

重大自然灾害遥感监测与评估 集成系统

池天河 苏亚芳 等著

中国科学技术出版社

1995

J0.95746
186

重大自然灾害遥感监测与 评估集成系统

池天河 苏亚芳 等著

中国科学技术出版社

1995 年 12 月

· 北京 ·

· 00918

图书在版编目(CIP)数据

重大自然灾害遥感监测与评估集成系统 / 池天河, 苏亚芳等著.
—北京: 中国科学技术出版社, 1995

ISBN 7-5046-2122-6

I. 重…

II. ①池… ②苏…

III. ①环境遥感: 环境监测系统—应用—自然灾害—监测 ②遥感技术—应用—自然灾害—评估

IV. ①X87 ②X84

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 22320 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码: 100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

科地亚印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8.875 字数: 200 千字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1-1000 册 定价: 30.00 元

内容提要

本书介绍了利用遥感和地理信息系统技术对洪水、林火、干旱、雪灾、森林虫害、地震和沙漠化七种重大自然灾害进行监测和评估的方法、技术和面向问题的集成系统、灾害专题数据库和模型库以及对突发性灾害的应急反应。

本书适用于从事遥感、地理信息系统、自然灾害和地学研究的科研工作者和研究生阅读参考。

责任编辑: 张秀智

封面设计: 修文群

正文设计: 苏亚芳

前 言

中国是世界上自然灾害最严重的少数国家之一。由于中国幅员辽阔、地形复杂、气候多变、人口众多,每年都有许多重大的自然和人为灾害发生,给国家和人民带来巨大的经济和生命损失,每年各类自然灾害的直接经济损失达数百亿元人民币。因此,针对中国自然灾害的具体情况,国家计委、国家科委在八五攻关项目中设立了重大自然灾害遥感监测与评估课题。重大自然灾害遥感监测与评估集成系统是该项目的专题之一,其根本目的是通过“重大自然灾害遥感监测与评估集成系统”的研制,把洪水、林火、干旱、雪害、虫害、地震及沙害等重大自然灾害的遥感监测和评价过程中的建立起来的背景数据库和专题数据库及其分析模型集成到一个统一的系统中,实现无准备地区突发性重大自然灾害的应急评估,从而从宏观上进行正常遥感监测与评估综合试验和运行服务,以充分发挥遥感与地理信息系统技术在防灾、抗灾和救灾等减灾活动中的应有的作用。

本书通过对重大自然灾害的成因和特点及遥感和地理信息系统在重大自然灾害监测与评估中作用的分析,介绍了自己开发的面向对象的灾害集成系统软件,包括系统数据结构、面向要素的地理空间信息数据库管理系统、面向要素的全关系型地理信息系统及遥感图像处理系统等。在此基础上进一步论述了灾害数据和模型的集成方法,并集成了七类灾种的 3000 兆数据库及七种灾害的 15 种分析模型。最后通过明确突发性重大自然灾害应急行动中的组织分工、决策流程,及确定应急指挥系统、应急技术系统和应急通讯系统的任务和功能,通过多次应急实例验证了重大自然灾害遥感监测评估应急系统的作用。

本书的覆盖面广泛,除了池天河、苏亚芳同志进行了全书的组织和撰写外,各章节的撰写还有许多同志的参与:参加第二章第二节撰写的有中国科技大学的史杏荣同志;参加第二章第三节撰写的有李新功同志;参加第二章第五节和第三章第一节撰写的有张传荣同志;参加第四章撰写的有张新生同志;参加第五章撰写的有黄方红同志。黄方红同志还负责了全书插图的整理,李静霞同志负责全书的打字排版工作。此外,八五攻关项目“重大自然灾害集成和试运行”专题的全体同志对本书都有贡献,“重大自然灾害遥感监测 85-724-01”的其它八个专题在数据库和模型集成方面给予了大力协助,在此向他们表示衷心的感谢!

本项研究工作得到了陈述彭院士、何建邦教授、田国良教授和张琦娟处长的热情指导、支持、关心和帮助,谨致真挚的谢忱和敬意!

由于本书是首次对如此庞大的重大自然灾害遥感监测与评估集成系统进行理论上的总结,因此缺乏实际的经验,而且作者的能力与水平也有限,疏漏和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

1995 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 重大自然灾害的成因和特点	1
1.1.1 洪水灾害的成因和特点	2
1.1.2 林火的成因和特点	2
1.1.3 干旱的成因和特点	3
1.1.4 雪灾的成因和特点	3
1.1.5 森林虫害的成因和特点	6
1.1.6 地震的成因和特点	6
1.1.7 沙漠化的成因和特点	8
1.2 遥感和地理信息系统(GIS)在重大自然灾害监测与评估中的作用	8
1.2.1 国内外研究现状	8
1.2.2 遥感在重大自然灾害监测和评估中的作用	9
1.2.3 地理信息系统(GIS)应用于自然灾害监测的优越性	11
1.3 集成技术系统	13
1.3.1 集成的思想	13
1.3.2 建立自然灾害集成系统	13
第二章 面向对象的集成系统软件	15
2.1 灾害遥感监测评估集成系统(ICS)的软、硬件环境	15
2.1.1 ICS 的硬件环境	15
2.1.2 ICS 的软件环境	16
2.2 数据的存储结构	16
2.2.1 ICS 的矢量数据结构	16
2.2.2 ICS 的栅格数据结构	17
2.2.3 以物体为中心的行程编码	17
2.2.4 表格数据结构	18
2.3 面向要素的地理空间信息数据库管理系统	19
2.3.1 集中式广义关系图形数据库管理系统(GDBMS)	19
2.3.2 面向对象的空间索引	24
2.3.3 代码转换	29
2.3.4 面向要素的地理空间信息数据库管理系统的特点	29
2.4 面向要素的全关系型地理信息系统(FGIS)	30
2.4.1 系统设计原则和总体结构	30
2.4.2 系统数据模型	30
2.4.3 系统模块	31
2.4.4 系统存储结构	33
2.5 ICS 的遥感图象处理系统	35

2.5.1	图象的基本操作	36
2.5.2	图象的增强	36
2.5.3	图象的几何精纠正	40
2.5.4	图象的分类	40
2.5.5	图象的统计分析	42
2.5.6	栅格 GIS 功能	43
2.5.7	图象的显示	43
2.5.8	系统界面	43
2.6	灾害遥感监测与评估使用示例	43
2.6.1	启动、运行和退出系统	44
2.6.2	全国灾害历史背景数据库的使用	45
2.6.3	运行系统的林火模块	54
 第三章 重大自然灾害遥感监测与评估集成系统(ICS)		
	专题数据库集成	67
3.1	ICS 数据库集成的方法	67
3.1.1	不同类型数据的空间数据结构	67
3.1.2	不同数据库管理系统中的数据共享和数据转换技术	68
3.1.3	不同机型间的数据通讯	69
3.1.4	不同操作系统间的信息转换	69
3.1.5	不同格式的数据转换	70
3.2	专题数据库的集成	73
3.2.1	全国自然灾害背景数据库	73
3.2.2	洪水专题数据库的集成	74
3.2.3	黄淮海平原旱灾背景数据库	75
3.2.4	雪灾背景数据库	75
3.2.5	虫灾专题数据库	75
3.2.6	地震专题数据库	76
3.2.7	沙害专题数据库	76
 第四章 专题模型库的集成与管理		
4.1	模型库的管理	77
4.2	洪水灾害监测评价模型模拟	77
4.2.1	洪水行为模拟模型	77
4.2.2	城市洪水过程模拟模型	80
4.2.3	山洪灾害评估的分析模型	83
4.3	林火遥感监测与评价模型	87
4.3.1	林火识别模型	87
4.3.2	林火蔓延仿真模型	89

4.3.3	林火损失评估	89
4.3.4	森林火灾后生态评价模型	89
4.4	旱情遥感监测与评估模型	92
4.4.1	土壤水分的热惯量模型	92
4.4.2	能量平衡模型	96
4.5	森林病虫害的遥感监测与评估模型	100
4.5.1	模型功能和原理	101
4.5.2	模型表达式	101
4.6	雪灾遥感监测与评价模型	101
4.6.1	雪灾的判别模型	101
4.6.2	雪灾的预测模型	102
4.6.3	雪灾评价模型	102
4.7	地震灾害快速评估模型	102
4.7.1	模型功能与流程	103
4.7.2	模型原理	103
4.8	沙漠化灾害危险度评价模型	103
4.8.1	模型功能	103
4.8.2	模型的数学表达式及物理意义	103
4.8.3	模型的原理	103
第五章	重大自然灾害遥感监测评价应急系统	105
5.1	应急系统的目标和组织分工	105
5.1.1	应急系统的任务和目标	105
5.1.2	应急系统的组织与分工	105
5.2	应急系统的决策	108
5.2.1	确定应急行动等级(不包括0级)的决策流程	108
5.2.2	应急行动的原则和等级的划分	108
5.2.3	采取应急行动的决策流程	109
5.2.4	应急指挥系统、技术系统和通讯系统 在决策过程中的地位、作用和关系	110
5.3	应急指挥系统	111
5.3.1	人员与单位构成	111
5.3.2	主要职责	111
5.3.3	应急指挥系统与有关部门加强联系与合作的主要措施	112
5.4	应急技术系统	112
5.4.1	主要组成部分和分工	112
5.4.2	应急技术系统的主要技术流程	113
5.4.3	机载系统的技术流程	114
5.4.4	星载系统的技术流程	115

5.4.5	应急评价分析系统的技术流程	115
5.4.6	背景信息储备和数据库的快速建立	118
5.4.7	应急地面调查技术实施	119
5.4.8	应急灾害监测和评价技术实施	120
5.4.9	应急综合技术方案实施	120
5.5	应急通讯系统	120
5.5.1	应急通讯系统的任务和结构	120
5.5.2	应急通讯系统的设备和功能	121
5.6	应急实例	122
5.6.1	广东省 1994 年 7 月洪水灾害监测评估	122
5.6.2	江西省鄱阳湖地区、湖南省洞庭湖地区 1995 年 洪涝灾害的遥感监测评估	126
5.7	小结	130

第一章 绪论

自然灾害是给人类生存环境造成破坏,危及生命财产安全,并带来重大经济损失的一种地理空间现象和过程。自然灾害不仅包括短时间内突然发作的突发性自然灾害,也包括发展缓慢但旷日持久恶化生态环境的灾害。自然灾害带给人类的经济损失不仅随灾害性质、强度、大小和影响范围不同,还与每个国家和地区经济发展水平和抗灾能力有关。目前世界范围内每年因自然灾害造成的经济损失达数百亿美元,死伤人数也达几十万人。一般来说,发达国家由于建立了良好的通讯、交通和卫生保健网络,因而居民伤亡相对较少,但财产的损失则大得多,而第三世界国家则人员伤亡较多,财产损失相对较少。最大限度的防减灾害带来的损失已是人类面临的艰巨任务。为此联合国于1990年提出国际减灾十年活动,其目的是通过国际社会协调一致的努力,充分利用现有的科学技术成就和开发新技术,提高各国减轻自然灾害的能力,以减轻自然灾害给世界各国,特别是发展中国家所造成的生命财产的损失。活动的重点是针对地震、风灾、海啸、水灾、土崩、火山爆发、森林灾害、蝗灾和蝗灾等突发性自然灾害^{(1)、(2)}。

我国幅员辽阔,地形复杂,气候多变,人口众多,每年都有许多重大的自然和人为灾害发生,给国家和人民带来巨大的经济和生命损失。据民政部门统计,1993年全国近5000万公顷农作物受灾,倒塌房屋71万间,损坏933万间,因灾死亡6000多人,伤1万多人,300多万人遭受洪水围困,被迫转移。部分地区的生命线工程、工矿企业、公共设施也遭到了不同程度的破坏,各类直接经济损失达933亿元人民币。1994年全国农作物受灾面积5500万公顷,倒塌房屋512万间,损坏1820万间。受到灾害影响的人口2.5亿,因灾死亡8549人,1000多万人遭受洪水围困,被迫转移。部分地区的生命线工程、工矿企业、公共设施也遭到不同程度的破坏。各类直接经济损失达1876亿元。针对我国自然灾害的具体情况,国家计委、国家科委在“八五”攻关项目中设立了重大自然灾害遥感监测与评估。经过充分的科学论证,根据现实和可能,选择洪水、林火、干旱、雪灾、森林虫害、地震和沙漠化七个灾种进行详细的遥感监测评价技术与应付突发性灾情的研究,建立各自遥感—地理信息系统,实现对经常性和突发性自然灾害的监测和评价的功能⁽³⁾。

1.1 重大自然灾害的成因和特点

重大自然灾害的成因十分复杂,基本成因有:

- 自然生态系统的异常状态与运动,包括能量和物质的异常积聚与释放、转化,能量和物质分布不均,系统特性和状态的突变;
- 自然生态系统之间的相互作用;
- 地球运动;
- 人类的社会经济活动。

中国是世界上自然灾害最严重的少数国家之一。由于中国幅员广大,自然环境复杂,

气候多变,地质构造复杂。现今地壳运动强烈,来自海上的影响大,致使我国自然灾害种类多、频次高、强度大、连发性与群发性强、影响面广。灾害的后果日趋严重,潜在危害特别巨大^{〔4〕、〔5〕}。

1.1.1 洪水灾害的成因和特点^{〔6〕、〔7〕、〔8〕}

洪水既能给人类带来福利,也可能酿成灾难。洪水灾害是指洪水泛滥超过人们防洪能力或未采取有效预防的大洪水对于人类生命和财产所造成的损害。洪水是造成洪水灾害的直接原因,当洪水超过人们的正常抗御能力时,就可能出现灾害。也只有当洪水发生在有人类活动,并对正常人类活动产生一定干扰或打断时,方能成灾。洪水是区域自然因子和人文因子共同作用的结果。洪水与洪水灾害的自然成因包括降雨强度、降雨分布、时空分布和汇流条件等。自然因子是形成洪水的直接原因,基本因子包括:

- 气象因子,如暴雨、冰雪融化等;
- 间接气象因子,如海浪、风暴潮等;
- 非气象因子,如水库大坝溃决、滑坡等。

区域因子包括下垫面地理背景、河网汇流特征和河槽特征。人类活动对洪水的影响主要是通过调节区域因子的实现。人类改造自然的努力也存在促使洪水灾害增长的负效应,如滥伐森林、滥垦荒地所造成的水土流失等;掠夺性垦殖加重洪水灾害,防洪工程的兴建同时带来新的致灾因素如筑堤、修建水库、河道整治工程等。

洪水灾害有如下的自然特征:

- 时空特征:反映降雨历时—地域—洪水灾害的相关关系,按此特征可以分为长历时大范围降雨重大洪水灾害、中等历时区域降雨洪水灾害、短历时局部降雨洪水灾害;
- 时序特征:反映洪水季节、年际变化规律与洪水灾害的相关关系,我国洪水多发生在6~9月这4个月内;
- 周期性特征:反映受灾强度峰值区与低谷区之间的相应关系;
- 人类活动历史特征:人类活动对自然环境的破坏,导致了灾害性洪水的增加。

洪水灾害具有如下的特点:

- 突发性:突然发生,持续时间短;
- 区域性:连片成灾,淹没范围大,受影响范围更大;
- 不可避免性:洪水的出现是不以人的意志为转移,人类抗御灾害的能力与自然力量相比微不足道;
- 可防御性:虽然不可能彻底根治洪水灾害,但通过采取各种减灾措施和预警手段可减少洪水所造成的损失;
- 害利互变:洪水携带的大量泥沙,一方面淤积河床,加重河道决口的可能性,另一方面增加土壤养分,营造新三角洲。洪水还带来大量淡水资源。

1.1.2 林火的成因和特点^{〔9〕、〔10〕}

森林火灾是破坏森林资源的一个重要原因,它不仅直接减少森林资源,给人民生命财产带来极大威胁,也导致生态环境恶化、水热条件失衡、土壤沙化、水土流失等。从多年

资料统计分析表明, 林火多发生在春、秋两季, 以春季发生火灾次数为最多(春季占 84.5%, 秋季占 15.4%)。从火源分析, 人为火源占 95%以上, 雷击火很少(大兴安岭雷击火占 23%)。森林火灾的发生、蔓延与气候条件、立地条件、可燃物类型和社会因素有关。林火发生、蔓延的主要气候因子包括:

- 降水: 降水是火险程度的关键因子, 降水量、降水强度及持续时间不同, 火险程度、火灾强度和火灾情况也不一样;
- 相对湿度: 相对湿度大小可直接影响到可燃物的含水量, 与森林火灾有一定关系;
- 温度: 地面温度场的剧烈变化是林火发生、蔓延的触发机制。温度升高, 能促使可燃物蒸腾并提高温度;
- 风: 地面风场的剧烈变化是林火蔓延的触发机制, 在森林可燃物干燥易燃的情况下, 是制约火强度和过火范围的决定因素。林区若突然出现增温大风天气, 特别是焚风, 24 小时内增温 5~10℃ 或以上时, 易发生大火灾;
- 连旱(月降水量不足 5 毫米): 长期干旱为森林火灾提供了燃烧机制, 地表上、下各类可燃物的含水量随干旱的加剧, 达到极小值, 处于“一点即燃”的状态。
- 雷击: 一般认为, 林区的地理纬度愈高, 雷击火愈多。而且雷击现象多发生在地势较高、人烟稀少的边缘原始森林区。

森林火灾的人为因素包括篝火、烧山放火、迷信上坟烧纸、放鞭炮、吸烟、火枪打猎、汽车或火车喷火星、采伐业、旅游业和交通火源等。

森林火灾的特点是火势蔓延快, 连片发生, 不易被发现, 也不易扑灭, 一旦形成, 损失巨大。

1.1.3 干旱的成因和特点

干旱期一般为数月或数年。在此期间, 水分供应持续低于气候上期望的水分供应。干旱有自然原因和主观原因。自然原因是长期高温少雨、蒸发量大, 土壤湿度小; 主观原因是支配生产的人没有采取适应性的作物栽培和必要的抗旱措施。

在我国各类气候灾害中, 旱灾影响范围最广, 危害程度最大, 极大地破坏社会生产甚至影响到整个社会的安定。我国历史上的旱灾屡见不鲜, 危害程度之深也令人瞠目。旱灾的发生呈面状分布, 有“一旱一大片”的说法。我国境内有四个主要的旱灾多发中心, 它们是: 黄淮海平原与黄土高原、东北平原西部、长江中下游丘陵、云贵高原中部。长江中下游多以伏旱为主, 其它三个中心则以春旱及春夏旱为主。旱灾的出现与该地区降水量的异常偏少有密切关系, 同时还与该地区其它自然条件(地形、土壤性质等)以及社会经济条件(作物结构、水利设施等)有关系。

干旱, 可分为气象干旱、水文干旱、土壤干旱、作物干旱、农业干旱。干旱的指标主要考虑降水量、蒸发量、径流量和土壤上下层的水分交换量。

1.1.4 雪灾的成因和特点⁽¹⁾

在我国高纬度、高海拔及干旱、半干旱地区, 不同程度的雪灾几乎每年都会发生, 特别是在内蒙古、新疆、青海及西藏四大牧区, 较严重的雪灾呈周期性的出现, 且受灾面积

广，危害程度大，严重影响了我国草原牧业的稳定发展。据初步统计，一场严重的持续性雪灾可造成上亿元的直接经济损失，威胁牧区人民的生命财产安全。资料分析表明，频繁的周期性雪灾已成为严重制约我国少数民族地区国民经济建设与发展的重要因素之一。

积雪对牧草的越冬保温可起到积极的作用，早春融雪可增加土壤水分，促进牧草返青生长。积雪又是缺水或无水冬春草场的主要水源，解决人畜的饮水问题。但是雪量过大，积雪过深，持续时间过长，则造成牲畜吃草困难甚至无法放牧，而形成雪灾。

雪灾按其发生的气候规律可分为两类：猝发型和持续型。猝发型雪灾发生在暴风雪天气过程中或以后，在几天内保持较厚的积雪对牲畜构成威胁。本型多见于深秋和气候多变的春季，如青海省1982年3月下旬至4月上旬和1985年10月中旬出现的罕见大雪灾，便是近年来这类雪灾最明显的例子。持续型雪灾指达到危害牲畜的积雪厚度随降雪天气逐渐加厚，密度逐渐增加，稳定积雪时间长。此型可从秋末一直持续到第二年的春季，如青海省1974年10月至1975年3月的特大雪灾，持续积雪长达5个月之久，极端最低气温降至零下三四十度。

人们通常用草场的积雪深度作为雪灾的首要标志。由于各地草场差异、牧草生长高度不一，因此形成雪灾的积雪深度是不一样的。内蒙古和新疆根据多年观察调查资料分析，对历年降雪量和雪灾形成的关系进行比较，得出雪灾的指标为：

轻雪灾：冬春降雪量相当于常年同期降雪量的120%以上；

中雪灾：冬春降雪量相当于常年同期降雪量的140%以上；

重雪灾：冬春降雪量相当于常年同期降雪量的160%以上。

雪灾的指标也可以用其它物理量来表示，诸如积雪深度、密度、温度等，不过上述指标的最大优点是使用简便，且资料易于获得。

根据上述指标和调查材料分析，我国草原牧区大雪灾大致有十年一遇的规律。至于一般性的雪灾，其出现次数就更为频繁了。据统计，西藏牧区大致2~3年一次，青海牧区也大致如此。新疆牧区，因各地气候、地理差异较大，雪灾出现频率差别也大，阿尔泰山区、准噶尔西部山区、北疆沿天山一带和南疆西部山区的冬牧场和春秋牧场，雪灾频率达50%~70%，即在10年内有5~7年出现雪灾。其它地区在30%以下。雪灾高发区也往往是雪灾严重区，如阿勒泰和富蕴两地区，雪灾频率高达70%，重雪灾高达50%。反之，雪灾频率低的地区往往是雪灾较轻的地区，如温泉地区雪灾出现频率仅为5%，且属轻度雪灾。但不管哪个牧区，大雪灾却很少有连年发生的现象。

雪灾发生的时段，冬雪一般始于10月，春雪一般终于4月。危害较重的，一般是末冬初大雪形成的所谓“坐冬雪”。随后又不断有降雪过程，使草原积雪越来越厚，以致危害牲畜的积雪持续整个冬天。

雪灾发生的地区与降水分布有密切关系。如内蒙古牧区，雪灾主要发生在内蒙古中部的巴盟、乌盟、锡盟及昭盟和哲盟的北部一带，发生频率在30%以上，其中以阴山地区雪灾最重最频繁；西部因冬季异常干燥，则几乎没有雪灾发生。新疆牧区，雪灾主要集中在北疆准噶尔盆地四周降水多的山区牧场；南疆除西部山区外，其余地区雪灾很少发生。青海牧区，雪灾也主要集中在南部的海南、果洛、玉树、黄南、海西5个冬季雪水较多的州。西藏牧区，雪灾主要集中在藏北唐古拉山附近的那曲地区和藏南日喀则地区。前者常与青海南部雪灾连在一起。

上述四大牧区地处我国边远和高寒地区，受自然地理条件约束，冬长夏短，气候严酷，造成季节草场的严重不平衡。例如新疆，若以夏秋草场载畜能力为100%计，则冬春草场的载畜能力只有56.4%。同时，夏牧场产草量为冬牧场产草量的3~4倍，且后者的营养价值也低。因而，在正常年景牲畜就存在“夏饱、秋肥、冬瘦、春死”的规律。其它三个牧区也基本如此。

冬半年雪灾对家畜之危害就是在这样的背景下发生的：降雪过多，积雪覆盖草场，有时长达几个月，致使牲畜无法采食，在无补饲的情况下，家畜日渐瘦弱，失去抵抗力。加之大雪过后，又常伴随大风和强烈降温，日最低温度常可降到零下30~40℃。饥寒交迫，致使母畜流产，成幼畜大批死亡。例如，青海省1982年春季的大雪灾便是如此。该年3月下旬至4月下旬，玉树、黄南、果洛、海西等州的大部地区，先后接连降了6次较大的雪，降雪总量一般达20~60毫米，其中兴海3月21日至4月10日降雪总量达32.1毫米，为历史同期平均值的13倍。积雪盈尺，局部地区雪深超过1米。雪后气温急剧下降，4月份全省各地平均气温大多偏低1.5℃以上。由于这次连续降雪强度大、范围广、持续时间长，加上气温持续偏低，使越冬和产羔后的体弱牲畜成批死亡。据统计，玉树、果洛、海南、黄南、海西5个州20多个县，103个乡遭受雪灾，占乡总数的75%。至该年5月初，全省受灾牲畜达660万头。子畜成活率由70.3%下降到53.1%，牲畜死亡69万头。由于牲畜体质普遍下降，灾后仍持续死亡，到10月底，全省牲畜死亡达158万头，仅次于1975年的195万头。此外，大雪堆积，阻塞道路，致使交通中断，增加了抗灾救灾工作的困难，使灾情更趋严重。仅贵南县就有50多万头牲畜因交通中断，被雪围困，造成历史上少有的雪灾。大雪还压垮帐房，派生火灾，引起人员伤亡，并使不少牧民患雪盲症。仅海南州不完全统计，该州此次雪灾就有2人死亡，93人冻伤，1800多人患雪盲症，有5000多户计27000多人缺粮、缺燃料。

时隔不到3年即1985年10月，又在上述地区出现了罕见的大范围降雪天气，不少地区一次降雪量和地面积雪深度打破了历史记录。托托河一日降雪量达59毫米，都兰、香日德、诺木洪是日降雪量都超过常年同期数十倍。大雪覆盖了全省近2亿亩草原，12万人口，500多万头牲畜被困。这次雪灾由于：1灾前偏暖，人们对雪灾发生的时间和量级估计不足，许多地区的牧民尚未离开夏秋草场，衣着单薄，为牲畜贮备的草料都在冬季草场；2大雪来势猛，大部分地区在2~3天内暴雪成灾，不少牧民帐房被压垮；3雪后天气迅速转晴，气温骤降，出现空前低温，积雪表层结冰，风吹不动，日晒不化；4受灾地区大部在海拔4000米以上的边远地区，交通条件差，雪后道路被封，灾民急需的食品、燃料、药品等无法运进。因而，灾情后果极其严重。重灾区被困，牧民普遍断粮断燃料，部分地区的牲畜全部死掉。如曲麻莱县的叶格、曲麻河、秋智、麻多等乡，灾前有牲畜近85万头，因灾除紧急宰杀和转移24万头外，其余全部死亡。另据统计，到12月中旬，灾区已死亡牲畜80多万头。大雪降温还造成7000多人冻伤，3人致残，2人死亡，8000余人患雪盲。

以上例子表明，草原牧区雪灾，不仅直接危及牲畜，还威胁人的生命安全，尤其是大雪封山，人畜被围困，则更为严重。

1.1.5 森林虫害的成因和特点^{〔12〕、〔13〕}

我国是一个少林的国家，森林覆盖面积仅占国土面积的 12%，全国人均占有森林面积不足 2 亩，人均蓄积量不足 10 立方米，这些状况都大大低于世界的平均水平，不能适应社会主义建设和人民生活的需要，因此保护森林发展林业，是我国进行现代化建设中一项重要的任务。

保护现有森林资源的任务，就是免除各种人为和自然灾害对林木的毁坏。当前我国森林灾害主要有三大类：乱砍滥伐、火灾和病虫害。前两类灾害多数情况下是属于人为的，只要采取有力的管理措施，完全可以减少；病虫害的发生则与自然环境有密切的联系。

我国幅员辽阔，气候多变，树种复杂，因此森林病虫害种类也十分繁多。据 1979~1984 年全国首次森林病虫害普查结果(缺西藏、台湾)，有森林害虫 5086 种(含螨类 55 种)森林病害 1500 种，其中病、虫能经常形成灾害的有 300 种。1949 年以来，每年平均发生病虫害的森林面积有 4800 万亩，1980 年以来，每年高达 1 亿多亩，约占现有人工林面积的 25%。每年被害枯死的林木面积约 500 万亩，加上每年受害林木减少的生长量，约损失 1000 万立方米木材，每立方米以 100 元计算，损失即达 10 亿元。1949 年以来，每年平均发生森林火灾的面积约 15000 万亩，以 1/3 烧毁面积计算，也是 500 万亩，两者相比，森林病虫害造成的损失不亚于森林火灾，说病虫害是“无烟的森林火灾”，不无道理。

目前森林病虫害的发生，可分以下几种类型：

(1) 松毛虫等原来比较严重的病虫害一直未得到有效控制。松毛虫是我国历年危害严重的森林害虫，遍及 24 个省、自治区、直辖市。1986 年发生面积为 4057 万亩，比 1965 年的 2125 万亩，扩大了将近 1 倍。据典型调查，松林受松毛虫为害，每年每亩减少林木生长量 0.0927 立方米，全国共减少生长量 370 万立方米。松林受害后，影响采割松脂，群众说：“一年松毛虫，三年松脂空”。广东省德庆县松林受虫害后，曾减产松脂达 300 万斤。松枝柴是目前农村的重要能源，松毛虫为害后，使枝柴大量减收。据河南省估算，每年受害松林要损失烧柴 100 万担左右。松毛虫身上的毒毛，对人们身体健康有很大的威胁，人体裸露部分触及毒毛，轻的刺痒、发烧，重的发炎、肿痛，甚至造成关节变形，丧失劳动能力，专称“松毛虫病”。枣树、板栗、核桃、油茶、油桐等经济林，被病虫侵害后减产更为明显，仅河南省枣树每年受桃小食心虫为害，损失红枣 1000 多万斤，价值 1000 万元。据在大兴安岭林区调查，危害落叶松球果和种子的害虫有 13 种，一般球果的被害率达 70%~80%，每年约减收种子 5 万斤，每斤按销售价 30 元计算，损失即达 150 万元。

(2) 原来灾情减轻的虫害，又趋回升。竹蝗对南方竹林的危害和大袋蛾对泡桐的危害又有回升。

(3) 原来局部发生的病、虫逐渐蔓延扩大。

(4) 原来没有的害虫有些已从国外传入我国。

1.1.6 地震的成因和特点^{〔14〕}

地震是由于地球板块相对运动，引起岩层断裂破碎，使积聚应力释放而导致的地壳移动或震动的现象。破碎的原因之一是构成地壳(16~25 公里厚)的 16 大板块和一些小板块之间的不断挤压。地震的大小或烈度常用下述专门物理参数衡量，如地面加速度、地面速

度、震动持续时间以及地震波周期等。

地震效应包括地震引起的地表位移、断裂；地震造成的毁坏损失；地面毁坏(如倾斜、土壤液化、不均匀沉降、滑坡等)和水面的异常波动(如湖震或海啸)。

一定范围内地震的破坏能力通常与以下因素有关：实际释放的能量(震动的大小)、离能量释放源的距离、当地岩石的性质、财产的抗震性能等。所以，地震“灾害”是地震破坏力、地质条件和人类活动之间复杂的相互影响的结果。

当地震发生时，房屋和其它结构物的破坏来源于引起结构振动的地面移动，轻微的地震可能在建筑物的弹性范围内，不会导致破坏。而强烈地震发生时，结构会达到塑性变形状态而使建筑物破裂。如果地震足够剧烈，破裂会导致整个建筑物或其主要部分坍塌。另外，没有牢固锚拴于基础上的木质框架结构可能被振离基础。

地震的最大特点是突发性强，无法避免和抗拒。预警只能减少地震的损失而无法避免地震的发生。表 1.1 为不同程度地震的破坏力。

表 1.1 1931 年的麦氏地震烈度表(1956 年重新修订)

I 度	没有感觉，位于大地震的边缘及地震的长期效应
II 度	楼房上层或在安静环境中休息的人可感觉到
III 度	室内可感觉到，悬挂物体摇晃，震动情形犹如轻型卡车通过，可能不被认为是地震
IV 度	悬挂物体摇晃，感觉像重型卡车通过时的震动或像重球撞击墙壁，停驶的汽车会摇动，门窗、碗碟作响，玻璃铿锵发声，陶器会碰撞作响，在接近这一级别的上限时，木制墙和框架会变形
V 度	室外可感觉到，可以估计震中方向，睡梦中的人被惊醒，液体波动或外溢，小的不稳定的物体会移动或倾倒，门窗摇晃，时钟时关，百叶窗和图框移动，摆钟停停走走，摆速不均
VI 度	人人都会感觉到，许多人惊慌失措，跑出户外，行走不稳，窗户、碗碟、玻璃制品破碎，小装饰品、书等从书架掉下，图框从墙壁上坠落，家具移动或翻倒，低强度 D 级灰泥和圬工开裂，(教学、学校的)小铃铛自鸣，可觉察树或灌木摇动或沙沙作响
VII 度	很难站稳，行驶中的汽车司机觉察到地震，悬挂物体晃动，家具破坏，D 级圬工破坏，出现裂缝，屋脊上低强度烟囱破裂，灰泥、干砌砖、石头、瓦片、挑檐掉落，砾石堆发生小的滑坡和坍塌，大铃铛自鸣，混凝土灌渠遭到破坏
VIII 度	影响到汽车的驾驶，C 级圬工破坏，部分毁坏，但 B 级圬工(设计、制作良好的部件；加盘用以承受水平力的铸件)仅遭受部分破坏，拉毛水泥粉刷层和一些圬工墙倒塌，烟囱、工厂通风管、纪念碑、塔、高架水箱等扭曲倒塌。框架式房屋如果没有锚固则会与基础分离，松接式嵌板墙解体，柱桩断裂，树枝折断，泉水和井水流动异常或温度变化，潮湿地面和陡峭的山坡出现裂缝
IX 度	普遍恐慌，D 级圬工毁坏；C 级圬工严重破坏，有时完全倒塌；B 级圬工严重损坏。框结构如果没有拴紧则会与基础分离，框架摇动，水库大坝遭到严重破坏，地下管道破裂，地面出现明显裂痕，在冲积层地区沙和泥浆喷涌，出现地震喷泉和沙坑
X 度	大部分圬工和框架结构连基础一起被毁坏，一些优质精制的木结构和桥梁遭到破坏，大坝、堤防、路基严重损坏，发生大规模的滑坡，涌浪冲击渠道、江河、湖泊的堤岸、河滩及平地上出现泥沙流动，轨道轻度弯曲
XI 度	轨道严重弯曲，地下管道彻底报废
XII 度	几乎一切都摧毁了，大型岩体位移，视线和地平线变形，物体被抛入空中