

# 团 体 标 准

T/ZJSES XXX—XXXX

## 农药污染场地修复技术指南 化学氧化法

Technical guideline for remediation of pesticide contaminated sites  
Chemical Oxidation Method

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

浙江省环境科学学会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 常用氧化药剂 .....	2
5 适用性评价 .....	2
6 方案设计 .....	3
7 施工建设 .....	4
8 修复效果评估 .....	6
9 事故应急与响应 .....	6
附 录 A 化学氧化技术适用条件 .....	8
附 录 B 常用氧化剂相关性质 .....	9
附 录 C 常用化学氧化技术适用性对比 .....	10
附 录 D 化学氧化技术药剂投加方式分类 .....	11

## 前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省生态环境科学设计研究院提出。

本文件由浙江省环境科学学会归口。

本文件起草单位：浙江省生态环境科学设计研究院、同济大学、中节能大地（杭州）环境修复有限公司。

本文件主要起草人：李斐、张弛、吴超、林思劼、钟重、吴竞宇、姜越、章骁劼。

# 农药污染场地修复技术指南 化学氧化法

## 1 范围

本文件确立了通过化学氧化法修复农药污染场地过程中方案设计、施工建设要求及修复效果评估等设计和施工活动的技术要点。

本文件适用于化学氧化法修复/治理的农药污染场地。有机污染场地可参照适用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- 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

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 化学氧化 Chemical oxidation process

氧化剂通过失去电子对目标物进行氧化的方法。

### 3.2 污染场地 Contaminated site

对潜在的污染场地进行调查和风险评估后，确认污染超过人体健康或生态环境可接受风险水平的场地。

### 3.3 可行性实验 Treatability test

以特定地块污染土壤为试验材料，通过实验室小试和现场中试，研究和确定该地块土壤的污染特性和使用化学氧化修复的氧化药剂种类与计量、现场操作条件与要求、修复成本、时间和效益，以及其他性能指标和参数的过程。

### 3.4 性能指标 Performance specification

又称性能规范，是指在开展化学氧化技术适用性评价、方案设计、施工建设、修复效果评估等活动中，用于评价化学氧化技术性能与修复效果的各类参数以及相关的检测方法和评估标准的集合。

### 3.5 注入井 Injection well

一种将流体注入多孔岩层或浅层土壤的装置。

## 4 常用氧化药剂

### 4.1 一般规定

化学氧化法适用于处理大部分受有机物污染的污染场地。根据处置地点不同，化学氧化法可分为原位和异位两种工艺。原位化学氧化适用于污染土壤和地下水处置；异位化学氧化适用于污染土壤处置。常用的化学氧化剂主要有高锰酸盐、臭氧、过硫酸盐和芬顿试剂等。常用氧化剂对比见附录 B。

### 4.2 高锰酸盐

高锰酸盐是固体氧化剂，易于储存运输，且氧化能力强，对土壤中多种有机物具有氧化效果，如氯代有机溶剂、酚类等，但对汽油、柴油及类有机物效果不够理想

### 4.3 臭氧

臭氧作为一种常见的气态强氧化剂，可有效氧化降解污染物，如汽油、柴油、含氯有机物与多环芳烃等。臭氧氧化一方面可以利用臭氧本身的氧化性，直接和部分污染物进行反应，另一方面臭氧可以分解成氧化性更强的羟基自由基，从而起到降解污染物的作用。

### 4.4 过硫酸盐

通过活化过硫酸盐产生硫酸根自由基，可以有效降解多种有机污染物，包括多环芳烃、多溴联苯醚、对硝基苯酚和阿特拉津等。常用的过硫酸盐活化方法有热活化法、过渡金属活化法、强氧化剂活化法等。

### 4.5 芬顿试剂

芬顿试剂通过活化过氧化氢产生羟基自由基，进而氧化土壤中的污染物。芬顿试剂对典型污染物，如苯系物（包括苯、甲苯、乙苯和二甲苯，统称 BTEX）、氯代苯和对硝基苯等小分子溶剂类有机污染物以及卤代持久性有机污染物（六六六、滴滴涕等）、有机磷农药（辛硫磷等）等代表性农药、四环素等医用药物和染料、具有双键的化合物（TCE、PCE 等），都具有优异处理效果。

## 5 适用性评价

### 5.1

化学氧化法修复效率的主要影响因素包括污染场地中相关因素以及设计工艺中的部分因素。

### 5.2

化学氧化法修复效率受污染场地的影响，影响因素包括污染物性质、pH值、土壤质地、土壤含水率、有机质含量等。

### 5.3

化学氧化法修复效率受设计工艺影响，影响因素主要包括注射点位、注入深度、氧化剂种类与剂量等。

### 5.4

确定采用化学氧化技术进行农药污染场地治理与修复前，应先开展技术适用性评价，尤其要关注影响化学氧化技术适用性的关键因素。常用化学氧化技术适用性对比见附录 C。

### 5.5

化学氧化修复技术适用性评价可参照以下步骤进行：

(1) 确认地块污染概况，包括确认地块条件、污染物类型、污染介质的种类，同时应建立地块概念模型，明确修复目标和修复范围，以及需要进行化学氧化处理的污染土壤区域等信息。在充分分析各

项指标后,综合判断已有的地块信息是否满足启动修复的条件和要求,若无法满足,则需重新确认地块污染概况。确认污染地块概况的技术流程和技术方法可参照《污染地块土壤修复技术导则》(HJ 25.4)执行。确认的主要内容如下:

- a) 污染物种类及其理化特性(物理形态、溶解性、挥发性等)
- b) 污染物浓度、分布范围
- c) 污染物背景浓度
- d) 污染区域、方量
- e) 土壤岩土性质(含水量、密度、机械强度、粒度分布、有机质含量等)
- f) 地块污染历史
- g) 地质和结构(包括岩性单元的几何形态)
- h) 水文地质参数(包括水质、地下水位及其季节性变化)
- i) 含水层相关参数
- j) 敏感受体的类型及其与地块的相对位置
- k) 污染链相关信息
- l) 地块入场条件与可操作性基础设施布局(建筑物、生活设施、地下构筑物等)
- m) 土地利用规划(近期或长期规划)及制约条件
- n) 生态保护现状

(2) 根据地块污染概况、地块概念模型、土地再利用规划和功能属性等综合制定修复策略,包括明确是否采用控制污染源、切断暴露途径、保护敏感受体等方式进行治理与修复;确认现场是否允许原位修复,是否适合采用化学氧化修复技术等。

(3) 根据修复策略比选并确认修复技术,应考虑污染物处理的可行性、污染地块修复的可行性、污染分布范围与深度、修复过程污染物的排放、修复时间要求、运输条件和限制因素,以及修复成本、效益等各种因素。

(4) 综合各项因素和选定的最佳修复技术,编制总体修复方案。多种修复技术联用时,要根据污染介质类型、污染物特征、地块地质单元结构确定修复流程。

## 5.6

化学氧化法修复过程二次污染防治的重点包括:

- (1) 减少对污染土壤或其他污染物质的扰动与移动;
- (2) 材料/土壤等堆场进行定点定位采取防尘措施;
- (3) 制订污染泄漏防范措施;
- (4) 控制固/液/气态污染物的无组织排放;
- (5) 收集产生的污染土壤、生活垃圾等固体废物,处理应符合国家、地方和行业相关规定;
- (6) 产生的废水应集中收集处置,并达到国家、地方和行业相关排放要求;
- (7) 气态污染物应控制在国家、地方和行业相关要求内;
- (8) 避免靠近河道作业,施工区应与周边污染受体隔离;
- (9) 做好废物的存放、转运和处理、处置工作;
- (10) 尽量减少运输活动;
- (11) 交通运输工具和其他设备、设施应及时清洗,避免交叉污染;
- (12) 在施工和运行处置期间,应控制噪声达到国家、地方和行业相关规定;
- (13) 注意保护文物资源和生态环境。

## 6 方案设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 化学氧化法修复方案设计的重点是技术可行性试验研究,即设计并通过试验确定合适的氧化剂种类、投加量、注入浓度、注药方式等。

6.1.2 设计修复方案时,应明确修复目标、职责分工、工作流程、前期准备,以及地块修复工作的实施、监管、效果评估和后期的监测与维护等工作内容。

6.1.3 氧化剂类型选择。不同场地,其土壤和地下水中的污染物类型和程度存在差异,不同药剂

适用的污染物类型不同，常用的氧化剂类型详见 5.1，针对不同污染物，首先进行氧化剂的初选，然后通过针对性的小试、中试试验，并考虑场地建设条件，确定最终适用的氧化剂类型。

6.1.4 氧化剂投加量。药剂的用量由污染物药剂消耗量、地下水药剂消耗量等因素决定。对药剂的使用量需采用不同的计算方法，计算结果作为初始理论值考虑，具体的添加量及催化剂与氧化剂的添加比例需要通过现场的小试和中试核算进一步确定。

6.1.5 氧化剂注入浓度。双氧水的注入浓度多选择在 3wt%—8wt%（体积分数）。采用高锰酸盐作为氧化剂时，随着高锰酸盐浓度的增加，有机物的降解速率增加，同时高锰酸盐的消耗也加快。一般情况下，高锰酸盐的浓度范围在 1%—40%。

6.1.6 氧化剂投加方式。氧化剂传输方式的选择随钻井、成井和注入方式等技术不同而不同。常用高级氧化技术药剂投加方式分类如附录 D 所示。

6.1.7 注入间距。氧化剂在地下系统中传输的影响半径决定了注入井（孔）的间距和分布情况。在进行注入井间距设计时可首先根据经验数据给出初始值，然后通过场地数值模拟以及中试试验等获得最终的注入间距，初始注入间距可设定为影响半径的 2 倍左右。氧化反应的反应速率越快其有效的扩散距离越短。此外，土壤的非均质性也会影响到氧化剂的影响半径。在渗透性不同的土壤中氧化剂的影响半径不同。

## 6.2 技术可行性试验研究

6.2.1 可行性试验研究可分为实验室小试和现场中试等方式。若污染地块的污染深度较深，采样困难，可直接开展现场中试试验。

6.2.2 实验室小试应采集污染地块的土壤和地下水，针对土壤的氧化剂需求量开展研究。采集的土壤样品应尽量代表污染地块的整体污染状况，相关采样技术可参照《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2）和《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）执行，采样量应根据试验内容具体确定。

6.2.3 现场中试的目的主要是明确氧化剂投加量、注入速率、迁移能力及注射井间距等重要指标；评估实验室小试结果与使用现场设备时的修复效果是否一致；明确是否有其他地块因素（介质的不均一性等）的干扰；明确不同空间区域内修复效果的变化情况；明确大规模施工时氧化剂迁移能力和影响半径是否能够保持一致。

## 6.3 方案确定

6.3.1 化学氧化法涉及的氧化剂注药方式、氧化剂种类、浓度等核心工艺应根据现场条件、技术和经济方面选择，同时考虑质控过程。

6.3.2 基于可行性试验研究与现场试验结果，编制完成化学氧化修复实施方案，可行性试验研究与现场试验结果须详细列入修复方案中，应根据现场试验结果明确施工过程的设施和设备要求。

6.3.3 方案应具有可操作性并最终能达到修复目标的要求。同时，可行性试验研究阶段获得的有关二次污染排放和适用的检验检测方法等结果也应纳入修复效果评估、健康和安安全等方案内容之中。

## 7 施工建设

### 7.1 一般规定

化学氧化施工建设过程主要包括现场工作安排、现场施工操作、施工质量控制、二次污染防治、环境监测、健康与安全防护等内容。

### 7.2 现场工作安排

7.2.1 施工前应做好前期准备工作，如现场清理、道路修建，排水系统、尾气处理系统建设等，人员健康与安全防护设备和措施也应提前到位。

7.2.2 地块布局安排应考虑来访车辆和人员接待区、管理人员办公区、材料和设备安全存放区、设备操作区、修复工作区、现场和出场交通路线等。

7.2.3 化学氧化修复进度安排应重点关注人员进场时间、地块清理和准备工作用时、设备到场和试运行用时、建设药剂注入井时、实施修复（包括降水、废气及废水处理）用时、修复结束后建设单位的验收用时、其他环境和气候因素（如低温、雨天等）对工程进度的影响时间等工作内容的时间节点与

时间要求

### 7.3 处理系统建设

根据经验及前期实验确定的药剂对污染物的降解效果，选择适用的药剂及药剂添加浓度。再结合中试试验，确定注入浓度、注入量和注入速率，确定注入井（孔）位置和数量，建立化学氧化处理系统。

### 7.4 质量控制

7.4.1 化学氧化修复施工过程需进行质量管理和控制，方案设计应包含质量控制内容，并重点考虑以下影响质量控制的要素：

- (1) 从业人员的能力和水平；
- (2) 分项任务承包方（如分析实验室）的能力、资质、和经验；
- (3) 修复设备的性能、品质等；
- (4) 采样及分析质控样品，如空白样、平行样等；
- (5) 样品的标记、储存及联运制度；
- (6) 过程监测详细记录核对；
- (7) 数据记录与保存；
- (8) 数据审核与确认；
- (9) 仪器操作条件发生波动或分析结果超出可接受水平时的应对方案；
- (10) 汇报制度。

7.4.2 施工过程中对污染地块应定期进行采样分析，做好过程监测。主要采样方式有监测井采样法、人工钻孔采样法和机械钻孔采样法等。

7.4.3 样品采集后应低温运输和保存至检测。样品检测应按 GB 36600、GB 15618 和 GB/T 14848 标准中污染物分析方法进行检测，检测指标根据修复或风险管控目标确定。

### 7.5 环境监测与评估

7.5.1 整合修复前场地调查、修复过程监测、修复后效果评价全过程，建立农药污染场地化学氧化修复全流程监测体系。

7.5.2 环境监测既包括环境污染指标（如修复过程中固/液/气态污染物的无组织排放）的监测，也包括对修复后地块环境的监测。明确监测方案编制、工作实施、结果分析的要求。如若终止或变更要及时记录。

7.5.3 环境监测方案应与化学氧化修复方案同时制定，且监测工作应贯穿修复活动的始终。主要监测内容包括：

- (1) 修复开始前的本底环境状况监测；
- (2) 修复过程中针对保护各类受体的监测；
- (3) 为实施减排措施而进行的基础监测；
- (4) 为判断是否可以终止监测而进行的监测。

7.5.4 修复过程环境监测可参照建设项目施工期环境监测相关技术文件和标准执行，如 GB 16297、GB 8978-88 等，具体监测内容视地块情况而定。

7.5.5 环境监测结果应与相关标准或预先确定的监测目标进行比对分析，明确达标情况。监测单位应定期向环境管理部门汇报监测结果，报告内容包括：

- (1) 监测目标；
- (2) 监测人员与设备；
- (3) 监测结果（包括日期、时间，以及气候、地面状况等其他观测结果）；
- (4) 监测结果展示（可通过时间序列图、等值线图展示）；
- (5) 结果分析（包括比对评估标准进行核对）；

7.5.6 监测过程中若存在终止监测、变更监测（如变更监测频次）或采取其他行动等情况，应进行文字说明并解释原因。

### 7.6 健康与安全防护

7.6.1 明确机械伤害事故风险、触电事故风险、火灾事故风险、化学药剂及液化石油气/液化天然

气/管道天然气泄漏事故、人员中毒事故等防范措施。

#### 7.6.2 劳动安全应严格遵守下列规定：

(1) 农药污染场地化学氧化法修复治理工程在设计、施工过程中应始终贯彻“安全第一、预防为主”的原则，遵守安全技术规程和相关设备安全性要求的规定，应符合现行国家标准《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801 的要求；

(2) 应对现场工作人员进行培训，并提供工作人员所需的防护用品；

(3) 应建立并严格执行经常性和定期性的安全检查制度，制定安全事故应急预案；

(4) 施工场地应做好围护，设置安全警示标志或标语，防止无关人员进入；

(5) 化学药剂的使用应符合国家现行标准《化学品安全技术说明书内容和项目顺序》GB/T 16483 的要求，应根据生产和采购计划合理控制场地内化学药剂的储备量；

(6) 对于化学药剂储存区域做好防渗和导流处置，尽可能减少泄漏产生；

(7) 化学药剂储存区应选择在通风、遮阳以及放雨区域；

(8) 化学药剂储存区应选择在离环境敏感区较远的区域，应填好铭牌，挂于明显位置。

#### 7.6.3 职业卫生应严格遵守下列规定：

(1) 农药污染场地化学氧化修复工程过程中产生的废气、废水、废渣、噪声及其他污染物排放应严格执行国家环境保护法规、标准和批复的环境影响评价文件的有关规定。

(2) 施工现场应有保障工作人员卫生安全的设施。

(3) 操作（控制）室和工作岗位应采取采暖、通风、防尘和隔声等措施，防止职业病发生，保护劳动者健康。

(4) 职业卫生体系应符合现行行业标准《中华人民共和国职业卫生标准用人单位职业病防治指南》GBZ/T 225 的要求。

## 8 修复效果评估

### 8.1 制定计划

8.1.1 在制定化学氧化法修复方案的过程中，应同时制定修复效果评估计划，并在修复开始前通过资料收集和数据分析等方式预测与评估方案的实施效果，修复过程中需对修复地块进行采样检测，确认污染物浓度，验证修复是否达标。

8.1.2 为确保修复不存在拖尾效应，在修复结束后还应进行监测与评估，以保证修复的地块达到相应的建设用地要求。

### 8.2 效果评估

8.2.1 修复完成后需进行修复效果评估，确认地块是否满足后期规划用地要求。

8.2.2 修复效果评估以能够有效去除土壤及地下水中污染物，从而实现对地块保护为主要目标，主要评价指标一般包括土壤、地下水中污染物浓度等。特定条件下，还应评价土壤的地质情况（如渗透系数、含水量与修复前的变化情况）。

8.2.3 污染地块修复效果评估方法、评估标准和评估流程和可参照 HJ 25.3、HJ 25.5、DB33/T 2128、GB 36600、GB14848 等要求执行。

## 9 事故应急与响应

### 9.1

项目工程须建立完善事故应急响应系统，具体包括应急响应系统的建设，应急预案的编制，及污染事故时的应急措施的实施。

### 9.2

应急响应系统的建设应包括编制事故应急预案，配置必要的检测仪器和运输车辆，配备必要的个人防护和急救用品，并进行应急训练、演习等。

### 9.3

应制订完善的运行事故的应急预案，主要内容应包括：可能发生事故的原因、类型预测、可能对设备、人员和环境的危害程度分析、应急对策和应急组织等。

附 录 A  
化学氧化技术适用条件

评价指标	化学氧化技术的适用性		
	较为适用	中等适用性	基本不适用
污染物类型	石油烃、BTEX、酚类、MTBE、含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物	吸附性强、水溶性差的有机污染物	重金属
修复深度	<5m	5~20m（除搅拌法、渗透法）	如果污染物存在于深度大于 20m 的地方，使用直接推进法在技术上不再可行
土壤环境渗透性	渗透性较高	渗透性较低	—
地下水位情况	地下水的深度大于 1.5m；	地下水的深度大于 1.5m；	如果地下水位低于 1.5m，反压就不足，就不可能进行注入
预测修复指标的可靠性	对于类似污染土壤有成功案例，对修复体状况有详细预测计划并且可以充分考虑到安全性因素	无类似应用前例，但可以在充分考虑到安全因素的情况下通过可行性试验预测修复效果	无类似应用前例，进行测试的结果变化大，缺少效果预测的关键性指标，安全性因素不充分
工期方面限制	计划工期满足管理方要求时	计划工期稍长，但比其他方法要好时	无法按时完成时
地块地表情况	无地下设施，地表平整且无建筑物	地表有建筑物，清楚地下设施位置	地下较多位置不明的设施

附 录 B  
常用氧化剂相关性质

氧化剂	反应自由基	氧化电位 (Eh)	药剂形态	药剂持续性	燃爆危险	参考浓度
高锰酸盐	$\text{MnO}_4^-$	1.7V	粉末	>3个月	可助燃，有腐蚀性、刺激性，可致人灼伤	—
芬顿试剂	$\cdot\text{OH}$	2.8V	液体	几分钟至数小时	可助燃、具强刺激性	4%-20%
臭氧	$\text{O}_3^-$	2.07V	气体	几分钟至数小时	助燃，具刺激性	<10% (氧气) <1% (空气)
过硫酸盐	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ $\cdot\text{SO}_4^{2-}$	2.01V 2.5-2.6V	粉末	2-3个月	助燃，具刺激性	<10%

附 录 C  
常用化学氧化技术适用性对比

序号	指标	高锰酸盐氧化技术	臭氧氧化技术	过硫酸盐氧化技术	芬顿氧化技术
1	适用污 染物	含碳碳双键烯烃类， 主要用于除氯乙烯， 氯乙烷、氯苯也有部 分应用	降解污染物种类较 多，基本上都可：氯 乙烯、BTEX、TPH、 MTBE、SVOCs	降解污染物种类多， 但受活化方式的重 要影响：氯乙烷、氯 乙烷、氯苯、BTEX、 MTBE 基本上都可 以，偏重于氯代物	降解污染物种类多， 基本上都可以，应用 最广泛：侧重于氯乙 烯、BTEX、SVOCs
2	适用污 染浓度	既适用高浓度污染 也适用于低浓度污 染	/	适用中等浓度的污 染	适用中等浓度的污 染
3	适用污 染规模	应用的范围最广，适 用于小规模也适用 于大规模	应用的范围较广，适 用于小规模到中等 规模	应用的范围较小，适 用于小规模	应用的范围最广，适 用于小规模也适用 于大规模
4	适用 pH 范围	中性 4-8	中性和酸性	较广	酸性

## 附录 D

## 化学氧化技术药剂投加方式分类

种类	适用范围	药剂投加方式及设备
浅层搅拌化学氧化	①适用于非饱和层和饱和层浅层（3m 以内）有机污染土壤。②适用于苯系物、硝基苯、氯苯及酚类等可以被氧化的有机污染土壤。③适用于不便于异位清挖需原位处置的污染土壤。	分为粉末状药剂投加和液体状药剂投加两种方式，粉末状药剂投加一般应用于饱和层污染区，液体药剂投加一般应用于非饱和层污染区（亦可应用于饱和层污染区）。 原位注入井化学氧化工艺系统由四个部分组成：①动力源系统。②溶配药系统。③原位注入系统。④注入井系统。四个系统相互关系如下，动力源系统给耗能设备（包括加药泵、注入泵及搅拌器）提供动力源；溶配药系统配制一定配比的化学氧化混合药剂；原位注入系统由注入泵以一定压力和流量把配置好的药剂输送到注入井，注入井系统通过筛管将氧化药剂扩散到目标污染区域内。
注入井化学氧化	①渗透系数较高的饱和砂性污染土壤场地，不适合粘土质污染场地及非饱和层污染场地。②可应用于苯系物、硝基苯、氯苯及酚类等可以被氧化的有机污染土壤。③适用于不便破坏地上建筑物、工作空间较为狭小、需要保持地层结构和地基承载力等污染场地。	包含钻进系统、溶配药系统和注入系统三个部分组成，钻进系统提供液压动力将钻杆压入到预定深度。注入系统提供高压脉冲，使药剂从钻杆前端的注射孔注入到地层中，并克服阻力充分扩散，达到预期的分散效果
直压式化学氧化	适用范围较广，除了可适用于原位注入井化学氧化适用的范围外，原位直压式化学氧化还适用于砂土、粉土、粘土等一切饱和层和非饱和层污染土壤和地下水修复	高压-旋喷注射法是在高压旋喷桩的基础上发展起来的一种氧化剂投加方法，根据喷射方法的不同，高压-旋喷注射法可分为单管法、二重管法和三重管法。单管法仅注射氧化剂，影响半径较小。二重管法在注射氧化剂的同时注射高压空气，可冲击破坏土体，加速氧化剂的扩散并加大氧化剂的作用范围，采用三重管法可使氧化剂的影响半径达到最大。
高压旋喷化学氧化	适用范围较广，除了可适用于原位注入井化学氧化适用的范围外，原位高压旋喷化学氧化还适用于砂土、粉土、粘土等一切饱和层和非饱和层污染土壤和地下水修复。	