|  |  |
| --- | --- |
| ICS |  |
| CCS |  |

|  |
| --- |
| DB11 |

北京市地方标准

DB11/T XXXX—XXXX

城市地下空间资源地质评估标准

Standard for geological assessment on urban underground space resources

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

北京市市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc72143866)

[引言 III](#_Toc72143867)

[1 范围 1](#_Toc72143868)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc72143869)

[3 术语和定义 1](#_Toc72143870)

[4 基本要求 2](#_Toc72143871)

[5 地下空间资源地质适宜性评估 4](#_Toc72143872)

[6 规划建议编制 9](#_Toc72143873)

[7 图件 10](#_Toc72143874)

[8 成果提交与报告编写 10](#_Toc72143875)

[附录A （规范性） 评估工作技术流程图 12](#_Toc72143876)

[附录B （资料性） 评估指标权重取值参考表 13](#_Toc72143877)

[附录C （资料性） 评估等级与规划建议 15](#_Toc72143878)

[附录D （规范性） 成果图件要求 19](#_Toc72143879)

[附录E （资料性） 评估报告编写提纲 20](#_Toc72143880)

[参考文献 22](#_Toc72143881)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1《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管理委员会提出并归口。

本文件由北京市规划和自然资源管理委员会组织实施

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：

1. 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。

本文件共分为八章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、地下空间资源地质适宜性评估、规划建议编制、图件、成果提交与报告编写。

城市地下空间资源地质评估标准

* 1. 范围

本文件规定了北京平原区地下空间规划及地下交通、市政设施规划前的地质适宜性评估内容、程序、方法和成果形式等。

本文件适合于北京平原区地下空间规划及地下交通、市政设施规划前的地质适宜性评估工作。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 51336-2018 地下结构抗震设计标准

GB 50021-2001（2009年版） 岩土工程勘察规范

DB11/T 893-2012 地质灾害危险性评估技术规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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。

城市地下空间资源 urban underground space resources

现有经济技术条件下，北京市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或空间资源。

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。

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。

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。

地层 geological unit

具有某些共同特征和属性，与相邻岩层存在明显差异、具有一定地质年代的岩层或岩石组合。本文件特指岩土体种类和岩土体结构。

岩土体种类 subsoils

地表以下一定深度范围内的岩土体类型、特殊岩土体厚度及其空间分布。

岩土体结构 stratigraphic structures

岩土体基本组成单元的大小、形状、表面特征、定量比例关系、各结构单元体在空间的排列状况及其结构与孔隙特征等。本文件强调松散层土体的空间结构特征。

工程地质 engineering geology

各类工程建筑场区与施工建设相关的各类地质条件。本文件特指人工填土及天然土体的力学性质。

水文地质 hydrogeology

地下水水质水量的时空分布、物理性质和化学成分、形成地质条件等。本文件主要指潜水或上层滞水埋深、承压水顶板埋深、地下水水位变化、地下水腐蚀性以及渗透系数等。

特定地区specific region

主要包括城市重点功能区、对外交通枢纽地区、轨道站点周边地区、集中建设或更新改造地区等地下空间建设的重点区域。

* 1. 基本要求
     1. 评估要求及工作内容

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。

开展城市地下空间资源地质评估是城市地下空间规划的基本前提，应根据不同规划阶段要求，在规划编制前或规划编制前期阶段组织开展评估工作。

评估前应充分收集地下空间资源调查或区域地质调查、工程地质调查、水文地质调查、环境地质调查、灾害地质调查、工程地质勘察及场地规划条件等资料（表1）；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。

1. 评估所需地质资料

| 主题 | 主要内容 |
| --- | --- |
| 第四纪地质 | 第四纪沉积物类型、沉积形态等 |
| 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、岩体破碎 |
| 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 |
| 水文地质 | 地下水类型、埋深、水位变化、地下水流场、主要含水层系统、地下水腐蚀性、渗透系数等 |
| 工程地质 | 钻探资料、土工试验、物理力学参数等 |
| 活动断裂 | 活动断裂定位、产状、性质、活动特征以及引发的地质灾害等 |
| 地面沉降 | 地面沉降现状与发生发展历史、地面沉降影响因素、差异沉降状况及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 | 易发生砂土液化层位、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 |

在已有地质资料基础上，根据地下空间规划阶段，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保护利用对地质环境影响的定性分析，为地下空间规划提出地质建议。

如有地质监测数据显示评估区地质条件发生重大变化时应对评估结果进行修正。

* + 1. 评估范围

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。

评估深度应大于规划深度。规划无具体要求时，可按浅层（地下0 m～10 m）、次浅层（地下10 m～30 m）、次深层（地下30 m～50 m）以及深层（地下50 m～120 m）进行分层评估；规划有具体要求时，应按照规划要求进行分层评估。

* + 1. 评估精度
       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：地质评估平面精度1∶25000，垂向精度1∶1000。

* + - 1. 地下空间详细规划阶段的地质评估

分区层面：平面精度1∶10000，垂向精度1∶500；特定地区层面：平面精度1∶5000，垂向精度1∶200。

* + - 1. 地下大型线性工程、地下交通及市政设施规划的地质评估

1. 地下市政主干管线、地下轨道交通、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；
2. 地下变电站、供水厂、污水处理厂、密闭式垃圾清洁站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。
   * 1. 评估流程
        1. 评估准备

按照任务书要求，确定评估范围、评估深度以及评估层次，确定评估精度，按本文件表1内容准备资料。如资料无法满足本文件4.3的要求，遵循本文件4.1.3内容补充工作。

* + - 1. 评估分析

1. 按本文件5.3规定提取相应指标，按照规划要求划分评估单元格，形成单因子指标图件；
2. 按照基础性地质条件的复杂程度和约束性地质条件的影响程度，对评估指标进行量化并确定指标的权重；
3. 对综合评估成果进行分析，如不符合实际地质情况，调整评估指标的量化和权重，再次进行综合评估，直至符合地质情况。
   * + 1. 综合评估
4. 对基础性地质条件进行评估，分析复杂程度。
5. 对约束性地质条件进行评估，分析影响程度。
6. 对基础性地质条件复杂程度和约束性地质条件影响程度综合分析，得出适宜性等级。
   * + 1. 评估成果

宜利用文字报告、二维图件、三维地质模型等方式对评价过程以及评价结果进行表述。

* + - 1. 评估流程图

具体评估流程图见附录A。

* 1. 地下空间资源地质适宜性评估
     1. 评估单元

开展评估前应划分评估单元格，评估单元格宜采用正方格。

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1 km，分区层面评估单元格边长为500 m。

地下空间详细规划阶段地质评估，分区层面评估单元格边长200 m，特定地区层面评估单元格边长20 m～50 m。

* + 1. 评估指标体系

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。具体评估指标应包括一级指标层和二级指标层，见表2。

1. 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；砂土的标准贯入击数；粉土及粘性土的压缩模量 |

表2 评估指标体系分级表（续）

| 指标类型 | 一级指标 | 二级指标 |
| --- | --- | --- |
| 基础性地质条件 | 水文地质 | 承压水顶板埋深；潜水或上层滞水埋深；地下水水位变化；土、水腐蚀性；渗透系数 |
| 约束性地质条件 | 活动断裂 | 评估区域与断裂带距离；断裂带活动速率 |
| 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 | 上覆松散层厚度 |
| 限建区 | 水源地保护区 |
| 1. 表中未列入而确需列入的指标，在不影响评估指标系统性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。 | | |

* + 1. 评估指标分级与量化

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；约束性地质条件按照影响程度，划分为影响小、影响一般、影响大三个等级。

1. 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3；
2. 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% |

1. 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4；
2. 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° |

1. 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5；
2. 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 |

1. 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、砂土的标准贯入击数以及粉土及粘性土的压缩模量，见表6；
2. 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N63.5 | N63.5＞20 | 10＜N63.5≤20 | N63.5≤10 |
| 砂土的标准贯入击数N | N＞30 | 15＜N≤30 | N≤15 |
| 粉土及粘性土的压缩模量Es | Es≥15 MPa | 4 MPa＜Es＜15 MPa | Es≤4 MPa |
| 1. 评估方式宜采用竖向加权平均法。 | | | | |

1. 水文地质复杂程度划分依据包括承压水顶板埋深、潜水或上层滞水埋深、地下水水位变化、土水腐蚀性及渗透系数，见表7；
2. 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 | 承压水埋深 | | | 评估层内无承压水 | 评估层内含水层顶板深度大于开挖深度 | 评估层内含水层顶板深度小于开挖深度 |
| 潜水或上层滞水埋深 | | | 评估层内无潜水或上层滞水 | 评估层内潜水或上层滞水埋深大于开挖深度 | 评估层内潜水或上层滞水埋深小于开挖深度 |
| 地下水水位变化 | 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 |
| 土、水腐蚀性 | | | 弱 | 中 | 强 |

1. 活动断裂影响程度划分依据包括距活动断裂带水平距离和活动速率，活动速率按照GB 50021-2001（2009年版）第5.8.3条划分，见表8；
2. 活动断裂影响程度划分表

| 一级指标 | 二级指标 | 影响小 | 影响一般 | 影响大 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 活动断裂 | 距断裂带水平距离 | ＞200 m | 30 m～200 m | ＜30 m |
| 活动速率 | ＜0.1 mm/a | 0.1 mm/a～1 mm/a | ＞1 mm/a |

1. 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，沉降速率和累积沉降量按照DB11/T 893-2012第4.1.4条表4进行划分，见表9；
2. 地面沉降影响程度划分表

| 一级指标 | 二级指标 | 影响小 | 影响一般 | 影响大 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地面沉降 | 沉降速率 | ＜30 mm/a | 30 mm/a～50 mm/a | ＞50 mm/a |
| 累积沉降量 | ＜500 mm | 500 mm～1500 mm | ＞1500 mm |
| 沉降梯度 | ＜0.001 | 0.001-0.006 | ＞0.006 |
| 1. 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。 | | | | |

1. 砂土液化影响程度划分依据为液化指数，按照GB/T 51336-2018第4.2.6条表4.2.6进行划分，见表10；
2. 砂土液化影响程度划分表

| 一级指标 | 二级指标 | 影响小 | 影响一般 | 影响大 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 砂土液化 | 液化指数IIE | 0＜IIE≤6 | 6＜IIE≤18 | IIE＞18 |

1. 隐伏岩溶影响程度划分依据为上覆松散层厚度，见表11；
2. 隐伏岩溶影响程度划分表

| 一级指标 | 二级指标 | 影响小 | 影响一般 | 影响大 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 隐伏岩溶 | 上覆松散层厚度 | ＞90 m | 45 m～90 m | ＜45 m |
| 1. 上覆松散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。 | | | | |

1. 水源地保护区影响程度划分依据为水源地保护区位置，见表12。
2. 水源地保护区影响程度划分表

| 一级指标 | 二级指标 | 影响小 | 影响一般 | 影响大 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 水源地保护区 | 水源地保护区位置 | 无水源地保护区 | 水源地保护区上游 | 水源地保护区 |

评估指标量化得分见表13。

1. 评估指标量化得分表

| 指标类型 | 量化得分 | | |
| --- | --- | --- | --- |
| 基础性地质条件 | 简单：6＜≤10 | 中等：3＜≤6 | 复杂：0＜≤3 |
| 约束性地质条件 | 影响小：5＜≤10 | 影响一般：2＜≤5 | 影响大：0＜得分≤2 |

* + 1. 评估权重的确定

宜在不同规划阶段制定不同评估指标权重，可参考附录B。

如需要调整权重，可依据专家打分法、地区经验或层次分析法综合分析确定。

* + 1. 评估方法

依据地质条件，按本文件5.3指标组成与量化选取评估指标，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5.1评估单元大小一致。

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）。

()

式中：

——计算总分；

——一级指标总数；

——二级指标总数；

——第项一级指标权重；

——第项一级指标的第项二级指标权重；

——第项一级指标的第项二级指标得分。

分区结果判定：按照5.5.2计算方法，基础性地质条件总分≥70分为基础性地质条件总体简单，40≤基础性地质条件总分＜70为基础性地质条件总体中等，基础性地质条件总分＜40为基础性地质条件总体复杂；约束性地质条件总分≥60分为约束性地质条件总体影响小，30≤约束性地质条件总分＜60为约束性地质条件总体影响一般，约束性地质条件总分＜30为约束性地质条件总体影响较大。

* + 1. 综合评估

对5.5.3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，将适宜性划分Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级，Ⅰ级为适宜、Ⅱ级为较适宜、Ⅲ级为较不适宜。根据不同地质条件，Ⅱ级进一步分为Ⅱ-1级、Ⅱ-2和Ⅱ-3级，Ⅲ级进一步分为Ⅲ-1级、Ⅲ-2级、Ⅲ-3级和Ⅲ-4级（表14）。

1. 综合评估等级划分表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 总体影响一般 | Ⅱ-2级 | Ⅱ-3级 | Ⅲ-1级 |
| 总体影响大 | Ⅲ-2级 | Ⅲ-3级 | Ⅲ-4级 |

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

* 1. 规划建议编制
     1. 原则

规划建议内容应包括影响地下空间资源保护利用的地质条件及应对措施、地下空间资源保护利用对地质环境的影响分析及相应管控要求、地下空间资源保护利用规模、地下空间资源保护利用总体布局建议、地下空间资源保护利用深度管控要求、地下线性工程及重要基础设施规划布局建议等。

影响地下空间资源保护利用的地质条件分析应明确地质条件类型及其空间分布特征，并针对每种类型提出相应的风险规避及防范措施。

地下空间资源保护利用对地质环境的影响分析可从地下空间资源保护利用对地下水环境稳定性的影响、对承压水隔水层的破坏、引发地面沉降等方面开展。

地下空间资源可保护利用规模应按评估分层统计。

地下空间资源保护利用总体布局建议应明确地下空间地质适宜性分区及其空间分布，并针对各类地质适宜性分区结合地质条件特征提出地下空间布局建议。

地下空间资源保护利用深度管控宜依据地下水水位及承压水隔水层的埋深情况，明确地下空间的竖向适宜建设区间，结合实际条件划定地下空间竖向管控范围，作为地下空间建设深度管控依据。

地下线性工程及重要基础设施规划布局建议应对地下轨道交通、综合管廊、地下市政主干管线等地下大型线性工程及重要市政、交通场站的规划布局提出引导建议，尽量避免穿越沉降梯度大、活动断裂带等地质灾害风险区域，并提出工程安全保障措施。

* + 1. 规划建议

规划建议编制应结合地质综合评估结论开展，根据各类基础性地质条件及约束性地质条件的具体情况，明确地下空间规划管控要求（可参考附录C），合理引导地下空间资源的保护利用。

地下水源地周边一定范围内、一级水源保护区、主要河湖水系地区原则上禁止地下空间开发活动。

地下潜水水位埋深较浅（小于地下25 m）或地下承压水层顶板埋深较浅（小于地下30 m）的地区应开展地下水防护措施，建议限制地下空间建设深度不宜超过地下潜水水位或地下承压水层顶板埋深，避免地下空间建设穿透地下隔水层导致的含水层涌水、水体污染等问题；大型线性工程选址布局应考虑地下水流场分布情况，避免对地下水流场主要流向的阻隔。

第四系沉积物厚度小于保护利用厚度50%的地区，应考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用。

以单一砂砾石层为主的地区是城市地下水的重要补给区（“海绵体”），该地区应限制地下空间建设强度，地下空间建设范围不宜超过地面建筑投影范围，以保障地下水源的有效补给及地下水质安全；岩土种类为2种及以上或存在特殊性岩土的地区，应结合岩土体的空间分布特征，明确地下空间的适宜建设深度和强度，考虑多层结构带来的施工不确定因素，可能遭遇含水层和隔水层引发突涌，可能联通多层含水层引起地下水污染。

活动断裂两侧30 m范围内的地区原则上禁止地下空间开发活动，活动断裂带两侧30 m～200 m范围内的地区或活动断裂活动速率为0.1 mm/a～1 mm/a的地区应做好针对活动断裂带的勘察和监测工作，并合理控制地下空间的建设规模和强度。

累积沉降量大于1000 mm或沉降速率大于50 mm/a地区应避免大型地下线性工程垂直穿过沉降梯度带，如果必须要穿过，应采取必要的工程防护措施。

存在隐伏岩溶的地区，当隐伏岩溶上覆松散层厚度在90 m范围内时，应合理控制地下空间的保护利用深度，且上覆松散层厚度应大于45 m。

* 1. 图件
     1. 一般要求

宜采用现状地形图为底图，比例尺不宜小于规划精度。

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，图例说明齐全，图件选择的区域范围适中，比例尺选择恰当，对于需特殊强调的内容宜醒目的颜色或符号夸大表示。图件要求见附录D。

宜采用二维GIS图件结合三维地质建模平台反映评估成果，二维GIS图件采用专业GIS平台制作，三维地质数据采用三维空间点坐标表示。

* + 1. 图件类型
       1. 基础图件

1. 区域地质图;
2. 地形地貌图;
3. 水文地质图;
4. 第四纪地质图；
5. 钻孔柱状图；
6. 岩土体结构横纵剖面图。
   * + 1. 综合评估图
7. 基础性地质条件单指标分区图；
8. 基础性地质条件复杂程度分区图;
9. 约束性地质条件单指标分区图；
10. 约束性地质条件影响程度分区图;
11. 地下空间资源地质适宜性分区图；
12. 其它需单独列出的评估图件。
    1. 成果提交与报告编写
       1. 成果提交

成果提交内容应包括评估报告及系列图件。

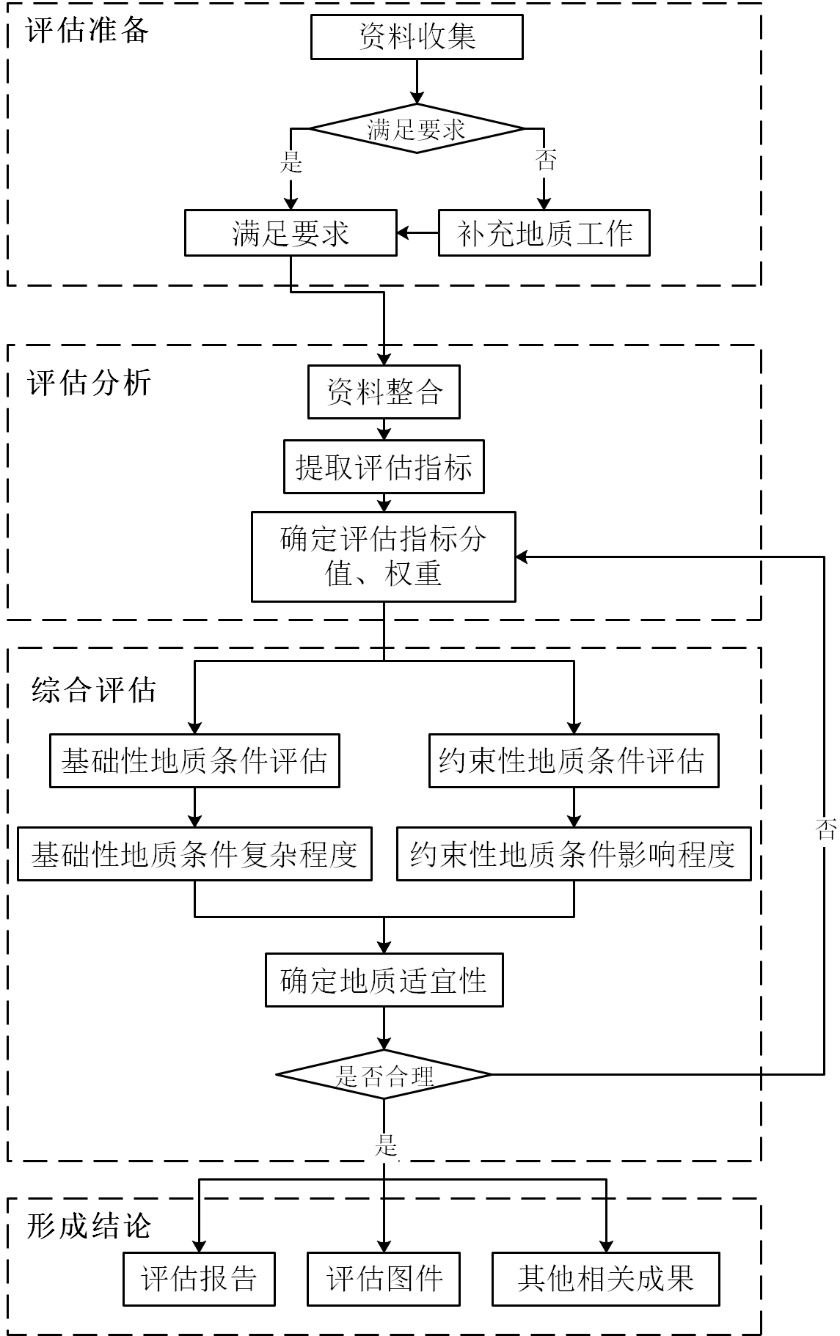
评估报告应至少包括：评估区自然地理与地质概况、影响地下空间资源保护利用的地质因素分析、地下空间资源地质评估、地下空间资源保护利用规划建议。

系列图件应包括基础图件和综合评估图。具体图件类型见7.2。

* + 1. 报告编写提纲

报告编写提纲及内容见附录E。

2. （规范性）  
   评估工作技术流程图
   1. 城市地下空间资源地质评估应按下列流程图开展工作



1. （资料性）  
   评估指标权重取值参考表
   1. 基础性地质条件评估指标权重可参照表B.1进行取值
   2. 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** | | | | **地下交通** | | | |
| **一级指标** | **二级指标** | **全市** | | **分区** | | **分区** | | **特定地区** | | **线性工程** | | **场站** | |
| **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** |
| 第四纪沉积物 | 沉积物 | 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 |
| 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 | 2.5 | 0.15 | 2.5 | 0.15 | 2.5 | 0.2 | 2.5 | 0.1 | 2.5 | 0.3 | 2.5 |
| 碎石土的重型动力触探锤击数 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 砂土的标准贯入击数 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 粉土及粘性土的压缩模量 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 水文地质 | 承压水埋深 | 0.3 | 3 | 0.35 | 3 | 0.4 | 3 | 0.35 | 3 | 0.3 | 2.5 | 0.45 | 2 |
| 潜水或上层滞水埋深 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2.5 | 2 |
| 地下水水位变化 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.5 | 3 |
| 土、水腐蚀性 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 |
| 渗透系数 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 2 | 2 |
| 1. 1、权重可根据实际情况做调整。   2、场站如为地下污水处理厂、密闭式垃圾清洁站，应增加渗透系数权重。 | | | | | | | | | | | | | |

* 1. 约束性地质条件评估指标权重可参照表B.2进行取值
  2. 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** | | | | **地下交通** | | | |
| **一级指标** | **二级指标** | **全市** | | **分区** | | **分区** | | **特定地区** | | **线性工程** | | **场站** | |
| **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** | **D** | **F** |
| 活动断裂 | 与断裂带水平距离 | 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 | 上覆松散层厚度 | 0.2 | 10 | 0.2 | 10 | 0.2 | 10 | 0.3 | 10 | 0.15 | 10 | 0.3 | 10 |
| 水源地保护区 | 水源地保护区位置 | 0.25 | 10 | 0.25 | 10 | 0.25 | 10 | 0.3 | 10 | 0.25 | 10 | 0.3 | 10 |
| 1. 1、权重可根据实际情况做调整。   2、活动断裂两侧30 m内、地下水源地保护区范围内为禁建区，应在评估成果中单独标注。 | | | | | | | | | | | | | |

1. （资料性）  
   评估等级与规划建议
   1. 评估等级与规划建议制定可参照表C.1。
   2. 评估等级说明表（第1页/共4页）

| 适宜性 | 评估等级 | 主要内容 | 规划 |
| --- | --- | --- | --- |
| 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保护利用。 |
| 较适宜 | Ⅱ-1级 | 约束性地质条件影响小。  地形复杂，地面坡度＞3°；  第四系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；  工程地质条件差（评估层为人工填土；碎石土重型动力触探锤击数≤10；砂土标准贯入击数≤15；粉土及粘性土压缩模量≤4 MPa）；  地下水埋深较浅（潜水埋深小于保护利用深度或承压水顶板埋深小于保护利用深度）；  地下水水位年变化量大（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。 | 开展地下水防护措施，考虑规避大厚度含水层涌水问题以及地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题；  为避免地下水破坏，保护利用深度不宜超过承压水顶板埋深；  考虑地形地貌复杂性带来的平面布局分布；  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；  考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用；  考虑复杂地层结构带来的施工不确定因素，可能遭遇含水层和隔水层引发突涌，可能联通多层含水层引起地下水污染。 |
| Ⅱ-2级 | 基础性地质条件简单。  与活动断裂水平距离30 m～200 m，活动断裂活动速率为0.1 mm/a～1 mm/a；  沉降速率30 mm/a～50 mm/a，累积沉降量500 mm～1500 mm，沉降梯度0.001～0.006；  隐伏岩溶上覆松散层厚度45 m～90 m；  6＜砂土液化指数≤18。 | 针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段；  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域；  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑上覆松散层厚度大于45m。 |

表C.1 评估等级说明表（第2页/共4页）

| 适宜性 | 评估等级 | 主要内容 | 规划 |
| --- | --- | --- | --- |
| 较适宜 | Ⅱ-3级 | 地形较复杂，地面坡度为1°～3°；  第四系沉积物厚度大于等于评估层总厚度50%；  岩土种类为2种～3种，存在特殊性岩土，双层地层结构；  工程地质条件一般（人工填土厚度小于等于评估层厚度的50%；10＜碎石土重型动力触探锤击数≤20；15＜砂土标准贯入击数≤30；4＜粉土及粘性土压缩模量＜15）；  地下水埋深埋深中等（潜水埋深大于保护利用深度或承压水顶板埋深大于保护利用深度）；  地下水水位年变化量中等（永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化5 m/a～15 m/a、2层～3层承压水水位变化16 m/a～24 m/a、多层承压水水位变化8 m/a～12 m/a；潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化20 m/a～30 m/a、2层～3层承压水水位变化22 m/a～33 m/a、多层承压水水位变化24 m/a～36 m/a）；  0.1 m/d≤渗透系数≤20 m/d；  地下水腐蚀性中。 | 考虑地形地貌复杂性带来的平面布局分布；  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；  考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用；  为避免地下水破坏，保护利用深度不宜超过承压水顶板埋深；  开展地下水防护措施，考虑规避大厚度含水层涌水问题以及地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题。  针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段；  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域；  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑上覆松散层厚度大于45m。 |
| 较不适宜 | Ⅲ-1级 | 地形复杂，地面坡度＞3°；  第四系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；  工程地质条件差（评估层为人工填土；碎石土重型动力触探锤击数≤10；砂土标准贯入击数≤15；粉土及粘性土压缩模量≤4 MPa）；  地下水埋深较浅（潜水埋深小于保护利用深度或承压水顶板埋深小于保护利用深度）；  地下水水位年变化量大（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～200 m，活动断裂活动速率为0.1 mm/a～1 mm/a；  沉降速率30 mm/a～50 mm/a，累积沉降量500 mm～1500 mm，沉降梯度0.001～0.006；  隐伏岩溶上覆松散层厚度45 m～90 m；  6＜砂土液化指数≤18。 | 开展地下水防护措施，考虑规避大厚度含水层涌水问题以及地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题；  为避免地下水破坏，保护利用深度不宜超过承压水顶板埋深；  考虑地形地貌复杂性带来的平面布局分布；  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；  考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用；  考虑复杂地层结构带来的施工不确定因素，可能遭遇含水层和隔水层引发突涌，可能联通多层含水层引起地下水污染。  针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段；  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域；  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑上覆松散层厚度大于45m。 |

表C.1 评估等级说明表（第3页/共4页）

| 适宜性 | 评估等级 | 主要内容 | 规划 |
| --- | --- | --- | --- |
| 较不适宜 | Ⅲ-2级 | 基础性地质条件简单。  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；  隐伏岩溶上覆松散层厚度＜45 m；  砂土液化指数＞18。 | 针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段；  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域；  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑垂直距离隐伏岩溶大于45m。 |
| 较不适宜 | Ⅲ-3级 | 地形较复杂，地面坡度为1°～3°；  第四系沉积物厚度大于等于评估层总厚度50%；  岩土种类为2种～3种，存在特殊性岩土，双层地层结构；  工程地质条件一般（人工填土厚度小于等于评估层厚度的50%；10＜碎石土重型动力触探锤击数≤20；15＜砂土标准贯入击数≤30；4＜粉土及粘性土压缩模量＜15）；  地下水埋深埋深中等（潜水埋深大于保护利用深度或承压水顶板埋深大于保护利用深度）；  地下水水位年变化量中等（永定河冲积扇潜水及上层滞水水位变化5 m/a～15 m/a、2层～3层承压水水位变化16 m/a～24 m/a、多层承压水水位变化8 m/a～12 m/a；潮白河冲积扇潜水及上层滞水水位变化20 m/a～30 m/a、2层～3层承压水水位变化22 m/a～33 m/a、多层承压水水位变化24 m/a～36 m/a）；  0.1 m/d≤渗透系数≤20 m/d；  地下水腐蚀性中。  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；  隐伏岩溶上覆松散层厚度＜45 m；  砂土液化指数＞18。 | 考虑地形地貌复杂性带来的平面布局分布；  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；  考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用；  为避免地下水破坏，保护利用深度不宜超过承压水顶板埋深；  开展地下水防护措施，考虑规避大厚度含水层涌水问题以及地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题。  针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段；  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域；  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑上覆松散层厚度大于45m。 |

表C.1 评估等级说明表（第4页/共4页）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 适宜性 | 评估等级 | 主要内容 | 规划 |
| 较不适宜 | Ⅲ-4级 | 地形复杂，地面坡度＞3°；  第四系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；  工程地质条件差（评估层为人工填土；碎石土重型动力触探锤击数≤10；砂土标准贯入击数≤15；粉土及粘性土压缩模量≤4 MPa）；  地下水埋深较浅（潜水埋深小于保护利用深度或承压水顶板埋深小于保护利用深度）；  地下水水位年变化量大（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；  隐伏岩溶上覆松散层厚度＜45 m；  砂土液化指数＞18。 | 开展地下水防护措施，考虑规避大厚度含水层涌水问题以及地下水水位上升后的渗漏、抗浮问题；  为避免地下水破坏，保护利用深度不宜超过承压水顶板埋深；  考虑地形地貌复杂性带来的平面布局分布；  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；  考虑第四纪沉积物厚度是否满足保护利用；  考虑复杂地层结构带来的施工不确定因素，可能遭遇含水层和隔水层引发突涌，可能联通多层含水层引起地下水污染。  针对砂土液化易发区，施工时考虑采取特殊的工程手段  需避让活动断裂带，沉降梯度中等以上地区，线性工程避免跨越上述区域  避免在沉降压缩层内保护利用地下空间；  地下空间保护利用考虑上覆松散层厚度大于45m。 |

1. （规范性）  
   成果图件要求
   1. 评估成果图件花纹、用色应符合表D.1要求

表D.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 | C:\Users\moteheart\Desktop\QQ截图20210128160617.jpgRGB,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 | C:\Users\moteheart\Desktop\QQ截图20210224085133.jpgRGB,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 |

1. （资料性）  
   评估报告编写提纲
   1. 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工作方法及工作量

（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 地下空间资源保护利用规划建议

5.1 影响地下空间资源保护利用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保护利用时应如何应对）

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地下空间资源保护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 地下空间资源可保护利用规模

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

5.4地下空间资源保护利用总体空间布局建议

（本节提出地下空间资源保护利用平面布局建议）

5.5 地下空间资源保护利用规划深度管控依据

（本节提出地下空间资源保护利用竖向布局建议）

5.6 地下轨道交通规划布局建议

（本节针对地下轨道交通规划提出地下空间资源保护利用布局建议）

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

