北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设用地

地质灾害危险性评估报告

北京龙源科建地质工程有限公司

二〇二六年三月

北京市规划和自然资源委员会

北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告

项　目　负　责：陈俊昆

报　告　编　写：王　东

审　　核：沙惠宣

单 位 负 责 人：李东帅

报告提交单位：北京龙源科建地质工程有限公司

报告提交日期：2026年3月

北京市规划和自然资源委员会

地质灾害防治单位资质证书

单位名称：北京龙源科建地质工程有限公司

资质类别：地质灾害评估和治理工程勘查设计资质

住　　所：北京市房山区西潞街道办事处苏庄三里社区居委会二层202室

资质等级：乙级

证书编号：110020242120109

有效期至：2029 年 8 月 26日

发证机关：北京市规划和自然资源委员会

发证日期：2024 年 8 月 26日

中华人民共和国自然资源部监制

北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告

评审意见

受北京新航城控股有限公司委托，北京龙源科建地质工程有限公司完成了《北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告》（以下简称“评估报告”），专家评审组于2026年3月28日对该“评估报告”进行了评审，意见如下：

一、项目概况

拟开发项目位于北京大兴区礼贤镇，规划用地总面积387846.98m^2，其中建设用地总面积292593.69m^2，城市公共用地总面积95253.29m^2，代征道路用地面积69409.05m^2。用地分类为物流用地、公交场站设施用地、加油加气站用地、公园绿地和道路用地。

二、评审意见

1、“评估报告”在充分收集前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料的基础上，开展了区域地质、环境地质、水文地质、工程地质和地质灾害等专项地质调查，调查面积9.0km^2，利用了2个勘察钻孔（总进尺40m）及相关测试数据，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中等复杂，该建设项目属于较重要建设项目，综合认定属二级建设用地地质灾害危险性评估是合适的。

3、“评估报告”通过分析，认为区内可能存在的地质灾害为活动断裂、地面沉降和砂土液化三种类型。现状评估认为：礼贤—牛堡屯断裂属非活动断裂，且距建设用地约2.4km，活动断裂现状危险性小；建设用地1955-2022年地面沉降量累计约1300mm，近3年沉降速率约45mm/a，建设用地地面沉降现状发育程度中等，灾情为轻，地面沉降地质灾害现状危险性小；在现状地下水位（埋深7.5m）和8度地震烈度作用条件下，建设用地20.0m深度范围内地基土不会发生砂土液化现象，砂土液化地质灾害现状危险性小。

现状评估符合实际。

4、预测评估认为：拟开发项目在建设和使用过程中引发、加剧和遭受活动断裂、地面沉降和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：建设用地地质灾害危险性等级为小级，地质灾害防治难度小，适宜北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目的建设。

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。

2026年3月28日

评审组长：

评审专家：

目 录

前 言 ---- 1

第一章. 评估工作概述 ---- 2

一、 建设项目概况 ---- 2

二、 以往工作程度 ---- 5

三、 工作方法及工作量 ---- 6

四、 评估范围 ---- 6

五、 评估级别 ---- 7

(一) 建设项目重要性的确定 ---- 7

(二) 评估区地质环境复杂条件的确定 ---- 7

(三) 评估级别确定 ---- 9

第二章. 地质环境条件 ---- 10

一、 气象 ---- 10

二、 水文 ---- 11

三、 地形地貌 ---- 11

四、 地层岩性 ---- 11

(一) 第四系 ---- 11

(二) 基岩 ---- 13

五、 地质构造及区域地壳稳定性 ---- 14

(三) 地质构造 ---- 14

(四) 地震活动 ---- 16

(五) 区域地壳稳定性 ---- 18

六、 工程地质条件 ---- 18

(一) 工程地质特征 ---- 18

(二) 工程地质条件评价 ---- 19

七、 水文地质条件 ---- 21

(一) 含水层的分布情况 ---- 21

(二) 地下水类型及动态特征 ---- 21

八、 环境地质状况及人类工程活动影响 ---- 21

第三章. 地质灾害危险性现状评估 ---- 22

一、 地质灾害类型的确定 ---- 22

北京市规划和自然资源委员会

二、 地质灾害危险性现状评估 ---- 22
(一) 活动断裂 ---- 22
(二) 地面沉降 ---- 23
(三) 砂土液化 ---- 25
三、 小结 ---- 31
第四章. 地质灾害危险性预测评估 ---- 32
一、 工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测 ---- 32
(一) 活动断裂 ---- 32
(二) 地面沉降 ---- 32
(三) 砂土液化 ---- 32
二、 工程建设可能遭受地质灾害危险性预测 ---- 32
(一) 活动断裂 ---- 32
(二) 地面沉降 ---- 32
(三) 砂土液化 ---- 34
三、 小结 ---- 35
第五章. 地质灾害危险性综合分区评估 ---- 36
一、 综合评估原则 ---- 36
二、 评估指标的选定 ---- 36
(一) 灾情与危害程度的分级标准 ---- 36
(二) 活动断裂 ---- 36
(三) 地面沉降 ---- 36
(四) 砂土液化 ---- 37
(五) 综合评估分区表 ---- 38
三、 综合评估 ---- 39
四、 建设用地适宜性评估 ---- 39
第六章. 结论及建议 ---- 41
一、 结论 ---- 41
二、 建议 ---- 41

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》，受北京新航城控股有限公司（以下简称“甲方”）的委托，北京龙源科建地质工程有限公司于2026年2月20日～2026年3月28日对北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设用地进行了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工作，以相关的法规为依据，评估的原则、内容、技术方法和工作程序等执行《地质灾害危险性评估技术规范》（DZ/T 0286-2015）和《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），对技术规范要求中未明确的，执行现行的国家和行业标准与技术规程，主要依据如下：

1、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第394号）；

2、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发69号）；

3、《北京市国土资源局关于做好地质灾害危险性评估工作的通知》（京国土环[2005]879号）；

4、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010　2016年版）；

5、《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）；

6、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）；

7、《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ 11-501-2009，2016年版)；

8、《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)等。

二、评估主要任务和要求

1、查明建设用地及其周边的自然地理、地质环境条件；

2、调查建设用地及其周边的地质灾害类型、规模、分布、稳定状态等，分析评估其危险性及对建设用地的影响，对建设用地存在的危险性地质灾害类型分别进行现状评估、预测评估和综合评估；

3、分析预测建设项目在建设和使用过程中对地质环境的改变和影响，评价其可能诱发或加剧地质灾害的危害程度及危险性；分析预测拟建工程可能遭受地质灾害的危害程度和危险性；

4、从地质灾害的角度对建设场地的适宜性做出明确结论，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、建设项目概况

本项目位于北京大兴区礼贤镇，涉及大兴国际机场临空经济区起步区 0107 街区 I-07 组团用地。项目用地包含两个片区，西片区范围为：东至广运大街西侧代征绿地西红线，南至元平南路道路南红线，西至 0107-043、064 地块西红线，北至含嘉路道路南红线；东片区范围为：东至聚远街道路东红线，南至元平北路道路北红线，西至柏树庄街道路东红线，北至含嘉路道路北红线、燕冀路南侧代征绿地南红线（地理位置见图 1-1~3）。

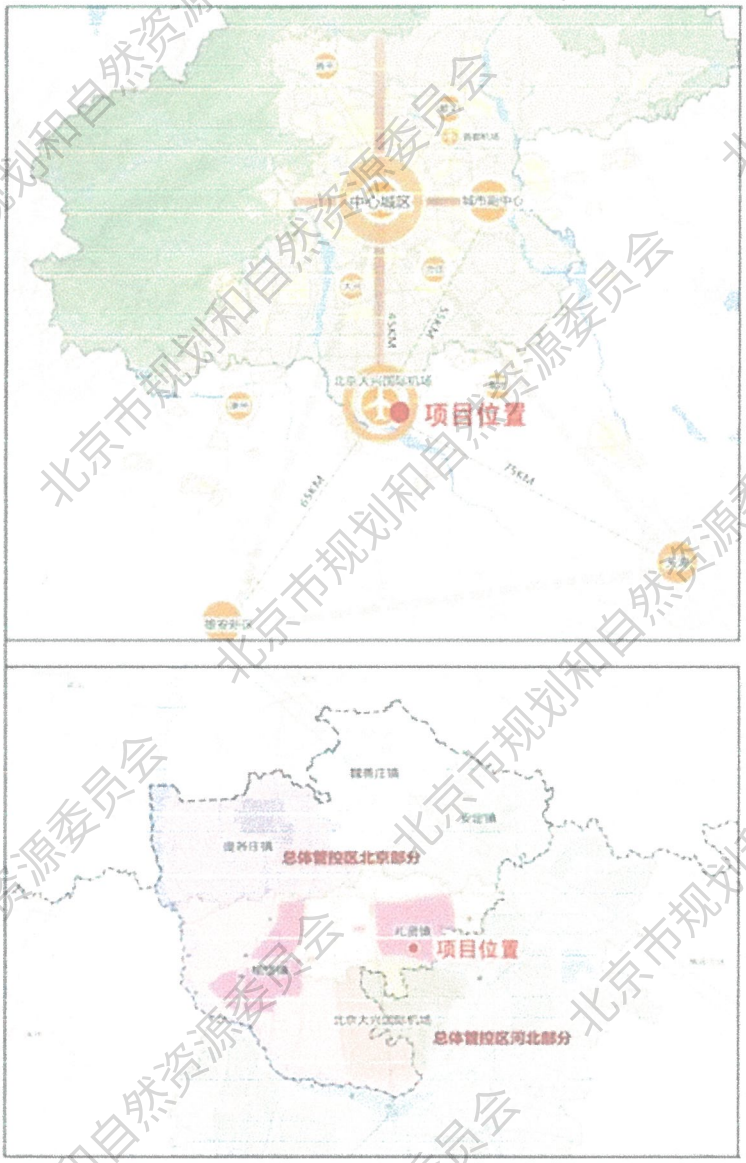

图 1-1 项目交通地理位置图

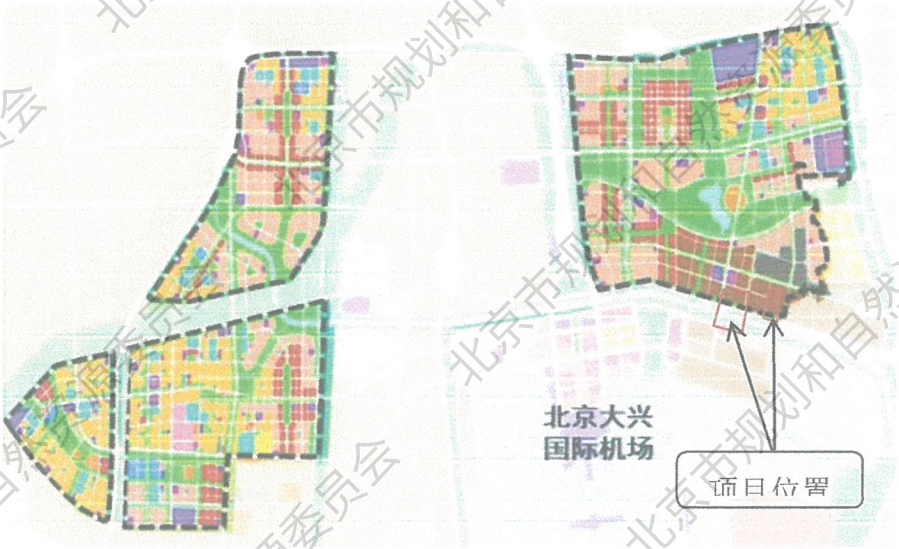

图 1-2　北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）项目范围图

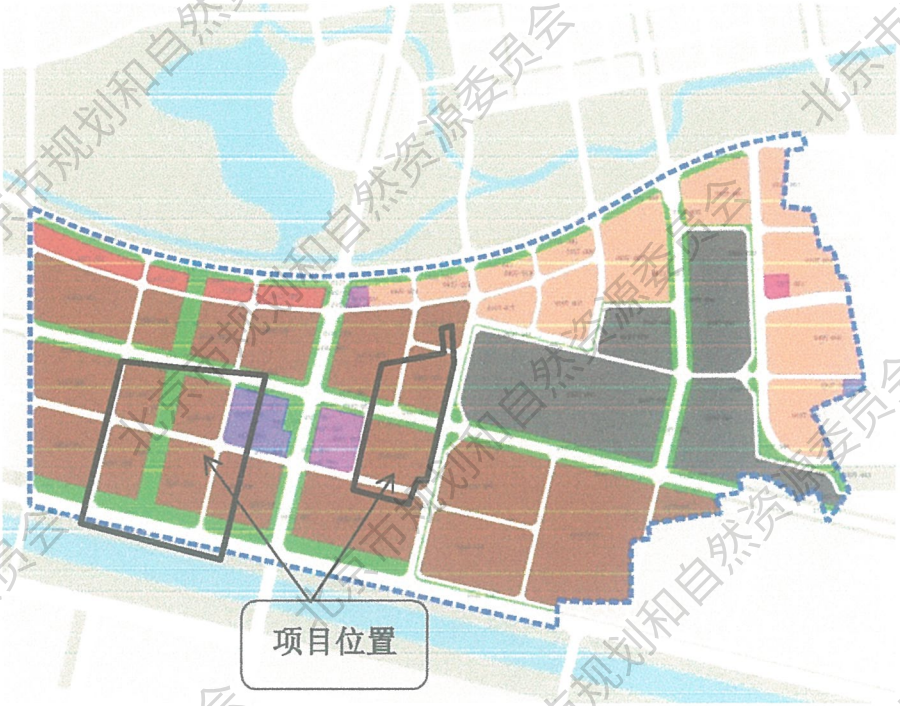

图 1-3　本项目规划范围图

项目规划用地总面积 387846.98 平方米，其中建设用地总面积 292593.69 平方米，城市公共用地总面积 95253.29 平方米，代征道路用地面积 69409.05 平方米。用地分类为物流用地、公交场站设施用地、加油加气站用地、公园绿地和道路用地。项目用地规划情况见图 1-4、表 1-1。



图 1-4 建设用地测量成果略图

表 1-1 项目用地规划情况表

地块编号	用地性质	用地面积（平方米）	容积率	建筑密度（%）	建筑高度（米）	绿地率（%）	备注
0107-033	W1 物流用地	33940.88	1.00	——	18-24	≥10	控制指标以审定方案为准
0107-039	W1 物流用地	69351.37	1.00	≥40	≤18	≥20	
0107-043	W1 物流用地	44334.93	1.00	≥40	≤18	≥20	
0107-056	W1 物流用地	46332.30	1.00	——	18-24	≥10	
0107-064	W1 物流用地	43415.84	1.00	≥40	≤18	≥20	
0107-060	S32 公交场站设施用地	40718.37	0.60	≥30	≤18	≥10	
0107-073	S32 公交场站设施用地	11400.00	0.30	≥30	≤12	≥10	
0107-080	S5 加油加气站用地	3100.00	0.40	≥30	≤9	≥20	
	G1 公园绿地	25844.24					
	S1 道路用地	69409.05					
合计		387846.98					

二、以往工作程度

拟建项目位于北京市大兴区。该地区以往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地开展。1976 年，“北京市地震地质会战”便对礼贤—牛堡屯断裂展开了深入探测；随后，北京市地质调查研究院、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。2004-2006 年，北京市地质矿产勘查开发局实施的“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调查研究。

本次工作充分收集了拟建项目及周边的环境地质、区域地质、地震地质、地质灾害等资料，收集主要成果资料见表 1-1。

表 1-1 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
《北京市地质灾害现状调查》	北京市地质研究所	1992 年
《北京市地质环境调查》	北京市水文地质工程地质大队 北京市地质研究所	1998 年
《北京市用水调研与须水预测研究报告》	北京市水文地质工程地质大队	2002 年
《北京市平原区地下水开采环境问题调查研究报告》 《北京市平原区地下水位降落漏斗现状调查报告》 《北京市平原区 1:10 万工程地质勘察报告》	北京市地质调查研究院 北京市地质工程勘察院	2003 年
大兴幅 1：5 万区域地质调查	北京市地质研究所	1991 年
大兴区地质灾害调查与区划	北京市地质研究所	2008 年
《北京市多参数立体地质调查系列成果报告》	北京市地质矿产勘查开发局	2006 年
大兴区首创机务队两限房项目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	2014 年
北京新机场临空经济区市政交通配套工程大礼路（大广高速~京台高速）综合管廊工程岩土工程详细勘察报告	北京市勘察设计研究院有限公司	2018 年
《北京大兴国际机场噪声区安置房及配套设施项目（礼贤组团 C 区）-2 片区岩土工程勘察报告》	北京市勘察设计研究院有限公司	2019 年
北京大兴国际机场综合保税区 0107-061、100 等地块一级开发项目建设用地地质灾害危险性评估报告	北京得一成利环境工程技术有限责任公司	2021 年

三、工作方法及工作量

为了科学全面地对拟建项目建设用地地质灾害危险性进行评估，接受甲方委托任务后，我单位成立了专门项目小组，在现场踏勘的基础上对项目进行初步分析，划分评估级别、确定评估范围。充分收集、整理建设用地及附近已有气象、水文、地理、区域地质、环境地质和地质灾害等资料，对建设用地及其周边进行了地质环境条件综合调查（见图 1-5）。在上述工作基础上，经综合分析和系统整理，按照技术要求及地质灾害类型逐项进行现状评估、预测评估和综合评估，最后对建设用地的适宜性做出评价。评估工作程序详见图 1-6。



图 1-5 实际材料图

本次评估工作自 2026 年 2 月 20 日开始至 2026 年 3 月 28 日结束，经历了资料收集、野外调查和室内综合分析、图件绘制和报告编写三个阶段。本次评估工作完成和利用的主要工作量见表 1-2。

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，其评估范围不只局限于建设用地。根据建设用地区域地质环境条件复杂程度、工程规模、地质灾害的分布规模和特点扩展到建设用地四周的一定范围，同时依据《地

质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 1 的相关规定来确定本次评估范围。

根据已有资料确定建设用地范围内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。本次地质灾害评估工作即对上述三种地质灾害的危险性进行调查与评估。对于活动断裂地质灾害，调查重点放在建设用地及其北部区域；对于砂土液化地质灾害，调查重点放在建设用地范围；对于地面沉降地质灾害，调查重点放在建设用地及周边区域。综合考虑建设项目的特点及影响范围，最终确定本项目评估范围（与调查范围相同）为 9.0km^2。

表 1-2　资料收集和完成工作量表

项目名称			单位	数量	说明
资料收集	区域地质调查报告		份	1	1:5 万
	地震专题研究成果资料		份	1	
	其它生产科研报告		份	6	多种比例尺
野外调查	区域地质调查		km^2	9	
	环境、水文地质调查		km^2	9	
	工程地质调查		km^2	9	
	地质灾害调查		km^2	9	
	野外调查点		点	15	
	现场拍摄照片		张	15	
	钻探	钻　孔	个	2	
		进　尺	m	40	
报告编写	评估报告		份	1	
	工程地质剖面		条	1	

五、评估级别

(一) 建设项目重要性的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DZ/T 0286-2015）建设项目重要性分类表（附录 B.2）规定，确定该项目为较重要建设项目。

(二) 评估区地质环境复杂条件的确定

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）地质环境条件复杂程度分类表（附录表 B.1）的规定，对项目建设用地地质环境条件复杂程度的判别，主要从地质灾害的发育程度、地形地貌复杂程度、断裂构造发育程度、水文地质和工程

地质条件复杂程度及人类活动破坏程度等五个方面进行综合评价。

地质灾害：根据已有资料，建设用地 1955-2020 年度地面沉降量 1300mm；建设用地现状地质灾害发育程度中等。地质灾害条件中等。

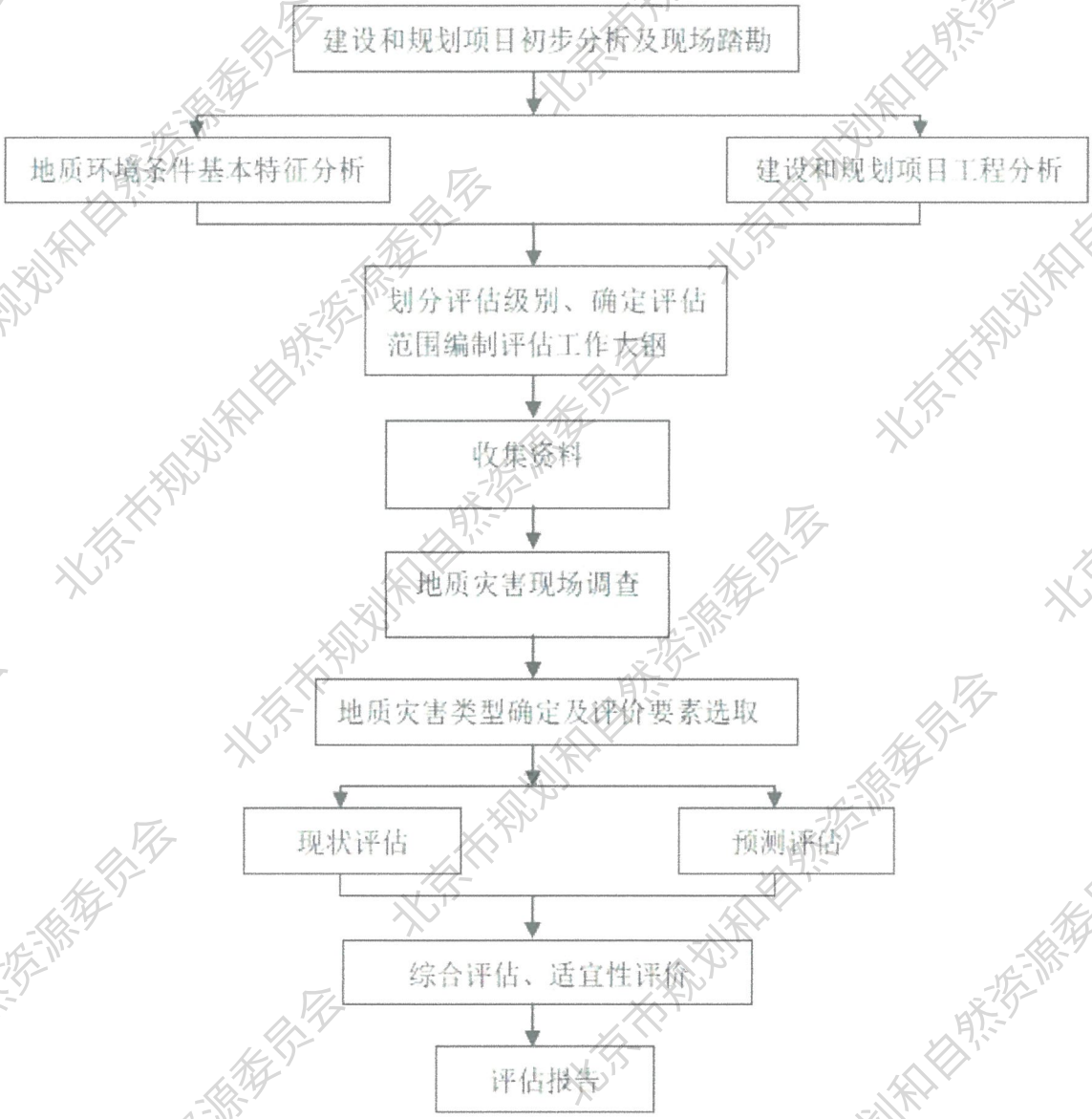

图 1-6 评估工作程序框图

地形地貌：建设用地位于北京市平原区，地貌单元总体属于永定河冲洪积扇，区内地形平坦开阔，地貌类型单一，地形地貌简单。

断裂构造：建设用地在地质构造分布上位于牛堡屯-大孙各庄迭凹陷，其西北部发育有礼贤-牛堡屯断裂。礼贤-牛堡屯断裂为非全新世的活动断裂。建设用地距礼贤

-牛堡屯断裂最近距离约 2.4km。建设用地范围内没有断裂构造发育。建设用地断裂构造条件简单。

水文地质和工程地质：根据附近钻孔资料，20m 深度范围内有到 2 层地下水，其稳定水位埋深分别为 7.5～7.8m、18.9~19.4m，地下水类型为潜水。水文地质条件中等。建设用地埋深 20m 范围内表层为人工堆积层、新近沉积层和第四纪沉积层，岩土体类型主要为黏质粉土、砂土和黏土地层为主，岩土体结构简单、性质良好，工程地质条件简单。

人类工程活动：建设用地及周边主要分布有村庄、道路和农田，人类活动为房屋建设、道路修建，区内破坏地质环境的人类工程活动简单。

综上所述，评估区地质灾害发育程度中等，地形地貌简单，断裂构造条件简单，水文地质和工程地质条件中等，破坏地质环境的人类工程活动一般，地质环境条件复杂程度为中等复杂。

(三) 评估级别确定

本次地质灾害危险性评估是在地质环境条件中等地区进行的较重要建设项目的地质灾害危险性评估，依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）有关规定（表 1-3），确定本次评估项目级别为二级。

表 1-3 地质灾害危险性评估分级表

评估级别		地质环境复杂程度		
		复杂	中等复杂	简单
建设项目重要性	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

大兴区属中纬度区，受西风带影响，冬春季盛行偏北风，气候寒冷少雨雪，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，四季分明，降水适中，属北温带半湿润半干旱季风型大陆性气候。年平均气温 11.6℃，1 月平均气温-4.4℃，极端最低气温-27.4℃（1966 年 2 月 22 日），7 月平均气温 26.1℃，极端最高气温 41.4℃（1999 年 7 月 24 日），平均风速 2.2m/s，风向变化显著。降水量年际间变化较大，最多的年份与最小的年份相差 3 倍，多年平均降水 556.4mm（1956~2008 年平均），降水季节分配极不均匀，约有 75%的雨量集中在夏季（6~8 月）。雨热同季，光热资源丰富，适宜多种农作物生长。最大冻土深度 69cm。区内日照充足，太阳辐射量为 565 千焦（135 千卡）/cm^2，年平均无霜期 215 天，年均日照总时数为 2762 小时，年平均日照百分率 62%。

据大兴区气象站 1959～2017 年资料，多年平均降水量一般在 500～550mm 之间。全年降水量平均有 80%以上集中在 6～9 四个月，其中 7、8 两月平均占 30.0～43.0%，7 月份降水量最多，12 月份降水量最少。丰水期（如 1959 年）降水量可达 1057.5mm，枯水期（如 1965 年）仅 261.8mm（见图 2-1）。

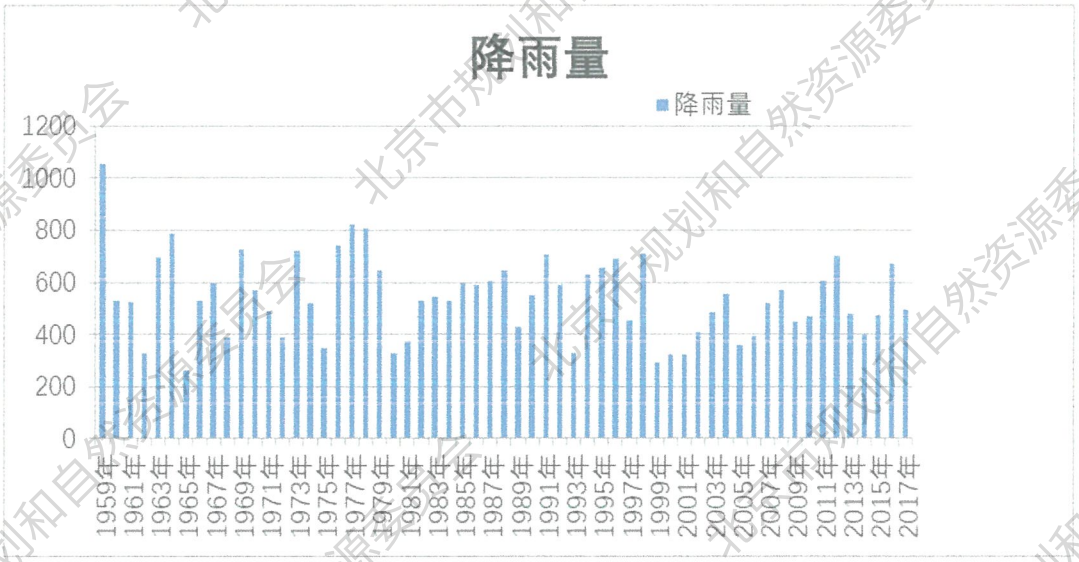

图 2-1 大兴区 1959-2017 年降雨量曲线图

二、水文

建设用地位于永定河水系，附近主要河流为永兴河。永兴河距建设用地约 800m，原名天堂河，属永定河水系，是永定河以东、大兴区西南部地区一条主要排水河道。发源于大兴区北天堂村和立垡村附近，由北向南流经黄村、北臧村、庞各庄、榆垡等乡镇，于新机场北侧和东侧绕行后，在河北省廊坊市安次区汇入永定河。

三、地形地貌

评估区位于永定河冲积扇的下部。地形基本平坦，自然地面标高 21.5～22.7m。建设用地现状主要为林地、养殖用地。建设用地及周边遥感影像见图 2-2。



图 2-2 建设用地及周边遥感影像

四、地层岩性

(一)第四系

评估区内地势平坦，地表均被全新统覆盖，第四系覆盖层厚度 300-400m，沉积物成因类型较简单，以河流冲积物为主体，只有少量湖沼堆积和风成沉积物。评估区及其附近全新统地质单元主要有：冲积—低平地堆积(Qh^{al-ll})、冲积—河间洼地堆积(Qh^{al-if})和冲积—古河道堆积(Qh^{al-ar})（见图 2-3）。

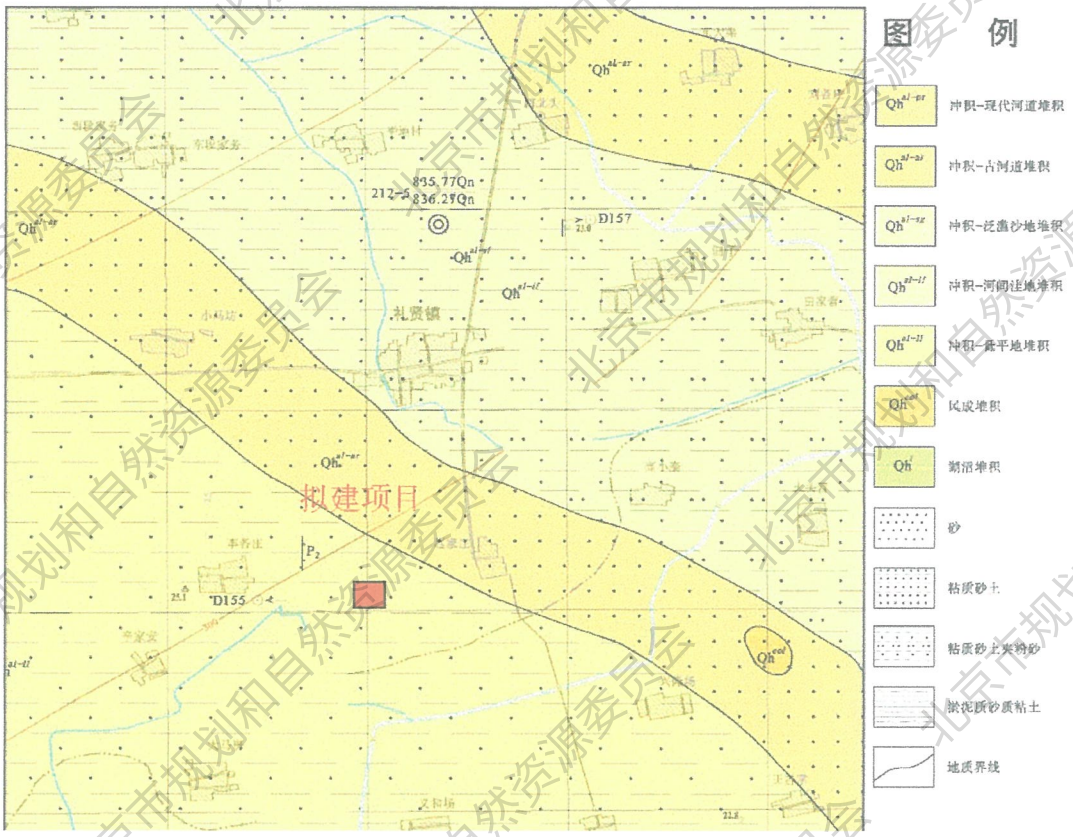

图 2-3 评估区区域地质图

1、冲积—低平地堆积（Q_h^{al-ll}）

主要分布于评估区西南辛家安，李各庄、兴隆场一带。地表岩性以粘质砂土为主，剖面岩性组合以粘质砂土、砂质粘土及粉砂的韵律组合为主，粘质砂土中含小型钙质结核。

2、冲积—河间洼地堆积（Q_h^{al-il}）

主要分布于评估区所在的东段家务-甸子-高小寨一带。分布于浑河古河道间，其成因类型属于冲积，地表一般较平坦，岩性以粉砂、粘质砂土为主，大藏村～四各庄一带地表以粉砂、砂性土居多，北顿垡～田家营一带地表以粘质砂土为主，岩性组合以粉砂—粘质砂土—粉砂组合为主。

3、冲积—古河道堆积（Q_h^{al-ar}）

评估区附近古河道为永定河的浑河古河道。浑河古河道一般表现为高地，主河道有两条，一条分布于西枣林—西沙窝—东大渠一线，另一条分布于皮各庄—薛营—小马坊一线，两条古河道有分岔也有交汇，主河道北东侧魏善庄～安定一线和刘家场北东还有两条支流分布。地表岩性以细砂、 粉砂为主，发育粘土球。

(二)基岩

建设用地及周边基岩地层主要为长城系（Ch）、蓟县系（Jx）、青白口系（Qn）、寒武系（∈）、奥陶系（O）、石炭-二叠系（C-P）、侏罗系（J）和白垩系（K）地层（见图 2-4）。基岩地层由老到新描述如下：

1、长城系（Ch）

分布在长子营、安定、榆垡一带。岩性主要为石英砂岩、硅质页岩及硅质白云岩等。

2、蓟县系（Jx）

蓟县系在区内是分布范围最广的地层，分布于长城系南北两侧，埋藏深度在采育-凤河营地区为 4000m，蓟县系雾迷山组白云岩岩溶裂隙发育，是北京地区最好的热水和凉水储层。蓟县系与下伏长城系为假整合接触。

该区蓟县系地层见洪水庄组（J_{xh}）和铁岭组（J_{xt}）。洪水庄组以黑色页岩为主，夹少量白云岩，视厚度 126m，未见底。上覆地层铁岭组。铁岭组（J_{xt}）地层主要为灰色及浅灰色泥晶白云岩、微晶白云岩，有少量粉色及浅粉色泥晶白云岩。岩石含少量粉砂、泥质，局部含有砂岩薄层。见泥晶白云岩中含藻团化石。视厚度 318m。

3、青白口系（Qn）

青白口系（Qn）包括下马岭组、龙山组、景儿峪组。

下马岭组以黑色页岩为主，夹少量白云岩，底部见石英砂岩。

龙山组地层在区域上以砂岩为特征。在安定镇地热井钻孔中龙山组出现较多白云岩，并出现灰岩，石英砂岩退居次要地位。

景儿峪组地层以浅灰色，粉红色泥晶白云岩为主体，极个别层位白云岩中含泥质粉砂质。与上覆地层寒武系昌平组平行不整合接触。

4、寒武系（∈）

寒武系地层分布于图幅西北和东南礼贤—李各庄一带，呈北东向展布。包括昌平组、馒头组、张夏组和炒米店组。

昌平组下部为灰绿色角砾岩，角砾成分为深灰、褐灰色灰岩和浅灰色泥岩，泥质胶结；上部为棕灰、深灰色块层角砾状灰岩；顶部为浅褐灰色块层灰岩。

馒头组底部为紫红色白云质角砾岩；中下部以泥质粉砂岩为主，夹泥质白云岩、白云岩、灰岩；上部以紫红色页岩为主，夹少量粉砂岩、砾屑鲕粒灰岩。

张夏组主要为浅灰、灰白、灰色鲕状灰岩夹灰、深灰色泥质条带灰岩和少量暗紫

色页岩。

炒米店组主要岩性为浅灰色、深灰色、紫红色竹叶状灰岩、浅灰色、灰色泥质条带灰岩，其次为泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩、粉砂岩、泥岩等。

5、奥陶系（O）

岩石类型主要为白云质灰岩、灰质白云岩、花斑状灰岩、泥灰岩等。

6、石炭-二叠系（C-P）

分布于图幅的东部。岩性以页岩、砂岩为主。

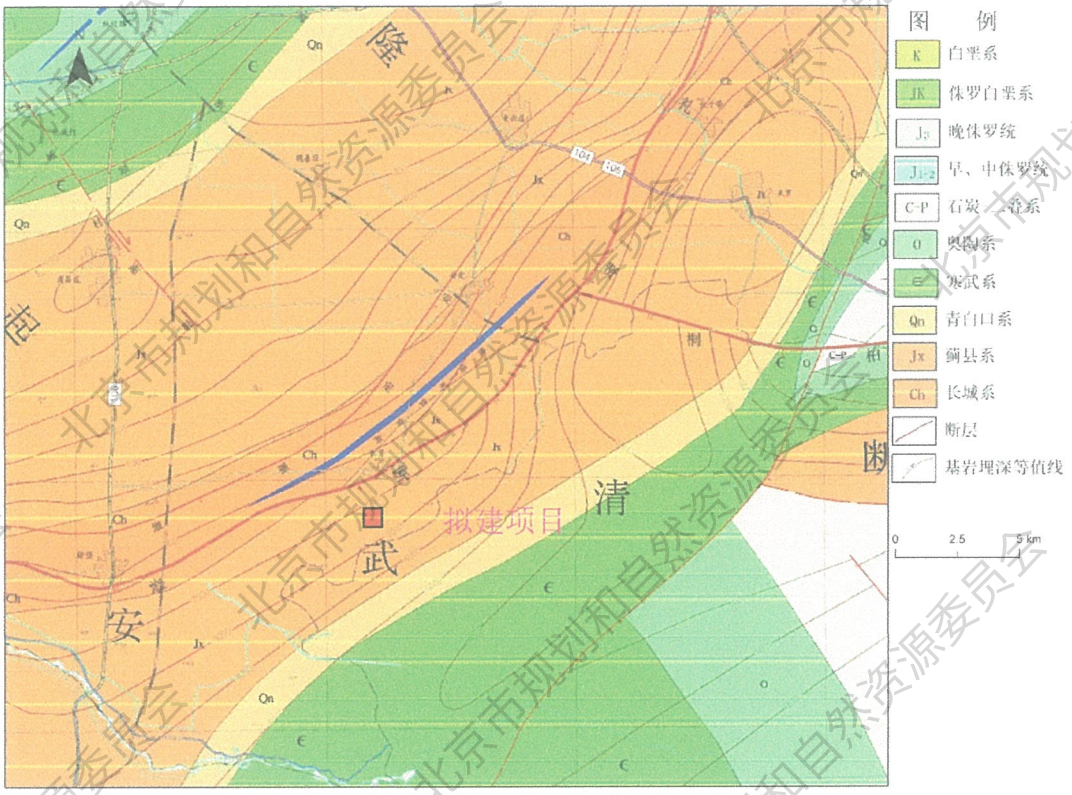

图 2-4 建设用地及周边基岩地质图

五、地质构造及区域地壳稳定性

(三) 地质构造

1、区域地质构造位置

根据北京市构造单元分区略图，评估区大地构造位置位于中朝地台华北断拗（II_2）大兴迭隆起（III_7）牛堡屯-大孙各庄迭凹陷（IV_{17}）（见图 2-5）。

华北断坳（II_2）

系中朝准地台东部新生代以来的下陷区。其范围与华北平原基本一致，周边常以

断裂与邻区分界，地貌上表现为山区与平原的分界。新生界基底地质构造特征与邻近山区构造单元基本一致。

北京平原处于华北断坳之西北隅。东南以涿县—凤河营—宝坻断裂为界与华北断坳之主体相隔。西、北部以房山—石楼、辛开口、八宝山、高丽营、牛栏山及二十里长山断裂为界，与燕山台褶带相邻。划分为北京迭断陷、大兴迭隆起、大厂新断陷及固安新断陷四个Ⅲ级构造单元。

大兴迭隆起(Ⅲ$_7$)：位于北京东南通县至大兴一线。西北为北京迭断陷、平谷中穹断，东南以涿县—凤河营断裂、夏垫断裂为界与固安、武清及大厂新断陷相邻。其基底以中、上元古界及下古生界为主。是中、新生代相对隆起幅度较大的地区。按其内部隆坳的幅度和强度、基底岩系和新生界之结构差异，进一步划分为黄村迭凸起和牛堡屯—大孙各庄迭凹陷两个Ⅳ级构造单元。

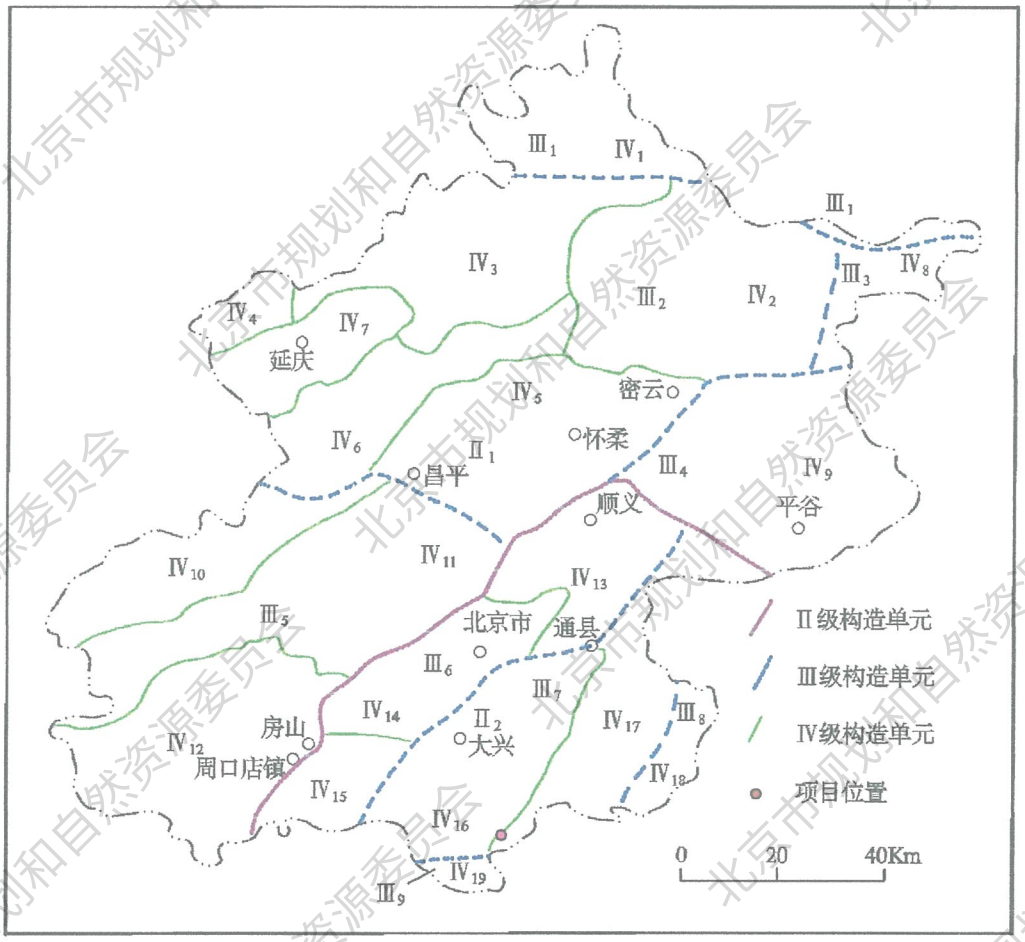

图 2-5 评估区大地构造位置图

牛堡屯—大孙各庄迭凹陷(Ⅳ$_{17}$)：

位于大兴迭隆起之东侧。其主要特点是在中、上元古界与古生界基底之上的牛堡屯次级小盆地中有早第三纪的褐煤沉积；孙各庄一带基底之上尚有下侏罗统地层，上第三系及第四系直接覆于其上。新生代沉积厚度一般 300—6000 余米。

2、区域地质构造特征

北京地区位于华北平原，西北部，燕山运动以来在本区形成了一系列以北东及北西向为主的断裂构造。北京平原区较大型的北东向断裂自西向东依次有八宝山断裂、黄庄—高丽营断裂、良乡—前门—顺义断裂、南苑—通县断裂和夏垫断裂，北西向断裂自南向北主要为永定河断裂和南口—孙河断裂。

距建设用地西北侧约 2.4km 处有呈北东走向的礼贤—牛堡屯断裂通过。该断裂活动性对该区的区域稳定性有重要的控制作用。

(四) 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° ～41° N；114.8° ～118.3° 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 $5^{1/2}$ 级地震以来至 2006 年，共记录到 $4^{3/4}$ 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 $4^{3/4}$ 级的地震 15 次，见表 2-1 和图 2-6。

表 2-1 北京市历史上发生震级大于 $4\frac{3}{4}$ 的地震

序号	发震时间			震中位置		震级	震中烈度	精度	参考地点
	年	月	日	经度	纬度				
1	294	9	*	116.0°	40.5°	6	Ⅷ	3	北京延庆
2	1057	3	30	116.3°	39.7°	$6\frac{3}{4}$	Ⅸ	4	北京南
3	1076	12	*	116.4°	39.9°	5	Ⅵ	3	北京
4	1484	2	7	116.1°	40.5°	$6\frac{3}{4}$	Ⅸ	2	北京居庸关北
5	1485	7	3	115.8°	40.4°	$4\frac{3}{4}$	*	2	北京居庸关
6	1536	11	1	116.8°	39.8°	6	Ⅶ-Ⅷ	2	北京通县
7	1586	5	26	116.3°	39.9°	5	Ⅵ	3	北京
8	1615	12	8	116.8°	40.1°	$4\frac{3}{4}$	*	3	北京密云南
9	1632	9	4	117.0°	39.7°	5	*	3	北京通县南
10	1664	4	1	116.7°	39.9°	$4\frac{3}{4}$	Ⅵ	2	北京通县
11	1665	4	16	116.6°	39.9°	$6\frac{1}{2}$	Ⅷ	2	北京通县
12	1679	9	2	117.0°	40.0°	8	Ⅺ	2	三河、平谷
13	1730	9	30	116° 15′	40° 02′	$6\frac{1}{2}$	Ⅷ+	1	北京西北郊
14	1746	7	29	116.2°	40.2°	5	Ⅵ	2	北京昌平
15	1765	7	4	116.0°	40.1°	5	*	3	北京昌平西南
16	1976	7	28	118.2°	39.6°	7.8	Ⅸ		河北唐山
17	1976	11	15	117.5°	39.3°	6.9	Ⅷ		天津宁河西
18	1977	5	12	117.4°	39.1°	6.2	Ⅶ		天津汉沽

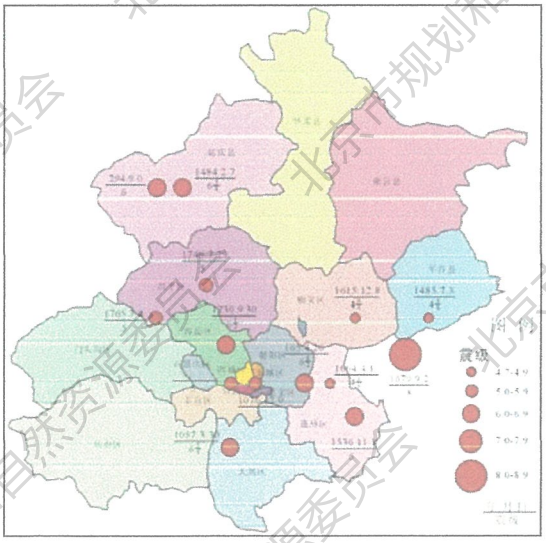

图 2-6 北京周边历史强震震中分布图

2、北京及邻近地区现代微震

1966年河北邢台地震后，在北京地区建立了8条有线台网，1975年辽宁海城地震后，又将这些台网扩充为21条线。自1970年至2004年，北京市及周边地区共记录到震级在1.0≤MS≤4.6的地震9742次，以北京城西北部与东北部微震较多。

从记录到的地震分布来看，北京市及其周边地区明显存在三个地震活动相对集中的区域（张家口、宣化、怀来一带；北京、三河、平谷一带；唐山、滦县一带），三个区呈北西方向排列。有感地震除了与历史破坏性地震呈北西向排列形式一致外，在区域南部也较密集，并明显地呈现出北西向和北东向条带活动格局。北西向条带与三团历史破坏性地震活动排列一致；一条明显的北东向条带从北京、唐山一带向邢台一带排列，它是华北平原地震带一部分。通过对历史强震、近期微震的对比分析，可以看到二者的分布有很大的相似性。两者的相似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相似的成因，即受北东向和北西向断裂构造控制。

(五) 区域地壳稳定性

1980年7月，地震会战领导小组经讨论后，认为香河～廊房7级危险区和孙河～燕丹6.5级危险区是威胁北京安全的主要危险区。

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。建设用地地震烈度为8度，属地壳较不稳定区。

六、工程地质条件

本次评估利用了2个钻孔资料，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

根据勘察资料，建设用地地面以下20.00m深度范围内的地层，划分为4个大层及亚层，现分述如下：

①层。表层自然地面以下一般为厚约0.80~1.0m的人工堆积之粉砂填土，黄褐色，稍密，稍湿，含植物根系及少量灰渣。

②层。人工堆积层以下为粉砂②层，褐黄色，稍湿，稍密，含氧化铁。夹粉质粘

土②$_1$ 层，

③层。粉砂③层，灰色，中密，湿，含云母、有机质。粉质粘土③$_1$ 层，灰色、中密，湿，可塑，含云母、有机质；砂质粉土③$_2$ 层，灰，中密，湿，含云母、有机质。

④层。细砂④层，灰色，中密，湿，含云母、有机质。粉质粘土④$_1$ 层，灰色、中密，湿，可塑，含云母、氧化铁；砂质粉土④$_2$ 层，褐色，中密，湿，含云母、氧化铁。

上述各土层的分布情况见工程地质剖面图（见图 2-7）。

(二)工程地质条件评价

根据钻孔资料、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《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010　2016 年版），评估区所在的北京市区的设计基本地震加速度为 0.2g，设计地震分组为第二组，抗震设防烈度为 8 度。

工程地质剖面图

3 ——— 3

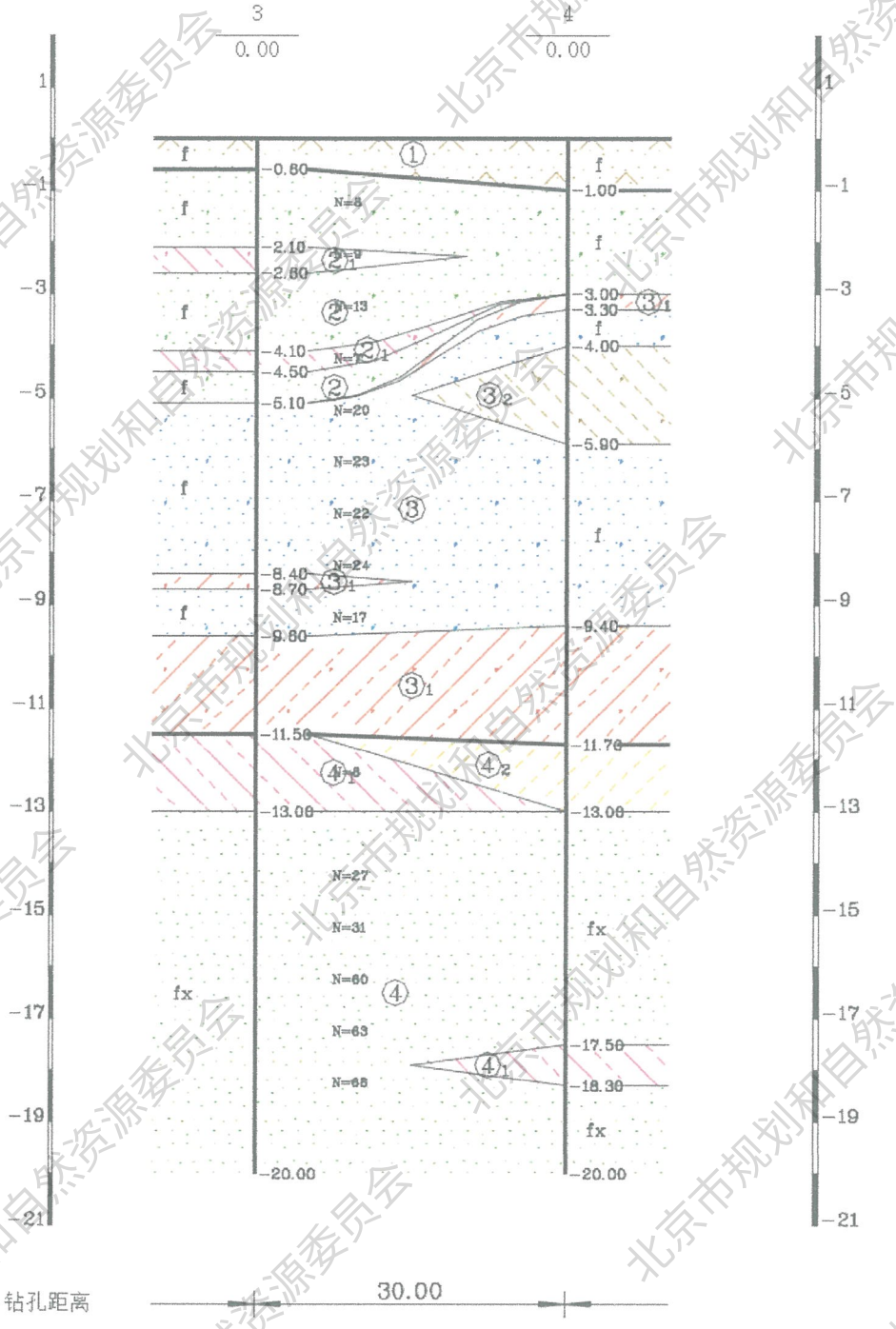

图 2-7 工程地质剖面图

七、水文地质条件

(一) 含水层的分布情况

评估区地下水类型为孔隙潜水和孔隙承压水。

孔隙潜水贮存在永定河冲洪积物的砂、卵、砾石中，它具有冲洪积扇地下水的一般特征。丰水期潜水位埋深 3-5m，枯水期要深一些。

孔隙承压水是主要的地下水开采层。含水层位于埋深 10m 以下的砂砾石地层中。含水层厚度：20-30m。地下水流向，自西北向东南流。水力坡度为 1.5‰左右。

(二)地下水类型及动态特征

孔隙潜水动态特征：

孔隙潜水动态类型为降水渗入蒸发型，其特征表现为垂向循环的特点，季节变化显著，最低水位出现在三月，以后由于降雨量增加，地下水位开始回升。

承压含水层：

承压水动态类型为开采径流型。连续开采，地下水位逐年下降，

近几年，地下水位的下降有所控制，并且有所回升，另外，地下水位的变化受降雨量大小的控制。

经查询区域地质资料，拟建场区 1955 年以来地下水最高水位接近自然地面。近 3～5 年最高地下水位埋深 7.5m 左右。

八、环境地质状况及人类工程活动影响

建设用地及周边主要分布有村庄、道路和农田，人类活动为房屋建设、道路修建和农业耕作，区内破坏地质环境的人类工程活动简单。

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《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，本次评估工作收集了已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质资料，对评估区的地质灾害情况进行了全面调查。

1、活动断裂：建设用地西北部发育有礼贤-牛堡屯断裂，建设用地距礼贤-牛堡屯断裂最近距离小于 3.0km。依据规范要求需要对活动断裂地质灾害进行评价。

2、地面沉降：根据已有资料，建设用地 1955-2020 年度地面沉降量 1300mm；建设用地现状地质灾害发育程度中等。依据规范要求需要对地面沉降地质灾害进行评价。

3、砂土液化：建设用地位于永定河冲洪积扇。建设用地地下 20.0m 深度范围内分布饱和砂土和粉土及砂土地层，在一定程度上存在发生地震液化的潜在危险性。

4、地裂缝方面：北京平原区地裂缝灾害主要分布在平原区东北部的顺义南部地区，评估区范围内未发现地裂缝地质灾害发育。

因此，评估区潜在的地质灾害确定为活动断裂、地面沉降和砂土液化三种类型。

二、地质灾害危险性现状评估

(一)活动断裂

距建设用地西北侧约 2.4km 处有北东走向的礼贤－牛堡屯断裂通过，礼贤-牛堡屯断裂是北京南部平原地区的一条主要控制性断裂，是划分大兴隆起与固安-大厂坳陷的边界断裂之一。根据北京市地震地质会战办公室 1979 年完成的北京地区活动构造体系第二专题研究成果，礼贤－牛堡屯断裂总体走向北东 30°，倾向南东，局部倾向北西，倾角 50°。

古近纪时期，它控制了大兴隆起南段东界，使东部的固安地区、采育地区沉积了巨厚的古近系。据北京矿务局人工地震资料，该断裂在东田阳一带第四系时期表现为逆冲性质。根据目前关于礼贤－牛堡屯断裂的研究成果，均没有提出礼贤－牛堡屯断裂在全新世活动过。该断裂控制了第四系沉积厚度变化，钻孔揭示，东南侧较西北侧厚约 100m，并在大杜社附近形成一深达 500m 左右的第四系沉积中心，反映了礼贤－牛堡屯断裂是控制该区域第四系沉积活动的基底断裂，推断其活动性为早、中更新

世以前，为非全新世的活动断裂。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中表 7 确定（表 3-1），活动断裂地质灾害现状危险性小。

表 3-1 断裂现状评估危险性确定

危险性大	危险性中等	危险性小
全新世活动断裂强烈影响带	全新世活动断裂中等影响带或晚更新世活动断裂	非活动断裂

注：1）全新世活动断裂强烈影响带指断裂两侧各 100m 范围；

2）全新世活动断裂中等影响带指断裂两侧各 200m 范围；

(二)地面沉降

1、地面沉降历史

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 年就已经出现了地面沉降现象，当时地面沉降仅发生在西单至东单一带。1955～1966 年地面沉降中心发生在东八里庄工业区到酒仙桥电子工业区，其中东八里庄棉纺织工业区地面沉降量为 58mm，酒仙桥电子工业区地面沉降量为 30mm，地面沉降速率为 3～5mm/a。

随着城市建设和工业的飞速发展，地下水的开采量越来越大，地下水位大幅度下降，逐渐形成了以东郊工业区为中心的区域性地下水位降落漏斗。地面沉降伴随着地下水位降落漏斗的发展而发展，到 1983 年 5 月北京市东郊地面沉降区范围已扩大到：北起东三旗、古城，南到左安门、十八店；西起西四、大钟寺，东到双桥一带，面积达 600km^2。其中，累计地面沉降量大于 100mm 的沉降面积达 190km^2，大于 205mm 的沉降面积约为 42km^2。地面沉降漏斗形成了呈哑铃状的南北两个沉降中心，南部沉降中心在大郊亭一带，北部沉降中心在来广营一带。1966～1983 年北部的来广营地面沉降中心区沉降量约为 277mm，南部的大郊亭的地面沉降中心沉降量累计约 532mm。

1983 年以后，北京市东郊地面沉降模式发生了一些变化，地面沉降漏斗中心的沉降速度相对有所减缓，地面沉降速率有变小的趋势。80 年代后期，由于市区地下水开采量受到控制，水位下降速率减小，东郊地面沉降区受到控制。但在远郊卫星城及开发区地下水仍在超量开采，使地面沉降区扩展到 1800km^2，其中沉降量大于 205mm 的地区达 650km^2。在大郊亭沉降中心累计沉降量达 850mm，并在近郊形成了

三个新的地面沉降中心：昌平的沙河－八仙庄地面沉降中心；大兴榆垡－礼贤地面沉降中心；顺义平各庄地面沉降中心。

截止2015年，全市地面沉降区分为南北两个大区，共八个沉降中心，其中北区面积较大，主要包含平原区东部和北部的昌平区八仙庄、海淀区西小营、顺义区平各庄、朝阳区金盏、朝阳区三间房、朝阳区黑庄户和通州城区七个沉降中心；南区面积较小，主要为平原区南部的大兴区榆垡沉降中心。据监测成果统计，截至2015年底，全市平原区累计地面沉降量大于500毫米的地区面积为1492平方公里，累计地面沉降量大于1000毫米的地区面积为336平方公里。

2015年，全市平原地面沉降区平均沉降速率为每年18.8毫米，与2014年相比减小1.3毫米。水准测量最大沉降点仍位于朝阳东八里庄-通州台湖黑庄户地区，年沉降量为138.1毫米，比2014年减少了6.1毫米。另外，朝阳三间房、朝阳金盏沉降中心本年度沉降速率均小于2014年。大兴榆垡—礼贤、海淀西小营、通州城区沉降中心沉降速率较去年明显增加，分别为每年72.5毫米、112.8毫米、120.5毫米。

2、地面沉降地质灾害现状评估

地面沉降灾害对北京部分地区的建筑设施已造成明显危害，主要表现为井管较地面相对上升，泵房破坏，影响供水井的正常使用和工农业的正常生产；楼房建筑物开裂，影响建筑物的使用寿命；改变地面坡度，形成碟形集水洼地，雨季积水不能自然排除，而且改变地下水管坡度，加速管道淤积；水准点失准，影响测量资料的准确性，水准点使用周期变短。

根据地面沉降的危害特点，本次评估对建设用地及周边的柏树庄、王化庄村、礼柏路、青礼路、永兴河北路等进行了地质灾害综合调查，调查结果表明没有发生上述灾害现象。调查情况见表3-2。

表3-2 建设场地及周边地质灾害调查情况表

调查对象	调查数量	调 查 结 果	备　注
民房	多栋	无因地面沉降引起的明显变形和开裂	
道路	3条	无因地面沉降引起的明显变形和开裂	
桥 梁	1座	无因地面沉降引起的明显变形和开裂	

据已有沉降观测资料，建设用地1955-2022年地面沉降量累计约1300mm，近3年沉降速率约45mm/a（见图3-1）。根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）（表3-3），建设用地地面沉降现状发育程度中等。

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）表 5（表 3-4），建设用地地面沉降现状发育程度中等，灾情为轻，地面沉降地质灾害现状危险性小。

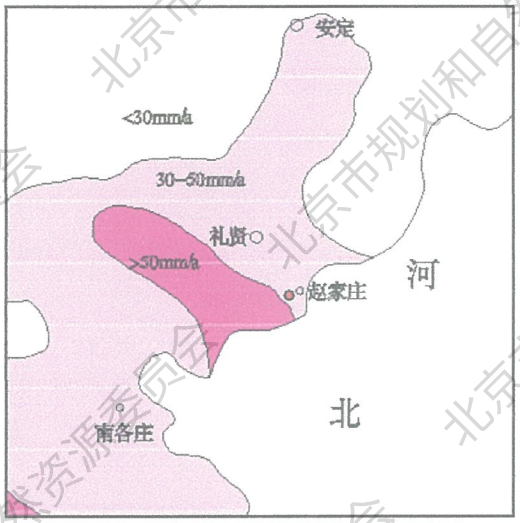

图 3-1 建设用地 2018 年度地面沉降量等值线图

表 3-3 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)	＞1500	500-1500	＜500
	沉降速率（mm/a）	＞50	30-50	＜30

注：1）累计地面沉降量指自 1955 年至最近政府公布数据；

2）沉降速率指近 3 年的平均年沉降量；

3）上述两项因素满足一项即可，并按照强至弱顺序确定。

表 3-4 地面沉降现状、预测评估危险性确定

危险性		灾情（危害程度）		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		

注：现状评估用灾情、预测评估用危害程度

(三)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：

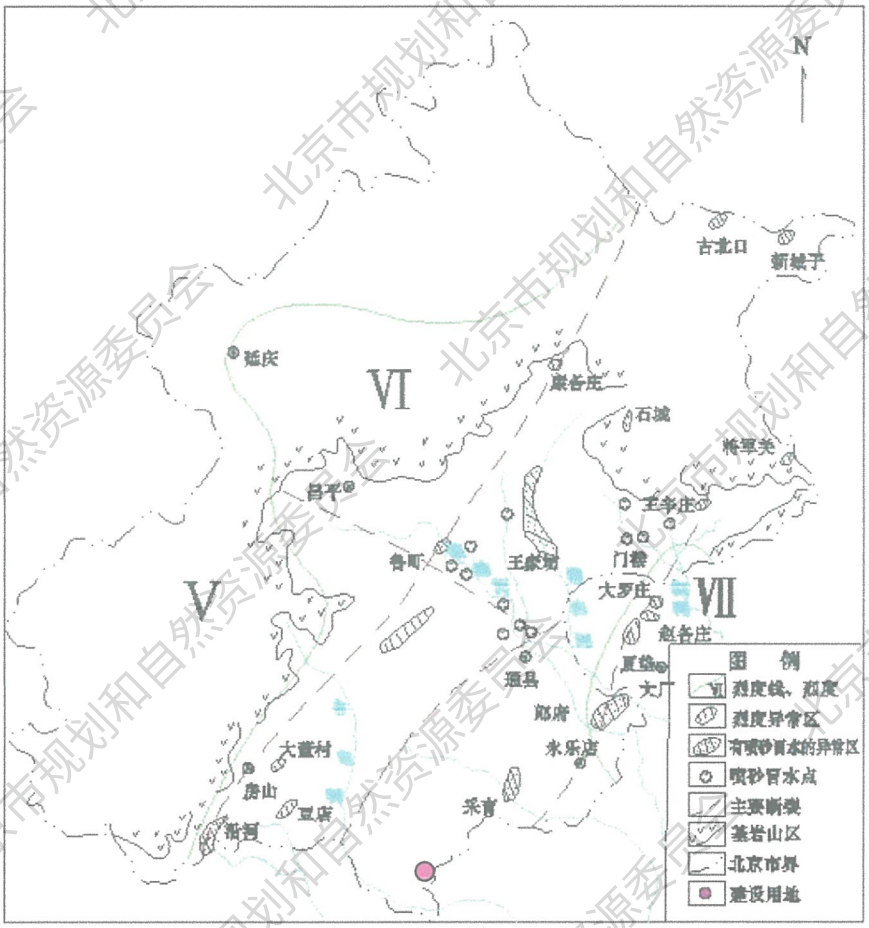

图 3-2 唐山地震北京地区砂土液化分布图

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，多为灰色亚砂土或粉、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。

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《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010（2016 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粘粒含量百分率，初步判定该场地饱和砂土和粉土是否可能发生液化。饱和的砂土或粉土（不含黄土），当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或可不考虑液化影响。

①地质年代为第四系晚更新世（Q_3）及其以前时，7、8 度时；

②粘土的黏粒（粒径小于 0.005mm 的颗粒）的含量百分率，7 度、8 度和 9 度分别不小于 10、13 和 16 时；

③浅埋天然地基的建筑，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时，可不考虑液化影响：

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

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

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

式中：d_w——地下水位深度（m），宜按设计基准期内年平均最高水位采用，也可按近期内年最高水位采用；

d_u——上覆盖非液化土层厚度（m），计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除；

d_b——基础埋置深度（m），不超过 2m 按 2m 计算；

d_0——液化土特征深度（m），按表 3-5 采用。

表 3-5 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《建筑抗震设计规范》

（GB50011-2010　2016 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：

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

式中：N_{cr}——液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_0——液化判别标准贯入锤击数基准值，可按表 3-6 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 3-6 液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

设计基本地震加速度（g）	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010　2016 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 3-7 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 3-7 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}	$0<I_{lE}\leqslant 6$	$6<I_{lE}\leqslant 18$	$I_{lE}>18$

经判别（表 3-8），建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土和粉土层，在现状地下水位（埋深 7.5m）和 8 度地震烈度作用条件不会发生砂土液化现象。根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）中 4.4 的相关规定（表 3-9，砂土液化地质灾害现状危险性小。

表 3-8 建设用地地基土砂土液化现状判别结果表

孔号	层号	岩性	贯入点深度	粘粒含量	临界值	标贯击数	液化判定
			d_s	ρc	Ncr	N（实测）	
3#	②	粉砂	1.35	3	1.0	8	不液化
		粉砂	3.35	3	5.8	13	不液化
	③	粉砂	5.35	3	9.1	20	不液化
		粉砂	6.35	3	10.5	23	不液化
		粉砂	7.35	3	11.7	22	不液化
		粉砂	8.35	3	12.8	24	不液化
		粉砂	9.35	3	13.8	17	不液化
	④	粉质粘土	14.35	11	9.3	27	不液化
	④	细砂	15.35	3	18.5	31	不液化
		细砂	16.35	3	19.1	60	不液化
		细砂	17.35	3	19.7	63	不液化
		粉砂	18.35	3	20.3	68	不液化

表 3-9 砂土液化现状、预测评估危险性确定

危险性		危害程度		
		重	中	轻
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		

三、 小结

建设用地潜在的地质灾害确定为活动断裂、地面沉降和砂土液化三种类型。

建设用地距礼贤－牛堡屯断裂最近距离约 2.4km，礼贤－牛堡屯断裂为非全新世的活动断裂。活动断裂地质灾害现状危险性小。

建设用地 1955-2020 年地面沉降量累计约 1300mm，近 3 年沉降速率约 45mm/a，建设用地地面沉降现状发育程度中等，灾情为轻，地面沉降地质灾害现状危险性小。

建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土和粉土层，在现状地下水位（埋深 7.5m）和 8 度地震烈度作用条件下不会发生砂土液化现象，砂土液化地质灾害现状危险性小。

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

拟建工程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，不会造成礼贤—牛堡屯断裂的重新活动，也不会加剧场地附近断裂的活动性。因此，工程建设引发或加剧活动断裂地质灾害危险性小。

(二)地面沉降

拟建项目在建设过程中及建成后使用过程中，不涉及长期地下水抽降问题；此外，建设用地所在区域的地面沉降主要来自深部承压含水层的开采，因此，工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害危险性小。

(三) 砂土液化

拟建项目无论是在建设过程中还是建成后，对建设用地下的土层震动影响小，同时不会引起地下水位的长期性变化。因此，工程建设引发或加剧砂土液化地质灾害危险性小。

二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

(一)活动断裂

礼贤—牛堡屯断裂属非全新世活动断裂。同时，该断裂均未穿越拟建场区，距拟建场区的最近距离约 2.4km。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）确定，拟建场地可能遭受活动断裂地质灾害的危险性小。

(二) 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：

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

$$S_2 = \frac{H_0 \cdot C_C}{E_S} \cdot Lg\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \qquad (2)\text{（粘性土沉降量计算式）}$$

式中：H_0——地层初始厚度

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

Es——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

Cc——地层压缩指数 $Cc = \frac{e_0 - e}{LgP - LgP_0}$

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、加速南水北调进程等措施，虽然地面沉降中心沉降量及范围未来会有一定的发展，但其发展将会呈减缓趋势。

建设用地附近 1955-2022 年累计沉降量约为 1300mm，以近三年平均沉降速率 45mm/a 计算，预测 1955-2027 年累计沉降量约为 1525mm。依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），确定建设用地地面沉降预测发育程度为中，危害程度为轻，拟建项目工程建设可能遭受地面沉降灾害危险性小。

表 4-1 地面沉降预测发育程度

发育程度		强	中	弱
因素	沉降速率（mm/a）	＞50	30-50	＜30

表 4-2 地面沉降现状、预测评估危险性确定

危险性		灾情（危害程度）		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		

注：现状评估用灾情、预测评估用危害程度

(三) 砂土液化

本次评估设定地震烈度为 8 度及地下水位近地表（埋深 0.0m）条件下，对建设用地砂土液化的可能性进行预测。经判别（表 4-3），建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土和粉土，在地下水位近地表（埋深 0.0m）和 8 度地震烈度作用条件下局部地层发生砂土液化，液化指数 7.77，液化等级中等，危害程度轻。根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021），工程建设可能遭受砂土液化灾害危险性小。

表 4-3 建设用地砂土液化预测判别结果表

孔号	层号	岩性	贯入点深度	粘粒含量	临界值	标贯击数	液化判定	液化指数
			d_s	ρc	Ncr	N（实测）		
3#	②	粉砂	1.35	3	9.5	8	液化	3.4
		粉砂	3.35	3	14.3	13	液化	0.96
	③	粉砂	5.35	3	17.7	20	不液化	
		粉砂	6.35	3	19.0	23	不液化	
		粉砂	7.35	3	20.3	22	不液化	
		粉砂	8.35	3	21.4	24	不液化	
		粉砂	9.35	3	22.4	17	液化	3.4
	④	粉质粘土	14.35	11	13.8	27	不液化	
	④	细砂	15.35	3	27.0	31	不液化	
		细砂	16.35	3	27.7	60	不液化	
		细砂	17.35	3	28.2	63	不液化	
		粉砂	18.35	3	28.8	68	不液化	

三、小结

经预测评估，拟建项目工程建设引发或加剧活动断裂地质灾害危险性小；工程建设引发或加剧地面沉降地质灾害危险性小；引发或加剧砂土液化地质灾害危险性小。

礼贤一牛堡屯断裂属早更新世-中更新世活动断裂。该断裂距拟建场区的距离均大于 200m。拟建项目工程建设可能遭受活动断裂地质灾害的危险性小。

以近三年平均沉降速率 45mm/a 预测，2023-2027 年新增地面沉降量约为 225mm，1955-2027 年累计地面沉降量约 1525mm。建设用地地面沉降预测发育程度为中，危害程度为轻，拟建项目工程建设可能遭受地面沉降灾害危险性小。

建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土和粉土，在地下水位近地表（埋深 0.0m）和 8 度地震烈度作用条件下局部土层发生砂土液化现象，液化指数 7.77，液化等级中等，危害程度轻，拟建项目工程建设可能遭受砂土液化地质灾害危险性小。

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。对建设用地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《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定进行。

二、评估指标的选定

（一）灾情与危害程度的分级标准

地质灾害灾情与危害程度的分级标准根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）规定进行选定见表（5-1）。

表 5-1 北京市地质灾害灾情与危害程度的分级标准

损失程度		灾情		危害程度	
		人员伤亡情况	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
级别	重	有人员死亡	＞500	＞500	＞5000
	中	有伤害发生	100-500	100-500	500-5000
	轻	无	＜100	＜100	＜500
注：1）灾情分级，即已发生的地质灾害灾度分级； 2）危害程度分级，及对可能发生的地质灾害危险程度的预测分级。					

(二)活动断裂

评估指标根据北京市《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）4.2.4规定进行选定（表 5-2）。

表 5-2 断裂现状、预测评估危险性确定

危险性大	危险性中等	危险性小
全新世活动断裂强烈影响带	全新世活动断裂中等影响带或晚更新世活动断裂	非活动断裂
注：1）全新世活动断裂强烈影响带指断裂两侧各 100m 范围； 2）全新世活动断裂中等影响带指断裂两侧各 200m 范围；		

(三)地面沉降

根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）相关规定进行量化评

价。地面沉降评估指标的选定详见表 5-3、5-4、5-5。

表 5-3 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)	＞1500	500-1500	＜500
	沉降速率（mm/a）	＞50	30-50	＜30

注：1）累计地面沉降量指自 1955 年至最近政府公布数据；
2）沉降速率指近 3 年的平均年沉降量；
3）上述两项因素满足一项即可，并按照强至弱顺序确定。

表 5-4 地面沉降预测发育程度

发育程度		强	中	弱
因素	沉降速率（mm/a）	＞50	30-50	＜30

表 5-5 地面沉降现状、预测评估危险性确定

危险性		灾情（危害程度）		
		重	中	轻
发育程度	强	大	大	中
	中	大	中	小
	弱	小		

注：现状评估用灾情、预测评估用危害程度

(四) 砂土液化

砂土液化等级选定根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010　2016 年版)第 4.3.5 条，对存在液化土层的地基，应根据液化土层的深度和厚度，按下式计算钻孔的液化指数，并按表 5-6 划分地基液化等级。

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

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。

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 时采用 10，等于 20m 时采用零值，5～20m 时按线性内插法取值。

砂土液化危险性确定指标选定依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）4.4.4 规定选定（见表 5-7）。

表 5-6 砂土液化等级表

液 化 等 级	轻 微	中 等	严 重
判别深度为 20m 时的液化指数	$0<I_{lE}\leqslant 6$	$6<I_{lE}\leqslant 18$	$I_{lE}>18$

注：I_{LE} 为液化指数，本报告液化判别深度为 20m。

表 5-7 砂土液化现状、预测评估危险性确定

危 险 性		危害程度		
		重	中	轻
液化等级	严重	大	大	中
	中等	大	中	小
	轻微	小		

(五)综合评估分区表

综合评估分区根据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）5.1.1 规定进行选定（表 5-8）。

表 5-8 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	中~大级	大级
	小	小级	中级	大级

三、综合评估

建设用地地质环境条件属中等复杂类型，通过现状评估和预测评估，在现状评估和预测评估的基础上，对建设用地地质灾害危险性进行综合评估和分区。依据上述量化指标综合评估如下：

1、活动断裂：建设用地距礼贤—牛堡屯断裂最近距离约 2.4km，活动断裂地质灾害现状危险性小。预测评估活动断裂地质灾害危险性小；综合评估，活动断裂地质灾害危险性等级为小级。

2、地面沉降：建设用地 1955-2020 年地面沉降量累计约 1300mm，近 3 年沉降速率约 41mm/a，建设用地地面沉降现状发育程度中等，灾情为轻，地面沉降地质灾害现状危险性小。以近三年平均沉降速率 41mm/a 预测，2021-2026 年新增地面沉降量约为 205mm，1955-2026 年累计地面沉降量约 1505mm，建设用地地面沉降预测发育程度为中，危害程度为轻，拟建项目工程建设可能遭受地面沉降灾害危险性小。综合评估，地面沉降灾害危险性等级为小级。

3、砂土液化：建设用地地下 20.0m 深度范围内的饱和砂土和粉土，在现状地下水位（埋深 7.5m）和 8 度地震烈度作用条件下，不会发生砂土液化现象，砂土液化地质灾害现状危险性小；预测在地下水位近地表（埋深 0.0m）时，局部土层发生砂土液化，液化指数 7.77，液化等级中等，砂土液化地质灾害危险性小；综合评估，砂土液化地质灾害危险性等级为小级。

综上所述，通过对建设用地地质灾害危险性的现状评估和预测评估（表 5-9），综合评估建设场地地质灾害危险性分级为小级。

表 5-9 建设用地多灾种地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	灾种	单灾种综合评估危险性等级	多灾种综合评估危险性等级
建设用地	活动断裂	小级	小级
	地面沉降	小级	
	砂土液化	小级	

四、建设用地适宜性评估

依据《地质灾害危险性评估技术规范》（DB11/T 893-2021）5.2 相关规定（表 5-10 表 5-11），建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，防治难度小，“适宜”北京大兴

国际机场临空经济区（北京部分）0107街区I-07组团土地一级开发项目建设。

表5-10 建设用地适宜性划分表

综合评估分级	防治难度		
	大	中等	小
大级	适宜性差	适宜性差	基本适宜
中级	适宜性差	基本适宜	适宜
小级	基本适宜	适宜	适宜

表5-11 建设用地防治难度划分表

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

第六章. 结论及建议

一、 结论

1、拟建项目属较重要建设项目，评估区地质环境条件复杂程度为中等复杂，该建设项目地质灾害危险性评估级别为二级。

2、经现状评估：建设用地活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害现状危险性均为小。

3、经预测评估：拟建项目工程建设引发或加剧活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害危险性均为小。

拟建项目工程建设可能遭受活动断裂、地面沉降和砂土液化地质灾害危险性均为小。

4、综合评估确定：建设用地地质灾害危险性等级为“小级”，防治难度小，“适宜”北京大兴国际机场临空经济区（北京部分）0107 街区 I-07 组团土地一级开发项目的建设。

二、建议

1、建设用地位于大兴榆垡-礼贤沉降中心，施工时，应充分考虑地面沉降对管线、道路的影响。

2、建设用地部分地层可能存在砂土液化现象，建议工程建设中按照规范全面进行砂土液化判别，严格按照规范施工建设。