

气象灾害 监测预警与减灾评估技术

QIXIANG ZAIHAI JIANCE YUJING YU JIANZAI PINGGU JISHU

汪扩军 潘志祥等 编著



气象出版社

湖南省“十五”重点科技攻关项目

湖南省重大气象灾害的形成机理及防灾减灾关键技术研究

气象灾害监测预警与减灾评估技术

汪扩军 潘志祥等 编著

内 容 提 要

本书针对湖南省近些年来越来越严重的洪涝、干旱、低温冷害等一些重大气象灾害进行了较为系统的分析与研究。从对灾害性天气过程的形成机理入手,对气象灾害的形成原理、预测预报方法、监测评估技术、抗灾避灾措施以及防灾减灾业务服务系统平台等均进行了深入研究。本书资料翔实,分析严谨,可供相关政府部门在防灾减灾决策与指挥工作中和气象科技工作者在业务与科研工作中参阅,同时也可供其他从事防灾减灾工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

气象灾害监测预警与减灾评估技术/汪扩军等编著. —北京:气象出版社,2005.2
ISBN 7-5029-3927-X

I. 气… II. 汪… III. ①气象灾害-预测②气象灾害-防灾-评估 IV. P4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 013444 号

Qixiang Zaihai Jiance Yujing Yu Jianzai Pinggu Jishu

气象灾害监测预警与减灾评估技术

汪扩军 潘志祥等 编著

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn/> 电子邮箱:qxcsbs@263.net

责任编辑:林雨晨 终审:纪乃晋

封面设计:阳光图文 版式设计:谷 清 责任校对:王丽梅

* * *

北京奥鑫印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.00 字数:435 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

印数:1~1000 册 定价:34.00 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

湖南是全国气象灾害频发的省份之一,这种灾害近十多年来大有愈益频繁之势,每年由此造成的经济损失平均在 160 亿元以上(多的年份高达 500 多亿元),占湖南省国民生产总值的 10% 左右。经济愈发展,气象灾害所造成的经济损失也就愈大。如何有效地减少气象灾害所造成的损失,引起了各级政府部门与社会各界的广泛关注和高度重视。湖南省人民政府与中国气象局一道在湖南省气象科学研究所联合共建“气象防灾减灾湖南省重点实验室”的目的,就是希望通过重点实验室的开放研究,集中社会相关力量,充分利用该重点实验室的先进技术装备,深入地研究湖南省各种气象灾害的发生发展规律,研制灾害预测评估模式与方法,提出配套减灾避灾技术措施,以便进一步提高气象灾害的预测预报准确率,开展更有成效的气象防灾减灾科技服务,把气象灾害所造成的各种损失减轻到最低程度。减轻气象灾害损失不仅是气象部门的职责所在,也是气象部门的希望所在,优势所在。

传统的气象预报模式和服务方法已难以满足当前社会经济发展日益增长的客观需求,当前愈加突出的气候异常现象也使得气象灾害预报预警的难度愈来愈大,气象预报和科技服务目前客观上迫切需要引进新技术、采用新方法。多普勒天气雷达的使用,有利于改进灾害性天气预测预报模式和人工增雨作业指挥技术,提高灾害性天气的监测、预报准确率和人工增雨抗旱的作业效果;极轨气象卫星的使用,有利于开发灾情实时监测与快速评估方法,增强其监测评估的客观性;地理信息系统和全球定位技术的应用,为开发建立气象防灾减灾技术体系提供了得力工具;网络通信技术的应用,又为防灾减灾业务服务系统的研制开发和推广使用提供了快捷手段。本书是由湖南省气象系统内的科研人员与业务人员合作完成的,在上述各个方面都作了一些有益探索,取得了许多重要成果。我相信,随着这批成果的推广应用,今后一定会在减轻湖南洪涝、干旱、低温冷害等重大气象灾害过程中发挥巨大的积极作用,取得实质性的减灾成效。

本书涉及灾害性天气过程的形成机理、多普勒天气雷达在定量估算降水与人工增雨抗旱作业指挥中的应用、流域面雨量预测预报方法、利用卫星遥感与地理信息系统开发的灾情实时监测与快速评估技术、气象灾害对湖南农业生产影响的

风险评估与相应减灾技术、人工增雨抗旱作业指挥与效果评估技术、以及气象防灾减灾业务服务系统等各个方面,内容丰富,资料翔实,分析严谨,可供相关政府部门在防灾减灾决策与指挥工作中参考和气象科技工作者在业务与科研工作中使用。

李泽林

2003年12月

前 言

由于人类活动的广泛影响,气候与环境的变化严重加剧,全球气候异常更趋明显,气象灾害更为突出,已经成为世界各国国民经济和社会发展的主要制约因素,防灾减灾工作显得既重要又迫切。为此,联合国第42届大会决定成立减灾委员会,把防灾减灾工作提上重要议事日程。

防灾减灾是“三个代表”重要思想的具体体现,我国党和政府历来高度重视防灾减灾工作。国务院1998年4月29日批转了《中华人民共和国减灾规划(1998~2010年)》,其中对气象防灾减灾工作及相關科研工作给予了高度关注。《规划》中提出的重要任务和实施行动包括:加强重大灾害的监测和预警工作;加强减灾科研工作,重视对灾害形成、发生和发展的时空分布规律,灾害对环境、经济与社会的影响和相互作用规律等研究;积极推进防治重大灾害的应用科学和高新技术研究;推动实用科学技术和卫星遥感、地理信息、全球定位系统等高新技术在减灾领域中广泛使用。国家这些年组织实施的减灾重点项目与备选减灾项目有8项与气象防灾减灾密切相关,其中包含有:“灾害遥感监测与评估”、“干旱灾害监测及预警系统”、“灾害性天气监测、预报、服务与灾害评估”以及“洞庭湖区特大洪水预警与应急救援系统”等。

湖南是全国气象灾害最为严重的省份之一,气象灾害严重制约着湖南的经济建设和社会发展。近些年来,湖南的党政领导多次强调:“湖南最大的省情是水情,最大的忧患是水患。”又指出:“成功的气象预报服务对于防御灾害减少损失能起到很重要的作用,经济建设和防灾减灾需要气象科技大力发展,这对整个指导工作很有好处。”省人大代表、政协委员、政府参事也不断提出有关加强气象防灾减灾工作的提案,充分反映社会各界对气象防灾减灾工作的重视,说明湖南的经济建设与社会发展急需加强气象防灾减灾工作,由湖南省政府与中国气象局联合共建“气象防灾减灾湖南省重点实验室”也就是落实这项工作的一项重要举措。

想国家之所想,急国家之所急,我们气象科学研究所与气象台在省气象局的全力支持下,以气象防灾减灾湖南省重点实验室为主体,于2001年联合向湖南省科技厅申报了“十五”重点科技攻关项目——“湖南省重大气象灾害的形成机理及防灾减灾关键技术研究”。随后,项目顺利通过了省科技厅组织的两次专家评审筛选,在1000多个申报项目中进入了前30位,得到了省科技厅的重点支持。按项目进度安排,2003年应完成全部研究任务,并编写一本研究专著。因此,经项目专家组反复酝酿,决定围绕湖南省气象防灾减灾关键技术及其业务服务系统,以本项目研究成果为主线,适当吸纳一批气象防灾减灾重点实验室开放性研究成果(已在书中加注说明),编写成一部能较好地综合反映湖南近些年来围绕气象防灾减

灾所做的一些科研工作。

全书共分十章。第一章为项目的总体设计与组织实施,由汪扩军、潘志祥、辜旭赞、常国刚编写;第二章为气象雷达在定量测量估算降水中的应用,由黄小玉、尹忠海、张超、李绚丽、潘志祥编写;第三章为洪灾的实时动态监测与快速评估技术,由杨仁平、韩沁哲、屈佑铭编写;第四章为利用气象卫星对湖南旱灾的监测技术,由蒋德明、韩沁哲、李晶、肖铁英、居晶琳编写;第五章为湖南降水运动和暴雨成因的诊断分析与预报,由辜旭赞、李绚丽、周传喜、李樨周编写;第六章为流域面雨量预报技术及其在防灾减灾中的应用,由潘志祥、李樨周、叶成志、姜勇强、方慈安编写;第七章为农业气象灾害风险评估技术,由帅细强、汪扩军、刘富来、黄晚华编写;第八章为农业气象避灾减灾实用技术,由汪扩军、帅细强编写;第九章为人工增雨抗旱作业指挥与效果评估技术,由熊华南、周益辉、张国君、唐林、张超、彭莉莉编写;第十章为气象防灾减灾业务服务系统平台的研制,由汪扩军、林浩、隋兵、屈佑铭、韩沁哲编写;附录为业务策服务系统操作手册与服务产品介绍,由林浩、屈佑铭、韩沁哲、汪扩军编写。参加本书部分撰写的人员还有:吴贤云、张维桓、周传喜、戴泽军(第六章);肖洁、杨治惠、陆魁东(第七章);杨光立、肖洁、陆魁东、杨治惠、刘富来、黄晚华(第八章)。全书由潘志祥、汪扩军、叶成志统稿,曾庆华审阅。

本书涉及的相关科研成果和人员包括:流域面雨量预报课题(方慈安、潘志祥等)、MOS 预报课题(辜旭赞、李樨周、林浩等)、洪涝灾害卫星监测课题(杨仁平、隋兵等)、蔬菜生产气候灾害诊断课题(帅细强、汪扩军等)、水稻气象灾害规律与抗灾气象服务技术课题(汪扩军、肖洁等)、两系法杂交水稻制种气候诊断课题(汪扩军、帅细强等)、人工影响天气作业技术课题(周益辉、熊华南等)。另外,在项目申报、研究与专著编写的过程中,得到了湖南省科技厅、湖南省气象局的关注与支持,得到了湖南省气象局祝燕德局长、常国刚副局长、曾庆华巡视员的关怀和指导,得到了湖南省气象局陈江民、高继林、詹玉才、杨治惠的热心关照;得到了湖南省气象科学研究所罗伯良、封娟兰、李晶与湖南省气象台黎祖贤的鼎力相助,同时还得到了其他许多同志的关爱,在此不作一一列举。正是由于有了上述相关课题人员的支持与各位领导、各位同仁的关照,本书才得以顺利完成。在此,一并表示诚挚的谢意!

由于时间仓促、加之作者水平所限,书中错误之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵的批评意见。

汪扩军 潘志祥

2003 年 12 月于湖南长沙

目 录

序

前言

第一章 项目的总体设计与组织实施	(1)
§ 1.1 立项的背景、目的和意义	(1)
1.1.1 气象灾害是湖南最主要的自然灾害	(1)
1.1.2 灾害性天气的准确预报是减灾工作的关键所在	(3)
1.1.3 减灾工作急需借助于高科技手段与多学科配合	(3)
1.1.4 国内外都在加紧研究防灾减灾技术	(4)
1.1.5 湖南已经有了较好的前期工作基础	(5)
§ 1.2 研究的主要内容与预期目标	(6)
1.2.1 主要研究内容与关键技术	(6)
1.2.2 研究的预期目标与预期成果技术指标	(6)
§ 1.3 技术路线与课题设置	(7)
1.3.1 研究思路	(7)
1.3.2 技术路线	(7)
1.3.3 课题设置及其具体要求	(8)
§ 1.4 进度安排与年度目标	(10)
1.4.1 2001 年的主要任务与年度目标	(10)
1.4.2 2002 年的主要任务与年度目标	(11)
1.4.3 2003 年的主要任务与年度目标	(11)
§ 1.5 项目研究的组织方式与承担单位	(12)
1.5.1 组织方式	(12)
1.5.2 承担单位与主要研究人员	(12)
第二章 气象雷达在定量测量估算降水中的应用	(13)
§ 2.1 雷达定量估测降水技术的原理和方法	(13)
2.1.1 定量测量降水的理论分析	(13)
2.1.2 确定 $Z-I$ 关系的方法	(14)
2.1.3 定量测量降水的质量控制	(15)
2.1.4 雨量测量	(16)
§ 2.2 雷达定量估测降水的误差分析	(17)
2.2.1 Z 估计错误	(17)
2.2.2 $Z-R$ 关系误差	(18)
2.2.3 位于波束以下的影响带来的误差	(18)
2.2.4 雷达估计降水与雨量计测量降水的比较	(18)
§ 2.3 雨量计-雷达联合定量估测降水技术	(19)

2.3.1	单点校准法	(19)
2.3.2	平均校准法	(19)
2.3.3	空间校准法	(20)
2.3.4	距离加权法	(20)
2.3.5	卡尔曼滤波校准法	(20)
2.3.6	变分法	(21)
§ 2.4	长沙多普勒天气雷达定量估测降水实例	(22)
2.4.1	大范围层状云的雷达定量估测降水	(22)
2.4.2	对流云的雷达定量估测降水	(25)
2.4.3	混合云的雷达定量估测降水	(29)
§ 2.5	多普勒雷达在暴雨山洪预警中的应用	(33)
2.5.1	岳阳特大暴雨监测预警	(33)
2.5.2	暴雨天气过程监测预警	(37)
2.5.3	暴雨过程的多普勒雷达探测统计分析	(40)
参考文献		(40)
第三章 洪灾的实时动态监测与快速评估技术		(41)
§ 3.1	洪灾灾害遥感监测的特点	(41)
§ 3.2	气象卫星水情监测基本原理	(42)
3.2.1	气象卫星遥感原理	(42)
3.2.2	气象卫星及其探测通道	(43)
§ 3.3	气象卫星洪涝监测的资料处理基本方法	(44)
3.3.1	多通道彩色图像合成	(44)
3.3.2	水体判识	(44)
3.3.3	水体面积计算	(44)
3.3.4	判断泛滥水体范围及位置	(45)
§ 3.4	气象卫星洪涝遥感监测的处理过程	(46)
3.4.1	卫星资料预处理	(46)
3.4.2	辐射校正	(46)
3.4.3	投影变换	(46)
3.4.4	几何校正	(46)
3.4.5	图像增强	(47)
3.4.6	水体识别	(48)
3.4.7	洪涝监测	(50)
§ 3.5	洪灾的实时动态监测与快速评估	(50)
3.5.1	1995~1996 年年变化监测实例	(50)
3.5.2	1998 年的气象卫星遥感分析	(50)
3.5.3	现有遥感系统装备	(52)
3.5.4	2003 年洪灾遥感监测实例与服务	(52)
§ 3.6	气象卫星洪涝遥感监测方法的主要特点	(54)

3.6.1 特点与优劣势分析	(54)
3.6.2 存在的问题	(54)
3.6.3 改进方向	(55)
参考文献	(55)
第四章 利用气象卫星对湖南旱灾的监测技术	(56)
§ 4.1 干旱的定义及分类	(56)
4.1.1 干旱概述	(56)
4.1.2 气象干旱	(57)
4.1.3 农业干旱	(57)
4.1.4 水文干旱	(58)
4.1.5 社会经济干旱	(58)
§ 4.2 干旱指数概述	(58)
4.2.1 降水距平百分比	(59)
4.2.2 归一化降水指数(<i>SPI</i>)	(59)
4.2.3 帕尔默干旱指数(<i>PDSI</i>)	(59)
4.2.4 作物供水指数(<i>CMi</i>)	(60)
4.2.5 地表供水指数(<i>SWSI</i>)	(60)
§ 4.3 卫星监测干旱的原理和方法	(61)
4.3.1 卫星监测干旱的原理	(61)
4.3.2 卫星监测干旱的方法	(62)
§ 4.4 卫星遥感在湖南干旱监测中的应用	(65)
4.4.1 湖南省干旱的特点	(65)
4.4.2 湖南干旱遥感监测模型	(66)
4.4.3 2001 年湖南省干旱的遥感实时监测	(67)
参考文献	(68)
第五章 湖南降水运动和暴雨成因的诊断分析与预报	(69)
§ 5.1 降水概率实时统计 MOS 预报系统的建立	(69)
5.1.1 线性化预报因子选取	(69)
5.1.2 “系统”业务化流程	(72)
§ 5.2 “系统”预报试验结果	(72)
§ 5.3 湖南暴雨天气的成因分析	(79)
5.3.1 2001 年湖南雨季暴雨天气过程分析	(80)
5.3.2 2002 年湖南雨季暴雨天气过程分析	(82)
5.3.3 2003 年湖南雨季暴雨天气过程分析	(85)
§ 5.4 降水运动的诊断计算与暴雨形成研究	(87)
5.4.1 模式大气等熵分析	(87)
5.4.2 江淮梅雨锋暴雨过程天气学分析	(90)
参考文献	(92)

第六章 流域面雨量预报技术及其在防灾减灾中的应用	(93)
§ 6.1 洞庭湖流域的区间划分	(93)
6.1.1 洞庭湖水系分布	(93)
6.1.2 湖南气候特征	(95)
6.1.3 湖南洪水特点	(96)
6.1.4 大型水库流域的暴雨洪水特征	(97)
6.1.5 洞庭湖流域的划分	(99)
§ 6.2 流域面雨量的计算与比较	(100)
6.2.1 面雨量计算方法简介	(100)
6.2.2 几种面雨量计算方法结果的比较	(101)
§ 6.3 高分辨率数值预报模式的引进和改进	(104)
6.3.1 模式简介	(104)
6.3.2 模式的改进	(105)
6.3.3 前处理的改进	(112)
6.3.4 后处理的改进	(114)
6.3.5 模式软件平台的优化	(114)
6.3.6 模式运行框架	(115)
6.3.7 2001~2003 年面雨量实时预报试验	(115)
§ 6.4 防灾减灾决策气象服务	(116)
6.4.1 2002 年湖南省防灾减灾决策气象服务	(116)
6.4.2 2003 年湖南省防灾减灾决策气象服务	(122)
参考文献	(130)
第七章 农业气象灾害风险评估技术	(131)
§ 7.1 农业气象灾害风险评估理论与现状	(131)
7.1.1 农业气象灾害风险评估原理	(131)
7.1.2 农业气象灾害风险评估的发展与现状	(133)
§ 7.2 湖南省水旱灾害风险评估技术	(134)
7.2.1 水旱灾害风险评估的有关概念	(134)
7.2.2 旱灾风险评估	(136)
7.2.3 水灾风险评估	(140)
§ 7.3 水稻气象灾害风险评估技术	(145)
7.3.1 影响湖南双季水稻生产的主要气象灾害	(146)
7.3.2 水稻气象灾害的诊断方法、评估指标与模式	(147)
7.3.3 时空分布规律与特点	(150)
§ 7.4 蔬菜气象灾害风险评估技术	(170)
7.4.1 影响湖南蔬菜生产的主要气象灾害	(170)
7.4.2 蔬菜气象灾害指标分析	(171)
7.4.3 蔬菜气象灾害诊断评估	(173)
§ 7.5 两系法杂交水稻制种气候风险评估技术	(179)

7.5.1	两段气候生态安全期·····	(180)
7.5.2	气候生态安全期的诊断评估方法·····	(181)
7.5.3	时空择优气候服务系统的设计与研制·····	(185)
7.5.4	应用情况·····	(187)
参考文献·····		(187)
第八章 农业气象避灾减灾实用技术 ·····		(189)
§ 8.1	减灾的基本原则、思路和步骤·····	(189)
8.1.1	减灾的基本原则·····	(189)
8.1.2	减灾的思路和步骤·····	(189)
§ 8.2	水稻气象避灾减灾实用技术 ·····	(190)
8.2.1	倒春寒·····	(190)
8.2.2	五月低温·····	(190)
8.2.3	寒露风·····	(191)
8.2.4	干热风·····	(192)
8.2.5	干旱·····	(192)
8.2.6	淹涝·····	(192)
§ 8.3	蔬菜气象抗灾减灾实用技术 ·····	(193)
8.3.1	冬季严寒·····	(193)
8.3.2	暴雨洪涝·····	(194)
8.3.3	高温热害·····	(194)
8.3.4	干旱·····	(194)
8.3.5	低温阴雨·····	(194)
8.3.6	霜冻·····	(194)
§ 8.4	洞庭湖区减灾避灾种植制度 ·····	(195)
8.4.1	洞庭湖基本情况·····	(195)
8.4.2	洞庭湖区减灾避灾的主要对策·····	(196)
§ 8.5	2003 年湖南农业干旱特点及减灾补损技术 ·····	(198)
8.5.1	2003 年湖南干旱特点 ·····	(198)
8.5.2	大旱之年的救灾补损技术·····	(199)
8.5.3	干旱频繁区的减灾避灾技术·····	(201)
参考文献·····		(202)
第九章 人工增雨抗旱作业指挥与效果评估技术 ·····		(203)
§ 9.1	人工增雨天气背景分析 ·····	(203)
9.1.1	气候概况·····	(203)
9.1.2	干旱天气气候特征和天气形势分型·····	(203)
9.1.3	产生对流云的主要天气形势·····	(205)
9.1.4	对流云的时空分布特征·····	(205)
§ 9.2	湖南省人工增雨数值模式研究 ·····	(209)
9.2.1	数值模式·····	(209)

9.2.2	模拟计算	(211)
9.2.3	模式研究	(213)
§ 9.3	湖南省人工增雨作业指挥系统的研制	(213)
9.3.1	人工增雨作业指挥系统研制的目的和意义	(213)
9.3.2	人工增雨作业指挥系统简介	(214)
§ 9.4	人工增雨效果评估	(217)
9.4.1	效果评价的方法	(218)
9.4.2	2003 年人工增雨作业效果	(224)
参考文献		(225)
第十章 气象防灾减灾业务服务系统平台的研制		(226)
§ 10.1	系统平台的设计思路与主要功能	(226)
10.1.1	需求分析	(226)
10.1.2	系统主要功能	(227)
10.1.3	系统总体结构	(227)
§ 10.2	系统平台的关键技术与方法	(231)
10.2.1	SQL Server 2000 数据库技术	(231)
10.2.2	Web, ASP 等技术	(242)
10.2.3	业务服务系统开发	(245)
§ 10.3	系统平台的运行与维护	(248)
10.3.1	系统运行	(248)
10.3.2	系统维护	(249)
参考文献		(249)
附录 业务服务系统操作手册与服务产品介绍		(250)
一、系统服务器和客户端的配置要求		(250)
二、业务服务系统用户操作与功能说明		(250)
三、操作人员信息录入平台功能与说明		(259)
四、后台实时基础气象资料采集软件功能简介		(259)
五、系统平台常见问题与注意事项		(259)

第一章 项目的总体设计与组织实施

为便于读者对湖南省科技厅“十五”重点科技攻关项目——“湖南省重大气象灾害的形成机理及防灾减灾关键技术研究”有一个较为全面的了解,本章分如下五个方面对项目作一个简要介绍,其中重点是介绍项目的设计思路。

§ 1.1 立项的背景、目的和意义

1.1.1 气象灾害是湖南最主要的自然灾害

“水情是湖南最大的省情,水患是湖南最大的忧患。”

湖南省属于亚热带季风湿润气候区,是全国主要冷暖空气交汇地之一。来自北方的干冷空气与来自西南的暖湿空气在湖南省上空相遇,常造成中尺度灾害性天气(即空间尺度为2~200km范围的灾害性天气)。在夏秋季节,湖南又受台风外围低压云团的影响,导致强降水等灾害性天气频繁。加之湖南地形地貌较为复杂,局地对流性天气较多,又位于长江中下游地区,长江洪水倒灌现象相当严重。因此湖南是全国气象灾害最为频繁和严重的省份之一,是国家的重点防汛区域。

水旱灾害给湖南所造成的损失历来就十分严重,几乎年年都有,且51%为旱涝同年,其中大涝、特大涝为4年一遇,大旱、特大旱为6年一遇。尤其是进入20世纪90年代以来,大涝、特大涝几乎2年一遇。

1996年和1998年湖南接连出现了两年特大洪涝,其水位之高、损失之重(两年损失分别高达506亿元和329亿元)均为历史罕见;1998年夏季到1999年春季湘南持续出现的干旱也为历史罕见,湘江水位一度曾降至历史最低。因此,每当汛期来临,各级领导如临大敌,中央关注,地方担忧,百姓揪心。1998年防汛,占用了省里领导和灾区各界人民群众约4个月的宝贵时间,另外还得花上大量时间用于灾后恢复和灾民安置,而这些时间本来可以用于发展地方经济。

事实上,水、旱灾害还只是湖南省出现的众多自然灾害中的两种。在所有自然灾害损失中,与气象相关的灾害损失约占90%。气象灾害中,除了洪涝和干旱这两种最主要的灾害之外,还有低温冷害、冬季冰冻、大风冰雹、雷击等多种严重灾害。另外,森林火灾、作物病虫害等一些重要自然灾害也与气象条件密切相关。这些灾害在湖南省经常出现,致使湖南省成为全国气象灾害最为频繁、最为严重的省份之一。

据气象年鉴等资料统计,1988~1998年,湖南省每年因气象灾害所造成的平均经济损失约为169.70亿元,最多的高达506.49亿元(见表1.1);平均占省内国民生产总值的10.2%,占农业生产总值的20.5%;平均占国民生产总值增量的66.9%,最高的占132%。

这些灾情还有严重加剧的趋势,这对于社会安定和经济发展的影响更是无法估量。因此抵御和减轻洪涝等气象灾害的危害是湖南省经济建设和社会发展全盘工作中的头等大事。

表 1.1 湖南省历年主要气象灾害及其损失一览表

年 份	项 目	洪 涝	干 旱	倒 春 寒	5 月低温	寒 露 风	经济损失(亿元)
1951			中旱	全	无	无	
1952		中涝		无	局部	湘中	
1953		中涝	中旱	全省	局部	无	
1954		特涝		湘中湘南	局部	湘北	
1955		小涝	中旱	全省	无	无	
1956		小涝	大旱	局部	全省	无	
1957		小涝	中旱	局部	无	全省	
1958		小涝		无	全省	北半省	
1959		中涝	大旱	无	全省	局部	
1960			大旱	全省	全省	无	
1961		中涝	中旱	局部	无	无	
1962		中涝	小旱	局部	无	无	
1963		小涝	特旱	全省	无	无	
1964		中涝	小旱	无	局部	湘北	
1965			中旱	全省	无	湘中湘北	
1966			大旱	无	全省	无	
1967		中涝	小旱	全省	无	全省	
1968		中涝	中旱	全省	局部	全省	
1969		大涝	小旱	局部	无	全省	
1970		大涝		全省	无	全省	
1971			中旱	局部	无	全省	
1972			中旱	全省	无	全省	
1973		大涝		局部	全省	湘中湘北	
1974			中旱	湘中湘南	无	全省	
1975		大涝		无	局部	无	
1976		小涝	小旱	大部	无	无	
1977		大涝	小旱	无	全省	全省	
1978			大旱	大部	局部	无	
1979		小涝	中旱	全省	全省	全省	
1980		大涝		全省	无	湘中湘北	
1981		中涝	中旱	无	大部	全省	
1982		小涝	小旱	全省	无	全省	
1983		中涝	小旱	全省	无	局部	
1984			中旱	局部	全省	全省	
1985			大旱	局部	局部	全省	
1986			中旱	无	无	无	
1987			中旱	全省	无	湘中湘北	
1988		中涝	大旱	全省	全省	湘西	36.00
1989		中涝	中旱	全省	局部	湘西	28.03
1990		大涝	中旱	局部	全省	无	81.64
1991		大涝	中旱	全省	局部	湘西	90.76
1992		小涝	中旱	全省	全省	湘中	69.20
1993		大涝		无	全省	无	180.24
1994		大涝		全省	无	湘中湘北	200.12
1995		特涝	中旱	大部	局部	湘中	242.00
1996		特涝		全省	无	无	506.49
1997		小涝		无	无	全省	103.26
1998		特涝	大旱	全省	无	全省	329.00
平均							169.70

注:经济损失计算币种为人民币,其中 1988~1998 年气象灾害损失值由湖南省民政厅提供。

1.1.2 灾害性天气的准确预报是减灾工作的关键所在

如何才能有效地抵御和减轻气象灾害的危害呢?中华人民共和国国务院于1998年专门下发了《中华人民共和国减灾规划(1998~2010年)》13号文件,明确指出:减灾工作的指导方针是以防为主,防、抗、救相结合。在整个减灾工作中,最为有效的办法就是搞好防御体系的建设,其中又以做好灾前的预测预报工作最为关键。预测预报做准了,在大的灾害来临前可以做好充分准备,通过尽早和周密的部署,将因灾损失减轻到最低程度;如果预测到灾害不会出现或者灾情不会严重时,可以客观地加以准备而不必预先花上过量的人力物力和财力,避免造成诸多不必要的浪费,从而集中力量搞好经济建设。因此,在每次防汛会上,省领导要求天气预报要尽量准确、要尽可能提前;尤其是在出现大灾时,书记省长们更是心急如焚,对我们的预报质量要求更高。在湖南全省性的防汛会议上,气象部门不但必须参加,而且往往被指定第一个发言。

气象预报准确与否,对湖南省水库 $40 \times 10^8 \text{m}^3$ 防洪库容量的科学运作至关重要,将直接影响到整个减灾工作的成败。1998年洪灾与1996年洪灾比较,前者汛期实际降雨量要较后者大许多,一般而言前者的灾情应当重些,但实际上前者的灾害损失反较后者小许多。1996年损失506亿元,1998年则较1996年少损失177亿元;另据湖南省气象局气象卫星实时监测结果,1998年受淹面积较1996年少3.6%,1998年受淹不少是由于内渍水所造成的,真正被淹的大中确保垸反而较1996年少得多,受淹区主要分布在堤垸岸附近等一些低洼地带。两年相比可以看出,1998年洪灾由于报得早报得准,各方准备到位,防灾抗灾措施得力,因而因灾损失被控制在较低程度。因此,灾害性天气的预测预报研究对于搞好减灾工作至关重要。

1.1.3 减灾工作急需借助于高科技手段与多学科配合

对于灾害性天气的预测预报,一方面防灾减灾的实际工作需要预报定时、定点、定量,而且越早越好;另一方面“天有不测风云”,按我们原有的装备与技术,预报质量还难于满足这种客观需要。灾害性天气的形成原因往往非常复杂,尤其是致洪暴雨等强降水过程的预报难度更大,它们一般都是小范围、小概率、短周期事件,用原有的气象监测手段很难捕捉到,造成预报上的漏报、误报现象经常发生。解决这个难题较为理想的做法,就是充分利用湖南当前正在建设的防洪天气预警系统,利用已经建成的长沙、常德两地多普勒天气雷达与正在建设之中的怀化、筹建之中的永州两地多普勒天气雷达,利用这些站点的多普勒天气雷达(CINRAD)和将布设湖南省各地的230多个自动气象站所组成的自动加密探测网络。利用这些高科技装备进行研究和工作,将有助于提高我们的预报质量与时效。

事实上,利用多普勒天气雷达可以较好地定量估算降水,可以有效地弥补各地气象观测站点过于稀疏的不足,对于中小尺度灾害性天气的监测与预测预报和人工增雨抗旱作业的指挥都是个强有力的技术工具;利用极轨气象卫星可以有效地实时动态监测与快速定量评估洪涝、干旱等气象灾害的发生发展状况;利用地理信息系统和全球定位技术可以开发建立实用性更强的气象防灾减灾技术体系;利用网络通信技术可以为防灾减灾决策服务提供更为快捷的技术支持,等等。

目前,湖南乃至全国的防灾减灾工作之所以比较被动,原因是多方面的,其中除了预报工作难以满足实际需求外,还有防御体系、救灾技术体系以及管理方式方法等不太科学、不太规范、不能很好地适应变化后的新情况等其它一些重要原因。这些方面都需要深入研究,都需要利用高新技术进行科技创新,都需要多学科紧密合作,都需要气象部门积极参与。气象部门是

一个高科技部门,既有其行业特色,又有其高科技优势。江泽民同志曾说“气象现代化是国家现代化的标志之一”。湖南省气象防灾减灾重点实验室在卫星遥感等“3S”^①技术、计算机技术与网络通信技术等方面都有明显优势,湖南省防洪天气预警系统内所有多普勒天气雷达、自动气象站的监测资料均提供给重点实验室使用。因此,重点实验室既有必要也有责任利用自身专业与高科技优势进行开放性防灾减灾科学研究,为湖南防灾减灾工作提供强有力的技术支持。

对气象灾害的科学研究已经发展成为一门新兴的学科——气象灾害学。气象灾害学作为一门迅速崛起的学科,涉及到气象、地理、水文、农业、水利、林业、地质、计算机、通讯、卫星遥感、雷达、自动控制、仿真、人工智能等多方面的专业知识,尤其是与信息工程、“3S”技术、图像识别、监测网络等现代高新技术直接相连。由于气象灾害的成因复杂、预测预报的难度大,因此,国内外一直都在极力采用高新技术手段,以提高气象灾害的监测预测水平和相应的防灾减灾能力。

开展此项研究的最终期望是:以重点实验室为基地,以该项目为起点,联合相关部门与有关单位,充分利用重点实验室和湖南气象部门的现代化技术装备优势与气象专业特色,共同围绕洪涝、干旱、低温冷害等一些重大气象灾害进行多学科联合创新实验研究,通过几年甚至十几年的集中攻关,建立一套集灾前预测预警、灾中监测评估、灾后生产自救于一体的全程规范化的防灾减灾关键技术体系及相应的决策咨询业务服务系统,供各级政府部门与生产用户单位指挥防灾减灾工作使用,为最大限度地减轻湖南的气象灾害损失作出应有的重大贡献。

1.1.4 国内外都在加紧研究防灾减灾技术

当今大气探测技术得到了飞速发展,气象卫星、天气雷达(特别是多普勒天气雷达)、高性能计算机、网络通讯等高新技术在气象领域的广泛应用,大大地促进了中尺度灾害性天气学的发展和中小尺度天气监测网络的建设,并为深入研究灾害性天气的形成机理及其相应的防灾减灾技术提供了重要手段。在此方面,欧美等一些发达国家目前都已投入大量的人力和资金,中国科学院与中国气象科学研究院以及一些大专院校近年来也在高度关注。长期预报则更是个国际性难题,我国科技部将“短期气候预测理论与方法研究”列为国家“九五”重中之重项目。

在对灾害性天气的监测和预测预报研究方面,天气雷达发挥着不可替代的作用,尤其是多普勒天气雷达的投入使用,使得气象灾害的监测预测水平又大大地向前迈进了一步。多普勒天气雷达除了能获取降水回波强度的分布外,还可直接获得径向风场的分布,能更为直接地判断龙卷及与其伴随的中小尺度涡旋。美国1976~1978年实施的多普勒天气雷达业务使用试验计划(JDOP),证实了多普勒天气雷达在监测龙卷系统风暴中有较高的准确率,比常规天气雷达有明显的提高。

目前,全球共布设了1000多个天气雷达站,监测着世界各地的台风、暴雨、龙卷、冰雹等灾害性天气。美国1989年开始布设多普勒天气雷达(WSR-88D)站网,在全美境内建立了1600多个自动气象观测系统(ASOS),1996年组建了165部WSR-88D多普勒天气雷达,是世界上最先进和最精确的天气雷达系统。韩国国土面积仅 $9.9 \times 10^4 \text{ km}^2$,不足湖南省面积的一半,但也布设了5部多普勒天气雷达和400多个自动气象站。我国台湾省的面积仅 $3.6 \times 10^4 \text{ km}^2$,也布设了4部多普勒天气雷达和323个自动气象站;香港面积仅 1092 km^2 ,也布设了3部多普勒天气雷达。

^① “3S”是地理信息系统(GIS, Geographical Information System)、遥感(RS, Remote Sensing)和全球定位系统(GPS, Global Positioning System)的英文缩写的简称。其中GPS和RS分别用于获取点、面空间信息或监测其变化,GIS用于空间数据的存储、分析和处理。