

# 北京市城市地质工作成果通报

## ( 2017 年度 )



北京市地质矿产勘查开发局

BEI JING GEOLOGY PROSPECTING & DEVELOPING BUREAU

## 前言

## PREFACE

北京市地质矿产勘查开发局是市政府批准的负责管理本市地质勘查工作的市政府直属事业单位。主要职责包括承担本市矿产地质勘查、区域地质调查、水文地质勘查、环境地质和地质灾害调查、专项防治及地质环境保护、监测等有关工作；负责本市矿业开发和重大工程建设项目前期地质勘查工作。负责引进并推广地质勘查和矿产勘查的新技术、新方法、新工艺；组织本市矿产勘查方面的科学研究和技术攻关工作。参与本市地质环境监测工作规范和技术标准的研究工作；负责本市地质环境监测数据和资料的汇总、分析和上报工作。承担本市地下水资源勘查、评价、监测、分析等有关工作；负责地下水人工排水和回灌的技术性工作。负责所属地质队伍的管理及国有资产的保值增值；负责地勘经费和专项资金的使用和管理。承担北京地区地质行业特种职业技能的认定工作。负责本市地质勘查、矿业开发方面的对外技术交流与合作。承办市政府交办的其他事项。

在市委、市政府的正确领导下，在自然资源部（原国土资源部）、中国地调局、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，我局紧密结合首都城市建设和经济社会发展对地质工作的需求，以“三个主流”为工作原则，“四个一流”为工作目标，全面实施“五个一”工程。以“保障首都地质安全为目标，全面支撑首都经济发展”为战略方针，积极推进“两项工程，一个平台”的建设，努力提升地质工作对政府决策支持和对社会公众服务能力。

2017年，我局主要开展了北京城市副中心重大地质问题调查与评价、北京市浅层地温能资源可持续利用研究及示范工程建设、北京市土地资源质量综合地质评价等项目，完成了地面沉降监测预警系统、地下水环境监测预警系统、地热与浅层地温能开发利用地质环境影响监测预警系统、突发地质灾害监测预警系统、土壤地质环境监测预警系统的年度运行工作，取得了大量地学数据。

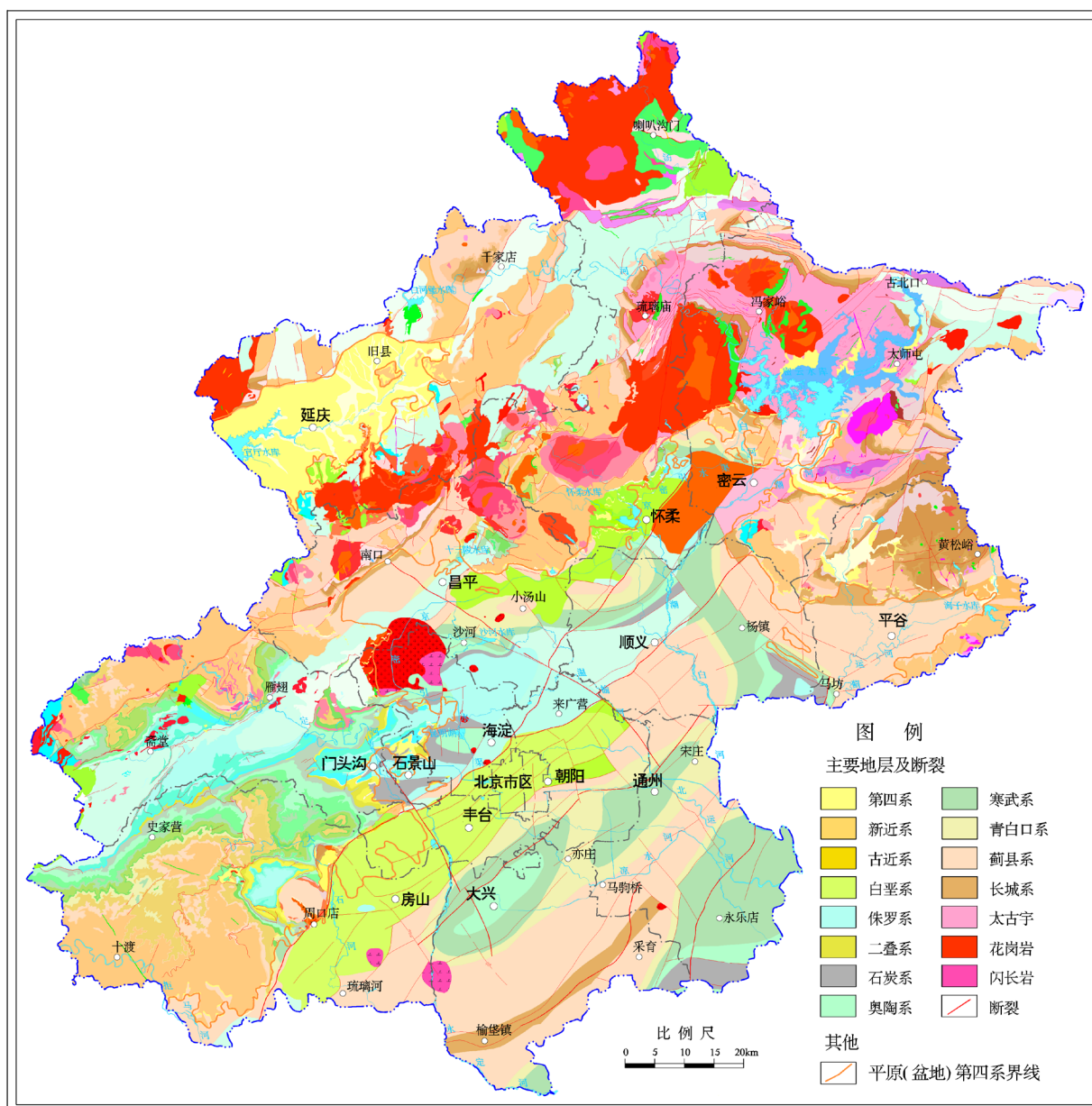


图 1 北京市区域地质图

为使政府、社会和公众便于获得地学资料，我局编制了《2017 年度城市地质工作成果通报》，通报 2017 年度我局主要工作成果：包括城市地质环境安全保障工程、战略性地质资源保障工程和首都地质资源环境承载力监测预警平台 3 个方面。

# 目 录 | CONTENTS

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1 城市地质环境安全保障工程 .....                 | 01 |
| 1.1 基础地质研究 .....                     | 01 |
| 1.2 重大建设项目高精度地质调查 .....              | 02 |
| 2 战略性地质资源保障工程 .....                  | 03 |
| 2.1 浅层地温能 .....                      | 03 |
| 2.2 地热能 .....                        | 04 |
| 2.3 土地及地下空间资源 .....                  | 05 |
| 3 首都地质资源环境承载力监测预警平台 .....            | 06 |
| 3.1 已建成并投入运行的监测预警系统 .....            | 08 |
| 3.1.1 地面沉降监测预警系统 .....               | 08 |
| 3.1.2 地下水环境监测预警系统 .....              | 09 |
| 3.1.3 地热与浅层地温能开发利用地质环境影响监测预警系统 ..... | 11 |
| 3.1.4 突发地质灾害监测预警系统 .....             | 12 |
| 3.1.5 土壤地质环境监测预警系统 .....             | 13 |
| 3.2 正在建设的监测预警系统 .....                | 15 |
| 3.2.1 京津冀协同发展交通网络地质安全监测预警系统 .....    | 15 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 3.2.2 平原区活动断裂监测预警系统..... | 16 |
| 3.3 地质安全保障信息服务平台 .....   | 16 |

# 1 城市地质环境安全保障工程

## 1.1 基础地质研究

为切实提高北京市基础地质的研究水平，全面汇总了北京市城市地质工作相关成果，结合近年来的新技术、新方法，编制了 1:10 万北京市城市地质系列图集。

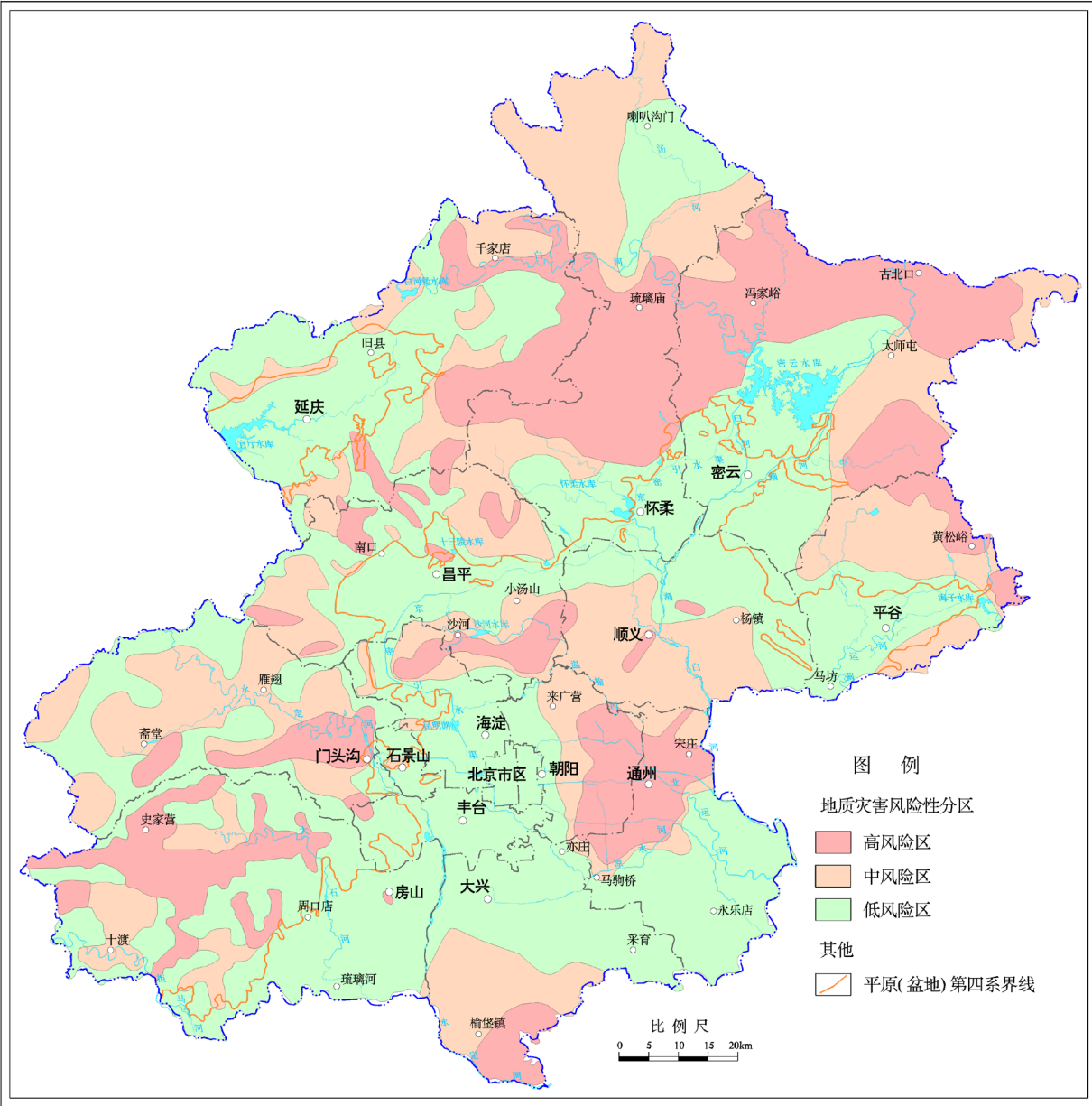


图 2 北京市地质灾害风险分区图

系列图集涵盖了北京市基础地质、水文地质、工程地质、地貌、遥感影像、平原区及其周边地区航磁异常及重力异常、平原区第四纪地质、地质灾害、地质灾害风险分区、平原 - 丘陵区土壤地球化学、平原区地热田及地热远景区、平原区浅层地温能资源开发利用、平原区地下水资源可持续利用、矿产资源、地质遗迹等多个方面内容,编制了系列图件共计 17 张(见图 2)。

### 1.2 重大建设项目高精度地质调查

按照中央部署京津冀协同发展的重大战略及市领导的指示、相关部门安排,根据中央提出的“世界一流、千年大计”“生态、绿色”为标准,为满足北京城市副中心总体规划需求,我局在 2015 年开展的核心区地质条件适宜性综合评价工作的基础上,开展了北京城市副中心区(155km<sup>2</sup>)重大地质问题调查评价工作,完成隐伏断裂、地面沉降、砂土液化、岩溶塌陷重大地质危险性单因素评价;并对重大地质问题建设用地影响程度开展了综合评价,将工作区划分为低影响区、较低影响区、较高影响区和高影响区 4 个级别影响程度分区(见图 3);探讨了重大地质问题成因机制,建立了区域工程地质模型、地下水模型和地面沉降防控预测模型,圈定了潜在断裂危险性地段、岩溶塌陷深度及范围,对潜在地形地貌演化趋势、地下水水位变化趋势和地面沉降地下水开采不同防控情况下演化趋势进行了预测研究。该项工作支撑了北京城市副中心城市规划建设,地质工作的基础性、先行性作用取得新突破。

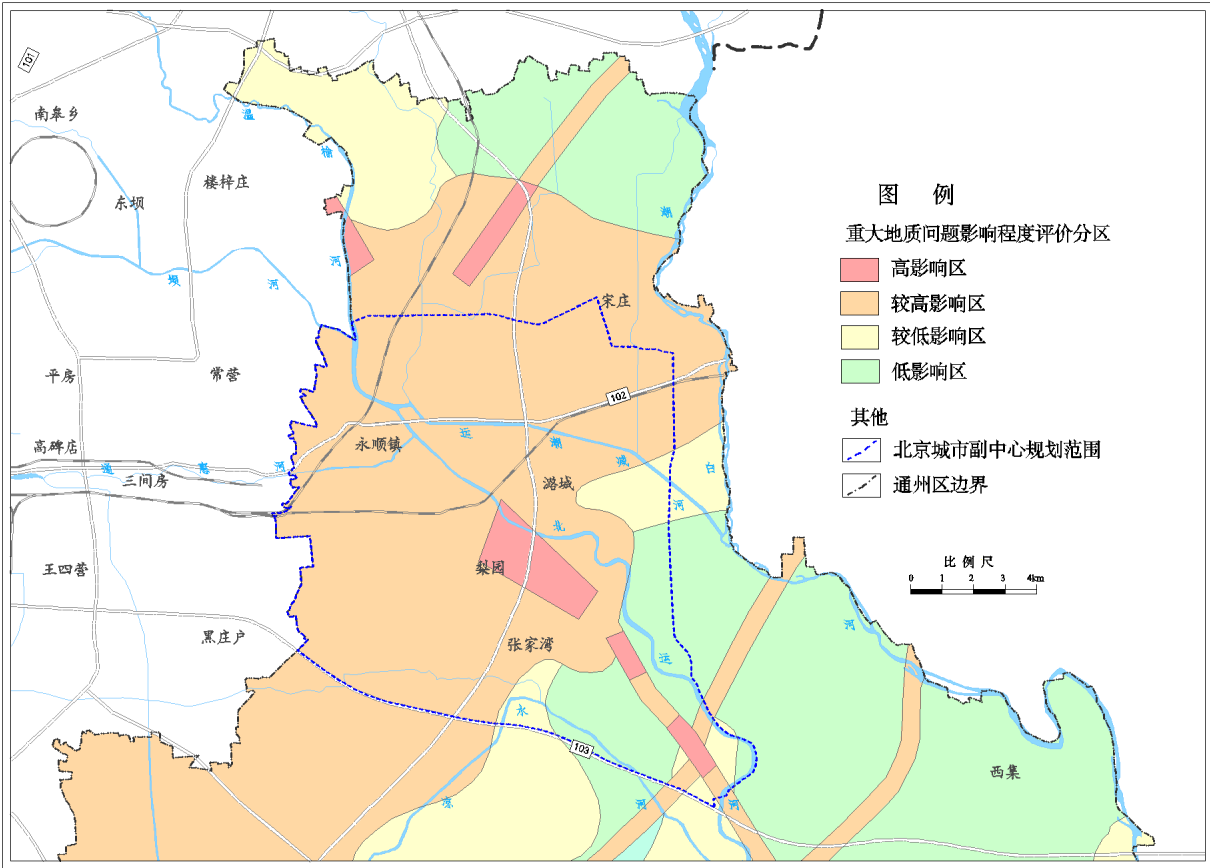


图 3 北京城市副中心地区重大地质问题影响程度评价分区图

2 战略性地质资源保障工程

2.1 浅层地温能

开展了北京市浅层地温能资源可持续利用研究及示范工程建设工作，包括浅层地温能开发利用重点实验室建设、浅层地温能开发利用动态监测网建设、村镇清洁能源供暖示范工程建设三方面工作内容。一是浅层地温能开发利用重点实验室在完成多项浅层地温能钻孔岩土、水质分析基础上，新建抽灌井 2 眼，完成了抽灌试验和取水样测试工作，结合试验数据采用数值模拟的方法模拟研究系统运行季和过渡季地下温度场的变化规律，为浅层地温能资源高效采集利用提供技术支撑。二是浅层地温能开发利用动态监测网建设对已建的 19 处基准和地源热泵监测点进行设备维护和数据采集，并新建完成 17 处基准和地源热泵系统监测点。三是开展村镇清洁能源供暖示范工程建设，对副中心临时指挥部、海淀廖公庄、房山坨里、大兴

龙门庄村委会、通州胡庄村委会清洁能源供暖示范工程运行效果进行监测评价，同时完成了延庆新合营村委会清洁能源供暖示范工程的新建工作。

## 2.2 地热能

开展了北京城市副中心深部地热资源勘查与示范工作，该项工作实施完成了 4 眼地热探采井，出水温度和出水量均达到了设计要求（见表 1）。该项工作查明了北京城市副中心地区的地热地质条件，该区热储层是蓟县系雾迷山组白云岩岩层，具有厚度大（可视厚度达 3300m）、富水性强，埋藏深度小、回灌能力强等特点；热储层顶板温度  $25^{\circ}\text{C} \sim 39^{\circ}\text{C}$ ，平均地温梯度  $1.31^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$ ，热储温度  $62.9^{\circ}\text{C} \sim 80.3^{\circ}\text{C}$ ；导热构造主要位于张家湾断裂和燕郊断裂交汇部位，该区地层破碎严重、岩溶发育，构成了深部热流和地下水循环的良好通道；地热水属  $\text{HCO}_3\text{-Na}$  型淡水，其中氟、偏硅酸、温度等指标达到有医疗价值标准，属非腐蚀性水，无结垢趋势。工作区地热开发利用经济性好，节能减排效果明显，环境影响低。

为提高北京城市副中心地热能利用率，进一步提高地热井产能及回灌量，开展了水热型地热系统的酸化压裂增产示范工程。采用多参数分析技术，综合利用野外剖面调查、实验测试、数值模拟等方法，首次系统地研究了酸化压裂技术对蓟县系雾迷山组热储层增产改造机理。实现了单井出水量提升 123%，出水温度提升  $2.5^{\circ}\text{C}$ 、单井回灌量由不足  $10\text{m}^3/\text{d}$  提升至  $1423\text{m}^3/\text{d}$  的技术突破，填补了北京市中深层地热井增产增灌技术的空白。

表 1 地热井产能明细表

| 序号 | 井号      | 井深 /m   | 温度 / $^{\circ}\text{C}$ | 出水量 / ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) |
|----|---------|---------|-------------------------|---------------------------------|
| 1  | 京通 3    | 3001.36 | 52                      | 1662.77                         |
| 2  | 京通 4（灌） | 2800.88 | 46                      | 2163.8                          |
| 3  | 京通 5    | 2805.58 | 51                      | 1328.14                         |
| 4  | 京通 6（灌） | 3002.10 | 54                      | 1538.52                         |

## 2.3 土地及地下空间资源

开展了北京城市地下空间资源调查评价及关键技术研究工作，在北京城区 750km<sup>2</sup> 和北京城市副中心（155km<sup>2</sup>）开展了地下空间资源调查评价及关键技术研究工作，包括地下空间资源现状调查、地下空间及不良土体探测、地下空间资源三维地质模型建设、地下空间资源评价，并在南水北调管线和城市副中心行政办公区分别建立了两处地质安全监测示范点（见表 2，图 4）。

表 2 地下空间资源评价统计表

| 评价等级  | 地下空间评价深度 /m              |        |        |                              |        |       |        | 评价等级描述                                                                |
|-------|--------------------------|--------|--------|------------------------------|--------|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
|       | 五环内（750km <sup>2</sup> ） |        |        | 北京城市副中心（155km <sup>2</sup> ） |        |       |        |                                                                       |
|       | 0-10                     | 10-30  | 30-50  | 0-10                         | 10-30  | 30-50 | 50-120 |                                                                       |
| I 级   | 601.53                   | 684.06 | 649.90 | 34.46                        | 37.13  | 35.89 | 148.35 | 在现有经济技术条件下，安全利用地下空间资源而不产生负作用，一般不需要经过特殊的工程措施进行处理，地下空间开发利用地质条件简单        |
| II 级  | 60.39                    | 19.45  | 91.28  | 115.41                       | 113.11 | 46.65 | 无      | 在现有经济技术条件下，利用地下空间资源产生负作用可控，但是需要通过工程措施进行处理，地下空间开发利用地质条件中等              |
| III 级 | 88.08                    | 46.49  | 8.82   | 5.13                         | 4.76   | 72.46 | 6.65   | 在现有经济技术条件下，利用地下空间资源产生负作用不可控制或可通过技术手段很难处理，需要采用特殊的工程处理措施，地下空间开发利用地质条件复杂 |

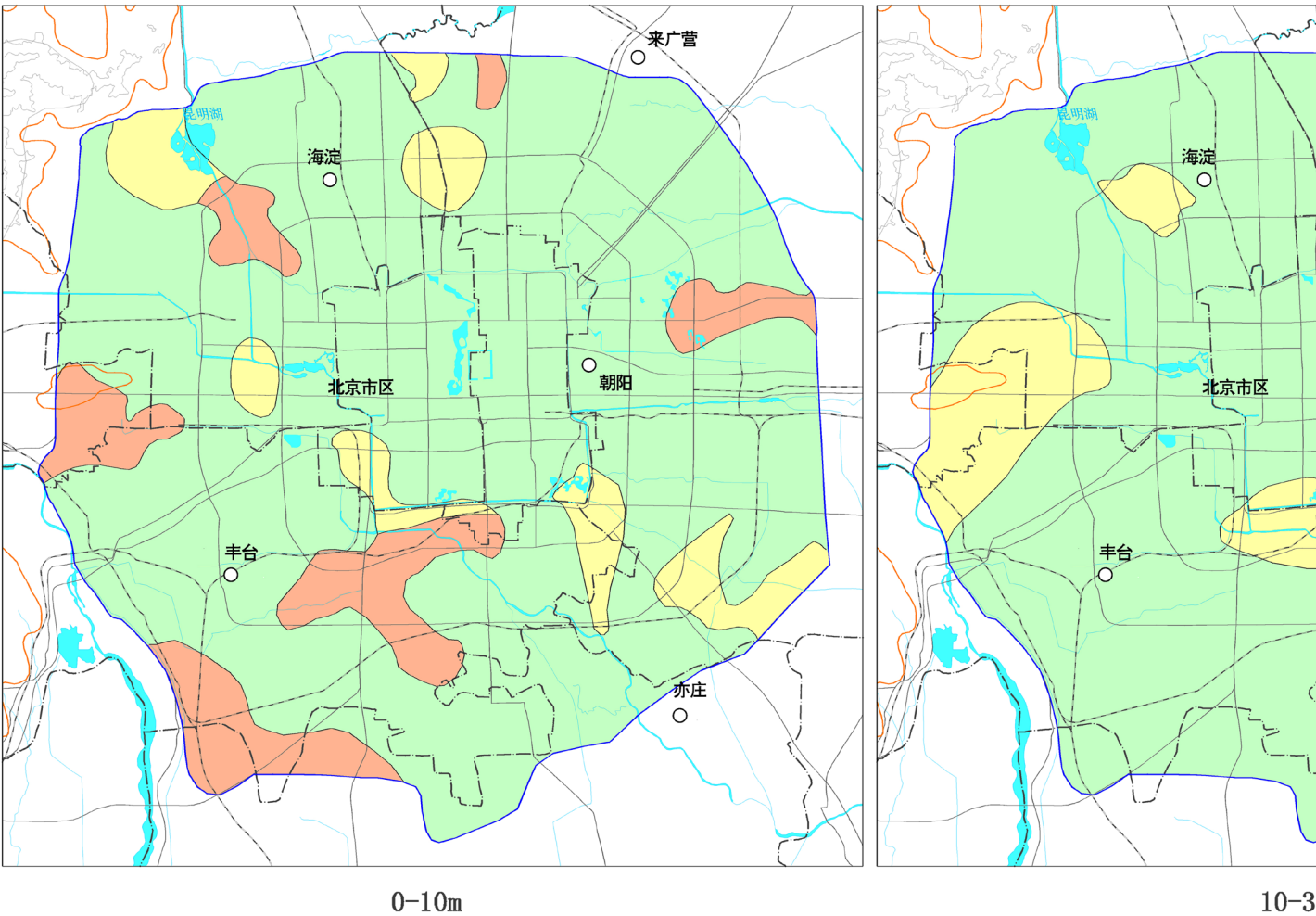
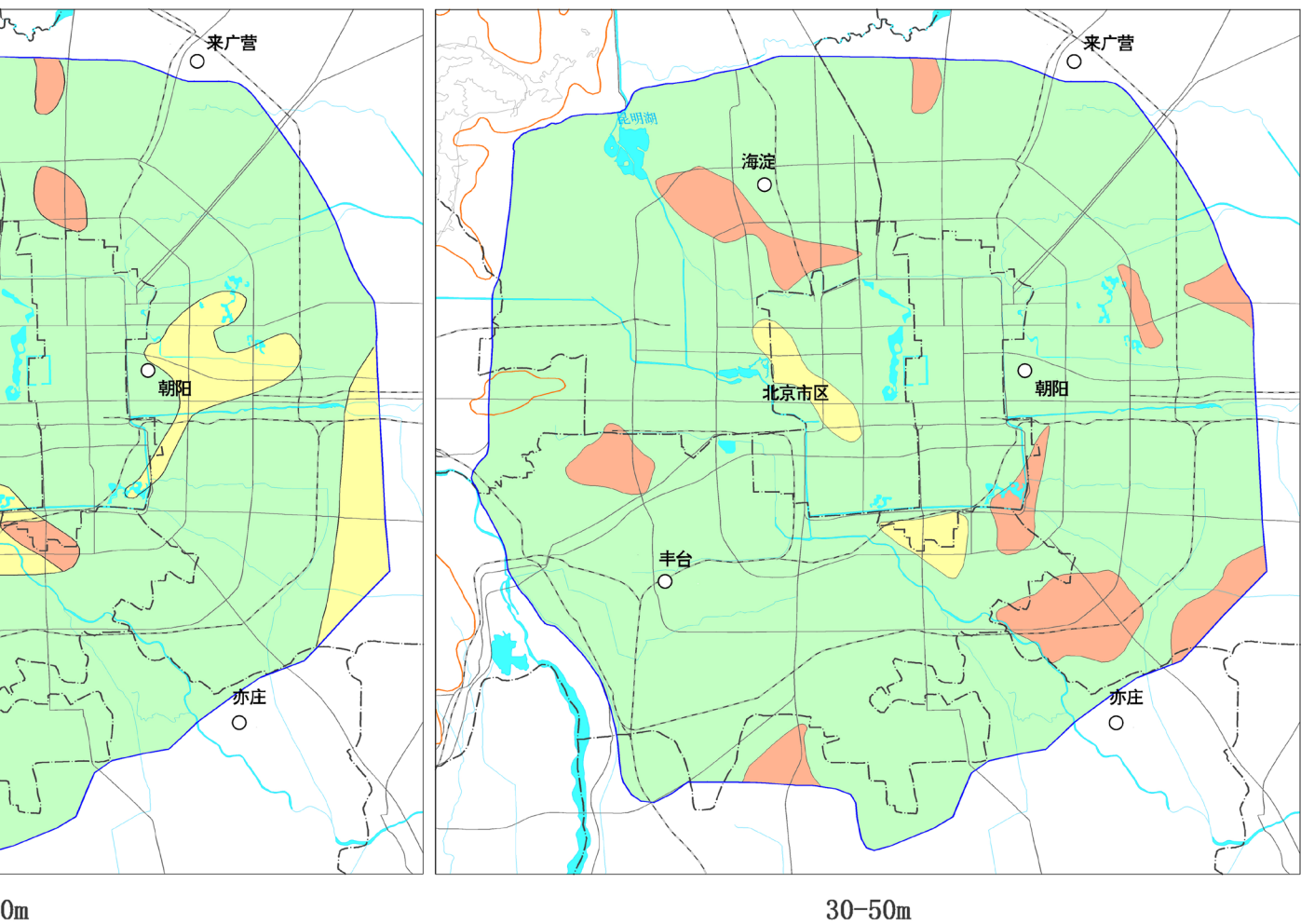


图 4 北京市城区（五环内）

开展了北京市土地资源质量综合地质评价（第一阶段：生态地球化学子课题试点）工作，通过对通州区、大兴区和房山平原区生态地球化学因素土地资源质量评价工作，构建了适用于 3 种尺度下（区县级 1:50000，乡镇级 1:10000，村组级 1:2000）的土地资源质量生态地球化学评价体系，为北京市土地规划利用和土地精细化管理提供科学依据，目前正在开展土地资源质量综合评价指标体系和定量化分级评价的研究工作。

3 首都地质资源环境承载力监测预警平台

首都地质资源环境承载力监测预警平台由地质资源环境“八个监测预警系统”和地质安全保障信息服务平台构成。其中“八个监测预警系统”中，



地下空间资源评价分区图

初步建成地面沉降监测预警系统、地下水环境监测预警系统、地热与浅层地温能开发利用地质环境影响监测预警系统、突发地质灾害监测预警系统、土壤地质环境监测预警系统，正在建设平原区活动断裂监测预警系统、京津冀协同发展交通网络地质安全监测预警系统、重大建构筑物及地下空间地质安全监测预警系统。地质安全保障信息服务平台集成了已建监测系统的地质资源环境监测数据，初步实现机理研究、模型构建、趋势分析等功能，为政府部门提供预警发布、决策会商、应急处置等业务支撑，为各类专业技术人员提供地质数据综合利用、地质资料查询检索，面向社会公众提供地学服务。

### 3.1 已建成并投入运行的监测预警系统

#### 3.1.1 地面沉降监测预警系统

地面沉降监测预警系统自 2002 年开始建设，2004 年和 2008 年分别建成一期和二期工程，自 2004 年开始对北京市平原区地面沉降进行逐年的系统监测。

监测结果表明：2017 年北京平原区年地面沉降量大于 10mm 区域的面积为  $3295\text{km}^2$ ，同比增加  $428\text{km}^2$ ；年沉降量大于 100mm 的区域面积为  $61\text{km}^2$ ，同比减小  $18\text{km}^2$ 。地面沉降区分为南北两大集中区域、七个沉降中心，地面沉降总体上仍处于快速发展阶段。南北两大集中区域年沉降速率均大于  $80\text{mm/a}$ ，其中一片区域位于朝阳金盏-楼梓庄-管庄-朝阳农场一带，金盏地区年沉降量 129.1mm，为全市最大沉降点；另一片区域位于朝阳三间房-丁家围-黑庄户-通州城区-张家湾-台湖一带，朝阳黑庄户地区年沉降量 127.6mm，为区域内最大沉降点（见图 5）。

1955 年至 2017 年，北京市平原区累计沉降量大于 100mm 的面积为  $4060\text{km}^2$ ，累计沉降量大于 1000mm 区域面积为  $454\text{km}^2$ ，其中金盏地区累计沉降量为 1970mm，为全市最大沉降点。

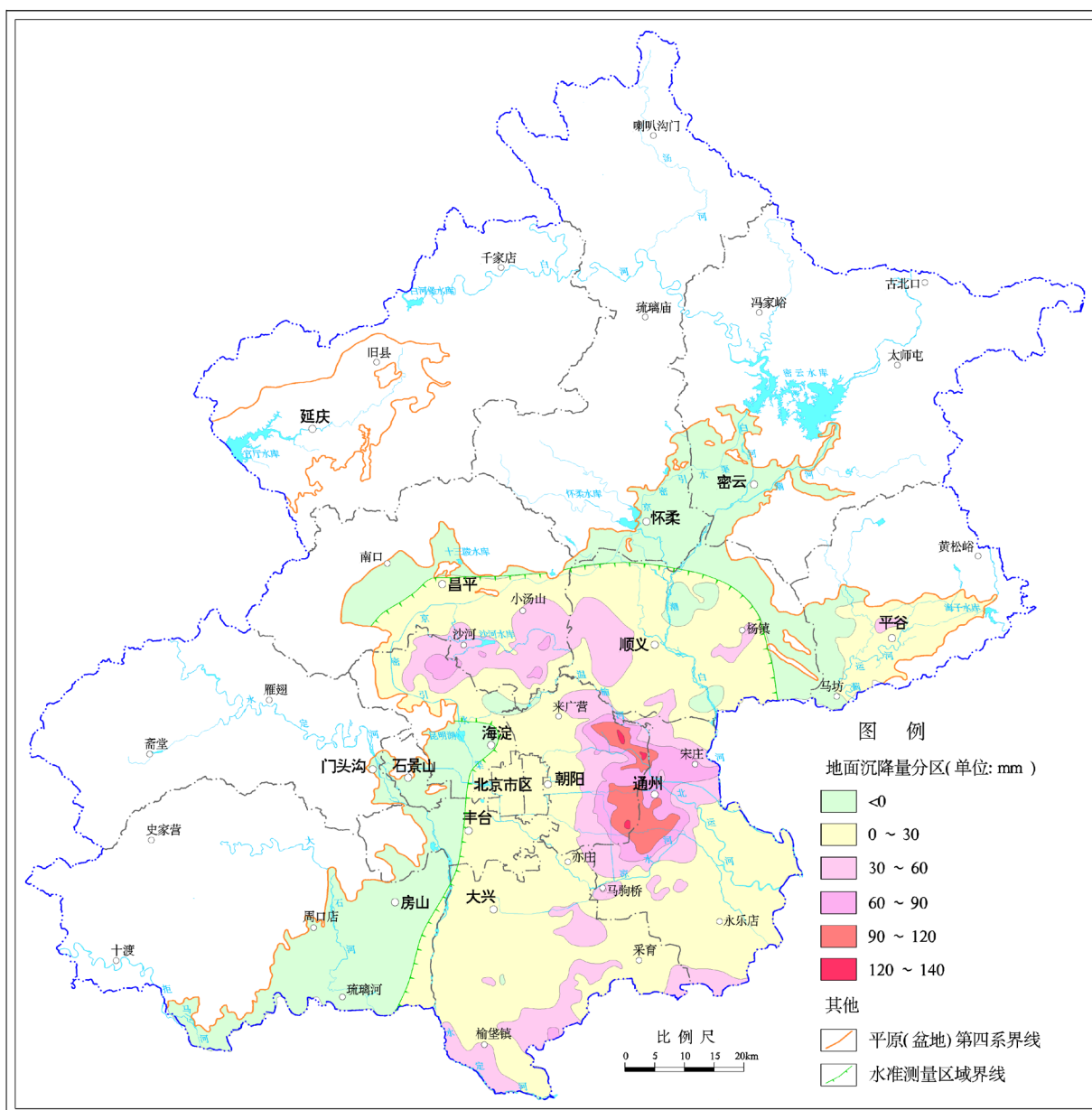


图 5 北京市平原区 2017 年度地面沉降量分区图

### 3.1.2 地下水环境监测预警系统

2010 年率先在国内建成了北京市平原区地下水环境监测网，由 1182 眼地下水环境监测井组成，包括区域地下水环境监测井 822 眼和重点污染源监测井 360 眼，该监测网于 2011 年起正式运行。

监测结果表明：2017 年北京市平原区第三、四含水层组（生活饮用水源）水质状况总体良好，第一、二含水层组遭受了不同程度的污染（见图 6、表 3）。通过对 2011 年至 2017 年的多年水质成果分析，第一含水层组的水质有所

恶化，受总硬度超标面积增加的影响，综合评价超标面积 2017 年丰水期较 2011 年同期扩大了 259km<sup>2</sup>；第二含水层组的超标面积多年来呈现波动变化的趋势，综合评价超标面积 2017 年丰水期较 2011 年同期扩大了 71km<sup>2</sup>；第三和第四含水层组的超标范围变化较小。

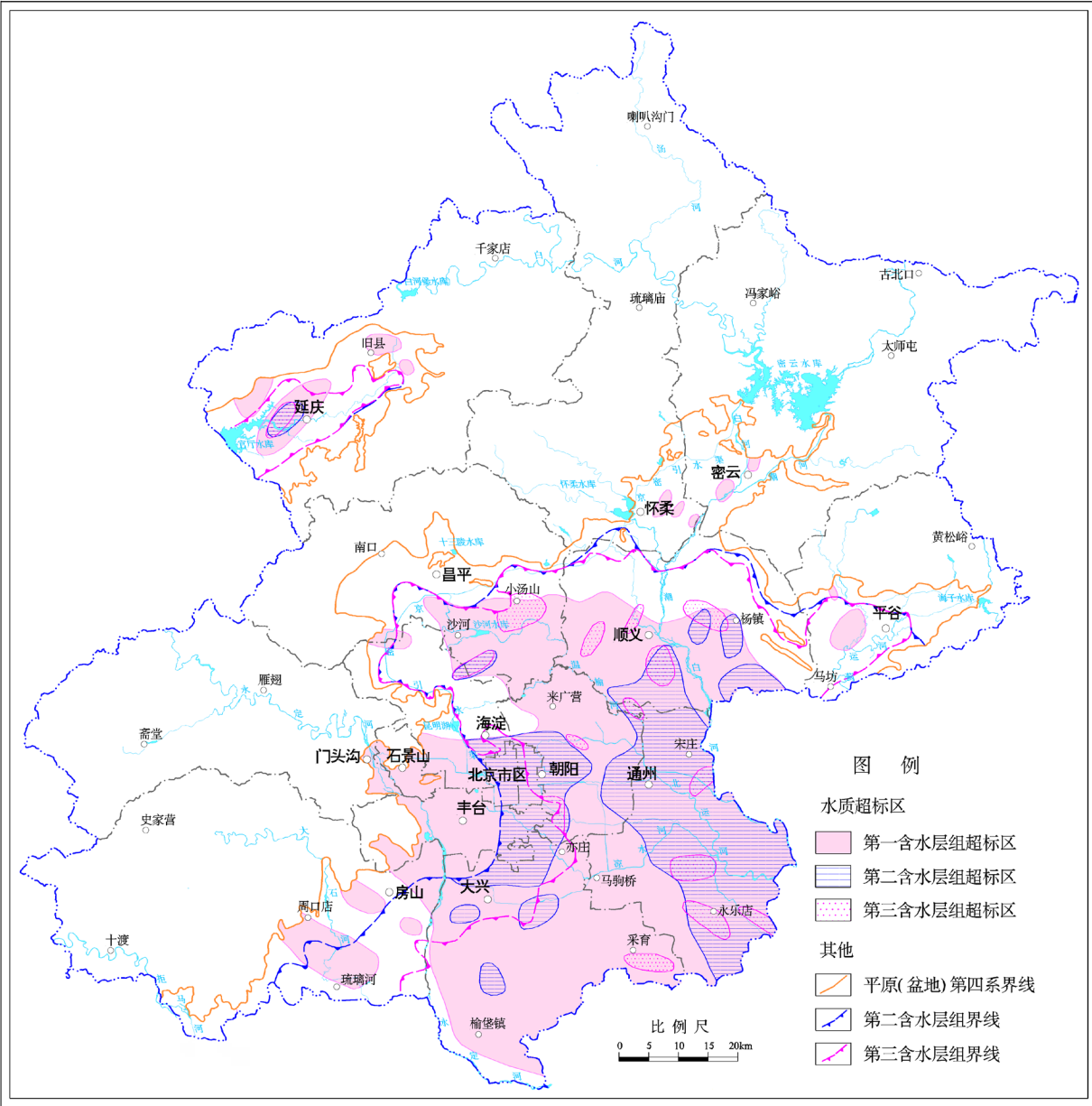


图 6 北京市平原区 2017 年 9 月地下水综合质量评价超标区分布图

表 3 北京市平原区 2017 年 9 月地下水质量综合质量评价统计表

| 含水层组   |         | 超标情况   |                       |          | 主要超标指标                 | 分布范围                 |
|--------|---------|--------|-----------------------|----------|------------------------|----------------------|
| 分层     | 深度 /m   | 水质综合评价 | 超标面积 /km <sup>2</sup> | 占监控面积 /% |                        |                      |
| 第一含水层组 | 0-50    | 较差区    | 3953                  | 60.55    | 总硬度、锰、铁、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮 | 城近郊区、大兴、通州、房山、顺义和昌平等 |
|        |         | 极差区    | 283                   | 4.43     |                        |                      |
| 第二含水层组 | 50-100  | 较差区    | 1319                  | 27.65    | 锰、铁、氨氮、总硬度、溶解性总固体、硝酸盐氮 | 城近郊区、通州、顺义、昌平、大兴和延庆等 |
| 第三含水层组 | 100-180 | 较差区    | 262                   | 6.56     | 锰、铁、氨氮、亚硝酸盐氮           | 顺义、通州、昌平、朝阳和延庆部分地区   |

### 3.1.3 地热与浅层地温能开发利用地质环境影响监测预警系统

现已建成 42 个浅层地温能利用监测站点，设立了浅层地温能开发利用及对地质环境影响动态监测网络，并建立了地温场监测及采集系统（见图 7）。本年度对数据中心监控程序进行了升级开发，主要新增了 GIS 地图浏览、3D 流程图展示、WEB 发布、短信报警等功能；同时数据中心升级为互联网宽带专线传输，监测站点通讯升级为物联网卡，极大提高了网络稳定性。

监测结果表明：近 90% 监测项目运行状态良好，地温场未出现持续的升高或降低。本年度对地质大厦水源热泵系统进行全面监测、分析，该项目运行能效呈现逐年提高的趋势，冬季、夏季运行能效今年较运行初期分别提高了 16%、35%，主要原因为水泵采用了变频控制、结合系统需求实施运行管理、调整用户端设定温度等。本年度继续开展了地下水地源热泵运行对地下水水质影响专题研究，除地质大厦抽灌井及备用井取样检测外，还选取了地质大厦周边 6 眼水井进行同期取样检测，初步取得了地下水地源热泵运行对项目周边地下水水质影响的规律。

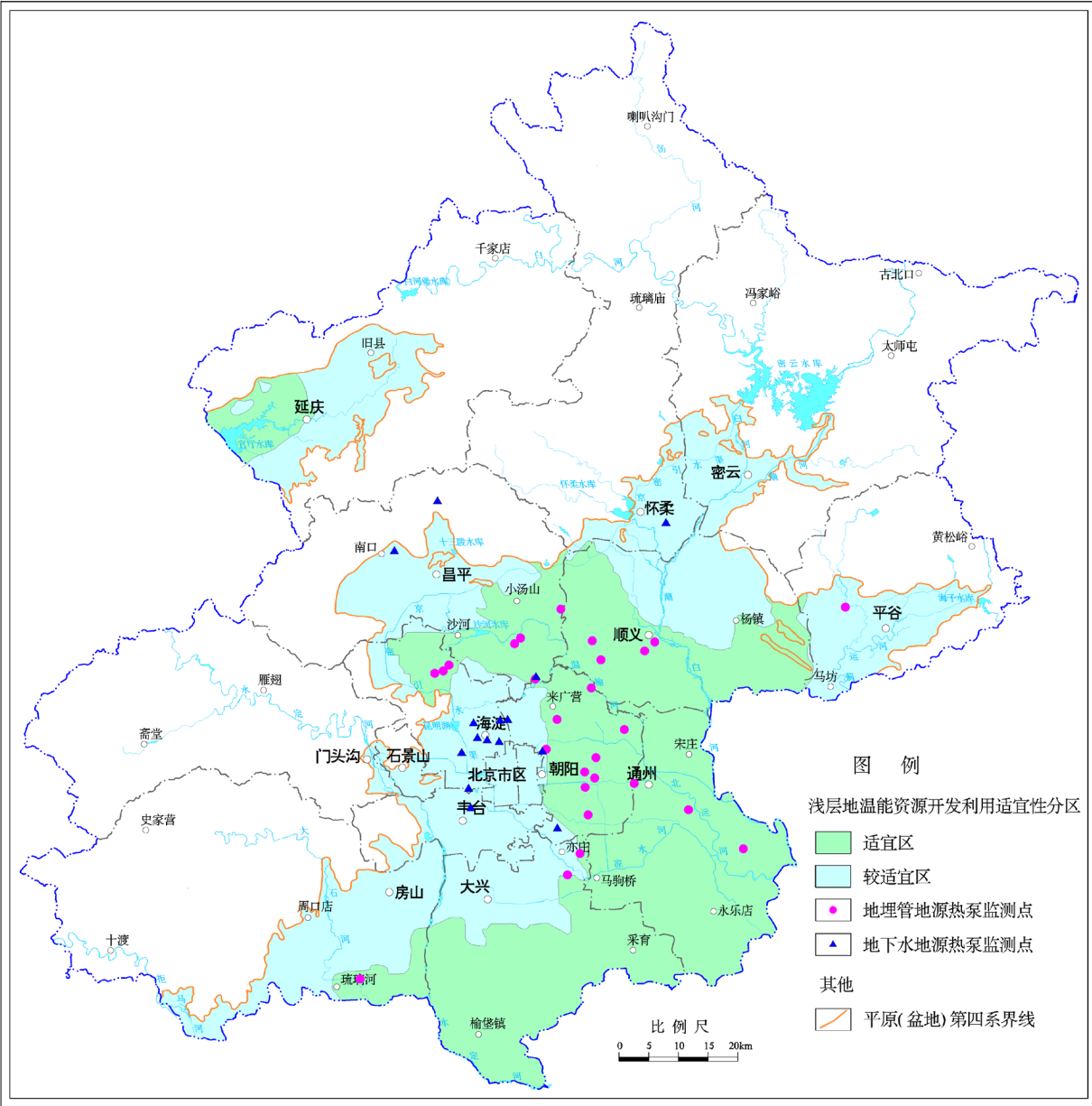


图 7 北京市平原区浅层地热能资源开发利用适宜性分区图

3.1.4 突发地质灾害监测预警系统

开展了突发地质灾害监测预警系统（一期）建设工程，在房山区、门头沟区和密云区等地质灾害易发区安装各类野外专业监测设备 413 台套，通过自动、人工及遥感等手段对 130 处突发性地质灾害隐患点进行监测，监测对象包括泥石流沟、滑坡、采空塌陷、崩塌（见表 4）。

表 4 突发性地质灾害监测预警系统监控对象及要素明细表

| 序号 | 突发性地质灾害点 |        | 监控要素                 |
|----|----------|--------|----------------------|
|    | 类别       | 数量 / 个 |                      |
| 1  | 泥石流      | 119    | 降雨量、土壤含水率、泥水位、次声     |
| 2  | 滑坡       | 1      | 降雨量、土壤含水率、位移、深部测斜、应力 |
| 3  | 采空塌陷     | 4      | 降雨量、土壤含水率、位移、微震      |
| 4  | 崩塌       | 6      | 降雨量、裂缝伸缩位移、人工三维激光扫   |

监测成果表明：本年度所监控区域并未发生突发性地质灾害现象，其中采空塌陷年度垂直形变累计量均小于 5mm，崩塌全年位移变化量在 0.44~4mm，突发性地质灾害隐患点基本处于稳定状态。通过遥感监测，在 119 条泥石流沟中有 23 条存在明显的人类工程活动；23 条泥石流沟威胁对象增多，12 条威胁对象减少；本年度经调查发现 10 条泥石流沟（房山区 6 条，门头沟区 2 条，密云区 2 条）。

### 3.1.5 土壤地质环境监测预警系统

截止 2017 年底，现已建立北京市平原 - 丘陵区土壤地质环境监测网 180 个监测点，包括区域监测点 120 个和重点地区监测点 60 个（工业区监测点 15 个、农业种植区监测点 20 个、水源地保护区监测点 15 个和元素异常区监测点 10 个），监测指标包括重金属、微量元素及有机污染物等。

监测结果表明，平原 - 丘陵区土壤环境综合质量优良区土壤面积占 89.57%，中等区土壤面积占 9.49%，年度变化不明显（见图 8）。有机污染方面，新发现昌平农业种植区土壤中个别点位滴滴涕超标。经过三年的监测数据表明北京城区土壤元素分布整体变化不明显，其中汞、铅、银等指标呈现明显的富集，汞元素在二环路以内呈现明显富集，反映了城区人为活动对土壤元素含量的影响，研究发现可能与古建筑使用的含辰砂涂料

有关，同时受到燃煤等人为活动的影响。

北京市矿山地质环境监测系统（一期）年度监测运行，包括对潮河流域示范区、永定河流域示范区的矿山地质环境进行监测。其中潮河流域监测区域包括密云水库上游的潮河以及其三个支流牯牛河、安达木河、清水河。监测成果表明矿区雨季前、后浅层土壤中重金属 Hg 污染比较突出，属于偏中度污染；深层土壤中，靠近河流的监测点出现重金属含量自浅而深呈现逐步升高的特征，分析原因是由于上游闭矿后，受河流水体运移影响浅层土壤的重金属浓度逐渐降低。同时在生产矿山周边地表水监测点 Hg 元素普遍超标，而地下水总体优良或良好。

永定河流域监测区域包括西部煤炭矿山和煤炭采空塌陷等区域，监测 109 个矿山（包含 24 个煤矸石堆、沟）。监测成果表明浅层土壤中重金属含量较高地区主要分布在煤矿区周围、清水河与永定河交汇处，主要超标元素为 Mn、Cd，处于偏中度污染；深层土壤中重金属含量自浅而深呈现逐步升高的特征。地表水受人为影响局部 Cr 元素含量达 II 类标准，属轻污染，而地下水总体优良或良好。

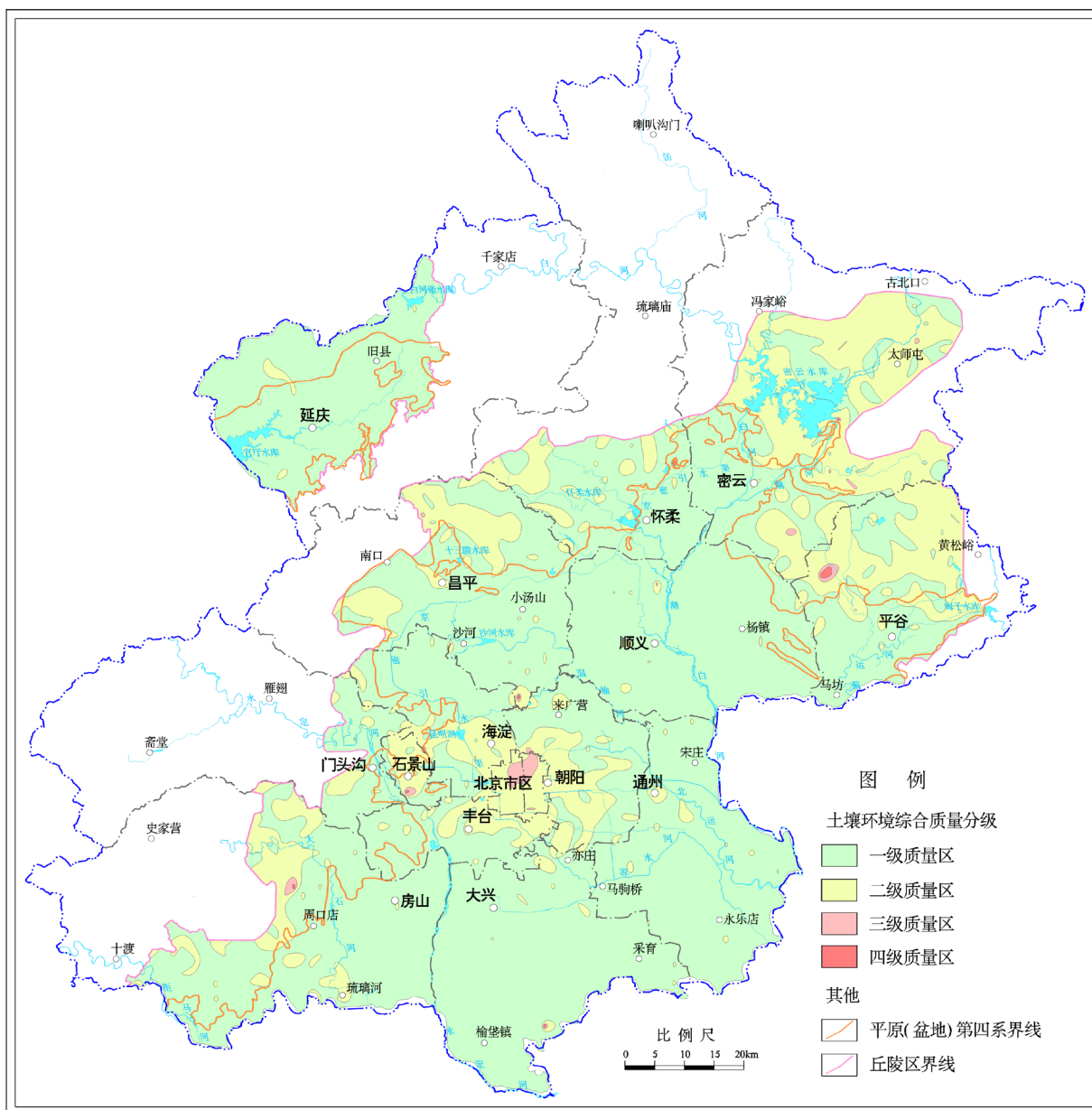


图 8 北京市平原区 2017 年土壤综合环境质量分区图

## 3.2 正在建设的监测预警系统

### 3.2.1 京津冀协同发展交通网络地质安全监测预警系统

开展了京沈客专线和京张铁路专线（北京部分）地质安全监测工程建设工作，项目计划在北京交通网络沿线建设 36 处地质灾害监测站，主要进行地质灾害调查、专项工程勘察、监测仪器设备安装埋设、三维地质建模及分析、数据接收处理及预警等工作。目前已建立 3 处监测站，包括新京张铁路居庸关隧道（进口段）监测站、新京张铁路南口隧道（出口段）监

测站、G108 国道佛子庄监测站。3 处监测站共埋设监测点 41 个，监测项目包括降雨量监测、地表水平位移监测、地表垂直位移监测、地下水平位移监测、地下水位监测、土壤含水率监测、孔隙水压力监测、土压力监测及现场视频。

### 3.2.2 平原区活动断裂监测预警系统

在昌平区未来科技城开展黄庄 - 高丽营断裂活动性监测工作，布设南北两条跨断裂水准测线，合计布设水准监测点 73 个。

监测结果表明：黄庄 - 高丽营活动断裂处于活动状态，在监测时段 2016 年 10 月至 2018 年 3 月内，该断裂上盘累计下降量最大为 31.72mm，断裂下盘累计上升量最大为 15.53mm。

### 3.3 地质安全保障信息服务平台

我局信息中心自主研发建设完成了首都地质资源环境承载能力监测预警平台测试版，目前已完成资料检索、展示发布、制图服务、三维应用和钻孔服务等模块的建设工作。其中地面沉降、地下水环境、地热及浅层地温能、土壤地质环境、矿山地质环境模块的数据是以年度为单位进行更新，现已集成的监测数据达到了 80 余万条，成果图件 70 余幅，为后期的综合分析奠定了基础；突发地质灾害模块已实现了实时数据的接入，可以在线浏览监测数据的实时动态信息，这将为后期的预警预报、应急管理提供数据基础。

# 北京市地质矿产勘查开发局

BEI JING GEOLOGY PROSPECTING & DEVELOPING BUREAU

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](http://www.bjdkj.gov.cn)