

中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目
建设用地地质灾害危险性评估报告

评审意见书

中材地质工程勘察研究院有限公司完成了《中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告》(以下简称“评估报告”),专家组于2025年11月24日对评估报告进行了审查,意见如下。

一、项目概况

拟建项目用地位于北京市昌平新城东区 CP00-1201 街区,本项目规划总用地面积 467972.022 平方米,规划总建筑规模为 389293.123 平方米。项目四至范围为:北至景兴街,西至规划景文西路,南至规划京密引水渠北路,东至创安路。规划用地性质为二类居住用地、幼儿园用地、中小学合校、中学用地、体育用地、文物古迹用地、社区综合服务设施用地、公园绿地及城市道路用地(代征道路)。

二、评审意见

1、评估报告单位在全面搜集了前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料的基础上,开展了区域地质、水文地质、环境地质、工程地质、地质灾害等专项地质调查(调查面积 4.3km²,精度 1:2000),根据灾害分布情况,所确定的重点调查区合理,利用了周边钻孔及相应的试验测试,为本次评估奠定了基础。

2、“评估报告”通过综合环境地质条件分析,认为评估区地质环境条件中等复杂,该建设项目属于较重要建设项目,综合认定属二级建设用地地质灾害危险性评估是合适的,符合北京市《地质灾害危险性评估技术规

范》(DB11/T893-2021)的要求。

3、“评估报告”针对评估区存在的地面沉降、砂土液化和活动断裂三种类型地质灾害进行了评估。

现状评估认为：建设用地地面沉降和活动断裂的现状危险性均为“小”；在现状地下水位和8度地震烈度作用条件下，建设场地内砂土液化的现状危险性为“小”。

现状评估符合实际。

4、预测评估认为：建设场地遭受地面沉降和活动断裂危害的危险性均为“小”；在地下水位埋深0.5m和8度地震烈度作用条件下，建设场地遭受砂土液化危害的危险性“小”。

预测评估依据充分。

5、综合评估认为：建设用地地质灾害危险性等级为小级，地质灾害的防治难度为小。场地作为项目建设用地是适宜的。

综合评估结论可信。

总之，专家组认为该报告资料收集齐全，工作部署合理，图表清晰，评估依据充分，结论可信。审查通过。

专家组长：



评审专家：



2025年11月24日



中国建材

中材地质勘查研究

中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目
建设用地地质灾害危险性评估报告

中材地质工程勘查研究院有限公司

二〇二五年十一月



中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目
建设用地地质灾害危险性评估报告

责 任 表

总 经 理：王之军

技术负责人：杨风辰

审 定 人：高立明

审 核 人：陈永生

项目负责人：葛志广

项目工程师：李旭靓

杨宗闪

穆胜利

报告编写单位：中材地质工程勘查研究院有限公司

报告提交日期：2025 年 11 月 24 日



地质灾害防治单位资质证书

此证书仅用于中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目建设用地地质灾害危险性评估

单位名称:中材地质工程勘查研究院有限公司

资质类别:地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住 所:北京市朝阳区望京西路甲50号1号楼401、402 资质等级:甲级

证书编号:110020231110018

有效期至:2028 年 11 月 28日

发证机关:北京市规划和自然资源委员会

发证日期:2023 年 11 月 28日



中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目
建设用地地质灾害危险性评估报告

评审意见书

中材地质工程勘察研究院有限公司完成了《中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告》(以下简称“评估报告”),专家组于2025年11月24日对评估报告进行了审查,意见如下。

一、项目概况

拟建项目用地位于北京市昌平新城东区 CP00-1201 街区,本项目规划总用地面积 467972.022 平方米,规划总建筑规模为 389293.123 平方米。项目四至范围为:北至景兴街,西至规划景文西路,南至规划京密引水渠北路,东至创安路。规划用地性质为二类居住用地、幼儿园用地、中小学合校、中学用地、体育用地、文物古迹用地、社区综合服务设施用地、公园绿地及城市道路用地(代征道路)。

二、评审意见

1、评估报告单位在全面搜集了前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料的基础上,开展了区域地质、水文地质、环境地质、工程地质、地质灾害等专项地质调查(调查面积 4.3km²,精度 1:2000),根据灾害分布情况,所确定的重点调查区合理,利用了周边钻孔及相应的试验测试,为本次评估奠定了基础。

2、“评估报告”通过综合环境地质条件分析,认为评估区地质环境条件中等复杂,该建设项目属于较重要建设项目,综合认定属二级建设用地地质灾害危险性评估是合适的,符合北京市《地质灾害危险性评估技术规

范》(DB11/T893-2021)的要求。

3、“评估报告”针对评估区存在的地面沉降、砂土液化和活动断裂三种类型地质灾害进行了评估。

现状评估认为：建设用地地面沉降和活动断裂的现状危险性均为“小”；在现状地下水位和8度地震烈度作用条件下，建设场地内砂土液化的现状危险性为“小”。

现状评估符合实际。

4、预测评估认为：建设场地遭受地面沉降和活动断裂危害的危险性均为“小”；在地下水位埋深0.5m和8度地震烈度作用条件下，建设场地遭受砂土液化危害的危险性“小”。

预测评估依据充分。

5、综合评估认为：建设用地地质灾害危险性等级为小级，地质灾害的防治难度为小。场地作为项目建设用地是适宜的。

综合评估结论可信。

总之，专家组认为该报告资料收集齐全，工作部署合理，图表清晰，评估依据充分，结论可信。审查通过。

专家组长：



评审专家：



2025年11月24日

目 录

前 言	1
第一章 评估工作概述	2
一、建设工程概况	2
二、以往工作程度	6
三、评估工作方法及工作量	6
四、评估范围与级别的确定	8
第二章 地质环境条件	11
一、气象、水文	11
二、地形地貌	13
三、地层岩性	18
四、地质构造及区域地壳稳定性	22
五、工程地质条件	29
六、水文地质条件	30
七、人类活动对地质环境的影响	33
第三章 地质灾害危险性现状评估	34
一、地质灾害类型的确定	34
二、地质灾害现状调查	34
三、地质灾害危险性现状评估	35
第四章 地质灾害危险性预测评估	50
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测	50
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	50
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	53
一、地质灾害危险性综合评估原则	53
二、地质灾害危险性综合评估	53
三、建设场地适宜性评价	54
第六章 结论及建议	55
一、结论	55
二、建议	55

前 言

受业主委托，中材地质工程勘察研究院有限公司于 2025 年 11 月 21 日完成了中关村科技园昌平园东区四期联合储备开发项目建设用地地质灾害危险性评估工作。

评估依据：本次地质灾害危险性评估工作，以《地质灾害防治管理办法》（国土资源部 4 号令）、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）和《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资源部〔2004〕69 号）为依据，评估的原则、内容、技术方法和工作程序等执行自然资源部《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）和北京地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021），技术要求中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。

本次评估主要任务：

- （1）查明评估区及其周边的自然地理条件、综合地质环境现状；
- （2）调查评估区及其周边地区的地质灾害类型、规模、分布、稳定状态等；分析灾害形成的地质环境条件、分布、类型、变形活动特征、主要诱发因素与形成机制等；
- （3）分析预测建筑物在建设过程中和使用过程中对地质环境的改变和影响，评价其可能诱发或加剧地质灾害的可能性及灾害的范围、危害程度；
- （4）对地质灾害的危险性做出综合评价，确定地质灾害危险性级别；
- （5）从地质灾害的角度对建设场地的适宜性做出明确结论，并针对可能存在的地质灾害提出预防性措施、建议。

第一章 评估工作概述

一、建设工程概况

拟建项目用地位于北京市昌平新城东区 CP00-1201 街区（图 1-1~1-5），本项目规划总用地面积 467972.022 平方米，规划总建筑面积为 389293.123 平方米。项目四至范围为：北至景兴街，西至规划景文西路，南至规划京密引水渠北路，东至创安路。规划用地性质为二类居住用地、幼儿园用地、中小学合校、中学用地、体育用地、文物古迹用地、社区综合服务设施用地、公园绿地及城市道路用地（代征道路）。用地规划指标见表 1-1。

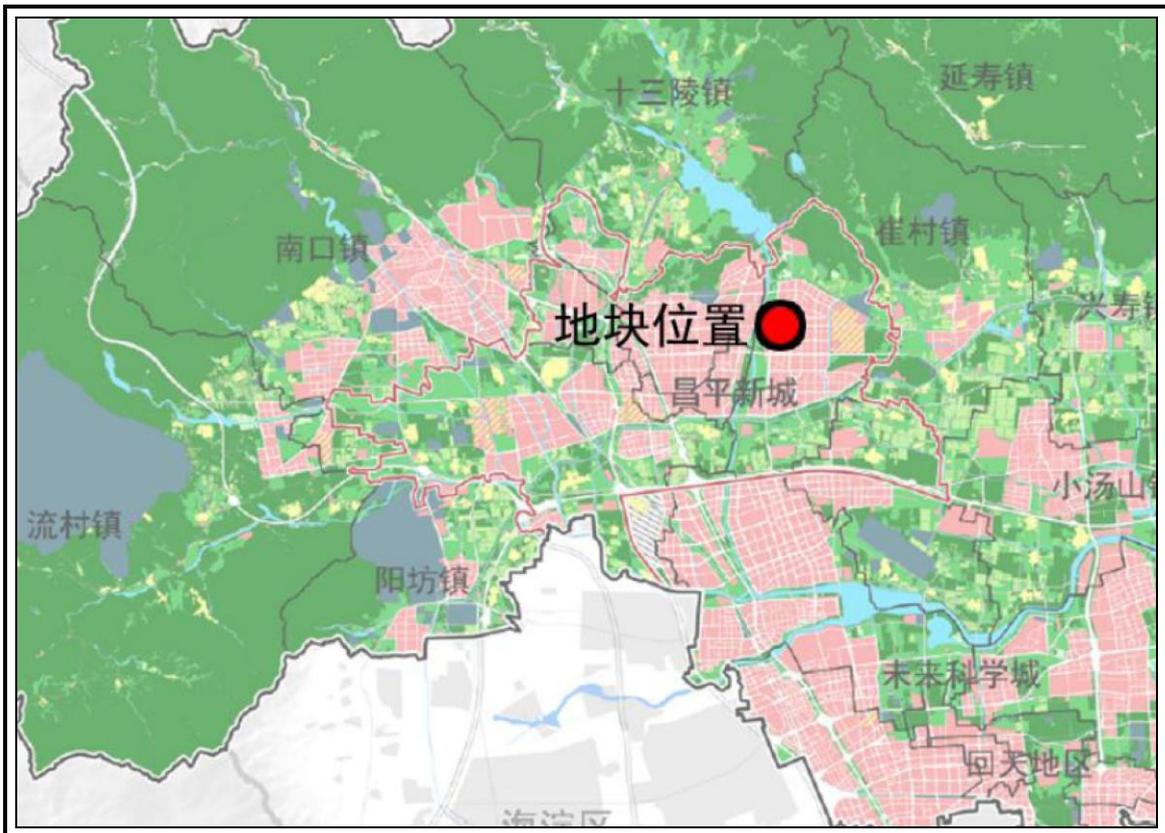


图 1-1 拟建用地区域位置图

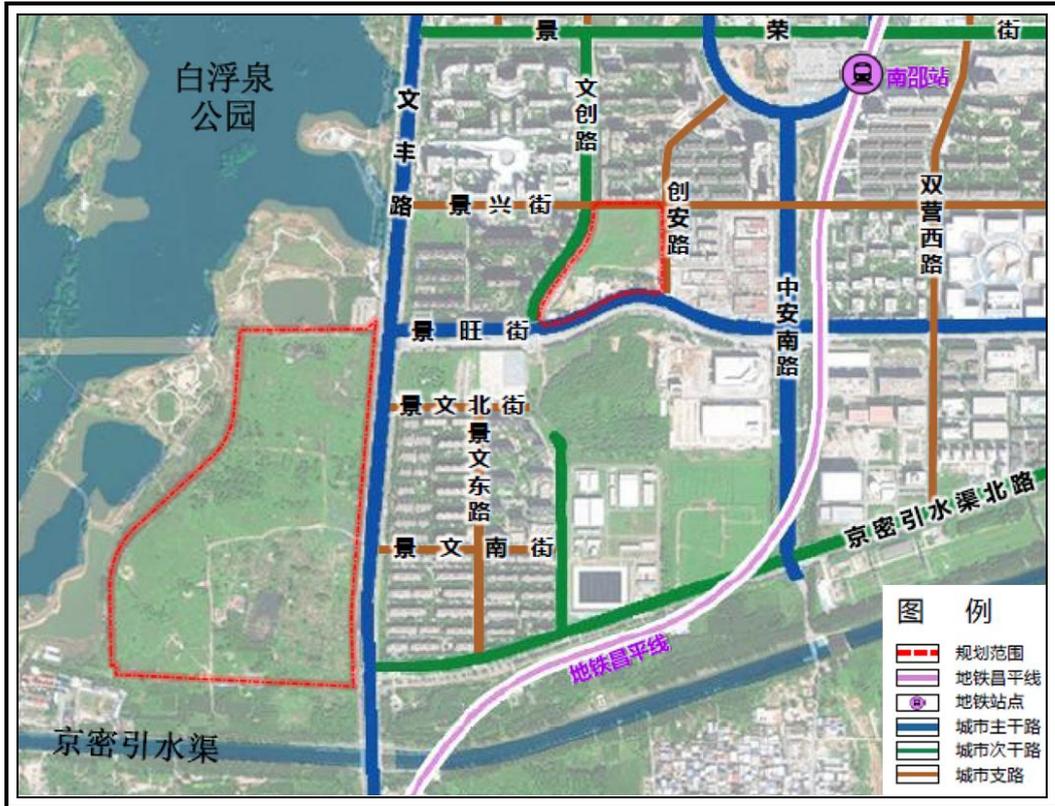


图 1-2 交通地理位置图



图 1-3 用地性质规划图



图 1-4 建筑强度规划图



图 1-5 建筑高度管控图

用地规划指标见表 1-1

序号	用地编号	用地性质	用地面积 (平方米)	建筑规模 (平方米)
1	CP00-1201-0039	二类居住用地	35055.383	40313.690
2	CP00-1201-0013	二类居住用地	9912.737	11399.648
3	CP00-1201-0015	二类居住用地	19813.619	27739.067
4	CP00-1201-0016	幼儿园用地	4800.000	3840.000
5	CP00-1201-0017	二类居住用地	16999.289	19549.182
6	CP00-1201-0018	文物古迹用地	1108.276	
7	CP00-1201-0019	体育用地	3900.000	3120.000
8	CP00-1201-0020	社区综合服务设施用地	4841.948	4841.948
9	CP00-1201-0021	中小学合校	39000.00	31200.000
10	CP00-1201-0023	二类居住用地	39783.016	45750.468
11	CP00-1201-0024	二类居住用地	38643.939	54101.515
12	CP00-1201-0026	二类居住用地	41027.338	47181.439
13	CP00-1201-0027	二类居住用地	40765.290	57071.406
14	CP00-1201-0030	体育用地	18380.950	14704.760
15	CP00-1201-0031	中学用地	35600.000	28480.000
16	CP00-1201-0011	G1 公园绿地	2000.000	
17	CP00-1201-0012	G1 公园绿地	1500.00	
18	CP00-1201-0014	G1 公园绿地	5200.00	
19	CP00-1201-0022	G1 公园绿地	2954.639	
20	CP00-1201-0025	G1 公园绿地	2700.000	
21	CP00-1201-0028	G1 公园绿地	2700.000	
22	CP00-1201-0029	G1 公园绿地	2500.000	
23	代征道路 1	S1 城市道路用地	80551.763	
24	代征道路 2	S1 城市道路用地	17640.630	
25	代征道路 3	S1 城市道路用地	404.207	
26	代征道路 4	S1 城市道路用地	188.998	
总计			467972.022	389293.123

二、以往工作程度

建设场地及周边曾做过一定的水文地质、工程地质、地震地质等研究工作，尤其是近年来周边先后开展了若干建设用地地质灾害评估工作，为本次地质灾害危险性评估任务奠定了一定的工作基础。近年，该地区主要工作成果如下表：

表 1-2 评估区域以往主要工作成果

成果名称	完成单位	完成时间
小汤山幅 1: 5 万区域地质调查报告	北京市地质调查所	1988 年
沙河幅 1: 5 万区域地质调查报告	北京市地质调查研究院	2004 年
北京市昌平区地质灾害调查与区划	北京市地质研究所	2002 年
北京市工商行政管理局昌平分局小汤山工商所业务楼建设用地地质灾害危险性评估	北京市地质调查研究院	2006 年
北京市地面沉降区划图	水文地质工程地质大队	2007 年
北京平原区基岩地质构造图 (1: 10 万)	北京市地勘局	2007 年
昌平未来科技城北 1 区、北 2 区土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估	北京市地质矿产勘查开发总公司	2009 年
北京昌平规划新城前期区域工程地质勘查	北京市地质矿产勘查开发局 北京市地质调查研究院	2010 年

三、评估工作及工作量

(1) 评估工作方法

评估工作按北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021) 等有关规定进行，对技术规范中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。评估工作程序见图 1-6。

为了科学全面地对拟建场地及其周边地区地质灾害危险性进行评估，接受业主委托任务后，我单位成立了专门地质灾害评估项目小组，在现场踏勘的基础上，收集、整理场地附近的气象、水文、地理、区域地质、环境地质和地质灾害等资料，进行了地质环境条件综合调查。根据本规划建设场地的地质环境条件及地质灾害现状，在综合分析的基础上，对评估区活动断裂、地面沉降、地裂缝及砂土液化等地质灾害进行了调查。由于区内及周边工程地质资料、地层结构资料较丰富，本次评估工作是在野外调查的基础上，结合收集整理的现有资料情况。经综合分析和系统整理，按照技术要求，按地质灾害类型逐项进行现状评估、预测评估，最后对建设场地的适宜性作出了评价。

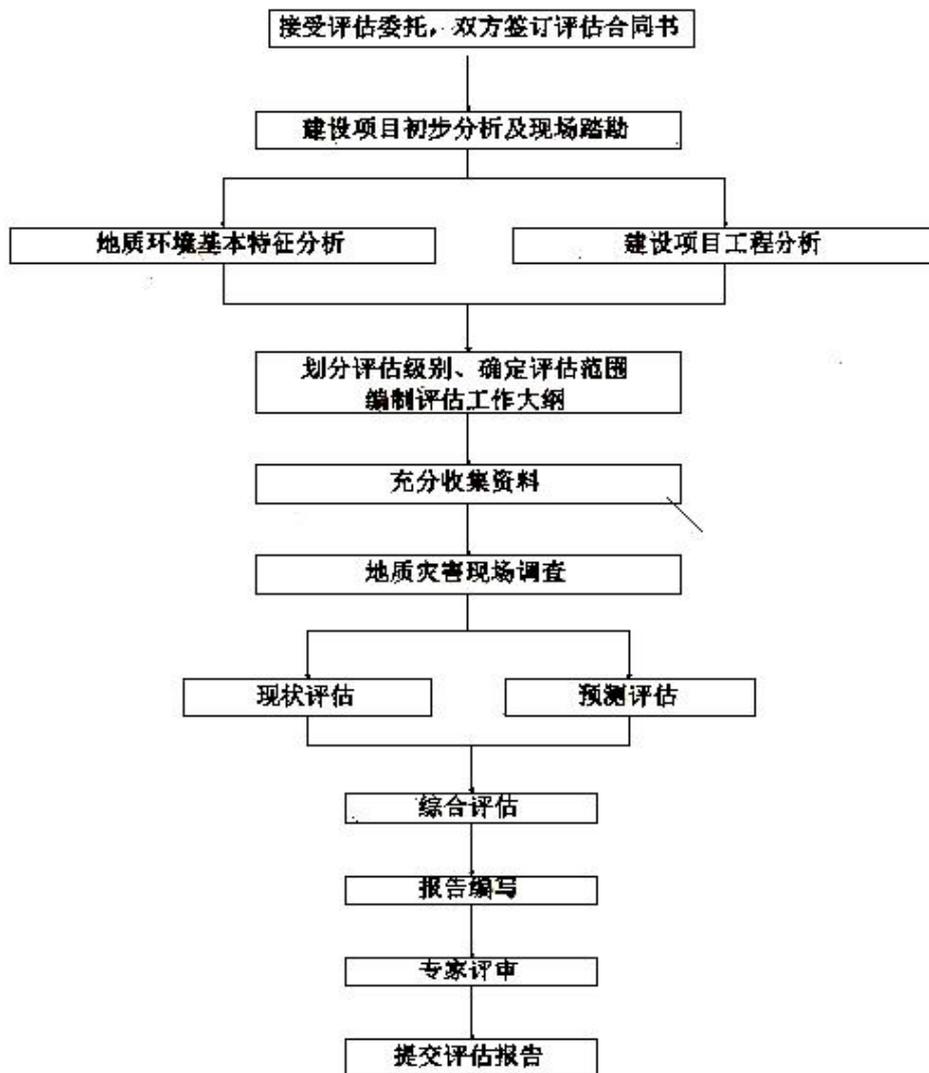


图 1-6 评估工作程序框图

(2) 完成工作量

本次评估工作进行了充分的前期准备及资料搜集，组织调查组进行野外调查，然后进行室内资料整理、编制图表、编写报告。完成工作量见表 1-3、附图 1。

表 1-3 评估工作量表

项目名称		单位	数量	说明	
资料收集	区域地质调查报告	份	2	1:5 万	
	抗震专题研究成果资料	份	3		
	其它生产科研报告	份	25	多种比例尺	
野外调查	专项地质测量	km ²	4.3	1:2000	
	专项水文地质测量	km ²	4.3	1:2000	
	专项生态环境地质测量	km ²	4.3	1:2000	
	专项工程地质测量	km ²	4.3	1:2000	
	专项地质灾害测量	km ²	4.3	1:2000	
	遥感地质解译	km ²	4.3	1:10000	
	砂土液化调查 (勘探)	钻孔	个	18	资料收集
		进尺	m	299	资料收集
土工试验		件	45	资料收集	
标贯试验		次	15	资料收集	
报告打	地质灾害评估报告	字	20000		
	调查绘制剖面	条	7		

四、评估范围与级别的确定

(一) 评估工作范围

根据评估区已有资料及以往工作经验，同时根据评估区地质环境特点，确定评估区范围存在潜在的活动断裂、地面沉降、砂土液化三种地质灾害。本次地质灾害评估工作即对上述地质灾害的危险性进行调查与评估。

根据建设用地及其周边范围地质灾害影响范围及分布特点，确定本次评估工作总体范围。对于活动断裂地质灾害，调查范围为评估区所在

北西向南口-孙河断裂北侧范围内；对于地面沉降地质灾害，调查重点放在建设用地及其周边沉降中心区域；对于砂土液化地质灾害，调查重点放在建设用地范围。以规划用地红线为基准，向外延伸 500m 所形的区域作为各地块的评估调查区域，经测算，评估调查区域面积大于 4km²，符合北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中关于平原区评估调查区面积不少于 4km² 的规定。本次评估对评估调查范围内的专项地质、环境地质、水文地质、工程地质和灾害地质等进行了专项重点调查。

（二）评估级别的确定

1、建设项目重要性类别

本项目属于民用建设项目，包括一般房屋建筑工程和学校。根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中建设项目重要性分类表附录 B.2 相关规定（表 1-4），综合确定本项目属较重要建设项目。

表 1-4 建设项目重要性分类表
（规范性附录 B.2 节选）

项目类型/类别		重要建设项目	较重要建设项目	一般建设项目
工业和民用建设项目	一般房屋建筑工程	高度≥28层；跨度≥36m（轻钢结构除外）；单项工程建筑面积≥3万 m ²	高度 14 层~28 层；跨度 24 m~36m（轻钢结构除外）；单项工程建筑面积 1 万 m ² ~3 万 m ²	高度<14层；跨度<24m（轻钢结构除外）；单项工程建筑面积<1 万 m ²
	学校	在校师生≥5000 人或占地面积 ≥1km ²	其他均按较重要建设项目	

2、地质环境条件复杂程度

根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）规范性附录 B.1 的规定，本项目地质环境条件复杂程度主要考虑自然条件和地质条件，以及人类工程活动对地质环境条件

的影响。

现状地质灾害方面：经现场调查并根据已有观测资料，评估区现状地质灾害主要存在地面沉降一种，危害小。评估区地质灾害简单。

地形地貌方面：评估区位于北京平原区北部，地貌单元总体属于温榆河冲洪积扇平原区。区内现状为房屋占具。周边为河道、绿地、农业用地、企业用地及居民生活用地。地面基本平坦。地形地貌简单。

地质构造方面：建设用地内无断裂通过，周边发育的主要活动断裂为南口-孙河断裂。南口孙河断裂为全新世活动断裂，拟建场区距离南口-孙河断裂最近距离约 0.8km。评估区构造地质条件中等。

水文地质和工程地质方面：评估区含水层以细砂和中砂为主，其次为砂质粉土。勘探深度范围内揭露了 4 层含水层。根据收集水位资料，评估区地下水变化较大；区内第四系覆盖层厚度较大，地层主要为温榆河冲积作用形成，岩性以粘性土、粉土及砂类土为主，地层分布较稳定。评估区内水文地质和工程地质条件中等。

人类工程活动方面：区内及周边现状大部分为居民住房及农业用地，周边分布有村庄、学校、居住区、市政用地和小型工业企业，区内人类活动以房屋建设、居民居住和小型企业生产为主。区内破坏地质环境的人类工程活动一般。

综上所述，评估区内现状地质灾害简单，地形地貌简单，地质构造条件中等，水文地质和工程地质条件中等，破坏地质环境的人类工程活动一般，评估区地质环境条件复杂程度为中等复杂类型。

3、建设项目评估级别

本次地质灾害危险性评估是在地质环境中等复杂地区进行的较重要建设项目的地质灾害危险性评估，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）规定，确定本次地质灾害危险性评估级别为二级。

第二章 地质环境条件

一、气象、水文

(一) 气象

昌平区处在温带季风区，属暖温带大陆性半干旱季风气候，受其影响造成降水时间分布不均匀。据昌平气象台 1961-2016 年资料，本区多年平均降水为 550.3 mm。降水量在一年中分配不均，雨量集中在夏季，6-9 月降雨 443.4mm，占年降水量的 76%。昌平区多年平均气温为 11.5°C-11.8°C，最冷的一月份平均气温为-4.1°C（1962 年 2 月 24 日极端最低气温-19.6°C），最热的 7 月份平均气温为 25.7°C（1961 年 6 月 10 日极端最高气温 40.3°C）。年平均日照时数 2684 小时，最大冻土深度 0.8-1.2m。

(二) 水文

评估区域内主要天然河流为位于场区南部的温榆河（图 2-1），发源于北京市昌平区军都山麓。上游由东沙河、北沙河、南沙河 3 条支流汇合而成。全长 47.5km，其间又有蔺沟河、清河、龙道河、坝河、小中河汇入。流域面积 4423km²。1970 年至 1972 年曾两次整治，沿河筑堤，并建闸 4 座。蔺沟河口以上防洪标准按 50 年一遇设计，洪峰流量 400m³/s；蔺沟河口以下按 20 年一遇设计，50 年一遇校核，洪峰流量 1562 m³/s。灌溉农田 20 万亩。

与评估区相关的水体情况如下：

北沙河：呈北西向流经规划区的西部。其源于昌平西北部、西部山区，由虎峪沟、关沟、狡狴沟、兴隆口沟、白洋城沟、柏峪口沟、高崖口沟等众多沟谷汇合而成。河流自西北流向东南，穿京包铁路桥，于沙河镇东流入沙河水库，属温榆河支流，古称双塔河。主河道全长 60km，总流域面积为 623km²，纵坡 1.06‰。



图 2-1 昌平地区河流水系图

南沙河：位于评估区南部，近东西流向。源头分南、北二支，北支源于海淀区西北部山区的上方寺、龙泉寺一带，南支源于寨口村一带，南、北二支汇于上庄乡西马房村西。下游于老牛湾村入昌平区境，后入沙河水库，属温榆河水系。主河道全长 21km，宽约 100m，流域面积 220km²。

还有十三陵水库、京密引水渠、沙河水库等水利设施。

十三陵水库：十三陵水库位于北京市昌平区境内，在十三陵盆地的东南，距北京城区 40km。水库总蓄水量为 6000 多万立方米，是颐和园昆明湖蓄水量的 20 倍。

京密引水渠：是将密云水库所蓄之水引入城区的输水渠道，全长 110km。起自密云水库白河主坝以南的调节池，于怀柔城区北入怀柔水库，下游经颐和园的昆明湖，在海淀区罗道庄与永定河引水渠相汇合，构成北京市完整的输水系统。京密引水渠由东向西南斜贯昌平区，区内长度 37.15km。

沙河水库（沙河闸）：建在温榆河始端，控制南沙河、北沙河、东沙河的水流，属大型拦河闸。总蓄水量 620 万立方米，控制流域面积

1110km²。由主坝、副坝、拦河闸和电站组成枢纽工程。

二、地形地貌

（一）地形

北京地形西北高，东南低；西部为太行山脉，北部为燕山山脉，山区多属中低山地形，东南是一块缓缓向渤海倾斜的平原，其平原形状很象一个向群山丛中突入的海湾，故有“北京湾”之称，北京城座落在北京湾的东南隅。

昌平区地处温榆河冲积平原和燕山、太行山支脉的结合地带，地势西北高、东南低，北倚燕山西段军都山支脉，南俯北京小平原，山区、半山区占全区总面积的 2/3。山地海拔 800-1,000m，最高峰在西北部的黄楼洼（海拔 1,439.8m），平原高度海拔 30-100m，最低点出现在南部南七家东侧（海拔仅 27m）。

评估区位于昌平区中部，属于低洼地，整体地势上由北西、北向南东、南地形呈缓倾斜状，地面高程在 52-48m，地面坡降约 0.5%左右。地面起伏情况见图 2-2、。

（二）地貌

文丰路以西地块周围环绕白浮泉公园，东侧紧邻现状长滩壹号、金科廊桥水岸等小区；文丰路以东地块紧邻现状建成的兴昌佳苑等小区、东侧临近中科云谷园、中关村昌平园等产业园和昌平线南邵站，附图 2。

评估区地貌类型为山地地貌、平原地貌和人工地貌 3 大类型。地貌成因和形态与温榆河上游的主要支流密切相关，以形态结合成因进一步划分为：低山、残丘、坡洪积台地、冲洪积扇、冲洪积平原、河床及河漫滩、低洼地、古河道、水库和人工水渠、人工水塘、砂石坑、垃圾场等微地貌单元。



图 2-2 评估区遥感影像图

评估区地貌主要受温榆河古河道变迁的切割作用、洪泛作用及人类工程活动等多种作用影响，形成多种地貌单元。由温榆河洪冲积作用，在区域内形成广泛的洪冲积平原；受军都山洪水泄洪的影响，在龙山东西两侧沿德胜口古河道及十三陵东沙河现状河道、南口洪积扇形成多个河流决口冲洪积扇地，在扇地附近又形成许多古河道洼地、缺口洪冲积扇洼地、自然堤外洼地；由于人类工程活动，在昌平西北、西南和东南部形成大量的采砂和采土坑，在这些采坑边沿或附近形成大量的砂石料选料场，场地上一般都堆有大量的砂石料和渣土及洗砂料而形成的泥浆渣池等。总的来看，评估区主要为河流（侵蚀）冲洪积地貌，其次为人工地貌和山地地貌。

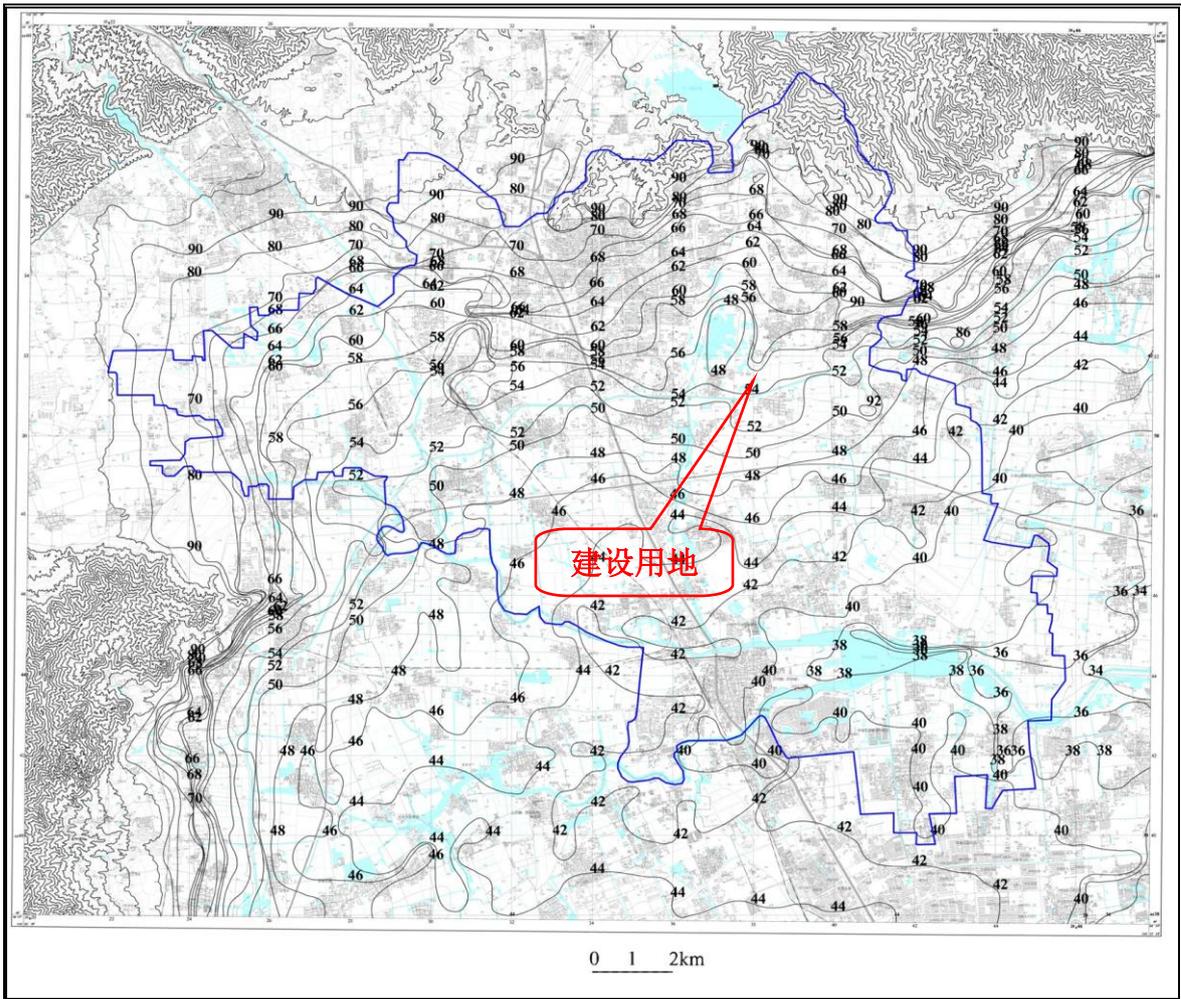


图 2-2 评估区地面高程等值线图

1、山地地貌

评估区内山地地貌主要为评估区周边的孤山残丘地貌。切割深度在 30m—50m，坡度较缓，在 10°左右，呈馒头状山丘和垌丘，谷地开阔平坦。

2、平原地貌

(1) 冲洪积扇、冲洪积平原

冲洪积平原地貌单元形成于晚更新世晚期，是由温榆河与分支河流冲洪积作用而成。阶地平原分布于温榆河及其支流两岸之外，由于一级阶地宽 10 余公里，构成平原地貌，因此称为冲洪积平原。这里的冲洪积平原地形平坦宽展，具有明显的向温榆河下游及河床一侧的倾斜，坡降小于 1%。

（2）河流阶地

河流阶地是由温榆河与分支河流冲洪积作用而成。主要分布于温榆河及其支流两岸，土层结构为多层结构，岩性主要为粉土、粉质粘土、粉细砂和卵砾石互层。靠近河流两岸古河道遗迹明显。目前阶地冲积平原大部分已被耕作，并建设有村庄和工厂，在遥感影像上的解译标志清楚，大范围的田格状花纹图案及星点状分布的村庄、工厂及之间的网状道路构成了明显的解译标志。

（3）低洼地

评估区的主要地貌单元类型，为扇间洼地和扇缘洼地，多呈碟状、条状、带状封闭和半封闭等状态出现。评估区主要发育由山前冲洪积扇形成的冲积扇缘洼地，这些洼地形状不规则，面积不大。标高较其它区域低 1.0~1.5m，上世纪 80 年代以前为沼泽芦苇地，部分区域种植水稻；随着近 20 年来水资源的缺乏及人类工程活动，这些沼泽芦苇地和水稻田也逐渐消失，后经人为的改造，这些地域现已成为较平坦的耕地。目前这些地域还是较其它区域低 0.5~1.0m 左右。

（4）河道及漫滩

评估区内现状河道主要为温榆河的南沙河、北沙河等温榆河支流，河道宽度最大不过 50m，一般 10~30m，河床较窄。河道与河岸都比较规整，现以类似于人工渠的形式存在。由于近些年来雨水的减少，这些河流主要起着排污水的功能。

温榆河为评估区内最大的河流，河流出山后因受新构造活动影响，使其发生多次改道。现今河道总体由北向南流，河床向南微倾斜，其河道宽 50-200m 不等，最宽处达 1500 余米。河道高程为 40.0~52.0m，北高南低，河床比河岸两侧自然地面低 3.5-4.5m 左右，上世纪 70~90 年代初整个河道区域人类工程活动较强烈，主要表现为因乱采乱挖砂石料，

导致河床表面及一级阶地区域地表凹凸不平，形成许多大而深的采坑，最大深度达 20 余米，曾一度出现沙漠化灾害。随着 90 年代中期以来的禁采和大规模的治理，目前河床及河漫滩区域进行了大量的植树和绿化工程，河床裸露面大为减少，河床地质环境条件已得到明显改善。

评估区内河漫滩主要见于温榆河，形成于全新世晚期，沿现代河床不对称发育，因新城区主要位于其中上部，支流发育较多，总体上呈树枝状。温榆河河漫滩高出河床 1m-1.5m，河漫滩表面不平坦，表层有粉土覆盖，其下为细砂及含砾细砂，二者组成二元结构，松散透水。砂分选中等，磨圆一般，水平层理和水平微细层理发育，厚度大于 10m。目前河床及河漫滩前缘，开采严重，植被已被破坏，唯在河漫滩后缘有成片的林地生长，这里的林地既有经济林地也有果树，这些林地对于防风固沙，改善生态有极其重要的作用。在遥感影像上，采砂坑表现为花斑状的白色调，有草覆盖的河漫滩则形成粗糙的褐色调，林地形成田格状的花纹，树冠形成斑点状的花纹图案，解译标志清楚。

温榆河内的河漫滩较一级阶地平原低 3—4m。河漫滩上无任何永久性建筑物，形成于全新世晚期。

（5）古河道

评估区古河道较发育，主要为军都山山间洪水出山后形成的古河道。发育的是第四期（6000~2500 年）古河道，即德胜口古河道。德胜口古河道从德胜口出山，经由涧头、旧县向南至百泉庄。经过 DEM 分析和调查发现，古河道地区比周边地势低。野外剖面调查中，在古河道位置均发现有水平层理、斜层理等典型河流沉积地层特征。古河道地区砂石层分布厚度较大，岩层疏松，对工程有较大影响，施工时应加以注意。

3、人工地貌

（1）渔池、水塘

本次在评估区通过遥感解译发现有水的坑塘主要为公园内的水域，其次为一些鱼塘、废水坑和泥浆渣池等，面积都比较小，水量不大。

（2）砂石坑、砂石堆

评估区周边有少量分布，位于南口冲洪积扇前缘古河道内，绝大部分面积都比较小，基本是随着北京城市的建设形成于上世纪 70 年代末至 90 年代初，大部分形成于 80 年代。一般采土坑深 3.0~4.0m，采砂坑深 4.0-8.0m，最大达 12.0m 左右。随着上世纪 90 年代中期开始禁采砂、土，到本世纪初的全面禁止，这些采坑也因其地质环境条件和地理位置的差异，部分已被改造成垃圾填埋场，有的已完全被垃圾、杂填土和素填土填平，有的正在填埋之中，只有很少的坑目前还未填埋。总之目前大多数还未填平的采坑内也都堆填有少量垃圾或杂填土。

（3）垃圾填埋场

评估区南侧分布有一处垃圾填埋场，垃圾填埋场对工程地质条件具有一定影响。由于垃圾填埋场大部分没有采取防护措施，未来对地下水等环境有潜在危害，应引起高度重视。

（5）人工水渠

京密引水渠是经过评估区的一条人工水渠，是将密云水库所蓄之水引入城区的输水渠道，全长 110km。京密引水渠由东向西南斜贯昌平区，区内长度 37.15km。

三、地层岩性

（一）第四系

评估区地表均被第四纪所覆盖，沉积物成因类型较简单，以河流的冲积物为主体，评估区第四纪松散堆积物主要成因于建设场地南部的温榆河冲积作用，建设用地及周边地层主要为上更新统马兰组（ Q_p^{3m} ）、全新统上部刘斌屯组（ Q_h^{3l} ）和全新统中部尹各庄组（ Q_h^{2y} ）地层。地层描

述如下（区域地质图见附图4）：

1、上更新统马兰组（ Q_p^{3m} ）

本组地层主要在建设用地区及周边广泛分布，在温榆河和清河的二级阶地及微高地等地貌单元内地表有出露。本组的厚度变化较大，在沙河凹陷处厚度 80m 左右，北七家凹陷处可达 160m，在回龙观、洼里等京西隆起区，厚度一般小于 30m。

本组为一套河湖相沉积，岩性总体上以砂质粘土、粘质砂土、粉砂为主。下部以灰白色，灰黄色、浅黄色的中粗砂、细砂、粘质砂土、砂质粘土组成几个向上变细的韵律层，表明当时水动力环境是有规律的变化，在中粗砂层中，普遍见有小砾石，砾石成份主要为中酸性火山岩，呈次圆状，结构较松散，属河流相沉积；中部浅灰色、绿灰色、黄灰色粘质砂土和砂质粘土互层，并夹有数层粉砂及细砂层，组成多个韵律层，是河流相与浅湖沼相交替出现的结果；上部以灰色、浅灰绿色、褐黄色粉砂、粘质砂土、砂质粘土组成多个韵律，具有河流相和湖沼边缘相的特点；顶部为浅黄色、褐黄色粘质砂土夹棕红色粘土，并含有钙质结核，局部钙质结核较多，形成钙质结核层，有后期风成改造的特点。

2、全新统中部尹各庄组（ Q_h^{2y} ）

场区周边分布该组地层。本组地层主要分布在温榆河、清河及各沟河等河流的一级阶地上，本组厚度一般为 2.0-6.0m。

本组主要为一套湖沼相及河流相沉积。在洼地部位主要为湖沼相，沉积物的颜色一般较深，为灰黑、深灰褐灰色等，岩性以淤泥质粉砂、粘土、粘质砂土为主，并夹有黑色淤泥层及泥炭层，也是北京地区主要的泥炭含矿层。在温榆河一级阶地处，本组为中粗砂层和粘质砂土层组成多个韵律层，具有二元结构特征。

3、全新统上部刘斌屯组（ Q_h^{3l} ）

场区内广泛分布该组地层。本组地层主要分布在沙河、温榆河的河槽及河漫滩范围内，以及新期古河道中，沉积物成因类型以冲积为主夹湖沼沉积，个别地区见风积(黄港乡)和冲洪积(东沙各庄—平房一带)，厚度 2.0-5.0m。本组岩性主要以粉砂、细砂、粘质砂土为主。

(二) 基岩

建设场地周边的基岩地层主要为蓟县系 (J_x)、青白口系 (Q_n)、寒武系 (C)、侏罗白垩系 (JK) 和侵入岩地层。基岩地层由老到新描述如下(基岩地质图见图 2-3、附图 3)：

1、蓟县系 (J_x)

蓟县系仅分布于小汤山一带，主要岩性为浅灰色白云质灰岩，为雾迷山组地层。物探资料表明，岩石密度为 2.71g/cm^3 ，岩石磁化率为 $19 \times 10^{-6}\text{CGSM}$ ，电阻率在 $1000\Omega\text{m}$ 以上。

2、青白口系 (Q_n)

青白口系地层主要分布在建设场地东西两侧。岩性为炭质板岩、页岩及白云岩、硅质板岩，由于有大量的细晶岩及闪长玢岩脉侵入和破坏，使地层发育不全。

物探资料表明，青白口系电测深曲线一般表现为平缓的 KH 型，电阻率一般在 $200-450\Omega\text{m}$ 之间，与蓟县系的物性差异较大。

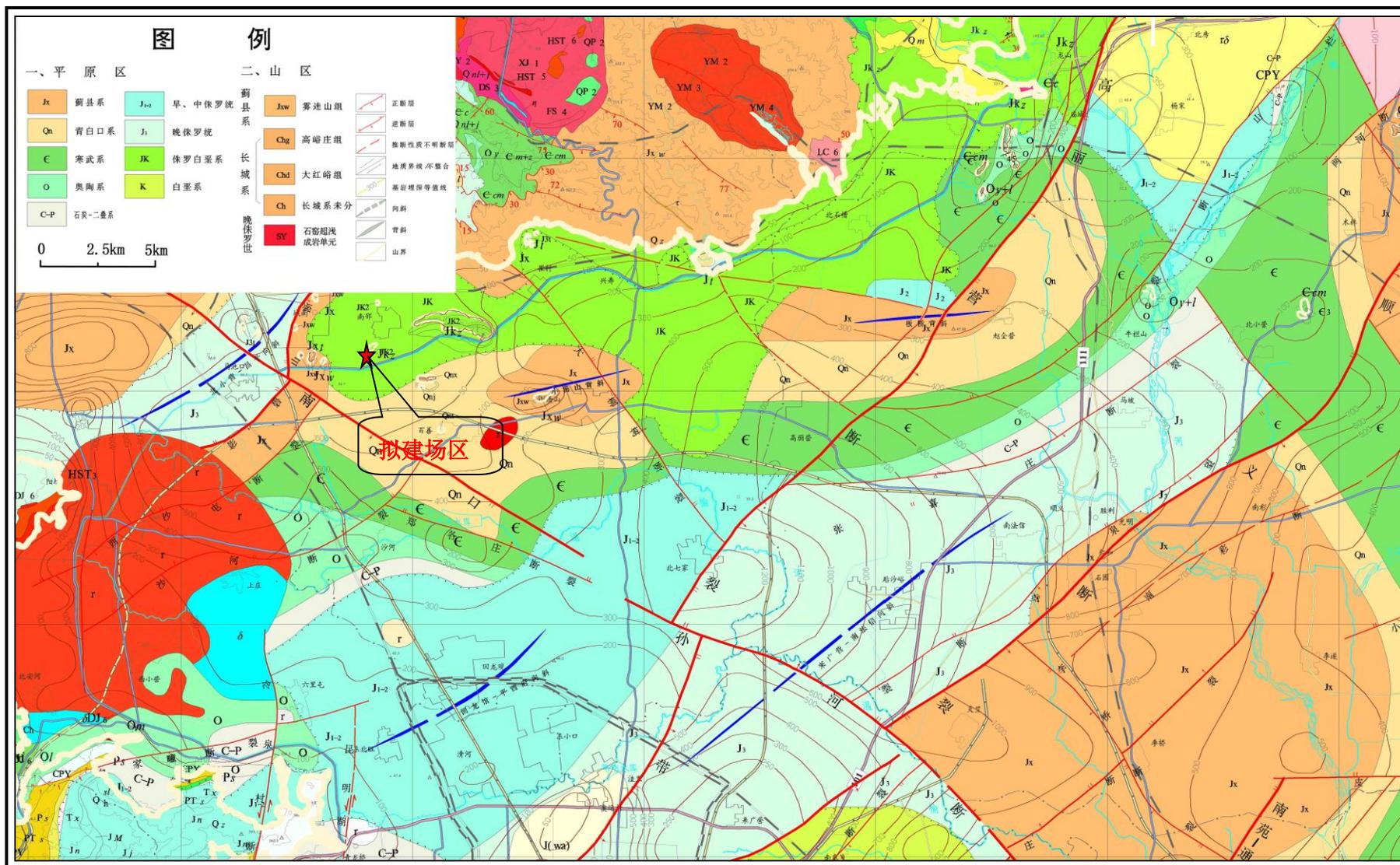


图 2-3 评估区基岩地质图

3、寒武系（Є）

分布于建设场地南侧，呈东—西向带状分布，埋深 600-800m，岩性为褐色、灰色钙质粉砂质粘土岩、粘土质粉砂岩、泥质条带状灰岩夹鲕状、豆状灰岩。

物探资料表明，岩石密度为 $2.56\text{g}/\text{cm}^3$ ，岩石磁化率为 18×10^{-6} — $5\times 10^6\text{CGSM}$ ，电阻率一般小于 $450\Omega\text{m}$

4、侏罗白垩系（JK）

分布于拟建场地及北部地区。主要岩性为砂质泥岩、泥岩、沙砾岩及泥灰岩等。基岩埋深约 500m。

侵入岩

本区侵入岩主要为位于场地西部、北部中生代晚侏罗世侵入的碓臼峪超单元阳坊花岗岩体，岩体隐伏于第四系之下，岩性为肉红色中细粒-中粗粒花岗岩及白岗岩。同位素测年为 116-136Ma。在温泉附近的钻孔揭露本花岗岩体侵入于奥陶系灰岩中并导致其发生大理岩化接触变质作用。

四、地质构造及区域地壳稳定性

（一）区域地质构造特征

1、区域地质构造位置

大地构造位置上，评估区位于中朝准地台（I）燕山台褶带（II₁）的密（云）怀（来）中隆断（III₂）中的昌（平）怀（柔）中穹断（IV₅）构造单元中（图 2-4）。

燕山台褶带（II₁）

位于中朝准地台北部。总体走向北东东至近东西向。北京地区处于台褶带中西段，为元古代时期强烈裂陷沉降，中生代强烈活动的II级构造单元。根据其内部发育的不均一性，本区可进一步划分为：承德迭隆断（III₁）、密（云）怀（来）中隆断（III₂）、兴隆迭拗褶（III₃）、蓟县

中坳褶（Ⅲ₄）和西山迭坳褶（Ⅲ₅）五个Ⅲ级构造单元。

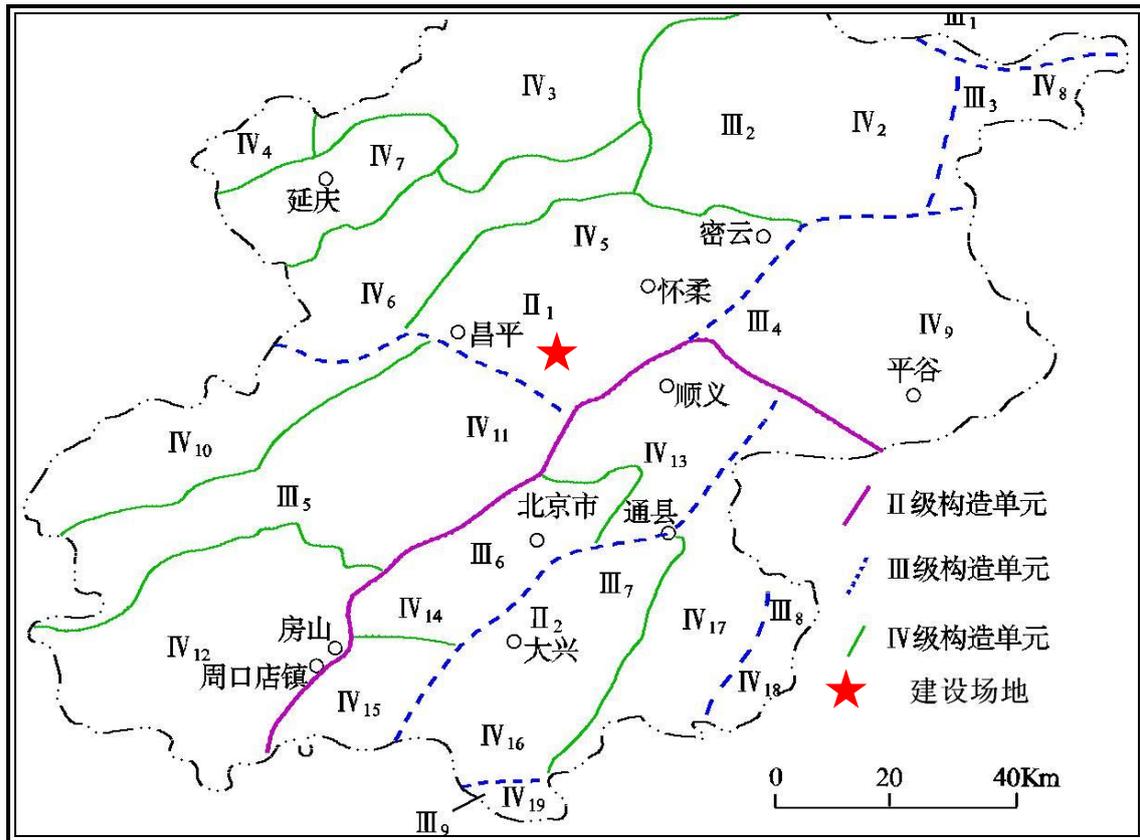


图 2-4 北京地区构造单元划分略图

密（云）怀（来）中隆断（Ⅲ₂）

本区仅为密怀隆断的一部分。北邻承德迭隆断三岔口-丰宁中穹断，东以黄花山-程各庄断裂为界与兴隆迭坳褶（Ⅲ₃）相邻；往西延入河北省；南部以禾子涧断裂带、南口-孙河断裂、牛栏山-荆园断裂、密云—墙子路断裂为界，与西山迭坳褶（Ⅲ₅）华北断坳（Ⅱ₂）之北京迭断陷（Ⅲ₆）、蓟县中坳褶（Ⅲ₄）相接。大致呈东西向展布于本区中部。

吕梁运动以后，本区处于元古代时期裂陷槽内起伏不平的斜坡地带，在基底断裂差异活动的控制下，沉积了厚近万米的中、上元古代地层，早古生代时期区域地壳稳定，早期（ ϵ — O_2 ）沉积厚度约400-500m，晚期（ O_3 — S ）地壳逐渐隆起上升，遭受剥蚀。中生代地壳活动激烈，初期表现为南北向的不均一收缩，呈略显弯曲的近东西向褶皱，并在南北边

缘有少量陆相地层沉积；中、晚期由于燕山运动的影响，形成了一系列新的断陷盆地，开始了东西方向上的不均一发展。在北东—北北东向断陷盆地中除有大量陆相碎屑岩沉积外，还伴随有强烈的火山喷发沉积；在隆褶及断裂构造发育地带则有大量中深成及浅成岩体的侵入。与前述的承德迭隆断（III₃）相比，本区除有太古界构造层、中生界上侏罗统下白垩统亚构造层发育外，还有中、上元古界各亚构造层、下古生界亚构造层、新生界上第三系—第四系亚构造层发育。与本区南部有关构造单元相比，缺失上古生界、中生界三叠系、中下侏罗统及新生界下第三系等亚构造层。

太古界构造层除在营门、红石湾、王家元—南口—上口零星出露外，主要集中分布于密云东、北部地区；中、上元古界亚构造层覆盖全区，沉积厚度4500-9000余米不等；下古生界亚构造层保存较少，仅在四海称勾湾、二道关东北、昌平—文殊峪、九渡柯、河防口及怀柔南部等出露；中生界上侏罗统亚构造层分布于延庆盆地南北侧、花盆和四海向斜盆地及东南山前地带；下白垩统亚构造层发育不全，仅在黄楼院、邦水峪—岔道及昌平棉山等地有下部东岭台组发育；新生界上第三系—第四系亚构造层主要在延庆盆地内发育。除迁西与阜平构造层间为断层接触，中、上元古界各亚构造层间、上元古界与下古生界亚构造层间为平行不整合接触外，其它各构造层、亚构造层间均为角度不整合接触。

区内褶皱、断裂构造十分发育。太古界构造层中褶皱以线性为主，上覆盖层中则以规模较大的宽缓褶皱为主。断裂构造以东西向、北东及北北东向为主，其次为近南北向、北西向断裂。

岩浆活动强烈，侵入岩和喷出岩均十分发育，是该区较突出的特点。从太古代时期的基性、超基性岩类，至中生代时期的基性、中性、中酸性、酸性及偏碱性岩类，新生代的基性岩类均有发育。其展布与区内断

裂构造的展布一致。

东部太古界构造层以高磁场为背景，其上迭加强度大、幅度大、梯度陡的线状、条带状异常为特点；西部盖层发育地区以宽大平缓正负磁场为背景，迭加多种方位与梯度较缓的圆状、椭圆状异常特点。布伽重力场总体表现为由北向南由西向东的重力低向重力高的过渡带的特征。南口—四海段之梯度带稳定，梯度达3—4mGal / km；四海—汤河口段梯度带除有相对重力高迭加外，梯度带和高、低重力异常均显示出受南北向挤压应力作用而呈现出压扁、缩短和弯曲的特点，梯度带重力梯度减小，一般约1.5-2mGal / km。

昌（平）怀（柔）中穹断（IV₅）

位于昌平、怀柔向平原过渡的斜坡地带。呈北东—南西延伸之菱形。中生代早期开始隆褶，其南侧边缘发育上侏罗统火山熔岩，火山碎屑沉积岩。中生代中、晚期，北侧与八达岭中穹断、密云迭穹断接壤地带及穹起断裂部位，岩浆活动强烈，有各类岩体侵入。新生代第四纪时期在南部受华北断拗影响较强烈部位，相对凹陷较深，有0—500余米的松散物质堆积。因此，本区的主要特点是：北部具有强烈的

活动性，即有大量的岩体侵入和火山喷溢；南部则表现为构造相对稳定向凹陷地带过渡。

构造线走向以北东为主，局部为北西、近东西、北北东甚至近南北向偏转。断裂构造以北北东向为主，在十三陵水库—下庄等山前地带走向北东的逆冲推覆构造。

2、区域地质构造特征

中生代燕山运动以来，北京地区形成了一系列以北东及北西向为主的断裂构造。北京平原区大型北东向断裂自西向东依次有八宝山断裂、黄庄~黄庄-高丽营断裂、良乡~前门~顺义断裂、南苑~通县断裂及礼

贤~夏垫断裂，北西向断裂自南向北主要为永定河断裂和南口~孙河断裂。受断裂活动的控制，以北东向黄庄~黄庄-高丽营断裂、南苑~通县断裂和礼贤~夏垫断裂构造为界，北京平原区分划为京西北隆起、北京凹陷、大兴隆起和大厂拗陷四个区域性构造单元（见图 2-5），断块之间第四系沉积物厚度变化较大。

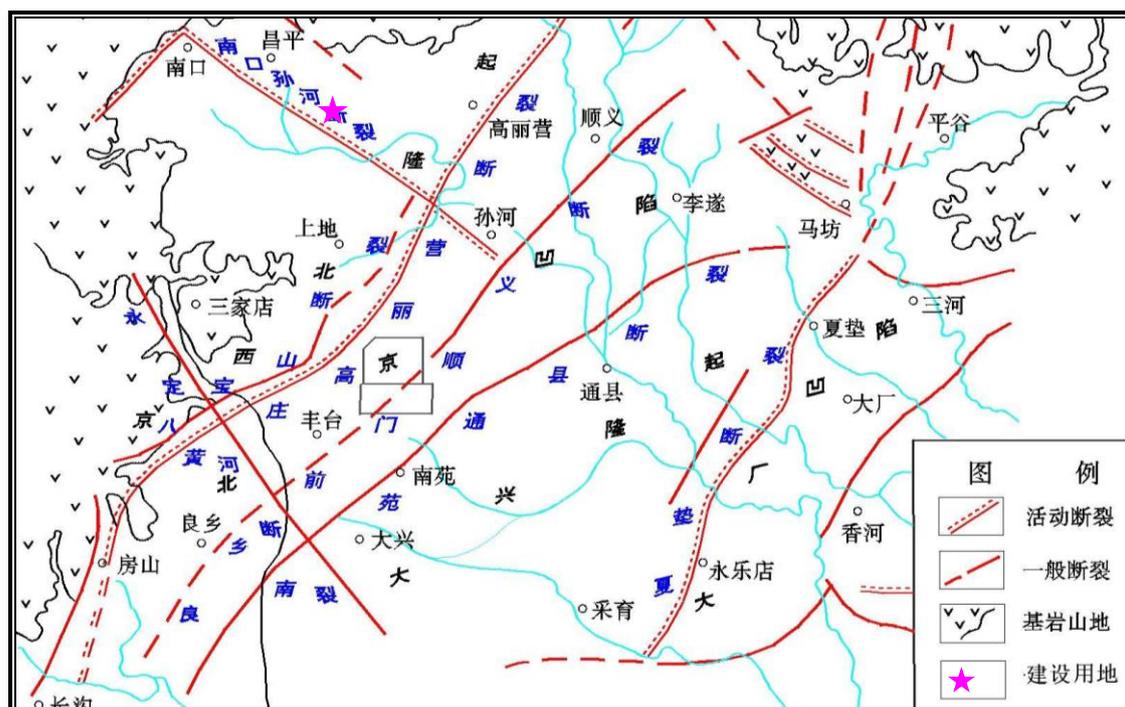


图 2-5 北京平原区构造略图

评估区位于京西北隆起北部，建设用地距离南口-孙河断裂约为 1.1km。评估区区域稳定性较好，受到黄庄-高丽营断裂和南口-孙河断裂的影响。

（二）区域地壳稳定性

评估区位于河北平原地震带西北部的北京地堑内，又位于张家口-北京-渤海北西地震带上，属于中强地震活动区。

1. 北京地区的历史强震

京津唐张地区（ $38.5^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$ ； $114^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ ），自有历史记载以来（西晋开始），共查证到五级以上地震 60 余次（不含余震）。计五级的 20 次， $5\sim 5\frac{1}{2}$ 级 20 次， $5\frac{3}{4}\sim 6$ 级 6 次， $6\frac{1}{4}\sim 6\frac{1}{2}$ 级 6 次， $6\frac{3}{4}\sim 7$ 级 4 次， $7\frac{1}{2}$ 级

以上的4次。平均10年发生一次，频率虽不高但破坏极大。北京市及附近地区，已经发生过大至八级的各种级别的强震，危害程度极大（见表2-1）。

评估场地范围内无历史破坏性强震发生记录，主要受到周边地区地震影响。

2. 建设场地所在的昌平及附近地区历史上的地震活动

根据收集的资料，昌平区自公元274年以来共有地震记载29次，其中震中在昌平区及昌平周边地区的有23次，破坏性地震4次（见表2-2）。

表 2-1 北京地区历史强震记录表

编号	地震时间	震中位置		震级	地点	震中烈度
		纬度	经度			
1	274.3	40.3	116.0	5 ¹ / ₄	居庸关一带	VII
2	294.9	40.5	116.0	6	北京延庆东	VIII
3	1057.3.24	39.7	116.3	6 ³ / ₄	固安	IX
4	1076.12	39.9	116.4	5	北京	VI
5	1337.9.8	40.4	115.7	6 ¹ / ₂	怀柔	VIII
6	1484.1.29	40.5	116.1	6 ³ / ₄	北京居庸关	VIII-IX
7	1536.10.22	39.8	116.8	6	北京通县南	VII-VIII
8	1665.4.16	39.9	116.6	6 ¹ / ₂	北京通县	VIII
9	1679.9.2	40.0	117.0	8	三河、平谷	X-XI
10	1720.7.12	40.4	115.5	6 ³ / ₄	沙城	IX
11	1730.9.30	40.0	116.2	6 ¹ / ₂	北京西郊	VIII
12	1746.7.29	40.2	116.2	5	北京昌平	VI
13	1976.7.28	39.36	118.12	7.8	河北唐山	XI

表 2-2 昌平区及附近地区三级以上地震目录

发震时间	震中地点	震 级	震中烈度
274.3	居庸关	5 1/4	七
294.9	居庸关	5 1/2	七
1290.9	内蒙宁城	6 3/4	七
1304	昌平	6 3/4	七
1332	昌平	6 3/4	七
1334	昌平	6 3/4	七
1335	昌平	6 3/4	七
1336	昌平	6 3/4	七
1484.1.29	内蒙宁城	6 3/4	八~九
1494.12.24	内蒙宁城	4 1/4	八~九
1519.10.8	延庆	4 3/4	八~九
1558.4.17	昌平	4 3/4	八~九
1586.5.26	北京	5	六
1591.4.26	昌平	4	六
1608.3.26	昌平	4	六
1632.9	昌平	4	六
1637.11.2	昌平	4 1/4	六
1638.11.6	昌平	4	六
1657.10.26	昌平	4	六
1665.4.26	通县	6 1/2	八
1730.9.30	北京西郊	6 1/2	八 强
1746.7.29	昌平	5	六
1765.7.4	宣化、怀柔	4 3/4	六
1961.8.25	昌平北	3.3	六
1962.5.12	沙河	4.9	六
1968.4.4	八达岭西南	3.9	六
1968.7.10	高丽营、小汤山	3.0	六
1970.9.13	沙河东	3.5	六
1975.6.6	居庸关南	3.0	六
1986.9	昌平	4.0	六

五、工程地质条件

本次评估依据拟建场区周边岩土工程勘察报告。整理采用岩土工程钻孔 18 个，孔深 15~25m。

（一）工程地质特征

根据对现场勘探、原位测试与室内土工试验成果的综合分析，在勘探深度范围内（最深 51.00m）的地层，按成因年代可划分为人工堆积层、第四纪沉积层两大类，并按岩性及工程特性进一步划分为 11 个大层及其亚层，现分述如下：

表层为一般厚约 0.60~2.30m 的人工堆积的粘质粉土素填土、粉质粘土素填土①层及碎石填土、房渣土①1；

人工堆积层以下为第四纪沉积的粘质粉土、粉质粘土②层，砂质粉土、粘质粉土②1 层，粘土、重粉质粘土②2 层及砂质粉土、粘质粉土②3 层；粉质粘土③层，粘质粉土、砂质粉土③1 层及粘土、重粉质粘土③2 层；细砂、中砂④层，粉质粘土、粘质粉土④1 层，粘质粉土、砂质粉土④2 层，重粉质粘土、粘土④3 层及粉砂、细砂④4 层；粉质粘土、重粉质粘土⑤层，粘土、重粉质粘土⑤1 层及粘质粉土、砂质粉土⑤2 层；粉质粘土、粘质粉土⑥层，粘土、重粉质粘土⑥1 层，砂质粉土、粘质粉土⑥2 层及粉砂、细砂⑥3 层；粉质粘土、重粉质粘土⑦层，粘土、重粉质粘土⑦1 层，粘质粉土、砂质粉土⑦2 层及细砂⑦3 层；粉质粘土、粘质粉土⑧层，粘土、重粉质粘土⑧1 层及砂质粉土、粘质粉土⑧2 层；重粉质粘土、粉质粘土⑨层，粘质粉土、粉质粘土⑨1 层及粘土、重粉质粘土⑨2 层；重粉质粘土、粉质粘土⑩层，细砂⑩1 层及粘土、重粉质粘土⑩2 层；细砂、中砂⑪层，粉质粘土、粘质粉土⑪1 层及粘土、重粉质粘土⑪2 层。

（二）工程地质条件评价

根据钻孔资料、标准贯入试验及土样试验结果，场地各土层物理力

学性质总体较好，第四纪冲洪积作用形成粘性土、粉土和砂，地层分布较稳定，土层物理力学性质较好，工程地质条件较好，附图 5。

依据《建筑抗震设计规范》及《构筑物抗震设计规范》之相关规定计算得出拟建场地自然地面下 20.00m 深度范围内的土层等效剪切波速(v_{se})值为 200~211m/s；场地覆盖层厚度大于 50m 的界限值。由前述两项条件判定拟建场地建筑及构筑物的场地类别为 III 类。

根据《建筑抗震设计规范》，拟建场区抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第一组。

六、水文地质条件

(一) 含水层的分布规律及赋水性

评估区地貌单元主要属温榆河冲洪积平原区，第四系沉积物厚度 200m 左右，地下水由浅部潜水层及深部多层承压水层组成，并以后者为主。

浅部(地面以下 20.0m)潜水含水层主要为粉土层与少量砂土层组成，含水层厚度较薄，地下水主要接受大气降水、灌溉回渗的入流补给及地下水的侧向迳流补给，以垂直循环为主，水平迳流条件较差。地下水主要消耗于人为开采、潜水面蒸发和向深部承压水层的越流补给，附图 6。

深部承压水层，由数层厚度不等的砂、砂砾石组成，含砂率 32%~36%，地层含砂率较低，透水性较差。渗透系数一般介于 20m~100m/d 之间，在本区内主要接受温榆河等地表水体补给及上部潜水的垂直越流补给，局部有构造活动区，受基岩裂隙水的顶托补给。深部承压水是本区主要的人工开采水层。随着开采强度的增大，承压水位越来越低于潜水层位，导致潜水的越流补给，水位变幅随之增大，本区水位年变化幅度常大于 10m。

据本次评估现场水文地质调查结果，评估区地面下 20m 深度范围内

主要为潜水层，简述如下。

潜水：主要赋存于地面下 4m 深度范围内的粉土层与砂土层中，最深埋深 3.40m，最浅埋深 1.50m，最高标高 32.71m，最低标高 29.43m。

承压性潜水：第一层承压性潜水主要赋存于地面下 10m 深度范围内的粉土层中，最深埋深 9.60m，最浅埋深 6.80m，最高标高 26.71m，最低标高 24.22m。第二层承压性潜水在场区主要赋存于地面下 16m 深度范围内的粉土及粘土层中，最深埋深 15.60m，最浅埋深 13.90m，最高标高 18.86m，最低标高 17.24m。

总体上，昌平区沙河镇以东及小汤山～官牛坊～大东流以南平原地区，第四系含水层岩性以粉土、砂为主夹少量砂砾石层，层次多而薄，单层厚度多小于 10.0m，渗透系数 20m～100m/d，评估区富水性为 500m～1500m³/d 地区，属弱富水区。

（二）地下水类型及补给、迳流与排泄

评估区主要地下水类型为第四系地下水、基岩地下水以及岩溶裂隙水。

1、第四系地下水

评估区内地表岩性多为砂卵砾石层，渗透性能和地下水补给条件好。每到雨季，大气降雨很难形成地表迳流，直接渗入地下补给潜水；其次是农田灌溉回归水。潜水通过越流补给承压水。本区承压地下水除潜水垂向越流补给外，还有上游地区侧向补给，迳流方向自西北向东南。第四系地下水的排泄主要是人工开采，其次是地面蒸发和植物蒸腾及向下游迳流排泄。

评估区平原区第四系孔隙水的迳流方向与地形地貌变化基本一致，即由山前向平原、由北西向南东流动。目前，由于地下水的集中和超量开采，改变了其自然状态，地下水位下降明显，并在部分地区形成降落

漏斗。由于地下水降落漏斗的形成，第四系孔隙水的径流方向在漏斗分布区发生了明显变化，由原来依地形地貌而变化改为流向漏斗中心，但总趋势还是从北西向南东流动。第四系地下水的排泄主要是人工开采，其次是地面蒸发和植物蒸腾及向下游径流排泄。

2、基岩地下水

评估区基岩地下水以侧向迳流补给为主导，其它次之。相关资料论述，奥陶系岩溶承压水的主要补给源在西偏南方向；寒武系岩溶裂隙承压水与青白口系裂隙岩溶承压水的主要补给源在西侧；蓟县系岩溶裂隙承压水主要补给源在西北方向。此外，从同一地方的基岩承压水井与第四系承压水井的观测资料看，地下水动态变化曲线类型基本是一致的，二者曲线的峰、谷出现急剧变化均说明可受地下水开采的影响，反映二者间是密切相关的，具有类似的补、排条件。

3、岩溶裂隙水

岩溶裂隙水补给以大气降水入渗补给为主，另外当十三陵水库水位达到一定标高后库水渗漏并通过古河道与岩溶地下水有水力联系，补给岩溶地下水。目前，岩溶水排泄以向平原区径流为主。

（三）地下水动态特征

1、第四系孔隙潜水动态特征

根据昌平区潜水水井，通过对其自 2001-2020 年的地下承压水水位观测统计结果，进行了每年的年平均地下承压水水位分析。自 2002 年以来，每年的潜水水位则在递降，说明该地区的潜水水位需要在重点控制之下，进行适当的开采与开发利用。

依据观测数据，昌平地区地下潜水水位的月上下浮动的最低值在 7 月份，最高值在 2 月份，浮动范围小于 1m。总的来说，评估区地下潜水的水位变化比较平稳，变化不大。

2、第四系孔隙承压水动态特征

根据昌平地区承压水水井观测资料，结合 2001-2020 年的地下承压水水位观测统计结果，对每年的年平均地下承压水水位进行了分析。从 2001-2005 年第四系承压水水位逐年上升；从 2005 年以来，第四系承压水水位又开始逐年下降。

依据观测数据，昌平地区第四系承压水水位的上下浮动的最低值出现在 7 月份，最高值出现在在 3 月份，浮动范围在 3.4m 内。总的来说，评估区第四系承压水的水位，1-3 月份和 7-12 月份水位变化不大，3-7 月份呈逐渐降低。

七、人类活动对地质环境的影响

场区范围内现状为村庄，周边分布有村庄、学校、居住区、水产用地、市政用地和小型工业企业，区内人类活动以房屋建设、居民居住和中小型企业生产为主。

评估区附近对环境影响较大的人类活动主要是开采地下水，从 80 年代后期，昌平区加大了地下水开采量以来，昌平地区承压水层水位持续下降，地下水的开采形成了以沙河-八仙庄为中心的沉降区域，在沉降中心出现了井管上升等现象。沙河-八仙庄沉降区地下水的水位在 80 年代初期由于超量开采地下水，使地下水水位不断下降，到 80 年代中后期形成了降落漏斗。

随着经济建设的迅猛发展以及城镇人口的日益增加，生活用水量进一步增加，地下水开采量会越来越大，进一步发生地面沉降的可能性极大，应采取有效措施予以控制。

第三章 地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型的确定

依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021），针对本次评估的建设用地及其所在区域范围，本次评估工作收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料，进行了全面的野外踏勘工作，对评估区的灾害地质情况进行了全面调查。

1、地面沉降：据已有资料，建设用地位于沙河-八仙庄地面沉降影响区，随着本区的不断建设，必将加大对地下水的需求量，并对地面沉降的发展带来一定影响。

2、砂土液化：建设用地位于北京北部冲积扇平原区，具体地貌单元属于温榆河冲洪积扇。用地内地下 20.0m 深度范围内分布饱和粉土及砂土地层，在一定程度上存在发生地震液化的潜在危险性。

3、活动断裂：建设用地内部无活动断裂发育，距离活动断裂南口-孙河断裂在 3km 以内。

4、地裂缝：经实地调查，评估区范围内未见地裂缝发育，周边已发现的地裂缝距离建设用地在 3km 之外。

综上所述，确定评估区需进行重点评估的地质灾害类型为地面沉降、砂土液化和活动断裂三种类型。

二、地质灾害现状调查

本次评估，对场区范围及周边的小区、村庄、六环路、城市道路等进行了地质灾害综合调查，调查结果表明，评估区内未发现因地质灾害而引起的明显破坏现象（表 3-1）。

表 3-1 建设场地及周边地质灾害调查情况表

调查对象	调查数量	调查结果
民宅、楼房	105 栋(户)	未见因地质灾害引起的明显差异变形和开裂损坏现象
桥梁	4 座	未见因地质灾害引起的明显变形和开裂损坏现象
公路	8 条	未见因地质灾害引起的明显公路开裂、位移等现象

三、地质灾害危险性现状评估

(一) 地面沉降

1、地面沉降历史

北京市地面沉降主要发生在北京市市区、东郊、东北郊及周围一些卫星城镇。根据历史测量资料，北京市早在 1935 年就已经出现了地面沉降现象，当时地面沉降仅发生在西单至东单一带。1955~1966 年地面沉降中心发生在东八里庄工业区到酒仙桥电子工业区。其中东八里庄棉纺织工业区地面沉降量为 58mm；酒仙桥电子工业区地面沉降量为 30mm。地面沉降速率为 3~5mm/a。

随着城市建设和工业的飞速发展，地下水的开采量越来越大，地下水位大幅度下降，逐渐形成了以东郊工业区为中心的区域性地下水位降落漏斗。地面沉降伴随着地下水位降落漏斗的发展而发展。到 1983 年 5 月北京市东郊地面沉降区范围已扩大到：北起东三旗、古城，南到左安门、十八店；西起西四、大钟寺，东到双桥一带，面积达 600 km²。其中累计地面沉降量大于 100mm 的沉降面积达 190km²；大于 200mm 的沉降面积约为 42km²。地面沉降漏斗形成了呈哑铃状的南北两个沉降中心。南部沉降中心在大郊亭一带，北部沉降中心在来广营一带。1966~1983 年北部的来广营地面沉降中心区沉降量约为 277mm；南部的大郊亭的地面沉降中心沉降量累计约 532mm。

1983 年以后，北京市东郊地面沉降模式发生了一些变化，地面沉降漏斗中心的沉降速度相对有所减缓，地面沉降速率有变小的趋势。80 年

代后期，由于市区地下水开采量受到控制，水位下降速率减小，东郊地面沉降区受到控制。但在远郊卫星城及开发区地下水仍在超量开采，使地面沉降区扩展到1800km²，其中沉降量大于200mm的地区达650km²。在大郊亭沉降中心累计沉降量达850mm，并在近郊形成了三个新的地面沉降中心：昌平的沙河—八仙庄地面沉降中心；大兴榆垓—礼贤地面沉降中心；顺义平各庄地面沉降中心。

近年来，北京市每年开采地下水量为26亿至27亿立方米，平均每年超采1亿立方米，导致地面沉降进一步加剧，已经形成了5个较大的地面沉降区。即：大郊亭沉降中心、来广营沉降中心、沙河-八仙庄沉降中心、大兴榆垓-礼贤沉降中心、顺义平各庄沉降中心。沉降中心区累计沉降量均大于1000mm。

2、地面沉降地质灾害现状评估

据评估区已有沉降观测调查资料，1955-2024年拟建场地地面沉降量累计最大不超70mm；近三年平均沉降速率约为9mm/a。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定，拟建工程地面沉降现状发育程度弱，现状灾情轻，综合判断地面沉降地质灾害现状危险性小。

（二）砂土液化

1、评估区砂土液化历史

根据《北京地区地震烈度区划图》，评估区地震基本烈度为VIII度，（50年超越概率10%）。地震烈度达到VIII度时，砂土液化是重要的地震灾害之一。

1976年唐山大地震对北京温榆河流域中下游地区等部分地区造成了较为严重的砂土液化灾害，液化导致地表变形，对农田水利工程、河岸及建筑物等造成较严重破坏。经资料收集和现场调查，唐山地震时在其

影响烈度VI度条件下，评估场区范围未产生地震引发的喷砂冒水现象，评估区内只有少部分处于轻微液化区，附图 7。

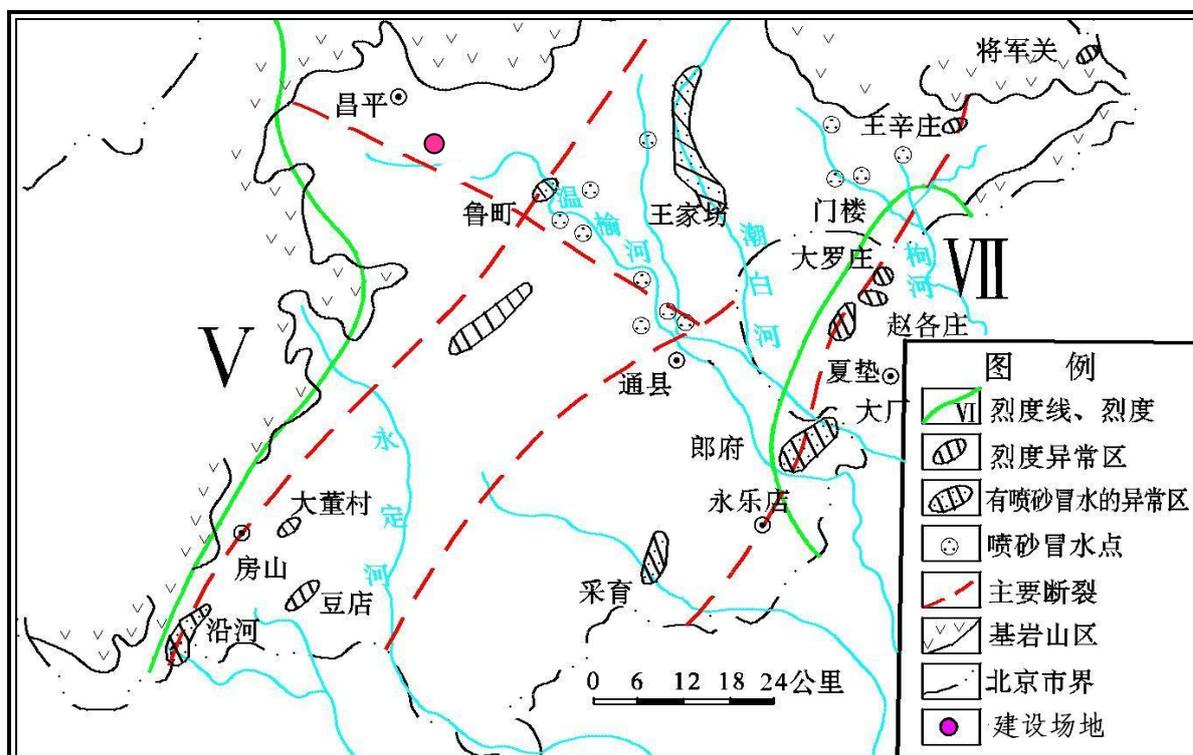


图 3-1 唐山地震北京地区砂土液化分布图

2、评估区砂土液化现状评估

目前评价饱和砂土液化方法很多，但基本为两种：剪应力对比法和标准贯入试验法。

剪应力对比法具有较强的针对性，但需要采取大量样品，对区划场地或一般场地预测很不适用。标准贯入试验法以及利用它构成的液化判别式反映了影响液化的主要因素，因此它已成为最有代表性，应用最广泛的液化判别方法。目前《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）采用标准贯入试验法进行砂土液化判别。

1) 初判

对饱和砂土和粉土，首先根据土层地质年代、地震基本烈度、上覆非液化土层厚度、液化土层特征深度、基础埋置深度、地下水位深度以及粉土的粘粒含量百分率，初步判定该场地饱和砂土和粉土是否可能发生

液化。饱和的砂土或粉土（不含黄土），当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或可不考虑液化影响。

①地质年代为第四系晚更新世（ Q_3 ）及其以前时，7、8度时；

②粘土的黏粒（粒径小于0.005mm的颗粒）的含量百分率，7度、8度和9度分别不小于10、13和16时；

③浅埋天然地基的建筑，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时，可不考虑液化影响：

$$d_u > d_o + d_b - 2 \quad (1)$$

$$d_w > d_o + d_b - 3 \quad (2)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_o + 2d_b - 4.5 \quad (3)$$

式中： d_w ——地下水位深度（m），宜按设计基准期内年平均最高水位采用，也可接近期内年最高水位采用；

d_u ——上覆盖非液化土层厚度（m），计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除；

d_b ——基础埋置深度（m），不超过2m按2m计算；

d_o ——液化土特征深度（m），按下表采用。

液化土特征深度（m）

饱和土类别	烈 度		
	7 度	8 度	9 度
粉土	6	7	8
砂土	7	8	9

注：当区域的地下水位处于变动状态时，应按不利的情况考虑。

2) 复判

目前砂土液化的判别多采用现场标准贯入试验法，依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）相关规定：当饱和土标准贯入锤击数（未经杆长修正）小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。

在地面下20m深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c}$$

式中： N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值；
 N_0 ——液化判别标准贯入锤击数基准值，可按下表采用；
 d_s ——饱和土标准贯入点深度（m）；
 d_w ——地下水位深度（m）；
 ρ_c ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；
 β ——调整系数，设计地震第一组取 0.80，第二组取 0.95，第三组取

1.05。

液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

设计基本地震加速度（g）	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）第 4.3.5 条，对存在液化土砂土、粉土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，按下式计算每个钻孔的液化指数，并按下表综合划分地基的液化等级。

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{cr}} \right) d_i w_i$$

式中： I_{LE} ——液化指数；

n ——在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；

N_i 、 N_{cr} ——分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值时应取临界值的数值；当只需要判别 15m 以内的液化时，15m 以下的实测值可按临界值采用；

d_i —— i 点所代表的土层厚度（m），可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半，但上界不高于地下水位深度，下界不深于液化深度；

w_i —— i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值（单位为 m^{-1} ）。当该层中点深度不大于 5m 时应采用 10，等于 20m 时采用零值，5~20m 时按线性内插法取值。

液化等级与液化指数的对应关系

液化等级	轻 微	中 等	严 重
液化指数 I_{LE}	$0 < I_{LE} \leq 6$	$6 < I_{LE} \leq 18$	$I_{LE} > 18$

经判别，在规划场区地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土、砂土层在现状地下水位（6m）条件下及在VIII度地震烈度作用下，建设场地内不存在砂土液化现象。

但经现场调查，砂土液化现象并没有带来经济损失和人员伤亡，现状灾情轻。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 14，判定建设场地砂土液化地质灾害现状危险性小。

（三）活动断裂

评估场地周边分布的断裂构造主要为南口-孙河断裂。对断裂的构造特征及活动性分述如下。

南口-孙河断裂是北京北部平原区一条重要的隐伏断裂。西起昌平南口，其延伸自南口沿百泉、七间房、东三旗、孙河至通州附近，其总体呈 SE130~140°方向展布。

南口—孙河段以往工作密集，包括人工地震、钻孔、面积性综合物探、探槽等，定位准确。从重力水平梯度上看南口至孙河段为明显的梯度带。

从南口至百善段，断面倾向 SW，上盘下落，形成一个 NW 向的陷落带，即马池口第四纪凹陷，堆积了厚达 800m 的第四纪沉积物。在马池口的钻孔钻至 800m 未穿透第四纪沉积物，下伏基岩为侏罗系。而在断层的下盘第四系沉积极薄，并在雪山—百泉庄一带有基岩残丘裸露地表。重力图上此段为明显的重力梯度带。从百善至通县段，断裂倾向 NE，控制了顺义第四纪凹陷南部的东坝沉积中心。上盘下降，如后沙峪、古城一带堆积了厚达 800 余米的第四系，下盘相对抬升，如来广营一带第四系厚仅 200~300m。断裂以百善—白庙附近为界可分为两段，推测在两地之间的小汤山一带发育北东向的断裂切过南口—孙河断裂。从地貌上

看，温榆河的分布也明显收断裂控制的沉降区影响，总是在断裂的上盘流动，且其穿过断裂的位置也在百善东部。断层西北端未延入南口以西的基岩山区，很明显是受到 NE 向南口山前断裂的限制。据测年数据显示，该断裂形成的时间应在新近纪末—第四纪初。温榆河在沙子营一带穿过该断裂后转向南东流也与断裂的不均匀升降活动有关。该断裂在孙河一带穿过顺义断裂向南东方向的反应不明显。

该断裂不仅在宏观上有明显的表现，大量的地表物化探工作和槽探工作也证实断裂的存在并能通过高精度定位以及测年来确定断裂的位置和活动规律。

(1)化探工作

沿断裂分布区布置的化探剖面清晰反映了断裂的位置。包括东三旗测线、白浮测线、百泉庄测线和雪山村测线（见图 3-2）。

从图上可见，除通县富豪村测线没有异常，其余 5 条测线都有明显的异常反应。说明从化探的资料看断裂主要发育在顺义断裂以西，没有向南东延伸。沿断裂的电性差异也很明显。

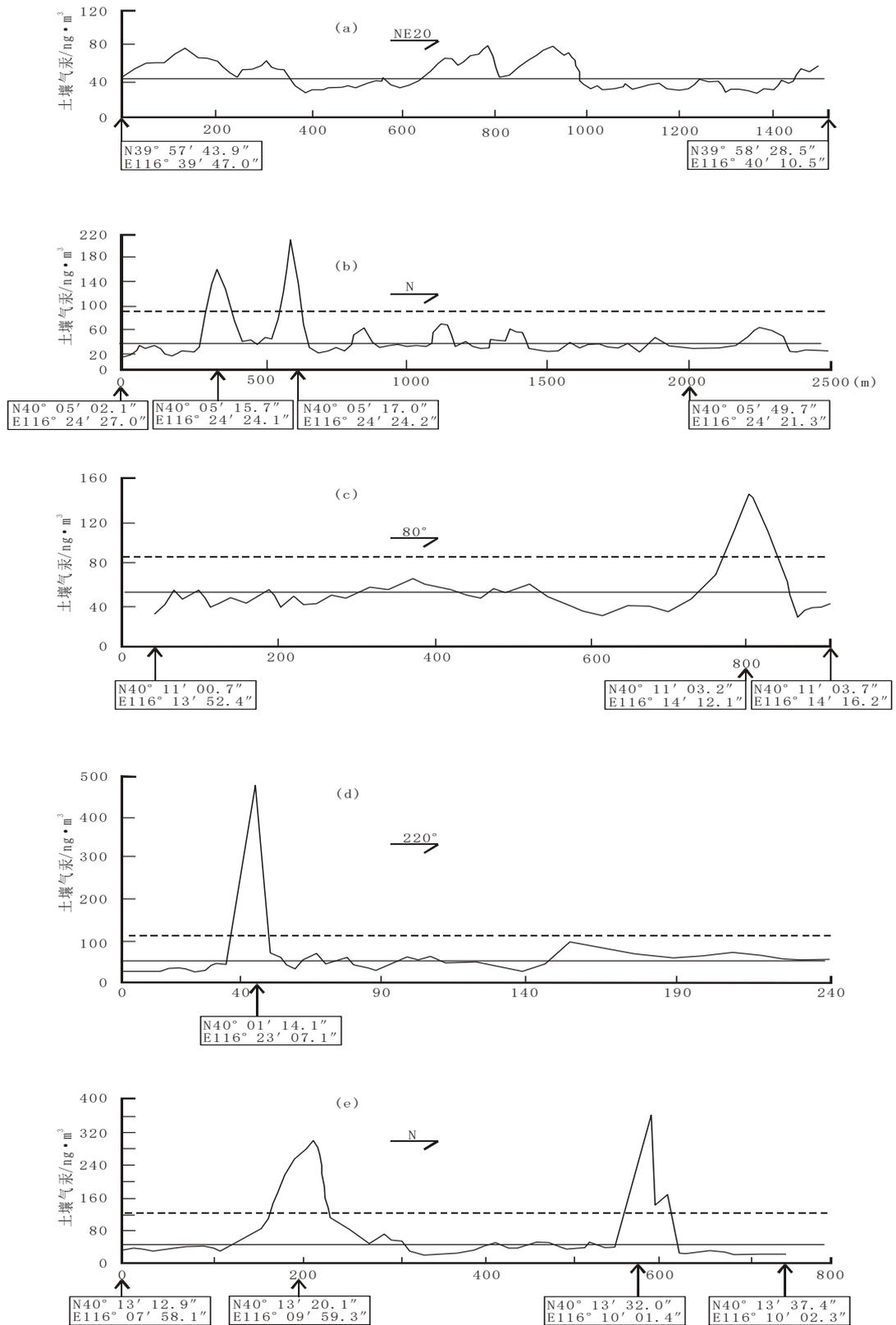
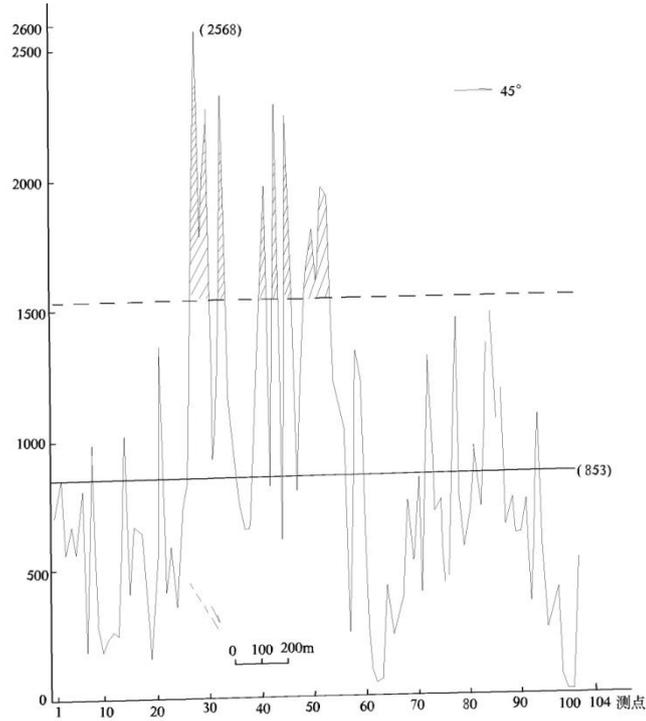


图 3-2: 南口-孙河断裂带上 5 条测线探查结果 (据王基华)

(a) 富豪村 (NS-1) 测线; (b) 东三旗 (NS-2) 测线; (c) 白浮 (NS-3) 测线;
 (d) 百泉庄 (NS-4) 测线; (e) 雪山村 (NS-5) 测线



孙河镇西上辛堡土壤气分布图

图 3-3: 朝阳区上辛堡化探剖面

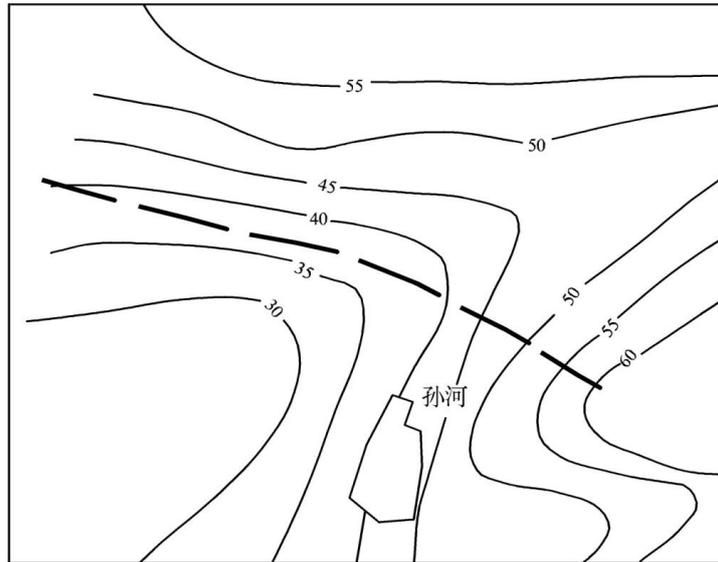


图 3-4: 南口—孙河断裂的纵向电导等值线平面图

(2)槽探

沿断裂展布地段有两个槽探工程。分别在昌平区的旧县村西和百泉庄小学附近。

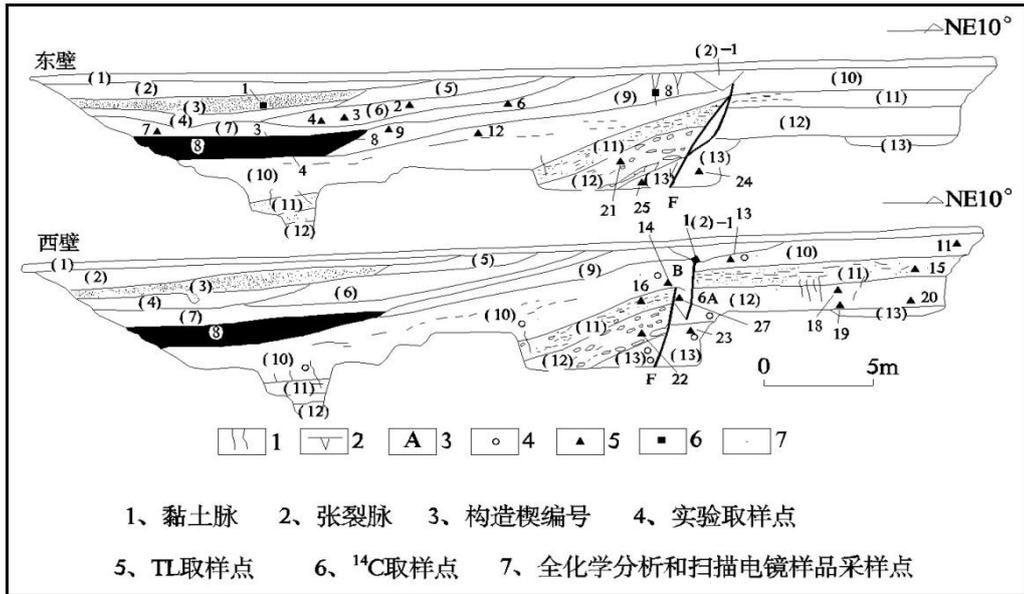


图 3-5: 旧县村西探槽剖面图 (据江娃利)

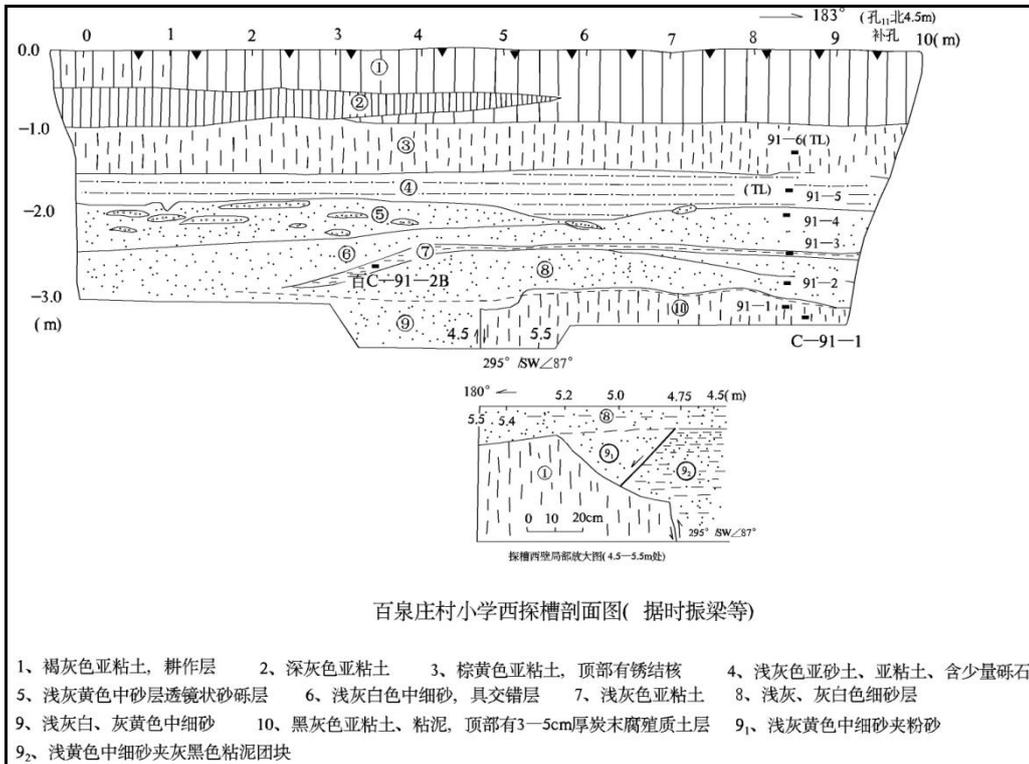


图 3-6: 百泉庄小学探槽剖面 (据时振梁)

根据对旧县探槽进行的研究和测年结果, 可识别出全新世三次古地震事件, 第一次发生在层 11 沉积之后, 层 10 沉积之前, 层 11 的三个热释光测年平均值为距今 $10463 \pm 216a$; 层 10 的 5 个热释光测年平均值为距今 $9706 \pm 1235a$ 。第一次地震发生在两者之间。第二次古地震以构造楔 A

为代表，组成构造楔黑色黏土的 ^{14}C 年龄为距今 $7894\pm 150\text{a}$ ，反映古地震发生在 7894a 之后；从剖面上看出，断层下盘的层 8 对应本次事件的负地形堆积，古地震应发生在层 8 之前，而层 8 的热释光年龄为距今 $7640\pm 650\text{a}$ 。第二次古地震发生在 7894a — 7640a 之间。第三次古地震发生在层 6 之后，层 3 之前，即距今 $5130\pm 410\text{a}$ — $2466\pm 70\text{a}$ 之间。综合考虑第三次事件发生在距今 3987 — 3670a 之间。强震的平均间隔时间为 4446a 左右。从时间间隔因素考虑，现阶段也处在该断裂强震间歇期的末期，因此该断裂也是应该关注的发震断裂。

对百泉庄探槽的研究表明，层 10 的 ^{14}C 测年为距今 12120a ；层 7 中木头的 ^{14}C 年龄为距今 17120a ；层 4 的热释光年龄为距今 11058a ，因此探槽内见到的断裂发生在晚更新世至全新世之间。

剖面见到的层 9 与层 10 的断层接触面断面平直，近直立，如刀切，产状 $205^\circ\angle 87^\circ$ 。据剖面见到的断错、钻探揭示及地质雷达探测资料分析，地表以下 3 — 5m 的垂直断距在 0.6 — 0.8m 左右。

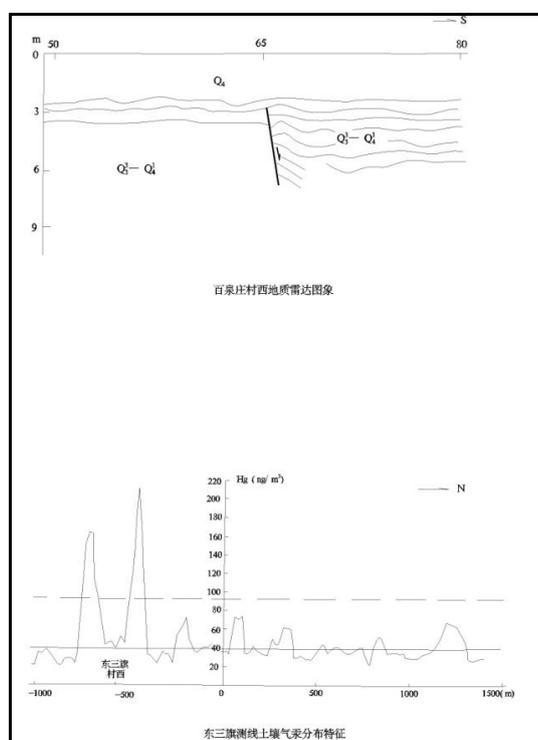


图 3-7：百泉庄地质雷达和气汞剖面

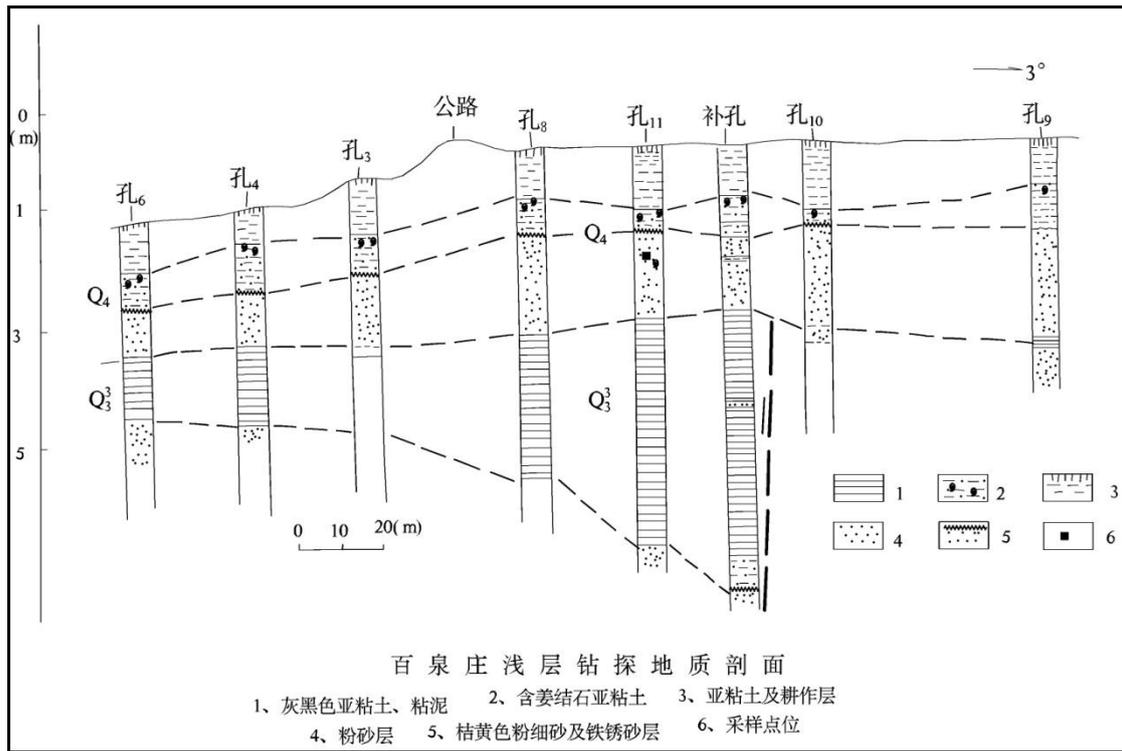


图 3-8: 百泉庄钻探剖面

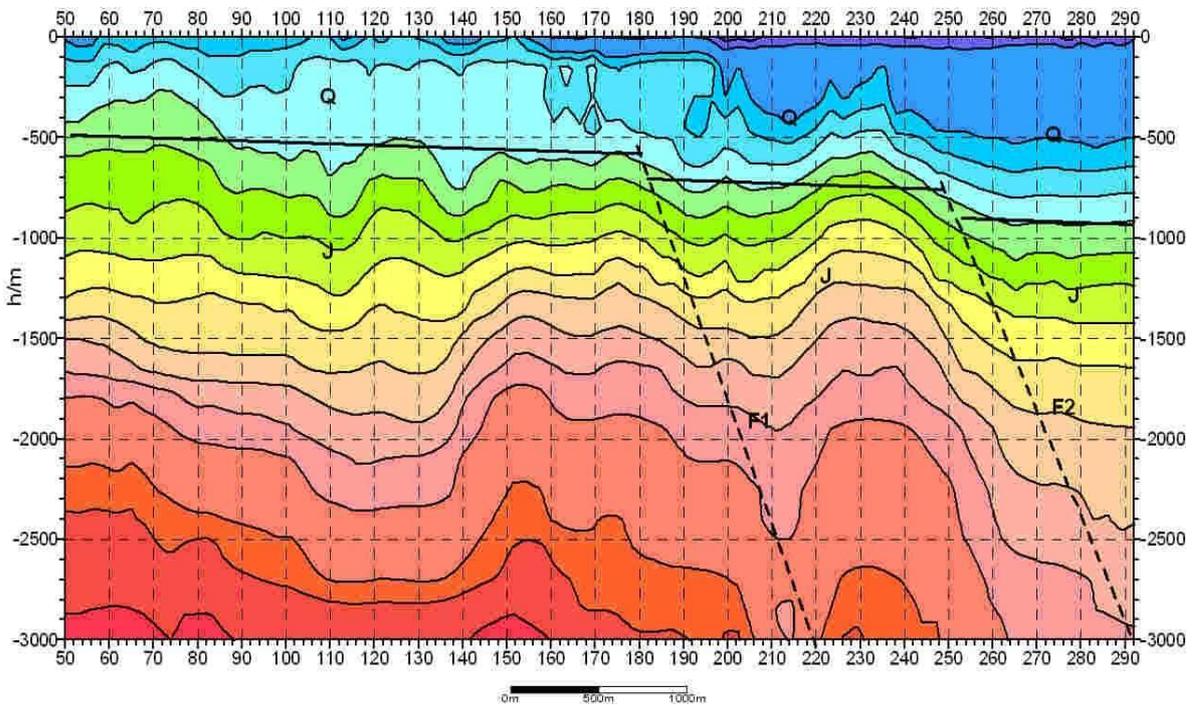


图 3-9: 朝阳区西甸村 CSAMT 勘查地质推断解释断面图

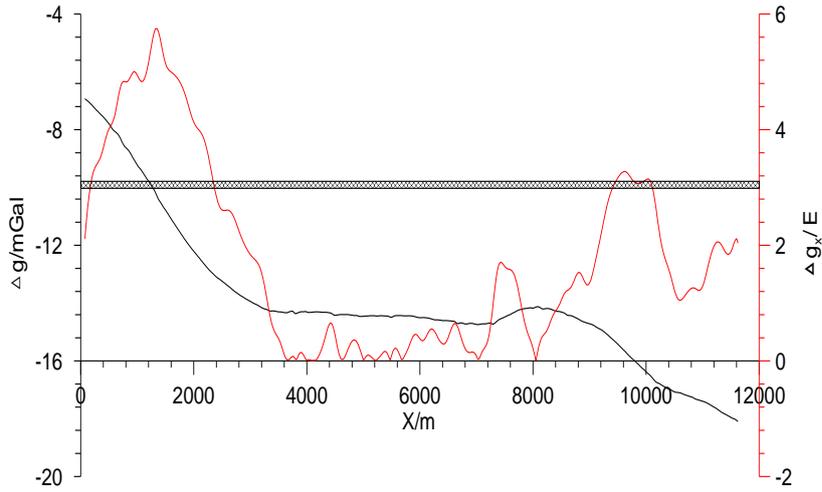


图 3-10: 立汤路 ZL—1 重力测线成果图

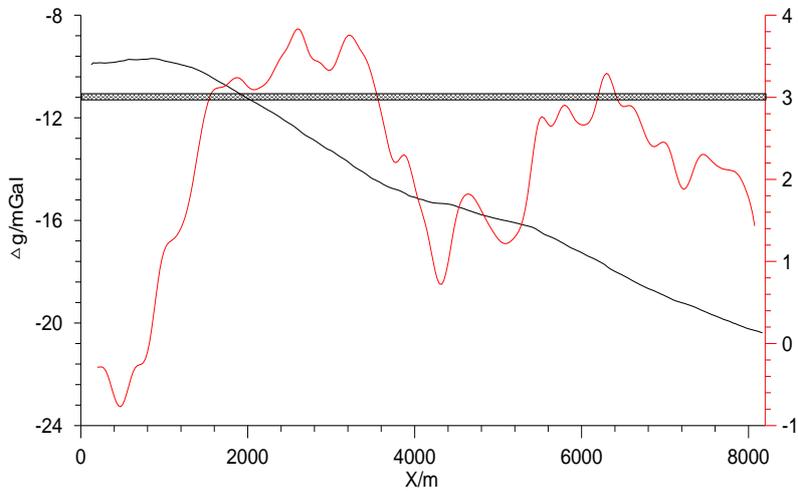


图 3-11: ZL—2 京顺路重力测线成果图

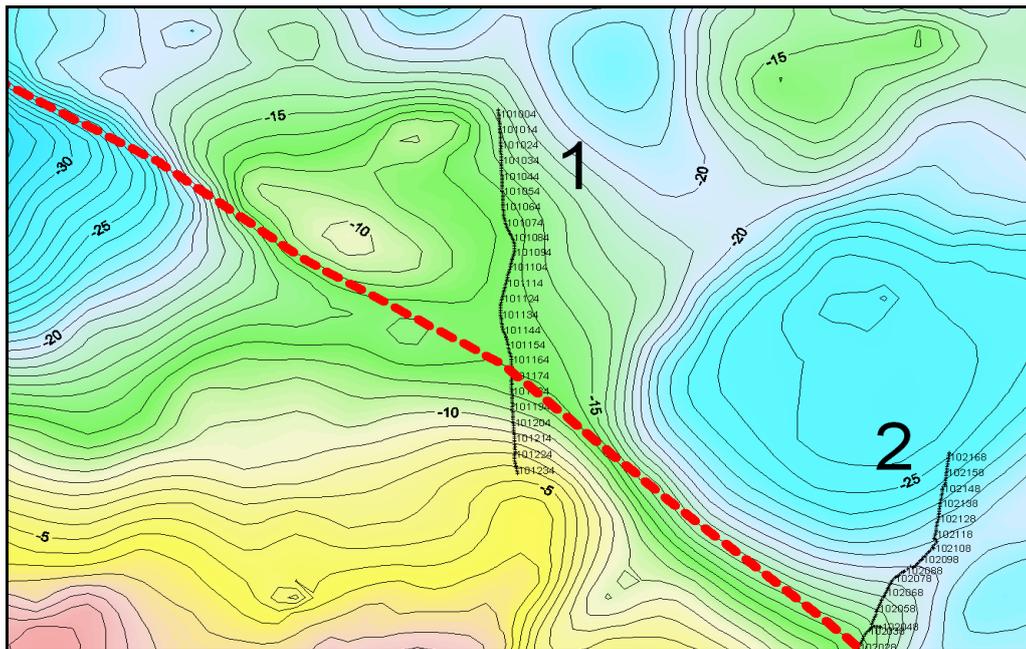


图 3-12: ZL—1、ZL—2 重力测线与区域重力布伽异常关系图

沿立汤路东三旗—小汤山的重力测量剖面以及沿京顺路—机场路的重力测量、CSAMT 测量等物探成果显示，该断裂在顺义断裂以西的反映很明显。尤其 CSAMT 剖面显示南口—孙河断裂的宽度较大，可达 1km。此外两条重力测线北段都见到异常，但在平面图上没有相应的异常带，是否断裂的显示需进一步工作证实。

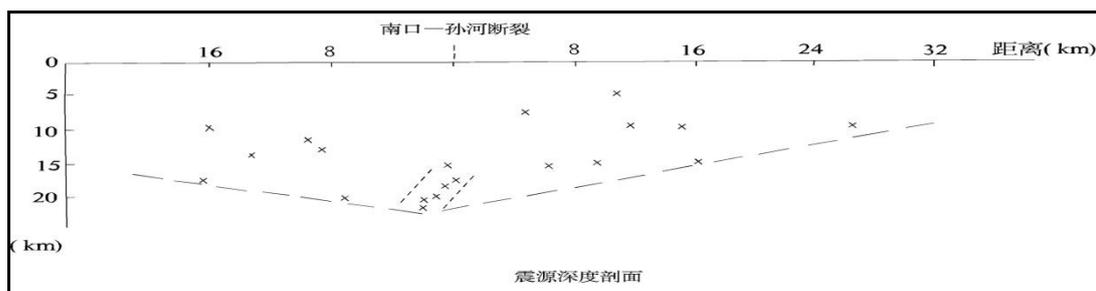


图 3-13: 南口—孙河断裂两侧震源深度与断裂关系剖面图

但过顺义断裂后南口—孙河断裂向南东的延伸方向上构造迹象不明显。表现在①重力水平梯度不明显；②楼梓庄—皮村以及通县城北沿京哈路布置的重力测量和楼梓庄南的 CSAMT 测线，都没有捕捉到大规模北西向断裂的痕迹；③富豪村的化探剖面也没有捕捉到断裂迹象。因此可以说南口—孙河断裂的活动是限制在顺义断裂以西。

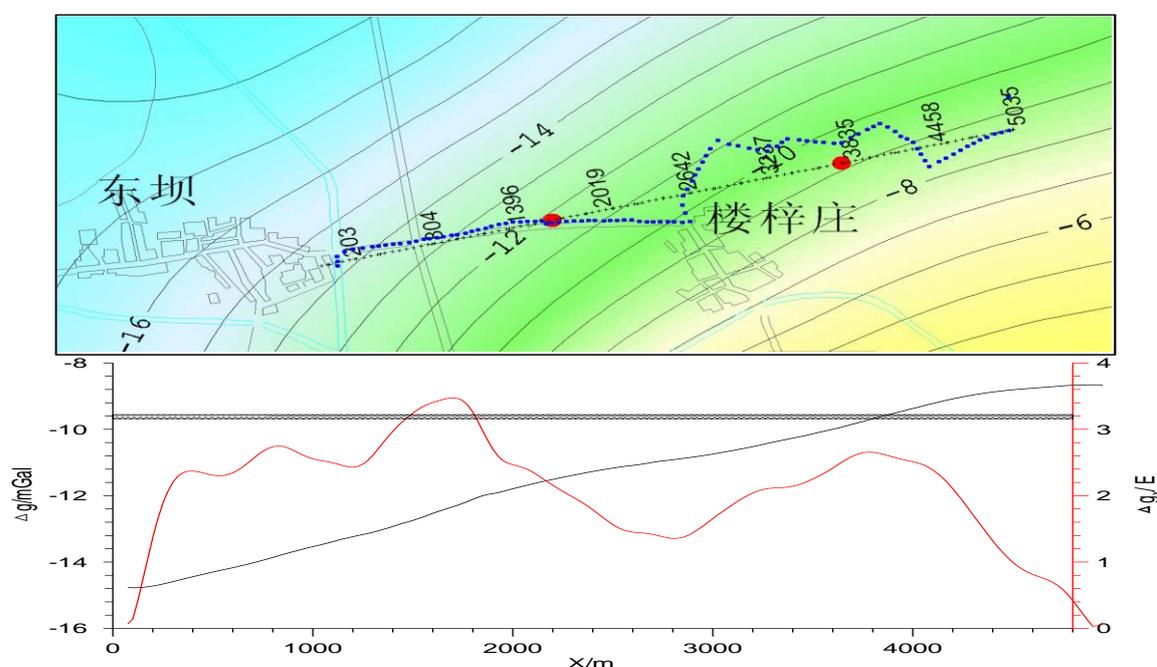


图 3-14: ZL—3 测线位置及成果图

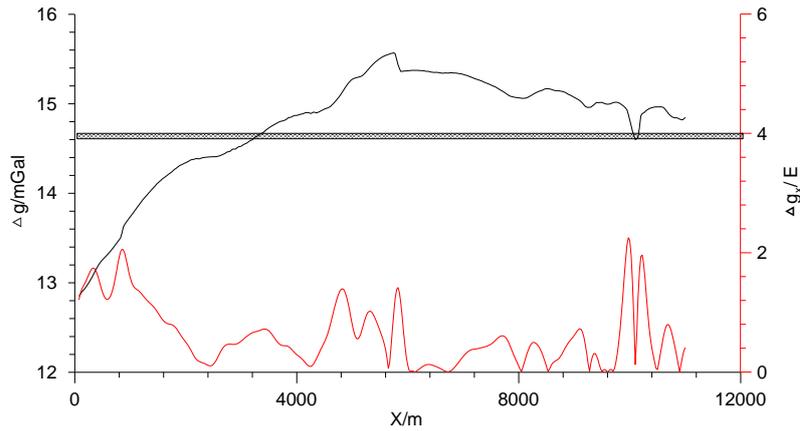


图 3-15: GL—2 重力剖面（京哈高速）成果图

表 3-2 南口—孙河断裂断点 GPS 定位统计表

序号	经度	纬度	备注
1	11624241	4005157	化探测线
2	11624242	4005170	化探测线
3	11614121	4011032	化探测线
4	11612170	4011588	化探测线、槽探
5	11609593	4013201	化探测线
6	11610014	4013320	化探测线、槽探

南口—孙河段丰富的地表物探、化探以及槽探工程结合地质调查可以满足对南口—孙河断裂的定位要求；综合各方面资料可以确定该断裂形成于第四纪初期；该断裂的形成和活动对第四系沉积、沿线的地貌和地表水系有强烈影响；全新世至少有三次强烈活动，活动间隔约为 4446 年左右，最晚一期强烈活动发生在距今 3500 年前左右，目前正处在间歇期的后期。

活动断裂地质灾害现状评估

综合分析场区周边断裂的活动资料，南口—孙河断裂属全新世活动断裂。同时，该断裂未穿越拟建场区，距拟建场区有一定的距离（约 0.8km）。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定，拟建场地活动断裂现状的地质灾害危险性为小。

第四章 地质灾害危险性预测评估

一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测

(一) 地面沉降

建设场地主要在地表进行施工，施工过程中可能会采取局部降水措施，主要对上部浅层地下水进行降水，而且降水时间较短，因此，规划场区在建设过程中不会加剧该地区的地面沉降量。

建设场地建成后也不会抽汲地下水，因此，建设场地在建成后不会加剧该地区的地面沉降危害。

(二) 砂土液化

砂土液化问题是根据地下水位变化进行判别的，规划场区无论是在建设过程中还是建成后都不会引起地下水位的长期性变化。因此，规划场区在建设过程中及建成后都不会诱发或加剧砂土液化灾害。

(三) 活动断裂

拟建工程施工就区域范围而言，规模较小，不会改变地壳结构或区域应力场状态，不会造成断裂的重新活动，也不会加剧断裂的活动性。

二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

(一) 地面沉降

地面沉降量预测，是在维持目前地下水开采状况及水位下降速度的前提下进行。因为沉降量的计算是建立在水位预测基础上的，如果造成水位变化的条件发生改变，就无法对水位的变化趋势进行预测，也就无法预测沉降量。

由于地下水位下降引起的地面沉降量计算为：

$$S_1 = \frac{H_0 \cdot \Delta P}{E_s} \quad (1) \text{ (砂土、碎石类土沉降量计算式)}$$

$$S_2 = \frac{H_0 \cdot C_c}{E_s} \cdot Lg \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad (2) \text{ (粘性土沉降量计算式)}$$

式中：H0 —— 地层初始厚度

ΔP —— 水位降低引起的附加荷载应力， $\Delta P = \Delta h \cdot r_w$

Es —— 压缩模量

E0 —— 地层初始孔隙比

e —— 水位下降后地层孔隙比（计算求得）

P0 —— 地层初始容重

P —— 水位下降后地层容重

C_c —— 地层初始压缩指数 $C_c = \frac{e_0 - e}{LgP - LgP_0}$

Δh —— 水位降低值

Rw —— 水的容重

经预测计算，评估区建设场地 2024-2029 年平均年沉降速率约为 10mm/a。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定，预测地面沉降发育程度为“弱”；预测险情为“轻”。判定拟建场地可能遭受地面沉降地质灾害的危险性为小。

（二）砂土液化

本次评估设定地下水位接近地表（0.5m）条件下，对场区砂土液化的可能性进行预测。

经判别，在建设场地地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土、砂土层在地下水位接近地表（0.5m）和VIII度地震烈度作用条件下，建设场地内不存在砂土液化现象。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 14，建设场地液化等级为轻微，预测险情为轻，判定建设场地遭受砂土液化地质灾害危险性小。

（三）活动断裂

南口-孙河断裂属全新世活动断裂。同时，该断裂未穿越拟建场区，

距拟建场区有一定的距离（约 0.8km）。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）判定，拟建场地可能遭受活动断裂地质灾害的危险性为小。

第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

一、地质灾害危险性综合评估原则

综合评估级别以现状和预测评估为基础，危险性采取“就高不就低”的原则进行确定。在单一灾种地质灾害综合评估及分区的基础上，对同一评估单元内不同灾种的综合评估结果进行叠加，按“就高不就低”的原则得出多灾种的综合评估及分区评估结论。

二、地质灾害危险性综合评估

通过现状评估和预测评估，该建设用地内不存在地形地貌和地质灾害分布的明显分带和异常，视为一个整体区段进行评估。依据上述量化指标综合评估如下（表 5-1、5-2）：

经单灾种地质灾害危险性综合评估，拟建场区内地面沉降、砂土液化、活动断裂地质灾害危险性等级均为“小级”。

经多灾种地质灾害危险性综合评估，拟建场区内地质灾害危险性等级为“小级”。

表 5-1 拟建场区单灾种地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	灾种	现状评估 危险性	预测评估		综合评估 危险性
			可能遭受危险性	引发或加剧危险性	
拟建场区	地面沉降	小	小	小	小级
	砂土液化	小	小	小	小级
	活动断裂	小	小	小	小级

表 5-2 拟建场区多灾种地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	灾种	单灾种综合评估危险性等级	多灾种综合评估危险性等级
拟建场区	地面沉降	小级	小级
	砂土液化	小级	
	活动断裂	小级	

三、建设场地适宜性评价

通过对建设场地地质灾害危险性综合评估，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 43 和表 44 相关规定，确定建设用地地质灾害防治难度为“小”，综合判定建设场地适宜性等级为“适宜”。

第六章 结论及建议

一、结论

1、拟建项目属较重要建设项目，地质环境条件复杂程度为中等复杂类型。综合确定本次地质灾害危险性评估项目级别为二级。

2、经现状调查，评估区存在地面沉降、砂土液化和活动断裂三种地质灾害。建设用地地面沉降和活动断裂的现状危险性均为“小”；在现状地下水位和VIII度地震烈度作用条件下，建设用地内砂土液化的现状危险性“小”。

3、经预测评估，拟建工程诱发、加剧地面沉降、砂土液化和活动断裂等灾害的可能性小。建设场地遭受地面沉降和活动断裂危害的危险性均为“小”；在地下水位埋深 0.5m 和VIII度地震烈度作用条件下，建设场地遭受砂土液化危害的危险性“小”。

4、经综合评估，确定建设用地的地质灾害危险性等级为“小级”。

5、经适宜性评价，该场地作为拟建工程的建设场地是“适宜”的。

二、建议

1、建设用地地面沉降现状发育，并有继续发展的可能。为安全起见，建议加强规划项目基础刚度和强度，防止不均匀沉降导致灾害性危险的发生。

在对建设用地内地下管线等设施进行设计和施工时，应充分考虑地面沉降对管线等设施的影响。必要时，可在规划场区内定期进行精密的地面水准测量，监控地面沉降的发展变化，防范地面沉降导致灾害性危险的发生。

2、评估区周边范围内发育有活动断裂。建议做好抗震设防工作。保证工程质量，提高拟建项目的抗震水平，设计认为必要时，也可提高一级抗震设防等级。

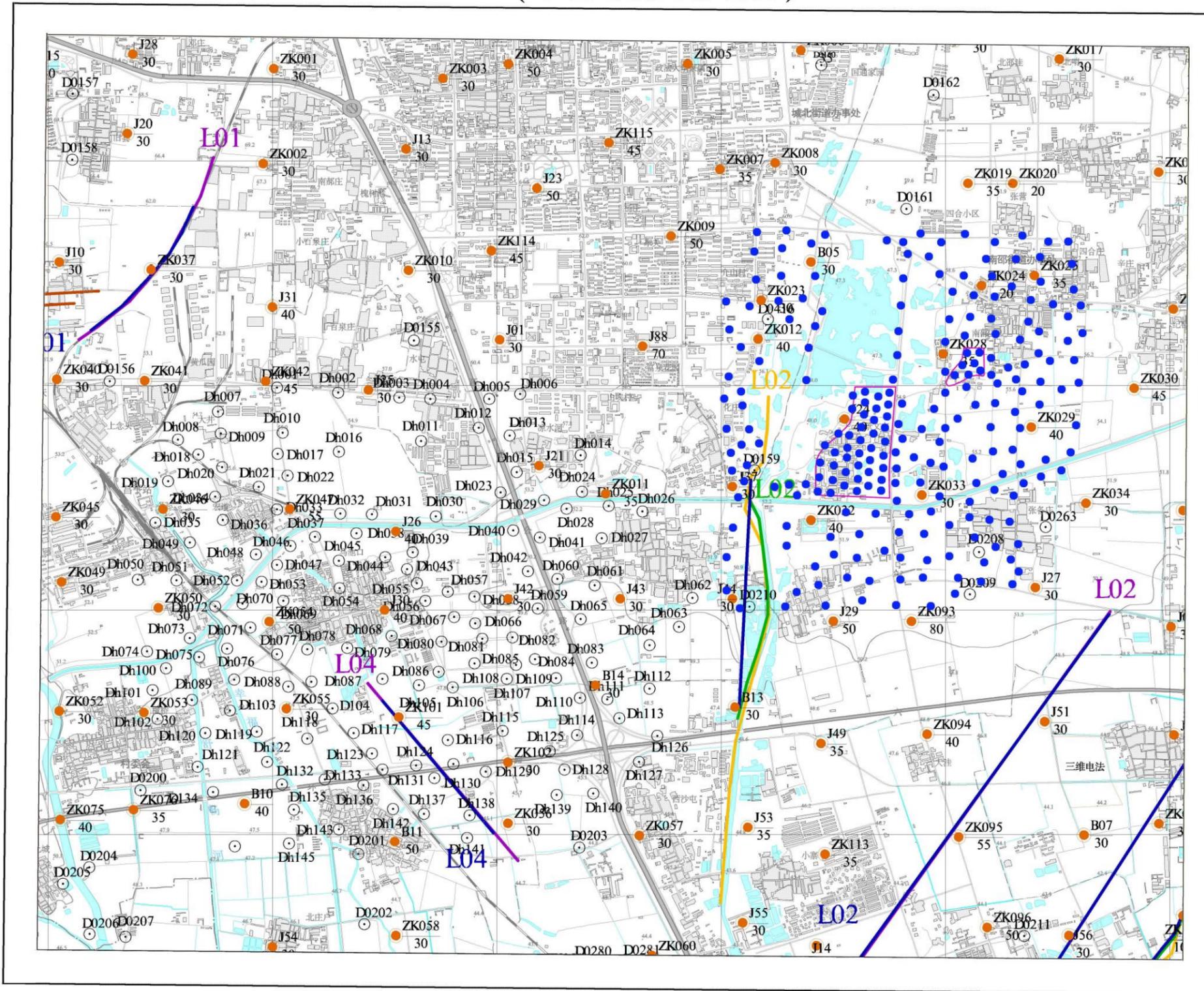
3、建设场区位于古河道地带，局部砂类土地层因形成年代晚，固结程度低，具有砂土液化的潜在危险性。建议在该项目施工图详细勘察设计阶段，加强对该区松散粉土、砂土层的地震液化勘察及评价分析工作，根据实际情况并依据规范要求采取有效措施，减轻乃至消除砂土液化地质灾害的影响。

4、本次评估钻探工作量仅满足于总体地质环境调查、评估的需要，建议设计时根据详细的岩土工程勘察资料，对拟建项目地基进行综合分析和妥善处理，以满足拟建建筑对于不均匀沉降、基坑开挖、边坡支护等指标的要求。本评估报告不可用于替代工程建设各阶段的勘察成果。

附图 1

地灾评估工作实际材料图

(专项地质灾害测量)



图例

● 综合地质调查点

以下为收集资料

● 工程钻孔

— 浅层地震测线

— 可控源音频大地电磁测深

— 抗干扰电法测线

— 氦气测线

— 地质雷达测线

○ 地质调查点

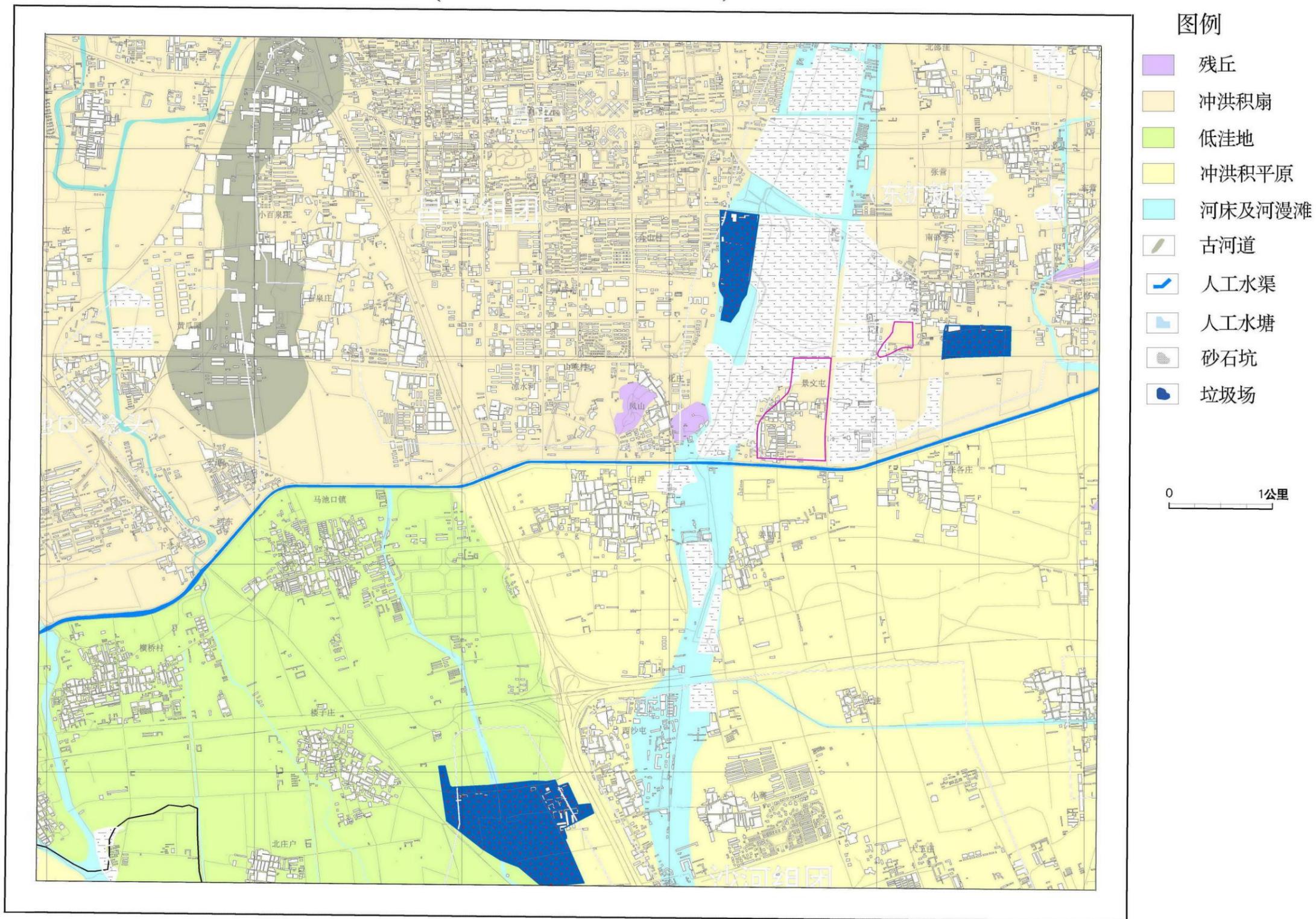
○ 综合地质调查点

0 1公里

附图 2

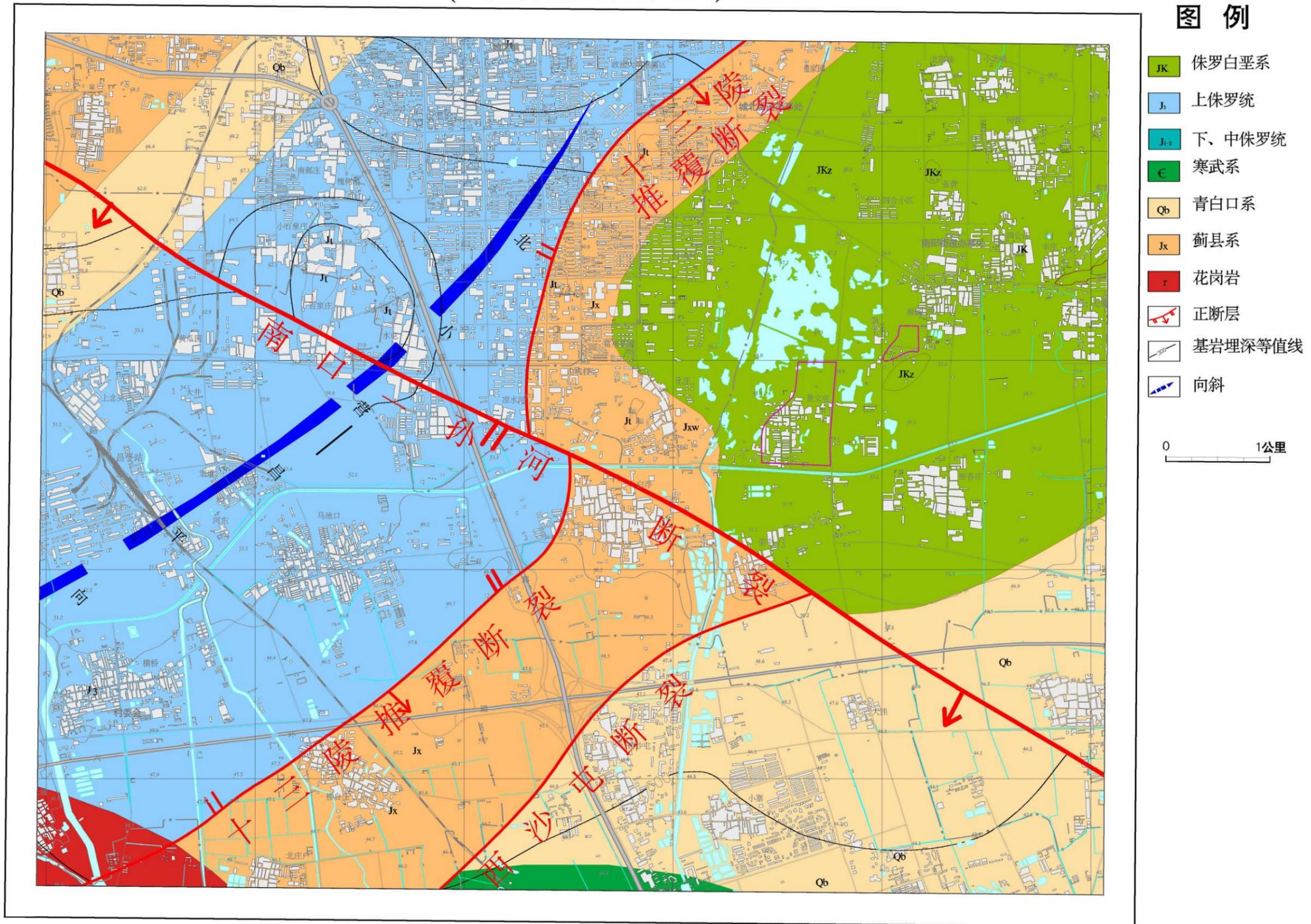
评估区地形地貌图

(专项生态环境地质测量)



附图 3

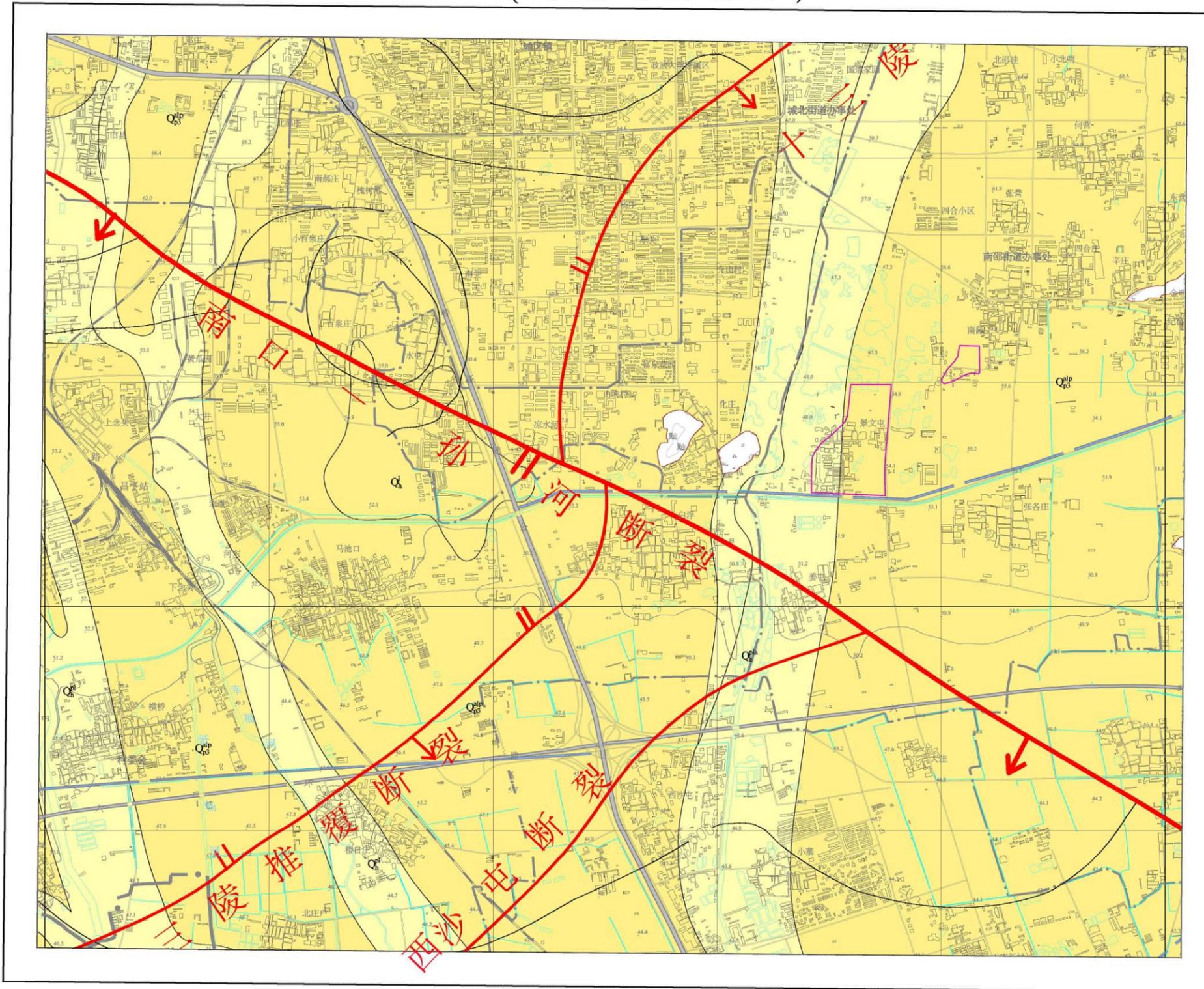
评估区基岩地质图 (专项地质测量)



附图 4

评估区第四纪地质图

(专项地质测量)



图例

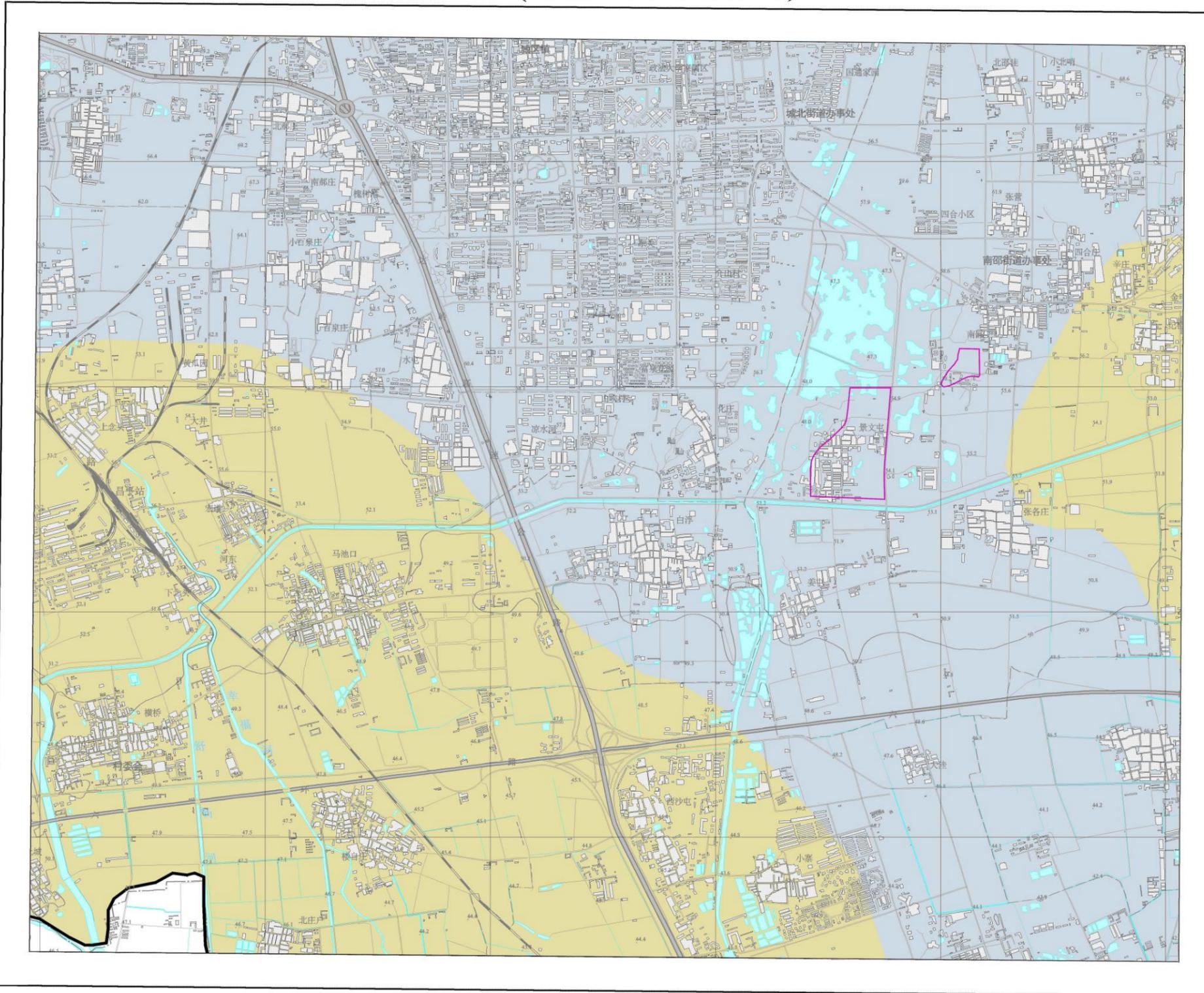
- 全新统洪积层
- 全新统洪冲积层
- 全新统湖积层
- 上更新统冲洪积层
- 第四系埋深等值线
- 山区界线

0 1公里

附图 5

评估区工程地质条件分区图

(专项工程地质测量)



图例

- 较好区
- 一般区

工程地质条件分区说明

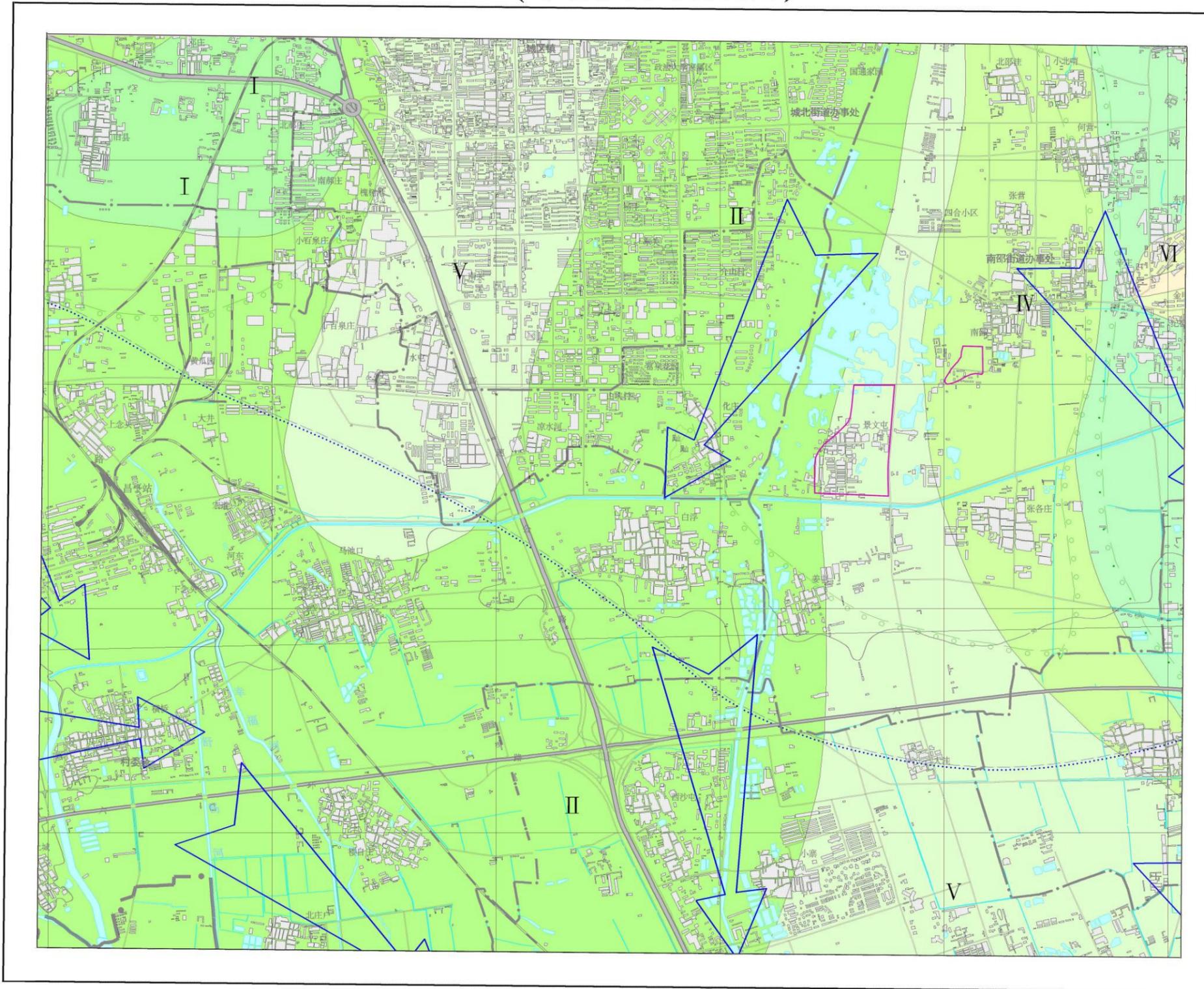
工程地质条件分区	工程地质特征
较好区	该区多为冲洪积阶地、台地,地形有起伏,局部坡度 $10-20^\circ$;地基土结构较简单,土质较均匀,分布较连续;场地土类型以中硬土为主,基本无特殊土分布;地下水类型较简单,水位埋藏较深,一般大于5m;微-弱腐蚀性。
一般区	该区地基土结构较复杂,土质不均匀,场地土类型以中软土为主,分布有液化土及软土;地下水类型较复杂,水位埋藏较浅,一般小于5m,弱-中等腐蚀性。

0 1公里

附图 6

评估区水文地质分区图

(专项水文地质测量)



图例

一、第四系孔隙水组富水性分区

(降深5米时的单井出水量, 单位: 立方米/日)

- I >5000
- II 3000-5000
- III 1500-3000
- IV 500-1500
- V <500
- VI 富水性不均一

二、第四系含水层岩性、结构

- 2-3层砂卵、砾石层
- 多层砂砾石及少数砂层

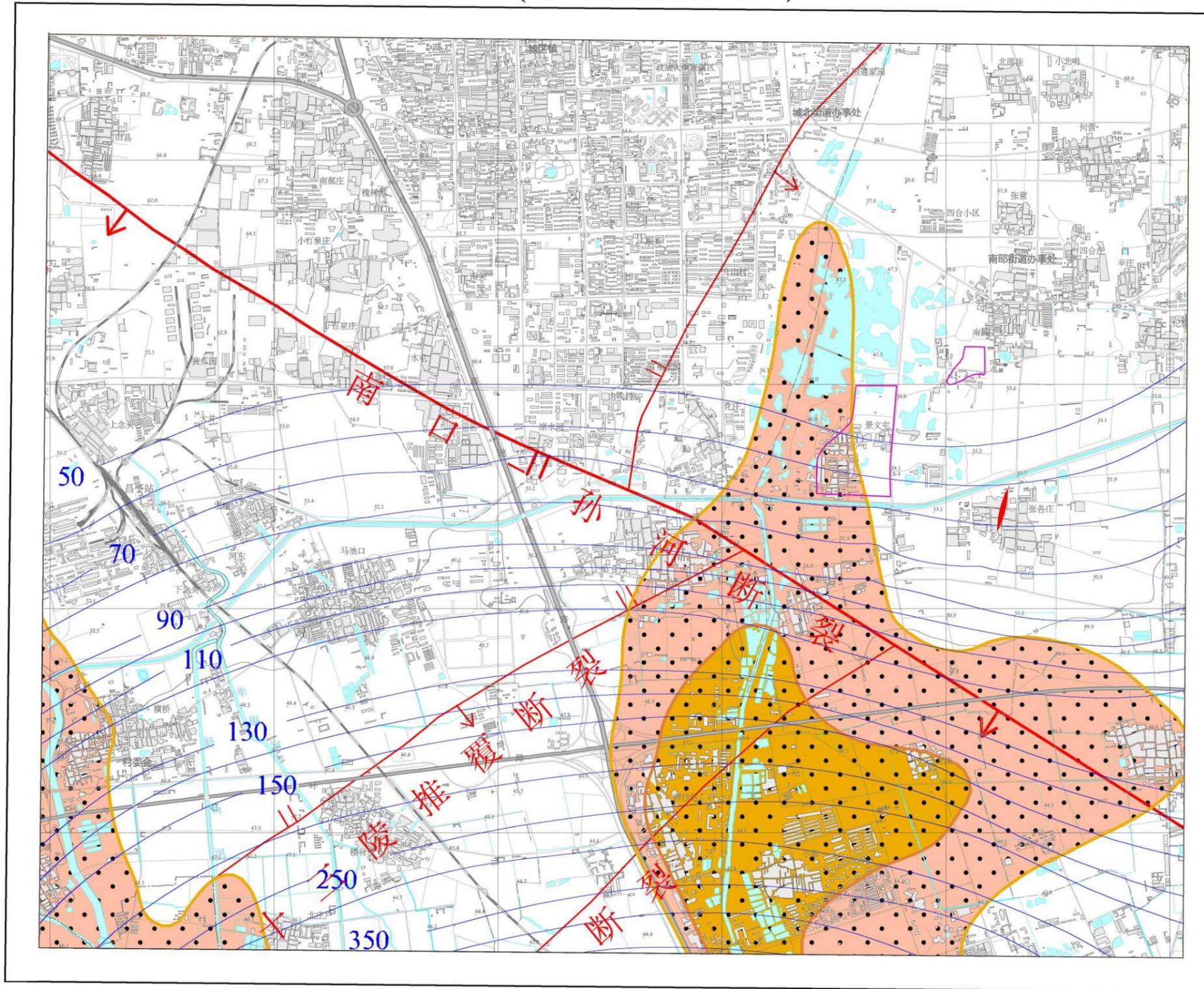
三、其它

- 地层、含水岩组及松散岩层富水程度界线
- 潜水和承压水分界线(齿向承压水)
- 潜水流向

0 1公里

附图 7

评估区地质灾害现状分布图 (专项地质灾害测量)



图例

- 地裂缝
- 地面沉降等值线
- 轻微液化区
- 中等-严重液化区
- 正断层
- 逆断层
- 活动断裂

0 1公里