



中材地质勘查研究

怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目

# 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

二〇二六年一月



怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目

# 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：付方华

项目工程师：杨宗闪

李旭靓

杨伟康

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：2026 年 1 月



# 地质灾害防治单位资质证书

地质灾害评估和治理  
资质类别：工程勘察设计资质

单位名称：中材地质工程勘查研究院有限公司

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





## 怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目 地质灾害危险性评估报告 评审意见

受北京怀胜投资集团有限公司委托，中材地质工程勘查研究院有限公司完成了《怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”），专家组对“评估报告”进行了评审，意见如下：

### 一、项目概况

怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目（以下简称该项目）位于怀柔区怀柔老城 HR00-0103 街区，东至开放路，西至东关一区，南至南大街，北至府前东街，总用地面积为 5.64 公顷，基准强度为二级，基准高度为 24m，该地块功能主导分区为居住主导区。

### 二、评审意见

1. “评估报告”充分收集了前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料。本次地质灾害评估范围 4km<sup>2</sup>，开展了地质灾害评估和区域、水文、工程、环境等综合地质调查，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复杂程度“中等复杂”，建设项目属于“较重要项目”，综合确定建设用地地质灾害危险性评估等级为“二级”是合适的。

3. “评估报告”通过全面的资料分析，认为区内可能存在的地质灾害有活动断裂、地面沉降和砂土液化三种类型。

建设用地东侧发育的黄庄-高丽营断裂发育迹象不明显，建设场地距离断裂 1.0km，该活动断裂发育程度为“弱”，灾情为“轻”，现状评估认为活动断裂灾害现状危险性“小”；

建设用地 1955~2019 年的累计地面沉降量 35mm，2021 年地面沉降速率约为 12mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现



状危险性“小”；

建设用地 20.0m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组，现状最高地下水位时不液化，砂土液化的灾情为“轻”，砂土液化地质灾害的现状危险性“小”。

#### 4. 经预测评估：

建设用地的工程建设引发、加剧活动断裂、地面沉降和砂土液化等地质灾害的危险性均为“小”。

建设用地距黄庄-高丽营断裂约 1.0km，处于断裂中等影响带以外，建设项目工程建设遭受活动断裂灾害可能性为“小”，险情为“轻”，活动断裂地质灾害危险性预测为“小”；

预测至 2030 年，建设用地的年均沉降速率约为 12mm/a，累计地面沉降量约为 167mm，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性“小”；

建设用地 20.0m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组，历史最高地下水位时不液化，砂土液化的险情为“轻”，建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性“小”。

#### 5. 经综合评估确定项目区用地的地质灾害危险性等级属“小级”。

6. 从地质灾害评估角度来看，防治难度“小”，该场地作为本项目的建设场地是“适宜”的。

总之，专家评审组认为“评估报告”资料收集齐全，工作部署合理，表述清晰，评估依据充分，结论可信，评审予以通过。

2026 年 1 月 27 日

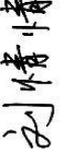
评审组长：

评审专家：



## 怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目地质灾害危险性评估报告

### 评审专家名单

职务	姓名	工作单位	职称	签名
专家组 组长	张建青	中勘三佳工程咨询(北京)有限公司	教高	
评审专家	周自梁	北京岩土工程勘察院有限公司	高工	
	刘情情	中航勘察设计研究院有限公司	高工	



## 目 录

前 言 .....	1
第一章 评估工作概述 .....	2
一、建设项目概况 .....	2
二、以往工作程度 .....	4
三、依据标准 .....	4
四、工作及方法工作量 .....	5
五、评估范围 .....	7
六、评估级别 .....	8
(一) 建设项目重要性的确定 .....	8
(二) 评估区地质环境复杂条件的确定 .....	8
(三) 评估级别确定 .....	10
第二章 地质环境条件 .....	10
一、气象 .....	10
二、水文 .....	11
三、地形地貌 .....	12
(一) 区域地形地貌 .....	12
(二) 评估区地形地貌 .....	13
四、地层岩性 .....	19
五、地质构造与区域地壳稳定性 .....	21
(一) 地质构造 .....	21
(二) 地震活动 .....	24
(三) 区域地壳稳定性 .....	28
六、工程地质条件 .....	28
(一) 岩土体工程地质特征 .....	29
(二) 工程地质条件评价 .....	32
七、水文地质条件 .....	32
(一) 含水层的分布及赋水性 .....	32
(二) 地下水动态特征 .....	32
(三) 地下水类型及补给、径流、排泄条件 .....	33
八、环境地质状况及人类工程活动影响 .....	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



中国建材

# 中材地质勘查研究

二、现状评估 .....	34
(一) 活动断裂 .....	34
(二) 地面沉降 .....	39
(三) 砂土液化 .....	43
三、小结 .....	48
第四章 地质灾害危险性预测评估 .....	49
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测 .....	49
(一) 活动断裂 .....	49
(二) 地面沉降 .....	49
(三) 砂土液化 .....	49
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测 .....	49
(一) 活动断裂 .....	49
(二) 地面沉降 .....	50
(三) 砂土液化 .....	51
三、小结 .....	53
第五章 地质灾害危险性综合分区评估 .....	54
一、综合评估原则 .....	54
二、评估指标的选定 .....	54
(一) 灾情与危害程度的分级标准 .....	54
(二) 活动断裂 .....	54
(三) 地面沉降 .....	54
(四) 砂土液化 .....	55
三、综合分区评估 .....	55
四、建设场地适宜性评估 .....	56
第六章 结论及建议 .....	57
一、结论 .....	57
二、建议 .....	58



## 前 言

根据北京市国土资源局京国土环[2005]879号《关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》，受北京怀胜投资集团有限公司（原北京怀胜城市建设开发有限公司）委托，中材地质工程勘查研究院有限公司于2026年1月对怀柔新城0103街区HR00-0103-6001等地块土地开发项目进行了地质灾害危险性评估工作。评估主要任务和要求如下：

- 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，分析地质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，评估其危险性及对建设用地的影响，对建设用地存在的危险性地质灾害类型分别进行现状评估、预测评估和综合评估；
- 3、分析预测建设项目在建设使用过程中对地质环境的改变和影响，评价其可能引发或加剧地质灾害的可能性、危害程度和危险性；分析预测建设工程可能遭受地质灾害的可能性、危害程度和危险性；
- 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。



### 一、建设项目概况

怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目（以下简称该项目）位于怀柔区怀柔老城 HR00-0103 街区，东至开放路，西至东关一区，南至南大街，北至府前东街，总用地面积为 5.64 公顷，基准强度为二级，基准高度为 24m（局部 36m），该地块功能主导分区为居住主导区，详见土地储备方案图则（图 1-1）。建设场地地理位置图见图 1-1。

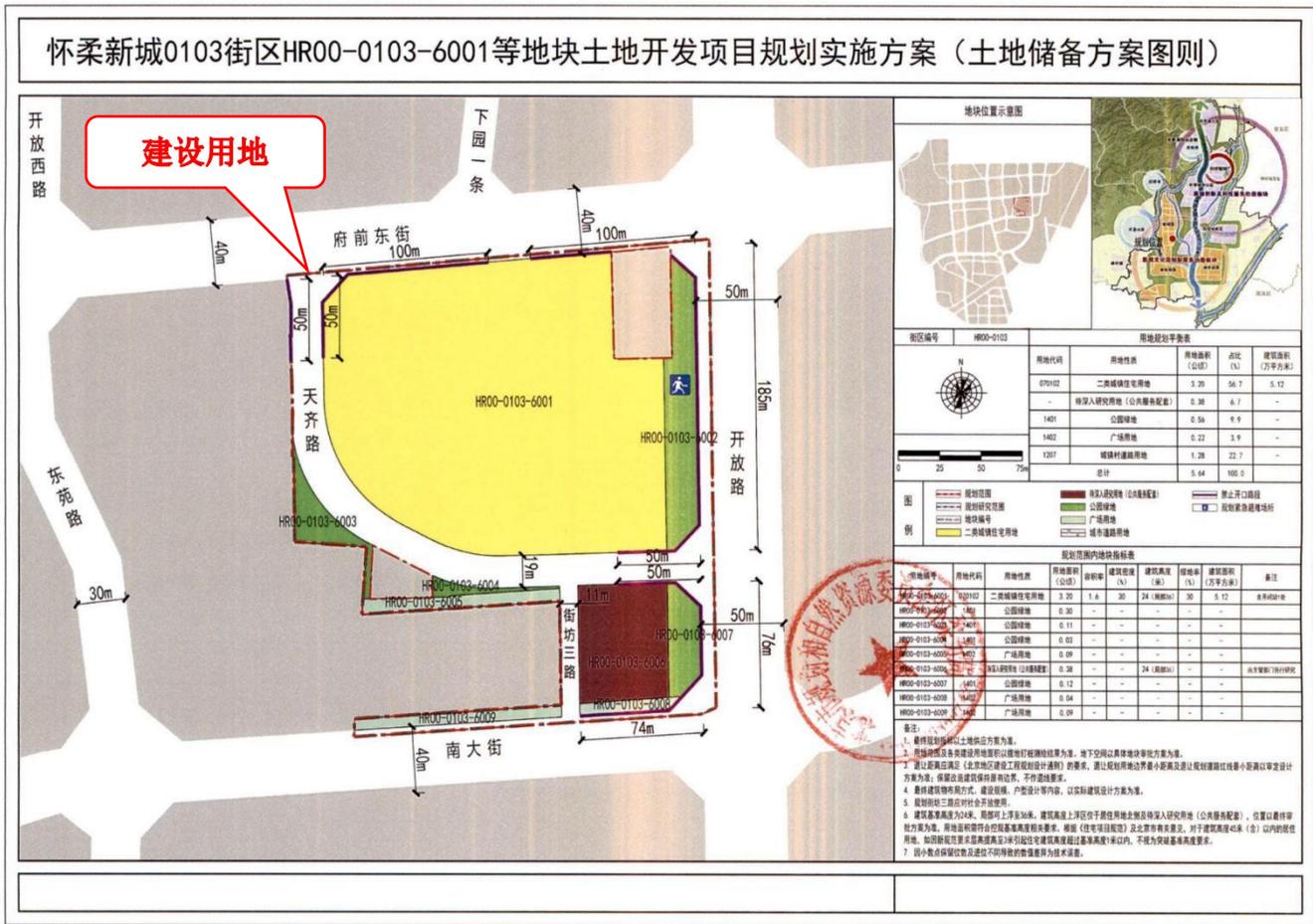


图 1-1 建设用地地理位置图



## 二、以往工作程度

评估区及周边地质灾害研究程度相对较低，但有关单位曾在周边进行过一定的水文地质、工程地质、地震等研究工作，为本次地质灾害危险性评估任务奠定了一定的工作基础。近年该地区主要研究成果见表 1-1。

表 1-1 评估区域以往主要工作成果表

成果名称	完成单位	完成时间
《北京市水文地质图（1:10 万）》及说明书	北京市水文地质工程地质大队	1978 年
《北京平原区基岩地质构造图（1:10 万）》	北京市水文地质工程地质大队	1979 年
《北京地区活动构造体系图（1:10 万）》及说明书 《北京地区构造体系图（1:10 万）》	北京市地震地质会战办公室	1979 年
《北京市主要地质灾害调查（1:10 万）》	北京市地质研究所	1991 年
《北京市地质灾害现状调查》	北京市地质研究所	1992 年
《北京市区域地质志》	北京市地质研究所	1991 年
《区域地质调查报告 1:50000（怀柔县幅）》	北京市地质调查所	1991 年
《北京市地质灾害防治总体规划》	北京市国土资源和房屋管理局	2003 年
《北京市突发地质灾害详细调查总报告》	北京市地质研究所	2014 年
《北京市地面沉降监测简要报告（2019 年）》	北京市水文地质工程地质大队	2020 年
《北京东苑铝合金门窗厂新建厂房项目 （新建厂房）岩土工程勘察报告》	北京智慧宏图勘察测绘有限公司	2025 年

## 三、依据标准

本次地质灾害危险性评估工作，以相关的法规为依据，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/T 40112-2021）和北京地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），对技术规范要求中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程，主要依据如下：

- 1、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令 第 394 号）；
- 2、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发[2004]69 号）；
- 3、《北京市国土资源局关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》（京国土环[2005]879 号）；
- 4、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)》（DZ/T 0261-2014）；



- 5、《工程地质调查规范(1:50000)》（DZ/T 0097-2021）；
- 6、《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范(比例尺(1：50000))》（GB/T 14158-1993）；
- 7、国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）；
- 8、国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- 9、国家标准《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010）；
- 10、地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ11-501-2009）（2016 年版）；
- 11、《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- 12、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 13、《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）。

#### 四、工作方法及工作量

为了科学、全面地对建设用地地质灾害危险性进行评估，接受甲方委托任务后，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，充分收集、整理场地附近已有气象、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。根据建设用地及周边的地质环境条件及地质灾害现状，在综合分析的基础上，对评估区潜在的活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害进行了重点调查。在此基础上，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，对区内建设场地进行适宜性评估，并提出了地质灾害的防治措施，评估工作程序见图 1-2。

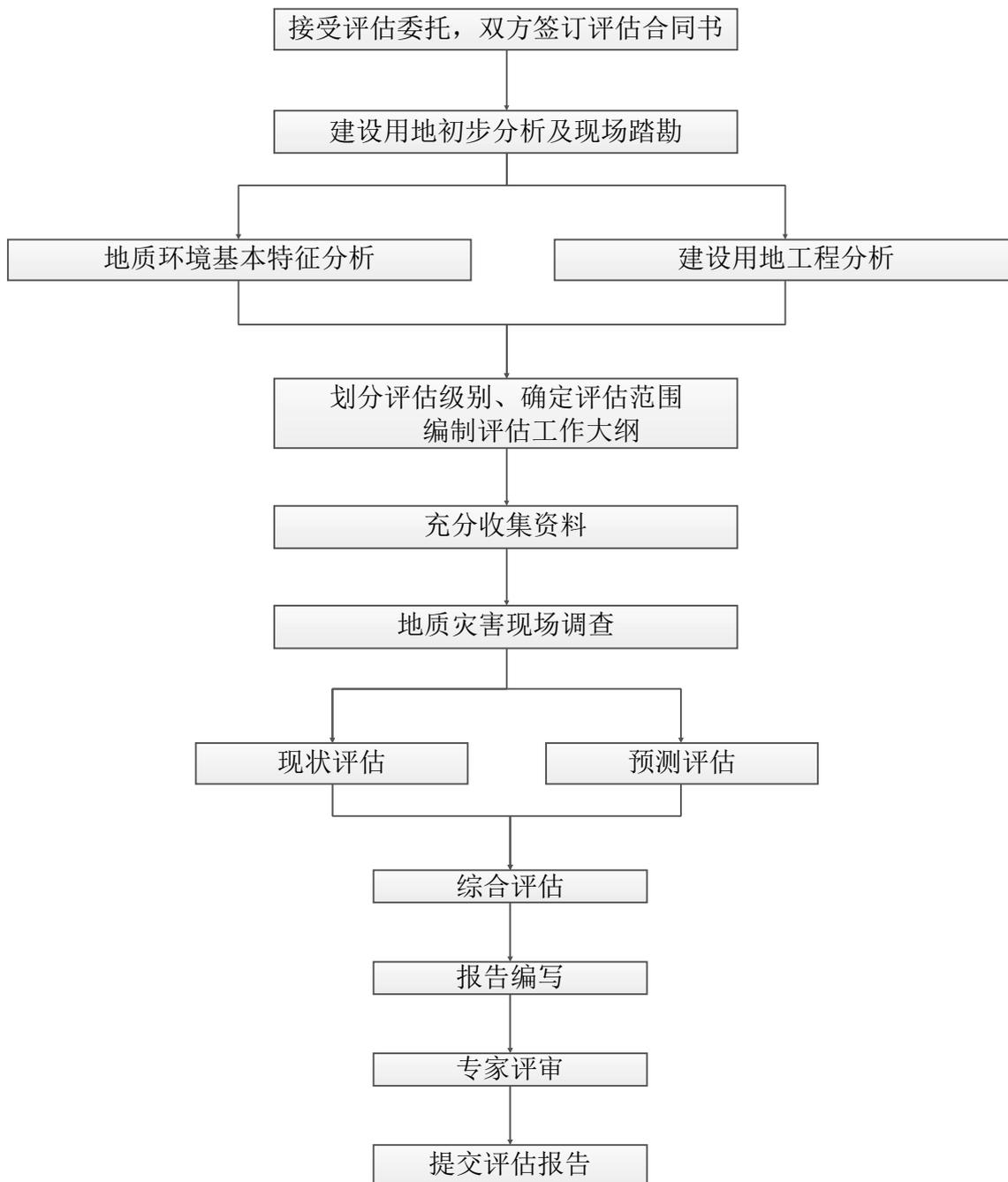


图 1-2 评估工作程序框图

本次评估工作，历经资料收集、野外调查和室内综合分析、报告编写三个阶段。本次评估工作完成和利用的主要工作量见表 1-2。



表 1-2 资料收集和完成工作量表

项 目 名 称		单 位	数 量	说 明
资料收集	区域地质调查报告	份	1	1:5 万
	地震专题研究成果资料	份	1	
	其它生产科研报告	份	11	多种比例尺
野外调查	区域地质调查	km <sup>2</sup>	6	1:10000
	环境地质调查	km <sup>2</sup>	6	1:10000
	水文、工程地质调查	km <sup>2</sup>	6	1:10000
	地质灾害调查	km <sup>2</sup>	6	1:10000
	野外调查点	点	5	
	现场拍摄照片	张	20	
试验测试	土的物理力学性质试验	件	25	资料整理
	标准贯入试验	次	15	资料整理
报告编写	评估报告	份	1	

## 五、评估范围

由于地质灾害对环境的影响往往涉及一个较大的范围，因此在地质灾害危险性评估中，其评估范围不能只局限于建设用地，应根据建设用地区域地质环境条件复杂程度、工程规模、地质灾害的分布规模和特点扩展到建设用地四周的一定范围，同时依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）的相关规定来确定评估范围（表 1-3）。

表 1-3 地质灾害危险性评估区范围确定表

类别	平原区	山区
线状工程	两侧各 500m~1000m	在两侧各 500m~1000m 评估范围的基础上，根据灾害类型特点扩展到影响范围
面状工程	不小于 4km <sup>2</sup>	根据项目特点、地质灾害类型特点，至其影响范围的边界

根据已有资料及以往工作经验，并根据评估区地质环境特点，确定建设用地潜在的地质灾害为活动断裂、地面沉降和砂土液化三种类型。根据规范要求及建设工程特点，本次地质灾害评估范围约 4km<sup>2</sup>，同时对建设场地及周边区域地质、水文地质、工程地质和环境地质情况进行了调查，并针对活动断裂、地面沉降和砂土液化进行重点调查，调查面积约 6km<sup>2</sup>。



## 六、评估级别

### (一) 建设项目重要性的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)，怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目（以下简称该项目）位于怀柔区怀柔老城 HR00-0103 街区，东至开放路，西至东关一区，南至南大街，北至府前东街，总用地面积为 5.64 公顷，基准强度为二级，基准高度为 24m，该地块功能主导分区为居住主导区。

依据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中附录 B (表 B.2) 的相关规定，确定该建设项目为“较重要”建设项目。

### (二) 评估区地质环境复杂条件的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中附录 B (表 B.1) 地质环境条件复杂程度分类表 (表 1-4) 的规定，对项目建设用地地质环境条件复杂程度的判别主要从地质灾害、地形地貌、构造地质、水文地质和工程地质、人类活动工程等五个方面进行综合评价。

表 1-4 地质环境条件复杂程度分类表

类别条件	复杂	中等	简单	备注
地质灾害	地质灾害发育强烈：现状地质灾害两种以上，或单种地质灾害规模达到大型，危害较大	地质灾害发育中等：现状地质灾害 2~3 种，或单种地质灾害规模为中小型，危害中等	地质灾害一般不发育：一般无现状地质灾害存在，个别地质灾害规模小，危害小	
地形地貌	地形复杂，地貌类型多样：地面坡度以大于 25° 为主，区内相对高差大于 200m	地形较简单，地貌类型单一：地面坡度以 8~25° 的为主，区内相对高差 50~200m	地形简单，地貌类型单一：平原(盆地)和丘陵。地面坡度小于 8°，区内相对高差小于 50m	
上游流域面积	>5km <sup>2</sup>	2~5km <sup>2</sup>	<2km <sup>2</sup>	主要指泥石流
构造地质	建设场地与全新世活动断裂带的距离小于 1000m；非全新世断裂发育	建设场地与全新世活动断裂带的距离 1000~3000m；非全新世断裂较发育	建设场地与全新世活动断裂带的距离大于 3000m；非全新世断裂不发育	
水文地质 工程地质	含水层为多层结构且地下水位年际变化大；岩土体结构复杂、性质差	含水层为 2~3 层结构且地下水位年际变化较大；岩土体结构较复杂、性质较差	含水层为单层结构，地下水位年际变化小；岩土体结构简单、性质良好	
人类工程活动	破坏地质环境的人类工程活动强烈	破坏地质环境的人类工程活动较强烈	破坏地质环境的人类工程活动一般	
注：每类条件中，有一条符合条件者即为该类复杂类型。				



## 中材地质勘查研究

1、地质灾害：根据已有观测资料，评估区现状地质灾害主要为活动断裂、地面沉降和砂土液化。评估区发育的主要断裂构造为北东向黄庄-高丽营断裂，距离项目用地约 1.0km；评估区位于山前冲洪积平原区，据已有沉降观测调查资料，区内 1955-2019 年间沉降量约为 35mm；建设用地地下 20.0m 深度范围内分布砂土地层。经现场实际调查，未发现因活动断裂、地面沉降和砂土液化等地质灾害引发的现象及破坏，评估区现状地质灾害发育程度中等复杂。

2、地形地貌：评估区位于北京西北部，属于山前冲洪积平原区，地形起伏较小，区内大部分为耕地，地形平坦开阔，地貌类型单一，地形地貌条件简单。

3、构造地质：建设场地内部无活动断裂发育，黄庄-高丽营断裂在建设工程东侧约 1.0km 处通过，该断裂隐伏在第四系之下，地表无明显构造迹象。根据历史地震分布资料，评估区内没有历史破坏性地震记录。对建设工程而言，评估区地质构造条件中等复杂。

4、水文地质和工程地质：区内第四系覆盖层厚度大于 100m，除表层厚度不大的素填土外，其它均为第四纪以来冲洪积作用形成的粉土、粘性土、砂土及卵石层，地层分布较稳定，工程地质条件简单。

水文地质方面，评估区内砂层及卵石层为该地区的潜水含水层，地下水补给来源主要为大气降水、地下水侧向径流等方式，以地下水侧向径流和借助毛细作用的蒸发为主要排泄方式，水文地质条件简单。

5、人类工程活动：建设用地及周边主要分布有学校、道路和居民区等，区内人类活动主要为房屋建设、居民居住和企业生产，没有其他破坏性活动，破坏地质环境的人类工程活动一般。

综上所述，评估区地质灾害发育程度中等复杂，地形地貌简单，构造地质条件中等复杂，水文地质、工程地质条件简单，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”。



## (三) 评估级别确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)，建设项目为“较重要”建设项目，地质环境条件复杂程度为“中等复杂”，依据地质灾害危险性评估等级划分表之规定(表 1-5)，确定本建设用地地质灾害危险性评估分级为“二级”。

表 1-5 地质灾害危险性评估等级划分表

评估等级		地质环境复杂程度		
		复杂	中等复杂	简单
规划或建设项目重要性	重要	一级	一级	一级
	较重要	一级	二级	三级
	一般	二级	三级	三级

## 第二章 地质环境条件

### 一、气象

评估区属暖温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区，四季分明，雨热同期，夏季暖热湿润，冬季寒冷少雪。全年日照时数为 2748-2878 小时，年平均气温 9-13℃，最高气温 40℃，最低-20℃，七月份最热，月平均 25.8℃，一月份最冷，月平均-5.1℃，一般在 11 月中旬封冻，翌年 4 月份解冻，冻土层深度-0.8m~-1.0m。年积温 2800-4610℃。

怀柔区多年平均降水量为 638.4mm，年最高降水量是 1969 年为 1120.8mm，年最低降水量是 1962 年为 354.4mm。降水主要集中在 6~8 月份。怀柔区降水量的多年变化详见图 2-1。

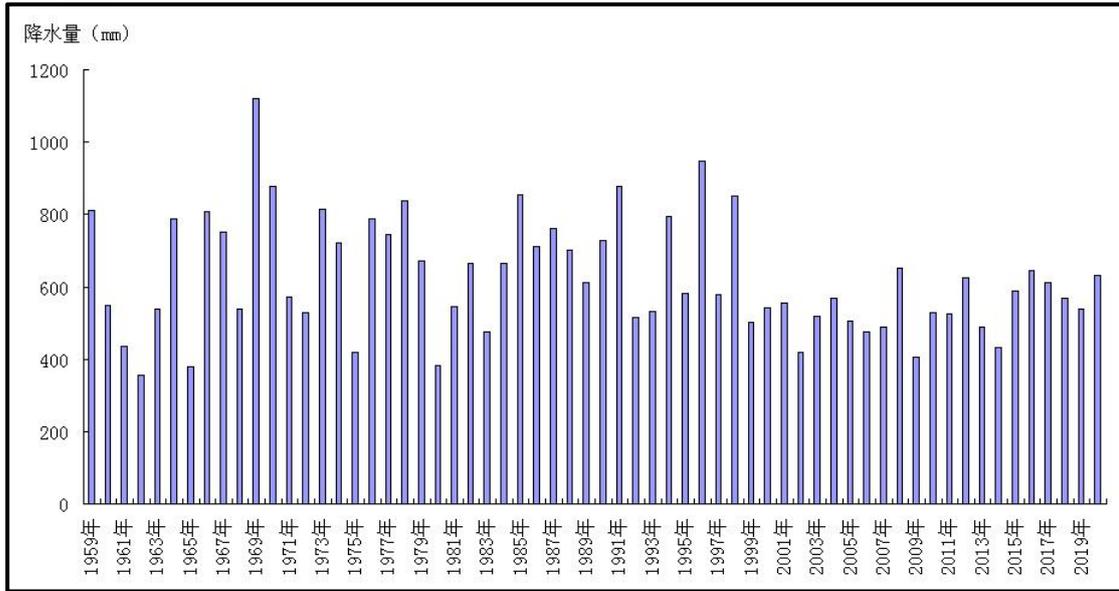


图 2-1 北京怀柔区 1959~2020 年降水量直方图

## 二、水文

区内天然水系均属海河流域潮白河水系。场区南侧约 2.4km 有怀河，西侧约 1.7km 有怀柔水库。

潮白河：潮白河为流经北京市北部、东部的重要河流，属海河水系。其上源有两支，东支为潮河，西支为白河。潮河，古称大榆河、濡河，又称鲍丘（邱）水，因其“时作响如潮”而称潮河。潮白河及其支流组成潮白河水系，本境流域面积 6531km<sup>2</sup>，占全市面积 33.4%，年均径流量 10.22 亿 m<sup>3</sup>，占全市水系总径流量的 39.4%。两项均居全市首位。解放后，在这一水系上修建了密云水库、怀柔水库 2 座大型水库和 5 座中型水库、33 座小型水库，总库容 46.6867 亿 m<sup>3</sup>，亦居全市各水系首位；以密云水库为引水源，通向市区的京密引水渠为北京市供水主动脉。潮河、白河的河道在历史上曾多次改道。东汉以前，潮河、白河各自入海；北魏时，在今通县东北（潞县）汇合；以后，汇流点逐步向北迁移，至五代在顺义县牛栏山汇流；明嘉靖三十四年（1555 年），为利用潮白河通漕，经人工治理，始于密云县西南 18 里之河漕村汇合。

怀河：位于场地西侧的怀河，是海河水系潮白河的支流。曾称西大河、朝鲤河、七渡河。怀柔水库建成后，改为怀河。怀柔水库以上，由怀九河、怀沙河两条支流组成。怀九河、怀沙河原在县城西汇合后。1958 年修建怀柔水库，两支流汇合于水库，出库后为怀河，贯穿怀柔区，过史家口南入潮白河。主要支流有雁栖河、红螺镇牯牛河、庙城牯牛河、南房小河、周各庄小河等。怀河



是怀柔区的主要河流，区内多得灌溉之利。也是北京城市用水的水源之一，著名的京密引水渠就经过并使用怀河之水。河水量主要受水库放水控制，近年来由于持续干旱，河道已基本干涸。

怀柔水库：怀柔水库位于北京市怀柔区城西侧，潮白河支流、怀河山峡出口、怀九河于怀沙河交汇处。始建于 1958 年，自建库以来至 2001 年年底累计水库来水量 33.85 亿立方米，供水量 162.47 亿立方米。水库的修建对怀河下游的防洪安全发挥了重大作用，同时对潮白河起到了削洪错峰的作用。

### 三、地形地貌

#### （一）区域地形地貌

怀柔区地处燕山南麓，境内大部分地区为山区，平原仅占全区面积的 11.3%，山区占 88.7%。区内山峦起伏，海拔高度大部分在 500-1000 米之间，地势北高南低，地貌类型包括中山区、低山区、丘陵区、盆地、河谷及沟谷。

##### 1、中山区

怀柔区地貌类型多样，包括中山、低山、丘陵和平原四个地貌单元。中山区主要分布在中部黑坨山，以及北部与河北省交界的南猴顶一带，海拔高度在 800 米以上。区内最高峰为南猴顶，海拔高度为 1696.9 米。怀柔区中南部，海拔最高的黑坨山为 1534 米，东部县境的云蒙山为 1543 米。中山区面积约占怀柔区总面积的 28.28%。区内中山地貌主要由中上元古界沉积岩、碳酸盐岩及燕山期侵入岩所构成，山体多呈线状延伸的高山和耸立的孤峰，山势陡峻，地形坡度多在 25° 以上。岩石较易风化剥落，地形切割强烈，常形成狭窄的“V”型沟谷。该区为泥石流的发生提供了良好的地形地貌条件，是怀柔区泥石流最为发育的地区，该区所发生的泥石流流域占怀柔区总泥石流流域的 52.25%。

##### 2、低山区

低山区广泛分布于整个怀柔区，海拔高度在 300—800 米，其面积占整个怀柔区总面积的 48.82%。该区的岩性由变质岩、碳酸盐岩、沉积岩、火山碎屑岩及燕山期侵入岩所组成。本地貌区的人类活动较为强烈（如道路建设和城镇建设等），植被覆盖率低，水土流失严重。由于土层薄，自然环境破坏严重，植被生长受到很大限制，进而成为泥石流的重要发育区。由于人类活动频繁以及有利于崩塌的地貌条件，该地貌区的潜在崩塌灾害和不稳定斜坡最为严重，



其面积占全区总崩塌和不稳定斜坡灾害面积的 48.84%和 68.33%。

### 3、丘陵区

该地貌区主要分布在汤河、白河河谷两侧，长城以南至平原之间，海拔高度多在 100-300 米之间，其面积占整个怀柔区总面积的 11.01%。该区域的岩性主要由剥蚀残丘组成，丘陵山体浑圆，坡度较小，山坡坡度一般在 5-15° 之间，地形相对高差小，一般不超过 200 米，沟谷切割深度小，沟床纵坡缓（平均小于 5°）。该地貌区内的泥石流不发育，崩塌灾害和不稳定斜坡灾害为一般发育。

### 4、平原区

怀柔的平原区主要分布在中部和东南部，其面积占整个怀柔区总面积的 11.89%。其中，中部主要分布在汤河和白河河谷两侧。东南部主要分布在山前平原区。该地貌区内的土层较厚，地势开阔，水利条件较好，是重要的旱粮作物、秋淡季蔬菜和鲜果产地等。

## （二）评估区地形地貌

评估区位于北京市怀柔区北部平原区，区内地形起伏较小，土层深厚，地势平坦，土地集中连片，现代化水平较高，是全区粮食、经济作物和畜牧业主要生产区域，也是全区的政治文化中心。

项目建设位于（以下简称该项目）位于怀柔区怀柔老城 HR00-0103 街区，东至开放路，西至东关一区，南至南大街，北至府前东街，总用地面积为 5.64 公顷，基准强度为二级，基准高度为 24m，该地块功能主导分区为居住主导区。

建设用地四周为学校 and 居民区，具体情况见照片 2-1~照片 2-13。



照片 2-1 建设场地外部东侧（开放路）



照片 2-2 建设场地外部北侧（府前东街）



照片 2-3 建设场地外部西侧



照片 2-4 建设场地外部南侧



照片 2-5 建设场地内部东侧



照片 2-6 建设场地内部北侧（镜向北）



照片 2-7 建设场地内部北侧（镜向东）



照片 2-8 建设场地内部北侧（镜向南）



照片 2-9 建设场地内部北侧（镜向西）



照片 2-10 建设场地内部中部（镜向北）



照片 2-11 建设场地内部中部（镜向东）



照片 2-12 建设场地内部中部（镜向南）



照片 2-13 建设场地内部中部（镜向西）

## 四、地层岩性

评估区第四纪地层主要成因于潮白河冲洪积作用，主要地层为全新统（ $Q_4^{apl}$ ），厚度约 50m。沉积物以粘质砂土、砂质粘土夹砂砾石层为主，其次为湖沼成因的灰黑色淤泥和泥炭堆积。

评估区隐伏基岩主要为中侏罗统（ $J_2$ ）、奥陶系（O）、寒武系（ $\epsilon$ ）及中生代酸性侵入岩体（ $\gamma \delta$ ）（图 2-2），现分述如下：

### 1、中侏罗系（ $J_2$ ）

该地层在怀柔水库南部呈一系列低缓残山出露。岩性主要由灰绿色岩屑长石石英砂岩、凝灰质含砾砂岩夹凝灰质砂岩和复成份砾岩组成。含植物化石碎片。

### 2、奥陶系(O)

该地层在建设场区内广泛分布，主要分布在庙城西南部，范围较小。岩性为灰白色厚层白云岩，黑灰色厚层含硅质灰岩，夹灰黄色、灰黄绿色薄层泥质灰岩或钙质粉砂岩，灰色厚层偶含硅质团块白云岩、灰黑色巨厚层花斑状灰岩。

### 3、寒武系（ $\epsilon$ ）

分布在评估区南部，主要为一套灰色、灰黑色厚层-块状豹斑状粉晶-泥晶



# 中材地质勘查研究

白云质灰岩、厚层细粉晶-泥晶灰岩及灰质白云岩。与下伏景儿峪组杂色薄层含泥灰岩和上覆馒头组紫红色页岩均为平等不整合接触。

## 4、中生代酸性侵入岩体 ( $\gamma \delta$ )

在评估区东北部广泛分布，属云蒙山岩体，在场区东北部山区广泛出露，与太古代片麻岩呈超覆侵入关系，岩体隐伏在第四系之下。岩性以中细粒二长花岗岩和花岗闪长岩为主。

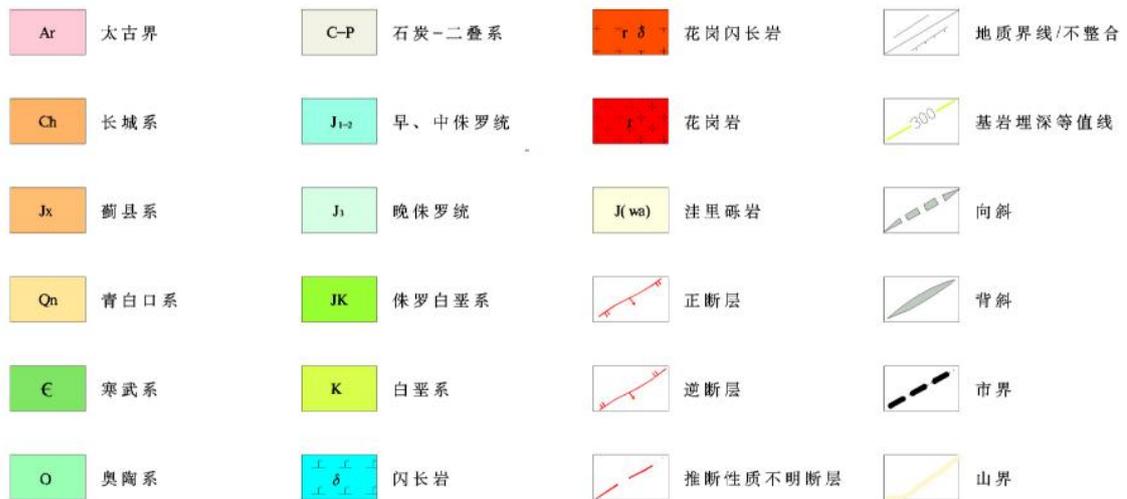
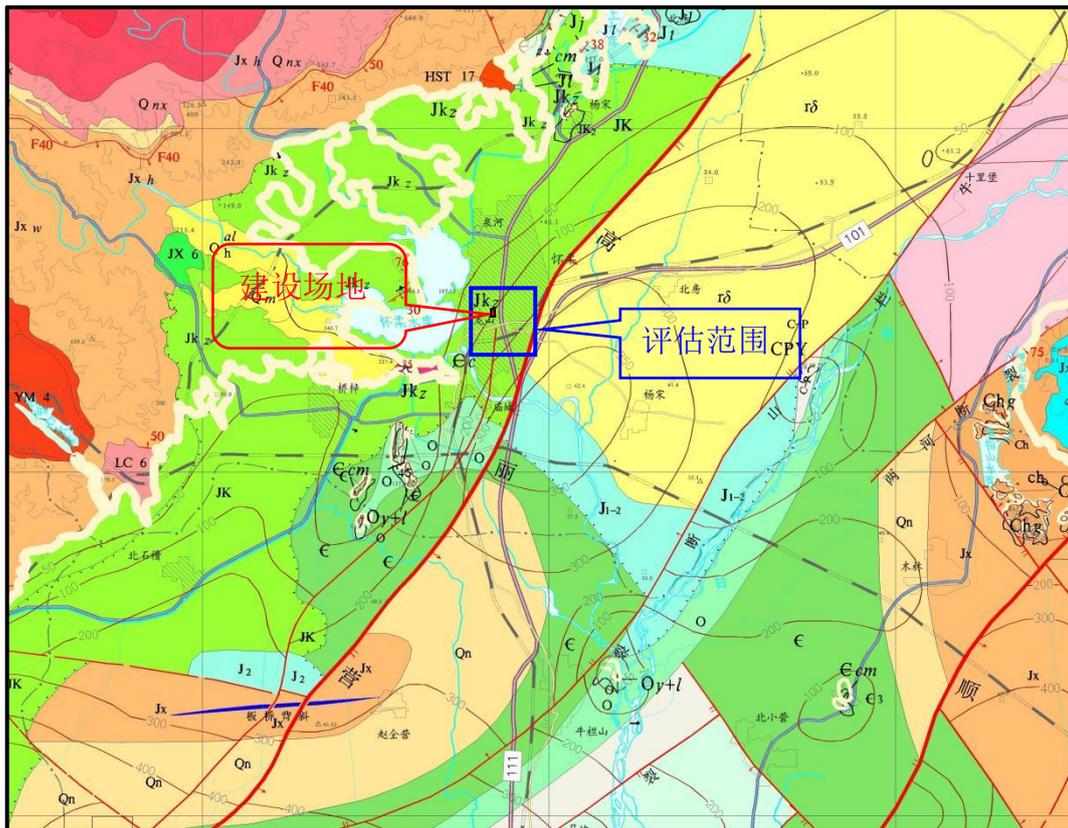


图 2-2 建设用地及周边基岩地质构造图



## 五、地质构造与区域地壳稳定性

### (一) 地质构造

#### 1、区域地质构造位置

按构造单元划分，评估区位于中朝准地台(I)燕山台褶带(II<sub>1</sub>)密(云)怀(来)中隆断(III<sub>2</sub>)中的昌(平)怀(柔)中穹断(IV<sub>5</sub>)构造单元中(图2-3)。

##### ①密怀中隆断(III<sub>2</sub>)

密怀隆断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拗褶相邻；往西延入河北省；南部以禾子涧断裂、南口-孙河断裂、牛栏山-荆园断裂、密云-墙子路断裂为界，与西山迭拗褶、北京迭断陷、蓟县中拗褶相接。

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( $\epsilon$ -O<sub>2</sub>)沉积厚度约400-500m，晚期(O<sub>3</sub>-K)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。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。

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。

区内岩浆活动强烈，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。



# 中材地质勘查研究

## ②昌(平)怀(柔)中穹断(IV<sub>5</sub>)

位于昌平、怀柔山区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。新生代第四纪时期南部受华北断拗影响较强烈部位，相对凹陷较深，有厚达 500m 的松散物质堆积。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；南部地质构造相对稳定。区内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。

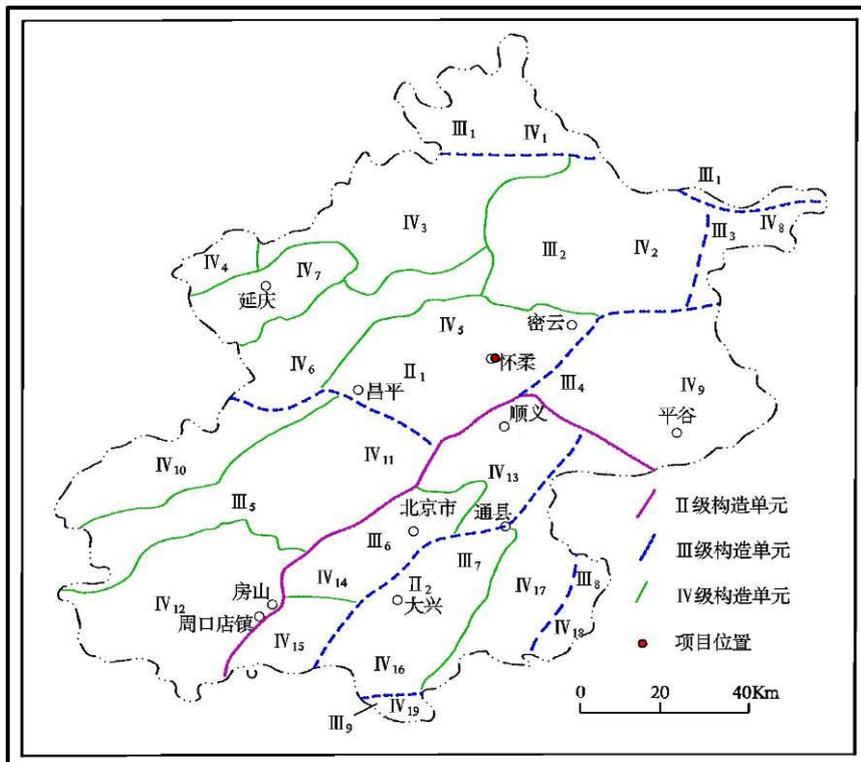


图 2-3 评估区大地构造位置图

## 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~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~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（图 2-4），断块之间第四系沉积物厚度变化较大。

建设用地临近的主要断裂构造为北东向黄庄-高丽营断裂，场地距离黄庄-高丽营断裂约 1.0km，评估区区域稳定性一定程度上主要受到该断裂的影响。

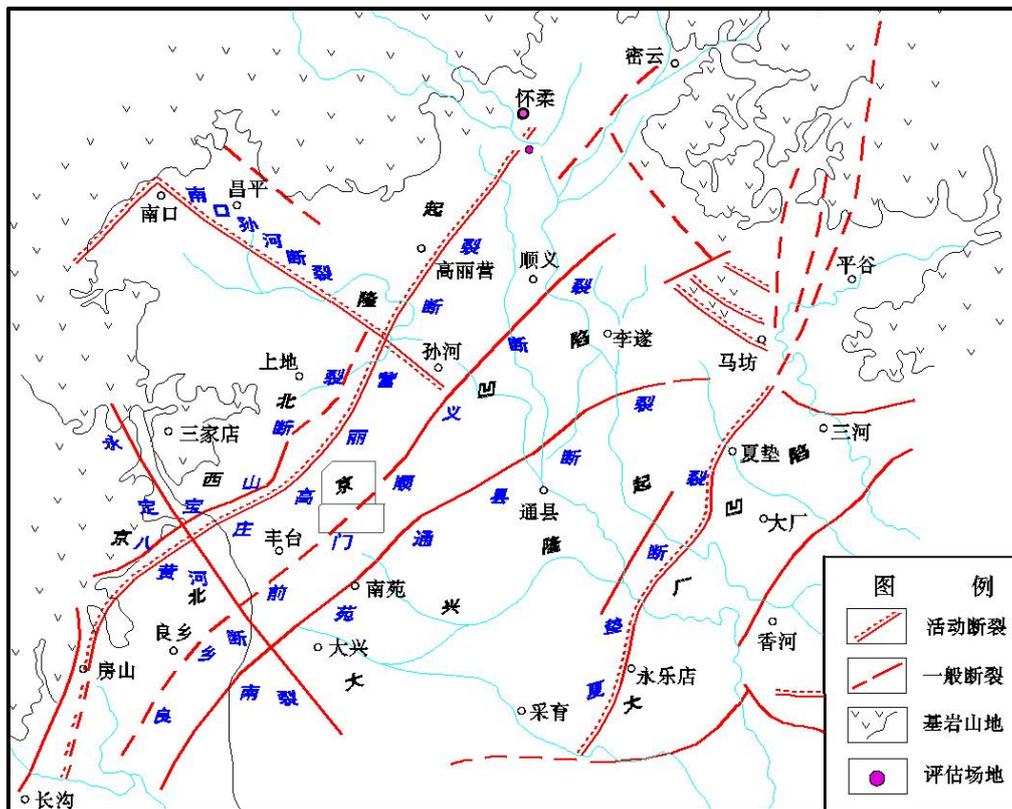


图 2-4 北京平原区构造略图



## (二) 地震活动

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

北京地区是我国地震活动较强烈的地区之一，自有历史记载以来（西晋开始），京津唐张地区历史上（38.5°~41°N；114°~120°E）曾发生过若干次不同级别的地震，现在已知的发生在北京市行政区内的、最早的地震记载是公元294年9月（西晋元康四年八月）北京延庆东地震，这次地震估计震级为6级，震中烈度为Ⅶ度，造成100余人死亡。公元1679年9月2日平谷—三河8级地震是有记载以来对北京地区造成破坏最为严重的地震，10万人在这次地震中伤亡。根据历史记载共查证到五级及以上地震60余次（不含余震）。计五级的20次，5~5½级20次，5¾~6级6次，6¼~6½级6次，6¾~7级4次，7½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，地震震源深度在15-25km，地震活动周期一般在250-360年，危害程度极大，见表2-1和图2-5。

表 2-1 北京市及周围历史强震目录

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

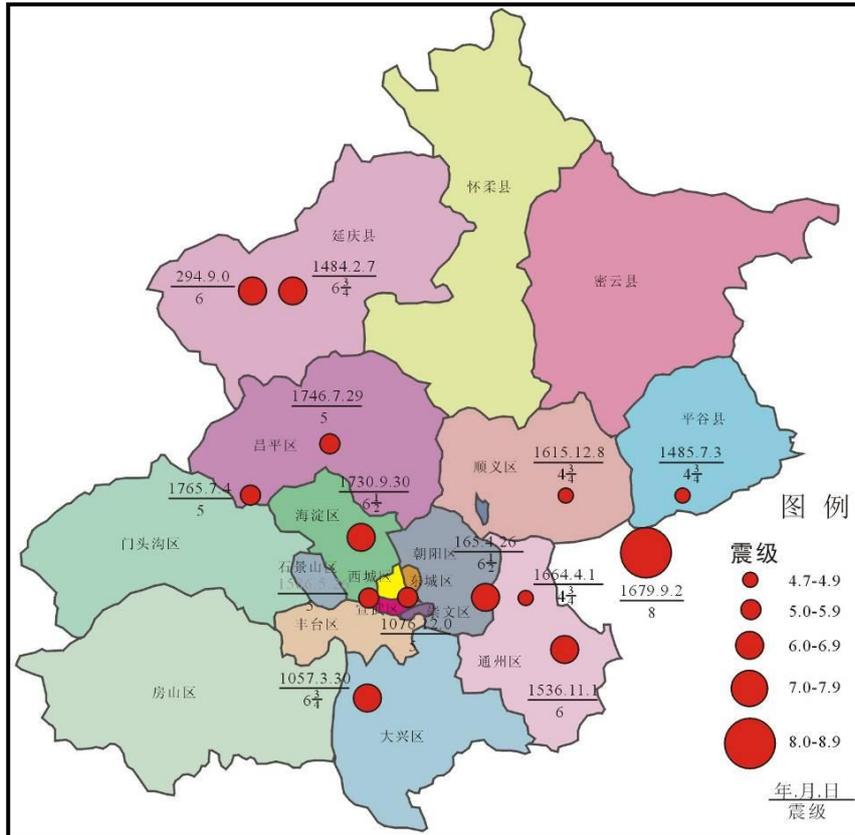


图 2-5 北京周边历史强震震中分布图

## 2、历史强震对场区的影响

通过历史地震对场地影响程度分析，是评价建设场地地震地质环境的重要内容之一。如《中国近代地震目录(公元 1912~1990 年)》中记载的 1679 年三河~平谷 8 级地震，该地震震中烈度为 XI 度，处于北京北部的评估场地范围，无历史破坏性强震发生记录，主要受到周边地区地震影响。

## 3、北京地区的现代微震

自 1966 年邢台大地震后，北京地区建立了较密集、完善的地震观测台网，30 余年来记录到北京地区微震活动上万次，将二级以上的微震与近两千年记载的历史地震相比较，发现二者的分布有很大的相似性，说明现代微震仍然是北京地区长期地震活动的继承，同时也意味着微震的发生与强震具有相似的成因。

评估区现代微震特点为小震多，次数频，破坏性小，评估区及周围地区现代微震记录见表 2-2。发生于 1972 年 3 月的怀柔北部地震，震级 4.7 级，震中烈度 V 度，测区内震感强烈，距震中较近的交界河、长园一带有一定的震害，房屋出现裂缝，檐瓦掉落。八道河-长园一带为地震多发区，震级一般 4 级左右，明显比其它地区次数频、烈度高。



表 2-2 北京市及周边地区现代微震记录表

时 间	震中位置		震级	地理名称	时 间	震中位置		震级	地理名称
	北纬	东经				北纬	东经		
1960.02.14	40° 17'	116° 34'	3.0	怀 柔	1972.03.25	40° 26'	116° 36'	4.7	怀柔北
1960.10.14	40° 16'	116° 42'	3.1	怀柔南东	1977.11.15	40° 25'	116° 35'	3.2	马道峪
1960.11.13	40° 26'	116° 16'	3.2	延庆上马坡	1978.03.18	40° 26'	116° 35'	3.9	马道峪北
1961.11.19	40° 37'	116° 27'	3.3	延庆四海	1978.05.19	40° 30'	116° 34'	4.5	马道峪北
1962.05.06	40° 18'	116° 30'	4.2	怀柔南西	1978.05. 29	40° 32'	116° 32'	3.2	马道峪北
1962.05.12	40° 12'	116° 18'	4.9	昌平沙河	1978.10.03	40° 10'	116° 30'	4.5	高丽营
1964.06.11	40° 53'	116° 39'	3.0	喇叭沟	1982.12.10	40° 28'	116° 33'	4.9	马道峪
1967.10.23	40° 32'	116° 31'	3.1	四海东	1982.12.13	40° 29'	116° 34'	3.7	马道峪
1967.11.18	40° 27'	116° 33'	3.1	怀 柔	1983.05.28	40° 15'	116° 31'	3.8	怀 柔
1967.11.18	40° 28'	116° 34'	4.5	怀 柔	1983.09.09	40° 28'	116° 34'	4.0	马道峪北
1968.07.10	40° 12'	116° 24'	3.0	高丽营	1987.01.16	40° 37'	116° 21'	3.0	四海北
1971.07.04	40° 48'	116° 42'	3.0	喇叭沟东北	1988.09.16	40° 30'	116° 36'	3.2	怀柔北

#### 4、历史微震对场区的影响

据历史记载，怀柔区曾于 1337 年 9 月 8 日发生过 6.5 级地震，烈度 8 度，具体地点不详。自此之后至今 600 余年间未再发生过灾害性强震。据北京市地震会战资料显示，怀柔县历史上仅发生过 3—3.9 级地震 6 次，其余均为小于 3 级地震。绝大部分地震震中分布在北台上水库—黑坨山一带的狭长地带，且大致以黑坨山为中心。根据《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010），建设用地主要抗震设防参数如下：抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组。

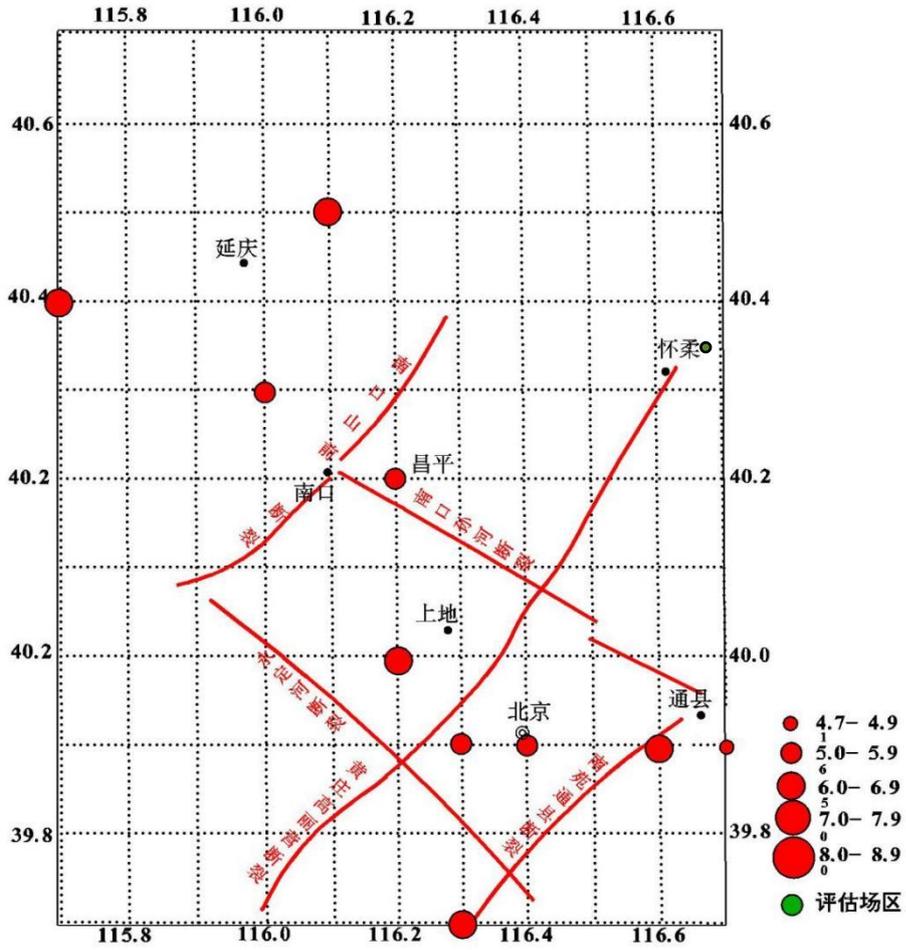


图 2-6 评估区域历史地震震中分布图



### (三) 区域地壳稳定性

区域地壳的稳定性取决于该区域地质发展史、地质构造的发育程度及其活动性。北京地区地震活动规律从属于华北地区的地震活动特征及发展趋势，地震活动在时间上存在着明显的活动期和相对平静的交替周期。自公元 1000 年以来，大致划分四个地震活动期和三个相对平静期。目前处于第四次活动期向相对平静期过渡中。地震在空间分布上具有一定的成带性，主要发生在华北平原或与山区接壤的地区。大陆地震活动，7 级以上强震未在原震区重现，但 6 级左右地震重复出现屡见不鲜。据北京志《地质矿产志》对北京地区地震发生的可能性分析，在今后一段时间，北京及其周围地区发生 7 级~8 级地震的可能性较小，但可能有 6 级~7 级的地震发生。根据北京地震地质会战研究成果，本区位于密云—北京—涿县地震活动危险带内，该带北东向断裂构造较发育，历史上曾发生 3 级以上的地震约 180 次，其中破坏性地震 6 次，最大震级为 1930 年发生在京西的 6.5 级地震。该地震带内主要发育有呈北东向展布的主要有八宝山断裂、黄庄-高丽营断裂、良乡-前门-顺义断裂、南苑-通县断裂，呈北西向展布的南口-孙河断裂等。

北京地区区域地壳的稳定性，主要依据区域构造体系、断裂活动性、地震危险区及地震活动规律等分析推断，北京地区地震烈度 6 度~7 度为地壳稳定区；7 度为地壳基本稳定区，8 度为地壳较不稳定区，9 度为地壳不稳定区。建设用地属地壳较不稳定区。根据《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010）附录 A 及《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ11-501-2009 2016 年版），建设用地的抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组。

## 六、工程地质条件

本次评估广泛收集了拟建道路周边区域的岩土工程勘察资料，主要收集了北京东苑铝合金门窗厂新建厂房项目（新建厂房）岩土工程勘察报告。通过综合整理，共整理利用深度 20.0m 钻孔 5 个，综合了标准贯入试验及室内试验等成果，目的在于对区内的工程地质条件进行评价，同时对区内地震液化地质灾害的评估评价提供依据。



## (一) 岩土体工程地质特征

场区地层在 20.0m 深度范围内，按成因类型、沉积年代可划分为人工堆积层、新近沉积层和一般第四纪沉积层三大类，按岩性特征、物理力学性质进一步划分为 6 个大层，自上而下分层描述如下（图 2-7 和图 2-8）。

### 1、人工堆积层：

黏质粉土素填土①层：黄褐色，稍密，湿，以黏质粉土为主，含少量砖块、灰渣等。本层层顶标高为 44.71 -44.95 m，厚度为 1.6-1.8m。

### 2、新近沉积层：

黏质粉土-砂质粉土②层：褐黄色，密实，稍湿-湿，含云母、氧化铁等。本层层顶标高 41.80-43.20 m，厚度为 1.9-3.2m。

粉质黏土②<sub>1</sub>层：褐黄色，很湿，可塑，含云母、氧化铁等。本层层顶标高 41.25-43.13m，厚度为 1.1-3.3m。

### 3、一般第四纪沉积层：

粉砂-细砂③层：褐黄色，中密，湿-饱和，含云母、石英、长石等。本层层顶标高为 39.83-41.20 m，厚度为 0.6-2.5m。

粉质黏土③<sub>1</sub>层：褐黄色，很湿，可塑，含云母、氧化铁等。本层层顶标高 38.43m，厚度为 0.7m。

卵石④层：杂色，密实，饱和，最大粒径约 13cm，一般粒径 2-5cm，亚圆形，卵石含量约 70%，主要中砂充填。本层层顶标高 37.59-40.30 m，厚度为 5.2-7.7m。

细砂⑤层：褐黄色，密实，饱和，含云母、石英、长石等。本层层顶标高 31.61-32.30m，厚度为 0.7-1.2m。

粉质黏土⑤<sub>1</sub>层：褐黄色，很湿，可塑，含云母、氧化铁等。本层层顶标高 32.11-32.60m，厚度为 0.3-0.5m。

卵石⑥层：杂色，饱和，密实，最大粒径约 13cm，一般粒径 3-7cm，亚圆形，卵石含量约 75%，主要中粗砂充填。本层层顶标高 30.71-31.35m，本次勘察钻孔最大揭露厚度为 6.3m。

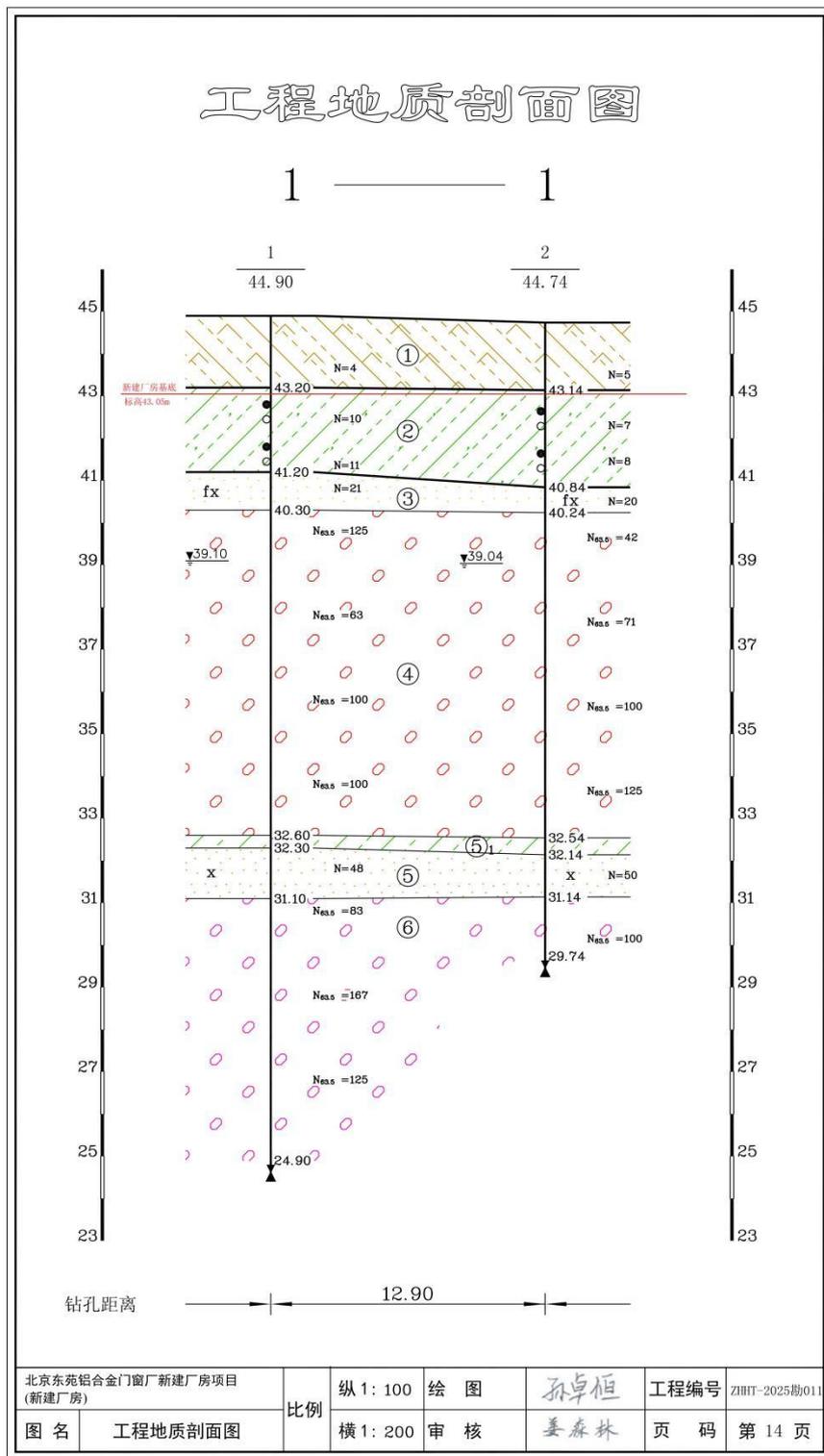


图 2-7 工程地质剖面图 1-1'

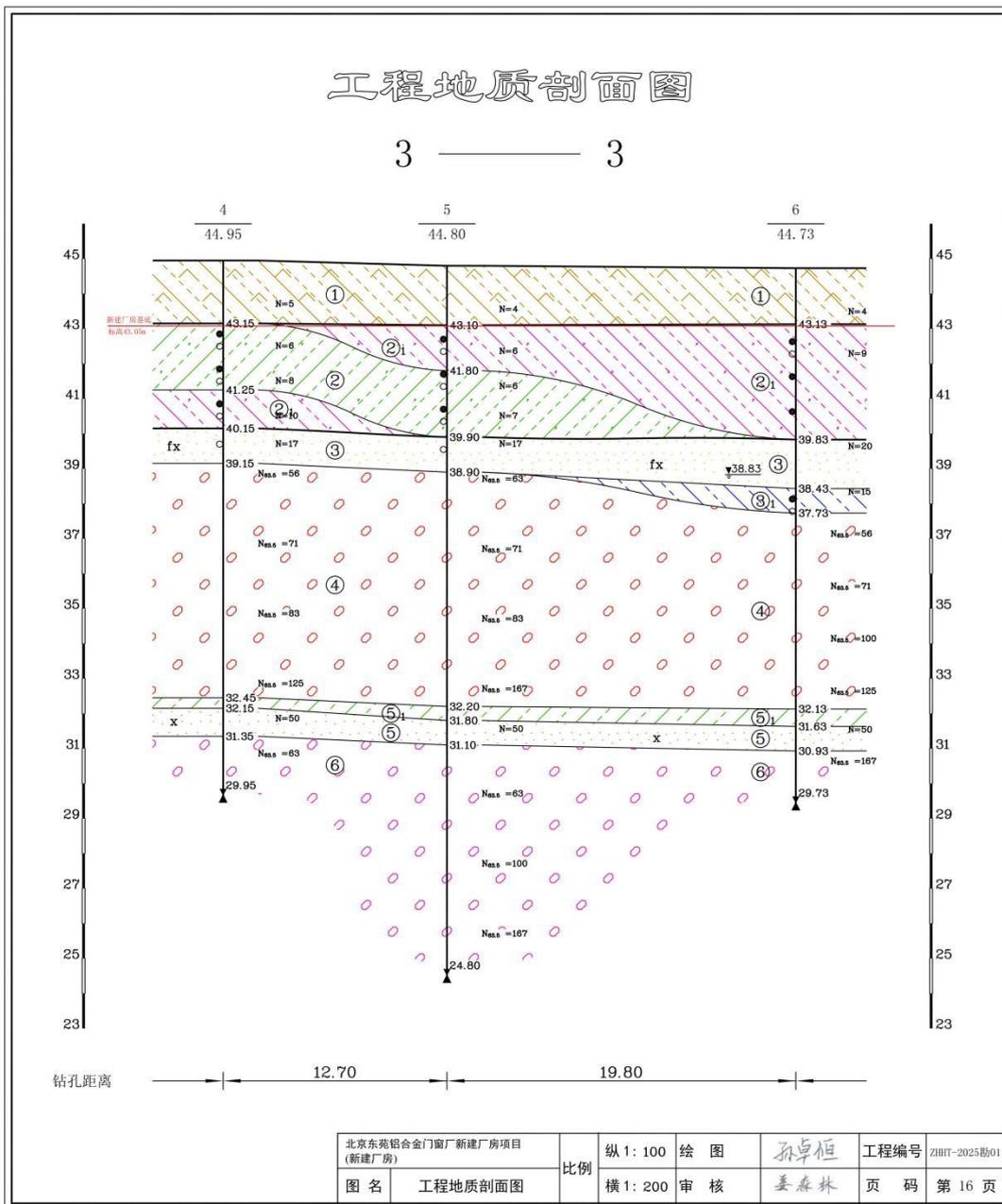


图 2-8 工程地质剖面图 3-3'



## (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，评估区地表浅层分布素填土层，厚度较小，土层松散软弱，为不良工程地质层。其它为第四纪冲洪积作用形成的砂土及粘性土层，地层分布稳定，土层物理力学性质较好。

场区 20.0m 以内土层等效剪切波速值 282.41~291.45m/s，本区建筑场地类别属于 II 类。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)之附录 A (“中国地震动峰值加速度区划图”)和《建筑抗震设计规范》(GB/T 50011-2010)，评估区所在的北京市区的设计基本地震加速度为 0.20g，设计地震分组为第二组，所对应的抗震设防烈度为 8 度。

## 七、水文地质条件

### (一) 含水层的分布及赋水性

根据岩土工程勘察报告，勘察期间钻孔深度 (20m) 内见有一层地下水，为潜水层，初见水位标高为 38.43-38.90m (埋深为 5.90~6.30m)，稳定水位标高为 38.83~39.10m (埋深为 5.70~5.90m)，含水层主要为粉砂-细砂③层、卵石④层、细砂⑤层、卵石⑥层。

### (二) 地下水动态特征

区内第四纪潜水含层颗粒粗，厚度比较稳定，在 1999 年以前怀柔地区潜水水位埋深较浅，一般在 0-4.0m，1999 年以后，由于连续多年干旱，该区潜水水位急剧下降，水位埋深已达 10.0-20.0m，地表河流也因气候原因常年处于断流状态。

评估区域由北向南，地下水位呈现逐渐降低的趋势，造成这种差异的主要原因是评估区西北侧、北侧有怀柔水库和怀河，这两个地表水的渗漏补给对评估区北侧的地下水位影响较大，南部地区由于远离上述地表水系，其渗漏补给的影响逐渐减小，而主要受区域性的地下水位下降的影响。总的来说，该区的地下水位正呈现出逐年降低的趋势。根据评估区附近的潜水观测孔的资料 (图 2-9)，该区域 1981-1999 年，潜水位标高在 40m 以上波动，1999-2004 年呈急剧下降趋势，年均降幅为 3.9m。潜水位最高为 1981 年的 42.93m，最低为 2004



年的 20.65m。

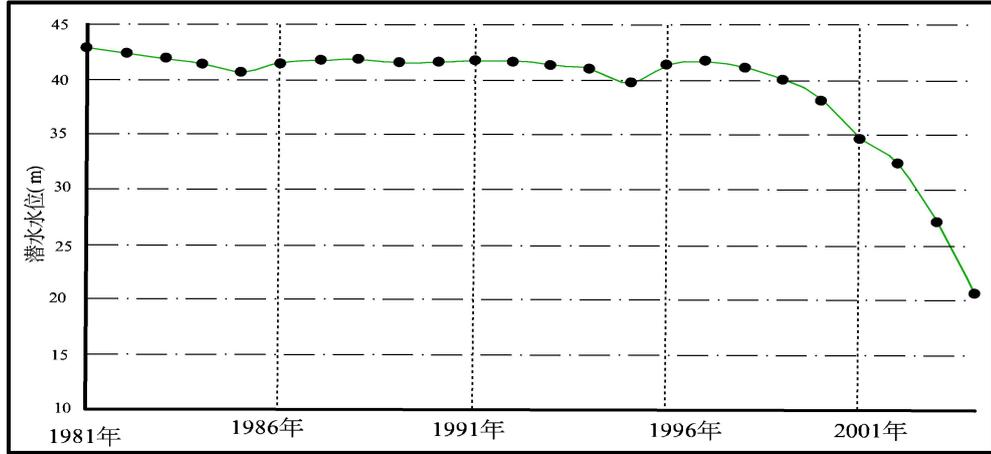


图 2-9 建设工程附近地区潜水年平均水位多年动态变化曲线图

根据资料调查，拟建场区历年（1959 年）最高地下水位接近地表。根据评估在该拟建场地附近的岩土工程勘察报告，拟建场区近 3~5 年最高地下水位标高约为 40.00m，接近地表。

### （三）地下水类型及补给、径流、排泄条件

本区第一层潜水主要由大气降水、地下水侧向径流等方式补给，以地下水侧向径流和借助毛细作用的蒸发为主要排泄方式。其水位年动态变化规律一般 6 月份~9 月份水位较高，其它月份水位相对较低，水位年变幅一般为 2~3m。

## 八、环境地质状况及人类工程活动影响

评估区位于北京市平原区东部，建设用地及周边主要分布有学校、道路和居民区等，主要人类工程活动为住宅建设、架桥修路和绿化等，可能会对建设用地及周边地质环境造成一定影响，改变周边地形地貌。大规模绿化将会改善该区的环境，提高该区的地质环境质量，总体上该区人类工程活动对地质环境的影响较小。



### 一、地质灾害类型的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）和本次评估工作收集的评估区区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料，确定评估区需进行重点评估的主要地质灾害类型如下：

1、活动断裂：建设场地内部无活动断裂发育，评估区稳定性在一定程度上受到位于场地东侧约 1.0km 的黄庄-高丽营断裂的影响。

2、地面沉降：北京市平原区上世纪 30 年代就开始出现地面沉降，目前已经形成多个地面沉降中心，并且仍呈继续发展之势。根据北京市水文地质工程地质大队最新编制的北京平原区 1955-2019 年累计地面沉降等值线图，建设用地区域 1955-2019 年累计地面沉降量约为 35mm，地面沉降发育程度较弱。

3、砂土液化：评估区地下水位较深，地下 20.0m 深度范围内有饱和砂土分布，存在砂土液化地质灾害隐患，需要对砂土液化进行评估。

综上所述，本次评估的主要灾害类型为活动断裂、地面沉降和砂土液化三种。

### 二、现状评估

#### （一）活动断裂

##### 1、黄庄-高丽营断裂

黄庄-高丽营断裂除个别地段有露头外，整体上属于一条隐伏断裂。断裂在早白垩纪开始发育，控制下白垩纪地层厚度分布，新生代取代八宝山断裂而构成京西隆起与北京凹陷的分界，活动时间自南向北变新。

断裂南起涑水，向北经石楼、辛开口、晓幼营、大灰厂、辛庄西、芦井、过永定河，再经黄庄、洼里、北七家、高丽营继续北延至怀柔庙城一带，全长约 130 公里，总体走向 NE20-50°，局部走向有一定变化。

该断裂在重力、磁法和电测深资料中均有明显反映，活动断裂重力布加异常梯度带清楚连续（图 3-1）；人工地震资料表明，断裂两侧基岩反射界面不连续且深度变化较大，据评估区东北侧跨断裂人工地震剖面资料（图 3-2），



## 中材地质勘查研究

断裂下盘（北西盘）基岩埋深 450m，其上盘（东南盘）基岩埋深达 1000m，反映出断裂倾向南东，倾角约 65-75°。在北苑一带所做的可控源音频大地测深资料中也反映出这一特点（图 3-3）。

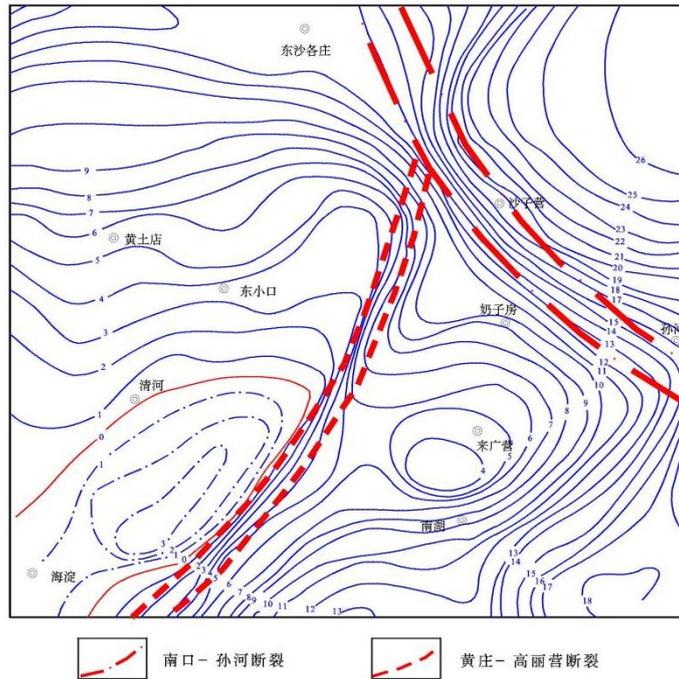


图 3-1 断裂重力布加异常图（比例尺 1:100000）

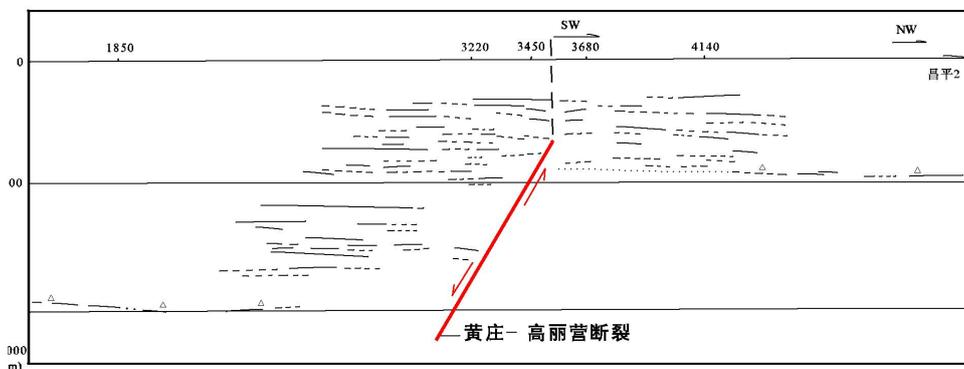


图 3-2 黄庄-高丽营断裂地震反射剖面图（比例尺 1:25000）

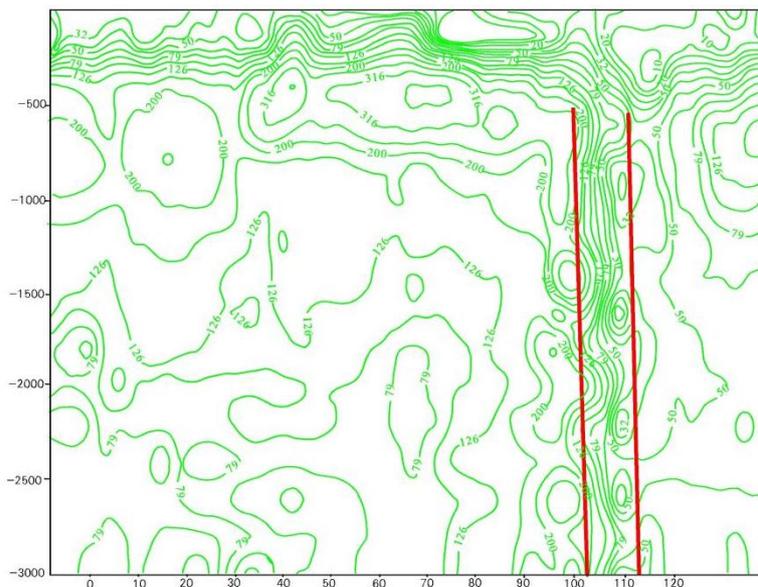


图 3-3 北苑地区黄庄-高丽营断裂可控源电测深电阻率等值线断面图（比例尺 1:50000）

按断裂对第四系的控制、横向断裂的交切、活动性等可将其自北向南分为北、中、南 3 段，详见表 3-1。

北段庙城-洼里段，长约 36km，控制两个第四系沉积中心西界，以一隐伏的横向相对隆起为界，一个是庙城以东大于 400m 沉降中心，另一个是南王路-鲁疃村构成控制大于 600m 深的第四纪盆地中心，石油勘探资料表明，断裂两侧的上第三系底面垂直落差最大达 800 m，估计第四系底面的垂直落差有 400 m 左右（刘光勋等，1983），本段可能是整个黄庄-高丽营断裂第四纪以来活动强度最大、延续年代最新的段落，推测沉积中心在鲁疃村以东一带。

中段洼里-芦井段，长约 26km，此段大部分隐伏于北京城区及其东北郊区，断裂两侧的第四系厚度相差不大，显示了新活动性较弱的特点。

南段芦井-涑水段，长约 70km，芦井-房山成为前白垩纪地层与下白垩统坨里组合下第三系长辛店组的断裂分界，是一相对隆起剥蚀的地段，第四系较薄，断裂新活动仅断错中更新世地层，晚更新世地层未断错，例如，于芦井-辛庄一带，断裂成为控制东侧下第三系长辛店组砂砾石层堆积的西边界，在芦井村原砖厂采土场剖面见有断错中更新世红黄色亚粘土层，基岩面垂直断距达 14m，而上覆的晚更新世黄土 TL 年代为  $(6.42 \pm 0.41)$  万年未断；在辛庄北错断 TL 年代为  $(29.39 \pm 1.79)$  万年的中更新世砂土砾石层；在大灰厂北铁路边人工开挖剖面，断裂新活动显示右旋逆平移性质，断错 TL 年代为  $(12.84 \pm 1.79)$  万



年的中更新世晚期地层，由此认为其最晚活动的时期大约是发生在中更新世末或晚更新世初期（汪良谋等，1990）。

北京地震会战期间实施的浅层人工地震探测表明，高丽营附近断裂两侧落差达 140-280m，平均垂直滑动速率 0.11-0.17mm/a。在芦井一带，断裂错断中更新统和上更新统中部，中更新统底界断距 14m，上更新统底界断距 0.9m（刘光勋等，1996）。距今 28ka 期间，黄庄-高丽营断裂北段至少发生过 6 次错动事件，平均间隔约 4600a，推测最新一次错动发生在距今（3510±100）a。

表 3-1 黄庄-高丽营断裂分段特征（据中国地震局地质研究所,1999）

分段	出露形式	主要产状	地质作用	最晚活动时代
涑水-芦井	部分隐伏	NE20-60，倾角 20-80	对第四系影响不明显	中更新世末-晚更新世初
芦井-洼里	隐伏	NE30-60		中更新世-晚更新世
洼里-庙城	隐伏	NE20-30	控制两个第四系沉降中心	晚更新世

关于黄庄-高丽营断裂最晚活动时代评价，近些年结合工程地震研究，国家地震局所属各研究所，特别是国家地震局地质研究所作了许多研究工作，所累积的一些资料概述于表 3-2。基本结论认为黄庄-高丽营断裂最晚活动时代为晚更新世，全新世活动尚无直接证据。有关黄庄-高丽营断裂活动性测年结果资料列于表 3-3。

表 3-2 关于黄庄-高丽营断裂最晚活动时代评价概况（据中国地震局地质研究所,1999）

研究单位或研究人	研究时间	研究方法	最晚活动时代评价	资料来源
国家地震局地质研究所	1988	地质测年	中更新世-晚更新世	北京市房山区琉璃河水泥厂厂址区地震基本烈度复核报告
国家地震局地质研究所	1992	地质测年	晚更新世-全新世	陕甘宁气田-北京输气管道沿线主干断裂活动性勘察于地震烈度研究报告
国家地震局地质研究所	1993	地质测年	中更新世-晚更新世	北京市房山区石楼输油泵站地震基本烈度复核报告
徐杰，方仲景等	1993	地质测年	晚更新世	首都圈地震地质环境与地震灾害
国家地震局地壳应力研究所	1996	地质综合分析	中更新世-晚更新世	北京市液化石油气公司北郊罐瓶厂地震安全性评价及震害预测报告
国家地震局工程地震研究中心	1996	地质测年	中更新世-晚更新世	北京市热力公司方庄供热厂及双井蒸汽厂工程震害预测工作报告
国家地震局分析预报中心	1997	地质	晚更新世-	永定河枢纽渠段



北京震害防御与工程地震研究所	1997	测年 地质 测年	全新世 晚更新世	地震安全性评价 北京石景山煤气贮配厂 地震安全性评价报告
----------------	------	----------------	-------------	------------------------------------

表 3-3 黄庄-高丽营断裂活动性测年数据（据国家地震局分析预报中心,1997）

地点	观测点	样品编号	测龄方法	样品物质	测龄结果(万年)
郭家坟-房山	辛开口(T9)	BJTL11	TL	黄土	13.7±1.40
		BJTL12	TL	黄土	6.90±0.50
芦井-晓幼营	晓幼营(T5)	BJTL06	TL	黄土	6.60±0.40
		BJTL09	TL	黄土	2.10±0.14
		BJTL10	TL	黄土	1.30±0.19
		X01	TL	黄土	2.45±0.19
		X02	TL	黄土	9.29±0.74
	后甫营(T4)	BJTL08	TL	黄土	0.90±0.07
		BJTL07	ESR	断层泥	25.1±7.50
	辛庄北(n)	BJTL04	ESR	断层泥	36.1±10.8
BJTL05		ESR	断层泥	12.9±3.90	
芦井(T1)		BJTL01	TL	风沙	1.80±0.40
		BJTL02	TL	黄土	6.20±0.40
		BJTL03	TL	黄土	4.20±0.50

## 2、活动断裂地质灾害现状评估

通过上述资料分析表明，黄庄-高丽营断裂距离建设用地约 1.0km，处于中等影响带以外，断裂的生成或剧烈活动主要发生在晚更新世及以前，全新世以来活动不明显。依据表 3-4、表 3-5、表 3-6 确定，上述活动断裂发育程度为“弱”，现场调查未发现活动断裂对建设场地及周边建筑造成危害，灾情为“轻”，活动断裂灾害现状危险性“小”。

表 3-4 活动断裂发育程度判别表

发育程度	描述
强	全新世以来活动强（年平均活动速率大于 1mm/a）
中	全新世以来活动弱
弱	全新世以来不活动

表 3-5 地质灾害危害程度划分表

危害程度	灾情		险情	
	人员伤亡情况	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能产生的经济 损失 (万元)
重	有人员死亡	>500	>500	>5000
中	有伤害发生	100-500	100-500	500-5000
轻	无	<100	<100	<500



注 1: 灾情即已发生的地质灾害损失情况, 采用“人员伤亡情况”、“直接经济损失”指标评价, 用于现状评估

注 2: 险情即可能出现的地质灾害危害, 采用“受威胁人数”、“可能产生的经济损失”指标评价, 用于预测评估

注 3: 危害程度按就高原则, 符合一项即可确定

表 3-6 活动断裂地质灾害危险性现状评估、预测评估表

危险性		灾情(险情)		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		

## (二) 地面沉降

### 1、北京市地面沉降历史

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 600km<sup>2</sup>。其中, 累计地面沉降量大于 100mm 的沉降面积达 190km<sup>2</sup>, 大于 200mm 的沉降面积约为 42km<sup>2</sup>。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 1800km<sup>2</sup>，其中沉降量大于 200mm 的地区达 650km<sup>2</sup>。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。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-礼贤沉降中心累计沉降量和顺义平各庄沉降中心。

### 2、地面沉降地质灾害现状评估

地面沉降灾害对北京部分地区的建筑设施已造成明显危害，主要表现为井管较地面相对上升，泵房破坏，影响供水井的正常使用和工农业的正常生产；楼房建筑物开裂，影响建筑物的使用寿命；改变地面坡度，形成碟形集水洼地，雨季积水不能自然排除，而且改变地下水管坡度，加速管道淤积；水准点失准，影响测量资料的准确性，水准点使用周期变短。

评估区处于怀柔区城区内，据已有资料，并根据评估区地下水文特点，2021 年地面沉降速率约为 12mm/a，场区内 1955-2019 年地面沉降量累计约 35mm(图 3-4 和图 3-5)。

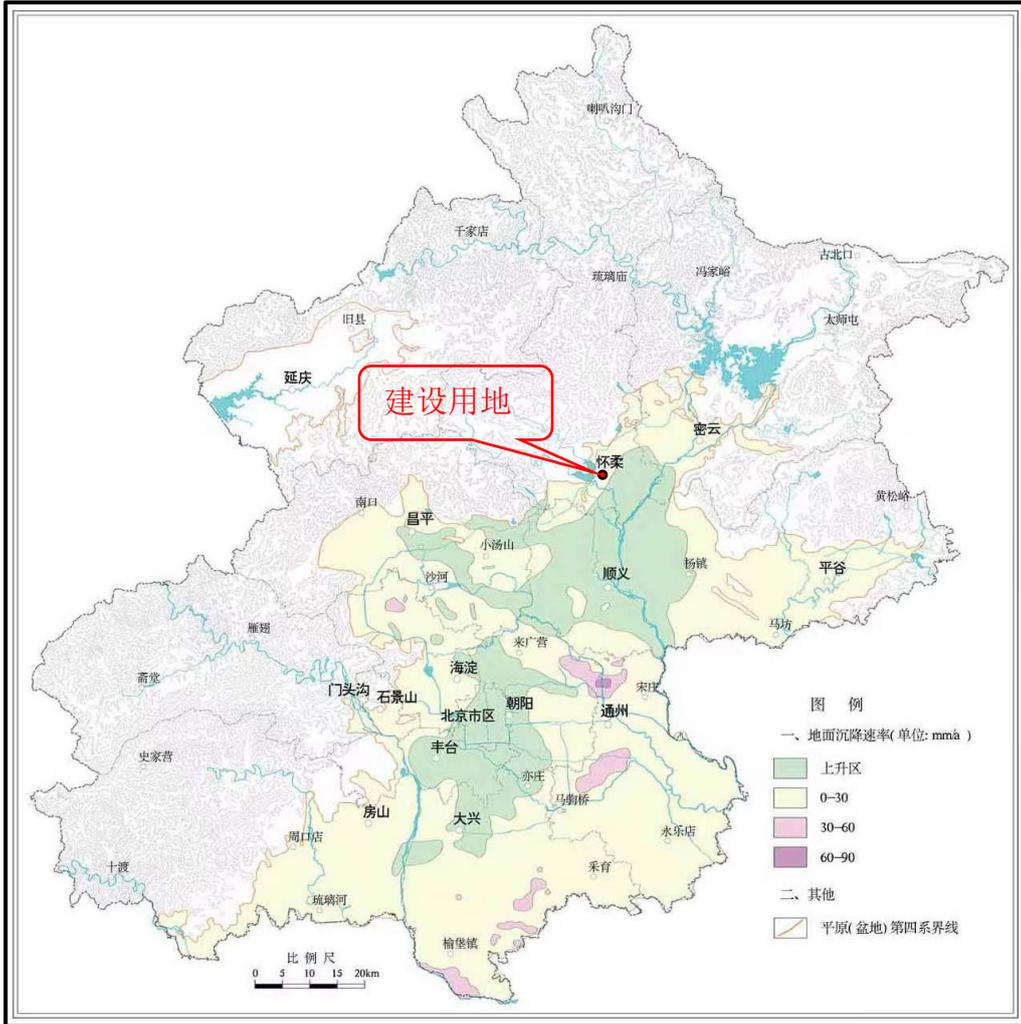


图 3-4 北京平原区 2021 年度地面沉降综合分析图 (建设用地 ●)

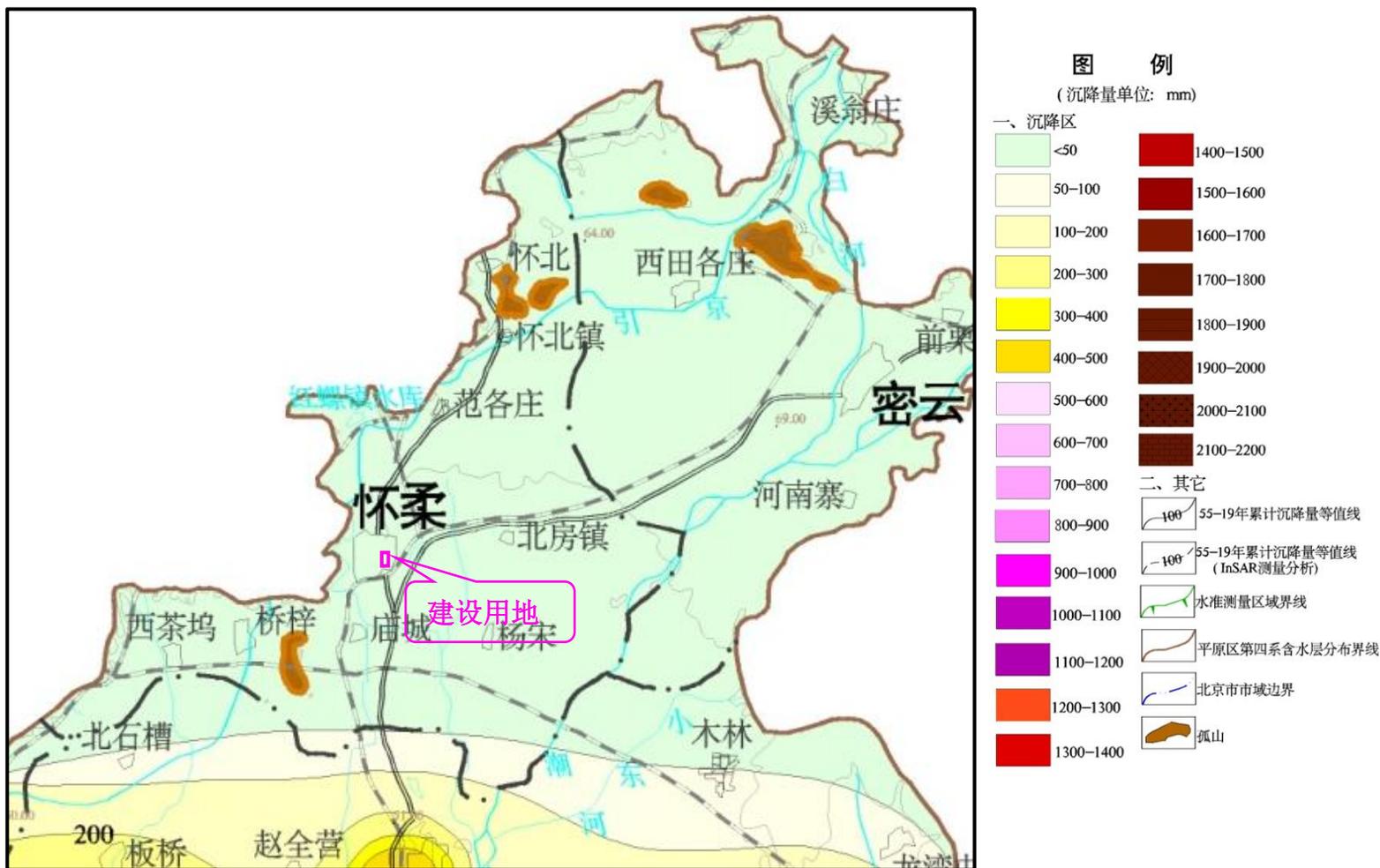


图 3-5 1955-2019 年累计地面沉降综合分析图



根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）第 5.1.4 条表 4 可知（表 3-7、表 3-8），建设用地地面沉降现状发育程度“弱”，灾情等级为“轻”，地面沉降现状的地质灾害危险性为“小”。

表 3-7 地面沉降发育程度判别表

分 级		强	中	弱
因素	累积地面沉降量（mm）	> 1000	500~1000	< 500
	沉降速率(mm/a)	> 50	30~50	< 30
注 1：累积地面沉降量指自 1955 年至最近政府公布数据				
注 2：沉降速率指近 3 年平均年沉降量				
注 3：上述两项因素满足一项即可，并按照强至弱顺序确定				

表 3-8 地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估表

危 险 性		灾 情（险 情）		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		
注：现状评估用灾情、预测评估用险情				

### （三）砂土液化

砂土液化是指饱和或接近饱和的砂土在地震或震动载荷作用下，内部产生超静孔隙水压力，随着动载荷的不断作用，超静孔隙水压力越聚越高，直到上覆载荷全部由水压承担时，砂土即处于液化状态，若此时在上部覆盖层薄弱处找到突破口，超静孔压得到宣泄，就会在地表形成喷水冒砂的现象，其整个过程称为砂土液化。

#### 1、砂土液化机理

当地震发生时，在地震力的往复作用下，被震动压密而向上部排水，排入上部的水由于砂土层上面的覆盖层隔水无法排出，而在砂土层内聚集起来，形成超静孔隙水压力，随着这种往复震动的持续，下部砂土层不断被压密向上排水，上部超静孔压就会不断增加，当超静孔压达到能够承担全部上覆土重时，砂土层上部就会膨胀而顶起上覆土层，砂土层内最上部砂就会处于悬浮状态，这时砂土层处于液化状态，若此时孔压还得不到宣泄，随着地震的持续，超静孔压的增加会使处于悬浮状态砂的范围向深部扩展，当扩展到某一深度并且在



地震停止之前，超静孔压在上覆土层薄弱处找到了突破口，悬浮状态的砂土随水喷出地表，孔压得以宣泄，就形成了液化效应而致灾。当地震结束时，超静孔压仍然不能突破上覆土体的覆盖，超静孔压就会逐渐耗散，不会形成喷砂冒水现象，但实际上，这一深度以上的砂土在地震中已经处于液化状态，只是没有形成液化效应而造成灾害。

### 2、液化砂土层的地质环境特征

- (1) 砂土层处于地下水位以下；
- (2) 砂层密实度差，结构松散；
- (3) 地下水位埋藏浅及径流条件滞缓地区。

由此可见，可能产生液化的砂土层必须处于饱和或近于饱和，即砂土层内部孔隙水连通，若砂土层颗粒之间的孔隙水不连通，则孔隙水压力不能传递，也就没有聚集超静孔压的基本条件，砂土层不可能液化。

具有上述地质环境特征的粉土、砂土层，也就具备了可能液化的条件。但是否会产生液化，还取决于地震条件、地下水埋深、可能液化的土层的埋深及可液化与非液化土层之间的关系等因素。

### 3、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8度（50年超越概率10%）。地震烈度达到7度时，砂土液化是重要的地震灾害之一。

1976年唐山大地震在北京地区所造成的砂土液化的分布范围很广，几乎涉及到了整个北京平原区：东起平谷的门楼以东、西至房山的长沟，南自大兴的采育，北至怀柔的杨宋各庄。通过对砂土液化的分布情况进行仔细分析后，可以发现以下几个特征：

①液化强度受地震烈度控制明显，烈度由低至高，液化强度由弱到强。北京地区地震烈度总的趋势是东部高，西部低；平原高，山区低。砂土液化的分布情况与其大体一致。

②液化区的分布与地貌部位关系十分密切。液化区多位于现在河道的中、下游河漫滩及其最新的古河道上。

③液化区的分布情况与地表覆盖层的特征密切相关。一般情况下，液化区地层于地表1~2m或3~5m以下第一个可液化的砂土层，多为灰色亚砂土或粉、细砂层。

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，评估区范围未产生地震引发的喷砂冒水现象（图3-6）。

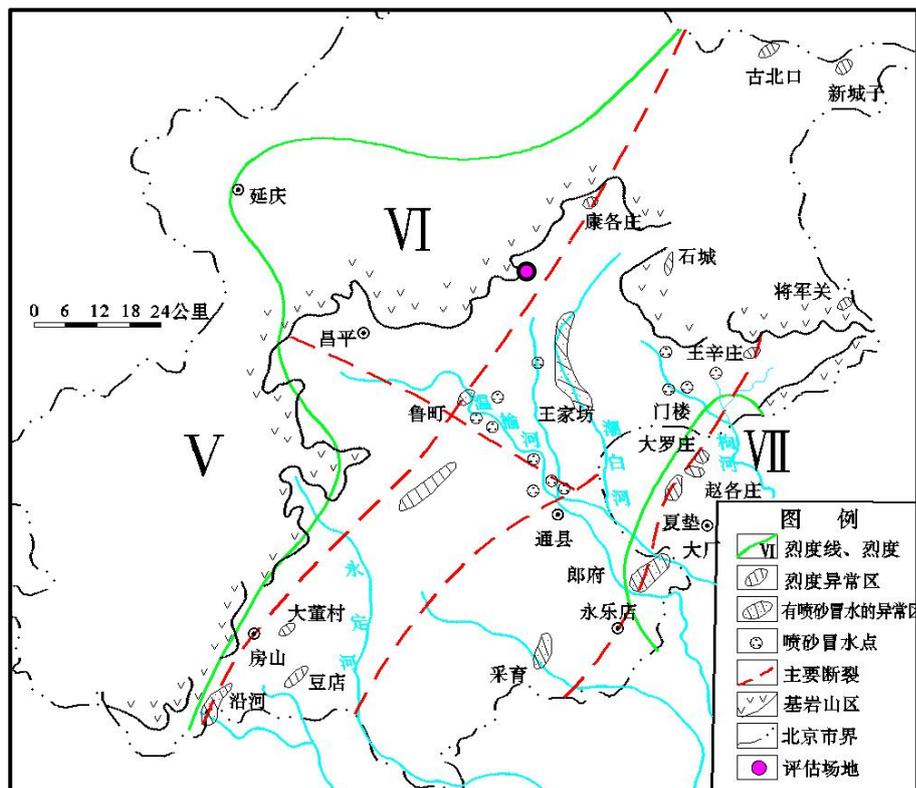


图 3-6 唐山地震北京地区砂土液化分布图

## 4、建设用地砂土液化判别

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》(GB/T 50011-2010)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：

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \quad (1)$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \quad (2)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \quad (3)$$

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，也可按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；

$d_0$ ——液化土特征深度（m），按表 3-9 采用。

表 3-9 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《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010)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式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c} \quad (1)$$

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，可按表 3-10 采用；

$d_s$ ——饱和土标准贯入点深度（m）；



## 中材地质勘查研究

$d_w$ ——地下水位深度 (m)；

$\rho_c$ ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；

$\beta$ ——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。

表 3-10 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

### 3) 砂土液化现状评估

由于建设用地临近区，具有相似的工程地质条件和环境条件，临近区的勘察、测试所取得的资料、试验数据可作为本次评价依据。根据 20.0m 深度范围内的砂类土，分别进行了液化判别；经逐点公式计算，并依据《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)的有关条款判定，在地震烈度为 8 度条件下，地下水位接近 3~5 年最高地下水位 5.7m-5.9m 计算；本场区 20.0m 深度范围内的饱和砂土地基土不会发生液化（表 3-11）。根据液化判别结果和评估区内的灾情情况，结合《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)第 5.4.4 条表 14 可知（表 3-12），建设用地内砂土液化地质灾害的危险性为“小”。

表 3-11 建设用地砂土液化现状判别结果

孔号	土层号	岩性	水位埋深 (m)	贯入点深度 (m)	粘粒含量 (%)	调整系数	标贯实测值	标贯临界值	判别结果
			$d_w$	$d_s$	$\rho_c$	$\beta$	N	$N_{er}$	
ZK1	③	粉砂	5.8	3.7	3	0.95	21	8.37	不液化
	⑤	细沙	5.8	12.6	3	0.95	48	18.52	不液化
ZK2	③	粉砂	5.7	3.9	3	0.95	20	8.85	不液化
	⑤	细沙	5.7	12.6	3	0.95	50	18.63	不液化
ZK4	③	粉砂	5.9	4.8	3	0.95	17	10.12	不液化
	⑤	细沙	5.9	12.8	3	0.95	50	18.55	不液化
ZK6	③	粉砂	5.9	4.9	3	0.95	20	10.27	不液化
	⑤	细沙	5.9	13.1	3	0.95	50	18.77	不液化



表 3-12 砂土液化地质灾害危险性现状评估表

危险性		灾情		
		重	中	轻
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		

### 三、小结

评估区主要存在活动断裂、地面沉降和砂土液化三种地质灾害，根据本次对评估区地质灾害现状及调查结果，进行如下小结：

建设用地东侧发育的黄庄-高丽营断裂发育迹象不明显，建设场地距离断裂 1.0km，综上所述，该活动断裂发育程度为“弱”，灾情为“轻”，现状评估认为活动断裂灾害现状危险性“小”；

建设用地 1955~2019 年的累计地面沉降量约 35mm，2021 年的地面沉降速率约为 12mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，现状地面沉降灾害未对地面建（构）筑物构成明显的破坏性影响，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性“小”；

经判别，建设用地在现状地下水位（5.7m-5.9m）和 8 度地震烈度作用条件下不会发生砂土液化现象。根据现场调查，建设用地未发生过砂土液化地质灾害，灾情等级为“轻”，砂土液化地质灾害现状危险性“小”。



### 一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

#### (一) 活动断裂

建设项目规模小，荷载小，对评估区现状地质环境影响较小。因此，工程建设不致改变地应力状态，也不会改变地质结构，建设项目工程建设引发或加剧活动断裂灾害危险性小。

#### (二) 地面沉降

该地区的地面沉降主要来自深部承压含水层的开采，建设用地在施工过程中不会采取降水措施。因此，建设用地工程建设引发或加剧地面沉降灾害的危险性小。

#### (三) 砂土液化

建设工程无论是在建设过程中还是建成后，对建设用地下的土层震动影响小，同时不会引起地下水位的长期性变化。因此，建设工程建设引发或加剧砂土液化灾害危险性小。

### 二、工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

#### (一) 活动断裂

黄庄-高丽营断裂延伸与活动迹象不明显，最晚活动的时期为晚更新世，全新世以来没有明显活动迹象。断裂距离建设场地约 1.0km，根据地质灾害危险性技术评估规范（DB11/T 893-2021）第 5.2.4 条中表 8 建设项目遭受活动断裂可能性判别表（表 4-1）确定活动断裂可能性为“小”。建设场区内第四系地层较厚，根据表 3-5 预测活动断裂危害程度“轻”。根据以上预测判别以及活动断裂地质灾害危险性预测评估表（表 4-2）预测建设项目遭受活动断裂地质灾害危险性“小”。

表 4-1 建设项目遭受活动断裂可能性判别表

可能性	判别标准
大	全新世活动断裂强烈影响带
中	全新世活动断裂中等影响带或晚更新世活动断裂影响带
小	全新世及晚更新世断裂影响带以外地区
注 1: 全新世活动断裂强烈影响带指断裂两侧各 200m 注 2: 全新世活动断裂中等影响带指强烈影响带外侧各 100m 范围 注 3: 晚更新世活动断裂影响带指断裂两侧各 100m 范围	

表 4-2 活动断裂地质灾害危险性预测评估表

危险性		险情		
		重	中	轻
可能性	大	大	大	中
	中	大	中	小
	小	小		

## (二) 地面沉降

根据北京地区地面沉降观测研究成果，地面沉降量计算公式为：

$$S_{\infty} = \frac{H \cdot \Delta P}{E} \quad \text{砂、砂碎石类土沉降量计算式}$$

$$S_{\infty} = \frac{a_v}{1 + e_0} \cdot \Delta P \cdot H \quad \text{粘性土及粉土沉降量计算式}$$

式中：

$S_{\infty}$  --- 地层最终沉降量；

$a_v$  --- 压缩或回弹系数，压缩时为  $a_{vc}$ ，回弹时为  $a_{vs}$ ；

$e_0$  --- 地层原始孔隙比；

$\Delta P$  --- 由于地下水位变化施加于土层上的平均荷载；

$H$  --- 计算土层厚度；

$E$  --- 砂层的弹性模量，压缩时为  $E_s$ ，回弹时为  $E_c$ 。

各计算参数见土层物理力学性质一览表。

根据评估区地面沉降发展趋势和成因以及近几年地面沉降监测资料，同时考虑到北京市对地下水开采的限制及南水北调来水入京等因素，预测在未来 5



年内，评估区地下水下降幅度会减缓，地面沉降也将呈现平缓发展的态势。根据以上二式，预测到 2030 年，评估区年沉降速率约为 12mm/a，累计地面沉降量约为 167mm，地面沉降发育程度“弱”，险情“轻”，预测建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。

### (三) 砂土液化

项目区用地地基土在将来是否会遭受砂土液化的危害，主要考虑将来项目区用地地下水位上升至历史最高水位时，是否有发生砂土液化的危险。依据《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010），结合已有的经验在本评估区的液化判别中按二个程序进行判别：

#### (1) 初判

参照《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010）的有关规定，结合评估区的地震烈度为 8 度，可液化层（为新近沉积层和全新统 Q<sub>4</sub> 地层的粘质粉土、细砂层）埋深较浅，水位较高的条件以及砂土平均粒径含量百分比和粉土的粘粒含量百分比  $\rho_c$  判定，该场地需要进行液化判别。

#### (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》（GB/T 50011-2010）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：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c} \quad (4)$$

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，可按表 4-3 采用；

$d_s$ ——饱和土标准贯入点深度（m）；

$d_w$ ——地下水位深度（m）；

$\rho_c$ ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；

$\beta$ ——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，可按表 4-4 采用。



表 4-3 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

表 4-4 调整系数  $\beta_M$

设计地震分组	调整系数 $\beta_M$
第一组	0.80
第二组	0.95
第三组	1.05

本次评估设定地震烈度为 8 度及地下水位近地表 (1.0m) 的条件下, 对建设用地砂土液化的可能性进行预测。经判别 (表 4-5), 建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土层, 在历史最高地下水位 (1.0m) 和 8 度地震烈度作用条件下不会发生砂土液化。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中 5.4 的相关规定 (表 4-6), 建设项目工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性“小”。

表 4-5 建设场地预测砂土液化判别结果表

孔号	土层号	岩性	水位埋深 (m)	贯入点深度 (m)	粘粒含量 (%)	调整系数	标贯实测值	标贯临界值	判别结果
			$d_w$	$d_s$	$\rho_c$	$\beta$	N	$N_{er}$	
ZK1	③	粉砂	1.0	3.7	3	0.95	21	13.84	不液化
	⑤	细沙	1.0	12.6	3	0.95	48	23.99	不液化
ZK2	③	粉砂	1.0	3.9	3	0.95	20	14.20	不液化
	⑤	细沙	1.0	12.6	3	0.95	50	23.99	不液化
ZK4	③	粉砂	1.0	4.8	3	0.95	17	15.70	不液化
	⑤	细沙	1.0	12.8	3	0.95	50	24.14	不液化
ZK6	③	粉砂	1.0	4.9	3	0.95	20	15.86	不液化
	⑤	细沙	1.0	13.1	3	0.95	50	24.36	不液化

表 4-6 砂土液化地质灾害危险性预测评估表

危险性		险情		
		重	中	轻
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		



### 三、小结

经预测评估，建设用地工程建设引发或加剧地质灾害危险性均为“小”。

建设用地距黄庄-高丽营断裂约 1.0km，处于断裂中等影响带以外，建设项目工程建设遭受活动断裂灾害可能性为“小”，险情为“轻”，活动断裂地质灾害危险性预测为“小”；

预测至 2030 年，建设用地的年均沉降速率约 12mm/a，累计地面沉降量约为 167mm，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性“小”；

建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土和砂土，在历年最高地下水位（近地表 1.0m）和 8 度地震烈度作用条件下不会发生砂土液化，砂土液化的险情为“轻”，建设项目工程建设可能遭受砂土液化灾害危险性“小”。



### 一、综合评估原则

综合评估是在现状评估和预测评估的基础上，采取定性、半定量的方法综合评估地质灾害危险性程度，确定地质灾害危险性的级别。对评估区的地质灾害进行综合评估，对建设场地适宜性进行评估，并提出防治地质灾害的措施。本项目区用地的综合评估按《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)相关规定进行。

### 二、评估指标的选定

#### (一) 灾情与危害程度的分级标准

地质灾害灾情与危害程度的分级标准根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 4.5.1 规定进行选定见表 5-1。

表 5-1 地质灾害危害程度划分表

危害程度	灾情		险情	
	人员伤亡情况	直接经济损失 (万元)	受威胁人数(人)	可能产生的经济 损失(万元)
重	有人员死亡	>500	>500	>5000
中	有伤害发生	100-500	100-500	500-5000
轻	无	<100	<100	<500

注 1: 灾情即已发生的地质灾害损失情况, 采用“人员伤亡情况”、“直接经济损失”指标评价, 用于现状评估  
注 2: 险情即可能出现的地质灾害危害, 采用“受威胁人数”、“可能产生的经济损失”指标评价, 用于预测评估  
注 3: 危害程度按就高原则, 符合一项即可确定

#### (二) 活动断裂

评估指标根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 5.2.3 及 5.2.4 规定进行选定(表 3-6、4-2)。

#### (三) 地面沉降

根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 相关规定进行



量化评价。地面沉降评估指标的选定详见表 3-8。

## （四）砂土液化

砂土液化危险性确定指标选定依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）5.4.4 规定选定（表 3-10、表 4-6）。

## 三、综合分区评估

综合评估以现状评估和预测评估为基础，对建设用地地质灾害危险性进行综合分析评价后确定建设用地地质灾害危险性等级，等级分为大级、中级和小级三个等级，存在不同等级地质灾害危险性时应进行等级分区。地质灾害危险性综合评估等级应按表 5-2 确定。

表 5-2 地质灾害危险性综合评估分级表

危险性综合评估等级		预测评估危险性		
		大	中	小
现状评估危险性	大	大级	大级	大级
	中	大级	中级或大级	中级
	小	大级	中级	小级

仅存在单一灾种时，综合评估等级应以现状和预测评估为基础，危险性宜采取“就高不就低”的原则确定；综合评估结果存在多种等级时，应进行评估等级分区。存在两个以上（含两个）灾种时，综合评估等级应在单一灾种地质灾害综合评估及分区的基础上，对同一评估区（段）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结论；综合评估结果存在多种等级时，应进行评估等级分区。

综上所述，通过对建设用地不同灾种地质灾害危险性的现状评估和预测评估（表 5-3），得出建设场地综合评估地质灾害危险性分级属于“小级”。



表 5-3 建设场地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 危险性等级	预测评估		综合评估 危险性等级
			引发或加剧 危险性等级	可能遭受 危险性等级	
建设场地	活动断裂	小	小	小	小级
	地面沉降	小	小	小	
	砂土液化	小	小	小	

## 四、建设场地适宜性评估

通过对建设场地地质灾害危险性的综合评估，建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 44（表 5-4）确定建设场地地质灾害防治难度为“小”。根据上述规范中表 43（表 5-5）确定项目区用地适宜性划分为“适宜”。

表 5-4 项目区用地防治难度划分

地质灾害防治难度	分级说明
大	防治工程复杂、治理费用高，防治效益与投资比低
中等	防治工程中等复杂、治理费用较高，防治效益与投资比中等
小	防治工程、治理费用较低，防治效益与投资比高

表 5-5 建设用地适宜性划分

综合评估分级	防治难度		
	大	中等	小
大级	适宜性差	适宜性差	基本适宜
中级	适宜性差	基本适宜	适宜
小级	基本适宜	适宜	适宜



## 第六章 结论及建议

### 一、结论

1、怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目属“较重要”建设项目。评估区地质灾害发育程度中等复杂，地形地貌简单，构造地质条件中等复杂，水文地质、工程地质条件简单，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”。该建设项目地质灾害危险性评估级别为“二级”。

#### 2、现状评估：

建设用地发育及潜在的地质灾害类型有活动断裂、地面沉降和砂土液化三种地质灾害。

黄庄-高丽营断裂属晚更新世活动断裂，建设场地距离断裂最近距离约为 1.0km，处于影响带以外。活动断裂发育程度“弱”，灾情危害程度为“轻”，灾害现状危险性“小”；

建设用地 1955~2019 年的累计地面沉降量约 35mm，2021 年地面沉降速率约为 12mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性“小”；

建设用地 20.0m 深度范围内的地基土的抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，现状最高地下水位不液化，砂土液化的灾情为“轻”，砂土液化地质灾害的现状危险性“小”。

#### 3、预测评估：

建设项目工程建设引发或加剧活动断裂、地面沉降和砂土液化等地质灾害的危险性均为“小”。

建设用地距黄庄-高丽营断裂约 1.0km，处于断裂中等影响带以外，工程建设可能遭受活动断裂灾害可能性为“小”，可能遭受险情为“轻”，活动断裂危险性预测为“小”；

预测至 2030 年，建设用地及附近区域的沉降速率约 12mm/a，累计地面沉降量约为 167mm，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，建设用地遭



受地面沉降地质灾害的危险性“小”；

建设用地 20.0m 深度范围内的地基土在抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，历史最高地下水位（水位接近地表 1.0m）时不液化，砂土液化的险情为“轻”，建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性“小”。

4、综合评估确定建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，地质灾害防治难度“小”，“适宜”怀柔新城 0103 街区 HR00-0103-6001 等地块土地开发项目的建设。

## 二、建议

依据上述评估结论，如果在建设用地进行工程建设，须对活动断裂、地面沉降和砂土液化三种地质灾害采取有效的防治措施。建设项目应严格按照国家有关规范标准进行建设。结合本工程项目特点，建议如下：

1、建设用地距离黄庄-高丽营断裂较近，约 1.0km，建议建设项目在设计 and 施工过程中，认真执行国家有关规范规定的抗震设防标准，提高建筑物的抗震水平。

2、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。

3、建设用地存在砂土液化地质灾害风险，建设用地进行工程建设前，应开展详勘工作。建设用地进行工程建设，须对砂土液化灾害采取有效的防治措施。

4、在工程施工过程中，严禁随意堆弃挖方、削坡产生的渣土。应在综合科学论证的基础上，选择合适位置堆放。

5、本评估报告不可用于替代工程建设各阶段的勘察成果。