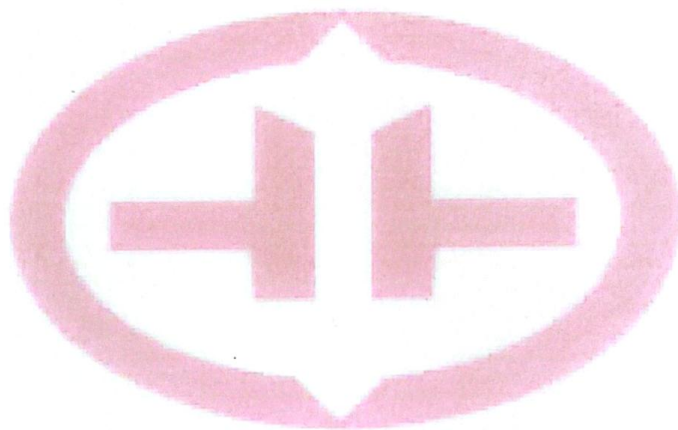


地灾危险性评估甲级

110020231110056

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目建设用地

地质灾害危险性评估报告



北京岩土工程勘察院有限公司

二〇二五年十月



昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目建设用地

地质灾害危险性评估报告

证书编号：110020231110056

资质等级：甲级

审 批：徐敏

项目负责：张硕

编写人员：尚佳琪 吴俊俏

编制单位：北京岩土工程勘察院有限公司

提交日期：二〇二五年十月





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
工程勘察设计资质

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

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目 建设用地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地有限公司委托，北京岩土工程勘察院有限公司完成了《昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目建设用地建设用地地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”）。专家组于 2025 年 10 月 30 日对“评估报告”进行了评审，经讨论，评审意见如下：

一、项目概况

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目位于昌平区平西府，东至现状黄平路西 308 米、西至北京城建集团混凝土公司北郊站西墙外、南至灌溉水渠、北至灌溉水渠；规划总用地面积 403356 平方米，其中规划建设用地 276302 平方米，代征道路用地 30374 平方米，代征绿化用地 96680 平方米，建筑规模不大于 336452 平方米，建设内容为住宅、商业金融及附属配套用房。

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 7.1km²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“中等复杂”，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、砂土液化和活动断裂三种地质灾害类型。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，拟建工程现状地面沉降量约 925mm（场地南端）-955mm（场地北端），拟建工程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”；拟建工程东北侧距南口-孙河断裂距离为 2800m 左右，但该断裂目前正处在间歇期，断裂活动不明显，活动断裂现状地质灾害危险性“小”。

现状评估符合客观实际。

4、预测评估认为：工程建设对附近地质环境影响不大，工程建设引发、加剧地面沉降、砂土液化和活动断裂地质灾害的危险性均为“小”；拟建工程遭受地面沉降、砂土液化和活动断裂地质灾害的危险性均为“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”，建设用地地质灾害防治难度为“小”，该场地适宜作为昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目建设用地的建设用地。

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：

专 家：

2025 年 10 月 30 日

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目建设用地
地质灾害危险性评估报告

专家签字表

职务	姓名	工作单位	职称	签名
专家组 组长	刘衡秋	美丽华夏生态环境科技有限公司	正高	
评审 专家	陈永生	中材地质工程勘察研究院有限公司	高工	
	刘海生	北京市地质矿产勘查开发集团有限公司	高工	

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 评估工作方法及工作量	8
1.4 评估范围与级别的确定	10
1.4.1 评估工作范围	10
1.4.2 评估级别的确定	11
2. 地质环境条件	15
2.1 气象	15
2.2 水文	15
2.3 地形地貌	16
2.4 地层岩性	18
2.4.1 第四纪	18
2.4.2 基岩	18
2.5 地质构造及区域地壳稳定性	20
2.5.1 区域地质构造特征	20
2.5.2 区域地壳稳定性	21
2.6 工程地质条件	22
2.7 水文地质条件	25
2.7.1 第四系含水层组的分布规律及富水性	25
2.7.2 地下水补给、径流与排泄条件	25
2.8 人类活动对地质环境的影响	25
3. 地质灾害危险性现状评估	27
3.1 地质灾害类型的确定	27
3.2 地质灾害危险性现状评估	27
3.2.1 砂土液化	27

3.2.2 地面沉降	31
3.2.3 活动断裂	34
3.3 现状评估小结	42
4. 地质灾害危险性预测评估	43
4.1 工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测	43
4.1.1 砂土液化	43
4.1.2 地面沉降	43
4.1.3 活动断裂	43
4.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	43
4.2.1 砂土液化	43
4.2.2 地面沉降	45
4.2.3 活动断裂	49
4.3 预测评估小结	50
5. 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	51
5.1 地质灾害危险性综合评估原则	51
5.2 地质灾害危险性综合评估	51
5.3 建设场地适宜性评估	52
5.5 防治措施	53
6. 结论及建议	54
6.1 结论	54
6.2 建议	54

前 言

受北京未来科学城置地有限公司（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》和原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北七家镇平西府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) 《建筑抗震设计标准》（GB 50011-2010，2024年版）；
- (10) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (11) 《平西府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）》（2006年规意选字0068号）；
- (13) 《北京市发展和改革委员会关于昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目核准的批复》（京发改【2008】65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

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目位于昌平区平西府，东至现状黄平路西 308 米、西至北京城建集团混凝土公司北郊站西墙外、南至灌溉水渠、北至灌溉水渠；规划总用地面积 403356 平方米，其中规划建设用地 276302 平方米，代征道路用地 30374 平方米，代征绿化用地 96680 平方米，建筑规模不大于 336452 平方米，建设内容为住宅、商业金融及附属配套用房，拟建项目位于地质灾害易发区，需要进行地质灾害危险性评估。

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。

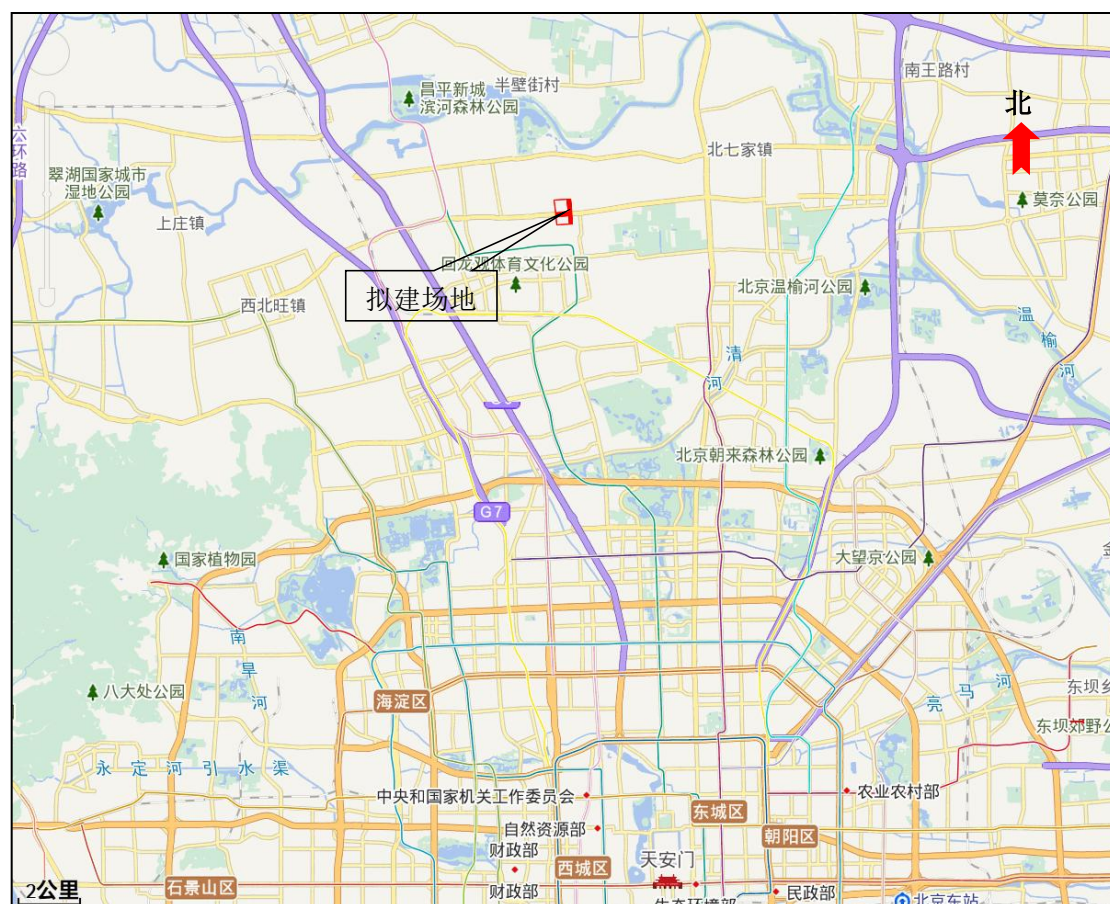


图 1-1 拟建项目区交通位置图



图 1-2 拟建项目卫星位置图

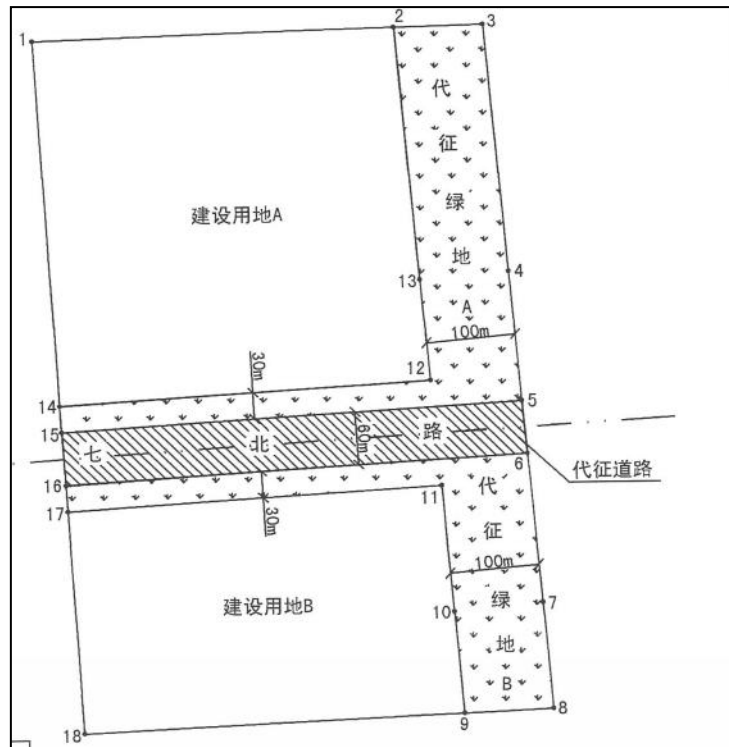


图 1-3 拟建项目规划用地测量示意图

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	499839.200	326216.490
2	2	500244.848	326226.714
3	13	500270.874	325939.766
4	12	500281.199	325825.982
5	14	499864.632	325802.398
6	17	499871.988	325682.622
7	11	500292.050	325706.404
8	10	500305.005	325563.650
9	9	500315.466	325448.831
10	18	499887.421	325431.337
11	2	500244.848	326226.714
12	3	500345.029	326229.239
13	4	500370.465	325948.801
14	5	500383.810	325801.743
15	15	499866.471	325772.454
16	14	499864.632	325802.398
17	12	500281.199	325825.982
18	13	500270.874	325939.766
19	16	499870.149	325712.566
20	6	500389.235	325741.954
21	7	500404.594	325572.706
22	8	500415.508	325452.919
23	9	500315.466	325448.831
24	10	500305.005	325563.650
25	11	500292.050	325706.404
26	17	499871.988	325682.622
27	15	499866.471	325772.454

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
《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研究报告》 《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北七家镇平西府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、地面沉降和活动断裂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 1-4。

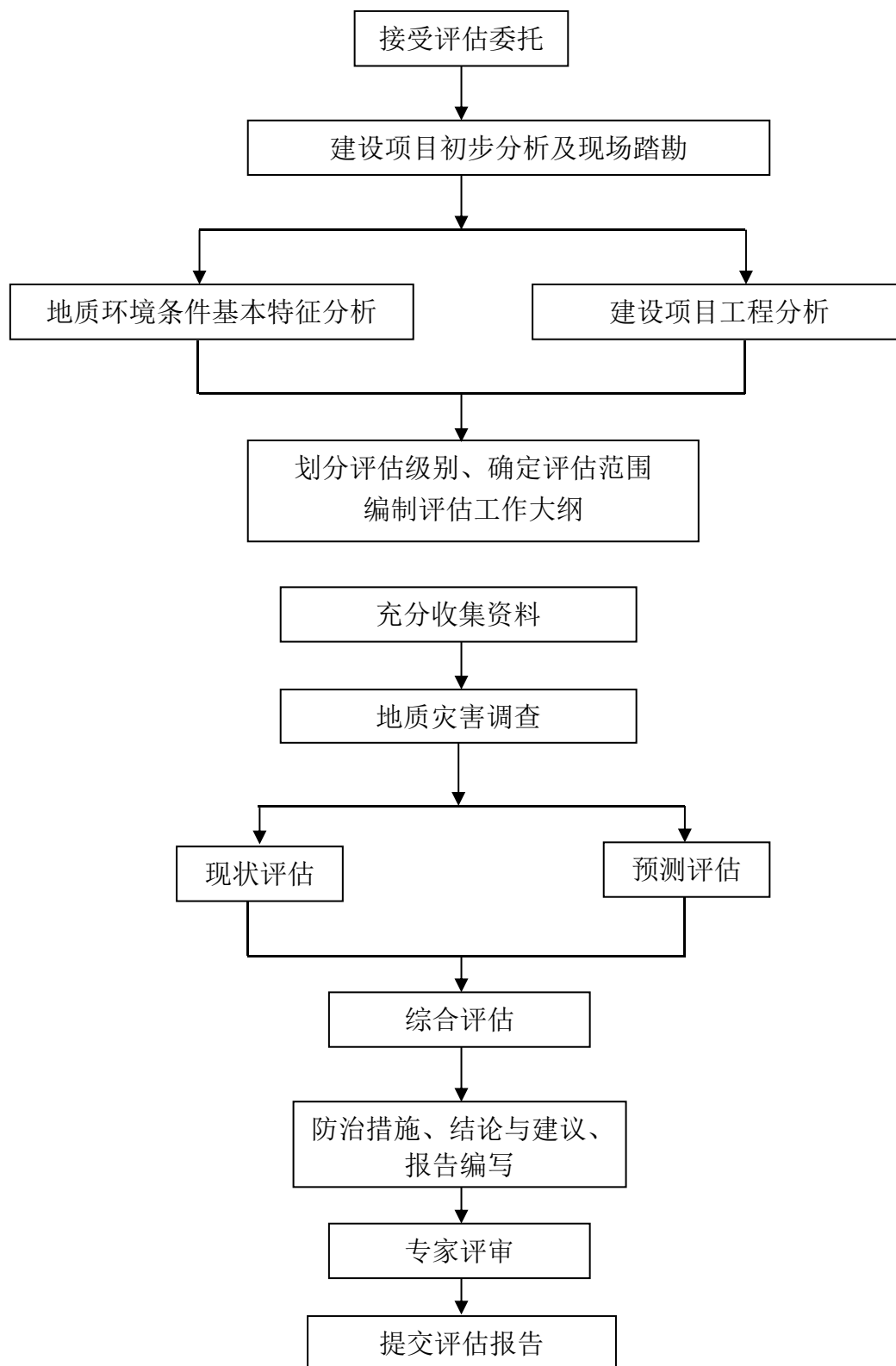


图 1-4 评估工作程序框图

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	6	多种比例尺
野 外 调 查	专项地质测量	km ²	7.1	1:1 万
	专项水文地质测量	km ²	7.1	1:1 万
	专项生态环境地质测量	km ²	7.1	1:1 万
	专项工程地质测量	km ²	7.1	1:1 万
	专项地质灾害测量	km ²	7.1	1:1 万
勘 察 钻 孔	钻 孔	个	3	现场钻探
	进 尺	m	60	
	标贯试验	次	19	
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外边界向东西南北各延伸 1000m,即向东至宏福中路,向西至文化路,向北至白各庄村委会,向南至龙锦二街,此外还对周边的重点沉降区域进行调查,调查面积共约 7.1km²。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、商业金融及附属配套用房等,规划总用地面积 404609.18 平方米,其中规划建设用地 276301.28 平方米,代征道路用地 31142.55 平方米,代征绿化用地 97165.35 平方米,建筑规模不大于 336452 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 $\geq 2\text{km}^2$ 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 $8^\circ \sim 25^\circ$ 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	$> 5\text{km}^2$	2~5 km^2	$< 2\text{km}^2$
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 900-1000mm，近三年沉降速率 0-10mm/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侧 2.8km 处通过。评估区地质构造条件属中等。

工程地质方面，建设用地区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中等，地形地貌简单，地质构造条件中等，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。

昌平区北七家镇平西府土地一级开发项目为“较重要”建设项目，建设用地区地质环境条件复杂程度为“中等复杂”，确定本建设用地区地质灾害危险性评估等级为“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。

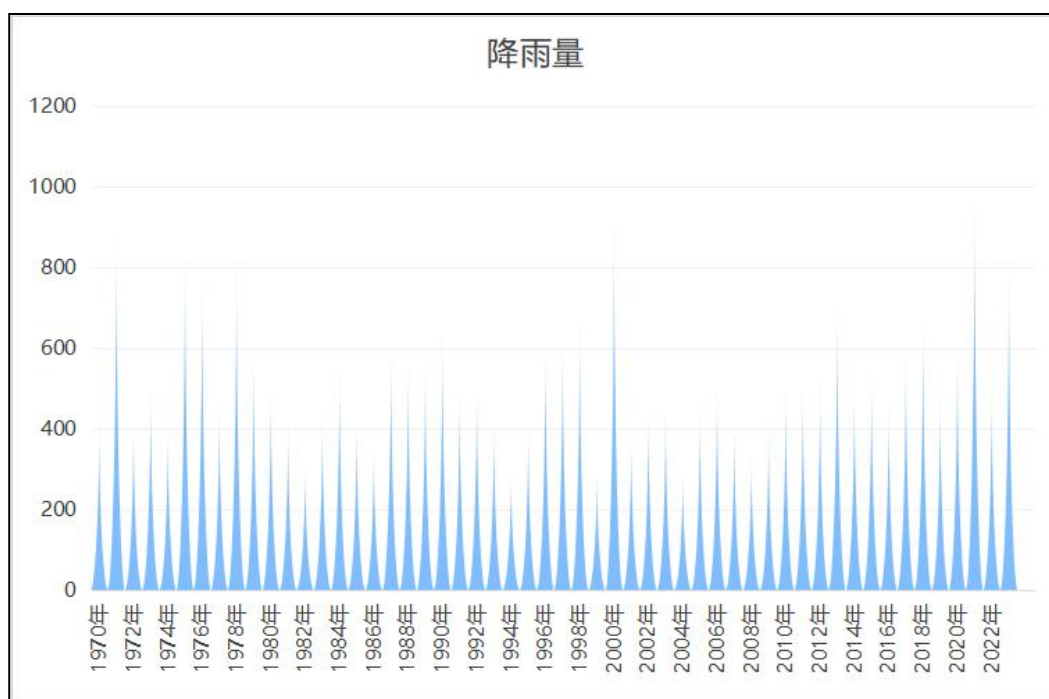


图 2-1 昌平地区 1959-2023 年降雨量曲线图

2.2 水文

北京地区主要河流分为大清河、永定河、温榆河（北运河）、潮白河、蓟运河五条河流，均属海河水系。其中大清河、永定河水系主要分布于北京西部、南部地区，温榆河主要分布于中部、东部地区，潮白河、蓟运河水系主要分布于北部、东部地区。

1、永定河水系：永定河水系上游有洋河和桑干河。洋河发源于蒙古高原的南缘，向南流至十八台入山峡，在山峡中约行 50km 有东洋河来汇，在柴沟堡与西洋河、南洋河相会，往宣化向东南流在涿鹿与桑干河相会；桑干河发源于山西省恒山之北坡，经左云、大同、山阴等县至涿鹿与洋河相会。自洋河和桑干河相会后称为永定河。永定河入怀来延庆境内纳妫水河流入市界，于官厅村东入官厅山峡，奔流至清白口又纳清水河至三家店始出峡谷而入平原，经北京平原西侧转向东南流至屈家店与其它河流汇合成海河，在塘沽入渤海。永定河是流经北京市最大的河流，在本市的河长为 165.5km，流域面积为 3168km²，占全市总面积的 18.9%，其中山区的流域面积为 2491km²，占流域面积的 79%，平原流域面积为 677km²，占流域面积的 21%。多年平均天然径流量 3.41×10⁸m³。

2、北运河水系：北运河水系界于潮白、永定两大河系之间，历史上北运河曾几度受潮白河的侵夺，自 1912 年潮白河在李遂镇附近决口夺箭杆河下行经蓟运河入海以后，两河已基本各成系统。自决口改道后，温榆河也成为北运河的唯一源流。温榆河流至通州以下始称北运河，南行至天津附近与其它河流汇合成海河在塘沽入渤海。北京市平原区中部的地表迳流及地下水向东北、东、东南汇成几个放射状河沟流入北运河。

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。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（建设场地现状照片 1~11）。



照片 1：A 地块平西府北街（镜向西）



照片 2：A 地块平西府中路（镜向南）



照片 3：A 地块平西府西路（镜向南）



照片 4：A 地块平西府西路（镜向北）



照片 5：北清路（镜向西）



照片 6：A 地块平西府东路（镜向北）



照片 7：B 地块平西府西路（镜向北）



照片 8：B 地块平西府南街（镜向北）



照片 9：B 地块平西府中路（镜向南）



照片 10：B 地块平西府东路（镜向北）



照片 11：B 地块东南角（镜向南）

2.4 地层岩性

2.4.1 第四纪

评估区内广泛分布，沉积物主要由永定河和温榆河联合冲洪积而成，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(ε): 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、大兴隆起和大厂拗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)、西山迭拗褶(III₅)、门头沟迭陷褶(IV₁₁)构造单元部分。东北与昌(平)怀(柔)中穹断(IV₅)相邻、东南与顺义迭凹陷(IV₁₃)及坨里-丰台迭凹陷(IV₁₄)相邻，西南与十渡-房山中穹褶(IV₁₂)相接，西北与青白口中穹断(IV₁₀)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)
		兴隆迭拗褶(III ₃)	新城子中陷褶(IV ₈)
		蓟县中拗褶(III ₄)	平谷中穹断(IV ₉)
		西山迭拗褶(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)
	华北断拗(II ₂)	北京迭拗褶(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)	兔子店新凹陷(IV ₁₈)

	固安-安清新断陷 (III ₉)	固安新凹陷 (IV ₁₉)
--	------------------------------	---------------------------

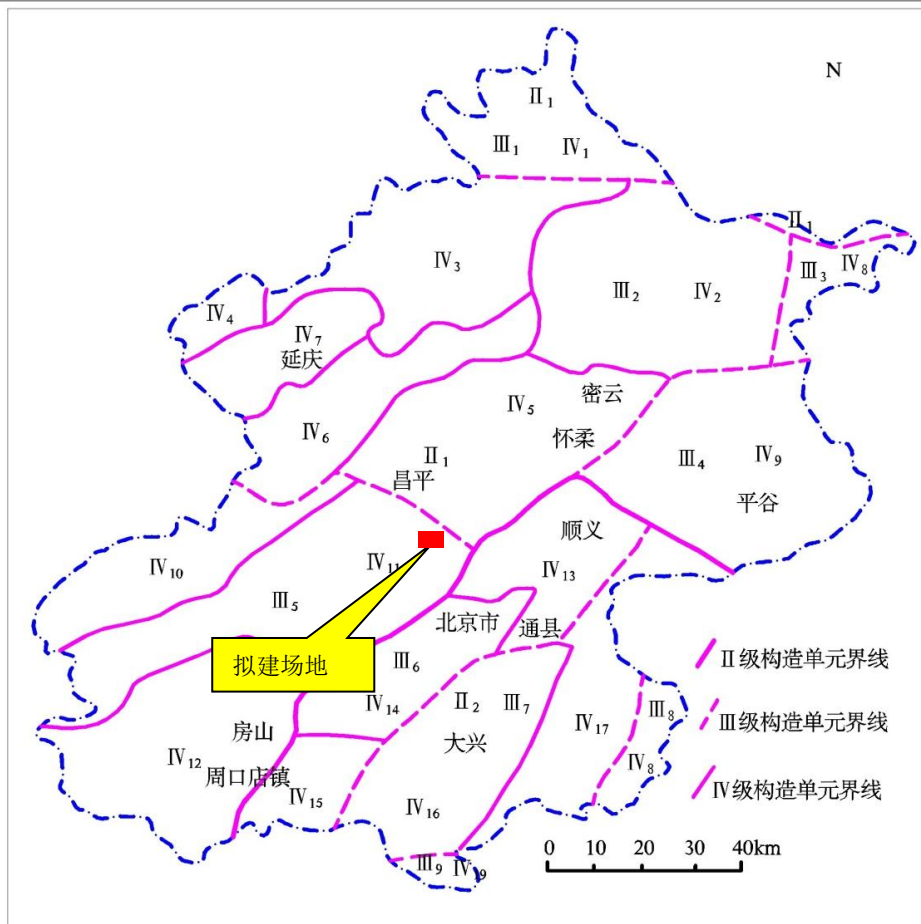


图 2-3 北京市构造单元划分略图

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《建筑抗震设计标准》（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7个大层及2个亚层，现分述如下：

表层为人工堆积之杂填土①层：杂色，松散、稍湿，含灰渣、砖渣、植物根系。

第四纪沉积层：

粉质黏土及黏质粉土②层，褐黄色，湿，含云母、石英。

砂质粉土③层：褐黄色，中密，饱和，含云母。

粉质黏土④层，灰色，饱和，可塑，含云母、氧化铁。

细砂⑤层，灰色，饱和，中密-密实，含云母、氧化铁；粉质黏土⑤₁层，灰色，可塑，饱和，含云母、氧化铁。

粉质黏土⑥层，褐黄色，饱和，可塑，含云母、氧化铁；黏质粉土及砂质粉土⑥₁层，灰色，中密，饱和，含云母、氧化铁。

细砂⑦层，灰色，密实，饱和，含云母、氧化铁。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《建筑抗震设计标准》（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。

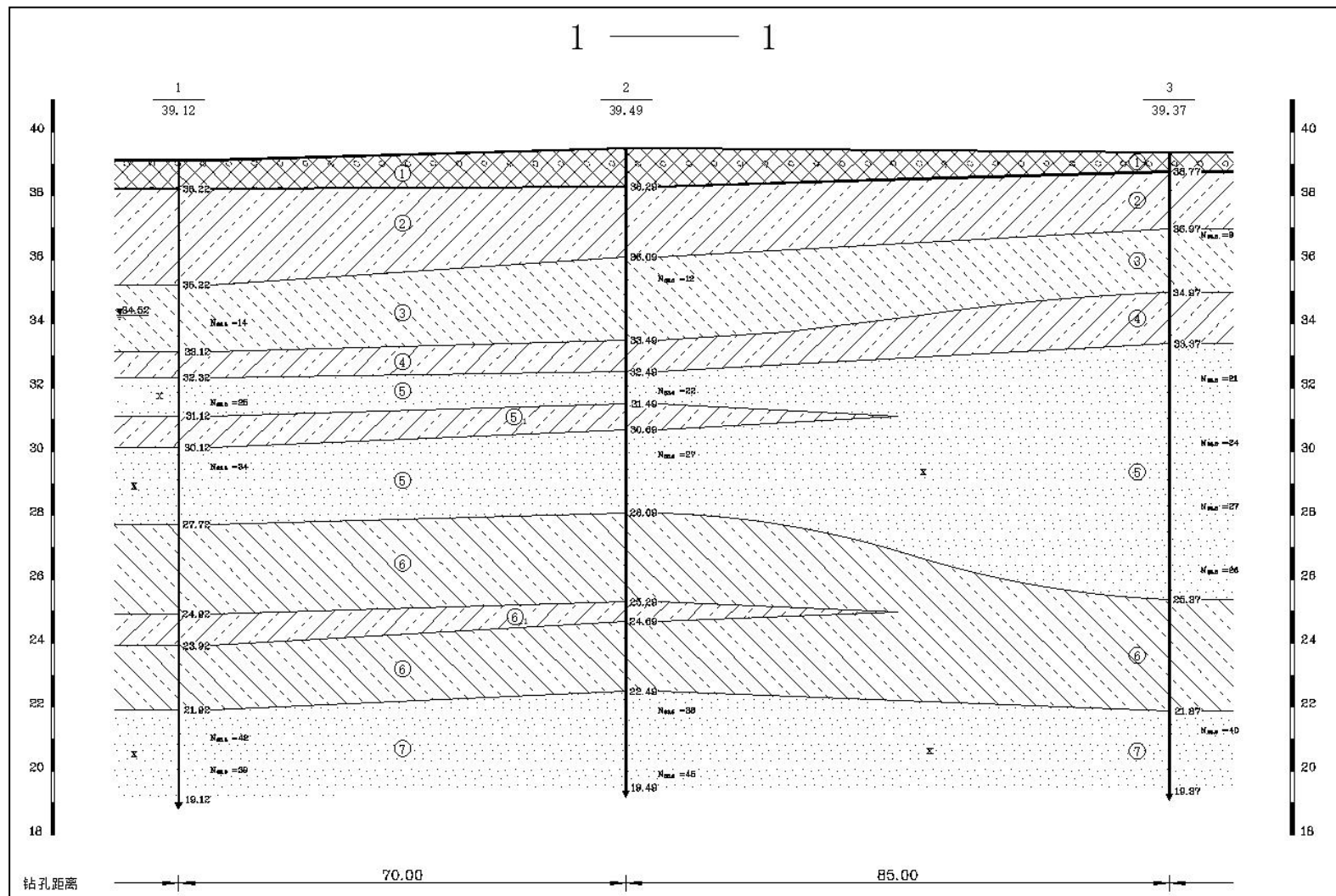


图 2-4 工程地质剖面图

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 4.6-5.3。

此外，评估区历史最高地下水位接近自然地表，近 3~5 年最高地下水位埋深在 4.6m 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、地面沉降、活动断裂三种类型。

（1）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。

（2）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 900-1000mm，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。

（3）活动断裂：拟建场地距东北侧南口-孙河断裂 2800m 左右，因此拟建项目一定程度上受到南口-孙河断裂的影响。

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、活动断裂三种类型。

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《建筑抗震设计标准》（GB50011-2010）（2024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《建筑抗震设计标准》(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《建筑抗震设计标准》（GB50011-2010，2024 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 4.6m 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	实测标贯击数 N_i	液化判别	液化指数 I_{LE}
1	5.0	4.6	③	砂质粉土	6	14	8.4	不液化	0.00
1	7.5	4.6	⑤	细砂	3	25	15.2	不液化	
1	9.5	4.6	⑤		3	34	17.3	不液化	
1	18.0	4.6	⑦	细砂	3	42	23.4	不液化	
1	19.0	4.6	⑦		6	39	16.9	不液化	
2	4.0	4.6	③	砂质粉土	6	12	7.3	不液化	
2	7.5	4.6	⑤	细砂	3	22	15.2	不液化	
2	9.5	4.6	⑤		3	27	17.3	不液化	
2	17.5	4.6	⑦	细砂	3	38	23.1	不液化	
2	19.5	4.6	⑦		3	45	24.2	不液化	
3	2.5	4.6	③	砂质粉土	6	9	5.1	不液化	0.00
3	7.0	4.6	⑤	细砂	3	21	14.6	不液化	
3	9.0	4.6	⑤		3	24	16.8	不液化	
3	11.0	4.6	⑤		3	27	18.6	不液化	
3	13.0	4.6	⑤		3	28	20.2	不液化	
3	18.0	4.6	⑦	细砂	3	40	23.4	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	平西府东路，平西府北街、平西府中路、平西府西路、临府街、平西府南街、北清路、黄平西路、白各庄新村路	9.0km	未见公路明显开裂、位移
房屋	白各庄村东区 20 号楼、21 号楼、22 号楼，白各庄新村西区 1 号楼、10 号楼、13 号楼，北京城建龙樾华府 1 号楼、6 号楼、9 号楼，平西府西路 2 号院 7 栋，北京橡树湾 5 号楼、10 号楼、16 号楼	多座	未见房屋开裂
桥梁	北清路快速路高架桥	1 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 910（场地南端）-940mm（场地北端）（见图 3-1）。近三年沉降速率为 5mm/a（见图 3-2），由此可计算出建设用地至 2024 年底累计沉降量约 925（场地南端）-955mm（场地北端）。

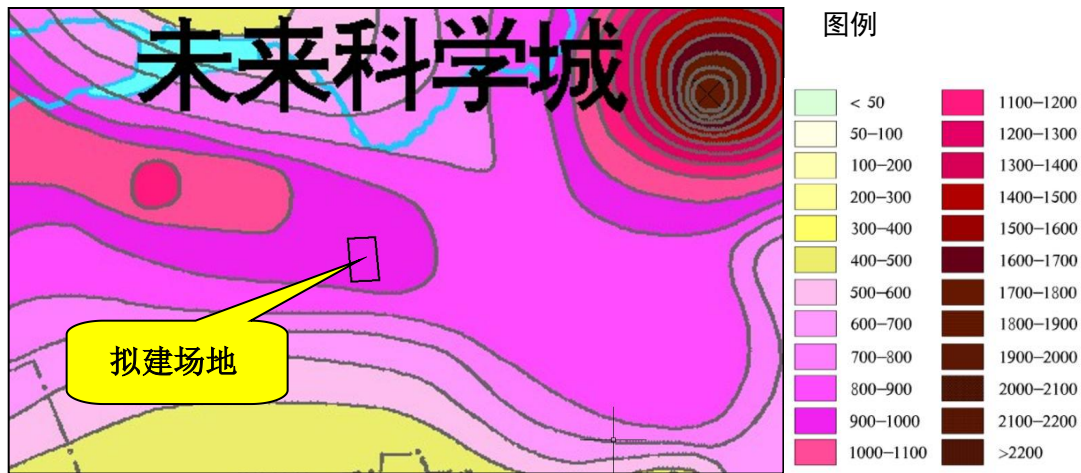


图 3-1 拟建场地 1955-2021 年地面沉降等值图



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

3.2.3 活动断裂

活动断裂的活动性及断裂破碎带对建筑场地的稳定性具有重要影响，其诱发的地质灾害，对建筑物有较大的破坏作用，评估场地周边分布断裂构造主要有南口-孙河断裂、黄庄-高丽营断裂，拟建道路遭受南口-孙河断裂、黄庄-高丽营断裂影响，对断裂的构造特征及活动性分述如下：

3.2.3.1 断裂分布特征

拟建场地距东北侧南口-孙河断裂 2800m 左右（见图 3-3）。

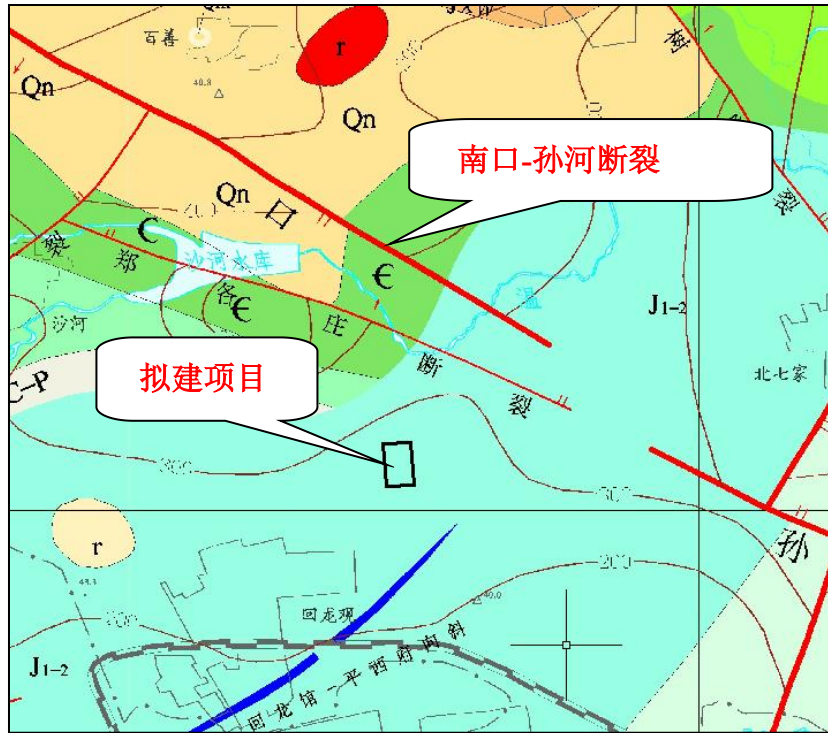


图 3-3 拟建项目与活动断裂关系示意图

3.2.3.2 活动断裂性质及特征

(一) 南口-孙河断裂

南口-孙河断裂是北京平原区一条重要的活动断裂，总体呈 SE130-140° 方向展布。断裂西起南口，沿七间房、旧县、百泉庄、白浮、东三旗至孙河镇东北为黄庄-高丽营断裂所截后，继续向东南延伸到通县西北一带，有可能与南苑一通县隐伏断裂相接。

该断裂全部隐伏于第四纪松散沉积物之下，断裂在第四纪以来的垂直差异活动，对沿线区域的地层分布、地貌差异、水系布局及第四纪厚度变化等影响均有较明显的表现。

南口至百善地段，断面倾向 SW，上盘下落，形成一个 NW 向的陷落带，即马池口第四纪凹陷，堆积了厚达 800m 的第四纪沉积物。在马池口的钻孔钻至 800m 未穿透第四纪沉积物，下伏基岩为侏罗系。而在断层的下盘第四系沉积极薄，并在雪山一百泉庄一带有基岩残丘裸露地表。重力图上此段为明显的重力梯度带。从百善至通县段，断裂倾向 NE，控制了顺义第四纪凹陷南部的东坝沉积中心。上盘下降，如后沙峪、古城一带堆积了厚达 800 余米的第四系，下盘相对抬升，如来广营一带第四系厚仅 200~300m。断裂西北端未延入南口以西的基岩山区，很明显是受到 NE 向南口山前断裂的限制，在孙河一带穿过顺义断裂向南东方向

的反应不明显。据测年数据显示，该断裂形成的时间应在新近纪末至第四纪初。

该断裂不仅在宏观上有明显的表现，大量的地表物化探工作和槽探工作也证实了断裂的存在，通过高精度定位以及测年基本确定了断裂的位置及其活动规律。

(1) 化探证据

沿断裂分布区布置的化探剖面清晰反映了断裂的位置。包括东三旗测线、白浮测线、百泉庄测线和雪山村测线（见图 3-4）。

从图上看，除通县富豪村测线没有异常，其余 5 条测线都有明显的异常反应。说明从化探的资料看断裂主要发育在顺义断裂以西，没有向南东延伸。沿断裂的电性差异也很明显。

(2) 槽探证据

昌平区的旧县村西和百泉庄小学附近的槽探工程揭露了断裂的存在及其特征，根据对旧县探槽进行的研究和测年结果（图 3-5），可识别出全新世三次古地震事件。

第一次发生在层 11 沉积之后，层 10 沉积之前，层 11 的三个热释光测年平均值为距今 $10463 \pm 216a$ ；层 10 的 5 个热释光测年平均值为距今 $9706 \pm 1235a$ 。第一次地震发生在两者之间。

第二次古地震以构造楔 A 为代表，组成构造楔黑色黏土的 ^{14}C 年龄为距今 $7894 \pm 150a$ ，反映古地震发生在 7894a 之后；从剖面上看出，断层下盘的层 8 对应本次事件的负地形堆积，古地震应发生在层 8 之前，而层 8 的热释光年龄为距今 $7640 \pm 650a$ 。第二次古地震发生在 7894a—7640a 之间。

第三次古地震发生在层 6 之后，层 3 之前，即距今 $5130 \pm 410a$ — $2466 \pm 70a$ 之间。综合考虑第三次事件发生在距今 3987—3670a 之间。强震的平均间隔时间为 4446a 左右。从时间间隔因素考虑，现阶段也处在该断裂强震间歇期的末期，因此该断裂也是应该关注的发震断裂。

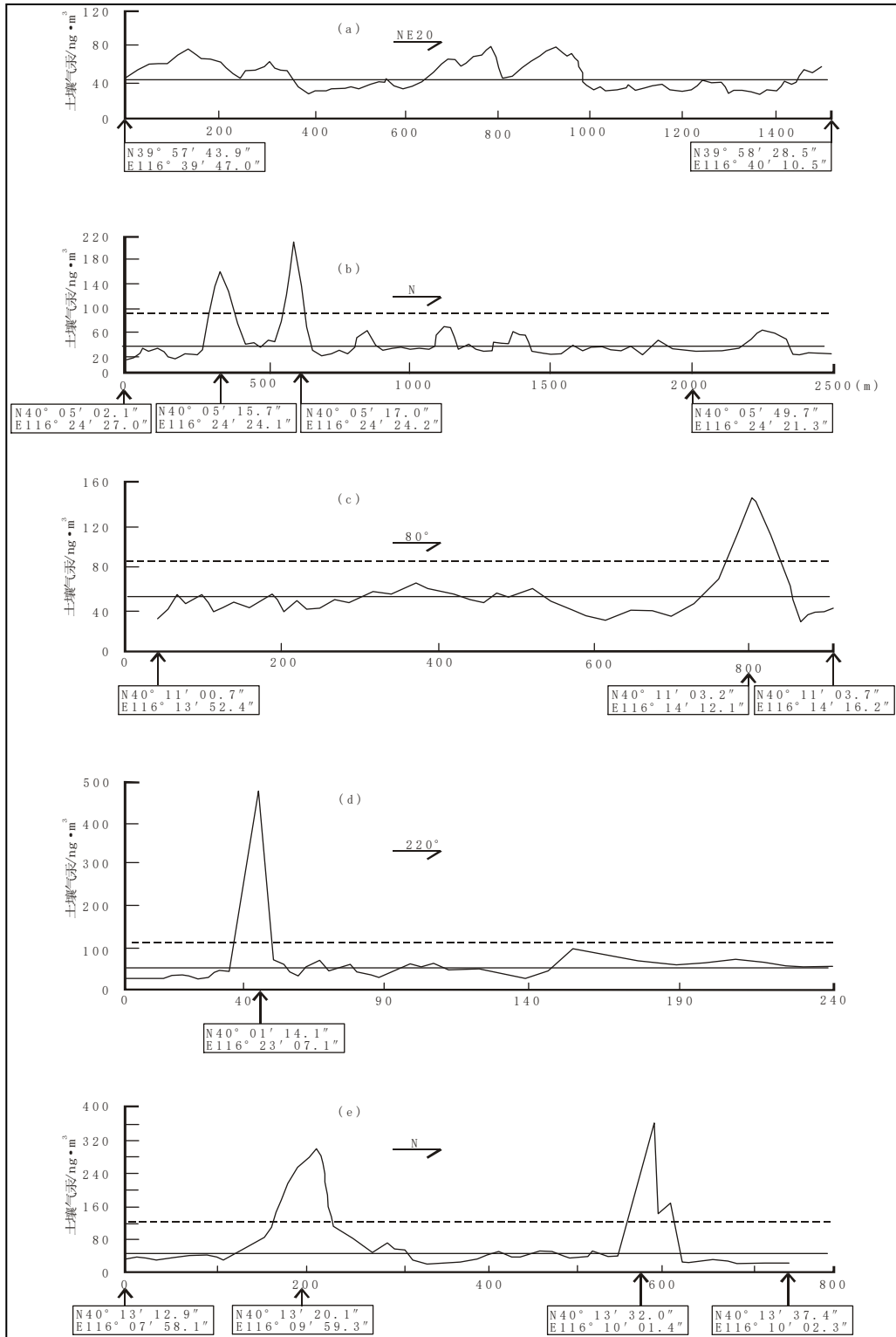


图 3-4 南口-孙河断裂带上 5 条测线探查结果 (据王基华)

(a)富豪村 (NS-1) 测线; (b)东三旗 (NS-2) 测线; (c)白浮 (NS-3) 测线;
(d)百泉庄 (NS-4) 测线; (e)雪山村 (NS-5) 测线

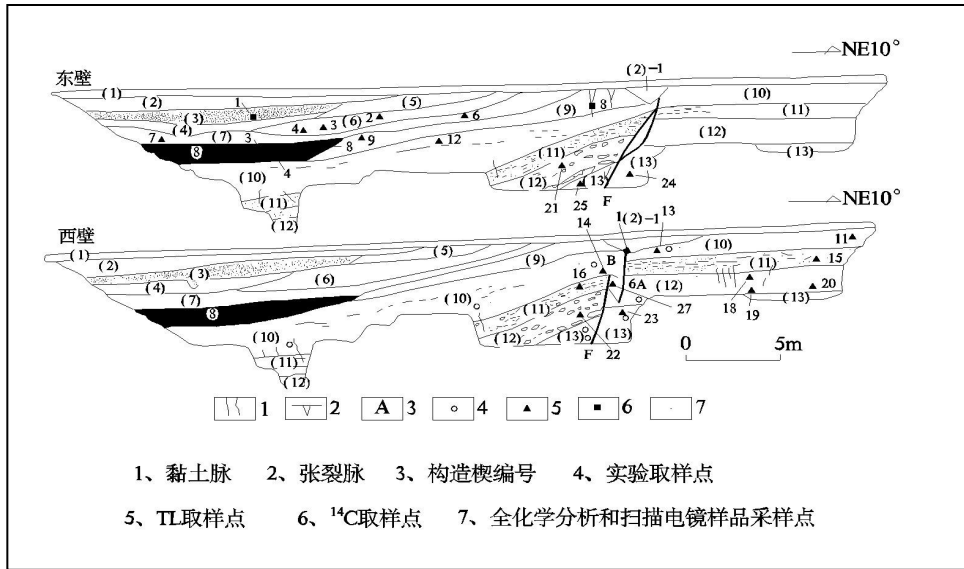
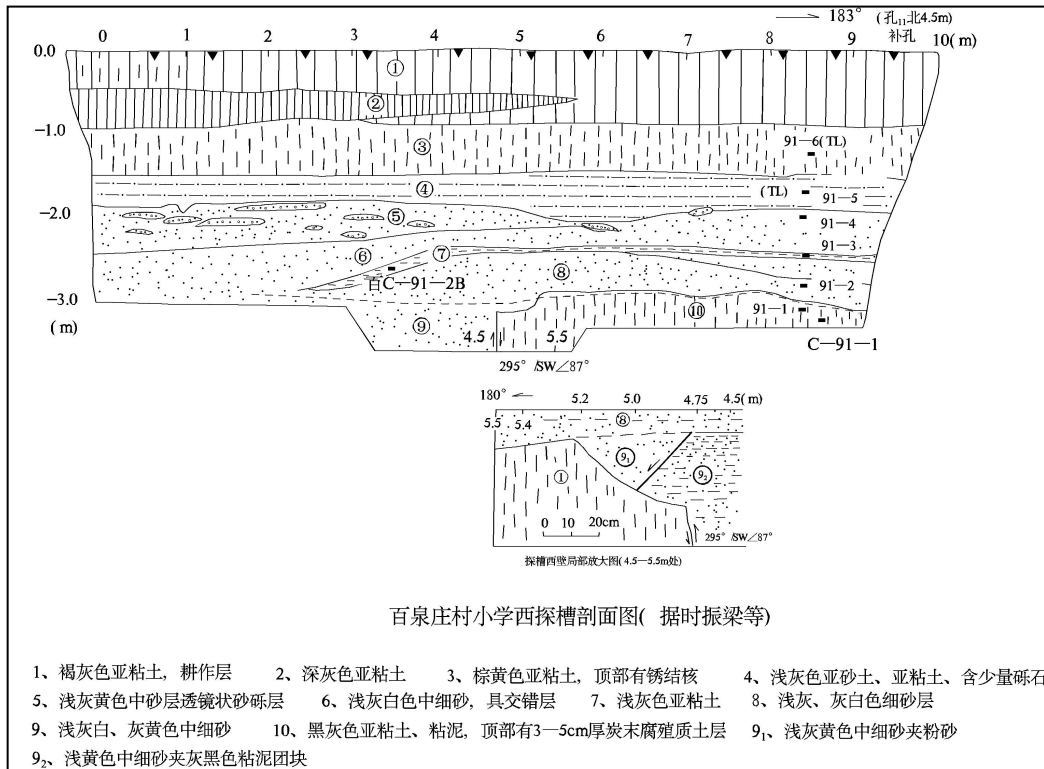


图 3-5 旧县村西探槽剖面图（据江娃利）

对百泉庄探槽的研究表明（图 3-6），层 10 的 ^{14}C 测年为距今 12120a；层 7 中木头的 ^{14}C 年龄为距今 17120a；层 4 的热释光年龄为距今 11058a，探槽揭露的断裂发生在晚更新世至全新世之间。

剖面（图 3-7）见到的层 9 与层 10 的断层接触面断面平直，近直立，如刀切，产状 $205^\circ \angle 87^\circ$ 。据剖面见到的断错、钻探揭示及地质雷达探测资料分析，地表以下 3—5m 的垂直断距在 0.6-0.8m 左右。



百泉庄村小学西探槽剖面图（据时振梁等）

图 3-6 百泉庄小学探槽剖面（据时振梁）

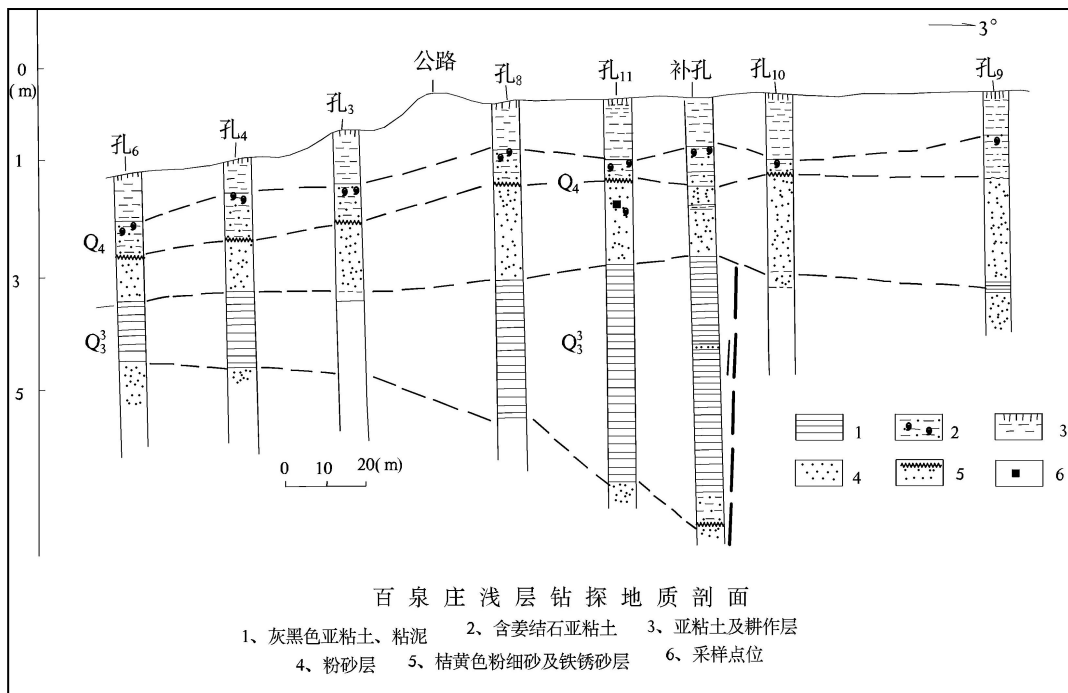


图 3-7 百泉庄钻探剖面（据北京地调院）

沿立汤路东三旗-小汤山的重力测量剖面以及沿京顺路—机场路的重力测量、CSAMT 测量等物探成果显示（图 3-8、3-9、3-10），该断裂在顺义断裂以西反映明显，尤其 CSAMT 剖面显示南口—孙河断裂的宽度较大，可达 1km。此外在两条重力测线的北段都见到异常显示。

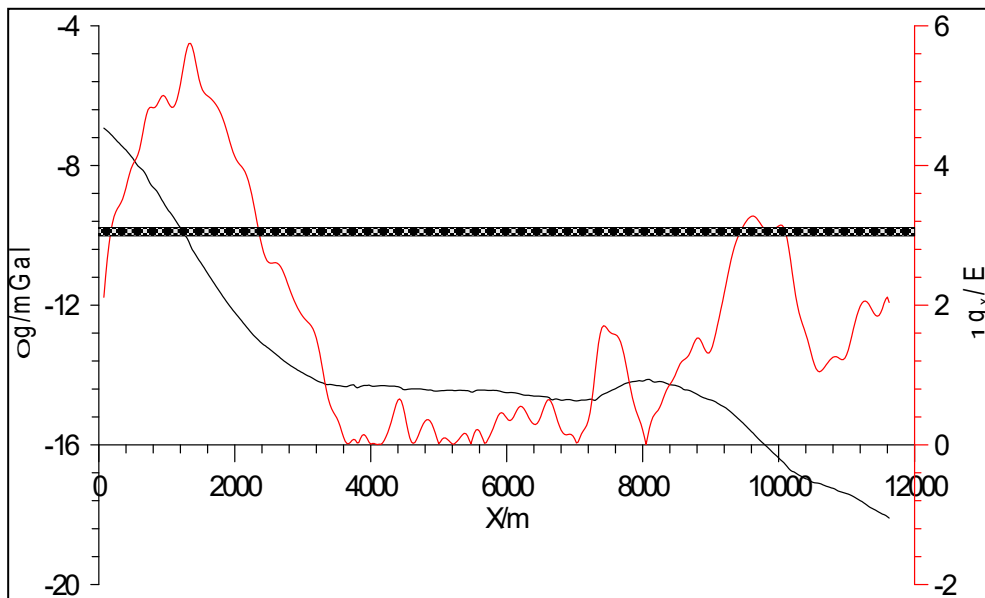


图 3-8 立汤路 ZL-1 重力测线成果图（据北京地调院）

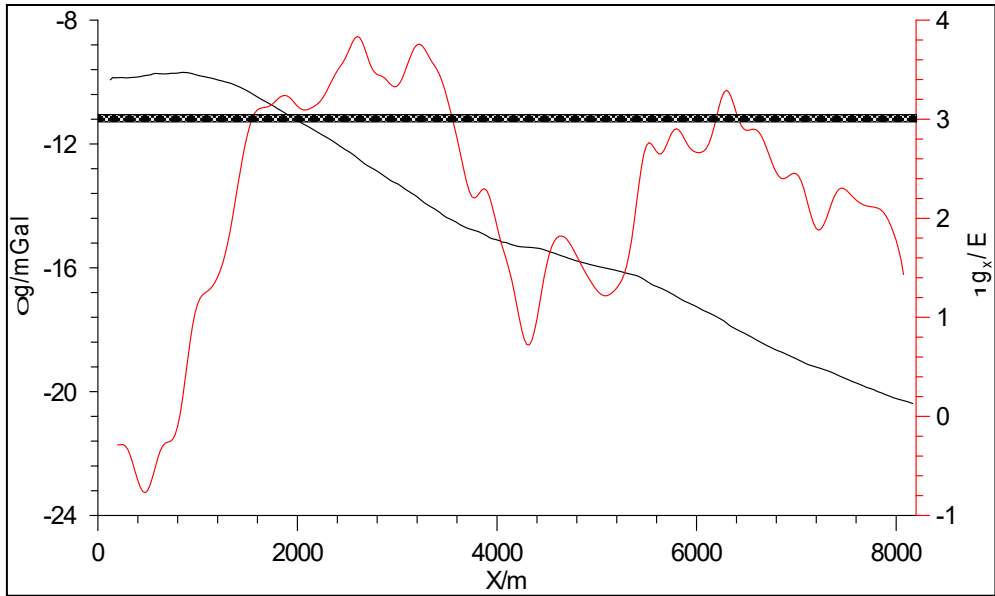


图 3-9 ZL-2 京顺路重力测线成果图 (据北京地调院)

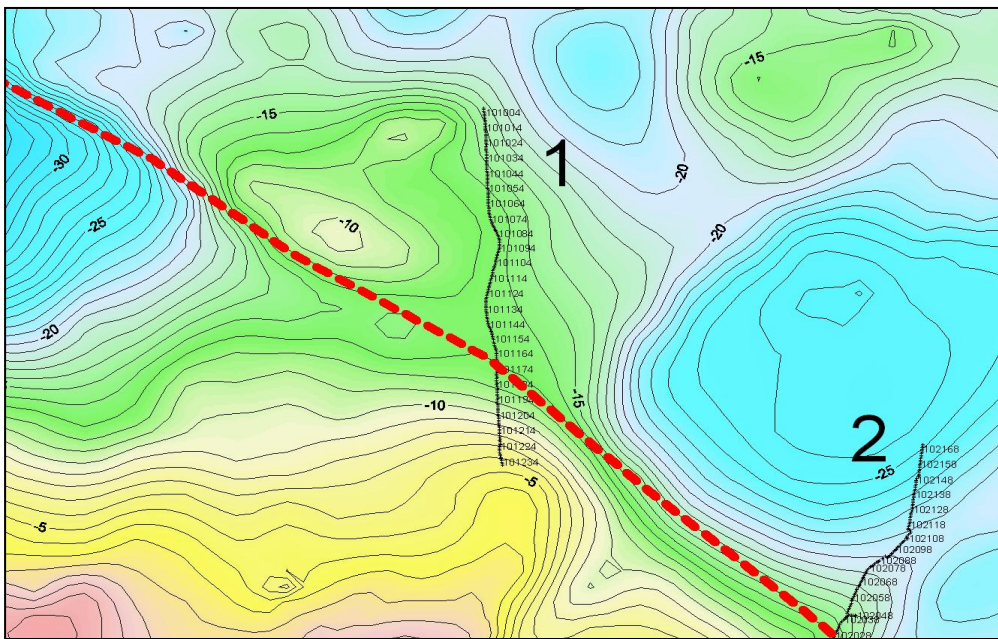


图 3-10 ZL-1、ZL-2 重力测线与区域重力布伽异常关系图 (据北京地调院)

但在通过顺义断裂后，南口—孙河断裂在南东延伸方向构造迹象不明显。在楼梓庄—皮村以及通县城北部沿京哈路布置的重力测线（图 3-11、3-12），都没有捕捉到大规模北西向断裂的痕迹。据此并结合大量已有资料，认为南口—孙河断裂的活动主要限制在顺义断裂以西。

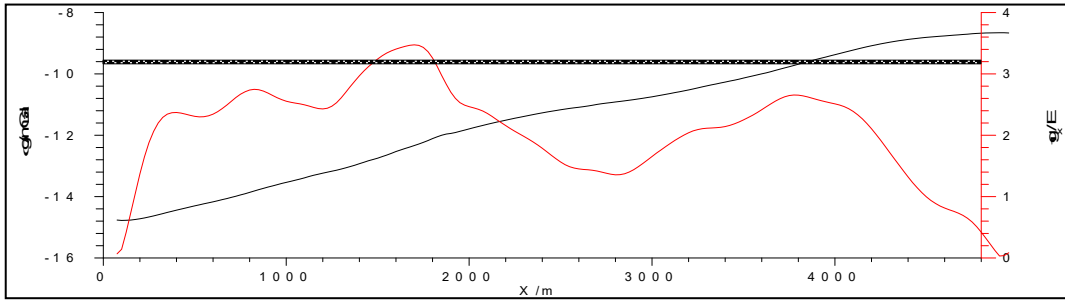
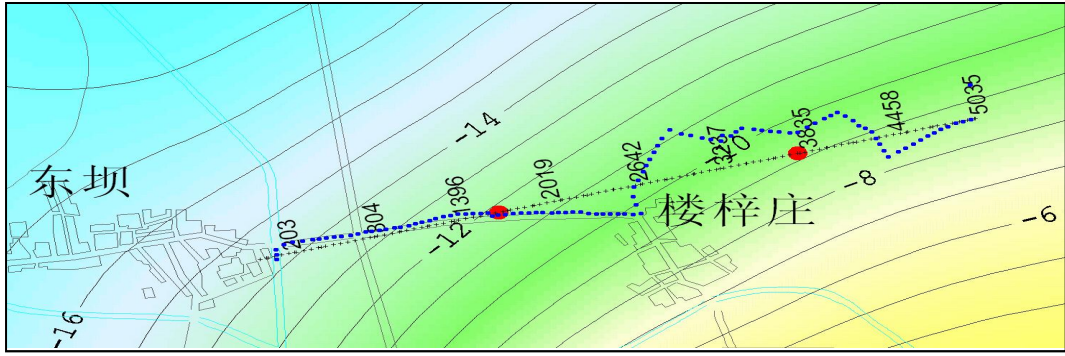


图 3-11 ZL-3 测线位置及成果图（据北京地调院）

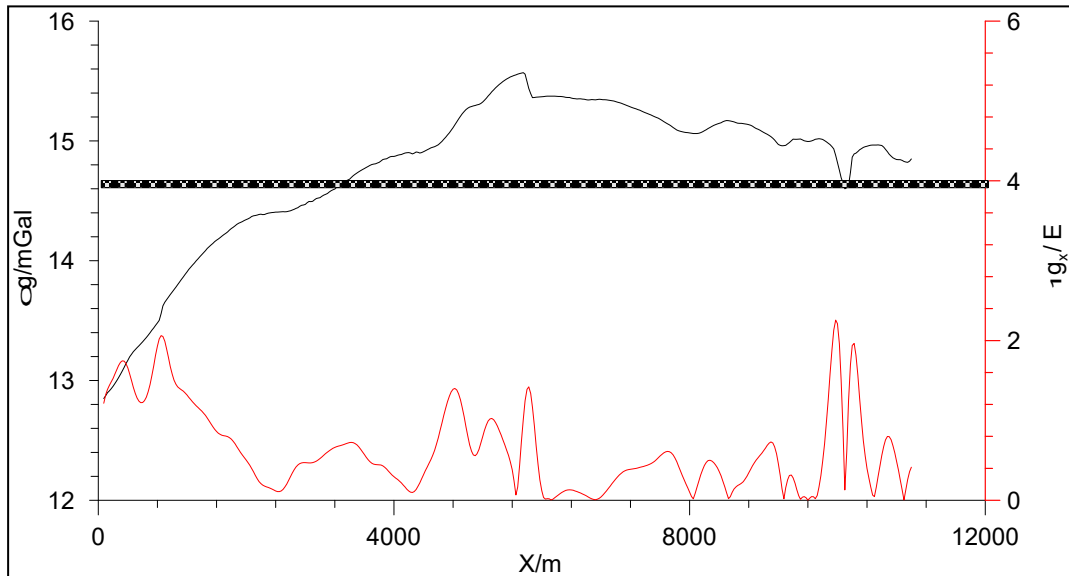


图 3-12 GL-2 京哈高速重力剖面成果图（据北京地调院）

综合各方面资料，可以确定南口—孙河断裂形成于第四纪初期，该断裂的形成和活动对第四系沉积、沿线的地貌和地表水系有强烈影响。断裂在全新世至少有三次强烈活动，活动间隔约为 4446 年左右，最晚一期强烈活动约发生在距今 3500 年前左右，目前正处在间歇期的后期，断裂活动不明显。

3.2.3.3 活动断裂现状评估

拟建项目距东北侧南口-孙河断裂 2800m 左右，现有资料分析表明，南口-孙河断裂在全新世有三次强烈活动，活动间隔约为 4446 年左右，最晚一期强烈

活动约发生在距今 3500 年前左右，目前正处在间歇期，断裂活动不明显；根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 6（如表 3-11）对该活动断裂进行现状地质灾害危险性评估，判定活动断裂发育弱；根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 7（如表 3-12）活动断裂地质灾害危险性现状评估表判定，南口-孙河断裂对本工程现状危险性“小”。

表 3-11 活动断裂发育程度判别表

发育程度	描述
强	全新世以来活动强（年平均活动速率大于 1mm/a）
中	全新世以来活动弱
弱	全新世以来不活动

表 3-12 活动断裂地质灾害危险性现状评估表

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

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 910（场地南端）-940mm（场地北端）。近三年沉降速率为 5mm/a，由此可计算出建设用地至 2024 年底累计沉降量约 925（场地南端）-955mm（场地北端）。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”。

（3）活动断裂：拟建项目距东北侧南口-孙河断裂 2800m 左右，南口-孙河断裂目前正处在间歇期，断裂活动不明显，活动断裂现状地质灾害危险性“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。

4.1.3 活动断裂

拟建工程荷载不大，工程在建设过程中及建成后不会改变地壳结构或区域应力场状态，不会引发或加剧周边断裂构造的活动性，即工程建设引发或加剧活动断裂地质灾害危险性小。

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《建筑抗震设计标准》（GB50011-2010）（2024 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	实测标贯击数 Ni	液化判别	液化指数 I _{IE}
1	5.0	0.0	③	砂质粉土	6	14	12.1	不液化	0.00
1	7.5	0.0	⑤	细砂	3	25	20.4	不液化	
1	9.5	0.0	⑤		3	34	22.5	不液化	
1	18.0	0.0	⑦	细砂	3	42	28.6	不液化	
1	19.0	0.0	⑦		6	39	20.6	不液化	
2	4.0	0.0	③	砂质粉土	6	12	11.0	不液化	0.00
2	7.5	0.0	⑤	细砂	3	22	20.4	不液化	
2	9.5	0.0	⑤		3	27	22.5	不液化	
2	17.5	0.0	⑦	细砂	3	38	28.3	不液化	
2	19.5	0.0	⑦		3	45	29.4	不液化	
3	2.5	0.0	③	砂质粉土	6	9	8.9	不液化	0.00
3	7.0	0.0	⑤	细砂	3	21	19.8	不液化	
3	9.0	0.0	⑤		3	24	22.0	不液化	
3	11.0	0.0	⑤		3	27	23.8	不液化	
3	13.0	0.0	⑤		3	28	25.4	不液化	
3	18.0	0.0	⑦	细砂	3	40	28.6	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：

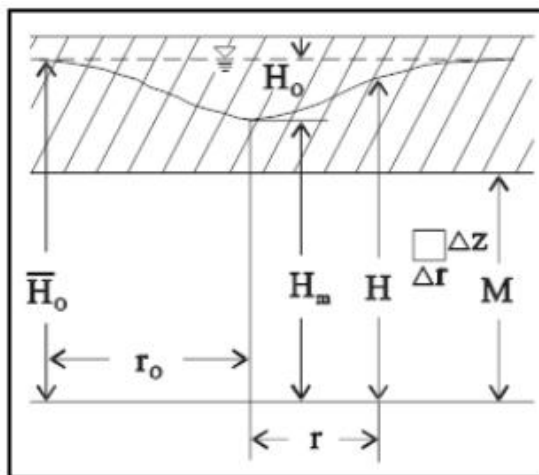


图 4-1 承压含水层示意图

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

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 2000 年本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位开始水位呈缓慢的下降趋势, 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位长期观测资料共同确定的。根据本区多年地下水位观测资料, 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 2024 年沉降速率为 5mm/a。经预测计算，评估区从 1955 年至 2029 年底地面累计沉降量约为 955（场地南端）-985mm（场地北端）。

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		

4.2.3 活动断裂

拟建项目距东北侧南口-孙河断裂 2800m 左右，同时根据收集资料显示，该断裂目前正处在间歇期，断裂活动不明显。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 8（表 4-7）确定，拟建工程可能遭受的活动断裂的地质

灾害可能性为“小”；依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 9(表 4-8)确定，预测拟建工程可能遭受的活动断裂的地质灾害危险性为“小”。

表 4-7 建设项目遭受活动断裂可能性判别表

可能性	判 别 标 准
大	全新世活动断裂强烈影响带
中	全新世活动断裂中等影响带或晚更新世活动断裂影响带
小	全新世及晚更新世断裂影响带以外地区

注 1：全新世活动断裂强烈影响带指断裂两侧各 200m

注 2：全新世活动断裂中等影响带指强烈影响带外侧各 100m 范围

注 3：晚更新世活动断裂影响带指断裂两侧各 100m 范围

表 4-8 活动断裂地质灾害危险性预测评估表

危 险 性		险 情		
		重	中	轻
可能性	大	大	大	中
	中	大	中	小
	小	小		

4.3 预测评估小结

评估区主要存在地面沉降、砂土液化和活动断裂三种地质灾害，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、砂土液化和活动断裂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”；拟建工程地下 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，危害程度级别为轻，拟建工程工程砂土液化预测的地质灾害危险性“小”；南口-孙河断裂从拟建工程东北侧约 2800m 处通过，同时根据收集资料显示，该断裂目前正处在间歇期，断裂活动不明显。拟建工程工程可能遭受的活动断裂地质灾害危险性为“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

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。

5.2 地质灾害危险性综合评估

通过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分布的明显分带和异常，视为一个整体区段进行评估，依据上述量化指标综合评估如下（表 5-1、表 5-2、表 5-3）。

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。

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，活动断裂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，遭受活动断裂危险性为小；综合评估建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性等级为小级，遭受砂土液化地质灾害的危险性等级为小级，遭受活动断裂地质灾害的危险性等级为小级。

经多灾种地质灾害危险性综合评估，拟建项目地质灾害危险性等级为小级。

表 5-1 地质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 5-2 拟建道路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	
拟建项目	地面沉降	小	小	小	小
	砂土液化	小	小	小	小
	活动断裂	小	小	小	小

表 5-3 拟建道路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
拟建项目	地面沉降	小	小
	砂土液化	小	
	活动断裂	小	

5.3 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 5-4）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 5-5）确定建设用地适宜性划分为“适宜”。

表 5-4 建设用地防治难度划分

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 5-5 建设用地适宜性划分

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、砂土液化和活动断裂。

(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。

(3) 活动断裂

拟建工程距东北侧南口-孙河断裂较近，建议在设计和施工过程中，认真执行国家有关规范规定的抗震设防标准，及其它相关工程建设的强制性标准，保证建设工程质量，提高建设工程的抗震水平。

6. 结论及建议

6.1 结论

(1) 拟建昌平区北七家镇平西府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“中等复杂”，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”，活动断裂现状地质灾害危险性“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、砂土液化和活动断裂地质灾害危险性均为“小”。

拟建项目遭受地面沉降、砂土液化和活动断裂地质灾害的危险性均为“小”。

(4) 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”作为昌平区北七家镇平西府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) 根据北京地区关于断裂活动性的研究资料，并结合本次断裂探测成果综合分析，南口-孙河断裂从规划建设用地东北侧通过，而关于其活动性的评价是基于已有资料和图件得出的；本工程在考虑南口~孙河断裂影响进行抗震设防

和抗震设计时，应主要依据场地地震安全性评价结果和相关结论，考虑合理的规避距离和安全、可靠的工程措施，并应同时符合现行有关标准的规定。

(3) 评估区岩土体结构复杂，且地基土的工程地质特性存在一定的差异，建议在岩土工程勘察阶段详细查明不同区域地基土的物理力学性质，为地基方案和施工方案等的选择提供可靠依据。

(4) 本工程涉及到基坑工程时，应按有关规范进行设计、施工，以保证边坡的稳定和基坑工程的安全；对于设计基础埋深差异的相邻建筑物，应设计合理的施工顺序，防止出现在较深基槽开挖时对浅埋基础部位的持力层土质造成扰动并影响浅基础的稳定性。

(5) 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。