

# 城市环境地质问题调查评价规范

Code for Survey of Urban Environmental Geologic Problems

(征求意见稿)

中国地质调查局

二 四年八月

# 城市环境地质问题调查评价规范

Code for Survey of Urban Environmental Geologic Problems

(征求意见稿)

中国地质调查局

二 四年八月

## 前 言

为规范城市环境地质调查评价工作，有效指导国土资源地质大调查项目——城市环境地质问题调查评价工作的开展，制定本规范。

50 多年来，我国先后在城市地区有计划的开展了水文地质、工程地质、环境地质勘查、监测和评价工作，基本上满足了各个时期城市规划、建设和管理工作的需要。随着我国城市化进程的加快，许多环境地质问题，如地下水资源衰竭、水土污染、崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害日趋严重，严重危害城市安全和可持续发展。为有力支撑新时期城镇化发展和城市的规划、建设和管理工作，合理利用地质资源，减少地质灾害损失，中国地质调查局水文地质环境地质部在总结 50 年来城市水文地质勘查成果，尤其是在总结首都地区、环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区环境地质调查评价等地质大调查项目成果与经验的基础上，组织南京地质矿产研究所、成都地质矿产研究所、中国地质环境监测院、河北地质环境监测站、中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所等单位在北京共同编制本规范，以指导城市环境地质问题调查评价工作。

技术规范初稿于 2004 年 6 月中旬完成，6 月下旬—7 月中旬就调查表格先行征求专家修改意见，7 月底组织有关专家在北京修改形成征求意见稿。

编者

2004 年 8 月 16 日

# 目 次

<b>1.主题内容与适用范围 .....</b>	<b>1</b>
1.1 主题内容.....	1
1.2 适用范围.....	1
<b>2 . 引用标准 .....</b>	<b>1</b>
<b>3. 总则 .....</b>	<b>1</b>
3.1 目标与任务.....	1
3.2 基本要求.....	1
<b>4. 调查内容 .....</b>	<b>2</b>
4.1 地质环境背景调查.....	2
4.2 主要环境地质问题调查.....	3
4.2.1 地下水资源衰减调查.....	3
4.2.2 地下水污染调查.....	3
4.2.3 地质灾害调查.....	4
4.2.4 城市垃圾场调查.....	7
4.2.5 海水入侵调查.....	7
4.2.6 海岸带变迁调查.....	7
4.2.7 其他环境地质问题调查.....	8
4.3 城市地质资源的开发利用调查.....	9
4.3.1 应急（或后备）地下水源地调查.....	9
4.3.2 热矿水资源调查.....	9
4.3.3 地质景观资源调查.....	9
4.3.4 地下空间资源调查.....	10
<b>5 . 主要调查方法 .....</b>	<b>10</b>
5.1 一般要求.....	10
5.2 资料搜集与整理 .....	10
5.3 遥感调查.....	10
5.4 野外调查.....	11
5.5 钻探.....	11
5.6 地球物理勘查.....	12
5.7 样品采集、测试.....	12
<b>6. 地质环境评价 .....</b>	<b>13</b>
6.1 地下水环境评价.....	13
6.1.1 地下水污染现状评价.....	13
6.1.2 地下水质量评价.....	14
6.1.3 地下水脆弱性评价.....	15
6.2 地质灾害评价.....	15
6.2.1 地质灾害易发性分区评价.....	15

6.2.2 主要地质灾害危害程度和经济损失评估 .....	16
6.2.3 地质灾害危险性分区评价 .....	17
6.3 特殊类土评价 .....	17
6.4 垃圾处置场适宜性评价 .....	17
6.5 地质资源前景分析 .....	17
6.5.1 水资源保证程度和应急（或后备）地下水源地论证 .....	17
6.5.2 热矿水资源论证 .....	18
6.5.3 地质景观前景分析 .....	18
6.6 城市地质环境适宜性评价及区划 .....	18
<b>7. 图系编制 .....</b>	<b>19</b>
7.1 编制原则 .....	19
7.2 图系内容 .....	19
7.3 城市环境地质图系及编制要求 .....	19
7.3.1 基础图件 .....	19
7.3.2 专题图件 .....	20
7.3.3 综合评价图件 .....	23
<b>8 . 设计与成果报告编写提纲 .....</b>	<b>23</b>
8.1 设计书编写提纲 .....	23
8.2 成果报告编写提纲 .....	24
<b>9 . 城市环境地质问题调查数据库建设（略） .....</b>	<b>25</b>
<b>附录 A：用词说明 .....</b>	<b>26</b>
<b>附录 B：地下水污染调查指标选取 .....</b>	<b>27</b>
<b>附录 C：美国 EPA 地下水脆弱性评价方法( DRASTIC) .....</b>	<b>28</b>
<b>附录 D：垃圾填埋规划区的定量优选方法 .....</b>	<b>28</b>
<b>附录 E：调查表格 .....</b>	<b>28</b>

# 1.主题内容与适用范围

## 1.1 主题内容

本规范包括总则、调查内容、调查工作方法与要求、城市地质环境评价、城市环境地质图系编制及报告编写等。

## 1.2 适用范围

本规范适于城市环境地质问题调查评价工作。

# 2 . 引用标准

DZ66-87	城市环境水文地质工作规范
CJJ67-94	城市规划工程地质勘察规范
ZB/TD10004-1989	城市地区区域地质调查工作技术要求 ( 1:50000 )
CJJ17-2001	城市生活垃圾卫生填埋技术规范
GB/T14168-93	区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范 ( 1:50000 )
GB16889-1997	生活垃圾填埋污染控制标准
DZ/T0097-94	工程地质调查规范 ( 1:25000-1:50000 )
GB 50021-2001	岩土工程勘察规范
GB 6749-86	生活饮用水卫生标准
GB/T14848-93	地下水质量标准
GB/T50123-1999	土工试验方法标准

# 3. 总则

## 3.1 目标与任务

**目标：**查明城市主要环境地质问题及其成因，进行社会经济影响和损失评估，编制环境地质系列图件，建立数据库和评价系统，提出防治对策建议，为国土开发整治，以及城市规划、建设、管理服务。

**任务：**

- (1) 搜集了解城市地质、地貌、气象、水文以及人类社会经济等条件。
- (2) 查明地下水资源衰减、水质污染与恶化、海水入侵、地质灾害等环境地质问题，分析研究其成因。
- (3) 基本查明地下水、热矿水、地质景观以及地下空间等资源及其开发利用现状，进行水资源保证程度与应急（或后备）地下水源地论证。
- (4) 开展城市地质环境评价与适宜性分区，提出环境地质问题防治对策建议。
- (5) 建立城市环境地质问题调查数据库及评价系统。

## 3.2 基本要求

- 3.2.1 工作区范围宜以城市远景规划区为界，可根据实际需要适当调整。
- 3.2.2 必须充分搜集有关资料，加强资料的二次开发和综合研究。
- 3.2.3 对重大环境地质问题，应布置必要的勘查和专门试验测试工作，投入相应实物工作量。

- 3.2.4 根据工作区范围大小和图面复杂程度确定成图比例尺，一般为 1：5000—1：50000。
- 3.2.5 根据城市类型与规模、地质环境背景、存在的环境地质问题及危害程度，确定调查重点，分层次开展工作。
- 3.2.6 调查成果应结合城市规划、建设和管理需要，体现科学性、针对性、实用性。

## 4. 调查内容

### 4.1 地质环境背景调查

充分搜集已有资料，并进行适当修编。包括：

#### 4.1.1 地形地貌调查

（1）天然地貌，主要包括：分水岭、山脊、剥蚀面、斜坡、悬崖、沟谷、河谷、河漫滩、阶地、冲沟、洪积扇、岩溶洼地、漏斗、峰丛、峰林、塌陷、滑坡和断层崖等。查明其分布位置、形态特征，组合特征、过渡关系与相对时代。

（2）人工地貌，主要包括：露天采矿场、人工边坡、水库与大坝、道路、渠道、堤防、矿渣与弃土堆等。查明其分布位置、形态特征、规模、形成时间和运行现状等。

#### 4.1.2 地层岩性调查

地层的层序、地质时代、厚度、产状、成因类型、岩性岩相特征和接触关系等。

#### 4.1.3 地质构造调查

（1）工作区构造轮廓，经历过的构造运动性质和时代，各种构造形迹的特征、主要构造线的展布方向等。

（2）代表性岩体中原生结构面及构造结构面的产状、规模、形态、性质、密度及其切割组合关系，进行岩体结构类型划分。

#### 4.1.4 新构造运动、现今构造活动性和地震调查

（1）不同构造单元和主要构造断裂带在晚近地质时期以来的活动情况。

（2）主要断裂规模、产状、性质及其与地貌单元、地貌景观、微地貌特征、第四纪岩相岩性、厚度和产状、地面高程变化等的关系。确定全新活动断裂等级。

（3）区内重复大地水准测量资料、断层位移监测资料和地应力测量资料，分析研究现今活动特征和构造应力场及断层活动规律。

（4）区内历史地震资料和附近地震台站测震资料。重点是地震地质迹象，包括历史上 度以上的地震区（含 度区）已产生的震害，如山崩、滑坡、地面开裂、河流堵塞改道及沙基液化等。若附近有大型水库，应了解水库地震资料及地震预测等资料。

#### 4.1.5 气象与水文调查

（1）工作区气象要素中的降水特征，包括多年长周期丰、贫水年变化特征，多年平均降水量，年降水量分布特征，单次最大降水量及持续时间，最大降水强度等。

（2）水文资料中的流域地表汇流面积，径流特征，主要河、湖及其它地表水体（包括湿地、季节性积水洼地）的流量和水位动态，包括最高洪水位和最低枯水位高程及出现日期和持续时间，汛期洪水频率及变幅等。

#### 4.1.6 区域水文地质调查

（1）区域水文地质条件，确定工作区所处（及所含）的水文地质单元及其特征。

（2）地下水类型，主要含水岩组的分布、富水性、透水性、地下水位及其时空变化规律，地下水水化学特征，补给、径流和排泄条件，地下水与地表水之间的关系等。

（3）主要地下水露头的产出位置、地貌部位、高程、出露的地层岩性及所处的地质构造、含水层类型、性质、水位、水温、流量、水化学特征及动态和开发利用情况。

#### **4.1.7 区域工程地质调查**

##### **(1) 岩体工程地质调查**

岩性工程地质特征，包括岩性岩相特征、岩体强度及形变特征、岩体抗风化及易溶蚀性特征。

岩体结构特征，包括岩体结构类型及结构面的发育特征，主要构造结构面的密度、裂隙密集带、软弱夹层的分布特征等。对重要地段应进行坡体结构分析。

岩体风化特征，包括易风化岩层的岩性、层位和分布规律，风化引起的岩体结构与强度方面的变化。了解风化壳的厚度及其垂直分带。

岩体溶蚀特征，包括可溶性岩层的岩性及组合特征，构造特征，岩溶形态及发育特征等。

##### **(2) 土体工程地质调查**

土体成因与岩性类型及工程地质特征。包括冲积、冲洪积、冲湖积的粘性土、砂性土、砾卵石土；崩坡积的碎石土、块石土；人工填筑的素填土、杂填土等。

特殊性土的类型及工程地质特征。主要包括膨胀土、红粘土、软土、冻土、易液化的粉细砂层、人工堆填土等。

土体的结构特征。土体的结构类型分为均一结构、双层结构、多层结构三种基本类型。

#### **4.1.8 植被情况调查**

(1) 植被类型、分布、面积、群种与优势种。

(2) 植被生长情况，复盖率、生物量和人为利用与破坏情况。

(3) 植被生长的自然地质环境背景，包括地貌、坡向、坡度、坡位、小地形、土壤与基岩岩性特征、气候、水分条件等。

#### **4.1.9 人类工程经济活动调查**

(1) 区内社会经济环境及城镇化趋势，如城市、集镇、乡村、经济开发区、工矿区、自然保护区等，包括名称、规模和社会经济发展概况。

(2) 区内所涉及的主要工程类型，如工业与民用建设工程，水利电力工程，矿业工程、交通工程、农垦工程、供水（地下水）工程等，包括工程的名称、规模（等级）、建设及运行时间和对地质环境的影响程度。

### **4.2 主要环境地质问题调查**

#### **4.2.1 地下水资源衰减调查**

**4.2.1.1** 基本查明区域地下水位下降状况。包括地下水位降落漏斗中心水位、范围和形状；分析形成原因；统计年度和多年累计开采量；计算下降幅度和下降速度；预测发展趋势。

**4.2.1.2** 了解地下水开采量变化，分析水位下降幅度与开采井密度、开采量变化的关系。

**4.2.1.3** 基本查明含水层疏干状况。包括疏干含水层的位置、面积、疏干量和疏干程度；疏干含水层类型、岩性和厚度；疏干原因和发展趋势；疏干含水层调蓄能力。

#### **4.2.2 地下水污染调查**

**4.2.2.1** 查明地下水水质及污染现状，包括地下水污染范围、含水层位、主要超标物质成份、含量及分布。

**4.2.2.2** 基本查明地下水污染源、污染物种类、排放强度及空间分布等。了解与地下水污染有关的地面水污染情况，包括污染源类型（点污染源和非点污染源），主要污染物及其分



布特征、污染程度和污染范围。

**4.2.2.3 基本查明地下水污染途径**（包括垂直入渗、侧向径流和越流污染）、流场和介质特征。

**4.2.2.4 了解地下水污染造成的危害与损失、防治措施及效果**，分析其发展趋势。

**4.2.2.5 基本查明地下水防污性能**，包括包气带厚度、岩性、结构、透水性能；含水层岩性、结构、厚度及渗透性；隔水层岩性、结构、厚度和阻水性能。

### **4.2.3 地质灾害调查**

#### **4.2.3.1 不稳定斜坡**

（1）查明主要居民点、厂矿和重要交通干线附近，可能发生滑坡、崩塌等的坡段。

（2）查明斜坡特征，包括斜坡地层岩性、产状；断裂、节理、裂隙发育特征、软弱夹层岩性与产状；风化残坡积层岩性、厚度；坡度、坡向、地层倾向与斜坡坡向的组合关系。

（3）基本查明诱发因素。调查斜坡周围，特别是斜坡上部暴雨、地表水渗入或地下水对斜坡的影响、人为工程活动对斜坡的破坏情况等。对可能构成崩塌、滑坡的结构面的边界条件、坡体异常情况等进行调查分析，以此判断斜坡的稳定性。

（4）了解危害及防治措施。调查地质灾害的可能影响范围与危害程度，并提出防治措施建议。

#### **4.2.3.2 崩塌（危岩体）**

（1）了解崩塌区的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件。

（2）查明崩塌体的分布范围、高程、坡度、形态、规模、物质组成、结构、变形发育史、诱发因素、损失状况，对堆积体稳定性进行评价和预测，提出防治建议。

（3）查明危岩体的位置、规模、可能失稳条件、危害范围及损失，提出防治措施建议。

#### **4.2.3.3 滑坡**

（1）查明滑坡地质条件

调查范围应包括滑坡区及其邻近稳定地段，一般包括滑坡后壁外一定距离，滑坡体两侧自然沟谷和滑坡舌前缘一定距离或江、河、湖水边。

调查滑坡所处的地貌部位、变形形态、地面坡度、相对高度、沟谷发育情况、河岸冲刷、堆积物及地表水汇聚情况及植被发育状况，滑坡发生与地层结构、岩性、断裂构造（岩体滑坡尤为重要）、地貌及其演变、水文地质条件、地震和人为活动因素的关系，找出引起滑坡或滑坡复活的主导因素。

（2）基本查明滑坡体特征，包括：

滑坡体形态和规模、边界特征、表部特征、滑面特征、内部特征。

地下水情况，泉水出露地点及流量，地表水自然排泄沟渠的分布和断面。

确定是初发性滑坡或复活滑坡，目前活动状态及其变形阶段，滑动的方向，分析滑坡的滑动方式和力学机制。

（3）基本查明滑坡诱发因素

包括滑坡发生发展与地震、降雨、侵蚀、崩塌积加载等自然动力因素的关系，森林植被破坏、不合理开垦、地面、地下工程开挖、堆土或建筑物加载、爆破振动、废水排放、渠道渗漏、水库蓄水等人类工程经济活动对滑坡发生与发展的影响。

（4）了解滑坡危害及成灾情况

包括历史灾情情况和近期活动造成的人员伤亡和经济损失、防治措施及效果。对今后滑坡灾害可能成灾范围及危害性，进行预测分析，提出防治对策建议。

（5）对重大滑坡体进行稳定性初步评价。

#### **4.2.3.4 泥石流**

#### **(1) 基本查明泥石流地质条件**

包括流域形态、面积、地层岩性、地质构造、不良地质现象、松散堆积物的物质组成、分布和储量；沟谷的地形地貌特征。划分泥石流的形成区、流通区和堆积区，圈绘整个沟谷的汇水面积。

#### **(2) 查明泥石流特征**

根据水动力条件，确定泥石流的类型。

调查泥石流形成区的水源类型、水量、汇水条件、山坡坡度、岩层性质及风化程度，断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质现象的发育情况及可能形成泥石流固体物质的分布范围、储量。

调查流通区的沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征，沟床两侧山坡坡度、稳定程度，沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹。

调查堆积区的堆积扇分布范围、表面形态、纵坡、植被、沟道变迁和冲淤情况，堆积物的性质、层次、厚度、一般和最大粒径及分布规律。判定堆积区的形成历史、堆积速度，估算一次最大堆积量。

调查泥石流沟谷的历史。历次泥石流的发生时间、频数、规模、形成过程、爆发前的降水情况和爆发后产生的灾害情况。开矿弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒及过度放牧等人类活动情况。

**(3) 基本查明泥石流诱发因素。**调查冰雪融化和暴雨强度、前期降雨量、一次最大降雨量、一般及最大流量、地下水活动情况。

#### **(4) 了解泥石流危害**

研究历次泥石流残留在沟道中的各种痕迹和堆积物特征，推断其活动历史、期次、规模，目前所处发育阶段（发展期、旺盛期、衰退期、停歇期），分析预测今后一定时期内泥石流的发展趋势和可能造成的危害。

泥石流危害的对象、危害形式，初步圈定泥石流可能危害的地区，并对其危害的趋势进行分析。

**(5) 了解泥石流的勘查、监测、工程治理措施、生物治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。**

### **4.2.3.5 地面塌陷**

#### **(1) 岩溶塌陷**

基本查明区内地层、构造、岩溶发育特征及分布规律。了解岩溶区上覆土层中隐伏土洞的发育情况。

##### **查明岩溶塌陷特征**

岩溶塌陷的发育现状及历史。包括确定塌陷的分布、数量、形状、规模、排列形式及方向、发生时间、坑内地质结构特征与积水情况。

岩溶塌陷的发育过程及伴生现象，如地面下沉、开裂和塌陷地震等。

##### **基本查明岩溶塌陷成因**

自然作用因素，包括岩溶洞穴（包括土洞）顶板在地下水位变化、自身重力作用下失稳陷落和地震作用、暴雨或洪水等。

人为作用因素，包括抽、排地下水工程、水库工程、地面加载、振动等。

##### **了解岩溶塌陷危害**

包括岩溶塌陷对地面工程设施和生态环境及各种资源开发的影响、危害及经济损失。初步圈定塌陷区及成灾范围，并对其发展与危害进行分析预测。

了解岩溶塌陷勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。

#### **(2) 采空塌陷**

#### 查明采空塌陷特征

调查采空塌陷发生的时间、规模、范围和分布规律。

#### 了解采空塌陷危害

调查各类工程设施、农田、生态环境和各种资源开发的影响、危害及经济损失。初步圈定塌陷区及成灾范围，分析和预测塌陷的发展趋势和潜在的威胁。

了解采空塌陷勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。对已有的防治工程，要详细调查其特点和效益。特别是对土地复垦和生态环境恢复的治理要求。

#### 4.2.3.6 地裂缝

##### (1) 基本查明地裂缝区地质环境背景

调查地裂缝发生的地层、岩土体结构与工程地质、水文地质特征。

调查地裂缝分布与地貌、地质构造、地震、气象水文因素的关系。

调查地裂缝与地面沉降、地面塌陷等地质灾害的关系。

##### (2) 查明地裂缝特征

地裂缝单缝特征和群缝分布特征。地裂缝群体的总体分布范围、平面组合形态、展布方向、剖面组合形态特征和主要地裂缝单体的分布位置、产状、长度、宽度、可测深度与推断深度。

地裂缝活动特征。地裂缝发生时间、裂开过程；裂缝面特征，地裂缝力学性质与可能的运动方式；地裂缝裂开时有无地震、地声、人感地动、地气、地热显示，有无地面沉降相伴和地裂缝两侧地面高程差异。

##### (3) 基本查明地裂缝诱发因素

确定地裂缝成因类型和诱发因素，如长时期大范围过量抽取地下水、开采石油、地下开挖（硐室、矿坑等）、矿坑疏排水、水库蓄水周期性变化和地表水浸泡（涝渍、农田漫灌等）、构造活动等。

##### (4) 了解地裂缝危害

调查地裂缝出现以来对地面建筑物的破坏过程、破坏程度、经济损失，特别是地裂缝对市政设施或其它工程设施的破坏情况。初步圈定成灾范围，并对其发展与危害进行趋势分析及经济损失评估。

##### (5) 了解地裂缝灾害勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。

#### 4.2.3.7 地面沉降

(1) 基本查明地面沉降的地质环境背景。包括地形地貌、基底构造；第四纪沉积环境、年代、地层结构；各土体（重点是软弱压缩层）工程地质特征；各含水层、弱透水层组的特征。

(2) 查明地面沉降现状与发生发展历史。包括地面沉降区分布范围、形状、面积及累计沉降量，沉降发生时间、历年变化与沉降速率等。

##### (3) 基本查明地面沉降影响因素

包括地下水、油气矿产开采工程的分布、类型、开采量、开采层位、开采时间、地下水位降低及影响范围等；工程建设对地面沉降的影响；区域性构造沉降等。

##### (4) 了解地面沉降危害

包括地面沉降引起的海水倒灌，港口、码头或堤岸失效，桥梁净空减少，城市排水不畅，河流泄洪能力降低，建筑物破坏等，造成的直接与间接经济损失。

##### (5) 分析预测沉降发展趋势及可能的成灾范围，并对危害程度进行分析预测。

(6) 了解地面沉降勘查、监测和防治现状（人工回灌、控制地下水开采量等措施）及效果，提出预防与控制地面沉降的建议。

#### 4.2.4 城市垃圾场调查

4.2.4.1 了解城市垃圾产生量、种类（工业、生活、建筑垃圾等）、成分、分类收集和清运情况等。

4.2.4.2 查明垃圾场分布现状，包括垃圾场的位置、数量、堆填高（深）度、堆放时间、处置方式、占地情况（面积、土地种类、修复利用可能性等）、附近居民的反应；与附近居民点、地表水体、供水水源、旅游景观、重要设施等的距离。

4.2.4.3 查明垃圾场渗滤液的产量、主要污染成分、浓度及其对地下水、地表水和土壤的污染程度和范围。

4.2.4.4 查明垃圾堆自身的稳定性和影响垃圾堆稳定的因素，包括所在沟谷的汇水面积、汇水量、边坡稳定性、发生泥石流及拦蓄坝溃坝的可能性等。

4.2.4.5 查明垃圾场地质环境背景，包括场地地形地貌、地质稳定性（断裂构造、边坡稳定性、泥石流、地面塌陷等）、地下水防护条件（场地底部粘性土厚度、渗透性能）、水文地质特征（地下水位埋深、流向、地下水与邻近地表水体关系）。

4.2.4.6 基本查明城市垃圾处置适宜区域，包括场地地形地貌条件、地质稳定性、水文地质特征、地下水防护条件、城市规划、交通条件及可能对环境的影响等。

#### 4.2.5 海水入侵调查

4.2.5.1 查明海水入侵的现状及其变化规律，进行海水入侵程度分区（表 4-1）。

4.2.5.2 了解海水入侵的地质环境背景，包括地貌形态、地层结构、地质构造、海岸性质、海滨与入海河口变迁、陆地水文、潮汐和气象特征等。

4.2.5.3 基本查明咸、淡水层的含水介质特征，地下水水质咸化程度（ $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 和矿化度等），地下水动态变化及潮汐对地下水动态的影响，咸水体与淡水体的接触关系，地下水、地表水与海水之间的水力联系、补排关系和海水入侵途径。

4.2.5.4 查明海水入侵影响因素，包括自然因素和人为因素。

4.2.5.5 了解海水入侵对土地资源、地下水资源和生态等造成的危害与损失。

4.2.5.6 了解海水入侵监测、工程治理现状及防治效果。

表 4-1 海水入侵化学指标与入侵程度等级划分

分级指标			
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	< 250	250-1000	> 1000
矿化度 M (g/l)	< 1.0	1.0-3.0	> 3.0
$\text{Br}^-$ (mg/l)	< 0.66	0.66-3.1	> 3.1
$\text{Na}^+/\text{Cl}^-$	> 1	0.7-1	< 0.7
钠吸附比 (SAR)	< 2.0	2.0-6.7	> 6.7
咸化系数 (A)	< 1.0	1.0-3.6	> 3.6
水质	淡水	微咸水	咸水
入侵程度	无入侵	轻度入侵	严重入侵

注：SAR 为  $(\text{Na})/(\text{Ca} + \text{Mg})/2$ ；A 为  $\text{Cl}/(\text{HCO}_3 + \text{CO}_3)$ ；为 meq/l。

#### 4.2.6 海岸带变迁调查

4.2.6.1 基本查明海岸带地表形态变化，包括地表形态变化特征、变化原因及主要影响因素。

4.2.6.2 基本查明海岸带地质背景，包括地貌形态、地质构造、地层岩性、第四纪沉积物的岩性、成因类型和年代、沉积环境的演变。

4.2.6.3 基本查明海岸带侵蚀状况，包括海岸侵蚀后退和海堤浪蚀情况、海岸侵蚀原因。

4.2.6.4 基本查明入海河口、港湾淤积情况及影响因素。

4.2.6.5 了解海平面变化与风暴潮状况，包括现代海平面升降、古海面指示物的基本特征，风暴潮的特征与发生的规律。

4.2.6.6 了解海岸侵蚀与淤积、海平面升降和风暴潮对社会经济、土地资源、生态环境等的危害和造成的损失。

## 4.2.7 其他环境地质问题调查

### 4.2.7.1 特殊类土工程地质问题调查

特殊类土包括软土、膨胀土、湿陷性土、红粘土、盐渍土、冻土等。重点了解特殊土的分布、特征及其对工程建设的影响、危害及损失，提出对策建议。

(1) 软土：了解岩性、物质组成，压缩变形、渗透固结与流变等工程地质特性，与软土有关的自然和各种工程地质现象及问题，以及造成的危害和损失。

(2) 膨胀土：了解岩性、物质组成，膨胀、收缩、压缩等性能，膨胀土对建筑物造成的影响、危害及损失。

(3) 湿陷性黄土：了解黄土的岩性、结构、厚度与分布，湿陷性质、湿陷程度和变化规律，与湿陷性黄土有关的自然和各种工程地质现象及问题，以及造成的危害和损失。

(4) 红粘土：了解红粘土的物质组成、土体结构、分布，膨胀性、崩解性和软化性等，红粘土中土洞、塌陷、不均匀沉陷的分布，及其造成的危害和损失。

(5) 盐渍土：了解盐渍土的物质组成、土体结构、分布，膨胀、收缩、湿陷、压实、压缩等特征，及其造成的危害及损失。

(6) 多年冻土：了解多年冻土的上限、下限、厚度、埋藏条件及分布规律，以及冻土的物理力学性质，产生的不良地质现象及其对工程建筑的危害和损失。

### 4.2.7.2 放射性异常调查

(1) 了解航空 能谱测量和区域化探扫面资料，分析研究城市地区放射性核素的种类、含量值与分布规律。

(2) 基本查明基岩区  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{40}\text{K}$  等的丰度。根据测量结果，确定区域放射性核素丰度值，与世界克拉克值比较，并编制放射性地球化学图，圈定出异常区，研究其分布规律。

(3) 基本查明土壤中  $\text{Rn}$  的浓度值。根据测量结果，编制放射性地球化学图，圈定出异常区，研究其分布规律。

(4) 基本查明地下水和地下热水中  $\text{Rn}$ 、 $\text{Ra}$ 、 $\text{U}$ 、总  $\alpha$ 、 $^{40}\text{K}$  的浓度值。根据测量结果，编制放射性地球化学图，圈定出异常区，研究其分布规律。

(5) 在研究放射性核素赋存背景的基础上，通过实测与计算，了解地质环境中  $\text{Rn}$  的浓度水平及其对空气中  $\text{Rn}$  浓度水平的影响程度。

(6) 综合分析区内放射性异常与地层岩性、地质构造、地下水活动、地热活动以及人为活动的关系；并评价其对人类生存环境的影响，提出防治对策建议。

## 4.3 城市地质资源的开发利用调查

### 4.3.1 应急（或后备）地下水源地调查

4.3.1.1 初步查明应急（或后备）地下水源地所处水文地质单元的地形地貌、地质条件、水文地质条件、地下水资源潜力。

4.3.1.2 查明应急（或后备）地下水源地范围内现有开采井类型、深度、井结构、开采层位、开采量、水位及其动态变化。

4.3.1.3 查明应急（或后备）地下水源地范围内泉的出露条件、流量、水质、水温、气体成分、动态及利用情况。

4.3.1.4 基本查明应急地下水源地范围；含水层水文地质特征；地下水补给、径流、排泄条件；地下水水质及动态特征；开采技术条件。

4.3.1.5 初步查明后备地下水源地范围；含水层水文地质特征；地下水补给、径流、排泄条件；地下水水质及动态特征。

### 4.3.2 热矿水资源调查

4.3.2.1 了解区域地热地质条件。

4.3.2.2 了解热水井、矿泉水井基本情况，包括井深、井结构、地层剖面、热储结构；水温、单井出水量、水位、水质及其动态变化；开采量、用途和存在的问题。

4.3.2.3 基本查明温泉及矿泉出露条件、成因类型和补给来源、流量、水质、水温、气体成分和沉淀物、动态变化、利用情况及存在问题。

4.3.2.4 圈定地热田或地热异常区范围。

### 4.3.3 地质景观资源调查

#### 4.3.3.1 查明地质景观类型

（1）典型地质剖面：地层剖面、地质构造剖面、岩石剖面、特殊矿物产出地剖面、典型地质科学钻孔等。

（2）古生物景观：古人类化石产地及古人类文化遗址、古生物化石保存地、古生物群落化石保存地、古生物遗迹保存地、子遗古生物保存地。

（3）地质地貌景观：岩溶地貌、冰川地貌、丹霞地貌、风成地貌、火山地貌、海岸地貌、黄土地貌、花岗岩地貌、砂岩峰林地貌、土（石）林地貌、峡谷地貌、构造地貌。

（4）水体景观：泉类景观、地热景观、瀑布景观、湖泊景观、河流及地貌景观、湿地景观。

（5）地质灾害遗迹景观：地震遗迹、崩塌遗迹、泥石流遗迹、滑坡遗迹、洪水遗迹、地裂缝和地面沉降遗迹、陨石撞击遗迹。

（6）地质工程景观：危崖及高边坡治理工程、滑坡治理工程、泥石流治理工程、洪水治理工程、地下水开发工程。

（7）典型矿床及采矿遗迹景观：含采矿遗迹和正在开采的典型矿山。

#### 4.3.3.2 分析地质景观价值

包括科学价值、美学价值、历史文化价值、稀有价值、自然完整性价值、开发利用价值。

#### 4.3.3.3 了解景观开发利用条件

包括自然环境和社会环境条件。

#### 4.3.4 地下空间资源调查

4.3.4.1 基本查明地下空间工程（地铁、过江隧道、人防工程等）的类型、规模，开发利用情况及设计与施工技术方法。

4.3.4.2 了解构成工程围岩或边坡的岩土体特征，包括岩性、结构和构造，岩土体的自重应力、结构面的力学强度，软弱夹层、软粘土、流沙层的厚度和力学性质。

4.3.4.3 了解工程区地下水的类型、水位埋深、施工中的涌水量和突水、管涌、流土对工程的危害及对环境的影响（地面沉陷、周围建筑物破坏、废水排放等）。

4.3.4.4 基本查明地下工程开挖、排水引起的工程硐室与基坑的变形和对环境的影响（地面沉降、周围建筑物破坏、以及对水文地质条件的改变和对环境的影响等），以及采取的防治措施，并提出对策和建议。

## 5 . 主要调查方法

### 5.1 一般要求

5.1.1 在充分搜集利用已有资料，特别是钻探和物探等资料的基础上，以地面调查为主。

5.1.2 社会环境状况、地质环境背景、地质资源调查以利用现有资料为主，实物工作量主要用于环境地质问题及地质灾害等方面的调查。

### 5.2 资料搜集与整理

需要搜集的资料主要包括：社会环境状况类、地质环境背景类、环境地质问题类、地质资源类等。对所搜集的资料应分析核实。

#### 5.2.1 社会环境状况类

包括城市人口、规模、经济结构、发展规划、国民经济发展状况、城市发展历史，城市供排水状况，生活、工农业用水的供需状况，城市垃圾分布状况，地质资源开发利用的历史沿革和现状，环境监测与保护，历史文化等方面。

#### 5.2.2 地质环境背景类

包括水文、气象、地形地貌、基础地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质、遥感、地球物理、地球化学、各类钻孔、测试、各种地下工程、地震等资料。

#### 5.2.3 地质资源类

包括土地、矿产、水、地热、矿泉水、地质景观、地下空间资源等资料。

#### 5.2.4 环境地质问题及地质灾害类

各类环境地质问题及地质灾害的发育分布特征、危害、经济损失以及防治措施和防治效果等资料。

### 5.3 遥感调查

5.3.1 充分搜集利用不同时段、不同数据源遥感资料，提取环境地质信息，应进行动态对比分析、野外验证。对重点城市（直辖市、省会城市、计划单列市）应采用最新遥感影像资料。

5.3.2 主要用于调查地形地貌，地质构造，地质灾害，泉点、泉域、地下水溢出带、地表水体，城市发展变化，城市垃圾的分布及变化特征，土地利用情况，海岸带变迁等。

## 5.4 野外调查

5.4.1 野外调查所用手图比例尺应大于或等于工作区成图比例尺。

5.4.2 在野外实地调查工作中，结合地形地物，宜采用 GPS 等方法定位。

5.4.3 路线的布置及调查点的密度，以查明环境地质问题与地质灾害发育分布特征和满足编图为原则。对重要地段可布置适量的钻探、坑（槽）探、井探、物探等勘查工作，提供典型剖面资料。

5.4.4 地下水污染调查应根据污染源分布状况，以易受污染的潜水含水层为主，兼顾承压含水层；以水源地为重点，区域上适当控制。

5.4.5 地下水污染调查采样密度，根据城市规模和污染源分布状况确定。一般地区平均每 5-10km<sup>2</sup> 一组，水源地补给区和相邻区等重点地区每 1-3km<sup>2</sup> 一组。

5.4.6 垃圾产量调查可利用已有垃圾产量的时间数据序列和人均垃圾产量法，预测垃圾产量增长速度和趋势。

5.4.7 现有垃圾填埋场原则上每个场地均应采集垃圾渗滤液样，地表水及土壤样的采集数量可根据具体情况而定，以能确定评价对象污染程度为原则；地下水采样点的布设应充分考虑地下水流向、污染物可能的弥散宽度和迁移距离。

5.4.8 对工作区内已有的地热井、温泉应逐一调查，调查内容参照《地热资源地质勘查规范》（GB 11616—89）执行。

5.4.9 对现有地下水水源地、应急（或后备）地下水源地开采工程进行逐项核查。

5.4.10 海岸带地质环境变迁可利用历史图件与遥感影像解译结果的对比，并结合历史、考古和测年资料阐明海岸带的演化规律。

## 5.5 钻探

5.5.1 钻孔应在地面调查和物探工作的基础上进行布置。布置的钻孔尽可能做到一孔多用。

5.5.2 钻探主要用于查明地层结构与岩性特征、软弱夹层与特殊土层的埋藏分布特征、地质构造破碎带及裂隙发育程度、岩土体工程地质特征、含水层（组）水文地质特征；利用钻孔进行观测、水文地质试验与工程地质试验原位测试和采样等。

5.5.3 水文地质钻孔控制深度一般要求揭露具有供水意义的主要含水层（组）或含水构造带，设计孔深应考虑抽水试验和取得计算参数的要求。

工程地质钻孔的控制深度，在平原区一般 20 - 30m；滨海平原区可考虑为 30 - 75；基岩地区，宜钻穿新鲜基岩 5 m 左右；控制构造破碎带的钻孔，应钻穿破碎带并钻入新鲜基岩 5 m；在岩溶裸露区的钻孔，一般应钻入灰岩层内 20 - 30m；在有覆复层地区的钻孔，一般应钻入灰岩层内 15 - 20 m。

5.5.4 水文地质和工程地质钻孔均应取岩芯。其中，水文地质钻探岩芯采取率，松散沉积层中不低于 30 - 50%，基岩中不低于 40 - 60%；工程地质钻探岩芯采取率，粘性土、完整和较完整岩体不应低于 80%，较破碎和破碎岩体、松散砂砾和卵石层不应低于 65%。对需要重点查明的部位，应采用双层岩芯管钻进。

5.5.5 水文地质钻孔的过滤器骨架管的内径，在松散层中宜大于 200 mm；在基岩中，宜大于 100 mm。工程地质钻孔的孔径应满足取样和钻进工艺的要求，一般宜大于 110 mm。

5.5.6 对应急（或后备）水源地范围内布置的水文地质勘探孔进行抽水试验时，观测孔的选择和非稳定流抽水试验的技术要求，参照《供水水文地质勘察规范》（GB50027 - 2001）执行。



## 5.6 地球物理勘查

5.6.1 地面物探工作的布置应根据待查的地质、水文地质、工程地质条件需要而定，重点布置在地面调查中难以判断而又需要解决的地段，钻探试验地段以及在钻探困难或仅需初步探测某些地质问题的地段。

5.6.2 物探主要用于探测地层结构、隐伏地质构造、断裂破碎带的空间分布；地质灾害体的空间分布形态、结构及边界、结构面、软弱夹层分布等；覆盖层厚度、隐伏古河道、基岩埋藏深度及基岩面起伏形态、岩溶与土洞分布、风化壳厚度等；含水层埋藏深度和厚度、圈定富水地段和咸淡水分布范围、地下水矿化度变化规律等。

5.6.3 对水文地质勘探孔宜进行水文测井工作，配合钻探取样划分地层，为取得有关参数提供依据。

5.6.4 对物探的实测资料，应结合地质、水文地质、工程地质条件进行综合分析，提出具有相应地质、水文地质、工程地质解释的物探成果。

## 5.7 样品采集、测试

为掌握环境地质问题与地质灾害发育程度，分析其变化趋势，满足成图需要，可布置样品采集与测试工作。重要采样点应有照片附在调查卡片中。

5.7.1 测试指标分为常规指标和污染指标两类，污染指标包括综合性污染指标、无机污染物指标和有机污染物指标。每类指标分必检指标和选检指标，见附录 B。

### 5.7.2 水样采取与分析

#### (1) 水样采取

地表水样采取：采样应在自然水流状态下进行，尽量不扰动水流与底部沉积物。污水流入河流后，应在充分混合的地点以及流入前的地点采样。采样时间应选择在采样前连续 3 天无降水、水质较稳定的时段。采样前，采样器或采样瓶需用采样的水冲洗三至四次；取样时可将采样器浸入水中，使采样瓶口位于水面下 20 ~ 30cm，然后拉开瓶塞，使水进入瓶中。水样采取量应满足水样分析和质量控制检验要求。

地下水样采取：采样器或采样瓶需用采样的水冲洗三至四次。采集自来水或有抽水设备的井水时，应先放水 5—10 分钟，然后将水样收集于瓶中。取样时应尽量避免或减轻样品与大气发生接触。水样采取量应满足水样分析和质量控制检验要求。

细菌分析样品采取：采集前所用容器必须按照规定的办法进行灭菌，并需保证水样在运送、保存过程中不受污染。取自来水样时，先把水龙头完全打开，放水 5 ~ 10 分钟后再取水样。取井水及江、河、湖、水库等地面水水样时，应距水面 10 ~ 5cm 深处取样。

热矿水样采取：泉水应尽量选择在靠近主泉口、集中冒气泡处或泉的主流带采样；喷泉或自流井应使用清洁器具将主流导出一部分采取；热水钻孔取样应抽水一段时间后，即至少相当于抽出井筒贮水体积 2—3 倍的水量后采取。

#### (2) 水样保存

水样采取后应根据分析项目的不同，按要求在现场立即添加保护剂，并对瓶口进行蜡封和粘贴标签。标签应注明样品编号、采样时间、采样地点、水源类型、水温、气温、浊度、测试分析项目、保护剂类型及添加量，地下水样品还应标明取水层段位置。采集及保存水样的容器，可用硬质玻璃瓶或聚乙烯瓶；一般情况下两种均可应用，当容器对水样中某种组分有影响时，则应根据要求选用合适的容器；采样和分析的间隔时间尽可能缩短，某些项目的测定应现场进行，但水样保存期不能超过规定时间。水样具体保存方法参照《水质采样、样品的保存和管理技术规定》(GB12999—91) 和《地热资源地质勘查规范》(GB11615—89) 执行。

### (3) 水样分析

水样应及时送达国家认证的试验室，送样时按要求填写送样单（一式两份）。试验室应在 10 天内完成分析项目的测试。水样化验分析按水质分析有关技术规范执行。

#### 5.7.2 岩土样品采取与分析

岩土测试主要以室内为主，包括水理性质、物理力学参数等项目。

##### (1) 岩石样品采取与分析

岩石试样可利用钻探岩芯制作，采取的毛样尺寸应满足试样加工的要求。岩石试验可选择下列分析项目：岩矿鉴定、颗粒和块体密度试验、吸水率和饱和吸水率试验、抗压试验、抗剪试验等。

##### (2) 土样采取与分析

土样分为原状样和扰动样，粘性土地层主要采取原状样，砂性土主要采取扰动样。采取土样的钻孔应采用回转钻进，在软土、砂土中应采用泥浆护壁。原状样可采用薄壁取土器或回转取土器采取，扰动样可采用标准贯入器或岩芯钻头采取。下放取土器前应仔细清孔，清除干扰土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度。采取土样宜用快速静力连续压入法。

土样采取后应妥善密封，防止湿度变化，严防暴晒或冰冻。在运输中应避免振动，保存时间不宜超过 20 天。对易于振动液化和水分离析的土样应就近进行试验。

土样分析应进行常规试验、颗粒分析试验、压缩试验，重点地区宜增加三轴剪切试验、高压固结试验、水平及垂直渗透试验及静止侧压力试验。对特殊土体，湿陷土应计算湿陷系数、自重湿陷系数、湿陷起始压力；膨胀土应计算自由膨胀率、膨胀压力、收缩系数；淤泥及泥炭层应计算有机质含量；易溶盐应计算易溶盐量。具体试验方法参照《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）和《土工试验方法标准》（GB/T50123—1999）执行。

## 6. 地质环境评价

### 6.1 地下水环境评价

#### 6.1.1 地下水污染现状评价

##### 6.1.1.1 评价标准的选定

地下水污染评价的标准是地下水环境背景值或对照值或者标准检测方法的方法检出限。对于无机污染组分来说，检测方法的检出限一般都高于背景值或对照值，评价标准应采用背景值或对照值。但对于微量有机污染组分来说，背景值或对照值的获得比较困难，所以可采用标准检测方法的方法检出限作为评价标准。

背景值（对照值）的求得可利用已有成果，或根据当地一定数量符合相应条件的监测资料的统计分析进行计算，必要时应进行专门研究。标准检测方法的方法检出限可通过查阅国内外标准检测方法获得。

##### 6.1.1.2 评价方法

###### (1) 单项指标的污染指数

计算公式为：

$$I = \frac{C}{C_0}$$

式中：I—某项污染物的污染指数；

C—某项污染物的实测含量；

$C_0$ —某项污染物的背景值（对照值）或标准检测方法的方法检出限。

对于某项背景值(或对照值)为含量区间的计算公式为：

$$I = \frac{|C - C_m|}{C_{\max} - C_m}$$

式中： $C_m$ —背景值或对照值区间的中值；

$C_{\max}$ —背景值或对照值区间的最大值。

其它符号意义同前。

评价时，以  $I < 1$  为未污染， $I > 1$  为污染，且  $I$  值越大，污染越重，并可按  $I$  值进行地下水污染分级（严重、中等、轻微、未污染）。

(2) 多项指标的综合污染指数：

计算公式为：

$$PI = \sqrt{\frac{\bar{I}^2 + I_{\max}^2}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

$\bar{I}$ —各单项组分评分值  $I$  的平均值；

$I_{\max}$ —单项组分评分值  $I$  的最大值；

$n$  - 项数。

根据  $P$  值计算结果，按以下规定划分地下水污染级别。

表 6-1 地下水污染级别分类表

级别	未污染	轻微污染	中等污染	严重污染
$PI$	$PI \leq 1$	$1 < PI \leq 2.5$	$2.5 < PI \leq 5$	$PI > 5$

(3) 浓度法：以检测分析的最低检出线和评价标准，将各指标的含里划分为未检出(低于最低检出线)，检出(高于最低检出线)和超标(高于评价标准)，按下述公式计算监测点的检出率和超标率，并用以编制质量分区图。

$$\text{检出率}(\%) = \frac{\text{检出的监测点数量}}{\text{监测点总数}} \times 100\%$$

$$\text{超标率}(\%) = \frac{\text{超标的监测点量}}{\text{监测点总数}} \times 100\%$$

计算检出面积和超标面积

一般理化性质指标不计算检出率与检出面积。

## 6.1.2 地下水质量评价

### 6.1.2.1 评价标准的选定

地下水质量评价的标准，城市地区建议采用《生活饮用水卫生标准》GB5749 - 85，农业地区建议采用《农田灌溉水质标准》GB5084 - 92。采用《生活饮用水卫生标准》进行水

质评价时，有机指标可依照饮用水标准与健康咨询（U.S.EPA—2002）。

6.1.2.2 评价方法

(1) 单项指标的水质指数

计算公式为：

$$I = \frac{C}{C_0}$$

式中： $I$ —某项组分的水质指数；

$C$ —某项组分的实测浓度；

$C_0$ —某项组分的饮用水水质标准值。

评价时，以  $I < 1$  为合格， $I > 1$  不合格，且  $I$  值越大，污染越重，并按  $I$  值进行地下水污染分级（严重不合格、中等不合格、不合格、合格）。

(2) 多项指标的综合水质指数：

计算公式为：

$$PI = \sqrt{\frac{\bar{I}^2 + I_{\max}^2}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

$\bar{I}$ —各单项组分评分值  $I$  的平均值；

$I_{\max}$ —单项组分评分值  $I$  的最大值；

$n$  - 项数。

根据  $P$  值计算结果，按以下规定划分地下水水质级别。

表 6-2 地下水污染级别分类表

级别	合格	不合格	中等不合格	严重不合格
$PI$	$PI \leq 1$	$1 < PI \leq 2.5$	$2.5 < PI \leq 5$	$PI > 5$

6.1.3 地下水脆弱性评价

地下水脆弱性评价方法参照附录 C，可结合工作区的研究程度和地质环境背景进行定性或半定量评价。

6.2 地质灾害评价

6.2.1 地质灾害易发性分区评价

地质灾害易发区指容易产生地质灾害的区域。易发区的划分基于地质灾害现状。地质灾害易发区可划分为高易发区、中易发区、低易发区和不发育区四类。定性判别方法见表 6-3。

表 6-3 地质灾害易发区定性判别表

灾种	易发区划分			
	高易发区	中易发区	低易发区	不易发区
	G = 4	G = 3	G=2	G = 1
滑坡、崩塌	构造抬升剧烈，岩体破碎或软硬相间；黄土塬岗细梁地貌、人类活动对自然环境影响强烈。地震烈度>IX	红层丘陵区、坡积层、构造抬升区，暴雨久雨。中小型滑坡，中速，滑程远。地震烈度 VIII ~ VII	丘陵残积缓坡地带，冻融滑坡。规模小。低速蠕滑。植被好，顺层滑动。地震烈度 VI ~ VII	缺少滑坡形成的地貌临空条件，基本上无自然滑坡，局部溜滑。地震烈度<VI
泥石流	地形陡峭，水土流失严重，形成坡面泥石流；数量多，10 条沟 / 20km 以上。活动强，超高频，每年暴发可达 10 次以上。排泄区建筑物密集。区域内滑坡、崩塌密度 10 个 /100km <sup>2</sup> 地质构造发育，大型的断裂带。断裂较密集。	坡面和沟谷泥石流，6—10 条沟 / 20km；强烈活动：分布广，活动强，淹没农田，堵塞河流等。沟口堆积扇发育且具一定规模。排泄区建筑物多。区域内滑坡、崩塌密度 5-10 个 /100km <sup>2</sup> 。地质构造较发育，有深大的断裂。	坡面、沟谷泥石流均有分布，3—6 条沟 / 20km；中等活动，沟口有堆积扇，但规模小，排泄区基本通畅。区域内滑坡、崩塌密度 1-5 个 /100km <sup>2</sup> 只有小型断裂。	以沟谷泥石流为主，物源少，排泄区通畅：1—2 条沟 / 20km，多年活动一次。沟口堆积扇不明显，排泄区通畅。区域内无滑坡、崩塌。只有小型断裂。
塌陷	碳酸盐岩岩性纯，连续厚度大，出露面积较广。地表洼地、漏斗、落水洞、地下岩溶发育。多岩溶大泉和地下河，岩溶发育深度大。	以次纯碳酸盐岩为主，多间夹型。地表洼地、漏斗、落水洞、地下岩溶发育。岩溶大泉和地下河不多，岩溶发育深度不大。	以不纯碳酸盐岩为主，多间夹型或互夹型。地表洼地、漏斗、落水洞、地下岩溶发育稀疏。	以不纯碳酸盐岩为主，多间夹型或互夹型。地表洼地、漏斗、落水洞、地下岩溶不发育。
地裂缝	构造与地震活动非常强烈，膨胀土、黄土地层发育。超采地下水。地形地貌复杂	构造与地震活动强烈，第四系厚度大，形成断陷盆地，超采地下水。	构造与地震活动较为强烈，地形地貌简单。非地下水超采区	第四系覆盖薄，差异沉降小。
地面沉降	大型河流三角洲地区、海陆交互沉积，滨海平原第四系粘性土厚度>200 米，有厚层软土，地下水漏斗中心水位下降>1m/a；	小型河流三角洲地区、海陆过度相沉积，第四纪断陷盆地。第四系粘性土厚度 100---200 米，有少量薄层软土，地下水漏斗中心水位下降 0.5--1m/a；	山前冲洪积平原、小凉山间第四纪断陷盆地。第四系粘性土厚度 50-100 米；基本无软土地层。地下水漏斗中心水位下降>0.5m/a；	冲洪积扇的顶部，沉积岩性主要为卵石层。粘性土层<50 米，单层粘性土层厚度薄。

## 6.2.2 主要地质灾害危害程度和经济损失评估

以单个地质灾害危害人数和经济损失为主要指标进行地质灾害分级评价，分级标准按表 6-4 进行。

灾情分级为已发生的地质灾害灾度分级，采用“死亡人数”或“直接经济损失”栏指标评价。危害程度分级为可能发生的地质灾害危害程度的预测分级，采用“受威胁人数”或预评估的“直接经济损失”栏指标评价。

直接经济损失采用统一价格折价法，即各省（市、自治区）物价的平均值作为本省（市、自治区）经济损失评估的统一计算单价，据此进行统一计算。参与统计的经济因子包括土地（包括农田、林地、果地、渔牧场等）、牲畜、房屋、公路、铁路、桥梁、管道、渠道、涵

洞、输电线路、电站、厂矿、学校、机关及公共设施等。

表 6-4 地质灾害灾情（危害）程度分级标准表

灾情（危害）程度分级	死亡人数（人）	受威胁人数（人）	直接经济损失（万元）
特大型（特重级）	> 30	> 1000	> 1000
大型（重级）	10 ~ 30	100 ~ 1000	600 ~ 1000
中型（中级）	3 ~ 10	10 ~ 100	100 ~ 600
小型（轻级）	< 3	< 10	< 100

### 6.2.3 地质灾害危险性分区评价

地质灾害危险区是指明显可能发生地质灾害且造成较多人员伤亡和严重经济损失的地区。

根据地质灾害体的稳定状态、危害对象和危害程度等级划分为危险、较危险、不危险三级。划分标准见表 6 - 5。

表 6 - 5 地质灾害危险性分级表

确定要素 危险性分级	稳定状态	危害对象	危害程度等级*
危险	差	城镇及主体建筑物	重级以上
较危险	中等	有居民及主体建筑物	中级
不危险	好	无居民及主体建筑物	轻级

\* 据表 6-4 确定。

### 6.3 特殊类土评价

根据特殊类土对城市工程建设的危害，有针对性开展评价工作，评价方法参照国家和行业有关技术标准执行。

### 6.4 垃圾处置场适宜性评价

6.4.1 现有垃圾场地的地质环境适宜性评价。以垃圾场对水土环境的污染评价结果为基础，综合分析场地的地质稳定性、地层防护条件、水文地质特征，可用层次分析法（附录 D）等方法评价其适宜性，评估问题场地的危害性和损失，提出防治措施或对策。

6.4.2 拟选垃圾填埋区适宜性评价。以《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-1997）、《生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2001）等为依据，可采用层次分析法等方法（附录 D），综合分析拟选区域环境地质、水文地质、地表环境条件，结合交通运输条件等，进行拟选填埋场适宜性评价。

### 6.5 地质资源前景分析

#### 6.5.1 水资源保证程度和应急（或后备）地下水源地论证

##### 6.5.1.1 水资源保证程度论证

以城市规划、用水的合理性以及地表水、地下水可利用资源量为基础，按照工业用水、

农业用水、生活用水、生态用水的现状和将来的需求情况，进行供需平衡分析，论证现状年及规划水平年水资源保证程度。

#### 6.5.1.2 应急（或后备）地下水源地论证

在调查研究水文地质条件和地下水开采现状的基础上，进行应急（或后备）地下水源地论证，初步评价地下水补给量、储存量、应急开采量或允许开采量，按照《生活饮用水卫生标准》（GB6749-86）评价地下水质量，对地下水源地的开采方式、开采规模、开采的经济技术条件、环境保护等方面进行论证，提出进一步勘查建议方案。

#### 6.5.2 热矿水资源论证

在论证热矿水资源开发利用潜力的基础上，提出开发利用与保护规划及进一步勘查建议方案。

#### 6.5.3 地质景观前景分析

##### 6.5.3.1 价值分析

（1）科学价值，分为国际、国内、省内、一般四级。

（2）美学价值，分为极高、很高、较高、一般四级。

（3）历史文化价值，分为极高、很高、较高、一般四级。

（4）稀有价值，分为世界唯一或极特殊、国内唯一或世界少有、省内唯一和国内少有、县内唯一的或省内少四级。

（5）自然完整价值，分为四级：保持自然状态，未受人为改变；基本保持自然状态，极少受到人为改变；受到一定程度人为改变，但影响程度很低，易于恢复原有面貌；受到比较明显的人为改变，但经人工整理后仍有较大保护价值。

##### 6.5.3.2 环境条件前景分析

###### （1）环境优美性

周边环境的原始自然状态保存极好，配套景观十分丰富，综合景观极为协调。

周边环境的自然状态保存较好，配套景观较丰富，综合景观协调。

周边环境受到一定程度的人为影响和改变，但影响程度低。配套景观少。

周边环境受较明显的人为影响和改变，但通过治理，尚能恢复。

###### （2）观赏的通达性和安全性

通达及观赏视野极好，地质环境十分稳定，无地质灾害的影响。

通达及观赏视野好，地质环境较稳定，有轻微的危害隐患，但影响不大，仅需少量的或简单的防护设施。

通达及观赏视野较好，地质环境较不稳定，有地质灾害隐患，但通过工程治理，可以保证安全。

通达及观赏视野较差，地质环境不稳定，地质灾害严重，需要大量的治理工程和防护设施。

#### 6.6 城市地质环境适宜性评价及区划

从以下几方面综合分析城市地质环境的适宜性及功能区划：

（1）城市地质环境的基本状况，包括地质环境的总体质量状况及分区特征。

（2）主要环境地质问题与地质灾害及其分布规律、发育程度、形成条件与发展趋势。

(3) 地质环境对人类活动和各种经济开发活动的适宜性与制约程度。

(4) 为实现有关开发规划需要重点解决的问题(包括需治理的地质灾害)和应采取的地质环境保护对策。

(5) 城市地质环境承载力评估。地质环境所决定的城市发展限度,就是城市地质环境承载力。影响城市地质环境承载力的主要因素有:土地资源、水资源、岩土地基、地形地貌、特殊地质现象、区域稳定性等。

在上述综合分析的基础上,对已建城区不同功能区开展适宜性评价,提出地质环境防治保护对策建议;从环境地质的角度对城市规划区进行功能区化和评价,为城市的规划、建设和管理提供依据。

## 7. 图系编制

### 7.1 编制原则

7.1.1 实用性。城市环境地质图系服务于城市总体规划,具有多功能、全方位性特点,为地质勘察、城市规划设计和政府决策管理服务。

7.1.2 客观性。图的内容应主题突出,真实、可靠、准确表现各类定性与定量地质环境要素。

7.1.3 评价性。在客观反映城市地质条件和现状下,应结合城市功能和未来发展需求,对城市环境质量优劣、地质环境背景变化趋势进行评价。

7.1.4 前瞻性。按规划要求,超前预测城市土地、水、矿产等资源潜力的可利用程度、地质环境质量变化趋势,以及灾害性地质问题预测等。

### 7.2 图系内容

7.2.1 充分反映出城市自然地质环境基本特征,如地层岩性、地质构造、基岩埋深或出露状况、第四系松散沉积物特征及分布、河流及其他地表水体分布状况、新构造活动特点等;

7.2.2 重点反映对城市建设和发展起制约作用的地质要素,如地下水资源储备和分布状况,矿产种类及埋藏状况,灾害性地质因素——滑坡、崩塌、泥石流、活动断层等;

7.2.3 城市建设和发展具有重要影响的人类工程经济作用,如城市水源地分布、矿产开采工程、地下水和地热资源开发工程效应、城市废物堆放、水土污染及城市土地资源开发利用现状的空间分布等;

7.2.4 未来城市建设和发展中面临的潜在地质灾害类型和强度预测(如崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等);

7.2.5 城市建设和发展的地质对策与建议。

### 7.3 城市环境地质图系及编制要求

根据工作区地质环境背景、研究程度、环境地质问题差异,以及社会需求、图面复杂程度,合理选编或合并成果图件。

#### 7.3.1 基础图件

(1) ××城市地质图

(2) ××城市第四纪地质地貌图

(3) ××城市水文地质图



(4) × × 城市岩土体类型图

(5) × × 城市遥感影象图

### 7.3.2 专题图件

#### (1) × × 城市地下水资源分布图

地质背景：地层岩性、地质构造、简化地形等高线。

主要内容：以普染色表示不同含水岩组及其富水性分级（根据实际情况可划分为：松散盐类孔隙水含水岩组、碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组、碳酸岩类裂隙岩溶含水岩组、岩浆岩类裂隙含水岩组）；

主要以符号表示不同类型的水源地（开采地下水的水源地、岸边取水水源地、利用河水、库水水源地），以不同颜色表示水源地勘查利用程度（已建水源地、可扩建水源地、已规划水源地），以数字表示水源地规模；以谱染色表示地下水补给模数或地下水径流模数分级（单位  $10^4 \text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ）；以图案符号表示开采资源模数分级（单位  $10^4 \text{m}^3/\text{a} \cdot \text{km}^2$ ）；

辅助内容：以不同颜色的各种符号表示各种界线及其它内容如水资源计算分区界线、富水性界线、地下水位、地下水流向、超标离子界线、水源地保护区界线、矿化度分区界线、代表性钻孔。

镶表：水资源分区汇总表，主要内容包括计算分区、天然水资源量、地下水可开采量、已开采量、地下水利用量。

#### (2) × × 城市地下水水位（头）等值线图

图面反映内容：

自然地理背景：行政区划、地表水系、地形、地貌。

主要内容：以不同颜色的各组曲线表示不同含水岩组地下水（位）头等值线，用对应颜色的箭头符号表示各含水岩组地下水流向。

辅助内容：钻孔注记（包括：孔深、水位埋深、水位标高）、含水岩组界限、地下水分水岭等。

#### (3) × × 城市地下水开发利用现状图

图面反映内容：

水文地质背景：含水岩组、富水性及界限，地下水系统划分与范围。

主要内容

取水构筑物类型（民井、钻孔、大口井、渗渠、泉点等）、位置与实际开采量（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）。

水源地范围，取水层位、岩性及埋深，允许开采量、实际开采量及开发潜力，表达方式分母为允许开采量、取水层位、岩性及埋深，分子为实际开采量、开发潜力和开发利用率（即实际开采量/允许开采量，以百分比表示）。

每个地下水系统主要取水层位、岩性及埋深，允许开采量、实际开采量、开发潜力、开发利用率、取水构筑物数量和已开采水量用途。分母表示允许开采量，分子表示实际开采量及开发利用率。

镶表

以地下水系统为单位，取水层位、岩性及埋深，允许开采量、实际开采量、开发潜力，取水构筑物数量，已开采水量用途（生活用水、农业用水、工业用水和其它用水），以说明表的形式表达，并对各项量进行合计汇总。

水源地与地下水系统开采量单位为  $10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

#### (4) × × 城市地下水质量评价图

图面反映内容：

地质、水文地质环境背景：地形地貌、地质条件，地下水类型及界线，主要水源地范围；

主要内容：以普染色表示水质综合评价分区，主要表示潜水（浅层水）；承压水（深层水）可用双层结构的花纹表示；

辅助内容：反映特殊水质指标及含量，在取样点处用直方图表示特殊水质指标（或主要污染指标）水质类别。

镶表：地下水水质评价分区说明表。

#### **（5）××城市污染源分布图**

图面反映内容：

地理或行政规划背景：山地、绿地、河流、湖泊、工业、农业、商业、生活、学校、医院、道路交通、公共设施等基本要素。

主要内容：以等标污染负荷评价方法反映污染源类型（工业、农业、生活、其他）位置、规模、特征（点源、线源、面源）强度等。

#### **（6）××城市地下水污染评价图系**

图面反映内容：

地理或行政规划背景：绿地、河流、湖泊、工业、农业、商业、生活、学校、医院、道路交通、公共设施等基本要素。

地质、水文地质环境背景：地形地貌、地质条件，背景值，地下水类型及界线，主要水源地范围；

主要内容：主要反映以等值线或点状符号表示主要水质污染指标及含量和综合污染指标及含量。

#### **（7）××城市地下水脆弱性评价图**

图面反映内容：

地理或行政规划背景：山地、绿地、河流、湖泊、工业、农业、商业、生活、学校、医院、道路交通、公共设施等基本要素。

地质图或第四系地质背景：主要表示岩性、构造、地形等高线、水系。

主要内容：以 7 个单要素图（地下水水位埋深（D）、地下水净补给量（R）、含水层介质（A）、土壤包气带（S）、地形地貌（T）、非饱和带介质（I）和水力传导系数（C））叠加形成地下水脆弱性评价图。按脆弱性等级分区评价结果，即地下水脆弱性高、较高、中等、较低、低。5 个等级分别用红色、粉红色、黄色、绿色和蓝色表示。

#### **（8）××城市热矿水资源分布与开发利用现状图**

图面反映内容：

地热地质背景：含主要控热构造、地层岩性、热储层顶底板埋深等值线、热储温度等直线（或井口温度等值线）。

主要内容：主要以符号和图示表示：井（泉）点、开采量、利用方式、井（泉）口水温、井深、水位、热储层。

镶图：地热地质剖面，包括地层、控热构造、地层温度等值线。

#### **（9）××城市海水入侵现状图**

图面反映内容：

地质环境背景：地质、第四纪地质和地下水埋深等。

主要内容：表示不同时期海水入侵范围、方向、程度（按大、中、小三级划分）。

镶图：水文地质剖面图。

#### **（10）××城市海岸带地质环境变迁图**

图面反映内容：

地质环境背景：区域地貌、第四纪地质特征，海岸类型，特殊海岸地貌等。

主要内容：表示不同时期海岸线位置及年代、侵蚀与淤积分区和速率，贝壳堤、牡蛎礁等特殊生物遗迹位置及年代，风暴潮入侵位置、范围及年代。

镶图：中晚全新世地质剖面（垂直海岸线方向）。

（4）说明表：各区段海岸线最大侵蚀与淤积宽度和面积。

#### **（11）××城市垃圾填埋场适宜性分区图**

图面反映内容：

地理或行政规划背景：山地、绿地、河流、湖泊、工业、农业、商业、生活、学校、医院、道路交通、水源地、公共设施等基本要素。

主要内容：表示城市垃圾填埋场适宜性分区，分适宜、较适宜、不适宜三级，

符号及颜色：用线条圈定适宜、较适宜、勉强适宜、不适宜四种区域，并分别用绿色、蓝色、黄色和红色（或无色）标示。

镶图：各区典型地层结构剖面图。

#### **（12）××城市应急或后备地下水水源地分布图**

图面反映内容：

地质背景：地层岩性、地质构造、简化地形等高线。

地下水资源背景：地下水补给资源、开采资源、实际开采量。

主要内容：应急或后备地下水水源地位置、范围、开采位置与方式、应急或允许开采量、应急开采期。

（3）说明表：水源地名称、位置、面积、日（年）允许开采量、应急开采期。

#### **（13）××城市热矿水资源开发利用区划图**

图面反映内容：

地热地质背景：含主要控热构造、地层、主要开采热储层顶底板埋深等直线、热储等温线（或井口温度等直线）。

主要内容：以普染色反应开采条件分区，标明允许开采量；以符号表示开发利用方式，包括供暖、工业、种植、养殖、医疗、洗浴、旅游等。

镶图：达到医疗矿泉水标准的特征元素分布等值线图。

#### **（14）××城市地下水调蓄条件区划图**

图面反映内容：

地质环境背景：主要表示第四系、地下水位埋深、简化地形等高线、水系等。

主要内容：主要表示含水层位置（顶底板埋深等值线）、范围、可利用调蓄空间，回灌区（点）位置与回灌方式，回灌水源及可供回灌水量、最大可能调蓄水量，适宜开采区及开采条件。

镶图：水文地质剖面图。

#### **（15）××城市地质灾害分布图**

图面反映内容：

地质环境背景：主要表示岩土体类型、构造、简化地形等高线、水系等。

主要内容：主要表示崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、不稳定斜坡的位置、稳定性、规模，用不同颜色（稳定性）、不同大小（规模）的个体符号表示。

镶图：降雨量等值线图、典型地质灾害剖面图等。

说明表：地质灾害体的编号、位置、类型、规模、稳定性、危害、发展趋势、治理情况等。

#### **（16）××城市特殊类土分布图**

主要表示特殊岩土体形成发育的地质背景条件，主要特殊岩土体的位置、类型（或种类）、规模、成因、危害程度。不同特殊岩土体等级分区评价结果。

#### **(17) ××城市地下空间开发风险区划图**

主要表示岩土体类型、特殊类岩土体分布、构造。地下工程的类型、位置、规模、埋深、与地下工程有关的环境地质现象。并附典型地段岩土体三维立体结构图、地下水位埋深剖面图。

### **7.3.3 综合评价图件**

#### **(1) ××城市环境地质问题现状图**

#### **(2) ××城市地质灾害易发区分区评价图**

主要表示环境地质问题及地质背景条件。按等级分区评价结果，即高易发区、中易发区、低易发区和不发育区四个等级分别用红色、黄色、蓝、绿色表示表示。

#### **(3) ××城市地质灾害危险性分区评价图**

主要地质灾害的位置、类型（或种类）、规模、成因、稳定性。并按分区评价结果，即危险、较危险、不危险三个等级分别用红色、黄色、绿色表示表示。

#### **(4) ××城市地下水资源合理利用及污染防治区划图**

普染色表示地下水合理开发利用区划，分可增强开采区、控制开采区、调减开采区、禁止开采区四级；花纹表示地下水源地卫生防护带（分一级、二级、准保护区三级）；符号表示需要整治的污染源。

#### **(5) ××城市地质环境区划与城市用地适宜性评价图**

## **8 . 设计与成果报告编写提纲**

### **8.1 设计书编写提纲**

#### **第一章 前言**

第一节 目标任务：包括任务来源、任务书的主要内容、工作起始时间及成果提交时间等。

第二节 工作区范围和自然地理条件：包括地理位置、坐标范围或图幅及编号、社会经济概况。

第三节 以往工作程度：包括以往区域地质、水工环地质工作情况和与本次调查有关的成果及存在的问题与不足。

#### **第二章 区域环境地质背景**

第一节 区域地质环境背景：包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质、工程地质、人类工程经济活动等。

第二节 主要环境地质问题与地质灾害现状：包括种类、分布、数量、规模与造成的危害及防治现状等。

#### **第三章 工作部署**

第一节 工作部署原则：包括总体工作思路、技术路线和部署原则。

第二节 总体工作部署：包括不同层次和各类地区的工作部署，分阶段或分年度的主要工作内容。

第三节 年度安排：包括年度安排的主要内容和工作量。当年工作安排要详细具体。

#### **第四章 工作方法与技术要求**

分节论述所采用的工作方法与各自的技术要求和地质环境评价的方法与要求。

#### **第五章 实物工作量**

列表说明总体工作部署和分年度各类实物工作量。

## 第六章 经费预算

按《中国地质调查局项目预算编制暂行办法》编写。

## 第七章 组织管理

### 第一节 组织管理措施。

### 第二节 项目组人员组成及分工。

## 第八章 技术管理措施

### 第一节 质量管理措施。

### 第二节 技术保证措施。

### 第三节 安全及劳动保护措施等。

## 第九章 预期成果

成果报告：包括调查报告、专题研究报告、数据库建设报告及附图、附表；提交成果报告时间。

基本附（插）图：

- （1）工作区范围图
- （2）研究程度图
- （3）城市建设现状及规划略图
- （4）水文地质略图
- （5）工程地质略图
- （6）环境地质略图
- （7）工作部署图

## 8.2 成果报告编写提纲

### ××省主要城市环境地质问题调查评价报告

#### 1、序言

（1）项目概况：项目来源，目的任务，工作区范围，工作依据。

（2）以往工作程度分析与评述。

（3）本次工作概况：调查工作部署、方法、完成的工作量及质量评述，取得主要成果概述。

#### 2、城市自然地理及社会经济概况

（1）自然地理概况：地形地貌；气象与水文特征；生态环境特征。

（2）社会经济概况

社会经济现状：市域现状（市域范围，建成区及开发区范围，现状规划区范围）；城市性质及城市职能；现状功能分区；发展现状（城市规模-人口，城市化水平，GDP，其它主要指标）。

社会经济发展规划（2020年）：发展目标—经济、社会、环境发展目的及主要指标；发展方向—空间地域扩展的主要方向，城市布局（包括2020年规划区范围、城市功能分区）等。

（3）城市社会经济发展对地质工作的需求。

#### 3、城市环境地质背景

地质条件：地层岩性及地质构造特征，区域地壳稳定性。

水文地质条件：地下水类型及含水层组划分，含水层组空间分布及其水文地质特征，地下水补、径、排条件及动态变化规律，地下水水化学特征。

工程地质条件：岩土体工程地质分类与特征，新构造运动与地震。

环境地质条件：地下水环境特征及质量评价，土壤环境特征及质量评价，与人居环境有

关的地球化学背景条件、地球物理背景条件。

#### 4、城市主要环境地质问题

(1) 地下水资源衰减与短缺。

(2) 地下水污染：污染源类型及分布，地下水污染特征与分布规律，危害程度；

(3) 地质灾害：地质灾害历史（发生及危害情况），发育特征与分布规律，形成条件及影响因素，危害程度。

(4) 海岸带环境地质问题：海岸侵蚀与淤积、海水入侵、海平面升降、风暴潮。

(5) 其他环境地质问题：特殊岩土体、放射性异常和污染等。

(6) 经济损失评估

#### 5、城市地质资源

应急（或后备）地下水源地、热矿泉水资源，地质遗迹资源、地下空间等：概述资源分布、资源量、开发利用现状。

#### 6、城市地质环境评价

(1) 地下水环境评价：评价原则，评价方法，评价依据与标准，分区分级评价，评价结论。

(2) 地质灾害危险性评价（稳定性和危害性）

(3) 特殊岩土体危害性评价

(4) 垃圾处置场地质环境影响及适宜性评价

(5) 地质资源评价：开发利用潜力及开发利用条件评价。

(6) 城市地质环境脆弱性综合评价：在上述评价的基础上，进行综合分区分级评价。

#### 7、城市环境地质问题防治对策建议

根据城市地质环境评价结果，结合城市国民经济与社会发展规划、城市重点工程建设等，提出城市环境地质问题防治的原则与要求、方法措施、重点防治区域、重点防治工程；重点是提出进一步开展城市环境地质调查评价的论证意见和建议。

#### 8、结论

本次调查工作的主要成果；对城市发展规划和建设的建议；本次调查工作存在问题与不足；明确提出下一步工作建议。

#### 9、附件

(1) 附图

参见附图条目（可依据实际情况取舍和归并）

(2) 附表

(3) 城市环境地质问题调查评价信息系统

## 9．城市环境地质问题调查数据库建设（略）

## 附录 A：用词说明

### A.0.1 调查工作程度用词说明如下：

1. “初步查明”，以搜集资料为主，辅以地面调查。
2. “基本查明”，以地面调查为主，辅以验证性勘查、试验工作。
3. “查明”，以地面调查和控制性勘查、试验为主。

### A.0.2 要求严格程度用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词，采用“必须”。
2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，采用“应”。
3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，采用“宜”或“可”。

### A.0.3 条文中指定应按其它有关标准规范执行时，其写法：一般性的用“按……要求评价或确定”；钻探、测量等操作性的“按……执行”。

## 附录 B：地下水污染调查指标选取

调查指标由无机组分和有机组分两类构成，每类调查指标都有必检指标和选检指标。

### 选取范围

常规调查指标选取范围在所给出的选取原则之后直接列出。

污染调查指标选取范围参考我国《地表水环境质量标准》、世界卫生组织《饮用水水质标准》、美国《饮用水水质标准》和我国《生活饮用水水质卫生规范》和 USEPA 饮用水标准中的组分确定，根据这些标准制定出的污染调查指标选取范围分别见附表 1-3。

### 指标选取

#### 常规调查指标

**现场检测指标：**水温、气温、嗅、味、颜色、肉眼可见物、pH 值、电导率、氧化还原电位(流通池法测定)、溶解氧（视是否具备仪器条件而定）。

#### 室内检测指标：

##### 无机组分必检指标：

钾( $K^+$ )、钠( $Na^+$ )、钙( $Ca^{2+}$ )、镁( $Mg^{2+}$ )、总硬度、溶解性固体、游离二氧化碳( $CO_2$ )、重碳酸根( $HCO_3^-$ )、碳酸根( $CO_3^{2-}$ )、硫酸根( $SO_4^{2-}$ )、氯离子( $Cl^-$ )、硝酸盐( $NO_3^-$ )、氟化物( $F^-$ )、锰、砷、镉、总铬、六价铬、汞、铅、铜、硒、银、锌、总铁、氰化物。

**其他选检指标：**石油类(城区、采油区和石化工业区的潜水)、总 活性和总 活性(金属采矿区)、硫化氢

##### 有机组分必检指标

#### 城市地区：

工业应用广泛或作为“三废”普遍排放、生物降解性较差、毒性较强且检出率较高的有机组分包括：

高锰酸盐指数、挥发酚类（承压水）、三氯甲烷、四氯乙烯、氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、甲苯、三氯乙烯、1,1-二氯丙烷、二氯甲烷

此外，可根据污染源的具体情况，确定必检组分，包括：

四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,1-二氯乙烯、反式-1,2-二氯乙烯、苯乙烯、苯、乙苯、二甲苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、六氯苯、苯并[a]芘、MTBE。

#### 农业地区：

目前广泛使用的或虽已停止使用但具持久性的、毒性较大的杀虫剂、除草剂和杀真菌剂（包括在环境中产生的衍生物和代谢物），包括：

-六六六、-六六六、-六六六、-六六六、滴滴涕、滴滴涕、滴滴伊、甲氧滴滴涕、七氯、环氧七氯、氯丹、异狄氏剂、涕灭威、对硫磷。

##### 有机组分选检指标

#### 城市地区：

根据工矿企业布局及排出情况而定。推荐为：

三溴甲烷、一氯二溴甲烷、1,1,2,2-四氯乙烷、六氯乙烷、1,3-二氯丙烷、六氯丁二烯、甲醛、丙烯醛、2,4-二硝基甲苯、1,3-二氯苯、硝基氯苯、2,4-二硝基氯苯、硝基苯、多氯联苯（类）、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、五氯酚、苯胺、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、丙烯腈、萘、蒽、菲、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、2,3,7,8-四氯二苯并对二噁英、2,3,7,8-四氯二苯并呋喃。

**农业地区：**根据当地农药使用的种类酌情而定。推荐为：

毒杀芬、灭蚊灵、1,3-二氯丙烯、甲基对硫磷、乙基对硫磷、马拉硫磷、乐果、敌敌畏、敌百虫、内吸磷、溴氰菊酯、苄氯菊酯、1,2-二溴-3-氯丙烷、西维因、苯菌灵、六氯苯、代森锰锌、代森锰、代森联、代森锌、2 甲 4 氯、苯达松、草甘膦、莠去津、氟乐灵、2,4-滴、



草不绿艾氏剂、狄氏剂。

**附录 C：美国 EPA 地下水脆弱性评价方法(DRASTIC)**

(略)

**附录 D：垃圾填埋规划区的定量优选方法**

(略)

**附录 E：调查表格**

(略)