

附件 3

# 《污染地下水抽出一处理技术指南 (试行) (征求意见稿)》编制说明

2022 年 1 月

## 目 录

一、任务来源.....	1
二、编制必要性.....	1
三、编制过程.....	2
四、主要技术要点说明.....	3
（一）工作内容和流程.....	3
（二）技术适宜性评估.....	3
（三）地块概念模型更新.....	4
（四）抽出-处理系统设计.....	5
（五）工程施工.....	6
（六）工程运行及监测.....	7
（七）工程效果评估.....	8
（八）工程关闭.....	9
五、技术应用现状及成本分析.....	9
（一）国内外同类标准出台情况.....	9
（二）国内外相关技术案例应用情况.....	10
（三）技术应用成本分析.....	10

# 《污染地下水抽出-处理技术指南（试行）

## （征求意见稿）》编制说明

### 一、任务来源

为贯彻落实《地下水管理条例》《地下水污染防治实施方案》，推进我国地下水污染防治，指导和规范污染地下水抽出一处理技术工作，根据《环境保护法》《水污染防治法》《土壤污染防治法》及相关法律、法规文件，编制《污染地下水抽出一处理技术指南（试行）（征求意见稿）》（以下简称指南）。

本指南由生态环境部土壤生态环境司组织，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、中国地质大学（北京）、南方科技大学、上海交通大学等单位起草编制。

### 二、编制必要性

污染地下水抽出一处理技术是一项成熟、应用广泛的地下水污染风险管控和修复技术，根据美国超级基金场地数据统计，抽出一处理技术是地下水污染风险管控和修复策略中最为常用的技术，近年抽出一处理技术应用逐渐由单一技术使用向与其他技术组合使用转变。欧美国家陆续发布了抽出一处理技术的相关技术规范。目前，抽出一处理技术在我国已得到一定工程应用，但尚

缺乏相关技术规范指导。由于该技术应用灵活，可实现污染源削减、污染羽控制、污染羽修复等多种目的，适用于当前我国地下水污染风险管控和修复工作。因此，基于我国地下水污染防治的迫切需求，亟需编制污染地下水抽出一处理技术指南，指导实践应用。

### 三、编制过程

2015年，依托全国地下水基础环境状况调查评估项目，组建指南编制组，多次组织召开指南编制修订工作会议，形成《污染地下水抽出一处理技术指南（初稿）》。2016-2019年，编制组形成了讨论稿、咨询稿与送审稿，多次组织专家论证，深入研究指南的适用范围和技术要求，并逐步修改完善。

2020年5月，生态环境部土壤生态环境司组织编制组召开了《污染地下水抽出一处理技术指南（试行）（征求意见稿）》专家论证会，与会专家充分肯定了指南出台的必要性，建议尽快印发实施。2021年11月，征求生态环境部相关司局意见，并按照相关司局意见修改完善。2022年1月，经司务会审议后，建议公开征求意见。

## 四、主要技术要点说明

### （一）工作内容和流程

明确了开展污染地下水抽出一处理技术应用的工程内容和流程，包括技术适宜性评估、地块概念模型更新、工程设计、工程施工、工程运行及监测、工程效果评估和工程关闭等。

### （二）技术适宜性评估

污染地下水治理工程是否适合采用抽出一处理技术，需开展技术适宜性评估，综合考虑水文地质条件、污染物种类、污染物性质、污染持续时间及工程施工的可行性等。当技术适宜性评估得出抽出一处理技术不可行时，可按照《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6）重新筛选适宜技术。

#### 1. 抽出技术适用性分析

在参照 HJ 25.6 制定风险管控目标或修复目标、确定地下水污染风险管控模式或修复模式后，本指南提出了基于不同模式下的抽出技术应用策略选择和适宜性分析方法。

污染源削减策略以大幅削减污染物含量为主要目的，通常应用于修复或风险管控的前期。除溶解态污染物外，对非水溶性有机物也有一定去除效果。为了达到风险管控目标或修复目标，一般需要结合物理屏障、原位注入等其他技术同步实施。

污染羽控制策略一般应用于污染羽下游，控制溶解态污染物的迁移扩散，对于有机物、重金属等大多数污染物亦有较好的适

用性，但对含水层渗透性、富水性具有一定要求，对渗透性低、富水性差而难以形成稳定降落漏斗截获污染羽的区域，适用效果较差。

污染羽修复策略则利用抽出技术去除污染物，在既定的时间要求下，达到修复目标。该策略适用性具有一定局限性，随着地块水文地质条件复杂性、污染物性质复杂性增加，修复难度也相应增加。当存在非水溶性有机物时，可根据地块条件采用污染源削减策略、污染羽控制策略，结合其他技术开展地下水污染修复。

## **2.处理技术适用性分析**

一般包括技术初筛和技术可行性分析。根据抽出地下水中污染物类型、污染物浓度水平、抽水量，结合地块条件，确定处理规模、进水浓度要求，对比不同水处理技术的优缺点，初步筛选一种或多种处理技术。处理技术应根据污染物类型、浓度水平和抽水量进行选择，可借鉴工业废水的处理方法，主要分为两类，即物理/化学法和生物法，指南附录 A 总结了常用水处理技术及其适宜性。

### **（三）地块概念模型更新**

地块概念模型更新包括污染源、污染物迁移途径、敏感受体特征等相关信息，涉及水文地质特征（地下水位埋深、地下水流速、渗透系数、给水度、有效孔隙度、水力梯度等）、污染源特征（污染源类型、渗泄漏情况、污染源释放情况、特征污染物存在

形态)、污染物分布(污染物类型、性质、污染程度、污染范围以及随时间空间的变化情况)、敏感受体特征(水源、地表水体和人群风险状况)等的分析与刻画。地块概念模型更新应贯穿于风险管控或修复全过程,分阶段逐步细化和更新地块概念模型,为开展抽出-处理工程设计、施工、运行等提供支撑。

#### **(四) 抽出-处理系统设计**

##### **1. 抽出系统设计**

为实现不同抽出策略下的修复或风险管控目标,实现目标捕获区内污染地下水的有效抽出,本指南提出了不同抽出策略下目标约束以及抽出系统布设要求。综合考虑地块条件、水处理能力与水平、运行成本与周期等,基于抽出效率、污染物削减率、捕获区范围等参数评估,对抽水井数量、井间距、井排布、抽水流量进行设计,并根据相关技术规范对抽水井筛管、井径、井管材质等提出具体要求。此外,针对含水层非均质性较强、局部存在低渗透区或存在非水溶性有机物等特殊情景提出具体的改进措施。

##### **2. 处理系统设计**

处理系统设计应选择能有效去除地下水中目标污染物的处理技术,综合考虑处理难度、建设成本、运行成本,开展成本效益分析。可充分利用污染地块及周边已有污水处理设施,节约建设成本。

地块处理系统出水综合考虑水质情况、国家或地方法规政策要求，可选择排放至环境水体或公共污水处理系统。若选择排放入环境水体时，地块处理系统设计出水水质应结合国家和地方水污染物排放标准要求、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合评估确定。若选择排放至公共污水处理系统时，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3），若建设项目与污水处理厂在满足《污水综合排放标准》（GB 8978）、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962）等排放标准允许范围内，对地块处理系统业主与公共污水处理系统运营单位签订具有法律效力的纳管协议的，地块处理系统设计出水水质还应满足纳管协议的要求。对于未纳入国家、地方相关标准的污染物，参照德国、美国等相关经验，以及我国部分行业标准制定和执行经验，必要时可选择大型蚤急性毒性、发光细菌急性毒性、斑马鱼卵急性毒性等生物综合毒性作为污染物控制指标，控制污染物排放的生态风险。

## （五）工程施工

### 1.抽出系统工程施工

抽出工程施工一般包括抽水井及监测井建设、洗井及抽水试验、设备安装三个部分。抽水井及监测井建设阶段，本指南参照《水文水井地质钻探规程》（DZ/T 0148）、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164）等技术规范，对抽水井及监测井建设的工作流程和技术要求等进行了规定，同时明确在满足相关规范要求的前提



下，为节约经济成本，可一井多用，即抽水井也可作为监测井使用。在建井结束后，须及时洗井，洗井方法应根据含水层特性、井管结构和钻探工艺等因素，参考DZ/T0148确定，同时注意对洗井过程中产生污水的安全回收和处理，并开展必要的抽水试验。此外，应严格按照设计要求，进行抽水管道、流量计、泵、电线、开关等设备的安装和调试。

## **2.处理系统工程施工**

处理系统施工应满足处理系统设计方案要求，同时应严格按照《大气污染物综合排放标准》（GB 16927）、《污水综合排放标准》（GB 8798）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）等相关技术规范文件和《城镇污水处理厂工程施工规范》（GB 51221）、《环境工程设计文件编制指南》（HJ 2050）等行业水处理规范开展。为确保处理系统运行效果，本指南提出在处理系统整体施工完成后，试运行一段时间，确保处理系统达到设计规模和效果，并确定最佳运行条件。竣工验收合格后，工程方可正式投入使用。

### **（六）工程运行及监测**

在抽出一处理系统设计、施工完成后，需按照既定设计运行系统，开展工程运行维护，建立有效的监测系统和反馈机制，以满足评估抽出一处理系统运行效果、趋势预测、工程运行状况分析以及方案优化调整等需要，保障风险管控和修复目标可达。

本指南针对抽出一处理工程的运行与维护提出了四方面要求，一是根据工作目标，针对抽水井、水泵和水处理设施应制定运行计划；二是针对抽水井和监测井、在线监测系统、自动化控制设备、水处理设备等设备应制定操作规程并定期维护；三是准确、完整记录工程运行参数和运行维护情况，及时分析和发现潜在问题；四是建立药剂与材料进场检测、试验、登记、储存和使用档案。

本指南围绕污染源削减、污染羽控制和污染羽修复等策略，提出了针对性的抽出系统监测要求。综合考虑污染物、水文地质条件的复杂性，建议监测方案可根据概念模型更新，并结合数值模型计算进行优化调整。处理系统的运行监测主要围绕进水、出水水质开展，以确保处理设备的有效运行。

### **（七）工程效果评估**

本指南中，污染地下水抽出一处理效果评估紧密衔接 HJ 25.6 地下水风险管控或修复效果评估开展。对于风险管控效果评估，由于风险管控技术是对污染物迁移途径的限制与阻断，评估内容应重点关注抽水形成的捕获区能否有效阻止污染羽向下游持续扩散，同时保证捕获区下游地下水中污染物浓度能持续下降。在判断风险管控达到预期效果后，应开展后期环境监管，重点关注地下水流场变化和污染羽扩散情况，同时对抽出水处理系统运行情况进行工程性能指标和污染物指标评估。对于修复效果评估，重

点关注污染羽修复策略能否有效削减地下水中污染物质量和降低污染物浓度，评估标准为达到污染物浓度的控制标准或修复极限时残留污染物风险是否可接受。由于停止抽水后可能存在污染反弹问题，本指南强调在达到修复目标停止抽水后，要持续监测地下水中污染物浓度变化。

## **（八）工程关闭**

本指南提出了可选择关闭抽出一处理工程的2种情景，一是经污染地下水修复效果评估，目标污染物浓度达到既定修复目标，修复工程不再继续；二是经风险管控效果评估，无需实施抽出-处理工程且连续2年均达到风险管控目标。为防止废弃井、固体废弃物等造成二次污染，指南要求在关闭抽出一处理工程后，应对相关构筑物、处理设备设施等进行拆除。对于开展后期环境监管的地块，应保留必要的地下水环境监测井。

## **五、技术应用现状及成本分析**

### **（一）国内外同类标准出台情况**

部分发达国家在长期地下水修复治理过程中，积累了大量经验，围绕抽出一处理技术的策略选择、监测评估、运行维护、优化调整等制定了系列技术标准，美国环保署相继出台了《抽出一处理修复地下水技术指南》（1990年）、《抽出一处理性能监测方法》（1994年）、《抽出一处理修复地下水 决策者和从业者指南》（1996年）、《传统抽出一处理系统设计指南》（1997年）、《运行抽

出一处理系统的有效管理要素》(2002年)等,美国能源局出台了《抽出一处理关闭或转变的性能评估》(2015年)。澳大利亚环境污染评估与修复联合研究中心出台了《抽出一处理修复的应用指南》(2018年)。为规范污染地块地下水修复和风险管控工作程序,我国出台了《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(2019年)。以上技术标准为本指南的制定提供了借鉴和支撑。

## **(二) 国内外相关技术案例应用情况**

根据美国超级基金场地相关案例分析结果,美国 2541 个污染场地地下水污染技术应用情况中,1982~1999 年抽出处理技术应用比例高达 86%。近年来,抽出处理技术多应用于应急、修复前期阶段及风险管控过程,或与其他技术联合应用,以达到修复或风险管控目的。我国近年 27 个地下水修复和风险管控工程案例显示,采用抽出-处理技术或与其他技术联用的比例为 37%,主要用于污染源削减、污染羽控制、污染羽修复等。

## **(三) 技术应用成本分析**

治理费用一般包括直接费用和间接费用,其中直接费用包括抽水井及监测井建设、抽出水处理设施建设、抽出一处理系统监测、运行与维护等费用;间接费用包括工程环境监理、效果评估、人员安全防护等费用。通常处于稳定运行阶段的抽出-处理系统运行维护费用占比较高。据超级基金统计,88 个采用抽出处理技术的污染场地年运行维护费用为 3 万至 400 万美元;据美国环保署

《抽出处理与渗透反应格栅修复技术典型案例成本分析》统计，32个采用抽出处理技术的案例年运行维护费用平均为77万美元。