

防灾减灾工程

FANGZAI
JIANZAI
GONGCHENG

全国高校安全工程专业本科规划教材

教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会组织编写

全国高校安全工程专业本科规划教材

第一批

安全管理学
安全学原理
安全人机工程学
安全系统工程
职业卫生概论
工业通风与除尘
化工安全
工业防毒技术
机械安全工程
电气安全工程
防火防爆技术
锅炉压力容器安全
安全经济学
安全心理学
风险管理及保险

第二批

安全评价
安全法学
安全工程专业英语
安全监察
消防工程概论
安全工程概论
安全检测与监控
● 防灾减灾工程
矿山安全工程
交通运输安全技术
建筑施工安全技术
计算机在安全领域中的应用
安全科技概论
安全工程专业毕业设计与论文指南

策划编辑 / 韩伟 责任编辑 / 赵建北 责任校对 / 张苏 封面设计 / 小薛 版式设计 / 崔俊峰

ISBN 978-7-5045-9212-5



9 787504 592125 >

定价：46.00元

全国高校安全工程专业本科规划教材

防灾减灾工程

教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会组织编写

主 编 李树刚

副主编 刘志云

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

防灾减灾工程/教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2011

全国高校安全工程专业本科规划教材

ISBN 978-7-5045-9212-5

I. ①防… II. ①教… III. ①防灾-高等学校-教材 IV. ①X4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 198897 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×960 毫米 16 开本 19.5 印张 330 千字

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

定价: 46.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换:010-80497374

教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会

主任委员	孙华山				
副主任委员	黄玉治	范维澄	谢和平	冯长根	张来斌
	宋守信				
委 员	张平远	何学秋	吴宗之	伊 烈	李永红
	张 麟	王继仁	钮英建	林柏泉	刘泽功
	蔡嗣红	傅 贵	吴 超	吴 穹	许开立
	程卫民	张殿业	景国勋	蒋军成	赵云胜
	姜德义	黄卫星	刘玉存	李树刚	王述洋
	陈国华	张 力	刘义伦		
秘 书 长	杨书宏				

编 审 人 员

主 编	李树刚				
副 主 编	刘志云				
编写人员	林海飞	李 莉	成连华	王红胜	黄金星
	潘宏宇				

序 言

党的十六届五中全会确立了“安全发展”的指导原则，极大地促进了我国安全科学事业的发展，同时为安全工程学科提供了良好的发展机遇。据初步统计，到目前为止，全国开设安全工程专业的高校已达百余所，安全工程专业已成为我国高等教育中重要的新兴专业之一。

加强教材建设，是促进我国安全工程专业健康发展的重要基础工作。教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会（2004—2008年）在充分吸收和借鉴上届安全工程学科教学指导委员会安全工程专业教材成功编写经验的基础上，于2006年启动了“全国高校安全工程专业本科规划教材”的组织编写和出版工作。第一批15种安全工程专业本科规划教材已基本完成。在此基础上，教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会（2008—2010年）组织开发了第二批规划教材共14种，包括《安全评价》《安全法学》《安全工程专业英语》《安全监察》《消防工程概论》《安全工程概论》《安全检测与监控》《防灾减灾工程》《矿山安全工程》《交通运输安全技术》《建筑施工安全技术》《计算机在安全领域中的应用》《安全技术概论》《安全工程专业毕业设计论文指南》。

本套规划教材的编写力求满足安全工程专业课程体系和课程教学的新发展，立足现实，反映前沿，力求创新，既包括已经成熟并被公认的理论与学术思想，又反映安全工程学科领域具有前瞻性与代表性的最新理论、技术和方法，并借鉴吸收世界上发达国家的先进理论、理念与方法。

在本套教材开发过程中，全国数十所高等学校、科研院所的近百名专家和学者积极参与了教材的编写和审订工作，安全工程学科教学指导委员会秘书

处、教材开发分委员会和中国劳动社会保障出版社做了大量的组织工作，在此向他们表示衷心的感谢！

本套教材的编写和出版，是我国安全工程学科在教材建设方面又迈出的重要一步。虽然我们尽了最大努力，但仍有不足，恳请安全工程领域的专家学者和广大师生提出宝贵意见。

教育部高等学校安全工程学科教学指导委员会

2010年8月

前 言

我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一，灾害种类多、分布地域广、发生频率高、造成损失重。在社会经济迅速、持续发展的进程中，各种灾害日趋严峻复杂，灾害风险进一步加剧。因此，加强防灾减灾工程，对于促进安全生产、保障人民生命财产安全具有重要意义，是促进建设事业可持续发展的客观要求。

灾害带来了巨大的经济损失和人员伤亡，但只要科学地认识灾害，了解灾害，找到灾害发生的客观规律，就会有效地预防灾害发生，减轻灾害造成的损失和痛苦。防灾减灾工程是一个具有显著综合交叉性的新型学科，它涵盖各种自然和人为灾害发生条件和发展规律、监测和预报、工程防治和发生灾害时的应急措施等科学技术难题。

为适应我国防灾减灾工作的需要以及我国普通高校安全、采矿、地质、环境等专业的培养目标，我们编写了本教材。教材是作者遵照大纲规定和要求，结合国内外最新的研究成果编写而成的。全书由8个部分组成：其中第1章为绪论，第2章为地质灾害与防灾减灾工程，第3章为地震灾害与防震减灾工程，第4章为风灾害与防风减灾工程，第5章为洪水灾害与防洪减灾工程，第6章为火灾灾害与防灾减灾工程，第7章为爆炸灾害与防灾减灾工程，第8章为灾害风险分析与应急管理。全书内容系统翔实、深入浅出，可使读者掌握防灾减灾的基本原理和专门技术，增强防灾减灾意识。

全书由西安科技大学的李树刚和长安大学的刘志云负责统稿，其中李树刚编写前言、第1章，刘志云编写第2章，李莉编写第3章，成连华编写第4

章，王红胜编写第5章，潘宏宇编写第6章，黄金星编写第7章，林海飞编写第8章。本教材在编写过程中，参阅了国内外许多学者的论文、著作及教材，并吸纳了其中的成果，在此特表感谢。

防灾减灾工程涉及安全、地质、气象、地震工程、建筑学、土木工程、水利工程、信息和管理等多个学科，知识面广，一些问题尚在探索之中。虽然编者在编写过程中力求叙述准确，但由于编者学术水平及经验等方面的限制，加之时间仓促，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请专家和读者批评指正。

编者

2011年10月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 灾害及其类型	1
第二节 灾害的危害	8
第三节 防灾减灾工程的发展	16
第四节 防灾减灾工程的主要内容及目的	24
第二章 地质灾害与防灾减灾工程	26
第一节 地质灾害概述	26
第二节 滑坡灾害及其防治	32
第三节 崩塌灾害与防治	55
第四节 泥石流与防治	61
第五节 地面沉降与防治	70
第三章 地震灾害与防震减灾工程	77
第一节 地震灾害概述	77
第二节 工程抗震设计	96
第三节 减轻地震灾害的基本对策	103
第四节 结构减震控制工程	108
第五节 地震应急活动	119
第四章 风灾害与防风减灾工程	123
第一节 风灾害概述	123
第二节 结构的抗风设计	130
第三节 防风减灾对策与风振控制	147

第五章 洪水灾害与防洪减灾工程	152
第一节 洪水灾害概论	152
第二节 防洪工程规划与设计	165
第三节 防洪减灾工程	187
第六章 火灾害与防灾减灾工程	211
第一节 火灾害概论	211
第二节 火山灾害与防灾减灾工程	215
第三节 森林火灾与防灾减灾工程	221
第四节 城市建筑火灾与防灾减灾工程	230
第七章 爆炸灾害与防灾减灾工程	236
第一节 爆炸灾害概论	236
第二节 爆炸的特性及其对结构的作用	243
第三节 结构防爆与抗爆设计原则	257
第八章 灾害风险分析与应急管理	273
第一节 灾害风险分析与评估	273
第二节 灾害应急管理	288

第一章 绪论

我国是世界上灾害最为严重的国家之一，素有“三岁一饥、六岁一衰、十二岁一荒”“天灾人祸”之说，灾害种类多，成灾比例大，受灾面积广。灾害给我国带来了巨大的经济损失和人员伤亡，但是，只要我们科学地认识灾害、了解灾害，找到灾害发生的客观规律，就能有效地预防灾害发生，减轻灾害造成的损失。

第一节 灾害及其类型

一、灾害及相关概念

1. 灾害的概念

世界上的任何事物都是处于运动中的。当某种事物的某种运动状态因自然或人为作用而变异并且导致生命、财产等发生伤害和损失时，便成为灾害。如蝗虫虫害的现象在生物界广泛存在，当蝗虫大量繁殖、大面积传播并毁损农作物造成饥荒的时候，即成为蝗灾；传染病的大面积传播和流行、计算机病毒的大面积传播即变成灾害。一切对自然生态环境、人类社会建设，尤其是人们的生命财产等造成危害的天然事件和社会事件，如地震、火山喷发、风灾、火灾、水灾、旱灾、雹灾、雪灾、泥石流、疫病等，都可称为灾害。

但是，对于“灾害”的确切定义，目前还没有一个为大家所普遍接受的统一定义。日本学者矢野认为：灾害是某现象作为外力克服阻力，打破平衡，造成国土和设施的破坏，或生命财产的损失以及使其功能降低。我国学者江见鲸等认为：灾害是引起人员伤亡、经济损失的恶性事件，且其规模超出社区承受能力而必须向外界求援。现代灾害的定义众多，但总体上讲，关于灾害的分类大多集中在“自然—人为灾害”与“人为—自然灾害”两种。一般某种物质运动变化是否被判

定为灾害，主要是看它是否造成了人员伤亡和物质财产损失。因此，专家认为：灾害是指自然发生的或者人为造成的，对人类或人类社会具有危害性后果的事件与现象。根据此定义，灾害具有以下基本特征：

(1) 危害性。灾害会对人类生命、财产以及赖以生存的其他环境和条件产生严重的危害，其程度往往是本地区难以承受的而需要向外界求援。

(2) 突发性。绝大部分灾害是在短暂时间里发生的，有些仅在几秒钟内就可能造成惨重损失，如地震、泥石流、爆炸等。

(3) 频繁性和不重复性。各种灾害都按照自身的规律频繁发生，相互间又可交织诱发。虽然地震、洪水和台风等部分灾害的发生具有一定的周期性或准周期性（灾变期），但这些灾害又不会那么准确地按固定周期重复发生。

(4) 广泛性与区域性。各种灾害的分布十分广泛，几乎遍及地球的每一个角落。但是，在世界上不同的地区，由于自然环境、人类活动、经济基础和社会政治等方面存在差别，灾害的类型、特性及其产生的影响有所不同。

2. 灾害的相关概念

(1) 安全。安全是指各种事物（自然的和人为的）对人和物质财产不产生危险，不导致危害，不产生事故，不造成损失，运行正常，进展顺利。它是在人类生产过程中，将系统的运行状态对人类的生命、财产、环境可能产生的损害控制在人类所能承受水平以下的状态。

(2) 防灾。防灾是指尽量防止灾害的发生以及防止区域内发生灾害对人和人类社会造成不良的影响。防灾不仅包括防御或防止灾害的发生，还包括对灾害的监测、预报、防护、抗御、救援和重建等。

(3) 减灾。减灾包含两重含义：一是指采取措施减少灾害的发生次数和频率；二是指采取措施减少或减轻灾害所造成的损失。减灾的根本目的是保护人民生命财产安全，保证人民正常生活和各项产业活动的正常进行，保护资源环境，促进社会稳定与经济可持续发展。

(4) 灾害监测。自然灾害监测是指监视测量与自然灾害有关的各种自然因素变化数据的工作。灾害监测工作的直接目的是取得自然因素变化的资料，用来认识灾害的发生规律和进行预测。如监视地下岩石的运动和应力的变化可以预测地震。

(5) 灾害预报。灾害预报是指根据灾害的周期性、重复性、灾害间的相关性、致灾因素的演变和作用、灾害发展趋势、灾源的形成、灾害载体的运移规律以及灾害前兆信息和经验类比，对灾害未来发生的可能性作出估计或判断。

(6) 救灾。救灾是灾害已经发生后采取的最紧迫的减灾措施。救灾是一场动员全社会甚至国际社会力量对抗自然灾害的斗争,从指挥运筹到队伍组织,从抢救到医疗,从物资供应到维护生命线工程,构成一个严密的系统,需周密计划、严密组织。救灾的效率与减灾的效益直接关联,为了取得最佳的救灾效果,应根据灾害危险区灾害特点和发展趋势,预先制定综合救灾预案,防患于未然。

(7) 灾后重建与恢复生产。灾后重建是指遭受毁灭性的自然灾害,如地震、洪水、飓风等之后,在特殊情况下的建设。恢复生产是指在灾害发生后所进行的各种生产活动。恢复生产是减轻灾害损失,保证社会秩序稳定和人民生活正常化的重要措施,是灾后重建中的重要一环

二、灾害的形成机制及其分类

1. 灾害形成机制

人类居住的地球,从诞生之日起,就不停地运动变化。人类出现以后,地球仍在运动,自然界仍在变化。运动变化的结果,一方面,为人类生存繁衍创造了有利的条件;另一方面,异常的变异和运动,也会破坏人类赖以生存的自然与社会环境,甚至直接危及人类生命财产的安全,引发灾害。因此,自然运动具有“利”与“害”双重性,可以说,只要地球在运动,自然界在变化,就会出现灾害。

人类出现以后,便以生物界前所未有的能力对自然界进行了干预。人类社会的早期,人口稀少,生产能力低下,缺乏改造自然的能力,主要是顺应自然以求生存,对自然界改造与破坏的程度不大。但是,随着人口的增长,科学的进步,特别是社会组织功能的发挥,人类改造自然的能力越来越大,在地球环境系统演变中的作用越来越强。为了满足人口增长和社会经济发展的需求,人类无节制地向自然界索取土地、淡水、空气、矿产等资源,并将各类垃圾遗弃在地球表层,以致产生灾害的综合指标——熵值不断增加。加之人类工程活动对自然环境随心所欲的改造和破坏,使地球生态环境日益恶化,这是灾害丛生的一个重要原因。由此可以认识到,人类的发展和进步,常常以损耗资源、牺牲环境为代价,如果不加以节制,就会形成灾害,反过来危害或影响人类的发展和生命财产安全。

同时,人类为了生存与发展,一方面努力生产,与自然作斗争;另一方面为了维护自身的财富利益和生存条件掠夺他人的财富,破坏社会的生存条件,从而导致了多种纯属人为造成的灾害,如战争。人类在生产、生活过程中,由于自身的能力低下或违反操作规程,或疏忽大意,也会导致一些纯属人为造成的灾害发生,如医疗事故等。

当然，灾害的发生过程往往是很复杂的，其中一种灾害可由几种灾因引起，而一种灾因也可能同时或先后引起多种灾害。对于许多灾害，特别是大灾的发生，常常会诱发一连串的其他灾害，这种现象称做灾害连发性或灾害链（见图 1—1）。例如，2011 年 3 月 11 日，日本东北地区宫城县北部发生里氏 9.0 级强震，强震引发海啸产生 10 m 高的巨浪，海啸造成福岛核电站发电机组爆炸，重创岩手、宫城、福岛县境内多个城市，损失惨重。在这个致灾过程中，地震→海啸→核泄露构成了一个灾害链。这个灾害链具有直接的因果关系。

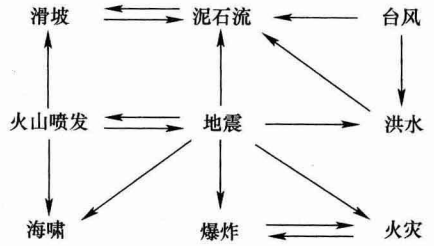


图 1—1 灾害链

还有一些接连发生的灾害，虽无直接的因果关系，但它们在成因上同源或在空间分布上同地，也称为灾害链。如在太阳活动高峰期内，洪涝、旱灾、地震等自然灾害常会接连发生，由此构成并发型的灾害链。

2. 灾害的分类

(1) 灾害的主要分类。从灾害的形成机制上来看，灾害发生的原因主要有自然变异和人为影响。而其表现形式也有两种，即自然态灾害和人为态灾害。因此，通常把以自然变异为主因产生的表现为自然态的灾害称为自然灾害，如地震、风暴潮等；把在一定自然环境背景下以人为影响为主因产生的表现为自然态的灾害称为人为自然灾害，如煤矿过度开采导致的地表塌陷、滥伐森林引起的水土流失等；把由于自然变异引起的，但却表现为人为态的灾害称为自然人为灾害，如气候变化引起的疾病流行等；把以人为影响为主因产生的而且表现为人为态的灾害称为人为灾害。

1) 自然灾害。自然灾害的分类很多，目前尚不统一。从成因来看，自然灾害是由于天文系统以及地球及其各个圈层运动变化引起的，因此，可分为天文灾害和地球灾害两类。前者主要包括行星爆炸、陨击等；后者主要包括生物灾害、气象灾害、海洋灾害、地质灾害、地震灾害等。

2) 人为自然灾害。人为自然灾害尚无统一分类方法，从成因上来看，这类灾害都是在一定自然环境下由于人类社会活动引起的，故据此暂作以下划分：

①破坏水土环境引起的自然灾害，如水土流失、土地沙化等；

②过量开发水资源引起的自然灾害，如地面沉降、地面塌陷、地裂缝、海水入侵等；

③因物理、化学、生物污染环境引起的自然灾害，如赤潮、酸雨、大气污染等；

④采矿引起的自然灾害，如岩爆、突水、突泥、突瓦斯、冒顶、矿井塌陷等；

⑤工程与生产活动引起的自然灾害，如滑坡、塌方、岩崩等；

⑥人类过失行为引起的自然灾害，如森林大火、水灾等。

3) 人类及社会灾害。这类灾害主要是由于人为原因造成的，但人的行为在一定条件下，也受到自然因素的影响。因此，人类及社会灾害系统实际上除人为灾害外，也包含了自然人为灾害在内，主要分以下几种：

①火灾，如森林火灾、房屋火灾等；

②事故灾害，如交通事故、空难、海难、工程事故等；

③卫生灾害，如职业病、传染病、食物中毒等；

④科技灾害，如核事故、卫星发射失败、计算机病毒事故等；

⑤政治灾害，如战争、劫机、暴乱等。

(2) 灾害的其他分类。目前国内外对灾害的分类尚不统一，除成因分类外还有许多其他分类方法。

1) 根据灾害发生的地理位置分类

①陆地灾害。陆地灾害包括地质灾害（发生在地壳中，主要有地震、火山、沉陷等）、地貌灾害（发生在地表，主要有水土流失、泥石流、沙漠化、滑坡等）、气象灾害（干旱、暴雨、台风、陆龙卷、热浪、寒流、冰雹等）、水文灾害（洪水、地下水位下降、水污染等）、土壤灾害（土壤盐碱化等）、生物灾害（物种减少、农林病虫害、森林火灾等）、环境污染（大气污染、温室效应、酸雨、化学烟雾等）。

②海洋灾害。海洋灾害主要包括风暴潮、海浪、海冰、海啸、赤潮、海底滑坡、海底火山、海温异常等。

2) 根据灾害波及范围分类

①全球性灾害。全球性灾害包括地震、火山、沙漠化等；

②区域性灾害。区域性灾害包括水土流失、火灾、土壤盐碱化等；

③局域性灾害。局域性灾害包括滑坡、地裂缝、地陷等。

3) 根据地貌类型分类

①山地灾害；

②平原灾害；

③滨海灾害。

4) 根据灾害持续时间的长短分类

- ①突发性灾害。突发性灾害包括地震、火山、台风等，发生具有突发性。
- ②缓变性灾害。缓变性灾害包括沙漠化、水土流失等，会长期持续地产生影响。
- ③偶然性灾害。偶然性灾害包括森林火灾、交通事故等。

5) 根据灾害出现时间的先后（主次）分类

- ①原生灾害。原生灾害是主发灾害，即最先出现的灾害。
- ②次生灾害。次生灾害是原生灾害诱发的灾害。可进一步分为前导灾害、主灾害、次生灾害。还可分为控制性灾害、从属性灾害。
- ③衍生灾害。衍生灾害是由原生灾害、次生灾害衍生的间接灾害。

6) 根据灾害过程及发生体的物理状态分类

- ①固体灾害。固体灾害包括地震、沙漠化、岩崩等；
- ②流体灾害。流体灾害包括火山、洪水等；
- ③气体灾害。气体灾害包括地气、废气等。

7) 根据灾害发生时间远近分类

- ①地史灾害。地史灾害发生在地质时代，对人类没有影响；
- ②历史灾害。历史灾害发生在人类产生较早的历史时期；
- ③现今灾害。现今灾害是近百年来发生的灾害；
- ④未来灾害。未来灾害是未来可能出现的灾害。

此外，还有其他分类，如根据灾害与环境的关系，可以分为生态灾害和非生态灾害两类。前者指环境（包括气候、地理、海洋等）变化引起生态变化进而诱发灾害，如物种灭绝等；后者指与生态环境的变化无直接关系的灾害，如交通事故、医疗事故等。

根据灾害的不同现象，可以分为明灾和暗灾两类。前者指从发生到终止所造成的后果都是显现的灾害，如明显可见的水灾、旱灾、风灾、火灾等；后者则是指造成损害后果之前是潜在的各种灾害，如地震、火山爆发，生态环境方面的“三废”污染等。

根据灾害的可防性，可以分为可避免性灾害和不可避免性灾害。前者通过人类自身的努力可以避免其出现，如污染灾害、卫生灾害等；后者则不以人类的意志为转移，只能防范或适度控制而不可避免，如地震、火山爆发、海啸等。

根据灾害的相关性，可以分为连带型灾害（如旱灾—蝗灾、毁林开荒—水土流失—水旱灾害等）、并发型灾害（如风—沙、雨—涝、台风—暴雨等）、渐变型