

北京城市副中心 0703 街区 FZX-0703-6032 等地块项目  
建设用地地质灾害危险性评估报告

北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司

二零二五年十月

**北京城市副中心 0703 街区 FZX-0703-6032 等地块项目  
建设用地地质灾害危险性评估报告**

**法定代表人：郑体琨**

**技术负责人：孟庆立**

**审 定 人：张 贺**

**审 核 人：岳国清**

**项目负责人：孟庆立**

**报告编制人：徐 浩**

**委托单位：北京通州房地产开发有限责任公司**

**编制单位：北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司**

**2025 年 10 月**



# 地质灾害防治单位资质证书

单位名称：北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司

资质类别：  
地质灾害评估和治理  
工程勘察设计资质

住所：北京市海淀区学清路38号B座10层1008

资质等级：甲级

证书编号：110020251130014

有效期至：2028年12月29日

仅限用于北京城市副中心  
0703街区 FZX-0703-6032 等  
地块项目地灾评估报告

发证机关：北京市规划和自然资源委员会

发证日期：2025年4月24日



北京城市副中心 0703 街区 FZX-0703-6032 等地块项目  
建设用地地质灾害危险性评估报告  
评审意见

受北京通州房地产开发有限责任公司的委托，北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司完成了《北京城市副中心 0703 街区 FZX-0703-6032 等地块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”），专家组对该“评估报告”进行了评审，意见如下：

### 一、项目概况

本项目位于北京市通州区宋庄镇，北至宋庄镇政府南街，西至规划宋庄文化区四路，南至宋庄中学中街，东至规划公园绿地西边界，属二类居住和托幼用地，用地面积约 4.26 公顷，建筑面积约 9.23 万平方米。

### 二、评审意见

1、评估单位在充分搜集区内区域地质、工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害等资料基础上，开展了水文地质、工程地质、环境地质、地质灾害调查，调查面积约 4.0km<sup>2</sup>，并借用了钻孔 8 个（总进尺 440m）及相关测试试验等成果，为本次评估工作奠定了基础。

2、“评估报告”通过综合地质环境条件分析，认为评估区地质环境条件复杂程度为复杂，建设项目属于重要建设项目，综合认定属一级地质灾害危险性评估是合适的。

3、“评估报告”认为评估区内的地质灾害有砂土液化和地面沉降两种地质灾害。

现状评估认为：在地震烈度为Ⅷ度，地下水位按现状水位埋深 1.4m 考虑，地基土轻微~中等液化，现状灾情轻，砂土液化地质灾害现状危险性小；建设用地 1955-2024 年累计沉降量约 1100-1200mm，发育程度强，现状灾情轻，地面沉降地质灾害现状危险性中。

现状评估符合实际情况。

4、预测评估认为：本工程建设可能诱发、加剧砂土液化和地面沉降地质灾害的危险性均为小；工程建设本身可能遭受砂土液化的危险性小，遭受地面沉降

地质灾害的危险性中。

预测评估依据充分。

5、综合评估确定：建设用地地质灾害危险性等级为中级，防治难度中等，基本适宜作为北京城市副中心0703街区FZX-0703-6032等地块项目的建设用地。

总之，专家组认为，评估报告内容丰富、资料翔实、阐述清楚，评估依据充分，结论可信，评审予以通过。

专家组长： 梁波

评审专家： 魏定华 李强 王强 刘强

2025年10月13日

# 目 录

前 言 .....	1
<b>第一章 评估工作概述 .....</b>	<b>1</b>
1.1 工程概况与征地范围 .....	1
1.2 以往工作程度 .....	3
1.3 技术路线及完成的工作量 .....	4
1.4 评估范围与级别 .....	7
<b>第二章 地质环境条件 .....</b>	<b>10</b>
2.1 气象、水文 .....	10
2.2 地形地貌 .....	13
2.3 地层岩性 .....	14
2.4 地质构造与区域地壳稳定性 .....	16
2.5 工程地质条件 .....	21
2.6 水文地质条件 .....	27
2.7 人类工程活动对地质环境的影响 .....	29
<b>第三章 地质灾害危险性现状评估 .....</b>	<b>30</b>
3.1 地质灾害类型的确定 .....	30
3.2 地质灾害危险性现状评估 .....	30
3.3 现状评估小结 .....	36
<b>第四章 地质灾害危险性预测评估 .....</b>	<b>37</b>
4.1 工程建设引发或加剧地质灾害的危险性预测 .....	37
4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测 .....	37
4.3 预测评估小结 .....	40
<b>第五章 地质灾害危险性综合评估 .....</b>	<b>41</b>
5.1 建设用地地质灾害危险性综合评估 .....	41
5.2 建设用地适宜性评价 .....	42
<b>第六章 结论与建议 .....</b>	<b>44</b>
6.1 结论 .....	44
6.2 建议 .....	44
附图	

## 前 言

受北京通州房地产开发有限责任公司的委托，按照国土资源部国土资发〔2004〕69号文《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》和北京市国土资源局—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》的要求，北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司承担了“北京城市副中心 0703 街区 FZX-0703-6032 等地块项目”建设用地地质灾害危险性评估工作。

本次评估的主要依据为：

国土资源部文件—国土资发〔2004〕69号《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》；

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》；

《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）；

《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）；

《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）；

《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版）；

《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）；

《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ 11-501-2009）（2016年版）；

《工程地质调查规范(1: 2.5万~1: 5万)》（DZ/T 0097—1994）；

《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范(比例尺 1:50 000)》（GB/T 14158—1993）；

地质灾害危险性评估合同。

本次评估的主要任务为：

（1）通过现场调查和资料收集等工作，查明建设用地及其周围的自然地理、地质环境条件；

(2) 调查建设用地及其周围的地质灾害类型、规模、分布和稳定状态，分析评价其对建设用地的影响；

(3) 分析预测建筑物在建设过程中及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和本身可能遭受各类地质灾害的危险性和危害程度；

(4) 采用定性、半定量分析方法，进行建设用地地质灾害危险性分级；

(5) 从地质灾害的角度对建设用地的适宜性作出评估，提出对地质灾害的防治措施及建议。

# 第一章 评估工作概述

## 1.1 工程概况与征地范围

本项目位于北京市通州区宋庄镇，北至宋庄镇政府南街，西至规划宋庄文化区四路，南至宋庄中学中街，东至规划公园绿地西边界，属二类居住和托幼用地，用地面积约4.26公顷，建筑面积约9.23万平方米。建设用地地理位置示意图见图1.1-1，建设用地控制点坐标见表1.1-1，建设用地范围示意图见图1.1-2。



图1.1-1 建设用地地理位置示意图

表 1.1-1 建设用地主要控制点坐标

点号	横坐标 Y (m)	纵坐标 X (m)
1	531886.335	307998.000
2	531878.738	308078.248
3	531828.960	308073.536
4	531824.038	308125.534
5	531827.131	308145.916
6	531824.303	308175.783
7	531842.044	308199.542
8	532003.182	308231.134
9	532029.410	308096.565
10	532040.137	308051.531
11	532054.547	308007.536
12	532020.428	308003.492
13	531974.014	307999.374
14	531927.438	307998.000
15	531834.698	308012.933
16	531851.111	307998.000



## 1.2 以往工作程度

本次工作充分搜集了规划建设用地及其附近反映地质环境条件和地质灾害等相关资料，包括区域地质、水文地质、地震地质调查以及地质灾害调查等方面的工作成果，主要工作成果汇总并整理详见表 1.2-1“评估区内已有主要工作成果一览表”。

表 1.2 -1 评估区内已有主要工作成果一览表

序号	成果名称	完成单位	完成时间
1	《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
2	《北京市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
3	《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
4	《北京市主要地质灾害调查（1：10万）》	北京市地质研究所	1991
5	《北京市地质灾害现状调查》	北京市地质研究所	1992
6	《1：5万区域地质调查（通县幅）》	北京市地质研究所	1991
7	《北京市区域地质志》	北京市地质矿产局	1991
8	《北京市平原区地下水位降落漏斗现状调查报告》	北京市地调院、北京市地质工程勘察院	2003
9	《北京市平原区1:10万工程地质勘察报告》	北京市地调院、北京市地质工程勘察院	2003
10	《北京通州规划新城前期区域工程地质勘察报告》	北京市地质矿产勘查开发局、北京市地质工程勘察院	2007
11	《通州区地质灾害调查与区划》	北京市地质研究所	2010
12	《北京市多参数立体地质调查报告》	北京市地质调查研究院	2010
13	《北京城市地质图集》	北京市地质矿产勘查开发局	2010
14	《通州区台湖镇村文体活动中心工程建设用地地质灾害危险性评估报告》（2010灾031）	北京市勘察设计研究院有限公司	2010
15	北京市通州区台湖镇B-03地块居住、托幼项目（配建公共租赁住房）建设用地地质灾害危险性评估报告	北京市地质矿产勘查开发总公司	2013
16	地面沉降资料	北京市水文地质工程地质大队	1955-2019
17	轻轨L2线通州段次渠站、垡渠南站亦庄火车站项目（A4A5地块）建设用地地质灾害危险性评估报告（工程编号：2009灾053）	北京市勘察设计研究院有限公司	2009
18	台湖政府大街（九德路-工业区东环路）道路工程建设用地地质灾害危险性评估报告	北京市地质矿产勘查开发总公司	2014
19	通州区张家湾镇集体租赁住房2018年供应用地控制性详细规划项目地质灾害危险性评估报告	北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司	2018
20	博格华纳北京新工厂建设项目	北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司	2022

## 1.3 技术路线及完成的工作量

### 1.3.1 技术路线

本次地质灾害危险性评估工作以收集、整理、分析已有资料和现场综合地质调查为主，辅以必要的钻探及原位测试工作，具体的评估工作程序见图 A.1“地质灾害评估工作技术程序框图”。

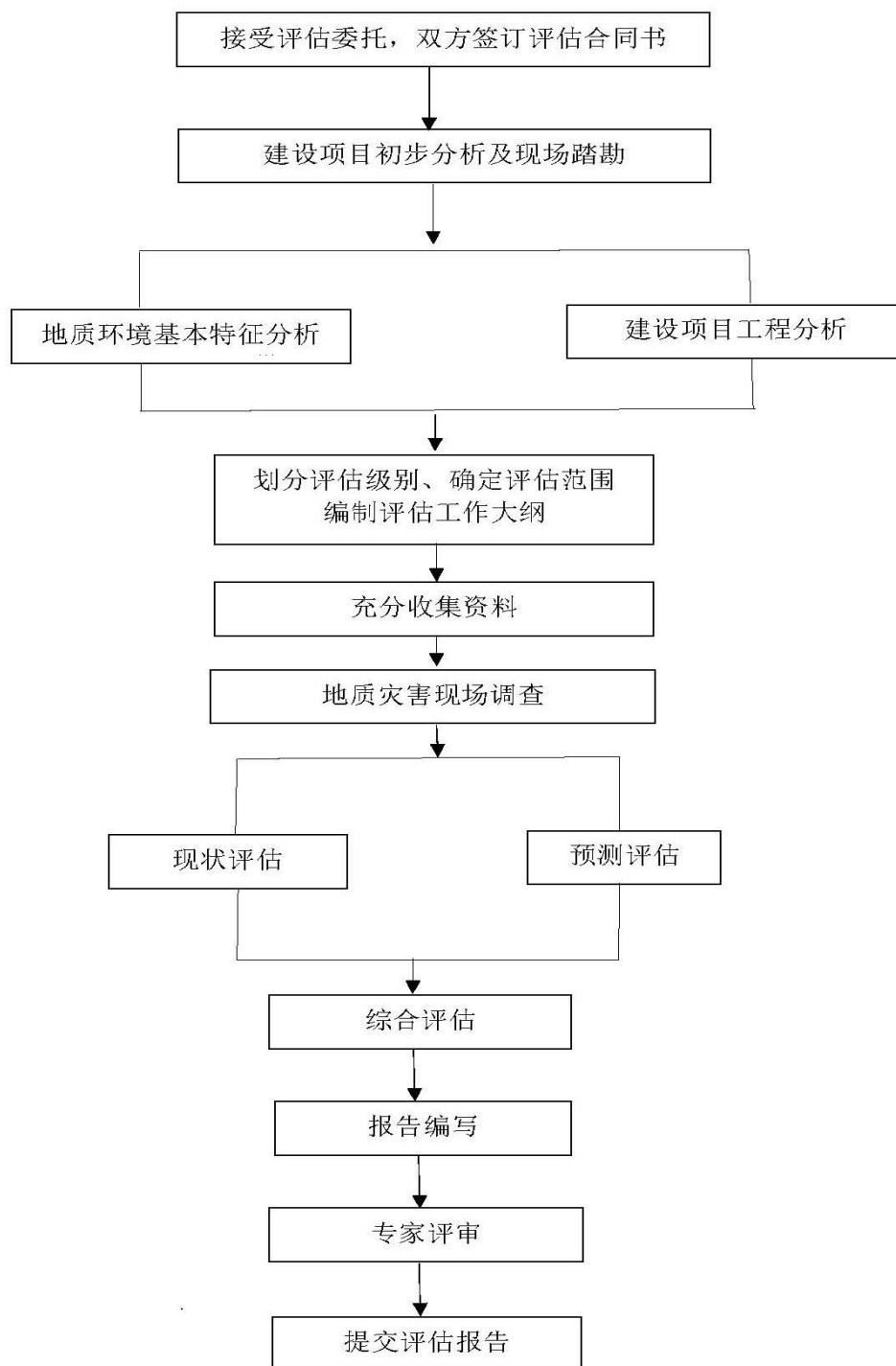


图 A.1 地质灾害评估工作技术程序框图

### 1.3.2 完成的工作量

为了尽可能客观、全面、科学地对该项目建设用地进行地质灾害危险性评估，我公司在现场踏勘的基础上，结合场地及场地附近的工程地质、水文地质、区域地质等资料，采用如下手段进行本次评估工作：

**1. 资料收集与整理：**收集了该地区水文、气象、地质等方面资料。主要有《北京区域地质志》、《北京市水利志》、《北京市气象志》等。

**2、野外调查：**根据建设项目特点、建设用地的地质环境条件及以往地质工作研究程度，本次地灾评估工作以收集已有资料和野外综合地质调查为主。资料收集内容包括气象、水文地质、工程地质、环境地质、地质灾害、综合地质研究等方面的成果、报告、图件等资料；野外综合地质调查主要包括工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害现象等方面的内容，重点调查用地区域地质环境条件、地质灾害的种类、数量、规模及分布特征等，野外调查在每侧外扩 1000m，调查面积约 4.0km<sup>2</sup>。

野外调查采用 GPS 卫星定位仪定位。调查方法采用路线穿插追踪法，调查主要内容包括：

- ① 地形地貌：地貌形态、分布及地形特征（高程、高差、坡度）。
- ② 岩土体工程地质特征：包括岩土体类型、组份、结构、工程地质性质。
- ③ 地下水类型及补径排特征：地下水类型、含水岩组分布、补径排条件、水质水量等。
- ④ 人类工程活动：包括人类工程活动方式、强度、范围及对地质环境的影响等。主要了解由于人类工程活动对植被的破坏，填方挖方对现状土体的破坏等。

### 3、资料整理及报告编写

在综合分析研究已有资料和实地调查资料的基础上，按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）的相关要求，编制图件及成果报告。报告重点是对建设用地进行地质灾害危险性现状评估、预测评估及综合评估，并提出相应的防治工程措施和建议。

评估工作历时 15 天。具体完成工作内容参见表 1.3-1“完成工作量一览表”和附图 1 “评估区实际调查材料分布图”。

表1.3-1 完成工作量一览表

工作内容		数量
资料收集	抗震专题研究成果资料	2份
	区域地质地质报告	3份
	地下水长期观测资料	2份
	地质灾害危险性评估报告	8份
	其他地质科研报告	8份
野外 地质调查	区域地质调查（1:10万）	4.0km <sup>2</sup>
	工程地质调查（1:10万）	4.0km <sup>2</sup>
	水文地质调查（1:10万）	4.0km <sup>2</sup>
	环境地质调查（1:10万）	4.0km <sup>2</sup>
借用勘探与测试资料	借用勘探钻孔/总进尺	8孔/440m
	现场标贯试验	113次
	原状土样	37件
	扰动土样	15件
室内整理、分析及报告编写	报告总字数	约2.0万

参加本次评估工作的主要人员包括教授级高级工程师 1 人，高级工程师 2 人，工程师 3 人。

## 1.4 评估范围与级别

### 1.4.1 评估范围的确定

按照有关规定，结合评估区地质条件，地质灾害种类及分布状况，针对不同的地质环境条件和地质灾害类型及作用特点，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。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893—2021)表 1 之规定，建设项目类别为面状工程。通过现场调查，根据该评估区工程特点、规模及所在地区的地质环境条件，分析确定评估区潜在的地质灾害种类有地面沉降、砂土液化和活动断裂三种危害。考虑到地面沉降是一种缓变的以区域整体沉降为主的地质灾害，为准确评价其危害及影响范围，调查面积应该在标准规范的基础上有所扩大，以及建设用地距活动断裂 3km 范围内应开展评估工作等规定，故此评估区不仅对建设用地，且应对建设用地及周边进行水文地质、工程地质、环境地质及地质灾害现状调查，确定地质灾害危险性评估调查范围为 4km<sup>2</sup>。

表 1 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、灾害类型特点，至其影响范围的边界

### 1.4.2 地质环境条件复杂程度判定

**地形地貌：**评估区位于潮白河冲洪积扇的中下部，地形基本平坦，综合分析认为评估区属**地形地貌简单区**。

**断裂构造：**建设场地约 3.0km 范围内无断裂构造发育，因此，评估区属**断裂构造条件简单区**。

**工程地质与水文地质条件：**根据建设场地及其周边已有的岩土工程勘察成果资料，建设用地埋深 20m 范围内表层为人工堆积层，其下为新近沉积和第四纪沉积的冲洪积层，岩土体类型主要为粘性土、粉土和砂类土层，浅部地层存在中~中高压缩性土层，岩土结构较为复杂，工程地质条件中等复杂；地面以下 20m 深度范围内地下水以潜水为主，含水层主要为粉土、砂类土层。钻孔资料表明，浅部地下水埋深约 1.40m，年变幅 1~2m。根据本区域普查资料，建设用地 1959 年来最高地下水位接近自然地面。综合考虑以上因素，评估区属工程地质和水文地质**中等复杂区**。

**地质灾害：**根据已有观测资料并结合现场调查，评估区内 1955~2024 年累积沉降量约 1100-1200mm，因此评估区存在地面沉降地质灾害；地面下 20.00m 深度范围内分布有饱和粉土和砂类土，在地震作用下存在粉土和砂土层地震液化的可能。因此，评估区可能存在的地质灾害类型为地面沉降和砂土液化，属地质灾害**复杂发育区**。

**人类活动：**评估区内及周边分布有居民区和公司企业办公楼，区内人类活动以居住、生活、办公、房屋建设、修建道路为主。预期在未来一段时间内工程建设等人类活动仍将保持一定强度。因此，区内破坏地质环境的人类工程活动**较强烈**。

综合以上多种因素，评估区的地质环境条件复杂程度评定为“**复杂**”。

**表 B.1 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 3 种或以上，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	与全新世活动断裂带的距离小于 1000m；非全新世断裂发育	与全新世活动断裂带的距离 1000~3000m；非全新世断裂较发育	与全新世活动断裂带的距离大于 3000m；非全新世断裂不发育	
水文地质和工程地质	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。

### 1.4.3 建设项目的重要性类别划分

本项目用地面积约4.26公顷，建筑面积约9.23万平方米。按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中的有关规定综合考虑，该建设项目属于**重要**建设项目。

表 B.2 建设项目重要性分类表

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 $\geq 28$ 层；跨度 $\geq 36$ m（轻钢结构除外）；单项工程建筑面积 $\geq 3$ 万 $m^2$	高度14层~28层；跨度24m~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 $< 24$ m（轻钢结构除外）；单项工程建筑面积 $< 1$ 万 $m^2$

### 1.4.4 确定评估级别

依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表2的有关规定，本项目是在地质环境条件**复杂区**进行**重要**建设项目的地质灾害危险性评估，因此，评估项目地质灾害危险性评估等级确定为**一级**。

表 2 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	二级
	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

### 2.1 气象、水文

#### 2.1.1 气象

评估区所在区域属典型暖温带半湿润半干旱大陆性气候区，春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，冬季寒冷干燥。本区年平均气温为11~12℃，年极端最高气温一般在35~40℃之间，年极端最低气温一般在-14~-20℃之间。7月最热，月平均气温为26℃左右。1月最冷，月平均气温为-4~-5℃。

根据通州地区1949~2023年气象观测资料（见图2.1-1“北京地区1949~2023年年降水量柱状图”），多年平均降水量600mm，最大降水量出现在1959年，降水量高达1406mm，最小降水量出现在1999年，仅为227mm。每年降水多集中在7、8月份，占总降水量的60%~70%，1、2月份降水量最小。由于年降水量高度集中，即使早年，局部地势低洼地区也可能积水成涝。

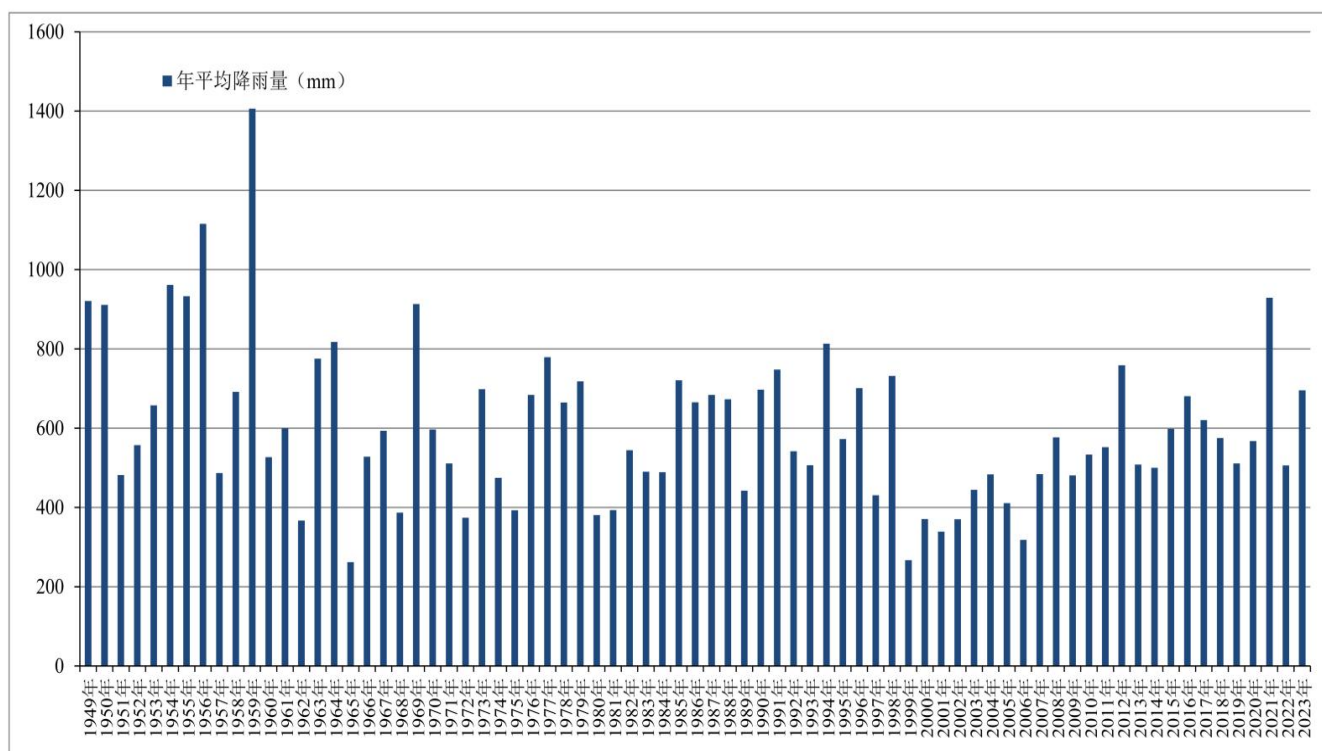


图 2.1-1 北京地区 1949~2023 年年降水量柱状图

#### 2.1.2 水文

北京属海河流域，河网发育，区内共有干、支河100余条，分属五大水系，由东向西依次为：蓟运河水系、潮白河水系、北运河水系、永定河水系、大清河水系（图2.1-2）。

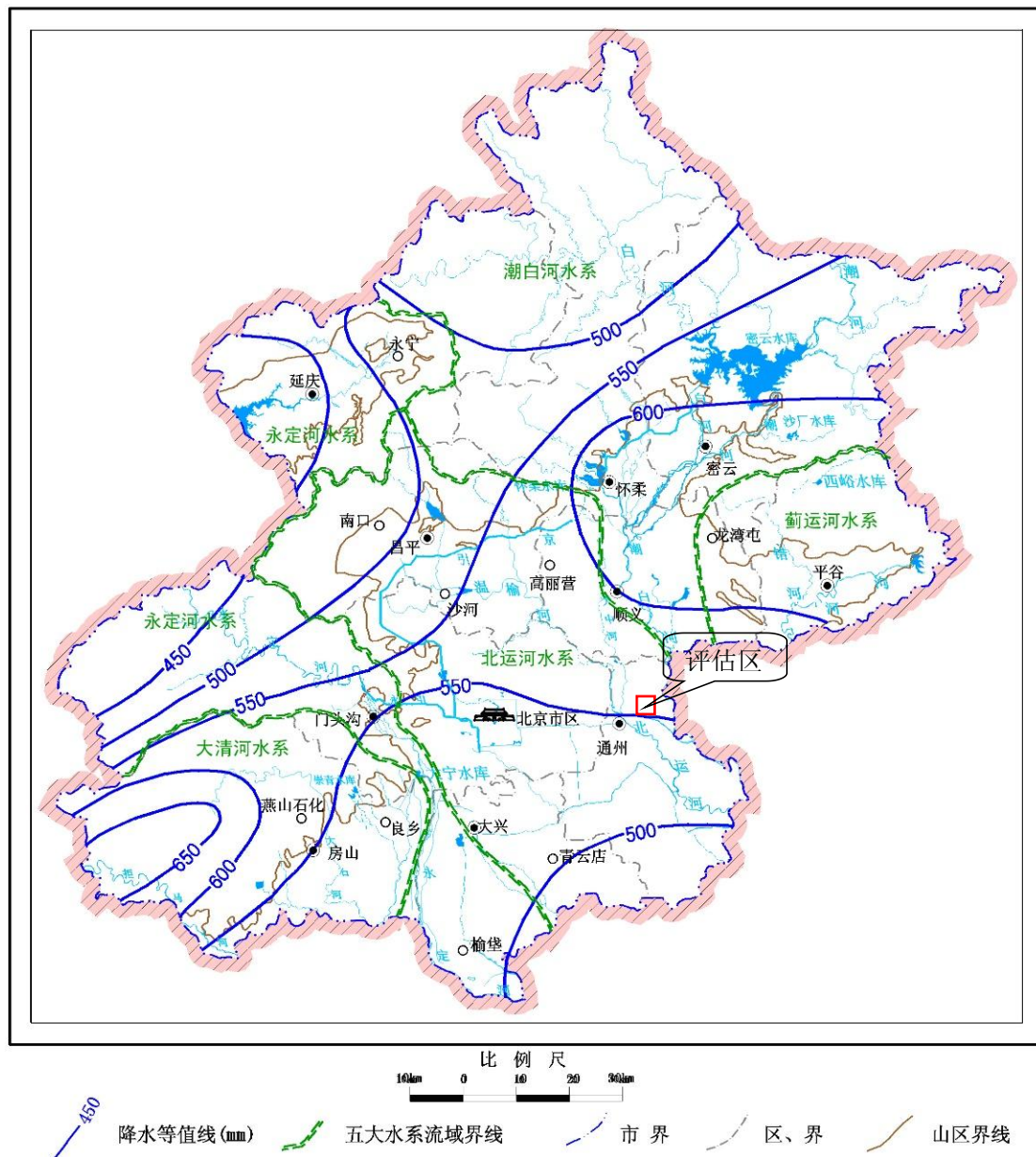


图 2.1-2 北京地区多年平均降水等值线及水系分布图

### 1、蓟运河水系

流经本市的河流主要为沟河，沟河发源于河北省兴隆县境内，在平谷区靠山集以上，河道蜿蜒的折绕行於崇山峻岭中，山高谷窄。山区的河床多为大块石及漂、卵石组成，比降一般均在 3.5-10%之间。在靠山集以下多为平原区，比降一般在 1.5%左右，河床狭窄，仅 20~30m 左右。河道至前芮营村附近有错河自北向南来汇合，折向南行至英诚附近又有金鸡河来汇合，在马坊镇南出市界，下行经三河，宝坻入蓟运河，沟河干流全长 135km，流域面积为 2440km<sup>2</sup>。沟河流域山区与平原之间，无较长的丘陵过渡地带，而平谷区西北一带又是华北地区有名的暴雨中心之一，目前该河为一常年有水的河流。

### 2、潮白河水系

潮白河水系上游主要支流为潮河及白河。白河发源于河北省沽源县，流经赤城县，进入北京

境内，由延庆、怀柔汇入密云水库，主要支流有红河、黑河、天河和汤河；潮河发源于丰宁县直碾沟小坝子附近，经滦平、密云注入密云水库。潮河全长 252km；白河全长 257km。潮、白河二河平均坡降分别为 1.6‰和 4.3‰，在密云水库以上流域面积为 157.88km<sup>2</sup>。潮河、白河出库后在密云县河槽村汇合为潮白河。

潮白河由西南行至顺义北牛栏山附近纳入怀河，怀河为潮白河在密云以下另一个主要支流，怀河上游分为南北二支：北支称清河，发源于大沙岭，干流长 57km，平均坡降 3‰；南支称西大河，发源于沙梁子，干流长 36km，平均坡降 6‰，南北两支相汇于怀柔城西南石厂村以上约 2km（怀柔水库坝址位于石厂村附近）在石厂村以上流域面积为 540km<sup>2</sup>，多为低山丘陵区，植被良好。两支汇合后经怀柔水库东南行在小杜家两河村汇雁溪河后南行入潮白河。再向下游，经顺义出北京，经三河、香河由潮白新河入宝坻县黄庄注入海河。

由于密云水库和怀柔水库位于河道出山口，所以两大水库水质较好，通过京密引水渠和地下输水管线向北京供水，是北京重要的城市供水水源地。

### 3、北运河水系

北运河水系介于潮白、永定两大水系之间，历史上北运河曾几度受潮白河的侵夺，自 1912 年潮白河在李遂镇附近决口夺箭杆河下行经蓟运河入海以后，两河已基本各成系统。自决口改道后，温榆河也成为北运河的唯一源流。温榆河流至通州以下始称北运河，南行至天津附近与其它河流汇合成海河在塘沽入渤海。北京市平原区中部的地表迳流及地下水向东北、东、东南汇成几个放射状河沟流入北运河。

### 4、永定河水系

永定河水系上游有洋河和桑干河。洋河发源于蒙古高原的南缘，向南流至十八台入山峡，在山峡中约行 50km 有东洋河来汇，在柴沟堡与西洋河、南洋河相会，往宣化向东南流在涿鹿与桑干河相会；桑干河发源于山西省恒山之北坡，经左云、大同、山阴等县至涿鹿与洋河相会。自洋河和桑干河相会后称为永定河。永定河入怀来延庆境内纳妫水河流入市界，于官厅村东入官厅山峡，奔流至清白口又纳清水河至三家店始出峡谷而入平原，经北京平原西侧转向东南流至屈家店与其它河流汇合成海河，在塘沽入渤海。永定河是流经北京市最大的河流，在本市的河长为 165.5km，流域面积为 3168km<sup>2</sup>，占全市总面积的 18.9%，其中山区的流域面积为 2491km<sup>2</sup>，占流域面积的 79%，平原流域面积为 677km<sup>2</sup>，占流域面积的 21%。多年平均天然迳流量  $3.41 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

### 5、大清河水系

大清河水系各河流皆发源于太行山东坡，形成一扇形河网面，各河分为南北两支。大清河水系南支诸河都不在北京境内，北京市境内主要支流有北支的拒马河、大石河、小清河。这三条

河自西向东纵穿房山区全境和门头沟、丰台区部分地区。白沟河由大石河、小清河、北拒马河等河流汇合而成，流经涿州市、高碑店市与南拒马河汇合。大清河水系在北京的流域面积为2219km<sup>2</sup>，其中山区的流域面积为1615km<sup>2</sup>，占流域面积的73%，平原流域面积为604km<sup>2</sup>，占流域面积的27%，占全市总面积的13.2%。多年平均天然迳流量 $3.751 \times 10^8 \text{m}^3$ ，其中山区 $3.10 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占大清河水系迳流量的83%，平原为 $0.651 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占17%。该水系河流出山后流向平原，由北向南贯穿房山地区。

除五大水系外，北京平原上尚有四条较大的人工渠道，即京密引水渠、永定河引水渠、凤港减河及运潮减河。

新中国成立以来北京地区先后在上述河流上修建了85座大、中、小型水库，总库容为 $93 \times 10^8 \text{m}^3$ ，较大的有官厅水库、密云水库、怀柔水库等。由于水库的建成，山区地表迳流大部分已被拦蓄，目前除大清河水系外山区大部分地表迳流已被控制。平原河道除丰水季节外，地表迳流已经不多或干枯。

通州区地表水系较发育，属海河流域潮白河、北运河两大水系。主要发育北运河、温榆河、凉水河、通惠河、小中河、运潮减河及玉带河等。

评估区及周边主要分布的河流为运潮减河。

## 2.2 地形地貌

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。北京山地平原之间界限鲜明。北京平原区主要由永定河、潮白河、温榆河、拒马河和沟、错河水系洪冲积作用形成，海拔20~60m，倾向东南，坡降1~3%。从山前到平原腹地，可以分成以下几个地貌类型：山麓坡积裙、山前洪积扇裙、冲、洪积缓倾斜平原、扇缘洼地（扇形平原面上的洼地）、河道间洼地，见图2.2-1。

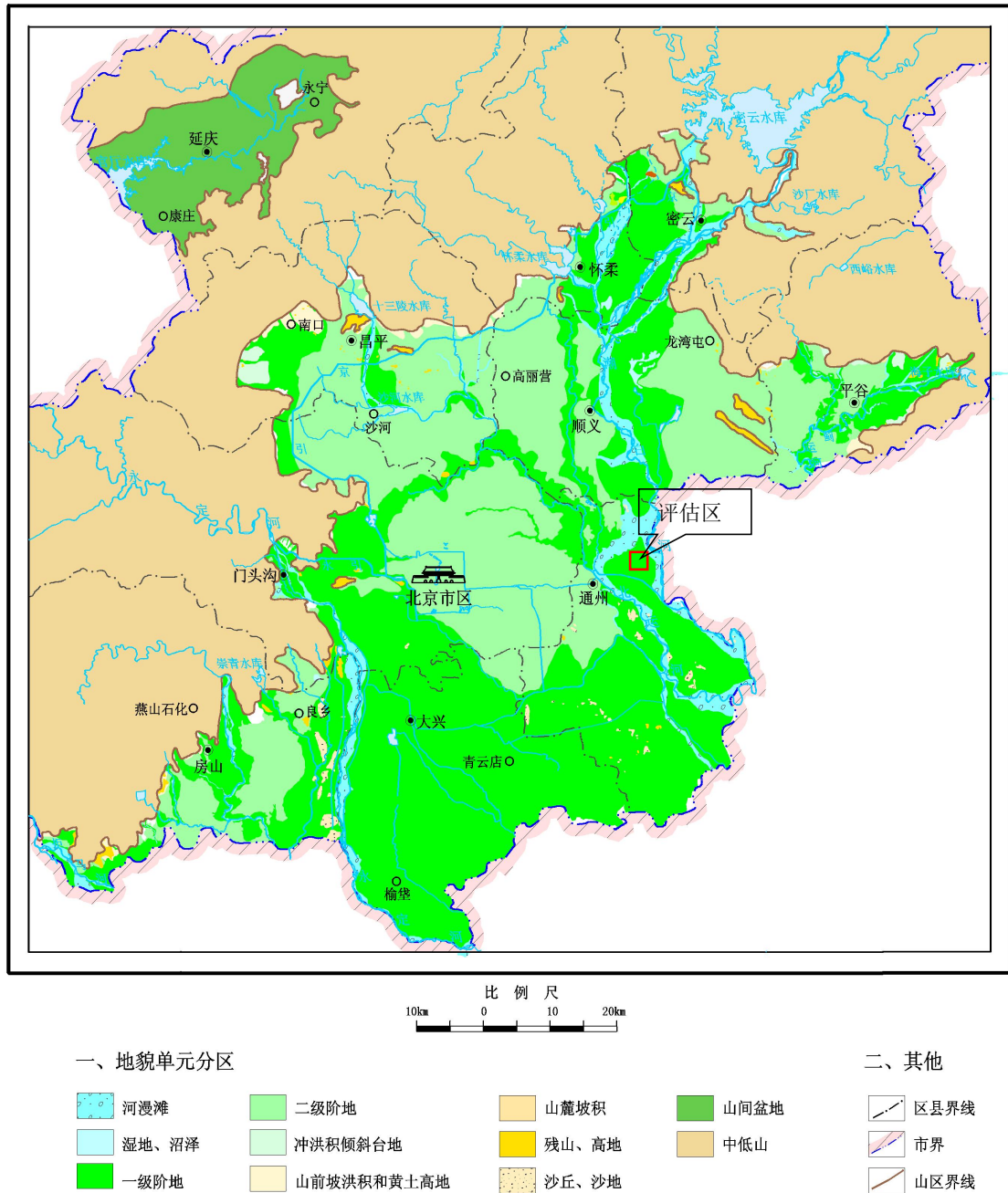


图 2.2-1 北京市平原区地貌图

评估区位于潮白河冲积扇的中下部。地势基本平坦，建设用地地形平坦。

### 2.3 地层岩性

根据区域地质资料，评估区为第四系地层覆盖，厚度在约 300m 左右。第四系地层主要以粘性土、粉土及砂类土互层为主。第四系下伏基岩地层岩性为蓟县系硅质白云岩、硅质白云质灰岩夹页岩及青白口系页岩、砂岩及泥质白云岩灰岩和寒武系页岩、竹叶灰岩等，详见图 2.3-1“区域基岩地质构造图”。

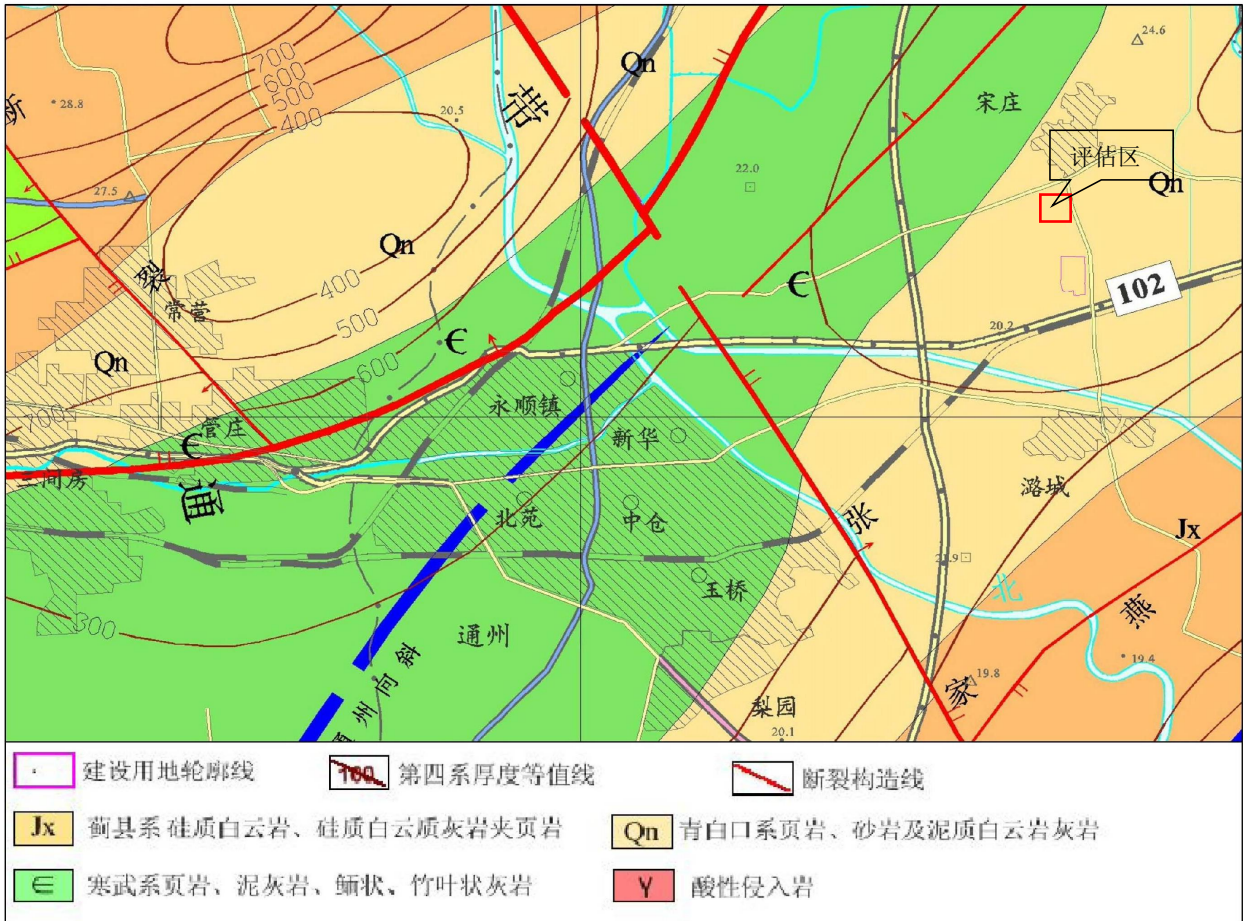


图 2.3-1 区域基岩地质构造图

### 1. 中、上元古界(Pt)

**蓟县系 (Jx)：** 本区蓟县系地层系蓟县系雾迷山组，主要分布在工作区黎各庄、徐辛庄、宋庄、潞城镇(胡各庄)、后榆林庄、张家湾、台湖等大部份地区。岩性以硅质白云岩为主，夹硅质白云质灰岩，中部为黑色、紫红色页岩及泥质白云岩。

**青白口系(Qn)：** 仅分布王四营及梨园~潞城镇(胡各庄)一带的局部地区，岩性为黑色含碳质页岩、含海绿石石英砂岩，灰白、灰绿及灰紫色薄层板状泥质灰岩、白云质灰岩。

### 2. 古生界(Pz)

**寒武系 (E)：** 分布在苏家屯、范庄、通州城区及中赵甫地区，呈北东向展布，于宋庄附近被、蓟县系和青白口系所穿插。主要岩性为泥质白云质灰岩，鲕状灰岩、竹叶状灰岩、黄褐色泥质条带状灰岩和紫红色页岩等。

### 3. 新生界(Kz)

**第四系(Q)：** 评估区内广泛分布，沉积物主要由永定河冲洪积而成，岩性为粘质粉土、粉质粘土、砂质粉土、粉细砂组成。由西北往东南，自冲洪积扇顶部向下游平原区，颗粒由粗变

细，层次由少增多，厚度由小到大，建设场地第四系地层沉积厚度 300m 左右，详见 2.3-2 北京平原区第四纪埋深图。

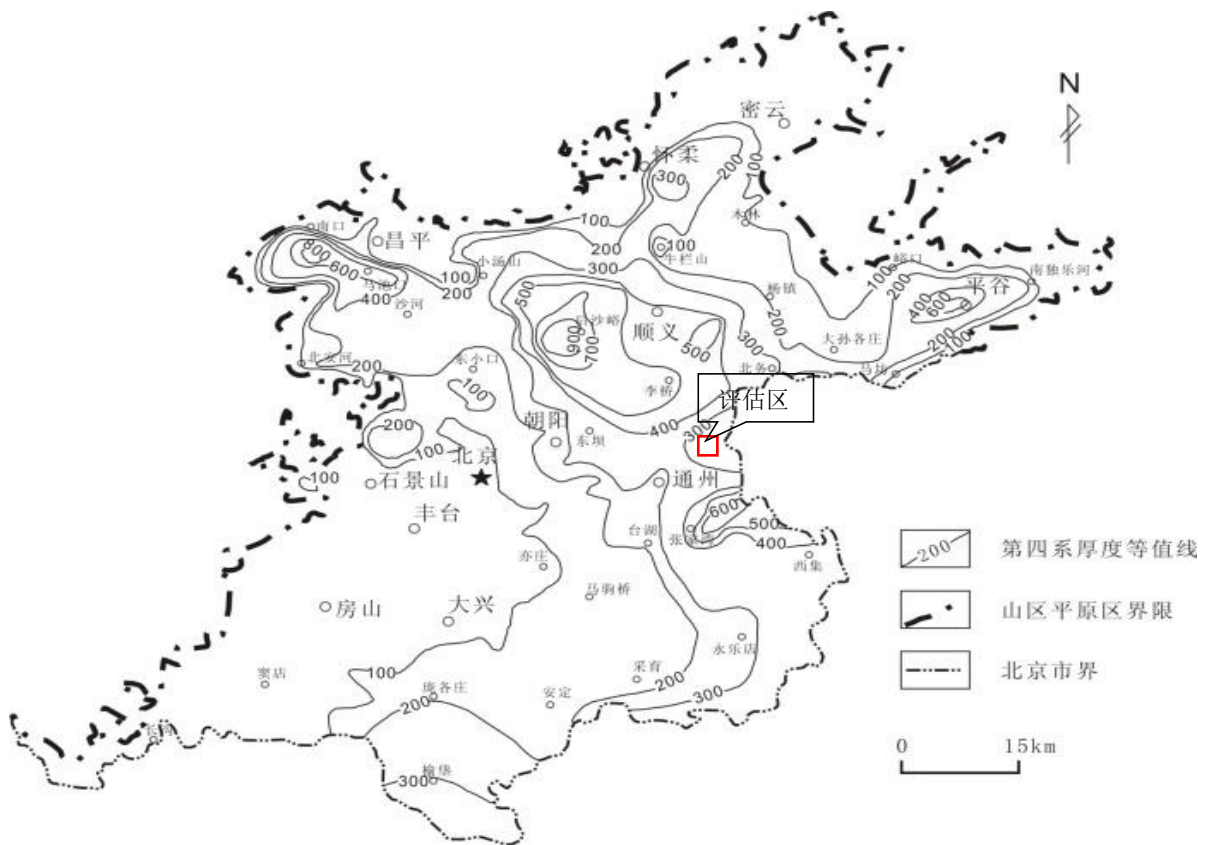


图 2.3-2 北京市平原区第四纪埋深图

## 2.4 地质构造与区域地壳稳定性

### 2.4.1 区域地质构造位置

评估区的大地构造位置处于中朝准地台 (I) — 华北断拗 (II<sub>2</sub>) — 大兴迭隆起 (III<sub>7</sub>) — 牛堡屯-大孙各庄迭凹陷 (IV<sub>17</sub>)。具体位置见图 2.4-1 “北京市构造分区略图”。

北京地区构造单元划分简表

I	II	III	IV
中朝准地台	燕山台褶带 (II <sub>1</sub> )	承德迭隆断 (III <sub>1</sub> )	三岔口-丰宁中穹断 (IV <sub>1</sub> )
		密(云)怀(来)中隆断 (III <sub>2</sub> )	密云迭穹断 (IV <sub>2</sub> ), 花盆-四海迭陷褶 (IV <sub>3</sub> ), 大海坨中穹断 (IV <sub>4</sub> ), 昌(平)怀(柔)中穹断 (IV <sub>5</sub> ), 八达岭中穹断 (IV <sub>6</sub> ), 延庆新断陷 (IV <sub>7</sub> )
		兴隆迭拗褶 (III <sub>3</sub> )	新城子中陷褶 (IV <sub>8</sub> )
		蓟县中拗褶 (III <sub>4</sub> )	评估中穹断 (IV <sub>9</sub> )

	西山迭拗褶 (III <sub>5</sub> )	青白口中穹断 (IV <sub>10</sub> ), 门头沟迭陷褶 (IV <sub>11</sub> ), 十渡-房山中穹褶 (IV <sub>12</sub> )
华北断坳 (II <sub>2</sub> )	北京迭拗褶 (III <sub>6</sub> )	顺义迭凹陷 (IV <sub>13</sub> ), 坨里-丰台迭凹陷 (IV <sub>14</sub> ), 琉璃河-涿县迭凹陷 (IV <sub>15</sub> )
	大兴迭隆起 (III <sub>7</sub> )	黄村迭凸起 (IV <sub>16</sub> ), 牛堡屯-大孙各庄迭凹陷 (IV <sub>17</sub> )
	大厂新断陷 (III <sub>8</sub> )	觅子店新凹陷 (IV <sub>18</sub> )
	固安-安清新断陷 (III <sub>9</sub> )	固安新凹陷 (IV <sub>19</sub> )

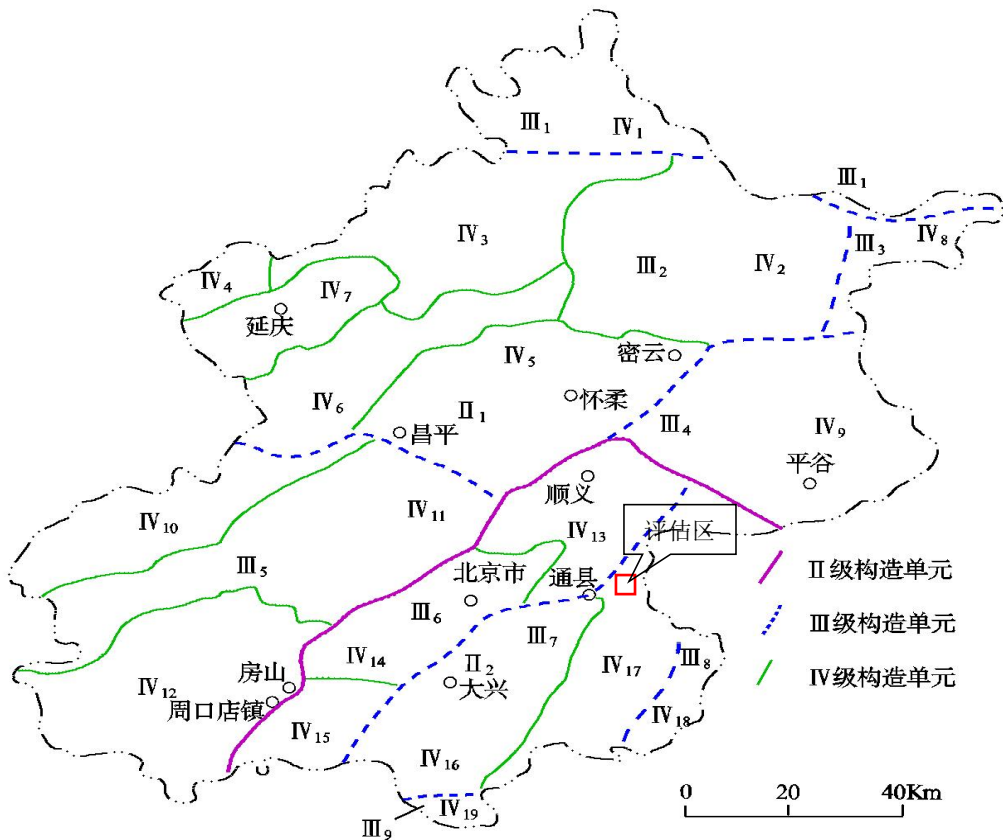


图 2.4-1 北京市构造分区略图

### 2.4.2 区内主要断裂及地质构造活动性分析

北京地区的构造格局形成于中生代，新生代以来得到进一步改造，其特点是以断裂及其控制的断块活动为主要特征。新生代活动的断裂主要有北北东—北东向和北西—东西向两组，大部分为正断裂性质，并在不同程度上控制着新生代不同时期发育的断陷盆地。

建设用地 3.0km 范围内未发现断裂发育。



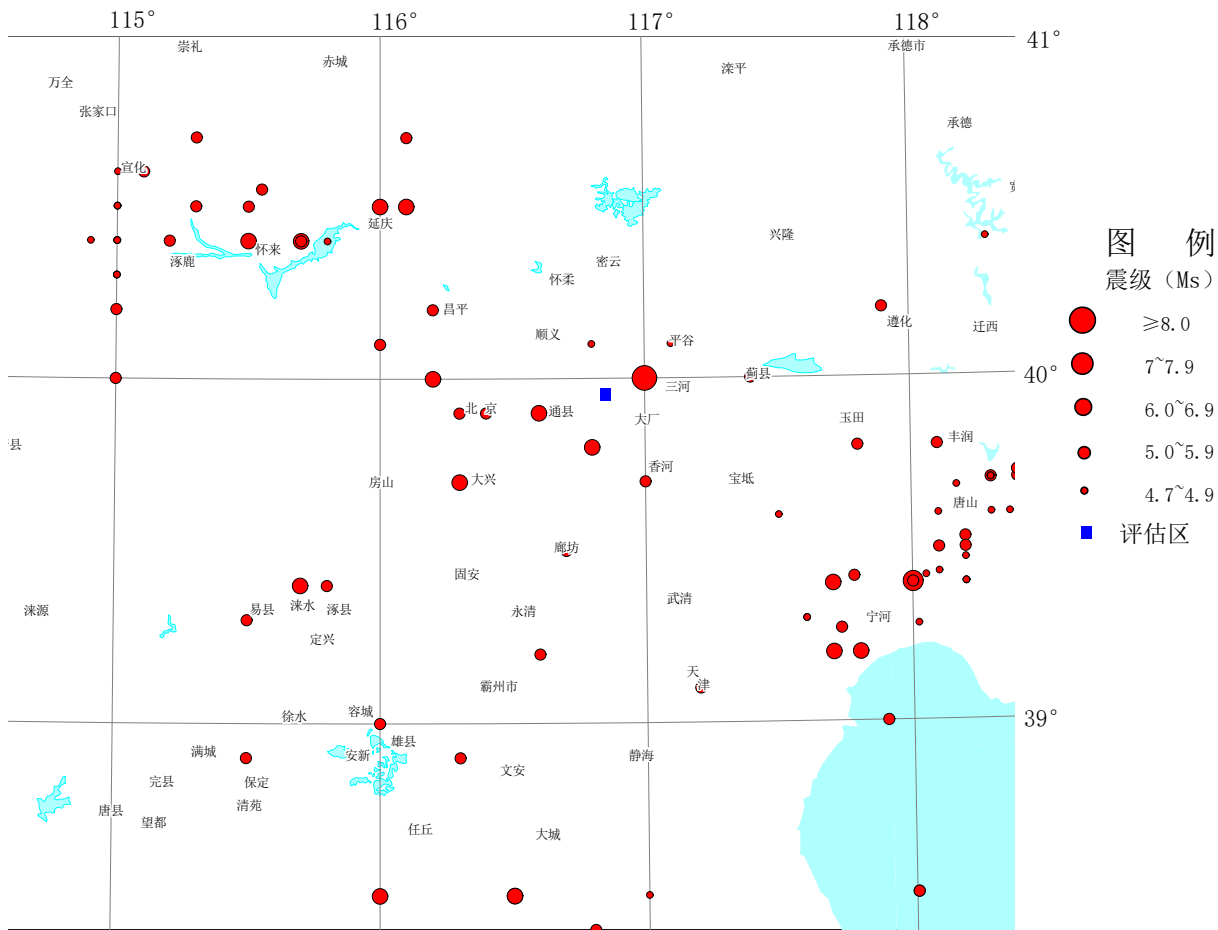


图 2.4-3 区域破坏性地震震中分布图 ( $M_s \geq 4.7$ , 公元 294 年—2015 年)

表 2.4-1 北京地区历史上发生震级大于  $4\frac{3}{4}$  的地震

序号	发震时间			震中位置		震级	震中烈度	精度	参考地点
	年	月	日	经度	纬度				
1	294	9	*	116.0°	40.5°	6	VIII	3	北京延庆
2	1057	3	30	116.3°	39.7°	$6\frac{3}{4}$	IX	4	北京南
3	1076	12	*	116.4°	39.9°	5	VI	3	北京
4	1484	2	7	116.1°	40.5°	$6\frac{3}{4}$	IX	2	北京居庸关北
5	1485	7	3	115.8°	40.4°	$4\frac{3}{4}$	*	2	北京居庸关
6	1536	11	1	116.8°	39.8°	6	VII-VIII	2	北京通县
7	1586	5	26	116.3°	39.9°	5	VI	3	北京
8	1615	12	8	116.8°	40.1°	$4\frac{3}{4}$	*	3	北京密云南
9	1632	9	4	117.0°	39.7°	5	*	3	北京通县南
10	1664	4	1	116.7°	39.9°	$4\frac{3}{4}$	VI	2	北京通县
11	1665	4	16	116.6°	39.9°	$6\frac{1}{2}$	VIII	2	北京通县
12	1679	9	2	117.0°	40.0°	8	XI	2	三河、平谷

13	1730	9	30	116°15'	40°02'	6 $\frac{1}{2}$	VIII <sup>+</sup>	1	北京西北郊
14	1746	7	29	116.2°	40.2°	5	VI	2	北京昌平
15	1765	7	4	116.0°	40.1°	5	*	3	北京昌平西南

注：表中“\*”号表示缺乏资料。需要注意的是，1970年以后地震精度分类的含义是：1类震中误差≤5km；

2类震中误差≤10km；3类震中误差≤30km；4类震中误差>30km。

1970年以前地震精度分类的含义是：1类震中误差≤10km；2类震中误差≤25km；

3类震中误差≤50km；4类震中误差≤100km；5类>100km。

## (2) 北京地区的现代小震

从记录到的地震分布来看，北京市及其周边地区明显存在三个地震活动相对集中的区域（张家口、宣化、怀来一带；北京、三河、平谷一带；唐山、滦县一带），三个区呈北西方向排列（见图 2.4-4 “北京市及周边地区现代小震分布图”）。现代小震除了与历史破坏性地震呈北西向排列形式一致外，在区域南部也较密集，并明显地呈现出北西向和北东向条带活动格局。北西向条带与历史破坏性地震活动排列一致；一条明显的北东向条带从北京、唐山一带向邢台一带排列，它是华北平原地震带一部分。通过对历史强震、现代小震的对比分析，可以看到二者的分布有很大的相似性。两者的相似说明现代小震仍然是北京地区长期地震活动的继承，也意味着小震的发生与强震有相似的成因，即受北东向和北西向断裂构造控制。

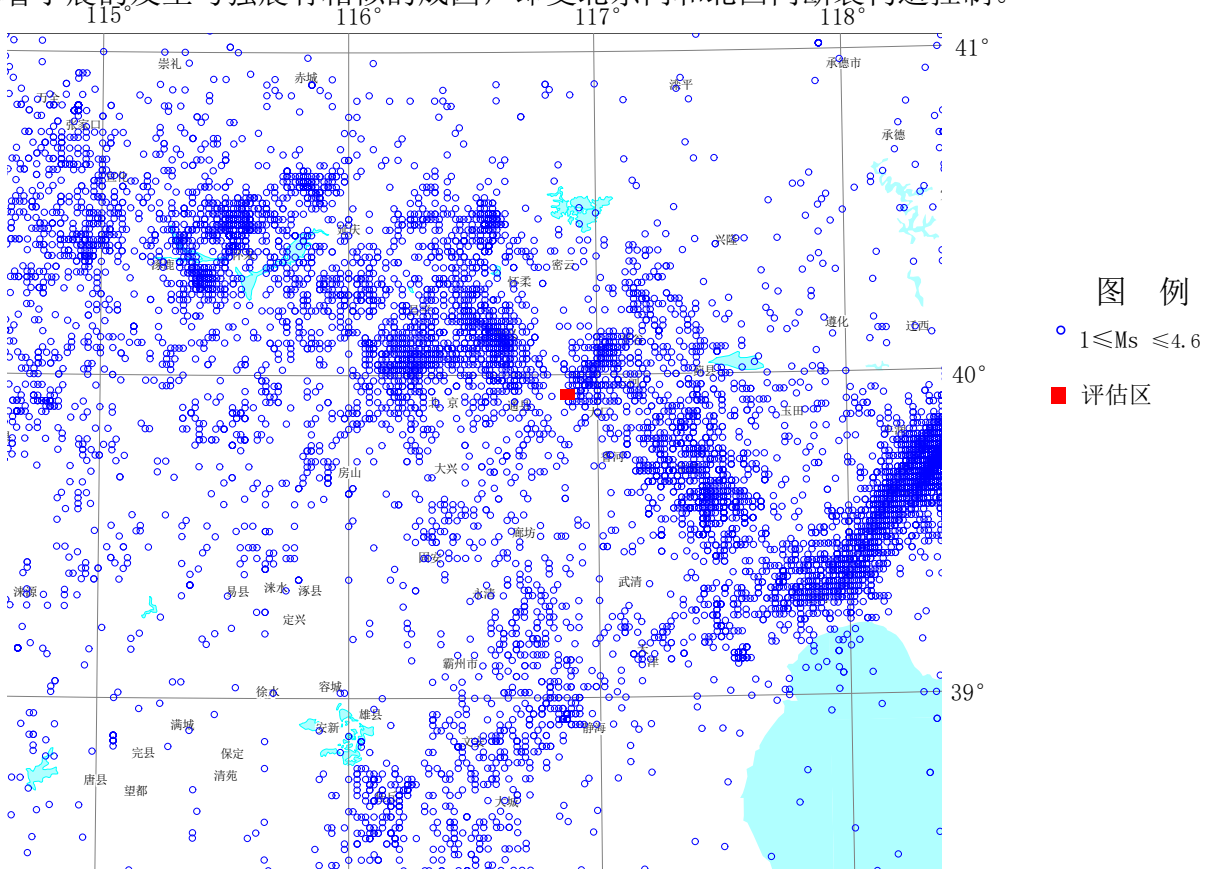


图 2.4-4 北京市及周边地区现代小震分布图

### (3) 评估区地震动参数

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2015)和《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) (2016年版), 评估区的抗震设防烈度为 8 度、地震动峰值加速度为 0.20g (50 年超越概率 10%) 设计地震分组为第二组, 详见 2.4-5 图。

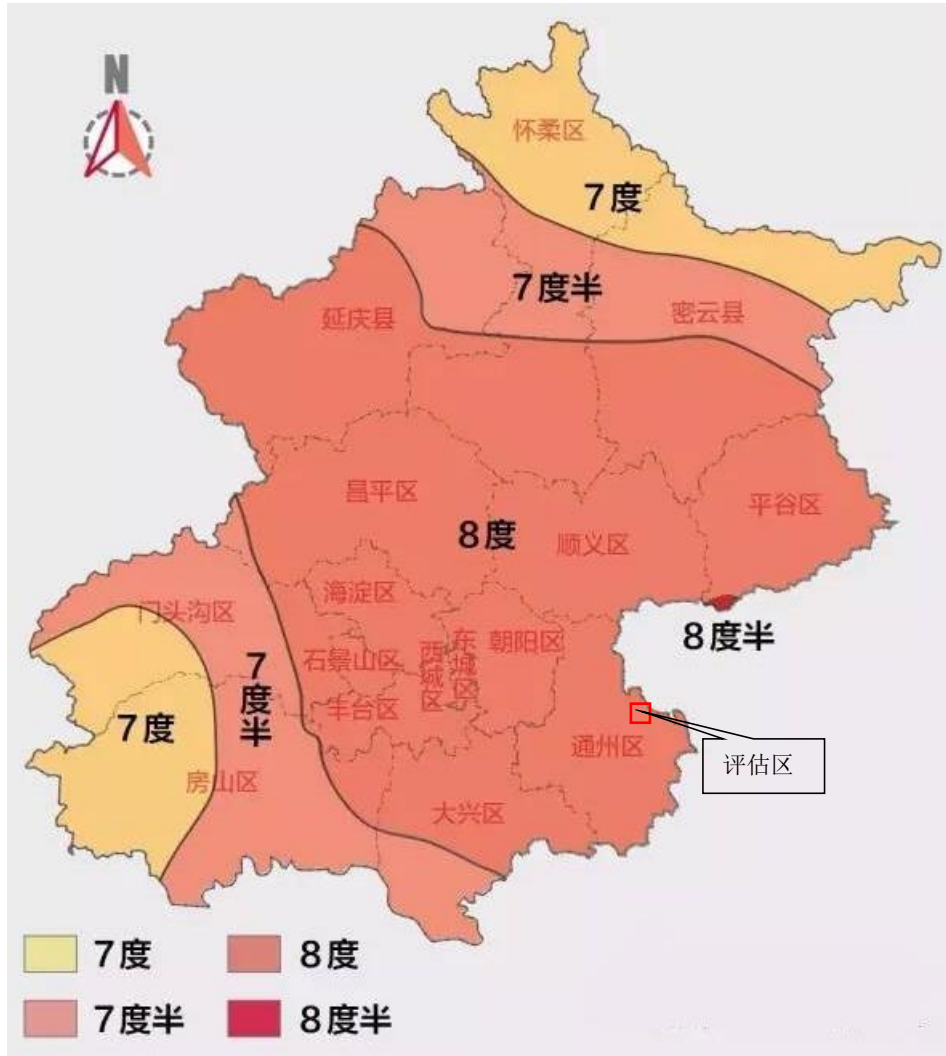


图 2.4—5 北京地区地震烈度区划图

## 2.5 工程地质条件

### 2.5.1 工程地质分区及特征

根据已完成的“北京市城市图集 (比例尺为 1:10 万)”, 将北京市分成四个工程地质区, 即“工程地质条件好段”、“工程地质条件较好段”、“工程地质条件较差段”和“工程地质条件差段”。本评估区属工程地质条件较差段 (见图 2.5-1)。

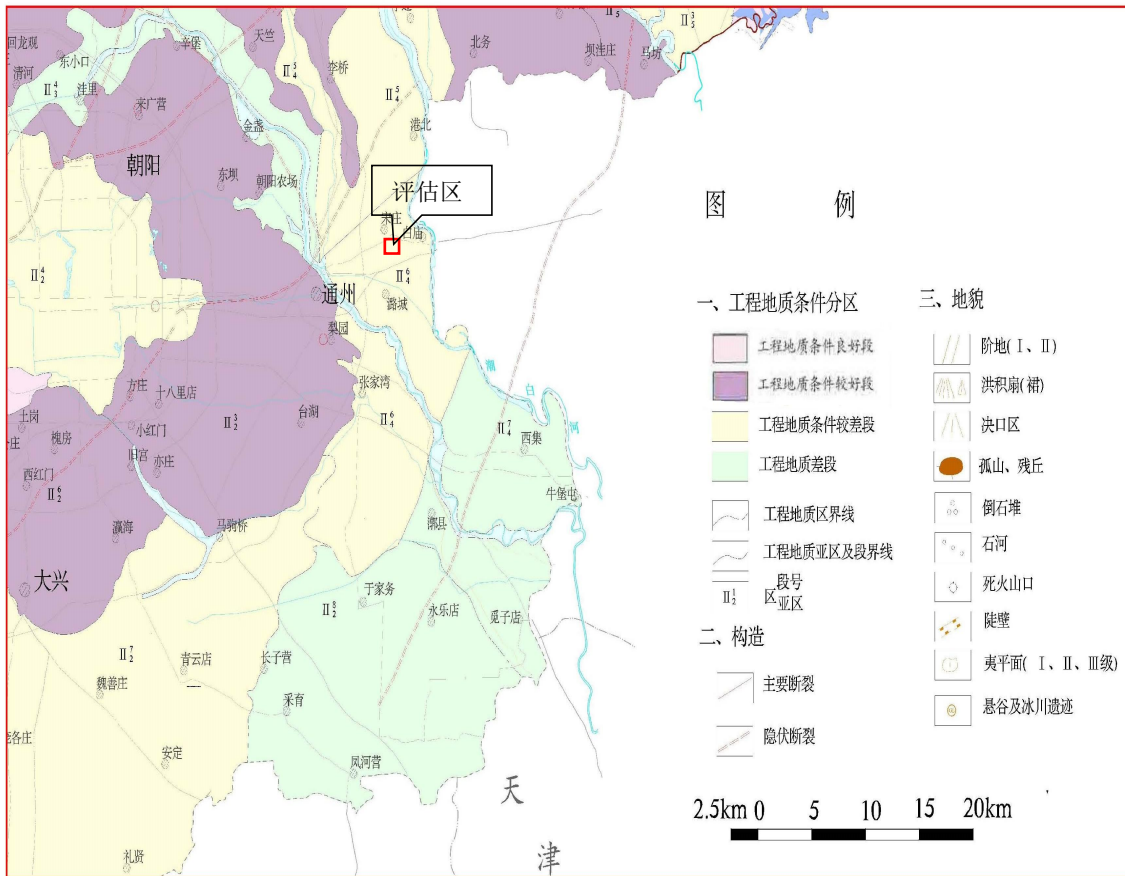


图 2.5-1 评估区工程地质图

## 2.5.2 建设用地工程地质条件

### 1. 岩土地层划分

根据岩土工程勘察成果资料，将地面下 62.00m 深度范围内的地层划分为人工堆积层、新近沉积层及第四纪沉积层三大类，并根据各土层岩性及工程性质指标进一步划分为 8 个大层及亚层。现分述如下：

#### (1) 人工堆积层

表层一般为人工堆积之厚度 0.00m~4.70m 的黏质粉土素填土、粉质黏土素填土①层，房渣土①<sub>1</sub>层及细砂素填土①<sub>2</sub>层，其中现状基坑内表层土为受扰动的天然沉积土层。

#### (2) 新近沉积层

人工堆积层以下为新近沉积的粉质黏土、重粉质黏土②层，黏质粉土、砂质粉土②<sub>1</sub>层，有机质黏土、有机质重粉质黏土②<sub>2</sub>层及粉砂②<sub>3</sub>层；细砂、中砂③层，粉砂、细砂③<sub>1</sub>层及圆砾③<sub>2</sub>层；中砂、细砂④层及重粉质黏土、粉质黏土④<sub>1</sub>层。

#### (3) 第四纪沉积层

新近沉积层以下为第四纪沉积的中砂⑤层，有机质黏土、有机质重粉质黏土⑤<sub>1</sub>层，粉质黏土、重粉质黏土⑤<sub>2</sub>层及黏质粉土、砂质粉土⑤<sub>3</sub>层；中砂、细砂⑥层，粉质黏土、重粉质黏土⑥<sub>1</sub>层，黏质粉土、砂质粉土⑥<sub>2</sub>层及有机质黏土、有机质重粉质黏土⑥<sub>3</sub>层；粉质黏土、重粉质黏土

⑦层，中砂、粗砂⑦<sub>1</sub>层，黏质粉土、砂质粉土⑦<sub>2</sub>层及有机质黏土⑦<sub>3</sub>层；中砂⑧层，粉质黏土、黏质粉土⑧<sub>1</sub>层及黏质粉土、砂质粉土⑧<sub>2</sub>层。

### 2. 浅层土的腐蚀性评价

根据借用的勘察资料，根据试验分析结果，依据《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001）（2009年版）中相关规定判定：II类场地环境下，拟建场区原状土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋均具有微腐蚀性。

### 3. 标准冻结深度

拟建场地的标准冻结深度为0.80m。

上述各土层的分布情况及其工程性质指标参见2.5-1和2.5-2“工程地质剖面图”及表2.5-1。

表 2.5-1 建设用地主要地层岩性及物理力学指标

成因类型	地层序号	地层岩性	W (%)	$\rho(\text{g/cm}^3)$	e	$E_{s100}$ (MPa)	N
人工堆积层	①	黏质粉土素填土-粉质黏土素填土	/	/	/	/	/
	① <sub>1</sub>	房渣土	/	/	/	/	/
	① <sub>2</sub>	细砂素填土	/	/	/	/	/
新近沉积层	②	粉质黏土-重粉质黏土	25.8	1.92	0.78	4.50	/
	② <sub>1</sub>	黏质粉土-砂质粉土	17.2	1.90	0.70	8.80	/
	② <sub>2</sub>	有机质黏土-有机质重粉质黏土	36.2	1.81	1.02	5.10	/
	② <sub>3</sub>	粉砂	19.8	1.97	0.633	6.93	7-12
	③	细砂-中砂	/	/	/	/	21-36
	③ <sub>1</sub>	粉砂-细砂	/	/	/	/	12-23
	③ <sub>2</sub>	圆砾	/	/	/	/	/
	④	中砂-细砂	/	/	/	/	29-48
	④ <sub>1</sub>	重粉质黏土-粉质黏土	/	/	/	/	/

第四纪 沉积层	⑤	中砂	/	/	/	/	36-75
	⑤ <sub>1</sub>	有机质黏土- 有机质重粉 质黏土	33.9	1.84	0.99	7.70	/
	⑤ <sub>2</sub>	粉质黏土-重 粉质黏土	23.1	1.98	0.69	10.2	/
	⑤ <sub>3</sub>	黏质粉土-砂 质粉土	18.0	2.06	0.58	15.8	/
	⑥	中砂-细砂	/	/	/	/	50-116
	⑥ <sub>1</sub>	粉质黏土-重 粉质黏土	24.6	1.96	0.73	12.2	/
	⑥ <sub>2</sub>	黏质粉土-砂 质粉土	19.8	2.03	0.59	19.0	/
	⑥ <sub>3</sub>	有机质黏土- 有机质重粉 质黏土	32.7	1.86	0.94	10.0	/
	⑦	粉质黏土-重 粉质黏土	24.2	1.97	0.72	16.1	/
	⑦ <sub>1</sub>	中砂-粗砂					60-125
	⑦ <sub>2</sub>	黏质粉土 砂 质粉土	19.7	2.02	0.60	29.3	/
	⑦ <sub>3</sub>	有机质黏土	32.6	1.86	0.94	14.8	/
	⑧	中砂					83-152
	⑧ <sub>1</sub>	粉质黏土-黏 质粉土	22.3	2.00	0.66	19.5	/
	⑧ <sub>2</sub>	黏质粉土-砂 质粉土	19.4	2.03	0.58	36.3	/

注：①表中 N 为标准贯入击数， $E_{s100}$  为土的压缩模量；

②表中数据引自借用的岩土工程勘察报告。

# 工程地质剖面图

11 ——— 11

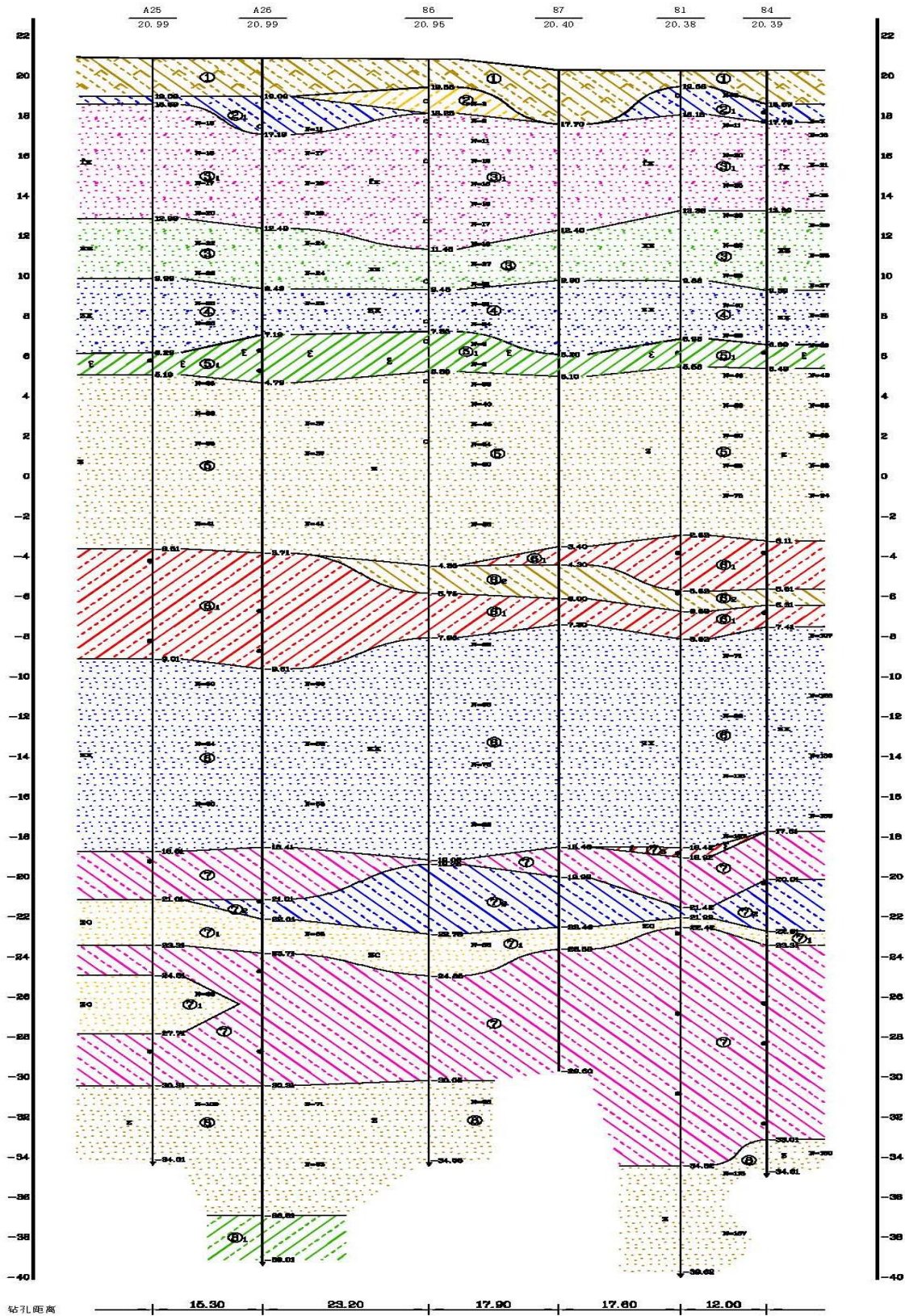


图 2.5-1 工程地质剖面图

# 工程地质剖面图

18 ——— 18

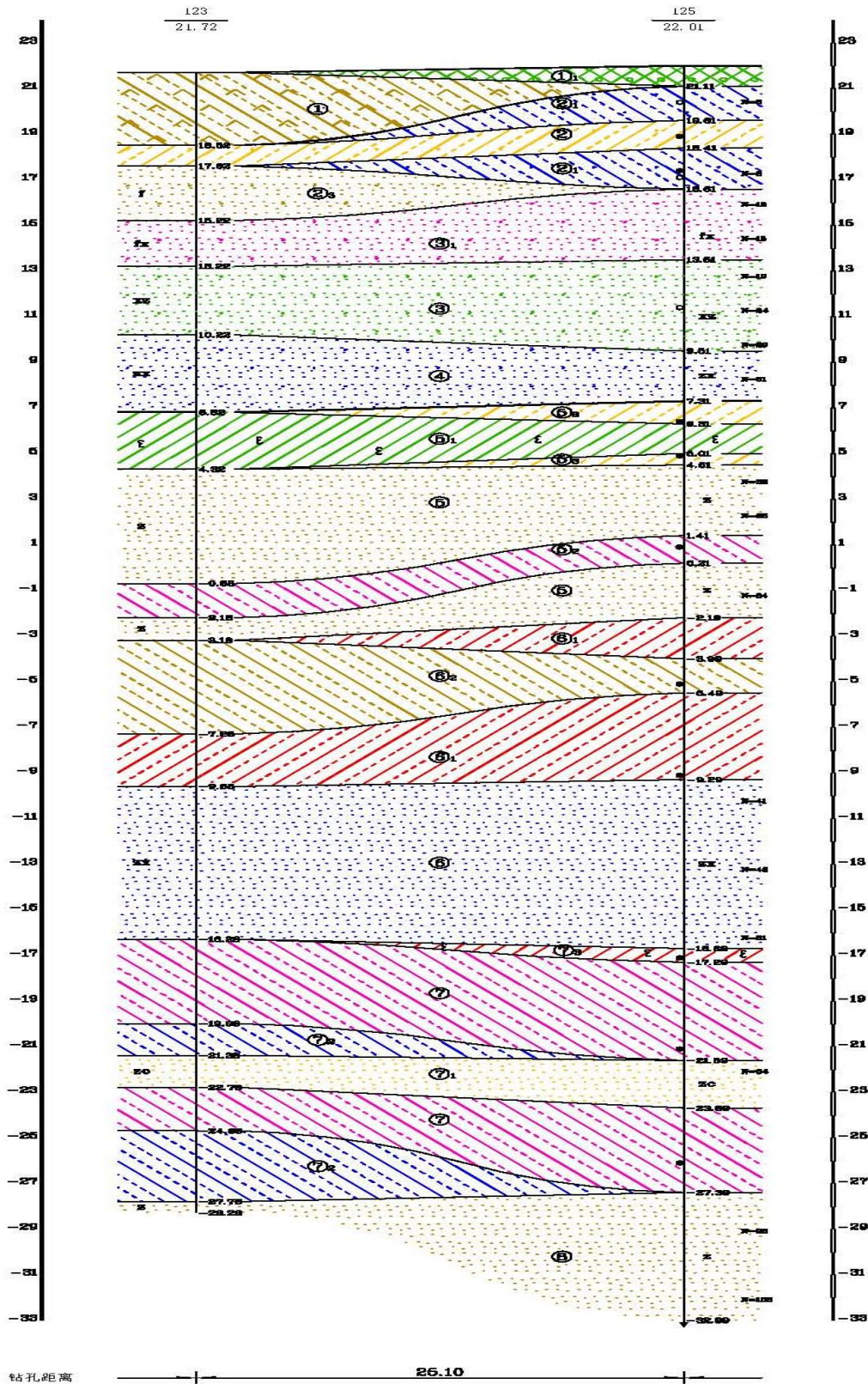


图 2.5-2 工程地质剖面图

## 2.6 水文地质条件

### 2.6.1 地下水分布规律及水位情况

#### 1. 地下水分布规律及水位情况

根据借用的勘察资料，勘察期间（2018年5月）于钻孔内（37.50m深度范围）实测到2层地下水，各层地下水水位情况及类型参见表2.6-1（“地下水水位量测情况一览表”）。

表 2.6-1 地下水水位量测情况一览表

序号	地下水类型	稳定水位埋深（m）	稳定水位标高（m）
1	潜水	1.40~10.20	11.31~12.74
2	承压水(测压水头)	11.00~19.20	2.02~7.09

注：在部分钻孔中未标注出地下水位，但并不代表该处无地下水分布。本次勘察选取了代表性钻孔进行地下水位的量测工作，根据地层及地下水分布特征，上述地下水水位量测情况与整个场区及区域地下水分布特征一致，可满足要求。

#### 2. 地下水位情况

工程场区潜水天然动态类型属渗入—迳流、蒸发型，主要接受地下水侧向迳流、大气降水入渗等方式补给，以地下水侧向迳流、越流和人工开采等方式排泄；场区内潜水主要受大气降水和季节的影响，主要由大气降水和侧向迳流补给，以侧向迳流及人工开采为主要排泄方式。该层潜水每年7月份~9月份为大气降水的丰水期，地下水位自7月份开始上升，9月份~10月份达到当年最高水位，随后逐渐下降，至次年的6月份达到当年的最低水位，水位年变幅一般为1~2m。

此外，拟建项目地区历史最高地下水位接近自然地表，近3~5年最高地下水位在地表下约1.00m。

### 2.6.3 地下水位动态分析

评估区潜水天然动态类型属渗入—蒸发、迳流型，主要接受大气降水入渗及管道渗漏等方式补给，以蒸发及地下水侧向迳流等方式排泄；其水位年动态变化规律一般为：6月份~9月份水位较高，其它月份水位相对较低，其水位年变化幅度一般为2m左右。

评估区承压水天然动态类型属渗入—迳流型，主要接受地下水侧向迳流方式补给，以地下水侧向迳流及越流为主要排泄方式；其水位年变化幅度一般为1m左右。

评估区浅层地下水主要以蒸发方式排泄，很少开采利用；评估区深层地下水主要通过开采排泄，经多年的不断开采，水位不断下降，形成了水位下降漏斗，引起了地面沉降。

根据历年北京市水资源公报，自2000年至2020年评估区水位埋深自6m下降到约8m，共下降了2m，水位下降速率约为0.1m/a。

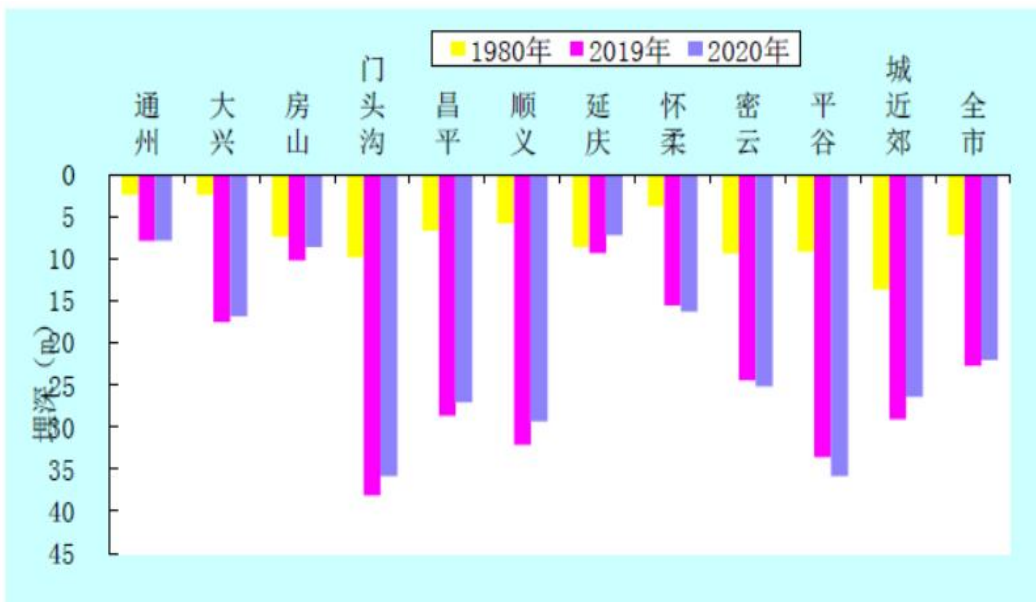
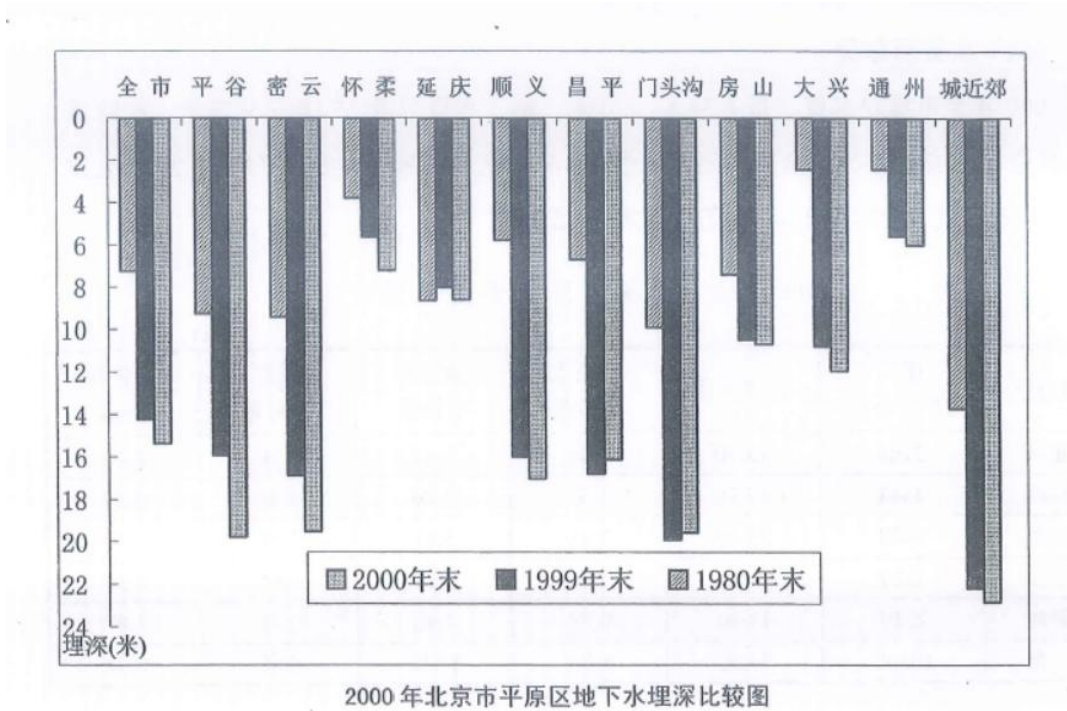


图 2-8 2020 年与 2019 年及 1980 年不同行政区平原区地下水埋深比较图

## 2.7 人类工程活动对地质环境的影响

根据本次调查结果，评估区及周边的主要人类活动是耕种、工程建设和人工开采地下水等。上述人类活动中的开采地下水以及工程建设均会对地质环境产生一定的影响，如过量开采地下水导致地面沉降问题等。

## 第三章 地质灾害危险性现状评估

### 3.1 地质灾害类型的确定

根据野外踏勘、调查的结果，结合所收集的建设用地及其所在区域地质、水文地质、工程地质、地震地质和环境地质等资料，综合分析认为：

1.评估区地表下 20.00m 深度内分布有饱和的砂土和粉土层，在地震作用下建设用地的地基土有产生液化的可能。因此，需对评估区液化的危险性进行评估。

2.评估区位于东郊八里庄~大郊亭沉降中心东部，随着工程建设的进行，本地区的用水量将发生变化，会对地面沉降的发生、发展产生一定影响，因此，需对地面沉降的危险性进行评估。

综上所述，砂土液化和地面沉降是本次地质灾害危险性评估的地质灾害类型。

### 3.2 地质灾害危险性现状评估

#### 3.2.1 液化判别

##### 1. 区域性砂土液化区的分布及影响

北京平原区砂土液化区主要分布于潮白河、温榆河、沟河和小中河等河流的中下游沿岸地区。这些地区地势低洼，多分布新近沉积的砂土和粉土层，密实度一般为松散~稍密。砂土液化区具体分布在通县西集~郎府、顺义王家场~李遂和泥河、平谷门楼、昌平鲁疃、大兴采育和房山沿村等地。其中又以通县西集~郎府地区最严重。上述地区砂土液化影响除了表现为建（构）筑物因倾斜、下沉等破坏较严重外，其直接标志是地面喷砂冒水，并伴有地裂缝和沉陷等现象。喷出的大量砂土覆盖了农田、堵塞沟渠。如西集~郎府地区的耿楼村 1976 年唐山地震时地面喷砂冒水口达 1000 个以上，遍地皆是。村库房由于不均匀沉陷造成七扭八歪的形状。西集粮库由于砂土液化，导致土园仓下沉和倾斜。

根据对已有资料的分析和本本次调查，评估区不位于上述主要砂土液化区，在 1976 年唐山地震时未曾发生过地面喷水冒砂现象，（图 3.2-1）。

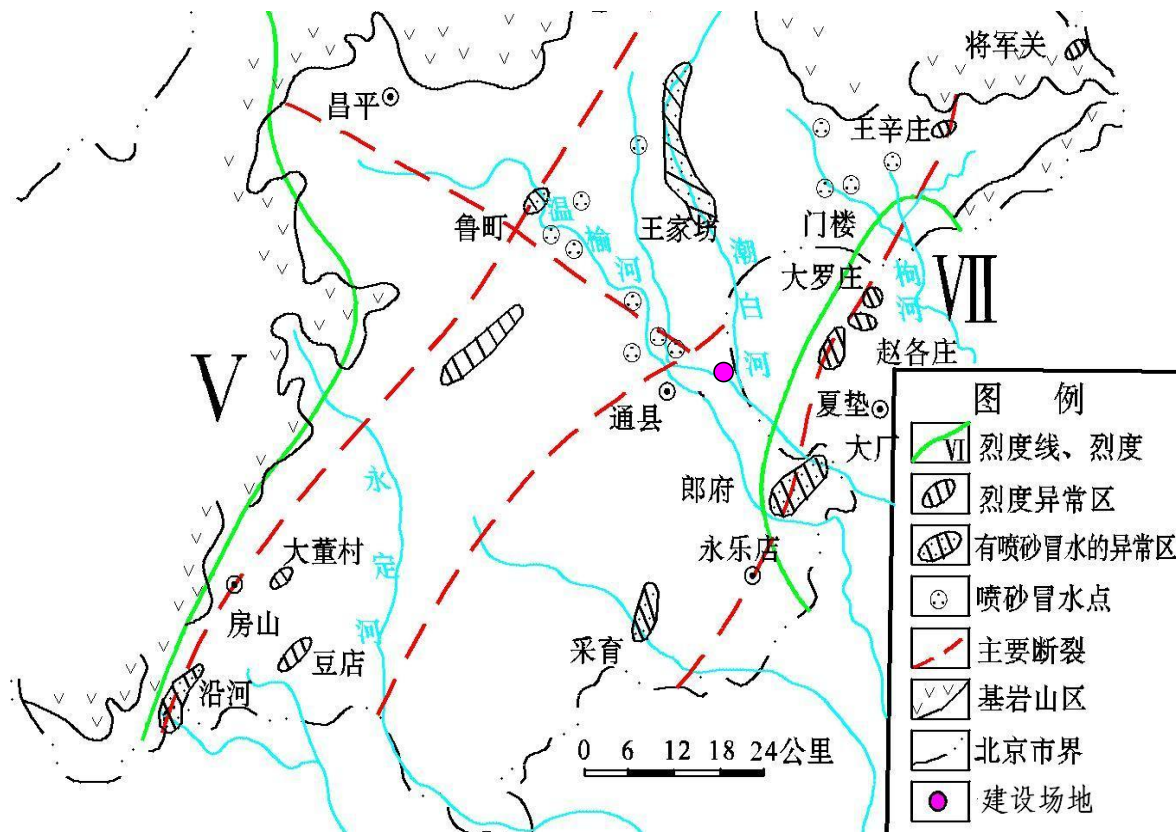


图 3.2-1 唐山地震北京地区砂土液化分布图

## 2.砂土液化的原理

砂土和粉土的液化是土的液化表现，是密实度较差的饱和砂土和粉土，在外部动荷载作用下，内部产生超静孔隙水压力，随着动荷载的不断作用，超静孔隙水压力越聚越高，直到达到上覆荷载时，土单元体中的有效应力为零，土的抗剪强度完全丧失，这时砂土和粉土即处于液化状态，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，就会在地表形成喷砂冒水的现象。

## 3.液化判别方法

### (1) 初判

根据中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)（2016 年版）之相关规定，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。

### (2) 复判——标准贯入试验判别法

当初步判别认为需进一步进行液化判别时，本次采用标准贯入试验判别法进行复判。当饱和砂土和粉土的标准贯入击数（未经杆长修正）小于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。

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，本场地基本烈度为 8 度，设计基本地

震加速度为 0.20g， $N_0 = 12$ ；

$d_s$ —饱和土标准贯入点深度（m）；

$d_w$ —地下水位深度（m）；

$\rho_c$ —粘粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；

$\beta$ —调整系数，本场地设计地震为第二组，取 0.95。

#### 4.液化判别结果

根据本次利用已有的勘察资料，对初步判别后，需要进一步判别的标贯点进行复判，地下水位取钻孔实测水位。判别结果见表 3.2-1“评估区现状砂土、粉土液化判别表”。

表 3.2-1 评估区现状砂土、粉土液化判别表

孔号	标贯中点	岩性	dw(m)	粘粒含量	标贯击数	临界值	液化指数	液化判别
	ds(m)			$\rho_c$	$N$	$N_{cr}$	$I_{Ei}$	
A25	6.30	粉砂	1.40	3	17	17.26	0.21	0.21 轻微液化
81	2.80	细砂		3	11	11.48	0.56	0.56 轻微液化
86	3.15	粉砂		3	9	12.21	1.82	10.70 中等液化
	4.15	粉砂		3	11	14.07	1.75	
	5.15	细砂		3	12	15.66	1.84	
	6.30	细砂		3	16	17.26	0.86	
	7.30	细砂		3	16	18.49	1.49	
	8.30	细砂		3	17	19.59	1.52	
125	9.30	细砂		3	18	20.60	1.42	9.82 中等液化
	1.65	细砂		3	5	8.69	2.86	
	6.15	粉砂		3	13	17.06	3.90	
	7.65	粉砂		3	15	18.89	3.06	

表 3.2-1 的计算结果表明，地震烈度为VIII度、地下水位按实测现状最高水位（1.40m）考虑时，建设用地地基土会发生轻微~中地震液化。根据调查资料及现场走访调查，1976年唐山地震波及北京时，评估区不存在喷砂冒水现象，未直接造成人员伤亡，地震液化造成的直接损失小于100万。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），根据表14和表3规定，现状评估砂土地震液化地质灾害危险性为“小”。

表 14 砂土液化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
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		

表 3 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

### 3.2.2 地面沉降

#### 1.地面沉降的发展过程

北京市地面沉降主要发生在市区、东郊、南郊、东北郊、北郊及周围一些卫星城市。到目前为止，已经形成了五个地面沉降中心，分别是：①位于北京市东郊的八里庄~大郊亭地面沉降中心；②位于北京市东北郊的朝阳区来广营地面沉降中心；③位于北京市北郊的昌平区沙河~八仙庄地面沉降中心；④位于北京市东北郊的顺义平各庄地面沉降中心；⑤位于北京市南郊的大兴县庞各庄~榆垓地面沉降中心。

根据北京市地面沉降的发展历史，可分为五个阶段：

### (1) 1935~1966年地面沉降初级阶段

北京市早在1935年就已经发生了地面沉降，仅在西单一东单地区零星分布，年沉降速度小于5mm。

### (2) 1967~1973年地面沉降区的形成阶段

在东郊八里庄~大郊亭、东北郊的来广营~酒仙桥一带初步形成区域性沉降区，面积达400km<sup>2</sup>，年沉降速度达到十几毫米。

### (3) 1973~1982年地面沉降的扩展阶段

这一时期，随着工农业和城市建设的发展，地下水开采量越来越大，导致地下水位大幅度下降，地面沉降加速发展，形成哑铃状的南北二个沉降中心，南部地面沉降中心在东郊八里庄~大郊亭一带，北部地面沉降中心在来广营一带。地面沉降面积扩展到600km<sup>2</sup>以上，最大累计沉降量达到590mm。

### (4) 1983~1986年沉降缓慢发展阶段

地面沉降面积扩大到800km<sup>2</sup>，最大累计沉降量达到665mm。

### (5) 1987~2000年新的地面沉降发展阶段

20世纪80年代后，原先的沉降区由于控制了地下水开采量，东郊等地区的地面沉降基本得到控制，但在远郊卫星城及开发区，由于地下水超采，导致地下水位大幅下降，形成新的沉降区，总沉降面积扩展到1800 km<sup>2</sup>，其中沉降量大于200mm的地区达到600km<sup>2</sup>以上。

## 2. 地面沉降成因

1980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1800 km<sup>2</sup>，其中沉降量大于200mm的地区达650 km<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。

自2009年开始系统监测地面沉降，总体上沉降发展状况与地下水动态变化情况一致。深部承压水水头自上世纪九十年代呈持续下降趋势，从区域地下水状态可以看出，工作区内地面沉降始终快速发展，在2003年呈现一定的加速趋势。

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。

上述资料充分说明：过量开采地下水是导致北京市地面沉降的最主要原因。

### 3.地面沉降现状评估

为了对评估区及其邻近区域的地面沉降的现状进行准确的分析，本次搜集到了北京市水文地质工程地质大队在邻近区域1955~2019年（见图3.2-2）。

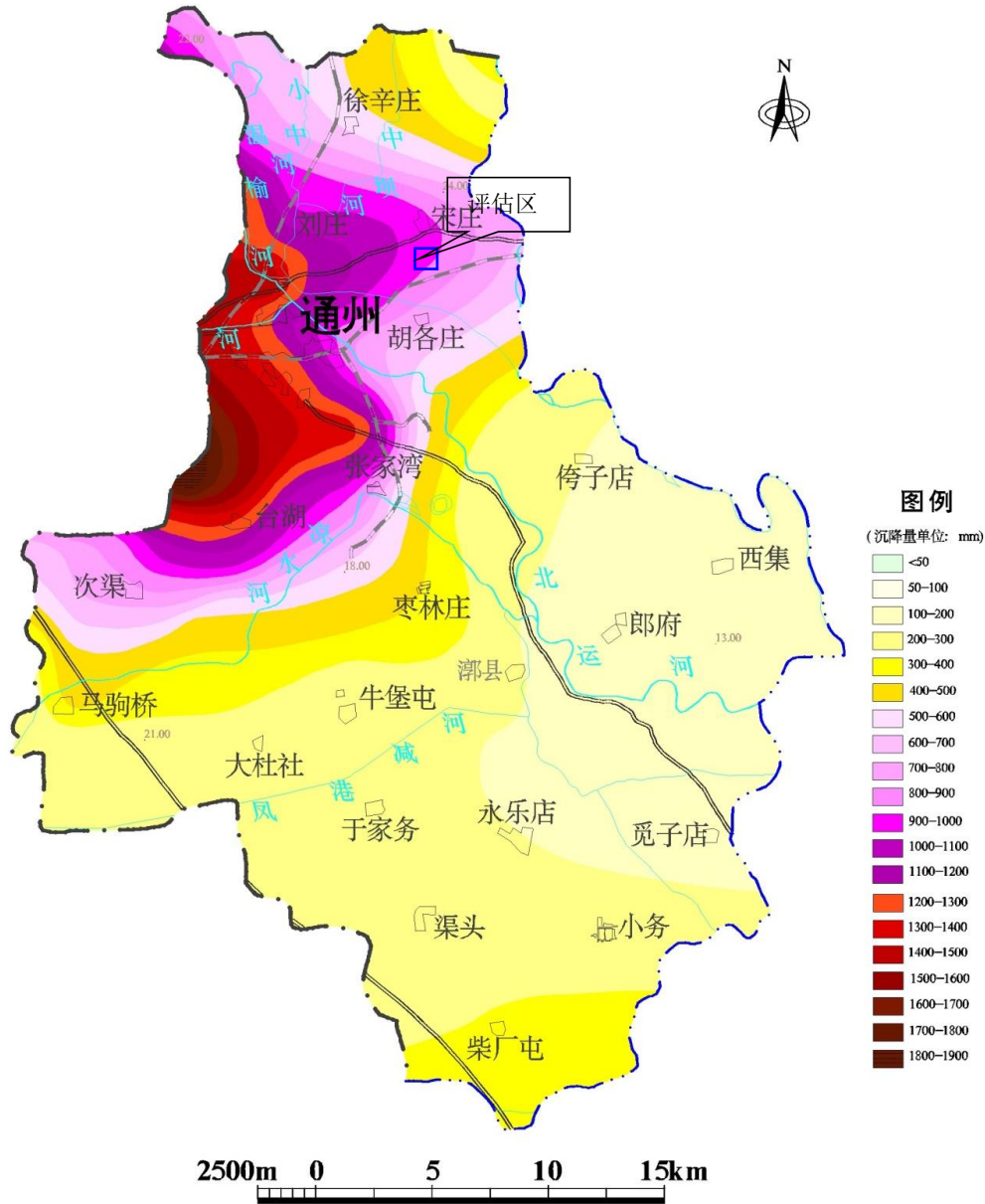


图 3.2-2 评估区及周边累计地面沉降量等值线图（1955~2019年）

从 3.2-2 图中可以看出，评估区 1955~2019 年地面累计沉降量约 900~1000mm，根据资料，近三年来的年平均沉降速率小于 50mm/a，至 2024 年底累计沉降量约为 1100~1200mm。

通过对评估区附近现状房屋、管线和道路等设施的走访调查，未发现评估区内存在因地面沉降而产生的地面变形、路面错断和建（构）筑物变形、损毁等现象，这表明建设用地及周边的地面沉降地质灾害灾情轻。

综上所述，结合上述分析，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表4、表5规定，综合判定评估区现状地面沉降发育程度为“强”，现场调查中认为灾情“轻”，故评估区现状地面沉降地质灾害危险性为“中”。

表 4 地面沉降发育程度判别表

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

表 5 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				

### 3.3 现状评估小结

评估区内主要地质灾害类型为砂土液化和地面沉降，根据本次对评估区地质灾害现状评估及调查结果，小结如下：

砂土液化：地震烈度为Ⅷ度时，地下水位按钻孔实测水位（1.40m）考虑时，评估区地基土轻微—中等液化，现状灾情轻，砂土液化地质灾害现状危险性小。

地面沉降：评估区 1955 至 2024 年评估区累计地面沉降量约 1100~1200mm，近三年来的年平均沉降速率小于 50mm/a，发育程度强，现状灾情轻，地面沉降地质灾害现状危险性中。

## 第四章 地质灾害危险性预测评估

### 4.1 工程建设引发或加剧地质灾害的危险性预测

#### 4.1.1 工程建设引发或加剧砂土液化地质灾害的危险性预测

根据砂土液化的机理和条件，结合本项目特点分析，工程建设本身不会引发、加剧砂土液化地质灾害。

#### 4.1.2 工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害危险性预测

根据现场调查结果及业主提供的相关资料，本项目及周边已建成或正在建设的项目均采用市政自来水管网统一供水。因此，本工程建设不会加剧因地下水过量开采引起的地面沉降地质灾害。

工程建设引发地面沉降包括两部分，一是施工降水引起的地面沉降，二是建筑物引起的地面沉降。根据建设用地性质、场地含水层分布、结合工程建设经验，本地块建设过程中基坑开挖可能主要涉及到第一层含水层，且2008年3月1日起北京市对工程建设施工降水制定了限制措施。因此，对于本次评估地块内的建设项目可不考虑施工降水引起的地面沉降；建筑地基基础方案的选取应综合考虑地基承载力、变形和稳定性要求，建筑物荷载产生的基础沉降需要严格控制在规范允许的范围之内，况且工程建设引发建筑物附加应力影响范围内的周边地面沉降量比建筑基础自身沉降量值还要小的多。因此，由施工降水、建筑荷载引发的地面沉降的危险性“小”。

### 4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

#### 4.2.1 工程建设遭受液化危险性的预测

地下水位是建设用地进行液化判别的先决条件，水位的高低直接影响到液化的发生、判定计算结果和危害等级确定。建设用地潜水水位变化受大气降水影响，水位动态具明显的季节性规律，不排除今后地下水水位继续升高的可能。根据区域地质普查资料和现场调查结果，建设用地内历年最高水位接近自然地面，因此，本次砂土、粉土液化预测评估，采用的水位埋深按 0m 考虑。根据前述现状评估的判别方法，液化判别结果见表 4.2-1“砂土、粉土液化预测评估判别表”。

表 4.2-1 砂土、粉土液化预测评估判别表

孔号	标贯中点	岩性	dw(m)	粘粒含量	标贯击数	临界值	液化指数	液化判别
	ds(m)			$\rho_c$	$N$	$N_{cr}$	$I_{L_i}$	
A25	6.30	粉砂	0.00	3	17	17.86	0.51	0.21 轻微液化
81	2.80	细砂		3	11	11.88	0.64	0.64 轻微液化
86	3.15	粉砂		3	9	12.51	1.88	11.08 中等液化
	4.15	粉砂		3	11	14.47	1.79	
	5.15	细砂		3	12	16.06	1.87	
	6.30	细砂		3	16	17.56	0.92	
	7.30	细砂		3	16	18.89	1.52	
	8.30	细砂		3	17	20.29	1.59	
	9.30	细砂		3	18	20.78	1.51	
125	1.65	细砂		3	5	8.78	2.94	10.17 中等液化
	6.15	粉砂		3	13	17.51	4.06	
	7.65	粉砂		3	15	18.97	3.17	

注：液化判别深度为 20m。

上述计算结果表明，当地震烈度达到VIII度且地下水位按埋深 0.0m 的不利条件考虑时，评估区饱和粉砂土会发生轻微~中地震液化，结合类似工程经验推断，本项目遭受饱和粉砂土地震液化可能产生的经济损失小于 500 万，受威胁人数小于 100 人，危害程度为轻，综合判别未来工程建设可能遭受砂土液化地质灾害的危险性小。

#### 4.2.2 工程建设遭受地面沉降地质灾害的危险性预测

##### 1.地面沉降机理

评估区第四系松散地层主要由粘性土、粉土、砂类土组成。由于含水层与相对隔水层颗粒大小、排列结构等不同，导致其水理性质亦存在较大的差别，因此当开采地下水时，砂土层与粘性土层的固结变形具有不同的特点。

##### (1) 含水层（砂土层）的变形特征

当大量抽取地下水，并形成水位下降漏斗后，承压水头降低，而原来孔隙水承担的压力转嫁到含水层颗粒骨架上，使含水层的颗粒骨架压力增大而发生了弹性压密。含水层最终沉降量计算公式如下：

$$S_{\text{含}} = \frac{\Delta P \cdot H_{\text{含}}}{E_s} \quad (4.1)$$

$S_{\text{含}}$ —含水层（最终沉降量（cm））；

$H_{\text{含}}$ —含水层的初始厚度（cm）；

$\Delta P$ —水位降低引起的附加荷载应力（kPa）， $\Delta P = \Delta h \cdot \gamma_w$ ， $\Delta h$ 为水位降低值， $\gamma_w$ 为水的容重；

$E_s$ —含水层的压缩模量。

## （2）粘性土层的变形特征

在含水层水位降低之前，整个含水层、隔水层为一平衡体系。当含水层水位下降 $\Delta h$ 时，其上下粘性土隔水层中的孔隙水压力将降低 $\gamma_w \Delta h$ ，以便与含水层组成新的平衡体系，该降低值 $\gamma_w \Delta h$ 必然转嫁到土颗粒上，使粘性土层产生固结沉降。粘性土层固结服从太沙基固结理论方程，最终固结沉降量的计算公式如下：

$$u(z,t) = \sum_{m=1}^{\infty} \left( \frac{2}{H} \int_0^H u_0 \sin \frac{(2m-1)\pi Z}{2H} dZ \right) \sin \frac{(2m-1)\pi Z}{2H} e^{-\left(\frac{(2m-1)\pi}{2}\right)^2 T_v} \quad (4.2)$$

式中， $T_v$ 为时间因子， $T_v = C_v t / H^2$ 。 $C_v$ —土的固结系数（ $\text{cm}^2/\text{年}$ ），

$C_v = k(1+e) / \gamma_w \alpha_v$ ； $\alpha_v$ —土的压缩系数（ $1/\text{kPa}$ ）； $k$ —土的渗透系数（ $\text{cm}/\text{年}$ ）；

$e$ —土层在固结过程中的平均孔隙比； $H$ —粘性土层厚度（cm），（单面排水取粘性土层全厚，双面排水取粘性土层全厚之半）。

## 2. 地面沉降预测

规划项目建成后用水由市政自来水管网供给，但市政水管网的水源主要来源于该地区地下水，且周边的村庄的居民用水也仍旧依靠自备井，区域内自备井的关闭受到经济发展速度等多种因素的制约，自备井向自来水管网的过渡将是一个渐进的过程。考虑到建设用地周边区域将大量建设回迁房，人口不断增加，使得区域地下水的开采量有可能加大，区域地下水位仍有下降的可能。因此，出于安全角度，2025~2029年5年间地下水位按照每年0.1m的下降速率考虑，预测年沉降速率约为30~50mm/a，根据地面沉降公式（4.1）和（4.2），计算得到未来5年中地面累计沉降量可达170mm左右，加上1955~2024年约1100~1200mm的累计沉降量值，到2029年，评估区地面沉降量将达到1270~1370mm左右。预测的地面沉降发育程度**强**，险情危害程度**轻**，因此，工程建设遭受地面沉降的危险性为**中**。

### 4.3 预测评估小结

通过预测评估，建设项目的建设可能引发或加剧地震液化的可能性小，危害程度小，危险性小；建设项目的建设可能引发或加剧地面沉降的可能性小，危害程度小，危险性小。

工程建设本身遭受地震液化的可能性中等，危害程度轻，危险性小；工程建设本身遭受地面沉降的可能性大，危害程度轻，危险性中。

## 第五章 地质灾害危险性综合评估

### 5.1 建设用地地质灾害危险性综合评估

#### 5.1.1 地质灾害危险性量化指标的确定

##### (1) 砂土液化判别量化指标

砂土液化量化指标主要根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）第4.3.5的规定来确定。

对存在液化土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，根据计算的每个钻孔的液化指数，按表5.1-1“液化等级”综合划分地基的液化等级。

液化等级	轻微	中等	严重
液化指数	$0 < I_{IE} \leq 6$	$6 < I_{IE} \leq 18$	$I_{IE} > 18$

##### (2) 地面沉降危险性量化指标

根据北京平原区地质环境特征、地下水开采历程、地面沉降发展特点及对地质环境的危害程度，确定地面沉降灾害危险性量化指标如下：

- ①强发育：累计沉降量大于 1000mm，沉降速率大于 50mm/a；
- ②中等发育：累计沉降量 500~1000mm，沉降速率 30~50mm/a；
- ③弱发育：累计沉降量小于 500mm，沉降速率小于 30mm/a；

地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估表 表 5

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				

### 5.1.2 地质灾害危险性综合评估

根据现场地质灾害调查结果、建设用地的地质环境条件以及地质灾害危险性的现状评估和预测评估结果，按地质灾害危险性等级划分的定性和定量标准，对建设用地进行了地质灾害危险性综合评估。评估结果见表 5.1-2“建设用地地质灾害危险性等级综合评定表”。

表 42 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	中等	小
现状评估危险性	大	大级	大级	中级或大级
	中	大级	中级或大级	中级
	小	大级	中级	小级

地质灾害危险性等级综合评定表

表 5.1-2

位置	灾害类型	现状评估危险性等级	预测评估危险性等级		危险性等级综合评定
			引发、加剧地质灾害的危险性	遭受地质灾害的危险性	
建设用地	砂土液化	小	小	小	中级
	地面沉降	中	小	中	

### 5.2 建设用地适宜性评价

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 44 综合判定，建设用地地质灾害防治难度为“中等”。

表 44 建设用地防治难度划分表

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	防治工程简单、治理费用较低、防治效益与投资比高

通过对建设用地地质灾害危险性的综合评估，建设用地地质灾害危险性分级综合评定为“中级”，工程建设防治难度“中等”。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 43，建设用地适宜性为“基本适宜”。

表 43 建设用地适宜性划分表

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 结论与建议

### 6.1 结论

(1) 评估区属地形地貌简单区，地质构造简单，位于工程地质和水文地质条件较差区，可能存在的地质灾害类型为砂土液化和地面沉降。因此，评估区的地质环境条件复杂程度为复杂。

(2) 该建设项目属于重要建设项目，位于地质环境条件复杂区，依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中的有关规定，该建设用地的地质灾害危险性评估级别为一级。

(3) 现状评估认为，评估区地质灾害主要为砂土液化和地面沉降。地震烈度为Ⅷ度时，地下水位按钻孔实测水位（1.40m）考虑时，规划区建设用地地基土轻微~中等液化，现状灾情轻，砂土液化地质灾害现状危险性小；1955-2024年建设用地累计地面沉降量约1100mm—1200mm，发育程度强，现状灾情轻，地面沉降地质灾害现状危险性中。

(4) 根据预测评估结果，工程建设可能引发、加剧砂土液化和地面沉降地质灾害的危险性小；工程建设遭受砂土液化地质灾害的危险性为小，遭受地面沉降地质灾害的危险性为中。

(5) 经地质灾害危险性综合评估，规划区建设用地地质灾害危险性等级综合评定为中级，工程建设防治难度中等，从地质灾害角度认为，规划区建设用地的适宜性为基本适宜。

### 6.2 建议

1. 评估区内可能分布有厚度不均的人工填土，工程性质较差，需严格按照相关规范进行基坑开挖边坡支护体系、地下水控制的设计和施工，确保基础工程施工安全，避免对周边环境造成不利影响。

2. 本次利用的为本地周边勘察资料，液化判别仅是针对个别钻孔有限标贯资料进行了利用分析，可结合具体建设工程，按规范要求进行详尽的地震液化判别。

3. 地面沉降具有区域性、缓变性的特点，建议可通过减少地下水开采、预留标高、加强监测等措施进行预防，从而降低其对地基的不利影响；对砂土液化，建议通过结构抗震措施来减轻或消除地震液化的影响。





