

北京市城市地质工作成果通报

(2020 年度)



北京市地质矿产勘查院
BEI JING GEOLOGY PROSPECTING INSTITUTE

前言 | PREFACE

在北京市规划和自然资源委员会的正确领导下，在自然资源部、中国地质调查局、市各委办局的大力支持下，在国家实施“一带一路”和“京津冀协同发展”等重大战略部署的新形势下，首都地质工作紧密围绕“建设国际一流和谐宜居之都”，紧扣市委市政府中心工作和规划自然资源重点任务，以城市地质工作为核心，以保障城市地质安全为目标，以重大地质因素高精度调查评价为基础，以北京地质资源环境承载力监测预警平台为依托，持续提高城市战略性地质资源保障程度和地质环境安全保障程度，全力支撑城乡规划建设管理和生态文明建设。

2020年，主要开展了生态涵养地区地质环境综合调查、南水北调进京后北京市主要地下水库调蓄调查及优化研究、新兴有机污染物测试方法研究、大兴国际机场临空经济区清洁能源勘查评价、村镇清洁能源多能联动系统应用研究、突发地质灾害监测预警系统（二期）工程、平原区礼贤等十二条断裂地质调查、地面沉降成灾机理与防控技术研究、平原区地下水位上升对地质环境影响及应对措施研究等调查研究项目；完成了北京市突发地质灾害监测网、地下水监测网、地面沉降监测网、地热与浅层地热能监测网、土地质量生态地球化学监测网、矿山地质环境监测网的运行工作。持续开展了北京市地下空间监测网、平原区活动断裂监测网、重大线性工程地质安全监测网、平原区地裂缝监测网的建设工作，取得了大量地学数据。

为使政府、社会和公众便于获得地学资料，编制了《2020年度城市地质工作成果通报》，主要包括综合地质调查、自然资源调查与监测、地质灾害调查与监测等方面内容。

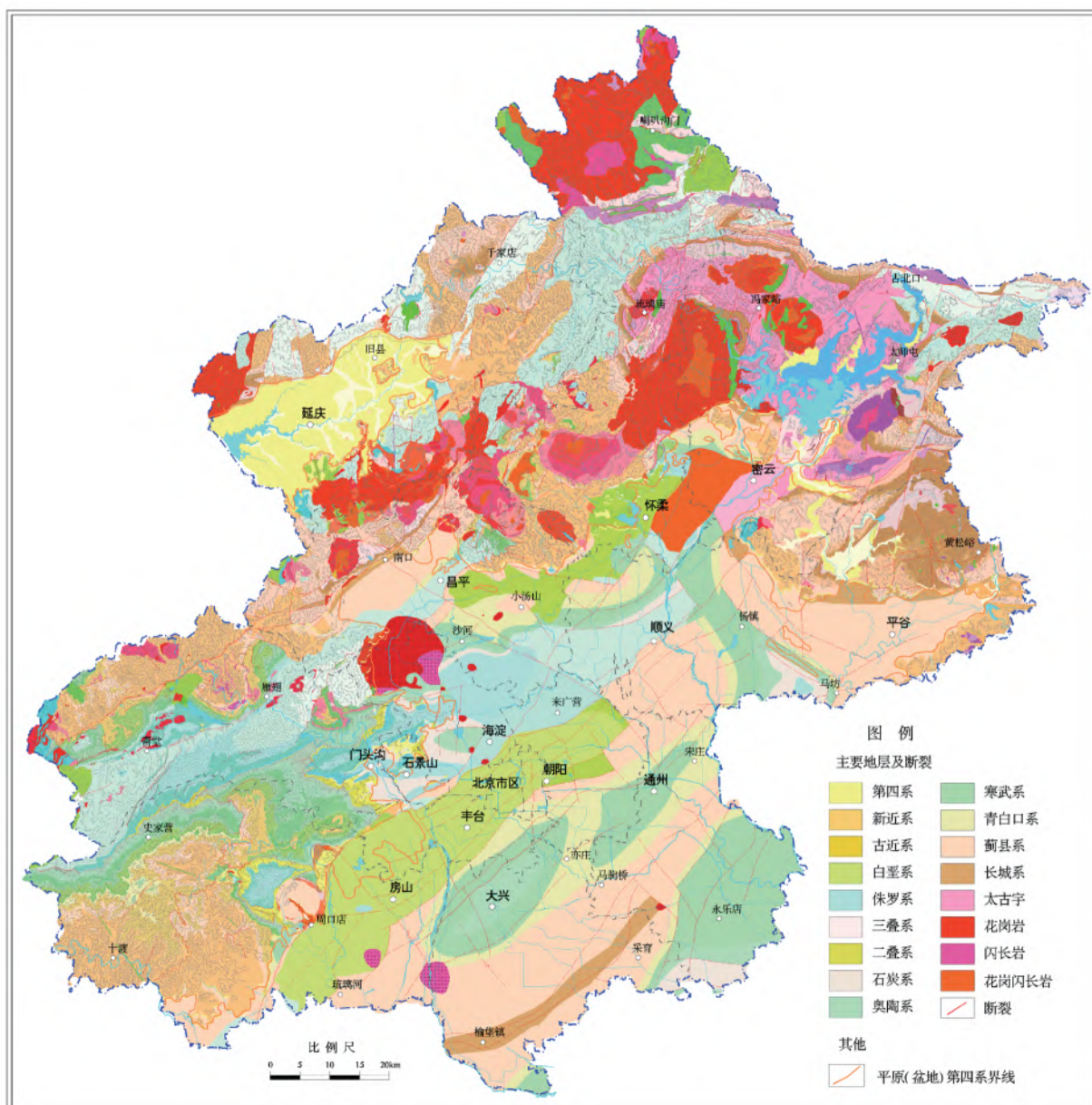


图 1 北京市区域地质图

目录 | CONTENTS

1 综合地质调查.....	01
2 自然资源调查与监测.....	02
2.1 地下水资源	02
2.1.1 监测运行	03
2.1.2 调查研究	04
2.2 土地资源	05
2.2.1 监测运行	05
2.2.2 调查研究	06
2.2.3 样品库建设	07
2.3 地下空间资源	07
2.3.1 监测运行	07
2.3.2 站点建设	08
2.4 清洁能源	09
2.4.1 监测运行	09
2.4.2 调查研究	11
2.5 矿产资源与矿山环境	12
2.5.1 监测运行	12
2.5.2 基础研究	13

3 地质灾害调查与监测.....	14
3.1 山区突发地质灾害	14
3.1.1 监测运行.....	14
3.1.2 站点建设.....	14
3.1.3 调查研究.....	15
3.2 地面沉降	16
3.2.1 监测运行.....	16
3.2.2 调查研究.....	17
3.3 活动断裂	19
3.3.1 监测运行.....	20
3.3.2 站网建设.....	20
3.3.3 调查研究.....	20
3.4 地裂缝	21
3.5 重大线性工程地质安全	22
3.5.1 监测运行.....	22
3.5.2 站点建设.....	23

1 综合地质调查

根据《北京城市总体规划（2016年-2035年）》要求，将山区列为生态涵养区，并提出“生态涵养区是首都重要的生态屏障和水源保护地”。山区既是地下水资源的天然补给区，又存在突发地质灾害、矿山水土污染等地质环境问题，为摸清地质环境现状，开展了北京生态涵养地区地质环境综合调查工作，在生态涵养区开展水土环境、突发地质灾害、地质遗迹、特色土壤等综合地质调查评价工作。工作周期为2018年~2020年，2018年调查大清河流域，2019年调查潮白河流域、蓟运河流域，2020年调查永定河流域、北运河流域。

研究区土壤综合环境质量较为安全，一、二级质量区面积占比99.07%，三、四级质量区分布在昌平区浇花峪地区、延庆区千家店南部、密云区冯家峪东北部、昌平南口西北部、房山区霞云岭东北部和平谷区刘家店西南等区域，超标元素以Cd、As、Pb为主，多数与多金属矿化或矿业开发活动相关。研究区土壤养分总体属于中等-较丰富等级，丰富等级土地资源面积达到3311.18km²，主要分布平谷区中东部、密云区北部、怀柔区与昌平区交界处、以及房山区与门头沟区交界处。圈定了1784.81km²的富硒土地资源（Se土壤 $\geq 0.4\text{mg/kg}$ ），主要分布在房山区和怀柔区，在密云区北部和平谷区东部也有少量分布，高硒区空间分布上与砂页岩和金属矿床矿化点分布有密切关联。将突发地质灾害易发程度、矿山环境质量、土壤环境质量、土壤有益元素、生态敏感性等评价因子综合分析，编制了生态涵养区地质环境综合评价分区图（见图2）。

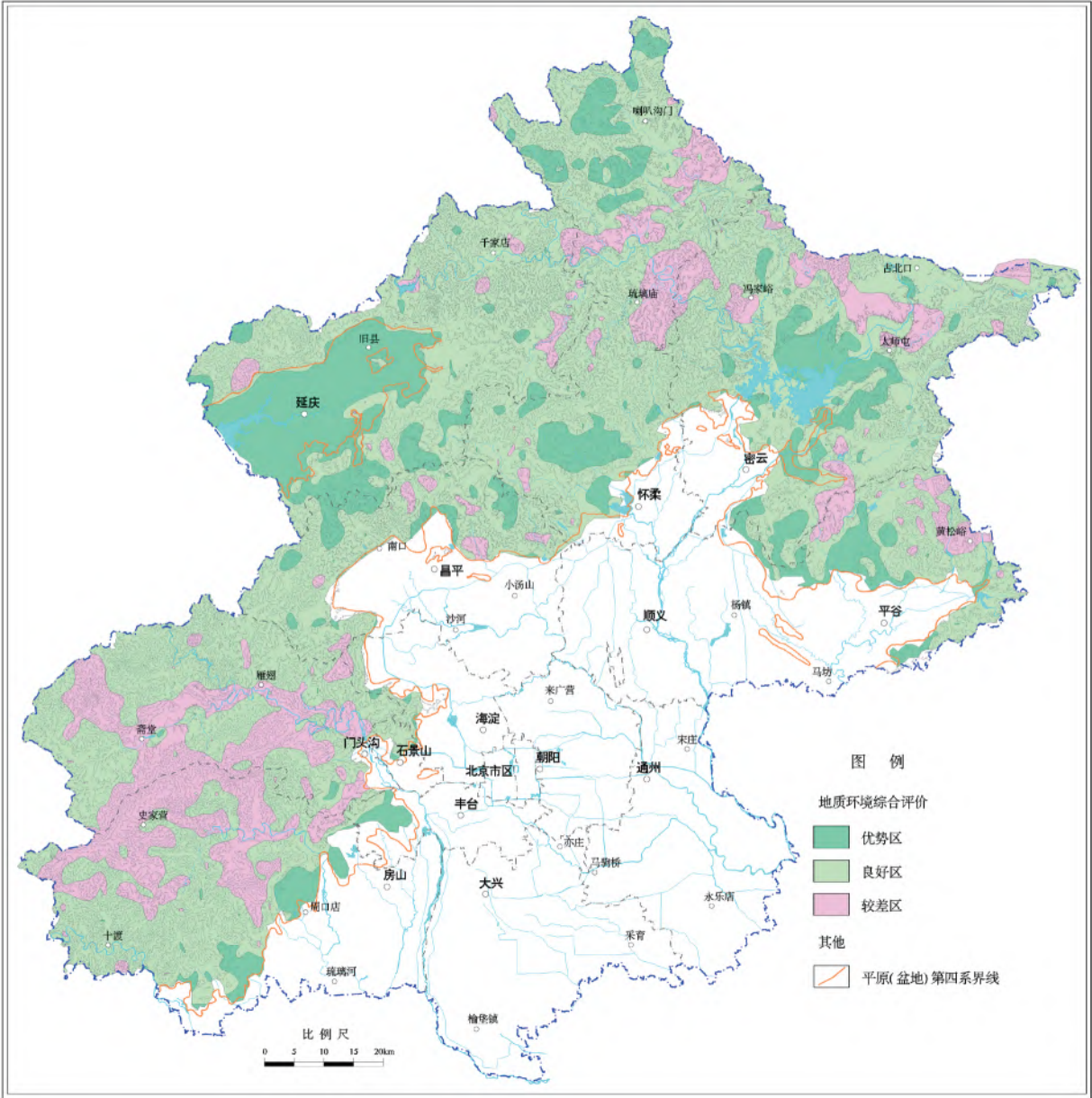


图 2 北京市生态涵养区地质环境综合评价分区图

2 自然资源调查与监测

2.1 地下水资源

水是生命之源，是城市重要战略性保障资源，北京是国际上为数不多的以地下水作为主要供水水源的超大型城市，南水北调进京后，地下水仍占水资源总量 60%、供水量 40%，而居民生活用水中地下水占比更高。

2.1.1 监测运行

20 世纪 50 年代,北京市就开展了地下水监测工作,历经几十年的发展,监测井数量及监测内容不断增加。至 2010 年建成了北京市平原区地下水监测网,包括监测井 1182 眼,其中区域地下水监测井 822 眼、重点污染源监测井 360 眼,该监测网于 2011 年起运行。至 2019 年,完成了地下水监测网的扩建工作,建成覆盖全市域的北京市地下水监测网,包括监测井 1786 眼,其中区域地下水监测井 1306 眼、重点污染源监测井 480 眼。

本年度完成了监测网的运行工作,监测结果表明:平原区第四系第三含水层组、第四含水层组(生活饮用水源)地下水水质状况总体良好,而第一含水层组、第二含水层组遭受了不同程度的污染(见表 1、图 3)。同 2019 年对比,三个含水层组的 IV 类和 V 类区面积变化不大。

表 1 北京市平原区 2020 年地下水质量综合质量评价统计表

平原区第四系分层			超标情况				主要超标指标	分布范围
分层	深度 /m	监测面积 /km ²	水质综合评价	超标面积 /km ²	超标总面积 /km ²	占监控面积 /%		
第一含水层组	0-50	6528	IV 类	3701	3827	56.69	总硬度、铁、锰、硝酸盐氮	中心城区、大兴、通州、房山、顺义、昌平
			V 类	126		1.93		
第二含水层组	50-100	4770	IV 类	1128	1153	23.65	总硬度、铁、锰、硝酸盐氮	东西城区、丰台、朝阳、通州、大兴、顺义、昌平、延庆部分
			V 类	25		0.52		
第三含水层组	100-180	3995	IV 类	73	73	1.83	铁、锰、氟化物	通州、顺义、昌平局部

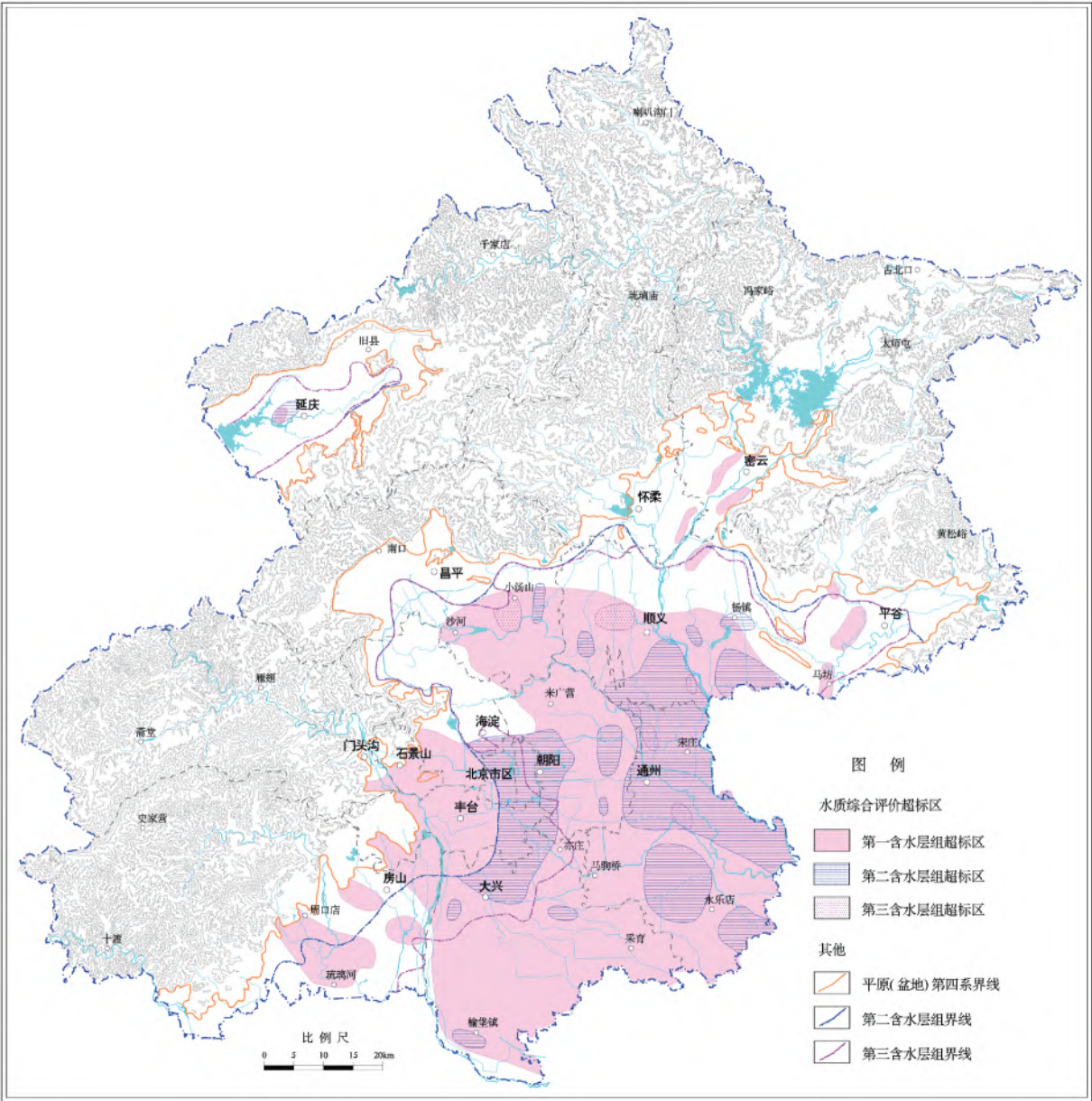


图3 北京市平原区2020年地下水综合质量评价超标区分布图

2.1.2 调查研究

2014 年底，南水北调中线工程通水进京后，有效的缓解了北京水资源紧张局势，为科学评估南水进京后产生的资源、环境、生态等综合效益，合理制定潮白河、沟错河冲洪积扇地下水库调蓄方案，开展了南水北调进京后北京市主要地下水库调蓄调查及优化研究工作。经统计，南水进京后，

北京累计接收南水 53.54 亿 m^3 ，其中用于自来水厂供水 35.58 亿 m^3 ；存入密云、怀柔、十三陵等大中型水库存蓄 6.42 亿 m^3 ，向地下水源地及城市清水河系补水 11.54 亿 m^3 。

2.2 土地资源

2.2.1 监测运行

为掌握北京地区土地质量地球化学状况的演变规律，目前已建成北京市土地质量生态地球化学监测网，包括监测点 2712 个，其中区域监测点 2220 个、重点地区监测点 492 个。样品采集频率为区域监测点 3 年一周期（2019 年大清河永定河流域、2020 年北运河流域、2021 年潮白河蓟运河流域），重点地区监测点 1 年一周期（见图 4）。

本年度完成了监测网的运行工作，监测成果表明：北运河流域土壤环境质量总体较好，达标占比 97.8%；仅在昌平区马池口个别点 Cd 元素超标，经查证初步推断是山区多金属矿化岩石破碎风化后，经流水搬运至山前平原沉积成土，形成的重金属累积。结合土壤环境质量等级和土壤养分化学等级，开展土地质量综合评价工作。经评价，监测区土地质量综合等级以三等为主，占比 62.8%。

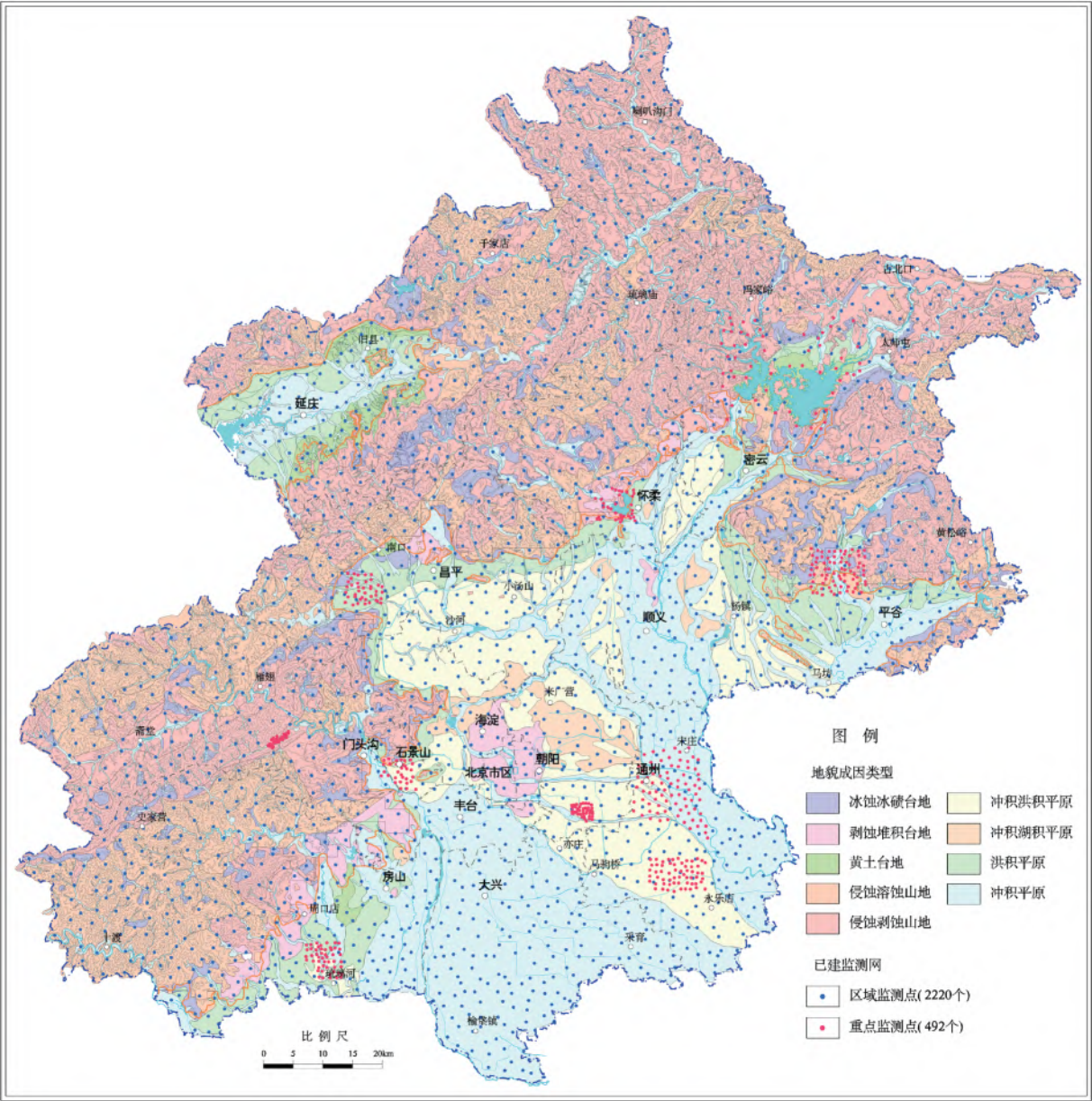


图 4 北京市土地质量生态地球化学监测网监测点分布图

2.2.2 调查研究

水土污染物研究工作是城市生态文明建设的一项重要工作，伴随着首都经济社会的快速发展，对城市土壤、水体污染作用不断加剧，目前新兴污染物研究工作是环境科学研究的前沿领域。本年度开展了针对多溴联苯醚（PBDEs）、短链氯化石蜡（SCCPs）、医药和个人护理品（PPCPs）3类新兴有机污染物测试方法研究工作。该项研究确定了采用 ASE350 型加速溶剂萃取仪、GCM/MS 等仪器进行多溴联苯醚（PBDEs）、短链氯化石蜡（SCCPs）的前处理和测试分析；采用超声波清洗机、LCMS/MS 等仪

器进行药品及个人护理品（PPCPs）的前处理和测试分析。

2.2.3 样品库建设

为支撑北京市土地质量生态地球化学监测网运行工作，本年度开展了土地质量生态地球化学样品库建设。该样品库位于房山区青龙湖镇坨里村，占地面积 7093.37m²，建筑面积 1733.2m²。本年度购置并安装 111 台套样品流转、制备、应急试验研究和存储等专用设备，对 97703 件不同时期、不同精度的土壤和水系沉积物实物样品进行整理上架、入库保存。该样品库已具备土地质量地球化学调查及监测野外采集样品的流转接收、烘干制备、快速检测、试验研究、长久保存的一体化管理的功能。

为推动北京市土壤样品库和流转中心建设，本年度开展了土壤样品库密云分站土壤样品前处理设备采购工作。以北京市土壤样品库 - 密云分站为基础，利用原车间建设，购置 2 套全自动土壤制样系统和 1 套通风除尘系统，并完成设备安装、调试工作，保障设备正常运行。改善土壤样品制备工作环境，切实提高土壤环境监测样品制备、流转与质控能力，有力支撑土壤环境监测任务开展。

2.3 地下空间资源

北京城市空间资源较为紧张，地下空间资源合理开发利用是城市健康稳定发展的重要一环，地上地下空间资源统筹开发已成为城市设计者的超前理念。与城市规划建设较为密切的是 120m 以浅的地下空间资源，主要包括基础物质因素（岩土体）和控制性地质因素（包括活动断裂、地面沉降、有害气体流体等）。在平原区已开展五环内（750km²）和北京城市副中心（155km²）地下空间资源的评价工作，评价精度分别为 1:5 万和 1:1 万。

2.3.1 监测运行

目前正在开展北京市地下空间地质安全监测网的建设工作，已建成望京、王四营、城市副中心行政办公区二号能源站 3 处监测站点，本年度开展了监测站点的运行工作。对土体应力、土体位移、地下水水位、土壤含

水率、孔隙水压力、分布式光纤进行定期数据采集。

2.3.2 站点建设

本年度新建立水桥和廖公庄 2 处地下空间监测站点，埋设各类传感器 258 个（包括土压力盒 150 个，渗压计 48 个、测斜仪 48 个、多点位移计 6 个、三向应力计 2 个、水位计 2 个，土壤湿度计 2 个），分布式光纤 480m，实现了对地下 0 ~ 100m 深度土体应力、地层形变、孔隙水压力等地质要素变化长期自动化监测（见图 5）。

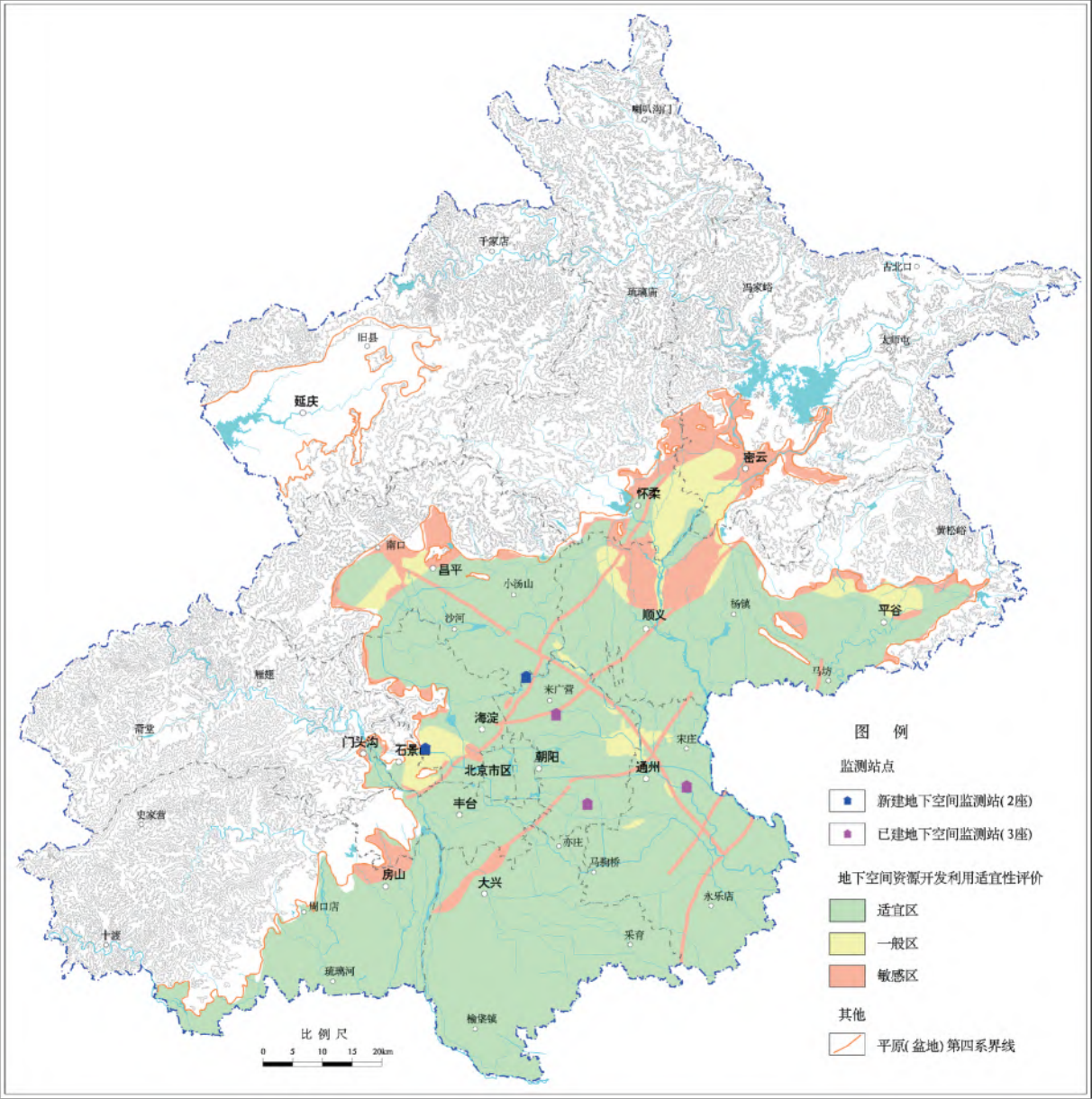


图 5 北京市地下空间资源适宜性分区及监测站点分布图

2.4 清洁能源

地热资源是能够经济地被人类所利用的地球内部的地热能、地热流体及其有用组分。地热资源是一种清洁可再生资源，在北京地区可利用的地热资源主要包括通过热泵技术开采利用的浅层地热能和通过深层钻井开采利用的深层地热能。

2.4.1 监测运行

目前已基本建成北京市地热与浅层地热能开发利用地质环境影响监测网，包括浅层地热能监测站点 80 处，其中基准地温监测站点 10 处、地下水地源热泵监测站点 20 处、地埋管地源热泵监测站点 50 处；深层地热能监测站点 9 处（见图 6）。

本年度完成了监测网的运行工作，监测成果表明：浅层地热能监测站点基本运行良好，全年随着冬季供暖和夏季制冷的换热作用，使周边地温场呈上下波动规律。其中地埋管地源热泵监测站点，在 2 月（供暖季）～ 8 月（制冷季）单周期温度波动范围在 $7^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，地下水地源热泵监测站点为 $10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，过渡季末地温场基本恢复至地层初始温度。

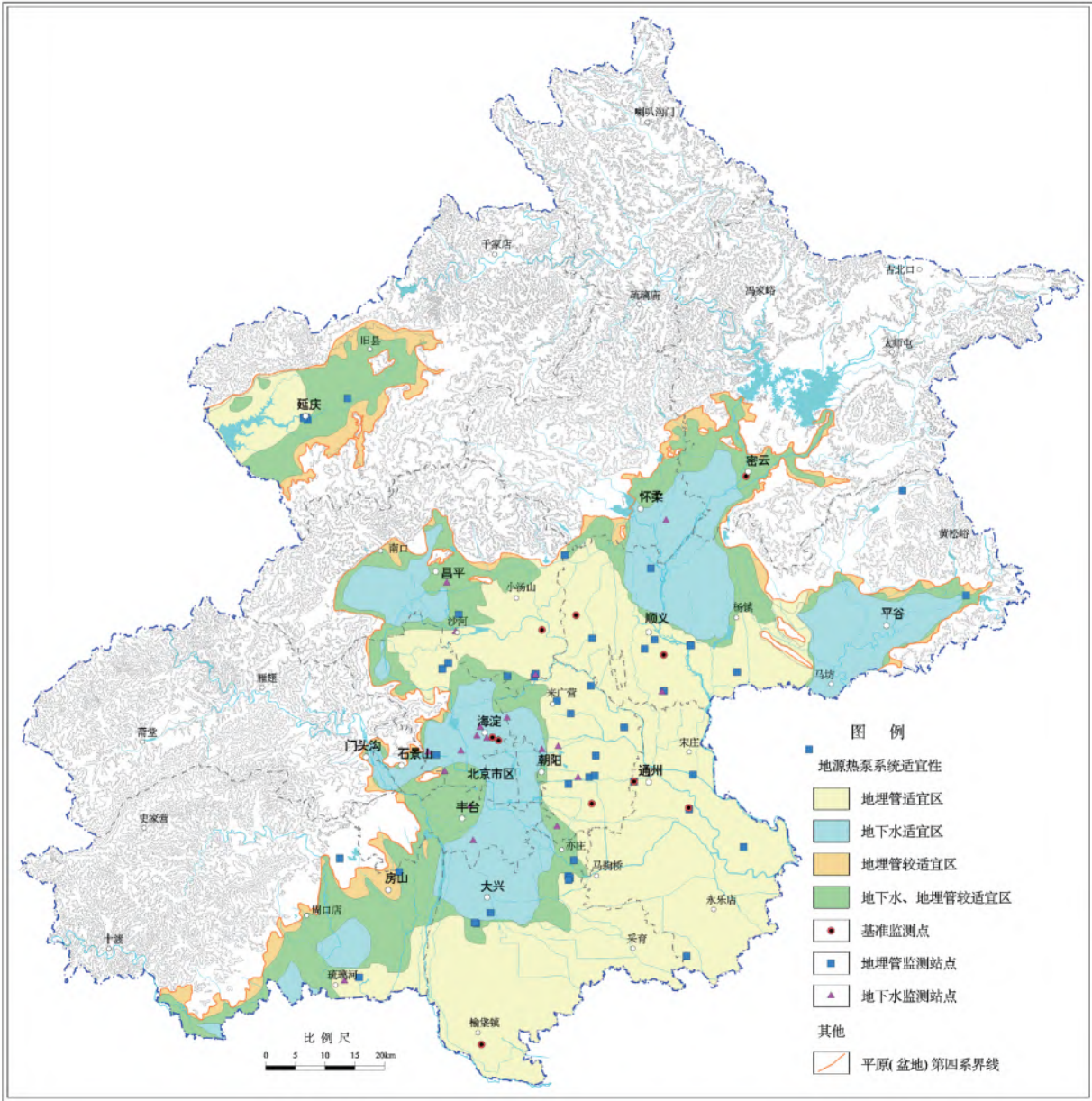


图 6 北京市平原区浅层地热能适宜性分区及监测站点分布图

本年度开展了浅层地热能监测站点换热贡献率与地温场相关性专题研究工作，将北京市平原区自上而下温度层划分为三层，分别为变温层、恒温层、增温层。根据监测数据开展平原区 120m 地温场分布规律研究，研究表明：在小汤山、东小口、金盏、马驹桥等区域温度较高，最高值小汤山地区可达 21.4°C ；在琉璃河、后沙峪地区温度较低，最低值琉璃河地区为 11.5°C （见图 7）。研究发现，不同地温场环境及水文地质条件，对浅层地热能换热贡献率可相差数倍，因此开展高换热贡献率地区地质背景研

究将成为未来工作的重点之一。

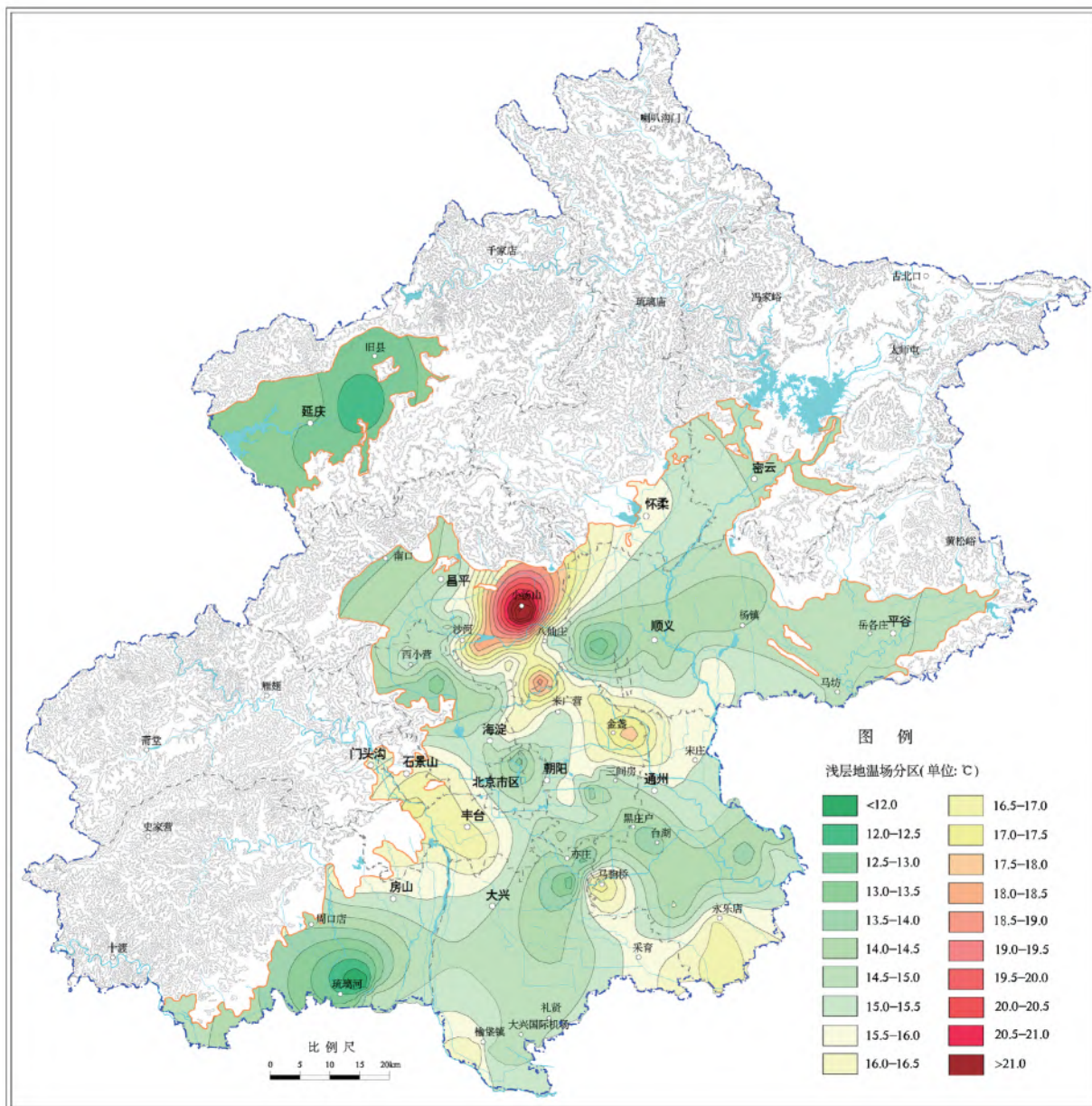


图 7 北京市平原区 120m 浅层地温场分区图

2.4.2 调查研究

本年度开展了大兴国际机场临空经济区清洁能源勘查评价工作，为大兴国际机场充分利用深层地热能和浅层地热能等清洁能源提供科学依据。该项工作开展专项水文地测量、地温场基础测量工作，运用可控源音频大地电磁测深（CSAMT）、大地电磁（MT）、微动、地震频谱谐振等物探

方法查明地质构造展布，为优化中深层换热孔钻井方案提供依据。完成了 1 眼深层换热孔（孔深 1805.28m）钻探，自上而下揭示地层为第四系、新近系明化镇组、长城系高于庄组（热储层）。完成了 10 眼浅层换热孔（孔深 150m）钻探，并开展岩土取样、地球物理测井、热响应试验、热物性试验、土工测试、地温场测量等工作。

为推进北京市村镇清洁供暖工作、提升本地化可再生能源利用效率提供依据和支撑，本年度开展了北京市村镇清洁能源多能联动系统应用研究工作。该项研究采用地源热泵+太阳能复合式供暖系统和地能分体式热泵系统实现供暖制冷面积 2650m²，冬季负荷约为 265kW，夏季负荷约为 318kW。并采用 150m 双 U、300m 双 U、150m 套管和 300m 套管共四种不同的换热孔类型，分析了不同类型换热孔的换热能力、多能联动供暖系统运行能效以及对地温场的影响，模拟预测了四种系统运行模式的地温场变化及热均衡特征。研究发现：150m 套管和 150m 双 U 的换热能力接近，300m 套管的换热能力是 300m 双 U 的 1.2 倍，300m 双 U 单孔的换热能力是 150m 双 U 单孔的 1.90 倍~2.02 倍，300m 套管单孔的换热能力是 150m 套管单孔的 2.4 倍，该数据为工程设计提供了基础支撑。

2.5 矿产资源与矿山环境

北京矿产资源开采历史悠久，在为城市建设提供必要的矿产资源的同时，也引发了水土污染等地质环境问题，形成了以西部煤矿开采和北部金属矿开采为主的两大污染风险区。

2.5.1 监测运行

目前已建成北京市矿山地质环境监测网，在潮河流域、白河流域、永定河流域、洵河流域和大石河流域内建立地下水监测井 102 眼、地表水监测点 508 个、地表土监测点 1606 个、剖面土监测点 1103 个、定位监测桩 1082 个。

本年度完成了监测网的运行工作,监测成果表明:潮河流域、白河流域、洵河流域以开采金属矿为主,金属矿中含重金属元素较多,开采、选冶工艺相对复杂,对周边土壤影响相对较大,污染指标 Hg、As、Pb、Cd,污染物主要来源于矿山开采冶炼产生的废水、废渣及尾矿。永定河流域、大石河流域以开采煤矿为主,污染指标 As、Cd。通过对土壤环境监测结果进行综合评价,划分出强风险区域 10 个,总面积约 8.612km²。

2.5.2 基础研究

为系统梳理北京市矿产资源成果,进一步深化矿产地质研究水平,持续开展了《中国矿产地质志·北京卷》专著的编制工作。该项工作搜集了已有 57 个矿种的 635 个矿产地信息成果,建立了最新的北京市矿产地数据库。全面梳理、核实、划分了北京市矿产地规模、成因类型,并开展代表性矿床研究,进行了成矿区带划分。编制了“中国矿产地质志·北京卷·矿产地质图”和“中国矿产地质志·北京卷·成矿规律图”,提出了北京市成矿区带和成矿系列划分方案,为新时期北京市地质矿产勘查管理工作提供支撑。

以本志书为基础,编制了《中国矿产地质志·北京卷·普及本》。按照金属、冶金非金属原料、陶瓷建筑材料非金属原料和能源及水气矿产的分类方式,分别介绍了铁、熔剂用灰岩、水泥原料、煤等 44 个单矿种在北京市的分布情况、主要矿产地、典型矿床特征、矿产发现史及开发利用情况,对其主要用途、物理化学性质进行了简要描述,并就北京市区域成矿规律、矿山环境治理与保护情况进行了概述。文中还设置了知识小贴士,向读者讲解了“愚人金”“京粉翠”“石棉的危害”等科普小知识,增添了文本的科普趣味性,具有较高的可读性。

3 地质灾害调查与监测

3.1 山区突发地质灾害

北京山区多属中低山为主，山区主要发育崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、不稳定斜坡等突发地质灾害，给当地人民的生命财产、交通水利、旅游设施和植被景观等造成了一定的损失。

3.1.1 监测运行

目前已建成北京市突发地质灾害监测预警系统一期工程，实现了密云、房山和门头沟 3 个区 130 处（包括 119 条泥石流沟、6 处崩塌、4 处采空塌陷、1 处滑坡）突发地质灾害隐患点监控，安装专业监测仪器 413 台（套），该监测网于 2016 年起正式运行。

本年度完成了监测网的运行工作，监测成果表明：所有突发地质灾害隐患点年内基本处于稳定状态，年内未发生泥石流灾害；遥感监测表明有 33 条泥石流沟存在人类工程活动、物源或威胁对象变化，分别为门头沟区 4 条，房山区 20 条，密云区 9 条；其他崩塌、采空塌陷、戒台寺滑坡均处于稳定状态。在汛期通过微信群向我委及委属房山分局、门头沟分局、密云分局实时报送各类监测数据，为汛期防灾减灾提供了技术支撑。

3.1.2 站点建设

目前正在开展北京市突发地质灾害监测预警系统（二期）工程，“突发一期”“突发二期”两期工程共对山区 477 处突发地质灾害隐患点安装了专业化监测仪器 1887 台（套），建设了 4 处监测站，搭建了突发地质灾害监测预警信息系统，实现山区典型突发地质灾害专业监测全覆盖（见图 8）。该监测预警系统的动态监测数据、技术方法、信息平台，在汛期地质灾害气象风险预警、应急指挥、应急调查等方面发挥了基础支撑作用。

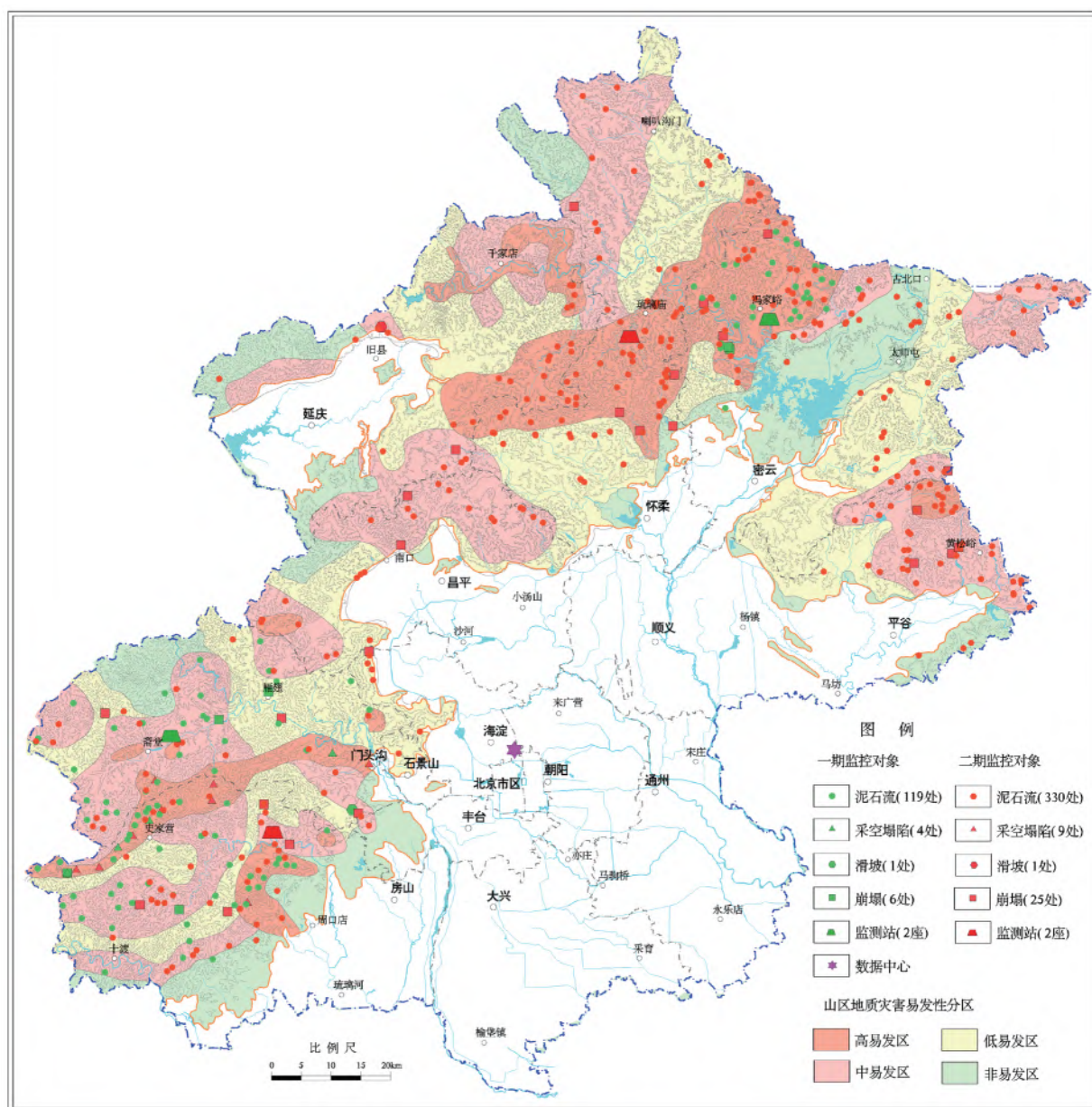


图 8 北京市山区突发性地质灾害监测网分布图

3.1.3 调查研究

按照蔡奇书记、陈吉宁市长对我市防汛工作的指示要求，不断提高山区突发地质灾害预警预报的准确性和应急处置能力，本年度组织开展了山区地质灾害趋势预测、汛中调查、应急值班、监测预警等工作。汛期值守 525 人次，应急调查、巡视排查 836 人次，提交应急报告 133 份，向市委报送监测数据 255 份，顺利完成汛期山区突发地质灾害技防工作实现了

汛期地质灾害“不死人、不伤人、少损失”的防范目标。

为积极响应开展全国灾害综合风险普查试点“大会战”工作，本年度完成了北京市地质灾害风险普查房山试点调查工作。完成房山区 2019km² 的遥感解译工作；通过遥感数据、地形地貌、地质构造、工程地质、地质灾害等多类数据综合分析完成了房山区地质灾害孕灾地质条件综合分析；编制了房山区地质灾害孕灾条件、地质灾害现状分布、地质灾害易发性、危险性、易损性、风险评价和防治区划等成果图件。

按照《国家发展改革委办公厅 自然资源部办公厅关于组织开展全国采煤沉陷区基本情况调查的通知》相关要求，本年度完成了北京市采煤沉陷区基本情况调查工作。共圈定采煤沉陷区 22 处，均为一般采煤沉陷区，其中房山区 13 处（共计 22628.96 亩），门头沟区 9 处（共计 6746.71 亩）。采煤沉陷区有 7 处威胁居民，共计威胁居民 1508 户 4528 人；威胁 1 个景区，为白草畔沉陷区。

3.2 地面沉降

地面沉降是北京主要地质灾害之一，在平原区主要分为南北两大集中沉降区域、七个沉降中心，沉降中心分别位于昌平八仙庄、海淀西小营、朝阳金盏、朝阳三间房、朝阳黑庄户、通州城区、大兴榆垓 - 礼贤，近年来地面沉降处于快速发展期。

3.2.1 监测运行

目前已基本建成北京市地面沉降监测网，包括地面沉降站 7 座、GNSS 监测点 109 个、GNSS 连续监测点 3 个、水准点 493 个、地面沉降专门地下水动态监测井 406 组，该监测网于 2004 年起正式运行。

本年度完成了监测网的运行工作，监测成果表明：本年度平原区地面沉降总体呈减缓趋势。区域平均地面沉降速率为 10.85mm/a，2019 年速率为 13.24mm/a，同比减小 2.39mm/a，达到了区域控沉目标的要求。地面沉降速率大于 30mm/a 区域面积为 303km²，2019 年面积为 755km²，同比减

小 452km^2 ；地面沉降速率大于 50mm/a 区域面积为 45km^2 ，2019 年面积为 217km^2 ，同比减小 172km^2 ；金盏地区沉降速率为 85.50mm/a ，为全市最大沉降点（见图 9）。1955 年～2020 年累计沉降量继续增加，其中朝阳金盏地区累计沉降量为 2229mm ，为全市最大沉降点。

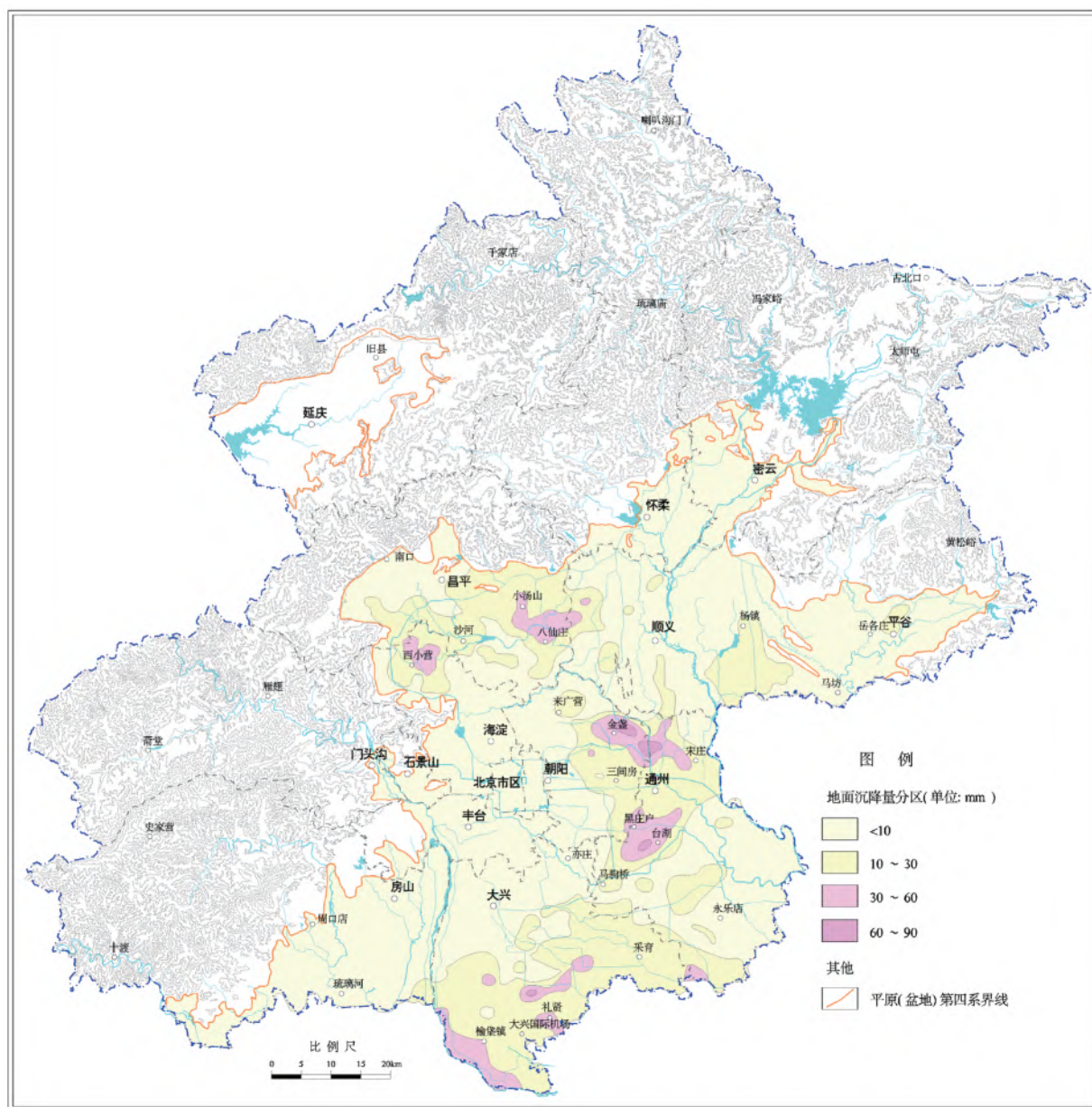


图 9 北京市平原区 2020 年度地面沉降量分区图

3.2.2 调查研究

为落实市政府推进本市地面沉降防控工作专题会议精神，本年度开展

了北京地面沉降成灾机理与防控技术研究、北京市平原区地下水位上升对地质环境影响及应对措施研究工作。

研究表明：地面沉降诱发因素主要包括自然因素和人为因素，其中自然因素包括地质构造作用（地壳形变、断裂活动和地震等）和欠固结土层压密；而人为因素主要包括地下水开采、工程建设和建构筑物荷载等。1999 年～2018 年地面沉降快速发展期间，在朝阳和通州等地面沉降严重区，地下水过量开采是造成地面沉降的主要诱发因素，经计算其贡献率超过 80%。

南水进京后，平原区浅层地下水（100m 以浅）得到有效补给，而深层地下水（100m～300m）形势依旧严峻。随着近年来南水进京、降雨量增加、地下水压采和人工回补多重补给，浅层地下水位整体呈上升趋势，潮白河和永定河冲洪积扇顶部地下水回升幅度较大，局部地区可达 20m。地下水漏斗面积由 2014 年 2075km² 缩小至 2019 年 1018km²，地下水资源量在 2015 年～2019 年增加 12.06 亿 m³，年均增幅 2.41 亿 m³。而受生活饮用水连续开采和补给作用较弱的影响，大兴、通州南部等区域深层地下水位仍然呈下降为主，年均下降为 1m～2m，成为该区域地面沉降主要诱因。

通过北京近 60 余年地面沉降演化特征分析，地下水开采布局、管理政策对地面沉降的发育影响显著。平原区地面沉降的形成、发展、扩展、快速发展和初步缓解的演变过程，同地下水资源的初步开发、开采增加、开采控制、严重超采和南水进京后的强化管理，在时间和空间上都呈现出明显的相关性。在南水进京及自备井置换的新水情下，区域沉降及沉降中心的沉降速率均明显减缓。南水进京前三年（2012 年～2014 年）平均区域沉降速率为 21.6mm/a，南水进京后三年（2015 年～2017 年）平均区域沉降速率降为 18.5mm/a。两个沉降中心（朝阳金盏和黑庄户）年沉降速率从 2012 年的 159.2 mm/a、159.6 mm/a 分别下降至 2020 年 85.50mm/a、41.00mm/a。在综合地面沉降发育程度、成因和危害全面分析基础上，编制了北京市平原区地面沉降防控区划图（见图 10）。

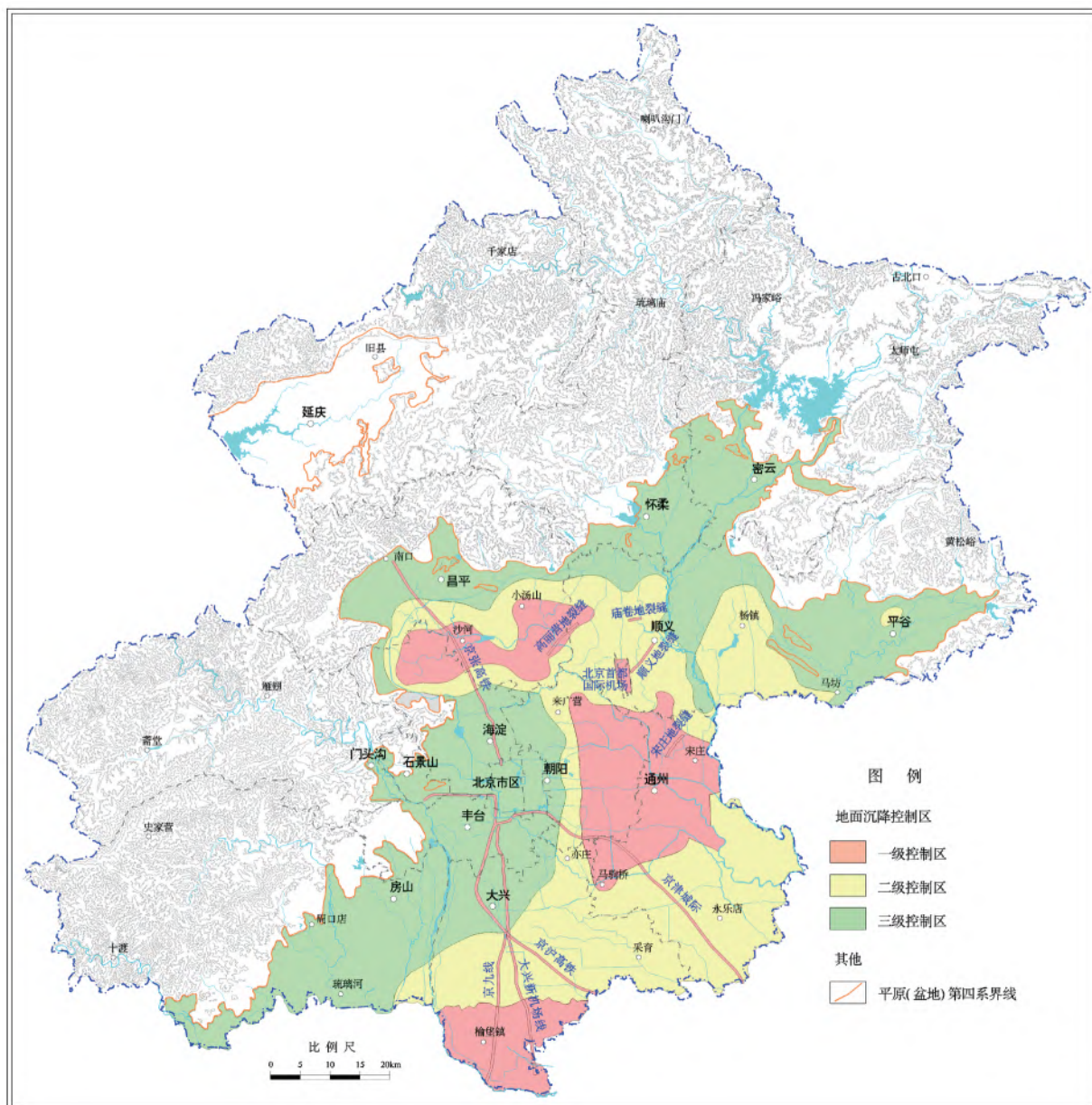


图 10 北京市平原区地面沉降防控区划图

3.3 活动断裂

北京地区断裂构造较为发育，燕山运动晚期以升降运动为主的喜马拉雅运动造就了不同规模的断裂。根据现有调查，北京市平原区共发育隐伏断裂 76 条，以往工作完成专项调查的隐伏断裂 16 条，本年度完成专项调查的隐伏断裂 12 条；未开展专项调查的隐伏断裂 48 条。在平原区隐伏断裂中，与城市规划建设密切相关的是全新世活动断裂。现有调查平原区发育全新世活动断裂 9 条，为黄庄-高丽营断裂、顺义断裂、夏垫断裂、南口-

孙河断裂、南苑 - 通县断裂宋庄段、姚辛庄断裂、张家湾断裂、延矾次级盆地北缘断裂、张喜庄断裂。

3.3.1 监测运行

目前正在开展北京市平原区活动断裂监测网建设工作，已在黄庄 - 高丽营断裂未来科技城段建设水准测线 2 条、水准点 61 个，在顺义断裂建设基岩标 2 处。

本年度在黄庄 - 高丽营断裂的温榆河南岸和华都肉鸡场 2 个区域建立氦气和汞气监测线，开展活动断裂气体监测方法研究。监测成果表明：氦气、汞气在活动断裂周边显著异常，温榆河南岸、华都肉鸡场监测异常带宽度分别为 150m ~ 180m、200m ~ 220m，同地表形变带宽度基本吻合。

3.3.2 站网建设

本年度在夏垫断裂两盘新建基岩标 2 处、GNSS 监测点 2 个。通过取芯勘探孔的实施，查明了断裂两盘稳定基岩层埋深、岩性及特征、新生代地层层序情况，为研究夏垫断裂活动特征及平谷盆地新生代沉积、构造演化提供基础。

3.3.3 调查研究

本年度完成了北京市平原区礼贤等十二条断裂地质调查工作。针对礼贤断裂、安定断裂、桐柏断裂、杨镇断裂、马昌营断裂、大孙各庄主断裂、大孙各庄次断裂、南苑 - 通县断裂、石楼断裂、琉璃河断裂、永定河断裂、张喜庄断裂 12 条隐伏断裂开展地质调查。

该项工作采用补充物探、钻探工作方法，对 12 条隐伏断裂进行重新定位，为城市规划建设提供基础地质资料。并对隐伏断裂活动性开展了研究工作，研究表明：张喜庄断裂为全新世活动断裂，南苑 - 通县断裂北段为晚更新世活动断裂，安定断裂、礼贤断裂、桐柏断裂、永定河断裂北西段和中段为中更新世活动断裂，南苑 - 通县断裂南段、永定河断裂南东段、

前芮营断裂为早更新世断裂，石楼断裂、琉璃河断裂为新近纪活动断裂，二十里长山断裂带为基岩断裂。开展断裂沿线地质灾害地表调查工作，调查表明：南苑-通县断裂北段、张喜庄断裂、前芮营断裂沿线发育地裂缝地质灾害，并造成了地面塌陷、建筑破坏等问题（见图 11）。

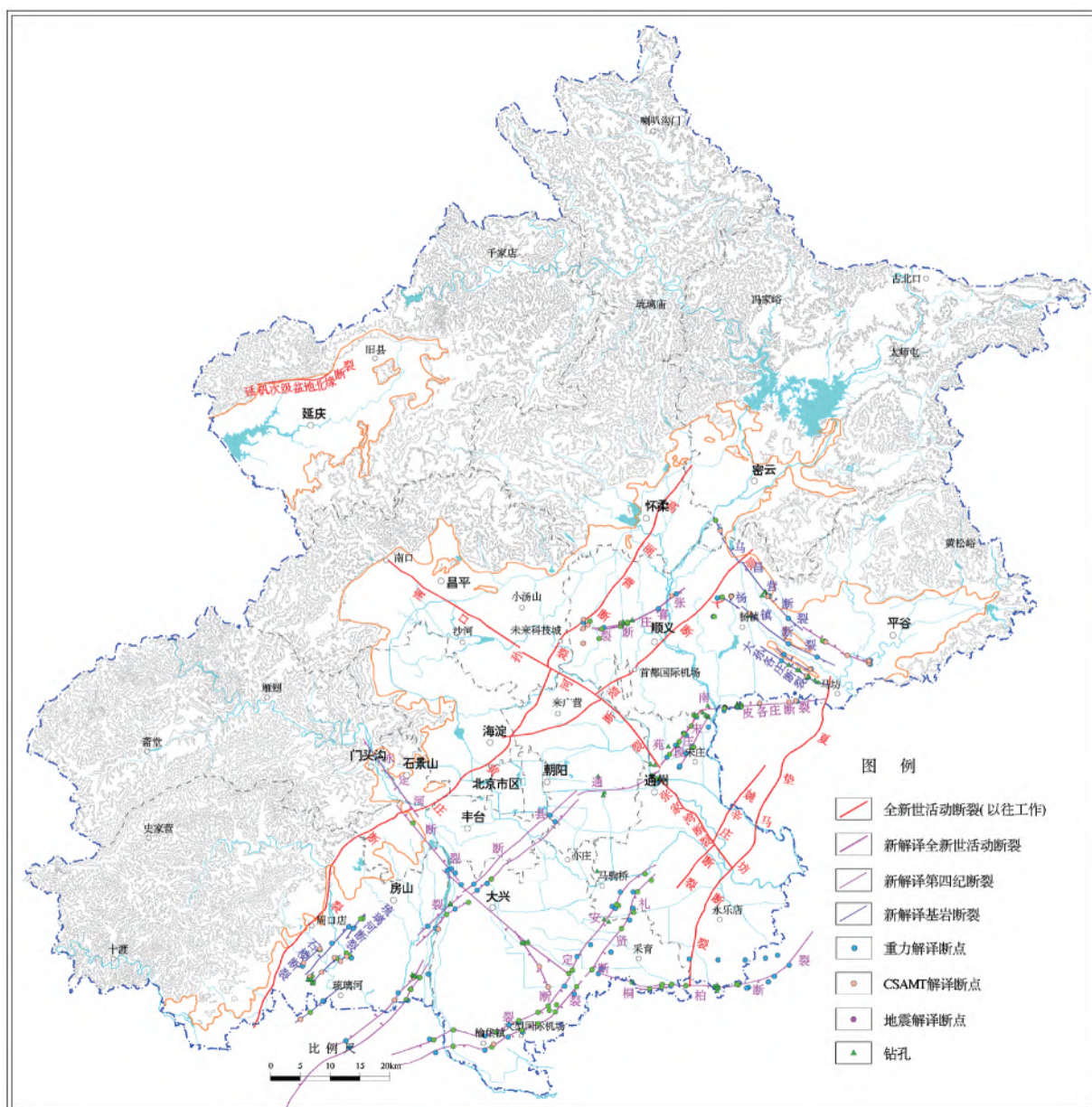


图 11 北京市平原区十二条隐伏断裂调查成果图

3.4 地裂缝

北京市平原区地裂缝主要分布在顺义、昌平、怀柔、平谷等地区，其中顺义及其周边地区最为严重，主要发育顺义地裂缝、高丽营地裂缝、庙

卷地裂缝、宋庄地裂缝、马昌营地裂缝，近年来地裂缝处于快速发展期。

目前正在开展北京市平原区地裂缝监测网建设工作，已建成高丽营地裂缝西王路监测站，包括水准点 13 个、GNSS 监测点 5 个、地裂缝专门地下水动态监测井 4 眼。本年度新建宋庄地裂缝监测站，包括水准点 20 个、GNSS 连续监测点 2 个、Insar 角反射器 4 台、分布式光纤 900m、地裂缝专门地下水动态监测井 4 眼，监测成果可为北京城市副中心规划建设提供基础数据支撑。

3.5 重大线性工程地质安全

北京地区地质条件较为复杂，发育地质灾害种类较多，在山区主要发育崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡等突发地质灾害，易造成道路损坏、损毁、堵塞；在平原区主要发育地面沉降、活动断裂、地裂缝等缓变性地质灾害，会造成地面高程的不均匀升降，严重威胁了重大线性工程的运营安全，极大提高了运行和维护成本。

3.5.1 监测运行

目前正在开展北京市重大线性工程地质安全监测网建设工作，已在山区突发地质灾害易发段建设监测站点 24 处，重点监控崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡等突发地质灾害对京津冀交通道路的影响。监控线性工程包括京张铁路、京礼高速（S3801）、G108、G109、G110、G111、G234 等 7 条道路。布控 GNSS、孔隙水压力、水位、土壤含水率、静力水准、SAA、气象、视频等监测点 173 处。

本年度开展监测网的运行工作，对 2016 年～2020 年 672 次野外巡视、268 万条监测数据编辑入库，并对监测数据进行了综合分析。开展了王家台滑坡和白羊城沟泥石流典型地质灾害隐患对交通沿线影响的预警方法专题研究工作，提出了滑坡和泥石流数值计算方法。开展了防护网拉力钢绳应力与崩塌危岩体裂缝变化室内试验，提出了适用于崩塌主动防护网监测设备参数。

3.5.2 站点建设

本年度在北部山区突发地质灾害易发段建设监测站点 5 处，包括 G234（延琉路段）监测站点 2 处、京礼高速（S3801）监测站点 3 处，布控 GNSS、降水量监测仪器、SAA、土壤含水率等监测点 139 处（见图 12）。

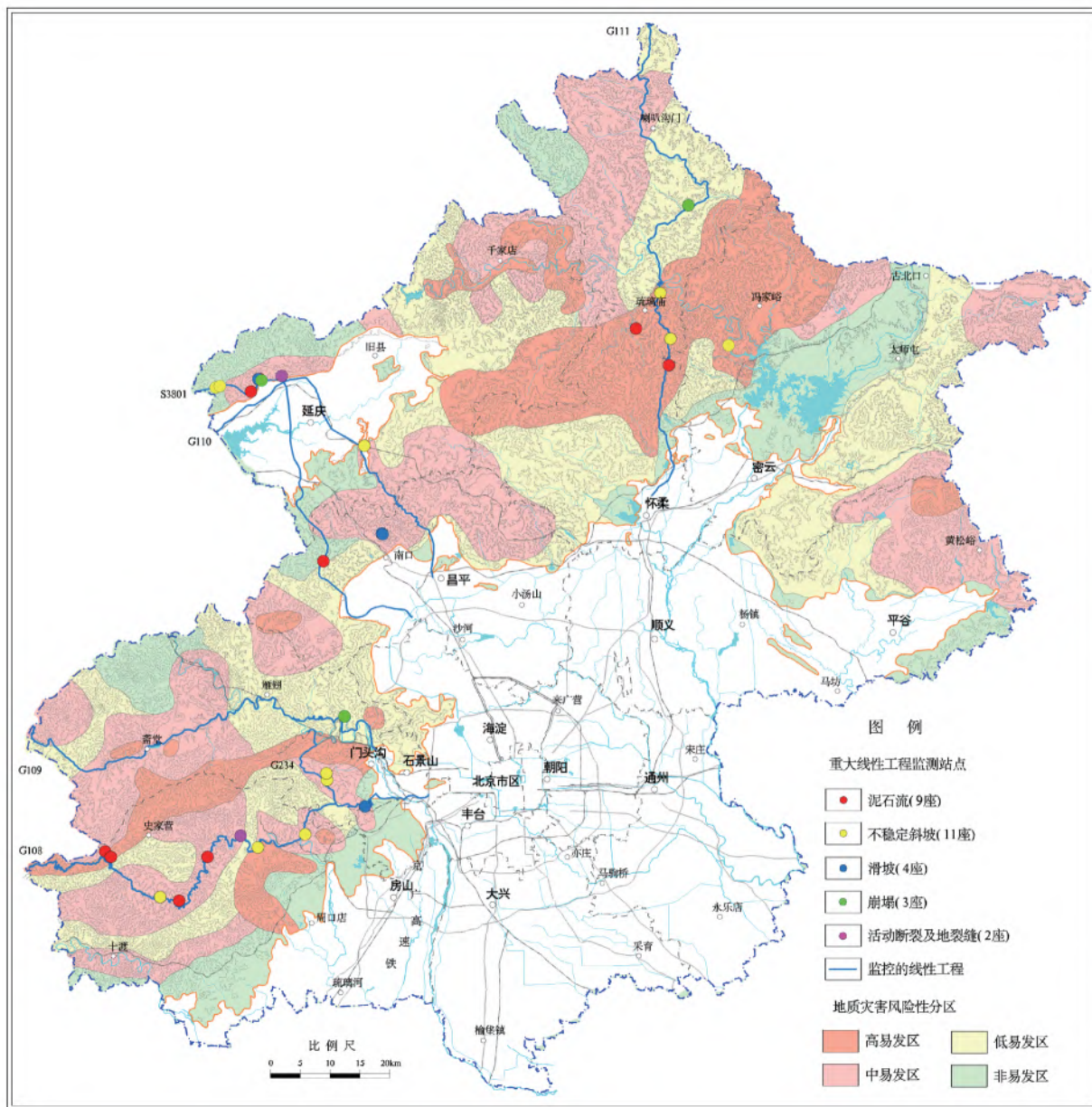


图 12 北京市重大线性工程地质安全监测网监测站点分布图

北京市地质矿产勘查院

BEI JING GEOLOGY PROSPECTING INSTITUTE

地 址：北京市海淀区西四环北路 123 号

电 话：51560123

传 真：51560122

网 址：www.bjdkj.gov.cn