

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市规划和自然资源委员会提出并归口。

本文件由北京市规划和自然资源委员会组织实施。

本文件主要起草单位：北京市地质调查研究院、北京市城市规划设计研究院、北京市勘察设计研究院有限公司。

本文件主要起草人员：刘予、何静、周圆心、何晗晗、李超、蔡向民、孙永华、李方震、刘立岩、华金玉、赵怡婷、吴克捷、韩煊、杨志刚、王强、陈蓬勃、吴运超、兰亚京、李沛峰、魏萌、王军辉。

引言

随着国土空间规划体系的建立，生态文明建设和全域全要素资源管控成为城市发展的重要前提。地下空间作为重要的国土空间资源，加强规划引领，科学评估地下空间资源保护利用的地质适宜性，是促进地下空间资源合理有序利用的基本前提。

为服务北京市地下空间规划及相关基础设施规划建设，完善地下空间地质评估技术方法，保障地下空间地质安全，按照北京市规划和自然资源委员会《北京市“十三五”时期城乡规划标准化工作规划》和北京市市场监督管理局《关于印发 2020 年北京市地方标准编制修订项目计划的通知》（京市监发〔2020〕19 号）的要求，编制组在收集国内外相关工作成果、开展北京市工作试点的经验之上，经调查研究，总结实践经验，广泛征求意见后，完成本文件的编制。

本文件共分为七章，包括范围、术语和定义、基本要求、地下空间资源地质适宜性评估、对规划的建议、图件、成果提交与报告编写。

目次

前言..... II

引言..... III

1 范围..... 1

2 术语和定义..... 1

3 基本要求..... 1

4 地下空间资源地质适宜性评估..... 3

5 对规划的建议..... 8

6 图件..... 9

7 成果提交与报告编写..... 9

附录 A(资料性)评估等级及对规划的建议..... 10

附录 B(规范性)成果图件要求..... 14

附录 C(资料性)评估报告编写提纲..... 15

参考文献..... 17



城市地下空间资源地质评估标准

1 范围

本文件规定了平原区地下空间资源地质适宜性评估内容、程序、方法和成果形式。
本文件适用于平原区地下空间资源规划前的地质适宜性评估工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

城市地下空间 urban underground space

在城市地表以下，自然形成或人工开发的空间。

2.2

城市地下空间资源 urban underground space resources

现有经济技术条件下，平原区城市地表以下一定深度范围内可保护利用的地质体和空间资源。

2.3

城市地下空间资源地质评估 assessment on geological suitability of underground space resources

对各类地质调查工作成果进行综合分析，评估一定深度范围内，各类地质条件对城市地下空间资源保护利用的适宜程度。

2.4

基础性地质条件 basic geological conditions

地下空间资源保护利用的基础地质背景。本文件特指第四纪沉积物厚度、地形地貌、地层、工程地质、水文地质等地质要素特征。

2.5

约束性地质条件 geological constraints

对地下空间资源保护利用起到制约性作用的地质条件。本文件特指活动断裂、地面沉降、砂土液化、隐伏岩溶、水源地保护区等分布范围及特征。

3 基本要求

3.1 评估要求及工作内容

3.1.1 城市地下空间资源地质评估应根据地下空间规划的不同阶段要求，在规划编制前或规划编制前期阶段组织开展。

3.1.2 评估工作宜在完成地下空间资源调查或区域地质调查、水文地质调查、工程地质调查、环境地质调查、灾害地质调查的基础上开展，评估前应充分收集表 1 所列资料。如现有地质资料精度不满足评估要求，需补充符合精度要求的地质调查工作。

表 1 评估所需基础资料

主题	主要内容
第四纪地质	第四纪沉积物的特征、成因等
地形地貌	地形地貌特征、地貌单元、地面坡度等
地质构造	褶皱、断裂
地层	岩性、成分、结构、构造以及厚度、分布特征、层序、接触关系、地质时代等
工程地质	钻探资料、土工试验、物理力学参数等
水文地质	地下水类型、主要含水层系统、地下水埋藏条件、地下水动态、渗透性、水质特征等
活动断裂	活动断裂位置、产状、性质、活动特征以及引发的地质灾害等
地面沉降	地面沉降现状及其发展历史、地面沉降影响因素、沉降在空间上的分布特征
隐伏岩溶	岩溶的发育历史、分布情况、发育程度以及发生岩溶塌陷的风险性
砂土液化	发生砂土液化层位、范围、厚度、砂土液化易发程度
水源地保护区	水源地保护区位置、水源地保护区补给来源

3.1.3 根据地下空间规划阶段及已有地质资料，选择评估精度，开展地下空间资源地质适宜性定性、半定量评估，并提出地下空间资源利用对地质环境影响分析，提出地下空间规划的地质建议。

3.1.4 地质条件发生较大变化时应对应评估结果进行修正。

3.2 评估范围

3.2.1 评估平面范围不应小于规划范围，并考虑地质条件影响范围。

3.2.2 评估深度应大于规划利用深度，评估分层要求见表 2。

表 2 评估分层要求表

规划分层	评估分层			
有具体要求	按照规划分层要求进行评估			
无具体要求	浅层	次浅层	次深层	深层
	地下 0m ~ 10m	地下 10m ~ 30m	地下 30m ~ 50m	地下 50m ~ 120m

3.3 评估精度

3.3.1 地下空间总体规划阶段的地质评估

全市层面：平面精度 1 : 50000，垂向精度 1 : 2000；分区层面：平面精度 1 : 25000，垂向精度 1 : 1000。

3.3.2 地下空间详细规划阶段的地质评估

一般地区：平面精度 1 : 10000，垂向精度 1 : 500；特定地区：平面精度 1 : 5000，垂向精度 1 : 200。

3.3.3 地下大型线性工程规划的地质评估

地下市政主干管线、地下交通、综合管廊等地下大型线性工程规划，平面精度 1 : 10000，垂向精度不小于 1 : 500。

3.3.4 地下市政、交通设施规划的地质评估

地下变电站、供水厂、污水处理厂、垃圾填埋场和焚烧厂等市政场站及地下轨道站点、地下公交场站、地下车辆段等交通场站规划，平面精度 1 : 2000，垂向精度不小于 1 : 100。

3.4 评估流程

评估流程应包括评估准备、评估分析、综合评估以及形成结论，详见评估工作技术流程图（图 1）。

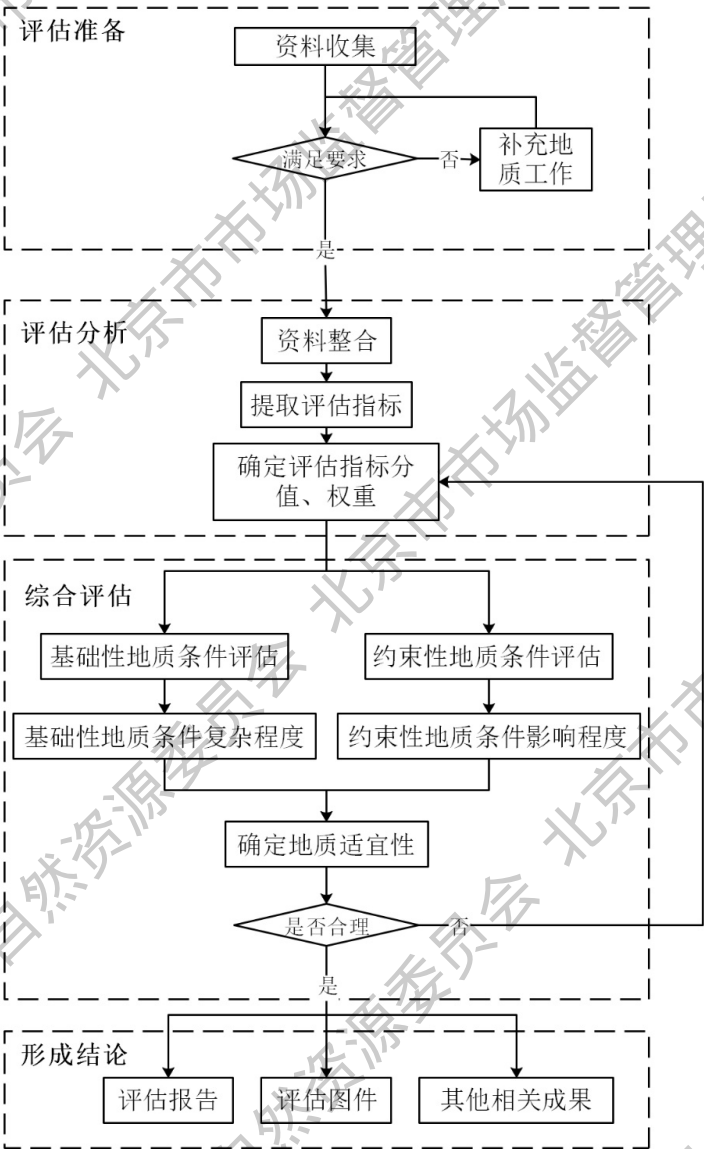


图 1 评估工作技术流程图

4 地下空间资源地质适宜性评估

4.1 评估单元

- 4.1.1 评估应划分评估单元格，评估单元格宜采用正方形。
- 4.1.2 地下空间总体规划阶段地质评估，全市层面评估单元格边长为 1km，分区层面评估单元格边长为 500m。
- 4.1.3 地下空间详细规划阶段地质评估，一般地区评估单元格边长 200m，特定地区评估单元格边长 20m ~ 50m。

4.2 评估指标体系

- 4.2.1 评估指标体系由基础性地质条件和约束性地质条件两部分构成。

4.2.2 具体评估指标应包括一级指标和二级指标，见表 3。

表 3 评估指标体系分级表

指标类型	一级指标	二级指标
基础性地质条件	第四纪沉积物	沉积物厚度
	地形地貌	地形形态；地面坡度
	地层	岩土体种类；岩土体结构
	工程地质	人工填土厚度；碎石土的重型动力触探锤击数；砂土的标准贯入锤击数；粉土及粘性土的压缩模量
	水文地质	承压水顶板埋藏深度；潜水或上层滞水埋藏深度；地下水水位年变幅；水腐蚀性；渗透系数
约束性地质条件	活动断裂	距活动断裂水平距离；活动速率
	地面沉降	沉降速率；累计沉降量；沉降梯度
	砂土液化	液化指数
	隐伏岩溶	上覆第四纪沉积层厚度
	水源地二级保护区	评估区与水源地保护区位置关系
表中未列入而确需列入的指标，在不影响评估指标系统性及完整性前提下可建立相应评价指标体系，相应评估指标定量标准应当依据有关国家和行业规范、标准及地区经验确定。		

4.3 评估指标分级与量化

4.3.1 基础性地质条件评估指标分级

基础性地质条件按照复杂程度，划分为简单、中等、复杂三个等级。不同评估因子复杂程度划分应按下列规定开展：

a) 第四纪沉积物复杂程度划分依据为评估层内第四纪沉积物厚度，见表 4；

表 4 第四纪沉积物复杂程度划分表

一级指标	二级指标	简单	中等	复杂
第四纪沉积物	沉积物厚度	评估层为第四纪沉积物	第四纪沉积物厚度大于或等于评估层厚度的 50%	第四纪沉积物厚度小于评估层厚度的 50%

b) 地形地貌复杂程度划分依据包括地形形态和地面坡度，见表 5；

表 5 地形地貌复杂程度划分表

一级指标	二级指标	简单	中等	复杂
地形地貌	地形形态	地形简单，地貌类型单一	地形较简单，地貌类型单一	地形复杂，地貌类型多样
	地面坡度	地面坡度 < 1°	地面坡度 1° ~ 3°	地面坡度 > 3°

c) 地层复杂程度划分依据包括岩土体种类和岩土体结构，见表 6；

表 6 地层复杂程度划分表

一级指标	二级指标	简单	中等	复杂
地层	岩土体种类	(1) 岩土种类单一；(2) 无特殊性岩土	(1) 岩土种类 2 种 ~ 3 种；(2) 除复杂规定以外的特殊性岩土	(1) 岩土种类 3 种以上；(2) 严重湿陷、膨胀、污染的特殊性岩土，且其他情况复杂，需作专门处理的岩土
	岩土体结构	单层	双层	多层

d) 工程地质复杂程度划分依据包括评估层内人工填土厚度、碎石土的重型动力触探锤击数、砂土的标准贯入锤击数以及粉土及粘性土的压缩模量，见表 7；

表 7 工程地质条件复杂程度划分表

一级指标	二级指标	简单	中等	复杂
工程地质	人工填土厚度	小于评估层厚度的 50%	大于等于评估层厚度的 50%	评估层为人工填土
	碎石土的重型动力触探锤击数 $N'_{63.5}$	$N'_{63.5} > 20$	$10 < N'_{63.5} \leq 20$	$N'_{63.5} \leq 10$
	砂土的标准贯入锤击数 N	$N > 30$	$15 < N \leq 30$	$N \leq 15$
	粉土及粘性土的压缩模量 E_s	$E_s \geq 15 \text{ MPa}$	$4 \text{ MPa} < E_s < 15 \text{ MPa}$	$E_s \leq 4 \text{ MPa}$

注：评估方式宜采用竖向加权平均法。

e) 水文地质复杂程度划分依据包括承压水顶板埋藏深度、潜水或上层滞水埋藏深度、地下水水位年变幅、渗透系数及水腐蚀性，见表 8。

表 8 水文地质复杂程度划分表

一级指标	二级指标		简单	中等	复杂	
水文地质	承压水顶板埋藏深度		评估层内无承压水	评估层内含水层顶板埋藏深度大于规划深度	评估层内含水层顶板埋藏深度小于规划深度	
	潜水或上层滞水埋藏深度		评估层内无潜水或上层滞水	评估层内潜水或上层滞水埋藏深度大于规划深度	评估层内潜水或上层滞水埋藏深度小于规划深度	
	地下水水位年变幅	潜水或上层滞水	永定河冲积扇	< 5 m/a	5 m/a ~ 15 m/a	> 15 m/a
			潮白河冲积扇	< 20 m/a	20 m/a ~ 30 m/a	> 30 m/a
		2 ~ 3 层承压水	永定河冲积扇	< 16 m/a	16 m/a ~ 24 m/a	> 24 m/a
			潮白河冲积扇	< 22 m/a	22 m/a ~ 33 m/a	> 33 m/a
		多层承压水	永定河冲积扇	< 8 m/a	8 m/a ~ 12 m/a	> 12 m/a
			潮白河冲积扇	< 24 m/a	24 m/a ~ 36 m/a	> 36 m/a
	渗透系数 K		K < 0.1 m/d	0.1 m/d ≤ K ≤ 20 m/d	K > 20 m/d	
	水腐蚀性		弱	中	强	

4.3.2 约束性地质条件评估指标分级

约束性地质条件按照影响程度，划分为影响小、影响中等、影响大三个等级。不同评估因子影响程度划分应按下列规定开展：

a) 活动断裂影响程度划分依据包括距活动断裂水平距离和活动速率，见表 9；

表 9 活动断裂影响程度划分表

一级指标	二级指标	影响小	影响中等	影响大
活动断裂	距活动断裂水平距离	$> 200 \text{ m}$	$30 \text{ m} \sim 200 \text{ m}$	$< 30 \text{ m}$
	活动速率	$< 0.1 \text{ mm/a}$	$0.1 \text{ mm/a} \sim 1 \text{ mm/a}$	$> 1 \text{ mm/a}$

b) 地面沉降影响程度划分依据包括沉降速率、累积沉降量及沉降梯度，见表 10；

表 10 地面沉降影响程度划分表

一级指标	二级指标	影响小	影响中等	影响大
地面沉降	沉降速率	$< 30 \text{ mm/a}$	$30 \text{ mm/a} \sim 50 \text{ mm/a}$	$> 50 \text{ mm/a}$
	累积沉降量	$< 500 \text{ mm}$	$500 \text{ mm} \sim 1500 \text{ mm}$	$> 1500 \text{ mm}$
	沉降梯度	< 0.001	$0.001 \sim 0.006$	> 0.006

- 注：1、如有分层沉降监测数据，以分层沉降数据为准；
2、沉降速率指近 3 年的平均年沉降量；
3、累积沉降量指自 1955 年起至最新政府公布数据；
4、沉降梯度指单位水平距离内近 3 年平均沉降量的差值与距离的比值。

c) 砂土液化影响程度划分依据为液化指数，见表 11；

表 11 砂土液化影响程度划分表

一级指标	二级指标	影响小	影响中等	影响大
砂土液化	液化指数 I_{IE}	$0 < I_{IE} \leq 6$	$6 < I_{IE} \leq 18$	$I_{IE} > 18$

d) 隐伏岩溶影响程度划分依据为上覆第四纪沉积层厚度，见表 12；

表 12 隐伏岩溶影响程度划分表

一级指标	二级指标	影响小	影响中等	影响大
隐伏岩溶	上覆第四纪沉积层厚度	$> 90 \text{ m}$	$45 \text{ m} \sim 90 \text{ m}$	$< 45 \text{ m}$

注：上覆第四纪沉积层厚度指地下空间资源保护利用底界与岩溶顶板垂直距离。

e) 水源地二级保护区影响程度划分依据为评估区与水源地保护区位置，见表 13。

表 13 水源地二级保护区影响程度划分表

一级指标	二级指标	影响小	影响中等	影响大
水源地二级保护区	评估区与水源地保护区位置关系	周边无水源地保护区	周边存在水源地保护区	水源地保护区内

4.3.3 评估指标量化

评估指标量化得分见表 14。

表 14 评估指标量化得分表

指标类型	量化得分 (S)		
基础性地质条件	简单： $6 < \text{得分} \leq 10$	中等： $3 < \text{得分} \leq 6$	复杂： $0 < \text{得分} \leq 3$
约束性地质条件	影响小： $5 < \text{得分} \leq 10$	影响中等： $2 < \text{得分} \leq 5$	影响大： $0 < \text{得分} \leq 2$

4.4 评估权重的确定

在不同规划阶段制定不同评估指标权重，可按表 15、表 16 确定。

表 15 基础性地质条件评估指标权重取值参考表

基础性地质条件指标		指标量化											
		总体规划				详细规划				线性工程及市政、交通设施			
一级指标	二级指标	全市		分区		一般地区		特定地区		线性工程		市政、交通设施	
D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
第四纪沉积物	沉积物厚度	0.2	10	0.2	10	0.15	10	0.15	10	0.3	10	0.15	10
地形地貌	地形形态	0.1	4	0.1	4	0.05	4	0.05	4	0.15	5	0	0
	地面坡度		6		6		6		6		5		0

表 15 基础性地质条件评估指标权重取值参考表（续）

基础性地质条件指标		指标量化											
		总体规划				详细规划				线性工程及市政、交通设施			
一级指标	二级指标	全市		分区		一般地区		特定地区		线性工程		市政、交通设施	
D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
地层	岩土体种类	0.2	4	0.2	4	0.25	4	0.25	4	0.15	3	0.1	3
	岩土体结构		6		6		6		6		7		7
工程地质	人工填土厚度	0.2	3	0.15	3	0.15	3	0.2	2.5	0.1	1	0.3	0
	碎石土的重型动力触探锤击数		2		2		2		2.5		3		3
	砂土的标准贯入锤击数		3		2.5		2.5		2.5		3		4
	粉土及粘性土的压缩模量		2		2.5		2.5		2.5		3		3
水文地质	承压水顶板埋藏深度	0.3	3	0.35	3	0.4	3	0.35	3	0.3	3	0.45	2
	潜水或上层滞水埋藏深度		3		3		3		3		3		3
	地下水水位年变幅		2		2		2		1		2.5		1
	渗透系数		1		1		1		2		1		3
	水腐蚀性		1		1		1		1		0.5		1

注：1、权重可根据实际情况做调整。
2、场站如为污水处理厂、垃圾填埋场和焚烧厂，应增加渗透系数权重。

表 16 约束性地质条件评估指标权重取值参考表

约束性地质条件指标		指标量化											
		总体规划				详细规划				线性工程及市政、交通设施			
一级指标	二级指标	全市		分区		一般地区		特定地区		线性工程		市政、交通设施	
D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
活动断裂	与活动断裂水平距离	0.25	8	0.25	8	0.3	8	0.3	8	0.25	7	0.3	9
	活动速率		2		2		2		2		3		1
地面沉降	沉降速率	0.2	2	0.2	2	0.2	2	0.05	1	0.25	1	0.05	1
	累计沉降量		2		2		2		1		1		1
	沉降梯度		6		6		6		8		8		8
砂土液化	液化指数	0.1	10	0.1	10	0.05	10	0.05	10	0.1	10	0.05	10
隐伏岩溶	上覆第四纪沉积层厚度	0.2	10	0.2	10	0.2	10	0.3	10	0.15	10	0.3	10
水源地二级保护区	评估区与水源地保护区位置关系	0.25	10	0.25	10	0.25	10	0.3	10	0.25	10	0.3	10

注：权重可根据实际情况做调整。

4.5 评估方法

4.5.1 依据地质条件，按本文件 4.3 选取评估指标，由专家对各评估指标打分，利用 GIS 平台对各评估

指标属性赋值并转化为栅格图件，栅格大小应与本文件 4.1 评估单元大小一致。

4.5.2 利用栅格计算器，按照不同深度分层，在每一分层深度内依据确定好的指标权重，采用线性加权法分别计算基础性地质条件和约束性地质条件的总分，计算公式见公式（1）。

$$C_s = \sum_{i=1}^n D_i \left(\sum_{j=1}^m F_{ij} \times S_{ij} \right) \quad (1)$$

式中： C_s ——计算总分；

n ——一级指标总数；

m ——二级指标总数；

D_i ——第 i 项一级指标权重；

F_{ij} ——第 i 项一级指标的第 j 项二级指标权重；

S_{ij} ——第 i 项一级指标的第 j 项二级指标得分（由表 14 得出）。

4.5.3 按照 4.5.2 计算方法，对分区结果进行判定，见表 17。

表 17 分区结果判定表

指标类型	分区结果判定			
基础性地质条件	计算总分 C_s	$C_s \geq 70$	$40 \leq C_s < 70$	$C_s < 40$
	结论	总体简单	总体中等	总体复杂
约束性地质条件	计算总分 C_s	$C_s \geq 60$	$30 \leq C_s < 60$	$C_s < 30$
	结论	总体影响小	总体影响中等	总体影响大

4.6 综合评估

4.6.1 对 4.5.3 基础性地质条件和约束性地质条件的分区判定结果进行综合评估，根据不同地质条件，对综合评估结果进行分类，将适宜性划分适宜、较适宜、较不适宜，见表 18、表 19。

表 18 综合评估结果分类表

基础性地质条件 约束性地质条件	总体简单	总体中等	总体复杂
	总体影响小	I 级	II -1 级
总体影响中等	II -2 级	II -3 级	III -1 级
总体影响大	III -2 级	III -3 级	III -4 级

表 19 适宜性分级表

适宜性分级	综合评估结果
适宜	I 级
较适宜	II -1 级、II -2 级、II -3 级
较不适宜	III -1 级、III -2 级、III -3 级、III -4 级

4.6.2 活动断裂两侧 30m 内、水源地一级保护区范围内为禁建区，应在评估成果中单独标注。

5 对规划的建议

地质评估结果对规划编制的建议应包括以下方面，具体内容可参考附录 A：

- 影响地下空间资源规划的地质条件及应对措施；
- 地下空间资源利用对地质环境的影响分析及相应管控要求；
- 地下空间资源利用的地质适宜建设范围；

- d) 地下空间资源利用的竖向适宜管控深度；
- e) 对地下线性工程及市政、交通设施规划布局的建议。

6 图件

6.1 一般要求

6.1.1 底图宜采用现状地形图，比例尺不宜小于规划精度。

6.1.2 图件宜最大限度、最佳形式反映评估结果。图件色调、线条清晰美观，图例齐全，对于需特殊强调的内容宜采用醒目的颜色或符号夸大表示。图件要求见附录 B。

6.1.3 评估成果宜采用二维 GIS 结合三维地质建模平台反映。

6.2 图件类型

6.2.1 基础图件

基础图件应包括以下内容：

- a) 区域地质图；
- b) 地形地貌图；
- c) 水文地质图；
- d) 第四纪地质图；
- e) 钻孔柱状图；
- f) 岩土体结构横纵剖面图。

6.2.2 综合评估图

综合评估图应包括以下内容：

- a) 基础性地质条件单指标分区图；
- b) 基础性地质条件复杂程度分区图；
- c) 约束性地质条件单指标分区图；
- d) 约束性地质条件影响程度分区图；
- e) 地下空间资源地质适宜性分区图；
- f) 其它需单独列出的评估图件。

7 成果提交与报告编写

7.1 成果提交

7.1.1 成果提交内容应包括评估报告及系列图件。

7.1.2 评估报告应包括：评估区自然地理与地质概况、影响地下空间资源保护利用的地质因素分析、地下空间资源地质评估、对地下空间资源保护利用规划的建议。

7.1.3 系列图件应包括基础图件和综合评估图。具体图件类型见 6.2。

7.2 报告编写提纲

报告编写提纲及内容见附录 C。

附录 A
(资料性)
评估等级及对规划的建议

评估等级及对规划的建议可参照表 A.1。

表 A.1 评估等级及对规划的建议说明表 (第 1 页 / 共 4 页)

适宜性	评估等级	主要内容	规划相关考虑因素
适宜	I 级	基础性地质条件简单。 约束性地质条件影响小。	适宜地下空间资源的规划利用。
较适宜	II -1 级	地形复杂, 地面坡度 $> 3^{\circ}$; 第四纪沉积物厚度小于评估层厚度的 50% ; 岩土种类多, 3 种以上, 存在严重湿陷、膨胀、污染的特殊性岩土, 3 层以上地层结构 ; 工程地质条件复杂 (评估层为人工填土 ; 碎石土重型动力触探锤击数 ≤ 10 ; 砂土标准贯入锤击数 ≤ 15 ; 粉土及粘性土压缩模量 $\leq 4 \text{ MPa}$) ; 地下水埋藏深度较浅 (潜水埋藏深度小于规划深度或承压水顶板埋藏深度小于规划深度) ; 地下水水位年变幅大 (永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $> 15 \text{ m/a}$ 、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $> 24 \text{ m/a}$ 、多层承压水水位变化 $> 12 \text{ m/a}$; 潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $> 30 \text{ m/a}$ 、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $> 33 \text{ m/a}$ 、多层承压水水位变化 $> 36 \text{ m/a}$) ; 渗透系数 $> 20 \text{ m/d}$; 地下水腐蚀性强。 约束性地质条件影响小。	考虑地形地貌及第四纪沉积物厚度对地下空间资源利用总体布局的影响 ; 承压含水层引发突涌, 可能连通多层含水层引起地下水污染 ; 考虑工程地质条件对地下空间建设的影响 ; 尽量规避厚度较大含水层, 规划利用深度不宜超过承压水顶板埋藏深度 ; 考虑地下水水位上升引发的渗漏、抗浮问题 ; 大型线性工程考虑地下水流场, 尽量与地下水流场方向线一致, 避免大范围切割地下水流场 ; 渗透系数大的地层不宜规划污水处理厂、垃圾填埋场等 ; 考虑地下水腐蚀性的影响。
	II -2 级	基础性地质条件简单。 与活动断裂水平距离 $30 \text{ m} \sim 200 \text{ m}$, 活动断裂活动速率为 $0.1 \text{ mm/a} \sim 1 \text{ mm/a}$; 沉降速率 $30 \text{ mm/a} \sim 50 \text{ mm/a}$, 累积沉降量 $500 \text{ mm} \sim 1500 \text{ mm}$, 沉降梯度 $0.001 \sim 0.006$; 隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 $45 \text{ m} \sim 90 \text{ m}$; $6 < \text{砂土液化指数} \leq 18$; 周围存在水源地二级保护区。	规划地下空间尽量远离活动断裂, 考虑地下线性工程布局与活动断裂位置的关系 ; 避免在变形较大的地层内规划利用地下空间 ; 地下空间规划利用考虑尽量远离隐伏岩溶地区 ; 地下空间规划利用尽量选择砂土液化指数较小的地层 ; 考虑尽量远离水源地二级保护区。

表 A.1 评估等级及对规划的建议说明表（第 2 页 / 共 4 页）

适宜性	评估等级	主要内容	规划相关考虑因素
较适宜	Ⅱ -3 级	<p>地形较复杂，地面坡度为 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ ；</p> <p>第四纪沉积物厚度大于等于评估层总厚度 50% ；</p> <p>岩土种类为 2 种 ~ 3 种，存在特殊性岩土，双层地层结构 ；</p> <p>工程地质条件中等（人工填土厚度小于等于评估层厚度的 50% ；$10 < \text{碎石土重型动力触探锤击数} \leq 20$ ；$15 < \text{砂土标准贯入锤击数} \leq 30$ ；$4 \text{ MPa} < \text{粉土及粘性土压缩模量} < 15 \text{ MPa}$）；</p> <p>地下水埋藏深度中等（潜水埋藏深度大于规划利用深度或承压水顶板埋藏深度大于规划利用深度）；</p> <p>地下水水位年变幅中等（永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $5 \text{ m/a} \sim 15 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $16 \text{ m/a} \sim 24 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $8 \text{ m/a} \sim 12 \text{ m/a}$ ；潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $20 \text{ m/a} \sim 30 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $22 \text{ m/a} \sim 33 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $24 \text{ m/a} \sim 36 \text{ m/a}$）；</p> <p>$0.1 \text{ m/d} \leq \text{渗透系数} \leq 20 \text{ m/d}$ ；</p> <p>地下水腐蚀性中。</p> <p>与活动断裂水平距离 $30 \text{ m} \sim 200 \text{ m}$，活动断裂活动速率为 $0.1 \text{ mm/a} \sim 1 \text{ mm/a}$ ；</p> <p>沉降速率 $30 \text{ mm/a} \sim 50 \text{ mm/a}$，累积沉降量 $500 \text{ mm} \sim 1500 \text{ mm}$，沉降梯度 $0.001 \sim 0.006$ ；</p> <p>隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 $45 \text{ m} \sim 90 \text{ m}$ ；</p> <p>$6 < \text{砂土液化指数} \leq 18$ ；</p> <p>周围存在水源地二级保护区。</p>	<p>考虑地形地貌及第四纪沉积物厚度对地下空间资源利用总体布局的影响 ；</p> <p>考虑承压含水层引发突涌，可能连通多层含水层引起地下水污染 ；</p> <p>考虑工程地质条件对地下空间建设的影响 ；</p> <p>尽量规避厚度较大含水层，规划利用深度不宜超过承压水顶板埋藏深度 ；</p> <p>考虑地下水水位上升引发的渗漏、抗浮问题 ；</p> <p>大型线性工程考虑地下水流场，尽量与地下水流场方向线一致，避免大范围切割地下水流场 ；</p> <p>污水处理厂、垃圾填埋场等应尽量选择渗透系数小的地层 ；</p> <p>考虑地下水腐蚀性的影响。</p> <p>尽量远离活动断裂，考虑地下线性工程布局与活动断裂位置的关系 ；</p> <p>避免在变形较大的地层内规划利用地下空间 ；</p> <p>考虑尽量远离隐伏岩溶地区 ；</p> <p>考虑尽量选择砂土液化指数较小的地层 ；</p> <p>考虑尽量远离水源地二级保护区。</p>
较不适宜	Ⅲ -1 级	<p>地形复杂，地面坡度 $> 3^{\circ}$ ；</p> <p>第四纪沉积物厚度小于评估层厚度的 50% ；</p> <p>岩土种类多，3 种以上，存在严重湿陷、膨胀、污染的特殊性岩土，3 层以上地层结构 ；</p> <p>工程地质条件复杂（评估层为人工填土；碎石土重型动力触探锤击数 ≤ 10 ；砂土标准贯入锤击数 ≤ 15 ；粉土及粘性土压缩模量 $\leq 4 \text{ MPa}$）；</p> <p>地下水埋藏深度较浅（潜水埋藏深度小于规划深度或承压水顶板埋藏深度小于规划深度）；</p> <p>地下水水位年变幅大（永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $> 15 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $> 24 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $> 12 \text{ m/a}$ ；潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $> 30 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $> 33 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $> 36 \text{ m/a}$）；</p>	<p>考虑地形地貌及第四纪沉积物厚度对地下空间资源利用总体布局的影响 ；</p> <p>考虑承压含水层引发突涌，可能连通多层含水层引起地下水污染 ；</p> <p>考虑工程地质条件对地下空间建设的影响 ；</p> <p>尽量规避厚度较大含水层，规划利用深度不宜超过承压水顶板埋藏深度 ；</p> <p>考虑地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题 ；</p> <p>大型线性工程考虑地下水流场，尽量与地下水流场方向线一致，避免大范围切割地下水流场 ；</p>

表 A.1 评估等级及对规划的建议说明表（第 3 页 / 共 4 页）

适宜性	评估等级	主要内容	规划相关考虑因素
较 不 适 宜	Ⅲ -1 级	<p>渗透系数 $> 20 \text{ m/d}$;</p> <p>地下水腐蚀性强。</p> <p>与活动断裂水平距离 $30 \text{ m} \sim 200 \text{ m}$, 活动断裂活动速率为 $0.1 \text{ mm/a} \sim 1 \text{ mm/a}$;</p> <p>沉降速率 $30 \text{ mm/a} \sim 50 \text{ mm/a}$, 累积沉降量 $500 \text{ mm} \sim 1500 \text{ mm}$, 沉降梯度 $0.001 \sim 0.006$;</p> <p>隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 $45 \text{ m} \sim 90 \text{ m}$;</p> <p>$6 < \text{砂土液化指数} \leq 18$;</p> <p>周围存在水源地二级保护区。</p>	<p>渗透系数大的地层不宜规划污水处理厂、垃圾填埋场等 ;</p> <p>考虑地下水腐蚀性的影响。</p> <p>规划地下空间尽量远离活动断裂, 考虑地下线性工程布局与活动断裂位置的关系 ;</p> <p>避免在变形较大的地层内规划利用地下空间 ;</p> <p>考虑尽量远离隐伏岩溶地区 ;</p> <p>考虑尽量选择砂土液化指数较小的地层 ;</p> <p>考虑尽量远离水源地二级保护区。</p>
	Ⅲ -2 级	<p>基础性地质条件简单。</p> <p>与活动断裂水平距离 $< 30 \text{ m}$, 活动断裂活动速率 $> 1 \text{ mm/a}$;</p> <p>沉降速率 $> 50 \text{ mm/a}$, 累积沉降量 $> 1500 \text{ mm}$, 沉降梯度 > 0.006 ;</p> <p>隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 $< 45 \text{ m}$;</p> <p>砂土液化指数 > 18 ;</p> <p>位于水源地二级保护区内。</p>	<p>活动断裂两侧 30 m 内为禁建区 ;</p> <p>考虑地下线性工程布局与活动断裂位置及地面沉降梯度大地区的关系 ;</p> <p>避免在变形较大的地层内规划利用地下空间 ;</p> <p>应尽量利用上覆第四纪沉积层厚度大于 45 m 地区 ;</p> <p>考虑尽量选择砂土液化指数较小的地层 ;</p> <p>考虑水源地二级保护区的地下水环境保护。</p>
	Ⅲ -3 级	<p>地形较复杂, 地面坡度为 $1^\circ \sim 3^\circ$;</p> <p>第四纪沉积物厚度大于等于评估层总厚度 50% ;</p> <p>岩土种类为 2 种 ~ 3 种, 存在特殊性岩土, 双层地层结构 ;</p> <p>工程地质条件中等 (人工填土厚度小于等于评估层厚度的 50% ; $10 < \text{碎石土重型动力触探锤击数} \leq 20$; $15 < \text{砂土标准贯入锤击数} \leq 30$; $4 \text{ MPa} < \text{粉土及粘性土压缩模量} < 15 \text{ MPa}$) ;</p> <p>地下水埋藏深度中等 (潜水埋藏深度大于规划利用深度或承压水顶板埋藏深度大于规划利用深度) ;</p> <p>地下水水位年变幅中等 (永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $5 \text{ m/a} \sim 15 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $16 \text{ m/a} \sim 24 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $8 \text{ m/a} \sim 12 \text{ m/a}$; 潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 $20 \text{ m/a} \sim 30 \text{ m/a}$、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 $22 \text{ m/a} \sim 33 \text{ m/a}$、多层承压水水位变化 $24 \text{ m/a} \sim 36 \text{ m/a}$) ;</p> <p>$0.1 \text{ m/d} \leq \text{渗透系数} \leq 20 \text{ m/d}$;</p> <p>地下水腐蚀性中。</p>	<p>考虑地形地貌及第四纪沉积物厚度对地下空间资源利用总体布局的影响 ;</p> <p>考虑承压含水层引发突涌, 可能连通多层含水层引起地下水污染 ;</p> <p>考虑工程地质条件对地下空间建设的影响 ;</p> <p>尽量规避厚度较大含水层, 规划利用深度不宜超过承压水顶板埋藏深度 ;</p> <p>考虑地下水水位上升引发的渗漏、抗浮问题 ;</p> <p>大型线性工程考虑地下水流场, 尽量与地下水流场方向线一致, 避免大范围切割地下水流场 ;</p> <p>污水处理厂、垃圾填埋场等应尽量选择渗透系数小的地层 ;</p> <p>考虑地下水腐蚀性的影响。</p>

表 A.1 评估等级及对规划的建议说明表（第 4 页 / 共 4 页）

适宜性	评估等级	主要内容	规划相关考虑因素
较不适宜	Ⅲ -3 级	与活动断裂水平距离 < 30 m，活动断裂活动速率 > 1mm/a； 沉降速率 > 50 mm/a，累积沉降量 > 1500 mm， 沉降梯度 > 0.006； 隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 < 45 m； 砂土液化指数 > 18； 位于水源地二级保护区内。	活动断裂两侧 30m 内为禁建区； 考虑地下线性工程布局与活动断裂位置及地面沉降梯度大地区的关系； 避免在变形较大的地层内规划利用地下空间； 应尽量利用上覆第四纪沉积层厚度大于 45m 地区； 考虑尽量选择砂土液化指数较小的地层； 考虑水源地二级保护区的地下水环境保护。
	Ⅲ -4 级	地形复杂，地面坡度 > 3°； 第四纪沉积物厚度小于评估层厚度的 50%； 岩土种类多，3 种以上，存在严重湿陷、膨胀、污染的特殊性岩土，3 层以上地层结构； 工程地质条件复杂（评估层为人工填土；碎石土重型动力触探锤击数 ≤ 10；砂土标准贯入锤击数 ≤ 15；粉土及粘性土压缩模量 ≤ 4 MPa）； 地下水埋藏深度较浅（潜水埋藏深度小于规划利用深度或承压水顶板埋藏深度小于规划利用深度）； 地下水水位年变幅大（永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 > 15 m/a、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 > 24 m/a、多层承压水水位变化 > 12 m/a； 潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化 > 30 m/a、2 层 ~ 3 层承压水水位变化 > 33 m/a、多层承压水水位变化 > 36 m/a）； 渗透系数 > 20 m/d； 地下水腐蚀性强。 与活动断裂水平距离 < 30 m，活动断裂活动速率 > 1 mm/a； 沉降速率 > 50 mm/a，累积沉降量 > 1500 mm， 沉降梯度 > 0.006； 隐伏岩溶上覆第四纪沉积层厚度 < 45 m； 砂土液化指数 > 18； 位于水源地二级保护区内。	考虑地形地貌及第四纪沉积物厚度对地下空间资源利用总体布局的影响； 考虑承压含水层引发突涌，可能连通多层含水层引起地下水污染； 考虑工程地质条件对地下空间建设的影响； 尽量规避厚度较大含水层，规划利用深度不宜超过承压水顶板埋藏深度； 考虑地下水水位上升引发的渗漏、抗浮问题； 大型线性工程考虑地下水流场，尽量与地下水流场方向线一致，避免大范围切割地下水流场； 污水处理厂、垃圾填埋场等应尽量选择渗透系数小的地层； 考虑地下水腐蚀性的影响。 活动断裂两侧 30m 内为禁建区； 考虑地下线性工程布局与活动断裂位置及地面沉降梯度大地区的关系； 避免在变形较大的地层内规划利用地下空间； 应尽量利用上覆第四纪沉积层厚度大于 45m 地区； 考虑尽量选择砂土液化指数较小的地层； 考虑水源地二级保护区的地下水环境保护。

附录 B
(规范性)
成果图件要求

评估成果图件花纹、用色应符合表 B.1 要求

表 B.1 城市地下空间资源地质评估成果图件要求表

评级等级	标注	彩色图例
I 级	I	 RGB,R233,G255,B190
II -1 级	II -1	 RGB,R255,G255,B190
II -2 级	II -2	 RGB,R255,G234,B190
II -3 级	II -3	 RGB,R255,G211,B127
III -1 级	III -1	 RGB,R255,G190,B190
III -2 级	III -2	 RGB,R255,G160,B190
III -3 级	III -3	 RGB,R255,G120,B190
III -4 级	III -4	 RGB,R255,G70,B180
禁建区	X	 RGB,R230,G76,B0
评价单元界线		RGB,R204,G204,B204
文字 (中文)		宋体五号
字母 (含数字)		Times New Roman 五号

附录 C
(资料性)
评估报告编写提纲

评估成果报告可参考下列提纲编写

- 1 概述
 - 1.1 项目概况
(本节主要编写项目来源、评估工作范围、评估要求、评估单位等内容)
 - 1.2 地质工作程度评述
(本节主要评述评估所需地质工作完成程度是否符合要求)
 - 1.3 工作及工作量
(本节主要编写评估选用的工作方法以及评估工作量和投入人员安排)
 - 1.4 质量及精度控制
(本节主要编写采用何种方法控制评估结果的质量和精度)
- 2 自然地理与地质概况
 - 2.1 自然地理条件
(本节主要阐述评估区自然地理条件)
 - 2.2 地质概况
(本节主要阐述评估区地质条件)
- 3 影响地下空间资源保护利用地质因素分析
 - 3.1 基础性地质条件
(本节主要编写内容为基础性地质条件所包含的各类地质因素的具体情况以及对地下空间资源保护利用的影响)
 - 3.2 约束性地质条件
(本节主要编写内容为约束性地质条件所包含的各类地质因素的具体情况以及对地下空间资源保护利用的影响)
- 4 地下空间资源地质评估
 - 4.1 基础性地质条件评估
(本节主要编写基础性地质条件评估流程、内容、方法及结果)
 - 4.2 约束性地质条件评估
(本节主要编写约束性地质条件评估流程、内容、方法及结果)
 - 4.3 综合评估结论
(本节主要编写综合评估结论)
- 5 对地下空间资源规划利用的建议
 - 5.1 影响地下空间资源利用的地质条件及应对措施
 - 5.1.1 主要地质问题及其发展预测
(本节主要阐述评估区存在的主要地质问题,并综合长期变化情况对其发展进行预测)
 - 5.1.2 主要地质问题应对措施
(本节主要概述存在的地质问题在地下空间资源利用时应如何应对)
 - 5.1.3 主要地质问题监测建议

(本节主要概述地质问题应如何开展长期监测)

5.2 地下空间资源利用对地质环境影响分析

(本节主要从地下水流场受阻、隔水层破坏、施工引发沉降等方面分析可能产生的影响)

5.3 地下空间资源可利用规模

(本节根据地下空间资源利用适宜性评估结论,按照评估分层统计地下空间资源利用规模)

5.4 地下空间资源利用的地质适宜建设范围

(本节提出地下空间资源利用平面布局建议)

5.5 地下空间资源规划利用深度管控依据

(本节提出地下空间资源利用竖向布局建议)

5.6 对地下线性工程及地下市政、交通设施规划布局的建议

(本节针对地下线性工程及地下市政、交通规划布局提出地下空间资源利用建议)

6 参考文献

参 考 文 献

- [1] GB/T 1.1-2020 标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则
- [2] DBJ 11-501-2009 北京地区建筑地基基础勘察设计规范 土的密实度、土的压缩性
- [3] CJJ 57-2012 城乡规划工程地质勘察规范 工程地质 岩土特征
- [4] GB/T 51358-2019 城市地下空间规划标准 地下空间需求分析
- [5] GB/T 51336-2018 地下结构抗震设计标准 液化指数
- [6] GB 50021-2001 岩土工程勘察规范（2009 年版） 活动速率
- [7] DB11/T 893-2012 地质灾害危险性评估技术规范 沉降速率 累积沉降量