# 温泉 F16 商业地块地质灾害
# 危险性评估报告

北京地勘水环工程设计研究院有限公司

二〇二三年四月

# 温泉 F16 商业地块地质灾害危险性评估报告

报告编写人： 高扬旭

报告参加人： 王文强　　程　頓　　刘海琼

单位负责人： 于国庆

报告提交单位：北京地勘水环工程设计研究院有限公司

报告提交日期： 2023 年 4 月

# 温泉F16商业地块

# 地质灾害危险性评估报告

# 评 审 意 见

受北京威凯建设发展有限责任公司的委托，北京地勘水环工程设计研究院有限公司完成了《温泉F16商业地块地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”），专家组于2023年5月8日对“评估报告”进行了评审，意见如下：

## 一、项目概况

温泉F16商业地块位于海淀山后地区温泉镇中心区北部，东至F地块F17地块农民回迁房，南至温泉F18小学地块，西至杨家庄路，北至规划温泉三号路。规划项目总用地面积8286.488m2，容积率1.5，建筑高度15米，规划建筑面积1.23万平方米。

## 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4.0km$^2$水文、工程、环境等综合地质调查，利用了已有勘察成果，为本次评估奠定了基础。

2. “评估报告”通过综合环境地质条件分析，认为评估区地质环境条件复杂程度**“中等”**，建设项目属于**“一般建设项目”**，综合确定拟建场地地质灾害危险性评估等级为**“三级”**是合适的。

3. “评估报告”通过全面的资料分析，认为区内可能存在的地质灾害有地面沉降及砂土液化两种类型。

现状评估认为：拟建项目用地截止2021年地面累计沉降量约800mm，年均沉降速率小于30mm/a，地面沉降地质灾害的现状发育程度为“中等”，灾情为“轻”，地面沉降地质灾害的现状危险性**“小”**；评估区20m深度范围内的地基土在抗震设防烈

度为8度，设计基本地震加速度值为0.20g，现状最高地下水位(水位埋深8.0m)时不液化，灾情为“轻”，砂土液化地质灾害的现状危险性“**小**”。

现状评估符合实际。

4. 预测评估认为：拟建项目建设引发、加剧地面沉降及砂土液化等地质灾害的可能性均为“小”，地质灾害危险性均为“**小**”；拟建项目可能遭受地面沉降及砂土液化地质灾害的危险性均为“**小**”。

预测评估依据是充分的。

5. 综合评估认为，拟建项目用地地质灾害危险性等级为“**小级**”，“**适宜**”温泉F16商业地块的建设。

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。

**评审组长：**

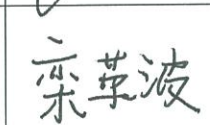
**评审专家：** 栾冀波

2023年5月8日

# 温泉 F16 商业地块

# 地质灾害危险性评估

# 评 审 专 家 组 名 单

| 职 务 | 姓 名 | 工作单位 | 职 称 | 签 名 |
|---|---|---|---|---|
| 专家组长 | 张建青 | 中勘三佳工程咨询（北京）有限公司 | 研高 |  |
| 评审专家 | 张长敏 | 北京市地质灾害防治研究所 | 教高 |  |
| | 栾英波 | 北京市地质矿产勘查院 | 教高 |  |

中华人民共和国

# 地质灾害防治单位资质证书

（副本）

单位名称：北京地勘水环工程设计研究院有限公司

单位地址：北京市海淀区田村路39号院10号楼416

法定代表人：于国庆

技术负责人：唐磊

资质类别：评估

资质等级：乙

证书编号：112022210006

有效期至：2025 年 04月 27日

发证机关：北京市规划和自然资源委员会

发证日期：2022年 04月 27日

中华人民共和国自然资源部监制

# 目录


前言 ..... 1

第一章 评估工作概述 ..... 2

一、工程和规划概况与征地范围 ..... 2

二、以往工作程度 ..... 3

三、工作方法及完成的工作量 ..... 3

四、评估范围与评估级别的确定 ..... 5

第二章 地质环境条件 ..... 7

一、 气象、水文 ..... 7

二、地形地貌 ..... 8

三、地层岩性 ..... 8

四、地质构造与区域地壳稳定性 ..... 10

五、 工程地质条件 ..... 12

六、水文地质条件 ..... 13

七、环境地质状况及人类工程活动影响 ..... 13

第三章 地质灾害危险性现状评估 ..... 14

一、地质灾害类型的确定 ..... 14

二、现状评估 ..... 14

三、现状评估小结 ..... 18

第四章 地质灾害危险性预测评估 ..... 19

一、工程建设引发、加剧地质灾害的危险性评估 ..... 19

二、工程建设本身可能遭受地质灾害的危险性预测 ..... 19

三、预测评估小结 ..... 20

第五章 地质灾害危险性综合分区评估 ..... 21

一、综合评估原则 ..... 21

二、建设用地地质灾害危险性综合评估 ..... 21

三、建设场地适宜性评估 ..... 21

第六章 结论与建议 ..... 22

一、结论 ..... 22

二、建议 ..... 22

# 前言

受北京威凯建设发展有限责任公司的委托，按照国土资源部文件—国土资发〔2004〕69 号文《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》和北京市国土资源局—京国土环〔2005〕879 号《关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》的要求，我单位承担了温泉 F16 商业地块地质灾害危险性评估工作。

本次评估的主要依据为：

1、国土资源部文件—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》；

2、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》；

3、《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016 年版）；

4、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

5、《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）

本次评估的主要工作内容为：

1、 通过现场踏勘、资料收集、地质灾害调查和整理工作，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，分析评价其对建设工程的影响；

3、分析预测建筑物在建设过程中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的可能性及影响程度；

4、对地质灾害的危险性做出综合评价，确定地质灾害危险性级别；

5、从地质灾害的角度对建设用地的适宜性作出明确结论，并针对可能存在的地质灾害提出预防性措施、建议。

# 第一章 评估工作概述

## 一、工程和规划概况与征地范围

温泉镇中心区 F 16 商业地块项目位于海淀山后地区温泉镇中心区北部，东至 F 地块 F17 地块农民回迁房，南至温泉 F18 小学地块，西至杨家庄路，北至规划温泉三号路。根据北京市规划委员会《关于海淀新区部分地块规划指标的复函》（市规函【2009】110 号）相关规定，规划项目总用地面积 8286.488m$^2$，容积率 1.5，建筑高度 15 米，规划建筑面积 1.23 万平方米。具体位置见图 1-1。




图 1-1　建设项目交通位置示意图

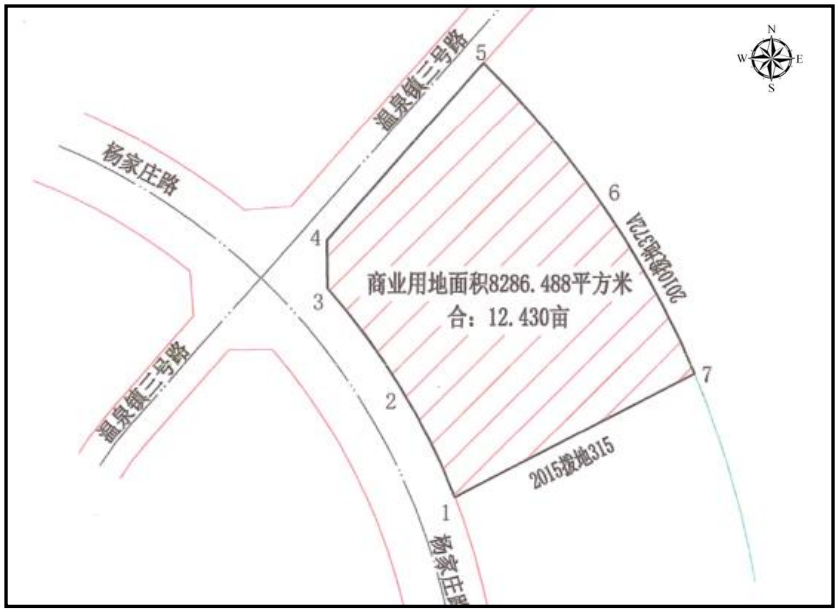



图 1-2　建设项目具体位置分布图

## 二、以往工作程度

本次工作中充分搜集了建设项目附近反映地质环境条件和地质灾害现象的相关资料，主要包括区域地质资料、区域地下水及水文监测、地面沉降资料等，主要成果资料见表 1-1。

**表 1-1 评估区内已有主要工作成果一览表**

| 序号 | 成果名称 | 完成单位 | 完成时间 |
|---|---|---|---|
| 1 | 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 年 |
| 2 | 北京市地震地质会战专题成果 | 北京市地震地质会战办公室 | 1979 年 |
| 3 | 北京市平原区地下水动态报告 | 北京市水文地质工程地质大队 | 1973—1981 年 |
| 4 | 北京市区域地质志 | 北京市地质矿产局 | 1991 年 |
| 5 | 北京市区地下断裂对地面工程影响的研究 | 北京市勘察设计研究院 | 1999 年 |
| 6 | 北京地质灾害 | 北京市地勘局 | 2008 年 |
| 7 | 北京市地面沉降监测年度报告 | 北京市地质环境监测所 | 2021 年 |
| 8 | 海淀区温泉三号路道路工程岩土工程勘察报告 | 北京市勘察设计研究院有限公司 | 2019 年 |

## 三、工作方法及完成的工作量

### 1、工作方法

本次地质灾害评估工作按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）的有关规定，编写详细的现场调查工作及室内综合分析技术方案，具体的评估工作程序见图 1-2 工作程序框图。

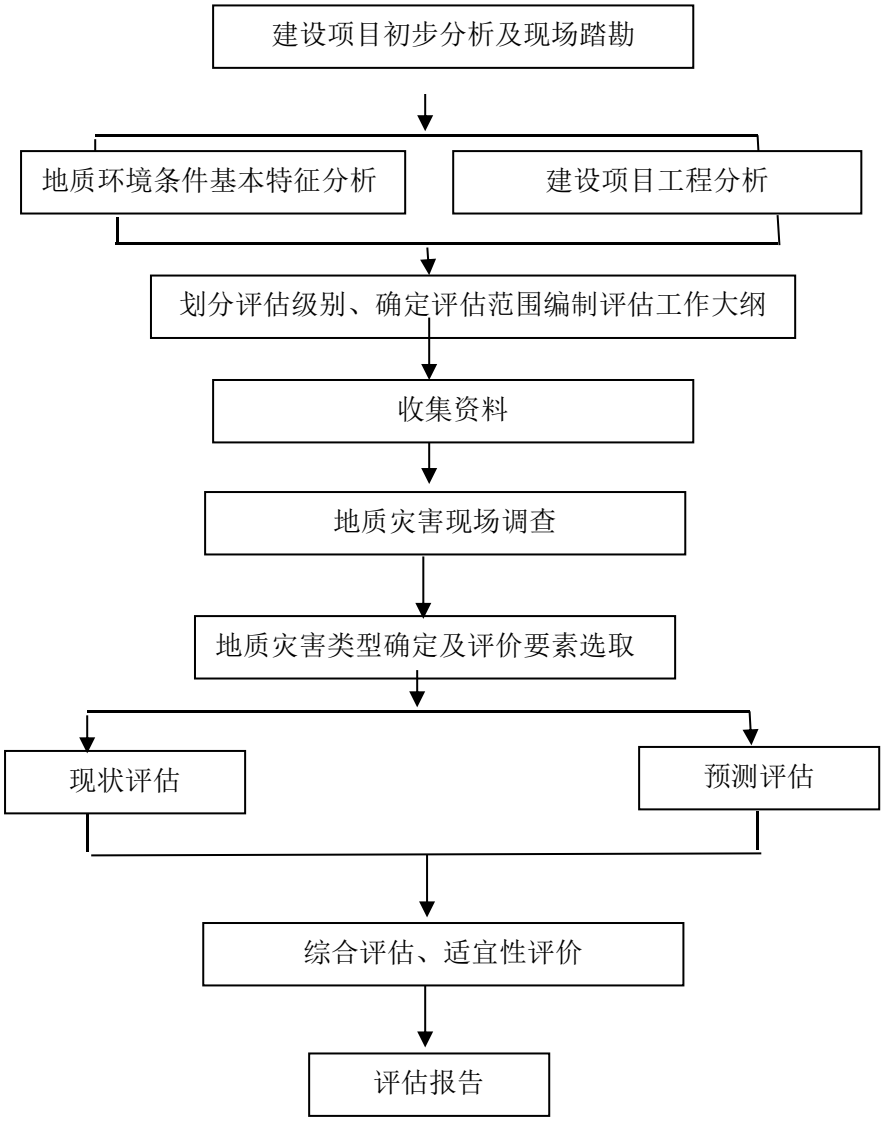



**图 1-3 工作程序框图**

## 2、完成的工作量

我单位接受评估任务后，为了尽可能客观、全面和科学地对项目区建设用地及其周边地区进行地质灾害危险性评估，本次工作在现场踏勘、收集和研究有关区域地质、工程地质、水文地质等成果资料的基础上，结合场地及场地附近的区域地质、工程地质、水文地质、环境地质等资料，进行了地质环境条件和地质灾害危险性综合评估。

评估工作自 2023 年 4 月 18 日至 2023 年 4 月 27 日止，历时 10 天。具体完成工作内容和投入的工作量参见表 1-2。

表 1-2 完成工作量一览表

| 工作内容 | | 数量 |
|---|---|---|
| 资料收集 | 勘察钻孔资料 | 20 个 |
| | 岩土工程勘察报告 | 1 份 |
| | 地震安评及抗震专题研究成果资料 | 3 份 |
| | 区域普详查资料 | 3 份 |
| 野外地质调查 | 工程地质调查 | 4km$^2$ |
| | 水文地质调查 | 4km$^2$ |
| 室内整理、分析及报告编写 | 绘制成果图件 | 10 件 |
| | 评估报告 | 1 份 |

## 四、评估范围与评估级别的确定

### 1、评估范围的确定

依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）和建设项目特点，建设项目为一般建设项目，结合区域地质环境条件和可能对建设用地产生破坏和影响的主要地质灾害类型及其范围，确定本次评估工作范围为：以建设项目用地为中心，东西扩展 4km，南北扩展 4km，评估区面积为 4km$^2$。

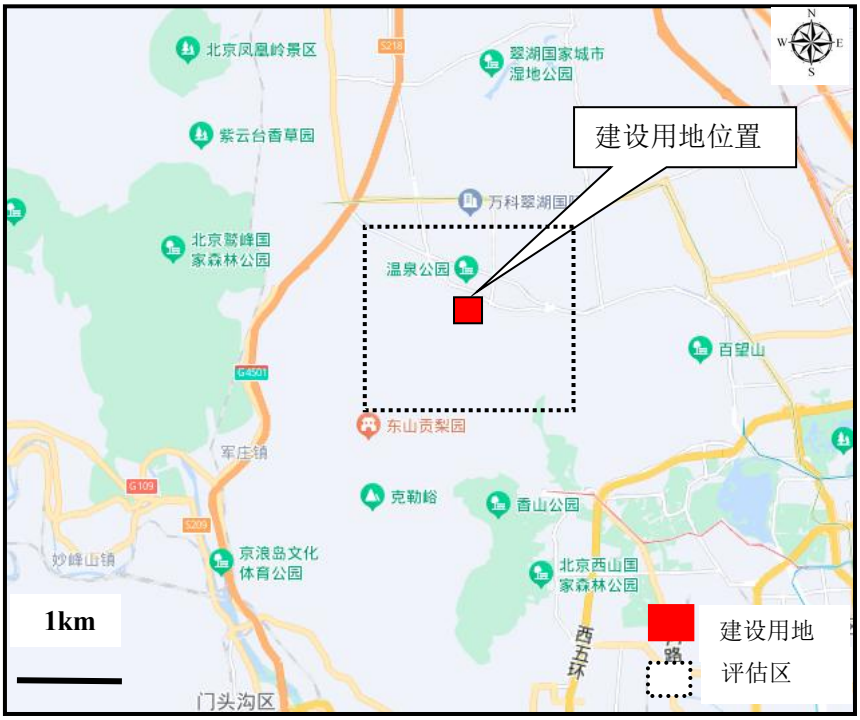



图 1-3 评估区范围

2、地质环境条件复杂程度判定

**地质灾害：**评估区存在的地质灾害类型为地面沉降和砂土液化两种。

**地形地貌：**建设用地位于北京平原区，地形总体较平坦，地貌较简单。

**地质构造：**评估区附近无活动断裂通过，场地地质构造复杂程度为简单。

**工程地质：**评估区第四系地层主要为粘性土和砂土互层，岩土体工程地质性质较好，可作为各类工业与民用工程建筑场地。

**水文地质：**场区地下水主要为第四系孔隙潜水和承压水，水文地质条件一般。

**人类工程活动：**建设用地及附近区域存在修建房屋、道路建设等工程活动，人类工程活动较强烈。

综合上述地质环境条件，依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）的规定，评估区的地质环境条件复杂程度为“**中等复杂**”。

3、建设项目的重要性类别划分

按照北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2012）规定，建设项目属于**一般建设项目**。

4、评估级别确定

本项目属**一般建设项目**；评估区地质环境条件复杂程度属**中等复杂**。依据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2012），本项目地块用地地质灾害危险性评估等级为**三级**。

# 第二章 地质环境条件

## 一、 气象、水文

### 1、气象

工作区属暖温带半湿润、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，多年来平均气温在10℃左右。每年四月份开始变暖，五月渐热，六～八月进入盛夏，月平均气温在24℃以上。九月中旬后逐渐凉爽，十月变冷，十一月至来年二月平均气温一般在5℃以下。年平均日照总时数2621.3小时，日照充足。多年平均风速2.10m/s，冬季多西北风，夏季多西南风，风向变化显著。

据北京地区气象站1959～2020年资料，本区多年平均降水量592.12mm，最大达1000mm以上（1959年），最小不足350mm（1999年）。全年降水量平均有80%以上集中在6、7、8、9四个月，其中7、8两月平均占30.0～43.0%，7月份降水量最多，多年平均达190.0mm，12月份降水量最少。丰水期(如1959年)降水量达1169.4mm，枯水期（如1965年）仅319.5mm。冬季地面下有60～80cm的冻土层。降水量的多年变化见图2-1。

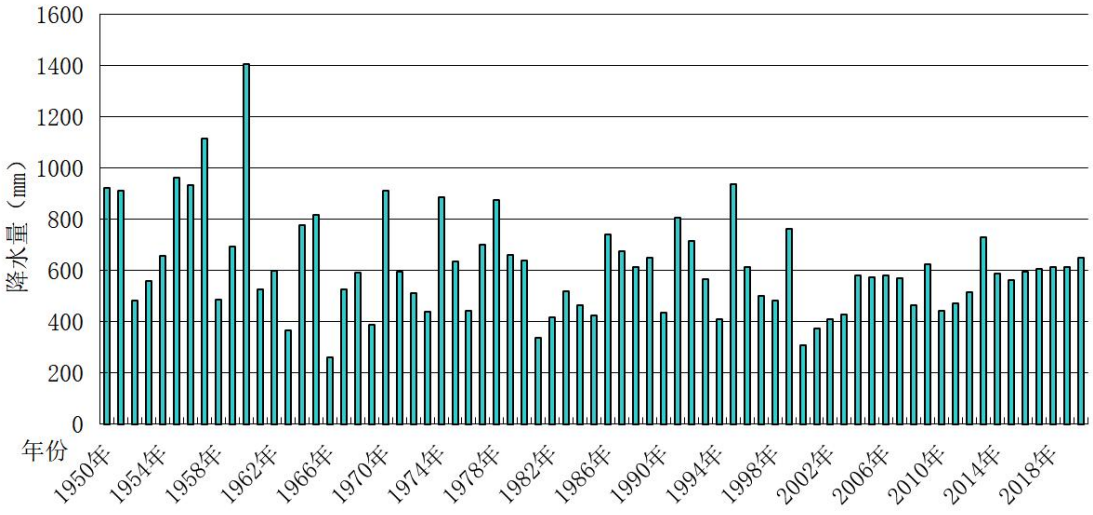



图2-1 北京地区气象站1959～2020年降水量历时曲线图

2、水文

建设项目附近河流主要有京密引水渠。京密引水渠，源自密云水库的白河主坝，流经怀柔水库、昆明湖，最后在滨角汇入永定河引水渠，渠道全长 110km。横贯密云、怀柔、顺义、昌平、海淀 5 区。渠首从密云水库白河坝下的调节池出水口，经六次跌水进入怀柔水库调节后，再从水库凤山口闸出口，西经李家史山、西崔村、大辛峰，沿西部山前地带南折至青龙桥，穿流昆明湖，在海淀区罗道庄与永定河引水渠汇合后，流入玉渊潭。

## 二、地形地貌

建设用地场地内为商业建设用地，地形平坦，钻孔孔口地面标高为 50.83~55.93m。建设用地区域现状地形地貌见图 2-2。

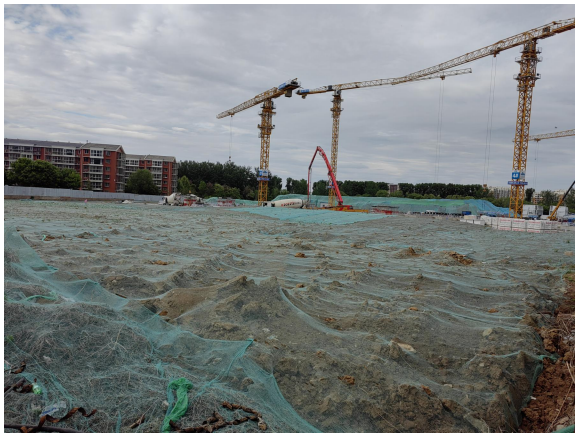


图 2-2　建设用地现状（镜向北西）

## 三、地层岩性

北京地区的基岩地层分布除缺少震旦系、上奥陶统、志留系、泥盆系、下石炭统、三迭系及上白垩统外，其它地层都有不同程度的发育。岩石类型较为齐全，包括各种沉积岩、变质岩和火成岩。

第四纪以来由于受新构造运动的影响，山区不断抬升，平原强烈下降，并接受了巨厚的第四纪河流沉积物。在北京平原区的不同地区，由于受断裂活动的影响和古地理环境的限制，第四纪沉积物的厚度有明显的差异。在北京市区，第四纪沉积地层的厚度由西向东逐渐增大，岩相分布由山地向平原具有明显过渡的特征，即市区西部的

第四纪古河流形成的冲洪积扇顶部、中上部的地层以厚层砂土、卵砾石层为主；向东过渡为冲洪积扇的中部和中下部，第四纪地层为黏性土、粉土与砂土、卵砾石交互沉积层。参见图 2-3（“北京平原区地质图”）、图 2-4（“北京地区第四系覆盖层厚度图”）。

本场地涉及地层主要为第四系松散沉积物。

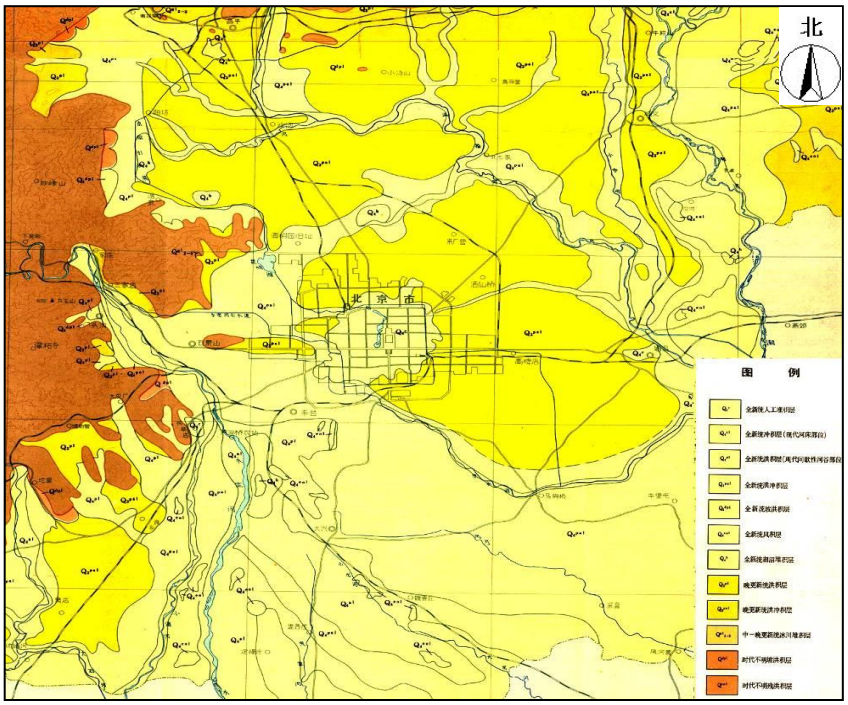



图 2-3 北京平原区地质图




图 2-4 北京地区第四系覆盖层厚度图

## 四、地质构造与区域地壳稳定性

### 1、区域地质构造特征

北京地区处于中朝准地台北部，跨燕山褶皱带和华北断坳二个Ⅱ级构造单元。其北部和中部处于燕山褶皱带中段，东南部则属于华北断坳的西北隅。北京市山区处于燕山褶皱带内，平原属于华北断坳。北京新华夏构造体处于太行隆起带与华北沉降带交汇部位的北部。

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-北东西和北西-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。

建设场地大地构造位置位于中朝准地台（Ⅰ）华北断拗（$Ⅱ_2$）北京迭断陷（$Ⅲ_6$）门头沟迭陷褶（$Ⅳ_{11}$）北部，具体位置见图 2-5“北京市构造分区略图”。

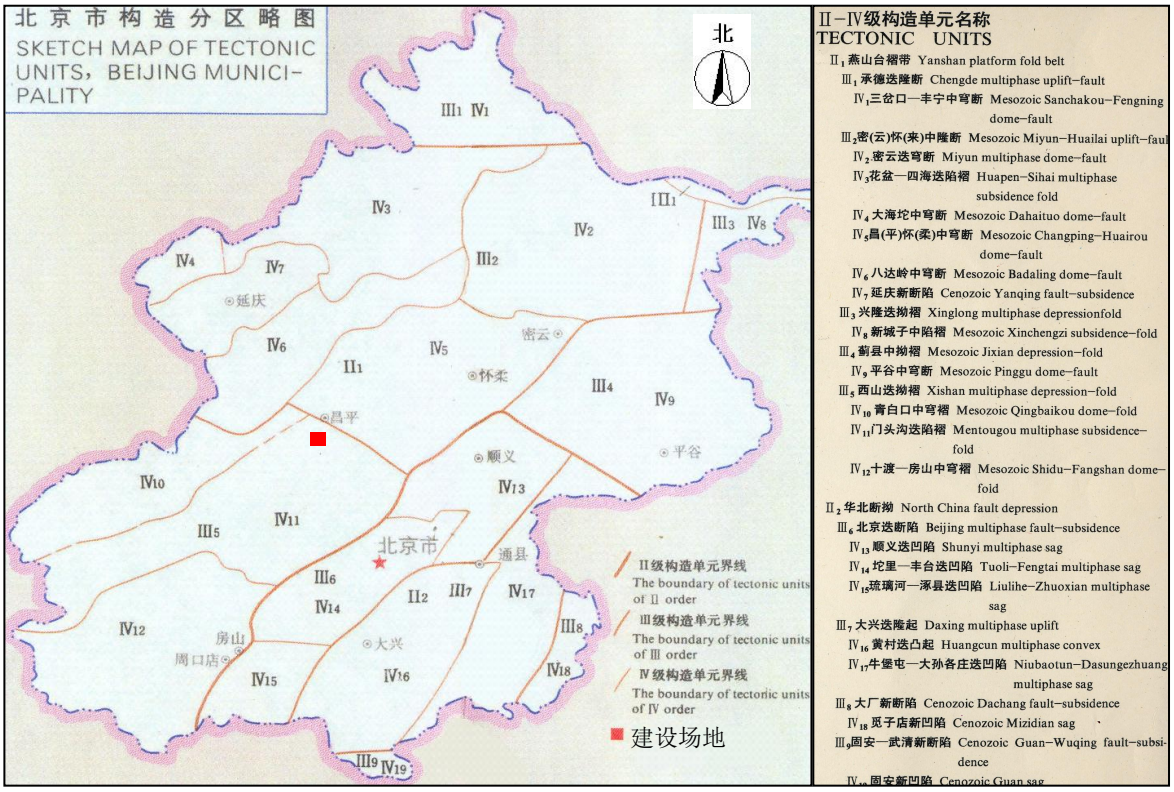



图 2-5 北京市构造分区略图

## 2、区域地壳稳定性与地震活动

区域地壳的稳定性取决于该区区域地质发展史、地质构造的发育程度及其活动性。北京平原地区地质构造活动性比较明显，主要表现为地震的频繁活动。根据北京地震地质会战研究成果，本区位于密云—北京—涿县地震活动危险带内，该带内北东向断裂构造较发育，历史上曾发生 3 级以上的地震约 180 次，其中破坏性地震 6 次，最大震级为 1930 年发生在京西的 6.5 级地震。

1、北京地区历史强震

京津唐张地区（北纬 38.5°-41°，东经 114°-102°），自西晋以来，共发生 5 级以上地震 60 余次(不含余震)。计 5 级水平的 20 次，5-5.2 级 20 次，5.75-6 级 6 次 6.25-6.5 级 6 次，6.75-7 级 4 次，7.5 级以上的 1 次。平均 10 年发生一次，频率虽不高但破坏极大。仅就北京市行政区划所属范围来说，已经发生过大至 8 级的各级别的强震，这些地震距市中心区距离仅几十公里，北京地区历史地震事件统计如下表所示，北京地区总的震害趋势是东部重，西部轻、平原重、山区轻。（表 2-1）。

表 2-1　北京及周边地区历史强震一览表

| 编号 | 地震时间 | 震中位置 | | 震级 | 地 点 | 震中烈度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 纬度 | 经度 | | | |
| 01 | 274.3 | 40.3 | 116.0 | $5^1/_4$ | 居庸关一带 | Ⅶ |
| 02 | 294.9 | 40.5 | 116.0 | 6 | 北京延庆东 | Ⅷ |
| 03 | 1057.3.24 | 39.7 | 116.3 | $6^3/_4$ | 固　安 | Ⅸ |
| 04 | 1076.12 | 39.9 | 116.4 | 5 | 北　京 | Ⅵ |
| 05 | 1337.9.8 | 40.4 | 115.7 | $6^1/_2$ | 怀　柔 | Ⅷ |
| 06 | 1484.1.29 | 40.5 | 116.1 | $6^3/_4$ | 北京居庸关 | Ⅷ-Ⅸ |
| 07 | 1536.10.22 | 39.8 | 116.8 | 6 | 北京通县南 | Ⅶ-Ⅷ |
| 08 | 1665.4.16 | 39.9 | 116.6 | $6^1/_2$ | 北京通县 | Ⅷ |
| 09 | 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、建设用地抗震设防参数

按《中国地震动区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版）划分，本建设用地主要抗震设防参数：即抗震设防烈度为 8 度（该烈度指在 50 年期限内，一般场地条件下，可能遭遇超越概率为 10%的烈度值），设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组。

## 五、工程地质条件

依据项目附近温泉三号路岩土工程勘察报告所示，控制性勘探孔最大深度为 20.00m。按照地层沉积年代、成因类型、地层岩性及其物理力学性质，将本报告涉及的地层共划分为 5 个大层及亚层，具体各土层岩性及分布特征概述如下：

表层为人工堆积之一般厚度为 0.80～3.10m 房渣土①层，粉土素填土①$_1$ 层。

人工堆积层以下为第四纪沉积的粉土②层，碎石、碎石混黏性土②$_1$ 层，粉砂②$_2$ 层及粉质黏土②$_3$ 层。粉质黏土③层，粉土③$_1$ 层，细砂③$_2$ 层及碎石③$_3$ 层；粉土④层，粉质黏土④$_1$ 层；粉质黏土⑤层。详见图 2-6 工程地质剖面图。

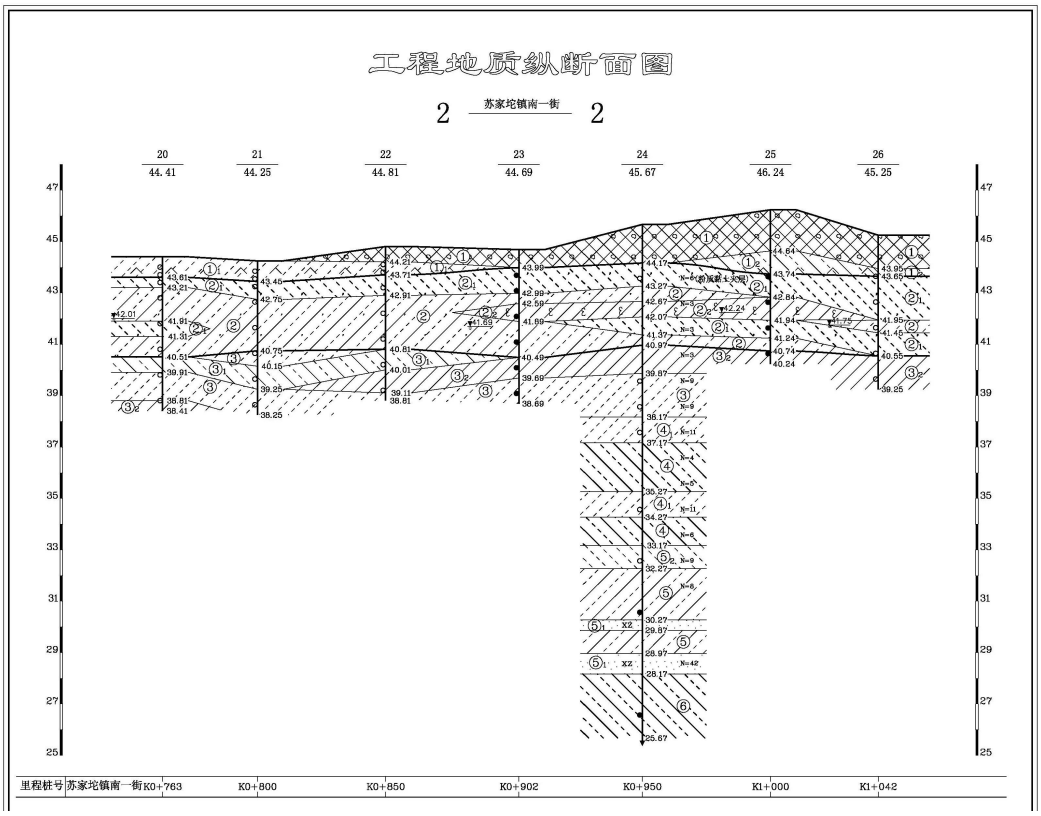



图 2-6 工程地质剖面图

## 六、水文地质条件

本场地岩土工程勘察期间（2019 年 7 月下旬）于钻孔中量测到 1 层地下水，稳定地下水埋深 7.80～9.30m，地下水类型为上层滞水。由于水量较小，勘察期间仅有部分钻孔中揭示到。

工程场区历年（自 1955 年以来）最高地下水位接近自然地面，近 3～5 年最高地下水位标高为 54.00~49.00m 左右（上层滞水，分布差异较大）。

## 七、环境地质状况及人类工程活动影响

评估区的人类工程活动主要是建房、修路等，其目的是为了改善营造适宜人们居住和生活的环境。本工程建设是商业工程，对周边地质环境不会造成不良影响。

# 第三章 地质灾害危险性现状评估

## 一、地质灾害类型的确定

按照《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）综合分析判定，针对本次评估的项目及其所在区域范围，本次评估工作收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料；进行了全面的野外踏勘等工作，对评估区的灾害地质情况进行全面调查。经综合分析认为：

1、地面沉降

评估区从全市地面沉降区分布图分析，存在轻微的地面沉降，随着工程建设的进行，本地区的工农业用水量的变化，会对地面沉降的发生、发展产生一定影响，因此，有必要对地面沉降进行评估。

2、砂土液化

评估区的潜水水位埋藏较浅，且场地地面下20m深度范围内分布有饱和的砂质粉土及粉砂层，因此应对这些土层液化的可能性进行判别。

综上所述，本次工作将对评估区的地面沉降和砂土液化2种类型的地质灾害危险性进行评估。

## 二、现状评估

### 1、地面沉降

#### (1)地面沉降的发展过程

北京市地面沉降主要发生在市区的东郊、南郊、东北郊、北郊及周围一些卫星城。到目前为止，全市已经形成了 5 个地面沉降中心，分别为：① 位于北京市东郊的八里庄～大郊亭地面沉降中心；② 位于北京市东北郊的朝阳区来广营地面沉降中心；③ 位于北京市北郊的昌平区沙河～八仙庄地面沉降中心；④ 位于北京市东北郊的顺义平各庄地面沉降中心；⑤ 位于北京市南郊的大兴县庞各庄～榆垡地面沉降中心。

根据北京市地面沉降的发展，可分为 5 个阶段：

①1935～1966 年地面沉降初级阶段

北京市早在 1935 年就已经发生了地面沉降，仅在西单－东单地区零星分布，年沉降速度小于 5mm。

②1967～1973 年地面沉降区的形成阶段

在东郊八里庄～大郊亭、东北郊的来广营～酒仙桥一带初步形成区域性沉降区，

面积达 400 $km^2$，年沉降速度达到十几 mm。

③1973～1982 年地面沉降的扩展阶段

这一时期，随着工农业和城市建设的发展，地下水开采量越来越大，导致地下水位大幅度下降，地面沉降加速发展，形成哑铃状的南北二个沉降中心，南部地面沉降中心在东郊八里庄～大郊亭一带。北部地面沉降中心在来广营一带。地面沉降面积扩展到 600 $km^2$ 以上，最大累计沉降量达到 590mm。

④1983～1999 年沉降缓慢发展阶段

地面沉降面积扩大到 800 $km^2$，最大累计沉降量达到 665mm。

⑤1999 年以后进入快速发展阶段

20 世纪 80 年代后，原先的沉降区由于控制了地下水开采量，东郊等地区的地面沉降基本得到控制，但在远郊卫星城及开发区，由于地下水超采，导致地下水位大幅下降，形成新的沉降区，总沉降面积扩展到 1800 $km^2$，其中沉降量大于 200mm 的地区达到 600 $km^2$ 以上。

上述资料充分说明：人类活动－过量开采地下水是导致北京市地面沉降的最主要原因。

**(2)评估区地面沉降现状**

该建设用地的所处位置，从“北京平原区 1955 年-2021 年累计地面沉降综合分析图”上分析，位于北京市昌平区沙河～八仙庄地面沉降中心边缘地带，受到一定的影响（见图 3-1）。

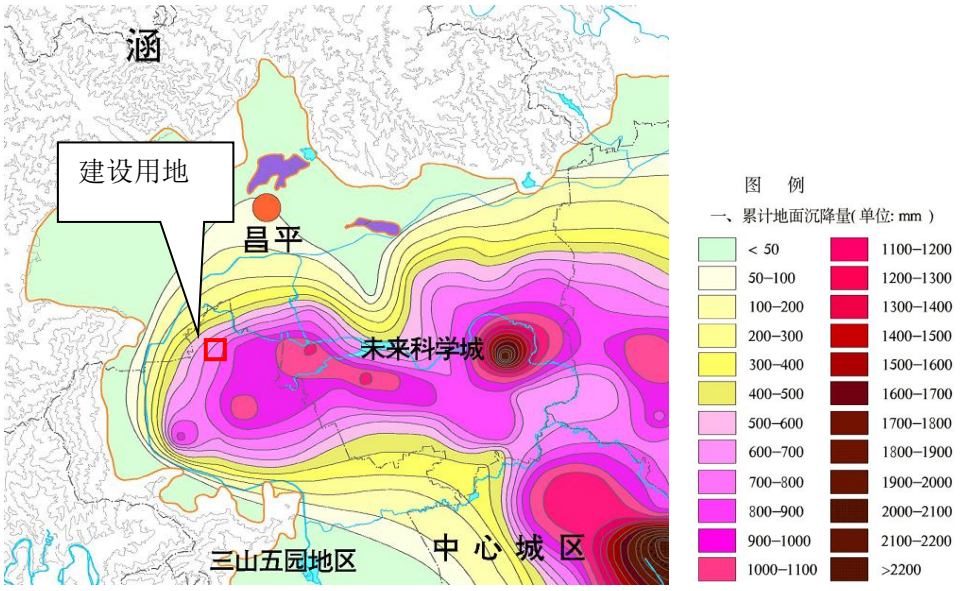



**图 3-1　北京市平原地区 1955 年-2021 年累计地面沉降量分区图**

根据从北京市地面沉降监测中心收集到的沉降观测资料， 截至 2021 年底，评估区内累计沉降量约 800mm 左右，年沉降速率小于 30mm，属地面沉降发育程度中等区，本次评估工作实地调查未发现由沉降灾害造成的建筑物、构筑物的损害现象。

综上所述，综合判定评估区现状地面沉降发育程度为“中等”，现场调查中未发现灾情，故评估区现状地面沉降地质灾害危险性为“小”。

2、砂土液化

**1．砂土液化机理及特征**

砂土液化是砂土的液态化表现，是饱和或接近饱和的砂土，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，砂土层下部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。可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 地下水位埋藏浅和径流条件滞缓地区。

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、埋深及可液化与非液化层之间的关系等因素。经调查分析，本建设用地 20m 深度内具备可液化砂土层的地质环境。

**2．砂土液化判别**

目前评价饱和砂土液化方法很多，但基本为两种：剪应力对比法和标准贯入试验法。剪应力对比法具有较强的针对性，但需要采取大量样品，对区划场地或一般场地

预测很不适用。标准贯入试验法以及利用它构成的液化判别式反映了影响液化的主要因素，因此它已成为最有代表性，应用最广泛的液化判别方法。

建设用地 20.0m 深度内分布有一定厚度的粉细砂、砂质粉土层，因此，需进行砂土液化地质灾害危险性评估。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年修订版），对粉细砂、砂质粉土层的液化判别包括初判和复判：

**初判**

参照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年修订版）的有关规定，结合评估区的地震烈度，可液化层（为全新统 $Q_4$ 地层的饱和粉、细砂和砂质粉土）所处的地质环境特征，经初判建设用地也有液化的可能，需要进行进一步的液化判别。

**复判**

本报告依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年修订版）即标准贯入试验判别法进行复判。《建筑抗震设计规范》规定，当在地面下 20m 深度范围内的液化土应符合下式要求：建筑物地基在地表下 20m 深度范围内，有饱和砂、粉土时，其实测标准贯入锤击数（未经杆长修正）$N$ 值小于按下式算出的 $N_{cr}$ 值时，即认为可液化，否则为不液化。

$N < N_{cr}$

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

式中 ：

$N$ ——饱和土标准贯入锤击数实测值（未经杆长修正）；

$N_{cr}$ ——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，按表 3-1 采用；

**表 3-1　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 |

$d_s$ ——饱和土标准贯入点深度（m）；

$d_w$ ——地下水位深度（m），按现状地下水位埋深 8m 考虑。

$\rho_c$ ——粘粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，均采用 3。

根据标准贯入试验法对评估区饱和的粉细砂、粉土进行液化评判，判别结果如表

3-2 所示，在地震烈度为Ⅷ度，地下水位埋深 8m 的情况考虑，液化判别结果见表 3-2。

表 3-2　建设用地液化判别结果表（Ⅷ度，水位埋深 8.0m）

| 孔号 | $d_w$(m) | $d_s$(m) | 粘粒含量（%） | 标贯法 | | 判别结果 | 液化指数 $I_{LE}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $N_{30}$ | $N_{cr}$ | | |
| 1 | 8 | 4.30 | 15 | 31 | 2.07 | 不液化 | 0 |
| | | 5.80 | 10 | 35 | 3.78 | 不液化 | |
| | | 10.30 | 3 | 48 | 11.84 | 不液化 | 0 |
| 2 | | 4.30 | 14 | 29 | 2.14 | 不液化 | 0 |
| | | 9.30 | 3 | 33 | 10.91 | 不液化 | 0 |
| | | 10.30 | 3 | 51 | 11.84 | 不液化 | 0 |
| | | 19.80 | 26 | 16 | 6.17 | 不液化 | 0 |
| 3 | | 3.30 | 16 | 23 | 1.22 | 不液化 | 0 |
| | | 10.80 | 3 | 37 | 12.28 | 不液化 | 0 |
| | | 11.30 | 3 | 45 | 12.70 | 不液化 | 0 |
| | | 18.80 | 27 | 20 | 5.88 | 不液化 | 0 |

根据液化复判结果，在地震基本烈度为Ⅷ度，地下水位按照现状条件考虑时，建设用地各层饱和粉土和砂土均不液化。

根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2012）表 12 判别,建设用地地基土不会发生液化，现状危险性**“小”**。

## 三、现状评估小结

现状评估结果如下：

1、评估区内主要地质灾害类型为地面沉降和砂土液化；

2、截至 2021 年底，建设场区累计沉降量 800mm 左右，属地面沉降发育程度中等，这次实地调查未发现由沉降灾害造成的建筑物、构筑物的损害现象，因此地面沉降地质灾害的现状危险性为**“小”**。

3、在地震裂度为Ⅷ度、地下水位按现状最高水位（即水位埋深 8m）条件下判别，建设用地 20m 深度范围内饱和的粉、砂土均不产生地震液化，砂土液化地质灾害的现状危险性为**“小”**；

4、综合上述评估区内发育的地质灾害现状评估情况，确定其现状危险性等级为**“小”**

# 第四章 地质灾害危险性预测评估

## 一、工程建设引发、加剧地质灾害的危险性评估

（一）地面沉降

建设项目建设用地主要为商业工程，地下开挖深度较小，本地区的地面沉降主要来自深部承压含水层的开采，因此该工程在建设过程中，不会引发或加剧该地区的地面沉降量。

（二）砂土液化

根据现场调查结果及业主提供的相关资料，本项目及周边已建成或正在建设的项目均采用市政自来水管网统一供水。

项目用地主要为商业建筑工程，根据砂土液化的机理和条件，不会引发或加剧砂土液化灾害。因此，建设工程建设引发或加剧砂土液化灾害的可能性小。

## 二、工程建设本身可能遭受地质灾害的危险性预测

从对现有资料的分析及本次调查结果看，本建设用地及附近的建筑物没有受到明显的地质灾害的影响，场地未来可能遭受的地质灾害为地面沉降和砂土液化，下面就其危险性的预测分述如下：

（一）地面沉降

根据已经掌握的资料分析：该地区截至2021年度沉降量累计在800mm左右，建设场区位于北京市地面沉降中心来昌平沙河-八仙庄西南侧，根据监测资料显示，沉降速率为10mm/a左右，今后5年，该地区累计沉降预测为50mm左右。根据表4-1和以上分析，地面沉降发育程度中等，建设项目建设用地遭受地面沉降地质灾害的危险性小。

**表4-1 地面沉降现状发育程度分级表**

| 因　素 | 分　级 | | |
|---|---|---|---|
| | 强 | 中 | 弱 |
| 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年至最近公布数据；
2 沉降速率指近3年的平均年沉降量。

（二）砂土液化

根据现有的地下水条件进行预测。考虑本场地未来地下水位随着北京水资源

环境条件的改变有可能出现较大幅度的回升，地下水位按历史最高水位接近自然地表考虑，经判别在抗震设防烈度为Ⅷ度时，本建设用地 20m 深度内饱和的粉细砂、砂质粉土层不发生液化，具体判别结果详见表 4-2。

**表 4-2　建设用地及附近地区液化判别结果表**

| 孔号 | $d_w$(m) | $d_s$(m) | 粘粒含量（%） | 标贯法 | | 判别结果 | 液化指数 $I_{LE}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $N_{30}$ | $N_{cr}$ | | |
| 1 | 0 | 4.30 | 15 | 31 | 2.07 | 不液化 | 0 |
| | | 5.80 | 10 | 35 | 3.78 | 不液化 | |
| | | 10.30 | 3 | 48 | 11.84 | 不液化 | 0 |
| 2 | | 4.30 | 14 | 29 | 7.42 | 不液化 | 0 |
| | | 9.30 | 3 | 33 | 22.31 | 不液化 | 0 |
| | | 10.30 | 3 | 51 | 23.24 | 不液化 | 0 |
| | | 19.80 | 26 | 16 | 10.04. | 不液化 | 0 |
| 3 | | 3.30 | 16 | 23 | 6.16 | 不液化 | 0 |
| | | 10.80 | 3 | 37 | 23.68 | 不液化 | 0 |
| | | 11.30 | 3 | 45 | 24.10 | 不液化 | 0 |
| | | 18.80 | 27 | 20 | 9.68 | 不液化 | 0 |

## 三、预测评估小结

预测评估结果如下：

1、通过预测评估，工程建设本身不会引发或加剧地面沉降、砂土液化灾害；

2、预测评估区由地面沉降引发的地质灾害危险性为“小”；

4、按历年最高水位为自然地面考虑，在地震设防烈度为Ⅷ度的条件下，建设用地范围内地基土不会产生液化现象，其危险性为“小”；

5、综合上述评估区内发育的地质灾害预测评估情况，确定其预测危险性等级为“小”。

# 第五章 地质灾害危险性综合分区评估

## 一、综合评估原则

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。本次综合评估依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）有关规定，确定评估区地质灾害危险性等级。

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

## 二、建设用地地质灾害危险性综合评估

通过对本评估区 2 种地质灾害的现状评估和预测评估，经综合分析评估认为：

1、地面沉降

经过对评估区地面沉降的历史发展和现状分析，建设项目位于沉降量800mm，沉降速率为 10mm/a 左右，地面沉降发育程度中等，结合现状调查，未发现沉降造成的明显灾害，对今后发展趋势进行预测可知，现状地面沉降危险性小。

2、砂土液化

在液化判别中，采用标准贯入法按现行《建筑抗震设计规范》（GB50011－2010）（2016 版）的规定对建设用地现场勘探点的可液化土层进行了判别，认为：在按地震烈度Ⅷ度设防的前提下，建设用地的地基土层不液化。

工程建设本身在建设过程中或建成后不会加剧原有地质灾害或诱发新的地质灾害。

因此，综合评估认为，评估建设用地地质灾害危险性等级属于**“小级”**。

## 三、建设场地适宜性评估

从地质灾害危险性综合评估的角度分析，建设用地地质灾害危险性等级属于**“小级”**，因此，该场地作为建设项目用地是**适宜**的。

# 第六章 结论与建议

## 一、结论

1、建设建设项目为一般建设项目，可能存在的地质灾害类型为地面沉降、砂土液化 2 种，地质环境条件为中等复杂区，根据北京市地方标准《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T893-2021）的有关规定，建设用地地质灾害危险性评估级别为**三级**。

2、现状评估：经现场实际调查和量化评估，判定建设用地地面沉降现状危险性“**小**”，砂土液化现状危险性“**小**”。

3、预测评估：依据现有资料和分析计，判定建设项目工程建设不会引发或加剧地面沉降、砂土液化地质灾害；建设用地遭受地面沉降、砂土液化地质灾害预测评估危险性均为“**小**”。

综上所述，建设用地地质灾害危险性综合评估等级为**“小级”**，防治难度**“小”，**建设用地进行开发是“**适宜**”的。

## 二、建议

建设项目应严格按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）的规定执行。建议建设项目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，提高建筑物的抗震水平，预防结构破坏。