

doi: 10.12029/gc2021Z209

论文引用格式: 李瑞杰, 魏波, 赵勇. 2021. 北京庞各庄幅 1 : 50 000 区域地质调查数据集 [J]. 中国地质, 48(S2): 90-99.

数据集引用格式: 李瑞杰, 魏波, 赵勇. 2021. 中国地质调查局: 北京庞各庄幅 (J50E003010) 1 : 50 000 区域地质调查数据集 [DS]. 地质科学数据出版系统. DOI:10.35080/data.C.2021.P25; <http://dcc.ngac.org.cn/cn/geologicalData/details/doi/10.35080/data.C.2021.P25>

收稿日期: 2020-06-05

改回日期: 2020-10-22

基金项目: 北京 1 : 5 万琉璃河、庞各庄、安次县幅区域地质调查 (12120114007 701) 资助。

北京庞各庄幅 1 : 50 000 区域地质调查数据集

李瑞杰 魏波* 赵勇

(北京市地质调查研究院 北京 100195)

摘要: 北京庞各庄幅 (J50E003010) 1 : 50 000 区域地质调查数据集依托于中国地质调查局部署的“燕山—太行山成矿带地质矿产调查”项目, 通过路线地质调查、地质钻探、实验测试 (古地磁、 ^{14}C 、微体古生物) 等多种方法采集地质信息数据, 形成数据集。本数据集包括 25 条地质调查路线数据 (239 个地质点), 1 个钻孔基本信息表 (2 眼钻孔)、2 个钻孔古地磁极性柱状图, 2 个钻孔岩性柱状图, 2 个钻孔测井曲线图, 1 个钻孔微体鉴定结果, 1 个年龄数据表。该数据集可用于研究北京南部平原区浅表沉积物分布、组成, 第四纪地质结构特征, 建立区域地层格架, 揭示古沉积环境等。可为重大基础设施规划建设提供基础地质资料, 对开展城市地质工作和保障城市地质安全起积极作用。

关键词: 北京; 庞各庄幅; 1 : 50 000; J50E003010; 数据集; 第四系; 地质调查

数据服务系统网址: <http://dcc.ngac.org.cn/>

1 引言

北京地区地处华北平原的西北部, 西部和北部被太行山和燕山环绕。大地构造位置处于华北陆块中北部, 燕山中新生代陆内造山带的西段, 在漫长的地质历史发展过程中, 经历了多次复杂的构造活动 (汪良谋等, 1990; 鲍亦冈等, 2009; 吕金波等, 2016)。新生代早期北京地区为由多条断裂控制形成的两隆一凹 (京西隆起、大兴隆起和北京凹陷) 的构造格局 (图 1), 到第四纪, 南北构造活动发生分异, 北部构造活动强烈, 形成了沙河 (马池口)、顺义等多个第四纪凹陷, 而南部构造活动则不明显 (汪良谋等, 1990; 黄秀铭等, 1991; 罗明辉等, 2008), 由此造成了北京平原新生界厚度南北的差异。

北京平原上分布着永定河、潮白河、北运河、大清河、蓟运河等水系, 这些水系的发展变迁塑造了现今的北京平原, 北京平原即是由永定河冲洪积扇、潮白河冲洪积扇等 (图 1) 组成 (北京市地质矿产局, 1991; 蔡向民等, 2009, 2016; 袁宝印等, 2002)。北京平原区上部覆盖较厚的新生代沉积物, 山前厚度较小, 向平原区逐渐加厚, 沉积凹陷可厚几百米到一千米 (蔡向民等, 2009; 李长安, 1994; 栾英波等, 2011; 张磊等, 2016a, 2016b; 周毅

第一作者简介: 李瑞杰, 男, 1988 年生, 硕士, 工程师, 从事区域地质与第四纪地质研究工作; E-mail: wylrj163@163.com。

通讯作者简介: 魏波, 男, 1985 年生, 硕士, 高级工程师, 从事区域地质与活动断裂研究工作; E-mail: popeye218@163.com。

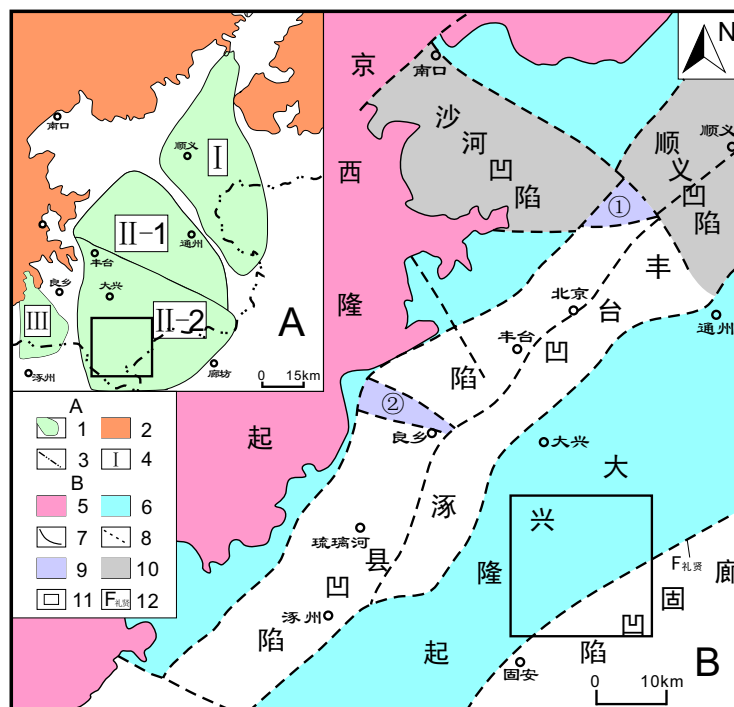


图1 北京平原构造、冲积扇分布简图
(据蔡向民等, 2010; 汪良谋等, 1990 修改)

A—北京平原冲积扇简图; B—北京平原构造简图 1—冲积扇范围; 2—山区; 3—市界; 4—冲积扇编号: I—潮白河冲积扇; II—永定河1号冲积扇; II—2—永定河2号冲积扇; III—大石河冲积扇; 5—山区隆起; 6—隆起区; 7—山区平原界线; 8—断裂; 9—凸起: ①—来广营凸起; ②—良乡凸起; 10—第四纪凹陷; 11—庞各庄幅位置; 12—礼贤断裂带

等, 2016)。古近系、新近系发育河流相沉积, 沉积物以砂、黏土为主。第四系则发育河、湖相冲积及洪积物, 黏土-卵石各类沉积物均有分布 (北京市地质矿产局, 1991; 蔡向民等, 2009, 2016)。人类活动与第四纪沉积物关系密切, 因此, 对第四纪地质研究有着重要的意义。近些年对北京平原区第四纪地质方面开展了很多工作, 取得了众多的认识和成果 (汪良谋等, 1990; 黄秀铭等, 1991; 北京市地质矿产局, 1991; 李长安, 1994; 袁宝印等, 2002; 罗明辉等, 2008; 赵淑君等, 2008; 栾英波等, 2011; 蔡向民等, 2009, 2010, 2016; 张磊等, 2016a, 2016b; 周毅等, 2016; 赵勇等, 2018, 2019), 这些对北京地区第四纪地质研究起了重要的推动作用。

北京地区的区域地质调查工作开展较早, 尤其是新中国成立之后, 区域地质调查工作发展迅速, 先后开展了两轮系统的1:50 000区域地质调查工作 (鲍亦冈等, 2009; 卢惠华等, 2009; 吕金波等, 2014, 2016, 2017)。1958—1961年, 在全国率先开展了1:50 000区域地质调查工作, 即北京第一轮区调。这期间完成了北京及周边地区大部分山区的区调工作, 对北京的地质情况有了较全面的了解, 形成了较为系统的基础地质资料, 成为北京地区区域地质、矿产地质、水文工程地质等工作的重要参考资料。

从1964年沙峪幅1:50 000调查工作开始, 北京地区开启了第二轮1:50 000区调。2000年之前, 工作主要集中在山区、浅山区, 这期间共计完成了图幅36个 (图2)。2000年以后, 随着北京市经济建设、城市化进程的快速发展, 对资源、环境需求有了新的改变, 地质工作的重心也逐渐发生了转变, 城市地质工作从理论到实践取得了快速发

展(卫万顺, 2015)。区域地质调查工作也由服务于资源勘查向服务于城市建设、保障城市地质安全转变。该阶段区调工作向平原地区展开, 截至2018年, 北京琉璃河、庞各庄幅、安次县幅1:50 000区域地质调查工作完成之后, 北京地区实现了1:50 000区域地质调查全覆盖。第二轮区调广泛采用新理论、新观点、新技术、新方法, 改革传统的区域填图方法, 极大地提高了北京地区的区调程度, 基础地质研究水平跃上一个新的台阶。

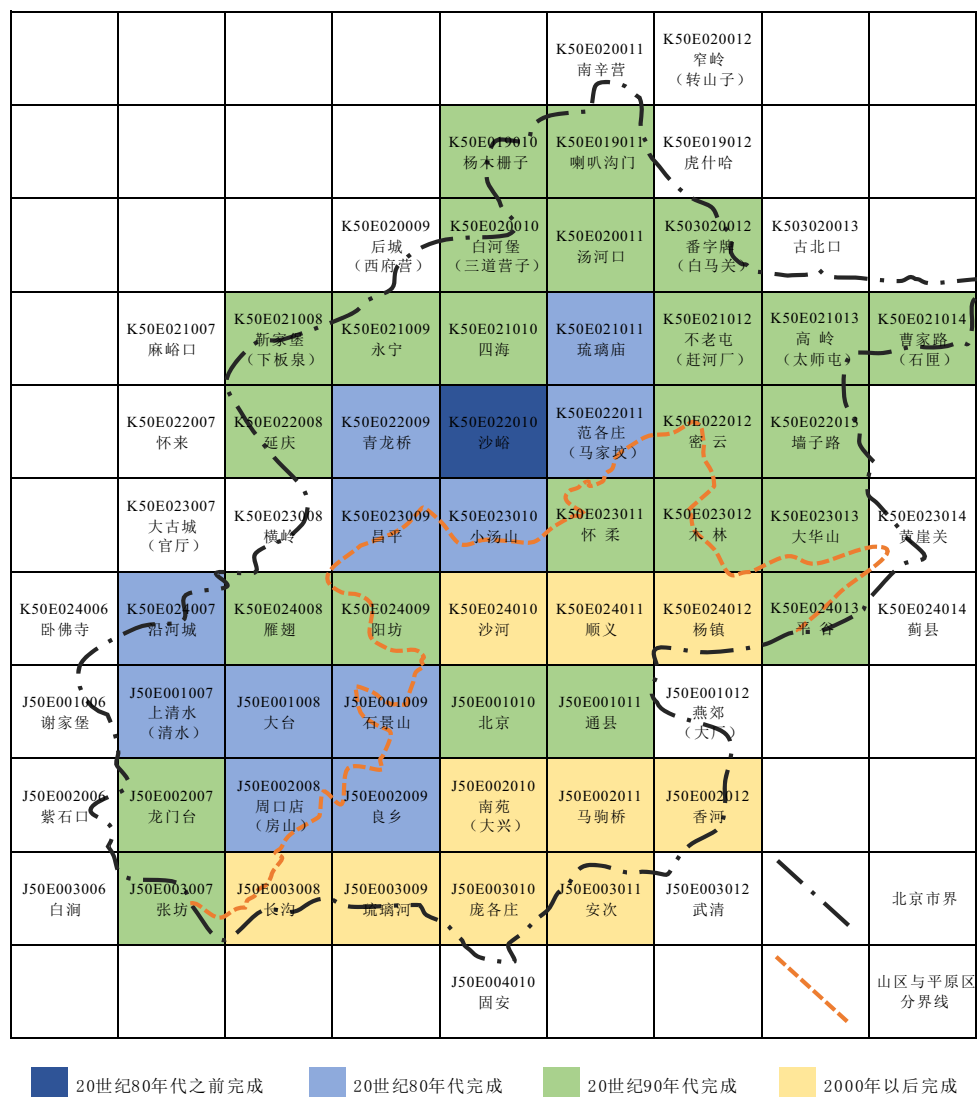


图2 北京地区1:50 000区域地质调查工作程度图

北京庞各庄幅1:50 000区域地质图是天津地质调查中心在北京平原南部地区部署的区调工作图幅之一, 本次工作在系统收集和综合分析已有地质、物化探、钻探、遥感、矿产等资料基础上, 采用数字填图、钻探、综合物探、实验测试等多种方法手段, 开展了1:50 000区域地质调查, 查明了北京南部第四纪地层、构造等基本特征, 对第四系进行了详细的地层划分与对比, 开展了岩相古地理、沉积环境等研究, 建立了标准钻孔剖面, 对重点区段活动断裂进行了精确定位, 总结了区域水工环地质背景条件, 并建立了地质图空间数据库, 北京庞各庄幅1:50 000区域地质调查数据集(表1), 可为重大基础设施规划建设、城市地质安全等提供支撑。

表1 数据库(集)元数据简表

条目	描述
数据库(集)名称	北京庞各庄幅1:50 000区域地质调查数据集
数据库(集)作者	赵 勇,北京市地质调查研究院 魏 波,北京市地质调查研究院 李瑞杰,北京市地质调查研究院
数据时间范围	2014年1月—2016年12月
地理区域	东经116°15′~116°30′,北纬39°40′~39°50′
数据格式	*.xlsx、*.txt、*.docx、*.cdr、*.jpg
数据量	996 KB
数据服务系统网址	http://dcc.ngac.org.cn
基金项目	中国地质调查局地质调查项目:北京1:50 000琉璃河(J50E003009)、庞各庄(J50E003010)、安次县(J50E003011)幅区域地质调查(12 120 114 007 701)
语种	中文
数据库(集)组成	本数据集由图件、表格、文档等组成,包括25条地质调查路线,1个钻孔基本信息表,2个钻孔岩性柱状图,2个钻孔古地磁极性柱,2个钻孔测井曲线图,1个钻孔微体鉴定结果,1个年龄数据表,1幅地质调查点和钻孔点点位图,1幅地质图

2 数据采集和处理方法

2.1 地质调查路线

本次工作路线地质调查参考《1:50 000 区域地质调查技术要求》(DD 2019—01)、《1:50 000 覆盖区区域地质调查工作指南(试行)》(2016—02)等规范要求进行,因工作区为平原区,地形平坦,地质条件简单,点距、线距均适当放宽,路线布置以穿越法为主,辅以追索法,以能较准确地圈定出不同地貌、地质体形态为控制原则,未机械性网格布置。地质点观察主要内容:地貌变化、第四纪沉积物(岩性、物质组成、厚度、成因类型、空间分布)、重要接触关系、地裂缝、墙体开裂、土壤变化、水系变化、陡坎和人工采坑露头、遥感地质解译标志明显变化地段、地质遗迹、环境地质、地质灾害现象等。岩性描述内容包括沉积物定名、颜色、结构构造、组成成分、包含的特殊成分等。野外数据采集利用数字填图系统(RGmap),室内将野外RGmap数据导入数字地质调查信息综合平台(DGSInfo),最后从DGSInfo平台导出.txt文本格式地质调查路线数据(表2),地质调查点点位如图3所示。

2.2 钻探

北京南部平原区庞各庄地区覆盖层厚度在100~500 m,依据《1:50 000 覆盖区区域地质调查工作指南(试行)2016—02》,应有钻孔揭穿覆盖层第四系。本次工作设计施工的2眼钻孔PGZ01(420 m)和PGZ05(255 m),旨在揭穿第四系,同时用来对礼贤断裂两侧地层进行对比研究。钻探工作依据《地质调查岩心钻探技术规程(试行)》(DD2010—01)实施。采用口径108 mm的钻头,岩心平均采取率达92%。

在野外工作中,岩心取出后,利用细钢线等工具从中间剖开,置于1 m长,口径110 mm的半片PVC管中,一半留作备样,一半用于地层描述和采样。地层描述内容包括松散沉积物颜色、岩性、结构、构造、化石以及钙质、铁锰质发育情况等内容。本文数据集中钻孔柱状图即依据钻孔地层描述绘制而成。钻探施工完成后,在井中进行地球物理测

表2 北京庞各庄幅1:50 000 区域地质调查地质调查路线统计表

路线号	地质点数	路线号	地质点数	路线号	地质点数	路线号	地质点数
L1001	7	L1207	9	L1411	13	L1601	10
L1008	7	L1218	9	L1424	16	L1611	8
L1020	8	L1230	11	L1440	11	L1619	8
L1030	7	L1241	10	L1451	10	L1627	7
L1040	10	L1251	11	L1480	8	L1634	10
L1050	8	L1401	10	L1488	14	L1650	11
L1201	6						

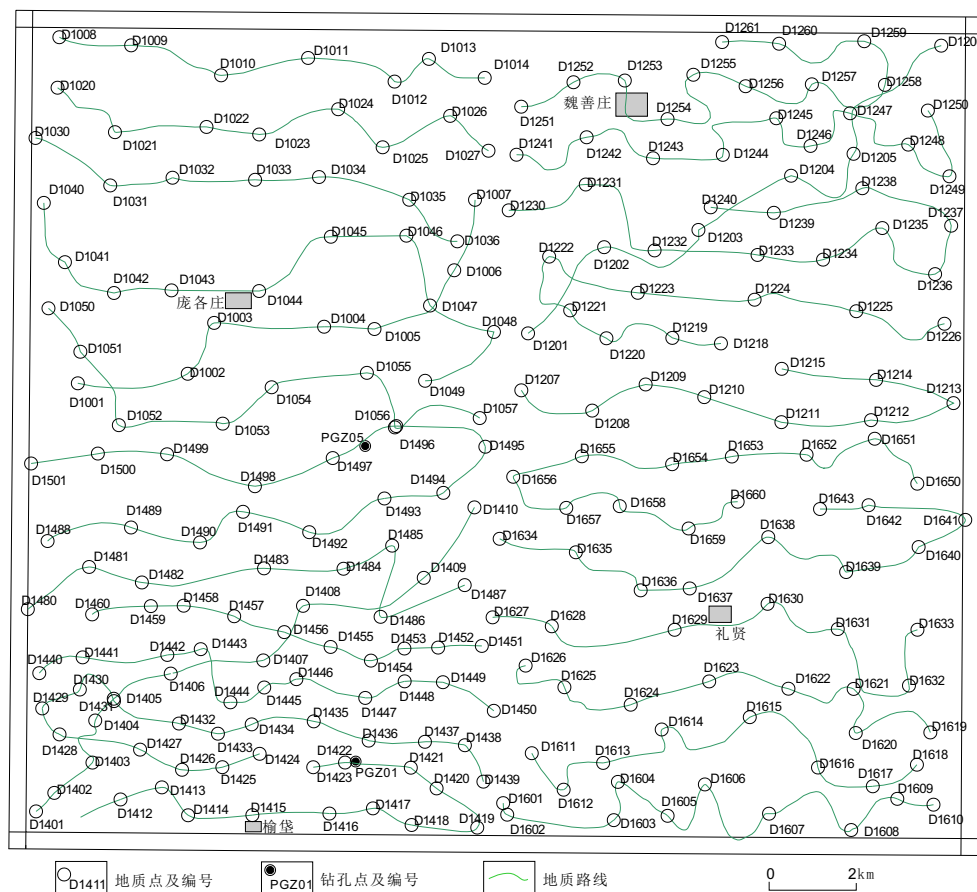


图3 北京庞各庄幅1:50 000 区域地质调查地质点、钻孔位置图

井数据采集(自然电位、电阻率等),采集点距5 cm,利用采集的原始数据生成测井曲线。

2.3 取样、测试

取样工作在放于上述PVC管中的岩心中进行,样品类型有古地磁样品、微体古生物样品、 ^{14}C 样品等。古地磁样品用 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 塑料盒采集,取样对象为黏土、含砂质黏土、粉砂质黏土、黏土质粉砂等细粒沉积物,取样密度2~3个/m,粗粒沉积物(细砂、中砂、粗砂)取样密度在1~2个/m,取样过程避免扰动样和杂质样;微体古生物样品取样对象主要为灰色—灰黑色黏土层,不等间距取样; ^{14}C 样品在浅表层采集,取样对象主要为含碳质黏土、亚黏土。

古地磁样品测试在中国科学院地质与地球物理研究所古地磁实验室进行,采用设备

为 GSD-2 型交变退磁仪和 2G-760 U-Channel 岩石超导磁力仪。测试环境为零磁空间 (<300 nT), 交变场退磁场 60 mT 以内间隔 5 mT 步长, 60 mT 以外间隔 10 mT 步长, 最大退磁场为 80 mT。

获得原始数据后, 首先利用 trans-760 转化数据格式, 然后用 PMag 31b3 进行数据处理, 同时剔除无效数据, 最后利用有效数据在 Excel (2007)、Grapher (12) 等软件中生成磁偏角原始曲线。

微体生物样品分析处理和鉴定均按照《海洋调查规范——海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8—2007) 的要求进行: 干样置于清水内以双氧水分解后, 以 220 目分析筛淘洗, 取筛上物置于蒸发皿内, 烘干后放置显微镜下挑选全部钙质标本。所见钙质标本包括介形类、腹足类、双壳类、有孔虫、轮藻。

^{14}C 样品送往美国 Beta Analytic Inc 实验室完成测试。

3 数据样本描述

北京庞各庄幅 1:50 000 区域地质调查数据集由图件、表格、文档等组成, 包括地质调查路线 (txt 格式文本, 25 条路线、239 个地质点), 1 个钻孔基本信息表 (Excel 文件), 2 个钻孔岩性柱状图 (CorelDraw 文件), 2 个钻孔古地磁极性柱 (CorelDraw 文件), 2 个钻孔测井曲线图 (CorelDraw 文件), 1 个钻孔微体鉴定结果 (Word 文件), 1 个年龄数据表 (Excel 文件)。

3.1 地质调查路线

地质调查路线数据在数字地质调查信息综合平台 (DGSInfo) 中编辑完成后导出 txt 文本格式文件, 主要包含 P(地质点)、R(点间路线)、B(界线) 等内容。

路线信息包含路线编号、路线描述、目的任务、图幅名称、图幅编号、记录者、同行者、日期等信息; 地质点信息包含地质点号、纵坐标、横坐标、露头信息、点性、微地貌、风化程度、岩性、描述等; 点间路线包含方位、距离、填图单位、岩石名称、描述等信息; 界线包含界线类型、左侧填图单位、右侧填图单位、接触关系、描述等信息。

3.2 钻孔基本信息表

钻孔基本信息表包含钻孔编号、钻孔地理位置、X 坐标、Y 坐标、高程、孔深、孔径等信息 (表 3)。

表 3 钻孔基本信息表

序号	钻孔编号	钻孔地理位置	X	Y	高程/m	孔深/m	孔径/mm
1	PGZ01	北京大兴榆堡	443 072.84	4375 905.94	26	420	108
2	PGZ05	北京大兴庞各庄	443 291.94	4383 161.46	28.3	255	108

3.3 钻孔岩性柱状图

根据钻孔编录信息, 绘制岩性柱状图, 主要包含深度标尺、图例、岩性等信息。

3.4 钻孔古地磁极性柱

根据古地磁样品测试结果绘制钻孔古地磁极性柱, 主要包含深度标尺、磁倾角、钻孔极性柱、标准极性柱等内容。

根据测井数据制作, 包含深度标尺、梯度电阻率曲线、电位电阻率曲线等信息。

包含样品分析方法、鉴定结果等内容。

包含钻孔编号、样品编号、采样深度、样品岩性、测试材料、年龄、测年方法、备注等信息。

北京庞各庄幅 1:50 000 地质图图面包括的填图单元有:现代河流冲积物、风积物、永定河决口扇堆积、永定河冲积扇泛滥砂地堆积、永定河冲积扇微斜平原堆积、永定河冲积扇前缘溢出带堆积、永定河冲积扇泛滥平原堆积 7 个填图单元,以及礼贤隐伏断裂和安定隐伏断裂空间展布位置。

主要角图包括:综合地层柱状图、PGZ05孔综合柱状图、图切剖面、太子务综合物探测量成果图(图4)。

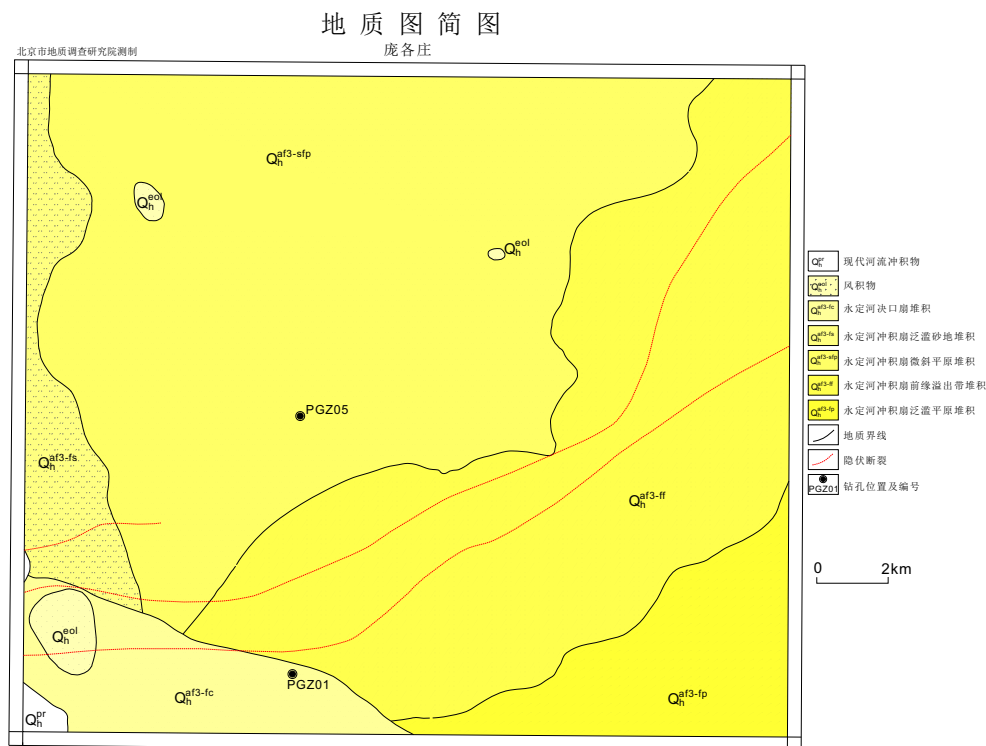


图4 北京庞各庄幅1:50 000地质图简图

北京庞各庄幅 1 : 50 000 区域地质调查工作按照《区域地质调查总则 (1 : 50 000)》(DZ/T 0001—1991)、《1 : 50 000 区域地质调查技术要求》(DD2019—01)、《1 : 50 000 覆盖区区域地质调查工作指南 (试行)》(2016—02) 等规范要求进行, 数据质量和精度达到设计要求, 可满足工作需要。野外路线调查和整理过程均按照《数字地质调查系统操作指南》(李超岭, 2011) 进行, 图幅面积 397 km², 共计完成路线 25 条, 地质点 239 个, 路线

长度 355.4 km, 平均点距 1.49 km, 平均每平方千米 0.6 个地质点, 对于野外采集的路线及钻孔相关数据, 进行质量检查, 自检、互检率达 100%, 院级抽检率 15%, 每年组织 2~3 次野外抽查和室内抽查, 符合地质调查项目质量管理要求。2015 年 10 月顺利通过天津地质调查中心对项目实施情况、工作质量的检查, 评定质量等级为优秀。2017 年 1 月上旬, 华北项目办组织专家对项目进行了野外验收, 项目顺利通过验收, 庞各庄幅评为优秀图幅。

5 数据价值

北京庞各庄幅 1:50 000 区域地质调查工作以地球系统科学观点和先进的地质理论为指导, 采用数字地质调查技术结合遥感解译对工作区浅表沉积物进行了系统的路线地质调查, 按照地貌+成因类型的划分方法, 确定了工作区的填图单元, 查明了各单元沉积物的组成、分布、沉积环境等特征。项目的完成标志北京地区 1:50 000 图幅填图工作全面完成, 同时新理论、新技术的应用提高了填图工作的精度和深度。

在工作区实施了钻探工程, 建立了不同地质构造单元的第四纪地质钻孔剖面, 划分了第四纪地层, 查明了第四系地质结构、空间展布特征。并且对钻孔进行了古地磁、微体古生物、测井、 ^{14}C 同位素等方面的测试分析, 建立了工作区第四纪标准柱状地层剖面, 反映了第四系垂向岩性岩相变化, 分析了第四纪以来沉积环境与岩相古地理演化, 显著提高了工作区第四纪地质研究程度和精度。

利用古地磁测试数据和标准古地磁极性柱确定 PGZ01 孔和 PGZ05 孔古地磁极性柱: PGZ01 孔 0~78.35 m 为布容 (Brunhes) 极性带, 78.35~280 m 为松山 (Matuyama) 极性带, 280~420 m 为高斯 (Gauss) 极性带; PGZ05 孔 0~75.60 m 为布容 (Brunhes) 极性带, 75.60~181.35 m 为松山 (Matuyama) 极性带, 181.35~255.00 m 为高斯 (Gauss) 极性带。

结合 ^{14}C 钻孔地层特征、同位素年龄、古地磁极性柱以及区域地层特征划分 PGZ01 孔和 PGZ05 孔第四纪年代地层格架: PGZ01 孔下更新统、中更新统、上更新统、全新统底界分别为 280 m、78.35 m、56.6 m、18.95 m; PGZ05 孔下更新统、中更新统、上更新统、全新统底界分别为 181.35 m、75.6 m、57.2 m、17.35 m。

依据钻孔地层、测井曲线特征及局部微体古生物鉴定结果, 判断北京平原南部第四纪以来主要为河流相和泛滥平原相沉积地层, 局部夹湖相地层。同时通过分析第四纪地层结构确定该区域第四系至少发育有 3 个含水层段, 可作为潜在后备水源地。

本次工作的开展, 取得了丰富的资料, 尤其是钻孔岩心中大量的测试分析, 使得北京平原南部永定河中下游地区的第四系研究程度有了很大的进展, 为重要经济区带、重大工程的规划建设、可持续发展以及地质安全保障等方面提供基础地质资料和数据。

6 结论

北京庞各庄幅 1:50 000 区域地质调查数据集是在该图幅 1:50 000 区域地质调查工作基础上, 形成的该地区新的成果资料, 汇总了 1:50 000 庞各庄幅内地质调查路线、钻孔岩心柱状图、古地磁、测井、微体古生物以及测年等数据, 包括 25 条地质调查路线, 1 个钻孔基本信息表, 2 个钻孔岩性柱状图, 2 个钻孔古地磁极性柱, 2 个钻孔测井曲线图, 1 个钻孔微体鉴定结果, 1 个年龄数据表, 1 幅地质调查点和钻孔点点位图, 1 幅地质图。

北京庞各庄幅 1:50 000 区域地质图被评审为地质调查优秀图幅, 创新表达了覆盖

区区域地质调查成果,具备一定的示范作用。

北京庞各庄幅1:50 000区域地质调查数据集可用于划分第四系地质结构,区域第四纪地层多重划分与对比,判断岩相古地理及沉积环境,圈定潜在水源地等方面研究。既可以提高了区域第四纪地质研究程度和精度,同时也可以为工程规划建设、地质安全保障等提供基础地质资料和数据。

致谢:该数据集是项目组全体成员共同努力的成果,项目实施过程中得到了天津地质调查中心王强研究员和胥勤勉高级工程师的指导和帮助,三位审稿专家给予论文指导性意见,在此一并致以诚挚的感谢。

参考文献

- 北京市地质矿产局. 1991. 北京市区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社.
- 鲍亦冈, 王继明. 2009. 对北京区域地质调查工作的回顾, 展望新时期区调工作的深化与拓展 [A]. 中国地质学会地质学史专业委员会、中国地质大学地质学史研究所. 地质学史论丛 (5)[C]: 中国地质学会地质学史研究会.
- 蔡向民, 栾英波, 郭高轩, 梁亚楠. 2009. 北京平原第四系的三维结构 [J]. 中国地质, 36(5): 1021-1029.
- 蔡向民, 郭高轩, 栾英波, 孙知明, 梁亚南, 姜龙群. 2010. 永定河形成时代研究 [J]. 第四纪研究, 30(1): 167-174.
- 蔡向民, 张磊, 郭高轩, 尤世娜, 方同明, 吕金波, 梁亚楠. 2016. 北京平原地区第四纪地质研究新进展 [J]. 中国地质, 43(03): 1055-1066.
- 黄秀铭, 汪良谋, 徐杰, 方仲景, 张裕明, 何家翠, 王辉. 1991. 北京地区新构造运动特征 [J]. 地震地质, 13(1): 43-51.
- 李长安. 1994. 北京平原东北部晚新生代地层划分及地层层序初建 [J]. 地层学杂志, (2): 138-145.
- 李超岭. 2011. 数字地质调查系统操作指南 [M]. 北京: 地质出版社, 1-203.
- 卢惠华, 石绍宗, 钱佩娟. 2009. 北京区域地质调查工作回顾 [A]. 中国地质学会地质学史专业委员会、中国地质大学地质学史研究所. 地质学史论丛 (5)[C]: 中国地质学会地质学史研究会.
- 罗明辉, 张世民, 任俊杰, 王英, 张英礼. 2008. 北京断陷的新生代沉积与构造演化 [J]. 地壳构造与地壳应力文集, : 67-79.
- 栾英波, 蔡向民, 郭高轩, 梁亚楠, 郭莉. 2011. 北京平原区新 5 孔岩心特征及地层初步划分 [J]. 中国地质, 38(2): 495-503.
- 吕金波, 郑桂森, 李安宁, 李伟, 王继明, 孙永华. 2016. 北京百年地质调查的传承与发展—《北京市区域地质志》修编 [J]. 地质通报, 35(11): 1906-1917.
- 吕金波. 2014. 北京地区基础地质研究史 [J]. 城市地质, 9(03): 8-13.
- 吕金波, 丁孝忠. 2017. 北京区域地质调查论著沿革 [J]. 城市地质, 12(04): 94-100.
- 汪良谋, 徐杰, 黄秀铭, 方仲景, 张裕明, 王辉. 1990. 北京拗陷构造活动性分析 [J]. 中国地震, (2): 25-36.
- 卫万顺. 2015. 北京城市地质工作进展与思考 [J]. 城市地质, 10(S1): 2-7.
- 袁宝印, 邓成龙, 吕金波, 金昌柱, 吴玉书. 2002. 北京平原晚第四纪堆积期与史前大洪水 [J]. 第四纪研究, (05): 474-482.
- 张磊, 张晓亮, 白凌燕, 蔡向民, 王继明, 杨天水. 2016a. 北京平原沙河凹陷第四纪磁性地层学研究及

- 其新构造运动的沉积响应 [J]. 中国地质, 43(3): 1076–1084.
- 张磊, 何静, 白凌燕, 蔡向民, 王继明, 杨天水. 2016b. 北京凹陷北缘第四纪凹陷盆地沉积速率变化特征与顺义断裂活动性的响应关系 [J]. 中国地质, 43(2): 511–519.
- 赵淑君, 程捷, 尹功明, 咎立宏. 2008. 北京平原区中更新世以来的孢粉组合及其古气候意义 [J]. 古地理学报, 10(6): 637–646.
- 赵勇, 王强, 李瑞杰, 魏波, 徐吉祥, 孙永华, 张晓亮, 王纯君, 周圆心, 尤世娜, 吕金波. 2018. 北京平原区 PGZ01 孔第四纪地层划分及其环境意义 [J]. 古地理学报, 20(2): 337–348.
- 赵勇, 李瑞杰, 魏波, 王纯君, 孙永华, 方同明. 2019. 北京大兴凸起南部 PGZ05 钻孔剖面第四纪磁性地层学 [J]. 现代地质, 33(1): 56–62.
- 周毅, 郭高轩, 张磊, 蔡向民, 雷坤超. 2016. 北京后沙峪凹陷的第四纪地层划分与构造演化 [J]. 中国地质, 43(03): 1067–1075.

