

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造
项目二片区

地质灾害危险性评估报告



北京华源地质环境工程有限责任公司

二〇二四年十一月



北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造

项目二片区

地质灾害危险性评估报告

编制单位 北京华源地质环境工程有限责任公司

总经理 李斌

总工程师 李明建

项目负责人 金广明

编写人 刘海洋 张启霞 王雁北

审查人 李明建

提交时间 2024年11月





地质灾害防治单位资质证书

单位名称: 北京华源地质环境工程有限责任公司

住所: 北京市顺义区仁和镇沐河南大街9号院9号楼6层615室

证书编号: 110020241110070

有效期至: 2029年5月17日

资质类别: 地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

资质等级: 甲级

发证机关: 北京市规划和自然资源委员会

发证日期: 2024年5月17日

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造 二片区项目地质灾害危险性评估报告

评审意见书

受北京市通州区宋庄镇人民政府的委托，北京华源地质环境工程有限责任公司完成了《北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造二片区项目地灾评估报告》，专家评审组于 2024 年 11 月 28 日对该报告进行了评审，评审意见如下。

一、项目概况

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区位于城市副中心 07 组团 0704 街区，东至徐宋路，西至六合新村，南至通怀路，北至京榆旧线。规划总用地面积 38.69 公顷，其中建设用地 23.98 公顷（二类居住用地 10.75 公顷、产业用地 0.94 公顷、公共服务设施用地 12.29 公顷），代征绿地 6.30 公顷，代征道路 8.42 公顷；规划地上总建筑面积约 35.62 万平方米，其中：入市经营性建筑面积约 25.85 万平方米，其他配套设施约 9.77 万平方米。

二、评审意见

1. “评估报告”在全面收集前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料的基础上，进行了水文、工程等综合地质调查 10.0km²，并开展了工程地质钻探及相关测试资料，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中等复杂，拟建工程属于较重要建设项目，综合认定属二级建设用地地质灾害危险性评估是合适的。

3. “评估报告”确定区内存在的潜在地质灾害为地面沉降和砂土液化两种类型。

现状评估认为：到 2023 年评估区累计地面沉降量 900mm，近年来评估区地面沉降速率有逐年减小的趋势，近三年来的平均沉降速率约为

15mm/a 左右，地面沉降现状发育程度中等，地面沉降地质灾害的危害程度为轻，地面沉降地质危害现状危险性“小”。建设用地在现状水位（埋深 5m）、地震烈度为 8 度条件下，建设用地地基土层不会发生地震液化，现状液化地质灾害的危险性“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、加剧砂土液化、地面沉降地质灾害的危险性“小”；评估区未来 5 年地面沉降平均速率约 15mm/a，到 2028 年，累计沉降量达到 975mm 左右，发育“中等”，危害程度为“轻”。建设用地在抗震设防烈度 8 度，地下水位埋深 1.00m 条件下，地基土不液化，危害程度为“轻”。遭受地面沉降和砂土液化的危险性“小”。

预测评估依据充分。

5. 综合评估认为，北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，地质灾害的防治难度为“小”，因此建设用地的适宜性为“适宜”。

综合评估结论依据充分。

专家评审组认为该报告资料收集齐全，工作部署合理，评估依据充分，评审予以通过。

评审组长：王云萍

评审专家：李玲 刘小燕

2024 年 11 月 28 日

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造
项目二片区
地质灾害危险性评估报告

北京华源地质环境工程有限责任公司

二〇二四年十一月

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造

项目二片区

地质灾害危险性评估报告

编 制 单 位 北京华源地质环境工程有限责任公司

总 经 理 李 斌

总 工 程 师 李明建

项 目 负 责 人 金广明

编 写 人 刘海洋 张启霞 王雁北

审 查 人 李明建

提 交 时 间 2024年11月



地质灾害防治单位资质证书

单位名称: 北京华源地质环境工程有限责任公司

资质类别: 地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住所: 北京市顺义区仁和镇林河南大街9号院9号楼6层
615室

资质等级: 甲级

证书编号: 110020241110070

有效期至: 2029 年 5 月 17日

发证机关: 北京市规划和自然资源委员会

发证日期: 2024 年 5 月 17日



目录

前言	1
第一章评估工作概述	2
一、建设(规划)项目概述	2
(一)工程位置	2
(二)工程和规划概况及征地范围	2
二、以往工作程度	4
三、工作方法及工作量	5
四、评估范围	9
五、评估级别确定	10
(一)建设项目重要性的确定	10
(二)评估区地质环境复杂条件的确定	11
(三)评估级别确定	12
第二章地质环境条件	12
一、气象、水文	12
(一)气象	12
(二)水文	13
二、地形地貌	13
三、地层岩性	15
(1)中元古界	15
(2)下古生界	15
(3)中生界侏罗系	16
(4)新生界	16
四、地质构造	18
(一)构造分区	18
(二)地震活动	19
(三)区域地壳稳定性	21
五、工程地质条件	23
六、水文地质条件	24
(一)地下水富水性	24
(二)地下水动态	24
七、环境地质状况及人类工程活动的影响	26
第三章地质灾害危险性现状评估	26
一、地质灾害类型的确定	26
二、现状评估	28
(一)地面沉降	28
(二)砂土液化	36

第四章 地质灾害危险性预测评估	43
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测	43
（一）工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害的危险性预测	43
（二）工程建设引发或加剧砂土液化地质灾害的危险性预测	44
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测	44
（一）工程建设可能遭受地面沉降地质灾害危险性的预测	44
（二）工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性的预测	50
第五章 地质灾害危险性综合分区评估	52
一、综合评估原则	52
二、评估指标的选定	53
（一）地面沉降对场地危险性量化指标	53
（二）砂土液化对场地危险性量化指标	54
三、综合分区评估	54
四、建设场地（或规划区）适宜性评估	56
（一）地质灾害防治难度的确定	56
（二）建设用地适应性评价	56
五、防治措施	57
第六章 结论与建议	57
一、结论	57
二、建议	59
附图一：实际材料图	60
附图二：工程地质剖面图	61

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》，受北京市通州区宋庄镇人民政府的委托，2024年11月北京华源地质环境工程有限责任公司中标承担了北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区建设用地进行了地质灾害危险性评估工作。

评估依据：本次地质灾害危险性评估工作，以国土资源部4号令《地质灾害防治管理办法》、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）和国土资源部【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》为依据，评估的原则、内容、技术方法和工作程序等执行北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》【DB11/T893-2021】、地质灾害危险性评估规范（GB/T40112-2021），对技术要求中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。

评估内容主要任务和要求为：

- 1、查明建设场地及其周边的自然地理、地质环境条件。
- 2、调查建设场地及其周边的地质灾害类型、规模、分布、稳定状态等，分析评估其危险性及其对拟建建筑的影响，对评估区存在的危险性地质灾害类型分别进行现状评估、预测评估和综合评估。
- 3、分析预测拟建项目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危害程度；分析预测拟建工程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土地使用的适宜性进行综合评估，作出建设场地适宜性评价结论，并提出对地质灾害的防治措施及建议。

第一章评估工作概述

一、建设(规划)项目概述

(一) 工程位置

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区位于城市副中心07组团0704街区。

整体项目四至：东至徐宋路，西至六合新村，南至通怀路，北至京榆旧线。见图1-1“建设用地交通位置图”。



图1-1建设用地交通地理位置图

(二) 工程和规划概况及征地范围

1. 依据北京市规划和自然资源委员会通州分局《关于通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区规划意见的函》（京规自通函（2024）379号）文件内容，本项目规划总用地面积38.69公顷，其

中建设用地23.98公顷（二类居住用地10.75公顷、产业用地0.94公顷、公共服务设施用地12.29公顷），代征绿地6.30公顷，代征道路8.42公顷；规划地上总建筑面积约35.62万平方米，其中：入市经营性建筑面积约25.85万平方米，其他配套设施约9.77万平方米。征地范围详见图1-2“北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区规划用地功能图（示意）”。

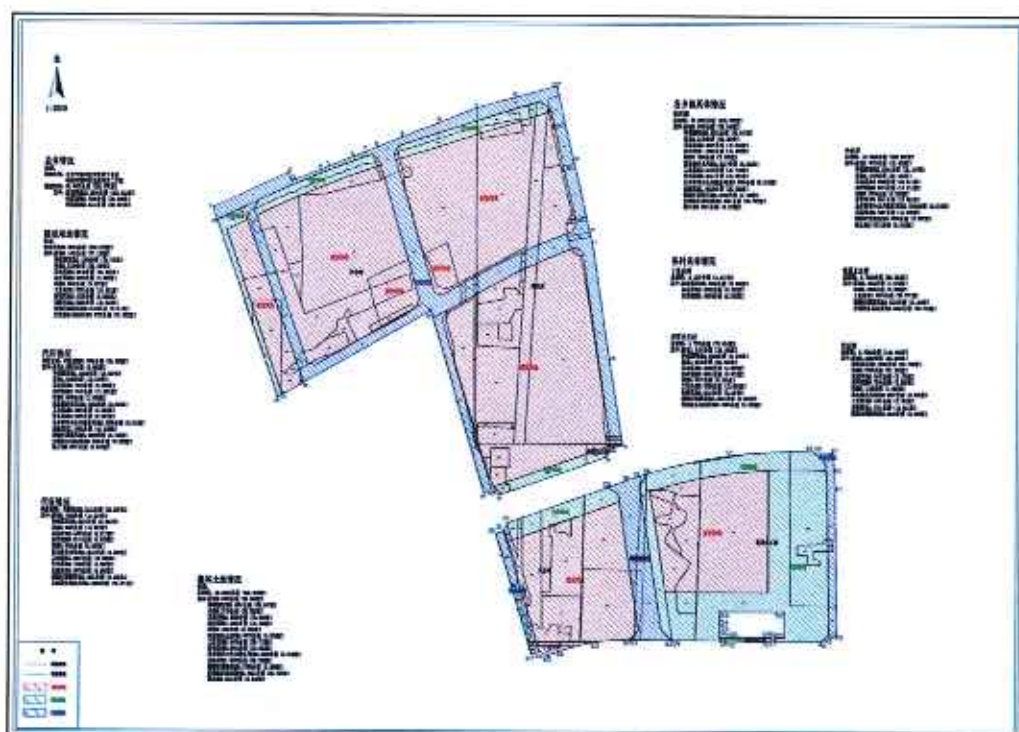


图1-2北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区规划用地功能图
(示意)

2. 各地块规划指标见表1-1。

表1-1 二片区规划用地指标表

用地类型		地块编号	用地性质	用地面积 (公顷)	容积率	建筑高度 (米)	建筑规模 (万平方米)	备注
城乡建设 用地	居住用地	FZX-0703-6026	R2	3.05	2.3	36 (局部45)	7.02	—
		FZX-0703-6024	R2	3.33	2.3	36 (局部45)	7.67	—
		FZX-0703-6002	R2	4.36	2.3	36 (局部45)	10.03	—
		小计		10.75	—	—	24.72	—
	商业用地	FZX-0703-6001	B1	0.94	1.2	18	1.13	—
		FZX-0703-6008	A331	6.45	2.3	25	5.16	—
	中学用地	FZX-0703-6006	A331	4.64	2.3	25	3.71	—
		小计		11.09	—	—	8.87	—
	托幼用地	FZX-0703-6003	A334	0.53	0.9	16	0.47	—
	公用停车场用地	FZX-0703-6007	S41	0.27	0.28	12	0.11	—
	供电用地	—	U12	0.40	0.8	—	0.32	—
	公园绿地	FZX-0703-6027	G1	3.17	—	—	—	代征绿地
		FZX-0703-6025	G1	1.12	—	—	—	代征绿地
		FZX-0703-6023	G1	0.49	—	—	—	代征绿地
		FZX-0703-6009	G1	0.27	—	—	—	代征绿地
		FZX-0703-6005	G1	0.49	—	—	—	代征绿地
		FZX-0703-6004	G1	0.41	—	—	—	代征绿地
		—	G1	0.34	—	—	—	代征绿地
		小计		6.30	—	—	—	代征绿地合计
	道路用地	—	S1	8.42	—	—	—	代征道路
总计			38.69	—	—	35.62	—	
*因小数点进位不同为技术误差，具体用地面积最终以实际钉桩成果为准，各项指标以最终审定方案位为准。								

二、以往工作程度

多年来，顺义区和通州区及规划建设场地周边地区曾开展过区域地质、水文地质、地质灾害、区域矿产地质等方面的工作，工作程度较高，为本次评估奠定了良好基础所取得的主要成果有：

- (1) 《北京市水文地质图》(1:10万)及说明书, 1978;
- (2) 《北京平原区基岩地质图(1:10万)》及其说明书, 1979;
- (3) 《北京地区地质灾害调查报告》, 1991;
- (4) 《北京市区域地质志》, 1991;
- (5) 1:5万区域地质调查(顺义幅、杨镇幅等), 1991-1994;
- (6) 《北京市地质灾害防治总体规划》, 2003;

- (7) 《北京市地质灾害调查与区划研究》，2007；
- (8) 《北京地质灾害》，2008；
- (9) 《北京顺义规划新城前期区域工程地质勘查报告》，2008；
- (10) 《北京通州规划新城前期区域工程地质勘查报告》，2010；
- (11) 《北京市突发地质灾害详细调查》，2013；
- (12) 《北京轨道交通22号线(平谷线)工程北京段建设用地的地质灾害危险性评估报告》，2016；
- (13) 《北京汽车生产基地建设建设用地地质灾害危险性评估报告》，2004；
- (14) 《朝阳区百子湾保障房项目安置房地块建设用地的地质灾害危险性评估》，2017；
- (15) 《温潮减河工程项目建设用地地质灾害危险性评估报告》，2023；
- (16) 《北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造一片区项目地质灾害危险性评估报告》2024。

三、工作方法及工作量

根据《北京市地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）（以下简称《技术规范》）等有关规定进行地质灾害危险性评估工作，评估工作程序见图1-3。

本评估区域以往地质工作研究程度较高，地质资料较丰富。根据规划项目特点、建设用地的地质环境条件及以往地质工作研究程度，

本次地灾评估工作通过收集已有资料和野外综合地质调查等手段，在此基础上，开展地质灾害危险性评估。

资料收集：主要收集了评估区的自然地理和地质环境条件等基础背景资料，如地形图、交通图、气象、水文、地形地貌、地层岩性、水文地质、区域构造（断裂、地震）、遥感和航测等资料。收集了评估区地质灾害发育状况、地质灾害区划、地质灾害防治规划等灾害资料。

野外调查：调查内容主要包括工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害现象等，重点调查评估区域地质环境条件、地质灾害的种类、数量、规模及分布特征等。野外工作采用穿插法和追索法以及点、线、面相结合的调查原则，利用GPS卫星定位仪并结合实际地形、地物确定点位，对评估场地进行了现场调查，野外调查工作取得的资料翔实、可靠，调查手段满足《技术规范》规定的技术要求。

钻探及原位测试为获取浅部地层资料，掌握其工程地质特征，评价砂土液化，施工工程地质孔18眼，深度50m，并进行标准贯入试验等原位测试工作。钻探操作的具体方法，严格按现行《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87-2012)执行。

各钻孔位置采用全站仪定点放孔，钻探前应进行调查访问，采用管线探测仪器对孔位进行探测，确保孔位处无地下工程及地下各类管线，确保钻探施工安全；

钻探按单孔作业任务书进行，每孔现场验收，验收合格后再搬迁施工下一勘探孔；

严格控制非连续取芯钻进的回次进尺，使分层精度符合要求；

对鉴别地层天然湿度的钻孔，在地下水位以上应进行干钻；当必须加水或使用循环液时采用双层岩芯管钻进。钻进中遇到地下水时，停钻分层量测初见水位，测得单个含水层的静止水位；

在钻探结束后将钻孔及时回填。钻孔终孔后采用原土回填夯实；

标准贯入试验在砂土、粉土进行，每1~3m贯入1次。标准贯入前，清除孔底残土。用锤重为 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ 的穿心锤，以76cm的落距，将标准规格的贯入器下至孔底首先预打15cm，然后按10cm分段记录30cm的锤击数。每个工点在同一地质单元体内。

室内分析：在野外调查的基础上，采用定性和半定量相结合的方法，分析评估区地质灾害种类、规模、发育特点及发展趋势，对拟建工程可能遭受地质灾害的危险性进行现状评估、预测评估和综合评估，做出建设用地适宜性评价结论，提出地质灾害的防治对策建议。最终提交包括文图、照片及电子文档在内的多种媒体综合成果。

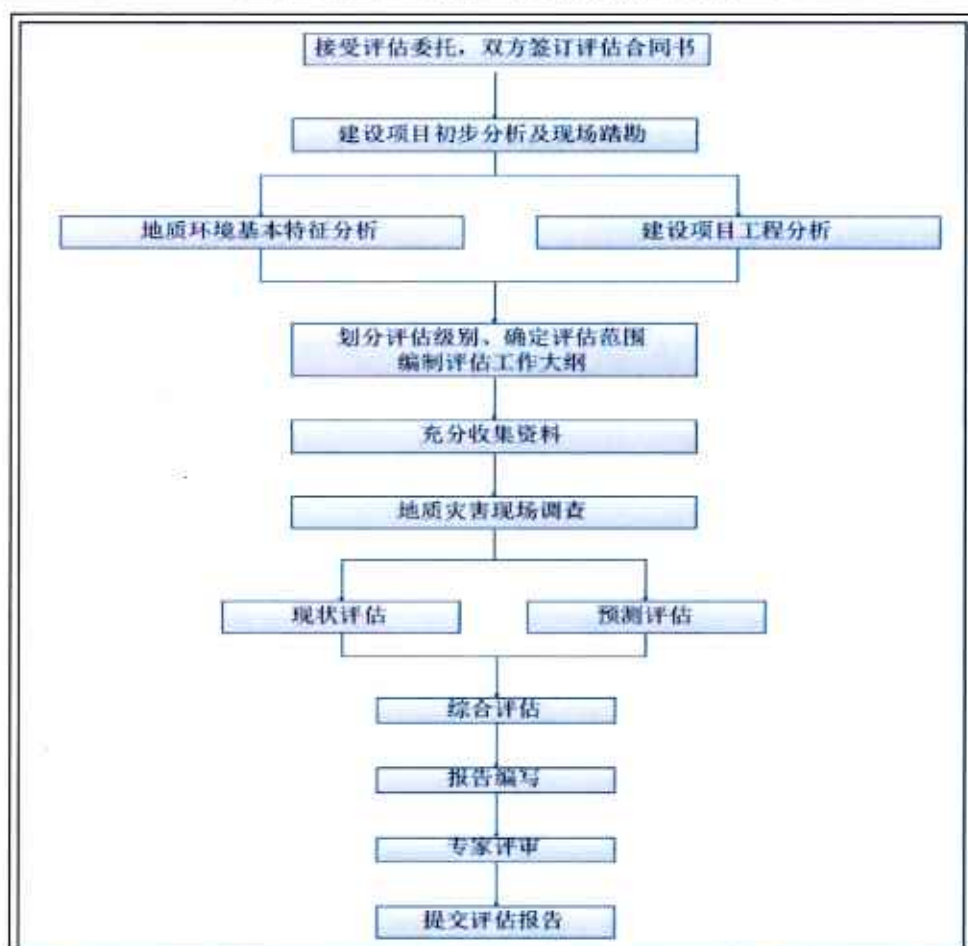


图1-3地质灾害评估工作程序框图

接受建设单位委托后，我单位立即成立项目组，搜集规划项目区域内及周边以往资料，编制工作实施方案；方案经单位评审通过后，于2024年11月19日~11月25日进行野外调查及资料收集等工作，11月26日~11月28日进行室内资料整理、编制图表、编写报告。此间参加工作的主要技术人员8人，完成工作量见表1-3。

通过以上工作，基本查明了评估区地质环境条件及已有地质灾害类型和现状，为本次地质灾害危险性评估工作的顺利完成打下了坚实的基础，符合《技术规范》的要求。完成工作量见表1-2。

表1-2完成实物工作量一览表

项目名称		单位	数量	说明
资料收集	地质调查报告	份	10	
	地灾评估成果资料	份	5	
	其它生产科研报告	份	7	多种比例尺
地质调查	野外地质灾害调查	km ²	10	1: 10000
	野外水文地质、工程地质测绘	km ²	10	1: 10000
野外调查点	/	个	55	
地质照片	数码照片	张	47	
钻探资料	钻孔	个	18	
	进尺	m	900	
	标准贯入试验	次	147	
报告编写	评估报告	份	1	

四、评估范围

根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》【DB11/T893-2021】中地质灾害危险性评估范围不应小于规划用地、建设用地范围，并应视建设或规划项目特点及影响范围、地质环境条件和地质灾害种类按表1-3地质灾害危险性评估区范围确定表。

表1-3地质灾害危险性评估区范围确定表

类别	平原区	山区
线状工程	两侧各1500m~2500m	在两侧各500m~1000m评估范围的基础上，根据灾害类型特点扩展到影响范围的边界
面状工程	不小于4km ²	根据项目特点、灾害类型特点，至其影响范围的边界

拟建工程为面状工程，是北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区。评估区地处平原区，发育有地面沉降、活动断裂等区域性地质灾害。根据拟建工程特点，结合评估区水文地质

、环境地质、工程地质条件和地面沉降、活动断裂和砂土液化地质灾害分布位置、发育程度等因素，综合分析考虑，综合分析考虑，确定评估区面积约为10.0km²。

五、评估级别确定

（一）建设项目重要性的确定

1. 建设项目重要性类别

依据北京市规划和自然资源委员会通州分局《关于通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区规划意见的函》（京规白通函〔2024〕379号）文件内容，本项目规划总用地面积38.69公顷，其中建设用地23.98公顷（二类居住用地10.75公顷、产业用地0.94公顷、公共服务设施用地12.29公顷），代征绿地6.30公顷，代征道路8.42公顷；规划地上总建筑面积约35.62万平方米，其中：入市经营性建筑面积约25.85万平方米，其他配套设施约9.77万平方米。

按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术要求》【DB11/T893-2012】中表B.2建设项目重要性分类表中房屋建筑工程的相关规定（见表1-4），该项目属较重要建设项目。

表1-4建设项目重要性分类表

项目类型/类别	重要建设项目	较重要建设项目	一般建设项目
房屋建筑工程	层数≥30层；跨度≥36m（轻钢结构除外）；建筑面积≥50万m ²	层数14层~29层；跨度24~36m（轻钢结构除外）；建筑面积10万m ² ~50万m ²	层数<14层；跨度<24m（轻钢结构除外）

(二) 评估区地质环境复杂条件的确定

地质灾害：据已有工程地质、水文地质及区域地质资料分析，评估区范围内现状地质灾害类型有地面沉降、砂土液化两种，地质灾害发育程度中等，地质灾害复杂程度中等。

地形地貌：建设用地位于通州区宋庄镇，东至徐宋路，西至六合新村，南至通怀路，北至京榆旧线。整体地形平坦，地面标高相对高差 $<5\text{m}$ ，地面坡度 $<8^\circ$ ，地形较简单。地形较简单，地貌类型单一。

断裂构造：建设场地周边分布有前门-顺义断裂和南苑-通县断裂，两条断裂均为活动断裂，断裂距离建设场地均大于 3km ，地质构造条件中等复杂。工程地质：建设用地第四系沉积厚度为 $400\text{--}500\text{m}$ ，其中表层为 $0.50\text{m--}3.00\text{m}$ 人工堆积层：以砂质粉土和黏质粉土填土为主；其下为新近沉积的砂质粉土和黏质粉土，厚约 4m 。再下为第四系沉积的细中砂、黏土和重粉质黏土，工程地质条件较好。

水文地质：区内地下水以第四系孔隙水为主，含有潜水、多层承压水，地下水补给来源主要为大气降水和地下水侧向流入，人工开采和地下水侧向流出为地下水的主要排泄途径，水文地质条件中等复杂。

人类工程活动：评估区位于平原区，人口密集，经济发达，地下水超采、建设工程密集，破坏地质环境的人类工程活动较强烈。

综上所述，评估区内现状地质灾害发育程度中等，地形地貌条件简单。构造地质条件中等复杂，工程地质条件简单，水文地质条件中等复杂，破坏地质环境的人类工程活动较强烈，评估区总体地质环境条件复杂程度为中等类型。

(三) 评估级别确定

本次地质灾害危险性评估是在地质环境条件中等复杂地区进行的较重要建设项目的地质灾害危险性评估，依据按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术要求》【DB11/T893-2021】的有关规定，确定本次评估项目级别为二级。

第二章地质环境条件

一、气象、水文

(一) 气象

评估区气候温和，雨量充沛，属暖温带半湿润半干旱的大陆性季风气候，四季分明。由于受冬、夏季风影响，形成春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，冬季干燥严寒的气候特征。据顺义气象站历年资料显示，多年平均气温11.8℃，1月平均气温4.9℃，最低气温零下19.1℃（1970年1月4日）；7月平均气温25.7℃，最高气温达40.5℃（1961年6月10日）。

全区年日照时数为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。而且全区年平均降水量约625mm，降水主要集中在7、8、9月份，占年降水量的70~80%，近10年来最大年降雨量为785mm。冬季降水量只占全年降水量的8%左右，冬季区内冻结深度为1m；多年平均水面蒸发量约为1175mm。

（二）水文

评估区河流发育，河流均属海河水系，分属北运河、潮白河流域。主要自然形成的较大河流有潮白河。

潮白河：该河上游分为两大支流，即潮河和白河。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，由西北向东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、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州境界。潮白河出通县境界后，经河北省香河县、宝坻县，在天津市北塘入海。全长约200km，流域面积约为1008km²，年径流量1.216×10⁸m³。该河流经北京平原区的主要支流有怀河和箭杆河。



照片2-1 温榆河现状

二、地形地貌

建设用地现状为荒地、林地、居民区，地形较为平坦，地面平均标高约为15.0m左右；建设用地内现为果树种植地，种植杨树、柳树、荒地，局部分布有废品回收站、农贸市场、城建场院；场区东至徐宋

路，西至六合新村，南至通怀路，北至京榆旧线。地面标高相对高差 $<5\text{m}$ ，地面坡度 $<8^\circ$ ，地形较简单，地貌类型单一。



照片2-2 林地、荒地



照片2-3 废品回收站、集装箱住房



照片2-4 农贸市场



照片2-5 现状京榆旧线、城建场院

三、地层岩性

评估区基岩埋深为400~500m左右。其岩性特征由老至新分述如下：

(1) 中元古界

长城系高于庄组 (Chg)

岩性以灰、灰白色中厚层状白云岩、白云质灰岩为主，顶部与杨庄组平行不整合接触。

蓟县系杨庄组 (Jxy)

主要岩性为紫红色叶片状含砾屑白云岩夹页岩、灰色泥晶白云岩。

蓟县系雾迷山组 (Jxw)

主要有燧石条带白云岩、藻团白云岩、密纹层状白云岩组成。

(2) 下古生界

寒武系上统凤山组 ($\epsilon 3f$)

主要岩性为灰色中厚层泥质条带灰岩和竹叶状灰岩。

下奥陶系下统冶里组 (O1y)

主要岩性为豹皮灰岩、竹叶状灰岩，厚度大于117m。

下奥陶系亮甲山组(O11)

主要岩性为含硅质团块白云质灰岩及竹叶状灰岩，出露厚度大于157m。

(3) 中生界侏罗系

下部灰绿色流纹质熔结角砾凝灰岩熔结凝灰结构，似流动一角砾状构造，主要由角砾、浆屑、晶屑及凝灰质组成。角砾含量约30-40%，角砾成分以白云岩和正长岩为主，一般呈棱角状-次棱角状，直径0.5-2cm大小，最大可达5cm。灰绿色浆屑呈火焰-撕裂状，长轴略具定向，含量5-10%；石英呈碎裂棱角状，含量>5%；钾长石碎裂棱角状，含量5%；凝灰质主要为火山灰，含量40%左右，呈灰绿色。上部为紫色气孔杏仁状粗安岩气孔杏仁状构造，具柱状节理，偶见到弱流动构造。斑状结构，斑晶有石英、斜长石、钾长石，含量约5%，基质为隐晶质，呈紫色。

(4) 新生界

以河流冲积相为主，主要由第四系中更新统翟里组、上更新统军营组，全新统肖家河组、隐各庄组及刘斌屯组，沉积类有冲积、冲洪积、坡积和湖积。

中更新统翟里组(Qp2Z)

岩性为棕红色含砾沙黏土，砾石含量20-30%，棱角状分选不好，以燧石条带白云岩为主。

上更新统军营组(Qp3Z)

是区内三级阶地和坡洪积台地的基础物质，主要分布于去碑营-赵全营-首都机场一线以西至区界、牛栏山-马坡-顺义-李桥一带，有冲积和冲洪积两种成因。

下全新统肖家河组 (Qhx)

地貌上形成二级阶地，岩性为灰黄-黄色砂和沙砾层，属于河漫滩相产物。

中全新统尹各庄组 (Qh_y)

广泛分布于温榆河、小中河、潮白河、箭杆河两侧，是区内一级阶地的物质基础，为河流相沉积，以砂、黏砂、砂黏为主夹泥炭层。

上全新统刘斌屯组 (Qh1)

呈带状分布于温榆河、小中河、潮白河、箭杆河、金鸡河等现代河床及河漫滩内,此外还有湖沼相沉积。

冲积相岩性为灰色、灰黄色中细沙、砾石及淤泥，为建筑用沙砾石的重要产出层位。在干涸的潮白河河道内，由于人工开采砂砾石，具有良好的剖面露出，如马坊剖面上部为分选较好的砂层和含砾粗砂层，颜色为灰白色，成份复杂，具有发育的水平 and 交错层理；下部为磨圆、分选较好的砾石层，其成分复杂，在部分河道的边部发育淤泥



图2-1 区域基岩地质图

四、地质构造

(一) 构造分区

根据北京市构造单元分级名称系统表之规定, 评估区主要位于工作区大地构造位置中朝准地台(I)华北断拗(II2)西北隅的北京迭断陷(III6)中的顺义迭凹陷(IV13)。具体见图2-2:



图2-2 建设项目大地构造位置图

北京平原区的构造主要表现为一系列北东向或北北东向与北西向的断裂构造(其中以北东向断裂构造为主)。这一构造格局在中生代晚期已基本形成。自中生代末期以来, 平原区内又形成了北东向的西山迭拗褶、北京迭断陷、大兴迭隆起、大厂新断陷隆凹相间的构造格局。

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（图2-2），主要有良乡—前门—顺义断裂、黄庄—高丽营断裂、南口—孙河断裂、南苑—通县断裂。拟建场地位于南苑—通县断裂东南侧，距离大于3km。

（二）地震活动

据史料记载（西晋开始），京津唐张地区（38.5°-41°N；114°-120°E），查证到5级以上地震60余次（不含余震），其中5级20次，5-5¹/₂级20次，5³/₄-6级6次，6¹/₄-6¹/₂级6次，6³/₄-7级4次，7¹/₂级以上4次。平均10年发震一次，震频虽低但破坏性大，多次造成重大财产损失及人员伤亡。就北京范围而言，大至8级各种级别的地震均发生过，这些地震震中距市区的距离仅几十公里，部分震中距杨镇几十公里。参见表2-1及图2-3。

表2-1 北京市及周围历史强震目录

时间	纬度	经度	地点	M	I _s
274.3	40.3	116.0	居庸关一带	5 ¹ / ₄	7
1057.3.24	39.5	116.3	固安	6 ³ / ₄	9
1076.12	39.9	116.4	北京	5	6
1337.9.8	40.4	115.7	怀柔	6 ¹ / ₂	8
1536.10.22	39.8	116.8	通县南	6	7-8
1665.4.16	39.9	116.7	通县	6 ¹ / ₂	8
1679.9.2	40.0	117.0	三河、平谷	8	10-11
1720.7.12	40.4	115.5	沙城	6 ³ / ₄	9
1730.9.30	40.0	116.2	北京西部	6 ¹ / ₂	8

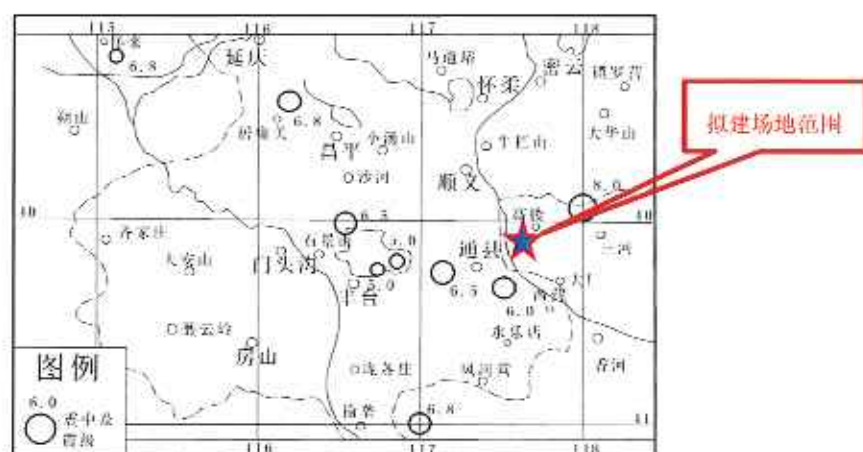


图2-3 北京周围历史强震震中分布示意图

评估内的地质构造主要属燕山期构造，在华北地区，燕山期构造的活动曾不断引起地震，形成燕山地震带，属地震多发区。自1960年以来，共发生地震250余次，有感地震10次。

1993年以来北京地区的地震发生频次见图2-4。从中可以看出，地震发生有增强增多的趋势。

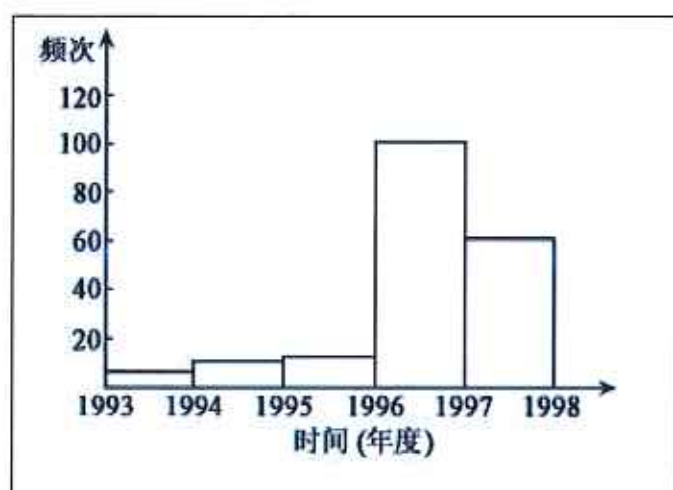


图2-4北京地区地震发生频次图

此外，周边地区的强震对地区也可能造成一定的影响。见表2-2：

表2-2邻近地区部分现代强震对朝阳区的影响烈度

序号	发震时间	震中参考地名	震级(M s)	震中 烈度	震中距 (km)	最大影 响烈度
1	1966. 3. 22	河北宁晋东南	7. 2	X	316	V
2	1969. 7. 18	渤海	7. 4		320	V
3	1976. 7. 28	河北唐山	7. 8	XI	140	VI
4	1976. 7. 28	河北滦县	7. 1	IX	166	VI
5	1976. 11. 15	天津宁河西	6. 9	VIII	118	VI
6	1977. 5. 12	天津汉沽附近	6. 2	VII	133	V

(三) 区域地壳稳定性

北京地区地震活动规律从属于华北地区的地震活动特征及发展趋势。地震活动在时间上存在着明显的活动期和相对平静的交替周期。自公元1000年以来,大致划分四个地震活动期和三个相对平静期。目前处于第四次活动期向相对平静期过渡中。地震在空间分布上具有一定的成带性,主要发生在华北平原或与山区接壤的地区。大陆地震活动,7级以上强震未在原震区重现,但6级左右地震重复出现屡见不鲜。

据北京市地震小区划第八专题对北京地区地震发生的可能性分析,在今后一段时间,北京及其周围地区发生7级~8级地震的可能性较小,但可能有6级~7级的地震发生。发震地点主要在华北地区的北北东、北东向及北西向活动断裂带内或在其交汇部位,而阴山纬向构造带发生地震的可能性较小。北京地区的北北东、北东向或北西向活动断裂有较强的活动地段,急转折或端点部位是发生地震的重要地区。

1980年7月,地震会战领导小组经讨论后,认为香河~廊坊7级危险区和孙河~燕丹6.5级危险区是威胁北京安全的主要危险区。

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,根据北京地震地质会战

研究成果资料及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)和《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ01-501-92)相关规定:北京平原地区抗震设防烈度为7~9度,最大震级为8级左右,强震周期大于100年,小于400年,地壳年升降速率在0.5~10mm,一般在0.5~3mm,地震最大加速度值为0.15g~0.2g;北京平原地区六条主要控制性断裂年活动速率(mm/a)在0.2—3.1mm之间,根据这些指标,将北京平原区域地壳稳定性划分为基本稳定区和次稳定区。

基本稳定区的特征是自身存在发震构造,但震级低,或受邻区地震影响的抗震设防烈度为7度,一部分建筑需要抗震措施,大部分建筑不需要简单的抗震措施,这种地区地壳是基本稳定的,适合于建设(见表2-3)。

次稳定区的条件是区内存在发震断裂、地震震级较高(5—7级),地震抗震设防烈度为8—9度的地区,各种工程均需要进行抗震设防,少部分工程不宜建设在这类地区。

表2-3 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	$6 \text{度} \leq I < 7 \text{度}$	$7 \text{度} \leq I < 8 \text{度}$	$I > 8 \text{度}$
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	$1 - 2$	$2 - 3$

综合考虑前述区域工程地质条件、地质构造等情况，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）规定及北京地震地质会战资料，本建设场区抗震设防烈度为8度，最大震级小于6.5级，强震周期大于100年，小于400年，地壳年升降速率在2mm左右，地震最大加速度值为 $0.1g \leq a_{max} < 0.25g$ 。根据上述指标判定，为基本稳定，拟建场地属地壳位于基本稳定区。根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)，本建设用地抗震设防烈度为8°，最大加速度值为0.20g。

五、工程地质条件

根据本次评估工程地质钻探资料分析，拟建区域位于潮白河沉积区，但地层岩性较稳定，详见工程地质剖面图（附图2）。建设用地50m以浅内土层自上而下分布情况叙述如下：

人工堆积土①：褐黄—杂色，稍密、稍湿—湿，含砖块、植物根系等，多为杂填土。

人工堆积层以下为新近沉积层：

黏质粉土—砂质粉土②：褐黄，中密，湿—饱和，含云母、氧化铁、有机质及姜石，夹砂质粉土层，工程性质一般。

新近沉积层以下为一般第四纪冲洪积层：

细砂③：褐黄色，湿—饱和，稍密—中密，含云母、氧化铁，局部含螺壳。

粉质黏土—重粉质黏土④：褐黄—灰黄色，湿—饱和，软塑—可塑，含云母、氧化铁、有机质及姜石，局部夹淤泥和淤泥质土薄层，质软，工程性质较差。

粉细砂⑤：褐黄—灰，饱和，中密—密实，含云母、氧化铁。

粉质黏土-重粉质黏土⑥：黄灰—灰黑，饱和，可塑—硬塑。含云母、有机质，局部夹黏土、粉细砂薄层。

砂质粉土-黏质粉土⑦：黄褐—灰，饱和，中密—密实，含云母、有机质，以砂质粉土为主，工程性质较好。

细中砂⑧：褐黄—灰，饱和，密实，含云母、氧化铁。

粉质黏土-重粉质黏土⑨：黄褐，饱和，中密—密实，可塑—硬塑含云母、有机质，局部夹黏土薄层，工程性质较好。

六、水文地质条件

（一）地下水富水性

工评估区位于潮白河冲积扇，水文地质条件较好，地下水比较丰富。区内水文地质条件具有明显的分带性，含水层分布呈明显的规律性。地下水主要以第四系孔隙水为主，含水层岩性分带性多层砂、卵石层，往南为多层砂砾石夹少数砂层。地层富水性由北向南逐渐变差，单井出水量由大于 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 减少到不足 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。根据上述水文地质分布情况，具体描述如下：

地表下50m深度范围内地下水可分为潜水和承压水，局部分布上层滞水。

一般第四纪孔隙潜水水位埋深0.7~9m，含水层土质主要为粉细砂及粉土层。

承压水水位埋深一般14~20m，含水层土质主要为一般第四纪沉积的粉细砂、中粗砂、圆砾—卵石及粉土层，局部出现两层甚至多层承压水。

（二）地下水动态

考虑到评估区地下水分布特征及本工程分析需要，将潜水、层间水、浅层承压水和深层承压水的水位动态规律分述如下：

（1）潜水

评估区分布的潜水（第1层地下水）天然动态类型属渗入—蒸发、径流型，主要接受大气降水入渗、地下水侧向径流及管道渗漏等方式补给，以蒸发及地下水侧向径流为主要排泄方式；其水位年动态变化规律一般为：6月份~9月份水位较高，其它月份水位相对较低，其水位年变幅一般为1~2m。

（2）层间水

评估区分布的层间水（第2层地下水）天然动态类型属渗入—径流型，主要接受地下水侧向径流及越流方式补给，以地下水侧向径流及越流为主要排泄方式。该层水动态变化呈现明显的季节性变化规律：一般1~3月份和8~9月份两个时间段水位较高，其它月份水位相对较低，水位年变幅一般为3m左右。其水位年变幅一般为2~3m左右。

（3）浅层承压水

评估区分布的潜水~承压水（第3层地下水）和浅层承压水天然动态类型属渗入—径流型，主要接受地下水侧向径流及越流等方式补给，以地下水侧向径流和人工开采为主要排泄方式；其水位年动态变化规律一般为：11月份~来年3月份水位较高，其它月份水位相对较低，其水位年变幅一般为2~3m。

（4）深层承压水

评估区内深层承压水属径流~开采型动态，该区承压水水位变化的影响因素主要为人工开采，随着评估区及周边进行大规模住宅及市政工程的修建，人口数量不断增加，评估区深层承压水有逐年下降的趋势。深层承压水水位多年动态规律为：一般在每年的7~9月份水位

较低，12月～来年3月份水位较高。自2002年以来地下水变幅为1.0～2.0m/a。

评估区地下水动态变化曲线见图2-5



图2-5评估区地下水动态变化曲线

（s1123-1a为潜水，s1123-3a为深层承压水）

七、环境地质状况及人类工程活动的影响

评估区处于通州区宋庄镇，其现状为果树种植地，杨树、槐树、松树、荒地，局部分布有废品回收站、集装箱住房、城建场院、农贸市场，破坏地质环境的人类工程活动一般。

第三章地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型的确定

根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893-2021)，针对拟建工程项目建设用地及其所在区域范围，本次评估工作收集了大量已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料，对建设用地及其周围地区环境、水文及工程地质条件进行了全面调查。

北京市山区主要的地质灾害为：崩塌、滑坡、泥石流及采空塌陷；平原区主要的地质灾害为地面沉降、地裂缝、砂土液化及活动断裂。

评估区区域范围内发育的主要断裂构造为南口-孙河断裂和南苑-通县断裂，两条断裂均为活动断裂，断裂距离建设场地大于3公里。

建设用地附近小中河和潮白河两岸在1976年唐山地震时发生过地震液化。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版），评估区的抗震设防烈度为8度。根据场地地层结构及邻近工程勘察资料，场地土中硬土，II类建筑场地，卵石层表面存在砂土层，有发生砂土液化的可能。

评估区地层以黏性土为主，地下水严重超采区，地面沉降发育区，地面沉降是本次评估的重要内容。

评估区位于平原区，无崩塌、滑坡、泥石流地质灾害，不存在采空塌陷地质灾害。

建设用地周边无高大边坡，不存在不稳定斜坡地质灾害。

依据收集的区域地质、水文地质、工程地质和环境地质等资料，综合分析判定本次评估工作应对以下地质灾害类型进行评估：

- 1、评估区地面沉降较发育，地面沉降对拟建工程有一定的影响。
- 2、评估区存在砂土层，砂土液化地质灾害对建设用地的稳定性存在潜在影响。

综上所述，地面沉降和砂土液化是本次地质灾害危险性评估的对象。

二、现状评估

(一) 地面沉降

1. 地面沉降发展历史

北京平原区地面沉降按其发展过程可划分为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)。这4个阶段的地面沉降的变化范围、面积、沉降量及沉降速率等有很大不同(见表3-1)。

北京市地面沉降发展阶段概况表							表 4.3
发展时期	时间/年	沉降面积(km ²)		沉降速率 mm/a	沉降地区	沉降量 mm	最大累计沉降量 mm
		>50mm	>100mm				
形成阶段	1955~1966	局部		4.8	东八里庄	58	58
				2.5	酒仙桥	30	30
	1966~1973	400	/	28.2	东八里庄-大郊亭	172	230
发展阶段				16	来广营	66	126
	1973~1983	/	/	30.2	东八里庄-大郊亭	81	590
				18.1	来广营	181	307
扩展阶段				15.5	东八里庄-大郊亭	62	665
	1983~1987	1557	860	15	来广营	60	367
				33.7	昌平沙河-八仙庄	135	303
				34.5	大兴礼贤-榆堡	138	298
				5.3	东八里庄-大郊亭	70	722
				19.8	来广营	198	565
	1987~1999	2815	1826	29.6	昌平沙河-八仙庄	385	688
快速阶段 (现阶段)				24.2	大兴礼贤-榆堡	363	661
				19.2	顺义平各庄	250	250
				66.3	昌平沙河-八仙庄	398	1086
				65.4	朝阳区来广营	392	677
				56.3	东八里庄-大郊亭	338	750
	1999~2005	4114.12	2815.29	37	大兴榆堡-礼贤	224	813
				28	顺义平各庄	188	420
				44	通州梨园-台湖	265	/
				33	顺义羊房、昌平燕丹	200	/

表3-1 北京市地面沉降发展阶段概率表

(1) 地面沉降形成阶段

1955~1973年为地面沉降形成阶段。20世纪五六十年代,随着北京城市建设和工业发展,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,随着地下水开采量日益增加,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。1966

年北京市地面水准测量资料显示,东郊东八里庄纺织工业区和酒仙桥电子工业区地面累计沉降量分别为58mm和30mm,年平均沉降速率分别为4.8mm/a和2.5mm/a。到1973年前述两区域累计沉降量分别达230mm和126mm,地面沉降范围扩大到400km²,年平均沉降速率为16~28.2mm。

(2) 地面沉降发展阶段

1973~1983年为地面沉降发展阶段。20世纪70至80年代初,北京市地下水长期处于大量超采状态,水位大幅度下降,东郊地面沉降也随之快速发展扩大。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5月北京市地面水准测量资料,北京东郊地面沉降区范围北起昌平区东三旗、顺义区古城,南至左安门、十八里店,西起西四、大钟寺,东到双桥一带,沉降面积达600km²,其中,地面累计沉降量大于100mm的面积为190km²,累计沉降量大于200mm的面积为42km²。在大郊亭和来广营地区形成似哑铃状的南、北两个地面沉降中心(见图3-2)。据北京内燃机总厂内双陶1号水准点测量资料,1955~1983年该点地面累计沉降量590mm,年平均沉降速率31mm/a。其中1979年至1980年个别地面水准监测点的沉降量甚至达到81mm。这个时期北京市地面沉降发展特点是沉降速率高、沉降范围相对集中,最大累计沉降量达到590mm。远郊区昌平沙河-八仙庄、大兴榆垓-礼贤等沉降区逐渐形成。

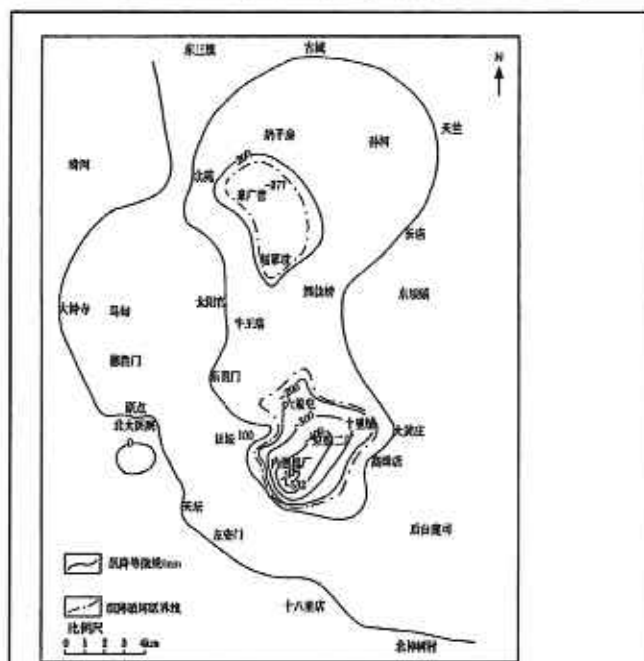


图3-1 北京市东郊地面沉降1966~1983年等值线图

(3) 地面沉降扩展阶段

1987~1999年为地面沉降的扩展阶段。20世纪80年代初,北京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。北京内燃机总厂内双陶1号地面水准点至1987年地面累计沉降量达665mm,1999年地面累计沉降量达722mm,年平均沉降速率为5.7mm/a,说明该沉降区地面沉降速率在减小;但在北京城市边缘地带及远郊区(如通州城关、顺义天竺、昌平沙河镇、大兴榆垓等地区)地下水开采量不断增加,超采区范围继续扩大,出现了许多新的地下水降落漏斗区,从而引发了北京地区地面沉降范围继续扩大,沉降区向郊区迁移。来广营沉降区向北扩展到昌平区南部及顺义区西南部,1987年~1999年平均沉降速率为19.8mm/a,沉降保持高速发展;新形成的沙河-八仙庄(海鹈落)沉降区、大兴礼贤-榆垓沉降区和顺义平各庄沉降区1987~1999年平均沉降速率分别为29.6mm/a、24.2mm/a和19.2mm/a,均呈现较快速发展的态势。

东郊、东北郊沉降区沉降速率逐渐变缓，昌平沙河-八仙庄、大兴榆垓-礼贤、顺义平各庄等沉降区沉降速率以 $20\sim 35\text{mm/a}$ 快速发展。到1999年，全市累计沉降量大于 50mm 的地面沉降区面积达到 2815km^2 （见图3-2）。在东郊八里庄-大郊亭、东北郊来广营、昌平沙河-八仙庄、大兴榆垓-礼贤、顺义平各庄等地形成了5个较大的沉降区，沉降中心累计沉降量分别达到 722mm 、 565mm 、 688mm 、 661mm 和 250mm 。在通州、顺义等地区逐渐形成了新的沉降区。累计沉降量大于 100mm 的面积达到 1826km^2 ，累计沉降量大于 500mm 的沉降范围 104km^2 。这一时期北京市地面沉降发展的特点是老沉降区的沉降速率减缓，但沉降面积却在迅速扩大，不断出现新的沉降中心。

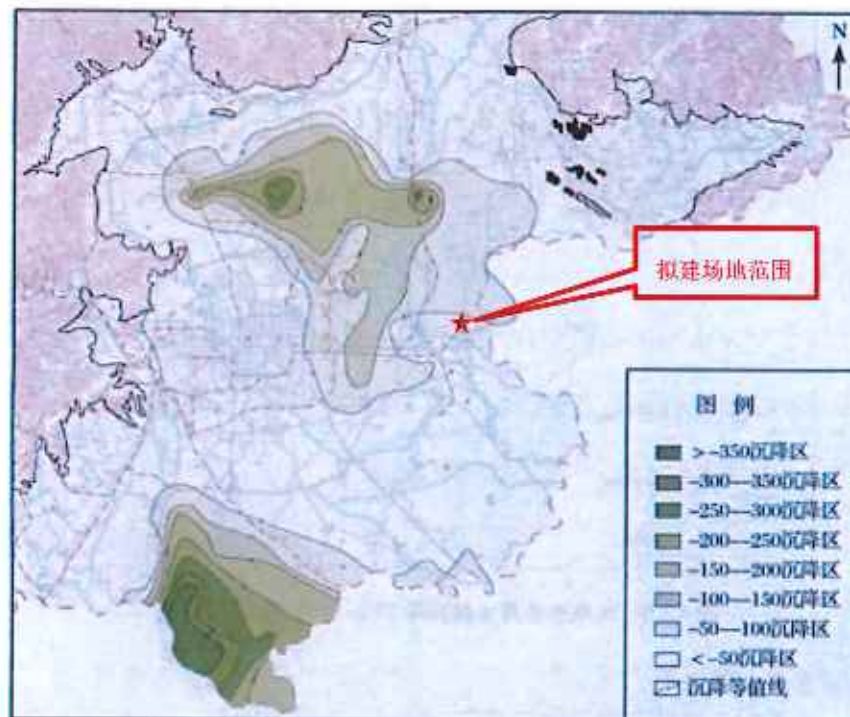


图3-2 北京市地面沉降1987~1997年等值线图

(4) 地面沉降快速发展阶段

1999~现在为地面沉降的快速发展阶段。近年来，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，以东北二环为界范围内的城区、房山区、石景山区、丰台区、密云区和怀柔区等地质条件较好的区域内，沉降量很小。总体上，老沉

降区仍旧快速发展，同时又有新的沉降区逐渐形成，沉降区面积不断扩大，累计沉降大于100mm的沉降区面积由1999年的1826km²增加到2005年的2815km²。分布呈南北两个区：北区主要分布于朝阳区、通州区、昌平区、顺义区，区内包括东八里庄-大郊亭沉降中心(累计沉降量750mm)，朝阳区来广营沉降中心(累计沉降量677mm)、昌平沙河-八仙庄沉降中心(累计沉降量1086mm)和顺义平各庄(累计沉降量420mm)；南区主要分布于大兴区南部的庞各庄、榆垓、礼贤等地，累计最大沉降量达813mm。

分析1999~2005年地面沉降发展变化(图3-3)，可明显看出，北京市平原区地面沉降处于快速发展时期。从沉降速率来看，1999~2005年6年间地面沉降面积的年均增加速度要远快于以往的45年。2005年最大沉降速率是20世纪80年代的2~3倍，也是北京有监测资料以来最快的时期，且远大于上海、天津、沧州等沉降严重区同期的年沉降速率。从沉降面积来看，1999~2005年6年期间沉降速率大于17mm/a的区域有1441km²，大于33mm/a的区域达到310km²，主要集中在沙河-八仙庄、来广营、后沙峪、大郊亭-三间房、通州梨园-台湖以及榆垓-礼贤等沉降区。

大于50mm沉降量的沉降面积的年均增加速度是过去45年年均增长速率的3倍多，大于100mm沉降量的沉降面积的年均增加速度是过去45年年均增长速率的将近4倍。

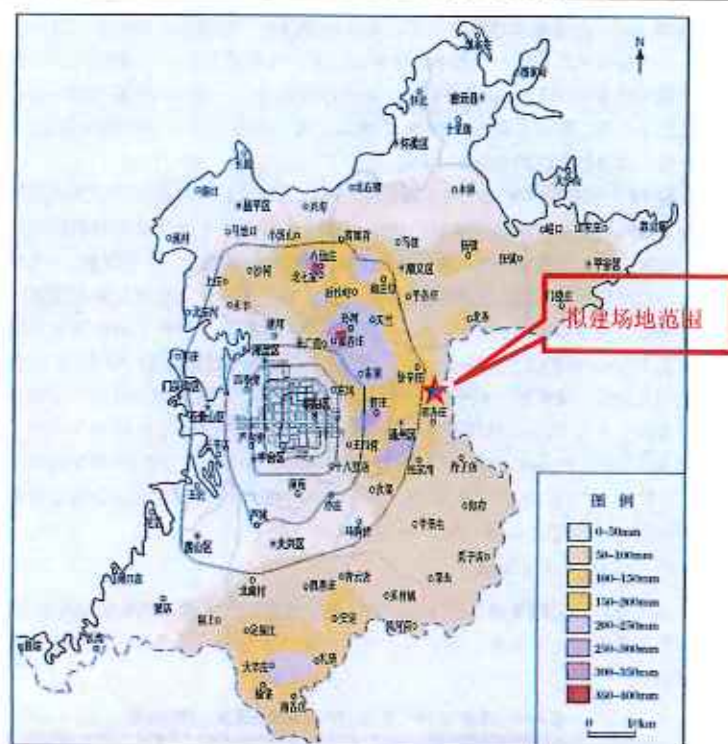


图3-3 北京市平原区1999~2005地面累计沉降量图

由图3-4可知，1955~2015年累计沉降量大于100mm的面积为4008km²，北区内最大沉降量为1749mm，位于朝阳区金盏沉降区；南区最大沉降量为1299mm，位于礼贤小马坊。已有研究成果表明，2005~2015年间北京平原区地面沉降仍处于快速发展阶段，防治地面沉降地质灾害的形势严峻。

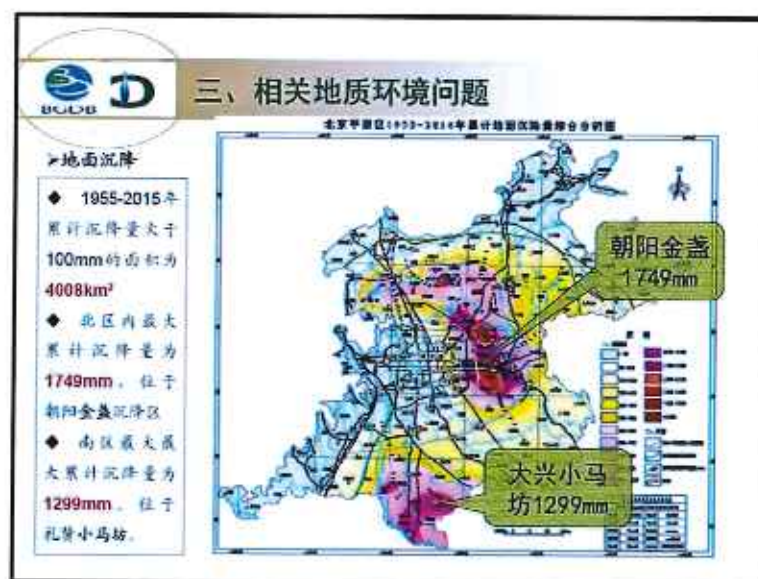


图3-4 北京平原区1955年~2015年累计沉降量综合分析图

2. 地面沉降现状

近年来，由于降水量有所增加，特别是南水进京，大大缓解了北京市水资源压力，地下水开采量逐渐减少，地下水位下降速度减缓，局部有所上升，地面沉降呈逐渐减缓态势。

根据北京市地质环境公报，到2023年，评估区地面沉降累计沉降量累计沉降量900mm左右，近三年平均年沉降速率15mm/a左右，发育中等。

3. 地面沉降地质灾害现状调查

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

根据地面沉降的危害特点，我们对规划用地及其附近地区的道路、居住旧房、水库、水井管位移、管道变形、建筑物开裂以及现场照片等情况进行了调查，调查结果表明没有发生明显上述灾害现象（照片3-1）。



照片3-1 场区及周边现状照片

4. 地面沉降地质灾害现状评估

根据评估区现状条件下地质灾害发育特征、规模、分布情况，结合已有资料，采用地质历史分析法、工程地质类比法等方法，依据《北京市地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021），按表3-1对各类地质灾害危害程度级别进行判定。

表3-1 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	人员伤亡情况	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
重	有人员死亡	>500	>500	>5000
中	有伤害发生	100-500	100-500	500-5000
轻	无	<100	<100	<500
注1：灾情即已发生的地质灾害损失情况，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价，用于现状评估。				
注2：险情即可能发生的地质灾害危害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价，用于预测评估。				
注3：危害程度按就高原则，符合一项即可确定。				

地面沉降地质灾害危险性现状发育程度中，灾情轻，综合判断地面沉降现状危险性小。

表3-2 地面沉降发育程度判别表

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

表3-3 地质灾害危害程度划分表

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

表3-4 地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估表

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

(二) 砂土液化

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

1. 砂土液化机理

当地震发生时，在地震力的往复作用下，被震动压密而向上部排水，排入上部的水由于砂土层上面的覆盖层隔水无法排出，而在砂土层内聚集起来，形成超静孔隙水压力，随着这种往复震动的持续，下部砂土层不断被压密向上排水，上部超静孔压就会不断增加，当超静孔压达到能够承担全部上覆土重时，砂土层上部就会膨胀而顶起上覆

土层，砂土层内最上部砂就会处于悬浮状态，这时砂土层处于液化状态，若此时孔压还得不到宣泄，随着地震的持续，超静孔压的增加会使处于悬浮状态砂的范围向深部扩展，当扩展到某一深度并且在地震停止之前，超静孔压在上覆土层薄弱处找到了突破口，悬浮状态的砂土随水喷出地表，孔压得以宣泄，就形成了液化效应而致灾。当地震结束时，超静孔压仍然不能突破上覆土体的覆盖，超静孔压就会逐渐耗散，不会形成喷砂冒水现象，但实际上，这一深度以上的砂土在地震中已经处于液化状态，只是没有形成液化效应而造成灾害。

2. 液化砂土层的地质环境特征

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

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

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

3. 砂土液化判别方法

目前评价饱和砂土液化方法很多，但基本为两种：剪应力对比法和标准贯入试验法。

剪应力对比法具有较强的针对性，但需要采取大量样品，对区划场地或一般场地预测很不适用。标准贯入试验法以及利用它构成的液

化判别式反映了影响液化的主要因素，因此它已成为最有代表性，应用最广泛的液化判别方法。

中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010 2016年版)第4.3.4款规定，当初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法判别地面下20m深度范围内的液化。

结合已有的经验，液化判别按二个程序进行，即初判和复判。

初判

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010 2016年版)第4.3.3条：饱和土和粉土符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或不考虑液化影响：

(1) 第四系晚更新世(Q3)及其以前的地层，设防烈度为7、8度时；

(2) 粘粒（粒径小于0.005mm的颗粒）的含量百分率，烈度为7、8和9度时分别不小于10、13和16；

(3) 对于天然地基上的建筑物，当上覆非液化土层厚度 d_u 和地下水位深度 d_w 符合下列条件之一时：

$$d_u > d_o + d - 2;$$

$$d_w > d_o + d - 3;$$

$$d_u + d_w > 1.5 d_o + 2d_b - 4.5$$

式中 d_u ——上覆盖非液化土层厚度；

d_w ——地下水埋深(m)；

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3-2-1采用。

液化土特征深度(m)

表3-5

饱和土类别	抗震设防烈度		
	7	8	9
粉土	6	7	8
砂土	7	8	9

地下水位深度 d_w 可接近期内年最高水位采用。对有中长期地下水预测趋势分析资料的场地，宜按建筑物有效使用年限内的预测最高水位采用，并考虑在此期间内环境因素的变迁与影响，予以适当增减。

复判

《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010) (2016年版)规定：当初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法判别地面下20m深度范围内的液化；但对本规范第4.2.1条规定可不进行天然地基及基础的抗震承载力验算的各类建筑，可只判别15m深度范围内土的液化。当饱和土标准贯入锤击数（未经杆长修正）小于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。

在地面下20m深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按下列式计算：

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

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，应按表3-2-2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 ——粘粒含量百分率，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。

本工程属于建筑工程，按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010 2016年版）砂土液化判别标准进行判别。

（1）地震时饱和无黏性土和少黏性土的液化破坏，应根据土层的天然结构、颗粒组成、松密程度、地震前和地震时的受力状态、边界条件和排水条件以及地震历时等因素，结合现场勘察和室内试验综合分析判定。

（2）土的地震液化判定工作可分初判和复判两个阶段。初判应排除不会发生地震液化的土层。对初判可能发生液化的土层，应进行复判。

表3-6 液化判别标准贯入锤击数基准值

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基准值	7	10	12	16	19

4. 砂土液化调查

评估区处于潮白河冲洪积扇和温榆河冲洪积平原中部，1976年唐山地震时未发生过砂土液化，见图3-5。

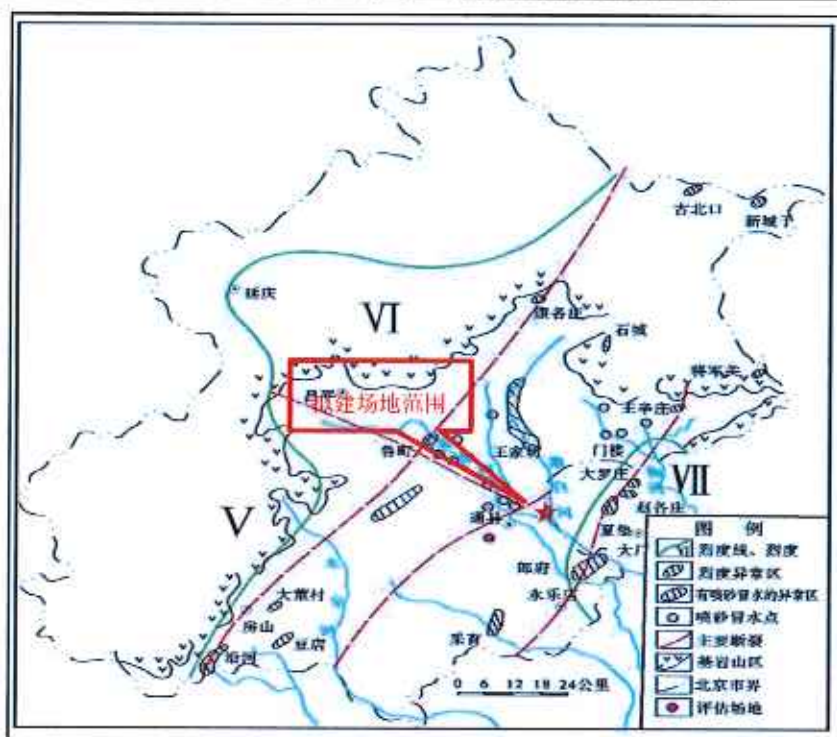


图3-5 1976年唐山地震时砂土液化分布图

5. 砂土液化判别

依据现场钻探、原位测试及室内试验数据，地下水位深度 d_w 按现状水位取值（埋深5m），按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010 2016年版）中第4.3.3条进行液化判别。在地震烈度达到8度时，建设用地20m以浅粉土及砂土层不液化。详见《地震液化判别计算结果》（水位埋深5.00m）。

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区

地震液化判别计算结果

工程名称: 北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区

地震烈度: 8

 $N_{p, 12}$

0.95

 $d_{cr}(m)$: 5.00

判别深度(m): 20

孔号	标贯	标贯中点	层号	土性	I_p	黏粒含量	标贯击数	临界值	液化判定	土层厚度	土层中点	权函数值	液化指数	液化指数	液化等级
	层次	$d_e(m)$				σ_c		N_{60}			$d_f(m)$	(%)	$W_f(n^{-1})$		
14	1	1.30	①	黏质粉土		15	13	1.65	-	0.70	1.45	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	黏质粉土		15	13	2.84	-	1.50	2.35	10.00	0.00		
	3	4.30	③	黏质粉土		15	14	4.62	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	④	黏质粉土		15	15	5.93	-	1.90	6.25	9.17	0.00		
	5	8.30	⑤	细砂		3	21	15.60	-	2.10	8.25	7.83	0.00		
	6	10.30	⑥	细砂		3	23	17.54	-	2.30	10.40	6.40	0.00		
	7	17.30	⑦	粉砂		3	30	22.51	-	2.40	17.10	1.93	0.00		
	8	19.30	⑧	粉砂		3	31	23.61	-	2.10	19.35	0.43	0.00		
16	1	0.80	①	黏质粉土		15	13	0.93	-	1.20	0.60	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	黏质粉土		15	12	2.84	-	2.10	2.25	10.00	0.00		
	3	4.30	③	黏质粉土		15	14	4.62	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	④	黏质粉土		15	15	5.93	-	3.00	6.80	8.80	0.00		
	5	9.30	⑤	细砂		3	22	16.61	-	2.00	9.30	7.13	0.00		
	6	11.30	⑥	细砂		3	24	18.40	-	2.00	11.30	5.80	0.00		
	7	18.30	⑦	粉砂		3	29	23.08	-	2.90	17.85	1.43	0.00		
18	1	0.80	①	黏质粉土		15	12	0.93	-	1.20	0.60	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	黏质粉土		15	13	2.84	-	2.10	2.25	10.00	0.00		
	3	4.30	③	黏质粉土		15	14	4.62	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	④	黏质粉土		15	15	5.93	-	2.90	6.75	8.83	0.00		
	5	10.30	⑤	细砂		3	25	17.54	-	4.10	10.25	6.50	0.00		
	6	12.30	⑥	细砂		3	26	19.20	-	8.20	12.30	5.13	0.00		
	7	18.30	⑦	粉砂		3	30	23.08	-	2.90	17.85	1.43	0.00		
2	1	1.30	②	黏质粉土		15	13	1.65	-	1.70	1.45	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	3.30	③	黏质粉土		15	13	3.81	-	2.00	3.30	10.00	0.00		
	3	5.30	④	黏质粉土		15	11	5.32	-	3.10	5.85	9.43	0.00		
	4	8.30	⑤	细砂		3	21	15.60	-	1.90	8.35	7.77	0.00		
	5	10.30	⑥	细砂		3	23	17.54	-	2.40	10.50	6.33	0.00		
	6	16.30	⑦	粉砂		3	27	21.92	-	1.50	16.55	2.30	0.00		
	7	18.30	⑧	粉砂		3	28	23.08	-	3.00	18.80	0.80	0.00		

注(液化判定): + 液化点 - 非液化点

根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T893—2021)，通过对区内可液化土层进行分析评判，现状条件下地基土层不液化，危害程度轻，因此，现状评估砂土液化地质灾害危险性小。

第四章 地质灾害危险性预测评估

一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

(一) 工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害的危险性预测

工程建设运营本身不会加剧地下水的过量开采。因此不用考虑本工程运营相应的开采地下水引发或加剧地面沉降地质灾害。

本项目拟建建筑高度12-36（局部48）m，不会影响地下水位动态变化。

北京市于2007年颁布并实施了《北京市建设工程施工降水管理办法》，本工程规划建筑的建设过程中应按照上述规定采取有效的加强地下水资源的管理和保护措施，从而防止地面沉降地质灾害发生，因此，本工程的建设一般不会加剧因施工降水引起的地面沉降地质灾害。

本项目规划总用地面积38.69公顷，其中建设用地23.98公顷（二类居住用地10.75公顷、产业用地0.94公顷、公共服务设施用地12.29公顷），代征绿地6.30公顷，代征道路8.42公顷；规划地上总建筑面积约35.62万平方米，其中：入市经营性建筑面积约25.85万平方米，

其他配套设施约9.77万平方米。根据目前拟建项目规划来看，不会引发较大范围地面沉降。

综上所述工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害的危险性小。

（二）工程建设引发或加剧砂土液化地质灾害的危险性预测

建设用地地层为第四系地层，工程建设仅涉及表层土（种植作物）及浅层土（地基开挖等），对地质环境影响甚微，且受威胁人数＜5000人，所以拟建工程加剧或诱发砂土液化的可能性较小。

二、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地面沉降和砂土液化。

（一）工程建设可能遭受地面沉降地质灾害危险性的预测

地面沉降是指在自然和人为因素作用下，由于地下松散地层固结压缩而导致区域性地面标高降低的一种环境地质现象。地面沉降给城市建筑物、道路交通、管道系统及给排水、防洪等带来了诸多危害。

1. 地面沉降机理

北京地区主要开采地下承压含水层，开采地下水之前，含水层上覆荷载由其下含水层骨架及水共同承担，达到平衡，即 $Q = \sigma + u$ ， Q 为上覆荷载， σ 为骨架承担的那部分压力，称为有效应力， u 为水体承担的那部分压力，称为孔隙水压力，当开采地下水后，孔隙水压力 u

减小，而上覆荷载总量 Q 并未改变，含水层中有效应力 σ 必然要增加，即原来由水体承担的一部分荷载转向由土体骨架承担，骨架就会由于附加荷载而受到压缩，由于孔隙的压缩而产生地面下沉，下沉体积应与含水层中由于水压下降而减小的水体体积相等。理论上讲，抽水一开始即有沉降出现，事实上也是如此，只是短时间水位下降不会使含水层固结，为可恢复形变，所以，当抽水停止后，水位一旦复原，基本上不会产生沉降，但若水位长期下降得不到恢复，含水层就会固结而产生地面沉降。

2. 地面沉降预测方法

为建立因地下水开采而引起的地面沉降的数学计算模型，作以下假设：

- ①土颗粒及水体不可压缩。
- ②对含水层组进行概化，参数取平均值。
- ③含水层竖向没有补给。
- ④含水层为承压含水层，且地下水运移符合达西定律。
- ⑤地下水运移方向指向降落漏斗中心。
- ⑥开采前地下水位近似水平。

根据上述假设进行如下分析（图4-1），在产生降落漏斗后，地下水由周围流向漏斗中心，这时取宽度为一个单位，径向长为 Δr ，高为 Δz 的单元体，则 Δt 时间内，流入单元体的流量为 $Q_r \Delta t + Q_z \Delta t$ ，流出单元体的流量为：

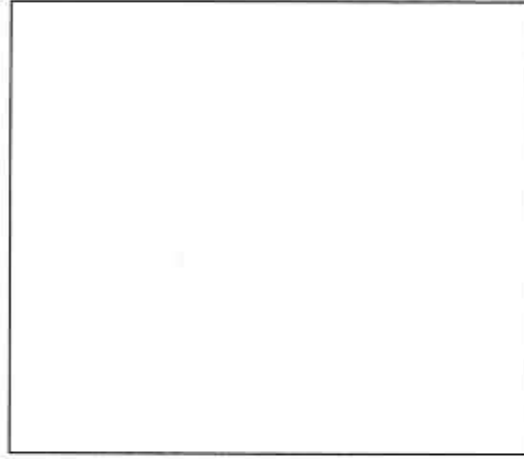


图4-1 承压含水层示意图

$$(Q_r + \frac{\partial Q_r}{\partial r} \Delta r) \Delta t + (Q_z + \frac{\partial Q_z}{\partial z} \Delta z) \Delta t$$

则流入流出之差为 $-\frac{\partial Q_r}{\partial r} \Delta r \Delta t - \frac{\partial Q_z}{\partial z} \Delta z \Delta t$ ，此变化量即为 Δt 时间内

单元体减少的水量，由假设（3）可知， $\frac{\partial Q_z}{\partial z} = 0$

由达西定律

$$Q_r = v_r \Delta z, \quad v_r = -k \frac{\partial H}{\partial r}, \quad \text{得 } Q_r = -k \frac{\partial H}{\partial r} \Delta z, \quad \text{则 } \frac{\partial Q_r}{\partial r} = -k \frac{\partial^2 H}{\partial r^2} \Delta z$$

引入地下水动力学中贮水系数的概念，贮水系数 S 表示当水头降低一个单位时，含水层从面积为一个单位面积，厚度等于含水层厚度的土体中所释放的水量，这也就是含水层可能产生的沉降量。

照此定义， Δt 时间段内，单元体中释放的水量为

$$\frac{S}{M} \frac{\partial H}{\partial t} \Delta r \Delta z \Delta t, \quad \text{其中 } M \text{ 为含水层厚度}$$

$$\text{显然 } -\frac{\partial Q_r}{\partial r} \Delta r \Delta t = \frac{S}{M} \frac{\partial H}{\partial t} \Delta r \Delta z \Delta t$$

$$\text{则有 } k \frac{\partial^2 H}{\partial r^2} \Delta r \Delta z \Delta t = \frac{S}{M} \frac{\partial H}{\partial t}$$

设：

$$\lambda = \frac{S}{kM} \quad (1)$$

建立数学模型如下:

$$B = \sqrt{\frac{\lambda}{t_m} \ln \frac{H_0}{H_m}} \quad (2)$$

$$B = \frac{1}{r} \arccos \left[\frac{H(r,t)}{H_m} - \frac{(\frac{H_0}{H_m} - \cos Br_m)}{\sin Br_m} \sin Br \right] \quad (3)$$

利用(3)式用迭代法确定 B 值之后,再由(2)式确定 λ 值。

利用上述模型可进行两方面的计算:

①沉降量的计算

指对目前已产生的沉降量进行估算。根据开采降落漏斗产生至今的时间,按其水位降深,用此模型可以得到不同地点的贮水系数值,这一贮水系数是该点整个含水层深度的概化值,也即是含水层纵向贮水系数平均值,由贮水系数的概念可知:其值为当水位下降一个单位时,该点含水层释放的多于补给量的水量,也即是含水层可产生压缩的空间,再由水位降即可得到总压缩空间,也即是沉降量。

即:

$$Ss = S(H_0 - H) \quad (4)$$

式中 Ss ——沉降量

S ——贮水系数

H_0 ——初始水位

H ——当前水位

②沉降量预测

将上面求得的贮水系数 S 值反馈回模型，按所要预测沉降年限及漏斗扩展速度，推算预测年限内水位变化，根据水位变化幅度进行沉降量预测。

3. 地面沉降发展预测

(1) 沉降预测的前提条件

利用上述地面沉降模型进行地面沉降发展预测，是在维持目前地下水开采状况及水位下降速率的前提下进行。因为沉降量的预测是建立在水位预测的基础上的，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。

(2) 参数选取

模型中主要确定的参数有初始水位 H_0 ，目前漏斗中心水位 H_m ，渗透系数 k ，含水层厚度 M ，漏斗产生时间 t_m 及影响半径 r_m 。

初始水位 H_0 是根据北京市1955年以前，地下水未大规模开采时，对全区地下水位统测的平均值，该水位从含水层的底板算起。

含水层厚度 M 的确定依赖于开采影响的顶底界面，评估区地下水位开采层位主要为第二和第三承压含水层。为便于沉降量计算，综合地层及地下水的水文地质及工程地质资料，对含水层组进行了概化，将第二和第三含水层概化为一个承压含水层，取全区的平均厚度作为 M_0 。

渗透系数 k 值主要由实验确定，但在建立模型时作了概化，在某一降落漏斗影响范围内， k 值是常数。

上述参数的选取同时参考了北京市水文地质工程地质公司1982年编制的《北京城近郊环境水文地质图集》和1990年编制的《北京市城近郊区地下水资源管理模型》。

漏斗中心水位 H_m 则由近年来评估区地下水位观测值所得，该水位的取值也从含水层的底板算起。

漏斗产生至今时间 t 的取值应从水位开始普遍下降时算起，从本区多年地下水动态观测结果看，平各庄降落漏斗自70年代中后期，水位开始呈下降趋势，故漏斗产生的开始时间定为1975年。

漏斗影响半径 r_m 取值是根据1997年东郊的地面沉降数据及地下水位长期观测资料共同确定的，各开采降落漏斗参数取值（见下表4-1）。

表4-1 地面沉降现状计算参数取值表

漏斗名称	H_0 (m)	k (m/d)	M (m)	t_w (d)	R_w (m)	H_0 (m)	H_m (m)
平各庄	22.0	4.8	130	35×365	15000	11.0	11.0

（3）计算步骤及结果

首先，根据上表中参数值，利用式（3）按等水位线图上不同地点的水位，确定不同地点的系数 B 值，再利用（2）式求得 λ 值，进而可得不同地点的贮水系数 S 值；然后由贮水系数 S 值利用（4）式即可确定不同地点的地面沉降量。

经预测计算，建设用地2024年-2028年由于抽水引起的地面沉降年平均速率15mm/a。

4. 地面沉降危险性分析

经预测计算，建设用地2024年-2028年由于抽水引起的地面沉降沉降年平均速率15mm/a，评估区累计地面沉降约975mm，发育中等。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）表4（见表3-2）确定，地面沉降预测发育程度为“中等”；同时根据历年资料及其现场踏勘可以对此可能发生的地质灾害危险程度进行预测：地面沉降影响不会威胁人民生命安全，可能直接经济损失为小

于500万元，该危害程度级别为“轻”。拟建场地可能遭受地面沉降地质灾害的危险性等级为小。

（二）工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性的预测

地下水位是砂土液化判别的先决条件，水位的高低直接影响到液化的发生、判定计算结果和危害等级确定。根据本工程沿线地下水资料，参考“北京市平原区历年地下水水位年鉴”，建设用地大部分地段历史最高水位接近自然地面。因此，本次砂土液化预测评估，出于安全角度考虑，采用的水位埋深统一按1.00m考虑。根据国标《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)之附录 A，基本地震动峰值加速度为0.20g区。液化判别结果见《地震液化判别结果》(水位埋深1.00m)。

地震液化判别计算结果

工程名称: 北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区 地震烈度: 8 N_{60} : 12 0.95 d_{60} (mm): 1.00 判别深度 (m): 20

孔号	标贯 序次	标贯中点 深度 (m)	层号	岩性	r_d	颗粒含量 σ_c	标贯击数 N_{60}	临界值 N_{cr}	液化判定 + -	土层厚度 d_i (m)	土层中点 (m)	权函数值 W_i (m^{-1})	液化指数 I_{Lp}	液化指数 I_{Lr}	液化等级
14	1	1.30	②	粘质粉土		15	13	3.69	-	0.70	1.45	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	粘质粉土		15	13	4.88	-	1.50	2.55	10.00	0.00		
	3	4.30	②	粘质粉土		15	14	6.66	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	②	粘质粉土		15	15	7.97	-	1.90	6.25	9.17	0.00		
	5	8.30	③	细砂		3	21	20.16	-	2.10	8.25	7.83	0.00		
	6	10.30	③	细砂		3	23	22.10	-	2.20	10.40	6.40	0.00		
	7	17.30	⑤	粉砂		3	30	27.07	-	2.40	17.10	1.93	0.00		
	8	19.30	⑤	粉砂		3	31	28.17	-	2.10	19.35	0.43	0.00		
16	1	0.80	①	粘质粉土		15	13	2.97	-	1.20	0.60	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	粘质粉土		15	12	4.88	-	2.10	2.25	10.00	0.00		
	3	4.30	②	粘质粉土		15	14	6.66	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	②	粘质粉土		15	15	7.97	-	3.00	6.80	8.80	0.00		
	5	9.30	③	细砂		3	22	21.17	-	2.00	9.30	7.13	0.00		
	6	11.30	③	细砂		3	24	22.96	-	2.00	11.30	5.80	0.00		
	7	18.30	⑤	粉砂		3	29	27.64	-	2.90	17.85	1.43	0.00		
18	1	0.80	①	粘质粉土		15	12	2.97	-	1.20	0.60	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	2.30	②	粘质粉土		15	15	4.88	-	2.10	2.25	10.00	0.00		
	3	4.30	②	粘质粉土		15	14	6.66	-	2.00	4.30	10.00	0.00		
	4	6.30	②	粘质粉土		15	15	7.97	-	2.90	6.75	8.83	0.00		
	5	10.30	③	细砂		3	25	22.10	-	4.10	10.25	6.50	0.00		
	6	12.30	③、④	粘质粉土		3	26	23.76	-	8.30	12.30	5.13	0.00		
	7	18.30	⑤	粉砂		3	30	27.64	-	2.90	17.85	1.43	0.00		
2	1	1.30	②	粘质粉土		15	13	3.69	-	1.70	1.45	10.00	0.00	0.00	不液化
	2	3.30	②	粘质粉土		15	13	5.85	-	2.00	3.30	10.00	0.00		
	3	5.30	②	粘质粉土		15	11	7.36	-	3.10	5.83	9.43	0.00		
	4	8.30	③	细砂		3	21	20.16	-	1.90	8.35	7.77	0.00		
	5	10.30	③	细砂		3	23	22.10	-	2.40	10.50	6.33	0.00		
	6	16.30	⑤	粉砂		3	27	26.48	-	1.50	16.55	2.30	0.00		
	7	18.30	⑤	粉砂		3	28	27.64	-	3.00	18.80	0.80	0.00		

注 (液化判定): + 液化点 - 非液化点

建设场地在按历史最高水位埋深1m时，根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893—2021），通过对区内可液化土层进行分析评判，现状条件下地基土层不液化，根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893—2021）确定，预测评估建设项目遭受砂土液化地质灾害危险性为“小”。

第五章 地质灾害危险性综合分区评估

一、综合评估原则

地质灾害危险性综合评估是在充分考虑评估区域的地质环境条件的差异和地质灾害隐患点的分布、危险程度的基础上，依据地质灾害危险性现状评估、预测评估的结果，确定判别区段危险性的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性、定量分析法，结合建设工程特点，全面权衡、合理对比，确定区段地质灾害危险性的等级，并依据地质灾害危险性、防治难度等对建设用地的适宜性做出评估。

1、根据地质灾害对建设工程的危害程度，同时考虑地质灾害形成的地质环境条件，对评估区域按地质灾害危险性程度性进行分区；

2、同一区内有多种灾害共存时，就其地质灾害危害程度，按就大不就小，就高不就低的原则确定地质灾害危险性分区等级；

3、遵从区内相似、区际相异的原则；

4、坚持以人为本、以工程建设为中心的原则，确保工程项目施工、运行的安全及区内人民生命财产和生存环境的安全。

二、评估指标的选定

地质灾害危害程度根据灾情和险情进行划分，灾情和险情依据人员伤亡情况、受威胁人数及直接经济损失按照表5-1进行确定。

表5-1 地质灾害危害程度划分表

危害程度	灾情		险情	
	人员伤亡情况	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能产生的经济损失 (万元)
重	有人员死亡	>500	>500	>5000
中	有伤害发生	100~500	100~500	500~5000
轻	无	<100	<100	<500
注1：灾情即已发生的地质灾害损失情况，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”栏指标评价，用于现状评估。 注2：险情即可能出现的地质灾害危害，采用“受威胁人数”、“可能产生的经济损失”指标评价，用于预测评估。 注3：危害程度按就高原则，符合一项即可确定。				

（一）地面沉降对场地危险性量化指标

评估区地面沉降危险性的量化指标按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893—2021）中地面沉降判别标准确定。地面沉降评估应分析地面沉降形成原因和发育特征，分析地面沉降与地下水开采和地层岩性的关系，按表5-1确定地面沉降危害程度，依据累计地面沉降量及沉降速率按表5-2确定地面沉降发育程度，按表5-2确定地面沉降地质灾害危险性。

表5-2 地面沉降发育程度判别表

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

表5-3 地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估表

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

注：现状评估用灾情、预测评估用险情

(二) 砂土液化对场地危险性量化指标

根据《地质灾害危险性评估技术规范》【DB11/T893-2012】中“表12 砂土液化现状评估、预测评估危险性确定”本报告表5-4。

表5-4 砂土液化现状评估、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		

三、综合分区评估

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，该建设用地内不存在地形地貌和地质灾害

等分布的明显分带和异常，视为一个整体区段进行综合评估。依据上述地质灾害危险性等级划分的量化指标及表5-5中的综合评估分级标准。对建设用地进行地质灾害危险性综合评估，综合评估如下表5-6、表5-7所示。

表5-5 地灾灾害危险性综合评估分级表

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

经单灾种地质灾害危险性综合评估，评估区内地面沉降地质灾害危险性为小级，砂土液化地质灾害危险性为小级。建设场地地质灾害危险性为小级区。

表5-6 评估区单灾种地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	灾种	现状评估危险性等级	预测评估		综合评估危险性等级
			引发或加剧危险性等级	可能遭受危险性等级	
	砂土液化	小	小	小	小级
	地面沉降	小	小	小	小级

经多灾种地质灾害危险性综合评估，评估区内地质灾害危险性等级为“小级”，见表5-11。

表5-7 评估区多灾种地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	灾种	单灾种综合评估危险性等级	多灾种综合评估危险性等级
建设用地	砂土液化	小级	小级
	地面沉降	小级	

四、建设场地（或规划区）适宜性评估

（一）地质灾害防治难度的确定

评估区地质环境复杂程度中等，潜在的地质灾害为地面沉降和砂土液化，发育弱，灾情和危害性小等，地质灾害危险性小级。地质灾害防治工程较为简单，易于处理，防治效益与投资比高。根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893—2021）中的有关规定，见表5-8，建设场地地质灾害防治难度小。

表5-8 建设场地防治难度划分表

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

（二）建设用地适应性评价

建设场地地质灾害危险性综合评估等级为“小级”，地质灾害防治难度小。根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893—2021）的规定，见表5-9，本项目建设场地适宜性为适宜。

表5-9 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
中級	适宜性差	基本适宜	适宜
小级	基本适宜	适宜	适宜

五、防治措施

根据上述地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，可以看出建设场地存地面沉降和砂土液化等地质灾害隐患。本项目为较重要建设项目，为保证工程顺利建设和安全运营，针对灾种特点及危害程度，结合工程经验，提出如下防灾减灾措施。

建设用地属地面沉降一般区。从目前调查情况看，地面沉降还没有对建筑物或构筑物造成明显破坏性影响，但随着沉降的继续，沉降量不断加大，地面沉降对建筑物或构筑物的影响可能会逐渐显现。由于地面沉降是个长期而缓慢的过程，由于拟建工程为建筑工程，因此在其规划、设计时，应充分考虑地面沉降对工程的影响，需适当加强工程结构及基础的整体强度，必要时，可在拟建场区内定期进行精密地面水准测量，监控地面沉降的发展变化，防范地面沉降灾害发生。

拟建工程在唐山大地震时发生液化，本次评估20m以上的浅层粉土、粉砂会发生轻微液化。在下步岩土工程勘察等工作中，须对场地砂土液化进一步详细判别，并根据判别结果，做好地基加固等工作，消除液化隐患。

第六章 结论与建议

一、结论

北京市通州区宋庄镇丁各庄等四村城中村改造项目二片区规划总用地面积38.69公顷，其中建设用地23.98公顷（二类居住用地10.75公顷、产业用地0.94公顷、公共服务设施用地12.29公顷），代征绿地6.30公顷，代征道路8.42公顷；规划地上总建筑面积约35.62万平方米，其中：入市经营性建筑面积约25.85万平方米，其他配套设施约9.77万平方米。

通过实地调查及资料收集论证对评估区地质灾害危险性现状评估、预测评估和综合评估，结论如下：

1、本项目属较重要建设项目，地质环境条件复杂程度为中等，该建设项目地质灾害危险性评估等级为二级。

2、根据收集资料、现场调查和现场钻探及原位测试，对评估区区域地质、水文地质、工程地质和环境地质等条件的综合分析，本建设用地主要存在潜在的地质灾害类型有：地面沉降和砂土液化两种。

3、现状评估。评估区截止2023年的累计沉降量约为900mm左右，近年平均沉降速率约为15mm/a。评估区内地面沉降发育程度“中等”，现状灾情为“轻”，现状评估危险性“小”；

4. 在抗震设防烈度8度，现状水位条件下场地地基土不液化，现状灾情为“轻”，砂土液化地质灾害现状危险性“小”；

5、预测评估，工程建设本身诱发和加剧地面沉降和砂土液化地质灾害危险性小。预测评估区地面沉降速率约15mm/a，到2028年，累计沉降量达到975mm，发育“中等”，危害程度为“轻”，工程建设可能遭受地面沉降地质灾害危险性小；根据现场钻探进行的标准贯入试验成果，建设用地在抗震设防烈度8度下，地下水位地表下1.00m时地基土不液化，危害程度为“轻”，工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性小。

6、综合评估，经单灾种地质灾害危险性综合评估，评估区内地面沉降地质灾害危险性为“小级”；砂土液化地质灾害危险性为“小级”建设场地地质灾害危险性为“小级区”。地质灾害防治难度小，建设用地的适宜性为“适宜”。

二、建议

(1) 本报告所反映的地质情况仅对本次评估报告地震液化判别提供初步依据，在今后的岩土工程勘察工作中，应对拟建建筑范围内的地基土进行详细的砂土液化判别，并根据判别结果采取相应的抗液化处理措施，避免地基液化对工程建设造成不利影响。

(2) 在项目位于地面沉降发育区，应考虑可能发生的地面沉降对建筑场地的不良影响。

附图一： 实际材料图



附图二：工程地质剖面图

