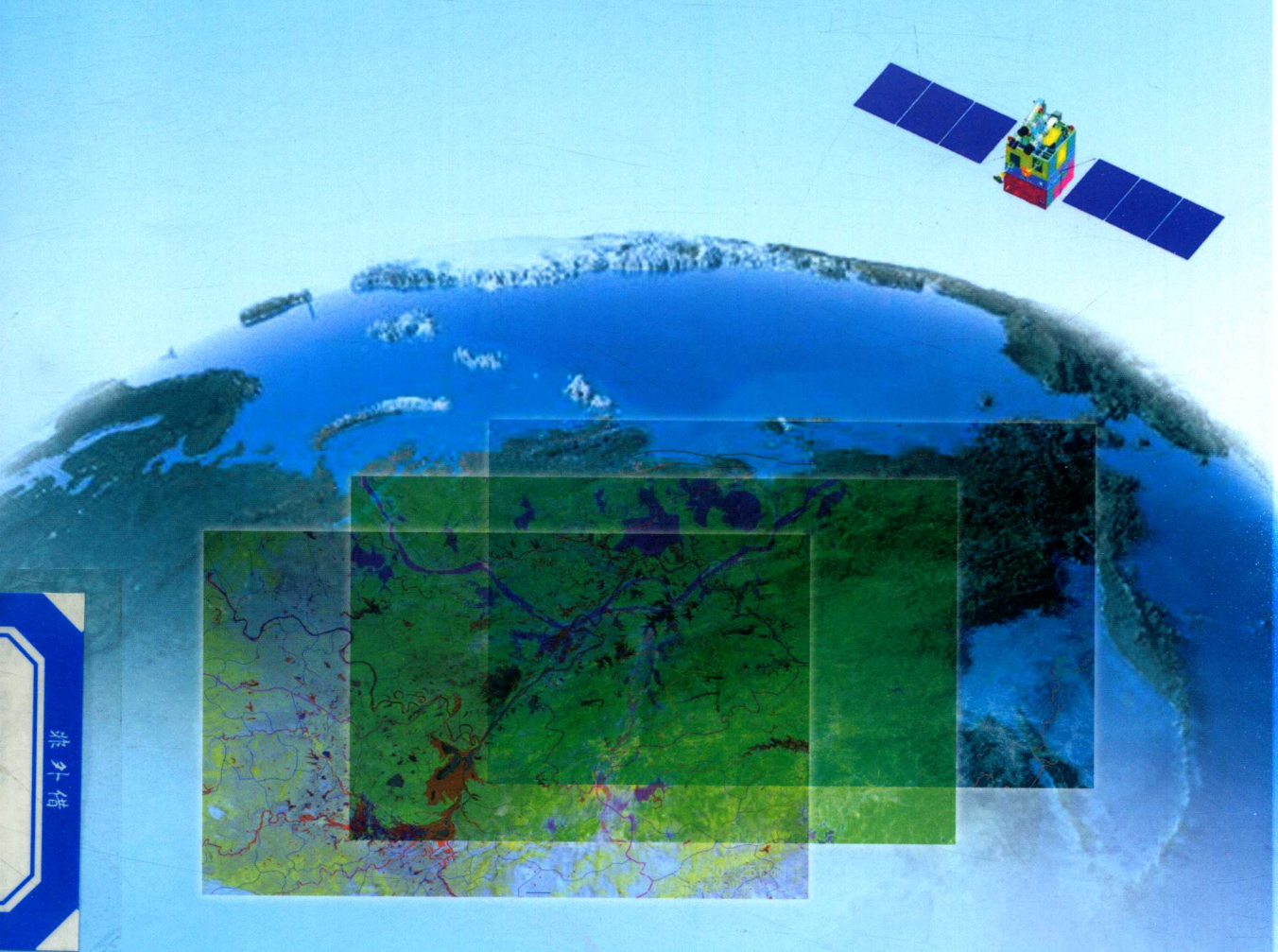


Technology and Practice on Flood Monitoring Using
Satellite Remote Sensing

洪涝灾害卫星遥感监测 技术与实践

和海霞 著

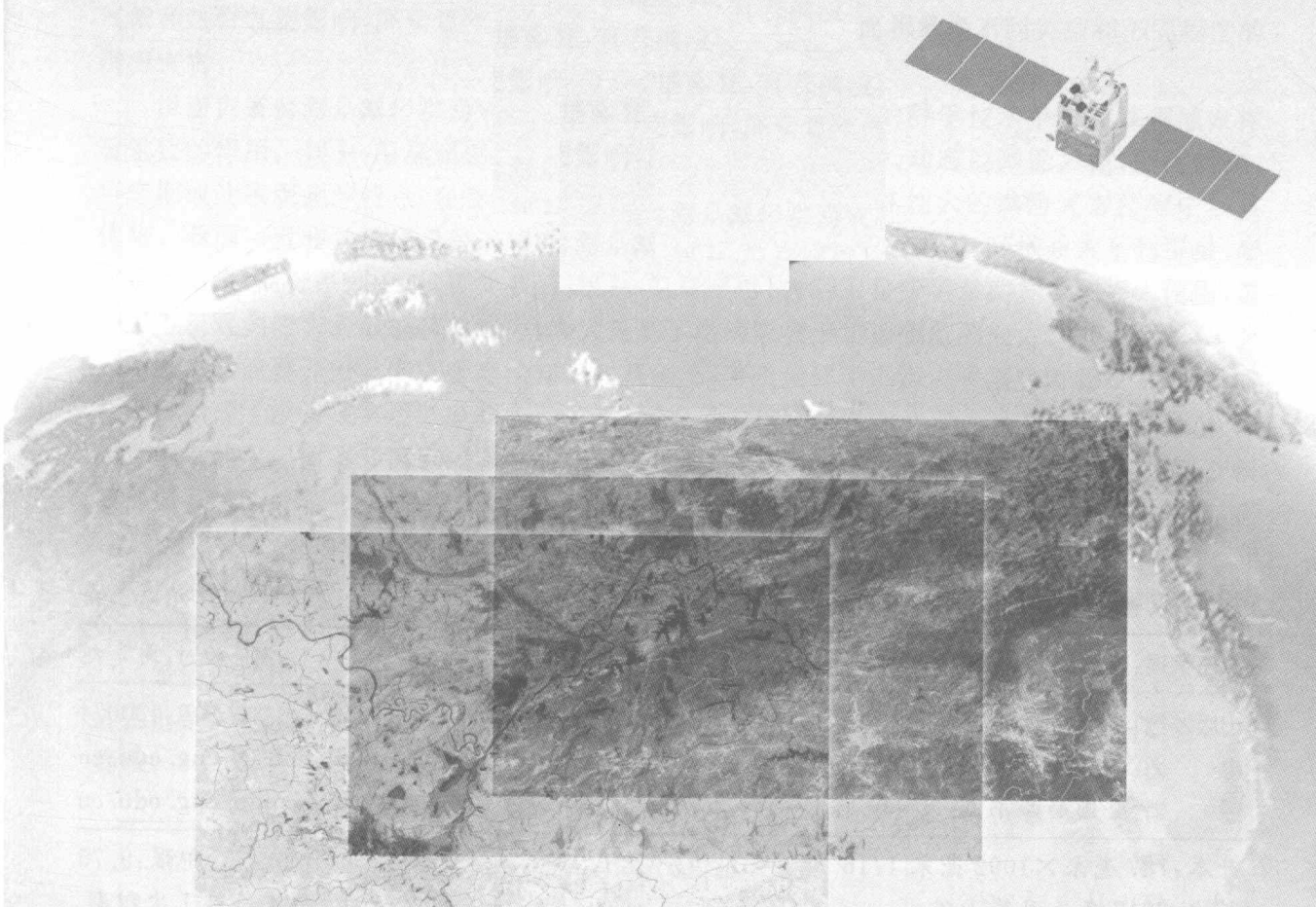


中國地質大學出版社
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

Technology and Practice on Flood Monitoring Using
Satellite Remote Sensing

洪涝灾害卫星遥感监测 技术与实践

和海霞 著



中国地质大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

图书在版编目(CIP)数据

洪涝灾害卫星遥感监测技术与实践/和海霞著. —武汉:中国地质大学出版社,2017.4

ISBN 978-7-5625-4019-9

- I. ①洪…
- II. ①和…
- III. ①光学遥感-遥感技术-应用-水灾-监测-研究
- IV. ①P426.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 074025 号

洪涝灾害卫星遥感监测技术与实践			和海霞 著
责任编辑:张 林 陈 琪	选题策划:张 健	责任校对:周 旭	
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)			邮政编码:430074
电 话:(027)67883511	传 真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn	
经 销:全国新华书店			http://cugp.cug.edu.cn
开本:787 毫米×1092 毫米 1/16		字数:250 千字	印张:9.75
版次:2017 年 4 月第 1 版		印次:2017 年 4 月第 1 次印刷	
印刷:武汉市籍缘印刷厂			
ISBN 978-7-5625-4019-9			定价:68.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

我国洪涝灾害频发、破坏力极强,是全球受灾最严重的国家之一。据国际紧急事件数据库(Emergency Events Database, EM-DAT)不完全统计,1900年1月1日—2016年12月8日,全球十大致死人数最多的洪涝事件,我国发生了7次;而全球十大受灾人口最多的洪涝事件,我国发生了9次。《新中国农业60年统计资料》的数据显示,1978—2008年,我国每年平均有 $6422 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 的农田遭受洪涝灾害。1990年以来全国年平均洪涝灾害损失在1100亿元左右,约占同期全国国内生产总值(GDP)的2%。究其成因:一方面我国地域辽阔、构造复杂、地理生态环境多变,有着洪涝灾害发生的生态条件;另一方面我国气候地区差异大,受季风气候和热带气旋影响,降雨量年内分布不均,大约2/3的国土面积易发不同类型和不同程度的洪涝灾害。

洪涝灾害监测是减轻洪涝灾害损失的有效手段,各种先进的科学技术手段在该领域发挥着重要的作用。其中,卫星遥感技术因探测范围广、获取信息快、动态监测能力强、经济便捷、可定期或连续观测等特点,在空间尺度大、灾情信息变化快、破坏性大的洪涝灾害监测中独具优势。我国一直非常重视卫星遥感洪涝灾害监测工作。气象系列卫星、环境减灾系列卫星、海洋系列卫星、高分系列卫星、资源系列卫星、“北京一号”系列卫星等卫星的发射和投入使用,提升了卫星观测能力和数据获取能力,大大提高了洪涝灾害卫星遥感监测能力。

本书在简要介绍洪涝灾害理论知识的基础上,着重论述了洪涝灾害遥感监测技术方法,结合案例描述了洪涝灾害遥感监测实践应用,剖析了卫星遥感技术在洪涝灾害监测中的重要作用。本书的完成离不开国家减灾中心各位领导和同事的指导与帮助,得益于2009年以来在民政部国家减灾中心的工作积累,特别感谢杨思全总工程师的悉心指导,感谢李素菊、黄河、汤童、王平、刘明、吴玮、张薇、崔燕、徐丰、聂娟、李仪、温奇等同事和朋友的大力支持。

本书在撰写和出版过程中得到了国家自然科学基金“冬小麦旱灾致灾因子危险性高光谱遥感定量诊断研究”(编号:41401605)的资助。

希望借拙作与更多有着共同志向的科研工作者分享与交流洪涝灾害遥感监测技术方法与应用前景。由于才疏学浅,在理论和应用等方面还存在不足或纰漏,敬请广大读者与同行不吝赐教。

和海霞

2017年1月1日于北京

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 自然灾害概念和特点	(2)
一、自然灾害概念	(2)
二、自然灾害特点	(2)
三、自然灾害分类	(3)
四、自然灾害系统理论	(6)
第三节 洪涝灾害的特点及影响因素	(8)
一、洪涝灾害的特点	(8)
二、洪涝灾害的分类	(11)
三、洪涝灾害的影响因素	(12)
第四节 我国洪涝灾害的时空分布	(14)
第五节 洪涝灾害遥感监测	(16)
第六节 本书章节安排	(18)
第二章 洪涝灾害遥感数据获取与预处理	(19)
第一节 常用卫星遥感数据	(19)
一、国外系列卫星	(19)
二、国产系列卫星	(37)
第二节 卫星观测需求分析	(52)
一、日常观测需求分析	(52)
二、应急观测需求分析	(53)
第三节 多星协同调度与任务规划	(54)
第四节 遥感数据筛选	(56)
第五节 遥感数据预处理	(57)
一、大气校正	(57)
二、几何校正	(59)
第三章 水体信息提取方法	(66)
第一节 单波段阈值法	(66)
第二节 指数法	(66)
第三节 谱间关系法	(69)
第四节 分类后提取法	(69)

一、非监督分类	(69)
二、监督分类	(71)
三、面向对象分类	(76)
四、决策树分类	(76)
五、光谱角分类	(76)
第五节 区域生长法	(77)
第六节 小 结	(78)
第四章 暴雨洪涝遥感监测	(79)
第一节 暴雨洪涝遥感监测方法	(79)
第二节 2016 年安庆市宿松县暴雨洪涝遥感监测案例	(80)
一、监测区域概况	(81)
二、数据获取与预处理	(81)
三、宿松县洪涝范围动态监测	(82)
第三节 小 结	(89)
第五章 河流洪水遥感监测	(91)
第一节 河流洪水遥感监测方法	(91)
第二节 黑龙江抚远段河流洪水遥感监测案例	(92)
一、典型地物影像特征和光谱响应特征	(93)
二、抚远段河流洪水灾害范围动态监测	(94)
三、八岔赫哲族乡决口附近河流洪水范围演变分析	(98)
第三节 小 结	(103)
第六章 融雪型洪水遥感监测	(104)
第一节 融雪型洪水的分类	(104)
第二节 融雪型洪水的影响因素	(105)
第三节 融雪型洪水遥感监测方法	(106)
第四节 新疆融雪型洪水遥感监测案例	(107)
一、新疆融雪型洪水的时空分布规律	(107)
二、阿勒泰地区融雪型洪水遥感监测	(108)
第五节 小 结	(114)
第七章 山洪泥石流遥感监测	(116)
第一节 泥石流的分类	(116)
第二节 泥石流的形成机制	(117)
第三节 泥石流的时空分布规律	(118)
第四节 泥石流遥感监测方法	(119)
第五节 舟曲特大山洪泥石流灾害遥感监测案例	(119)
一、遥感数据源及数据预处理	(120)
二、房屋倒损程度遥感识别分类体系	(121)

第六节 小 结..... (127)

第八章 凌汛遥感监测 (128)

第一节 冰凌的产生原因和发展过程..... (128)

第二节 黄河 2012 年冬季至 2013 年春季凌汛遥感监测案例..... (129)

 一、黄河冰凌概况 (129)

 二、黄河宁夏段凌汛监测 (131)

第三节 小 结..... (136)

第九章 结论与展望 (137)

主要参考文献 (138)

第一章 绪论

第一节 概述

近年来,自然灾害频发,给人民生命财产安全及社会经济正常发展带来巨大威胁。在全球范围内,自然灾害呈现种类多、频次高、分布广、强度大、影响大、损失重等特征。发展区域经济,增加财政收入,改善人类生活水平,一是优化生产过程,提高产投比例,创造财富;二是通过各种技术和手段,减少损失,特别是减轻灾害损失。因此,开展自然灾害研究与研制各种优化生产的技术具有同等的重要性(史培军,1989)。国际社会已经充分认识到自然灾害带来的威胁,并积极采取措施来共同应对。

1987年第42届联合国大会通过决议,将1990—2000年定为“国际减灾十年”(International Decade for Natural Disaster Reduction, IDNDR),目标是提高国家防灾减灾能力,加强国际合作,努力减少发展中国家因灾造成的生命财产损失、经济损失和社会动乱。1989年第44届联合国大会宣布“国际减灾十年”于1990年开始。在此期间,联合国于1994年5月23日—27日在日本横滨举行了第一届世界减灾大会,出席会议的有来自130多个国家的政府代表和非政府组织、国际性组织、科学界、商业和工业界及传媒机构代表等2000余人(United Nations, 1994);会议通过了《建立更安全世界的横滨战略及其行动计划》,描绘了国际防灾、备灾、减灾领域的蓝图。1999年第54届联合国大会通过决议,“国际减灾十年”发展为“国际减灾战略”(International Strategy for Disaster Reduction, ISDR)。2001年联合国大会通过第56/195号决议,将联合国国际减灾战略秘书处作为联合国系统的联络机构,协调联合国机构以及区域组织等在减轻灾害风险、社会经济与人道主义事务等领域的活动。

2005年1月18日—22日,第二届世界减灾大会在日本兵库县神户市举行,来自168个国家、78个观察员组织及161个非政府组织的4000名代表和560多名记者参加了会议。本次世界减灾大会由联合国大会(United Nations General Assembly)倡议,日本政府主办,是国际社会在减轻灾害风险领域的里程碑事件(UNISDR, 2005),会议通过了《2005—2015年兵库行动纲领:加强国家和社区的抗灾能力》,强调了提升社区到国家抗灾能力建设的重要性。

2015年3月14日—18日,第三届世界减灾大会在日本仙台市举行,来自185个国家、49个政府间组织、188个非政府组织、200多家媒体的6593名代表参加了会议,其中包括25个国家元首或政府首脑(UNISDR, 2015)。会议通过了《2015—2030年仙台减轻灾害风险框架》,将理解灾害风险、加强灾害风险治理以有效管理灾害风险,加大减轻灾害风险投资以提高抗灾能力,加强备灾以提升有效应对能力,在恢复重建和安置中“将灾区建设得更美好”等列为未来4个优先行动事项。

第二节 自然灾害概念和特点

一、自然灾害概念

正确认识自然灾害是防灾、减灾、抗灾、救灾工作的基础。迄今为止,不同灾害研究领域、管理部门和行业对自然灾害概念的理解不同。灾害学将自然灾害定义为“由自然事件或力量为主因造成的生命伤亡和人类社会财产损失的事件”(黄崇福,2009);中华人民共和国国家标准将自然灾害定义为“由自然因素造成人类生命、财产、社会功能和生态环境等损害的事件或现象,包括气象灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、生物灾害、森林或草原火灾等”(《自然灾害管理基本术语》,GB/T 26376—2010);美国联邦紧急事务管理局(The US Federal Emergency Management Agency, FEMA)将自然灾害定义为“造成严重财产损失、人员伤亡或其他损害的自然灾变事件”;世界卫生组织(World Health Organization, WHO)将自然灾害定义为“人与环境之间的巨大生态破坏的结果,是一种突发或者缓发的严重破坏,被破坏灾区需要投入大量人力物力应对,有时需要借助外部力量或国际援助”。

虽然各方具体表述不尽相同,但是无一例外都突出了自然灾害“致灾”的自然属性和“成害”的社会属性。自然灾害“致灾”的自然属性体现在自然灾害发生的原动力、发生发展的场所是在自然界。自然灾害“成害”的社会属性不仅表现在自然灾害概念的产生是人类社会发展到一定阶段的产物,而且表现在自然灾害是自然界运动作用于人类社会造成损失与破坏的结果(汤爱平等,1999)。

二、自然灾害特点

自然灾害种类繁多,各具特点,其共性特点包括以下几项。

1. 自然灾害的社会性

自然灾害与人类密切相关,一方面,人类是自然灾害的承灾体,自然灾害可能给人类的生命财产安全、生产生活、社会稳定带来不利的影响;另一方面,人类的活动也是重要的致灾因素,人类活动对自然的破坏会加剧和诱发一系列自然灾害。我们必须认识到自然灾害的社会性,减少对自然资源的盲目开发和对自然环境的破坏,并增强防灾减灾意识和能力,把自然灾害的损失降到最低。

2. 自然灾害的群发性

一种自然灾害常诱发或伴生其他的自然灾害。自然灾害是在由自然系统和人类社会系统组合成的高度复杂系统中发现的现象,一种自然事件或力量常常会导致另一种自然事件或力量的出现,一些生命伤亡和人类社会财产损失会导致另一些生命伤亡和人类社会财产损失。例如,地震会诱发崩塌、滑坡、海啸等其他自然灾害。一个地区的水灾往往伴生另一地区的旱灾,旱灾又容易诱发虫灾等。地震中大量人员的伤亡可以会诱发流行疾病等生物灾害。地震一旦使燃气管道发生泄漏并同时使地下电缆外壳损坏,就有可能引发重大火灾和爆炸事故。

我国是世界上自然灾害最为严重的少数国家之一,全球主要自然灾害种类在我国均有分布(廖永丰,2013)。我国自然灾害具有以下几个特点。

一是灾害种类多。我国地域辽阔,构造复杂、气候多样、地理生态环境多变,有着各种灾害发生的生态条件(彭珂珊,2000);2006 年国务院颁布的《国家自然灾害救助应急预案》中将我国经常发生的自然灾害主要列为:水旱灾害,台风、冰雹、雨雪、沙尘暴等气象灾害,火山、地震灾害,山体崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,风暴潮、海啸等海洋灾害,森林草原火灾和重大生物灾害等。

二是分布地域广。全国各省(自治区、直辖市)都在不同程度上受到自然灾害的威胁与影响。70%以上的城市、50%以上的人口分布在气象、地震、地质、海洋等自然灾害严重的地区(吴芃,2013)。

三是发生频率高。我国地处中纬度,东濒太平洋,西为世界地势最高的青藏高原,海陆大气系统形成复杂的反馈关系;进入 21 世纪以来,我国大陆地震占全球大陆地震的 29.5%。全球 7 级以上大地震 1200 余次,其中有 1/10 发生在中国。登陆台风每年平均 6~7 次,居同一纬度上大陆东部的首位。每年旱灾、水灾频频发生并持续不断。

四是造成损失重。我国是世界上人口最多的国家,人口和经济密度区的地理分布很不平衡,全国约有 70%以上的大城市,一半以上的人口和 55%以上的国民经济收入分布在气象灾害、海洋灾害、洪水灾害、地震和平原地质灾害严重的沿海地区和平原地区,所以灾害损失严重。

三、自然灾害分类

自然灾害分类是一个复杂的问题,根据不同的标准和分类目的,划分为不同的类型。根据形成过程的时间长短,分为突发性自然灾害和缓发性自然灾害两类;根据灾害波及的范围,分为全球性自然灾害、区域性自然灾害和局地自然灾害;根据在灾害链中发生的时间和诱导因素,分为原生灾害、次生灾害、衍生灾害;根据灾害带来的直接经济损失和人员死亡将灾害划分为巨灾、大灾、中灾、小灾、微灾 5 级(马宗晋,1990)。

《自然灾害分类与代码》(中华人民共和国国家标准,GB/T 28921—2012)在科学性、实用性、可扩展性的分类原则的指导下,采用线分类法,把自然灾害划分为气象水文灾害、地质地震灾害、海洋灾害、生物灾害和生态环境灾害共 5 类灾害,简称灾类;灾类下又划分为 39 种灾害,简称灾种;灾种中设其他作为收容类目,然后采用唯一性、可扩展性、合理性、简单性的编码原则,对各灾种进行编码。分类代码包括灾类码、灾种码和扩展码 3 部分,由 6 位数字码组成,其结构如下:



灾类码和灾种码均采用数字顺序码,分别用 01~98 表示,其他用 99 表示,扩展码均用 00 表示,位数不足 6 位的用 0 补齐,保持代码结构的 6 位数字构成(表 1-1)。

表 1-1 自然灾害分类与代码

代码	名称	含义
010000	气象水文灾害	由于气象和水文要素的数量或强度、时空分布及要素组合的异常,对人类生命财产、生产生活和生态环境等造成损害的自然灾害
010100	干旱灾害	因降水少、河川径流及其他水资源短缺,对城乡居民生活、工农业生产以及生态环境等造成损害的自然灾害
010200	洪涝灾害	因降雨、融雪、冰凌、溃坝(堤)、风暴潮等引发江河洪水、山洪、泛滥以及渍涝等,对人类生命财产、社会功能等造成损害的自然灾害
010300	台风灾害	热带或副热带洋面上生成的气旋性涡旋大范围活动,伴随大风、暴雨、风暴潮、巨浪等,对人类生命财产造成损害的自然灾害
010400	暴雨灾害	因每小时降雨量 16mm 以上,或连续 12h 降雨量 30mm 以上,或连续 24h 降雨量 50mm 以上的降水,对人类生命财产等造成损害的自然灾害
010500	大风灾害	平均或瞬时风速达到一定速度或风力的风,对人类生命财产造成损害的自然灾害
010600	冰雹灾害	强对流性天气控制下,从雷雨云中降落的冰雹,对人类生命财产和农业生物造成损害的自然灾害
010700	雷电灾害	因雷雨云中的电能释放,直接击中或间接影响到人体或物体,对人类生命财产造成损害的自然灾害
010800	低温灾害	强冷空气入侵或持续低温,使农作物、动物、人类和设施因环境温度过低而受到损伤,并对生产生活等造成损害的自然灾害
010900	冰雪灾害	因降雪(雨)导致大范围积雪、暴风雪、雪崩,或路面、水面、设施凝冻结冰,严重影响人畜生存与健康,或对交通、电力、通信系统等造成损害的自然灾害
011000	高温灾害	由较高温度对动植物和人体健康,并对生产、生态环境造成损害的自然灾害
011100	沙尘暴灾害	强风将地面尘沙吹起使空气混浊,水平能见度小于 1km,对人类生命财产造成损害的自然灾害
011200	大雾灾害	近地层空气中悬浮的大量微小水滴或冰晶微粒的集合体,使水平能见度降低到 1km 以下,对人类生命财产特别是交通安全造成损害的自然灾害
019900	其他气象水文灾害	除上述灾害以外的气象水文灾害
020000	地质地震灾害	由地球岩石圈的能量强烈释放、剧烈运动或物质强烈迁移,或是由长期累积的地质变化,对人类生命财产和生态环境造成损害的自然灾害
020100	地震灾害	地壳快速释放能量过程中造成强烈地面振动及伴生的地面裂缝和变形,对人类生命安全、建(构)筑物和基础设施等财产、社会功能和生态环境等造成损害的自然灾害
020200	火山灾害	地球内部物质快速猛烈地以岩浆形式喷出地表,造成生命和财产直接遭受损失,或火山碎屑流、火山熔岩流、火山喷发物(包括火山碎屑和火山灰)及其引发的泥石流、滑坡、地震、海啸等对人类生命财产、生态环境等造成损害的自然灾害
020300	崩塌灾害	陡崖前缘的不稳定部分主要在重力作用下突然下坠滚落,对人类生命财产造成损害的自然灾害

续表 1-1

代码	名称	含义
020400	滑坡灾害	斜坡部分岩(土)体主要在重力作用下发生整体下滑,对人类生命财产造成损害的自然灾害
020500	泥石流灾害	由暴雨或水库、池塘溃坝或冰雪突然融化形成强大的水流,与山坡上散乱的大小块石、泥土、树枝等一起相互充分作用后,在沟谷内或斜坡上快速运动的特殊流体,对人类生命财产造成损害的自然灾害
020600	地面塌陷灾害	因采空塌陷或岩溶塌陷,对人类生命财产造成损害的自然灾害
020700	地面沉降灾害	在欠固结或半固结土层分布区,由于过量抽取地下水(或油、气)引起水位(或油、气)下降(或油、气田下陷)、土层固结压密而造成的大面积地面下沉,对人类生命财产造成损害的自然灾害
020800	地裂缝灾害	岩体或土体中直达地表的线状开裂,对人类生命财产造成损害的自然灾害
029900	其他地质灾害	除上述灾害以外的地质灾害
030000	海洋灾害	海洋自然环境发生异常或激烈变化,在海上或海岸发生的对人类生命财产造成损害的自然灾害
030100	风暴潮灾害	热带气旋、温带气旋、冷锋等强烈的天气系统过境所伴随的强风作用和气压骤变引起的局部海面非周期性异常升降现象造成沿岸涨水,对沿岸人类生命财产造成损害的自然灾害
030200	海浪灾害	波高大于 4m 的海浪对海上航行的船舶、海洋石油生产设施、海上渔业捕捞和沿岸及近海水产养殖业、港口码头、防波堤等海岸和海洋工程等造成损害的自然灾害
030300	海冰灾害	因海冰对航道阻塞、船只损坏及海上设施和海岸工程损坏等造成损害的自然灾害
030400	海啸灾害	由海底地震、火山爆发和水下滑坡、塌陷所激发的海面波动,波长可达几百千米,传播到滨海区域时造成岸边海水陡涨,骤然形成“水墙”,吞没良田和城镇村庄,对人类生命财产造成损害的自然灾害
030500	赤潮灾害	海水某些浮游生物或细菌在一定环境条件下,短时间内爆发性增殖或高度聚集,引起水体变色,影响和危害其他海洋生物正常生存的海洋生态异常现象,对人类生命财产、生态环境等造成损害的危害。见生物灾害中的赤潮灾害
039900	其他海洋灾害	除上述灾害之外的其他海洋灾害
040000	生物灾害	在自然条件下的各种生物活动或由于雷电、自燃等原因导致的发生于森林或草原,有害生物对农作物、林木、养殖动物及设施造成损害的自然灾害
040100	植物病虫害	致病微生物或害虫在一定环境下暴发,对种植业或林业等造成损害的自然灾害
040200	疫病灾害	动物或人类由微生物或寄生虫引起突然发生重大疫病,且迅速传播,导致发病率或死亡率高,给养殖业生产安全造成严重危害,或者对人类身体健康与生命安全造成损害的自然灾害
040300	鼠害	害鼠在一定环境下暴发或流行,对种植业、畜牧业、林业和财产设施等造成损害的自然灾害
040400	草害	杂草对种植业、养殖业或林业和人体健康等造成严重损害的自然灾害

续表 1-1

代码	名称	含义
040500	赤潮灾害	海水中某些浮游生物或细菌在一定环境条件下,短时间内爆发性增殖或高度聚集,引起水体变色,影响和危害其他海洋生物正常生存的海洋生态异常现象,对人类生命财产、生态环境等造成损害的灾害
040600	森林/草原火灾	由雷电、自燃导致的,或在一定有利于起火的自然背景条件下由人为原因导致的,发生于森林或草原,对人类生命财产、生态环境等造成损害的火灾
049900	其他生物灾害	除上述灾害之外的其他生物灾害
050000	生态环境灾害	由于生态系统结构破坏或生态失衡,对人地关系和谐发展及人类生存环境带来不良后果的一大类自然灾害
050100	水土流失灾害	在水力等外力作用下,土壤表层及其母质被剥蚀、冲刷搬运而流失,对水土资源和土地生产力造成损害的自然灾害
050200	风蚀沙化灾害	由于大风吹蚀导致天然沙漠扩张、植被破坏和沙土裸露等,导致土壤生产力下降和生态环境恶化的自然灾害
050300	盐渍化灾害	易溶性盐分在土壤表层积累的现象或过程对土壤和植被造成损害的灾害
050400	石漠化灾害	在热带、亚热带湿润、半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下,因地表植被遭受破坏,导致土壤严重流失,基岩大面积裸露或砾石堆积,使土地生产力严重下降的灾害
059900	其他生态环境灾害	除上述灾害之外的其他生态环境灾害

四、自然灾害系统理论

灾害系统是由孕灾环境、承灾体、致灾因子与灾情共同组成具有复杂特性的地球表层异变系统,它是地球表层系统的重要组成部分(史培军,1991)。

致灾因子是由社会系统与生态系统相互作用所产生的对人类构成危害的渐发性或突发性因素,是一种有可能造成人员伤亡、财产损失、资源与环境破坏、社会系统混乱的潜在破坏物理事件、现象或人类活动(史培军,1996;ISDR,2004)。灾害的形成是在一个特定的孕灾环境条件下,致灾因子对承灾体作用的结果,没有致灾因子就没有灾害(EL-Sabh,1988;EL-Sabh,1994;Hewitt,1997)。为了揭示“致灾”与“成害”的复杂关系,国际灾害学界自20世纪80年代起开始重视致灾因子的研究,对致灾因子的分类、形成过程和分布规律进行了深入的研究(王静爱,1994)。根据驱动因素将致灾因子分为自然致灾因子(Natural Hazard)和人为致灾因子(Technical Hazard)两类(ISDR,2009)。根据区域灾害形成过程中致灾与成害的关系,将致灾因子分为突发性和渐发性两种。致灾因子危险性分析是利用模型量化可能引发灾害损失的各种自然和人为异变因素的强度。针对地震、台风等突发性自然致灾因子理论研究和应用工作已取得了一些进展,建立了反映它们致灾因子危险性的较为广泛认可的简单定量指标——震级和风级。但是渐发性自然致灾因子研究进展相对缓慢,多集中于重大理论基础定性研究,涉及以应用为导向的定量研究不够。目前尚无类似震级和风级等被广泛认可的致灾因子危险性定量指标供参考以开展危险性诊断分级。

从广义上来说,孕灾环境即为自然环境与人为环境,在自然环境中,又可划分为大气圈、水

圈、岩石圈、生物圈,人为环境则可划分为人类圈和技术圈。孕灾环境具有地带性或非地带性,波动性与突变性,渐变性和趋向性。孕灾环境的稳定程度是标定区域孕灾环境的定量指标,地球表层之孕灾环境对灾害系统的复杂程度、强度、灾情程度以及灾害系统的群聚与群发特征起着决定性的作用(史培军,1991)。孕灾环境稳定性越高,灾害发生的概率和造成的损失越低。孕灾环境敏感性是指受到灾害威胁的所在地区外部环境对灾害或损害的敏感程度。在同等强度的灾害情况下,敏感程度越高,灾害所造成的破坏损失越严重,灾害的风险也越大。

承灾体就是各种致灾因子作用的对象,是人类及其活动所在的社会与各种资源的集合,主要有农田、森林、草场、道路、居民点、城镇、工厂等人类活动的财富集聚体,人类既是承灾体,又是致灾因子(表 1-2)(史培军,1996)。

表 1-2 承灾体主要类型

种类性质	财产	资源
不动产	房屋(城乡居民住房以及各种办公用房) 工厂(包括生产线) 道路(公路、铁路、管道) 城市基础设施(各种管网及公用设施) 通讯设施(电缆、枢纽等) 农作物(粮食作物、经济作物) 水库(包括各种水利工程:渠道、库坝等)	土地资源 水资源:湖泊 生物资源:植物、动物 矿产资源:金属矿产、非金属矿产 自然风景资源
动产	运输机械(飞机、火车、汽车、拖拉机、轮船) 流动货物(各种被运输中的货物及仓库中的货物)	生物资源:动物 水资源:河流、冰川(雪)

承灾体脆弱性指一定社会政治、经济、文化背景下,某孕灾环境区域内特定承灾体对某种自然灾害表现出的易于受到伤害和损失的程度大小(商彦蕊,2000),也就是承灾体对灾害的暴露程度、敏感性等。同一致灾强度下,灾情会因设防能力、经济水平和人类对灾害的反应不同而呈现出较大的差异,即承灾体脆弱性的高低会起到“放大”或“缩小”灾情的作用。因此,在目前对致灾因子风险性了解不足并难以调控的情况下,降低承灾体的脆弱性是抗灾减灾的主要和有效途径(苏筠,2005)。

承灾体脆弱性受承灾体的暴露程度、应对打击的敏感性、结构性脆弱,以及社会经济因素的影响有不同的表现形式。承灾体的暴露是指暴露在致灾因子影响范围之内的承灾体(如人口、房屋、道路、室内财产等)数量或者价值,它是灾害风险存在的必要条件,承灾体的暴露取决于致灾因子的危险性和区域内承灾体总量。承灾体敏感性是指由承灾体本身的物理特性决定的接受一定强度的打击后受到损失的难易程度,是由承灾体自身性质决定的脆弱性。结构性脆弱与社会不利条件有关,诸如没有土地,城市过分拥挤,缺乏接受培训和教育的机会,没有高收入的工作及利用各种资源和服务的权力等。结构性脆弱产生于社会生活结构,而不是致灾条件或偶然变化。从某种程度上说,财富与安全成正比相关。因为充足的资金为防灾减灾投入提供了保障。在社会-经济因素方面,承灾体脆弱性具体因素可以分为人口、社会经济、居民建筑物及农业经济用地、公共基础设施等几个方面(张斌,2010)。

致灾因子、孕灾环境与承灾体的相互作用都对最终灾情的时空分布、程度大小造成影响。灾害形成就是承灾体不能适应或调整环境变化的结果。所以,在灾情形成过程中,致灾因子、孕灾环境与承灾体缺一不可。

第三节 洪涝灾害的特点及影响因素

洪涝灾害是指在一定降水条件下、一定气候和自然地理环境条件下降水过多或过于集中引起的,给人类正常生活、生产活动及其环境带来的巨大损失与破坏。洪涝灾害实质上是人类同其生存环境抗争的一种表现形式,也是人类为求生存和发展同自然界进行斗争与协作的过程。

一、洪涝灾害的特点

洪涝灾害具有以下几个特点。

1. 发生频率高

据国际紧急事件数据库(Emergency Events Database, EM-DAT)中国际灾害数据库(The International Disaster Database)的不完全统计,1900年1月1日至2016年12月8日,全球共发生1943次洪涝灾害,占有破坏性强的灾害类型的37.12%,居所有灾害之首(图1-1)。受全球变暖的影响,近年来洪涝灾害发生频率有不断增高的趋势(图1-2)。

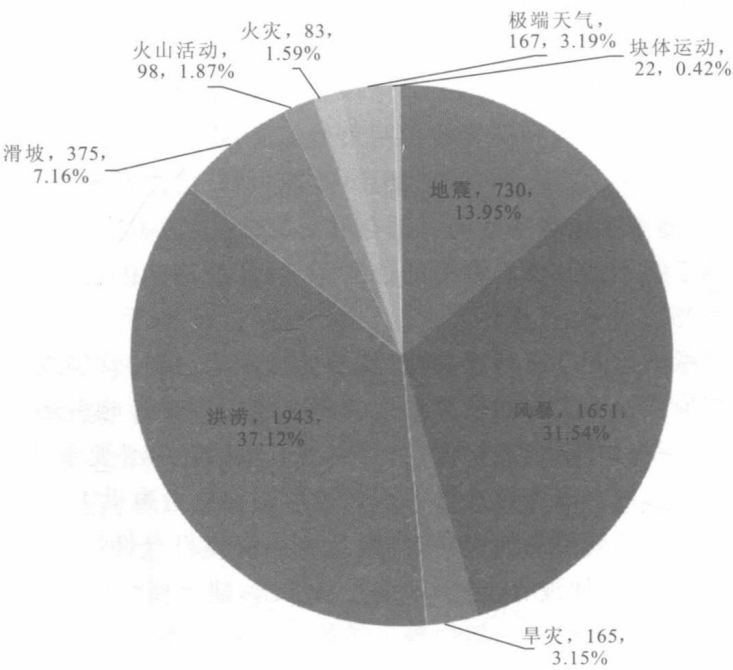


图 1-1 1900—2016 年全球不同灾害类型发生次数

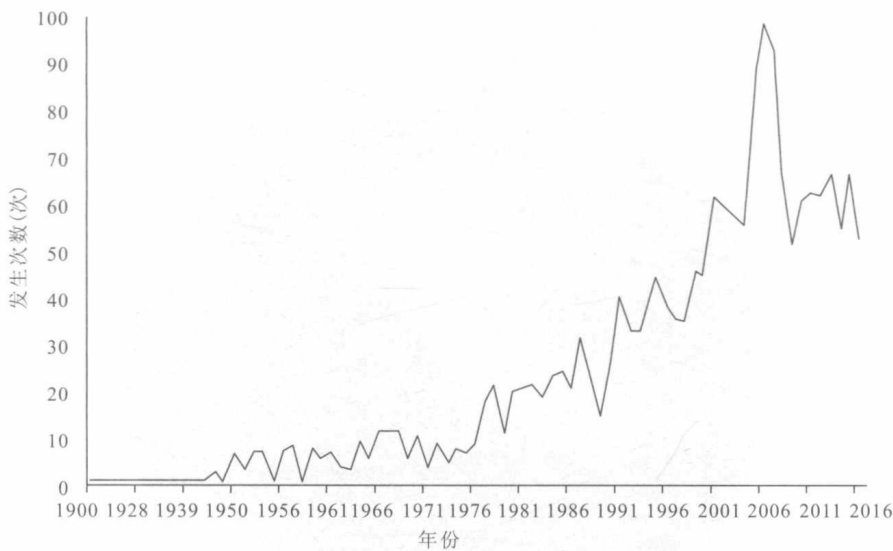


图 1-2 1900—2016 年全球严重洪涝灾害发生趋势图

一次灾害过程出现下列情况之一，符合国际紧急事件数据库的编入标准：①死亡 10 人以上(含本数)；②受灾 100 人以上(含本数)；③1 省(自治区、州)等宣布进入紧急状态；④请求国际援助。

2. 造成损失大

洪涝灾害不仅对人类的生命财产安全造成严重损失，破坏农业和其他产业的发展，还对生态环境形成严重威胁。据国际紧急事件数据库 (Emergency Events Database, EM-DAT) 中国际灾害数据库 (The International Disaster Database) 的不完全统计，1900 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 8 日，洪涝灾害导致的人员死亡为 681.01 万人，占有破坏性强的灾害类型致死人数的 34.65%，仅次于旱灾导致的人员死亡(图 1-3)；洪涝灾害导致的受伤人口为 124.87 万人，占有破坏性强的灾害类型致伤人数的 27.92%，排在地震、风暴之后(图 1-4)。

3. 危害范围广

洪涝灾害的发生往往呈现片状，大流域的洪涝灾害可能同时影响几个省份，甚至一些小河的溃堤也可能殃及多个县市。例如 1931 年我国江淮长历时大范围洪水时，长江及其主要支流，如金沙江、沱江、岷江、涪江、乌江、汉水、洞庭湖水系、鄱阳湖水系，以及淮河、运河、钱塘江、岷江、珠江，都发生了大洪涝，黄河下游泛滥，伊河、洛河的洪水为百年所未见，导致 23 个省份受灾，其中江淮流域的湖北省、湖南省、安徽省、江苏省、江西省、浙江省、河南省和山东省受灾最为严重。1998 年长江、松花江、珠江、闽江等流域出现特大洪水，初步统计，洪水导致 29 个省(市、自治区)，受灾面积 3.18 亿亩(1 亩=666.7m²)，成灾面积 1.96 亿亩，受灾人口 2.23 亿人，死亡 4150 人，倒塌房屋 685 万间，直接经济损失达 1660 亿元。

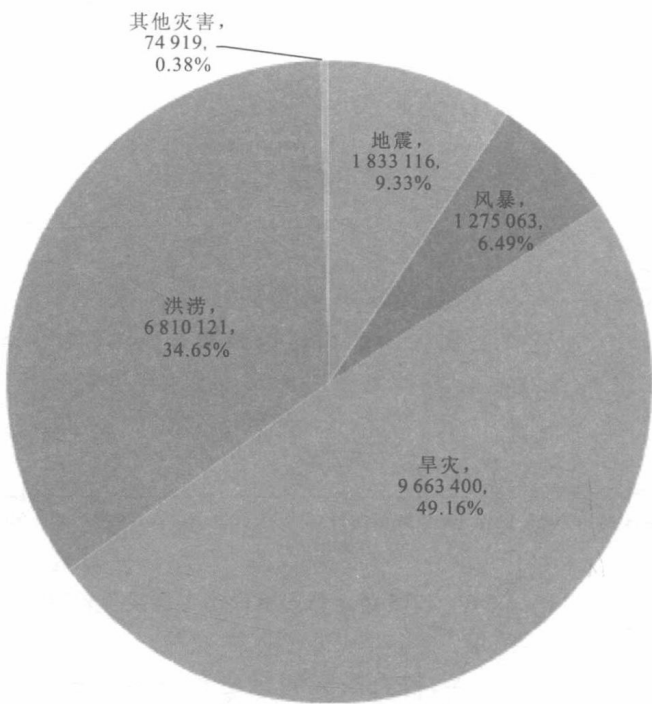


图 1-3 1900—2016 年全球不同灾害类型致死人数(单位:人)
(注:此图中的其他灾害包括滑坡、火山活动、火灾、极端天气、块体运动等)

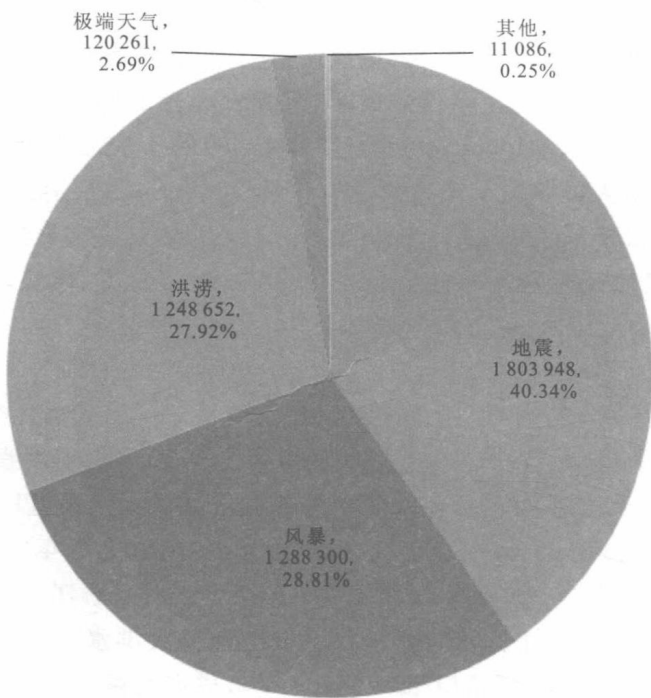


图 1-4 1900—2016 年全球不同灾害类型受伤人口(单位:人)
(注:此图中的其他灾害包括火山活动、滑坡、火灾、块体运动、旱灾等)