第 20 卷第 3 期　　合 肥 工 业 大 学 学 报(自然科学版)　　Vol. 20№3
1997 年 6 月　JOURNAL OF HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY　　Jun. 1997

城市地质环境及其评价与保护

周涛发　　岳书仓　　柏　林
(合肥工业大学)　　(安徽省地矿局)

摘要　城市地质环境研究是环境地质学及环境科学的重要内容。城市的地质环境及地质作用对城市规划及城市建设具有深刻的影响和制约作用。加强城市地质环境研究与评价、合理利用与保护城市地质环境, 具有巨大的社会经济效益。

关键词　城市地质环境; 城市规划与城市建设; 环境评价与保护
中图分类号　X141, X21◦

0　引　　言

从 1972 年斯德哥尔摩“联合国人类环境会议宣言”之后, 环境保护日益成为国际社会关注的重大问题之一。1992 年在联合国环境与发展大会上发表的“里约热内卢宣言”把可持续性发展与 21 世纪议程联系在一起, 环境与发展已成为全球最为关注的问题之一。城市地质环境是环境地质学及环境科学的重要研究内容, 已成为城市规划和建设的重要依据, 对城市的现代化建设及社会经济的发展具有重要的作用, 也是地球科学今后的优先研究领域之一[1]。

1　城市地质环境及地质作用

城市的地质环境主要涉及地球岩石圈表层的岩石、土壤、大气、水和生物等组成的复杂系统。在各系统内, 随时可发生各种内外力地质作用(尤其是地质灾害作用)、各种地球物理、地球化学作用, 人类活动导致城市地质环境的各要素发生性质和状态的变化, 甚至产生成分重组。发生于城市之中异常活跃的生产活动和工程技术活动是人类对地质环境产生反作用(破坏作用)最强烈的地区, 其结果是, 随着城市向三维空间的深度开发, 城市对地质环境的地质作用加剧, 最终引起地质灾害, 表现在以下几个方面。

1.1　城市地面塌陷

◦　收稿日期: 1996-12-05

城市地面塌陷在我国东部主要有岩溶塌陷和采空塌陷两种。岩溶塌陷主要分布于岩溶强裂及中等发育的覆盖型碳酸盐地区; 采空塌陷广泛分布于各地矿山, 其中以煤矿塌陷最为突出。地面塌陷大多是人为因素造成的, 其危害主要表现在突然毁坏城市设施、工程建筑、道路交通等, 并造成人员伤亡。

1.2　城市地面沉降与地裂缝

地面沉降是一种相当大的范围内地面高程累进损失的一种地质灾害, 是在自然和人为因素作用下, 地壳表层土体压缩而导致的区域性地面标高降低的一种环境地质现象。目前, 世界上已有很多地区发生地面沉降, 比较严重的国家是美国、日本、墨西哥和意大利等。我国已有 50 多座城市发生地面沉降[2], 其中天津在沉降面积、最大累积降深和年沉降率几方面都最为严重。从成因上看, 绝大多数是由于地下水的过量开采所致, 有些地区伴有其它成因的叠加, 如构造沉降(塘沽), 石油开采(大港) 等。

由于地面沉降, 许多建筑物、道路桥梁和地下管道断裂, 风景点亦遭到不同程度的塌陷破坏, 严重破坏了城市的地质环境, 而且, 地面沉降导致地面标高损失, 造成雨季城市地表积水, 防洪抗洪能力降低, 沿海地区、城市抵抗风暴海潮的能力下降。

城市地裂缝的成因比较多, 如抽排水、采掘、岩土体变形, 以及新构造运动等, 其中岩土体变形最为广泛。有些城市地面裂缝的发育与断陷沉降的构造背景有关。地裂缝的激化与变形又和地下水开采、地面沉降等因素有关。地裂缝造成建筑物开裂、地面设施被破坏以及大型蓄水工程(如水库) 的安全受到威胁。

1.3　城市地球化学污染

城市的生产活动和日常生活向环境中输入巨量三废, 严重污染了城市及其周围的土体、水和空气, 改变了城市的地球化学环境, 给城市居民的身心健康造成了直接危害。这方面的研究工作较深入, 工程技术亦较成熟。

1.4　滑坡、崩塌及泥石流

作为城市地质灾害的主要灾种之一, 滑坡、崩塌和泥石流具有突发性强、分布范围广, 具有一定的隐蔽性等特点, 常造成巨大经济损失和人员伤亡, 除有时由自然因素造成以外, 我国东部地区的滑坡 70% 以上与人类的工程活动有关[3]。这类地质灾害常发生在雨季, 造成灾害, 如 1981 年雨季发生在香港的数十起大滑坡, 造成巨大经济损失。深圳特区在建设初期由于忽视了对建筑和道路周围的边坡治理, 现已造成近 15 亿元的经济损失。

1.5　其它城市地质灾害

城市的不协调快速发展、城市工程布局的不合理引起海水倒灌、地表水和地下水水质恶化甚至诱发地震等。

城市地质作用的方式较多, 根据人类经济活动和地质环境之间的物质和能量交换过程, 应重视下列城市地质作用研究: (1) 地下水圈的变化引起的水岩作用; (2) 由于静荷载引起的重力作用; (3) 城市热力场变化引起的热力作用; (4) 由于动荷载引起的动力地质作用; (5) 由于采矿和地下工程建筑引起的地下作用; (6) 人为的岩石形成作用。

随着科学技术的发展, 人类的工程技术活动还会产生新的城市地质作用。

2 城市地质环境与城市建设的关系

2.1 城市地质环境的固有特征

城市地质环境的固有特征即是其具有的空间性、稳定性、可变性和系统性。

对城市地质环境的空间范围目前认识尚不统一, 一般认为其上限是地壳表面, 其下限程度决定于人类科学技术水平及生产活动所能达到的深度, 一般为 1~ 2Km。城市地质环境由多种环境要素构成, 主要要素是岩石、土壤、水、气和生物(微生物), 各种要素之间存在着能量流动和物质交换, 在短暂的时限内, 这些要素是相对稳定的。城市地质环境具可变性。引起城市地质环境变化主要原因一是地质环境本身的各种地质营力的作用结果, 诸如火山爆发、地震、滑坡、泥石流等, 统称为地质灾害; 一是人类各种活动的结果, 诸如地面沉降、塌陷、地下水污染、土地沙化、沙漠化等。城市地质环境是一种环境系统, 具系统性, 在该系统中, 非生物环境因素有岩石、土壤、水、大气等, 生物环境因素是地质体内的有机体, 系统内各种环境要素的相互作用, 进行着物质和能量的传输。

2.2 城市规划与城市地质环境条件

城市规划主要涉及城市用地选择, 它关系到城市功能组织和城市规划布局。城市用地条件包括自然条件、建设条件和其他条件, 其中自然条件涉及地质、水文、气候、地形和生物等, 因此地质环境条件是城市用地评价的主要自然条件。决定城市用地条件的地质环境要素有: 岩土体类型, 如岩土体的分布类型、地表形态、空间分布以及物理学、化学、水理学性质和力学强度等及其在自然和人为作用下的稳定性; 水文地质条件, 包括地下水的赋存形成、水量大小、矿化度、硬度和水温等水质条件; 地形地貌条件, 因为不同地形条件对城市的规划布局、道路的走向、线型、各种工程的建设以及建筑的组合布置、城市轮廓、形态等具有一定影响, 而规划与建设的结果又对自然地形、地貌条件进行塑造; 物理地质现象, 主要表现为地壳表层的各种内、外力地质作用, 如岩石风化、冲沟、泥石流、滑坡、崩塌、海岸与湖岸的冲刷与堆积、多年冻结等。随着科学技术的发展, 在进行城市规划用地评价时, 在综合地质环境、建设条件和社会经济等因素的基础上, 应用多种分析方法, 建立定量评价模型, 使用地评价定量化, 以适应现代化城市规划和建设的需要。

2.3 城市建设与城市地质环境的关系

建筑于一定地质介质上的各类城市建筑物, 其巨大的负荷必将产生巨大的静压力, 从而打破原有的力学平衡, 使周围地质环境发生潜移默化的变化, 变化的结果反过来又影响建筑物的安全稳定, 形成建筑物与环境之间极为复杂的相互作用过程。城市建设与地质环境之间的关系主要体现在城市建筑物地基条件、地下空间利用、地质灾害整治、废物处理、供水工程以及天然材料等诸多方面。

由于自然界岩土的复杂性, 其成因、埋葬条件、物质成分、结构构造、物理状态、力学性质的多变性导致(天然的、人工的)地基条件千差万别, 城市建筑物的建造, 使地基中原有的应力状态发生变化。针对地基的变形和强度问题, 地基基础设计必须满足两个条件: 一是作用于地基的荷载不超过地基的承载能力, 保证地基在防止岩体破坏方面有足够的安全储备; 二是控制基础沉降使之不超过地基变形允许值, 保证建筑物不因地基变形而损坏

或者影响其正常使用。故应针对不同类型的地基如基岩地基、土质地基、特殊地基或区域性地基(膨胀土地基、黄土地基、软弱地基及溶洞、土洞和红粘土地基等)以及部分地区的多年冻土地基、盐渍土地基等, 进行其变形及强度等工程性质因素的深入细致研究。

随着城市建设的发展, 建设用地越来越紧张, 国内外许多大城市都在向地下空间发展, 如建设隧道、地铁、地下商场、地下停车场、地下污水处理厂和其他地下设施等。地下建筑物的安全直接受制于地下洞室周围岩、土体的稳定性, 影响主要体现在地下洞室的位置、方向选择, 洞室支、衬结构设计以及施工条件和施工方法选择等, 围岩地质构造的复杂程度和地下水的活动情况也在很大程度上影响地下工程难度及工程造价和工程质量等。

城市建设的特点, 使得城市地区及其周边的地质灾害特别是人为地质灾害发生的概率比其它地区高得多, 造成的损失特别大。城市建设中大量的开挖、排放水等, 可诱发和加重地质灾害。因此, 为了保证城市建设经济、安全、顺利地进行, 必须查明拟建建筑物周围的灾害地质环境及其在建筑物施工、运营过程中的变化, 以采取适当的措施。

城市的建设与发展离不开水源, 地表水和地下水是城市供水的两大水源, 地下水资源的赋存、运动、开采条件等都与地质环境密切相关, 因此, 在城市供水工程建设时, 必须充分考虑该地区的水文地质条件, 预测评价城市建设和开采地下水对水文地质环境的影响, 合理选择开发水资源的技术方案。

此外, 在城市废物处置及城市建筑材料的供应方面也应充分考虑地质环境条件。

3　城市地质环境的评价与保护

3.1　城市地质环境评价与保护的基本方法

城市建设必然触及城市地质环境, 城市建设与地质环境保护成为一对对立的矛盾。城市地质环境的研究目的则是合理利用与保护城市地质环境, 使地质环境的动态变化不致于向恶性方向发展, 达到城市建设与地质环境的统一, 因此, 必须开展城市地质环境的评价与保护。发达国家的实践证明, 开展城市地质环境的评价与保护, 其经济效益十分显著。我国目前正处于城市高速发展时期, 加强城市地质环境的评价研究, 合理利用与保护城市地质环境, 将具有巨大的社会经济效益。

3.1.1　城市地质调查法

系统进行城市地质环境野外调查, 在充分收集前人工作成果的基础上, 结合遥感技术、浅层地球物理探测方法、钻探方法以及现场地球化学、水化学等方法, 快速、准确、高信息量地获得城市地质环境的三维动态认识及相关参数和模量。

3.1.2　人文-社会学方法

人在城市地质环境中占有非常重要的位置, 人类的工程活动已成为影响和改造城市地质环境的主要的营力之一, 因此, 将人文-社会等有关理论和方法应用于城市地质环境的研究显得异常重要。总结分析已有的城市工程经济活动对城市地质环境影响的程度和规律, 以及城市地质环境对人类工程活动的反作用, 研究规范和约束人类工程活动的有关政策、法规, 以期达到保护和改善城市地质环境的目的。

3.1.3　现代测试技术与新方法新理论

在地质调查的基础上, 运用分析、测试的技术和方法, 在实验室条件下模拟和再现客观城市地质环境条件, 并模拟地质作用过程; 运用同位素示踪与测年的方法, 准确获得水、岩、土的变化信息, 从而有助于揭示人类活动与城市地质环境组成的复杂系统中各种物理、化学、力学的现象和过程, 并建立各种分析模型。将混纯学、分形理论、灾变理论、协同论、耗散结构理论等非线性科学的理论与方法运用于城市地质环境的研究, 利用计算机工具, 建立各种地质过程的非线性模型, 如岩体结构的分形分维特征及变形模量、断层与活动带的分形、分维研究等。

3.1.4 城市环境地质图编制

目前国际上评价城市地质环境时常采用地质制图法, 所编制的图件有三类: 一是基础图件, 如地质地貌图、水文地质图和工程地质图等; 二是专门图件, 如建筑材料分布图、废物处置地质图、环境地球化学图和地质灾害分布图等; 三是评价区划图, 包括土地利用规划图、城市建设适宜性图及综合区划图等。通过由低层次到高层次对各类环境地学思维和信息的综合和评价编制的城市地质图将成为人们合理利用与保护城市地质环境、为各级政府机构进行管理和规划的科学工具。

3.1.5 综合评价预测方法

城市地质环境的评价预测既考虑自然地质环境, 又考虑社会经济因素, 是一种多层次综合性的方法, 各种综合模型方法, 如专家系统方法、决策支持系统方法、GIS 地理信息系统及模糊数学方法等已在美、德等发达国家所进行的区域性地面沉降和地下水动态预测中得到较成功的应用[4]。

3.1.6 实时监测预报方法

实时监测预报方法是集数据自动采集、处理、建模、预测预报及信息的短程、中程及远程传送于一体的集成技术与方法, 是城市地质环境和环境监测预报的主要措施和必然趋势, 计算机技术、电子技术和人工智能技术所组成的信息技术是这方面研究的支柱。在城市地质灾害防治和环境问题的勘察、预报、设计、施工的不同阶段, 实时监测都是基本手段。

3.2 城市地质环境工程

城市地质环境工程分为两大类, 一类是控制城市不良地质环境恶化功能的地质环境工程, 如采取环境工程方法控制诸如地面沉降、塌陷、地下水污染等人为地质作用; 另一类是开发有用城市地质环境功能的地质环境工程。绝大多数人类活动所产生的废物最终都进入城市及其周围的地质环境, 因此应加强各种城市环境的环境功能研究, 并进一步加以开发和利用。这方面工作包括净化废物的地质环境工程、贮存废物的地质环境工程等等。

4 结束语

城市发展进一步损害了市区及附近的环境质量。城市地质环境研究成果可用来调节各种需求和减少社会增长的损害, 大量事实表明, 环境地质条件控制并影响着不同经济发展水平地区人们生活和供养的质量。在我国改革开放、经济高速发展、城市化不断增强的今天, 充分重视城市地质环境研究, 并积极开展对其评价与保护, 是我们面临的当务之急。

参 考 文 献

1 Committee on status and research objectives in the solid-Earth science: Solid-Earth Science and Society Summary and Global Overview, 1983, National academy press, Washington D C, U. S. A.
2 刘铁铸. 国内外地面沉降现状、危害及治理对策. 城市地质专辑, 1992(12)
3 张寿全, 王思敬等. 人类活动与中国沿海环境工程地质问题. 地学前缘, 1996, 3(1, 2)
4 周平根. 从系统观点论环境地质学的研究方法. 地学前缘, 1996, 3(1, 2)

URBAN GEOLOGIC ENVIRONMENT AND THE EVALUATION AND PROTECTION

Zhou Taofa　　*Yue Shucang*　　*Bai Lin*
(Hefei University of Technology)　　(Geological Bureau of Anhui)

Abstract　The urban geologic environment and geologic agents(hazards) has deep influences and constrains on city planning and municipal construction. A close attention should be paid to the urban geologic environment study, evaluation, reasonable utilizing and protection, which have huge social and economical utilities.

Key Words　urban geologic environment, city planning and municipal construction, environmental evaluation and protections

姓名　周涛发　出生于　1964　年　10　月　学位　博士
职称　教授(硕士生导师)
主要研究方向　地球化学
主要成果及获奖情况　主持国家“九五”科技攻关项目专题“新疆库马苏地区岩浆活动与金、铜矿床关系研究”, 参加“与寻找超大型矿床有关的基础研究”等国家及部委科技攻关项目、攀登计划项目和博士点基金项目共 6 项。在国内外杂志上发表学术论文 30 余篇。
联系地址　合肥工业大学资源与环境科学系　邮编　230009

(本文责任编辑 瞿尔仁)