
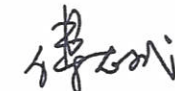





酒仙桥旧城区改建项目
建设用地地质灾害危险性评估报告



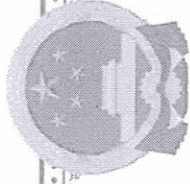
酒仙桥旧城区改建项目 建设用地地质灾害危险性评估报告

项目编号：2024DZ410024AA

法定代表人： 
总工程师： 
审核人： 
工程负责人： 
技术负责人： 

建设综合勘察研究设计院有限公司
二〇二六年三月





地质灾害防治单位资质证书

单位名称：建设综合勘察研究院有限公司

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘查设计资质

住所：北京市东城区东直门内大街177号

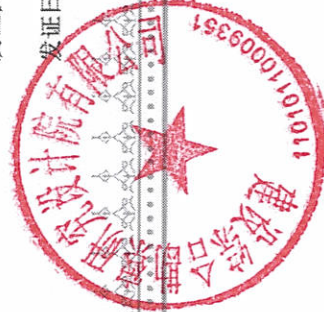
资质等级：甲级

证书编号：110020241110062

有效期至：2029年4月10日

发证机关：北京市规划和自然资源委员会

发证日期：2024年4月10日



目 录

前 言.....	3
第一章 评估工作概述.....	4
一、工程和规划概况与征地范围.....	4
二、以往工作程度.....	7
三、工作方法及完成的工作量.....	7
(一) 工作方法.....	7
(二) 完成的工作量.....	8
四、评估的范围与级别的确定.....	9
(一) 评估的范围.....	9
(二) 评估级别的确定.....	10
第二章 地质环境条件.....	11
一、气象、水文.....	11
(一) 气象.....	11
(二) 水文.....	11
二、地形地貌.....	12
三、地层岩性.....	12
四、地质构造与区域地壳稳定性.....	14
(一) 大地构造位置.....	14
(二) 区内主要断裂及地质构造活动性分析.....	15
(三) 地震地质概况及区域地壳稳定性.....	15
五、工程地质条件.....	18
六、水文地质条件.....	21
(一) 含水层的分布及赋水性.....	21
(二) 地下水类型、动态特征及补给、径流、排泄条件.....	21
七、人类工程活动对地质环境的影响.....	22
第三章 地质灾害危险性现状评估.....	23
一、地质灾害类型的确定.....	23
二、地质灾害危险性现状评估.....	23



(一) 活动断裂	23
(二) 地面沉降	26
(三) 砂土液化	31
第四章 地质灾害危害性预测评估	33
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测	33
(一) 活动断裂	33
(二) 地面沉降	33
(三) 砂土液化	33
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测	33
(一) 活动断裂	33
(二) 地面沉降	33
(三) 砂土液化	34
三、预测评估小结	34
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	36
一、地质灾害危险性综合评估原则	36
二、地质灾害危险性综合分区评估	38
三、拟建场地适宜性评估	39
四、防治措施	39
结论与建议	40
一、结论	40
二、建议	40



前 言

受北京电控阳光房地产开发有限公司的委托，建设综合勘察研究设计院有限公司（以下简称“我公司”）承接了酒仙桥旧城区改建项目地质灾害危险性评估工作。

一、评估依据

本次地质灾害危险性评估的主要依据及执行的标准如下：

1. 中华人民共和国国务院第 394 号令《地质灾害防治条例》；
2. 国土资源部[2004]69 号《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》；
3. 《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）；
4. 《地质灾害危险性评估技术规范》（DZ/T0286-2015）
5. 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）；
6. 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ11-501-2009）（2016 年版）；
7. 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）。

二、评估目的和任务

本次地质灾害危险性评估的主要目的和任务为：

1. 基本查明拟建线路沿线场地及其周边的地质环境条件。
2. 调查拟建场地及其周边的地质灾害类型、规模、分布、稳定状态等，分析评价其对场地和拟建线路的影响。
3. 分析预测拟建线路在建设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的可能性及灾害的范围、危害程度。
4. 对地质灾害的危险性及场地的适宜性进行综合评价，并提出对地质灾害的防治措施及建议。

本次评估原则、内容、技术方法和工作程序等均按《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）（以下简称《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021））执行，对《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中未明确的，执行国家和行业相关标准与技术规程。

第一章 评估工作概述

一、工程和规划概况与征地范围

酒仙桥旧城区改建项目（以下简称“拟建项目”）位于北京市朝阳区东北部，酒仙桥街道南部，规划 CY00-1019 街区。本次规划范围东至三街坊及驼房营路，南至酒仙桥南路及亮马河北路，西至亮马桥路及红霞一街，北至酒仙桥南街。另含立新村，向阳平房，兆维平房，数码港，八街坊平房，十二街坊平房，半截塔路平房，驼西平房等地块，地理位置见图 1-1。依据 2024 规自（朝）测字 0001 号文件，拟建项目用地总面积 489006.569m²，其中建设用地面积 321077.431 m²，代征城市公共用地面积：167929.138 m²。

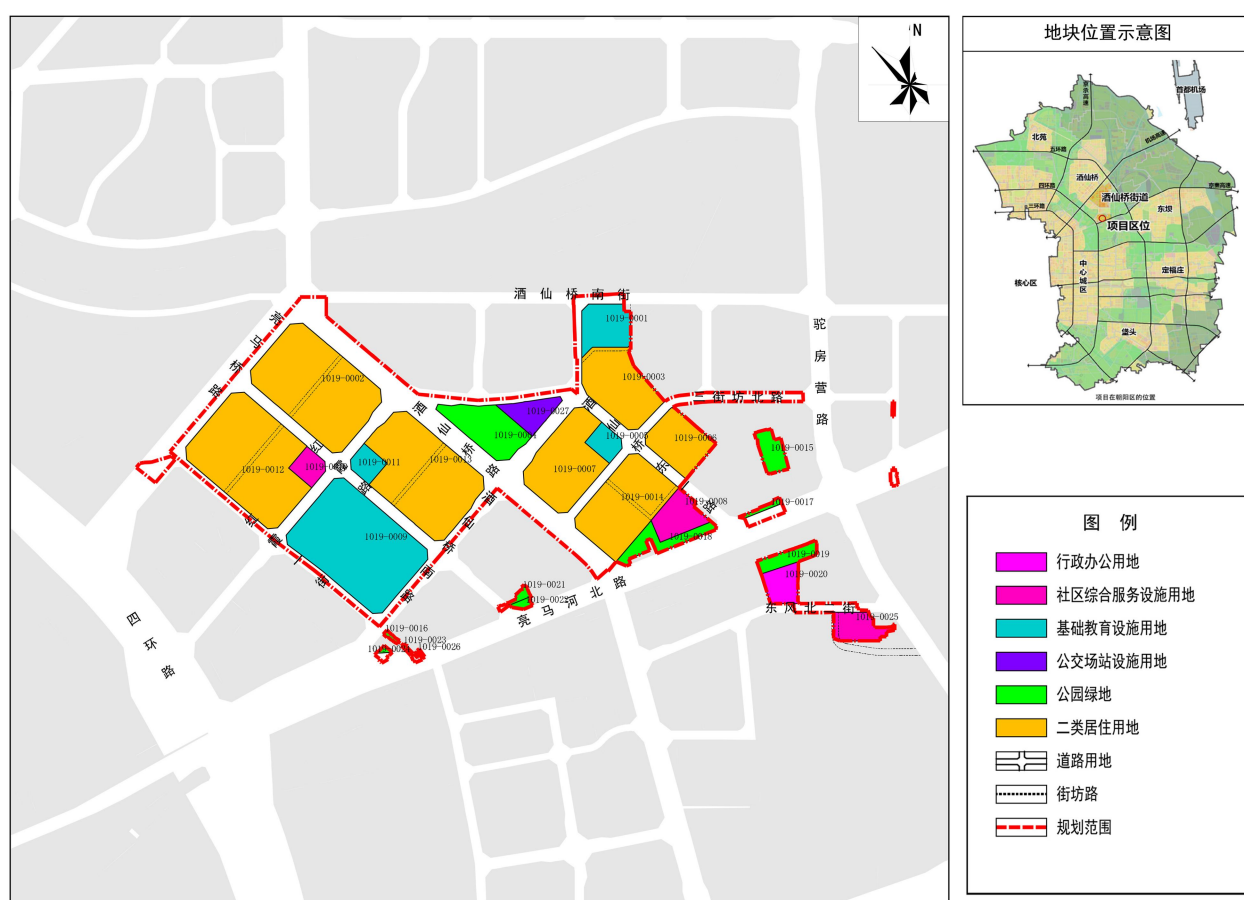


图 1-1 拟建项目地理位置图

依据京规自（朝）初审函[2023]0058 号，规划范围内总建筑规模约 724822.16m²，其中行政办公用地（A1）约 6862.98m²、基础教育设施用地（A33）约 66817.80m²、社区综合服务设施用地（A8）约 28800m²、二类居住用地（R2）约 619941.39m²、公交场站设施用地（S32）约 2400 m²，详见图 1—2 和表 1—1。

规划范围内规划行政办公用地高度按 18m 控制；基础教育设施用地高度按 12m、18m、24m 控制；社区综合服务设施用地高度按 24 m 控制；二类居住用地高度按 60 m、80m

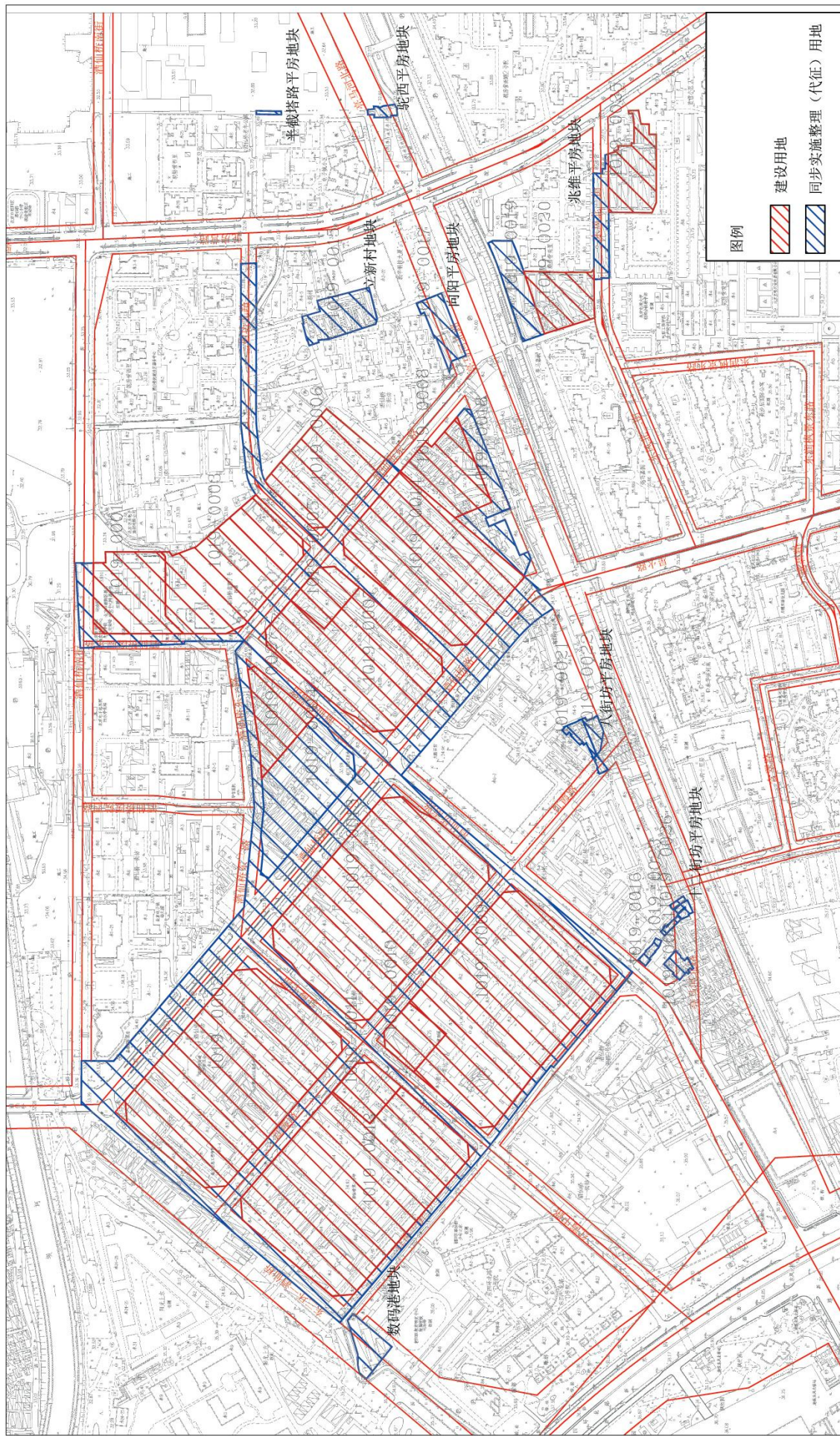


图1-2 拟建项目用地规划图

表 1—1 各地块用地规划表

地块编号	用地代码	用地名称	用地规模(公顷)	建筑高度(米)	容积率	绿地率(%)	建筑密度(%)	要求及备注
1019-0001	A331	中学用地	1.01	18	1.00	30	30	现状中学
1019-0002	R2	二类居住用地	4.60	60	2.50	30	30	含用地面积300平方米的开闭站一处;含宽度8米的南北向街坊路一条,街坊路可结合项目建设进行优化
1019-0003	R2	二类居住用地	2.08	80	3.50	30	30	现状住宅,含现状封闭式垃圾分类收集站一处;含现状开闭站一处;含宽度8米的東西向街坊路一条
1019-0004	G1	公园绿地	1.41	0	0.00	100	0	含建筑面积70平方米的公共厕所一处;结合周边停车需求,配建地下停车场
1019-0005	A334	托幼用地	0.40	12	0.80	30	30	规划9班幼儿园,位置和地块边界可结合1019-0007地块设计方案优化
1019-0006	R2	二类居住用地	1.31	80	2.50	30	30	
1019-0007	R2	二类居住用地	2.47	80	2.80	30	30	
1019-0008	A8	社区综合服务设施用地	0.80	24	1.00	30	40	含建筑面积0.4万平方米的机构养老设施、建筑面积0.2万平方米的室内文化设施、建筑面积0.2万平方米的室内体育设施各一处
1019-0009	A333	中小学合校	5.03	24	1.00	30	30	规划36班九年一贯制
1019-0010	A8	社区综合服务设施用地	0.41	24	2.00	30	40	含街道办事处、社区服务中心、街道综合文化中心各一处,位置和地块边界可结合1019-0012地块设计方案优化
1019-0011	A334	托幼用地	0.40	12	0.80	30	30	规划9班幼儿园,位置和地块边界可结合1019-0012地块设计方案优化
1019-0012	R2	二类居住用地	4.75	60	2.80	30	30	含宽度8米的南北向街坊路一条,街坊路可结合项目建设进行优化
1019-0013	R2	二类居住用地	4.27	60	2.80	30	30	含宽度8米的南北向街坊路一条,街坊路可结合项目建设进行优化
1019-0014	R2	二类居住用地	2.79	60	2.80	30	30	含宽度8米的南北向、东西向街坊路各一条
1019-0015	G1	公园绿地	0.45	0	0.00	100	0	
1019-0016	G1	公园绿地	0.04	0	0.00	100	0	
1019-0017	G1	公园绿地	0.09	0	0.00	100	0	
1019-0018	G1	公园绿地	0.61	0	0.00	100	0	含建筑面积70平方米的公共厕所一处;规划预留南侧现状住宅出行条件
1019-0019	G1	公园绿地	0.40	0	0.00	100	0	
1019-0020	A1	行政办公用地	0.57	18	1.20	30	30	规划派出所
1019-0021	G1	公园绿地	0.08	0	0.00	100	0	含建筑面积70平方米的公共厕所一处
1019-0022	G1	公园绿地	0.07	0	0.00	100	0	
1019-0023	G1	公园绿地	0.02	0	0.00	100	0	
1019-0024	G1	公园绿地	0.03	0	0.00	100	0	
1019-0025	A8	社区综合服务设施用地	0.63	24	2.00	30	40	含建筑面积0.35万平方米的社区卫生服务中心、建筑面积0.5万平方米的机构养老设施、建筑面积0.2万平方米残疾人托养所、建筑面积0.1万平方米的室内文化设施、建筑面积0.1万平方米的室内体育设施各一处;含宽度15米的南北向街坊路一条
1019-0026	G1	公园绿地	0.01	0	0.00	100	0	
1019-0027	S32	公交场站设施用地	0.60	18	0.40	30	30	规划公交首末站,含用地面积0.12公顷的封闭式垃圾分类收集站一处

控制；公交场站设施用地高度按 18 m 控制。

规划范围内规划行政办公用地容积率为 1.2；基础教育设施用地容积率为 0.8、1.0；社区综合服务设施用地容积率为 1.0、2.0；二类居住用地容积率为 2.5、2.8 和 3.5（现状）；公交场站设施用地容积率为 0.4。

规划范围内规划行政办公用地建筑密度不高于 30%；基础教育设施用地建筑密度不高于 30%；社区综合服务设施用地建筑密度不高于 40%；二类居住用地建筑密度不高于 30%；公交场站设施用地建筑密度不高于 30%。

规划范围内行政办公用地绿地率不低于 30%；基础教育设施用地绿地率不低于 30%；社区综合服务设施用地绿地率不低于 30%；二类居住用地绿地率不低于 30%；公交场站设施用地绿地率不低于 30%。

二、以往工作程度

工作区位于北京市朝阳区，地质研究程度较高，已完成了大量的区域地质工作，包括水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质等工作，主要研究成果有：60 年代到 70 年代，完成了第一轮 1：5 万区域地质调查，并提交了 1：5 万各图幅区域地质调查报告；1979 年北京市水文地质工程地质大队完成的《北京平原区基岩地质构造图（1：10 万）》及 1979 年 6 月北京地震地质会战第二专题《北京地区构造体系图（1：10 万）》、《北京地区活动构造体系图（1：10 万）》及说明书；北京市水文地质工程地质大队 1978 年 10 月完成的《北京市水文地质图（1：10 万）》及说明书；北京市地质矿产勘查开发局及北京市地质研究所 2008 年编著的《北京地质灾害》。此外我公司还搜集了北京市的《气象志》、《地质矿产志》“酒仙桥危改项目 C12-2 地块岩土工程勘察（北京市工程地质勘察院，2014 年）”。以往的地质勘察、监测和科研等地质工作为本项目工作的开展提供了基础条件。

三、工作及完成的工作量

（一）工作方法

本次地质灾害危险性评估工作首先按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）详细编写地质灾害评估纲要，通过现场调查、资料搜集、现状评估、预测评估及综合评估等流程完成了评估报告，详细的工作流程见图 1-3。

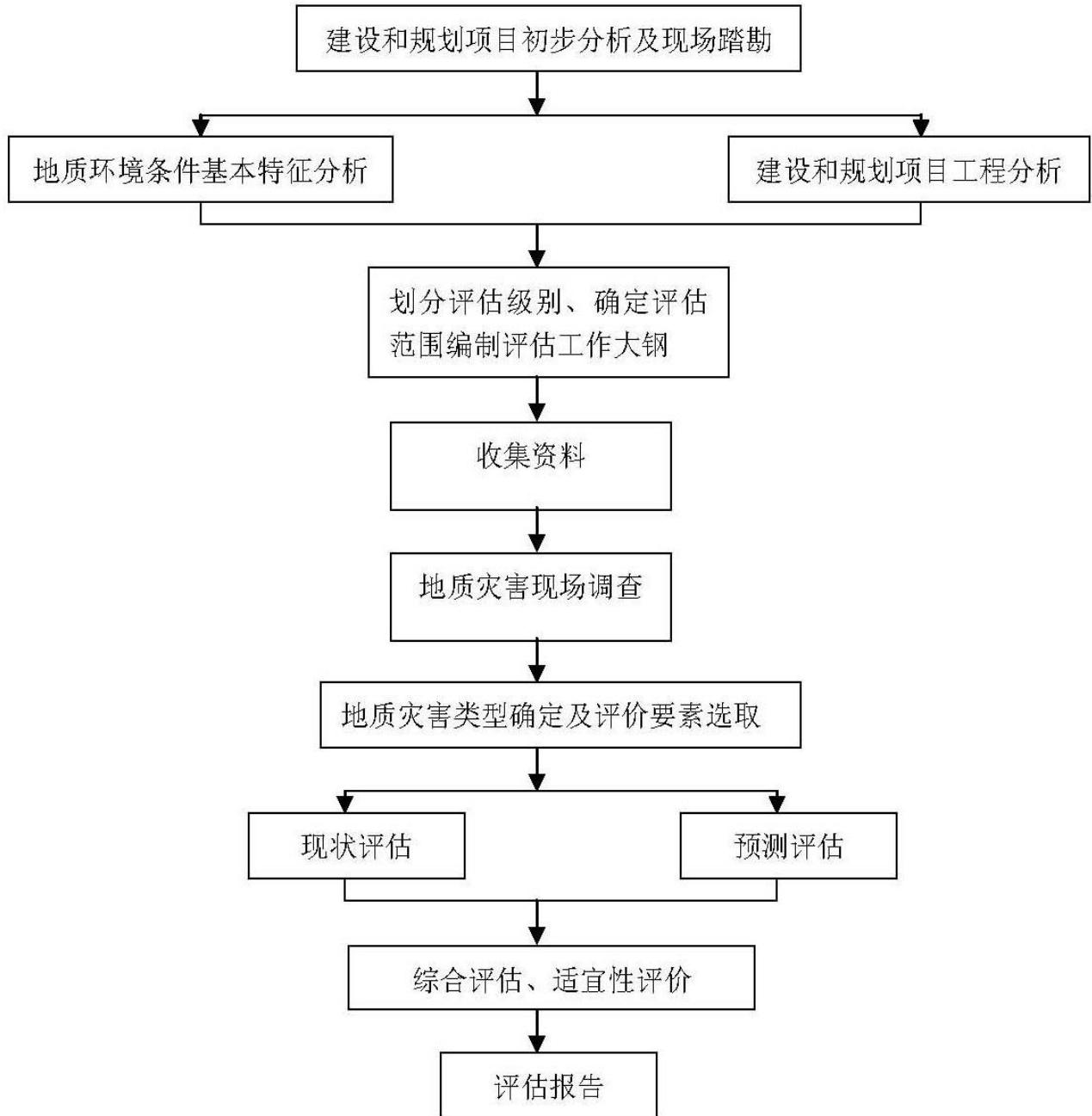


图 1-3 地质灾害评估工作程序框图

（二）完成的工作量

根据拟建项目所处地理位置，本次评估将主要对活动断裂、地面沉降及砂土液化等潜在灾种进行调查及评估。

整个评估工作从 2026 年 3 月 2 日开始，于 2026 年 3 月 14 日结束，完成地质调查 15km²，工作内容见表 1-2，具体工作范围见图 1-4。

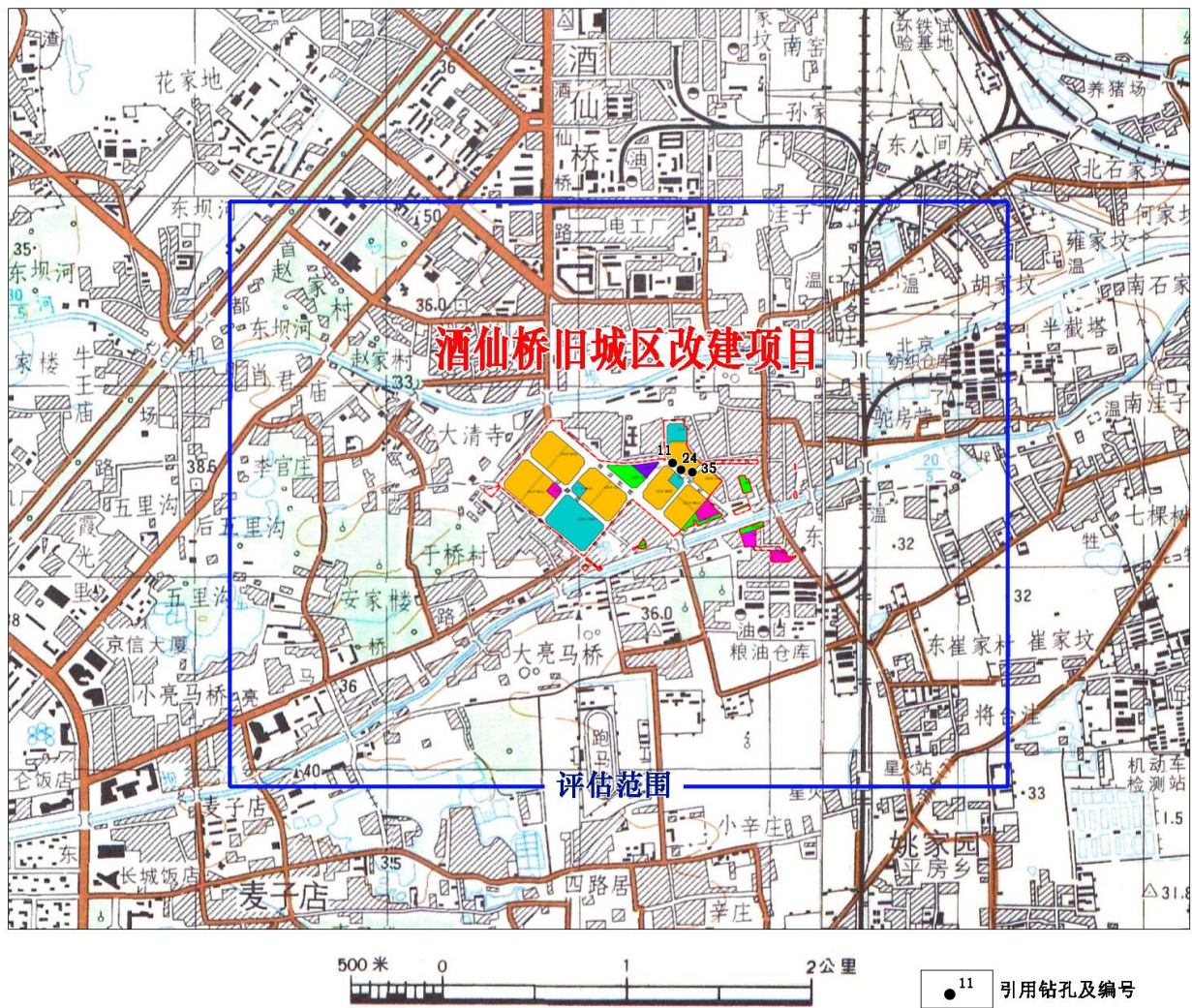


图 1-4 实际材料图

表 1-2 完成的主要工作量一览表

项目名称	单位	数量	备注
收集资料	份	36	包括报告、文件、图件
水文地质调查	km ²	15	
工程地质调查	km ²	15	
环境地质调查	km ²	15	
利用勘探钻孔	个	3	总进尺 180m
标贯试验	次	15	

四、评估的范围与级别的确定

(一) 评估的范围

通过现场水文地质、工程地质及环境地质调查，分析研究了大量资料，确定评估区应对

活动断裂、地面沉降及砂土液化的危害进行评估，按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）的规定，确定本次评估评估范围面积约 15km²，在评估范围内进行工程地质、水文地质和环境地质调查。

（二）评估级别的确定

评估级别的确定主要根据建设项目的重要性和地质环境条件复杂程度进行确定。

1. 建设项目重要性的确定

酒仙桥旧城区改建项目拟建项目用地总面积 489006.569m²，其中建设用地面积 321077.431 m²，代征城市公共用地面积：167929.138m²。拟建项目总建筑规模约 724822.16m²，其中行政办公用地（A1）约 6862.98m²、基础教育设施用地（A33）约 66817.80m²、社区综合服务设施用地（A8）约 28800m²、二类居住用地（R2）约 619941.39m²、公交场站设施用地（S32）约 2400 m²。拟建项目建筑控制高度 12—80m，容积率 0.4—1.2。按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），确定拟建项目为“重要建设项目”。

2. 评估区地质环境条件复杂程度的确定

评估区位于北京平原东部，地貌属永定河冲洪积扇的中部，拟建场区地形较平坦，现为道路、荒地等，评估区属地貌类型单一类。

评估区在大地构造位置位于中朝准地台（I）华北断坳（II₂）的北京迭断陷（III₆）中的坨里-丰台迭凹坳（IV₁₄），拟建项目西北侧约 1.0km 有良乡—前门—顺义断裂通过，断裂构造中等复杂。

评估区为第四系覆盖区，第四系厚度约 200~300m，表层为人工填土层，其下为第四纪沉积的黏土、粉土、砂土及卵石等，区内工程地质条件一般。评估区内地下水埋藏较浅，深部存在多层承压水，水文地质条件较为复杂。

评估区位于东部地面沉降区，1955~2025 年的累计地面沉降量约 670mm，评估区内存在地面沉降现象，评估区地质灾害中等发育。评估区内主要的人类活动是对地下水的开采，评估区破坏地质环境的人类工程活动较强烈。

综合以上地质环境条件的各因素，综合判断拟建场地的地质环境条件复杂程度为“中等复杂”。

拟建建设项目属于“重要建设项目”，评估区地质环境复杂程度属于“中等复杂”，按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），拟建项目地质灾害危险性评估的级别属于“一级”。

第二章 地质环境条件

一、气象、水文

(一) 气象

评估区属区域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，秋季晴朗清爽，冬季寒冷干燥。据北京气象台 1959~2013 年资料，本区多年平均气温 11.9℃，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）。

本区降雨主要集中在 6~9 月份，占全年降雨量的 70%~80%。北京市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/s，最大超过 20m/s。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。

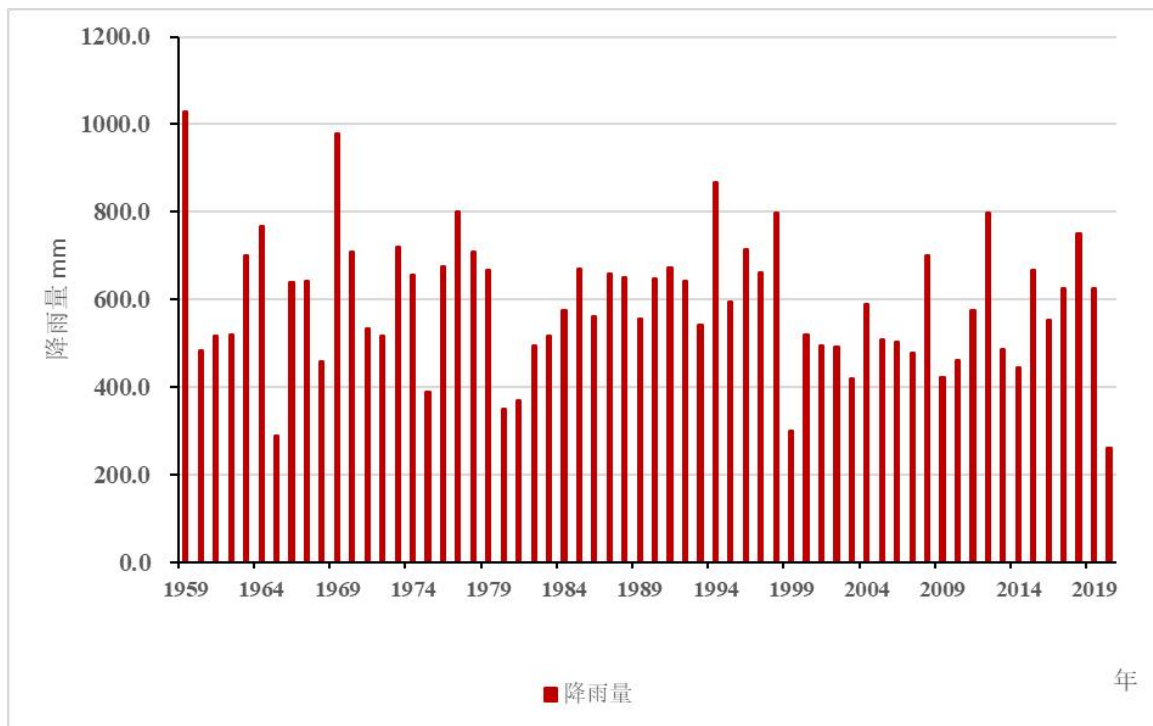


图 2-1 北京市 1955-2020 年降雨量变化直方图

(二) 水文

评估区属温榆河水系。温榆河发源于北京市昌平区军都山麓，古称湿余水、温余水，上

游由东沙河、北沙河、南沙河 3 条支流汇合而成，全长 47.5km，灌溉农田 20 万亩，其间有蔺沟河、清河、龙道河、坝河、小中河汇入，流域面积 4423km²。1970 年至 1972 年曾两次整治，沿河筑堤，并建闸 4 座。蔺沟河口以上防洪标准按 50 年一遇设计，洪峰流量 400m³/s；蔺沟河口以下按 20 年一遇设计，50 年一遇校核，洪峰流量 1562m³/s。

在拟建场区北侧有温榆河的支流坝河通过。坝河位于北京市东郊。源于东城区东北护城河，自西向东在朝阳区东郊边界汇入温榆河。主要支流有北小河、亮马河和北土城沟等，主河道全长 21.63km，流域面积 158.4 km²。坝河是元代开凿的运粮河，后被通惠河取代，成为排水沟。1949 年后，曾进行 4 次治理。河道建有蓄水闸 7 座，一次蓄水量 120 余万 m³，可灌溉农田 4.4 万亩。

二、地形地貌

拟建场区位于永定河冲洪积扇的中部，属平原地貌，地形较平坦，现为住宅小区和道路等。

三、地层岩性

评估区表层为第四系所覆盖，第四系厚度约 200~300m，表层为人工填土层，其下为一般第四纪沉积的粘性土、粉土、砂土及卵石，第四系下为第三系，第三系下伏基岩主要为下白垩统等，见图 2-2，现简述如下：

1. 下白垩统 (K₁)

广泛分布在本区下部及北部大部分地区，岩性由灰紫色、黄绿色、黄褐色厚层砾岩、含砾粗砂岩和各粒级砂岩等多个旋回性基本层序组成。

2. 第三系 (E_{2c})

分布在本区下部，主要岩性为暗紫色或猪肝色砂砾岩夹泥岩或砂质泥岩。

3. 第四系 (Q)

广泛分布于评估区，表层为人工填土，其下为粘性土、粉土、砂土及卵石，厚度约 200~300m 左右。



比例尺1: 100000

图例

- | | | | |
|--|--|--|---|
| K₁ 白垩系 | J₃ 上侏罗统 | J₂ 中侏罗统 | ε 寒武系 |
| Q_n 青白口系 | J_x 蓟县系 | 地层不整合线 | 张性断裂 |
| 压扭性断裂 | 基岩埋藏深度等值线 (米) | | |

注：基岩系指新生界底界

图 2-2 评估区基岩地质构造图

四、地质构造与区域地壳稳定性

(一) 大地构造位置

拟建场地大地构造位置位于中朝准地台（I）华北断拗（II₂）的北京迭断陷（III₆）中的坨里-丰台迭凹拗（IV₁₄），如图 2-3 所示。

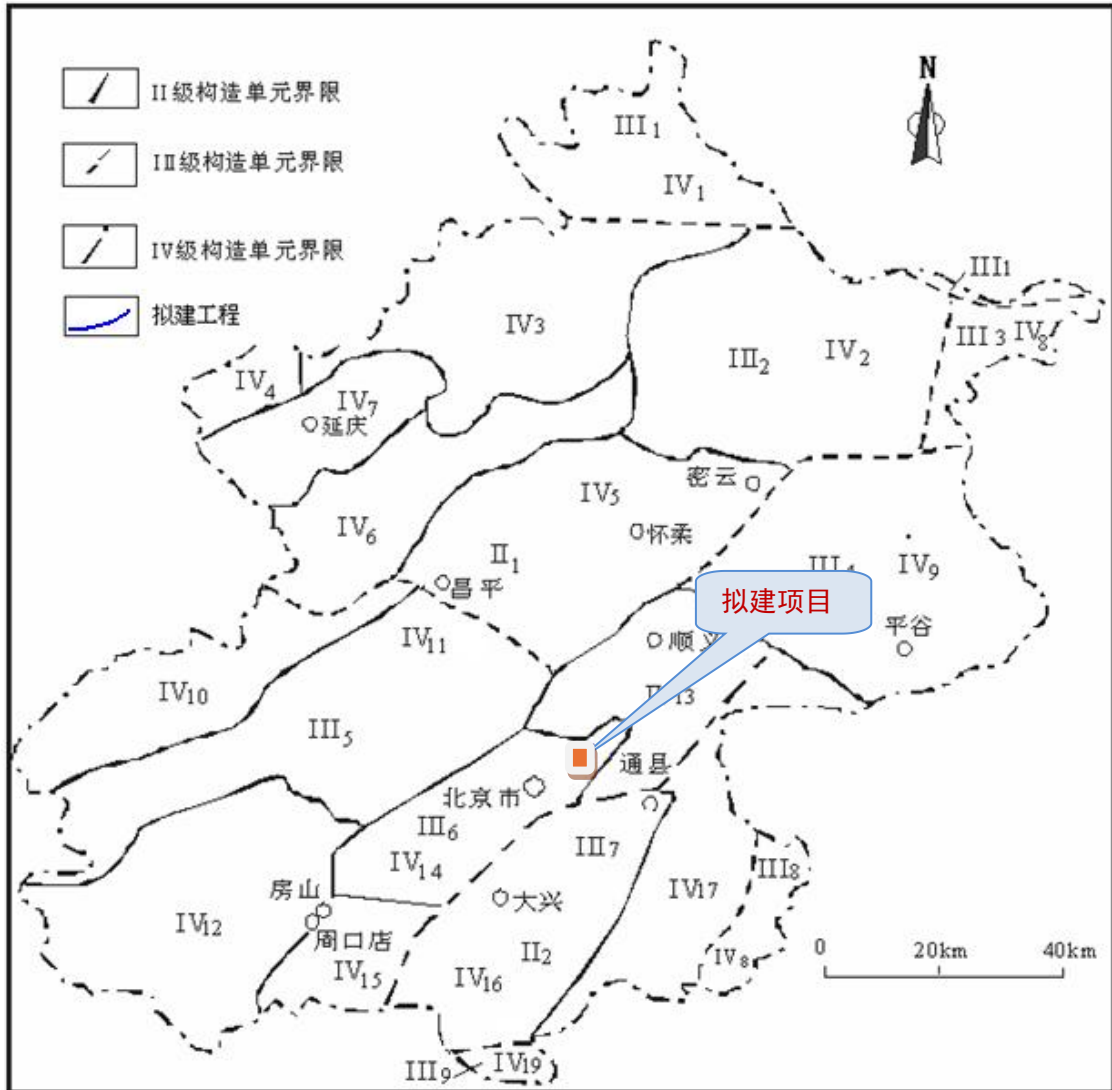


图 2-3 拟建项目大地构造位置图

坨里-丰台迭凹拗（IV₁₄）位于北京迭断陷中段。基底由中上元古界及中生界下白垩统组成。以北北东向良乡—前门—顺义隐伏断裂为界，其西部坨里—长辛店一带沉陷较早，有始新统长辛店组沉积，晚第三纪至第四纪以来逐渐抬升，其基底岩系大部分出露于地表，上第三系及第四系仅有零星分布；东部于渐-中新世时期强烈凹陷，接受了巨厚的前门组、天坛组的沉积，并逐渐向东超覆，沉积最大厚度达 1500m。前门期于北京城区伴有偏碱性之玄武岩喷溢活动。第四纪以来，本区渐趋稳定，与西北和东南两侧隆起间的差异逐渐减小，构成向东缓倾斜的鼻状斜坡地带。

（二）区内主要断裂及地质构造活动性分析

北京地区处于新华夏、阴山纬向和祁吕-贺兰山字型东翼三个构造体系的交汇部位。其中新华夏构造体系活动性强，控制着北京地区地质构造的基本格局、地貌基本形态和地震活动。第四纪以来，新华夏构造体系仍在继续活动，是主要发震的地震构造体系。

北京新华夏构造体系处于太行隆起带与华北沉降带交汇部位的北端，主要有黄庄-高丽营断裂、良乡-前门-顺义断裂、南苑-通县断裂等断裂，其走向呈北东或北北东向。山字型构造是一种复杂的扭动构造形式，祁吕-贺兰山字型是我国最大的山字型构造体系，它的东翼反射弧的构造方向与新华夏构造体系的北东向断裂方向基本一致，八宝山断裂、黄庄-高丽营断裂位于山字型东翼反射弧，有学者认为这两条断裂在地壳深部重合为一条深大断裂。以南口-孙河断裂为代表的北西向断裂活动性也较强，亦是发震的断裂构造之一。阴山纬向构造体系形成较早，主要断裂方向呈近东西向，主要位于密云、怀柔北部及北京南的涿县一带，活动性不明显。

拟建项目西北侧约 1.0km 有良乡-前门-顺义断裂通过，有关该断裂的活动性详见活动断裂的现状评估。

（三）地震地质概况及区域地壳稳定性

1. 北京地区的历史强震

北京周边地区（38°51′~41°34′N；114°43′~118°16′E），共查证到 M4.7 级以上地震 75 次（不含余震）。计 M4.7~M4.9 级地震 28 次，M5.0~M5.9 级地震 33 次，M6.0~M6.9 级地震 12 次，M7.0~M7.9 级地震 1 次，M8.0 级地震 1 次（图 2-4）。最早的一次地震发生在公元 294 年居庸关一带，为 M6 级地震；最近的一次地震发生在 2006 年 7 月 4 日河北文安县附近，为 M5 级地震。总体来看，地震频率不高但破坏极大。如 1679 年 9 月 2 日三河-平谷地震，是中国东部人口稠密地区影响广泛和损失惨重的知名历史地震之一，也是北京附近历史上发生的最大地震。据史书记载，以河北省三河县和北京市平谷县的灾情最重，震中烈度为 XI 度，破坏面积纵长 500 千米，北京城内皇宫有多处损坏。再如 1976 年 7 月 28 日河北唐山大地震，是近年来中国东部震级最大、破坏性最强的一次地震，震中烈度为 XI 度。北京周边地区生过 $M^{5\frac{1}{2}}$ 级及以上的破坏性地震共 23 例（表 2-1）。

表 2-1 北京市及周围破坏性地震目录

编号	地震时间	震中位置		地点	震级(M)	震中烈度(I ₀)
		经度 (°)	纬度 (°)			
1	294.9	116.0	40.5	北京延庆东	6.0	VIII
2	1057.3.30	116.3	39.7	北京南	6 $\frac{3}{4}$	IX
3	1138. 8.22	115.5	39.3	河北易县	5 $\frac{1}{2}$	VII
4	1337.9.16	115.7	40.4	河北怀来一带	6 $\frac{1}{2}$	VIII
5	1484.2.7	116.1	40.5	北京居庸关一带	6 $\frac{3}{4}$	VIII-IX
6	1511.12.11	116.6	39.2	河北霸县	5 $\frac{1}{2}$	未给出
7	1527	118.1	39.8	河北丰润	5 $\frac{1}{2}$	VII
8	1536.11.1	116.8	39.8	北京通县附近	6.0	VII-VIII
9	1621.3	116.7	39.5	河北永靖东北	5 $\frac{1}{2}$	VII
10	1624.7.19	115.5	38.9	河北保定	5 $\frac{1}{2}$	VII
11	1626.5.30	117.4	40.0	天津蓟县	5 $\frac{1}{2}$	VII
12	1658.2.3	115.7	39.4	河北涞水	6.0	VII-VIII
13	1665.4.16	116.6	39.9	北京通县西	6 $\frac{1}{2}$	VIII
14	1679.9.2	117.4	40.0	河北三河平谷	8.0	XI
15	1679.9.4	117.0	39.7	河北雄县一带	5 $\frac{3}{4}$	未给出
16	1720.7.12	115.5	40.4	河北沙城	6 $\frac{3}{4}$	IX
17	1730.9.30	116.3	40.0	北京西北郊	6 $\frac{1}{2}$	VIII
18	1923.9.14	115.8	39.4	河北新城 (高碑店)	5 $\frac{1}{2}$	VII
19	1976.7.28	117.9	39.0	河北塘沽东	5 $\frac{1}{2}$	未给出
20	1976.7.28	117.8	39.2	河北汉沽	6 $\frac{1}{4}$	未给出
21	1976.7.28	118.2	39.6	河北唐山	7 $\frac{3}{4}$	XI
22	1976.11.15	117.5	39.3	天津宁河西	7.0	VIII
23	1977.5.12	117.7	39.2	河北汉沽附近	6 $\frac{1}{4}$	VII

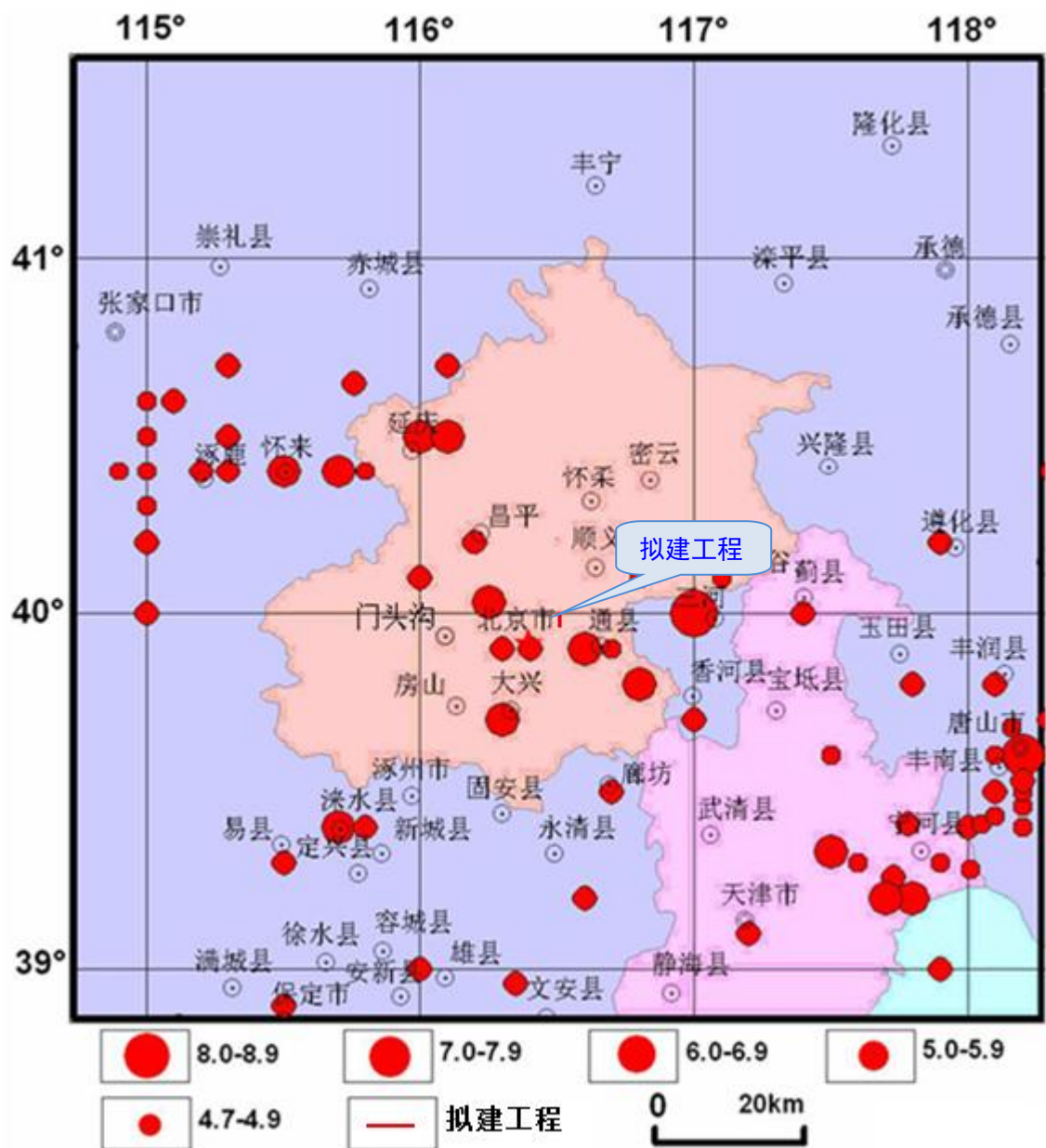


图 2-4 北京市周围破坏性地震震中分布图

2. 北京地区的现代小震 ($M < 4.7$)

1966 年邢台地震后，在北京地区建立了 8 条有线台网，1975 年海城地震后，又将这些台网扩充为 21 条线。新建成的首都圈数字地震台网由 107 个数字地震台站组成，平均台站间距约为 20km，覆盖了京、津、河北 15 万 km^2 的面积。30 年来记录到北京市周围包括城区小震 ($M < 4.7$) 活动 1450 多次，以西北部与东南部小震较为密集，频度和强度均较高。小震密集区表现出一个地区构造处于不稳定的状态，应予以关注。同时破坏性地震也常常在小震密集区内发生。

3. 区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，在 II 类场地条件下，拟建场区基本地

震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，根据表 2-2 判定，评估区属地壳次不稳定区。

表 2-2 区域地壳稳定性分级评价指标

因素	分级			
	稳定	基本稳定	次不稳定	不稳定
地震震级	$M < 4.5$	$4.5 \leq M < 5.5$	$5.5 \leq M < 6.5$	$M > 6.5$
最大加速度	$a_{\max} < 0.05g$	$0.05g \leq a_{\max} < 0.1g$	$0.1g \leq a_{\max} < 0.25g$	$a_{\max} \geq 0.25g$
断裂活动速率 (mm/a)	< 0.01	$0.01 \sim 0.1$	$0.1 \sim 1$	> 1
强震周期 (a)	> 10000	$1000 \sim 10000$	$100 \sim 1000$	< 100
地壳升降速率 (mm/a)	< 0.1	$0.1 \sim 0.5$	$0.5 \sim 2$	> 2
水平应力与垂直应力比值		< 1	$1 \sim 2$	$2 \sim 3$

五、工程地质条件

根据“酒仙桥危改项目 C12-2 地块岩土工程勘察报告”（北京市工程地质勘察院，2014 年），拟建场地地面以下 60m 深度范围内的地层划分为人工堆积层、新近沉积层和一般第四纪沉积层，按地层岩性及土的物理力学性质指标将勘探深度范围内的地层进一步划分为 8 个大层，18 个小层，现分述如下：

地表以下为人工堆积层：

房渣土①层：以褐黄色为主，含砖渣、灰渣、碎石、云母、氧化铁等。

人工堆积层总厚为 0.7~4.90m，层底标高为 28.58~32.55m，该层为新近堆积，厚度差异较大，土质松散，结构性差，工程性质差。

于标高 28.58~32.55m 以下为新近沉积层：

粘质粉土—粉质粘土②层：褐黄色，稍湿—湿，可塑—硬塑，高压缩性—中高压缩性，含云母、氧化铁等，局部夹砂质粉土、重粉质粘土、粘土薄层。该层土质不均，分布较连续。

粘土—重粉质粘土②₁层：褐黄色—黄灰色，很湿，可塑，高压缩性，含云母、氧化铁，土质不均，局部夹粉质粘土薄层，该层呈透镜体状分布。

粉砂②₂层：褐黄色，稍密—中密，很湿，含云母、石英、长石，局部夹粉土、粉质粘土薄层。该层分布较连续。

于标高 25.58~27.05m 以下为一般第四纪沉积层：

粉砂—细砂③层：灰色—灰黄色，中密—密实，很湿，含石英、长石，少量圆砾。该层连续分布。

粉质粘土—粘质粉土③₁层：灰色—灰黄色，湿—很湿，中高压缩性土—中压缩性，含云母、有机质，土质不均，局部夹重粉质粘土薄层。该层分布较连续。

粘土—重粉质粘土③₂层：灰色，很湿，可塑，高压缩性—中高压缩性土，含云母、有机质。局部呈透镜体状分布。

粉质粘土—重粉质粘土④层：灰色—灰黄色，很湿，可塑—硬塑，中高压缩性—中压缩性土，含云母、有机质，夹粉土、粘土薄层，底部含姜石。该层分布连续。

粘质粉土④₁层：灰色—灰黄色，稍湿—湿，可塑，中压缩性—中低压缩性土，含云母、有机质，局部夹砂质粉土、粉质粘土薄层。该层分布连续。

粘土④₂层：灰色，很湿，可塑，中高压缩性土，含云母、有机质，局部夹粉质粘土薄层。该层呈透镜体状分布。

粉质粘土—重粉质粘土⑤层：褐灰色—褐黄色，很湿，可塑—硬塑，中压缩性—中低压缩性土，含云母、氧化铁，局部夹粉土薄层。该层分布连续。

粘质粉土⑤₁层：褐灰色—褐黄色，密实，稍湿—湿，中低压缩性—低压缩性土，含云母、氧化铁，局部夹粉质粘土薄层。该层分布连续。

细砂⑤₂层：褐黄色，密实，很湿，含石英、长石。该层分布连续。

粘土⑤₃层：灰色，很湿，可塑，中压缩性土，含云母、有机质。该层呈透镜体状分布。

细砂—中砂⑥层：褐黄色，密实，很湿，含石英、长石，少量圆砾，局部夹粉质粘土薄层。该层分布连续。

重粉质粘土—粉质粘土⑦层：灰色—褐黄色，很湿，可塑—硬塑，中低压缩性—低压缩性土，含云母、氧化铁，局部夹粘土、粉土薄层。该层连续分布。

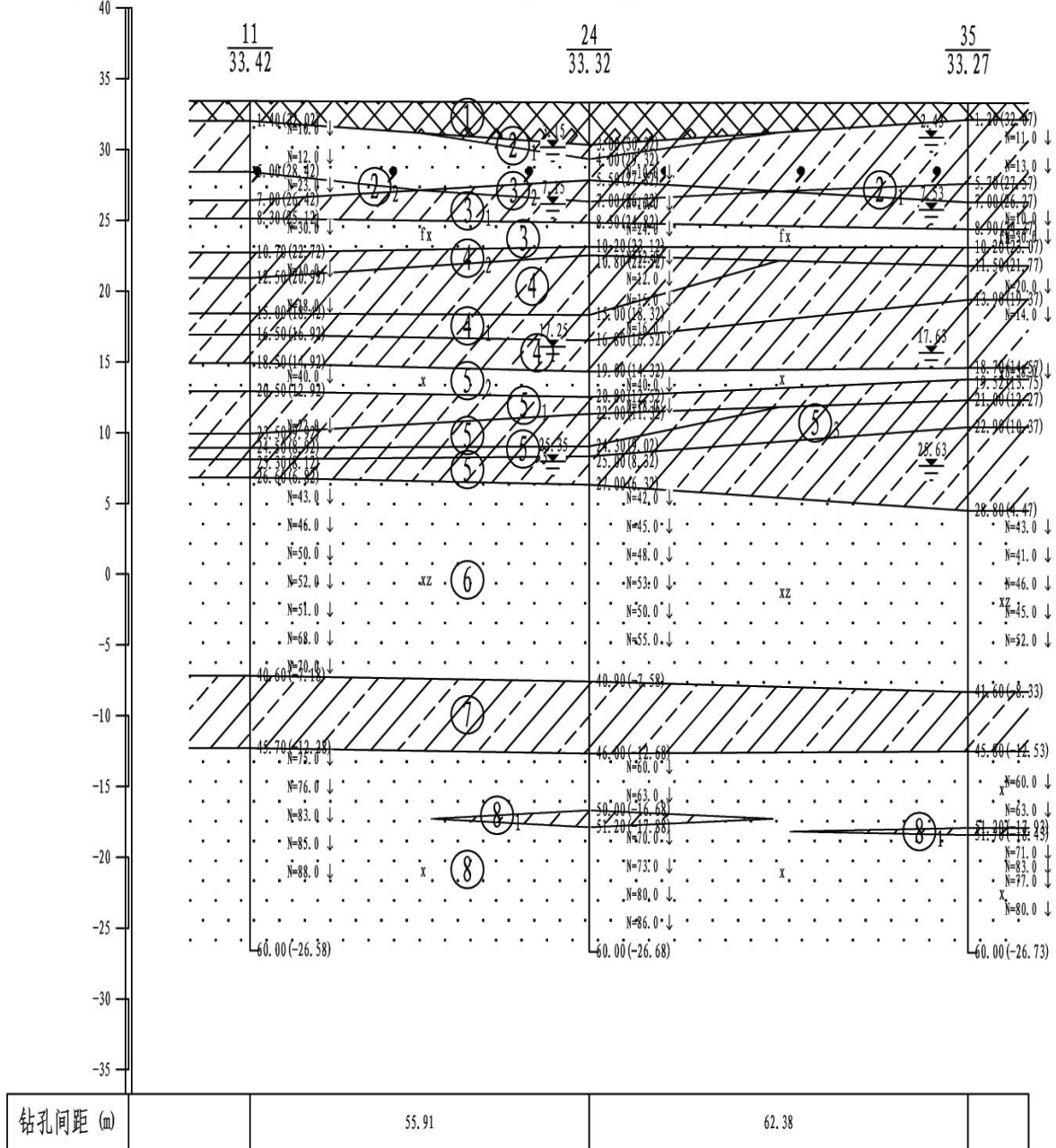
细砂⑧层：褐黄色，密实，很湿，含石英、长石，少量圆砾，局部夹粉质粘土薄层。该层分布连续。

粉质粘土⑧₁层：褐黄色，很湿，可塑，中低压缩性—低压缩性土，含云母、氧化铁。该层分布不连续。

工程地质剖面见图 2-5。

高程 (m)

1-----1'



图例

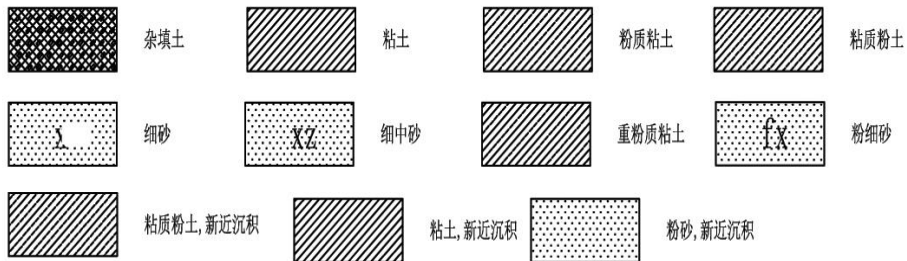


图 2-5 工程地质剖面图

六、水文地质条件

(一) 含水层的分布及赋水性

拟建场区松散沉积层厚度 200~300m，沉积物主要以黏土、粉土、砂土及卵石等交互沉积为主，评估区赋存多层地下水。

根据区域资料，评估区内单井涌水量一般在 1500m³/d(降深 5m 时)，开采层位主要为 200m 深度范围内以砂土为主的含水层，属中等富水区，见表 2-3。

表 2-3 含水层富水性分类表

含水层富水性	强富水区	富水区	中等富水区	弱富水区	贫水区
降深 5m 时单井涌水量 (m ³ /d)	>5000	3000~5000	1500~3000	500~1500	<500

(二) 地下水类型、动态特征及补给、径流、排泄条件

(1) **地下水位：** 2014 年 3 月下旬，揭露了 4 层地下水，第一层为上层滞水，第二层为潜水，第三层和第四层为承压水。

上层滞水（一）的静止水位标高为 29.98~31.82m，埋深 1.40~3.40m，含水层为粉砂②₂层。上层滞水主要接受大气降水、灌溉绿地及管道渗漏的入渗补给，以蒸发及入渗为主要排泄方式。

潜水（二）的静止水位标高为 25.72~26.34m，埋深 6.70~7.90m，含水层为粉砂-细砂③层。该层水的补给方式为侧向迳流和相邻含水层的越流补给，水量较大；以侧向迳流和人工降排地下水为主要排泄方式。

承压水（三）的静止水位标高为 15.60~16.52m，埋深 16.50~18.00m，含水层为细砂⑤₂层，该层水的补给方式为侧向迳流和相邻含水层的越流补给，水量亦较大；以侧向迳流和人工降排地下水为主要排泄方式。

承压水（四）的静止水位标高为 7.48~8.02m，埋深 25.00~26.00m，含水层为细砂-中砂⑥层，该层水的补给方式主要为地下径流和相邻含水层的越流补给，水量丰富；排泄方式主要为地下径流和人工抽取地下水。

(2) **历史水位：** 根据将台路 135 号地下水(潜水含上层滞水)长期观测孔资料，该区 1959

年最高水位接近自然地面，1984 年以来地下水水位（不包括上层滞水）虽有所升降，但总体上呈下降趋势。2005 年 10 月勘探时（距离场地约 100m）共揭露了 3 层地下水，分别为上层滞水、孔隙潜水和承压水，上层滞水的水位标高 29.45~33.09m 左右，孔隙潜水的水位标高 19.79~21.95m，承压水的水位标高 8.85m~9.22m。历史水位具体情况见表 2-4。

表 2-4 135 号长观孔潜水水位标高及埋深变化一览表

观测孔号	年份	年最高水位标高 (m)	水位埋深 (m)
长观—135	1984	30.00	3.16
	1987	30.34	2.82
	1994	31.24	1.92
	1997	30.43	2.73
	1999	30.12	3.04
	2000	29.45	3.71
	2001	29.49	3.67
	2002	29.73	3.43
	2003	30.17	2.99
	2004	(观测孔被毁坏, 观测资料中断)	

七、人类工程活动对地质环境的影响

根据本次调查结果，评估区及周边的主要人类活动是人工开采地下水。开采地下水引起的最大环境问题是区域性的地面沉降，评估区位于东部沉降区。

第三章 地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型的确定

依据收集的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料，结合评估的调查工作，综合分析判定，评估区内应对以下地质灾害类型进行评估：

1. 拟建场区西北侧约 1.0km 有良乡—前门—顺义断裂通过，对该断裂的特性及其产生的灾害的评估是本次地质灾害危险性评估的主要内容。

2. 北京市平原区上世纪 30 年代就开始出现地面沉降，目前已经形成了多个地面沉降中心，拟建场区位于东部地面沉降区，本次地质灾害危险性评估将对地面沉降进行分析、评估。

3. 拟建项目地下存在饱和砂土、粉土，在地震作用下，是否存在液化的可能，本次地质灾害危险性评估也将进行详细的讨论。

需要说明的是，评估区未见明显地表和建筑物开裂，因此本次评估不将地裂缝作为潜在地质灾害进行讨论，综上所述，将评估区潜在的地质灾害类型确定为活动断裂、地面沉降及砂土液化。

二、地质灾害危险性现状评估

（一）活动断裂

从图 2-2 中可以看出，良乡—前门—顺义断裂从拟建场地西北侧约 1.0km 处通过，该断裂的特征如下：

良乡—前门—断裂是发育于北京凹陷中部的断裂，贯穿北京市城区，南起房山区良乡镇，向北东经丰台、前门、天竺、孙河镇、军营、北彩村，全长约 90 余公里。

良乡—前门—顺义断裂仅在良乡至长辛店一带地表有出露，密云县以北地段，截至山前被第四纪严重覆盖。断裂总体呈 $NE35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 方向展布，倾向南东，倾角较陡，随着深度延伸，倾角逐渐变缓。从现有资料分析，断裂是由数条 NNE~NE 走向的断裂组成，这些断裂在走向上并不连续。

根据良乡—前门—顺义断裂的出露情况、走向变化、第四纪活动性等方面的差异，结合北京市地震局工程地震研究所的最新研究成果，以永定河断裂和南口—孙河断裂为界，将其划分为：1. 南段（长辛店以南地段）、2. 中段（永定河~孙河段）、3. 北段（孙河以北段），评估区主要涉及中段，下面介绍中段（永定河~孙河段）的活动性：

该段断裂带主要展布于丰台凹陷内，长约 30km，被第四纪沉积物所覆盖，缺乏较为详实的物探资料，在城区一带主要是由钻孔所揭示。通过钻孔资料分析，断裂两侧中、晚元古代地层埋深差异可达 100m，第三系厚度差异可达 500m，如表 3-1。从地层埋深可以看出断裂主要活动时期是在早白垩世和晚第三纪。根据城区崇文门一带第四系等深线分布来看，如图 3-1，断裂对第四纪沉积物的分布没有控制作用。因此，该段断裂在第四纪活动性不明显。

石油物探与钻探结果表明，该段主体倾向北西，北端转为南东倾向，为高角度枢纽正断层。北部控制第四纪沉积；南部两侧第四系厚度未见明显差异，但中、新生代地层厚度和中上元古界埋深存在明显差异，东单附近断裂下盘的京热 2#孔，上第三系厚 826m，下盘的京热 11#孔，上第三系厚 642m，相差 184m，表明晚第三纪为其主要活动时期。沿丰台南路布设的浅层地震勘探剖面（图 3-2）可见，良乡—前门—顺义断裂倾向北西，倾角约 70°，为正断层，错断了 T1 界面以下地层，该界面应为第四系底面（北京市地震局震害防御与工程地震研究所，2004）。因此，该段断裂有可能错断了第四纪底部地层，而主要活动发生于第三纪期间。

表 3-1 城区良乡—前门—顺义断裂两侧中、新生界沉积厚度

地层时代		北西侧 (m)	南东侧 (m)
Q		79~98	108~129
N ₁₋₂		1000~1100	600~630
E ₂₋₃		330	120~200
E ₁		130	100
K ₁		537	0
J ₃	沉积岩	56	0
	火山岩	282	197~316
Pt ₂₋₃		2442	833~1257

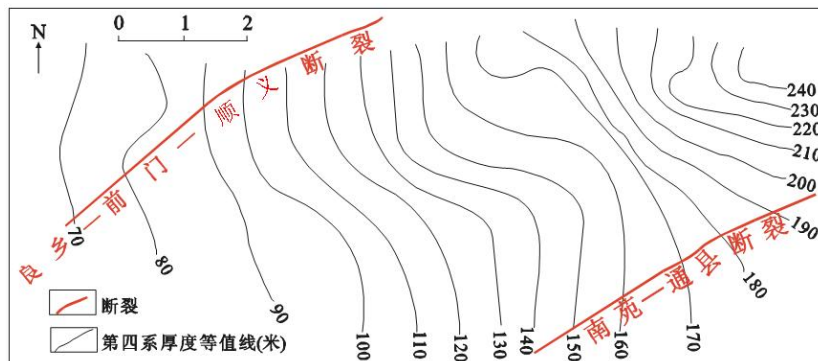


图 3-1 北京崇文门一带第四系厚度分布图

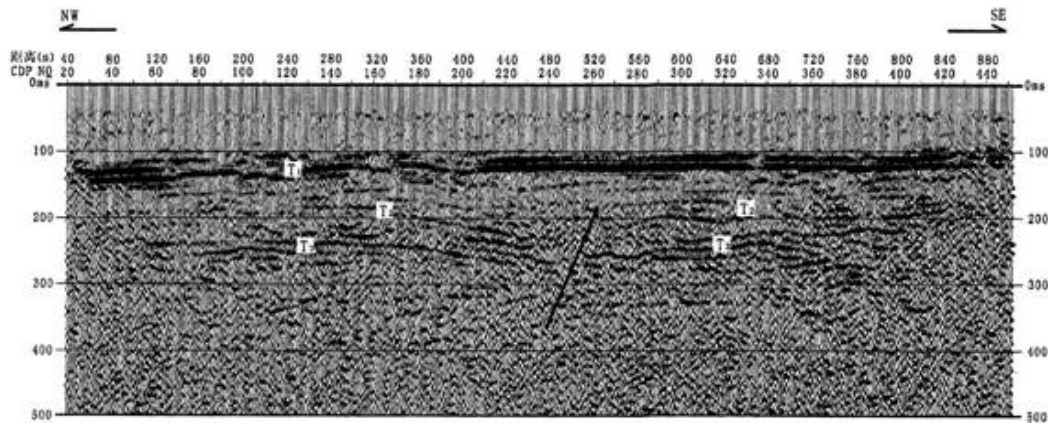


图 3-2 丰台南路浅层地震剖面（据北京市地震局震害防御与工程地震研究所，2004）

根据丰台东侧的石油人工地震钻井剖面，钻孔京 1 孔井位于黄土岗北 1km，钻孔大 2 孔井位于南苑南老三余村，如图 3-3，从图中可以看出，良乡—前门—顺义断裂最新活动时代为早第三纪。第四系厚度存在规律性变化，在丰台一带为 28.5m，向南东逐渐增大，最厚可达 50m，中间没有出现厚度急剧增大的现象。这种厚度的变化与区域沉降不均有关，沉降幅度大的特点，沉积物的厚度将相应增大，反之，则厚度变小，与断裂活动没有关系。

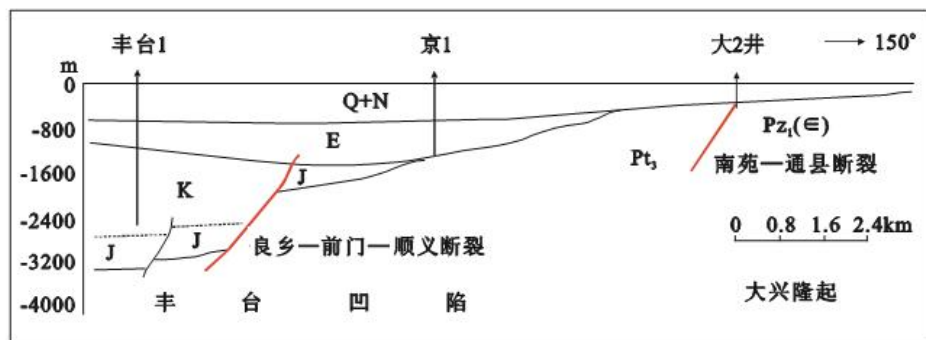


图 3-3 良乡—前门—顺义断裂人工地震钻孔联合剖面图

为了进一步确定该断裂的位置，北京市地震局在断裂可能通过的位置上布置了三条气汞测线：（1）狼垡村东南测线；（2）丰台康庄北测线；（3）看丹西东老庄测线，其中后两条测线均未见气汞异常，而狼垡测线异常明显，如图 3-4，说明断裂是通过狼垡向南延伸的。在化探工作的基础上，北京市地震局进行了浅层人工地震探测，由浅层人工地震剖面可以看出，由多波段高密度成像所反映的地层层理清晰，自地表 30m 深的土层内未见层理错断现象，结合钻孔良 1 良 2 和良 3 孔的岩芯分别自地表往下 31.01m、31.77m、65.0m 为第四纪地层。因此，可以认为永定河～孙河段的良乡—前门—顺义断裂在第四纪以来活动性不明显，判定该段断裂为非全新世的活动断裂。

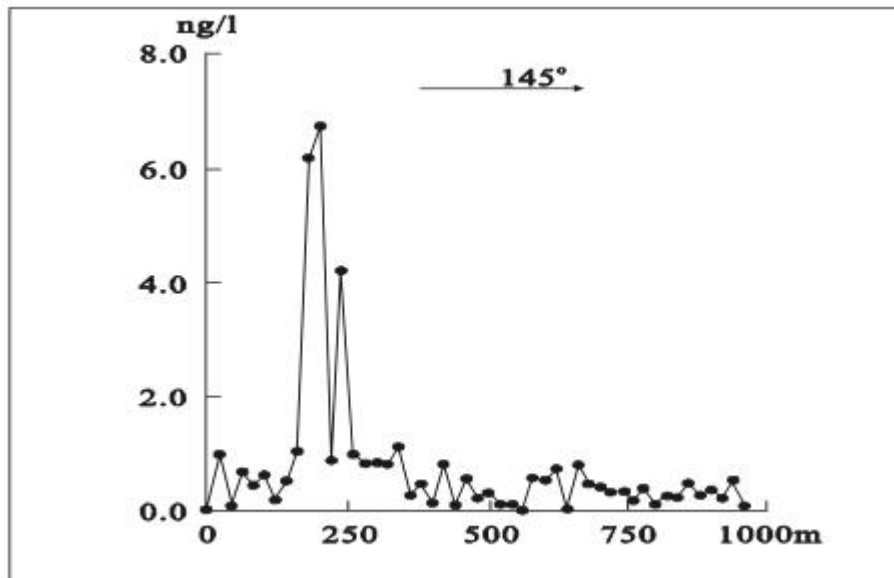


图 3-4 良乡—前门—顺义断裂气汞测线剖面

综上所述，良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，该断裂为非全新世活动断裂，拟建场地距离该断裂较远（约 1.0km），根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），确定拟建场地活动断裂的现状“危险性小”。

（二）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，见表 3-2。

1. 1955~1973 年为地面沉降形成阶段。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 年为地面沉降发展阶段。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、顺义、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. 1983~1999 年为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 20mm/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 年为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 420mm，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到 54.19mm。

2005 年至 2012 年，北京的地面沉降处于加速发展阶段，1955 年至 2012 年的北京地区的最大累计沉降量超过了 1500mm，最大年沉降速率达到了 159.2mm/a。

2013 年至 2019 年，北京的地面沉降仍持续发展，截止 2013 年底，全市平原区累计地面沉降量大于 500mm 的地区面积为 1349km²，累计地面沉降量大于 1m 的地区面积为 197km²。2013 年“北区”区域沉降速率减小，“南区”部分地区沉降速率增大。表 3-3 为 2009 年~2013 年各主要沉降中心最大沉降量统计表。图 3-5 为 2009 年~2018 年各主要沉降中心最大沉降量变化曲线图。

表 3-2 北京市地面沉降发展概况

发展时期	时间 (a)	沉降面积 (km ²)		沉降速率 (mm/a)	沉降区	沉降量 (mm)	累计最大沉降量 (mm)
		> 50mm	> 100mm				
形成阶段	1955-1966	局部		4.8	东八里庄	58	58
				2.5	酒仙桥	30	30
	1966-1973	400		28.2	东八里庄-大郊亭	172	230
				16	来广营	66	126
发展阶段	1973-1983			30.2	东八里庄-大郊亭	302	590
				18.1	来广营	181	307
扩展阶段	1983-1987	1557	860	15.5	东八里庄-大郊亭	62	652
				15	来广营	60	367
				33.7	昌平沙河-八仙庄		303
				34.5	大兴礼贤-榆垓		298
	1987-1999	2815	1826	5.3	东八里庄-大郊亭	70	722
				19.8	来广营	198	565
				29.6	昌平沙河-八仙庄	385	688
				24.2	大兴礼贤-榆垓	363	661
				19.2	顺义平各庄	250	250
快速发展阶段	1999-2005	4114.12	2815.29	66.3	昌平沙河-八仙庄	398	1086
				65.4	朝阳区来广营	392	677
				56.3	东郊八里庄-大郊亭	338	750
				37	大兴榆垓-礼贤	224	813
				28	顺义平各庄	188	420
				44	通州梨园-台湖	265	
				33	顺义羊房、昌平燕丹	200	

表 3-3 2009 年~2013 年各主要沉降中心最大沉降量统计表

沉降中心		2013 年	2012 年	2011 年	2010 年	2009 年
北区	昌平区八仙庄	81.3	111.6	92.8	83.9	75.1
	海淀区西小营	83.6	127.2	110.4	95.1	
	顺义区平各庄	—	65.6	38.1	50.8	48.3
	朝阳区金盏	138.1	159.2	125	131.4	137.5
	朝阳区三间房	135	142.4	122.6	129.9	111.7
	朝阳区黑庄户	143.3	159.6	128.2	135.8	91.4
	通州城区	105.9	130.7	105	90.7	89.3
南区	大兴区榆垓-礼贤	74.5	70.6	76.4	78.7	53.8

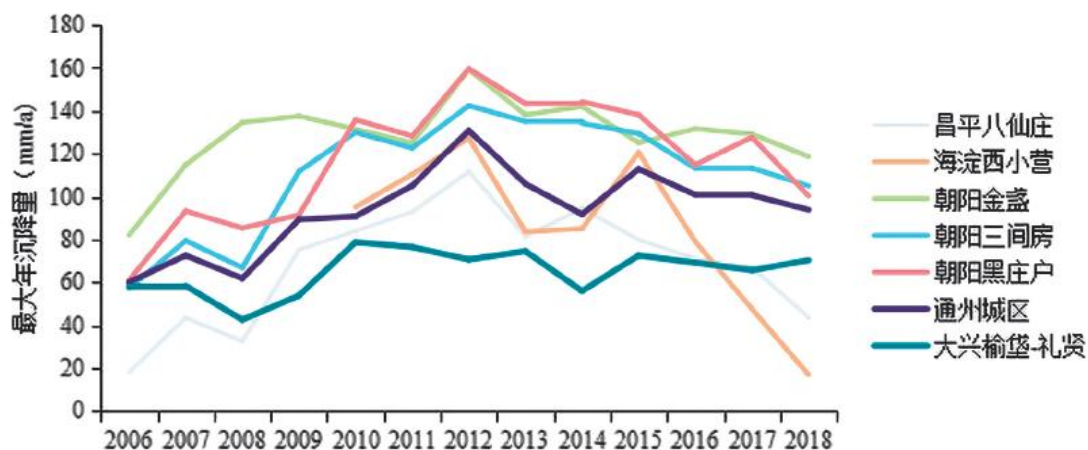


图 3-5 2009 年~2018 年各主要沉降中心最大沉降量变化曲线图

截止到 2019 年，北京的累计最大累计沉降量达到了 2169mm，位于朝阳金盏沉降区，是北京平原区累计沉降量最大值，南区的最大沉降量位于礼贤小马坊，最大累计量为 1530mm。截止到 2019 年，大于 1500mm 的地区主要分布在朝阳金盏—楼梓庄—朝阳农场以内地区和管庄—三间房—丁家围—黑庄户以内地区以及昌平八仙庄和大兴礼贤小马坊地区，面积约 104km²。累计沉降量 500~1000mm 的地区面积为 1539km²，主要分布在累计沉降量大于 1500mm 地区的外围，主要包括北部几大沉降中心附近地区以及南部大兴北藏村—庞各庄—半壁店—安定一带以南地区。累计沉降量小于 500mm 的地区面积为 4447km²，主要分布在北京平原区西部以及北部山前地带。

地面沉降的危害主要体现在两个方面：一是由于差异性的地面沉降，直接引起建筑物及构筑物的开裂；二是由于区域性的地面沉降影响给排水系统、加剧地基沉降量及使地面高程点失准。本次评估对区内的道路、建筑物等进行了详细调查，没有发现建筑物开裂现象。拟建场地 1955~2022 年的累计地面沉降量约为 650mm，见图 3-6。根据相关单位监测资料，2022 年以来评估区地下水位上升，累计地面沉降量在该区趋于稳定。根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)，确定拟建场地地面沉降地质灾害的现状发育程度为“中”，根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021) 判别拟建场地地面沉降的灾情分级为“轻”，地面沉降地质灾害的现状“危险性小”。

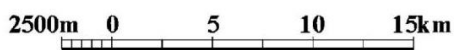
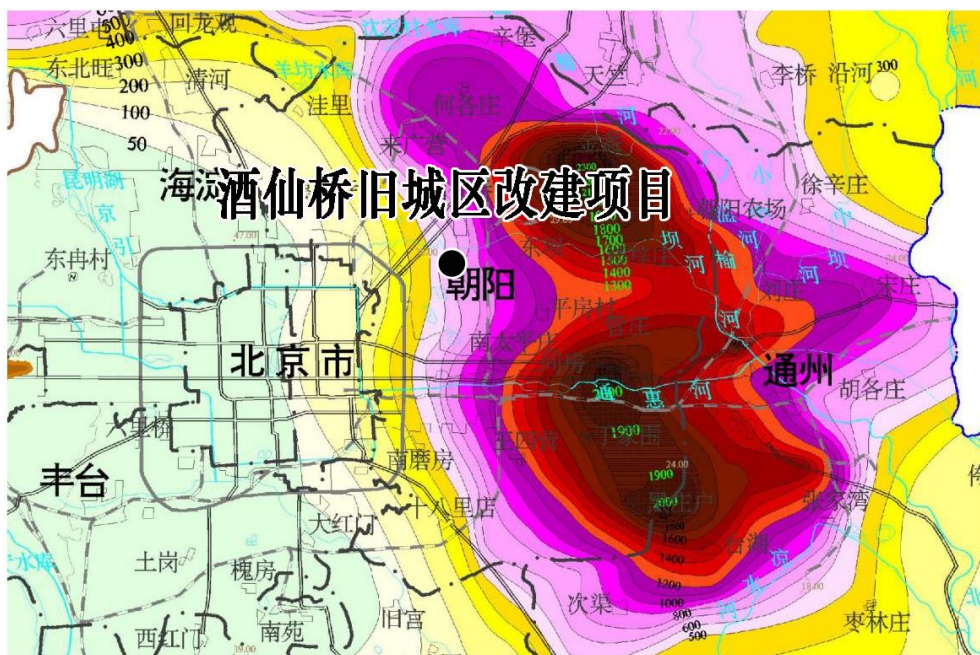
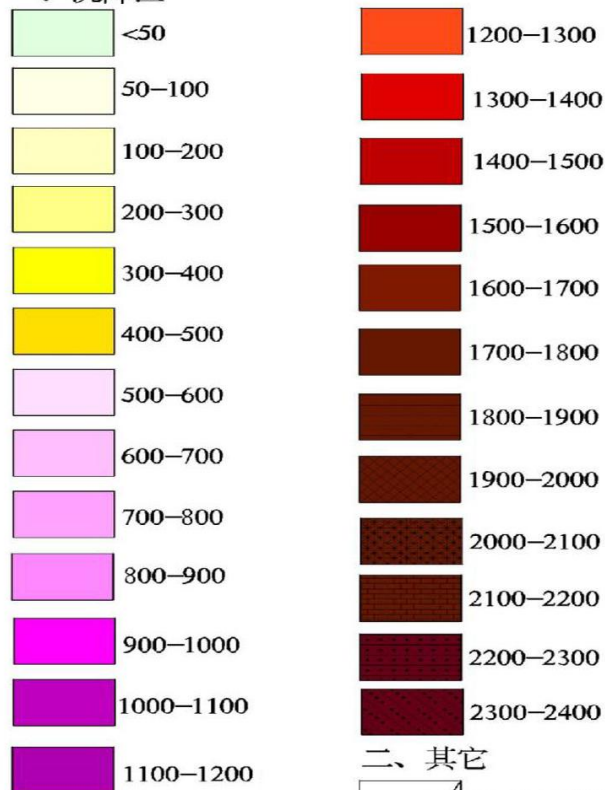


图 例

(单位: 毫米)

一、沉降区



二、其它

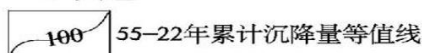


图 3-6 拟建场地 1955~2022 年累计地面沉降等值线图

（三）砂土液化

1. 砂土液化原理

砂土和粉土的液化是土的液化表现，是密实度较差的饱和砂土和粉土，在外部动荷载作用下，内部产生超静孔隙水压力，随着动荷载的不断作用，超静孔隙水压力越聚越高，直到达到上覆荷载时，土单元体中的有效应力为零，土的抗剪强度完全丧失，这时砂土和粉土即处于液化状态，若此时在上部覆盖层薄弱处找到突破口，超静孔压得到宣泄，就会在地表形成喷砂冒水的现象，其整个过程称为砂土液化。

2. 区域性砂土液化区的分布及影响

北京平原区砂土液化区主要分布于潮白河、温榆河、沟河和小中河等河流的中下游沿岸地区。这些地区地势低洼，多分布新近沉积的粉砂、细砂及粉土层，密实度一般松散~稍密。砂土液化区具体分布在通县西集~郎府、顺义王家场~李遂和泥河、平谷门楼、昌平鲁疃、大兴采育和房山沿村等地。其中又以通县西集~郎府地区最严重。上述地区砂土液化影响除了表现为建(构)筑物因倾斜、下沉等破坏较严重外，其直接标志是地面喷砂冒水，并伴有地裂缝和沉陷等现象。喷出的大量砂土覆盖了农田、堵塞沟渠。如西集~郎府地区的耿楼村 1976 年唐山地震时地面喷砂冒水口达 1000 个以上，遍地皆是。村库房由于不均匀沉陷造成七扭八歪的形状。西集粮库由于砂土液化，导致土园仓下沉和倾斜。

根据对已有资料的分析和本本次调查，评估区在 1976 年唐山地震时未曾发生过地面喷水冒砂现象。

3. 砂土液化现状评估

砂土液化地质灾害的发生必须具备三个基本条件：(1)易液化的砂土、粉土层；(2)地下水位足够高使易液化土层处于饱和状态；(3)地震作用。三条件缺一不可。

根据前述评估区地质环境条件可知，在地震烈度为 8 度、地下水埋深 1.0m 条件下，地下 20m 深度范围内地基土不会发生砂土液化(表 3—4)，砂土液化地质灾害的现状危险性“小”。

三、现状评估小结

良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，该断裂为非全新世活动断裂，距离拟建场区较远(约 1.0km)，活动断裂地质灾害的现状“危险性小”；拟建场地 1955~2019 年的累计地面沉降量约 670mm，地面沉降地质灾害的现状发育程度为“中”，灾情分级为“轻”，地面沉降地质灾害的现状“危险性小”；拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，现状水位埋深 1.0m 时不液化，砂土液化地质灾害的危害程度为“轻”，砂土液化地质灾害的现状“危险性小”。

表 3-4 拟建场区砂土液化现状判别结果表

孔号	标贯中点	土层编号	土层名称	标贯击数	粘粒含量	临界值	液化判定	土层厚度	土层中点	权函数值	液化指数	液化指数	液化等级
	$ds(m)$			$N_{63.5}$	ρ_c	N_{cr}	$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	$di(m)$	(m)	$Wi(m^{-1})$	I_{IEi}	I_{IE}	
11	2.30	②	黏质粉土	10	8.00	6.69	不液化	1.90	2.35	10.00	0.00	0.00	不液化
	4.30	②	黏质粉土	12	10.30	8.04	不液化	1.70	4.15	10.00	0.00		
	6.30	② ₂	粉砂	23	3.00	17.83	不液化	2.00	6.00	9.33	0.00		
	9.30	③	粉细砂	30	3.00	21.17	不液化	2.40	9.50	7.00	0.00		
	19.80	⑤ ₂	细砂	40	3.00	28.43	不液化	1.50	19.25	0.50	0.00		
24	5.30	②	黏质粉土	10	11.00	8.59	不液化	1.50	4.75	10.00	0.00	0.00	不液化
	7.70	③ ₁	黏质粉土	16	8.20	11.80	不液化	1.50	7.75	8.17	0.00		
	9.30	③	粉细砂	24	3.00	21.17	不液化	1.70	9.35	7.10	0.00		
	16.30	④ ₁	黏质粉土	16	10.90	13.89	不液化	1.80	15.90	2.73	0.00		
35	2.80	②	黏质粉土	11	10.20	6.53	不液化	2.60	2.50	10.00	0.00	0.00	不液化
	4.80	②	黏质粉土	13	11.10	8.16	不液化	1.90	4.75	10.00	0.00		
	8.50	③ ₁	黏质粉土	10	13.50	9.60	不液化	1.90	7.95	8.03	0.00		
	9.80	③	粉细砂	30	3.00	21.65	不液化	1.30	9.55	6.97	0.00		
	13.30	④ ₁	黏质粉土	20	10.30	13.22	不液化	2.40	12.70	4.87	0.00		
	19.30	⑤ ₂	细砂	38	3.00	28.17	不液化	0.80	19.10	0.60	0.00		

第四章 地质灾害危害性预测评估

一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

(一) 活动断裂

相对于地壳应力来说,拟建项目的荷载几乎可以忽略不计,因此拟建项目的建设不会影响、加剧良乡—前门—顺义断裂的活动性。

(二) 地面沉降

拟建项目施工中可能需要进行临时性工程降水,其对区域性的地面沉降影响有限,确定拟建项目引发、加剧地面沉降地质灾害的危险性小。

(三) 砂土液化

拟建项目无论在建设过程中及建成后都不会促使拟建场地的地下水位上升,回填地基土经过碾压密实,这些都将极大的改良土层的性质,因此拟建项目的建设不会引发砂土液化。

二、工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

(一) 活动断裂

良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显,为非全新世活动断裂,该断裂距离拟建场区较远(约 1.0km),预测拟建项目遭受活动断裂地质灾害的“危险性小”。

(二) 地面沉降

根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)地面沉降可用分层总和法来进行预测分析,计算公式如下:

(1) 黏土及粉土层按下式计算:

$$S_{\infty} = \frac{a_v}{1+e_0} \Delta p \times H$$

(2) 砂层按下式计算:

$$S_{\infty} = \frac{\Delta p \times H}{E}$$

式中： S_{∞} ——最终沉降量（cm）；

a_v ——黏土或粉土的压缩系数或回弹系数（ MPa^{-1} ）；

e_0 ——原始孔隙比；

Δp ——水位变化施加于土层上的平均荷载（MPa）；

H ——计算土层的厚度（cm）；

E ——砂土的弹性模量，压缩时为 E_c ，回弹时为 E_s （MPa）。

总沉降量等于各土层沉降量的总和。

根据相关单位监测资料，2022 年以来评估区地下水位上升，累计地面沉降量在该区趋于稳定，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），预测拟建场地地面沉降地质灾害的发育程度为“弱”，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），预测拟建场地地面沉降灾害的危害程度为“轻”，预测拟建场地未来遭受地面沉降地质灾害的“危险性小”。

（三）砂土液化

本次评估按水位埋深 0m 进行砂土液化预测判别，判别结果见表 4-1。根据以上的判别结果，拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，地下水位埋深 0m 时不液化，拟建场地砂土液化的危害程度为“轻”，根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 12 预测拟建场地遭受砂土液化地质灾害的“危险性小”。

三、预测评估小结

拟建项目引发、加剧活动断裂、地面沉降及砂土液化等灾害的可能性小。良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，其对拟建项目的危害较小，拟建场地遭受活动断裂地质灾害的“危险性小”；根据相关单位监测资料，2022 年以来评估区地下水位上升，累计地面沉降量在该区趋于稳定，预测拟建场地地面沉降地质灾害的发育程度“弱”，地面沉降险情“轻”，预测拟建场地未来遭受地面沉降地质灾害的“危险性小”；经标贯法判别，拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为

0.40s, 地下水位埋深 0m 时不液化, 预测拟建场地遭受砂土液化地质灾害的“危险性小”。

表 4-1 拟建场地砂土液化现状判别结果表

孔号	标贯中点	土层编号	土层名称	标贯击数	粘粒含量	临界值	液化判定	土层厚度	土层中点	权函数值	液化指数	液化指数	液化等级
	$ds(m)$			$N_{63.5}$	ρ_c	N_{cr}	+ -	$di(m)$	(m)	$Wi(m^{-1})$	I_{IEi}	I_{IE}	
11	2.30	②	黏质粉土	10	8.00	7.38	不液化	1.90	2.35	10.00	0.00	0.00	不液化
	4.30	②	黏质粉土	12	10.30	8.65	不液化	1.70	4.15	10.00	0.00		
	6.30	② ₂	粉砂	23	3.00	18.97	不液化	2.00	6.00	9.33	0.00		
	9.30	③	粉细砂	30	3.00	22.31	不液化	2.40	9.50	7.00	0.00		
	19.80	⑤ ₂	细砂	40	3.00	29.57	不液化	1.50	19.25	0.50	0.00		
24	5.30	②	黏质粉土	10	11.00	9.19	不液化	1.50	4.75	10.00	0.00	0.00	不液化
	7.70	③ ₁	黏质粉土	16	8.20	12.49	不液化	1.50	7.75	8.17	0.00		
	9.30	③	粉细砂	24	3.00	22.31	不液化	1.70	9.35	7.10	0.00		
	16.30	④ ₁	黏质粉土	16	10.90	14.49	不液化	1.80	15.90	2.73	0.00		
35	2.80	②	黏质粉土	11	10.20	7.15	不液化	2.60	2.50	10.00	0.00	0.00	不液化
	4.80	②	黏质粉土	13	11.10	8.75	不液化	1.90	4.75	10.00	0.00		
	8.50	③ ₁	黏质粉土	10	13.50	10.14	不液化	1.90	7.95	8.03	0.00		
	9.80	③	粉细砂	30	3.00	22.79	不液化	1.30	9.55	6.97	0.00		
	13.30	④ ₁	黏质粉土	20	10.30	13.84	不液化	2.40	12.70	4.87	0.00		
	19.30	⑤ ₂	细砂	38	3.00	29.31	不液化	0.80	19.10	0.60	0.00		

第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

一、地质灾害危险性综合评估原则

(一) 地质灾害危险性综合评估原则

综合评估是在现状评估和预测评估的基础上，采取定性、半定量的方法综合评估地质灾害危险性程度，确定地质灾害危险性的级别。对评估区的地质灾害进行综合评估，对建设用地适宜性进行评估，并提出防治地质灾害的措施。本建设用地的综合评估按北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)确定地质灾害危险性级别之方法进行(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		
		小	中等	大
现状评估危险性	大	大级	大级	大级
	中等	中级	大级或中等	大级
	小	小	中级	大级

(二) 地质灾害危险性量化指标的确定

1、断裂构造危险性评估标准

根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)活动断裂的发育程度、现状评估、建设项目遭受活动断裂可能性和活动断裂地质灾害危险性预测评估，分别参照见表5—2、3、4、5执行。

表5—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/a)
中	全新世以来活动弱
弱	全新世以来不活动

表5—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		

表 5—4 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 5—5 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		

2、地面沉降对场地危险性的评估指标

地面沉降现状发育程度按表 5—6 执行；地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估见表 5—7。

表 5—6 地面沉降现状发育程度

分 级		强	中	弱
因 素	累计地面沉降量 (mm)	>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 5—7 地面沉降地质灾害危险性现状评估、预测评估

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、砂土液化对场地危险性的评估指标

1) 根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) 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 5—8

综合划分地基的液化等级。

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

式中： I_{LE} —液化指数；

n —在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；

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

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

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

表 5—8 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	$0 < I_{LE} \leq 6$	$6 < I_{LE} \leq 18$	$I_{LE} > 18$
危险性等级	小	中	大

2) 按表 5—9 确定砂土液化现状评估、预测评估危险性。

表 5—9 砂土液化现状评估、预测评估危险性确定

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		

注：现状评估用灾情、预测评估用危害程度

二、地质灾害危险性综合分区评估

通过对拟建场地地质灾害分析得知：

1. 良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，该断裂为非全新世活动断裂，距离拟建场区较远（约 1.0km），其对拟建项目的危害较小，活动断裂地质灾害的现状“危险性小”；拟建项目的建设不会加剧良乡—前门—顺义断裂的活动性，预测拟建场地遭受活动断裂地质灾害的“危险性小”。

2. 拟建场地 1955~2022 年的累计地面沉降量约 650mm，其地面沉降地质灾害的现状发育

程度为“中”，灾情分级为“轻”，地面沉降地质灾害的现状“危险性小”；根据相关单位监测资料，2022年以来评估区地下水位上升，累计地面沉降量在该区趋于稳定，预测拟建场地地面沉降地质灾害的发育程度“弱”，地面沉降险情“轻”，预测拟建场地未来遭受地面沉降地质灾害的“危险性小”；。

3. 拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.40s，现状最高地下水位(水位埋深1.0m)时不液化，拟建场地砂土液化地质灾害的现状“危险性小”。拟建项目的建设不会引发或加剧砂土液化现象，经预测分析，拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.40s，地下水位埋深0m时不液化，预测拟建场地遭受砂土液化地质灾害的“危险性小”。

根据以上分析，拟建场地地质灾害各灾种的现状评估及预测评估的等级划分见表5-5，综合确定拟建场地地质灾害的危险性等级为“小级”。

表 5-5 拟建场地地质灾害危险性分级综合评估表

灾种	现状评估	预测评估	危险性分级
活动断裂	危险性小	危险性小	小级
地面沉降	危险性小	危险性小	
砂土液化	危险性小	危险性小	

三、拟建场地适宜性评估

根据上述综合评估，拟建场地地质灾害的危险性等级为“小级”，地质灾害的防治难度小，根据《地质灾害危险性评估技术规范》(DB11/T 893-2021)，确定拟建场地的适宜性为“适宜”。

四、防治措施

拟建项目遭受潜在地质灾害主要为地面沉降其防治措施如下：

北京平原区地面沉降主要是由于长期超量开采地下水，导致地下水位大幅度下降引起。因此，合理限制地下水开采范围、开采层次和开采量是控制地面沉降的根本措施。地下水资源利用与地质环境保护两者协调统一，并坚持资源可持续利用、社会经济可持续发展的战略思路，以保护和提升生态环境质量为主要的出发点。

结论与建议

一、结论

1. 酒仙桥旧城区改建项目属“重要建设项目”，评估区地质环境复杂程度“中等复杂”，拟建建设项目地质灾害危险性评估的级别属“一级”。

2. 良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，该断裂为非全新世活动断裂，距离拟建场区较远（约 1.0km），其对拟建项目的危害较小，活动断裂地质灾害的现状“危险性小”；拟建场地 1955~2022 年的累计地面沉降量约 650mm，其地面沉降地质灾害的现状发育程度为“中”，灾情分级为“轻”，地面沉降地质灾害的现状“危险性小”；拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，地下水位埋深 1.0m 时不液化，砂土液化地质灾害的危害程度为“轻”，砂土液化地质灾害的现状“危险性小”。

3. 拟建项目引发、加剧活动断裂、地面沉降及砂土液化等灾害的危险性小。良乡—前门—顺义断裂的中段在第四纪以来活动性不明显，其对拟建项目的危害较小，拟建场地遭受活动断裂地质灾害的“危险性小”；根据相关单位监测资料，2022 年以来评估区地下水位上升，累计地面沉降量在该区趋于稳定，预测拟建场地地面沉降地质灾害的发育程度“弱”，地面沉降险情“轻”，预测拟建场地未来遭受地面沉降地质灾害的“危险性小”；经标贯法判别，拟建场地地基土在基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，地下水位埋深 0m 时不液化，预测拟建场地遭受砂土液化地质灾害的“危险性小”。

4. 依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），综合确定拟建场地地质灾害的危险性等级为“小级”。

5. 从地质灾害危险性评估角度分析，拟建场地适宜建设酒仙桥旧城区改建项目。

二、建议

1. 鉴于拟建场地地面沉降仍存在继续发展的可能，建议工程设计时，考虑地面沉降的影响。

2. 受本次评估工作阶段所限，本评估阶段进行的砂土液化判别不能代表工程地质勘察详细勘察阶段的液化判别。