

地质工作支撑服务国土空间规划的问题和策略

——来自《上海市国土空间生态修复规划》的启示

黎兵, 严学新, 代兵, 陈勇

上海市地质调查研究院, 自然资源部地面沉降监测与防治重点实验室, 上海, 200072



内容提要:在构建全国国土空间规划体系的新时代背景下,地质工作如何有效支撑服务国土空间规划成为地质工作转型升级的新命题。我国地质成果在国土空间规划领域的应用程度与发达国家还存在明显差距,主要原因在于地质调查精度和信息集成程度不足,而且在体制机制和技术层面都存在与规划行业的脱节。通过深度参与《上海市国土空间生态修复规划》编制,我们进一步发现地质工作的应用价值被普遍低估,地质工作的技术路径难以契合规划行业思路,传统地质成果表达方式也难以引起社会关注。为解决这些问题,建议加强重点规划区地质调查和信息集成,通过法律法规明确国土空间规划必须考虑的地质要素,畅通地质信息获取渠道,构建支撑国土空间规划的地质评价标准体系。在操作层面,建议进一步开展以需求为导向的主动宣传,构建问题导向、简单易行的技术路径,强化空间导向、聚焦重点的成果表达形式。

关键词:地质工作;空间规划;支撑服务;问题;策略

国土空间规划是地质工作支撑服务的关键领域,我国自然资源统筹管理和国土空间规划体系构建的新形势对地质工作进一步发挥支撑保障作用提出了迫切要求。2021年5月,自然资源部启动了省级国土空间规划的重要专项规划——《省级国土空间生态修复规划》编制工作。其强调“问题导向、因地制宜”的编制原则和关注重大生态风险、生态系统固碳能力的核心任务都为地质工作发挥更有力的支撑保障作用和转型升级提供了新的机遇。因为与地质相关的国土空间安全问题多样,是生态安全的重要组成部分,而且地下空间、地热等地质资源对“双碳”具有举足轻重的价值(天娇等,2022;王欢等,2022)。

作为地质工作社会化服务程度较高的地区(陈华文,2010;林良俊等,2017;杨丽君等,2020),上海在支撑服务城市、土地利用和地下空间等规划上发挥了积极作用,当前进一步深度参与了《上海市国土空间生态修复规划》编制,显著地发挥了地质工作的支撑作用。笔者有幸成为编制团队核心成员全程参与了该规划编制,结合国内外现状调研获得一

些体制机制外的经验教训,对地质工作支撑服务国土空间规划的问题和策略进行了思考和总结,希望对我国其他地区有所启示。

1 国内外现状

地质工作对空间规划的基础性支撑作用在国际社会早已形成普遍共识。美国自现代城市规划早期的1923年以来,具地质专业背景的土木工程师协会就发起和成立了一个城市规划技术部门(McGill, 1964)。为响应城市化的快速发展,美国内政部于1964年发布了“城市地质越来越重要”的通报,其中明确将地质灾害、矿产资源、地下水环境和建筑材料等地质信息作为城市规划需要考虑的要素,并要求进行科学分区(McGill, 1964)。英国也有地质工作者从事规划服务的传统(McDonic, 1987),伦敦地质学会在专报中明确要求在开展城乡土地和交通等规划之前需要了解地表基质、地下空间和地下水等地质条件(Legget, 1987)。英国地调局(BGS)在1990年代初率先开发的三维地质模型更加有力地支撑了英国不同地区的土地利用和地下空间等规划

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号:41706098)和上海市科学技术委员会项目(编号:21DZ1204201, 19DZ1200902, 17DZ1204803和20dz1201200)的成果。

收稿日期:2022-09-06;改回日期:2022-12-09;网络首发:2022-12-20;责任编辑:章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2022.12.025

作者简介:黎兵,男,1980年生,博士,高级工程师,主要从事地质学及其应用研究;Email: libing@sgs.com.cn。

(Terrington et al., 2019)。除此之外,欧洲、日本、加拿大、印尼和西班牙等国家的地质工作在土地利用、自然保护、地下空间和基础设施等空间规划中都展示了突出的价值(Suhari, 1993; Jongman, 1995; Takasaki et al., 2000; Azzam, 2004; Martínez et al., 2013; White, 2021)。

我国系统的地质调查工作起步较晚,但对空间规划的支撑作用日益凸显(王慧军等,2019)。20世纪80年代初,我国启动了城市化地区大规模基础地质调查,并明确了其在城市规划中的先行性、基础性作用(李烈荣等,2012)。到20世纪90年代,地质调查内容由基础调查延伸到水工环综合调查,调查区域从单个城市拓展到国土综合开发区和长江、黄河等江河流域,这一时期开始关注地下水污染、地面沉降、区域地壳稳定性、软土地基、江海岸稳定性等地质环境问题(李烈荣等,2012),这些成果为城市和区域空间规划提供了丰富的基础资料。进入21世纪,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,城市地质调查工作实现了由地表平面调查到三维立体调查、定性到定量、纸介质到信息化和调查评价到监测预警的多重转变(程光华等,2014),地质工作在城市规划、土地利用规划和地下空间规划中的支撑作用进一步凸显(魏子新,2010;李烈荣等,2012;李君浒等,2012;程光华等,2018)。

新时代背景下,地质工作主动适应生态文明建设形势,迄今已初步构建支撑服务生态文明建设和自然资源管理的技术业务体系、组织结构体系、人才队伍体系、条件保障体系和工作协调机制(钟自然,2018;中国地质调查局^①)。在支撑服务国土空间规划上,已在大部分地区为“双评价”提供了基础调查数据和评价成果(黄敬军等,2020),并在指导城市功能分区、重大工程选址和产业发展设计上发挥了重要作用(姜杉钰和王峰,2021)。

2 存在的问题

在城市地质调查的推动下,全国数十个城市通过建立三维城市地质信息系统实现了地质信息的集成(程光华等,2018),运用了新一代信息技术的“地质云3.0”也在“十三五”时期实现了上线运行(中国地质调查局^①),我国地质数据共享平台不断迭代升级。

尽管如此,这些地质成果在支撑服务国土空间规划上仍然面临内容不明确、程序缺失、产品难以得

到有效应用的窘境,与发达国家的差距还十分明显,不能满足新时代国土空间规划的需要(程光华等,2018;党丽娟,宋建军,2020)。

分析其原因,一方面在于地质调查和信息集成程度依然不足,没有充分集成城市或区域范围内所有地质资料,尤其是没有可满足各类规划需求的地质调查成果和信息集成(Tudes, 2012;程光华等,2018),也缺乏围绕规划需求开展的专项调查,使得所建地质模型反映的地质体精度不够、获取的要素不全,难以满足空间规划的精度要求(Tudes, 2012;程光华等,2018),导致地质工作对国土空间规划的支撑能力先天不足。如发达国家区域规划、环境规划和人类居住区土地利用规划对地质图的比例尺要求分别为1:10万、1:2.5万和1:5000(Tudes, 2012),而我国多数城市和地区都难以达到这个精度;另一方面则反映了地质与规划行业在专业领域上缺乏有效衔接。如在体制机制层面,目前尚没有强制性法律法规来明确要求国土空间规划必须开展相关地质工作(程光华等,2018;党丽娟和宋建军,2020),导致全国不同区域、层级地质工作在服务国土空间规划上的定位、目标和工作机制等不够清晰明确,零敲碎打情况普遍(姜杉钰和王峰,2021),其进一步导致了规划人员获取地质信息的渠道不明确不畅通的结果;在技术层面,缺乏针对国土空间规划的地质调查评价体系导致地质评价结果多解性强,进而影响其应用价值,也制约了地质工作在国土空间规划中的支撑作用。

针对以上问题,有必要进一步提高重点规划区域的地质调查精度并加强地质信息集成,同时,在法律法规层面明确不同层级、不同类别的地质要素作为空间规划的必要条件,畅通地质信息获取渠道,并围绕规划需求构建地质评价标准体系。

在参与规划编制的过程中,我们进一步发现地质人员和规划人员之间存在着思想上的冲突,这种冲突背离了新形势下社会经济发展对地质工作的新需求,成为地质工作适应新形势和转型升级的障碍。主要表现在地质工作的应用价值被普遍低估,地质工作技术路径和成果表达都难以反映政府规划决策的实际需求。这些问题对地质工作支撑服务其他国土空间专项规划和政府决策具有普遍性,有必要深化行业对政府决策需求的理解,加强主动宣传,在技术路径和成果表达上作出调整,以适应生态文明建设和国土空间规划体系构建对地质工作需求的转变。

2.1 地质工作的应用价值被普遍低估

地质工作关注社会需求,加强社会化服务已成为行业共同目标之一(钟自然,2018;中国地质调查局^①),但实际应用程度却十分有限,多数地区的应用服务也主要在成果移交和资料共享。虽然国土空间规划要求开展的“双评价”为地质资料的有效应用提供了机会,地质工作在其中的作用仍是以提供数据资料和评价成果为主。对于是否应用和怎么应用没有太大话语权,地质工作的社会化服务很容易浮于表面,成为行业自娱自乐的宣传。

这种情况主要在于地质行业对应用部门的需求了解不足(程光华等,2018)。尽管近年地质行业非常重视社会需求调研(杜子图^②;陆婷婷,2020),但这类调研更多面向同系统或地质同行,面向应用部门的调研交流非常有限,难以真实掌握应用部门实际需求。正因为缺乏交流,应用部门对地质工作的理解程度也严重不足,无法认识到地质工作在社会生活方方面面的重要性和关键作用(李静,2003),凸显了地质工作宣传不到位的问题。

国土空间规划作为各地发展的战略引领,其关注重点在一定程度上也代表了决策者关注方向。规划人员围绕宏观政策要求和政策目标的实现,协调交通、建设、农业等关乎社会发展的各方需求开展空间规划设计是其核心工作。多数情况下,规划人员并不了解地质工作对社会发展和生态文明建设的支撑保障和底线约束作用(姜杉钰和王峰,2021),地质甚至很难进入需要协调的“各方”之一。相比之下,更多认为地质工作专业性强,关注面窄,发挥的主要是提供背景资料的作用,不影响大局。根据《省级国土空间生态修复规划技术规程》将重大地质灾害和环境污染治理排除在外的要求,地质工作的重要价值更加容易被忽视。因此,在地质工作主动服务之前,以社会需求为导向的主动宣传亟待加强。

2.2 地质工作技术路径难以契合规划行业思路

地质工作的内在价值容易被规划部门忽视,主要原因在于行业自身理解和宣传不足,可通过加强需求调研和行业间交流解决。但它解决的只是介入规划编制入场券的问题。要在更大程度上支撑服务国土空间规划,还需要在技术路径上合拍,才能达到深度支撑服务的效果。

地质工作者普遍有着应用成果的强烈意愿,常立足于将地质成果用出去,在项目推进过程中乐于严谨细致地宣传已开展的工作和形成的成果,而容

易忽视是否能够和如何满足规划需求。传统地质工作的技术路径通常从收集资料开始,到形成成果结束,其间加上各类分析评价环节,这体现了地质工作者常见的思维方式。这种方式严谨复杂,逻辑严密,科学性强,可以让行业外尤其是规划人员难以反驳。但现实是,规划人员并不怀疑地质作为自然科学的严谨性,但更在意的是我们成果的实际价值,包括能解决什么问题,满足什么需求。过于复杂的技术逻辑也常让规划人员难以理解,或者造成地质语言和规划语言的交流障碍。其结果,行业间共同语言减少,地质工作的价值同样面临被淡化的风险,或者需要规划人员根据自身理解进行“翻译”,而在“翻译”的过程中,难免造成大量关键信息的丢失。

规划领域关注面广,需要接受和处理的信息涵盖社会各行各业,是不同于自然科学的人文社会科学领域。而地质作为自然科学领域,为适应规划需要,我们认为有必要从规划编制原则出发,简化技术路径,在关注对象上作出由点到面的转变,或向更多考虑其他环境要素和社会经济要素的“大地质”、“大生态”转变(CCPR, 2014; 林良俊等,2017; BGS, 2018)。

2.3 地质成果表达难以引起社会关注

成果表达形式近年受到地质行业重视,尤其是落实于二维空间的图件图集和三维空间的数字化平台大量推出(如魏子新,2010; Misra et al., 2018; MacCormack et al., 2019),在自然资源统筹管理的背景下尤其受到青睐(中国地质调查局,2019)。在我国构建国土空间规划体系的背景下,在成果表达上强调空间分布是必然要求,通俗易懂的表达形式也是地质成果能否得到有效应用的关键所在。

然而,地质评价成果多是根据定量数据计算形成,尽管是自然现象的客观呈现,科学性强,但难免出现多块零散分布的不规则结果,容易导致规划人员失去焦点,给空间格局分析研判带来困难。由于缺乏足够数据支撑,这类成果也常不考虑人口、土地等社会经济要素分布格局。从地质领域擅长的全域角度来看,规划行业关注的重点地区展示的结果往往并不突出,不足以引起其对地质要素的关注。尽管如此,不受行政边界约束的宏观视角是自然世界的本质(Bostanmaneshrad et al., 2018),在成果形成过程中仍值得地质工作者坚守。

为便于规划人员理解,满足国土空间规划需要,有必要对传统成果表达形式作出调整,而在成果表达上突出规划行业关注的重点空间或对不同重点空

间的重要性进行排序非常必要。在已有成果形式基础上进行一定程度的归并也有助于成果更容易得到理解和应用。

3 上海工作实践和思考

在参与《上海市国土空间生态修复规划》编制过程中,上海地质部门着眼于技术规程要求的生态安全和“双碳”2个主题,成为三家核心编制单位之一,并承担了一项专题《上海陆海全域生态地质环境问题诊断与修复策略研究》,形成的成果大多纳入了规划文本。其中包括从自然地理特征、风险挑战的规划背景,到规划指标和策略指引、重点行动等具体内容,并专门设立了一节集中反映了洪涝灾害和地面沉降、地下水环境和矿山环境等生态地质环境风险,在海岸带功能和棕地修复相关章节,地质工作也给予了有力支撑。而表层土壤和沉积物、地下水及深部基岩碳汇潜力、地热能、地下空间储能和二氧化碳地质封存等“双碳”内容则纳入了加强科技支撑的规划保障措施相关章节。目前该规划文稿已完成部门意见征集并上报市政府。

3.1 需求导向的主动宣传

作为部生态修复司主导的规划,省级国土空间生态修复职能多数在土地整治部门,而作为国土空间规划的重要专项规划,城市规划部门也必参与其中。上海的情况是城市规划部门牵头。对地质部门而言,当前省级规划和自然资源统一管理的行政格局为地质部门的参与提供了机会,但并非必然要求,很大程度上取决于责任部门对地质工作的理解。

所幸的是,上海地质工作介入城市规划较早,责任部门对地质工作理解程度相对较高,为地质部门参与该规划编制提供了机会。准确来说,是提供了列席项目会议并进行交流的机会。为抓住难能可贵的机会,上海地质部门进行了主动宣传,为后期承担专题研究任务和进入联合编制团队奠定了基础。

我们的宣传策略为紧扣维护生态安全的规划目标,强调需求导向的前提下提出地质工作可以作为的方向。首先,根据技术规程强调“因地制宜”的原则,强调位于长江入海口,形成的软土覆盖的地质条件和受到流域和海洋地质环境变化影响是上海最重要的生态基底,提出海平面、流域来水来沙、地下水、地形、土层等地质环境条件的变化都会导致生态安全风险。其次,通过国家和地方重大战略阐述其面临的具体生态风险,其中包括通过国家生态红线保护要求提出上海生态红线的主体——滩涂湿地面临

的退化风险,通过长江经济带发展战略提出长江经济带发展战略的黄金水道——长江口深水航道存在的淤积问题,通过上海2035总体规划要求的“应对海平面上升”等要求提出风暴潮、洪涝灾害、海堤损毁、地面塌陷和地下水环境变化带来的风险。最后强调上海已有地质工作基础。相关工作都是我们长期监测研究的方向,积累了丰富的数据资料和研究评价成果,尤其是前期形成的“双评价”成果作为国土空间规划的重要支撑,都受到决策者特别关注。

通过主动宣传,深化了原编制团队和责任部门对地质工作的理解及其对维护生态安全、实现规划目标的基础性作用的认识。此后顺利进入核心编制团队,也为后续参与海岸带保护和利用规划编制作好了铺垫。

上海地质工作社会化服务水平较高,很大程度上得益于地质部门重视宣传,珍惜向不同部门进行主动宣传的机会。介入国土空间生态修复规划的过程进一步凸显了围绕需求进行主动宣传的必要性。然而,由于不同规划主导部门和人员不同,对地质工作的理解天差地别,在地质工作服务国土空间规划上依然存在很大宣传空间,建议一方面在学习新时代国家和地方重大战略需求的基础上加强面上宣传,另一方面也根据具体规划要求加强点上宣传。

3.2 问题导向、简单易行的技术路径

受限于专业性较强,地质行业相比规划行业在政府决策层面进行深入详尽汇报的机会并不多见,有限的汇报机会时间也非常短暂,因此,技术路径简单可行成为必然选择,否则地质工作内容很容易成为被边缘化的对象。

在项目推进过程中,我们始终坚持的原则正是规划编制的要求——问题导向。但对这个原则并没有明确的定义或达成共识的理解,多数为口号式宣传,且未得到应有的关注,相反,决策者更多关注的是目标能否达成,或者说目标导向受到更大关注。

我们尝试解析什么是问题导向。它是区别于目标导向、需求导向的思维方式,是以解决问题为目标的方法论。相比口号式宣传,这种方法论应贯穿整个项目工作,其核心思想应是从发现问题入手,重在分析问题,而以解决问题结束,才能发挥问题的导向和引领作用。基于这个理解,我们提出了由问题识别→风险评价→策略提出三部分组成的技术路径,对应于提出问题→分析问题→解决问题的思维逻辑,相对简单易行,得到规划人员和政府决策者认同。尽管地质灾害被排除在规程要求之外,实际存

在的地质安全风险远比传统界定的地质灾害内容广泛得多,因此,我们将问题界定为与地质相关的城市安全问题,也称为生态地质环境问题。由于对生态地质环境问题并无明确定义,这种称呼主要为方便使用和交流。

结合规程要求,我们对相关问题进行了梳理,具体归纳为五类,分别是:①海平面上升和极端气候事件导致的洪涝灾害和风暴潮灾害风险;②海岸侵蚀及其导致的滨海湿地退化,岸线崩塌、海底管线断裂、疏浚土资源浪费等风险;③地下水环境变化导致的地下基础设施破坏、水土污染和土壤盐渍化风险(分别对应于地下水位变化、地下水污染和地下水咸化);以及④城市道路地面塌陷和⑤历史遗留矿山的崩塌风险。

这些问题类型多样,影响因素复杂,或与气象、水务或者住建等部门职能交叉,但都与地质环境紧密相关,且地质部门具备一定调查研究基础,因此,强调问题分析的评价环节依然是以地质要素为主导,兼顾其他行业指标,提出策略则是在广泛总结提炼国内外成果基础上强调了地质工作的重要性。如在洪涝灾害上强调了现有防护标准之上地势指标的分析,并综合了雨水排水系统和土地利用现状,提出的策略则强调了严控地表高程损失——也就是地面沉降的重要性。

尽管部分问题并非地质部门职能所在,但从问题识别到风险评价到策略提出的技术路径简单清晰,且相关问题的分析评价都有一定条件限制,修复策略的提出均有国内外先进经验作为支撑,规划文本征求各职能部门意见阶段相关内容也能得以顺利保留。更重要的是,得益于地质部门所在的政府部门具备统筹管理自然资源的职能。应该说,这个新形势也为地质工作未来更好地支撑国土空间规划提供了政治保障。

3.3 空间导向、聚焦重点的成果表达

在成果表达上,我们的经验是规划关注的是落实国家和地方重大战略的方向,感兴趣的是专业人员提出的为数不多(最好不超过3个)的成片或成段分布的具体区域,不关注其中的科学逻辑和评价过程。尽管如此,后者是成果形成的依据,也是专家把关的重点,仍不容忽视。

为强化空间落地,我们一方面在前期“双评价”工作基础上补充新问题新指标深化了全域空间分析,作为重点区域识别的基础;另一方面,也根据规划行业感兴趣的城镇、农业和生态三类空间分布以

及重点发展战略空间专门进行了分析评价。对于海岸线和海域空间,则在全域空间分析基础上进行了归并处理,并对部分空间进行了重要性排序。如针对洪涝灾害风险,识别了三类空间的总体程度和上海重大发展战略“五个新城”的高风险地区;针对海岸侵蚀导致的海堤安全隐患,则归并识别了相对密集分布的高风险岸段;针对湿地退化则根据评价结果对主要滩涂湿地的退化风险进行了排序;对地下水环境和地面塌陷,则成片划定了高风险区域。

这些落实于重点空间的成果图件,是基于有限研究形成的阶段性成果,具有探索性,不便于落在在具有高度权威性的规划文本之上。尽管如此,其所揭示的结果得以被定性转化为文字成为规划内容,为未来开展相关地质工作提供了政策铺垫。这种成果表达方式也为地质工作服务国土空间规划提供了一个可参考的范例。

4 主要结论

(1)空间规划是地质工作支撑服务的关键领域,英美等发达国家均有地质工作者参与空间规划的传统。我国地质工作对空间规划的支撑作用日益凸显,但在国土空间规划体系构建的新形势下,依然面临产品难以得到有效应用的窘境,相比发达国家还存在明显差距。主要原因在于地质调查精度和信息集成程度不足,尤其缺乏可满足规划需求的专项地质信息集成,在体制机制和技术层面都存在与规划行业的脱节,导致地质信息获取渠道不畅通、地质评价结果实用性不强等现象。建议进一步加强重点规划区地质调查和信息集成,并在法律法规层面明确国土空间规划需要开展的地质工作和畅通地质信息获取渠道,同时,围绕国土空间规划需求构建地质评价标准体系。

(2)上海地质工作程度较高,在支撑服务土地利用和地下空间等空间规划上发挥了积极作用。当前深度参与并有力支撑了国土空间专项规划——《上海市国土空间生态修复规划》编制。基于工作实践,我们发现地质和规划行业人员存在思想上的冲突,成为地质工作转型升级的障碍。主要表现在地质工作的应用价值被普遍低估,地质工作技术路径和成果表达都难以契合规划行业思路;

(3)为进一步加强地质工作对国土空间规划的支撑作用,我们建议在操作层面加强基于重大战略需求的面上宣传和基于技术规程的点上宣传;在思维方式上简化技术路径,关注对象从传统地质到综

合更多环境要素和社会经济要素的“大地质”转变;成果表达上则强化重大战略区的空间评价结果,并对复杂结果进行归并和按重要性排序。

致谢:感谢中国地质调查局南京地质调查中心程光华教授级高工对稿件修改提供了诸多建设性意见。

注 释 / Notes

① 中国地质调查局. 2022. 全国地质调查“十四五”规划.

China Geological Survey. 2022#. The Tenth Five-Year Plan of National Geological Survey.

② 杜子图. 2012. 基础地质调查需求调研与战略部署研究成果报告[R]. 中国地质调查局发展研究中心.

Du Zitu. 2012#. Research Report on the Needs Investigation of Basic Geological Survey and Strategic Deployment[R]. Development and Research Center, China Geological Survey.

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)

陈华文. 2010. 上海城市地质工作服务经济社会发展机制与模式探索. 上海地质, (3): 9~15.

程光华, 翟刚毅, 庄育勋. 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.

程光华, 杨洋, 赵牧华, 苏晶文, 李云峰. 2018. 新时代城市地质工作战略思考. 地质论评, 64(6): 1438~1446.

党丽娟, 宋建军. 2020. 新时代全国地质调查需求研究. 中国国土资源经济, 33(1): 43~49.

黄敬军, 赵增玉, 姜素, 杨磊, 高立, 许书刚. 2020. 自然资源管理视角下江苏省城市地质调查工作新思考. 地质论评, 66(6): 1609~1618.

姜彬钰, 王峰. 2021. 加快完善我国城市地质工作体系的若干思考. 中国国土资源经济, 34(1): 60~64.

李静. 2003. 新形势下地质工作服务领域和方式的若干思考. 地质通报, 22(11): 877~880.

李君洪, 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(3): 1~11.

林良俊, 李亚民, 葛伟亚, 胡秋韵, 李晓昭, 李云, 孟晖, 张礼中, 杨建锋. 2017. 中国城市地质调查总体构想与关键理论技术. 中国地质, 44(6): 16.

陆婷婷. 2020. 乡村振兴视域下公益性地质工作成果应用研究[D]. 导师: 苑韶峰. 浙江工商大学硕士学位论文.

天娇, 庞忠和, 李义曼, 周晓成. 2022. 地热气体研究进展. 地质学报, 96(5): 1752~1766.

王欢, 郑宇舟, 王为. 2022. 法国地质调查总局在地质碳封存方面的主要工作与启示. 中国地质, 49(2): 679~682.

王慧军, 张晓波, 李海龙, 葛伟亚, 陈尚斌. 2019. 中国城市地质发展历程与特点——兼谈惠州城市地质发展前景. 地质论评, 65(5): 1229~1239.

魏子新. 2010. 上海城市地质图集. 北京: 地质出版社.

杨丽君, 严学新, 王军. 2020. 上海地质资料信息共享服务平台及其运维模式. 上海国土资源, 41(2): 88~92.

中国地质调查局. 2019. 粤港澳大湾区自然资源与环境图集. 北京:

科学出版社.

钟自然. 2018. 做好传统地质、建好绿水青山——在中国地质学会第十二次全国会员代表大会上的讲话. 地质论评, 64(1): 10~14.

Azzam R. 2004. Engineering geology for infrastructure planning in Europe: a European perspective. Springer Science & Business Media.

Bostanmaneshrad F, Partani S, Noori R, et al. 2018. Relationship between water quality and macro-scale parameters (land use, erosion, geology, and population density) in the Siminehrood River Basin. Science of the Total Environment, 639: 1588~1600.

British Geological Survey (BGS). 2018. Gate to the Earth, Science Strategy for the British Geological Survey 2019~2023 [R/OL]. <https://www.bgs.ac.uk/about/strategy.html>.

Chen Huawen. 2010#. Mechanism and pattern of Shanghai urban geology in serving economic and social development. Shanghai Geology, (3): 9~15.

Cheng Guanghua, Yang Yang, Zhao Muhua, Su Jingwen, Li Yunfeng. 2018#. Strategic thinking of urban geological work in the New Era. Geological Review, 64(6): 1438~1446.

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

China Geological Survey. 2019#. Atlas of Natural Resources and Environment in Guangdong—Hong Kong—Macao Greater Bay Area. Beijing: Science Press.

Council on Climate Preparedness and Resilience. 2014. Priority Agenda: Enhancing the Climate Resilience of America's Natural Resources.

Dang Lijuan, Song Jianjun. 2020#. Research on the demand of national geological survey in New Era. Natural Resource Economics of China, 33(1): 43~49.

Huang Jingjun, Zhao Zengyu, Jiang Su, Yang Lei, Gao Li, Xu Shugang. 2020#. New thoughts on urban geological survey concerning natural resource management in Jiangsu Province. Geological Review, 66(6): 1609~1618.

Jiang Shanyu, Wang Feng. 2021#. Thoughts on accelerating the improvement of China's urban geological work system. Natural Resource Economics of China, 34(1): 60~64.

Jongman R H G. 1995. Nature conservation planning in Europe: developing ecological networks. Landscape and Urban Planning, 32(3): 169~183.

Legget R F. 1987. The value of geology in planning. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications, 4(1): 53~58.

Li Jing. 2003#. Thoughts on the service fields and ways of geological work under the new situation. Geological Bulletin of China, 22(11): 877~880.

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(3): 1~11.

Lin Liangjun, Li Yamin, Ge Weiya, Hu Qiuyun, Li Xiaozhao, Li Yun, Meng Hui, Zhang Lizhong, Yang Jianfeng. 2017#. General ideas for urban geological survey in China and key theory and techniques. Geology in China, 44(6): 1086~1101.

Lu Tingting. 2020#. Research on the achievements application of public welfare geological work from the perspective of rural revitalization. Zhejiang Gongshang University.

- MacCormack K E, Berg R, Kessler H, Russell H A J, Thorleifson L H. 2019. 2019 Synopsis of Three-dimensional Geological Mapping and Modelling at Geological Survey Organizations[M]. Alberta Energy Regulator/Alberta Geological Survey.
- Martinez-Grana A, Goy J L, Zazo C, Yenes M. 2013. Engineering geology maps for planning and management of natural parks: "Las Batuecas—Sierra de Francia" and "Quilamas" (Central Spanish System, Salamanca, Spain). *Geosciences*, 3(1): 46~62.
- McDonic G F. 1987. Planning and geology. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications, 4(1): 49~52.
- McGill J T. 1964. Growing importance of urban geology. United States Department of the Interior, Geological Survey.
- Misra A A, Soumyajit M. 2018. Atlas of structural geological interpretation from seismic images. John Wiley & Sons.
- Suhari S, Siebenhüner M. 1993. Environmental geology for land use and regional planning in the Bandung Basin, West Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 8(1~4): 557~566.
- Takasaki H, Chikahisa H, Yuasa Y. 2000. Planning and mapping of subsurface space in Japan. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 15(3): 287~301.
- Terrington R L, Thorpe S, Kessler H, Bidarmaghz A, Choudhary R, Yuan M, Bricker S. 2019. Making geology relevant for infrastructure and planning. In: International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC) Driving data-informed decision-making. ICE Publishing: 403~409.
- Tian Jiao, Pang Zhonghe, Li Yiman, Zhou Xiaocheng. 2022&. Research progress on geothermal gas. *Acta Geologica Sinica*, 96(5): 1752~1766.
- Tudes S. 2012. Correlation between geology, earthquake and urban planning. INTECH Open Access Publisher: 417~434.
- Wang Huan, Zheng Yuzhou, Wang Wei. 2022&. The major work and implication of the French Geological Survey on geological carbon sequestration. *Geology in China*, 49(2): 679~682.
- Wang Huijun, Zhang Xiaobo, Li Hailong, Ge Weiya, Chen Shangbin. 2019&. The development course and characteristics of urban geology in China—Discussion on the prospect of urban geological development in Huizhou, Guangdong. *Geological Review*, 65(5): 1229~1239.
- Wei Zixin. 2010&. Atlas of Urban Geology in Shanghai. Beijing: Geological Press.
- White O L. 2021. Quaternary geology and urban planning in Canada [M]//Applied quaternary research. CRC Press: 165~175.
- Yang Lijun, Yan Xuexin, Wang Jun. 2020&. Operation and maintenance mode of the Shanghai geological data information-sharing platform. *Shanghai Land & Resources*, 41(2): 88~92.
- Zhong Ziran. 2018#. More efforts to do traditional geology, more beautiful to construct blue streams and green hills. *Geological Review*, 64(1): 10~14.

Problems and strategies of geological work supporting land spatial planning —Lessons from *Shanghai Land and Space Ecological Restoration Plan*

LI Bing, YAN Xuexin, DAI Bing, CHEN Yong

Shanghai Institute of Geological Survey, Key Laboratory of Land Subsidence Monitoring and Prevention of Ministry of Natural Resources, Shanghai, 200072

Objectives: Under the new situation of building a national land spatial planning system in China, there exist significant deficiencies for geological work to support on spatial planning. Based on the experience of Shanghai, this paper aims to summarize the main problems in China and put forward specific suggestions for improving the service efficiency of geological work in the spatial planning field.

Methods: We comprehensively analyze the degree and history of domestic and foreign geological work in serving space planning. Combined with the recent practice in Shanghai, we analyze the main problems existing in China in this regard, and discuss ways for the geological work to play a greater supporting role in the new era.

Results: The research results show that the main problems are that the accuracy of geological survey and information integration is insufficient, especially, special geological information integration that can meet the needs of spatial planning is lacking, and there is a disconnect with the planning industry at the institutional and technical levels. As results, the channels for obtaining geological information are not smooth for planning industries, and the results of geological evaluation are difficult to be effectively applied. More importantly, the applied value of geological work is generally underestimated by the planning industry and policy makers, resulting in the technical path of geological work is difficult to adapt to the planning industry, and the traditional way of expressing geological results is difficult to attract social attention.

Conclusions: We suggest to further strengthen the geological survey and information integration of regional and key planning areas, to clarify the geological information that must be obtained for spatial planning at the level of laws and regulations, to establish channels for obtaining geological information, to construct corresponding geological evaluation standard system. At the operational level, we propose to carry out demand-oriented

propaganda, to build problem-oriented, simple and easy-to-implement technical paths, and to strengthen space-oriented, key space-focused results expression.

Acknowledgements: We appreciate professor CHENG Guanghua from Nanjing Center, China Geological Survey for his constructive suggestions which help improve this paper remarkably

Keywords: geology; spatial planning; support; problems; tactics

First author: LI Bing, male, born in 1980, Ph. D., senior engineer, major research interest in geology and its applications; Email: libing@sigs.com.cn

Manuscript received on: 2022-09-06; Accepted on: 2022-12-09; Published online on: 2022-12-20

Doi: 10.16509/j.georeview.2022.12.025

Edited by: ZHANG Yuxu

(上接第 1038 页)

附表 1 中国地质学会 2022 年度地质科技重要进展(排名不分先后)

序号	项目名称	主要完成单位	主要完成人	推荐单位
1	志留纪重庆特异埋藏化石库发现与研究	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、重庆地质矿产研究院、曲靖师范学院自然历史文化研究中心、重庆地质调查院	朱敏、朱幼安、盖志琨、陈阳、李强、魏光颀、卢静、王建华	中国科学院
2	晚前寒武纪表生环境演化及其资源效应	中国地质科学院地质研究所、南通大学	朱祥坤、沈卫兵、闫斌、高兆富、王丹、张衍、孙剑、李芳兵	中国地质调查局
3	华北地区本溪组首次发现古风化壳沉积金红石型钛矿	中国冶金地质总局山东正元地质勘查院	张保涛、胡兆国、梅贞华、柳森、胡加斌、魏正宇、燕军利、王小玉、赵晓博、曹其琛、赵磊、张扬、张永三、徐广东、孙峰	中国冶金地质总局
4	油气储层表征理论技术创新及勘探开发应用	长江大学、中海石油(中国)有限公司天津分公司、中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司、中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司、中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司、武汉时代地智科技股份有限公司	张昌民、尹太举、李少华、尹艳树、赵红静、朱锐、冯文杰、刘远刚、黄云飞、张莉、徐清海、喻思羽、王喜鑫、刘洪平、王立鑫	油气地球化学与成藏专业委员会
5	济阳拗陷古近系陆相断陷盆地页岩油富集机理及勘探技术	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司	刘惠民、王永诗、王学军、李政、王勇、周广清、唐东、王伟庆、于正军、王敏、张顺、方旭庆、张子麟、朱日房、王秀红	中国石油化工集团有限公司
6	河南省地热资源地质工作成果集成与综合评价	河南省自然资源科学研究院	卢磊、张宏伟、倪昆、王涛、刘鹏、肖雄、关小荣、陈飞阳、皮明建、刘淑霞、翟丹丹、王英超、高启荣	河南省地质学会
7	新疆定阿尔金锂铍稀有金属成矿带支撑形成大型新能源产业基地	新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三地质大队、中国地质调查局西安地质调查中心、新疆维吾尔自治区地质勘查基金项目管理中心、中国地质科学院矿产资源研究所、新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局	陈建中、杨晓飞、张朋、樊自春、王宗斌、华克强、杨智全、罗新涛、刘豹、丁海波、燕洲泉、王成辉、赵辛敏、刘兴忠、刘承	新疆维吾尔自治区地质学会
8	喜马拉雅东构造地质安全风险评价方法	中国地质调查局国家重大工程地质安全风险指挥部、中国地质科学院地质力学研究所、中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质环境监测院、中国自然资源航空物探遥感中心、中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质调查局地球物理调查中心	殷跃平、邢树文、曹黎、李滨、谭成轩、高杨、张鹏、孙尧、刘健、秦雅东、王刚、张翔、周道卿、于新兵、王冬兵、方慧、杜星星、范正国、王保弟、蔡茂堂	中国地质调查局
9	我国首套三轴稳定平台航空重力测量系统成功研发并应用	中国自然资源航空物探遥感中心、北京自动化控制设备研究所	周锡华、周道卿、胡平华、罗锋、姜作喜、杨海、王冠鑫、何敬梓、赵明、张迪硕、陈晓华、屈进红、李行素、王志博、邓茂盛	中国地质调查局
10	国际首套全海深海底沉积物力学特性原位测试装置研制成功	中国海洋大学、大连理工大学、山东拓普液气气动有限公司、自然资源部第一海洋研究所、深圳市智慧海洋科技有限公司、国家深海基地管理中心、苏州南智传感科技有限公司、青岛海洋地质研究所、中国人民解放军 91053 部队	贾永刚、年廷凯、刘敬喜、孙永福、解则晓、权永峥、刘晓磊、鲁德泉、张红、迟书凯、高平、宋玉鹏、段志刚、孙建业、王振豪	工程地质专业委员会