

**顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目
SY00-2801-0149 地块
地质灾害危险性评估报告**

**北京地勘水环工程设计研究院有限公司
二〇二四年一月**

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块
地质灾害危险性评估报告

报告编写人： 高扬旭

报告参加人： 唐陈彦 程 峰

审 核： 唐 磊

单位负责人： 于国庆

报告提交单位： 北京地勘水环工程设计研究院有限公司

报告提交日期： 2024 年 1 月

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块

地质灾害危险性评估报告

评审意见

受北京市顺义区规划和自然资源综合事务中心的委托，北京地勘水环工程设计研究院有限公司完成了《顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”），专家组于 2024 年 1 月 15 日对“评估报告”进行了评审，意见如下：

一、项目概况

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块位于顺义区天竺镇，本项目四至具体范围为东至天柱东路，西至规划天竺路，南至规划竺林街，北至规划兰林巷，总用地面积约 21200 m²，建筑高度为 24m，未来主要用于综合性商业金融服务业用地。

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，开展了 4km² 水文、工程、环境等综合地质调查，利用了已有勘察成果，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”，建设项目属于“较重要建设项目”，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。

现状评估认为：顺义断裂从拟建项目建设用地西北侧约 1.7km 通过，在评估区段主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动弱，活动断裂发育程度“中”，第四系厚度约 400-500m 左右，灾情为轻，活动断裂地质灾害现状危险性“小”；拟建项目建设用地位于北京市顺义西马各庄庄沉降区东南侧，根据地面沉降监测站资料，1955 年-2021 年累积地面沉降量为 800mm 左右，近三年平均年沉降速率约为 10mm/a，

地面沉降的现状发育程度为“中”，现状调查显示灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性“小”；拟建项目建设用地 20m 深度范围内的地基土在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（水位埋深 1.5m）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”。

现状评估符合实际。

4. 预测评估认为：拟建项目的建设引发、加剧活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害的可能性均为“小”，危险性均为“小”；拟建项目可能遭受活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害的危险性均为“小”。

预测评估依据是充分的。

5. 综合评估认为，拟建项目建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，“适宜”顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块的建设。

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。

评审组长：

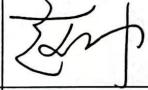
评审专家：

2024 年 1 月 15 日

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块

地质灾害危险性评估

评审专家组名单

职务	姓名	工作单位	职称	签名
专家组长	张建青	中勘三佳工程咨询（北京）有限公司	研高	
评审专家	赵 帅	北京市地震局	高工	
	郑小燕	北京市工程地质研究所	教高	



中华人民共和国

地质灾害防治单位资质证书

(正本)

单位名称:北京地勘水环工程设计研究院有限公司

资质类别: 评估

资质等级: 乙

证书编号:112022210006

有效期至:2025 年 04 月 07 日

发证机关: 北京市规划和自然资源委员会

发证日期: 2022 年 04 月 07 日



目 录

前 言	1
第一章 评估工作概述	2
一、工程规划概况与征地范围	2
二、以往工作程度	2
三、工作方法及完成的工作量	3
四、评估范围与级别的确定	5
第二章 地质环境条件	9
一、气象、水文特征	9
二、地形地貌	10
三、地层岩性	12
四、地质构造与区域地壳稳定性	13
五、工程地质条件	19
六、水文地质条件	23
七、人类工程活动对地质环境的影响	26
第三章 地质灾害危险性现状评估	27
一、地质灾害类型的确定	27
二、活动断裂	27
三、地面沉降	30
四、砂土液化	32
五、地质灾害危害现状调查	36
六、地质灾害危险性现状评估小结	36
第四章 地质灾害危险性预测评估	38
一、工程建设诱发、加剧地质灾害危险性预测	38
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	38
三、地质灾害危险性预测评估小结	43
第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施	44
一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定	44
二、地质灾害危险性综合评估	47
三、建设用地适宜性评估	48
第六章 结论与建议	49
一、结论	49
二、建议	50



前 言

随着我国经济的高速发展，大量的基础设施和各类工程建设也在蓬勃发展，而工程建设本身对自然环境和地质环境的破坏日趋明显，同时各种自然灾害和地质灾害对工程建设本身的影响又往往不被建设者重视或忽视，从而直接或间接地导致人民生命和财产的大量损失，为有效避免这一矛盾，尽最大可能保护自然环境和地质环境，为使工程建设科学地实施，国土资源部下发了《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)，通知要求城市建设、在地质灾害易发区内进行工程建设及其它有可能导致地质灾害发生的工程项目建设，在项目选址阶段必须进行地质灾害危险性评估。评估结果由省级以上地矿行政主管部门认定，并作为该建设项目用地审查报批的必要条件之一。

北京市顺义区规划和自然资源综合事务中心于2024年1月委托北京地勘水环工程设计研究院有限公司开展顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目SY00-2801-0149地块地质灾害危险性评估工作。

本次地质灾害危险性评估的主要任务和要求为：

1. 基本查明建设用地及其周边的地质环境条件。
2. 调查建设用地及其周边的地质灾害类型、规模、分布、稳定状态等，分析评价其对用地和建筑物的影响，并分别进行现状评估、预测评估和综合评估。
3. 分析预测建筑物在建设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及土地使用的适宜性进行综合评价，并提出对地质灾害的防治措施及建议。

本次评估原则、内容、技术方法和工作程序等按国土资源部《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)执行。对“技术要求”中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。



第一章 评估工作概述

一、工程规划概况与征地范围

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块位于顺义区天竺镇，本项目四至具体范围为东至天柱东路，西至规划天竺路，南至规划竺林街，北至规划兰林巷，具体位置见图 1-1。总用地面积约 21200 m²，建筑高度为 24m，未来主要用于综合性商业金融服务业用地。



图 1-1 建设用地交通位置图

二、以往工作程度

工作区位于北京城区东北部，地质研究程度较高，已完成了大量的区域地质工作，包括水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质等工作。以往的地质勘察、监测和科研等地质工作为本项目评估工作的开展提供了基础条件。

主要研究成果有：

1. 60 年代到 70 年代，完成了第一轮 1: 5 万区域地质调查，并提交了 1: 5

万各图幅区域地质调查报告;

2. 1978 年 10 月北京市水文地质工程地质大队完成的《北京市水文地质图(1: 10 万)》及说明书;
3. 1979 年北京市水文地质工程地质大队完成的《北京平原区基岩地质构造图(1: 10 万)》;
4. 2002 年编写的《北京市用水调研与需水预测研究报告》;
5. 北京市地调院、北京市地质工程勘察院等单位近期完成的《首都地区地下水水资源和环境调查评价》、《北京市平原区地下水开采环境问题调查研究报告》、《北京市平原区地下水位降落漏斗现状调查报告》及《北京市平原区 1: 10 万区域工程地质勘察报告》;
6. 2004 年北京市水文地质工程地质大队编写的《北京市地面沉降预警预报系统(一期) 工程地面沉降调查报告》;
7. 2007 年北京市地质工程勘察院编写的《北京顺义规划新城前期区域工程地质勘查报告》;
8. 2005 年北京市地质工程勘察院编写的《顺义区南法信镇机场东扩南五村重点企业迁移工程建设用地进行地质灾害危险性评估报告》;
9. 2009 年北京市地质工程勘察院编写的《顺义区 M15 号线南法信站 A 地块土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告》;
10. 2016 年北京市地质工程勘察院编写的《中国牧工商(集团)总公司农优产品仓储配送项目岩土工程详细勘察报告》。

三、工作方法及完成的工作量

(一) 工作方法

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，我单位成立了项目组，在现场调查的基础上，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、砂土液化等进行了重点调查，为地质

灾害评估提供了依据。在此基础上，经综合分析和系统整理，按照技术规范及地质灾害类型逐项进行现状评估、预测评估，最后对建设用地的适宜性作出了评价。本次评估工作流程见图 1-2。

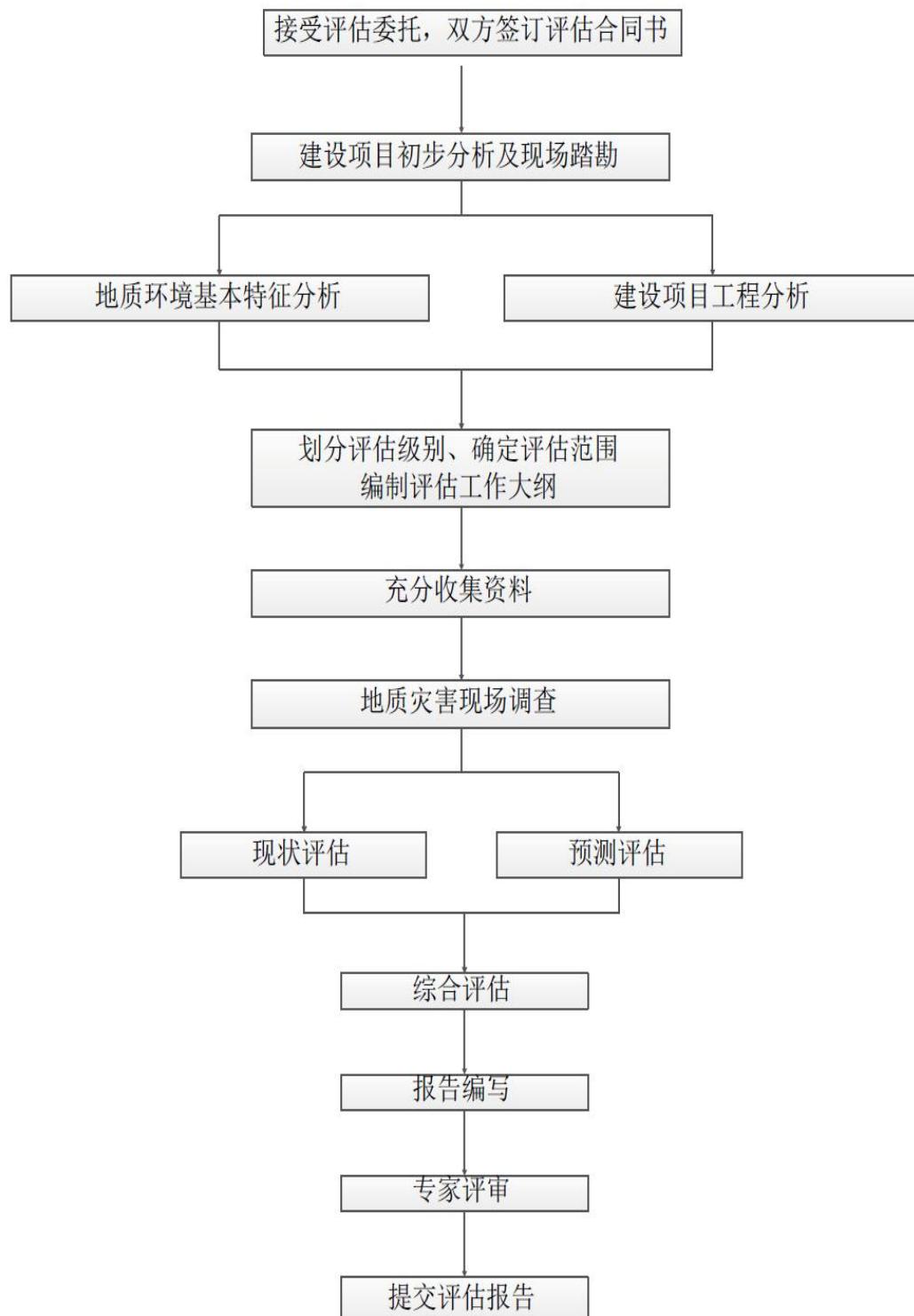


图 1-2 地质灾害评估工作程序框图

(二) 完成工作量

我单位接受评估任务后,为了科学全面地对建设用地及其周边地区进行地质灾害危险性评估,在现场调查的基础上,结合用地附近的区域地质、工程地质、水文地质、环境地质等资料,采用如下方法进行评估:

- 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:** 主要是区域地质、水文地质、工程地质、环境地质调查。调查范围主要根据该建设工程项目特点及地质环境条件来确定。本次工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害调查面积为 4km^2 。

3. 勘探工作:

本次评估借用北京市地质工程勘察院 2016 年 1 月完成的《中国牧工商(集团)总公司农优产品仓储配送项目岩土工程详细勘察报告》钻孔 8 个,总进尺 125m,标贯试验 72 次,进行砂土液化判别。具体的工作量详见表 1-1。

表 1-1 工作量统计表

内 容		数 量
收集的资料	水文地质、工程地质、地灾评估等报告	10 份
	图 件	20 张
	标准贯入试验	72 次
	原状土样(扰动样)	35 组
	工程钻孔	8 个(总进尺 125m)
	野外调查照片	30 张
综合地质调查(1: 50000)		4 km^2

四、评估范围与级别的确定

(一) 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) 中的相关规定来确定评估范围。

建设用地区域主要可能存在活动断裂、地面沉降、砂土液化等地质灾害，根据建设用地区域地质环境条件，确定顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块地质灾害危险性评估范围以建设用地为中心向四周各扩展 1 km²，本次评估区面积为 4 km²。评估区范围见图 1-3。

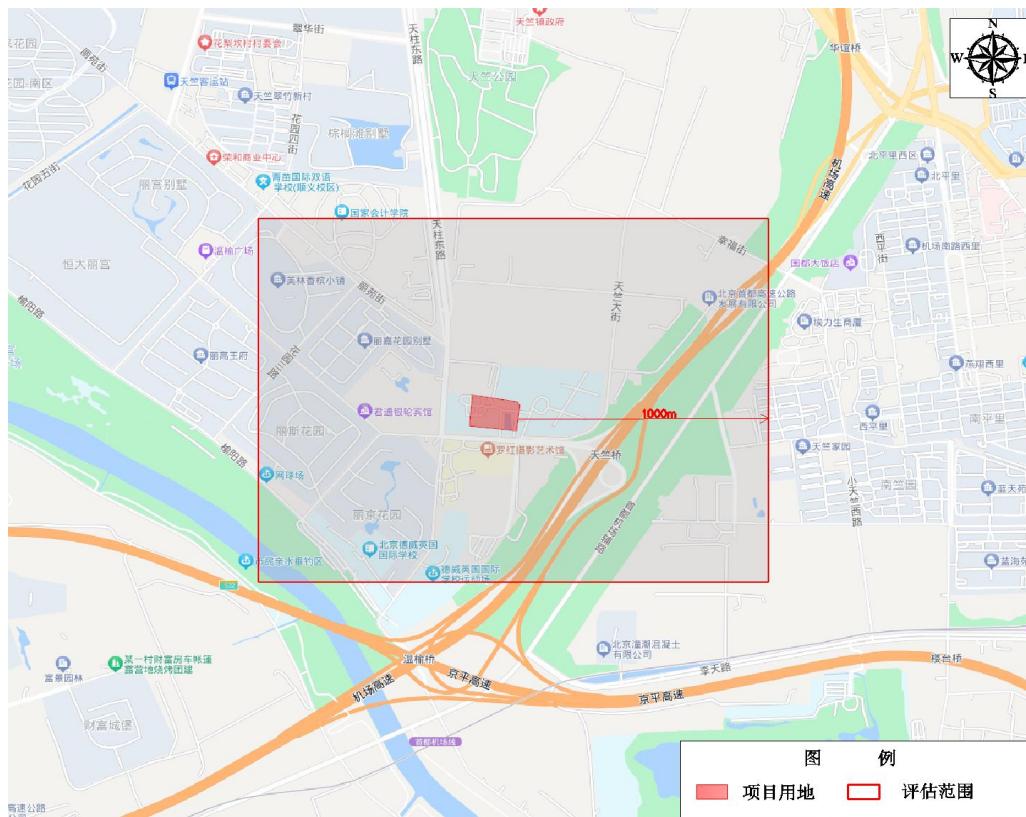


图 1-3 评估区范围

(二) 评估级别的确定

1. 建设项目重要性类别划分

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块总用地面积 21200 m²，未来主要用于综合性商业金融服务业用地。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 建设项目重要性分类表（附录 B.2）中“工业和民用建设项目”相关类别之规定，确定该建设项目为“较重要”建设项目。

2. 地质环境复杂程度判定

根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)附录B之规定，对建设用地地质环境条件复杂程度的判别，主要从现状地质灾害的发育程度、地形与地貌复杂程度、地质构造复杂程度、水文地质和工程地质条件复杂程度及现状人类活动破坏程度等五个方面进行综合评价。

本区地质环境条件从地形地貌、地质构造、工程地质和水文地质、人类工程活动程度、地质灾害发育程度等方面表述如下：

地形地貌条件：顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块建设用地位于温榆河Ⅱ级阶地上，场地地形略有起伏，区内地形简单。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 附录 B.1 地质环境条件复杂程度分类表之规定，评估区地形地貌“简单”。

断裂构造条件：根据北京市平原区 1: 10 万基岩地质构造图及地质调查最新研究成果可知，顺义断裂为全新世活动断裂，位于项目建设用地西北方向，距项目建设用地距离约 1.7km。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 附录 B.1 地质环境条件复杂程度分类表之规定，建设用地与活动断裂带的距离处于 1000-3000m，因此评估区断裂构造“中等”。

水文地质和工程地质条件：区内为第四系覆盖区，下伏为蓟县系地层。第四系地层厚度 400-500m 左右，地层岩性以粘性土、细砂、砂砾石层为主，有不良地层分布。第四系孔隙水主要为潜水和承压水，因此依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 附录 B.1 之规定，评估区工程地质条件、水文地质条件“中等”。

人类工程活动：评估区及周边地区的主要人类工程活动是建筑施工、修建管线、道路等。上述人类活动只限于对地表以下 20m 深度内土层的扰动，对深层土体扰动相对较小，人类工程活动“简单”。

地质灾害发育程度：据已有工程地质、水文地质等区域地质资料及地面沉降监测资料，评估区自 1955-2021 年累积地面沉降量约 800mm，近三年平均年沉降速率为 10mm/a。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 表 4 之规定，地面沉降灾害发育程度为“中”，有潜在的地面沉降灾害危害的可能性，地质灾害“中等”。

综上，根据用地地质环境条件，依据《地质灾害危险性评估技术规范》

(DB11/T 893-2021) 附录 B.1 之规定, 综合判定建设用地地质环境条件复杂程度为“中等”。

3. 确定评估级别

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块为“较重要”建设项目, 建设用地地质环境条件复杂程度为“中等”, 依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 表 2 之规定, 建设用地地质灾害危险性评估分级为“二级”。



第二章 地质环境条件

一、气象、水文特征

(一) 气象

评估区位于北京市顺义区气候属暖温带半湿润半干旱的大陆性季风气候，受季风影响春季干旱多风、夏季炎热多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥，四季分明。据顺义气象站资料，全区年平均气温为 11.5℃。1月份最冷，平均气温为零下 4.9℃，极端最低气温曾达到零下 19.1℃（1970 年 1 月 4 日）；7月份最热，平均气温 25.7℃，极端最高气温曾达 40.5℃（1961 年 6 月 10 日）。

顺义区年日照时数为 2750 小时，日照率达 64%。初霜期在 10 月下旬，终霜期在 4 月上旬，无霜期 195 天左右。年均相对湿度 50%，但全年蒸发量却可高达 2134.1mm，相当于降水量的三倍多，所以属于相对较干旱的地区。近 10 年年平均降水为 617.3mm，其中最大降水量为 2021 年的 951.5mm，最小降水量为 2020 年的 271.3mm(见图 2-1)。而且全区降水主要集中在 7、8、9 月份，占年降水量的 70~80%，。冬季降水量只占全年降水量的 8%左右，冬季用地冻结深度为 1m。

由于顺义地处燕山脚下，冷风到达时首当其冲，所以春、秋季节易发生低温霜冻，夏收前后往往出现冰雹和大风。

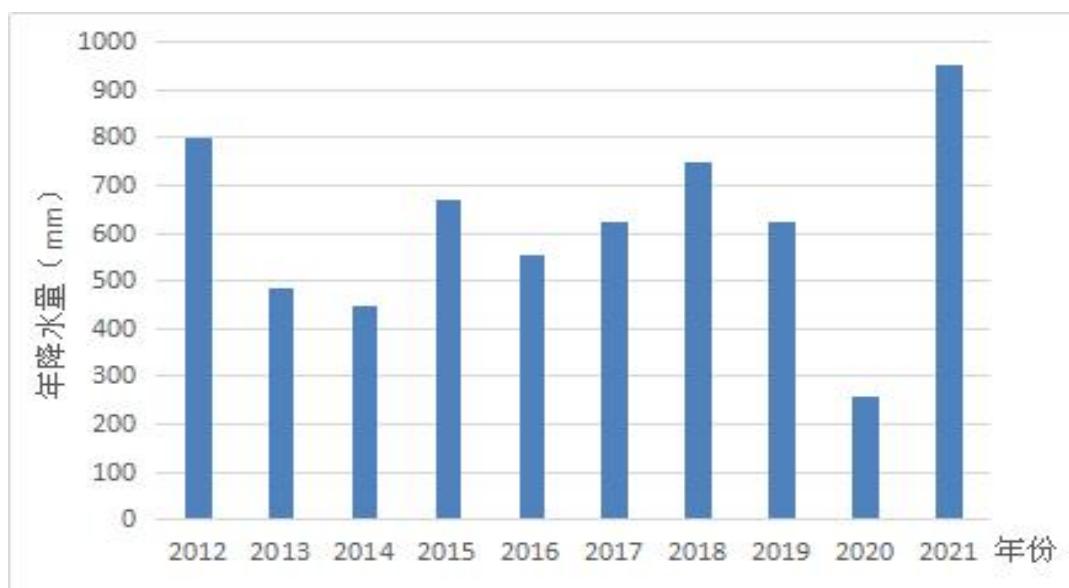


图 2-1 顺义区近十年年降水量直方图

(二) 水文

评估区及附近区域主要发育温榆河及潮白河，现将该河的基本情况简述如下：

温榆河：位于建设用地西南侧约 1.0km 处，温榆河发源于昌平区境内，呈树枝状水系，上游沟谷较发育，除在较大沟谷中有溪流外，不少地段呈潜流状，特别是出山口形成规模较大的洪积扇地，沉积物以砂砾石为主，枯水期时多断流，只有在扇缘溢出带有水流出形成固定河流。

潮白河：位于建设用地东侧约 5km 处，潮白河上游分为两大支流，即东为潮河，西为白河。潮河，古称鲍丘水，发源于河北省承德地区丰宁县草碾沟南山。流经滦平县，于密云县古北口入北京市境界。白河，古称沽河，发源于河北省张家口地区的沽源县境内，南流经长城至赤城县折向东流，在延庆县白河堡村西北进入北京市境界。两河流于密云县城西南的河槽村西北相汇，以下河道始称潮白河。潮白河流经密云、怀柔、顺义，于通州东北部港北村，进入通州境界。沿通州从三河县、大厂回族自治县和香河县边界南流，在西集镇大沙务村出通县境界。潮白河出通州境界后，经河北省香河县、宝坻县，在天津市北塘入海。全长约 200km，流域面积约 $1.94 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

二、地形地貌

顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块位于温榆河 II 级阶地上，场地地形略有起伏。建设用地现状地势相对平坦，场地内现状主要为西北侧建筑及林地使用。评估区现状情况详见图 2-2。





评估区西部现状照片（镜像东）



评估区西北部建筑现状照片（镜像东北）



评估区南部现状照片（镜像北）

照片 2-2 评估区现状情况

三、地层岩性

(一) 第四系

项目用地邻近温榆河，评估区地表均被第四系所覆盖。根据北京市地质矿产勘查开发院及北京市地质调查研究院编制的北京市平原区第四纪地质图可知，第四纪堆积物质平均厚度约 400-500m，沉积物成因类型较简单，以河流的冲积物为主体。地层描述如下：

本组地层主要在建设用地周边分布，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。下部为灰白色，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；上部为灰色、浅灰绿色、褐色粉砂、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。

(二) 基岩

该区域内隐伏的基岩地层有：中元古代蓟县系、古生代寒武系、奥陶系、石炭-二迭系、中生代侏罗系上侏罗统等地层。具体简述如下：

1. 蓟县系

分布在本区东南部大部分地区，埋深 600-1000m，岩性以硅质白云岩为主，夹硅质白云质灰岩，中部尚夹有黑色、紫红色页岩及泥质白云岩。

2. 青白口系

分布于本区西北部，呈 NS 向条带状出露，埋藏于第四系之下 400m，岩性为炭质板岩、页岩及白云质、硅质板岩。

3. 寒武系

分布于本区西北部，隐伏于第四系之下，埋深 400-700m。岩性为褐色、灰色钙质粉砂质粘土岩、粘土质粉砂岩、泥质条带灰岩夹鲕状、豆状灰岩。

4. 奥陶系

在本区西北部隐伏于第四系之下，埋深 300~600m 左右。含钙量较高，岩性为厚层白云质灰岩。

5. 石炭一二叠系



在本区西北部隐伏于第四系之下，埋深 300~600m 左右。岩性为深灰或灰黑色粉砂岩，细砂岩互层夹粘土岩，中粗砂岩、灰岩及煤层或煤线组成。

6. 上侏罗统

在本区中部隐伏于第四系之下。岩性为玄武岩、凝灰岩、砂岩及砾岩。

四、地质构造与区域地壳稳定性

(一) 区域地质构造

根据北京市构造单元分区略图，评估区大地构造位置位于中朝准地台（I）华北断拗（II2）西北隅的北京迭断陷（III6）中的顺义迭凹陷（IV13）（见图 2-3）。

北京迭断陷昔日习惯称北京坳陷。位于华北断拗之西北部顺义、丰台、涿县一带。西北与西山迭坳褶、昌怀中穹断相邻；东北及东南分别与平谷中穹断和大兴迭隆起接壤。总体走向北东至北北东。是在中生代断陷基础上继续下陷之构造单元。其内部以良乡、来广营东西向断裂为界，可细分为顺义、丰台、琉璃河—涿县三个次级凹陷。

顺义迭凹陷（IV13）位于北京迭断陷东北段，为新生代沉降之构造单元。基底由中上元古界、古生界及中生界组成。新生界沉积厚度 200-900m。由顺义、天竺、东坝及俸伯四个次级凹陷幅度较大的小盆地构成。基底有不同方向之断裂构造发育。新生代以来受现今构造应力支配，在多组断裂交会部位常有级别不等的地震发生。



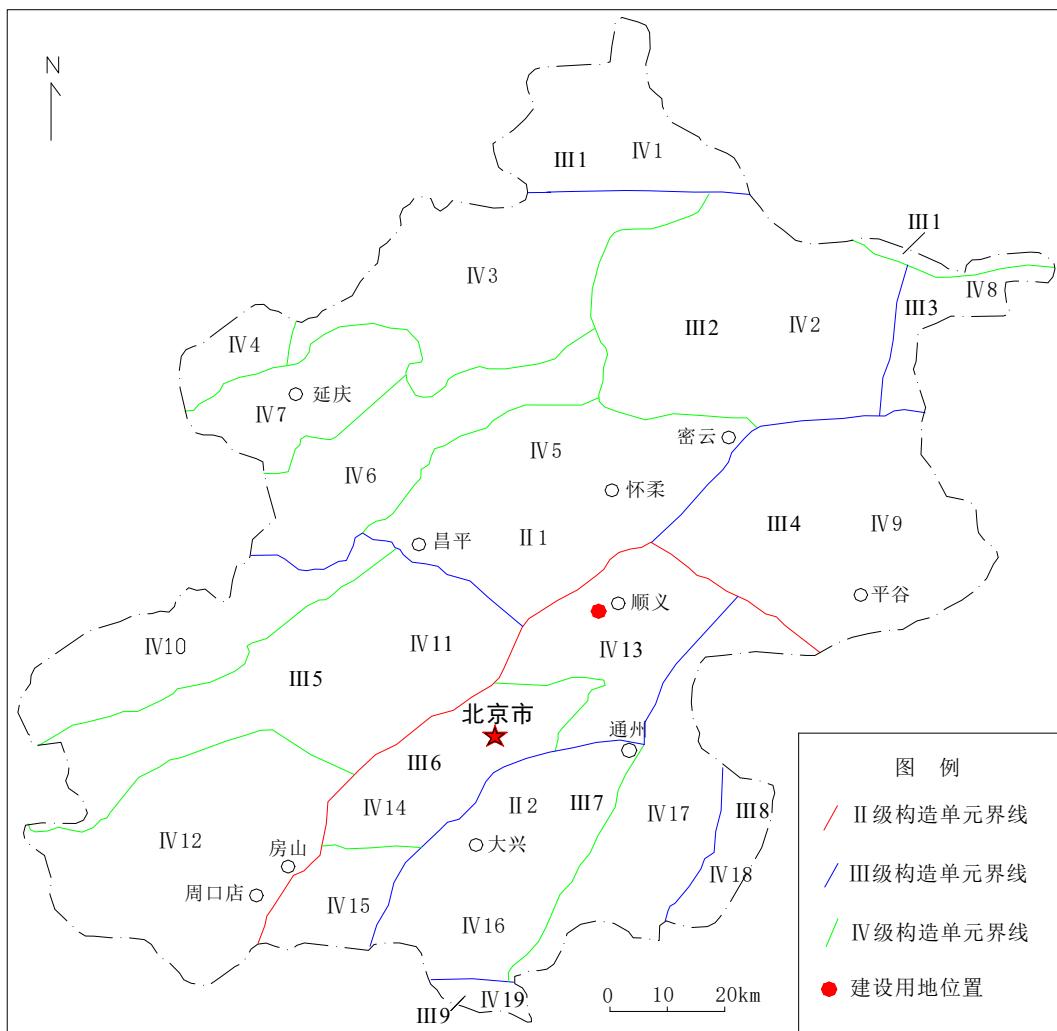


图 2-3 北京市构造分区略图

(二) 区内主要断裂

评估区位于北京迭断陷的中部。从图 2-4 可以看出评估区内无深大断裂通过，顺义断裂从建设用地西北侧通过，距场区中心距离约 1.7km。

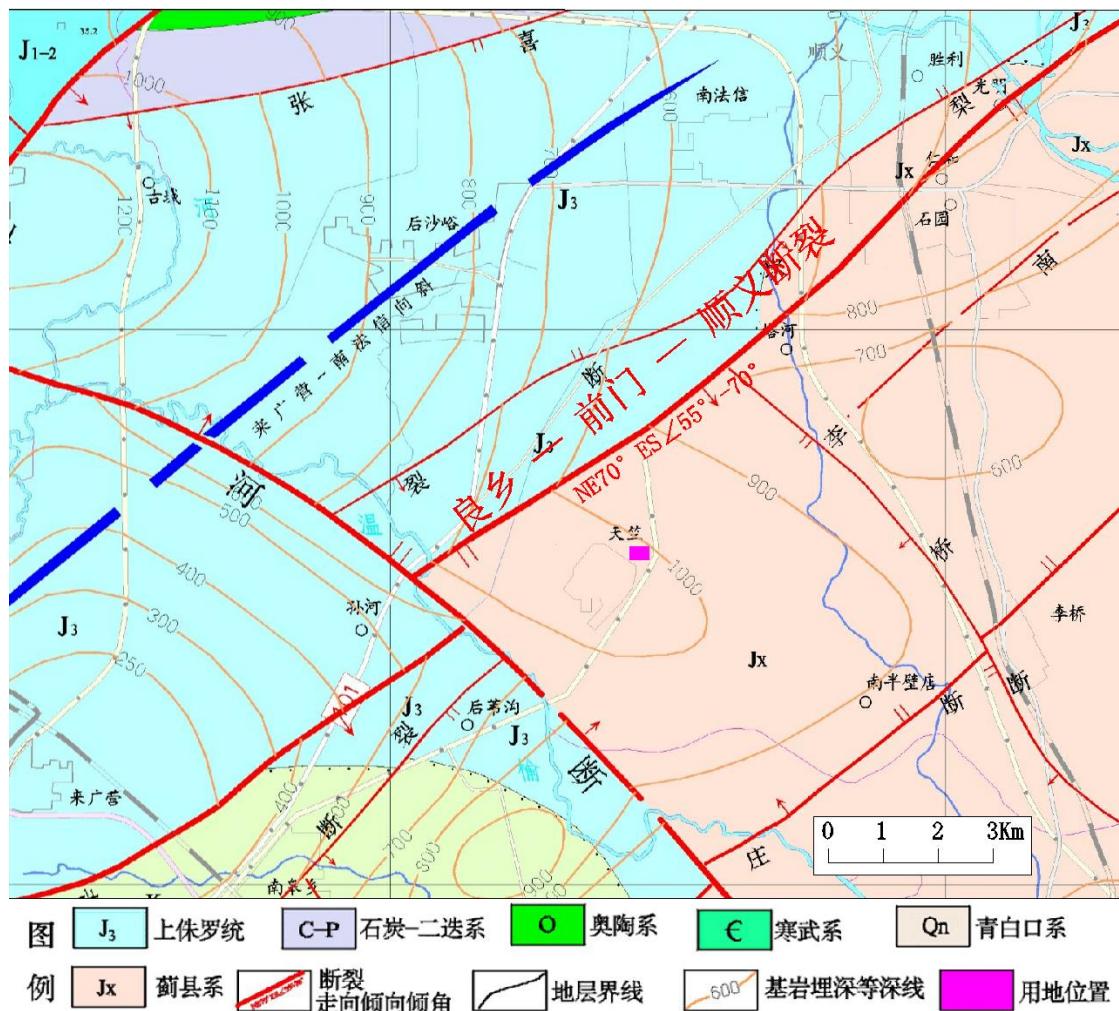


图 2-4 评估区基岩地质图

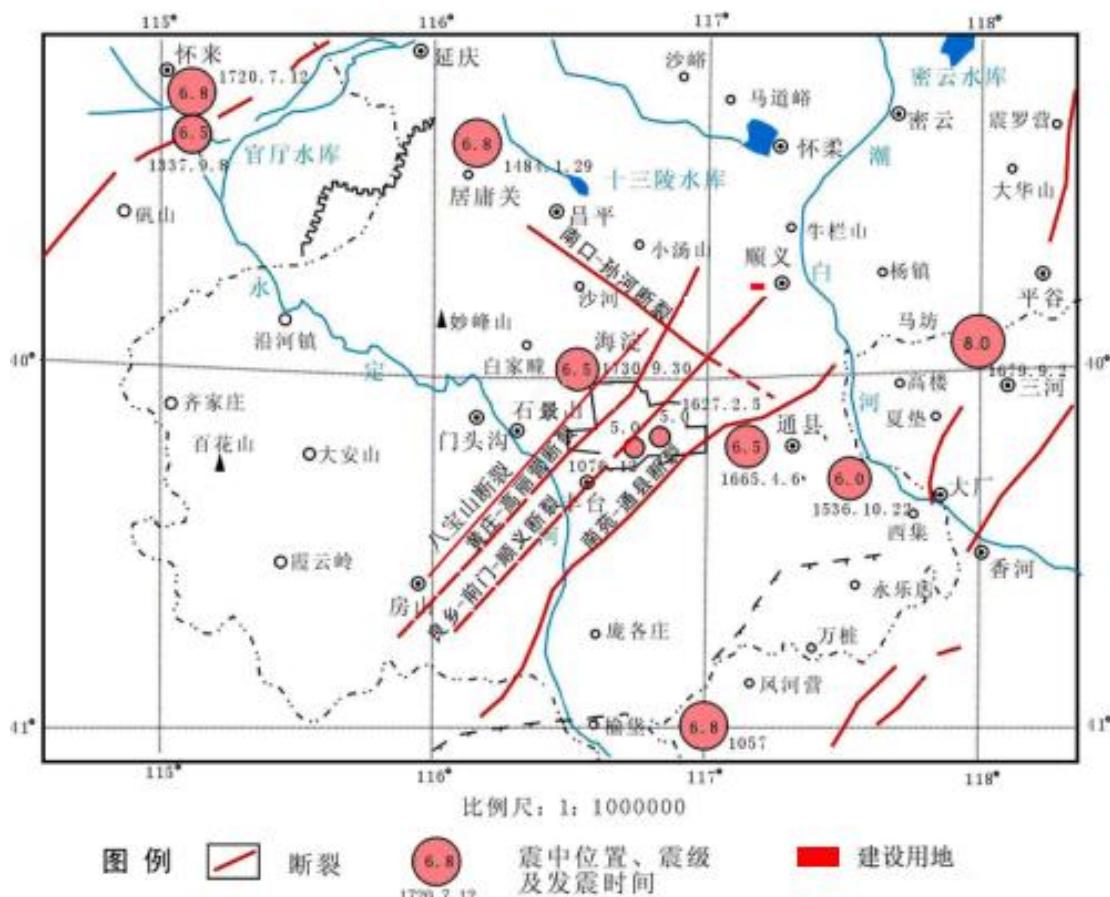
(三) 地震地质概况

1.. 北京地区历史强震

京津唐张地区 ($38.5^\circ\sim41^\circ\text{N}$; $114^\circ\sim120^\circ\text{E}$)，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， $5\sim5\frac{1}{2}$ 级 20 次， $5\frac{3}{4}\sim6$ 级 6 次， $6\frac{1}{4}\sim6\frac{1}{2}$ 级 6 次， $6\frac{3}{4}\sim7$ 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。仅就北京市行政区划所属范围内来说，已经发生过最大至八级的各种级别的强震，这些地震离市区的距离仅几十公里（见表 2-1 及图 2-5）。

表 2-1 北京市及周围历史强震目录

编号	地震时间	震中时间		地点	震级(Ms)	震中烈度(I ₀)
		纬度(N)	经度(E)			
1	1057.3.24	39.5	116.3	固安	6 3/4	九
2	1076.12	39.9	116.4	北京	5	六
3	1337.9.8	40.4	115.7	怀来	6 1/2	八
4	1484.1.29	40.3	116.0	居庸关一带	6 3/4	七
5	1536.10.22	39.8	117.6	通县南	6	七~八
6	1627.2.5	39.8	116.8	通县西	5	
7	1665.4.6	39.9	117.2	通县	6 1/2	八
8	1679.9.2	40.0	117.0	三河、平谷	8	十~十一
9	1720.7.12	40.4	115.5	沙城	6 3/4	九
10	1730.9.30	40.0	116.2	北京西部	6 1/2	八
11	1976.7.28	39.4	118.1	河北唐山	7.8	十一



2. 历史强震对建设用地的影响

1679 年三河～平谷 8 级地震，《中国近代地震目录(公元 1912～1990 年)》，该地震震中烈度为 XI 度。建设用地处于北京平原区北部地区(见图 2-6)，为 VII 度影响区；1976 年唐山 7.8 级地震，地震震中烈度达 XI 度，建设用地位于 VI 度影响区(见图 2-7)。

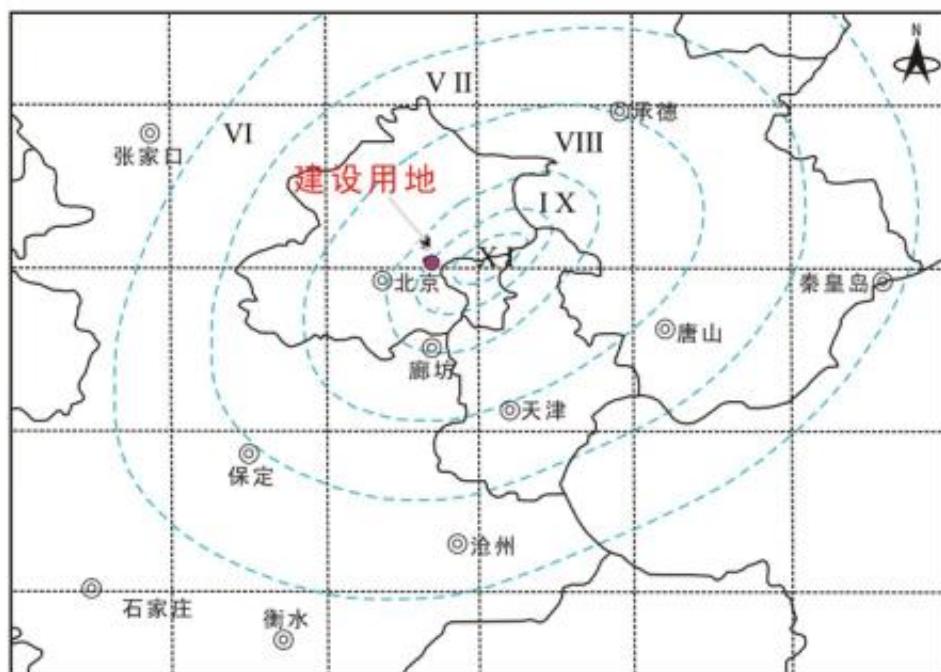


图 2-6 1679 年三河～平谷 8 级地震等震线

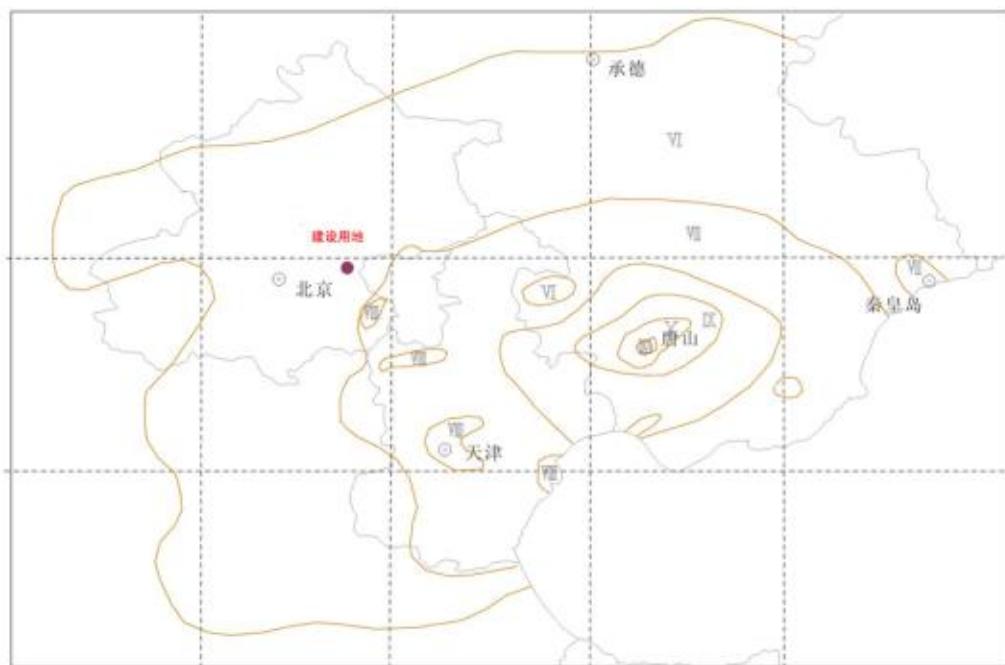


图 2-7 1976 年唐山 7.8 级地震等震线

3. 北京地区的现代微震

1966年邢台地震后，有关部门在北京地区建立了八条有线台网，1975年海城地震后，又将这些台网扩充为廿一条线。30多年来记录到北京市周围包括城区都具有微震活动（上万次），以北京城区西北部与东北部微震较多，而城南部地区则较少发生。将二级以上的微震与近二千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，也意味着微震的发生与强震有着相似成因。

4. 建设用地抗震设防参数

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016版）、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）等最新规范，项目建设用地抗震设防烈度为Ⅷ度。设计基本地震加速度值为0.20g，设计地震分组为第二组。

（四）区域地壳稳定性

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。区域地壳稳定性分级评价指标见表2-2。根据该指标，可划分为稳定、基本稳定、次不稳定和不稳定性四类，北京地区没有不稳定区，但北京平原区大部份属地壳次不稳定区。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016版）规定及北京地震地质会战资料，本项目建设用地抗震设防烈度为Ⅷ度，设计基本地震加速度值为0.20g，最大震级处于5.5~6.5级范围内，强震周期大于100年，小于400年，地壳年升降速率小于2mm，地震最大加速度值处于 $0.1g \leq a_{max} < 0.25g$ 范围内。根据上述指标，依据表2-2判定，本建设用地属地壳次不稳定区。

表2-2 区域地壳稳定性分级评价指标

分级 指标 因素	稳定	基本稳定	次不稳定	不稳定
地震震级	$M < 4.5$	$4.5 \leq M < 5.5$	$5.5 \leq M < 6.5$	$M > 6.5$
基本烈度	$I < 6$ 度	$6 \text{ 度} \leq I < 7$ 度	$7 \text{ 度} \leq I < 8$ 度	$I > 8$ 度



地震最大加速度	$a_{max} < 0.05g$	$0.05g \leq a_{max} < 0.1g$	$0.1g \leq a_{max} < 0.25g$	$a_{max} \geq 0.25g$
断裂活动速率(mm/a)	<0.01	0.01-0.1	0.1-1	>1
强震周期 (a)	<10000	1000-10000	100-1000	<100
地壳升降速率(mm/a)	<0.1	0.1-0.5	0.5-2	>2
水平应力与垂直应力 比值		<1	1-2	2-3

五、工程地质条件

(一) 地层岩性及工程地质特征

根据我单位所收集距建设用地北部 1.8km 地质资料，建设场地 20m 深度范围内，按成因年代分为人工堆积层、新近沉积层和第四纪沉积层三大层，按地层岩性进一步分为 5 个大层。各层土的地层岩性及其特点自上而下依次为：

人工堆积层：建设用地区域表层为人工堆积层，主要地层情况为：

粘质粉土～砂质粉土填土①层，褐黄～黄褐色，稍密～中密，稍湿～湿，含云母和氧化铁，砖渣、灰渣、炉渣、碎石和植物根系等，局部夹粉质粘土和房渣土薄层；

粉细砂填土①₁层，褐黄色，稍密～中密，稍湿～湿，含氧化铁，砖渣、灰渣、炉渣、碎石和植物根系等，局部夹粉土填土薄层；

粉质粘土填土①₂层，褐黄色，可塑，含云母和氧化铁，砖屑、灰渣、炉渣和植物根系等，局部夹粉土填土薄层；

房渣土①₃层，杂色，稍密，稍湿～湿，含砖块、灰渣、炉渣和植物根系等，局部地段表层为混凝土路面，局部夹粉土填土和碎石填土薄层。

本大层连续分布，总厚为 0.30～3.40m，层底标高 23.14～26.44m。

新近沉积层：人工堆积层以下为新近沉积层，主要地层情况为：

砂质粉土②层，褐黄色，中密，湿～饱和，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 11.33MPa$ ， $\overline{E_s}_2 = 14.25MPa$ ，属中低压缩性土，含云母和氧化铁，偶含腐殖物和少量姜石，土质不均，局部夹粘质粉土和粉细砂薄层；



粉细砂②₁层，褐黄色，中密，湿~饱和，含氧化铁，偶含有有机质，局部夹粉土和粘性土薄层；

粘质粉土—粉质粘土②₂层，褐黄色，中密，湿，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 4.76 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 6.15 \text{ MPa}$, 属中高压缩性土，含云母和氧化铁，土质不均，偶含有有机质，局部夹砂质粉土薄层；

本大层连续分布，总厚 0.70~4.90m，层底标高 19.34~24.38m。

砂质粉土③层，灰色，中密，湿~饱和，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 14.76 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 17.60 \text{ MPa}$, 属中低压缩性土，含云母、氧化铁、腐植物，土质不均，局部夹粘质粉土和粉细砂薄层；

有机质粘土~重粉质粘土③₁层，灰~灰黑色，可塑，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 2.66 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 3.36 \text{ MPa}$, 属高压缩性土，含云母和氧化铁，有机质含量约 15~25%，局部夹粉质粘土薄层；

粘质粉土③₂层，灰色，中密，饱和，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 8.60 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 9.93 \text{ MPa}$, 属中压缩性土，含云母、氧化铁和有机质等，土质不均，局部夹粉质粘土和砂质粉土薄层。

第四纪沉积层：新近沉积层以下为第四纪沉积层，主要地层情况为：

粉细砂④层，灰色，中密~中上密，饱和，含云母和氧化铁，局部夹粉土、粘性土和中粗砂薄层；

粉质粘土④₁层，灰色，可塑，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 6.37 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 7.47 \text{ MPa}$, 属中高压缩性土，含云母、氧化铁和少量有机质；

粘质粉土—砂质粉土④₂层，灰~褐黄色，中密~中上密，饱和，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 9.75 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 11.43 \text{ MPa}$, 属中压缩性土，含云母和氧化铁，局部为粉质粘土薄层。

粘质粉土—砂质粉土⑤层，灰~褐黄色，中密~中上密，压缩模量平均值 $\overline{E_s}_1 = 18.75 \text{ MPa}$, $\overline{E_s}_2 = 22.90 \text{ MPa}$, 属低压缩性土，含云母和氧化铁，偶含姜石，局部夹粉质粘土薄层；

粉质粘土⑤₁层，灰~褐黄色，可塑，含云母和氧化铁，偶含姜石，局部夹粉土薄层。具体地层分布情况详见工程地质剖面图（图 2-8~2-9）。

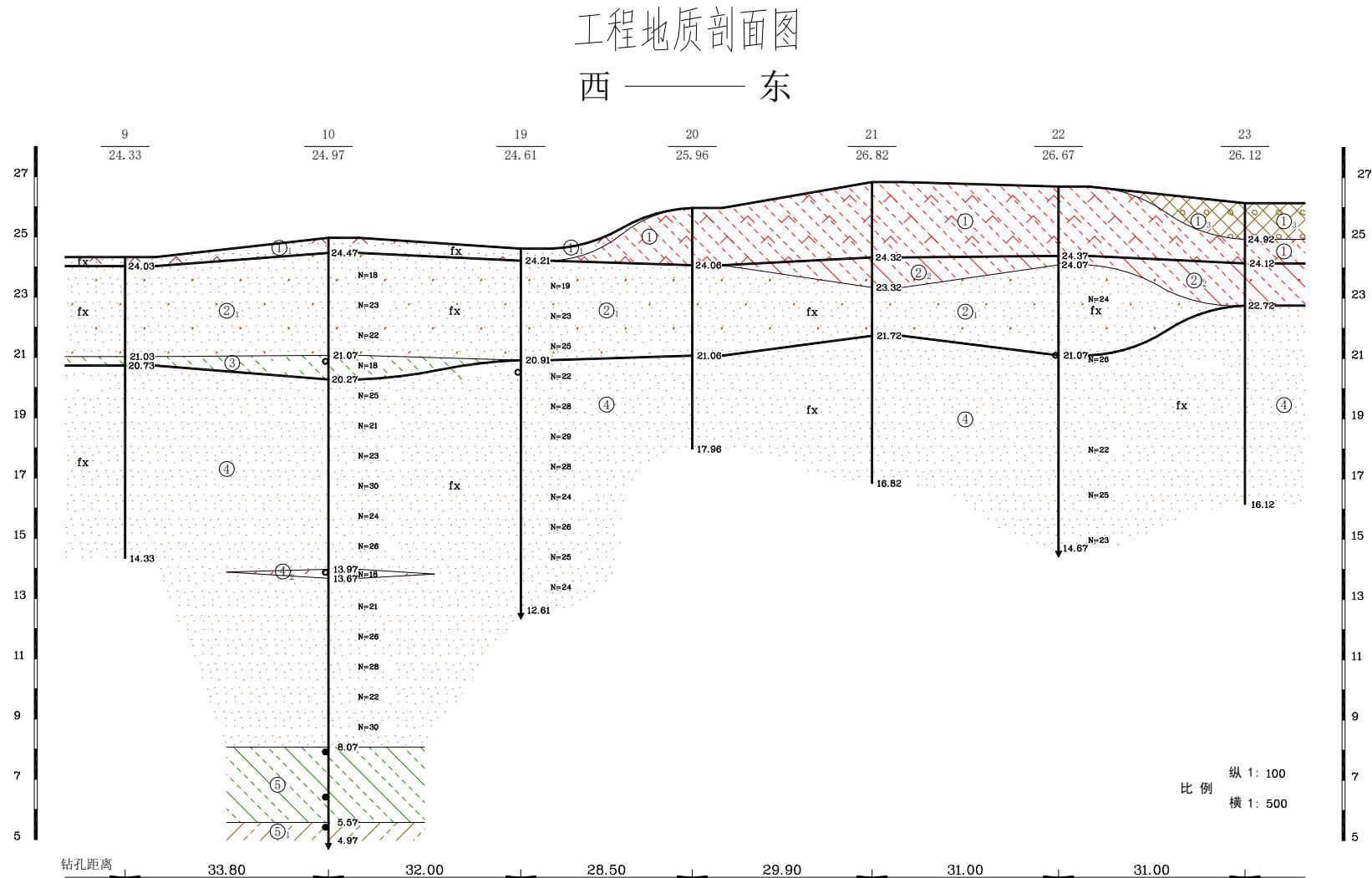


图 2-8 建设用地周边经典地质剖面图（西-东）

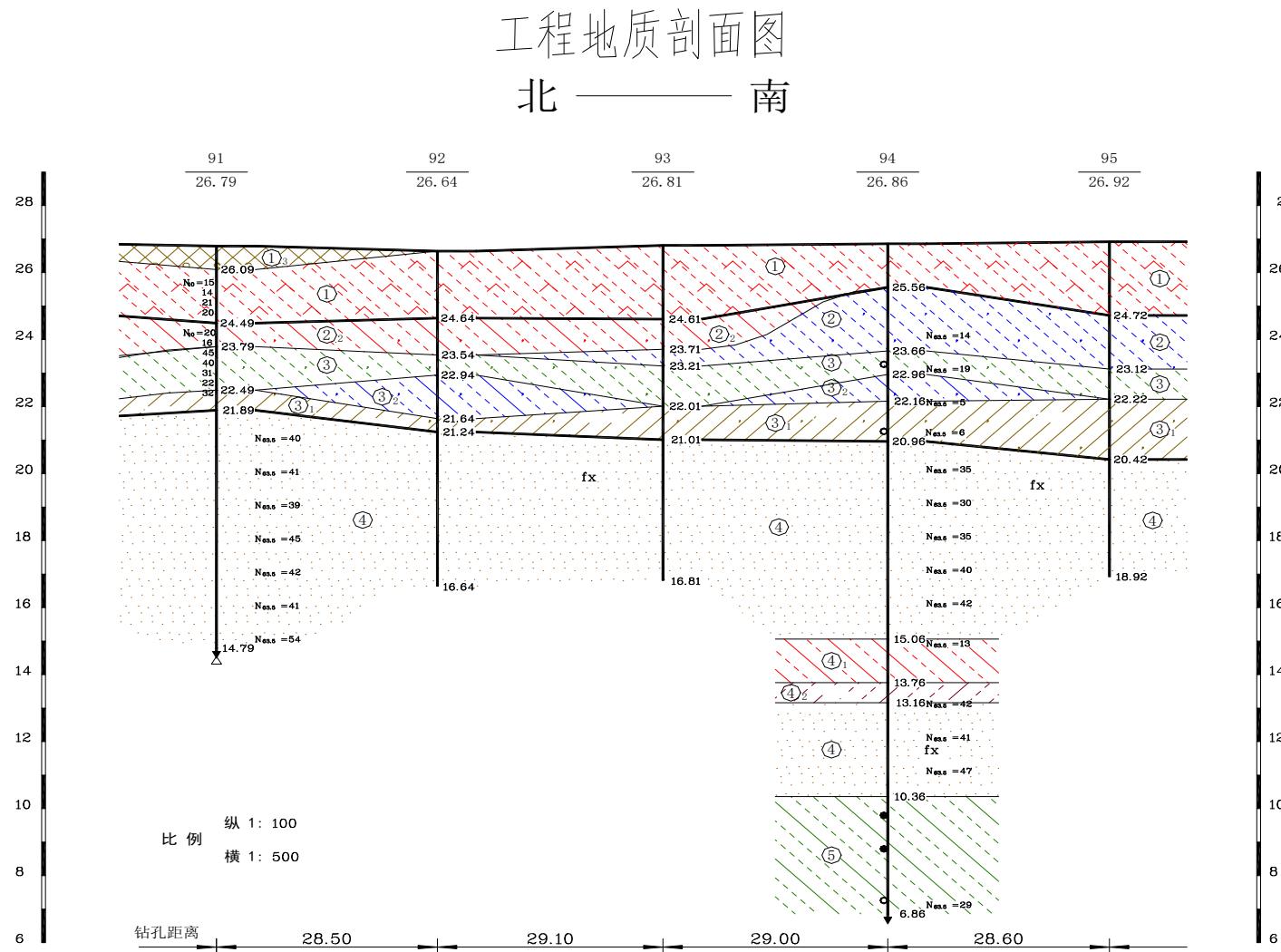


图 2-9 建设用地周边经典地质剖面图（北-南）

(二) 土体工程地质条件评价

评估区地表下 20 m 范围内为第四纪洪冲积形成的粘土、粉土、粉细砂层，土质较软，工程地质条件差；下部第四系粘性土、粉土层，主要为河流相冲洪积沉积层。一般呈可塑状态，属于中高一中低压缩性土。根据土样前期固结试验资料，一般为正常固结土。粉细砂层一般为中密—密实状态。用地下部地层较上部地层密实度好，固结程度高。工程地质性质良好。

六、水文地质条件

(一) 第四系含水层组的分布规律及富水性

评估区地处小中河冲洪积扇的中部地带。第四系堆积物质厚度达 400-500 米左右，多为冲积和洪积相沉积物，颗粒较细，岩性以粘性土、粉土、粉砂及中细砂为主。含水层主要岩性为含砾中细砂，个别地区尚有砾石层。一般单层厚度 5~20m。

本区第四系含水层由潜水层、承压水及深部多层承压水层组成，层次多、颗粒细，厚度比较稳定。当地农灌井井深为 70~120m，农村生活用水及首都机场用水井开采层位多在 100m 以下。深度在 120m 以上含水层累计厚度为 30~50m，当降深 5m 时，单井出水量为 1500~3000m³/d；120m~300m 内含水层累计厚度 80m 左右，当降深 5m 时，单井出水量为 1000~1500m³/d

(二) 地下水位动态特征

根据评估区北侧顺义区南法信潜水监测孔（S1122-1A）取得的地下水动态监测数据和降雨量数据绘制动态曲线图（见图 2-10），经过多年变化对比发现，该区潜水水位年际变化较大。2021 年潜水水位最高，水位标高为 25.32m，埋深约 1.5m 左右；2017 年潜水水位最低，标高为 22.57m。地下水位年内动态变化也受自然和人为因素影响，其中自然因素主要为大气降水、蒸腾蒸发等，人为因素多为地下水开采引起的水位变化。由于 2021 年月均数据有缺失，因此选用 2020 年

月均数据进行分析。图 2-11 中显示，2020 年潜水水位年内动态变化基本平稳，于 7-8 月的集中降水后存在较为明显的提升，可见降雨能在一定程度上调节潜水水位。



图 2-10 顺义区年降水量与南法信监测孔潜水水位动态对比图

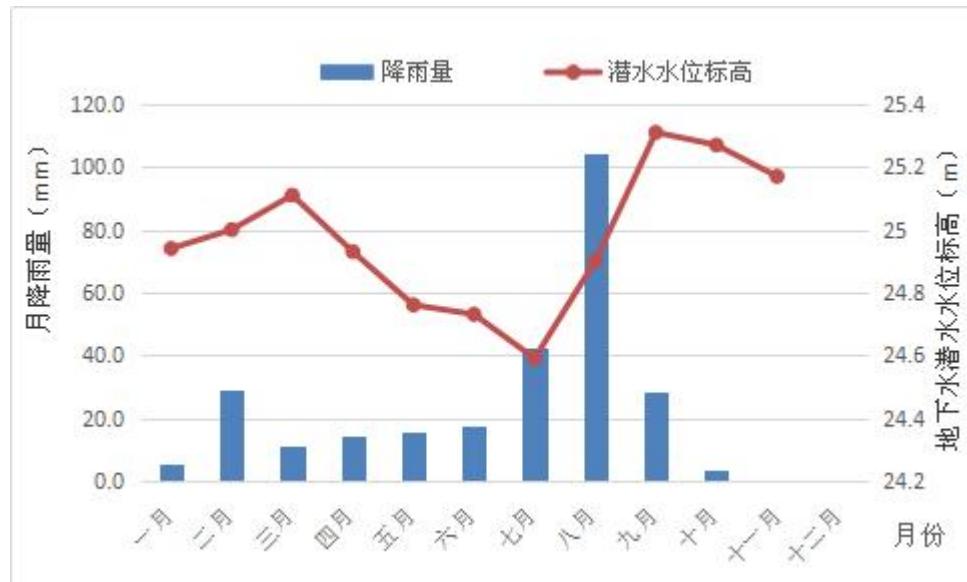


图 2-11 顺义区 2020 年月降水量与南法信监测孔潜水水位动态对比图

2. 承压水水头动态特征

由潜水监测孔同一位置建立的承压水监测孔（S1122-2A）知（见图 2-12），该孔显示 2012-2021 年期间，承压水水头基本呈现下降趋势。第四系承压水水头年际变化较大，2019 年承压水水头标高基本呈现逐年下降趋势，于 2019 年达到最低，水头标高仅为 -13.34m，随后开始回弹，2021 年承压水水头标高已达到近十年最高水平。此外，图 2-13 中显示，2020 年年内承压水水头具有一定程度的

动态变化，上下浮动的最低值出现在九月份为-9.59m，最高值出现在在三月份为-1.66m。



图 2-12 顺义区年降水量与南法信监测孔承压水水头动态对比图

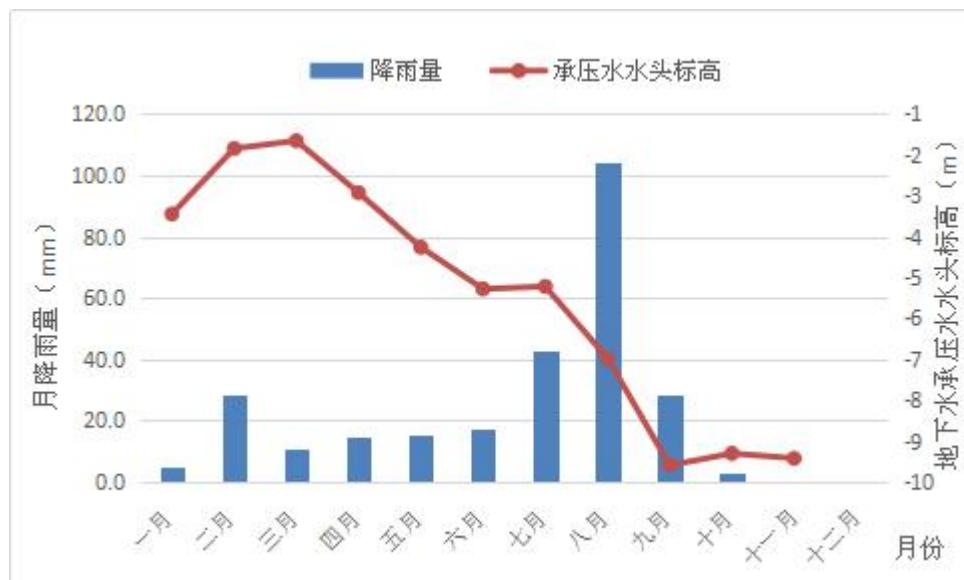


图 2-13 顺义区 2020 年月降水量与南法信监测孔承压水水头动态对比图

(三) 第四系地下水补给、迳流与排泄条件

评价区内地下水的补给来源有：大气降水补给、地表水的入渗补给和灌溉回归水的渗入补给。地下水迳流方向大致由北东流向南西，迳流条件比较好，水力坡度为 1.0~1.6‰。区内地下水的排泄主要为地下侧向迳流的流出和人工开采。本区开采以农业开采为主。

七、人类工程活动对地质环境的影响

建设用地位于北京顺义区县城西南侧，用地现状大部分为居住小区和公园，人类工程活动仅限于对浅部地层土体和开采地下水的影响，主要表现在建设用地由于工业自备井开采地下水引起地下水位下降。人类工程活动对地质环境影响较小。



第三章 地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型的确定

针对本次评估工作，我们收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质和水准点测量资料，对建设用地的区域地质、水文地质、工程地质条件进行全面细致调查，通过对调查结果的综合分析认为：

1. 顺义断裂从建设用地西北通过，距场区距离将近 1.7km。因此对该断裂评估是本次地质灾害危险性评估工作的内容之一。
- 2、北京平原地区 30 年代就开始出现地面沉降，目前已经多个地面沉降中心，离建设用地最近的是西马各庄地面沉降中心，本项目用地受其影响较大，因此地面沉降灾害也是本次地质灾害危险性评估的内容之一。
- 3、建设用地潜水水位较浅，建设用地是否存在地震液化问题，本次地质灾害危险性评估也将予以确定。

综上所述，本次评估将对建设用地的活动断裂、地面沉降、砂土液化灾害进行现状评估，预测工程在建设中和建设后，对地质环境的改变和影响，是否会诱发加剧地质灾害的危险性。

二、活动断裂

（一）活动断裂的分布及特征

1、顺义断裂

顺义断裂走向 $NE20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，倾向 NW，倾角 $55^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，为一高角度的正断层。根据出露情况、走向变化、第四纪活动性等方面差异，结合北京市地震局工程地震研究所的研究成果，评估区主要涉及顺义断裂孙河以北段：

孙河以北段南起南口～孙河断裂，向北经杨家营、顺义区、木林镇、唐指山等地，向北进入密云县。

为了进一步确定顺义断裂在该段活动性，北京市地震局对该断裂沿线进行了一系列野外调查和研究工作。在顺义区南布设了两条垂直于该断裂走向的化探测

线, 如图 3-1, 化探剖面清楚地显示出该断裂的存在, 并且其位置与“北京地区构造体系图”(北京市地震地质会战第二专题、国家地震局地震大队, 1979) 中的断裂位置基本吻合。综上所述, 顺义断裂北段为全新活动断裂, 主要活动时期为全新世之前, 全新世以来活动弱。

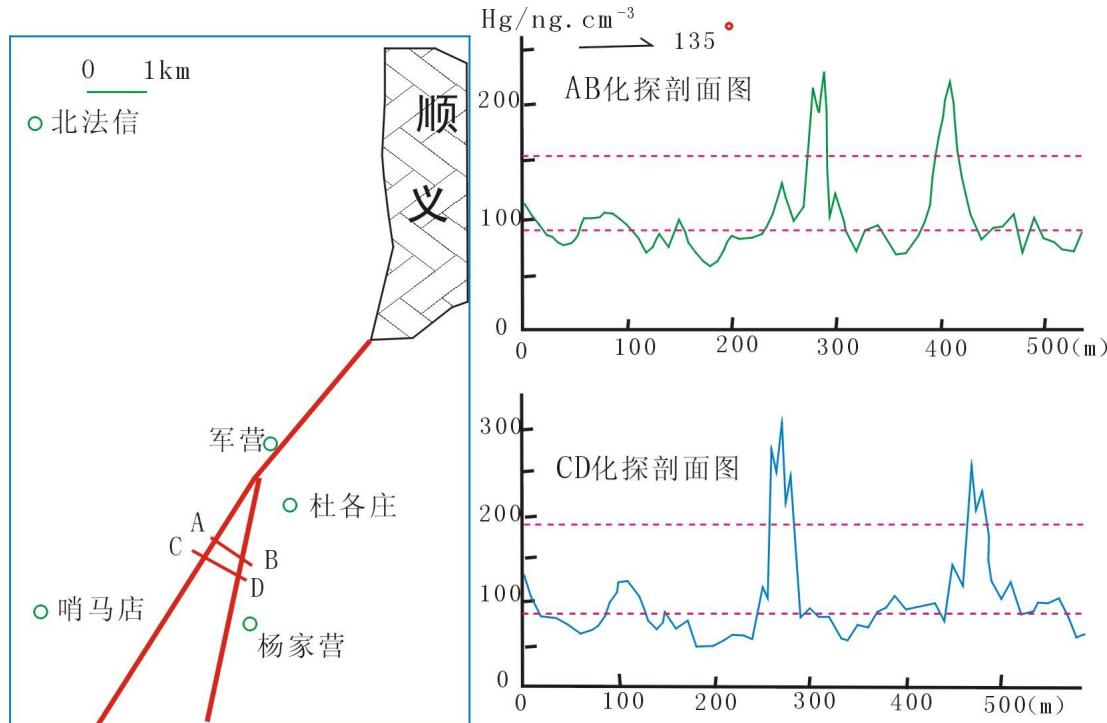


图 3-1 顺义断裂顺义区西南化探剖面图

通过上述分析, 可以看出, 近用地的顺义断裂北段, 活动性明显强烈于南段, 它的活动性一直持续到现在, 顺义断裂不通过建设用地, 对建设用地的稳定性的危险性较小。在未来地震发生时, 用地烈度会有所增加, 应予以注意。

(二) 活动断裂对建设用地安全性评价

1、工程活动断裂

断裂按其活动性一般分为活动断裂、非活动断裂。活动断裂又可分为发震断裂、非发震断裂、能动断裂。

活动断裂迄今无统一定义, 当前比较倾向的看法为: “从现有法规、规范所规定的时间内曾经活动过, 未来有可能再活动和对工程产生影响的断裂称为工程活动断裂”。基于上述认识, 结合规范要求将断裂活动性可进行如下分类(见表 3-1)。

2、活动断裂的工程评价

活动断裂对建设区的影响主要是地震发生时断裂对震害的影响。针对断裂对震害的影响这个问题现仍存在不同看法，普遍的震害调查结果表明，并不是所有断裂都产生加重震害的效应，只有发震断裂（指沿一些老断裂又重新产生地震的断裂）带才是工程建设应避开的危险地带。其危险性主要表现在发震断裂地带往往容易在地震时地表又重新破裂，产生错动而使建筑物错断倒塌。

经过对国外近 90 个地震的统计结果表明： $M \leq 6.2$ 级的地震不足以产生地表断裂。在覆盖层很厚的地区，下伏断裂重新活动时地表是否会产生错动，应根据土层中的应力分布来进行推测。国内有关规范（工业与民用建筑工程地质勘察规范）通过对云南通海地震的考察，提出第四系厚度超过 30~50m 时就很难产生沿下部断裂产状的土层重新错断。这是因为第四系土层是塑性材料，具可塑性，能吸收一部分地震能量。

顺义断裂距离建设用地约 1.7km，为全新活动断裂，主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动弱。评估区第四系厚度约 400-500m 左右，且建设用地范围内第四系厚度变化不大。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中表 6 (见表 3-1)、表 7 (见表 3-2) 关于活动断裂的地质灾害危险性判定相关规定可知，建设项目所处位置活动断裂发育程度为“中”，现状条件下灾情为“轻”，所以活动断裂现状危险性“小”。

表 3-1 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 3-2 活动断裂地质灾害危险性现状评估表

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



三、地面沉降

1. 地面沉降历史情况

根据历史测量资料，北京市早在 1935 年就已经发生了地面沉降。北京平原区地面沉降按其发展过程分为 4 个阶段，即形成阶段、发展阶段、扩展阶段和快速发展阶段（现阶段）。

1955~1973 年为地面沉降形成阶段。本阶段由于在北京东郊八里庄及酒仙桥一带分别建立了纺织工业区和电子工业区，并大量开采地下水，地下水位逐年下降，逐渐在东郊的东八里庄—大郊亭一带和东北郊的来广营—酒仙桥一带形成了区域性的降落漏斗，导致局部地区开始出现地面沉降，逐渐形成了东郊、东北郊沉降区，并逐渐扩大。

1973 年~1983 年为地面沉降发展阶段。本阶段由于地下水长期处于大量超采状态，水位急速大幅度下降，东郊地面沉降也随之加快发展扩大。该时期东郊和东北郊地面沉降区面积迅速扩大，累计沉降量快速增加。据 1983 年北京市地面沉降水准测量资料，北京东郊地面沉降区范围北起昌平东三旗、顺义古城，南至左安门、十八里点，西起西四、大钟寺，东到双桥一带，沉降面积达 600km^2 ，其中，地面累计沉降量大于 100mm 的面积为 190 km^2 ，累计沉降量大于 200mm 的面积为 42km^2 。

1987~1999 年为地面沉降的扩展阶段。该阶段由于第八水厂自来水引入北京市区，并采取了节约用水和加强地下水开发管理等措施，使北京东郊地区地下水开采量减少，地下水位下降速率明显减缓。但在北京城市边缘地带及远郊区地下水开采量不断增加，超采范围继续扩大，出现了许多新的地下水降落漏斗区，引发北京地区地面沉降范围的快速扩展，沉降区向郊区迁移。到 1999 年，全市累计地面沉降量大于 50mm 的地面沉降区面积达到 2815 km^2 ，分别在东郊八里庄—大郊亭、东北郊来广营、昌平沙河—八仙庄、大兴榆垡—礼贤、顺义平各庄等地形成了 5 个较大的沉降区。

1999 年~至今为地面沉降快速发展阶段。该阶段朝阳区、大兴区、通州区、顺义区的大部分区域，以及昌平的南部地面沉降迅速发展。截止到 2013 年，北京平原区区域地面沉降速率为 21.7mm/a ，沉降中心最大年沉降量为 143.3mm ，出现在通州区台湖-黑庄户地区，地面沉降较严重的地区主要出现在平原区东部，

北部次之。

2. 评估区地面沉降现状

根据北京地区地下水位长期监测资料表明，评估区地下水位自上世纪 80 年代初期开始出现明显下降，导致地下水位下降的原因是超量开采地下水。建设用地位于北京市顺义西马各庄庄沉降区东南侧，根据地面沉降监测站资料，建设用地 1955 年-2021 年累积地面沉降量为 800mm 左右（见图 3-2），近三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) 地面沉降现状发育程度表 4 (见表 3-3) 之规定，建设用地地面沉降现状发育程度为“中”。在本次调查过程中，建设用地周围未发现因地面沉降而引起建筑物破坏现象，因此规定灾情为“轻”。依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 表 5 (见表 3-4) 之规定，建设用地地面沉降现状评估危险性为“小”。

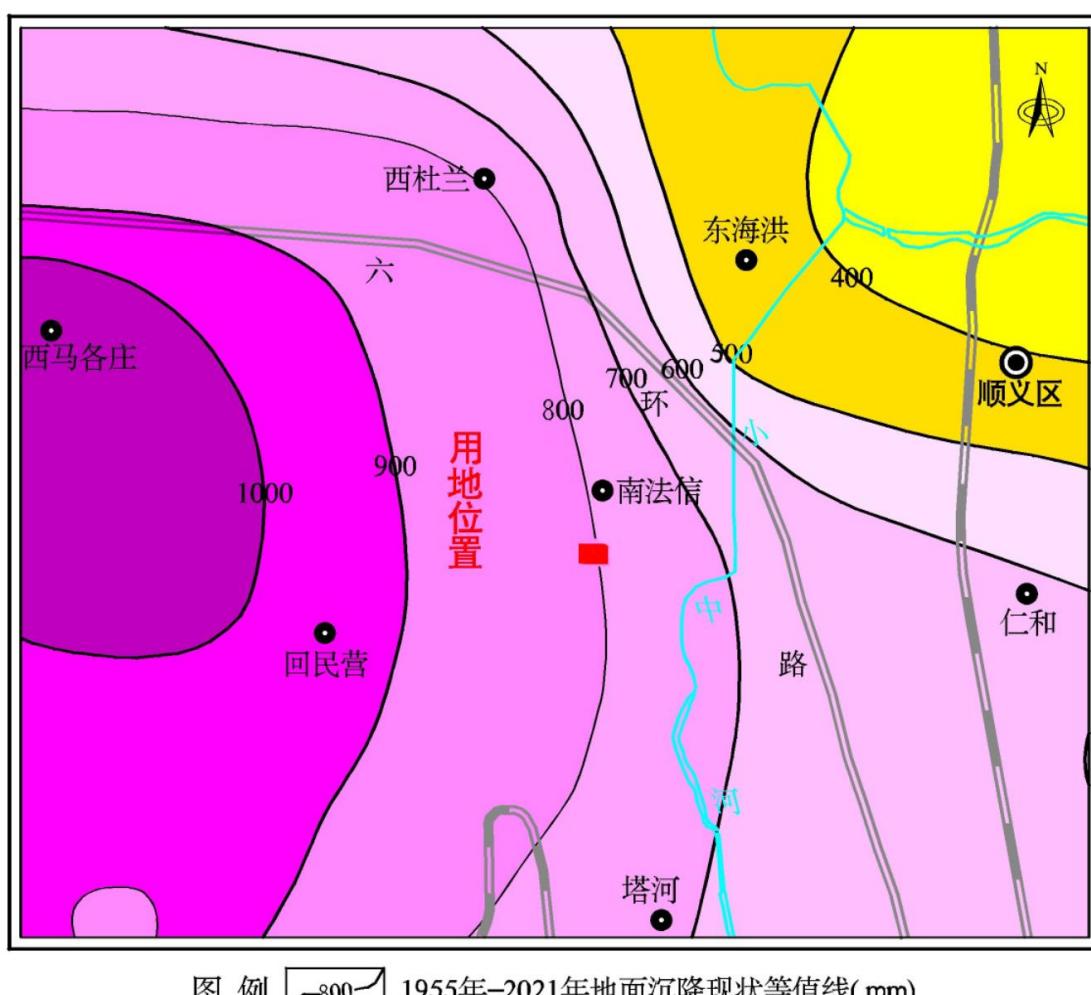


图 3-2 1955-2021 年地面沉降现状图

表 3-3 地面沉降现状发育程度

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;
 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 3-4 地面沉降现状评估、预测评估危险性确定

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、预测评估用危害程度

四、砂土液化

目前评价饱和砂土液化方法很多, 但基本为两种: 剪应力对比法和标贯法。

剪应力对比法具有较强的针对性, 但需要采取大量样品, 对区划用地或一般用地预测很不适用。标准贯入击数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。但是, 这种判别式也存在不少缺陷, 作为单独的方法来进行液化判别精度不高。

为此, 结合已有的经验在本评估区的液化预测中按二个程序进行判别, 即初判、复判:

1. 初判

参照《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010, 2016 版) 的有关规定, 结合评估区的地震烈度为 8 度, 可液化层埋深较浅, 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 P_c 判定, 该用地需要进行液化判别。

2. 复判

《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010, 2016 版) 规定, 有饱和砂、粉土

时，采用标准贯入试验判别法判别地下 20m 深度范围内的液化情况。当其实测标准贯入锤击数（未经杆长修正）N 值小于按下式算出的液化判别标准贯入锤击数临界值 N_{cr} 时，即认为可液化，否则为不液化。（见表 3-5）

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

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；

表 3-5 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

d_s ——饱和土标准贯入点深度，即土的埋深，m；

d_w ——地下水位深度，m；

ρ_c ——粉土的粘粒含量百分率，当 $p_c < 3$ 时，取 $p_c = 3$ 。

β ——调整系数，设计地震第一组取 0.8，第二组取 0.95，第三组

取 1.05。

根据上述判别程序对本项目建设用地 20m 范围内的易液化土层进行液化判别。依据现行《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ11-501-2009)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 版)、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 的规定，建设用地地震烈度 VIII 度、设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组 (β 取 0.95)，取用现状水位条件对可液化土层进行液化判别。判别依据详见表 3-6。

表 3-6 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		

本次评估选取建设用地北部 1.8km 不同位置 8 个勘察孔 (72 次标贯试验)



进行砂土液化判别，根据标准贯入试验法对评估区饱和的粉细砂、粉土进行液化评判，在地震烈度为 8 度，地下水位埋深 2021 年最高水位（埋深 1.5m）考虑，液化判别结果见表 3-7。

表 3-7 液化判别结果表（8 度，水位埋深 1.5m）

孔号	水位	标贯中点 <i>dw(m)</i>	岩 性	粘粒含量 ρ_c	标贯击数 <i>N</i>	临界值 <i>N_{cr}</i>	液化指 数 <i>I_{IEi}</i>	液化等 级
10	1.5	1.30	粉砂	3	18	7.69	0.00	轻微
		2.30	粉砂	3	23	10.35	0.00	
		3.30	粉砂	3	22	12.51	0.00	
		4.30	粉砂	3	18	14.32	0.00	
		5.30	粉砂	3	25	15.88	0.00	
		6.30	粉砂	3	21	17.26	0.00	
		7.30	粉砂	3	23	18.49	0.00	
		8.30	粉砂	3	30	19.59	0.00	
		9.30	粉砂	3	24	20.60	0.00	
		10.30	粉砂	3	26	21.53	0.00	
		11.15	粉砂	3	18	22.26	0.34	
		12.30	粉砂	3	21	23.19	0.75	
		13.30	粉砂	3	26	23.93	0.00	
		14.30	粉砂	3	28	24.63	0.00	
		15.30	粉砂	3	22	25.29	0.41	
		16.30	粉砂	3	30	25.91	0.00	
13	1.5	2.80	粉砂	3	28	11.48	0.00	不液化
		3.80	粉砂	3	35	13.45	0.00	
		4.80	粉砂	3	32	15.13	0.00	
		5.80	粉砂	3	43	16.59	0.00	
		6.80	粉砂	3	40	17.89	0.00	
		7.80	粉砂	3	42	19.05	0.00	
		8.80	粉砂	3	42	20.11	0.00	
		9.80	粉砂	3	44	21.08	0.00	
		10.80	粉砂	3	41	21.97	0.00	
		11.80	粉砂	3	47	22.79	0.00	
16	1.5	4.80	粉砂	3	29	15.13	0.00	不液化
		6.80	粉砂	3	35	17.89	0.00	
		10.80	粉砂	3	42	21.97	0.00	
		11.80	粉砂	3	47	22.79	0.00	
17	1.5	1.30	粉砂	3	19	7.69	0.00	不液化
		3.30	粉砂	3	28	12.51	0.00	
		5.30	粉砂	3	24	15.88	0.00	



孔号	水位 <i>dw(m)</i>	标贯中点 <i>ds (m)</i>	岩性	粘粒含量	标贯击数	临界值	液化指数	液化等级
				ρ_c	<i>N</i>	N_{cr}	I_{IEi}	
19	1.5	7.30	粉砂	3	31	18.49	0.00	不液化
		9.30	粉砂	3	43	20.60	0.00	
		11.30	粉质粘土	3	29	22.39	0.00	
		12.80	粉砂	3	43	23.56	0.00	
		14.80	粉砂	3	52	24.96	0.00	
22	1.5	1.30	粉砂	3	19	7.69	0.00	不液化
		2.30	粉砂	3	23	10.35	0.00	
		3.30	粉砂	3	25	12.51	0.00	
		4.30	粉砂	3	22	14.32	0.00	
		5.30	粉砂	3	28	15.88	0.00	
		6.30	粉砂	3	29	17.26	0.00	
		7.30	粉砂	3	28	18.49	0.00	
		8.30	粉砂	3	24	19.59	0.00	
		9.30	粉砂	3	26	20.60	0.00	
		10.30	粉砂	3	25	21.53	0.00	
91	1.5	11.30	粉砂	3	24	22.39	0.00	不液化
		3.80	粉砂	3	24	13.45	0.00	
		5.80	粉砂	3	26	16.59	0.00	
		8.80	粉砂	3	22	20.11	0.00	
		10.30	粉砂	3	25	21.53	0.00	
		11.80	粉砂	3	23	22.79	0.00	
		5.80	粉砂	3	40	16.59	0.00	
		6.80	粉砂	3	41	17.89	0.00	
		7.80	粉砂	3	39	19.05	0.00	
		8.80	粉砂	3	45	20.11	0.00	
		9.80	粉砂	3	42	21.08	0.00	
		10.80	粉砂	3	41	21.97	0.00	
		11.80	粉砂	3	54	22.79	0.00	
		3.80	砂质粉土	6	19	9.51	0.00	
		5.80	砂质粉土	10	8	9.09	0.69	
		6.80	粉砂	3	35	17.89	0.00	
		7.80	粉砂	3	30	19.05	0.00	
		8.80	粉砂	3	35	20.11	0.00	
		9.80	粉砂	3	40	21.08	0.00	
		10.80	粉砂	3	42	21.97	0.00	
		13.80	粉砂	3	42	24.29	0.00	
		14.80	粉砂	3	41	24.96	0.00	
		15.80	粉砂	3	47	25.61	0.00	
		19.80	砂质粉土	4	29	24.13	0.00	



综上所述，在地震裂度为 8 度、地下水位按 2021 年以来最高水位（即水位埋深 1.5m）条件下判别，建设用地 20m 深度范围内饱和的粉、砂土局部会产生轻微液化。本次调查中，建设用地周围未发现因砂土液化而引起建筑物破坏现象，因此灾情为“轻”。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 14（见表 3-6）之规定，砂土液化现状评估危险性为“小”。

五、地质灾害危害现状调查

经过对建设用地周围 4km² 评估区内的村镇、小区、道路等进行了地质灾害及其危害现象的综合调查，具体调查情况见表 3-8。

调查结果显示，评估区内无明显因地质灾害引起的建筑物破坏现象。

表 3-8 评估区地质灾害调查情况表

调查对象	调查数量	调查结果	备注
村镇	1 个	无因地质灾害引起的明显差异变形和开裂破坏现象	天竺镇
公路	2 条	无因地质灾害引起的明显差异变形和开裂破坏现象	天北路、机场高速等
企、事业单位、小区	8 个	无因地质灾害引起的明显差异变形和开裂破坏现象	丽嘉花园别墅、万通天竺新新家园、天竺家园、天竺镇人民政府等

六、地质灾害危险性现状评估小结

评估区内主要地质灾害类型为活动断裂、地面沉降、砂土液化。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：

1. 顺义断裂距离建设用地约 1.7km，为全新活动断裂，主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动弱。评估区第四系厚度约 400-500m 左右，且建设用地范围内第四系厚度变化不大。建设项目所处位置活动断裂发育程度为“中”，现状条件下灾情为“轻”，活动断裂现状危险性“小”。

2. 建设用地位于西马各庄地面沉降中心的东南部，从 1955 年到 2021 年累积沉降量为 800mm 左右，近三年平均年沉降速率约为 10mm/a。由于地面沉降尚未对评估区内建(构)筑物造成明显危害。建设用地地面沉降发育程度属于“中”，

灾情为“轻”，建设用地由于地面沉降引发的地质灾害危险性为“小”。

3. 经用标准贯入法对钻孔用地的砂层进行液化判别，在地震设防烈度为Ⅷ度时，现状地下水位条件下（埋深 1.5m），液化等级为“轻微”，建设用地周围未发现因砂土液化而引起建筑物破坏现象，因此灾情为“轻”，砂土液化现状评估危险性为“小”。



第四章 地质灾害危险性预测评估

一、工程建设诱发、加剧地质灾害危险性预测

(一) 活动断裂

建设用地距离顺义断裂北段约 1.7km，建设用地第四系厚度 400-500m 左右，相对于使断层活动的地壳应力来说，拟建工程的荷载可以忽略不计，因此工程建设本身不会引发和加剧断裂的活动性。

(二) 地面沉降

拟建工程为综合性商业金融服务业用地项目，该项目总用地面积约 21200m²，不存在超高层建筑建设。此外，北京市质量管理工作的加强，严格了工程降水和深基坑开挖手续，不会改变地下水开采现状，更不致大幅度增加地面沉降量。因此，工程建设本身不会进一步加剧地面沉降危害。

(三) 砂土液化

拟建工程建设中可能需适量的抽、排取部份地下水，会短时造成用地及周边一定范围内水位相应下降，但下降幅度较小，从液化判别角度讲，在其它条件不变情况下，水位降低幅度越大，液化判别标准贯入临界值 Ncr 越小，地基土液化的可能性愈小，越有利于安全。因此，拟建工程建设本身不会引发或加剧砂土液化灾害。

二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

(一) 活动断裂

建设用地距离其西北方向的顺义断裂距离将近 1.7km，顺义断裂为全新世活动断裂，至今仍存在缓慢的蠕动变形，存在未来对地表建筑物产生不利影响的可能性，但建设用地第四系覆盖层厚度 400-500m 左右，所以工程建设可能遭受活动断裂危害的危险性较小。因此，根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中表 8 (见表 4-1)、表 9 (见表 4-2)，综合判定建设项目遭受活动断裂地质灾害的可能性为“小”，活动断裂预测危险性属于“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 1 : 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 2 : 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
发生可能性	大	大	大	中
	中	大	中	小
	小	小		

(二) 地面沉降

北京市的地面沉降现象已经引起了有关方面的高度重视，北京市地面沉降监测系统已初具规模，有关部门在地面沉降灾害的控制上也已经采取了如控制开采城区地下水等措施，在地面沉降灾害防治方面进行了一系列的研究。目前，虽然北京平原区地面沉降仍呈快速发展的趋势，但随着《全国地面沉降防治规划（2011-2020 年）》、《北京地面沉降防治规划（2012-2020 年）》相继出台，以及南水北调客水进京工程正式进京后，北京地下水严重超采的现状将会得到改善，由地下水引起的地面沉降将在一定程度上得到有效控制。

评估中选用工程地质手册中经验公式对本工程开采地下水引起的建设用地地面沉降量进行计算，计算公式：

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

$$S_{\infty} = \frac{a}{1 + e_0} \cdot \Delta P \cdot H \quad (\text{粘性土沉降量计算式})$$



式中： S_∞ ---计算层最终沉降量（cm）

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

a---粘性土或粉土压缩系数

e_0 ---粘性土或粉土原始孔隙比

H---计算土层厚度

E---砂土弹性模量

经对本区地质环境条件和目前地面沉降现状综合分析研究，本建设用地区域在现有地质环境条件无较大变化的情况下，地面沉降在未来一定时期内还将继续发展。由于地质条件是在不断变化的，沉降量每年亦有所变化，因此对地面沉降的预测年限不宜过长，一般以 5 年为限较为合理。

根据北京市地质环境监测所资料评估区 1955-2021 年累计沉降量约为 800mm，近三年平均年沉降速率约为 10mm/a；预计未来五年场区附近地下水位保持近三年升降趋势，场区附近年平均沉降速率仍维持在 10mm/a 左右，以此推算未来五年至 2029 年，新增沉降量为 50mm，故到 2029 年累计沉降量为 880mm 左右。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 4 和表 5，地面沉降预测评估发育程度为“中”，险情为“中”，地面沉降预测评估危险性为“中”。

（三）砂土液化

根据现有的地下水条件进行预测。考虑本场地未来地下水位随着北京水资源环境条件的改变有可能出现较大幅度的回升，地下水位按历史最高水位自然地表考虑，经判别在抗震设防烈度为 8 度时，本建设用地 20m 深度内饱和的粉细砂、砂质粉土层局部发生轻微液化，具体判别结果详见表 4-3。

表 4-3 液化判别结果表（8 度，水位埋深 0m）

孔号	水位	标贯中点 $dw(m)$	岩 性 $ds(m)$	粘粒含量	标贯击数 N	临界值 N_{cr}	液化指 数 I_{IEi}	液化等 级
				ρ_c				
10	0	1.30	粉砂	3	18	9.40	0.00	轻微
		2.30	粉砂	3	23	12.06	0.00	
		3.30	粉砂	3	22	14.22	0.00	



孔号	水位 <i>dw(m)</i>	标贯中点 <i>ds (m)</i>	岩性	粘粒含量	标贯击数	临界值	液化指 数	液化等 级
				ρ_c	<i>N</i>	N_{cr}	I_{IEi}	
13	0	4.30	粉砂	3	18	16.03	0.00	不液化
		5.30	粉砂	3	25	17.59	0.00	
		6.30	粉砂	3	21	18.97	0.00	
		7.30	粉砂	3	23	20.20	0.00	
		8.30	粉砂	3	30	21.30	0.00	
		9.30	粉砂	3	24	22.31	0.00	
		10.30	粉砂	3	26	23.24	0.00	
		11.15	粉砂	3	18	23.97	0.44	
		12.30	粉砂	3	21	24.90	1.24	
		13.30	粉砂	3	26	25.64	0.00	
		14.30	粉砂	3	28	26.34	0.00	
		15.30	粉砂	3	22	27.00	0.58	
		16.30	粉砂	3	30	27.62	0.00	
16	0	2.80	粉砂	3	28	13.19	0.00	不液化
		3.80	粉砂	3	35	15.16	0.00	
		4.80	粉砂	3	32	16.84	0.00	
		5.80	粉砂	3	43	18.30	0.00	
17	0	6.80	粉砂	3	40	19.60	0.00	不液化
		7.80	粉砂	3	42	20.76	0.00	
		8.80	粉砂	3	42	21.82	0.00	
		9.80	粉砂	3	44	22.79	0.00	
		10.80	粉砂	3	41	23.68	0.00	
		11.80	粉砂	3	47	24.50	0.00	
		4.80	粉砂	3	29	16.84	0.00	
		6.80	粉砂	3	35	19.60	0.00	
19	0	10.80	粉砂	3	42	23.68	0.00	轻微
		11.80	粉砂	3	47	24.50	0.00	
		1.30	粉砂	3	19	9.40	0.00	
		3.30	粉砂	3	28	14.22	0.00	
		5.30	粉砂	3	24	17.59	0.00	
		7.30	粉砂	3	31	20.20	0.00	
		9.30	粉砂	3	43	22.31	0.00	
		11.30	粉质粘土	3	29	24.10	0.00	
		12.80	粉砂	3	43	25.27	0.00	
		14.80	粉砂	3	52	26.67	0.00	
		1.30	粉砂	3	19	9.40	0.00	
		2.30	粉砂	3	23	12.06	0.00	



孔号	水位 <i>dw(m)</i>	标贯中点 <i>ds (m)</i>	岩 性	粘粒含量	标贯击数	临界值	液化指 数	液化等 级
				ρ_c	<i>N</i>	N_{cr}	I_{IEi}	
		5.30	粉砂	3	28	17.59	0.00	
		6.30	粉砂	3	29	18.97	0.00	
		7.30	粉砂	3	28	20.20	0.00	
		8.30	粉砂	3	24	21.30	0.00	
		9.30	粉砂	3	26	22.31	0.00	
		10.30	粉砂	3	25	23.24	0.00	
		11.30	粉砂	3	24	24.10	0.03	
22	0	3.80	粉砂	3	24	15.16	0.00	轻微
		5.80	粉砂	3	26	18.30	0.00	
		8.80	粉砂	3	22	21.82	0.00	
		10.30	粉砂	3	25	23.24	0.00	
		11.80	粉砂	3	23	24.50	0.33	
91	0	5.80	粉砂	3	40	18.30	0.00	不液化
		6.80	粉砂	3	41	19.60	0.00	
		7.80	粉砂	3	39	20.76	0.00	
		8.80	粉砂	3	45	21.82	0.00	
		9.80	粉砂	3	42	22.79	0.00	
		10.80	粉砂	3	41	23.68	0.00	
		11.80	粉砂	3	54	24.50	0.00	
		3.80	砂质粉土	6	19	10.72	0.00	
		5.80	砂质粉土	10	8	10.02	1.16	
		6.80	粉砂	3	35	19.60	0.00	
		7.80	粉砂	3	30	20.76	0.00	
		8.80	粉砂	3	35	21.82	0.00	
		9.80	粉砂	3	40	22.79	0.00	
		10.80	粉砂	3	42	23.68	0.00	
		13.80	粉砂	3	42	26.00	0.00	
		14.80	粉砂	3	41	26.67	0.00	
		15.80	粉砂	3	47	27.32	0.00	
		19.80	砂质粉土	4	29	25.61	0.00	

根据现行国家抗震规范的有关规定, 地震液化判别应以标准贯入判别法的判定结果为主要依据, 验判结果作为参考, 综合判定钻孔位置在地震设防烈度为Ⅷ时, 饱和的粉细砂、砂质粉土层会发生液化, 液化等级为“轻微”, 险情为“轻”, 依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 中表 14 (见表 4-4) 之规定, 砂土液化现状评估危险性为“小”。

三、地质灾害危险性预测评估小结

通过预测评估，本工程建设可能诱发、加剧活动断裂、地面沉降、砂土液化危害的危险性小；建设用地可能遭受活动断裂、砂土液化的危险性为“小”，遭受地面沉降的危险性为“中”。

第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施

一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定

（一）地质灾害危险性综合评估原则

地质灾害的形成条件异常复杂，因而，在分析地质灾害危险性时，所涉及的内容非常广泛。在这种情况下，如果将所有标示地质灾害形成条件的要素都纳入潜在危险性分析之中，不但不可能，而且也不必要。为了适应分析需要，应按下列原则确定分析指标。

分主次原则

将那些对地质灾害危险性具有重要作用和直接关系的要素指标纳入危险性分析，舍去其他次要的，间接性要素指标。

分层次原则

危险性分析的目的是评价地质灾害的发生概率、可能形成的规模和破坏范围，为破坏损失评价或风险评价提供基础。因此，灾害活动概率、规模、破坏范围是危险性分析的目标指标。但这些指标是在分析地质灾害活动条件充分程度的基础上才能获得，因而称这些对地质灾害活动具有影响的要素指标为分析指标。地质灾害活动条件是在一定的自然和社会经济条件下出现的，所以将反映区域自然环境社会经济条件的指标称为背景指标，它对于地质灾害活动具有区域性控制作用。于是，地质灾害危险性指标的层次系统为背景指标-分析指标-目标指标。

共性与个性兼顾原则

地质灾害灾情评估涉及不同的灾种，它们既具有许多共同特点，又具有许多方面差异。因此，在地质灾害危险性评估时，既要充分反映它们的共同特性，又要表现出它们的个性差异。

（二）地质灾害量化指标的确定

1. 活动断裂对用地危险性的量化指标

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 版) 第 4.1.7 规定，存在

如下条件之一时，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响：(1)抗震设防烈度小于 8 度；(2)非全新世活动断裂；(3)抗震设防烈度为 8、9 度时，前第四纪基岩隐伏断裂的土层覆盖层厚度分别大于 60m 和 90m。对抗震设防烈度为 8、9 度时，应避开主断裂带。其避让的最小距离见表 5-1。

表 5-1 发震断裂的最小避让距离(m)

烈度	建筑抗震设防类别			
	甲	乙	丙	丁
8	专门研究	200m	100m	—
9	专门研究	400m	200m	—

2. 地面沉降对用地危险性的量化指标

根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 规定进行量化评价。

地面沉降危险性评价的主要内容是评价地面沉降的活动程度，反映地面沉降灾害的破坏能力。就北京地区地面沉降发展现状而言，地面沉降灾害主要表现在其对环境质量的影响和在地质环境相对脆弱的地区引发地裂缝导致建筑物的破坏。地面沉降的活动程度主要取决于沉降幅度。在通常情况下，自沉降中心向沉降边缘，累计沉降量逐渐减小，危害程度随之降低。分区标准见表 5-2。

表 5-2 地面沉降危害强度分区标准表

灾害类型	主要分区标志	灾害强度分区及标志			
		危害较大区	危害中等区	危害轻微区	无危害区
地面沉降	相对位置、累计沉降量及沉降发展趋势	沉降中心地带；累计沉降量>1000mm；快速发展区；	累计沉降量300~1000mm；较快发展区；	累计沉降量50~300mm；缓慢发展区	累计沉降量<50mm

3. 砂土液化对用地危险性的量化指标

根据液化等级和灾情按表 5-3 确定砂土液化现状危险性及预测评估危险性。

表 5-3 砂土液化灾害危险性预测评估分级

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		

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010, 2016 版)第 4.3.5 条, 对存在液化土层的地基, 应根据液化土层的深度和厚度, 按下式计算钻孔的液化指数, 并按表 5-4 划分砂土液化等级。

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

式中: I_{IE} — 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_{cri} — 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; 当只需要判别 15m 范围以内的液化时, 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 时应采用零值, 5~20m 时应按线性内插法取值。

表 5-4 砂土液化等级表

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

二、地质灾害危险性综合评估

通过对评估区三种地质灾害的分析得知：

1. 建设用地西北方向的顺义断裂距离约 1.7km，为全新活动断裂，主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动弱。评估区第四系厚度 400-500m 左右，建设用地范围内第四系厚度变化不大。现状评估危险性为“小”。通过预测，建设项目荷载不大，工程建设本身不会引发和加剧断裂的活动性，顺义断裂对工程建设的影响也较小，预测评估危险性为“小”。所以，根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 判定活动断裂引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

2. 建设用地位于西马各庄地面沉降中心的东南部，从 1955 年到 2021 年累积沉降量为 800mm 左右，近三年平均年沉降速率约为 10mm/a。目前未发现对评估区建(构)筑物造成明显危害。建设用地地面沉降发育程度属于“中”，灾情为“轻”，建设用地由于地面沉降引发的地质灾害危险性为“小”。预测未来五年年沉降速率为 10mm/a，建设用地到 2029 年累计地面沉降量约为 880mm 左右。地面沉降预测评估发育程度为“中”，险情为“中”，地面沉降预测评估危险性为“中”。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 判定由于地面沉降引发的地质灾害危险性综合评估分级为“中级”。

3. 经用标准贯入法对钻孔用地的砂层进行液化判别，在地震设防烈度为Ⅷ度时，现状地下水位埋深 1.5m 条件下，液化等级为“轻微”，建设用地周围未发现因砂土液化而引起建筑物破坏现象，灾情为“轻”，砂土液化现状评估危险性为“小”。在地震设防烈度为Ⅷ度，地下水埋深按自然地表条件下，对用地的液化可能性进行预测评估时，液化等级为“轻微”，险情为“轻”，砂土液化预测评估危险性为“小”。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 判定由于砂土液化引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

综上所述，综合评估中：活动断裂地质灾害及砂土液化等级为“小级”，地面沉降等级为“中级”，故可以认为：建设用地地质灾害危险性等级属于“中级”（区）（表 5-5）。

表 5-5 建设用地地质灾害危险性综合评估及适宜性评估一览表

建设用地地质灾害危险性等级						建设用地地质灾害危险性 综合评估 等级	
活动断裂		地面沉降		砂土液化			
现状 评估	预测 评估	现状 评估	预测 评估	现状 评估	预测 评估		
小	小	小	中	小	小		
综合 评估	小级		中级		小级		

三、建设用地适宜性评估

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估等级为“中级”，另依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 44 判定，建设用地地质灾害防治难度为“小”；因此，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2012）表 43（见表 5-6），建设用地适宜性划分为“适宜”。

表 5-6 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

一、结论

通过对评估区的调查及对收集资料的综合分析与研究，在前面章节已经对建设用地地质灾害危险性进行了现状评估、预测评估和综合评估，根据上述评估得出如下结论。

1. 顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块建设用地位于顺义区天竺镇，总用地面积共 21200 m^2 ，拟建工程属于“较重要”建设项目。评估区内潜在地质灾害有活动断裂、地面沉降和砂土液化，地质环境复杂程度为“中等”，建设项目地质灾害危险性评估级别为“二级”。

2. 顺义断裂距离建设用地约 1.7 km ，为全新活动断裂，主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动较微弱，评估区第四系厚度 $400\text{-}500\text{m}$ 左右，根据现状评估由活动断裂引发的地质灾害危险性为“小”。另外，由于拟建工程荷载不大，工程建设本身不会引发和加剧断裂的活动性，顺义断裂对工程建设的影响也较小，预测评估危险性为“小”。综上，由活动断裂引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

3. 建设用地位于平各庄地面沉降中心的东部，从 1955 年到 2021 年累积沉降量为 800mm 左右，近三年平均年沉降速率约为 10mm/a 。目前未发现对评估区建(构)筑物造成明显危害。建设用地地面沉降发育程度属于“中”，灾情为“轻”，建设用地由于地面沉降引发的地质灾害现状危险性为“小”。预测未来五年年沉降速率按 10mm/a 计算，建设用地到 2029 年累计地面沉降量约为 880mm 左右。地面沉降预测评估发育程度为“中”，险情为“中”，地面沉降预测评估危险性为“中”。综上，由地面沉降引发的地质灾害危险性综合评估分级为“中级”。

4. 经用标准贯入法对钻孔用地的砂层进行液化判别，在地震设防烈度为Ⅷ度时，现状地下水位条件下，液化等级为“轻微”，建设用地周围未发现因砂土液化而引起建筑物破坏现象，灾情为“轻”，砂土液化现状评估危险性为“小”。在地震设防烈度为Ⅷ度，地下水埋深按自然地表下考虑，对用地的液化可能性进行预测评估时，液化等级为“轻微”，险情为“小”，砂土液化预测评估危险性为“小”。综上，由砂土液化引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

5. 根据上述结论，建设用地地质灾害危险性综合评估等级属“中级”，建设用地地质灾害防治难度为“小”。从地质灾害评估角度来看，该用地作为顺义区天竺旧村改造土地一级开发项目 SY00-2801-0149 地块是适宜的。

二、建议

1、本次评估地震液化判别主要收集建设用地周边钻孔资料进行判定，建议后期对建设用地进行岩土工程详细勘察工作，进一步对地震液化进行详细判别，结果以详勘为准。在工程建设中，根据国家现行抗震设计要求，采取必要的工程措施和建筑结构措施。

2、本项目建设用地距离全新世活动断裂距离较近，建议建设项目建设和施工过程中，认真执行国家有关规范规定的抗震设防标准，及其它相关工程建设的强制性标准。在建筑物规划、设计时，应考虑地面沉降灾害，基坑开挖过程中，注意边坡的支护及位移监测，避免发生边坡滑落等事故。