

# 中国城市建设与地质灾害综述

陈桂荣<sup>1</sup>, 王经武<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学图书馆, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 在大量调查、分析与研究的基础上, 结合中国经济发展中城市快速发展面临的一系列地质灾害, 采用自然科学与社会科学相互交叉的方法, 分析了城市地质灾害的危害性及对城市发展的影响, 根据中国城市发展的实际情况和 2001 年以后的远景目标, 因地制宜地提出了整治城市灾害的基本对策与管理措施, 为国家制定城市发展远景规划和奋斗目标提供基本思路。

**关键词:** 城市发展; 地质灾害; 环境退化; 减灾对策

**中图分类号:** TV984.11+5 **文献标识码:** A

## 1 问题的提出

城市化是人类社会发展的必然趋势, 是一个国家走向现代化的必然趋势。随着城市的快速发展, 工业进程的加快, 伴随大量土石的移动和地下开挖工程的进行, 于是人为产生了一系列地质灾害问题, 更由于城市地质灾害具有危害性、潜在性、突发性、隐蔽性、社会性等特点, 已引起世界各国的高度重视, 1971 年 10 月联合国教科文组织在第 16 届会议上正式制定了人与生物圈计划(MAB), 其第 11 项计划就是“关于人类居住的生态环境综合研究”, 把城市发展灾害防治特别是地质灾害的防治作为其中最主要和关键的内容。由于城市灾害的频繁发生, 损失越来越重, 涉及范围越来越大, 1996 年 10 月“国际减灾日”的主题是“城市化与灾害”, 1997 年 10 月第 1 届“世界住房日”的主题是“未来的城市”。中国政府对城市灾害也十分重视, 建设部和国家环保局制定了城市灾害防治计划和防治目标, 加强城市危堤、危坝的加固工程, 并把上海、临汾、宝鸡作为减灾试验区, 推动全国城市减灾工作的开展, 并建立城市信息系统的预测研究和减灾管理系统及应急系统, 成立了自然灾害专科学校, 在一些高等院校已开设了减灾专业和课程, 一些科研院所将减灾作为主攻

课题, 多种形式的保险业务正在开展, 相继出台一些减灾法律与规定, 健全了防灾机构。

## 2 中国城市地质灾害的主要类型及危害

城市地质灾害包括地震、火山, 滑坡、泥石流; 地面塌陷、地裂缝; 瓦斯爆炸; 水土流失、土地沙化、土地盐碱化、土地沼泽化; 水库塌岸、水库淤积、水库渗漏; 海平面上升, 海岸侵蚀; 固体物污染, 放射性污染等。城市地质灾害虽然也有一般地质灾害的共同特征, 但却具有自己独特的特性, 这是由于城市的特点所决定的, 因城市人口和财富相对集中, 地上地下建筑物和各种管道及电缆交叉分布, 一旦受灾, 损失大大超过其他地区。

目前中国城市地质灾害类型主要有以下九种类型。

### 2.1 地震灾害

地震灾害是地壳任何一部分快速运动的一种形式, 是地球内部经常发生的一种自然现象, 它是人们的感受或通过仪器能够觉察到的地面运动。地震是城市面临的第一大天灾, 强烈的地震不仅会造成大面积房屋倒塌、工程设备破坏、人畜伤亡、交通阻断, 而且时常伴随生成山崩地陷诱发火山、海啸、泥石流

以及城市火灾等一系列次生灾害。20 世纪以来,至少有 35 个国家的数百个大城市遭到地震灾害的严重破坏。如美国的旧金山和安科雷奇,日本的东京和横滨,中国的唐山和包头,墨西哥的墨西哥城等。自 1949 年 10 月至 1990 年底,中国发生 8 级以上地震 3 次,7~7.9 级地震 50 次,6~6.9 级地震 303 次,6~5.9 级地震 1 521 次,造成 28 万人死亡,76.6 万人受伤。其中唐山地震死亡和受伤人数分别占到此期间的 86%和 21%。从 1988 年起,中国又进入第 5 个地震活动高潮期,根据 1990 年颁布的中国地震烈度区划图,我国Ⅶ度以上的地区面积达  $312 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,约占全国国土面积的 33%,有 45%的城市(包括城镇)位于Ⅶ度和Ⅶ度以上地震区内。北京、天津、西安、兰州、太原、包头、海口、呼市等均在Ⅶ度的高危区域范围内,由于地震有很大的隐蔽性和突发性的特点,故在极短时间内造成极大损失。我国权威部门将邢台地震、唐山地震、通海地震列为中国 10 大灾害事件之中,唐山地震列为众灾之首,整个震区直接经济损失达 100 亿元人民币。和世界其他国家相比,40 a 来我国城市地震死亡总人数和一次最高死亡人数均居世界各国之首,死亡人数约占世界死亡人数的 60%。我国地震灾害虽然发生频率不高,但一旦发生,造成人员伤亡和损失极大(表 1)。

表 1 部分城市地震灾害统计(1966~1999 年)  
Table 1 Statistics of the seismic hazards from some cities

日期	震中	死亡人数 (人)	直接经济损失 (亿元)
1966-02-05	东川	200	0.2
1966-03-08	邢台	7 983	10
1970-01-05	通海	15 621	0.2
1975-02-04	海城	1 328	8.1
1976-07-28	唐山	242 769	100
1989-10-18	大同	17	3.7
1989-11-20	重庆	3	1.5
1990-04-26	共和	119	2.0
1999-09-21	台湾集集	2 000 多	-

2.2 崩、滑、流灾害

崩塌、滑坡、泥石流灾害是世界上城市危害比较严重的地质灾害之一,它仅次于地震灾害。危害严重,分布广泛,且历史悠久。这几种灾害具有相同的形成条件与分布规律,常在同一区域相伴而生,因此常把这三种灾害归为一类,它是外动力作用下形成的岩石圈灾害。城市崩滑流灾害对人类具有多种危

害,主要包括:导致人员伤亡、破坏城镇、矿山、企业、学校、铁路、公路、航道、水库等各种工程设施,破坏土地资源和生态环境。特别是我国中西部地区大部分城市处于崩滑流灾害的包围之中,近几十年来,中西部城市各项工程建设的迅速发展,崩滑流发展范围、频率和强度均达到历史最高阶段。据初步调查,全国有灾害性泥石流沟 1.2 万条,滑坡数万处,崩塌数千处,1949 年以来共发生崩滑灾害 4 600 多次,其中造成严重损失的达 1 000 多次。

2.3 地面变形灾害

地面变形灾害包括地面沉降、地面塌陷和地面裂缝,广泛分布于城镇、矿山、铁路沿线,地面沉降活动始于 20 世纪 20 年代,但当时只限于沿海个别城市,50 年代以后明显发展,70 年代急剧发展,成为影响人民生活、妨碍城市建设的重要环境问题。中国目前发生地面沉降活动的城市达 70 余个,明显成灾有 30 余个,最大沉降量已达 2.6 m,这些沉降城市有的孤立存在,有的密集成群或断续相连,形成广阔地面沉降区域或沉降带,目前沉降带有 6 条,即:沈阳—营口;天津—沧州—德州—滨州—东营—潍坊;徐州—商丘—开封—郑州—上海;上海—无锡—常州—镇江;太原—侯马—运城—西安;宜兰—台北—台中—云林—嘉义—屏东。西安地裂缝活动主要受隐性断裂,构造地貌,承压水头下降值及地面沉降量四大因素影响,现已确定地裂缝 12 条,受地下水开采等人为因素影响,其活动速率远远大于作为控制它活动的临潼—长安断裂平均活动速率 3.98 mm/a,具有超常活动性质,据监测资料统计;西安地裂缝垂向活动速率为 5~35 mm/a,最大达 56 mm/a。地裂缝经过之处地面开裂建筑物破坏严重,地下供水输气管道屡屡错断,直接经济损失达 6 000 万元。在我国造成城市地面塌陷的原因大体上有:(1)开采地下矿产资源引起塌陷,全国因采煤地表发生沉陷、坍塌面积  $38 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,其中有 240 余处最为严重。(2)表面岩溶活动引起塌陷。(3)地下水的过量开采。

2.4 开挖工程灾害

我国工矿企业的发展与建设,促进了国民经济的发展,同时在工程建设过程中产生了一大批城市,这些城市一般地处山区,地形复杂。如抚顺、大庆、鞍山、唐山、阳泉、大同、包头、攀枝花、平顶山等,在这些城市和地区周围矿产资源开发和隧道等工程建设中,经常发生突水、冒顶、煤瓦斯爆炸、煤层自燃等灾

害,由此造成人员伤亡,设备和工程毁坏。初步统计,1949年以来共有600个矿区或矿井发生突发性矿井灾害事件3万余次,造成人员伤亡有1.4万余次。煤田自燃和煤矿井下自燃主要发生在北方,它是指埋藏浅,含量高的煤层和干旱地区干燥煤层发生的煤炭自燃灾害。新疆的煤田自燃面积及年燃煤量大,88个产煤地就有42处着火,燃烧面积112 km<sup>2</sup>,年损失煤1×10<sup>8</sup> t,全国年损失3.5×10<sup>8</sup> t。

## 2.5 城市水污染灾害

城市水污染灾害因废水(包括工业废水与生活废水)引起的城市水源的破坏、饮用水下降、工业用水奇缺的现象。由于人类活动排放的污物进入城镇周围的河流、湖泊、海洋或地下水等水体,使水面和水体底泥的物理、化学性质或生物群落组成发生变化,从而降低水体的使用价值。近年来我国政府对水环境治理虽然十分重视,并对数万个重点污染源加强了治理,水污染并没有得到很好的解决,有些地方还在继续发展,全国工业废水年排放量503×10<sup>8</sup> t,80%未经处理就直接排入江河湖海。全国82%的河流、湖泊受到污染,据我国长江、黄河、珠江、淮河、松花江、辽河、海河七大水系重点评价河段统计,综合Ⅲ类标准的占32.8%,符合Ⅲ类标准的占28.9%,属于Ⅳ、Ⅴ类标准的占38.9%。滇池是我国著名的高原淡水湖,昆明市就是以滇池为依托而发展起来的风景旅游名城,近10多年来,由于大量排放污水,造成严重的水质污染,湖中已查明的有机污染物达72种,其中致癌、致畸形物质有12种,严重危害湖区周围居民的身体健康。全国城市地表水更不容乐观,污染达80%以上,在统计138个城市河段中,有133个河段受到不同程度的污染,占总统计数的96.4%,属于超过Ⅴ类水质标准的有53个河段,属于Ⅱ、Ⅲ类水质的有32个河段,分别占统计数的38.4%、19.6%、18.8%和23.2%。地下水的形势也十分严重,据对27个城市地下水调查,属稍差、很差的就有21个,占78%,与地表水污染程度十分接近。其中北京、天津、上海、沈阳、西安地下水硬度、矿化度和硝酸盐含量,大大超过饮用水标准,加之我国国力有限,污水处理跟不上经济发展形势之需。

## 2.6 城市垃圾灾害(包括工业固体物)

城市垃圾目前在国内外主要有两种:一是生活垃圾;二是工业废弃物。此灾害是指城市居民生活和生产中废弃的生活垃圾、商业垃圾、维护及工业废弃物所产生的垃圾,当前世界上工业发达国家和中国

城市垃圾问题有四大特点:数量剧增,占地剧增,成分变化大,处理难度加大。在中国,平均每人每天排出量约为1 kg,因居民中多数还以煤为日常主要燃料,特别是北方城市冬季取暖,煤灰量特大,要占垃圾量的70%~80%,另外,发达国家城市粪便全部是通过地下水道输送到污水处理厂处理,我国城市污水处理设施极少,粪便需要收集、清运,因而粪便也是我国垃圾中的一个重要组成部分。自19世纪以来,工业发展而引起世界性人口的迅速集中,城市规模的不断扩大,消费水平的提高,造成垃圾数量增加,垃圾处理问题变得日趋尖锐。垃圾任意堆放,往往造成侵占土地,污染环境,影响景观,并且传播疾病,对人体造成危害。(1)严重污染环境,使环境变得肮脏不堪,甚至成为传播疾病的场所,(2)污染水体和土壤,由于大气降水渗入地下,使垃圾产生强烈的淋滤作用,其中有毒元素有机物被溶解而渗入水中,使土壤和植物受污染;(3)阻碍道路和排水沟道的畅通,有的垃圾堆放在道路两旁,积少成多阻碍道路,倾倒在排洪沟的垃圾臭气冲天,垃圾在河道倾倒严重,阻碍防洪。

## 2.7 水土流失灾害

全国不少大中城市(包括城镇)在快速城市化开发建设中,忽视城市水土保持工作,大量城市土地开发或基础设施建设造成过度的地表扰动,在无约束的条件下,随意破坏地貌、植被,从而引起严重的建设开发性的水土流失,其侵蚀模数可达数万吨以上,城市的发展以超常速度和大规模建设,造成河道淤积,下水道淤塞,从而增加城市防洪压力、淤废,破坏城市基础设施,并对城市经济可持续发展和环境质量构成严重威胁。主要表现为三个方面:(1)各种类型的开发区,主要分布于交通网旁或城市工业轴心区;(2)新开辟公路和已成公路未保护坡面;(3)采石场、取土场,以及农业开发不当。

## 2.8 风沙沙尘灾害

沙暴沙尘都是一种威胁城市安全的灾害性天气现象。根据深海岩心和冰盖沉积物的测定,地质时期的尘暴沉积量比现在高100倍,更新世的尘暴造成了中国和中亚大量黄土沉积物,对近300 a来我国有史书记载的沙尘风暴有许多。目前,西部的西安、兰州、银川、呼市、北京等常受到风沙的侵袭。

## 2.9 海平面上升灾害

全球的气温变暖,使得地球表面降雨历时长,降雨强度增大,加速海洋中冰雪的融化,使海平面上升,过去的100 a来,全球平均气温升高0.45±

0.15℃,相应全球海平面上升了10~20 cm。海平面上升给沿海城市带来一系列灾害:(1)影响城市供水。表现在海平面上升加剧盐水入侵危害和阻碍城市污染排泄而引起的洪水水源污染。中国沿海地区主要供水水源以河流地表水为主,且许多重要城市位于入海河口区,如长江口的上海、钱塘江口的杭州、涌江口的宁波、甌江口的温州、闽江口的汕头、珠江口的广州等,海平面上升引起河口盐水入侵,甚至倒灌,加重城市水体污染。(2)阻碍城市防洪。中国沿海平原城市地面高程普遍较低,大部分仅2~3 m,天津市50%地区的地面高程不足3 m,塘沽、汉沽和大港三区处于3 m以下,沿海城市地面相当部分处于当地平均高潮位之下,全依赖城市防洪设施保护城区的安全,遇风暴洪水袭击,极易造成危害。海平面上升将导致天津、上海、广州防洪能力明显下降。未来海平面上升50 cm,天津市和上海现状重现期为100 a一遇的高潮位,将变成10 a一遇,广州降为20 a一遇。(3)旅游业受到危害。滨海旅游在沿海城市中占有极为重要的地位,我国沿海城市现已开发滨海公园、浴场、疗养度假区在内的旅游景点300余处,旅游海岸线长258 km,旅客人数占全国的60%以上,海平面上升给滨海旅游业带来很大危害,其中受害最严重则是沙滩资源。据推算,海平面如上升50 cm,大连、秦皇岛、北海和三亚滨海旅游区淹没和侵蚀加剧后退31~366 m,沙滩损失24%,最著名的北戴河风景区沙滩损失达60%。

### 3 城市地质灾害防治对策

城市人口密集、工厂林立,是一个地区经济、政治、文化的核心,同时也是地质灾害频率高、分布广、损失重的地区,在同样强度下,损失明显高于非城市地区。另外,城市地质灾害重,而且次生灾害,人为灾害又叠加形成的二次、三次灾害,将会造成较大损失。如地震可能引起塌方、火灾、交通事故,毒品泄漏;城市建设的开挖工程,过量抽取地下水而引起崩塌、地面下降等,科学技术发展,大量使用化学用品而污染大气,并产生温室效应,引起海平面上升,造成海水入侵,农田盐碱化,河口生态环境变坏、渔业发展受阻……因此,采取有力措施,防治城市地质灾害,是一项迫在眉睫的工作。

(1)加强对城市地质灾害链、灾害机理、灾害区划、灾害评估及灾害预警的综合研究,建立城市地质灾害信息系统,为动力减灾提供综合灾害信息,组织各部门与学科开展灾害的系统科学研究,协作攻关,

解决城市地质灾害的共同难点,要借鉴计算机技术、遥感技术、航天技术,以便科学地制订减灾方案,最大限度地减少灾害损失。在改造利用过程中化害为利,尽可能向着有利于人类生存的良性环境转化。

(2)加强法制建设,建立健全有关减灾法规,我国目前已颁布有关减少和制止人们不当行为作用于自然环境的法律和法规,同时也取得明显的效果。目前仍没有一个有关减灾法律,一部分人还没有对灾害的危害引起高度重视,应加强对城市全体公民的法制教育,特别是各级领导干部更要重视法规的学习,以提高以法制灾,以法保城的意识,主管部门应做到“有法可依,有法必依,执法必严,违法必究”,维护法律的严肃性,同时各级人大和职能部门要加快《城市地质灾害防治法》的制订工作,把城市地质灾害防治纳入法制轨道,保护城市人民的安全,促进国民经济的发展。

(3)我国城市地质灾害损失惨重,仅唐山地震一次损失高达100亿元,要确定减灾与发展并重的观点,推动各部门、地区制订与经济建设同步发展的减灾计划,进行城市地质灾害的综合评价,提出切合实际的因灾设防,因地减灾,同域和异域协同减灾的途径和措施,根据城市地质灾害评价结果,在制定和实施区域社会经济发展时,能有预见性地避开灾害危险区,避免不必要的损失和人员死亡。实现国民经济发展与城市地质灾害防治协调发展。

(4)加大城市地质灾害防治的投入,加强防灾工程建设,开展包括城市绿化、水土流失治理、防滑、防泥石流和入海口防潮工程,病库、危坝的加固工程,防洪、防震等城市防灾工程,以及小流域治理。同时还要采取综合措施,加强水资源管理,治理“三废”污染,推行垃圾无公害处理,加大垃圾袋装推广的力度,加快完善排水网络,建设城市污水处理厂,发展城市煤气化和供热、改造道路交通建设垃圾变废为宝(如发电、炼油、加工有机肥等)处理装置,不断提高城市防灾保护能力。

(5)树立全民动员,综合防灾全局一盘棋的思想。城市单位多,部门结构复杂,条块分割管理,应在当地政府的统一领导之下,成立跨部门和跨学科减灾机构,市区各单位将人财物集中起来统一防灾,在紧急情况下,采取必要的强制手段,树立全局观念。强化管理,落实责任,建立国家管理、部门管理、地方管理和相互结合的管理系统。

(6)对于城市地质灾害,要采取多种手段宣传,利用电视、电台、出版物等手段,普及减灾知识。要总

结减灾教育经验,弥补工作中不足之地,发挥优势,减灾部门要与教育部门通力合作,采取有效措施,将减灾纳入教育总体规划,适应减灾事业发展之需。扩大招收大中专生规模,培养减灾专业的硕士生、博士生、博士后,调整现有专业结构;结合大学基础教育开设减灾课和专业,有计划邀请国外专家来华讲学,进行学术交流,有针对性派出有关人员到国外培训,学习国外减灾的先进经验。

(7) 推动减灾工作的社会化,为社会减灾作出贡献,社会化减灾起到纽带和桥梁作用,因为社会既是承灾体,也是减灾体。社会活动因 80% 的人为因素干扰而成为重要的致灾因素,因此减灾需要全社会上下共同努力,把城市减灾工作当成一项重要的社会事业。尽快建立减灾基金,除国家财政一部分投入外,还接受社会各界捐款。减灾工作要大力发展保险事业,国家建立政策性保险公司,同时对商业性保险经营灾害保险业务的采取自愿政策,并给予应有补贴,根据中国的财力情况,采取联合共保办法,共同发展灾害保险,国家应以整体、经济利益发展,在财政上优先照顾灾害保险的发展,灾害的防治好坏,直接关系到整个国民经济的发展,国家要优先考虑减灾保险的财政支持要求,同时,在税收、政策方面扶持灾害保险的发展,推动防治灾害走向社会化,将减灾纳入各行各业的行动计划,把减灾责任分解和落实到单位和个人。

(8) 发展城市地质灾害学科建设。城市地质灾

害不仅包括土地资源学、地貌学、城市环境工程学、结构工程学、生态学、林学、土壤学、大气学、海洋学、资源环境学、系统工程学等,而且包括社会制度、政策法规、国土开发、城市布局、历史状况、社会治安、公民素质、救灾队伍等社会科学。应充分发挥该学科的优势,让他们共同献计献策,从而奠定有关城市地质灾害综合体系的理论基础,用以指导有关实践活动,在统一规模原则下,制定防灾的综合规划,让防灾减灾系统相辅相成,构成一个有效而科学的防灾综合体系。

参考文献

[1] 彭珂珊. 灾害大百科全书——生态灾害卷[M]. 太原:山西人民出版社,1996:736—844.

[2] 许福贵. 现代化进程中我国城市灾害[J]. 灾害学,1997,12(1): 59—63.

[3] 吴必虎. 中国城市灾害地学背景研究[J]. 灾害学,1997,12(1): 28—33.

[4] 惠振德. 煤矿灾害及防御对策[J]. 灾害学,1995,10(2):48—51.

[5] 姜立析. 地震灾害经济损失估算方法[J]. 自然灾害学报,1995, 4(4):27—33.

[6] 刘伟常. 保持水土,利国利民[J]. 水土保持研究,1997,4(1):2—6.

[7] 郝明龙. 我国城市化过程中的水土保持问题[J]. 水土保持研究,1997,4(1):16—18.

[8] 杨桂山. 海平面上升对中国沿海重要工程设施与城市发展的可能影响[J]. 地理学报,1995,50(4):304—309.

A SUMMARY OF URBAN CONSTRUCTION  
AND GEOLOGICAL HAZARDS IN CHINA

CHEN Gui-rong<sup>1</sup>, WANG Jing-wu<sup>2</sup>

(1. Library of Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Based on a number of investigations and analyses, of a series of geological hazards occurred in the process of rapid development of large-medium scale cities in China, the effects of urban geological hazards in urban developments are analyzed using natural science and social science theories simultaneously. Hence, according to the actual situation of the urban development in China and the goal after the 21st century, a few countermeasures for controlling urban hazards and management measures suitable to local situations are presented.

**Key words:** urban development; geological disaster; environment deterioration; countermeasures for hazard reduction

作者简介: 陈桂荣(1954—),女,副研究馆员,主要从事水土保持有关资料参考咨询。