

章国材 编著

气象灾害风险评估 与区划方法

P429
Z260

气象灾害风险评估与区划方法

章国材 编著

 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书介绍了灾害风险的定义,如何识别灾害风险、确定产生气象灾害的临界气象条件、分析临界气象条件出现概率、调查评估承灾体的易损性以及最终如何做出气象灾害风险评估和区划。作者还讨论了使用灾损资料做风险评估时应注意的问题和订正的方法,研究了为获取县域灾害风险区划所需精细资料可能用到的方法,为县域风险区划提供了参考依据。

本书可供从事自然灾害风险评估和区划研究、业务和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

气象灾害风险评估与区划方法/章国材编著.

北京:气象出版社,2009.11

ISBN 978-7-5029-4881-8

I. 气… II. 章… III. ①气象灾害-风险分析-研究
②气象灾害-气候区划-研究 IV. P429

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 214206 号

气象灾害风险评估与区划方法

章国材 编著

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:李太宇 申乐琳 黄润恒

封面设计:燕 彤

责任校对:赵 媛

印刷:北京中新伟业印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:294 千字

版次:2010 年 1 月第 1 版

定价:30.00 元

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:11.5

印数:1~2000 册

印次:2010 年 1 月第 1 次印刷

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

前 言

灾害作为重要的可能损害之源,历来是各类风险分析和风险管理研究的重要对象,引起了国内外防灾减灾领域的普遍关注。特别是20世纪90年代以来,灾害风险分析与风险管理工作在防灾减灾中的作用和地位日益突现。1999年,国际减灾10年(IDNDR)科学与技术委员会,在其“减灾年”活动的总结报告中,列出了21世纪国际减灾界面临的五个挑战性领域,其中三个领域与灾害风险问题密切相关。其一是综合风险管理与整体脆弱性降低;其二为资源与环境脆弱性;其三是发展中国家的防灾能力。这表明,灾害风险及其相关问题的研究,仍是当前国际减灾领域的重要研究前沿。

全面认识和恰当评价自然灾害给人类社会造成的风险,既是防灾减灾工作的基础环节,也是人类经济社会可持续发展的迫切需要。防灾减灾体系建设也需要以正确的灾害风险分析成果为基本依据,需要用风险的理念认识和管理灾害,最大程度地减轻灾害的影响,谋求社会经济持续发展。

最早开展自然灾害风险评估的是20世纪30年代美国田纳西河流域管理局(TVA)。他们探讨了洪水灾害风险分析和评价的理论和方法,开创了自然灾害风险评价之先河。风险和风险管理作为一门学问于20世纪50年代开始在经济学、社会学、管理科学、环境科学和工程设计等领域得到了不同程度的发展。到了20世纪70年代以后,国外自然灾害风险评价一方面把灾害成因机理及统计分析与经济社会条件分析紧密结合起来,另一方面由定性的评价逐步转变为半定量和定量评价。一些发达国家开始进行比较系统的单项灾害风险评估理论和方法的研究,取得了丰硕成果。我国自然灾害风险评价研究工作起步较晚,20世纪90年代参与“国际减灾十年”以后,自然灾害风险评估研究工作才得到应有的重视。进入新世纪,国务院启动了突发灾害应急响应工作,大大促进了自然灾害风险评估研究工作。

与此同时,国内外学术界和业务界仍然存在自然灾害与自然灾害风险、自然灾害区划与自然灾害风险区划混用问题,在评估模型、指标和方法上也未达成共识。首先是自然灾害风险定义和风险度的表达式,各国各地有多种的理解。国内绝大多数作者都是采用历史灾损资料进行灾害风险评估和区划,很少有人研究这些资料的可用性。由于县域以下致灾因子和灾损资料匮乏,而突发自然灾害往往发生在没有观测资料的地方,给研究县域灾害风险区划问题带来很大难度。

为了从根本上厘清自然灾害的风险概念,科学地研究风险评估和区划的方法和指标,首先必须明确风险评估和区划的目的。风险评估的出发点和归宿是如何减轻自然灾害对人民生命财产和社会经济效益的破坏和损害。具体来说,首先,风险评估是为了预防风险,需要回答何种灾害在何时、何地、以何种规模发生,对某地或某区域有可能发生的风险是什么,找出引起这些风险的原因,只有这样才能对自然灾害早期预警,并提出防御措施,即提出把损失控制在最

低限度的具体有效对策。第二,自然灾害风险区划是为了在城乡规划、区域开发和工程建设中尽量避开自然灾害高风险区。如果城镇和工程已处于高风险区内又难以搬迁,应当提出采取什么措施(工程与非工程性措施),预防风险的发生。因此,自然灾害风险区划要回答的问题是评估区域内有的一些什么自然灾害,灾害的强度和出现概率多大,防御工程的标准应当如何设定等。

本书首先对灾害风险进行定义,然后提出识别灾害风险,确定产生气象灾害的临界气象条件,接着分析临界气象条件出现概率,调查评估承灾体的易损性,最终做出气象灾害风险评估和区划。书中还讨论了使用灾损资料做风险评估时应注意的问题和订正的方法,研究了为了获取县域灾害风险区划所需精细资料可能用到的方法,为县域风险区划提供支撑。

希望本书对于从事自然灾害风险评估和区划研究、业务和管理人员能够有所裨益。

章国材

2009年11月于北京

目 录

前言

第 1 章 气象灾害	(1)
1.1 自然灾害	(1)
1.2 灾害性天气与气象灾害	(2)
1.3 次生灾害和衍生灾害	(6)
1.4 气象灾害等级划分	(7)
第 2 章 自然灾害风险	(12)
2.1 灾害风险定义	(12)
2.2 风险度	(15)
2.3 风险分析	(16)
2.4 风险的分离	(17)
第 3 章 国外灾害风险评估方法和评估模型	(22)
3.1 灾害风险指数系统(DRI)	(22)
3.2 自然灾害评估模型	(23)
3.3 欧洲多重风险评估	(25)
3.4 美国 HAZUS 灾害评估模型	(27)
3.5 灾害风险管理指标系统	(28)
3.6 社区灾害风险指数	(31)
第 4 章 致灾临界气象条件	(33)
4.1 致灾临界气象条件和确定方法	(33)
4.2 山洪模型	(35)
4.3 城市内涝模型	(39)
4.4 风暴潮模型	(46)
4.5 地质灾害模型	(48)
4.6 洪涝模型	(52)
4.7 农业气象灾害模型	(59)
4.8 森林和草原火险模型	(63)
4.9 电线覆冰模型	(67)
4.10 牧区气象灾害模型	(71)
第 5 章 承灾体脆弱性评估	(75)
5.1 物理暴露性评估	(75)
5.2 承灾体灾损敏感性评估	(76)
5.3 区域防灾减灾能力评估	(86)

5.4 承灾体脆弱性综合评估	(93)
第6章 气象灾害风险评估	(96)
6.1 风险评估的思路和方法	(96)
6.2 气象灾害预报及其风险评估模型	(97)
6.3 多级模糊综合评估模型	(102)
6.4 物理模型风险评估法	(103)
6.5 分布函数评估法	(105)
6.6 基于灾损资料富裕水平订正的风险评估	(105)
6.7 指数(对数回归)模型	(110)
6.8 历史情景类比法(历史相似评估法)	(115)
6.9 致灾因子与灾损相关型风险评估模型	(116)
6.10 灰色关联分析模型	(117)
6.11 多种灾害风险综合评估	(118)
第7章 气象灾害风险区划	(120)
7.1 风险区划的思路和方法	(120)
7.2 概率密度分布函数	(122)
7.3 以历史灾情资料为依据的自然灾害风险评估	(131)
7.4 基于物理模型的风险区划方法	(133)
7.5 精细历史气象资料的获取方法	(135)
7.6 气候相似法	(137)
7.7 邻域类比法	(139)
7.8 相关分析法	(140)
7.9 农业气象灾害风险区划	(145)
7.10 洪涝风险区划	(151)
7.11 山洪风险区划	(153)
第8章 气象灾害风险管理	(161)
8.1 气象灾害风险管理体系	(161)
8.2 自然灾害防御措施	(166)
8.3 气象灾害监测预警和信息发布	(170)
8.4 备灾型社区、村屯风险管理	(172)
8.5 气象灾害应急处置	(173)

第1章 气象灾害

气象灾害是自然灾害的一种,按照世界气象组织的统计,气象灾害约占自然灾害的70%左右,而且气象灾害具有发生频率高(一年四季都会发生)、分布面广(每个国家、每个地区都会发生)的特点,只是不同地区不同季节气象灾害的种类不同罢了。

那么,什么是气象灾害呢?这似乎是人人皆知、不言自明的问题,其实不然。人们常常将灾害性天气、气象灾害以及由气象原因导致的次生灾害或衍生灾害混为一谈,因此,有必要首先厘清这些概念。为了对气象灾害下一个明确的定义,首先要弄清楚什么是自然灾害?

1.1 自然灾害

1.1.1 自然灾害的定义

自然灾害的定义有多种:

- (1)自然灾害是与自然现象有关的灾害;
- (2)自然灾害,指自然界中所发生的异常现象,这种异常现象给周围的生物直接造成悲剧性的后果,相对于人类社会而言即构成灾难;
- (3)自然灾害是由自然危险导致的灾害;
- (4)自然灾害是能够直接造成灾难性后果的任何自然事件或力量;
- (5)自然灾害是指自然界中发生的、能够直接造成生命伤亡与人类社会财产损失的事件。

这些定义中第一种和第三种定义并未真正说清楚自然灾害是什么,因为这两个定义本身并未对灾害进行定义;第三种定义又增加了“自然危险”,但又未对自然危险进行定义,因此这两种定义不能真正称之为定义。其他三种定义虽然用词各异但是意思是基本相同的,它们都包含两个要素:自然灾害是自然事件,这个自然事件能够直接造成生命伤亡和人类社会财产损失。第二种定义还将这种影响扩展到生物界。本书取第五种定义,即只考虑自然灾害对人类社会的影响。

1.1.2 自然灾害的属性

自然灾害具有自然和社会双重属性。自然灾害的发生是地球系统自然环境变化作用于人类社会的结果,既包括了自然因素的作用,也包括了人类社会承受或适应自然环境变化能力的

作用,只要自然因素的变异程度不超过人类社会的承受能力,就不会产生危及人类生命财产和生存条件安全的不利后果。因此,致灾临界条件的研究就显得十分必要了。

由于地球表层的物质圈是人类赖以生存和发展的环境,所以,只有发生在地球表层,诸如岩石圈、生物圈、水圈、冰雪圈、大气圈的自然事件或力量才可能造成自然灾害。因此,我们必须深入研究地球表层巨系统,才能对自然灾害的危险性有正确的认识。

人类在与自然界的斗争中,为了保护自己,兴建了许多防灾工程,例如沿海的防浪堤,防洪的各种设施等,由于这些防灾工程的建设致使致灾临界条件发生了重大变化,例如长江三峡工程的修建使长江中游干流的大洪水提高到百年一遇。人类的活动也包含一些对灾害的负面影响,例如大量水库的兴建一方面为解决人类用水安全提供了条件,另一方面这些水库特别是病险水库也成为悬在人类头上的定时炸弹,一旦降雨量超过了它们的承受能力,垮坝引发洪水将对下游的村镇和基础设施造成灭顶之灾,“75.8”特大暴雨引起河南板桥水库垮坝,造成2万多人死亡,便是一个明证;大量水库的兴建还使北方河流干涸,致使地下水分布和生态环境发生重大变化。人类不合理的开垦活动,导致水土流失、土地沙化;矿山的无序开采等不良活动导致地质灾害增多也是不争的事实等等,因此,致灾临界条件的研究不可能一劳永逸,必须根据变化了的环境不断予以修正。

自然灾害按其属性又可以分为突发性灾害和缓变性灾害。突发性灾害有火山爆发、地震、滑坡、泥石流、风灾、雹灾、洪水等,缓变性灾害有干旱、土壤侵蚀、地面沉降、荒漠化、岩漠化、海平面上升等。缓变灾害发展至一定危险度后又可诱发突发性灾害,例如二氧化碳等温室气体增加引起的气候变暖,当二氧化碳等温室气体的浓度积累到某个临界浓度后,可能引起气候态的突变,从而造成自然灾害的强度和分布发生重大变化。本书重点研究的是突发性自然灾害。

1.2 灾害性天气与气象灾害

1.2.1 灾害性天气

气象上规定的灾害性天气有:台风、暴雨、大风、冰雹、大雾、沙尘暴、龙卷风、雷击、大雪、冻雨、结冰、霜、低温、寒潮、高温、干热风、霾等。

下面列举部分灾害性天气定义。

(1)《热带气旋等级》国家标准(GB/T 19201—2006)

热带气旋(tropical cyclone):生成于热带或副热带洋面上,具有有组织的对流和确定的气旋性环流的非锋面性涡旋的统称,包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。

表 1.1 热带气旋等级划分表

热带气旋等级	底层中心附近最大平均风速/(m/s)	底层中心附近最大风力/级
热带低压(TD)	10.8~17.1	6~7
热带风暴(TS)	17.2~24.4	8~9
强热带风暴(STS)	24.5~32.6	10~11
台风(TY)	32.7~41.4	12~13
强台风(STY)	41.5~50.9	14~15
超强台风(SuperTY)	≥51.0	16或以上

附录 蒲福风力等级表

风力等级	名称	风速(10米高处,m/s) 范围 中数	海面 and 渔船征象	陆上地物征象	海面波高/米 一般 最高
6	强风	10.8—13.8 12	轻度大浪开始形成,到处都有更大的白沫峰,有时有飞沫	大树枝摇动,电线呼呼有声,高的草不时倾伏于地	3.0 4.0
7	疾风	13.9—17.1 16	轻度大浪,碎浪而成的白浪沫沿风向呈条状	全树摇动,大树枝弯下来,迎风步行感觉不便	4.0 5.5
8	大风	17.2—20.7 19	有中度 的大浪,波长较长,波峰边缘开始破碎成飞沫片	可折毁小树枝,人迎风前行感觉阻力甚大	5.5 7.5
9	烈风	20.8—24.4 23	狂浪,沿风向白沫呈浓密的条带状,波峰开始翻滚	草房遭受破坏,屋瓦被掀起,大树枝可折断	7.0 10.0
10	狂风	24.5—28.4 26	狂涛,波峰长而翻卷;白沫成片出现,整个海面呈白色	树木可被吹倒,一般建筑物遭破坏	9.0 12.5
11	暴风	28.5—32.6 31	异常狂涛,海面完全被白沫片所掩盖,波浪到处破成泡沫	大树可被吹倒,一般建筑物遭严重破坏	11.5 16.0
12	飓风	>32.6 33	空中充满了白花的浪花和飞沫,海面完全变白	陆地少见,其摧毁力很大	14.0

Fujita 龙卷等级:

F0 级(18~32 m/s):对烟囱会有一些损害,一些树枝被刮掉,树根浅的树可能被刮倒,指路牌被损坏。

F1 级(33~49 m/s):可以刮掉房屋屋顶的表面,将移动房屋刮离地基或侧翻,正在开动的汽车被推离公路。

F2 级(50~69 m/s):框架结构的屋顶被刮掉,移动房屋被摧毁,集装箱卡车侧翻,大树被折断或被连根拔起,轻的物体快速飞到空中。

F3 级(70~92 m/s):屋顶严重损坏,一些结构比较结实的房屋的墙被刮倒,火车被刮翻,森林里大多数树木被连根拔起,汽车被掀离地面并被抛到一定距离以外。

F4 级(93~116 m/s):较结实的房屋被夷平,一些房屋部件被抛到一定距离以外,汽车被抛到空中,一些大的物体高速飞入空中。

F5 级(117~142 m/s):非常结实的房屋被推离地基并被带到相当距离之外碎成几块。汽车大小的物体以超过 100 m/s 的速度被抛入空中,会发生难以置信的现象。

(2) 沙尘天气等级标准

沙尘天气是风将地面的尘土、沙粒卷入空中,使空气混浊的一种天气现象的总称,是影响我国北方地区的主要灾害性天气之一。沙尘天气分为浮尘、扬沙、沙尘暴、强沙尘暴和特强沙尘暴五级。

表 1.2 沙尘天气等级标准(GB/T20480—2006)

等级名称	水平能见度
浮尘	当天气条件为无风或平均风速 ≤ 3 m/s,尘沙浮游在空中,使水平能见度小于 10 km
扬沙	风将地面尘沙吹起,使空气相当浑浊,水平能见度在 1~10 km 以内的现象
沙尘暴	强风将地面尘沙吹起,使空气相当浑浊,水平能见度小于 1 km 的天气现象
强沙尘暴	大风将地面尘沙吹起,使空气非常浑浊,水平能见度小于 500 m 的天气现象
特强沙尘暴	大风将地面尘沙吹起,使空气特别浑浊,水平能见度小于 50 m 的天气现象

(3) 冷空气等级(GB/T20484—2006)

冷空气:使所经地点气温下降的空气。冷空气分五个等级:弱冷空气、中等强度冷空气、较强冷空气、强冷空气、寒潮。

弱冷空气:使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度小于 6°C 的冷空气。

中等强度冷空气:使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 6°C 但小于 8°C 的冷空气。

较强冷空气:使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 8°C ,但未能使该地日最低气温下降到 8°C 或其以下的冷空气。

强冷空气:使某地的日最低气温 48 h 内降温幅度大于或等于 8°C ,而且使该地日最低气温下降到 8°C 或其以下的冷空气。

寒潮:使某地的日最低气温 24 h 内降温幅度大于或等于 8°C ,或 48 h 内降温幅度大于或等于 10°C ,或 72 h 内降温幅度大于或等于 12°C ,而且使该地日最低气温下降到 4°C 或其以下的冷空气。

(4) 寒潮等级(GB/T21987—2008)

寒潮:同上。

强寒潮:使某地的日最低(或日平均)气温 24 h 内降温幅度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,或 48 h 内降温幅度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,或 72 h 内降温幅度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$,而且使该地日最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的冷空气活动。

特强寒潮:使某地的日最低(或日平均)气温 24 h 内降温幅度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,或 48 h 内降温幅度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$,或 72 h 内降温幅度 $\geq 16^{\circ}\text{C}$,而且使该地日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的冷空气活动。

注:本条中 48 h、72 h 内降温的日最低气温必须是连续下降的。

下面的灾害性天气定义来自中国气象局颁发的《地面气象观测规范》。

(5) 冰雹

冰雹以其直径大小、降雹时间、积雹厚度划分等级。

轻雹:多数冰雹直径 ≤ 0.5 cm,降雹时间不超过 10 min,积雹厚度不超过 2 cm;

中雹: 0.5 cm $<$ 多数冰雹直径 ≤ 2 cm,降雹时间 10~30 min,积雹厚度 2~5 cm;

重雹:多数冰雹直径 $>2\text{ cm}$,降雹时间超过 30 min ,积雹厚度超过 5 cm 。

(6)暴雨

暴雨分为三级,暴雨:某地 24 h 累积降雨量大于等于 50 mm 但小于 100 mm ;大暴雨:某地 24 h 累积降雨量大于等于 100 mm 但小于 250 mm ;特大暴雨:某地 24 h 累积降雨量大于等于 250 mm 。

(7)雾

雾是指水汽在地面以上空气中凝结成小水滴、影响水平能见度的天气现象,它划分为三级,轻雾:某地水平能见度小于等于 10 km 但大于 1 km 的雾;大雾:某地水平能见度小于等于 1 km 但大于 200 m 的雾;浓雾:某地水平能见度小于等于 200 m 的雾。

按照自然灾害的定义,灾害性天气显然是自然事件,因此它们符合自然灾害的第一要素的要求;第二,除暴雨之外,其他灾害性天气都能够直接造成生命伤亡与人类社会财产损失。热带气旋、温带气旋、急行冷锋、龙卷风等所产生的大风都能够对一些建筑物和船舶等直接产生破坏作用,风力越大破坏力越大;冰雹会砸伤人、畜,砸坏车辆、建筑物等;大雾、沙尘暴对交通安全造成巨大威胁,沙尘暴还对人畜、精密仪器有不利的影响;雷击已经成为造成人员死亡的主要杀手,并对电子设备和输变电线等有破坏作用;大雪和道路结冰造成交通堵塞;冻雨导致架空输电线积冰,架空输电线覆冰厚度超过设计标准时会造成输电线断线和倒塌;低温和高温影响人体健康,低温、高温和霜对农业生产都有不利的影响,干热风使小麦产量下降;雪崩常造成登山和滑雪人员的伤亡,霾对人体健康有害等等。这些影响都是直接的,因此,气象学上定义的这些灾害性天气都应当同时是气象灾害。

暴雨虽然是非常重要的灾害性天气,但是暴雨并不一定会直接造成生命伤亡和人类社会财产损失,暴雨造成的灾害是通过暴雨引起的次生灾害产生的,暴雨引起的次生灾害很多,例如洪涝、地质灾害等。另外,暴雨不一定会造成直接的人员伤亡或经济损失,一方面, 24 h 累积降水达到 50 mm 在我国南方绝大多数地方并不会造成灾害,但是在北方地质条件和生态环境差的地方,小于 50 mm 的降雨量也可能引发地质灾害或山洪。另一方面,在南方,当江河流域水位很高时(例如到达保证水位),日流域面雨量小于 50 mm 也可能导致高洪水的风险,而且不同流域、同一流域的不同区段产生高风险的流域面雨量是不同的。因此,严格讲暴雨并非气象灾害。

1.2.2 非灾害性天气的气象灾害

干旱不是灾害性天气,但是重要的气象灾害,它是由长期降水少引起的。干旱又区分为气象干旱、农业干旱和水文干旱,每种干旱的定义都很复杂,农业、牧业不一样,每种作物的干旱指标各异。

农业气象灾害、生态气象灾害(例如上面提到的荒漠化)也是气象灾害,但不是灾害性天气。雪崩、海平面上升不是灾害性天气,但是气象灾害等等。

总之,我们把由于气象原因能够直接造成生命伤亡与人类社会财产损失的灾害称之为狭义的气象灾害,它们是原生灾害。灾害性天气并非都是气象灾害,一些气象灾害也不是灾害性天气,不能把灾害性天气与气象灾害混为一谈。

1.3 次生灾害和衍生灾害

1.3.1 次生灾害

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。当一种自然事件导致另一种自然灾害事件出现时,我们将后一种自然灾害称之为次生灾害。

例如,强降水会诱发地质灾害和洪涝灾害,台风会产生风暴潮,地震会诱发崩塌、滑坡、海啸等其他自然灾害,一个地区的旱灾又容易诱发虫灾等等。地震和土壤侵蚀会诱发崩塌、滑坡,这是常见的现象。1933年四川松潘叠溪地震(7.5级)后,产生1.5亿 m^3 崩塌大滑坡群,阻岷江形成堰塞湖,蓄水4.5亿 m^3 ,后溃决形成40多米水头的爆发性洪水,席卷岷江两岸11个村寨,死亡9300人。2008年5月四川北川的大地震(8级)同样产生大规模的崩塌和滑坡,并形成很多大大小小的堰塞湖,但由于处理及时和得当,未产生因垮坝造成的人员伤亡。

气象灾害与地球自身演化中地质作用密切相关,而且与地质灾害也存在着相关的灾害链。地球上印度洋板块与欧亚板块相撞,使喜马拉雅山急剧上升及青藏高原的强烈隆起,形成中国特有的季风气候;反过来,中国地质灾害分布又呈现出与气候带密切关系的区域性特征,降雨多、雨强大的我国南方和西南地区,地质灾害多、分布广。降水、温度和风力又会影响岩土体性质、水动力条件的变化,破坏原有的地质平衡状态,导致侵蚀、风化、形变、变质、搬运、堆积、沉淀、溶蚀,相应诱发砂土液化、崩塌、滑坡、泥石流、土壤侵蚀、水土流失等灾害。

因此,我们必须全面研究灾害链,才能对复杂的自然灾害获得更好的理解和控制。

由气象原因引发的次生灾害除了上面提到的地质灾害外,还有:江河洪水、山洪、城市暴发性洪水、积(渍)涝、海浪和风暴潮等海洋灾害、森林和草原火灾、空气污染、农林病虫害等。这些灾害由于与气象条件关系十分密切,离开致灾气象条件的分析和研究,不可能得到这些灾害的风险,因此,我们把由气象原因引发的次生灾害称为广义的气象灾害,也是本书的研究重点之一。

1.3.2 衍生灾害

衍生灾害既不是原生的,也不是次生的,而是通过灾害链的传递产生的灾害。自然灾害发生之后,破坏了人类生存的和谐条件,由此还可以衍生出一系列其他灾害,这些灾害泛称为衍生灾害。例如地震发生后,如果处置不当,灾区还可能出现瘟疫、饥饿、社会动乱、人群心理创伤等社会性灾害,这些便是衍生灾害。例如2007年7月16日位于东京新潟的柏崎刈羽核电站发生地震后两分钟,核电站6号机组反应堆发生含微量放射性物质的水泄漏事故,不仅造成核电站附近居民的心理恐慌,更引起了日本各方对核电站安全的深层忧虑。再如大旱之后,地表与浅部淡水极度匮乏,迫使人们饮用深层含氟量较高的地下水,从而导致了氟病,这些都是为衍生灾害。衍生灾害不在本书的研究范围之内。

1.4 气象灾害等级划分

1.4.1 气象灾害等级划分原则

气象上对灾害性天气等级的划分完全是为了观测和预报的需要,这些等级并不与实际发生的气象灾害的等级有任何联系。前面已经指出暴雨的等级与灾害是否发生无关。又如雾的等级划分也存在同样的问题,在高速公路上,能见度小于 200 m 时汽车必须限速,能见度小于等于 50 m 高速公路关闭。但是,在气象观测规范中却没有能见度为 50 m 这个等级,造成能见度观测历史资料欠缺能见度为 50 m 这个重要的资料,给雾的风险区划带来困难;好在安装了能见度自动观测仪的地方,可以得到各种能见度的观测资料,为雾的预报和风险评估奠定了基础。

因此,不宜把灾害性天气等级作为气象灾害等级的划分标准。

那么应当如何划分气象灾害的等级?划分气象灾害等级的原则是什么呢?划分气象灾害等级只有一个原则:致灾原则。气象灾害的等级应当是会发生灾害的等级,即出现某个等级的气象条件便会出现这个等级的灾害。

例如风力的分级应当根据船、车、房屋可以承受的风力来确定,浪的等级应当根据防浪堤的防风浪能力进行划分,能见度等级应当根据高速公路管理的需要来确定等级,农业气象灾害等级应当根据对农作物的损害程度来确定。还有一些对人工工程造成损害的气象灾害,应当根据工程设计标准去研究致灾临界气象条件,并将得到的致灾临界气象条件作为气象灾害的标准,例如电线覆冰的等级划分应当根据电力部门的设计标准确定,雪压的分级应当根据设施农业的设计标准来确定等等。这样划分的好处是气象灾害的等级与气象灾害预报的等级和风险评估紧密挂钩,当预报某等级气象条件出现时,就可能出现某种灾害。例如,预报最低气温低于 $-7^{\circ}\text{C}/-9^{\circ}\text{C}/-11^{\circ}\text{C}$ 时,柑橘就可能出现轻度/中度/重度冻害,这便将天气预报转化为灾害预报了。

应当指出:自然灾害是自然力作用于承灾体的结果,由于承灾体的多样性和复杂性,许多自然灾害不可能制定全国统一的标准。例如,不同流域、同一流域的不同区段表征洪水的水位、流量以及产生洪水的流域面雨量是不同的,不可能有全国统一的标准;对于不同的小流域,产生山洪的临界面雨量不同;对于不同城市和同一城市的不同区域(甚至于不同立交桥),产生城市积涝的面雨量不同;对于不同的地质地理条件,产生地质灾害的临界降雨量不同等等,都不可能制定全国统一的标准。水利和国土资源部门制定的是防治这些灾害的工程标准,他们根据经济社会发达的程度,提出防治 T 年一遇的灾害的要求(见 1.4.3 节),需要我们去研究 T 年一遇的灾害强度是多少。

当然,就局域而言,例如某个山洪沟,可以山洪的影响程度划分山洪的等级,但是这个等级只能用于这个山洪沟;上面提到的流域洪水、城市积涝、地质灾害等亦是如此。为了防灾减灾的需要,这种局域灾害等级的划分是必要的,但不能用于其他处。

以灾损程度划分自然灾害等级是一种常用的方法,应急预案中灾害等级的划分便是这种思路。例如干旱就是根据农作物受灾面积和受损程度来划分等级的,我们要研究的便是造成不同等级干旱的气象条件是什么。以灾损资料划分灾害等级的最大问题是灾损资料时间序列不是平稳马尔科夫过程。这是容易理解的,我国改革开放 30 年来,经济快速发展,同样强度的

自然灾害造成的经济损失绝对值大大增加了,同时防灾抗灾能力也大大增强了,因此,以经济损失划分灾害等级必须进行有关的订正。本书第 6、7 章我们将讨论如何处理灾损资料问题。本书主要讨论致灾因子的等级划分问题。

1.4.2 一些气象灾害的等级划分

根据以上思路,作者提出一些气象灾害的等级划分标准如下。

(1) 能见度灾害等级

表 1.3 能见度灾害等级

能见度 灾害等级	I 级	II 级	III 级	IV 级
能见度/m	200~500	100~200	50~100	<50
影响和措施	车辆时速不要超过 80 km, 跟车距离在 150 m 以上; 港区船舶和进出船舶有影响; 客轮停航	车辆时速不超过 60 km, 跟车距离要在 100 m 以上; 船舶停止进出口	车辆时速不能超过 40 km, 跟车距离 50 m 以上	高速公路 封闭

(2) 风灾等级

根据山东省人民政府 1990 年发布的“山东省海洋渔业安全生产管理规定”和中华人民共和国江苏省海事局 2002 年发布的“水上防风管理规定(试行)”,风灾等级规定如下:

表 1.4 风灾等级

风灾等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
风力/级	五级以上大风	六级以上大风	七级以上大风	八级以上大风	调查确定
影响和措施	挂机渔船和木帆渔船不得出海	60 马力以下渔业船舶不得出海; 内河:抗风能力小于 6 级的船舶(队)应及早选择安全地段避风	400 马力以下渔业船舶不得出海; 内河:小型船舶(队)停止航行,进入夹江、河口、港池避风;禁止小型船舶(队)出闸入江	所有渔业船舶均不得出海; 内河:除担任巡逻、抢险或经主管机关特许的船舶可以航行外,其他船舶一律停航	依房屋、广告牌、临时搭建物实际防风能力而定

(3) 城市内涝标准

目前,全国没有统一的城市积涝标准,沈阳市和天津市气象局制定的城市积涝的标准差异很大(见表 1.5a),带有相当大的人为性。

表 1.5a 城市积涝标准 a(表中数值为积水深度/cm)

城市	无积涝	轻度积涝	中度积涝	重度积涝
沈阳市		3~9.9	10~24.9	≥25
天津市	<1	1~3	3~6	>6

根据暴雨内涝灾害对交通的影响,本书将城市积涝按积水深度分为四个风险等级:

表 1.5b 城市积涝标准 b

城市积涝等级	无积涝(I 级)	轻度积涝(II 级)	中度积涝(III 级)	重度积涝(IV 级)
积水深度	无	<30 cm	30~80 cm	>80 cm
影响	无	汽车尚可行驶,但速度减慢	交通部分阻断	交通完全阻断

(4)路面打滑等级

根据谢静芳等(2006)的研究,给出路面打滑等级表 1.6。

表 1.6 路面打滑等级

路面打滑等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
摩擦系数	0.80~0.96	0.50~0.79	0.36~0.49	0.2~0.35	0.18~0.40
气象条件	0℃ 以上干燥路面	0℃ 以上潮湿路面或积水, 0℃ 以下干燥路面	浮雪或雪水混合	积雪	结冰

农业气象灾害标准我们将在第 4 章中阐述。

1.4.3 灾害防治工程标准

下面引述的标准实际上是灾害防治工程标准,并非气象灾害标准,但是这些灾害防治标准是我们研究气象灾害等级(致灾临界气象条件)和风险区划的依据,我们将在第 4 章中研究致灾临界气象条件,在第 7 章中研究气象灾害风险区划方法。

(1)防洪标准(GB50201—94)

1)城市

城市应根据其社会经济地位的重要性或非农业人口的数量分为四个等级。各等级的防洪标准按表 1.7 的规定确定。

表 1.7 城市的等级和防洪标准

等级	重要性	非农业人口 (万人)	防洪标准 [重现期(年)]
I	特别重要的城市	≥150	≥200
II	重要的城市	150~50	200~100
III	中等城市	50~20	100~50
IV	一般城镇	≤20	50~20

城市可以分为几部分单独进行防护,各防护区的防洪标准,应根据其重要性、洪水危害程度和防护区非农业人口的数量,按表 1.7 的规定分别确定。

位于山丘区的城市,当城区分布高程相差较大时,应分析不同量级洪水可能淹没的范围,并根据淹没区非农业人口和损失的大小,按表 1.7 的规定确定其防洪标准。

位于平原、湖洼地区的城市,当需要防御持续时间较长的江河洪水或湖泊高水位时,其防

洪标准可取表 1.7 规定中的较高者。

位于滨海地区中等及其以上城市,当按表 1.7 的防洪标准确定的设计高潮位低于当地历史最高潮位时,应采用当地历史最高潮位进行校核。

2) 乡村

以乡村为主的防护区(简称乡村防护区),应根据其人口或耕地面积分为四个等级,各等级的防洪标准按表 1.8 的规定确定。

人口密集、乡镇企业较发达或农作物高产的乡村防护区,其防洪标准可适当提高。地广人稀或淹没损失较小的乡村防护区,其防洪标准可适当降低。

蓄、滞洪区的防洪标准,应根据批准的江河流域规划的要求分析确定。

表 1.8 乡村防护区的等级和防洪标准

等级	防护区人口 (万人)	防护区耕地面积 (万亩)	防洪标准 [重现期(年)]
I	≥ 150	≥ 300	100~50
II	150~50	300~100	50~30
III	50~20	100~30	30~20
IV	≤ 20	≤ 30	20~10

(2) 山洪防治标准

防治标准乡镇防洪按 20 年一遇洪水标准设计;村庄及其他按 10 年一遇洪水标准设计。

(3) 架空输电线气象灾害标准

中华人民共和国电力行业标准(DL/T 5092—1999P)的 110~500 kV 架空送电线路设计技术规程:

设计气象条件,应根据沿线的气象资料和附近已有线路的运行经验,按以下重现期确定:

500 kV 大跨越 50 年

500 kV 输电线路 30 年

110~330 kV 大跨越 30 年

110~330 kV 输电线路 15 年

如沿线的气象与附录 A(标准的附录,略)典型气象区接近,宜采用典型气象区所列数值。

2008 年初低温雨雪冰冻灾害之后,重现期有所提高。

(4) 设施农业气象灾害标准

全国尚无统一的设施农业建设标准,现将北京市怀柔区 2008 年 4 月发布的设施农业建设标准有关部分摘录如下。

1) 大棚建设标准

a. 大棚南北走向,骨架地下埋深 40 cm,并用混凝土筑底,单架之间必须平行,骨架纵向成一平面。大棚东西间距 2 m,辅路宽最少 3 m,主路宽最少 5 m。

大棚规格:

棚宽: 8.0 m 棚长: 50 m

顶高: 3.3 m 肩高: 1.8 m