

ICS 13.020.40

CCS Z 00

团体标准

T/CSER 0XX—2023

在产业园区地下水污染风险监管及预警 技术指南

Technical Guidelines for Monitoring and Early Warning of Groundwater

Pollution Risks in Industrial Parks

（征求意见稿）

2023- - 发布

2023- - 实施

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语及定义	2
4. 总则	4
5. 监测方案设计	6
6. 设备安装与运行维护	9
7. 信息系统	11
8. 监测预警实施	18
附录 A	25

前 言

本指南按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本指南由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟组织，南方科技大学、深圳市南科环保科技有限公司、生态环境部环境规划院、浙江省生态环境科学设计研究院、成都理工大学、深圳市赛盈地脉技术有限公司、浙江久核地质生态环境规划设计有限公司、广州沃索环境科技有限公司、浙江华东建设工程有限公司、爱默里（河北）科技有限公司、上海宝发环科技有限公司、广州一城建筑工程有限公司等单位起草编制。

本指南由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟负责解释。

在产业园区地下水污染风险监管及预警技术指南

1. 范围

本指南规定了在产业园区/工业园区地下水污染风险监管与预警工作的目的任务、工作流程、工作方法和技术要求等。

本指南适用于在产业园区/工业园区的地下水污染风险监测监管预警工作。

2. 规范性引用文件

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/T 14848 地下水质量标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 14157 水文地质术语

GB/T 39791.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第1部分：总纲

GB/T 39791.2 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第2部分：损害调查

GB/T 39792.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第1部分：土壤和地下水

GB/T 5271.9-2001 信息技术 词汇 第9部分：数据通信

GB-T22240-2012 信息系统安全等级保护定级指南

GB/T 22239-2008 信息系统安全等级保护基本要求

GB 50296 供水管井技术规范

建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）

HJ 164-2020 地下水环境监测技术规范

HJ 25.6-2019 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

HJ/T 416-2007 环境信息术语

HJ/T 417-2007 环境信息分类与代码

HJ/T 418-2007 环境信息系统集成技术规范

HJ/T 419-2007 环境数据库设计与运行管理规范

HJ 460-2009 环境信息网络建设规范

HJ 461-2009 环境信息网络管理维护规范

HJ 212-2017 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ/T 353—2019 水污染源在线监测系统安装技术规范

HJ/T 354—2019 水污染源在线监测系统验收技术规范

HJ/T 355-2007 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）

HJ 511-2009 环境信息化标准指南

HJ 622-2011 环境保护应用软件开发管理技术规范

DT/T 0148 水文地质钻探规程

DZ/T 0133 土壤水动态监测规程

DZ/T 0309-2017 地质环境监测标志

《污染源自动监测设备比对监测技术规定（试行）》

地下水环境状况调查评价技术指南（环土壤〔2019〕25号）

地下水污染模拟预测评估工作指南（环土壤〔2019〕25号）

地下水污染健康风险评估工作指南（环土壤〔2019〕25号）

《地下水污染防治分区划分工作指南》（2019）

水文地质调查图件编制规范 第1部分：水文地质图(1:50 000)（报批稿）

国家突发环境事件应急预案（国办函〔2014〕119号）

3. 术语及定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1

在产业园区/工业园区

政府集中统一规划指定区域，区域内专门设置某类特定行业、形态的企业、公司等进行统一管理。

3.2

风险监管与预警系统平台

集在产业园区地下水生态环境信息传输、储存、管理、分析、展示和决策功能于一体的软件系统，满足生态环境保护行政主管部门依法履行地下水环境监管职能的需求。

3.3

污染源

向外界环境排放污染物的场所、设备和装置。

3.4

敏感受体

潜水含水层和可能受到外界影响且具有饮用水开发利用价值的含水层，集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地，以及涉及地下水的环境敏感区域。

3.5

环境敏感区域

依法设立的各级各类保护区域和对外界污染源产生的环境影响特别敏感的区域，主要包

括下列区域：

a) 国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；

b) 除 a) 外的生态保护红线管控范围，永久基本农田、基本草原、自然公园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、天然林，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场，水土流失重点预防区和重点治理区、沙化土地封禁保护区、封闭及半封闭海域；

c) 以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位。

3.6

地下水污染预警

在地下水敏感受体受到污染发生之前，根据上游或以往总结的规律或观测得到的可能性前兆，向相关部门发出紧急信号，报告危险情况，以避免污染在不知情或准备不足的情况下发生，从而最大程度的减轻污染对敏感受体所造成的影响的行为。

3.7

地下水污染溯源

运用地下水水位和污染物浓度的现场实际监测数据，以及现场调查和专业经验等辅助信息，利用地下水污染数学模拟模型进行反演求解，确定出地下水污染源的来源路径和来源范围，再进一步确认此路径和范围内的污染源个数。

3.8

物联网

通过信息传感设备，按约定的协议，将任何物体与网络相连接，物体通过信息传播媒介进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监管等功能。

3.9

大数据

在产园区内的企业生产经营活动中产生的、可被生态环境保护用的海量数据集合，注重数据互通互联以及实现的预测预警和管理决策等功能。

3.10

地下水“一张图”

展示与查阅在产园区地下水相关成果的图件，实现在产园区不同水文地质单元地下水生态环境监管信息的分析、展示和管理决策。

3.11

空间数据库

地理信息系统在计算机物理存储介质上存储的与应用相关的地理空间数据的总和，一般

是一系列特定结构的文件存储在计算机物理存储介质上。

3.12

业务数据库

存储各类业务数据的数据库，包括在产园区水文地质基础信息管理、地下水调查评价信息管理、智能分析、项目管理等各类业务的数据库。

3.13

接口

两个功能单元之间的共享边界，该边界由两个功能单元的功能特性、物理互联特性、信号交换特性及其他适当特性定义的。【GB/T 5271.9-2001 定义 09.01.06】

3.14

信息安全

为保护信息资产免遭有意无意的非授权的获取、损坏、操纵、修改、损失和使用，所采用的概念、技术、技术措施及行政措施。【HJ/T 416-2007 定义 7.100】

3.15

网络安全

为数据处理系统建立和采用的技术和管理的安全保护，保护计算机硬件、软件和数据不因偶然和恶意的原因遭到破坏、更改和泄露。【HJ/T 416-2007 定义 7.108】

4. 总则

4.1. 目的任务

4.1.1 目的

4.1.1.1 提高园区地下水环境监管专业化水平，降低职能管理部门监测预警工作强度和压力。

4.1.1.2 拓宽园区地下水环境自动化、专业化和标准化监测预警覆盖面，提高园区地下水污染防治能力。

4.1.1.3 支撑园区地下水污染风险管理，最大限度减少人员投入和地下水环境污染带来的人民身体健康危害和财产损失。

4.1.2 任务

4.1.2.1 制定监测设计方案。包括确定监测对象、监测内容、监测指标、监测设备与布设方案等。

4.1.2.2 开展设备安装与运行维护。结合现场情况与监测设计方案开展安装，组织监测设备现场验收，并对设备进行状态监控与维修维护。

4.1.2.3 进行数据库与系统建设，为园区地下水污染风险监管与预警工作提供全流程信息服务支撑。

4.1.2.4 实施预警与响应。通过监测预警、预测预警与预警综合分析实施预警分级与响应。

4.2. 总体要求

4.2.1 以在产园区/工业园区地下水环境为主要监测对象。

4.2.2 开展地下水风险监管与预警工作前应进行资料收集及现场踏勘，充分依托园区水文地质调查与风险评价成果，必要时补充调（勘）查工作量，在地下水流场、溶质运移机理研究和污染源分布综合分析研判的基础上编制监测设计方案，方案通过专家论证后方可进行现场实施。

4.2.3 监测设备应优先选择符合《污染物在线监控(监测)系统数据传输标准》(HJ 212-2017)要求的普适型设备，可按照标准化、模块化方式集成多种水质指标监测仪器。

4.2.4 加强标准统一的数据通讯与数据库建设，充分利用已建系统及共享模式，实现国家级-省级-县（市）级-环保监察员互联互通和实时联动，深化物联网、大数据等新技术应用和推广。

4.2.5 加强工作机制构建和运行。依托现有地下水污染综合防治体系，明确风险监管与预警工作的技术支撑队伍与相关职能负责人，定期或不定期开展相关知识培训与演练。

4.2.6 加强自动化监测与人工采样检测的结合。地下水污染风险监管与预警工作应充分依托园区及所在属地地下水环境监管工作基础、实现技防与人防的有机融合，不能简单替代园区地下水污染防治工作。

4.3. 工作流程

园区地下水污染风险监管与预警工作应包含监测方案设计、设备安装与运行维护、系统平台建设、监测预警实施等工作内容。具体工作流程见图 4.1。

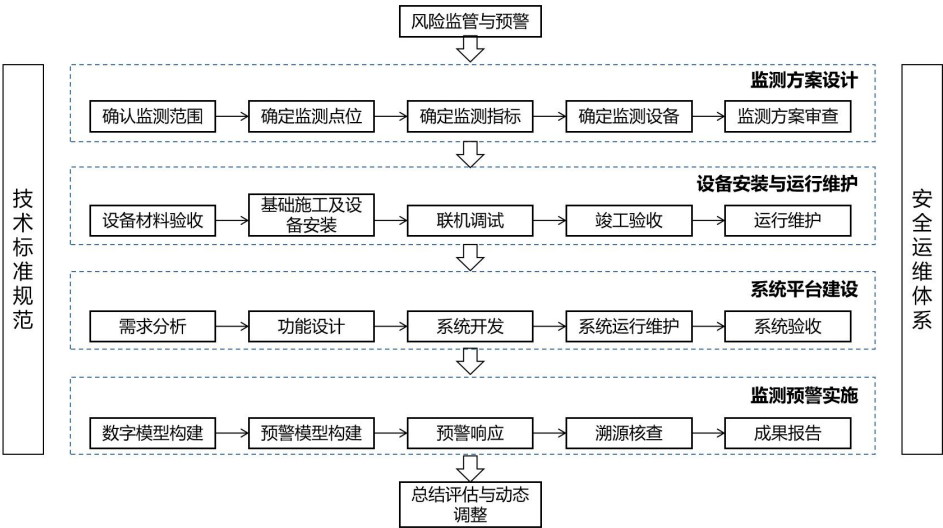


图 4.1 地下水风险监管与预警工作流程

5. 监测方案设计

5.1. 设计原则

5.1.1 综合考虑园区水文地质特征及地下水环境、重点/潜在污染源分布情况、园区地下水特征污染物等及现场条件进行监测设计，确保监测点位布设的合理性、监测指标选取的科学性以及设备安装布设的经济性和监测数据的可靠性。

5.1.2 应按照集约与集成原则进行监测方案设计，结合已有监测井或新建人工监测井，在线监测需充分考虑设备安装和运行的成效，保障监测指标数量、设备数量和运行成本的合理性。

5.2. 监测点位布设

5.2.1 遵循规范：遵照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；结合水文地质条件：园区含水层、隔水层的分布与组合、地下水类型、地下水的补径流、排泄特征；结合园区企业分布及潜在环境风险，企业内部重点设施、重点区域分布情况；

- a) 布设在重点排污单位；
- b) 布设在重点设施周边并尽量接近重点设施；
- c) 重点设施数量较多的企业可根据重点区域内部重点设施的分布情况，统筹规划重点区域内部自行监测点/监测井的布设，布设位置应尽量接近重点区域内污染隐患较大的重点设施；

d) 监测点/监测井的布设应遵循不影响企业正常生产且不造成安全隐患与二次污染的原则。

5.2.2 平面布设原则

5.2.2.1 布设在污染物迁移途径的下游方向；

5.2.2.2 监测井的位置可根据各企业、企业内部的重点设施及重点区域分布情况统筹规划，处于同一污染迁移路径上的相邻企业、设施或区域可合并监测井。

5.2.3 垂向布设原则：监测井的深度应根据所处含水层类型及其埋深和厚度来确定，尽可能超过已知最大地下水埋深以下 2 米。

5.2.4 专业布点原则：结合规范、水文地质条件、企业分布、企业内部的重点设施及重点区域分布、平面与垂向布设原则，实施专业判断布点。

5.2.5 监测模式配合：监测模式包括在线监测和人工采样监测。

5.2.6 经济性原则：根据建设投入资金预算情况，进行成本核算，最终确定在线监测点和人工监测井的数量。

5.3. 在线监测指标选取

监测指标通常包括常规五参（pH、电导率、溶解氧、浊度和温度）和水位；另外需根据园区特征污染物的调查结果，结合地下水在线监测较为成熟的理化指标（如耗氧量、氨氮、总磷、总氮和氯化物等）进行关联性分析（可参见附录 A），确定理化指标；另外可选择铜、镍、铁、锰、六价铬等重金属指标；在线监测可根据污染物分布情况以及资金预算，不同的站点选择不同的指标进行在线监测。

5.4. 监测设备选取

5.4.1 根据监测精度需求选择监测仪器设备。在满足监测精度的前提下，宜选用运行可靠、功能简约、性价比高、安装便捷、易于维护、可实现自动预警的监测设备。

5.4.2 监测设备应具有良好的稳定性和可靠性，适应监测点的环境条件，具备防雷、防水、防尘及耐高低温等基本性能。

5.4.3 监测设备应经过具有法定计量测试资质的机构校准或标定合格，且校准记录和标定资料齐全。

5.4.4 监测设备数据传输应遵循《污染物在线监控（监测）系统数据传输标准》（HJ

212-2017)，可动态调整采样与上传频率等运行参数，适应监测需求。

5.4.5 监测设备原则上以有线供电为主；在不具备有线供电的区域，主要以投入式监测设备为主，可采用内置高性能电池供电。采用太阳能供电的仪器设备，配套的蓄电池容量必须保证监测设备在无日照条件下至少连续工作 30 天，在久雾久雨及 6 日照率小于 30% 的地区适当增大容量，太阳能电池板功率应与蓄电池容量匹配。采用一次性电池供电的低功耗仪器设备，在 1 小时采集和上报一次的工作频率下，应保证电池至少能供设备正常工作 1 年（即电池更换周期为 1 年）。

5.4.6 设备集成根据监测指标和设备选型实际情况，一般采用箱体式集成和站房式集成。箱体式设备实现通水、通电、微站地基基础施工，进电要求 220V/5KW，并配备工业级空调。

站房主体结构应能够承受风、雨、雪、冰雹、沙尘、太阳辐射的能力，并具有隔热、保温、密闭、防火等性能。站房因需开孔后,应采取措施,保证其强度及防护性能。站房应能牢固的与地基相连。机房的组件、部件、零件、附属设备及其安装接口是标准的、通用的，监测站房采用整体吊装或散件发至现场进行拼装，确保运输方便、现场安装快捷。站房地基基础可根据现场情况进行设计，可采用条基圈梁基础或板状基础，预留地沟，便于布管走线。站房底盘是采用钢结构底座现场拼接的方式进行并利用膨胀螺栓将整个站房与地基固定，确保屋面有足够的承载能力，在外力作用下绝不能下陷而导致雨天积水、渗漏，屋面承载能力要求大于 150kg/m^2 。整个站房建议采用 380V 三相五线制供电，有严格意义上的零线和地线，分相使用。供电系统应配有电源过压、过载和漏电保护装置，单相电源电压波动不超过 $220\text{V}\pm 10\%$ 。根据用电负荷配备合适的稳压器，保证电源电压的波动在仪器允许的范围内，同时具备电源过压、过载和漏电保护装置。站房监测仪器供电线路应独立走线。站房尺寸不小于 10m^2 ，不大于 15m^2 。对站房系统所有设备的安装调试，调试结果符合《水污染源在线监测系统安装技术规范》（HJ/T 353—2019）和《水污染源在线监测系统验收技术规范》（HJ/T 354—2019）。

5.4.7 遵循经济性原则：根据园区地下水监管需要、水质监测精度需求以及资金投入预算情况，选择较少的监测指标和价格更低的监测设备；或采取按重点、分批次进行建设。

6. 设备安装与运行维护

6.1. 一般规定

- 6.1.1 设备的安装应保证监测设备的安全性，安装方法应符合监测设备的测量原理及测量条件。
- 6.1.2 设备安装应考虑监测设备的复用性。
- 6.1.3 安装应尽可能稳固、美观，整体宜采用绿、白、蓝等自行搭配。
- 6.1.4 设备维护方法应简单易推广，维护工作应做到准时、及时、长时。

6.2. 基础施工

- 6.2.1 监测井建设遵照：《水文地质钻探规程》（DT/T 0148）、《土壤水动态监测规程》（DZ/T 0133）、《供水管井技术规范》（GB 50296）、《地下水环境监测技术规范》5.1 章节——环境监测井建设等要求进行建设；根据现场条件和监测设备（探头投入式和水泵采样式）选型等，确定监测井口径大小、深度、井台尺寸、井口装置等，并预留孔位用于水管铺设。监测井建设完成后，按照规范要求进行洗井。
- 6.2.2 对采用箱体式集成的监测设备，采用混凝土底座长*宽*高不小于140cm*120cm*20cm，对站房式监测设备，采用混凝土底座不得小于站房面积大小。
- 6.2.3 监测站点建成后，应参考《地质环境监测标志》（DZ/T 0309-2017）设置标识警示牌，标识牌宜采用醒目标识及警告内容。
- 6.2.4 对于保护要求较高的监测点，可修建围栏、防护网等防止破坏。

6.3. 设备安装

- 6.3.1 遵循规范：《水污染源在线监测系统安装技术规范》（HJ/T 353—2007）、《水污染源在线监测系统验收技术规范》（HJ/T 354—2007）。
- 6.3.2 设备安装一般采用箱体式安装和站房式安装，根据监测设计方案，将箱体式设备和站房式设备安装在指定位置。
- 6.3.3 井口需提供绞盘装置和钢缆，用于绑定井下设备或装置，便于后续设备维修更换。
- 6.3.4 采用外置传输天线的设备应通过机箱预留开孔固定在机箱外侧。
- 6.3.5 对于抽提采样方式，需预埋采样水管。抽取的剩余水样通过引导管排放至污水管网。
- 6.3.6 外接电源及空调管路处配制防雨盒，入口孔为30-60mm，内衬PVC管，防止墙板

损伤电源线。

6.3.7 设备安装完成后，应整理接线，收纳美观。对安装的所有监测仪器支架进行接地电阻测试，达到防雷设计规范。及时清理安装现场残余垃圾，保护环境。

6.3.8 设备安装完成后，现场应统一安装配备监测站标识，站点二维码应刻蚀、印刷或贴于仪器外壳或站房外墙明显处，并防止损毁。

6.4. 联机调试

6.4.1 检查数据采集、传输通讯情况，查看远程客户端是否收到测试数据及收到的测试时间、数据量，并检查分析测试数据的合理性。

6.4.2 如数据异常，依次检查传感器、供电电源、传输天线，排除故障直至传输正常。

6.5. 设备验收

6.5.1 对照监测设计方案和施工组织设计，检查监测仪器指标符合性、安装位置及安装方式等是否符合设计要求。

6.5.2 检查仪器设备工作状态，各部分组件安装是否齐全。

6.5.3 检查仪器设备安装记录表、资料归档、后续维护人员等信息。

6.5.4 检查仪器设备监测数据库，查看监测数据的实时性、准确性及完整性。

6.5.5 明确仪器设备服务周期，确保后期运行正常及维护及时到位。

6.5.6 对验收过程进行记录。

6.6. 运行维护

6.6.1 遵循规范：《水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）》（HJ/T 355-2007）、《污染源自动监测设备比对监测技术规范（试行）》。

6.6.2 充分利用信息系统进行设备故障统计，及时发现问题并进行维护，维护工作应及时上报系统存档记录。

6.6.3 每月现场巡检不少于一次；每月至少进行一次实际水样比对试验和质控样试验，进行一次现场校验。

6.6.4 每季度检查太阳能充电面板，对有灰尘、积雪覆盖的太阳能电池板进行清理；对树木生长导致太阳能电池板被遮挡的监测点，应及时修剪树枝。

6.6.5 具备电量自动测量功能的仪器设备，应定期观察仪器电池电量；无电量自动测量功

能的仪器设备，应每月进行人工检查。对电量不足的仪器设备，应及时进行人工充电或更换电池。

6.6.6 工作期内出现数据异常的监测仪器设备，须在发现异常后 24 小时内响应，并采取相应措施及时排除异常。

6.6.7 监测设备质保期不低于 1 年，后期年运行维护费不宜低于建设投资的 20%，可根据监测点数量、分布及维护难度等情况适当调整。

6.6.8 加强环保监测设施保护。对侵占、损毁、损坏监测设施的，应当限期恢复原状或者采取其他补救措施。

7. 信息系统

7.1 指导原则

7.1.1 需求引导，突出重点。立足我国国情和发展阶段，结合在产园区地下水污染防治工作实际需求，以解决地下水突出环境问题为导向，确定地下水环境监管信息系统的主要功能模块。

7.1.2 统筹规划，分步实施。采用程序化和系统化的方式规范在产园区风险监管与预警系统平台建设，各模块开发分步实施，统一接口，实现地下水生态环境监管功能。

7.1.3 鼓励创新、科学合理。根据我国国情和园区地下水污染防治的实际需求，贯彻“以防为主、以治为辅”的指导思路，充分利用我国最新的科研成果，采用适当的风险预警指标体系和技术方法，对工业园区进行风险预警。

7.2 系统建设流程

风险监管与预警系统平台建设工作主要包括园区水文地质资料调查、地下水数字建模、监测站点建设、基础信息集成、信息系统顶层设计、信息系统开发和监管系统运维等。系统建设工作流程见图 7-1。

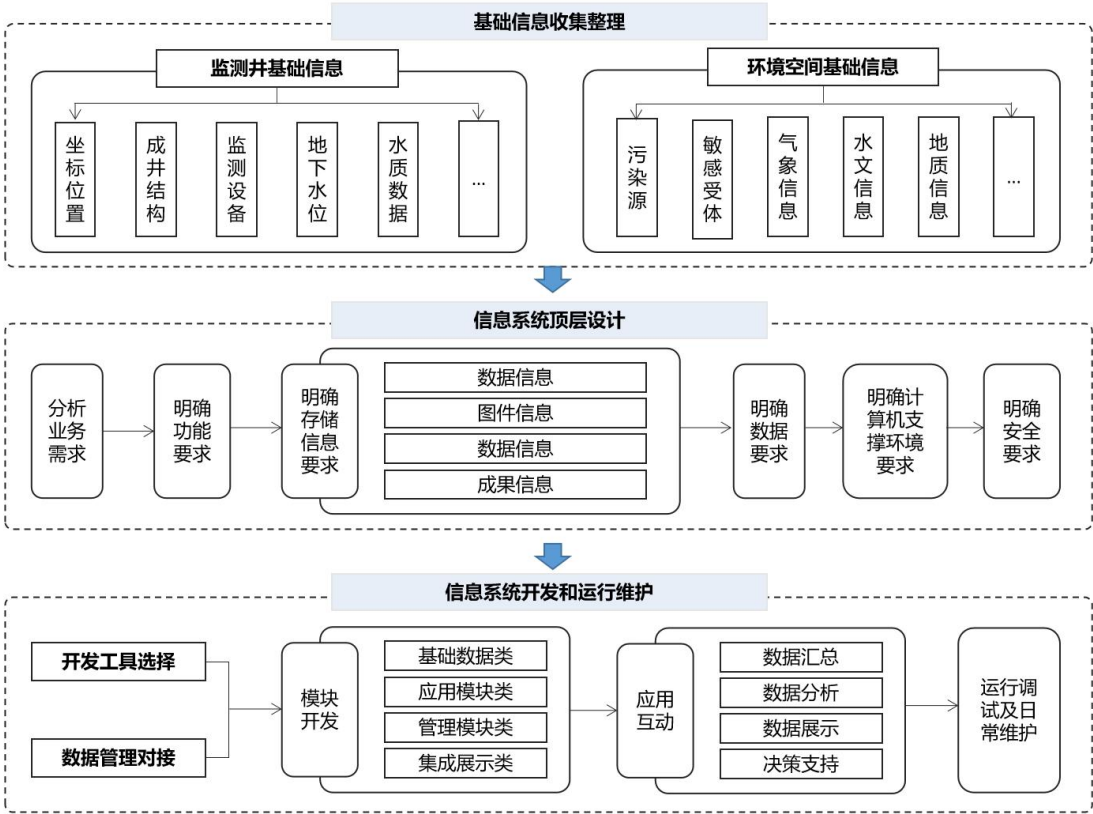


图 7-1 系统建设流程

7.3 需求分析

主要对园区地下水环境监管业务需求进行调研分析，包括与园区环保管理职能部门相关人员进行调研，明确系统建设的目的和系统使用对象；再根据用户需求进行调研，进行系统的功能需求分析、业务流程分析、数据与数据流程分析，并结合国家、省、市、地方对园区地下水环境监管的政策法规要求，可适当对地下水监管业务功能进行探索创新分析，明确系统功能及建设范围，最终形成系统需求规格说明书。

7.3.1 需求调研

通过园区资料收集、会议座谈、问卷调查等方式调研信息系统服务对象的需求情况，了解污染源监管需求和敏感受体保护需求，调研内容可包含以下内容：

- 7.3.1.1 在产园区地下水污染防治管理部门的组织架构与职责；
- 7.3.1.2 地下水污染防治工作基础，包括地下水监测网情况、企业自行监测情况、地下水监测仪器和传输设备配置情况等。
- 7.3.1.3 地下水相关信息化建设情况，包括现有信息系统类型、信息系统框架结构、信息

系统开发语言、数据库结构、信息系统接口、信息系统开发单位、上线时间、使用情况、适用范围、使用部门、负责部门、负责人、现有数据、维护情况等情况；

7.3.1.4 系统定位及扩展要求；

7.3.1.5 业务范围、工作流程、涉及数据与需要通过信息系统解决的业务问题，可参考《水污染防治行动计划》、《土壤污染防治行动计划》、《水污染防治法》、《土壤污染防治法》、《地下水污染防治实施方案》、生态环境部相关工作要求、各地环境管理条例等具体要求，有利于明确信息系统功能。

7.3.1.6 地下水污染防治业务范围内，每项业务输入、处理过程以及涉及到的角色、输出；

7.3.1.7 污染源监管业务需求及现状，明确监管目的，范围及污染源详细信息；

7.3.1.8 园区及周边敏感受体保护需求，附近污染风险源，受体基本信息；

7.3.1.9 地下水相关环境数据类型及需要通过信息系统解决的业务问题；

7.3.1.10 空间技术应用现状和需求，以及空间数据要求等；

7.3.1.11 信息安全现状、需求、等级保护或分级保护要求。

根据需求调研结果，开发方对用户需求进行分析，编写《用户需求说明书》。具体要求参照《环境保护应用软件开发管理技术规范》（HJ/T 622-2011）。

7.4.2 用户分析

按不同的应用层次，分为现场巡检人员、设备运维人员、系统运维人员和环保决策人员。系统根据不同人员角色提供相应的功能模块，实现高效便捷的园区地下水污染风险监管和预警。

7.4.3 功能要求

7.4.3.1 总体要求

系统根据地方各级监管需要，实现与各级信息系统的联网互通，包括省级平台、市级平台和地方平台，实现园区地下水污染风险监管及预警工作统筹协调、监督考核等功能目标。

7.4.3.2 基础数据管理功能要求

各级风险监管与预警系统平台均需满足基础资料集成、汇总、存储、展示和简单分析等基础功能。

7.4.3.3 管理应用功能要求

应用功能主要结合各级地下水污染防治工作需要确定，功能实现后的成果满足管理决策支撑要求，可包括但不限于如下方面：

- a) 地下水环境质量评估
- b) 地下水环境质量考核
- c) 地下水环境风险评估
- d) 地下水环境污染源风险监管
- e) 地下水污染预测
- f) 地下水污染预警
- g) 地下水污染溯源
- h) 地下水污染修复与风险管控决策

7.4.3.4 决策辅助功能要求

决策辅助功能应实现部门统筹、机器支持、人类决策的一体化地下水环境监管，利用大数据技术和可视化技术，整合园区空间数据库和业务数据库，对园区地下水环境进行全方位监管和分析，对接各级业务系统实现业务协同管控，通过园区地下水“一张图”，提供生态环境监管决策功能。

7.4.4 储存信息要求

信息系统储存功能要实现数据自动采集传输、手动输入、信息系统调用与信息共享等要求。

7.4.4.1 数据信息

数据信息主要包括在产园区区域基础信息、各类地下水监测井信息、重点污染源企业信息、园区及周边地下水水质监测数据（在线监测、采样检测、企业自行监测、政府部门监督性监测）等。

7.4.4.2 图件信息

图件信息主要包括行政区划图、地形地貌图、河流水系分布图、地质图、水文地质图、地形图、土地利用图、土壤类型图、河流水系图、地下水质量分区图、地下水污染风险分级图、地下水污染状况评价图等。格式为矢量格式或图片（各要素清晰可见）。

7.4.4.3 文本信息

文本信息主要包括成井报告、水文地质勘察报告、土壤详查报告、地下水资源评价

报告、地下水环境调查评估报告、企业自行监测报告、环境影响评价报告等。

7.4.4.4 成果信息

成果信息主要包括风险监管与预警系统平台产生的地下水监测井分布、地下水环境评估结果、地下水质量变化趋势、地下水污染溯源、预测、预警、风险评估等应用功能成果等。格式可为文本、数据、图件。

7.4.5 数据要求

风险监管与预警系统平台对数据的要求见表 7-1。

表 7-1 数据要求一览表

数据类型	数据名称	数据类型	园区尺度
气象水文等基础资料	水文地质图	gdb 等	
	地形图	gdb 等	
	水文地质调查资料	word、pdf 文本等	√
	工程项目水文地质资料	word、pdf 文本等	/
	气象资料	excel 等	污染源附近气象站
	土地利用	gdb 等	污染地块土地利用（10 米及以上）
	流域水系	gdb 等	地块水系图
	流量资料	excel 等	自行监测流量
污染源资料	重点监管企业清单数据	word、pdf、excel 等	中小等规模重点污染源
	第二次污染源普查数据	word、pdf、excel 等	/
地下水监测资料	地下水环境质量监测数据	excel 等	地块地下水环境调查
	重点污染源自动监测数据	excel 等	中小等规模重点污染源
	土壤环境监测数据	excel 等	地块土壤详查
污染防治资料	土壤污染防治管理数据	word、pdf 文本等	地块污染防治工作

7.4.6 计算机支撑环境要求

计算机支撑环境为信息系统运行所需软件、硬件资源和网络条件。软件、硬件资源既可以是实体软、硬件资源，也可以是云平台虚拟资源。

7.4.6.1 软硬件环境

各地结合自身条件选用“本地化”或“云服务”模式开展计算机软硬件环境建设。为保障在产园区地下水监管工作实效性和数据安全，提升数据处理效率，各地可按需配置一定数量的计算服务器和本地化存储，构建本地化计算机支撑环境。信息系统综合应用分析、信息服务和数据共享交换等功能可充分利用已有的信息化和“云”环境基础，实现数据的云端存储、传输、访问和使用。

7.4.6.2 网络建设能力

信息系统运行网络环境分为业务网（环保专网）和互联网。涉及水文地质资料等敏感数据应通过专网进行传输，并满足相应的安全等级保护要求；信息服务和公众参与等功能可部署在互联网，互联网带宽不低于 20M。

7.4.6.3 建设运行要求

在产园区地下水监管信息建设应符合国家信息系统规定的相关数据、服务、通信和功能接口标准，保障在产园区地下水监管信息系统与地方各级系统之间的数据互联互通、信息共享和监管业务协同。

7.4.7 安全要求

遵循规范《环境信息网络管理维护规范》（HJ 461-2009），系统涉及的保密数据按照保密数据要求处理。保护网络 and 系统不受内部和外部的攻击，保护内部信息资源的完整性和保密性，保证合法用户可以方便地访问与其身份相应的信息资源，确保网络及信息的安全，并为将来的应用和发展提供可扩展的空间。

7.5 系统开发

风险监管与预警系统平台开发包括编制开发方案、编码实现、代码走查、单元测试等步骤，工作步骤和要求参见《环境保护应用软件开发管理技术规范》（HJ 622-2007）。本指南重点明确信息系统开发工具选择、框架图、地下水生态环境监管工作模块开发、管理应用互动和信息系统调试、运行及维护等方面要求。

7.5.1. 基本要求

园区地下水污染风险监管与预警信息系统应满足对监测对象的自动、连续、实时监测，具备前端监测数据管理、数据动态展示、预警分析以及数据应用服务能力；同时能

在信息采集及预报分析决策基础上，根据污染程度及污染扩散范围确定预警等级，并将预警信息推送至管理终端，使预警信息接收人员能实时掌握园区地下水环境的整体状态。

7.5.2 信息系统开发框架图

按照“分层设计、模块构建”的思想，系统总体架构图如图 7-2 所示，主要包括用户层、业务功能层、支撑层和基础数据层。

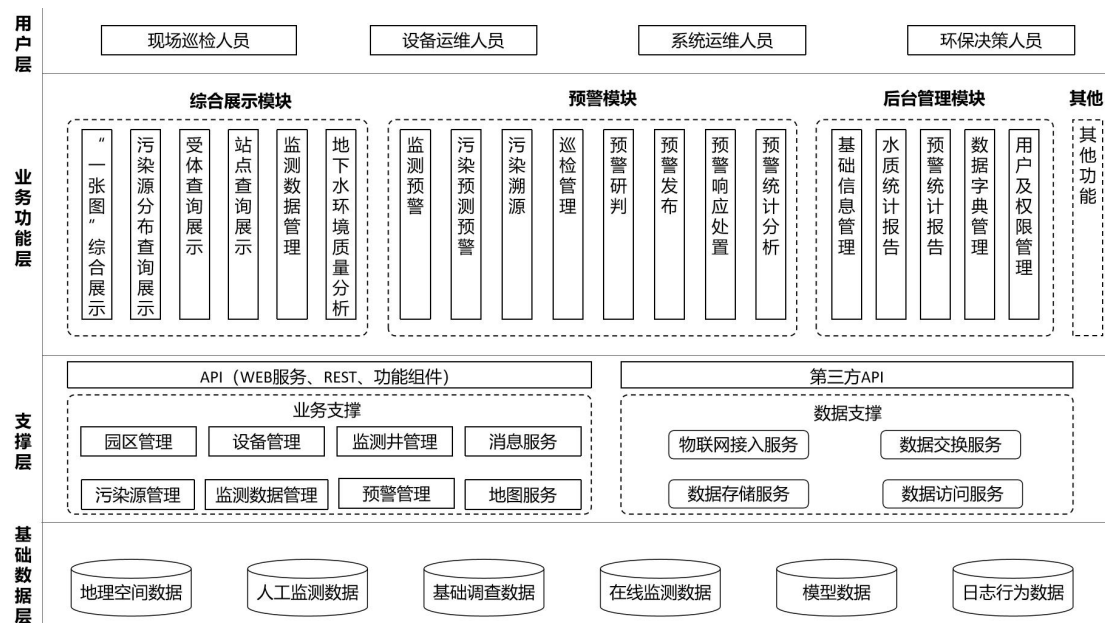


图 7-2 系统总体架构图

7.5.3 基础数据层：主要包含地理空间数据、人工监测数据、基础调查数据、在线监测数据、模型数据和日志数据等，各级地下水监测业务数据、监测数据等可通过数据交换平台进行同级、跨级的双向实时动态地交换共享获取。

7.5.3 支撑层：主要包含业务支撑模块、数据支撑模块、API 服务和第三方 API 服务等。业务支撑主要包含园区管理、设备管理、监测井管理、污染源管理、敏感受体管理等基础数据管理，另外还有消息服务和地图服务等；数据支撑模块包括物联网接入服务、数据存储服务、数据访问服务和数据交换服务等。业务平台可通过对基础业务支撑服务的封装，对外部提供 Web API 服务、功能组件以及第三方 API，便于业务平台内部进行功能扩展、第三方应用进行数据服务调用。

7.5.3 业务功能层：主要包含综合展示模块、预警模块、后台管理模块。综合展示模块主要包含“一张图”综合展示、污染源分布展示（分类分级）、敏感受体分布展示、站点查询展示、监测数据管理和地下水环境质量分析等；预警模块主要包含监测预警、污染预测

预警、污染溯源、现场巡检管理、预警研判、预警发布、预警响应处置和预警统计分析等；后台管理模块主要包括基础信息（园区、污染源企业、敏感受体、监测井及监测站点、监测设备、监测指标等）管理、水质统计报告、数据字典管理、用户及权限管理等；另外还可根据实际需要，增加其他功能模块。

7.5.3 用户层：主要包含现场巡检人员、设备运维人员、系统运维人员和环保决策人员等。

7.5.4. 数据备份

制定并执行数据备份策略，确保监测数据的完整性和存储安全，避免出现数据丢失的情况。

7.6. 安全体系

按照《信息系统安全等级保护定级指南》（GB-T22240-2012）、《信息系统安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2008）等标准规范对平台进行定级备案、安全体系建设、测评与整改，重点包括物理、网络、系统、应用和数据等层面的安全控制要素。

8. 监测预警实施

8.1 一般规定

8.1.1 地下水风险监管与预警应坚持“以防为主，以治为辅”的原则，在自动监测与人工巡检的基础上统筹兼顾技防与人防，通过污染源巡查、监测数据分析和污染预测预警综合研判隐患风险等级，并根据预案及时采取应对措施。

8.1.2 依据园区地下水特征污染因子等关键指标监测数据开展风险预警，主要分为监测预警方式与污染预测预警方式。

预测预警主通过模型的污染计算结果，根据预设的地下水污染预警警级阈值等信息，将污染运移模拟计算结果数据对应划分，将划分结果对应到预设的预警级别中，并在地图上显示出污染浓度对应的预警范围，另外还应考虑周围敏感目标等信息进行预警。

8.1.2.1 监测预警通过分析监测数据变化幅度判断，通过对监测数据变化率（浓度-时间二阶导数）划分不同警度与对应的阈值进行预警；另一种是直接通过对监测数据的绝对值划分不同警度与对应的阈值进行报警，即监测报警。阈值应在机理认识、历史经验的基础上研究设定并动态调整。可根据多个监测指标判据的组合来综合确定地下水环境发

生污染的可能性，预警模型应基于监测数据和溶质运移发展变化趋势，在综合分析水质变化特征的基础上确定，并根据机理认识与监测数据及时调整。

8.1.2.2 预测预警主通过模型的污染计算结果，根据预设的地下水污染预警警级阈值等信息，结合污染源周边敏感受体分布情况，将污染运移模拟计算结果数据对应划分，将划分结果对应到预设的预警级别中，并在地图上显示出污染浓度对应的预警范围。

8.1.3 依据地下水人工采样监测数据，结合历史数据和背景值数据开展预警。

8.1.4 定期开展污染源现场巡检，并做好巡检记录。对可能导致地下水污染的企业污染源进行设备、设施巡检，对园区内污水排放的管道进行定期巡检，发现异常，则需进行预警，并对异常情况进行及时处理。

8.1.5 风险监管与预警工作可参照图 8.1 所示工作流程开展。

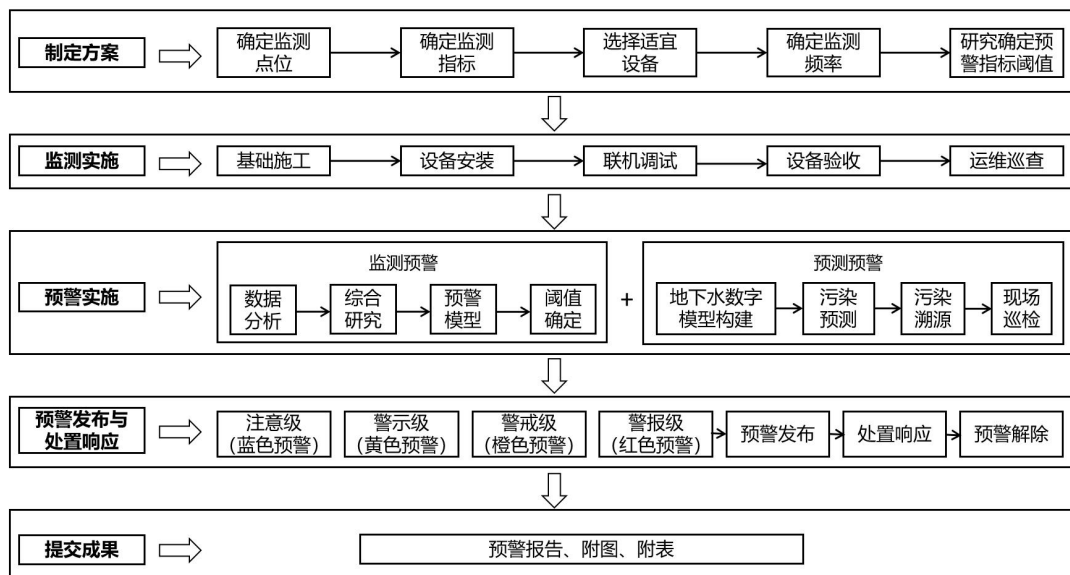


图 8.1 监测预警实施工作流程

8.2. 预警判据

8.2.1 预警判据主要包括水质指标在线监测判据、水质人工采样检测和巡检异常判据等。

8.2.1.1 通用监测预警，通过所有监测指标分析监测数据变化幅度判断率（浓度-时间二阶导数）划分不同警度与对应的阈值进行预警；

8.2.1.2 指标报警，直接通过该指标监测数据的绝对值划分不同警度与对应的阈值进行报警；

8.2.1.3 巡检报警，根据人工采样数据检测 results 和日常巡检发现的异常情况进行分析预

警。

预测预警主通过模型的污染计算结果，根据预设的地下水污染预警警级阈值等信息，结合污染源周边敏感受体分布情况，将污染运移模拟计算结果数据对应划分，将划分结果对应到预设的预警级别中，并在地图上显示出污染浓度对应的预警范围。

8.2.2 地下水环境变化趋势变化预测，分析污染物的污染羽扩散范围和污染扩散到达敏感受体的时间作为判据，将污染运移模拟计算结果数据进行对应划分，将划分结果对应到预设的预警级别中。

8.3. 预警模型与预警指标

8.3.1 地下水数字建模

遵循规范，参照《地下水污染模拟预测评估工作指南》（环土壤〔2019〕25号），选择合适的建模工具，根据水文地质调查资料进行地下水数字建模，包括地下水流场模型和溶质迁移模型。

8.3.2 预警模型与预警指标

8.3.2.1 可根据自动化监测（数据分析）、人工监测（数据分析）和现场巡检综合研判，监测指标变化率、水质指标超标率、潜在风险源现场巡检、地下水数字模型模拟运算等结果确定预警模型，建立四级预警的预警指标。

8.3.2.2 预警结果应根据不同类型的预警指标综合判定（图 8.2）。

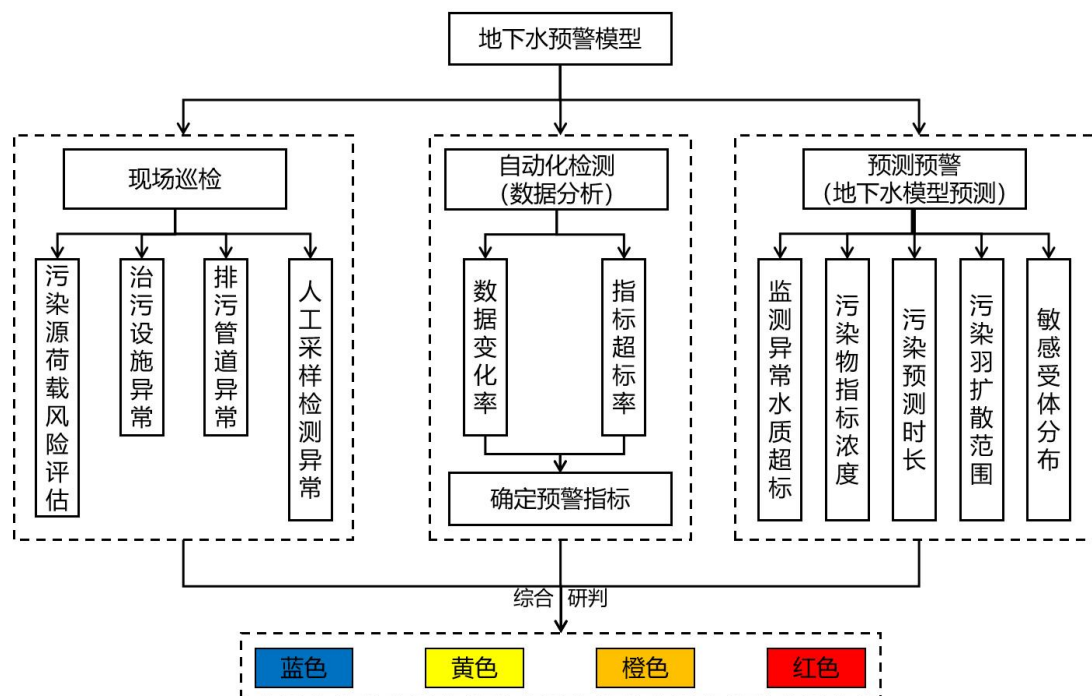


图 8.2 风险预警模型

8.3.2.3 地下水模型选择, 根据使用广泛性和技术可行性, 可采用 Modflow、MT3D-USGS 构建地下水流场模型和溶质迁移模型, 可与 BS 架构的软件系统相融合。

8.3.2.4 污染溯源可计算污染路径及疑似污染范围, 协助查明事故条件下地下水污染来源。当在线监测指标发生异常变化或人为观测到事故污染时启动溯源分析和计算。溯源方法主要分为直接法、数值模拟优化法和概率统计方法。直接法中运用最常见的是反向追踪法, 指在已知当前地下水中污染物分布条件下, 沿地下水流向的反方向, 推求之前某个时间点的污染物分布, 从而确定污染源位置; 数值模拟优化法是基于校正后的地下水污染迁移模型及优化算法理论, 反向计算导致污染指标变化的途径和范围, 通过匹配该污染范围内的污染源信息库实现溯源; 概率统计法主要包括多元非线性回归和贝叶斯理论。

8.3.2.4 地下水污染预测方法和流程参见《地下水污染模拟预测评估工作指南》。

8.4. 预警等级与信息发布

8.4.1 地下水监测预警等级

按照地下水污染风险发生的发展阶段、严重程度、发展变化趋势和可能造成的污染扩散风险程度, 预警级别分为一级、二级、三级、四级, 分别对应风险极高、风险高、

风险较高和风险一般等不同程度，依次用红色、橙色、黄色、蓝色标示。一级为最高级别。

8.4.1.1 红色预警（警报级）：地下水污染风险发生的可能性很大，水质数据变化显著且超标显著，污染扩散范围很大，下游敏感受体很短时间受污染扩散影响很大。

8.4.1.2 橙色预警（警戒级）：地下水污染风险发生的可能性大，水质数据变化较为明显且超标较为明显，污染扩散范围大，下游敏感受体短时间受污染扩散影响大。

8.4.1.3 黄色预警（警示级）：地下水污染风险发生的可能性较大，水质数据变化明显且超标明显，污染扩散范围较大，下游敏感受体短时间受污染扩散影响较大。

8.4.1.4 蓝色预警（注意级）：地下水污染风险发生的可能性小，有一定的水质数据变化和超标，污染扩散范围不大，下游敏感受体短时间受污染扩散影响不大。

8.4.2 预警级别调整

8.4.2.1. 预警级别提高

监测显示，现场巡检迹象及水质监测理化指标越加明显，地下水污染风险发生的概率增大，下游敏感受体受污染造成影响很大，经会商认定后，可以提高预警级别。

8.4.2.2. 预警级别降低与解除

水质监测数据表明水质明显好转，地下水污染风险可控，现场巡检结果正常，下游敏感受体受污染可能性较小，经会商认定后，可以降低预警等级或解除预警。

8.5. 预警响应

预警响应按照《地下水管理条例》、《国家突发环境事件应急预案》等法律法规，与属地地下水污染防治体系充分结合。

8.5.1 蓝色预警应对措施

蓝色预警发出后，现场设备运维人员应去现场对异常站点的设备进行质控校验，如设备正常，则反馈至环保巡检人员，巡检人员根据系统溯源范围内潜在污染源进行巡查，并将有关情况进行反馈至园区环保职能主管部门。

8.5.2 黄色预警应对措施

黄色预警发出后，现场设备运维人员应去现场对异常站点的设备进行质控校验，如设备正常，则反馈至环保巡检人员、巡检人员根据系统溯源范围内潜在污染源进行巡查；

技术支撑单位加强监测数据分析，开展中期预警，预测发展趋势，并到现场进一步核查，并将有关情况反馈至园区及上级环保主管部门。

8.5.3 橙色预警应对措施

橙色预警发出后，现场设备运维人员、环保巡检人员、技术支撑单位应去现场对异常站点的设备进行质控校验，并对根据系统溯源范围内及周边潜在污染源进行巡查，并进行人工采样监测；技术支撑单位加强监测数据分析，开展短期预警，预测发展趋势；园区及上级环保职能主管部门会同技术支撑单位前往现场进一步核查，并将有关情况反馈至上级环保职能管理部门。

8.5.4 红色预警应对措施

红色预警发出后，市、县、园区级环保主管部门、现场设备运维人员、环保巡检人员、技术支撑单位前往现场对监测设备进行质控校验，技术支撑单位加强监测数据分析，开展短期预警，预测发展趋势，并根据溯源范围内及周边潜在污染源进行巡检排查，并对预警站点周边、污染羽扩散范围内、敏感受体的地下水上游的人工监测井和在线监测井进行人工采样检测。若确属地下水污染风险严重，则立即按照应急预案速报机制采取相应行动。

8.6 成果要求

8.6.1 基本要求

地下水污染风险监管与预警成果包括监测预警报告、数据附表、监测专题图件和应急监测每日简报等相关文件。所有资料成果应提供数字化成果。可根据需要分站点监测预警和园区监测预警进行编制。

8.6.2 监测预警报告

8.6.2.1 报告表述要简明扼要、层次分明、逻辑严谨、用语规范、重点突出，突出实用性和可操作性。总体编排顺序按封面、章节目录（含附图、附表、附件）、正文、结论等。

8.6.2.2 文本电子文档要求为 doc 和 xls 格式，电子图件要求为 Map GIS 或 ArcGIS 格式。

8.6.3 报告附图

8.6.3.1 图件应完整清晰，简明易懂，突出监测内容，淡化背景条件。主要附图一般包括站点监测部署图、园区水质监测分析图、污染预测图件、污染溯源图件与预警成果图等。

8.6.3.2 附图应根据需要和资料情况设置比例尺。图面内容第一层次为主要地理要素，第二层次地下水环境要素，第三层次为要反映的主题内容，如地下水监测工程部署及说明表。

8.6.3.3 园区及其属地可根据需要编制其他专题图件。

8.6.4 报告附表

报告附表一般包括污染源及敏感受体调查表、水质监测分析报表（含日、周、半月、月、季度、半年、年报表）等。

8.7. 预警实施与反馈优化

8.7.1 加强监测数据和成功预警案例分析。加强对历史监测数据的综合分析，科学高效提取有效数据、筛选冗余数据、剔除异常数据，认真研判各类数据之间的关联性及其与地质要素的耦合关系，梳理能快速、真实、有效反映地下水环境演化规律和地下水环境恶化过程的有效数据与关键信息，构建不同类型监测站点监测数据样本库与案例集，为预警模型验证与动态优化提供数据支持。

8.7.2 加强监测布设优化研究。认真研判、科学分析灾害机理和发展趋势，必要时补充相关的水文地质环境调查评价、测试实验等工作，精准识别重点污染风险源区块和关键站点，有针对性地在重点污染风险源区块和关键站点安装布设更多水质监测仪器设备。加强现场巡查排查，分析研判点位布设的科学性，优化监测站点监测仪器设备安装布设方案。

8.7.3 加快建立和完善园区各站点不同指标参数预警模型。对园区潜在污染源进行分级分类研究；根据监测仪器设备获取数据特点，加快推进以水质变化率、水质超标倍数与地下水污染预测模型为主的综合预警模型研究；并根据各监测井地下水位监测数据，加强地下水污染预测模型的校准校验，并在信息系统及移动端展示预警成果。

附录 A

关联指标	潜在污染物
COD	甲苯、甲醇、乙醇、乙酸、氯苯、丙酮、异丙醇、乙酸乙酯、DMSO、己烷、甲基叔丁基醚、叔丁醇、乙酸异丙酯、正丙醇、水杨酸、二氯甲烷、二甲苯、甲氧基二乙基硼烷、乙酸丁酯、乙醚、挥发酚、三氯甲烷、环己酮、对甲氧基环己酮、石油类、2-丁酮、动植物油、间氯苯甲酸、苯、煤油、甲酸乙酯、丙烯腈、碳酸二甲酯、二氯乙烷、邻二氯苯、正丁醇、甲醛、羟基丙酮、三氧化硫、溴、吡啶、乙酸钠、苯胺、硝基苯、氨、DMF、三乙胺、邻氨基苯甲酸、二甲基苯胺
氨氮	苯胺、氨、DMF、三乙胺、氯化氨、邻氨基苯甲酸、二甲基苯胺、正丙胺、二正丁胺、3-甲氧基丙胺
TN	硝基苯、吡啶、乙腈、苯环重氮基团、氟伐醇酮、总氰化物、氨基钠、丙腈、邻硝基甲苯、2,5-二氯硝基苯、次黄嘌呤、N-甲基哌嗪、苯胺、氨、DMF、三乙胺、对氨基苯磺酸钠、氯化氨、邻氨基苯甲酸、二甲基苯胺、正丙胺、二正丁胺、3-甲氧基丙胺
TP	三氯氧磷
电导率	四氢呋喃、对氨基苯磺酸钠、氯化钠、氯化钾、硫化物、总镉、总铅、总砷、六价铬、总镍、总铜、总锌、总汞、LAS、总锑、三氯化铝、氢氧化钠、总铁、乙酸钠、氨基钠
pH	HCl、BF ₃ 、氯化亚砷、碳酸钾、硫酸、液碱、三氯化铝、氢氧化钠、乙酸钠
ORP	正庚烷、AOX、甲基异丁酮、甲基环乙烷、环己烷、氟化物