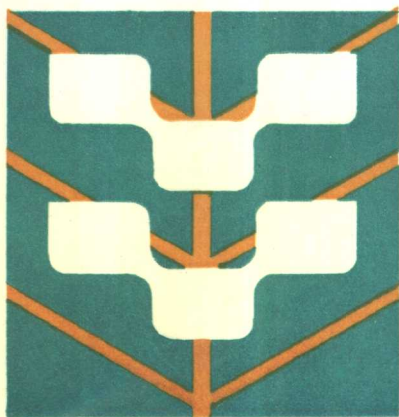


塌陷灾害与防治丛书

塌陷与生态

主 编 纪万斌

副主编 林景星 张建华
蒋高明 王维平



地震出版社

塌陷灾害与防治丛书

塌陷与生态

主 编 纪万斌

副主编 林景星 张建华

蒋高明 王维平

地 震 出 版 社

1996

内 容 提 要

本书运用恢复生态学、景观生态学、持续发展生态学等现代生态学新理论,系统论述了各种塌陷灾害(如岩溶塌陷、矿山塌陷、黄土塌陷、地面沉降、地裂缝等)对生态环境的破坏性影响,详细讨论了塌陷灾害区生态条件的变化和发展过程。在此基础上,对各种典型塌陷环境的防治和恢复提出了因地制宜、切实可行的生态预防措施和治理开发方案。

本书可供研究塌陷与生态学的专业人员、高等院校师生、国家环境保护和国土开发决策部门人员参考。

塌陷灾害与防治丛书

塌 陷 与 生 态

纪万斌 主编

责任编辑:宋炳忠

特约编辑:邢瑞玲

责任校对:张 平

地 质 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号

北京市红星黄佳印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/32 7.5印张 2插页 174千字

1996年1月第一版 1996年1月第一次印刷

印数 0001-1000

ISBN 7-5028-1317-9/P·805

(1713) 定价:15.00元

加強國際生態經濟科學
研究，促進國民經濟
發展！

劉國光



一九九二年七月

《塌陷灾害与防治丛书》
——塌陷与生态编委会

主 编	纪万斌		
副 主 编	林景星	张建华	蒋高明
	王维平		
编写人员	纪万斌	林景星	张建华
	蒋高明	鞠建华	王维平
	张中举	郭相俭	刘德成

序

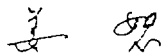
近年来,生态学的飞跃发展达到了令人惊叹的程度。尤其自全球变化、生物多样性、资源持续利用和环境保护等全人类关注的全球性根本问题提出以来,生态学作为一门多层次、多学科互相渗透的边缘、前缘学科得到了全方位空前发展。过去生物与其环境之间关系的生态学研究多以生物为主体,论其对环境反应和相互作用。自80年代,环境科学脱离其母体——生态学发展成为新的学科体系以来,以环境为主体的生态学研究异军突起,日益受到各界重视。

这种学科的分异,有助于从更深层次上加深对环境的认识,有可能使生命科学激发出更深更高层次的渗透与综合,使生态学的发展更上一层楼。如果对此缺乏分析、熟视无睹而又去论及有关地区的综合开发、城市生态系统、农林牧发展以及人文、社会经济的发展等等,岂不成了堆砂筑塔、海市蜃楼了吗?!对于人类来讲,无疑这是莫大的生态学问题。又如我国特有的一些大规模的自然地理环境,如:青藏高原、黄土高原、喀斯特山区和蒙新大戈壁沙漠等,都是性质独特、科学机理深奥、资源利用、环境保护问题复杂而深刻的典型,真可谓生态资源环境科研的宝库与殿堂。惜迄今为止,人们的探索远未达升堂入室的境地。凡此种种,有赖于生物学,尤其是地学界彼此跨出一大步,走向生态学这一边缘学科的海洋,开辟新的航道。从这个意义来讲,塌陷生态学的提出,是可喜可贺的创新之举。

在科学发展的长河中,新的学科分异与在此基础上的综

合,总是永不停止的。但分分合合决非简单的重复,每一次分、合都带来一定的进展。1936年生态系统理论的提出,为近代生态学发展奠定了理论基础,但它的大发展却历经了半个世纪之久。这意味着在它的背后是一个多么艰苦与坚持不懈的探索、创新与突破的过程,几代人的心血与努力。这与某些随心所欲、人云亦云、唯“新”是从的“追新”自然有本质的天壤之别。不在于表面之新异,而在于其内在之真实。我相信,此书的问世将在生态学界掀起一阵旋风。它预示与生态学有关的,生物、地学、环境保护、城市规划以及农林牧各界更加挚着地对本学科、本行业的“另一半”的深切关注与追求,以及在此基础上的更高、更深层次的综合、开创与发展。千里之行始于足下,书此为序,愿与生态学各领域的有志之士共勉。

中国科学院植物研究所



1995年5月23日于北京

前 言

塌陷是一种在我国和世界其他各国广泛发育的地质灾害。随着社会经济的发展,人类工程经济活动的加强,塌陷灾害越来越严重。它对自然—社会—经济复合生态系统造成重大损失和严重影响,产生许多严重的生态环境问题:地形地貌改变,土壤盐碱化、沼泽化,水土流失,海水入侵,地下水污染……,致使植被破坏,农作物死亡,食物链缺失或污染,生态平衡破坏,生态系统功能衰退甚至丧失,有的甚至改变整个生态系统的类型,如由开放、良好的陆地农田生态系统转为封闭、半封闭的湖泊沼泽生态系统,严重破坏了生物的生境条件。

上述生态环境问题,严重恶化了人类的生存环境,威胁着人类的生存。因此,如何处理由塌陷造成的生态环境问题,成为摆在人类面前的重大课题。从生态学角度出发,这可以从两方面入手。一是做好生态预防工作,通过规范和协调好人地关系,使人类工程经济活动遵顺自然生态运动规律,走持续发展的生态道路,使社会、经济和生态环境效益得到较好的统一,从而在根本上消除造成塌陷的人为因素。二是运用景观生态学、恢复生态学、持续发展生态学等现代生态学新理论和生态工程技术,对塌陷环境进行生态恢复治理,使破坏了的塌陷环境得到恢复或得到生态开发,使塌陷区重新建立一个生机勃勃的良性生态系统。上述预防和恢复工作都需要现代生态学新理论的指导。

现代科学技术的发展趋势是各学科互相联姻,互相交叉,各种交叉边缘学科不断产生。现代地球科学即是如此。地质学、生态学、环境学相互交叉,走综合研究的道路,从而出现了一个崭新的研究方向——生态环境地质。《塌陷与生态》的编写即是作者们在这一领域的一种探索和尝试。

目 录

前 言

第一章 塌陷灾害与生态平衡、资源开发	(1)
第一节 塌陷灾害	(1)
第二节 塌陷灾害与生态平衡	(8)
第三节 塌陷灾害与资源开发	(19)
第四节 塌陷灾害研究中生态学的作用 及塌陷环境的生态开发利用	(25)
第二章 塌陷灾害发生的生态背景	(36)
第一节 地质环境	(36)
第二节 气候环境	(46)
第三节 社会经济环境	(48)
第三章 塌陷生态灾害及其环境影响评价	(55)
第一节 岩溶塌陷生态灾害	(55)
第二节 矿山塌陷生态灾害	(76)
第三节 黄土塌陷生态灾害	(87)
第四节 地面沉降生态灾害	(101)
第五节 地裂缝生态灾害	(110)
第六节 塌陷的环境影响评价	(122)
第四章 生态学原理在塌陷环境整治中的作用	(134)
第一节 生态学基本原理	(135)
第二节 塌陷环境整治中生态因子的基本观点	(146)
第三节 塌陷环境整治中的生态学理论	(155)

第五章 塌陷环境中恢复生态学的理论与实践·····	(178)
第一节 塌陷废弃地恢复的一般原则和途径·····	(178)
第二节 煤矿塌陷废弃地恢复的途径·····	(188)
第三节 黄土塌陷的生态防治与恢复·····	(200)
第四节 沿海地面沉降的生态防治与恢复·····	(210)
第五节 城市塌陷的生态恢复·····	(217)
参考文献·····	(224)

第一章 塌陷灾害与生态 平衡、资源开发

第一节 塌陷灾害

地球在长期的演变发展过程中,存在着多种内外动力地质作用,塌陷就是其中的一种。所谓塌陷,是指地壳浅部岩土体在自然和人为因素作用下向下陷落或沉陷的一种动力地质作用和现象。其中的“自然因素”是指来自于构成地球系统的岩石圈、大气圈、水圈和生物圈四大圈层的各种动力作用,如火山喷发、地震、暴雨、洪水等,从而形成相应的火山塌陷、地震塌陷、暴雨塌陷、洪水塌陷等各种自然塌陷。“人为因素”主要是指来自于人类各种工程经济技术活动的人为动力,如矿山开采、地下水抽取等,从而形成相应的矿山塌陷、地面沉降等各种人为塌陷。当以上各种自然和人为塌陷危及生命财产、恶化生态环境时,便构成塌陷灾害。

塌陷灾害危及人民生命财产,毁坏建筑物,破坏矿山、农田,改变和恶化生态环境,对国民经济建设造成巨大损失和危害,对人类的生存环境构成巨大威胁。例如,湖南汀中煤田几个矿区,截至1985年,矿坑排水引起塌陷坑达9000多个,毁坏厂房、民房、水库、道路、桥梁等建筑物和大片农田,并造成人员伤亡事故,赔偿及处理费用累计达2000万元以上。又如,津浦铁路泰安车站,1977~1982年由于抽水引起车站24处塌陷,影响范围长约3km,曾使铁路架空,行车中断。治理前的几年间列车长期慢行,严重影响运输。为此,勘探耗资达500万元以上,整治费用达2000万元以上。再如,安徽铜陵市

小街一带(长江东路)自 1989 年 9 月 5 日以来,发生了大面积塌陷与地裂。据不完全统计,塌陷坑共 31 个,最大面积达 $40\text{m} \times 50\text{m}$;地裂缝多条,最长达 200m,宽达 14cm。由此而造成严重破坏的地段达 25.4 万 m^2 ,建筑面积达 5.2 万 m^2 ,其中有 1000 多户人家房屋不能住;供水、供气等各种管道均遭到不同程度裂开、错位;铁路下沉 7cm,长达 400m,使车速减低 20km/h;两条主干公路交通中断,当地的工厂、商店、学校的正常生产与经营活动受到严重影响甚至遭到破坏。而且,此灾害尚在发展之中。

我国由于地质、地理环境极其复杂,人类工程及经济技术活动范围广、强度大、频度高,因此,塌陷灾害广泛发生,造成巨大损失和危害(表 1.1)。据不完全统计,全国地面塌陷的直接经济损失(主要是指摧毁现有设施的损失)每年为 4.39 亿元;地面沉降的直接经济损失每年为 1 亿元;地裂缝的直接经济损失每年为 0.4 亿元。以上三项总计全国的塌陷灾害直接经济损失至少每年为 5.79 亿元(表 1.2)。另外,塌陷灾害对

表 1.2 塌陷灾害直接经济损失统计表(据段永侯等,1993)

灾害类型	年均经济损失/亿元	合计
地面塌陷	4.39	年均经济 损失共约 5.79 亿元
地面沉降	1	
地裂缝	0.4	

生态环境和社会等方面造成的“隐形”损失和潜在危害更是无法估量。因此,塌陷灾害给我国造成的直接和间接损失是惨重的。而且,近年来随着经济的发展和人类工程技术活动的加强,塌陷灾害越来越多,越来越严重,损失越来越大。塌陷灾害已成为包括我国在内的世界上许多国家共同面临和亟待解决的社会公害之一。因此,对塌陷灾害进行系统的研究,具有重

大的防灾减灾现实意义。

一、塌陷灾害的分类及运动规律

塌陷有狭义和广义之分。通常所说的塌陷是指狭义的地面塌陷,包括岩溶塌陷、采空塌陷和黄土塌陷等。为了更好地防治和减轻灾害,也为了塌陷学学科建设的需要,我们从更广义的角度来理解塌陷。凡是由自然或人为因素引起地面标高降低的一种地质作用和现象都称之为塌陷,包括地面沉降、地裂缝、特殊岩土变形引起的塌陷等。据此,将塌陷灾害划分为岩溶塌陷、采空塌陷、黄土塌陷、地面沉降、地裂缝、地震塌陷和特殊岩土类胀缩变形灾害等七种类型,每种类型又可根据不同的原则作进一步的划分。

每种事物的发生、发展都有其本身的规律。塌陷灾害有如下五大规律:塌陷灾害的系统运动规律;塌陷灾害的地域性分布规律;塌陷灾害的周期性发育规律;塌陷灾害的群发规律;塌陷灾害与人类社会生态经济系统的协同进化规律。

1. 塌陷灾害的系统运动规律

塌陷灾害的系统运动规律表现为两个方面:一方面塌陷灾害系统内部诸塌陷因子相互关联,互相成生;另一方面塌陷灾害系统与外界环境相互反馈、相互协调,使系统适应于外界环境。

塌陷系统内部诸塌陷因子并非互相独立、毫无联系,而是相互联系、相互诱导,致使塌陷系统呈现塌陷灾害群发特征。如岩溶塌陷、黄土塌陷、地震塌陷和火山塌陷等各种塌陷常常伴生有相应的地裂缝;黄土塌陷常常导致黄土崩塌、滑坡、滑塌的发生;采矿塌陷常导致地裂缝的产生,地裂缝继而又常常导致岩崩、滑坡的发生。

塌陷灾害系统的外界环境即生态背景条件,包括地质、气

候、社会经济等因素。当这些因素发生变化,导致生态背景改变,塌陷灾害系统即做出反馈,塌陷灾害发生。如地壳运动导致地震和火山爆发,作用于塌陷灾害系统,产生地震塌陷、火山塌陷、岩溶塌陷、特殊岩土变形等各种塌陷灾害。人类的各种经济工程活动,作用于塌陷灾害系统,产生采矿塌陷、工程塌陷等各种人为塌陷灾害。

塌陷灾害的系统运动规律,要求我们以系统分析的方法,从整体上综合研究塌陷灾害,才能更好地预防塌陷灾害。

2. 塌陷灾害的地域性分布规律

塌陷灾害的发育在空间上具有明显的区域性,这主要由塌陷生态背景所控制,将在第二章中进行详细的论述。

概括地说,塌陷生态灾害发育于生态极为脆弱的地区。就我国而言,塌陷生态灾害主要分布于我国东部地区,如岩溶塌陷灾害主要发育于南方岩溶发育地区;黄土塌陷灾害主要发育于黄河中游黄土高原地区;地面沉降、地震塌陷、采矿塌陷主要分布于东部沿海城市 and 大型工矿企业所在地。

另外,塌陷生态灾害明显地受控于人类活动,随着人类生产力空间布局的转移,其发育分布区域也将随之迁移。因此,塌陷生态灾害的地域分布具有动态性,这就要求我们用发展眼光来防治塌陷生态灾害。随着我国经济发展逐渐向西推进,塌陷生态灾害的分布区域也必将随之向西迁移,我们应预先做好防治工作。

3. 塌陷灾害的周期性发育规律

塌陷灾害发育在时间上具有周期性。其周期性受控于地壳运动的周期性、气候演化的周期性和社会经济周期的周期性。

地壳运动的周期性,使地震、火山活动等地质作用都具有

周期性,这样,也使得由地震、火山活动等地质作用造成的地震塌陷、火山塌陷、砂土液化、地震地裂缝、火山地裂缝等塌陷生态灾害具有周期性。

过去的全球变化研究表明,气候演化具有明显的周期性,使得洪水、暴雨、干旱等气象灾害也具有明显的周期性。而洪水、暴雨、干旱等气候事件往往是塌陷生态灾害重要的诱发因素,从而使得岩溶塌陷、特殊岩土类塌陷等塌陷生态灾害具有周期性。

人类社会的发展表明,社会经济的发展也具有周期性,呈现周期性的繁荣和萧条。当经济繁荣时,各种矿产资源的需求量就大,资源开采的强度也大,产生的采矿塌陷就多。当经济萧条时,各种矿产资源的需求量就小,资源开采的强度也小,许多矿山开采强度减弱甚至关闭停产,因此,采矿塌陷就少。塌陷生态灾害随社会经济系统的周期发展而呈现出周期性发育规律。

4. 塌陷灾害的群发规律

塌陷灾害的群发规律有两种基本表现形式。一是同种塌陷生态灾害成灾时以群体出现;二是不同塌陷灾害或塌陷灾害与他种灾害以灾害链形式出现。

在岩溶发育地区,岩溶塌陷常常成群出现,形成塌陷群、渗漏群等。塌陷群在平面上或以岛状、面状分布,或以带状分布。当岩溶塌陷沿构造断裂带发育时,塌陷群表现出明显的方向性。如湖南洪源厂附近的某矿井,疏干排水引起 314 处塌陷,其中的 250 多个集中在面积仅 0.2km^2 的断层交汇处,形成密集的塌陷群;江西丰城云庄煤矿出现塌陷坑 180 多处,塌陷坑沿断层破碎带密集发育;广东石莱铜矿的塌陷群也沿构造带发育;贵州水城岩溶塌陷群的分布,与该地发育的北东、

北西方向的主要断裂延伸方向一致。

以灾害链呈现的群发规律又分为因果链、同源链(伴生链)、混合链和互生链四种类型。

(1)因果链

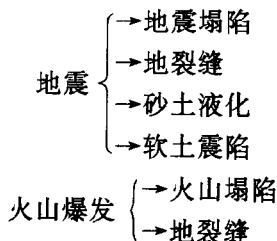
因某种塌陷灾害的发生而导致灾害的接连发生,由此而形成的序列,称之为因果链。如:

①黄土塌陷→崩塌、滑坡、滑塌→水土流失。

②地面沉降→海水入侵→土壤盐碱化、沼泽化。

(2)同源链

同属某种主控因素诱导而发生的多种灾害组成灾害链,称之为同源链。如:



(3)互生链

塌陷灾害与他种灾害相互引发即成互生链,如:塌陷⇌地震。

(4)混合链

灾害链中既有因果链,又有同源链,即成混合链。如:

