

上海市建设用地典型修复技术绿色低碳评估 技术指南（试行） （征求意见稿）

1 范围

本文件规定了上海市建设用地典型修复技术绿色低碳评估工作的原则、评估流程和技术要求。

本文件适用于上海市建设用地典型修复技术，包括但不限于：原位抽出处理、原位热脱附、原位多相抽提、原位化学氧化/还原、异位热脱附、异位淋洗、异位化学氧化/还原、水平阻隔、生物堆、气相抽提、垂向阻隔、常温热解吸等。

2 引用文件和参考文献

下列文件对于本技术规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本技术规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本技术规范。

GB/T 51366-2019	建筑碳排放计算标准
HJ25.4	建设用地土壤修复技术导则
HJ25.5	污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
HJ682	建设用地土壤污染风险管控和修复术语
T/CAEPI26	污染地块绿色可持续修复通则

《省级温室气体清单编制指南（试行）》

《中国温室气体清单研究》

《IPCC 国家温室气体清单指南》

《省级二氧化碳排放达峰行动方案编制指南》

《上海市温室气体排放核算与报告指南（试行）》
(SH/MRV-001-2012)

《上海市区级温室气体清单编制 技术文件》
(SH/GHG-002-2022)

《中国城乡建设领域碳排放研究报告（2024）》

3 术语与符号

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 绿色低碳修复 low-carbon green remediation

土壤污染风险管控和修复过程中，注重能源资源节约高效利用，确保达到风险管控与修复目标的同时，实现环境净效益最大化和碳排放量最小化。

3.2 修复碳排放 carbon of remediation

风险管控和修复过程中，由于能源和材料消耗、交通运输等产生的碳排放。

3.3 碳排放核算边界 carbon emission accounting boundary

风险管控和修复过程中相关的碳排放范围。

3.4 活动水平数据 activity level data

风险管控和修复过程中，产生温室气体排放的活动量，如能

源、材料等消耗量的表征值。

3.5 碳排放因子 carbon emission factor

指与活动水平数据相对应的系数，用于量化修复或风险管控不同阶段相关活动的碳排放。

4 碳排放和核算通则

4.1 基本原则

4.1.1 完整性

土壤污染风险管控和修复过程中，涵盖本文件规定的各环节所有排放源和相应的温室气体排放。

4.1.2 准确性

根据数据可获得性和数据质量选择最佳的核算方法和数据来源，准确反映实际排放。

4.1.3 可验证性

准确记录活动水平和排放因子等数据的获取途径、渠道，保证各评估环节的清晰透明以及所使用的数据的可溯源性和可验证性。

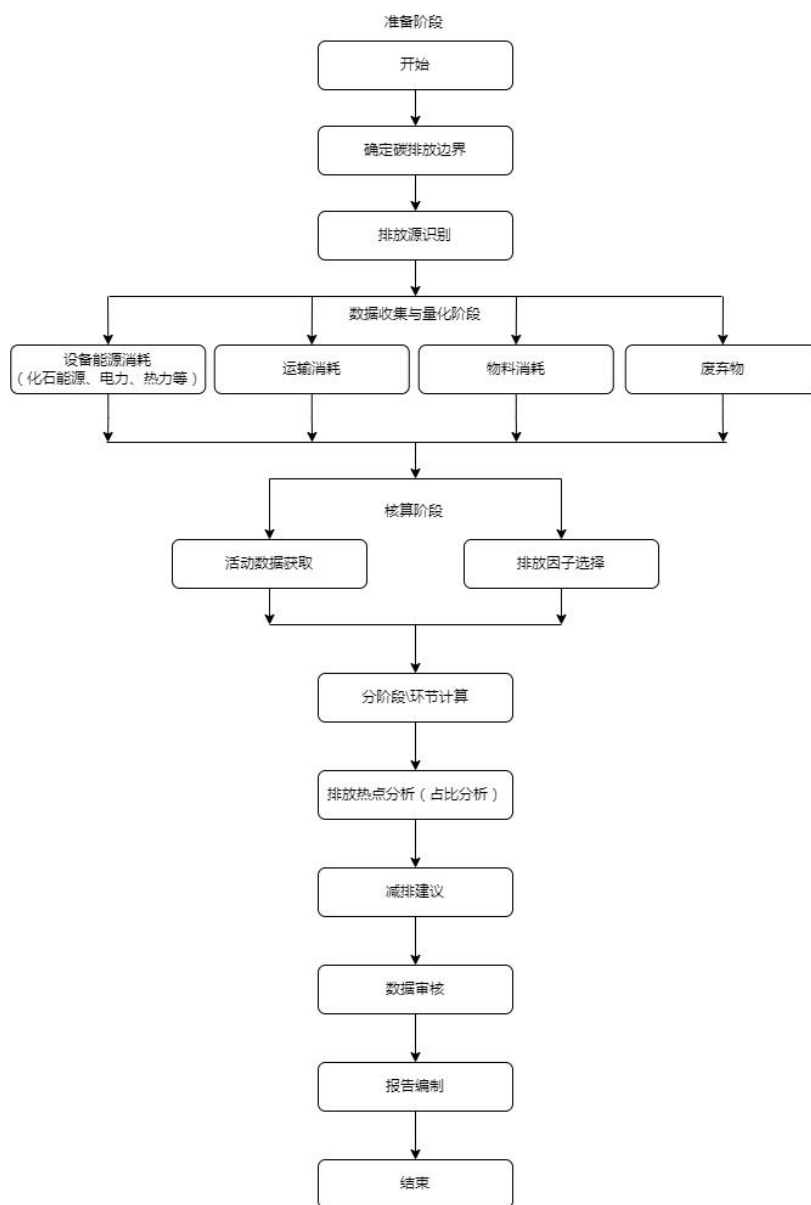


图 1 碳排放核算评估工作流程图

4.2 工作流程

建设用地土壤污染修复绿色低碳评估工作流程分为五大步骤：

- a) 确定排放核算边界，识别排放源；
- b) 确定计算方法，收集数据并量化；
- c) 获取不同环节活动水平，选择排放因子数据，计算碳排

放;

d) 分析碳排放核算结果, 提出减排建议;

e) 编制评估报告。

4.3 评估对象

4.2.1 前瞻性核算

针对处于修复方案编制阶段的地块, 对以下五个关键阶段(设备能源使用、电力或热力消耗、材料消耗、交通运输和废弃物)进行估算, 进行前期方案比选与减排潜力评估。

4.2.2 过程性核算

针对正在实施修复的地块, 在施工过程中, 同步监测并记录前述五个关键环节的实际数据, 实现动态校核与过程管控。

4.2.3 回顾性核算

针对已完成修复的地块, 不区分阶段, 直接汇总核算五个关键环节的累计排放量进行碳排放核算, 形成经验反馈。

4.4 碳排放核算范围

核算污染地块风险管控和修复过程产生的碳排放, 包括直接碳排放和间接碳排放。

4.4.1 直接碳排放

污染场地边界内化石燃料燃烧产生的碳排放;

4.4.2 间接碳排放

电力、热力等二次能源消耗、材料消耗、运输过程、废弃物产生的碳排放。

4.5 碳排放源识别

在所确定的碳排放核算范围内，对污染地块风险管控和修复过程中各类碳排放源进行识别。

4.4 活动水平数据收集

对识别出来的碳排放源的能源与材料等的消耗量进行收集。应按照优先级由高到低的次序获取活动水平数据，如下表所示：

表 1 活动水平数据优先级

数据类型	获取方式	优先级
活动水平数据	现场实测（如燃油表、电表）	高
	施工记录、采购清单	中
	相似工程类比数据	低

4.5 碳排放因子获取

在获取排放因子时，应考虑如下因素：

- （1）来源明确，有公信力；
- （2）适用性；
- （3）时效性。

应按照优先级由高到低的次序获取排放因子，如下表所示：

表 2 排放因子优先级

数据类型	获取方式	优先级
排放因子	上海市地方标准或实测值	高
	国家标准、行业标准、国内数据库	中
	国际数据库、文献	低

5 指标计算

5.1 土壤修复碳排放强度

风险管控/修复单位方量污染土产生的碳排放，按公式（1）计算：

$$EF_{CO_2} = \frac{E_{CO_2}}{V}$$

（1）

式中：

EF_{CO_2} ——土壤修复碳排放强度， t CO₂/m³；

E_{CO_2} ——土壤修复/管控工程碳排放总量， t CO₂；

V ——修复/管控土壤方量， m³。

5.2 土壤修复/管控工程碳排放总量

修复/风险管控活动产生的总碳排放量，通过公式（2）计算修复活动的碳排放量。

$$E_{CO_2} = E_p + E_t + E_e + E_m + E_w \quad (2)$$

式中：

E_{CO_2} ——土壤修复全过程碳排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_t ——交通运输产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

E_p ——设备运行过程化石能源消耗产生的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

E_e ——电力或热力消耗造成的碳排放量，单位为吨二氧化碳

当量（tCO₂e）。

E_w ——废弃物碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

5.3 设备运行过程化石能源碳排放

修复活动中设备运行过程化石能源碳排放量可通过以下公式计算，相关参数见附录 A。当化石能源不涉及天然气的使用时，设备运行过程化石能源碳排放量如公式（3）计算；当涉及天然气的使用时，排放量如公式（4）计算。

$$E_p = E_{\text{燃烧}} \quad (3)$$

$$E_p = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{天然气逃逸}} \quad (4)$$

$$\times \frac{44}{12}) \quad (5)$$

$$E_{\text{天然气逃逸}} = \sum (\text{消耗量}_i \times \text{甲烷排放因子数据}_i \times GWP) \quad (6)$$

根据《上海市区级温室气体清单编制 技术文件》（SH/GHG-002-2022），甲烷排放因子数据取值为 133 吨/亿立方米，全球变暖潜势 GWP 取值 21。

考虑到污染地块修复和风险管控施工过程中施工机械产生的能源消耗量获取方式，本方法提出两种活动数据获取方式。

方式一：通过单位功率燃料消费量估算能源用，采用公式（7）计算。

$$CN_{i,j} = ON_{i,j} \times H_{i,j} \times P_{i,j} \times LF_{i,j} \times PN_{i,j} \quad (7)$$

式中：

$CN_{i,j}$ ——施工机械用油量（kg）；

$ON_{i,j}$ ——非道路移动机械数量（辆）；

$H_{i,j}$ ——机械使用时间（h）；

$P_{i,j}$ ——机械平均额定功率（kW），缺省值见附录 B；

$LF_{i,j}$ ——机械一般负荷因子（0 到 1 之间，无实际调查数据时推荐值为 0.65）；

$PN_{i,j}$ ——机械单位功率燃料消费量（kg/kwh），缺省值见附录 C；

i ——为油品种类；

j ——为车辆类型；

方式二：可通过记录台班量获取数，常用施工机械单位台班能源用量见附录 D。

5.4 运输碳排放

本方法对污染地块修复和风险管控施工过程中运输产生的碳排放提出两种计算方式，分别为通过获取机动车油量计算和通过排放因子进行计算。

方式一：

参考省级温室气体排放清单计算污染地块修复和风险管控施工过程中运输产生的碳排放，计算如式（8）所示。机动车油量计算计算方式见计算公式（9）和（10）。

$$\sum_{i=1}^n \times \text{氧化亚氮排放因子}_i) \quad (8)$$

$$AD_i = CR_{i,j} \times \text{低位发热值}_i \quad (9)$$

$$CR_{i,j} = OR_{i,j} \times KR_{i,j} \times PR_{i,j} \quad (10)$$

式中：

$CR_{i,j}$ ——公路（道路）交通用油量（kg）；

$OR_{i,j}$ ——机动车保有量（辆）；

$KR_{i,j}$ ——机动车年运行公里数（km）；

$PR_{i,j}$ ——机动车百公里油耗（kg/km）；

i ——为油品种类；

j ——为车辆类型。

不同燃料品种甲烷和氧化亚氮排放因子见附录 E。

方式二：

参考《建筑碳排放计算标准 GB/T 51366-2019》计算污染地块修复和风险管控施工过程中运输产生的碳排放，计算如式（11）所示。

$$E_t = \sum_{i=1}^n T_i \times D_i \times M_i \quad (11)$$

式中：

M_i ——第 i 种物品运输量，t；

D_i ——第 i 种物品平均运输距离，km；

T_i ——第 i 种物品的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子， $t\ CO_2/t \cdot km$ 。

不同运输方式排放因子见附录 F。

5.5 电力或热力消耗碳排放

电力或热力消耗产生的碳排放，计算如式（12）所示。电力缺省值为 $4.2t\ CO_2/104kWh$ ，热力缺省值为 $0.06\ t\ CO_2/GJ$ 。电力机械碳排放数据见附录 G。

$$E_e = \sum^n E_i \times EF_i \quad (12)$$

式中：

E_e ——电力或热力消耗造成的碳排放量， $t\ CO_2$ ；

E_i ——电力或热力的消耗量，单位为 kWh 或 GJ ；

EF_i ——电力或热力缺省值，单位为 $t\ CO_2/kWh$ 或 $t\ CO_2/GJ$ 。

5.6 材料消耗碳排放

材料消耗产生的碳排放，计算如式（13）所示。典型功能材料排放因子见附录 H。

$$E_m = \sum^n M_i \times MF_i \quad (13)$$

式中：

E_m ——材料消耗造成的碳排放量， $t\ CO_2$ ；

M_i ——第 i 种材料的消耗量， t ；

MF_i ——第 i 种材料的碳排放因子 $t\ CO_2 / t$ 。

5.7 危废与废水处置产生的碳排放

修复过程产生的危险废物主要有废活性炭、污水处理污泥、

废弃渣土等。一般情况下，施工方将危险废物运输至专门的废料处理公司进行安全化处置。本方法对危险废物安全化处置过程中的碳排放进行计算，计算公式如下：

$$E_{ws} = \sum WS_i \times WSF \quad (14)$$

式中：

E_{ws} 为危险废物经处置排放的总碳排放量（kg CO₂-eq）；

WS_i 为第 i 种危险废物排放量（kg）；

WSF 为危险废物经处置的碳排放因子（kg CO₂-eq/kg）。

根据《省级温室气体清单编制指南》废弃物处理章节内容，指南中将危险废物纳入焚烧处置对象并给出了对应的碳排放因子，其他列出的处置路径暂未涉及危废。考虑到其它处置方式的排放因子目前缺乏官方或权威来源，为确保核算结果的可比性与政策衔接性，本研究暂以指南给出的危废经焚烧处置的碳排放因子作为本研究中危险废物经处置的统一排放因子。 WSF 的取值通过公式（15）取得。经计算 WSF 的取值为 0.032 kg CO₂-eq/kg。

$$WSF = CCW \times FCF \times EF \times \frac{44}{12} \quad (15)$$

式中：

CCW 为危险废弃物的碳含量比例，本研究取 1%；

FCF 为危险废弃物中矿物碳在碳总量中比例，本研究取 90%；

EF 为危险废弃物焚烧炉的燃烧效率，本研究取 97%。

修复工程产生的废水主要包括基坑废水、冲洗废水（建筑垃圾和运输车辆冲洗）、工艺废水（如淋洗废水、热脱附冷却废水等）。一般情况下，项目会对废水进行处理，满足排放标准后才会排放至市政污水管道。本指标对处理后废水在污水处理厂的碳排放进行计算，计算公式见（16）。参照由中国建筑节能协会建筑能耗与碳排放数据专业委员会撰写，由中国建筑节能协会和重庆大学联合发布的《中国城乡建设领域碳排放研究报告（2024年版）》中城镇污水处理相关内容，本研究中废水排放的碳排放因子取值为 4.3 kg CO₂-eq/万 kg。

$$E_{ww} = \sum_{i=1}^n WW_i \times WWF \times \rho \quad (16)$$

式中：

E_{ww} 为废水排放的总碳排放量（kg CO₂-eq）；

WW_i 为第 i 个排放源废水排放量（L）；

ρ 为废水密度（kg/m³），无实际调查数据取 1；

WWF 为废水排放排放的碳排放因子（kg CO₂-eq/万 kg）；

6 报告编制

报告应包括但不限于以下内容：基本信息（项目名称、修复技术、工期、修复工程量等）、核算边界说明、数据信息（活动水平数据表格、排放因子表格等）、核算结果（总碳排放量、分阶段碳排放占比（如施工准备阶段、施工实施阶段等）、分环节碳排放占比（如能源、材料、运输等）、分技术碳排放对比（如热脱附、化学氧化等））减排建议（针对高排放环节的优化措施、

推荐低碳技术路径)。

附录 A:

化石燃料相关参数缺省值

燃料品种	单位热值含 碳量	低位热值
无烟煤	27.4 t-C/TJ ①	$23.21 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($23.21 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
烟煤	26.1 t-C/TJ ①	$22.35 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($22.35 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
褐煤	28.0 t-C/TJ ①	$14.08 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($14.08 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
其他煤制品	33.6 t-C/TJ ①	$17.46 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($17.46 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
焦炭	29.5 t-C/TJ ①	$28.435 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($28.435 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
原油	20.1 t-C/TJ ①	$42.62 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($42.62 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
汽油	18.9 t-C/TJ ①	$44.8 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($44.8 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
柴油	20.2 t-C/TJ ①	$43.33 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($43.33 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
燃料油	21.1 t-C/TJ ①	$40.19 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($40.19 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
一般煤油	19.6 t-C/TJ ①	$44.75 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($44.75 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
喷气煤油	19.5 t-C/TJ ①	$44.59 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($44.59 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
其他石油制 品	20.0 t-C/TJ ①	$40.2 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($40.2 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ③
天然气	15.3 t-C/TJ ①	$38.93 \times 10^3 \text{KJ/m}^3$ ($38.93 \times 10^{-6} \text{TJ/m}^3$) ②

液化石油气	17.2 t-C/TJ ①	$47.31 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($47.31 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
焦炉煤气	13.6 t-C/TJ ①	$17.406 \times 10^3 \text{KJ/m}^3$ ($17.406 \times 10^{-6} \text{TJ/m}^3$) ②
其他煤气	12.2 t-C/TJ ②	$15.7584 \times 10^3 \text{KJ/m}^3$ ($15.7584 \times 10^{-6} \text{TJ/m}^3$) ②
炼厂干气	18.2 t-C/TJ ①	$46.05 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($46.05 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②
液化天然气	17.2 t-C/TJ ①	$41.868 \times 10^3 \text{KJ/Kg}$ ($41.868 \times 10^{-3} \text{TJ/t}$) ②

注：数据来源：①《省级温室气体清单编制指南》（试行）表 1.7，②《中国温室气体清单研究》（2007），③《IPCC 国家温室气体清单指南》（2006）。上述参数优先适用各具体行业方法中提供的缺省值，若各行业方法中没有提供的，按照上述缺省值进行核算和报告。

附录 B

非道路移动源推荐平均额定净功率

类型		平均额定功率
工程机械	挖掘机	100
	推土机	120
	装载机	135
	叉车	40
	压路机	110
	摊铺机	80
	平地机	100
	其他	30
	手持式	0.7
	非手持式	4.5
柴油发电机组		88

数据来源：《上海市区级温室气体清单编制技术文件》。

附录 C

非道路用柴油机加权燃料消耗率限值

加权燃料消耗率限值 (g/kW·h)	
直喷机	非直喷机
395	
343	377
288	316
281	309
270	297
270	297
268	
263	
245	
240	

数据来源：《上海市区级温室气体清单编制技术文件》。

附录 D

常用施工机械单位台班能源用量（化石燃料）

序号	机械名称	性能规格		能源用量	
				汽油 (kg)	柴油 (kg)
1	履带式推土机	功率	75kW	—	56.50
2			105kW	—	60.80
3			135kW	—	66.80
4	履带式单斗液压挖掘机	斗容量	0.6m³	—	33.68
5			1m³	—	63.00
6	轮胎式装载机	斗容量	1m³	—	52.73
7			1.5m³	—	58.75
8	履带式柴油打桩机	冲击质量	2.5t	—	44.37
9			3.5t	—	47.94
10			5t	—	53.93
11			7t	—	57.40
12			8t	—	59.14
13	振动沉拔桩机	激振力	300kN	—	17.43
14			400kN	—	24.90
15	静力压桩机	压力	2000kN	—	77.76
16			3000kN	—	85.26
17			4000kN	—	96.25
18	汽车式钻机	孔径	1000mm	—	48.80
19	履带式旋挖钻机	孔径	1000mm	—	146.56
20			1500mm	—	164.32
21			2000mm	—	172.32
22	履带式起重机	提升质量	5t	—	18.42
23			10t	—	23.56
24			15t	—	29.52
25			20t	—	30.75

26	履带式起重机	提升质量	25t	—	36.98
27			30t	—	41.61
28			40t	—	42.46
29			50t	—	44.03
30			60t	—	47.17
31	汽车式起重机	提升质量	8t	—	28.43
32			12t	—	30.55
33			16t	—	35.85
34			20t	—	38.41
35			30t	—	42.14
36			40t	—	48.52
37	载重汽车	装载质量	4t	25.48	—
38			6t	—	33.24
39			8t	—	35.49
40			12t	—	46.27
41			15t	—	56.74
42			20t	—	62.56
43	自卸汽车	装载质量	5t	31.34	—
44			15t	—	52.93
45	平板拖车组	装载质量	20t	—	45.39
46	机动翻斗车	装载质量	1t	—	6.03
47	洒水车	灌容量	4000L	30.21	—

附录 E

不同燃料品种甲烷和氧化亚氮排放因子

燃料品种	甲烷 (kg/TJ)	氧化亚氮 (kg/TJ)
汽油	33	3.2
煤油	—	—
柴油	3.9	3.9
燃料油	—	—
天然气	92	3
液化石油气	62	0.2

数据来源：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》。

附录 F

常见的运输工具的碳排放因子

运输方式类别	碳排放因子kgCO ₂ e/ (t · km)
轻型汽油货车运输 (载重2t)	0. 334
中型汽油货车运输 (载重8t)	0. 115
重型汽油货车运输 (载重10t)	0. 104
重型汽油货车运输 (载重18t)	0. 104
轻型柴油货车运输 (载重2t)	0. 286
中型柴油货车运输 (载重8t)	0. 179
重型柴油货车运输 (载重10t)	0. 162
重型柴油货车运输 (载重18t)	0. 129
重型柴油货车运输 (载重30t)	0. 078
重型柴油货车运输 (载重46t)	0. 057
电力机车运输	0. 010
内燃机车运输	0. 011
铁路运输 (中国市场平均)	0. 010
液货船运输 (载重2000t)	0. 019
干散货船运输 (载重2500t)	0. 015
集装箱船运输 (载重200TEU)	0. 012

数据来源：《建筑碳排放计算标准 GB/T 51366-2019》。

附录 G

常用施工机械单位台班能源用量（电力）

序号	机械名称	性能规格		能源用量
				电 (kWh)
1	静力压桩机	压力	900kN	91.81
2	三轴搅拌桩基	轴径	650mm	126.42
3			850mm	156.42
4	偏心振动筛	生产率	16m ³ /h	28.60
5	电动多级离心清水泵	出口直径 100mm	扬程120m以下	180.4
6		出口直径 150mm	扬程180m以下	302.60
7		出口直径 200mm	扬程280m以下	354.78
8	泥浆泵	出口直径	50mm	40.90
9		出口直径	100mm	234.60
10	潜水泵	出口直径	50mm	20.00
11			100mm	25.00
12	交流弧焊机	容量	21kV · A	60.27
13			32kV · A	96.53
14			40kV · A	132.23

附录 H

土壤修复过程典型功能材料碳排放系数

指标	排放系数	单位	核算边界	数据年份	技术代表性	地域代表性	数据来源
不锈钢管	7.64	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2021	全国平均	中国新疆	CPCD数据库
碳钢管	3.15	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
镀锌钢管	2.89	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2023	具体工艺	中国河南	CPCD数据库
聚乙烯 (PE)	4.73	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2020	具体工艺	中国	CPCD数据库
聚乙烯管	3.6	tCO ₂ /t	/	/	/	/	建筑碳排放计算标准表D.0.1
聚氯乙烯 (PVC)	4.79	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2020	全国平均	中国	CPCD数据库
硬聚氯乙烯管	7.93	tCO ₂ /t	/	/	/	/	建筑碳排放计算标准表D.0.1
42.5级普通硅酸盐水泥	1.02865	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2022	全国平均	中国	CPCD数据库
C30混凝土	0.295	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库

指标	排放系数	单位	核算边界	数据年份	技术代表性	地域代表性	数据来源
膨润土	0.0465	tCO ₂ /t	摇篮到大门	1997	具体工艺	世界	Ecoinvent 3 数据库
黏土	0.00269	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
砂 (f=1.6~3.0)	0.00251	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
煤矸石空心砖	16	kgCO ₂ /m ³	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
混凝土砖	336	kgCO ₂ /m ³	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
聚丙烯管 (PP)	3.72	tCO ₂ /t	/	/	/	/	建筑碳排放计算标准表D.0.1
铝合金	16.38	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2021	全国平均	中国	CPCD数据库
彩钢板 (彩色涂层钢带)	3.19	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2022	具体工艺	中国	CPCD数据库
施工用水 (自来水)	0.168	kgCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
氢氧化钙	0.747	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2019	全国平均	中国	CPCD数据库
氢氧化钠	1.59	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2015	全国平均	中国	CPCD数据库

指标	排放系数	单位	核算边界	数据年份	技术代表性	地域代表性	数据来源
吸附树脂（聚苯乙烯）	4.62	tCO ₂ /t	/	/	/	/	建筑碳排放计算标准表D.0.1
过氧化氢	0.201	tCO ₂ /t	摇篮到坟墓	2014	全国平均	中国	CPCD数据库
生物炭	-232.2	gCO ₂ /kg	摇篮到大门	2021	全球平均	全球	CPCD数据库
活性氯化铝	0.86499	tCO ₂ /t	/	2023	IAI区域平均	IAI区域	Ecoinvent 3 数据库
硫酸亚铁	0.32167	tCO ₂ /t	/	/	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
二氧化钛	0.01935	tCO ₂ /t	/	/	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
泡沫镍（金属镍）	24.7	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2015	全国平均	中国	CPCD数据库
陶瓷	0.95 （陶瓷/玻璃）	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2021	全国平均	中国	CPCD数据库
	0.941 （建筑陶瓷）	tCO ₂ /t	摇篮到坟墓	2014	全国平均	中国	CPCD数据库
	0.941 （建	tCO ₂ /t	摇篮到大门	2013	地区平均	上海	CPCD数据库

指标	排放系数	单位	核算边界	数据年份	技术代表性	地域代表性	数据来源
	筑陶瓷)						
硫酸	0.19036	tCO ₂ /t	/	2021	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
盐酸	0.64194	tCO ₂ /t	/	2021	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
沸石分子筛	5.39232	tCO ₂ /t	/	2023	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
颗粒活性炭	1.03248	tCO ₂ /t	/	/	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
次氯酸钠	2.61122	tCO ₂ /t	/	/	/	世界	Ecoinvent 3 数据库
过氧化氢	0.201	tCO ₂ /t	摇篮到坟墓	2014	全国平均	中国	CPCD数据库

注：CPCD 中国产品全生命周期温室气体排放系数库。

附录 I

上海市主流污染土壤修复技术关注碳排放源

I-1 异位常温热解吸

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	钢结构大棚材料		负压大棚骨架使用钢材	材料类型和消耗量	建造材料、面积
				负压大棚覆膜		
		地面防渗材料		土工膜/土工布		建造材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				石头		
				粘土		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)	
		储水箱 / 池	砖			储水容器的材料、尺寸等	
			水泥				
			混凝土				
			聚乙烯 (PE)				
			聚氯乙烯 (PVC)				
			聚丙烯 (PP)				
		围挡	钢材 (钢板)				围挡材料、尺寸等
			铝合金				
			塑料				
	资源消耗	水资源	施工用水	消耗量	/		
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输	轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等		
			重型货车				
			泥浆罐车				
			长货车				
			集装箱货车				
			轿车				
			电动车				
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量	
			废水				
运行施	设备使用	开挖支护	高压喷射注浆法、地	搅拌机	能源类型 (柴油、汽油、电、天	设备功率范围、运行时间、能源利	

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
工阶段			下连续墙法、钻孔灌注法		然气、煤、液化石油气,液化天然气等)和消耗量	用率、工程量
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
				脱水机		
				振动筛		
				负压大棚引风机		
		主处理		土壤修复机		
				双轴搅拌机		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			单轴螺旋搅拌机		
			切割锤击混合式搅拌机		
			链锤式搅拌机		
		废水废气处理设备	一体化废水处理设备		
			一体化废气处理设备		
		土壤回填、外运	挖掘机		
			自卸车 洒水车		
	材料消耗	土壤修复	脱水剂	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
			发热剂		
			防尘网		
			防雨布		
			气味抑制剂		
		废水废气处理材料	过硫酸钠		
			过氧化氢		
			过氧化钙		
			硫酸亚铁		
			氢氧化钠		
			氢氧化钙		
			活性炭		
			石英砂		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				长货车		
				集装箱货车		
				泥浆罐车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频
				重型货车		
			泥浆罐车			

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			长货车		次、运输距离等
			集装箱货车		
			轿车		
			电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水		

I-2 垂向阻隔

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等) 和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		垂向阻隔	取代法、挖掘法、注射法等	搅拌机		
				高压注浆机		
				深层搅拌机		
				挖槽机		
				钻孔机		
				泵机		
		电压控制		变压器		
				发电机		
		建设期周边环境监测	地表水、场界大气、噪声监测等	采样和检测设备		
	材料消耗	垂向阻隔材料		水泥	材料类型和消耗量	建造方式、材料类型、尺寸等
				混凝土		
				钢材（钢筋、钢板、桩结构等）		
				商品预拌砂浆		
				纳基膨润土		
				砖（围墙、		

			水池)		
			HDPE膜		
			土工布		
			水管-PVC		
		储水箱/池	砖		
			水泥		
			混凝土		
			聚乙烯 (PE)		储水容器的材料、尺寸等
			聚氯乙烯 (PVC)		
			聚丙烯 (PP)		
		围挡	钢材(钢板)		
			铝合金		围挡材料、尺寸等
			塑料		
		电线、传感器等材料	铜		
			铝		传感器类型、数量； 电线长度、重量等
			铂		
			镍		
			硅		
			聚乙烯 (PE)		
			聚氯乙烯 (PVC)		
			聚丙烯 (PP)		
			橡胶		
			硅胶		
	资源消耗	水资源	施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废	轻型货车	能源类型和	运输车型

		弃物、人员运输		重型货车	消耗量	号、车辆载重、运输频次、运输距离等	
				泥浆罐车			
				长货车			
				集装箱货车			
				轿车			
				电动车			
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量	
废水							
运行实施阶段	设备使用	管道、井管预处理	管道、井管焊接	电焊机	能源类型（柴油、汽油、电、天然气、煤、液化石油气，液化天然气等）和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量	
		建井	抽提井、监测井	钻机			
	材料使用	建井井管和连接管道材料		不锈钢	材料类型和消耗量	井管和连接管道的材质、长度、直径、结构等	
				碳钢			
				镀锌钢			
				聚乙烯（PE）			
				聚氯乙烯（PVC）			
		建井-填料	封口材料	水泥		材料类型和消耗量	建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土			
			止水材料	膨润土			
				粘土球			
			回填材料	石英砂			
				砾石			
				黄沙			

		采样试剂与耗材	化学试剂、贝勒管、取样瓶等	化学试剂 聚乙烯 (PE) 聚四氟乙烯 (PTFE)		采样类型、数量、频次、监测指标等
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
废水						
运行维护阶段	设备使用	阻隔屏障裂口、缺口等维护		联合封口机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等) 和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
		地面平整	推土	推土机		
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		水井维护		泵机		
				高压冲洗机		
	材料使用	阻隔材料更新/替换		水泥	材料类型和消耗量	/
				混凝土		
				钢材 (钢筋、钢板、桩结构)		

			等)		
			商品预拌 砂浆		
			纳基膨润 土		
			砖		
			HDPE膜		
			土工布		
			水管-PVC		
	资源 消耗	水资源	施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废 弃物、人员运输	轻型货车	能源类型和 消耗量	运输车型 号、车辆 载重、运 输频次、 运输距离 等
			重型货车		
			泥浆罐车		
			长货车		
			集装箱货 车		
			轿车		
			电动车		
	废弃 物处 理处 置	处理 处置	废弃物	能源和材料 类型和消耗 量	处理量
			废水		

I-3 气相抽提

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	钢结构大棚材料		负压大棚骨架使用钢材	材料类型和消耗量	建筑材料、面积
				负压大棚覆膜		
		地面防渗材料		土工膜/土工布		建筑材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				石头		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸等
				水泥		
				混凝土		
				聚乙烯(PE)		
				聚氯乙烯		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)	
				(PVC)			
				聚 丙 乙 烯 (PP)			
			围挡	钢材 (钢 板)			
				铝合金			
				塑料			
	资源 消耗	水资源		施工用水	消耗量	/	
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等	
				重型货车			
				泥浆罐车			
				长货车			
				集装箱货 车			
				轿车			
			电动车				
	废弃 物处 理处 置	处理 处置	危险废弃物		能源和材 料类型和 消耗量	处理量	
			废水				
运行 施 工 阶 段	设备 使 用	开挖 支 护	高压 喷射 注浆 法、地 下连 续墙 法、钻 孔灌 注法	搅拌机	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油 气，液化天 然气等) 和 消耗量	设备功率范 围、运行 时间、能源利 用率、工程 量	

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
				脱水机		
				负压大棚 引风机		
		主处理		真空泵		
				气液分离器		
				废液分离设备		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		废水废气处理设备		一体化水处理设备		
				一体化废气处理设备		
	材料使用	修复材料		防尘网	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
				防雨布		
				布气管		
				通气帽		
				不透气覆盖膜(塑料薄膜、HDPE膜、喷射沥青乳胶薄膜)		
				石英砂		
				活性炭		
		修复药剂		生石灰		
				过氧化氢		
				过硫酸钠		
				硫酸亚铁		
				氢氧化钠		
				氢氧化钙		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				长货车		
				集装箱货车		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			轿车			
			电动车			
	土壤和废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源、材料类型和消耗量	处理量
			废水			
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输	轻型货车		能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
			重型货车			
			泥浆罐车			
			长货车			
			集装箱货车			

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			轿车		
			电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水		

I-4 生物堆

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	负压钢结构大棚材料		负压大棚骨架使用钢材	材料类型和消耗量	建筑材料、面积
				负压大棚覆膜		
		地面防渗材料		土工膜/土工布		建筑材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
		开挖围护材料		水泥		建造方式、材料类型、尺寸等
				混凝土		
				钢材(钢筋、钢板等)		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸
				水泥		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算参 数 (备选)
			混凝土		等	
			聚乙烯 (PE)			
			聚氯乙烯 (PVC)			
			聚丙烯 (PP)			
		围挡	钢材(钢板)			围挡材料、 尺寸等
			铝合金			
			塑料			
	资源 消耗	水资源	施工用水	消耗量	/	
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输	轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等	
			重型货车			
			泥浆罐车			
			长货车			
			集装箱货 车			
			轿车			
		废弃 物处 理处 置	处理 处置	危险废弃物	能源和材 料类型和 消耗量	处理量
				废水		
	运行施 工阶	设备 使用	开挖 支护	高压喷 射注浆 法、地 下连续 墙法、	搅拌机	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
段			钻孔灌注法		气，液化天然气等）和消耗量	
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/ 潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
				脱水机		
				负压大棚 引风机		
		主处理	抽气系统	抽气风机		
				气水分离设备		
				过滤设备		
				风机变频 调节设备		
				电控设备		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
				故障报警设备		
			营养水分调配系统	药剂添加泵		
				流量计		
				搅拌设备		
			渗滤液收集处理系统	废水处理设备		
		废水废气处理设备		一体化废水处理设备		
				一体化废气处理设备		
		土壤回填、外运		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
	材料使用	修复材料		防尘网	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
				防雨布		
				配药桶		
				搅拌桶		
				搅拌反应釜		
				活性炭		
				石英砂		
				抽气管网、营养水分添加管网、渗		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		修复药剂		滤液收集 管网、进 气口管路		
				生石灰		
				固体营养 盐		
				营养水分		
				过氧化氢		
				过硫酸钠		
				硫酸亚铁		
				氢氧化钠		
				氢氧化钙		
	资源 消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				长货车		
				集装箱货 车		
				轿车		
				电动车		
	土壤 和废弃物 处理 处置	处理 处置	土壤	回填	能源和材 料类型和 消耗量	处理量
				外运		
			废弃物	焚烧		
				填埋		
修复 结束	设备 使用	现场 拆除 恢复	构筑物 拆除、 深坑挖 掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤	设备功率范 围、运行时 间、能源利 用率、工程

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
阶段			浅坑或垃圾挖掘	铲土机	等)和消耗量	量
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			

I-5 水平阻隔

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)	
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量	
			挖掘	挖掘机			
			平整	压路机			
		水平阻隔	沥青路面、混凝土路面、柔性膜衬垫、清洁土壤覆盖、植被覆盖、石子覆盖等	搅拌机			
				高压注浆机			
				深层搅拌机			
				挖槽机			
		电压控制		变压器			
				发电机			
	材料消耗	水平阻隔材料	阻隔覆盖材料	沥青	材料类型和消耗量	建造方式、材料类型、尺寸等	
				砂石			
				植被			
				清洁土			
				粘土			
			阻隔层框架	钢材（钢筋、钢网等）			
				浇筑阻隔层			混凝土
				加固/阻隔土壤			HDPE膜
			土工布				
			储水箱/池				砖
		水泥					
		混凝土					

		围挡			聚乙烯（PE）		等
					聚氯乙烯（PVC）		
					聚丙烯（PP）		
					钢材（钢板）		
					铝合金		
					塑料		
	资源消耗	水资源		施工用水	消耗量	/	
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输			轻型货车	能源类型和消耗量	运输车 型号、车辆载重、 运输频次、运输 距离等
					重型货车		
					泥浆罐车		
					长货车		
					集装箱货车		
					轿车		
	废弃物处理处置	处理处 置	废弃物			能源和材 料类型和 消耗量	处理量
			废水				
	长期 监测 阶段	设备 使用	管道、 井管预 处理	管道、井 管焊接	电焊机	能源类型 （柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油 气，液化天 然气等）和 消耗量	设备功 率范围、 运行时 间、能源 利用率、 工程量
建井			抽提井、 监测井	钻机			
材料		建井井管和连接		不锈钢	材料类型	井管和	

	使用	接管道材料		碳钢	和消耗量	连接管道的材质、长度、直径、结构等
				镀锌钢		
				聚乙烯（PE）		
				聚氯乙烯（PVC）		
		建井-填料	封口材料	水泥		建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土		
			止水材料	膨润土		
				粘土球		
			回填材料	石英砂		
				砾石		
				黄沙		
		采样试剂与耗材	化学试剂、贝勒管、取样瓶等	化学试剂		采样类型、数量、频次、监测指标等
				聚乙烯（PE）		
				聚四氟乙烯(PTFE)		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车 型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			
运行	设备	阻隔屏障裂口、缺	联合封口	能源类型	设备功	

维护阶段	使用	口等维护		机	(柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	率范围、运行时间、能源利用率、工程量
		地面平整	推土	推土机		
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		水井维护		泵机		
				高压冲洗机		
	材料使用	阻隔材料更新/替换		沥青	材料类型和消耗量	/
				砂石		
				植被		
				清洁土		
				粘土		
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				HDPE膜		
				土工布		
	资源消耗	水资源		施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车 型号、车辆载重、 运输频次、运输 距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			

I-6 异位化学氧化

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	钢结构大棚材料		负压大棚骨架使用钢材	材料类型和消耗量	建筑材料、面积
				负压大棚覆膜		
		地面防渗材料		土工膜/土工布		建筑材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				石头		
				干净土		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸等
				水泥		
				混凝土		
				聚乙烯(PE)		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
				聚氯乙烯 (PVC)		围挡材料、 尺寸等
				聚丙烯 (PP)		
		围挡		钢材(钢板)		
				铝合金		
				塑料		
	资源消耗	水资源		施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输			能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				轻型货车		
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货 车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处 理处 置	处理 处置	危险废弃物		能源和材 料类型和 消耗量	处理量
废水						
运行施 工阶 段	设备 使用	开挖 支护	高压喷 射注浆 法、地 下连续 墙法、 钻孔灌 注法	搅拌机	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油 气，液化天 然气等)和 消耗量	设备功率范 围、运行时 间、能源利 用率、工程 量
			高压喷	高压注浆		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			射注浆法	机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/ 潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
				脱水机		
				负压大棚 引风机		
		主处理		计量泵		
				药剂搅拌机		
				一体化混合搅拌装备		
				固定式双轴搅拌装备		
				浅层强力		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		废水废气处理设备	搅拌头		
			一体化废水处理设备		
			一体化废气处理设备		
		土壤回填、外运	挖掘机		
			自卸车		
			洒水车		
	材料使用	修复药剂	化学氧化	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
			亚硫酸钠		
			高锰酸钾		
			过氧化氢		
			过硫酸钠		
			氢氧化钠		
			氢氧化钙		
			硫酸亚铁		
		化学还原	零价铁		
			硫化氢		
			硫酸亚铁		
			多硫化钙		
			亚硫酸氢钠		
		修复材料	气味抑制剂		
			防尘网		
			防雨布		
			活性炭		
			石英砂		
			配药桶		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			
	修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量
浅坑或垃圾挖掘				铲土机		
混凝土、钢筋拆除				钻爆机		
吸尘器				吸尘器		
资源消耗		水资源	施工用水	水	方量	/
运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距	
			重型货车			
			泥浆罐车			
			长货车			

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			集装箱货车		离等
			轿车		
			电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水		

I-7 异位淋洗

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	地面防渗材料		土工膜/土工布	材料类型和消耗量	建造材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				石头		
				粘土		
				干净土		
				钢材(钢筋、钢网等)		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸等
				水泥		
				混凝土		
				聚乙烯(PE)		
				聚氯乙烯		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			(PVC)			
			聚丙烯 (PP)			
		围挡	钢材(钢板)			围挡材料、 尺寸等
			铝合金			
			塑料			
	资源消耗	水资源		施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货 车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理 处置	处理 处置	废弃物	焚烧	能源和材 料类型和 消耗量	处理量
				填埋		
			废水	外运处理		
运行施工阶段	设备使用	开挖 支护	高压喷射 注浆法、地 下连续墙 法、钻孔 灌注法	搅拌机	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油 气,液化天 然气等)和 消耗量	设备功率范 围、运行时 间、能源利 用率、工程 量
			高压喷射 注浆	高压注浆 机		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			法			
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/ 潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
		主处理	输送单元	皮带机		
				螺旋输送机		
			物理分离单元	湿法振动筛		
				滚筒筛		
				水力旋流器		
				螺旋选矿机		
				跳汰机		
			化学淋洗单元	淋洗搅拌罐		
				滚筒清洗		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
				机		
				水平振荡器		
				加药配药设备		
				脱水筛		
		泥水分离及脱水单元		压滤机		
				离心分离机		
				泥浆泵/污泥泵		
				一体化水处理设备		
		废水处理		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		土壤外运		洒水车		
	材料使用	修复材料		配药桶	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
				搅拌桶		
				搅拌反应釜		
				防尘网		
				防雨布		
				活性炭		
				石英砂		
		修复药剂		表面活性剂		
				无机酸		
				EDTA		
				柠檬酸		
				亚硫酸钠		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
				硫酸亚铁		
				氢氧化钠		
				氢氧化钙		
				絮凝剂		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
电动车						
土壤和废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量	
		废水				
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
			资源	水资源		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算参 数 (备选)
	消耗	源	水			
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货 车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处 理处 置	处理 处置	危险废弃物		能源和材 料类型和 消耗量	处理量
			废水			

I-8 异位热脱附

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地面防渗	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇注机		
			压实	压路机		
			养护	洒水车		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
	材料消耗	地面防渗材料		土工膜/土工布	材料类型和消耗量	建造材料、防渗面积、厚度等
				钢材(钢筋、钢网等)		
				混凝土		
				石头		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸等
				水泥		
				混凝土		
				聚乙烯(PE)		
				聚氯乙烯(PVC)		
				聚丙烯(PP)		
		围挡		钢材(钢板)		围挡材料、尺寸等

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			铝合金		
			塑料		
	资源消耗	水资源	施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输	轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车 号、车辆载重、运输频 次、运输距 离等
			重型货车		
			泥浆罐车		
			长货车		
			集装箱货车		
			轿车		
			电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源、材料 类型和消 耗量	处理量
			废水		
运行施工阶段	设备使用	开挖支护	高压喷射注浆法、地下连续墙法、钻孔灌注法	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤、液化石油气，液化天然气等)和 消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			高压喷射注浆法		
			深层搅拌法		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		降水		真空泵/ 潜水泵		
		土方开挖		挖掘机		
				自卸车		
				洒水车		
		预处理		阿鲁斗		
				装载机		
				破碎机		
				筛分机		
				脱水机		
				负压大棚引风机		
		主处理	进料系统	链板输送机		
				传送带		
				除铁器		
			脱附系统	回转干燥设备		
		螺旋推进设备				
		废水废气处理		一体化废水处理设备		
				一体化废气处		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		土壤回填、外运	理设备		
			挖掘机		
			自卸车		
			洒水车		
	材料使用	修复材料	气味抑制剂	材料类型 和消耗量	处理方式、 处理量等
			防尘网		
			防雨布		
			活性炭		
			石英砂		
		修复药剂	生石灰		
			氢氧化钠		
			硫酸亚铁		
			过硫酸钠		
			过氧化氢		
	资源消耗	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输	轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
			重型货车		
			长货车		
			集装箱货车		
			轿车		
			电动车		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	土壤和废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水		能源和材料类型和消耗量	处理量
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃	处理	危险废弃物		能源和材	处理量

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	物处 理处 置	处置	废水		料类型和 消耗量	

I-9 原位抽出

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算 参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面 平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		止水帷幕	高压喷射注浆法、地下连续墙法、钻孔灌注法	搅拌机		
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		地表阻隔	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
		管道、井管预处理	管道、井管焊接	电焊机		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		建井	抽提井、监测井	钻机		
	材料消耗	建井井管和连接管道材料		不锈钢	材料类型和消耗量	井管和连接管道的材质、长度、直径、结构等
				碳钢		
				镀锌钢		
				聚乙烯 (PE)		
				聚氯乙烯 (PVC)		
		建井-填料	封口材料	水泥		建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土		
			止水材料	膨润土		
				粘土球		
			回填材料	石英砂		
				砾石		
		止水帷幕材料		水泥		建造方式、材料类型、尺寸等
				混凝土		
				钢材 (钢筋、钢板等)		
		储水箱/池		砖		储水容器的材料、尺寸等
				水泥		
				混凝土		
				钢筋		
				聚乙烯 (PE)		
				聚氯乙烯 (PVC)		
				聚丙烯 (PP)		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		围挡	钢材（钢板）		围挡材料、尺寸等
			铝合金		
			塑料		
		阻隔覆盖材料	沥青		
			石头		
			粘土		
			干净土		
			高密度聚乙烯膜（HDPE）		
			钢材（钢筋、钢网等）		
	资源消耗	水资源	施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输	轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
			重型货车		
			泥浆罐车		
			长货车		
			集装箱货车		
			轿车		
			电动车		
	废弃物处理	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	废弃物处理处置	处理量
			能源和材料		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	理 处 置			料类型和 消耗量		
		液相抽提设备		真空泵/潜 水泵		
		废水处理设备		一体化水 处理设备		
	材 料 使 用	废水处理材料		活性炭	材料类型 和消耗量	处理方式、 处理量等
				石英砂		
				过氧化氢		
				过硫酸钠		
				高锰酸钾		
				臭氧		
				亚硫酸钠		
				硫酸亚铁		
				硫化钠		
				氢氧化钙		
				氢氧化钠		
	资 源 消 耗	水资 源	施工用 水	水	消耗量	/
	运 输	设备、材料、废 弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货 车		
				轿车		
				电动车		
	废	处理	危险废	能源和材	废弃物处	处理量

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	弃物处理处置	处置	弃物	料类型和消耗量	理处置	
			废水	能源和材料类型和消耗量		
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
		土壤	废弃井回填	土	方量	回填井数量、直径等
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和	废弃物处理处置	处理处置

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算 参数 (备选)
	物 处 理 处 置			消耗量		
			废水	能源和材 料类型和 消耗量		

I-10 原位多相抽提

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算 参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面 平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		止水帷幕	高压喷射注浆法、地下连续墙法、钻孔灌注法	搅拌机		
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		地表阻隔	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇筑机		
			压实	压路机		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
		管道、井管预处理	管道、井管焊接	电焊机		
		建井	抽提井、监测井	钻机		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	材料消耗	建井井管和连接管道材料		不锈钢	井管和连接管道的材质、长度、直径、结构等
				碳钢	
				镀锌钢	
				聚乙烯 (PE)	
				聚氯乙烯 (PVC)	
		建井-填料	封口材料	水泥	建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土	
			止水材料	膨润土	
				粘土球	
			回填材料	石英砂	
				砾石	
		止水帷幕材料		水泥	建造方式、材料类型、尺寸等
				混凝土	
				钢材 (钢筋、钢板等)	
		储水箱/池		砖	储水容器的材料、尺寸等
				水泥	
				混凝土	
				钢筋	
				聚乙烯 (PE)	
				聚氯乙烯 (PVC)	
				聚丙烯 (PP)	
		围挡	钢材 (钢板)		围挡材料、尺寸等

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			铝合金		
			塑料		
	资源消耗	水资源		施工用水	消耗量
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型 和消耗量	处理量
			废水		
运行施工阶段	设备使用	液相抽提设备		真空泵/潜水泵	
		废水废气处理设备		一体化废水处理设备	
				一体化废气处理设备	
	材	废水废气处理材		石英砂	材料类型
					处理方式、

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算 参数 (备选)
	料使用	料		活性炭	和消耗量	处理量等
				过氧化氢		
				过硫酸钠		
				高锰酸钾		
				臭氧		
				亚硫酸钠		
				硫酸亚铁		
				氢氧化钙		
				氢氧化钠		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	废弃物处理处置	处理量
			废水	能源和材料类型和消耗量		
修复	设备	现场拆除	构筑物拆除、深坑	挖掘机	能源类型 (柴油、汽	设备功率 范围、运行

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
结束阶段	使用	恢复	挖掘		油、电、天然气、煤等)和消耗量	时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖掘	铲土机		
			混凝土、钢筋拆除	钻爆机		
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
		土壤	废弃井回填	土	方量	回填井数量、直径等
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物	能源和材料类型和消耗量	废弃物处理处置	处理量
			废水	能源和材料类型和消耗量		

I-11 原位化学氧化/还原

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地表阻隔	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇注机		
			压实	压路机		
		管道、井管预处理	泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
			管道、井管焊接	电焊机		
		建井	注射井、监测井	钻机		
	材料消耗	建井井管和连接管道材料		不锈钢	材料类型和消耗量	井管和连接管道的材质、长度、直径、结构等
				碳钢		
				镀锌钢		
				聚乙烯 (PE)		
				聚氯乙烯 (PVC)		
		建井-填料	封口材料	水泥		建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土		
			止水材料	膨润土		
				粘土球		
			回填材料	石英砂		
				砾石		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
		药剂、水储存箱/池	砖		储水容器的材料、尺寸等
			水泥		
			混凝土		
			钢筋		
			聚乙烯 (PE)		
			聚氯乙烯 (PVC)		
			聚丙烯 (PP)		
		围挡	钢材 (钢板)		围挡材料、尺寸
			铝合金		
			塑料		
		地表阻隔材料	加固/阻隔土壤		建造材料、阻隔面积、厚度等
			土工膜/土工布		
			阻隔层框架		
			浇筑阻隔层		
			其他可能的阻隔覆盖材料		
			沥青		
			石头		
			粘土		
			干净土		
			高密度聚乙烯膜 (HDPE)		
			钢材 (钢筋、钢网等)		
	资源消耗	水资源	施工用水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员	轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载
			重型货车		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)	
		运输		泥浆罐车		重、运输频次、运输距离等	
				长货车			
				集装箱货车			
				轿车			
				电动车			
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量	
			废水				
	运行施工阶段	设备使用	注气（臭氧氧化）设备	臭氧发生	臭氧发生器	能源类型（柴油、汽油、电、天然气、煤、液化石油气，液化天然气等）和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
				注入量控制	计量泵		
			注药设备	药剂配置	搅拌机		
注入量控制				计量泵			
注射井注药、直推式注药、高压旋喷注药				高压泵			
注射井注药/抽-注循环				注射泵			
				抽提泵			
直推式注药				直推式钻机			
高压旋	旋喷钻机						

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			喷注药	空压机		
			土壤置换注药	挖掘机		
	材料使用	注射药剂	化学氧化	亚硫酸钠	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
				高锰酸钾		
				过氧化氢		
				芬顿试剂		
			化学还原	零价铁		
				硫化氢		
				硫酸亚铁		
				多硫化钙		
				亚硫酸氢钠		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、人员运输		轻型货车	能源类型和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
轿车						
			电动车			
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			
修复结束阶段	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、深坑挖掘	挖掘机	能源类型（柴油、汽油、电、天然气、煤等）和消耗	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			浅坑或垃圾挖	铲土机		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算 指标 (优选)	间接核算 参数 (备选)
段			掘	钻爆机	量	
			混凝土、 钢筋拆除			
			吸尘器			
	资源 消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
		土壤	废弃井 回填	土	方量	回填井数量、直径等
	运输	设备、材料、 废弃物、人员 运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆载 重、运输频 次、运输距 离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处 理处 置	处理 处置	危险废弃物		能源和材 料类型和 消耗量	处理量
			废水			

I-12 原位热脱附

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
场地建设阶段	设备使用	地面平整	推土	推土机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤等)和消耗量	设备功率范围、运行时间、能源利用率、工程量
			挖掘	挖掘机		
			平整	压路机		
		地表阻隔	泥浆搅拌	搅拌机		
			泥浆浇筑	混凝土浇注机		
			压实	压路机		
			泥浆处理	泥浆泵/污泥泵		
		止水帷幕	高压喷射注浆法、地下连续墙法、钻孔灌注法	搅拌机		
			高压喷射注浆法	高压注浆机		
			深层搅拌法	深层搅拌机		
			地下连续墙法	挖槽机		
			钻孔灌注法	钻孔机		
		管道、井管预处理	管道、井管焊接	电焊机		
		建井	燃气加热井、电极井、蒸汽注入井、抽提井、监测井	钻机		

阶段	工艺环节		排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	材料消耗	建井井管和连接接管道材料		不锈钢	井管和连接管道的材质、长度、直径、结构等
				碳钢	
				镀锌钢	
				聚乙烯 (PE)	
				聚氯乙烯 (PVC)	
		建井-填料	封口材料	水泥	建井类型、数量、监井深度、直径等
				混凝土	
			止水材料	膨润土	
				粘土球	
			回填材料	石英砂	
				砾石	
		地表阻隔材料	加固/阻隔土壤	土工膜/土工布	建造材料、阻隔面积、厚度等
			阻隔层框架	钢材(钢筋、钢网等)	
			浇筑阻隔层	混凝土	
			隔热材料	泡沫混凝土	
				加气砖	
				岩棉板	
				陶瓷隔热材料	
			隔电材料(电阻加热)	绝缘橡胶	
				树脂	
				塑料	
			其他可能的	沥青	

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	资	阻隔覆盖材料	石头	施工用	消耗量	
			粘土			
			干净土			
			高密度聚乙烯膜 (HDPE)			
			钢材(钢筋、钢网等)			
		止水帷幕材料	水泥			建造方式、材料类型、尺寸等
			混凝土			
			钢材(钢筋、钢板等)			
		储水箱/池	砖			储水容器的材料、尺寸等
			水泥			
			混凝土			
			钢筋			
			聚乙烯(PE)			
			聚氯乙烯(PVC)			
			聚丙烯(PP)			
		围挡	钢材(钢板)			围挡材料、尺寸等
			铝合金			
			塑料			
	水	水资源		施工用	消耗量	/

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
	源消耗			水		
	运输	设备、材料、废弃物、 人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆 载重、运 输频次、 运输距离 等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材 料类型和 消耗量	处理量
			废水			
运行施工阶段	设备使用	加热系统	燃气热传导 加热设备	燃烧控 单元	能源类型 (柴油、汽 油、电、天 然气、煤、 液化石油 气,液化天 然气等)和 消耗量	设备功率 范围、运 行时间、 能源利用 率、工程 量
				供气单 元		
			电热传导加 热设备	电加热 单元		
				控制单 元		
			电阻加热设	电极单		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
			备	元		
				控制单元		
				注水单元		
		蒸汽注入加热设备	蒸汽锅炉			
			空压机			
			过热器			
			控制设备			
		降水抽提设备		真空泵/潜水泵		
		废水废气处理设备	一体化废水处理设备			
			一体化废气处理设备			
	材料使用	废水废气处理材料		气味抑制剂	材料类型和消耗量	处理方式、处理量等
				防尘网		
				防雨布		
				活性炭		
				石英砂		
				氢氧化钙		
				氢氧化钠		
				过氧化		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
				氢		
				高锰酸钾		
				臭氧		
	资源消耗	水资源	产蒸汽用水、 施工用水	水	消耗量	/
	运输	设备、材料、废弃物、 人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型 号、车辆 载重、运 输频次、 运输距离 等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和 消耗量	处理量
			废水			
修复结束	设备使用	现场拆除恢复	构筑物拆除、 深坑挖掘	挖掘机	能源类型 (柴油、汽油、电、天然气、煤	设备功率 范围、运行时间、 能源利用
			浅坑或垃圾 挖掘	铲土机		

阶段	工艺环节			排放边界	直接核算指标 (优选)	间接核算参数 (备选)
阶段			混凝土、钢筋拆除	钻爆机	等)和消耗量	率、工程量
			吸尘器	吸尘器		
	资源消耗	水资源	施工用水	水	方量	/
		土壤	废弃井回填	土	方量	回填井数量、直径等
	运输	设备、材料、废弃物、 人员运输		轻型货车	能源类型 和消耗量	运输车型号、车辆载重、运输频次、运输距离等
				重型货车		
				泥浆罐车		
				长货车		
				集装箱货车		
				轿车		
				电动车		
	废弃物处理处置	处理处置	危险废弃物		能源和材料类型和消耗量	处理量
			废水			