

《有机污染地块修复技术验证评价规

范 多相抽提》

（征求意见稿）

编制说明



编制组

二〇二三年五月

目 次

1 任务来源.....	1
2 标准制定必要性、编制依据、编制原则.....	1
3 主要工作过程.....	3
4 国内外相关标准研究.....	4
5 同类工程现状调研.....	5
6 主要技术内容及说明.....	8
7 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	16
8 标准实施建议.....	16
9 征求意见处理情况说明（送审稿）.....	17
10 技术审查工作情况说明（报批稿）.....	17



《有机污染地块修复技术验证评价规范 多相抽提》

编制说明

1 任务来源

2020年1月，上海大学作为“国家重点研发计划”场地土壤污染成因与治理技术研究项目《石化污染场地强化多相抽提与高效净化耦合技术》课题五《典型场地强化多相抽提与净化技术全流程规模化示范》承担单位，承担了《强化多相抽提修复技术全流程工艺优化与全系统综合评价》任务。课题组通过分析典型低渗透有机污染场地特征、多相抽提技术经济效能、修复效果等，确定典型的评价技术类型，研究验证程序、指标体系、监测方法、评价方法等，编制有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范。

2022年11月，上海大学向中华环保联合会提出申请，立项《有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范》团体标准，并承担该标准的编制工作，参编单位有上海勘察设计研究院（集团）有限公司、北京高能时代环境技术股份有限公司。2023年5月，中华环保联合会主持召开了该标准征求意见稿技术审查会，依据专家意见将标准名称修改为《有机污染地块修复技术验证评价规范 多相抽提》。

2 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 制定必要性和重要意义

随着越来越多的有机物进入土壤和地下水，污染物由原来的单一组分逐渐转变为多组分混合污染物，复杂的污染组分增加了有机污染场地的修复、治理难度。多相抽提技术是一种土壤原位修复技术，通过真空提取的手段，同时抽取污染区域的土壤气体、地下水和浮油层进行处理。该技术涉及水、土、气、非水相液体（Non-Aqueous Phase Liquid, NAPL）等多相流动，水文地质条件往往具有非均质性、区域性差异，污染物的空间分布多样、复杂，给设计工作增加很多困难。修复工作实施从始至终，往往需要通过现场中试试验确认关键性参数才能设计出有效的多相抽提系统。进十年来，国内的多相抽提技术起步较晚但发展迅速，中试和工程化应用案例逐渐增多，但针对多相抽提技术的验证性评价方面还面临更严峻的挑战。开展多相抽提技术验证评价工作是多相抽提技术修复污染地块的重要一环，时间紧迫、任务艰巨。

为推进生态文明建设，我国积极鼓励和推动污染地块修复技术的验证评价工作。中国石油和化学工业联合会发布的《焦化污染地块修复技术验证评价技术规范》（T/CPCIF

0197-2022)是我国土壤修复领域内首次发布的技术验证评价规范(Environmental Technology Verification, ETV),填补了技术验证评价方法在土壤修复行业中的应用空白。该标准从技术修复效果、绿色低碳性、运行稳定性、维护管理方便性等方面构建了我国焦化污染地块土壤修复领域技术验证评价指标体系,提出了现场测试要求、验证评价方法等关键技术要求,为土壤修复领域新技术提供了科学、客观的评价方法,将有力推动我国土壤修复技术向绿色低碳方向发展。然而,不同污染地块修复技术的验证评价指标及方法存在很大的差异,难以直接引用现有的技术体系,亟需符合污染地块修复技术特征的标准规范加以指导。多相抽提技术的验证评价,可对土壤和地下水是否达到修复目标、过程管控是否达到规定要求、投入产出是否达到可接受水平等情况进行科学、系统的评估,提出后期环境监管建议,为多相抽提技术修复污染地块提供科学依据。

制定土壤污染多相抽提修复技术的验证评价规范是完善标准体系的具体体现,是弥补我国现阶段多相抽提技术验证评价领域技术空白的迫切需求。该技术规范的制定还可以进一步提高多相抽提技术修复工作的规范性,为制定有效修复策略提供参考,节省工程投资,强化二次污染的管控以及方便工程的监督、管理和验收工作,全面提升工程质量和效率,具有重要的经济效益和社会效益。

2.2 编制依据

2.2.1 政策法律依据

国家对环境保护的有关法律、法规,如《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日施行)等。

2.2.2 技术依据

GB 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
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 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 14848	地下水质量标准
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 16297	大气污染物综合排放标准
GB/T 24034	环境管理 环境技术验证
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
HJ 25.2	建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则

HJ 25.5	污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
HJ 25.6	污染地块地下水修复和风险管控技术导则
HJ 164	地下水环境监测技术规范
HJ 493	水质样品的保存和管理技术规定
HJ 494	水质采样技术指导
HJ 495	水质采样方案设计技术指导
HJ 1165	污染土壤修复工程技术规范 原位热脱附
HJ 2025	危险废物收集、贮存、运输技术规范
HJ/T 20	工业固体废物采样制样技术规范
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
T/CSES 1	环境保护技术验证评价通用规范

2.3 编制原则

本研究在借鉴国外验证评价体系发展的经验教训基础上,以实现验证评价体系的可持续发展,推动环境修复技术的创新发展为目标,确定了有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范的设计原则。

(1) 在我国环境技术验证评价通用规范指导下开展研究和编制。环境技术验证评价通用规范是各个领域各种技术验证评价技术规范编制的指导性文件,需要在该文件确定的技术验证评价的程序、评价指标体系的框架范围内开展本标准的研究。

(2) 充分结合有机污染场地多相抽提当前修复主流技术和未来一段时间技术发展趋势开展针对性的评价指标的设计。

(3) 做好通用性要求和差异性要求的衔接。

3 主要工作过程

3.1 组建编制技术组和研究启动

2022年6月,在中华环保联合会水环境治理专业委员会的组织协助下,由上海大学牵头,联合上海勘察设计研究院(集团)有限公司、北京高能时代环境技术股份有限公司等单位签署了团体标准编制协议,成立了标准编制技术组。2022年6月30日,中华环保联合会水环境治理专业委员会组织召开了《有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范》编制启动会议,标准编制技术组就标准编制大纲和重点研究问题进行了第一次集中讨论和任务分工。

3.2 重点问题研究

2022年8月22日,标准编制技术组召开了第二次工作会议。对多相抽提修复技术验证

评价指标体系和验证采样方法等重点问题进行了专题研讨。9月18日，形成了重点问题的研究初稿。

3.3 规范初稿的编制

2022年10月09日，标准编制技术组召开了第三次工作会议。对技术验证程序、现场测试方法等问题进行了专题研讨。10月24日，形成了《有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范》第一版初稿。

3.4 专家咨询和规范第二版初稿的编制

2022年11月15日，上海大学牵头组织召开了标准初稿的专家咨询会，就标准格式和重点技术内容进行了重点咨询。会后经修改完善后形成了《有机污染地块多相抽提修复技术验证评价规范》第二版初稿。

3.5 专家咨询和征求意见稿的编制

2023年5月16日，标准编制技术组召开内部研讨会议，对第二版初稿中的内容再次进行研讨。5月25日邀请专家召开技术审查会，与会专家一致同意该标准通过技术审查，编制组参考专家意见将标准名称修改为《有机污染地块修复技术验证评价规范 多相抽提》，修改完善后于6月5日形成了《有机污染地块修复技术验证评价规范 多相抽提》（征求意见稿）。

4 国内外相关标准研究

4.1 多相抽提技术的发展概况

多相抽提技术（Multi-Phase Extraction, MPE）是通过真空抽提手段，抽取地下污染区域的土壤气体、地下水和 NAPL 到地面上进行分离和处理，以控制和修复地块中有机污染物的技术。

欧美发达国家早在 20 世纪 90 年代就将多相抽提技术作为修复地块污染的技术之一，目前已形成完善的集技术标准和管理机制为一体的多相抽提修复技术体系。美国陆军工程兵团《Engineering and Design Multi-Phase Extraction》技术文件给出了多相抽提技术工程设计指南。美国环保局《Multi-Phase Extraction: State-of-the-Practice》文件提供了实际应用的案例分析。

我国现有多相抽提技术标准规范（包括征求意见稿）大多是同其他修复技术整合编汇。此类标准主要包括《2014 年污染场地修复技术目录（第一批）》、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》、《石化地块污染土壤-地下水原位协同修复技术指南（试行）》等，标准中对多相抽提技术的适用范围、修复效果等做出了总结，但对其工艺运行、设备选型等

并未给出针对性要求和建议。

4.2 环境技术验证评价的发展概况

环境保护技术验证评价是指受政府、环境技术开发者（所有者）、技术使用者或其他相关方的委托，依据国家相关法规和标准，根据《环境保护技术验证评价通用规范》的要求，综合运用分析测试、数理统计以及专家辅助评价等方法，对所委托环境技术的环境保护效果、环境影响以及从其他环境观点出发的重要性能进行科学、客观、公正的测试、分析与评价的活动。

环境技术验证最早是美国为实现环境技术的商业化推广而提出的。1995年，美国环保署与地方政府、联邦机构联合建立了环境技术验证体系，1995-2001年期间进行了ETV试点，并取得了较好的效果，2001年起美国组建了六个验证中心，由环保署直接管理，正式运行ETV制度，截止2010年，美国基本开展了全部环境技术领域、共443项技术的验证评价；随后，加拿大借鉴美国在ETV制度上的运作经验，也建立了相应的环境技术验证体系。2008年，美国、加拿大等国联合设立了ETV国际工作小组（International Working Group，IWG-ETV），致力于推进ETV国际标准化，建立ETV国际互认。这一举措赢得了中国、日本、韩国等众多国家及欧盟的认可，也使ETV制度快速发展起来，日本开展了9个技术类别、323项技术的验证，韩国ETV管理机构—韩国环境技术产业院的报告指出，通过技术验证评价的技术，其商业化率高达70.2%，远高于科技成果平均转化率，ETV在促进技术转化方面发挥了积极作用。欧盟委员会于2005年开始ETV研究，共开展了36项技术验证，目前已经联合欧盟主要成员国正式开展验证评价试点。

为适应我国市场经济条件下技术创新成果不同需求，对科技成果的水平及其价值做出客观、科学的评价。我国制定了系列政策并发布了相关规范性文件，目前环境技术验证评价的主要规范性文件包括：

- (1) 《环境保护技术验证评价实施指南》，2015.06；
- (2) 《环境保护技术验证评价通用规范》 T/CSES-1-2015，2015.09；
- (3) 《环境管理 环境技术验证》 GB/T 24034-2019，2019.12；
- (4) 《燃煤电厂大气污染物超低排放技术验证评价规范》 T/CSES 09-2020，2020.10；
- (5) 《焦化污染地块修复技术验证评价规范》 T/CPCIF-00197-2022，2022.04

5 同类工程现状调研

5.1 多相抽提技术工程案例

MPE技术在国外已有多年的工程应用，美国环保署、石油学会和陆军工程部等针对MPE

系统的工程设计和运行维护出台了相关的技术指南。Kirshner 等 1996 年报道了高负压双相抽提(HVDPE)技术在航空燃油污染土壤和地下水修复的应用,经 5 个月运行去除了 16656.8 kg 烃类污染物,其中生物降解、液体抽出、气相抽提对污染物去除的贡献分别占 62%, 27% 和 11%。Gabr 等在某空军基地航空燃油污染场地使用垂直预制井布设 25 排抽提井, 安装 MPE 系统进行 LNAPL 抽提, 运行 185 h 共去除 467 kg 气相有机污染物和 133 L 的自由相液体。Calza 等将 MPE 技术应用于巴西某加油站苯污染场地修复, 经 18 个月系统运行后地下水中苯污染浓度达到修复目标要求。Baldwin 等在某加油站加气站场地设置 12 口抽提井并安装 HVDPE 系统进行地下水修复, 两年半运行期共抽出污染地下水 1400 m³, 去除约 119 kg 石油烃。

国内 MPE 技术研究应用近年发展迅速, 中试和工程化应用逐渐增多。张云达等在某氯代烃苯系物复合污染场地采用单泵双相抽提系统进行地下水修复, 在 1000 m² 污染范围内布设抽提井 103 口, 在 20 天运行后抽出 250 m³ 地下水, 12000 m³ 气体, 收集 NAPL 约 50 L。张峰在某化工场地 LNAPL 污染地下水单泵双相抽提系统修复中试研究布设了 9 口抽提井, 运行时间 25 d, 共抽提污染液体约 720 L, 去除甲苯约 125 kg。王锦淮等在某化工场地苯系物污染地下水 MPE 修复中试研究发现, MPE 技术实现了土壤地下水中挥发性气体污染物浓度迅速下降, 但对残留溶解态、吸附态污染物无显著效果, 需与原位化学氧化修复技术联合运用以提高修复效率。张晶等在某有机复合污染场地应用 MPE 和原位化学氧化联合技术完成地下水修复, 通过 MPE 系统收集 LNAPL 自由相, 再利用原位化学氧化技术进一步降解, 45 d MPE 运行中收集了约 100 L 的 LNAPL。

5.2 我国环境技术验证评价案例

我国首个环境技术验证试点项目于 2011 年在浙江富阳展开, 验证的技术为水蚯蚓原位消解污泥技术。“十一五”期间, 水体污染控制与治理科技重大专项专门安排课题对 ETV 制度框架、验证程序、验证规范、评价方法等进行了系统研究, 编制了《环境保护技术验证评价实施细则》、《环境保护技术验证评价测试规范》等文件草案, 为验证评价的全面实施提供了技术支撑。

2015 年, 中国环境科学学会联合中国科学院高能物理研究所完成了医疗废物高温干热处理技术的技术验证工作, 该技术目前已经实现规模化推广应用; 2017 年, 环境保护技术验证评价联盟与中国环境科学学会完成了废荧光灯管处理过程含汞废气低温等离子体集成处理技术的验证评价。这两个项目的顺利完成检验了技术验证评价在中国的可行性和《环境保护技术验证评价实施指南》的有效性和指导性。整体来讲, 在相关政府部门不断加强完善

环境保护体制的形势下，我国环境技术验证评价尚处于探索推广阶段。

2015年，经原环境保护部认可，中国环境科学学会牵头组建“环境保护技术验证联盟”，首批有25家学术团体、环保科研院所、监测检测机构、高校等单位加入联盟，联盟成员单位紧密协作，向政府和社会提供优质技术评价服务。

近年来，中国环境科学学会联合技术验证评价联盟成员单位、国家环境保护工程技术中心、会员单位等，在医疗废物高温干热处理、污水防治生物处理、分散性污水处理、燃煤电厂超低排放等领域，联合开展了30余个技术验证评价项目。

表 5-1 我国环境技术验证评价案例汇总表

序号	内容	数量
1	环境科学学会与中科院高能物理所合作完成《医疗废物高温干热处理技术》验证评价	1项
2	与丹麦 ETA-Danmark 公司合作，开展《牙科用水消毒技术》验证评价	1项
3	与韩国环境产业技术研究院合作，对韩国《固体废物分拣》、《污泥脱水》、《自来水厂水源絮凝过滤抚州》等三项技术进行联合验证	3项
4	与法国 RESCOLL 咨询公司合作，开展《室内空气净化技术》联合验证	1项
5	科学学会与环保部对外合作中心开展《水泥窑处置垃圾焚烧飞灰技术》验证项目（全球环境基金项目）	1项
6	依托“十一五”水专项	5项
7	863项目的四项技术成果验证（陶瓷、水泥、活性焦），验证评价结果作为项目验收的依据之一。	3项
8	环境科学学会完成中科院北京综合研究中心研发的《废荧光灯管处理过程含汞废气低温等离子体集成处理技术》验证评价	1项
9	依托“十二五”水专项课题，中国环科院与科学学会合作，开展化工、生态修复、造纸废水、废水监测等9项水处理技术的验证	9项
10	辽宁省环科院《城镇污水处理厂蚯蚓处理污泥技术》验证评价	1项
11	环境科学学会与沈阳环科院开展《医疗废物旋转式高温蒸汽消毒器处理技术》验证评价	1项
12	环境科学学会与中科院北京综合研究中心开展《医疗废物环氧乙烷消	3项

	毒处理技术》、《医疗废物热熔固化消毒处理技术》、《医疗废物焚烧烟气二噁英及汞等多污染物低温等离子体集成处理技术》验证评价	
13	《原位热脱附-水平井-化学氧化耦合修复技术》、《原位电阻加热-多相抽提-固化降解集成修复技术》、《原位空气注入-生物强化集成修复技术》验证评价（正在开展）	3项
汇总	33项	

6 主要技术内容及说明

6.1 适用范围

本文件规定了有机污染地块多相抽提修复技术验证评价的总体要求、资料收集、验证指标体系、验证测试要求和验证评价及报告编制等。

本文件适用于有机污染地块多相抽提修复技术验证评价。

说明：参考相关技术规范，结合国家重点研发计划成果，规定了本标准的适用范围，本标准主要适用于有机污染地块多相抽提修复技术的验证评价，但考虑到部分内容的相似性，强化多相抽提技术的验证评价也可参考本标准。

6.2 术语和定义

本标准规定了6个术语，分别是技术验证评价、多相抽提、环境效果指标、工艺运行指标、维护管理指标、测试周期，主要术语说明见表6-1：

表 6-1 术语和定义说明

术语和定义	说明
技术验证评价	《环境保护技术验证评价实施指南》第一章第二条对“环境保护技术验证评价”已有明确释义，考虑到多相抽提技术也属于环境保护技术的一部分，因此本标准直接引用了部分该术语的释义，并进行了删减和修改。
多相抽提	引用《污染土壤修复工程技术规范 原位热脱附》（HJ 1165）3.8对“多相抽提”的释义：“通过真空提取手段，抽取地下污染区域的土壤气体、地下水和油层到地面进行相分离及处理，以控制土壤和地下水中有有机污染的技术。”，为更贴合本标准，原文中有修改。
环境效果指标	引用《环境保护技术验证评价通用规范》（T/CSES 1）3.3对“环境效果指标”的释义：“指用来表征环境保护技术对污染物处理效果的指标，分为通用指标和特征指标。对于污染治理技术，环境效果指标一般是污

	染物去除效果指标。”，标准原文中有修改。
工艺运行指标	引用《环境保护技术验证评价通用规范》（T/CSES 1）3.6对“工艺运行指标”的释义：“指直接对环境保护技术稳定运行及污染物处理效果产生影响的工艺运行指标，如污水处理技术中的污泥回流比、水力停留时间等。”，标准原文中有修改。
维护管理指标	引用《环境保护技术验证评价通用规范》（T/CSES 1）3.7对“维护管理指标”的释义：“指环境保护技术设施日常运行、维护指标，如能源资源消耗（如水、电和药剂等）、操作的难易程度、技术设施运行稳定性与耐久性等。”，标准原文中有修改。
测试周期	引用《环境保护技术验证评价通用规范》（T/CSES 1）3.9对“测试周期”的释义：“指根据环境保护技术验证评价目标、测试要求，以及污染物负荷、生产周期、环境条件等，为达到验证评价目标所需要的最短测试时间。”，标准原文中有修改。

6.3 基本规定

具体内容详见标准文本。

说明：验证评价应遵循科学性、客观性和公正性的原则。还应对环境效果、工艺运行以及维护管理综合评价。同时，验证评价程序应符合 GB/T 24034 和 T/CSES 1 的规定。在验证评价启动前，应编制验证评价方案，明确验证评价指标。验证评价指标应以定量为主、定性为辅，宜包括环境效果指标、工艺运行指标、维护管理指标。验证方案、验证评价指标应由验证机构根据被验证技术特点确定，并组建专家委员会评审。

6.4 资料收集

本标准针对有机污染地块多相抽提修复技术或组合技术开展验证评价，综合收集技术应用情况、技术应用地块、已有数据等，从环境效果、工艺运行以及维护管理开展全面评价。根据污染地块修复技术特点，本标准提出资料收集清单，具体收集内容见表 6-2。

表 6-2 技术资料收集清单

分类	指标	单位
技术应用情况	技术简介	/
	技术适用性	/
	技术声明	/

	设计参数	/
	去除率	%
	修复成本	元/方
	三废及噪声污染情况	/
	其他	/
技术应用地 块	工程概况	/
	水文地质情况	/
	土壤污染特征	/
	地下水污染特征	/
	污染物情况	/
	目标污染物初始浓度	mg/kg、mg/L
	目标污染物修复目标	mg/kg、mg/L
	修复设施概况	/
	平面布置图	/
	工艺参数	/
已有数据	土壤污染数据	mg/kg
	地下水污染数据、污染物变化	mg/L
	实际材料和药剂消耗台账	/
	能耗	标准煤
	水耗	/

说明：资料收集主要包括技术应用情况、技术应用地块、已有数据三部分。技术应用情况主要以技术简介、技术适用性、技术声明、设计参数等技术描述性文件为主，阐明技术去除率、修复成本、三废及噪声污染情况。设计参数反映了验证评价项目的设计条件，本标准根据不同技术的技术类型，制定了相应的技术参数，由技术持有方从工艺运行参数中选取能够反映技术特点、可公开的设计参数，供验证评价机构参考。

由于土壤的不均质性以及不同地块水文地质条件的差异性，多相抽提技术对不同地块土壤的修复效果具有较大的差异性。因此，应明确验证技术应用地块的情况，包括地块概况、水文地质情况、土壤污染特征、地下水污染特征、污染物情况、目标污染物初始浓度、目标污染物修复目标、修复设施概况、平面布置图等情况，如涉及地下水修复，则需要包括地下

水污染特征，污染物的情况等，明确污染地块目标污染物、初始浓度以及修复目标。

可以收集技术持有方以往的运行数据与资料作为验证评价的参考资料，同时，在验证过程中，技术持有方应记录能耗、水耗、材料以及药剂的消耗等台账，为验证评价单位提供依据。

6.5 验证指标体系

本标准确定有机污染地块多相抽提修复技术验证评价指标主要包括环境效果指标、工艺运行指标和维护管理指标三类，验证评价指标体系框架见表 6-3。

表 6-3 有机污染地块多相抽提修复技术验证评价指标体系框架

一级指标	二级指标		三级指标
环境效果	目标污染物 去除效果	去除率	石油烃、卤代烃、苯系物、多环芳烃、苯胺类和联苯胺类及酚类
		达标率	
	环境质量影响	土壤/地下水	过程产物、降解产物
		固体废物	一般工业固体废物、危险废物产生量
		废水/废气	污染物、常规污染物排放是否达标
	噪声	等效连续 A 声级 (LAeq)	
工艺运行	技术参数		影响半径、井深、井距、井径、理论真空度、理论抽提气量及流量、油水分离停留时间、废气吸附停留时间、吸附容量
			其他
	运行参数		真空度、气液流量、废气浓度 (PID)、温度、抽提液位、油水液位、NAPL 罐液位、活性炭饱和度、空气湿度
其他			
维护管理	运行可靠性		连续稳定运行时间
			故障及异常发生频率
			故障程度
			其他
	经济性		水耗
燃气消耗量，汽油柴油消耗量，电力消耗量			

		等能耗
		药剂、材料种类及用量
		人工、机械
		单台（套）仪器设备占地面积
		其他
	维护管理方便性	排查故障时间
		日常维护保养时间

指标具体描述见标准文本。

说明：根据《环境保护技术验证评价通用规范（试行）》（T/CSES-1-2015），环境技术验证评价指标一般分为环境效果指标、工艺运行指标和维护管理指标三类，具体的评价指标根据被评价技术对象特点确定。

《环境保护技术验证评价实施指南》中提出验证评价的主要技术内容包括：

- （1）技术的科学性、对环境法规和标准的符合性等；
- （2）反映污染物削减效果的性能参数（环境效果参数）；
- （3）反映技术特点的特征工艺参数（工艺运行参数）；
- （4）反映连续稳定运行的可靠性参数；（运行可靠性参数）
- （5）反映原材料消耗、能耗等水平的经济参数（经济性参数）；
- （6）反映运行维护水平的管理参数等（维护管理参数）；

综合上述要求，环境技术验证评价指标从如下三个方面进行设计：

（1）环境效果指标（污染物的去除率和达标率等）：应根据被评价技术处理的目标污染物等来选取。目标污染物包括通用性污染物和特征性污染物；

（2）工艺运行指标：应根据多相抽提技术的具体情况确定。根据处置技术正常运行时需要控制和维持的工艺运行参数、处置技术连续稳定运行时所需要的参数等进行确定。

（3）维护管理指标：是指维护管理指标包括工艺运行过程中产生的二次环境影响（包括介质中共存物质在运行过程中产生的影响）、去除单位污染物的原材料消耗和能耗及运行成本等、运行及维护管理性能参数；

评价结论主要从如下方面得出：

（1）环境效果方面的指标的评价结果。通过实验室分析测试数据，说明在测试时间内采集的各个测试样品的分析结果，与相关污染物排放标准、污染物浓度标准相比较后，说明

是否达到排放标准或者污染物浓度标准的状况；

(2) 反映工艺运行参数。根据实际运行情况，如实记录和反映各项工艺运行参数的数值情况；

(3) 反映维护管理方面的指标数值。通过计算后说明设施的处理能力、说明处理单位污染物的电耗、蒸汽消耗量、煤耗、水耗、燃油消耗量等实际运行参数，可统一折算为处理单位污染物的标准煤消耗数量。

6.6 验证测试

具体内容详见标准文本。

说明：

(1) 验证评价测试

基于验证评价指标体系，为了进行验证测试，本文件确定了以定量测试分析为主，定性描述为辅的测试原则，并对具体的验证测试方法进行了规定。各评价指标能采用国标进行定量分析的均优先采用国标，对于尚无国标法或目前尚不能进行定量分析，则采用验证测试规程推荐方法进行定量或定性评价。

有机污染地块多相抽提修复技术验证测试工作采取现场验证测试结合实验室测试的方式开展。现场验证测试主要针对噪声样品、大气样品和废水样品，数据可靠，评价费用低。由于土壤现场快速检测设备的数据尚不能定量，且与实验室数据有较大差异，因此，土壤样品均需送至实验室进行检测分析。

(2) 测试周期

测试周期是验证评价过程中一个需要重点考虑的关键因素。验证周期的长短直接关系到是否能全面反映验证技术在各种工况条件下的各种效能，同时也影响到验证测试的经济成本。验证时间过长虽然可完整的体现测试技术在各种工况条件下的效果，但会明显增加验证测试的成本，影响验证评价工作开展的经济可行性和推广性；而验证时间过短，则难以全面反映在各种不同情况下处理工艺技术的使用效果及可靠性。因此，本标准中针对土壤修复技术规定了最短验证周期。由于土壤修复设备（系统）刚启动后需要进行调试以及试运行，调试以及试运行阶段无法真实客观的反映技术性能，因此，验证周期从正式运行开始。

测试周期选择要反映所有技术运行工况，如启动、温度变化、负荷变化等，借鉴国内外验证技术测试周期，具体验证周期应由验证机构、测试机构、专家组结合实际情况确定。

(3) 环境效果指标

环境效果指标验证测试的重点是样品的采集、保存及验证测试方法。

根据所收集的技术资料，充分研究验证技术工艺流程、技术特点、创新点、已有数据等

信息，合理设置具有代表性的采样点。采样点位的设置应符合 HJ 25.5、HJ 25.6 的相关规定，并尽量将采样点设置在修复薄弱区。采样频率应能满足可真实反映验证工艺绩效的最低样本数的要求。土壤中目标污染物应至少在验证周期末期采集 1 批次样品；地下水中目标污染物应至少在验证周期中期和末期采集 2 批次样品；验证周期内产生的固体废物应至少在验证周期末期采集 1 批次，不少于 2 个样品；已经明确为危险废物并计划送至危废处置中心的，可不进行采样检测；验证周期内废水应满足 GB 8978 要求；验证周期内废气应满足 GB/T 16157 和 GB/T 16297 等要求；验证周期内噪声测试应满足 GB 12348 要求。样品采集时，需对每个样品贴上标签，注明样品编号、样品类型、采样时间等信息，样品标识应具有唯一性，避免混淆和出错，并保证样品量足够用于检测分析。采样人应及时填写采样记录表。所有样品信息都需要在采样记录表中体现，采样记录表作为评价过程记录文件，需妥善保存。

样品的保存参照标准方法执行，测试机构现场工作人员采集好样品，并用专门的样品箱保存样品，根据要求保存要求及时送至实验室。样品运输前应将容器的外（内）盖盖紧，装箱时应用泡沫塑料等分隔，以防破损，运输过程中，做好防震处理，避免日光照射，并要防止新的污染物进入容器或玷污瓶口。

环境效果指标测试方法应优先选择现行的国家或行业标准方法作为检测方法。样品检测实验室应具备相应检测资质，分析方法应在实验室资质认定范围内使用；优先选用 GB 36600、HJ/T 166、GB/T 14848 等标准指定的检测方法；暂无标准检测方法时，可选用行业统一分析方法或等效分析方法，但须进行方法确认和验证。

（4）工艺运行指标

工艺运行指标应包括技术参数和运行参数。在评价委托方已有数据真实可信的条件下，可直接采用其自测数据；在其数据缺失或可疑情况下，应开展现场测试。技术参数由评价委托方提供，验证评价机构资料审核及现场查验。运行参数在验证评价周期内用台账法实时记录。

（5）维护管理指标

维护管理指标应包括运行可靠性、药剂消耗和能源消耗、维护管理方便性。对于运行可靠性，应记录连续稳定运行时间应当记录设备连续稳定运转时间，考察设备稳定运转性能；记录故障发生时间、原因、排除方法，并对测试期间的故障次数、故障频率等进行统计；评估并记录故障的程度。对于经济性，应记录水耗、能耗、药耗、人工和机械统计清单以及单台（套）仪器设备占地面积。对于维护管理方便性，应记录故障发生时间及排除故障时间和日常维护保养时间。

6.7 验证评价及报告编制

6.7.1 目标污染物去除效果评价

具体内容详见标准文本。

说明：目标污染物的去除效果主要通过去除率和达标率来进行评价。其中，去除率使用公式进行计算即可。达标率评价中土壤和地下水有不同的评价方法。土壤的达标率评价是采用逐一对比或统计分析的方法进行修复效果评价。样本数小于8个时，采取逐个对比法；样本数大于等于8个时，可以采取统计分析方法。效果评价方法参考了HJ 25.5中的相关内容。对于地下水的达标率评价是采用趋势分析法进行持续稳定达标判断，在95%的置信水平下，趋势线斜率显著大于0，说明地下水污染物浓度呈现上升趋势；若趋势线斜率显著小于0，说明地下水污染物浓度呈现下降趋势；若趋势线斜率与0没有显著差异，说明地下水污染物浓度呈现稳态。地下水中污染物浓度呈现稳态或者下降趋势，可判断地下水达到修复效果或修复极限。效果评价方法可参见HJ 25.6。

6.7.2 环境质量指标评价

具体内容详见标准文本。

说明：本节规定了环境质量指标应根据废水、废气、噪声、固体废物的验证评价。有组织废气、无组织废气、废水、噪声及固体废物评价分别规定了相关标准。

6.7.3 技术参数及运行参数评价

具体内容详见标准文本。

说明：技术参数及运行参数评价主要由验证评价机构查阅相关台账，评价委托方是否根据实际运行情况，如实记录和反映各项工艺运行参数的数值情况，一般采用均值、中位值、数据范围、方差等进行分析。同时验证评价机构应在对数据统计分析的基础上，对数据结果做出科学合理的评价。

6.7.4 运行可靠性评价

具体内容详见标准文本。

说明：运行可靠性指标主要根据连续稳定运行时间、维护管理难易程度、故障发生频率、排除故障的难易程度、维护管理所需要的技能水平等进行分析，考察技术运行是否可靠。

6.7.5 经济性评价

具体内容详见标准文本。

说明：对于水、能源、物料消耗等参数，应折算成单位污染物消耗量、单位时间消耗量、综合能耗等方便评价的数据。对于建设费用、运行费用、维修费用和折旧费用折算成单位时间、单位土方量等单位成本价格以便于评价。可与同类工程或经验值进行对比，评价技术的

经济性。

6.7.6 维护管理方便性评价

具体内容详见标准文本。

说明：根据维护管理工作量、维护管理难易程度、维护管理所需要的技能水平等评价有机污染地块多相抽提修复技术的维护管理性能。

7 标准实施的环境效益与经济技术分析

标准内容体现了有机污染地块多相抽提技术验证评价的完整流程,对保证科学评价受污染地块多相抽提修复成效,起到了积极地推动作用。本标准选取的参数符合我国实际情况,且借鉴了相当数量的有机污染地块多相抽提工程实例,是成熟、可靠、优化的验证评价规范。标准实施后可带来以下效益:

(1) 有利于国家及我省相关环保政策的贯彻执行,本标准严格遵循国家《土壤污染防治行动计划》关于预防为主、保护优先、风险管控的土壤污染防治总体思路,从技术层面提出了对污染地块多相抽提修复技术进行效果验证评价的总体程序、内容和要求,是《上海市土壤及地下水污染防治“十四五”规划》的重要任务之一,对进一步提高多相抽提技术修复工作的规范性,节省工程投资,强化二次污染的管控以及全面提升工程质量和效率,推进生态环境建设,具有重要而深远的意义,并且能实现良好的环境效益和社会效益;

(2) 多相抽提技术验证评价的技术框架和相关参数要求通过大量数据调研、专家咨询和意见征求后,进行了相应简化和改进,能够与当前多相抽提技术的管理与发展水平相适应,符合有机污染地块多相抽提技术验证评价的实际需求。

(3) 在土地资源越来越珍贵的今天,如何经济、快速、高效地使用多相抽提技术修复污染的地块,使其符合功能区调整后的土地再利用类型功能要求,已成为现代城市环境管理中一项极为重要的挑战。本标准有助于进一步合理合规的推进有机污染地块多相抽提修复技术的发展,同时也对进一步健全多相抽提技术体系具有积极的推动作用。

8 标准实施建议

为了推行本标准的实施,规范有机污染地块多相抽提技术验证评价,提出建议如下:

(1) 技术标准的制定发布应与有效可行的政策法规相匹配,建议加快完善行业污染地块管理的政策和法规制度,加强技术标准的规范和指导作用。

(2) 建议各级环境保护部门及相关监督管理部门在有机污染地块多相抽提技术验证评价工作中积极采用本标准,以加强对污染地块再开发利用的监管。

(3) 此外,由于国内目前相关的基础研究比较薄弱,特别是多相抽提技术的验证评价

方法尚无国内先例可以借鉴，国外的相关技术规范又缺乏可操作性，因此建议该标准在广泛征求意见基础上修改后可先试用，在实际应用中不断完善、修订和补充，使其不断满足环境保护和管理的需求。

9 征求意见处理情况说明（送审稿）

10 技术审查工作情况说明（报批稿）

