

城市地质环境 风险经济学评价

CHENGSHI DIZHI HUANJING
FENGXIAN JINGJIXUE PINGJIA

刘长礼 著



地质出版社

地质调查项目“全国主要城市环境地质综合评价”（项目编号：
1212010535501）成果之一

城市地质环境风险 经济学评价

刘长礼 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

为了解决城市日益激化的人地矛盾,对地质灾害或其他地质环境问题实行有效预防,对城市地质环境实行更加有效的保护与管理,我们需要引入地质环境风险评价与管理机制。在社会主义市场经济条件下,只有利用经济杠杆的作用,才能够有效地展开城市地质环境的保护与管理。目前鲜见高水平的有关地质环境风险评价,特别是包含经济或生命损失的地质环境风险的经济学评价方面的书籍。本书全面系统地讨论了地质环境的价值观、地质环境的价值评价与核算、地质环境价值功能丧失的经济损失评估、地质环境事故概率或危险性评估及地质环境风险评价的体系构建等问题;针对地质环境风险的经济学评价中亟待解决的理论难题,书中给出了解决的方法,并用大量实例介绍了城市地质环境风险经济学评价理论方法的应用。

本书可供从事环境地质科学研究及调查评价的人员参考,也可供大专院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

城市地质环境风险经济学评价 / 刘长礼著. —北京:地质出版社, 2010. 6
ISBN 978-7-116-06586-4

I. ①城… II. ①刘… III. ①城市 - 地质环境 - 风险分析 - 中国②城市 - 地质环境 - 经济评价 - 中国 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 024345 号

责任编辑: 杨友爱 杨惠敏

责任校对: 杜悦

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324581 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13 图版: 4 面 插页: 6 页

字 数: 310 千字

印 数: 1—1000 册

版 次: 2010 年 6 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 80.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-06586-4

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

前 言

我国城市化进程十分迅速。从1978年到2008年的30年里，城市化率从17.9%变为45.68%，城市人口从1.72亿增加到6.07亿，城市已从193个扩大到687个。我国已将走城市化道路作为一项基本国策。在未来的30~40年内，城市化水平可以达到70%左右，城市将增加到1 000个以上。

我国城市化加速发展，成为国内经济增长的推进器。城市区域不断扩张，在经济发达地区形成了诸如长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区、海峡西岸、山东半岛、辽中南、中原、长江中游、川渝、关中等城市群。

与经济的发展和人民生活水平的提高相伴随，城市居民对城市环境的要求也越来越高。但城市却是人类活动最频繁、人地矛盾最尖锐、环境最脆弱、居民对环境要求最高的“四最”地方。城市地质环境是城市环境关键组成部分，直接从根本上影响着城市环境质量。总体来看，目前我国城市地质环境的状况是：一方面，地质环境作为城市建设的基础，支撑着城市的发展。表现为：①大量天然建筑材料成就了辉煌的城市建筑；地质环境为城市建设提供了宝贵的空间资源；②地下水资源为城市提供了丰富而优质的供水水源；③地质景观为城市旅游、娱乐业的发展提供了丰富的地质景观资源，支持了城市经济发展，丰富了城市居民的文化生活；④矿业城市因地质资源开发而建，随地质资源开发利用而兴。另一方面，城市地质灾害与环境地质问题，制约着城市的可持续发展。表现为：①在我国有一半左右的城镇分布于丘陵山区，崩塌、滑坡、泥石流等灾害非常严重，对城市规划建设、人民生命财产等构成了巨大威胁，造成了巨大的经济损失，且危害有加重趋势；②地面沉降、地裂缝灾害强烈，造成损失日益严重；③人类活动加剧，岩溶与采矿造成的地面塌陷越来越严重，影响人民生命财产安全，不少矿业城市，已经成为上访的热点，逐渐形成了社会动荡的隐患；④地下水资源是城市可持续发展的重要支撑，但我国许多城市地下水资源短缺，严重超采地下水导致许多环境地质问题；⑤城市地区人类活动频繁，导致了地下水污染加剧，使供水本来就紧张的城市更加缺水；⑥人类“三废”的排放，对土壤造成了污染，影响着城市居民食品卫生安全。

城市居民对环境的期待及城市地质环境的严峻情况，迫切要求进一步改善城市地质环境，并对地质环境实行有效的保护和管理。多年来，有关部门对地质环境的改善、保护和管理等方面，在地质环境调查评价、监测、治理，以及在行政管理体制、法规建设和政策制定等方面做了大量的工作，也收到了巨大

成效。但是，要适应城市化的快速发展，不断满足城市居民对保护城市环境的观念日益提高的需求，还需引入风险管理机制，才能对地质环境实行更加有效的保护与管理。而引入风险管理机制，必须要对地质环境实行风险评价。

风险评价兴起于20世纪70年代的工业发达国家，尤以美国在这方面的研究独领风骚。在近30年中，包括人体健康风险及环境风险评价的科学体系已基本形成。

我国的风险评价研究起步较晚，自1990年以后逐步引起重视，其标志事件是国家环境保护局于1990年下发第057号文件，要求对重大环境污染事故隐患进行环境风险评价。但对于环境风险评价的调查和研究基本上都集中在一些石化企业发生的事故的风险评价，如在化工原料的运输与存放、易燃易爆和有毒有害物质的生产和运输、核电站的建设和运行等过程中，会发生一些具有突发性强、危害性大、有害化学品类型多、行为复杂等特点的事件，对这些事件可能存在的风险进行评价。至今，还没有一套适合中国的有关风险评价程序和方法的技术性文件。

随着我国城市化进程的发展，有关城市土地利用和规划合理性的环境评价工作越来越受到重视。自20世纪80年代以来，国内对地质环境质量评价、城市建设用地的地质环境适宜性评价等研究较多，也有一些学者对地质灾害的风险和生态风险评价开展研究，取得了一些成果，但至今仍缺少对地质环境风险评价方法和指标体系的建立做系统、深入的研究工作，不能满足当今城市规划建设和城市经济发展、环境保护等的需求。

环境经济学或资源经济学在我国也是一门新兴学科，突破古典的劳动价值论，把自然资源和自然环境看做一种既有使用价值，又有交换价值的资源，近年来才逐渐被人们接受。利用自然资源与自然环境价值理论，对自然资源与自然环境的价值及人类活动影响的环境生态功能价值及其退化所造成的经济损失进行评价的研究成果，也是近年来才见到报道的。把环境经济学、自然环境资源价值理论、原理和方法，引入地质环境质量和地质环境风险评价，在国外极少见到报道，国内还未见。

地质环境的风险评价，在国外有学者已开始做，但方法并不成熟。我国也有学者对地质灾害等进行“风险”评价，但从严格意义上来说，多数只能算“危险性”评价，而真正的地质环境风险评价，特别是包含经济或生命损失的“地质环境风险的经济评价”还见得不多。

为什么要进行地质环境风险的“经济学评价”？这是因为过去在地质环境质量、适宜性等方面的评价，及对地质灾害危险性、易发性等方面的评价，已做了大量工作，这些成果基本能满足相应的需求；但是为了地质环境的保护、管理有新的突破，必须要新的思路：即在市场经济的社会，只有利用经济杠

杆的作用，才能有效地“挑动”城市地质环境保护与管理工作的。从地质环境科学角度，指出在城市建设规划、生态城市规划或当城市重大工程建设时，如不遵循地质规律，将会付出包括经济损失在内的代价，以及提出控制环境风险的对策或措施，这即是地质环境风险经济学评价。这样的评价结果才会让城市规划、建设或管理者接受和重视。

在进行地质环境风险的经济学评价时，需要解决的理论难题有：地质环境的价值观、地质环境的价值评价与核算、地质环境价值功能丧失的经济损失评估、地质环境事故概率或危险性评估及地质环境风险评价的体系构建等问题。本书在解决这些难题方面做了一些探索。全书分为城市地质环境的价值论及其计算、地质环境价值损失评估、地质环境风险经济学评价三大部分共十章。

第一章的主要内容有，在对本书涉及的几个关键术语概念进行简介之后，探讨了地质环境与地质资源价值研究意义。

第二章探讨了地质环境资源的价值观问题。地质环境是否存在价值，这是地质环境风险经济学评价的基础理论关键。笔者在查阅了马克思的《资本论》、目前西方主流的环境资源经济学（如边际价值理论等）论述、国内相关环境资源经济学著作的基础上，认为地质环境资源是有价值的，并讨论了地质环境资源价值属性与特性等问题。

第三章讨论了地质环境的价值评价的理论与方法。笔者在查阅分析了大量国内外资源经济学、环境经济学方面的文献基础上，将环境资源经济学的原理或理论引入，对地质环境价值的定义与内涵、构成、特点及地质环境质量与价值的关系、地质环境价值分类、评价理论和核算方法等方面做了一些探讨。

第四章利用第三章讨论的地质环境价值评价理论方法，用实际例子说明了地下水、土地、湿地、油藏等地质环境资源价值核算方法。

第五章在总结大量国内外环境经济影响、环境功能价值损失和地质灾害危害损失评价理论方法的基础上，讨论了地下水污染经济损失的“浓度-价值损失率”、“工程费用法或恢复费用法”评价方法。

第六章借助第五章介绍的理论方法，用实例演示了地下水污染、滑坡、泥石流、地面塌陷、矿山环境破坏等对环境破坏造成的价值损失评估方法。

第七章讨论了利用经济学理论方法进行城市地质环境风险评价研究意义与现状。

第八章解决了地质环境风险经济学评估的核心问题——地质环境事故发生概率计算或危险性评价方法。在总结国内外大量风险定义、事故概率计算方法的基础上，根据不同的地质环境及其事故发生的机理、规律和特点，分别提出了地下水污染、崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等事故概率评估及其计算方法，奠定了地质环境风险的经济学评价理论方法基础。

第九章分别以石家庄和北京地面污染源污染地下水风险、石家庄利用北调江水调蓄地下水影响本地地下水质量风险、天水滑坡、泥石流的地质环境风险、唐山岩溶地面塌陷的风险经济学评价为例，分别从地质环境风险评价程序、风险与危害识别、地质环境事故概率或危险性评估计算、风险判断和控制等方面，分别对异地调水调蓄地下水、地面污染源造成地下水污染、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷等风险的经济学评价理论与方法进行了较详细的阐述。

第十章总结了本书一些结论与存在的问题。

目 录

前 言

第一篇 城市地质环境的价值论及其计算

第一章 城市地质环境价值及其研究意义	1
第一节 城市地质环境及其相关术语	1
第二节 城市地质环境与城市可持续发展	6
第三节 地质环境资源价值的研究意义	12
本章小结	14
第二章 地质环境资源价值的认知	15
第一节 自然环境资源价值	15
第二节 城市地质环境的价值	26
本章小结	40
第三章 地质环境价值的核算	41
第一节 城市地质环境价值与“绿色 GDP”	41
第二节 地质环境价值的一般核算	42
本章小结	53
第四章 几种地质环境资源价值的估算实例	54
第一节 黄河三角洲湿地生态服务功能价值评估	54
第二节 石家庄滹沱河被污染地下水资源价值评估	61
第三节 油藏资源价值评估	63
第四节 耕地资源价值评价	65
本章小结	68

第二篇 地质环境价值损失评估

第五章 地质环境功能价值损失评估	69
第一节 地质灾害造成的价值损失评估	69
第二节 地质环境功能价值（经济）损失评估方法	75
第三节 地下水污染的浓度 - 价值损失率法	84
本章小结	86

第六章 地质环境功能价值损失评估实例	87
第一节 应用“浓度-价值损失率法”评估地下水源污染经济损失	87
第二节 石家庄滹沱河地下水源污染经济损失恢复费用法评估	93
第三节 滑坡造成的经济损失评估	97
第四节 泥石流造成的经济损失评估	104
第五节 矿区直接环境成本评估	112
本章小结	115

第三篇 地质环境风险经济学评价

第七章 城市地质环境风险评价研究意义与现状	116
第一节 几个相关的基本概念	116
第二节 地质环境风险经济学评价及其意义	117
第三节 地质环境风险经济学评价研究现状与发展趋势	119
本章小结	122
第八章 地质环境风险经济学评价的理论基础	123
第一节 地质环境风险评价的基本思路和方法	123
第二节 地质环境风险可能性(概率)估算	125
本章小结	137
第九章 地质环境风险经济学专题评价实例	138
第一节 地面污染物对地下水污染风险经济学评价	138
第二节 异地调水建地下水库污染风险经济学评价	144
第三节 垃圾处置场地质环境风险经济学评价	151
第四节 滑坡灾害风险经济学评价	158
第五节 泥石流灾害风险经济学评价	165
第六节 岩溶地面塌陷风险经济学评价	174
本章小结	179
第十章 结论与存在的问题	180
第一节 结论或认识	180
第二节 存在的问题	183
后记	185
参考文献	186
英文部分	195

彩图

第一篇 城市地质环境的 价值论及其计算

第一章 城市地质环境价值及其研究意义

第一节 城市地质环境及其相关术语

环境、资源、地质环境、地质资源等相关概念在不同的学科或领域有不同的定义，即使在同一学科或领域内，不同的学者根据自己的体会和经历，也会给出不同的定义。为使读者对本书的理解不至于混乱，本节将对这些相关概念作一个界定。

一、自然环境与自然资源

自然环境与自然资源都是人类生存与发展的物质基础，既有同一性，又有差异性，二者间的关系是密不可分的，都是相对于人类这个主体而言的，对人类十分重要。

1. 自然环境

自然环境的概念：在环境科学中，“环境”是指以人类为主体，围绕着人类的空間以及位于该空间内部的直接或间接地决定或影响人类生存和发展的各种自然因素的总和。我国环境保护法将环境定义为，“环境是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”^[1]。

人与自然环境的关系：自然环境是人类经常的和必要的社会物质生活条件之一，环境影响着人类，作用于人类；反之，人类也能通过自己的活动反作用于自然环境，即人类有目的、有计划、能动地改造着环境、利用着环境，为自己创造新的生活和生存环境。

然而，人类长期以来并没考虑到由于对环境的干预能产生长期的、累积的影响的环境效应。当人类违反自然规律去干预环境时，人类将因自己的错误而

受到自然界的惩罚；当人类按照自然规律去干预环境时，便会使环境有利于人类的生存而发展。人类在认识到其必须与自然环境和谐共处后，从而使人们又重新回归于正确的平等、共生、共进的关系上来。

2. 环境价值

环境作用于人类，影响于人类，人类也反作用于环境，影响着环境。在这种相互作用、相互影响的关系中，向着人类生存与发展好的方向的作用和影响；与此同时，环境质量和环境功能也是向着好的方向的作用和影响，这种关系称为环境价值。环境价值表现的是双向关系，而且也是双赢关系。也就是说，为了人类的生存和发展牺牲环境，以环境为代价，降低了环境质量，损害了环境功能，这种单向利己关系只是无休止地从环境中摄取，毫不顾忌环境的承载能力，把人和环境的关系对立起来，人与环境只是使用与被使用的关系、需要与满足的关系，这只能是环境的使用价值而不是环境价值。为了协调人类与自然环境的关系，对于降低了的环境质量和折损的环境功能予以足量的经济补偿，这就是环境补偿价值。环境价值是由使用价值和环境补偿价值构成，在没有环境补偿价值的情况下，环境价值就不存在。环境价值是产生于人类对环境获取效用的同时又要对环境给予足量的经济补偿。这也是可持续发展环境伦理的所在，人类与环境关系是和谐、平等共处、共生、共存、共荣的统一整体。环境价值是指事物和人的行为对人的正常环境生活所具有的意义和价值，既在满足人的环境本性和需要所具有的意义和使用价值，亦要人类向自然环境提供足量的补偿价值，以补偿自然环境满足人类需要能力的折损。

倡导环境价值，把环境价值理解为与人的统一独立整体，与人共同享有平等的尊严、权利和价值，回归环境价值的可持续发展价值观，恢复人的环境本性和环境需要的丰富性和全面性，恢复人与环境的自由的和谐关系，对国民经济的可持续发展、全面建立和谐社会意义重大。

3. 自然资源

自然资源是自然环境的组成要素，是自然环境中与人类社会发展有关的，能被利用来产生使用价值并影响劳动生产率的自然要素，它包括土地、水体、动植物、矿产、阳光、地热等资源。自然资源是社会物质财富的源泉，是社会生产过程中不可缺少的物质要素，是人类生存的自然基础。自然资源类型，有多种划分方法^[2~4]：①按其在地球上存在的层位，可划分为地表资源和地下资源；②按其在人类生产和生活中的用途，可分为劳动资料型自然资源和生活资料型自然资源；③按其利用限度，可分为再生资源和非再生资源；④按其数量及质量的稳定程度，可分为恒定资源和亚恒定资源。

4. 自然环境与自然资源的关系

自然环境与自然资源的关系：自然资源只不过是自然环境的一个要素，自然环境包含了自然资源，这就是自然环境的资源观。自然环境包括宇宙环境、地球环境、地质环境、地理环境等。

5. 短缺资源

自然资源是有限的，这是由于自然资源的属性和功能所决定的。它们具有满足人类需要的有用属性和可利用的功能。在有限的自然资源中，有的是短缺资源，有的是稀缺资源。

短缺资源是指在一定时空范围和一定技术经济条件下，因需求量大于供给量而产生明显不足的资源。资源的短缺状况和短缺程度与一定时空条件下的价格有关。在一定的价格水平上，资源需求量大于供给量，即显现出资源短缺^[5]。

因为资源短缺状况和短缺程度与价格有关，所以与形成价格的机制有关。在国内外市场分割的环境下，有的国家实行计划经济体制，价格受到政府严格管制，具有刚性价格的许多自然资源，以远低于其价值进行交换，出现过度利用，造成长期短缺。而在市场经济环境下，特别是在市场机制健全的条件下，资源价格是在市场竞争中形成的，能较好地反映资源供销状况，虽然由于信息的不完全而可能出现资源短缺，但是短缺现象有一定弹性，一般情况下持续时间较短。

总之，环境是指以人为主体的生命有机体存在的周围空间，包括空气（阳光）环境、水环境、地质环境、土壤环境、生物环境等的总称，是影响人类生存、发展和享受的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总和，它也是一种自然资源。水、土地、森林、草原、地质矿产、石油天然气、动植物、空气等自然资源均是环境的要素。而自然资源则是自然环境的组成部分，环境中包含着资源，资源蕴涵于环境。

因此，在本书中出现的“环境”、“资源”、“环境资源”或“资源环境”这些词汇如果没有前定介词修饰，则环境资源或资源环境同指一个概念，都可以简称为环境资源或资源环境。

二、地质环境与地质资源

1. 地质环境

地质环境（geological environment）是指与人类生存和发展相互影响的地球表层岩土体空间，是自然环境的重要组成部分，对经济和社会发展发挥资源、环境等基础功能。它与大气环境、水环境、生态环境之间存在着广泛的物

质、能量交换，起控制、支撑或破坏作用，共同构成了人类生存与发展的环境系统。地质环境承受内动力、外动力地质作用和人为作用，具有内源性、隐蔽性和一旦酿成灾害的不可逆性，对人类经济社会发展具有重大制约作用。地质环境可由第一、第二、第三地质环境构成。

第一地质环境，指未受到人类活动影响的地质环境，或可称为原生地质环境。

第二地质环境，指人类进行地质资源开发利用、工程建设等活动，以及发展经济所从事的经济活动等所改造了的地质环境，或可称为城市次生地质环境。

第三地质环境，指人类活动及其与原生、次生地质环境的相互作用的总和。城市地质环境即为典型的第三地质环境。

地质环境是环境的主要组成部分之一，是人类生存与发展的基础环境，它包含了地质资源，具有与环境相同的价值和使用价值、相同的自然属性和社会属性。

环境地质问题（environmental geology problems）是指地质环境中对人类生存与发展有不利或潜在不利影响的各种不良地质现象和作用，如各类地质灾害、土壤污染、地下水水质污染、海水入侵、土壤沙漠化、盐碱化、石漠化等问题。本书“环境地质问题”与“地质环境问题”同义。

地质灾害（geo-hazards）是指由于自然产生或人为诱发的地质作用，对人民生命财产、生活环境和工程建设造成的危害。简言之，即地质作用造成的灾害。地质灾害按其发展过程可分为两类，一类为缓变性灾害，以较缓慢的作用过程对人类造成危害，如地面沉降、地裂缝和地面塌陷等；另一类为突发性灾害，骤然发作成灾，如滑坡、崩塌、泥石流、地震等。

2. 地质资源

地质资源是指在地质历史时期由于地质作用形成的蕴藏于地层中的各种可供人类开发利用的自然资源，如各类矿床、石油、天然气、地下水、地热水、矿泉水、微生物、地表各类天然建筑材料、土地、湿地、地质景观和地下空间资源等。地质资源是自然资源的主要组成部分之一，与自然资源一样具有价值和使用价值，具有与自然资源相同的自然属性和社会属性。地质资源也是地质环境的组成部分。

3. 地质环境与地质资源的关系

地质环境与地质资源的关系正如自然环境与自然资源的关系一样：地质环境包含地质资源，地质资源只不过是地质环境的一个要素。在谈及地质环境或地质资源的时候，具体含义各有侧重：地质环境主要指包括地质资源在内的与

人类关系密切的各类要素，重点是人类与这些要素的相互关系；而在谈论地质资源时，侧重于人类开发利用于生产、生活的蕴藏于地层中的物质。从环境角度看，地质资源是地质环境的一部分；从资源角度看，地质环境是地质资源的一部分。

本书提及地质资源时，可理解为地质资源环境，在提及地质环境时，可理解为地质环境资源；在论述地质环境质量评价或地质环境风险评价的时候，包括了地质环境和地质资源评价和风险评价的含义。

4. 其他几个相关概念

城市地质环境：指包括城市发展所影响的区域和深度范围内地质条件、地质资源、地质灾害、地质环境问题等的总和，是地质环境在城市区域的概念。在城市区域，几乎不存在原生地质环境，主要是人类与自然地质作用共同形成的城市次生地质环境。因此，城市地质环境主要指人类活动及其与次生地质环境的相互作用的总和。

城市地质环境包括对城市发展有利的地质资源和良好的地质条件，也包括对城市发展不利的地质灾害、环境地质问题及不良地质作用与现象。城市地质环境质量评价包括对城市发展起支持作用的地质资源、良好地质环境条件的有利方面的评价，也包括对城市发展起限制作用的不良地质作用、地质灾害及环境地质问题等不利因素的评价。

城市生态环境：在城市区域中，城市居民与城市环境的统一体，以及这个统一体中进行物质能量流动与交换的因素，即与城市居民相互作用的环境称为城市生态环境。研究城市居民与其生存环境之间相互关系的科学称为城市生态环境学。

社会经济环境：人与自然环境相互作用形成的环境为社会经济环境。在自然环境中，地质环境居于主导地位，而在社会经济环境中，人居于主导地位。

城市生态地质环境：以人类生存的城市地质环境为核心，其与自然生态环境、社会经济环境组成的相互作用、相互制约的重叠部分为生态地质环境。

三、地质环境资源的特性

地质环境资源与其他天然资源相比较，具有下列特性^[6]：

(1) 资源属性：一部分地质环境资源，如天然建筑材料、石油、天然气、地下水等资源，具有与一般天然资源一致的属性，即难以恢复和再生性、不可逆性、耗损耗竭和枯竭性，具有可以移动性。

(2) 环境属性: 另一部分地质环境资源如地面空间、地下空间、地质景观、湿地、天然地质体及其构成等具有自然环境属性, 即具有不可耗竭性、不可移动性, 但具有可恢复和重建性质, 即这部分地质资源虽然可被破坏、污染和毁损, 但其功能可以通过工程治理或天然自净与调整得到修复。

(3) 独一无二的特性: 地质环境资源, 其环境资源价值不仅与其具体种类、品质等有关, 还受到其所处的具体地理区位、埋藏条件、开发利用条件、稀有程度等的影响, 可以认为, 地球上没有在使用价值、补偿价值、开采利用条件、修复条件等方面完全相同的两种资源。因此, 地质环境资源具有独一无二的特性。这种独一无二的特性在具有环境属性的地质环境资源上表现得更为明显。

(4) 社会化商品属性: 地质环境资源与一般天然资源一样, 具有可社会化与可商品化属性。不论是上述具有资源属性的地质环境或是具有环境属性的地质环境, 都可以通过人类的工程改造或者开采利用, 进入流通领域, 实现其社会化和商品化。

地质环境资源的价值由上述特性决定, 在进行地质环境资源价值评估时, 必须考虑到地质环境资源的这些特性。

第二节 城市地质环境与城市可持续发展

一、地质环境是城市建设和发展的基础

1. 大量天然建筑材料成就了辉煌的城市建筑

我国现有城市 687 座^[7], 不论是鳞次栉比的摩天大楼、还是青砖灰瓦的百姓民宅, 不论是四通八达的立体交叉桥和高架路, 还是阡陌纵横的乡间小路, 绝大部分都是作为地质资源的天然建筑材料修建起来的。可以说, 没有蕴藏于地层中的天然建筑材料, 就不可能有城市建筑的辉煌。目前, 我国每年为生产建筑材料要消耗各种矿产资源为 70 多亿 t, 其中大部分是不可再生的矿石、化石类资源, 全国人均年消耗量达 5.3 t。目前我国已探明的可用于水泥生产的石灰石矿山储量约为 450 亿 t, 可开采利用的约为 250 亿 t; 水泥工业每年要消耗约为 6 亿 t 石灰石及 1.2 亿 t 粘土^①类原料, 煤炭近 1 亿 t; 我国年生产砖瓦 6 000 亿块标准砖, 需消耗 12 亿 m³粘土^[8,9]。

① 粘土亦作黏土, 下文同。

2. 地质环境为城市建设提供了宝贵的空间资源

城市发展离不开空间资源。地质环境不仅为城市的扩展提供了不可缺少的地面空间资源,还为城市发展提供了大量的地下空间。

城市发展空间由地面向地下延伸、部分城市功能由地面转入地下,这是世界城市发展的必然趋势,也是衡量一个城市现代化的重要标志。地下空间的开发是充分利用城市土地的重要措施,对城市社会经济的可持续发展具有重大意义。开发利用城市的地下空间,始于20世纪50年代。目前,一些发达国家城市地下空间开发利用已具有相当的水平与规模,有的发达国家已开始尝试开发利用50~100 m的深层地下空间。不少发展中国家也逐渐将城市发展的目光投向了地下空间。

在我国,城市地下空间的开发工作已经起步。北京、上海、成都、广州、南京、深圳等城市已开发利用地下空间作为地铁、公路、仓储、车库、购物中心、娱乐场所等。

总之,人类进入工业革命时代至今,已成功地开发利用地下空间来建设地下交通、公用设施、军用设施、掩护所、住房、储藏冷冻设施及仓库、工业和制造业、学校、图书馆、发电站、油库、车库、购物中心、办公用房和娱乐中心等,创造了辉煌的业绩,为进一步开发利用地下空间积累了丰富的经验。面向21世纪地下空间资源将为创建一个安全、经济、温馨、舒适的城市做出新的更大贡献。

3. 地下水资源为城市提供了丰富而优质的供水水源,支撑了城市的发展

全国有400多个城市开采利用地下水,在全国城市用水量中占30%,北方城市以开采利用地下水为主,华北地区和西北地区城市利用地下水供水分别占72%和66%^①。

4. 地质景观为城市旅游、娱乐业的发展提供了丰富的地质景观资源,支持了城市经济的发展,丰富了城市居民的文化生活

地质景观是旅游风景区建立的基础。纵观已有的自然风景名胜区,绝大部分与地质密切相关,或为经过长期的动力地质作用形成的自然地质景观,或为利用独特的岩体条件人为制造的人文景观,或为古人类活动遗迹,或为利用古生物化石建立的博物馆等。换句话说,目前国内外绝大部分的旅游风景城市,都是在各具特色的地质景观的基础上建立和开发的,如泰安、桂林、承德、肇庆、黄山、张家界、登峰、峨眉、洛阳、武夷山等。

① 全国地下水资源与水环境调查成果,2005。

5. 矿业城市因地质资源开发而建, 随地质资源利用而兴

目前, 我国有矿业城市 134 个, 占 687 个城市的 19.5%。这些城市依靠地质矿产资源建立和发展起来, 还将依赖地质资源的科学开发利用持续发展下去^[10]。

二、城市地质灾害与环境地质问题, 制约着城市的可持续发展

我国地域辽阔, 地理、地形地貌、地质条件十分复杂。我国城市分别分布在不同的地形地貌单元和地质构造部位, 这决定了我国城市具有地质环境复杂、环境地质问题多样、地质灾害频繁、造成损失巨大等特点。我国城市地质灾害所造成的直接经济损失约占各种自然灾害损失总和的 1/4 以上, 每年损失超过 200 亿元以上, 伤亡人数逾千人, 已成为世界上受地质灾害危害最严重的国家之一^[11]。

1. 地震多发

在众多的地质灾害中, 对城市威胁最大的莫过于地震。据测算, 一次 7 级左右的地震发生在城市或其周边地区, 就足以摧毁整个城市。20 世纪全世界每年平均发生 7~8 级地震 1~2 次, 6 级以上地震 18~20 次; 已有 20 座城市毁于地震; 我国地震活动的特点是: 分布广、频率高、强度大、震源浅、危害大; 迄今为止我国历史上有记载的地震共 8 137 次, 其中 1 004 次为 6 级以上的破坏性地震^[11,12]。据 1990 年颁布的中国地震烈度区划图, 全国约有 45% 的城市位于 7 度和 7 度以上的地震区内^[11,13]。北京、西安、呼和浩特、汕头、海口等城市的地震烈度达 8 度。而目前更多的地质灾害是地震诱发的, 如山体滑坡、水库溃坝、地面塌陷、泥石流等。特别是当这些灾害同时发生时, 情况则更复杂, 灾情更严重。严密监视地震发展动向, 按照规范要求对城市建筑和生命线工程进行必要的加固, 对城市居民进行应付突发地震灾害知识的宣传教育是减少城市地震灾害损失行之有效的办法。

2. 地裂缝

按其成因可分为构造裂缝和非构造裂缝两大类, 不管是哪种类型的裂缝, 均可造成严重的地质灾害。一次大地震波及的范围很大, 产生裂缝的范围也很大, 其中有的裂缝与发震断裂关系极为密切, 有的因振动和重力作用而产生, 当然在大规模的地壳运动中, 伴随着褶皱和断裂, 亦会产生裂缝。另外, 如西安、太原、沧州、常州等许多城市由于过量开采地下水, 造成地下水位下降, 地面沉降而出现地裂缝; 近 20 年来, 矿业城市过量开采地下水, 造成的地面塌陷、岩溶塌陷、采空区塌陷等, 均伴有地裂缝出现, 给国民经济造成了巨大的损失^[14,15]。