

ICS 93.020

CCS P 10



T

团 体 标 准

T/CSPSTC XXX—2024

城市地下空间地质探测与开发适宜性评 价规范

Specification for geological detection and exploitation suitability
evaluation of urban underground space

2024-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布
中国标准出版社 出版

目 录

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 目的任务 2

 4.2 基本原则 2

 4.3 工作程序 2

5 地下空间规划管控分区 3

6 城市地质类型与地质要素 4

 6.1 城市地质类型划分 4

 6.2 地质要素 4

7 地质探测方法 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 探测方法 5

8 地下空间开发适宜性评价 7

 8.1 评价原则 7

 8.2 评价要素 7

 8.3 评价方法 8

 8.4 评价成果 8

附录 A（资料性）地质探测报告编写提纲 9

附录 B（资料性）地下空间开发适宜性评价报告编写提纲 10

附录 C（资料性）城市规划阶段、地质探测要素与探测方法总表 11

参考文献 12

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国冶金地质总局矿产资源研究院提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：中国冶金地质总局矿产资源研究院

本文件主要起草人：XXX。

引 言

城市地下空间的开发利用有助于缓解城市土地资源紧张、交通拥堵等“大城市病”；有助于节能减排、改善城市环境，增强城市韧性和防灾减灾能力；有助于促进城市立体发展、推动产业转型升级，为城市 GDP 带来新的增长点。开展城市地下空间地质探测与开发适宜性评价工作，可以从源头上解决城市地下空间资源家底不清、地下空间利用情况不明、缺乏统筹规划等问题，减少开发所诱发的生态环境问题以及由施工引起的地面沉降、道路塌陷、建筑物坍塌等灾害事故，为地下空间统筹规划、有序开发、安全运营提供基础支撑。

关于城市地下空间开发利用，本文件倡导“总体规划引领，地质调查先行”的开发理念，规范和指导相关人员开展不同规划阶段的探测及评价工作。同时还可以为城市决策者和管理者加强地质调查支撑地下空间总体规划科学化系统化的认识，提升我国城市地下空间利用水平，推动城市高质量发展，构筑新时代宜业宜居的未来之城。

城市地下空间地质探测与开发适宜性评价规范

1 范围

本文件规定了城市地下空间规划涉及的地质探测内容，对应城市地下空间规划的不同阶段以及城市不同地质类型，分阶段分类型提出需要探测的地质要素与探测技术。

本文件适用于城市地下空间地质探测及适宜性评价的设计、施工与报告编制工作，成果为编制城市地下空间总体规划和详细规划提供基础地质资料，为建设、运营、管理、装备等地下空间相关产业提供参考。

2 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 50021 岩土工程勘察规范
- GB/T 51358-2019 城市地下空间规划标准
- CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准
- CJJ/T 151 城市遥感信息应用技术标准
- DZ/T 0017 工程地质钻探规程
- T/CSPSTC 102-2022 城市地下空间全要素信息平台建设指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市地下空间 urban underground space

城市行政区范围内地表以下，自然形成或者人工开发的空间，既包括岩、土、水、气等介质组成的密实地质体、天然形成的洞穴，也包括人工开发形成的采空区、人防、地下室、地铁、各类管线管廊等已有地下空间设施。

3.2

地质探测 geological detection

通过地表地质调查、钻探、物探、遥感、测试分析等技术手段，对地下一定深度范围内以岩、土、水、气为介质的地质要素进行探测，其成果可为城市地下空间规划、设计提供地质依据。

3.3

地下空间总体规划 underground space master plan

对一定时期内规划区内城市地下空间资源利用的基本原则、目标、策略、范围、总体规模、结构特征、功能布局、地下设施布局等的综合安排和总体部署。

[来源：GB/T 51358-2019, 2.0.5]

3.4

地下空间详细规划 underground space detailed plan

对城市地下空间利用重点片区或节点内地下空间开发利用的范围、规模、空间结构、开发利用层数、公共空间布局、各类设施布局、各类设施分项开发规模、交通廊道及交通流线组织等提出的规划控制和

引导要求。

[来源：GB/T 51358-2019, 2.0.6]

3.5

地下空间开发适宜性评价 *evaluation of underground space exploitation suitability*

在地下空间一定深度范围内，由地质要素组成的评价指标，根据指标对工程建设影响重要性赋予相应权重，从地质角度评价地下空间开发利用适宜程度。

3.6

地质要素 *geologic feature*

用于描述城市地下空间与开发利用有关的地质特征，主要包括岩土体特征要素，对开发利用有一定影响的地下水、浅层气、活动断裂、岩溶塌陷等不良地质作用要素，以及水源地、自然保护区、历史遗迹等不应建设开发的生态、人文环境要素。

4 总则

4.1 目的任务

本文件旨在规范和指导城市开展地下空间地质探测与开发利用适宜性评价工作，探测与评价成果为城市地下空间规划与利用提供基础地质信息。

4.2 基本原则

a) 以地下空间规划需求为导向

地质探测与适宜性评价工作应围绕城市地下空间规划各阶段对地质信息需求，确定探测地质要素与探测精度。

b) 地质要素为基础

应针对城市不同地质结构，确定需要探测的地质要素、工作方法，重点围绕与城市地下空间开发建设有关的基础地质、水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质等方面的地质要素开展工作。

c) 充分利用已有地质资料成果

应全面收集、利用和集成工作区已有的基础地质、水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质与地球物理、地球化学以及钻探等各类调查、勘查和研究的原始资料和成果资料，在综合分析基础上合理部署探测工作。

4.3 工作程序

城市地下空间探测与适宜性评价工作应根据地下空间规划的不同阶段要求，在规划编制前组织开展。工作程序宜按照资料收集分析、设计编审、探测施工、适宜性评价、成果编制等程序开展，各阶段工作符合以下规定。

a) 资料收集

1) 地形地貌

收集遥感图、地形地貌图件，了解规划区地貌类型、地貌特征、水系分布、地表建筑分布、绿地、自然保护区、永久基本农田、城镇开发边界等自然地理要素的分布情况。图件比例尺不宜小于 1:50000。

2) 以往地质调查成果

——总体规划阶段：应以收集区域地质调查研究成果为主，包括地质图、地质构造图、综合地层柱状图、区域水文地质图、地下水资源图、控制性钻孔柱状图、剖面图以及地面沉降、地面塌陷等地质灾害长期监测资料与数据，了解规划区地层、地质构造、水文工程地质等地质环境条件及影响地下空间开发利用的不良地质作用的分布及影响范围。各类图件比例尺不宜小于 1:50000。

——控制性详细规划阶段：在总体规划阶段收集资料的基础上，应加以收集规划区工程地质区划

图及典型工程地质剖面、水文地质钻孔及对应测试监测资料；不同时期的航片、卫片等遥感解译成果；电法、磁法、重力、地震、放射性、地温等物探方法所获得的地区地球物理参数及其解释成果资料。比例尺不宜小于 1:25000。

——修建性详细规划阶段：在总体规划、控制性详细规划阶段收集资料基础上，应重点加以收集规划区附近重要建筑、基础设施岩土工程勘察成果，包括工程地质钻孔、原位测试、土工试验数据，地下管线、人防、地下交通等地下建（构）筑物信息。比例尺不宜小于 1:10000。

b) 设计编审

项目设计书编制应针对城市地下空间开发规划阶段目的任务，在综合研究分析各类资料基础上，结合工作区地质特征，确定探测地质要素、精度、工作方法（参照附录 C）。在编写设计前应开展实地核查工作，为设计书编制提供充分依据。

c) 探测施工

主要包括遥感、测绘、物探、钻探、测试分析等探测方法，按规范控制施工质量，保存原始实物与档案资料。

d) 适宜性评价

根据设计书要求，选取地质要素建立评价体系，评价结果为适宜、较适宜、不适宜三类。

e) 成果编制

包括整理数据，综合研究，报告编制及相关图件绘制，报告编写提纲参考附录 A、附录 B。

5 地下空间规划管控分区

城市地下空间按照管控要求，宜划分为三类：

a) **重点建设区**：已被政府或规划部门划分为城市建设发展用地的地下空间范围，宜根据重点功能区、轨道站点、用地功能、用地实施情况等划定。

- 1) 空间区域以重点功能区、交通枢纽周边 1000 m 左右为主；
- 2) 用地功能以产业类用地（商业、商务、混合等）、公共管理与公共服务类用地（文化、体育、社区服务等）、绿地广场用地为主；
- 3) 位于一般轨道站点周边 300 m、换乘轨道站点周边 500 m 范围内的用地；
- 4) 以规划未实施用地为主，包括新建用地和更新改造用地。

综合考虑以上四项因素，依据用地边界划定连续空间范围、且不宜小于 10 公顷，作为地下空间的**重点建设区**范围。

b) **限制建设区**：一般条件下不应开发、仅在满足特定条件后可进行开发的城市地下空间区域。

- 1) 历史保护类，历史文化街区、特色地区等历史保护地块；
- 2) 生态敏感类，城市公共绿地、地下水敏感地区、地质灾害影响地区等生态环境较为敏感的地区。

c) **禁止建设区**：对生态、安全、环境、城市功能等有重大影响的地区，原则上不应开发建设利用。

- 1) 不可移动文物保护范围及一类建设控制地带；
- 2) 地震活动断裂带及周边 30 m 范围内、地面沉降严重地区、隐伏岩溶塌陷埋深小于 50 m 地区等地质灾害风险区；
- 3) 现状大型城市公园绿地、河湖水系、地下水源一级保护区等具有重要生态价值的区域；
- 4) 大型垃圾填埋场。

6 城市地质类型与地质要素

6.1 城市地质类型划分

6.1.1 城市地下空间地质探测，宜根据城市地质类型分类开展。

6.1.2 根据城市区域浅表覆盖层及基岩出露程度将城市划分三类，即：松散沉积型、基岩裸露型、混合型。

- a) 松散沉积型：松散沉积物覆盖厚度大于 200 m，地层由新生代古近纪、新近纪、第四纪陆相、海相、海陆过渡相的泥、粉砂、砂、砾等松散沉积物组成。
- b) 基岩裸露型：松散沉积物极少，大部分为基岩裸露的城市，地层主要由基岩构成，岩性是岩浆岩、沉积岩、变质岩或其任意组合。
- c) 混合型：松散沉积物与基岩均有一定规模出露的城市。

6.2 地质要素

根据城市地质类型与地下空间规划阶段，需要查明的主要地质要素详见附录 C。

a) 松散沉积型城市，重点探测下列地质要素：

- 1) 在城市地下空间总体规划阶段前，重点查明主要地质要素是沉积层（类型）、地下水（类型、分布）、活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）、地形（类型、特征）等；
- 2) 在控制性详细规划阶段前，除总体规划阶段查明的地质要素外，还需要查明的地质要素是沉积层（构造、结构、成分）、地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）、活动断裂（精确空间位置）；
- 3) 在修建性详细规划阶段前，除总体规划阶段、控制性详细规划阶段查明的地质要素外，还需要查明的地质要素是地下水物理化学性质、渗透系数、活动断裂（精确空间位置）、地面沉降、地裂缝、孤石、湿陷变形系数、砂土液化、膨胀变形系数、地下放射场（氡气）、土体物理力学指标（含水率、孔隙比、弹性模量、剪切模量、泊松比等）。

b) 基岩裸露型城市，重点探测下列地质要素：

- 1) 在城市地下空间总体规划阶段前，重点查明主要地质要素是基岩性质（岩性、结构、构造）、地下水（类型、分布）、活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）、地形（类型、特征）；
- 2) 在控制性详细规划阶段前，除总体规划阶段查明的地质要素外，还需要查明的地质要素是基岩（岩性组成、结构、构造、破碎特征）、风化层（厚度、范围、发育程度）、岩溶（分布、空间位置、规模）、地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）、活动断裂（精确空间位置）、可溶性岩石空间分布（碳酸盐类、硫酸盐类、卤盐类岩石）；
- 3) 在修建性详细规划阶段前，除总体规划阶段、控制性详细规划阶段查明的地质要素外，还需要查明的地质要素是硬质岩与软质岩（分布范围、厚度、埋深及结构构造）、岩石裂隙发育程度、地下水物理化学性质、岩石弹性模量、抗压强度、抗剪强度等。

c) 混合区型城市，重点探测下列地质要素：

- 1) 在城市地下空间总体规划阶段前，重点查明主要地质要素是岩土分界面（空间特征）、沉积层（类型）、地下水（类型、分布）、活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）、地形（类型、特征）、基岩性质（岩性、结构、构造）；
- 2) 在控制性详细规划阶段前，除总体规划阶段查明的地质要素外，还需要查明的地质要素是岩土分界面（空间特征）、沉积层（构造、结构、成分）、地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）、活动断裂（精确空间位置）、基岩（岩性组成、结构、构造、破碎特征）、风化层（厚度、范围、发育程度）、岩溶（分布、空间位置、规模）、可溶性岩石空间分布（碳酸盐类、硫酸盐类、卤盐类岩石）；
- 3) 在修建性详细规划阶段前，除总体规划阶段、控制性详细规划阶段查明的地质要素外，还需

要查明的地质要素是岩土分界面（精确空间特征）、地下水物理化学性质、渗透系数、活动断裂（精确空间位置）、地面沉降、地裂缝、孤石、湿陷变形系数、砂土液化、膨胀变形系数、地下放射场（氡气）、土体物理力学指标（含水率、孔隙比、弹性模量、剪切模量、泊松比等）、硬质岩与软质岩（分布范围、厚度、埋深及结构构造）、岩石裂隙发育程度、岩石弹性模量、抗压强度、抗剪强度等。

7 地质探测方法

7.1 一般规定

7.1.1 探测深度

城市地下空间开发利用深度一般不宜超过 100 m，地质探测深度一般是开发利用深度的 1.5 倍～2 倍。

一般性钻孔深度与开发利用深度相同，控制性钻孔深度宜为开发利用深度的 1.2 倍～1.5 倍，地球物理探测深度宜为开发深度的 2 倍，特殊地质要素地球物理探测深度可依探测目标确定。

7.1.2 地下空间开发深度分层与探测精度，见表 1。

表 1 地下空间分层及精度要求

分层名称	浅层	次浅层	次深层	深层
深度范围	-15 m~0 m	-30 m~-15 m	-50 m~-30 m	-50 m 以下
平面精度	总体规划：1:5 万，每 100 km ² 不少于 10 个控制性钻孔； 控制性详细规划：1:2.5 万，每 100 km ² 不少于 120 个钻孔； 修建性详细规划：1:1 万，每 1 km ² 不少于 10 个钻孔。			
收集到的资料齐全的真实钻孔数据可作为控制孔				

7.1.3 时空基准

7.1.3.1 数据平面坐标系统、高程基准应与所在城市基础测绘的平面坐标系统、高程基准一致。

7.1.3.2 数据的日期应采用公元纪年，时间采用北京时间。

7.2 探测方法

探测方法应根据探测目标体的不同而选择不同的技术方法或方法组合，详见附录 C。

a) 钻探

- 1) 钻孔深度一般应揭穿目标岩（土）层，且不小于地质探测深度。控制性钻孔深度要到达基岩层，地质条件复杂区域（如岩溶区）要穿过岩溶发育区。
- 2) 岩心采取率，黏性土层、完整和较完整基岩不应低于 85%，砂层不小于 70%，较破碎、破碎基岩不低于 65%，卵（砾）石层不低于 40%。
- 3) 钻探施工技术规范请参考 DZ/T 0017。
- 4) 钻探方法根据岩土类别和探测要求选择（如表 2）。

表 2 钻探方法的适用范围

钻探方法		地层					探测要求	
		粘性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别，采取无扰动试样	直观鉴别，采取扰动试样
回转	螺旋钻探	●	○	○	-	-	-	●
	无岩芯钻探	●	●	●	○	●	-	-
	岩芯钻探	●	●	●	○	●	●	●
冲击	冲击钻探	-	○	●	●	-	-	-
	锤击钻探	●	●	●	○	-	●	●

注：●：适用；○：部分适用；-：不适用。

b) 物探

由于城市地下空间探测受到覆盖物、路面硬化、地球物理场受人为干扰严重等影响，宜采用三维地质雷达探测浅部（3 m 以内）、被动源面波技术探测深部（200 m 以内）的主要技术组合，根据现场施工条件，可以适当选择高密度电法、浅层地震、微动、可控源音频大地电磁测深等地球物理方法。具体探测技术方法可参考 CJJ/T 7。常用探测方法适用性见表 3。

表 3 常用探测方法适用性

探测方法			适用范围							
			沉积层、基岩物质成分及空间分布特征	软弱地层、冻土层	断裂、破碎带及裂隙密集带	地 下 洞穴、岩溶	地下水、地热及场地热源体	孤石	地应力	放射性
重力			○	—	○	●	—	○	—	—
磁法			—	—	○	—	—	—	—	—
电 法	自然场源	自然电场法	—	—	—	○	●	—	○	—
		电磁法	○	○	●	●	○	●	—	—
	人工场源	高密度电阻率法	●	—	●	●	●	●	—	—
		激发极化法	○	●	○	○	●	○	—	—
		电磁测深法	○	○	●	—	○	●	—	—
		充电法	—	—	○	○	●	—	—	—
		电测深法	○	○	●	○	●	●	—	—
		瞬变电磁法	○	○	●	●	—	○	—	—
		探地雷达法	●	●	●	●	—	—	○	—
地震	反射波法		●	●	●	●	—	○	—	—
	折射波法		●	○	○	○	○	—	—	—
	透射波法		●	—	○	○	○	—	—	—
	主动源面波法		●	○	●	○	—	○	—	—
	被动源面波法		●	●	●	●	—	●	—	—
放射性		放射性测量		—	—	○	—	—	—	●
温度		地温测量		—	—	—	—	●	—	—

表 3 常用探测方法适用性（续）

探测方法		适用范围							
		沉积层、基岩物质成分及空间分布特征	软弱地层、冻土层	断裂、破碎带及裂隙密集带	地下洞穴、岩溶	地下水、地热及场地热源体	孤石	地应力	放射性
井中探测	电测井	○	○	●	○	○	●	-	-
	弹性波测井	○	○	○	○	-	○	-	-
	电磁波测井	○	○	○	○	○	○	-	-
	放射性测井	-	-	○	-	-	-	-	●
	钻孔全景光学成像	●	-	○	○	-	●	-	-
	超声成像测井	○	○	○	-	○	○	●	-
注：●：适用；○：部分适用；-：不适用。									

c) 遥感

在城市地下空间总体规划阶段，利用遥感开展地形地貌类别与活动断裂等地质要素识别。具体技术规程可参考 CJJ/T 151。

d) 测试分析

- 1) 应开展室内试验和原位测试获取岩、土、水、气的成分组成、物理化学、力学、水文等有关参数。
- 2) 室内试验可以用于确定岩土的物理化学、工程力学、水质等地质参数。
- 3) 原位测试技术可直接或间接在现场原位对岩土的物理、力学参数指标进行测试。具体技术要求执行 GB/T 50021 的有关规定。

e) 信息技术

在地质探测资料基础上，构建地质信息数据库与三维可视化地质信息管理平台。具体建设要求可参考 T/CSPSTC 102-2022。

8 地下空间开发适宜性评价

8.1 评价原则

地下空间开发适宜性评价遵循以下原则：

- a) 生态优先，安全韧性；
应坚持以生态优先、绿色发展、以人为本、安全韧性为基本准则。
- b) 需求导向，实用易行。

应以国土空间规划及城市地下空间开发利用规划需求为导向，地质探测评价结果为城市地下空间规划提供地质方面的依据。

8.2 评价要素

8.2.1 评价要素参考附录 C 中的地质要素，主要包括以下五类：

- a) 岩土体性质，包括岩土界面、沉积层类型、结构、构造、成分，基岩类型、结构等；
- b) 水文地质条件，包括地下水类型、分布、埋藏条件、水质特征等；
- c) 工程地质条件，包括岩土体抗压强度、抗剪强度、膨胀变形系数、弹性模量、压缩模量、剪切模量等；

- d) 特殊地质要素，包括活动断裂特征、地面沉降、地裂缝、砂土液化、岩溶发育、孤石、地应力、放射性等；
- e) 地形地貌特征，包括地形类型、特征、地貌类型等。

8.2.2 当评价区内存在地质灾害高风险区、水源地、自然保护区、垃圾填埋区、历史文物古迹、农业红线、矿产开发区等时，相应区域划定为地下空间开发不适宜区。

8.3 评价方法

8.3.1 开发适宜性定量评价应在定性评价基础上进行，定量评价宜采用多目标线性加权函数评价法，按本文件规定进行。当采用定性和定量评价方法确定的适宜性级别不一致时，应分析原因后综合评价。

8.3.2 计算评价因子权重

可采用层次分析法根据各城市地质结构特点确定因子权重。

8.3.3 开发适宜性分数计算

采用多目标线性加权的方法计算适宜性评价指标，具体公式见公式(1)。

$$I = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} w_{ij} s_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
I——开发适宜性分数；
n——评价要素总数；
m_i——第 i 项评价要素中子要素的数量；
w_{ij}——第 i 项评价要素中第 j 项子要素的权重；
s_{ij}——第 i 项评价要素中第 j 项子要素的评分。

8.4 评价成果

- 8.4.1 根据评价分数与城市地质特点，因地制宜，划分地下空间地质适宜性等级为适宜、较适宜、不适宜，并形成适宜性分区图。
- 8.4.2 根据适宜性评价结果，从地质角度对城市地下空间开发的适宜程度提出地学建议。
- 8.4.3 成果图件应包含两类：基础图件与综合评价图。基础图件主要包括地貌图、地质图、第四纪地质图、水文地质图、工程地质图、基岩地质图、地质探测成果和不良地质现象分布图等各类专业图件；综合评价图包括地下空间地质适宜性分区图以及其它需单独列出的评价图件。
- 8.4.4 活动断裂两侧 30 m 内、水源地一级保护区范围、政策性保护地（国土规划要求、战略性矿产资源）及其它限制因素为禁建区，应在评估成果中单独标注。

附录 A
(资料性)
地质探测报告编写提纲

第一章 前言

第一节 项目概况

包括项目名称、地点、规模及工作起始时间，详细说明项目的主要内容和目标，明确项目的具体任务和预期成果。

第二节 工作区概况

工作区的地理位置、坐标范围、社会经济概况。

第三节 经费情况

内容包括项目经费执行情况。

第二章 城市地质类型与地质要素

第一节 城市地质类型

根据城市具体地质条件进行分类，并详细描述每种地质类型的特征和分布情况。

第二节 地质要素

内容包括需要查明的主要地质要素，详述各要素在不同地质类型城市中的表现及其对地下空间开发利用的影响。

第三节 以往工作程度

内容包括对以往区域地质、水文地质、工程地质、钻探和地球物理工作情况的综述，涵盖与本次探测有关的其他成果、前人成果的可利用程度分析及存在的问题。

第三章 地质探测

第一节 工作方法与技术要求

内容包括地质探测所采用的工作方法和技术要求。

第二节 工作部署

内容包括探测选用的工作方法、工作量、工作计划、设备和投入人员安排。

第三节 实物工作量

包括地质探测工作的实际工作量，详细记录各项工作的完成情况。

第四节 数据处理与分析

对选用数据采集、数据处理与解译进行评述。

第四章 成果应用性评价

对所选探测方法质量检查结果、探测结果验证、成果应用评价进行简述。

第五章 结论与建议

总结探测方法在本次工作中取得的主要成果，提出本次工作中存在的问题与不足，以及对下步工作的建议。

附件与附图

附录 B
(资料性)

地下空间开发适宜性评价报告编写提纲

第一章 前言

第一节 项目概况

包括项目名称、地点、规模及工作起始时间，详细说明项目的主要内容和目标，明确项目的具体任务和预期成果。

第二节 工作区概况

工作区的地理位置、坐标范围、社会经济概况。

第三节 经费情况

内容包括项目经费执行情况。

第二章 城市地质类型与地质要素

第一节 城市地质类型

根据城市具体地质条件进行分类，并详细描述每种地质类型的特征和分布情况。

第二节 地质要素

内容包括需要查明的主要地质要素，详述各要素在不同地质类型城市中的表现及其对地下空间开发利用的影响。

第三节 资料收集与分析

包括本项目开展的地质探测成果资料和搜集到的前人地质调查成果资料等，对区域地质、水文地质、工程地质、钻探和地球物理工作情况进行综述。

第三章 地下空间开发地质适宜性评价

第一节 评价要素

根据城市地质类型确定评价要素，划定地下空间开发不适宜区。

第二节 评价因子权重

根据层次分析法确定各要素权重。

第三节 开发适宜性分数计算

利用多目标线性加权函数法计算开发适宜性分数。

第四节 适宜性定量评价

根据开发适宜性分数，判定地下空间开发地质环境适宜性等级，宜分为适宜、较适宜、不适宜。

第四章 城市地下空间开发利用建议

结合评价城市国民经济与社会发展规划、地下空间规划分析提出地下空间开发的地质建议。

第五章 结论及建议

总结评价区地质条件和适宜性评价结果，提出各适宜性分区内开发利用地下空间时应着重关注的地质条件，并指出本次评价工作存在的问题和不足，为将来的评价工作能够更加深入研究提供方向。

附件与附图

附 录 C

(资料性)

城市规划阶段、地质探测要素与探测方法总表

城市规划阶段、地质探测要素与探测方法见表 C.1。

表 C.1 城市规划阶段、地质探测要素与探测方法

城市地质类型	规划阶段	探测精度	探测要素	探测方法
松散沉积型	总体规划	1:5万	沉积层（类型）	收集资料、钻探
			地下水（类型、分布）	收集资料、物探、钻探
			活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）	收集资料、遥感、物探、钻探
			地形（类型、特征）	收集资料、遥感
	控制性详细规划	1:2.5万	沉积层（构造、结构、成分）	钻探、物探
			地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）	收集资料、钻探、物探
			活动断裂（空间位置）	物探、钻探
	修建性详细规划	1:1万	地下水物理化学性质	钻探、测试分析
			渗透系数	测试分析
			活动断裂（精确空间位置）	物探、钻探
			地面沉降、地裂缝	收集历史资料
			孤石	物探、钻探
			湿陷变形系数	测试分析
			砂土液化	测试分析
			膨胀变形系数	测试分析
			地下放射场（氡气）	物探
			土体物理力学指标（含水率、孔隙比、弹性模量、剪切模量、泊松比等）	测试分析
基岩裸露型	总体规划	1:5万	基岩性质（岩性、结构、构造）	收集资料、钻探
			地下水（类型、分布）	收集资料、物探
			活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）	收集资料、遥感、物探
			地形（类型、特征）	收集资料、遥感
	控制性详细规划	1:2.5万	基岩（岩性组成、结构、构造、破碎特征）	钻探、物探
			风化层（厚度、范围、发育程度）	钻探、物探
			岩溶（分布、空间位置、规模）	物探、钻探
			地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）	物探、钻探
			活动断裂（精确空间位置）	物探
			可溶性岩石空间分布（碳酸盐类、硫酸盐类、卤盐类岩石）	收集资料、钻探、物探
	修建性详细规划	1:1万	硬质岩与软质岩（分布范围、厚度、埋深及结构构造）	物探、钻探、测试分析
			岩石裂隙发育程度	物探、钻探
			地下水物理化学性质	钻探、测试分析
			岩石弹性模量、抗压强度、抗剪强度等	测试分析
混合型	总体规划	1:5万	岩土分界面（空间特征）	收集资料、钻探、物探
			沉积层（类型）	收集资料、钻探
			地下水（类型、分布）	收集资料、物探、钻探
			活动断裂（空间位置、活动年代、宽度）	收集资料、遥感、物探、钻探
			基岩性质（岩性、结构、构造）	收集资料、钻探
			地形（类型、特征）	收集资料、遥感
			岩土分界面（空间特征）	收集资料、钻探、物探
	控制性详细规划	1:2.5万	沉积层（构造、结构、成分）	钻探、物探
			地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）	收集资料、钻探、物探
			活动断裂（空间位置）	物探、钻探
			基岩（岩性组成、结构、构造、破碎特征）	钻探、物探
			风化层（厚度、范围、发育程度）	钻探、物探
			岩溶（分布、空间位置、规模）	物探、钻探
			地下水埋藏条件（补给、径流、排泄条件）	物探、钻探
			可溶性岩石空间分布（碳酸盐类、硫酸盐类、卤盐类岩石）	收集资料、钻探、物探
	修建性详细规划	1:1万	岩土分界面（精确空间特征）	收集资料、钻探、物探
			地下水物理化学性质	钻探、测试分析
			渗透系数	测试分析
			活动断裂（精确空间位置）	物探、钻探
			地面沉降、地裂缝	收集历史资料
			孤石	物探、钻探
			湿陷变形系数	测试分析
			砂土液化	测试分析
			膨胀变形系数	测试分析
			地下放射场（氡气）	物探
			土体物理力学指标（含水率、孔隙比、弹性模量、剪切模量、泊松比等）	测试分析
			硬质岩与软质岩（分布范围、厚度、埋深及结构构造）	物探、钻探、测试分析
			岩石裂隙发育程度	物探、钻探
			岩石弹性模量、抗压强度、抗剪强度等	测试分析

参 考 文 献

- [1] DB 11/T 1895-2021 城市地下空间资源地质评估标准
- [2] DB 41/T 2120-2021 城市地下空间开发地质环境适宜性评价技术规范
- [3] DB 50/T 1263-2022 地下空间综合信息系统技术规范
- [4] DD 2019-06 工程地质调查技术要求(1:50000)
- [5] DZ/T 0306-2017 城市地质调查规范
- [6] T/CMEA 2-2019 城镇地下空间探测与检测应用技术标准
- [7] 童林旭, 祝文君. 城市地下空间资源评估与开发利用规划[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [8] 程光华, 翟刚毅, 庄育勋. 中国城市地质调查工作指南[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [9] 武汉市测绘研究院. 武汉市多要素城市地质调查工作技术指南[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2020.
- [10] 程光华, 赵牧华, 王睿, 杨洋, 邢怀学. 城市地下空间探测评价与安全利用[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2022.