

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目
地质灾害危险性评估报告

北京中地创见工程勘察设计院有限责任公司

二〇二五年十二月



将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目

地质灾害危险性评估报告

项目负责人：李逸轩

技术负责人：刘云华

编制人：王成林

审定人：刘国静

审核人：陈晓凯

北京中地创见工程勘察设计院有限责任公司



2025 年 12 月



地质灾害防治单位资质证书

单位名称：北京中地创见工程勘察设计院有限责任公司

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住所：北京市海淀区香山南路92号院1号楼315室

资质等级：甲级

证书编号：110020251120006

有效期至：2030年1月8日

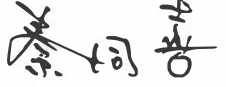
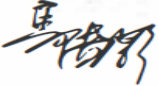


发证机关：北京市规划和自然资源委员会
发证日期：2025年1月8日



将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目
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	涂晓方	北京市地质矿产勘查开发集团	正高级工程师	
评审专家	秦同喜	航天规划设计集团有限公司	研究员	
	郭春颖	中国地质工程集团有限公司	正高级工程师	

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目

地质灾害危险性评估报告

评审意见

北京中地创见工程勘察设计院有限责任公司完成了《将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”），专家评审组对该“评估报告”进行了评审，意见如下：

一、项目概况

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目用地总面积为 322681.689m²，建设项目位于坝河南侧，东侧紧邻驼房营路，建设用地主要包括居住用地 48450.865m²、体育用地 58094.68m²、公园用地 152695.264m² 以及道路用地 63440.88m²。

二、评审意见

1、“评估报告”在广泛收集前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料的基础上，开展了 10km² 的综合地质调查，并收集野外钻孔和标准贯入试验的资料，为本次评估工作奠定了基础。

2、该拟建工程为较重要建设项目，评估区地质环境条件复杂程度为中等，确定本建设用地地质灾害危险性评估级别为二级是合适的。

3、经综合地质条件分析，评估区可能存在的地质灾害类型为地面沉降、活动断裂以及砂土液化。

现状评估认为评估区地质灾害主要为砂土液化、地面沉降和活动

断裂。通过对建设用地进行砂土液化判别，建设用地砂土液化危险性“小”；截至 2024 年，建设用地累计地面沉降量为 300-320mm，其地面沉降地质灾害的危险性“小”；通过对良乡-顺义断裂的活动性进行分析，其现状危险性“小”。

现状评估符合实际情况。

4、预测评估认为工程建设可能引发或加剧砂土液化、地面沉降和活动断裂地质灾害的危险性“小”；工程建设遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”；根据评估区内的地下水位变化和地面沉降的发展趋势分析，到 2029 年，本工程建设用地累计地面沉降量为 342-362mm，工程建设遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”；工程建设遭受活动断裂地质灾害的危险性“中等”。

预测评估依据是充分的。

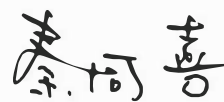
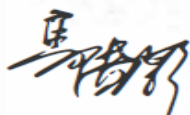
5、综合评估认为，将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目建设用地地质灾害危险性等级综合评定为“中级”，建设用地防治难度“中等”，从地质灾害危险性评估角度认为建设用地适宜性为“基本适宜”。

专家组认为该“评估报告”内容充实，图表清晰，阐述清楚，评估依据充分，结论可信，评审予以通过。

评审组长：



评审专家：



年 月 日

目 录

前 言	1
第一章 评估工作概述	3
1.1 工程概况与征地范围	3
1.2 以往工作程度	4
1.3 技术路线及完成的工作量	5
1.4 评估范围与级别	7
第二章 地质环境条件	10
2.1 气象、水文	10
2.2 地形地貌及地物	11
2.3 地层岩性	11
2.4 地质构造与区域地壳稳定性	12
2.5 岩土体工程地质特征	16
2.6 水文地质条件	18
2.7 人类工程活动对地质环境的影响	20
第三章 地质灾害危险性现状评估	21
3.1 地质灾害类型的确定	21
3.2 地质灾害危险性现状评估	21
第四章 地质灾害危险性预测评估	32
4.1 工程建设引发或加剧地质灾害的危险性预测	32
4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测	32
第五章 地质灾害危险性综合评估	39
5.1 综合评估原则	39
5.2 地质灾害危险性量化指标的确定	41
5.3 地质灾害危险性等级划分	40
5.4 地质灾害危险性综合评估	41
5.5 建设用地适宜性评价	41
第六章 结论与建议	43
6.1 结论	43
6.2 建议	43

前 言

根据国土资源部国土资发[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》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》要求，受北京市朝阳区新经纬土地开发有限责任公司的委托，北京中地创见工程勘察设计院有限责任公司（以下简称“我公司”）承担了将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目地质灾害危险性评估工作。

本次评估的主要依据为：

- 1)《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第 394 号）；
- 2)《国务院办公厅转发国土资源部、建设部关于加强地质灾害防治工作意见的通知》（国办发〔2001〕35 号）；
- 3)《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）；
- 4)《国务院关于加强地质工作的决定》（国发[2006]4 号）；
- 5)《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（国土资源部 2004）；
- 6)《北京市国土资源局关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》（京国土环[2005]879 号）；
- 7)北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）；
- 8)乡村建设规划条件（2018 规土（朝）乡条字 0004 号）；
- 9)建设工程规划用地测量条件（2018 规（朝）测字 0060 号）；
- 10)《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001，2009 年版）；
- 11)《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016 年版）；
- 12)《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223-2008）；
- 13)《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）等。

本次评估的主要任务为：

- （1）通过现场踏勘、资料收集以及现场勘探与测试等工作，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）分析预测拟建项目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地质灾害和本身可能遭受各类地质灾害的危险性和危害程度；

（4）采用定性和定量分析法，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价，并针对可能存在的地质灾害提出预防性措施、建议。

第一章 评估工作概述

1.1 工程概况与征地范围

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目建设用地位于北京市朝阳区将台乡，具体位置参见图 1.1 “建设用地地理位置示意图”。

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目用地总面积为 322681.689m², 建设项目位于坝河南侧，东侧紧邻驼房营路，建设用地主要包括居住用地 48450.865m²、体育用地 58094.68m²、公园用地 152695.264m² 以及道路用地 63440.88m²，建设用地卫星位置图见图 1.2。



图 1.1 建设用地地理位置示意图

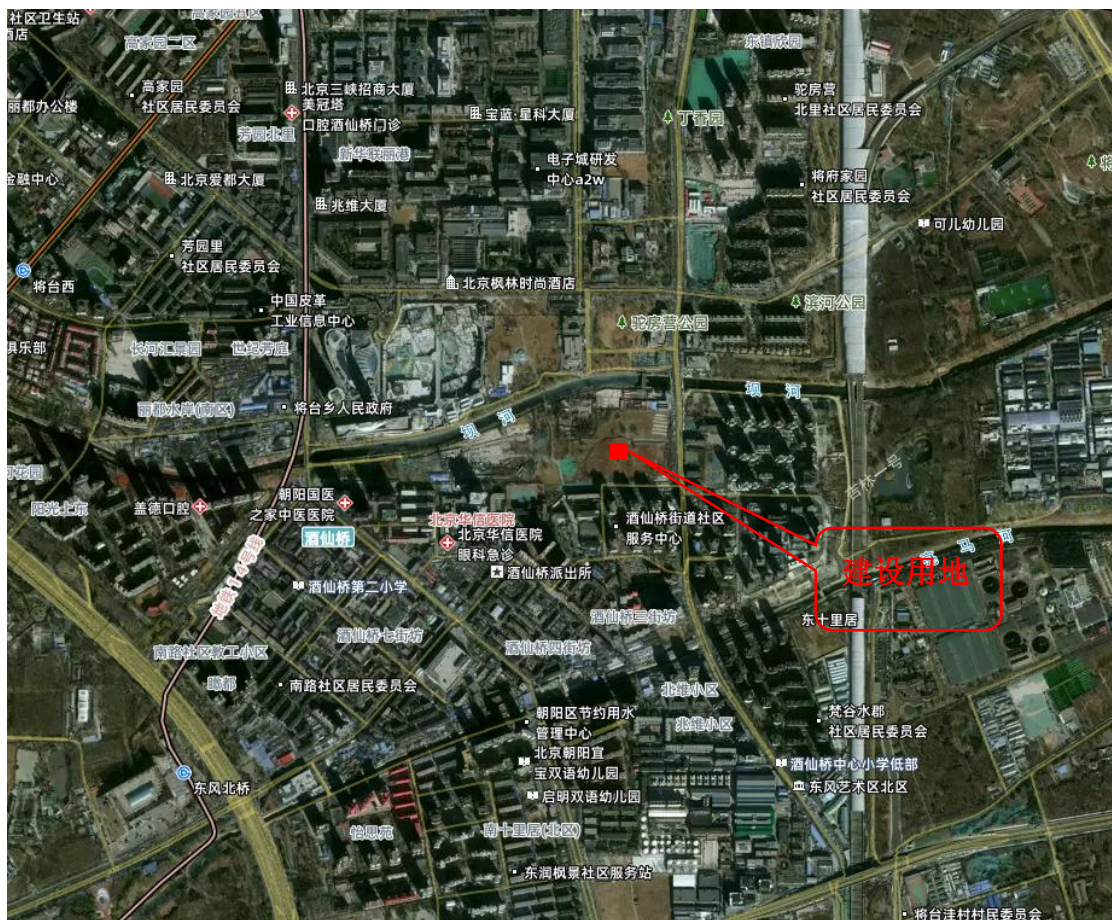


图 1.2 建设用地卫星位置图

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现象的相关资料，包括区域地质、水文地质、地震地质以及地质灾害调查等方面的工作成果见表 1.1（“建设用地内已有主要工作成果一览表”）。

表 1.1 建设用地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	北京市平原区基岩地质构造图 (1: 10 万)	水文地质工程地质大队	1979 年
2	北京地质百年研究—北京地区基础地质 研究的历史与最新成果	地质出版社	2001 年

3	《北京市区地下断裂对地面工程影响的研究》	北京市勘察设计研究院有限公司	1999 年
4	I-2-3 幅详查资料（1：1 万）	北京市勘察设计研究院有限公司	1961 年
5	I-2-3 幅深井资料	北京市勘察设计研究院有限公司	1971-1977 年
6	科航大厦岩土工程勘察报告（工程编号：2005 技 018）	北京市勘察设计研究院有限公司	2005 年
7	南磨房乡石门综合体农民回迁定向安置房项目地质灾害危险性评估报告；	中国地质工程集团有限公司	2022 年
8	北京市朝阳区小红门乡剩余建设用地一期项目建设工程建设用地地质灾害危险性评估报告；	中国地质工程集团有限公司	2022 年
9	CBD 核心区二期项目剩余地块地质灾害危险性评估报告	中国地质工程集团有限公司	2023 年
10	大屯地区 0205-659 及周边储备用地项目地质灾害危险性评估报告	中国地质工程集团有限公司	2023 年

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采取现场钻探、收集、整理、分析已有资料和现场综合地质调查的技术路线，具体的评估工作程序见图 1.3 “工作程序框图”。

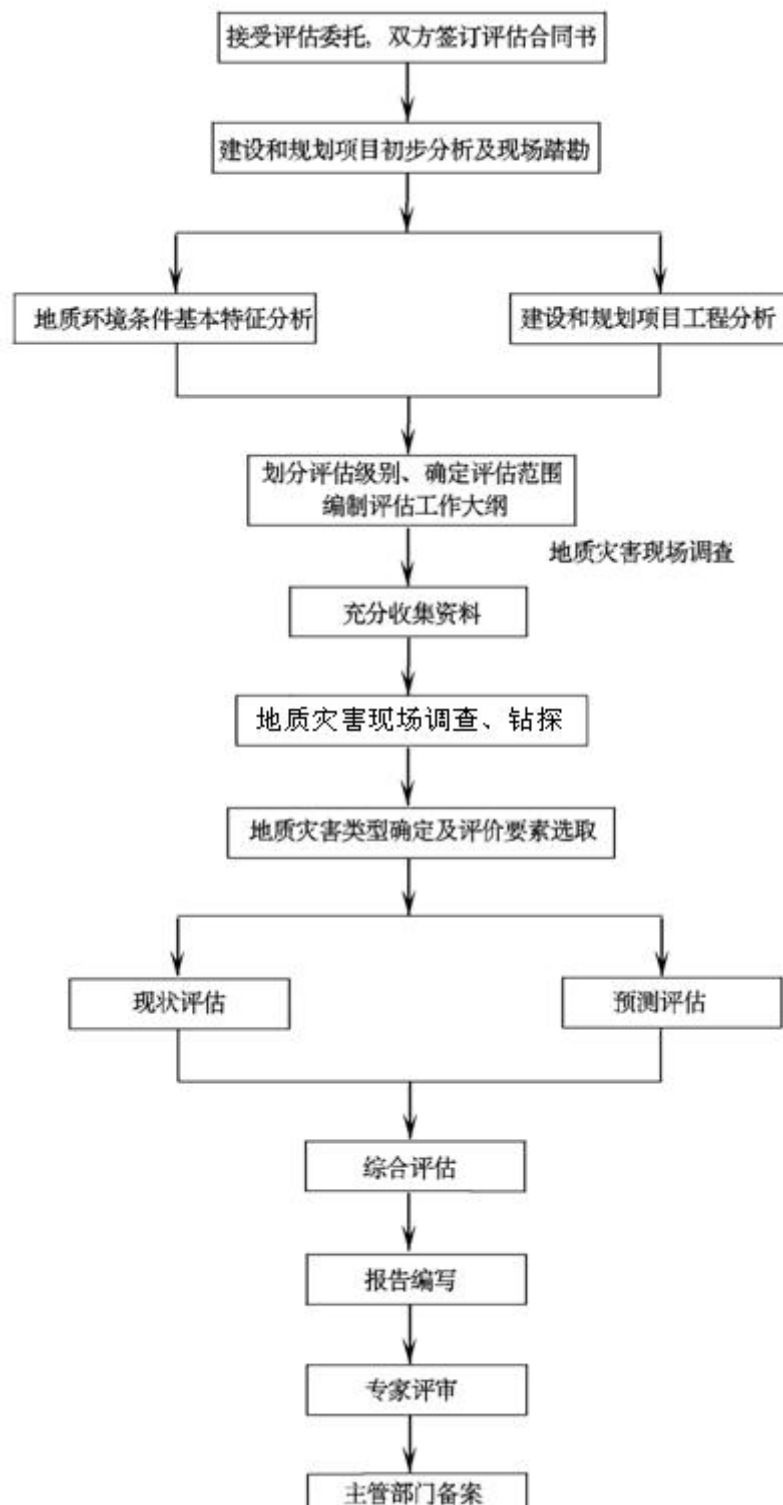


图 1.3 工作程序框图

1.3.2 完成的工作量

为了尽可能客观、全面和科学地对建设用地进行地质灾害危险性评估，本次工作在搜集和研究有关区域地质及工程地质、水文地质等成果资料的基础上，针

对建设用地及其评估区开展了水文地质、工程地质和地质灾害调查，调查面积约 10km²。通过整理和分析上述相关资料及成果，对建设用地及其评估区可能存在的地质灾害的危险性开展了评估。

具体完成工作内容参见表 1.2 “完成工作量一览表”。

表1.2 完成工作量一览表

项 目 名 称			单 位	数 量	说 明
资料收集	区域地质调查报告		份	4	1: 5 万
	地震专题研究成果资料		份	3	1
	其它生产科研报告		份	4	多种比例尺
野外调查	专项地质测量		km ²	10	1: 5 万
	专项水文地质测量		km ²	10	1: 5 万
	专项生态环境地质测量		km ²	10	1: 5 万
	专项工程地质测量		km ²	10	1: 5 万
	专项地质灾害测量		km ²	10	1: 5 万
勘察钻孔	钻探	钻 孔	个	4	资料收集
		标贯试验	次	14	
报 告 编 写	评估报告		字	约 1.7 万字	报 告 编 写

1.4 评估范围与级别

1.4.1 评估范围的确定

评估范围主要根据建设项目特点，结合区域水文地质、工程地质条件，同时考虑可能对建设用地产生破坏和影响的主要地质灾害类型及其分布范围综合确定。根据本工程具体情况，评估范围扩大至 10km²，以满足地质灾害危险性评估的要求，评估范围示意图如图 1.4。

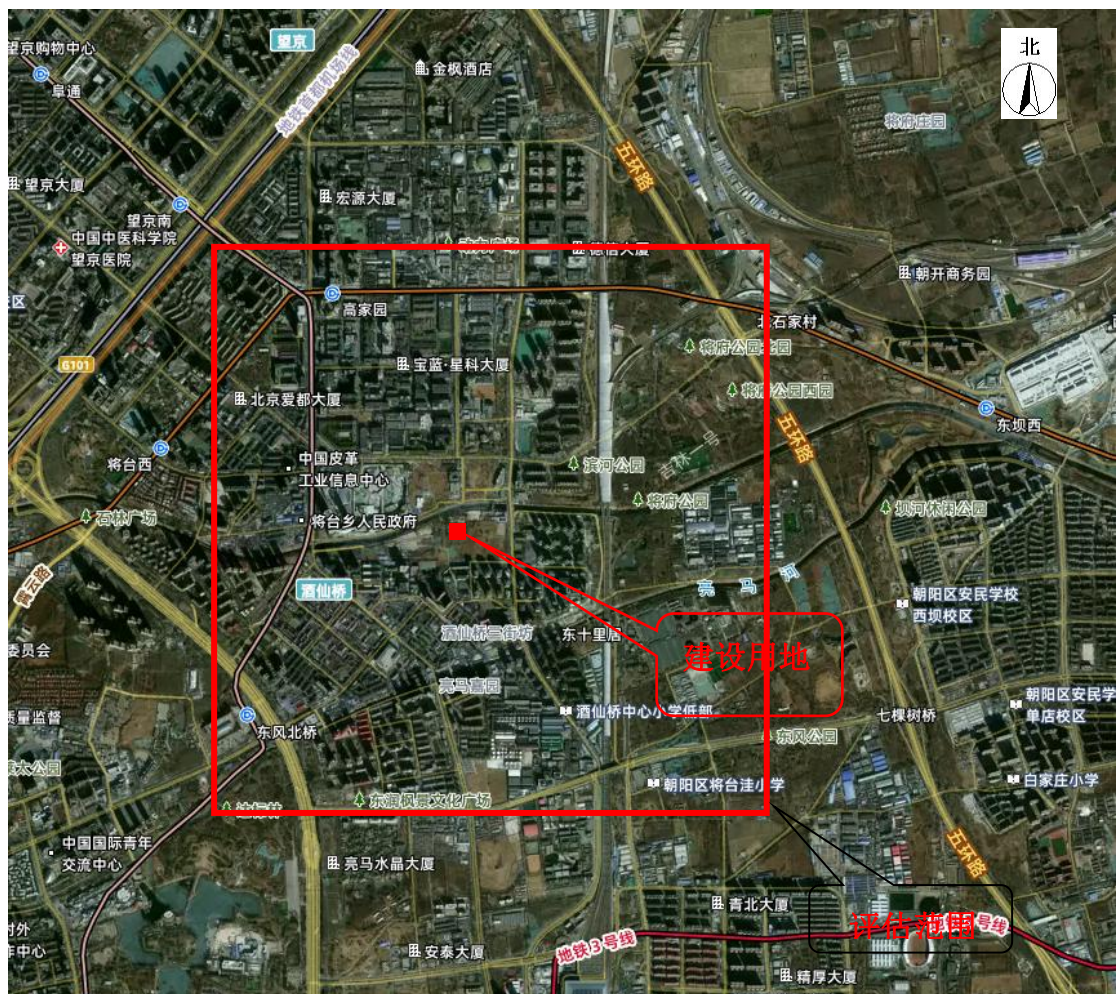


图 1.4 评估范围示意图

1.4.2 地质环境条件复杂程度判定

地形地貌：评估区地貌单元上位于古金沟河与古清河所夹台地区，总体地形较为平坦。综合分析认为评估区属地形地貌简单区。

地质构造：根据北京市平原区 1：10 万基岩地质构造图，呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过。因此评估区属地质构造中等复杂区。

工程地质与水文地质条件：根据本次勘探资料，评估区地面以下 20.00m 深度范围内分布有人工堆积层和第四纪沉积层，浅部地基土以中高压压缩性土层为主；地面下 20.00m 深度范围内主要赋存 3 层地下水，第 1 层地下水埋藏较浅；根据区域详查资料，评估区最高地下水水位接近自然地面。因此，综合考虑以上因素，评估区属工程地质、水文地质条件较差区。

地质灾害：地面下 20.00m 深度范围内分布有饱和粉土和砂土层，存在砂土地震液化的可能；根据北京市平原区地面沉降等值线图，评估区 1955-2024 年累

计地面沉降量约 300-320mm；呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过。因此，评估区可能存在的地质灾害类型为砂土液化、地面沉降和活动断裂。

人类活动：评估区及周边主要分布着商务酒店、行政办公楼、住宅小区等建筑，目前建设用地附近有地铁和高层建筑等工程建设活动。因此，评估区属破坏地质环境的人类工程活动较强烈区。

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“中等”。

1.4.3 建设项目的重要性类别划分

将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目用地总面积为 322681.689m²，建设项目位于坝河南侧，东侧紧邻驼房营路，建设用地主要包括居住用地 48450.865m²、体育用地 58094.68m²、公园用地 152695.264m² 以及道路用地 63440.88m²，按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）规定，该建设项目属于“较重要建设项目”。

1.4.4 确定评估级别

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中的有关规定，本项目是在地质环境条件中等复杂区进行较重要建设项目的地质灾害危险性评估，因此，规划用地地质灾害危险性评估等级确定为二级。

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(北京地区)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℃。

截止 2024 年全市多年平均降水量一般在 550mm-650mm 之间,降水量年变化大,具体统计数据可参见图 2.1 “北京市 1949-2024 年年平均降雨量统计图”,最大降雨量出现在 1959 年,降雨量为 1406.00mm,最小降雨量出现在 1965 年,仅为 261.80mm。降水量年内分配不均,每年降雨多集中在 7、8 两月,占总降雨量的 60%-70%,1、2 月份降雨量最小。由于年降雨量高度集中,即使早年,局部地势低洼地区也可能积水成涝。旱涝的周期性变化较明显,一般 9-10 年左右出现一个周期,连续枯水年和偏枯水年有时达数年。近十多年来,2012 年和 2021 年年降水量出现两个峰值,达到 758.7mm 和 929.4mm,2014 年年降水量最小,约为 500.0mm。城区近二十年最大冻土深小于 0.80m。

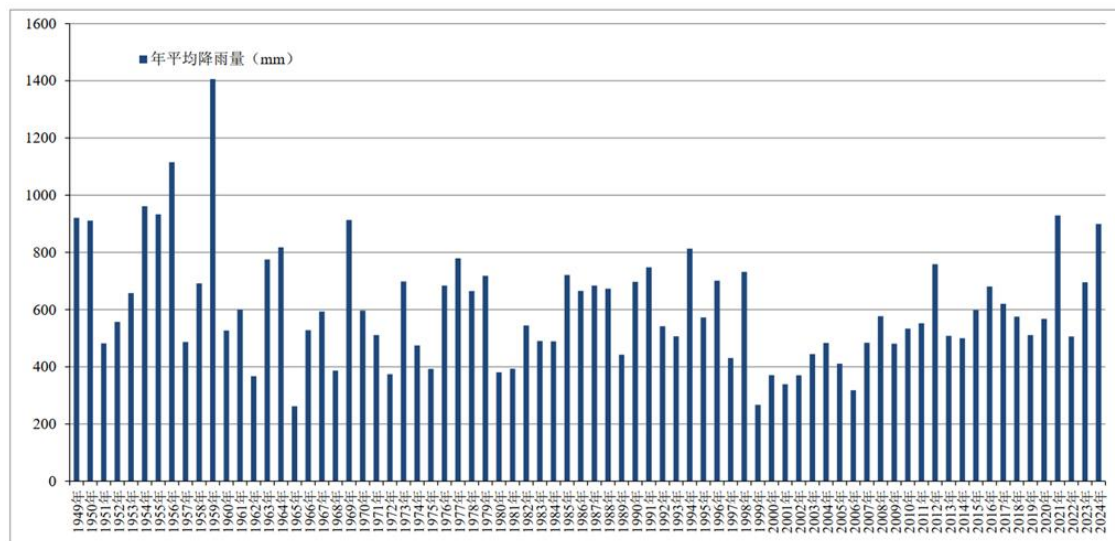


图 2.1 北京地区 1949-2024 年年降水量柱状图

2.1.2 水文

评估区附近的主要河流为坝河与亮马河。其中亮马河从评估区南侧流过；坝河从评估区北侧流过，距评估区最近距离约 200m。

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)-华北断坳(II₂)-北京迭断陷(III₆)-坨里-丰台迭凹陷(IV₁₄)的东北部。具体位置见图 2.3 “北京市构造分区略图”。



图 2.3 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。

根据区域地质资料，呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过（见图 2.4）。

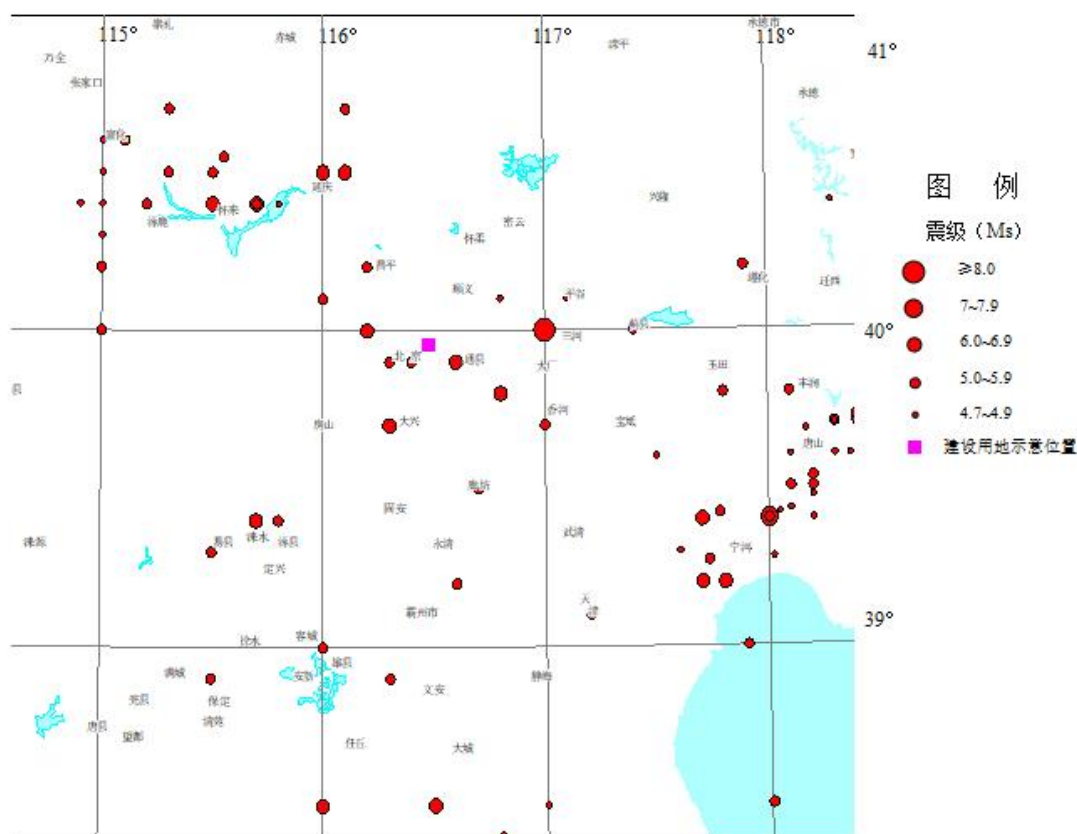


图 2.5 区域破坏性地震震中分布图 ($M_s \geq 4.7$, 公元 294 年—2010 年)

表 2.1 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 ⁺	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 2.6“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。

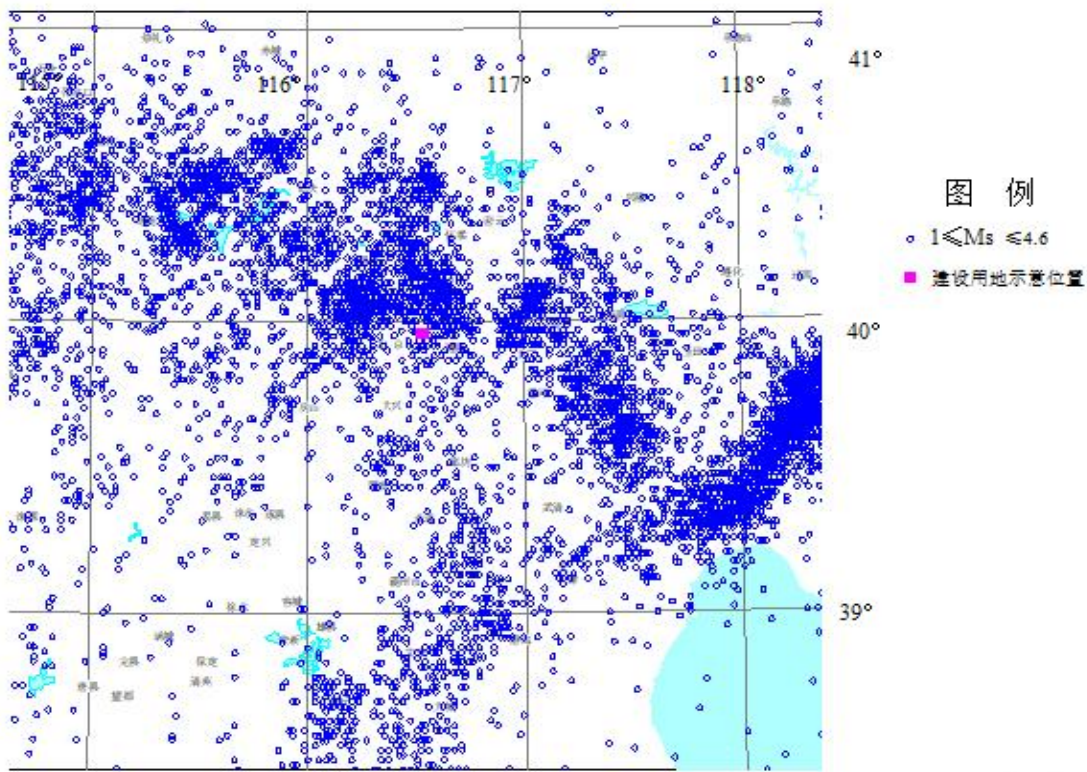


图 2.6 北京市及周边地区现代小震分布图

(3) 评估区地震动参数

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50021-2010, 2016 年版), 评估区的地震动峰值加速度为 $0.20g$ (相应超越概率为 50 年 10%), 抗震设防烈度为 8 度, 设计地震分组为第一组 (见图 2.7)。

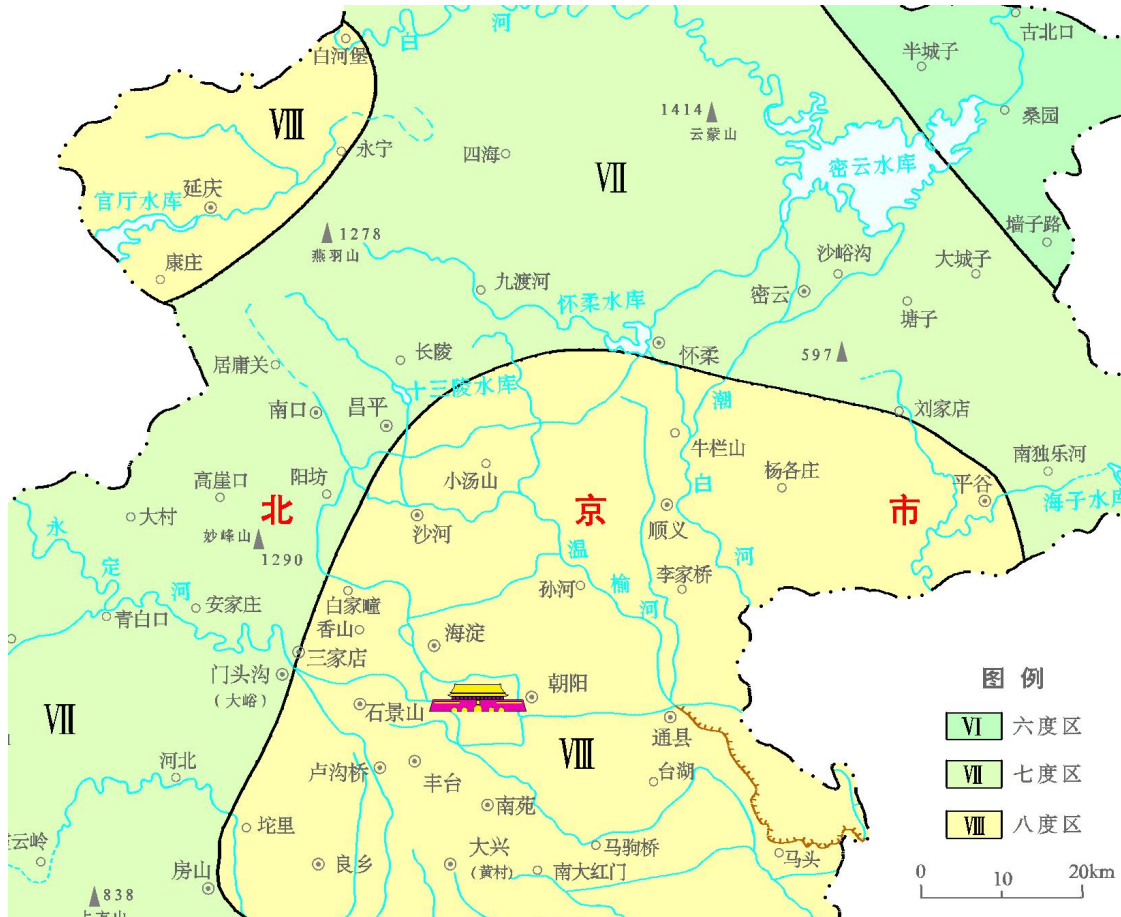


图 2.7 北京地区地震烈度区划图

2.5 岩土体工程地质特征

根据本次完成的勘探资料, 建设用地地面下 20.00m 深度范围内的地层, 按成因年代可划分为人工堆积层和第四纪沉积层 2 大类, 并按岩性及工程特性可进一步划分为 5 个大层及亚层, 现分述如下:

(1) 人工堆积层

表层为人工堆积之一般厚度 1.3-2.6m 的房渣土①层, 粘质粉土素填土、砂质粉土素填土①₁ 层。

(2) 第四纪沉积层

人工堆积层以下为第四纪沉积的砂质粉土、粉砂②层, 砂质粉土、粘质粉土

②₁层，粉质粘土、重粉质粘土②₂层及粘土②₃层；砂质粉土、粘质粉土③层，粉质粘土、重粉质粘土③₁层；中砂、细砂④层及粉砂、细砂④₁层；粉质粘土、粘质粉土⑤层，砂质粉土、粘质粉土⑤₁层及粘土、重粉质粘土⑤₂层。

上述主要地层的物理力学指标参见表 2.2，钻孔地质剖面图见图 2.8。

表 2.2 建设用地主要地层岩性及土层物理力学指标

成因类型	地层序号	地 层 岩 性	W (%)	ρ (g/cm ³)	e	E _{s100} (MP _a)	N
人工堆积层	①	房渣土	/	/	/	/	/
	① ₁	粘质粉土素填土、砂质粉土素填土	/	/	/	/	/
第四纪沉积层	②	砂质粉土、粉砂	19.4~22.6	2.00~2.11	0.52~0.64	15.8~27.8	13~20
	② ₁	砂质粉土、粘质粉土	13.3~23.3	1.94~2.05	0.57~0.67	5.4~12.7	7~12
	② ₂	粉质粘土、重粉质粘土	28.7~34.8	1.86~1.95	0.81~0.97	3.4~5.0	/
	② ₃	粘土	29.7	1.90	0.86	4.2	/
	③	砂质粉土、粘质粉土、	17.0~24.9	1.97~2.16	0.53~0.66	13.0~26.5	14~20
	③ ₁	粉质粘土、重粉质粘土	18.9~31.1	1.90~2.07	0.57~0.78	4.0~6.9	/
	④	细砂、中砂	/	/	/	/	41~68
	④ ₁	粉砂、细砂	/	/	/	/	41~46
	⑤	粉质粘土、粘质粉土	21.9~25.2	1.97~2.06	0.60~0.72	10.0~13.4	/
	⑤ ₁	砂质粉土、粘质粉土	/	/	/	/	25~33
	⑤ ₂	粘土、重粉质粘土	28.8~33.6	1.86~1.90	0.86~0.96	9.0~9.7	/

注：表中 N 为标准贯入击数， E_{s100} 为土的压缩模量。

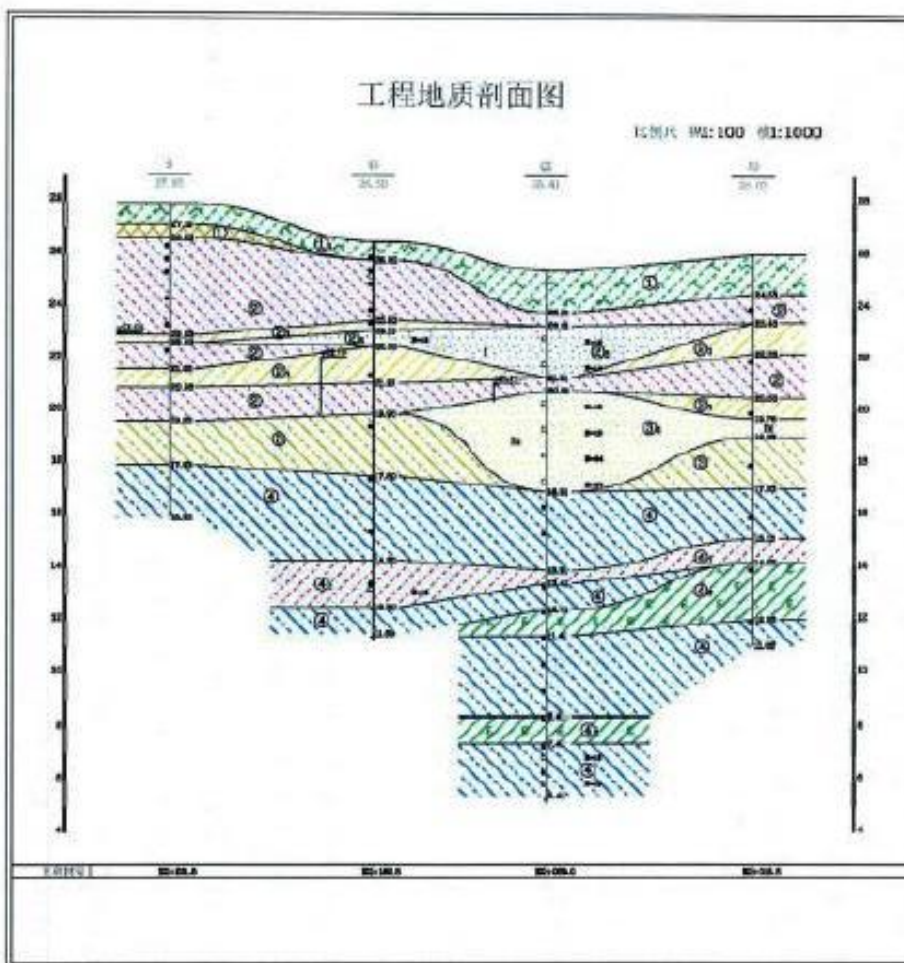


图 2.8 钻孔地质剖面图

2.6 水文地质条件

2.6.1 地下水分布规律及水位情况

根据场地勘探成果，建设用地地表以下20.00m深度范围内主要分布3层地下水（见表2.3）：第1层地下水类型为台地潜水，主要赋存在埋深5m以上的粉土和砂土层中；第2层地下水类型为潜水，主要赋存在埋深9m以上的粉土层中；第3层地下水类型为潜水～承压水，主要赋存在埋深约11m以下的砂土层中。另外，根据建设用地附近深井资料，评估区深部地层中还具备赋存多层承压水的条件。

表2.3 地下水水位情况一览表

序号	地下水类型	水位埋深(m)	水位标高(m)	量测时间
第1层	台地潜水	2.60m-3.80m	35.13m-36.40m	2011年11月下旬
第2层	潜水	5.90m-7.90	30.84m-32.94m	

第3层	潜水~承压水	10.20m-11.20m	27.54m-28.80m	
-----	--------	---------------	---------------	--

此外，根据我公司区域详查资料及我公司完成的场地附近岩土工程勘察报告，建设用地1959年最高地下水位接近自然地面。

2.6.2 地下水位动态分析

(1) 潜水

图 2.9 为酒仙桥有线电视培训中心附近的潜水水位长期观测孔（孔号：1320780）多年动态曲线。由图中可以看出，该层地下水水位近年来总体较为平稳，受大气降水影响较大，在 1 个水文年中，每年 6-8 月水位较高，其它月份水位较低，水位一般年变幅在 2-3m 左右。

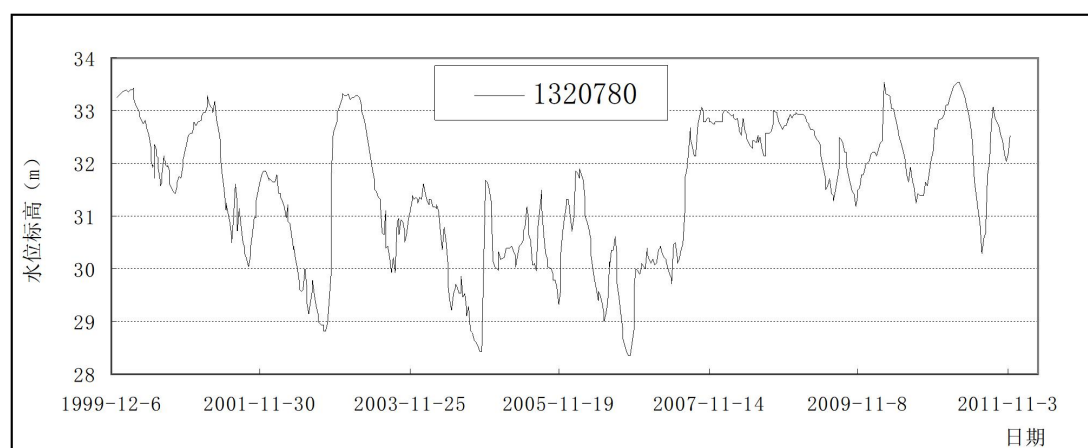


图 2.9 潜水水位多年动态曲线（1320780 号孔）

(2) 承压水

图 2.10 为 301 所附近的机井（孔号：1230510）观测到的地下水位动态曲线，该机井所在位置地面标高 39.30m。从图中可以看出 1999~2005 年地下水处于快速下降状态，2006 年至 2007 年地下水水位趋于平稳，2008 年起开始有所回升。2000~2005 年地下水位下降了 8.2m，年平均下降速率约 1.37m。

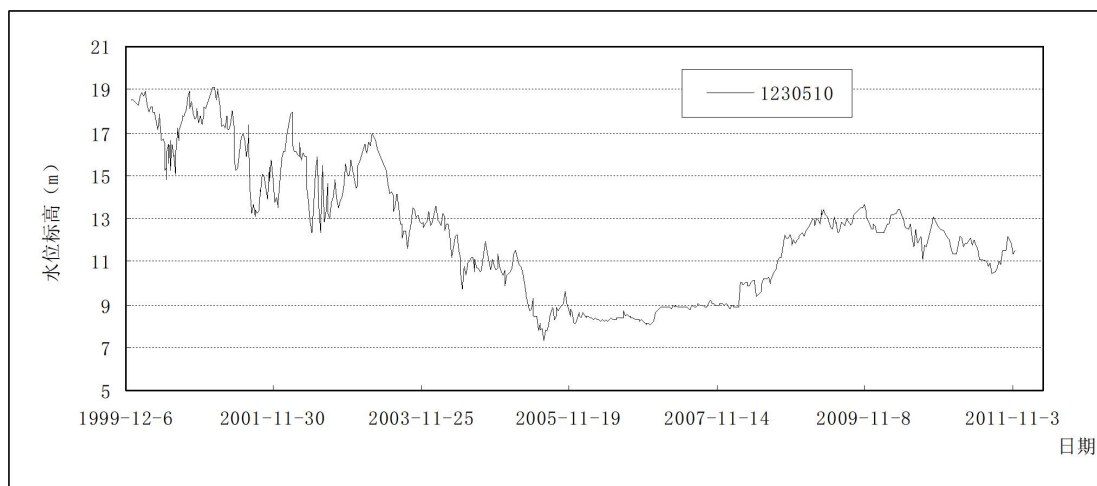


图 2.10 承压水长期观测孔水位动态曲线（1230510 号孔）

2.6.3 地下水补、迳、排条件

潜水主要接受大气降水入渗、地下水侧向径流补给，排泄方式主要为侧向径流和越流。该层地下水天然动态类型为渗入-径流型。

承压水补给方式主要为侧向径流和越流补给，排泄方式主要为地下水侧向径流和人工开采。该层地下水天然动态类型属径流-开采型。

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为工程建设和开采地下水等。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，如过量开采地下水会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

根据野外勘探、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粉土和砂土层，在地震作用下建设用地地基土有产生液化的可能。因此，需对评估区砂土液化的危险性进行评估。

（2）评估区存在由于地下水开采引起的地面沉降，随着经济的发展和人口的增加，该地区用水量一旦发生变化，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。

（3）已有资料表明，呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过，有必要对其影响进行分析。

综上所述，砂土液化、地面沉降和活动断裂将是本评估区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 砂土液化判别

3.2.1.1 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，多分布新近沉积的粉土和砂类土层，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（见图 3.1）。

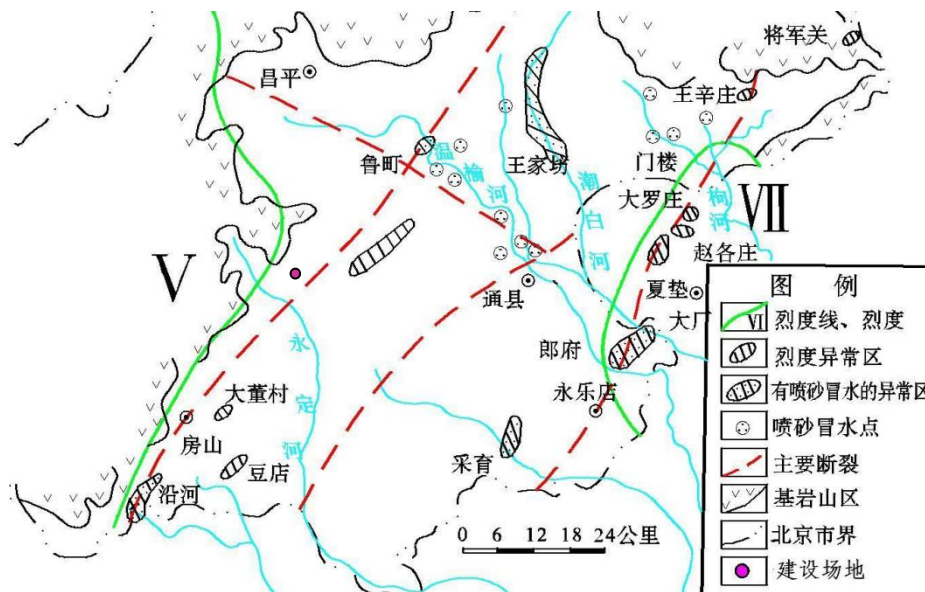


图 3.1 唐山地震北京地区砂土液化分布图

根据对已有资料的分析 and 本次调查，评估区不在上述液化区影响范围内。

3.2.1.2 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。

3.2.1.3 砂土液化判别方法

(1) 初判

对饱和砂土和粉土，首先根据土层地质年代、地震基本烈度、上覆非液化土层厚度、液化土层特征深度、基础埋置深度、地下水位深度以及粉土的粘粒含量百分率，初步判定该场地饱和砂土和粉土是否可能发生液化。饱和的砂土或粉土（不含黄土），当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或可不考虑液化影响。

①地质年代为第四系晚更新世（ Q_3 ）及其以前时，7、8度时；

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

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

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

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

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

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

d_u —上覆盖非液化土层厚度（m），计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除；

d_b —基础埋置深度（m），不超过 2m 按 2m 计算；

d_o —液化土特征深度（m），按表 3.1 采用。

表 3.1 液化土特征深度（m）

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

注：当区域的地下水位处于变动状态时，应按不利的情况考虑。

2) 复判

目前砂土液化的判别多采用现场标准贯入试验法，当饱和土标准贯入锤击数（未经杆长修正）小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。

在地面下 20m 深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按式计算：

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

式中： N_{cr} —液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_0 —液化判别标准贯入锤击数基准值，可按表 3.2 采用；

d_s —饱和土标准贯入点深度（m）；

d_w —地下水位深度（m）；

ρ_c —黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；

β —调整系数，设计地震第一组取 0.80，第二组取 0.95，第三组取 1.05。

表 3.2 液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

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

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016 版),对存在液化土砂土、粉土层的地基,应探明各液化土层的深度和厚度,按下式计算每个钻孔的液化指数,并按表 3.3 综合划分地基的液化等级。

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

式中: I_{LE} -液化指数;

n -在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数;

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

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

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

表 3.3 液化等级与液化指数的对应关系

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

3.2.1.4 砂土液化判别结果

按照上述液化判别方法,对本次评估所利用钻孔的相关标贯点进行液化判别,判别结果见表 3.4 “建设用地现状砂土液化判别表”。在现状砂土液化判别计算中,1#-3#钻孔地下水位取现场勘探期间实测最高地下水位,4#钻孔水位取 1#-3#孔最高水位平均值 (即 3.10m);地震烈度取 VIII 度。

表 3.4 建设用地现状砂土液化判别表（液化判别深度 20.00m）

孔号	层号	地层岩性	d_s (m)	d_w (m)	粘粒含量 (%)	标贯击数		判别结果
						N	N _{cr}	
1	②	砂质粉土	4.50	3.8	7	13	7	不液化
	③	砂质粉土	7.50		7	15	9	不液化
	④ ₁	细砂	11.30		3	41	17	不液化
	④ ₁	粉砂	12.30		3	46	17	不液化
	④	细砂	13.30		3	39	18	不液化
	④	细砂	14.30		3	43	19	不液化
	④	细砂	15.30		3	56	19	不液化
	④	细砂	16.30		3	60	20	不液化
	④	细砂	17.30		3	65	20	不液化
2	②	砂质粉土	3.00	2.8	7	18	6	不液化
	②	粉砂	3.80		3	20	10	不液化
	③	砂质粉土	7.00		10	19	8	不液化
	③	砂质粉土	8.00		7	16	10	不液化
	④ ₁	砂质粉土	11.80		4	42	16	不液化
	④	细砂	12.80		3	37	19	不液化
	④	细砂	13.80		3	41	19	不液化
	④	细砂	14.80		3	50	20	不液化
	④	细砂	15.80		3	58	20	不液化
	④	细砂	16.80		3	65	21	不液化
	④	细砂	17.80		3	68	21	不液化
	⑤ ₁	砂质粉土	18.80		4	39	19	不液化
3	②	砂质粉土	3.30	2.6	7	10	6	不液化
	②	砂质粉土	4.50		10	18	6	不液化
	③	砂质粉土	6.50		11	16	7	不液化
	③	砂质粉土	7.50		7	20	10	不液化
	③	砂质粉土	11.50		7	32	12	不液化
	④ ₁	粉砂	12.30		3	41	18	不液化
	④	细砂	13.30		3	44	19	不液化
	④	细砂	14.30		3	49	20	不液化
	④	中砂	15.30		3	60	20	不液化
	④	细砂	16.30		3	68	21	不液化
4	② ₁	砂质粉土	3.85	3.1	4	11	9	不液化
	③	砂质粉土	6.85		7	14	9	不液化
	③	砂质粉土	8.00		10	19	8	不液化

	④ ₁	粉砂	11.80		3	43	18	不液化
	④	中砂	12.80		3	38	18	不液化
	④	细砂	13.80		3	43	19	不液化
	④	细砂	14.80		3	50	19	不液化
	④	细砂	15.80		3	58	20	不液化
	④	细砂	16.80		3	63	21	不液化
	④	细砂	17.80		3	60	21	不液化

注：砂土液化判别深度 20.0m。

表 3.4 的计算结果表明，地震烈度为Ⅷ度时，地下水位取表 3.4 中 d_w 值，建设用地地基土不液化。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021) 表 3.5 “砂土液化地质灾害危险性现状评估、预测评估表”，现状建设用地砂土液化地质灾害险情为“轻”，现状建设用地遭受砂土液化地质灾害危险性“小”。

表 3.5 砂土液化地质灾害危险性现状评估、预测评估表

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

3.2.2 地面沉降

3.2.2.1 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-东单地区零星分布，年沉降速率小于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400km²，年沉降速率达到十几毫米。

（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600km²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800km²，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1800km²，其中沉降量大于200mm的地区达到600km²以上。

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。

3.2.2.2 地面沉降现状评估

评估区位于北京市来广营-酒仙桥地面沉降中心的南侧。

图3.2为北京平原区1955-2024年累计地面沉降量综合分析图，由图可知评估区到2024年累计地面沉降量在300-320mm之间，考虑到来广营-酒仙桥地面沉降中心是从1967年前后形成的，评估区应在1967年左右才开始产生地面沉降，1967-2024年间年沉降速率约为5.3-5.6mm/a。

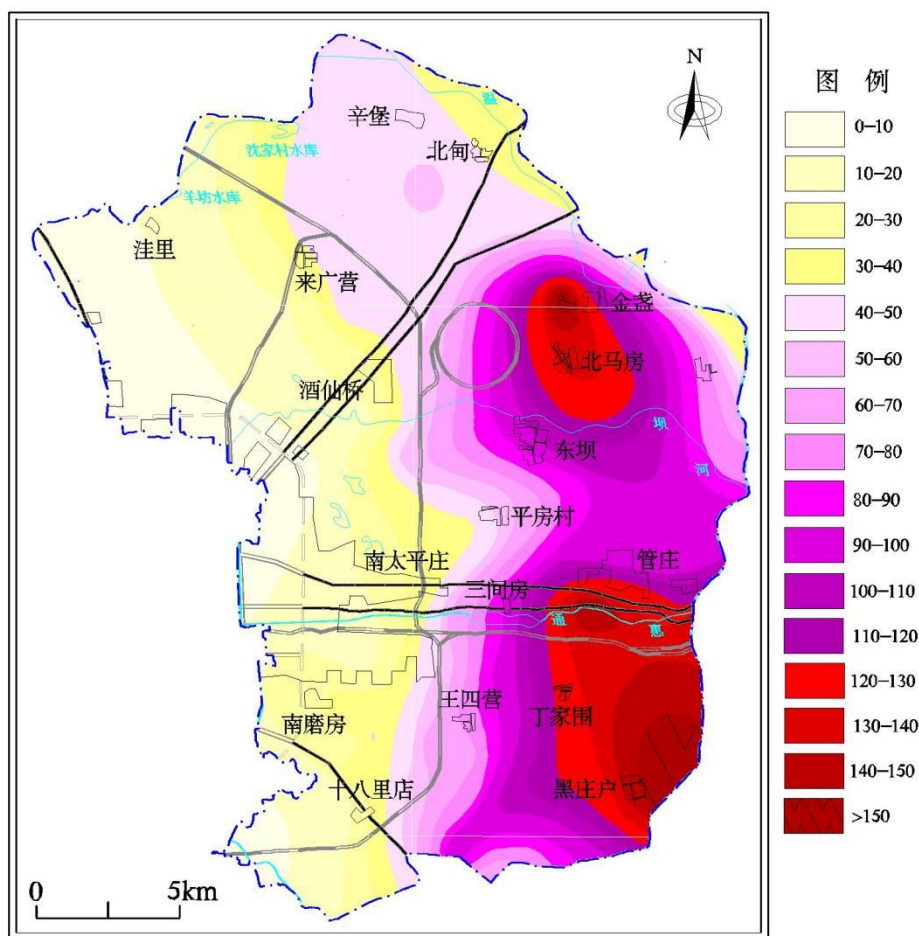


图 3.2 北京平原区 1955-2024 年累计地面沉降量综合分析图

根据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)表 3.6 和 3.7 可知，评估区地面沉降现状发育程度“弱”，地面沉降灾情与危害程度“轻”，因此地面沉降现状评估危险性“小”。

表 3.6 地面沉降现状发育程度

分级		强	中	弱
因素	累计地面沉降量(mm)	>1500	500-1500	<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 3.7 地面沉降现状危险性确定

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

3.2.3 活动断裂

3.2.3.1 断裂特征及活动性

呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过。

该断裂是一条发育于北京地堑内部的隐伏断裂，该断裂北起荣各庄一带，往南经顺义-天竺-东单、两间房至码头镇附近，是北京地堑区内部规模最大，延伸长达百余公里的隐伏断裂。据石油勘探和水文地质钻探资料，它总体走向北东 25°-30°，倾向北西，倾角 60°-80°。该断裂由多条北北东-北东走向的段落构成，它们的第四纪活动性存在较大的差异（见图 3.3）。

孙河附近以南为良乡-顺义断裂的南段，石油地震勘探表明，它为一条倾向北西上陡下缓的铲式正断层。断裂两侧中—上元古界顶面垂直断距达 400m，下第三系顶面垂直断距有 250m，往上已断至距地表 110m 处，而该地的第四系厚度在 100m-150m 之间，该断裂活动对第四纪底部地层有微弱影响（见图 3.3）。新近获得的物探资料（北京市地震局震害防御与工程地震研究所，2003）也显示该段断裂可能错断了第四纪底部地层，而主要的活动发生于第三纪期间。

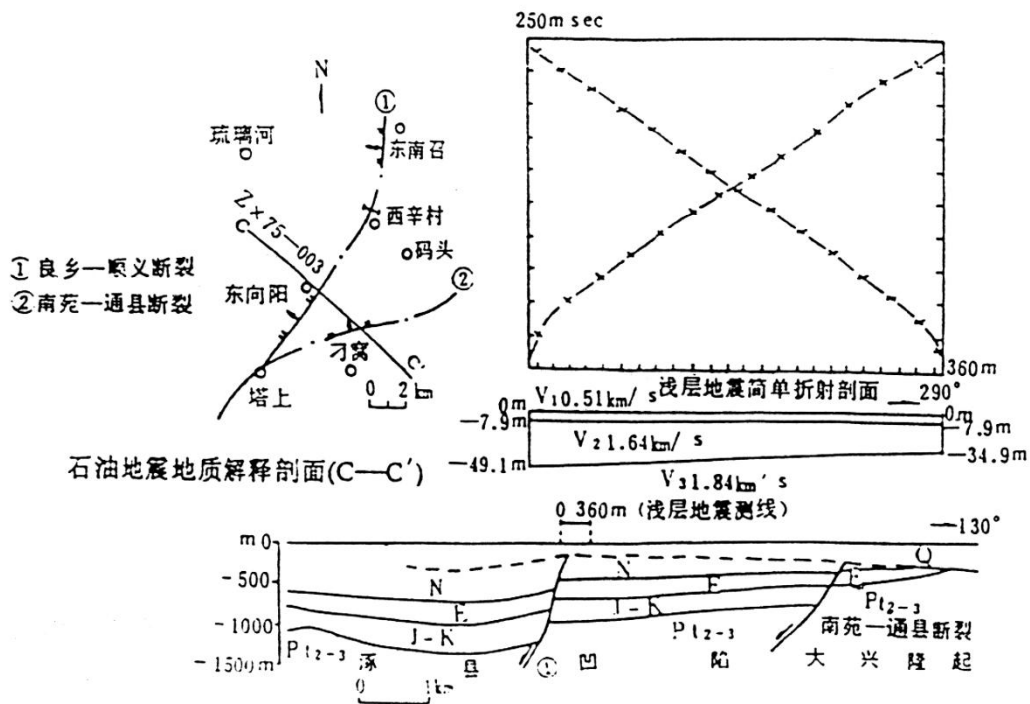


图 3.3 良乡-顺义断裂测线西辛村联合剖面（据国家地震局地质所，1993）

孙河附近以北为良乡-顺义断裂的北段，倾向东南，为一高角度正断层。该断裂经多种勘探手段证实为第四纪断裂（向宏发等，1993）。在顺义附近，断裂的下盘顺 4 孔 475m 钻穿第四系，而上盘的顺 5 孔 793m 才钻穿第四系，两盘第四系落差 328m（见图 3.4）。北京市地震局调查曾发现沿顺义-孙河段存在一条明显的现代地表破裂带，并认为是顺义-孙河断裂段活动的结果（北京市地震局，2001），根据近年来对良乡-顺义沿线的地形地貌和地表破裂调查，上述地裂缝有沿良乡-顺义断裂向南发展的趋势。据此推断，良乡-顺义断裂北段在全新世有所活动。

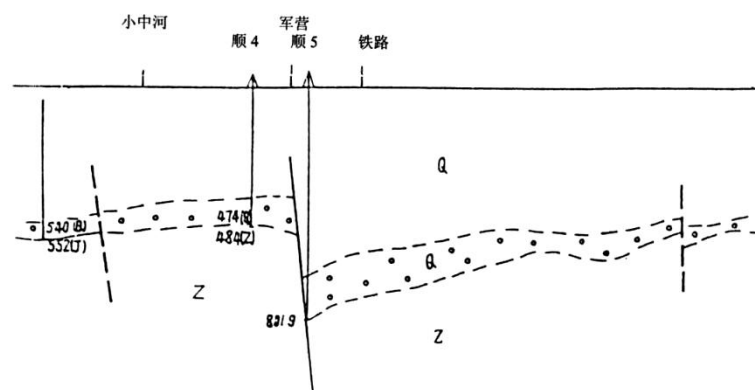


图 3.4 良乡-顺义断裂联合剖面（北京地质会战报告，1993）

根据上述资料可以看出，良乡-顺义断裂第四纪以来断裂的活动性由南向北逐渐增强。虽然本次评估的规划用地位于良乡-顺义断裂活动性相对较弱的南段范围，但距离孙河较近。

3.2.3.2 地下断裂对地面工程影响评价

综上所述，呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过，该断裂位于建设用地附近的段落最晚活动年代为早、中更新世。通过对评估区内现状房屋、桥梁和道路的走访调查，未发现评估区内存在因断裂错动而产生的地面变形、路面错断和建（构）筑物变形、损毁等现象。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）的有关规定评价，可忽略该断裂错动对地面建筑的影响。

因此，现状评估认为活动断裂地质灾害危险性“小”。

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

本工程及周边目前已采用自来水管网供水,拟建工程的建设不会加大该地区地下水的开采。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(构)筑物附加应力引起的地面沉降。2008年3月1日起北京市对工程建设施工降水采取限制措施,因此,对于一般建设项目可忽略施工降水引起的地面沉降;工程建设地基基础设计、施工方案的选取要综合考虑地基承载力、变形和稳定性的控制,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地基变形量要小。

因此,工程建设引发或加剧地面沉降的危险性“小”。

4.1.3 工程建设引发或加剧活动断裂地质灾害危险性预测

呈北东走向的良乡-顺义断裂从建设用地东南侧通过。根据项目设计条件,其附加荷载对于使断层活动的地壳应力来说可以忽略不计,因此不会引发或加剧该活动断裂的活动性。

4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

根据现状评估结果,工程建设可能遭受的地质灾害类型主要为砂土液化、地面沉降和活动断裂。

4.2.1 工程建设遭受砂土液化危险性的预测

地下水位是建设用地进行砂土液化判别的条件,水位的高低直接影响到砂土液化的发生、判定计算结果和危害等级确定。根据本项目岩土工程勘察报告,建设用地1959年历史最高地下水位接近自然地面,因此,本次砂土液化预测评估采用的地下水埋深按0.5m考虑。按照前述砂土液化判别方法,相关计算结果见

表 4.1 “建设用地砂土液化预测评估判别表”。

表 4.1 建设用地现状砂土液化判别表（液化判别深度 20.00m）

孔号	层号	地层岩性	d_s (m)	d_w (m)	粘粒含量(%)	标贯击数		液化指数	液化判别
						N	N _{cr}		
1	②	砂质粉土	3.35	0.5	4	19	10	0.00	不液化
	②	砂质粉土	4.50		7	13	9	0.00	
	③	砂质粉土	7.50		7	15	11	0.00	
	④ ₁	细砂	11.30		3	41	20	0.00	
	④ ₁	粉砂	12.30		3	46	20	0.00	
	④	细砂	13.30		3	39	21	0.00	
	④	细砂	14.30		3	43	22	0.00	
	④	细砂	15.30		3	56	22	0.00	
	④	细砂	16.30		3	60	23	0.00	
	④	细砂	17.30		3	65	23	0.00	
2	② ₁	粘质粉土	1.85	0.5	9	7	5	0.00	不液化
	②	砂质粉土	3.00		7	18	7	0.00	
	②	粉砂	3.80		3	20	12	0.00	
	③	砂质粉土	7.00		10	19	9	0.00	
	③	砂质粉土	8.00		7	16	11	0.00	
	④ ₁	砂质粉土	11.80		4	42	17	0.00	
	④	细砂	12.80		3	37	21	0.00	
	④	细砂	13.80		3	41	21	0.00	
	④	细砂	14.80		3	50	22	0.00	
	④	细砂	15.80		3	58	23	0.00	
	④	细砂	16.80		3	65	23	0.00	
	④	细砂	17.80		3	68	24	0.00	
3	⑤ ₁	砂质粉土	18.80		4	39	21	0.00	
	② ₁	砂质粉土	2.35	0.5	7	10	6	0.00	不液化
	②	砂质粉土	3.30		7	10	8	0.00	
	②	砂质粉土	4.50		10	18	7	0.00	
	③	砂质粉土	6.50		11	16	8	0.00	
	③	砂质粉土	7.50		7	20	11	0.00	
	③	砂质粉土	11.50		7	32	13	0.00	
	④ ₁	粉砂	12.30		3	41	20	0.00	
	④	细砂	13.30		3	44	21	0.00	
	④	细砂	14.30		3	49	22	0.00	

4	④	中砂	15.30		3	60	22	0.00	
	④	细砂	16.30		3	68	23	0.00	
	② ₁	砂质粉土	1.85		7	12	6	0.00	不液化
	②	粉砂	2.65		4	16	9	0.00	
	② ₁	砂质粉土	3.85		4	11	11	0.00	
	③	砂质粉土	6.85		7	14	11	0.00	
	③	砂质粉土	8.00		10	19	9	0.00	
	④ ₁	粉砂	11.80		3	43	20	0.00	
	④	中砂	12.80		3	38	21	0.00	
	④	细砂	13.80		3	43	21	0.00	
	④	细砂	14.80		3	50	22	0.00	
	④	细砂	15.80		3	58	23	0.00	
	④	细砂	16.80		3	63	23	0.00	
	④	细砂	17.80		3	60	24	0.00	

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 0.5m 的不利条件考虑时,建设用地地基土应不会发生地震液化,根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)“表 4.2 砂土液化地质灾害危险性现状评估、预测评估表”,预测建设用地砂土液化地质灾害险情为“轻”,预测建设用地遭受砂土液化地质灾害危险性“小”。

表 4.2 砂土液化地质灾害危险性现状评估、预测评估表

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

4.2.2 工程建设遭受地面沉降地质灾害的危险性预测

4.2.2.1 地面沉降机理

评估区第四系松散地层主要由浅部粘性土层、粉土层与砂土层组成。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,砂层、粉土层与粘性土层的压密变形具有不同的特点。

(1) 含水层(砂层)的压密变形特征

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（砂层）颗粒骨架上，使含水层（砂层）的颗粒骨架压力增大而发生了弹性压密。含水层（砂层）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（砂层）最终沉降量（cm）；

$H_{\text{含}}$ —含水层（砂层）的初始厚度（cm）；

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

E_s —含水层（砂层）的压缩模量。

（2）粘性土层的压密变形特征

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 Δh 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（cm²/年）， $C_v = k(1+e)/\gamma_w \alpha_v$ ； α_v -土的压缩系数（1/kPa）； k -土的渗透系数（cm/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）。

4.2.2.2 地面沉降预测

据现场调查，评估区新建小区、企业大多采用自来水管网供水，项目所处沉降区仍有部分村落和工厂等采用自备抽水井提供日常用水，区域范围内自备井向自来水管网的过渡将是一个渐进的过程。因此，考虑到经济的增长和人口的增加，出于安全角度，2025-2029年5年间地下水位按照每年1.0m的下降速率考虑，

根据地面沉降公式（4.1）和（4.2），利用图 4.1 所示的地层概化模型，计算得到近 3 年中地面累计沉降量可达约 25mm，年沉降速率约为 8.3mm/a，加上 1967-2024 年 300-320mm 的累计地面沉降量，到 2029 年，建设用地地面沉降量将达到 342-362mm。由表 4.3 可知，预测评估区地面沉降发育程度“弱”，地面沉降灾情与危害程度“轻”，因此预测地面沉降评估危险性“小”。

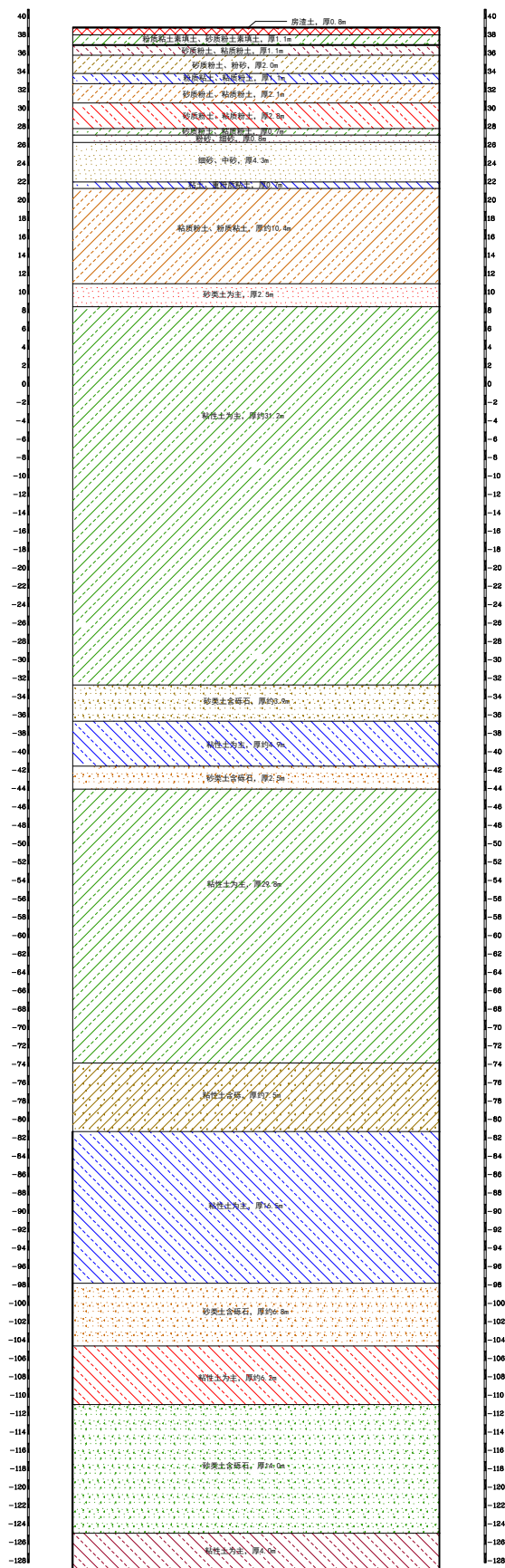


图 4.1 评估区地层概化模型

表 4.3 地面沉降现状、预测发育程度

分级		强	中	弱
因素	累计地面沉降量 (mm)	>1500	500-1500	<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。

4.2.3 工程建设遭受活动断裂危险性的预测

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）之附录 A（“中国地震动峰值加速度区划图”）及附录 D，场区的地震基本烈度为 8 度。按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）规定：非全新世活动断裂，或者抗震设防烈度为 8 度时，隐伏断裂的土层覆盖层厚度大于 60m，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响。虽然建设用地范围处于良乡-顺义断裂南段附近，但考虑到建设用地距离活动性较强的良乡-顺义断裂北段较近，且该区域地面沉降仍在发展中，因此，应妥善考虑良乡-顺义断裂对建设用地的可能影响。综合分析认为，建设用地未来遭受活动断裂的地质灾害危险性为“中等”。

第五章 地质灾害危险性综合评估

5.1 综合评估原则

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果,充分考虑评估区地质环境条件的特点、现状和潜在地质灾害的发育程度,根据“区内相似,区际相异”的原则,采用定性分析法,各地块分段对地质灾害危险性进行综合评估,并依据地质灾害危险性、防治难易程度和防治效益,对建设场地的适宜性作出评估,提出地质灾害的防治措施和建议。

5.2 地质灾害危险性量化指标的确定

5.2.1 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条来确定。

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综合划分地基的液化等级,砂土液化危险性现状评估、预测评估分级指标按表5.2确定。

表 5.1 液化等级

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

表 5.2 砂土液化现状、预测评估危险性确定

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		

5.2.2 地面沉降危险性量化指标

根据依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)相关规定进行量化评价。地面沉降评估指标为累计地面沉降量和年沉降速率两个因素,见表5.3。地面沉降危险性现状评估、预测评估分级指标按表5.4确定。

表 5.3 地面沉降现状、预测发育程度

分级		强	中	弱
因素	累计地面沉降量 (mm)	>1500	500-1500	<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 5.4 地面沉降现状评估、预测评估危险性确定

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

5.2.3 活动断裂对场地危险性的量化指标

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）第 4.1.7 条规定，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，隐伏断裂的土层覆盖层厚度分别大于 60m 和 90m。

5.3 地质灾害危险性等级划分

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和潜在的地质灾害隐患点的分布、危险程度，采用定性、定量分析方法，进行工程建设区地质灾害危险性等级划分。分级标准见表 5.5 “地质灾害危险性

分级表”。

表 5.5 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		
		小	中等	大
现状评估危险性	大	大级	大级	大级
	中等	中级	大级	大级
	小	小级	中级	大级

5.4 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，按上述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。按照表 5.5 的分级标准，建设用地地质灾害危险性等级评定为“**中级**”，具体见表 5.6 建设用地地质灾害危险性等级综合评定表。

表 5.6 建设用地地质灾害危险性等级综合评定表

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
			引发或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	小	小	小	
	活动断裂	小	小	中等	

5.5 建设用地适宜性评价

根据以上对建设用地地质灾害危险性的现状评估、预测评估及综合评估，按北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》DB11/T 893-2021（见表 5.7、5.8）进行建设场地适宜性分级。

根据地质灾害危险性综合评估结果，将台乡驼房营一队 JT-629 地块项目建设用地地质灾害危险性等级综合评定为“**中级**”，建设用地防治难度“**中等**”，从

地质灾害危险性评估角度认为建设用地适宜性为“基本适宜”。

表 5.7 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

表 5.8 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，防治费用与投资比低
中等	防治工程中等复杂、治理费用较高，防治费用与投资比中等
小	防治工程简单、治理费用较低，防治费用与投资比高

第六章 结论与建议

6.1 结论

(1) 评估区属地形地貌简单区、地质构造较复杂区，位于工程地质和水文地质条件较差区，人类活动较强烈区，可能存在的地质灾害类型为砂土液化、地面沉降和活动断裂。因此，评估区的地质环境条件复杂程度为“中等复杂”。

(2) 依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)中的有关规定，本项目“较重要建设项目”，且位于地质环境条件中等复杂区，本工程建设用地地质灾害危险性评估级别为二级。

(3) 现状评估认为评估区地质灾害主要为砂土液化、地面沉降和活动断裂。通过对建设用地进行砂土液化判别，建设用地砂土液化危险性“小”；截至2024年，建设用地累计地面沉降量为300-320mm，其地面沉降地质灾害的危险性“小”；通过对良乡-顺义断裂的活动性进行分析，其现状危险性“小”。

(4) 预测评估认为工程建设可能引发或加剧砂土液化、地面沉降和活动断裂地质灾害的危险性“小”；工程建设遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”；根据评估区内的地下水位变化和地面沉降的发展趋势分析，到2029年，本工程建设用地累计地面沉降量为342-362mm，工程建设遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”；工程建设遭受活动断裂地质灾害的危险性“中等”。

(5) 经地质灾害危险性综合评估，本工程建设用地地质灾害危险性等级为“中级”。

(6) 根据综合评估结果，从地质灾害角度认为，将台乡驼房营一队JT-629地块项目建设用地的适宜性为“基本适宜”。

6.2 建议

(1) 地面沉降作为一种缓变型的城市地质灾害，具有累进性特点，环境恶化和灾害是其形成的不同阶段，环境恶化到一定程度就会形成灾害。因此，在建设用地的规划设计中宜考虑可能发生的地面沉降量。

(2) 通过评估可知，良乡-顺义断裂从建设用地东南侧穿过，建议在项目规划、开发 and 设计阶段，合理安排建筑物功能布局，必要时可根据场地工程建设的重要性，对良乡-顺义断裂详细展布位置等做进一步工作。

（3）在建设用地详细岩土工程勘察基础上，合理确定基坑工程中的地下水控制措施，避免对周边环境造成不利影响。