

农药污染场地修复技术指南 化学氧化法
编制说明
(征求意见稿)

《农药污染场地修复技术指南 化学氧化法》编制组
二〇二二年九月

目录

一、制定标准的背景、目的和意义.....	1
二、工作简况.....	4
三、标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	5
四、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系.....	7
五、重大意见分歧的处理经过和依据.....	9
六、标准实施的环境效益及经济技术分析.....	9
七、贯彻实施标准的措施和建议.....	10
八、其他应予说明的事项.....	11

一、制定标准的背景、目的和意义

1.制定标准的背景

上世纪 90 年代以来，我国正在经历着前所未有的城市用地再开发利用的过程。中心城市大力推进“退二进三”，即为调整城市市区用地结构，逐步迁出或关闭市区污染大、占地多的工业企业，为服务业等行业的发展腾出空间。在这个过程中，大量的工业企业经过拆除、搬迁，土地转为建设用地再利用，不可避免地存在着土壤污染风险和随之而来的人居安全隐患。2014 年环境保护部和国土资源部联合发布《全国土壤污染状况调查公报》显示，我国土壤污染总体情况并不乐观，污染面积大、程度深是十分普遍的现象。耕地、工矿业废弃地环境污染尤为严重。据测算，重污染企业用地及周边土壤、工业废弃地、采矿区、工业园区作为土壤污染最为突出的问题，其污染地块点位超标率分别是 36.3%、34.9%、33.4%、29.4%。

农药是一类难降解的有机污染物，因其具有环境持久性、生物积累性、半挥发性和致毒性等特性，对环境和人类健康具有较大潜在威胁。我国作为农业大国，在 20 世纪 60-80 年代曾大量生产和使用过滴滴涕（DDT）、六六六（HCH）、六氯苯（HCB）等农药。我国化学农药原药产量在 2015 年达到历史最高产量 374 万吨，2018 年产量为 208 万吨，占世界总产量的 33%以上。随着农药生产和加工企业搬迁，其遗留场地除检测到多代农药外，苯系物、苯酚、氯代烃、多环芳烃、总石油烃、二氯乙烯和三氯乙烯等农药生产合成过程中所用原料和溶剂的检出浓度也均较高。这些污染物在土壤中以不同的赋存

形态、含量、污染方式及污染程度存在，具有不同的释放性、迁移性、有效性和风险性，对人体健康和环境安全造成严重威胁。

为了加强污染场地环境监督管理与修复，生态环境部制定发布了《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4）和《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682）等 5 项污染场地系列环保标准，旨在为各地开展场地环境状况调查、风险评估、修复治理（风险管控）提供技术指导和支持，为推进土壤和地下水污染防治法律法规体系建设和实际监督管理应用提供技术上的支撑。

目前，污染土壤修复方法大致分为物理、生物以及化学三方面。其中，物理修复法包括热处理、表面活性剂淋洗技术等，虽然易操作，但其成本高，对土壤扰动大，且耗时长、效率低，因此应用较少。生物修复法包括微生物修复、植物修复以及二者联合的修复技术，该类方法温和、对环境友好，但受限多，见效慢，且由于土壤成分复杂，治理效果也不稳定。污染土壤化学氧化技术是指向污染土壤添加氧化剂，通过氧化作用，使土壤中的污染物达到修复目标值的过程。常用的化学氧化药剂包括高锰酸钾、芬顿试剂、臭氧以及过硫酸盐等。

化学氧化技术作为化学修复法的一类，近年来受到越来越多的关注。化学氧化修复技术是通过催化或能量输入的方法使体系中产生高氧化活性物种如羟基自由、单线态氧、硫酸根自由基等，进攻有机污

染物基团，从而使大分子有机污染物降解为水、二氧化碳、小分子酸、无机盐等无毒产物。与其他方法相比，化学氧化技术的主要特点在于氧化能力强、选择性小、反应速率快，而且反应条件温和，无需高温高压。化学氧化技术具有环境友好且经济效益高的特点，对于我国土壤有机污染物的治理成效非常可观。

然而，现行制度规范体系下缺少化学氧化技术治理修复农药污染场地的技术指南。开展本指南的编制是对相关法律法规的补充和完善，对指导和规范化学氧化技术在农药污染场地治理与修复中的应用有着重要的作用。

2.制定标准的目的

我国是农药生产使用大国，生产和施用农药所造成的土壤污染主要发生在农药生产场地和农用地。长三角农药污染场地具有生产历史长，污染组分复杂、土壤粘度高、沿江沿河分布、周边敏感受体密集等特点，相比其它工业污染场地，危害更大、风险更高，严重威胁人体健康和环境安全，是我国当前亟待解决的重大土壤环境问题。因此，适用我国的农药污染场地化学氧化修复治理技术指南亟待制定，以通过制度科学、规范、可靠地规范风险管控与修复过程。

本指南适用于采用化学氧化技术修复/治理农药污染场地，可用于指导修复/治理工程中方案设计、施工建设要求及修复效果评估等设计和施工活动。针对各类农药污染场地中目标污染物化学氧化降解性好/转化率高的土壤，本指南规定了农药污染土壤化学氧化修复治理工程（包括修复及风险管控）方案设计、施工及验收、二次污染防

治等相关要求，对修复效果的评价内容和指标做出了规定。

3.制定标准的意义

化学氧化修复技术是一种利用掺进土壤中的化学氧化剂与污染物所产生氧化反应，达到使污染物降解或转化为低毒、低移动性产物的修复技术。化学氧化修复技术具有技术成熟、氧化速度快，处理周期短，修复成本较低，处理工艺简单，可操作性强，修复效果好等优势，适用于农药污染场地的治理修复。目前，我国关于农药污染场地化学氧化修复治理技术指南部分仍存在一定的研究空缺。编制农药污染场地化学氧化修复治理技术指南，符合《土壤污染防治工作计划》等相关法律法规均提出“构建标准体系，健全土壤污染防治相关标准和技术规范”的要求，将为农药等有机污染场地治理修复提供技术支撑，对我省乃至全国土壤污染防治工作具有重要意义。

二、工作简况

1.标准主要起草单位和起草人员任务分工

标准主要起草单位是浙江省生态环境科学设计研究院。

2.主要工作过程

2.1 标准编制工作过程

2020 年，本指南开展编制研究。编制组梳理了国内外农药污染场地化学氧化修复案例、相关指南标准以及项目后评估工作的进展，完成了本指南的编制大纲。

2020 年 11 月和 2021 年 8 月，就指南编制研究工作，编制单位两次召开专家研讨咨询，讨论标准立项的必要性、可行性、范围和拟

编制的内容。

2.2 标准更名情况说明

标准制定过程中，结合调研情况、专家咨询意见及管理部门建议，标准名称《农药污染场地高效氧化修复治理技术指南》调整为《农药污染场地修复技术指南 化学氧化法》，原因说明如下：

（1）关于“高效氧化”改为“化学氧化”的说明。高效氧化的范围较模糊，为进一步明确本指南氧化修复治理的边界和内涵，将“高效氧化”改为“化学氧化”。即本指南主要针对化学氧化修复治理技术进行介绍说明。

（2）关于标题语序的说明。为与同批次其他两个相关标准相协调，统一标准的说法，将“化学氧化法”置后。

三、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

1. 标准编制原则

（1）规范性原则。本文件严格按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草，确保标准编制程序、格式规范。本指南作为国家、行业标准的必要补充，符合有关法律法规的要求，并在突出化学氧化技术特点的同时，做好与现行的“建设用地土壤污染风险管控和修复系列环境保护标准”等其他相关标准的衔接工作。

（2）针对性原则。通过参考国内外相关的农药污染场地化学氧化技术治理修复相关资料，结合农药污染场地的特征、污染物特性和我省实际情况，提出农药污染场地化学氧化修复治理技术要求，为污

染地块管理体系提供支撑。

(3) 可操作性原则。根据我省农药污染场地治理修复全过程管理的实际情况,以保护人体健康和生态环境为出发点,结合化学氧化技术研究现状,指导和规范化学氧化技术在农药污染场地治理与修复中的应用,提出具有可操作性的实施流程。

2. 确定标准主要内容的依据

本指南编制依据包括:

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB 36600	土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准
GB 50332	给水排水工程管道结构设计规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50727	工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
GB/T 14848	地下水质量标准
GB/T 20801	压力管道规范工业管道
GBZ/T 197	建设项目职业病危害控制效果评价技术导则
GBZ/T 160	工作场所有毒物质测定
GBZ 2	工作场所有害因素职业接触限值
HJ 25.1	建设用地土壤污染状况调查技术导则
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 25.3	建设用地土壤污染风险评估技术导则
HJ 25.4	建设用地土壤修复技术导则

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 682	建设用地土壤污染风险管控和修复术语
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
HJ/T 164	地下水环境监测技术规范
DB33/T 2128	污染地块治理修复工程效果评估技术规范

四、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本指南的编制在调研国外相关标准体系的基础上，充分衔接了国内现行的有关法律法规、强制性标准和其他有关标准，拟填补技术体系中的缺口，为农药污染场地化学氧化技术治理修复工程实施提供技术支撑。

1. 国外相关工作的开展

早在 21 世纪初，美国就制定发布了《受污染土壤和地下水原位化学氧化的技术和监管指南》，对高锰酸盐、过硫酸盐、过氧化物和臭氧等四种常用氧化药剂的基本性质、适用范围进行具体描述，并对其用于土壤和地下水治理修复过程中的各环节，包括场地调查、方案设计和试验、具体实施、过程监测、结果监测等提出相应的要求。指南提出在开展修复前，需要依次开展实验室研究和小试研究，确定关键技术参数，并对试验实施要求、不同氧化药剂所需的使用量、浓度及传输过程的设计要求进行了详细描述。2006 年，美国环境保护署发布《原位化学氧化工程要求》，对比了原位化学氧化技术中各种化学氧化药剂（包括高锰酸盐、芬顿试剂、过硫酸盐、臭氧等）的适用

性、稳定性与优缺点，并详细介绍了如何通过综合考虑氧化剂种类、污染物特点、污染场地水文地质特征、资金需求等要素，来选择适合的工艺与技术参数。2019 年，澳大利亚制定印发了《原位化学氧化技术指南》，这是澳大利亚治理修复系列指南的一部分。该指南介绍了原位化学氧化技术的定义、影响因素和优缺点，通过初步筛选氧化效果、详细评价化学氧化有效性、评估化学氧化系统设计方案、评估运行和监测计划四个阶段，评估化学氧化技术治理修复的可行性，并对修复流程和要点、修复后有效性及安全性评价、修复过程的健康和安全危害等内容均进行详细规定，并通过实际案例提供工程经验。加拿大制定了“化学氧化”系列的六份文件，分别介绍过氧化物、臭氧和高锰酸盐三种常见氧化药剂的修复技术的技术原理、实施过程、所需设备、试剂材料及其可能产生的二次污染等技术要点，并对化学氧化原位和异位修复进行对比，异位修复较原位修复相比成本会略高，但其可以将修复目标混合均匀，实现高效处理，且异位修复过程中污染深度对修复的难易程度有一定影响。原位修复则可能存在非目标有机物矿化导致效率降低、氧化剂迁移、破坏地质环境和地下设施等其他问题。欧盟在 2021 年发布了《原位化学氧化技术报告》，从修复阶段、污染物性质、氧化剂性质、应用案例四方面对原位化学氧化技术进行了详细介绍，并指出原位化学氧化作为一种常见的修复技术，为达到较好的修复效果，需根据每个污染场地量身定制具体的修复方案，开展必要的可行性研究，评估原位化学氧化技术修复的适用性。

我国也开展了一定的化学氧化修复技术应用研究，对常用氧化药

剂修复污染土壤的反应机制、可处理污染物种类、可采用的辅助手段等进行深入研究，但在技术指南上，尚未有化学氧化技术应用于农药污染场地的技术操作指南。

2.与现行法规、标准的关系

作为污染场地治理修复技术指南，本指南以《中华人民共和国土壤污染防治法》为指导，充分衔接《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）、《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）等国家技术标准，并在制定过程中，充分调研了国内外污染场地治理修复相关标准的使用情况，对于在实施过程中存在的堵点、痛点等进行了充分研究，对重要技术要点进行了梳理、对关键技术要点进行了补充。本指南的工作流程涵盖了化学氧化技术治理修复农药污染场地的全过程，工作程序完整，技术要点明确。本指南的制定是以上法律法规和环境保护标准在化学氧化技术应用于土壤污染治理修复领域的拓展和补充。

五、重大意见分歧的处理经过和依据

无

六、标准实施的环境效益及经济技术分析

本指南内容体现了农药污染场地化学氧化治理修复的完整流程，对合理高效进行重污染场地治理修复，确保污染场地二次开发利用，起到了积极的推动作用。本指南详细规定了农药污染场地化学氧化修

复治理工程方案设计、施工及验收、二次污染防治等相关要求。指南实施后可带来以下效益：

（1）本指南严格遵循《中华人民共和国土壤污染防治法》关于土壤污染防治的总体思路，从技术层面提出了对应用化学氧化技术对农药污染场地进行治理修复的总体程序、内容和要求，对规范我省化学氧化技术治理修复工程要求，促进污染地块的再开发利用，保障土地使用者不受潜在环境健康风险的危害，推进我省生态文明建设，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）本指南的技术框架和相关参数要求通过大量数据调研、专家咨询后，进行了相应完善和改进，能够与我省当前污染地块管理与发展水平相适应，符合我省污染地块治理修复的实际需求。本指南的实施将为省内农药污染场地的整治提供有效的指导和监管支撑，保障污染场地整治工作的高效开展。

（3）在土地资源越来越珍贵的今天，如何经济、快速、高效地修复工矿企业搬迁后的污染土壤，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内容。本指南有助于进一步合理合规的推进污染地块治理修复行业的发展，同时也对进一步健全我省污染地块管理技术体系的具有积极的推动作用。

七、贯彻实施标准的措施和建议

1.加强标准培训及宣传

建议由学会组织，编制单位向相关单位和相关部门开展规范

宣传活动，组织关于本标准的宣传贯彻培训，以帮助相关单位及技术人员正确理解和应用本标准

2.做好实施准备和试点

做好相关条款的执行与实施的准备，必要的情况下可选择实际典型风险管控地块进行试点示范工作。

3. 研究制定配套机制

本指南实施后，建议加快形成有效的制度机制，例如反馈和落实机制、研究和通报机制、标准联动修订机制、评估成果示范机制等，加快指南实施和应用。

八、其他应予说明的事项

本标准受国家重点研发计划“长江三角洲农药污染场地修复及安全利用关键技术与应用研究”(2018YFC1803100)项目支撑。