

煤矿环境地质 灾害与防治

尹国勋 邓寅生 李栋臣 张玉贵 编著

煤炭工业出版社

X752
Y-366

煤矿环境地质灾害与防治

尹国勋 邓寅生 李栋臣 张玉贵 编著

煤炭工业出版社

852048

内 容 提 要

本书以地质学和环境科学的理论为基础,以煤矿可持续发展和环境保护为目标,研究了采煤塌陷、矿井水害、煤层和矸石山自燃、矿井瓦斯灾害等环境地质灾害的发生机制、对环境的影响及其治理方法,研究了煤矿区固体废弃物的处置及矿井(区)水质处理的环境效益和资源化利用途径。

本书可作为矿山环保、地质、水文、采矿等专业的本科生教材,也可供煤矿生产技术人员、环保人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿环境地质灾害与防治/尹国勋编著. —北京:煤炭工业出版社, 1997

ISBN 7-5020-1481-0

I. 煤… II. 尹… III. 煤矿开采-影响-环境-防治
IV. X752

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第13221号

煤矿环境地质灾害与防治

尹国勋 邓寅生 李栋臣 张玉贵 编著

责任编辑:刘新建

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm¹/16 印张 10³/₄

字数 248 千字 印数 1—1,400

1997年8月第1版 1997年8月第1次印刷

书号 4250 定价 18.00 元

前 言

《中华人民共和国煤炭法》第十一条指出：开发利用煤炭资源，应当遵守有关环境保护的法律、法规，防止污染和其它公害，保护生态环境。第二十一条指出：煤矿建设应当坚持煤炭开发与环境治理同步进行。

煤炭储量、产量和人均占有量，是衡量一个国家、一个地区经济实力和潜力的重要指标。目前，世界上一些发达国家产煤年人均占有量均在 3t 以上，美国达 5t。我国是一个能源生产与消费大国，能源结构以煤炭为主，目前在一次能源中煤炭占 74%。1995 年，我国原煤产量已达 1298Mt，居世界第一位，但人均占有量只有 1t，居世界第 80 位。煤炭工业部“科技兴煤战略”提出在今后若干年内达到人均占有量 3t 煤的目标，即原煤年产量要达到 40 亿吨，这将大大促进我国煤炭事业的发展。

但是，随着煤炭工业的发展，已经和正在产生日益严重的煤矿环境地质灾害。多方面的研究表明，20 世纪末到 21 世纪初，将是一个包括煤矿环境地质灾害在内的灾害频发的严重时期。环境地质灾害，已经使煤矿蒙受巨大的经济损失，而且带来严重的社会问题和环境问题。若不加大力度研究和提出治理对策，必将进一步恶化煤矿生产环境，严重影响煤矿的可持续发展。

煤矿环境地质灾害，也同时是煤矿区的环境问题。煤矿区的环境问题是我国环境问题的重中之重，环境污染和生态破坏在各行业中最为突出。在原煤年产量占全国原煤年产量半数以上的地方煤矿，环境问题显得尤为严重。

基于以上原因，作者期望并争取本书具有以下特色：

(1) 明确提出“煤矿环境地质灾害”的概念。鉴于煤矿环境地质灾害（包括衍生灾害）的产生和发展与地质环境有密切的关系，且这些灾害本身又是煤矿区主要的环境问题，以地质学和环境科学的理论为基础，探讨其发生、发展和演化，将煤矿环境地质灾害的防治与煤矿区环境保护结合起来，可为煤矿环境地质灾害防治开辟新的研究思路和方法。

(2) 至 2000 年，我国原煤年产量将达 1400~1450Mt，其中 800~850Mt 是地方煤矿生产的。1982 年至今相当长的时期内，地方煤矿的年产量将维持在全国原煤年产量的半数以上。基于我国地方煤矿在未来煤炭工业发展中举足轻重的地位，以及技术人员和环保人员缺乏、抗灾能力薄弱、环境保护任务繁重等特点，本书除了以有关专业本科生为主要读者外，还以地方煤矿的技术人员为主要读者，力求在理论阐述上浅显易懂，在环境地质灾害防治方面强调其先进性、经济性和实用性。

(3) 注意环境地质灾害产物可利用性和可改造性的一面，如煤矸石和粉煤灰的加工利用、塌陷区复垦、矿井水资源化利用等，以废治废，化害为利，变废为宝，提供创造经济效益的途径。

(4) 煤矿环境地质灾害多种多样，对于有些灾害，前人已做过大量工作并发表了著作或编写了教材（如顶板事故防治等）。故本书有选择地论述那些以往研究较少，而我们做过一些工作，取得一些认识和经验，又与环境保护有密切关系的内容。

08

尹国勋、邓寅生为本书的主要编著。各章节的编写人员是：前言、第一章、第二章和第四章由尹国勋编写；第三章由李栋臣编写；第六章由邓寅生编写；第五章和第七章由张玉贵编写。

由于水平和经验所限，错误和不当之处敬请读者批评指正。

编著者

1997年3月

目 录

第一章 煤矿环境地质灾害	1
第一节 环境地质学	1
第二节 环境地质灾害的分类	2
第三节 煤矿环境地质灾害及其对环境的影响	4
第四节 煤矿环境地质灾害的特点	8
第二章 采煤塌陷灾害的环境影响与防治	9
第一节 我国采煤塌陷现状以及对矿区环境的影响	9
第二节 塌陷坑分区	11
第三节 煤矿地表塌陷的一般规律及预测方法	12
第四节 减轻地表塌陷灾害的措施	19
第五节 塌陷区土地复垦	21
第三章 煤矿水害防治	29
第一节 我国煤矿水害概况	29
第二节 矿井突水及预测	31
第三节 矿井探水与放水	38
第四节 矿井防水与堵水	50
第四章 煤矿井（区）水质处理与资源化利用	63
第一节 煤矿水资源与矿区水污染	63
第二节 含悬浮物矿井水处理与利用	64
第三节 高矿化度矿井水处理与利用	65
第四节 酸性矿井水的防治与利用	69
第五节 特殊污染型矿井水处理与利用	76
第五章 煤炭与煤矸石山自燃火灾及其防治	88
第一节 概述	88
第二节 煤炭自燃的影响因素	89
第三节 对煤的氧化过程的认识	97
第四节 矿井煤炭自燃火灾的预测预报	100
第五节 矿井煤炭自燃火灾的防治	103
第六节 煤矸石山自燃及其危害	106
第七节 煤矸石山自燃防治措施	108
第六章 煤矿固体废物及其资源化利用	110
第一节 煤矿固体废物及其对环境的影响	110
第二节 煤矿固体废物“资源化”研究与利用概况以及“资源化”应遵循 的原则	114

第三节	煤矸石的组成	115
第四节	煤矸石的热值	117
第五节	煤矸石的活性	118
第六节	煤矸石的分类	121
第七节	煤矸石作低热值燃料	125
第八节	利用煤矸石生产建筑材料	127
第九节	利用煤矸石制取聚合氯化铝与硅酸钠	138
第七章	瓦斯突出及其防治	144
第一节	煤与瓦斯突出及其危害	144
第二节	瓦斯的性质及其成因	145
第三节	煤对瓦斯的储集性能	149
第四节	煤与瓦斯突出预测	159
主要参考文献		162

第一章 煤矿环境地质灾害

第一节 环境地质学

一、环境地质学的概念

环境地质学是地质学与环境学交叉的一门新兴边缘学科,也是环境学的一个分支学科。

环境地质学以地质学和环境学的理论和方法为基础,以地质因素引起的环境问题为研究对象,探讨地质环境与人类生活环境和生产技术活动之间的相互影响;探讨地质因素引起的环境问题,如地震、火山、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、海啸等现代地质过程引起的人类环境灾害,并研究其预测和防治方法;探讨人类生产活动产生的地质作用对地质环境的影响,以及这种作用诱发的环境地质问题,如水污染、固体废弃物处置不当、大型水利工程引起的地震等;探讨地质环境中的某些化学元素与人体健康的关系;探讨矿产资源的保护利用及开采过程中引起的环境地质问题及城市化引起的环境地质问题等。

半个世纪以来,世界上许多国家的众多学者对人类与自然灾害的斗争以及如何预防地方病作过大量报导,但国际上把环境地质作为一门独立学科进行研究,也只有 20 多年的历史。新中国建立后,在党和政府的领导下,我国人民同各种自然灾害进行了艰苦卓绝的斗争。我国已建立了气象、洪水、海洋、地质、地震、农业、林业等自然灾害的单类减灾系统,在取得显著减灾效益的同时,也具备了依靠科学技术开展深层次减灾工作的基本条件。1972 年,我国参加了在斯德哥尔摩召开的世界首次人类环境会议。1973 年,在周恩来总理的亲自关怀下,我国召开了全国第一次环境保护会议,环境地质问题也提到了议事日程。

二、环境地质学的研究内容

环境地质学研究内容广泛,综合性强,包括了地球科学、自然科学、环境科学和应用科学的一部分。环境地质学研究地质—地理环境与人类之间的关系,可以概括为两个方面:

(一) 宏观研究。

主要研究由于地质环境变化而发生的地质灾害对人类的影响,如火山爆发、地震、海啸、泥石流、滑坡、崩塌、岩溶塌陷、沙漠化、洪水、地面沉降、岩爆、水土流失、地裂缝、地热害等对人类生活环境的影响,研究对这些地质灾害的预测、预报和防治。

地质灾害影响范围相当广泛,往往给人类生活环境造成巨大危害,它们可能中断交通、掩埋村寨、摧毁厂房、堵塞河流、毁坏森林和农田等,使人类生命财产和生产、生活活动蒙受重大损失。同时,它们又可破坏生态环境,污染水体和大气,恶化环境质量,是环境问题的主要内容之一。

现代有众多的环境地质灾害是由人类的生产活动引发的。人类在诸如开发利用矿产资源、发展工业和科学技术等活动中,不可避免地发生人为的地质作用,这也是一种外动力地质作用,但不是由自然力产生的。随着人类活动和科学技术的发展,对大自然的改造能力越来越强烈,有时候人类的某些生产建设活动对地质环境产生的作用,在强度和规模上超过自然作用,加快某些地质作用的进程。诸如移山填海、地下核试验、矿产开发等生产

活动,改变着地质环境的局部结构,引起地质环境的某些变化,破坏了地质环境的平衡。为了达到新的平衡,地质环境对人类的回报形式,时常是地质灾害。据统计,约有 50% 的地质灾害是人类生产活动引起的。

人类有计划地进行生产建设活动,对人类本身固然产生积极有益的结果。但是,人类在利用自然资源和改造自然环境的过程中,如果考虑不周,缺乏长远的和全局的利益权衡,往往也能破坏良好的地质环境,带来不良的甚至是灾难性的后果。不尊重大自然的规律,必然受到大自然的惩罚。据国家环保局《1995 年环境状况公报》,1995 年是我国地质灾害严重的一年,全国突发性的地质灾害,造成 22194 人受伤,1175 人死亡,直接经济损失 125 亿元。

(二) 微观研究

研究地质—地理环境中的化学元素对人体发育与健康的影响,即是研究地质环境与地方病的关系。

环境中的化学元素来自岩石的风化作用。人类自出现以来,一直生活在地壳表层,同地壳物质保持着动态平衡关系。这种动态平衡关系是通过不断地调整人体的适应性,使之与不断变化着的地壳物质相平衡来实现的。人类在地质—地理环境中得以生存发展,完全依赖于环境中无机的和有机的化学物质,故人体中的化学元素成分和含量比例与自然界岩石中的元素和平均含量比例惊人地相似。在漫长的地质时期中,岩石风化作用长期而缓慢地进行着,化学元素从岩石中释放出来,发生迁移和流失,引起某些元素在某地缺少而在另外的地区积累,导致水体、土壤和作物中人体所需的元素“不足”或“过剩”,通过食物链引起人体生理机能的不适应,因而影响人体的发育和健康。

环境地质学的任务是在进行上述宏观研究和微观研究的基础上,对地质灾害和地方病进行预测和采取防治措施,保护人类生命财产和工程设施免遭地质灾害的破坏,保护人们身体健康,保障人类生产、生活活动的可持续发展。

第二节 环境地质灾害的分类

我国地域辽阔,人口集中,自然环境系统复杂,灾害频繁。由于我国在地球系统中的特殊条件,加之人类活动的影响,地质灾害无论在强度上还是在规模上都名列世界前茅,地质灾害造成的伤亡人数每年都达数万人,居世界首位。为完善环境地质学,加深对地质灾害的研究,进行地质灾害的分类是必要的。

环境地质灾害是一个复杂的、多层次的、多因素的动态系统。由于地质环境或地质体发生变化所产生的地质灾害,也可衍生出一系列的其它灾害。从广义上讲,也属环境地质灾害的范畴。广义的环境地质灾害包括由于各种原因引起的地质环境和地质体的变异所导致的灾害,也包括由这些灾害所诱发的次生灾害。这使得对地质灾害的分类变得十分困难。可以从灾害所持续的时间和动力作用方式两个方面来划分环境地质灾害。

一、根据灾害持续时间分类

根据灾害持续时间可划分为 3 类:

1. 突发性地质灾害

这类灾害具有突发、高能、危害性大和持续时间短的特点,如:地震(数秒~数分钟)、火山爆发(数天~数十天,个别常年喷发)、海啸(数小时~数天)、泥石流(数分钟

～数小时)、浊流(数小时)、冰川洪水(数小时～数天)、洪水(数小时～数天)、崩塌(数秒～数分钟)、岩爆(数秒)、井下突水、突泥(数分钟～数天)、瓦斯和煤尘爆炸(数秒钟)、煤与瓦斯突出(数秒钟)等。

2. 渐发性地质灾害

这类灾害包括沙漠化(年平均增长率 $<1\sim<3\%$)、地面沉降(数毫米～数厘米/年)、土地盐渍化(数年～数百年)、水土流失(数年～数千年)、地方病(数年～数百年)、煤层及煤矸石自燃(数年～数十年)等,具有发生相对缓慢、危害不甚剧烈但持续时间较长的特点。

3. 可突发也可渐发的地质灾害

由于地质环境的复杂性和多样性,以及外力地质作用的强弱变化,下列地质灾害可以是突发的,也可以是渐发的:滑坡(数秒～数百年)、地裂缝(数分钟～数十年)、岩溶塌陷(数分钟～数十年)、岸边坍塌(数秒～数十年)。

二、根据动力作用方式划分

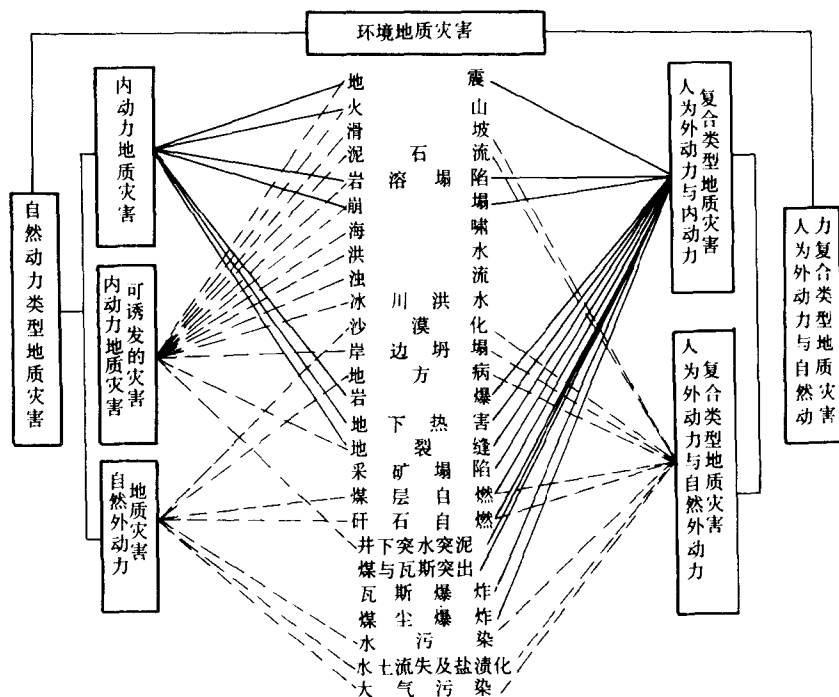


图 1-1 环境地质灾害分类

地质作用的能源分为内能和外能。作用在整个地壳,能源来自地球本身的地质作用称内动力地质作用;作用在地壳表层,能源主要来自地球以外的地质作用称外动力地质作用。它包括两种类型:自然外动力地质作用和由人类的生产活动所产生的人为外动力地质作用。

地质灾害有些是由内动力地质作用产生的，受地应力、岩浆活动和地质构造等因素的影响和控制，如火山爆发和地震；有些主要是由于外动力地质作用产生的，受地形、岩性、气候等因素的影响和控制，如泥石流、滑坡和沙漠化；有些则二者兼有之，受内、外地质作用的共同影响和控制。一种动力作用可以形成多种地质灾害，而不同的动力作用或复合动力作用又可形成同一种地质灾害。

根据动力作用方式，可将地质灾害划分为两大类 5 亚类，即自然动力类型地质灾害和人为外动力与自然动力复合类型地质灾害两大类，前者包括内动力地质灾害、内动力地质灾害可诱发的灾害以及自然外动力地质灾害 3 个亚类，后者包括人为外动力与内动力复合地质灾害和人为外动力与自然外动力复合地质灾害两个亚类（图 1-1）。

第三节 煤矿环境地质灾害及其对环境的影响

一、研究内容和任务

在煤炭开采过程中，由于自然的或人为的因素破坏了地质环境的平衡，引起地质环境的反馈所产生的灾害以及由这些原灾害衍生的次生灾害统称为煤矿环境地质灾害。

煤矿常见的环境地质灾害类型以及它们产生的环境影响、经济影响和社会影响见表 1-1。

表 1-1 煤矿环境地质灾害及其影响

灾 害 种 类	环境影响、经济影响及社会影响
采煤塌陷、地裂缝、岩溶塌陷、滑坡、泥石流、水土流失、土地盐渍化	破坏地表建筑物，毁坏农田，影响地表水及地下水系，恶化矿区生态环境，农作物减产；矿方支付巨额塌陷赔偿费、青苗赔偿费、村庄搬迁费等；影响矿群关系
顶板冒落、煤层自燃、煤与瓦斯突出、瓦斯爆炸、矿井突水、煤尘爆炸	破坏井巷及井下设施，减少煤炭储量，污染井下空气，造成矿工伤亡恶性事故，影响煤矿生产；恢复生产费用、伤亡赔偿费等；导致不良社会影响和环境影响
煤矸山自燃、有害矿井水排放、固体废弃物堆放	导致矿区大气污染、矿区地表水和地下水污染以及土壤污染，占用土地，减少农作物产量；矿方支付征地费、排污费和青苗赔偿费；导致矿区煤尘肺、肺癌、支气管疾病等地方病，影响职工和居民身体健康

由于我国煤矿区地质条件的复杂性及煤矿安全技术条件等因素的影响，煤矿环境地质灾害远未得到根治，在有些矿区还日见恶化。这些煤矿环境地质灾害（包括某些衍生灾害），与地质环境的变异有密切的关系，而且这些灾害本身也同时是煤矿区的环境问题，要更好地认识、研究和防治这些灾害，保护煤矿区环境，地质学和环境科学可以发挥其专业优势。

煤矿环境地质灾害研究的主要内容是：

1) 从地质学和地质环境的角度研究以上煤矿环境地质灾害的发生、发展及演化的机制和变化趋势，进而开展有效的预防和治理；

2) 从环境科学的角度, 研究环境地质灾害对煤矿区水环境、大气环境、土壤环境和生态环境等的破坏机理和相互影响, 提出有针对性的预防和治理措施;

3) 研究煤矿环境地质灾害产物可改造和可利用的一面, 探讨以废治废、化害为利、变废为宝的途径。

研究煤矿环境地质灾害的根本任务, 是以地质学和环境科学为理论依据, 以保障煤矿可持续发展和煤矿环境保护为目标, 研究灾害的发生、发展机制和环境影响, 提出预防和治理措施以及改造利用途径, 争取获得良好的经济、环境和社会效益。

二、我国煤矿环境地质灾害概况及其对环境的影响

煤矿环境地质灾害灾种多、危害大, 不仅危害矿工安全和健康, 而且对煤矿生产构成严重威胁, 发生了多起恶性事故。由于我国煤矿区地质条件的复杂性, 也由于目前我国煤矿安全生产水平和工业发达国家的差距, 煤矿环境地质灾害还很严重, 特别是在众多的地方煤矿尤为突出。例如对山西省 40 多个统配煤矿与地方矿的调查, 就有 39 个发生过程度不同的地质灾害。据某省煤炭厅对 1990~1994 年 5 年间死亡 3 人以上事故统计, 死于环境地质灾害的人数占全省地方煤矿各类事故死亡总人数的 77.3%。煤矿环境地质灾害多达十余种, 限于篇幅和资料, 这里仅叙述其中与环境问题密切相关的类型。

1. 采煤塌陷灾害

据不完全统计, 目前我国采煤塌陷面积已达 100~110 万亩。在华北、华东平原地区, 每年塌陷土地 10 万亩, 其中耕地 6 万亩, 每年约有四万多农民因塌陷而失去耕地。预计到 2000 年, 每年将要塌陷 18 万亩良田。开滦煤矿塌陷面积达 10670 亩, 预计到 2000 年还将塌陷 5333 亩 (其中搬迁村庄 2500 余亩); 淮北煤矿区已塌陷 5.7 万亩, 预计还将塌陷 12 万亩; 徐州矿务局万 t 煤塌陷率高达 4.5 亩, 目前已塌陷 8 万亩; 山西省仅统配煤矿的采煤塌陷就达 37 万亩; 焦作矿区形成较大塌陷坑 17 个, 塌陷面积 51.7km², 毁坏农田 40012 亩; 平顶山矿区形成较大塌陷坑 20 余个, 塌陷面积 8000 亩以上; 湖南恩口煤矿塌陷 5800 余处, 严重塌陷面积达 20km²。

据有关单位对华东、华北 40 个矿区的统计, 平均每采万吨煤塌陷耕地 0.5~0.8 亩。依此计算, 我国目前年原煤产量 1200Mt 左右, 每年塌陷耕地约有 6~9.6 万亩。2000 年, 全国原煤年产量将达 1400~1450Mt, 估计 2000 年之后将每年塌陷耕地 7~11.6 万亩。

采煤塌陷使我国东部平原矿区土地大面积积水, 土地盐渍化现象严重, 使区内耕地减少。同时, 也使我国西部矿区水土流失、河流干涸、土地沙漠化, 还会引起山地、丘陵地区发生泥石流、滑坡等灾害, 严重破坏了矿区的土地资源和生态环境。

土地是人类赖以生存之本。据国家环保局《1995 年中国环境状况公报》, 我国 1995 年耕地数目 9452 万公顷 (141780 万亩), 人均耕地不足 1.2 亩。采煤塌陷以及煤矸山、粉煤灰占地等造成的耕地损失是造成我国人均耕地减少的主要原因之一。采煤塌陷对矿区水环境、土壤环境和生态环境的破坏也十分严重。塌陷赔偿、搬迁村庄赔偿等, 给煤矿造成沉重的经济负担。

2. 煤矿井水害

矿井突水是煤矿常见的地质灾害。我国北方石炭—二叠纪煤田中, 不仅煤系内部有含水层, 而且下伏巨厚的奥陶纪灰岩中也富含岩溶水。随着开采工程的延伸, 地下水深降强排, 产生巨大的水头差, 使煤层受到来自下伏灰岩地下水 20~60kg 的高水压威胁, 在一些

构造破碎带和隔水层薄的地段发生突水，严重威胁矿井生产和矿工生命安全。

据不完全统计，30多年来，我国主要煤矿区因突水淹井58次，部分淹井64次，经济损失达27亿元。1984年开滦范各庄煤矿的一次淹井事故损失就达5亿元。在河南焦作矿区，突水事故共发生270余次，最大突水量达 $243\text{m}^3/\text{min}$ ，突水淹井事故19起，每次直接损失数千万元，矿区排水量高达 $8.86\text{m}^3/\text{s}$ ，平均每采1t煤就需排6t水。

据不完全统计，全国岩溶类煤田中，突水量大于 $10\text{m}^3/\text{min}$ 的突水共发生200余次， $50\text{m}^3/\text{min}$ 的突水约20次以上，而河南省同类矿床中， $10\text{m}^3/\text{min}$ 的突水约有60余次， $>50\text{m}^3/\text{min}$ 的突水约11次，分别占全国同类突水的30%和50%。目前，我国北方主要的矿务局有130对矿井受水害威胁。随着向深部开采，水压不断增加，突水日趋严重。有些新井因水的威胁长期不能投产。在北方岩溶地区，煤矿约有15Nt的储量受水威胁而不能开采，如河南省新密矿区受水害威胁的煤炭储量就达1.29Nt，占煤田地质储量的54.9%；鹤壁矿区仅太原组下组受水害威胁的储量就占矿区总储量的25%。

近年来，无证小矿越层越界乱采滥挖，使地表水体或废弃矿井积水溃入大矿，造成国营矿的淹井事故，如淮南、水城、鹤壁等煤矿。

矿井长期排水，使附近的地表水和浅层地下水被疏干，恶化了生态环境，缺水地区不断增加和扩大。开滦范各庄矿突水后，水位下降20~30m，使厂矿、工业和生活供水原有系统失灵，发生吊泵现象，形成无法供水局面。山西省因采煤而造成18个县缺水，26万人吃水困难，30多万亩水地变为旱田。

3. 煤层与煤矸石山自燃

据全国26个矿务局1981~1984年的统计，在352次火灾事故中，煤炭自然发火事故有346次，占98.3%。河南省鹤壁、浍池、新安、宜洛、新密、平顶山、偃龙、韩梁等煤田，都不同程度地存在煤层自燃现象。

煤矸石山是煤炭开发中的必然产物，据不完全统计，全国国有重点煤矿现有煤矸石山1036座，历年堆放量达1.575Nt，约占地4636亩，今后每年的排矸量仍约达0.2Nt，每年还将占用耕地300~400亩。截止1988年，自燃的煤矸石山已达209座。煤矸石山自燃，排放大量的烟尘、 SO_2 、 CO 、 H_2S 等有害气体，严重污染矿区大气环境，损害人体健康，抑制作物生长等，恶化自然环境。据不完全统计，1983~1993年，全国发生大型煤矸石山爆炸事故4起，伤亡37人，小型爆炸事故数十起。

4. 煤矿瓦斯灾害

瓦斯爆炸、瓦斯燃烧以及煤与瓦斯突出，是煤矿恶性灾害之一。

我国是世界上煤与瓦斯突出最为严重的国家之一。这些灾害摧毁井巷设备、破坏矿井通风系统，使井巷充满瓦斯和煤（岩）抛出物，造成矿工窒息、煤流埋人，引起瓦斯爆炸与火灾事故，导致煤矿重大损失。

我国自1950年吉林省辽源矿务局富国矿西二坑在垂深280m煤巷掘进发生第一次有记载的突出以来，到1981年末，至少已有205处矿井共发生9845次突出，超过千吨煤的突出69次。1975年8月8日，天府矿务局三汇坝一矿主平硐震动性放炮揭露6号煤层发生煤与瓦斯突出，突出煤岩12780t（煤60%，矸石40%），突出瓦斯 1.4Mm^3 。

我国煤与瓦斯突出的强度和频率都是世界罕见的，瓦斯爆炸引起的井毁人亡恶性灾害损失更为巨大。随着生产产量的提高，矿井增加，煤和瓦斯突出的潜在威胁将随之增大。

煤矿瓦斯爆炸常酿成井毁人亡的恶性事故,如1990~1994年间,仅河南省地方煤矿死亡3人以上的瓦斯事故就达数十起,死亡总人数占各类死亡事故死亡总人数的25.8%。1996年,平顶山十矿的瓦斯爆炸,导致84名矿工死亡。

5. 煤矿区大气污染

煤矿区大气污染源有煤矸石山、矿区瓦斯排放、土法炼焦、燃煤工业锅炉、粉煤灰堆放和坑口电厂等。我国大、中煤型矿有200余座煤矸石山自燃,新疆煤炭自燃污染大气严重,已引起国际社会的关注。煤矸石山自燃释放 SO_2 、 H_2S 、 CO 、 CO_2 、 NO_x 等有害气体和烟尘,个别矿务局的 SO_2 日均浓度高达 $10.69\text{mg}/\text{m}^3$,是我国工业企业设计卫生标准(TJ36-96)的71倍。煤矸石山燃烧可持续多年,甚至几十年。有的矸石山表面每小时可释放出 $0.5\sim 2.2\text{m}^3$ 的 CO_2 ,剧烈燃烧时进入大气中的 CO_2 的总体积每天可达数万立方米,同时引起大气中颗粒物含量的增加。

据统计,截止1995年底,全国已累计堆放粉煤灰0.5Nt强,占地近20万亩,每年还有400万t被倒入江河湖海中。预测表明,到2000年,我国每年粉煤灰产量在0.16Nt左右,如按目前26%的利用率估算,届时每年将有0.12Nt粉煤灰被弃置,若不加以利用,每年将增加占地2600公顷。粉煤灰随风飘扬,使矿区大气中固体悬浮物严重超标,影响人体健康,使植物气孔堵塞,影响农作物生长。

全国平均吨煤排放瓦斯量 $1.0\sim 1.1\text{m}^3$,估计每年排放到大气中的瓦斯达9~10亿 m^3 ,不仅污染矿区大气,而且还污染土壤,释放瓦斯的煤区,土壤呈灰色,无一定结构,使农作物部分或全部死亡。

6. 煤矿区的水污染

我国煤矿区70%缺水,40%严重缺水,水资源十分匮乏。有些矿区饮用水定时定量供给,连上井后洗澡水也无法保证。但是,仅全国重点煤矿每年从矿井排出的水就有4Nt之多,这些水除少量被处置利用外,约80%白白浪费掉,不仅浪费水资源、交纳数量可观的排污费,而且未经处理的有害矿井水外排,污染地表水、地下水和土壤,有害元素通过饮水和食物链进入人体,导致地方病。

1993年,山西煤炭行业污水排放量达86.82Mt。阳泉是一个缺水严重的地区,由于洗煤水直接外排等原因,唯一的主干河——桃河及各支流近几年均受到严重污染。污水还沿裂隙和地质漏斗进入奥陶系灰岩裸露地区,污染地下水,使桃河周围几十眼浅层水井全部污染,严重影响人体健康。近几年矿区职工中患胃癌病187人,死亡146人;患食道癌339人,死亡246人;患肠癌病39人,死亡22人;患肝癌病81人,死亡58人。食道癌的发病率居全国第二位。

煤矸堆的淋溶污染也很严重,含有高浓度硫酸和硫酸盐以及Cu、Pb、Zn、As、Hg、Cr、Ni等有害元素的淋溶水形成地面径流或下渗,污染水体,使水体酸化,进入土壤,导致土壤的重金属污染。

采煤过程中产生的废水,其典型特征是重金属含量和碳颗粒含量高,未经净化的和不完全净化的矿井水外排,造成河流和湖泊的水污染,这在我国北方煤矿区比较突出。酸性矿井水不仅腐蚀井下设备,排出地面后也严重污染地表水体和土壤,使河湖水体鱼虾绝代,使流经地区土壤板结,农作物枯黄。这在我国南方煤矿区比较突出。

第四节 煤矿环境地质灾害的特点

煤矿环境地质灾害具有以下主要特点：

1. 群发性

采煤工程破坏地质环境的平衡，引起地质环境的反馈，其反馈行为所导致的灾害往往不是孤立的，常在同一煤矿区的某一时段集中形成灾害群。如顶板灾害、塌陷灾害、井下突水灾害、煤层自燃灾害等可在同一煤矿的某一时段同时或相继发生。

2. 衍生性

原生环境地质灾害还常常衍生一连串的次生灾害，形成一系列有成因联系的灾害链。例如煤矿生产对环境的影响可分为直接的（通常是长期的）和间接的（通常是短期的），但两种类型的环境影响结果可以认为是一种链锁反应。如顶板灾害—地面塌陷—地裂缝—毁坏耕地，破坏地表建筑物和改变地表径流条件；煤矸石山自燃—矿区大气污染—矿区居民呼吸道疾病、肺癌；有害矿井水排放—水体污染—土壤污染—有害元素（例如氟）进入农作物—人体—地方病（例如氟骨病）。

3. 区域性

就各种灾害的内部联系而言，它们受一定区域性条件控制，如受区域性构造条件、区域性煤系岩性组合特征、区域性煤变质条件、区域性地理条件和区域性气候条件的控制和影响。因此，在灾害时空演化和分布上表现出区域性的特点。例如，煤矿区岩溶塌陷和矿井突水灾害，主要发生在石灰岩广布和岩溶发育的区域；煤矿酸性矿井水污染，主要分布于煤层含硫较高的华南地区。

4. 发灾持续时间的多样性

煤与瓦斯突出、瓦斯爆炸、煤尘爆炸、矿井突水、顶板冒落等灾害，往往具有突发性，发灾时间短、强度高、破坏性大。

采煤塌陷、煤层与煤矸石山自燃、煤矿区地方病、矿区土地盐渍化等灾害则往往具有渐发性，发灾持续时间长。如采煤塌陷，开采深度为200~400m时，地表移动时间可持续2~3年，而塌陷区最终稳定时间可距停采时间数十年。

5. 不可避免性和可防御性

煤矿环境地质灾害是按一定规律、达到一定程度后发生的。在目前技术经济条件下，乃至今后一定时期内，要完全避免是不可能的。但这些灾害又是可以防御的，随着研究的深入、经验的积累，依靠科技进步进行预测预报和积极治理，对灾害进行控制，减少灾害，减轻灾害损失是可能的。

6. 影响的多方面性

煤矿环境地质灾害影响到方方面面，如从矿工伤亡到对矿区群众心理影响；从直接经济损失到对间接经济损失的影响；从灾害本身到对矿区环境质量的影响；从地质灾害到对矿群关系的影响；从煤矿经济损失到对本地区经济发展的影响等。由于其影响的多方面性，故对煤矿环境地质灾害的防治，影响到本地区的社会效益、经济效益和环境效益。

第二章 采煤塌陷灾害的环境影响与防治

第一节 我国采煤塌陷现状以及对矿区环境的影响

煤层未开采时,在地壳内受到各个方向力的约束,在地质环境中处于自然应力平衡状态。煤层开采后,由于破坏了开采区域周围岩体原始应力平衡,在各种动、静载荷作用和矿井水及抽排水作用等影响下,应力重新分布,达到新的平衡。在这一过程中,岩层和地表产生连续的移动、变形和非连续的破坏(开裂、冒落等),称为采煤塌陷。在地表主要表现为塌陷坑和地裂缝。

其环境影响主要表现在以下几方面:

一、破坏耕地

河南焦作矿区形成 17 个大塌陷坑(图 2-1),塌陷面积已达 4 万余亩,平均每采万吨煤塌陷土地 4.1 亩,预计未来 10 年(1994~2003 年)还将塌陷土地 17220 亩。

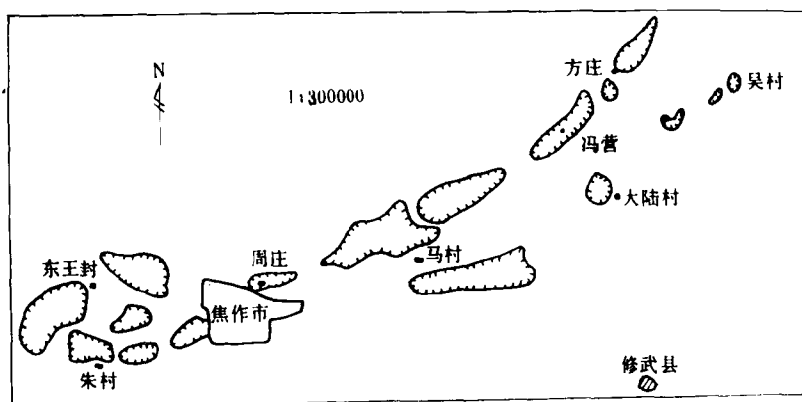


图 2-1 焦作矿区采空塌陷分布图

河南平顶山矿区自投产以来,形成较大的塌陷坑 20 余个,被破坏的耕地面积达 8000 亩以上,仅市郊区境内形成的狭长塌陷带,东西长 31km,南北宽 3.7km,面积约 7470 亩。其中需改造复垦的常年积水、季节积水、无积水塌陷地达 3730 亩(含耕地 2800 亩),企业每年耗巨资用于征地和赔偿。

徐州矿区位于江苏省铜山县境内,该县采煤塌陷土地 1.3 万余公顷,21 万人、人均耕地在 0.03 亩以下,10 万人无地可耕。

江苏大屯矿区徐庄煤矿,目前采煤塌陷面积约 320 亩,最大积水深度为 4.1~4.5m,预计 1996 年底累计塌陷土地 907 亩,塌陷区最大下沉量可达 7m。

在塌陷区边缘地带,虽然下沉深度不大,但受岩层破碎应力影响,常产生大量地裂缝。如在河南某矿地裂缝呈 SW-NE 向成群出现,穿越耕地、道路、砖窑和房屋,延伸 450 余

米,最宽处 0.45m,上宽下窄,呈锯齿状,可见深度达 1.9m。村民反映,农民种田、拉车和小孩玩耍时,经常有人陷进地裂缝。在河南省某矿的一处花生地中,出现平行延伸约 120m 的 6 条地裂缝,上宽 0.6m,被浮土填埋后的可见深度 1.2m。

山西省全省统配煤矿和地方煤矿累积土地塌陷面积约 450km²,目前土地塌陷裂缝面积每年以 30km² 的速度增加,至本世纪末,全省土地塌陷裂缝面积将达 730km²,约占全省耕地的 2%。采煤塌陷使农田耕作平面出现断裂和陷落,地表起伏不平,坑穴众多,无法进行农田作业,不少农田被迫弃耕,造成绝产。采煤塌陷造成弃耕绝产面积占全省塌陷总面积的 1%~5%。

据有关单位对华东、华北 40 个矿区的统计,平均塌陷耕地率为 0.5~0.8 亩/万 t,塌陷土地率为 3 亩/万吨煤。每年因采煤而塌陷耕地数目惊人,有些矿务局平均每采一万吨煤炭要破坏耕地 3000~4000m²,每年破坏耕地 3~4km²。据不完全统计,我国 21 个煤矿区塌陷土地面积已超过 600km²。

我国是一个农业大国,土地资源紧张,但耕地面积锐减。如河南省 1954 年有耕地 906.4 万公顷,而 1990 年比 1954 年减少了 212.9 万公顷,平均每年减少耕地 5.5 万公顷,目前人均耕地低于全国平均水平,居第 22 位。从 1991~2000 年,估计我国每年将新增塌陷土地面积 2.2 万亩,10 年累计将达 22 万亩;2000 年以后,采煤塌陷地面还将以每年 4%~5% 的速度递增。据国家环保局《1995 年中国环境状况公报》,1995 年,我国耕地净减少 38.8 万顷,计 582 万亩,采煤塌陷毁坏耕地是导致我国耕地锐减的因素之一。我国以占世界 7% 的耕地养育着占世界 22% 的人口,保护耕地是关系国计民生的重要任务。

二、对矿区水环境的影响

1. 对于中、西部丘陵矿区水环境的影响

在我国中、西部干旱的丘陵地区,如山西、陕西、河南等省的一些矿区,采煤塌陷主要表现为非连续变形(塌陷坑、地裂缝、台阶和滑坡等),改变矿区水文地质条件。采煤引起的地表移动,可使煤层围岩中含水层的水、溶洞水以及开采影响范围内的地表水溃入井下,不仅会导致灾害性透水事故,而且形成的地下水漏斗使得浅层地下水位下降或丧失,地表水系受到破坏,河溪断流,水井枯竭,土地干裂,庄稼枯萎,农作物减产,也使耕作土更容易受风、水等侵蚀,引起土地沙漠化以及山地滑坡和泥石流。

采煤塌陷使干旱地区的水资源更趋紧张,水质变坏,居民生活用水、煤矿工业用水和农田灌溉用水更为匮乏。山西省因采煤造成地表水源及中层水源的漏失,导致全省 530 多个自然村和 33 万多居民饮水与生活用水严重短缺。

2. 对我国东部等平原矿区水环境的影响

采煤塌陷在我国平原矿区,如山东兖州矿区、华东的淮北、徐州等矿区和中、西部地下水位相对较高的低洼矿区,表现为下沉盆地积水,常形成积水塌陷坑或季节性积水塌陷坑,淹没耕地,造成绝产。

三、对矿区土壤环境的影响

采煤塌陷对水环境的影响也直接影响土壤环境。干旱矿区的地下水位下降,使土壤微气象变得干燥,土地干裂。塌陷坑和地裂缝扰乱了原来相对稳定的土壤结构,水肥沿倾斜的地面和开裂的裂缝渗漏流失,形成严重的跑水、跑肥、跑土的“三跑田”,土壤肥力不断下降。据调查,被破坏的旱地,产量比正常水平低 20%~30%。