

# 中国城市地质

ZHONGGUO CHENGSHI DIZHI

中国地质学会城市地质研究会 编

ZHONGGUO DIZHIXUEHUI CHENGSHI DIZHI YANJIUHUI BIAN

中国大地出版社

# 中国城市地质

中国地质学会城市地质研究会 编

中国大地出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

在过去的 20 多年中,随着中国经济的迅速发展,城市化进程迅速加快,社会上和学术界对城市地质问题表现出前所未有的关心。城市地质学已成为一门新的学科,但这门新学科的组成成分并不新,因为这些成分是从已有的学科——工程地质学、水文地质学、环境地质学、地震地质学和建筑地基等学科中吸取得来的,它同灾害地质学并肩发展,相互渗透,为城市规划和建设服务。编写此书的目的,是想汇总 20 世纪后 20 年中国城市地质工作取得的成果,反映中国城市地质工作的理论和方法。作为该书的作者们,实质也都是编者,希望通过编辑《中国城市地质》来促进城市地质学的发展和完善。

人类已进入 21 世纪,人口、资源、环境与社会经济的协调发展是 21 世纪的重大科学命题。城市作为人口和现代工业集中的地区,在国家经济建设和人类生存环境水平提高中发挥着巨大作用,城市化的快速发展,促使自然环境发生巨变,城市和地质环境不断地进行着相互作用,这种作用过程是城市形成演化的重要物质基础,又是对城市地质环境的改造过程,这种城市与地质环境相互作用和相互影响过程,称为城市地质作用。城市地质学以城市科学、地质科学为理论基础,研究城市这一特定地域内地质环境的基本条件,人类活动对地质环境的影响,自然和人为作用产生的环境地质问题及其对人类生存和发展环境的影响,进而预测和控制各类有害地质作用,推动城市国土资源合理开发,促进地质环境保护与综合治理,实现城市的可持续发展。《中国城市地质》一书的出版,将为我国在 21 世纪初期正式建立城市地质学新学科奠定重要基础。

本书可供水文地质、工程地质、环境地质、岩土与地质工程等学科领域和城建、规划、环保、水利、矿业、市政管理及国土资源等部门的科研与工作人员及有关院校专业的研究生、大学生作为参考书、工具书及教材使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国城市地质 / 中国地质学会城市地质研究会编.

北京: 中国大地出版社, 2005.6

ISBN 7-80097-762-5

I. 中... II. 中... III. 城市—区域地质—概况—  
中国 IV. P562

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 059777 号

---

责任编辑: 程 新 陈维平 谢大尉

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: (010) 82329127 (发行部) 82329007 (编辑部)

传 真: (010) 82329024

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张: 38.75

字 数: 1110 千字

版 次: 2005 年 6 月第 1 版

印 次: 2005 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~1500 册

书 号: ISBN 7-80097-762-5 / P·51

定 价: 128.00 元

---

(凡购买中国大地出版社的图书,如发现印装质量问题,本社发行部负责调换)

## 序 一

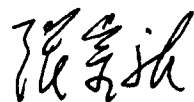
很高兴看到作者与编审者经过几年共同努力完成的这部《中国城市地质》专著。本书的编写是由中国地质学会城市地质研究会组织，在国土资源部（包括原地质矿产部）和建设部领导的支持下进行的。编写此书的目的在于加强我国的城市地质研究和指导我国新时期的城市地质研究工作，试图为解决重要的、典型的城市地质问题提供范例，更好地为城市规划、建设和管理服务。实质上，这部专著的各章内容就是各个城市地质研究专题成果的集中反映。因此，本书的问世应被看作中国地质学界的一件要事，为在我国建立起城市地质学新学科奠定了重要基础。

我国进行比较系统的城市地质研究工作起步较晚，就其研究的广度和深度以及全面性而言，与先进国家相比尚有较大差距。特别是我国幅员广阔，城市地质环境非常复杂，区域地壳沉降和新构造运动对一些城市的建设和发展影响很大；很多城市地质灾害频发；沿海城市还面临气候变暖将会引起的海平面上升的威胁。尤其在加强城市化建设的同时，人类工程活动导致一系列新的城市地质环境问题，严重制约城市经济和社会的可持续发展。在这种情况下，加强和深化城市地质研究工作，无疑具有重要的理论和实际意义。

温家宝同志曾指出：“人们过去注意得不够的地下水、土壤水、新能源、新材料、地质灾害以及城市地质的重要性日益凸显出来。地质工作要统筹应对多重挑战，向与地学相关的诸多领域和三次产业渗透，在支撑人口、资源、环境与经济社会协调发展中发挥重要的作用。”温家宝同志为我国城市地质工作指明了方向。这本专著也正体现了“地质工作与时俱进”，“从以资源保障为主的地质工作转向资源、环境保障并重”的地质工作的精神，迎接现代化城市建设对地质工作要求更高的新的挑战。

全书包括绪论及3篇29章，内容丰富，分别从“中国城市地质概论”、“中国城市地质专论”和“中国特大城市地质研究”3个范畴，紧密结合中国实际的城市地质条件，阐述了城市地质研究理论与工作方法，并力求能够成为指导我国城市地质具体工作的指南书籍。我认为这是一本好书，能够切实反映出我国城市地质研究工作的现状和今后发展趋向。我相信本书的出版，将会进一步推动我国城市地质研究工作。本书第一版问世后，经过一段时间，根据读者的反馈意见结合学科的进展，进行必要的补充修改，使臻完善，将为正式建立我国的城市地质学科作出重要的贡献。

中国科学院院士  
中国工程院院士



2003年9月

## 序 二

“城镇化”是全球 21 世纪的重要发展议程之一。我国作为最大的发展中国家，人口众多，农村人口比重较大，因此“城镇化”进程将十分迅猛，所伴生的问题甚为严重。

“城镇化”的进程将直接导致全国城市系统的结构性变化，大、中城市将受到居民扩展的冲击，中、小城镇将大量涌现。我国中、小城市从人口数量上看，往往相当于欧美的大、中城市。因此，城镇规划及城镇设施的建设任务紧迫，而且资源、水源安全，环境保护和灾害防治等问题都提上议事日程。这迫切需要在总结经验的基础上加以研究，进行指导，以期实施我国城市建设的可持续发展。

我国地质构造复杂，地壳活动性强，自然环境脆弱，地质灾害频繁，城市发展中地质环境问题严重。加之在以往的建设中地质环境研究和综合规划工作做得不够，城市人口增加过速，城市设施建设落后，因而老城市面临着改造的巨大任务，新兴城市则亟待规划和有序地发展。城市地质学知识将为这些工作提供科学的基础。

在中国地质学会城市地质研究会的发起下，在王秉忱、王学德主审和李明朗、刘玉海主编的组织下，数十位我国知名的城市地质专家撰写了这本《中国城市地质》专著。它的论述系统，内容丰富，集我国城市地质研究之大成，具有广阔的应用前景及学术价值。

本专著在绪论中对城市地质研究的基本任务、城市地质研究的主要内容及城市地质与其他学科的关系作了概要的论述，为城市地质作为地学的一个分支学科初步构建了合理的框架。

本专著对中国城市所处的区域地质环境、岩土体工程地质特征、城市水资源、城市地学资源以及地质灾害等问题进行了总体的概括和论述，提出了中国城市地质问题的分布和发育规律，以及城市工程地质环境分析原理和评价方法。

本专著以其大量篇幅论述了中国城市地质问题的实际解决方向和途径，如地质灾害防治、建筑物地基处理、场地勘测和评价方法、城市地下水及地热资源的开发、城市土地利用和规划等，在理论阐述和方法论证上均颇为详尽。书中还对北京、天津等特大城市的地质问题作了全面而系统的论述。

综上所述，本专著将不仅为推进城市地质学科的开创和发展起重要作用，而且也为城市地质问题的解决指出了方向，提供了可行的方法。本书将作为我国工程地质、水文地质、环境地质、岩土与地质工程等学科领域的重要参考文献而成为相关学科的学术论著典范。

中国工程院院士

王思敬

2003 年 11 月 10 日

## 目 录

序一

序二

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| 绪 论 .....                        | ( 1 )  |
| 0.1 党中央和国务院及有关部门对城市地质问题的关注 ..... | ( 2 )  |
| 0.2 作为城市地质研究基石的城市可持续发展战略研究 ..... | ( 3 )  |
| 0.3 《中国城市地质》专著是中国城市地质学的初创 .....  | ( 4 )  |
| 0.4 城市地质研究的基本任务 .....            | ( 8 )  |
| 0.5 城市地质研究的主要内容 .....            | ( 9 )  |
| 0.6 城市地质学与其他学科的关系 .....          | ( 10 ) |
| 0.7 城市地质研究方法 .....               | ( 11 ) |
| 0.8 本书编写人员分工 .....               | ( 12 ) |

## 第一篇 中国城市地质概论

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 第一章 中国城市区域地质环境 .....          | ( 13 ) |
| 1.1 城市区域自然地理概况 .....          | ( 13 ) |
| 1.2 城市区域地质构造环境 .....          | ( 14 ) |
| 1.3 城市区域地貌及第四纪地质环境 .....      | ( 15 ) |
| 1.4 城市区域现代地壳活动与地震对城市的影响 ..... | ( 15 ) |
| 1.5 城市地质环境类型划分 .....          | ( 21 ) |
| 第二章 中国城市岩土体工程地质特征 .....       | ( 25 ) |
| 2.1 城市岩土体基本类型及分布规律 .....      | ( 25 ) |
| 2.2 城市岩土体结构及组合特征 .....        | ( 28 ) |
| 2.3 城市岩土体工程地质特征 .....         | ( 33 ) |
| 2.4 城市岩土体工程地质主要问题 .....       | ( 41 ) |
| 第三章 中国城市水资源 .....             | ( 45 ) |
| 3.1 城市水资源概况 .....             | ( 45 ) |
| 3.2 中国城市水资源开发利用现状 .....       | ( 51 ) |
| 3.3 中国城市地下水埋藏类型 .....         | ( 54 ) |
| 3.4 中国城市水资源评价 .....           | ( 55 ) |
| 3.5 中国城市水问题 .....             | ( 58 ) |
| 3.6 中国城市水资源规划与管理 .....        | ( 62 ) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>第四章 中国城市地学资源</b>          | (65)  |
| 4.1 中国城市地学资源                 | (65)  |
| 4.2 中国城市矿产资源                 | (66)  |
| 4.3 中国城市旅游资源                 | (73)  |
| 4.4 中国城市土地资源                 | (79)  |
| <b>第五章 中国城市地质灾害基本问题</b>      | (84)  |
| 5.1 概述                       | (84)  |
| 5.2 我国城市地质灾害主要类型分布状况         | (87)  |
| 5.3 城市地质灾害发育规律和特点            | (91)  |
| 5.4 城市地质灾害防治的主要问题            | (94)  |
| <b>第六章 城市工程地质环境分析原理和评价方法</b> | (102) |
| 6.1 城市工程地质环境分析原理             | (103) |
| 6.2 城市工程地质环境评价方法             | (111) |
| 6.3 城市工程地质环境的主要特征与工程地质环境质量   | (123) |
| 6.4 城市工程地质环境专题图模型编制的基本过程     | (130) |

## 第二篇 中国城市地质专论

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| <b>第七章 城市滑坡泥石流灾害及其防治</b>    | (138) |
| 7.1 滑坡、泥石流类型                | (138) |
| 7.2 滑坡、泥石流形成条件及分布规律         | (141) |
| 7.3 滑坡、泥石流的成因机理             | (145) |
| 7.4 滑坡、泥石流的监测、预报            | (152) |
| 7.5 滑坡、泥石流灾害工程整治            | (157) |
| <b>第八章 城市岩溶场地地基评价及地基处理</b>  | (161) |
| 8.1 中国城市岩溶分布及发育特征           | (161) |
| 8.2 岩溶塌陷的分布与灾害作用            | (163) |
| 8.3 岩溶塌陷的成因及预测评价            | (167) |
| 8.4 岩溶地基的工程地质特征及评价          | (170) |
| 8.5 岩溶地基处理                  | (179) |
| <b>第九章 城市活断层场地地基评价及灾害防治</b> | (184) |
| 9.1 活断层类别及特性                | (184) |
| 9.2 活断层的鉴别标志和研究方法           | (189) |
| 9.3 活断层场地工程评价               | (195) |
| <b>第十章 城市地裂缝场地工程评价及灾害效应</b> | (199) |
| 10.1 地裂缝的种类与成因              | (199) |
| 10.2 地裂缝的鉴别标志及研究方法          | (200) |

|             |                              |              |
|-------------|------------------------------|--------------|
| 10.3        | 地裂缝活动特性·····                 | (206)        |
| 10.4        | 地裂缝场地工程评价·····               | (209)        |
| 10.5        | 地裂缝灾害防治·····                 | (212)        |
| <b>第十一章</b> | <b>城市场地地基抗震评价·····</b>       | <b>(217)</b> |
| 11.1        | 场地的地震反应·····                 | (217)        |
| 11.2        | 场地土类·····                    | (219)        |
| 11.3        | 场地类别评定·····                  | (220)        |
| 11.4        | 地震波在场地岩土体中的传播特性·····         | (222)        |
| 11.5        | 场地地震反应分析·····                | (225)        |
| 11.6        | 场地震害预测·····                  | (229)        |
| 11.7        | 场地抗震设防区划·····                | (235)        |
| <b>第十二章</b> | <b>城市区域地壳稳定性评价·····</b>      | <b>(239)</b> |
| 12.1        | 区域地壳稳定性因素·····               | (239)        |
| 12.2        | 区域地壳活动深部构造特征·····            | (240)        |
| 12.3        | 区域现代地壳活动性特点·····             | (241)        |
| 12.4        | 区域断裂活动特征·····                | (242)        |
| 12.5        | 区域地震活动规律及特点·····             | (243)        |
| 12.6        | 区域构造应力场特征·····               | (247)        |
| 12.7        | 潜在震源的确定及地震危险性分析·····         | (249)        |
| 12.8        | 区域地壳稳定性分级(区)及评价·····         | (254)        |
| <b>第十三章</b> | <b>城市建筑地基评价·····</b>         | <b>(257)</b> |
| 13.1        | 简述·····                      | (257)        |
| 13.2        | 土的工程分类及其基本特性·····            | (258)        |
| 13.3        | 地基设计·····                    | (265)        |
| 13.4        | 地下水对地基的影响·····               | (284)        |
| 13.5        | 减少软土地基变形的措施·····             | (288)        |
| <b>第十四章</b> | <b>城市工程边坡稳定性评价与工程整治·····</b> | <b>(295)</b> |
| 14.1        | 斜坡类型·····                    | (295)        |
| 14.2        | 斜坡稳定性划分·····                 | (296)        |
| 14.3        | 斜坡稳定性计算与评价·····              | (297)        |
| 14.4        | 斜坡地质环境保护·····                | (306)        |
| 14.5        | 斜坡工程整治设计与施工·····             | (308)        |
| <b>第十五章</b> | <b>城市地下工程与城市地质·····</b>      | <b>(313)</b> |
| 15.1        | 城市地下工程及其施工方法·····            | (313)        |
| 15.2        | 城市地下工程的工程地质问题·····           | (315)        |
| 15.3        | 城市地下工程的围岩稳定性评价·····          | (319)        |
| 15.4        | 地下工程施工中地下水影响计算与评价·····       | (324)        |

|             |                                 |              |
|-------------|---------------------------------|--------------|
| 15.5        | 地下工程建设中的地质环境变异性影响评价·····        | (328)        |
| 15.6        | 地下工程施工中的地质灾害预测、预报及防治·····       | (332)        |
| 15.7        | 可持续性地开发城市地下空间、建造城市地下工程·····     | (335)        |
| <b>第十六章</b> | <b>城市建筑地基处理与基坑工程·····</b>       | <b>(339)</b> |
| 16.1        | 简述·····                         | (339)        |
| 16.2        | 地基处理·····                       | (339)        |
| 16.3        | 桩基·····                         | (349)        |
| 16.4        | 深基础简介·····                      | (365)        |
| 16.5        | 基坑工程·····                       | (369)        |
| 16.6        | 建筑施工对周围的影响及监测·····              | (377)        |
| <b>第十七章</b> | <b>城市地面沉降与人工调控·····</b>         | <b>(390)</b> |
| 17.1        | 我国地面沉降研究现状·····                 | (390)        |
| 17.2        | 地面沉降产生的地质环境·····                | (391)        |
| 17.3        | 土层的可压缩性·····                    | (391)        |
| 17.4        | 地下水开采层划分与地层模型概化·····            | (394)        |
| 17.5        | 地下水资源与开采量·····                  | (395)        |
| 17.6        | 地下水动态观测及变化特征·····               | (396)        |
| 17.7        | 地面形变监测系统与形变规律性·····             | (397)        |
| 17.8        | 地面沉降机理分析·····                   | (398)        |
| 17.9        | 地面沉降计算·····                     | (399)        |
| 17.10       | 地面沉降与城市地质环境评价、预测·····           | (409)        |
| 17.11       | 地面沉降灾害防治与人工调控·····              | (411)        |
| <b>第十八章</b> | <b>城市矿山采空塌陷防治与露天边坡稳定问题·····</b> | <b>(413)</b> |
| 18.1        | 我国城市矿山采空区与露天边坡研究概况·····         | (413)        |
| 18.2        | 煤炭矿山采空塌陷灾害现状和特点·····            | (415)        |
| 18.3        | 采空塌陷的类型及灾害特点·····               | (418)        |
| 18.4        | 采空塌陷区建筑适应性评价·····               | (419)        |
| 18.5        | 采空塌陷区勘察技术选择及应用·····             | (420)        |
| 18.6        | 采空区塌陷灾害工程整治技术方法·····            | (421)        |
| 18.7        | 城市露天矿山边坡类型划分及评价系统·····          | (421)        |
| 18.8        | 城市露天矿边坡地质结构特征·····              | (422)        |
| 18.9        | 露天边坡稳定性因素分析·····                | (423)        |
| 18.10       | 露天边坡变形、破坏机理分析·····              | (424)        |
| 18.11       | 城市露天边坡变形监测、预报·····              | (425)        |
| <b>第十九章</b> | <b>沿海城市地质环境·····</b>            | <b>(426)</b> |
| 19.1        | 沿海城市地理分布·····                   | (426)        |
| 19.2        | 沿海城市地质环境特点·····                 | (427)        |

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 19.3 沿海城市岩土工程地质问题·····           | (428)        |
| 19.4 地下水资源开发及其环境影响·····          | (433)        |
| 19.5 海平面上升与海岸变化·····             | (434)        |
| 19.6 沿海城市的地质环境变化及其生态效应·····      | (438)        |
| 19.7 沿海城市地质环境管理与灾害防御·····        | (438)        |
| <b>第二十章 城市固体废弃物处置与环境保护·····</b>  | <b>(441)</b> |
| 20.1 固体废弃物的来源与特征·····            | (441)        |
| 20.2 中国城市垃圾的处置方法与现状·····         | (444)        |
| 20.3 城市垃圾的地质处置——卫生填埋·····        | (446)        |
| <b>第二十一章 城市地热资源开发与保护·····</b>    | <b>(460)</b> |
| 21.1 地热场概况·····                  | (460)        |
| 21.2 中国地热资源概况·····               | (461)        |
| 21.3 中国城市地热资源开发利用现状·····         | (462)        |
| 21.4 地热回灌·····                   | (464)        |
| <b>第二十二章 城市建筑材料矿勘查与开发利用·····</b> | <b>(471)</b> |
| 22.1 岩石的物理力学性质·····              | (471)        |
| 22.2 建筑材料矿的勘查与评价·····            | (473)        |
| 22.3 建筑材料矿开发利用的前期环境影响评价·····     | (475)        |
| 22.4 中国主要建筑材料矿产资源·····           | (476)        |
| 22.5 城市建筑材料矿产开发利用·····           | (480)        |
| <b>第二十三章 城市水源地开发与水环境保护·····</b>  | <b>(482)</b> |
| 23.1 城市水源地类型划分·····              | (482)        |
| 23.2 城市水源地功能及特点·····             | (483)        |
| 23.3 城市供水水文地质勘查·····             | (483)        |
| 23.4 城市水源开发利用规划·····             | (487)        |
| 23.5 城市水源保护·····                 | (490)        |
| 23.6 城市防洪减灾·····                 | (498)        |
| <b>第二十四章 城市土地利用工程控制·····</b>     | <b>(501)</b> |
| 24.1 导论·····                     | (501)        |
| 24.2 土地利用工程控制原理·····             | (501)        |
| 24.3 南京市土地利用分析·····              | (508)        |
| <b>第二十五章 城市地质图系及说明书·····</b>     | <b>(515)</b> |
| 25.1 城市地质图的服务对象及目标·····          | (515)        |
| 25.2 城市地质图的种类·····               | (515)        |
| 25.3 城市地质图比例尺及编图原则·····          | (516)        |
| 25.4 城市地质图编制方法和说明书·····          | (518)        |
| 25.5 城市地质图系范例·····               | (520)        |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| <b>第二十六章 城市地质工程监测</b> .....    | (529) |
| 26.1 监测任务和目标.....              | (529) |
| 26.2 监测技术手段选择.....             | (529) |
| 26.3 监测网的种类及特点.....            | (531) |
| 26.4 系统监测.....                 | (533) |
| 26.5 工程监测.....                 | (536) |
| 26.6 施工监测与信息反馈.....            | (538) |
| <b>第二十七章 城市地质环境信息系统</b> .....  | (543) |
| 27.1 城市地质信息技术应用的重要意义.....      | (543) |
| 27.2 城市地质环境信息系统的构成.....        | (544) |
| 27.3 城市地质环境信息系统的功能.....        | (544) |
| 27.4 城市地质环境信息系统数据库.....        | (548) |
| 27.5 城市地质环境信息系统实例——以青岛市为例..... | (550) |
| 27.6 结语.....                   | (553) |

### 第三篇 中国特大城市地质研究

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| <b>第二十八章 北京城市地质研究</b> ..... | (554) |
| 28.1 城市基本概况.....            | (554) |
| 28.2 城市自然地理与地质.....         | (555) |
| 28.3 水资源评价与合理开发利用.....      | (557) |
| 28.4 北京地下热水勘查与开发利用.....     | (562) |
| 28.5 北京市固体矿产资源开发利用.....     | (568) |
| 28.6 城市地质环境保护.....          | (571) |
| <b>第二十九章 天津城市地质研究</b> ..... | (584) |
| 29.1 城市基本情况.....            | (584) |
| 29.2 城市地质背景.....            | (585) |
| 29.3 城市地质主要特点.....          | (587) |
| 29.4 城市地质主要问题.....          | (598) |
| 29.5 天津市城市规划与可持续发展对策.....   | (602) |

## 绪 论

《中国城市地质》一书的编写,是由中国地质学会城市地质研究会组织,在国土资源部(包括原地质矿产部)和建设部领导的支持下进行的。中国地质学会城市地质研究会成立于1986年12月,以当时的地质矿产部和建设部为依托,挂靠在北京市地质矿产局。1993年12月,在召开第三次全国城市地质研究工作会议总结经验、进行学术交流的基础上,产生了以张宏仁、王秉忱、王学德等同志为负责人的城市地质研究会第二届理事会,大力推进我国的城市地质研究工作,取得了一些重要进展。1996年5月召开了第四次城市地质研究工作会议,拟订了《中国城市地质》编写大纲,继而在1997年10月召开的第五次城市地质研究工作会议上修订了此书编写大纲,明确了编写人员分工。2000年4月召开了中国城市地质学术研讨会,除交流城市地质研究的最新成果外,重点检查研究了《中国城市地质》一书编写进展情况与后续工作意见。应该强调指出的是,中国地质学会城市地质研究会的工作宗旨是加强我国的城市地质研究。《中国城市地质》一书的各章内容即是各不同城市地质研究专题成果的集中反映。因此,本专著的编写出版是我国城市地质研究的重要成果。

多年来,《中国城市地质》研究及其专著编写工作一直得到中国地质学会和城市地质研究会各理事单位的关心和支持。原地质矿产部科技司在1998年将《中国城市地质》研究列入部“九五”科技发展规划(编号:9507401),由北京市地矿局和城市地质研究会负责组织,由北京、天津、上海地矿局、陕西地质勘察设计院、桂林岩溶地质研究所、建设部综合勘察研究设计院、上海岩土工程研究设计院、西安工程学院、青岛海洋大学、烟台大学、兰州大学、同济大学和重庆建筑大学等单位的知名专家、教授开展了多项课题研究,研究内容涉及城市发展的方方面面,从城市地质学的专门性问题的深入分析到理论系统的建立进行全面论述,紧密结合我国城市地质工作实际,以期为我国重大的、典型的城市地质问题的研究和解决提供可借鉴的范例,更好地为城市规划、建设和管理服务。

《中国城市地质》研究及专著的编写由西安地质学院(后易名为西安工程学院,现已并入长安大学)刘玉海教授担任主编,工作量极大。经过他兢兢业业的,即使是病中也坚持不懈的努力工作,取得了丰富的研究成果,他对专著中各章节内容全面的审稿,提出的具体的修改补充意见,保证了书稿的质量。2000年11月刘玉海教授积劳成疾不幸逝世的消息传来,全体研究和编写人员均感到十分沉痛!特在此书的绪论中对刘玉海教授表示深切的哀悼和崇高的敬意。刘教授过世后,由天津市地矿局原总工程师李明朗教授级高工继任主编。李明朗主编本着极其认真负责的态度对全部书稿进行精心统编,增删了原有的部分章节内容,补编了部分图表,做了大量工作,作出了贡献,确保了本书的完稿和出版。

本专著不仅较好地反映出我国城市地质研究现状,而且较系统地论述了我国城市地质研究特点和存在的主要问题及其相应对策措施。此项研究及其专著的编写出版必将在很大程度上推动我国城市地质进一步开展。

我国城市地质研究虽已取得初步成果,其中有些成果的取得来之不易,具有很高的科学和实用价值,但由于起步晚,研究工作广度与深度有限,尚不够全面系统,与发达国家相比,还有很大差距。尤其是我国地域辽阔,城市的地理分布范围广,城市地质环境极其复杂,以地震、活断层、地裂缝为主要标志的现代地壳构造活动影响剧烈,山区与河谷型城市滑坡、泥石流等地质灾害发育。沿海城市还面临未来海平面上升和区域地壳沉降对城市环境生态与生产生活的威胁。特别是由于人类工程—经济活动的加剧,人为地质作用加强导致一系列城市地质环境问题,严重制约了城市经济

的健康发展。因此,继续加强和深化城市地质研究,对实现城市可持续发展具有重要的现实和深远意义。

### 0.1 党中央和国务院及有关部门对城市地质问题的关注

城市地质问题的研究与解决直接关系到我国可持续发展战略的贯彻实施,因为城市地质问题的出现与日趋严重是制约城市可持续发展的重要因素。

关于涉及本书第三章中国城市水资源内容的我国水资源紧缺形势极其严峻问题,早在1990年江泽民同志的批示中就已指出:“要认真研究水的问题,人无远虑必有近忧,应该未雨绸缪。”1998年5月江泽民同志又一次对我国水资源问题作了重要批示,特别指出:“当今水资源为世界各国所关注,我国水资源尤为短缺。我们过去的认识很不够,必须引起全党十分重视。”还提到只有水这种资源不能从国外进口,再次提出应该未雨绸缪,并提出注意节水问题。1999年2月李岚清同志谈到,节水比引水更重要,我们不能照搬以色列的节水措施,要结合中国实际,创建有中国特色的节水体系。1999年6月江泽民同志指出:“要把水资源的开发与有效利用放在突出地位。”

关于本书所涉及的城市生态环境建设和环境保护问题,常与城市自然资源(包括地下水资源、地热资源、土地资源、矿产资源、旅游资源等)的合理开发利用与保护问题结合阐述。党和国家领导人高度关注资源开发与生态环境保护之间的协调发展问题。1998年3月江泽民同志指出:“促进我国经济和社会的可持续发展,必须在保持经济增长的同时,控制人口增长,保护自然资源,保持良好的生态环境。这是根据我国国情和长远发展的战略目标而确定的基本国策。”并提出:“我们在这些方面面临的任务仍很艰巨。必须从战略的高度深刻认识处理好经济发展同人口、资源、环境的关系的重要性,把这件事关中华民族生存和发展的大事作为紧迫任务,坚持不懈地抓下去。”1999年8月温家宝同志指出:“我们必须清醒地看到,我国环境形势仍然相当严峻,一是大气污染十分突出;二是水体污染的情况仍相当严重;三是城市垃圾污染日益突出。我们必须十分重视污染防治和生态环境建设,把这项工作真正摆到经济和社会发展的位置。”

2002年11月8日江泽民同志在中国共产党第十六次全国代表大会上的报告中明确指出:“全面建设小康社会的目标之一是可持续发展能力不断增强,生态环境得到改善,资源利用效率显著提高,促进人与自然的和谐”。在“十六大”报告中提到的必须抓好关系全局的八个方面的任务中,即包括大力实施科教兴国战略和可持续发展战略,加快城镇化进程等内容。

2002年12月9日朱镕基同志在中央经济工作会议上的讲话中提到,要坚持经济发展与资源环境保护,生态建设相协调,把工作重点放在增强可持续发展能力上。资源开发,项目建设都要十分注意保护生态环境,否则得不偿失。在实施可持续发展战略方面要合理开发和节约使用自然资源,集中力量解决突出的环境污染问题,实行更严格的环保措施,控制污染物排放,加强城市环境综合整治,加快生态环境建设,搞好荒漠化、石漠化治理和京津风沙源治理,积极做好防灾减灾工作。

在党的“十六大”即将召开之前,温家宝同志在新中国地质工作50年暨中国地质学会成立80周年纪念大会上的讲话中讲到:“进入新世纪,地质工作必须与时俱进、改革创新,实行新的战略性转变。”其中的一个战略性转变即是“从资源保障为主的地质工作转向资源、环境保障并重的多目标、多功能地质工作。”“人们过去注意得不够的地下水、土壤水、新能源、新材料、地质灾害以及城市地质的重要性日益凸显出来。地质工作要统筹应对多重挑战,向与地学相关的诸多领域和三次产业渗透,在支撑人口、资源、环境与经济、社会的协调发展中发挥重要作用。”在2003年年底召开的中央经济工作会议上,温家宝同志再次指出,要大力加强生态环境保护和建设保护好资源和生态环境,使经济社会可持续发展体现了“十六大”三中全会决议中提出的全面、协调、可持续的发展观。

党中央和国务院领导同志上述批示和讲话的基本精神应成为我国城市地质工作的指导方针,能

够真正体现出江泽民同志指出的“地质工作是实施可持续发展战略的支柱性、基础性工作”。

由国土资源部起草的《地质灾害防治条例》已经于2004年3月1日起正式施行。这个条例与我国城市地质工作密切相关。《地质灾害防治条例》把“地质灾害”定义为:“是指由于自然产生和人为活动诱发的各种地质作用对人民生命和财产安全造成的危害。这些地质作用主要包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等。”由于主管部门分工,本条例未考虑地震灾害。

我国地质灾害种类繁多,分布广泛,活动频繁,损失严重,地质灾害已成为造成人员伤亡和经济损失的主要自然灾害之一,受到国家有关部门的高度重视,积极采取应对措施加以防治。因此,在本书的很多章节中包括了这方面的内容。目前,我国的地质灾害防治工作尚存在很多问题:①缺乏各部门防治地质灾害的统一规划,工作交叉,造成人力和财力的严重浪费;②一些部门和单位在生产活动、工程建设中缺乏预防地质灾害发生的措施,导致重大损失;③地质灾害的防灾应急反应能力不强。这几个问题亟待解决。该条例根据我国现阶段的经济状况和已有的地质灾害灾情,提出地质灾害防治工作实行“预防为主,避让与治理相结合”的方针及鼓励和积极扶持对地质灾害的群测群防活动的原则是正确的。在本书的有关内容中均应贯彻实施这些指导方针。

此条例确立了地质灾害调查制度,规定由国土资源部组织编制全国地质灾害防治工作规划纲要和国家确定的区域地质灾害防治规划,并由省(区、市)国土资源行政主管部门编制省(区、市)地质灾害防治规划。此外,还要求建立地质灾害预案编制制度、灾害易发区内工程建设项目危险性评估制度、危险区内管理制度,以便从源头上避免地质灾害发生和减轻灾害损失。

本书主审人曾在1996~1997年间就城市地质灾害问题在深圳、宁波、三峡库区城镇等地区进行了专题调研,强调指出:“深圳市洪泛成灾、水土流失加剧,城市环境恶化,岩土开发性潜伏泥石流和边坡破坏性诱发滑坡和崩塌灾害严重,使蓝天青山绿水的海滨城市深圳出现了一片又一片的黄土高坡景观”。同时建议建立全市地质灾害综合防治系统,做到“预防为主,防治结合”。此建议得到了时任国务院副总理的邹家华同志和时任国务委员的宋健同志的批示,推动了深圳城市地质灾害防治工作,使上述情况发生了变化。本书主审人针对浙江省宁波、嘉兴两市的情况提出:“应加强对城市地面沉降的治理力度”建议,要求积极采取人工回灌补给地下水的治理措施和加强地下水位与地面沉降的监测工作。还针对三峡工程移民迁建城镇的地质工作情况提出:①移民迁建城镇工作中出现的地质灾害问题严重,一定要重视地质灾害防治论证的科学性与可靠性。在此基础上,制定出切实可行的滑坡治理规划;②三峡工程库区内对库岸与滑坡体的勘察设计和治理必须一次到位,而且必须统一技术标准、治理与竣工验收标准;③为避免突发地质灾害造成重大人身伤亡事件发生,急需建立群众性监测网,由库区各县市主管部门负责监测崩滑体变形情况,并应尽快建立“3S”工程,即“长江三峡工程库岸变形、失稳监测预报系统”,对潜在威胁特大的崩塌滑坡体进行自动化监测。这两个建议由李鹏、邹家华等领导同志批示后均有很大进展,虽然针对三峡工程全库区的“3S”工程未能实现,但已在2001年5月由何满潮教授等人开发研制的“长江三峡工程库区巴东地区滑坡预测预报系统”。以武强教授为首的研究组早在2001年1月正式出版了《基于GIS的地质灾害和水资源研究理论与方法》专著,对推动我国的地质灾害防治与研究作出了贡献。这些情况都说明《地质灾害防治条例》的制定是非常及时和必要的。

## 0.2 作为城市地质研究基石的城市可持续发展战略研究

建设部及有关部门提出了城市的可持续发展战略研究,其背景是21世纪是“城市的世纪”,百年工业化加快了人类文明的步伐,促进了城市化(城镇化)的进程。据资料统计,现在全球人口的半数约30亿人生活在城市地区。城市作为经济、政治和文化的中心,作为经济和社会发展的主要动力源泉,在我国社会主义市场经济的建立和现代化建设的事业中占有举足轻重的地位。可以说,没有城镇的发展,没有城市的现代化,也就不会有国家的发展和现代化。2002年12月召开的中央

经济工作会议上朱镕基同志指出要逐步提高城镇化水平,这是加快工业化和现代化的必然要求。

城市的形成和发展在很大程度上取决于自然资源和客观条件,而城镇的建设和发展又不断改变着城镇地区的资源和条件。在城镇建设和发展进程中,我们必须认真研究和解决好城镇建设与其资源、条件之间的相辅相成、相互促进的联动关系。其中,城市地质问题的研究和解决起着重要的作用。

由于人类对土地、水、矿产等自然资源的过度索取,已严重影响到地球系统本身的功能,发达国家在通过工业化途径快速索取财富的过程中,已使全球大部分环境遭到破坏,而这种状况还在被许多发展中国家“紧步后尘”,我国也毫不例外。目前一系列全球重大生态环境问题的出现,已向人类提出了严峻的挑战,必须找出一条人口、经济、社会发展和资源环境相互协调的道路。为此,联合国于1992年6月在巴西的里约热内卢市召开了全球环境与发展政府首脑大会,通过了《里约环境与发展宣言》、《21世纪议程》等重要文件,充分体现了当今人类社会可持续发展的新思路。中国政府对此很快作出反应,在1994年春发表了《中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境与发展白皮书》,坚定地指出:“走可持续发展之路,是中国在未来和下一世纪发展的自身需要和必然选择。”2002年8月,继里约联合国环境与发展大会之后10年,在南非的约翰内斯堡市召开了第二次可持续发展世界首脑会议。据联合国发表的材料,人口、贫困、粮食安全、水资源、植被保护、能源等问题是世界可持续发展道路上的主要障碍。联合国报告指出,人类目前对地球资源的掠夺性使用,已超出了地球承载能力的25%,如果世界上每个人都像高收入国家的人那样消费,那么还需2.6个地球才能满足需求。由此可见问题的严重性。朱镕基同志代表中国政府出席了这次“地球峰会”,再次强调指出了中国政府坚定不移地走可持续发展之路。

“九五”以来,可持续发展战略始终贯穿于我国国民经济和社会发展的各个领域。从现在起到2020年,是我国全面建设小康社会,实现中华民族伟大复兴的重要历史时期,城市规划、建设、管理水平如何,城市能否持续健康发展,对于进一步加快改革开放和实现全民奔小康的宏伟目标,将起到至关重要的作用。而城市地质工作的进展如何,又决定着城市的规划、建设与管理水平。

针对我国城镇化方针带来的一系列问题,可持续发展城市、生态城市等城市建设思想、理念被提到日程上来,并从资源、环境、经济和社会等不同角度加以探讨。从资源角度看,城市可持续发展被认为是一个城市不断追求其内在的自然潜力得以实现的过程,其目的是建立一个以生存容量为基础的绿色花园城市,这就说明了资源及其开发利用程度之间的平衡,是可持续发展必须遵循的一项基本原则。

应该说城市可持续发展是一种新的城市发展模式,它要求实现对城市资源和环境的有效管理,促进城市资源、城市经济、城市社会和城市环境之间协调发展。因此,《21世纪议程》便把城市可持续发展战略的总目标确定为改善城市社会、经济环境和所有人的生活质量和工作环境。“十五”期间,随着我国工业化、城镇化进程的加快,城市建设面临许多新的机遇和挑战。针对如何遵循我国城镇化的客观规律,加强对城镇化进程的正确引导;充分发挥城镇规划的综合管理职能,引导城镇化建设的合理发展。我国今后城市发展的主要指导思想应归结为:①全力促进城市经济、社会、环境、人口、资源的协调发展;②促进城乡之间、大中小城市和小城镇之间,以及东中西部之间的协调发展;③促进资源,特别是土地资源与水资源的合理利用与保护;④加强以城乡规划为中心的空间地域规划对建设活动和资源利用的调控引导。

上述城市可持续发展战略研究的思路与原则应成为城市地质研究的基本指针。

### 0.3 《中国城市地质》专著是中国城市地质学的初创

中国地质学会城市地质研究会积极组织编写出版《中国城市地质》专著,除集中反映中国城市地质研究成果及城市地质工作现状与发展趋向以外,还有一个根本目的,那就是试图在中国建立起

《城市地质学》新学科。因此有必要对城市地质学的学科涵义及学科发展状况加以阐述。

### 0.3.1 城市地质学的学科涵义及其形成

要建立城市地质学,首先应明确它的学科涵义。但过去很长一段时间内,恰恰在这个问题上未能取得共识。有的专家承认存在有专门的城市地质工作体系,但认为它是服务于城市建设的水文地质工程地质学或环境地质学的分支学科,称之为城市水文地质工程地质学或城市环境地质学,甚至有人认为城市地质工作也应纳入传统地质学的范畴,不需建立城市地质学新学科。这种学术概念上的分歧,影响了城市地质工作的正常发展,也妨碍了城市地质研究理论和方法的进展。从另一个角度来看,这个问题也说明作为一门新的学科,城市地质学的建立需要一个认知的过程,建立之后也还有一个不断完善的发展阶段才能趋于成熟。

现代地质学的诞生已有 200 年的历史。在过去的历史时期,由于生产力水平不高,城市对地质环境的破坏和影响程度不大。所以,城市与地质环境之间的矛盾不大,二者处于相对平衡统一发展之中,城市地质工作往往被忽视。

自 20 世纪 60 年代起,随着科学技术进步和工业发展,城市人口剧增,人类工程经济活动的加强,带来了一系列城市地质环境问题。在 20 世纪末,地球表面约有 15% 被楼宇、道路、运河、水库、露天采掘场及矿井等工业建筑所占据。所以,有的地质学家预言,在 21 世纪,合理利用和保护地质环境比矿产资源的开发利用更重要。

城市是社会生产力的载体,而城市地质环境是城市社会的载体;城市的发展记录了人类对地质环境的认识、利用、开发和改造的历史进程,是城市地质概念的形成并逐步发展为城市地质学的历史。城市与地质环境的关系突出表现在两方面:一是城市发展要求提供丰富的能源、矿产资源、水资源、土地资源和空间以及优美安全的生活环境和城市环境,这是地质环境对城市的载体作用;二是城市社会生活,特别是工程经济活动作为一种强大的作用力,不断破坏地质环境的原有统一和平衡,促进地质环境变化,造成对城市社会生活的威胁,形成地质灾害,这就是城市对地质环境的反作用。因此,城市与地质环境既矛盾又统一,形成矛盾统一体,即城市—地质环境系统。

随着城市化潮流发展,一方面由于过量地对城市地质环境的开发和利用带来的能源和资源危机,另一方面由于社会活动破坏作用造成地质环境质量的恶化,都使城市的存在和发展受到严重威胁。因此,人们认识到城市社会生活发展,只有首先认识城市与地质环境之间的有机联系、互相作用以及发展演化规律的基础上,并在这种规律领导下开展城市活动,这就要合理开发和利用城市地质环境,合理规划和控制城市社会生活,以保证城市与地质作用之间的互相作用和发展演化向着有利于城市存在和发展的良性循环方向发展,这就形成了城市地质学。它是专门研究城市与地质环境的关系及互相作用的学科,是地质学与城市科学交叉而产生的边缘学科,是为城市建设和创造良好的城市环境而进行的地质工作。城市地质工作是应用现代地质科学理论和勘察技术对城市这一人类活动中心,进行全面的综合地质调查和研究,其核心是地质学家参与城市规划、建设和管理。

城市地质学的诞生标志着城市社会在向地球进行斗争中认识自己和认识地球环境以及认识两者之间正确关系的一次飞跃。它开创了城市社会从盲目开发利用城市地质环境,不自觉地破坏地质环境转向合理开发利用地质环境以及自觉地保护地质环境的新的历史阶段。从此,城市社会与地质环境之间的关系将由“自在”阶段进入“自由”阶段。

城市是人类社会发展到一定历史阶段的产物。在城市发展过程中,集中是其本质特点,正如马克思所说:“城市本身表明了人口、生产工具、资本、享乐和需求的集中。”其中,人口的集中是城市发展的许多因素中最活跃的因素。人口发展有两个突出特点:一是人口迅速增长,公元 1 世纪时全球人口不足 2.5 亿人,18 世纪中叶(1750 年)为 7 亿人,10 多个世纪人口增长了 3 倍,到 20 世纪初达到 30 亿人,1980 年为 42 亿人,20 世纪末达 60 亿人,人口总数翻番周期越来越短;二是人口大量由农村流向城市,如美国城市人口 1921 年占全国人口的 51.2%,1960 年达 69.6%;加

拿大 1921 年为 49.5%，1961 年达 69.6%；法国 1921 年为 46.4%，1955 年达 69.9%；原苏联 1926 年为 17.3%，1959 年达 47.9%。城市人口的剧增原因很多：而技术和工业发展，矿产和能源的开发则是导致城市化进程的主要原因，诸多城镇的兴起与那里的农业、能源、矿产和其他工业的发展密切相关。同时由于人口的增加带来了一系列的能源、矿产资源、水资源的消耗和土地资源的压力。所以，人口集中到一定程度就会引起经济社会结构和关系的变化，对社会与自然环境的平衡和统一状态带来巨大的冲击力，产生一系列复杂的问题。城市与自然环境之间的矛盾日益尖锐，严重威胁着人类生存、社会稳定和经济发展，研究和解决城市发展中人们普遍关注的复杂问题，迫切需要地质学家的参与、地质理论的指导和地质技术的应用，这就有力地推动了城市地质学的产生和发展。所以，城市地质学是城市发展的必然产物，是在人们对城市与自然环境之间关系认识不断深化和发展过程中产生的，并在实践中不断丰富和发展。

### 0.3.2 城市地质学的国内外研究进展状况

城市地质学兴起于 20 世纪二三十年代，60 年代后获得较大发展。美国地质学家凯伊 (Kaye) 1969 年所著的《Geology and Our City》、R.F. 莱格特 (Legget) 1972 年所著的《Cities and Geology》以及 R. 鲍文 (Bowen) 1982 年所著的《Urban Geology》等是有关城市地质学研究带有里程碑性质的成果，对城市地质学的产生背景、意义、性质、内容及工作方法均作了全面系统的论述，从而确定了城市地质学的地位。西方国家的一些大学地质系增设城市地质课程，加强专门人才培养。城市地质研究以美国领先，在各大城市都设有专门的城市地质委员会，并由该委员会制定有关的市政工程管理法规。1969 年美国市政工程协会发表了一份《城市规划艺术》报告，将城市规划研究的专业人员分为 27 类，其中包括地理学家，地质学家，土壤地质学家和地球化学家等。报告将专业技术人员分为 11 个专业组，其中 8 个专业组均有一定数量的地质学家参加。可见城市地质学在城市规划和建设中的重要作用。美国 1980 年建立一支由地质学家组成的 100~500 人的专家队伍，对数百个城市进行地质填图和城市地质研究，到 80 年代中期超过了 1000 人，都是具有博士学位的专门人才。从 70 年代开始对华盛顿、奥斯汀、旧金山、波士顿、俄亥俄州的波特兰市、堪萨斯州的劳伦斯城，都进行了全面系统的城市地质研究，并取得了显著的成果和经济效益。在 1969 年对加利福尼亚州的城市进行总体规划、研究、预测：1970~2000 年，由于地震、资源损失、滑坡、火山、海啸、地面沉降等问题的发生可能造成 550 亿美元的经济损失，如果用 60 亿美元，有针对性地开展城市地质研究，可以减少经济损失 380 亿美元，两者综合效益比为 6.2:1。

20 世纪 90 年代，世界经济向全球化发展，城市的发展是一个关系到全球经济环境的大问题，特别是“可持续发展战略”得到国际社会公认。发达国家的城市要不断改造，一些新的高科技城市带不断发展，发展中国家的城市快速扩张，必须作地域性的调查。生态城市理念深入人心，要求科学解决严峻的城市生态环境问题，开展系统的城市地质工作，为城市规划和管理提供依据。1990 年英国地质调查局开始了一项为期 15 年的全国性 1:5 万填图计划，伦敦、曼彻斯特两市填制了城市地质图。伦敦地区的地质填图项目称为“伦敦计算机化地下与地表地质”，其目的是为伦敦城市地区的土地利用规划、环境管理、工程项目选址提供依据。完成了 1:5 万数字式的地质图，由 2 万多个钻孔记录组成的数字式相关数据库和地下岩土为单元的地质模型，使用 GIS 成图。

英国地质调查局的专家在城市地质学领域进行了大量工作。1993 年 6 月在英国伦敦召开了由本土工程师学会组织的“城市地区地下水问题”国际学术会议。英国地质调查局 S.S.D. Foster 博士发表了《城市化对地下水补给的影响》论文，分析了百慕大、秘鲁、玻利维亚、墨西哥和泰国一些地区城市化对城市水循环和水文地质条件的重要影响。1996 年 3 月在青岛市召开了由中国城市地质研究会和英国地质调查局联合举办的“未固结沉积含水层开发”国际学术研讨会。英国地质调查局学者 B.L. Morris 和 A.R. Lawrence 等人提出了《城市化对地下水质的影响》的科研报告，从城市居民区，城市与工业建设活动，固体废物处理等几个方面论证了城市化对地下水质的具体影响