(81)
3.2.3	数据库技术	(84)
3.3	计算机操作系统	(97)
3.3.1	体系结构	(97)
3.3.2	Windows	(98)
3.3.3	UNIX	(99)
3.3.4	Linux	(100)
3.4	计算机语言及开发工具	(105)
3.4.1	主要开发语言	(106)
3.4.2	中间件	(112)
3.4.3	可视化技术	(114)
3.4.4	WebGIS 系统	(116)
3.5	计算机网络技术	(119)
3.5.1	网络技术基础	(119)
3.5.2	流行网络技术介绍	(123)
3.5.3	网络管理软件	(133)
3.5.4	网络安全技术	(138)
3.5.5	网络应用技术	(143)
3.6	计算机通信技术	(151)
3.6.1	宽带网络	(151)
3.6.2	通用分组无线业务(GPRS)	(153)
3.6.3	WAP	(155)
第四章	天气预警系统中的预报技术	(158)
4.1	短时临近预报技术	(158)
4.1.1	短时临近预报技术方法	(159)
4.1.2	几个热点问题	(162)

4.2	中尺度数值预报技术	(165)
4.2.1	中尺度数值预报技术方法	(165)
4.2.2	几个热点问题	(170)

下篇 系统设计

第五章	天气预警系统的开发过程	(175)
5.1	需求分析阶段	(175)
5.1.1	背景概述	(175)
5.1.2	可行性分析	(176)
5.1.3	系统分析	(176)
5.2	系统设计阶段	(178)
5.2.1	设计原则	(178)
5.2.2	系统性能	(178)
5.3	天气预警系统设计方案	(179)
5.3.1	中尺度探测系统	(180)
5.3.2	计算机网络与数据处理系统	(180)
5.3.3	数据分析与预警产品制作系统	(182)
5.3.4	预警产品信息集成与人机交互处理	(183)
5.3.5	上下游联防监测业务系统	(183)
5.3.6	预警产品分发与效益评估系统	(184)
5.4	系统实施阶段	(184)
5.5	系统运行与维护	(185)
5.5.1	系统实时监控	(185)
5.5.2	数据备份和数据恢复	(185)
5.5.3	软件系统维护与系统更新	(186)
5.6	天气预警系统流程	(187)
5.6.1	数据流程	(187)
5.6.2	业务流程	(189)
第六章	中尺度探测系统	(190)
6.1	探测系统要点	(190)
6.2	主要探测设备与探测项目	(190)
6.2.1	主要探测设备	(190)
6.2.2	主要探测项目	(192)

6.3	探测系统设计	(192)
6.3.1	地面自动气象站网设计	(193)
6.3.2	风廓线雷达探测网设计	(200)
6.3.3	闪电定位布网设计	(201)
6.4	探测系统实例	(202)
6.4.1	背景分析	(202)
6.4.2	地面自动气象站	(203)
6.4.3	天气雷达	(204)
6.4.4	卫星遥感探测系统	(205)
6.4.5	其他探测系统	(205)
第七章	计算机与信息网络系统	(207)
7.1	通信网络系统	(207)
7.1.1	系统功能	(207)
7.1.2	系统结构	(210)
7.1.3	数据组织	(212)
7.1.4	质量控制	(220)
7.2	计算机系统	(227)
7.2.1	系统功能	(227)
7.2.2	设备选型	(227)
7.2.3	性能评估	(228)
7.3	海量存储系统	(229)
7.3.1	系统功能	(229)
7.3.2	系统结构	(230)
7.3.3	设备选型	(231)
第八章	数据分析与预警系统	(232)
8.1	监测产品制作系统	(232)
8.1.1	中尺度探测数据同化	(232)
8.1.2	本地探测数据融合	(233)
8.1.3	本地探测数据快速更新循环	(233)
8.1.4	设计实例	(236)
8.2	预警产品制作系统	(239)
8.2.1	临近预报系统	(239)
8.2.2	中尺度数值预报系统	(248)

8.3	信息集成与人机交互系统	(251)
8.3.1	产品信息集成	(252)
8.3.2	设计实例	(257)
8.4	预报检验系统	(261)
8.4.1	检验系统的设计	(262)
8.4.2	检验系统实例	(264)
第九章	预警服务与气象灾害应对系统	(265)
9.1	天气预警服务系统	(265)
9.1.1	系统设计要点	(266)
9.1.2	预警信息发布	(267)
9.1.3	预警信息存储	(268)
9.1.4	实例介绍	(269)
9.2	气象灾害应对系统	(271)
9.2.1	灾害应急响应系统	(271)
9.2.2	社会经济影响评估	(273)
	附录:缩略语	(277)
	参考文献	(280)

上篇 技术基础

- 第一章 天气预警系统概述
- 第二章 天气预警系统中的探测技术
- 第三章 天气预警系统中的计算机与网络技术
- 第四章 天气预警系统中的预报技术

