

財利船廠解除工程 環境影響評估 立法會提問的回應

受二噁英污染泥土的處理方法： 熱力解吸法及其他方法

除污過程選擇

考慮方案

- 原地密封
- 焚化
- 熱力解吸法
- 熱力熔合法
- 生物分解法

除污過程選擇

剩餘物處理 方案

- 焚化
- 化學除氯法+廢油棄置
- 紫外線分解+廢油棄置

除污過程選擇

原地密封

- 利用阻礙物控制污染物的移動路徑
- 不能減低污染物的毒性及數量
- 限制將來用地



原地密封示意

除污過程選擇

焚化

- 在攝氏一千度高溫以上分解所有污染物(除污效能達99.9999%)
- 適用於所有有機化合物
- 須興建一座新焚化爐或可在化學廢物處理中心處理

除污過程選擇

興建新焚化爐

- 總成本較熱力分解法及化學廢物處理中心高最少30%
- 能源需求量大
- 需高性能系統及嚴格控制系統

除污過程選擇

化學廢物處理中心

- 不適用於處理大量泥土
- 在不改變現有設施環境下須90年處理時間
- 中心在擴建期間須暫停運作引致化學廢物大量儲存
- 需運送大量泥土

除污過程選擇

熱力解吸法

- 熱力引發的物理分離過程
- 攝氏五百四十度下把污染物蒸發成氣體狀態
- 不含氧化過程
- 剩餘物需額外處理
- 成功處理二噁英及有機化學物例子

除污過程選擇

生物分解法

- 利用微生物在有氧環境下把複雜的有機化合物降解成二氧化碳及水份子
- 不適用於難以生物分解的二噁英
- 未有成功處理二噁英例子

除污過程選擇

熱力熔合法

- 在攝氏一千度或以上熔合受污染的泥土
- 冷卻後或膠狀物包藏污染物
- 須大量熱能熔合泥土
- 熔合過程所產生的排放問題
- 未被廣泛應用

剩餘物處理過程選擇

化學除氯法

- 化學過程除去氯原子從而減低毒性
- 須額外處理設施 (成本約\$30M)
- 處理效率較焚化低
- 過程產生被處理廢物數量5倍的廢油
- 過程所產生的廢油(5倍數量)不能被回收
- 雙重廢油處理
- 未有成功大型應用例子



專責事務處
土木工程署

剩餘物處理過程選擇

紫外線分解

- 能源須求量大
- 須化學溶劑
- 低效能 (98-99%)
- 過程生產額外剩餘物
- 未被廣泛應用



專責事務處
土木工程署

氣態化學還原法

過程

- 利用氫原子在高溫下與含氯有機化合物進行化學除解
- 含氯有機化合物被除解成甲烷及氯化氫等簡單物質
- 高除解成效



專責事務處
土木工程署

氣態化學還原法

限制

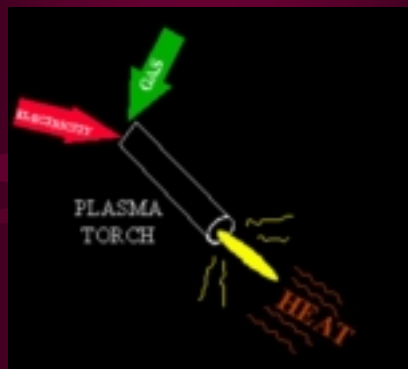
- 須配備先進控制技術以防止超負荷氣壓
- 複雜操控
- 小量應用不符合經濟效益
- 產生大量剩餘物如化學過程所生產的氣態物,廢水及沉澱物
- 只有加拿大小量應用資料

等離子轉換法

過程

- 透過電流在低壓氣流中產生等離子場
- 等離子可產生高達攝氏5000至15000度高溫
- 在高溫中,污染物被離解成原子原素
- 原理似焚化(但在極高溫下)

等離子轉換法



等離子轉換法

限制

- 高昂的營運費
- 排放與焚化過程相似
- 有機會產生含二噁英的剩餘物
- 在高溫下氣化的重金屬會被釋出
- 氣態的重金屬難以被處理及收集
- 灰狀及融化狀的處理泥土不適合循環再用
- 未知的處理成效
- 未有處理二噁英的記錄或應用例子

剩餘物處理過程選擇

化學廢物處理中心

- 管理完善及先進的中央化學廢物處理中心
- 就處理化學廢物而設計
- 能有效處理二噁英
- 嚴格的排放標準
- 現有沿用設備

熱力解吸法的效益

選取熱力解吸及焚化剩餘物的原因

- 永久去除二噁英污染物
- 最少環境影響
- 成功處理二噁英例子
- 與國際做法一致
- 最具成本效益

化學廢物處理中心 焚化二噁英廢物方案比較

方案	處理數量	處理時間	暫停運作時間	費用	設施影響
現有設備	每日兩噸	九十年	零	\$460M	儲存設施
設備少量修改	增加至每日十噸	十八年	一年	\$460M + \$40M 至 \$80M	儲存設施 + 一萬五千噸化學廢料
設備大量修改	增加至每日五十噸	三年半	二至三年	\$460M + \$70M 至 \$150M	儲存設施 + 九萬噸化學廢料

不同二噁英處理技術成本

- 原地密封: \$100M
- 興建新焚化爐: \$425M
- 化學廢物處理中心(現有設備修改): \$610M
- 熱力解吸及化學廢物處理中心焚化: \$350M
- 熱力解吸、化學除氯及化學廢物處理中心焚化: \$420M
- 除上述技術外，沒有其他成功例子

熱力解吸法的應用例子 附件甲

二噁英運載風險

為何在工地外處理受二噁英污染的泥土?

- 除焚化外,沒有單一步驟可清除二噁英,縱有亦需作工地外最後棄置
- 工地內處理將令主題公園的啓用延遲2至3年
- 社會與經濟損失包括就業機會的損失

二噁英問題

- 二噁英濃度:平均濃度較“清潔水平(1ppb)”9倍(最高水平高達109倍)
- 30,000立方米
- 受二噁英污染的泥土數量及濃度較美國佛羅里達州Jacksonville低50%
- 不處理二噁英污染泥土可能引致每10,000個案中272患癌風險(30年長期直接觸)
- 處理後可達到美國適用於住宅用途的標準 1ppb(工商業用途標準:5-20 ppb)

日常生活風險

以下活動將令患生癌風險增加百萬分一

- 在醫院照一次X光
- 吸1.4口煙

物質的風險

低內在的風險,由於:

- 低濃度 (ppb)
- 非揮發性
- 不易燃
- 固體及不溶解
- 不飛揚(濕潤)
- 每天30運輸架次

風險評估 - 泥土的運送

泄漏

- 物質泄漏風險 : 3×10^{-8}
- 二噁英散播的健康風險: 8×10^{-11}
- 影響健康的整體風險 : 3×10^{-18}
(比標準風險(1×10^{-6}) 低 12 order of magnitude)

風險評估 - 泥土的運送

爆炸

- 車輛爆炸風險 : 1.6×10^{-9} (可忽略)
- 二噁英散播的健康風險 : 1×10^{-6}
- 影響健康的整體風險 : 2×10^{-15}
(比標準風險 (1×10^{-6}) 低 9 order of magnitude)

風險評估 - 剩餘物的運送

剩餘物的運送

- 剩餘物泄漏風險 : 2×10^{-8}
- 二噁英散播的健康風險 : 10^{-4} to 10^{-5}
- 影響健康的整體風險 : 10^{-13} to 10^{-14}

風險評估

受二噁英污染泥土泄漏風險

滾式裝卸貨車發生交通意外	意外發生於專用的非公共道路	貨車內發生溢漏	運送人員沒有及時補救 (堆載及吸走溢出物品)	可能性	後果	
3.2×10^{-5}	否 0.9	——		2.88×10^{-5}	沒有溢漏至附近環境	
	是 0.1	是 0.9	——		2.88×10^{-6}	沒有溢漏至附近環境
		否 0.1	否 0.9	——		2.88×10^{-7}
			是 0.1	是 0.1	3.20×10^{-8}	溢漏至附近環境
				3.20×10^{-5}	合計	

風險評估

運載受二噁英污染泥土的車輛爆炸風險

運式裝卸貨車發生交通意外	意外發生於專用的非公共道路	意外中有足夠能量引起貨車爆炸	運送人員沒有及時補救(救火)	可能性	後果
3.2 x 10 ⁵	否 0.9	否 0.999	否 0.5	2.88 x 10 ⁵	沒有溢漏至附近環境
	是 0.1		是 0.001	3.20 x 10 ⁴	沒有溢漏至附近環境
			是 0.5	1.60 x 10 ⁵	沒有溢漏至附近環境
			是 0.5	1.60 x 10 ⁵	溢漏至附近環境
				3.20 x 10 ⁵	合計

風險評估

剩餘物泄漏風險

化學廢物處理中心已載貨車隊發生交通意外	導致溢漏?	貨車內發生溢漏	運送人員沒有及時補救(堵截及吸走溢出物品)	可能性	後果
7.61 x 10 ⁴	否 0.8	Yes 0.9	Yes 0.9	6.09 x 10 ⁴	沒有溢漏至附近環境
	是 0.2		No 0.1	1.37 x 10 ⁴	沒有溢漏至附近環境
			No 0.9	1.37 x 10 ⁷	沒有溢漏至附近環境
			Yes 0.1	1.52 x 10 ⁴	溢漏至附近環境
				7.61 x 10 ⁴	合計

風險評估

運載剩餘物的車輛爆炸風險

化學廢物處理中心已載貨車隊發生交通意外	意外中有足夠能量引起貨車爆炸	運送人員沒有及時補救(滅火)	可能性	後果	
7.61 x 10 ⁴	否 0.999	否 0.5	否 0.5	7.60 x 10 ⁴	沒有溢漏至附近環境
	是 0.001		是 0.5	3.81 x 10 ⁴	沒有溢漏至附近環境
			是 0.5	3.81 x 10 ⁴	溢漏至附近環境
				7.61 x 10 ⁴	合計

緊急應變計劃

防預措施 - 泥土的運送

- 盛載於密封式的車輛 (roll-off trucks)
- 經財利船廠與倒扣灣之間非公共的道路
- 護送
- 車速限制

防預措施 - 剩餘物的運送

- 使用密封容器裝載在密封貨車
- 行經倒扣灣至青衣的路線主要為非住宅區
- 護送
- 車速限制
- 只在非繁忙時間運送

應變措施

- 持牌化學廢物收集隊
- 受化學廢物處理訓練
- 備有清理泄漏工具
- 備有個人保護設備
- 工地人員指揮程序
- 泄漏控制計劃

緊急應變程序

- 知會有關部門 (緊急應變隊伍及消防處/環保署/警方)
- 配帶個人保護設備
- 收集受污染泥土
- 將泄漏泥土及地下泥土放於桶內
- 封密容器
- 適當地放置及在容器上註明
- 將車輛及其他接觸過污染物的設備淨化

排放控制的意外事故

- 使用最壞情況泥土作啓用測試
- 定期煙囪及附近空氣測試
- 持續排氣監察(使用一氧化碳作為運作指標)
- 若電腦發現問題,系統會自動停止

熱力解吸廠預防措施

非爆炸環境

- 以氮氣或其它惰性氣體作清除氣以提供惰性環境
- 以負氣壓來防止氣體外洩
- 防爆設計

熱力解吸廠有害氣體排放

- 連續式氣體排放監測, 煙囪排放監測
- 密封式運作
- 溫度及壓力警報
- 多層保護
- 緊急壓力活門
- 後備活性碳過濾器

有害氣體排放控制措施

- 控制泥土處理速率
- 調校運作參數
- 自動暫停運作

熱力解吸廠意外

- 氮氣帶動
- 非易燃環境
- 沒有燃料儲存
- 電腦操控
- 溫度/氣壓警報
- 緊急操作系統
- 意外及運作研究 (Hazard & Operability Study)
- 安全運作指引