中华人民共和国生态环境部办公厅

环办土壤函〔2019〕770号

关于印发《地下水环境状况调查评价工作指南》等4项技术文件的通知

各省、自治区、直辖市生态环境厅（局），新疆生产建设兵团生态环境局：

为进一步贯彻落实《水污染防治行动计划》《土壤污染防治行动计划》有关工作部署，推进《地下水污染防治实施方案》（环土壤〔2019〕25号）实施工作，指导各地开展好地下水环境状况调查评价、污染风险评估、污染模拟预测、污染防治分区划分等方面工作，我部组织对《地下水环境状况调查评价工作指南》等4项技术文件进行了修订。现印发给你们，请参照执行。

生态环境部办公厅

2019年9月29日

（此件依申请公开）

地下水环境状况调查评价

工作指南

2019 年 9 月

目 次

第一章 总 则 1
1.1 编制目的..... 1
1.2 适用范围..... 1
1.3 编制依据..... 1
1.4 术语与定义..... 2
1.5 指导原则..... 3
1.6 组织编制单位..... 3
第二章 工作内容和流程 4
2.1 工作内容..... 4
2.2 工作流程..... 5
第三章 地下水环境状况调查评价 7
3.1 更新清单..... 7
3.2 确定重点调查对象..... 8
3.3 初步调查..... 14
3.4 详细调查..... 27
3.5 补充调查..... 29
3.6 地下水质量评价和污染状况评价..... 30
3.7 地下水污染问题和成因分析..... 32
第四章 质量保证和质量控制 33
4.1 总体要求..... 33
4.2 地下水环境监测井建设质量保证..... 33
4.3 地下水样品采集质量控制..... 36
第五章 报告编制 44
5.1 清单整理和分析..... 44
5.2 初步调查评价报告编制..... 44
5.3 详细调查/补充调查评价报告编制..... 44
附录 A （资料性附录） 清单表格 46
附录 B （资料性附录） 基础信息表格 72

附录C （资料性附录） 地下水测定指标 129
附录D （资料性附录） 矿山专题代码表 143
附录E （资料性附录） 水文地质分区代码表 148
附录F （资料性附录） 调查评价报告编制大纲 150

地下水环境状况调查评价工作指南

第一章　总　则

1.1编制目的

为贯彻落实《水污染防治行动计划》《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》《地下水污染防治实施方案》（环土壤〔2019〕25 号），推进我国地下水污染防治工作，增强地下水环境状况调查评价工作的科学性和规范性，根据《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》《中华人民共和国土壤污染防治法》及相关法规、标准，编制《地下水环境状况调查评价工作指南》（以下简称指南）。

1.2适用范围

本指南适用于集中式地下水型饮用水源以及工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场等污染源及周边的地下水环境状况调查评价，可供分散式地下水型饮用水源和其他污染源地下水环境调查评价参考。

1.3编制依据

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 18598 危险废物填埋污染控制标准

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

（试行）

GB/T 4754 国民经济行业分类

GB/T 14848 地下水质量标准

CJJ/T 107 生活垃圾填埋场无害化评价标准

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

SL 58 水文测量规范

1.4术语与定义

下列术语与定义适用于本指南。

地下水： 地面以下饱和含水层中的重力水。

含水层： 能够透过并给出相当数量水的岩层。

隔水层： 不能透过与给出水，或者透过与给出的水量微不足道的岩层，具有相对性。

包气带： 地面与地下水面之间与大气相通的，含有气体的地带。

潜水： 地表以下的第一个稳定隔水层以上具有自由水面的地下水。

承压水： 充满于上下两个隔水层（弱透水层）间的具有承压性质的地下水。

补给区： 含水层出露或接近地表接受大气降水和地表水等入渗补给的地区。

水文地质单元： 具有统一补给边界和补给、径流、排泄条件

的地下水系统。

水文地质条件：地下水埋藏和分布、含水介质和含水构造等条件的总称。

地下水污染：人为原因导致地下水物理、化学、生物性质改变，使地下水水质恶化的现象。

1.5指导原则

（1）针对性原则：针对地下水型饮用水源、污染源的特征和潜在污染物特性，开展地下水环境状况调查评价，为地下水环境管理提供依据。

（2）规范性原则：采用程序化和系统化的方式规范地下水型饮用水源、污染源地下水环境状况调查评价过程，保证调查过程的规范性。

（3）可操作性原则：综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水平，使调查评价过程切实可行，可满足确定污染程度与范围，开展风险评估、风险管控和治理修复等工作需求。

1.6组织编制单位

本指南由生态环境部土壤生态环境司、水生态环境司组织，生态环境部环境规划院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、中国环境科学研究院、中国环境监测总站、生态环境部南京环境科学研究所、生态环境部华南环境科学研究所、中国地质大学（北京）、中国地质大学（武汉）、轻工业环境保护研究所等单位起草编制。

第二章　工作内容和流程

2.1工作内容

2.1.1更新清单和确定重点调查对象

定期更新集中式地下水型饮用水源和污染源清单，确定重点调查对象。

2.1.2初步调查

通过资料收集、现场踏勘，对可能的污染进行识别，确定收集资料的准确性，分析和推断调查对象存在污染或潜在污染的可能性；布设初步监测点位，采集样品，初步确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布，为下一阶段详细调查方案的制定提供科学指导。若初步调查确认调查区内及周围区域历史上和当前均无可能的污染，则认为调查区的环境状况可以接受，调查活动可以结束。

2.1.3详细调查

详细调查是以采样分析为主的污染证实阶段，主要内容包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等。详细调查采用系统布点、加密布点等方式确定地下水采样点位，根据初步调查的检测结果筛选特征指标，标准中没有涉及到的污染物，可根据专业知识和经验综合判断。详细调查的主要目的是在初步采样分析的基础上，进一步确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。

2.1.4补充调查

在开展风险评估、风险管控和治理修复时，若发现已有调查结果不能完全满足需要，可通过补充采样和测试，开展补充调查。

主要目的是完善调查结果，获取相应参数，以支撑风险评估、风险管控和治理修复等。

2.2工作流程

地下水环境状况调查评价工作主要包括更新清单和确定重点调查对象、初步调查、详细调查、补充调查、调查评价报告编写等。

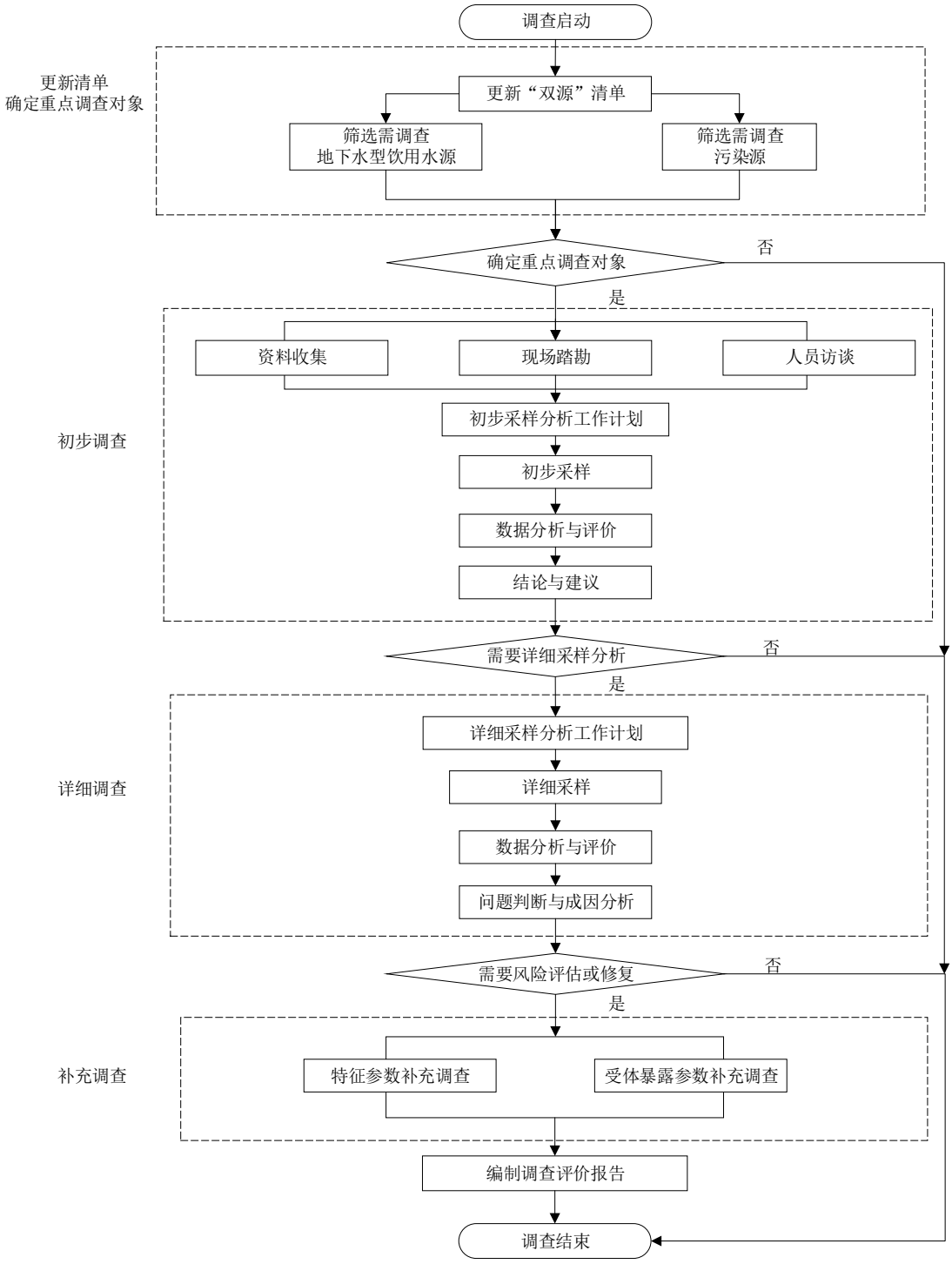


图 1 地下水环境状况调查评价工作流程

第三章　地下水环境状况调查评价

3.1更新清单

定期更新集中式地下水型饮用水源、工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、加油站、农业污染源、高尔夫球场等“双源”清单及数据库。

3.1.1集中式地下水型饮用水源

定期更新集中式地下水型饮用水源清单，主要包括水源地名称、所在地区、所属水文地质单元、地理坐标、服务人口、取水量、监测指标及频次、水质类别、地下水类型、监测井信息、超标指标及倍数和超标原因等，完成不同调查对象清单表的填写。水源地清单建立以资料调研为主，现场实地调研为辅。

资料来源包括城市饮用水源基础环境状况调查评价报告、水源地供水勘察报告、水利普查和全国农村饮水安全工程规划等。

3.1.2污染源

污染源清单信息主要包括污染源名称、所在地区、所属水文地质单元、地理坐标、监测井信息和水质监测状况、主要污染指标等信息。完成不同污染源对象清单表的填写。污染源清单建立以资料收集为主，现场实地调研为辅。考虑到工业污染源类别较多，选择可能对地下水环境产生影响的，且储存、使用、生产排放有毒有害物质的工业污染源进行清单信息收集。资料来源包括污染源普查、土壤污染状况详查、环境影响评价报告等，详见表1。有毒有害物质可参见GB/T 14848中的毒理学指标、《有毒有害水污染物名录》以及《优先控制化学品名录》等。

表 1 污染源清单填报范围和资料来源

编号	污染源类型	填报范围	资料来源
1	工业污染源	工业集聚区、重点行业工业污染企业、废弃场地	污染源普查、土壤污染状况调查和详查
2	矿山开采区	大中型矿山	矿山调查、污染源普查
3	危险废物处置场	全部	污染源普查
4	垃圾填埋场	生活垃圾卫生填埋场和 400 吨以上的非正规垃圾填埋场	污染源普查
5	加油站	全部	加油站名单、环境影响评价报告
6	农业污染源	再生水农用区、规模化畜禽养殖场（小区）	水利普查、污染源普查
7	高尔夫球场	全部	环境影响评价报告

3.2确定重点调查对象

3.2.1集中式地下水型饮用水源

3.2.1.1筛选条件

满足下列条件之一的作为重点调查对象。

（1）取水口水质已遭受污染的水源地。

（2）取水口水质虽未遭受污染，但水源保护区或补给区（优先采用准保护区）内地下水存在人为污染的水源地。

（3）若水源取水口、保护区和补给区内地下水均不存在污染，但水源保护区、补给区内存在工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、加油站、农业污染源（再生水农用区和规模化畜禽养殖场(小区)）、高尔夫球场等污染源的水源地。

3.2.1.2圈定重点调查地下水型饮用水源调查范围

（1）孔隙水、裂隙水水源地

a)优先以水源地所在水文地质单元为调查区。

b)若水文地质单元范围过大（面积大于 300 km^2），水源地调查区包括水源地保护区（包括水源地一级、二级保护区）和水源补给区（优先采用水源准保护区），在核定水源地一级、二级保护区边界和范围的基础上，以二级保护区边界为基准，未划定水源准保护区的，沿地下水流向向上游拓展地下水 1000 天流程等值线为边界，将该边界圈定的范围作为扩展调查区。

若所圈定的扩展调查区边界范围内存在以下情况，则需按如下方法对边界进行修订。

a)存在另外一个地下水型饮用水源，则取两个水源地地下水分水岭作为调查区的边界。

b)若存在目标含水层的天然边界，则以其为边界。

c)若目标含水层为承压含水层，则应将其补给区纳入调查范围，承压含水层的补给区可利用区域水文地质剖面图和水动力场来识别。

d)若边界附近存在地下水污染现象，则应将其污染源纳入边界范围内。

（2）岩溶水源地

在地下河发育的岩溶区，优先以水源地所在的地下河系统为单元，确定为水源地调查范围，地下河系统可根据通过收集研究区岩溶水文地质图和剖面图识别。若水源地地下河系统范围较大（地下河主管道长度大于 5 km），调查区以水源地所在的地下河出口或泉点、天窗等为起点、沿地下河主管道上溯 5000 m 设定，暗河如有支管道，则沿地下暗河支管道顺延上溯至 5000 m，宽

度则沿地下河主管道和一级支流管道向两侧各延伸 600 m 水平距离，污染物极易进入地下的负地形区，如落水洞等亦纳入调查区，范围为负地形所处第一地形分水岭或落水洞周边 200 m 水平距离（不足 200 m 的，以第一地形分水岭为界）。

3.2.2重点污染源

3.2.2.1工业污染源

考虑到工业污染源涉及行业门类众多、环境管理水平各异、污染排放状况复杂等特点，凡满足下述原则之一的工业集聚区、企业或废弃场地建议列入重点调查对象清单。

（1）属于重污染行业，且运行年限 5 年以上（含 5 年）的工业污染源。

a)以重污染行业为主导，批准并正式运行至少 5 年的工业集聚区。

b)工业集聚区外的重污染行业，生产运行至少 7 年的工业企业。

c)工业集聚区外的重污染行业，且废弃场地面积达到 0.1 km^2 以上的废弃场地。

（2）位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的且涉及重污染的工业污染源。

（3）发生过地下水污染事件的工业集聚区、企业或废弃场地。

重污染行业可参见下表。

表 2 工业污染源重污染行业名录一览表

编号	行业类别	行业种类
1	石油加工/炼焦及核燃料加工业	精炼石油产品的制造
		炼焦
2	有色金属冶炼及压延加工业	常用有色金属冶炼
		贵金属冶炼
3	化学原料及化学制品制造业	农药制造
		造纸、印染、涂料、油墨、颜料、原料药制造及类似产品制造
		专用化学产品制造
4	纺织业	棉、化纤纺织及印染精加工
		毛纺织和染整精加工
		丝绢纺织及精加工
5	皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品业	皮革鞣制加工
		毛皮鞣制及制品加工
6	金属制品业	金属表面处理及热处理加工

3.2.2.2矿山开采区

由于我国有色金属、黑色金属等矿类（种）矿山污染风险程度相对较高，尾矿库、固体废弃物的堆放对地下水环境造成严重污染，建议确定以下矿山行业为主要筛选对象（矿山污染源重污染行业可参见下表）。

表 3 矿山污染源重污染行业名录一览表

编号	行业类别	行业种类
1	有色金属矿采选业	常用有色金属矿采选
		贵金属矿采选
		稀有稀土金属矿采选
2	黑色金属矿采选业	铁矿采选
		其他黑色金属矿采选
3	煤炭开采和洗选业	烟煤和无烟煤的开采洗选
		褐煤的开采洗选
		其他煤炭采选
		化学矿采选
		石棉及其他非金属矿采选
		磷矿开采及磷石膏堆场

选择位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的生产及闭矿矿山，在此范围外的还应考虑矿山规模，选择（特）大、

中型矿山；对于具有区域特征的，处于同一成矿带内的分散矿山开采区，应综合考虑它们对同一水文地质单元内的地下水的影响及因矿山开采导致的地下水严重疏干区域。在矿山企业中，尽管不满足上述条件，但对当地环境造成重大影响，已严重影响当地社会经济发展的矿山纳入调查范围。

3.2.2.3危险废物处置场

综合考虑危险废物处置场的典型性，优先筛选位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的危险废物处置场。省级规划的危险废物处置场采取普查原则；各大型企业自行建设的危险废物处置场，采取的调查原则为选择具有代表性的危险废物处置场进行调查。

3.2.2.4垃圾填埋场

生活垃圾卫生填埋场，优先选择位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的进行调查；非正规垃圾填埋场需同时满足以下三个条件，则确定为重点调查对象。

（1）位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内。

（2）运行时间在 5 年以上或目前已经封闭的。

（3）填埋容量大于 400 吨以上。

3.2.2.5加油站

在建立加油站清单基础上，根据加油站重点调查对象的筛选原则，确定需要进行重点地下水调查评价的加油站。

（1）已确认发生过油品泄漏事故的加油站。

（2）尚未确认是否发生过油品泄漏的加油站。

a)位于地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的加油站均进行重点调查。

b)在上述区域外，优先选择初始建站时间在 20 年以上的加油站进行重点调查，有条件的地方可以选择初始建站时间较短的加油站。

3.2.2.6农业污染源

农业污染源主要涉及再生水农用区及规模化畜禽养殖场（小区）。

（1）根据《再生水农用区清单》，对符合以下两个条件之一的再生水农用区进行重点调查。

a)地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区部分或全部位于再生水农用区内。

b)灌溉面积在 1 万亩及以上的大中型灌区，以未经处理的污水直接灌溉或污水处理厂出水（再生水）灌溉，且灌溉历时达 5 年以上。

（2）对列入清单之内，满足以下两个条件之一的规模化畜禽养殖场（小区），需进行重点调查。

a)位于集中式地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的规模化畜禽养殖场（小区）。

b)对位于冲洪积扇轴部、河漫滩、古河道带以及地下水浅埋区等地下水脆弱性较强地带的规模化畜禽养殖场（小区）。

3.2.2.7高尔夫球场

根据高尔夫球场清单信息，对符合以下两个条件之一的高尔夫球场进行重点调查。

（1）位于地下水型饮用水源保护区、补给和径流区内的高尔夫球场。

（2）运行 5 年以上，同时占地面积大于 60 公顷的高尔夫球场。

3.3初步调查

3.3.1资料收集与分析

主要包括: 气象资料、水文资料、土壤资料、地形地貌地质、水文地质资料、土地利用、经济社会发展、地下水型饮用水源和污染源相关信息。

对于工业污染企业、废弃场地、危险废物处置场、垃圾填埋场、加油站等污染源，水文地质相关资料收集和制作的精度不低于 1:2000; 对于集中式地下水型饮用水源、工业集聚区、再生水农用区、矿山开采区、高尔夫球场、规模化畜禽养殖区（小区）等，水文地质资料收集和制作的精度不低于 1:10000。

3.3.1.1气象资料

收集调查区近 20 年来主要气象站的气象系列资料，包括多年平均及月平均降水量、蒸发量、气温等资料; 大气及降水主要污染物。

3.3.1.2水文资料

收集调查区地表水系分布状况，流量与水位变化，各水体或河系不同区段的化学成分分析资料、污染情况，水体底泥的污染情况，水体纳污历史等资料。

3.3.1.3土壤资料

收集地表岩性、土壤类型与分布、土壤有机质含量、土壤微生物、土壤化学与土壤污染等方面的调查分析资料。

3.3.1.4地形地貌、地质与水文地质资料

包括调查区地形地貌类型与分区、地层岩性、地质构造，包气带岩性、厚度与结构，地下水系统结构、岩性、厚度，含水层、隔水层的岩性结构及空间分布，地下水补径排条件，水量、水质、水位和水温，地下水可开采资源量和集中式地下水型饮用水源分布情况，开发利用状况及其主要环境地质、水文地质问题等调查研究资料。地下水水质监测资料，污染物组分及浓度，污染状况，污染分布特征及其变化情况等资料。

3.3.1.5土地利用

土地利用现状及其变化情况，城市、工矿用地和变迁、建设规模及其布局，农业用地现状及变化资料。

3.3.1.6经济社会发展

近 30 年来国民生产总值、产业结构、人口数量、人口密度及变化情况，区域经济发展规划等资料。

3.3.1.7污染源相关信息

污染源的类型、分布，主要污染物组成、污染物的排放方式、排放量和空间分布等资料。重大水污染和土壤污染事件发生的时间、原因、过程、危害、遗留问题和防范措施等资料。

3.3.1.8综合分析

（1）整理、汇编各类资料，对各类量化数据进行统计，编制专项和综合图表，建立相关资料数据库。

（2）综合分析调查区地质、水文地质资料，系统了解区域地下水资源形成、分布与开发利用情况。

（3）编录污染源信息，了解重要污染源类型及其分布情况。

（4）分析地表水、地下水质量分布及污染情况。

3.3.2**现场踏勘**

通过对调查对象的现场踏勘，确认资料信息是否准确，现场识别关注区域和周边环境信息，确定初步采样的布设点位等。

（1）核对信息

对现场的水文地质条件、水源和污染源（区）信息、井（泉）点信息、土地利用情况、产业结构、居民情况、环境管理状况等进行考察，确认与资料是否一致。

（2）识别关注区域

通过调查下列情况识别关注区域，包括污染物生产、储存及运输等重点设施、设备的完整情况、物料装卸等区域的维护状况、原料和产品堆放组织管理状况、车间、墙壁或地面存在污染的遗迹、变色情况、存在生长受抑制的植物、存在特殊的气味等，同

时可采用现场快速筛查设备（X 射线荧光光谱分析仪、PID 气体探测器等）配合开展污染识别。

（3）敏感目标

调查对象周边环境敏感目标（需特殊保护地区、生态敏感与脆弱区和社会关注区等）的情况，包括数量、类型、分布、影响、变更情况、保护措施及其效果。

（4）已有监测设备

调查对象地下水环境监测设备的状况，特别是置放条件、深度以及地下水水位。

（5）地形地貌

观察现场地形及周边环境，以确定是否适宜开展地质测量或使用其他地球物理勘察技术。

3.3.3人员访谈

3.3.3.1访谈内容

应包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问确定，以及信息补充和已有资料的考证。

3.3.3.2访谈对象

受访者为场地现状或历史的知情人，应包括场地管理机构、地方政府和生态环境保护行政主管部门的人员，场地过去和现在各阶段的使用者，以及场地所在地或熟悉场地的第三方，如相邻场地的工作人员和附近的居民。

3.3.3.3访谈方法

可采取当面交流、电话交流、填写电子或书面调查表等方式。

3.3.3.4内容整理

应对访谈内容进行整理，对照已有资料，对其中可疑处和不完善处进行核实和补充，作为调查报告的附件。

可参照调查对象的基础信息表开展资料收集、综合分析、现场踏勘、人员访谈等工作，基础信息表见附录 B。

3.3.4初步采样分析工作计划

若通过资料收集、现场踏勘表明调查对象内存在可能的污染，如工业污染源、加油站、垃圾填埋场、矿山开采区等可能产生有毒有害物质的设施或活动；以及由于资料缺失等原因无法排除无污染时，将其作为潜在污染调查对象开展初步采样分析工作。

制定初步采样分析工作计划，内容包括核查已有信息、判断污染物的可能分布、制定采样方案、制定样品分析方案、制定健康和安全防护计划、确定质量保证和质量控制程序等。可结合环境物探、勘察基本确定调查区水文地质条件，如包气带、含水岩组的岩性结构、厚度与分布、边界条件，基本摸清调查对象周边地下水补径排条件，初步确定污染物种类和浓度分布。

3.3.4.1核查已有信息

对已有信息进行核查，如土壤类型和地下水埋深；查阅污染物在土壤、地下水、地表水或调查对象周围环境的可能分布和迁移信息；查阅污染物排放和泄漏的信息。核查上述信息的来源，以确保真实性和有效性。

3.3.4.2判断污染物的可能分布

根据调查区的污染源分布、水文地质条件以及污染物的迁移和转化等因素，判断调查区污染物在土壤和地下水中的可能分布，为制定采样方案提供依据。

3.3.4.3制定采样方案

采样方案一般包括：采样点的布设、样品数量、样品的采集方法、现场快速检测方法，样品收集、保存、运输和储存等要求。

3.3.4.4制定样品分析方案

检测项目应根据保守性原则，按照资料收集和现场踏勘调查确定的调查区潜在污染源和污染物，同时考虑污染物的迁移转化，判断样品的检测分析项目；对于不能确定的项目，可选取潜在典型污染样品进行筛选分析。可参考附录 C 和 HJ 25.2。

3.3.4.5制定健康和安全防护计划

根据有关法律、法规和工作现场的实际情况，制定场地调查人员的健康和安全防护计划。

3.3.5初步采样

3.3.5.1地下水监测点布设要求

（1）监测点应能反映调查与评价范围内地下水总体水质状况，对于面积较大的调查区域，沿地下水流向为主与垂直地下水流向为辅相结合布设监测点；对同一个水文地质单元，可根据地下水的补径排条件布设控制性监测点，调查对象的上下游、垂直于地下水流方向调查区的两侧、调查区内部以及周边主要敏感带

点均有监测点控制；若调查区面积较大，地下水污染较重，且地下水较丰富，可在地下水上游和下游各增加 1 个~2 个监测井。

（2）地下水监测以浅层地下水为主，钻孔深度以揭露浅层地下水，且不穿透浅层地下水隔水底板为准；对于调查对象附近有地下水型饮用水源时，应兼顾主开采层地下水；如果调查区内没有符合要求的浅层地下水监测井，则可根据调查结论在地下水径流的下游布设监测井；如果调查期内调查区没有地下水，则在径流的下游方向可能的地下水蓄水处布设监测井；若前期监测的浅层地下水污染非常严重，且存在深层地下水时，可在做好分层止水的条件下增加一口深井至深层地下水，以评价深层地下水的污染情况；存在多个含水层时，应在与浅层地下水存在水力联系的含水层中布设监测点，并将与地下水存在水力联系的地表水纳入监测。

（3）一般情况下采样深度应在地下水水面 0.5 m 以下。对于低密度非水溶性有机物污染，监测点位应设置在含水层顶部；对于高密度非水溶性有机物污染，监测点位应设置在含水层底部和不透水层顶部。

（4）重点以已有监测点为基础，补充监测点需满足调查精度要求，尽可能地从周边已有的民井、生产井及泉点中选择监测点。在选用已有的地下水监测点时，必须满足监测设计的要求。

（5）岩溶区监测点的布设重点在于追踪地下暗河，按地下河系统径流网形状和规模布设采样点，在主管道露头、天窗处，适当布设采样点，在重大或潜在的污染源分布区适当加密。

（6）裂隙发育的调查区，监测布点应布设在相互连通的裂

隙网络上。

（7）地下水样品分析项目参照附录 C 和 HJ 25.2 执行。

3.3.5.2土壤采样点布设要求

土壤采样布点参照 HJ 25.1、HJ 25.2 执行，土壤样品采集可与地下水监测井建设统筹考虑。土壤样品分析项目参照 GB 36600、HJ 25.2 执行。

3.3.5.3地表水采样点布设要求

调查对象周边 3 km 范围内，存在与地下水可能有水力联系的地表水体时，地表水采样位置应设在调查对象上下游及调查区内所有已确认污染的地下水排泄带及可能排泄区。地表水样品分析项目参照地下水污染特征指标。

3.3.6初步采样布点方法

基于采样布点要求，初步调查的监测采样布点方法可参见下表。

表 4 初步采样布点方法

调查对象	布置地下水监测点数量（个）	布设方法
地下水型饮用水源	孔隙水：至少 7 个~10 个；岩溶水：主管道至少 3 个，一级支流至少 1 个~2 个；裂隙水：至少 10 个~20 个	1.孔隙水：①调查范围小于 50 km^2 时，水质监测点至少为 7 个；②调查范围为 50 km^2~100 km^2 时，水质监测点不少于 10 个；③调查范围大于 100 km^2 时，每增加 25 km^2 水质监测点应至少增加 1 个。 2.岩溶水：原则上主管道上不得少于 3 个采样点，一级支流管道长度大于 2 km 布设 2 个点，一级支流管道长度小于 2 km 布设 1 个点；岩溶裂隙参见裂隙水的布点方法。 3.裂隙水：①调查区面积小于 50 km^2 时，建议水质监测点至少为 10 个；②调查区面积为 50 km^2~100 km^2 时，建议水质监测点至少为 20 个；③调查区面积大于 100 km^2 时，建议每增加 25 km^2 水质监测点应至少增加 1 个点。
工业污染源	孔隙水：工业集聚集聚区至少 8 个；工业企业 5 个；岩溶水：至少 3 个；裂隙水：至少 3 个	1.孔隙水：（1）工业集聚区：①对照监测点 1 个，设置在工业集聚区地下水流向上游 30 m~50 m 处。②污染扩散监测点至少 5 个，垂直于地下水流向呈扇形布设不少于 3 个，在集聚区两侧沿地下水流方向各布设 1 个监测点。③工业集聚区内部监测点要求 1 个/10 km^2~2 个/10 km^2，若面积大于 100 km^2 时，每增加 15 km^2 监测点至少增加 1 个；工业集聚区内监测点总数要求不少于 3 个。监测点的布设宜位于主要污染源附近的地下水下游，同类型污染源布设 1 个监测点为宜。④以浅层地下水监测为主，如浅层地下水已被污染且下游存在地下水型饮用水源，则在集聚区内增加 1 个主开采层（集聚区周边以饮用水开采为主的含水层）地下水的监测点。（2）工业企业：①对照监测点 1 个，布设在工业企业地下水上游 30 m~50 m 处。②工业企业内部监测点布置在可见污染源（污染物堆积点、污水井、坑塘等）附近。一般来说，同一类污染源布置一个监测点，选择规模大，地层污染防护性能差的污染源附近布置监测点。内部监测点要求 1 个/10 km^2~2 个/10 km^2。③污染扩散监测点不少于 3 个，应分别布设在场地地下水下游及两侧。④以浅层地下水监测为主，如浅层地下水已被污染且下游存在地下水型饮用水源，则在工业企业内增加 1 个主开采层（工业企业周边以饮用水开采为主的含水层段）地下水的监测点。 2.岩溶水：岩溶暗河分布区监测点的布设重点追踪地下暗河，确定工业企业及集聚区周边地下河的分布。在地下河的

调查对象	布置地下水监测点数量（个）	布设方法
		上中下游各布设 1 个监测点。具体地下水流向上游 30 m~50 m 处，以明显不受工业企业及集聚区污染影响的地方布设不少于 1 个监测点，或距离较近的暗河入口；工业企业及集聚区内部监测井布置在可见污染源（污染物堆积点、污水井、坑塘等）附近；工业企业及集聚区下游在距离工业企业及集聚区边界 30 m~50 m，沿地下水流方向布设地下水监测点 1 个（或距离较近的暗河出口）；如厂区/场地地下水已被污染且下游存在地下水型饮用水源，则在水源地（暗河出口处）增加 1 个地下水的监测点。 3.裂隙水：风化裂隙和成岩裂隙水调查区的布点同孔隙水调查区一致，但宜布设在相互连通的裂隙网络上。构造裂隙水若存在主径流带，则监测点的布设重点应追踪主径流带；在主径流带的上中下游各布设 1 个监测点。具体为地下水上游 30 m~50 m 处，在明显不受工业企业及集聚区污染影响的地方布设不少于 1 个监测点；工业企业及集聚区内部监测井布置在可见污染源（污染物堆积点、污水井、坑塘等）附近；工业企业及集聚区下游 30 m~50 m 处，沿地下水流方向布设地下水监测点 1 个。
矿山开采区	孔隙水：至少 5 个~7 个；岩溶水：至少 3 个；裂隙水：至少 12 个~22 个	1.孔隙水：（1）采矿区、分选区和尾矿库位于同一个水文地质单元。①对照监测点 1 个，位于矿山影响区上游边界 30 m~50 m 处；②污染扩散监测点不少于 3 个，地下水下游及两侧的地下水监测点均不得少于 1 个；③矿山开采区内的地下水监测点不得少于 1 个；④尾矿库下游 30 m~50 m 设置 1 个监测点，以评价尾矿库对地下水的影响。（2）采矿区、分选区和尾矿库位于不同水文地质单元。①对照监测点 1 个，设置在尾矿库影响区上游边界 30 m~50 m；②污染扩散监测点不少于 2 个，分别垂直于地下水流方向影响区两侧；③尾矿库地下水影响区的监测点不得少于 1 个；④在尾矿库下游 30 m~50 m 内设置 1 个监测点，以评价尾矿库对地下水的影响；⑤采矿区与分选区分别设置 1 个监测点以确定其是否对地下水产生影响。 2.岩溶水：原则上岩溶主管道上监测点布设不得少于 3 个，根据地下河的分布及流向，在地下河的上、中、下游布设 3 个监测点，分别作为对照监测点、污染监测点及污染扩散监测点。岩溶发育完善，地下河分布复杂的，根据现场情

调查对象	布置地下水监测点数量（个）	布设方法
		况增加 2 个～4 个监测点，一级支流管道长度大于 2 km 布设 2 个监测点，一级支流管道长度小于 2 km 布设 1 个监测点。岩溶裂隙水参见裂隙水的布点方法。 3.裂隙水：调查区的背景区域和污染源扩散区域均需布置监测点，面积小于 50 km^2 时，建议水质监测点至少为 12 个；调查区面积为 50 km^2~100 km^2 时，建议水质监测点至少为 22 个；调查区面积大于 100 km^2 时，建议每增加 25 km^2 水质监测点应至少增加 1 个点。
危险废物处置场	孔隙水：4 个； 岩溶水：至少 4 个； 裂隙水：至少 5 个~6 个	1.孔隙水：（1）对照监测点 1 个，设置在处置场地下水流向上游 30 m ~50 m 处；（2）污染扩散监测点至少 3 个，分别在垂直处置场地下水流向的一侧 30 m ~50 m 处布设 1 个污染扩散监测点，在处置场地下水流向下游 30 m ~50 m 处布设 1 个扩散监测井，两井之间垂直水流方向距离为 80 m ~120 m；距处置场地下水流向下游 80 m ~120 m 处布设 1 个污染扩散监测井。 2.岩溶水和裂隙水：对照监测点，在处置场地下水流向上游 30 m~50 m 处设置 1 个监测点；污染扩散监测点，可选择线型、“T”型、三角型或四边型等布点方式布设 3 个~5 个污染扩散监测点；线型监测点可沿处置场排泄山区地下水流向等距布设，两两间距不应小于 30 m，三角型与四边型沿地下水流向对称分布；下游污染扩散监测井如有地下水暗河出露点，可在其附近设置监测井。
垃圾填埋场	孔隙水：5 个~7 个； 岩溶水：至少 4 个； 裂隙水：至少 5 个~6 个	1.孔隙水：（1）对照监测点 1 个，设置在填埋场地下水流向上游 30 m~50 m 处；（2）污染扩散监测点，一般生活垃圾卫生填埋场可布设 4 个~6 个，规模较大的生活垃圾卫生填埋场和非正规垃圾填埋场要布设 6 个。在垂直填埋场地下水流向距填埋场边界两侧 30 m~50 m 处各设 1 个；在地下水流向下游距填埋场下边界 30 m 处 1 个~2 个，两者之间距离为 30 m~50 m；在地下水流向下游距填埋场下边界 50 m 处 1 个~2 个。 2.岩溶水和裂隙水：对照监测点，在处置场地下水流向上游 30 m~50 m 处设置 1 个监测点；污染扩散监测点，可选择线型、“T”型、三角型或四边型等布点方式布设 3 个~5 个污染扩散监测点；线型监测点可沿处置场排泄山区地下水流

调查对象	布置地下水监测点数量（个）	布设方法
		向等距布设，两两间距不应小于 30 m，三角型与四边型沿地下水流向对称分布；下游污染扩散监测井如有地下水暗河出露点，可在其附近设置规范监测井。
加油站	孔隙水：2 个~3 个； 岩溶水：至少 2 个； 裂隙水：至少 5 个~6 个	1.孔隙水：（1）地下水流向清楚时：对照监测点 1 个，设置在地下水上游；污染扩散监测点至少 1 个，设置于地下水下游距离埋地油罐不应超过 30 m 处；（2）地下水流向不清楚时，布设 3 个监测点，呈三角形分布，且间距尽可能大；对照监测点布设 1 个，设置在地下水流向上游；污染扩散监测点不少于 2 个，设置于地下水下游距埋地油罐不应超过 30 m 处。 2.岩溶水：原则上主管道不得少于 2 个监测点，根据地下河的分布及流向，在地下河的上、下游布设 2 个监测点，分别作为对照监测点、污染扩散监测点。岩溶发育完善，地下河分布复杂的，根据现场情况增加 1 个~2 个点，一级支流管道长度大于 2 km 布设 2 个点，一级支流管道长度小于 2 km 布设 1 个点。岩溶裂隙参见裂隙水的布点方法。 3.裂隙水：裂隙水调查区的背景区域布置 2 个点，污染源扩散区域布置监测点 3 个~4 个。
农业污染源	孔隙水：再生水农用区 7 个；规模化畜禽养殖场（小区）5 个； 岩溶水：至少 3 个； 裂隙水：至少 12 个~22 个	1.孔隙水：（1）再生水农用区：再生水农用区一般不低于 7 个。对照监测点布设 1 个，设置在再生水农用区地下水流向上游边界；污染扩散监测点布设不少于 6 个，分别在再生水农用区两侧各 1 个，再生水农用区及其下游不少于 4 个；面积大于 100 km^2 的，监测点不少于 20 个，且面积以 100 km^2 为起点每增加 15 km^2，监测点数量增加 1 个。（2）规模化畜禽养殖场（小区）：对照监测点 1 个，位于养殖场上游 30 m~50 m；污染扩散监测点不少于 3 个，分别位于养殖场场区内 1 个，垂直地下水流向在养殖场两侧各 1 个，养殖场下游 1 个。若养殖场面积≥1 km^2，养殖场区地下水监测点增加为 2 个，养殖场下游监测点同养殖场场区边界距离应不大于 300 m。 2.岩溶水：原则上主管道上监测点布设不得少于 3 个，根据地下河的分布及流向，在地下河的上、中、下游布设 3 个监测点，分别作为对照监测点、污染监测点及污染扩散监测点。岩溶发育完善，地下河分布复杂的，根据现场情况增加 2 个~4 个监测点，一级支流管道长度大于 2 km 布设 2 个点，一级支流管道长度小于 2 km 布设 1 个点。岩溶裂

调查对象	布置地下水监测点数量（个）	布设方法
		隙水参见裂隙水的布点方法。 3.裂隙水：裂隙水调查区的背景区域和污染源扩散区域均需布置监测点，面积小于 50 km^2 时，建议水质监测点至少为 12 个；调查区面积为 50 km^2~100 km^2 时，建议水质监测点至少为 22 个；调查区面积大于 100 km^2 时，建议每增加 25 km^2 水质监测点应至少增加 1 个点。
高尔夫球场	孔隙水：6 个~10 个； 岩溶水：至少 3 个； 裂隙水：至少 12 个~22 个	1.孔隙水：（1）对照监测点 1 个，设在高尔夫球场地下水流向上游 30 m ~50 m 处；（2）污染扩散监测点：在球场内布设 2 个监测点；在球场外布设污染扩散监测点 2 个，分别在垂直高尔夫球场地下水流向的两侧 30 m ~50 m 处各设 1 个，在地下水流向下游影响区设置 1 个。当球场附近有污染源时需增加监测井的数目，原则上按 10 %~20%比例增加；高尔夫区域面积大于 100 km^2 时，每增加 15 km^2 水质监测点应至少增加 1 个点；球场内的河流或人工湖增设 1 个监测点。 2.岩溶水：岩溶水调查区原则上主管道上不得少于 3 个采样点，根据地下河的分布及流向，在地下河的上中下游布设 3 个监测点，分别作为对照监测点、污染监测点及污染扩散点。岩溶发育完善，地下河分布复杂的，一级支流管道长度大于 2 km 布设 2 个点，一级支流管道长度小于 2 km 布设 1 个点。岩溶裂隙参见裂隙水的布点方法。 3.裂隙水：裂隙水调查区的对照区域和污染源扩散区域均需布置监测点，面积小于 50 km^2 时，建议水质监测点至少为 12 个；调查区面积为 50 km^2~100 km^2 时，建议水质监测点至少为 22 个；调查区面积大于 100 km^2 时，建议每增加 25 km^2 水质监测点应至少增加 1 个点。

3.3.7结论与分析

本阶段调查结论应明确调查对象及周边可能的污染源及敏感点（水源地、水源井和居民区等），说明可能的污染类型、污染状况和来源。根据采样分析，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布；分析初步采样获取的调查对象信息，包括地下水类型、水文地质条件、现场和实验室检测数据等。

若污染物浓度超过相关质量标准以及对照点浓度，并经过不确定性分析，确认为人为污染，需要进行详细调查，否则调查结束。

3.4详细调查

3.4.1详细采样分析工作计划

根据初步采样分析的结果，结合地下水流向、污染源的分布和污染物迁移能力等，制定详细采样分析工作计划。

3.4.2详细采样

3.4.2.1地下水监测点布设要求

（1）布点数量要求

应采用系统布点法加密布设采样点。对于需要划定污染边界范围的区域，采样单元面积不大于1600 m^2。垂直方向采样深度和间隔根据初步采样的结果判断。

（2）布点位置要求

污染源区应设置地下水背景井和监测井。背景井应设置在与调查区水文地质条件相类似的地下水上游、未污染的区域；监测井应设置在污染源区内。对现有可能受地下水污染的饮用水井和

水源井进行布点。

对于低密度非水溶性有机物污染，监测点应设置在含水层顶部；对于高密度非水溶性有机物污染，监测点应设置在含水层底部和隔水层顶部。针对不同含水层设置监测井时应分层止水。如果潜水含水层受到污染，则应对下伏承压含水层布设监测井，评估可能受污染的状况。

布点位置要求可参见《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2）规定执行。

3.4.2.2布点方式要求

（1）地下水污染详细调查监测井的布设应考虑场地地下水流向、污染源区的分布和污染物迁移能力等，采用点线面结合的方法进行布设，可采用网格式、随机定点或辐射式等布点方法。对于低渗透性含水层，在布点时应采用辐射布点法。

（2）结合地下水污染概念模型，选择适宜的模型，模拟地下水污染空间分布状态，对布点方案进行优化。

（3）基于污染羽流空间分布的初步估算进行布点。

污染羽流纵向布点：根据污染物排放时间、地下水流向和流速，初步估算地下水污染羽流的长度（长度=渗透速度/有效孔隙度×时间），在污染羽流下游边界处布设监测点。

污染羽流横向布点：对于水文地质条件较为简单的松散地层，可以按照污染羽流宽度和长度之比为 0.3~0.5 的原则初步确定污染羽流的宽度，在羽流轴向上增加 1 行~2 行横向取样点。

污染羽流垂向布点：对于厚度小于 6 m 的污染含水层（组），一般可不分层（组）采样；对于厚度大于 6 m 的含水层（组），

应根据调查区含水层的水力条件、污染物的种类和性质，确定具体的采样方式，原则上要求分层采样。

3.4.2.3地下水监测项目

监测项目以地下水初步采样分析确定的特征指标为主。

3.4.2.4土壤采样点布设要求

当存在土壤污染时，土壤详细采样参照 HJ 25.1 和 HJ 25.2 执行。

3.4.3结论与分析

根据地下水检测结果进行统计分析，进一步明确调查区水文地质条件，进一步确定关注污染物种类、浓度（程度）和空间分布。当需进行风险评估、风险管控和治理修复且不满足相关要求时，需开展补充调查，并编制补充调查方案。

3.5补充调查

补充调查以补充采样和测试为主，主要目的是完善调查结果，获得满足风险评估、风险管控和治理修复等工作所需的参数。主要工作内容包括特征参数和受体暴露参数的调查，特征参数和受体暴露参数具体可参见 HJ 25.1、HJ 25.3。

3.5.1调查区特征参数

调查区特征参数宜包括下列信息：

（1）地质与水文地质条件：地层分布及岩性、地质构造、地下水类型、含水层系统结构、地下水分布条件、地下水流场、地下水动态变化特征、地下水补径排条件等。

（2）地下水污染特征：污染源、目标污染物浓度、污染范

围、污染物迁移途径、非水溶性有机物的分布情况等。

（3）受体与周边环境情况：结合地下水使用功能和用地规划，分析污染地下水与受体的相对位置关系、受体的关键暴露途径等。

3.5.2受体暴露参数

调查和收集的受体暴露参数包括下列信息：

调查区土地利用方式；调查区人口数量、人口分布、人口年龄和人口流动情况；评价区人群用水类型、地下水用途及占比及建筑物等相关信息，详细参见《地下水污染健康风险评估工作指南》。

根据风险评估、风险管控和治理修复实际需要，可选取适当的参数进行调查。调查区特征参数和受体暴露参数可采用资料查询、现场实测和实验室分析测试等方法获取。

3.6地下水质量评价和污染状况评价

3.6.1地下水质量评价

根据收集资料和调查结果，对地下水质量进行评价，评价方法参照 GB/T 14848 执行。

（1）地下水质量评价应以地下水质量检测报告为基础；

（2）地下水质量单指标评价，按指标所在的限值范围确定地下水质量类别，指标限值相同时，从优不从劣；

（3）地下水质量综合评价，按单指标评价结果最差的类别确定，并指出最差类别的指标。

对于未列入 GB/T 14848 的指标，需指明检出组分名称和检

出值，并开展健康风险评估。

现状监测结果应进行统计分析，给出最大值、最小值、均值、标准差、检出率和超标率等。

3.6.2地下水污染状况评价

地下水污染现状评价是反映地下水受人类活动影响的污染程度。评价过程中，在除去对照值的前提下，以 GB/T 14848、GB 3838、GB 5749 为对照，能直观反映人为影响，同时反映水化学指标超过国际公认危害标准的程度。采用污染指数 P_{ki} 法进行地下水污染评价。

$$P_{ki}=\frac{C_{ki}-C_0}{C_{III}}$$

其中:

P_{ki} —k 水样 i 指标的污染指数;

C_{ki} —k 水样 i 指标的测试结果;

C_0 —代表 k 水样无机组分 i 指标的对照值，有机组分等原生地下水中含量微弱的组分对照值按零计算;

C_{III} —为 GB/T 14848 中Ⅲ类水标准或 GB 3838 中“集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值”。

若能确定调查对象的地下水用途，可用用途对应的标准进行评价。评价基准使用地下水对照值，对照值选取的主要来源为:对照监测井结果; 地区最早的分析资料或区域中无明显污染源部分补充调查资料的统计结果。优先考虑使用对照监测井结果。

3.7地下水污染问题和成因分析

3.7.1地下水污染问题判断

根据调查对象地下水质量评价和污染状况评价结果，排除由地质成因造成的指标异常，针对污染源的特征污染指标，识别地下水污染物种类、浓度（程度）和空间分布等特征。确定调查对象及周边地下水污染主要问题。

3.7.2地下水污染成因分析

结合资料收集、现场踏勘，根据污染源分布和污染物特性，识别地下水污染分布特征，分析调查区水文地质条件，确定地下水污染的途径和方式，根据地下水污染羽与地下水型饮用水源等敏感受体的空间关系、水力联系等，判断其对下游敏感受体的影响。

第四章　质量保证和质量控制

4.1总体要求

调查评价应当根据统一规定，建立地下水调查评价数据质量控制责任制，设立专门的质量控制岗位，并对项目实施中的每个环节实行质量控制和检查验收。

4.2地下水环境监测井建设质量保证

监测井建设主要考虑调查评价工作需要，并在满足规划和相关工作要求情况下，适当兼顾地下水例行环境监测建设需求。监测井建设过程中需拍摄建井视频资料，如钻探取芯、下井管、围填滤料、洗井等主要操作步骤和过程。

4.2.1监测井建设

4.2.1.1建井方案设计

（1）环境监测井建设应遵循一井一设计，一井一编码，所有环境监测井统一编码的原则。在充分搜集掌握拟建监测井地区有关资料和现场踏勘基础上，因地制宜，科学设计。

（2）监测井建设深度应满足监测目标要求。监测目标层与其他含水层之间止水，监测井筛管不得越层，监测井不得穿透目标含水层下的隔水层的底板。

（3）监测井的结构类型包括单管单层监测井、单管多层监测井、巢式监测井、丛式监测井、连续多通道监测井。

（4）环境监测井建设包括环境监测井设计、施工、成井、抽水试验等内容，参照 HJ/T 164 相关要求执行。

4.2.1.2环境监测井井口保护装置要求

（1）为保护监测井，防止地表水及污染物质进入监测井内，应建设监测井井口配套保护设施。井口保护装置包括井口保护筒、井台或井盖、警示柱和井口标识等部分，可参见 HJ/T 164。

（2）不具备建设井房的地区应安装监测井孔口保护装置。井口保护装置应坚固耐用、不易被破坏。一般应包括监测井水泥平台和保护装置，无条件设置水泥平台地区可考虑使用与地面水平的井盖式保护装置。

（3）应在水泥平台式保护装置周边 1 m 区域内设立地下水环境监测井警示牌。在水泥平台的四个角设立警示柱。

4.2.1.3环境监测井验收与资料归档要求

监测井竣工后，应填写监测井记录表（参见 HJ/T 164），并按设计规范进行验收。验收时，施工方应提供钻探班报表、物探测井、下管、填砾、止水、抽水试验等原始记录及代表性岩芯。

监测井归档资料包括设计、原始记录、成果资料、竣工报告、验收书和电子文档。

4.2.2现有地下水井的筛选

4.2.2.1现有地下水监测井的筛选要求

以调查、走访的方式，充分调研、收集监测区域的地质、水文地质资料；收集区域内监测井数量及类型、钻进、成井等资料；初步圈定待筛选的监测井。

对初步圈定的待筛选监测井进行现场踏勘，获取现场的有关信息。并对初步圈定的待筛选监测井进行探查，获取备选监测井

的水位、井深、出水量等信息。

4.2.2.2现有地下水井的筛选编录要求

对筛选出来的监测井应填写监测井《基本情况表》（可参见HJ/T 164）。

4.2.3**环境监测井管理**

4.2.3.1环境监测井维护和管理要求

（1）对每个监测井建立《基本情况表》，监测井的撤销、变更情况应记入原监测井的《基本情况表》内，新换监测井应重新建立《基本情况表》。

（2）应指派专人对监测井的设施进行经常性维护，设施一经损坏，必须及时修复。

（3）每年测量监测井井深一次，当监测井内淤积物淤没滤水管或井内水深小于 1 m 时，应及时清淤，清淤可使用气提法。

（4）每 2 年对监测井进行一次透水灵敏度试验，当向井内注入灌水段 1 m 井管容积的水量，水位复原时间超过 15 min 时，应进行洗井；对于潜在污染风险较大的区域，为防止污水扩散，可考虑使用微水试验测定井效率。

（5）井口固定点标志和孔口保护帽等发生移位或损坏时，必须及时修复。

4.2.3.2环境监测井报废要求

可参考 HJ/T 164 及相关废弃井回填技术指南。

4.3地下水样品采集质量控制

4.3.1制定采样方案

4.3.1.1采样负责人

主要负责制定采样计划并组织实施。采样负责人应了解监测任务的目的和要求，并了解采样监测井周围的情况，熟悉地下水采样方法、采样容器的洗涤和样品保存技术、有关地下水现场监测技术。

4.3.1.2制定采样计划

采样计划应包括：采样目的、监测井位、监测项目、采样数量、采样时间和路线、采样人员及分工、采样质量保证措施、采样器材和交通工具、需要现场监测的项目和安全保证等。

4.3.2前期准备

4.3.2.1采样器具选择

通常使用气囊泵、小流量潜水泵、惯性泵及贝勒管作为常用的地下水采样工具，应当依据不同的需要和目标物选取合适的采样器具。

地下水水质采样器应能在监测井中准确定位，并能取到足够量的代表性水样。

4.3.2.2水样容器选择及清洗

水样容器的选择原则：容器不能引起新的污染；容器壁不应吸收或吸附某些待测组分；容器不应与待测组分发生反应；能严密封口，且易于开启；容易清洗，并可反复使用。

水样容器选择和洗涤方法可参见 HJ/T 164。

应定期对水样容器清洗质量进行抽查，每批抽查 3%，检测其待测项目（不包括细菌类指标）能否检出，待测项目水样容器空白值应低于分析方法的检出限。否则应立即对水样容器来源及清洗状况进行调查，查出原因并纠正。

4.3.2.3现场监测仪器准备

若需对水位、水量、水温、pH 值、电导率、浑浊度、溶解氧、氧化还原电位、色、臭和味等现场监测项目进行现场测定，应在实验室内准备好所需的仪器设备，并进行检查，确保性能正常，符合使用要求。安全运输到现场，进行现场检测。

4.3.3现场采样

4.3.3.1基本流程

地下水样品采集的基本流程见下图，具体方法参考 HJ/T 164。

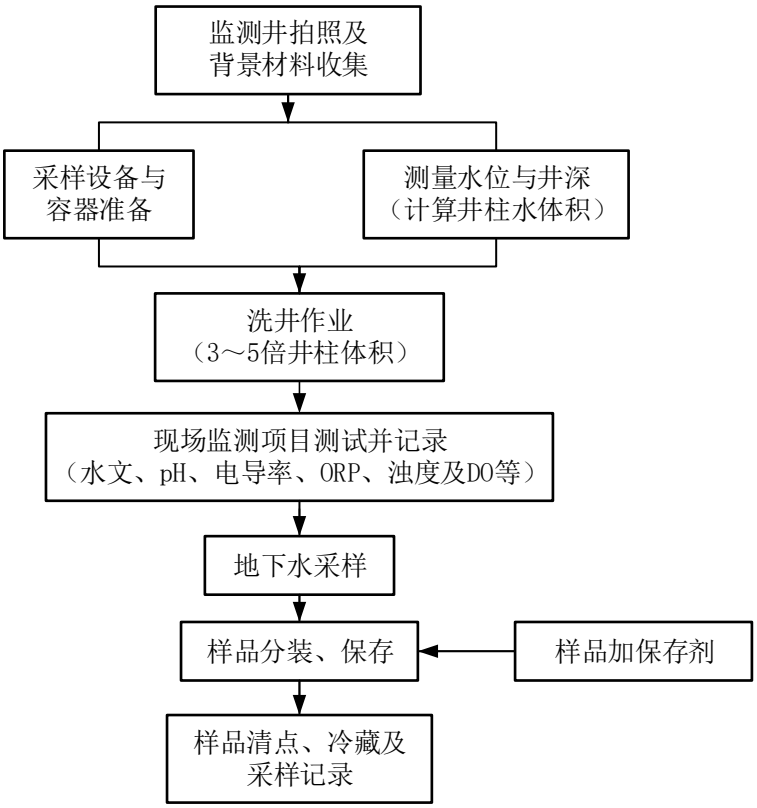


图 2 地下水采样基本流程图

4.3.3.2地下水水位、井深测量

（1）地下水水质监测通常在采样前应先测地下水位（埋深水位）和井深。

（2）地下水水位监测是测量静水位埋藏深度和高程，参照SL 58 相关要求执行。

（3）手工法测水位时，用布卷尺、钢卷尺、测绳等测具测量井口固定点至地下水水面竖直距离，当连续两次静水位测量数值之差不大于±1 cm/10 m 时，测量合格，否则需要重新测量。

（4）有条件的地区，可采用自记水位仪、电测水位仪或地下水多参数自动监测仪进行水位监测。

（5）每次测水位时，应记录监测井是否曾抽过水，以及是否受到附近的井的抽水影响。

（6）井水深度 = 井底至井口深度–水位面至井口深度。

4.3.3.3洗井

采样前需先洗井，洗井应满足 HJ 25.2 的相关要求。在现场使用便携式水质测定仪对出水进行测定，浊度小于或等于 10 NTU 时或者当浊度连续三次测定的变化在 10 %以内、电导率连续三次测定的变化在 10 %以内、pH 连续三次测定的变化在 ± 0.1 pH 以内；或洗井抽出水量在井内水体积的 3 倍 ~ 5 倍时，可结束洗井。

4.3.3.4采样方法

地下水调查取样通常采集瞬时水样。同一场地监测井采样时间尽量相对集中，时间跨度不宜过大，控制在 3 日以内。

采样点位置尽量接近井孔，取样时应尽量避免或减少与大气发生接触，避免样品污染、挥发损失、形态与组分转化等。

对于测定挥发性、半挥发性有机污染物项目的水样，采样时水样必须注满容器，上部不留空隙。测定重金属、细菌类、放射性等项目的水样应分别单独采样。

采集金属样品时，应当依据采取的金属项目分析要求考虑是否采用 0.45 μ m 滤膜过滤，若测定的为溶解态金属离子时需过滤，若测定的为总金属含量时，仅需静置 30 min 后取非沉淀相的上清液或悬浊液。

对于土壤样品的采集参照 HJ 25.2 执行。现场采样可利用手持式实时分析仪器进行顶空测试。

具体做法可参考 GB/T 14848 进行。

4.3.3.5质控样品采集

采样前，采样器具和样品容器应按不少于 3%的比例进行质量抽检，抽检合格后方可使用；保存剂应进行空白试验，其纯度和等级须达到分析的要求。

每批次水样，应选择部分监测项目根据分析方法的质控要求加采不少于 10%的现场平行样和全程序空白样，样品数量较少时，每批次水样至少加采 1 次现场平行样和全程序空白样，与样品一起送实验室分析。

当现场平行样测定结果差异较大，或全程序空白样测定结果大于方法检出限时，应仔细检查原因，以消除现场平行样差异较大、空白值偏高的因素，必要时重新采样。

4.3.3.6采样设备清洗程序

现场采样设备和取样装置在一口井采样结束后，用于下一口井采样前要进行清洗，其常用的清洗方法可参照如下程序。

（1）用刷子刷洗、空气鼓风、湿鼓风、高压水或低压水冲洗等方法去除黏附较多的污染物。

（2）用肥皂水等不含磷洗涤剂洗掉可见颗粒物和残余的油类物质。

（3）用水流或高压水冲洗去除残余的洗涤剂，自来水应为经水处理系统处理的饮用水。

（4）用蒸馏水或去离子水冲洗。

（5）采集的样品中含有金属类污染物时，须用 10 %的硝酸

冲洗，然后用蒸馏水或去离子水冲洗，不存在金属污染物的场地，此步骤可省略。

（6）当采集含有有机污染物水样时，应用有机溶剂进行清洗，常用的有机溶剂有丙酮、已烷等，其中丙酮适用于多数情况，已烷适用于多氯联苯（PCBs）污染的情况。

4.3.4现场测试

4.3.4.1现场监测原则

能在现场测定的项目均应在现场测定；需要进行现场快速筛查的项目，在现场快筛仪器准备齐全的条件下，可进行现场测定。

4.3.4.2现场监测项目

现场监测项目包括水位、水温、pH 值、电导率、浑浊度、氧化还原电位、色、嗅和味、肉眼可见物等指标，同时还应测定气温、描述天气状况和收集近期降水情况。

4.3.4.3其他注意事项

对封闭的生产井可在抽水时从泵房出水管放水阀处采样，采样前应将抽水管中存水放净。

对于自喷的泉水，可在涌口处出水水流的中心采样；采集不自喷泉水时，将停滞在抽水管的水汲出，新水更替之后，再进行采样。

洗井及设备清洗废水应使用固定容器进行收集，不应任意排放。

4.3.4.4采样记录要求

地下水采样记录包括采样现场描述和现场测定项目记录两部分，可参考 HJ/T 164 设计统一的采样记录表。每个采样人员应认真填写地下水采样记录，字迹应端正、清晰，各栏内容填写齐全。

4.3.5**样品管理**

4.3.5.1样品标识与贮存

（1）样品唯一性标识由样品唯一性编号、样品基本信息和样品测试状态标识组成。可根据具体情况确定唯一性编号方法。

（2）样品唯一性标识应明示在样品容器较醒目且不影响正常监测的位置。

（3）在实验室测试过程中由测试人员及时做好分样、移样的样品标识转移，并根据测试状态及时作好相应的标记。

（4）样品流转过程中，除样品唯一性标识需转移和样品测试状态需标识外，任何人、任何时候都不得随意更改样品唯一性编号。分析原始记录应记录样品唯一性编号。

（5）样品贮存间应有冷藏、防水、防盗和门禁措施，以保证样品的安全性。

（6）样品管理员负责保持样品贮存间清洁、通风、无腐蚀的环境，并对贮存环境条件加以维持和监控。

（7）地下水样品变化快、时效性强，监测后的样品均留样保存意义不大，但对于测试结果异常样品、应急监测和仲裁监测样品，应按样品保存条件要求保留适当时间。留样样品应有留样标

识。

4.3.5.2样品运输与交接

（1）样品运输过程中应避免日光照射，置于4℃低温冷藏箱中保存，气温异常偏高或偏低时还应采取适当保温措施。

（2)不得将现场测定后的剩余水样作为实验室分析样品送往实验室。

（3）水样装箱前应将水样容器内外盖盖紧，对装有水样的玻璃磨口瓶应用聚乙烯薄膜覆盖瓶口并用细绳将瓶塞与瓶颈系紧。

（4）同一采样点的样品瓶尽量装在同一箱内，与采样记录逐件核对，检查所采水样是否已全部装箱。

（5）装箱时应用泡沫塑料或波纹纸板垫底和间隔防震。有盖的样品箱应有“切勿倒置”等明显标志。

（6）运输时应有押运人员，防止样品受污染。

（7）样品送达实验室后，由样品管理员接收。

（8）样品管理员对样品进行符合性检查，包括：样品包装、标志及外观是否完好；对照采样记录单检查样品名称、采样地点、样品数量、形态等是否一致；核对保存剂加入情况；样品是否冷藏，冷藏温度是否保持在1℃~5℃；样品是否有损坏、污染。

（9）当样品有异常，或对样品是否适合测试有疑问时，样品管理员应及时向送样人员或采样人员询问，样品管理员应记录有关说明及处理意见，当明确样品有损坏或污染时须重新采样。

（10）样品管理员确定样品符合样品交接条件后，需填写样品交接登记表，可参见HJ/T 164。

第五章　报告编制

5.1清单整理和分析

对收集的“双源”清单进行分析、总结和评价。内容主要包括双源总体情况、重点污染源基础信息、监测井信息和水质监测状况、主要污染指标等信息。

5.2初步调查评价报告编制

5.2.1报告内容和格式

对初步调查过程和结果进行分析、总结和评价。内容主要包括初步调查的概述、调查对象描述、资料分析、现场踏勘、初步采样监测点布设及样品采集、实验室分析、质量控制、检测结果分析、调查结论与建议。

5.2.2结论和建议

明确调查对象及周边地下水污染区域。分析调查对象信息，包括地下水类型、水文地质条件、现场和实验室检测数据，初步确定地下水污染物种类、浓度（程度）和空间分布等，并分析调查过程中遇到的限制和欠缺信息，对调查工作和结果的影响。在此基础上，提出对详细调查的建议。报告格式可参见附录F。

5.3详细调查/补充调查评价报告编制

5.3.1报告内容和格式

对详细调查/补充调查过程和结果进行分析、总结和评价。内容主要包括工作计划、现场采样和实验室分析、调查质控、数据评估和结果分析、结论和建议、附件。报告格式可参见附录F。

5.3.2结论和建议

根据详细布点采样，进一步明确调查区水文地质条件，根据地下水和土壤监测结果进行统计分析，进一步明确地下水污染物种类、浓度（程度）和空间分布。还应说明实际调查与计划工作内容的偏差及限制条件对结论的影响。若开展了补充调查，需要列出满足健康风险评估、风险管控和治理修复的地质和水文地质特征参数、暴露受体特征等。

附录 A

（资料性附录）

清单表格

表 A.1　水源地清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查
1											
2											
3											
4											
….											

表 A.1　水源地清单（续）

序号	12.服务人口（万人）	13.取水量（万吨/日）	14.监测年份	15.监测频次	16.监测指标数量（项）	17.水质类别	18.超标指标	19.超标倍数	20.超标原因
1									
2									
3									
4									
….									

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.1　水源地清单》填表说明

填表目的：该表为水源地清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握水源地分布情况和基本特点。

1.名称：依据有关规划和调查评价项目的水源地名称进行填写，对于不在其中或者核实为错误的应采用通用名称；

2.省份（直辖市）：水源地所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：水源地所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：水源地所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内水源地顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为水源地所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为水源地所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+s”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号水源地，则此水源地编码为“1301230060202s”；

9.经度：水源地大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

10.纬度：水源地大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；确定原则以实际调查情况为准；

12.服务人口（万人）：如实填写，示例“10”；

13.取水量（万吨/日）：为该水源地每日取水量，示例“2”；

14.监测年份：如实填写，所选择的年份应为距调查最近年份；

15.监测频次：水质监测频率，示例“2 次/月”或“2 次/年”；

16.监测指标数量（项）：所有监测指标总数，如共监测了 39 项指标，则填写“39”；

17.水质类别：根据《地下水质量标准》（GB/T 14848），该水源地目标取水层的水质类别，示例“Ⅱ类”；

18.超标指标：超过标准值的指标，其中“标准”指《地下水质量标准》（GB/T 14848），示例“氨氮”；

19.超标倍数：超过标准值的倍数，示例“2.0 倍”，保留小数点后 1 位；

20.超标原因：填写主要原因，示例“氨氮的超标原因是农村面源污染、居民生活污水污染”。

表 A.2.1　工业集聚区清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查
1											
2											
3											
4											
….											

表 A.2.1　工业集聚区清单（续）

序号	12.级别	13.类别	14.批准时间（年份）	15.占地面积（hm^2）	16.污染行业类别	17.是否存储、使用、生产、排放有毒有害物质	18.有毒有害物质种类与数量	19.监测井个数	20.是否开展常规监测	21.主要污染指标
1										
2										
3										
4										
….										

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.2.1　工业集聚区清单》填表说明

填表目的：该表为工业集聚区清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握工业集聚区分布情况和基本特点。

1.名称：为工业集聚区全称；

2.省份（直辖市）：工业集聚区所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：工业集聚区所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：工业集聚区所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内工业集聚区顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为工业集聚区所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为工业集聚区所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+d”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号工业集聚区，则此工业集聚区编码为“1301230060202d”；

9.经度：工业集聚区大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

10.纬度：工业集聚区大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；对于有下列情况之一的作为重点调查对象（石油、化工、制药、冶金行业），其余则为非重点；

12.级别：分二级，1 为国家级，2 为省级，示例“1”；

13.类别：分五个类别，1 为经济技术开发区，2 为高新技术产业开发区，3 为保税区，4 为边境经济合作区，5 为出口加工区，不属于上述五种类别之一的，不填写；

14.批准时间（年份）：被国家或省市批准的时间，填写格式：YYYY，示例若批准时间为 1995 年，则填写“1995”；

15.占地面积（hm^2）：指整个工业集聚区的占地面积（hm^2），精确到个位，示例“110”；

16.污染行业类别：行业名称按 GB/T 4754 大类名称，对综合性工业集聚区根据污染物等标负荷确定主要污染行业，示例“石油和天然气开采业”；

17.是否存储、使用、生产、排放有毒有害物质：根据《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》中列入首批受控名单的 POPs 物质（2004 年 11 月在我国生效）、《中国水中优先控制污染物名单》（国家环境保护总局，1991 年）、《首批重点监管的危险化学品名录》中的液态物质（国家安全生产监督管理总局，2011 年 6 月）、《国家危险废物名录》（环境保护部、发展和改革委员会，2008 年 6 月）、《有毒有害水污染物名录（第一批）》等资料，判断园区内是否存在有毒有害物质，只要有存储、使用、生产和排放有毒有害物质的填“是”，没有的写“否”；

18.有毒有害物质种类与数量：填写识别出的园区有毒有害物质及其存储、使用、生产和排放的数量，单位：千克/年；

19.监测井个数：指工业集聚区现有监测井个数，示例“5”；

20.是否开展常规监测：指工业集聚区是否进行定期的常规监测并保存监测数据，填写“是”或“否”；

21.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“氨氮”。

表 A.2.2　工业污染场地清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.一级水文地质分区代码	6.二级水文地质分区代码	7.编码	8.经度	9.纬度	10.污染行业类别
1										
2										
3										
4										
….										

表 A.2.2　工业污染场地清单（续）

序号	11.工业污染场地运行时间（年）	12.场地可能的主要污染物	13.是否发生过有毒有害物质泄漏事故	14.占地面积（hm^2）	15.场地内及周边地下水点	16.是否重点调查	17.监测井个数	18.是否开展常规监测	19.主要污染指标
1									
2									
3									
4									
….									

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.2.2　工业污染场地清单》填表说明

填表目的：该表为工业污染场地清单统计表（包括工业污染区和废弃场地），通过填表数据可以从总体上掌握工业污染场地的基本情况和特点。

1.名称：为工业污染场地全称；

2.省份（直辖市）：工业污染场地所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：工业污染场地所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“保定市”；

4.区县：工业污染场地所在的区县名称，示例“新市区”；

5.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为工业污染场地所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

6.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为工业污染场地所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

7.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+工业污染场地代码+c”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县红旗化工厂，则此工业污染场地编码为“1301230060202c”；

8.经度：工业污染场地大致平面中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

9.纬度：工业污染场地大致平面中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

10.污染行业类别：行业名称按 GB/T 4754 大类名称填写，示例“石油和天然气开采业”；

11.工业污染场地运行时间（年）：从正式运行截止到目前的时间段，如 1970 年建厂并正式投产，至 2012 年共 42 年，则写“42”；

12.场地可能的主要污染物：填写场地在整个生产过程中所使用的原料、中间产物、产品等具有污染性质的物质；

13.是否发生过有毒有害物质泄漏事故：通过调查询问，获取这方面的资料，如果该场地历史发生过有毒有害物质泄漏就填写“是”，没有就填写“否”；

14.占地面积（hm^2）：指整个工业污染场地的占地面积（hm^2），精确到个位，示例“110”；

15.场地内及周边地下水点：根据实际的调查情况填写，如果场地内及周边存在水井或者泉等地下水点，则填写相关内容；如果没有则填写“无”；场地周边指的以场地地理中心为原点，半径 1.5 公里内的地下水水点。具体填写方式：例如场地内存在两口可采样的地下水井则填写“内-井-2”，以此类推；

16.是否重点调查：填写“是”或“否”；对于满足下列条件的作为重点调查对象，其余则为非重点：1.属于重污染行业，且运行年限 5 年以上（含 5 年）的工业污染源。（1）工业集聚区外的重污染行业，生产运行至少 7 年的县控（包括县控）以上工业企业。（2）工业集聚区外的重污染行业，且场地面积达到 0.1km^2 以上的废弃场地。2.位于集中式地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内且涉及重污染的工业污染源；3.发生过地下水污染事件的企业或污染场地；

17.监测井个数：指工业污染场地现有监测井个数，示例“5”；

18.是否开展常规监测：指工业污染场地是否进行定期的常规监测并保存监测数据，填写“是”或“否”；

19.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“氨氮”。

表 A.2.3　新、改、扩建的工业建设项目（2011 年 6 月 1 日后）地下水环境监测情况表

序号	1.企业名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.一级水文地质分区代码	6.二级水文地质分区代码	7.编码	8.经度	9.纬度	10.污染行业类别
1										
2										
3										
4										
….										

表 A.2.3　新、改、扩建的工业建设项目（2011 年 6 月 1 日后）地下水环境监测情况表（续）

序号	11.项目投产时间	12.涉及到地下水型饮用水源名称	13.监测井数目	14.监测层位	15.监测指标	16.监测频次	17.污染指标	18.监测单位
1								
2								
3								
4								
….								

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.2.3　新、改、扩建的工业建设项目（2011 年 6 月 1 日后）地下水环境监测情况表》填表说明

1.企业名称：监测井所属的企业正式名称（或常用名称）；

2.省份（直辖市）：工业建设项目所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：工业建设项目所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“保定市”；

4.区县：工业建设项目所在的区县名称，示例“新市区”；

5.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为工业建设项目所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

6.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为工业建设项目所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

7.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+工业建设项目代码+d/c”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县红旗化工厂，则此工业建设项目编码为“1301230060202c”；

8.经度：工业建设项目大致平面中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

9.纬度：工业建设项目大致平面中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

10.污染行业类别：行业名称按 GB/T 4754 大类名称填写，示例“石油和天然气开采业”；

11.项目投产时间：项目建成后开始正式投产的时间，如“08/11/2009”表示 2009 年 8 月 11 日开始投产；

12.涉及到地下水型饮用水源名称：企业所用的水源地或企业附近可能受企业生产影响的水源地的正式名称或常用名称；

13.监测井数目：企业计划建设的长期监测地下水动态的监测井的数量，单位：个；

14.监测层位：计划建设的监测井的地下水监测层位，如潜水、承压水；

15.监测指标：指地下水进行监测的主要水质指标；

16.监测频次：每年对地下水的监测次数；

17.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“氨氮”。

表 A.3　矿山开采区清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查	12.矿种代码
1												
2												
3												
4												
…..												

表 A.3　矿山开采区清单（续）

序号	13.设计开采规模（万吨/年）	14.建矿时间（年月）	15.是否有污水处理设施	16.污水处理规模（吨/天）	17.尾矿库数量	18.尾矿库设计规模（万吨/年）	19.监测井个数	20.是否开展常规监测	21.主要污染指标
1									
2									
3									
4									
…..									

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.3　矿山开采区清单》填表说明

填表目的：该表为矿山开采区清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握矿山分布情况和基本特点。

1.名称：指调查对象的实际名称，与调查对象公章一致；

2.省份（直辖市）：矿山开采区所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：矿山开采区所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：矿山开采区所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内矿山开采区顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为矿山开采区所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为矿山开采区所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+k”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号矿山开采区，则此矿山开采区编码为“1301230060202k”；

9.经度：矿山开采区大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

10.纬度：矿山开采区大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；确定原则以实际调查情况为准；

12.矿种代码：指调查对象所属类型；

13.设计开采规模（万吨/年）：指矿山企业的设计生产能力，单位：万吨/年；

14.建矿时间（年月）：矿山开采起始时间，填写格式：YYYYMM，示例初始开采时间为 1995 年 6 月则填写“199506”；

15.是否有污水处理设施：指矿山企业是否拥有污水处理设施；

16.污水处理规模（吨/天）：指矿山企业污水处理设施的设计处理规模；

17.尾矿库数量：矿山企业尾矿库的数量；

18.尾矿库设计规模（万吨/年）：矿山企业尾矿库设计处理规模；

19.监测井个数：矿山企业内地下水监测井个数，示例“5”；

20.是否开展常规监测：指是否对矿山内地下水环境质量进行定期的监测分析，填写“是”或“否”；

21.主要污染指标：指区内地下水主要污染超标因子，示例“氨氮”。

表 A.4　危险废物处置场清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查
1											
2											
3											
4											
….											

表 A.4　危险废物处置场清单（续）

序号	12. 初始运行时间（年月）	13.是否改扩建	14.是否正规	15.是否稳定运行	16.监测井个数	17.是否开展常规监测	18.主要污染指标
1							
2							
3							
4							
….							

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.4　危险废物处置场清单》填表说明

填表目的：该表为危险废物处置场清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握危险废物处置场分布情况和基本特点。

1.名称：指危险废物处置场全称；

2.省份（直辖市）：危险废物处置场所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：危险废物处置场所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：危险废物处置场所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内危险废物处置场顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为危险废物处置场所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为危险废物处置场所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+w”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号危险废物处置场，则此危险废物处置场编码为“1301230060202w”；

9.经度：危险废物处置场大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例 “119°49′11″”；

10.纬度：危险废物处置场大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；确定原则以实际调查情况为准；

12.初始运行时间（年月）：危险废物处置场的起始运行时间，填写格式：YYYYMM，示例初始运行时间为 1995 年 6 月则填写“199506”；

13.是否改扩建：指到表格填写前危险废物处置场是否有改建或扩建项目，填“是”或“否”；

14.是否正规：填写“是”或“否”，参考 GB 18598 进行判定；

15.是否稳定运行：填写“是”或“否”，指截至填表时是否有稳定的危险废物来源；

16.监测井个数：指危险废物处置场现有监测井个数，示例“5”；

17.是否开展常规监测：指危险废物处置场是否进行定期的常规监测并保存监测数据，填写“是”或“否”；

18.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“氨氮”。

表 A.5　垃圾填埋场清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查
1											
2											
3											
4											
….											

表 A.5　垃圾填埋场清单（续）

序号	12.初始运行时间（年月）	13.是否改扩建	14.评定等级	15.监测井个数	16.是否开展常规监测	17.主要污染指标
1						
2						
3						
4						
….						

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.5　垃圾填埋场清单》填表说明

填表目的：该表为垃圾填埋场清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握垃圾填埋场分布情况和基本特点。

1.名称：指垃圾填埋场全称；

2.省份（直辖市）：垃圾填埋场所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：垃圾填埋场所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：垃圾填埋场所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内垃圾填埋场顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为垃圾填埋场所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为垃圾填埋场所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+l”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号垃圾填埋场，则此垃圾填埋场编码为“1301230060202l”；

9.经度：垃圾填埋场大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例 “119°49′11″”；

10.纬度：垃圾填埋场大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；确定原则以实际调查情况为准；

12.初始运行时间（年月）：垃圾填埋场的起始运行时间，填写格式：YYYYMM，示例初始运行时间为 1995 年 6 月则填写“199506”；

13.是否改扩建：指到表格填写前垃圾填埋场是否有改建或扩建项目，填“是”或“否”；

14.评定等级：指依据 CJJ/T 107 的评定结果，示例“Ⅱ级”；

15.监测井个数：指垃圾填埋场现有监测井个数，示例“5”；

16.是否开展常规监测：指垃圾填埋场是否进行定期的常规监测并保存监测数据，填写“是”或“否”；

17.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“氨氮”。

表 A.6　加油站清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查	12.建站时间（年份）	13.改、扩建时间（年份）	14.运营主体	15.是否营业中
1															
2															
3															
4															
….															

表 A.6　加油站清单（续）

序号	16.储油罐总数（个）	17.单层罐数量（个）	18.是否有防渗池	19.输油管线类型	20.是否发生严重泄漏事故	21.是否处于地下水源地保护区	22.监测井个数	23.是否开展常规监测	24.主要污染指标
1									
2									
3									
4									
….									

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.6　加油站清单》填表说明

填表目的：该表为加油站清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握加油站分布情况和基本特点。

1.名称：加油站全称；

2.省份（直辖市）：加油站所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：加油站所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：加油站所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内加油站顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为加油站所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为加油站所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；加油站编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+j”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号加油站，则此加油站编码为“1301230060202j”；

9.经度：加油站大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例 “119°49′11″”；

10.纬度：加油站大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；综合考虑集中式地下水型饮用水源保护区、补给区和径流区内的加油站、建站在 15 年以上的加油站、发生过严重漏油事故的加油站以及废弃的加油站；

12.建站时间（年份）：指加油站正式营业的时间，填写格式为：YYYY，示例“1995”；

13.改、扩建时间（年份）：指加油站改或扩建时间，填写格式为：YYYY，示例“1995”；

14.运营主体：指加油站归属单位，如中石油、中石化或其他；

15.是否营业中：填“是”或“否”；

16.储油罐总数（个）：填写数字；

17.单层罐数量（个）：填写数字，若单层罐 0 个，则填写“0”；

18.是否有防渗池：填“是”或“否”；

19.输油管线类型：指单层管或双层管，示例“单层管”；

20.是否发生严重泄漏事故：填“是”或“否”；

21.是否处于地下水源地保护区：填“是”或“否”；

22.监测井个数：指加油站现有地下水监测井个数，示例“5”；

23.是否开展常规监测：指加油站是否进行定期的常规监测并保存监测数据，填写“是”或“否”；

24.主要污染指标：根据监测数据确定的污染指标，可填写多个监测项目，示例“甲基叔丁基醚”。

表 A.7.1　再生水农用区清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查	12.农用区面积（万亩）
1												
2												
3												
4												
….												

表 A.7.1　再生水农用区清单（续）

序号	13.农用区规模分类	14.农用区类型分类	15.灌溉水源	16.监测井个数	17.是否开展常规监测	18.主要污染指标
1						
2						
3						
4						
…..						

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.7.1　再生水农用区清单》填表说明

填表目的：该表为再生水农用区清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握再生水农用区分布情况和基本特点。

1.名称：以当地农用区行政主管部门提供的名称为准，示例“北京大兴南红门再生水农用区”；

2.省份（直辖市）：再生水农用区所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：再生水农用区所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：再生水农用区所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内再生水农用区顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为再生水农用区所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为再生水农用区所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+z”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号再生水农用区，则此再生水农用区编码为“1301230060202z”；

9.经度：再生水农用区大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例 “119°49′11″”；

10.纬度：再生水农用区大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例 “31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；综合考虑再生水农用区规模、再生水农用区类型、地下水类型、含水层岩性等特点进行选择，重点调查再生水农用区的选择应该以覆盖所有再生水农用区特征为原则；

12.再生水农用区面积（万亩）：再生水农用区实际灌溉面积，计量单位“万亩”，示例“15.20”；

13.再生水农用区规模分类：面积为 5 万亩以上的为大型农用区，代码“1”；1 万亩~5 万亩的为中型农用区，代码“2”；1 万亩以下的为小型农用区代码“3”，示例再生水农用区面积为 15.20 万亩，则规模分类为“大型农用区”，规模类别填写“1”；

14.农用区类型分类：再生水农用区类型主要分为北方水肥并重型，西北重水型和南方重肥型三类，代码分别为“1”、“2”和“3”。示例，北京大兴南红门再生水农用区类型为“北方水肥并重型”，则填写“1”；

15.灌溉水源：指再生水农用区灌溉水来源，主要有污水处理厂一级出水、污水处理厂二级出水、污水处理厂三级出水或者污水，示例“污水处理厂二级出水”；

16.监测井个数：再生水农用区内地下水监测井个数，单位“个”，示例“5”；

17.是否开展常规监测：指是否对再生水农用区内地下水环境质量进行定期监测分析，填写“是”或“否”；

18.主要污染指标：指区内地下水主要污染超标因子，示例“氨氮”。

表 A.7.2　规模化畜禽养殖场（小区）清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度
1									
2									
3									
4									
…									

表 A.7.2　规模化畜禽养殖场（小区）清单（续）

序号	10.纬度	11.养殖种类	12.养殖数量	13.场区占地面积	14.固液废弃物处置方式	15.监测井数量	16.是否开展常规检测	17.主要污染指标	18.是否重点调查
1									
2									
3									
4									
…									

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.7.2　规模化畜禽养殖场（小区）清单》填表说明

填表目的：该表为规模化畜禽养殖场（小区）清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握规模化畜禽养殖场（小区）分布情况和基本特点。

1.名称：指调查对象的实际名称，与调查对象公章一致；

2.省份（直辖市）：规模化畜禽养殖场（小区）所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：规模化畜禽养殖场（小区）所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：规模化畜禽养殖场（小区）所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内规模化畜禽养殖场（小区）顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为规模化畜禽养殖场（小区）所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为规模化畜禽养殖场（小区）所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+x”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号规模化畜禽养殖场（小区），则此规模化畜禽养殖场（小区）编码为“1301230060202x”；

9.经度：规模化畜禽养殖场（小区）大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

10.纬度：规模化畜禽养殖场（小区）大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.养殖种类：规模化畜禽养殖场（小区）养殖的畜禽类别，如奶牛、肉牛、蛋鸡、猪等；

12.养殖数量：规模化畜禽养殖场（小区）养殖的畜禽数量，用“头”或“只”表示；

13.场区占地面积：用“hm^2”计；

14.固液废弃物处置方式：畜禽粪便和尿液处置方式，填写“非防渗堆积”或“防渗堆积”或“外运料”或“焚烧”；

15.监测井数量：规模化畜禽养殖场（小区）及周边地下水监测井的数量，单位为“个”；

16.是否开展常规监测：指是否对规模化畜禽养殖场（小区）内地下水环境质量进行定期监测分析，填写“是”或“否”；

17.主要污染指标：指区内地下水主要污染超标因子，示例“氨氮”；

18.是否重点调查：填写“是”或“否”；确定原则以实际调查情况为准。

表 A.8　高尔夫球场清单

序号	1.名称	2.省份（直辖市）	3.地市	4.区县	5.顺序码	6.一级水文地质分区代码	7.二级水文地质分区代码	8.编码	9.经度	10.纬度	11.是否重点调查	12.占地面积(hm^2)
1												
2												
3												
4												
….												

表 A.8　高尔夫球场清单（续）

序号	13.农药及化肥使用名称及使用量	14.监测井个数	15.是否开展常规监测	16.主要污染指标
1				
2				
3				
4				
….				

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 A.8　高尔夫球场清单》填表说明

填表目的：该表为高尔夫球场清单统计表，通过填表数据可以从总体上掌握高尔夫球场分布情况和基本特点。

1.名称：为高尔夫球场全称，示例“海南月亮湾高尔夫球场”；

2.省份（直辖市）：高尔夫球场所在省（直辖市）名称，示例“河北省”；

3.地市：高尔夫球场所在的地级市名称（若为直辖市，则不填此项），示例“石家庄市”；

4.区县：高尔夫球场所在的区县名称，示例“正定县”；

5.顺序码：由 3 位阿拉伯数字组成，该顺序码为区县内高尔夫球场顺序编码，示例“001”；

6.一级水文地质分区代码：由 2 位阿拉伯数字组成，为高尔夫球场所处的一级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原及其周边山丘水文地质区，则填写“02”，见附录 E；

7.二级水文地质分区代码：由 4 位阿拉伯数字组成，为高尔夫球场所处的二级水文地质单元，示例：若为黄淮海平原水文地质亚区，则填写“0201”，见附录 E；

8.编码：系统自动生成；编码由“6 位行政区划代码+3 位数字顺序码+二级水文地质分区代码+g”组成。例如，若为河北省石家庄市正定县第 006 号高尔夫球场，则此高尔夫球场编码为“1301230060202g”；

9.经度：高尔夫球场大致中心位置经度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″”；

10.纬度：高尔夫球场大致中心位置纬度，用度、分、秒表示，示例“31°21′11″”；

11.是否重点调查：填写“是”或“否”；对于有下列情况之一的作为重点调查对象（化肥、农药施用频繁，防污性能较差，球场附近有污染源，靠近水源地），其余则为非重点；

12.占地面积（hm^2）：指整个高尔夫球场的占地面积（单位：hm^2），精确到个位，示例“110”；

13.农药使用名称及使用量：填写高尔夫球场所使用的农药名称及相应的使用量（单位：kg/hm^2），示例“灭多威 20 kg/hm^2、百草枯 1520 kg/hm^2”，根据实际使用的农药填写；

14.监测井个数：高尔夫球场内地下水监测井个数，示例“5”；

15.是否开展常规监测：指是否对高尔夫球场内地下水环境质量进行定期的监测分析，填写“是”或“否”；

16.主要污染指标：指高尔夫球场内地下水主要污染超标因子，示例“氨氮”。

附录 B

（资料性附录）

基础信息表格

表 B.1　水源地基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="8">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.1 水源地名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.2 水源地编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - S</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.3 水源地所在位置
地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区（市、州、盟) _____县(区、市、旗) _____乡(镇) _____街(村)
地理坐标：中心经度_____。_____′ _____″ 东经；中心纬度_____。_____′ _____″ 北纬</td></tr>
<tr><td>1.4 开采程度</td><td>□平衡 □超采
□其他</td><td>1.5 水源地启用时间</td><td>年月</td><td>1.6 服务人口（万人）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>1.7 设计取水量</td><td>万 m^3/日</td><td>1.8 实际取水量</td><td>万 m^3/日</td><td rowspan="2">1.11 水质状况</td><td>水质类别</td><td>主要超标因子</td><td>超标倍数</td></tr>
<tr><td>1.9 供水井数量</td><td>个</td><td>1.10 服务城镇</td><td></td><td rowspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1.12 输水方式</td><td>□明渠 □暗管
□复合 □其他</td><td>1.13 输水长度（km）</td><td></td><td>1.14 使用状态</td><td>□现用 □备用
□规划</td><td>1.15 目标含水层</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">2.管理状况</td></tr>
<tr><td>2.1 管理单位名称</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">2.2 三十年来发生污染事故</td><td rowspan="2">共____起</td><td>第一起</td><td colspan="5">事故位置_____；事故原因：_____；
事故后果：_____</td></tr>
<tr><td>…</td><td colspan="5">…</td></tr>
<tr><td>2.3 保护区批复情况</td><td>□批复
□未批复</td><td>2.4 保护区划分</td><td colspan="5">一级区：距离取水井____m，面积____km^2；二级区：距离取水井____m，面积____km^2
（附平面图）准保护区及其他地区：距离取水井____m，面积____ km^2</td></tr>
</table>

2.5 监测网点	共____个监测剖面、____个监测点

3.辅助设施

3.1 工程名称	3.2 所在保护区类型	3.3 工程内容	3.4 环境效益	3.5 工程起止时间
…				

4.土地利用状况

4.1 保护区级别	4.2 人口（人）	4.3 现状或规划保护区土地利用情况（km^2）								
		居住用地	工矿	耕地	园林	草地	交通	未开发	其他	总计
一级										
二级										
准保护区及其他地区										

5.污染源状况

典型污染源

保护区级别	5.1 地下油罐（个）			5.2 垃圾填埋场（个）			5.3 矿产开发（个）			5.4 其他（个）	
	5.1.1 加油站名称	5.1.2 油罐数量（个）	5.1.3 是否有监测设备	5.2.1 名称	5.2.2 规模（m^3）	5.2.3 堆埋方式	5.3.1 名称	5.3.2 矿种类	5.3.3 是否有处理设施	5.4.1 名称	5.4.2 文字说明
一级										…	
	…										
二级										…	
	…										
准保护区及其他地区										…	
	…										

工业污染源												
保护区级别	5.5 企业名称	5.6 地理位置（经纬度）	5.7 是否有污水处理设施	5.8 是否达标排放	5.9 废水排放量（万吨/年）	5.10 COD 排放量（吨/年）	5.11 特征污染物 1		5.12 特征污染物 2		5.13 特征污染物 3	
							名称	排放量（吨/年）	名称	排放量（吨/年）	名称	排放量（吨/年）
一级												
	…											
二级												
	…											
准保护区及其他地区												
	…											

生活污染源									
保护区级别	城镇					农村			
	5.14 人口（万人）	5.15 人均污水排放量（升/日·人）	5.16 人均 COD 排放量（克/日·人）	5.17 是否有污水处理设施	5.18 是否达标排放	5.19 人口（万人）	5.20 人均污水排放量（升/日·人）	5.21 人均 COD 排放量（克/日·人）	5.22 是否有污水处理设施
一级									
二级									
准保护区及其他地区									

其他污染源					
保护区级别	5.23 耕地面积（亩）	5.24 化肥施用量（千克/亩·年）	5.25 农药施用量（千克/亩·年）	5.26 废水源强系数（千克/亩·年）	5.27 废水排放量（万吨/年）
一级					
二级					
准保护区及其他地区					

<table>
<tr><td colspan="10">6.海水入侵</td></tr>
<tr><td>6.1 地理位置</td><td colspan="7">_____省（市）_____市_____区_____镇（乡）_____村</td><td colspan="2">6.2 地面高程：____ m</td></tr>
<tr><td>6.3 地理坐标</td><td colspan="9">中心经度：____°____′____″ 东经，中心纬度：____°____′____″北纬</td></tr>
<tr><td rowspan="4">6.4 海水入侵区特征</td><td colspan="2">滨海地貌
海岸性质</td><td colspan="7">☐基岩 ☐砂砾 ☐泥质海岸 ☐河 ☐三角洲岸段 ☐岸外岛屿 ☐生物海岸</td></tr>
<tr><td colspan="9">补充描述：_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">岩性特征</td><td colspan="5">☐基岩 ☐砂砾 ☐泥质</td><td colspan="2">补充描述：</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td colspan="3">海水入侵的范围（面积）： km²</td><td colspan="6">海水入侵最深深度： m</td></tr>
<tr><td>6.5 海水入侵的原因</td><td colspan="9">☐海平面上升 ☐陆地地下水水头下降 ☐其他原因</td></tr>
<tr><td colspan="10">7.监测井信息</td></tr>
<tr><td colspan="10">开采井</td></tr>
<tr><td>7.1 名称</td><td>7.2 编号</td><td>7.3 地理坐标</td><td>7.4 井深</td><td>7.5 水位</td><td>7.6 开采层位</td><td>7.7 开采深度</td><td>7.8 日开采量</td><td>7.9 水质</td><td>7.10 运行日记</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10">监测井</td></tr>
<tr><td>7.11 名称</td><td>7.12 编号</td><td>7.13 地理坐标</td><td>7.14 井深</td><td>7.15 水位</td><td>7.16 监测层位</td><td colspan="4">7.17 历年监测数据、监测频次（数据收集）</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

审核人： 单位负责人： 填表人： 填表人联系方式： 填表日期： 年 月 日

《表 B.1　水源地基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 水源地名称：依据有关规划调查评价项目中的水源地名称进行填写，对于不在其中或者核实为错误的应采用通用名称；

1.2 水源地编码：参照清单表要求；

1.3 水源地所在位置：如实填写，地理坐标填写该水源地中心位置坐标，精确到秒；

1.4 开采程度：当某一范围内地下水开采量超过了该范围内地下水补给量时为超采，实际取水量小于设计取水量时为其他，实际取水量几乎等于设计取水量时为平衡；

1.5 成井时间：水源地取水井建成时间；

1.6 服务人口：水源地供水的城镇人口数，计量单位万人，计至两位小数。数据来源年鉴或城镇水务局等相关部门。示例“123.12”；

1.7 设计取水量：计量单位是万立方米/日，计至两位。数据来源城镇供水公司或水务部门等相关部门。示例"200.01"；

1.8 实际取水量：水源地实际平均日取水量，计量单位是万立方米/日，计至两位。数据来源城镇供水公司或水务等相关部门。示例“200.02”；

1.9 供水井数量：水源地内取水井总个数；

1.10 服务城镇：如实填写；

1.11 水质状况：水质类别采用《地下水质量标准》（GB/T 14848）中提出的评价方法进行评价；

1.12 输水方式：调查水源地到水厂的输水管道类别，主要输水方式有明渠、暗管、复合、其他；

1.13 输水长度：调查水源地到水厂的输水路径长度，计量单位为“公里”，计至一位小数。示例“13.1”；

1.14 使用状态：填写水源地现状使用状态类别，包括现用、备用及规划三种，示例现用水源地填写“现用”；

1.15 目标含水层：正在开采的含水层，如第一承压水含水层等。

2.管理状况

2.1 管理单位名称：指直接管理饮用水水源地的主要机构名称。填写方式采用文字表述，应填写全称。来源收集资料和现场调查；

2.2 三十年来发生的污染事故：如实填写，并注明每次事故的发生位置（以地理坐标表示，精确到秒）、事故原因和事故后果（如经济损失、人员伤亡情况等）；

2.3 保护区批复情况：批复或未批复；

2.4 保护区划分：一级、二级划分的半径，准保护区或其他区域半径；

2.5 监测网点：已有监测网的分布。

3.辅助设施

3.1 工程名称：工程名称同项目验收文件的名称一致。示例：哈尔滨市茂源纸业中水回用工程；

3.2 所在保护区类型：饮用水水源地防治建设项目所在位置。填写以一级区、二级区、准保护区及其他地区。该项不能为空。示例，“准保护区”；

3.3 工程内容：工程内容为工程建设主体的文字表述。治理工程以“按××规模的××工程×套形式”表述，标识防护设施工程以“建设标识××个，围网××公里”表示。示例，0.5 万吨/日的污水处理系统两套，1 公里长的中水回用系统工程 1 套；

3.4 环境效益：分治理工程和标识防护工程两种填写方法。治理工程填写，主要为工程 COD 削减量，优先以调查年总量核查细则核算的 COD 实际削减量为准。计量单位为吨，计至 2 位小数。数据来源环保局相关部门。没有削减量的填“0”。示例，“114.51 吨”；标识防护工程，分为“隔离防护”、“标识饮用水水源地分区”、“标识饮用水水源地距离”、“标识饮用水水源地要求”等。示例，“标识饮用水水源地距离”；

3.5 工程起止时间：填写工程从项目可行性研究的时间到项目正常运转使用的时间。按“YYYYMM 至 YYYYMM”的格式填写。该项不能为空。示例，200911 至 201010。

4.土地利用状况

4.1 保护区级别：一级、二级和准保护区及其他地区；

4.2 人口（人）：不同保护区级别内的人口；

4.3 现状或规划保护区土地利用情况（平方公里）：如实填写。

5.污染源状况

5.1 地下油罐：地下油罐个数；

5.1.1 加油站名称：加油站的中文名称，名称同工商注册的名称。该项不能为空。示例南京市红桥加油站；

5.1.2 油罐数量：加油站已有的地下油罐数量，计量单位：个。数据来源年鉴或工商等相关部门。示例 2；

5.1.3 是否配有监测设备：仅采用数字代码填写。填写以有（代码 01），无（代码 02），在建（代码 03）。该项不能为空。示例 1；

5.2 垃圾填埋场：垃圾填埋场个数（包括正规和非正规）；

5.2.1 垃圾填埋场名称：指垃圾填埋场的中文名称，该项不能为空。示例“驻马店市生活垃圾填埋场”；

5.2.2 垃圾填埋场规模：指垃圾填埋场设计的填埋规模，单位“立方米”。计至个位，示例“112”；

5.2.3 堆埋方式：指垃圾填埋场的处置方式，主要有（1）简单堆放（无任何防护措施）、（2）简单填埋（顶部有一定的覆盖层）、（3）卫生填埋（按国家标准建设），示例“1”；

5.3 矿产开发：矿山个数，如实填写；

5.3.1 矿山开发名称：主要填写矿山的中文名称，示例“山西省临汾市洪洞县左木乡红光村新窑煤矿”；

5.3.2 矿种类：指矿山开发的主要采矿种类，示例“铁”；

5.3.3 是否有处理设施：指矿山开发是否有污水处理设施，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.4 其他：该项根据实际情况填写其他典型污染源；

5.5 企业名称：企业名称填写污染企业中文名全称；

5.6 地理位置（经纬度）：大致中心位置经度和纬度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″和31°21′11″”；

5.7 是否有污水处理设施：填写企业是否有污水处理设施，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.8 是否达标排放：填写企业废水是否实现达标排放，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.9 废水排放量：分别统计相应保护区内，工业、城镇生活、非点源的废水排放量。单位“万吨/年”，计至4位小数；

5.10 COD 排放量：分别统计相应保护区内，工业、城镇生活、非点源的COD排放量。单位“吨/年”，计至2位小数；

5.11 特征污染物 1：企业产生的重点污染物名称，如硝酸盐；

5.12 特征污染物 2：同5.11；

5.13 特征污染物 3：同5.11；

5.14 城镇人口：分别统计相应保护区内的城镇人口数。单位“万人”。计至4位小数；

5.15 人均污水排放量：对保护区内城镇人均排放情况分别统计。单位“升/日.人”。计至1位小数；

5.16 人均 COD 排放量：对保护区内城镇人均排放情况分别统计。单位以克/日·人计；

5.17 是否有污水处理措施：如实填写，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.18 是否达标排放：填写生活污水是否实现达标排放，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.19 农村人口:分别统计相应保护区内，农村人口数。单位“人”。计至个位；

5.20 人均污水排放量：对保护区内人均排放情况分别统计。单位“升/日.人”。计至1位小数；

5.21 人均 COD 排放量：对保护区内农村人均排放情况分别统计。单位“克/日.人”。计至1位小数；

5.22 是否有污水处理措施：如实填写，填写“是”或“否”，示例“是”；

5.23 耕地面积：分别统计一级、二级和准保护区内的耕地面积。单位“亩”。计至1位小数；

5.24 化肥施用量：分别统计保护区内的化肥施用量。单位“千克/亩.年”。计至1位小数；

5.25 农药施用量：分别统计保护区内的农药施用量。单位“千克/亩.年”。计至1位小数；

5.26 废水源强系数：单位时间内单位面积由于农田径流引起农田废水排放量。单位“千克/亩.年”。计至1位小数；

5.27 废水排放量：耕地产生的废水，单位“万吨/年”，计至4位小数。

6.海水入侵

6.1 地理位置：发生海水入侵的位置，不一定为水源地的地理位置，如实填写；

6.2 地面高程：发生海水入侵处地面高程；

6.3 地理坐标：发生海水入侵处大致中心位置的经纬度；

6.4 海水入侵区特征：海水入侵的范围，即已判断出的海水入侵的面积；最深深度，即海水入侵地下水最深的深度（收集当地资料）；补充描述能看到的水文地质现象，如某种岩层裸露地表等等；

6.5 海水入侵的原因：若是海水量增大、海洋盆地容积的变化或滨海地区地面沉降导致的海水入侵，则选择“海平面上升”；如果是地下水位下降导致的海水入侵，则选择“陆地地下水水头下降”；若是其他原因则选择“其他”。

7.监测井信息

7.1 编号：填写阿拉伯数字，示例“1”；

7.2 名称：所属行政区水资源管理相关单位给开采井的命名；

7.3 地理坐标：大致中心位置经度和纬度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″和31°21′11″”；

7.4 井深：记录开采井底到地表的距离，单位“米”，保留小数点后两位；

7.5 水位：开采井水面高程，单位“米”，保留小数点后两位；

7.6 开采层位：开采的地下水所在层位，如潜水、第一承压含水层等，如实填写；

7.7 开采深度：开采出水时离地表的距离，单位“米”，保留小数点后两位；

7.8 日开采量：开采井实际每日开采的体积，单位“m^3/日”，保留小数点后两位；

7.9 水质：通过地下水水质等级获得，如“Ⅱ类”等，如实填写；

7.10 运行日记：从开采井管理的相关单位获得。

7.11 名称：所属行政区水资源管理相关单位给监测井的命名；

7.12 编号：编码结构为：场地编码+J+两位监测井编码；

7.13 地理坐标：大致中心位置经度和纬度，用度、分、秒表示，示例“119°49′11″和31°21′11″”；

7.14 井深：记录监测井底到地表的距离，单位“米”，保留小数点后两位；

7.15 水位：监测井水面高程，单位“米”，保留小数点后两位；

7.16 监测层位：监测的地下水所在层位，如潜水、第一承压含水层等，如实填写；

7.17 历年监测数据、监测频次：资料收集完成。

表 B.2.1　工业集聚区基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="8">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.1 工业集聚区名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.2 工业集聚区编码：
□□□□□□ - □□□ - □□□□ - d</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.3 工业集聚区所在位置
地址：_____省（自治区、直辖市）_____地区（市、州、盟）_____县（区、市、旗）_____乡（镇）_____街（村）
地理坐标：中心经度_____°_____′_____″东经；中心纬度_____°_____′_____″北纬</td></tr>
<tr><td colspan="3">1.4 调查区功能区划</td><td colspan="5">主导重点污染行业___，占地规模___ m²；其他行业___，占地规模___m²</td></tr>
<tr><td>1.5 工业集聚区土地利用</td><td colspan="7">工业车间_____m²，水处理池_____m²，仓储_____m²，固废堆场_____m²，草地_____m²，交通道路_____m²，其他：</td></tr>
<tr><td>1.6 工业集聚区水资源利用</td><td colspan="7">地表水供水水源：水源地名称_____，供水量_____万 m³/年，供水水质类别_____
地下水供水水源：水源地名称_____，供水量_____万 m³/年，供水水质类别_____
供水人口：_____万人
总用水量：_____万 m³/年，其中：工业用水量_____万 m³/年，生活用水量_____万 m³/年，公共用水量_____万 m³/年</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.7 有机溶剂地下储库</td><td colspan="2">类型</td><td>数量</td><td>是否发生过污染事故</td><td colspan="3">影响范围和面积</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">1.8 固体废物堆置</td><td colspan="2" rowspan="2">类型：□矿渣　□危险废物　□生活垃圾　□建筑垃圾　□油泥堆放场　□其他</td><td>堆置时间</td><td>堆体体积</td><td>填埋深度</td><td>防渗材料</td><td>运行状态</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">堆置场包气带厚度及介质类型</td><td colspan="5">堆置场地下水埋藏条件</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.9 重要产污环节</td><td>工艺</td><td>用料种类及数量</td><td>产品及数量</td><td>污染物种类及产生量</td><td>污染排向</td><td>工艺运行稳定性</td><td>是否发生过污染事故</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.10 污水处理设施</td><td colspan="2">处理工艺</td><td>处理规模</td><td>进水水质</td><td>运行时间</td><td>防渗措施</td><td>处理单元基底标高</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">运行稳定性</td><td>是否发生过排放事故</td><td colspan="2">场地包气带厚度及介质类型</td><td colspan="2">场地地下水埋藏条件</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.11 企业废弃场地</td><td colspan="2" rowspan="2">类型：☐化工 ☐冶炼 ☐机械 ☐电子 ☐矿山 ☐其他</td><td rowspan="2">面积</td><td rowspan="2">建厂时间</td><td>废弃时间</td><td>场地包气带厚度及介质类型</td><td>场地地下水埋藏条件</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">1.12 废弃井</td><td colspan="4" rowspan="2">类型：☐油田采油/注水井 ☐矿井 ☐废弃水井 ☐其他</td><td>成井时间</td><td>废弃原因及时间</td><td rowspan="2">处置方式：☐封☐填 ☐无处置</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>井深</td><td></td><td>层位</td><td></td><td colspan="3">井结构：☐裸井 ☐管井</td></tr>
<tr><td colspan="8">2.管理状况</td></tr>
<tr><td>2.1 工业集聚区级别</td><td colspan="2"></td><td>2.2 批准时间</td><td></td><td>2.3 管理机构</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">2.4 是否建成生态工业集聚区</td><td></td><td colspan="2">2.5 是否有统一的污染处理设施</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">2.6 近 5 年来发生污染事故___起，发生部位_____，涉及_____污染物泄漏，泄漏量_____吨</td></tr>
<tr><td colspan="8">3.环境敏感点信息</td></tr>
<tr><td>3.1 敏感点类别</td><td colspan="2">3.2 污染源类别</td><td>3.3 与污染源距离（米）</td><td>3.4 水质类别</td><td colspan="3">3.5 超标因子及倍数</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="8"></td></tr>
</table>

审核人：_____单位负责人：_____填表人：_____填表人联系方式：_____填表日期：____年____月____日

《表 B.2.1　工业集聚区基础信息调查表》填表说明

1.基本信息：

1.1 工业集聚区名称：为工业集聚区全称。与加盖公章一致。

1.2 工业集聚区编码：参照清单表要求。

1.3 经纬度：工业集聚区大致中心位置经、纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″E”。

1.4 调查区功能区划：分别填写主导重污染行业类型及其占地规模；其他非主要重污染工业类型及其占地规模。行业名称按 GB/T 4754 大类名称，根据污染物等标负荷确定主导污染行业。

1.5 工业集聚区土地利用：按实际情况填写。

1.6 工业集聚区水资源利用：填写为工业集聚区供水的水源信息，如地表水源地为“太湖水库”，地下水源地为 “大武岩溶水源地”；水质类别：对于地下水源地依据《地下水质量标准》（GB/T 14848）如“III类水”；对与地表水源地依据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），如“III类水”。

1.7 有机溶剂地下储库：类型是指地下储库中所储存的有机溶剂类型，如“汽油”、“柴油”等；数量是指地下储库的数量，如“5 个”；影响范围和面积是指地下储库一旦发生事故时可能影响到的范围和面积大小，单位 km^2，如“方圆 10km^2”、“场区下游 50km^2”等。

1.8 固体废物堆置：

堆置时间指开始使用的时间，如 1999 年 10 月 1 日开始堆置则写“1999-10-1”；

防渗材料是指粘土、水泥衬砌以及其他聚合物防渗材料等，如粘土“粘土”，如果没做防渗，则写“无防渗”；

运行状态指固体废物堆置场地是正在使用的，还是废弃的，如“正在使用”或“废弃”；

饱气带厚度单位为 m，介质类型分为粘土、亚粘土、砂质粘土、砂土等，如“粘土，厚 2m”；

堆置场地地下水埋藏条件指地下水类型，如“潜水”、“承压水”。

1.9 重要产污环节：

工艺：指产品生产过程及采用的各种技术方法；

用料种类及数量：指生产过程中所用的主要原材料，如“石油”、“橡胶”等；

产品及数量：指生产出来的主要产品种类，如“年产汽油 50000 吨”；

污染物种类及产生量：指产品生产过程中所产生的主要污染物名称及产生量，如“COD，排出量 1000 吨/年”；

污染排向：分厂内污水设施、城镇污水厂、地表水体、渗坑四种选择；

工艺运行稳定性：指投产时间及至今事故次数，如“1999 年 7 月 1 日投产，至今发生事故 2 次”。

1.10 污水处理设施：

处理工艺：指污水处理过程中的技术方法，现代污水处理程度分为三级，一级处理的方法、二级处理方法、三级处理方法，处理方法包括各种分离技术、化学转换技术等，污水处理不分级的可填主要处理方法如“二氧化氯化学物理消毒法”；分级处理填写各级处理技术和方法，如填写“一级处理”；

处理规模：年处理污水的量，如“200 万吨/年”；

进水水质：指进入污水处理设施前、未被处理的污/废水中主要污染物浓度，如“BOD5150mg/L”；

防渗措施：各个单元在污水处理过程中所采取的防渗材料和方法，如各种主防渗材料、防渗膜以及防渗系统等；
各处理单元基底标高：指污水处理中的各处理单元基础底面的高程，如“黄海高程 100m”等；
运行稳定性：指是否常年运行，是否进行过大修、扩建等；
场地包气带厚度及介质类型：介质类型包括了污水处理设施所处场地的包气带岩性，主要包括粘土、亚粘土、砂土等，如“粘土，厚度 2m”。

1.11 企业废弃场地：

场地包气带厚度及介质类型：同 1.9；
场地地下水埋藏条件：同 1.9。

1.12 废弃井：

层位：一般按从地表到井底的顺序填写岩性，岩性依据《岩土工程勘察标准》（GB50021）如“杂土、粘土、砂土、大理岩”等。

2.管理状况

2.1 工业集聚区级别：分为 1.国家、2.省级，如亦庄工业集聚区则填“1”；
2.2 批准时间：工业集聚区正式批准的时间，如“1999 年 10 月 1 日”；
2.3 管理机构：工业集聚区管理直接领导机构的名称。

3.环境敏感点信息

3.1 敏感点类别：包括强渗透性包气带岩性地带、地下水位浅处、火山口处、岩溶裂隙发育处、主要供水水源处、高级别水功能区地带等；
3.2 污染源类别：工业污染、农业污染、生活污染，对于工业污染可根据 GB/T 4754 细分到大类；
3.3 与污染源距离：指敏感点距离污染源的直线距离；
3.4 水质类别：敏感点处地下水水质类别，依据 GB/T 14848 分为I、II、III、IV、V级；
3.5 超标因子及倍数：以 GB/T 14848 中的III级为基准，填写主要超标因子的名称和超标倍数，如“铅超标 5 倍”。

表 B.2.2 工业企业基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="8">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.1 工业企业名称：_____；　　工业企业产权归属：_____</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.2 编码：_____</td></tr>
<tr><td colspan="8">1.3 位置
地址：　　省(自治区、直辖市)　　地区(市、州、盟)　　县(区、市、旗)　　乡（镇）　　街（村）
地理坐标：中心经度　　°　　′　　″ 东经；　中心纬度　　°　　′　　″ 北纬</td></tr>
<tr><td>1.4 工业企业</td><td colspan="7">主要污染类型___，场地占地规模___，场地现状___，场地未来用地规划___，运行时间__</td></tr>
<tr><td>1.5 工业企业水资源利用</td><td colspan="7">地表水供水水源：水源地名称_____，供水量_____万 m^3/年，供水水质类别_____
地下水供水水源：水源地名称:_____，供水量_____万 m^3/年，供水水质类别_____，供水人口：____万人</td></tr>
<tr><td>1.6 工业企业水文地质概况</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>1.7 工业企业主要污染物</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>1.8 污染事故：</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>1.9 可见污染源</td><td>分布类型:</td><td>数量: 个</td><td>污染源防护</td><td colspan="4">☐衬砌完好 ☐衬砌有破损 ☐衬砌破损严重 ☐无衬砌</td></tr>
<tr><td>1.10 隐蔽污染源</td><td>类型：</td><td>建成时间:</td><td colspan="2">有无泄漏: ☐有 ☐无</td><td>泄漏情况描述:</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>1.11 生产工艺及产污环节</td><td colspan="2">生产工艺：</td><td colspan="5">产污环节及可能污染物：</td></tr>
<tr><td>1.12 污水处理设施</td><td>☐有　　☐无</td><td colspan="2">运行时间：　年　月　日</td><td colspan="4">处理设施有无破损：
破损情况描述：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.13 场地内水井</td><td colspan="3">类型：☐饮水井　☐工业水井　☐其他</td><td colspan="2">成井时间：</td><td colspan="2">能否取样：</td></tr>
<tr><td colspan="3">数量描述:</td><td colspan="2">地下水埋深：</td><td colspan="2">有无封井：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.14 场地周边水井</td><td colspan="3">类型：☐饮水井　☐农灌井　☐工业水井　☐其他</td><td colspan="2">成井时间：</td><td colspan="2">能否取样：</td></tr>
<tr><td colspan="2">数量描述:</td><td>井深:</td><td colspan="2">地下水埋深：</td><td colspan="2">有无封井：</td></tr>
<tr><td colspan="8">2.场地周边环境敏感点信息</td></tr>
<tr><td>2.1 敏感点类别</td><td>2.2 与场地距离(米)</td><td colspan="2">2.3 地下水水质类别</td><td colspan="2">2.4 超标因子</td><td colspan="2">2.5 超标倍数</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　月　日

《表 B.2.2　工业企业基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 工业企业名称：为工业企业的全称。产权归属指当前调查区的产权人；

1.2 编码：参照清单表要求；

1.3 位置：（1）地址：工业企业所在地详细地址；（2）地理坐标：工业企业大致中心位置经、纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 工业企业：分别填写主要污染类型，比如石化类、冶炼类等；占地规模指整个厂区的规模，一般指围墙内的厂区面积；场地现状指场地目前处于废弃状态还是运行状态；场地未来用地规划以当地土地部门规划为准；运行时间指场地开始投产的时间；

1.5 工业企业水资源利用：水源地名称是指工业企业周边 1.5 公里范围内的水源地的正式全称，如地表水源地为“太湖水库”，地下水源地为“大武岩溶水源地”；水质类别：对于地下水源地依据 GB/T 14848 如“III类水”；对与地表水源地依据 GB3838，如“III类水”。供水人口指水源地供水范围内的人口总数；

1.6 工业企业水文地质概况：主要描述调查区的包气带的地层岩性、地下水补径排情况及埋深状况等；

1.7 工业企业主要污染物：主要根据实际调查情况填写主要污染物种类及具体名称；

1.8 污染事故：主要填写该调查区发生污染事故的时间、影响范围、处置情况等；

1.9 可见污染源：为地表及其地表以上的污染物存储、放置的场所及空间。分布类型指集群式还是分散式。数量按照实际情况如实填写。防护情况按表中所列，如实勾选；

1.10 隐蔽污染源：隐蔽污染源指隐藏在地表以下，肉眼不能直接可见的污染源。类型是指地下管道、地下水储罐（库）、还是管道与罐（库）综合；建成时间、有无泄漏及泄漏情况遵循实际情况如实填写；

1.11 场地生产工艺及产污环节描述：生产工艺指产品生产过程及采用的各种技术方法；产污环节及可能污染物指产品生产过程中可能产生污染物的生产环节，每个可能产污环节会产生何种污染物及污染物的去向；

1.12 污水处理设施：如果该工业企业存在污水处理设施则勾选“有”，后面信息如实填写，没有则勾选“无”跳过本栏后面信息；

1.13 场地内水井：

场地内水井指场地范围内（一般以厂区围墙为界）的水井；

类型：按所给项进行选择，若有不同类型的井，则选择易造成污染的井类型；

成井时间：填写井建成的具体日期，格式为 YYYYMMTT；

能否取样：填写该水井是否具备样品采集条件；

数量描述：指各种类型水井的数量；

地下水埋深：指水井中的水位埋深；

1.14 场地周边水井：

场地周边水井指场地周边 1.5 公里范围内（一般以厂区主要污染发生区为圆心，半径为 1.5 公里内）的水井；不包括厂区内的井，填写方式参照 1.13。

2.场地环境敏感点信息

2.1 敏感点类别：包括居民区，村落，幼儿园，学校等具有自备井的特殊区域；

2.2 与污染源距离：指敏感点距离工业企业污染产生区的直线距离，并表明方向；

2.3 水质类别：敏感点处地下水水质类别，依据 GB/T 14848 分为I、II、III、IV、V级；

2.4 超标因子：以 GB/T 14848 中的III级为基准，填写主要超标因子的名称，如铅超标则填“铅”；

2.5 超标倍数：指超标因子相对于 GB/T 14848 中的III级水质超过的倍数，要求保留 1 位小数，如“5.0”。

表 B.3.1　矿山开采区基础信息调查表

1.基本情况		
1.1 矿产企业名称：_____		
1.2 矿山开采区编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - k		
1.3 所在位置 地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区(市、州、盟) _____县(区、市、旗) 地理坐标：中心经度_____°_____′_____″ 东经；中心纬度_____°_____′_____″ 北纬		
1.4 矿类：_____	1.5 矿种：_____	
1.6 企业规模□大型 □中型 □小型　从业人数：_____人	1.7 开采时间 □□□□年□□月 最新改扩建时间 □□□□年□□月	
1.8 年生产时间（小时）：_____	1.9 工业总产值（万元）：_____	1.10 服务年限：_____
1.11 采矿方式：□露天　□井下	1.12 设计生产能力：_____ (万吨/年)	1.13 实际生产能力：_____（万吨/年）
1.14 矿山面积：_____（公顷）	1.15 开采层位_____	1.16 开采深度：_____ (米)
1.17 矿山生产现状：□在建　□生产　□闭坑	1.18 矿山主要副产品：1._____，产量_____2._____，产量_____3._____，产量_____……	
1.19 选矿方法：□洗选　□粉碎　□堆浸　□其他		
2.管理状况		
2.1 是否设有地下水环境保护管理机构：□是　□否　如有，相关管理制度是否健全：□是　□否		
2.2 是否有地下水环境保护工程：□是　□否　如有，是否正常运行：□是　□否		
2.3 是否定期进行地下水质的监测：□是　□否		
3.环境特征		
3.1 主要废水排放情况		
3.1.1 排放类型：□矿坑水　□选矿废水　□堆浸废水　□其他废水	3.1.2 年产生量（万吨）：_____	
3.1.3 年排放量（万吨）：_____	3.1.4 年处理量（万吨）：_____	
3.1.7 主要有害物质：_____		
3.2 固体废物排放情况		

3.2.1 尾矿固废类型：☐尾矿库 ☐废石堆 ☐煤矸石堆 ☐粉煤灰堆	3.2.2 堆放点数量_____
3.2.3 坑底衬砌：☐有 ☐没有	3.2.4 年产出量_____
3.2.5 淋滤污染：☐有 ☐没有	3.2.6 年堆放量_____
3.2.7 堆放方式_____	3.2.8 年综合利用量_____
3.2.9 主要有害物质_____	3.2.10 累计积存量_____

3.3 占用破坏土地（单位：公顷）

类型	采矿场	固体废料场	尾矿库	地面塌陷区	总计	已治理面积	治理措施
耕地							
林地							
草地							
其他							
合计							

审核人： 单位负责人： 填表人： 填表人联系方式： 填表日期： 年 月 日

《表 B.3.1　矿山开采区基础信息调查表》填报说明

1.基本情况

1.1 矿山企业名称：为矿山企业全称，要求与矿山企业公章一致；

1.2 矿山开采区编码：参照清单表要求；

1.3 单位所在地及行政区划代码：企业所在地详细地址；地理位置：矿山所在地经纬度坐标，用度、分、秒表示；地下开采以井口坐标为准，露天开采以矿区中心点为准；

1.4 矿类：按实际情况填写；

1.5 矿种：按实际情况填写；

1.6 企业规模：分大、中、小三种类型；矿山从业人数：是指矿山企业实际参与矿产资源开采活动的所有人员；

1.7 开采时间：是指矿山企业成立的时间，年的填写要求为四位数，具体填写格式为：YYYYMMDD；最新改扩建时间：指矿山企业最后一次改扩建的时间，年的填写要求为四位数，具体填写格式为：YYYYMMDD；

1.8 年生产小时：指矿山企业调查年内生产的小时数；

1.9 工业总产值：指矿山企业调查时段内总产值，单位：万元；

1.10 服务年限：指设计服务年限；

1.11 采矿方式：露天开采、井下开采；

1.12 设计生产能力：企业的设计生产能力，单位：万吨/年；

1.13 实际生产能力：指调查前一年的矿山企业实际生产能力，单位：万吨/年；

1.14 矿山面积：矿界范围之内在地形图上投影的平面面积，单位：公顷；

1.15 开采层位：指目前所开采的层位，单位：米；

1.16 开采深度：指目前所开采的层位顶板距地表的高度；

1.17 矿山生产现状：分为在建、生产、闭坑矿山；

1.18 矿山主要副产品：指矿山生产过程中衍生的产品。填写对应的副产品的产量，单位：万吨/年；

1.19 选矿方法：洗选、粉碎、堆浸、其他。

2.管理状况

2.1 是否设有地下水环境保护管理机构：填写“是”或“否”；

2.2 是否有地下水环境保护工程：填写“是”或“否”；

2.3 是否定期进行地下水质的监测：填写“是”或“否”；

3.环境特征

3.1 主要废水排放情况

3.1.1 排放类型：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写；

3.1.2 年产生量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项的年产生量；

3.1.3 年排放量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项的年排放量；

3.1.4 年处理量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项的年处理量；

3.1.5 排放去向：填写每一项废水（废液）所排放的去处，如：排放到沉淀池、河流、水库、山沟、尾矿库、废水坝、农田、溶洞、鱼塘等；

3.1.6 年循环利用量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、洗煤水填写每一项的年循环利用量；

3.1.7 主要有害物质：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项废水中所含有的有害物质，含多种有害物质时用分号隔开；

3.2 固体废物排放情况

3.2.1 类型：分别按尾矿库、废石堆、煤矸石堆、粉煤灰堆写；

3.2.2 堆放点数量：分别填写尾矿库、废石堆、煤矸石堆、粉煤灰堆的数量；

3.2.3 坑底衬砌：指尾矿、固体废物堆放地是否有衬砌措施；

3.2.4 年产出量：分别填写尾矿、废石、煤矸石、粉煤灰的年产出量；

3.2.5 淋滤污染：固体废物堆放是否有淋滤液；

3.2.6 年堆放量：分别填写尾矿、废石、煤矸石、粉煤灰的年堆放量；

3.2.7 堆放方式：指固体废物在尾矿库区的堆放形式；

3.2.8 年综合利用量：分别填写尾矿、废石、煤矸石、粉煤灰的年综合利用量，单位：万吨；

3.2.9 主要有害物质：分别填写尾矿、废石、煤矸石、粉煤灰中所含有的有害物质的种类，如有多种有害物质时用分号隔开；

3.2.10 累计积存量：分别填写尾矿、废石、煤矸石、粉煤灰的累计积存量，截止时间为调查时间的前一年。

3.3 占用破坏土地（单位：公顷）

根据采矿场、固体废料场、尾矿库、地面塌陷区分别占用破坏的耕地、林地、草地、其他类型土地面积填写；总计：同种土地类型的面积之和；已治理面积：填写已经治理的耕地、林地、草地、其他类型土地面积。

表 B.3.2　矿山废弃物排放情况调查表

矿山开采区编码：　　-　　-　　-　k

1.用水、废水排放情况

指标名称	计量单位	年实际	指标名称	计量单位	年实际
1.1 用水总量	吨		1.7 废水年排放量	吨	
1.2 其中：新鲜用水量	吨		1.8 其中：排入水体量	吨	
1.3 其中：自备水	吨		1.9 其中：直排入海量	吨	
1.4 其中：重复用水量	吨		1.10 其中：排入污水集中处理厂量	吨	
1.5 废水年产生量	吨		1.11 其中：排入其他单位量	吨	
1.6 废水年处理量	吨		1.12 废水主要排水去向类型代码		
1.13 受纳水体名称			1.14 受纳水体代码		

2.污染物排放情况

2.1 化学需氧量	产生量	吨		2.7 硝酸盐	产生量	吨	
	排放量	吨			排放量	吨	
2.2 氨氮	产生量	吨		2.8 硫酸盐	产生量	千克	
	排放量	吨			排放量	千克	
2.3 石油类	产生量	吨		2.9 汞	产生量	千克	
	排放量	吨			排放量	千克	
2.4 挥发酚	产生量	吨		2.10 砷	产生量	千克	
	排放量	吨			排放量	千克	
2.5 生化需氧量	产生量	吨		2.11 特征污染物_____	产生量	千克	
	排放量	吨			排放量	千克	
2.6 氰化物	产生量	吨		2.12 污染物数据来源：1 产排污系数□　2 实际监测□　3 物料衡算□			
	排放量	吨					

3.废水处理设施情况

3.1 设施数	套		3.4 设计处理能力	吨/日	
3.2 总投资额	万元		3.5 耗电量	万千瓦时	
3.3 运行费用	万元		3.6 受委托处理单位名称：		

			（委托其他单位处理的，填报受委托单位名称）

废水处理设施、处理的废水类型及处理方法：

3.7 废水类型	3.8 废水类型代码	3.9 处理方法名称	3.10 处理方法代码
（1）			
（2）…			

4.矿山尾矿废渣产生、综合利用与处置情况

4.1 废物名称	4.2 代码	4.3 产生量（吨）	综合利用			处置			贮存				倾倒丢弃	
			4.4 利用量（吨）	4.5 其中：利用往年贮存量（吨）	4.6 利用方式代码	4.7 处置量（吨）	4.8 其中：处置往年贮存量（吨）	4.9 处置方式代码	4.10 本年贮存量（吨）	4.11 其中：符合环保要求的贮存量（吨）	4.12 往年贮存量（吨）	4.13 贮存方式代码	4.14 年倾倒丢弃量（吨）	4.15 倾倒丢弃方式代码
总计					——			——				——		——
…														

5.矿山尾矿废渣贮存、处置设施情况

		处理设施			
5.1 贮存场容量（立方米）	5.2 填埋场容量（立方米）	5.3 设施数量（台）	5.4 设施处理能力（吨/天）	5.5 总投资额（万元）	5.5 运行费用（万元）

注：以“立方米”为计量单位的指标保留整数；以“吨/天、万元”为计量单位的指标允许保留一位小数；其他指标允许保留两位小数

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.3.2　矿山废弃物排放情况调查表》填表说明

矿山开采区编码：参照清单表要求。

1.用水、废水排放情况

1.1 用水总量：指全年调查对象用于生产活动的水量，它等于新鲜水量与重复用水量之和；

1.2 新鲜水用量：指全年调查对象厂区内用于生产活动的新鲜水量，可分为自来水用量和自备水（地表水、地下水和其他水）用量；

1.3 自备用水量：指全年调查对象厂区内用于生产活动的自备水量，包括地表水、地下水和其他水用量；

1.4 重复用水量：指全年调查对象内部，对生产和生活排放的废水直接或经过处理后回收再利用的水量，不包括从城市污水处理厂回用的水量；

1.5 废水年产生量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项的年产出量；

1.6 废水年处理量：分别按矿坑水、选矿废水、堆浸废水、其他废水填写每一项的年处理量；

1.7 废水年排放量：指全年经过调查对象所有排放口排到厂区外部的废水量。包括生产废水、外排的直接冷却水和清污不分流的间接冷却水、超标排放的矿井地下水和与工业废水混排的厂区生活污水，不包括独立外排的厂区生活污水及清污分流的间接冷却水和雨水；

1.8 其中排入水体量：指全年经过调查对象所有排放口排到厂区外部地表水体的废水量；

1.9 其中直排入海量：指全年经过调查对象所有排放口排到厂区海洋的废水量；

1.10 其中排入污水集中处理厂量：指全年经过调查对象所有排放口排到城镇污水处理厂的废水量；

1.11 其中排入其他单位量：指全年经过调查对象所有排放口排到其他环境介质的废水量；

1.12 废水主要排水去向类型代码：填写每一项废水（废液）所排放的去处；

1.13 受纳水体名称：指调查对象产生的废水直接排入水体，或经过城市污水管网、集中式污水处理厂后最终排入水体的名称（如××沟、××河、××港、××江、××塘等）；

1.14 受纳水体代码：此项由调查对象所在地调查机构统一填报。

2.污染物排放情况

2.1-2.12 污染物排放情况：根据实际监测或采用产排法系数、物料平衡计算方法填写。

3.废水处理设施情况

3.1 废水数据来源：根据实际情况填报废水及各污染物数据来源；

3.2 设施数：指调查对象用于处理厂区生产废水、生活污水的设施（包括构筑物）的数量，按每个治理系统为单位统计总数量，附属于设施内的水治理设备和配套设备不单独统计；

3.3 设施建设投资额：指建成污水治理设施并正式投产所需的全部资金，不包括运行费用，单位为万元，允许保留一位小数；

3.4 运行费用：指全年维持治理设施正常运行所发生的费用。包括能源消耗、设备维修、人员工资、管理费、药剂费及与污水处理设施运行有关的其他费用等，计量单位为万元，允许保留一位小数；

3.5 设计处理能力：指废水治理设施按设计建设的、在设施正常运行时，单位时间内可能处理的废水量；有废水治理设施的调查对象此栏必填，按设计指标填报，计量单位为吨/日，保留整数。填报所有废水治理设施的设计处理总能力，在用、闲置的一并统计；

3.6 耗电量：指全年调查对象所有废水治理设施运行的实际耗电总量，按该治理设施的实际耗电量填报，单位为万千瓦时，允许保留两位小数；

3.7 废水类型名称、3.8 代码：根据产生废水的生产设施、工艺过程或来源，对照附录 D 中工业废水类型名称及代码表填报经废水治理设施处理排放量前三位的工业废水类型名称及代码。废水处理量为 0 时此栏可空。废水类型和代码须正确对应；

3.9 处理方法名称、3.10 代码：根据废水处理的工艺方法，按附录 D 中废水处理方法名称、代码表填写。

4.矿山尾矿废渣产生、综合利用与处置情况

4.1 废物名称：指矿山企业产生的固体废物名称；

4.2 代码：固体废物类型代码；

4.3 产生量：指矿山企业产生的固体废物的量；

4.4 利用量：指矿山企业全年利用固体废物的量；

4.5 其中利用往年贮存量：矿山企业利用往年存贮的固体废物量；

4.6 利用方式代码：对照附录 D 中《固体废物综合利用方式代码表》填报；

4.7 处置量：指全年调查对象将工业固体废物焚烧和用其他改变工业固体废物的物理、化学、生物特性的方法，达到减少或者消除其危险成分的活动，或者将工业固体废物最终置于符合环境保护规定要求的填埋场的活动中，所消纳固体废物的量。包括本单位处置或委托，提供给外单位处置的量；

4.8 处置往年贮存量：指全年调查对象对往年贮存的工业固体废物进行处置的量；

4.9 处置方式代码：对照附录 D 中《工业固体废物处置方式代码表》填报；

4.10 本年贮存量：指将产生的工业固体废物临时置于特定设施或者场所中的量；

4.11 符合环保要求的贮存量：指置于选址、设计、建设符合相关环保法律法规要求，具有防扩散、防流失、防渗漏、防止污染大气和水体措施的场所和设施的工业固体废物的量；

4.12 往年贮存量：指将以前产生的工业固体废物临时置于特定设施或者场所中的量；

4.13 贮存方式代码：附录 D；

4.14 倾倒丢弃量：指全年调查对象将所产生的固体废物排放到固体废物污染防治设施、场所以外的量；

4.15 倾倒丢弃方式代码：对照附录 D 中《工业固体废物倾倒丢弃方式代码表》填报。

5.固体废物堆存、处置设施情况

5.1 贮存场所容量：指调查对象用于贮存工业固体废物的场所，设计建设的总容量。计量单位为立方米，保留整数；

5.2 填埋场所容量：指符合环保要求的用于填埋工业固体废物的场所，设计建设的总容量。计量单位为立方米，保留整数；

5.3 设施数量：指调查对象用于处理工业固体废物的装置数量。单位为台；

5.4 设计处理能力：指调查对象用于处理工业固体废物的所有设施的总设计能力。计量单位为吨/天，允许保留一位小数；

5.5 总投资额：指建成工业固体废物贮存、填埋场所及处理装置并正式投入使用所需的全部资金，不包括运行费用。计量单位为万元，允许保留一位小数；

5.6 运行费用（万元）：指矿山企业固体处置设施的年运行费用，单位万元。

表 B.4.1　危险废物处置场基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="5">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.1 处置场名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.2 处置场编码：　　W</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.3 所在位置
地址：____省(自治区、直辖市) ____地区(市、州、盟) ____县(区、市、旗)
地理坐标：中心经度____°____′ ____″ 东经；中心纬度____°____′ ____″ 北纬</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.4 始运行时间：
　　年　　月</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.5 改扩建时间：
　　年　　月</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.6 场区面积：____ (平方米)</td><td colspan="2">1.7 填埋区面积：____ (平方米)</td><td>1.8 处置场深度：____ (米)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.9 填埋容量：____ (吨)</td><td colspan="2">1.10 填埋规模：____ (吨/年)</td><td>1.11 服务年限：____ (年)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.12 边坡坡度：_____</td><td colspan="3">1.13 防渗层结构：
底部：☐天然粘土　☐单层人工合成材料　☐双层人工合成材料
边坡：☐天然粘土　☐单层人工合成材料　☐双层人工合成材料</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1.14 渗滤液</td><td colspan="2">产生量：____(吨/天)</td><td colspan="2">排放量：____(吨/天)</td></tr>
<tr><td colspan="4">处理方式：☐絮凝　☐水解酸化　☐厌氧污泥法　☐生物膜法　☐氧化沟　☐活性污泥法　☐纳滤　☐反渗透　☐深度吸附　☐其他</td></tr>
<tr><td colspan="4">最终去向：☐场地绿化用水　☐达标外排　☐污水处理厂　☐其他</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.管理状况</td></tr>
<tr><td colspan="3">2.1 管理单位名称：_____</td><td colspan="2">2.2 从业人数：_____ (人)</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.3 是否设有地下水环境保护管理机构：☐是　☐否　如有，相关管理制度是否健全：☐是　☐否</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.4 是否有地下水环境保护工程：☐是　☐否　如有，是否正常运行：☐是　☐否</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.5 是否定期进行地下水质的监测把关：☐是　☐否</td></tr>
<tr><td colspan="5">3.环境敏感点信息</td></tr>
<tr><td colspan="5">类型：a.地表水体[1 河 2 湖（塘）3 水库 4 其他]　b.居民区　c.自然保护区　d.耕作区　e.水源地　f.其他</td></tr>
<tr><td>类型</td><td>名称</td><td>方位</td><td>距离(米)</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

单位负责人：　　审核人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.4.1　危险废物处置场基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 处置场名称：为危险废物处置场全称；

1.2 处置场编码：参照清单表要求；

1.3 所在位置：（1）地址：处置场所在地的详细地址；（2）地理坐标：处置场大致中心位置经、纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 始运行时间：指处置场正式开始接受并填埋危险废物的时间，填写格式为：YYYYMM；

1.5 改扩建时间：指物处置场改建或扩建的具体时间，如未进行改建或扩建，可不填；

1.6 场区面积：指处置场活动区域范围，精确至小数点后 1 位；

1.7 填埋区面积：专指填埋区占地面积，要小于场区面积；

1.8 处置场深度：指从处置场底部到地面的垂直深度；

1.9 填埋容量：指整个处置场的设计容量；

1.10 填埋规模：指每年的填埋量，单位吨/a；

1.11 服务年限：指可行性研究报告中的设计服务年限；

1.12 边坡坡度：指处置场边坡垂直高度与其坡面长度的比值；

1.13 防渗层结构：指设置于处置场底部及四周边坡的由天然材料和(或)人工合成材料组成的防止渗漏垫层的结构；

1.14 渗滤液：主要考虑渗滤液的产生量、处理方式、处理后水质及最终去向。

2.管理状况

2.1 管理单位名称：指处置场管理单位名称；

2.2 从业人数：指处置场实际参与运营管理的所有人员；

2.3 是否设有地下水环境保护管理机构：根据实际情况勾选；

2.4 是否有地下水环境保护工程：根据实际情况勾选；

2.5 是否定期进行地下水质的监测：根据实际情况勾选。

3.环境敏感点信息：指处置场区周边 1000 m 范围内的环境敏感点信息，其中类型中填写字母，若为地表水体则填写“a+数字”，示例“a3”（表示水库）；备注中填写敏感点自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河床渗透系数及其与地区地下水的补径排关系等，耕作区应填写面积、主要农作物类型及农药施用情况等。

表 B.4.2　危险废物处置场废物处理处置信息统计表

1.焚烧处理		
废物名称(代码)	特性描述	处理量(年/吨)
2.物化处理		
废物名称(代码)	特性描述	处理量(年/吨)
3.固化处理		
废物名称(代码)	特性描述	处理量(年/吨)
4.综合利用		
废物名称(代码)	特性描述	处理量(年/吨)
5.填埋处置		
废物名称(代码)	特性描述	处理量(年/吨)

单位负责人：　　审核人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.4.2　危险废物处置场废物处理处置信息统计表》填表说明

1.废物名称(代码)：参考《国家危险废物名录》废物类别项，如热处理含氰废物(HW07)；

2.特性描述：主要描述危险废物的形态、来源、主要危害成分等信息，如热处理含氰废物(HW07)可描述如下：固态或半固态，金属热处理产生的淬火废水处理污泥，氰化物；

3.处理量(年/吨)：指年平均处理量。

注：每种处理方式按废物处理量大小，至少填写前 3 类危险废物

表 B.5.1　生活垃圾卫生填埋场基础信息调查表

1.基本情况			
1.1 填埋场名称：_____			
1.2 填埋场编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - 1			
1.3 所在位置 地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区(市、州、盟) _____县(区、市、旗) 地理坐标：中心经度____°____′ ____″ 东经；中心纬度____°____′ ____″ 北纬			
1.4 始运行时间： □□□□年□□月			
1.5 改扩建时间： □□□□年□□月			
1.6 场区面积：_____ (平方米)	1.7 填埋区面积：_____ (平方米)	1.8 填埋场深度：_____（米）	
1.9 填埋容量：_____ (吨)	1.10 填埋规模：_____(吨/年)	1.11 服务年限：_____ (年)	
1.12 边坡坡度：_____	1.13 防渗层结构：底部：☐天然粘土　☐单层人工合成材料　☐双层人工合成材料 边坡：☐天然粘土　☐单层人工合成材料　☐双层人工合成材料		
1.14 渗滤液	产生量：____(吨/天)	排放量：____(吨/天)	
	处理方式：☐絮凝　☐水解酸化　☐厌氧污泥法　☐生物膜法　☐氧化沟　☐活性污泥法　☐纳滤 ☐反渗透　☐深度吸附　☐其他		
	最终去向：☐场地绿化用水　☐达标外排　☐污水处理厂　☐其他		
2.管理状况			
2.1 管理单位名称：_____	2.2 从业人数：_____ (人)	2.3 评定等级：☐Ⅰ级　☐Ⅱ级　☐Ⅲ级	
3.环境敏感点信息			
类型：a.地表水体[1 河 2 湖(塘)3 水库 4 其他]　b.居民区　c.自然保护区　d.耕作区　e.水源地　f.其他			

类型	名称	方位	距离(米)	备注

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.5.1　生活垃圾卫生填埋场基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 填埋场名称：为生活垃圾卫生填埋场全称；

1.2 填埋场编码：参照清单表要求；

1.3 所在位置：（1）地址：填埋场所在地的详细地址，（2）地理坐标：填埋场大致中心位置经、纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 始运行时间：指生活垃圾卫生填埋场正式开始接受并填埋生活垃圾的时间，填写格式为：YYYYMM；

1.5 改扩建时间：指生活垃圾卫生填埋场改建或扩建的具体时间，如未进行改建或扩建，可不填；

1.6 场区面积：指生活垃圾卫生填埋场活动区域范围，精确至小数点后 1 位；

1.7 填埋区面积：指填埋区占地面积，要小于场区面积；

1.8 填埋场深度：指从填埋场底部到地面的垂直深度；

1.9 填埋容量：指整个垃圾填埋场的设计容量；

1.10 填埋规模：指每年的填埋量，单位 t/a；

1.11 服务年限：指可行性研究报告中的设计服务年限；

1.12 边坡坡度：指生活垃圾卫生填埋场边坡垂直高度与其坡面长度的比值；

1.13 防渗层结构：指设置于生活垃圾卫生填埋场底部及四周边坡的由天然材料和(或)人工合成材料组成的防止渗漏垫层的结构，根据实际情况勾选底部和边坡的防渗层结构；

1.14 渗滤液：主要考虑渗滤液的产生量、处理方式、处理后水质及最终去向。

2.管理状况

2.1 管理单位名称：指被调查的填埋场管理单位名称；

2.2 从业人数：指生活垃圾卫生填埋场实际参与其运营管理的所有人员；

2.3 评定等级：指依据 CJJ/T 107 的评定结果，根据实际情况勾选；

3.环境敏感点信息：指填埋场区周边 1000 m 范围内的环境敏感点信息，其中类型中填写字母，若为地表水体则填写“a+数字”，示例“a3”（表示水库）；备注中填写敏感点自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河床渗透系数及其与地区地下水的补径排关系等，耕作区应填写面积、主要农作物类型及农药施用情况等。

表 B.5.2　非正规垃圾填埋场基础信息调查表

1.基本情况				
1.1 调查单位名称_____				
1.2 填埋场编码：　　-　　-　　-　l				
1.3 所在位置 地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区（市、州、盟）_____县(区、市、旗) 地理坐标：中心经度____°____′ ____″ 东经；中心纬度____°____′ ____″ 北纬				
1.4 始填埋时间：　　年　　月			1.5 填埋场深度：_____(米)	
1.6 填埋容量：_____ (立方米)			1.7 填埋规模：_____(吨/年)	
1.8 垃圾种类：☐生活垃圾　☐建筑垃圾　☐危险废物　☐电子废物　☐工业废物　☐其他				
2.环境敏感点信息				
类型：a.地表水体[1 河 2 湖(塘)3 水库 4 其他]　b.居民区　c.自然保护区　d.耕作区　e.水源地　f.其他				
类型	名称	方位	距离（m）	备注

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.5.2　非正规垃圾填埋场基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 调查单位名称：为负责非正规垃圾填埋场调查工作单位名称；

1.2 填埋场编码：参照清单表要求；

1.3 所在位置：（1）地址：填埋场所在地的详细地址；（2）地理坐标：填埋场大致中心位置经、纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 始填埋时间：指非正规生活垃圾填埋场初始堆填时间，填写格式为：YYYYMM；

1.5 填埋场深度：指从填埋场底部到地面的估计深度；

1.6 填埋容量：指整个填埋场的估算容量；

1.7 填埋规模：可填写估算值；

1.8 垃圾种类：在方框内打勾即可，可复选。

2.敏感点信息：指填埋场区周边 1000 m 范围内的环境敏感点信息，其中类型中填写字母，若为地表水体则填写“a+数字”，示例“a3”（表示水库）；备注中填写敏感点自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河床渗透系数及其与地区地下水的补径排关系等，耕作区应填写面积、主要农作物类型及农药施用情况等。

表 B.6　加油站基础信息调查表

1.基本情况							
1.1 加油站名称：_____							
1.2 加油站编码：□□□□□□ - □□□□ - □□□□□ - j							
1.3 所在位置： 地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区(市、州、盟) _____县(区、市、旗) 地理坐标：中心经度_____°_____′_____″ 东经；中心纬度_____°_____′_____″ 北纬							
1.4 建站时间（年）			1.5 占地面积（m^2）		1.6 是否营业中：☐是 ☐否		
1.7 负责人			1.8 联系方式（手机/座机）				
1.9 储油罐数量（个）			1.10 加油机数（个）				
1.11 运营主体	☐中石油 ☐中石化 ☐其他：_____						
储油罐基本资料							
油罐编号			1	2	3	4	5	6
1.12 油品种类			☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：	☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：	☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：	☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：	☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：	☐汽油 ☐柴油 ☐其他 请注明：
1.13 设置年份								
1.14 油罐容量（m^3）								
1.15 日均销售量（m^3）								
1.16 油罐材质		钢材（单层）	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		钢材（双层）	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		双层玻璃纤维	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		内钢外玻璃纤维	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		其他（请注明）						
1.17 油罐内层保护	有保护（可多选）	环氧树脂	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		其他（请注明）						
	无保护		☐	☐	☐	☐	☐	☐

1.18 油罐外层保护	有保护（可多选）	阴极防蚀	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		涂漆	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		玻璃纤维包覆	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		防漏衬布	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		混凝土外壁	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		其他（请注明）						
	无保护		☐	☐	☐	☐	☐	☐
1.19 监测设备	有监测设备（可多选）	油罐自动测量计	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		罐间监测设备	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		其他（请注明）						
	无监测设备		☐		☐	☐	☐	☐
1.20 有防渗池			☐	☐	☐	☐	☐	☐

管线基本资料			卸油处理资料	
1.21 管线类型	☐压力式 ☐吸取式		1.23 卸油方式	
1.22 设置年份	_____年			
1.24 管线材质	☐玻璃纤维 ☐镀锌钢管 ☐双层可挠式软管 ☐无缝钢管 ☐无保护钢材 ☐其他：_____		1.25 卸油频率	汽油_____次/月 柴油_____次/月 其他_____次/月
1.26 管线设施保护	☐无保护	有保护（可多选）	1.27 卸油量	汽油_____升/月 柴油_____升/月 其他_____升/月
		☐涂漆 ☐玻璃纤维 ☐阴极防护 ☐PE 包裹 ☐防蚀带包裹 ☐双层管 ☐其他：_____		

2.管理状况

翻修资料

翻修类型	全面翻修	油罐更新	管线更新	其他
2.1 翻修时间				
2.2 备注				

油品泄漏及密闭测试资料

2.3 油罐密闭测试：☐无 ☐有

2.4 油罐密闭测试方法：☐手动量油尺存量分析 ☐储罐自动测量计存量分析 ☐其他（请注明）：_____

2.5 油罐密闭测试频率：_____

2.6 油罐油品总量是否一直平衡：☐是 ☐否

2.7 油品总量不平衡的油罐编号：____号

2.8 初次发现油品总量不平衡的时间：_____年_____月

2.9 是否采取了补救措施 ☐否 ☐是

2.10 采取了何种措施（具体说明）：_____

2.11 有效防止渗漏的时间：_____年_____月

2.12 在有效防止渗漏前油品可能的泄漏量（m^3）：_____

2.13 管线密闭测试：☐无 ☐有

2.14 管线密闭测试方法：☐自动管线测漏 ☐土壤气体监测井(测漏管)共_____支 ☐其他（请注明）：_____

2.15 管线密闭测试频率：_____；管线是否一直密闭：☐是 ☐否 初次发现管线不密闭的时间：_____年_____月_____日

2.16 若发现管线不密闭：1）是否采取了补救措施 ☐是 ☐否；2）采取了何种措施（具体说明）：_____；3）有效防止渗漏的时间：_____年_____月_____日；4）在有效防止渗漏前油品可能的泄漏量（m^3）：_____

泄漏监测资料：

2.17 场区是否设置有土壤挥发性气体监测井： ☐无 ☐有，监测结果（可另附表）：_____

2.18 场区是否设置有地下水监测井： ☐无 ☐有，监测结果（可另附表）：_____

2.19 以往渗(泄)漏或污染记录及防护补救措施等信息：_____

3.环境敏感点信息

类型：a.地表水体[1 河 2 湖(塘)3 水库 4 其他] b.居民区 c.自然保护区 d.耕作区 e.水源地 f.其他

类型	名称	方位	距离(米)	备注

审核人： 单位负责人： 填表人： 填表人联系方式： 填表日期： 年 月 日

《表 B.6　加油站基础信息调查表》填表说明

填表目的：该表为加油站基础信息调查表，通过该表可以掌握目标加油站基本信息和管理状况。

1.基本情况

1.1 加油站名称：为加油站站名全称；

1.2 加油站编码：参照清单表要求；

1.3 所在位置：（1）地址：加油站所在地详细地址，示例“北京市平谷区东山镇××村”；（2）地理坐标：加油站所在位置的经纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 建站时间（年份）：指加油站正式营业的时间，填写格式为 YYYY。示例“1995”；

1.5 占地面积：指加油站的营业区、办公区、油罐储存区的总面积；

1.6 是否营业中：选“是”或“否”；

1.7 负责人：加油站站长或法人名字；

1.8 联系方式：根据实际情况填写。示例“13826471079/010-84450973”；

1.9 储油罐数量（个）：填写个数，示例“6”；

1.10 加油机数量（个）：填写个数，示例“6”；

1.11 运营主体：指加油站归属单位。如中石油、中石化，其他；

1.12 油品种类：若为汽油或柴油，根据实际情况勾选，其他情况请具体说明；

1.13 设置年份：具体到年。示例“1995”；

1.14 油罐容量（m^3）：填写油罐的设计容量。示例“20”；

1.15 日均销售量（m^3）：指调查前 1 年的平均销售量。示例“20”；

1.16 油罐材质：勾选符合要求的选项。示例“钢材（单层）”。若选“其他”，请注明油罐具体材质名称；

1.17 油罐内层保护：若选“无保护”，则不用考虑此油罐“有保护”框内的选项；若选“有保护”，可多选；

1.18 油罐外层保护：若选“无保护”，则不用考虑此油罐“有保护”框内的选项；若选“有保护”，可多选；

1.19 监测设备：若选“无监测设备”，则不用考虑此油罐“有监测设备”框内的选项；若选“有监测设备”，可多选；

1.20 有防渗池：选“是”或“否”；

1.21 管线类型：选“压力式”或“吸取式”；

1.22 设置时间：具体到年。示例“1995”；

1.23 卸油方式：请注明卸油方式；

1.24 管线材质：勾选符合要求的选项。示例“☑无缝钢管”。若选“其他”，请注明管线材质；

1.25 卸油频率：指调查前 1 年每月平均卸油次数；

1.26 管线设施保护：勾选符合要求的选项。若选“无保护”，则不用考虑此节右框内的其他选项；

1.27 卸油量：指调查前 1 年每月平均卸油量。

2.管理状况

2.1 翻修时间：具体到年。示例“1995”；

2.2 备注：具体方位和其他事项说明；

2.3 油罐密闭测试：选“有”或“无”。若选“无”，2.4 -2.12 均不用填写；若选“有”，2.4-2.12 均需填写；

2.4 油罐密闭测试方法：根据实际情况勾选；

2.5 油罐密闭测试频率：指 1 年内的测试次数。示例“3 次/年”；

2.6 油罐油品总量是否一直平衡：选“是”或“否”。若选“是”，2.7-2.12 均不用填写；若选“否”，2.7-2.12 均需填写；

2.9 是否采取了补救措施：选“是”或“否”。若选“否”，2.10-2.12 均不用填写；若选“是”，2.10-2.12 均需填写；

2.13-2.16 部分的填写：参照 2.3-2.12 部分；

2.17 场区是否设置有土壤挥发性气体监测井：选“有”或“无”。若选“有”，简要说明监测结果，或附监测结果。示例“发现 4 号油罐区附近包气带土壤苯系物含量超标，超过相关土壤标准 10 倍；监测结果见附件”；

2.18 场区是否设置有地下水监测井：选“有”或“无”。若选“有”，简要说明监测结果，或附监测结果。示例“泄漏事故发生后 1 个月在地下水中检出了苯系物，5 个月后监测井中发现了油花；监测结果见附件”；

2.19 以往渗(泄)漏或污染记录及防护补救措施等信息：若有渗(泄)漏或污染记录，请简要说明泄漏或污染发生的时间、地点、规模及采取的防护补救措施。

3.环境敏感点信息：指加油站点周边 1000 m 范围内的环境敏感点信息，其中类型中填写字母，若为地表水体则填写“a+数字”，示例“a3”（表示水库）；备注中填写敏感点自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河床渗透系数及其与地区地下水的补径排关系等，耕作区应填写面积、主要农作物类型等。

表 B.7.1　再生水农用区基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="5">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.1 再生水农用区名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.2 再生水农用区区编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - z</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.3 再生水农用区所在位置：
地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区（市、州、盟) _____县(区、市、旗) _____乡(镇) _____街(村)
地理坐标：中心经度_____°_____′_____″ 东经；中心纬度_____°_____′_____″ 北纬</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.4 气象条件</td><td>温度</td><td colspan="3">多年平均温度_____（℃)；年极端最高温度_____ (℃)；年极端最低温度_____ (℃)</td></tr>
<tr><td>降雨量</td><td colspan="3">年平均降雨量：_____ (mm)；年最高降水量：_____ (mm)；年最低降水量：_____ (mm)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.5 灌溉所用水源</td><td colspan="3">□污水处理厂一级出水　□污水处理厂二级出水
□污水处理厂三级出水　□污水</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.6 再生水农用区类型</td><td colspan="3">□蓄水灌溉　□自流引水灌溉　□提水灌溉</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.7 灌溉类型</td><td colspan="3">□漫灌　□喷灌　□滴灌　□微喷灌　□管灌　□其他</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.8 灌溉输水方式</td><td colspan="3">□明渠　□管道</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.9 再生水农用区地形</td><td colspan="3">□山地　□丘陵　□平原　□台地　□盆地　□其他</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.10 开灌日期</td><td colspan="3">_____年 _____月</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.11 再生水农用区主要土质类型</td><td colspan="3">□粘土　□粘壤土　□壤土　□沙壤土　□沙土　□其他</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.12 耕地面积</td><td>_____（亩）</td><td>1.13 再生水灌溉面积</td><td>_____（亩）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.14 年灌溉量</td><td>_____（万 m^3）</td><td>1.15 再生水灌溉量</td><td>_____（万 m^3）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.16 灌溉保证率</td><td>_____（%）</td><td>1.17 复种指数</td><td>_____（%）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.18 耕地类型及面积</td><td colspan="3">□水田（亩）□旱地（亩）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.19 灌溉作物类型</td><td colspan="3">□纤维作物　□旱地谷物　□水田谷物　□蔬菜类　□园林绿地　□根茎类作物　□油料作物</td></tr>
<tr><td colspan="5">2.管理状况</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.1 管理单位全称</td><td colspan="3">_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.2 管理单位地址</td><td colspan="3">_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.3 管理单位性质</td><td colspan="3">□事业单位　□集体　□其他</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">2.4 管理维护状况</td><td colspan="3">是否设有地下水环境保护管理机构：□是　□否　如有，相关管理制度是否健全：□是　□否</td></tr>
<tr><td colspan="3">是否有地下水环境保护工程：□是　□否　如有，是否正常运行：□是　□否</td></tr>
<tr><td colspan="3">灌溉工程、灌溉渠道的运行维护管理是否正常：□是　□否</td></tr>
<tr><td colspan="3">是否定期进行再生水水质的监测：□是　□否</td></tr>
</table>

	是否定期进行地下水质的监测：☐是　☐否			
	是否对再生水灌溉后的土壤质量进行监测：☐是　☐否			
	是否对再生水灌溉后的农产品质量进行监测：☐是　☐否			
3.环境敏感点（污染源）信息				
水源地（污染源）类型	名称	经纬度坐标	距离(米)	备注

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.7.1　再生水农用区基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 再生水农用区名称：以当地再生水农用区行政主管部门提供的名称为准，示例“北京大兴南红门再生水农用区”；

1.2 再生水农用区编码：参照清单表要求；

1.3 再生水农用区所在位置：（1）地址：再生水农用区所在地的详细地址，（2）地理坐标：农用区中心位置的经纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 气象条件：（1）温度：年平均温度，指各次观测气温值的算术平均值；极端最高温度，指历年中所出现的最高气温中的最高值；极端最低温度，指历年中所出现的最低气温中的最低值；（2）降雨量：年平均降雨量，指一年降雨量总和除以全年天数，计量单位毫米（mm），示例“556”；年最高降雨量，指历年中年降雨量最多的一年的降雨量，计量单位毫米（mm），示例“900”；年最低降雨量，指历年中年降雨量最少的一年的降雨量，计量单位（mm），示例“458”；

1.5 灌溉所用水源（多选）：指废水经过污水处理厂处理后达标排放的水或者未经处理或者处理不达标的污水；

1.6 再生水农用区类型（多选）：蓄水灌溉，指以水库、塘堰等蓄水工程为再生水贮存水源的再生水灌溉方式；自流引水灌溉，灌溉再生水水源比灌溉田地高，灌溉水可以靠重力自流进入灌溉田地的再生水灌溉方式；提水灌溉，指利用人力、畜力、机电动力或水力、风力等拖动提水机具(如水泵、水车等)提水浇灌作物的再生水灌溉方式；

1.7 灌溉类型（多选）：漫灌是在田间不做任何沟埂，灌水时任其在地面漫流，借重力作用浸润土壤，是一种比较粗放的灌水方法；喷灌是利用喷头等专用设备把有压水喷洒到空中，形成水滴落到地喷灌面和作物表面的灌水方法；滴灌是用专门的管道系统和设备将低压水送到灌溉地段并缓慢地滴到作物根部土壤中的一种灌溉方法；微喷灌是通过低压管道将水送到作物植株附近并用专门的小喷头向作物根部土壤或作物枝叶喷洒细小水滴的一种灌水方法；管灌，是以管道代替明渠输水灌溉的一种形式，通过一定的压力，将灌溉水由分水设施输送到田间，直接由管道分水口分水进入田间沟、畦或分水口连接软管进入沟、畦；

1.8 灌溉输水方式（多选）：明渠输水或者管道输水；

1.9 再生水农用区地形（多选）：山地、丘陵、平原、台地或者其他；

1.10 开灌日期：再生水农用区开始使用再生水或者污水灌溉的日期；

1.11 再生水农用区主要土壤类型（多选）：粘土、粘壤土、壤土、沙壤土、沙土或其他；

1.12 耕地面积：区域总耕地面积，计量单位“亩”；

1.13 再生水灌溉面积：指以再生水为灌溉水源的灌溉面积，计量单位“亩”；

1.14 年灌溉量：指区域年灌溉用水量，计量单位“万/吨”；

1.15 再生水灌溉量：指区域内以再生水为灌溉水源的用水量，计量单位“万/吨”；

1.16 灌溉保证率：灌溉用水量在多年期间能得到保证的概率，以正常灌溉供水的年数占总年数的百分比表示，计量单位“百分比（%）”；

1.17 复种指数：一年内农作物总播种面积与耕地面积之比，用百分数表示，是反映耕地利用程度的指标，计量单位“百分比（%）”；

1.18 耕地类型及面积：水田，筑有田埂（坎），可以经常蓄水，用于种植水稻等水生作物的土地；旱田，土地表面不蓄水的田地，如种小麦、玉米、棉花、花生、高粱等的田地。计量单位“亩”；

1.19 灌溉作物类型：纤维作物，是指利用其纤维作为工业原料的一类作物，属于这类作物的主要是棉和麻；旱地谷物、油料作物，是指旱地生长的谷类作物和油料作物；水田谷物，指水田生长的谷类作物；蔬菜类，指蔬菜作物；园林绿地，指人类非直接接触的乔、灌木和绿地；根茎类作物，就是以根、茎作为主要利用部分的植物，如马铃薯、萝卜、花生等。

2.管理状况

2.1 管理单位全称：再生水农用区直接行政主管部门，与加盖公章一致，示例“北京市大兴区南红门水务所”；

2.2 管理单位地址：再生水农用区管理单位邮政地址。示例“北京市大兴区黄村镇孙村闸北岸 8 号”；

2.3 管理单位性质：事业单位或者集体或者其他性质；

2.4 管理维护状况：再生水农用区管理状况的定性描述。

3.环境敏感点（污染源）信息：指再生水农用区及周边 1000 m 范围内的环境敏感点及污染源信息，其中备注中填写敏感点（污染源）自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河床渗透系数及其与地区地下水的补径排关系等；污染源还应填写污染物排放类型。

表 B.7.2　灌溉所用再生水来源及水质基础信息表

1.污水类型（多选）	☐工业污水　☐农业污水　☐医疗污水 ☐生活污水　☐其他		
2.是否经过污水处理厂处理	☐是　☐否		
3.若经过污水处理厂处理，请填写污水处理厂信息			
3.1 污水处理厂 1 名称：			
3.2 污水处理类型	☐工业污水　☐农业污水　☐医疗污水　☐生活污水　☐其他		
3.3 污水处理级别	☐一级　☐二级　☐三级		
3.4 污水排放等级	☐一级 A　☐一级 B　☐二级　☐三级		
3.5 污水排放量	_____ (万吨)	3.6 再生水灌溉取水量	_____ (万吨)
污水处理厂 2 名称：			
污水处理类型	☐工业污水　☐农业污水　☐医疗污水　☐生活污水　☐其他		
污水处理级别	☐一级　☐二级　☐三级		
污水排放等级	☐一级 A　☐一级 B　☐二级　☐三级		
污水排放量	_____ (万吨)	再生水灌溉取水量	_____ (万吨)
污水处理厂 3 名称：			
污水处理类型	☐工业污水　☐农业污水　☐医疗污水　☐生活污水　☐其他		
污水处理级别	☐一级　☐二级　☐三级		
污水排放等级	☐一级 A　☐一级 B　☐二级　☐三级		
污水排放量	_____ (万吨)	再生水灌溉取水量	_____ (万吨)
4.若未经污水处理厂处理，直排污水基本情况			
4.1 生活污水排放量	_____ (万吨)	其中：灌溉取水量	_____ (万吨)
4.2 工业废水排放量	_____ (万吨)	其中：灌溉取水量	_____ (万吨)
4.3 农业废水排放量	_____ (万吨)	其中：灌溉取水量	_____ (万吨)
5.再生水灌溉水源水质监测情况			
5.1 监测位置编号、名称和经纬度			

5.2 采样时间(年-月-日)	5.3 基本控制项目污染物浓度（mg/L）								
	生化需氧量 (BOD_5)	化学需氧量 (CODcr)	悬浮物 (SS)	溶解氧 (DO)	pH 值 (无量纲)	溶解性总固体 (TDS)	氯化物	硫化物	高锰酸盐指数

..									
采样时间	氨氮	硫酸盐	碘化物	铁	锰	铜	锌	铝	硒
采样时间	挥发酚类（以苯酚计）	阴离子表面活性剂(LAS)	汞	镉	砷	铬(六价)	铅	粪大肠菌群数(个/L)	蛔虫卵数(个/L)
采样时间	阴离子合成洗涤剂	总磷	硝酸盐	亚硝酸盐	氟化物	氰化物	钴	六六六	滴滴涕
采样时间	对硫磷	马拉硫磷	石油类						

5.4 选择性项目	□铍 □钼 □镍 □硼 □钒 □三氯乙醛 □丙烯醛 □甲醛□苯□总 α 放射性 □总 β 放射性 □锑 □钡 □铍 □硼 □钼 □镍 □银 □铊 □氯化氢 □三氯甲烷 □四氯化碳 □一氯二溴甲烷 □二氯一溴甲烷 □1,2-二氯乙烷 □二氯甲烷 □1,1,1－三氯乙烷 □三卤甲烷 □二氯乙酸 □三氯乙酸 □三氯乙醛 □2,4,6-三氯酚 □三溴甲烷 □七氯 □六氯苯 □乐果 □灭草松 □甲基对硫磷 □百菌清 □呋喃丹 □林丹 □毒死蜱 □草甘膦 □敌敌畏 □莠去津 □溴氰菊酯 □2,4-滴乙苯 □二甲苯 □1,1-二氯乙烯 □1,2-二氯乙烯 □1,2-二氯苯 □1,4-二氯 □三氯乙烯 □三氯苯 □六氯丁二烯 □丙烯酰胺 □四氯乙烯 □甲苯 □邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯 □环氧氯丙烷 □苯 □苯乙烯 □苯并(a)芘 □氯乙烯 □氯苯溴 □总铬

选择性项目 1		选择性项目 2		选择性项目 3		选择性项目 4	
名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)
选择性项目 5		选择性项目 6		选择性项目 7		选择性项目 8	
名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)

选择性项目 9		选择性项目 10		选择性项目 11		选择性项目 12	
名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)	名称	浓度(mg/L)
……							

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.7.2　灌溉所用再生水来源及水质基本信息表》填表说明

填表目的：该表内容主要涉及再生水农用区灌溉的再生水来源和水质情况，为调查和评估提供基础资料。

1.污水类型：指灌溉用再生水的来源，包括工业污水、农业污水、医疗污水、生活污水和其他类型污水。

2.是否经过污水处理厂处理:指（1）中污水为经过污水处理厂处理后进入再生水灌溉沟渠还是污水直排进入再生水灌溉沟渠。如果经过污水处理厂处理，请填写本表（3）部分；如果未经过污水处理厂处理，需填写本表（4）部分。如果污水为部分处理，则（3）（4）两部分均需填表。

3.若经过污水处理厂处理，请填写污水处理厂信息:如有多个污水处理厂，请按照 3.1-3.6 填写相应信息。

3.1 污水处理厂名称：污水处理厂全称，应与单位加盖公章一致。示例“北京兴水水务有限责任公司黄村污水处理厂”；

3.2 污水处理类型：工业污水处理厂，指处理工业废水的污水处理厂；农业污水处理厂，指处理农业废水的污水处理厂；医疗污水处理厂，指处理医疗废水的污水处理厂；生活污水处理厂，指处理日常生活产生废水的污水处理厂；

3.3 污水处理级别：污水一级处理又称污水物理处理，通过简单的沉淀、过滤或适当的曝气，以去除污水中的悬浮物，调整 pH 值及减轻污水的腐化程度的工艺过程；污水二级处理，是在污水经一级处理后，再经过具有活性污泥的曝气池及沉淀池的处理，使污水进一步净化的工艺过程；污水三级处理（又称深度处理）：污水经二级处理后，进一步去除污水中的其他污染成分（如；氮、磷、微细悬浮物、微量有机物和无机盐等）的工艺处理过程；

3.4 污水排放等级：分为一级 A、一级 B、二级和三级，具体划分标准见《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）；

3.5 污水排放量：污水每年的排放总量，计量单位“万吨”。示例“5000”；

3.6 再生水灌溉取水量：再生水年灌溉取水量，计量单位“万吨”。示例“4800”。

4.若未经污水处理厂处理，直排污水基本情况：

4.1 生活污水排放量：区内生活污水排放量，计量单位“吨/年”；其中灌溉取水量指区内用此污水进行灌溉的年取水量；

4.2 工业废水排放量：区内工业废水排放量，计量单位“吨/年”；其中灌溉取水量指区内用此污水进行灌溉的年取水量；

4.3 农业废水排放量：区内农业废水排放量，计量单位“吨/年”；其中灌溉取水量指区内用此污水进行灌溉的年取水量。

5.再生水灌溉水源水质监测情况：

再生水监测点布设应该能够反应整个再生水农用区内再生水水质情况，设置灌溉总渠最上游灌溉取水点、最下游灌溉取水点和中游取水量较大的取水点作为再生水水质采样和监测点。再生水采样频率：应该符合“最低的采样频率，取得最有代表性的样品”的原则，以农田取水灌溉期为主要的再生水监测采样期。

5.1 监测位置编号、名称和经纬度：再生水灌溉水源监测点编号、名称和经纬度坐标。监测点编号为“再生水农用区编号+-zss+三位样品顺序号”。其中“zzs”表示“再生水”。示例：样点编号“13010021006z-zss001”，样点名称“凉水河小红门路桥”，样点经纬度坐标“116°21′11″E、39°49′11″N”；

5.2 采样时间：再生水灌溉水源水质监测采样时间，格式“年月日”。示例“20110520”；

5.3 基本控制项目污染物浓度：为必测项目单位：mg/L；

5.4 选择性项目：根据污水处理厂接纳的工业污染物的类别和农业用水质量要求选择控制的项目，一般不少于 6 项。

表 B.7.3　规模化畜禽养殖场（小区）基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="4">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="4">1.1 养殖场名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="4">1.2 养殖场编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - 1</td></tr>
<tr><td colspan="4">1.3 所在位置
地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区(市、州、盟) _____县(区、市、旗)
地理坐标：中心经度____° ____′ ____″ 东经；中心纬度____° ____′ ____″ 北纬</td></tr>
<tr><td>1.4 建场时间：_____</td><td>1.5 养殖种类：_____</td><td>1.6 养殖数量：_____ (只/头)</td><td>1.7 场区面积：_____ (平方米)</td></tr>
<tr><td>1.8 运动场面积：_____m^2</td><td>1.9 固体废物产生量：_____ (吨/年)</td><td colspan="2">1.10 液体废物产生量：_____ (吨/年)</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.11 废物处置方式：☐防渗堆积　☐无防渗堆积　☐外运做肥料　☐焚烧</td><td colspan="2">1.12 废物堆放点距离最近水源井距离：_____ (米)</td></tr>
<tr><td colspan="4">2.周围环境条件</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.1 地貌类型：☐平原 ☐坡麓 ☐河滩 ☐河床 ☐阶地 ☐沟谷 ☐其他</td><td colspan="2">2.2 地表岩性：☐粘性土　☐粉土　☐砂土　☐基岩　☐其他</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.3 地下水类型：☐潜水 ☐承压水 ☐基岩水</td><td colspan="2">2.4 水位埋深：_____ (米)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.5 地下水流向：_____</td><td colspan="2">2.6 地下水补给类型：☐降水　☐地表水　☐人工　☐其他</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.7 地下水开采量：_____（吨/天）</td><td colspan="2">2.8 包气带粘性土厚度：☐＜3 m　☐3m~10 m　☐＞10 m</td></tr>
<tr><td colspan="4">3.环境敏感点信息</td></tr>
<tr><td colspan="4">类型：a.地表水体[1 河 2 湖(塘)3 水库 4 其他]　b.居民区　c.自然保护区　d.耕作区　e.水源地　f.其他</td></tr>
<tr><td>类型</td><td>名称</td><td>方位</td><td>距离(米)</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.7.3　规模化畜禽养殖场（小区）基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 养殖场名称：规模化畜禽养殖场（小区）全称；

1.2 养殖场编码：参照清单表要求；

1.3 所在位置：（1）地址：规模化畜禽养殖场（小区）所在地的详细地址，（2）地理坐标：规模化畜禽养殖场（小区）所在中心位置经纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″”；

1.4 建场时间：指规模化畜禽养殖场（小区）正式开始运行的时间，填写格式为：YYYYMM；

1.5 养殖种类：指规模化畜禽养殖场（小区）主要养殖畜禽种类，如猪、奶牛、肉牛、肉鸡、蛋鸡等；

1.6 养殖数量：指规模化畜禽养殖场（小区）主要养殖畜禽数量；

1.7 场区面积：指整个规模化畜禽养殖场（小区）所占区域范围，单位“平方米”；

1.8 运动场面积：规模化肉牛及奶牛养殖场选填，单位“平方米”；

1.9 固体废物产生量：指整个规模化畜禽养殖场（小区）畜禽粪便产生量，单位“吨/年”；

1.10 液体废物产生量：指整个规模化畜禽养殖场（小区）畜禽尿液产生量，单位“吨/年”；

1.11 废物处置方式：指规模化畜禽养殖场（小区）固液废弃物处置方式；

1.12 废物堆放点距离最近水源井距离：指规模化畜禽养殖场（小区）固液废弃物堆放点距离最近的分散或集中供水井的距离，单位“米”。

2.周围环境条件

2.1 地貌类型：指规模化畜禽养殖场（小区）所处地区的地貌类型；

2.2 地表岩性：指规模化畜禽养殖场（小区）场区地表的岩性条件；

2.3 地下水类型：指规模化畜禽养殖场（小区）场区所处地区地下水的赋存类型；

2.4 水位埋深：指规模化畜禽养殖场（小区）场区所处地区地下水的埋藏深度，可用水位计测量，注意需减去井台高度；

2.5 地下水流向：指规模化畜禽养殖场（小区）场区所处地区地下水的流动方向，需利用水位观测结果判断；

2.6 地下水补给类型：指规模化畜禽养殖场（小区）场区所处地区地下水的补给来源；

2.7 地下水开采量：指规模化畜禽养殖场（小区）场区固液废物堆放点距离最近的分散或集中供水井的开采量；

2.8 包气带粘性土厚度：指规模化畜禽养殖场（小区）场区包气带中粘性土的累积厚度，可通过调查走访或钻孔柱状图获取。

3.环境敏感点信息：指填埋场区周边 1000 m 范围内的环境敏感点信息，其中类型中填写字母，若为地表水体则填写“a+数字”，示例“a3”（表示水库）；备注中填写敏感点自身属性特征及其与场区地下水的水力联系，如居民区应填写其面积、人口等，河流应填写水位、河流与地区地下水的补径排关系等，耕作区应填写面积、主要农作物类型及农药施用情况等。

表 B.8.1　高尔夫球场基础信息调查表

<table>
<tr><td colspan="5">1.基本情况</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.1 高尔夫球场名称：_____</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.2 高尔夫球场编码：□□□□□□ - □□□ - □□□□ - 1</td></tr>
<tr><td colspan="5">1.3 球场所在位置：
地址：_____省(自治区、直辖市) _____地区（市、州、盟) _____县(区、市、旗) _____乡(镇)街(村)
地理坐标：中心经度_____° _____′ _____″ 东经；中心纬度_____° _____′ _____″ 北纬</td></tr>
<tr><td>1.4 初运行时间</td><td colspan="2"></td><td>1.5 球洞数</td><td>_____个</td></tr>
<tr><td>1.6 草坪面积</td><td colspan="2">_____hm^2</td><td>1.7 人工湖面积</td><td>_____hm^2</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.8 其他土地利用类型</td><td colspan="3">类型 1：_____占地面积：_____hm^2
类型 2：_____占地面积：_____hm^2
….</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">1.9 球场建造前土地利用类型</td><td colspan="3">类型 1：_____类型 2：_____</td></tr>
<tr><td colspan="3">类型 3：_____类型 4：_____</td></tr>
<tr><td>1.10 主要土质类型</td><td></td><td>1.11 建植草种类型</td><td colspan="2">果岭：　　发球台:　　球道：</td></tr>
<tr><td>1.12 草坪养护用水量</td><td>_____吨/年</td><td colspan="2">1.13 每平方米每天耗水量</td><td>_____吨/平方米·天</td></tr>
<tr><td>1.14 排水方式</td><td></td><td colspan="2">1.15 排水最终去向</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">2.管理状况</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.1 管理单位名称（公章）</td><td colspan="3">_____</td></tr>
</table>

2.2 管理单位负责人	_____	
2.3 负责人联系方式	_____	
2.4 管理维护状况	是否设有地下水环境保护管理机构：☐是 ☐否 如有，相关管理制度是否健全：☐是 ☐否	
	是否有地下水环境保护工程：☐是 ☐否 如有，是否正常运行：☐是 ☐否	
	是否定期进行地下水质的监测把关：☐是 ☐否	
	是否实施控释肥、缓释肥等生态施肥、施药技术：☐是 ☐否	
3.环境敏感点信息		
球场附近污染源调查 （1000 米范围内）	☐矿渣 ☐油井 ☐化工厂 ☐冶炼厂 ☐储油罐或输油管 ☐加油站 ☐垃圾场 ☐养殖场 ☐化粪池 ☐其他	距离球场距离：

审核人： 单位负责人： 填表人： 填表人联系方式： 填表日期： 年 月 日

《表 B.8.1　高尔夫球场基础信息调查表》填表说明

1.基本情况

1.1 高尔夫球场名称：为高尔夫球场全称，示例“北京清河湾乡村高尔夫球场”；

1.2 高尔夫球场编码：参照清单表要求；

1.3 球场所在位置：（1）地址：指球场所在地详细地址，示例“海南省海口市羊山区观澜湖大道”；（2）地理坐标：指球场所在中心位置(大致)经纬度，用度、分、秒表示。示例“119°49′11″；

1.4 初运行时间：指高尔夫球场正式开始运行时间，填写格式为：年月日，示例“2008 年 7 月 8 日”；

1.5 球洞数：包含高尔夫球场内标注球洞数和练习场球洞数，示例“18”；

1.6 草坪面积：指高尔夫球场内草坪面积，面积单位为公顷（hm^2），示例“300”；

1.7 人工湖面积：指高尔夫球场内人工湖面积，示例“300”；

1.8 其他土地利用类型：主要有六大类（耕地、园地、林地、居民点及工矿用地、交通用地、未利用土地），高尔夫球场存在上述一种或几种类型需填写。示例“类型 1：耕地，占地面积：30”；

1.9 球场建造前土地利用类型：指高尔夫球场正式建造以前当地的土地利用类型，包含八大类（耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用土地），根据实际情况填写一种或几种。示例“园林和未利用土地”；

1.10 主要土质类型：指粘土、粘壤土、壤土、沙壤土、沙土和其他共六种。示例“粘土”；

1.11 建植草种类型：分别填写果岭、发球台、球道的草种类型。不同草种对肥料、肥料和浇灌用水量不同，填写果岭、发球台和球道主要草种类型，对于由不同草种类型配比形成的草坪，注明几种主要类型。示例“果岭建植草种类型：结缕草，发球台建植草种类型：多年生黑麦草，球道建植草种类型：匍匐本特草和肯塔基早熟禾”；

1.12 草坪养护用水量：指运行至今年均养护用水量，单位是吨/年。示例“4000”；

1.13 每平方米每天耗水量：指单位面积日均耗水量，单位是吨/平方米.天。示例“100”；

1.14 排水方式：包括球场和附属设施的排水，包含两种排水方式雨污分流、雨污合流。示例“雨污合流”；

1.15 排水最终去向：主要指球场附近临近的湖泊、河流、景观水池、冲沟、污水处理厂。示例“湖泊”。

2.管理状况

2.1 管理单位名称：指被调查高尔夫球场管理单位名称，应与加盖公章一致。示例“香港骏豪集团”；

2.2 管理单位负责人：指被调查高尔夫球场管理单位的指定负责人，填写全名；

2.3 负责人联系方式：包含手机号码、办公电话、传真以及邮箱，请按顺序填写。示例“手机：13700000000，办公电话：010-12345678，传真：010-12345679，邮箱：lg@sina.com”；

2.4 管理维护状况：根据实际情况勾选。示例“☑是”。

3.球场附近污染源调查：调查范围在距离球场边界 1000 米范围内污染源，根据实际情况勾选其中的一个或多个，示例“☑油井”；距离球场距离指球场边界到污染源外边界的距离，当有多个污染源时分别注明污染源名称和对应的距离（单位：米）。示例“油井：500m，垃圾场：200m”。

表 B.8.2　高尔夫球场化肥、农药施用情况调查表

高尔夫球场编码：　　-　　-　　-　g

1.化肥

1.1 肥料分类	1.2 名称	1.3 施用位置	1.4 有效成分及含量		1.5 施用量	1.6 施用月份	1.7 施用频率（次/月）	1.8 年施用总量（公斤）	1.9 施用方式
			成分	含量	(公斤/亩)				
有机肥			—	—					
			—	—					
氮肥			N						
			N						
磷肥			$N:P_2O_5$						
			$N:P_2O_5$						
钾肥			$N:K_2O$						
			$N:K_2O$						
复合肥			$N:P_2O_5:K_2O$						
			$N:P_2O_5:K_2O$						

2.农药必测项目

2.1 分类	2.2 名称	2.3 CAS	2.4 施用位置	2.5 有效成分及含量		2.6 施用量	2.7 施用月份	2.8 施用频率（次/周）	2.9 年施用总量（克）	2.10 施用方式
				成分	含量（%）	(克/亩)				
杀虫剂	灭多威	16752-77-5								
	高效氯氰菊酯	86753-92-6 65731-84-2 52315-07-8 71697-59-1								
	烟碱	2163-80-6								

除草剂	MSMA	2163-80-6								
	百草枯	1910-42-5 2074-50-2 4685-14-7 951-55-3								
3.农药选测项目										
3.1 分类	3.2 名称	3.3CAS	3.4 施用位置	3.5 有效成分及含量		3.6 施用量	3.7 施用月份	3.8 施用频率（次/周）	3.9 年施用总量（克）	3.10 施用方式
				成分	含量（%）	(克/亩)				
杀虫剂	二嗪磷	333-41-5								
	毒死蜱	2921-88-2								
	敌敌畏	62-73-7								
	乐果	60-51-5								
杀菌剂	百菌清	1897-45-6								
	敌力脱	60207-90-1								
	丙环唑	60207-90-1								
	己唑醇	79983-71-4								
	嘧菌酯	131860-33-8								
	苯并咪唑	51-17-2								
	代森锰锌	8018-1-7								
除草剂	2，4-D	94-75-7								
	草甘磷	147060-73-9								
	百草敌	1918-00-9								
	绿草定	55335-06-3								
4.上述表中未列出的农药种类										

4.1 分类	4.2 名称	4.3 CAS	4.4 施用位置	4.5 有效成分及含量		4.6 施用量	4.7 施用月份	4.8 施用频率（次/周）	4.9 年施用总量（克）	4.10 施用方式
				成分	含量（%）	(克/亩)				
杀虫剂										

审核人：　　单位负责人：　　填表人：　　填表人联系方式：　　填表日期：　　年　　月　　日

《表 B.8.2　高尔夫球场化肥、农药施用情况调查表》填表说明

填表目的：调查化肥、农药的施加情况为高尔夫球场地下水基础环境状况调查评价提供可信的数据。

1.化肥

1.1 肥料分类：分为有机肥、氮肥、磷肥、钾肥和复合肥；

1.2 名称：指化肥的中文名称。示例“尿素”；

1.3 施用位置：指化肥施用在球场的果岭、发球台或球道，当施用在两种或两种以上位置均要列出。示例“果岭和球道”；

1.4 有效成分及含量：化肥产品中有效成分主要是 N、P2O5 和 K2O，含量指有效成分含量的比值。示例“N：P2O5：K2O=16：16：16”；

1.5 施用量：指有效成分的施用量（单位：公斤/亩），同种化肥施用在不同位置时，分别列出。示例“果岭：20 公斤/亩，球道：15 公斤/ 亩；

1.6 施用月份：指化肥的施用月份。示例“7 到 9 月”；

1.7 施用频率：指化肥在一定时间段内的施加次数（单位：次/月）。示例“2”；

1.8 年施用总量：指化肥在整个高尔夫球场的施用总量（单位：公斤）。示例：“500”；

1.9 施用方式：化肥共 4 种施用方式，选填其中的一种或几种（基肥、种肥、追肥、叶面喷肥）。示例“基肥”。

2.农药必测项目

2.1 分类：分为杀虫剂、杀菌剂和除草剂；

2.2 名称：指农药的中文名称，其中农药只列出一种中文名称。示例“Diazinon(二嗪磷、二嗪农，地亚农大亚仙农、二嗪农原油)”；

2.3 CAS：指化学品文摘登记号，规范农药品种，请登陆 http://www.ichemistry.cn/ ，查阅后在备注中相应位置填写。示例“名称：敌草隆，CAS：330-54-1”；

2.4 施用位置：指此类农药施用在球场的果岭、发球台或球道，当施用在两种或两种以上位置均要列出。示例“果岭和球道”；

2.5 有效成分及含量：农药产品的有效成分是对病、虫、草等有毒杀活性的成分，含量指有效成分的质量百分含量。示例“商品名称为万灵水剂的农药，有效成分灭多威，含量 24%”；

2.6 施用量：指有效成分的施用量（单位：克/亩），当同种化肥施用在不同位置时，分别列出。示例“果岭：20 克/亩，球道：15 克/ 亩；

2.7 施用月份：指农药的施用月份。示例“7 到 9 月”；

2.8 施用频率：指农药在一定时间段内的施加次数（单位：次/周）。示例“2”；

2.9 年施用总量：指农药在整个高尔夫球场的施用总量（单位：克）。示例：“500”；

2.10 施用方式：农药共 16 种施用方式，选填其中的一种或几种（喷粉法、喷雾法、毒饵法、种子处理法、土壤处理法、熏蒸法、熏烟法、烟雾法、施拉法、飞机施药法、擦抹施药法、覆膜施药法、种子包衣技术、挂网施药法、水面漂浮施药法、控制释放施药技术）。示例“喷雾法，擦抹

施药法”。

3 .农药选测项目：球场根据使用情况填写，3.2～3.10 填写要求参照 2.2～2.10。

4.上述表中未列出的农药种类：球场根据使用情况填写，4.2～4.10 填写要求参照 2.2～2.10。

附录 C

（资料性附录）

地下水测定指标

调查评价工作以摸清地下水环境状况为目标。以下测试指标仅供参考，实际调查过程中的指标范围包括但不局限于如下内容，地方应根据实际污染情况进行添加或选择，尤其注意特征指标的调查。

表C.1　水源地地下水测定指标

（1）水源开采井的监测指标：《地下水质量标准》（GB/T 14848）和《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)（扣除消毒剂副产物）中包含的指标。

序号	指标名称	参考标准
1.	色	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
2.	嗅和味	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
3.	浑浊度	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
4.	肉眼可见物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
5.	pH	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
6.	总硬度	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
7.	溶解性总固体	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
8.	硫酸盐	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
9.	氯化物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
10.	铁	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
11.	锰	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
12.	铜	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
13.	锌	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
14.	铝	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
15.	挥发性酚类	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
16.	阴离子表面活性剂	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
17.	耗氧量($COD_{Mn\text{法}}$)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
18.	氨氮	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
19.	硫化物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
20.	钠	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
21.	总大肠菌群	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
22.	菌落总数	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
23.	亚硝酸盐	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
24.	硝酸盐	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
25.	氰化物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
26.	氟化物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
27.	碘化物	《地下水质量标准》（GB/T 14848)

序号	指标名称	参考标准
28.	汞	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
29.	砷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
30.	硒	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
31.	镉	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
32.	铬(六价)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
33.	铅	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
34.	铍	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
35.	硼	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
36.	锑	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
37.	钡	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
38.	镍	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
39.	钴	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
40.	钼	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
41.	银	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
42.	铊	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
43.	三氯甲烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
44.	四氯化碳	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
45.	苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
46.	甲苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
47.	二氯甲烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
48.	1,2-二氯乙烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
49.	1,1,1-三氯乙烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
50.	1,1,2-三氯乙烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
51.	1,2-二氯丙烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
52.	三溴甲烷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
53.	氯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
54.	1,1-二氯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
55.	1,2-二氯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
56.	三氯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
57.	四氯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
58.	氯苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
59.	邻二氯苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
60.	对二氯苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
61.	三氯苯(总量)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
62.	乙苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
63.	二甲苯(总量)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
64.	苯乙烯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
65.	2，4-二硝基甲苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
66.	2，6-二硝基甲苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
67.	萘	《地下水质量标准》（GB/T 14848)

序号	指标名称	参考标准
68.	蒽	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
69.	荧蒽	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
70.	苯并(b)荧蒽	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
71.	苯并(a)芘	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
72.	多氯联苯(总量)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
73.	邻苯二甲酸二（2-乙基已基）酯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
74.	2，4，6-三氯酚	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
75.	五氯酚	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
76.	六六六(总量)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
77.	γ-六六六（林丹）	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
78.	滴滴涕(总量)	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
79.	六氯苯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
80.	七氯	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
81.	2，4-滴	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
82.	克百威	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
83.	涕灭威	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
84.	敌敌畏	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
85.	甲基对硫磷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
86.	马拉硫磷	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
87.	乐果	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
88.	毒死蜱	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
89.	百菌清	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
90.	莠去津	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
91.	草甘膦	《地下水质量标准》（GB/T 14848)
92.	溴酸盐	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
93.	一氯二溴甲烷	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
94.	二氯一溴甲烷	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
95.	二氯乙酸	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
96.	三氯乙酸	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
97.	三氯乙醛	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
98.	六氯丁二烯	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
99.	丙烯酰胺	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)
100.	环氧氯丙烷	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)

（2）除水源开采井以外的监测点监测指标划分为必测指标和特征污染物指标两类。必测指标包括：

指标类型		指标名称	指标数量
现场指标		水位、水温、色度、浊度、溶解氧、嗅和味、肉眼可见物、pH 值、氧化还原电位、电导率	11
常规化学指标		溶解性总固体、总硬度、耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）、偏硅酸、硝酸盐、亚硝酸盐、铵离子、硫酸盐、碳酸盐、重碳酸盐、氯化物、氟化物、碘化物、钠、钾、钙、镁、铁、锰、铜、铅、锌、镉、铬（六价）、汞、砷、硒、铝、碘、溴、挥发酚（以苯酚计）、阴离子表面活性剂	32
常规微生物指标（明确无饮用功能的可不测）		总大肠菌群、细菌总数	2
有机物	卤代烃	三氯甲烷、四氯化碳、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、溴二氯甲烷、一氯二溴甲烷、溴仿、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯	15
	氯代苯类	氯苯、邻二氯苯、间二氯苯、对二氯苯、1,2,4-三氯苯	5
	单环芳烃	苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯	5
	有机氯农药	六六六(总量)、γ-六六六（林丹）、滴滴涕(总量)、六氯苯	4
	多环芳烃	苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘	2

除监测必测指标外，还应将调查范围内的所有特征污染物指标列为监测指标。特征污染物指标依据潜在污染源释放的特征污染物而定。

表 C.2　重点工业污染源地下水测定项目

指标类型			指标名称	指标数量
必测常规指标			色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类（以苯酚计）、阴离子合成洗涤剂、耗氧量（COD_{Mn} 法，以 O_2 计）、氨氮（以 N 计）、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总 α 放射性、总 β 放射性	39
特征指标	石油加工/炼焦及核燃料加工业	精炼石油产品的制造	锌、镍、锰、钴、硒、矾、锑、铊、铍、钼、铝、氰化物、乙苯、二甲苯（总量）、苯乙烯、萘、蒽、荧蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘、石油类	21
		炼焦	锌、镍、氰化物、乙苯、二甲苯（总量）、苯乙烯、萘、蒽、荧蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘、石油类	12
	有色金属冶炼及压延加工业	常用有色金属冶炼	锌、铝、硒、铍、硼、锑、钡、镍、钴、钼、银、铊、石油类、总 α 放射性、总 β 放射性	15
		贵金属冶炼		
	化学原料及化学制品制造业	农药制造	氰化物、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、硝基苯类、2,4 二硝基甲苯、2,6 二硝基甲苯、二甲苯、乙苯、六六六（总量）、γ-六六六（林丹）、滴滴	26

指标类型			指标名称	指标数量
			涕（总量）、六氯苯、七氯、2，4-滴、克百威、涕灭威、敌敌畏、甲基对硫磷、马拉硫磷、乐果、毒死蜱、百菌清、莠去津、草甘膦	
		涂料、油墨、颜料及类似产品制造	色度、石油类、DDT、乙苯、二甲苯（总量）、苯乙烯、氰化物	7
		专用化学产品制造	锌、铝、钠、碘化物、硒、铍、硼、锑、钡、镍、钴、钼、银、铊、氰化物、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三溴甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、氯苯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、乙苯、二甲苯（总量）、苯乙烯、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、萘、恩、荧蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、多氯联苯（总量）、二(2-乙基己基)邻苯二甲酸酯、2,4,6-三氯酚、五氯酚、石油类	45
	纺织业	棉、化纤纺织及印染精加工	色度、锑、硒、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯	5
		毛纺织和染整精加工		
		丝绢纺织及精加工		
	皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	皮革鞣制加工	铬、氯化物、色度、嗅和味、总大肠菌群、菌落总数	6
		毛皮鞣制及制品加工		
	金属制品	金属表面处理及热处	锌、钴、硒、钒、锑、铊、铍、	9

指标类型			指标名称	指标数量
	业	理加工	钼、石油类	

注：根据工业集聚区或复合型工业企业行业性质，选择主要特征污染指标不少于 20 项作为必测指标；对于污染物比较单一的工业污染源及废弃场地，特征污染物必测指标控制在 3 个~10 个。未在本文中列出的其他行业地下水样的特征污染指标的测试可根据实际情况由地方选择

表 C.3　矿山开采区地下水测定指标

指标类型			指标名称	指标数量
基本指标			钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
			pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	金属矿山	无机组分	偏硅酸、镍、总铬	3
	非金属矿山	无机组分	偏硅酸	1
		有机组分	总石油烃、多环芳烃总量	2
选测特征指标	金属矿山	无机组分	总磷、溴化物、铝、铍、钡、锑、硼、银、铊、金、总铬	11
	非金属矿山	无机指标	总磷、溴化物、碘化物	3
		卤代烃	1,2-二氯乙烷、三氯甲烷、四氯化碳	3
		氯代苯	氯苯	1
		总体有机组分	TVOC、TOC	2
		其他	硝基苯、苯胺	2

表 C.4　危险废物处置场地下水测定指标

指标类型		指标名称	指标数量
天然对照离子（必测）		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
常规指标（必测）		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	无机组分	钼、铍、钡、镍、锑、硼、银、总铬、碘化物	9
	有机氯农药	六六六、滴滴涕、p,p’-DDT、六氯苯	4
	卤代烃	三氯甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷、四氯化碳、氯乙烯	5
	氯代苯	氯苯	1
	单环芳烃	苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯	5
	多环芳烃	苯并（a）芘	1
选测特征指标	无机组分	总磷、溴化物、硫化物、铊	4
	酚类	五氯酚、间甲酚、苯酚、对硝基酚	4
	多氯联苯	多氯联苯	1
	总体有机组分	TVOC、TOC	2
	放射性	总 α 放射性、总 β 放射性	2
	酯类	邻苯二甲酸二（2-乙基已基）酯	
	生物学	细菌总数	1
	其他	二氯乙酸、三氯乙酸、三氯乙醛、硝基苯、苯胺	5

注：“选测”指标需根据处置场所处置废物类型筛选特征污染物进行测试，选测指标无机与有机类应分别选择不少于 3 项进行测试，非正规处置场无机与有机指标应分别不少于 5 项

表 C.5　垃圾填埋场地下水测定指标

指标类型		指标名称	指标数量
天然对照离子（必测）		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
常规指标（必测）		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	有机氯农药	六六六、滴滴涕、p,p’-DDT、六氯苯	4
	卤代烃	三氯甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷、四氯化碳、氯乙烯	5
	氯代苯	氯苯	1
	单环芳烃	苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯	5
	多环芳烃	苯并（a）芘	1
选测特征指标	无机组分	总磷、溴化物、钼、钴、铍、钡、镍、锑、硼、银、铊、总铬	12
	酚类	五氯酚、间甲酚、苯酚、对硝基酚	4
	多氯联苯	多氯联苯	1
	总体有机组分	TVOC、TOC	2
	放射性	总 α 放射性、总 β 放射性	2
	酯类	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、二（2-乙基己基）己二酸酯、二（2-乙基己基）磷酸酯	3
	生物学	细菌总数	1
	其他	二氯乙酸、三氯乙酸、三氯乙醛、硝基苯、苯胺	5

注：“选测”指标需根据填埋场所填垃圾类型筛选特征污染物进行测试，选测指标无机与有机类应分别选择不少于 3 项进行测试，非正规填埋场无机与有机指标应分别不少于 5 项

表 C.6　加油站地下水测定指标

指标类型		指标名称	指标数量
基本指标（必测）		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯化物、碳酸根、碳酸氢根	8
		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群、六六六、滴滴涕、钼、钴、铍、钡、镍、总 α 放射性、总 β 放射性、细菌总数	39
必测特征指标	挥发性有机物（VOCs）	萘	1
		苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间（对）二甲苯	5
		甲基叔丁基醚	1
	总石油类	总石油烃（TPH 总）、C_5-C_9、C_{10}-C_{40}	3
选测特征指标	含铅汽油减震添加剂	铅、二氯乙烷	2

注：1.TPH 总=C6-C9+C10-C40；2.2000 年前建站的加油站需要测定铅和二氯乙烷

表 C.7.1　农业污染源（再生水农用区地下水测定指标）

指标类型		指标名称	指标数量
现场测试指标		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
基础指标（必测）		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	有机卤农药	滴滴涕、六六六	2
	有机磷农药	对硫磷、马拉硫磷	2
	卤代烃	三氯甲烷、四氯化碳、三溴甲烷	3
	无机组分	总磷、硫化物	2
	再生水监测指标（针对灌溉用再生水）	生化需氧量（BOD_5）、铝	2
选测特征指标	无机组分	溴化物、锑、硼、银、铊、氯化氰、总铬	7
	农药、除草剂、除菌剂	百菌清、六氯苯、七氯、乐果、甲基对硫磷、呋喃丹、毒死蜱、敌敌畏、溴氰菊酯、灭草松、草甘膦、阿特拉津、2，4-D	13
	卤代烃	二氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三卤甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯丁二烯	12
	酚类	2,4,6-三氯酚	1
	氯代苯	氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、三氯苯	4
	单环芳烃	苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、乙苯	5
	多环芳烃	苯并(a)芘	1
	酯类	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯	1
	其他	丙烯酰胺、二氯乙酸、三氯乙酸、三氯乙醛	4

表 C.7.2　农业污染源（规模化畜禽养殖场（小区）地下水监测指标）

指标类型		指标名称	指标数量
基本指标		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、铵氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	有机物表征指标	TOC、五日生化需氧量（BOD_5）	3
	无机指标	总磷、总氮	3
选测特征指标	抗生素	磺胺类、大环内酯类、四环素类、氟喹诺酮类	4

表 C.8　高尔夫球场地下水测定指标

指标类型		指标名称	指标数量
天然对照离子（必测）		钾、钙、钠、镁、硫酸盐、氯离子、碳酸根、碳酸氢根	8
常规指标（必测）		pH、溶解氧、氧化还原电位、电导率、色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群	29
必测特征指标	有机氯农药	滴滴涕、六六六	2
	其他农药、除草剂等	烟碱、灭多威、高效氯氰菊酯、百草枯、MSMA	5
	卤代烃	三氯甲烷、四氯化碳	2
	无机组分	铝、总磷、硫化物、碘化物	4
选测特征指标	无机组分	溴化物、钼、钴、铍、钡、镍、锑、硼、银、铊、氯化氰、总铬	12
	农药、除草剂、除菌剂	百菌清、氯苯嘧啶醇、甲霜灵、敌力脱、粉锈宁、六氯苯、丙环唑、敌百虫、异丙三哇硫磷、西维因、七氯、乐果、甲基对硫磷、呋喃丹、林丹、毒死蜱、敌敌畏、溴氰菊酯、二嗪磷、2,4-D、麦草畏、MCPP、马拉硫磷、对硫磷、灭草松、草甘膦、阿特拉津、己唑醇、嘧菌酯、苯并咪唑、代森锰锌、绿草定	33
	生物学	细菌总数	1

附录 D

（资料性附录）

矿山专题代码表

表 D.1　排水去向类型代码表

代码	排水去向类型	代码	排水去向类型
A	直接进入海域	F	直接进入污灌农田
B	直接进入江河湖库等水环境	G	进入地渗或蒸发地
C	进入城市下水道（再入江河湖库）	H	进入其他单位
D	进入城市下水道（再入沿海海域）	I	工业废水集中处理厂
E	进入城市污水处理厂	J	其他

表 D.2　废水类型名称及代码表

废水代码	工业废水类型名称
0610	煤炭开采废水
0620	煤炭洗选废水
0710	原油开采含油废水
0720	天然气开采废水
0730	油页岩开采废水
0810	铁矿采选废水
0820	锰矿采选废水
0830	铬矿采选废水
0911	铜矿采选废水
0912	铅锌矿采选废水
0914	镍钴矿采选废水
0915	锡矿采选废水
0916	锑矿采选废水
0917	汞矿采选废水
0919	其他重有色金属矿采选废水
0931	铝矿采选废水
0932	镁矿采选废水（包括作耐火材料的菱镁矿采选废水）
0939	其他轻有色金属矿采选废水
0950	贵金属矿采选（所括金、银、其他贵金属矿采选）废水
0961	钨钼矿采选废水
0962	放射性金属矿采选废水

废水代码	工业废水类型名称
0969	其他稀有金属矿采选废水
1010	建筑材料采选废水（包括土砂石、耐火土石等开采废水）
1021	硫矿采选废水（包括硫铁矿、硫磺矿等采选废水）
1022	磷矿采选废水（包括磷灰石、鸟粪层等的采选废水）
1023	钾盐采选废水
1024	硼矿采选废水
1029	其他化学矿采选废水（包括天然碱、天然芒硝、天然硝石、明矾石、砷矿等的采选）
1030	采盐废水
1091	石棉采选废水
1092	云母采选废水
1094	石墨采选废水
1094	石膏采选废水
1095	宝石、玉石采选废水
1096	水晶采选废水
1099	其他非金属矿采选废水（包括金刚石、滑石、蛭石、瓷土、珍珠岩等非金属矿的采选废水）
1100	其他矿采选废水

表 D.3　废水处理方法名称、代码表

代码	处理方法名称	代码	处理方法名称	代码	处理方法名称
1000	物理处理法	3600	其他	4330	A2/O 工艺
1100	过滤	4000	生物处理法	4340	A/O2 工艺
1200	离心	4100	好氧生物处理	4400	其他
1300	沉淀分离	4110	活性污泥法	5000	组合工艺处理法
1400	上浮分离	4111	普通活性污泥法	5100	物理＋化学
1500	其他	4112	高浓度活性污泥法	5200	物理＋生物
2000	化学处理法	4113	接触稳定法	5210	物理＋好氧生物处理
2100	化学混凝法	4114	氧化沟	5220	物理＋厌氧生物处理
2110	化学混凝沉淀法	4115	SBR	5230	物理＋组合生物处理
2120	化学混凝气浮法	4120	生物膜法	5300	化学＋物化
2200	中和法	4121	普通生物滤池	5400	化学＋生物
2300	化学沉淀法	4122	生物转盘	5410	化学＋好氧生物处理
2400	氧化还原法	4123	生物接触氧化法	5420	化学＋厌氧生物处理
2500	其他	4200	厌氧生物处理法	5430	化学＋组合生物处理
3000	物理化学处理法	4210	厌氧滤器工艺	5500	物化＋生物

代码	处理方法名称	代码	处理方法名称	代码	处理方法名称
3100	吸附	4220	上流式厌氧污泥床工艺	5510	物化＋好氧生物处理
3200	离子交换	4230	厌氧折流板反应器工艺	5520	物化＋厌氧生物处理
3300	电渗析	4300	厌氧/好氧生物组合工艺	5530	物化＋组合生物处理
3400	反渗透	4310	两段好氧生物处理工艺	5600	其他
3500	超过滤	4320	A/O 工艺	—	—

表 D.4　固体废物名称和类别代码

代码	废物类别	说　　明
51	含钙废物	包括电石渣、废石、造纸白泥、氧化钙等废物
52	硼泥	
53	赤泥	
54	盐泥	从冶炼中产生的废物
55	金属氧化物废物	铁、镁、铝等金属氧化物废物（包括铁泥）
56	无机废水污泥	指含无机污染物废水经处理后产生的污泥，但不包括本表中已提到的污泥
57	有机废水污泥	指含有机污染物废水经处理后产生的污泥（包括城市污水处理厂的生化活性污泥）
58	动物残渣	指动物（如：鱼、肉等）加工后的剩余残物
59	粮食及食品及加工废物	指粮食和食品加工中产生的废物（如造酒业中的酒、豆渣，食品罐头制造业的皮、叶、茎等残物等）
60	皮革废物	应为包括皮革鞣制、皮革加工及其制品的废物
61	废塑料	从塑料生产、加工和使用中产生的废物
62	废橡胶	
63	中药残渣	从中药生产中产生的残渣类废物
71	粉煤灰	
72	锅炉渣（煤渣）	
73	高炉渣	包括炼铁和化铁冲天炉产生的废渣
74	钢渣	
75	煤矸石	
76	尾矿	具体注明何种尾矿
77	废陶瓷	
78	废玻璃	
79	废纸类	
80	废木材	
81	冶炼废物	指金属冶炼（干法和湿法）过程中产生的废物，不包括本表中已提到的钢渣、高炉渣和含有色金属化合物的废物
82	有色金属废物	仅指各种有色金属、如铜、铝、锌、锡等金属在机械加工时产

代码	废物类别	说　　明
		生的屑、灰和边角等废料
83	矿物型废物	包括铸造型砂、金刚砂等矿物型废物
84	工业粉尘	指以各种除尘设施收集的工业粉尘、但要注明何种粉尘
85	黑色金属废物	
86	工业垃圾	
99	其他废物	指不能与本表中上述各类对应的其他废物，但在填表时应注明何种废物及其主要组成成份

表 D.5　固体废物综合利用方式代码表

代码	综合利用方式	代码	综合利用方式
Z01	铺路	Z09	再循环/再利用不是用作溶剂的有机物
Z02	建筑材料	Z10	再循环/再利用金属和金属化合物
Z03	农肥或土壤改良剂	Z11	再循环/再利用其他无机物
Z04	矿渣棉	Z12	再生酸或碱
Z05	铸石	Z13	回收污染减除剂的组份
Z06	其他	Z14	回收催化剂组份
Z07	作为燃料（直接燃烧除外）或以其他方式产生能量	Z15	废油再提炼或其他废油的再利用
Z08	溶剂回收/再生（如蒸馏、萃取等）	Z16	其他有效成分回收

表 D.6　工业固体废物处置方式代码表

代码	处置方式
10	围隔堆存（属永久性处置）
20	填埋
21	置放于地下或地上（如填埋、填坑、填浜）
22	特别设计填埋
30	海洋处置
31	经海洋管理部门同意的投海处置
32	埋入海床
40	焚化
41	陆上焚化
42	海上焚化
43	水泥窑共处置（指在水泥生产工艺中使用工业固体废物或液态废物作为替代燃料或原料，消纳处理工业固体或液态废物的方式）
50	固化
60	其他处置（属于未在上面 5 种指明的处置作业方式外的处置）

代码	处置方式
62	废矿井永久性堆存（包括将容器置于矿井）
63	土地处理（属于生物降解，适合于液态固废或污泥固废）
64	地表存放（将液态固废或污泥固废放入坑、氧化塘、池中）
65	生物处理
66	物理化学处理
67	经环保管理部门同意的排入海洋之外的水体（或水域）
70	其他处理方法

表 D.7　工业固体废物贮存方式代码表

代码	贮存方式	代码	贮存方式
C01	灰场堆放	C03	尾矿库堆放
C02	渣场堆放	C04	其他贮存（不包括永久性贮存）

表 D.8　工业固体废物倾倒丢弃方式代码表

代码	排放方式	代码	排放方式
P01	向水体排放废油类、废酸碱及其他高浓度液态废物	P06	混入生活垃圾进行堆置的废物
P02	在江河、湖泊、运河、渠道、海洋的滩场和岸坡倾倒、堆放和存贮废物	P07	未经海洋管理部门批准同意，向海洋倾倒废物
P03	利用渗井、渗坑、渗裂隙和溶洞倾倒废物	P08	其他去向不明的废物
P04	向路边、荒地、荒滩倾倒废物	P09	深层灌注
P05	未经环保部门同意用作填坑、填河和土地填埋固体废物	——	——

附录 E

（资料性附录）

水文地质分区代码表

表 E.1　一级水文地质分区代码表

代码	一级水文地质分区
01	松辽平原及其周边山丘水文地质区
02	黄淮海平原及其周边山丘水文地质区
03	内蒙古高原水文地质区
04	西北内陆盆地水文地质区
05	黄土高原水文地质区
06	秦巴淮阳山地水文地质区
07	长江中下游平原水文地质区
08	西南岩溶水文地质区
09	东南丘陵水文地质区
10	黄河上游水文地质区
11	康滇高山峡谷水文地质区
12	青藏高原水文地质区
13	沿海岛屿水文地质区

表 E.2　二级水文地质分区代码表

代码	二级水文地质分区
0101	松辽平原水文地质亚区
0102	三江平原水文地质亚区
0103	长白山及东北部山地水文地质亚区
0104	大兴安岭水文地质亚区
0105	辽东丘陵水文地质亚区
0201	黄淮海平原水文地质亚区
0202	燕山、太行山地水文地质亚区
0203	伏牛山、大别山地水文地质亚区
0204	鲁中山地水文地质亚区
0301	鄂尔多斯高原及宁蒙河套水文地质亚区
0302	内蒙古北部高原水文地质亚区
0303	呼伦贝尔高原水文地质亚区
0304	阿拉善高原水文地质亚区

代码	二级水文地质分区
0401	准格尔盆地水文地质亚区
0402	塔里木盆地水文地质亚区
0403	柴达木盆地水文地质亚区
0404	河西走廊水文地质亚区
0405	天山山地山间盆地水文地质亚区
0406	青海湖盆地水文地质亚区
0501	黄土高原水文地质亚区
0502	山西高原水文地质亚区
0601	秦巴山地山间盆地水文地质亚区
0602	大别山地山间盆地水文地质亚区
0701	江汉平原、两湖平原水文地质亚区
0702	鄱阳湖平原水文地质亚区
0703	长江三角洲平原水文地质亚区
0801	四川盆地水文地质亚区
0802	云贵高原水文地质亚区
0803	湘鄂黔岩溶丘陵水文地质亚区
0901	江南丘陵水文地质亚区
0902	闽浙丘陵水文地质亚区
0903	两广丘陵水文地质亚区
0904	珠江平原水文地质亚区
1001	河湟山间盆地水文地质亚区
1002	黄河源区水文地质亚区
1101	康定高原水文地质亚区
1102	横断山高山峡谷水文地质亚区
1201	藏北内陆高原水文地质亚区
1202	藏南高原水文地质亚区
1203	三江源区水文地质亚区
1301	海南岛及南海诸岛水文地质亚区
1302	台湾岛及周围岛屿水文地质亚区

附录 F

（资料性附录）

调查评价报告编制大纲

F.1：初步调查评价报告编制大纲

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 调查区概况

3.1 区域环境概况

3.2 水源补给区内污染源或周边敏感点

3.3 调查区的现状和历史

3.4 相邻区域现状和历史

3.5 调查区土地利用规划

4 资料分析

4.1 政府和权威机构资料收集和分析

4.2 调查对象及周边资料收集和分析

4.3 其他资料收集和分析

5 现场踏勘和人员访谈

5.1 有毒有害物质的储存、使用和处置情况分析

5.2 各类槽罐内的物质和泄漏评价

5.3 固体废物和危险废物的处理评价

5.4 管线、沟渠泄漏评价

5.5 与污染物迁移有关的环境因素分析

5.6 其他

6 工作计划

6.1 资料分析

6.2 初步采样计划

6.3 分析检测方案

6.4 详细日程安排

6.5 健康与安全保障措施

7 现场初步采样和实验室分析

7.1 现场探测方法和程序

7.2 采样方法和程序

7.3 实验室分析

7.4 质量保证和质量控制

8 结果和评价

9 结论与建议

10 附件（地理位置图、平面布置图、初步采样布点图、地下水污染分布图、实验室报告、现场记录照片等）

F.2：详细调查/补充调查评价报告编制大纲

1 前言

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.2 调查范围

2.3 调查依据

2.4 调查方法

3 调查区概况

3.1 区域环境状况

3.2 水源补给区内污染源或周边敏感点

3.3 调查区现状和历史

3.4 初步环境调查总结

4 工作计划

4.1 补充资料分析

4.2 详细/补充采样计划

4.3 分析检测方案

4.4 详细日程安排

4.5 健康与安全保障措施

5 现场详细/补充采样和实验室分析

5.1 采样方法和程序

5.2 实验室分析

5.3 质量保证和质量控制

6 结果和评价

6.1 地质和水文地质条件

6.2 分析检测结果

6.3 地下水污染特征分析和评价

6.4 地下水污染问题和成因分析

7 结论与建议

8 附件

8.1 附表

8.2 附图（采样点分布图、水文地质平面/剖面图、地下水等值线图、地下水污染羽二维/三维空间分布图等）

8.3 其他附件

附件3

地下水污染健康风险评估

工作指南

2019 年 9 月

目 次

第一章 总 则.....1
1.1 编制目的.....1
1.2 适用范围.....1
1.3 编制依据.....1
1.4 术语与定义.....2
1.5 指导原则.....3
1.6 组织编制单位.....3
第二章 工作内容和流程.....5
2.1 工作内容.....5
2.2 工作流程.....7
第三章 风险评估准备.....9
3.1 明确启动条件.....9
3.2 基础资料审核.....10
3.3 关注污染物识别.....10
3.4 污染区域分析.....11
3.5 暴露人群.....11
第四章 危害识别技术要求.....12
4.1 收集相关资料.....12
4.2 确定关注污染物.....12
第五章 暴露评估技术要求.....13
5.1 分析暴露情景.....13
5.2 确定暴露途径.....14
5.3 计算第一类用地暴露量.....14
5.4 计算第二类用地暴露量.....15
第六章 毒性评估技术要求.....16
6.1 分析污染物毒性效应.....16
6.2 确定污染物相关参数.....16

第七章　风险表征技术要求 18
7.1 风险表征技术要求 18
7.2 计算地下水污染风险 18
7.3 风险不确定性分析 19
7.4 风险结果表达 19
7.5 暴露风险贡献率分析 19
第八章　计算风险控制值的技术要求 20
8.1 可接受致癌风险和危害商 20
8.2 计算地下水风险控制值 20
8.3 分析确定地下水风险控制值 20
第九章　质控要求 22
附录 A （规范性附录） 暴露评估推荐模型 23
附录 B （规范性附录） 污染物性质参数推荐值及外推模型 28
附录 C （规范性附录） 计算致癌风险和危害商的推荐模型 46
附录 D （资料性附录） 不确定性分析推荐模型 48
附录 E （规范性附录） 计算地下水风险控制值的推荐模型 50
附录 F （规范性附录） 污染物扩散迁移推荐模型 53
附录 G （资料性附录） 风险评估模型参数推荐值 60
附录 H （规范性附录） 部分有毒有害指标的饮用水标准 64

地下水污染健康风险评估工作指南

第一章　总　则

1.1 编制目的

为贯彻落实《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》《地下水污染防治实施方案》（环土壤〔2019〕25 号），推进我国地下水污染防治工作，规范和指导地下水污染健康风险评估工作，根据《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》及相关法律、法规、标准，制定《地下水污染健康风险评估工作指南》（以下简称指南）。

1.2 适用范围

本指南适用于污染场地地下水人体健康风险评估和污染场地地下水风险控制值的确定，适用于化学性污染物的健康风险评估，不适用于放射性物质、致病性生物污染的健康风险评估，不考虑地下水饮用水源相关的水厂处理对人群健康风险的影响因素。

1.3 编制依据

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 50137 城市用地分类与规划建设用地标准

GB/T 14157 水文地质术语

GB/T 14848 地下水质量标准

HJ 25.3 污染场地风险评估技术导则

HJ 610 环境影响评价技术导则 地下水环境

HJ 839 环境与健康现场调查技术规范 横断面调查

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

中国人群暴露参数手册（成人卷）2013 年版

中国人群暴露参数手册（儿童卷：0-5 岁）2016 年版

中国人群暴露参数手册（儿童卷：6-17 岁）2016 年版

1.4 术语与定义

下列术语与定义适用于本指南。

地下水污染：人为原因导致地下水物理、化学、生物性质改变，使地下水水质恶化的现象。

关注污染物：根据地下水污染特征和利益相关方意见，确定需要进行风险评估的污染物。

健康风险评估：在地下水环境调查的基础上，分析地下水中污染物对人群的主要暴露途径，评估污染物对人体健康的危害概率，计算基于健康风险的地下水风险控制值的过程。

暴露途径：指污染物从源到与暴露受体接触的途径，主要包括污染物的来源，环境归趋和传输，暴露地点，暴露方式（本指南包括经口摄入地下水、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物和皮肤接触地下水）以及暴露人群等五部分内容。

危害商：污染物每日摄入剂量与参考剂量的比值，用来表征人体经单一途径暴露于非致癌污染物而受到危害的水平。

致癌风险：人群暴露于致癌效应污染物，诱发致癌性疾病或危害的概率。

可接受风险水平：对暴露人群不会产生不良或有害健康效应的风险水平，包括致癌物的可接受致癌风险水平和非致癌物的可接受危害商。本指南中单一污染物的可接受致癌风险为 10^{-6}，单一污染物的可接受危害商为 1。

地下水风险控制值：根据本指南规定的用地方式、暴露情景和可接受风险水平，采用本指南规定的风险评估方法和地下水环境调查评价获得相关数据，计算获得的地下水中污染物的浓度限值。

1.5 指导原则

（1）科学性原则：地下水健康风险评估应根据地下水污染特征和趋势，确定关注污染物和评估区的范围，保证健康风险评估的结果科学可靠。

（2）针对性原则：根据评估对象的污染特征，选取实际暴露情景及参数，构建有针对性的健康风险暴露评估模型。

（3）循序渐进原则：地下水污染特征和暴露参数等信息获取阶段性强，随着地下水污染特征、暴露参数获取完备程度的提高，不断完善和更新地下水健康风险评估结果，以便更有效地指导地下水污染防治工作。

1.6 组织编制单位

本指南由生态环境部土壤生态环境司、水生态环境司组织，生态环境部环境规划院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、中国科学院大学、北京市环境保护科学研究院、生态环境部南京

环境科学研究所、清华大学等单位起草编制。

第二章　工作内容和流程

2.1 工作内容

（1）风险评估准备

明确启动条件。根据初步、详细阶段的地下水环境调查评价结果，在查清地下水污染源特征、污染羽空间分布和趋势基础上，判断污染物是否为有毒有害物质，然后判断地下水有毒有害物质是否有相关功能标准，启动相应的地下水健康风险评估工作。

基础资料审核。审核监测点和暴露点状况、污染源及污染区域状况。

关注污染物识别。根据地下水环境调查和监测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险且需要进行风险评估的化学类污染物，确定为关注污染物。

污染区域分析。根据地下水污染现状及模拟预测的结果，健康风险评估范围包括地下水污染羽所在区域及受污染羽潜在影响的区域。

受影响人群估算。估算影响人群，包括人口数量、人口分布、人口年龄构成等。

（2）危害识别

识别关注污染物的危害效应，包括理化性质、毒性效应、人群流行病学、关键效应分析等。

（3）暴露评估

暴露评估是分析调查关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性。根据水文地质条件、土地利用方式及地下水功能等资料，确定评估区（污染区及潜在污染区内）关注污染物的暴露情景、暴

露途径和受体类型，计算各途径暴露浓度和各暴露途径下的总暴露剂量。

科学采用地下水污染静态和动态数据确定暴露浓度。根据地下水环境调查评价的结果，首先采用有代表性的地下水污染现状监测数据计算暴露剂量；依据《地下水污染模拟预测评估工作指南》，利用地下水污染模拟预测的方法，补充地下水污染模拟预测数据为暴露浓度开展动态暴露评估：分析从污染源到暴露点的可能途径和人群暴露方式，建立“污染源-污染物迁移-暴露点-人群暴露方式”的暴露途径概念模型；选取不长于 5 年作为时间间隔预测一个浓度，预测 70 年，将各时间节点浓度取均值作为暴露点的暴露浓度。

（4）毒性评估

在危害识别的工作基础上，确定与关注污染物相关的毒性参数，包括非致癌参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和单位致癌因子等。

（5）风险表征

风险表征是风险量化和综合评估的过程。目的是初步确定风险控制的目标污染物、关键暴露途径及风险水平。方法是采用风险评估模型计算不同关注污染物在不同暴露途径下的风险值，分析风险的时空分布特征并对评估结果进行主控因素分析和不确定性分析。

（6）地下水污染健康风险控制值计算

在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。如风险值未超过可接受风险水平，则结束风险评估

工作；否则，分别计算关注污染物基于致癌风险和非致癌风险的地下水风险控制值。进行关键参数取值的敏感性分析。

基于致癌风险和非致癌风险的地下水风险控制值，提出关注污染物相应的地下水风险控制值。

2.2 工作流程

健康风险评估工作流程包括风险评估准备、危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征和风险控制值计算等步骤。工作流程如下图所示:

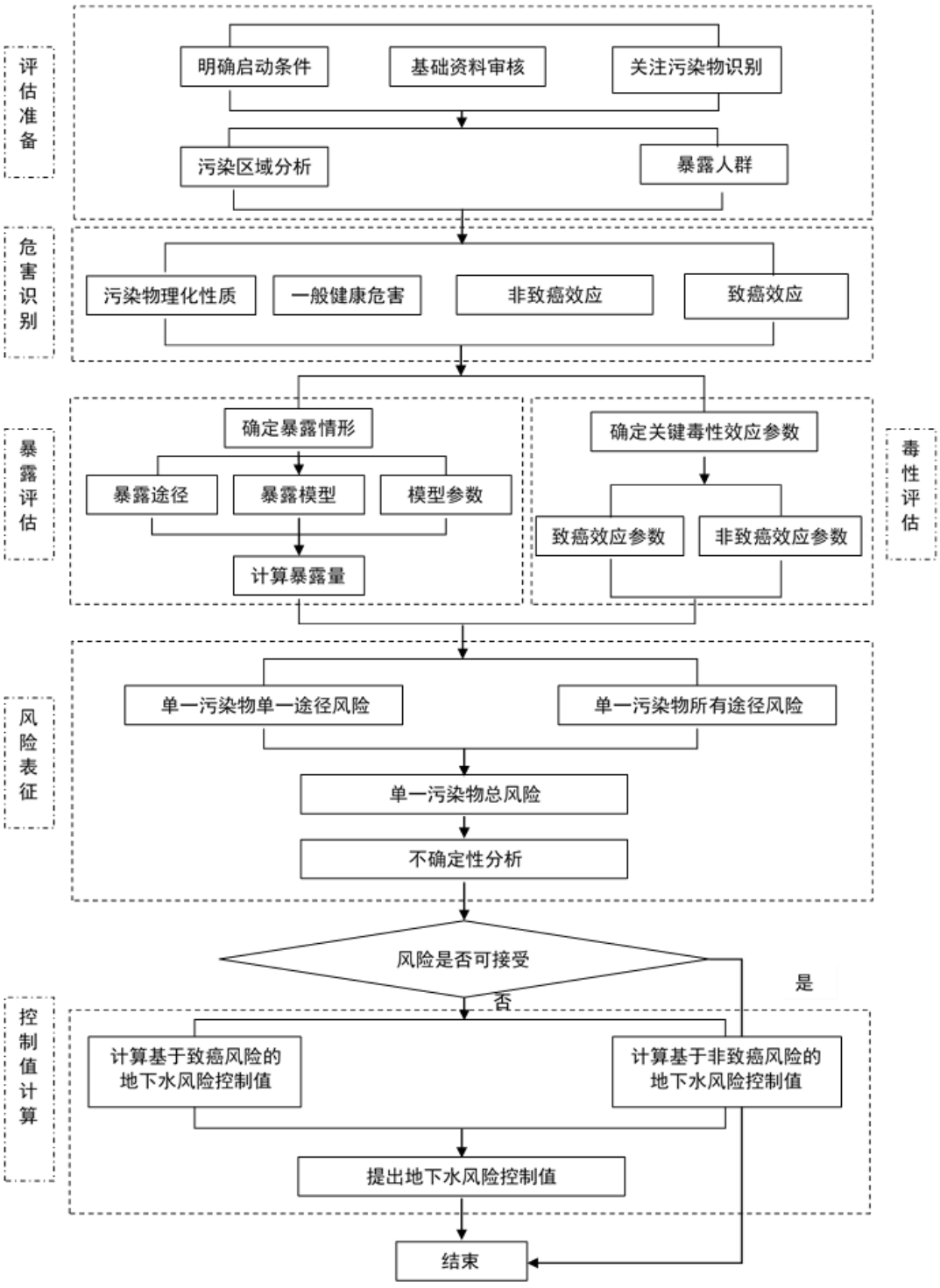


图 1　地下水污染健康风险评估工作程序

第三章　风险评估准备

3.1 明确启动条件

3.1.1 判断检出指标是否有毒有害

根据《地下水环境状况调查评价工作指南》，分析初步、详细阶段的地下水环境调查评价结果，识别地下水污染源特征、污染羽空间分布和趋势，判断地下水检出指标是否属于有毒有害物质（参见附录 H），当地下水有毒有害物质检出时，进一步判断是否有相关标准。有毒有害物质可参见 GB/T 14848 中的毒理学指标、《有毒有害水污染物名录》以及《优先控制化学品名录》等。

3.1.2 判断指标是否在相关标准内

（1）检出有毒有害物质指标在饮用水相关标准内

（a）地下水污染羽涉及地下水饮用水源（在用、备用、应急、规划水源）补给径流区和保护区，地下水有毒有害物质指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848）中的 III 类标准、《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）等相关的饮用水标准时，可不开展地下水污染健康风险评估工作，基于标准值开展地下水环境管理工作。地下水有毒有害物质指标检出但未超标时，工作终止。

（b）地下水污染羽不涉及地下水饮用水源（在用、备用、应急、规划水源）补给径流区和保护区，地下水有毒有害物质指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848）中的IV类标准、《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）等相关的标准时，启动地下水污染健康风险评估工作。

（2）检出有毒有害物质指标不在饮用水相关标准内

标准中未列出的有毒有害物质指标只要检出，即启动地下水

健康风险评估工作。

3.2 基础资料审核

审核初步、详细阶段的地下水环境状况调查评价的基本资料，包括监测点和暴露点状况、污染源及污染区域状况。

（1）监测点和暴露点状况

确认评估区内监测点个数和分布;

确认评估区内暴露点个数和分布;

确认评估区内地下水水质监测资料;

确认评估区水文地质条件。

（2）污染源及污染区域状况

识别污染源及其类型;

分析污染历史;

判断污染源排放特征（增加/稳定/减小）;

分析地下水污染现状和趋势。

3.3 关注污染物识别

根据地下水环境调查和监测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险且需要进行风险评估的化学类污染物，确定为关注污染物。关注污染物应为有毒有害物质，具体判定满足以下几点:

（1）在饮用水标准中所含污染物，超过标准或监测点至少 5 个且检出率>5%，便列为关注污染物;

（2）饮用水标准中未列出污染组分，只要检出，便列为关注污染物;

（3）根据地下水污染特征和利益相关方意见，确定需要进行风险评估的污染物。

3.4 污染区域分析

启动地下水污染健康评估后，应识别健康评估区域，明确评估范围和对象。健康风险评估区域包括污染源和潜在污染区域。根据地下水污染现状及模拟预测的结果，健康风险评估区域应包含地下水污染羽及其潜在影响的区域。

3.5 暴露人群

收集评估区敏感人群信息，包括人口数量、人口分布、人口年龄构成;

收集评估区人口流动情况;

收集评估区人群用水类型、地下水用途及占比;

收集评估区规划的人口数量，当相关规划缺少人口材料时，采用该地区相应土地利用类型内平均承载人口情况确定人口数量。

第四章　危害识别技术要求

4.1 收集相关资料

按照调查要求进行污染识别，获得以下信息:

（1）较为详尽的调查区相关资料及历史信息;

（2）地下水等样品中污染物的浓度数据;

（3）土壤的理化性质分析数据;

（4）所在地气候、水文、地质特征信息和数据;

（5）调查区及周边地区土地利用方式、敏感人群及建筑物等相关信息。

4.2 确定关注污染物

根据环境调查和监测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险且需要进行风险评估的污染物，确定为关注污染物。

4.3 关注污染物毒性效应

分析污染物经不同途径对人体健康的危害效应，包括一般健康损害、非致癌健康效应、致癌健康效应。一般健康损害包括急性、亚慢性和慢性损害等。非致癌健康效应主要包括消化系统功能损伤、心血管系统功能损伤、免疫系统功能损伤、生殖系统损伤等。致癌健康效应主要包括肺癌、消化道癌等人类常见肿瘤。

第五章　暴露评估技术要求

5.1 分析暴露情景

暴露情景是指特定的土地利用方式下，污染物经由不同暴露路径迁移和到达受体人群的情况。根据不同土地利用方式下人群的活动模式，本指南规定了 2 种典型的暴露情景，第一类用地和第二类用地。

（1）第一类用地方式下，儿童和成人均可能会长时间暴露污染下而产生健康危害。对于致癌效应，考虑人群的终生暴露危害，一般根据儿童期和成人期的暴露来评估污染物的终生致癌风险；对于污染物的非致癌效应，儿童体重较轻、暴露量较高，一般根据儿童期暴露来评估污染物的非致癌危害效应。

第一类用地方式包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的居住用地（R）、文化设施用地（A2）、中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6）中的孤儿院、公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。

（2）第二类用地方式下，成人的暴露期长、暴露频率高，一般根据成人期的暴露来评估污染物的致癌风险和非致癌效应。

第二类用地包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地（M），物流仓储用地（W），商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S），公用设施用地（U），公共管理与公共服务用地（A）（A33、A5、A6 除外），以及绿地与广场用地（G）（G1 中的社区公园或儿童公园用地除外）等。

除本指南以外的 GB 50137 规定的城市建设用地，应分析特定场地人群暴露的可能性、暴露频率和暴露周期等情况，参照第一

类用地或第二类用地情景进行评估或构建适合的特定暴露情景进行风险评估。

5.2 确定暴露途径

（1）对于第一类用地和第二类用地，本指南规定了经口摄入地下水、皮肤接触地下水、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物主要的暴露途径。

（2）特定用地方式下的主要暴露途径应根据实际情况分析确定，风险评估模型参数应尽可能根据现场调查获得。

5.3 计算第一类用地暴露量

5.3.1 经口摄入地下水

第一类用地方式下，人群可经口摄入地下水。对于单一污染物的致癌和非致癌效应，计算经口摄入地下水途径对应的地下水暴露量的推荐模式见附录 A 公式（A.1）和公式（A.2）。此部分内容参考 HJ 25.3。

5.3.2 皮肤接触地下水途径

第一类用地方式下，人群可经皮肤直接接触地下水。对于单一污染物的致癌和非致癌效应，计算皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（A.3）和公式（A.8）。

5.3.3 吸入室外空气中气态污染物途径

第一类用地方式下，人群可因吸入室外空气中来自地下水中的气态污染物而暴露于污染地下水。对于单一污染物的致癌和非致癌效应，计算吸入室外空气中气态污染物对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（A.9）和公式（A.10）。

5.3.4 吸入室内空气中气态污染物途径

第一类用地方式下，人群吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算吸入室内空气中气态污染物对应地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式(A.11 ）和公式（ A.12 ）。

5.4 计算第二类用地暴露量

5.4.1 经口摄入地下水途径

第二类用地方式下，人群可因饮用地下水而暴露于地下水污染物。对于单一污染物致癌和非致癌效应，计算该途径对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（ A.13 ）和公式（ A.14 ）。

5.4.2 皮肤接触地下水途径

第二类用地方式下，人群可经皮肤直接地下水。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（ A.15 ）和公式（ A.16 ）。

5.4.3 吸入室外空气中气态污染物途径

第二类用地方式下，人群可经吸入室外空气中来自地下水中的气态污染物途径而暴露于污染地下水。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算吸入室外空气中气态污染物途径对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（ A.17 ）和公式（ A.18 ）。

5.4.4 吸入室内空气中气态污染物途径

第二类用地方式下，人群可经吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物途径而暴露于污染地下水。对于污染物的致癌和非致癌效应，计算吸入室内空气中气态污染物途径对应的地下水暴露量的推荐模型见附录 A 公式（ A.19 ）和公式（ A.20 ）。

第六章　毒性评估技术要求

6.1 分析污染物毒性效应

分析污染物经不同途径对人体健康的危害效应，包括致癌效应、非致癌效应，污染物对人体健康的危害机理以及剂量-效应关系。

6.2 确定污染物相关参数

6.2.1 致癌效应毒性参数

致癌效应毒性参数包括呼吸吸入单位致癌因子（IUR）、呼吸吸入致癌斜率因子（SF_i）、经口摄入致癌斜率因子（SF_o）和皮肤接触致癌斜率因子（SF_d）。部分污染物的致癌效应毒性参数的推荐值见附录 B（表 B.1）。

呼吸吸入致癌斜率因子（SF_i），优先根据附录 B 表 B.1 中的呼吸吸入单位致癌因子（IUR）外推计算获得；皮肤接触致癌斜率系数（SF_d），优先根据附录 B 表 B.1 中的经口摄入致癌斜率系数（SF_o）外推计算获得。用于外推获得 SF_i 和 SF_d 的推荐模式分别见附录 B 公式（B.1）和公式（B.3）。

6.2.2 非致癌效应毒性参数

非致癌效应毒性参数包括呼吸吸入参考浓度（RfC）、呼吸吸入参考剂量（RfD_i）、经口摄入参考剂量（RfD_o）和皮肤接触参考剂量（RfD_d）。部分污染物的非致癌效应毒性参数推荐值见附录 B（表 B.1）。

呼吸吸入参考剂量（RfD_i），优先根据表 B.1 中的呼吸吸入参考浓度（RfC）外推计算得到。皮肤接触参考剂量（RfD_d），优先根据表 B.1 中的经口摄入参考剂量（RfD_o）外推计算获得。

用于外推获得 RfD_i 和 RfD_d 的推荐模式分别见附录 B 公式（B.2）和公式（B.4）。

6.2.3 污染物的理化性质参数

风险评估所需的污染物理化性质参数包括无量纲亨利常数（H′）、空气中扩散系数（D_a）、水中扩散系数（D_w）、土壤-有机碳分配系数（K_{oc}）、水中溶解度（S）。部分污染物的理化性质参数的推荐值见附录 B（表 B.2）。

6.2.4 其他污染物相关参数

其他污染物相关参数包括消化道吸收因子（ABS_{gi}）、皮肤吸收因子（ABS_d）。部分污染物的推荐参数值见附录 B（表 B.1）。

第七章　风险表征技术要求

7.1 风险表征技术要求

应根据每个采样点样品中关注污染物检测数据，计算致癌风险和危害商。如关注污染物的检测数据呈正态分布，可选择所有采样点污染物浓度数据 95%置信区间的上限值计算致癌风险和危害商。

风险评估得到的污染物的致癌风险和危害商，可作为确定污染范围的重要依据。计算得到的地下水中单一污染物的致癌风险值超过 10^{-6} 或危害商超过 1 的采样点，其代表的区域应划定为风险不可接受的污染区。

7.2 计算地下水污染风险

7.2.1 地下水中单一污染物致癌风险

对于单一污染物，计算经口摄入地下水、皮肤接触地下水、吸入室外空气中地下水气态污染物和吸入室内空气中地下水气态污染物途径致癌风险的推荐模式，分别见附录 C 公式（C.1）、（C.2）、（C.3）和（C.4）。计算单一地下水污染物经所有暴露途径致癌风险的推荐模式，见附录 C 公式（C.5）。

7.2.2 地下水中单一污染物危害商

对于单一污染物，计算经口摄入地下水、皮肤接触地下水、吸入室外空气中地下水气态污染物、吸入室内空气中地下水气态污染物途径危害商的推荐模式，分别见附录 C 公式（C.6）、（C.7）、（C.8）和（C.9）。计算单一地下水污染物经所有途径非致癌危害商的推荐模式，见附录 C 公式（C.10）。

7.3 风险不确定性分析

此部分内容参考 HJ 25.3 中 8.4 的内容。

7.4 风险结果表达

单一污染物基于致癌效应的最大可接受致癌风险为 10^{-6}；单一污染物基于非致癌效应最大可接受危害商为 1。根据风险可接受水平，划分为风险可接受区域和风险不可接受区域。

7.5 暴露风险贡献率分析

单一污染物经不同暴露途径的致癌风险和危害商贡献率分析推荐模式，分别见附录 D 公式（D.1）和公式（D.2）；不同污染物经所有暴露途径致癌风险和非致癌危害商贡献率分析模式，分别见附录 D 公式（D.3）和公式（D.4）。

根据上述公式计算获得的百分数越大，表示特定暴露途径或特定污染物对于总风险值或危害指数的影响越大，可为制定污染地下水风险管理或治理与修复方案提供重要的信息。

第八章　计算风险控制值的技术要求

8.1 可接受致癌风险和危害商

本指南计算基于致癌效应的地下水风险控制值时，采用单一污染物的可接受致癌风险为 10^{-6}；计算基于非致癌效应的地下水风险控制值时，采用单一污染物的可接受危害商为 1。

8.2 计算地下水风险控制值

8.2.1 基于致癌风险的地下水风险控制值

对于单一污染物，计算基于经口摄入地下水、皮肤接触地下水、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径致癌风险的地下水风险控制值的推荐模式，分别见附录 E 公式（E.1）、（E.2）、（E.3）和（E.4）。计算单一污染物基于上述所有途径致癌风险的地下水风险控制值的推荐模式，见附录 E 公式（E.5）。

8.2.2 基于非致癌风险的地下水风险控制值

对于单一污染物，计算基于经口摄入地下水、皮肤接触地下水、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的非致癌风险的地下水风险控制值的推荐模式，分别见附录 E 公式（E.6）、（E.7）、（E.8）和（E.9）。计算单一污染物基于上述所有途径非致癌风险的地下水风险控制值的推荐模式，见附录 E 公式（E.10）。

8.3 分析确定地下水风险控制值

比较经过上述计算得到的基于致癌风险的地下水风险控制值、基于非致癌风险的地下水风险控制值，选择较小值作为地下

水的风险控制值。

特定污染地下水修复目标值的确定，应综合考虑修复技术、经济、时间等方面的可行性。

第九章　质控要求

地下水污染健康风险评估专业性较强，评估人员需要具备相应的专业技术能力，评估报告需要进行评审后才能用于指导地下水污染防治工作。

（1)地下水污染健康评估人员需要有环境科学、地下水科学、生物学、预防医学等相关学科知识背景，具备环境健康风险识别、评价和管控的实践经验。

（2）地下水污染健康风险评估报告需要通过专家评审，评审专家组需要由具备上述相关专业知识背景的成员组成。

（3）地下水污染健康风险评估的数据质控要求参见《地下水环境状况调查评价工作指南》。

附录 A
（规范性附录）
暴露评估推荐模型

A.1 第一类用地暴露评估模型

A1.1 经口摄入地下水途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终生危害。饮用场地及周边受影响地下水对应的地下水暴露量，采用公式（A.1）计算：

$$CGWER_{ca}=\frac{GWCR_c\times EF_c\times ED_c}{BW_C\times AT_{ca}}+\frac{GWCR_a\times EF_a\times ED_a}{BW_a\times AT_{ca}} \quad （A.1）$$

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期的暴露危害。饮用场地及周边受影响地下水对应的地下水暴露量，采用公式（A.2）计算：

$$CGWER_{nc}=\frac{GWCR_c\times EF_c\times ED_c}{BW_C\times AT_{nc}} \quad （A.2）$$

公式（A.1）和公式（A.2）中：

$CGWER_{ca}$ —饮用受影响地下水对应的地下水的暴露量（致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$CGWER_{nc}$ —饮用受影响地下水对应的地下水的暴露量（非致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$GWCR_c$ —儿童每日饮水量，L 地下水·d^{-1}；推荐值见表 G.1；

$GWCR_a$ —成人每日饮水量，L 地下水·d^{-1}；推荐值见表 G.1；

ED_c —儿童暴露期，a；推荐值见表 G.1；

ED_a —成人暴露期，a；推荐值见表 G.1；

EF_c —儿童暴露频率，d·a^{-1}；推荐值见表 G.1；

EF_a —成人暴露频率，d·a^{-1}；推荐值见表 G.1；

BW_c —儿童体重，kg，推荐值见表 G.1；

BW_a —成人体重，kg，推荐值见表 G.1；

ABS_o —经口摄入吸收效率因子，无量纲；推荐值见附录 G 表 G.1；

AT_{ca} —致癌效应平均时间，d；推荐值见表 G.1。

AT_{nc} —非致癌效应平均时间，d；推荐值见表 G.1

A1.2 皮肤接触地下水途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终生危害。用受污染的地下水日常洗澡或清洗，皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露剂量（致癌效应）采用公式（A.3）：

$$DGWER_{ca}=\frac{SAE_c\times EF_c\times ED_c\times E_V\times DA_{ec}}{BW_c\times AT_{ca}}\times10^{-6}+\frac{SAE_a\times EF_a\times ED_a\times E_V\times DA_{ea}}{BW_a\times AT_{ca}}\times10^{-6} \quad （A.3）$$

公式（A.3）中：

$DGWER_{ca}$ —皮肤接触途径的地下水暴露剂量（致癌效应），（mg 污染物 kg^{-1} 体重 d^{-1}）；

E_v —每日洗澡、游泳、清洗等事件发生频率（次·d^{-1}），推荐值见表 G.1；

SAE_c —儿童暴露皮肤表面积，cm^2；

SAE_a —成人暴露皮肤表面积，cm^2；

DA_{ec} —儿童皮肤接触吸收剂量，mg·cm^{-2}，无机物根据公式（A.4）计算；

DA_{ea} —成人皮肤接触吸收剂量，mg·cm^{-2}，无机物根据公式（A.5）计算；

公式（A.3）中 EF_c、ED_c、BW_c、AT_{ca}、EF_a、ED_a 和 BW_a 的参数含义见公式（A.1），SAE_c 和 SAE_a 的参数值分别采用公式（A.6）和公式（A.7）计算：

无机污染物的吸收剂量 DA_e(mg·cm^{-2})采用公式（A.4）和公式（A.5）计算：

$$DA_{ec} = K_p \times C_{gw} \times t_c \times 10^{-3} \quad （A.4）$$

$$DA_{ea} = K_p \times C_{gw} \times t_a \times 10^{-3} \quad （A.5）$$

公式（A.4）和（A.5）中：

K_p —皮肤渗透系数（cm/h），推荐值见表 G.1；

t_c —儿童次经皮肤接触的时间（h），推荐值见表 G.1；

C_{gw} —地下水中污染物浓度（mg/l）；

t_a —成人次经皮肤接触的时间（h），推荐值见表 G.1。

SAE_c 和 SAE_a 的参数值分别采用公式（A.6）和公式（A.7）计算：

$$SAE_c = 239 \times H_c^{0.417} \times BW_c^{0.517} \times SER_c \quad （A.6）$$

$$SAE_a = 239 \times H_a^{0.417} \times BW_a^{0.517} \times SER_a \quad （A.7）$$

公式（A.6）和公式（A.7）中：

H_c —儿童平均身高，cm，推荐值见表 G.1；

H_a —成人平均身高，cm；推荐值见表 G.1；

SER_c —儿童暴露皮肤所占面积比，无量纲，推荐值见表 G.1；

SER_a —成人暴露皮肤所占面积比，无量纲；推荐值见表 G.1；

公式（A.6）和公式（A.7）中 BWc 和 BWa 的参数含义见公式（A.1）。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露剂量采用公式（A.8）计算：

$$DGWER_{nc} = \frac{SAE_c \times EF_c \times ED_c \times E_V \times DA_{ec}}{BW_c \times AT_{nc}} \times 10^{-6} \quad （A.8）$$

公式（A.8）中：

$DGWER_{nc}$ —皮肤接触的地下水暴露剂量（非致癌效应），mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

公式（A.8）中 SAE_c、E_v 和 DA_{ec} 的参数含义见公式（A.3），EF_c、ED_c 和 BW_c 的参数含义见公式（A.1），AT_{nc} 的参数含义见公式（A.2）。

A1.3 吸入室外空气中地下水中气态污染物途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终生危害。吸入室外空气中来自场地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，分别采用公式（A.9）计算：

$$IOVER_{ca3} = VF_{gwoa} \times \left(\frac{DAIRc \times EFOc \times EDc}{BWc \times ATca} + \frac{DAIRa \times EFOa \times EDa}{BWa \times ATca} \right) \quad （A.9）$$

公式（A.9）中：

$IOVER_{ca3}$ —吸入室外空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

VF_{gwoa} —地下水中污染物进入室外空气的挥发因子，L·m^{-3}；根据附录 F 公式（F.21）计算。

$DAIR_a$ —成人每日空气呼吸量，$m^3 \cdot d^{-1}$；推荐值见表 G.1；

$DAIR_c$ —儿童每日空气呼吸量，$m^3 \cdot d^{-1}$；推荐值见表 G.1；

EFO_a —成人的室外暴露频率，$d \cdot a^{-1}$；推荐值见表 G.1；

EFO_c —儿童的室外暴露频率，$d \cdot a^{-1}$；推荐值见表 G.1；

ED_c、BW_c、ED_a、BW_a、AT_{ca} 的参数含义见公式（A.1）。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。吸入室外空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.10）计算：

$$IOVER_{nc3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{nc}} \quad （A.10）$$

公式（A.10）中：

$IOVER_{nc3}$ —吸入室外空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（非致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}。

公式（A.10）中，VF_{gwoa}，DAIRc 和 EFOc 的参数含义见公式（A.9），AT_{nc} 的含义见公式（A.2），EDc 和 BWc 的参数含义见公式（A.1）。

A1.4 吸入室内空气中气态污染物途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终生危害。吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，分别采用公式公式（A.11）计算：

$$IIVER_{ca2} = VF_{gwia} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFI_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \quad （A.11）$$

公式（A.11）中：

$IIVER_{ca2}$ —吸入室内空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

VF_{gwia} —地下水中污染物进入室内空气的挥发因子，L·m^{-3}；根据附录 F 公式（F.27）计算。

EFI_a —成人的室内暴露频率，$d \cdot a^{-1}$；推荐值见附录 G 表 G.1；

EFI_c —儿童的室内暴露频率，$d \cdot a^{-1}$；推荐值见附录 G 表 G.1。

公式（A.11）中 DAIRc 和 DAIRa 的参数含义见公式（A.9），EDc、BWc、EDa、BWa、ATca 的参数含义见公式（A.1）。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.12）计算：

$$IIVER_{nc2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIR_c \times EFI_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{nc}} \quad （A.12）$$

公式（A.12）中：

$IIVER_{nc2}$ ——吸入室内空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（非致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}。

公式（A.12）中，VF_{gwia}、EFI_c 参数含义见公式（A.11），$DAIR_c$ 的参数含义见公式（A.9），AT_{nc} 的参数含义见公式（A.2），ED_c 和 BW_c 的参数含义见公式（A.1）。

A.2 第二类用地暴露评估模型

A2.1 经口摄入地下水途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害。饮用场地及周边受影响地下水对应的地下水暴露量，采用公式（A.13）计算：

$$CGWER_{ca} = \frac{DWCR_a \times EF_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \quad （A.13）$$

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害。饮用场地及周边受影响地下水对应的地下水暴露量，采用公式（A.38）计算：

$$CGWER_{nc} = \frac{DWCR_a \times EF_a \times ED_a}{BW_a \times AT_a} \quad （A.14）$$

公式（A.13）和公式（A.14）中，$CGWER_{ca}$、$GWCR_a$、EF_a、ED_a 和 BW_a 和 AT_{ca} 的参数含义见公式（A.1），$CGWER_{nc}$、AT_{nc} 的参数含义见公式（A.2）。

A2.2 皮肤接触地下水途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害。用受污染的地下水日常洗澡、游泳或清洗，皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露剂量（致癌效应）采用公式（A.15）：

$$DGWER_{ca} = \frac{SAE_a \times EF_a \times ED_a \times E_V \times DA_{ea}}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6} \quad （A.15）$$

公式（A.13）中，$DGWER_{ca}$、E_v、SAE_a、DA_{ea} 的参数含义见公式（A.3），AT_{ca}、EF_a、ED_a 和 BW_a 的参数含义见公式（A.1），DA_{ea}（无机物）和 SAE_a 的参数值分别采用公式（A.5）和（A.7）计算。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期暴露受到的危害。皮肤接触地下水途径对应的地下水暴露剂量采用公式（A.16）计算：

$$DGWER_{nc} = \frac{SAE_a \times EF_a \times ED_a \times E_V \times DA_{ea}}{BW_a \times AT_{nc}} \times 10^{-6} \quad （A.16）$$

公式（A.16）中，DGWERnc 参数含义见公式（A.8），SAE_a、Ev 和 DA_{ea} 的参数含义见公式（A.3），EF_a、ED_a 和 BW_a 的参数含义见公式（A.1），AT_{nc} 的参数含义见公式（A.2）。

A2.3 吸入室外空气中气态污染物途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害。吸入室外空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.17）计算：

$$IOVER_{ca3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \quad (A.17)$$

公式（A.17）中， $IOVERca_3$、VFgwoa、DAIRa 和 EFOa 的参数含义见公式（A.9），BWa、EDa 和 ATca 的参数含义见公式（A.1）。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害。吸入室外空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.18）计算：

$$IOVER_{nc3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}} \quad (A.18)$$

公式（A.18）中，$IOVER_{nc3}$ 的参数含义见公式（A.10），VF_{gwoa}、DAIRa 和 EFOa 的参数含义见公式（A.9），ATnc 的参数含义见公式（A.2），BWa 和 EDa 的参数含义见公式（A.1）。

A2.4 吸入室内空气中气态污染物途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害。吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.19）计算：

$$IIVER_{ca2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \quad (A.19)$$

公式（A.19）中，IIVERca2、VFgwia、EFIa 的参数含义见公式（A.11），EDa、BWa 和 ATca 的参数含义见公式（A.1）。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害。吸入室内空气中来自地下水中的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式（A.20）计算：

$$IIVER_{nc2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}} \quad (A.20)$$

公式（A.20）中， $IIVER_{nc2}$ 的参数含义见公式（A.12），VF_{gwia}、EFI_a 的参数含义见公式（A.11），$DAIR_a$ 的参数含义见公式（A.9），AT_{nc} 的参数含义见公式（A.2），BW_a 和 ED_a 的参数含义见公式（A.1）。

附录 B
（规范性附录）
污染物性质参数推荐值及外推模型

表 B.1 部分污染物的毒性参数

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
一、金属及无机物															
1	锑	Antimony	7440-36-0					4.00E-04	I			0.15	RSL		
2	砷（无机）	Arsenic, inorganic	7440-38-2	1.50E+00	I	4.30E+00	I	3.00E-04	I	1.50E-05	RSLRSL	1	RSL	0.03	RSL
3	铍	Beryllium	7440-41-7			2.40E-03	I	2.00E-03	I	2.00E-05	I	0.007	RSL		
4	镉	Cadmium	7440-43-9			1.80E-03	I	5.00E-04	I	1.00E-05	A	0.05		0.001	RSL
5	铬（三价）	Chromium, III	16065-83-1					1.50E+00	I			0.013	RSL		
6	铬（六价）	Chromium, VI	18540-29-9	5.00E-01	RSL	8.40E+01	RSL	3.00E-03	I	1.00E-04	I	0.025	RSL		
7	钴	Cobalt	7440-48-4			9.00E-03	P	3.00E-04	P	6.00E-06	P	1	RSL		
8	铜	Copper	7440-50-8					4.00E-02	H			1	RSL		
9	汞（无机）	Mercury, inorganic	7487-94-7					3.00E-04	I	3.00E-04	S	0.07	RSL		
10	甲基汞	Methyl Mercury	22967-92-6					1.00E-04	I			1	RSL		
11	镍	Nickel	7440-02-0			2.60E-04	C	2.00E-02	I	9.00E-05	A	0.04	RSL		
12	锡	Tin	7440-31-5					6.00E-01	H			1	RSL		
13	钒	Vanadium	1314-62-1			8.30E-03	P	9.00E-03	I	7.00E-06	P	0.026	RSL		
14	锌	Zinc	7440-66-6					3.00E-01	I			1	RSL		
15	氰化物	Cyanide	57-12-5					6.00E-04	I	8.00E-04	S	1	RSL		
16	氟化物	Fluoride	16984-48-8					4.00E-02	C	1.30E-02	C	1	RSL		
二、挥发性有机物															
17	丙酮	Acetone	67-64-1					9.00E-01	I	3.10E+01	A	1	RSL		

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
18	苯	Benzene	71-43-2	5.50E-02	I	7.80E-06	I	4.00E-03	I	3.00E-02	I	1	RSL		
19	甲苯	Toluene	108-88-3					8.00E-02	I	5.00E+00	I	1	RSL		
20	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	1.10E-02	C	2.50E-06	C	1.00E-01	I	1.00E+00	I	1	RSL		
21	对二甲苯	Xylene, p-	106-42-3					2.00E-01	S	1.00E-01	S	1	RSL		
22	间二甲苯	Xylene, m-	108-38-3					2.00E-01	S	1.00E-01	S	1	RSL		
23	邻二甲苯	Xylene, o-	95-47-6					2.00E-01	S	1.00E-01	S	1	RSL		
24	二甲苯	Xylenes	1330-20-7					2.00E-01	I	1.00E-01	I	1	RSL		
25	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	6.20E-02	I	3.70E-05	C	2.00E-02	I			1	RSL		
26	1,2-二溴甲烷	Dibromoethane, 1,2-	106-93-4	2.00E+00	I	6.00E-04	I	9.00E-03	I	9.00E-03	I	1	RSL		
27	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	7.00E-02	I	6.00E-06	I	4.00E-03	I	1.00E-01	I	1	RSL		
28	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7					2.00E-02	I	5.00E-02	P	1	RSL		
29	氯仿（三氯甲烷）	Chloroform	67-66-3	3.10E-02	C	2.30E-05	I	1.00E-02	I	9.80E-02	A	1	RSL		
30	氯甲烷	Chloromethane	74-87-3							9.00E-02	I	1	RSL		
31	二溴氯甲烷	Dibromochloromethane	124-48-1	8.40E-02	I	2.70E-02	RSL	2.00E-02	I			1	RSL	0.1	RSL
32	1,4-二氯苯	Dichlorobenzen, 1,4-	106-46-7	5.40E-03	C	1.10E-05	C	7.00E-02	A	8.00E-01	I	1	RSL		
33	1,1-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,1-	75-34-3	5.70E-03	C	1.60E-06	C	2.00E-01	P			1	RSL		
34	1,2-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,2-	107-06-2	9.10E-02	I	2.60E-05	I	6.00E-03	X	7.00E-03	P	1	RSL		

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
35	1,1-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,1-	75-35-4					5.00E-02	I	2.00E-01	I	1	RSL		
36	1,2-顺式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-cis-	156-59-2					2.00E-03	I			1	RSL		
37	1,2 -反式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-trans-	156-60-5					2.00E-02	I	6.00E-02	P	1	RSL		
38	二氯甲烷	Methylene Chloride	75-09-2	2.00E-03	I	1.00E-08	I	6.00E-03	I	6.00E-01	I	1	RSL		
39	1,2-二氯丙烷	Dichloropropane, 1,2-	78-87-5	3.70E-02	P	3.70E-06	P	4.00E-02	P	4.00E-03	I	1	RSL		
40	硝基苯	Nitrobenzene	98-95-3			4.00E-05	I	2.00E-03	I	9.00E-03	I	1	RSL		
41	苯乙烯	Styrene	100-42-5					2.00E-01	I	1.00E+00	I	1	RSL		
42	1,1,1,2-四氯乙烷	Tetrachloroethane, 1,1,1,2-	630-20-6	2.60E-02	I	7.40E-06	I	3.00E-02	I			1	RSL		
43	1,1,2,2-四氯乙烷	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	79-34-5	2.00E-01	I	5.80E-05	C	2.00E-02	I			1	RSL		
44	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	2.10E-03	I	2.60E-07	I	6.00E-03	I	4.00E-02	I	1	RSL		
45	三氯乙烯	Trichloroethylene	79-01-6	4.60E-02	I	4.10E-06	I	5.00E-04	I	2.00E-03	I	1	RSL		
46	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	7.20E-01	I	4.40E-06	I	3.00E-03	I	1.00E-01	I	1	RSL		
47	1,1,2-三氯丙烷	Trichloropropane, 1,1,2-	598-77-6					5.00E-03	I			1	RSL		
48	1,2,3-三氯丙烷	Trichloropropane, 1,2,3-	96-18-4	3.00E+01	I			4.00E-03	I	3.00E-04	I	1	RSL		

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi无量纲	数据来源	ABSd无量纲	数据来源
49	1,1,1-三氯乙烷	Trichlorothane, 1,1,1-	71-55-6					2.00E+00	I	5.00E+00	I	1	RSL		
50	1,1,2-三氯乙烷	Trichlorothane, 1,1,2-	79-00-5	5.70E-02	I	1.60E-05	I	4.00E-03	I	2.00E-04	X	1	RSL		
三、半挥发性有机物															
51	苊	Acenaphthene	83-32-9					6.00E-02	I			1	RSL	0.13	R369
52	蒽	Anthracene	120-12-7					3.00E-01	I			1	RSL	0.13	R369
53	苯并(a)蒽	Benzo(a)anthracene	56-55-3	1.00E-01	E	6.00E-05	E					1	RSL	0.13	RSL
54	苯并(a)芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	1.00E+00	I	6.00E-04	I	3.00E-04	I	2.00E-06	I	1	RSL	0.13	RSL
55	苯并(b)荧蒽	Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	1.00E-01	E	6.00E-05	E					1	RSL	0.13	RSL
56	苯并(k)荧蒽	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	1.00E-02	E	6.00E-06	E					1	RSL	0.13	RSL
57	䓛	Chrysene	218-01-9	1.00E-03	E	6.00E-07	E					1	RSL	0.13	RSL
58	二苯并(a,h)蒽	Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	1.00E+00	E	6.00E-04	E					1	RSL	0.13	RSL
59	荧蒽	Fluoranthene	206-44-0					4.00E-02	I			1	RSL	0.13	R369
60	芴	Fluorene	86-73-7					4.00E-02	I			1	RSL	0.13	R369
61	茚并(1,2,3-cd)芘	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	1.00E-01	E	6.00E-05	E					1	RSL	0.13	RSL
62	萘	Naphthalene	91-20-3			3.40E-05	C	2.00E-02	I	3.00E-03	I	1	RSL	0.13	RSL
63	芘	Pyrene	129-00-0					3.00E-02	I			1	RSL	0.13	R369
64	艾氏剂	Aldrin	309-00-2	1.70E+01	I	4.90E-03	I	3.00E-05	I			1	RSL	0.1	R369

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
65	狄氏剂	Dieldrin	60-57-1	1.60E+01	I	4.60E-03	I	5.00E-05	I			1	RSL	0.1	R369
66	异狄氏剂	Endrin	72-20-8					3.00E-04	I			1	RSL	0.1	R369
67	氯丹	Chlordane	12789-03-6	3.50E-01	I	1.00E-04	I	5.00E-04	I	7.00E-04	I	1	RSL	0.04	RSL
68	p,p'-滴滴滴	p,p'-DDD	72-54-8	2.40E-01	I	6.90E-02	RSL					1	RSL	0.1	RSL
69	p,p'-滴滴伊	p,p'-DDE	72-55-9	3.40E-01	I	9.70E-05	C	3.0E-04	X			1	RSL	0.1	RSL
70	p,p'-滴滴涕	p,p'-DDT	50-29-3	3.40E-01	I	9.70E-05	I	5.00E-04	I			1	RSL	0.03	RSL
71	七氯	Heptachlor	76-44-8	4.50E+00	I	1.30E-03	I	5.00E-04	I			1	RSL	0.1	RSL
72	α-六六六	Hexachloro cyclohexane, α-(α-HCH)	319-84-6	6.30E+00	I	1.80E-03	I	8.00E-03	A			1	RSL	0.1	RSL
73	β-六六六	Hexachloro cyclohexane, β-(β-HCH)	319-85-7	1.80E+00	I	5.30E-04	I					1	RSL	0.1	RSL
74	γ-六六六	Hexachloro cyclohexane, γ-(γ-HCH, Lindane)	58-89-9	1.10E+00	C	3.10E-04	C	3.00E-04	I			1	RSL	0.04	RSL
75	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	1.60E+00	I	4.60E-04	I	8.00E-04	I			1	RSL	0.1	RSL
76	灭蚁灵	Mirex	2385-85-5	1.80E+01	C	5.10E-03	C	2.00E-04	I			1	RSL	0.1	RSL
77	毒杀芬	Toxaphene	8001-35-2	1.10E+00	I	3.20E-04	I	9.0E-05	P			1	RSL	0.1	R369

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
78	多氯联苯 189	Heptachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	39635-31-9	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
79	多氯联苯 167	Hexachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	52663-72-6	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
80	多氯联苯 157	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	69782-90-7	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
81	多氯联苯 156	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5- (PCB 156)	38380-08-4	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
82	多氯联苯 169	Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	32774-16-6	3.90E+03	W	1.10E+00	W	2.30E-08	W	1.30E-06	W	1	RSL	0.14	RSL
83	多氯联苯 123	Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5- (PCB 123)	65510-44-3	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR (mg/m^3)$^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
84	多氯联苯 118	Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5- (PCB 118)	31508-00-6	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
85	多氯联苯 105	Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'- (PCB 105)	32598-14-4	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
86	多氯联苯 114	Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5- (PCB 114)	74472-37-0	3.90E+00	W	1.10E-03	W	2.30E-05	W	1.30E-03	W	1	RSL	0.14	R369
87	多氯联苯 126	Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5- (PCB 126)	57465-28-8	1.30E+04	W	3.80E+00	W	7.00E-09	W	4.00E-07	W	1	RSL	0.14	RSL
88	多氯联苯（高风险）	Polychlorinated Biphenyls (high risk)	1336-36-3	2.00E+00	I	5.70E-04	I					1	RSL	0.14	R369
89	多氯联苯（低风险）	Polychlorinated Biphenyls (low risk)	1336-36-3	4.00E-01	I	1.00E-04	I					1	RSL	0.14	R369
90	多氯联苯（最低风险）	Polychlorinated Biphenyls (lowest risk)	1336-36-3	7.00E-02	I	2.00E-05	I					1	RSL	0.14	R369

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
91	多氯联苯 77	Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'- (PCB 77)	32598-13-3	1.30E+01	W	3.80E-03	W	7.00E-06	R369	4.00E-04	W	1	RSL	0.14	R369
92	多氯联苯 81	Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5- (PCB 81)	70362-50-4	3.90E+01	W	1.10E-02	W	2.30E-06	W	1.30E-04	W	1	RSL	0.14	R369
93	二恶英（总量）	Hexachlorodibenzo-p-dioxin, Mixture		6.20E+03	I	1.30E+03	I					1	RSL	0.03	R369
94	二恶英（TCDD2378）	Dioxins,(TCDD, 2,3,7,8-)	1746-01-6	1.30E+05	C	3.80E+01	C	7.00E-10	I	4.00E-08	C	1	RSL	0.03	RSL
95	多溴联苯	Polybrominated Biphenyls	59536-65-1	3.00E+01	C	8.60E-03	C	7.00E-06	H			1	RSL	0.1	RSL
96	苯胺	Aniline	62-53-3	5.70E-03	I	1.60E-03	R369	7.00E-03	P	1.00E-03	I	1	RSL	0.1	R369
97	溴仿	Bromoform	75-25-2	7.90E-03	I	1.10E-06	I	2.00E-02	I			1	RSL	0.1	RSL
98	2-氯酚	Chlorophenol, 2-	95-57-8					5.00E-03	I			1	RSL		RSL
99	4-甲酚（对-）	Cresol, 4-, p-	106-44-5					1.00E-01	A	6.00E-01	C	1	RSL	0.1	R369
100	3,3-二氯联苯胺	Dichlorobenzidine, 3,3-	91-94-1	4.50E-01	I	3.40E-04	C					1	RSL	0.1	RSL
101	2,4-二氯酚	Dichlorophenol, 2,4-	120-83-2					3.00E-03	I			1	RSL	0.1	RSL
102	2,4-二硝基酚	Dinitrophenol, 2,4-	51-28-5					2.00E-03	I			1	RSL	0.1	RSL

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
103	2,4-二硝基甲苯	Dinitrotoluene, 2,4-	121-14-2	3.10E-01	C	8.90E-05	C	2.00E-03	I			1	RSL	0.102	RSL
104	六氯环戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4					6.00E-03	I	2.00E-04	I	1	RSL	0.1	RSL
105	五氯酚	Pentachlorophenol	87-86-5	4.00E-01	I	5.10E-06	C	5.00E-03	I			1	RSL	0.25	RSL
106	苯酚	Phenol	108-95-2					3.00E-01	I	2.00E-01	C	1	RSL	0.1	R369
107	2,4,5-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,5-	95-95-4					1.00E-01	I			1	RSL	0.1	R369
108	2,4,6-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,6-	88-06-2	1.10E-02	I	3.10E-06	I	1.00E-03	P			1	RSL	0.1	RSL
109	阿特拉津	Atrazine	1912-24-9	2.30E-01	C			3.50E-02	I			1	RSL	0.1	RSL
110	敌敌畏	Dichlorvos	62-73-7	2.90E-01	I	8.30E-05	C	5.00E-04	I	5.00E-04	I	1	RSL	0.1	RSL
111	乐果	Dimethoate	60-51-5					2.20E-03	O			1	RSL	0.1	RSL
112	硫丹	Endosulfan	115-29-7					6.00E-03	I			1	RSL	0.1	RSL
113	草甘膦	Glyphosate	1071-83-6					1.00E-01	I			1	R369	0.1	R369
114	邻苯二甲酸二(2-乙基已基)酯	Bis(2-ethylhexyl)phthalate, DEHP	117-81-7	1.40E-02	I	2.40E-06	C	2.00E-02	I			1	RSL	0.1	RSL
115	邻苯二甲酸丁基苄酯	Butyl benzyl phthalate, BBP	85-68-7	1.90E-03	P			2.00E-01	I			1	RSL	0.1	RSL
116	邻苯二甲酸二乙酯	Diethyl phthalate, DEP	84-66-2					8.00E-01	I			1	RSL	0.1	R369
117	邻苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate, DBP	84-74-2					1.00E-01	I			1	RSL	0.1	R369

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SFo (mg/kg-d)$^{-1}$	数据来源	IUR $(mg/m^3)^{-1}$	数据来源	RfDo mg/kg-d	数据来源	RfC mg/m^3	数据来源	ABSgi 无量纲	数据来源	ABSd 无量纲	数据来源
118	邻苯二甲酸二正辛酯	Di-n-octyl phthalate, DnOP	117-84-0					1.00E-02	P			1	RSL	0.1	RSL

注：

1）SF_o：经口摄入致癌斜率因子；IUR：呼吸吸入单位致癌风险；RfD_o：经口摄入参考剂量； RfC：呼吸吸入参考浓度；ABS_{gi}：消化道吸收因子； ABS_d：皮肤吸收效率因子

2）“I”代表数据来自“美国环保局综合风险信息系统（USEPA Integrated Risk Information System）”；“P”代表数据来自美国环保局“临时性同行审定毒性数据（The Provisional Peer Reviewed Toxicity Values）”；“RSL”代表数据来自美国环保局区域办公室“区域筛选值（Regional Screening Leveles）”（2019 年 4 月发布，以最新的发布为准）；

“A”=ATSDR; O=OPP; C=CalEPA; X=APPENDIX PPRTV SCREEN(see FQ#31); H=HEAST; W=see user guide Section2.3.5；E = see user guide Section 2.3.6

B.1 呼吸吸入致癌斜率因子和参考剂量外推模型公式

呼吸吸入致癌斜率因子（SFi）和呼吸吸入参考剂量（RfDi），分别采用公式（B.1）和公式（B.2）计算：

$$SF_i = \frac{IUR \times BW_a}{DAIR_a} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (B.1)$$

$$RfD_i = \frac{RfC \times DAIR_a}{BW_a} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (B.2)$$

公式（B.1）和公式（B.2）中：

SF_i —呼吸吸入致癌斜率因子，(mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1})$^{-1}$；

RfD_i —呼吸吸入参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

IUR —呼吸吸入单位致癌因子，m^3·mg^{-1}；

RfC —呼吸吸入参考浓度，mg·m^{-3}。

公式（B.1）和公式（B.2）中，$DAIR_a$ 的参数含义见公式（A.9），BW_a 的参数含义见公式（A.1）。

B.2 皮肤接触致癌斜率因子和参考剂量外推模型公式

皮肤接触致癌斜率系数和参考剂量分别采用公式（B.3）和公式（B.4）计算：

$$SF_d = \frac{SF_o}{ABS_{gi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (B.3)$$

$$RfD_d = RfD_o \times ABS_{gi} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (B.4)$$

公式（B.3）和公式（B.4）中：

SF_d —皮肤接触致癌斜率因子，(mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1})$^{-1}$；

SF_o —经口摄入致癌斜率因子，(mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1})$^{-}$1；

RfD_o —经口摄入参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

RfD_d —皮肤接触参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

ABS_{gi} —消化道吸收效率因子，无量纲。

表 B.2 部分污染物的理化性质参数

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
一、金属及无机物													
1	锑	Antimony	7440-36-0										
2	砷（无机）	Arsenic, inorganic	7440-38-2										
3	铍	Beryllium	7440-41-7										
4	镉	Cadmium	7440-43-9										
5	铬（三价）	Chromium, III	16065-83-1										
6	铬（六价）	Chromium, VI	18540-29-9									1.69E+06	RSL
7	钴	Cobalt	7440-48-4										
8	铜	Copper	7440-50-8										
9	汞（无机）	Mercury, inorganic	7487-94-7										
10	甲基汞	Methyl Mercury	22967-92-6										
11	镍	Nickel	7440-02-0										
12	锡	Tin	7440-31-5										
13	钒	Vanadium	1314-62-1									7.00E+02	RSL
14	锌	Zinc	7440-66-6										
15	氰化物	Cyanide	1957-12-5	5.44E-03	EPI	2.11E-01	WATER9	2.46E-05	WATER9			1.00E+06	EPI
16	氟化物	Fluride	7782-41-4									1.69E+00	EPI
二、挥发性有机物													
17	丙酮	Acetone	67-64-1	1.43E-03	EPI	1.06E-01	WATER9	1.15E-05	WATER9	2.36E+00	EPI	1.00E+06	EPI
18	苯	Benzene	71-43-2	2.27E-01	EPI	8.95E-02	WATER9	1.03E-05	WATER9	1.46E+02	EPI	1.79E+03	EPI
19	甲苯	Toluene	108-88-3	2.71E-01	EPI	7.78E-02	WATER9	9.20E-06	WATER9	2.34E+02	EPI	5.26E+02	EPI
20	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	3.22E-01	EPI	6.85E-02	WATER9	8.46E-06	WATER9	4.46E+02	EPI	1.69E+02	EPI
21	对二甲苯	Xylene, p-	106-42-3	2.82E-01	EPI	6.82E-02	WATER9	8.42E-06	WATER9	3.75E+02	EPI	1.62E+02	EPI
22	间二甲苯	Xylene, m-	108-38-3	2.94E-01	EPI	6.84E-02	WATER9	8.44E-06	WATER9	3.75E+02	EPI	1.61E+02	EPI

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
23	邻二甲苯	Xylene, o-	95-47-6	2.12E-01	EPI	6.89E-02	WATER9	8.53E-06	WATER9	3.83E+02	EPI	1.78E+02	EPI
24	二甲苯	Xylenes	1330-20-7	2.12E-01	EPI	8.47E-02	WATER9	9.90E-06	WATER9	3.83E+02	EPI	1.06E+02	EPI
25	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	8.67E-02	EPI	5.63E-02	WATER9	1.07E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	3.03E+03	EPI
26	1,2-二溴甲烷	Dibromoethane, 1,2-	106-93-4	2.66E-02	EPI	4.30E-02	WATER9	1.04E-05	WATER9	3.96E+01	EPI	3.91E+03	EPI
27	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	1.13E+00	EPI	5.71E-02	WATER9	9.78E-06	WATER9	4.39E+01	EPI	7.93E+02	EPI
28	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	1.27E-01	EPI	7.21E-02	WATER9	9.48E-06	WATER9	2.34E+02	EPI	4.98E+02	EPI
29	氯仿 (三氯甲烷)	Chloroform	67-66-3	1.50E-01	EPI	7.69E-02	WATER9	1.09E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	7.95E+03	EPI
30	氯甲烷	Chloromethane	74-87-3	3.61E-01	EPI	1.24E-01	WATER9	1.36E-05	WATER9	1.32E+01	EPI	5.32E+03	EPI
31	二溴氯甲烷	Dibromochloromethane	124-48-1	3.20E-02	EPI	3.66E-02	WATER9	1.06E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	2.70E+03	EPI
32	1,4-二氯苯	Dichlorobenzen, 1,4-	106-46-7	9.85E-02	EPI	5.50E-02	WATER9	8.68E-06	WATER9	3.75E+02	EPI	8.13E+01	EPI
33	1,1-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,1-	75-34-3	2.30E-01	EPI	8.36E-02	WATER9	1.06E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	5.04E+03	EPI
34	1,2-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,2-	107-06-2	4.82E-02	EPI	8.57E-02	WATER9	1.10E-05	WATER9	3.96E+01	EPI	8.60E+03	EPI
35	1,1-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,1-	75-35-4	1.07E+00	EPI	8.63E-02	WATER9	1.10E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	2.42E+03	EPI
36	1,2-顺式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-cis-	156-59-2	1.67E-01	EPI	8.84E-02	WATER9	1.13E-05	WATER9	3.96E+01	EPI	6.41E+03	EPI
37	1,2 -反式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-trans-	156-60-5	1.67E-01	EPI	8.76E-02	WATER9	1.12E-05	WATER9	3.96E+01	EPI	4.52E+03	EPI
38	二氯甲烷	Dichloromethane	1975-9-2	1.33E-01	EPI	9.99E-02	WATER9	1.25E-05	WATER9	2.17E+01	EPI	1.30E+04	EPI
39	1,2-二氯丙烷	Dichloropropane, 1,2-	78-87-5	1.15E-01	EPI	7.33E-02	WATER9	9.73E-06	WATER9	6.07E+01	EPI	2.80E+03	EPI
40	硝基苯	Nitrobenzene	98-95-3	9.81E-04	EPI	6.81E-02	WATER9	9.45E-06	WATER9	2.26E+02	EPI	2.09E+03	EPI
41	苯乙烯	Styrene	100-42-5	1.12E-01	EPI	7.11E-02	WATER9	8.78E-06	WATER9	4.46E+02	EPI	3.10E+02	EPI
42	四氯乙烷, 1,1,1,2-	Tetrachloroethane, 1,1,1,2-	630-20-6	1.02E-01	EPI	4.82E-02	WATER9	9.10E-06	WATER9	8.60E+01	EPI	1.07E+03	EPI
43	四氯乙烷, 1,1,2,2-	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	79-34-5	1.50E-02	EPI	4.89E-02	WATER9	9.29E-06	WATER9	9.49E+01	EPI	2.83E+03	EPI
44	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	7.24E-01	EPI	5.05E-02	WATER9	9.46E-06	WATER9	9.49E+01	EPI	2.06E+02	EPI
45	三氯乙烯	Trichloroethylene	1979-1-6	4.03E-01	EPI	6.87E-02	WATER9	1.02E-05	WATER9	6.07E+01	EPI	1.28E+03	EPI

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
46	氯乙烯	Vinyl chloride	1975-1-4	1.14E+00	EPI	1.07E-01	WATER9	1.20E-05	WATER9	2.17E+01	EPI	8.80E+03	EPI
47	三氯丙烷, 1,1,2-	Trichloropropane, 1,1,2-	598-77-6	1.30E-02	EPI	5.72E-02	WATER9	9.17E-06	WATER9	9.49E+01	EPI	1.90E+03	EPI
48	三氯丙烷, 1,2,3-	Trichloropropane, 1,2,3-	96-18-4	1.40E-02	EPI	5.75E-02	WATER9	9.24E-06	WATER9	1.16E+02	EPI	1.75E+03	EPI
49	三氯乙烷, 1,1,1-	Trichlorothane, 1,1,1-	71-55-6	7.03E-01	EPI	6.48E-02	WATER9	9.60E-06	WATER9	4.39E+01	EPI	1.29E+03	EPI
50	三氯乙烷, 1,1,2-	Trichlorothane, 1,1,2-	79-00-5	3.37E-02	EPI	6.69E-02	WATER9	1.00E-05	WATER9	6.07E+01	EPI	4.59E+03	EPI
三、半挥发性有机物													
51	苊	Acenaphthene	83-32-9	7.52E-03	EPI	5.06E-02	WATER9	8.33E-06	WATER9	5.03E+03	EPI	3.90E+00	EPI
52	蒽	Anthracene	120-12-7	2.27E-03	EPI	3.90E-02	WATER9	7.85E-06	WATER9	1.64E+04	EPI	4.34E-02	EPI
53	苯并(a)蒽	Benzo(a)anthracene	56-55-3	4.91E-04	EPI	5.09E-02	WATER9	5.94E-06	WATER9	1.77E+05	EPI	9.40E-03	EPI
54	苯并(a)芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	1.87E-05	EPI	4.76E-02	WATER9	5.56E-06	WATER9	5.87E+05	EPI	1.62E-03	EPI
55	苯并(b)荧蒽	Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	2.69E-05	EPI	4.76E-02	WATER9	5.56E-06	WATER9	5.99E+05	EPI	1.50E-03	EPI
56	苯并(k)荧蒽	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	2.39E-05	EPI	4.76E-02	WATER9	5.56E-06	WATER9	5.87E+05	EPI	8.00E-04	EPI
57	屈	Chrysene	218-01-9	2.14E-04	EPI	2.61E-02	WATER9	6.75E-06	WATER9	1.81E+05	EPI	2.00E-03	EPI
58	二苯并(a, h)蒽	Dibenzo(a, h)anthracene	53-70-3	5.76E-06	EPI	4.46E-02	WATER9	5.21E-06	WATER9	1.91E+06	EPI	2.49E-03	EPI
59	荧蒽	Fluoranthene	206-44-0	3.62E-04	EPI	2.76E-02	WATER9	7.18E-06	WATER9	5.55E+04	EPI	2.60E-01	EPI
60	芴	Fluorene	86-73-7	3.93E-03	EPI	4.40E-02	WATER9	7.89E-06	WATER9	9.16E+03	EPI	1.69E+00	EPI
61	茚并(1,2,3-cd)芘	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	6.56E-05	R369	4.48E-02	WATER9	5.23E-06	WATER9	3.47E+06	R369	2.20E-05	RSL
62	萘	Naphthalene	91-20-3	1.80E-02	EPI	6.05E-02	WATER9	8.38E-06	WATER9	1.54E+03	EPI	3.10E+01	EPI
63	芘	Pyrene	129-00-0	4.87E-04	EPI	2.78E-02	WATER9	7.25E-06	WATER9	5.43E+04	EPI	1.35E-01	EPI
64	艾氏剂	Aldrin	309-00-2	1.80E-03	EPI	3.72E-02	WATER9	4.35E-06	WATER9	8.20E+04	EPI	1.70E-02	EPI
65	狄氏剂	Dieldrin	60-57-1	4.09E-04	EPI	2.33E-02	WATER9	6.01E-06	WATER9	2.01E+04	EPI	1.95E-01	EPI
66	异狄氏剂	Endrin	72-20-8	4.09E-04	EPI	3.62E-02	WATER9	4.22E-06	WATER9	2.01E+04	EPI	2.50E-01	EPI
67	氯丹	Chlorodane	57-74-9	1.99E-03	EPI	3.44E-02	WATER9	4.02E-06	WATER9	3.38E+04	EPI	5.60E-02	EPI
68	滴滴滴	DDD	72-54-8	2.70E-04	EPI	4.06E-02	WATER9	4.74E-06	WATER9	1.18E+05	EPI	9.00E-02	EPI
69	滴滴伊	DDE	72-55-9	1.70E-03	EPI	4.08E-02	WATER9	4.76E-06	WATER9	1.18E+05	EPI	4.00E-02	EPI

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
70	滴滴涕	DDT	50-29-3	3.40E-04	EPI	3.79E-02	WATER9	4.43E-06	WATER9	1.69E+05	EPI	5.50E-03	EPI
71	七氯	Heptachlor	76-44-8	1.20E-02	EPI	2.23E-02	WATER9	5.70E-06	WATER9	4.13E+04	EPI	1.80E-01	EPI
72	α-六六六	Hexachloro cyclohexane, α-(α-HCH)	319-84-6	2.10E-04	EPI	4.33E-02	WATER9	5.06E-06	WATER9	2.81E+03	EPI	2.00E+00	EPI
73	β-六六六	Hexachloro cyclohexane, β-(β-HCH)	319-85-7	2.10E-04	EPI	2.77E-02	WATER9	7.40E-06	WATER9	2.81E+03	EPI	2.40E-01	EPI
74	γ-六六六	Hexachloro cyclohexane, γ-(γ-HCH, Lindane)	58-89-9	2.10E-04	EPI	4.33E-02	WATER9	5.06E-06	WATER9	2.81E+03	EPI	7.30E+00	EPI
75	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	6.95E-02	EPI	2.90E-02	WATER9	7.85E-06	WATER9	6.20E+03	EPI	6.20E-03	EPI
76	灭蚁灵	Mirex	2385-85-5	3.32E-02	EPI	2.85E-02	WATER9	3.33E-06	WATER9	3.57E+05	EPI	8.50E-02	EPI
77	毒杀芬	Toxphene	8001-35-2	2.45E-04	EPI	3.42E-02	WATER9	4.00E-06	WATER9	7.72E+04	EPI	7.40E-01	RSL
78	多氯联苯 189	Heptachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	39635-31-9	5.64E-03	EPI	3.53E-02	WATER9	4.12E-06	WATER9	3.50E+05	EPI	7.53E-04	EPI
79	多氯联苯 167	Hexachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	52663-72-6	6.62E-03	EPI	3.75E-02	WATER9	4.38E-06	WATER9	2.09E+05	EPI	2.23E-03	EPI
80	多氯联苯 157	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	69782-90-7	6.62E-03	EPI	3.75E-02	WATER9	4.38E-06	WATER9	2.14E+05	EPI	1.65E-03	EPI
81	多氯联苯 156	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5- (PCB 156)	38380-08-4	5.85E-03	EPI	3.75E-02	WATER9	4.38E-06	WATER9	2.14E+05	EPI	5.33E-03	EPI
82	多氯联苯 169	Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	32774-16-6	6.62E-03	EPI	3.75E-02	WATER9	4.38E-06	WATER9	2.09E+05	EPI	5.10E-04	EPI
83	多氯联苯 123	Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5- (PCB 123)	65510-44-3	7.77E-03	EPI	4.01E-02	WATER9	4.68E-06	WATER9	1.31E+05	EPI	1.60E-02	EPI
84	多氯联苯 118	Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5- (PCB 118)	31508-00-6	1.18E-02	EPI	4.01E-02	WATER9	4.68E-06	WATER9	1.28E+05	EPI	1.34E-02	EPI

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
85	多氯联苯 105	Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'- (PCB 105)	32598-14-4	1.16E-02	EPI	4.01E-02	WATER9	4.68E-06	WATER9	1.31E+05	EPI	3.40E-03	EPI
86	多氯联苯 114	Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5- (PCB 114)	74472-37-0	7.77E-03	EPI	4.01E-02	WATER9	4.68E-06	WATER9	1.31E+05	EPI	1.60E-02	EPI
87	多氯联苯 126	Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5- (PCB 126)	57465-28-8	7.77E-03	EPI	4.01E-02	WATER9	4.68E-06	WATER9	1.28E+05	EPI	7.33E-03	EPI
88	多氯联苯（高风险）	Polychlorinated Biphenyls (high risk)	1336-36-3	7.77E-03	EPI	4.32E-02	WATER9	5.04E-06	WATER9	7.81E+04	EPI	7.00E-01	RSL
89	多氯联苯（低风险）	Polychlorinated Biphenyls (low risk)	1336-36-3	7.77E-03	EPI	4.32E-02	WATER9	5.04E-06	WATER9	7.81E+04	EPI	7.00E-01	RSL
90	多氯联苯（最低风险）	Polychlorinated Biphenyls (lowest risk)	1336-36-3	7.77E-03	EPI	4.32E-02	WATER9	5.04E-06	WATER9	7.81E+04	EPI	7.00E-01	RSL
91	多氯联苯 77	Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'- (PCB 77)	32598-13-3	3.84E-04	EPI	4.32E-02	WATER9	5.04E-06	WATER9	7.81E+04	EPI	5.69E-04	EPI
92	多氯联苯 81	Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5- (PCB 81)	70362-50-4	9.12E-03	EPI	4.32E-02	WATER9	5.04E-06	WATER9	7.81E+04	EPI	3.22E-02	EPI
93	二恶英（总量）	Hexachlorodibenzo-p-dioxin, Mixture		2.33E-04	EPI	4.27E-02	WATER9	4.15E-06	WATER9	6.95E+05	EPI	4.00E-06	EPI
94	二恶英（TCDD2378）	Tetrachlorodibenzo-p-dioxin, 2,3,7,8-	1746-01-6	2.04E-03	EPI	4.70E-02	WATER9	4.73E-06	WATER9	2.49E+05	EPI	2.00E-04	EPI
95	多溴联苯	Polybrominated Biphenyls	59536-65-1										
96	苯胺	Aniline	62-53-3	8.26E-05	EPI	8.30E-02	WATER9	1.01E-05	WATER9	7.02E+01	EPI	3.60E+04	EPI
97	溴仿	Bromoform	75-25-2	2.19E-02	EPI	3.57E-02	WATER9	1.04E-05	WATER9	3.18E+01	EPI	3.10E+03	EPI
98	2-氯酚	Chlorophenol, 2-	95-57-8	4.58E-04	EPI	6.61E-02	WATER9	9.48E-06	WATER9	3.07E+02	EPI	1.13E+04	EPI
99	4-甲酚（对-）	Cresol, 4-, p-	106-44-5	4.09E-05	EPI	7.24E-02	WATER9	9.24E-06	WATER9	3.00E+02	EPI	2.15E+04	EPI
100	3,3-二氯联苯胺	Dichlorobenzidine, 3,3-	91-94-1	1.64E-07	R369	4.75E-02	WATER9	5.55E-06	WATER9	3.19E+03	EPI	3.11E+00	EPI

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	数据来源	Da cm^2/s	数据来源	Dw cm^2/s	数据来源	Koc cm^3/g	数据来源	S mg/L	数据来源
101	2,4-二氯酚	Dichlorophenol, 2,4-	120-83-2	1.75E-04	EPI	4.86E-02	WATER9	8.68E-06	WATER9	4.92E+02	EPI	4.50E+03	EPI
102	2,4-二硝基酚	Dinitrophenol, 2,4-	51-28-5	3.52E-06	EPI	4.07E-02	WATER9	9.08E-06	WATER9	4.61E+02	EPI	2.79E+03	EPI
103	2,4-二硝基甲苯	Dinitrotoluene, 2,4-	121-14-2	2.21E-06	EPI	3.75E-02	WATER9	7.90E-06	WATER9	5.76E+02	EPI	2.00E+02	EPI
104	六氯环戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4	1.11E+00	EPI	2.72E-02	WATER9	7.22E-06	WATER9	1.40E+03	EPI	1.80E+00	EPI
105	五氯酚	Pentachlorophenol	87-86-5	1.00E-06	EPI	2.95E-02	WATER9	8.01E-06	WATER9	4.96E+03	EPI	1.40E+01	EPI
106	苯酚	Phenol	108-95-2	1.36E-05	EPI	8.34E-02	WATER9	1.03E-05	WATER9	1.87E+02	EPI	8.28E+04	EPI
107	2,4,5-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,5-	95-95-4	6.62E-05	EPI	3.14E-02	WATER9	8.09E-06	WATER9	1.78E+03	EPI	1.20E+03	EPI
108	2,4,6-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,6-	1988-6-2	1.06E-04	EPI	3.14E-02	WATER9	8.09E-06	WATER9	1.78E+03	EPI	8.00E+02	EPI
109	阿特拉津	Atrazine	1912-24-9	9.65E-08	EPI	5.28E-02	WATER9	6.17E-06	WATER9	2.25E+02	EPI	3.47E+01	EPI
110	敌敌畏	Dichlorvos	62-73-7	2.30E-05	EPI	2.79E-02	WATER9	7.33E-06	WATER9	5.40E+01	EPI	8.00E+03	EPI
111	乐果	Dimethoate	60-51-5	9.93E-09	EPI	2.61E-02	WATER9	6.74E-06	WATER9	1.28E+01	EPI	2.33E+04	EPI
112	硫丹	Endosulfan	115-29-7	2.66E-03	EPI	2.25E-02	WATER9	5.76E-06	WATER9	6.76E+03	EPI	3.25E-01	EPI
113	草甘膦	Glyphosate	1071-83-6	8.59E-11	EPI	6.21E-02	WATER9	7.26E-06	WATER9	2.10E+03	ARS	1.05E+04	EPI
114	邻苯二甲酸二(2-乙基己)酯	Bis(2-ethylhexyl)phthalate, DEHP	117-81-7	1.10E-05	EPI	1.73E-02	WATER9	4.18E-06	WATER9	1.20E+05	EPI	2.70E-01	EPI
115	邻苯二甲酸丁苄酯	Butyl benzyl phthalate, BBP	85-68-7	5.15E-05	EPI	2.08E-02	WATER9	5.17E-06	WATER9	7.16E+03	EPI	2.69E+00	EPI
116	邻苯二甲酸二乙酯	Diethyl phthalate, DEP	84-66-2	2.49E-05	EPI	2.61E-02	WATER9	6.72E-06	WATER9	1.05E+02	EPI	1.08E+03	EPI
117	邻苯二甲酸二丁酯	Di-n-butyl phthalate, DnBP	84-74-2	7.40E-05	EPI	2.14E-02	WATER9	5.33E-06	WATER9	1.16E+03	EPI	1.12E+01	EPI
118	邻苯二甲酸二正辛酯	Di-n-octyl phthalate, DNOP	117-84-0	1.05E-04	EPI	3.56E-02	WATER9	4.15E-06	WATER9	1.41E+05	EPI	2.00E-02	EPI

注：

1）H’：无量纲亨利常数；Da：空气中扩散系数；Dw：水中扩散系数；Koc：土壤-有机碳分配系数；S：水溶解度

2）“EPI”代表美国环保局“化学品性质参数估算工具包（Estimation Program Interface Suite）”数据；“WATER9”代表美国环保局“废水处理模型（the wastewater treatment model）”

数据；“RSL ”代表数据来自美国环保局“区域筛选值（Regional Screening Levles）总表”污染物理化性质数据（2019 年 5 月发布，以最新的发布为准）

3）表中无量纲亨利常数等理化性质参数为常温条件下的参数值

附录 C
（规范性附录）
计算致癌风险和危害商的推荐模型

C.1 地下水中单一污染物致癌风险

C1.1　经口摄入地下水中单一污染物的致癌风险，采用公式（C.1）计算：

$$CR_{cgw} = CGWER_{ca} \times C_{gw} \times SF_0 \tag{C.1}$$

公式（C.1）中：

CR_{cgw} －经口摄入地下水暴露于单一污染物的致癌风险，无量纲；

C_{gw} －地下水中污染物浓度，$mg \cdot L^{-1}$；

公式（C.1）中，$CGWER_{ca}$ 的参数含义见公式（A.1），SF_o 的参数含义见公式（B.3）。

C1.2　皮肤接触地下水中单一污染物的致癌风险，采用公式（C.2）计算：

$$CR_{dgw} = DGWER_{ca} \times SF_d \tag{C.2}$$

公式（C.2）中：

CR_{dgw} －皮肤接触地下水暴露单一污染地下水的致癌风险，无量纲；

公式（C.2）中，$DGWER_{ca}$ 的参数含义见公式（A.3），SF_d 的参数含义见公式（B.3）。

C1.3　吸入室外空气中来地下水的单一气态污染物的致癌风险，采用公式（C.3）计算：

$$CR_{iov3} = IOVER_{ca3} \times C_{gw} \times SF_i \tag{C.3}$$

公式（C.3）中：

CR_{iov3} －吸入室外空气来自地下水暴露于单一污染物的致癌风险，无量纲；

公式（C.3）中，$IOVER_{ca3}$ 的参数含义见公式（A.9），C_{gw} 的参数含义见公式（C.1），SF_i 的参数含义见公式（B.1）。

C1.4　吸入室内空气中来自地下水的单一气态污染物的致癌风险，采用公式（C.4）计算：

$$CR_{iiv2} = IIVER_{ca2} \times C_{gw} \times SF_i \tag{C.4}$$

公式（C.4）中：

CR_{iiv2} －吸入室内空气来自地下水暴露于单一污染物的致癌风险，无量纲。

公式（C.4）中，$IIVER_{ca2}$ 的参数含义分别见公式（A.11），C_{gw} 的参数含义见公式（C.1），SF_i 的参数含义见公式（B.1）。

C1.5　地下水中单一污染物经所有暴露途径的致癌风险，采用公式（C.5）计算：

$$CR_n = CR_{cgw} + CR_{dgw} + CR_{iov3} + CR_{iiv2} \tag{C.5}$$

公式（C.5）中：

CR_n －经所有暴露途径暴露于单一污染物（第 n 种）的致癌风险，无量纲。

公式（C.5）中，CR_{ogw}、CR_{dgw}、CR_{iov3}、和 CR_{iiv2} 的参数含义分别见公式（C.1）、公式（C.2）、公式（C.3）、公式（C.4）。

C.2 地下水中单一污染物非致癌危害商

C2.1 经口摄入污染地下水中单一污染物的非致癌危害商，采用公式（C.6）计算：

$$HQ_{cgw} = \frac{CGWER_{nc} \times C_{gw}}{RfD_0 \times WAF} \tag{C.6}$$

公式（C.6）中：

HQ_{cgw} －经口摄入地下水暴露于单一污染物的非致癌危害商，无量纲；

WAF －暴露于地下水的参考剂量分配系数，无量纲。

公式（C.6）中，$CGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.2），C_{gw} 的参数含义见公式（C.1），RfD_o 的参数含义见公式（B.4）。

C2.2 皮肤接触污染的地下水中单一污染物的非致癌危害商，采用公式（C.7）计算：

$$HQ_{dgw} = \frac{DGWER_{nc}}{RfD_d} \tag{C.7}$$

公式（C.7）中：

HQ_{dgw} －皮肤接触地下水暴露单一污染物的非致癌危害商，无量纲。

公式（C.7）中，$DGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.8），RfD_d 的参数含义见公式（B.4）。

C2.3 吸入室外空气中来地下水的单一气态污染物的非致癌危害商，采用公式（C.8）计算：

$$HQ_{iov3} = \frac{IOVER_{nc3} \times C_{gw}}{RfD_i \times WAF} \tag{C.8}$$

公式（C.8）中：

HQ_{iov3} －吸入室外空气暴露于单一污染物非致癌危害商，无量纲；

WAF －暴露于地下水的参考剂量分配比例，无量纲。

公式（C.8）中， $IOVER_{nc3}$ 的参数含义见公式（A.10），C_{gw} 的参数含义见（C.1），RfD_i 的参数含义见公式（B.2）。

C2.4 吸入室内空气中来自地下水的单一气态污染物的非致癌危害商，采用公式（C.9）计算：

$$HQ_{iiv2} = \frac{IIVER_{nc2} \times C_{gw}}{RfD_i \times WAF} \tag{C.9}$$

公式（C.9）中：

HQ_{iiv2} －吸入室内空气暴露于单一污染物非致癌危害商，无量纲；

公式（C.9）中，$IIVER_{nc2}$ 的参数含义见公式（A.12），C_{gw} 的参数含义见（C.1），RfD_i 的参数含义见公式（B.2），WAF 的参数含义见公式（C.8）。

C2.5 单一地下水污染物经所有途径的非致癌危害商，采用公式（C.10）计算：

$$HQ_n = HQ_{cgw} + HQ_{dgw} + HQ_{iov3} + HQ_{iiv2} \tag{C.10}$$

公式（C.10）中：

HQn －经所有途径暴露于单一污染物（第 n 种）的非致癌危害商，无量纲。

公式（C.10）中，HQ_{cgw}、HQ_{dgw}、HQ_{iov3} 和 HQ_{iiv2} 的参数含义分别见公式（C.6）、公式（C.7）、公式（C.8）、公式（C.9）。

附录 D
（资料性附录）
不确定性分析推荐模型

D.1 暴露风险贡献率分析

单一污染物经不同暴露途径致癌和非致癌风险贡献率，分别采用公式（D.1）和公式（D.2）计算：

$$PCR_j = \frac{CR_j}{CR_n} \times 100\% \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots （D.1）$$

$$PHQ_j = \frac{HQ_j}{HQ_n} \times 100\% \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots （D.2）$$

公式（D.1）和公式（D.2）中：

PCR_j ——单一污染物经某一（第 j 种）暴露途径致癌风险贡献率，无量纲；

CR_j ——单一污染物经第 j 种暴露途径的致癌风险，无量纲；

PHQ_j ——单一污染物经单一（第 j 种）暴露途径非致癌风险贡献率，无量纲；

HQ_j ——单一污染物经单一（第 j 种）暴露途径非致癌危害商，无量纲。

公式（D.1）中，CRn 的参数含义见公式（C.5），公式（D.2）中，HQ_n 的参数含义见公式（C.10）。

D.2 模型参数敏感性分析

D2.1 敏感参数确定原则

选定需要进行敏感性分析的参数（P）应是对风险计算结果影响较大的参数，包括人群相关参数（体重、暴露期、暴露频率等）、与暴露途径相关的参数（每日摄入地下水量、暴露皮肤表面积、每日吸入空气体积、室内地基厚度、室内空间体积与蒸气入渗面积比等）。单一暴露途径风险贡献率超过 20%时，应进行人群相关参数和与该途径相关的参数的敏感性分析。

D2.2 敏感性分析方法

采用敏感性比例表征模型参数敏感性，即参数取值变动对模型计算风险值的影响程度。参数的敏感性比例越大，表示风险变化程度越大，该参数对风险计算的影响也越大。制定污染地下水风险管理对策时，应该关注对风险影响较大的敏感性参数。

模型参数值变化（从 P1 变化到 P2）对致癌风险、危害商、基于致癌和非致癌风险的地下水风险控制值（X1 到 X2）的敏感性比例，采用公式（D.3）计算：

$$SR = \frac{\frac{X_2 - X_1}{X_1} \times 100\%}{\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\%} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots （D.3）$$

公式（D.3）中：

SR ——参数敏感性比例，无量纲；

P_1 ——参数 P 变化前的数值；

P_2　　—参数 P 变化后的数值；

X_1　　—按 P1 计算的致癌风险或危害商，无量纲；

X_2　　—按 P2 计算的致癌风险或危害商，无量纲。

选定进行敏感性分析的参数与风险值间不一定为线性相关，进行参数敏感性分析时，应兼顾考虑参数的实际取值范围，进行小范围或大范围参数值变化分析。参数值小范围变化是指将参数值变动±5%；参数值大范围变化是指将参数值变动±50%，也可取该参数的最大与最小可能数值。

附录 E
（规范性附录）
计算地下水风险控制值的推荐模型

E.1 基于致癌效应的地下水风险控制值

E1.1 基于经口摄入地下水途径致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.1）计算：

$$RCVG_{cgw}=\frac{ACR}{CGWER_{ca}\times SF_0} \tag{E.1}$$

公式（E.1）中：

$RCVG_{cgw}$ —基于经口摄入致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}；

ACR —可接受致癌风险，无量纲；取值为 10^{-6}。

公式（E.1）中 $CGWER_{ca}$ 的参数含义见公式（A.2），SF_o 的参数含义见公式（B.3）。

E1.2 基于皮肤接触地下水途径致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.2）计算：

$$RCVG_{dgw}=\frac{ACR}{DGWER_{ca}\times SF_d} \tag{E.2}$$

公式（E.2）中：

$RCVG_{dgw}$ —基于皮肤接触致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}。

公式（E.2）中，ACR 的参数含义见公式（E.1），$DGWER_{ca}$ 的参数含义见公式（A.3），SF_d 的参数含义见公式（B.3）。

E1.3 基于吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.3）计算：

$$RCVG_{iov}=\frac{ACR}{IOVER_{ca3}\times SF_i} \tag{E.3}$$

公式（E.3）中：

$RCVG_{iov}$ —基于吸入室外气态污染物致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}。

公式（E.3）中，ACR 的参数含义见公式（E.1），$IOVER_{ca3}$ 的参数含义见公式（A.9），SF_i 的参数含义见公式（B.1）。

E1.4 基于吸入室内空气中来自地下水气态污染物途径致癌效应的地下水风险控制值，根据公式（E.4）计算：

$$RCVG_{iiv}=\frac{ACR}{IIVER_{ca2}\times SF_i} \tag{E.4}$$

公式（E.4）中：

$RCVG_{iiv}$ —基于吸入室内气态污染物致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}。

公式（E.4）中，ACR 的参数含义见公式（E.1），$IIVER_{ca2}$ 的参数含义见公式（A.11），SF_i 的参数含义见公式（B.1）。

E1.5 基于所有暴露途径综合致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.5）计算：

$$RGCV_n=\frac{ACR}{(IOVER_{ca3}+IIVER_{ca2})\times SF_i+CGWER_{ca}\times SF_o+DGWER_{ca}\times SF_d} \tag{E.5}$$

公式（E.5）中：

RGCVn　　－基于所有地下水暴露途径综合致癌效应的地下水风险控制值，mg·kg^{-1}。

公式（E.5）中，ACR 的参数含义见公式（E.1），$IOVER_{ca3}$ 和 $IIVER_{ca2}$ 的参数含义分别见公式（A.9）和公式（A.11），SF_o 的参数含义见公式（B.3），SF_i 的参数含义见公式（B.1），$CGWER_{ca}$ 的参数含义见公式（A.2），DGWERca 的参数含义见公式（A.3），SFd 的参数含义见公式（B.3）。

E.2 基于非致癌风险的地下水风险控制值

E2.1　基于经口摄入地下水途径非致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.6）计算：

$$HCVG_{cgw}=\frac{RfD_o\times WAF\times AHQ}{CGWER_{nc}} \tag{E.6}$$

公式（E.6）中：

$HCVG_{cgw}$　－基于经口摄入非致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}；

AHQ　－可接受危害商，无量纲；取值为 1。

公式（E.6）中，RfD_o 的参数含义见公式（B.4），$CGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.2），WAF 的参数含义见公式（C.8）。

E2.2　基于皮肤接触地下水途径非致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.7）计算：

$$HCVG_{dgw}=\frac{RfD_d\times AHQ}{DGWER_{nc}} \tag{E.7}$$

公式（E.7）中：

$HCVG_{dgw}$　－基于皮肤接触非致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}。

公式（E.7）中，AHQ 的参数含义见公式（E.6），$DGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.8），RfD_d 的参数含义见公式（B.4）。

E2.3　基于吸入室外空气中来自地下水气态污染物途径非致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.8）计算：

$$HCVG_{iov}=\frac{RfD_i\times WAF\times AHQ}{IOVER_{nc3}} \tag{E.8}$$

公式（E.8）中：

$HCVG_{iov}$　－基于吸入室外来自地下水气态污染物非致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}.

公式（E.8）中，RfD_i 的参数含义见公式（B.2），AHQ 的参数含义见公式（E.6），$IOVER_{nc3}$ 的参数含义分别见公式（A.10），WAF 的参数含义见公式（C.8）。

E2.4　基于吸入室内空气中气态污染物途径非致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.9）计算：

$$HCVG_{iiv}=\frac{RfD_i\times WAF\times AHQ}{IIVER_{nc2}} \tag{E.9}$$

公式（E.9）中：

$HCVG_{iiv}$　－基于吸入室内气态污染物非致癌效应的地下水风险控制值，mg·L^{-1}；

$IIVER_{nc2}$　－吸入室内空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（非致癌效应），L 地下水·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

公式（E.9）中，RfD_i 的参数含义见公式（B.2），AHQ 的参数含义见公式（E.7）。

E2.5 基于所有暴露途径综合非致癌效应的地下水风险控制值，采用公式（E.10）计算：

$$HGCV_n = \frac{AHO}{\frac{IOVER_{nc3} + IIVER_{nc2}}{RfD_i \times WAF} + \frac{CGWER_{nc}}{RfD_0 \times WAF} + \frac{DGWER_{nc}}{RfD_d}} \quad （E.10）$$

公式（E.10）中：

HGCVn　　－基于所有暴露途径综合非致癌效应的土壤风险控制值，$mg \cdot kg^{-1}$。

公式（E.23）中，AHQ 的参数含义见公式（E.6），WAF 的参数含义见公式（C.8），$IOVER_{nc3}$、$IIVER_{nc2}$ 的参数含义分别见公式（A.10）和公式（A.12），RfD_o 参数含义见公式（B.4），RfD_i 的参数含义见公式（B.2），$CGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.2），$DGWER_{nc}$ 的参数含义见公式（A.8），RfD_d 的参数含义见公式（B.4）。

附录 F
（规范性附录）
污染物扩散迁移推荐模型

此部分内容参考《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3),附录 F 的内容。

进入土壤中的污染物可在土壤水相、气相和固相分配并达到平衡。表层、下层土壤及地下水中的污染物可挥发扩散进入室外空气，下层土壤和地下水中污染物可挥发扩散进入室内空气。土壤中的污染物可迁移进入地下水，影响地下水环境质量。以下给出了土壤和地下水中污染物扩散迁移的相关模式。

F.1 气态污染物有效扩散系数计算模式

F1.1　土壤中气态污染物的有效扩散系数，采用公式（F.1）计算：

$$D_s^{eff} = D_a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{H_u \times \theta^2} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.1)$$

公式（F.1）中：

D^{eff}_s　－土壤中气态污染物的有效扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；

D_a　－空气中扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；推荐值见表 B.2；

D_w　－水中扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；推荐值见表 B.2；

H_u　－无量纲亨利常数，$cm^3 \cdot cm^{-3}$；推荐值见表 B.2；

θ　－非饱和土层土壤中总孔隙体积比，无量纲；根据公式（F.2）计算；

θ_{ws}　－非饱和土层土壤中孔隙水体积比，无量纲；根据公式（F.3）计算；

θ_{as}　－非饱和土层土壤中孔隙空气体积比，无量纲；根据公式（F.4）计算。

公式（F.1）中 θ、θ_{ws} 和 θ_{as}，分别采用公式（F.2）、公式（F.3）和公式（F.4）计算：

$$\theta = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.2)$$

$$\theta_{ws} = \frac{\rho_b \times P_{ws}}{\rho_w} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.3)$$

$$\theta_{as} = \theta - \theta_{ws} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.4)$$

公式（F.2）、公式（F.3）和公式（F.4）中：

ρ_b　－土壤容重，$kg \cdot cm^{-3}$；推荐值见表 G.1；

ρ_s　－土壤颗粒密度，$kg \cdot cm^{-3}$，推荐值见表 G.1。

P_{ws}　－土壤含水率，kg 水·kg^{-1} 土壤；推荐值见表 G.1；

ρ_w　－水的密度，　1 $g \cdot cm^{-3}$。

公式（F.2）中 θ、公式（F.3）中 θ_{ws} 和公式（F.4）中 θ_{as} 的参数含义见公式（F.1）。

F1.2　气态污染物在地基与墙体裂隙中的有效扩散系数，采用公式（F.5）计算：

$$D_{crack}^{eff} = D_a \times \frac{D_{acrack}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{wcrack}^{3.33}}{H_u \times \theta^2} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.5)$$

公式（F.5）中：

D^{eff}_{crack}　　—气态污染物在地基与墙体裂隙中的有效扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；

θ_{acrack}　　—地基裂隙中空气体积比，无量纲；推荐值见表 G.1；

θ_{wcarck}　　—地基裂隙中水体积比，无量纲；推荐值见表 G.1。

公式（F.5）中，D_a、D_w、θ 和 H_u 的参数含义见公式（F.1）。

F1.3　毛细管层中气态污染物的有效扩散系数，采用公式（F.6）计算：

$$D_{cap}^{eff} = D_a \times \frac{D_{acap}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{wcap}^{3.33}}{H_u \times \theta^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.6)$$

公式（F.6）中：

D^{eff}_{cap}　　—毛细管层中气态污染物的有效扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；

θ_{acap}　　—毛细管层土壤中孔隙空气体积比，无量纲；推荐值见表 G.1；

θ_{wcap}　　—毛细管层土壤中孔隙水体积比，无量纲；推荐值见表 G.1。

公式（F.6）中，D_a、D_w、θ 和 H_u 的参数含义见公式（F.1）。

F1.4　气态污染物从地下水到表层土壤的有效扩散系数，采用公式（F.7）计算：

$$D_{gws}^{eff} = \frac{L_{gw}}{\frac{h_{cap}}{D_{cap}^{eff}} + \frac{h_v}{D_s^{eff}}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.7)$$

公式（F.7）中：

D^{eff}_{gws}　　—地下水到表层土壤的有效扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$；

h_{cap}　　—地下水土壤交界处毛细管层厚度，cm；推荐值见表 G.1；

h_v　　—非饱和土层厚度，cm；优先根据场地调查数据确定，推荐值见表 G.1；

D^{eff}_{cap}　　—毛细管层中气态污染物的有效扩散系数，$cm^2 \cdot s^{-1}$，根据公式（F.6）计算。

公式（F.7）中，D^{eff}_{cap} 的参数含义见公式（F.6），D^{eff}_{s} 的参数含义见公式（F.1）。

F1.5　土壤-水中污染物分配系数，采用公式（F.8）计算：

$$K_{sw} = \frac{\theta_{ws} + (K_d \times \rho_b) + (H_u \times \theta_{as})}{\rho_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.8)$$

公式（F.8）中，

K_{sw}　　土壤-水中污染物分配系数，$cm^3 \cdot g^{-1}$；

K_d　　土壤固相-水中污染物分配系数，$cm^3 \cdot g^{-1}$；

公式（F.8）中 θ_{ws}、θ_{as}、H_u 的参数含义见公式（F.1），ρ_b 的参数含义见公式（F.2）。

公式（F.8）中的 K_d 和 f_{oc} 分别采用公式（F.9）和公式（F.10）计算：

$$K_d = K_{oc} \times f_{oc} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.9)$$

$$f_{oc} = \frac{f_{om}}{1.7 \times 1000} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.10)$$

公式（F.9）和公式（F.10）中：

K_{oc}　一土壤有机碳/土壤孔隙水分配系数，$L \cdot kg^{-1}$；推荐值见表 B.2。

f_{oc}　一土壤有机碳质量分数，无量纲，根据公式（F.19）计算；

f_{om}　一土壤有机质含量，$g \cdot kg^{-1}$；根据场地调查获得参数值；

公式（F.9）中 K_d 的参数含义见公式（F.8）。

F1.6　室外空气中气态污染物扩散因子，采用公式（F.11）计算：

$$DF_{oa} = \frac{U_{air} \times W \times \delta_{air}}{A} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.11)$$

公式（F.11）中：

DF_{oa}　室外空气中气态污染物扩散因子，$(g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1})/(g \cdot cm^{-3})$

U_{air}　混合区大气流速风速，$cm \cdot s^{-1}$

A　污染源区面积，cm^2

W　污染源区宽度，cm^2

δ_{air}　混合区高度，cm

F1.7　室内空气中气态污染物扩散因子采用公式（F.12）计算：

$$DF_{ia} = L_B \times ER \times \frac{1}{86400} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.12)$$

公式（F.12）中：

DF_{ia}　室内空气中气态污染物扩散因子，$(g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1})/(g \cdot cm^{-3})$

ER　一室内空气交换速率，$次 \cdot d^{-1}$；推荐值见表 G.1；

L_B　一室内空间体积与气态污染物入渗面积比，cm；推荐值见表 G.1；

86400：时间单位转换系数，86400 $s \cdot d^{-1}$

F1.8　流经地下室地板裂隙的对流空气流速，采用公式（F.13）和（F.14）计算：

$$Q_s = \frac{2 \times \pi \times dP \times K_v \times X_{crack}}{\mu_{air} \times \ln(\frac{2 \times Z_{crack}}{R_{crack}})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.13)$$

$$R_{crack} = \frac{A_b \times \eta}{X_{crack}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (F.14)$$

公式（F.13）和（F.14）中：

Q_s　流经地下室地板裂隙的对流空气流速，$cm^3 \cdot s^{-1}$

π　圆周率常数，3.14159

dP　室内和室外大气压力差，$g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-2}$

k_v　土壤透性系数，cm^2

X_{crack}　地下室内地板（裂隙）周长，cm

μ_{air}　空气粘滞系数，1.81×10^{-4} $g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$

Z_{crack}　地下室地面到地板底部厚度，cm

R_{crack}　室内裂隙宽度，cm

A_b　地下室内地板面积，cm^2；

η　一地基和墙体裂隙表面积占室内地表面积比例，无量纲；推荐值见表 G.1。

F.2 污染物扩散进入室外空气的挥发因子计算模式

F2.1　表层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子，采用公式（F.15）、公式（F.16）和公式（F.17）计算确定：

$$VF_{suroa1}=\frac{\rho_b}{DF_{oa}}\times\sqrt{\frac{4\times D_s^{eff}\times H_u}{\pi\times\tau\times 31536000\times K_{sw}\times\rho_b}}\times 10^3 \quad \text{……（F.15）}$$

$$VF_{suroa2}=\frac{d\times\rho_b}{DF_{oa}\times\tau\times 31536000}\times 10^3 \quad \text{……（F.16）}$$

$$VF_{suroa}=MIN\left(VF_{suroa1},\ VF_{suroa2}\right) \quad \text{……（F.17）}$$

公式（F.15）、公式（F.16）和公式（F.17）中：

VF_{suroa1} 一表层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法一），$kg\cdot m^{-3}$；

VF_{suroa2} 一表层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法二），$kg\cdot m^{-3}$；

VF_{suroa} 一表层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值），$kg\cdot m^{-3}$；

τ　一气态污染物入侵持续时间，a；推荐值见表 G.1；

d　一表层污染土壤层厚度，cm；必须根据场地调查获得参数值。

公式（F.15）、（F.16）和公式（F.17）中，D^{eff}_s 和 H_u 的参数含义见公式（F.1），ρ_b 和 K_{sw} 的参数含义见公式（F.8），DF_{oa} 的参数含义见公式（F.11）。

F2.2　下层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子，采用公式（F.18）、公式（F.19）和公式（F.20）计算：

$$VF_{suboa1}=\frac{1}{(1+\frac{DF_{oa}\times L_s}{D_s^{eff}})\times\frac{K_{sw}}{H_u}}\times 10^3 \quad \text{……（F.18）}$$

如下层污染土壤厚度已知，污染物进入室外空气的挥发因子采用公式（F.19）计算：

$$VF_{suboa2}=\frac{d_s\times\rho_b}{DF_{oa}\times\tau\times 31536000}\times 10^3 \quad \text{……（F.19）}$$

$$VF_{suboa}=MIN\left(VF_{suboa1},\ VF_{suboa2}\right) \quad \text{……（F.20）}$$

公式（F.18）、（F.19）和（F.20）中：

VF_{suboa1} 一下层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法一），$kg\cdot m^{-3}$；

VF_{suboa2} 一下层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法二），$kg\cdot m^{-3}$；

VF_{suboa} —下层土壤中污染物进入室外空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值），$kg \cdot m^{-3}$；

L_S --下层污染土壤上表面到地表距离，cm；必须根据场地调查获得参数值；

d_s —下层污染土壤厚度，cm

公式（F.18）、（F.19）和（F.20）中，D^{eff}_s 和 H_u 的参数含义见公式（F.1），ρ_b 的参数含义见公式（F.2），K_{sw} 的参数含义见公式（F.8），DF_{oa} 的参数含义见公式（F.9），τ 的参数含义见公式（F.15）。

F2.3 地下水中污染物扩散进入室外空气的挥发因子，采用公式（F.21）计算：

$$VF_{gwoa}=\frac{1}{(1+\frac{DF_{oa}\times L_{gw}}{D^{eff}_{gws}})\times\frac{1}{H_u}}\times 10^3 \quad \text{……（F.21）}$$

VF_{gwoa} —地下水中污染物进入室外空气的挥发因子，$L \cdot m^{-3}$；

L_{gw} —地下水埋深，cm；必须根据场地调查获得参数值；

公式（F.21）中，H_u 的参数含义见公式（F.1），D^{eff}_{gws} 的参数含义见公式（F.7），DF_{oa} 的参数含义见公式（F.11）。

F.3 污染物扩散进入室内空气的挥发因子计算模式

F3.1 建筑物下方土壤中污染物进入室内空气的挥发因子，采用公式（F.22）、公式（F.23）、公式（F.24）、公式（F.25）和公式（F.26）计算：

Qs=0（趋于为 0）时，

$$VF_{subia1}=\frac{1}{\frac{K_{sw}}{H_u}\times(1+\frac{D^{eff}_s}{DF_{ia}\times L_s}+\frac{D^{eff}_s\times L_{crack}}{D^{eff}_s\times L_s\times\eta})\times\frac{DF_{ia}}{D^{eff}_s}\times L_s}\times 10^3 \quad \text{…（F.22）}$$

Qs>0 时，

$$VF_{subia1}=\frac{1}{\frac{K_{sw}}{H_u}\times(e^{\xi}+\frac{D^{eff}_s}{DF_{ia}\times L_s}+\frac{D^{eff}_s\times A_b}{Q_s\times L_s}\times(e^{\xi}-1))\times\frac{DF_{ia}\times L_s}{D^{eff}_s\times e^{\xi}}}\times 10^3 \quad \text{…（F.23）}$$

$$\xi=\frac{Q_s\times L_{crack}}{A_b\times D^{eff}_{crack}\times\eta} \quad \text{…（F.24）}$$

如下层污染土壤厚度已知，污染物进入室内空气的挥发因子采用公式（F.25）计算：

$$VF_{subia2}=\frac{d_s\times\rho_b}{DF_{ia}\times\tau\times 31536000}\times 10^3 \quad \text{……（F.25）}$$

$$VF_{subia}=MIN(VF_{subia1},VF_{subia2}) \quad \text{……（F.26）}$$

公式（F.22）、公式（F.23）、公式（F.24）、公式（F.25）和公式（F.26）中：

VF_{subia1} —下层土壤中污染物进入室内空气的挥发因子（算法一），kg·m^{-3}；

VF_{subia2} —下层土壤中污染物进入室内空气的挥发因子（算法二），kg·m^{-3}；

VF_{subia} —下层土壤中污染物进入室内空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值），kg·m^{-3}；

L_{crack} —室内地基或墙体厚度，cm；推荐值见表 G.1；

ξ —土壤污染物进入室内挥发因子计算过程参数；

31536000：时间单位转换系数，31536000 s·a^{-1}。

公式（F.14）中，H_u、D^{eff}_s 的参数含义见公式（F.1），ρ_b 的参数含义见公式（F.2），D^{eff}_{crack} 的参数含义见公式（F.5），K_{sw} 的参数含义见公式（F.8），DF_{ia} 的参数含义见公式（F.12），Q_s 的参数含义见公式（F.13），A_b 和 η 的参数含义见公式（F.14），τ 的参数含义见公式（F.15），L_S 的参数含义见公式（F.18），d_s 的参数含义见公式（F.19）。

F3.2 地下水中污染物进入室内空气的挥发因子采用公式（F.27）或公式（F.28）和（F.29）计算：

Qs=0 或趋于为 0 时，

$$VF_{gwia1}=\frac{1}{\frac{1}{H_u}\times\left(1+\frac{D^{eff}_{gws}}{DF_{ia}\times L_{gw}}+\frac{D^{eff}_{gws}\times L_{crack}}{D^{eff}_{crack}\times L_{gw}\times\eta}\right)\times\frac{DF_{ia}}{D^{eff}_{gws}}\times L_{gw}}\times 10^3 \quad \text{…（F.27）}$$

Qs>0 时，

$$VF_{gwia1}=\frac{1}{\frac{1}{H_u}\times\left(e^{\xi}+\frac{D^{eff}_{gws}}{DF_{ia}\times L_{gw}}+\frac{D^{eff}_{gws}\times A_b}{Q_s\times L_{gw}}\times(e^{\xi}-1)\right)\times\frac{DF_{ia}\times L_{gw}}{D^{eff}_{gws}\times e^{\xi}}}\times 10^3 \text{…（F.28）}$$

$$VF_{gwia}=MIN\left(VF_{gwia1},\ VF_{gwia2}\right) \quad \text{……（F.29）}$$

公式（F.27）、公式（F.28）和公式（F.29）中：

VF_{gwia1} —地下水中污染物进入室内空气的挥发因子（算法一），kg·m^{-3}；

VF_{gwia2} —地下水中污染物进入室内空气的挥发因子（算法二），kg·m^{-3}；

VF_{gwia} —地下水中污染物进入室内空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值），kg·m^{-3}。

公式（F.27）、（F.28）和（F.29）中，H_u 的参数含义见公式（F.1），D^{eff}_{crack} 的参数含义见公式（F.5），L_{gw} 和 D^{eff}_{gws} 的参数含义见公式（F.7），DF_{ia} 的参数含义见公式（F.12），Q_s 的参数含义见公式（F.13），A_b 和 η 的参数含义见公式（F.14），L_{crack} 的参数含义见公式（F.22），ξ 的参数含义见公式（F.24）。

F.4 污染物迁移进入地下水的淋溶因子计算模式

土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子，采用公式（F.30）、公式（F.31）、公式（F.32）和公式（F.33）计算：

$$LF_{sgw1} = \frac{LF_{spw-gw}}{K_{sw}} \quad \text{……（F.30）}$$

$$LF_{spw-gw} = \frac{1}{1 + \frac{U_{gw} \times \delta_{gw}}{I \times W}} \quad \text{……（F.31）}$$

如下层污染土壤厚度已知，污染物迁移进入地下水的淋溶因子采用公式（F.32）计算：

$$LF_{sgw2} = \frac{d_s \times \rho_b}{I \times \tau} \quad \text{……（F.32）}$$

$$LF_{sgw} = MIN(LF_{sgw1},\ LF_{sgw2}) \quad \text{……（F.33）}$$

公式（F.30）、公式（F.31）、公式（F.32）和公式（F.33）中：

LF_{sgw1} —土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（算法一），kg·m^{-3}；

LF_{spw-gw} —土壤孔隙水中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（土壤孔隙水与地下水中污染物浓度之比），无量纲；

LF_{sgw2} —土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（算法二），kg·m^{-3}；

LF_{sgw} —土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（算法一和算法二中的较小值），kg·m^{-3}。

U_{gw} —地下水的达西（Darcy）速率，cm·a^{-1}，推荐值见表 G.1；

δ_{gw} —地下水混合区厚度，cm，推荐值见表 G.1；

I —土壤中水的渗透速率，cm·a^{-1}；推荐值见表 G.1；

公式（F.30）、公式（F.31）、公式（F.32）和公式（F.33）中，ρ_b 的参数含义见公式（F.2），K_{sw} 的参数含义见公式（F.8），W 的参数含义见公式（F.11），τ 的参数含义见公式（F.15），d_s 的参数含义见公式（F.19）。

附录 G
（资料性附录）
风险评估模型参数推荐值

此部分内容参考《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3),附录 G 的内容和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB 36600-2018）编制说明中的内容。

表 G.1 风险评估模型参数及推荐值

参数符号	参数名称	单位	第一类用地推荐值	第二类用地推荐值
C_{gw}	地下水中污染物浓度 concentrations of contaminants in groundwater	$mg \cdot L^{-1}$	—	—
d	表层污染土壤层厚度 thickness of surficial soils	cm	—	—
L_S	下层污染土壤层埋深 thickness of surfacial soils	cm	—	—
dsub	下层污染土壤层厚度 thickness of subsurfacial soils	cm	—	—
A	污染源区面积 Source-zone area	cm^2	—	—
L_{gw}	地下水埋深 depth of groundwater	cm	—	—
f_{om}	土壤有机质含量 organic matter content in soils	$g \cdot kg^{-1}$	10	10
ρ_b	土壤容重 soil bulk density	$kg \cdot cm^{-3}$	0.0015	0.0015
P_{ws}	土壤含水率 soil water content	$kg \cdot kg^{-1}$	0.10	0.10
ρ_s	土壤颗粒密度 density of soil particulates	$kg \cdot cm^{-3}$	0.00265	0.00265
PM_{10}	空气中可吸入颗粒物含量 content of inhalable particulates in ambient air	$mg \cdot m^{-3}$	0.119	0.119
U_{air}	混合区大气流速风速 ambient air velocity in mixing zone	$cm \cdot s^{-1}$	200	200
δ_{air}	混合区高度 mixing zone height	cm	200	200
W	污染源区宽度 width of source-zone area	cm	4000	4000
h_{cap}	土壤地下水交界处毛管层厚度 capillary zone thickness	cm	5	5
h_v	非饱和土层厚度 vadose zone thickness	cm	295	295

参数 符号	参数名称	单位	第一类用地 推荐值	第二类用地 推荐值
θ_{acap}	毛细管层孔隙空气体积比 soil air content - capillary fringe region	无量纲	0.038	0.038
θ_{wcap}	毛细管层孔隙水体积比 soil water content - capillary fringe region	无量纲	0.342	0.342
U_{gw}	地下水达西（Darcy）速率 ground water Darcy velocity	$cm \cdot a^{-1}$	2500	2500
δ_{gw}	地下水混合区厚度 ground water mixing zone height	cm	200	200
I	土壤中水的入渗速率 water infiltration rate	$cm \cdot a^{-1}$	30	30
θ_{acrack}	地基裂隙中空气体积比 soil air content - soil filled foundation cracks	无量纲	0.26	0.26
θ_{wcarck}	地基裂隙中水体积比 soil water content - soil filled foundation cracks	无量纲	0.12	0.12
L_{crack}	室内地基或墙体厚度 enclosed-space foundation or wall thickness	cm	35	35
L_B	室内空间体积与气态污染物入渗面积之比 enclosed space volume/infiltration area ratio	cm	220	300
ER	室内空气交换速率 enclosed space air exchange rate	$次 \cdot d^{-1}$	12	20
η	地基和墙体裂隙表面积所占比例 areal fraction of cracks in foundations/walls	无量纲	0.0005	0.0005
τ	气态污染物入侵持续时间 averaging time for vapor flux	a	30	25
dP	室内室外气压差 indoor/outdoor differential pressure	$g \cdot cm^{-1} \cdot s^2$	0	0
Kv	土壤透性系数 soil permeability	cm^2	1.00×10^{-8}	1.00×10^{-8}
Zcrack	室内地面到地板底部厚度 depth to bottom of slab	cm	15	15
Xcrack	室内地板周长 slab perimeter	cm	3400	3400
Ab	室内地板面积 slab area	cm^2	700000	700000
EDa	成人暴露期 exposure duration of adults	a	24	25
EDc	儿童暴露期 exposure duration of children	a	6	—

参数符号	参数名称	单位	第一类用地推荐值	第二类用地推荐值
EFa	成人暴露频率 exposure frequency of adults	$d \cdot a^{-1}$	350	250
EFc	儿童暴露频率 exposure frequency of children	$d \cdot a^{-1}$	350	—
EFIa	成人室内暴露频率 indoor exposure frequency of adults	$d \cdot a^{-1}$	262.5	187.5
EFIc	儿童室内暴露频率 indoor exposure frequency of children	$d \cdot a^{-1}$	262.5	—
EFOa	成人室外暴露频率 outdoor exposure frequency of adults	$d \cdot a^{-1}$	-	62.5
EFOc	儿童室外暴露频率 outdoor exposure frequency of children	$d \cdot a^{-1}$	87.5	—
BWa	成人平均体重 average body weight of adults	kg	61.8	61.8
BWc	儿童平均体重 average body weight of children	kg	19.2	19.2
Ha	成人平均身高 average height of adults	cm	161.5	161.5
Hc	儿童平均身高 average height of children	cm	113.15	113.15
DAIRa	成人每日空气呼吸量 daily air inhalation rate of adults	$m^3 \cdot d^{-1}$	14.5	14.5
DAIRc	儿童每日空气呼吸量 daily air inhalation rate of children	$m^3 \cdot d^{-1}$	7.5	—
GWCRa	成人每日饮用水量 daily groundwater consumption rate of adults	$L \cdot d^{-1}$	1.8	1.8
GWCRc	儿童每日饮用水量 daily groundwater consumption rate of children	$L \cdot d^{-1}$	0.7	0.7
Ev	每日皮肤接触事件频率 daily exposure frequency of dermal contact event	次$\cdot d^{-1}$	1	1
Kp	皮肤渗透系数 dermal permeability coefficient	cm/h	注 4	注 4
t_c	儿童次经皮肤接触的时间	h	0.5	0.5
t_a	成人次经皮肤接触的时间	h	0.5	0.5
WAF	经口摄入地下水途径参考剂量分配比例 groundwater allocation factor	无量纲	0.20	0.20
SERa	成人暴露皮肤所占体表面积比 skin exposure ratio of adults	无量纲	0.32	0.18

参数符号	参数名称	单位	第一类用地推荐值	第二类用地推荐值
SERc	儿童暴露皮肤所占体表面积比 skin exposure ratio of children	无量纲	0.36	—
ACR	单一污染物可接受致癌风险 acceptable cancer risk for individual contaminant	无量纲	10^{-6}	10^{-6}
AHQ	可接受危害商 acceptable hazard quotient for individual contaminant	无量纲	1	1
ATca	致癌效应平均时间 average time for carcinogenic effect	d	27740	27740
ATnc	非致癌效应平均时间 average time for non-carcinogenic effect	d	2190	9125

注：

1）“—”表明参数值需要结合实际场地确定或该用地方式下参数值不适用

2）“应根据场地环境调查实测数据定值的参数”，必须根据场地采样和分析测试数据定值；“优先根据场地环境调查实测数据和资料定值的参数”，应尽可能根据场地调查获得数据或资料进行定值

3）在计算吸入室内和室外空气中来自地下水的气态污染物致癌风险或危害商时，如 Cgw 实测浓度超过溶解度，则采用水溶解度进行计算，此时实际污染（致癌、非致癌）风险可能高于模型计算值

4）皮肤渗透系数预测值计算公式为

$$\log K_p = -2.80 + 0.66 \log K_{ow} - 0.0056MW$$

实验值可参考 USEPA, Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment, Office of Emergency and Remedial Response, Washington DC, 2004

附录 H
（资料性附录）
部分有毒有害指标的饮用水标准

序号	指标名称（单位）	标准
1	锰（mg/L）	0.1
2	铜（mg/L）	1
3	锌（mg/L）	1
4	钼（mg/L）	0.1
5	钴（mg/L）	0.05
6	挥发性酚类（mg/L）	0.002
7	硝酸盐（以 N 计）（mg/L）	20
8	亚硝酸盐（以 N 计）（mg/L)	0.02
9	氰化物（mg/L）	0.05
10	汞（mg/L）	0.001
11	砷（mg/L）	0.05
12	硒（mg/L）	0.01
13	镉（mg/L）	0.01
14	六价铬（mg/L）	0.05
15	铅（mg/L）	0.05
16	铍（mg/L）	0.0002
17	钡（mg/L）	1
18	镍（mg/L）	0.05
19	滴滴涕（μg/L）	0.000001
20	六六六（μg/L）	0.000005
21	三氯甲烷（mg/L）	0.06
22	四氯化碳（mg/L）	0.002
23	三溴甲烷（mg/L）	0.1
24	二氯甲烷（mg/L）	0.02
25	1,2-二氯乙烷（mg/L）	0.03
26	环氧氯丙烷（mg/L）	0.004
27	氯乙烯（mg/L）	0.005
28	1,1-二氯乙烯（mg/L）	0.03
29	1,2-二氯乙烯（mg/L）	0.05
30	三氯乙烯（mg/L）	0.07
31	四氯乙烯（mg/L）	0.04
32	氯丁二烯（mg/L）	0.002
33	六氯丁二烯（mg/L）	0.0006
34	苯乙烯（mg/L）	0.02
35	甲醛（mg/L）	0.9
36	乙醛（mg/L）	0.05
37	丙烯醛（mg/L）	0.1
38	三氯乙醛（mg/L）	0.01
39	苯（mg/L）	0.01

序号	指标名称（单位）	标准
40	甲苯（mg/L）	0.7
41	乙苯（mg/L）	0.3
42	二甲苯（mg/L）	0.5
43	异丙苯（mg/L）	0.25
44	氯苯（mg/L）	0.3
45	1,2-二氯苯（mg/L）	1
46	1,4-二氯苯（mg/L）	0.3
47	三氯苯（mg/L）	0.02
48	四氯苯（mg/L）	0.02
49	六氯苯（mg/L）	0.05
50	二硝基苯（mg/L）	0.017
51	2,4-二硝基苯（mg/L）	0.5
52	2,4,7 三硝基苯（mg/L）	0.0003
53	硝基氯苯（mg/L）	0.5
54	2,4-二硝基氯苯（mg/L）	0.05
55	2,4-二氯苯酚（mg/L）	0.5
56	2,4,6-三氯苯酚（mg/L）	0.093
57	五氯酚（mg/L）	0.2
58	苯胺（mg/L）	0.009
59	联苯胺（mg/L）	0.1
60	丙烯酰胺（mg/L）	0.0002
61	丙烯腈（mg/L）	0.0005
62	邻苯二甲酸二丁酯（mg/L）	0.1
63	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（mg/L）	0.003
64	水合肼（mg/L）	0.008
65	四乙基铅（mg/L）	0.01
66	吡啶（mg/L）	0.0001
67	松节油（mg/L）	0.2
68	苦味酸（mg/L）	0.2
69	丁基黄原酸（mg/L）	0.5
70	活性氯（mg/L）	0.005
71	林丹（mg/L）	0.002
72	环氧七氯（mg/L）	0.0002
73	对硫磷（mg/L）	0.003
74	甲基对硫磷（mg/L）	0.002
75	马拉硫磷（mg/L）	0.05
76	乐果（mg/L）	0.08
77	敌敌畏（mg/L）	0.05
78	敌百虫（mg/L）	0.05
79	内吸磷（mg/L）	0.03
80	百菌清（mg/L）	0.01
81	甲萘威（mg/L）	0.05

序号	指标名称（单位）	标准
82	溴氰菊酯（mg/L）	0.02
83	阿特拉津（mg/L）	0.003
84	苯并（a）芘（μg/L）	0.00001
85	甲基汞（μg/L）	0.000001
86	多氯联苯（μg/L）	0.00002
87	硼（mg/L）	0.5
88	锑（mg/L）	0.005
89	钒（mg/L）	0.05
90	钛（mg/L）	0.1
91	铊（mg/L）	0.0001
92	银（mg/L）	0.05
93	1,1,1-三氯乙烷（μg/L）	2
94	1,1,2-三氯乙烷（μg/L）	0.005
95	1,2-二氯丙烷（μg/L）	0.003
96	二氯一溴甲烷（μg/L）	0.06
97	一氯二溴甲烷（μg/L）	0.1
98	p,p’-DDE（μg/L）	0.0002
99	p,p’-DDD（μg/L）	0.00028
100	p, p’-DDT（μg/L）	0.0002
101	艾氏剂（μg/L）	0.00003
102	狄氏剂（μg/L）	0.00008
103	异狄氏剂（μg/L）	0.002
104	氯丹（μg/L）	0.002
105	2,4,6-三氯酚（μg/L）	0.2
106	2,4-二氯酚（μg/L）	0.011
107	苯酚（μg/L）	2.2
108	对硝基酚（μg/L）	0.05
109	萘（μg/L）	0.01
110	苊（μg/L）	0.037
111	二氢苊（μg/L）	0.037
112	芴（μg/L）	0.024
113	菲（μg/L）	0.018
114	蒽（μg/L）	0.18
115	荧蒽（μg/L）	0.15
116	芘（μg/L）	0.018
117	苯并(a)蒽（μg/L）	0.01
118	屈（μg/L）	0.01
119	苯并(b)荧蒽（μg/L）	0.01
120	苯并(K) 荧蒽（μg/L）	0.01
121	茚并(1,2,3)芘（μg/L）	0.01
122	二苯并(a,h)蒽（μg/L）	0.01
123	苯并(g,h,i)芘（μg/L）	0.018

序号	指标名称（单位）	标准
124	氯化氰（mg/L）	0.07
125	三卤甲烷（μg/L）	1
126	灭草松（μg/L）	0.3
127	呋喃丹（μg/L）	0.007
128	毒死蜱（μg/L）	0.03
129	草甘膦（μg/L）	0.7
130	2,4-D（μg/L）	0.03
131	二氯乙酸（μg/L）	0.05
132	三氯乙酸（μg/L）	0.1
133	七氯（μg/L）	0.0004
134	甲基叔丁基醚（MTBE）（μg/L）	20
135	1,2,3-三氯苯（μg/L）	0.02
136	1,3,6 三氯苯（μg/L）	0.02
137	烷基汞（μg/L）	0.037

地下水污染模拟预测评估

工作指南

2019 年 9 月

目　次

第一章 总　则 1
1.1 编制目的 1
1.2 适用范围 1
1.3 编制依据 1
1.4 术语与定义 1
1.5 指导原则 2
1.6 组织编制单位 3
第二章 工作内容和流程 4
2.1 工作内容 4
2.2 工作流程 5
第三章 地下水污染概念模型构建 6
3.1 工作目标确定 6
3.2 资料收集 6
3.3 水文地质条件概化 6
3.4 污染特征概化 8
第四章 地下水污染现状模拟 13
4.1 模型选择 13
4.2 解析解模型应用 15
4.3 数值模型构建与校验 15
第五章 地下水污染趋势预测 24
5.1 预测场景设计与评估结果分析 24
5.2 不确定性分析 27
5.3 模型完善 27
第六章 地下水污染模拟预测评估技术成果 28
6.1 报告文字 28
6.2 报告图件 29
6.3 模型文件 30
附录 A (资料性附录) 资料需求与技术方法 31

附录 B (资料性附录) 地下水数学模型 41
附录 C (资料性附录) 地下水模型参数 49
附录 D (规范性附录) 评估成果表达示例 59

地下水污染模拟预测评估工作指南

第一章 总　则

1.1 编制目的

为贯彻落实《水污染防治行动计划》《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》《地下水污染防治实施方案》（环土壤〔2019〕25 号），推进我国地下水污染防治工作，增强地下水污染模拟预测评估工作的科学性和规范性，根据《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》《中华人民共和国土壤污染防治法》及相关法律、法规、标准，编制《地下水污染模拟预测评估工作指南》（以下简称指南）。

1.2 适用范围

本指南适用于地下水污染概念模型构建、地下水污染现状模拟以及地下水污染趋势预测评估等。

1.3 编制依据

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范

1.4 术语与定义

下列术语与定义适用于本指南。

地下水污染源：人类活动影响下，能够引起地下水污染的污染物来源或活动场所。

地下水污染受体：地下水污染潜在影响的功能水体、人群或生物类群。

地下水污染途径：污染物由污染源进入地下水系统，向污染受体迁移的路线或通道。

地下水污染物迁移转化过程：污染物在地下水中的物理迁移过程和生物地球化学转化过程的总和。

地下水污染概念模型：对评估区域的水文地质条件及地下水污染特征进行识别、定性判定、以及适度简化和概括，用文字、图、表等方式加以描述的形式。

地下水数学模型：用数学关系式来刻画一定的物理规律和表征系统内变量间的数量关系。根据模拟主体不同，分为地下水水流运动模型和地下水溶质运移模型两种类型。

解析法：用解析式对地下水运动方程和溶质运移控制方程进行求解的方法。

数值法：用离散化方法对数学模型微分方程求取近似解的方法。主要包括有限差分法和有限单元法等。

1.5 指导原则

（1）科学性原则：地下水污染模拟预测评估工作应建立在对地下水运动条件和地下水污染特征的全面系统分析之上，兼顾土壤、地表水、地下水等相关环境介质，合理构建概念模型，准确反映地下水污染源汇特征和污染物迁移转化规律，保证模拟预测评估结果科学可靠。

（2）针对性原则：针对评估工作目标、具体水文地质条件、评估区地下水污染特征，选择适当的模拟预测评估技术方法，构建以目标为导向的地下水污染模拟预测评估模型。

（3）渐进性原则：地下水污染模拟预测评估工作应采取逐

级推进的工作方式，由简单模型应用过渡到复杂模型，随着地下水环境信息资料完备程度的提高，不断完善和更新地下水污染模拟预测评估成果，以便更有效地指导地下水污染防治工作。

1.6 组织编制单位

本指南由生态环境部土壤生态环境司、水生态环境司组织，生态环境部环境规划院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心和南方科技大学等单位起草编制。

第二章 工作内容和流程

2.1 工作内容

地下水污染模拟预测评估工作基于地下水环境调查与评价工作成果，开展地下水污染概念模型构建、地下水污染现状模拟以及地下水污染趋势预测工作。

2.1.1 地下水污染概念模型构建

地下水污染概念模型构建工作旨在通过收集相关资料，分析地下水环境调查与评价结果，概化评估区水文地质条件，明确评估区含水介质及地下水流特征；概化评估区地下水污染特征，明确污染源、污染途径、污染受体之间的关系，识别污染物迁移转化所包含的过程和代表因子，形成地下水污染概念模型。

2.1.2 地下水污染现状模拟

依据地下水污染概念模型，确定模拟预测评估工作重点和定量分析方法，依据渐进式工作原则，选择合适的数学模型工具进行地下水水流特征模拟和污染物迁移转化过程模拟，并校验模型的可靠程度。具体工作内容包括：模型工具选择、模型解析法应用、数值模型创建及校准验证。

2.1.3 地下水污染趋势预测

根据评估目标，合理设计模拟场景，利用校验可靠的模型开展地下水污染趋势预测，定量表达地下水污染发生发展的趋势，进而评估污染扩散的速率和范围、污染受体的受影响程度、不同

污染防治手段的环境效益等。具体工作内容包括：场景设计及预测结果分析、不确定性分析、模型完善计划等。

2.2 工作流程

地下水污染模拟预测评估工作主要包括地下水污染概念模型构建、地下水污染现状模拟、地下水污染趋势预测、技术报告编写等步骤。具体工作流程见图 1。

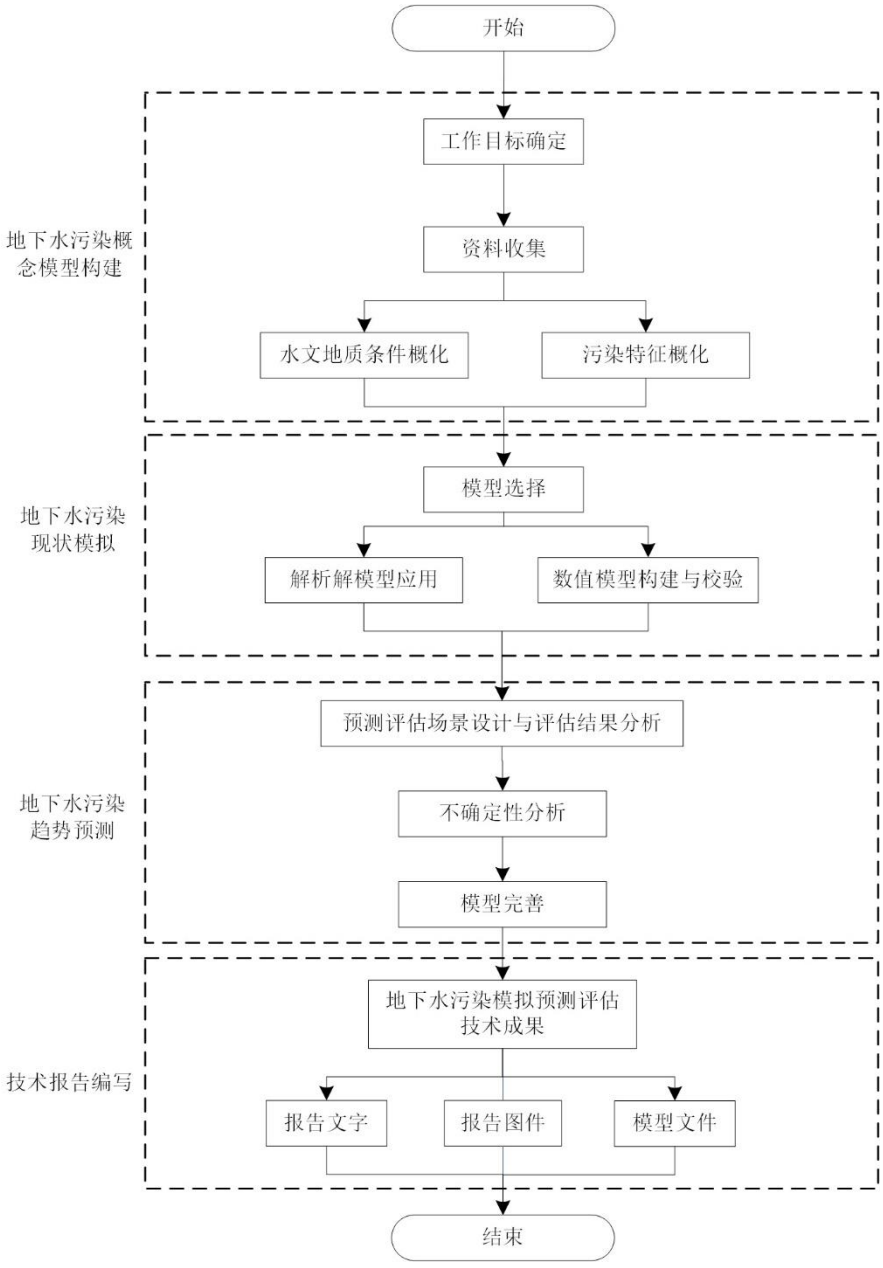


图 1 地下水污染模拟预测评估工作流程

第三章 地下水污染概念模型构建

3.1 工作目标确定

地下水污染模拟预测旨在预测评估区地下水污染分布特征在时间和空间上的变化趋势，推断污染扩散的范围，量化污染扩散的速率，分析污染受体受影响程度等。本项工作启动条件如下:

（1）在开展地下水环境状况调查工作的基础上，需要对调查区进一步开展污染模拟预测分析时，需启动模拟预测评估工作，模拟污染发生历程，确定污染羽到达环境敏感目标的时间。

（2）在开展地下水修复与风险管控工程的技术可行性分析时，需启动模拟预测评估工作。

3.2 资料收集

地下水污染概念模型构建所需资料除了地下水环境状况初步调查和详细调查阶段已经收集的评估区概况、地质及水文地质条件、污染源情况、地下水质量评价和污染评价结果等相关资料，必要时在补充调查阶段，收集更为详尽的资料与数据。资料的详实程度应能详细说明地下水污染源的属性及污染排放特征、污染途径、污染源与潜在受体间关系、污染物迁移转化相关参数等内容。资料的具体要求和来源详见附表 A.1 和附表 A.2。

3.3 水文地质条件概化

分析评估区及周边地下水系统的内部结构与动态特征，通过适当简化和合理假设，对系统内外地下水的补径排条件，地下水系统的含水岩组类型、结构、空间延展形态，系统边界条件、源汇项，内部地下水运动状态、参数分布特征等进行定性表达。

3.3.1 评估区范围

评估区范围划定应能准确反映地下水水流系统的边界和源汇项影响特征，并涵盖已知地下水环境问题影响的范围，包括污染源、当前污染分布范围、污染受体、地下水环境敏感区域等，需满足后期开展地下水污染模拟预测评估工作所涉及的空间和时间尺度需要。

3.3.2 地层结构及属性

对评估区含水岩组进行概化，分析含水岩组的结构与岩性特征，确定含水岩组类型，含水介质的均质或非均质性、各向同性或各向异性。查明含水介质的空间分布情况，含水层渗透系数的空间变异规律，含水层和隔水层的接触关系，确认是否存在“天窗”、断层等连通情形。概念模型需要对含水层非均质性作出分析。

3.3.3 边界条件与源汇项

根据含水岩组的分布、评估区边界上的地下水流特征、地下水与地表水的水力联系等，将评估区边界概化为给定地下水水头的一类边界、给定侧向径流量的二类边界或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。明确评估区地下水的源汇项构成及类型，并概算各源汇项流量。

3.3.4 地下水水流特征

对评估区地下水的流场特征（流速与流向）进行概化，根据地下水水流的时空分布特征，确定评估区水流为稳定流或非稳定流、是否存在越流补给等情况。

裂隙、岩溶含水介质中水流运动概化需分析水流特征是否符合达西定律，对于发育较密集、导水性较好的裂隙、岩溶含水层中的地下水运动，可视作达西流，概化为等效孔隙介质开展模拟。

3.3.5 水文地质参数概化

水文地质参数的概化包括参数的初始取值范围和初步分区方案等。概化依据如下:

（1）评估区水文地质试验所获参数计算结果;

（2）含水岩组空间分布特征，包括埋深、厚度、岩性等;

（3）地下水流场、水化学场的空间分布特征;

（4）构造条件、裂隙及岩溶发育规律等。

3.4 污染特征概化

基于水文地质条件概化结果对地下水污染特征进行概化，对污染源、污染途径、污染受体之间的关系进行确认，并识别污染物迁移转化所涉及的主要过程。概化成果应当尽量反映实际环境特征，充分考虑模拟工具的实现途径，兼顾复杂度和实用性。污染特征概化需与水文地质条件概化结果相结合，通过定性文字描

述、水流特征和污染物的空间分布图以及污染物主要迁移转化过程的初步定量分析结果等方式表达。

3.4.1 地下水污染源

3.4.1.1 污染来源识别

根据地下水环境调查成果，综合分析评估区土地利用类型演化过程、地下水水流特征、主要污染指标空间分布特征、水文地球化学特征、行业特征污染指标等，识别污染来源。污染源识别过程结合评估区域的地下水功能属性。常见的地下水污染源解析方法见附表 A.3。

3.4.1.2 污染排放规律

分析污染发生历史、污染源特征和污染物属性，污染排放规律可简化为连续恒定释放或非连续恒定释放。

3.4.1.3 污染源的定量化表达

根据污染源概化要点，对污染源的定量化表达包括以下内容:

（1）污染源的空间分布范围;

（2）污染源强的取值参考监测结果，并根据评估目的取平均值或最高值。对于污染连续恒定释放模式，源强可设置为定浓度，对于非连续恒定释放，通过设置源函数来定义，如连续衰减的污染源可采用一阶反应过程来概化。

3.4.2 地下水污染途径

根据评估区水文地质条件、污染源空间分布、污染物迁移转化特征，分析污染物进入地下水的途径，常见地下水污染途径分类见附录 A.4。污染途径概化需重点分析以下方面:

3.4.2.1 水流特征与迁移途径

根据区域与场地的关系，结合区域流场信息分析场地水流特征，流场分析尺度必须大于污染迁移尺度。

在开采井周边、补给区、排泄区需着重考虑水力梯度对污染物迁移途径的影响，分析污染羽在此类地区是否存在显著改变。

3.4.2.2 包气带迁移过程

通过计算获得污染物在包气带中的迁移时间与通量，并结合实际调查数据进行调整，用于估算地下水系统的污染源强。并调查是否存在污染迁移的优先通道，如裂隙、根系、地下构筑物等，对源强估算结果进行修正。

3.4.2.3 人为影响途径

人工构筑物，例如排水沟渠、矿井结构、隔渗墙体、基础结构等，可能形成污染物迁移的优先通道或改变污染途径，特别是当低渗透性含水层被人工构筑物贯通，或者回填高渗透性材料时容易形成垂向污染途径。同时，还需要考虑旧构筑物移除后新构筑物建设对污染途径的改变，以及由于入渗条件、流场等其他扰动因素的季节性变化对迁移途径的影响。

3.4.3 地下水污染受体

依据评估区水文地质条件、源解析结果、污染物迁移转化机制分析结果，确认地下水污染潜在影响的敏感目标，如水源井、地表水、敏感人群等。

3.4.4 地下水污染物迁移转化过程

根据不同工作目标确定模拟因子，对其在地下水中的物理迁移过程和生物地球化学转化过程进行定性分析，识别其涉及的主要迁移转化过程，并进行初步定量估算。

3.4.4.1 模拟因子的确定

模拟因子根据工作目标和评估区污染特征选择，包括：代表污染迁移转化特征的指示性指标、特征污染因子、修复工程的目标污染物、污染场地主要污染物（优先考虑《有毒有害水污染物名录（第一批）》）等。当评估区地下水污染特征复杂，污染物迁移转化机制不够明确时，遵循保护优先、预防为主的原则，选择代表迁移转化过程的保守性模拟因子。

3.4.4.2 污染物迁移转化过程的定量化表达

地下水污染物的迁移转化过程包括物理过程和生物地球化学过程，根据污染物属性和水文地质条件，可涉及单个或多个过程。物理过程有对流、弥散，生物地球化学过程有吸附、衰变、降解、反应、溶解、挥发等，更为复杂的溶质运移过程如变密度

流和多相流等，各迁移转化过程的概算公式参考附录 A.5。对污染物迁移转化过程进行定量化表达包含以下工作内容:

（1）根据污染物属性，分析可能的迁移转化过程;

（2）根据调查数据，定性识别实际发生的迁移转化过程;

（3）分析影响迁移转化过程的控制因素和限定因素;

（4）提出迁移转化过程的数学表达、假设和简化的依据、所涉及参数的初步估算;

（5）将观测数据与不同估算方法的计算值进行比对，根据最佳吻合结果确定所发生的迁移转化过程、污染羽的空间尺度、迁移转化过程的参数取值等，并将此作为进一步定量化评估的依据。

第四章 地下水污染现状模拟

4.1 模型选择

4.1.1 地下水数学模型的类型

地下水水流模型的控制方程及定解条件见附录 B.1.1。

地下水溶质运移模型的控制方程及定解条件见附录 B.1.2。针对简单情景，可将污染物视同随水运动的质点，通过追踪质点的轨迹来模拟污染物的运移规律。针对复杂情景，需基于已有流场，考虑污染物在对流、弥散、吸附、反应等过程共同作用下的迁移与转化规律开展模拟预测。

4.1.1.1 解析解模型与数值模型

根据求解方式的不同，分为解析解和数值解模型。解析解模型操作简单但需满足严格的假设条件，适用于结构简单的系统；数值模型可模拟非均质性程度较高、源汇项和迁移转化过程较为复杂的系统，可以更为准确地反映实际含水层组，但应用难度较高，本指南所规范的技术要点主要针对数值模型。

4.1.1.2 稳定流模型与非稳定流模型

根据长时间序列水位监测数据判断在模拟时间尺度上流场是否变化显著，决定水流模型选择稳定流或非稳定流模型。

4.1.1.3 确定性模型与随机模型

当系统特征和参数取值的确定性程度较高时，可选择确定性模型；当监测数据较为缺乏，系统不确定程度较高时，可选择随

机模型，采用一定区间范围的参数取值，获得反映一定波动尺度的模拟结果。

4.1.1.4 模型维度

根据工作开展阶段、系统复杂性、模拟精度要求可选择对空间特征的刻画逐步精细的一维模型、二维模型和三维模型。通常情况下，水流模型对于空间剖分的要求低于污染物迁移模型，因此在模型选择及模型规划阶段需充分考虑污染物在系统中的迁移转化特征，并以污染物迁移对模拟维度的要求进行模型创建。

4.1.2 模型选择过程

采用渐进式工作方式开展模拟预测评估工作，模型工具的选择也逐级从简单向复杂过渡。初始阶段应用简单的理论计算公式估算出污染物在包气带和含水层的分配量，进而采用解析解模型对高度概化的水流系统及污染物迁移转化过程进行概算，最后，根据需要选择简单剖分的数值模型到分布式数值模型进行模拟预测评估。对于相对简单的系统或资料尚不完备的初级工作阶段，理论计算公式概算和解析解模型足以达成工作目标。

根据不同工作阶段数据和资料的掌握程度，预测工具的选择需要合理简化系统及提出假设，确保评估系统主要的水流特征和迁移转化过程可以应用数学方法进行表达。

模型选择的决策依据需要在成果报告中说明，通常包括以下内容：评估工作目标；解释所选模型工具对实现工作目标的合理

性；描述所选模型的功能，包括建模所依据的数学公式，以及实现模拟功能的软件；阐述概念模型向数学模型转化的过程，说明概化过程中进行假设和简化的依据；对所选模型的局限性和不确定因素加以说明。

4.2 解析解模型应用

在工作阶段初期，将系统概化为简单系统，应用解析解模型进行水流和溶质运移过程的初步计算，支持系统分析及工作决策，为数值模型调试和检验提供依据。将系统简化为均质、一维线性的简单系统时，污染物运移时间和运移距离的计算参照 HJ 338，将系统概化为考虑污染物排放的时间特征、污染源的分布特征的二维复杂系统时，污染物运移时间和运移距离的计算见附录 B.2。

根据污染物迁移的空间特征可划分为一维和二维，根据污染物排放特征可分为瞬时释放和持续注入，根据迁移转化过程的不同，可划分为对流、对流-弥散、对流-弥散-生物地球化学反应（吸附、降解等）。

4.3 数值模型构建与校验

为减少模型工具的不规范应用，降低不确定因素对模拟结果的影响，应用数值法构建模型需遵循一定的工作步骤，加强每个阶段工作的质量控制，贯彻系统分析方法和渐进式工作思路。

4.3.1 模型设计

污染物迁移转化过程的模拟要基于可靠的流速分布，如果已有现成的水流模型并且水流模型的尺度适宜，可将流速分布直接用于迁移模拟，否则需首先构建地下水水流模型，且模型尺度设计需以后期迁移模拟的尺度要求为依据。

模型维度的选择应当以概念模型阶段对污染羽分布的推算结果和含水层参数分布特征为依据，如果污染物垂向分布差异明显、含水层垂向参数变异较大，需构建三维模型。

模型范围的确定主要以涵盖水流模型的控制因素为依据，并确保污染源-污染途径-污染受体均包含在内。为了充分反映水文地质条件和降低区域边界条件对场地的影响，水流模型的范围往往会大于迁移模型，因此可将迁移模型的范围局限于污染羽影响的区域，将此范围对应的流速用于迁移模拟的输入。

4.3.2 空间剖分

构建地下水数值模型首先需要对模拟空间进行网格剖分。网格尺寸的设计需根据经验进行初始设定，后期根据模拟效果，结合工作目标进行调整。此外，满足水流模拟需要的模型可以不考虑地层在垂向的精细划分，而对于污染物的垂向分布有差异的模拟对象，需加密网格剖分，体现污染物的垂向迁移分布特征。

4.3.3 时间剖分

水流模型可根据情况选择稳定流模型或非稳定流模型。非稳定流模型的外部应力设置需综合反映流场或溶质运移过程中多种应力各自的时间分布特征，需叠加二者的时间剖分方案。

4.3.4 初始条件

所有的非稳定水流模型和污染物迁移模型都需要初始条件。对于非稳定水流模型，初始条件就是在某一个选定的初始时刻（t=0 时刻）含水层中的水头分布，通常取自代表该系统的稳定流模拟结果。对于非稳定迁移模型，初始条件用来描述给定初始时刻评估区内各点（x，y，z）的浓度分布状态，通常根据模拟目标确定。如果模拟目标为增加对系统行为的认识或呈现现有污染源从初始到当前的演变过程，则可以将初始浓度设置为零或该区的背景值; 如果模拟目标为评估现有污染羽对环境管理手段或修复措施的响应，则可以用现有污染羽的浓度分布作为初始条件。

4.3.5 边界条件

地下水流模型的边界条件包括三类，根据含（隔）水层的分布、地质构造边界上的地下水流特征、地下水与地表水的水力联系，将评估区边界概化为给定地下水水头的一类边界、给定侧向径流量的二类边界或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

迁移模型的边界条件也包括三类：指定浓度边界（Dirichlet 条件）、指定浓度梯度或弥散通量（Neumann 条件）、同时指定浓度及浓度梯度或总通量（Cauchy 条件）。溶质运移受水流边界和迁移边界共同作用，控制模型边界单元溶质的流入量和流出量。

4.3.6 源汇项

源汇项分为内部和外部两类，外部源汇项代表边界条件（如前所述），内部源汇项代表位于有效水流模拟区域内的源和汇（如下所述）。

水流模拟的内部源汇项包括井（抽水或注水）、掩埋式排水沟、补给、蒸腾，以及地表水体，可通过二类和三类边界条件的设置方式进行定义。

迁移模拟的内部源汇项通过不同的源浓度设置方式（源函数）代表溶质进入含水层的过程和溶质浓度随时间变化的特征。常见的源函数形式包括以下四种：连续源载入，浓度为常数；连续源载入，浓度随时间变化（阶梯函数）；连续源载入，浓度衰减；脉冲载入（短期）。在实际应用中可通过以下方式进行设置：

（1）定浓度污染源：对应连续源载入，浓度为常数的情况，一般用于渗漏结构模拟，如垃圾填埋场、矿山废料堆场、渗坑、渗滤床、排水沟、残留的非水相污染物等持续产生沥出物/液的污染源，并且污染物浓度存在上限的情况。污染物浓度即为溶质的

溶解度，由定浓度方式所定义的源项进入系统的溶质质量由水流模型决定。

（2）补给浓度污染源：对应连续源载入，浓度随时间变化的情况，由于源汇项的水流入渗条件或污染物排放浓度存在时空差异，可将上述定浓度边界条件与水流模型中的水力边界（通常为水流补给强度）耦合，通过调整补给浓度、补给强度、持续时间，定义可确定输入量和输入时长的污染源。

（3）初始浓度：浓度逐渐衰减的情况，用于受污染地下水体本身为污染源的情况，可在污染源项的单元格设置初始浓度的方式来实现现状污染源的定义。

（4）定质量污染源：对应脉冲载入式的短期污染源，可用于模拟短时污染事故发生造成的后果。由于瞬时排放，之后不再有污染物进入系统，可在指定为源项的单元格设置一定的溶质总量，具体数值根据模型单元格的物理特征（长宽高、孔隙度、容重等）仔细核算事故排放时段内进入含水层的溶质总量，需尽量贴近实际情况。此外，根据污染物属性分析是否存在土壤对污染物的吸附作用，如存在需估算事故排放物质总量分布在溶解相和固相上的分配比例，计算方法见附录 A.5。

4.3.7 模型参数

地下水污染模型的数据需求包括两部分。

第一部分为水流和溶质运移模型需要输入的基本数据。

（1）模型空间信息参数：如模型边界的位置、地质单元的厚度以及现有污染羽的范围等。

（2）模型动力学参数：如渗透参数、储水系数、给水度、孔隙度、弥散度以及化学反应参数等。

（3）与源汇项有关的各种参数：如污染物进入量和排出量或注水和抽水量。常见的地下水模型参数确定方法见附表 C.1 至 C.7。

第二部分数据包括监测点的观测水头、流量、污染物运动时间、溶质浓度等。这部分数据将应用于模型校准阶段。

4.3.8 模型校准与验证

应用初步确认的输入条件及参数设置完成模型构建工作后，需开展模型校准，通过调整模型输入参数的取值或参数结构，使模型输出变量与野外观测值的误差达到一定的精度要求，表征模型可以基本准确地反映客观实际。模型输出变量可以为水头、流量、浓度、污染物运移时间、污染物去除率等指标。校准依据为：实现模拟的地下水流场或污染羽形态、范围、方向等主要特征与实际情形基本一致；校准后的水文地质参数要符合实际水文地质条件；迁移模型参数符合溶质运移特征或污染物属性。校准数据的选用需遵循数据代表地下水水文特征和地下水环境污染特征的基本原则。对于一般稳定流模型的校准，至少需要水文年内的平水期一期水位数据或者一个完整水文年多期水位数据的有效

平均值。对于非稳定流模拟，需要连续三个水文年反映水位季节波动的连续监测数据。原则上，随着模型工作深度的逐级递进，对数据要求逐渐增加，但用于校准的数据需要在时序上保持“一致性”。

当数据资料较丰富时可开展模型验证，即使用校准后的模型以稳定流或非稳定流的形式运行，使用与模型校准无关的一组观测值同运行结果进行对比，如误差达到精度要求，则通过验证，否则需对模型进一步校准。

模型校准过程需避免“非唯一性”问题，即多种参数组合均可实现观测值与计算值合理匹配的结果。因此，尽量收集充足的数据支持校准，对稳定流水流模型校准时，不仅需要匹配水位值，还需要分析水均衡信息，从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化要与实际要素基本相符，有条件的情况下进行流量校准；对于非稳定流模型，需要匹配动态过程，比较计算结果和观测数据的水位时间序列和（或）浓度穿透曲线；水流模型与迁移模型相互校准，以保证流场和迁移数据的匹配。

4.3.8.1 校准方法

（1）试错法校准

应用试错法人为调整待校准的输入参数，重复执行正演模拟来达到校准目标。实际应用中，通常首先校准水流模型，调整控制水流过程的模型输入参数，如渗透系数和源汇项，减少水头残差并与观测流场进行匹配。进展到一定程度后，调整迁移模型参

数，如孔隙度、弥散度和源汇项浓度，与观测到的污染迁移特征进行匹配。然后，通常再次校准水流模型，使得之前水流校准中没能够反映出的迁移时间、迁移方向、污染羽形态等进一步匹配。重复迭代此过程，直至有关水流和迁移过程的观测值与模拟值均达到校准目标要求。

（2）“自动”校准

相对于试错法校准的正演模拟，“自动”校准为反演模拟，应用程序化的数学技术求取最优模型参数值，并在较低程度上确定最优参数结构。“自动”校准可系统地评价模拟结果与观测数据之间的拟合度，定量分析所估算参数的敏感性与不确定性，一定程度较试错法更为客观。但是，试错法简单灵活，推荐在开展“自动”校准之前使用试错法检验模型的总体反应和可靠性，以利于充分理解模型，发现系统概化、模型设置、以及输入条件中的错误与不足。

4.3.8.2 模型校准评估

开展模型校准工作初期，采用目视比较法定性分析计算值与观测水头或浓度之间的匹配情况，完成初步校准后，采用一些拟合优度统计指标进行定量比较和评价，可选指标如残差平均值、残差方差、均方根差、线性相关系数等。原则上，流场模拟结果应与实测流场形态近似，地下水流向一致，对于稳定流水流模型，要求观测井地下水水位的实际观测值与模拟计算值的拟合误差应小于拟合计算期间内水位变化值的 10%，模拟范围内水位变化

值较小（<5 m）的情况下，水位拟合误差一般应小于 0.5m；对于非稳定流水流模型，要求地下水位计算曲线与实际观测值曲线的年际、年内变化趋势一致；对于迁移模型，要求模拟出的污染羽分布与实际观测形态近似，运移方向一致，地下水中污染物浓度计算值与观测值的穿透曲线吻合，变化趋势一致，一般情况下，计算值与观测值进行拟合，相关系数大于 0.85。但是，具体精度要求应当基于预测目标，对于作为管理或决策工具的模型，预测结果影响到治理方案的投资或重要环境管理决策时，需提高模型校准的精度，减小残差，以及必要时收集更丰富的数据。如果模型为分析工具，用于检验假设或情景分析对比，则可适当降低校准目标。

4.3.9 敏感性分析

为提高模型校准工作的方向性，推荐在校准过程中开展敏感性分析，即在合理的范围内改变模型输入参数，并观察模型结果的响应程度，筛选出对模拟结果影响相对显著的因子。分析模型响应程度的指标主要包括水头、流速、污染物浓度等。敏感性分析同时也用于识别地下水模拟预测中的不确定因素。

第五章 地下水污染趋势预测

5.1 预测场景设计与评估结果分析

校准和验证完善的模型可用于预测地下水污染在时间和空间上的变化趋势和分布特征，以及推测可能的污染途径。

根据工作目标设计预测场景。当模型用于评估地下水污染发展趋势对环境敏感目标的影响程度（空间和时间尺度）时，需全面合理地推测在所关注空间和时间尺度上，由于人为或自然条件的改变所引起的模型输入信息的变化，进而将这些变化在模型输入条件中加以体现；当模型用于开展地下水污染修复和风险管控措施的技术方案比选时，将不同技术手段概化后在模型输入条件中反映，预测工程实施情况下污染物未来的分布状态，从而评估地下水污染修复和风险管控措施的有效性、时效性、以及对应的工程成本等决策指标。以上两类预测场景对应不同的评估内容和评估目的，根据其工作属性，评估原则分别对应保守性原则和精确性原则。

以保守性原则开展的预测与评估工作中，模型设置要点如下：

（1）模型参数取最保守的值，用于反映最不利状态下的污染迁移趋势；

（2）模拟因子选择保守性因子，即污染物迁移过程以物理迁移为主，不易发生吸附、降解等可导致污染物总量消减的生物地球化学过程，代表污染可能影响的最大空间尺度和最短迁移时间；

（3）模拟过程可选择仅模拟对流过程，或模拟对流-弥散过程，选择依据为含水层水文地质条件对弥散过程的影响程度，注意低渗透性含水层对弥散过程的显著影响;

（4）污染源强的设置同样遵守保守性原则，忽略不能明确的污染减量过程，污染源强设置为最大可能的污染物总量;

（5）模拟时段以污染迁移到环境敏感目标所需时间作为参考尺度，或者根据评估区域的地下水功能属性、污染事件的发生特征等设置评估的时间节点。

以精确性原则开展的预测与评估工作中，模型设置要点如下:

（1）模型参数取值需反映模拟区的真实情况;

（2）模拟因子选择目标污染物或特征污染因子;

（3）模拟过程考虑目标污染物属性，除了模拟对流-弥散的物理迁移过程，选择合适参数模拟污染物的生物地球化学过程，必要时通过在场地开展中试获取更为准确的参数;

（4）污染源强设置基于污染调查所确定的尽量准确的污染物总量估算值。采用不同预测情景评估技术方案时，需要对不同迁移转化过程引起的源汇项增加量进行质量守恒核算，从而明确技术方案的有效性;

（5）污染时段以所制定的修复或污染防控目标为参考进行设置;

（6）针对当前常用的地下水修复和风险管控技术手段，可在水流模型和运移模型中设置相应输入参数，详细设置如表 1 所示。

表 1　地下水修复和风险管控技术方案与模型设置

备选修复方案	水流模型的相关设置	运移模型的相关设置
封顶防渗阻隔	减小入渗强度，即减小入渗率	设置初始浓度
地下水抽出处理（P&T）	增加用于模拟的井节点或网格，并赋值设计的抽水量	设置初始浓度
垂直防渗阻隔墙	将代表阻隔墙的网格单元处的渗透系数减小 (例如地下水模型 MODFLOW 已包含专门模仿阻隔墙的模块)	设置初始浓度
渗透反应格栅（PRB）	如渗透反应格栅为漏斗-门式或连续墙式，需要模拟部分墙体；如果墙体中的反应介质属性与含水层介质属性有明显差异，需调整墙体渗透系数	应用地球化学模型模拟溶质与渗透反应格栅介质的反应过程；或者概化该过程，依据实验室观测所得的反应后浓度，设置为介质单元格在溶质运移模型中的定浓度
增强生物修复法（针对有机污染物）	无	基于实验室或场地中试结果，增加生物降解率（化学反应参数）
原位注入法	如果实验室或场地中试证明由于注入溶液导致井管阻塞，则需要减小井周边区域渗透系数	应用地球化学模型模拟溶质反应过程；或概化该过程，将实验室观测所得的反应后浓度，设置为介质单元格在溶质运移模型中的定浓度
潜水面以上原位固化-稳定化（ISS）	减小代表实施固化-稳定化区域网格的入渗强度	减小实施固化-稳定化区域网格的入渗浓度；或者依据实验室观测所得的处置后入渗浓度，设置实施处置的单元格在溶质运移模型中的定浓度
潜水面以下原位固化-稳定化（ISS）	减小代表实施固化-稳定化区域网格的渗透强度	减小实施固化-稳定化区域网格的给定浓度；或依据实验室观测所得的处置后浓度降低程度，设置实施措施的单元格在溶质运移模型中的定浓度
污染土方移除	调整入渗强度，用于代表被移除土方回填后由于岩性差异对入渗过程的影响；如果回填层	将入渗浓度设置为零或背景值；如果回填层低于潜水面，调整该部分空间的定浓度

	低于潜水面，调整该部分空间的渗透系数	

5.2 不确定性分析

模型建立在一定的假设和系统简化的基础上，由于数据的不充足和对模拟过程的过度简化或过度复杂化，地下水水流或者溶质运移模型的运算结果会存在一定的误差或者不确定性，需对模型的不确定性予以分析，从而评估模型预测结果的可靠性。常用的评价不确定性的方法有：敏感性分析、蒙特卡洛方法、一阶误差分析等。通过对参数不确定的分析，模拟结果可以表达为可能结果的区间，从而反映模拟参数的不确定性。

5.3 模型完善

如根据下一步工作目的需要进一步完善模型，提高模型精度，需要开展长期监测或补充调查。如果系统性能出现明显变化，则需要对概念模型和模型参数进行修改，升级完善模型。

第六章 地下水污染模拟预测评估技术成果

6.1 报告文字

6.1.1 报告编写要求

地下水污染模拟预测评估成果报告应当完整地体现地下水污染模拟预测评估的全部工作。

地下水污染特征概化部分应描述评估区地下水环境基本状况、地下水污染程度和范围，识别评估区地下水污染问题和可能成因，总结污染源解析结果，分析污染物迁移转化机制和污染受体特征。

地下水污染趋势预测部分应说明评估工具的确定依据，对预测结果的分析和讨论进行文字表达，说明评估区污染未来发展趋势。同时，对各评估阶段的主要结论辅以公式、表格、图件等形式的说明。对于应用数值模型进行模拟预测的项目，需说明模型使用条件，包括模型的选择依据、适用情况、模型建立过程及应用过程。

6.1.2 报告编制大纲

1 总论

包括项目背景、目的原则、评估范围、评估依据、评估方法等。

2 评估区概况

包括自然地理概述、评估区土地利用及污染历史、主要污染源概况、评估区以往工作基础。

3 地下水污染概念模型构建

3.1 评估目标

3.2 资料收集

3.3 水文地质条件概化

3.4 地下水污染特征概化

4 地下水污染现状模拟

4.1 地下水数学模型选择

4.2 数学模型构建过程

4.3 模型校准与敏感性分析

5 地下水污染趋势预测

5.1 趋势预测结果

5.2 不确定性分析

5.3 模型完善计划

6 地下水污染模拟预测评估结论与建议

6.1 主要结论

6.2 对策与建议

7 附件

6.2 报告图件

地下水污染模拟预测评估技术报告的图件应能反映地下水污染概念模型和地下水污染趋势预测的成果。

水文地质条件概化成果图包括平面图和剖面图，示例见附图D.1，图件中所涉及的要素见附表D.1。地下水污染特征概化成果图采用剖面图、平面图或者三维立体图表示，示例见附图 D.2，

图件中所涉及的要素见附表 D.1。图中应包括最大污染深度以上岩性结构及水文地质特征、主要污染源及主要污染物特征、主要污染物在水土介质中的分布特征等。单层地下水污染浓度垂向变化显著或存在多个受污染含水层时，需结合水文地质条件对污染分布进行三维展示。

污染趋势预测成果图是在概念模型建立的平面图、剖面图的基础上添加预测结果，表征地下水水流和污染物迁移的趋势。如进行数值运算，需包括模型计算区网格剖分图、水文地质参数分区图、初始流场和拟合流场图、初始浓度场和拟合浓度场图、观测点水头和污染物浓度拟合曲线图及误差情况图，预测流场和浓度场图，预测水头和浓度的时间变化曲线等。最终成果中还可包括可视化视频。具体要求见附表 D.2 和 D.3。

6.3 模型文件

应提供模拟最终结果所依托的原始模型项目文件和模型使用说明。

附录 A
(资料性附录)
资料需求与技术方法

表 A.1 地下水污染模拟预测评估数据及资料需求表

评估区基础背景资料	
主题	具体信息
评估区背景资料	评估区及周边土地利用历史及潜在产生污染的活动
	当前土地利用状况（包括评估区平面布局图）
	评估区的未来利用（包括评估区开发）规划
	评估区相关记录：产品、原辅材料和中间体清单、平面布置图、工艺流程图、地下管线图、化学品储存和使用清单、泄漏记录、废物管理记录、地上和地下储罐清单、环境监测数据
	污染事件发生的历史信息
水流特征概化所需资料	
主题	具体信息
评估区地质及水文地质特征	主要岩性的空间展布特征（厚度和侧向延伸）
	地质图，地质剖面图
	地质构造（包括断层、裂隙）及其对水流的影响
	含水层厚度和有效厚度，以及横向和垂向变化
	单层或多层含水层，弱透水层的重要性
	地下水水流方向及水位波动（季节和长期性）
	水力梯度变化特征（水平向和垂直向）
	水文地质参数（孔隙度、渗透系数、导水系数、给水度、储水系数等）
	地下水与地表水体（河流、湖泊、水渠等）间相互作用
	过去、当前与未来地下水开采情况对含水层的影响
	非饱和带厚度与水流特征
污染特征概化所需资料	
主题	具体信息
污染源项	污染历史（排放体积、排放量、排放方式、地点、日期、频率、持续时间）
	出现/确认的污染物类型
	污染物相态（固相、吸附相、自由相、溶解相与气相）
	污染物浓度分布特征（土壤、非饱和带、饱和带）
	污染物性质（溶解性、分配系数、密度、持久性）
	污染物排放方式（连续排放、一次性排放、或逐渐减少的污染源）
污染途径	非饱和带和饱和带空间分布及属性
	地质构造和地形控制对迁移途径的影响
	优先通道的影响：裂隙、排水系统、渗坑、建筑物、地基、废矿、钻孔等
污染物迁移转化机	孔隙流、裂隙流、岩溶管道流

制	弥散过程
	降解动力学
	吸附特征
	化学反应
	单相流或多相流
	密度控制流
污染受体	评估区及周边区域的地下水
	当前或潜在的地下水使用者
	地表水体（泉水、溪流、水池、湿地）
	估算污染源到潜在污染受体之间的距离
与污染物迁移相关的土壤/岩石特征	有机碳含量
	阳离子交换能力
	矿物成分（如粘土含量，Fe/Mn 氧化物等）
	粒径分布
	含水率
污染物运移特征的观测结果	污染分布图或等值线图、剖面图、时间序列图
	污染羽稳定、缩小、扩大、下潜（由于密度效应、补给或垂向水力梯度）
	污染物浓度变化特征（季节性或长期趋势）
	影响污染迁移的过程认定（如对流、弥散、吸附、降解等）
	污染物之间的反应竞争影响
	生物化学环境对污染过程的影响（如 pH 影响金属的迁移）
	自然降解过程，及支持自然降解的证据
生物地球化学环境	背景值和（或）对照值
	好氧/厌氧环境
	pH、温度、盐度、氧化还原电位、溶解氧、碱度等

表 A.2 数据资料来源一览表

所需资料类型	数据来源	资料信息要求与说明
水文地质条件资料 1）含水层物理系统 包括地质、构造、地层、地形坡度、地表水体等方面的资料 2）含水层结构 包括含水层的水平延伸、边界类型、顶底板埋深、含水层厚度、基岩结构等 3）含水层水文地质参数及空间变异 包括渗透系数、给水度、储水系数、弥散系数及孔隙度等 4）钻孔 包括钻孔位置、孔口标高、岩性描述及成井结构等	1）地质图与水文地质图 2）地形图 3）前人所作的有关钻探、抽水试验及分析、地球物理勘探、水力学等方面的研究报告 4）钻孔结构、地层岩性、柱状图、剖面图及成井报告等 5)有关学术刊物上及会议上发表的学术论文、学生的毕业论文等 6)行政部门及私人企业的有关数据	1)应有一定数量的控制点 2）地质单元的厚度、延伸以及含水层的识别 3）地形标高等值线、含水层厚度等值线 4）含水层立体结构图、水文地质参数分布图 5)地表水与地下水以及不同含水层之间的水力联系程度 6)地下水对生态环境的支撑作用
水资源及其开发利用资料 1）各种汇源项及其对地下水动力场的作用 2）天然排泄区及人工开采区地理位置、排泄速率、排泄方式及延续时间 3）地表水体与地下水的相互作用 4）地下水人工开采、回灌及其过程 5）土地利用模式、灌溉方式、蒸发、降雨情况等	1）降雨量及蒸发量 2）地表水体流量及现状 3)抽水试验及长期观测井的地下水水位监测数据 4)地下水体及地表水体的开发利用量，包括政府部门的统计数据和可估计到的未进行统计的开发利用量 5）灌溉区域、作物类型及分布情况 6)水资源需求量及污水排放量预测分析 7）其他政府、企业等有关部分的水资源开发利用数据	1）降雨量、蒸发量通常为时间序列数据，最小时间单元应到月，有些时候需到天 2)数据采集的时间、地点、数值及测量单位应准确 3）对于地下水数据，应注明是否为动水位 4)不同时期地下水位等水位线图及地下水位过程线的说明
水质监测资料 1）常规水质指标数据 2）非常规水质指标数据	1)评估区所在地建设项目环境影响评价报告 2)评估区相关取水单位或饮用水监测管理部门水质分析报告 3)地下水环境调查报告	1)不同时期不同点位的水质数据 2)不同含水层位的水质数据 3）不同监测指标数据
污染源资料 1）污染源空间分布特征 2）污染排放特征 3）特征污染因子	1)企业建设及生产记录与生产报告 2)土地利用资料及图像解译 3）污染普查资料 4）地下水环境调查报告	1)追溯污染主体变迁历史 2）污染源解析 3）生产工艺分析

表 A.3 常用污染源解析方法

源解析技术	原理	优点	缺点/局限
空间叠图法	（1）分析主要污染物浓度现状分布图，确定地下水污染高浓度区； （2）根据识别的污染高浓度区，在其附近核查潜在污染源具体位置，并在图件中标出； （3）采用 GIS 手段将主要污染物浓度现状分布图、潜在污染源位置分布图与地下水流场图叠加，推断污染物扩散途径，定位污染源空间分布。	适用范围广，可准确分析各地下水污染源对污染现状的贡献程度； 可在短时间内得出较为精确的溯源结果。	在水文地质条件较复杂或地下水流场不明确的条件下，无法精确溯源。
捕获区法	利用溶质迁移软件模拟示踪粒子在指定的位置和时间内随地下水流运移的路径，将其与评估区污染物现状空间分布相比较，以判断和验证地下水中污染物来源位置。	在水文地质条件复杂的条件下亦能刻画污染物的空间分布，模拟结果直观、可反映污染物的三维空间运移情况。	要求水文地质资料完备，可支持模型创建工作，若资料不全需补充野外勘测工作获取，成本较高。
稳定同位素法	利用稳定同位素（如碳-13、汞、铅、硫、氮等）推测地下水中污染物的来源，并分析污染物随时间的迁移变化。	稳定同位素在特定污染源中组成特定，在迁移与反应过程中组成稳定，分析结果精确稳定。	同位素对生物的放射性风险尚未明确，因此该方法环境风险较高。
化学指纹法	通过特定离子或化合物的比值、或分子标志物特征识别地下水污染源。	适用范围较广，具有特征性，识别结果准确快速。	化学组成易因挥发、淋滤和生物降解等环境过程而改变，仅适用于突发性或短时间事件。
化学质量平衡法	设采样分析测得受体中物质 i 的浓度为 d_i，该区域排放物质 i 的源有 p 种，若已知某排放源 j 所排放污染物中物质 i 的含量为 x_{ij}，则源 j 对受体的贡献 g_j 应满足：$d_i = \sum_{j=1}^{p} x_{ij} g_j \ (i = 1,2,\cdots,n)$ 源 j 的贡献率为：$\eta = g_j \Big/ \sum_{j=1}^{p} g_j$。测定 n 种物质可建立 n 个方程，只要测定项目数量大于或等于排放源数目，就可解出一组 g_j，即	该方法原理清楚，易理解； 从一个受体样品的分析项目出发就可以得到结果，可以避免大量的样品采集所带来的资金等方面的压力； 能够检测出是否遗漏了某重要源，可以检验其他方法的	要求对污染源和受体地下水长期采样监测，列出排放清单，不断更新本地区排放源成分谱，工作量大，技术难度高； 从排放源到受体之间排放的物质组成没有发生变化的假设条件难以满足； 排放源的选择上存在主观性和经验性； 要求排放源物质成分线性独立很难满

源解析技术	原理	优点	缺点/局限
	各排放源的贡献率。	适用性。	足； 未区分同一类排放源排放的成分差别和同一排放源在不同的时间排放物质的差别。
多元统计法	多元统计方法是利用观测信息中物质间的相互关系来产生源成分谱或产生暗示重要排放源类型的指标，主要包括指标分析（FA）、主成分分析（PCA）等。指标分析能将具有复杂关系的变量归结为数量较少的几个综合指标。 在污染物来源研究中，通常采集大量（设为 N 个）样品，从每一个样品中分析出若干种（设为 M）化学成分的浓度，这样就构成了一个包含 N×M 个数据的集合。由于同一环境样品的组成成分并不相互独立，来自于同一类源的那些成分间存在较强的相关性，因此，可以用 P 个指标（P＜M）来描述原来的样品集合。	应用简单且不需要事先对评估区域污染源进行监测，只需对排放源组成有大致的了解，并不需要准确的源成分谱数据； 利用一般的统计软件便可计算； 不用事先假设排放源的数目和类型，排放源的判定比较客观； 能够解决次生或易变化物质的来源，能利用除浓度以外的一些参数。	本方法不是对具体数值进行分析而是对偏差进行处理，如果某重要排放源比较恒定，而其他非重要源具有较大的排放强度变异，可能会忽略排放强度较大的排放源，在实际中一般鉴别出 5 个~8 个因子，如果重要排放源类型大于 10，这种方法不能提供较好的结果。

表 A.4 地下水污染途径分类

类型		污染途径	污染来源	被污染含水层
I	间歇入渗型	降雨对固体废弃物的淋滤	工业和生活固体废物	潜水
		矿区疏干地带的淋滤和溶解	疏干地带的易溶矿物	潜水
		灌溉水及降水对农田的淋滤	主要农田表层土壤残留的农药、化肥及易溶盐类	潜水
II	连续入渗型	渠、坑等污水的渗漏	各种污水及化学液体	潜水
		受污染地表水的渗漏	受污染的地表污水体	潜水
		地下排污管道的渗漏	各种污水	潜水
III	越流型	地下水开采引起的层间越流	受污染的含水层或天然咸水等	潜水或承压水
		水文地质天窗的越流	受污染的含水层或天然咸水等	潜水或承压水
		经井管的越流	受污染的含水层或天然咸水等	潜水或承压水
IV	径流型	通过岩溶发育通道的径流	各种污水或被污染的地表水	主要是潜水
		通过废水处理井的径流	各种污水	潜水或承压水
		盐水入侵	海水或地下咸水	潜水或承压水

摘自《地下水污染与防治》（王焰新，2007）

表 A.5 地下水污染物迁移转化过程概算方法

A.5.1 对流

溶解物质随着由水力梯度或压力梯度产生的水流运动的过程为对流迁移过程。污染物的对流迁移过程取决于含水层性质，主要是导水系数、有效孔隙度及水力梯度，与污染物本身属性无关。概念模型阶段可将系统含水介质简化为均质，估算保守条件下溶于水的污染物速度，通过与观测数据对比分析，判读污染羽的空间尺度，估算对污染受体产生影响的迁移时间。估算过程需参考水文地质概念模型成果，充分考虑含水介质渗透性的差异、水力梯度（水平向和垂向）的时空变化、裂隙介质中总孔隙度和有效孔隙度的差异、紊流系统的不适用性等对对流迁移的影响。

污染物在地下水中的对流迁移可用达西定律刻画。污染物在各向同性孔隙介质中的迁移可表达为：

$$v = \frac{Ki}{n} \tag{A.1}$$

式中：v—平均水流速度，m/d；

K—渗透系数，m/d；

i—水力梯度，无量纲；

n—孔隙度，无量纲。

A.5.2 弥散

弥散过程（又称水动力弥散）包括机械弥散与分子扩散。机械弥散是由含水层异质性引起，由于实际流速与平均流速的差异，导致实际污染羽范围大于仅仅依靠对流计算得到的结果。机械弥散取决于含水层非均质特征与观测尺度，与污染物本身属性无关。分子扩散由分子运动引起，弥散取决于污染物性质及浓度梯度。弥散过程中污染羽发展的方向与水流方向平行（纵向弥散）或者垂直于水流方向（横向弥散）。在含水介质渗透性弱，流速低的情况下，分子扩散的重要性高于机械弥散，概念模型需要对机械弥散和分子扩散对弥散过程的贡献程度加以说明。弥散迁移可以用菲克定律进行估算。

水动力弥散过程包括机械弥散与分子扩散。

$$D_h = D^* + \alpha v \tag{A.2}$$

式中：D_h—水动力弥散系数，m^2/s；

D^*—有效扩散系数，m^2/s；

α—介质弥散度，m；

v—流速，m/s;

并且：

$$D^* = DT \tag{A.3}$$

式中：D—扩散系数，m^2/s；

T—与弯曲度相关的系数，无量纲。

A.5.3 吸附

吸附过程存在溶解相污染物在迁移路径上的多孔介质固体骨架上留存。影响吸附过程的因素包括地球化学环境、溶解相属性、地下水流速、多孔介质属性、溶质浓度等。常见的经典吸附模型吸附过程可分为线性 Henry 等温式（适用于溶解相浓度较低）、Freundlich 等温式（适用于溶解相浓度中等）及 Langmuir 等温式（适用于气相物质吸附）。概念模型需根据上述影响因素确定吸附类型，进而估算溶质在水相和固相的分配比率，用于后续数学模型的参数设置。不同类型吸附过程的分配系数估算方式参见附表。

分配系数的计算公式如下：

（1）线性吸附等温式

$$K_d = \frac{C_s}{C} \tag{A.4}$$

（2）Freundlich 等温式

$$K_d = \frac{C_s}{C^{1/N}} \tag{A.5}$$

（3）Langmuir 等温式

$$K_d = \frac{C_s}{C(b - C_s)} \tag{A.6}$$

式中：K_d—分配系数，1/kg；

C—液相中污染物浓度，mg/L；

C_s—固相中污染物浓度，mg/kg；

b—污染物最大吸附量，mg/kg；

N—特定化学系数$(1/N$ 范围为 0.7-1.1$)$。

以上求得的分配系数用于计算吸附条件下，污染物在地下水中迁移速率：

$$V = u / R_f \tag{A.7}$$

式中：

$$R_f = 1 + \rho K_d / n \tag{A.8}$$

式中：u—地下水流速，m/s；

R_f—迟滞因子，无量纲；

K_d—分布系数，1/kg；

ρ—容重，kg/L；

n—有效孔隙度，无量纲。

A.5.4 物理衰变或生物降解

放射性污染物和有机物在地下水中迁移时，放射性物质的物理衰变和有机物的生物降解会导致污染物在地下水中的质量逐渐减少。此类过程与污染物类型、微生物环境、氧化还原条件、温度、地下水中离子组成等因素有关。模型概化阶段需识别是否存在衰变或降解过程，并定性说明该过程是否存在高浓度限值机制（即高浓度污染物对微生物存在毒性）、降解过

程在污染羽不同部位的差异、其他反应条件（如氧气、食物源等）的约束、降解产物是否具有毒性等。

污染物的物理衰变和生物降解在数学模型上可用一级反应式（即指数衰减）刻画，表达式如下：

$$C = C_0 e^{-\lambda t} \tag{A.9}$$

式中：C—t时刻后污染物浓度，mg/L；

C_0—污染物初始浓度，mg/L；

λ—衰减速率，1/d。

A.5.5 化学反应

地下水中两种或两种以上溶质间发生相互作用，原有溶质质量减少，产物质量增加的过程，常见过程包括：溶解与沉淀作用；氧化还原作用。溶解和沉淀是无机污染物在地下水环境中迁移的重要方式。溶解度与其在地下水环境中的迁移能力相关，溶解度高者迁移能力强，反之迁移能力弱。地下水中发生氧化还原作用的主要元素包括铁、氮、硫、锰、铬、砷及有机物等，这些元素的离子或化合物在氧化还原条件下发生变化，至达到平衡状态。模型概化阶段需根据不同时期和空间分布的水质监测数据判断氧化还原过程的存在情况。

A.5.6 挥发

对于挥发性污染物，需要考虑挥发过程对污染物总量的减少作用，在模型概化阶段考虑挥发态和溶解态的分配量，估算进入含水层的污染物质量，挥发性污染物在溶解相和蒸汽相分配的比例可以表达为：

$$C_v = HC \tag{A.10}$$

式中：C_v—蒸发相污染物浓度，mg/L；

C—水相污染物浓度，mg/L；

H—亨利定律常数，无量纲。

A.5.7 变密度流

当进入地下水环境的污染物浓度高至一定程度时（例如污染物浓度大于数千 mg/L 时），会改变水体的物理属性，特别是密度和粘滞性，此时，污染物迁移过程的数学解法需要将水流运动和溶质迁移过程联合求解，模型概化阶段需对此加以定性说明。

A.5.8 多相流

当地下水污染物包含非水相污染物（Nonaqueous Phase Liquids, NAPLs），即与水不相混溶的有机污染物时，污染过程较常规污染过程复杂并多元，需开展针对性分析。根据 NAPLs 比重与水的差别可分为轻非水相液体（LNAPL）和重非水相液体（DNAPL）。轻质非水相液体（LNAPL），如大多数石油产品、煤油、对二甲苯（p-ylene）等；重非水相液体（DNAPL），如杂酚油、柏油、氯化烃等。

NAPLs 在迁移过程中存在多重相态，包括液态相、残留相、蒸气相及溶解相。其中，对于液态相中的 LNAPLs 通过非饱和土层后，以自由态在潜水面游移，DNAPLs 密度大于水，可在重力作用下穿透含水层，滞留在含水层底部，并有可能在地层走势影响下沿着与水流不

同的方向迁移；残留相是指 NAPLs 在迁移路径上必然留有残留物，一旦形成不在移动；溶解相的 NAPLs 随地下水流场运移；蒸气相的 NAPLs 在不饱和带具有挥发过程。

在概念模型阶段，通常先假设 NAPLs 不可移动，仅考虑溶解于水体的部分在地下水中的迁移，溶解态浓度通常使用有机物的溶解度为污染物浓度。混合的有机化合物的溶解浓度可以用下式估算，即拉乌尔定律（Raoults Law）：

$$C_d = SX \tag{A.11}$$

式中：C_d —地下水中的溶解相污染物浓度，mg/L；

S —有机化合物在纯液体中的溶解度，mg/L；

X —有机污染物在自由体中的质量分配比例，无量纲。

附录 B
(资料性附录)
地下水数学模型

B.1 数学模型

B.1.1 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：

1.控制方程

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W \tag{B.1}$$

式中：

μ_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。

其中，对于等厚的承压含水层，若属于平面二维流，控制方程可写为：

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = K_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + W \tag{B.2}$$

式中：

h—水位，m；

对于非均质含水层，潜水 Boussinesq 水流控制方程写为：

$$\mu_s \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x h \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y h \frac{\partial H}{\partial y} \right) + W \tag{B.3}$$

式中：

h—潜水含水层厚度，m；

H—水位，m。

2.初始条件

$$h(x,y,z,t) = h_0(x,y,z) \qquad (x,y,z) \in \Omega, t = 0 \tag{B.4}$$

式中：

$h_0(x,y,z)$—已知水位分布；

Ω—模型模拟区。

3.边界条件

1) 第一类边界

$$h(x,y,z,t)\big|_{\Gamma_1} = h(x,y,z,t) \qquad (x,y,z) \in \Gamma_1, t \geq 0 \tag{B.5}$$

式中：

Γ_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

$$K\frac{\partial h}{\partial \vec{n}}\bigg|_{\Gamma_2}=q(x,y,z,t)\qquad (x,y,z)\in\Gamma_2,t>0 \tag{B.6}$$

式中：

Γ_2 —二类边界；

K—三维空间上的渗透系数张量；

$\vec{n}$ —边界Γ_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

$$(K(h-z)\frac{\partial h}{\partial \vec{n}}+\alpha h)\bigg|_{\Gamma_3}=q(x,y,z) \tag{B.7}$$

式中：

α —已知函数；

Γ_3 —三类边界；

K—三维空间上的渗透系数张量；

$\vec{n}$ —边界Γ_3 的外法线方向；

q(x,y,z)—三类边界上已知流量函数。

B.1.2 地下水溶质运移模型

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（见附录B1.1）和溶质运移模型两部分。

1.控制方程

$$R\theta\frac{\partial c}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\theta D_{ij}\frac{\partial c}{\partial x_j}\right)-\frac{\partial}{\partial x_i}(\theta v_i c)-Wc_s-Wc-\lambda_1\theta c-\lambda_2\rho_b\bar{c} \tag{B.8}$$

式中：

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

ρ_b —介质密度，mg/(dm)^3；

θ—介质孔隙度，无量纲；

c—组分的浓度，mg/L；

$\bar{c}$ —介质骨架吸附的溶质浓度，mg/L；

t —时间，d；

x，*y*，*z*—空间位置坐标，m；

D_{ij}—水动力弥散系数张量，m^2/d；

V_i—地下水渗流速度张量，m/d；

W—水流的源和汇，1/d；

c_s—组分的浓度，mg/L；

λ_1—溶解相一级反应速率，1/d；

λ_2—吸附相反应速率，L/(mg·d)。

2.初始条件

$$c(x,y,z,t)=c_0(x,y,z) \qquad (x,y,z)\in\Omega,t=0 \qquad (B.9)$$

式中：

$c_0(x,y,z)$—已知浓度分布；

Ω—模型模拟区域。

3.边界条件

1) 第一类边界—给定浓度边界

$$c(x,y,z,t)\big|_{\Gamma_1}=c(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in\Gamma_1,t\geq 0 \qquad (B.10)$$

式中：

Γ_1—表示定浓度边界；

$c(x,y,z,t)$—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

$$\theta D_{ij}\frac{\partial c}{\partial x_j}\bigg|_{\Gamma_2}=f_i(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in\Gamma_2,t\geq 0 \qquad (B.11)$$

式中：

Γ_2—通量边界；

$f_i(x,y,z,t)$—边界Γ_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

$$\theta D_{ij}\frac{\partial C}{\partial x_j}-q_i c\bigg|_{\Gamma_3}=g_i(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in\Gamma_3,t\geq 0 \qquad (B.12)$$

式中：

Γ_3—混合边界；

$g_i(x,y,z,t)$—Γ_3上已知的对流－弥散总的通量函数。

B.2 解析法

B.2.1 一维无限区域瞬时注入点源和连续注入点源

假设含水层为一维无限长度，在 x = 0 处有一个瞬时注入或连续注入点源。

1.假设条件:

1) 流体的密度和黏度为常数；

2) 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

3) 流动只发生在 x 方向，且速度为常数（无径向流动）；

4) 纵向和横向扩散系数（D_x，D_T）为常数。

2.控制方程（瞬时注入点源）:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V\frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C + \frac{Qdt}{nA} C_0 \delta(x - X_c)\delta(t - t'), \tag{B.13}$$

3.边界条件:

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0,\ x = \pm\infty \tag{B.14}$$

4.初始条件:

$$C = 0,\quad -\infty < x < +\infty,\ t = 0 \tag{B.15}$$

5.解析解:

1）瞬时注入点源：

$$C(x,t) = \frac{C_0 Qdt}{2nA\sqrt{\pi t D_x}} \exp\left[-\frac{(x - X_c - Vt)^2}{4D_x t} - \lambda t\right] \tag{B.16}$$

2）连续注入点源：

$$C(x,t) = \frac{C_0 Q}{2nA\sqrt{\pi D_x}} \exp\left[\frac{V(x - X_c)}{2D_x}\right] \cdot \int_{\tau=0}^{\tau=t} \frac{1}{\tau^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\left(\frac{V^2}{4D_x} + \lambda\right)\tau - \frac{(x - X_c)^2}{4D_x \tau}\right] d\tau \tag{B.17}$$

式中：

C —单位体积溶液的溶质质量 [M/L^3];

C_0—已知溶质浓度；

Q—溶质注入流量；

A —垂直于流动方向的注入截面的面积；

τ —时间积分的虚拟变量；

n —孔隙度；

V—x 方向的匀速流动速度[L/T]；

λ—反应速率 [1/T]；

D_x—溶质扩散系数[L^2/T]；

dt —无穷小的时间间隔；

X_c—点源的 x 坐标；

t'—瞬时注入溶质的时间。

B.2.2 第一类边界条件的半无限系统

1.假设条件:

1) 流体的密度和黏度为常数；

2) 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

3) 流动只发生在 x 方向，且速度为常数；

4) 纵向扩散系数（D）和 D_x 相等（D_x 为常数）。

2.控制方程:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V\frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C, \tag{B.18}$$

3.边界条件:

$$C = C_0,\ x = 0 \tag{B.19a}$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0,\ x = \infty \tag{B.19b}$$

4.初始条件:

$$C = 0,\ 0 < x < \infty,\ \ t = 0 \tag{B.20}$$

5.解析解:

$$C(x,t) = \frac{C_0}{2}\left\{\exp\left[\frac{x}{2D}(V-U)\right]\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x-Ut}{2\sqrt{Dt}}) + \exp\left[\frac{x}{2D}(V+U)\right]\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x+Ut}{2\sqrt{Dt}})\right\} \tag{B.21}$$

式中：

$U = \sqrt{V^2 + 4\lambda D}$.

erfc()—余误差函数。

B.2.3 第三类边界条件的半无限系统

1.假设条件:

a. 流体的密度和黏度为常数；

b. 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

c. 流动只发生在 x 方向，且速度为常数；

d. 纵向扩散系数（D）和 D_x 相等（D_x 为常数）。

2.控制方程:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V\frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C, \tag{B.22}$$

3.边界条件:

$$VC_0 = VC + D\frac{\partial C}{\partial x},\ x = 0 \tag{B.23a}$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0,\ x = \infty \tag{B.23b}$$

4.初始条件：

$$C = 0,\ 0 < x < \infty \quad \text{在 } t = 0 \tag{B.24}$$

5.解析解：

$$C(\mathrm{x,t}) = \frac{C_0 V^2}{4\lambda D}\left\{2\exp(\frac{xV}{D} - \lambda t)\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x+Vt}{2\sqrt{Dt}}) + (\frac{U}{V} - 1)\exp\left[\frac{x}{2D}(V-U)\right]\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x-Ut}{2\sqrt{Dt}}) - (\frac{U}{V} + 1)\exp\left[\frac{x}{2D}(V+U)\right]\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x+Ut}{2\sqrt{Dt}})\right\} \tag{B.25}$$

对于不发生一级化学反应（λ=0）的溶质运移问题，其解析解为：

$$C(\mathrm{x,t}) = C_0\left\{\frac{1}{2}\mathrm{erfc}(\frac{x-Vt}{2\sqrt{Dt}}) + \sqrt{\frac{V^2 t}{\pi D}}\exp\left[-\frac{(x-Vt)^2}{4Dt}\right] - \frac{1}{2}(1 + \frac{Vx}{D} + \frac{V^2 t}{D})\exp\left(\frac{Vx}{D}\right)\cdot \mathrm{erfc}(\frac{x+Vt}{2\sqrt{Dt}})\right\} \tag{B.26}$$

B.2.4 二维无限平面瞬时注入点源和连续注入点源

假设含水层为无限区域面积，并且在 x，y 平面上有一个瞬时或连续点源。

1.假设条件：

1) 流体的密度和黏度为常数；

2) 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

3) 流动只发生在 x 方向，且速度为常数（无径向流动）；

4) 纵向和横向扩散系数（D_x，D_y）为常数。

2.控制方程（瞬时注入点源）：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y\frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - V\frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C + \frac{Qdt}{nL}C_0\delta(x - X_c)\delta(y - Y_c)\delta(t - t'), \tag{B.27}$$

3.边界条件：

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0,\ x = \pm\infty \tag{B.28a}$$

$$\frac{\partial C}{\partial y} = 0,\ y = \pm\infty \tag{B.28b}$$

4.初始条件：

$$C = 0,\quad -\infty < x < +\infty,\ -\infty < y < +\infty,\ t = 0 \tag{B.29}$$

5.解析解：

1）瞬时注入点源：

$$C(x,y,t) = \frac{C_0 Q dt}{4n\pi Lt\sqrt{D_x D_y}}\exp\left[-\frac{(x-X_c-Vt)^2}{4D_x t} - \frac{(y-Y_c)^2}{4D_y t} - \lambda t\right] \tag{B.30}$$

2）连续注入点源：

$$C(x,y,t) = \frac{C_0 Q}{4n\pi L\sqrt{D_x D_y}}\exp\left[\frac{V(x-X_c)}{2D_x}\right]\cdot\int_{\tau=0}^{\tau=t}\frac{1}{\tau}\exp\left[-\left(\frac{V^2}{4D_x} + \lambda\right)\tau - \frac{(x-X_c)^2}{4D_x\tau} - \frac{(y-Y_c)^2}{4D_y\tau}\right]d\tau \tag{B.31}$$

令 t 趋于+∞，得到稳态解：

$$C(x,t) = \frac{C_0 Q}{2n\pi L\sqrt{D_x D_y}}exp\left[\frac{V(x-X_c)}{2D_x}\right]\cdot \mathrm{K_0}\left\{\sqrt{\left(\frac{V^2}{4D_x} + \lambda\right)\left[\frac{(x-X_c)^2}{D_x} + \frac{(y-Y_c)^2}{D_y}\right]}\right\} \tag{B.32}$$

式中：

K_0 —修正的二阶和零阶贝塞尔函数；

L —垂直于 x-y 平面的注入长度；

X_c, Y_c —点源的 x，y，z 坐标;

B.2.5 含有有限宽度溶质源的无限宽度含水层

假设含水层为半无限长度并且在入流边界处（x=0）含有溶质源。含水层的宽度可以看作有限或者无限的。在无限宽度系统中，含水层边缘的隔水边界离得足够远，不对研究区域溶质的分布产生影响。

1.假设条件:

1) 流体的密度和黏度为常数；

2) 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

3) 流动只发生在 x 方向，且速度为常数；

4) 纵向和横向扩散系数（D_x，D_y）为常数。

2.控制方程:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C, \tag{B.33}$$

3.边界条件:

$$C = C_0, \quad x = 0, \quad Y_1 < y < Y_2 \tag{B.34a}$$

$$C = 0, \quad x = 0, \quad y < Y_1 \text{ 或} y > Y_2 \tag{B.34b}$$

$$\frac{\partial C}{\partial y} = 0, \ y = \pm\infty \tag{B.34c}$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0, \ x = \infty \tag{B.34d}$$

4.初始条件:

$$C = 0, \quad 0 < x < \infty, \quad -\infty < y < +\infty, \quad t = 0 \tag{B.35}$$

5.解析解:

$$C(x,y,t) = \frac{C_0 x}{4\sqrt{\pi D_x}} \exp\left(\frac{Vx}{2D_x}\right) \cdot \int_{\tau=0}^{\tau=t} \tau^{-\frac{3}{2}} \exp\left[-\left(\frac{V^2}{2D_x} + \lambda\right)\tau - \frac{x^2}{4D_x\tau}\right] \left\{\text{erfc}\left[\frac{(Y_1 - y)}{2\sqrt{D_y\tau}}\right] - \text{erfc}\left[\frac{(Y_2 - y)}{\sqrt{D_y\tau}}\right]\right\} d\tau \tag{B.36}$$

式中：

Y_1—溶质源宽度的下限值（x=0 处溶质源 y 坐标的较小值）；

Y_2 —溶质源宽度的上限值（x=0 处溶质源 y 坐标的较大值）。

B.2.6 含有瞬时注入点源或连续注入点源的无限长度含水层

假设含水层沿三个坐标轴方向都为无限长度。溶液以固定的速率和浓度(C_0)从点源进入含水层。

1.假设条件:

1) 流体的密度和黏度为常数；

2) 溶质可能发生一级化学反应（对于不反应的溶质，λ=0）；

3) 流动只发生在 x 方向，且速度为常数；

4) 纵向扩散系数（D_x）和横向扩散系数（D_y，D_z）为常数。

2.控制方程（瞬时注入点源）:

$$\frac{\partial C}{\partial t}=D_x\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}+D_y\frac{\partial^2 C}{\partial y^2}+D_z\frac{\partial^2 C}{\partial z^2}-V\frac{\partial C}{\partial x}-\lambda C+\frac{Qdt}{n}C_0\cdot\delta(x-X_c)\delta(y-Y_c)\delta(z-Z_c)\delta(t-t') \tag{B.37}$$

3.边界条件:

$$\frac{\partial C}{\partial x}=0,\ x=\pm\infty \tag{B.38a}$$

$$\frac{\partial C}{\partial y}=0,\ y=\pm\infty \tag{B.38b}$$

$$\frac{\partial C}{\partial z}=0,\ z=\pm\infty \tag{B.38c}$$

4.初始条件:

$$C=0,\ -\infty<x<\infty,\ -\infty<y<\infty,\ -\infty<z<\infty\ \text{在}t'=0 \tag{B.39}$$

5.解析解:

1）瞬时注入点源：

$$C(x,y,z,t)=\frac{C_0Qdt\exp\left[\frac{V(x-X_c)}{2D_x}-\left(\frac{V^2}{4D_x}+\lambda\right)(t-t')\right]}{8n\pi^{\frac{3}{2}}(t-t')^{\frac{3}{2}}\sqrt{D_xD_yD_z}}\cdot\exp\left[-\frac{(x-X_c)^2}{4D_x(t-t')}-\frac{(y-Y_c)^2}{4D_y(t-t')}-\frac{(z-Z_c)^2}{4D_z(t-t')}\right] \tag{B.40}$$

2）连续注入点源：

$$C(x,y,z,t)=\frac{C_0Q\exp\left[\frac{V(x-X_0)}{2D_x}\right]}{8n\pi\gamma\sqrt{D_yD_z}}\left\{\exp(\frac{\gamma\beta}{2D_x})\operatorname{erfc}\left[\frac{(\gamma+\beta t)}{2\sqrt{D_xt}}\right]+\exp(\frac{-\gamma\beta}{2D_x})\operatorname{erfc}\left[\frac{(\gamma-\beta t)}{2\sqrt{D_xt}}\right]\right\} \tag{B.41}$$

式中：

X_c, Y_c, Z_c—点源的 x，y，z 坐标;

$$\gamma=\left[(x-X_c)^2+\frac{D_x(y-Y_c)^2}{D_y}+\frac{D_x(z-Z_c)^2}{D_Z}\right]^{1/2};$$

$$\beta=[V^2+4D_x\lambda]^{1/2}.$$

附录 C
(资料性附录)
地下水模型参数

表 C.1 常用地下水模型参数确定方法

参数	参数用途	确定方法	方法描述	辅助分析软件	备注
渗透系数	水流模型	1.野外抽水试验	在选定的钻孔中或竖井中，对选定含水层(组)抽取地下水，形成人工降深场，利用涌水量与水位下降的历时变化关系，测定含水层(组)富水程度和水文地质参数。通过抽水试验可以确定含水层介质透水能力大小。	AquiferTest Aqtesolv MODFLOW PUMPTEST SLUGC SLUGT2 TIMELAG TGUESS WELLTEST	试验方法说明参照《水文地质手册（第二版）》（2012），或《供水水文地质勘查规范》(GB50027-2001)。
		2.室内土柱试验			室内试验结果运用在野外现场，通常有尺度效应。
		3.经验数值			经验数值见附表 C.2 和 C.3。
潜水给水度	水流模型	1.实验室法	在器皿中填充地层介质，注水后，测定流出水的量，进而分析得出给水度值。		野外试验详细方法说明参见《水文地质手册（第二版）》（2012）。
		2.单孔抽水资料	根据潜水含水层单井抽水试验中流量，降深，随时间的变化关系，用曲线法分析求解给水度。		
		3.指示剂法	通过在主孔抽水，观测孔投入指示剂的方法，确定指示剂在抽水孔中出现的时间，进而计算给水度。		
		4.非稳定流有限差分方法	利用观测孔的水位长期变化数据，通过求解非稳定流有限差分方程，得出给水度。		
		5.非稳定流抽水试验法	在选定的钻孔中或竖井中，对选定含水层(组)抽取地下水形成人工降深场，利用涌水量与水位下降的历时变化关系，测定含水层(组)富水程度和水文地质参数。	AquiferTest Aqtesolv MODFLOW WELLTEST	
		6.经验数值			经验数值见附表 C.2。
承压	非稳定流水流	1.抽水试	在选定的钻孔中或竖井中，对选定含水层(组)抽取地下	AquiferTest Aqtesolv	也可用野外试验和室内试验

参数	参数用途	确定方法	方法描述	辅助分析软件	备注
水单位释水系数	模型	验	水，形成人工降深场，利用涌水量与水位下降的历时变化关系，测定含水层(组)富水程度和水文地质参数。	MODFLOW THCVFIT THEISFIT TSSLEAK	的方法。
		2.经验数值			经验数值见附表 C.4。
弥散度	溶质运移模型	1.弥散试验	研究污染物在地下水中运移时其浓度的变化规律，并通过试验获得进行地下水环境质量定量评估的弥散参数。		弥散试验通常使用污染物的天然状态法、附加水头法、连续注水法、脉冲注入法等进行。详见《城市环境水文地质工作规范（DZ 55-87）》。
		2.经验数值			经验数值见附表 C.11。
孔隙度	溶质运移模型	1.实验室分析法	孔隙度的测定是在实验室中进行的，用的是小块的岩芯或岩屑。		
		2.定性估计方法	包括：电测，钻井岩屑的显微镜检查，钻井时间录井，岩心的短缺，放射性测井，其他测井方法。		
		3.经验数值			经验数值见附表 C.5。
地下水流速	水流流场	1.流速试验	一般在地下水的水平运动为主的裂隙、岩溶含水层中进行，通过按照地下水流向布设试验井，运用投放试剂的方法，观测并计算地下水流速。		参见《城市环境水文地质工作规范（DZ 55-87）》，《水文地质手册（第二版）》（2012）或相关文献。
		2.水头分析法	利用水头数据从三个空间方向估算流速分量。每 4 观测点组成一个小组，连接在一起形成四面体，然后使用线性插值计算每个四面体的头部梯度。运用达西定律，最后生成速度分量。	TETRA	该程序可用于承压和非承压，各向异性或均质含水层。

参数	参数用途	确定方法	方法描述	辅助分析软件	备注
地下水流向	水流流场	1.静水位分析法	根据多点静水位手动描绘地下水流线；或者插值软件插值计算地下水流场分布。	Surfer GIS	
		2.三角形法	沿等边三角形顶点布置三个钻孔，测得各孔水位高程后，编制等水位线图。		详见《水文地质手册（第二版）》（2012）。
降水入渗系数	含水层参数	1.基本计算法	通过全年降水入渗补给量与全年降水量 的比值计算入渗系数。		详见《水文地质手册（第二版）》（2012）。
		2.地下水均衡场计算	在某均衡区的均衡时段内，地下水补给量与消耗量之差等于地下水储存量的变化量。利用均衡关系，求得降雨入渗补给系数。		
		3.地下水动态资料分析法	根据地下水动态长期观测资料及降雨数据，分析求得入渗系数。		
		4.数理统计法	建立次降雨入渗系数，雨前地下水位埋深，降雨量大小之间关系式的统计模拟分析。得出降雨入渗系数随其他参数的变化曲线。		
		5.数值法反求	利用数学模型，运用数值模拟方法推求入渗系数。		
		6.经验数值			详见《水文地质手册（第二版）》（2012）。
分配系数	溶质运移参数	经验数值	由实验室控制下土柱试验所得，一般可通过文献检索确定取值范围；项目支持充分情况下可取原状土进行室内试验。		室内试验结果运用在野外现场，通常有尺度效应。
降解系数	溶质运移参数	经验数值	由实验室控制下土柱试验所得，一般可通过文献检索确定取值范围；项目支持充分情况下可取原状土进行室内试验。		

表 C.2 松散岩层水平渗透系数经验取值范围

岩性	岩层颗粒		渗透系数 K/（$m \cdot d^{-1}$）	岩性	岩层颗粒		渗透系数 K/（$m \cdot d^{-1}$）
	粒径/mm	所占比重/%			粒径/mm	所占比重/%	
轻亚粘土			0.05～0.1	粗砂	0.5～1.0	＞50	25～50
亚粘土			0.10～0.25	砾砂	1.0～2.0	＞50	50～100
黄土			0.25～0.50	圆砾			75～150
粉土质砂			0.50～1.0	卵石			100～200
粉砂	0.05～0.1	<70	1.0～1.5	块石			200～500
细砂	0.1～0.25	＞70	5.0～10.0	漂石			500～1000
中砂	0.25～0.5	＞50	10.0～25				

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.3 松散岩层给水度经验取值

岩性	给水度 μ	岩性	给水度 μ
亚粘土	0.04～0.07	中砂	0.15～0.30
亚砂土	0.07～0.10	粗砂及砂砾石	0.20～0.35
粉砂	0.10～0.15	粘土胶结的砂岩	0.02～0.03
细砂	0.10～0.20	裂隙灰岩	0.008～0.10

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）及《水文地质学基础（第六版）》（2010）

表 C.4 承压含水层释水（贮水）系数经验取值

岩性	释水系数（$1/m$）	岩性	释水系数（$1/m$）
塑性粘土	（2.6～20）×10^{-3}	基岩裂隙层	（3.3～69）×10^{-6}
硬质粘土	（1.3～2.6）×10^{-3}	致密基岩	<3.3×10^{-6}
中硬度粘土	（9.2～13）×10^{-4}	松散砂层	（4.9～10）×10^{-4}
致密砂砾石	（4.9～10）×10^{-5}	致密砂层	（1.3～2.0）×10^{-4}

注：资料源自 Domenico (1996)

表 C.5 各种岩石的渗透系数、孔隙度、给水度及干容重经验值

岩土类别	渗透系数 K/（cm·s^{-1}）	孔隙率 *n*	给水度 μ	干容重	试验资料来源
砾	2.4×10^{2}	0.371	0.354	1.71	J.Zollor 瑞士工学研究所
粗砂	1.6×10^{2}	0.431	0.338	1.53	
砂砾	7.6×10^{-1}	0.327	0.251	1.83	
砂砾	1.7×10^{-1}	0.265	0.182	2	
砂砾	7.2×10^{-2}	0.335	0.161	1.75	
中粗砂	4.8×10^{-2}	0.394	0.18	1.65	
砂砾（粘土含量 1%）	2.3×10^{-5}	0.394	0.0036	1.65	
砂砾（粘土含量 16%）	2.5×10^{-6}	0.342	0.0021	1.79	
重粉质壤土 d_{50}=0.02mm	2×10^{-4}	0.442	0.007	1.48	南京水利科学研究院
中细砂 d_{50}=0.2mm	1.7×10^{-3}～6.1×10^{-4}	0.438～0.392	0.074～0.039	1.49～1.61	
粗砾 d_{50}=5mm	6.13×10^{2}	0.932	0.36	1.61	
砂砾石料	2.4×10^{-3}	0.302	0.078	1.85	
砂砾石料	1.1×10^{-1}	0.264	0.096	1.95	
砂砾石料	1.15×10^{2}	0.306	0.22	1.84	
砂砾石料	2.5×10^{-1}	0.442	0.3	1.48	
砂砾石料	6.72×10^{-2}	0.358	0.21	1.7	

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.6 我国部分地区降水入渗系数

岩性 / 省别	粘土	亚粘土	亚砂土	粉细砂
河南	0.08	0.15～0.20	0.20～0.25	0.30～0.35
山东	0.125	0.15～0.20	0.20～0.25	0.25～0.30
安徽	0.13	0.10～0.15	0.25～0.30	—
江苏	—	0.15～0.20	0.25～0.30	—
河北	0.1	0.15～0.20	0.20～0.30	0.30～0.40

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.7 不同气候条件下降水入渗系数

埋深/m / 年降水型	1.0～2.0		2.0～4.0		4.0～6.0	
	亚砂土	亚粘土	亚砂土	亚粘土	亚砂土	亚粘土
丰水年	-	0.26	0.26	0.22	0.21	0.19
平水年	-	0.21	0.2	0.18	0.11	0.15
枯水年	-	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.8 不同潜水埋深条件下的潜水蒸发系数

潜水埋深/m / 岩性	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0
亚粘土	0.529	0.298	0.147	0.082	0.046
黄土质砂土	0.801	0.431	0.194	0.087	0.028
亚砂土	0.743	0.255	0.032	0.017	—
粉细砂	0.826	0.472	0.168	0.044	—
砂砾石	0.486	0.41	0.014	0.004	0.001

注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.9 不同植被条件下的年潜水蒸发系数

潜水埋深/m / 植被	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
无作物	0.330	0.145	0.053	0.034	0.029	0.021	0.019	0.017
有作物	0.634	0.385	0.139	0.070	0.043	0.029	0.020	0.017

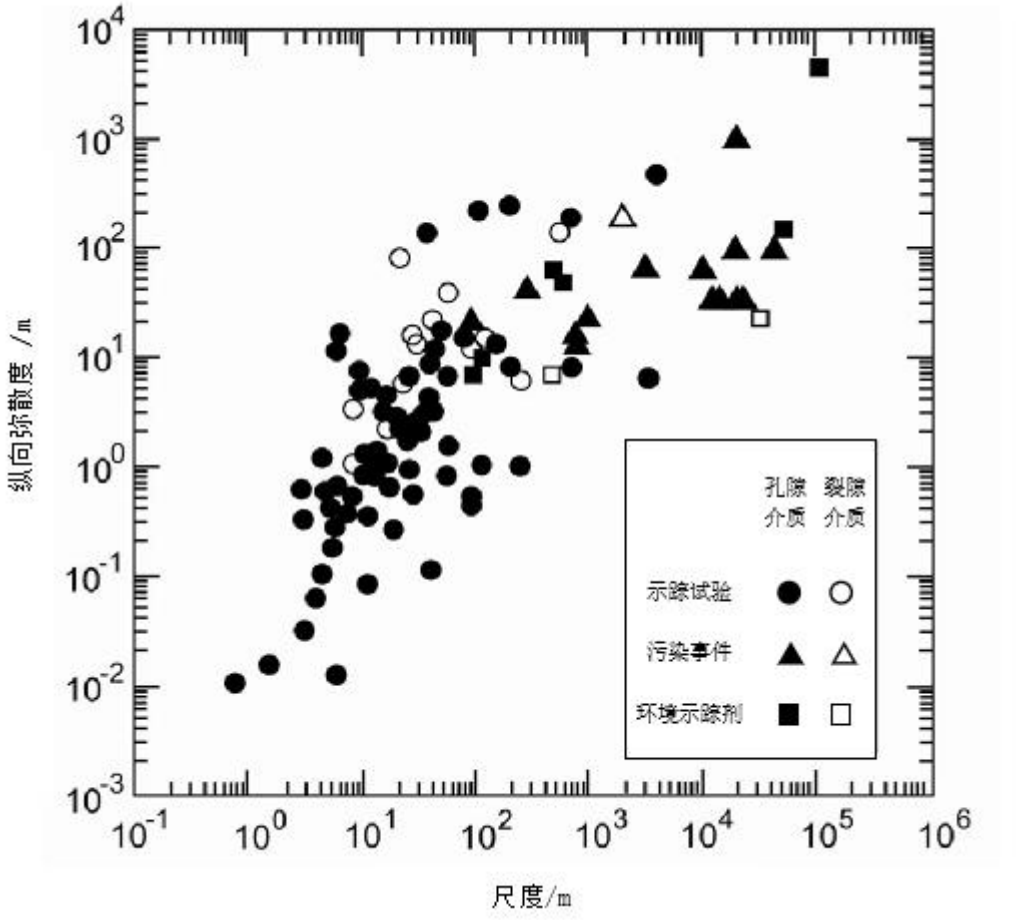
注：资料源自《水文地质手册(第二版）》（2012）

表 C.10 孔隙度经验取值

松散沉积物		沉积岩		结晶岩	
粘土	40 ~ 70	砂岩	5 ~ 30	有裂隙结晶岩	0 ~ 10
粉砂	35 ~ 50	泥岩	21 ~ 41	致密结晶岩	0 ~ 5
细砂	26 ~ 53	灰岩，白云岩	0 ~ 20	玄武岩	3 ~ 35
粗砂	31~ 46	岩溶灰岩	5~ 50	风化花岗岩	34~ 57
细砂砾石	25 ~ 38	页岩	0 ~ 10	风化辉长岩	42 ~ 45
粗砂砾石	24 ~ 36				

注：资料源自《水文地质学基础（第六版）》（2010）及 Johnson 和 Morris（1962）

表 C.11 纵向弥散度与观测尺度之间的关系



注：资料源自 Gelhar 等（1992）

表 C.12 沉积物中有机碳质量分数 f_{oc}

岩性	有机碳质量分数 f_{oc}（g/g）
中砂（冰河期，North Bay）	0.00017
细至中粒砂（冰河期，Woolwich）	0.00023
细砂（冰河期，Chalk River）	0.00026
中细砂（冰河期，Borden）	0.00028
中细砂（Ottawa-Gloucester）	0.00060
中砂（Cambridge）	0.00065
细砂（冰湖期）	0.00102
湖淤泥（冰湖期 Wildwood）	0.00108
砂砾石（Glatt Valley）	0.0004～0.0073
砂砾石（Aare Valley）	0.0023
富营养化湖的沉积物	0.019～0.058

注：资料源自 Domenico 和 Schwartz（1998）

表 C.13 估算有机碳分离常数(K_{oc})的经验关系式

由 K_{ow} 估算 K_{oc} 的经验公式	代表的化学物类型	参考文献
$\log(K_{oc}) = 1.000 \log K_{ow} - 0.21$	大部分为芳香或多环芳香物质，二氯化物	Karickhoff 等（1979）
$\log(K_{oc}) = 0.544 \log K_{ow} - 1.377$	多种类型，大部分为杀虫剂	Kenaga 和 Goring（1980）
$\log(K_{oc}) = 1.029 \log K_{ow} - 0.18$	各种杀虫剂、除草剂、杀真菌剂	Roa 和 Davidson（1980）
$\log(K_{oc}) = 0.937 \log K_{ow} - 0.006$	芳香物质、多环芳香物质、二硝基甲苯除草剂等	Brown 和 Flagg（1981）
$\log(K_{oc}) = 0.524 \log K_{ow} - 0.618$	取代的苯基脲类和烃基-N-苯胺基甲酸盐	Briggs（1973）
由 S 估算 K_{oc} 的经验公式	**代表的化学物类型**	**参考文献**
$\log(K_{oc}) = 4.277 - 0.557 \log (S_1)$	氯代烃类物质	Chiou 等（1979）
$\log(K_{oc}) = 0.440 - 0.540 \log (S_2)$	大部分为芳香或多环芳香物质，二氯化物	Karickhoff 等（1979）
$\log(K_{oc}) = 3.640 - 0.550 \log (S_3)$	多种类型，大部分为杀虫剂	Kenaga.和 Goring （1980）
由 K_{oc} 估算 K_d 的经验公式		
$K_d = K_{oc} f_{oc}$		

注：资料源自 Lyman 等（1990）

注释：

K_{oc}：化合物的有机碳-水分离系数（ml/g），物理意义为每克有机碳所对应的水体积

K_{ow}：化合物的辛醇-水分配系数

S_1：水中溶性度（μmol/L）

S_2：水中溶性度（μmol/mol）

S_3：水中溶性度（mg/L）

K_d：有机物线性等温吸附分配系数（mL/g）

f_{oc}：含水介质中的有机碳质量分数（g/g），物理意义为每克含水介质中有机碳的质量

应用步骤：

当含水层中的有机物吸附过程可假设为服从线性等温线时，有机物在水和含水介质之间的分配系数 K_d 同含水介质中有机碳含量 f_{oc} 之间的关系为：$K_d = K_{oc} f_{oc}$。当 $f_{oc} > 0.1\%$ 时，方程可用。分配系数 K_d 估算过程如下：

（1）从相关文献中找出化合物的辛醇-水分配系数 K_{ow} 或它的水中溶解度 S_w，结合实际情况及有机物属性，选择表 C13 中的经验公式，利用 K_{ow} 或 S_w 求得化合物的有机碳-水分离系数 K_{oc}

（2）由实验测得或取经验值得到含水介质有机碳质量分数 f_{oc}

（3）由上式 $K_d = K_{oc} f_{oc}$ 求得 K_d

表 C.14 常见放射性核素半衰期

核元素	$t_{1/2}$ 年	核元素	$t_{1/2}$ 年
^{3}H	12.3	^{230}Th	8×10^{4}
^{14}C	5×10^{3}	^{232}Th	1.4×10^{10}
^{36}Cl	3.1×10^{5}	^{231}Pa	3×10^{4}
^{63}Ni	100	^{241}Am	432
^{90}Sr	29	^{243}Am	7×10^{3}
^{93}Zr	1.5×10^{6}	^{79}Se	6.5×10^{4}
^{94}Nb	2×10^{4}	^{93}Mo	3.5×10^{3}
^{107}Pd	7×10^{6}	^{99}Tc	2×10^{5}
^{129}I	2×10^{7}	^{126}Sn	1×10^{5}
^{135}Cs	3×10^{6}	^{151}Sm	90
^{137}Cs	30	^{147}Sm	1.3×10^{11}
^{154}Eu	8.2	^{106}Ru	1
^{210}Pb	22	^{235}U	7×10^{8}
^{226}Ra	1.6×10^{3}	^{238}U	4.5×10^{9}
^{227}Ac	22	^{237}Np	2×10^{6}

注：资料源自 Moody(1982)

附录 D
(规范性附录)
评估成果表达示例

表 D.1 地下水污染模拟预测评估图件要求

成果图件名称	包含要素
评估区地下水污染现状分析成果图	水系、取水口、监测点、行政边界、评估区边界、水文地质边界、单点污染综合评价级别、区域综合污染评估结果
评估区目标含水层主要污染物浓度分布等值线图	水系、取水口、监测点、行政边界、评估区边界、水文地质边界、各目标层位地下水中主要污染物浓度值及等值线
评估区地理位置详图	评估区范围、主要居民点及标志性的地形、地貌等
评估区水文地质图	地表主要地理地貌，如城市、城镇、河流、湖泊等，岩性，各类地质水文构造（如断层）的空间位置，各源汇项及其性质
地下水流场图	地下水位统测点位置、水位、等值线
评估区地表高程等值线图	地表高程控制点、等高线
对于承压含水层，顶底板等值线图或含水层等厚度图；对于潜水含水层，底板标高等值线图	顶底板控制点高程及等值线
评估区水文地质剖面图（包括 1 条平行于地下水水流方向的剖面图和 1 条与水流方向垂直的剖面图）	地表地理要素：包括剖面所切割过的对应地表主要地理地貌，如城市、城镇、河流、湖泊等；含水层结构：包括各类地质构造（如断层）的地理位置；地下水水位：各类源汇项及其性质
评估区潜在污染源空间位置图	潜在污染源空间位置、几何形体
污染物进入地下水断面概念图	断面岩性、地下水水位、污染源位置
潜在污染源空间位置图、主要污染物现状空间分布图与地下水流场三者叠加图	污染源空间位置、污染物采样点与浓度、污染物等值线、水位等值线图
模型计算区网格图	评估区基本底图，包括行政边界、水系、取水口、观测站等基本要素；基本底图上叠加数值计算区离散网格图
初始流场图	初始流场的分布图，用箭头标明地下水流向
初始浓度场图	在初始流场图上叠加初始浓度场的分布图，用特征图标标明主要污染源的位置
观测站点水头拟合曲线图	基本观测站点信息（名称、位置），观测数据时间区间，水头观测数据和模拟结果以不同线型和颜色表达
观测站点溶质浓度拟合曲线图	基本观测站点信息（名称、位置），观测数据时间区间，溶质浓度观测数据和模拟结果以不同线型和颜色表达
预测流场图	预测流场的分布图，用箭头标明水流的流向

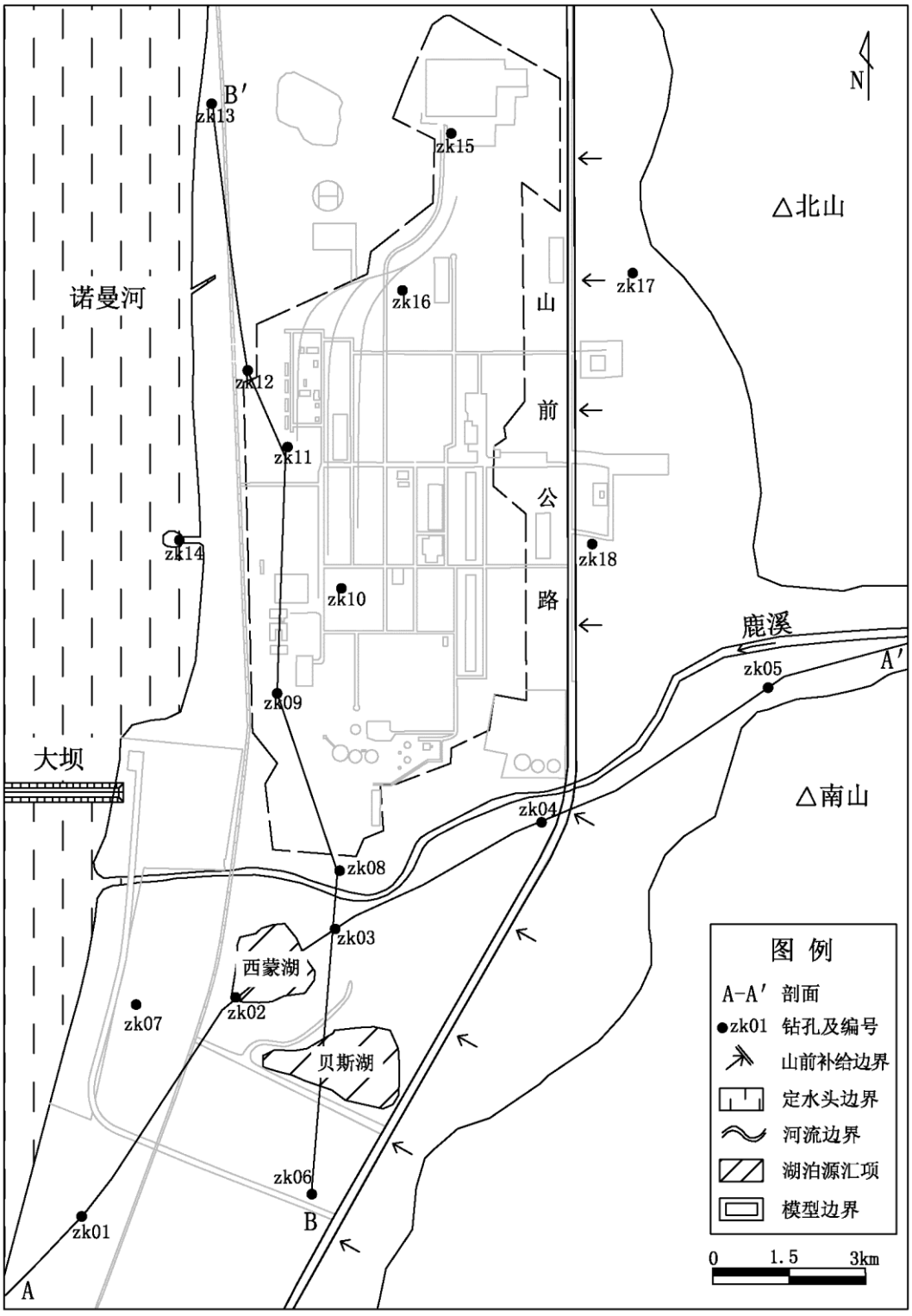
预测浓度场图	在预测流场的基础上叠加预测浓度场的分布图，用箭头标明污染溶质迁移的方向
预测水头的时间变化曲线	基本预测站点信息（名称、位置），预测时间区间，预测的水头随时间变化的曲线
预测浓度的时间变化曲线	基本预测站点信息（名称、位置），预测时间区间，预测的浓度随时间变化的曲线

表 D.2 水文地质条件概化成果要求

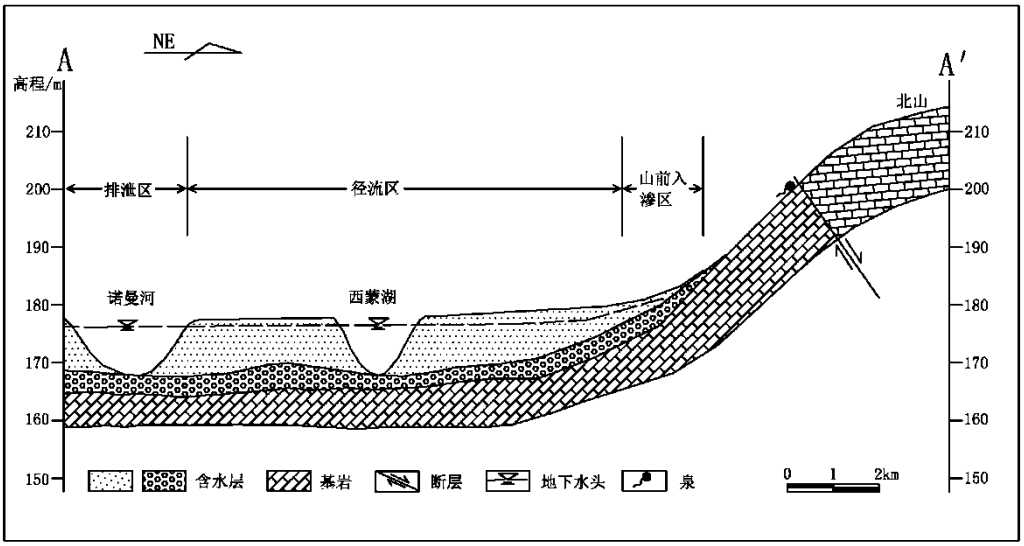
成果要求	平面图	剖面图
图件类型	1.评估区地理位置图； 2.评估区水文地质图； 3.地下水流场图； 4.评估区地表高程等值线图； 5.对于承压含水层，顶底板等值线图或含水层等厚度图；对于潜水含水层，底板标高等值线图； 6.目标含水层（或弱透水层）及其相邻含水层（或弱透水层）在平面上的岩性分布图。	1.评估区水文地质剖面详图（至少包括1条平行于地下水水流方向的剖面图和1条与水流方向垂直的剖面图）； 2.评估区内监测井或水文地质钻孔成井剖面图。
说明	1.评估区基本情况：包括评估区范围、主要居民点及标志性的地形、地貌等； 2.水文地质控制点：包括地表河流、湖泊、开采井及地下水的天然露头等； 3.地下水含水层控制点：主要包括控制含水层的各类钻孔。	1.地表地理要素：包括剖面线所经过的对应地表主要地理地貌单元，如城市、城镇、河流、湖泊等； 2.含水层结构：包括各类地质构造（如断层）的地理位置； 3.地下水水位：评估区初始地下水位，用虚线描绘； 4.各类源汇项及其性质。

表 D.3 地下水污染特征概化成果要求

污染源解析	污染物迁移转化机制分析	污染受体分析
1.评估区潜在污染源空间位置图； 2.主要污染物污染现状空间分布图（包括污染物采样点）； 3.潜在污染源空间位置图与主要污染物污染现状空间分布、地下水流场三者叠加图； 4.污染物进入地下水断面概图； 5.结合图形概要解释污染源与污染途径。	1.分析主要污染物物理、化学及生物特征； 2.定性分析污染物在地下水迁移过程发生的反应； 3.评估污染物纵向、横向迁移途径； 4.结合图形概要解释污染物迁移转化机制与污染途径。	调查污染源附近潜在的污染受体，确定其与污染源之间距离，定性分析污染受体可能存在的风险。

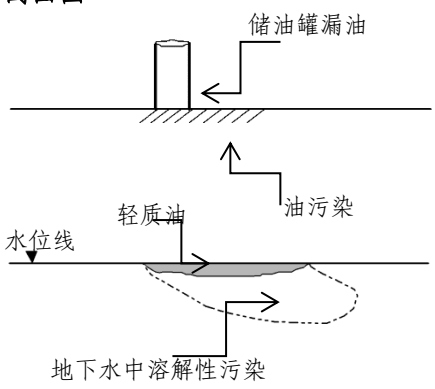

N
B′
zk13
zk15
△北山
诺曼河
zk16
山
zk17
zk12
前
zk11
公
zk14
zk18
zk10
路
鹿溪
A′
zk05
zk09
大坝
△南山
zk04
zk08
zk03
西蒙湖
zk07
zk02
贝斯湖
zk06
B
zk01
A
图 例
A-A′ 剖面
●zk01 钻孔及编号
山前补给边界
定水头边界
河流边界
湖泊源汇项
模型边界
0 1.5 3km

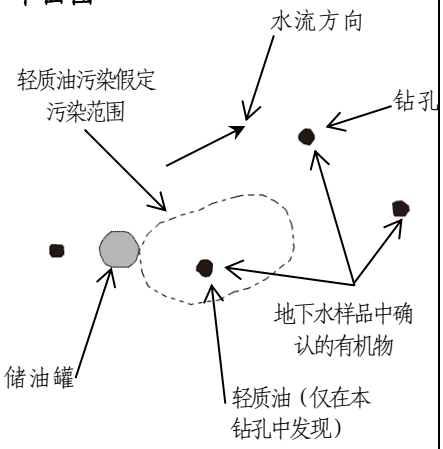
(a) 平面图



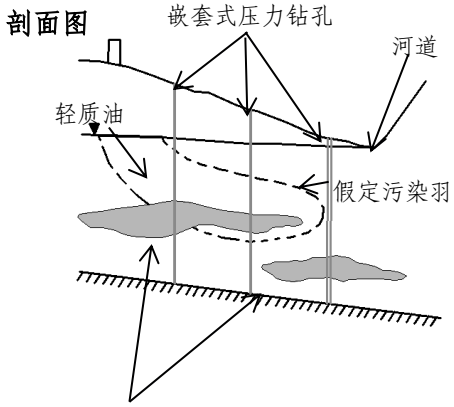
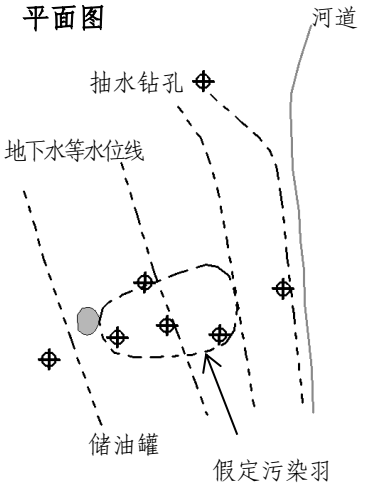
(b) 剖面图

图 D.1 地下水水文地质条件概化图

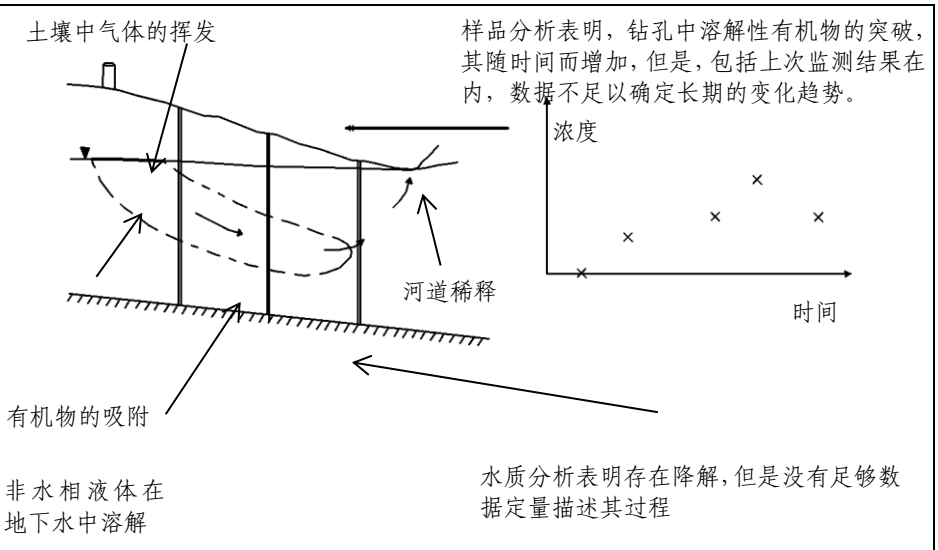
<table>
<tr>
<td>数据源（示例）
1.向现场人员了解
2.历史记录
3.现场调查：
探井、钻孔、土壤及地下水样品分析
4.数据缺口（实例）
漏油数据、漏油量等。</td>
<td colspan="2">剖面图


平面图

</td>
</tr>
<tr>
<td>不确定性分析
1.漏油时间与漏油量
2.轻质油与溶解性油污染羽范围
轻质油污染羽是否迁移
3.挥发与降解量</td>
<td>问题描述
根据历史记录分析燃油泄漏量，现场调查发现土壤被污染、潜水面上出现轻质油、地下水中含溶解性污染物。
概念模型
1.确定的三个潜在污染源（土壤、地下水、轻质油）；
2.场址记录漏油污染发生的时间及漏油量；
3.化学分析确定主要关注的污染物成分；通过钻孔确定轻质油浓度及下游地下水中溶解性污染物浓度；
4.初步计算表明溶液中自由相是污染物迁移主要过程；
5.现场测定提供了一些挥发与降解证据，但非定量。</td>
<td>概念模型转换为数学模型
1.污染源作为恒定源，污染物浓度由溶液自由相和溶解相计算而得（根据 Raolts 定理）；
2.源项的估算采用保守估计方法，但是对污染负荷的计算分析应当注意合理性。</td>
</tr>
</table>

(a) 污染概念模型——源项

数据源（示例） 附近场址地质调查结果 1.场址调查：钻孔 2.日常监测：水位、水质 3.实验室分析 4.野外试验：计算导水系数的水头降深测试等	**剖面图**  **平面图**  砾石透镜体—根据附近砂土和砾石采石场的调查，确认砾石透镜体为横向不连续体	
不确定性分析 1.透镜体连续性 2.含水介质各向异性范围 3.污染羽几何尺寸	**概念模型描述** 1.在包气带运移视为垂直迁移到地下水水位，轻质油在潜水面上，分析表明人为污染途径（如排水）可忽略； 2.地下水径流、排泄至地表河道。场址之下为砂土和砾石含水层，含水层透镜体的存在将产生更多可渗透途径； 3.场址下游的地下水和河道视为污染受体。在观测范围内确定没有风险的抽水孔需要继续观测。	**概念模型转换为数学模型** 使用砾石透镜体的导水系数值进行的初步评估结果与观测结果对比显示，地下水水流和溶质运移速率被过度评估，须做进一步调整。

(b)污染概念模型—污染途径与污染受体

数据源（示例） 1.不同时间的水质监测结果,指标包括有机物污染指标，硝酸根，硫酸根，铁离子，碱度，氯化物等； 2.实验室分析 f_{oc}； 3.土壤气监测； 4.野外监测：pH，Eh，溶解氧，温度等。	

不确定性分析	概念模型描述	概念模型转化为数学模型
1.污染羽的计算范围与观测范围是否存在显著差异； 2.计算中使用的衰减方程或导水系数值。	1.影响污染物迁移的过程；非水相液体在地下水中溶解；对流与弥散；污染物的吸附；污染物的生物降解； 2.初步计算时仅假设对流、弥散、吸附过程，保守估计污染羽迁移可达范围比实际观测的污染物分布要远。	有机物吸附通过线性等温线表征，其阻滞因子计算如下： $$R = 1 + \frac{foc * koc * p}{n}$$ 参数来源： 有机物部分（f_{oc}）来自于土壤样品分析； 密度(p)来自土壤分析； 孔隙度(n)取自经验值，但是，需要与土壤水分含量比较； 分配系数（K_{oc}）来自参考文献值。 基于样品算数平均值所得的值需要进行灵敏度分析，以确认关键参数。因为尚无足够信息证实生物降解存在，当前评估为保守型计算，即忽略污染物降解的过程。

(c) 污染概念模型——污染过程

图 D.2 地下水污染概念模型示例

地下水污染防治分区划分

工作指南

2019 年 9 月

目　次

第一章　总　则.....1
1.1　编制目的.....1
1.2　适用范围.....1
1.3　编制依据.....1
1.4　术语与定义.....2
1.5　指导原则.....2
1.6　组织编制单位.....2
第二章　工作内容和流程.....4
2.1　工作内容.....4
2.2　工作流程.....4
第三章　地下水污染防治分区划分技术方法.....6
3.1　地下水污染源荷载评估.....6
3.2　地下水脆弱性评估.....13
3.3　地下水污染现状评估.....16
3.4　地下水污染防治分区划分.....18
第四章　报告编制要求.....23
4.1　报告文本.....23
4.2　成果图.....23
4.3　成果表.....25
附录 A （资料性附录） 岩溶区地下水脆弱性评估指标说明.....26
附录 B （资料性附录） 地下水污染防治分区划分报告编制大纲.....30

地下水污染防治分区划分工作指南

第一章　　总　则

1.1 编制目的

为贯彻落实《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》《地下水污染防治实施方案》（环土壤〔2019〕25 号），遏制我国地下水污染加剧趋势，推进我国地下水污染监督防治，规范地下水污染防治分区划分工作，根据《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》及相关法律、法规、标准，编制《地下水污染防治分区划分工作指南》（以下简称指南）。

1.2 适用范围

本指南适用于区域尺度地下水污染防治分区划分，精度一般不低于 1:25 万。

1.3 编制依据

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 4754 国民经济行业分类

GB/T 14848 地下水质量标准

HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范

HJ 773 集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求

1.4 术语与定义

下列术语与定义适用于本指南。

地下水污染源荷载：指污染源对地下水的影响程度，取决于污染源的类型、规模、释放污染物的可能性、污染物的毒性等。

地下水脆弱性：本指南中指地下水系统的防污性能，即在一定的地质与水文地质条件下，地下水系统抵御污染的能力。

地下水污染防治分区划分：基于地下水污染现状特征，结合地下水污染源荷载、脆弱性评估结果，对地下水污染防治类型和等级提出分区。

1.5 指导原则

（1）简单实用原则：地下水污染防治分区划分方法的原理简单且实用性强，通过结合地下水环境保护需求和经济社会发展规划，可提出科学合理的污染防治分区建议。

（2）分区分级原则：综合考虑水文地质单元及行政区划，根据地下水污染源荷载、脆弱性、使用功能以及污染状况，确定保护区、防控区及治理区等三类分区，根据污染状况和防控值进一步划分不同分区内的地下水污染防治级别。

（3）适时调整原则：根据评估区地下水污染源荷载、地下水污染状况等因素的重大变化情况，结合地下水环境管理要求，适时对地下水污染防治分区的划分结果进行调整。

1.6 组织编制单位

本指南由生态环境部土壤生态环境司、水生态环境司组织，

生态环境部环境规划院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、北京师范大学、清华大学、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国地质科学院岩溶地质研究所、北京市环境科学研究院、北京市地质环境监测总站、河北省地质环境监测院等单位起草编制。

第二章　　工作内容和流程

2.1 工作内容

综合考虑水文地质结构、地下水污染源荷载、脆弱性、地下水使用功能、污染状况和行政区划等因素，建立地下水污染防治分区划分体系，划定地下水污染保护区、防控区及治理区。其中，保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区；防控区划分为优先防控区、重点防控区和一般防控区；治理区划分为优先治理区、重点治理区和一般治理区。

2.2 工作流程

地下水污染防治分区划分工作主要包括地下水污染源荷载评估、地下水脆弱性评估、地下水污染现状评估等步骤。具体工作流程见图 1。

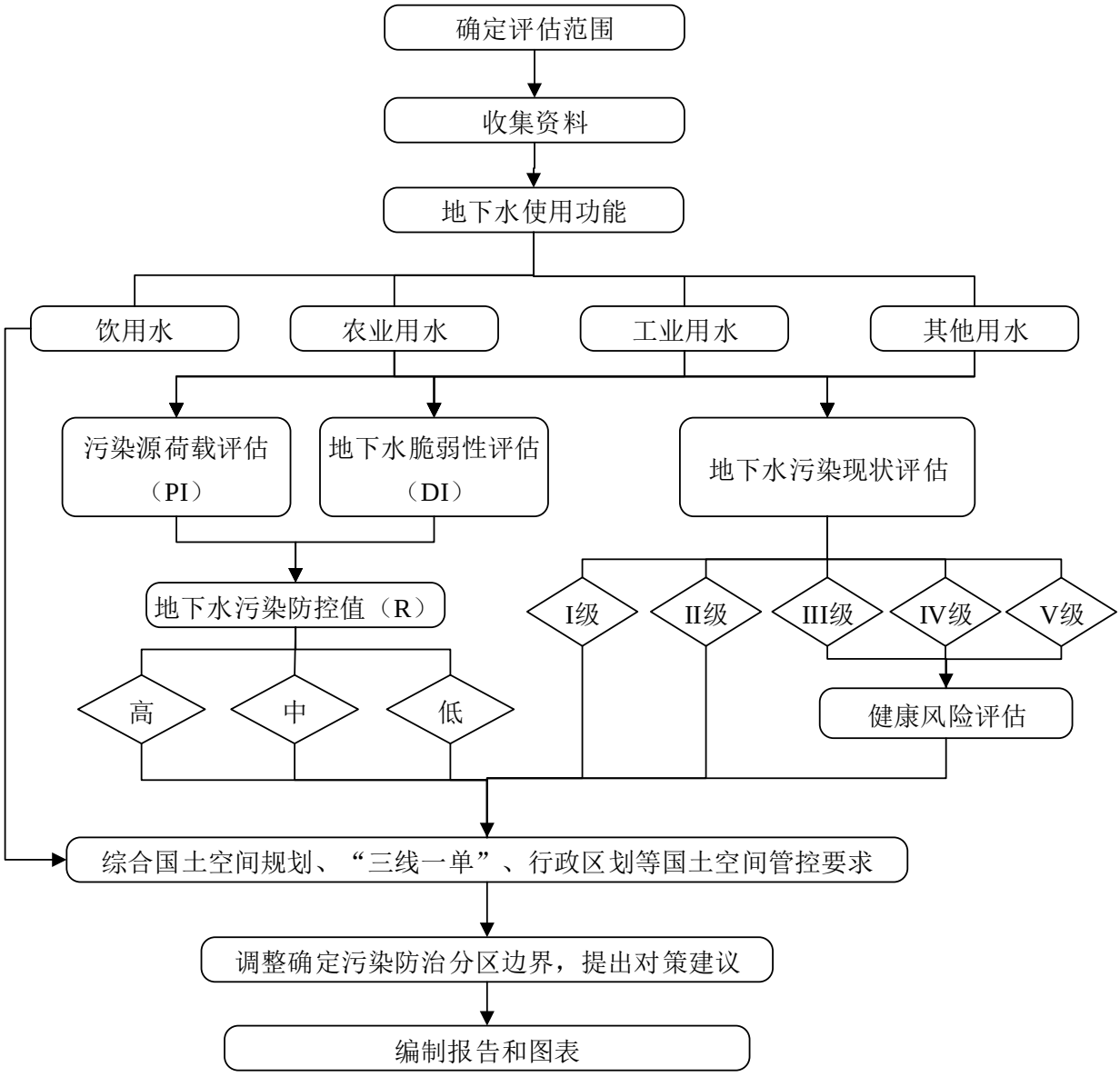

确定评估范围
收集资料
地下水使用功能
饮用水
农业用水
工业用水
其他用水
污染源荷载评估（PI）
地下水脆弱性评估（DI）
地下水污染现状评估
地下水污染防控值（R）
I级
II级
III级
IV级
V级
高
中
低
健康风险评估
综合国土空间规划、“三线一单”、行政区划等国土空间管控要求
调整确定污染防治分区边界，提出对策建议
编制报告和图表

图 1　工作流程图

第三章　地下水污染防治分区划分技术方法

3.1 地下水污染源荷载评估

3.1.1 地下水污染源

地下水污染源主要包括工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、加油站、农业污染源、高尔夫球场和地表污水等。本指南中地下水污染源的范围、资料来源为污染源普查、土壤污染状况调查和详查、环境影响评估报告等，详见表 1。

表 1　污染源范围和资料来源

编号	污染源类型	范围	资料来源
1	工业污染源	工业园区或工业集聚区、化学品生产企业、废弃污染地块	污染源普查、土壤污染状况调查和详查
2	矿山开采区	大中型矿山、尾矿库	矿山调查表、污染源普查、土壤污染状况调查和详查
3	危险废物处置场	全部	污染源普查、环境影响评价报告、土壤污染状况调查和详查
4	垃圾填埋场	生活垃圾卫生填埋场和填埋总量大于 200 吨的非正规/简易垃圾填埋场	污染源普查、环境影响评价报告、土壤污染状况调查和详查
5	加油站	全部	加油站名单、环境影响评价报告
6	农业污染源	农业种植（耕地）、规模化养殖场	污染源普查、土地利用调查、水利普查
7	高尔夫球场	全部	环境影响评价报告
8	地表污水	劣 V 类的河流、湖库	水环境监测报告

3.1.2 单个污染源荷载风险评估指标体系

单个地下水污染源荷载风险计算公式如下:

$$P_i = T_i \times L_i \times Q_i \qquad (3\text{-}1)$$

式中，P_i表示污染源 i 的污染源荷载风险指数，T_i表示污染源 i 的污染物毒性，L_i表示污染源 i 的污染源释放可能性，Q_i表示可能释放污染物的量。

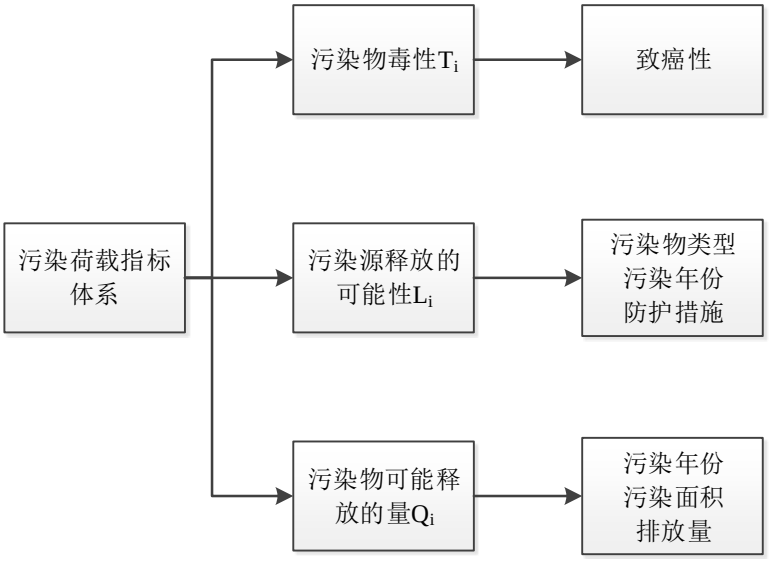


图 2　污染源荷载评估指标体系

3.1.2.1污染物毒性

污染物毒性的评价需考虑污染物的物理化学性质、降解、迁移性等因素，与受体的致癌或非致癌风险直接相关。在污染物指标明确的情况下，毒性评分优先采用表 2 进行计算，存在多种污染物时一般取毒性最高的污染物作为计算指标; 若无法确定污染物指标时，可采用表 3 进行计算。各污染源的缓冲区半径是指在污染源占地面积的基础上污染物可能迁移扩散的半径范围，主要与污染物类型有关，其推荐值见表 3。

表 2　地下水中部分污染物及其毒性评分表

污染物名称	类型	毒性	
		T_i 评分	参考文献
1,1,2,2-四氯乙烷	CD	2.8	IRIS
2,4,5-涕丙酸	C	2.1	IRIS
2,4,6-三氯酚	CD	1.8	IRIS
砷	C	3.7	HEAST
苯	CL	2	IRIS
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	CD	1.5	IRIS
四氯化碳	CD	2.5	IRIS
氯仿	C	1.2	IRIS
二氯乙烷	CD	2.4	IRIS
二氯甲烷	CD	1.3	IRIS
六氯苯	CD	3.7	IRIS
六氯丁二烯	CD	2.3	IRIS
林丹	C	3.6	HEAST
三氯乙烯	CD	1.5	HEAST
三氟硝铵	C	1.3	IRIS
氯乙烯	CL	3.8	HEAST
亚硝酸盐	C	1	-
铬	C	2.7	IRIS
镉	C	1.7	HEAST
铅	C	1.3	MCL
1,2-二氯乙烯	ND	0.2	IRIS
2,4-二氯苯氧基乙酸	N	0.5	IRIS
甲草胺	N	0.5	IRIS
滴灭威	N	1.3	IRIS
锑	N	1.9	IRIS
阿特拉津	N	0.8	IRIS
苯达松	N	1.1	IRIS
铍	N	0.8	IRIS
甲苯酚	N	0.2	IRIS
氰草津	N	1.2	IRIS
氰化物	N	2	IRIS
异狄氏剂	N	2.5	IRIS
六氯环戊二烯	ND	0.6	IRIS
铁	N	0.5	MCL
汞	ND	2	HEAST
甲氧氯	N	2.3	IRIS
镍	N	1	IRIS
硝基苯	ND	1.8	IRIS
硒	N	1	HEAST
银	N	1	IRIS
四氯乙烯	ND	0.5	IRIS

污染物名称	类型	毒性	
		T_i 评分	参考文献
钒	N	1	IRIS
甲基叔丁基醚	N	1.5	-

注：C 为致癌物质，N 为非致癌物质，D 为比水重的非水相有机物，L 为比水轻的非水相有机物

表 3　污染源毒性指标评分表

污染源类型		毒性类别	T_i 评分	缓冲区半径推荐值（km）
工业污染源		石油加工、炼焦及核燃料加工业	2.5	1.5
		有色金属冶炼及压延加工业	3	1
		黑色金属冶炼及压延加工业	2	1
		化学原料及化学制品制造业	2.5	2
		纺织业	1	2
		皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品业	1	2
		金属制品业	1.5	1
		其他行业	0.2	1
矿山开采区		煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业	1.5	1.5
		黑色金属矿采选业	2	1
		有色金属矿采选业	3	1
		非金属矿采选业	1	1
危险废物处置场		工业危废、危险化学品为主	2	1
垃圾填埋场		生活垃圾为主	1.5	2
加油站		石油烃类、多环芳烃类	2.5	1.5
农业污染源	农业种植	化肥、农药、重金属为主	1.5	1.5
	规模化养殖场	抗生素药物为主	1	1
高尔夫球场		农药	1.5	1.5
地表污水		工业、生活、农业废水排放等	1	1

注：矿山开采区和工业污染源分类参考 GB/T 4754

3.1.2.2污染源释放可能性

污染源释放可能性与其防护措施有着密切关系。一般情况下，有防护措施且存在年限时间较短，污染源释放可能性较低；若存在时间久、防护措施维护不当，则污染源释放可能性会增加；若未采取任何防护措施，污染源释放可能性认定为 1，评分标准详见表 4。

表 4　污染源释放可能性分级标准

污染源类型		释放可能性	L_i 评分
工业污染源		建厂时间 2011 年之后	0.2
		建厂时间 1998 年~2011 年之间	0.6
		建厂时间 1998 年之前或无防护措施	1
矿山开采区		毕产，矿井已回填	0.1
		毕产，矿井未回填	0.5
		在产	0.7
		尾矿库或转运站有防渗	0.5
		尾矿库或转运站无防渗	1
垃圾填埋场		≤5 年，无害化等级 I 级	0.1
		>5 年，无害化等级 I 级	0.2
		≤5 年，无害化等级 II 级	0.2
		>5 年，无害化等级 II 级	0.4
		≤5 年，无害化等级 III 级	0.4
		>5 年，无害化等级 III 级	0.5
		简易防护，无害化等级 IV 级	0.6
		无防护，无害化等级 IV 级	1
危险废物处置场		正规	0.1
		无防护措施	1
加油站		≤5 年，双层罐或有防渗池	0.1
		（5，15]年，双层罐或有防渗池	0.2
		>15 年，双层罐或有防渗池	0.5
		≤5 年，单层罐且无防渗池	0.2
		（5，15]年，单层罐且无防渗池	0.6
		>15 年，单层罐且无防渗池	1
农业污染源	农业种植	水田	0.3
		旱地	0.7
	规模化养殖场	有防护措施	0.3
		无防护措施	1
高尔夫球场		≤18 洞	0.1
		（18,36]洞	0.2
		>36 洞	0.5
地表污水		/	1

3.1.2.3可能释放污染物的量

可能释放污染物的量与污染源规模、污染物排放量等因素相关，污染源规模越大，污染物排放量越高，则可能释放到地下水中污染物的量越大，分级及评分标准详见表 5。

表 5　可能释放污染物的量分级及评分表

污染源类型		类型	Q_i 评分
工业污染源 （废水排放量，单位：$\times10^3$t/a）		≤1	1
		（1,5]	2
		（5,10]	4
		（10,50]	6
		（50,100]	8
		（100,500]	9
		（500,1000]	10
		>1000	12
矿山开采区 （规模，单位：无量纲）		小型	3
		中型	6
		大型	9
垃圾填埋场 （填埋量，单位：$\times10^3m^3$）		≤1000	4
		（1000,5000]	7
		>5000	9
危险废物处置场 （堆放量或填埋量，单位：$\times10^3m^3$）		≤10	4
		（10,50]	7
		>50	9
加油站 （容量为 30m^3 的油罐数量，单位：个）		1	1
农业污染源	农业种植 （化肥使用量，单位：kg/ha）	≤180	1
		（180,225]	3
		（225,400]	5
		>400	7
	规模化养殖场 （COD 排放量，单位：t/a）	≤2	1
		（2,10]	2
		（10,50]	4
		（50,100]	6
		（100,150]	8
		（150,200]	9
		>200	10
高尔夫球场 （占地面积，单位：hm^2）		≤50	1
		（50,100]	2
		（100,200]	3
		（200,300]	4
		>300	5
地表污水（径流量，单位：m^3/s）		≤100	1
		（100,1000]	3
		（1000,5000]	5
		（5000,10000]	7
		>10000	9

注： 1. 矿山规模参见“矿山生产建设规模分类一览表”（国土资发〔2004〕208 号）

2. 规模化养殖场评分中，可参见《主要污染物总量减排核算细则(试行)》，根据养殖场规模，按注表 1 初步估算出 COD 排放量

注表 1　畜禽类 COD、氨氮换算表

畜禽类别	猪	奶牛	肉牛	蛋鸡	肉鸡
COD（kg/个）	36	1065	712	3.32	0.99
氨氮（kg/个）	1.8	2.85	2.52	0.1	0.02

3.1.2.4单个污染源荷载风险等级划分

将单个污染源风险（P_i）按公式（3-1）进行计算，计算结果 P_i 值由大到小排列，根据取值范围分为低、较低、中等、较高、高 5 个等级，在 GIS 环境下计算得出每一类污染源的荷载风险等级分区图。

3.1.3 综合污染源荷载评估方法

根据区域上各类污染源分布和污染特性，评价综合污染源荷载等级，并依据各类污染源计算结果迭加形成污染源荷载等级图。荷载综合指数计算公式:

$$PI = \sum W_i \times P_i \qquad (3\text{-}2)$$

式中，PI 表示污染源荷载综合指数，W_i 表示第 i 类污染源类型的权重（见表 6），P_i 表示第 i 类污染源的荷载。PI 值越大，表明污染源荷载越大。

表 6　荷载指标权重 Wi 推荐值表

评估因子	工业污染源	矿山开采区	垃圾填埋场	危险废物处置场	加油站	农业污染源	高尔夫球场	地表污水
权重	5	5	3	4	3	2	1	1

3.1.4 地下水污染源荷载评分结果及分区

根据地下水污染源荷载评价标准（见表 7），对区域地下水

污染源荷载评分结果进行分级，按污染源荷载综合指数值 PI 由大到小依次为高、较高、中等、较低、低 5 个等级，形成地下水污染源荷载评估分区图。

表 7　地下水污染源荷载评价标准

地下水污染源荷载综合指数值 PI	[0,20]	（20,40]	（40,60]	（60,80]	（80,200]
地下水污染源荷载级别	低	较低	中等	较高	高

3.2 地下水脆弱性评估

地下水脆弱性评估主要针对浅层地下水，与污染源或污染物的性质和类型无关，主要取决于地下水所处的地质与水文地质条件。因此，地下水脆弱性评估需在判定地下水类型（孔隙水、岩溶水和裂隙水）后，识别不同类型地下水脆弱性的主控因素，并收集相应的指标资料。

资料来源于水文地质调查、环境地质调查、气象、土壤质地类型、地下水监测孔钻孔报告等。

3.2.1 孔隙水/裂隙水脆弱性评估

孔隙水/裂隙水脆弱性评估建议采用 DRASTIC 模型，在应用过程中可根据水文地质条件的差异性予以调整。DRASTIC 模型由地下水位埋深（D）、垂向净补给量（R）、含水层厚度（A）、土壤介质（S）、地形坡度（T）、包气带介质类型（I）和含水层渗透系数（C）等 7 个水文地质参数组成。模型中每个指标都分成几个区段，每个区段赋予评分。然后根据每个指标对脆弱性影响大小计算相应权重，最后通过加权求和，得到地下水脆弱性指

数（DI）。

$$DI = D_w D_R + R_w R_R + A_w A_R + S_w S_R + T_w T_R + I_w I_R + C_w C_R \quad (3\text{-}3)$$

式中，DI 表示地下水脆弱性指数，字母 D、R、A、S、T、I、C 说明参见表 8，下标 R 表示指标值，下标 W 表示指标的权重。根据 DI 值，将脆弱性分为低、较低、中等、较高和高 5 个等级。DI 值越高，地下水脆弱性越高，反之脆弱性越低。

孔隙水/裂隙水脆弱性各评估指标的数据来源、说明及推荐权重见表 8，指标等级划分和赋值见表 9。

表 8　DRASTIC 模型各指标说明和权重推荐值

指标	数据来源	说明	推荐权重
地下水位埋深（D）	水平年高水位期地下水水位统测资料	地下水位埋深指地表到潜水面的距离，单位为 m，精度至少满足 1:5 万	5
垂向净补给量（R）	降水量减去地表径流量和蒸散量或降水量乘以降水入渗系数	以大气降水为区域潜水补给最主要来源时，可近似采用降水入渗补给量代替垂向净补给量；在有其他主要的补给途径时，要综合考虑各种补给来源对潜水的补给量。在农灌区需迭加灌溉回归量，在地表水和地下水有水力联系的评估区需迭加地表水渗漏量。单位为 mm/a	4
含水层厚度（A）	含水层顶底板等值线图或钻孔资料	含水层厚度可以从含水层顶、底板等值线图中计算得出，或从钻孔资料分析得出，单位为 m，按 2 个钻孔/100 km^2~4 个钻孔/100 km^2 分析	3
土壤介质（S）	钻孔柱状图或区域土壤分区图	土壤层为地表厚度 2m 或小于 2m 的风化层，按 4 个钻孔/100 km^2~10 个钻孔/100 km^2 分析	2
地形坡度（T）	DEM 坡度提取	利用 1:5 万或 1:1 万地形图的 DEM 提取后，在 GIS 中可自动生成坡度值，单位为%	1
包气带介质类型（I）	钻孔柱状图或野外剖面	包气带是指潜水水位以上或承压含水层顶板以上、土壤层以下的非饱和区或非连续饱和区的岩层，根据钻孔资料获取包气带介质类型。按 4 个钻孔/100 km^2~10 个钻孔/100 km^2 分析计算，以专家和有经验的水文地质工作者进行判断定名，或者收集已完成的包气带岩性图	5
含水层渗透系数（C）	经验值或野外抽水试验	含水层渗透系数从野外抽水试验获取，或从钻孔资料分析得出，按 2 个钻孔/100 km^2~4 个钻孔/100 km^2 分析，单位为 m/d	3

表 9　孔隙水/裂隙水脆弱性评估指标等级划分和赋值

指标	评分									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	>30	（25,30]	（20,25]	（15,20]	（10,15]	（8,10]	（6,8]	（4,6]	（2,4]	≤2
R	0	（0,51]	（51,71]	（71,92]	（92,117]	（117,147]	（147,178]	（178,216]	（216,235]	>235
A	>50	（45,50]	（40,45]	（35,40]	（30,35]	（25,30]	（20,25]	（15,20]	（10,15]	≤10
S	非涨缩和非凝聚性粘土（岩石）	粘质壤土（粘土）	粉质壤土	壤土	砂质壤土（砂土）	胀缩或凝聚性粘土	粉砂、细砂	砾石/中砂、粗砂	卵砾石	薄或缺失
T	>10	（9,10]	（8,9]	（7,8]	（6,7]	（5,6]	（4,5]	（3,4]	（2,3]	≤2
I	粘土	亚粘土	亚砂土	粉砂	粉细砂	细砂	中砂	粗砂	砂砾石	卵砾石
C	[0,4]	（4,12]	（12,20]	（20,30]	（30,35]	（35,40]	（40,60]	（60,80]	（80,100]	>100

注：各参数指标赋值标准单位见表 8

根据上述各指标的评分和权重值，经计算可知地下水脆弱性综合指数取值范围为 23~230。综合指数值与脆弱性评价结果级别的对应关系如表 10 所示。

表 10　孔隙水/裂隙水脆弱性评价结果等级划分推荐值

地下水脆弱性综合指数值 DI	≤70	（70,100]	（100,120]	（120,150]	＞150
地下水脆弱性级别	低	较低	中等	较高	高

3.2.2 岩溶水脆弱性评估

岩溶地区具有独特的地质构造和地形地貌，本指南建议采用 PLEIK 模型进行岩溶区地下水脆弱性评估。该模型共包括 5 个指标：P 为保护性盖层厚度，L 为土地利用类型，E 为表层岩溶带发育强度，I 为补给类型，K 为岩溶网络系统发育程度。具体评

估过程可参考附录 A。

3.2.3 地下水脆弱性评分结果及分区

综上，地下水脆弱性评估结果是对地下水脆弱性指数进行分级，一般按脆弱性由高到低依次为高、较高、中等、较低、低 5 个等级，在 GIS 环境下计算得出地下水脆弱性评估分区图。

若评估内存在采空塌陷区和岩溶塌陷区，则其脆弱性评估结果应直接给定为高。

3.3 地下水污染现状评估

地下水污染现状评估主要针对不同的地下水使用功能区的地下水污染程度。评价指标主要为“三氮”、重金属和有机类等指标，其中，重金属和有机类评估指标至少要包括《有毒有害水污染物名录》明确的有毒有害污染物。通过扣除背景值的方式进行评估，可直观反映人为影响的污染状况，根据评估指标超过地下水使用功能的程度进行分区。

3.3.1 地下水使用功能分区

地下水的使用功能主要包括饮用水、农业用水、工业用水等，对于其他不确定使用功能的地下水定义为“其他类”。通过完成对不同使用功能的调查，并在 GIS 环境下编制形成地下水使用功能分区图，当同一区域内地下水存在多种使用功能时，按照最高使用功能确定该区域的地下水功能。

资料主要来源于水文地质调查、水利普查、环境影响评价报告、土地利用类型调查等，详见表 11。

表 11　地下水使用功能分类表

编号	使用功能类型	资料来源
1	饮用水（城市及农村集中式）	水文地质调查、水利普查、饮用水水源基础环境状况调查评估报告、饮用水水源保护区划分报告及水源保护区划定矢量文件、农村供水水利工程报告
2	农业用水	水利普查、水文地质调查、土地利用类型调查、农业灌溉区评估报告
3	工业用水	环评报告、取水许可
4	其他类	无

3.3.2 地下水污染现状评估方法

地下水污染现状评估水质资料来源包括区域地下水监测、在产企业自行监测、土壤污染状况调查和详查等地下水水质监测数据。根据收集的资料和调查的结果，参照 GB/T 14848、GB 5084 以及相关水质标准，根据公式（3-4）分别对“三氮”、重金属和有机类等指标进行地下水污染分级。

$$P_{ki}=\frac{C_{ki}-C_{oi}}{C_{bi}} \qquad (3\text{-}4)$$

式中，P_{ki} 为 k 水样 i 指标的污染指数；C_{ki} 为 k 水样 i 指标的检测结果；C_{oi} 为 k 水样 i 指标的对照值或 i 指标的区域背景值；C_{bi} 为 k 水样 i 指标满足地下水使用功能的标准限值，无明确使用功能时取对照值或背景值与 GB/T 14848 中 IV 类标准限值中的较大值。

3.3.3 地下水污染现状评估结果及分区

根据地下水污染指数的计算结果，“三氮”、重金属和有机类

等污染指标在评估区内污染分级标准见表 12。根据上述结果编制地下水污染现状分区图件，主要反映地下水中“三氮”、重金属和有机类污染物在评估区的空间分布情况。

表 12　地下水污染现状评估标准

污染分级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
指数范围	≤0	（0,1.0]	（1.0,2.0]	（2.0,3.0]	>3.0

3.4 地下水污染防治分区划分

3.4.1 地下水污染防控值的计算

根据地下水污染源荷载（PI）、脆弱性（DI）的评分结果，采用公式（3-5）计算得出不同区域的防控值。

$$R = PI \times DI \qquad (3\text{-}5)$$

式中，R 表示评价区的防控值，PI 表示污染源荷载综合指数，DI 表示脆弱性综合指数。结果一般采用等间距法划分为高、中、低 3 个等级，在 GIS 环境下计算成图。

3.4.2 地下水污染防治分区划分结果

3.4.2.1保护区的划分

对于明确存在集中式地下水型饮用水使用功能的区域，则评定为保护区。二级区划需按照 HJ 338 所确定的一级保护区、二级保护区及准保护区进行分区和分级。若未划定准保护区的，则参见 HJ 338 将地下水型饮用水源补给区划分为准保护区。

3.4.2.2治理区的划分

对于地下水污染现状评估结果为 III 级及以上的工业、农业使用功能区或超过可接受健康风险水平的其他使用功能区，则评

定为治理区。若存在已发现造成地下水污染的污染地块，也应一并纳入治理区。

治理区一般分为三级，即优先治理区（地下水污染现状评估结果为 V 级的工业使用功能区）、重点治理区（地下水污染现状评估结果为 III 级、IV 级的工业使用功能区，地下水污染现状评估结果为 V 级的农业使用功能区，以及超过可接受健康风险水平的其他使用功能区）、一般治理区（地下水污染现状评估结果为 III 级、IV 级的农业使用功能区）。

3.4.2.3防控区的划分

对于地下水污染现状评估结果为 I、II 级的农业、工业及未超过可接受健康风险水平的其他使用功能区，评定为防控区。

防控区一般分为三级，即优先防控区（未超过可接受健康风险水平且污染防控值高的其他使用功能区，以及地下水污染现状评估结果为 I 级、II 级且污染防控值高的农业、工业使用功能区）、重点防控区（未超过可接受健康风险水平且污染防控值中或低的其他使用功能区，以及地下水污染现状评估结果为 II 级且污染防控值中或低的农业、工业使用功能区）、一般防控区（地下水污染现状评估结果为 I 级且污染防控值中或低的农业、工业及其他地下水使用功能区）。此外，在地下水作为重要供水水源的地区，可将富水性好（单位涌水量＞5000 m^3/d）或具备潜在饮用功能的区域划定为优先防控区。

3.4.2.4区划结果修正

根据初步确定的地下水污染防治分区划分结果，即根据地下水使用功能和污染现状得出一级区划结果，分为保护区、防控区、

治理区。再根据不同的使用功能、区划防控值的高低又得到不同优先等级的二级区划结果，具体结果分析见表 13。最后，根据评估区内国土空间规划、“三线一单”、行政区划等国土空间管控相关的制度规范性文件，调整各一级和二级区划分结果，力求地下水污染防治分区划分结果贴合实际管理需求，能够真正地服务于地方管理。

考虑到地层构造及沉积作用，部分地区（如华北平原）地层沉积以砂、砂砾石、粘性土层等相互交错出现，含水层存在单层向多层过渡分布的规律。建议在有条件的情况下，可开展地下水污染防治分区立体分层区划，在单一结构含水层和多层结构含水层分别考虑相应的地下水脆弱性、地下水使用功能和地下水污染现状特点，获得立体式分层区划分结果。

根据地下水使用功能和污染状况等因素的变化情况，可适时调整划分结果。若后续监测过程中发现不同区域内地下水污染状况发生明显变化，或地下水使用功能存在重大调整时，则需要对划分范围进行修改，调整保护区、防控区和治理区的划分结果。

在进行不同评估区域区划结果整合时，若出现因评价尺度不统一造成评价结果无法以区域形式呈现时，可在小比例尺图上以标注点的形式标注区划结果和防治措施。

表 13　地下水污染防治分区划分结果分析详表

一级区划	二级区划	使用功能	污染指数	防控 R 值	对策建议（推荐）
保护区	一级保护区	地下水型饮用水源一级保护区	/	/	依据国家和地方有关法律，禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。其余技术要求参照 HJ 773 执行。若扣除天然背景值影响后，水质未能达到 III 类水质标准要求的，应采取必要的水处理措施，并开展地下水污染修复工程，确保供水安全
	二级保护区	地下水型饮用水源二级保护区	/	/	禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照 HJ 773 等规定采取措施，防止污染饮用水水体。若扣除天然背景值影响后，水质未能达到 III 类水质标准要求的，应开展地下水污染修复工程，确保取水口水质稳定达标
	准保护区	地下水型饮用水源准保护区（或地下水型饮用水源补给区）	/	/	禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。禁止建设城市垃圾、粪便和易溶、有毒有害废物的堆放场所，因特殊需要建立转运站的必须经有关部门批准并采取防渗漏措施；化工原料、矿物油类及有毒有害矿产品的堆放场所必须有防雨、防渗措施；不得使用不符合 GB 5084 的污水进行灌溉。其余技术要求参照 HJ 773 执行。若扣除天然背景值影响后，准保护区或补给区内监测结果显示未能达到 III 类水质标准要求的，应制定水质达标方案或采取相应修复或风险管控措施，确保取水口水质稳定达标

一级区划	二级区划	使用功能	污染指数	防控 R 值	对策建议（推荐）
防控区	优先防控区	其他	III 级、IV 级、V 级，且未超过可接受健康风险水平	高	定期开展环境监测，并采取相应的防控措施阻止污染进一步扩散，一旦发现地下水污染风险不可接受，需将防控区调整为治理区
		农业、工业及其他	I 级、II 级	高	若该区域荷载较高，则加强地下水环境监测；若该区域脆弱性较高，应严格新、改、扩建重污染建设项目准入
	重点防控区	其他	III 级、IV 级、V 级，且未超过可接受健康风险水平	中、低	建议采用必要的制度控制措施，防止污染进一步扩散
		农业、工业及其他	II 级	中、低	可在防控值相对较低、条件较好的防控区内新建建设项目，但须按照环境影响评价政策，做好相应的地下水污染防渗措施等
	一般防控区	农业、工业及其他	I 级	中、低	严格执行环境影响评价政策，做好相应的地下水污染防渗措施等。可在防控值相对较低、条件较好的防控区内新建建设项目
治理区	优先治理区	工业	V 级	/	参照 HJ 25.6，开展治理区地下水修复和风险管控工作，尤其是污染物属于《有毒有害水污染物名录》的，应优先开展治理工作
	重点治理区	工业	III 级、IV 级	/	参照 HJ 25.6，开展治理区地下水修复和风险管控工作，尤其是污染物属于《有毒有害水污染物名录》的，应优先开展治理工作
		农业	V 级	/	开展地下水污染修复工作，或更换井灌区灌溉用水
		其他	III 级、IV 级、V 级，且超过可接受健康风险水平	/	开展治理区污染源排查，必要时开展地下水环境状况调查，确定污染来源和路径，并进行污染风险评估。参照 HJ 25.6，针对风险不可接受的区域开展修复或风险管控方案制定，确定修复目标或风险管控目标，启动地下水污染修复工作
	一般治理区	农业	III 级、IV 级	/	更换井灌区灌溉用水，在有条件的情况下，逐步开展地下水污染修复工作，根据土地功能和地下水污染途径，制定修复目标，筛选修复技术，推进农田生态修复的示范工程

注：“其他”指不明确地下水使用功能区域

第四章　报告编制要求

4.1 报告文本

通过对评估区行政区划情况、土地利用类型、水文地质条件、地下水环境现状和地下水污染源情况等进行分析，开展地下水污染源荷载评估、地下水脆弱性评估、地下水污染现状评估，基于上述评估结果，计算可得地下水污染防治分区划分结果，并提出不同分区的地下水污染防治对策建议。地下水污染防治分区划分报告编制大纲可参见附录 B。

4.2 成果图

成果图主要包括地下水污染源荷载、脆弱性、污染现状评估过程中的单指标分级图等。基于 GIS 空间分析平台，图件精度一般不小于 1:25 万，坐标系统采用 2000 国家大地坐标系，空间数据离散时建议采用“克里金法”（Kriging）进行插值。

表 14　地下水污染防治分区划分所需成果图（GIS）需求表

评估内容	资料图	单指标分级图	评价结果图	数量	备注（“数量”计算不含资料图）
污染源荷载	地下水“双源”清单图、土地利用类型图	工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、加油站、农业污染源、高尔夫球场、地表污水等地下水污染源荷载分级图	地下水污染源荷载评估分区图	≥2	成果图的数量可随污染源数量的增加或减少而变化
脆弱性	综合水文地质平面图和剖面图，钻孔柱状图、DEM 高程图等	孔隙水/裂隙水：地下水水位埋深、净补给量、含水层厚度、土壤介质类型、地形坡度、包气带介质类型、含水层渗透系数分级图	地下水脆弱性评估分区图	8	成果图的数量可随影响指标的增加或减少而变化
		岩溶水：保护性盖层厚度、土地利用类型、表层岩溶带发育强度、补给类型、岩溶网络系统发育程度分级图		6	
污染现状	地下水系统分区图、地下水（环境）功能区划图等	地下水使用功能分布图、地下水三氮（硝酸盐、亚硝酸盐及氨氮）、重金属（铅、汞、铬、镉和类金属砷等）和有机类（二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、多氯联苯、酚类、石油类等）等污染评估图	地下水污染现状评估分区图	≥4	成果图的数量根据污染指标的数量增加
分区划分	（采用前三项评估的结果图）	区划防控值分级图	地下水污染防治分区划分成果图	≥1	除地下水污染防治分区图外，成果图也可按防控类型编制“XX 地区保护区/防控区/治理区分布图”

4.3 成果表

本指南的成果表主要用来分析保护区、治理区和防控区的占地面积与空间贡献率（如表 15，也可采用饼状图进行分析）；也可进一步分析防控区内地下水污染源荷载、脆弱性和污染现状评估结果的空间贡献情况，以加强地下水污染防治措施的有效性和落地性。

表 15 地下水污染防治分区划分结果汇总表

一级区划	二级区划	面积（km^2）	占评估区百分比（%）	防治措施
（区划评估区名称：如 XX 省、区、市）	合计		100%	
保护区	一级保护区			
	二级保护区			
	准保护区			
防控区	优先防控区			
	重点防控区			
	一般防控区			
治理区	优先治理区			
	重点治理区			
	一般治理区			

附录 A
（资料性附录）
岩溶区地下水脆弱性评估指标说明

A.1 保护性盖层（P）

保护性盖层通常是指地下水位以上的所有岩土层，既包括上覆非岩溶地层（如第四系松散沉积物等土层），也包括地下水位以上的岩溶化地层（如表层带上部）。在岩溶区，保护性盖层对污染物的拦截作用显著，岩溶含水层上部覆盖的松散层通常被认为是影响地下水脆弱性的首要因素。本指标体系中的保护性盖层是指地下水位以上的非岩溶地层（如第四系松散沉积物等土层）；地下水位以上的岩溶化地层（如表层岩溶带上部），可参考表层岩溶带发育强度进行评价。

保护性盖层厚度与地下水滞留时间密切相关，是评价地下水脆弱性的重要特征参数；盖层越薄，地下水脆弱性越高。根据碳酸盐岩上覆地层（土层）存在与否及其透水性可将土层分为两种情况，再按边界范围划分为四类（见表 A.1）。

保护性盖层性质，包括结构、构造、有机质、粘土矿物、饱水度和导水率等与物理、化学和生物有关的特殊要素，使保护性盖层对大部分污染物具有潜在的降解（或吸附）功能。为此，采用 CEC（阳离子交换容量）这一可以体现上覆岩土层脆弱性的指标，与覆盖层厚度属性共同构成评分矩阵（见表 A.2）。分值越低，地下水脆弱性越低，系统的防污性能越强。

表 A.1　保护性盖层厚度属性分类

保护性盖层分级	特性描述	
	A.土层直接覆盖于灰岩或高渗透率的碎石上	B.土层覆盖于低渗透率的底层上，如湖积物、粘土等
P_1	土层厚度 0 cm ~20 cm	不超过 1 m 的底层上土层厚度 0 cm ~20 cm
P_2	土层厚度 20 cm ~100 cm	不超过 1 m 的底层上土层厚度 20 cm ~100 cm
P_3	土层厚度 100 cm ~150 cm	超过 1 m 的底层上土层厚度 20 cm ~100 cm 左右
P_4	土层厚度>150 cm	低渗透率的底层上覆土层厚度超过 100 cm，或者超过 8 m 的粘土或淤泥，或者非岩溶岩石地层

表 A.2　保护性盖层评分矩阵

保护性盖层	CEC 含量（meq/100g）			
	<10	10~100	100~200	>200
P_1	10	8	6	4
P_2	9	7	5	3
P_3	8	6	4	2
P_4	7	5	3	1

A.2 土地利用类型（L）

根据不同用途，土地利用类型可分为林地、草地、园地、耕地、裸地、村镇及工矿用地等六种，其属性分类详见表 A.3。

表 A.3　土地利用程度属性分类

土地利用类型及评分			特性描述
低	林地	1	以乔木为主、植被覆盖率大于 60%的有林地（不包括幼林）
↓	草地	3	以灌丛、荒草为主的土地（包括幼林）
	园地	6	用于种植果树的土地
	耕地	8	用于耕种的土地（包括菜地）
	裸地	9	几乎无植被覆盖
高	村镇及工矿用地	10	包括居民区、工厂和矿山用地、公路等工程建设用地

A.3 表层岩溶带发育强度（E）

表层岩溶带的发育主要受岩性、岩石结构、构造、地貌、水动力条件、土层及植被覆盖情况等因素影响。表层岩溶带发育程度可以通过两个基本的尺度来度量：垂直相交溶蚀通道在特定尺度内的平均深度和频率（即个数）；溶蚀通道包括岩溶节理、溶蚀裂缝、小溶沟、溶隙、溶管、小溶坑或竖井。表层岩溶带的发育分级可通过测量很方便地进行（见表 A.4）。

表 A.4　表层岩溶带属性分级

表层岩溶带类型及评分		特性描述
强烈发育的表层岩溶带	10	最小溶蚀间距（<0.25 m），典型溶蚀深度>2 m
高度发育的表层岩溶带	8	较近的溶蚀间距（<0.5 m），平均溶蚀深度 1m~2 m
中等发育的表层岩溶带	6	中等溶蚀间距（<1 m），平均溶蚀深度 0.5m~1.0 m
轻度发育的表层岩溶带	4	较大的溶蚀间距（>2 m），平均溶蚀深度小于 0.5 m
不明显发育的表层岩溶带	2	在基岩上观察不到表层岩溶的溶蚀发育
发育不清楚的表层岩溶带	1	表层岩溶带不可见或被厚层沉积物所覆盖

当表层岩溶带定量测量难度较大时，可以参照表 A.5 对水位之上的表层岩溶带进行分级。

表 A.5　表层岩溶带属性分级

表层岩溶带类型		E	备注
均匀状纯碳酸盐岩类	灰岩连续型，表层岩溶带强烈发育	10	中－厚层纯灰岩
	灰岩夹白云岩型，表层岩溶带高度发育	[8,9]	无非碳酸盐岩夹层，不纯碳酸盐岩夹层小于 10%
	灰岩－白云岩交互（间隔）型，表层岩溶带中等发育	[6,7]	
间层状碳酸盐岩类	断续状不纯碳酸盐岩型，表层岩溶带轻度发育	[4,5]	非碳酸盐岩夹层小于 15%，不纯碳酸盐岩厚度大于 50%
	非碳酸盐岩－不纯碳酸盐岩交互型，表层岩溶带不明显发育	[2,3]	非碳酸盐岩厚度大于 30%，不纯碳酸盐岩厚度大于 50%
不纯碳酸盐岩	表层岩溶带不发育	1	非碳酸盐岩厚度大于 50%，不纯碳酸盐岩厚度小于 30%

对于岩溶区内夹非岩溶区的情况，非岩溶区 E 因子赋值可根据岩石性质和构造缝发育密度来执行。对于硬质岩石（如砂岩、砾岩等），当构造裂缝发育密度大于 3 条/m、延伸长度大于 1 m 时，E 因子可赋值 3~4；当构造裂缝发育密度小于 0.5 条/m、延伸长度小于 1 m

时，E 因子可赋值 2~3。对于软质岩石（如泥岩、页岩）E 因子赋值为 1~2。

A.4 补给类型（I）

补给类型既包括岩溶含水层的补给类型，又包括补给强度。在覆盖型岩溶区，以面状入渗补给为主，同时还存在点状集中入渗补给（裸露区发育的落水洞等）。入渗补给量受降雨强度、土地利用类型及地形坡度的影响。补给类型属性分级见表 A.6。

对于夹于岩溶区内的非岩溶区，补给类型可根据平均地形坡度分别按 I_3、I_4 来考虑；对于地形坡度<10%的耕作、荒地区和坡度<25%的草地、林地区按 I_3 来考虑。

表 A.6　补给类型分级

补给类型	属性描述	
集中补给 ↓ 分散补给	I_1	落水洞或漏斗周围 500 m 区域或伏流两侧各 500 m 距离
	I_2	落水洞或漏斗周围 500 m~1000 m 之间且向落水洞汇流坡度>10%的耕作区和坡度>25%的草地区和伏流两侧 500 m~1000 m 之间
	I_3	落水洞或漏斗周围 500 m~1000 m 之间，且汇流坡度<10%的耕作区和坡度<25%的草地区
	I_4	上述之外的汇水区域

结合补给类型，地面入渗补给强度对岩溶水系统脆弱性的影响详见表 A.7。为体现风险评估意义，降雨强度可采用当地多年日最大降雨强度平均值。

表 A.7　入渗补给强度分级与评分

补给类型	雨强特性（mm/d）		
	<10	10~25	>25
I_1	4	[5，9]	10
I_2	3	[4，7]	8
I_3	2	[3，5]	6
I_4	1	[2，3]	4

A.5 岩溶网络发育情况（K）

岩溶网络发育评分可参考表 A.8、A.9，表 A.8 适于资料不足时的判断评分；表 A.9 采用地下水径流模数作为反映含水层岩溶网络发育的参数，可定量地评价含水层岩溶网络发育特征；地下水径流模数同样适用于岩溶区内分布的非岩溶含水层。另外，在无可利用监测资料时，还可参考表 A.5 简单地确定含水层岩溶网络发育程度。

表 A.8　岩溶网络发育程度分类

发育类型及评分		属性描述
强烈发育的岩溶网络	[8,10]	存在良好发育的岩溶网络（由分米级到米级的管道组成，连通性极好，很少阻塞）
弱发育的岩溶网络	[4,7]	存在微弱发育的岩溶网络（小型管道，连通性较差或被充填，分米级的或更小尺寸的空洞）
混合和裂隙含水层	[1,3]	孔隙区出露泉水，无岩溶发育，仅存裂隙含水层

地下水径流模数，亦称“地下径流率”，是 1 平方公里含水层分布面积上地下水的径流量；表示一个地区以地下径流形式存在的地下水量的大小。年平均地下径流模数可用下式求算：

$$M = Q/(86.4F) \quad (A.1)$$

式中，M 表示地下水径流模数，$L \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$；$F$ 表示含水层分布面积，km^2；Q 表示地下水天然径流量，m^3/d。

表 A.9　岩溶网络属性的径流模数分类

岩溶网络类型与评分		径流模数（$L \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$）
强烈发育的岩溶网络	[8,10]	>15
中等发育的岩溶网络	[6,7]	7~15
弱发育的岩溶网络	[4,5]	1~7
混合和裂隙含水层	[1,3]	<1

A.6 评价与分级

为定量评价地下水脆弱性大小，需要对 PLEIK 属性进行数值计算，主要包括两个部分：权重赋值确定与指标等级划分（见表 A.10）。计算方法见公式：

$$DI=P_wP_R+L_wL_R \quad (A.2)$$

其中，DI 值为脆弱性等级，DI 值越低，脆弱性越低；下标 W 和 R 分别表示指标的权重值和等级分值。

各指标权重赋值可采用层次分析法确定。方法如下：

将地下水脆弱性评价模型中各指标组成指标集：D=（P，L，E，I，K）=（保护性盖层，土地类型及利用程度，表层岩溶带，补给类型，岩溶网络发育程度）。

根据覆盖性岩溶区的水文地质条件，确定 5 个因子的相对重要性为：保护性盖层>土地类型及利用程度>表层岩溶带>补给类型>岩溶网络发育程度。由两两比较确定优先矩阵，再对优先矩阵进行一致矩阵转化并利用方根法进行归一化，得到最终的权重矩阵，再利用公式计算权重：

$$\overrightarrow{W} = (P_W, L_W, E_W, I_W, K_W) \quad (A.3)$$

$\overrightarrow{w} = (w_1, w_2, \ldots, w_5)$ 以广西柳州市、河池市、南宁市等为例计算得到的权向量为：

W=（0.29，0.24，0.20，0.16，0.11）　（A.4）

根据上述各指标的评分和权重值，经计算可知岩溶地下水脆弱性综合指数取值范围为 1~10。综合指数值与脆弱性评价结果级别的对应关系如表 A.10 所示。

表 A.10　岩溶地下水脆弱性评估结果等级划分推荐值

DI 值	[1,2]	（2,4]	（4,6]	（6,8]	（8,10]
脆弱性分级	低	较低	中等	较高	高

附录 B
（资料性附录）
地下水污染防治分区划分报告编制大纲

1 前言

包括地下水污染防治分区划分原则、任务目的、范围、精度和技术路线等。

2 评估区概况

包括评估区行政区划情况、土地利用类型、地表水系特征、水文地质条件、地下水环境现状和地下水污染源基本情况等。

3 地下水污染源荷载评估

包括区域内涉及的地下水污染源的污染物毒性、释放可能性及可能释放污染物的量计算结果等。

4 地下水脆弱性评估

包括评估区地下水类型确定、脆弱性评价方法筛选、脆弱性评估结果计算等。

5 地下水污染现状评估

基于地下水使用功能分区，计算得到的不同使用功能地下水污染分布情况。

6 地下水污染防治分区划分

包括地下水保护区、防控区、治理区划定结果等。

7 地下水污染防治分区对策建议

针对地下水保护区、防控区、治理区分别提出防治对策与建议。

8 附图