

通州新城运河核心区 3 号地 E 地块  
**地质灾害危险性评估报告**

中航勘察设计研究院  
二〇〇八年十二月

# 通州新城运河核心区3号地E地块 地质灾害危险性评估报告

报告编写人：覃祖淼

报告参加人：梁绪光 贾立宏

报告审核人：杨俊峰

总工程师：杨俊峰

院长：陈昌富



报告提交单位：中航勘察设计研究院

报告提交时间：二〇〇八年十二月



# 评 估 单 位 资 质 等 级 证 书

中航勘察设计研究院经审查核定为甲级地质灾害危险性评估单位，特发此证书。



发 证 机 关



中华人民共和国国土资源部

发证日期 2005年 11月 07日  
有效期至 2008年 11月 07日

证书编号：国土资博文评资字第（ 2005101004 ）号

## 评审意见书

受北京新城基业投资发展有限公司的委托，专家组于2008年12月17日对中航勘察设计研究院完成的《通州新城运河核心区3号地E地块地质灾害危险性评估报告》进行了评审，意见如下：

### 一、项目概况

通州新城运河核心区3号地E地块位于北京市通州区东六环路以西的区域中，规划总用地面积约334700m<sup>2</sup>，其中建设用地面积约135100m<sup>2</sup>（其中居住用地55000m<sup>2</sup>，商业金融用地67700m<sup>2</sup>，市政公用设施用地12400m<sup>2</sup>），代征道路用地面积约109000m<sup>2</sup>，代征绿化用地面积90600m<sup>2</sup>。

### 二、评审意见

1. “评估报告”全面收集了前人区域地质、水文地质、工程地质、环境地质等资料，开展了水文、工程、环境等综合地质调查面积6km<sup>2</sup>，引用了勘察钻孔、标贯试验等资料，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”，拟建项目属于“较重要建设项目”，综合确定建设用地地质灾害危险性评估等级属“二级”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危险性地质灾害有活动断裂、地面沉降及砂土液化等三种类型。

现状评估认为，南苑-通县断裂的北段为晚更新世的活动断裂，其距离建设用地有一定的距离（约5.5km），建设用地第四系厚度约250m，建设用地活动断裂的危险性小；建设用地1955年-2005年的累计地面沉降量约为180mm左右，建设用地地面沉降的现状危险性小；据《建筑工程


抗震设防分类标准》(GB50223-2008)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001),经用标贯法判别,在地下水位埋深2m时,建设用地地基土存在液化现象,液化指数2.21-6.37,液化等级为“轻微-中等液化”,建设用地砂土液化的危险性小-中等。现状评估反映了建设用地的实际状况。

4. 预测评估认为,拟建工程对地质环境影响较小,不会加剧原有地质灾害的发生,也不会引发新的地质灾害;至2013年,建设用地的累计地面沉降量约为300mm,遭受地面沉降的危险性中等;遭受活动断裂的危险性小;当地下水位为历史最高水位(水位接近地表时),建设用地地基土存在液化现象,液化指数3.25-9.91,液化等级为“轻微-中等液化”,建设用地在未来遭受砂土液化的危险性小-中等。预测评估依据是充分的。

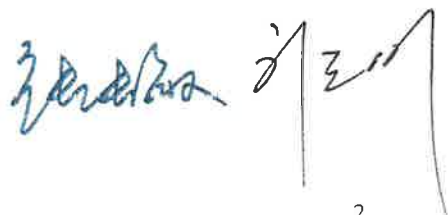
5. 综合评估认为,建设用地地质灾害危险性级别为“中级”,该场地作为通州新城运河核心区3号地E地块的建设场地是“基本适宜”的。综合评估结论是可信的。

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

2008年12月17日

评审组长: 

评审专家:



# 目 录

前 言 .....	1
<b>第一章 评估工作概述 .....</b>	<b>2</b>
一、工程和规划概况与征地范围 .....	2
二、以往工作程度 .....	4
三、工作方法及完成的工作量 .....	4
四、评估范围与级别的确定 .....	6
<b>第二章 地质环境条件 .....</b>	<b>7</b>
一、气象、水文特征 .....	7
二、地形地貌 .....	9
三、地层岩性 .....	9
四、地质构造与区域地壳稳定性 .....	10
五、工程地质条件 .....	14
六、水文地质条件 .....	16
七、人类工程活动对地质环境的影响 .....	17
<b>第三章 地质灾害危险性现状评估 .....</b>	<b>17</b>
一、地质灾害类型的确定 .....	17
二、活动断裂 .....	18
三、地面沉降 .....	21
四、砂土液化 .....	23
<b>第四章 地质灾害危险性预测评估 .....</b>	<b>27</b>
一、工程建设诱发、加剧地质灾害危险性的可能性 .....	27
二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测 .....	27
<b>第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施 .....</b>	<b>29</b>
一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定 .....	29
二、地质灾害危险性综合分区评估 .....	31
三、建设场地适宜性评估 .....	32
四、防治措施 .....	32
<b>第六章 结论与建议 .....</b>	<b>32</b>
一、结论 .....	32
二、建议 .....	33

## 前 言

根据国土资源部《关于加强地质灾害危险性评估的通知》，受北京新城基业投资发展有限公司的委托，中航勘察设计研究院承接了通州新城运河核心区 3 号地 E 地块地质灾害危险性评估工作。

### 一、评估依据：

- 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的通知》；
- 3、京国土房管环[2005]879 号《关于落实国土资源部加强地质灾害危险性评估工作有关要求的通知》(2005.12.23)；
- 4、国土资源部《建设用地地质灾害危险性评估技术要求(试行)》；
- 5、北京新城基业投资发展有限公司与我院签定的地质灾害危险性评估合同。

### 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. 基本查明建设场地及其周边的地质环境条件。
2. 调查建设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建筑物的影响。
3. 分析预测建筑物在建设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可能性及灾害的范围、危害程度。
4. 对地质灾害的危险性及土地使用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按国土资源部《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》执行。对“技术要求”中未明确的，执行国家和行业标准与技术规程。

# 第一章 评估工作概述

## 一、工程和规划概况与征地范围

通州新城运河核心区3号地E地块位于北京市通州区北运河东岸，其东侧有东六环路通过，北侧有玉带河大街及京秦铁路通过，交通比较便利，详见建设用地交通位置图（图1-1）。



图 1-1 建设用地交通位置图

通州新城运河核心区3号地E地块规划总用地面积约 334700m<sup>2</sup>，其中建设用地面积约 135100m<sup>2</sup>（其中居住用地 55000m<sup>2</sup>，商业金融用地 67700m<sup>2</sup>，市政公用设施用地 12400m<sup>2</sup>），代征道路用地面积约 109000m<sup>2</sup>，代征绿化用地面积 90600m<sup>2</sup>。规划用地范围见图 1-2，规划用地位置见图 1-3。

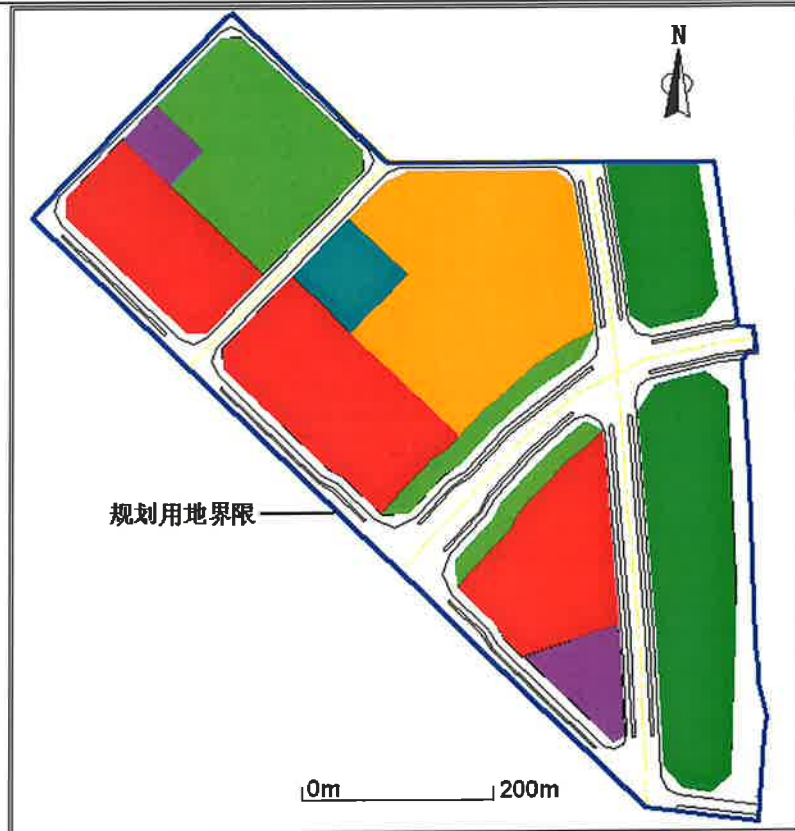


图 1-2 规划用地范围图



图 1-3 规划用地位置图

## 二、以往工作程度

工作区位于北京东部，地质研究程度较高，完成了大量的区域地质工作，包括水文地质、工程地质工作，环境地质、灾害地质等工作。以往的地质勘察、监测和科研等地质工作为本项目评估工作的开展提供了基础条件。

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3月北京水文一大队完成的《北京平原区基岩地质图（1:10万）》及其说明书；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；2002年编写的《北京市用水调研与需水预测研究报告》；《北京市平原区1:10万区域工程地质勘察报告》；建设场地附近岩土工程勘察报告和地质灾害评估报告。

## 三、工作方法及完成的工作量

我院接受评估任务后，为了科学全面地对建设场地及其周边地区进行地质灾害危险性评估，在现场踏勘的基础上，结合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的综合分析评价。并针对甲方提供的委托书及相关资料进行分析研究，编写了工作大纲及评估报告提纲，详细的工作流程见图1-4所示。

野外部分主要是区域地质、水文地质、工程地质、环境地质调查等。野外调查范围主要根据该建设工程项目特点及地质环境条件来确定。本次工程地质、水文地质调查面积为6km<sup>2</sup>。评估工作于12月8日开始，于12月16日全部完成，工作内容见表1-2，具体调查范围见图1-5。

表 1-1 工作量统计表

项目名称		单位	完成工作量	说明
收集资料	报告	份	16	
	图件	张	18	
工程地质调查		km <sup>2</sup>	6	
水文地质调查		km <sup>2</sup>	6	
环境地质调查		km <sup>2</sup>	6	
引用钻孔		个	2	
数码照相		次	60	

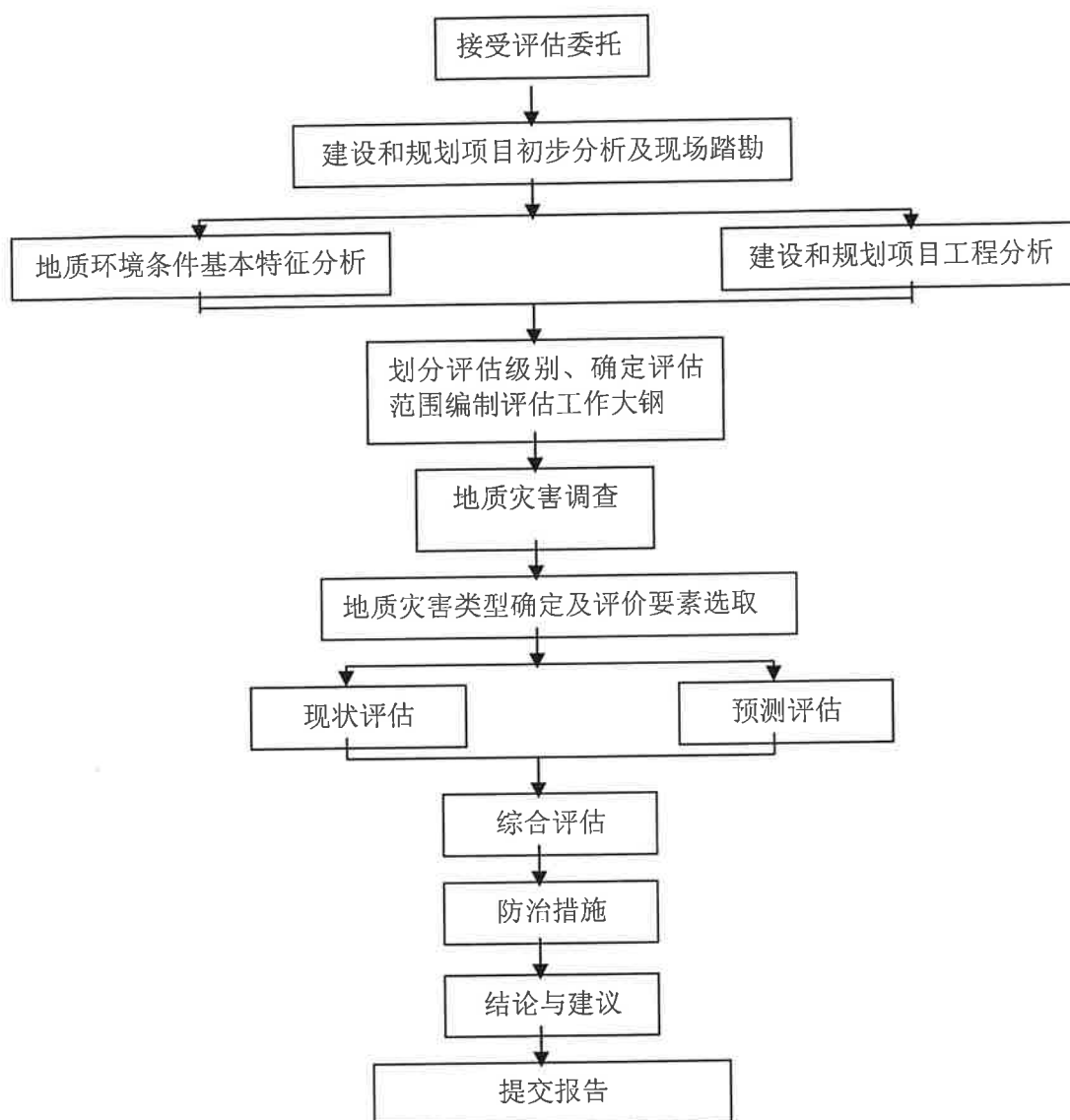


图 1-4 地质灾害评估工作程序框图

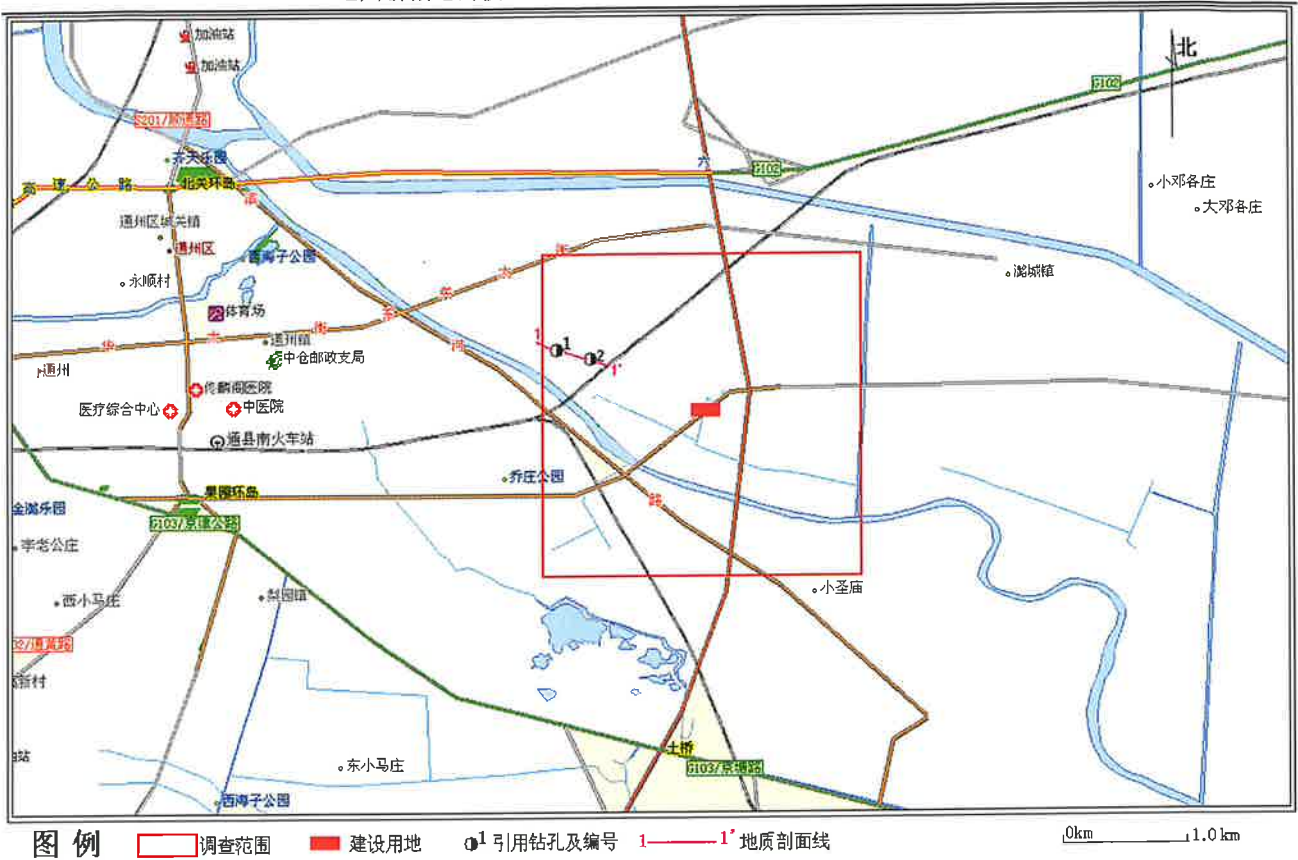


图 1-5 调查范围图

## 四、评估范围与级别的确定

### (一) 评估范围

由于地质灾害的发生和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场地。根据国土资源部《建设用地地质灾害危险性评估技术要求(试行)》的规定及规划建设项目特点、地质环境条件和地质灾害种类、规模、特点等，确定此次评估工作应对通州新城运河核心区 3 号地 E 地块及周边进行地质灾害现状、水文地质、工程地质、环境地质调查，确定本次地质灾害危险性评估的评估范围为  $6\text{km}^2$ 。

### (二) 评估级别的确定

#### 1. 建设项目重要性类别划分

通州新城运河核心区 3 号地 E 地块规划总用地面积约  $334700\text{m}^2$ ，其中建设用地面积约  $135100\text{m}^2$  (其中居住用地  $55000\text{m}^2$ ，商业金融用地  $67700\text{m}^2$ ，市政公用设施用地  $12400\text{m}^2$ )，代征道路用地面积约  $109000\text{m}^2$ ，代征绿化用地面积  $90600\text{m}^2$ ，依据《地质灾害危险性评估技

术要求》(试行)表 5-3 之规定,确定该建设项目为“较重要建设项目”。

## 2. 地质环境复杂程度判定

通州新城运河核心区 3 号地 E 地块位于北京平原东部,地形基本平坦,地面标高约 20-21m。根据地质环境条件复杂程度分类表 5-2 之规定,评估区属地形简单,地貌类型单一类。

评估区大地构造位置位于中朝准地台(I)华北断拗(II<sub>2</sub>)大兴迭隆起(III<sub>7</sub>)中的黄村迭凸起(IV<sub>16</sub>),南苑—通县断裂从场区西北 5.5km 外通过,评估区地质环境条件简单。

区内为第四系覆盖区,下伏为寒武系地层。第四系地层厚度 250m 左右,地层岩性以粘性土、粉土、砂土组成,有不良地层分布。第四系孔隙水主要为潜水和承压水,因此评估区属工程地质条件、水文地质条件较差类。

据收集到的资料,该地区有地面沉降现象。场地 20 米以上地层分布有粉土、粉细砂,有发生地震液化的危险,地质灾害中等发育。根据场地地质环境条件,依据《地质灾害危险性评估技术要求》(试行)表 5-2 之规定,确定场地的地质环境条件复杂程度为“中等”。

## 3. 确定评估级别

拟建场区地质环境复杂程度“中等”,拟建项目为“较重要建设项目”,依据国土资源部《地质灾害危险性评估技术要求》(试行)表 5-1 之规定,确定本次地质灾害危险性评估的级别为“二级”。

# 第二章 地质环境条件

## 一、气象、水文特征

### (一) 气象

通州新城运河核心区 3 号地 E 地块位于北京市通州区,属于暖温带大陆性半湿润季风气候,受季风影响形成春季干旱多风、秋季秋高气爽、夏季炎热多雨、冬季寒冷干燥四季分明的气候特点。

据通州区气象站 1955-2007 年的资料,本区多年平均气温为 11.4℃,最高气温为 40.3℃,最低气温为-21℃。通州区多年平均降水量 658.9 毫米,降水量的年变化大,降水量最大的 1959 年达 1114.2 毫米,降水量最小的 1999 年仅 227 毫米,见图 2-1。全年降水量平均 80% 以上集中在 5-10 月份,其中 7、8 两月平均占 70-80%,7 月份降水量最多,平均达 230mm 左

右，12 月份-次年 2 月份降水量最少。冬季地面下冻土层厚度约 60-80cm。

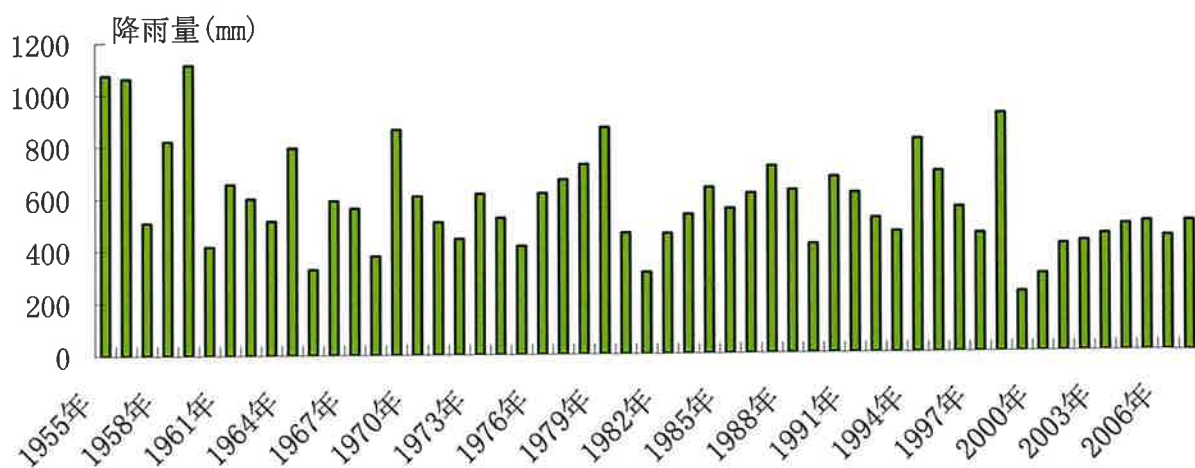


图 2-1 通州区 1955~2007 年降雨量历时曲线图

## (二) 水文

评估区属北运河水系，建设用地西侧紧临北运河，其宽约 150m，深约 10-15m，见图 2-2。北运河在通州区永顺镇北由温榆河与小中河汇合后形成（其中温榆河发源于北京昌平区，小中河发源于北京顺义区），在通州苏庄又汇入了凉水河，于通州区东南流出北京，北京区段全长约 38km。



图 2-2 建设用地西侧的北运河

## 二、地形地貌

通州新城运河核心区 3 号地 E 地块位于北京平原东部，地形较平坦，地面标高约 20-21m，现为农用地、绿地等。

## 三、地层岩性

评估区表层为第四系所覆盖，下伏基岩主要为寒武系、蓟县系及青白口系，见图 2-3。现由老至新简述如下：

### 1. 蓟县系(Jx)

分布在本区下部及南部地区，埋深 700-800m，岩性以硅质白云岩为主，夹硅质白云质灰岩，中部夹有黑色、紫红色页岩及泥质白云岩。

### 2. 青白口系(Qn)

分布在本区下部，埋深 300-400m，呈 NS 向条带状出露，岩性为炭质板岩、页岩及白云质、硅质板岩。

### 3. 寒武系(Є)

分布于本区北部大部分地区，隐伏于第四系之下，埋深 350-400m。岩性为褐色、灰色页岩、泥灰岩及鲕状、竹叶状灰岩。



图 2-3 建设用地附近区域基岩地质构造图

#### 四、地质构造与区域地壳稳定性

##### (一) 地质构造

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准地台（I）华北断拗（II<sub>2</sub>）西北隅的大兴迭隆起（III<sub>7</sub>）中的黄村迭凸起（IV<sub>16</sub>）（见图 2-4）。

黄村迭凸起（IV<sub>16</sub>）位于大兴迭隆起之西侧。其主要特点是在中、上元古界及古生界基底之上有 50-1000 余米之上第三系及第四系沉积，上第三系仅分布于凸起边缘向凹陷过渡的地带。

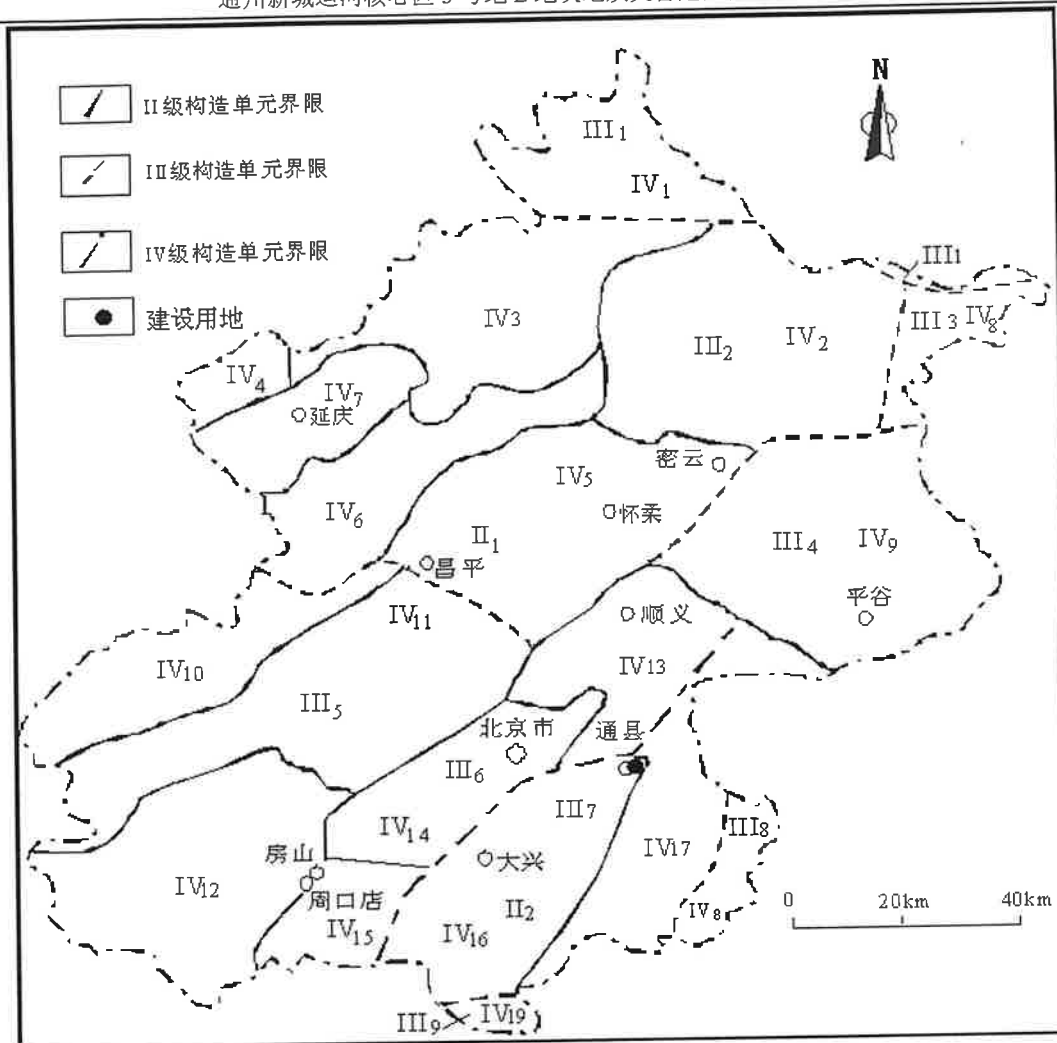


图 2-4 北京市构造分区略图

## (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。

建设用地西北约 5.5km 有南苑-通县断裂通过，其对建设用地的影响详见活动断裂的现状评估。

### (三) 地震地质概况

#### 1. 北京地区的历史强震

京津唐张地区 ( $38.5^{\circ} \sim 41^{\circ} \text{N}$ ;  $114^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$ )，自有历史记载以来 (西晋开始)，共查证到五级及以上地震 60 余次 (不含余震)。计五级的 20 次， $5 \sim 5\frac{1}{2}$  级 20 次， $5\frac{3}{4} \sim 6$  级 6 次， $6\frac{1}{4} \sim 6\frac{1}{2}$  级 6 次， $6\frac{3}{4} \sim 7$  级 4 次， $7\frac{1}{2}$  级以上的 4 次。平均 10 年发生一次，频率虽不高但破坏极大。北京市及附近地区，已经发生过大至八级的各种级别的强震 (见图 2-5)，这些地震离开市区的最远距离也就几十公里，危害程度极大 (见表 2-1)。

表 2-1 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 <sub>0</sub> )
		纬度	经度			
1	274.3	40.3	116.0	居庸关一带	$5\frac{1}{4}$	七
2	1057.3.24	39.5	116.3	固安	$6\frac{3}{4}$	九
3	1076.12	39.9	116.4	北京	5	六
4	1337.9.8	40.4	115.7	怀来	$6\frac{1}{2}$	八
5	1536.10.22	39.8	116.8	通县南	6	七~八
6	1665.4.16	39.9	116.7	通县	$6\frac{1}{2}$	八
7	1679.9.2	40.0	117.0	三河、平谷	8	十~十一
8	1720.7.12	40.4	115.5	沙城	$6\frac{3}{4}$	九
9	1730.9.30	40.0	116.2	北京西部	$6\frac{1}{2}$	八
10	1976.7.28	39.6	118.2	河北唐山	7.8	九
11	1976.11.15	39.3	117.5	天津宁河西	6.9	八

#### 2. 北京地区的现代微震

1966 年邢台地震后，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 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。经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，同时也意味着微震的发生与强震有相似的成因。

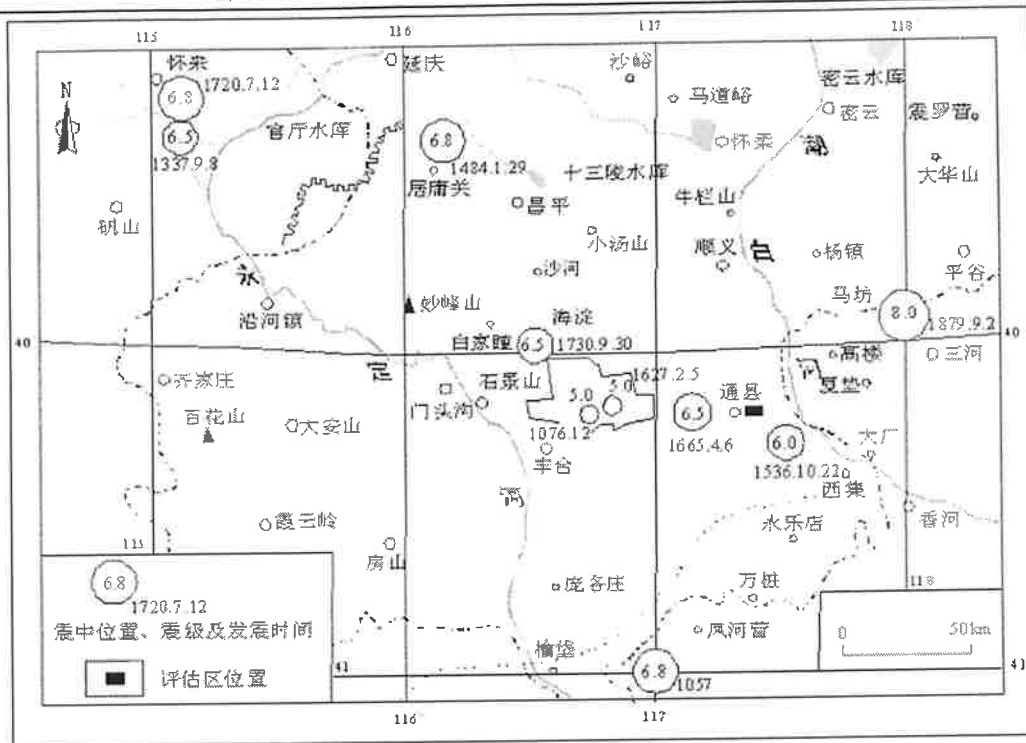


图 2-5 北京市周围历史强震震中分布图

### 3. 区域地壳稳定性

根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2001，本评估区抗震设防烈度为 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，设计地震分组为第一组。评估区强震周期大于 100 年，地震最大加速度值为 0.20g，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

指标 因素	分级			
	稳定	基本稳定	次不稳定	不稳定
地震震级	$M < 4.5$	$4.5 \leq M < 5.5$	$5.5 \leq M < 6.5$	$M > 6.5$
基本烈度	$I < 6$ 度	$6 \text{ 度} \leq I < 7$ 度	$7 \text{ 度} \leq I < 8$ 度	$I > 8$ 度
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—0.1	0.1—1	$> 1$
强震周期 (a)	$> 10000$	1000--10000	100--1000	$< 100$
地壳升降速率 (mm/a)	$< 0.1$	0.1—0.5	0.5--2	$> 2$
水平应力与垂直应力比值		$< 1$	1--2	2--3

## 五、工程地质条件

根据建设场区附近的勘察钻孔资料,在 20m 深度范围内的土层可划分为 5 个土层,其中 ①层为素填土层,②~③层为新近沉积层,④层以下为一般第四系冲积层,各土层基本特征描述如下:

粘质粉土素填土①层,黄褐色,稍密,稍湿,含植物根,层厚 0.9-1.2m。

砂质粉土②层,褐黄色,中密,稍湿,夹粘质粉土②<sub>1</sub>层及粉质粘土②<sub>2</sub>层,层厚 1.8-3.6m。

粘质粉土③层,褐黄色,中密,饱和,含云母、氧化铁,夹砂质粉土③<sub>1</sub>层及粉砂③<sub>2</sub>层,层厚 2.4-4m。

细砂④层,褐黄色-灰色,中密-中上密,饱和,含云母、石英,夹④<sub>1</sub>层砂质粉土,层厚 4.9m-7.1m。

中粗砂⑤层,灰色,密实,饱和,含圆砾、云母及石英,夹圆砾⑤<sub>1</sub>层,此层未揭穿。

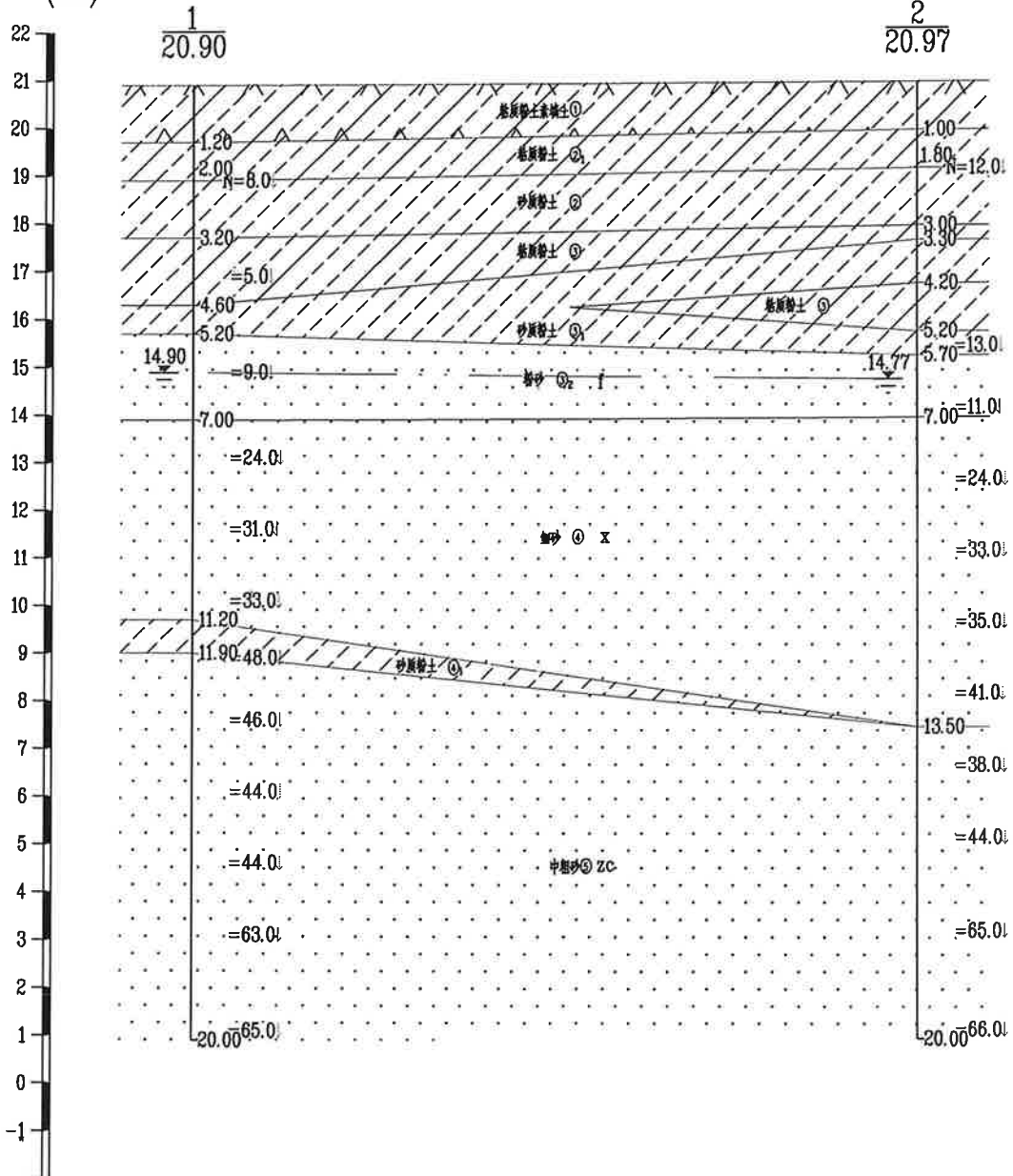
引用勘察钻孔平面布置见图 1-5,工程地质剖面见图 2-6。

# 工程地质剖面图

水平比例 1:1800  
垂直比例 1:150

## 1-----1'

高程 (m)



钻孔间距(m)	180.00	
---------	--------	--

**图例**

- |         |      |      |      |
|---------|------|------|------|
| 粘质粉土素填土 | 粉质粘土 | 粘质粉土 | 砂质粉土 |
| 粉砂      | 细砂   | 中粗砂  |      |

图2-6 工程地质剖面图

## 六、水文地质条件

### (一) 含水层组的分布规律及富水性

评估区第四系含水层岩性主要为细砂、中砂、圆砾，含水层岩性自西北向东南颗粒由粗变细，含水层层数由少变多，含水层厚度 3-20m 不等。在垂直方向上由于受新构造运动的影响，表现出多旋回的沉积规律。

根据场区附近水井资料，评估区第四系含水层总厚度约为 80m 左右，含水层富水性较差，降深 5m 时，单井涌水量 1000-1500 m<sup>3</sup>/d，浅层水开采深度一般小于 80m，水位埋深为 14.5m-18.0m，深层水开采深度为 80-250m，水位埋深为 35-45m。目前本区地下水开采层主要在 250m 以内。

### (二) 地下水动态

#### 1. 潜水动态特征

潜水水位的年内变化与降水量补给、地下水人工开采的大小有直接关系，水位的年内变化特征见图 2-7，约在每年的五月底六月中下旬，该区先后进入雨季，补给增加，地下水位开始回升，八月或九月为降水量最集中的时期，浅层水位达到最高峰值，在九月以后，雨季过去，补给减少，排泄相对加大，浅层水位开始下降，由于秋播冬灌加大地下水排泄量，使水位迅速下降，至次年五月底六月初水位出现最低值。

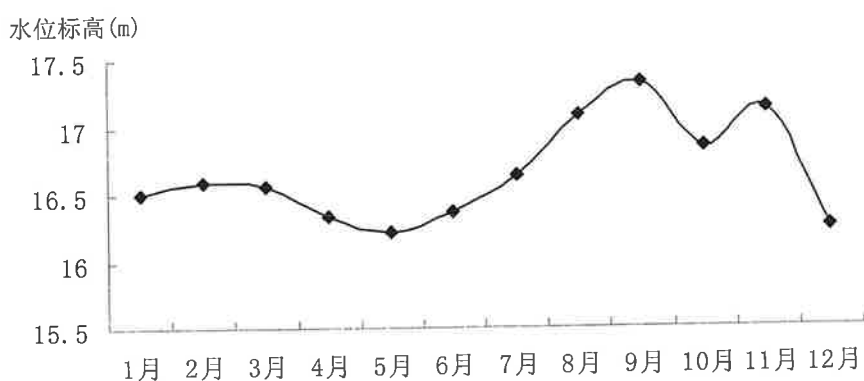


图 2-7 评估区 2004 年地下潜水水位动态曲线图

#### 2. 承压水动态特征

本区承压水水位变化的影响因素，主要为自然因素和人为因素，其中自然因素中的大气降水量和人为因素中的开采地下水是引起地下水水位变化的主导因素。本区一般取水层深度为 60-250m。由于大量的集中开采，造成承压水水位持续呈下降的趋势，从 1993 年以来，本区水位累积下降了 15m 左右，年下降速率为 1.20m 左右。参见图 2-8。

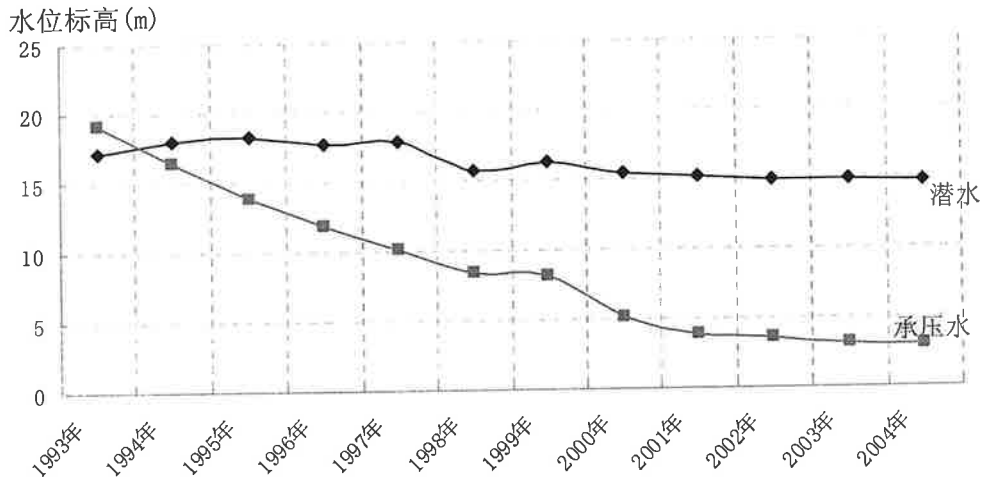


图 2-8 本区潜水及承压水动态曲线图

### (三) 地下水补给、径流与排泄条件

本区第四系浅层水的补给来源主要为大气降水，它一方面靠垂直渗入，另一方面通过上游地区，特别是永定河冲洪积扇的顶部潜水区自西而东侧向径流补给。地表水入渗补给，灌溉回渗补给，侧向径流补给是本区地下水的主要补给方式，本区水力坡度可达 0.8%，浅层地下水的支出主要为工农业开采和自然消耗。

## 七、人类工程活动对地质环境的影响

建设场地位于北京通州城区东部，人类工程活动仅限于对浅部地层土体的利用及对地下水的开采。人类活动的主要影响表现在开采地下水引起的水位下降，从而引发地面沉降。

## 第三章 地质灾害危险性现状评估

### 一、地质灾害类型的确定

通过现场踏勘，分析研究了大量的资料，确定评估区应对以下地质灾害进行评估：

1. 建设场地内无深大断裂通过，在距离建设用地西北约 5.5km 外有南苑—通县断裂通过，因此对该活动断裂的评估是本次地灾危险性评估工作的内容之一。
2. 北京市平原区上世纪 30 年代就开始出现地面沉降，目前已经形成多个地面沉降中心，建设用地处于东郊沉降区，因此地面沉降灾害也是本次地质灾害危险性评估的内容之一。
3. 建设场地潜水位埋藏较浅，建设场地是否存在饱和粉土、饱和砂土，是否存在地震液

化问题，本次地质灾害危险性评估也将做详细的工作予以确定。

综上所述，本次评估将对建设场地的活动断裂、地面沉降、砂土液化灾害进行现状评估，预测工程在建设中和建设后，对地质环境的改变和影响，是否会诱发新的地震液化、地面沉降，是否会加剧断裂的活动性。

## 二、活动断裂

### (一) 活动断裂的分布及特征

从图 2-3 中可以看出，没有断裂通过建设用地，在建设用地西北 5.5km 处有南苑—通县断裂通过，有关该断裂的活动特性下面进行论述。

南苑~通县断裂是北京凹陷与大兴隆起的界线。总体呈北东向展布，南起涿县磁家务，向北沿刁窝、码头镇、两间房、葫芦堡，穿过永定河之后继续向北东延伸，沿经南苑镇、大红门、高碑店、定福庄、双埠头、平家疃，全长约为 110km，在北务村隐伏在第四纪地层之下，延伸情况不清。

断裂总体走向为北东  $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，在南苑镇一带走向变化较大，从磁家务至南苑镇断裂走向稳定，平均为  $45^{\circ}$  左右；从南苑往北至大红门，走向呈北北东  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；大红门往北走向偏东为  $60^{\circ}$  左右，在平面上呈反“S”形。断层面倾向北西，倾角为  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

北京市地震地质会战办公室（1979）发现前第四纪的基岩厚度变化呈规律的带状展布，推测此带沿线可能存在一条北东向的断裂，此后平原区钻孔资料证实了南苑-通县断裂的存在。资料分析，发现第四纪以前的地层埋深沿断裂两侧变化较大，此后沿该断裂所做的一系列石油地震勘探剖面，也证实了南苑-通县断裂的存在。该断裂属张性断裂。

根据南苑~通县断裂对大兴隆起和北京凹陷的控制作用、构造活动性，同时结合它的产状变化，可以将其划分为三段：南段（葫芦堡以南地段）、中段（葫芦堡~高碑店地段）、北段（高碑店以北地段），评估区仅涉及中段和北段，下面分别介绍它们的活动特征。

中段：南苑-通县断裂的中段是丰台凹陷与大兴隆起的界线，由高碑店向南西经南苑、芦城，穿越永定河，在南端到达葫芦堡，全长 50 余 km，断层面倾向西北，倾角为  $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。南苑-通县断裂中段也是一条通过地震剖面和钻孔确定的隐伏断裂。据石油勘探资料，在断裂西侧反射层加深至 1000m 以上，而东南侧只有 200~400m，丰台凹陷中、新生界沉积厚度大于 3000m，而大兴隆起上新生界仅数十米至三百余米，并且第四系直接覆盖于古生界地层之上。

南苑~通县断裂的中段有 5 条地震勘探线，其中 308 号线为从南苑到采育，如图 3-1 所示，测线跨越了大兴隆起和丰台凹陷，长度约 26km。在剖面图中南苑-通县断裂呈高角度正断层，自地表深 200m 以下明显错动了第三系的  $T_2$  层，200m 以上的第四系  $T_Q$  没有被错断

的痕迹，沉积物的层理连续和清楚。因此，认为南苑-通县断裂中段的最新活动时代为第三纪时期，第四纪以来尚未发现断裂活动的迹象。

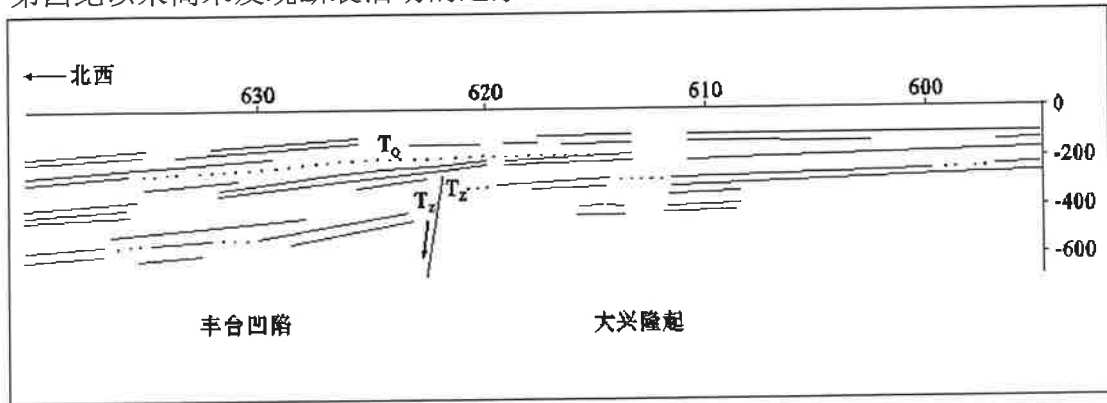


图 3-1 南苑~通县断裂 308 号测线剖面图 (据陈泽芬, 1977)

南苑~通县断裂的中段控制了第三纪的沉积，从北京迭断陷中新生界厚度来看，南苑-通县断裂在上第三纪时期活动比较强烈，第四纪以来活动明显减弱，据人工地震资料，此段断裂的北侧更为明显。在北京城区的京热 14 孔上第三系厚度达 1027m，下第三系厚度为 462m，京热 6 孔上第三系厚度亦为 1027m，下第三纪未打穿；两个孔的第四系均为 80m 左右。这说明北京迭断陷晚第三纪时期下降幅度大于早第三纪的幅度，第四纪下降幅度最小。

据地震会战刁窝地应变测点的曲线显示 (见图 3-4)，该段 20 年间变化仅为 5~8 mm，年变速比北段更小，说明它比北段更显稳定。

**北段：**该段从高碑店至沙岭，断裂由北东东经翟里渐变为北东向。在高碑店至平家疃（潮白河）一段，断裂主要是由地震勘探剖面确定的，在地震会战期间，沿南苑-通县断裂布设 7 条测线，其中 317 号测线比较好地反映了该断裂深部特征，如图 3-2 所示，断层面倾向北西，倾角为  $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，它错断了早、中更新统的地层，说明南苑-通县断裂北段在早、中更新世有一定的活动性。另外，该断裂还有两条地应变测线，图 3-3 反映的测点位于李家桥与通县之间，为南苑断裂北段测线。这一测线相距 3.3km。时间段为 1966~1978 年。形变曲线显示：1966~1968 年呈下降趋势，1968~1976 年缓慢上升，唐山大地震后初期上升幅度较大，之后渐缓，甚至显示出变化不大的趋势。在 10 年中下降 9mm，年变率为 0.9mm/a。图 3-5 为范庄子测点变化曲线。取自 1974~1988 年共 15 年时间段资料，1974~1980 年段每年以 1.26mm/a 速率下降 (详见表 3-1)，1980~1984 年段约以 4.38mm/a 速率下降，1984 年后又稳定了下来，其速率为 0.71mm/a，说明近年来更趋稳定。这些监测数据可能与地下水的开采及区域性的地面沉降有关，不能完全反映该断裂的活动性。

根据南苑-通县断裂北段错断的地层来看，目前比较普遍的看法认为其最晚活动时间为晚更新世。

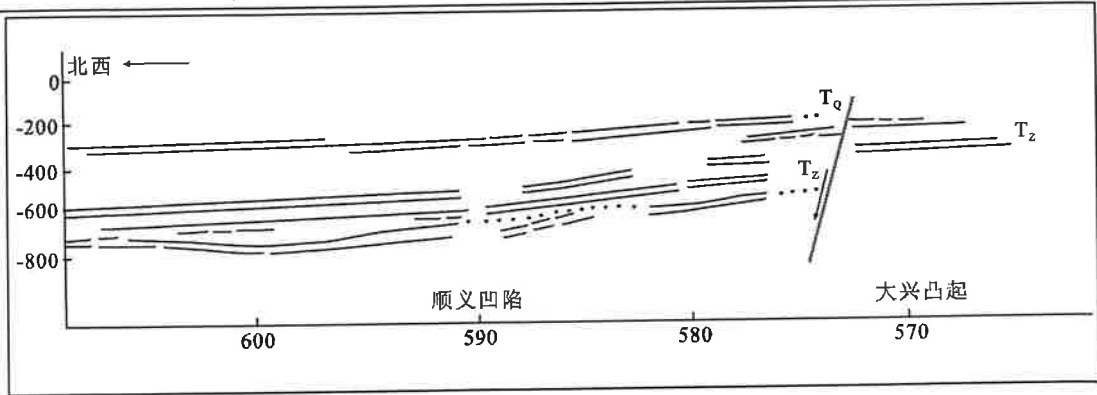


图 3-2 南苑~通县断裂 317 号测线剖面图 (据陈泽芬, 1977)

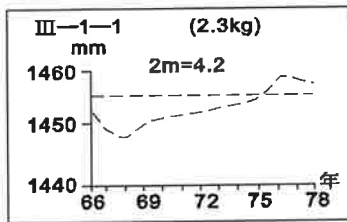


图 3-3 李家桥测点形变剖面图

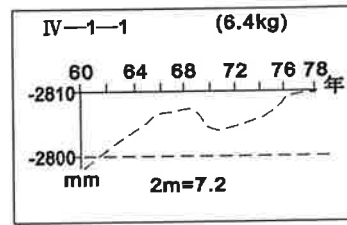


图 3-4 刁窝镇测点形变剖面图

表 3-1 范庄子测点 1974~1988 水准测量成果表

时间	测值 (mm)	时间	测值 (mm)	时间	测值 (mm)
1974	111.19	1979	116.39	1984	136.30
1975	112.44	1980	118.79	1985	137.64
1976	113.86	1981	123.66	1986	138.64
1977	114.44	1982	128.50	1987	138.83
1978	115.51	1983	133.81	1988	139.14

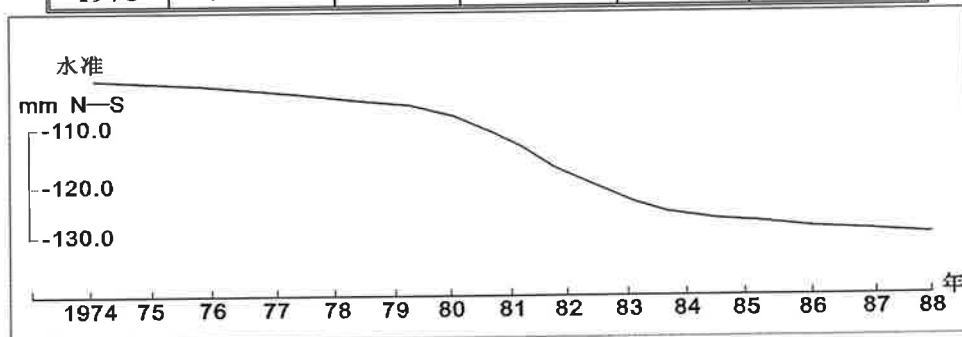


图 3-5 范庄子测线跨断层测量年均值曲线图 (1974~1988)

## (二) 活动断裂对拟建项目的危险性评价

### 1、工程活动断裂

断裂按其活动性一般分为活动断裂、非活动断裂、地裂缝。活动断裂又可分为发震断裂、非发震断裂、能动断裂。

活动断裂迄今无统一定义，当前比较倾向的看法为：“从现有法规、规范所规定的时间内曾经活动过，未来有可能再活动和对工程产生影响的断裂称为工程活动断裂”。基于上述认识，结合规范要求将断裂活动性可进行如下分类（见表 3-2）。

表 3-2 工程活动断裂分类表

断裂工程分类	定义	断裂类型称谓	断裂的地质和测年标准	依据的法规、规范
工程活动断裂	法规、规范等所规定的时间内曾经活动过、未来有可能再活动和对工程产生影响的断裂称为工程活动断裂。它是基于一定科学基础的决策。	全新活动断裂	全新世（一万年）以来活动过的断裂	GB50021-2001 岩土工程勘察规范 2002
		发震断裂	全新断裂中，近期（近 500 年来）发生过地震震级 $M \geq 5$ 级的断裂；或在未来 100 年来，预测可能发生 $M \geq 5$ 级的断裂	
非工程活动断裂	晚更新世（10-12.5 万年）以前有明显活动的断裂			

根据以上分析，南苑-通县断裂的北段属工程活动断裂。

## 2、活动断裂对拟建工程危害的危险性评估

活动断裂对建设区的影响主要是地震发生时断裂对震害的影响。针对断裂对震害的影响这个问题现仍存在不同看法，普遍的震害调查结果表明，并不是所有断裂都产生加重震害的效应，只有发震断裂（指沿一些老断裂又重新产生地震的断裂）带才是工程建设应避开的地带。其危险性主要表现在发震断裂地带往往容易在地震时地表又重新破裂，产生错动而使建筑物错断倒塌。

经过对国外近 90 个地震的统计结果表明： $M \leq 6.2$  级的地震不足以产生地表断裂。在覆盖层很厚的地区，下伏断裂重新活动时地表是否会产生错动，应根据土层中的应力分布来进行推测。国内有关规范（工业与民用建筑工程地质勘察规范）通过对云南通海地震的考察，提出第四系厚度超过 60~90m 时就很难产生沿下部断裂产状的土层重新错断。这是因为第四纪土层是塑性材料，具可塑性，能吸收一部分地震能量。

根据上述分析，南苑-通县断裂的北段为晚更新世的活动断裂，建设用地第四系厚度约 250m，该断裂距离建设用地有一定的距离（约 5.5km），因此确定建设用地活动断裂的“危险性小”

## 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。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。

随着工业和城市建设的飞速发展，地下水开采量越来越大，地下水位大幅度地下降，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<sup>2</sup>。其中累计地面沉降量大于 100mm 的沉降面积达 190km<sup>2</sup>；大于 200mm 的沉降面积约为 42km<sup>2</sup>。地面沉降漏斗形状呈哑铃状，南北两个沉降中心。南部地面沉降中心在大郊亭一带，北部地面沉降在来广营一带。从 1966~1983 年北部的来广营地面沉降中心区沉降量约 277mm；南部的大郊亭地面沉降中心区沉降量累计约 532mm。1979~1980 年个别沉降标点的沉降量达到 81mm。

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，即东郊工业区年地面沉降量有变小的趋势。据北京市测绘院提供的资料，1983 年的 600km<sup>2</sup>，至 1987 年扩展到 800km<sup>2</sup>；累计沉降量大于 100mm 的面积由 190km<sup>2</sup> 扩展到 260km<sup>2</sup>；累计沉降量大于 200mm 的面积由 42km<sup>2</sup> 扩展到 96km<sup>2</sup>。

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<sup>2</sup>，其中，沉降量大于 200mm 的达 650 km<sup>2</sup>。在大郊亭沉降中心区累计沉降量达 850mm，并在近郊区形成了三个新的地面沉降中心：昌平区东南部沙河—八仙庄沉降区；大兴区西南部庞各庄—榆垓沉降区；顺义区平各庄沉降区。

由上说明，北京平原区存在的地面沉降区的沉降速率随着地下水开采量的减少虽有一定减缓趋势，但在其边缘由于城市扩展，又出现了新的沉降地区，产生了新的灾害问题。

建设用地处于东郊沉降区，其 1955 年-2005 年的累计地面沉降量约为 180mm，见图 3-6。

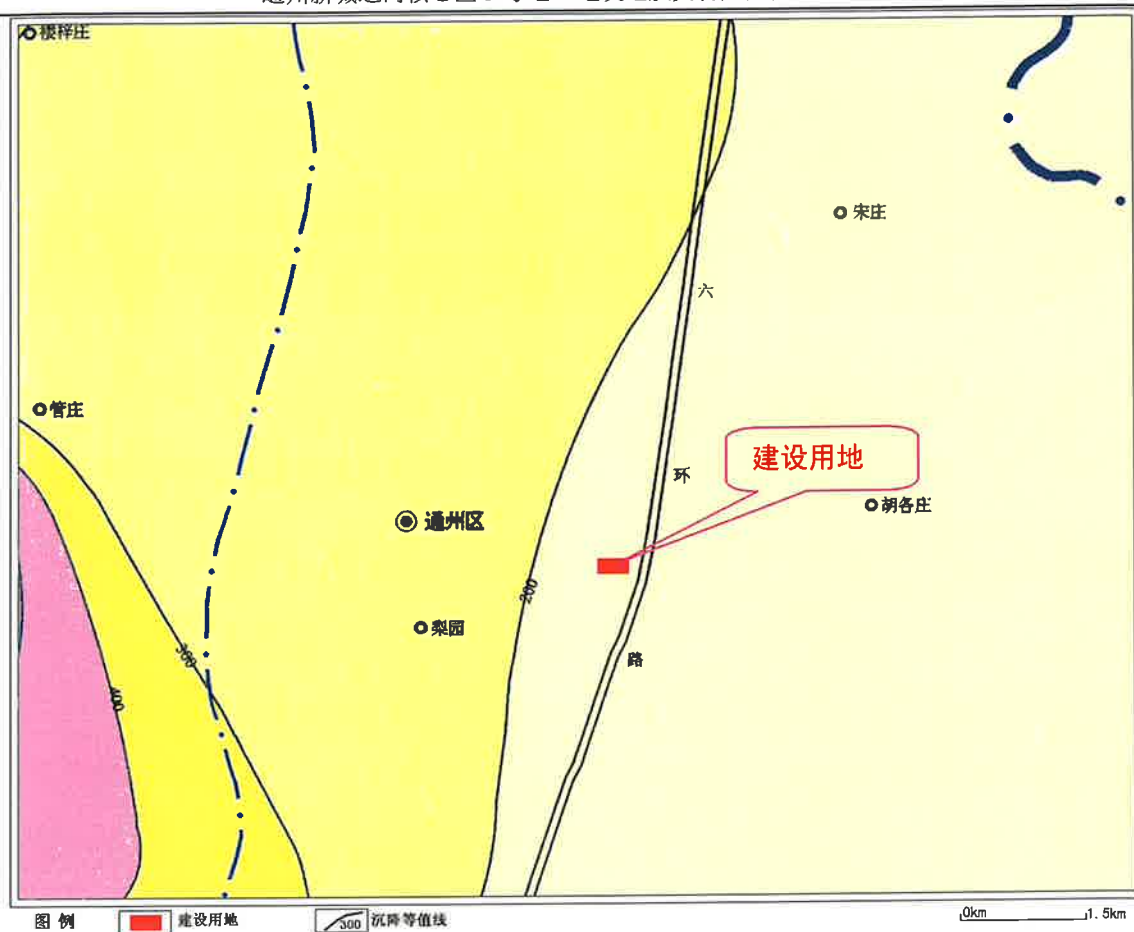


图 3-6 建设用地 1955-2005 年的累计地面沉降等值线图

地面沉降对建筑物及构筑物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区域内的给排水系统、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，水塔及围墙等进行了详细调查，除个别围墙出现裂缝，区内建筑物及构筑物未见明显裂缝。地面沉降监测资料显示，建设用地 1955 年-2005 年累计地面沉降量约为 180mm，根据地面沉降的量化分级，确定建设用地地面沉降的“危险性小”。

## 四、砂土液化

### 1 砂土液化机理及特征

砂土液化是砂土的液化表现，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。若当地震结束时，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。

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、砂土层埋深及可液化与非液化层之间的关系等因素。

## 2. 评估区及周边地震液化历史情况

根据北京市地震地质会战专题成果《北京平原区地震影响小区划》，1976年7月28日唐山～丰南一带发生了7.8级强烈地震，北京市各区县都遭受了不同程度的地震灾害，本次评估利用勘察钻孔标贯实验资料对砂土液化进行判别。

## 3. 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。

中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)第4.3.4款规定，当初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法判别地面下15m深度范围内的液化；当采用桩基或埋深大于5m的深基础时，尚应判别15~20m范围内的液化。

本评估结合已有的经验，液化判别按二个程序进行，即初判和复判。

### 初判

参照《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)的有关规定,结合评估区的地震烈度,可液化层(为全新统 Q4 地层的饱和粉、细砂和砂质粉土)所处的地质环境特征,评估区周边历史上曾发生过砂土液化灾害,经初判建设场地也有液化的可能,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》(GB50011-2001)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 15m 深度范围内的液化土应符合下式要求:当建筑物地基在地表下 15m 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。

$$N < N_{cr} \quad (\text{公式 3-1})$$

$$N_{cr} = N_0 [0.9 + 0.1(d_s - d_w)] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (d_s \leq 15) \quad (\text{公式 3-2})$$

在地面下 15~20m 范围内,液化判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算:

$$N_{cr} = N_0 (2.4 - 0.1d_w) \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (15 \leq d_s \leq 20) \quad (\text{公式 3-3})$$

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 3-3 采用;

表 3-3 标准贯入锤击数基准值( $N_0$ )

设计地震分组	7 度	8 度	9 度
第一组	6(8)	10(13)	16
第二、三组	8(10)	12(15)	18

注:本建设场地抗震设防烈度为 8 度,设计基本地震加速度值为 0.20g,设计地震分组为第一组。括号内数值用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

$d_s$ ——饱和土标准贯入点深度(m);

$d_w$ ——地下水位深度(m),按地质灾害现状评估的要求取值为近期 3~5 年最高水位采用,地下水位埋深按 2.0m 考虑。

$\rho_c$ ——粘粒含量百分率,当小于 3 或为砂土时,均采用 3。

表 3-4 砂土液化判别结果表 (接近 3-5 年最高水位进行计算)

孔号	No	ds	dw	$\rho_c$	N <sub>cr</sub>	N <sub>63.5</sub>	液化判别结果
1	10	2.15	2	10	5.01	8	不液化
	10	4.15	2	12.4	5.48	5	液化
	10	6.15	2	3	13.15	9	液化
	10	7.95	2	3	14.95	24	不液化
	10	9.45	2	3	16.45	31	不液化
	10	10.95	2	3	17.95	33	不液化
	10	12.15	2	3	19.15	48	不液化
	10	13.45	2	3	20.45	46	不液化
	10	14.95	2	3	21.95	44	不液化
	10	16.45	2	3	7.6	44	不液化
	10	17.95	2	3	6.1	63	不液化
	10	19.95	2	3	4.1	65	不液化
2	10	1.95	2	9	5.17	12	不液化
	10	5.65	2	10.8	6.67	13	不液化
	10	6.95	2	3	13.95	11	液化
	10	8.45	2	3	15.45	24	不液化
	10	9.95	2	3	16.95	33	不液化
	10	11.45	2	3	18.45	35	不液化
	10	12.95	2	3	19.95	41	不液化
	10	14.45	2	3	21.45	38	不液化
	10	15.95	2	3	8.1	44	不液化
	10	17.9	2	3	6.1	65	不液化
	10	19.95	2	3	4.1	66	不液化

对存在液化土层的地基，按下式计算液化指数，并按规范综合划分地基的液化等级。

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{cri}}\right) d_i W_i \quad (\text{公式 3-4})$$

式中：I<sub>LE</sub>— 液化指数；

n— 在判别深度范围内每个钻孔标准贯入试验点的总数；

N<sub>i</sub>、N<sub>cri</sub>— 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<sub>i</sub>— 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<sub>i</sub>— i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值 (单位为 m<sup>-1</sup>)。若判别深度为 15m，当该层中点深度不大于 5m 时应采用 10，等于 15m 时应采用零值，5-15m 时应按线性内插法取值；若判别深度为 20m，当该层中点深度不大于 5m 时应采用 10，等于 20m 应采用零值，5-20m 时按线性内插法取值。

上述钻孔液化指数计算及液化等级的判别结果见表 3-5。

表 3-5 钻孔液化指数计算及液化等级判别结果表

钻孔	液化指数	液化等级
1	6.37	中等液化
2	2.21	轻微液化

根据以上砂土液化的判别，拟建场区地基土在近 3-5 年最高水位（水位埋深 2.0 m）时存在液化现象，液化指数为 2.21-6.37，液化等级为“轻微-中等液化”，确定建设用地砂土液化的“危险性小-中等”。

## 第四章 地质灾害危险性预测评估

### 一、工程建设诱发、加剧地质灾害危险性的可能性

#### （一）活动断裂

拟建工程主要在地面兴建，荷载较小，相对于 5.5km 以外，地下埋深几百米的南苑-通县断裂来说，几乎可以忽略不计，因此拟建工程的建设不会影响该断裂的活动性。

#### （二）地面沉降

拟建工程施工过程中可能会进行基槽降水，由于基槽降水主要是针对浅层的潜水层，且降水时间及降水规模都有限，因此由基槽降水所诱发的地面沉降量是暂时的、有限的，对区域性的地面沉降量贡献不大，确定拟建工程诱发和加剧地面沉降的“危险性小”。

#### （三）砂土液化

拟建工程无论在建设过程中及建成后都不会促使当地的地下水位的上升，基槽回填土主要采用灰土，并经过碾压夯实，这些都将极大的改良土层的性质，因此该拟建工程的建设只会改良土体的性质，降低发生砂土液化的危险，而不会诱发砂土液化。

### 二、工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

#### （一）活动断裂

南苑—通县断裂距离建设用地较远（约 5.5km），建设用地下伏有巨厚第四系地层（厚度

约250m), 拟建工程在未来遭受活动断裂危害的“危险性小”。

## (二) 地面沉降

根据北京市地质工程勘察院对北京东郊八王坟地面沉降观测站研究成果, 对因过量开采地下水引起的地面沉降量计算宜采用如下公式:

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

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

式中:  $H_0$ ——地层初始厚度  $\Delta h$ ——水位降低值  
 $E_s$ ——压缩模量  $e_0$ ——地层初始孔隙比  
 $P$ ——水位下降后地层容重  $e$ ——水位下降后地层孔隙比(计算求得)

$P_0$ ——地层初始容重  $r_w$ ——水的容重  
 $\Delta P$ ——水位降低引起的附加荷载应力,  $\Delta P = \Delta h \cdot r_w$

$$C_c = \frac{e_0 - e}{LgP - LgP_0}$$

$C_c$ ——地层初始压缩指数

$S_1$ 、 $S_2$ ——沉降量

根据目前的北京市的用水状况及该区多年水位观测资料统计, 预计该区域地下水在今后5年仍将呈现下降趋势, 预计地下水的下降速率约为1.2m/a, 按上式进行计算, 预计至2013年, 建设用地的累计地面沉降量将达300mm, 建设用地在未来遭受地面沉降的“危险性中等”。

## (三) 砂土液化

建设用地地基土在将来是否会遭受砂土液化的危害, 主要考虑将来建设用地的水位上升至历史最高水位时, 是否有发生砂土液化的危险。

建设用地历史最高水位接近地表, 按水位埋深为0m来进行计算, 判别结果见表4-1。液化指数的计算结果见表4-2。

表4-1 砂土液化判别结果表(按历史最高水位计算)

孔号	$N_0$	$d_s$	$d_w$	$\rho_c$	$N_{cr}$	$N_{63.5}$	液化判别结果
1	10	2.15	0	10	6.11	8	不液化
	10	4.15	0	12.4	6.47	5	液化
	10	6.15	0	3	15.15	9	液化

	10	7.95	0	3	16.95	24	不液化
	10	9.45	0	3	18.45	31	不液化
	10	10.95	0	3	19.95	33	不液化
	10	12.15	0	3	21.15	48	不液化
	10	13.45	0	3	22.45	46	不液化
	10	14.95	0	3	23.95	44	不液化
	10	16.45	0	3	7.6	44	不液化
	10	17.95	0	3	6.1	63	不液化
	10	19.95	0	3	4.1	65	不液化
	2	10	1.95	0	9	6.32	12
10		5.65	0	10.8	7.72	13	不液化
10		6.95	0	3	15.95	11	液化
10		8.45	0	3	17.45	24	不液化
10		9.95	0	3	18.95	33	不液化
10		11.45	0	3	20.45	35	不液化
10		12.95	0	3	21.95	41	不液化
10		14.45	0	3	23.45	38	不液化
10		15.95	0	3	8.1	44	不液化
10		17.9	0	3	6.1	65	不液化
10	19.95	0	3	4.1	66	不液化	

表 4-2 钻孔液化指数计算及液化等级判别结果表

钻孔	液化指数	液化等级
1	9.91	中等液化
2	3.25	轻微液化

根据以上的判别结果，拟建场区地基土在在历史最高水位（埋深0m）时存在液化现象，液化指数为 3.25-9.91，液化等级为“轻微-中等液化”，预测建设用地在未来遭受砂土液化的“危险性小-中等”。

## 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与量化指标的确定

#### （一）地质灾害危险性综合评估原则

地质灾害的形成条件异常复杂，因而，在分析地质灾害危险性时，所涉及的内容非常广泛。在这种情况下，如果将所有标示地质灾害形成条件的要素都纳入潜在危险性分析之中，不但不可能，而且也不必要。为了适应分析需要，应按下列原则确定分析指标。

##### 分主次原则

将那些对地质灾害危险性具有重要作用和直接关系的要素指标纳入危险性分析，舍去其

他次要的，间接性要素指标。

### 分层次原则

危险性分析的目的是评价地质灾害的发生概率、可能形成的规模和破坏范围，为破坏损失评价或风险评价提供基础。因此，灾害活动概率、规模、破坏范围是危险性分析的目标指标。但这些指标是在分析地质灾害活动条件充分程度的基础上才能获得，因而称这些对地质灾害活动具有影响的要素指标为分析指标。地质灾害活动条件是在一定的自然和社会经济条件下出现的，所以将反映区域自然环境社会经济条件的指标称为背景指标，它对于地质灾害活动具有区域性控制作用。于是，地质灾害危险性指标的层次系统为背景指标-分析指标-目标指标。

### 共性与个性兼顾原则

地质灾害灾情评估涉及不同的灾种，它们既具有许多共同特点，具有许多方面差异。因此，在地质灾害危险性评估时，既要充分反映它们的共同特性，又要表现出它们的个性差异。

## (二) 地质灾害量化指标的确定

根据上述论证，评估区内潜在地质灾害主要为活动断裂、地面沉降及砂土液化。现就这三类地质灾害量化指标分别论述：

### 1. 活动断裂

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)的有关规定，确定活动断裂评价标准见表 5-1。

表 5-1 活动断裂评价标准

分类	定义	评价标准	防治措施
全新活动断裂	在全新地质时期（一万年）内有地震活动或近期正在活动，今后一百年可能继续活动的断裂。	抗震设防烈度小于 8 度；抗震设防烈度 8 度，土层覆盖厚度大于 60 米。	不考虑对地面建筑的影响
		抗震设防烈度 8 度，土层覆盖厚度小于 60 米。	避让
非全新活动断裂	一万年以前活动过，一万年以来没有发生过活动的断裂。	埋藏浅，且构造带发育	按不均匀地基处理
		埋藏深，且构造带不发育的断裂	不防治

### 2. 地面沉降

地面沉降危险性评价的主要内容是评价地面沉降的活动程度，反映地面沉降灾害的破坏能力。就北京地区地面沉降发展现状而言，地面沉降灾害主要表现在其对环境质量的影响和在地质环境相对脆弱的地区引发地裂缝导致建筑物的破坏。地面沉降的活动程度主要取决于

沉降幅度。在通常情况下，自沉降中心向沉降边缘，累计沉降量逐渐减小，危害程度随之降低。分区标准见表 5-2。

表 5-2 地面沉降危害强度分区标准表 表 5-2 地面沉降危害强度分级表

危险性大	危险性中等	危险性小
累计地面沉降量大于 800mm。	累计沉降量 300-800mm。	累计地面沉降量小于 300mm。

### 3. 砂土液化

砂土液化的危险性评价主要内容是评价其液化等级从而判断建筑物的重要性。通过液化指数的不同，将液化等级分为轻微、中等、严重三种。

表 5-3 液化等级分类表

液化指数 $I_{LE}$	$0 < I_{LE} \leq 5$	$5 < I_{LE} \leq 15$	$I_{LE} > 15$
液化等级	轻微	中等	严重

## 二、地质灾害危险性综合分区评估

通过对评估区三种地质灾害的分析得知：

1. 南苑-通县断裂的北段为晚更新世的活动断裂，其距离建设用地有一定的距离（约 5.5km），建设用地第四系厚度约 250m，建设用地活动断裂的“危险性小”。同时本工程的建设不会加剧该断裂的活动性，建设用地在未来遭受活动断裂的“危险性小”。

2. 建设用地 1955 年-2005 年的累计地面沉降量约为 180mm 左右，建设用地地面沉降的现状“危险性小”。经预测分析，预计至 2013 年建设用地累计沉降量可达 300mm，建设用地在未来遭受地面沉降的“危险性中等”。

3. 根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001），经用标贯法判别，在地下水位埋深 2m 时，建设用地地基土存在液化现象，液化指数 2.21-6.37，液化等级为“轻微-中等液化”，建设用地砂土液化的“危险性小-中等”；通过预测评估判别，当地下水位为历史最高水位（水位埋深为 0m）时，建设用地地基土存在液化现象，液化指数 3.25-9.91，液化等级为“轻微-中等液化”，建设用地在未来遭受砂土液化的“危险性小-中等”，此外拟建工程的建设不会诱发和加剧砂土液化灾害。

综上所述，建设用地遭受活动断裂的危险性小，遭受地面沉降的“危险性中等”，遭受砂土液化的“危险性小-中等”，经综合评估确定建设用地地质灾害危险性为“中级（区）”。

### 三、建设场地适宜性评估

建设场地地质环境条件复杂程度属“中等”，遭受地质灾害的“危险性中等”，综合评估确定建设场地地质灾害危险性分区为“中级（区）”，从地质灾害评估角度来看，该场地作为通州新城运河核心区 3 号地 E 地块建设场地是“基本适宜”的。

### 四、防治措施

#### 1、砂土液化的防治措施

对于液化土层分布较平坦且性质较为均匀时，可按下表选用抗液化措施。除丁类建筑外，应避免将基础直接埋置于未经抗液化处理的可液化土层上。

表 5-4 可采取的抗液化措施分类表

建筑类别	地基的液化等级		
	轻微	中等	严重
乙类	部分消除液化沉陷或对基础和上部结构加强措施	全部消除液化沉陷或部分消除液化沉陷，且采取基础与上部结构加强措施	全部消除液化沉陷
丙类	对基础和上部结构采取适当加强措施	采取加强基础和上部结构的措施	全部消除液化沉陷或部分消除液化沉陷，且采取基础与上部结构加强措施
丁类	可不采取措施	可不采取措施	对基础和上部结构采取适当加强措施

#### 2、地面沉降的防治措施

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。

## 第六章 结论与建议

### 一、结论

1. 通州新城运河核心区 3 号地 E 地块规划总用地面积约 334700m<sup>2</sup>，其中建设用地面积约 135100m<sup>2</sup>（其中居住用地 55000m<sup>2</sup>，商业金融用地 67700m<sup>2</sup>，市政公用设施用地 12400m<sup>2</sup>），

代征道路用地面积约 109000m<sup>2</sup>，代征绿化用地面积 90600m<sup>2</sup>，拟建工程属于“较重要建设项目”，评估区地质环境复杂程度“中等”，本次地质灾害危险性评估的级别属于“二级”。

2. 南苑-通县断裂的北段为晚更新世的活动断裂，其距离建设用地有一定的距离（约 5.5km），建设用地第四系厚度约 250m，建设用地活动断裂的“危险性小”；建设用地 1955 年-2005 年的累计地面沉降量约为 180mm 左右，建设用地地面沉降的现状“危险性小”；据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001），经用标贯法判别，在地下水位埋深 2m 时，建设用地地基土存在液化现象，液化指数 2.21-6.37，液化等级为“轻微-中等液化”，建设用地砂土液化的“危险性小-中等”。

3. 经预测评估分析，拟建工程的建设诱发、加剧及遭受活动断裂的“危险性小”；经预测评估分析，预计至 2013 年建设用地的累计地面沉降量可达 300mm，建设用地在未来遭受地面沉降的“危险性中等”；通过预测评估判别，当地下水位为历史最高水位（水位接近地表时），建设用地地基土存在液化现象，液化指数 3.25-9.91，液化等级为“轻微-中等液化”，建设用地在未来遭受砂土液化的“危险性小-中等”。此外拟建工程的建设不会诱发及加剧地面沉降及砂土液化灾害。

4. 综上所述，建设用地遭受活动断裂的“危险性小”，遭受地面沉降的“危险性中等”，遭受砂土液化的“危险性小-中等”，建设用地地质灾害危险性等级属“中级（区）”。从地质灾害评估角度来看，该场地作为通州新城运河核心区 3 号地 E 地块的建设场地是“基本适宜”的。

## 二、建议

1. 鉴于评估阶段的工作所限，建议在今后的岩土工程勘察阶段，对建设场区内的地基土进行详细的液化判别。

2. 应按《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）做好抗震设防工作。

3. 鉴于建设用地地面沉降有继续发展的趋势，建议在工程设计时，考虑地面沉降对给排水、地基沉降及地面高程点变化等的影响。同时建议建设方积极与政府部门合作，随时掌握本地区地下水位的最新动态及地面沉降的最新发展趋势，为防灾减灾提供基础性资料。

