

地灾危险性评估甲级

110020231110056

昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目

地质灾害危险性评估报告



北京岩土工程勘察院有限公司

二〇二四年十二月



昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目

地质灾害危险性评估报告

证书编号：110020231110056

资质等级：甲 级

审 核：吴 丹

项目负责：吴俊俏

报告编写：吴俊俏 尚佳琪 刘冬梅 赵玲玉

编制单位：北京岩土工程勘察院有限公司

提交时间：二〇二四年十二月





地质灾害防治单位资质证书

单位名称: 北京岩土工程勘察院有限公司

资质类别: 地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住所: 北京市朝阳区安贞西里三区26楼702-704

资质等级: 甲级

证书编号: 110020231110056

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

发证日期: 2023年12月29日

昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目

地质灾害危险性评估报告

评审意见书

受北京未来科学城置汇建设有限公司委托，北京岩土工程勘察院有限公司完成了《昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”）。专家组对“评估报告”进行了评审，经讨论，评审意见如下：

一、项目概况

昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目位于昌平区回龙观镇，东至沙河镇界、西至京昌高速路、南至朱辛庄中路、北至华北电力实验站；规划总用地面积 470026 平方米，其中规划建设用地 343024 平方米，代征道路用地 73690 平方米，代征绿化用地 53312 平方米，建筑规模为 564493 平方米，建设内容为住宅及居住公共服务设施、市政管理用房。

二、评审意见

1、评估单位全面搜集了评估区及周边区域气象、水文、地质、环境、工程地质、地质灾害等资料，开展了 9km²的专项地质测量、专项水文地质测量、专项生态环境地质测量、专项工程地质测量、专项地质灾害调查测量、遥感地质解译，同时现场施工钻孔 3 个，总进尺 60 米，为评估工作奠定了基础。

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”，该建设项目属于“较重要”建设项目，综合认定本次地质灾害危险性评估级别为“二级”是合适的。

3、“评估报告”通过资料分析和实地调查，确定评估区内存在地面沉降和砂土液化两种地质灾害类型。现状评估认为：评估场区及其附近地区地面沉降属比较平稳的区域性沉降，建设场地现状地面沉降量约 850mm，拟建项目区地面沉降发育程度为“中”，地面沉降灾情为轻，地面沉降现状的地质灾害危险性“小”；建设用地地下 20.0m 深度范

围内的饱和砂土地层，在现状地下水位和Ⅷ度地震烈度作用下不会发生砂土液化现象，砂土液化危害灾情等级为轻，拟建场地砂土液化现状的地质灾害危险性“小”。

现状评估符合客观实际。

4、预测评估认为：工程建设不会引发或者加剧地面沉降和砂土液化地质灾害的发生和发展。

拟建项目遭受地面沉降的地质灾害危险性为“小”。遭受砂土液化地质灾害危险性“小”；预测评估依据充分。

5、综合评估认为：建设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”，该场地适宜作为昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目的建设用地。

综合评估结论可信。

专家组认为，评估报告内容丰富，阐述清楚，依据充分，结论可信，评审通过。

专家组长：王立朝

专家：刘卫秋 刘海生

2024年12月13日

昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目

地质灾害危险性评估报告

专家签字表

姓名	职称	工作单位	签字
王立朝	教高	中国地质环境监测院	王立朝
刘衡秋	教高	美丽华夏生态环境科技有限公司	刘衡秋
刘海生	高工	北京市地质矿产勘查开发集团有限公司	刘海生

目 录

前 言	3
1. 评估工作概述	5
1.1 建设工程概况	5
1.2 以往工作程度	7
1.3 评估工作方法和工作量	10
1.4 评估范围与级别的确定	12
1.4.1 评估工作范围	12
1.4.2 评估级别的确定	13
2. 地质环境条件	16
2.1 气象	16
2.2 水文	16
2.3 地形地貌	17
2.4 地层岩性	17
2.4.1 第四纪	17
2.4.2 基岩	17
2.5 地质构造及区域地壳稳定性	19
2.5.1 区域地质构造特征	19
2.5.2 区域地壳稳定性	20
2.6 工程地质条件	21
2.7 水文地质条件	24
2.7.1 第四系含水层组的分布规律及富水性	24
2.7.2 地下水补给、径流与排泄条件	24
2.8 人类活动对地质环境的影响	24
3. 地质灾害危险性现状评估	26
3.1 地质灾害类型的确定	26
3.2 地质灾害危险性现状评估	26
3.2.1 砂土液化	26

3.2.2 地面沉降	30
3.3 现状评估小结	33
4. 地质灾害危险性预测评估	34
4.1 工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测	34
4.1.1 砂土液化	34
4.1.2 地面沉降	34
4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	34
4.2.1 砂土液化	34
4.2.2 地面沉降	36
4.3 预测评估小结	40
5. 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	41
5.1 地质灾害危险性综合评估原则	41
5.2 地质灾害危险性量化指标的确定	41
5.2.1 砂土液化对场地危险性的量化指标	41
5.2.2 地面沉降对场地危险性的量化指标	42
5.3 地质灾害危险性综合评估	42
5.4 建设场地适宜性评估	43
5.5 防治措施	44
6. 结论及建议	45
6.1 结论	45
6.2 建议	45

前 言

受北京未来科学城置汇建设有限公司（以下简称“建设单位”）的委托，按照国土资源部国土资发〔2004〕69号文《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》和北京市国土资源局京国土环〔2005〕879号《关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》的要求，北京岩土工程勘察院有限公司对昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目开展了建设用地的地质灾害危险性评估工作。

1. 评估依据

本次地质灾害危险性评估工作，以相关的法规为依据，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/T 893-2021），对技术要求中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。依据如下：

- (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) 《国务院关于加强地质工作的决定》（国发〔2006〕4号）；
- (4) 《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）；
- (5) 《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）；
- (6) 《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）；
- (7) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001，2009年版）；
- (8) 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ 11-501-2009，2016年版）；
- (9) 《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016年版）；
- (10) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (11) 《朱辛庄新区土地一级开发（二期）项目拨地测量成果报告书》（北京京昌工程测绘技术有限公司）；
- (12) 《北京市规划委员会规划意见书（选址）》（2009年规意选字0204号）；
- (13) 《北京市规划和国土资源委员会关于昌平区朱辛庄新区（二期）土地一

级开发项目规划意见书主体变更的规划意见》（市规划国土函【2017】1912号）

2. 评估主要任务和要求

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

(2) 调查建设用地及其周围的地质灾害类型、规模、分布和稳定状态，分析评价其对建设用地的可能影响，进行评估区地质灾害危险性现状评估；

(3) 分析预测拟建项目在建设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做出评价，并针对可能存在的地质灾害类型提出相应的地质灾害防治建议。

1. 评估工作概述

1.1 建设工程概况

昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目位于昌平区回龙观镇，东至沙河镇界、西至京昌高速路、南至朱辛庄中路、北至华北电力实验站；规划总用地面积 470026 平方米，其中规划建设用地 343024 平方米，代征道路用地 73690 平方米，代征绿化用地 53312 平方米，建筑规模为 564493 平方米，建设内容为住宅及居住公共服务设施、市政管理用房。

拟建项目卫星位置图 1-2；拟建项目规划用地测量示意图见图 1-3 所示；拐点坐标详见表 1-1。

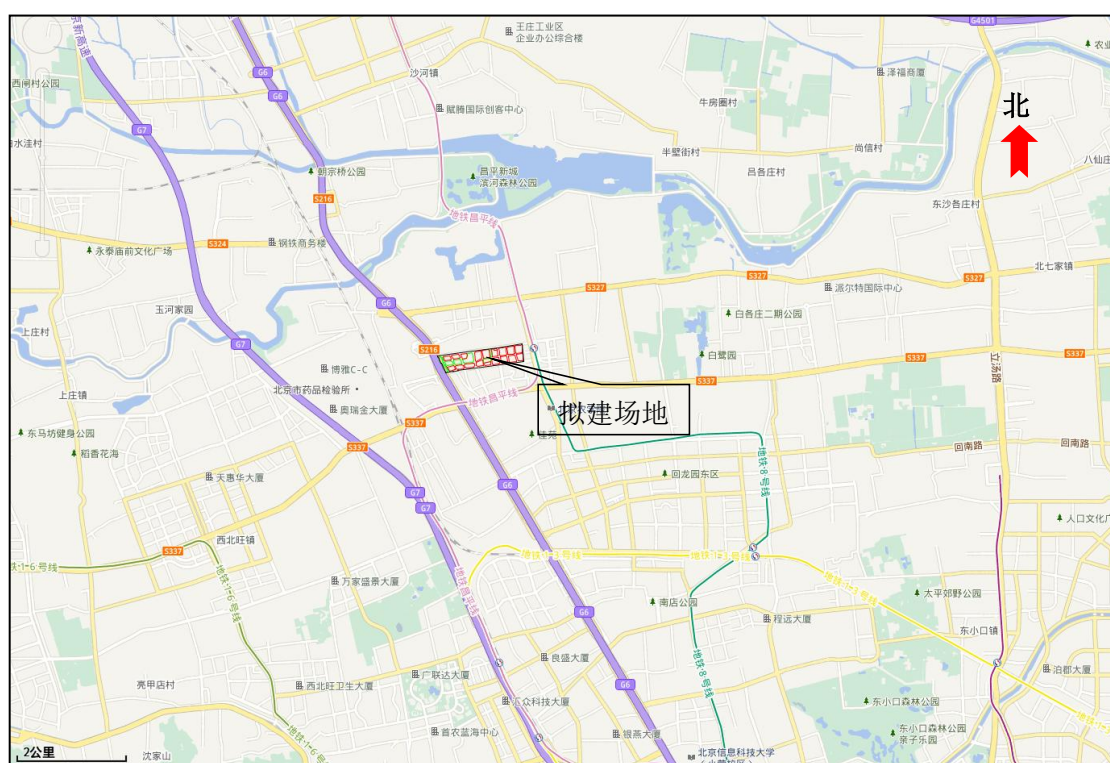


图 1-1 拟建项目区交通位置图



图 1-2 拟建项目卫星位置图

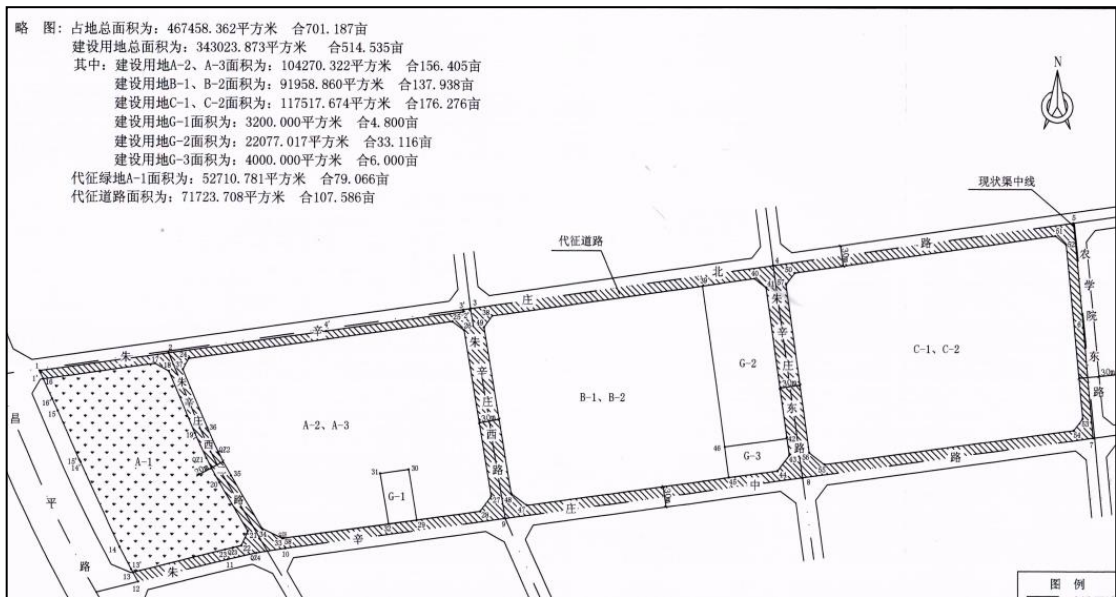


图 1-3 拟建项目规划用地测量示意图

表 1-1 建设用地范围拐点坐标

序号	桩号	坐标	
		横坐标 (Y)	纵坐标 (X)
1	1	497078.429	327272.002
2	2	497072.678	327316.133
3	3	497174.952	327331.377
4	4	497180.601	327287.231
5	5	497061.329	327314.441
6	6	497059.780	327325.440
7	7	497107.961	327332.264
8	8	497156.073	327339.553
9	9	497173.556	327342.289
10	1	494553.165	326168.766
11	4'	494978.901	326227.750
12	2'	495182.753	326256.969
13	3'	495182.549	326260.021
14	3	495193.694	326261.596
15	4	495644.258	326325.263
16	5	496091.287	326388.430
17	6	496105.832	326236.559
18	7	496120.791	326074.370
19	8	495688.511	326015.365
20	9	495246.000	325954.964
21	10	494919.062	325910.338
22	QZ4	494876.223	325903.302
23	11	494833.828	325893.952
24	12	494701.139	325860.888
25	13'	494690.278	325879.256
26	14	494672.998	325911.678
27	14'	494614.656	326035.693
28	15'	494612.863	326038.691
29	15	494580.544	326110.138
30	16'	494572.200	326127.604
31	24	494775.198	326187.312
32	25	495166.506	326242.605
33	26	495183.881	326229.918
34	27	495225.243	325987.444

35	28	495208.790	325965.024
36	29	495114.599	325952.167
37	30	495101.981	326026.140
38	31	495059.706	326020.370
39	32	495072.325	325946.397
40	58	494917.034	325925.200
41	QZ5	494915.960	325925.053
42	33	494914.887	325924.904
43	34	494884.850	325939.070
44	35	494838.531	326016.540
45	QZ2	494819.565	326050.792
46	36	494802.913	326086.226
47	37	494766.271	326171.433
48	38	495225.928	326251.002
49	39	495539.112	326295.256
50	45	495579.052	326015.563
51	47	495278.163	325974.493
52	48	495254.984	325991.504
53	49	495213.598	326234.117
54	50	495676.083	326314.611
55	51	496064.331	326369.472
56	52	496080.620	326356.639
57	53	496105.067	326102.490
58	54	496091.641	326085.530
59	55	495721.069	326034.948
60	56	495698.426	326052.042
61	57	495663.351	326297.663
62	31	495059.706	326020.370
63	30	495101.981	326026.140
64	29	495114.599	325952.167
65	32	495072.325	325946.397
66	39	495539.112	326295.256
67	40	495616.674	326306.216
68	41	495633.646	326293.466
69	42	495665.166	326072.735
70	46	495572.691	326060.112
71	46	495572.691	326060.112

72	42	495665.166	326072.735
73	43	495668.701	326047.985
74	44	495651.712	326025.481
75	45	495579.052	326015.563
76	16	494558.780	326156.731
77	17	494724.969	326180.214
78	18	494745.747	326168.533
79	19	494784.540	326078.325
80	QZ1	494801.757	326041.689
81	20	494821.365	326006.276
82	21	494863.787	325935.324
83	22	494854.455	325914.158
84	QZ3	494842.306	325911.425
85	23	494830.201	325908.507
86	13	494693.172	325874.362

1.2 以往工作程度

工作区内的地质研究程度较高,以北京市地勘局为主的各类地质勘查成果众多,特别是近年来因考虑到地质环境对工程建筑安全的影响,深层次的地质研究工作也相应在本区开展。早在1976年“北京市地震地质会战”便对此地区活动断裂展开了深入探测;随后,北京市地调院、北京市地质工程勘察院等单位完成了北京市平原区地下水资源与环境的调查评价及地下水开采环境问题调查研究等工作。特别是2004—2006年,北京市地勘局实施的“北京市多参数立体地质调查项目”,对北京平原区三维地质结构、基岩地质、活动断裂及地壳稳定性进行了详细的调查研究。主要工作成果见表1-2。前人的工作成果为本次评估工作提供了重要资料。

表 1-2 以往主要工作成果统计表

成果名称	完成单位	完成时间
《北京市水文地质图(1:10万)》及说明书	北京市水文地质工程地质大队	1978
《北京市平原区基岩地质构造图(1:10万)》	北京市水文地质工程地质大队	1979
《北京地区活动构造体系图(1:10万)》及说明书 《北京地区构造体系图(1:10万)》	北京市地震地质会战办公室	1979
《北京市地震地质会战专题成果-北京平原区地震影响小区划》	北京市地震地质会战办公室	1984

成果名称	完成单位	完成时间
《北京市主要地质灾害调查（1：10万）》	北京市地质研究所	1991
《北京市地质灾害现状调查》	北京市地质研究所	1992
《北京市区域地质志》	北京市地质研究所	1991
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
《北京市用水调研与须水预测研究报告》	北京市水文地质工程地质大队	2002
《北京市平原区地下水开采环境问题调查报告》 《北京市平原区地下水位降落漏斗现状调查报告》 《北京市平原区 1:10 万工程地质勘察报告》	北京市地调院、北京市地质工程 勘察院	2003
《北京市多参数立体地质调查系列成果报告》	北京市地勘局	2006
《北京市地面沉降监测总结报告（2021年）》	北京市水文地质工程地质大队	2021

1.3 评估工作方法及工作量

为了科学全面地对昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目项目拟建场地及其周边地区地质灾害危险性进行评估，接受甲方委托任务后，我公司成立了专门地质灾害评估项目小组，在现场踏勘调查的基础上，收集、整理场地附近的气象、水文、地理、区域地质、环境地质和地质灾害等资料，进行了地质环境条件综合调查。根据本规划建设场地的地质环境条件及地质灾害现状，在综合分析的基础上，对评估区内砂土液化、地面沉降等地质灾害进行了调查。由于区内及周边工程地质资料、地层结构资料较丰富，本次评估主要在收集整理现有资料的基础上结合野外调查及野外钻探完成。评估工作程序见图 1-5。

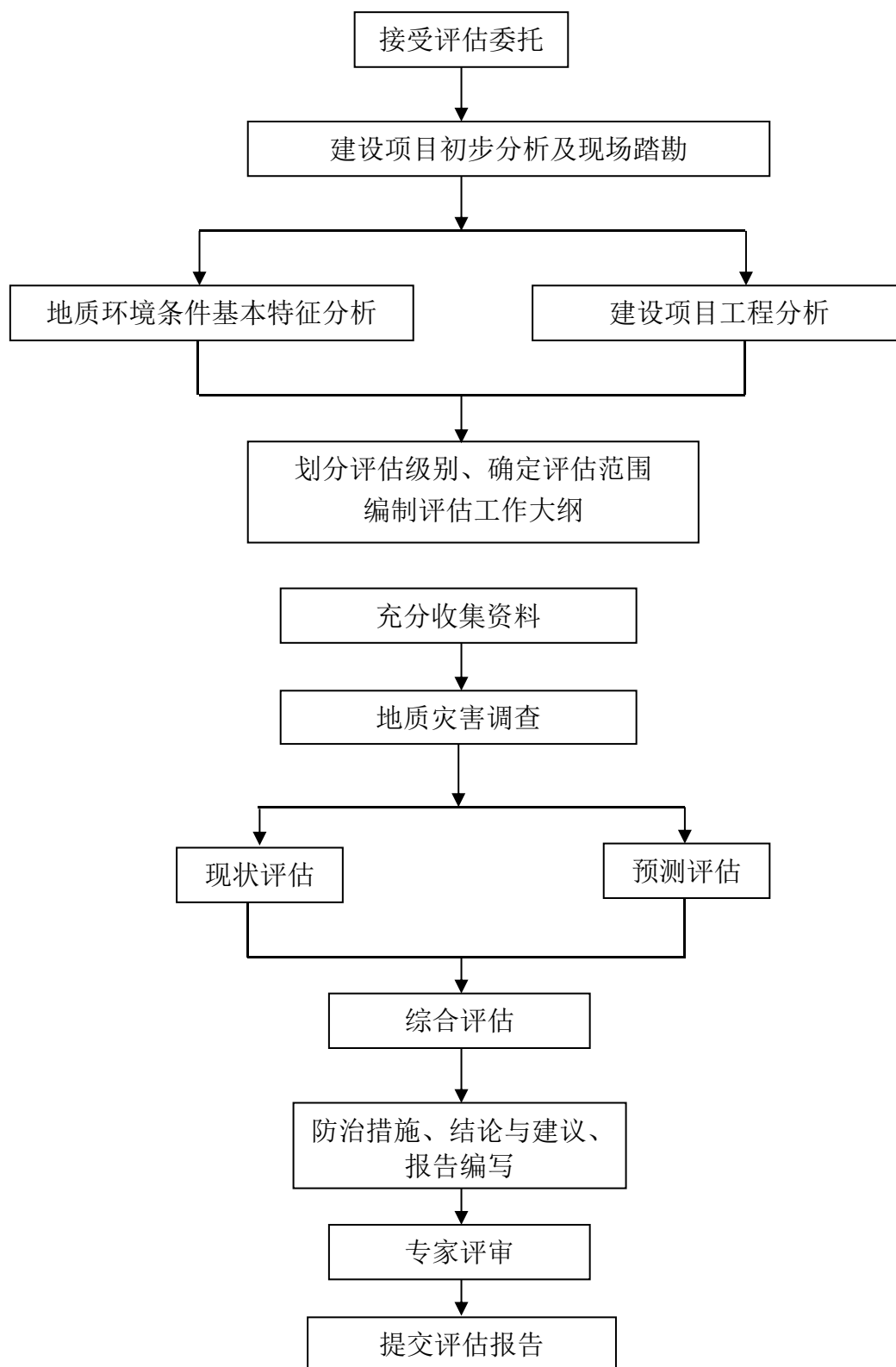


图 1-4 评估工作程序框图

本次评估工作经历了资料收集、野外调查、现场钻探和室内综合分析、图件绘制和报告编写三个阶段。本次评估工作完成的主要工作量见表 1-3。参加本次评估工作的主要人员包括高级工程师 2 人，工程师 3 人，野外测量人员 1 人，共

计 6 人。本次评估工作完成的主要工作量见表 1-3。

表 1-3 资料收集和完成工作量表

项 目 名 称		单 位	数 量	说 明
资 料 收 集	区域地质调查报告	份	1	1:5 万
	地震专题研究成果资料	份	1	1
	其它生产科研报告	份	9	多种比例尺
野 外 调 查	专项地质测量	km ²	9	1:1 万
	专项水文地质测量	km ²	9	1:1 万
	专项生态环境地质测量	km ²	9	1:1 万
	专项工程地质测量	km ²	9	1:1 万
	专项地质灾害测量	km ²	9	1:1 万
勘 察 钻 孔	钻 孔	个	3	现场钻探
	进 尺	m	60	
	标贯试验	次	24	
报 告 编 写	评估报告	字	19000	
	附图	幅	/	

1.4 评估范围与级别的确定

1.4.1 评估工作范围

由于地质灾害对环境的影响往往涉及一个较大的范围，因此在地质灾害危险性评估中，其评估范围不能只局限于建设用地。应根据建设用地区域地质环境条件复杂程度、工程规模、地质灾害的分布规模和特点扩展到建设用地四周的一定范围。同时依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 1 的相关规定来确定评估范围。

根据场区及其周边范围地质灾害影响范围及分布特点，确定本次评估工作总体范围，对于地面沉降地质灾害，调查重点放在评估场地及其周边区域；对于砂土液化地质灾害，调查重点放在拟建场区及周边区域。由于拟建工程为块状工程，同时距离地面沉降中心较近，故拟建工程重点调查范围确定为以拟建工程向东西南北各延伸 1000m，即向东至七小路，向西至迈瑞北京研究院，向北至冠芳园小区，向南至北农路，此外还对周边的重点沉降区域进行调查，调查面积共约 9km²。

调查了此范围内的区域地质、水文地质、工程地质和环境地质情况，并针对沙土液化及沉降中心进行了重点调查（拟建工程评估范围见图 1-5）。



图 1-5 拟建项目评估范围图

1.4.2 评估级别的确定

1.4.2.1 建设项目重要性类别

拟建项目规划用途为住宅及公共公共服务设施，市政管理用房等等，总用地规模为 470026m²，其中规划建设用地 343024 平方米，代征道路用地 73690 平方米，代征绿化用地 53312 平方米，建设规模及内容：建筑规模为 564493 平方米，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2012）拟建项目属开发区、城镇新区工程，按照建设项目重要性分类表 1-5（附录 B.2）规定，该项目为较重要建设项目。

表 1-5 建设项目重要性分类表（规范性附录 B.2 节选）

项目类型/类别		重要建设项目	较重要建设项目	一般建设项目
工业和民用 建设项目	开发区、 城镇新区	占地面积≥2km ² 或 建筑面积≥50 万 m ²	其他	

1.4.2.2 地质环境条件复杂程度

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），拟建项目区

地质环境条件复杂程度主要考虑自然条件和地质条件，以及人类工程活动对地质环境条件的影响，地质环境条件复杂程度分类表表 1-5（附录表 B.1），对项目建设用地地质环境条件复杂程度进行综合评价。

表 1-5 评估区地质环境条件复杂程度判定表

类别/条件	分级标准		
	复杂	中等	简单
地质灾害	地质灾害发育强烈：现状地质灾害 3 种以上，或单种地质灾害规模达到大型，危害较大	地质灾害发育中等：现状地质灾害 2~3 种，或单种地质灾害规模为中小型，危害中等	地质灾害一般不发育：现状地质灾害 1 种或无，个别地质灾害规模小，危害小
地形地貌	地形复杂，地貌类型多样：地面坡度以大于 25°为主，区内相对高差大于 200m	地形较简单，地貌类型单一：地面坡度以 8~25°的为主，区内相对高差 50~200m	地形简单，地貌类型单一：平原(盆地)和丘陵。地面坡度小于 8°，区内相对高差小于 50m
上游流域面积	>5km ²	2~5km ²	<2km ²
构造地质	建设场地与全新世活动断裂带的距离小于 1000m；非全新世断裂发育	建设场地与全新世活动断裂带的距离 1000~3000m；非全新世断裂较发育	建设场地与全新世活动断裂带的距离大于 3000m；非全新世断裂不发育
水文地质和工程地质	含水层为多层结构且地下水位年际变化大；岩土体结构复杂、性质差	含水层为 2~3 层结构且地下水位年际变化较大；岩土体结构较复杂、性质较差	含水层为单层结构，地下水位年际变化小；岩土体结构简单、性质良好
人类工程活动	破坏地质环境的人类工程活动强烈	破坏地质环境的人类工程活动较强烈	破坏地质环境的人类工程活动一般

现状地质灾害发育方面，经现场调查并根据已有观测资料，评估区现状地质灾害主要存在地面沉降、砂土液化问题。拟建工程场地位于北京未来科学城地面沉降中心。据已有资料，区内 1955-2021 年地面沉降量累计 800-900mm，近三年沉降速率小于 30mm/a，地面沉降发育程度为中等；根据现有资料，拟建场区附近历史上没有发生严重的砂土液化现象。因此，拟建场区地质灾害发育程度为中等。

地形地貌方面，评估区位于北京平原的中北部，总体位于温榆河冲洪积扇沉

积区域。地貌类型单一，地形地貌简单。

地质构造方面，拟建项目用地地处中朝准地台(I级构造单元)、燕山台褶带(II)级构造单元部分，南口-孙河断裂从拟建项目东北4.4Km侧通过。评估区地质构造条件属简单。

工程地质方面，建设用地地表为新生界第四系地层所覆盖，区内地层以第四系冲洪积作用形成的粉土、砂土和卵石为主，下伏为蓟县系地层。评估区岩土体工程地质性质较好，工程地质简单。

水文地质方面，区内地下水以第四系孔隙承压水为主，地下水补给来源主要为大气降水和河流的侧向补给，人工开采和侧向迳流为地下水的主要排泄途径，水文地质条件相对中等复杂。

人类工程活动方面，场区范围内以人类居住为主，周边分布有村庄、学校等，区内人类活动以房屋市政建设、居民居住为主。区内破坏地质环境的人类工程活动一般。

综上所述，评估区内现状地质灾害发育程度强，地形地貌简单，地质构造条件简单，工程地质条件简单，水文地质中等复杂，破坏地质环境的人类工程活动简单，评估区地质环境条件复杂程度为“中等”。

1.4.2.3 建设项目评估级别

评估级别的确定是在经过调查确定地质环境条件复杂程度与建设项目重要性的基础上进行划分。依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)表2(表1-6)规定对评估级别的确定原则，最终确定本次评估级别。

昌平区朱辛庄新区(二期)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”，确定本建设用地地质灾害危险性评估分级为“二级”。

表 1-6 地质灾害危险性评估等级划分表

评估等级		地质环境复杂程度		
		复杂	中等复杂	简单
规划或建设项目重要性	重要	一级	一级	二级
	较重要	一级	二级	三级
	一般	二级	三级	三级

2. 地质环境条件

2.1 气象

评估区属暖温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区，一年四季分明，春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季晴爽，冬季寒冷干燥。据昌平气象台多年观测资料，本区多年平均气温 11.8℃，极端最高气温 40.3℃（1961 年 6 月 10 日），极端最低气温 -19.6℃（1962 年 2 月 24 日）。本区年均降雨量 550mm 左右，降雨主要集中在 6~9 月份，占全年降雨量的 70~80%（昌平区降雨量多年变化见图 2-1）。

本区为季风区，冬季以西北风和北风为主，夏季多偏南风，春秋两季为南北风转换季节，年平均风速 2-3m/sec，最大超过 20m/sec。本区土壤冻结自 11 月下旬至次年 2 月下旬，冻结深度 0.8-1.0m。

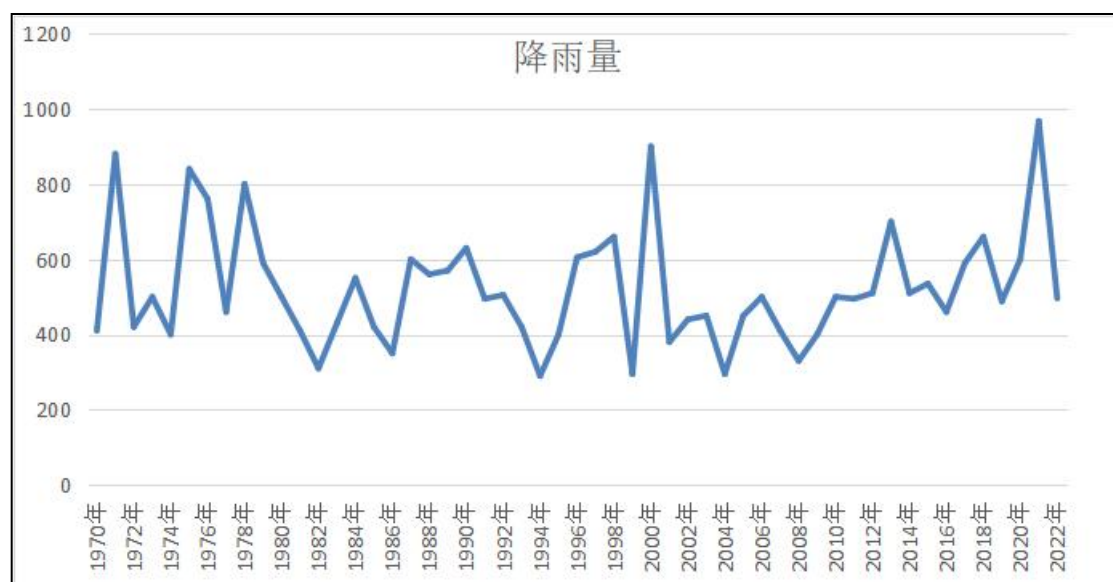


图 2-1 昌平地区 1959-2022 年降雨量曲线图

2.2 水文

(1) 天然河流

评估区域内主要天然河流为位于场区北部的北沙河和南沙河。两水系呈树枝状，为温榆河的上游支流，水量随季节变化很大。北沙河发源于南口洪积扇溢出带的北小营~西北地一带，南沙河发源于前后、沙涧一带，二者在沙河镇以东与发源于昌平区卫星城东北部十三陵水库地区的东沙河汇合成温榆河，向东南流经通州区汇入北运河。

(2) 水库

评估区域内主要有沙河水库。沙河水库位于拟建项目北部，上游的东沙河、北沙河和南沙河 3 条支流。沙河水库地处温带大陆性季风气候区，雨量集中于每年的 6—9 月。水库总面积约为 1.8 km²，历史水位为 34.1~36.5m，最大库容为 2045 万 m³，历史日均出库流量为 12.5 万 m³·d⁻¹，水力停留时间达 69~110 d，流动性差。

2.3 地形地貌

评估区地处北京平原区中北部，地貌单元属于温榆河冲积扇沉积区域。地势平坦。评估期间拟建场地内基本无建筑物，场区内大部分由防尘网覆盖，场区周边分布有：民用住宅、厂房、学校等，拟建场地地形地貌较简单。

2.4 地层岩性

2.4.1 第四纪

评估区内广泛分布，沉积物主要由沟河和泃河联合冲洪积而成，岩性为粘质粉土、粉质粘土、细砂组成。由北部冲洪积扇顶部向南部下游平原区，颗粒由粗变细，层次由少增多，厚度由小到大，建设用地第四系地层沉积厚度 200m 左右。

2.4.2 基岩

主要沉积有青白口系、寒武系、侏罗系等地层。（图 2-2 为拟建项目评估区基岩地质图）：

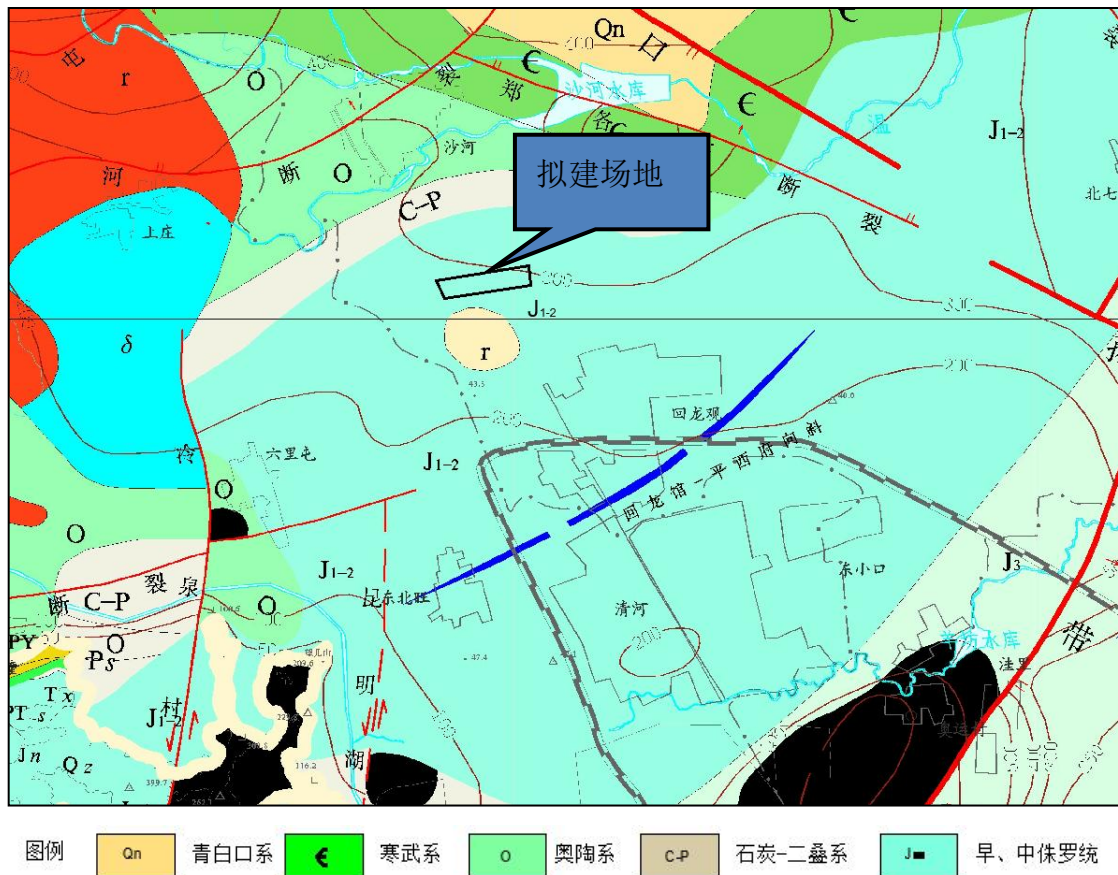


图 2-2 拟建项目区基岩地质图 (1: 100000)

(1) 青白口系(Qn): 本区青白口系分布在评估区北部沙河水库北部、东部和东南角, 岩性为黑色含碳质页岩、含海绿石石英砂岩, 灰白、灰绿及灰紫色薄层板状泥质灰岩、白云质灰岩。

(2) 寒武系(€): 主要分布在评估区北侧沙河水库西北角和东南角。主要岩性为泥质白云质灰岩, 鲕状灰岩、竹叶状灰岩、黄褐色泥质条带状灰岩和紫红色页岩等。

(3) 奥陶系(O): 分布于评估区北部, 岩性为灰、灰黑色中厚层灰岩、灰白色结晶灰岩、白云质灰岩及黄色泥质条带灰岩。

(4) 石炭~二叠系(C-P): 分布于评估区北侧。岩性为深灰、灰黑色粉砂岩、页岩、少量砾岩及煤层组成。

(6) 早、中侏罗统(J1-2): 广泛分布于评估区, 拟建场地位于该地层上, 岩性为深绿色、暗紫色的玄武岩。

2.5 地质构造及区域地壳稳定性

2.5.1 区域地质构造特征

(1) 区域地质构造位置

北京地区位于华北平原西北部，中生代燕山运动以来在本区形成了一系列以北东及北西向为主的断裂构造。北京平原区大型北东向断裂自西向东依次有八宝山断裂、黄庄~高丽营断裂、良乡~前门~顺义断裂、南苑~通县断裂及礼贤~夏垫断裂，北西向断裂自南向北主要为永定河断裂和南口~孙河断裂。受断裂活动的控制，以北东向黄庄~高丽营断裂、南苑~通县断裂和礼贤~夏垫断裂构造为界，北京平原区分划为京西北隆起、北京凹陷、大兴隆起和大厂坳陷四个区域性构造单元，断块之间第四系沉积物厚度变化较大。

(2) 区域地质构造特征

建设用地地处中朝准地台(I级构造单元)、燕山台褶带(II级构造单元)部分。西北与八达岭中穹断(IV₆)、西南与门头沟迭陷褶(IV₁₁)相邻，东南与顺义迭凹陷(IV₁₃)相接，东北与昌(平)怀(柔)中穹断(IV₅)相邻(见图2-3)。

表 2-1 北京地区构造单元划分简表

I	II	III	IV
中朝准地台	燕山台褶带(II ₁)	承德迭隆断(III ₁)	三岔口-丰宁中穹断(IV ₁)
		密(云)怀(来)中隆断(III ₂)	密云迭穹断(IV ₂), 花盆-四海迭陷褶(IV ₃), 大海坨中穹断(IV ₄), 昌(平)怀(柔)中穹断(IV ₅), 八达岭中穹断(IV ₆), 延庆新断陷(IV ₇)
		兴隆迭坳褶(III ₃)	新城子中陷褶(IV ₈)
		蓟县中坳褶(III ₄)	平谷中穹断(IV ₉)
		西山迭坳褶(III ₅)	青白口中穹断(IV ₁₀), 门头沟迭陷褶(IV ₁₁), 十渡-房山中穹褶(IV ₁₂)
	华北断坳(II ₂)	北京迭坳褶(III ₆)	顺义迭凹陷(IV ₁₃), 坨里-丰台迭凹陷(IV ₁₄), 琉璃河-涿县迭凹陷(IV ₁₅)
		大兴迭隆起(III ₇)	黄村迭凸起(IV ₁₆), 牛堡屯-大孙各庄迭凹陷(IV ₁₇)
		大厂新断陷(III ₈)	觅子店新凹陷(IV ₁₈)
固安-安清新断陷(III ₉)		固安新凹陷(IV ₁₉)	

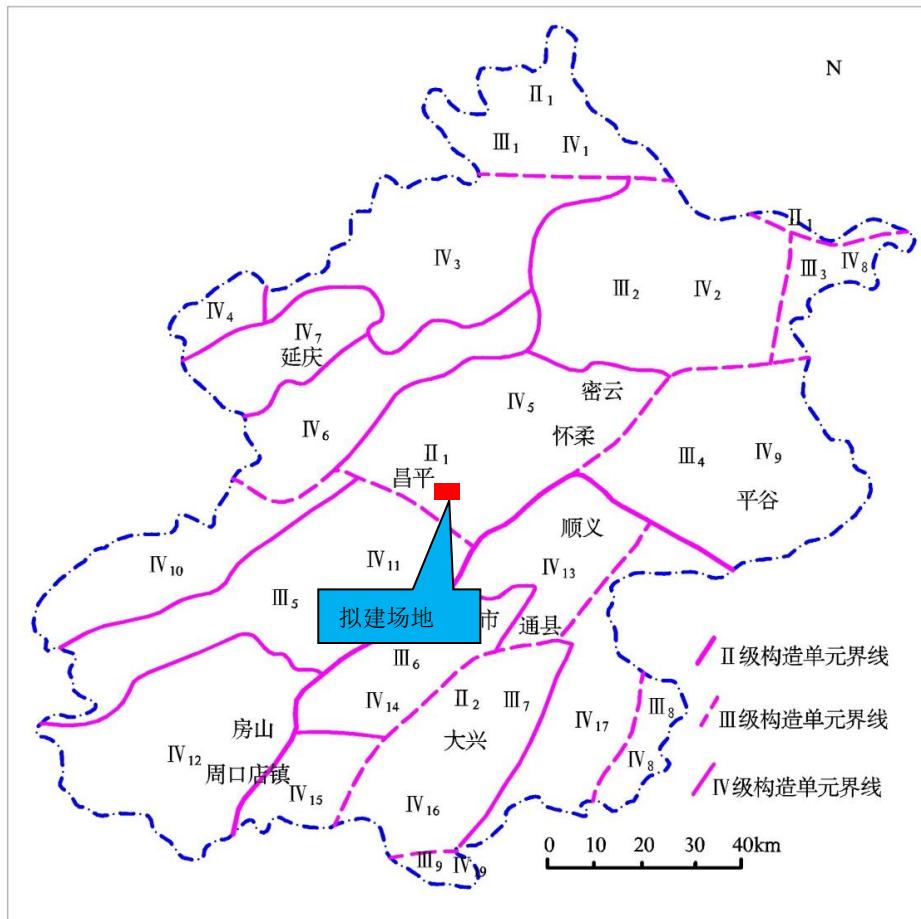


图 2-3 北京市构造单元划分略图

2.5.2 区域地壳稳定性

(1) 北京地区历史强震活动概况

评估区位于河北平原地震带西北部的北京地堑内，又位于张家口-北京-渤海北西地震带上，属于中强地震活动区。

据历史记录，评估场地所在北京西部中低山区，区内无历史破坏性地震发生记录，主要受到周边地区历史地震影响（评估区及附近历史强震历史记录见表 2-1）。

表 2-1 评估区及附近历史强震历史记录

编号	地震时间	震中位置		震级	地点	震中烈度
		纬度	经度			
1	274.3	40.3	116.0	5 ¹ / ₄	居庸关一带	VII
2	294.9	40.5	116.0	6	北京延庆东	VIII
3	1057.3.24	39.7	116.3	6 ³ / ₄	固安	IX
4	1076.12	39.9	116.4	5	北京	VI
5	1337.9.8	40.4	115.7	6 ¹ / ₂	怀柔	VIII
6	1484.1.29	40.5	116.1	6 ³ / ₄	北京居庸关	VIII-IX

7	1536.10.22	39.8	116.8	6	北京通县南	VII-VIII
8	1665.4.16	39.9	116.6	6 ^{1/2}	北京通县	VIII
9	1679.9.2	40.0	117.0	8	三河、平谷	X-XI
10	1720.7.12	40.4	115.5	6 ^{3/4}	沙 城	IX
11	1730.9.30	40.0	116.2	6 ^{1/2}	北京西郊	VIII
12	1746.7.29	40.2	116.2	5	北京昌平	VI
13	1976.7.28	39.36	118.12	7.8	河北唐山	XI

(2) 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二十一条线。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。

(3) 建设用地抗震设防参数

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016版），本建设用地主要抗震设防参数：即抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度值为0.20g，设计地震分组为第二组。

2.6 工程地质条件

为了了解拟建场地工程地质水文地质情况，判断拟建场地是否有砂土液化的地质灾害，本次地质灾害危险性评估现场布置了3个钻孔，孔深20m，依据对现场钻探、原位测试的综合分析，将本次岩土工程勘察的勘探深度范围内（最深20.00m）的地层，按成因类型、沉积年代划分为人工堆积层、第四纪沉积层两大类，并按其岩性及工程特性进一步划分为8个大层及2个亚层，现分述如下：

人工堆积层：

表层为人工堆积之一般厚度为3.30m~3.60m的粘质粉土素填土①层：灰色，松散、湿，含灰渣；房渣土①层，杂色，松散，湿，含建筑垃圾，矿渣、灰渣。

第四纪沉积层：

标高 36.67m~37.11m 以下为砂质粉土②层，褐黄，中密，湿，含云母、氧化铁。

标高 35.77m~36.11m 以下为粉质黏土及黏质粉土③层：灰色-褐黄色，中密，可塑，饱和，含云母、氧化铁。

标高 30.82m~31.27m 以下为砂质粉土④层，灰色，饱和，中密，含云母、氧化铁；粉质黏土④1层，灰色，饱和，可塑，含云母、氧化铁。

标高 29.62m~29.77m 以下为中砂⑤层，灰色，密实，饱和，局部夹圆砾。

标高 26.32m~27.01m 以下为砂质粉土⑥层，灰色，密实，饱和，含云母、氧化铁。

标高 23.32m~23.81m 以下为粉质黏土⑦层，褐黄色，可塑-硬塑，湿，含云母、氧化铁。

标高 21.02m~21.41m 以下为细砂⑧层，褐黄色，密实，饱和，含云母。

受限于钻孔深度，本次钻探对该层未穿透。

2、工程地质条件评价

根据钻孔资料、标准贯入试验结果，评估区地表浅层分布人工填土层，土层松散软弱，为不良工程地质层。其下分布第四纪沉积层，地层沉积时间长，分布较稳定均匀，工程地质条件较好。场区土层物理力学性质较好，无不良工程地质地层存在。

经估算场区 20.0m 深度内土层等效剪切波速值 $150 < V_{se} < 250 \text{m/S}$ ，本区建筑场地类别属于 III 类。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”）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 版），评估区所在的北京市区的设计基本地震加速度为 0.20g，设计地震分组为第二组，所对应的抗震设防烈度为 VIII 度。

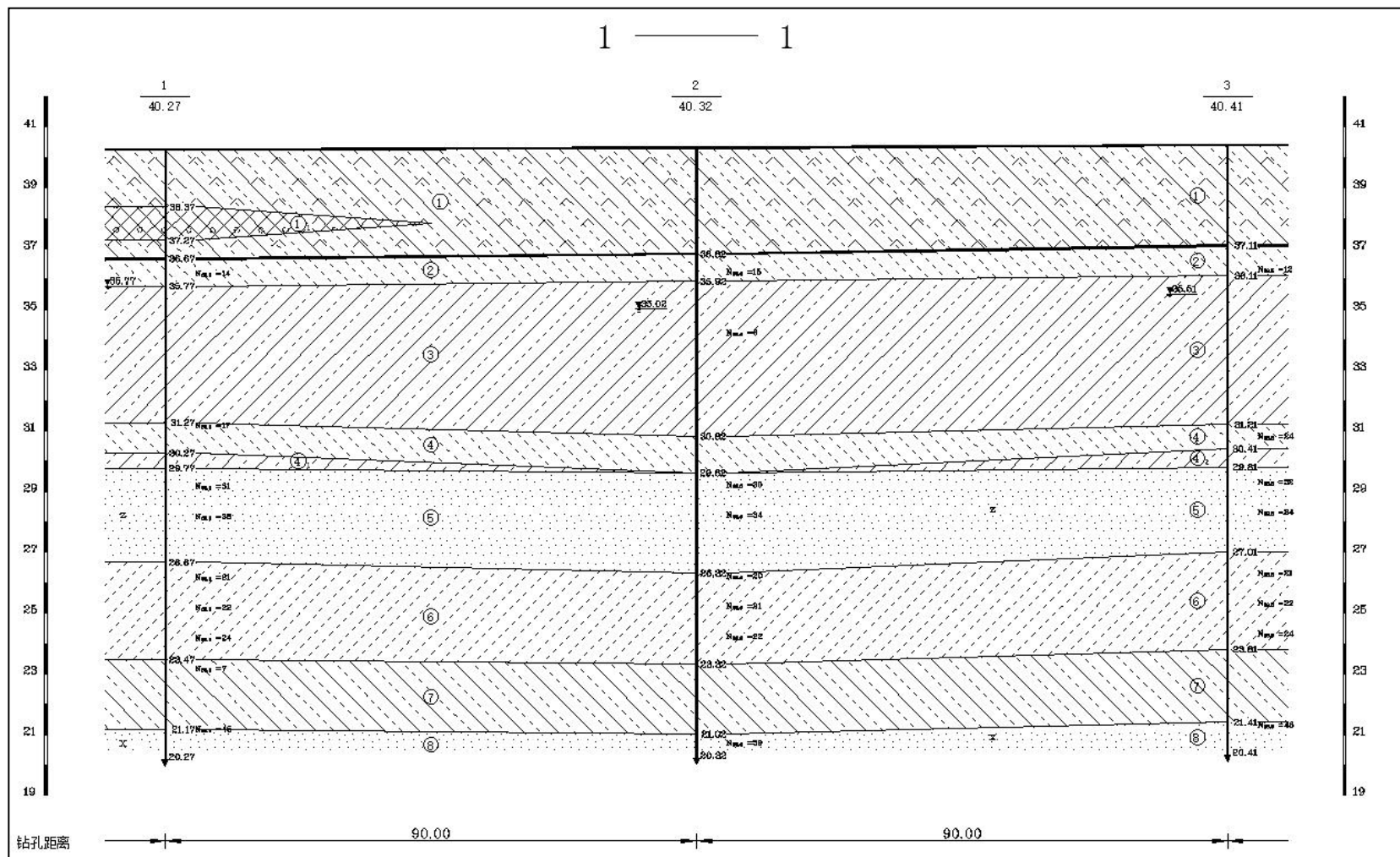


图 2-4 工程地质剖面图

2.7 水文地质条件

2.7.1 第四系含水层组的分布规律及富水性

评估区位于永定河冲洪积扇上，沉积物表层岩性主要为粉土，以下为粘性土及细中砂并夹有少量圆砾，含水层厚度 5-10m。

1、评估区地下水分布规律及水位条件

评估区第四系空隙水主要赋存于层状分布的粉土和砂类土中，根据本次勘察资料，评估区地面以下 20m 深度范围内地下水以潜水为主，同时钻孔资料表明，本区共存在一层含水层，以大气降水及邻近地表水体补给为主，受季节变化影响非常明显。

2、评估区地下水位情况

根据本项目建设用地的勘察资料，建设用地内 20m 深度范围共存在一层含水层，为潜水，地下水静止水位埋深 4.3-5.3，标高 35.02m-35.77m。

此外，评估区历史最高地下水位接近自然地表，近 3~5 年最高地下水位标高为 36.0m 左右。

2.7.2 地下水补给、径流与排泄条件

评估区第四系地下水的补给来源主要有：大气降水入渗、农业灌溉水回归入渗、地表河水入渗及上游地下水的侧向流入等。

地下水径流：区内地下水的径流方向为自西北、北及东北向南部流动。

地下水排泄：本区地下水的消耗方式主要有人工开采、地下水向下游的侧向流出及地下水蒸发等，其中人工开采为主要的消耗方式。其水位季节变化规律一般，6 至 9 月份为大气降水丰水期，地下水位自 6 月份开始上升，9 至 10 月份达到当年最高水位，至次年 3 月水位开始下降至 5 月份达到当年的最低水位，年变化幅度一般 2~3m 左右。

2.8 人类活动对地质环境的影响

评估区及周边分布有农田、居民区、各类市政设施等。

高层和多层的建筑均需要开挖较深的基坑，并采取措施降低地下水位，含水层中地下水的排出，会使含水层中的孔隙水压力减小，增大土的有效应力，引起土的进一步固结，造成不同程度地面沉降。

低层民居的基坑开挖较浅，施工周期短，影响土体的深度有限，一般不会
对周围地质环境条件造成破坏。桥梁、道路的修建不需要开挖深大基坑，虽然会在
一定程度上影响地质环境的平衡状态，但不致诱发地质灾害问题。

根据上述分析，人类工程活动虽然一方面对环境可造成破坏性影响，另一方
面又能美化和改善恶劣的自然环境，使自然环境变的优美且更适于人类的生活。
本工程的建设对地质环境不会造成大的影响。

3. 地质灾害危险性现状评估

3.1 地质灾害类型的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）和本次评估工作收集的评估区区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料，确定评估区需进行重点评估的地质灾害类型主要有砂土液化和地面沉降两种类型。

1、地面沉降：随着经济的不断建设，地下水位不断下降，引发地面沉降，根据已有资料显示，评估区内 1955-2021 年地面沉降量累计 800-900mm，但近年来受到南水北调影响，北京市地下水位逐年上升，对地面沉降的发展趋势带来一定影响。

2、砂土液化：评估区位于北京北部冲积扇平原区，具体地貌单元属于温榆河冲积扇沉积区域。地下 20.0m 深度范围内分布多层饱和的粉土及砂土地层，存在砂土液化的潜在危险性。

根据对拟建场地及周边现场调查和收集的资料综合分析，拟建场地周边 3000m 内无活动断裂，综上所述，评估区内地质灾害类型主要为地面沉降、砂土液化两种类型。

3.2 地质灾害危险性现状评估

3.2.1 砂土液化

3.2.1.1 评估区砂土液化历史

根据《北京地区地震烈度区划图》，评估区地震基本烈度为Ⅷ度，（50 年超越概率 10%）。地震烈度达到Ⅷ度时，砂土液化是重要的地震灾害之一。

1976 年唐山大地震对北京温榆河流域中下游地区等部分地区造成了较为严重的砂土液化灾害，液化导致地表变形，对农田水利工程、河岸及建筑物等造成较严重破坏。

经资料收集和现场调查，唐山地震时在其影响烈度Ⅵ度条件下，评估区范围未产生地震引发的喷砂冒水现象，区域南部砂土液化问题较严重。根据场区水文地质及工程地质条件，场区粉土层及粉细砂层在饱和状态、当地震烈度达到Ⅷ度时，存在潜在的砂土液化地质灾害。

3.2.1.2 评估区砂土液化判别

根据对拟建项目的现场勘探成果资料，依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016版），通过标准贯入实验，判定砂土层是否液化，当土层实测的修正标准贯入锤击数 N_0 小于计算的修正液化临界标准贯入锤击数 N_{cr} ，可判为液化，否则为不液化。

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下式计算：

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

式中： N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_0 ——液化判别标准贯入锤击数基准值，可按表 3-2 采用，本场地基本烈度为 8 度，设计基本地震加速度为 0.20g，取 $N_0=12$ ；

d_s ——饱和土标准贯入点深度（m）；

d_w ——地下水位深度（m）；

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；本场地设计地震为第二组，取 0.95。

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_{cri} ——分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值时应取临界值的数值；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}	$0 < I_{LE} \leq 6$	$6 < I_{LE} \leq 18$	$I_{LE} > 18$

根据钻孔资料显示，依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 版）对拟建项目区进行砂土液化判别，20m 范围内拟建项目区域地层砂土液化判别结果如表 3-4 所示，在现状地下水位最高为 4.3m 时，拟建项目区场地饱和砂土不会液化。

表 3-4 评估场地砂土液化判别结果

孔号	标贯中点 d_s (m)	地下水位 (m)	层号	岩 性	黏粒含量 ρ_c	实测标贯击数 N	临界值 N_{cr}	液化判别	液化指数 I_{LE}
1	4.3	4.3	②	砂质粉土	6	14	7.7	不液化	0.00
1	9.3	4.3	④	砂质粉土	6	17	12.2	不液化	
1	11.3	4.3	⑤	中砂	3	31	19.0	不液化	
1	12.3	4.3	⑤	中砂	3	36	19.8	不液化	
1	14.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	21	15.0	不液化	
1	15.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	22	15.5	不液化	
1	16.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	24	15.9	不液化	
1	19.3	4.3	⑧	细砂	3	45	24.2	不液化	
2	4.3	4.3	②	砂质粉土	6	15	7.7	不液化	0.00
2	11.3	4.3	⑤	中砂	3	30	19.0	不液化	
2	12.3	4.3	⑤	中砂	3	34	19.8	不液化	
2	14.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	20	15.0	不液化	
2	15.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	21	15.5	不液化	
2	16.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	22	15.9	不液化	
2	19.8	4.3	⑧	细砂	3	39	24.4	不液化	
3	4.3	4.3	②	砂质粉土	6	12	7.7	不液化	0.00
3	9.8	4.3	④	砂质粉土	6	24	12.5	不液化	
3	11.3	4.3	⑤	中砂	3	32	19.0	不液化	
3	12.3	4.3	⑤	中砂	3	34	19.8	不液化	

3	14.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	21	15.0	不液化
3	14.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	22	15.0	不液化
3	16.3	4.3	⑥	砂质粉土	6	24	15.9	不液化
3	19.3	4.3	⑧	细砂	3	48	24.2	不液化

依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)表 14(见表 3-6),同时根据踏勘及查阅历年资料发现该地区发生的砂土液化地质灾害没有造成人员伤亡,直接经济损失小于 100 万元,该地质灾害危险性灾情为轻(见表 3-5),液化等级轻微,拟建场地砂土液化现状的地质灾害危险性为“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		灾情(险情)		
		重	中	轻
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		

表 3-6 地质灾害灾情与危害程度的分级标准

损失程度		灾情		危害程度	
		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)
级别	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

3.2.2 地面沉降

3.2.2.1 北京地区地面沉降

北京的地面沉降主要发生在平原地区,于上世纪三十年代中期发现在北京城内的西单至东单一带发生了地面沉降,五十年代初主要发生在北京城东郊东八里庄棉纺织工业区到酒仙桥电子工业区,最大地面沉降量为 58mm。随着北京城市建设和工业的飞速发展,沉积范围和沉降量均在不断加大,目前全市沉降面积(累计沉降量超过 100mm 地区)已达 2815km²,累计最大沉降量 1086mm。除东郊

老沉降区继续发展外，新沉降区正在形成，主要分布在昌平、顺义、通县、丰台、大兴、延庆等卫星城镇。地面沉降已在北京城东部地区造成部分建筑开裂、地面积水、地下排水管失效、水准点失准等，有的已经影响建筑物及市政设施的正常使用。如由于沉降速率快，北京城东部地区测量水准点失效；棉纺一厂、三厂、中科院印刷厂、北京合成纤维厂等的建筑物墙体开裂、泵房倒塌等。地面沉降地质灾害已成为北京平原地区的主要地质灾害类型之一。

目前北京平原地区主要地面沉降中心有：东郊来广营、八里庄—大郊亭、昌平的沙河—八仙庄、大兴榆垓—礼贤、顺义平各庄等地面沉降中心。另外围绕卫星城镇形成了一些新的地面沉降中心如未来科学城沉降中心。

3.2.2.2 地面沉降地质灾害现状调查及评价

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，我们对建设场地及其附近地区的管道变形、建筑物开裂等情况进行了调查，调查了规划建设场地及附近地区的桥梁等，调查了这些房屋、道路、桥梁是否存在普遍开裂的情况，调查结果表明没有发生上述灾害现象。调查表如表 3-7 所示。

表 3-7 地面沉降地质灾害调查表

调查内容	位置	数量	调查结果
公路	朱辛庄中路、朱辛庄东路、七辛中街、朱辛庄西路、朱辛庄西二路、北清路	14km	未见公路明显开裂、位移
房屋	领秀慧谷 D 区 2 号楼、3 号楼、4 号楼；领秀慧谷 D1 区 2 号楼、6 号楼、7 号楼、11 号楼、17 号楼；领秀慧谷 C 区 2 号楼、10 号楼、22 号楼、13 号楼；朱辛庄新区南区 1 号楼、16 号楼、20 号楼	多座	未见房屋开裂
桥梁	史各庄桥、八号线七辛中街高架桥	2 座	未见变形开裂

根据建设场地现有地面沉降资料，评估场区位于未来科学城沉降中心西侧，建设场地 1955 年-2021 年累计地面沉降量约 850mm（见图 3-1）。近三年沉降速率为 0（上升区）（见图 3-2），由此可计算出建设用地至 2023 年年底累计沉降

量约 850mm。

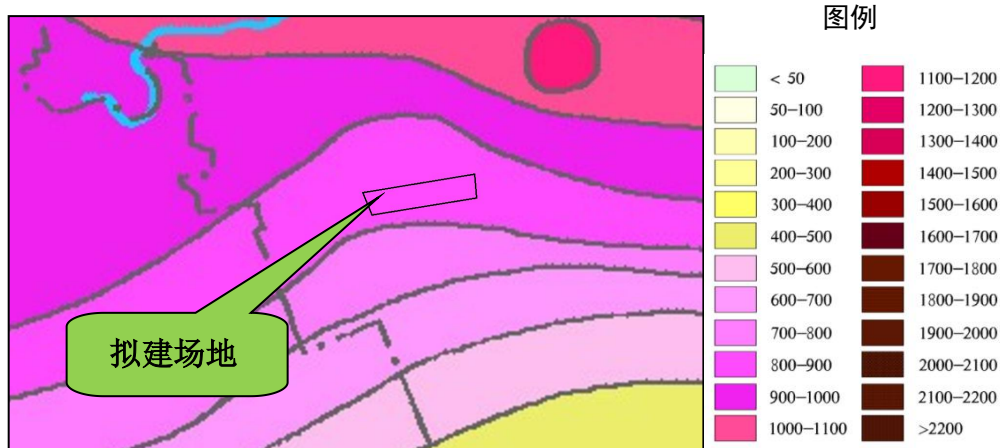


图 3-1 拟建场地 1955-2021 年地面沉降等值图

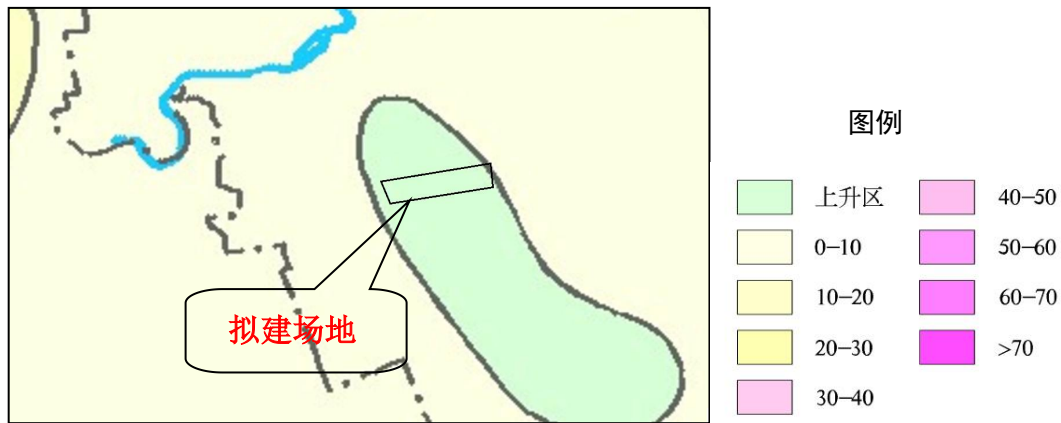


图 3-2 拟建场地 2021 年地面沉降速率图

根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 4 可知（表 3-8），拟建场地地面沉降现状发育程度“中”，同时根据调查及查阅历年资料发现沉降对该地区没有造成人员伤亡，直接经济损失小于 100 万元，根据表 3-9，灾情为轻；根据表 3-10，地面沉降现状的地质灾害危险性为“小”。

表 3-8 地面沉降现状发育程度判别表

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

注 2：沉降速率指近 3 年的平均年沉降量

注 3：上述两项因素满足一项即可，并按照强至弱顺序确定

表 3-9 地质灾害危害程度划分表

危害程度	灾 情		险 情	
	人员伤亡情况	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能产生的经济 损失 (万元)
重	有人员死亡	> 500	> 500	> 5000
中	有伤害发生	100 ~ 500	100 ~ 500	500 ~ 5000
轻	无	< 100	< 100	< 500

注 1：灾情即已发生的地质灾害损失情况，采用“人员伤亡情况”、“直接经济损失”指标评价，用于现状评估

注 2：险情即可能出现的地质灾害危害，采用“受威胁人数”、“可能产生的经济损失”指标评价，用于预测评估

注 3：危害程度按就高原则，符合一项即可确定

表 3-10 地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估表

危 险 性		灾 情 (险情)		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		

注：现状评估用灾情、预测评估用险情

3.3 现状评估小结

评估区主要存在地面沉降和砂土液化两种地质灾害，根据本次对评估区地质灾害现状及调查结果，进行如下小结：

(1) 砂土液化：建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土地层，在现状地下水位和VIII度地震烈度作用下不会发生砂土液化现象，砂土液化危害灾情等级为轻，拟建场地砂土液化现状的地质灾害危险性“小”。

(2) 地面沉降：评估场区位于未来科学城沉降中心西侧，建设场地 1955 年-2021 年累计地面沉降量约 850mm。近三年沉降速率为 0（上升区），2023 年年底累计沉降量约 850mm。拟建项目区地面沉降发育程度为“中”，地面沉降灾情为轻，地面沉降现状的地质灾害危险性“小”。

4. 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危险性预测

4.1.1 砂土液化

砂土液化问题是根据地下水位变化进行判别的，拟建项目工程无论是在建设过程中还是建成后都不会引起地下水位的长期性变化。因此，即拟建项目工程建设引发或加剧砂土液化地质灾害危险性小。

4.1.2 地面沉降

拟建项目工程在施工过程中可能会采取降水措施，但施工过程中抽汲的地下水主要为上层滞水及潜水。该地区的地面沉降主要来自深部承压含水层的开采，因此，拟建项目工程在建设过程中不会加剧该地区的地面沉降量。

根据拟建项目总体规划，项目建成后生产生活用水由自来水厂通过城市管网统一供水，建设区内没有抽汲地下水的规划，因此，拟建项目工程在建成后不会加剧该地区的地面沉降危害。

4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

4.2.1 砂土液化

本次评估按历年最高地下水位埋深 0.0m 条件下，对场区砂土液化的可能性进行预测。

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 版），经判别在拟建项目区地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土、砂土层在地下水位埋深 0.0m 和Ⅷ度地震烈度作用条件下预测发生砂土液化结果如表 4-1 所示。

表 4-1 评估场地砂土液化判别结果

孔号	标贯中点 ds(m)	地下水位 (m)	层号	岩性	黏粒含量 ρ _c	实测标贯击数 N	临界值 N _{cr}	液化判别	液化指数 I _{LE}
1	4.3	0.0	②	砂质粉土	6	14	11.3	不液化	0.00
1	9.3	0.0	④	砂质粉土	6	17	15.8	不液化	
1	11.3	0.0	⑤	中砂	3	31	24.1	不液化	
1	12.3	0.0	⑤	中砂	3	36	24.9	不液化	
1	14.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	21	18.6	不液化	

1	15.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	22	19.1	不液化	0.00
1	16.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	24	19.5	不液化	
1	19.3	0.0	⑧	细砂	3	45	29.3	不液化	
2	4.3	0.0	②	砂质粉土	6	15	11.3	不液化	
2	11.3	0.0	⑤	中砂	3	30	24.1	不液化	
2	12.3	0.0	⑤	中砂	3	34	24.9	不液化	
2	14.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	20	18.6	不液化	
2	15.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	21	19.1	不液化	
2	16.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	22	19.5	不液化	
2	19.8	0.0	⑧	细砂	3	39	29.6	不液化	
3	4.3	0.0	②	砂质粉土	6	12	11.3	不液化	0.00
3	9.8	0.0	④	砂质粉土	6	24	16.1	不液化	
3	11.3	0.0	⑤	中砂	3	32	24.1	不液化	
3	12.3	0.0	⑤	中砂	3	34	24.9	不液化	
3	14.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	21	18.6	不液化	
3	14.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	22	18.6	不液化	
3	16.3	0.0	⑥	砂质粉土	6	24	19.5	不液化	
3	19.3	0.0	⑧	细砂	3	48	29.3	不液化	

经判别（见表 4-1）建设用地地下 20.0m 深度范围内饱和粉土和砂土地层在地下水位 0.0m 时及Ⅷ度地震烈度作用条件下，拟建场地内饱和砂土和粉土不会产生液化现象。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 5（表 4-2），该场地遭受危害程度级别为“轻”，依据表 4-3 确定拟建项目工程评估区域可能遭受砂土液化地质灾害危险为“小”。

表 4-2 地质灾害危害程度划分表

危害程度	灾 情		险 情	
	人员伤亡情况	直接经济损失 (万元)	受威胁人数 (人)	可能产生的经济 损失 (万元)
重	有人员死亡	> 500	> 500	> 5000
中	有伤害发生	100 ~ 500	100 ~ 500	500 ~ 5000
轻	无	< 100	< 100	< 500

注 1：灾情即已发生的地质灾害损失情况，采用“人员伤亡情况”、“直接经济损失”指标评价，用于现状评估

注 2：险情即可能出现的地质灾害危害，采用“受威胁人数”、“可能产生的经济损失”指标评价，用于预测评估

注 3：危害程度按就高原则，符合一项即可确定

表 4-3 砂土液化地质灾害危险性现状评估、预测评估表

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

4.2.2 地面沉降

4.2.2.1 地面沉降机理分析

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。

4.2.2.2 模型建立

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：

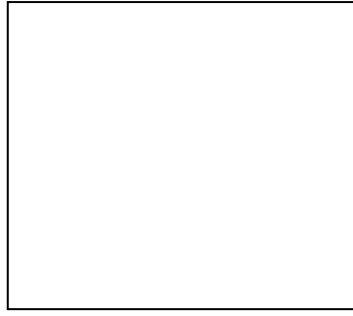


图 4-1 承压含水层示意图

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

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。

4.2.2.3 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 根据水文地质勘探井 1958 年承压水地下水水位引用，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 2000 年本区地下水水位观测值所得，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，沙河-八仙庄降落漏斗自七十年代中期地下水水位开始呈缓慢的下降趋势，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 年地面沉降数据及地下水水位长期观测资料共同确定的。根据本区多年地下水水位观测资料，降落漏斗中心水位按照大约以每年 0.5m 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。

4.2.2.4 地面沉降预测评价

根据现场调查，该区民用水以自来水为主，随着南水北调的实施，该地区地下水的逐年回升；地面沉降得到逐步控制。因此，经初步预测计算，得出拟建场地 2023 年年沉降速率为 0（上升区）。经预测计算，评估区从 1955 年至 2028 年地面累计沉降量约为 850mm。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）的表 4（表 4-4）确定，地面沉降预测发育程度为“中”；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,未来五年内该用地内不会因地面沉降影响而发生人员伤亡,该危害程度级别为“轻”(表 4-5)。拟建场地可能遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”(表 4-6)

表 4-4 地面沉降现状发育程度判别表

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

注 2: 沉降速率指近 3 年的平均年沉降量

注 3: 上述两项因素满足一项即可,并按照强至弱顺序确定

表 4-5 地质灾害灾情与危害程度的分级标准

损失程度		灾情		危害程度	
		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)
级别	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 4-6 地面沉降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		

4.3 预测评估小结

评估区主要存在地面沉降和砂土液化两种地质灾害,根据本次对评估区地质灾害预测评估,进行如下小结:

(1) 拟建工程建设对地质环境影响不大,工程建设可能引发或者加剧地面沉降和砂土液化地质灾害危险性均为“小”。

(2) 拟建工程地面沉降发育为“中”,危害程度级别为轻,则拟建工程可能遭受地面沉降灾害危险性等级为“小”;在拟建场地地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土、砂土层在地下水位埋深 0.0m 和Ⅷ度地震烈度作用条件下不会发生砂土液化现象,危害程度级别为小,拟建工程砂土液化预测的地质灾害危险性“小”。

5. 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

5.1 地质灾害危险性综合评估原则

(1)在现状和预测评估的基础上以建设用地为重点对评估区地质灾害危险性进行综合评估及分区，分区级别有大级、中级、小级三等。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）的表 42（见表 5-1）确定地质灾害危险性综合评估等级。

表 5-1 地质灾害危险性综合评估分级表

危险性综合评估等级		预测评估危险性		
		大	中	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

(2)当评估区只存在单一灾种时，综合评估级别应以现状和预测评估为基础，危险性宜采取“就高不就低”的原则确定；当综合评估结果存在多种级别时，应进行综合评估分区。

(3)当评估区存在两个以上（含两个）灾种时，应在单一灾种地质灾害综合评估及分区的基础上，对同一评估单元内不同灾种的综合评估结果进行叠加，按“就高不就低”的原则得出多灾种的综合评估及综合评估分区结论。

5.2 地质灾害危险性量化指标的确定

5.2.1 砂土液化对场地危险性的量化指标

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）中第 4.3.5 的规定来确定。对存在液化土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，根据计算的每个钻孔的液化指数，按前述表 3-6（“液化等级与液化指数的对应关系”）综合划分地基的液化等级。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）有关规定确定地质灾害灾情与危害程度。根据液化等级及灾情分级，确定砂土液化现状评估和预测评估的危险性。

5.2.2 地面沉降对场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。地面沉降评估指标的选定详见表 5-2、5-3。

表 5-2 地面沉降现状发育程度判别表

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 5-3 地面沉降现状、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、预测评估用危害程度

5.3 地质灾害危险性综合评估

综合评估级别以现状和预测评估为基础，危险性采取“就高不就低”的原则进行确定。在单一灾种地质灾害综合评估及分区的基础上，对同一评估单元内不同灾种的综合评估结果进行叠加，按“就高不就低”的原则得出多灾种的综合评估及分区评估结论。通过现状评估和预测评估，依据量化指标综合评估（表 5-4、表 5-5、表 5-6）。

经单灾种地质灾害危险性综合评估，建设用地内砂土液化地质灾害现状危险性“小”，地面沉降地质灾害现状危险性“小”；预测建设用地遭受砂土液化为“小”，遭受地面沉降地质灾害危险性“小”；综合评估建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性等级为“小级”，遭受地面沉降地质灾害危险性等级为“小级”。

经多灾种地质灾害危险性综合评估，拟建工程地质灾害危险性等级为小级。

表 5-4 地灾灾害危险性综合评估分级表

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

表 5-5 拟建工程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	预测评估		综合评估危险性
			可能遭受危险性	引发或加剧危险性	
拟建工程	地面沉降	小	小	小	小
	砂土液化	小	小	小	小

表 5-6 拟建工程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
拟建工程	地面沉降	小	小
	砂土液化	小	

5.4 建设场地适宜性评估

通过对建设用地地质灾害危险性的综合评估，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 44（见表 5-7）确定建设用地地质灾害防治难度为“小”。根据上述规范中表 43（见表 5-8）确定建设用地适宜性划分为“适宜”。

表 5-7 建设用地防治难度划分表

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

表 5-8 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

5.5 防治措施

拟建建设用地发育的主要地质灾害为地面沉降和砂土液化。

(1) 地面沉降

地面沉降的防治需从多方面考虑，政府可根据地下水位下降情况及地面沉降的发展情况，对地面沉降快速发展地区采取限采、回灌等措施，同时合理规划水资源的分配，使地面沉降的发展在可控的范围内。建设方可根据建设场区周边地面沉降的特点，在规划、设计阶段采取一些预防性的工程措施，考虑地面沉降对地基、管线、防水等可能带来的不利影响。

(2) 砂土液化

砂土液化的防治主要从预防砂土液化的发生和防止或减轻建筑物不均匀沉降两方面入手。包括合理选择场地；采取振冲、夯实、爆炸、挤密桩等措施，提高砂土密度；排水降低砂土孔隙水压力；换土，板桩围封，以及采用整体性较好的筏基、深桩基等方法。

6. 结论及建议

6.1 结论

(1) 拟建昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目属较重要建设项目；建设用地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等级为“二级”。

(2) 经现状评估：砂土液化地质灾害现状危险性为“小”；地面沉降地质灾害现状危险性为“小”。

(3) 经预测评估：建设用地在建设和使用过程中不致诱发新的地质灾害或加剧现有地质灾害的危险性，工程建设可能引发或者加剧地面沉降和砂土液化地质灾害危险性均为“小”。

(4) 拟建工程遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”，拟建工程遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。

(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小级。

(6) 综合评估确定，建设用地地质灾害危险性等级为“小”，建设用地地质灾害防治难度为“小”，该场地“适宜”作为昌平区朱辛庄新区（二期）土地一级开发项目的建设用地。

6.2 建议

(1) 建设场地地面沉降有一定程度发育，建议在建筑、市政设施设计和施工时充分考虑地面沉降问题。作为缓变性地质灾害，地面沉降的防控一方面在于地裂缝附近建（构）筑物的防控，另一方面在于长线位工程和供水、暖、气管线等地下管线工程的防控。

对于供水、暖、气管线等室外管线工作，由于长线位关系受地面沉降引发的不均匀沉降的影响较大，可能导致管线变形甚至开裂。因此，在本项目规划设计中对沉降敏感的构筑物或地下管线，宜考虑可能发生的地面沉降量，并采取可靠的地基方案、基础型式及结构措施（如采取抗变形的管材、增加柔性垫层等方式）减少不均匀沉降带来的不利影响，确保外围地面管线的安全。

(2) 本评估不替代岩土工程勘察，应根据规范要求进行岩土工程详细勘察工作。