



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

# 土木工程 防灾减灾概论

周 云 李伍平 等编著



高等教育出版社




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

# 土木工程防灾减灾概论

---

周 云 李伍平 等编著

 高等教育出版社

## 内容提要

本书为“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”之一。

本书系统介绍了各类灾害的类型、特点、对人类社会的危害及防灾减灾对策与措施，是一本体系新颖，内容丰富，实用与创新并重的教材。全书共8章，内容包括：概论，地震灾害与防震减灾对策，火山灾害与防灾减灾对策，地质灾害与防灾减灾对策，风灾害与防风减灾对策，火灾害与防火减灾对策，洪水灾害与防洪减灾对策，爆炸灾害与防爆减灾对策等。

本书可作为普通高等院校土木工程专业和其它土建类相关专业的教材，也可供防灾减灾工程及防护工程的硕士研究生和从事防灾减灾工作的研究人员、工程技术人员与管理人参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程防灾减灾概论/周云等编著. —北京: 高等教育出版社, 2005. 11

ISBN 7-04-017765-X

I. 土... II. 周... III. 土木工程-防灾-高等学校-教材 IV. TU89

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119005 号

策划编辑 赵湘慧 责任编辑 赵湘慧 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静  
版式设计 胡志萍 责任校对 王 超 责任印刷 孔 源

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	北京燕南印刷厂		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
开 本	787×960 1/16	版 次	2005年11月第1版
印 张	21.25	印 次	2005年11月第1次印刷
字 数	390 000	定 价	26.60元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17765-00

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 58581897/58581896/58581879

**传 真：**(010) 82086060

**E - mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100011

**购书请拨打电话：**(010)58581118

# 总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要，满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求，探索和建立我国高等学校应用型本科人才培养体系，全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上，组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校，进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索，在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果，并在高等教育出版社的支持和配合下，推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材，冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月，教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项，为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台，整体设计立项研究计划，明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式，分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现，组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后，教研中心组织了首批课题立项申报，有63所高校申报了近450项课题。2003年1月，在黑龙江工程学院进行了项目评审，经过课题领导小组严格的把关，确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月，各子课题相继召开了工作会议，交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题，确定了项目分工，并全面开始研究工作。计划先集中力量，用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是，“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上，紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要，努力实践，大胆创新，采取边研究、边探索、边实践的方式，推进高校应用型本科人才培养工作，突出重点目标，并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础，作为体现教学内容和教学方法的知识载体，在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。目前，教材建设工作存在的问题不容忽视，适用于应用型人才培养的优秀教材还较少，大部分国家级教材对一般院校，尤其是新办本科院校来说，起点较高，难度较大，内容较多，难以适应一般院校的教学需要。因此，在课题研究过程中，各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果，并和教学实际结合起来，认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革，组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师，编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入，特别是随着教育部即将启动的“高等学校教学质量和教学改革工程”的实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

# 前 言

自古以来，灾害就与人类同存共在，给人类带来了惨重的人员伤亡和巨大的经济损失，它就像古希腊神话中的达摩克利斯之剑，高高悬在人类的头顶，威胁着人类的生存与发展。同灾害作长期不懈的斗争，防灾、减灾、抗灾与救灾是世界人民共同的使命，是维护人类自身生存和持续发展的重大举措。土木工程在防灾减灾中起着至关重要的作用，几乎所有灾害都与土木工程有关。同时，土木工程几乎对抵抗、减轻所有灾害都具有极强的积极主动性和不可替代性。因此，为了使土木工程专业和相关专业的学生增强防灾减灾意识，掌握土木工程的防灾减灾基本原理及一般设计方法，广州大学土木工程学院从2001年开始，将土木工程防灾减灾概论课程纳入土木工程专业教学培养之案中。2002年3月编者主编了国内第一本《土木工程防灾减灾学》教材，并于2002年秋季开始为土木工程专业学生讲授该课程，积累了一定的经验。在近年来理论研究与教学实践的基础上，以“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”为宗旨，凝炼提高、吐故纳新，从而编著了本教材。

全书共8章，包括：概论，地震灾害与防震减灾对策，火山灾害与防灾减灾对策，地质灾害与防灾减灾对策，风灾害与防风减灾对策，火灾害与防火减灾对策，洪水灾害与防洪减灾对策，爆炸灾害与防爆减灾对策等。其中第1、2、5、8章由周云编写，第3、4章由李伍平编写，第6章由郑志敏、周云编写，第7章由江涓、张从联编写。全书由周云负责制定编写大纲和统稿。

上海交通大学陈龙珠教授审阅了全稿，并提出了很多宝贵的意见和建议，在此表示诚挚地谢意。

在本书编写过程中，编者参阅了许多学者的著作，并吸纳了其中一些成果，特在此表示衷心地感谢。广州大学廖红伟、聂一恒、丁鲲等协助收集了部分有关材料，进行了文字处理工作，在此一并表示衷心感谢。

本书除可作为普通高等院校土木工程专业和其它土建类相关专业的必修或选修课教材外，也可作为防灾减灾工程及防护工程硕士研究生和从事防灾减灾工作的研究人员、工程技术人员和管理人员参考。

由于土木工程防灾减灾学是一门跨多专业的新学科，涉及的知识面很广，目前，尚未形成完善的理论体系；土木工程专业将其作为一门课程开设也仅是

一些高校初步的尝试，目前尚无可供参考的教材，加之编者水平有限，如有不足，敬请读者批评指正，多提宝贵意见。

编著者

2005年7月



# 目 录

<b>第 1 章 概论</b> .....	1
1.1 灾害及灾害类型 .....	1
1.2 灾害对人类社会的危害 .....	4
1.3 防灾减灾对策与措施 .....	11
1.4 土木工程防灾减灾 .....	15
思考题 .....	16
<b>第 2 章 地震灾害与防震减灾对策</b> .....	18
2.1 地震的基本概念 .....	18
2.2 地震的类型及成因 .....	28
2.3 地震活动概况及地震分布 .....	33
2.4 地震灾害 .....	41
2.5 减轻地震灾害的基本对策 .....	54
2.6 结构抗震设计 .....	55
2.7 结构减震控制 .....	60
思考题 .....	79
<b>第 3 章 火山灾害与防灾减灾对策</b> .....	80
3.1 火山与火山作用 .....	80
3.2 火山灾害 .....	91
3.3 火山监测 .....	99
3.4 减轻火山灾害的对策 .....	107
思考题 .....	113
<b>第 4 章 地质灾害与防灾减灾对策</b> .....	115
4.1 地质灾害及灾害类型 .....	115
4.2 滑坡及防治 .....	118
4.3 崩塌及防治 .....	131
4.4 泥石流及其防治 .....	138
4.5 地面沉降及其防治 .....	147
4.6 地面塌陷及其防治 .....	154
思考题 .....	165
<b>第 5 章 风灾害与防风减灾对策</b> .....	167

5.1 风的基本概念与类型 .....	167
5.2 风灾害 .....	171
5.3 风对结构的作用 .....	176
5.4 防风减灾对策 .....	177
5.5 结构抗风设计 .....	184
思考题 .....	194
<b>第6章 火灾害与防火减灾对策</b> .....	<b>195</b>
6.1 火灾害及火灾分类 .....	195
6.2 建筑火灾特征 .....	202
6.3 建筑材料的耐火性能 .....	218
6.4 建筑火灾对结构的破坏 .....	222
6.5 防火减灾对策 .....	229
6.6 结构的抗火设计 .....	231
6.7 结构耐火构造 .....	239
思考题 .....	242
<b>第7章 洪水灾害与防洪减灾对策</b> .....	<b>244</b>
7.1 洪水灾害及防治水灾的意义 .....	244
7.2 我国洪水灾害的成因及特点 .....	250
7.3 水文分析与设计洪水 .....	254
7.4 防洪规划 .....	260
7.5 主要防洪措施 .....	268
7.6 堤防工程设计 .....	272
思考题 .....	279
<b>第8章 爆炸灾害与防爆减灾对策</b> .....	<b>281</b>
8.1 爆炸灾害 .....	281
8.2 爆炸类型及特征 .....	283
8.3 一般爆炸对结构的作用 .....	292
8.4 核爆炸对结构的作用 .....	294
8.5 建筑防爆减灾对策 .....	296
8.6 工程爆破公害及安全措施 .....	300
思考题 .....	309
<b>附录A 中华人民共和国防震减灾法</b> .....	<b>310</b>
<b>附录B 破坏性地震应急条例</b> .....	<b>316</b>
<b>附录C 国家破坏性地震应急预案</b> .....	<b>321</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>326</b>

# 第 1 章

## 概 论

### 1.1 灾害及灾害类型

#### 1.1.1 灾害的含义

灾害就是指那些由于自然的、人为的或人与自然综合的原因，对人类的生存和社会发展造成损害的各种现象。灾害是事物运动、变化、发展的一种极端的表现形式，其特点是损害人类的利益、威胁人类的生存和持续发展。

众所周知，地球是人类生存、繁衍的惟一星体。它赋予人类生存的环境，为人类提供了各种必需的资源：地下蕴藏的煤炭、石油和其它矿藏；地表沉积的沃土、绿色的森林和辽阔的水域以及近地层的大气和高空磁场。然而，大自然在给人类赐予的同时，也屡屡向人类发难，给人类带来各种灾难。例如，强烈的地震，使上百万人口的一座城市在顷刻之间消失；滂沱暴雨泛滥成灾，摧毁农田、村庄，使成千上万居民流离失所；百年不遇的大旱，使非洲大陆田地龟裂，禾苗枯萎，饿殍遍野，惨不忍睹；火山喷发出灼热的岩浆，使意大利百年古城化为灰烬；强劲的飓风掠过，使沿海村镇荡然无存……诸如此类，就是大自然带给人类的“天灾”，人们称之为自然灾害。

自然灾害是自然界中物质运动、变化的结果。其之所以称为灾害，是因为这些自然现象的结果超出了一定的限度，并对人类的生存和环境产生了灾难性的危害。所以说，自然灾害就是那些会给人类生存和发展带来各种祸害的自然现象。

事实上，作为威胁人类生存的危害并非仅限于各种自然现象，同时，还有各种损害人类自身利益的社会现象，诸如火灾、爆炸、海难、空难、人口失控、城市膨胀、三废污染和工程事故，以及社会腐败、政治动荡、战争和犯罪等等。这些危害社会的现象，普遍存在于社会的各个领域，并屡屡发生。其原因在于人类社会现存的种种行为的不规范或不恰当，从而给人类的生存和发展

构成严重的危害，这也是一类灾害。我们把这种人类社会内部由于人的主观因素和社会行为失调或失控而产生的危害人类自身利益的社会现象，称为社会灾害。因为它是人自身的原因所致，故也称为人为灾害。

应当指出，各种自然灾害中，既有像地震、火山喷发这样的纯自然灾害，也有掺杂着人类行为活动在内的“人为自然灾害”，如酸雨、气候异常等。人们对1998年夏季我国长江、嫩江和松花江的特大洪灾印象颇深，教训也很深刻。那场百年罕见的灾难，自然因素厄尔尼诺现象和拉尼娜现象固然是“祸首”，但人为因素如滥伐森林、破坏生态平衡、围湖造田、水土流失等也是不容忽视的重要原因。应该说，它是大自然物质运动、变化和人类社会不合理行为活动两者的叠加和渗透的结果，是“七分天灾，三分人祸”。

### 1.1.2 灾害的类型

灾害的种类繁多，分类方法也各不相同，但从灾害形成的机制来看，无论是发生原因还是表现形式可归属为两大类，即自然灾害和人为灾害。自然灾害又可分为气象灾害、地质灾害、地震灾害、海洋灾害和生态灾害等；人为灾害又可分为个体行为灾害和社会行为灾害。此外，也有根据灾害发生过程分为原生灾害(或一次性灾害)和次生灾害(或衍生灾害)，还有按灾害发生特征分为突发性灾害和隐发性灾害等等。

按系统科学的观点，不同的灾害，不论是自然的还是人为的灾害，都不是孤立发生和存在的，就其本质来说，都可看成是天(天体)、地(地球)、生(人类社会)三大系统之间以及各系统内部各要素之间相互联系、相互作用和相互依存的结果。而且，这种结果最终都会给人类生存与发展带来不良影响和严重危害。自然灾害及人为灾害组成的人类灾害系统及其子系统如图1-1所示。

从过程特性看，自然灾害大致可以分成四种类型。第一种类型是突变型，如地震、泥石流和大火等，它们的发生往往缺少先兆，发作是突然的，发生的过程历时较短，但破坏性很大，而且可能在短期内重复发作。第二种类型是发展型，暴雨、台风和洪水等属于这一类型。与突变型相比，它们有一定的先兆，往往是某种正常自然过程积累的结果，它们的发展是较迅速的，但比突变型灾害要缓慢得多，因而其过程具有一定的可估计性。第三类是持续型，旱灾、涝灾、传染病和生物病灾害等就属于这种类型，它们的持续时间可由几天到半年甚至几年。第四种类型是环境演变型(或简称演变型)，如沙漠化、水土流失、冻土、海水入侵、地面下沉、海面上升以及区域气候干旱化等。这类自然灾害是一种长期的自然过程，是自然环境演化或人类不当行为造成的必然伴生现象，因其进程缓慢不易引起人们的重视并立即采取措施，因而最难控制和减轻。但这类灾害具有统计意义上的可预报性，如二氧化碳倍增可能引起全

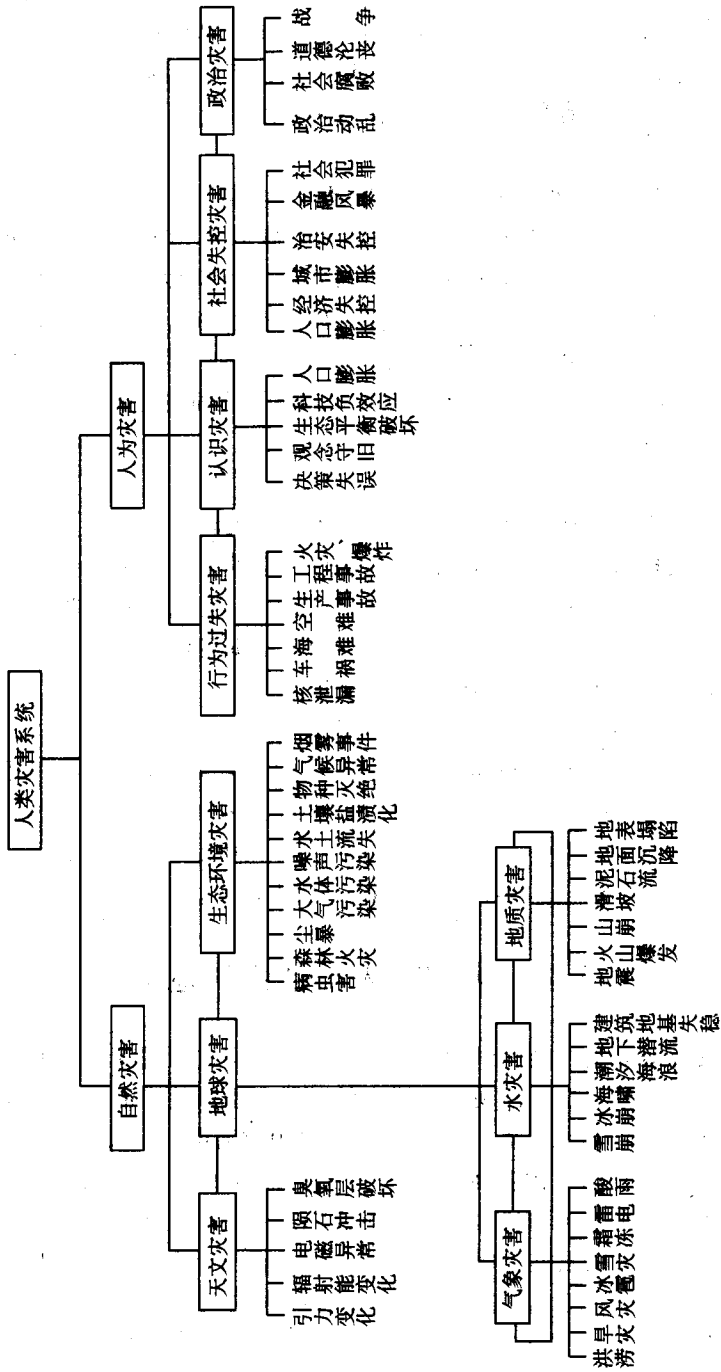


图 1-1 人类灾害类型略图

球气温升高 $1\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，这在理论上有一定肯定的结论，因它导致的区域干旱化和海平面上升也具有一定信度的预测结果。至于干旱化和海平面上升这两种重大自然灾害，由于人们在物理上对这两种灾害过程的机理较为清楚，所以可对其发生的时间、地点有种种认识，从而制定措施，防止或延迟这两种自然灾害的发生，以减少损失。

从危害性上看，四种类型的自然灾害是有差异的。突变型和发展型自然灾害发作快，缺少征兆，因而对人类和动物的生命危害最大，两者有时被合称为骤发性灾害。持续型自然灾害持续的时间长，影响范围一般也较大，往往造成极大的经济损失。演变型自然灾害是一种漫长的自然过程，理论上讲，人类可以避开它，但是它破坏了人类的生存环境，而且通过人口迁移来回避往往不可能(例如我们不可能回避城市地面下沉)，因而它的影响最大，长期的潜在损失最大。

### 1.1.3 灾害的分级

对灾害大小的描述，目前还不统一，不同的灾种有不同的分级方法，如地震以释放的能量来分级；崩塌、泥石流则以移动的土方量来衡量。但不论何种灾害，均会造成人员的伤亡或财产(经济)损失，因此，可以按灾害造成的人员伤亡和经济损失两个指标对灾害进行分级。根据我国国情，一般将灾害分为以巨灾、大灾、中灾、小灾和微灾五个等级。

巨灾：死亡10 000人以上，经济损失超过1亿元人民币；

大灾：死亡1 000~10 000人，经济损失1 000万~1亿元人民币；

中灾：死亡100~1 000人，经济损失100万~1 000万元人民币；

小灾：死亡10~100人，经济损失10万~100万元人民币；

微灾：死亡<10人，经济损失<10万元人民币。

## 1.2 灾害对人类社会的危害

自然灾害对人类社会的影响至深至远。在人类文明进程中，人类始终对自然灾害进行着无情的诅咒。现代汉语中的诅咒和恐怖性词汇大多起源于对自然灾害的描述，如“赤地千里，饿殍遍地”、“山呼海啸，尸骨无存”、“(洪水)肆虐”等。因灾亡国，因灾绝族，中外文史记载上均不鲜见。1980年以来，我国科学家多次考察了古代楼兰王国的遗迹，有大量证据表明楼兰古国的灭绝可能肇因于一次大的自然灾害。楼兰是汉朝西域三十六国之一，早在公元前2世纪就已有城郭，位于盐泽附近(今罗布泊)。《史记·大宛传》载张骞第一次出使西域(前139—前126)后上书汉武帝说：“楼兰，姑师邑有城郭，临盐泽。”楼兰古城是楼兰古国的经济、文化和政治中心，也是早期“丝绸之路”

上的交通要冲。魏、晋和前凉时中央王朝均在此设置管理西域的最高军事行政长官——西域长史。大约在公元4世纪，楼兰古国突然在史书上消失，楼兰古城变成了一座死城。有人推测，当时的楼兰古国可能碰上了一次人类难以抵御的大尘(沙)暴，并因此湮灭。

即使在经济相当发达、科学技术十分先进的现代社会，各种自然灾害和人为灾害仍然在全球横行肆虐，成为人们心中的隐忧，威胁着人类的生存和发展。表1-1是我国1949年以来的大灾难简况，显而易见，这些灾害造成惨重的经济损失和人员伤亡。

表1-1 1949年以来我国重大突发性灾害损失简况

年 月	重 大 灾 害	损失/亿元 (当年价格)	说 明
1954年夏	长江暴雨洪涝	100多	死亡3万余人
1963年8月	河北暴雨洪涝	60多	死亡数万人
1975年8月	河南暴雨洪涝	100多	死亡数万人
1976年7月	唐山大地震	100多	死亡24.2万人
1981年8月	四川暴雨洪涝	50多	
1985年8月	辽宁暴雨洪涝	47	
1987年5月	大兴安岭森林火灾	约50	130余万公顷森林被毁
1991年6—7月	江淮暴雨洪涝	约500	死亡1163人
1992年8月	16号台风	92	
1994年6月	华南暴雨洪涝	约300	
1994年8月	17号台风	170	死亡1000人
1995年6—7月	江西、两湖暴雨洪涝	约300	
1995年7—8月	辽宁、吉林暴雨洪涝	约460	
1996年6—7月	皖、赣、两湖暴雨洪涝	300多	
1996年7—8月	河北、山西暴雨洪涝及8号台风	546	死亡1000余人
1998年夏	长江洪水	2551	死亡4150余人
1999年9月	台湾集集地震	92(美元)	死亡2329人，失踪39人
2004年8月	14号台风“云娜”登陆浙江	181.28	死亡164人，失踪24人
2005年5—6月	四川、湖南、贵州、新疆等地强降雨	24.7	死亡88人，失踪73人

各种自然灾害对人类的危害和破坏方式复杂多样，但概括起来主要表现在危及人类生命和健康，威胁人类正常生活；破坏公益设施和公私财产，造成严重经济损失；破坏资源和环境，威胁国民经济的可持续发展等三个方面。

### 1.2.1 危及人类生命和健康，威胁人类正常生活

自然灾害直接危害人类生命和健康。一次严重灾害会导致千百万人乃至上

亿人受灾,并造成巨大的人员伤亡。例如1556年1月23日,陕西华县、潼关大地震造成83万人死亡;1976年7月28日河北省唐山大地震造成24.2万人死亡;1970年1月5日云南通海强烈地震造成约1.6万人死亡;1939年8月9日,黄河花园口堤防被掘造成黄河泛滥,89万人死于水淹和饥饿;1931年7、8月,江淮流域特大洪水灾害造成约22万人死亡;1922年8月2日,广东汕头地区遭受强台风风暴袭击,造成7万多人死亡;1954年夏季长江中下游地区特大洪水灾害造成3.3万人死亡;1975年8月淮河水系的洪河、汝沱河等水系发生特大暴雨洪水,造成2.6万人死亡。据统计资料,1949—1959年,因灾害累计死亡94 914人,年平均8 629人;1960—1967年因灾害累计死亡43 084人,年平均5 386人;1978—1997年因灾害累计死亡131 511人,年平均6 576人。表1-2列出了近三百年来世界重大自然灾害表。

表1-2 近三百年来世界重大自然灾害示例表

时 间	受 灾 地 区	灾 型	死 亡 人 数	经 济 损 失/美 元
1931. 10. 1	印度加尔各答	热带气旋	30 万	
1890. 3. 27	美国肯塔基州	龙卷风	107	1 400 万
1925. 3. 18	伊利诺伊州及 美国中西部各州	龙卷风	689	5 亿
1928. 9. 10—16	美国佛罗里达州	飓风	5 000	5 亿
1954. 10. 12—16	海地	飓风	100	10 亿
1955. 8. 4—8	美国大西洋沿岸	飓风	310	15 亿
1970. 11. 12	孟加拉	飓风	50 万	
1992. 8. 24—27	美国东南沿海	飓风		100 亿~150 亿
1959. 9. 26	日本本州	台风	5 000	7.5 亿
1965. 5. 11—12	东巴基斯坦恒 河三角洲	旋风	12 000	3 亿~6 亿
1737. 10. 11	印度加尔各答	地震	30 万	
1775. 11. 1	葡萄牙里斯本	地震	5 万~10 万	数亿
1868. 8. 13—15	中美洲	地震	2.5 万	3 亿
1906. 4. 18	美国旧金山市	地震	700	50 亿
1908. 12. 28	意大利墨西拿	地震	11 万	
1920. 12. 16	中国宁夏海原	地震	24 万	
1949. 8. 5	厄瓜多尔	地震	6 000	6 600 万



续表

时 间	受 灾 地 区	灾 型	死 亡 人 数	经 济 损 失 / 美 元
1960. 5. 21—30	智利	地震	5 700	4 亿
1976. 7. 28	中国河北唐山	地震	24 万	
1994. 1	美国洛杉矶	地震		300 亿
1995. 1	日本阪神	地震	5 000	1 000 亿
1770—1772	孟加拉	饥荒	800 万~1 000 万	
1811	中国	饥荒	2 000 万	
1836—1845	日本本州北部	涝、饥荒	30 万	
1896—1905	印度	饥荒、黑死病	1 000 万	
1918—1919	印度	饥荒、流感	1 500	
1845—1846	爱尔兰	农业病虫害	150 万	
1812. 10. 19— 12. 13	法国	冻害	40 万	
1876—1878	中国山东、河 北、河南	旱灾	1 300 万	
1968—1973	非洲萨赫勒地区	旱灾	150 万	
1972. 5	印度	旱灾	800	4 亿
1984—1985	埃塞俄比亚	旱灾	100 万	
1875. 6. 22	法国南部	洪灾	1 000	1. 5 亿
1931. 8—9	中国长江中下 游地区	洪灾	14 万	5 000 万
1943—1944	孟加拉	洪水、饥荒	350 万	
1951. 7	美国堪萨斯州	洪灾	50	10 亿
1953. 2. 1	荷兰	洪灾	1 835	6. 8 亿
1964. 10. 24	美国加利福尼 亚、俄勒冈、爱 达荷	洪灾	40	10 亿
1969. 9—10	突尼斯	洪灾	542	2 亿
1970. 6. 1	罗马尼亚、南 斯拉夫	洪灾	170	10 亿