

资质等级：地质灾害评估和治理工程勘查设计甲级

编号：2024 地灾 044

证书编号：110020241110076

四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片
区）城中村改造项目地质灾害危险性评估报告



中兵勘察设计院有限公司
CHINA ORDNANCE INDUSTRY SURVEY AND GEOTECHNICAL INSTITUTE CO., LTD






二零二四年九月

资质等级：地质灾害评估和治理工程勘查设计甲级

编号：2024 地灾 044

证书编号：110020241110076

四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目地质灾害危险性评估报告

法定代表人：刘尊平 
总工程师：王浩 
审定人：杨建生 
审核人：樊夏平 
技术负责人：张丹 



中兵勘察设计研究院有限公司
CHINA ORDNANCE INDUSTRY SURVEY AND GEOTECHNICAL INSTITUTE CO., LTD

二零二四年九月





地质灾害防治单位资质证书

单位名称：中兵勘察设计研究院有限公司

住所：北京市西城区西便门内大街79号

证书编号：110020241110076

有效期至：2029年5月24日

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘察设计资质

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24日

此复印件仅限于四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目地质灾害危险性评估使用



四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目地质灾害危险性评估报告

评审意见

受北京四季创开文化发展有限公司委托，中兵勘察设计研究院有限公司完成了《四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造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，意见如下：

一、项目概况

四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目属于西冉、田村行政范围内，东北方向紧临西郊机场。项目总用地面积约为 251.90 公顷。其中（西冉片区）城中村改造项目用地面积约 103.07 公顷。城乡建设用地约 34.33 公顷，包括二类城镇住宅用地（070102）约 6.93 公顷，公共管理与公共服务设施用地（08）约 6.97 公顷，商业服务业用地（09）约 1.59 公顷，绿地与开敞空间用地（14）约 4.84 公顷，交通运输用地（12）约 10.15 公顷，公用设施用地（13）约 3.86 公顷；特交水建设用约 9.73 公顷，为公路线路用地

（120201）：非建设用地约 59.01 公顷，为林地（03）。建筑控制高度 12m-24m。

（田村、常青片区）城中村改造项目城乡总占地面积 148.83 公顷，建设用地约 74.84 公顷，特交水建设用约 8.39 公顷，非建设用地约 65.60 公顷。建筑规模总面积约 88.37 万平方米。其中：田村片区总建筑规模约 87.32 万平方米；常青片区总建筑规模约 1.05 万平方米。建筑高度 9-45m。

二、评审意见

1、“评估报告”充分收集了前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料，开展了 23.44km²水文、工程、环境等综合地质调查。

2、通过综合地质环境条件分析，该建设项目属于“重要”建设项目，评估区地质环境条件“中等”，综合认定地质灾害危险性评估级别为“一级”。

3、通过现场调查、分析，认为区内可能存在的地质灾害为活动断裂、砂土液化、地面沉降。

经现状评估认为：黄庄-高丽营断裂（中段）位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂（北段）位于检核用地东侧约 0.7km，两者均为非全新世活动断裂，发育程度均为“弱”，灾情为“轻”，活动断裂地质灾害的现状危险性为“小”；在地震烈度为 8 度、地下水位接近 3-5 年内最高水位（埋深 9.57m）条件下判别，建设用地 20m 深度范围内，粉土及砂土不会发生液化，砂土液化的灾情为“轻”，现状评估砂土液化的危险性为“小”；建设用地 1955~2021 年的累计地面沉降量约 0~50mm，2021 年地面沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，且未造成人员伤亡和重大经济损失，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性为“小”。现状评估符合实际情况。

4、预测评估认为：建设用地的工程建设引发、加剧活动断裂、砂土液化及地面沉降地质灾害的危险性均为“小”；建设用地遭受活动断裂可能性为“小”，活动断裂地质灾害险情为“轻”，建设用地建设可能遭受活动断裂灾害危险性为“小”；建设用地用地 20m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，历史最高地下水位（埋深 0m）时不液化，砂土液化险情为“轻”，建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”；预测至 2029 年，建设用地的累计地面沉降量约为 50~100mm，年沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，预测建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。预测评估依据充分。

5、综合评估：拟建场区地质灾害危险性等级属小级，防治难度小，该建设场地作为本项目的建设用地是适宜的。综合评估结论可信。

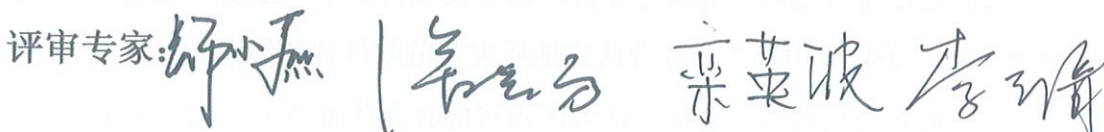
总之，专家评审组认为“评估报告”资料收集齐全、工作部署合理，评估依据充分，结论可信，评审予以通过。

2024 年 9 月 23 日

评审组长：





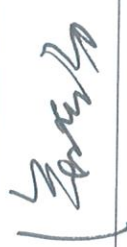


评审专家：



四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目

地质灾害危险性评估报告

评审专家名单

职务	姓名	工作单位	职称	签名
专家组 组长	张建青	中勘三佳工程咨询（北京）有限公司	研高	
	栾英波	北京市地质矿产勘查院	正高	
评审专家	涂晓方	北京市京盛工程勘察有限公司	教高	
	郑小燕	北京市工程地质研究所	正高	
	李玉倩	北京市地质矿产勘查开发集团有限公司	高工	

目 录

前 言	1
一、评估主要任务和要求	1
二、评估依据	1
（一）相关法规及规章文件	1
（二）规范和技术标准	2
（三）参考资料	2
第一章 评估工作概述	3
一、项目概况	3
二、以往工作程度	8
三、工作方法及工作量	9
（一）工作方法	9
（二）工作量	12
四、评估范围	15
五、评估级别确定	16
（一）建设用地重要性的确定	16
（二）评估区地质环境复杂条件的确定	16
（三）评估级别确定	17
第二章 地质环境条件	18
一、气象、水文	18
（一）气象	18
（二）水文	18
二、地形地貌	19
（一）区域地形地貌	19
（二）评估区地形地貌	20
三、地层岩性	22
（一）第四系地层	22
（二）基岩地层	23
四、地质构造与区域地壳稳定性	24

(一) 区域地质构造位置	24
(二) 区域地质构造特征	25
(三) 地震活动	26
(四) 区域地质环境稳定性	28
五、工程地质条件	28
(一) 工程地质特征	29
(二) 工程地质条件评价	29
六、水文地质条件	42
(一) 含水层的分布情况	42
(二) 地下水类型及动态特征	42
七、人类工程活动对地质环境的影响	42
第三章 地质灾害危险性现状评估	42
一、地质灾害类型的确定	43
二、灾情与危害程度的分级标准	43
三、地质灾害危险性现状评估	44
(一) 活动断裂	44
(二) 砂土液化	47
(三) 地面沉降	52
四、现状评估小结	56
第四章 地质灾害危险性预测评估	57
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测	57
(一) 活动断裂	57
(二) 砂土液化	57
(三) 地面沉降	57
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测	57
(一) 活动断裂	57
(二) 砂土液化	58
(三) 地面沉降	59
三、预测评估小结	61

第五章 地质灾害危险性综合分区评估	62
一、地质灾害危险性综合评估原则	62
二、评估指标的选定	62
三、地质灾害危险性综合评估	62
四、建设用地适宜性评估	63
（一）地质灾害防治难度的确定	63
（二）建设用地适宜性评价	63
五、地质灾害防治措施	64
第六章 结论与建议	65
一、结论	65
二、建议	66

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》，受北京四季创开文化发展有限公司委托，中兵勘察设计研究院有限公司于2024年9月对四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目进行了地质灾害危险性评估工作。

一、评估主要任务和要求

1、充分收集评估区域已有的遥感影像、区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质和气象水文等资料，在资料整理综合研究的基础上进行地面调查，查明评估区及其周围的自然地理、地质环境条件；

2、调查评估区的地质灾害类型、规模、分布和稳定状态，分析评价其对评估区的影响，确定评估范围和评估级别；

3、采用定性、半定量分析方法，分析论证评估区各种地质灾害的危害程度及危险性，进行现状评估、预测评估和综合评估，进行地质灾害危险性分级；

4、从地质灾害的角度对改造项目建设用地的适宜性作出评估，提出对地质灾害的防治措施及建议。

二、评估依据

根据中华人民共和国国务院发布的《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令 第394号）、国土资源部发布的《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）等文件要求，对四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目进行地质灾害危险性评估。评估工作的主要依据如下：

（一）相关法规及规章文件

- 1、《关于加强地质灾害防治工作的意见》（国办发〔2001〕35号）；
- 2、《地质灾害防治管理条例》（中华人民共和国国务院令 第394号）；
- 3、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）；
- 4、《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）；
- 5、《北京市人民政府印发北京市关于进一步加强地质灾害防治工作意见的通知》（京政发〔2012〕20号）；

6、《地质灾害防治单位资质管理办法》（中华人民共和国自然资源部令第8号）；

7、四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目地质灾害危险性评估中标通知书及合同。

（二）规范和技术标准

以北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）为主要工作依据，对技术规范要求中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程，主要依据如下：

- 1、《县（市）地质灾害调查与区划基本要求》，国土资源部（2000年）；
- 2、《县（市）地质灾害调查与区划基本要求》实施细则，国土资源部（2006年）；
- 3、《1:2.5万~1:5万工程地质调查规范》（DZ/T 0097-1994）；
- 4、《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范（比例尺1:50000）》（GB/T 14158-93）；
- 5、国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版）；
- 6、国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- 7、国家标准《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024年版）；
- 8、地方标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ 11-501-2009）（2016年版）；
- 9、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）。

（三）参考资料

- 1、《北京地质灾害》，北京市地质矿产勘查开发局、北京市地质研究所，2008年；
- 2、《北京市地形图》，北京市测绘设计研究院，2004年4月；
- 3、《北京市区域地质志》，北京市地质矿产局，地质出版社，1991年12月第一版；
- 4、《工程地质手册（第五版）》，中国建筑工业出版社，2018年。

第一章 评估工作概述

一、项目概况

四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目属于西冉、田村行政范围内，东北方向紧临西郊机场。实际工作范围划分为西冉、田村和常青三个片区（图 1-1）。

西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目总用地面积约为 251.90 公顷。其西冉片区北侧、东侧至西郊机场，西至旱河路，南至杏石口路，用地面积约 103.07 公顷。田村片区北至永定河路，南至阜石路，西至 101 铁路，东至玉泉路、田村路、田村东路沿线，用地面积约 142.50 公顷。常青片区北至东冉新村小区、南至东冉村回迁房建设指挥部、西至常润路、东至常青园路，用地面积约 6.33 公顷。

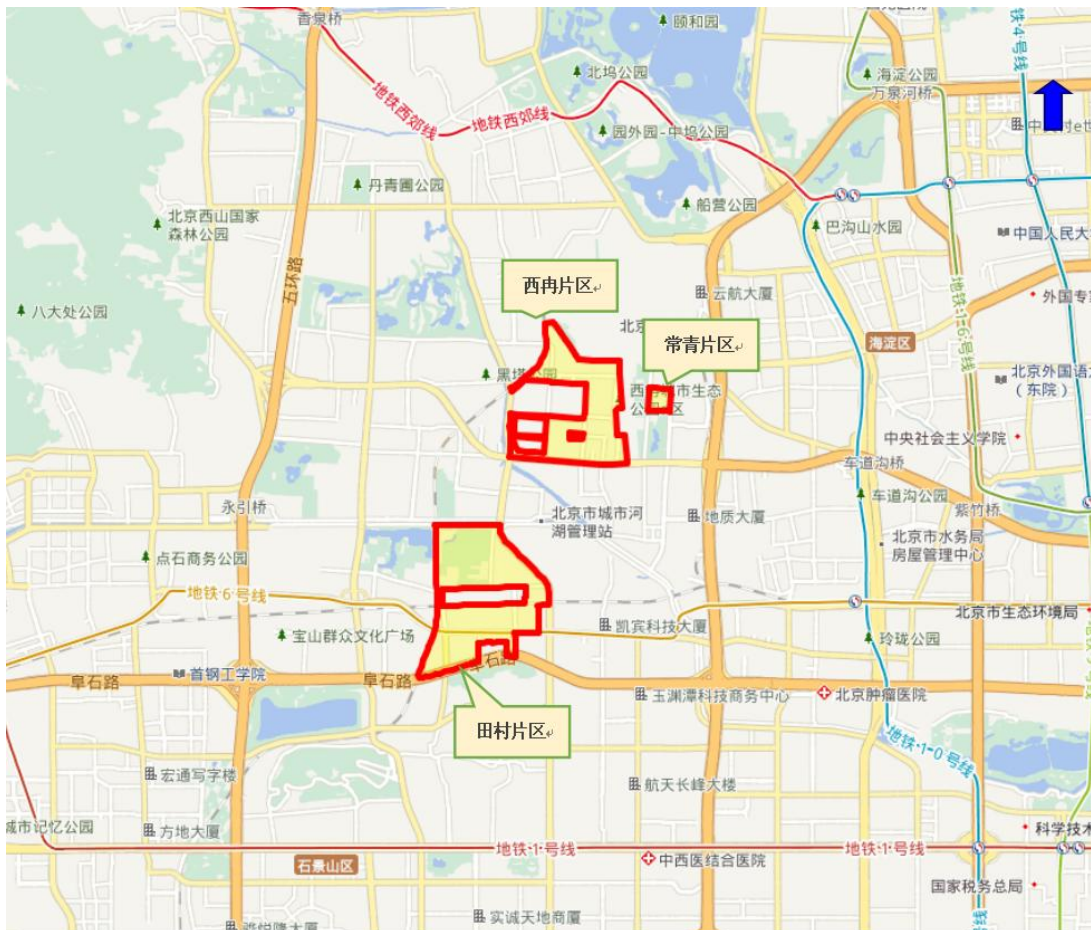


图 1-1 拟建场地地理位置示意图

海淀区四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉片区）城中村改造项目用地面积约 103.07 公顷。其中，城乡建设用地约 34.33 公顷，包括二类城镇住宅用地(070102)

约 6.93 公顷，公共管理与公共服务设施用地（08）约 6.97 公顷，商业服务业用地（09）约 1.59 公顷，绿地与开敞空间用地（14）约 4.84 公顷，交通运输用地（12）约 10.15 公顷，公用设施用地（13）约 3.86 公顷；特交水建设用约 9.73 公顷，为公路线路用地（120201）；非建设用地约 59.01 公顷，为林地（03）。建筑控制高度 12m-24m。

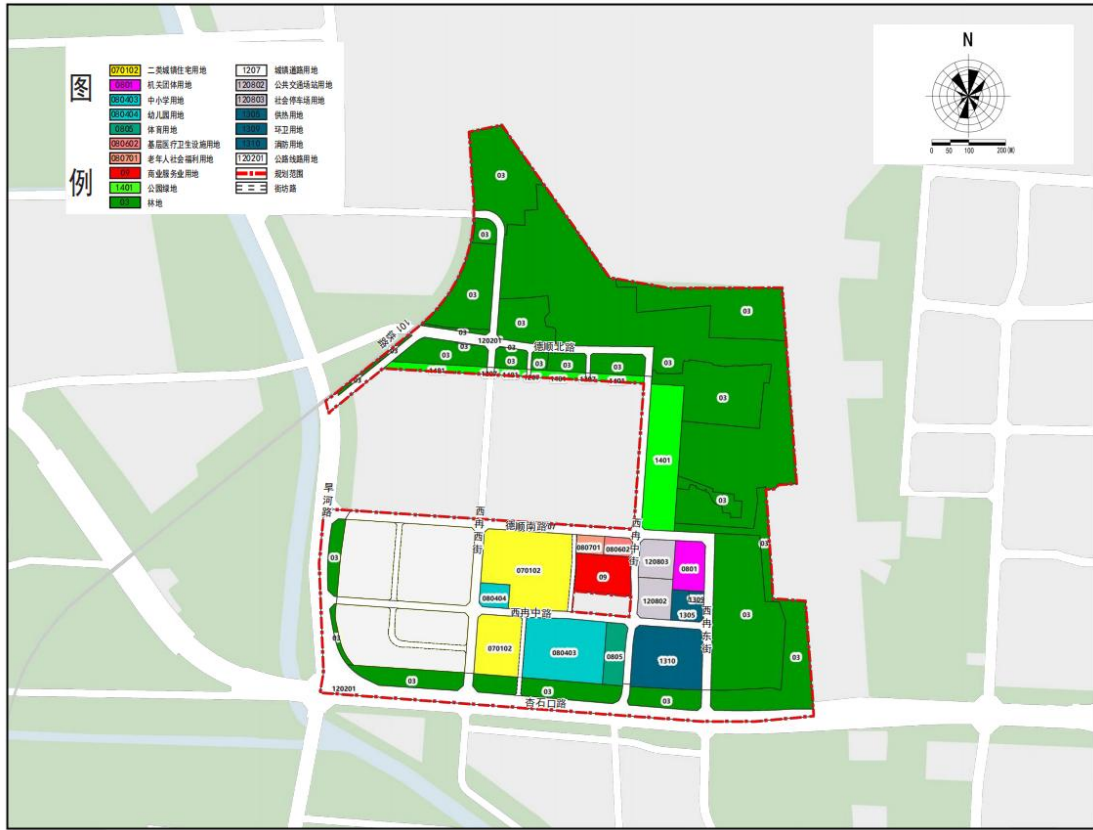


图 1-2（西冉片区）城中村改造项目规划图

拟建项目总建筑规模约 25.04 万平方米。

表 1-1 规划用地及建筑面积汇总表

用地类别	用地代码及名称		面积 (公顷)	建筑面积 (万平方米)
城乡建设用地			34.33	25.04
其中	07_居住用地		6.93	11.32
	其中	070102_二类城镇住宅用地	6.93	11.32
	08_公共管理与公共服务用地		6.97	6.61
	其中	0801_机关团体用地	1.12	1.62

用地类别		用地代码及名称	面积 (公顷)	建筑面积 (万平方米)
		080403_中小学用地	3.66	2.92
		080404_幼儿园用地	0.51	0.41
		0805_体育用地	0.93	0.56
		080602_基层医疗卫生设施用地	0.38	0.5
		080701_老年人社会福利用地	0.38	0.6
		09_商业服务业用地	1.59	3.19
	其中	09_商业服务业用地	1.59	3.19
		12_交通运输用地	10.15	0.6
	其中	1207_城镇道路用地	8.16	0
		120802_公共交通场站用地	1	0.4
		120803_社会停车场用地	0.99	0.2
		13_公用设施用地	3.86	3.32
	其中	1305_供热用地	0.6	0.6
		1309_环卫用地	0.12	0.05
		1310_消防用地	3.14	2.67
		14_绿地与开敞空间用地	4.84	0
		1401_公园绿地	4.84	0
		特交水建设用地	9.73	0
	其中	120201_公路线路用地	9.73	0
		非建设用地	59.01	0
	其中	03_林地	59.01	0
		合计	103.07	25.04

四季青镇西郊机场周边及沿线（田村、常青片区）城中村改造项目城乡总占地面积 148.83 公顷，其中建设用地约 74.84 公顷，特交水建设用地约 8.39 公顷，非建设用地约 65.60 公顷。建筑规模总面积约 88.37 万平方米。其中：田村片区总建筑规模约 87.32 万平方米；常青片区总建筑规模约 1.05 万平方米。建筑高度 9-45m。

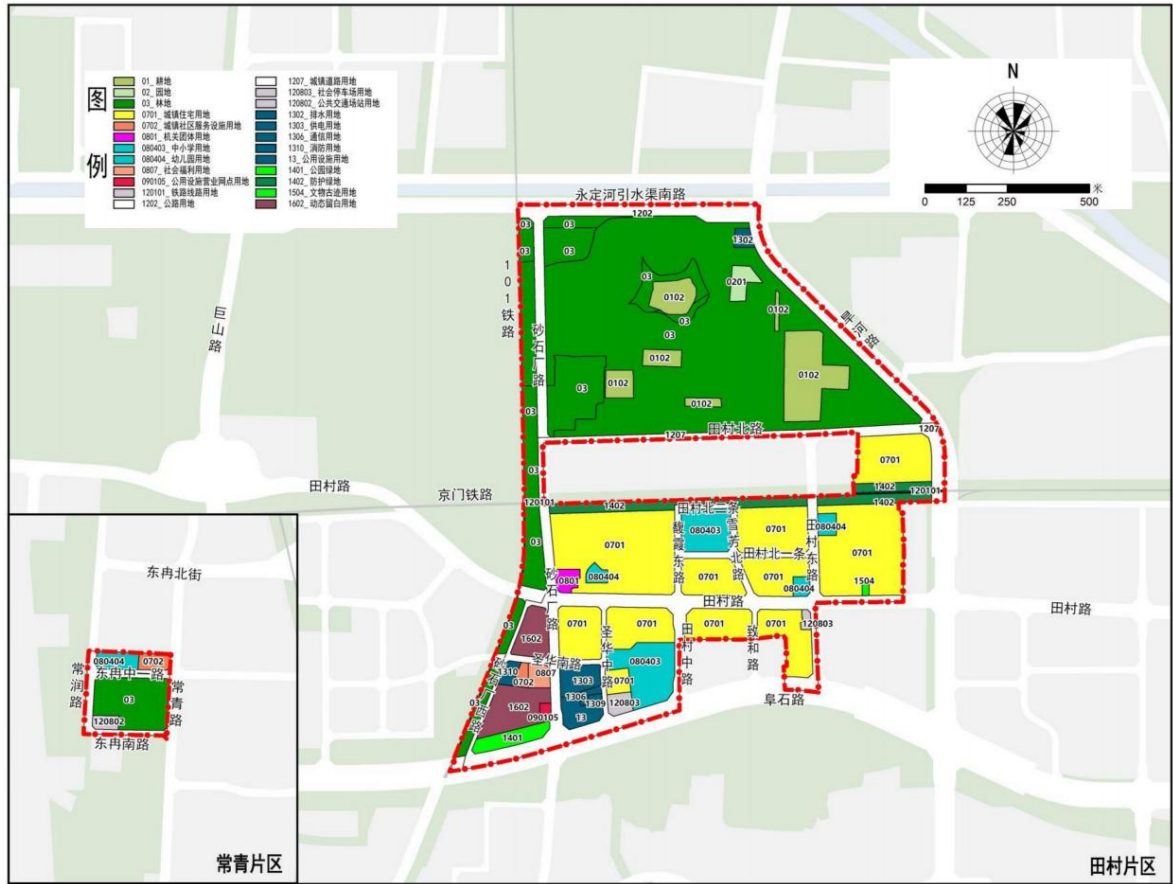


图 1-3 田村、常青片区规划图

田村片区城乡建设用地约 71.78 公顷：包括居住用地（07）约 34.49 公顷，公共管理与公共服务设施用地（08）约 6.76 公顷，商业服务业用地（09）约 0.18 公顷，交通运输用地（12）约 18.94 公顷，公用设施用地（13）约 2.90 公顷，绿地与开敞空间用地（14）约 4.76 公顷，特殊用地（15）约 0.09 公顷，留白用地（16）约 3.67 公顷。特交水建设用地约 8.39 公顷，均为交通运输用地（12）。非建设用地约 62.33 公顷：包括耕地（01）6.76 公顷，园地（02）0.65 公顷，林地（03）54.92 公顷。

表 1-2 田村片区规划用地及建筑面积汇总表

用地类别	用地代码及名称	面积 (公顷)	占区域总用地面积 (%)	建筑面积 (万平方米)
城乡建设用地		71.78	50.37	87.32
其中	07_居住用地	34.49	24.20	79.25
	0701_城镇住宅用地	34.23	24.02	78.94
	0702_城镇社区服务设施用地	0.26	0.18	0.31
	08_公共管理与公共服务用地	6.76	4.75	6.19
	0801_机关团体用地	0.46	0.33	0.45

用地类别	用地代码及名称	面积 (公顷)	占区域总用地面积 (%)	建筑面积 (万平方米)	
	080403_中小学用地	4.85	3.40	4.00	
	080404_幼儿园用地	0.98	0.69	0.80	
	0807_社会福利用地	0.47	0.33	0.94	
	09_商业服务业用地	0.18	0.13	0.09	
	090105_公用设施营业网点用地	0.18	0.13	0.09	
	12_交通运输用地	18.94	13.29	0.13	
	1207_城镇村道路用地	18.30	12.84	0.00	
	120803_社会停车场用地	0.64	0.45	0.13	
	13_公用设施用地	2.90	2.04	1.64	
其中	1302_排水用地	0.31	0.22	0.11	
	1303_供电用地	1.00	0.70	0.13	
	1306_通信用地	0.20	0.14	0.08	
	1309_环卫用地	0.12	0.08	0.12	
	1310_消防用地	0.32	0.22	0.25	
	14_绿地与开敞空间	4.76	3.34	0.00	
	1401_公园绿地	1.06	0.74	0.00	
	1402_防护绿地	3.70	2.59	0.00	
	15_特殊用地	0.09	0.06	0.02	
	1504_文物古迹用地	0.09	0.06	0.02	
	16_留白用地	3.67	2.58	0.00	
	1602_动态留白用地	3.67	2.58	0.00	
非建设用地		62.33	43.74	0.00	
其中	01_耕地	6.76	4.74	0.00	
	其中	0102_水浇地	6.76	4.74	0.00
	02_园地	0.65	0.46	0.00	
	其中	0201_果园	0.65	0.46	0.00
	03_林地	54.92	38.54	0.00	
特交水建设用地		8.39	5.89	0.00	
其中	12_交通运输用地	8.39	5.89	0.00	
	120101_铁路线路用地	0.40	0.28	0.00	
	1202_公路用地	8.00	5.61	0.00	
总计		142.50	100.00	87.32	

常青片区城乡建设用地约 3.06 公顷：包括居住用地（07）约 0.48 公顷，公共管理与公共服务设施用地（08）约 0.67 公顷，交通运输用地（12）约 1.91 公

顷。非建设用地约 3.27 公顷，均为林地（03）。

表 1-3 常青片区规划用地及建筑面积汇总表

用地类别	用地代码及名称	面积 (公顷)	占区域总用地面积 (%)	建筑面积 (万平方米)
城乡建设用地		3.06	48.34	1.05
	07_居住用地	0.48	7.58	0.38
其中	其中 0702_城镇社区服务设施用地	0.48	7.58	0.38
	08_公共管理与公共服务用地	0.67	10.58	0.54
	其中 080404_幼儿园用地	0.67	10.58	0.54
	12_交通运输用地	1.91	30.17	0.13
	其中 1207_城镇村道路用地	1.58	24.96	0.00
	其中 120802_公共交通场站用地	0.33	5.21	0.13
非建设用地		3.27	51.66	0.00
	03_林地	3.27	51.66	0.00
总计		6.33	100.00	1.05

二、以往工作程度

评估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。近期，亦有多家科研单位对本区的地面塌陷、活动断裂等地质灾害做了更为细致的评估工作。本次工作中充分搜集了四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目建设用地附近反映地质环境条件和地质灾害现象的相关资料，主要包括区域地质、水文地质、工程地质、环境地质和地质灾害现象和相关资料，主要成果资料见表 1-4。

表 1-4 评估区域以往主要工作成果表

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 年
《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 年
《北京市主要地质灾害调查（1:10 万）》	北京市地质研究所	1991 年
《北京市地质灾害现状调查》	北京市地质研究所	1992 年
《北京市区域地质志》	北京市地质研究所	1991 年
《北京市地质灾害防治总体规划》	北京市国土资源和房屋管理局	2003 年
《北京市突发地质灾害详细调查总报告》	北京市地质研究所	2014 年
《酒酷空间商业综合体岩土工程勘察》	中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司	2019 年
《航天中心医院简易自走式停车设备项目勘察》	建设综合勘察研究设计院有限公司	2020 年
《晋元庄桥雕塑桩基勘察》	北京爱地地质工程技术有限公司	2021 年
北京市城市地质工作成果通报（2021 年度）	北京市地质矿产勘查院	2022 年
北京市城市地质工作成果通报（2023 年度）	北京市地质矿产勘查院	2024 年
海淀区四季青镇西冉、田村回迁安置房项目工程 岩土工程勘察报告（初勘）	北京地矿工程建设有限责任公司	2023 年
西郊机场周边及沿线环境整治项目（西冉、田村安 置房）建设用地地质灾害危险性评估报告	北京龙源科建地质工程有限公司	2024 年

三、工作方法及工作量

（一）工作方法

根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定进行地质灾害危险性评估工作，评估工作程序见图 1-4。

为了科学、全面地对建设工程区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，我公司立即成立了专门的地质灾害评估项目小组，在现场踏勘的基础上，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。根据本建设用地的地质环境条件及地质灾害现状，在综合分析的基础上，对评估区断裂构造、地面沉降和砂土液化地质灾害进行了调查。由于区内及周边工程地质和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完成，本次主要采用以下手段进行评估工作：

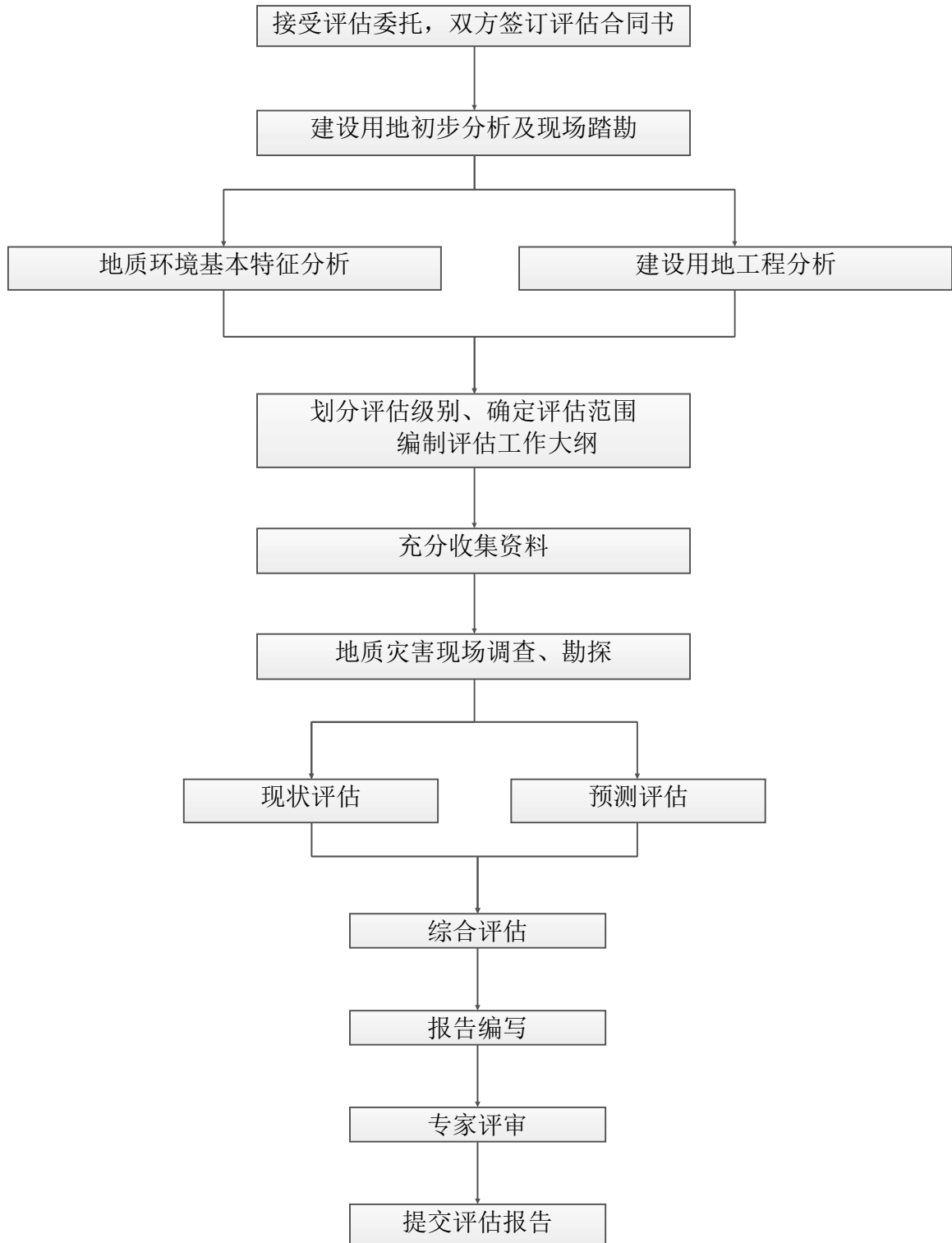


图 1-4 评估工作程序框图

资料收集：包括气象、水文地质、工程地质、环境地质、地质灾害、综合地质研究等方面的成果、报告、图件等资料。本次评估工作在充分搜集利用资料的

基础上辅以详细的野外调查，利用了本场地 23 个勘探孔（总进尺 459m）的地层信息、岩土的物理力学性质试验成果、标准贯入等原位测试成果。

野外调查：对评估区及周边的街道社区、河流等，进行了水文地质、工程地质、环境地质调查与地质灾害现状调查，调查面积约为 23.44km²。具体范围如图 1-5 所示。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《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）规定的技术要求。

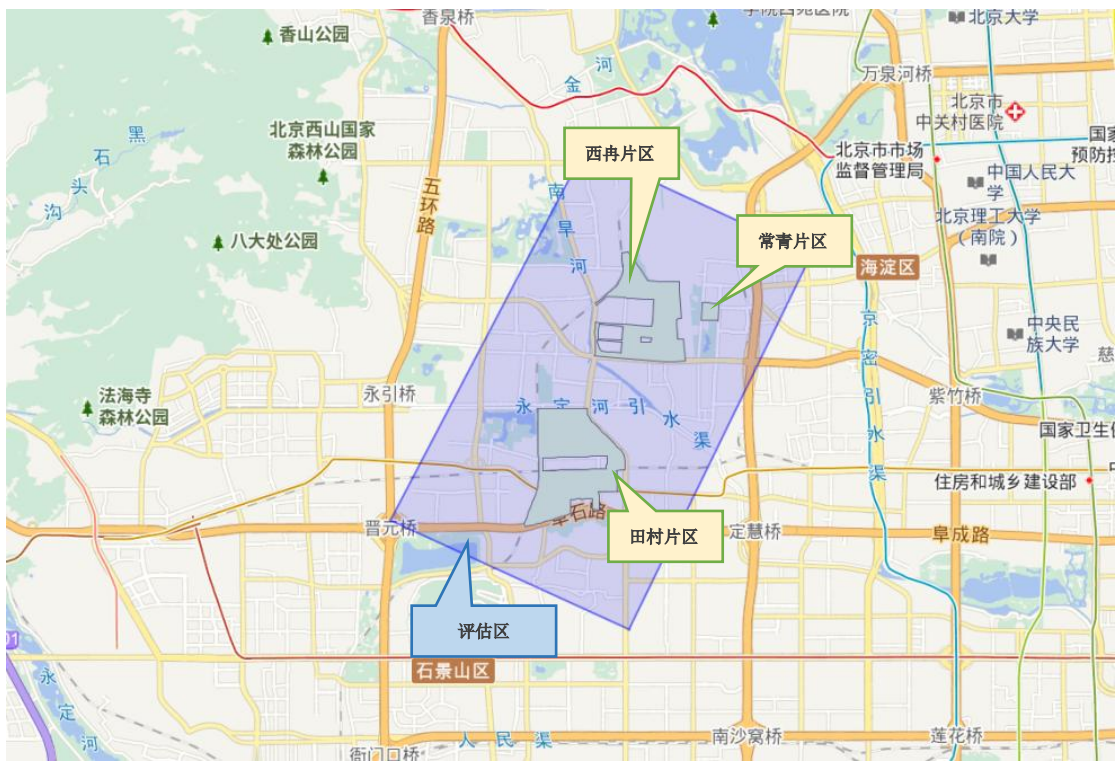


图 1-5 现场调查范围

勘探工作：本次评估工作以资料搜集及野外调查为主，并施工勘探钻孔 7 个，孔深 20m，勘探总进尺为 140m，地层岩性情况参见照片 1-6、1-7，共取样 33 件；标准贯入试验 16 次，动力触探试验 102 次（见照片 1-8、1-9）。在本次钻孔勘探过程中，主要投入了 1 台 SH-30 钻机、1 台 DPP-100 钻机及 1 台 XY-200 钻机（见照片 1-10 至 1-12），根据钻探场地特点进行施工设备的选型，以达到安全施工、高效生产的效果。

室内分析：在野外调查的基础上，采用定性和定量相结合的方法，分析评估区地质灾害种类、规模、发育特点及发展趋势，对评估区建筑物可能遭受地质灾

害的危险性进行现状评估、预测评估和综合评估，作出建设用地适宜性评估结论，提出地质灾害的防治建议。最终提交包括图文、照片及电子文档在内的综合成果，为本项目建设提供灾害治理及减灾、防灾的地质依据。



照片 1-6 DPP-100 钻机岩芯样品 照片 1-7 DPP-100 钻机岩芯样品 照片 1-8 标准贯入及动探试验
(孔号: ZK5; 深度: 0-20m) (孔号: ZK6; 深度: 0-20m) (ZK7)



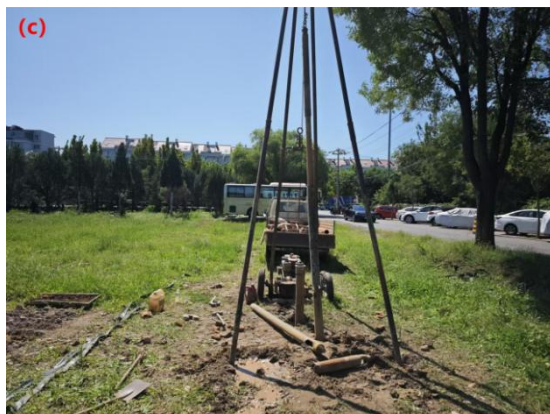
照片 1-9 标准贯入及动探试验 (ZK3)



照片 1-10 施工设备 a: DPP-100 钻机



照片 1-11 施工设备 b: XY-200 钻机



照片 1-12 施工设备 c: SH-30 钻机

(二) 工作量

本次评估工作完成和利用的主要工作量见表 1-5，实际材料图见图 1-13。

表 1-5 资料收集和完成工作量表

项 目 名 称		单 位	数 量
资料收集	区域地质调查报告	份	1
	地震专题研究成果资料	份	1
	工程勘察报告	份	1
	其它生产科研报告	份	15
野外调查	区域地质调查	km ²	23.44
	环境地质调查	km ²	23.44
	水文、工程地质调查	km ²	23.44
	地质灾害调查	km ²	23.44
	野外调查点	点	70
	现场拍摄照片	张	420
勘探及试验	利用钻孔	个/米	23/459
	钻探施工	个/米	7/140
	标准贯入试验	次	16
	动力触探试验	次	102
	取样	个	32
报告编写	评估报告	份	1

四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目地质灾害危险性评估报告

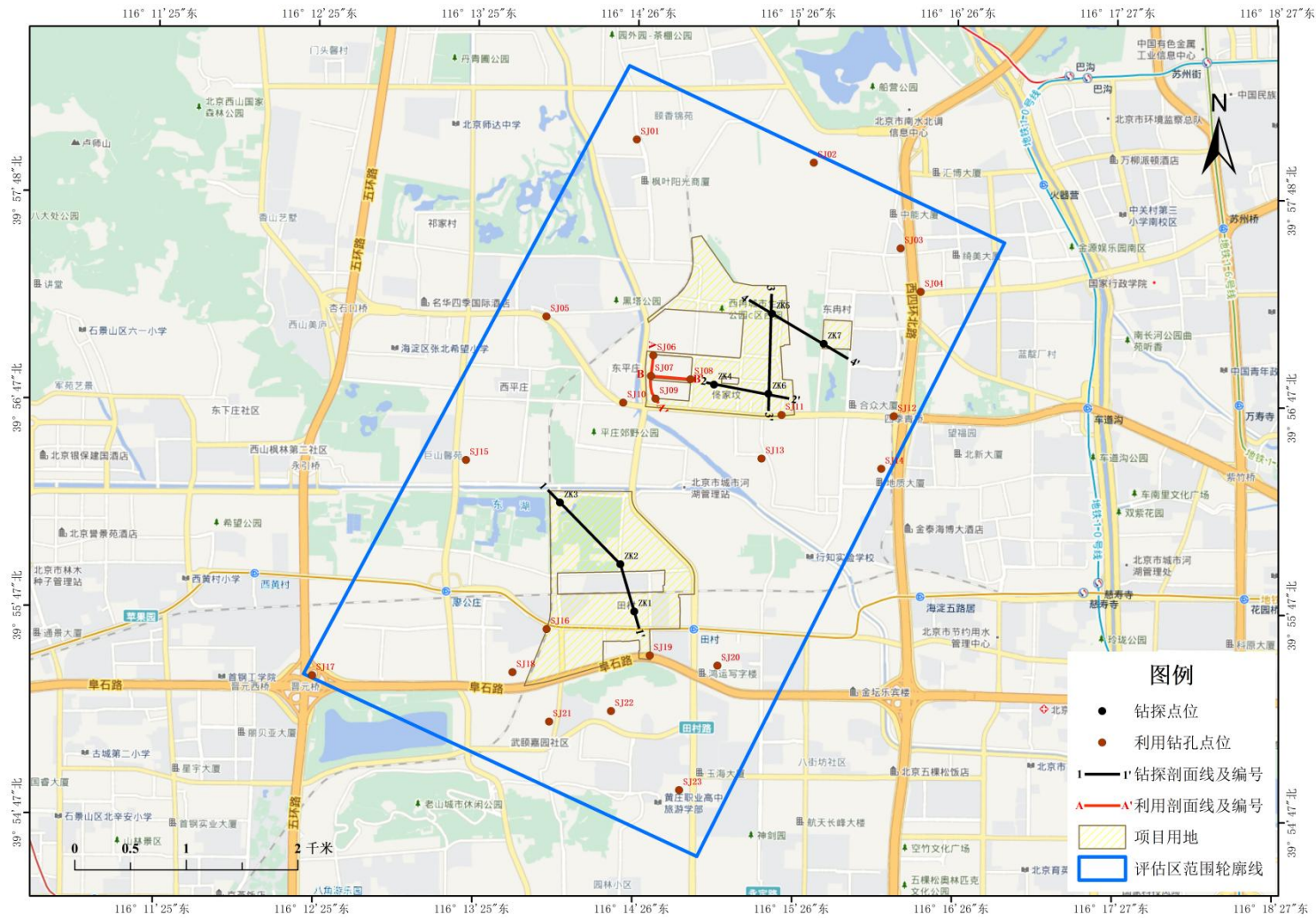


图 1-13 项目实际材料图

四、评估范围

由于地质灾害对环境的影响往往涉及一个较大的范围，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）的相关规定来确定评估范围（表 1-6）。

表 1-6 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 500m~1000m	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
面状工程	不小于 4km ²	根据项目特点、地质灾害类型特点，至其影响范围的边界

根据已有资料及以往工作经验，并根据评估区地质环境特点，确定项目用地潜在的地质灾害为活动断裂、砂土液化和地面沉降三种类型。本次地质灾害评估范围约 23.44km²，评估工作部署范围见图 1-14。

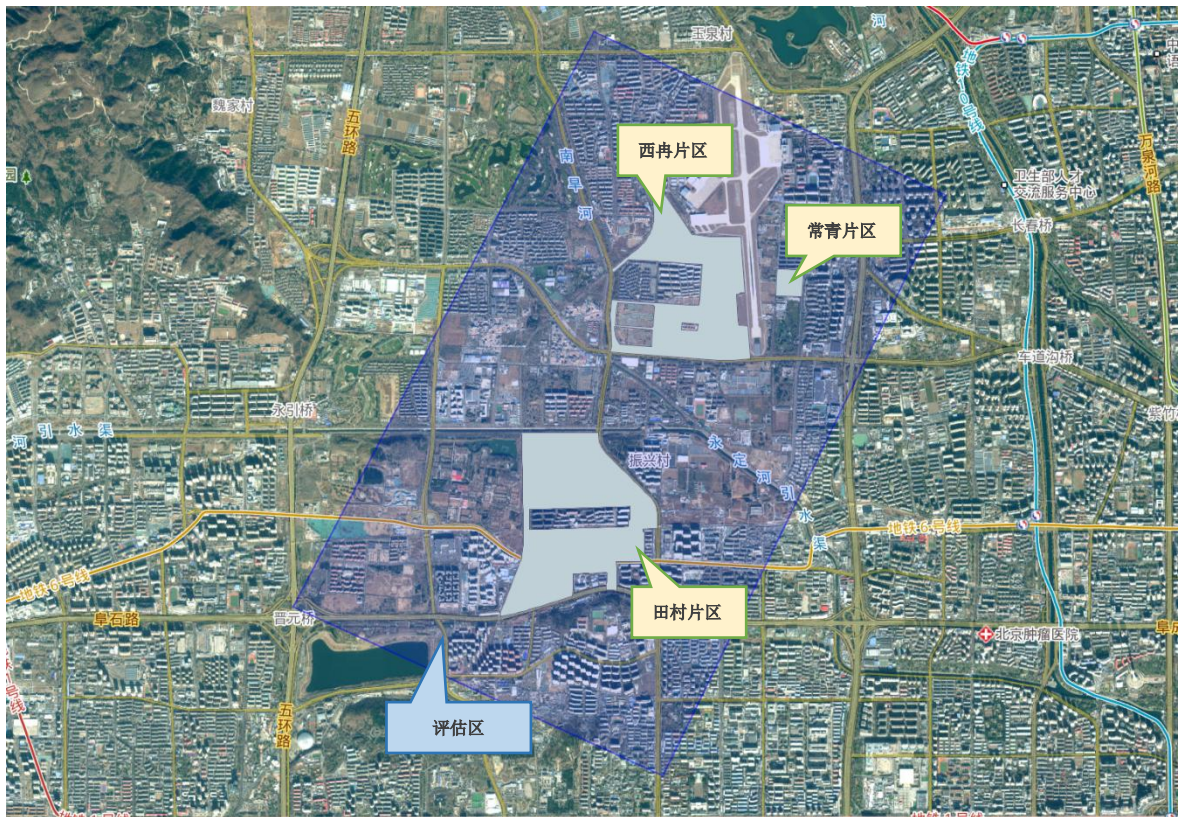


图 1-14 评估工作范围（卫星图）

五、评估级别确定

（一）建设用地重要性的确定

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）和《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），四季青镇西郊机场周边及沿线（西冉、田村、常青片区）城中村改造项目属于“开发区、城镇新区”类，拟建项目总占地面积约 251.90 公顷，总建筑用地面积约 113.41 万 m²。确定该建设用地为“重要建设项目”。

（二）评估区地质环境复杂条件的确定

依据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中附录 B（表 B.1）的相关规定，对项目用地地质环境条件复杂程度的判别主要从地质灾害、地形地貌、构造地质、水文地质和工程地质、人类工程活动等五个方面进行综合评价。

1、地质灾害：评估区位于北京市西北部平原，地形起伏变化小，无沟谷发育。评估区存在活动断裂、砂土液化和地面沉降地质灾害，地质灾害条件为“中等复杂”。

2、地形地貌：评估区位于北京西北部平原，地形起伏小，总体地势无明显变化，地面坡度 $<8^{\circ}$ ，区内高差低于 50m。主要地层岩性为第四系全新统（Q_{4^{fp}}），地形地貌条件为“简单”。

3、构造地质：评估区附近发育有黄庄-高丽营断裂和八宝山断裂，均非全新世活动断裂。黄庄-高丽营断裂位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂位于建设用地东侧约 0.7km，评估区地质构造条件为“中等复杂”。

4、水文地质和工程地质：评估区内地层以第四系河流冲洪积作用形成的卵石和砂土层为主，厚度约 100m，地层分布稳定，工程地质条件较好。区内地下水以第四系潜水为主，地下水补给来源主要为大气降水，蒸发、地下水侧向径流及越流为主要排泄方式，地下水位年际变化为 2-5m。故工程地质条件和水文地质条件为“中等复杂”。

5、人类工程活动：评估区人类工程活动主要为房屋建设、道路修建，区内破坏地质环境的人类工程活动一般。

表 1-7 地质环境条件复杂程度分类表（DB11/T 893-2021）

类别条件	复杂	中等	简单	备注
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	主要指泥石流
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	
注：每类条件中，有一条符合条件者即为该类复杂类型。				

评估区地质灾害条件中等复杂，地形地貌较简单，断裂构造条件中等复杂，水文地质、工程地质条件中等复杂，破坏地质环境的人类工程活动一般，综上所述，评估区地质环境条件复杂程度为“中等复杂”。

（三）评估级别确定

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）和《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），项目建设用地为“重要建设项目”，地质环境条件复杂程度为“中等复杂”，依据地质灾害危险性评估等级划分表之规定（表 1-8），确定本项目建设用地地质灾害危险性评估等级为“一级”。

表 1-8 地质灾害危险性评估等级划分表（DB11/T 893-2021）

评估等级		地质环境复杂程度		
		复杂	中等复杂	简单
规划或建设用地重要性	重要	一级	一级★	一级
	较重要	一级	二级	三级
	一般	二级	三级	三级

第二章 地质环境条件

一、气象、水文

（一）气象

海淀区属暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候区，冬季受蒙古高压和西伯利亚寒流的影响，寒冷干燥，盛行西北风；夏季受大陆低压和太平洋高压的影响，高温多雨，盛行东南风。年均气温 12.5℃，1 月份平均气温-4.4℃，极端最低气温为-21.7℃，7 月份平均气温为 25.8℃，最高气温为 41.6℃。年日照数 2662 小时，无霜期 211 天。年平均降水量 628.9mm，集中于夏季的 6~8 月，降水量为 465.1mm，占全年降水的 70%；冬季的 12~2 月份降水量最少，仅占 1%。年际间降水量变化大，降水分配极不均匀。因此，夏季雨水多，春秋干旱，冬季寒冷干燥是该区的气候特点。

表 2-1 项目区主要气象指标一览表

指标	单位	数值
平均气温	℃	12.3
极端高温	℃	41.6
极端低温	℃	-21.7
≥10℃积温	℃	4155.6
无霜期	天	211
最大冻土深度	cm	80
年均日照时期	H	2662
多年平均降水量	mm	558.1
多年平均气压	Hpa	1011.5
累年最大 24h 降雨量	mm	195.3
平均风速	m/s	2.5
主风向	/	东南

（二）水文

海淀区内主要有大、小河流 11 条，总长度 119.8km。其中 5 条为主要河流，自北向南分别为北沙河、南沙河、清河、南旱河、莲花河。区内还有周家港沟、宏丰渠、前章村沟等 60 余条中小排水沟。此外，区内还有永定河引水渠、京密引水渠和南水北调中线北京段共 3 条引水渠。评估区周边水域主要有南旱河及永定河引水渠。

南旱河：位于海淀区四季青镇，是清朝乾隆年间为保护西郊园林，疏导山洪而开挖的一条人工河道。南旱河发源于香山地区，沿旱河路于柴家坟村西侧汇入永定河引水渠，全长约 7km，汇水面积约 27.4km²，山区面积 6.4km²，占总面积的 23.4%。其主要支流有香山沟、门头村排洪沟、魏家村排洪沟、北辛庄排洪沟及军福渠等。南旱河属于北运河水系，通惠河的上游，暴雨洪水具有汇流时间短、洪峰大的特点。

永定河引水渠：从西至东跨越门头沟区、石景山区、海淀区三大区域，起自门头沟区三家店拦河闸上游左岸，经模式口电站过黄村后继续向东，沿途经过三家店与模式口等京西古村落以及八大处等城市建设区，最终经玉渊潭公园及西便门汇入西护城河，干渠全长 25.38km。



照片 2-1 南旱河



照片 2-2 永定河引水渠

二、地形地貌

（一）区域地形地貌

北京市海淀区位于北京市区西北部，东与西城、朝阳区相邻，南与丰台区毗连，西与石景山、门头沟区交界，北与昌平区接壤，区域面积 430.8km²，约占北京市总面积的 2.53%，北部新区面积 226km²，占全区面积的 52.5%。海淀区地势西高东低，西部为海拔 100m 以上的山地，东部和南部为海拔 50m 左右的平原，山地和平原面积各占 15%和 85%。区内最高峰为阳台山妙高峰，海拔 1278m，最低处为清河东的黑泉村，海拔 35m。境内有大小河流 10 条，还有昆明湖、玉渊潭、紫竹院湖、上生水库等湖泊，水域面积辽阔。海淀区平原属华北平原北部边缘，分两部分：百望山以南称山前平原区，百望山以北称山后平原区。山后平原区主要由南沙河数个冲洪积和北沙河冲洪积扇共同构成。

（二）评估区地形地貌

评估区位于山前平原区冲洪积扇，地形平坦。建设场地位于海淀区四季青镇内，现状主要为道路、林地、草地、房屋、公园等。评估区现状见照片 2-3 至照片 2-16。



照片 2-3 田村片区-已拆迁区域



照片 2-4 田村片区-废弃铁轨



照片 2-5 田村片区-房屋



照片 2-6 田村片区-林地



照片 2-7 田村片区-道路



照片 2-8 田村片区-草地



照片 2-9 西冉片区-堆放建筑垃圾



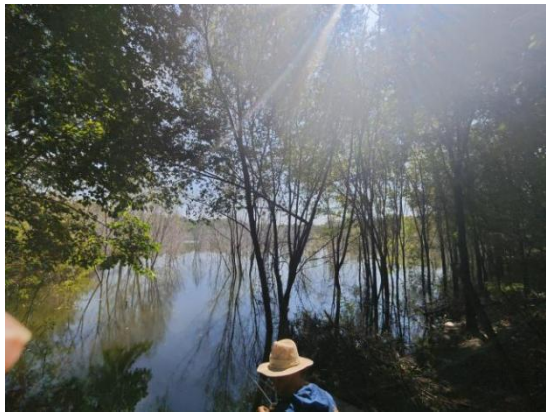
照片 2-10 西冉片区-道路



照片 2-11 西冉片区-公园



照片 2-12 西冉片区-停车场



照片 2-13 西冉片区-回灌区



照片 2-14 西冉片区-房屋



照片 2-15 常青片区-临时建筑



照片 2-16 常青片区-未利用地

三、地层岩性

(一) 第四系地层

建设用地位于海淀区山前冲洪积扇，表层为第四系覆盖，主要为全新统冲洪积（ Q_4^{fp} ）地层（图 2-17）。岩性主要为黏性土、粉土及砂、圆砾等。受基底构造的影响，评估区内第四系沉积层厚度在 100m 左右（图 2-18）。



图 2-17 区域地质图

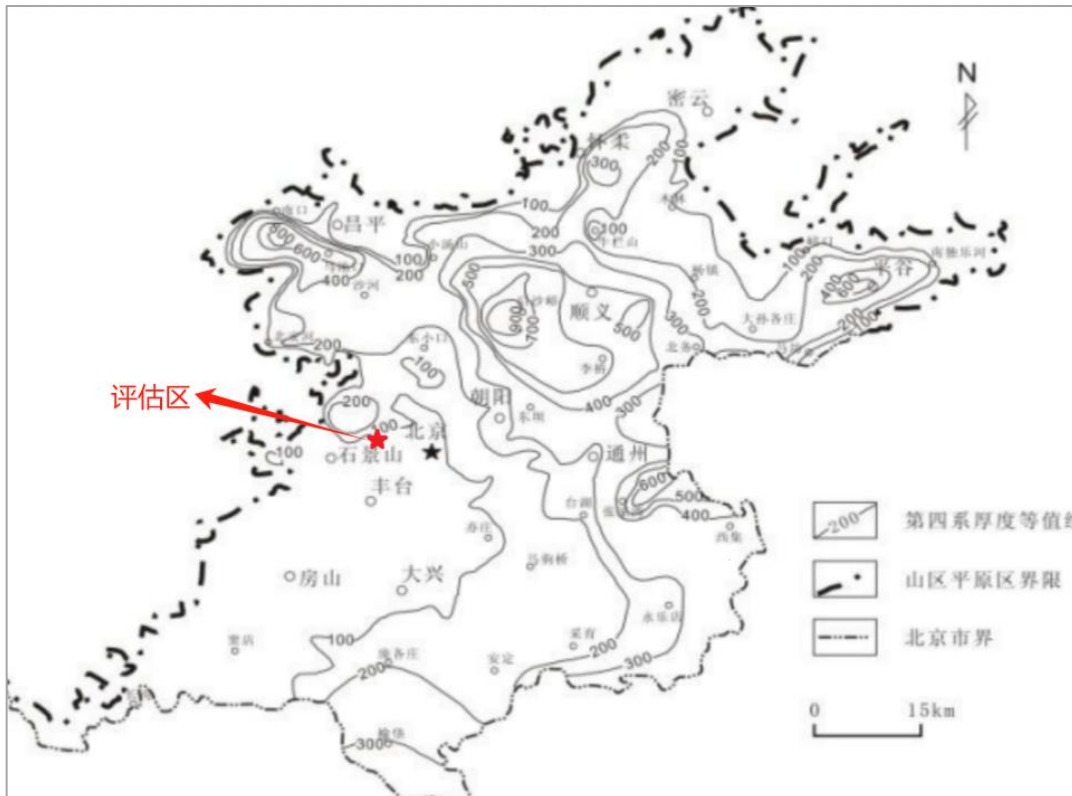


图 2-18 北京市平原区第四纪埋深图

（二）基岩地层

评估区内隐伏地层由老到新依次为：蓟县系（ J_x ）、青白口系（ Q_n ）、寒武系（ ϵ ）、奥陶系（ O ）、石炭-二叠系（ $C-P$ ）、侏罗系（ J ）及白垩系（ K ）。

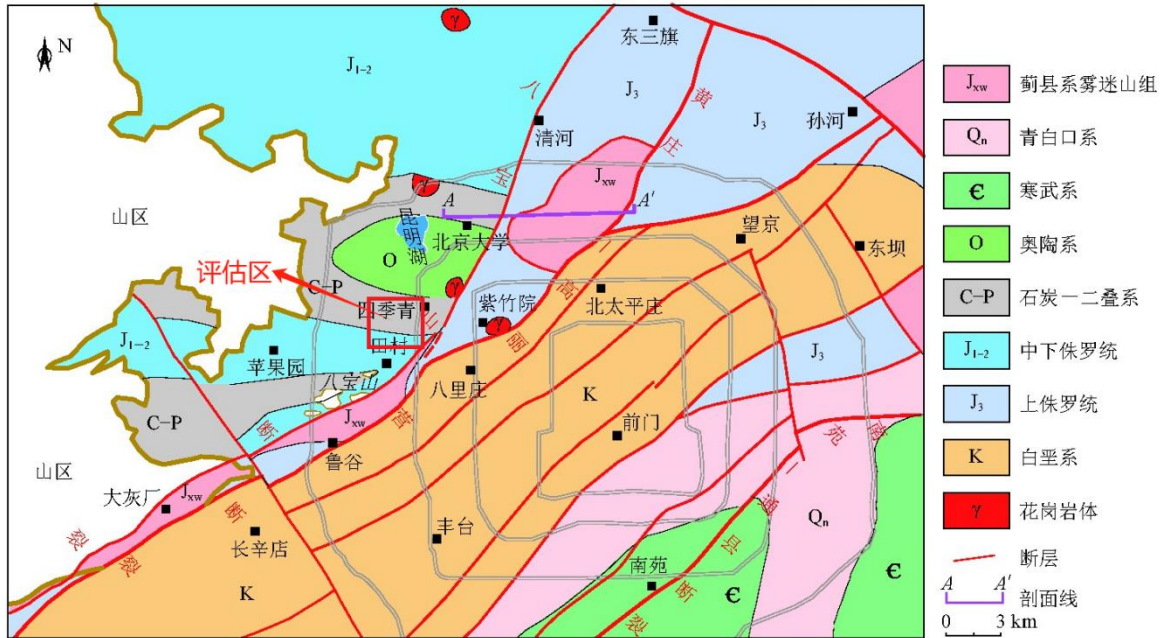


图 2-19 基岩分布图

蓟县系（ J_x ）

蓟县系由两个正向沉积旋迴构成，下部旋迴为杨庄～雾迷山组，上部旋迴为洪水庄～铁岭组。岩石类型：以白云岩占绝对优势，砂页岩次之，是一套发育浅水动荡标志，具多种形态藻选层石的滨浅海碳酸盐相沉积地层。

青白口系（ Q_n ）

隐伏于海淀区东北部的西沙屯村北侧，呈北东东向条形展布，钻孔揭露岩性为下马岭组粉砂岩、页岩和泥灰岩、长龙山组粉砂岩、页岩及景儿峪组泥灰岩。

寒武系（ ϵ ）

岩性为褐色、灰色钙质、粉砂质粘土岩，灰绿色粘土粉砂岩。泥质条带灰岩夹鲕状、豆状灰岩及竹叶状灰岩

奥陶系（ O ）

该地层出露于寨口、温泉、白家疃及玉泉山一带，呈 NE~SW 向条带状分布，岩性为灰岩、白云质条纹灰岩，竹叶状页岩及钙质页岩

石炭-二叠系（ $C-P$ ）

呈北东-南西向带状分布，岩性为深灰、灰黑色粉砂岩、细砂岩、中-粗砂岩、

褐黄色厚层砾岩。

侏罗系 (J₁₋₂)

侏罗系中、下统，岩性以灰绿色、紫灰色、紫色砂岩、凝灰质砂岩、砂砾岩、安山岩、玄武岩为主。

白垩系 (K)

岩性为灰绿色、黄褐色、紫灰色凝灰岩安山质角砾凝灰岩、火山岩屑砂岩、砾岩、杂色粉砂岩及砂砾岩。

四、地质构造与区域地壳稳定性

(一) 区域地质构造位置

建设场地处于中朝准地台、华北断拗 (Ⅱ₂)、北京迭断陷 (Ⅲ₆)、门头沟迭陷褶 (Ⅳ₁₁) 的东南部 (图 2-20)。

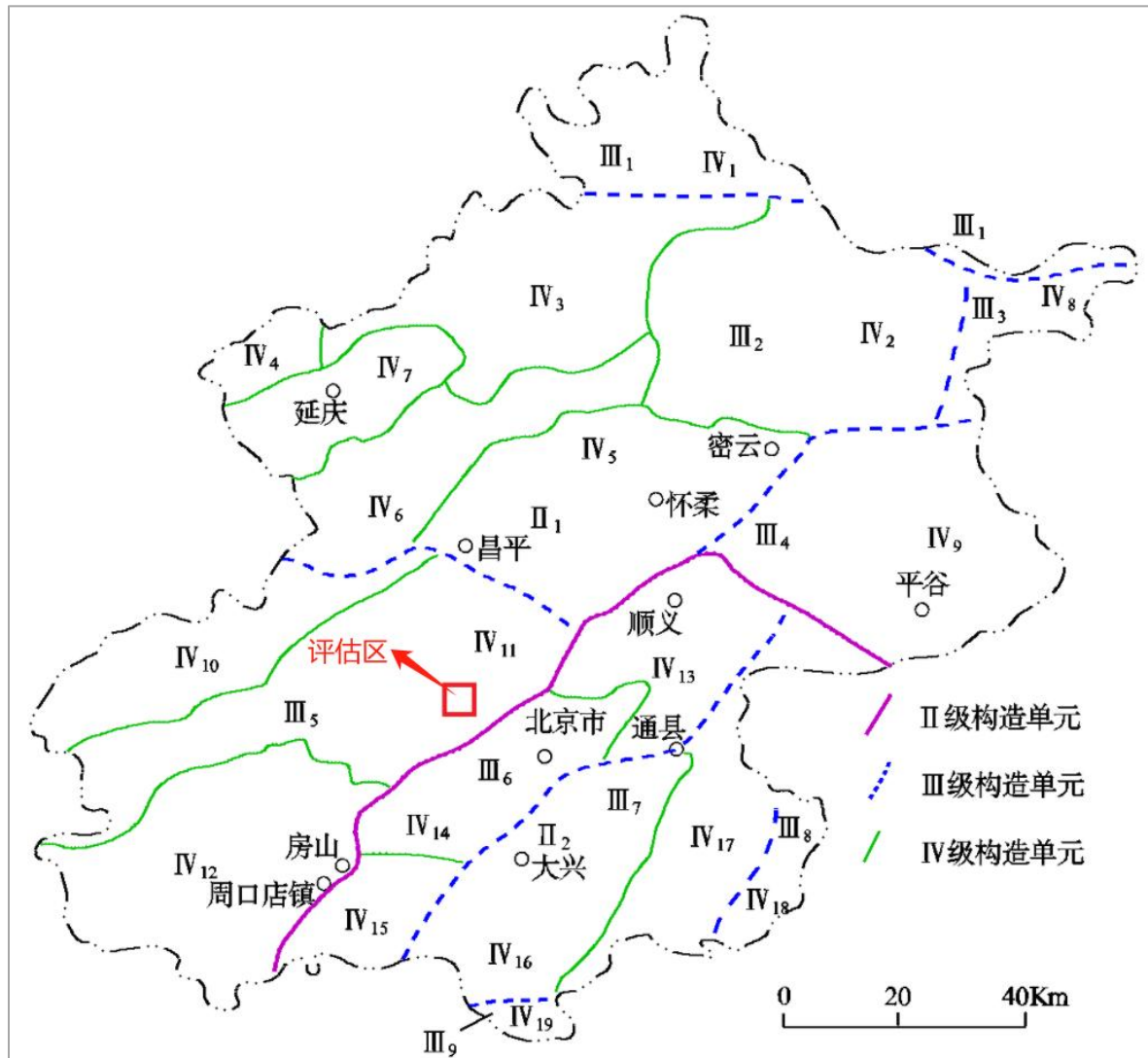


图 2-20 评估区大地构造位置图

北京迭断陷(III₆)：习惯称北京拗陷，位于华北断坳西北部顺义、丰台、涿县一带。西北与西山迭拗褶、昌怀中穹断相邻；东北及东南分别与平谷中穹断和大兴迭隆起接壤。总体走向北东至北北东。是在中生代断陷基础上继续下陷之构造单元。其内部以良乡、来广营东西向断裂为界，可细分为顺义、丰台、琉璃河-涿县三个次级凹陷。

门头沟迭陷褶(IV₁₁)：门头沟迭拗褶(IV₁₁)位于门头沟至杜家庄一带，属西山迭拗褶之腹心地带。本区盖层发育较全，除 O₃-C₁ 外，自中元古代至古生代一直为下陷沉积单位。区内褶皱构造发育，是北京地区中生代向斜构造规模较大分布相对集中的地区。断裂构造以北东向为主，拟冲断层较发育。

(二) 区域地质构造特征

北京地区的构造格局形成于中生代，新生代以来得到进一步的改造，其特点是以断裂及其控制的断块为主要特征。新生代的断裂活动主要有北北东-北东向和北西-东西向两组，大部分为正断裂性质，并在不同程度上控制着新生代不同时期发育的断陷盆地。断裂分布多集中成带，主要组成四条北北东-北东向和一条北西向的断裂构造带。北北东-北东向的有怀柔-北京-涿州构造带、平谷-三河-廊坊构造带、天津构造带和延庆-怀来构造带。北西向的为张家口-北京-烟台构造带的西段，从四条北北东-北东向构造带的北段斜穿而过。几条构造带将北京地区分割成一系列次级构造单元。怀柔-北京-涿州构造带属太行山前断裂带的北段。主要有北北东-北东向的黄庄-高丽营断裂、良乡-前门-顺义断裂和南苑-通县断裂及其控制的北京凹陷组成，其间还穿插有北北西至东西向的南口-孙河、太阳宫、永定河等断裂。北西西至近东西向的断裂将怀柔-北京-涿州构造带分割成次级凹陷和凸起。

建设用地位于北京凹陷西北部，黄庄-高丽营断裂位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂位于建设用地东侧约 0.7km。评估区区域稳定性一定程度上主要受到这两条断裂的影响。



图 2-21 北京市断裂构造示意图

（三）地震活动

1、北京地区的历史强震

北京市历史上曾多次发生强震并造成巨大的灾害，据记载在北京市及周边地区共发生对北京地区造成大于或等于 VI 度的地震约有 20 多次。现在已知的发生在北京市行政区内的、最早的地震记载是公元 294 年 9 月（西晋元康四年八月）北京延庆东地震，这次地震估计震级为 6 级，震中烈度为 VII 度，造成 100 余人死亡。公元 1679 年 9 月 2 日平谷—三河 8 级地震是有记载以来对北京地区造成破坏最为严重的地震，10 万人在这次地震中伤亡。北京地区近代地震活动比较频繁，20 世纪中后期一些地震对北京也造成了较大影响。

北京地区是我国地震活动较强烈的地区之一，根据历史记载，北京及邻近地区历史上（ $38.5^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$ ； $114.8^{\circ}\sim 118.3^{\circ}\text{E}$ ）曾发生过若干次不同级别的地震，自公元 294 年记载居庸关 5 $\frac{1}{2}$ 级地震以来至 2006 年，共记录到 4 $\frac{3}{4}$ 级以上破坏性地震 92 次，其中 8 级地震 1 次（1679 年三河～平谷地震）；7～7.9 级地震 1 次；6～6.9 级地震 13 次。共计有历史记载的大于 4 $\frac{3}{4}$ 级的地震 15 次，见图 2-22 和

表 2-2。

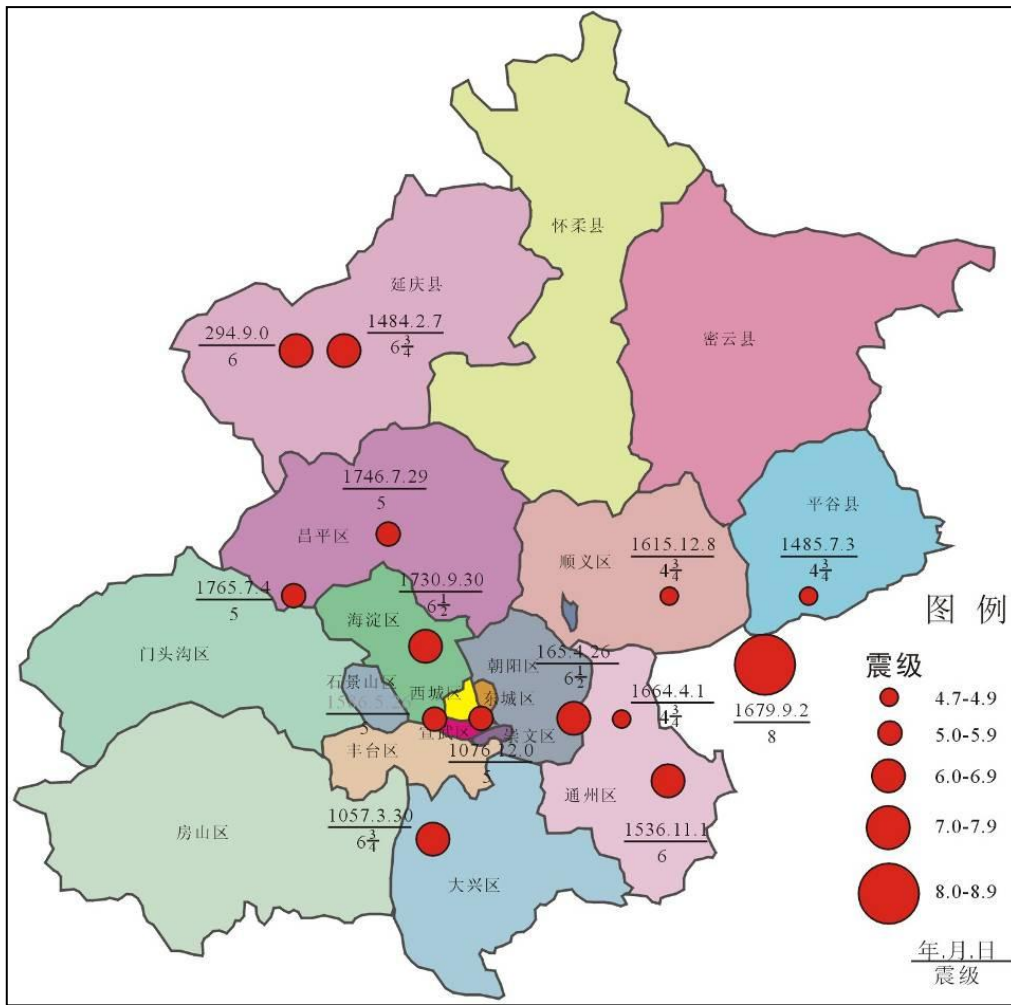


图 2-22 北京周边历史强震震中分布图

表 2-2 北京市及周围历史强震目录

编号	地震时间	震中时间		地点	震级 (M)	震中烈度 (I ₀)
		纬度	经度			
1	1484.1.29	40.3	116.0	居庸关一带	6 ³ / ₄	七
2	1057.3.24	39.5	116.3	固安	6 ³ / ₄	九
3	1076.12	39.9	116.4	北京	5	六
4	1337.9.8	40.4	115.7	怀来	6 ¹ / ₂	八
5	1536.10.22	39.8	117.6	通县南	6	七~八
6	1627.2.5	39.8	116.8	通县西	5	
7	1665.4.6	39.9	117.2	通县	6 ¹ / ₂	八
8	1679.9.2	40.0	117.0	三河、平谷	8	十~十一
9	1720.7.12	40.4	115.5	沙城	6 ³ / ₄	九

编号	地震时间	震中时间		地点	震级 (M)	震中烈度 (I ₀)
		纬度	经度			
10	1730.9.30	40.0	116.2	北京西部	6 ¹ / ₂	八
11	1976.7.28	39.4	118.1	河北唐山	7.8	十一

2、历史强震对场区的影响

通过历史地震对场地影响程度分析,是评价建设用地地震地质环境的重要内容之一。如 1679 年三河~平谷 8 级地震,《中国近代地震目录(公元 1912~1990 年)》,该地震震中烈度为XI度。建设用地基本处于震中东北部边缘地区,为X度影响区。

3、北京地区的现代微震

1966 年邢台地震后,有关部门在北京地区建立了八条有线台网,1975 年海城地震后,又将这些台网扩充为廿一条线。30 多年来记录到北京市周围包括城区都具有微震活动(上万次),以西北部与东北部微震较多。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。

(四) 区域地质环境稳定性

北京地区区域地壳的稳定性,主要依据区域构造体系、断裂活动性、地震危险区及地震活动规律等分析推断,北京地区地震烈度 6 度~7 度为地壳稳定区;7 度为地壳基本稳定区,8 度为地壳较不稳定区,9 度为地壳不稳定区。根据《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010 2024 年版)附录 A 及《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ11-501-2009 2016 年版),建设用地的抗震设防烈度为 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。建设用地属地壳较不稳定区。

五、工程地质条件

本次评估依据《海淀区四季青镇西冉、田村回迁安置房项目工程岩土工程勘察报告(初勘)》等成果及现场钻探的标准贯入试验和室内土工试验,对区内的工程地质条件进行评价,同时为区内地震液化地质灾害的评估评价提供依据。

（一）工程地质特征

根据对现场钻探、原位测试与室内土工试验成果的综合分析，在本次勘探最大深度 20.0m 范围内揭露的地层，按成因类型、沉积年代可划分为人工堆积层、新近沉积层和一般第四纪沉积层三大类，按岩性特征、物理力学性质进一步划分为 6 个大层 3 个亚层，自上而下分述如下：

人工堆积层

①层黏质粉土素填土，黄褐色，中密，稍湿～湿；

①₁层杂填土，杂色，稍密～中密，稍湿～湿；人工填土厚度一般 0.5~3.8m，局部厚度约 6.8m。

新近沉积层

②层细砂，褐黄色，中密，湿，含云母、石英、长石等。

②₁层砂质粉土，褐黄色，稍密，湿，含氧化铁、云母；

②₂层黏质粉土，黄褐色，稍密、中密，湿，含氧化铁、云母；

一般第四纪沉积层

③层卵石，杂色，密实，湿，卵石亚圆状，一般直径 2-5cm，最大直径 10cm，充填中粗砂 30 左右%，级配较好；

④层卵石，杂色，密实，湿～饱和，卵石亚圆状，一般直径 3-7cm，最大直径 12cm，充填中粗砂 30 左右%，级配较好；

⑤层卵石，杂色，密实，饱和，卵石亚圆状，一般直径 3-7cm，最大直径 14cm，充填中粗砂 35%左右，级配较好；

⑥层卵石，杂色，中密，饱和，卵石亚圆状，一般直径 3-7cm，最大直径 18cm，充填中粗砂 20%左右，级配较好。

工程地质剖面图见图 2-23 至图 2-28。

（二）工程地质条件评价

根据区域资料、钻孔资料（见图 2-29 至图 2-34）、标准贯入试验及土样试验结果，评估区内不存在影响建设用地整体稳定性的不良地质作用。

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》（GB/T 50011-2010 2024 年版），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，抗震设防烈度为 8 度。

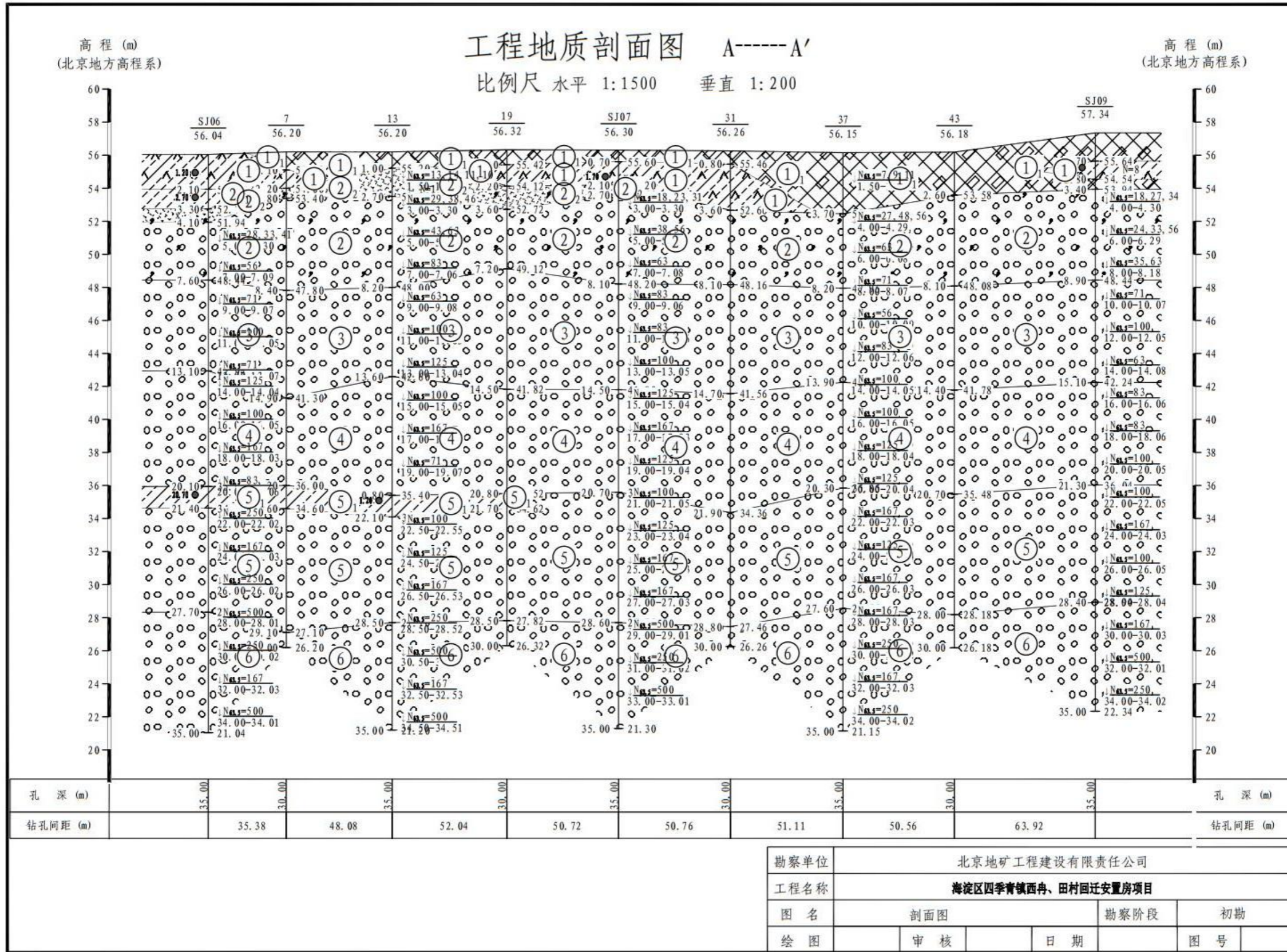


图 2-23 工程地质利用钻孔剖面图 A-A'（海淀区四季青镇西冉、田村回迁安置房项目勘察报告）

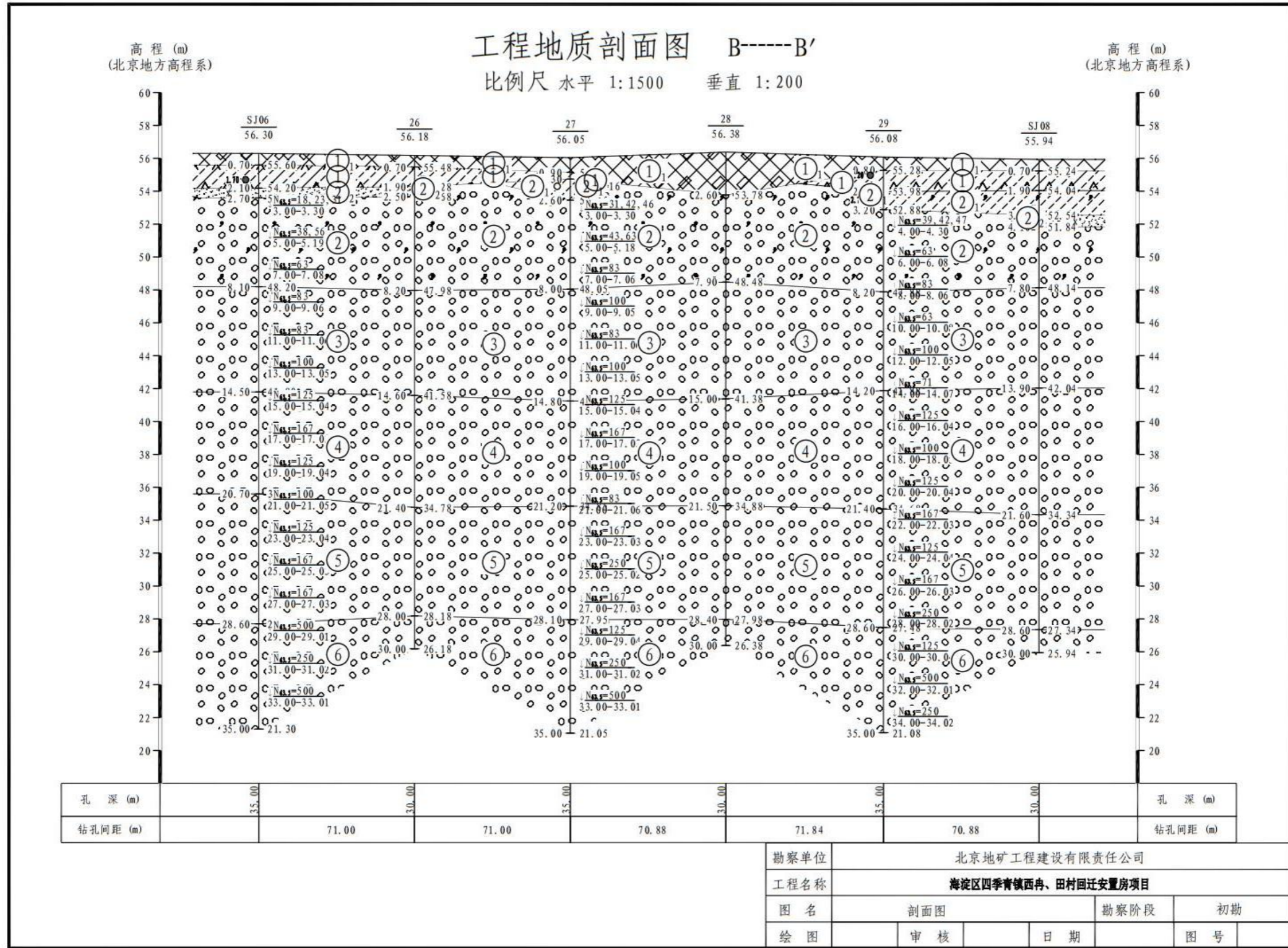


图 2-24 工程地质利用钻孔剖面图 B-B'（海淀区四季青镇西冉、田村回迁安置房项目勘察报告）

工程地质剖面图

水平比例: 1:3000
垂直比例: 1:100
1---1'

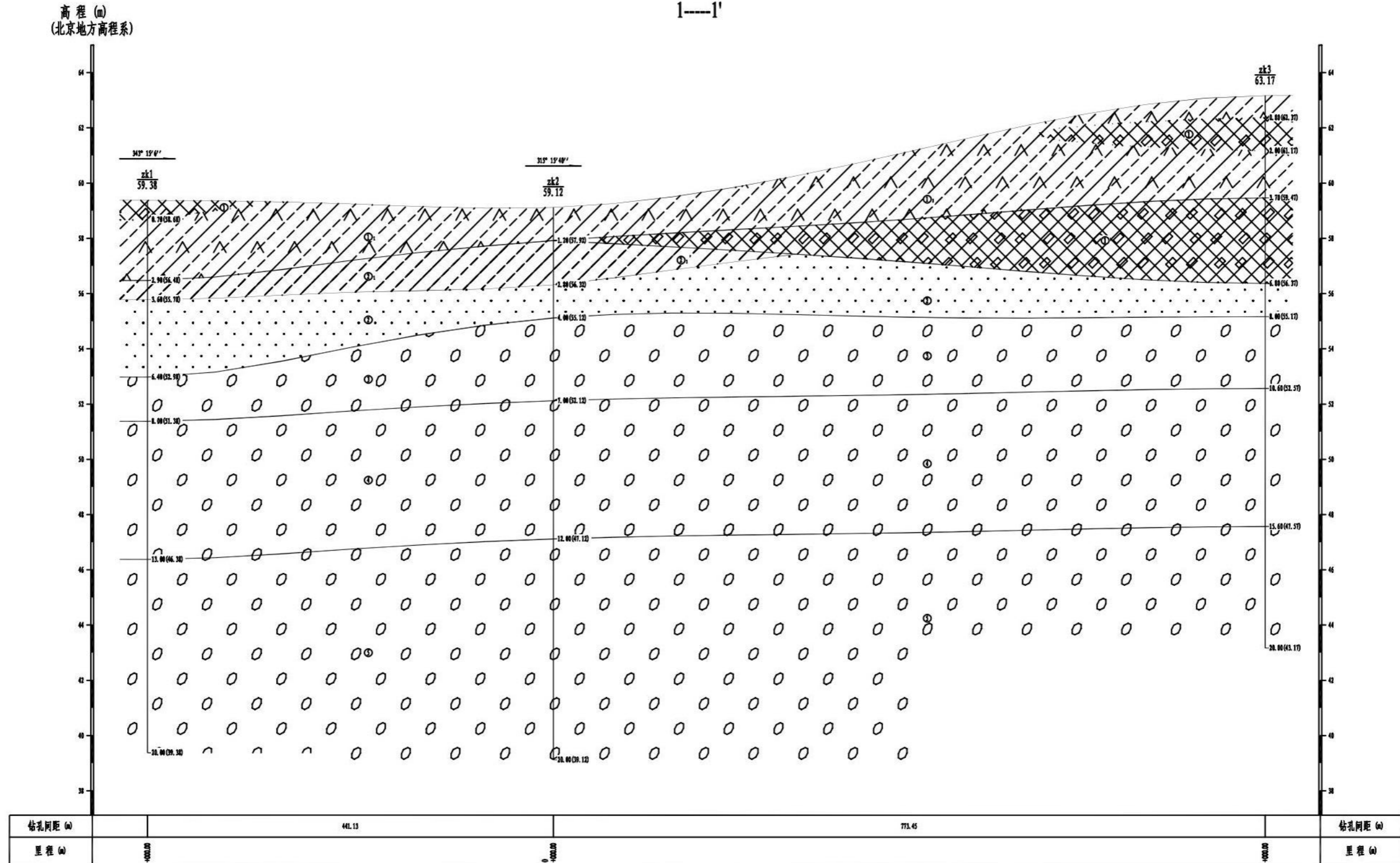


图 2-25 工程地质钻孔剖面图 1-1'

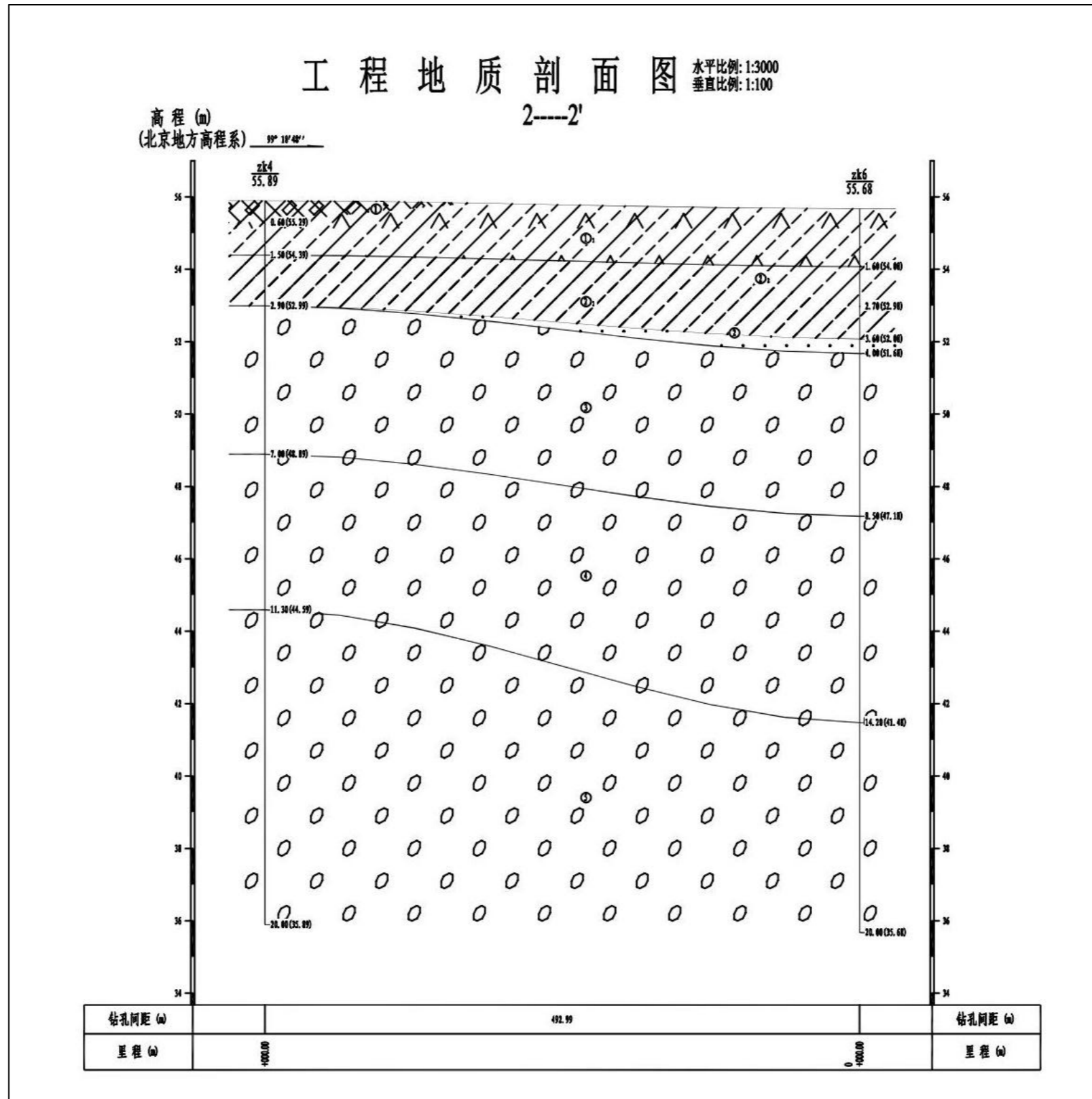


图 2-26 工程地质钻孔剖面图 2-2'

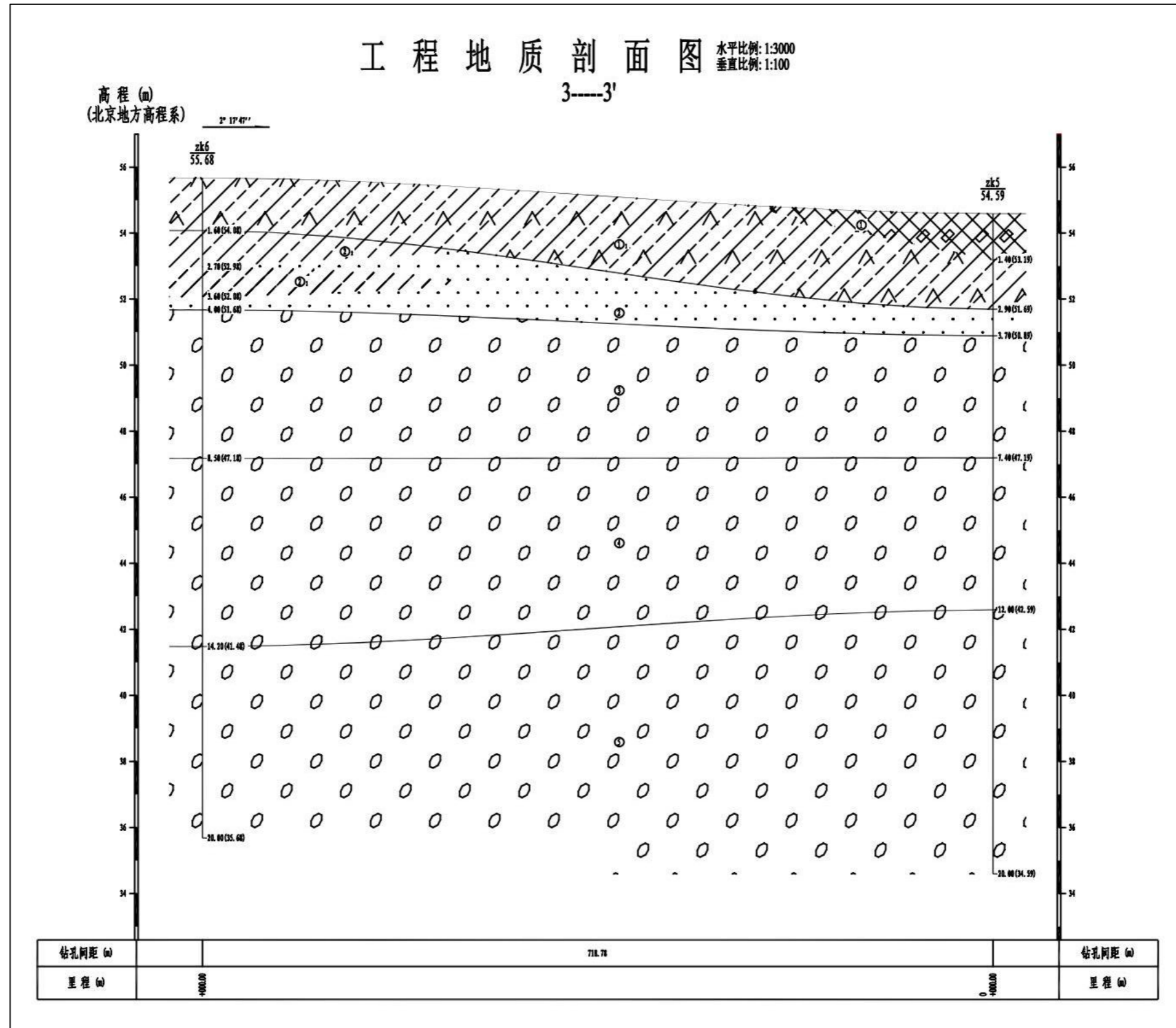


图 2-27 工程地质钻孔剖面图 3-3'

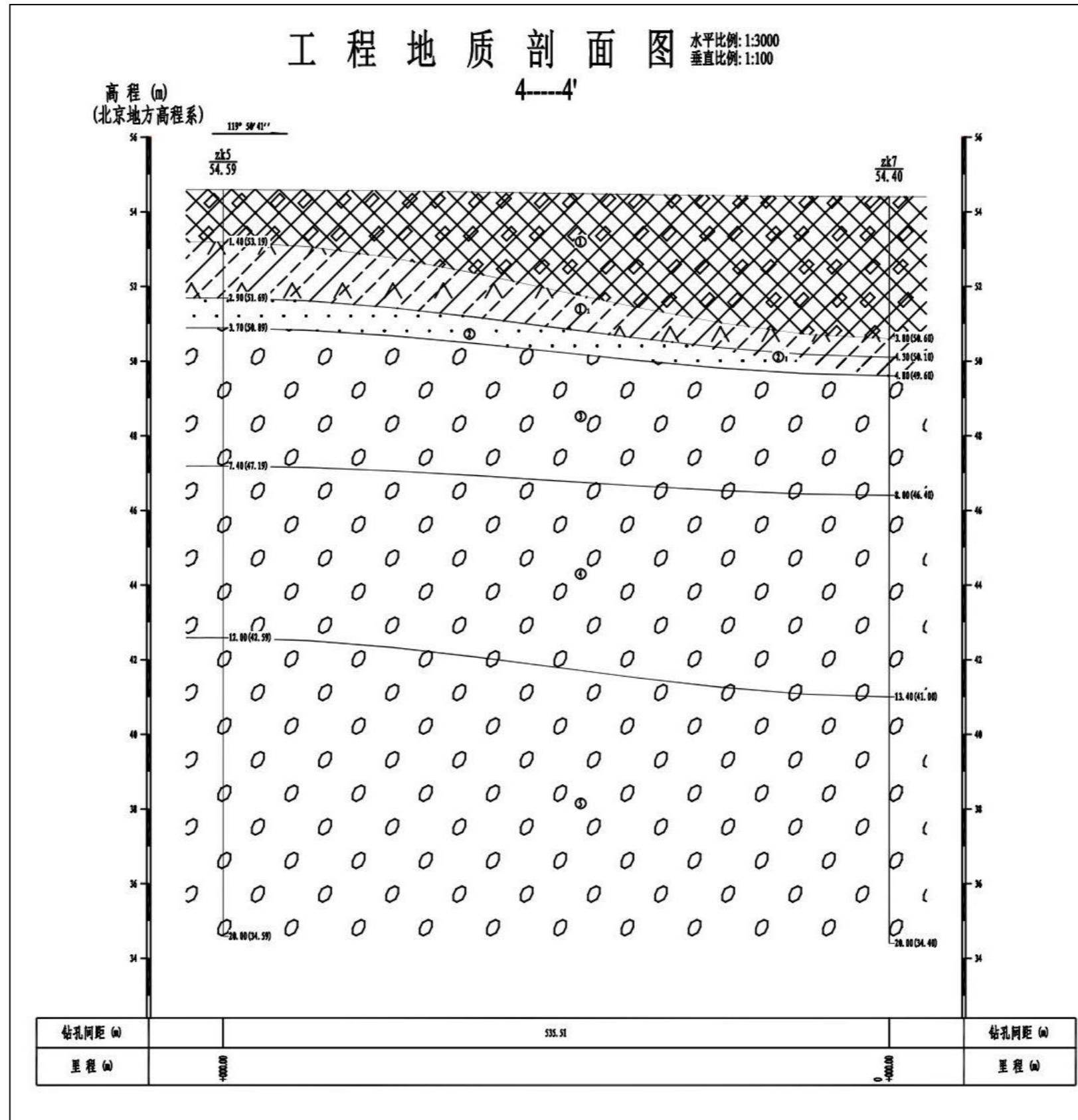


图 2-28 工程地质钻孔剖面图 4-4'

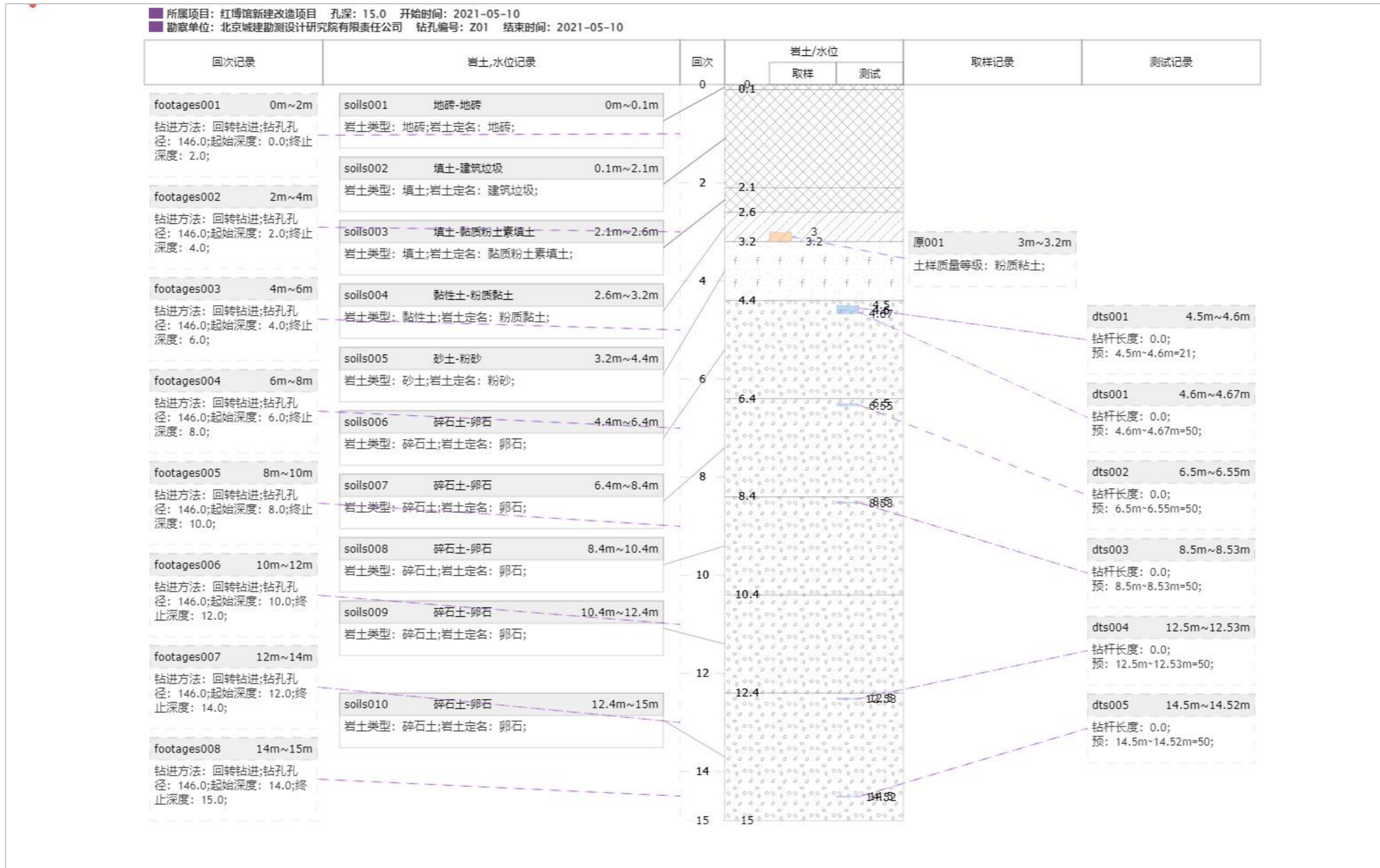


图 2-29 评估区利用钻孔 SJ03 柱状图（一）（红博馆新建改造项目勘察报告）

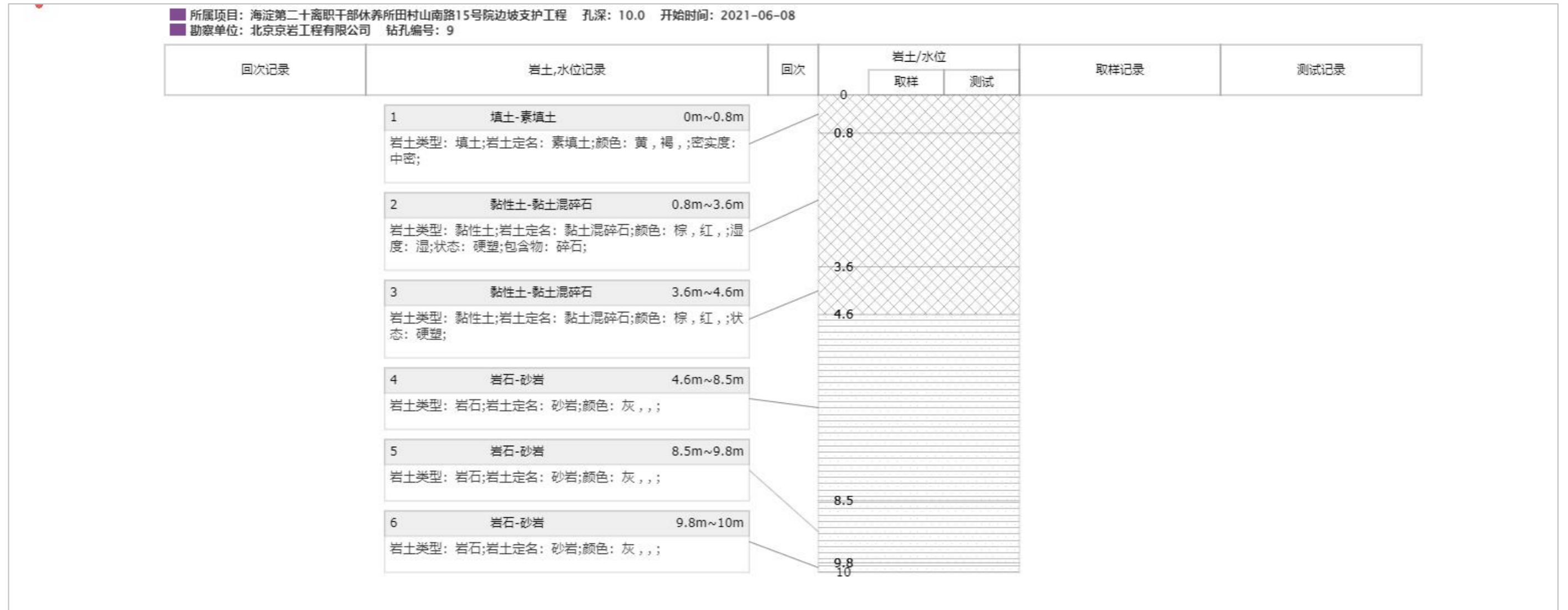


图 2-30 评估区利用钻孔 SJ22 柱状图（二）（海淀第二十离职干部休养所田村山南路 15 号院边坡支护工程勘察报告）

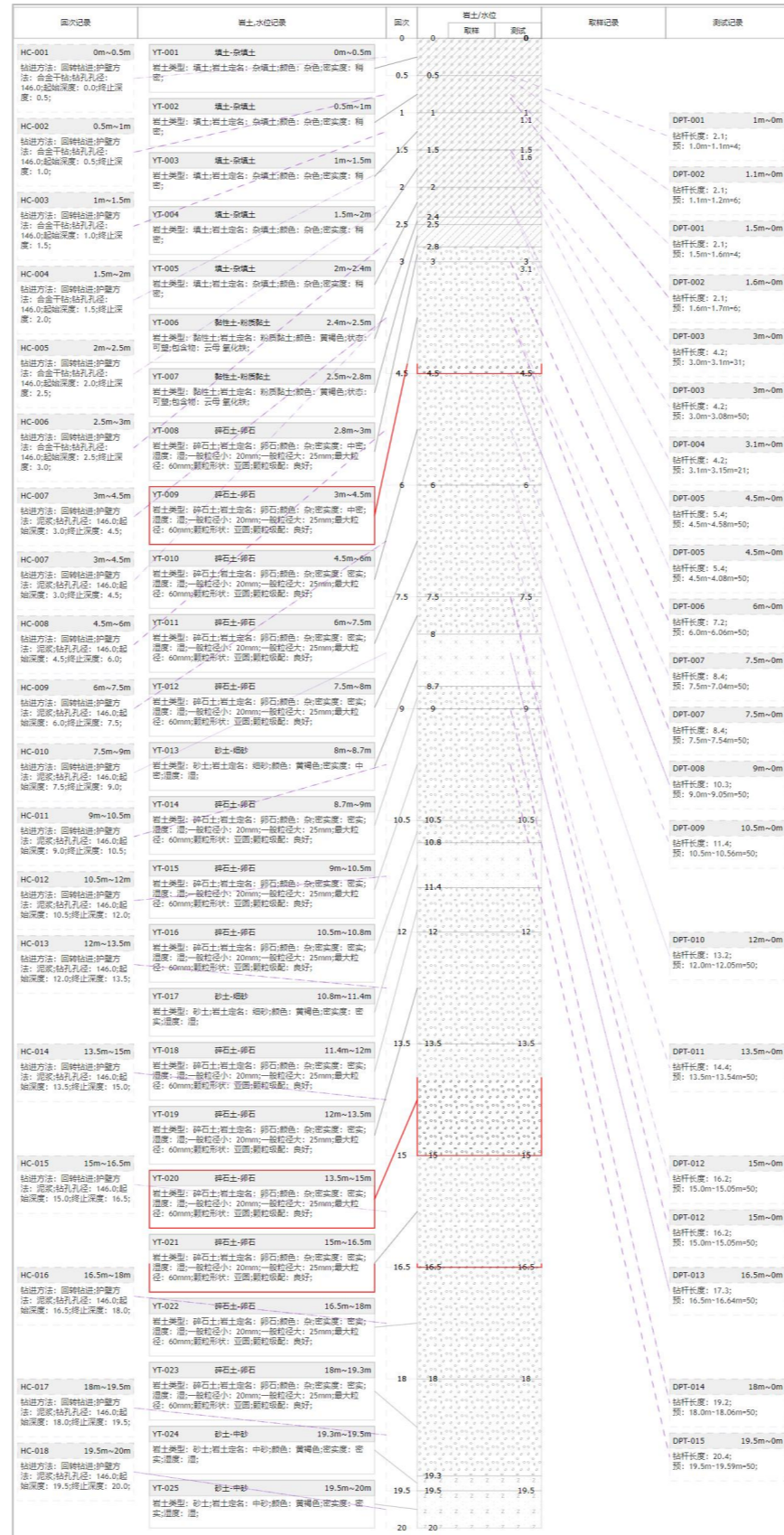


图 2-31 评估区利用钻孔 SJ17 柱状图（三）（晋元庄桥雕塑桩基勘察报告）

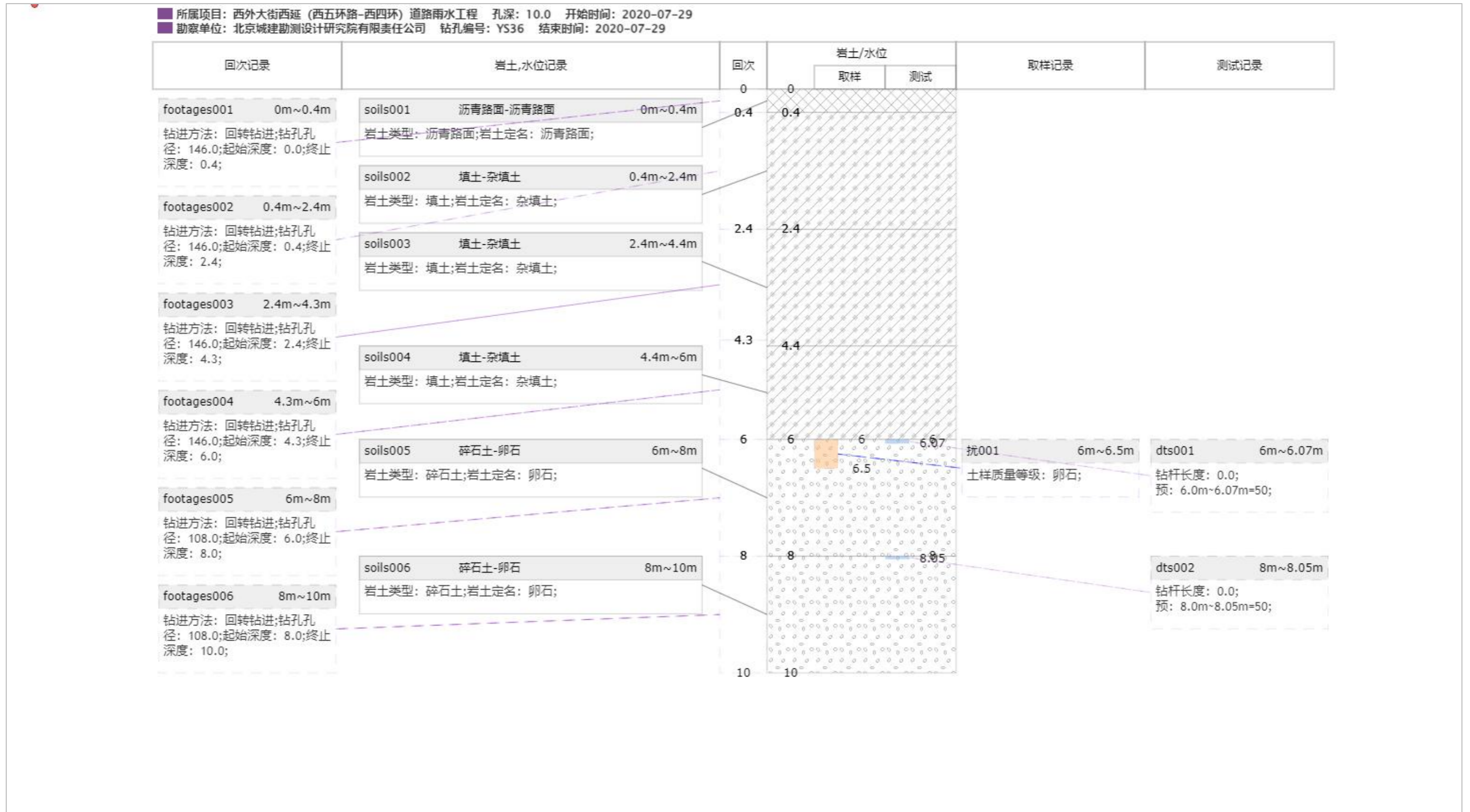


图 2-32 评估区利用钻孔 SJ11 柱状图（四）（西外大街西延（西五环路-西四环）道路雨水工程勘察报告）

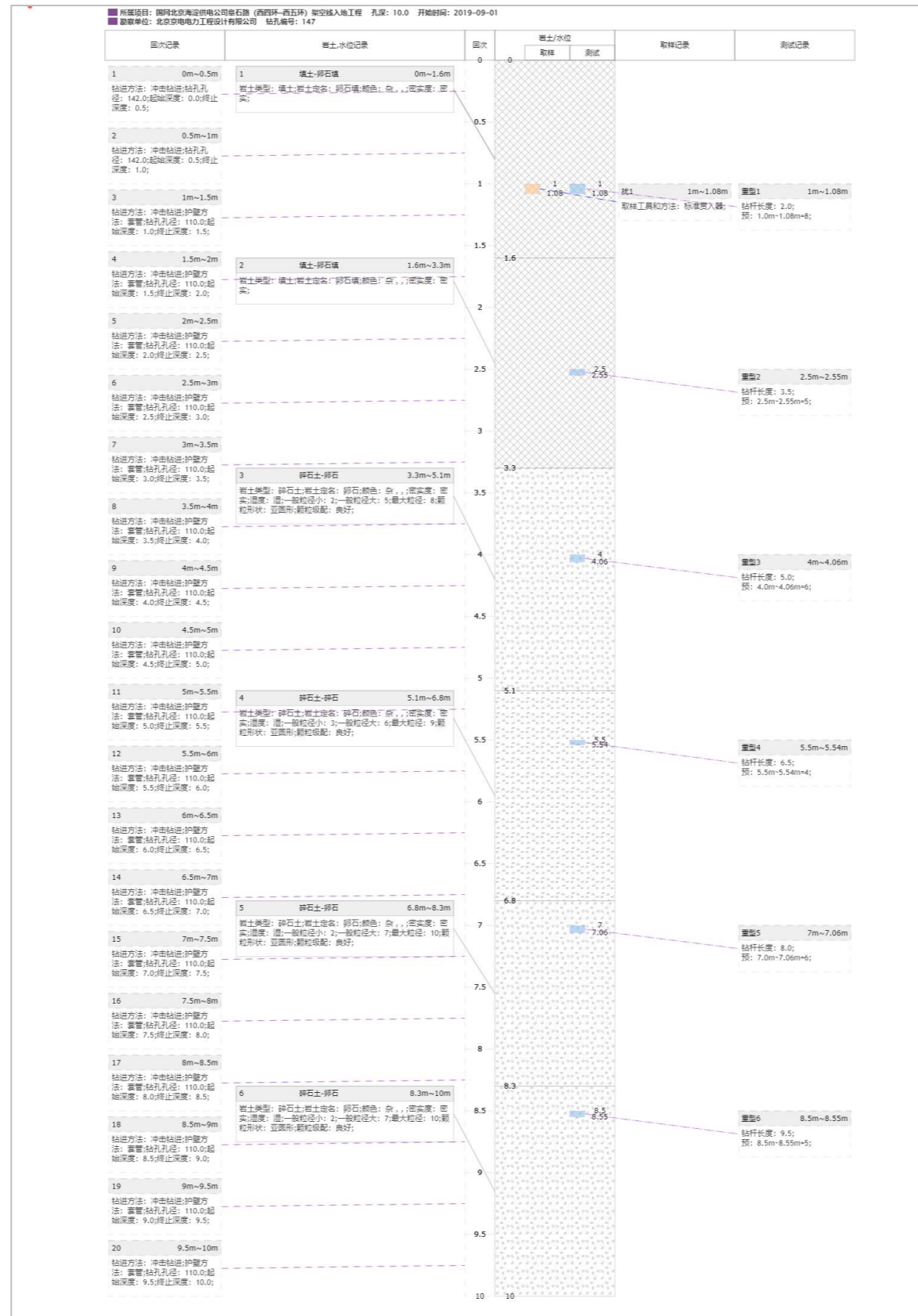


图 2-33 评估区利用钻孔 SJ19 柱状图（五）（国网北京海淀供电公司阜石路（西四环-西五环）架空线入地工程勘察报告）

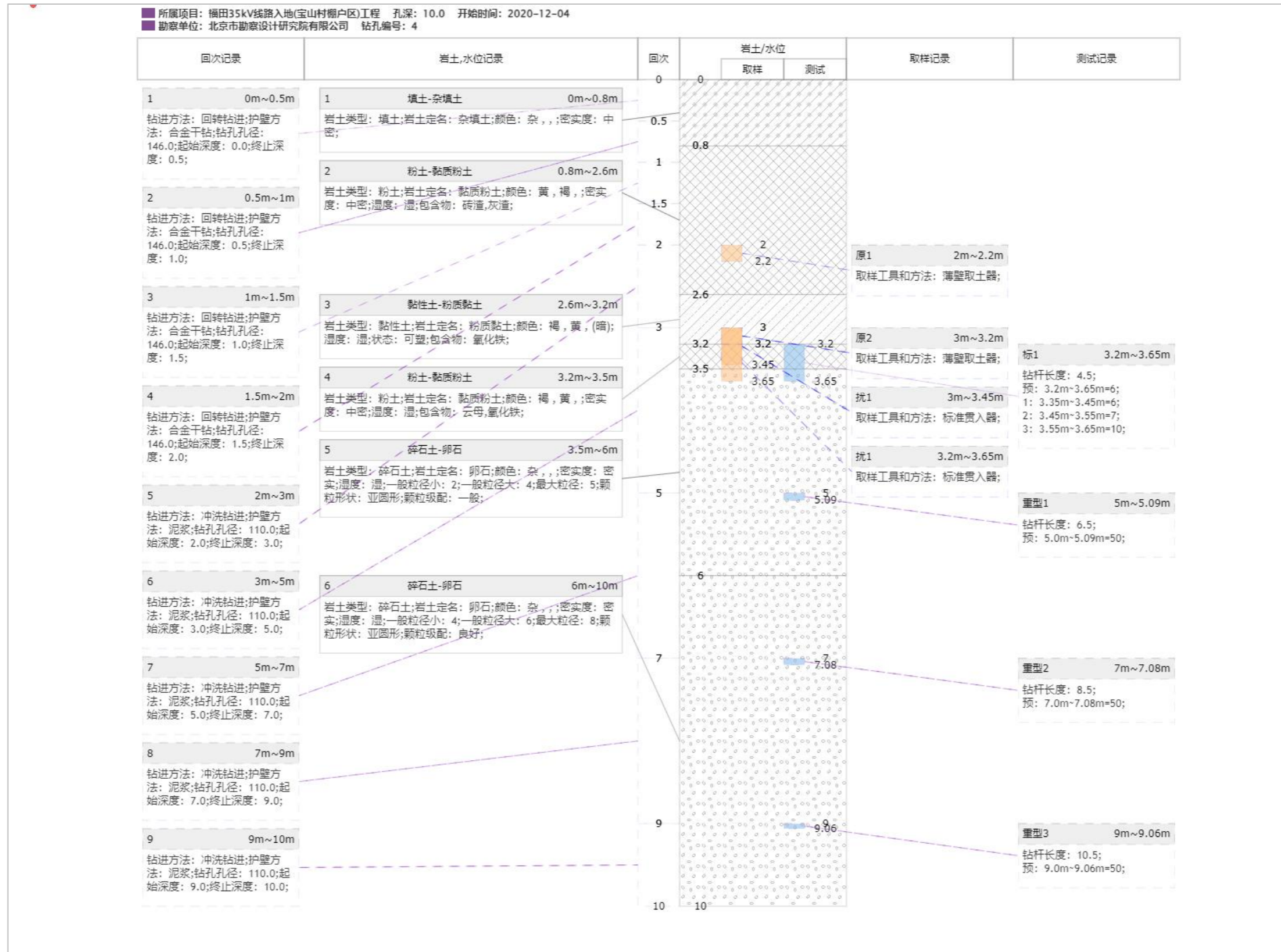


图 2-34 评估区利用钻孔 SJ16 柱状图（六）（福田 35kV 线路入地（宝山村棚户区）工程勘察报告）

六、水文地质条件

（一）含水层的分布情况

本次勘察期间（2024年9月上旬），在水位观测深20.0m以内观测到1层地下水，为潜水类型，由于大部分钻孔采用DP-100型汽车钻（泥浆护壁旋转钻进工艺）进行钻探施工工作，只有一个钻孔采用SH-30型钻机陶泥洗孔，后进行水位测量和取水样，其他未标水位的钻孔不代表没有地下水。场地稳定水位埋深为10.6m，标高39.16m，含水层为卵石。钻孔地下水水位观测成果详见表2-3。

表2-3 钻孔地下水水位埋深及标高一览表

孔号	孔口高程	潜水	
		埋深（m）	标高（m）
ZK2	49.76	10.6	39.16

（二）地下水类型及动态特征

根据该地区地下水位资料，拟建场地近3~5年最高地下潜水水位埋深为9.57m，标高为40.19m，历年最高地下水位接近于地表。

拟建场区地下潜水含水层为层卵石，属于渗入、径流、蒸发型。主要接受大气降水入渗、地下水侧向径流及地表水入渗等补给方式，以蒸发、地下水侧向径流及越流为主要排泄方式；其水位年变化规律一般为：6-9月份水位最高，其它月份相对较低，水位年变化幅度2-5m左右。

随着南水北调、限采地下水、河道及地下补水等项目和措施的实施，北京市地下水水位有明显的提升。开工前及施工期间应对地下水水位进行复查、监测，有变化时应及时采取对应方案和措施。

七、人类工程活动对地质环境的影响

评估区及周边主要人类工程活动以修建商住小区、架桥修路、人为开采地下水等形式为主。上述人类工程活动破坏土体的深度有限，施工工期短，除会改变周边地形地貌外，一般不会对地质环境造成大的破坏或不良影响。但是大量开采地下水使地下水水位持续下降，则会引发地面沉降，目前本区的累计地面沉降量较小，还未对地质环境造成明显影响。

第三章 地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型的确定

依据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021），针对建设用地及其所在区域范围，本次评估工作在收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质及以往工作成果等资料基础上，进行了全面的野外踏勘及勘探工作，对评估区的灾害地质情况进行了全面调查。

1、评估区位于北京市西北部平原，地形起伏小，总体地势无明显变化。因此，不受泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害影响。

2、活动断裂：建设用地附近发育有黄庄-高丽营断裂和八宝山断裂，均非全新世活动断裂。黄庄-高丽营断裂位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂位于建设用地东侧约 0.7km。故建设用地可能存在活动断裂及其带来的次生地质灾害的危险性。

3、砂土液化：建设用地位于海淀区山前平原冲洪积扇。建设用地地下 20.0m 深度范围内历史最高地下水位情况下分布饱和砂土地层，在一定程度上存在发生地震液化的潜在危险性。因此，应进行场地液化地质灾害危险性评估。

4、地面沉降：北京市平原区上世纪 30 年代就开始出现地面沉降，目前已经形成多个地面沉降中心，建设用地位于昌平沙河-八仙庄地面沉降中心南侧。据已有沉降观测资料，建设用地截止到 2021 年累计地面沉降量为 0~50mm，2021 年沉降速率为 0~10mm/a。因此，应进行地面沉降地质灾害危险性评估。

综上所述，确定评估区需进行重点评估的地质灾害为活动断裂、砂土液化和地面沉降。

二、灾情与危害程度的分级标准

地质灾害危害程度的灾情和险情分级标准根据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中 4.5.1 规定进行选定，见表 3-1。

表 3-1 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

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)
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。

三、地质灾害危险性现状评估

(一) 活动断裂

活动断裂的活动性及断裂破碎带对建设用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。黄庄-高丽营断裂（中段）位于建设用地东侧约 2.0km, 八宝山断裂（北段）位于建设用地东侧约 0.7km。

1、活动断裂构造特征及活动性

(1) 黄庄-高丽营断裂

该断裂总体走向北东-北北东, 大致与八宝山断裂平行。断裂倾向南东, 倾角 $55^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。它平面上呈舒缓波状展布于八宝山断裂的东侧。该断裂南起涑水, 向北经石楼、辛开口、晓幼营、大灰厂、辛庄西、芦井、黄庄继续北延到怀柔一带。该断裂早白垩世开始发育, 控制了白垩统地层厚度的分布。新生代, 它基本上取代了八宝山断裂而构成北京地堑的西边界。该断裂仅在个别地点有地表露头, 而整体上属于一条隐伏断裂, 断裂分为三段: 北七家以北段, 永定河-北七家段和永定河以南段。拟建场地位于永定河-北七家段东侧约 2km。

永定河—北七家段

该段在南口-孙河断裂和永定河断裂之间, 全部为第四系所覆盖, 其空间展布特征是根据物探、化探和钻孔资料确定。断裂总体走向北北东, 倾向南东, 控制了丰台古近纪到新近纪凹陷的西北边界, 大致从永定河往北东全部被第四系所覆盖。

该段断裂的展布主要是根据钻孔和石油地震勘探剖面资料确定的, 如玉泉路附近 422-83 号孔 62.7m 见第四系, 相距 400~500m 处的铁司孔 1140m 未穿下白垩统。北京市地矿局物探队（1990）在大屯-北沙滩的浅层地震反射探测结果表明, 黄庄-高丽营断裂上断点埋深分别为 96m 和 60m 左右, 断错的最新地层中更

新统中下部。

根据北京市地震局（2003）在学院南路等处的浅层地震反射勘探证实，该断裂上断点埋深大于 50m。

在进行北京市活动断层探测时，北京市地震局在多个位置布置了相关的勘探工作，结果显示了该断裂中段的相关活动性和断层性质。在沿莲石东路南侧辅道的测线由西向东布设，西端起点位于小屯路西，穿过小屯路、青塔桥、东端点止于青塔西路，测线全长 1100m。莲石东路测线（路北）东段的时间剖面图，下方为莲石东路新测线（路南）的时间剖面图。由图可以看出，TQ 反射面在剖面的 723m 桩号以西基本呈水平展布，相对起伏变化不大；在 723m 桩号以东，TQ 反射面则表现为西深东浅的单斜形态。根据莲石东路新测线的时间剖面特征，在测线桩号约 723m 左右解释了一个向东倾的断点 FP226，其上断点埋深约为 36~40m，对应 TQ 反射界面的断距约为 4~6m。

北京市地震局（2003 年）在奥运公园的浅层地震反射的结果也证实了该断裂的明显存在，上断点埋深大于 50m。上述结果表明该段断裂活动时代为中更新世中期。

（2）八宝山断裂

八宝山断裂为本区较重要构造，该断裂呈北东方向展布，南起河北涑水，向北经牛口峪、房山、南观、磁家务、北辛营、大灰厂、八宝山、清华园、太平庄沿线，全长约为 110km。根据其空间展布、新构造、断裂新活动历史等特征，可以将其划分为三段：南段：房山~磁家务；中段：北车营~永定河；北段：永定河以北地段，其中北段距规划工程较近，距建设用地 0.7km，对评估区场地稳定性影响较大。

八宝山断裂北段南起永定河，往北东经八宝山、中关村、洼里，在太平庄北侧被南口-孙河断裂切断，南口-孙河断裂以北延伸不清。北段的总体走向比较稳定，平均为 20°~30°，倾向南东东，倾角约为 25°~35°。

八宝山断裂北段的大部分隐伏于平原第四系覆盖层之下，但在八宝山东侧可见该断裂出露，断层两盘分别为下侏罗统的含砾粉砂岩和蓟县系雾迷山组硅质条带白云岩，可见后者逆冲到下侏罗统含砾粉砂岩之上，表明该断裂为压扭性逆掩性质。中国地震局分析预报中心（1997）对断层面接触处的断层泥进行了热释光测龄，测试结果为距今 13.97 ± 1.13 万年，说明八宝山断裂的强烈活动时代为中

更新世。

在水屯北—田村地区，八宝山断裂表现为一组平行的迭瓦式断层，走向NE30°，倾向南东，倾角20~25°。雾迷山组地层逆掩于下双泉组之上，也表明该断裂为压扭性逆掩性质。

北京市地矿局物化探队（1990）在清华园附近进行了浅层人工地震探测，如图3-1，结果表明八宝山断裂北段在该处仅切穿早、中更新世以前的地层，对上更新世地层没有任何影响，全新世和上更新世的地层层理清楚连续，同样说明八宝山断裂强烈活动时代为中更新世。

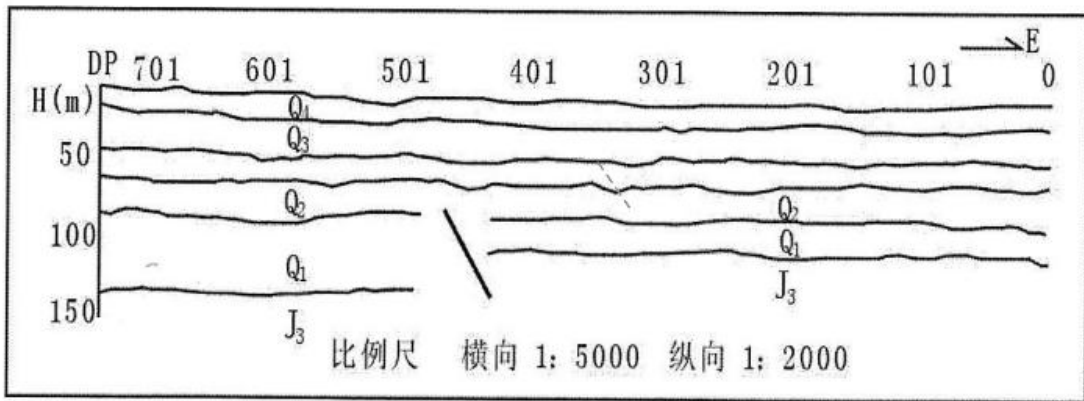


图 3-1 清华园八宝山断裂浅层人工地震剖面

综上，八宝山断裂为压扭性逆掩性质，该断裂的强烈活动时代为中更新世时期，为非全新世活动断裂。

2、活动断裂现状评估

依据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）中表 3-2、表 3-3 确定，活动断裂地质灾害发育程度“弱”，灾情为“轻”，现状评估活动断裂地质灾害危险性为“小”。

表 3-2 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/s）
中	全新世以来活动弱
弱	全新世以来不活动

表 3-3 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		

（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8度（50年超越概率10%）。地震烈度达到8度时，砂土液化是重要的地震灾害之一。

1976年唐山大地震在北京地区所造成的砂土液化的分布范围很广，几乎涉及到了整个北京平原区：东起平谷的门楼以东、西至房山的长沟，南自大兴的采育，北至怀柔的杨宋各庄（见图3-2）。通过对砂土液化的分布情况进行仔细分析后，可以发现以下几个特征：

①液化强度受地震烈度控制明显，烈度由低至高，液化强度由弱到强。北京地区地震烈度总的趋势是东部高，西部低；平原高，山区低。砂土液化的分布情况与其大体一致。

②液化区的分布与地貌部位关系十分密切。液化区多位于现在河道的中、下游河漫滩及其最新的古河道上。

③液化区的分布情况与地表覆盖层的特征密切相关。一般情况下，液化区地层于地表1~2m或3~5m以下第一个可液化的砂土层，多为灰色粉土或粉、细砂层。

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。

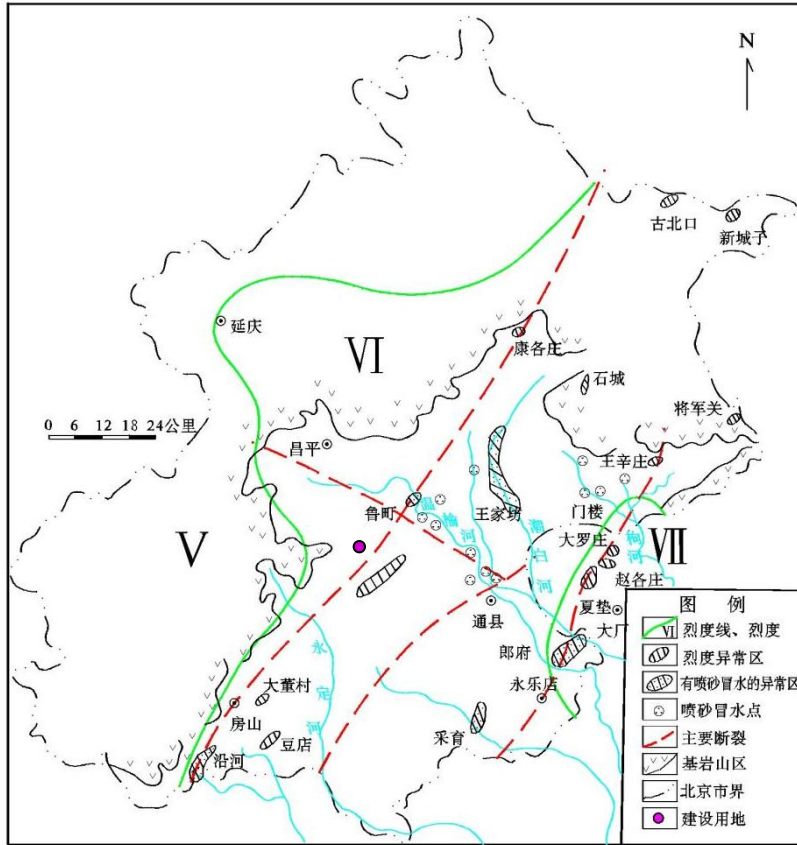


图 3-2 唐山地震北京地区砂土液化分布图

4、建设用地砂土液化判别

目前评价饱和砂土液化的方法很多，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。目前《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版）采用标准贯入试验法进行砂土液化判别。

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黏粒含量百分率，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 度时可不考虑液化

影响；

②粉土的黏粒（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，可不考虑液化影响；

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：

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \quad (1)$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \quad (2)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \quad (3)$$

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_0 ——液化土特征深度（m），按表 3-4 采用。

表 3-4 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，依据《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版）相关规定：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：

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

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 3-5 采用；

d_s ——饱和土标准贯入点深度（m）；

d_w ——地下水位深度（m）；

ρ_c ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；
 β ——调整系数，设计地震第一组取 0.80，第二组取 0.95，第三组取 1.05。

表 3-5 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》（GB/T 50011-2010 2024 年版）第 4.3.5 条，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 3-6 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 3-6 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}	$0 < I_{LE} \leq 6$	$6 < I_{LE} \leq 18$	$I_{LE} > 18$

根据现场勘探试验及项目区附近地下水位监测井监测成果，近 3-5 年内最高地下水位埋深为 9.57m，在 8 度地震烈度作用条件下，建设用地地下 20.0m 深度范围内不存在饱和粉土、砂土层，现状灾情为“轻”。根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中的相关规定（表 3-7），砂土液化地质灾害

现状危险性为“小”。

表 3-7 砂土液化现状、预测评估危险性确定

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

（三）地面沉降

北京市地面沉降主要发生在北京市市区、东郊、东北郊及周围一些卫星城镇。根据历史测量资料，北京市早在 1935 年就已经发生了地面沉降。当时地面沉降仅发生在西单到东单一带。1935~1952 年局部地面沉降量最大值仅为 58mm。解放后，沉降区逐步扩展到平原地区。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、扩展阶段和加速发展阶段。

① 1955~1973 年地面沉降形成阶段

该时段北京市平原地下水开采量日益增加，地下水位逐年下降，在市东郊的东八里庄-大郊亭一带，东北郊的来广营-酒仙桥一带形成了区域性的地下水降落漏斗中心，东郊、东北郊地面沉降区逐渐形成，面积不断扩大。到 1973 年，东郊大郊亭、东北郊来广营累计沉降量分别达到 230mm 和 126mm，地面沉降面积达到 400km²（累计沉降量大于 50mm），年平均沉降速率 16~28.2mm。

② 1973~1983 年地面沉降发展阶段

在该时期，北京市平原地下水水位持续下降，地下水位降落漏斗面积逐年增加，漏斗范围由东郊向昌平、瞬移、通州地区逐年扩大。东郊、东北郊沉降区面积迅速扩大，累计沉降迅速增加，到 1983 年沉降面积达 600km²（累计地面沉降量大于 50mm），累计地面沉降量大于 200mm 的面积达 42km²。最大累计沉降量 590mm。逐渐形成了远郊区昌平沙河-八仙庄、大兴榆垓-礼贤等沉降区。

③ 1987~1999 年地面沉降的扩展阶段

上世纪 90 年代中后期，由于连年的干旱少雨，使得地下水位普遍下降，地下水漏斗范围进一步扩大。地面沉降面积迅速扩大，沉降区向郊区迁移。东郊、东北郊沉降区沉降速率逐渐变大，昌平沙河-八仙庄、大兴榆垓-礼贤、顺义平各庄等沉降区以 20-35mm/a 速率快速发展。到 1999 年，地面沉降区面积达到 2815km²（累计沉降量大于 50mm）。形成了东郊八里庄-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 5 个较大沉降区，沉降中心累计沉降量分别达到了 722mm、565mm、688mm、661mm、250mm。在通州、顺义等地区形成了新的沉降区。平原区累计沉降量大于 100mm 的面积达 1826km²。累计沉降量大于 500mm 的面积达 104km²。

④ 1999~2005 年地面沉降快速发展阶段

北京市老的沉降区持续发展，新的沉降区逐渐形成，沉降区面积不断扩大，累计沉降量大于 100mm 的沉降区面积由 1999 年的 1826km² 增加到 2005 年的 2815km²。地面沉降分布呈南北两个大区。北区主要分布于城区东南的朝阳区、通州区以西、昌平区以南、顺义区的西南部。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；顺义平各庄沉降中心，累计沉降量 580mm，共 5 个沉降区。另外局部沉降中心还有顺义区北务等。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。地面沉降监测站分层标监测数据显示，2005 年天竺站地面标（F3-8）年沉降量为 43mm，望京站地面标年沉降量达 54.19mm。

建设用地处于昌平沙河-八仙庄沉降中心南侧，据已有资料，并根据评估区地下水特点，场区内 1955-2021 年地面沉降量累计为 0~50mm，2021 年地面沉降速率为 0~10mm/a（图 3-3 和图 3-4），场区地面沉降发育程度为“弱”（表 3-8），灾情等级为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性为“小”（表 3-9）。

表 3-8 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； 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 地面沉降现状危险性确定

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

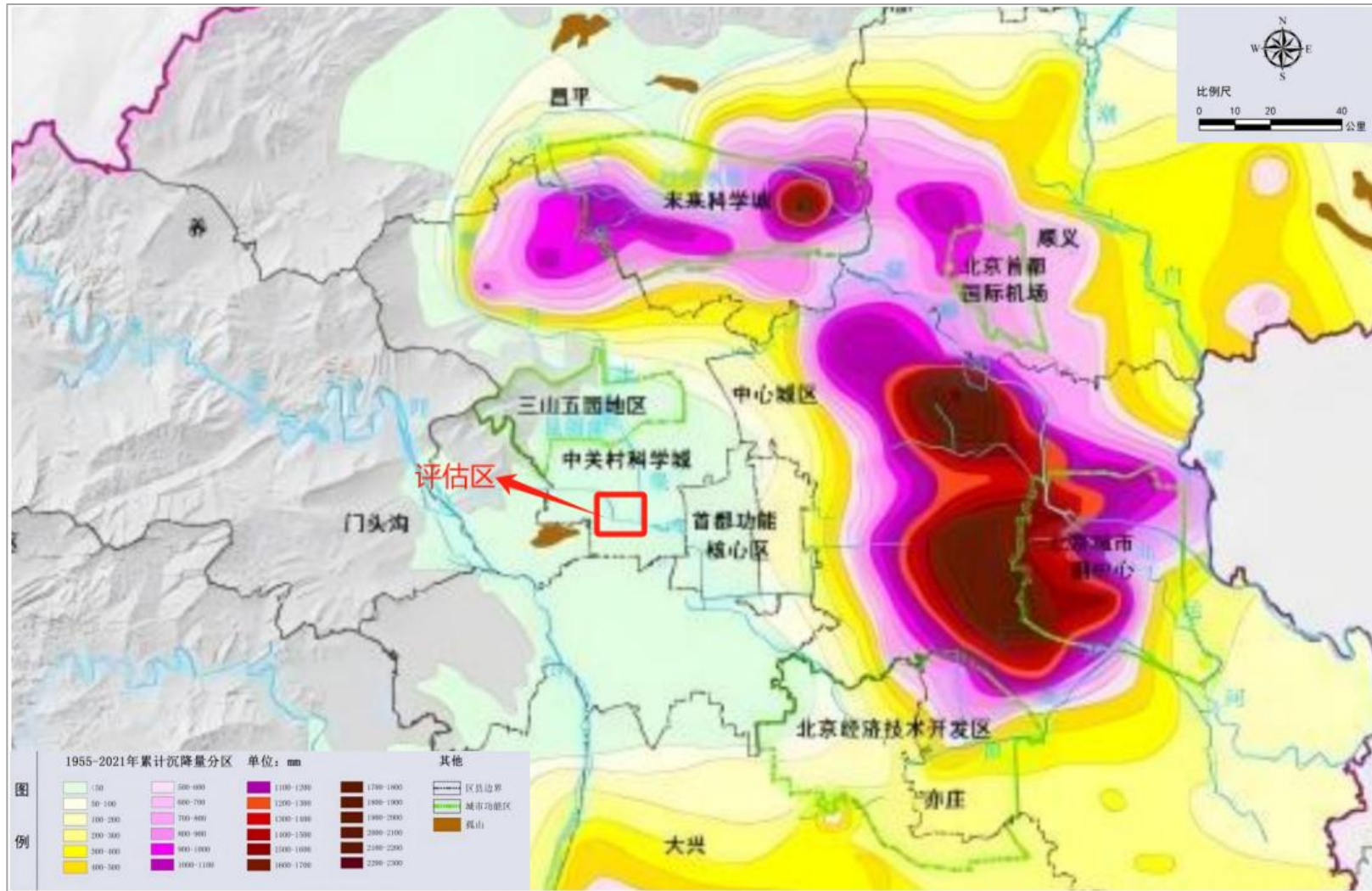


图 3-3 1955-2021 年累计地面沉降综合分析图



图 3-4 2021 年地面沉降综合分析图

四、现状评估小结

评估区主要存在活动断裂、砂土液化、地面沉降三种地质灾害，根据本次对评估区地质灾害的调查结果及现状评估，小结如下：

活动断裂：黄庄-高丽营断裂（中段）位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂（北段）位于建设用地东侧约 0.7km，两者均为非全新世活动断裂，发育程度均为“弱”，灾情为“轻”，活动断裂地质灾害的现状危险性为“小”。

砂土液化：在地震烈度为 8 度、地下水位接近 3-5 年内最高水位（埋深 9.57m）条件下判别，建设用地 20m 深度范围内，粉土及砂土不会发生液化；调查评估区范围内，未见因砂土液化而产生的地质灾害，砂土液化的灾情为“轻”，现状评估砂土液化的危险性为“小”。

地面沉降：建设用地 1955~2021 年的累计地面沉降量约 0~50mm，2021 年地面沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，且未造成人员伤亡和重大经济损失，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性为“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预测

（一）活动断裂

项目用地施工就区域范围而言，规模较小，不会改变地壳结构或区域应力场状态，不会造成黄庄-高丽营断裂（中段）和八宝山断裂（北段）的重新活动，也不会加剧场地附近断裂的活动性。建设用地工程建设引发或加剧活动断裂灾害危险性“小”。

（二）砂土液化

砂土液化问题是根据地下水位变化进行判别的，建设用地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，建设用地工程建设引发或加剧砂土液化灾害危险性“小”。

（三）地面沉降

该地区的地面沉降主要来自深部承压含水层的开采，建设用地在施工过程中不会采取深部承压水含水开采层。因此，建设用地建设引发或加剧地面沉降灾害的危险性“小”。

二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

（一）活动断裂

建设用地内无断裂构造通过，其稳定性主要受黄庄-高丽营断裂（中段）和八宝山断裂（北段）的影响。黄庄-高丽营断裂（中段）位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂（北段）位于建设用地东侧约 0.7km，均为非全新世活动断裂，位于晚更新世断裂影响带以外，因此，建设用地遭受活动断裂可能性为“小”，活动断裂地质灾害险情为“轻”，建设用地可能遭受活动断裂灾害危险性为“小”。

表 4-1 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 范围； 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 4-2 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		

（二）砂土液化

项目区建设用地地基土在将来是否会遭受砂土液化的危害，主要考虑将来项目区建设用地地下水位上升至历史最高水位时，是否有发生砂土液化的危险。依据《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版），结合已有的经验在本评估区的液化判别中按两个程序进行判别：

（1）初判

参照《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版）的有关规定，结合评估区的地震烈度为 8 度，可液化层（为新近沉积层和全新统 Q₄ 地层的粉土、砂土层）埋深较浅，水位较高的条件以及砂土平均粒径含量百分比和粉土的黏粒含量百分比 ρ_c 判定，该场地需要进行液化判别。

（2）复判

本报告依据国标《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版）用标准贯入试验法进行复判。

依据《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010 2024 年版）规定，采用如下公式对评估区进行复判

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

式中： N_{cr} ——判别标准贯入液化锤击数临界值；

N_0 ——液化判别标准贯入锤击数基准值，按表 4-3 采用；

d_s ——饱和土标准贯入点深度（m）；

d_w ——地下水位（m）；

ρ_c ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；

β ——与设计地震分组相关的调整系数，按表 4-5 采用；

表 4-3 液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

地面加速度 (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

表 4-4 调整系数 β

设计地震分组	调整系数 β
第一组	0.80
第二组	0.95
第三组	1.05

本次评估在设定地震烈度为 8 度及历史最高水位接近于地表（埋深 0m）条件下，对建设用地砂土液化的可能性进行预测。经判别（表 4-5），建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和粉土和砂土，在历史最高水位（埋深 0m）和 8 度地震烈度作用条件下不会发生液化。根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中 5.4 的相关规定（表 4-6），险情为“轻”，工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性为“小”。

表 4-5 评估场地砂土液化判别结果

孔号	层号	岩性	标贯中点 d_s (m)	水位埋深 d_w (m)	ρ_c	N_0	N	N_{cr}	I_{LE}	判别
ZK1	②	细砂	3.30	0	3	12	28	14.22	0.00	不液化
ZK2	② ₂	黏质粉土	2.50	0	14	12	14	5.76	0.00	初判不液化
	②	细砂	3.30	0	3	12	22	14.22	0.00	不液化
ZK3	②	粉砂	7.30	0	4	12	21	16.68	0.00	不液化
ZK5	②	细砂	3.30	0	3	12	29	14.22	0.00	不液化
ZK6	② ₂	黏质粉土	2.50	0	14	12	14	5.80	0.00	初判不液化
	② ₁	砂质粉土	3.30	0	9	12	17	8.03	0.00	不液化
ZK7	② ₂	黏质粉土	4.30	0	15	12	9	7.12	0.00	初判不液化

表 4-6 砂土液化地质灾害危险性预测评估表

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

（三）地面沉降

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。

1、地面沉降预测计算

根据已有资料,拟采用地面沉降量计算的计算式为:

$$S_1 = \frac{H_0 \cdot \Delta P}{E_s} \quad (1) \quad (\text{砂、砂碎石类土沉降量计算式})$$

$$S_2 = \frac{H_0 \cdot C_c}{E_s} \cdot \lg \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad (2) \quad (\text{黏性土沉降量计算式})$$

式中: H_0 ——地层初始厚度

ΔP ——水位降低引起的附加荷载应力, $\Delta P = \Delta h \cdot r_w$

E_s ——压缩模量

e_0 ——地层初始孔隙比

e ——水位下降后地层孔隙比(计算求得)

P_0 ——地层初始压力

P ——水位下降后地层压力

$$C_c = \frac{e_0 - e}{\lg P - \lg P_0}$$

C_c ——地层压缩指数

Δh ——水位降低值

r_w ——水的容重

2、地面沉降预测评估

北京市地面沉降现象已经引起了有关方面的高度重视,在地面沉降灾害的控制上也已经采取了如控制开采城区地下水、雨水回灌、南水北调等措施,虽然地面沉降中心沉降量及范围未来会有一定的发展,但其发展已呈减缓趋势。

预测在未来5年内,评估区地下水下降幅度会减缓,地面沉降也将呈现平缓发展的态势。预测到2029年,评估区累计地面沉降量将达到50~100mm,年沉降速率约为0~10mm/a,依据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)

(表4-7、表4-8)地面沉降发育程度“弱”,险情为“轻”,预测建设用地遭

受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。

表 4-7 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 4-8 地面沉降预测评估危险性确定

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

三、预测评估小结

经预测评估，建设用地的工程建设引发、加剧活动断裂、砂土液化及地面沉降地质灾害的危险性均为“小”；

黄庄-高丽营断裂（中段）位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂（北段）位于建设用地东侧约 0.7km，均为非全新世活动断裂，位于晚更新世断裂影响带以外，因此预测评估认为，建设用地遭受活动断裂可能性为“小”，活动断裂地质灾害险情为“轻”，建设用地建设可能遭受活动断裂灾害危险性为“小”。

建设用地用地 20m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，历史最高地下水位（埋深 0m）时不液化，砂土液化险情为“轻”，建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”。

预测至 2029 年，建设用地的累计地面沉降量约为 50~100mm，年沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，预测建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。

第五章 地质灾害危险性综合分区评估

一、地质灾害危险性综合评估原则

在现状和预测评估的基础上，以项目用地为重点对评估区地质灾害危险性进行综合评估分区。

评估区只存在单一灾种时，综合评估等级应以现状和预测评估为基础，危险性采取“就高不就低”的原则确定；当综合评估结果存在多种等级时，应进行综合评估分区。

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，对单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。

规划用地或建设用地上各区段的适宜性应根据地质灾害危险性综合分级及地质灾害防治难度确定。

二、评估指标的选定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）及《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）的相关规定，综合评估根据现状和预测评估结果综合确定，见表 5-1。

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

三、地质灾害危险性综合评估

评估区工程地质环境条件属中等复杂类型，通过现状评估和预测评估，该建设用地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。建设用地现状评估危险性等级为“小级”，预测评估危险性为“小级”，地质灾害危险性的综合评估为“小级”。依据上述量化指标综合评估如下（表 5-1、5-2）：

表 5-2 建设用地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		单灾种危 险性等级	综合评估 危险性等级
			可能遭受 危险性等级	引发或加剧 危险性等级		
建设用地	活动断裂	小	小	小	小级	小级
	砂土液化	小	小	小	小级	
	地面沉降	小	小	小	小级	

四、建设用地适宜性评估

（一）地质灾害防治难度的确定

评估区及其周边地质环境复杂程度为中等复杂，地势平坦、开阔，地形起伏较小，涉及的地质灾害防治工程简单，治理费用较低，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》（DB/T 893-2021）中的有关规定，见表 5-3，建设用地地质灾害防治难度为“小”。

表 5-3 规划用地或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

（二）建设用地适宜性评价

综合考虑评估区所处地质环境条件、地质灾害危险性综合评估结果及采取防治措施的难易程度等因素，根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB/T 893-2021）的规定，详见表 5-4，建设用地地质灾害危险性综合评估等级为“小级”，地质灾害防治难度为“小”，建设用地适宜性划分为“适宜”。

表 5-4 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

五、地质灾害防治措施

根据上述地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，可以看出建设用地存在地面沉降、砂土液化、活动断裂地质灾害隐患。本项目为重要建设项目，为保证工程顺利建设和安全运营，针对各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。

1、地面沉降灾害的防治措施

拟建场地属地面沉降弱发育区。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，但随着沉降速率的加速，沉降量的不断加大，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，在建筑、道路工程设计时，应充分考虑地面沉降对工程的影响，适当加强工程结构及其基础的整体强度，必要时，可在拟建场区内定期对新建楼房、道路等建筑物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。

2、砂土液化灾害的防治措施

对于砂土液化分布区，在工程详勘时，应查清液化土层分布范围和深度，判断液化程度，采取相应抗液化措施，如通过挖除浅部可液化土层，换填级配砂砾料等方法进行地基处理，或采用桩基等深基础穿越。

第六章 结论与建议

一、结论

1、拟建项目用地属“重要建设项目”，评估区地质环境条件复杂程度为“中等复杂”。该项目用地地质灾害危险性评估级别为“一级”。

2、经现状评估：评估区存在活动断裂、砂土液化、地面沉降三种地质灾害。

黄庄-高丽营断裂(中段)非全新世活动性断裂，建设用地距离该断裂约 2.0km，八宝山断裂（北段）非全新世活动断裂，建设用地距离该断裂约 0.7km。活动断裂发育程度“弱”，灾情为“轻”，评估活动断裂地质灾害现状危险性为“小”。

建设用地 20m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，现状地下水位时不液化，砂土液化的灾情为“轻”，砂土液化地质灾害的现状危险性为“小”。

建设用地 1955~2021 年的累计地面沉降量约 0~50mm，近 3 年地面沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的现状发育程度为“弱”，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性为“小”。

3、经预测评估：

建设用地的工程建设引发、加剧活动断裂、砂土液化、地面沉降地质灾害的危险性均为“小”。

黄庄-高丽营断裂中段位于建设用地东侧约 2.0km，八宝山断裂北段位于建设用地东侧约 0.7km，均非全新世活动断裂，位于晚更新世断裂影响带以外，因此预测评估认为，建设用地遭受活动断裂可能性为“小”，活动断裂地质灾害险情为“轻”，建设用地建设可能遭受活动断裂灾害危险性为“小”。

建设用地用地 20m 深度范围内的地基土在设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组，历史最高地下水位（埋深 0m）时不液化，险情为“轻”，建设用地遭受砂土液化地质灾害的危险性为“小”。

预测至 2029 年，建设用地的累计地面沉降量约为 50~100mm，年沉降速率约为 0~10mm/a，地面沉降的发育程度为“弱”，险情为“轻”，预测建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性为“小”。

4、经综合评估确定项目区建设用地的地质灾害危险性等级属“小级”。

5、从地质灾害评估角度来看，建设用地地质灾害防治难度为“小”，该场地作为本项目的建设用地是“适宜”的。

二、建议

1、建设用地周围有断裂构造发育，建议建设用地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，保证建设用地质量，提高建筑物的抗震水平。

2、建设用地现已处于地面沉降区域，并有地面沉降继续发展的可能。为安全起见，在对建设用地内地下管线等设施进行设计和施工时，应充分考虑地面沉降对管线等设施的影响。必要时，可在建设用地内定期进行精密的地面水准测量，监控地面沉降的发展变化，防范地面沉降导致灾害性危险的发生。

3、建设用地可能存在砂土液化地质灾害风险，建设用地进行工程建设前应进行详细勘察，根据详细勘察中液化判别结果，采取相应抗液化措施。

4、本评估报告不可用于替代工程建设各阶段的勘察成果。

审 定 人：

审 核 人：

技术负责人：