新时代城市地质工作战略思考

程光华, 杨洋, 赵牧华, 苏晶文, 李云峰
中国地质调查局南京地质调查中心,南京,210016

内容提要: 中国共产党"十九大"提出了满足人民美好生活、人与自然和谐共生的目标,而现有城市地质工作体系不论从理论技术还是理念上,都难以满足服务"绿色、低碳、循环、安全、集约、智慧"城市发展需求,需要建立适应城市发展要求的新时代城市地质工作体系。我国现有城市地质工作经历了2003年以前单要素调查、2003年以来多专业综合地质调查两个阶段,虽然在一定程度上服务了城市建设,但尚不能满足新时代城市国土空间立体可持续开发的需要。本文在全面分析国内外城市地质工作现状和存在问题的基础上,对新时代城市地质工作进行战略思考,提出建立以地球系统理论为指导,以多场扰动再平衡、全空间资源与环境评价以及空间资源协同规划等理论为基础的城市地质学理论体系;建立包括1项调查、3项评价、1套监测系统、1套信息系统的"1311"城市地质工作体系;提出新时代城市地质工作新机制。

关键词:新时代;城市地质;理论体系;工作体系

以Kaye和Legget为代表的美国学者最早提出城市地质概念(Kaye, 1968; Legget, 1973),认为城市地质工作有助于人们掌握城市下面的地质条件,对城市工程建设具有重要意义。在世界范围内广泛开展城市地质调查,如德国、捷克、斯洛伐克和荷兰等国家,主要开展了城市地区土壤和岩石的自然属性填图,用于指导城市规划和建设(Hageman, 1963)。

随着城镇化的不断推进,城市地质工作受到越来越多的关注,2017年政府工作报告中明确要求:扎实推进新型城镇化,统筹城市地上地下建设,加强城市地质调查。2017年9月6日,国土资源部发布《关于加强城市地质工作的指导意见》,全面落实党中央、国务院关于生态文明建设和新型城镇化的决策部署,统筹城市地上、地下建设,加强城市地质调查,发挥地质工作在促进城市可持续发展的新优势。2017年10月18日,中国共产党的"十九大"报告指出加强生态文明建设,进一步指明了新时代城市地质工作方向,补齐城市规划、建设与管理的地质工作短板,推动生态文明建设和新型城镇化绿色、低碳、循环、安全、集约、智慧发展。

1 国外现状

国外最早的城市地质工作大约是在20世纪20年代末开展的,具有代表性的是德国绘制了用于城市规划的特殊土壤分布图(吕敦玉等, 2015)。进入21世纪,以英国地质调查局2000年启动的"城市地球科学研究"项目为标志,城市地质工作迎来新的发展时期,旨在促进城市社会、经济、环境可持续发展(何中发, 2010)。2003年, Quaternary International编辑部出版的《新西兰和澳大利亚东部城市与第四纪地质》阐述了城市地质如何融入到城市规划、土地利用、防灾减灾中,指出城市空间布局和发展战略要适应地质资源和地质环境条件(金江军等, 2007)。2008年8月在挪威奥斯陆召开的第33届国际地质大会,挪威国家地质调查局介绍了在奥斯陆地区开展的城市地质调查项目,主要研究内容有10个方面:氡灾害、地面沉降、城市土壤污染、地热、砂矿资源、地下水、矿产地质、基底稳定性与监测、地质教育等(Solheim et al., 2008)。2015年,英国自然环境研究理事会(NERC)、英国地质调查局发布了《城市地质手册》,系统介绍了英国地质调查局在城市地质方面的工作,主要包括城市建设、城市可持续、城市保护三大主题(British Geological Survey, 2015),在城市地质方面研究主要包括人类纪、未来城市、可持续排水系统、城市地下空间、莱德盆地地球物理地球化学以及曼彻斯特和下河走廊地

注: 本文为中国地质调查局项目(编号:DD20160247)的成果。
收稿日期:2018-04-09;改回日期:2018-10-10;责任编辑:章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2018.06.009
作者简介:程光华,男,1962年生; 教授级高级工程师,主要从事区域地质、城市地质调查和研究;Email:cgh7317@163.com。

表条件和自然灾害。

国外城市地质工作强调以需求为导向,重点解决城市发展所面临的问题,将各专业融合,建立了较为成熟的工作体系。此外,英国地质调查局在分析未来城市发展趋势的基础上,提出一系列城市地质工作新概念,强调人类活动与城市发展的有机结合,为未来韧性城市发展提供地学基础。

2　国内现状

中国真正意义上的城市地质工作始于 20 世纪 50 年代,先后经历了 2003 年以前单要素调查和 2003 年以来多专业综合调查阶段,包括 2003 年~2010 年六个三维城市地质调查试点和 2010 年以来城市群、城市、城镇综合地质调查,各阶段均取得一定的成果,在一定程度上满足了当时城市发展对地质工作的需求。

2.1　单要素调查阶段

20 世纪 50 年代,主要开展历史文化大都市、新型工业化城市供水水源地勘查、地下水开采以及地下水动态监测工作(方家骅, 2001)。20 世纪 60~70 年代,在全国范围内开展了各种比例尺的区域性和专门性的水文地质、工程地质、环境地质调查和评价工作(高亚峰等, 2007)。20 世纪 80 年代,先后开展了以城市为中心的工程地质综合调查研究、大河流域的环境地质调查编图、重要城市的水资源和地质环境评价、缺水城市地下水水源地的评价以及 75 个主要城市的水资源预测(张秀芳等, 2004)。20 世纪 90 年代以后,城市地质调查工作更关注城市地区环境地质问题,开展了地面沉降、地质灾害、矿山环境等专项调查,初步建立了各类专项环境地质调查规范(李烈荣等, 2012; 阎世骏等, 1996)。

本阶段城市地质工作以解决北方城市水资源紧缺问题、工业城市工程建设等需求为导向,开展以单要素为主的城市地质调查,调查范围集中在城市建成区,经费由中央出资,地方水文地质调查地勘为主要单位承担,是参照区域工程地质调查(1∶5 万~1∶25 万)、(城市区)水工环综合地质调查(1∶5 万)、区域环境地质编图规范开展的调查和评价工作。主要成果体现在,建立了单要素地质调查技术体系、形成了一批较为专业的水工环地质调查队伍。

2.2　多专业综合调查阶段

2003 年开始,中国地质调查局先后在环渤海、长三角和珠三角启动了上海、北京、杭州、天津、南京、广州六个试点城市地质调查(程光华等, 2014),开展了包括三维地质结构调查与地下空间利用适宜性评价、土壤及水体地球化学调查与环境质量评价、地质灾害调查与危害性评价、地质资源调查与保障程度评价以及城市地质信息管理与服务系统建设等调查工作。上海三维城市地质调查在地面沉降监测与防治、地下空间开发地质环境适宜性评价、水土环境调查与监测、海岸带地质调查与监测、地质资料信息服务集群化与产业化等方面取得了一系列成果(魏子新等, 2010a, 2010b)。广州三维城市地质调查开展了中心城区与城市规划发展区的三维地质结构、城市环境地球化学、地质资源等调查和地质灾害调查与评价工作,并初步建立了广州市城市地质数据库和三维可视化信息管理与服务系统(黄宇辉等, 2010)。南京三维城市地质调查围绕城市三维地质结构、城市地下空间资源、城市主要地质灾害及工程地质、水文地质、环境地质、土壤地球化学背景条件及污染状况,建立了三维可视化地学信息管理与服务系统,为城市规划、城市建设与城市管理提供科学数据、技术支撑和综合服务(李君浒等, 2012)。

在 2010 年 10 月 18 日召开全国城市地质调查工作会议暨城市地质调查国际研讨会后,为满足服务国家区域战略和主体功能区划的需求,中国地质调查局组织开展了京津冀、长三角、珠三角、海峡西岸、北部湾、长江中游、关中、中原、成渝等重点城市群综合地质调查工作,并出版了《中国重要经济区和城市群地质环境图集》系列丛书(中国地质调查局, 2015),在总结试点城市地质工作经验的基础上,采用部、省、市的多方合作模式,完成了福州、厦门、泉州、苏州、镇江、嘉兴、合肥、石家庄、唐山、秦皇岛、济南等 28 个城市地质调查工作(王丽芳, 2016; 锋文, 2009; 苗巧银等, 2016; 方寅琛等, 2017),开展了江苏丹阳、福建永泰、北京四镇、广西贵港 4 个小城镇综合地质调查。此外,浙、苏、皖、豫等省由地方出资完成或开展了几十个城市地质调查工作。

这一阶段城市地质工作开展多领域、多手段的综合调查,由地表二维调查到三维立体调查、由定性到定量、由纸介质到信息化、由调查评价到监测预警。主要成果体现在:① 建立了城市地质多专业综合调查的技术方法体系和系列工作指南;② 在城市规划、建设和管理工作中发挥了作用;③ 探索建立了不同层次城市地质调查的新模式,构建了自然资源部中国地质调查局、省级国土资源主管部门、城市人民政府等三方合作的有效机制,形成了上海、湖南长株潭、江苏丹阳等典型经验模式(郝爱兵等,

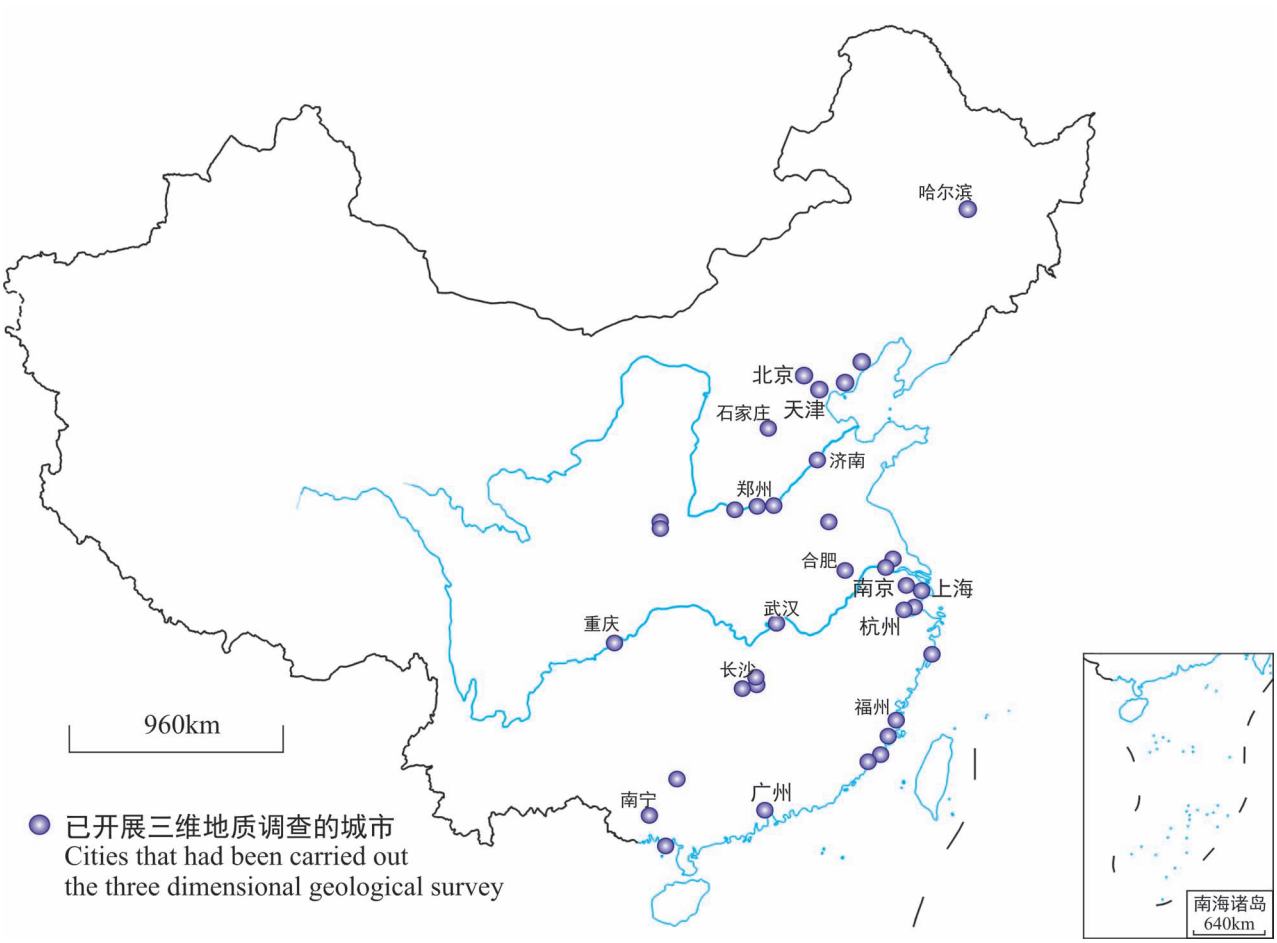


图 1 已开展三维地质调查的城市分布示意图

Fig. 1 Sketch map of cities that had been carried out the three dimensional geological survey

2017)。

3 存在的不足

3.1 理论技术方法不完备

目前在城市地区开展的综合地质调查缺少统一的理论体系指导。冯小铭等(2003)指出城市地质工作具有学科的综合性、地域的独特性、工作的持久性、方法的多样性等一系列特点。卫万顺(2013)针对北京城市地质工作提出城市地质工作理念发展之路。张茂省等(2014)以关中城市群城市地质调查工作为例,阐述了城市地质学及城市地质工作的内涵和定位。然而目前工作仍是基于区域地质、水文地质、工程地质、环境地质原有的理论、规范开展,地质单元划分的标准、地质要素的获取等没有有机结合,各专业调查获取的指标仅能满足各自专业评价的要求,缺少城市全空间下资源与环境评价理论与标准,需要建立统一的以地球系统理论为指导的城市地质理论。汪品先(2016)在第四届地球系统科学大会上提出,我国地球科学研究需要转型,探索地球系统运行和演化的机理。毕思文(2004)指出地球系统科学的研究将使人类更好地认识赖以生存的环境,更有效地防止和控制可能突发的灾害对人类所造成的损害。马宗晋等(2006)提出应从全球尺度研究包含气体、液体、固体的地球表层系统的微动态变化,加深对地球表层相互联系的系统过程的理解。

此外,在城市地区缺少有针对性的探测技术方法,难以解决抗干扰和分辨力低的问题,尚未针对城市地区松散层发育的特点研制出一套高采取率、抗扰动、随钻测试等钻探技术。刘刚等(2018)提出通过空中—地表—地下全方位立体化的综合调查,完成对研究对象的精细研究,而现有的工作精度以常规平面比例尺作为地质体的二维划分和控制精度,难以精确反映地质体三维空间展布。

3.2　城市地质工作体系不健全

目前国家没有强制性的法律法规来明确要求城市规划、建设、救灾及城市管理必须开展相应尺度和精度的城市地质工作,这是导致城市地质工作内容不明确、工作程序缺失、调查产品难以服务的根本原因。地质调查方面,没有充分集成城市范围内所有地质资料,未建立城市地质资料汇交的机制,导致所建地质模型反映的地质体精度不够、获取的要素不全,难以真实反映地质体的三维空间特征;城市地质环境监测方面,目前只有很少的城市进行地下水监测和地面沉降监测,缺少专门城市地质工作的预算资金支持,项目完成后没有资金和组织进行长期维护,远未构成城市监测网。此外,人才队伍方面,缺少经过严格培训、水平较高、经验丰富、熟悉城市地质环境特点的城市地质调查队伍,目前地方地勘单位工作流动性较大,未能发挥属地化后城市地质工作服务职能。

3.3　工作机制不完善

前期完成的城市地质调查工作,调研对象以国土资源部门为主,针对城市规划、建设、水务、农业、环保、市政等部门调研相对较少,对城市地质调查成果在服务城市规划、建设、运行、管理、改造等过程中需要利用的地质资料内容和程度不清楚,调查资料和成果难以被相关部门直接应用。此外,城市政府及相关部门也未能充分认识到地质工作、地质资料、地质信息在城市规划、管理、建设、运行、治理、灾害防治中的重要性和关键作用。

4　战略思考

当前城市地质工作存在的问题制约了其在城市发展中的应用,需突破传统,构建城市地质工作新机制,创新城市地质学理论技术体系,构建新时代城市地质工作新体系,推动城市地质工作进入全新的系统性整体调查阶段,以经济区、城市群、城市为单元,整体进行全要素探测、全空间资源环境承载能力评价。

4.1　创新城市地质理论技术体系

城市地质的研究对象是地球浅层一定区域,包含岩石圈、水圈、生物圈、大气圈、土壤圈在内的岩、土、水、气组成的有机整体,以岩石圈、土壤圈为基础的地球浅层水、气与生态形成共生平衡系统,任何一部分的扰动和变化,系统都会变化、调整而达到新的平衡。城市建设、发展必然会开发利用资源,必然会扰动和改变已有生态、岩、土及水环境,因此需要在地球系统理论指导下创新扰动再平衡理论。在城市地质全要素调查的基础上,对全空间资源环境进行整体评价,需要创新城市全空间资源环境评价理论。在全空间资源环境评价的基础上,开展城市空间资源协同规划,需要创新城市空间资源协同规划理论,形成地球系统理论指导下的扰动再平衡理论、全空间资源环境评价理论及空间资源协同规划理论等城市地质理论体系。

围绕城市地区如何获取可靠地质数据、城市地质资源环境承载能力如何确定等问题,需创新城市地质调查评价技术体系。在城市地区地质探测与监测技术方面,研究城市地球物理探测抗噪、去噪技术方法,研发城市高干扰环境条件下物探仪器与数据处理专业系统,研究城区地质体变形光纤监测技术,研究活动断裂地应力监测技术,研究生态地质环境高光谱遥感探测技术,建立星空地高光谱、多光谱和其它遥感数据融合的城市地质生态环境智能监测分析技术体系。在城市国土空间开发地质适宜性评价技术方面,研究影响城市规划建设的主要地质因素及其地质背景,分析不同地质因素的发育规律和变化趋势,以及对城市规划建设的制约和危害程度,探索不同尺度的国土空间开发承载力评价方法和指标体系,开展尺度效应分析,建立相应评价模型。

4.2　构建“1311”城市地质工作体系

以不同发展阶段的小城镇、城市、城市圈(城市群)为单元,开展不同尺度全要素调查与全空间评价试点示范,建立 1 项调查、3 项评价、1 套监测系统、1 套信息系统的“1311”城市地质工作体系。开展全要素地质调查,建立地质体和地质单元全要素地质档案。开展全空间全资源评价,建立城市地质资源档案和渣土资源银行;开展全空间环境评价建立城市生态环境本底档案;开展对城市发展和安全有重要影响的关键要素评价,建立相应的正面和负面清单特征档案。建立城市水土环境、地面沉降、地下应力场、地下水流场等三维一体智能监测网络。集成城市历史时期以来形成的各类地质信息,建立城市地质大数据和服务评价系统。技术路线如图 2。

4.2.1　开展一项全要素调查

全要素调查主要是获取城市地质资源的基本信息以及潜力因素,包括地质结构、地质参数以及既有地下空间等,如表 1 所示。其中工程地质参数包括含水量、比重、孔隙比、液塑限、颗粒分析、渗透系数

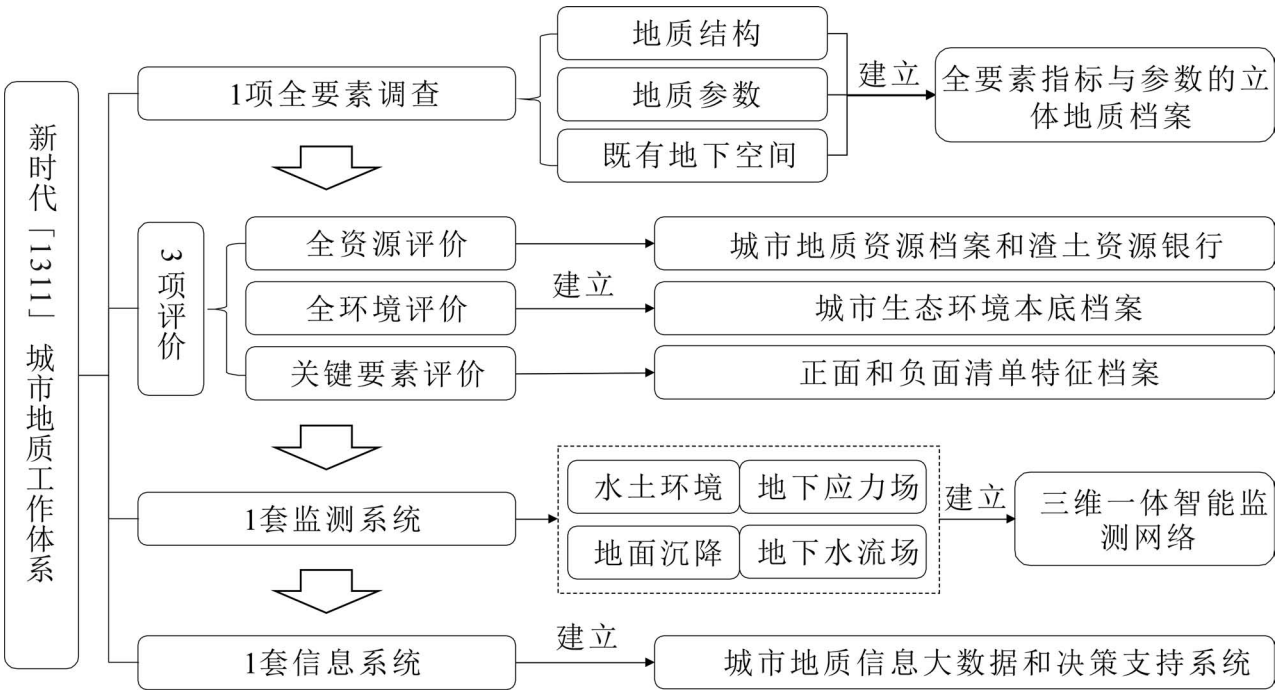


图 2 新时代城市地质工作技术路线图

Fig. 2 Technical route of urban geological work in the new era

表 1 全要素调查内容

Table 1 Investigation of total factor

全要素	调查内容
地质结构	松散层粘性土与砂卵石的垂向分层,松散层与基岩的接触面,断层、地裂缝等地质构造结构面,地下溶洞等
地质参数	工程地质参数、水文地质参数、地球物理场参数、地球化学场参数、应力场参数以及温度场参数等
既有地下空间	已有地下工程设施以及人类历史文化层

等物理参数以及压缩参数、剪切强度参数、变形参数等力学参数;水文地质参数包括含水层富水性、矿化度、水温、导水系数、水化学特征、地下水开采回灌量、地下水水位变化特征等;物理场参数主要包括地质体的应力场、电阻率、波速、重力等参数。在建立全要素指标体系的基础上,在厚覆盖区、基岩区、浅覆盖区、黄土发育区、岩溶发育区、花岗岩与火山岩发育区,查明一定尺度一定深度下地表、地下全要素指标和参数,合理划分一定尺度、一定深度下三维空间地质体和地质单元,建立地质体和地质单元全要素指标与参数的立体地质档案。

4.2.2 完成三项评价

在全要素调查的基础上,开展城市范围内全资源评价、全环境评价以及影响城市安全及城市建设的关键要素评价。

全空间、全资源评价是指利用全要素调查取得的指标和参数,在城市全空间下开展全资源评价,评价土地资源用途和不同控制精度土地资源数量质量和等级,评价城市特色矿产资源数量质量和等级,分层评价地下空间资源质量品级和可开发程度以及分功能地下空间利用层位,评价不同含水层的地下水资源、地下热水资源、地下矿泉水资源储量和质量,评价地表地质景观资源品级及开发适宜性和地下文化层资源质量和品级,评价地表基岩石材资源数量和可利用程度以及地下可以利用的渣土资源类型数量和可利用程度,并建立城市地下渣土资源银行,如表 2 所示。

全环境评价是指利用全要素调查取得的指标和参数,在城市全空间下评价各类环境的现状、背景、污染程度、破坏程度,包括土壤、地表水、地下水、地表与地下生态、地壳稳定性、地下岩土环境以及地下温度场、应力场、放射场、磁场、重力场等地球物理场环境、地球化学场环境等。提出保持、禁止、监测、修复、治理、避让的建议,开展全环境评价方法与指标体系研究,提出各城市不同环境类型的评价标准或评价参考值。

表 2 全空间全资源评价内容

Table 2 Evaluation of full space and resources

对象	评价内容
土地资源	土地利用类型及功能划分、不同功能不同控制精度土地资源数量质量和等级
矿产资源	特色矿产资源数量质量和等级
地下空间资源	分层地下空间资源质量品级和可开发程度、分功能地下空间利用层位
地下水资源	不同含水层的地下水资源、地下热水资源、地下矿泉水资源储量和质量
地质文化资源	城市地表地质景观资源品级及开发适宜性、地下文化层资源质量和品级
地质材料资源	地表基岩石材资源数量和可利用程度、地下可以利用的渣土资源类型数量和可利用程度

关键要素评价是指在全要素调查和全空间资源环境评价的基础上,对面向城市管理与安全运营的需要保护的资源要素和条件要素(正面清单)以及面向城市工程建设的制约地质条件要素(负面清单)进行评价。关键要素的正、负面清单如表 3 所示。通过关键要素评价为城市地表及地下空间划分禁止开发区、限制开发区、适宜开发区、优化开发区、确定保护层、避让层,为城市立法保护正面清单提供科学依据。

表 3 关键要素评价内容

Table 3 Evaluation of key elements

关键要素	评价内容
正面清单	重要历史价值的地下文化层,区域承压含水层,特殊的地下矿产资源层,地下工程支撑层,潜水与承压含水层之间的隔水层等需要保护的重要层位
负面清单	活动断裂带,地裂缝发育带,岩溶发育带,废弃和隐伏既有地下空间,软土、液化砂土、膨胀土等特殊土体,松散层与基岩界面,不同岩类接触界面等需要避让或处理的层位

4.2.3　建设一套资源环境监测网络

城市资源环境监测网络是对地下水、地温能、土壤地球化学、矿山环境、地质灾害、活动断裂、地下应力场、地下空间建设与运营等方面进行全过程监测。基于无线监测与移动式无损检测技术实现地下空间与地质环境的智慧监测,基于测绘和空间多传感器集成实现空天地一体化城市地表和地下空间智慧监测,建立城市地质资源与环境安全监测预警系统,保障城市资源安全、食品安全、生态安全、居住安全,全面提高资源环境安全对城市发展的保障能力,保障城市可持续发展和城市生态系统长期动态平衡。

4.2.4　构建一套城市地质信息服务与决策支持系统

城市地质信息服务与决策支持系统是指集成城市历史时期形成的各类地质信息,打造地下三维可视化的“透明城市”,建立城市地质信息大数据和决策支持系统,进入城市政府及国土、规划、建设等管理部门工作流程。整合多行业公益性地质调查资料和商业性岩土工程勘察资料,构建三维地质结构模型及其属性场模型;同时探明城市既有地下空间信息,构建地下工程模型。融合显示三维地质结构模型、属性场模型以及地下工程模型,实现地下空间全要素、全空间、静动态的一体化透明显示,构建城市地质信息集成管理、分析处理、共享服务、决策模拟系统,为政府管理、科学研究和科普宣传等提供个性化的综合地质信息服务。

4.3　建立城市地质工作新机制

加强与城市各职能部门对接,包括国土、规划、建设、水务、农业、环保、市政等部门,梳理城市发展对城市地质工作的具体需求,主动服务城市规划、建设、运行、管理、改造等过程,提供针对性的城市地质成果,全程参与并推动成果的应用服务。此外,推动城市政府建立城市地质工作长效机制,纳入城市政府管理主流程。建立城市地质工作小组,由城市政府领导,市国土规划管理部门牵头组织,建委、水务局、环保局、农委、市政管理机构等部门参与,城市辖区内地勘单位实施,城市政府提供政策和资金保障的城市地质工作新机制。

4.4　不同发展阶段城市地质工作模式

我国城市处于不同的发展阶段,第一类为上海及长三角核心区、京津冀核心区、珠三角大湾区,已开始进入后工业化时代;第二类为长江中游城市群、成渝城市群、中原城市群、辽东半岛城市群、山东半岛城市群、关中城市群等,正在进入快速工业化和城镇化时代;第三类为中西部城市,已开始进入工业化和城镇化时代;第四类为适宜进行城镇开发的未开发区。需要针对城镇不同发展阶段对地质工作的需求,建立适宜城镇不同发展阶段有针对性的城市地质工作模式。

对于适宜开发和开始发展的城市,主要针对自然资源和自然生态进行以地表为主要对象的全要素调查和资源环境评价,建立自然资源和自然生态环境的原始档案,围绕生态、生产、生活空间的整体布局、承载能力进行整体评价,建立服务于城市整体规划和承接产业转移为主要内容的初始城镇化地质工

作模式。

对于高速工业化城市,在全要素调查的基础上针对资源的开发程度和环境的影响程度进行评价,依据自然资源使用现状和自然环境的改造现状和承载能力,提出规划立体调整和环境修复建议,建立以城市资源潜力评估和生态环境修复为主要内容的快速城镇化地质工作模式。

对于进入后工业化城市,重点是调查可利用资源的潜力、生态环境的破坏程度和地下空间的可开发、可利用程度,对城市进行重新规划。重点是以拓展地下空间、产业转移和地表恢复自然生态环境为目标,建立以地下空间资源探测和地表生态环境恢复评价为主要内容的后工业化时代地质工作模式。

5 结论

(1)中国城市地质调查经历了 2003 年以前单要素调查和 2003 年以来多专业综合调查两个阶段,包括三维城市地质调查试点及城市群、城市、城镇综合地质调查,正在进入地球系统理论为指导的系统性整体调查阶段。

(2)新时代城市地质工作需要创新城市地质理论,形成以地球系统理论为指导下的扰动再平衡理论、全空间资源与环境评价理论及空间资源协同规划理论等城市地质理论体系。

(3)新时代城市地质工作需要建立“开展 1 项调查、完成 3 项评价、建设 1 套监测系统、构建 1 套信息服务与决策支持系统”的“1311”城市地质工作体系,推动城市地质工作进入政府管理主流程,形成新时代城市地质工作导则和政策。

(4)新时代城市地质工作需要建立城市地质工作新机制,建立城市政府领导的城市地质工作小组,由城市国土规划管理部门牵头组织,建委、水务局、环保局、农委、市政管理机构等部门共同参与,属地化地勘单位实施,城市政府提供政策和资金保障。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

毕思文. 2004. 地球系统科学综述. 地球物理学进展, 19(3): 504~514.

程光华, 翟刚毅, 庄育勋, 等. 2014. 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. 北京: 科学出版社.

方家骅. 2001. 中国城市环境地质工作回顾和今后工作思考. 火山地质与矿产, 22(2): 84~86.

方寅琛, 龚日祥, 李三凤, 等. 2017. 基于三维地质模型的地下空间开发适宜性评价——以嘉兴城市地质调查工作为例. 上海国土资源, 38(2): 43~45.

冯小铭, 郭坤一, 王爱华, 等. 2003. 城市地质工作的初步探讨. 地质通报, 22(8): 571~579.

锋文. 2009. 苏州市城市地质调查工作正式启动. 地质学刊, 33(3): 338.

高亚峰, 高亚伟. 2007. 我国城市地质调查研究现状及发展方向. 城市地质, 2(2): 1~8.

何中发. 2010. 城市地质研究现状及发展趋势. 上海国土资源, 31(3): 16~22+48.

黄宇辉, 庄文明, 张献河. 2010. 广州城市地质调查主要内容、方法与成果应用. 见: 城市地质与城市可持续发展——城市地质国际学术研讨会论文摘要汇编.

郝爱兵, 林良俊, 李亚民. 2017. 大力推进多要素城市地质调查精准服务城市规划建设运行管理全过程. 水文地质工程地质, 44(4): 3.

金江军, 潘懋. 2007. 近 10 年来城市地质学研究和城市地质工作进展述评. 地质通报, 26(3): 366~371.

李君浒, 杨祝良, 杨献忠. 2012. 论城市地质工作对城市可持续发展的重大意义——以南京城市地质调查项目为例. 生态经济, (2): 161~165.

李烈荣, 王秉忱, 郑桂森. 2012. 我国城市地质工作主要进展与未来发展. 城市地质, 7(03): 1~11.

刘刚, 梁树能, 燕云鹏, 闫柏琨, 王喆. 2018. 精细地质初议. 地学前缘, 25(2): 267~279.

吕敦玉, 余楚, 侯宏冰, 等. 2015. 国外城市地质工作进展与趋势及其对我国的启示. 现代地质, 29(2): 466~473.

马宗晋,高祥林,杜品仁. 2006. 全球表层系统研究的思考.地学前缘, 13(6):96~101.

苗巧银, 朱志国, 高立, 杨其菠. 2016. 江苏镇江城市三维地质结构模型的建立及其地质意义. 上海国土资源, 37(03): 65~70.

王丽芳. 2016. 厦门三维地质建模方法研究及其在工程应用. 地质灾害与环境保护, 27(4): 84~90.

汪品先. 2016. 迎接我国地球科学的转型. 地球科学进展, 31(7): 665~667.

魏子新, 翟刚毅, 严学新, 等. 2010a. 上海城市地质. 北京: 地质出版社.

魏子新, 翟刚毅, 严学新, 等. 2010b. 上海城市地质图集. 北京: 地质出版社.

卫万顺. 2013. 城市地质学理论创新与北京城市地质工作实践发展. 城市地质, 8(1): 1~10.

阎世骏, 刘长礼. 1996. 城市地面沉降研究现状与展望. 地学前缘, 3(1): 93~98.

张茂省, 董英, 刘洁. 2014. 论新型城镇化中的城市地质工作. 兰州大学学报(自然科学版), 50(5): 581~587.

张秀芳, 李善峰. 2004. 国内外城市环境地质工作进展. 中国地质灾害与防治学报, 15(4): 99~103.

赵志超, 冯创业. 2017. 石家庄市城市地质调查项目取得的主要科技创新. 城市建设理论研究(电子版), (11): 254~256.

中国地质调查局. 2015. 中国重要经济区和城市群地质环境图集. 武汉: 中国地质大学出版社.

Solheim A, Bjorlykke A. 2008. The 33rd international geological congress, Oslo 2008. In: Proceedings of International Geological Congress, Oslo.

British Geological Survey, Natural Environmental Research Council. 2015. Urban geology——the foundation for cities[OL]. http://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm? id=3086, 2018-02-01.

Bi Siwen. 2004&. Summarization onearth system science. Progress in

Geophysics, 19(3): 504~514.

Cheng Guanghua, Zhai Gangyi, Zhuang Yuxun, et al. 2014#. Achievements and Applications of Urban Geological Survey in China: a Pilot Study in Beijing, Shanghai, Tianjin, Hangzhou, Nanjing and Guangzhou. Beijing: Science Press.

Fang Jiaye. 2001#. Review and future work of urban environmental geology in China. Volcanology & Mineral Resources, 22(2): 84~86.

Fang Yinchen, Gong Rixiang, Li Sanfeng, et al. 2017&. Suitability evaluation of underground space development based on a three-dimensional geological model, using the Jiaxing urban geological survey as an example. Shanghai Land & Resources, 38(2): 43~45.

Feng Xiaoming, Guo Kunyi, Wang Aihua, et al. 2003&. Comparative Study ofurban geological work. Geological Bulletin of China, 22(8): 571~579.

Feng Wen. 2009#. Suzhou city geological survey is officially launched. Journal of Geology, 33(3): 338.

Gao Yafeng, Gao Yawei. 2007&.The present situation of urban geological survey in China and its development trend. Urban Geology, 2(2): 1~8.

Hageman B P.1963. A new method of representation in mapping alluvial areas. Verhandelingen van het Koninklijk Nederlands Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische serie 21~22 : 211~219.

He Zhongfa. 2010&. The practice and prospect of urban geology in post-industrial cities in Shanghai. Shanghai Land & Resources, 31(3): 16~22+48.

Huang Yuhui, Zhuang Wenming, Zhang Xianhe. 2010&. Key contents and methods, and achievement application of urban geological survey in Guangzhou. In: Proceedings of International Symposium on Urban Geology, Shanghai.

Hao Aibin, Lin Liangjun, Li Yamin. 2017#. Vigorously promote the multi factor urban geological survey, accurately serve the whole process of urban planning, construction, operation and management. Hydrogeology & Engineering Geology, 44(4): 3.

Jin Jiangjun, Pan Mao. 2007&. Urban geological research and progress in urban geological work in the last decade. Geological Bulletin of China, 26(3): 366~371.

Kaye C A. 1968. Geology and our cities. Transactions of the New York Academy of Sciences, 30: 1045~1051.

Legget R F. 1973. Cities and Geology. New York: McGraw-Hill.

Li Junhu, Yang Zhuliang, Yang Xianzhong. 2012&.Significance of urban geological study to urban sustainable development: A look at Nanjing urban geological survey. Ecological Economy, (2): 161~165.

Li Lierong, Wang Bingchen, Zheng Guisen. 2012&.The major progress and future development of China urban geology. Urban Geology, 7(03): 1~11.

Liu Gang, Liang Shuneng, Yan Yunpeng, et al. 2018&. Overview of precision geology. Earth Science Frontiers, 25(2): 267~279.

Lv Dunyu, Yu Chu, Hou Hongbin, Liu Changli, Zhang Yun. 2015&. Development and trends of foreign urban geological work and its enlightenment to China. Geoscience, 29(2): 466~473.

Miao Qiaoyin, ZhuZhiguo, Gao Li, Yang Qibo. 2016&. Establishment of a three-dimensional geological structure model, and its significance for Zhenjiang city in Jiangsu. Shanghai Land & Resources, 37(03): 65~70.

Wang Lifang. 2016&. Research on 3d geological modeling method in Xiamen and engineering application. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 27(4): 84~90.

Wang Pinxian. 2016&. Chinese earth science at its turning point. Advances in Earth Science, 31(7): 665~667.

Wei Zixin, ZhaiGangyi, Yan Xuexin, et al. 2010a#. Shanghai Urban Geology. Beijing: Geological Publishing House.

Wei Zixin, ZhaiGangyi, Yan Xuexin, et al. 2010b#. Atlas of Shanghai Urban Geology. Beijing: Geological Publishing House.

Wei Wanshun. 2013&.The theory innovation of urban geology and the development of urban geological work in Beijing. Urban Geology, 8(1): 1~10.

Yan Shijun, Liu Changli. 1996&. Status and prospect of urban land subsidence. Earth Science Frontiers, 3(1): 93~98.

Zhang Maosheng, Dong Ying, Liu Jie. 2014&. Discussion of urban geological work in new urbanization. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 50(5): 581~587.

Zhang Xiufang Li Shanfeng. 2004&. Review on urban environmental geologic work in China and abroad. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 15(4): 99~103.

Zhao Zhichao, Feng Chuangye. 2017&.The main technological innovation of Shijiazhuang urban geological survey project. Urban Construction Theory Research, (11): 254~256.

China Geological Survey. 2015#.The geo-environment atlas of important economic zone and city group in China. Wuhan: China University of Geosciences Press Co., Ltd.

Strategic Thinking of Urban Geological Work in the New Era

CHENG Guanghua, YANG Yang, ZHAO Muhua, SU Jingwen, LI Yunfeng

Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing, 210016

Objectives: The goal of satisfying the harmonious life of the people and the harmony between man and nature is put forward at 19th Communist Party of China National Congress. However, there is still a big gap in the urban geological work to meet the needs of green, low-carbon, circular, safe, intensive and intelligent city development. This paper put forward strategic thinking on urban geological work.

Methods: The development stage of urban geological work is systematically reviewed. On the basis of comprehensive analysis of the present situation and existing problems of urban geological work at home and abroad, strategic thinking on urban geological work in the new era is carried out.

Results: Innovation of urban geological theory is proposed in this paper. The "1311" urban geological work system is established with 1 investigation, 3 evaluations, 1 set of monitoring systems and 1 set of information systems. A new mechanism for urban geological work and a model of urban geological work at different stages of development are established.

Conclusion: The present urban geological work in China has undergone two stages: single factor investigation before 2003 and multi-specialty comprehensive geological survey since 2003. It is entering the systematic overall investigation stage under the guidance of the earth system theory. The urban geological work in the new era needs to innovate the theory such as the theory of disturbance rebalancing, the theory of all space resources and environment evaluation and the theory of coordination planning of space resources under the guidance of the earth system theory. In the new era, urban geological work needs to establish a new mechanism for urban geological work, and establish a city geological work team led by the city government.

Keywords: new era; urban geology; theory system; work system

Acknowledgements: The work is financially supported by the Program of China Geological Survey (grant no. DD20160247)

First author: CHENG Guanghua, male, born on July 17, 1962, Professor of Engineering, major research interest in reginal geology and urban geology. Email address: cgh7317@163.com

Manuscript received on: 2018-04-09; Accepted on: 2018-10-10; Edited by: ZHANG Yuxu

Doi: 10.16509/j.georeview.2018.06.009

国际地学计划 IGCP-649 项目第四次工作会议于澳大利亚昆士兰大学成功举办

2018 年 7 月 2 日-16 日,IGCP-649 项目第四次研讨会于澳大利亚昆士兰大学成功召开,会议进行了为期两天的专题讨论,并对澳大利亚东海域法属小岛新喀里多尼亚的全球典型弧前蛇绿岩进行了为期 8 天的野外考察。本次研讨会由杨经绥院士主持的 IGCP-649 项目和 Jonathan Aitchison 教授所在的昆士兰大学地球科学学院联合举办。Aitchison 教授作为东道主为本次会议致辞,杨经绥院士作为 IGCP-649 项目的牵头负责人,主持了研讨会的开幕式和闭幕式。来自中国、澳大利亚、新喀里多尼亚、美国和俄罗斯等国家的近 70 名科学家参加了此次会议讨论。会后考察由 Jonathan Aitchison 教授和来自新喀里多尼亚大学的 Dominique Cluzel 教授组织并全程作详细讲解。

本次会议的主要议题为"大洋地幔橄榄岩-铬铁矿中的金刚石和深地幔再循环的全球蛇绿岩记录",杨经绥院士在会议主题报告中系统地总结了本项目开展以来所取得的丰硕成果以及当前面临的科学问题。首先将 IGCP-649 的项目属性、研究目标和研究计划等对参会人员进行了简要地介绍,随后对世界典型蛇绿岩带及铬铁矿中发现的特殊矿物如金刚石等对深地幔循环的启示作了详细的报告,报告指出这种新的蛇绿岩型金刚石不同于金伯利岩和超高压变质带中的金刚石,可能形成于不同的物化条件,此外一些呈斯石英假象的柯石英、高压相铬铁矿和青松矿等压力指示矿物的发现,指示蛇绿岩铬铁矿形成深度>150-300 km 或者更深的地幔。杨经绥院士及其团队通过矿物学、岩石学和地球化学等多学科的综合研究,建立了科学系统的模式来解释这些金刚石和其他超高压矿物成因,包括这些矿物来自何处、如何进入到地幔橄榄岩和豆荚状铬铁矿中并最终保留在蛇绿岩中的整个过程;其余专家分别展示了近些年在蛇绿岩、铬铁矿和超高压变质作用方面的研究进展,其中包括俄罗斯乌拉尔蛇绿岩带、土耳其蛇绿岩和铬铁矿、中国蛇绿岩和铬铁矿、以及超高压变质带等最新研究进展。现场讨论气氛热烈,大家各抒己见,共同探讨,共同促进。

最后,Aitchison 教授对整个澳大利亚、新西兰以及将要开展野外工作的新喀里多尼亚的综合地质概况,尤其是其中蛇绿岩及增生弧形成演化问题,沿着时间脉络给大家做了详细的介绍,为大家会后的野外地质考察和充分理解这些地质现象奠定了坚实的基础。

新喀里多尼亚(New Caledonia)岛分布在澳大利亚昆士兰州以东约 1200 km 的西南太平洋之中。地质上,新喀里多尼亚被认为是在 85 Ma 之前开始从澳大利亚大陆分离出去,并向东漂移,大约在 55Ma 之前到达目前的位置。新生代期间,它经历了一系列的构造事件,其中最重要的构造事件是来自大洋橄榄岩的仰冲事件到晚始新世,几乎整个新喀里多尼亚岛被仰冲的约 2000 m 厚的橄榄岩(蛇纹岩)片所覆盖。在这之后,由于剥蚀作用,橄榄岩(蛇纹岩)的面积逐渐减少,但至今仍覆盖整个岛约三分之一的面积(约 5500 km^2)。因此新喀里多尼亚是古太平洋俯冲带露头保存最完好的地区之一,同时也是全球最大规模的超基性岩和典型的仰冲蛇绿岩和弧前蛇绿岩实例之一,是全球蛇绿岩研究专家开展相关研究的最佳天然实验室之一。 (下转第 1540 页)