

气象灾害丛书

城市气象 灾害

王迎春 郑大玮 李青春 主编



气象出版社

China Meteorological Press

气象灾害丛书

城市气象 灾害

王迎春 郑大玮 李青春 主编

 气象出版社
China Meteorological Press

内容提要

本书是《气象灾害丛书》的一个分册,也是迄今第一部系统介绍城市气象灾害知识及减灾对策的科普书。随着全球气候变化和我国人口城镇化进程的加快,城市气象灾害对社会经济和人民生活的影响日益突出,城市规模的扩大,城市经济的发展和城市气候的形成也给城市气象灾害带来了许多新的特点。本书首先说明了与城市气象灾害有关的基础知识,重点介绍了主要城市气象灾害的防御对策及其与其他突发公共事件的关系,阐述了城市气象灾害减灾管理的原理和要点。本书可供具有高中以上文化程度的知识青年、城市各业工作人员和管理干部阅读,也可供城市基层气象工作者和有关专业的大学师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市气象灾害/王迎春,郑大玮,李青春主编. —北京:
气象出版社, 2009. 5

(气象灾害丛书)

ISBN 978-7-5029-4716-3

I. 城… II. ①王…②郑…③李… III. 城市—气象灾害
IV. X4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 074553 号

Chengshi Qixiang Zaihai

城市气象灾害

王迎春 郑大玮 李青春 主编

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>

总 策 划: 陈云峰 成秀虎

责任编辑: 隋珂珂

封面设计: 燕 彤

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

开 本: 700 mm×1000 mm 1/16

字 数: 233 千字

版 次: 2009 年 6 月第 1 版

印 数: 1~6000

邮政编码: 100081

发 行 部: 010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审: 周诗健

责任技编: 吴庭芳

印 张: 20.5

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 47.00 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

丛书编辑委员会成员

主 任：秦大河

副 主 任：许小峰 丁一汇

成 员（按姓氏笔画排列）：

马克平 马宗晋 王昂生 王绍武 卢乃锰 卢耀如
刘燕辉 宋连春 张人禾 李文华 陈志恺 陈联寿
林而达 黄荣辉 董文杰 端义宏

编写组长：丁一汇

副 组 长：宋连春 矫梅燕

评审专家组成员（按姓氏笔画排列）

丁一汇 马宗晋 毛节泰 王昂生 王绍武 王春乙 王根绪
王锦贵 王馥棠 卢乃锰 任阵海 任国玉 伍光和 刘燕辉
吴 兑 宋连春 张小曳 张庆红 张纪淮 张建云 张 强
李吉顺 李维京 杜榕桓 杨修群 言穆弘 陆均天 陈志恺
林而达 周广胜 周自江 徐文耀 陶诗言 梁建茵 黄荣辉
琚建华 廉 毅 端义宏

丛书编委会办公室成员

主 任：董文杰

副 主 任：翟盘茂 陈云峰

成 员：周朝东 张淑月 成秀虎 顾万龙 张 锦
王遵娅 宋亚芳

《城市气象灾害》分册编写人员

主 编 王迎春 郑大玮 李青春

撰稿人 刘伟东 扈海波 解以扬
阮水根 吴振玲 程丛兰

序

据世界气象组织统计，全球气象灾害占自然灾害的 86%。我国幅员辽阔，东部位于东亚季风区，西部地处内陆，地形地貌多样，加之青藏高原大地形作用，影响我国的天气和气候系统复杂，我国成为世界上受气象灾害影响最为严重的国家之一。我国气象灾害具有灾害种类多，影响范围广，发生频率高，持续时间长，且时空分布不均匀等特点，平均每年造成的经济损失占全部自然灾害损失的 70% 以上。随着全球气候变暖，一些极端天气气候事件发生的频率越来越高，强度越来越大，对经济社会发展和人民福祉安康的威胁也日益加剧。近十几年来，我国每年受台风、暴雨、冰雹、寒潮、大风、暴风雪、沙尘暴、雷暴、浓雾、干旱、洪涝、高温等气象灾害和森林草原火灾、山体滑坡、泥石流、山洪、病虫害等气象次生和衍生灾害影响的人口达 4 亿人次，造成的经济损失平均达 2000 多亿元。2008 年，我国南方出现的历史罕见低温雨雪冰冻灾害，以及“5·12”汶川大地震发生后气象衍生灾害给地震灾区造成的严重人员伤亡和财产损失，都说明进一步加强气象防灾减灾工作的极端重要性和紧迫性。

党中央国务院和地方各级党委政府对气象防灾减灾工作高度重视。“强化防灾减灾”和“加强应对气候变化能力建设”首次写入党的十七大报告。胡锦涛总书记在 2008 年“两院”院士大会上强调，“我们必须把自然灾害预报、防灾减灾工作作为事关经济社会发展全局的一项重大工作进一步抓紧抓好”。在中央政治局第六次集体学习时，胡锦涛总书记再次强调，“要提高应对极端气象灾害综合监测预警能力、抵御能力和减灾能力”。国务院已经分别就加强气象灾害防御、应对气候变化工作做出重大部署。在 2008 年全国重大气象服务总结表彰大会上，回良玉副总理指出，“强化防灾减灾工作，是党的十七大的战略部署。气象防灾减灾，关系千家万户安康，关系社会和谐稳定，关系经济发展全局。气象工作从来没有像今天这样受到各级党政领导的高度重视，

从来没有像今天这样受到社会各界的高度关切，从来没有像今天这样受到广大人民群众的高度关心，从来没有像今天这样受到国际社会的高度关注。这既给气象工作带来很大的机遇，也带来很大的挑战；既面临很大压力，也赋予很大动力，应该说为提高气象工作水平创造了良好条件”。

我们一定要十分珍惜当前气象事业发展的良好环境，紧紧抓住气象事业发展的难得机遇，深入贯彻落实科学发展观，牢固树立“公共气象、安全气象、资源气象”的发展理念，始终把防御和减轻气象灾害、切实提高灾害性天气预报预测准确率作为提升气象服务水平的首要任务。面对国家和经济社会发展对加强气象防灾减灾工作的迫切需求，推进防灾减灾工作快速发展，做到“预防为主，防治结合”，很有必要编写一套《气象灾害丛书》，从不同视角吸收科学、社会以及管理各方面的研究成果，就气象灾害的发生、发展、监测、预报和预防措施，普及防灾减灾知识，提高防灾减灾的效益，为我国防灾减灾事业、构建社会主义和谐社会做出贡献。

2003年中国气象局组织编写出版了《全球变化热门话题丛书》，主要立足宣传和普及天气、气候与气候变化所带来的各方面影响以及适应、减缓和应对的措施。这套书的出版引起了很大反响，拥有广大的读者群。《气象灾害丛书》是继《全球变化热门话题丛书》之后，中国气象局组织了有关部委、中科院和高校的气象业务科研人员及相关行业领域的灾害研究专家，编写的又一套全面阐述当今国内外气象灾害监测、预警与防御方面最新技术成果、最新发展动态的科学普及读物。《气象灾害丛书》分21分册，在内容上开放地吸收了不同部门、不同地区和不同行业在气象灾害和防御方面的研究成果，体现了丛书的系统性、多学科交叉性和新颖性。这对于进一步提高社会公众对气象灾害的科学认识，进一步强化减灾防灾意识，指导各级部门和人民群众提高防灾减灾能力、有效地为各行业从业人员和防灾减灾决策者提供参考和建议都具有重要意义。同时，根据我国和全球安全减灾应急体系建设这一大学科的要求，“安全减灾应急体系”共有100多部应写作的书籍，《气象灾害丛书》的出版为逐步完善这一科学体系做出了贡献。

在本套丛书即将出版之际，谨向来自气象、农业、生态、水文、地质、城乡建设、交通、空间物理等多方面的作者、专家以及工作人员表示诚挚的感谢！感谢他们参与科学普及工作的高度热忱以及辛勤工作。

郑国光

编著者的话

通过两年的努力,《气象灾害丛书》终于编写完毕。丛书由 21 册组成,每一册主要介绍一个重要的灾种,整个丛书基本上将绝大部分气象以及相关的衍生灾害都作了介绍,因而是一套关于气象灾害的系统性丛书。参加此丛书编写的专家有 200 位左右,他们来自中国气象局、中国科学院、林业部和有关高等院校等部门。他们在所编写的领域中不但具有丰硕的研究成果,而且也具有丰富的实践经验,因而,丛书无论是从内容的选材,还是从描述和写作方式等方面都能保证其准确性和适用性。编写组在编写过程中先后召开了六次编写工作会议,各分册主编和撰稿人以高度负责的态度和使命感热烈研讨,认真听取意见和修改,使各册编写水平不断提高,从而保证了丛书的质量。另外,值得提及的是,丛书交稿之前,又请了 46 位国内著名的院士、专家和学者进行了评审。专家们一致认为,《气象灾害丛书》是一套十分有用、有益和十分必要的防灾减灾丛书。它的出版有助于政府、社会各部门和人民群众对气象灾害有一个全面、深入的了解与认识,必将大大提高全民的防灾减灾意识。丛书的内容丰富、全面、系统、新颖,基本上反映了国内外气象灾害的监测、预警和防御方面的最新研究成果和发展动态,可以作为各有关部门指导防灾减灾工作的科学依据。

在丛书包括的 21 个灾种中,除干旱、暴雨洪涝、台风、寒潮、低温冷害、冰雪等过去常见的气象灾害外,丛书还包括了近一二十年新出现的或日益受到重视的新灾种,如霾、生态气象灾害、城市气象灾害、交通气象灾害、大气成分灾害、山地灾害、空间气象灾害等。这些灾害对于我国迅速发展的国民经济已越来越显示出它的重大影响。把这些灾害包括在丛书中不但是必要的,而且也是迫切的。另外,通过编写这些书,对这些灾种作系统性总结,对今后的研究进展也有推动作用。

为了让读者对每一种灾害都获得系统而正确的科学知识以及了解目前最

新的防灾减灾技术、能力和水平，编写组要求每一册书都要做到：（1）对灾害的观测事实要做全面、正确和实事求是的介绍，主要依据近 50 年的观测结果。在此基础上概括出该灾种的主要特征和演变过程；（2）对灾害的成因，要根据大多数研究成果做科学的说明和解释，在表达上要深入浅出，文字浅显易懂，避免太过专业化的用语和用词；（3）对于灾害影响的评估要客观，尽可能有代表性与量化；（4）灾害的监测和预警部分在内容上要反映目前的水平和能力，以及新的成就。同时要加强实用性，使防灾减灾部门和人员读后真正有所受益和启发；（5）对每一灾种，都编写出近 50 年（有些近百年）国内重大灾害事件的年表，简略描述出所选重大灾害事件发生的时间、地点、影响程度和可能原因。这个重大灾害年表对实际工作会有重要参考价值。

在丛书编写过程中，所有编写者亲历了 1 月发生在我国南方罕见的低温雨雪冰冻灾害和“5·12”汶川大地震。在全国可歌可泣的抗灾救灾精神的感召下，全体编写人员激发了更高的热情，从防大灾、防巨灾的观念重新审视了原来的编写内容，充分认识到防灾减灾任务的重要性、迫切性和复杂性。并谨以此丛书作为对我国防灾减灾事业的微薄贡献。

丛书编写办公室与编写组专家密切配合，从多方面保证了编写组工作的顺利完成，在此也表示衷心感谢。另外，由于这是一套科普丛书，受篇幅所限，各册文中所引文献未全部列入主要参考文献表中，敬请相关作者谅解。

编写组长 丁一汇

2008 年 10 月 21 日于北京

前言

近年来，在全球变暖的大背景下，我国极端天气、气候事件明显增多，城市气象灾害也有加剧的趋势。与此同时，我国城镇化的快速发展，由城市气象灾害造成的损失和影响不断加重，对中国经济社会的可持续发展和城市人居环境形成了严重的威胁。2008年1—2月的南方大范围低温雨雪冰冻灾害造成的巨大损失就是一例。

本书是《气象灾害丛书》的一个分册，与以气象单灾种知识和减灾对策为基本内容的其他分册不同，旨在以城市地域类型为对象，以城市为承灾体，综合叙述各类城市气象灾害的基本知识和防灾减灾对策，进而达到普及气象灾害科普知识，提高城镇居民防灾减灾的科学素质，促进我国城市防灾减灾能力的提升。

全书内容分为四大部分。前两章为城市气象灾害的基础知识，包括概述和城市气象灾害的形成及影响因素；第3、4章是全书的主体部分，分别论述主要城市气象灾害类型、防御对策及其与次生和衍生灾害的关系；第5、6、7章为城市气象减灾管理知识，从减灾系统工程的角度分别论述了城市气象灾害的监测、预警、评估、应急管理和减灾能力建设；书末的附录列出了国内外重大气象灾害实例、城市气象减灾有关期刊和代表性著作、研究机构与学术团体一览。

虽然人们对城市气象灾害关注已久，但迄今国内尚未发表系统阐述城市气象灾害理论与技术体系的专著。由于受资料、工作基础、现有水平和时间的限制，本书还不能完成构建城市气象灾害学的学科理论与技术体系的历史任务。但我们希望通过本书的编写能构筑城市气象灾害学的初步框架，为今后系统构建城市气象灾害学科体系打下初步基础，以更好地指导我国的城市气象灾害科研与防灾减灾工作。

本书的对象是具有高中以上文化程度的读者、科技工作者及各行各业的管理者。作为一本高级科普读物，我们尽量使用通俗的语言，回避过于专业

化的表述。同时，在内容素材上尽力求新，以适应经济社会的发展变化。

本书的编写工作主要由中国气象局北京城市气象研究所承担。主编王迎春、郑大玮、李青春，参加编写人员有刘伟东、扈海波、解以扬、阮水根、程丛兰、吴振玲等。王迎春负责全书编写工作的组织实施，大纲和内容的制订，全书最后的审阅、修改、补充和统稿，郑大玮负责全书的统稿；李青春参与全书的审阅和统稿；阮水根完整地梳理了全书书稿。各章节编写的具体分工如下：郑大玮第1、4、7章，解以扬第3章第1、5、10节，李青春第3章第2~4、6~9节和第6章第1~6节，刘伟东第2章和第5章第1节，扈海波第5章第2、3、5节和第6章第4节，阮水根第5章第4节，程丛兰附录并参与第7章的撰写，吴振玲参加了第5章第5节的编写。此外，北京城市气象研究所苗世光博士提供了城市规划的部分素材和风的狭管效应模拟图，北京市气象局大气成分中心主任张小玲博士提供了北京上甸子酸雨观测数据。本书的编写邀集了国内长期从事城市气象灾害研究的科技人员，在编写过程中得到了中国气象局、北京市气象局、北京减灾协会、天津市气象局、武汉暴雨研究所等单位及有关专家的指导、支持与帮助，对此我们表示衷心的感谢。

编者

2008年6月

目 录

序

编著者的话

前 言

第 1 章 城市气象灾害概述	1
1.1 气象灾害与城市气象灾害	1
1.2 城市系统与气象灾害	1
1.3 城市气象灾害及其基本特征	3
1.4 城市气象灾害的分类	8
1.5 城市气象灾害的历史演变	13
1.6 城市气象灾害的灾情与变化趋势	16
1.7 城市气象减灾社会系统工程	23
1.8 城市气象灾害与减灾研究进展	24
第 2 章 城市气象灾害的形成与影响因素	29
2.1 城市的特点与基本问题	29
2.2 城市气候的特点和成因	34
2.3 城市热岛效应	42
2.4 城市化与城市气象灾害	51
2.5 全球变化与城市气象灾害	57
第 3 章 城市气象灾害与防御对策	66
3.1 城市洪涝灾害	67
3.2 城市高温灾害	74

3.3	城市低温冷冻冰雪灾害	83
3.4	城市干旱	92
3.5	城市雾、霾	99
3.6	城市大气污染	107
3.7	城市雷电灾害	115
3.8	城市风灾	121
3.9	城市雹灾	125
3.10	其他城市气象灾害	129
第4章	气象因素引发的次生灾害与衍生灾害	141
4.1	气象与城市火灾	141
4.2	气象与城市生命线系统事故	149
4.3	气象与城市交通事故	156
4.4	气象与城市地质灾害	167
4.5	气象与工矿业生产事故	171
4.6	气象与城市突发生态环境事故	179
4.7	气象与城市突发公共卫生事件	183
4.8	气象与城市突发社会事故	185
第5章	城市气象灾害的监测预警与评估	188
5.1	城市气象灾害的监测	188
5.2	城市承灾体的脆弱性和易损性分析	197
5.3	城市气象灾害的风险评估	204
5.4	城市气象灾害的预报和预警	215
5.5	城市气象灾害的灾损评估	224
第6章	城市气象灾害的应急管理	230
6.1	城市气象灾害的应急管理体制与机构	230
6.2	城市气象灾害的应急预案与实施	235
6.3	城市气象减灾的法律法规	239
6.4	城市气象减灾的综合管理	244
6.5	城市气象灾害的应急信息管理	247
6.6	城市气象灾害应急的协调联动	252
6.7	城市重大突发公共事件的应急气象服务	254

第 7 章 城市气象减灾的能力建设	261
7.1 城市气象减灾能力建设的内涵与途径	261
7.2 气象与城市规划	263
7.3 城市气象灾害的备灾	268
7.4 应急救援队伍建设	273
7.5 科技创新与技术储备	276
7.6 社区气象减灾能力建设	282
7.7 公众安全减灾素质培育	285
附 录	292
1 国内外重大城市气象灾害实例	292
2 国内与城市气象减灾有关的代表性著作与期刊	305
3 国内城市气象灾害研究机构与学术团体	308
参考文献	310

第1章

城市气象灾害概述

1.1 气象灾害与城市气象灾害

灾害泛指对人类生命财产和生存条件造成危害的各类事件，分为自然灾害与人为灾害两大类。气象灾害指气象要素及其组合的异常对人类生命、财产或生存条件带来直接危害的各类事件。气象灾害的灾害源来自大气圈中的异常，包括天气的异常、气候的异常和大气成分的异常。气象灾害的承灾体包括人体本身、人类的生产活动、人工建筑和固定资产以及人类的生存环境。

地球系统由地核、地幔、地壳内三圈与地球表面的大气圈、水圈、岩石土壤圈、冰冻圈和生物圈等外部圈层组成，各圈层之间存在复杂的相互作用，当这种相互作用的自然力超出人类的抗御能力并造成严重的危害后果时就形成了自然灾害。由于大气圈是地球表面各圈层中最为活跃和多变的圈层，由大气圈的异常活动所形成的气象灾害通常要比其他圈层的异常活动所引发的自然灾害更加频繁、多样和复杂，所造成的灾害损失也更加严重。

城市气象灾害是气象灾害中按照发生地域或受影响范围而划分出的一类，是指发生在城市区域，由于气象要素或其组合的异常，对城市居民的生命与健康，对城市建筑与设施、城市各行各业生产与社会活动以及对城市资源与生态环境造成损害的各类事件。有时由于城市系统的脆弱性，并不明显的气象要素异常也可以造成比较严重的经济损失或较大的社会影响，只要是由气象因素造成的，也应列为城市气象灾害。

1.2 城市系统与气象灾害

城市是一个以人为主体的，以空间利用为特点，以聚集经济效益为目的的一个集约人口、经济和科学文化的空间地域系统。在当代，城市更成为人类

文明与创新的中心和主要社会组织形式。城市化是人类文明的产物，城市化水平已成为一个国家或地区现代化水平的一个重要标志。目前世界人口的50%居住在城市，预计到2025年将占到世界总人口的61%。一些发达国家城市人口的比例已占到90%以上。

与以自然生态系统为主的乡村不同，城市是一个高度开放的自然、经济与社会复合人工生态系统（图1.1）。由于城市的人口与人工建筑物高度密集，绿色植物的种类和数量都很少，使得城市生态系统的食物链呈现倒金字塔结构，必须从系统外大量输入食物和能源才能维持城市居民的生存。同时，城市生态系统还严重缺乏微生物，使得城市生态系统中的残渣废弃物不能在本系统内分解、转化、消纳和完成物质循环，只能通过搬运、迁移和填埋、焚烧等办法来处理。城市生态系统为了维持系统的高效运转和发挥向周边地区的辐射带动作用，需要从系统外输入大量的物质、能量和信息，同时又以物质、能量和信息的形式向系统外输出工业产品、文化产品和提供各种服务。由于城市生态系统改变了乡村系统原有的物理、化学、生物环境和物质循环、

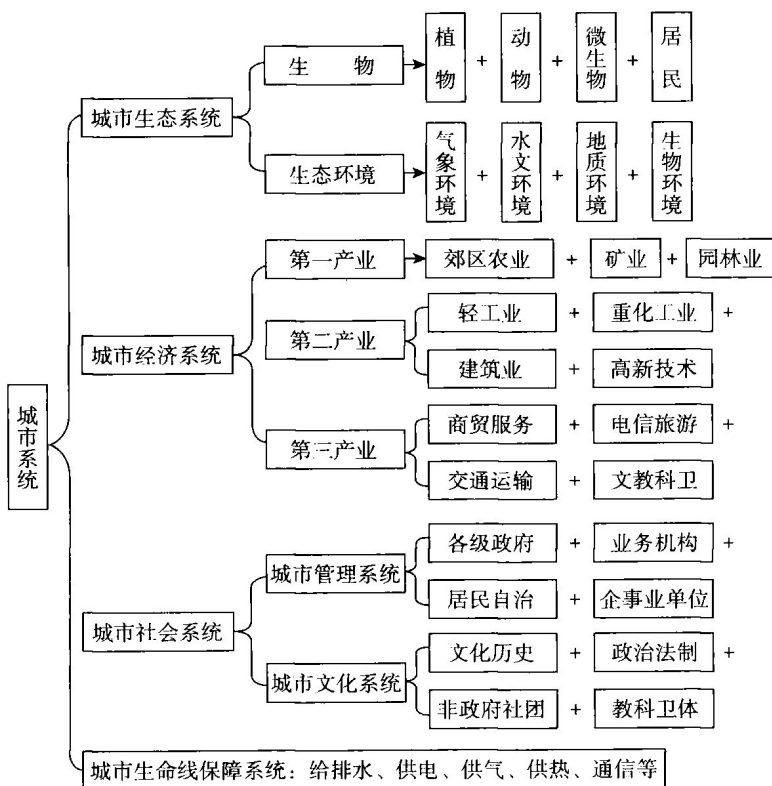


图 1.1 城市系统框图

能量流动的方式和途径,特别是土地利用格局的改变破坏了原有的自然调节机制,城市生态系统需要一个复杂的管理物质和能源输送的人工支持系统来维持城市系统的正常机能。由于上述原因,城市生态系统对于外界干扰十分敏感,表现出很大的脆弱性,系统的稳定性有赖于人为支持系统的功能与效率。

从系统论的观点看,城市气象灾害是大气环境与城市两大系统相互作用的产物。当大气环境不利于城市系统的正常运转和功能发挥并对其造成一定损害时,就形成了城市气象灾害。其中大气环境是产生城市气象灾害的源头与主导方面,城市系统是承灾的主体和被动受灾的一方。但灾害程度不仅取决于气象要素的异常程度,也与城市系统的状态和承灾能力有关。如果未超出城市系统的承受能力,大气环境的一般异常并不会形成灾害。但作用于城市系统的薄弱环节时,轻度的气象要素异常也有可能导致比较严重的灾害后果。如2001年12月7日午后北京市下了1.8毫米的小雪,对于越冬作物有利,但对于城市交通却是一场大灾。由于雪后降温路面结冰,交通管理部门措手不及,融雪车、扫雪车、指挥车和排障车都被封在院内,不能出来疏导交通和融雪排障,竟造成全市的交通瘫痪,数以万计的旅客没有赶上火车和飞机。另一方面,城市系统对于局地大气环境也产生了一定影响,形成所谓“城市气候”,使某些气象灾害在城市环境下有所减轻,而另一些气象灾害在城市环境下有所加剧。

近40多年的国内外资料统计表明,城市气象灾害的经济损失约占全部灾害损失的60%以上(金磊1997)。由于城市的人口密集,气象灾害所造成的损害也往往要比乡村地区更加突出和严重。同时,由于城市经济各产业的高级化和产业与企业间复杂的相互关联,使得城市气象灾害除造成直接经济损失外,还通过对上下游产业及对横向关联企业的相互影响而产生巨大的间接经济损失。有些重大城市气象灾害还会带来巨大的和难以用经济价值估量的社会影响和心理伤害。

1.3 城市气象灾害及其基本特征

1.3.1 城市气象灾害的自然特征

与其他自然灾害一样,城市气象灾害既具有自然特征,也具有社会经济特征。城市气象灾害的自然特征,有与一般气象灾害共同的特征,如灾害种类多,受灾范围广,发生频率高,具有一定的季节性、周期性,重大气象灾