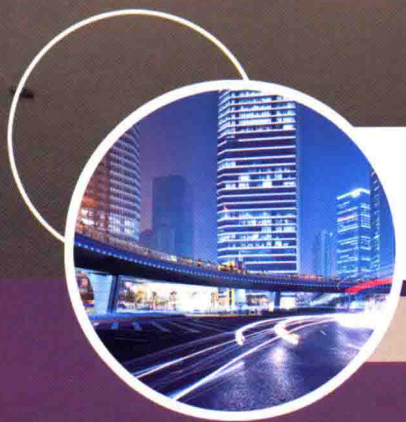


国家城镇化的地学保障·中国城市地质调查丛书

中国城市地质调查成果与应用

——北京、上海、天津、杭州、南京、广州试点调查



程光华 翟刚毅 庄育勋 等 编著



科学出版社

国家城镇化的地学保障·中国城市地质调查丛书

中国城市地质调查成果与应用

——北京、上海、天津、杭州、南京、广州试点调查

程光华 翟刚毅 庄育勋 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是对我国城市地质调查试点工作的全面总结、试点成果的综合集成。内容包括三篇 13 章,第一篇是中国城市地质试点工作概况,包括试点城市的选取、试点工作要求、试点项目的实施与管理、试点工作的目标任务、工作重点和项目设置。第二篇是试点工作取得的成果,包括三维地质调查成果、环境地球化学调查成果、城市地质灾害调查成果、地质资源调查成果、城市地质环境综合评价成果、城市地质数据库与信息系统建设成果。第三篇是调查成果的实际应用和对策建议,包括应用于 2008 年奥运场馆建设、2010 年上海世界博览会址建设、南京火车南站建设、地下水资源开发与环境保护建议、土地利用规划建议、地面沉降防治措施与建议、垃圾处理及场址选择建议、地质环境保护对策建议、地质资源可持续发展建议。同时本书提出了下一步开展城市地质调查工作的建议。

本书可供从事城市地质工作的科研人员、管理人员及大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国城市地质调查成果与应用:北京、上海、天津、杭州、南京、广州
试点调查/程光华等编著. —北京:科学出版社,2014. 5

(国家城镇化的地学保障·中国城市地质调查丛书)

ISBN 978-7-03-040578-4

I. ①中… II. ①程… III. ①城市-区域地质-地质调查-工作概况-
中国IV. ①P562

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 094828 号

责任编辑:陈岭啸 罗 吉/责任校对:刘小梅

责任印制:肖 兴/封面设计:许 瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 5 月第一次印刷 印张:29 3/4

字数:690 000

定价:169.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《国家城镇化的地学保障·中国城市地质调查丛书》 编辑委员会

主 任：庄育勋

副主任：翟刚毅 曲亚军 魏连伟 陈华文 潘圣明
赵维明 陈国栋 杜海燕

委 员：程光华 蔡向民 魏子新 赵增敏 龚日祥
杨祝良 黄宇辉 胡 平 王 平

主 编：程光华 翟刚毅 庄育勋

成 员：杨祝良 蔡向民 严学新 陈忠大 王家兵
庄文明 黄美谦 罗水余 胡健民 杨忠芳
刘建东 李继军 尚建嘎 方 正 李 晓
林小明 彭振宇 杜子图 毛晓长

组织编写单位：中国地质调查局

负责编写单位：中国地质调查局南京地质调查中心

参加编写单位：北京市地质调查研究院

上海市地质调查研究院

浙江省地质调查院

天津市地质调查研究院

广东省地质调查院

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

从 书 序

城镇化是中国实现现代化的重大措施。党的“十八大”报告指出，工业化、信息化、城镇化和农业现代化是全面建设小康社会的载体，是推动我国经济社会发展的新引擎。从发达国家发展的历史来看，工业化和城镇化是实现社会和经济现代化、走向小康社会的必由之路。改革开放以来的 30 多年，是我国历史上城镇化发展最为迅速的时期。我国的城镇化率由 1978 年的 17.92% 上升至 2012 年的 52.57%，年均增长约一个百分点，是世界同期城镇化率水平的三倍。预计 2050 年我国城镇化率将达到 70%。

城市地质是城市可持续发展的重要基础。城市的科学规划、建设、管理和城市的可持续发展需要包括地质科学在内的科学理论和方法技术的支撑，需要以大量科学调查成果资料为基础。城市的区域地壳稳定性信息，地下空间资源信息，地下水、地热、矿产、化石能源、建筑材料以及地质遗迹等地质资源信息，地质环境与地质灾害信息等是制定城市规划的重要基础。城市市政建设计划制定，政府地下水等资源开发管理，城市地下空间资源开发与地籍管理，城市周边地球化学环境与农业区划管理，城市地铁、天然气管线运营管理，土地资源调查监测与城市土地利用管理等城市建设、城市管理迫切需要城市地质信息数据作为基础与支撑。

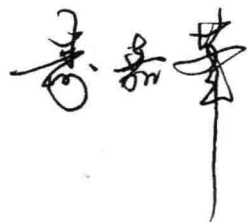
国土资源部中国地质调查局自 2004 年至 2011 年，先后在环渤海、长江三角洲和珠江三角洲三个经济区，与北京、上海、天津、杭州、南京、广州六个城市政府合作开展了城市地质调查试点工作。这项工作以服务于城市可持续发展为目标，以先进地学理论为指导，在城市行政区范围内，围绕制约城市可持续发展的地质构造、地质资源、地质环境等综合因素，采用地质、地球物理、地球化学、钻探、遥感、监测、测试和信息技术等多学科、多专业、多方法手段，以已有地质资料为基础，全面调查城市三维地质结构、地质资源、地质环境和地质灾害，建立城市地质信息数据库与三维可视化数据管理服务系统，综合评价城市发展的资源保障与环境承载能力，从而为城市规划、建设、管理、防灾减灾、环境治理服务，为城市可持续发展服务。

城市地质调查试点工作取得了丰硕的成果。一是查明与评价了六个试点城市的地质背景、资源与地质环境的安全性、承载力。试点成果已及时提交各城市政府及有关部门使用，在各城市的规划、建设与管理中，发挥了巨大的作用，取得了良好的经济和社会效益。二是为地方开展城市地质工作提供了示范，拉动了全国的城市地质工作。三是编制了城市地质调查工作指南，为今后开展全国城市地质调查工作提供统一的技术规范。四是探索了不同类型城市地质调查工作方法，探索了安全有效的城市地球物理调查技术方法，研发了城市多源异构三维可视化地质信息管理系统。五是为地质工作服务于城市规划、建设和管理做出了重要的探索和实践。六是使我国的城市地质调查在理论、方法、技术上达到国际领先水平。七是在项目的组织实施经验上，形成了超前性、综合

性、立体性、公益性、实用性五大项目特点,形成了系统化、定量化、信息化、动态化四大项目技术特色,形成了中央与地方共同出资、统一部署、统一管理、统一标准、成果共享的项目合作机制,以城市行政区为单元,多专业统一部署,分头实施、互相促进、协调推进的项目技术管理机制,地质工作与政府规划、城建、交通、环保等部门联动、实时、协同的项目成果应用转化机制。

《国家城镇化的地学保障·中国城市地质调查丛书》是城市地质调查试点工作的系统和全面总结,共分四部。第一部为《城市地质与城市可持续发展》,围绕城市地质工作做什么、适用范围的问题,介绍了国内外城镇化趋势,总结了城市发展中的资源环境问题,归纳了城市可持续发展对城市地质工作的需求,回顾了以往的城市地质工作,阐述了新一轮城市地质工作的新思路,回答了为什么要开展城市地质工作。第二部为《中国城市地质调查成果与应用——北京、上海、天津、杭州、南京、广州试点调查》,围绕六个试点城市的工作情况,介绍了城市地质调查试点项目总体工作概况、目标任务、工作部署与专题设置、组织实施、工作进展与成果,介绍了各试点城市三维地质结构调查、城市水土地球化学调查与评价、城市地质灾害与地质环境调查与评价、城市地质资源调查与评价、城市重大工程专项调查、城市地质环境综合评价、城市地质数据库与信息服务系统等方面的调查内容与成果,介绍了各试点城市的调查与评价成果在城市规划、建设和管理中的实际应用。第三部为《中国城市地质调查技术方法》,围绕城市地质调查的技术方法,介绍了三维地质结构调查方法、城市水土地球化学调查与评价方法、城市地质灾害与地质环境调查与评价方法、城市地质资源调查与评价方法、城市地质环境综合评价方法、城市信息系统建设与成果表达技术方法等城市地质调查技术方法体系。第四部为《中国城市地质调查工作指南》,围绕开展城市地质调查的技术标准,介绍了开展城市地质调查试点的总体工作指南,以及遥感、钻探工程、地球物理、环境地球化学、数据库与信息系统建设等方面的具体工作指南。这四部构成城市地质工作的完整体系,各部又相对独立。

这项工作是在我兼任中国地质调查局局长时就给予充分的重视和支持的。我十分欣喜地看到,作者在大量城市地质调查试点的基础上,对我国城市地质调查工作进行了全面系统的总结,这是我国城市地质调查的最新、最全面的成果。这一成果的出版必将对我国其他城市开展这项工作在思想上有启迪作用,在技术方法上有指导作用,在项目组织上有借鉴作用,在成果应用上有示范作用。这一成果的出版必将推动拓宽地质工作服务领域的探索,必将有力地推动我国城市地质调查水平的提高,也必将在保障我国城镇化的科学、健康发展中起到重要作用。



2013年3月

前 言

城市地质调查是一项基础性、公益性的地质调查工作，以服务于城市的规划、建设、发展与管理以及社会公众信息需求为宗旨。城市地质调查的目的是系统查明城市资源与环境状况，建立三维可视化的城市综合地学信息管理与服务系统，综合评价城市可持续发展的资源保障能力和环境承载力，最终为城市规划、建设和可持续发展提供系统、全面的地质信息支持。

随着我国城市化水平的提高，城市规模将不断扩大，城市对资源、能源、环境和空间的需求日益增大。同时，城市地质灾害和生态环境恶化不断加剧，对城市安全造成危害，严重制约了城市的可持续发展。而城市可持续发展，是建立在资源和环境的保障基础上，因此，开展城市地质调查，系统查明城市的地质、资源和环境状况，是贯彻和落实科学发展观的一项重要举措。

城市地质试点调查是一项体现主动和直接为经济社会服务的地质调查工作，是一项开创性的事业。

1. 为城市地区进行综合调查评价积累经验

城市地质调查将采用总体部署、分专题实施、综合集成的指导思想和技术路线。首次打破基础、水环、矿产、科研等专业界限，以三维地质结构调查为基础，针对城市行政区范围内出现的制约城市可持续发展的资源与环境问题进行总体部署，确定总体目标任务和主要工作内容，在以往各类地质调查的基础上确定投入的主要实物工作量，采用综合技术方法分专题实施，综合集成以往的和本次调查的各专题成果，进行综合研究和综合评价，为城市规划、建设和管理提供实用、有用、好用的地质成果信息。并通过试点调查工作，积累城市地质综合调查评价工作经验。

2. 建立城市地质原始资料数据库和地质信息系统

通过城市地质调查项目将城市地区以往的和本次调查的基础地质、工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害、地质资源及遥感、钻探、物探、地球化学、测试实验等原始资料与数据集成，建立城市地质调查原始资料数据库，为进行综合分析、综合评价及城市地质信息的实时更新奠定基础。通过三维可视化信息技术再现城市三维地质结构、工程地质结构和水文地质结构，实现城市多源地学数据的一体化管理和可视化表现；进行城市土地、地下空间区划和城市地壳稳定性与安全性评价。为城市规划、建设、管理与城市防灾减灾打下良好基础，为城市应急预案提供保障。

3. 建立城市地质调查技术方法体系和技术标准体系

通过滨海平原、河口三角洲、内陆山间盆地、山前冲积扇等不同类型城市的试点工作，全面总结不同类型区城市地质调查的技术方法，建立城市地质调查技术方法体系。在城市地质试点调查的基础上制定城市地质调查技术标准和系列工作指南，建立城市地质调查技术标准体系，为我国全面开展城市地质调查工作奠定基础并提供示范。

目 录

丛书序

前言

第一篇 中国城市地质试点工作

第 1 章 中国城市地质试点工作概况	3
1.1 试点城市选取与试点工作要求	3
1.2 城市地质调查试点工作总体概况	4
第 2 章 试点调查的目标任务与专题设置	7
2.1 城市地质试点调查总体目标任务	7
2.2 试点城市调查目标、内容与专题设置	10

第二篇 城市三维地质结构调查与专题调查评价

第 3 章 三维地质结构调查	23
3.1 基岩地质特征调查	23
3.2 活动断裂构造调查	48
3.3 覆盖层三维地质结构调查	57
3.4 三维工程地质结构调查	83
3.5 三维水文地质结构调查	109
3.6 埋藏古河道调查	127
第 4 章 城市水土地球化学调查与评价	134
4.1 城市土壤重金属环境质量状况	134
4.2 城市农产品安全性评价	156
4.3 城市水体环境质量状况	166
4.4 城市降尘环境质量状况	188
4.5 大气干湿沉降物特征	192
第 5 章 城市地质灾害调查与评价	201
5.1 地面沉降的现状 & 影响	201
5.2 斜坡类地质灾害（崩塌-滑坡-泥石流）	216

5.3	岩溶发育区的地面塌陷发育特征	219
5.4	其他地质灾害	224
第 6 章	城市环境地质问题调查与评价	227
6.1	垃圾场调查与选址评价	227
6.2	特殊土体（软土、液化砂土）发育特征	234
第 7 章	城市地质资源状况	257
7.1	地下水资源	257
7.2	地热资源	274
7.3	地下空间资源	276
7.4	其他地质资源	280
第 8 章	城市重大工程专项地质调查	286
8.1	北京市奥运公园建设区专题调查	286
8.2	上海市世博会会址区专题调查	288
8.3	上海市重大基础设施沉降监测	289
8.4	南京市火车南站建设区专题调查	301
第 9 章	城市地质环境综合评价	304
9.1	地壳稳定性评价	304
9.2	城市土地利用适宜性评价	310
9.3	地下空间利用适宜性评价	326
9.4	工程建设适宜性评价	353
9.5	地质环境综合评价	374
第 10 章	城市地质数据库与信息服务系统	388
10.1	城市地质数据库	388
10.2	城市地质三维可视化管理与服务系统	396

第三篇 成果应用与措施建议

第 11 章	调查成果的实际应用	415
11.1	应用于重点工程建设	415
11.2	应用于城市规划调整	416
11.3	应用于城市安全防治	418
11.4	应用于城市管理	420
11.5	应用于后续研究	423
第 12 章	城市地质调查成果对城市发展的对策与建议	424
12.1	地下水资源开发与环境保护建议	424
12.2	土地利用规划建议	429

12.3	地面沉降防治措施与建议.....	435
12.4	城市垃圾处理和场址选择建议.....	439
12.5	城市地质环境保护对策与建议.....	442
12.6	地质资源可持续发展建议.....	449
第 13 章	我国城市地质调查工作的几点建议	455
参考文献		459

第一篇

中国城市地质试点工作

地质大调查专项实施以后，中国地质调查局组织实施了新一轮城市地质调查工作。从 2003 年开始，先后选择北京、上海、杭州、天津、南京和广州六个城市与地方政府合作，进行了城市地质调查新技术、新方法的试点，在注重地质调查成果与城市规划、建设、管理紧密结合，更好地为城市经济社会可持续发展服务等方面，进行了一系列的探索与实践。取得了一批重要的成果，部分成果已及时应用于城市规划和重大工程建设中，发挥了重要作用。

中国城市地质试点调查在理念上有突破、在理论上有所创新、在方法上有发展、在组织实施上有特色、在成果表达上有新意。体现在城市地质调查的系统性、全面性、超前性、立体性、直观性，成果的实用性、针对性，是对城市地质调查研究历史的全面总结，资料和成果的全面集成，为城市提供全方位的长期服务，并通过城市地质调查把地质工作纳入政府工作的主流程。

第1章 中国城市地质试点工作概况

城市地质试点工作需要在已有工作的基础上，提出明确工作方案和工作要求，增强针对性，减少盲目性。

1.1 试点城市选取与试点工作要求

1.1.1 试点城市选取

试点城市的选取主要在经济相对发达的东部与沿海地区。选择问题突出且相对集中，有一定的资料积累和示范意义的城市。

北京、上海、天津、南京、杭州和广州六个城市位于我国东部和沿海地区，是我国环渤海、长江三角洲、珠江三角洲三大国家级城市群中的核心城市。其中北京、上海、天津为直辖市，是国家的政治和经济中心。南京、杭州和广州为副省级省会城市，也是区域性经济中心。这些城市经济发达，需求迫切，而且代表了山前冲积平原、滨海平原、三角洲平原、滨海河口、内陆河谷盆地等不同的地质地理景观类型，在全国具有典型性和代表性。

1.1.2 城市地质试点工作的基本要求

开展城市地质试点工作需要有统一的规划、统一的要求。

(1) 充分收集利用现有资料

全面收集、利用和集成城市调查区区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质、地球物理、地球化学以及各类钻孔等已有的调查、勘察和研究的原始资料和成果资料，建立城市地质资料数据库，这是开展城市地质试点调查的重要基础。

(2) 充分调研城市需求，确定总体目标任务

在充分调研城市发展对资源、环境等地质工作的需求，围绕城市在规划、建设、管理中遇到的制约城市可持续发展的资源、环境、灾害等地质问题的基础上，确定城市地质调查的总体目标任务，解决突出的地质问题，保障城市可持续发展。

(3) 开展综合调查，明确调查内容

开展城市综合地质调查，并根据城市特点提出不同调查要求。地质研究程度高的地区以补充调查为主，地质研究程度较低且资料缺乏的地区以实际调查为主。

①开展三维地质综合填图，以前人资料为基础，确定有效的填图深度，重点查明基岩埋藏深度与起伏形态，隐伏地质构造空间分布，新构造运动形迹，地貌类型，第四纪

地层分布、厚度、成因、形成时代、岩性与结构等,为综合评价提供地质依据。

②水文地质以评价具有供水意义的主要含水层(组)为原则。

③工程地质评价以满足地基和地下空间利用评价需要为原则,一般评价深度为30~50m,沿海地区评价深度为70~100m。

④环境地质评价视当地存在的主要环境地质问题(含地质灾害)确定。

(4) 采用现代先进的综合技术方法

城市地质调查采用综合手段,使用地质、钻探、物探、化探、遥感、测试、信息技术等多种新技术方法,开展基础地质、工程地质、水文地质、环境地质与地质灾害、地质资源等多学科综合调查与评价工作。并坚持一法多用、一线多用、一点多用、一孔多用的原则。

(5) 平面分区、垂向分层进行总体部署

城市三维地质调查采取平面分区与垂向深度分层的原则进行总体工作部署。平面上划分为重点调查区和一般调查区。一般调查区的比例尺为1:50 000,重点调查区的比例尺为1:25 000或1:10 000。垂向上不同深度层的调查精度应与平面分区比例尺相协调。在松散层厚度大于100m的地区,工程地质重点调查100m以浅与工程建设有关的区域。

(6) 先调查后评价,调查与评价相结合

在工作程序上,先基础后专题,先调查后评价,调查与评价相结合;在调查方法选取上,先试验后展开;在层次安排上,先重点建设区和重大工程区,后一般区。

(7) 以数据库与信息服务系统建设为主线

以现代数据库技术、GIS技术、三维可视化技术及计算机网络技术为依托,建立集基础地理、基础地质、工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害、地球物理、地球化学、地质资源等多专业、异构、海量城市地质调查数据的输入、管理、分析评价、可视化及网络发布为一体,功能全面、性能稳定的城市三维地质信息服务系统。

(8) 成果的科学性、实用性和普及性

提交体现科学性、实用性和普及性的城市综合地质调查评价成果。包括综合地质调查评价报告、城市地质图系和城市地质数据库与信息服务系统。其中城市地质图系包括基础图件、专题图件和综合评价预测图件。

1.2 城市地质调查试点工作总体概况

2003年开始,相继有北京、上海、天津、杭州、南京、广州、武汉、福州、合肥等城市政府纷纷致函国土资源部或中国地质调查局,要求与国家合作开展城市地质调查工作。根据国家地质工作部署,结合地方政府的迫切需求,中国地质调查局按照国家公益性地质工作与地方合作,并带动和引导地方公益性地质工作的思路,于2004年开始选择中国东部环渤海、长江三角洲、珠江三角洲三大城市群中不同类型城市与地方政府合作,共同进行城市地质调查试点与研究工作,推动我国城市地质调查工作的全面开展,并正式启动北京、上海、杭州、南京、天津及广州六个城市的地质调查试点工作。

1.2.1 城市地质试点调查工作概况

城市地质调查开始于 2004 年，第一批启动的试点城市为北京、上海和杭州。2005 年又增加了天津、南京和广州三个试点城市。城市立体地质方法技术研究及成果集成、物探技术在城市地质调查中的应用示范为综合研究总结和方法技术示范项目。

城市地质试点工作经过了工作方案论证、合作协议签订、总体设计编审、野外验收和成果报告编审的各个阶段。其中上海、北京、杭州三城市于 2008 年和 2009 年先后完成成果报告评审工作，天津、广州和南京三城市于 2011 年先后完成了成果报告评审工作。

1.2.2 资金投入

六个试点城市地质调查均为国家与地方政府合作项目，由国家和地方共同投入资金。其中北京市与国家的资金比例为 1：1，其他城市国家与地方的资金比例均为 1：2。六城市投入总经费 22 054 万元，其中国家投入 8093 万元，地方投入 13 961 万元（表 1-1）。

表 1-1 试点城市基本情况表

工作项目名称	承担单位	工作周期	工作经费/万元		
			总经费	中央	地方
北京市多参数立体地质调查	北京市地质调查研究院	2003~2007 年	4450	2225	2225
上海市三维城市地质调查	上海市地质调查研究院	2004~2007 年	4500	1500	3000
杭州城市地质调查	浙江省地质调查研究院	2004~2007 年	3000	1000	2000
天津城市地质调查	天津市地质调查研究院	2005~2008 年	3600	1200	2400
南京城市地质调查	南京地质矿产研究所	2005~2008 年	3300	1100	2200
广州城市地质调查	广东省地质调查院	2005~2008 年	3204	1068	2136
合计	—	—	22 054	8093	13 961

1.2.3 项目管理与实施

上海、北京、天津等直辖市由国土资源部与市政府签订合作协议，杭州、南京、广州等副省级省会城市由中国地质调查局与市政府签订合作协议。协议的签订标志着城市地质调查试点项目正式启动。

由中国地质调查局与试点城市政府相关部门组成项目联合领导小组共同对项目实施管理。政府指定的管理部门有地质矿产勘查开发局（北京）、规划和国土资源管理局（上海）、国土资源和房屋管理局（天津、广州）、国土资源局（杭州）、规划局（南京）。

项目实施负责单位为北京市地质调查研究院、上海市地质调查研究院、天津市地质调查研究院、浙江省地质调查院、广东省地质调查院和南京地质矿产研究所（南京地质

调查中心)。省(市)内的相关院校、研究所和地勘单位共同参与调查、研究与评价工作。

1.2.4 项目完成情况

针对我国高速发展的城市中存在的和未来城市可持续发展将会出现的资源、安全、环境质量及容量等问题,中国地质调查局积极探索并成功地实施了中央与地方合作开展基础性、公益性地质工作的新机制,在六年内完成了北京、天津、上海、南京、杭州、广州等代表性城市的城市地质调查,取得的成果在城市规划、城市建设、城市安全、土地利用规划与资源管理、生态农业与城市环境保护等工作中发挥了基础作用。试点完成的工作包括以下几方面:①建立了城市三维基础地质、工程地质、水文地质结构。②查明了城市环境地球化学特征和存在的主要环境地质问题。③查明了城市地质灾害特征,为建立地质环境监测和城市安全预警机制提供了依据。④查明了城市地下水、地热、地下空间、地质遗迹等地质资源状况。⑤建立了城市地质数据库与信息服务系统。⑥编制了城市地质调查系列工作指南,建立了城市地质调查技术方法支撑体系。