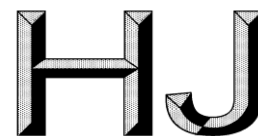


附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 610-201□

代替 HJ 610-2011

---

# 环境影响评价技术导则 地下水环境

Technical guidelines for environmental impact assessment  
groundwater environment

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

---

环 境 保 护 部 发 布

## 目 次

前言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
5 地下水环境影响识别.....	5
6 地下水环境影响评价工作分级.....	5
7 地下水环境影响评价技术要求.....	6
8 地下水环境现状调查与评价.....	7
9 地下水环境影响预测.....	14
10 地下水环境影响评价.....	16
11 地下水环境保护措施与对策.....	17
12 地下水环境影响评价结论.....	19
附录 A（规范性附录）地下水环境影响评价行业分类表.....	20
附录 B（资料性附录）渗透系数经验值表.....	45
附录 C（资料性附录）环境水文地质试验方法简介.....	46
附录 D（资料性附录）常用地下水评价预测模型.....	48
附录 E（资料性附录）废水入渗量计算公式.....	54
附录 F（资料性附录）防渗层渗漏率计算公式.....	55
附图 1（资料性附录）缓冲区计算示意图.....	59

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国环境影响评价法》，规范和指导地下水环境影响评价工作，保护环境，防治地下水污染，制定本标准。

本标准规定了地下水环境影响评价的一般性原则、内容、工作程序、方法和要求。

本标准于 2011 年首次发布，本次为第一次修订。本次主要修订内容如下：

——调整和规范了术语和定义；

——删除了影响地下水流场和地下水位的建设项目的环境影响评价要求，调整了地下水环境影响评价工作等级分级判定依据；

——调整了地下水环境现状调查范围的确定方法；

——修改简化了地下水环境现状监测要求；

——调整了地下水环境保护措施与对策的相关要求；

——删除了地下水环境影响评价专题文件编写的要求；

——增加了地下水环境影响评价结论章节；

——修订了附录，增加了相应图件、附表及附录的编制要求。

本标准自实施之日起，《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2011）废止。

本标准的附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附图 1 均为资料性附录，附录 A 为规范性附录。

本标准由环境保护部环境影响评价司提出。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：环境保护部环境工程评估中心。

本标准环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 环境影响评价技术导则 地下水环境

## 1 适用范围

本标准规定了地下水环境影响评价的一般性原则、工作程序、内容、方法和技术要求。  
本标准适用于对地下水环境（水质）可能产生影响的建设项目的环境影响评价。  
规划环境影响评价中的地下水环境影响评价可参照本标准相关技术要求执行。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 14848	地下水质量标准
GB 16889	生活垃圾填埋场污染控制标准
GB 18598	危险废物填埋场污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 50027	供水水文地质勘察规范
GB/T 50934	石油化工工程防渗技术规范
HJ 2.1	环境影响评价技术导则总纲
HJ/T 2.3	环境影响评价技术导则 地面水环境
HJ 25.1	场地环境调查技术导则
HJ 25.2	场地环境监测技术导则
HJ 25.3	污染场地风险评估技术导则
HJ/T 164	地下水环境监测技术规范
HJ/T 338	饮用水水源保护区划分技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 地下水 groundwater/subsurface water

以各种形式埋藏在地壳空隙中的水，包括包气带和饱水带中的水。

### 3.2 包气带/非饱和带 vadose zone/unsaturated zone

地表与潜水面之间的地带。

### 3.3 饱水带 saturated zone

地下水水面以下，土层或岩层的空隙全部被水充满的地带。含水层都位于饱水带中。

### 3.4 潜水 unconfined water/phreatic water

地表以下，第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水。

### 3.5 承压水 confined water/artesian water

充满于上下两个隔水层之间的地下水，其承受压力大于大气压力。

### 3.6 地下水补给区 groundwater recharge zone

含水层（含水系统）从外界获得水量的分布区域。

### 3.7 地下水排泄区 groundwater discharge zone

含水层（含水系统）中地下水在自然或人为条件下失去水量的区域。

### 3.8 地下水径流区 groundwater flow zone

从补给区到排泄区的中间区域。对于潜水含水层，其径流区与补给区是一致的。

### 3.9 集中式饮用水水源地 centralized supply drinking water source

进入输水管网送到用户的和具有一定供水规模（供水人口一般大于 1000 人）的饮用水水源。

### 3.10 地下水环境现状值 value of current groundwater quality

指项目未实施时的地下水环境质量监测值。

### 3.11 地下水污染对照值 control values of groundwater contamination

评价区内有历史记录地下水水质指标统计值。

### 3.12 地下水环境保护目标 protected zone of groundwater environment

是指地下水环境敏感区、分散式居民地下水饮用水井。

## 4 总则

### 4.1 一般性原则

地下水环境影响评价应对建设项目施工、生产运行和服务期满后过程中，可能造成的地下水水质影响进行分析、预测和评估，提出预防、保护或者减轻不良影响的对策和措施，进行地下水污染源监测，制定事故应急处置对策。

### 4.2 评价基本任务

地下水环境影响评价的基本任务包括：识别地下水环境影响因子，确定地下水环境影响评价等级，开展地下水环境现状调查工作，完成地下水现状监测及评价，预测和评价建设项目对地下水水质可能造成的影响，依据环境影响评价结果提出有针对性的地下水污染防治对策，制定地下水污染源监控方案，为建设项目地下水环境管理提供科学依据。

地下水环境影响评价应按本标准划分的评价工作等级开展相应评价工作。

### 4.3 工作程序

地下水环境影响评价工作可划分为准备阶段、调查阶段、评价阶段和结论阶段。地下水环境影响评价工作程序见图 1。

#### 4.4 各阶段主要工作内容

##### 4.4.1 准备阶段

搜集和研究有关地下水环境保护的法律法规、政策、标准及相关规划等背景资料；了解建设项目工程概况；进行初步工程分析；踏勘现场并开展初步的现状调查工作；初步识别建设项目对地下水环境的影响，确定评价工作等级和评价重点。

##### 4.4.2 调查阶段

进行工程分析，明确可能产生污染的阶段、环节、装置或设施；依据工程分析结果，有针对性地开展现场调查工作，调查评价区地下水污染源、地下水环境保护目标、地下水补径排条件等，调查建设项目场地包气带岩性、结构，必要时补充开展物探、钻探、试验等工作；开展评价区地下水现状监测与评价。

##### 4.4.3 评价阶段

确定评价范围，选取适当的评价方法，结合建设项目场地水文地质条件和环保工程措施给出污染源强，进行地下水环境影响预测；依据国家、地方有关地下水环境管理的法规及标准，评价影响范围和程度。

##### 4.4.4 结论阶段

综合分析各阶段成果，从项目建设的地下水环境可行性、项目实施必须满足的要求给出结论性意见与建议，提出地下水环境保护措施与防治对策，制定地下水污染源监控方案，完成地下水环境影响评价。

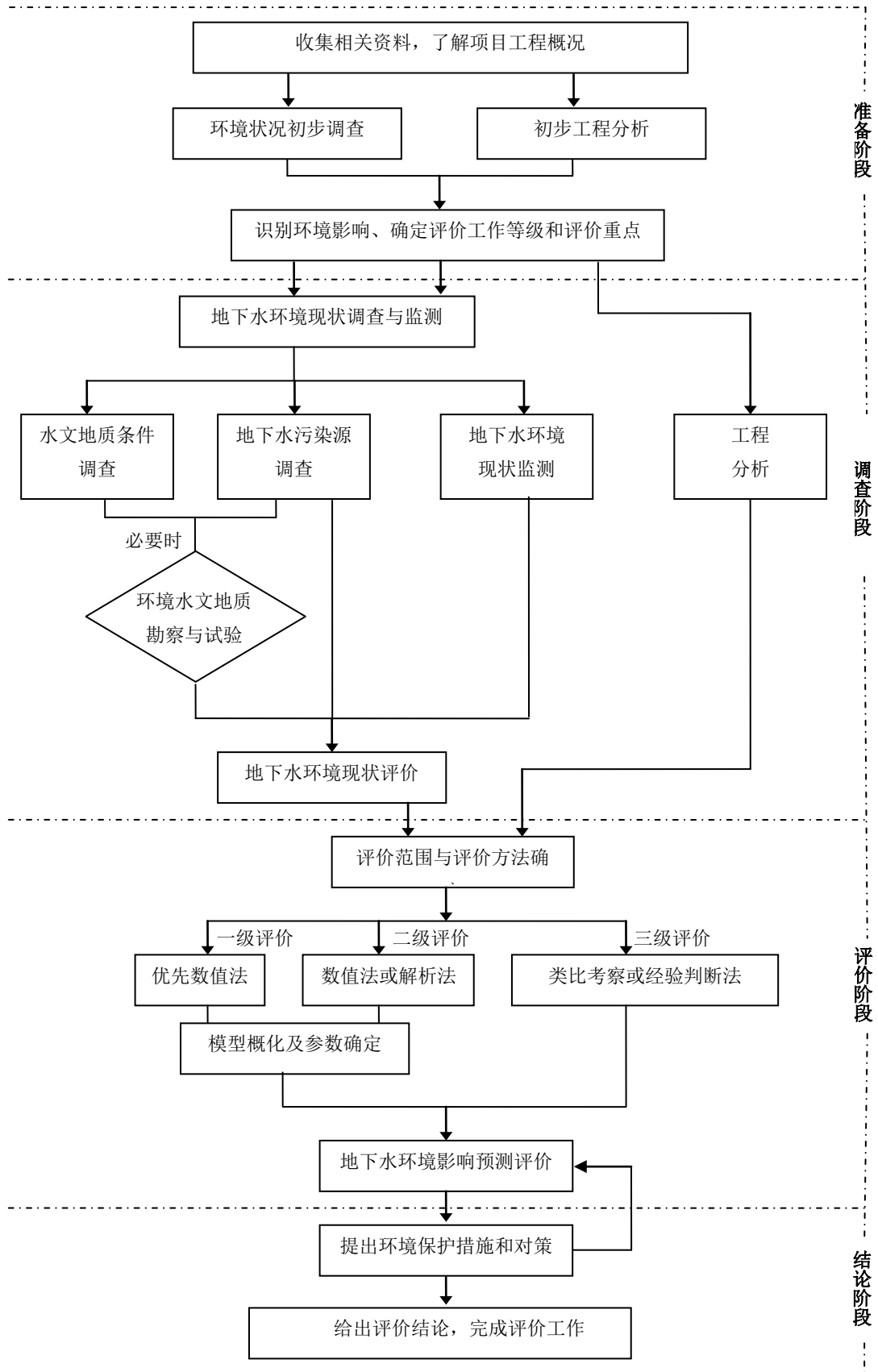


图 1 地下水环境影响评价工作程序图

## 5 地下水环境影响识别

### 5.1 基本要求

5.1.1 建设项目对地下水环境影响的识别分析应在建设项目初步工程分析的基础上进行，根据建设项目施工过程、生产运行和服务期满后三个阶段的工程特征，识别其“正常工况”和“事故工况”状态下的环境影响。

5.1.2 对于随着生产运行时间推移对地下水环境影响有可能加剧的建设项目，还应按生产运行初期、中期和后期分别进行环境影响识别。

### 5.2 识别方法

5.2.1 识别建设项目所属《地下水环境影响评价行业分类表》的类别，见附录 A。

5.2.2 识别建设项目场地的地下水环境敏感程度，确定可能影响的地下水环境保护目标。

### 5.3 环境影响识别

5.3.1 根据建设项目行业特点，识别可能造成地下水污染的装置和设施的位置、规模、材质等，以及建设项目在建设、运营及服务期满后过程中可能的地下水污染途径。

5.3.2 识别建设项目可能导致地下水污染的特征因子，特征因子根据建设项目废水污染因子（参照 HJ/T 2.3）、液体物料成分、固废浸出污染因子等确定。

## 6 地下水环境影响评价工作分级

### 6.1 划分原则

评价等级的划分主要依据建设项目行业分类及场地地下水环境敏感程度进行判定，将地下水环境影响评价等级分为一、二、三级。

### 6.2 建设项目工作等级划分

#### 6.2.1 划分依据

6.2.1.1 根据附录 A《地下水环境影响评价行业分类表》，建设项目分为 I 类、II 类、III 类。

6.2.1.2 建设项目场地的地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见表 1。

表 1 地下水环境敏感程度分级表

分级	项目场地的地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的饮用水水源地）缓冲区 <sup>1</sup> ；除集中式饮用水水源地以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的饮用水水源地）缓冲区以外的不小于 2000d 质点迁移路径所确定的范围；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的不小于 2000d 质点迁移路径所确定的范围；分散式饮用水水源保护区。
不敏感	上述地区之外的其它地区。



注1：“缓冲区”系指依据 HJ/T 338 的公式法，在二级保护区外围设定不小于 2000d 质点迁移路径所确定的范围，见附图 1；未设定保护区的，依据 HJ/T 338 的公式法，为水源井外围不小于 3000d 质点迁移路径所确定的范围。当按照 HJ/T 338 的公式法计算所得的缓冲区范围大于补给区时，以补给区边界为缓冲区边界。

## 6.2.2 建设项目评价工作等级

6.2.2.1 建设项目地下水环境影响评价工作等级的划分见表 2，等级判定采取就高原则。

表 2 建设项目评价工作等级分级表

行业类别 环境敏感	I 类行业	II 类行业	III 类行业
敏感	一	二	三
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

6.2.2.2 当建设项目场地涉及两个或两个以上的敏感程度分区时，取最高敏感程度分区等级，线性工程除外。

6.2.2.3 线性工程对其穿越的地下水环境敏感区水质的影响，分段进行评价等级判定，并按相应等级开展评价工作。

## 7 地下水环境影响评价技术要求

### 7.1 原则性要求

地下水环境影响评价以资料、数据收集为基础，当所收集的资料和数据不能够满足评价要求时，应开展相应评价等级要求的补充调查，必要时进行勘察试验。

### 7.2 一级评价要求

7.2.1 掌握评价区的地下水动态变化特征，详细掌握评价区的环境水文地质条件、地下水环境质量现状、地下水开采利用现状与规划，掌握地下水补径排条件、各含水层之间以及与地表水之间的水力联系。

7.2.2 掌握评价区评价期内地下水环境现状值（或地下水污染对照值）和地下水动态监测信息。

7.2.3 根据建设项目污染源特点及场地环境水文地质条件，有针对性地开展水文地质调查和现场勘察试验，掌握场地包气带地质结构及其防污性能、含水层分布及易污染特征，进行地下水环境现状评价。

7.2.4 采用数值法进行地下水环境影响预测，对于不适宜采用等效多孔介质模型进行预测的评价地区可根据自身特点选择合适方法。

7.2.5 预测评价应结合相应的环保措施，针对可能的污染情景，预测污染物运移趋势，评价建设项目对保护目标的影响。

7.2.6 根据场地水文地质条件和预测评价结果，提出切实可行的环境保护措施与污染事故应急预案。

### 7.3 二级评价要求

7.3.1 基本掌握评价区的地下水动态变化特征，基本掌握评价区的环境水文地质条件，查明评价区地下水补径排条件，了解项目评价区内的地下水开采利用现状与规划。

7.3.2 基本掌握评价区评价期内地下水环境现状值（或地下水污染对照值）和地下水动态监测信息。

7.3.3 结合建设项目污染源特点及场地环境水文地质条件，有针对性地补充必要现状调查和勘察试验，基本掌握场地包气带防污性能和含水层分布特征，进行地下水环境现状评价。

7.3.4 根据建设项目特征、水文地质条件及资料掌握情况，选择采用数值法或解析法进行影响预测和评价，预测评价应结合相应的环保措施，针对可能的污染情景，预测污染物运移趋势和对保护目标的影响。

7.3.5 提出切实可行的环境保护措施与污染事故应急预案。

### 7.4 三级评价要求

7.4.1 了解评价区地下水分布情况、环境水文地质条件。

7.4.2 了解评价区的地下水补径排条件和地下水环境现状。

7.4.3 采用类比预测分析或定性描述的方法进行地下水影响分析与评价。

7.4.4 提出切实可行的环境保护措施。

### 7.5 其他技术要求

7.5.1 一级评价要求场区工作底图比例尺不小于 1:10000，调查评价区工作底图比例尺不小于 1:50000，一级评价工作精度要求比例尺不小于 1:50000。

7.5.2 二级、三级评价工作底图要求能够清晰反映建设项目与环境敏感区、地下水环境保护目标的位置关系，并根据建设项目自身特点和水文地质条件复杂程度确定工作底图比例尺，建议一般以不低于 1:50000 为宜。

## 8 地下水环境现状调查与评价

### 8.1 调查与评价原则

8.1.1 地下水环境现状调查与评价工作应遵循资料搜集与现场调查相结合、项目所在场地调查与类比考察相结合、现状监测与长期动态资料分析相结合的原则。

8.1.2 地下水环境现状调查与评价工作的深度应满足相应的工作级别要求。当现有资料不能满足要求时，应通过组织现场监测或环境水文地质勘察与试验等方法获取。对一级评价，还可选用不同历史时期地形图以及航空、卫星图片进行遥感图像解译配合地面现状调查与评价。

8.1.3 对于地面工程建设项目应监测潜水含水层以及与其有水力联系的含水层，对于地下工程建设项目应监测受其影响的相关含水层。对于污染场地修复工程，监测范围还应扩展到包气带，对《地下水环境影响评价行业分类表》中 I 类的改、扩建类建设项目，监测范围也应扩展到包气带。

8.1.4 对于油气田开发、长输油品、化学品管线等工程范围点多面广或距离较长的建设项目，调查和评价范围应当围绕场站、服务站等可能对地下水产生污染的地点展开。

## 8.2 调查与评价范围

### 8.2.1 基本要求

地下水环境现状调查与评价的范围以能说明地下水环境的基本状况为基本原则，调查区的地下水流场应能够反映区域地下水流场特征，并包含与建设项目相关的地下水环境保护目标，满足环境影响预测和评价的要求。

污染场地修复工程项目的地下水环境影响现状调查，参照 HJ 25.1 执行。

### 8.2.2 调查评价范围

8.2.2.1 建设项目地下水环境现状调查与评价的范围根据建设项目所处水文地质条件确定，通常情况下可参考公式 1 和表 3 来确定，当涉及岩溶区或其他复杂水文地质条件地区时，调查评价范围应根据水文地质条件结合建设项目特点确定为宜。

$$L=\alpha \times K \times I \times T/n_e \quad (1)$$

式中：

L—下游迁移距离；

$\alpha$ —变化系数，取 2；

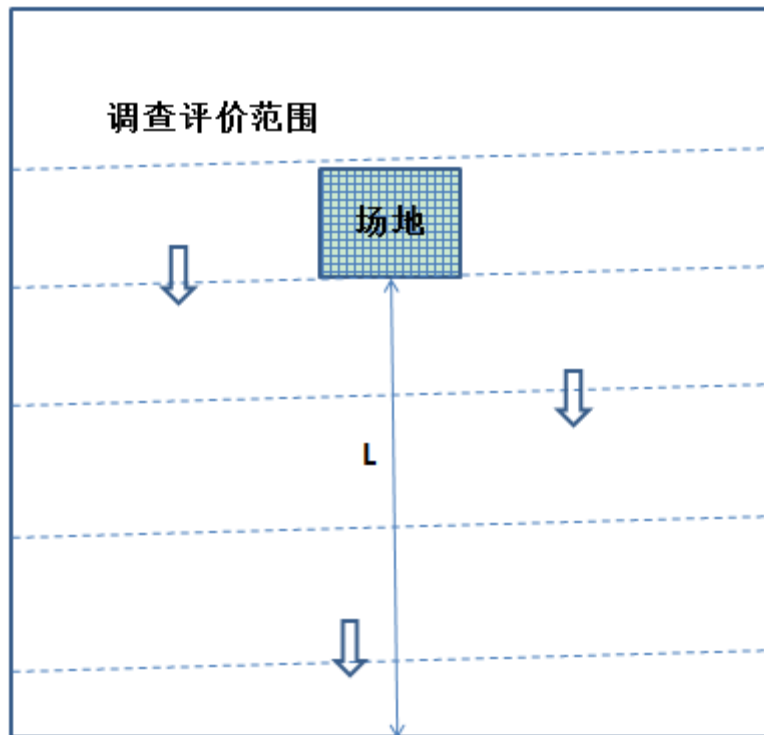
K—渗透系数，m/d，常见渗透系数表见附录 B；

I—水力坡度，无量纲；

T—质点迁移天数，取值不小于 5000d；

$n_e$ —有效孔隙度，无量纲。

采用公式 1 确定调查评价范围时，调查范围如图 2 所示，计算的范围未包含保护目标时，可适当扩大 T，以保证调查范围包含重要的保护目标；若初始资料不足，可参考表 3 确定调查评价范围，经调查确定参数合理后，再利用公式 1 计算判定评价范围。当计算范围超出所处水文地质单元边界时，以所处水文地质单元边界为宜。



注：虚线表示等水位线；空心箭头表示地下水流向；场地上游距离根据评价需求确定，场地两侧不小于  $L/2$ 。

图 2 调查评价范围示意图

表 3 建设项目地下水环境现状调查与评价范围参考表

评价等级	评价面积 (km <sup>2</sup> )	备注
一级	$\geq 20$	环境水文地质条件复杂、含水层渗透性能较强的地区(如砂卵砾石含水层、岩溶含水系统等)，调查评价范围可取较大。根据建设项目特征和所在水文地质条件的具体特点，必要时应扩展至完整的水文地质单元。
二级	6-20	
三级	$\leq 6$	

8.2.2.2 当建设项目位于裂隙发育程度较高的基岩地区时（如岩溶区），一级评价以同一地下水文地质单元为调查评价范围；建设项目位于裂隙发育程度较低的基岩地区时，一级评价范围可根据项目特点适当选取。

二级评价原则上要求以满足环境影响预测和分析确定调查评价范围。

三级评价以能说明地下水现状，说明补径排条件为原则。

8.2.2.3 线性工程评价范围应包含两侧 200m 以内的地下水环境保护目标，但对于穿越水源地保护区、准保护区或环境敏感等级为敏感的地段的，调查评价范围应包含水源地；线性工程站场调查评价区范围的确定参考 8.2.2.1 条。

### 8.3 调查内容与要求

#### 8.3.1 水文地质条件调查

在充分收集资料的基础上,根据建设项目特点和水文地质条件复杂程度,开展现状调查工作,主要包括:

- a) 气象、水文、土壤和植被状况;
- b) 地层岩性、地质构造、地貌特征与矿产资源;
- c) 包气带岩性、结构、厚度;
- d) 含水层的岩性组成、厚度、渗透系数和富水程度;隔水层的岩性组成、厚度、渗透系数;
- e) 地下水类型、地下水补给、径流和排泄条件;
- f) 地下水水位、水质、水量、水温;
- g) 泉的成因类型,出露位置、形成条件及泉水流量、水质、水温,开发利用情况;
- h) 集中供水水源地和水源井的分布情况(包括开采层的成井的密度、水井结构、深度以及开采历史);
- i) 地下水现状监测井的深度、结构以及成井历史、使用功能;
- j) 地下水环境现状值(或地下水污染对照值)。

水文地质条件调查方法主要包括:资料收集法、现场踏勘法及水文地质勘察与试验法等。

#### 8.3.2 地下水污染源调查

##### 8.3.2.1 调查对象

地下水污染源主要包括工业污染源、生活污染源、农业污染源。

调查主要包括废水排放口、渗坑、渗井、污水池、排污渠、污灌区、已被污染的河流、湖泊、水库和固体废物堆放(填埋)场等。

##### 8.3.2.2 建设项目根据自身污染源特点进行相应调查。不同类型污染源调查要点:

a) 对工业或生活废(污)水污染源中的排放口,应测定其位置,了解和调查其排放量、排放方式(如连续或瞬时排放)、排放途径和去向、主要污染物及其浓度、废水的处理和综合利用状况等。

b) 对排污渠和已被污染的小型河流、水库等,除按地表水监测的有关规定进行流量、水质等调查外,还应选择有代表性的渠(河)段进行渗漏量和影响范围调查。

c) 对污水池和污水库应调查其结构和功能,测定其蓄水面积与容积,进水来源、出水去向和用途、进出水量和水质及其动态变化情况,了解池(库)底的物质组成或地层岩性,池(库)内水位标高与其周围地下水的水位差以及与地下水的补排关系,坝堤、坝基和池(库)底的防渗设施和渗漏情况,以及渗漏水对周边地下水质的污染影响。

d) 对工业固体废物堆放(填埋)场,应测定其位置、堆积面积、堆积高度、堆积量等,并了解其底部、侧部渗透性能及防渗情况,采集有代表性的样品进行浸出实验、土柱淋滤试验,了解废物的有害成份、可浸出量、雨后淋滤水中污染物种类、浓度和入渗情况。

e) 对生活污染源中的生活垃圾、粪便等,应调查了解其物质组成及贮存、排放、处置或利用状况。

f) 对于改、扩建项目,还应对已建项目场地可能产生污染的区域(如物料装卸区、储存区、事故池等)开展包气带污染调查,包气带污染调查取样深度一般在地面以下 25cm-

80cm 之间，当调查点所在位置一定深度之下有埋藏的排污系统或储藏污染物的容器时，取样深度应至少达到排污系统或储藏污染物的容器底部以下。

### 8.3.2.3 调查因子

地下水现状调查因子应根据拟建项目的特征因子选定，重点调查与建设项目污染特征相关的特征因子。

### 8.3.3 地下水环境现状监测

8.3.3.1 建设项目地下水环境现状监测应通过对地下水水质、水位的监测，掌握或了解评价区地下水水质现状及地下水流场情况，为地下水环境现状评价提供基础资料。

8.3.3.2 污染场地修复工程项目的地下水环境现状监测参照 HJ 25.2。

#### 8.3.3.3 现状监测点的布设原则

a) 地下水环境现状监测点采用控制性布点与功能性布点相结合的布设原则。监测点应主要布设在建设项目场地、周围环境敏感点、周边现有地下水污染源以及对于确定边界条件有控制意义的地点。对于改、扩建项目，当现有监测点不能满足监测位置和监测深度要求时，应布设新的地下水现状监测井。

b) 监测层位应包括潜水含水层和可能受影响的开采目的含水层。

c) 地下水水位监测点数宜大于相应评价级别地下水水质监测点数的 2 倍。

d) 地下水水质监测点布设的具体要求：

1) 监测点布设应尽可能靠近建设项目场地或主体工程，监测点数应根据评价等级和水文地质条件确定。

2) 一级评价项目潜水含水层的水质监测点应不少于 7 个点，可能受影响的开采目的含水层 3-5 个点。原则上建设项目场地上游和两侧的地下水水质监测点各不得少于 1 个点，建设项目场地及其下游影响区的地下水水质监测点不得少于 3 个点。

3) 二级评价项目潜水含水层的水质监测点应不少于 5 个点，可能受影响的开采目的含水层 2-4 个点。原则上建设项目场地上游和两侧的地下水水质监测点各不得少于 1 个点/层，建设项目场地及其下游影响区的地下水水质监测点不得少于 2 个点。

4) 三级评价项目潜水含水层水质监测点应不少于 3 个点，可能受影响的开采目的含水层 1-2 个点。原则上建设项目场地下游影响区的地下水水质监测点不得少于 1 个点。

e) 管道型岩溶区等水文地质条件特殊复杂区地下水现状监测点经论证后确定。

f) 在包气带厚度超过 100m 的评价区或监测井较难布置的基岩山区，地下水水位监测点数无法满 4) 要求时，应视情况调整数量，一般情况下应满足一级评价项目不少于 3 个监测点（上中下游分别 1 个），二级项目不少于 2 个监测点，三级项目不少于 1 个监测点。

#### 8.3.3.4 地下水水质现状监测点取样深度的确定

a) 地下水水质取样应根据污染物在地下水中的迁移特性选取适当的方法。

b) 建设项目为一级的改扩建项目，且特征污染物为非水溶相时，地下水水质监测应进行定深水质取样，具体要求：

1) 地下水监测井中水深小于 20m 时，取二个水质样品，取样点深度应分别在井水位以下 1.0m 之内和井水位以下井水深度约 3/4 处。

2) 地下水监测井中水深大于 20m 时，取三个水质样品，取样点深度应分别在井水位以下 1.0m 之内、井水位以下井水深度约 1/2 处和井水位以下井水深度约 3/4 处。

c) 评价级别为二、三级的建设项目，只取一个水质样品，取样点深度宜在井水位以下 1.0m 之内。

8.3.3.5 地下水水质现状监测因子原则上应包括两类：一类是基本水质因子，它能反映区域地下水一般状况；另一类为特征因子，根据建设项目行业污水特点确定。

a) 基本水质因子包括 pH、溶解性总固体、高锰酸钾指数、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ + $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 。

b) 特征因子根据 5.3.2 的识别结果确定。

### 8.3.3.6 环境现状监测频率要求

a) 水位监测频率要求

1) 评价等级为一级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一个连续水文年的枯、平、丰水期地下水水位动态监测资料，评价期内至少进行一次地下水水位监测；若无上述资料，参照表 4。

2) 评价等级为二级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一个连续水文年的枯、丰水期监测资料，评价期可不再进行现状地下水水位监测；若无上述资料，参照表 4。

3) 评价等级为三级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一期的监测资料，评价期内可不再进行现状水位监测；若无上述资料，参照表 4。

b) 基本水质因子的水质监测频率应参照表 4，特征因子至少需开展一次现状值监测。

表 4 环境现状监测频率推荐表

评价等级 地下水分布区		水位监测频率			水质监测频率		
		一级	二级	三级	一级	二级	三级
平原区	山前冲（洪）积	枯平丰	枯丰	一次	枯丰	枯	一次
	滨海（含填海区）	二次	一次	一次	一次	一次	一次
	其他平原区	枯丰	一次	一次	枯	一次	一次
黄土地区		枯平丰	一次	一次	二次	一次	一次
沙漠地区		枯丰	一次	一次	一次	一次	一次
丘陵山区		枯丰	一次	一次	一次	一次	一次
岩溶地区	岩溶裂隙	枯丰	一次	一次	枯丰	一次	一次
	岩溶管道	二次 (雨季)	一次 (雨季)	一次	二次 (雨季)	一次 (雨季)	一次 (雨季)

c) 在包气带厚度超过 100m 的评价区或监测井较难布置的基岩山区，若掌握近 3 年内至少一期的监测资料，评价期内可不再进行现状水位、水质监测；若无上述资料，至少开展一次现状水位、水质监测。

### 8.3.3.7 地下水样品采集与现场测定

a) 地下水样品应采用自动式采样泵或人工活塞闭合式与敞口式定深采样器进行采集。

b) 样品采集前, 应先测量井孔地下水水位(或地下水水位埋藏深度)并做好记录, 然后采用潜水泵或离心泵对采样井(孔)进行全井孔清洗, 抽汲的水量不得小于3倍的井筒水(量)体积。

c) 地下水水质样品的管理、分析化验和质量控制按 HJ/T164 执行。pH、Eh、DO、水温等不稳定项目应在现场测定。

### 8.3.4 环境水文地质勘察与试验

8.3.4.1 环境水文地质勘察与试验是在充分收集已有相关资料和地下水环境现状调查的基础上, 针对某些需要进一步查明的地下水含水层特征和为获取预测评价中必要的水文地质参数而进行的工作。

8.3.4.2 除一级评价应进行环境水文地质勘察与试验外, 对环境水文地质条件复杂而又缺少资料的地区, 二级、三级评价也应在区域水文地质调查的基础上对场地进行必要的水文地质勘察。

8.3.4.3 环境水文地质勘察可采用钻探、物探和水土化学分析以及室内外测试、试验等手段, 具体参见相关标准与规范。

8.3.4.4 环境水文地质试验项目通常有抽水试验、注水试验、渗水试验、浸溶试验、土柱淋滤试验及压水试验等, 有关试验原则与方法参见附录 C。在地下水环境影响评价工作中可根据评价等级及资料掌握程度等实际情况选用。

## 8.4 环境现状评价

### 8.4.1 地下水水质现状评价

8.4.1.1 地下水质量标准 and 有关法规及当地的环保要求是地下水环境现状评价的基本依据, 地下水环境现状评价应根据 GB/T14848 水质指标进行评价, 评价区内不同功能的水质应采用不同类别的水质标准。

8.4.1.2 地下水水质现状评价应采用标准指数法进行评价。标准指数 $>1$ , 表明该水质因子已超过了规定的水质标准, 指数值越大, 超标越严重。标准指数计算公式分为以下两种情况:

a) 对于评价标准为定值的水质因子, 其标准指数计算方法见公式 2:

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}} \quad (2)$$

式中:

$P_i$ —第  $i$  个水质因子的标准指数, 无量纲;

$C$ —第  $i$  个水质因子的监测浓度值, mg/L;

$C_s$ —第  $i$  个水质因子的标准浓度值, mg/L。

b) 对于评价标准为区间值的水质因子(如 pH 值), 其标准指数计算方法见公式 3、公式 4:

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时} \quad (3)$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时} \quad (4)$$

式中:



$P_{pH}$ —pH 的标准指数，无量纲；

$pH$ —pH 监测值；

$pH_{su}$ —标准中 pH 的上限值；

$pH_{sd}$ —标准中 pH 的下限值。

#### 8.4.2 包气带环境现状分析

对于一级评价的改、扩建建设项目，现状评价应结合地下水环境现状评价和包气带污染调查结果，分析包气带环境现状特征及其原因。

### 9 地下水环境影响预测

#### 9.1 预测原则

9.1.1 建设项目地下水环境影响预测应遵循 HJ 2.1 中确定的原则进行。考虑到地下水环境污染的复杂性、隐蔽性和难恢复性，还应遵循保护优先、预防为主的原则，预测应为评价各方案的环境安全和环境保护措施的合理性提供依据。

9.1.2 预测的范围、时段、内容和方法均应根据评价工作等级、工程特征与环境特征，结合当地环境功能和环保要求确定，应以拟建项目在不同方案及保护措施下对地下水水质产生的影响为重点，同时为地下水水质污染事故应急预案提供理论支持。

9.1.3 对工程可行性研究和评价中提出的不同选址（选线）方案、或不同污染防治措施下地下水环境影响应分别进行预测，同时给出正常工况和事故工况的预测结果。其中，正常工况应包括设备或防渗层在正常状态下的跑冒滴漏。

9.1.4 对于污染场地修复工程项目，参照 HJ 25.3。

#### 9.2 预测范围

##### 9.2.1 预测范围确定应遵循以下原则

a) 地下水环境影响预测的范围以现状调查范围基础，但应包括保护目标和环境影响的敏感区域，必要时扩展至完整的水文地质单元。

b) 至少包含预测因子在 5000d 以内能够到达的保护目标，以保证事故工况下，采取工程措施能够对下游保护目标起到有效保护作用。

c) 预测含水层应为建设项目污染物直接进入的含水层和具有直接补排关系的含水层。

d) 应预测非饱和带污染物迁移特征，对于包气带厚度超过 100m 的地区，可根据实际情况决定是否对地下水中污染物进行预测。

##### 9.2.2 预测重点区域应包括

a) 已有、拟建和规划的地下水供水水源地；

b) 主要污水排放口和固体废物堆放处的地下水下游区域；

c) 地下水环境影响的敏感区域；

d) 泉、居民饮用水源井等地下水保护目标；

e) 污染场地及其异地处置场地和周边敏感区域；

f) 其他需要重点保护的区域。

### 9.3 预测时段

地下水环境影响预测时段应重点根据 5.3.1 环境影响识别的结果，选取可能产生地下水污染的关键时段，预测污染发生 100d、1000d、3000d 和 5000d 时的污染物迁移规律，包括污染物浓度、污染范围、污染深度、污染物浓度等；必要时，可根据项目特点和需要延长预测时段。

### 9.4 情景设置

地下水环境影响预测应至少预测以下情景：

a) 源强设定：跑冒滴漏量根据建设项目特点，通过工艺计算、类比调查、统计分析等方法确定；

b) 应考虑包气带阻滞作用，计算并预测对敏感目标的影响；

c) 应结合水文地质条件充分对污染物特征进行分析，结合实际应急处置工程，预设可能进入地下水的最大污染源强。比较不同污染防控措施条件下，计算进入地下水的最大污染物通量，并预测对敏感目标的影响；

d) 对场地有多个污染源的，应设置叠加影响的情景进行预测；

e) 对于污染场地治理修复工程和查明已污染的改扩建项目，应根据调查结果充分考虑污染现状，进行地下水环境影响预测；

f) 建设项目场地包气带垂向等效渗透系数大于 50m/d 时，可不考虑包气带阻滞作用，仅对整体防渗情况下的地下水环境影响进行预测。

### 9.5 预测因子

建设项目预测因子应包括：

a) 对地下水环境影响范围、程度较大的因子；

b) 改、扩建项目已经排放的，污染场地已查明的主要污染物；新建项目将要排放的主要污染物；

c) 难降解、易生物蓄积、长期接触对人体和生物产生危害作用的污染物，持久性有机污染物；

d) 国家或地方要求控制的污染物。

### 9.6 预测方法

9.6.1 建设项目地下水环境影响预测方法包括数学模型法和类比预测法。其中，数学模型法包括数值法、解析法、回归分析、趋势外推、时序分析等方法。常用的地下水预测模型参见附录 D。

9.6.2 预测方法的选取应根据建设项目工程特点、水文地质条件及资料掌握程度来确定，当数值方法不适用时，可用解析法或其他方法预测。一般情况下，一级评价采用数值法，不宜概化为等效多孔介质的地区除外；二级评价中水文地质条件复杂时建议优先采用数值法，水文地质条件简单时可采用解析法；三级评价可采用类比分析方法。

9.6.3 采用数值法预测前，应先进行参数识别和模型验证。

9.6.4 采用解析模型预测污染物在含水层中的扩散时，一般应满足以下条件：

a) 污染物的排放对地下水流场没有明显的影响。

b) 评价区内含水层的基本参数（如渗透系数、有效孔隙度等）不变或变化很小。

9.6.5 采用类比预测法时，应给出具体的类比条件。类比分析对象与拟预测对象之间应满足以下要求：

a) 二者的环境水文地质条件、水动力场条件相似。

b) 二者的工程类型、规模及特征因子对地下水环境的影响具有相似性。

## 9.7 预测模型概化

### 9.7.1 水文地质条件概化

应根据评价等级选用的预测方法，结合包气带和含水介质结构特征，地下水补、径、排条件，边界条件及参数类型来进行水文地质条件概化。

### 9.7.2 污染源概化

污染源概化包括排放形式与排放规律的概化。根据污染源的具体情况，排放形式可以概化为点源、线源、面源；排放规律可以简化为连续恒定排放或非连续恒定排放以及瞬时排放。

概化建设项目地下水污染源强，应充分考虑地下水环保措施情况下进行污染源强设定，常见废水入渗量计算方法见附录 E，防渗层渗漏率计算方法见附录 F。

### 9.7.3 水文地质参数值的确定

各级评价预测所需用的包气带垂向渗透系数、含水率、孔隙度等参数，含水层渗透系数、释水系数、给水度和弥散度等参数值应首先以收集评价范围内已有水文地质资料为主，不满足预测要求时需通过现场试验获取。水文地质参数的完善程度应能保证预测结果的相对客观性。

## 9.8 预测内容

应预测评价区内的污染物对保护目标的影响，预测实施污染防控措施后对保护目标的影响，比较不同地下水污染“防”与“控”的方案结果，进行优选。

## 10 地下水环境影响评价

### 10.1 评价原则

10.1.1 评价应以地下水环境现状调查和地下水环境影响预测结果为依据，对建设项目不同选址（选线）方案、各实施阶段（建设施工、生产运行和服务期满后）不同环节及不同污染防治措施下的地下水环境影响进行评价，通过比较评价结果，推荐地下水环境影响最小的方案。

10.1.2 地下水环境影响评价采用的预测值未包括环境质量现状值时，应叠加环境质量现状值后再进行评价。

10.1.3 应重点评价建设项目特征因子对地下水环境保护目标的影响。

### 10.2 评价范围

地下水环境影响评价范围一般同调查评价范围。

### 10.3 评价方法

10.3.1 根据评价区地下水使用功能的水质目标进行影响评价。对属于 GB/T 14848 水质指标的评价因子，应当按照 GB/T 14848 中相应等级进行评价；对于不属于 GB/T 14848 水质指标的评价因子，应根据国家相关法定规范或建设单位承诺，设定参考评价标准后进行评价。

10.3.2 建设项目的地下水水质影响评价，可采用标准指数法进行评价，具体方法同 8.4.1.2。

### 10.4 评价要求

10.4.1 评价建设项目对地下水水质影响时，可采用以下判据评价水质能否满足地下水质量标准要求。

a) 以下情况应得出可以满足地下水质量标准要求的结论：

1) 在污染源质点迁移 100d 的路径所确定的范围内，建设项目各个阶段污染物浓度均能达到地下水质量标准或设定评价标准的要求；

2) 在建设项目实施的某个阶段，有个别评价因子在较大范围内出现超标，但采取环保措施后，可满足地下水质量标准或设定评价标准的要求。

b) 以下情况应做出不能满足地下水质量标准要求的结论：

1) 改扩建项目已经排放的、新建项目将要排放的主要污染物在评价范围内的地下水中已经超标；

2) 环保措施在技术上不可行，或在经济上明显不合理。

10.4.2 对污染场地修复治理工程，给出污染物消减的趋势或污染控制的范围，异位修复的工程应评价对异位场地地下水环境影响。

## 11 地下水环境保护措施与对策

### 11.1 基本要求

a) 地下水保护措施与对策应符合《中华人民共和国水污染防治法》的相关规定，按照“源头控制，分区防治，污染监控，应急响应”、突出饮用水安全的原则确定；

b) 环保对策措施建议应根据建设项目的特点以及建设项目所在区域环境现状、环境影响预测与评价结果，在建设项目可行性研究中提出的污染防治对策的基础上，提出需要增加或完善的地下水环境保护措施和对策；

c) 改扩建项目还应针对现有的地下水水质污染问题，提出“以新带老”的对策和措施；

d) 给出各项地下水环境保护措施与对策的实施效果，列表初步估算各项具体措施的投资，并分析其技术、经济可行性；

e) 提出合理、可行、操作性强的防治地下水污染的环境管理体系，包括环境监测方案和向环境保护行政主管部门报告等制度。

### 11.2 建设项目污染防控对策

#### 11.2.1 源头控制措施

主要包括提出实施清洁生产及各类废物循环利用的具体方案，减少污染物的排放量；提出工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物应采取的污染控制措施，制定渗漏监测方案，将污染物跑、冒、滴、漏降到最低限度。

### 11.2.2 分区防控措施

结合建设项目各生产设备、管廊或管线、贮存与运输装置、污染物贮存与处理装置、事故应急装置等的布局，根据可能进入地下水环境的各种有毒有害原辅材料、中间物料和产品的泄漏（含跑、冒、滴、漏）量及其他各类污染物的性质、产生量和排放量，划分污染防治区，提出不同区域的地面防渗方案，给出具体的防渗材料及防渗标准要求，建立防渗设施的检漏系统。

对平原区工业场地型（污染由地表入渗、且不存在负荷增加、地下水位埋藏较深不会对防渗结构进行顶托的）可以水平防渗为主，侧向监测为辅。已颁布污染控制国家标准或防渗技术规范的建设项项目行业类别，其水平防渗技术要求参照相应行业执行，如 GB 16889、GB 18599、GB 18598、GB/T 50934 等，未颁布相应标准或规范的行业，结合建设项目当地水文地质条件，结合预测评价结果提出防渗技术要求。

建设项目场地包气带垂向等效渗透系数大于 50m/d 时，应进行整体防渗，防渗等级应达到等效粘土层厚度 1m、等效渗透系数不大于  $1 \times 10^{-7}$  cm/s。

对沟谷型（尾矿库类）存在负荷增加造成膜撕裂风险、地下水顶托或阻隔地表径流造成结构不稳定的，可以侧向截流为主，疏堵处理，局部防渗为辅。

### 11.3 地下水污染监控

建立场地区域地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度、制定监测计划、配备先进的监测仪器和设备，以便及时发现问题，及时采取措施。

a) 对建设项项目的主要污染源、影响区域、主要保护目标和与环保措施运行效果有关的内容提出具体的监测计划。应根据水文地质条件和建设项项目特点（特征因子）设置监测井点布置和取样深度、监测的水质项目和监测频率等。

一般情况下，平原区通常保证不少于 3 眼监控井：上游 1 眼、下游 2 眼；沟谷地区不少于 2 眼：下游 1 眼、上游 1 眼（可用泉替代；山丘地形一般不少于地下水主要径流的方向数。

b) 根据环境管理对监测工作的需要，提出有关环境监测机构和人员装备的建议。

### 11.4 风险事故应急响应

制定地下水风险事故应急响应预案，明确风险事故状态下应采取的封闭、截流等措施，提出防止受污染的地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的具体方案。

可将地下水监测井作为事故应急抽水井，根据水文地质条件说明应急抽水井的抽水时间、抽水量等。

### 11.5 地下水环境影响后评估

需开展环境影响后评估的建设项项目，提出针对污染源监测方案运行状况以及运行效果的评估要求，制定环境监测数据质量检查计划。

### 11.6 地下水环境保护报告制度

a) 编制地下水环境保护报告，定期向环境保护行政主管部门报送。落实报告编制的责任主体。

b) 明确报告的内容，一般应包括：

1) 建设项项目所在场地及其影响区地下水环境监测数据，排放污染物的种类、数量、浓度。

2) 生产设备、管廊或管线、贮存与运输装置、污染物贮存与处理装置、事故应急装置等设施的运行状况、跑冒滴漏记录、维护记录。

## 12 地下水环境影响评价结论

### 12.1 项目选址总图布置与合理性

根据地下水环境影响预测的结果，结合地下水保护目标的分布情况，评价项目选址及总平面布置的合理性和可行性，并给出优化调整的建议和方案。

### 12.2 污染源特点与源强设定

根据项目工程分布特点，分析收集、贮存及处置环节等地下水污染源可能的污染途径及污染程度，给出污染源强设定方案。

### 12.3 污染防治措施的可行性与合理性

结合评价区水文地质条件，对不同污染防控方案下的地下水环境影响进行预测和评估，分析污染防治措施的可行性与合理性，并给出优化调整的建议和方案。

### 12.4 地下水环境影响评价结论

结合项目选址、污染源可能的排放方式及强度，分析在不同选址、布局及污染防治措施条件下污染物可能影响的范围和程度，分析建设项目对地下水环境保护目标的影响，明确给出建设项目的地下水环境可行性。

附录 A

(规范性附录)

地下水环境影响评价行业分类表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
<b>A 水利</b>					
1、水库	库容 1000 万立方米及以上； 涉及环境敏感区的	其他	(一) 中的全部；(二) 中的重 要水生生物的自然产卵场、索饵 场、越冬场和洄游通道	/	/
2、灌区工程	新建 5 万亩及以上；改造 30 万亩及以上	其他		再生水灌溉工程为 II 类，其余不做	/
3、引水工程	跨流域调水；大中型河流引 水；小型河流年总引水量占 天然年径流量 1/4 及以上； 涉及环境敏感区的	其他	(一) 中的全部；(二) 中的资 源性缺水地区、重要水生生物 的自然产卵场、索饵场、越冬场和 洄游通道；(三) 中的全部	/	/
4、防洪治涝工程	新建大中型	其他		/	/
5、河湖整治工程	涉及环境敏感区的	其他	(一) 中的全部；(二) 中的重 要水生生物的自然产卵场、索饵 场、越冬场和洄游通道、重要湿	/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
			地、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、富营养化水域；（三）中的文物保护单位和具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地		
6、地下水开采工程	日取水量 1 万立方米及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的资源性缺水地区、重要湿地	/	/
<b>B 农、林、牧、渔、海洋</b>					
7、农业垦殖	5000 亩及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的基本草原、重要湿地、资源性缺水地区、水土流失重点防治区、富营养化水域	/	/
8、农田改造项目	/	涉及环境敏感区的	（一）中的全部；（二）中的基本草原、重要湿地、资源性缺水地区、水土流失重点防治区、富营养化水域	/	/
9、农产品基地项目	/	涉及环境敏感区的	（一）中的全部；（二）中的基本草原、重要湿地、资源性缺水地区、水土流失重点防治区、富营养化水域	/	/



续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
10、农业转基因项目、物种引进项目	全部	/		/	/
11、经济林基地项目	原料林基地	其他		/	/
12、森林采伐工程	/	全部		/	/
13、防沙治沙工程	/	全部		/	/
14、畜禽养殖场、养殖小区	年出栏生猪 5000 头（其他畜禽种类折合猪的养殖规模）及以上；涉及环境敏感区的	/	（一）中的全部；（二）中的富营养化水域；（三）中的全部	II 类	/
15、淡水养殖工程	/	网箱、围网等投饵养殖；涉及环境敏感区的	（一）中的全部；（二）中的富营养化水域	/	/
16、海水养殖工程	/	用海面积 300 亩及以上；涉及环境敏感区的	（一）中的自然保护区；（二）中的珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、天然渔场、封闭及半封闭海域；（三）中的文物保护单位和具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地	/	/
17、海洋人工鱼礁工程	/	固体物质投放量 5000 立方米及以上；涉及环境敏感区的	（一）中的自然保护区；（二）中的珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然	/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
			产卵场、索饵场、天然渔场、封闭及半封闭海域；（三）中的文物保护单位和具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地		
18、围填海工程及海上堤坝工程	围填海工程；长度 0.5 公里及以上的海上堤坝工程；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的自然保护区；（二）中的珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、天然渔场、封闭及半封闭海域；（三）中的文物保护单位和具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地	/	/
19、海上和海底物资储藏设施工程	全部	/		/	/
20、跨海桥梁工程	全部	/		/	/
21、海底隧道、管道、电（光）缆工程	全部	/		/	/
<b>C 地质勘查</b>					
22、基础地质勘查	/	全部		/	/
23、水利、水电工程地质勘查	/	全部		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
24、矿产资源地质勘查（包括勘探活动）	/	全部		/	/
<b>D 煤炭</b>					
25、煤层气开采	年生产能力1亿立方米及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的基本草原、水土流失重点防治区、沙化土地封禁保护区；（三）中的全部	水力压裂工艺的，II类	/
26、煤炭开采	全部	/		/	/
27、洗选、配煤	/	全部		/	II类
28、煤炭储存、集运	/	全部		/	/
29、型煤、水煤浆生产	/	全部		/	II类
<b>E 电力</b>					
30、火力发电（包括热电）	除燃气发电工程外的	燃气发电		灰场 II 类	/
31、水力发电	总装机 1000 千瓦及以上；抽水蓄能电站；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	/	/
32、生物质发电	农林生物质直接燃烧或气化发电；生活垃圾、污泥焚烧发电	沼气发电、垃圾填埋气发电		II 类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
33、综合利用发电	利用矸石、油页岩、石油焦等发电	单纯利用余热、余压、余气（含煤层气）发电		II 类	/
34、其他能源发电	海上潮汐电站、波浪电站、温差电站等；涉及环境敏感区的总装机容量 5 万千瓦及以上的风力发电	利用地热、太阳能热等发电；并网光伏发电；其他风力发电	（一）中的全部；（三）中的全部	/	/
35、送（输）变电工程	500 千伏及以上；涉及环境敏感区的 330 千伏及以上	其他（不含 100 千伏以下）	（一）中的全部；（三）中的全部	/	/
36、脱硫、脱硝、除尘等环保工程	/	全部		/	III 类
<b>F 石油、天然气</b>					
37、石油开采	全部	/		I 类	/
38、天然气、页岩气开采（含净化）	全部	/		I 类	/
39、油库（不含加油站的油库）	总容量 20 万立方米及以上；地下洞库	其他		I 类	I 类
40、气库（不含加气站的气库）	地下气库	其他		/	/
41、石油、天然气、成品油管线（不含城市天然气管线）	200 公里及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的基本农田保护区、地质公园、重要湿地、天然林；（三）中的全部	油 I 类，气 III 类	油 I 类， 气 III 类

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
<b>G 黑色金属</b>					
42、采选（含单独尾矿库）	全部	/		I 类	/
43、炼铁、球团、烧结	全部	/		此处焦化同 87	/
44、炼钢	全部	/		/	/
45、铁合金制造；锰、铬冶炼	全部	/		/	/
46、压延加工	年产 50 万吨及以上的冷轧	其他		/	/
<b>H 有色金属</b>					
47、采选（含单独尾矿库）	全部	/		I 类	/
48、冶炼（含再生有色金属冶炼）	全部	/		I 类	/
49、合金制造	全部	/		II 类	/
50、压延加工	/	全部		/	/
<b>I 金属制品</b>					
51、表面处理及热处理加工	有电镀工艺的；使用有机涂层的；有钝化工艺的热镀锌	其他		I 类	II 类
52、金属铸件	年产 10 万吨及以上	其他		III 类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
53、金属制品加工制造	有电镀或喷漆工艺的	其他		I 类	II 类
<b>J 非金属矿采选及制品制造</b>					
54、土砂石开采	年采 10 万立方米及以上； 海砂开采工程；涉及环境敏感区的	其他	(一) 中的全部；(二) 中的基本草原、沙化土地封禁保护区、水土流失重点防治区、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	/	/
55、化学矿采选	全部	/		I 类	/
56、采盐	井盐	湖盐、海盐		III 类	/
57、石棉及其他非金属矿采选	全部	/		/	/
58、水泥制造	全部	/		/	/
59、水泥粉磨站	年产 100 万吨及以上	其他		/	/
60、砼结构构件制造、商品混凝土加工	/	全部		/	/
61、石灰和石膏制造	/	全部		/	/
62、石材加工	/	全部		/	/
63、人造石制造	/	全部		/	/
64、砖瓦制造	/	全部		/	/
65、玻璃及玻璃制品	日产玻璃 500 吨及以上	其他		III 类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
66、玻璃纤维及玻璃纤维增强塑料制品	年产玻璃纤维 3 万吨及以上	其他		/	/
67、陶瓷制品	年产建筑陶瓷 100 万平方米及以上；年产卫生陶瓷 150 万件及以上；年产日用陶瓷 250 万件及以上	其他		/	/
68、耐火材料及其制品	石棉制品；年产岩棉 5000 吨及以上	其他		/	/
69、石墨及其他非金属矿物制品	石墨、碳素	其他		III 类	/
70、防水建筑材料制造、沥青搅拌站	/	全部		/	/
<b>K 机械、电子</b>					
71、通用、专用设备制造及维修	有电镀或喷漆工艺的	其他		II 类	/
72、铁路运输设备制造及修理	机车、车辆、动车组制造；发动机生产；有电镀或喷漆工艺的零部件生产	其他		II 类	/
73、汽车、摩托车制造	整车制造；发动机生产；有电镀或喷漆工艺的零部件生产	其他		II 类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
74、自行车制造	有电镀或喷漆工艺的	其他		II类	/
75、船舶及相关装置制造	有电镀或喷漆工艺的；拆船、修船	其他		II类	/
76、航空航天器制造	有电镀或喷漆工艺的	其他		II类	/
77、交通器材及其他交通运输设备制造	有电镀或喷漆工艺的	其他		II类	/
78、电气机械及器材制造	有电镀或喷漆工艺的；电池制造（无汞干电池除外）	其他（仅组装的除外）		II类	/
79、仪器仪表及文化、办公用机械制造	有电镀或喷漆工艺的	其他（仅组装的除外）		II类	/
80、电子真空器件、集成电路、半导体分立器件制造、光电子器件及其他电子器件制造	显示器件	有分割、焊接、酸洗或有机溶剂清洗工艺的		II类	II类
81、印刷电路板、电子元件及组件制造	印刷电路板	有分割、焊接、酸洗或有机溶剂清洗工艺的		II类	II类
82、半导体材料、电子陶瓷、有机薄膜、荧光粉、贵金属粉等电子专用材料	全部	/		/	/



续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
83、电子配件组装	/	有分割、焊接、酸洗或有机溶剂清洗工艺的		/	有机溶剂清洗工艺的 III 类
<b>L 石化、化工</b>					
84、原油加工、天然气加工、油母页岩提炼原油、煤制油、生物制油及其他石油制品	全部	/		I 类，天然气净化做燃料为 III 类	/
85、基本化学原料制造；化学肥料制造；农药制造；涂料、染料、颜料、油墨及其类似产品制造；合成材料制造；专用化学品制造；炸药、火工及焰火产品制造；饲料添加剂、食品添加剂及水处理剂等制造	除单纯混合和分装外的	单纯混合或分装的		I 类	/
86、日用化学品制造	除单纯混合和分装外的	单纯混合或分装的		I 类	/
87、焦化、电石	全部	/		I 类	/
88、煤炭液化、气化	全部	/		I 类	/
89、化学品输送管线	全部	/		I 类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
<b>M 医药</b>					
90、化学药品制造；生物、生化制品制造	全部	/		I 类	/
91、单纯药品分装、复配	/	全部		/	/
92、中成药制造、中药饮片加工	有提炼工艺的	其他		II 类	/
93、卫生材料及医药用品制造	/	全部		/	/
<b>N 轻工</b>					
94、粮食及饲料加工	年加工 25 万吨及以上；有发酵工艺的	其他		II 类	/
95、植物油加工	年加工油料 30 万吨及以上的制油加工；年加工植物油 10 万吨及以上的精炼加工	其他（单纯分装和调和除外）		II 类	/
96、生物质纤维素乙醇生产	全部	/		II 类	/
97、制糖、糖制品加工	原糖生产	其他		II 类	/
98、屠宰	年屠宰 10 万头畜类(或 100 万只禽类) 及以上	其他		II 类	/
99、肉禽类加工	/	年加工 2 万吨及以上		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
100、蛋品加工	/	/		/	/
101、水产品加工	年加工 10 万吨及以上	鱼油提取及制品制造；年加工 10 万吨~ 2 万吨(含)；涉及环境敏感区的年加工 2 万吨以下	(一) 中的全部；(三) 中的全部	/	/
102、食盐加工	/	全部		/	/
103、乳制品加工	年加工 20 万吨及以上	其他		/	/
104、调味品、发酵制品制造	味精、柠檬酸、赖氨酸、淀粉、淀粉糖等制造	其他(单纯分装除外)		II 类	/
105、酒精饮料及酒类制造	有发酵工艺的	其他		II 类	/
106、果菜汁类及其他软饮料制造	原汁生产	其他		II 类	/
107、其他食品制造	/	除手工制作和单纯分装外的		/	/
108、卷烟	年产 30 万箱及以上	其他		/	/
109、锯材、木片加工、家具制造	有电镀或喷漆工艺的	其他		II 类	/
110、人造板制造	年产 20 万立方米及以上	其他		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
111、竹、藤、棕、草制品制造	/	有化学处理或喷漆工艺的		/	/
112、纸浆、溶解浆、纤维浆等制造；造纸（含废纸造纸）	全部	/		II类	/
113、纸制品	/	有化学处理工艺的		/	III类
114、印刷；文教、体育、娱乐用品制造；磁材料制品	/	全部		/	/
115、轮胎制造、再生橡胶制造、橡胶加工、橡胶制品翻新	全部	/		II类	/
116、塑料制品制造	人造革、发泡胶等涉及有毒原材料的；有电镀工艺的	其他		II类	/
117、工艺品制造	有电镀工艺的	有喷漆工艺和机加工的		II类	III类
118、皮革、毛皮、羽毛（绒）制品	制革、毛皮鞣制	其他		皮革 I 类，其余 III 类	/
<b>0 纺织化纤</b>					
119、化学纤维制造	除单纯纺丝外的	单纯纺丝		I类	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
120、纺织品制造	有洗毛、染整、脱胶工段的； 产生缫丝废水、精炼废水的	其他（编织物及其制品制造 除外）		I 类	/
121、服装制造	有湿法印花、染色、水洗工 艺的	年加工 100 万件及以上		III 类	/
122、鞋业制造	/	使用有机溶剂的		/	/
<b>P 公路</b>					
123、公路	新建、扩建三级及以上等级 公路；涉及环境敏感区的 1 公里及以上的独立隧道；涉 及环境敏感区的主桥长度 1 公里及以上的独立桥梁（均 不含公路维护）	其他（配套设施、公路维护 除外）	（一）中的全部；（二）中的全 部；（三）中的全部	III 类	/
<b>Q 铁路</b>					
124、新建铁路	全部	/		III 类	/
125、改建铁路	200 公里及以上的电气化改 造；增建 100 公里及以上的 铁路；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的全 部；（三）中的全部	III 类	/
126、枢纽	大型枢纽	其他		III 类	/
<b>R 民航机场</b>					

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
127、机场	新建；迁建；涉及环境敏感区的飞行区扩建	其他	(三)中的全部	III类，不含油库	/
128、导航台站、供油工程、维修保障等配套工程	/	供油工程；涉及环境敏感区的	(三)中的以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域	/	供油工程为II类，其余不做
<b>S 水运</b>					
129、油气、液体化工码头	全部	/		III类	/
130、干散货(含煤炭、矿石)、件杂、多用途、通用码头	单个泊位 1000 吨级及以上的内河港口；单个泊位 1 万吨级及以上的沿海港口；涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	/	/
131、集装箱专用码头	单个泊位 3000 吨级及以上的内河港口；单个泊位 3 万吨级及以上的海港；涉及危险品、化学品的；涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	涉危险品、化学品、环境敏感区的为 III 类，其余不做	/
132、滚装、客运、工作船、游艇码头	涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
133、铁路轮渡码头	涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	/	/
134、航道工程、水运辅助工程	航道工程；涉及环境敏感区的防波堤、船闸、通航建筑物	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	/	/
135、航电枢纽工程	全部	/		/	/
136、中心渔港码头	涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(二)中的重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场	/	/
<b>T 城市交通设施</b>					
137、轨道交通	全部	/		III类	/
138、城市道路	新建、扩建快速路、主干路；涉及环境敏感区的新建、扩建次干路	其他快速路、主干路、次干路；支路	(一)中的全部；(二)中的重要湿地、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；(三)中的全部	/	/
139、城市桥梁、隧道	1公里及以上的独立隧道或独立桥梁；立交桥	其他(人行天桥和人行地道除外)		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
<b>U 城镇基础设施及房地产</b>					
140、煤气生产和供应工程	煤气生产	煤气供应		/	/
141、城市天然气供应工程	/	全部		/	/
142、热力生产和供应工程	燃煤、燃油锅炉总容量 65 吨/小时（不含）以上	其他		/	/
143、自来水生产和供应工程	/	全部		/	/
144、生活污水集中处理	日处理 10 万吨及以上	其他		II 类	/
145、工业废水集中处理	全部	/		I 类	/
146、海水淡化、其他水处理和利用	/	全部		/	/
147、管网建设	/	全部		/	/
148、生活垃圾转运站	/	全部		/	/
149、生活垃圾（含餐厨废弃物）集中处置	全部	/		I 类	/
150、粪便处置工程	/	日处理 50 吨及以上		/	/
151、危险废物（含医疗废物）集中处置及综合利用	全部	/		I 类	/



续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
152、工业固体废物(含污泥)集中处置	全部	/		一类固废 II 类, 二类固废 I 类	/
153、污染场地治理修复工程	全部	/		II 类	/
154、仓储(不含油库、气库、煤炭储存)	有毒、有害及危险品的仓储、物流配送项目	其他		II 类	/
155、废旧资源(含生物质)加工、再生利用	废电子电器产品、废电池、废汽车、废电机、废五金、废塑料、废油、废船、废轮胎等加工、再生利用	其他		危废 I 类, 其他 II 类	/
156、房地产开发、宾馆、酒店、办公用房等	/	建筑面积 5 万平方米及以上; 涉及环境敏感区的	(一) 中的全部	/	/
<b>V 社会事业与服务业</b>					
157、学校、幼儿园、托儿所	/	建筑面积 5 万平方米及以上; 有实验室的学校(不含 P3、P4 生物安全实验室)		/	/
158、医院	新建、扩建	其他		三甲为 III 类, 其余不做	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
159、专科防治院（所、站）	涉及环境敏感区的	其他	（三）中的全部	传染性疾病的专科 III类	/
160、疾病预防控制中心	涉及环境敏感区的	其他	（三）中的全部	/	/
161、社区医疗、卫生院（所、站）、血站、急救中心等其他卫生机构	/	全部		/	/
162、疗养院、福利院、养老院	/	建筑面积 5 万平方米及以上		/	/
163、专业实验室	P3、P4 生物安全实验室；转基因实验室	其他		III类	/
164、研发基地	含医药、化工类专业中试内容的	其他		III类	/
165、动物医院	/	全部		/	/
166、体育场、体育馆	/	占地面积 2.2 万平方米及以上		/	/
167、高尔夫球场、滑雪场、狩猎场、赛车场、跑马场、射击场、水上运动中心	高尔夫球场	其他		高尔夫球场为 II 类，其余不做	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
168、展览馆、博物馆、美术馆、影剧院、音乐厅、文化馆、图书馆、档案馆、纪念馆	/	占地面积 3 万平方米及以上		/	/
169、公园（含动物园、植物园、主题公园）	占地 40 万平方米及以上	其他		/	/
170、旅游开发	缆车、索道建设；海上娱乐及运动、景观开发工程	其他		/	/
171、影视基地建设	涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中基本草原、森林公园、地质公园、重要湿地、天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；（三）中的全部	/	/
172、影视拍摄、大型实景演出	/	涉及环境敏感区的	（一）中的全部；（二）中基本草原、森林公园、地质公园、重要湿地、天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；（三）中的全部	/	/
173、胶片洗印厂	/	全部		/	/
174、批发、零售市场	/	营业面积 5000 平方米及以		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
		上			
175、餐饮场所	/	涉及环境敏感区的 6 个基准灶头及以上	(三) 中的全部	/	/
176、娱乐场所	/	营业面积 1000 平方米及以上		/	/
177、洗浴场所	/	营业面积 1000 平方米及以上		/	/
178、II 类社区服务项目	/	/		/	/
179、驾驶员训练基地	/	全部		/	/
180、公交枢纽、大型停车场	/	车位 2000 个及以上；涉及环境敏感区的	(一) 中的全部；(三) 中的全部	/	/
181、长途客运站	/	新建		/	/
182、加油、加气站	/	全部		/	加油站 II 类，加气站不做
183、洗车场	/	营业面积 1000 平方米及以上；涉及环境敏感区的	(一) 中的全部；(二) 中基本农田保护区	/	III 类

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
184、汽车、摩托车维修场所	/	营业面积 5000 平方米及以上；涉及环境敏感区的	(一) 中的全部；(二) 中基本农田保护区	/	III 类
185、殡仪馆	涉及环境敏感区的	其他	(一) 中的全部；(二) 中基本农田保护区；(三) 中的全部	/	/
186、陵园、公墓	/	涉及环境敏感区的	(一) 中的全部；(二) 中基本农田保护区；(三) 中的全部	/	/
<b>W 核与辐射</b>					
187、广播电台、差转台	中波 50 千瓦及以上；短波 100 千瓦及以上；涉及环境敏感区的	其他	(三) 中的全部	/	/
188、电视塔台	100 千瓦及以上	其他		/	/
189、卫星地球上行站	一站多台	一站单台		/	/

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
190、雷达	多台雷达探测系统	单台雷达探测系统		/	/
191、无线通讯	/	全部		/	/
192、核动力厂（核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等）；反应堆（研究堆、实验堆、临界装置等）；铀矿开采、冶炼；核燃料生产、加工、贮存、后处理；放射性废物贮存、处理或处置；上述项目的退役	新建、扩建	改建（不增加源项）；其他（不含不带放射性的实验室及实验装置）		I类	I类
193、铀矿地质勘探、退役治理	/	全部		/	I类
194、伴生放射性矿物资源的采选	年采 1 万吨及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（二）中的基本草原、水土流失 I 类防治区、沙化土地封禁保护区；（三）中的全部	I类	I类
195、伴生放射性矿物资源的冶炼加工	1000 吨/年及以上；涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（三）中的全部	I类	I类
196、伴生放射性矿物资源的废渣处理、贮存和处置	涉及环境敏感区的	其他	（一）中的全部；（三）中的全部	I类	I类

续表

环评类别 项目类别	报告书	报告表	本栏目环境敏感区含义	地下水环境影响评价行业分类	
				报告书	报告表
197、伴生放射性矿物资源的废渣再利用	1000吨及以上；涉及环境敏感区的	其他	(一)中的全部；(三)中的全部	I类	I类
198、核技术利用建设项目 (在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置除外)	生产放射性同位素的(制备PET用放射性药物的除外)；使用I类放射源的(医疗使用的除外)；销售(含建造)、使用I类射线装置的；甲级非密封放射性物质工作场所	制备PET用放射性药物的；销售I类、II类、III类放射源的；销售非密封放射性物质；医疗使用I类放射源的；使用II类、III类放射源的；生产、销售、使用II类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所；在野外进行放射性同位素示踪试验的		I类	I类
199、核技术利用项目退役	生产放射性同位素的(制备PET用放射性药物的除外)；甲级非密封放射性物质工作场所	制备PET用放射性药物的；乙级非密封放射性物质工作场所；水井式γ辐照装置；除水井式γ辐照装置外其他使用I类、II类、III类放射源场所存在污染的；使用I类、II类射线装置存在污染的		I类	I类

## 附录 B

(资料性附录)

渗透系数经验值表

岩性名称	主要颗粒粒径 (mm)	渗透系数 (m/d)
粉砂	0.05~0.1	1.0~1.5
细砂	0.1~0.25	5.0~10.0
中砂	0.25~0.5	10.0~25
粗砂	0.5~1.0	25~50
砾砂	1.0~2.0	50~100
圆砾		75~150
卵石		100~200
块石		200~500
漂石		500~1000



## 附录 C

### (资料性附录)

#### 环境水文地质试验方法简介

##### C.1 抽水试验

抽水试验：目的是确定含水层的导水系数、渗透系数、给水度、影响半径等水文地质参数，也可以通过抽水试验查明某些水文地质条件，如地表水与地下水之间及含水层之间的水力联系，以及边界性质和强径流带位置等。

根据要解决的问题，可以进行不同规模和方式的抽水试验。单孔抽水试验只用一个井抽水，不另设置观测孔，取得的资料精度较差；多孔抽水试验是用一个主孔抽水，同时配置若干个监测水位变化的观测孔，以取得比较准确的水文地质参数；群井开采试验是在某一范围内用大量生产井同时长期抽水，以查明群井采水量与区域水位下降的关系，求得可靠的水文地质参数。

为确定水文地质参数而进行的抽水试验，有稳定流抽水和非稳定流抽水两类。前者要求试验终了以前抽水流量及抽水影响范围内的地下水位达到稳定不变。后者则只要求抽水流量保持定值而水位不一定到达稳定，或保持一定的水位降深而允许流量变化。具体的试验方法可参见《供水水文地质勘察规范》（GB50027）。

##### C.2 注水试验

注水试验：目的与抽水试验相同。当钻孔中地下水位埋藏很深或试验层透水不含水时，可用注水试验代替抽水试验，近似地测定该岩层的渗透系数。在研究地下水人工补给或废水地下处置时，常需进行钻孔注水试验。注水试验时可向井内定流量注水，抬高井中水位，待水位稳定并延续到一定时间后，可停止注水，观测恢复水位。

由于注水试验常常是在不具备抽水试验条件下进行的，故注水井在钻进结束后，一般都难以进行洗井（孔内无水或未准备洗井设备）。因此，用注水试验方法求得的岩层渗透系数往往比抽水试验求得的值小得多。

##### C.3 渗水试验

渗水试验：目的是测定包气带渗透性能及防污性能。渗水试验是一种在野外现场测定包气带土层垂向渗透系数的简易方法，在研究大气降水、灌溉水、渠水等对地下水的补给时，常需要进行此种试验。

试验时在试验层中开挖一个截面积约  $0.3\sim 0.5\text{m}^2$  的方形或圆形试坑，不断将水注入坑中，并使坑底的水层厚度保持一定（一般为  $10\text{cm}$  厚），当单位时间注入水量（即包气带岩层的渗透流量）保持稳定时，可根据达西渗透定律计算出包气带土层的渗透系数。

##### C.4 浸溶试验

浸溶试验：目的是为了查明固体废弃物受雨水淋滤或在水中浸泡时，其中的有害成分转移到水中，对水体环境直接形成的污染或通过地层渗漏对地下水造成的间接影响。

有关固体废弃物的采样、处理和分析方法，可参照国家环保局发布的《工业固体废弃物有害物特性试验与监测分析方法》中的有关规定执行。

### C.5 土柱淋滤试验

土柱淋滤试验：目的是模拟污水的渗入过程，研究污染物在包气带中的吸附、转化、自净机制，确定包气带的防护能力，为评价污水渗漏对地下水水质的影响提供依据。

试验土柱应在评价场地有代表性的包气带地层中采取。通过滤出水水质的测试，分析淋滤试验过程中污染物的迁移、累积等引起地下水水质变化的环境化学效应的机理。

试剂的选取或配制，宜采取评价工程排放的污水做试剂。对于取不到污水的拟建项目，可取生产工艺相同的同类工程污水替代，也可按设计提供的污水成分和浓度配制试剂。如果试验目的是为了制定污水排放控制标准时，需要配制几种浓度的试剂分别进行试验。

附录 D

(资料性附录)

常用地下水评价预测模型

D.1 地下水溶质运移解析法

D.1.1 应用条件

求解复杂的水动力弥散方程定解问题非常困难,实际问题中多靠数值方法求解。但可以用解析解对照数值解法进行检验和比较,并用解析解去拟合观测资料以求得水动力弥散系数。

D.1.2 预测模型

D.1.2.1 一维稳定流动一维水动力弥散问题

D.1.2.1.1 一维无限长多孔介质柱体,示踪剂瞬时注入

$$C(x,t) = \frac{m/w}{2n\sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- x—距注入点的距离, m;
- t—时间, d;
- C(x, t)—t时刻 x 处的示踪剂浓度, g/L;
- m—注入的示踪剂质量, kg;
- w—横截面面积, m<sup>2</sup>;
- u—水流速度, m/d;
- n—有效孔隙度, 无量纲;
- D<sub>L</sub>—纵向弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- π—圆周率。

D.1.2.1.2 一维半无限长多孔介质柱体,一端为定浓度边界

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

- x—距注入点的距离; m;
- t—时间, d;
- C—t时刻 x 处的示踪剂浓度, g/L;
- C<sub>0</sub>—注入的示踪剂浓度, g/L;
- u—水流速度, m/d;
- D<sub>L</sub>—纵向弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- erfc ( ) —余误差函数 (可查《水文地质手册》获得)。

## D. 1. 2. 2 一维稳定流动二维水动力弥散问题

## D. 1. 2. 2. 1 瞬时注入示踪剂—平面瞬时点源

$$C(x, y, t) = \frac{m_M / M}{4\pi n t \sqrt{D_L D_T}} e^{-\left[\frac{(x-ut)^2}{4D_L t} + \frac{y^2}{4D_T t}\right]} \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

- x, y—计算点处的位置坐标;
- t—时间, d;
- C(x, y, t)—t时刻点 x, y 处的示踪剂浓度, g/L;
- M—承压含水层的厚度, m;
- m<sub>M</sub>—长度为 M 的线源瞬时注入的示踪剂质量, kg;
- u—水流速度, m/d;
- n—有效孔隙度, 无量纲;
- D<sub>L</sub>—纵向弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- D<sub>T</sub>—横向 y 方向的弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- π—圆周率。

## D. 1. 2. 2. 2 连续注入示踪剂—平面连续点源

$$C(x, y, t) = \frac{m_t}{4\pi M n \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{xu}{2D_L}} \left[ 2K_0(\beta) - W\left(\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta\right) \right] \dots\dots\dots (D.4)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{u^2 x^2}{4D_L^2} + \frac{u^2 y^2}{4D_L D_T}} \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

- x, y—计算点处的位置坐标;
- t—时间, d;
- C(x, y, t)—t时刻点 x, y 处的示踪剂浓度, g/L;
- M—承压含水层的厚度, m;
- m<sub>t</sub>—单位时间注入示踪剂的质量, kg/d;
- u—水流速度, m/d;
- n—有效孔隙度, 无量纲;
- D<sub>L</sub>—纵向弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- D<sub>T</sub>—横向 y 方向的弥散系数, m<sup>2</sup>/d;
- π—圆周率;
- K<sub>0</sub>(β)—第二类零阶修正贝塞尔函数; (可查《地下水动力学》获得);

W( $\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta$ )—第一类越流系统井函数 (可查《地下水动力学》获得)。

## D. 2 地下水数值模型

## D. 2. 1 应用条件

数值法可以解决许多复杂水文地质条件和地下水开发利用条件下的地下水资源评价问题，并可以预测各种开采方案条件下地下水位的变化，即预报各种条件下的地下水状态。但不适用于管道流（如岩溶暗河系统等）的模拟评价。

## D. 2. 2 预测模型

### D. 2. 2. 1 地下水水流模型

对于非均质、各向异性、空间三维结构、非稳定地下水流系统：

a) 控制方程

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W \quad \dots\dots\dots (D.6)$$

式中：

$\mu_s$ —贮水率， 1/m；

$h$ —水位， m；

$K_x, K_y, K_z$ —分别为  $x, y, z$  方向上的渗透系数， m/d；

$t$ —时间， d；

$W$ —源汇项， 1/d。

b) 初始条件

$$h(x, y, z, t) = h_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0 \quad \dots\dots (D.7)$$

式中：

$h_0(x, y, z)$ —已知水位分布；

$\Omega$ —模型模拟区。

c) 边界条件

1) 第一类边界

$$h(x, y, z, t) \Big|_{\Gamma_1} = h(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0 \quad \dots\dots\dots (D.8)$$

式中：

$\Gamma_1$ —一类边界；

$h(x, y, z, t)$ —一类边界上的已知水位函数。

2) 第二类边界

$$k \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = q(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2, t > 0 \quad \dots\dots (D.9)$$

式中：

$\Gamma_2$ —二类边界;

$K$ —三维空间上的渗透系数张量;

$n$ —边界  $\Gamma_2$  的外法线方向;

$q(x,y,z,t)$ —二类边界上已知流量函数。

3) 第三类边界

$$(k(h-z)\frac{\partial h}{\partial n} + \alpha h)\Big|_{\Gamma_3} = q(x,y,z) \dots\dots\dots (D.10)$$

式中:

$\alpha$ —已知函数;

$\Gamma_3$ —三类边界;

$K$ —三维空间上的渗透系数张量;

$N$ —边界  $\Gamma_3$  的外法线方向;

$q(x,y,z)$ —三类边界上已知流量函数。

#### D.2.2.2 地下水水质模型

水是溶质运移的载体,地下水溶质运移数值模拟应在地下水流场模拟基础上进行。因此,地下水溶质运移数值模型包括水流模型(见 F.4.2.1)和溶质运移模型两部分。

a) 控制方程

$$R\theta\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\theta D_{ij}\frac{\partial C}{\partial x_j}\right) - \frac{\partial}{\partial x_i}(\theta v_i C) - WC_s - WC - \lambda_1\theta C - \lambda_2\rho_b\bar{C} \dots (D.11)$$

式中:

$R$ —迟滞系数,无量纲。 $R = 1 + \frac{\rho_b}{\theta}\frac{\partial \bar{C}}{\partial C}$

$\rho_b$ —介质密度,  $\text{mg}/(\text{dm})^3$ ;

$\theta$ —介质孔隙度,无量纲;

$C$ —组分的浓度,  $\text{g}/\text{L}$ ;

$\bar{C}$ —介质骨架吸附的溶质浓度,  $\text{g}/\text{L}$ ;

$t$ —时间,  $\text{d}$ ;

$x, y, z$ —空间位置坐标,  $\text{m}$ ;

$D_{ij}$ —水动力弥散系数张量,  $\text{m}^2/\text{d}$ ;

$V_i$ —地下水渗流速度张量,  $\text{m}/\text{d}$ ;

W—水流的源和汇，1/d;

$C_s$ —组分的浓度，g/L;

$\lambda_1$ —溶解相一级反应速率，1/d;

$\lambda_2$ —吸附相反应速率，L/(mg·d)。

b) 初始条件

$$C(x, y, z, t) = c_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0 \quad \dots \quad (D.12)$$

式中:

$c_0(x, y, z)$ —已知浓度分布;

$\Omega$ —模型模拟区域。

c) 定解条件

1) 第一类边界—给定浓度边界

$$C(x, y, z, t) \Big|_{\Gamma_1} = c(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0 \dots \quad (D.13)$$

式中:

$\Gamma_1$ —表示定浓度边界;

$c(x, y, z, t)$ —一定浓度边界上的浓度分布。

2) 第二类边界—给定弥散通量边界

$$\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \Big|_{\Gamma_2} = f_i(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2, t \geq 0 \quad \dots \dots \quad (D.14)$$

式中:

$\Gamma_2$ —通量边界;

$f_i(x, y, z, t)$ —边界 $\Gamma_2$ 上已知的弥散通量函数。

3) 第三类边界—给定溶质通量边界

$$\left( \theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} - q_i C \right) \Big|_{\Gamma_3} = g_i(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_3, t \geq 0 \quad \dots \dots \quad (D.15)$$

式中:

$\Gamma_3$ —混合边界;

$g_i(x, y, z, t)$  —  $\Gamma_3$  上已知的对流—弥散总的通量函数。



附录 E

(资料性附录)

废水入渗量计算公式

常用的污染场地废水入渗量计算,相关行业设计规范已做出明确规定的,参照设计规范执行,未能做出明确规定时,其废水入渗量计算公式参见表 E.1。

表 E.1 废水入渗量计算公式

序号	污染源类型	入渗量计算式	备注	符号
1	排污渠或河流	$Q_0 = Q_{\text{上游}} - Q_{\text{下游}}$		$Q_0$ —入渗量, $\text{m}^3/\text{d}$ 或 $\text{m}^3/\text{a}$ ; $Q$ —污水排放量, $\text{m}^3/\text{d}$ 或 $\text{m}^3/\text{a}$ ;
2	固体废物 填埋场	$Q_0 = \alpha FX \cdot 10^{-3}$	如无地下水动态观测资料,入渗系数可取经验值	$\beta$ —包气带的垂向入渗系数; $Q_{\text{上游}}$ —上游断面流量, $\text{m}^3/\text{d}$ 或 $\text{m}^3/\text{a}$ ; $Q_{\text{下游}}$ —下游断面流量, $\text{m}^3/\text{d}$ 或 $\text{m}^3/\text{a}$ ;
3	污水土地处理	$Q_0 = \beta \cdot Q_g$	$\beta$ : 经验值 0.10~0.92	$\alpha$ —降水入渗补给系数; $F$ —固体废物渣场渗水面积, $\text{m}^2$ ; $X$ —降水量, $\text{mm}$ ; $Q_g$ —实际处理水量, $\text{m}^3/\text{a}$ 。
4	容器类型(储罐、蓄水池、集水廊道等)	$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$		$Q_L$ —液体泄漏速度, $\text{kg/s}$ ; $C_d$ —液体泄漏系数, 此值常用 0.6~0.64; $A$ —裂口面积, $\text{m}^2$ ; $P$ —容器内介质压力, $\text{Pa}$ ; $P_0$ —环境压力, $\text{Pa}$ ; $g$ —重力加速度; $\rho$ —液体密度, $\text{kg}/\text{m}^3$ ; $h$ —裂口之上液位高度, $\text{m}$ 。
5	风险情况的设定规则	风险源强根据风险评估导则结果进行设定。		

## 附录 F

## (资料性附录)

## 防渗层渗漏率计算公式

尽管防渗层为低渗透层，由于防渗膜（GM）不可避免的存在破损、裂隙，或压实粘性土层（CCL）在一定水头压力作用下有一定水流通过，因此，防渗层的渗漏率可作为防渗系统有效性的评价依据之一。

渗漏率计算可从两个层次进行计算，第一层次为典型复合防渗层渗漏率计算，模型为解析解模型，相对简单易用；第二层次为复杂计算，可计算不同防渗结构条件下的防渗层渗漏率，该模型为数值解模型，相对复杂。

## F.1 第一层次：初步计算（源自 landfilldesign.com）

该方法用于计算复合防渗层（如 GM/CCL 或 GM/GCL）渗滤液渗漏量计算。CCL 厚度通常为 0.3-1.5m，水化的 GCL 厚度取决于水化过程中压应力，通常取值为 5-10mm 或 CCL 厚度的 1/100。根据 USEPA 统计，GM/GCL 渗漏率大于 GM/CCL。

由于 GM 本身的渗透性极差，GM 的渗漏率主要取决于其孔洞。渗滤液首先通过孔洞，在 GM 与低渗透性土壤之间的空隙处发生横向流动并最终渗入渗透性土层。

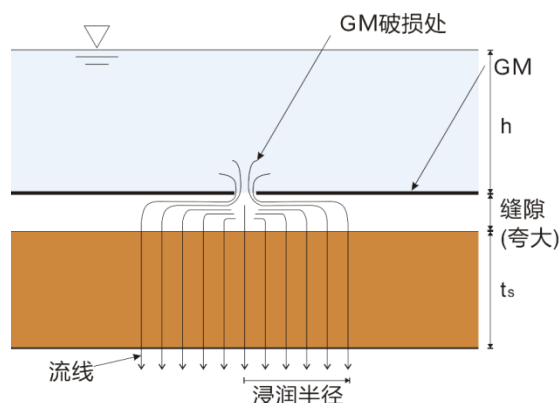


图 F.1 复合防渗层 GM 破损水流示意图

GM 与低渗透性土层之间的水流称为层间流，层间流受上下层接触关系控制。良好的接触关系应为 GM 无褶皱，铺在压实并平整的低渗透土层上；差的接触关系为 GM 有一定数量褶皱，或下层低渗透性土层未压实和平整。

表 F.1 接触关系系数推荐值

	接触关系系数 ( $C_{q0}$ ) (圆、方、矩形)	接触关系系数 ( $C_{q\infty}$ ) (有限长狭缝)
接触良好	0.21	0.52
接触不良	1.15	1.22

通常 GM 破损有两个原因：生产缺陷和安装缺陷。在生产过程中，GM 每公顷有 1-2 个穿孔，穿孔直径小于等于膜厚。安装过程缺陷的密度是一个与安装、测试、材料、备料、设备以及质控有关的函数，其分布如下：

表 F. 2 缺陷密度及概率分布

安装质量	缺陷密度 (个/公顷)	比例 (%)
极好	≤2	10
好	2-8	40
中	8-20	40
差	20-40	10

缺陷处直径一般为 2mm (面积为  $3.14 \times 10^{-6} \text{m}^2$ )。在做防渗系统有效性评价时, 通常认为每公顷的破损面积为  $0.1 \text{cm}^2$  (折合破损处直径为 3.5mm), 而做保守估计时, 则认为每公顷的破损面积为  $1 \text{cm}^2$  (折合破损处直径为 11mm)。

渗漏率计算方法如下:

a) 直径为 d 的圆形破损

$$\frac{Q}{A} = n \cdot 0.976 C_{q0} \cdot [1 + 0.1 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot d^{0.2} \cdot h^{0.9} \cdot k_s^{0.74}$$

b) 边长为 b 的方形破损

$$\frac{Q}{A} = n \cdot C_{q0} \cdot [1 + 0.1 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot b^{0.2} \cdot h^{0.9} \cdot k_s^{0.74}$$

c) 有限长狭缝, 狭缝宽为 b 的破损

$$\frac{Q^*}{A} = n \cdot C_{q\infty} \cdot [1 + 0.2 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot b^{0.1} \cdot h^{0.45} \cdot k_s^{0.87}$$

d) 长为 B 宽为 b 的长方形破损

$$\frac{Q}{A} = n \cdot C_{q0} \cdot [1 + 0.1 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot b^{0.2} \cdot h^{0.9} \cdot k_s^{0.74} + n \cdot C_{q\infty} \cdot [1 + 0.2 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot (B - b) b^{0.1} \cdot h^{0.45} \cdot k_s^{0.87}$$

其中, Q 为穿过 GM 破损处的渗漏率 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$Q^*$  为单位面积穿过 GM 破损处的渗漏率 ( $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$ )

A 为 GM 面积 ( $\text{m}^2$ )

n 为 GM 上总破损数量

$C_{q0}$  及  $C_{q\infty}$  为接触关系系数

h 为 GM 上的水头高度 (m)

$t_s$  为复合防渗层中低渗透性土层的厚度 (m)

以上公式存在以下局限性:

- i. 圆形破损处破损直径 (d) 应为 0.5-25mm, 对于其他形状破损, 宽度 (b) 应为 0.5-25mm;
- ii. GM 上渗滤液水头高度 (h) 不大于 3m。

## F.2 第二层次：复杂计算，基于 HELP 建立渗漏量计算方法

该模型可根据实际情况设置防渗层结构，生产过程及安装过程 GM 的破损孔洞数量及面积，GM 铺设质量等。此外，HELP 还将地表径流、土层含水率、地表植被情况等参数加入计算。

### 1) 防渗层结构

HELP 模型将垂向土层分为五类，分别为垂向渗流层、水平疏干层、粘性土层、防渗膜层（GM）以及土工网层，每层有多种材料供选择，各材料有系统默认参数，也可进行手动设置。以 GM 层为例，参数包括渗透系数、生产及安装导致的膜破损密度、与上下层的接触关系等，此外，各层可设置放坡。

以上五种类型层可根据工程设计进行组合，但组合有一定的限制条件（见表 F.3）：

表 F.3 层类型及限制条件

层类型	限制相邻条件			最大层数	是否可以成为顶层
	上方	下方	中间		
I 垂向渗流层	II 和 V 不得在 I 之上	1.1.1	1.1.2	1.1.3	是
II 水平疏干层	1.1.4	I 不得在 II 之下	1.1.5	1.1.6	是
III 粘性土层	III 不得在另一个 III 之上	III 不得在另一个 III 之下	III 不得在两层 IV 之间	5	否
1.1.7 V GM 层	1.1.8 V 不得在另一个 IV 之上	1.1.9 V 不得在另一个 IV 之下	1.1.10 V 不得在两层 III 之间	1.1.11	1.1.12
1.1.13 土 工布 及土 工网 层	1.1.14	I 不得在 V 之下	1.1.15	1.1.16	是

### 2) 生产过程 GM 的破损孔洞数量及面积

生产过程 GM 破损直径一般不大于 GM 厚度，通常假设直径为 1mm。

### 3) 安装过程 GM 的破损孔洞数量及面积

安装过程 GM 破损直径一般大于 GM 厚度，通常假设破损面积为 1cm<sup>2</sup>（折合破损直径为 3.5mm）。

### 4) GM 与下伏土层接触关系分为 6 种：

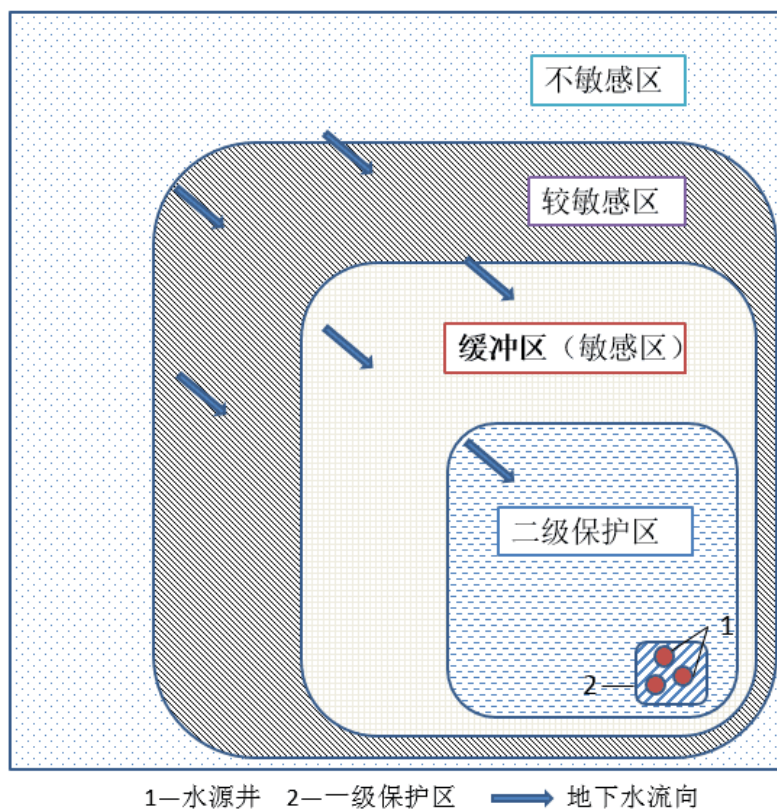
- ① 完好：GM 与相邻土层完好贴合；
- ② 极好：GM 与相邻土层贴合极好，可有效控制渗漏率，通常此情况仅在实验室或场地实验条件下存在；
- ③ 较好：GM 有少量褶皱，土层平整；
- ④ 较差：土层未平整压实，和/或 GM 有大量褶皱，GM 与土层接触关系较差导致存在较大缝隙，渗滤液易于通过和扩散；
- ⑤ 极差：渗漏率仅与孔洞尺寸有关，GM 与相邻土层无法起控制，作用；
- ⑥ 土工网将 GM 与土层分隔：渗漏率仅与排水土工网的导水系数有关。

防渗技术有效性与源强计算可结合起来，以防渗层底部作为污染源下界面，即计算污染物进入包气带的起点，且污染物起始通量为防渗层渗透率。其后包气带折减系数等参照源强评价方法进行。

附图 1

(资料性附录)

缓冲区计算示意图



缓冲区的确定依据本标准公式 1 进行计算，T 取值根据 6.2.1.2 确定。