

环境地质灾害及其防御研究

盛海洋¹, 翟秋敏², 郭志永²

(1 黄河水利职业技术学院, 河南 开封 475001; 2 河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001)

摘要: 论述了我国主要环境地质灾害及关联性, 提出了地质灾害的防御措施, 以期达到环境保护成为社会发展过程中的一个重要组成部分。

关键词: 地质灾害; 关联性; 人类活动; 防御措施; 环境保护

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)04-0067-04

Environgeoological Hazards and Study of Protection and Control of the Disasters

SHENG Hai-yang¹, ZHAI Qiu-min², GUO Zhi-yong²

(1 Yellow River Conservancy Technical Institue, Kaifeng 475001, Henan Province, China;

2 College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan Province, China)

Abstract: The authors discuss the main envirogeological hazards and their relevance, put forward the measures of protection and control of geological disasters, in the hope that the protection of geological environment can become an important part of the process of the social development.

Key words: geological hazards; relevance; human activities; prevention and control; protection of environment

前言

陆地环境在地质作用的长期影响下不断变化着。陆地环境的变化有时表现得异常强烈, 当这些自然现象破坏了人类生存的环境, 危及人类生命财产的时候, 便形成了地质灾害。按地质灾害的破坏形式、动力作用、物质组成和破坏速度划分, 我国的环境地质灾害可分为12类48种。不同地区地质灾害的类型、组合特征和发育危害程度各不相同, 具有明显的地域特征和区域变化规律。自东向西, 大体以大兴安岭——太行山——武陵山——雪峰山和贺兰山——六盘山——龙门山——哀牢山为界, 分为三个大区: 东区为平原及海岸带和大陆架, 地形起伏小, 气候潮湿, 且降雨量丰富, 主要地质灾害为地震、崩塌、滑坡、地面变形、河湖灾害、海岸灾害、泥石流、盐碱(渍)化、冷浸田等; 中部为高原向平原的过渡地带, 地形陡峻, 切割剧烈, 主要发育地震、崩塌、滑坡、水土流失、地面变形、黄土湿陷、泥石流、土地沙化、矿井下沉等地质灾害; 西区为高原山地, 海拔高, 切割深度大, 地质灾害以冻融、地震、沙漠化、泥石流等为主。

地质灾害的发育分布及其危害程度与地质环境背景条件、气象水文及植被条件、人类经济工程活动及其强度等有着极为密切的关系。其中, 新构造运动是内因, 不良气候条件

是主要的诱发因素, 不合理的人类经济工程活动使得地质灾害的发生频率和成灾强度不断增高。为此, 环境地质灾害近年来越来越引起社会各界的普遍关注。

1 主要环境地质灾害

1.1 地震和诱发地震

地震是来自地球内部应力不断调整、平衡的作用过程。而地震灾害是地震作用于人类社会而形成的一种社会事件。我国地处欧亚、太平洋及印度洋三大板块交汇地带, 新构造运动活跃, 多分布在大陆与大洋板块接触处, 大陆地壳内部不稳定的断裂破碎地带。地震多发区和强震出现概率较高的地区主要有: 华北太行山沿线和京、津、唐地区; 东南部的台湾、福建沿海; 西南青藏高原和它边缘的四川、云南两省西部; 新疆、甘肃和宁夏。据不完全统计, 有记载以来, 我国已发生破坏性地震1010次。本世纪以来, 我国已发生6级以上破坏性地震652多次, 其中7~7.9级地震99次, 8级以上9次。1949年以来发生7级及以上地震51次(表1), 死于地震的人数28多万人, 倒塌房屋700余万间, 每年平均经济损失约16亿元。现在全国地震基本烈度7度以上地区占国土总面积的32.5%, 有46%的城市和许多重大工业设施、矿区、水利工程位于地震严重危害的地区。

* 收稿日期: 2002-08-20

基金项目: 河南大学自然科学基金资助(批准号: 200110475063)。

作者简介: 盛海洋, 男, (1963-), 陕西宝鸡人, 副教授, 硕士, 从事地理、地质教学与研究工作。

表 1 1949 年以来死亡千人以上的地震

时 间	地 点	震级(Ms)	震中烈度(°)	死亡人数
1950. 08. 15	西藏察隅—墨脱	8. 6	12	3300
1966. 03. 22	河北邢台	7. 2	10	8064
1970. 01. 05	云南通海	7. 7	10	15621
1973. 02. 06	四川泸霍	7. 6	10	2199
1974. 05. 11	云南昭通	7. 1	9	1541
1975. 02. 04	辽宁海城	7. 3	9	1541
1976. 07. 28	河北唐山	7. 8	11	24200

此外, 过度开采地下水、深井注水、水库蓄水、采矿和石油开发、地下核爆炸等也能诱发地震。如山西省运城市, 自 1972 年大规模开采深层地下水以来, 已形成 1 210 km² 的降落漏斗, 中心水位降落 121 m。70 年代末城市北发现地裂隙, 长 15~20 km, 宽 15~90 cm, 深 3~4 m, 最大深度 13 m 左右。根据观测, 地裂隙多发生于 7~9 月(此时地下水位最低)。80 年代后期, 城区附近小地震时有发生, 地震从每年 10 月开始到第二年 1 月结束(此时地下水得到大气降水补给, 地下水位上升达到最高), 已持续数年之久。从地裂隙、地震分布来看, 主要集中于区内主要断裂构造线上, 具有同一构造特征。从地裂隙和地震发生的时间与活动形式来看, 一先一后, 互相衔接, 具有相似的成因机理。显然, 城区频繁发生的小地震是同地下水位升降与新构造运动活跃的地质背景密切相关。我国自 60 年代以来发生诱发地震见表 2。震级最大 6. 1 级, 一般小于 4 级。

表 2 中国主要诱发地震表

名 称	时 间	最大震级(Ms)	诱发类型
广东新丰江水库	1962. 03. 19	6. 1	水库
浙江前进水库	1971. 10. 20	3. 0	水库
湖北丹江口水库	1973. 11. 29	4. 7	水库
湖南南冲水库	1974. 07. 25	2. 8	水库
湖南黄石水库	1974. 09. 21	2. 3	水库
辽宁参窝水库	1974. 12. 24	4. 8	水库
浙江乌溪江水库	1979. 10. 07	2. 8	水库
武昌武 5 井	1972. 02. 08	2. 2	深井注水
湖南涟源煤矿	1974. 05. 30	2. 2	深井注水
山西大同煤矿	1978. 01. 10	3. 4	采矿
任丘油田	1979. 06. 30	3. 8	深井注水
湖北盐池河磷矿	1980. 06. 03	1. 2	山崩

1. 2 崩塌和滑坡

崩塌是较陡坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动、堆积在坡脚的动力地貌现象。滑坡是斜坡上的岩土体在重力作用下沿一定的软弱结构面整体下滑的动力地貌现象。崩塌和滑坡都能造成严重的灾害。

我国西北和西南山区是崩塌、滑坡的多发区, 东部丘陵地区也有分布, 但一般规模较小。我国遭受崩塌、滑坡灾害最严重的是铁路, 且主要集中在成昆、宝成、宝天、川黔、黔桂、鹰厦、青藏、太焦等线。据铁路部门统计, 我国铁路全线分布着大中型滑坡约 1 010 余处, 平均每年中断交通运输 45 次, 中断行车 810 多 h, 经济损失 7 500 万元, 每年投入的整修费 6 500 万元。1980 年 7 月 3 日发生的成昆铁路西车站滑坡, 堆积在路基上的滑坡体体积 226 万 m³, 厚 15 m, 掩埋铁路长 162 m, 中断行车 39 d, 造成严重的经济损失, 仅工程治理费就达 2 310 万元。崩塌与滑坡并发造成的危害更加严重, 如

1981 年 7 月到 9 月, 四川省连续遭受特大暴雨袭击, 使全省 18 个地、市、州的 90 多个县区发生了约 6 万处滑坡、崩塌, 其中规模较大的有 4 720 多处。此外, 人类不合理的经济活动也造成了大量滑坡、崩塌的发生, 如水利工程施工违反程序与要求, 施工用水漫流, 造成高陡边坡滑塌, 如天生桥二级电站等也屡有发生。因采矿, 特别是采用大规模爆破、放顶岩柱等使高陡边坡滑塌, 如 1980 年发生在湖北盐池河磷矿的巨大岩崩, 造成磷矿五层大楼冲倒, 死亡 307 人, 设备财产损失惨重。

1. 3 泥石流

泥石流是山区沟谷中, 由暴雨、冰雹、融水等水源激发的、含有大量泥沙石块的特殊洪流。其特征是往往突然爆发, 浑浊的流体沿着陡峻的山沟前推后拥、奔腾咆哮而下, 在很短时间内将大量泥沙石块冲出沟外, 在宽阔的堆积区漫流堆积。泥石流能对居民点、农作物、公路铁路及水利工程、矿山等构成严重威胁。如 1981 年四川甘洛县利子依达泥石流造成 275 人死亡, 受伤数十人。2000 年 4 月 9 日西藏波密县贡乡扎木龙山发生特大泥石流, 造成交通中断, 4 000 多名藏胞被困。目前我国已查明有泥石流沟 1 万多条, 其中发生规模大、频率高、危害重的地区主要有: 川西地区; 滇西北、滇东北山区; 陕西秦岭——大巴山区; 西藏喜马拉雅山区; 甘南及白龙江流域; 辽东南山地等。值得注意的是, 有些泥石流的发生是由于人类不合理的开发造成或加剧的。因人为因素诱发的泥石流近年来不断增加, 因此, 人类对自然资源开发的同时, 应注意保护环境。

1. 4 区域地下水位下降

由于经济建设的迅速发展, 人们对水的需求 日益增加, 地下水长期过量开采, 形成地下水位区域性下降。据《中国水资源评价》, 截止 1996 年底, 北方平原区已形成浅层地下水位降落漏斗 46 个, 漏斗总面积达 1. 6 万 km², 漏斗中心水位埋深 15~45 m(近年来又有不同程度的发展); 长江三角洲长期过量开采第二含水层水量近 4×10⁸ t, 形成苏州、常州、无锡区域地下水位下降, 漏斗中心地下水位下降速率为 1~2 m/a; 松辽平原的大庆市已形成近 4 000 km² 的地下水位下降漏斗, 下降速率为 11 m/a。沈阳、哈尔滨、长春亦出现了埋深大于 200 m 的地下水位下降漏斗; 西北地区的黑河流域的金塔盆地、武威盆地和酒泉盆地、敦煌灌区、双塔灌区等; 新疆哈密盆地、吐鲁番盆地等, 均已出现区域性地下水位下降, 并对环境产生了不良影响。解决办法可通过调整开采含水层层次, 控制开采量和进行人工回灌等措施, 使水位回升。

1. 5 地下水水质恶化

随着经济的高速发展和城市人口的急剧膨胀, 近些年由于工业及生活废水大量不合理的排放, 已导致城市地下水遭到不同程度的污染。据国家环保局发布的 2001 年全国环境状况报告, 全国废水排放量为 650 亿 t, 其中工业废水 400 亿 t, 生活废水 250 亿 t。我国东部的哈尔滨、鞍山、齐齐哈尔、天津、北京、济南、潍坊、上海、合肥、福州、温州等 23 座城市; 西部的西安、宝鸡、太原、兰州、天水、陇西等六座城市, 以及西南的昆明、成都、贵阳、安顺等城市, 地下水水质不同程度的

受到污染。城市水环境的保护和治理, 现已成为上述城市的头等大事。

1.6 地面沉降

地面沉降指在自然或人为超强度开采地下流体(地下水、天然气、石油等) 等造成地表土体压缩而出现的大面积地面标高降低的现象。地面沉降具有成生缓慢、持续时间长、影响范围广、成因机制复杂和防止难度大的特点。由于长期干旱, 地下水位下降, 加之过量开采地下水、开矿和地壳形变, 导致地面沉降, 这已成为世界上许多大城市共同的灾难。如东京、伦敦、巴黎、莫斯科、墨西哥、休斯敦等城市。我国城市地面沉降也十分严重。据统计, 全国已陆续发现具有不同程度的区域性地面沉降的大中城市有 46 座, 包括上海、天津、西安、太原、无锡、嘉兴、宁波、常州、北京、苏州等(见表 3)。如西安市 1972 年~ 1983 年, 最大累计沉降量 777 mm, 平均每年 30~ 50 mm 的沉降中心有 5 处。到 1996 年最大累计沉降量已达 1.51 m, 沉降量 100 mm 的范围达 200 km²。而我国城市地面沉降的最主要原因是城市发展对地下水的长期超强度的开采, 将含水层和相邻非含水层中空隙水压力减少, 土的有效应力增大, 产生压缩沉降。因此, 加强城市地下水资源管理的力度, 是遏制城市地面沉降发展的有效途径。

表 3 中国部分城市地面沉降现状		
地点	发现或观测时间/a	最大累计沉降量/mm
上海	1921~ 1965	2630. 0
西安	1959~ 1996	1510. 0
太原	1956~ 1988	2514. 0
天津	1959~ 1985	2460. 0
北京	1970~ 1996	590. 0
无锡	1955~ 1989	1025. 0
嘉兴	1989	561. 5
宁波	1959~ 1983	351. 0
常州	1989	820. 0
苏州	1989	1050. 0
阜阳	1970~ 1990	835. 0
保定	1977~ 1987	650. 9
沧州	1980~ 1987	1000. 6
安阳	1980~ 1989	337. 0
台北	1960~ 1984	1900. 0

另外, 城市地面沉降还会导致地面裂缝和地面塌陷等。据统计, 全国有 200 个县市发现地裂缝 757 处, 最严重的西安市年经济损失数亿元。

1.7 地面塌陷

地面塌陷有岩溶塌陷和非岩溶塌陷两种。岩溶塌陷是可溶岩地区岩溶洞隙上部岩土体在自然或人为活动的作用下发生形变破坏, 向下陷落后在地面形成的塌陷。截止 1999 年统计, 全国有 24 个省发现岩溶塌陷, 其中以桂、湘、川、赣、滇、鄂等省最为发育; 25 个城市有岩溶塌陷发育, 其中包括贵阳、昆明、杭州、武汉、南京、南宁六个省会城市。岩溶塌陷点达 800 处以上, 塌陷坑总数超过 3 万个, 给建筑物和生命线工程造成了严重威胁。岩溶塌陷受控于岩性、构造、岩溶发育状况、上覆第四纪松散层性质、厚度和水动力条件等。而隐伏岩溶的发育是形成岩溶塌陷的基础, 人类过度抽、排岩溶区地下水是导致塌陷的根本因素。非岩溶塌陷, 主要是矿山采空和煤层自然引起的地面塌陷。如平朔煤矿区, 大同煤矿区, 中卫南煤矿区, 石咀山煤矿区等。

1.8 土壤侵蚀

土壤侵蚀, 亦称水土流失, 是发生在丘陵和台地斜坡上的浅层灾变地貌现象。地形地貌上, 水土流失多出现在坡度为 15~ 30 的丘台斜坡上。据研究, 坡面片蚀最大侵蚀坡度为 25~ 30 ; 在流量一定的条件下, 当坡度在 24~ 29 时, 水流所具有的能量达到最大, 故最大侵蚀临界坡度为 24~ 29 ; 水土流失的出现还与人类工程经济活动对丘陵和台地斜坡植被破坏有关, 人类活动通过对地表植被的破坏, 改变了地表土体性状, 使原有的土体内部与外部的能量平衡, 物质的输入和输出平衡遭到破坏, 加速或加剧了土壤侵蚀过程和强度。

我国由于幅员辽阔、地形复杂、气候多变、人类技术经济活动历史悠久, 现以成为世界上土壤侵蚀最严重的国家之一。且土壤侵蚀类型繁多, 大体上可归纳为三种类型: a. 西北风力侵蚀区: 西北气候干燥, 每年 5 级大风日数多于 100 d, 是我国沙漠、戈壁分布区。沙漠面积 71× 10 000 km²、戈壁面积 45× 10 000 km²。半个世纪以来, 沙漠面积扩大了 5× 10 000 km², 目前尚有 15. 8× 10 000 km²土地潜在沙化危险。b. 东部流水侵蚀区: 分布于大兴安岭——阴山——贺兰山——青藏高原东缘一线以东地区。其中以黄土高原、华南山地丘陵最为严重。前者的侵蚀面积大于 2. 8× 100 000 km²、年均侵蚀模数 2 000~ 20 000 t/ km²; 后者年均侵蚀模数约 3 000 t/ km²。C. 青藏高原冻融及冰水侵蚀区: 高原区现代冰川面积约 5. 65× 10 000 km², 冻融现象普遍。

减少土壤侵蚀的基本方法有两类: 降低侵蚀营力的速度, 覆盖保护土壤使不受侵蚀。即减缓风和水流的运动速度; 植树种草, 增加土壤覆盖; 改变耕作方式。

1.9 海水入侵

我国海岸线长达 18 000 余 km。滨海地区人口密集、经济迅速发展, 对地下水需求量日益增加。过量开采地下水, 导致海水向滨海淡水含水层入侵, 地下水水质恶化。如大连、秦皇岛、天津、青岛、烟台、漳州、福州、广州、莱州湾等均已先后出现海水入侵。以莱州湾入侵面积最大, 其中 1989 年, 莱州市为 202 km², 龙口市 80 km², 寿光县 23 km², 另外还波及到利津、垦利、东营、广饶等地。此外, 天津市因海水入侵, 防浪堤增加, 滨海平原潜水位抬高, 加重土壤盐渍化、沼泽化, 海河泄洪能力降低, 如遇较大洪水, 市区淹没风险加大等。因此, 预防和治理海水入侵已成为我国面临的减灾课题之一。

2 环境地质灾害的关联性

各种地质灾害既具有各自形成、发展、致灾的规律, 各灾害之间以及它们与其他因素之间又有一定的关联性。认识这种相互关系, 对防灾减灾有重大意义。

一个地区的环境地质灾害可能有若干种, 它们在成因机理上是有关联的。如我国滇、黔、川接壤地区, 形成了以滑坡、地震、泥石流为主的灾害系统。其因是该地区现代地壳活动强烈, 地震频发、震级大。因为地壳活动强烈, 山体中岩石破碎, 风化严重, 断裂发育, 加上暴雨集中, 干湿季分明, 造成泥石流、滑坡、崩塌灾害突发。

其次, 在一次灾害发生过程中, 往往由一种原发性的主灾诱发其他灾害。如地震因毁坏生产和生活设施而成灾, 同

时形成地裂,并诱发滑坡、火灾、海啸等灾害,又因人员伤亡和医疗设施的破坏,又会引起疫病蔓延等。

另外,人类活动及其对自然环境施加的影响,可以直接或间接诱发地质灾害。如人类大规模的工程活动,造成滑坡、崩塌等地质灾害的事件时有发生。2001年5月1日22时发生在重庆武隆县城的滑坡,造成一幢6层大楼被淹埋,死亡79人。经现场调查是由于在已严重风化的砾质砂岩山体旁修建公路和路边建筑楼房(距陡崖仅1 m),采用两次不当的削坡处理(边坡达70°)而人为造成的灾难。又如人类对植被的破坏,使地表径流的水量和流速加大,是泥石流日趋频繁的重要原因。

3 环境地质灾害的防御

综上所述,环境地质灾害可分两类:一类是自然界固有的、相对于人类生存的不良地质作用,二是人类技术经济活动产生的特定的环境地质灾害。当今世界,由于人口快速增长和经济密集发展,加之人类对自然环境的破坏日趋严重,环境地质灾害发生的频度和成灾的强度不断增高。据初步统计,1999年我国共发生不同规模的崩塌、滑坡和泥石流等突发事件约18万宗,造成1200多人死亡,1万多人受伤,毁坏房屋50多万间,直接经济损失约85亿元人民币。90年代中期以来,每年造成死亡的人数超过1000人,经济损失达200多亿元。一些地区和县(市)的环境地质灾害已成为危害地方社会经济发展的重要因素。另一方面,由于全球气候的异常变化,世界范围内的降水量日渐增多,环境地质灾害隐患也在不断增加,特别是随着人类活动的加剧和活动范围的不断扩大,工程建设造成的地质性破坏越来越多,迄今为止,我国50%以上的环境地质灾害都与人为因素有关。为此,加强地质环境保护,做好环境地质灾害的防御已迫在眉睫。

3.1 加强地质灾害的科学研究,建立灾情监测预警系统

3.1.1 我国地震、地质灾害监测和预警现状 我国地震前兆观测系统由1300个专业站和地方站组成。对地震前兆观测的手段主要包括测震、地磁、地形变、地下水的物理和化学动态、地电、地应力、重力,以及气象、地温、生物异常等的观测和监测;我国目前的地震预报水平和状况是:能对某些类型的地震作出一定程度的预报,但还不能预报所有的地震,较长时间尺度的中长期趋势预报已具有一定可信度,但短期预报的成功率还较低。

地质灾害监测对象包括崩塌、滑坡、泥石流、地下水位下降、地面沉降、地下水污染、地裂缝等。目前,我国设地质环境监测总站,各省、市、自治区二级监测总站30个、地市级监测分站160个。有地下水情监测点1.9万个。我国进行滑坡、崩塌预报研究的方法和所达到的预报水平主要表现:

(1) 中、长期趋势预报。这是目前常采用的、成功率较高的方法,也是现阶段预报水平和能力主要的标志之一。湖北省秭归县长江新滩镇大型滑坡预报成功,增强了对滑坡预报的信心。次后,在四川省巫溪县中阳村滑坡、甘肃白银厂有色金属公司采坑滑坡的预报中,均收到了很好的效果。对甘肃省金川露天矿上盘一区边坡倾倒变形破坏机制的判别和稳定性预测、黄河刘家峡水电站库岸苏州崖滑坡稳定性评价及

其发展趋势的成功预报,都为滑坡预报研究积累了宝贵的经验。

(2) 目前我国滑坡预报最常用的方法是经验预报,主要是根据地质地貌及水文地质、工程地质条件,凭借经验,结合宏观前兆现象进行临滑前的预报,即“成灾预报”。目前,我国在这方面已总结积累了大量的研究,为滑坡预报打下了一定的基础,定量的滑坡预报目前处于探索阶段。

3.1.2 加快地质灾害防御工程体系建设 地质灾害防御工程体系包括区域调查,重点地质灾害勘察、监测、防治工程可行性研究,初步设计和施工图设计,施工、监理与管理等。地质灾害防御工程应立足于防治结合,以防为主。逐步建立起覆盖全国的管理网——监测网——数据传输系统——数据库——实时分析预报中心——防治工程研究与设计中心。如目前我国正在启用27个地震监测台网。地震监测台网通过卫星通信,在半小时之内就可将有关地震的信息,提供给各地防震指挥部,大大增强对地震快速反应的能力。另一项国家投资1.2亿元的中国地壳运动观测网络工程目前正在建设。随着科技信息的发展,逐步建成统一的大气——地球表层变化耦合的时空预警、预报和防治体系。

3.2 加强地质灾害的管理,建立健全减灾工作的政策法规体系

加强法制建设,健全监督管理体制,规范人类活动的方式,达到延缓或消除地质灾害对社会经济的影响。为此应加快制定《中华人民共和国环境地质灾害防治条例》及其配套法规、规章和有关行业标准,将环境地质灾害防治监督管理体系延伸到地、县,严格执法,加强监督,有效控制不合理的工程和经济活动,大幅度减少人为活动诱发的环境地质灾害。目前我国已有23个省区颁布了防震减灾的地方性法规,其余省区也都将其纳入地方性的立法计划之中。对可能发生的重大灾害,要预先制定行动计划,保证灾害一旦发生即可有条不紊地开展抗灾救灾工作,减少灾害造成的损失。

3.3 实施一些预防措施

(1) 鉴于地震灾害与活动断裂关系密切,可在活动断裂两侧规划出一定宽度的安全带。安全带的宽度应通过地形地貌、地质构造、地层、地震活动及震害、地球物理、活动断裂、孕震构造条件、工程寿命、建筑物类别等各方面资料的综合分析,确定活动断裂安全带宽度。在规划的活动断裂安全带内除公园、交通线、运动场、绿地等公共事业外,其他土地利用方式应严格控制。并提高建筑物的抗震强度。

(2) 对城市基础设施,水库和交通干线危险区实施工程技术措施,包括修建排水沟、截水盲沟、支撑盲沟、敷设排水渗管、实施排水钻孔、增强稳定性、修建抗滑垛、柱、墙和洞、锚固工程等,以防止滑坡、崩塌等灾害。如长江三峡链子崖危岩体,下距三峡大坝26 km,如不治理而出现崩塌,会造成川江断航等各项经济损失52亿元。后由地矿工程技术人员,采用预应力锚固(锚索长62 m)以及洞穴灌浆等技术措施,历时4年,耗资1亿元,于1999年成功地完成了治理工作。其次,对城镇和交通沿线大型滑坡、崩塌高危险区进行实时监

(下转第73页)

图; 多年平均 24 h 降雨 $P=5\%$ 等值线图; 多年平均 24 h 降雨 $P=3.3\%$ 等值线图; 多年平均 24 h 降雨 $P=2\%$ 等值线图; 多年平均 24 h 降雨 $P=1\%$ 等值线图; 多年平均 24 h 降雨 $P=0.5\%$ 等值线图; 多年平均 24 h 降雨 $P=0.33\%$ 等值线图。

由图分析, 黄河流域内蒙古区段年最大 24 h 降雨大青山、乌拉山地区为高值区, 其中呼和浩特北部大青山区及乌拉山区为二个高中心, 呼和浩特至包头市之间为鞍部, 雨量由大青山、乌拉山地区向外递减, 递减梯度较大, 特别是向北、向南递减梯度更大。多年平均年最大 24 h 降雨量由中心的 70 mm 向东递减至卓资县的 50 mm, 向北递减至流域边界的 40 mm, 向南递减至鄂尔多斯市北部的 50 mm, 而鄂尔多斯市东胜区以南又略超高, 向西递减至阿盟边界 35 mm。变差系数 CV 高值区在呼市北部大青山区, 由此向周围递减, 向南至鄂尔多斯市东胜区以南又略趋高。

3.2 暴雨递减指数

统计分析有自记雨量的 68 站, 有年最大 1 h、3 h、4 h、6 h 雨量。计算各站各历时年最大降雨量多年均值, 在双对数格纸上点绘分析, 计算出暴雨量随时间的递减指数 n , 并绘制等值线图。

和暴雨量等值线图相反, 递减指数 n 值在大青山地区的

n 值区, 呼和浩特北部大青山区为 0.6 的低中心, 向外递减增至 0.7。至巴盟狼山山区和阿盟边境增至 0.75。

3.3 多年平均年侵蚀模数分区

据 22 个水文站的历年侵蚀模数资料, 计算各站多年平均侵蚀模数, 点绘侵蚀模数分区图。资料系列最长的为鄂尔多斯市纳林川沙圪堵水文站(1963~1998 年)计 36 年。资料系列在 15 年以上的有 15 站, 占分析站数的 68.2%。

侵蚀模数最大的为鄂尔多斯市南部窟野河和纳林川达 10 000~20 000 t/a, 其次是鄂尔多斯市北部 10 大孔兑在 500~10 000 t/a, 乌盟黄河流域大部在 1 000~2 000 t/a, 巴盟狼山地区及鄂尔多斯市西部, 由于年降雨量较少, 侵蚀模数较小, 狼山地区在 100~500 t/a, 鄂尔多斯市西部在 100 t/a 以上。

通过研究绘制的不同频率降雨等值线图和侵蚀模数等值线图, 将直接应用于水土保持工程设计中, 使工程设计水文计算简便、精确, 缩短设计时间, 提高设计水平。并将决定着水土保持各项工程和生物措施的配置与布局, 特别是侵蚀模数的等值线图, 将使水土保持工作由定性转向定量, 为水土流失的监测提供基础依据, 将使水土保持科技含量提高, 使水土保持综合治理水平上一个台阶。

(上接第 70 页)

测预报。除采取工程措施外, 还可进行植树造林等综合治理措施, 如通过恢复地表植被, 改善生态环境, 治理水土流失, 以减小泥石流、滑坡、崩塌等坡面灾变发生频率和强度。

(3) 区域地下水位下降、地面沉降、岩溶塌陷和地裂缝等与城市超采地下水有关。因此, 为了保护地下水资源, 防止地下水过量开采, 就必须加强地下水科学研究和监测工作。要研究开采条件下地下水资源的评价和水环境问题, 制定合理开发利用地下水的规划, 建立统一的地下水位、水量和水质以及地面变形的监测网站, 及时掌握和预报地下水的动态变化, 为保护地下水资源和水环境提供科学的依据。此外, 要利用大气水、地表水和地下水相互循环转化以及地下水运动缓慢的特点, 充分蓄积天然降水, 多渠道引蓄洪水, 回灌补给地下水, 有条件的地方可修建地下水库, 从而达到涵养水源, 有参考文献:

[1] 朱大奎. 环境地质学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
[2] 人民教育出版社地理社会室编. 地理[M]. 北京: 人民教育出版社, 2000.
[3] 范宝俊主编. 中国自然灾害与灾害管理[M]. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1998.
[4] 赵惠君. 城市水利环境问题及对策[J]. 长江职工大学学报, 2001, 18(2): 13- 15.
[5] 叶东明. 增强全民地质环境保护意识, 减少人民生命财产损失[N]. 中国地质矿产报, 1998-12-22.
[6] 杨计申. 环境地质及环境工程地质问题[M]. 水利水电工程设计, 1996, 56(4): 49- 52.
[7] 黎青宁. 地面变形地质灾害问题[J]. 水文地质工程地质, 1990, 17(4): 32- 34.
[8] 靳长兴. 论坡面侵蚀的临界坡度[J]. 地理学报, 1998, 53(2): 45- 48.
[9] 闫满存. 广东沿海陆地主要地质灾害及其控制因素分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11(3): 23- 26.
[10] 张梁. 地质灾害灾情评估理论与实践[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
[11] 地质矿产部环境地质研究所. 环境地质论文集[M]. 北京: 地震出版社, 1993.
[12] 蒋傅等. 工程地震学概论[M]. 北京: 地震出版社, 1993.

效控制利用水资源的目的。

(4) 沿海三角洲和滨海平原地区, 应严禁大量抽取地下水, 以防超采引起地下水大幅度下降, 导致海水入侵而污染地下水, 造成环境公害。对此, 加强地下水开采的宏观调控作用, 根据水资源条件, 规划地下水开采层位、压缩地下水开采量、合理调整开采方式和开采井的布局, 实施地下水动态监测。地下水开采, 必须做好勘查试验工作, 并严格按照允许开采量进行开采, 抽排地下水时, 要作好防范工作。

3.4 加强科普宣传教育工作, 提高全民的减灾防灾意识

通过各种途径, 积极开展防灾、减灾的宣传、普及教育, 提高公众的环境保护意识和减灾意识, 调动全社会的力量, 开展和做好“以人为本, 预防为主, 群策群力, 防治结合”的防灾、减灾工作。