

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2019.02.006

城市地质调查标准化建设系统

洪增林^{1,2,3}

(1. 陕西省地质调查院,陕西 西安 710054;2. 长安大学 地球科学与资源学院,陕西 西安 710054;
3. 西北工业大学 自动化学院,陕西 西安 710072)

摘要:城市地质调查工作是优化城市空间结构、建设智慧城市、提高城市宜居水平的基础保障和重要支撑。笔者立足于新时期城市发展建设需求,建立了包括空间、资源、环境、灾害等方面的多要素城市地质调查系统;在全面借鉴国外发达城市有益经验的基础上,充分考虑国家政策导向,从工作内容、技术方法、成果应用 3 个维度分别提出了城市地质调查 8 个子系统的标准化建设方案;根据全球地学发展潮流和多学科交叉融合的时代特征,尝试提出了城市地质调查创新系统的未来建设,旨在探索城市地质调查的新途径、新思路和新方法。

关键词:系统工程;城市地质调查;标准化建设

中图分类号:P962

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2019)02-0053-10

Multi-factor Urban Geological Survey Standardization Construction System

HONG Zenglin^{1,2,3}

(1. Shaanxi Institute of Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. School of Earth Science and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3. School of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, Shaanxi, China)

Abstract: Urban geological survey is the basic support and technical guarantee for optimizing urban spatial structure, building smart cities, and improving the livable level of city. A multi-factor urban geological survey system, including space resources, environment, disasters, etc. has been established based on the needs of urban development and construction in the new era. After learning comprehensive experience of foreign developed cities and fully considering of the national policy guiding factors, the standardization construction schemes for eight subsystems of multi-element urban geological survey have been proposed from three dimensions, such as work content, technical methods and application of results. According to the trend of global geoscience development and the characteristics of inter-disciplinary integration era, the future construction of the urban geological survey innovation system has been proposed in this paper, aiming to explore new ways, new ideas and new methods for urban geological surveys.

Keywords: system engineering; urban geological survey; standardization construction

收稿日期:2019-03-05;修回日期:2019-04-25

作者简介:洪增林(1963-),男,甘肃陇西人,博士,教授,主要研究领域为土地工程、地学工程、资源环境。E-mail:lhqhzzl@163.com

0 引言

城市地质调查工作是城市规划建设管理的重要基础,贯穿于城市运行的全过程,做好城市地质调查工作,对推动城市健康有序可持续发展具有非常重要的现实意义。当前,在国家全面推进城市化建设过程中,地质环境问题已成为中国各城市发展共同面临的时代课题,城市的快速发展均不同程度受制于地质环境问题,水土污染、地基变形、空间不足、能源结构单一等问题在一定程度上制约了城市的可持续发展,特别是不均匀地面沉降产生的地裂缝等问题更是危及到人民生命财产,对城市发展造成直接重大损失。大部分城市尚未建立资源环境承载力综合监测网络,相关承载阈值没有科学测定,城市规划

建设缺乏相应的地学理论支撑。2017 年,中国地质调查局出台《关于加强城市地质工作的指导意见》及《城市地质调查总体方案》,明确要聚焦城市规划、建设、运行管理的重大问题,大力推进多要素城市地质调查。在此背景下,科学构建城市地质调查系统,并开展相关业务的标准化建设具有重要的现实意义。

1 城市地质调查的系统构成

城市地质调查是一个复杂的系统工程,该系统包括资源、环境、空间、灾害等多类要素,各类要素又构成次一级的子系统,各子系统间相互影响、制约,推动了城市地质调查系统的演化,其过程包括反馈、成长和改进三方面。调查方法的创新是城市地质调查系统由无序到有序、由离散到收敛的根本动力(图 1)。

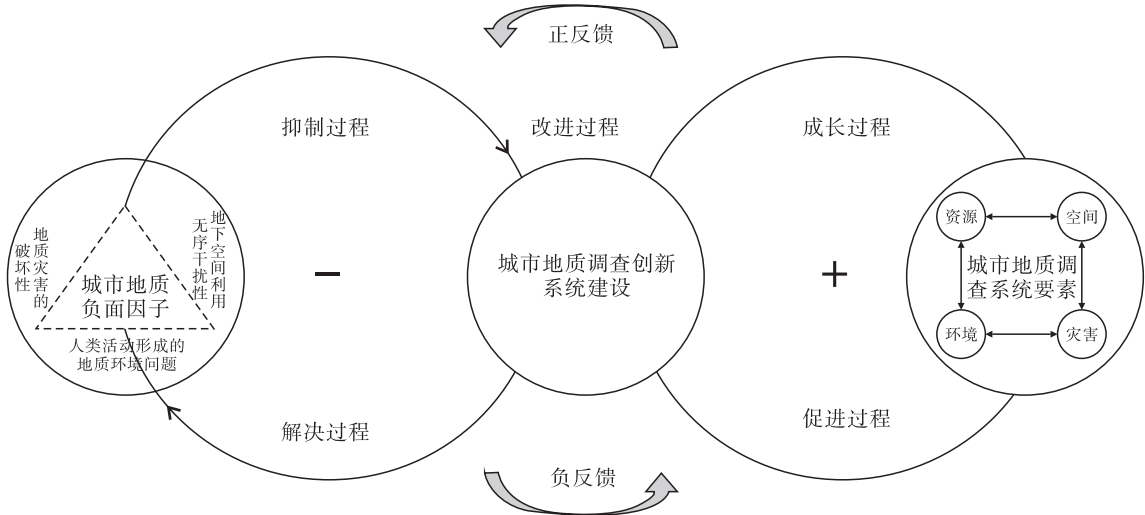


图 1 城市地质调查系统演化图

Fig. 1 Evolution diagram of urban geological survey system

城市地质调查要对标新型城镇化和重点城市群规划,围绕空间、资源、环境、灾害等要素全面展开,组织模式也须向协同化、集成化和系统化方向发展。多要素城市地质调查系统应包含城市三维地质结构调查、地下水开发利用、土壤质量调查、地热资源利用、地质灾害防治、地下空间利用、地质遗迹资源调查和城市地质调查信息管理与服务共 8 个子系统(图 2)。

2 城市地质调查系统的标准化建设

立足于当前实际,在借鉴国外发达城市有益经

验的基础上,并充分考虑国家政策导向因素,提出多要素城市地质调查各子系统的标准化建设方案如下。

2.1 城市三维地质结构调查标准化建设

(1)工作内容:基础构造和活动断裂调查、基础地理调查、工程地质结构调查、地层序列厘定、水文地质结构调查、环境地质调查和地热地质结构调查。

(2)技术方法:专项地质调查解剖、大地电磁剖面测量、钻探验证、复杂地层建模技术、高精度网格拼接融合技术、可视化成像技术等。

(3)成果应用:服务城市规划建设,保障城市供

水安全,服务城市地下空间可持续利用,服务地热资源开发利用(图 3)。

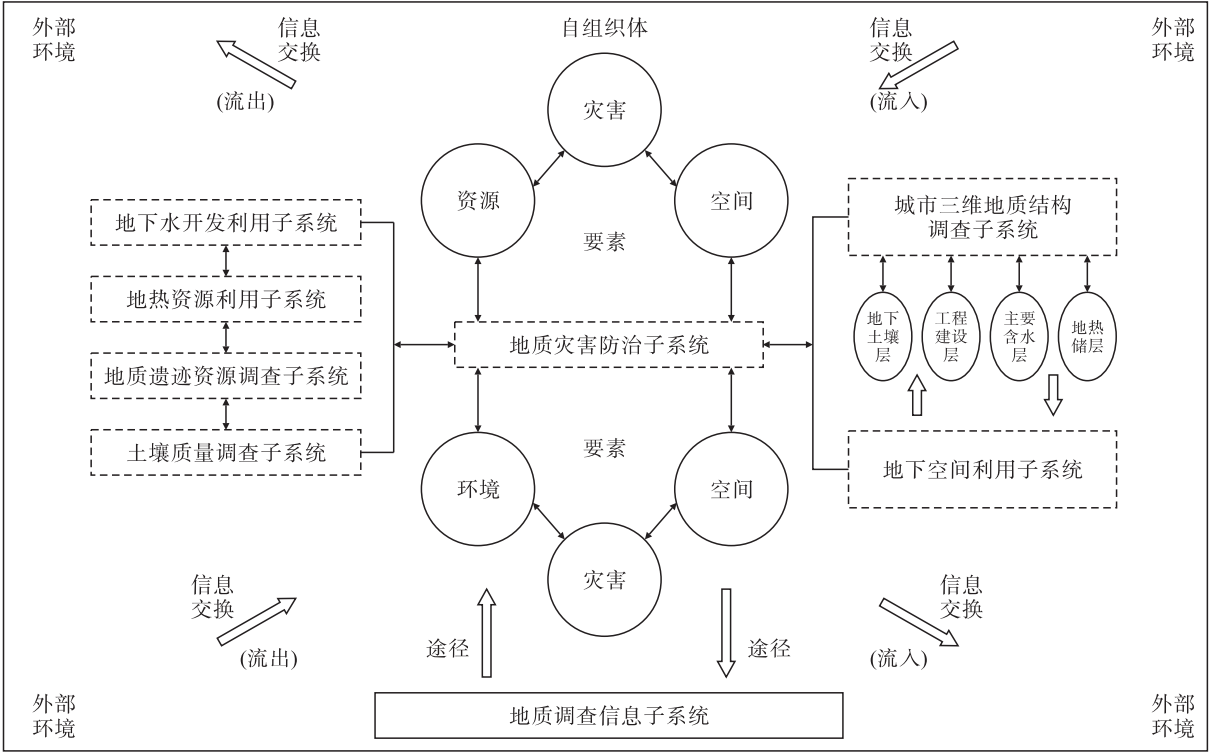


图 2 城市地质调查系统与要素图

Fig. 2 Urban geological survey system and elements

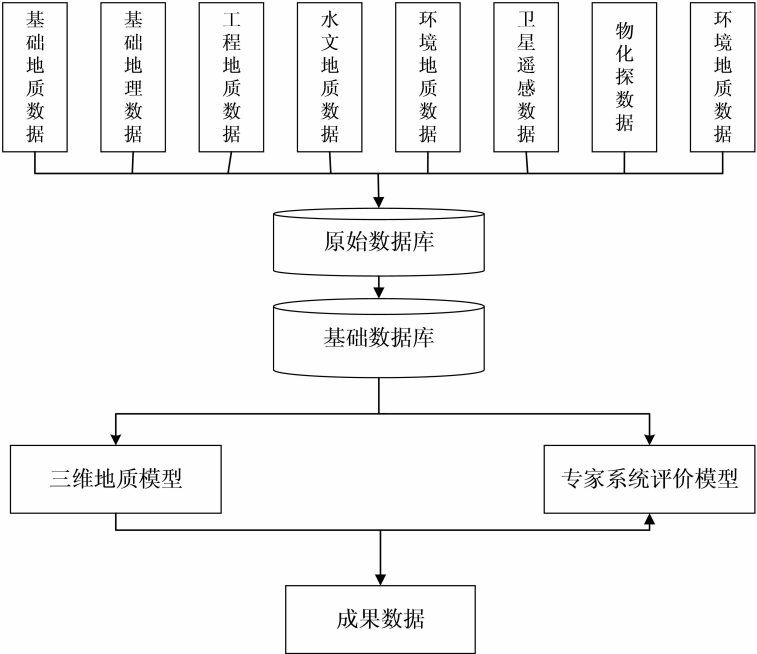


图 3 城市三维地质结构调查子系统标准化建设示意图

Fig. 3 Schematic diagram of standardization construction of urban three-dimensional geological structure investigation subsystem

2.2 地下水开发利用调查标准化建设

- (1)工作内容:地下水动态监测体系建立、地下水资源评价、地下水环境容量分析、地下水污染防治、地下水分布式信息系统和共享服务平台建设。
- (2)技术方法:实地数据采集、统计软件分析、灰色模型预测、地图数字化处理、数据库综合管理。
- (3)成果应用:保障城市饮水安全,指导城市地

下水资源合理开发利用,为水环境执法监管提供基础信息(图 4)

2.3 土壤质量调查标准化建设

- (1)工作内容:土壤基本养分调查、生命健康元素专项调查、重金属污染专项调查、有机物污染专项调查、土壤质量级别评定、土壤质量动态监测和土壤污染防治(图 5)。

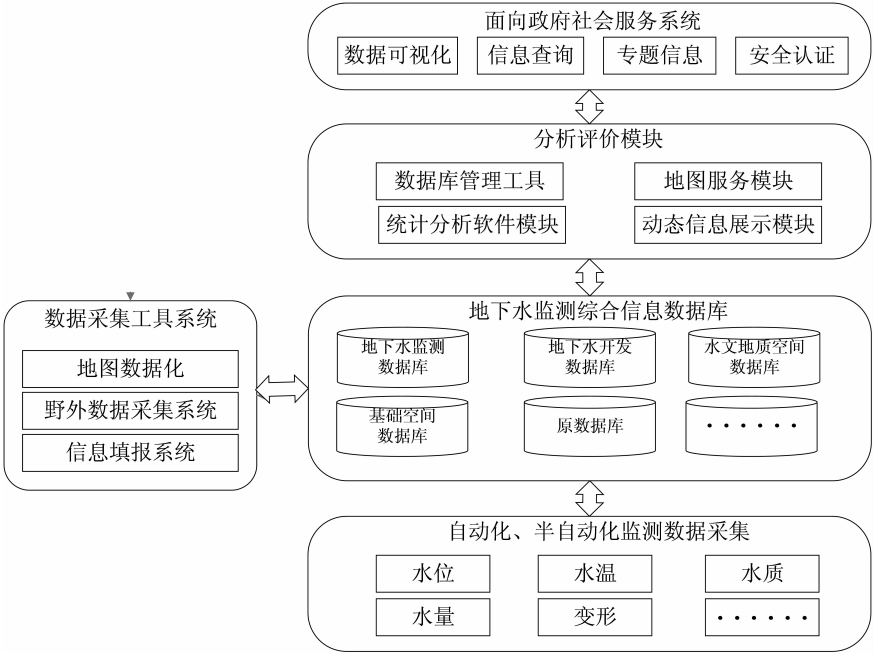


图 4 地下水利用监测子系统标准化建设示意图

Fig. 4 Schematic diagram of standardization construction of groundwater development and utilization monitoring subsystem

- (2)技术方法:地球化学评价、多因素综合分析、动态模拟实验等。
- (3)成果应用:服务土地利用规划,支撑都市绿色农业发展,保障城市粮食安全,服务土地污染防治。

2.4 地热资源开发利用标准化建设

- (1)工作内容:热赋地质条件调查、浅层地热能专项调查、水热型地热能专项调查、干热岩型地热资源专项调查、地热资源开发经济技术条件分析和地热能开发利用地质环境监测。
- (2)技术方法:地热井孔布设技术、地热井成井技术、地热尾水回灌技术、不取水套管式利用技术、调蓄结合技术、能源循环利用技术等。
- (3)成果应用:服务治污减霾,支撑能源结构调整(图 6)。

2.5 地质灾害防治标准化建设

- (1)工作内容:地质灾害监测及预警、地质灾害成灾机理研究、地质灾害群防群测体系建设、地质灾害防治硬件设施建设、地质灾害科普和地质环境云建设。

- (2)技术方法:地质剖面分析技术、卫星遥感技术、云计算技术、区块链技术等。

- (3)成果应用:进行地质灾害早期识别,提供地质灾害预报,科学实施地质灾害救援,服务重大工程选址(图 7)。

2.6 地下空间利用标准化建设

- (1)工作内容:城市地下空间地质探测、城市地下空间设施普查、城市地下空间开发利用现状评价、城市地下空间可持续开发利用评价和城市地下空间开发利用设计。

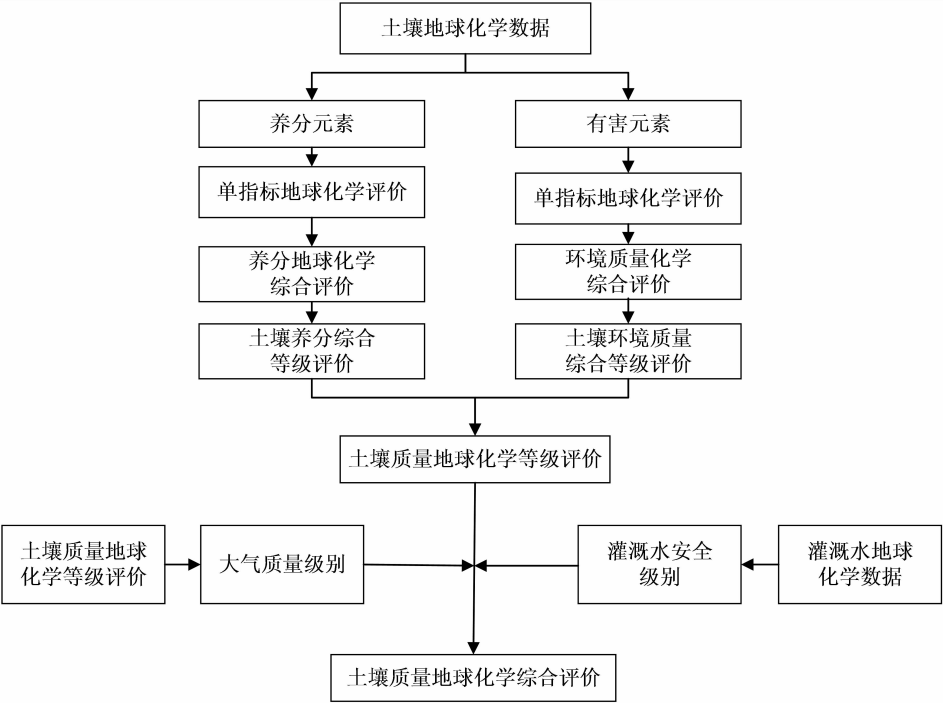


图 5 土地质量调查子系统标准化建设示意图

Fig. 5 Schematic diagram of standardization construction of land quality survey subsystem

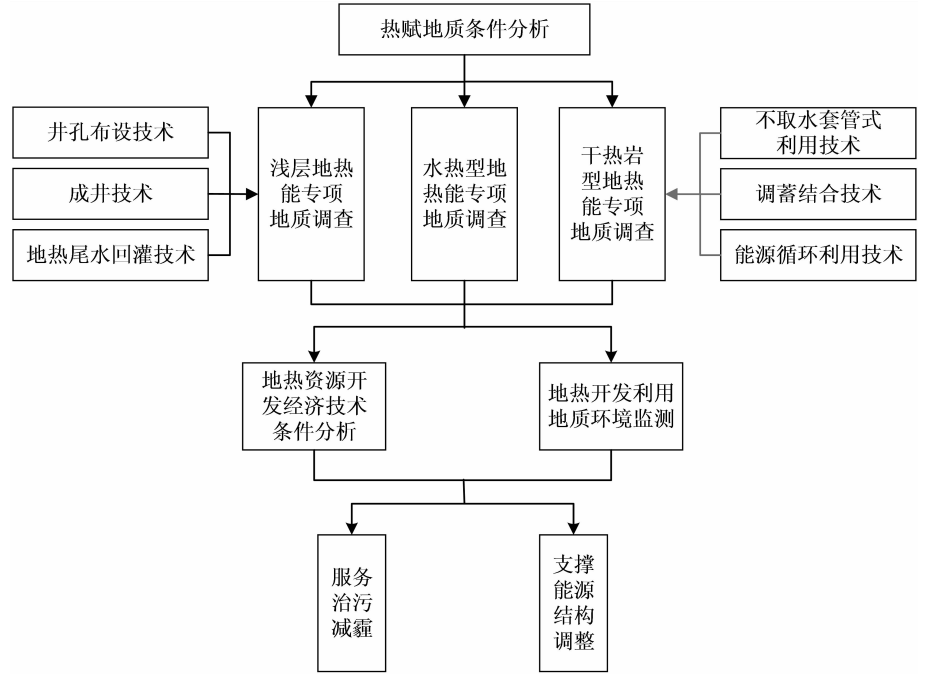


图 6 地热资源开发利用子系统标准化建设示意图

Fig. 6 Schematic diagram of standardization construction of geothermal resource development and utilization subsystem

(2)技术方法:专项地质解剖、工程地质结构调查、统计分析、问卷调查、多因素综合评价等。

(3)成果应用:服务城市轨道交通及综合管廊建设,支撑城市地下空间产业的扩容增量,为城市地下空间开发利用相关法律法规的制定提供技术参考(图 8)。

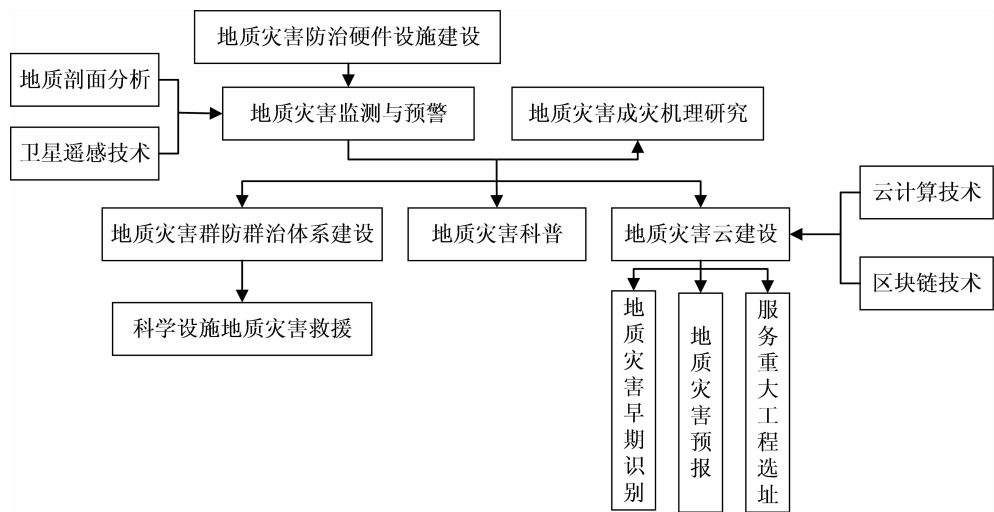


图 7 地质灾害防治子系统标准化建设示意图

Fig. 7 Schematic diagram of standardization construction of geological disaster prevention and control subsystem

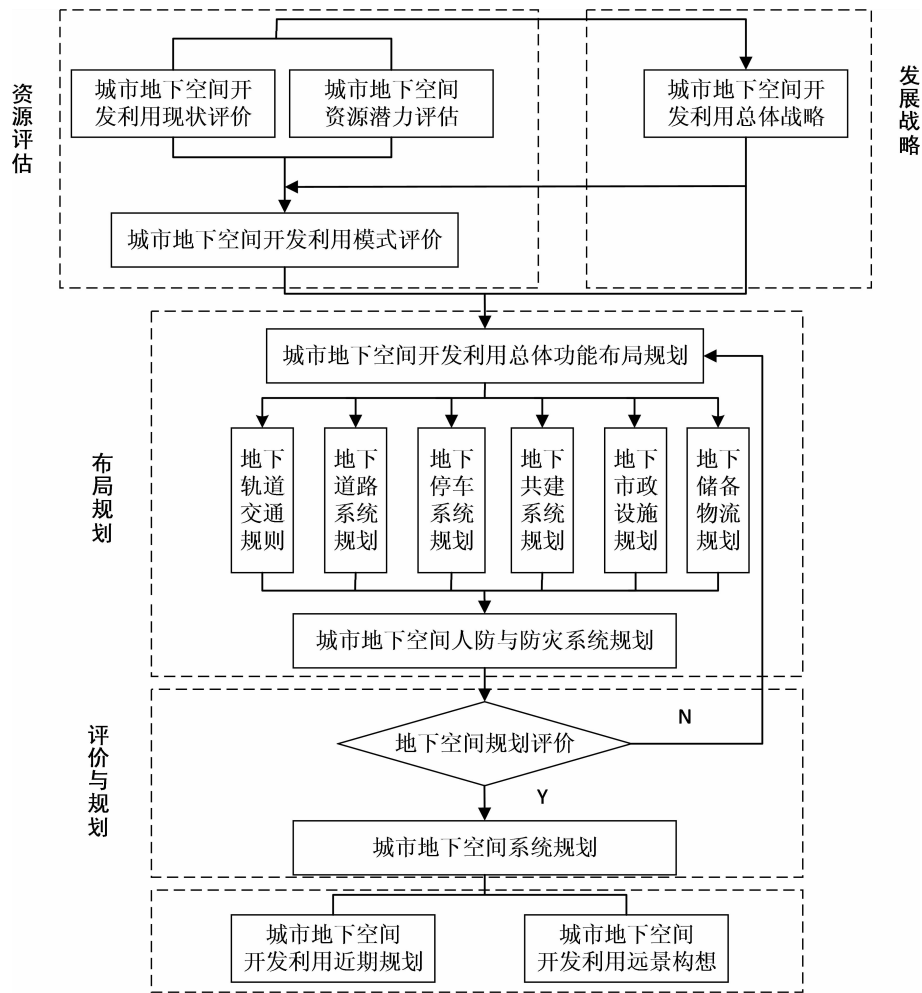


图 8 城市地下空间利用子系统标准化建设示意图

Fig. 8 Schematic diagram of standardization construction of urban underground space utilization subsystem

2.7 地质遗迹资源调查标准化建设

(1)工作内容:地质遗迹资源普查、地质遗迹等级评定、地质遗迹资源分类、地质遗迹资源分布图件编制和地质遗迹保护利用方案综合研究。

(2)技术方法:资料收集、遥感解译、野外调查、无人机航测、洞穴探测等。

(3)成果应用:服务地学知识科普宣传,助推城市旅游产业发展(图 9)

2.8 城市地质调查信息系统标准化建设

(1)工作内容:城市地质基础数据库建设、城市地质结构三维可视化模型构建、城市地质智能评价系统构建和“城市地质云”建设。

(2)技术方法:数据采集与整理、地学信息系统技术、多元数据融合技术等。

(3)成果应用:实现城市地质调查信息高效共享和精准服务,为城市规划建设、地质灾害预警、社会地质信息服务等搭建可视化服务平台(图 10)。

3 城市地质调查创新系统的未来建设

随着城市群加速发展和地球系统科学时代的到来,城市地质调查工作面临诸多新的课题。未来应按照系统工程方法,从技术创新、管理服务、政策完善和法规建设 4 个方面做好新时期城市地质调查创新系统建设。具体包括航空物探和遥感地质调查、人工智能地质调查、大数据应用、浅层地下空间四维地质模型构建、城市地质管理服务系统、法律法规建设等 6 个子系统(图 11)。

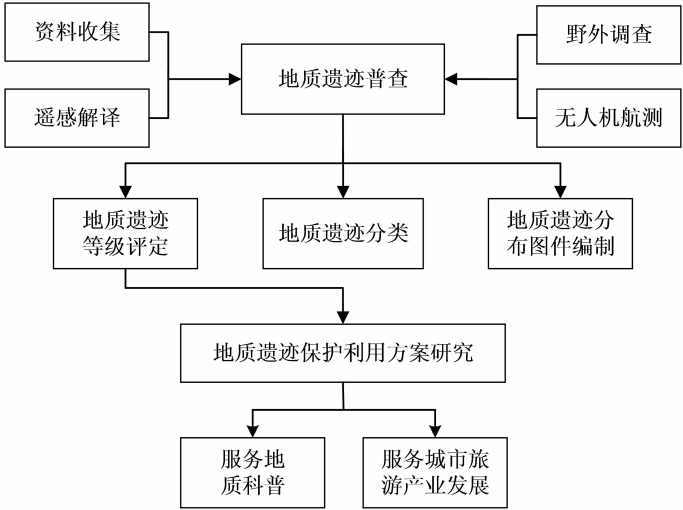


图 9 地质遗迹资源调查子系统标准化建设示意图

Fig. 9 Schematic diagram of standardization construction of the geological heritage resource survey subsystem

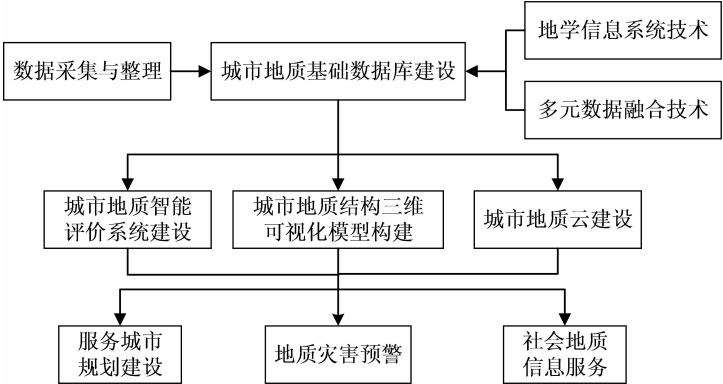


图 10 城市地质调查系统标准化建设示意图

Fig. 10 Schematic diagram of standardization construction of urban geological survey system

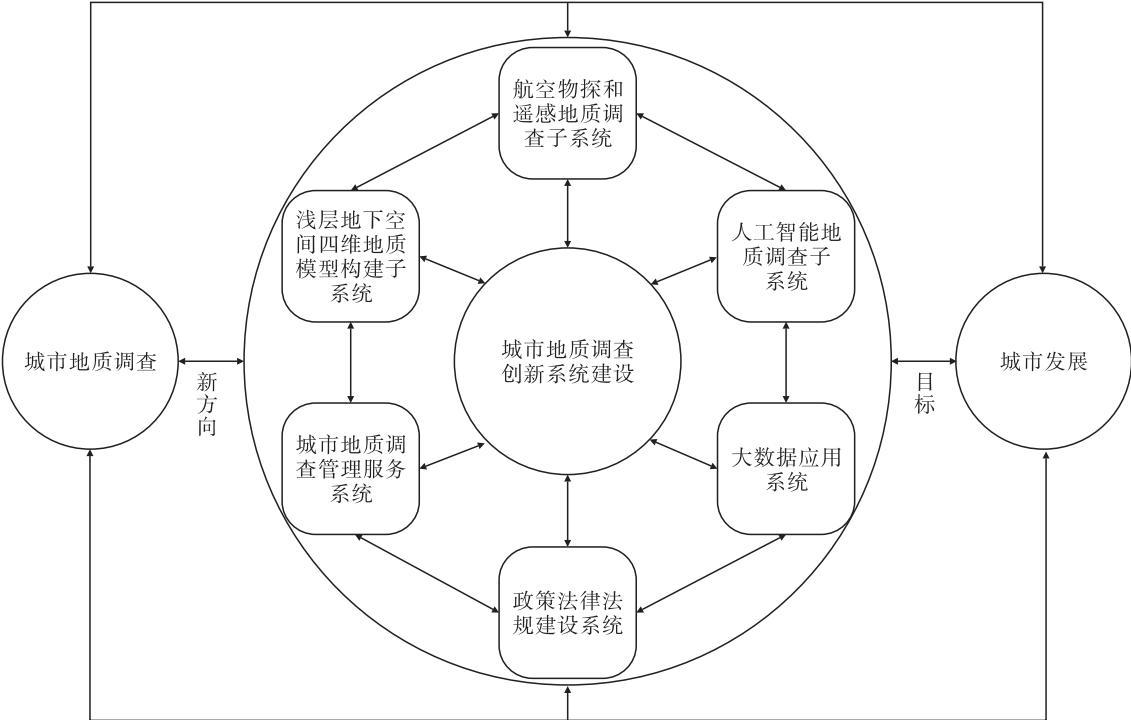


图 11 城市地质调查创新系统建设图

Fig. 11 Innovation system construction of urban geological survey

3.1 航空物探和遥感地质调查子系统

航空物探与遥感技术是重要的现代化地质勘查技术,与传统地面勘查方法相比,具有快速、高效、绿色等特点。下一步要加大航空磁梯度和三分量、航空伽马能谱、航空重力、时间域航空电磁等勘查系统与技术在城市地质调查中的示范和应用,快速高效地获取航空物探遥感信息,同时依托各地的国土资源卫星应用技术中心,切实提高数据解译、信息提取能力以及城市地质推断解释水平。

3.2 人工智能地质调查应用子系统

人工智能地质调查将以城市地质调查应用为背景,在深入分析已有物化探地质调查手段的基础上,充分利用成熟的导航定位技术、无线和远程信息传输等技术,积极开展人工智能地质调查仪器的研发推广,实现多源地学信息智能化获取、分析、处理服务与可视计算,着力突破目前城市地质调查中的技术屏障。

3.3 大数据应用子系统

今后应立足于城市规划建设面临的系列问题,着力加强地学大数据的应用。要充分整合已有的城市地质工作成果,基于大型的网络数据库、GIS 平

台,集成基础地质、工程地质、水文地质、环境地质、灾害地质、地质遗迹以及地热资源等专项地质调查数据,建设城市地学大数据云平台,并不断推动地学大数据在测绘、交通、建设、国土、规划、市政等领域的实际应用,有效支撑智慧城市建设。

3.4 浅层地下空间四维地质模型子系统

在城市发展中要充分借鉴欧洲国家的先进经验,进一步加大城市地下空间地质数据的采集和管理;加快浅层地下空间 4D 地质建模;调查地下土壤层、工程建设层、主要含水层、地热储层的地质结构和地质参数;建立不同空间尺度四维地质模型;打造“透明城市”基础平台,为基础设施布局和工程项目建设提供技术支撑。

3.5 城市地质调查管理服务子系统

针对当前城市规划建设中地质解决方案相对欠缺的实际情况,今后要探索建立城市地质决策管理服务系统。在统筹分析城市地下空间、水、土以及地质遗迹等地质资源的基础上,合理开发相应功能模块,为城市规划、建设、环境保护和自然资源管理提供地质数据支撑和决策服务。

3.6 政策法规法规建设子系统

目前,在城市地下空间利用、浅层地热能开发等

方面尚未形成健全的法律法规体系。例如,在地下空间用途界定及出让金核算、浅层地热能的取热边界、开发准入、矿权出让等方面没有明确的政策法律依据,在一定程度上制约了相关工作的规模化开展。下一步要建立健全城市地质调查系统的法律法规体系。

4 结语

当前中国城市地质调查工作尚不能有效满足新型城镇化建设的需求。诸如:城市地上地下发展统筹、地质环境立体监测、资源开发及灾害防治、地质调查应用服务、地质数据的采集及管理、资源环境承载力评价等方面有待完善与提升。笔者立足于当前城市地质调查工作发展实际,在全面借鉴国外发达城市有益经验的基础上,并充分考虑国家政策导向因素,提出了多要素城市地质调查各子系统的标准化建设方案和城市地质调查创新系统建设的设想,力求精准了解新型城镇化对城市地质工作的需求,聚焦城市规划、建设、运行管理的重大问题。

参考文献(References):

中国地质调查局重要经济区和城市群综合地质调查计划有力支撑国家重大区域发展战略[J]. 中国地质, 2017, 44(06):1040.

The comprehensive geological survey plan of important economic zones and urban agglomerations of China geological survey strongly supports the national major regional development strategy [J]. China Geology, 2017, 44(06):1040.

杨合群,赵国斌. 地质调查与地质科研的不同特点[J]. 西北地质, 2018, 51(01):280.

YANG Hequn, ZHAO Guobin. Different characteristics of geological survey and geological research [J]. North-west geology, 2008, 51(01):280.

英子. 城市建设与发展地质工作须先行——访中国地质调查局西安地质调查中心研究员张茂省[J]. 当代陕西, 2011, (12):25-28.

YING Zi. Geological work of urban construction and development must be done first-visit zhang MAO province, researcher of xi'an geological survey center of China geological survey [J]. Contemporary Shaanxi, 2011, (12): 25-28.

武强,李瑞军. 中国城市环境地质问题类型划分研究[J]. 有色金属, 2007, (03):103-106.

WU Qiang, LI Ruijun. Classification of urban environmental geological problems in China [J]. Non-ferrous Metals, 2007, (03):103-106.

张茂省,董英,张新社,等. 地面沉降预测及其风险防控对策——以大西安西咸新区为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2013, 24(04):115-118.

ZHANG Maosheng, DONG Ying, ZHANG Xinshe, et al. Land subsidence prediction and risk prevention and control countermeasures-a case study of xi xian new area, xi'an, China [J]. Chinese Journal of Geological Hazards and Prevention, 2013, 24(04):115-118.

张茂省,王尧. 基于风险的地质环境承载力评价[J]. 地质通报, 2018, 37(Z1):467-475.

ZHANG Maosheng, WANG Yao. Assessment of the bearing capacity of geological environment based on risk [J]. Geological Bulletin, 2008, 37(Z1):467-475.

张茂省,董英,刘洁. 论新型城镇化中的城市地质工作[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2014, 50(05):581-587.

Zhang Maosheng, DONG Ying, LIU Jie. On urban geology in new-type urbanization [J]. Journal of Lanzhou University (Natural Science Edition), 2014, 50(05): 581-587.

张茂省,王化齐,王尧,等. 中国城市地质调查进展与展望[J]. 西北地质, 2018, 51(04):1-9.

Zhang Maosheng, WANG Huaqi, WANG Yao, et al. Progress and prospect of urban geological survey in China [J]. North-west Geology, 2008, 51(04):1-9.

胡伟. 城市地质环境三维建模与可视化[J]. 智能城市, 2018, 4(20):54-55.

HU Wei. 3D modeling and visualization of urban geological environment [J]. Intelligent City, 2008, 4(20):54-55.

储小东,熊祚勇,危洪波,等. 南昌市地下水质量动态监测[J]. 河南水利与南水北调, 2018, 47(12):35-36.

CHU Xiaodong, XIONG Zuoyong, WEI Hongbo, et al. Dynamic monitoring of groundwater quality in nanchang city [J]. Henan Water Conservancy and South-to-North Water Diversion, 2008, 47(12):35-36.

晁旭,王会峰. 关中天水经济区(关中盆地)富硒区地球化学调查与评价[R]. 陕西省地质调查院, 2012-2016.

CHAO Xu, WANG Huifeng. Geo-chemical survey and evaluation of lenium-rich areas in the tianshui economic zone (guanzhong basin) [R]. Shaanxi Geological Survey Institute. 2012-2016.

于德福. 关中盆地地热资源家底摸清[N]. 中国国土资源

- 报,2018-05-17(005).
- YU Defu. Exploration of geo-thermal resources in guanzhong basin [N]. China Land and Resources News, 2018-05-17(005).
- 王尧,张茂省,薛强,等. 基于风险的山城地质环境承载力评价——以陕西省绥德县为例[J]. 高山科学学报,2018,15(12):2730-2740.
- WANG Yao, ZHANG Maosheng, XUE Qiang, et al. Risk-based evaluation on geological environment carrying capacity of mountain city-A case study in Suide County, Shaanxi Province, China [J]. Journal of Mountain Science, 2018, 15(12): 2730-2740.
- 李益朝,王秦伟,吴昊. 陕西省地质遗迹调查[R]. Shaanxi: 陕西省地质调查院, 2016-2018.
- LI Yichao, WANG Qinwei, WU Hao. Geological survey of shaanxi province [R]. Shaanxi Geological Survey Institute, 2016-2018.
- 周成涛,冯永能,司涛. 城市工程地质信息系统在城市地质调查中的应用[J]. 城市勘测, 2007(04):123-124+127.
- ZHOU Chengtao, FENG Yongneng, SI Tao. Application of urban engineering geological information system in urban geological survey [J]. Urban Survey, 2007(04): 123-124+127.
- 余永林,洪增林. 城市地下空间利用的土地产权及收益分配问题研究[D]. 长安大学, 2013.
- YU Yonglin, HONG Zenglin. Research on land property rights and income distribution of urban underground space utilization [D]. Chang'an University, 2013.
- 李冰,洪增林. 城市地下空间利用问题研究[D]. 长安大学, 2014.
- LI Bing, HONG Zenglin. Research on the utilization of urban underground space [D]. Chang'an University, 2014.

拉水峡式基性-超基性岩同生铜镍矿床

成矿区带:南祁连成矿带(Ⅲ-23)。

建造构造:侵入下元古界变质岩系的基性-超基性杂岩体,岩石类型有二辉橄榄岩、二辉石岩、辉长苏长岩、辉长岩、闪长岩、角闪石岩等。岩石 m/f 为 0.5~4.5(张照伟等,2012)。拉水峡岩体蚀变极为强烈,但可见残留很少橄榄石、斜方辉石、单斜辉石(谢燮等,2014)。乙什春岩体锆石 U-Pb 年龄(455.1 ± 1.7) Ma(余吉远等,2012);裕龙沟岩体锆石 U-Pb 年龄(442.4 ± 1.6) Ma,下什堂岩体锆石 U-Pb 年龄(449.9 ± 2.33) Ma,亚曲岩体锆石 U-Pb 年龄(440.74 ± 0.33) Ma,阿什贡岩体锆石 U-Pb 年龄(436.1 ± 1.2) Ma(张照伟等,2012)。

成矿时代:晚奥陶世。

成矿组分: Ni, Cu, (Co, Pt, Pd, Os, Ir, Ru, Rh, 硒, 锇, 硫)。

矿床(点)实例:(青)共和县裕龙沟铜镍矿床;化隆县拉水峡铜镍矿床,沙家、官庄沟、关藏沟、乙什春、亚曲铜镍矿点;贵德县阿什贡铜镍矿点。

简要特征:矿体主要赋存于黑云角闪岩及贯入外接触带变质岩系中,呈透镜状、脉块状。矿石硫化物分布主要呈浸染状、角砾状、细脉状、块状。矿石金属矿物有紫硫镍矿、黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、针镍矿、辉铁镍矿、白铁矿、砷铂矿、碲铋矿等;非金属矿物有角闪石、辉石、黑云母、斜长石、蛇纹石、次闪石、绿泥石、绿帘石。矿石平均品位: Ni 5.07%, Cu 0.46%, Co 0.094%; 伴生组分 S 8.38%, Se 0.0013%, Te 0.0007%, Pt 0.124×10^{-6} , Pd 0.124×10^{-6} , Os 0.104×10^{-6} , Ir 0.069×10^{-6} , Ru 0.144×10^{-6} , Rh 0.043×10^{-6} (刘增铁等,2008)。

成因认识:晚奥陶世,在深部地幔热柱上涌和上部祁连地块覆盖保温的耦合条件下,地幔岩部分熔融的镁铁质岩浆,沿地块内断裂薄弱地带侵入地壳,分异形成铜镍硫化物矿床(点)。