

· 创新与探索 ·

# 化工园区地下水环境状况调查监测布点研究

张帅<sup>1</sup>, 谢飞<sup>1\*</sup>, 王向华<sup>1</sup>, 李冰<sup>1</sup>, 王水<sup>2</sup>

(1. 江苏环保产业技术研究院股份公司, 江苏 南京 210019;

2. 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210019)

**摘要:** 借鉴环境风险源目标管理的理念, 按照“分区、分类、分级”监测的原则, 建立了化工园区地下水环境状况调查监测布点方法体系, 并以某化工园区为示例展开应用研究。结果显示, 该方法能对化工园区不同区域、不同类型、不同级别的地下水污染源构建差异化监测网络, 解决化工园区地下水污染多元化监测布点问题, 可为化工园区地下水环境状况调查监测布点方案的拟定或优化调整提供工作参考。

**关键词:** 监测布点; 污染源; 调查; 地下水环境; 化工园区

中图分类号: X830.1

文献标志码: B

文章编号: 1006-2009(2022)06-0060-04

## Study on Monitoring Site Setting for Groundwater Environment Investigation in Chemical Industry Park

ZHANG Shuai<sup>1</sup>, XIE Fei<sup>1\*</sup>, WANG Xiang-hua<sup>1</sup>, LI Bing<sup>1</sup>, WANG Shui<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Academy of Environmental Industry and Technology Corporation, Nanjing, Jiangsu 210019,

China; 2. Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210019, China)

**Abstract:** Based on the concept of objective management of environmental risk sources and the monitoring principle of “zoning, classification and grading”, the monitoring site setting system for groundwater environment investigation in chemical industry park was established and the application research was carried out with a chemical industry park as an example. The results showed that this method could build a differential monitoring network for groundwater pollution sources in different regions, types and levels in the chemical industry park, solve the problem of multiple monitoring sites setting for groundwater pollution in the chemical industry park, and provide a reference for the formulation or optimization of the monitoring site setting scheme of groundwater environment investigation in the chemical industry park.

**Key words:** Monitoring site setting; Pollution source; Investigation; Groundwater environment; Chemical industry park

化工园区是以发展化工产业为主导的工业集中区域<sup>[1-3]</sup>。全国化工园区地下水污染抽样调查发现, 部分园区地下水超标严重, 地下水环境状况不容乐观。化工园区地下水污染一般具有多源性、隐蔽性等特点<sup>[4-5]</sup>, 科学合理布设监测点位对于精准调查化工园区地下水环境质量状况有一定意义。虽然卢光华等<sup>[6]</sup>、刘伟江等<sup>[7]</sup>、赵璐等<sup>[8]</sup>在部分场地环境调查中均针对地下水环境监测布点展开过相关研究, 但多是围绕填埋场、化工厂和加油站等小范围点状污染源展开, 鲜有专门针对化工园

区这种复杂面状污染源开展探讨的报道。

我国正加快推动建立全国化工园区地下水环境监测网, 各地要求于2022年底前完成化工园区

收稿日期: 2021-10-25; 修订日期: 2022-09-14

基金项目: 国家重点研发计划“长江经济带化工园区场地污染防治技术集成与工程示范”基金资助项目(2019YFC1804000); 江苏省科技研发计划“土壤地下水一体化风险防控与绿色修复关键技术集成科技示范”基金资助项目(BE2019624)

作者简介: 张帅(1993—), 男, 安徽宿州人, 工程师, 研究生, 主要从事土壤-地下水污染控制与修复方面工作。

\* 通信作者: 谢飞 E-mail: 1075461789@qq.com

地下水环境状况调查评估全部工作,时间紧、任务重。今结合生态环境部相关调查要求和历史工作经验,以化工园区地下水为研究对象,借鉴环境风险源目标管理的理念,建立“分区、分类、分级”的化工园区地下水环境状况调查监测布点方法体系,以期能为化工园区地下水环境状况调查监测布点方案的拟定或优化调整提供支撑。

### 1 监控布点原则

化工园区涉及企业多,不宜对每家企业都开展

地下水调查。借鉴环境风险源管理中“分区、分类、分级”理念,可根据化工园区总体构成和潜在地下水污染风险特点布置地下水调查监测点位,即针对不同类型、不同级别的地下水污染源,对化工园区不同区域提出包括但不限于布点位置、钻井深度和采样深度等差异化要求。化工园区地下水环境状况调查监测布点总体原则框架见图 1。其中,“分区”是指化工园区及周边地下水不同调查区域;“分类”是指潜在地下水污染源分类;“分级”是指地下水污染源和环境影响范围分级。

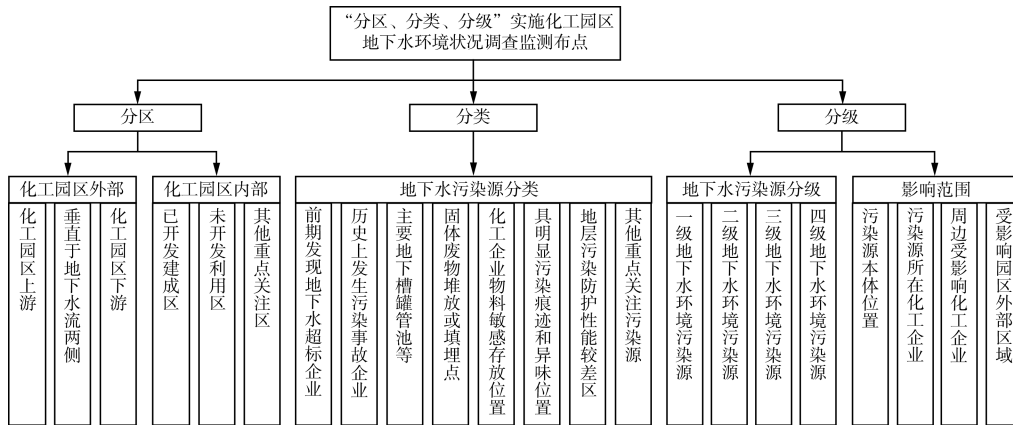


图 1 化工园区地下水环境状况调查评估监测布点总体原则框架

Fig. 1 General principle framework of monitoring site setting for investigation and assessment of groundwater environment in chemical industry park

#### 1.1 分区原则

化工园区地下水一旦形成污染,可能会迁移至周边<sup>[9]</sup>。为保证地下水调查的完整性,调查范围须涵盖化工园区内部及外部一定区域,一般研究至周边 1 km ~ 2 km 范围区域即可。结合区域水文地质勘查结果,按照化工园区与地下水流位置关系不同划分,外部地下水监测点可考虑布设在化工园区上游、两侧和下游,上游关注点为清洁对照,位置以能代表上游地下水环境质量为宜;两侧及下游关注点为污染扩散监测,监测地下水污染是否扩散至外环境。

化工园区内部需要统筹全局进行布点,在对化工园区水文地质、产业、企业规模、毒害物质和危险废物等开展全方位分析判断后,识别出潜在的地下水污染源,并按照已开发建成区、未开发利用区和其他重点关注区(如涉及国考点、取水口和货运码头等)进行内部划分,多层次关注可能存在的地下

水环境污染。

#### 1.2 分类原则

地下水污染源的分类方法有很多种,如基于污染物质种类的分类方法、基于污染程度的分类方法等<sup>[10-12]</sup>。为了便于调查工作开展,可根据地下水污染源涉及的场所、设备设施和造成的事故类型等不同,将化工园区地下水污染源划分为几类:根据已有资料或前期调查表明可能存在地下水污染的区域;曾发生泄漏或地下水环境污染事故的区域;主要的地下罐槽、管线、污水池等所在的区域;固体废物堆放或填埋的区域;原辅材料、化学品、有毒有害物质,以及危险废物等生产、贮存、装卸、使用和处置的区域;其他存在明显污染痕迹或存在异味的区域;其他重点关注区,如未来重点涉污企业落地区等。地下水污染源的种类决定了环境污染风险的高低及可能造成的危害大小,应重点针对已开发建成区进行划分。

### 1.3 分级原则

地下水环境污染源可划分为4级,见表1。其中:▲表示该级别的地下水污染源要求监测布点的区域;●表示该级别的地下水污染源对该区域监测布点不做硬性要求。根据地下水污染事故发生的概率和事故发生后造成的后果严重程度不同,可将地下水污染源划分为一级、二级、三级和四级地下水污染源。发生事故的概率和后果的顺序为一级<二级<三级<四级。在对化工园区开展地下水环境污染识别的基础上可进行初步分级<sup>[13]</sup>,并在行业专家论证后予以调整或确认。该方法符合《化工园区地下水环境状况调查评估工作方案》(环办便函〔2021〕100号)提出的行业专家咨询要求。

表1 不同级别地下水污染源监测点位布设一般要求  
Table 1 General requirements for monitoring site setting for different levels of groundwater pollution sources

级别	地下水污染源	化工企业	周边化工企业	园区外部
一级	▲	●	●	●
二级	▲	▲	●	●
三级	▲	▲	▲	●
四级	▲	▲	▲	▲

不同级别的地下水污染源监测布点区域有所区分:一级地下水污染源监测布点区域重点考虑为地下水污染源位置;二级地下水污染源监测布点区域重点考虑为地下水污染源位置和所在化工企业;三级地下水污染源监测布点区域重点考虑为地下水污染源位置、所在化工企业及周边受影响化工企业;四级地下水污染源监测布点区域重点考虑为地下水污染源位置、所在化工企业、周边受影响化工企业和化工园区外部。当上一级监测区域地下水发现污染时,监测要求可提升一级。即当一级地下水污染源监测发现污染时,应将地下水污染源所在化工企业纳入监测区域中;当二级地下水污染源监测发现污染时,应同时对地下水污染源所在化工企业及周边可能受影响的化工企业进行监测,依次类推。地下水不同监测区域布点数量上要求至少布设1个,可视实际需要增补。

## 2 监测布点方法

### 2.1 化工园区外部布点

为便于对比区域地下水环境质量本底,上游须

至少布设1~2个监测点,以最大限度地靠近园区而又能代表上游地下水环境质量状况的位置为宜。园区周边至少布设5个监测点,垂直于地下水流呈扇形布设。下游布设点位不少于3个,在化工园区两侧至少各布设1个监测点,尽量布设在园区边界处且不超出园区红线边界范围为宜。

### 2.2 化工园区内部布点

布点数量:化工园区内部每10 km<sup>2</sup>至少布设3~5个监测点,当面积>100 km<sup>2</sup>时,每增加15 km<sup>2</sup>监测点至少增加1个。实际调查工作开展过程中针对同类型(行业小类)化工企业原则上布设1个监测点。监测点主要布设在识别出的潜在污染源、所属企业及周边可能受影响企业地下水下游方向,宜位于企业占地红线之外并尽量靠近污染源。

监测井深度:《化工园区地下水环境状况调查评估工作方案》(环办便函〔2021〕100号)中未明确提出监测井深度要求。鉴于全国地下水监测网以监测浅层地下水环境质量为主,建议监测井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。当化工园区周边存有地下水型饮用水源时,虽可增加监测井深度至主开采层,但须做好分层止水工作。

监测指标:化工园区地下水环境状况调查监测要求既能说明所在区域地下水环境质量又能反映化工园区污染特点,监测指标可参照“35+N”的原则确定。“35”指《地下水质量标准》(GB/T 14848—2017)的39项常规指标扣除微生物指标和放射性指标,“N”指特征污染指标,根据园区工业生产中原辅材料、毒害物质等综合核算识别确定。

## 3 某化工园区地下水环境状况调查评估监测布点示例

### 3.1 基本情况

某化工园区地处经济发达的长三角地区,规划面积为2.85 km<sup>2</sup>,是一家以高端绿色涂料助剂生产和制造为产业特色的省级化学工业园,集聚化工企业20余家,涉及有机化工、合成树脂材料等领域,地下水污染源主要涉及苯、甲苯、二甲苯、甲醛等毒害类物质。

### 3.2 地下水环境状况调查评估监测布点

在建立化工园区地下水污染源清单的基础上,

根据确立的“分区、分类、分级”体系方法,共布设地下水环境状况调查监测点位25个,见图2。

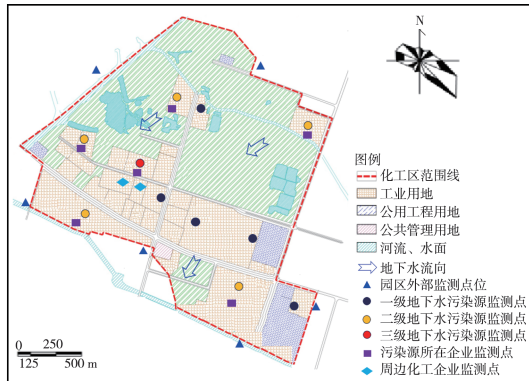


图2 某化工园区地下水环境状况调查监测点位布设

Fig. 2 Monitoring site setting for groundwater environment investigation in a chemical industry park

分区方面,沿化工园区外部周边1 km ~ 2 km 共布设6个地下水监测点,上游、两侧各布设监测点位1个,分别作为地下水清洁对照点和两侧污染控制监测点;下游方向布设3个,整体呈垂直于地下水流方向似扇形布设,作为地下水下游污染控制监测点。内部监测点位重点关注已开发建成区域工业影响,依据地下水污染源分类和分级情况综合进行布设。

分类方面,化工园区共识别出罐区(储罐)泄漏污染源7个、固体废物堆放污染源1个和具明显污染痕迹位置3个。上述各地下水污染源本体位置分别布设地下水监测点位1个,累计布设11个地下水污染源监测点。

分级方面,通过对经分类确认的地下水污染源分别进行污染等级初定和专家论证确认,化工园区判定涉及一级、二级、三级和四级地下水污染源分别为5个、5个、1个和0个。故对确认的二级、三级地下水污染源所属化工企业分别增设1个监测点位,累计布设6个地下水污染源所在企业监测点。另外,对可能受三级地下水污染源影响的周边2家化工企业再各增设1个监测点位。化工园区不涉及四级地下水污染源,不再对化工园区外部额外增加布点。

化工园区地处典型的湖积相漫滩区,依据水文地质勘查结果监测井深设定为7.5 m,抵达浅层地

下水含水层底部。特征污染物监测指标包括苯、甲苯、二甲苯、甲醛等。该布点方案已通过上级行政主管部门组织的技术审核、备案,准予下一步实施。

#### 4 结语

科学布点是实现化工园区地下水环境状况调查的基础。化工园区潜在污染源高度集中、涉毒害物质多,基于“分区、分类、分级”的地下水监测布点体系方法可实现对化工园区这种典型面状污染源地下水监测网络的构建,有利于化工园区地下水实现精准、科学的调查。

#### [参考文献]

- [1] 徐颖,李梦雪,董心月,等. 氟化工园区及周边地下水健康风险及脆弱性评价[J]. 环境科学学报,2020,40(6):2300-2310.
- [2] 于丹丹. 关于化工园区开展自行监测的探讨[J]. 化工管理,2018(36):127-128.
- [3] LI J H, LU W X, LUO J N. Groundwater contamination sources identification based on the Long-Short Term Memory network[J]. Journal of Hydrology,2021,601:280-283.
- [4] 朱大奎,王颖. 环境地质学[M]. 南京:南京大学出版社,2020.
- [5] 张帅,李冰,王向华,等. 基于Hydrus-1D预测模型的包气带溶质运移研究[J]. 干旱环境监测,2021,35(3):97-102.
- [6] 卢光华,刘长波,夏春,等. 某非正规填埋场污染地下水监测技术及应用[J]. 环境工程,2021,39(4):180-186.
- [7] 刘伟江,陈坚,刘锐,等. 郟城某化工厂周边地下水污染现状调查与评价[J]. 安全与环境工程,2018,25(6):67-75.
- [8] 赵璐,邓一荣,黄霞,等. 加油站土壤与地下水环境管理问题思考与对策[J]. 环境监测管理与技术,2019,31(4):4-7.
- [9] 张帅,李冰,王向华,等. 某风险管控场地垂直混凝土帷幕开裂对地下水环境影响预测与效果评估研究[J]. 环境科学与管理,2021,46(1):104-108.
- [10] 惠学香. 化工园区突发性环境污染事故风险防范与应急对策探讨[J]. 环境科学与管理,2009,34(10):26-30.
- [11] 李扬,刘玉雪,田同亮,等. 聊城市城郊浅层地下水硝酸盐污染特征与健康风险评估[J]. 环境监测管理与技术,2020,32(6):38-42.
- [12] LI W Q, WU J H, ZHOU C J, et al. Groundwater pollution source identification and apportionment using PMF and PCA-APCS-MLR Receptor Models in Tongchuan City, China[J]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2021, 81(3):397-413.
- [13] 李霖,刘征涛,李捍东,等. 化工园区重点液态环境风险源监控布点研究[J]. 环境工程技术学报,2011,1(5):409-413.