

关于昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目地灾评估评审 意见和压矿审查的情况说明

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目(以下简称“**A0107 地块**”)以我中心为主体，已取得授权、规划及立项等前期手续，正在开展征地工作。现将 A0107 地块地灾评估评审意见及压矿审查有关事宜说明如下：

一、基本情况

A0107 地块位于马池口镇，北至六环路南侧规划道路红线，南至北沙河和昌平区界，西起北沙河，东至规划土城三号路。总用地面积约 15.88 公顷，全部为集体土地。

二、规划调整情况

A0107 地块原用地面积约为 48.03 公顷，均为项目本体用地。按照《昌平分区规划》(2017-2035 年)，原范围内包含非建设用地、外交通及设施用地，原则上需将该部分调出项目范围。因此，2023 年我中心重新编制了 A0107 地块土地一级开发实施方案并于同年 8 月取得《建设工程规划用地测量成果报告书》(2023 规自(昌)测字 0047 号)，调整后项目本体用地面积约 15.88 公顷，同步实施整理用地面积约 32.15 公顷，共计 48.04 公顷。

三、说明事项

A0107 地块于 2016 年 5 月 18 日取得《关于北京市土地整理储备中心昌平区分中心昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目用地范围内是否压覆重要矿产资料核查申请的批复》（京国土昌矿函[2016]8 号）。2016 年 6 月 1 日取得《昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目地质灾害危险性评估报告的评审意见书》。已取得的 A0107 地块《建设工程规划用地测量成果报告书》（2023 规自（昌）测字 0047 号）的项目范围均在上述压矿审查批复及地灾评估评审意见的用地范围内。

特此说明。

北京市昌平区规划和自然资源综合事务中心

2024 年 1 月 25 日

昌平区六环路土城出口土城新村改造
A0107 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



昌平区六环路土城出口土城新村改造A0107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

提交单位：北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司
单位负责：郑体琨

审 核：刘智勇

项目负责：贺学海

编写人员：贺学海、杜江岩

提交时间： 2024 年 4 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
工程勘查设计资质

住 所:北京市海淀区学院路29号

资质等级:甲级

证书编号: 110020231110066

有效期至: 2028 年 12 月 29 日

发证机关: 北京市规划和自然资源委员会

地质灾害防治单位资质
发证日期: 2023 年 12 月 29 日

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目 建设用地地质灾害危险性评估

评审意见书

受北京城建嘉业房地产开发有限公司委托，北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司承担了《昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估》（以下简称“评估报告”）。专家组于 2024 年 4 月 7 日对该报告进行评审，意见如下：

一、项目概况

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地位于昌平区马池口镇，东至土城三号路，西部与南部土城二号路，北部至六环路以南。根据建设工程规划用地测量成果报告，该地块占地总面积约 158803.080 m²，其中建设用地面积约 133053.948 m²，代征道路用地面积约 21649.132 m²，代征绿地面积约 4100 m²。此外，地块西南侧为同步实施整理用地，面积约 321541.826 m²。地块用地性质为 R2 二类居住用地、G1 公园绿地及 S1 城市道路用地。

二、审查意见

1、评估单位在全面搜集和综合分析区内有关资料的基础上，开展了区域水文地质、工程地质调查 25km² 和地质灾害调查 9km²，使用钻孔 11 个，总进尺 357m 及相关测试数据。上述工作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为中等，建设项目属于较重要建设项目，综合认定为二级地质灾害危险性评估是合适的。

3、“评估报告”认为建设用地存在的潜在危险性地质灾害有活动断裂、地面沉降和砂土液化。现状评估认为：

(1) 南口-孙河断裂距离建设用地中心大于 3km，虽为全新活动断裂，但主要活动时期为全新世之前，全新世以来活动弱，且评估区第四系厚度约 1000m 左右。因此建设用地活动断裂发育程度“小”，灾情“轻”，活动断裂现状危险性“小”。

(2) 建设用地 1955 年-2023 年累积地面沉降量为 200mm，近三年（2021-2023 年）平均年沉降速率约为 10mm/a，地面沉降现状发育程度为“小”。建设用地周围未发现因地面沉降而引起建筑物破坏现象，现状灾情为“轻”。因此，地面沉降现状评估危险性为“小”。

(3) 建设用地在地震设防烈度为 7 度时，现状地下水位条件下，不发生液化，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”。

现状评估依据充分，符合用地实际情况。

4、经预测评估，拟建工程建设本身及在建设过程中不会改变地质环境条件，本工程建设可能诱发、加剧活动断裂、地面沉降和砂土液化危害的危险性小；建设用地可能遭受活动断裂、地面沉降、砂土液化的危险性为“小”。

预测评估依据充分。

5、综合评估认为，该用地地质灾害危险性等级为“小级”，建设用地地质灾害防治难度为“小”，该用地作为昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地是“适宜”的。

综合评估结论可信。

审查认为，本次评估工作报告内容充实、资料齐全、阐述清楚，评估依据充分，结论可信，评审予以通过。

评审组组长：

评审组专家： 

2024 年 4 月 7 日

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估 专家名单

	姓 名	单 位	职称或职务	专家签字
组长	贾三满	北京市生态地质研究所	教授级高工	
组员	张长敏	北京市地质灾害防治研究所	教授级高工	
	王德利	北京市地质矿产勘查开发集团有限公司	教授级高工	

2024 年 4 月 7 日

目 录

前 言	1
一、评估依据	1
二、评估任务和要求	1
第一章 评估工作概述	1
一、建设项目概况	1
二、以往工作程度	2
三、工作方法及完成的工作量	2
四、评估范围	5
五、评估级别的确定	5
第二章 地质环境条件	7
一、气象	7
二、水文	7
三、地形地貌	8
四、地层岩性	8
五、地质构造与区域地壳稳定性	11
六、工程地质条件	16
七、水文地质条件	20
八、人类工程活动对地质环境的影响	21
第三章 地质灾害危险性现状评估	22
一、地质灾害类型的确定	22
二、地质灾害危险性现状评估	22
三、地质灾害现状调查	30
四、小结	30
第四章 地质灾害危险性预测评估	31
一、工程建设诱发、加剧地质灾害危险性预测	31
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	31
三、预测评估小结	34
第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施	35
一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定	35
二、地质灾害危险性综合评估	37
三、建设用地适宜性评估	38
结论与建议	39
一、结论	39
二、建议	40

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》，受北京城建嘉业房地产开发有限公司委托，北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司承担了昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估工作。

一、评估依据

本次地质灾害危险性评估工作，以国务院第 394 号令《地质灾害防治条例》、国土资源部[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》、北京市规划委员会规划意见复函及建设用地平面位置图等资料为依据，评估的原则、内容、技术方法和工作程序等按照《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 执行，对技术规范中未明确的内容，执行国家和行业标准与技术规程。

二、评估任务和要求

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，分析论证其危险性，并分别进行现状评估、预测评估和综合评估。
3. 分析预测项目在建设和使用过程中对地质环境的改变和影响，评估其可能诱发或加剧地质灾害的可能性及灾害的影响范围、危害程度；分析预测拟建项目可能遭受地质灾害危害的可能性和危害程度。
4. 对地质灾害的危险性及建设用地的适宜性进行综合评估，提出结论及建议。

第一章 评估工作概述

一、建设项目概况

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地位于昌平区马池口镇，东至土城三号路，西部与南部土城二号路，北部至六环路以南。详见建设用地交通位置图（图 1—1）。根据建设工程规划用地测量成果报告，该地块占地总面积约 158803.080 m²，其中建设用地面积约 133053.948 m²，代征道路用地面积约 21649.132 m²，代征绿地面积约 4100 m²。此外，地块西南侧为同步实施整理用地，面积约 321541.826 m²。地块用地性质为 R2 二类居住用地、G1 公园绿地及 S1 城市道路用地。



图 1-1 建设用地交通位置图

二、以往工作程度

工作区位于北京市昌平区，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。

主要研究成果见下表：

表 1-1 评估区及周边以往主要工作成果一览表

类别	序号	成果名称	完成时间
区域基础地质	1	《北京平原区基岩地质图(1: 10 万)》	1979. 3
	2	《北京平原区基岩地质构造 图(1: 10 万)》	1979.6
	3	《北京地区活动构造体系图(1: 10 万)》及说明书	1979.6
	4	北京市区域地质志	1991
	5	《北京市昌平县平原区区域地质调查报告(1:5 万)》	1987
水文地质	6	《北京市水文地质图(1: 10 万)》及说明书	1978.10
	7	《北京市昌平县沙河附近供水水文地质勘探报告》	1961
	8	《北京市昌平县地下水区划报告》	1998
	9	《北京市用水调研与需水预测研究报告》	2002
	10	《首都地区地下水资源和环境调查评价》	2006
	11	《北京市平原区地下水位降落漏斗现状调查报告》	2009
工程地质	12	北京市工程地质远景区划	1984
	13	《北京市平原区 1: 10 万区域工程地质调查报告》	1989
灾害地质	14	《北京市地震地质会战第八专题》	1981
	15	《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》	2004
	16	《北京市昌平区温榆河支流中直渠治理工程建设用地地质灾害危险性评估报告》	2009

上述成果从不同角度、运用不同技术方法、对建设用地周边地区进行了调查与研究，为本次工作提供了丰富的资料和宝贵的经验。

三、工作方法及完成的工作量

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，在现场调查的基础上，结合用地及用地附近的工程地质、水文地质、环境地质等资料，采用如下手段进行本次评估工作：

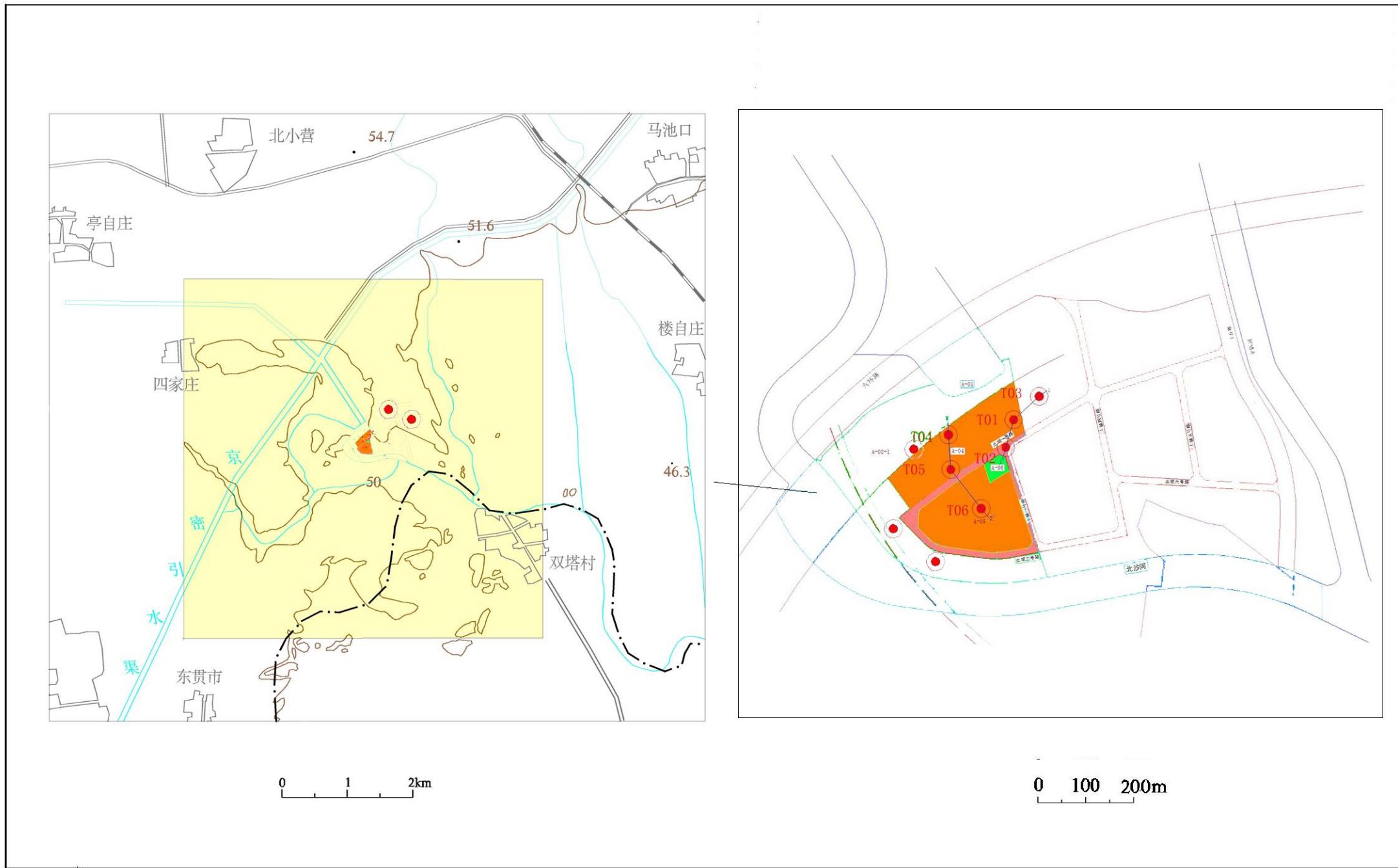
1. 资料收集与整理：收集了该地区水文、气象、地质、钻孔等方面资料。

主要有《北京区域地质志》、《北京市水利志》、《北京市气象志》等，参考以往工程报告中的工程地质钻孔 11 个，钻孔总进尺 357m，及相关测试数据。

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。其中水文地质调查、工程地质调查按 1:10000 比例尺开展，调查面积 25 km²。野外地质灾害调查按中等/二级进行调查，调查面积 9 km²。本次评估完成和利用的总工作量见表 1-2 和图 1-2。

表 1-2 工作量统计表

项目名称		单位	数量	说明
资料 收集 与整 理	区域地质调查报告	份	5	多种比例尺
	地震专题研究成果资料	份	1	多种比例尺
	地质、水文地质图件	张	8	多种比例尺
	其它生产科研报告	份	4	多种比例尺
工程地 质钻探	参考钻孔	个	11	
	进尺	m	357	
野外 调查	水文地质调查	km ²	25	1: 10000
	工程地质调查	km ²	25	1: 10000
	野外地质灾害现象调查	km ²	9	中等/二级
报告 编写	评估报告	份	1	



图例 [评估范围] [建设用地] [规划路] [代征绿地] [1—1'] 剖面线 [T01] 钻孔及编号

图1-2 建设用地实际材料图

四、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，如地面沉降、活动断裂、砂土液化等，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) 中表 1 的相关规定来确定评估范围。

建设用地区域可能存在地面沉降、活动断裂、砂土液化等地质灾害，因此根据建设用地区域地质环境条件，确定昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目地质灾害危险性评估范围以建设用地为中心向四周扩展约 25 km²。(见图 1-2)。

五、评估级别的确定

1. 建设项目重要性确定

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目用地包含 R2 二类居住用地、G1 公园绿地及 S1 城市道路用地项目，该项目占地总面积约 158803.080 m²，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）之规定，确定该建设项目为“较重要”建设项目。

2. 评估区地质环境复杂条件确定

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地位于温榆河中上游及 II 级阶地上，建设用地的原始地貌受人类工程活动的影响已有所改观，用地内含低洼地带，局部地势起伏较明显，用地地面标高 43m~52m。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。

评估区内潜在的地质灾害有地面沉降、活动断裂和砂土液化，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，评估区地质灾害复杂程度中等。

评估区大地构造位置位于中朝准地台（I）燕山台褶带（II₁）中部的西山迭坳褶（III₅）中的门头沟迭陷褶（IV₁₁），南口～孙河断裂从建设用地东北方向通过，距建设用地中心距离大于 3km。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, 评估区断裂构造简单。

评估区内为第四系覆盖区, 下伏为阳坊花岗岩。第四系地层厚度在 500-600m, 地层岩性以粘性土、细砂、砂砾石层为主。第四系孔隙水主要为潜水和承压水。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、水文地质条件简单。

建设用地位于昌平沙河一八仙庄地面沉降区内, 在 1955~2014 年地面沉降累计达到 150mm, 是地面沉降灾害发育轻微的地区。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 表 4 之规定, 评估区地面沉降发育程度弱。

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“中等复杂”。

3. 评估级别确定

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目为“较重要”建设项目, 建设用地地质环境条件复杂程度为“中等复杂”, 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

昌平区处在温带季风区，属暖温带大陆性半干旱季风气候，受其影响造成降水时间分布不均匀。近 10 年年平均降水为 617.64mm，其中 2021 年降水量最高为 850.2mm，2014 年降水量最少为 331.9mm，年降水量差异较大（见图 2-1）。降水量在一年中分配不均，全年降水量平均有近 80% 集中在 6~9 月份。昌平区多年平均气温约为 11℃，年平均日照时数 2684 小时，最大冻土深度 0.8-1.2m。

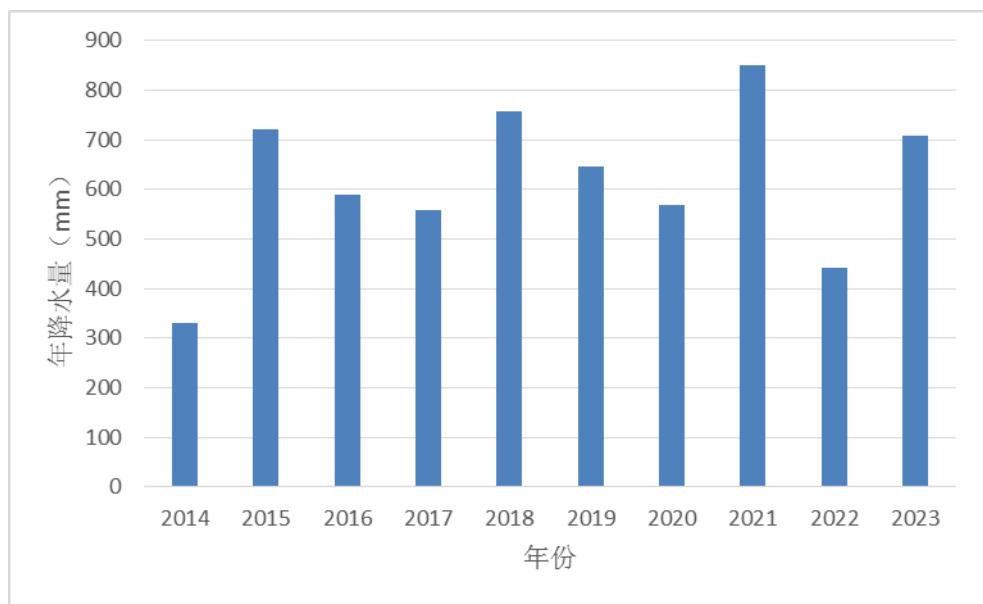


图 2-1 昌平区 2014~2023 年降水量直方图

二、水文

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

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

三、地形地貌

昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地位于温榆河中上游及 II 级阶地上，地势相对低洼，局部地势起伏较明显，用地地面上高 43m~52m，坡降 1%-3%，地貌类型单一，地形简单，照片(2-1~2-4)。



照片 2-1 建设用地现状



照片 2-2 建设用地现状



照片 2-3 建设用地现状



照片 2-4 建设用地现状

四、地层岩性

评估区地处温榆河中上游及 II 级阶地上，第四系堆积物质厚度 500-600m，评估区隐伏的基岩地层有：蓟县系 (Jx)、青白口系 (Qn)、寒武系(Є)、奥陶系 (O)、石炭一二叠系 (C-P)、侏罗系(J₃)等地层。具体简述如下（见图 2-2）：

1. 蓟县系(Jx)

分布在本区西北地区，埋深约 100-600m，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 (Qn)

分布于本区北部，埋深 500-600m，岩性为炭质板岩、页岩及白云质、硅质板岩。

3. 寒武系(Є)

分布于本区东部，埋深约 500m。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(O)

分布于本区西南部，埋深 300-500m 左右。含钙量较高，岩性为厚层白云质灰岩。

5. 石炭一二叠系 (C-P)

分布于本区南部，区域上以砂岩及页岩为主。

6. 侏罗系上统(J₃)

在本区北部隐伏于第四系之下，岩性为玄武岩、凝灰岩、砂岩及砾岩。

7. 第四系 (Q)

工作区内第四系广泛分布，沉积物主要由温榆河上游支流冲洪积而成，地层岩性以粘性土、砾石、粉土层为主。用地第四系厚度约为 500-600m。

8. 岩浆岩

工作区内阳坊花岗岩侵入体为北京地区规模较大的岩体之一，阳坊花岗岩体位于阳坊镇西侧，侵入体出露形态近圆形，面积 50km²，形成于距今 1.43 亿年~1.45 亿年前的晚侏罗世，属燕山中期岩浆活动产物。阳坊岩体是一个具二次侵入的复式岩体。岩体由断续分布在外缘的石英闪长岩（第一次侵入）和主体花岗岩（第二次侵入）两次侵入组成。在侵入体及其围岩中，分布有各种岩脉。岩体边部发育宽达 1~2km 的变质带。

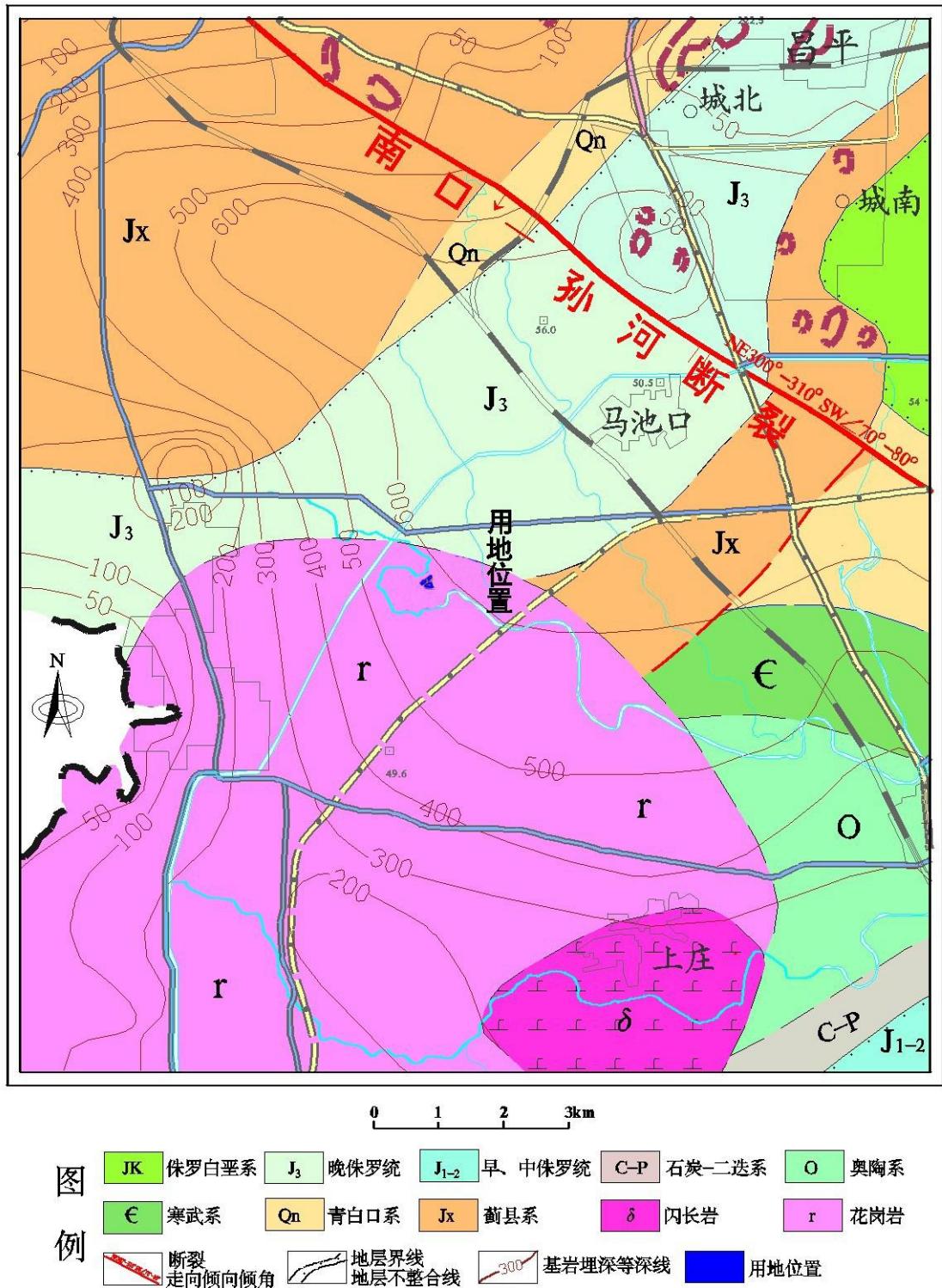


图 2-2 马池口地区基岩地质构造图

五、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）燕山台褶带（II₁）中部的西山迭坳褶（III₅）中的门头沟迭陷褶（IV₁₁）（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。

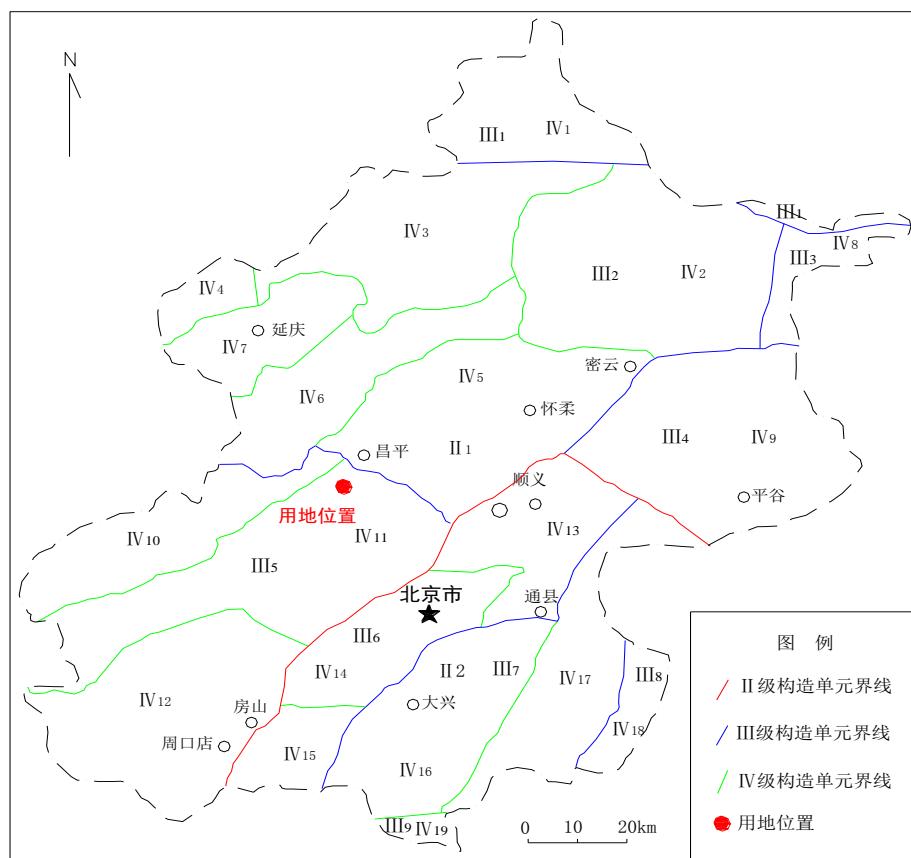


图 2-3 北京市构造分区略图

(二) 区内主要断裂

评估区位于西山迭坳褶（III₅）的北部。从图 2-2 可以看出南口～孙河断裂从建设用地东北方向通过，距建设用地中心大于 3km。

(三) 地震概况

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, $5\frac{1}{2}$ 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 2-4)。

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	$6\frac{3}{4}$	九
2	1076.12	39.9	116.4	北京	5	六
3	1337.9.8	40.4	115.7	怀来	$6\frac{1}{2}$	八
4	1484.1.29	40.3	116.0	居庸关一带	$6\frac{3}{4}$	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	$6\frac{1}{2}$	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	$6\frac{3}{4}$	九
10	1730.9.30	40.0	116.2	北京西部	$6\frac{1}{2}$	八
11	1976.7.28	39.4	118.1	河北唐山	7.8	十一

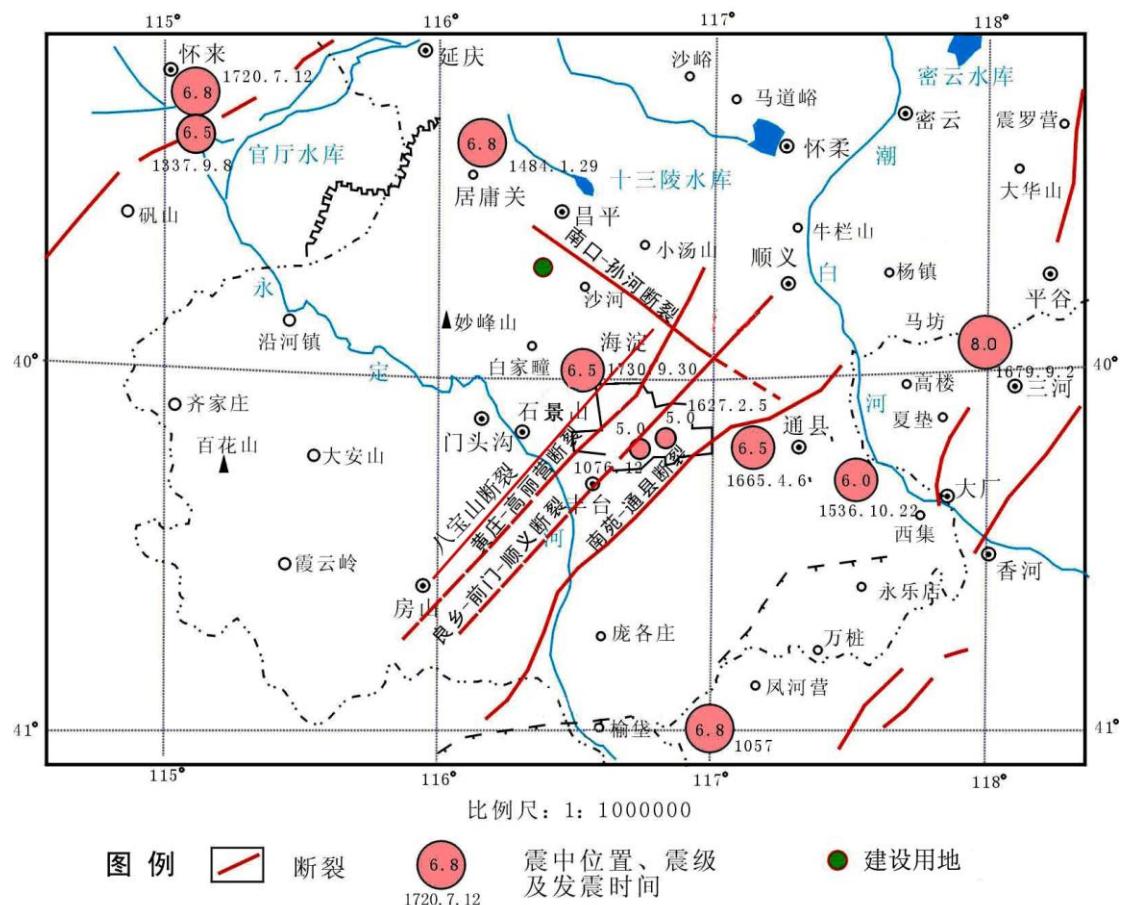


图 2-4 北京市周围历史强震震中分布图

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 2-5)，为 VIII 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 2-6)。

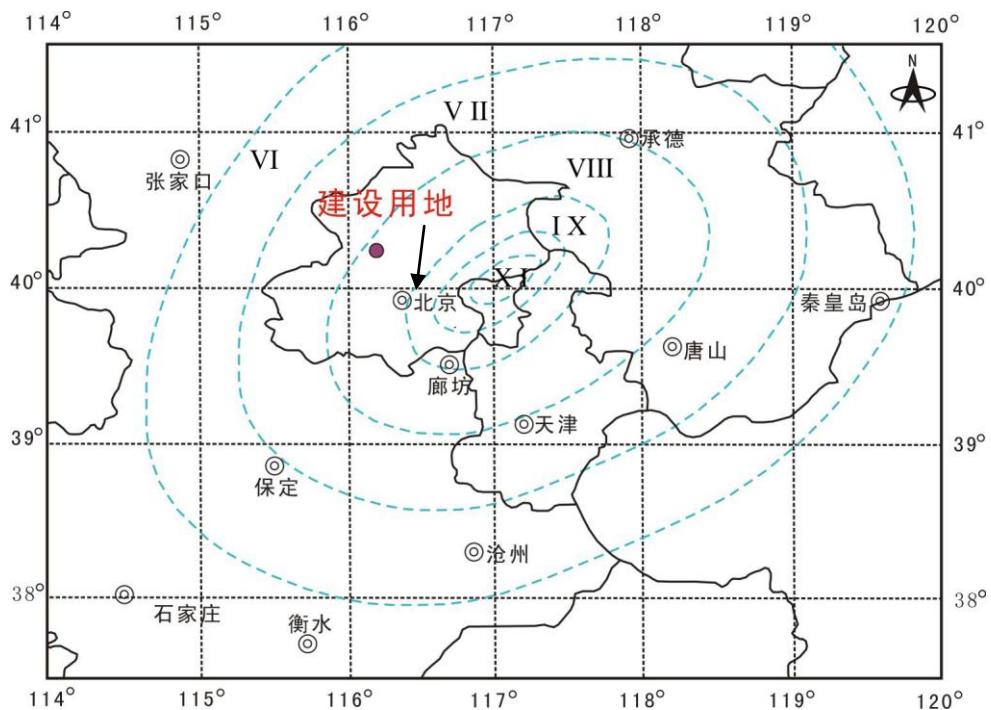


图 2-5 1679 年三河～平谷 8 级地震等震线

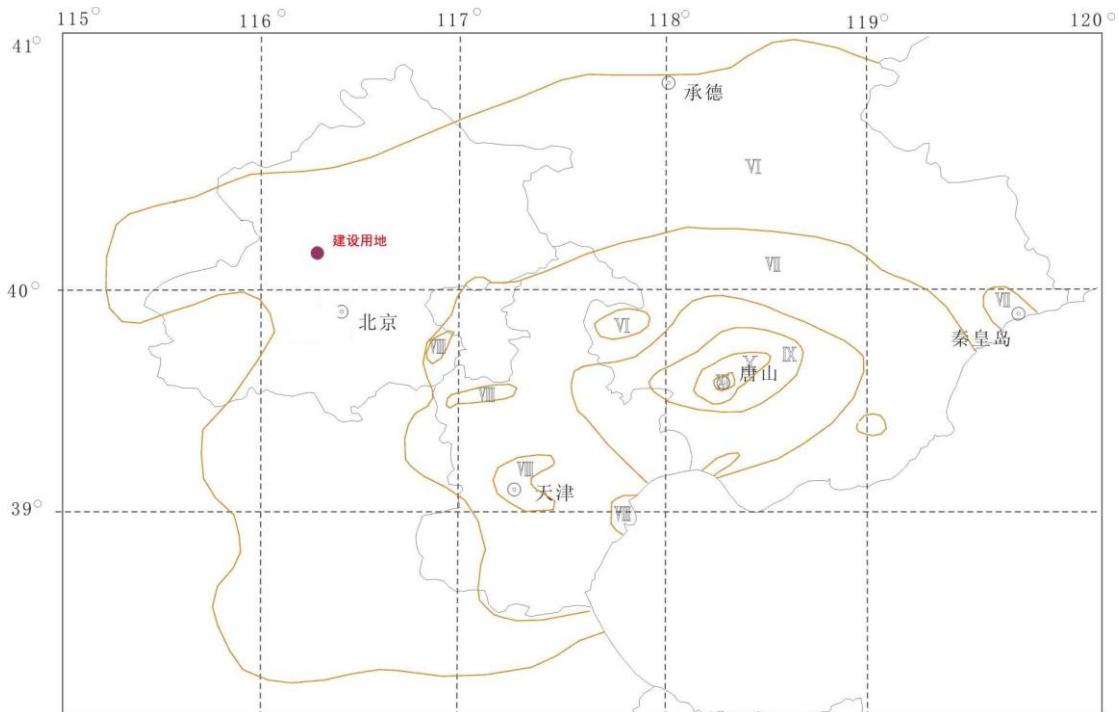


图 2-6 1976 年唐山 7.8 级地震等震线

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)，建设用地抗震设防烈度为 7 度。设计基本地震加速度值为 0.15g，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。北京地区区域地壳稳定性等级的划分，主要依据《中国城市地质》一书中规定的评价指标来划分用地区域地壳的稳定性等级(见表 2-2)。根据该指标，区域地壳稳定性可划分为稳定、基本稳定、次不稳定和不稳定四类，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) 规定及北京地震地质会战资料，本建设用地抗震设防烈度为 7 度，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 度 $\leq I <$ 7 度	7 度 $\leq I \leq$ 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

六、工程地质条件

通过收集已有资料较详细地了解用地地层岩性及其工程地质特性。

项目所在地按地层沉积年代、成因类型可将 20m 深度范围内的地层分为人工堆积层、新近代沉积层及一般第四纪沉积层。

人工堆积层

表层为杂填土①层：杂，稍密、稍湿，以粉土为主含植物根茎、砖块。

新近代沉积层

砂质粉土、粘质粉土②层：灰黄，中密，湿，含云母、氧化铁，局部含粉质粘土夹层。

粉砂、细砂②₁层：灰黄，中密，湿，以石英、长石为主含云母、氧化铁。

粉质粘土、粘质粉土②₂层：灰黄，可塑，中密，湿，含云母、氧化铁。

新近沉积层以下为一般第四纪冲洪积层

粉质粘土、粘质粉土③层：灰黄，可塑，中密，湿，含云母、氧化铁，局部含粉土夹层。

粉质粘土、粘质粉土④层：灰黄，可塑，中密，湿，含云母、含云母氧化铁。

以上各土层的分布情况参见资料钻孔剖面图 2-7 至图 2-9。

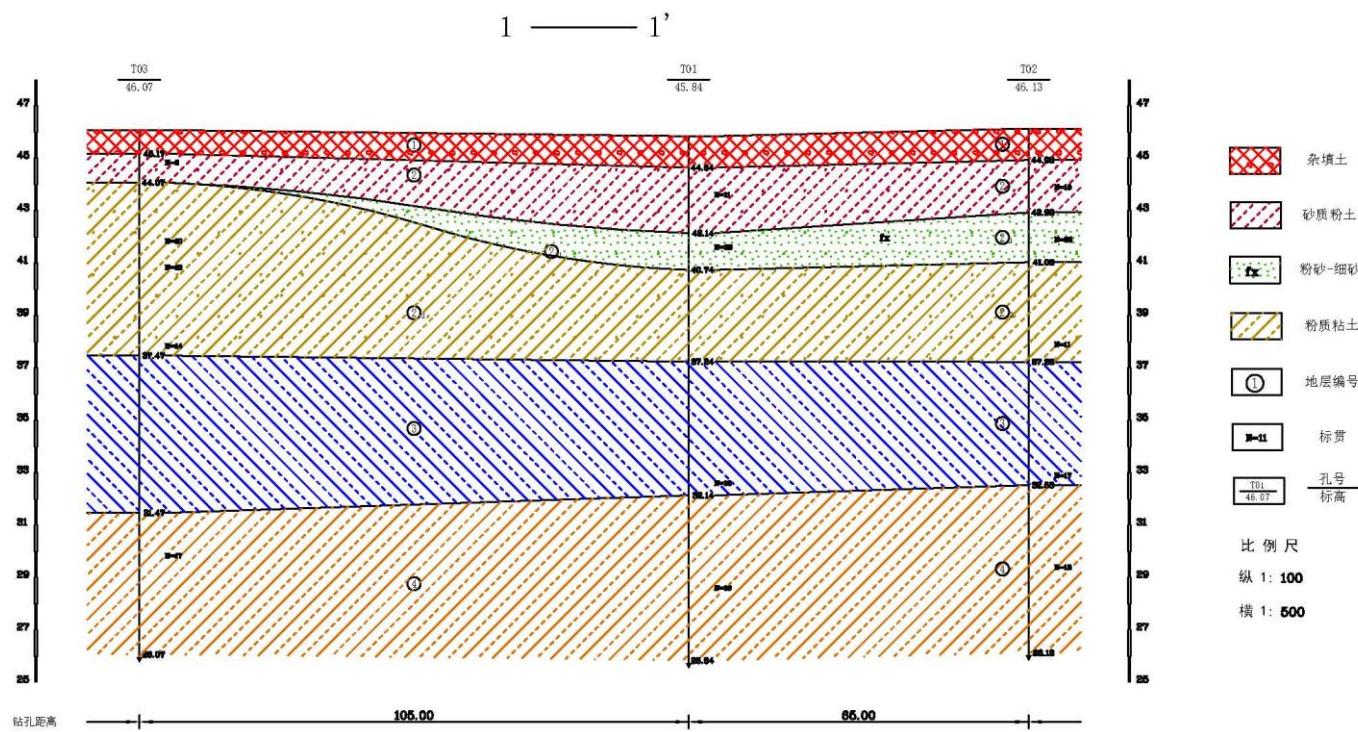


图 2-7 建设用地资料钻孔剖面 1—1'

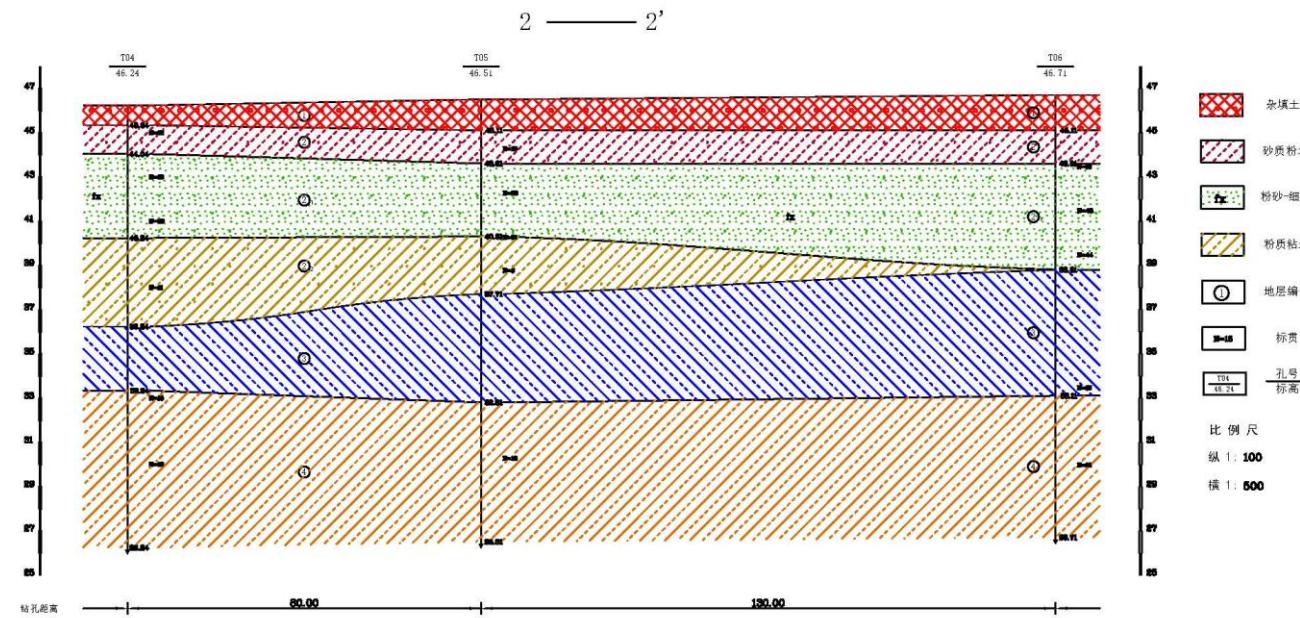


图 2-8 建设用地资料钻孔剖面 2—2'

3 ————— 3'

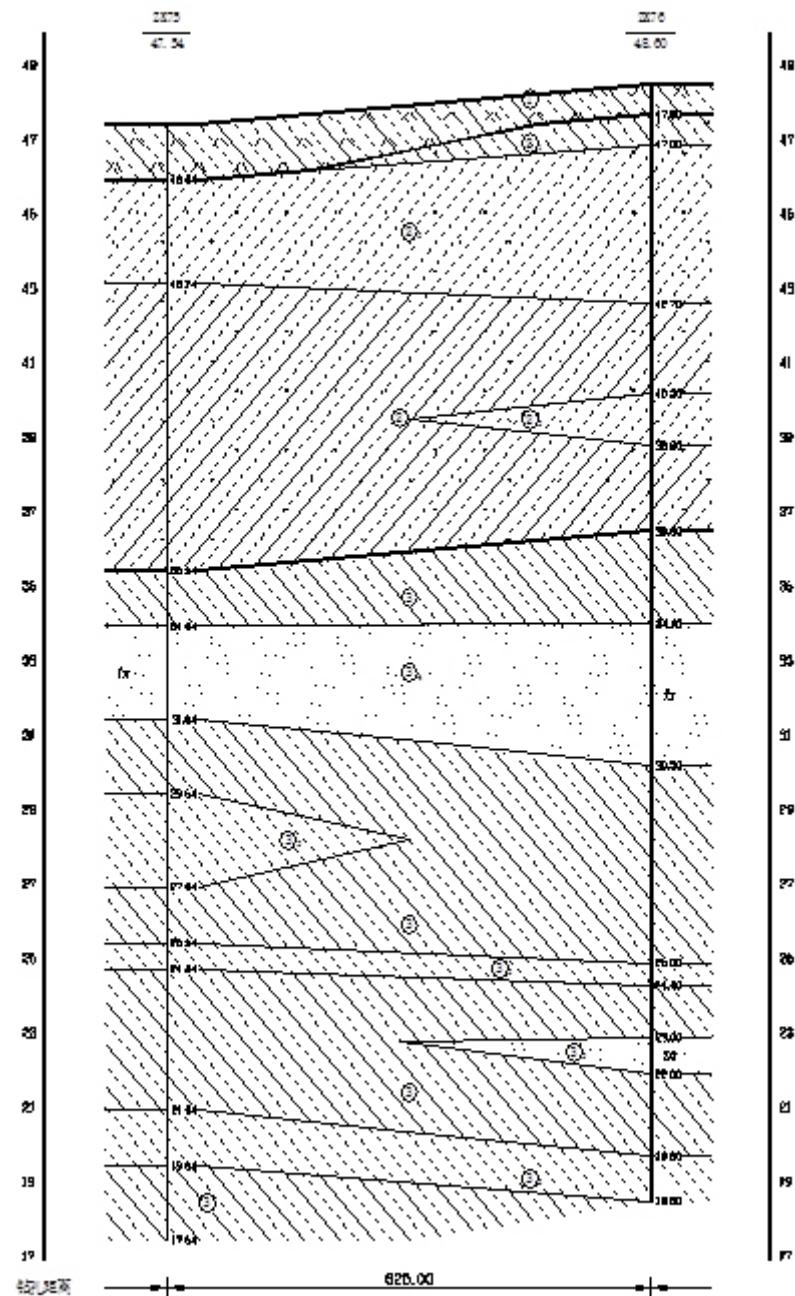


图 2-9 建设用地资料钻孔剖面图

七、水文地质条件

(一) 第四系含水层组的分布规律及富水性

评估区位于温榆河中上游及Ⅱ级阶地上，第四系堆积物厚度约500-600m，多为冲洪积和洪积相沉积物，岩性以岩粉质粘土、粘质粉土及粉细砂为主，砂卵砾石埋藏浅。大气降水入渗及河水入渗条件良好，是平原区地下水的主要补给区。含水层类型为潜水，含水层富水性极好，单井出水量（降水5m时）一般大于5000m^{3/d}。

(二) 第四系地下水类型及水位动态特征

1. 潜水水位动态特征

评估区地下水类型以潜水、承压水为主，根据昌平区马池口镇潜水监测孔动态曲线，该区及周边地区五十~六十年代地下水自流，随着大量开采地下水，地下水位大幅下降。选取2014至2023年地下水动态监测数据和降雨量数据，绘制近十年变化对比图2-10发现，该区潜水水位基本呈现波动趋势。2014年年潜水水位较低，随后至2017年达到最高值41.47m，随后有所下降，至2019年潜水水位标高为近10年最低43.90m。

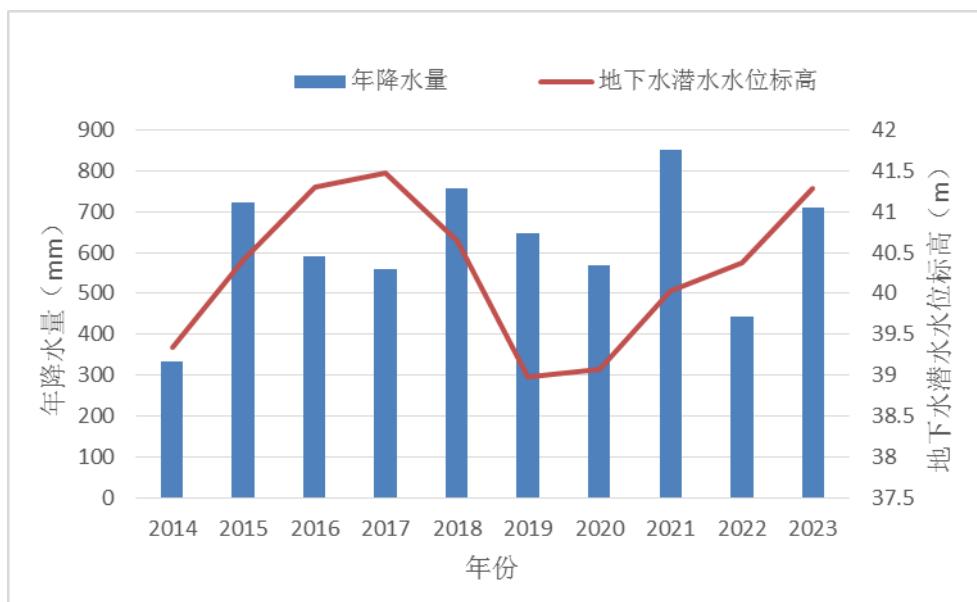


图 2-10 马池口监测孔 2014-2023 年降水量与潜水水位动态对比图

2. 承压水水位动态特征

根据昌平区马池口承压水水井，通过对其自 2014 至 2023 年的年降水量以及地下承压水水位观测统计结果，完成了马池口地区近 10 年年降水量与第四系承压水多年变化对比图（图 2-11）。从图中可以明显的看到，2014 至 2023 年期间，第四系承压水呈平稳上升趋势，2021 年前上升较为缓慢，2021 年后水位上升较为明显。



图 2-11 马池口监测孔 2006-2015 年降水量与承压水水位动态对比图

（三）第四系地下水补给、迳流与排泄条件

评估区内地下水的补给来源主要是大气降水入渗、其次是地表水（河流、渠道等）渗漏和灌溉水的回渗补给。地表水呈西向东流经建设用地的南部，地下水径流方向大致由西北流向东南，径流条件比较好。评估区内地下水的排泄主要为人工开采，其次是地面蒸发和向下游径流排泄。

八、人类工程活动对地质环境的影响

建设用地位于北京郊区，用地现状大部分为居住区及部分工业区，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，收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质等相关背景资料，对建设用地的区域地质、水文地质、工程地质条件进行全面分析，并对评估区 25km^2 范围内进行了详细的水文地质、工程地质调查，在建设用地外围 9km^2 范围内进行了详细的地质灾害调查工作，对地质灾害点进行了详细排查，通过对调查结果的综合分析认为：

1. 南口～孙河断裂从建设用地东北方向通过，距建设用地中心大于 3km 。因此对此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，建设用地位于昌平沙河—八仙庄地面沉降中心西北区域，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. 建设地上部地层为细中砂、粘质粉土-砂质粉土地层，历史最高水位埋深较浅，建设用地是否存在砂土液化问题应是本次地质灾害危险性评估的内容之一。

综上所述，本次评估将对建设用地的活动断裂、地面沉降及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、地质灾害危险性现状评估

(一) 活动断裂

1.南口～孙河断裂

南口～孙河断裂是北京市平原区一条重要的活动断裂，也是张家口—渤海地震带中最醒目的隐伏、半隐伏的第四纪活动断裂。其北西端起自昌平区南口镇，向南东方向经七间房、百泉庄、东三旗、孙河至通州区，总体走向 310° ，长约 80 km 。断裂活动表现为枢纽方式，北西段自南口至北七家，断面倾向南西，倾角 70° 左右，南东段自北七家起，断面倾向北东。

20世纪 70 年代末期北京地震地质会战期间布设了钻孔并进行了地球物理勘

测,证实该断裂带在第四纪时期存在强烈活动。因而,南口—孙河活动断裂也是北京地区未来可能发生强震的构造。南口—孙河断裂第四纪以来的垂直差异活动在地层分布、地貌差异、水系布局及第四纪厚度等方面都有表现,并具有明显的分段特征,自西向东可将其分为南口—牛房圈段、白各庄—孙河段及佟家坟—通州区段三段。

南口—牛房圈段(北西段)倾向南南西,第四纪期间上盘强烈持续下降,形成一个长轴北西西向、沉降中心靠近南口~孙河断裂的单断型盆地(沙河第四纪凹陷),地势低平,河沼发育,沉积厚度可达600m以上;下盘则相对抬升,中上元古界残丘出露,第四系极薄,仅有30m~100m厚,两侧落差约500m。在百泉庄村西,浅层地震、地质雷达、钻孔和探槽一致地发现了近地表断裂的存在(图3-1)。断层高角度南倾,上断点埋深约3m,揭露断距0.6m~0.8m,被断地层顶部^{14C}年龄为距今1.21万年,未断地层底部^{14C}年龄为距今1.17万年,表明该处断裂晚更新世末、全新世初发生过一次断错地表的活动。在昌平旧县村西的山前冲洪积平原西北边缘、南口台地西南缘地表断层陡坎东南端开挖的探槽及相关分析表明(图3-2):①地层分14个基本单元,层1~3为全新世晚期堆积,层4~7是全新世中晚期地层,层8~12属全新世早期,层13~14属晚更新世晚期;②构造变形带宽度可达30m,变形现象包括构造楔、地层倾斜、小角度不整合、超复和堆积楔、粘土脉、薄层粘土和砂层的断错、密集的竖立条带等;③可识出全新世的3次地表破裂型古地震事件,分别发生于距今 12.24 ± 0.25 ka、 7.89 ± 0.15 ka和 $3.99 \sim 3.67$ ka之间,复发间隔分别为4.70ka和4.50ka,同震垂直位移分别为1.0m、2.0m和2.0m。

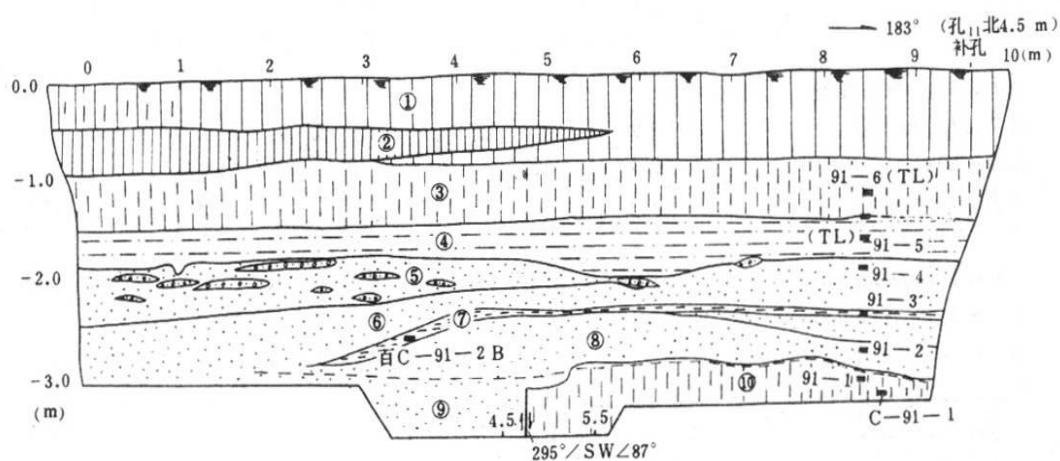


图3-1 百泉庄综合探槽剖面

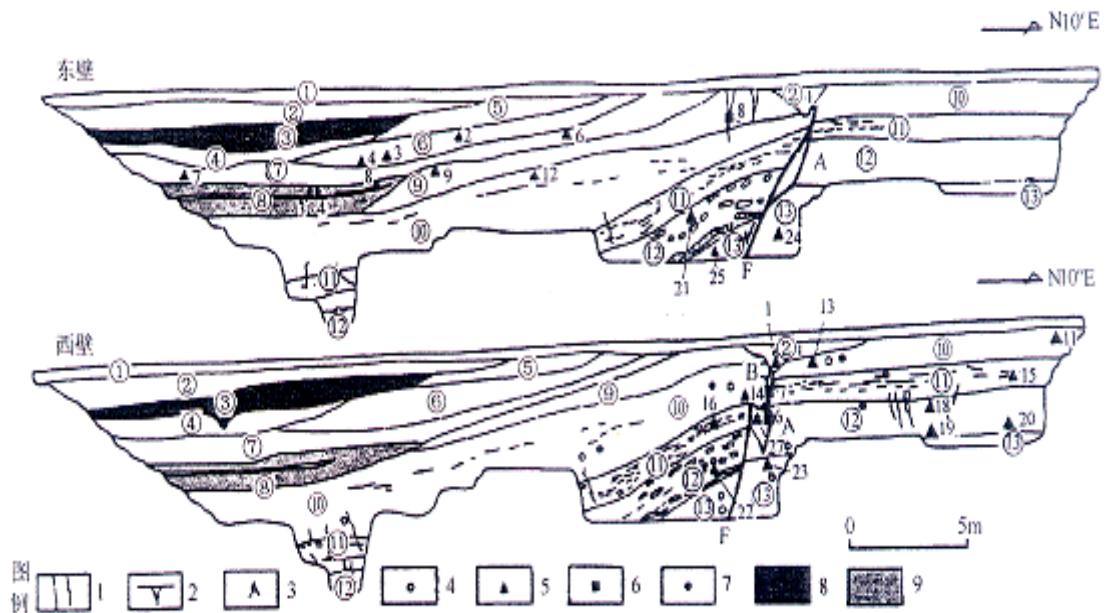


图 3-2 昌平旧县探槽剖面
1 粘土脉 2 张裂隙 3 断面构造楔编号 4 土工实验取样点 5 热释光取样点 6 ^{14}C 取样点 7 全化学分析及扫描电镜取样点 8 地层⑨、地层⑧。

探槽内地层简单描述：①地表耕植土 ②桔黄色亚粘土 ②-1: 灰黄色亚砂土 ②-2: 黄色纯净中、粗砂, TL 测年距今 3670 ± 310a ②-3: 黄色亚砂土 ③黑灰色粘土, ^{14}C 测年距今 2466 ± 70a: ④灰黄色粘土、亚粘土 ⑤灰黄色亚砂土 ⑥黄色亚砂土, 3 个 TL 样品测年分别距今 5360 ± 460a, 5130 ± 410a 及 5830 ± 490a ⑦黄色粉砂、亚砂土, 3 个 TL 样品测年分别距今 7260 ± 620a, 7480 ± 640a 及 8360 ± 490a ⑧褐黄色粘土, TL 测年距今 7640 ± 650a, ^{14}C 测年结果距今 12440 ± 250a 及 11900 ± 150a ⑨褐黄色亚粘土, TL 测年距今 10690 ± 910a ⑩黄色粉砂, 含黑色锰斑, 富含灰色管状竖直条带, 5 个 TL 测年样品, 最小值距今 8090 ± 690a, 最大值距今 11690 ± 990a ⑪黄色亚砂土, TL 测年分别距今 10590 ± 910a, 10410 ± 880a 及 10930 ± 930a ⑫黄褐色亚粘土、亚砂土互层, 该层共取 4 个 TL 测年样品, 测年结果距今 10220 ± 870a—11870 ± 1010a ⑬黄褐色粘土为主, 含两层黄色亚粘土, 共取 4 个 TL 测年样品, 测年结果距今 12360 ± 1050a—13710 ± 1160a ⑭灰色亚砂土, TL 测年距今 11540 ± 980a, ^{14}C 年距今 16560 ± 150a

图 3-2 昌平旧县探槽剖面

根据已有资料显示, 南口~孙河断裂最近一次活动离逝时间为 3987~3670 年前, 结合北京市地质调查研究院 2010 年编写的《北京昌平规划新城前期区域工程地质勘查报告》中槽探揭露南口-孙河断裂错断地层为全新世时期, 综合分析南口~孙河断裂为全新世活动断裂。

2. 活动断裂对建设用地安全性评价

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。此外，由于第四系土层是塑性材料，具可塑性，因此也能吸收一部分地震能量，削减活动断裂对建设用地的直接影响。

综上所述，南口～孙河断裂从评估区东北方向通过，为全新活动断裂，第四系厚度约 500-600m，属北京地区重要断裂带，但依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中规定，规划用地或建设用地周边 3km 范围内有活动断裂带通过时应进行活动断裂地质灾害危险性评估。因南口～孙河断裂距建设用地中心距离大于 3km，所以判定活动断裂对建设用地的危险性“小”。

（二）地面沉降

据历史资料记载，早在 1935 年北京西单至东单一带就已发生了地面沉降。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。

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。建设用地位于昌平的沙河一八仙庄地面沉降中心西北区域，根据北京市地质环境监测所地面沉降监测站资料，建设用地位置 1955 年-2023 年累积地面沉降量为 200mm 左右，近三年地面沉降速率均值约为 10mm/a （见图 3-3）。

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 3-1）之规定，建设用地地面沉降现状发育程度为“弱”。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 3-2）之规定，建设用地地面沉降现状评估危险性为“小”。

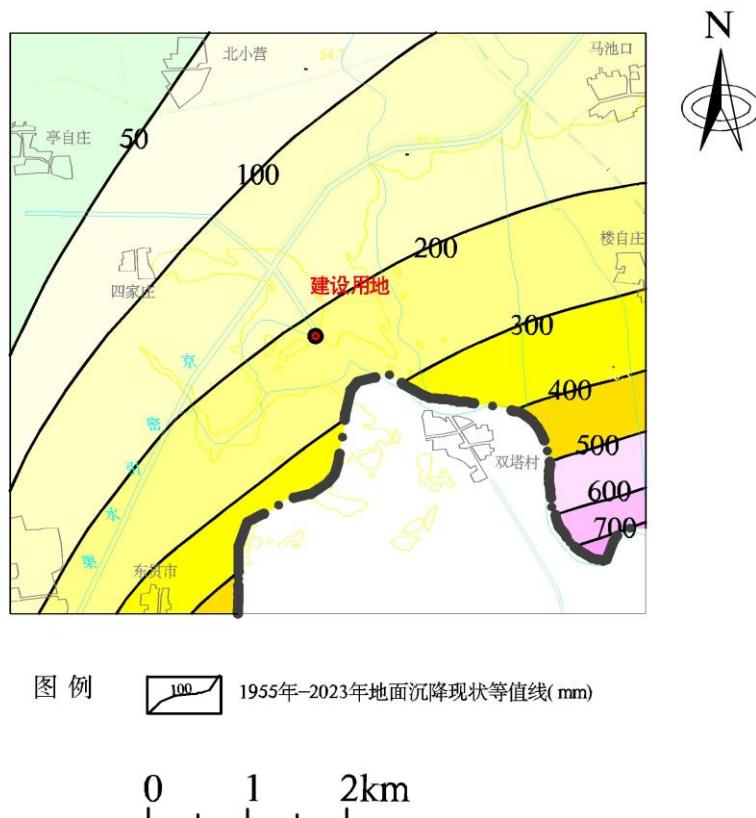


图 3-3 1955-2023 年地面沉降现状图

表 3-1 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)	> 1500	500~1500	< 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 3-2 地面沉降现状评估、预测评估危险性确定

危险性		灾情 (危害程度)		
		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

(三) 砂土液化

1. 砂土液化机理及特征

砂土液化是砂土的液态化表现，是饱和或接近饱和的砂土，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，砂土层下部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。若当地震结束时，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。

可液化砂土层的地质环境特征：

- ① 砂土层处于地下水位附近；
- ② 砂层密实度差，结构松散；
- ③ 地下水位埋藏浅和径流条件滞缓地区。

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砂土层，也就具备了可能液化的条件。但是是否会产生液化，还取决于地震条件、砂土层埋深及可液化与非液化层之间的关系等因素。

2. 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)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)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3-3)

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

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3-3 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

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。

根据现行《北京地区建筑勘察设计规范》、《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)的规定进行判别，本次评估在现状地下水位，7度地震烈度、设计基本地震加速度值为0.15g，设计地震分组为第二组的条件下进行液化判别，建设用地内不会发生砂土液化，拟建场地地层土质不液化。

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”。

三、地质灾害现状调查

经过对建设用地周围 9km²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，调查情况见表 3-5。

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 3-4 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	3 个	无因地质灾害引起的明显变形和开裂破坏现象	马池口、土城等
公路	4 条	无因地质灾害引起的明显变形和开裂破坏现象	八达岭高速、六环路等

四、小结

根据北京市地质灾害危险性评估技术规范的有关规定，地质灾害灾情与危害程度的分级标准确定灾情等级为“轻”。

1. 南口～孙河断裂为全新活动断裂，距离建设用地大于 3km，大于规范中规定的 3km 范围，且建设用地第四系松散层厚度约 500-600m，因此于活动断裂引发的地质灾害危险性为“小”，现状调查显示灾情为“轻”，活动断裂现状评估危险性为“小”。

2. 建设用地位于昌平的沙河一八仙庄地面沉降中心西北区域，从 1955 年到 2023 年累积沉降量为 200mm 左右，近三年（2021-2023 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“小”，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 7 度时，现状地下水位条件下，不发生液化，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

南口～孙河断裂从建设用地东北方向通过，距建设用地中心大于 3km，建设用地第四系厚度约 500-600m，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

拟建工程为二类居住用地、公园绿地及城市道路用地，地块占地总面积约 158803.080 m²，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

南口～孙河断裂属全新世活动断裂且从建设用地东北方向通过，距建设用地中心大于 3km。建设用地第四系厚度约 500-600m，其缓慢的蠕动变形不会影响地表建筑物的安全，活动断裂引发的地质灾害危险性属于“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、加速南水北调进程等措施，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明显改善。

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

根据本区多年水位观测资料统计，降落漏斗中心水位降大约以每年 1 m 左右的速度下降，降落漏斗影响半径以每年 0.5km 的速度向外扩展，预计今后一段时期内，沉降中心区地下水仍将以该速度持续下降。

根据北京市地质环境监测所天竺地面沉降监测中心研究结果，由于地下水位下降引起的地面沉降量计算式为：

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

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

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， $\Delta P = \Delta h \cdot r_w$

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

根据上述二式及北京市地质环境监测所地面沉降监测中心监测资料，建设用地 2023 年年累计沉降量为 20mm，近三年平均年沉降速率为 10mm/a，所以预测未来五年沉降速率按 10mm/a 计算，地面沉降量为 50mm 左右。建设用地到 2028 年累计地面沉降量约为 250mm 左右。地面沉降现状发育程度为“弱”，险情为“轻”，地面沉降预测评估危险性为“小”。预测结果详见图 4-1。

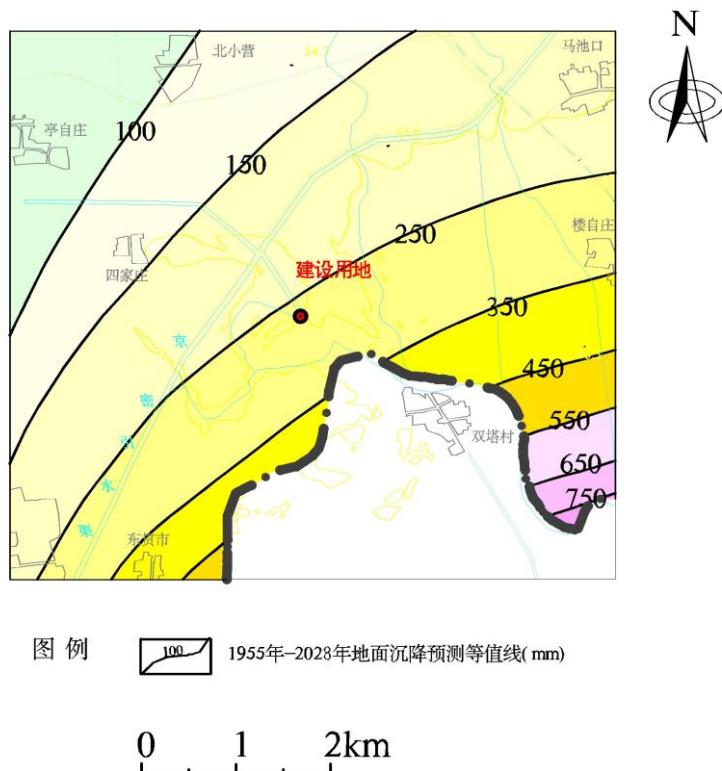


图 4-1 1955—2028 地面沉降累积沉降量预测图

(三) 砂土液化

根据现行国家抗震规范及《北京地区建筑勘察设计规范》的有关规定，地震液化主要发生在全新世以来饱和的粉细砂及粉土层，所以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。此外，根据评估区实际现场勘察结果以及评估区历史资料和地下水水位数据，综合考虑，认为在地震烈度达到 7 度且地下水位按历史最高水位（1m）考虑时，本工程用地范围及周边区域 20m 深度内天然沉积的土层不会发生地震液化。

根据液化判别原理，对建设用地地基土层进行地震液化判定，考虑到地下水位的变化我们在地震设防烈度为 7 度，近年最高水位为 1m 的条件下对用地的液化可能性进行预测。建设用地范围可能发生液化，液化等级为“轻微”，险情为“小”，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 14 之规定，砂土液化预测评估危险性为“小”。

三、预测评估小结

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

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

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，对建设用地适宜性进行评估，并提出防治地质灾害的措施。本建设用地的综合评估按《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)相关规定进行。

(二) 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)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)相关规定进行量化评价。

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 5-2 确定砂土液化现状危险性及预测评估危险性。

表 5.2 砂土液化灾害危险性预测评估分级

危险性		危害程度		
		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)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5-7划分砂土液化等级。

$$I_{IE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{cr}}\right) d_i w_i \quad (\text{公式 5-1})$$

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_{cr} —分别在 i 点标准贯入锤击数实测值和临界值,当实测值大于临界值时应取临界值的数值。

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})。若判别深度为 15m,当该层中点深度不大于 5m 时采用 10, 等于 15 时应采用零值, 5—15m 时应按线性内插法取值;若判别深度为 20m,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 5.3 砂土液化等级表

液化等级	轻微	中等	严重
判别深度位 15m 时的液化指数	$0 < I_{IE} \leq 5$	$5 < I_{IE} \leq 15$	$I_{IE} > 15$
判别深度位 20m 时的液化指数	$0 < I_{IE} \leq 6$	$6 < I_{IE} \leq 18$	$I_{IE} > 18$

二、地质灾害危险性综合评估

拟建的“昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目”建设用地地质环境条件为“中等复杂”，通过现状评估、预测评估，现依据上述量化指标对建设用地地质灾害危险性综合评估如下：

1. 建设用地与其东北方向的南口～孙河断裂距离大于 3km，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 500-600m 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，南口～孙河断裂对工程建设的影响也较小，预测评估危险性为“小”。所以，判定由于活动断裂引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

2. 建设用地从 1955 年到 2024 年累积沉降量为 200mm 左右，近三年（2021-2023 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“弱”，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 2028 年累计地面沉降量约为 250mm 左右。地面沉降预测评估发育程度为“弱”，险情为“小”，地面沉降预测评估危险性为“小”。根据《地质灾害危险性评估技术规范》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“小级”。

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 7 度时，现状地下水位条件下，不发生液化，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 7 度，近年最高水位为 1m 的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“小”，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》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、地面沉降及砂土液化等级为“小级”，故可以认为：建设用地地质灾害危险性等级属于“小级”（区）（表 5-5）。

表 5-4 建设用地地质灾害危险性综合评估一览表

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		
	砂土液化		活动断裂		地面沉降			
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	小	小	小			
综合评估	小		小		小		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“小级”，另依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 45 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 893-2021）表 44，建设用地适宜性划分为“适宜”。

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. 昌平区六环路土城出口土城新村改造 A0107 地块土地一级开发项目建设用地位于昌平区马池口镇，该地块占地总面积约 158803.080 m²，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. 建设用地与其东北方向的南口～孙河断裂距离大于 3km，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 500-600m 左右，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，南口～孙河断裂对工程建设的影响也较小，预测评估危险性为“小”。综上，由于活动断裂引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

3. 建设用地受昌平沙河—八仙庄地面沉降中心影响，从 1955 年到 2023 年累积沉降量为 200mm 左右，近三年(2021-2023 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“弱”，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 2028 年累计地面沉降量约为 250mm 左右。地面沉降预测评估发育程度为“弱”，险情为“小”，地面沉降预测评估危险性为“小”。综上，由地面沉降引发的地质灾害危险性综合评估分级为“小级”。

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 7 度时，现状地下水位条件下，不发生液化，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 7 度，水位为 1m 的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“小”，砂土液化预测评估危险性为“小级”。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“小级”（区），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，该用地适宜性划分为“适宜”。

二、建议

1、本项目以往项目中建设用地的地基土层信息进行地震液化，未来项目实施过程中存在地下水位上升及液化地层的范围和程度增大的可能性，工程建设应充分考虑场地下水位持续回升可能带来的投资变化和技术风险。建议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、建设用地受昌平沙河一八仙庄地面沉降中心影响，在建筑物规划、设计时，应考虑可能发生的地面沉降，加强地下水的监测工作，避免使浅层地下水位大幅变化，防止地面高程大幅变化。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、崩塌等事故。此外，工程建设时应考虑地面差异沉降问题的影响，根据具体情况，进行适当处理。