





# 簡報大綱

- 1 臺灣常見污染場址
- 2 污土再製紅磚目的
- 3 再利用產品環境衝擊與因應對策
- 4 研究成果與管理要項
- 5 結論



# 臺灣地區常見的污染場址

## ■ 農地重金屬污染



## ■ 加油站及大型儲槽污染



## ■ 不明廢棄物非法棄置場址污染



## ■ 工廠 (工業) 污染



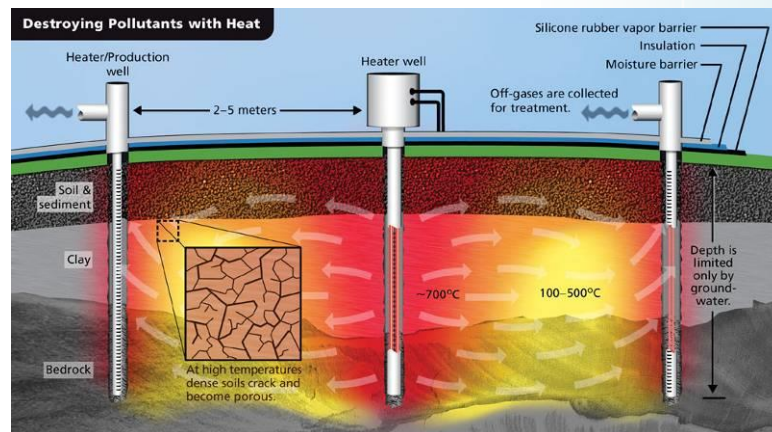
# 熱處理技術

## ■ 可處理下列污染物：

- 石油類污染物：  
汽柴油(脫附、氧化)
- 含氯有機物、多氯聯苯、  
戴奧辛(脫附、分解)
- 部份農藥
- 重金屬：  
汞(脫附)、銅(固定)



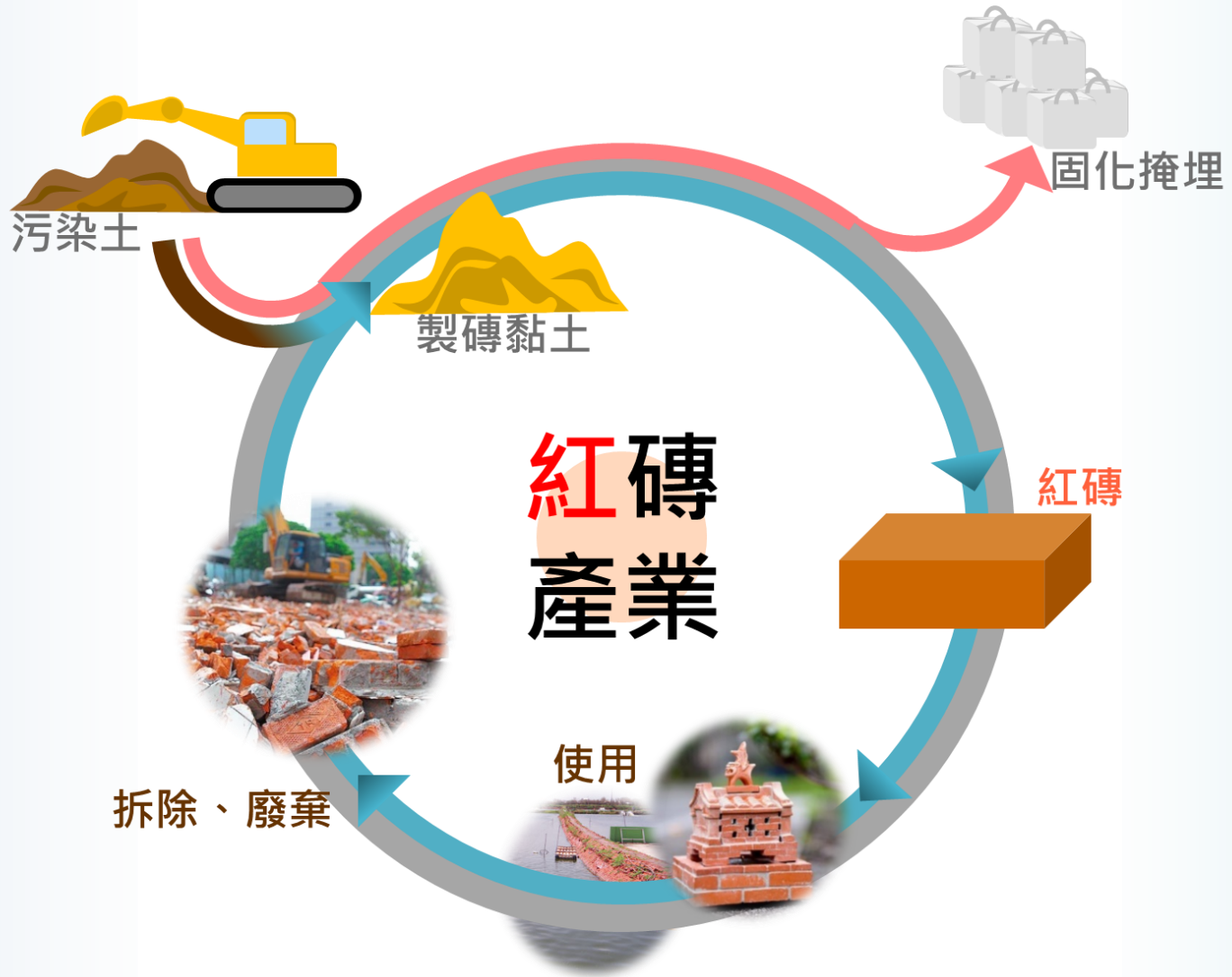
圖片來源：土壤及地下水整治技術



圖片來源：行政院環境保護署



# 汚土再製紅磚目的





# 環境衝擊評估-溶出試驗之控制因子

## ◆ 化學因子

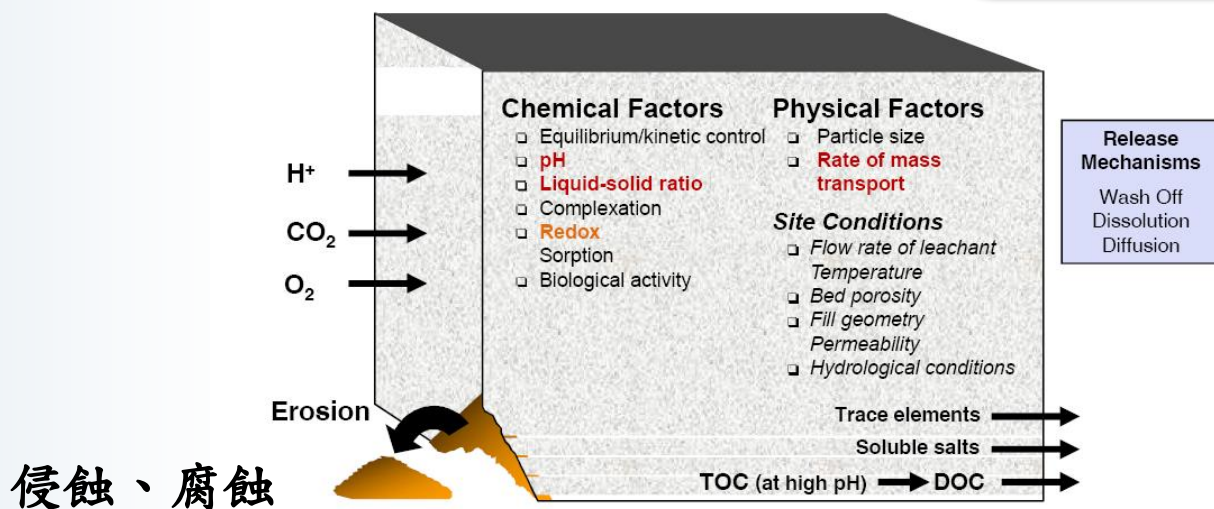
- 溶解度
- pH
- 化學型態
- 總量/最大溶出量
- 氧化還原電位
- 酸鹼緩衝程度
- 溫度
- 時間

## ◆ 物理因子

- 滲透
- 擴散
- 表面沖洗
- 型態(粒狀,塊狀)
- 孔隙度
- 浸透
- 侵蝕
- 扭曲

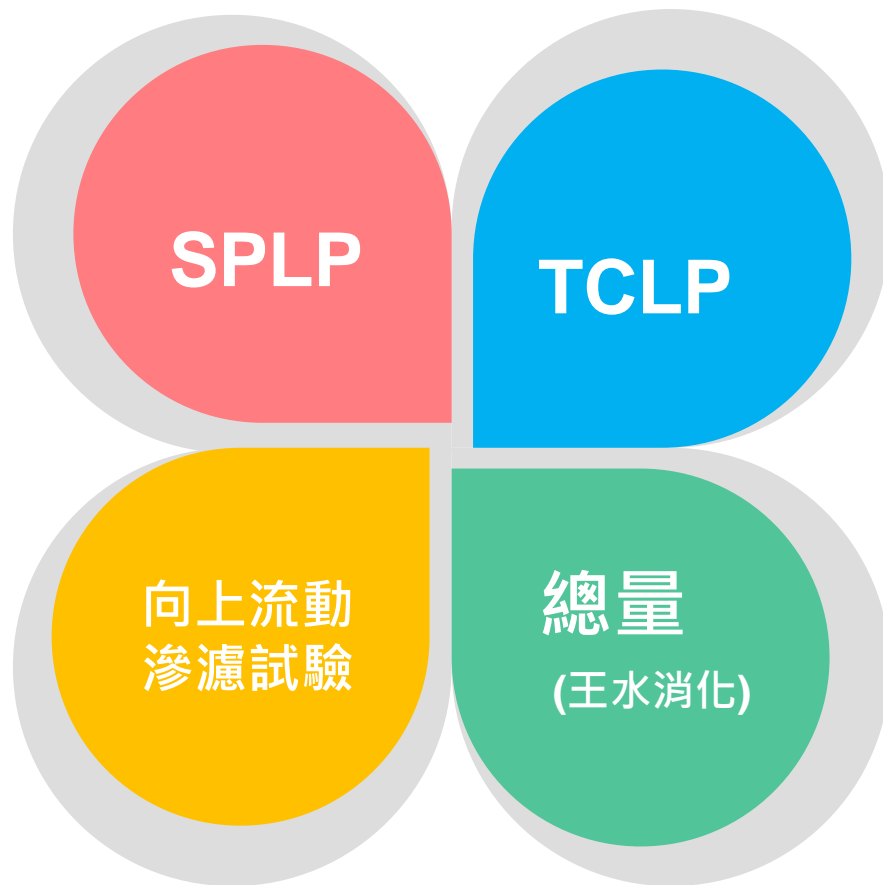
## ◆ 情境因子

- 水量
- 接觸時間
- 環境中pH值
- 溫度
- 環境中氧化還原電位
- 可溶解有機物
- 吸附





# 環境衝擊評估溶出特性試驗



# 環境衝擊評估溶出特性試驗

總量

(王水消化)

1. 土壤中重金屬檢測方法  
( NIEA S301.60B )
2. 土壤中總石油碳氫化合物檢測方法  
( NIEA S703.62B )

試驗方法

模擬情境

污染土壤再製產品，經使用至廢棄階段，可能因人為或自然外力影響，使其變成粉碎狀態後進入土壤中，成為土壤的一部分。

因此透過總量(王水消化)法檢測再製產品可能溶出重金屬總量。

對應法規

土壤污染管制標準  
土壤污染監測標準  
食用作物農地管制標準值



# 環境衝擊評估溶出特性試驗

TCLP

屬高液/固比值，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。

事業廢棄物毒性特性溶出程序（NIEA R201.14C）  
（Toxicity characteristic leaching procedure，  
以下簡稱TCLP）

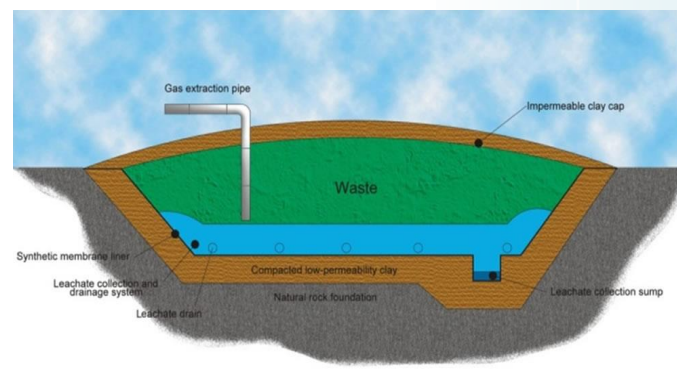
## 試驗方法

### 模擬情境

模擬當事業廢棄物誤棄置於衛生掩埋場內廢棄物掩埋後毒性物質溶出時，是否會對掩埋場外的地下水體、地上水體或人體、環境造成危害性影響。

### 對應法規

毒性特性溶出程序溶出標準



# 環境衝擊評估溶出特性試驗

SPLP

屬高液/固比值，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。

合成降水溶出程序（NIEA M205.10C）  
（Synthetic precipitation leaching  
procedure，以下簡稱 SPLP）

試驗方法

模擬情境

模擬酸降雨淋洗對  
液體、土壤、廢棄物中  
有機與無機污染物之最大  
溶出性與移動性。

對應法規

放流水標準

Effect of acid rain

Taj Mahal color due to acid rain. Acid rain reacted with the marble (calcium carbonate) of Taj Mahal. This caused damage to this wonderful structure, ...



資料來源：Quora

# 環境衝擊評估溶出特性試驗

向上流動

屬**低液/固比值**，各階段無機物釋出量、釋出總量，推估廢棄物對環境的影響、長期穩定性情境。用來估算污染物質在土壤-地下水管道間的環境衝擊 (Meza *et al.*, 2010)。

向上流動滲濾試驗法  
( NIEA R219.10C )

試驗方法

模擬情境

屬於一種以管柱設備模擬連續流動滲濾情境的測試方式，模擬廢棄物被填埋於一般的環境中，重金屬長時間受雨水或是地下水的溶出情形。

對應法規

地下水管制標準(第一類)  
土壤污染管制標準  
土壤污染監測標準  
食用作物農地管制標準值

○ 模擬廢棄物填埋於**地下水層中**



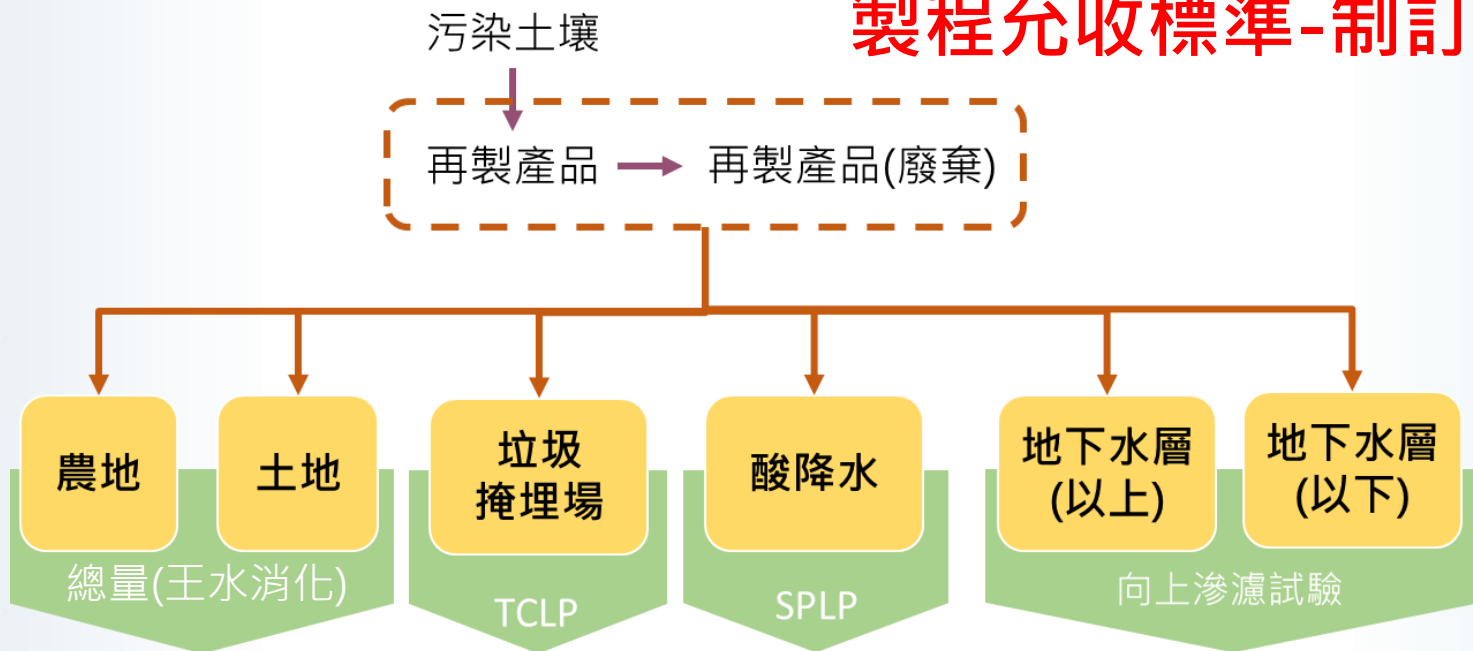
○ 模擬廢棄物填埋於**土壤中**





# 環境衝擊評估溶出特性試驗

## 製程允收標準-制訂原則



使用限制依溶出限值決定

各批次試驗  
添加濃度





# 環境衝擊評估溶出特性試驗

## 紅磚產品品質標準-使用環境法規標準

試驗或分析方法	總量	總量	TCLP	SPLP	向上流動滲濾試驗	
模擬環境	一般土地	農地	掩埋場底層	地表酸雨	地下水	
法規	土壤污染 管制標準 (mg/Kg)	食用作物農地 管制標準 (mg/Kg)	有害事業廢棄 物認定標準 (mg/L)	放流水標準： 事業等之廢污水 處理設施排放 (mg/L)	第一類地下水 污染管制標準 (mg/L)	
法 規 管 制 標 準	砷	60	--	5	0.5	0.05
	汞	20	5	0.2	0.005	0.002
	鎘	20	5	1	0.03	0.005
	鉻	250	--	5(總鉻)	2(總鉻)	0.05
	銅	400	200	15	3	1
	鎳	200	--	--	1	0.1
	鉛	2,000	500	5	1	0.05
	鋅	2,000	600	--	5	5
總石油碳氫 化合物	1,000	--	--	--	--	



# 研究成果與管理要項

項目	土壤污染管制標準 (mg/Kg)	食用作物農地 管制標準 (mg/Kg)	製程濕坯許可上限 管制值 (mg/Kg)
<b>As</b>	60	--	不開放
<b>Cd</b>	20	5	30
<b>Cr</b>	250	--	550
<b>Cu</b>	400	200	4,400
<b>Hg</b>	20	5	不開放
<b>Ni</b>	200	--	900
<b>Pb</b>	2,000	500	2,050
<b>Zn</b>	2,000	600	7,800

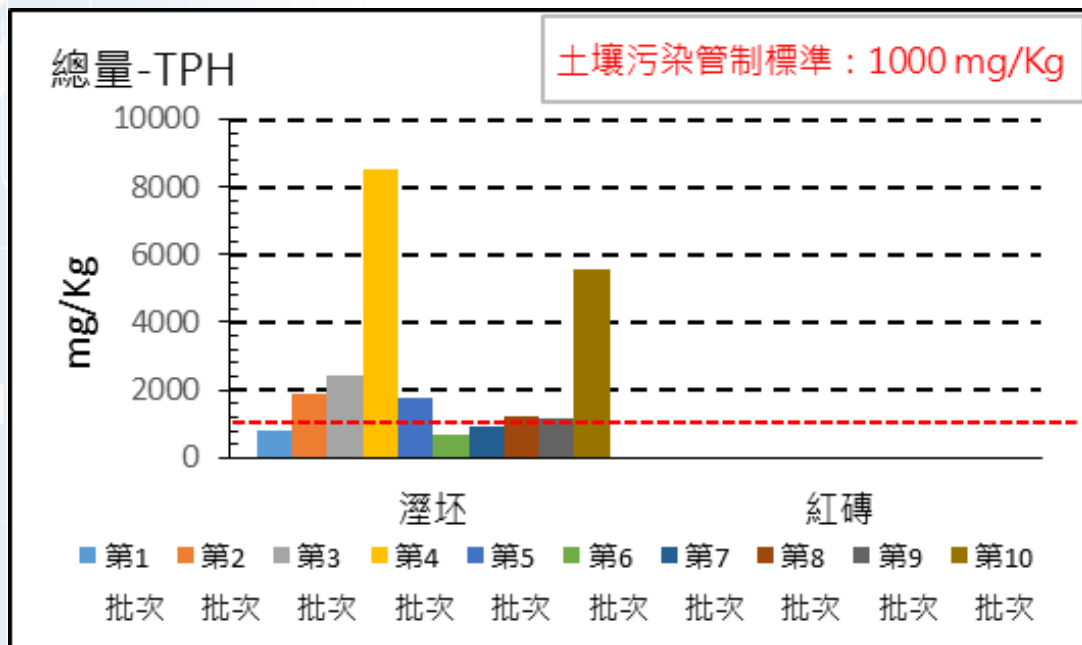
紅磚製程最高溫度不可低於1,000°C、紅磚品質符合CNS三等磚以上之規範





# 研究成果與管理要項

## TPH總量之消長



分析項目		TPH
單位		mg/Kg
土壤污染管制標準		1,000
第1批次	溼坯	794
	紅磚	ND(42.7)
第2批次	溼坯	1,860
	紅磚	ND(50.3)
第3批次	溼坯	2,400
	紅磚	ND(50.3)
第4批次	溼坯	8,520
	紅磚	ND(50.3)
第5批次	溼坯	1,780
	紅磚	ND(50.3)
第6批次	溼坯	675
	紅磚	ND(50.3)
第7批次	溼坯	921
	紅磚	ND(50.3)
第8批次	溼坯	1,210
	紅磚	ND(50.3)
第9批次	溼坯	1,160
	紅磚	ND(50.3)

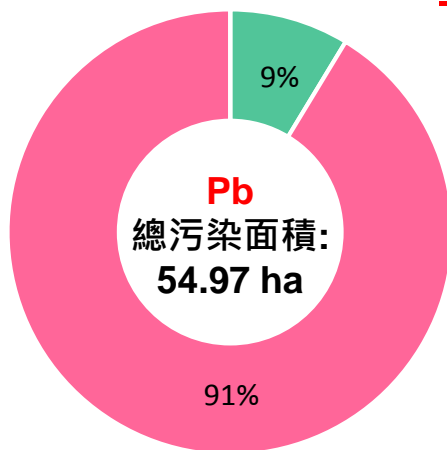
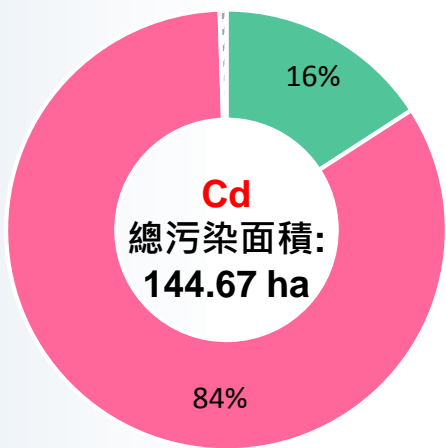
TPH經由紅磚燒製製程處理達相當之穩定化，相關法規足夠規範紅磚總石油碳氫化合物之溶出限值。

管理重點: 溼坯總量濃度控制




# 研究成果與管理要項

國內污染土壤問題可處理情形以重金屬污染分類來看

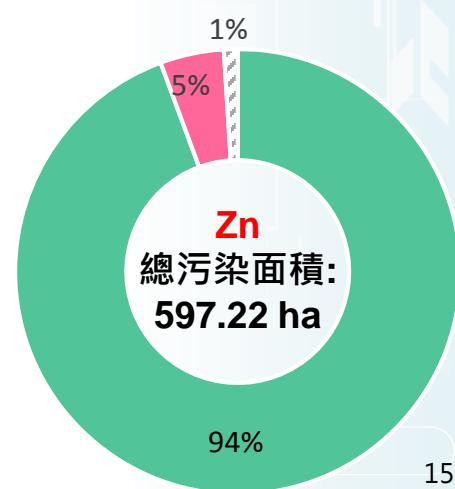
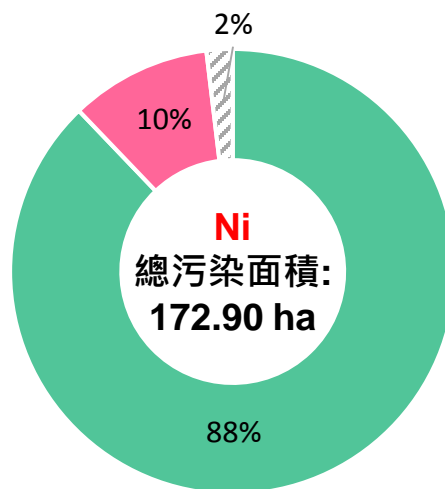
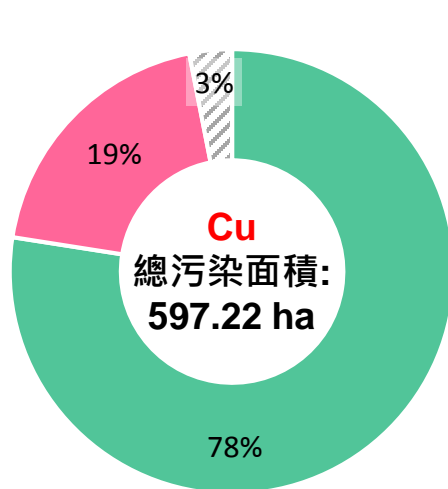
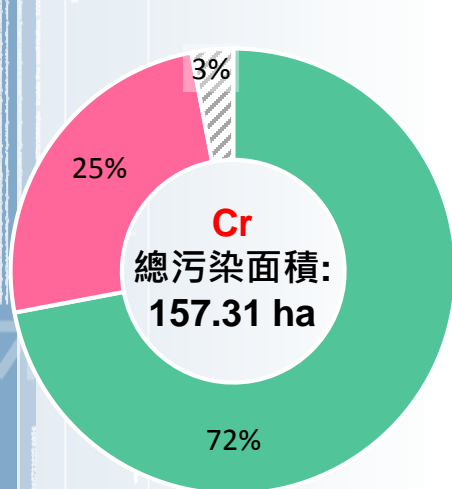


重金屬As、Hg不開放

 可直接處理

 需前處理或摻配

 資料不全

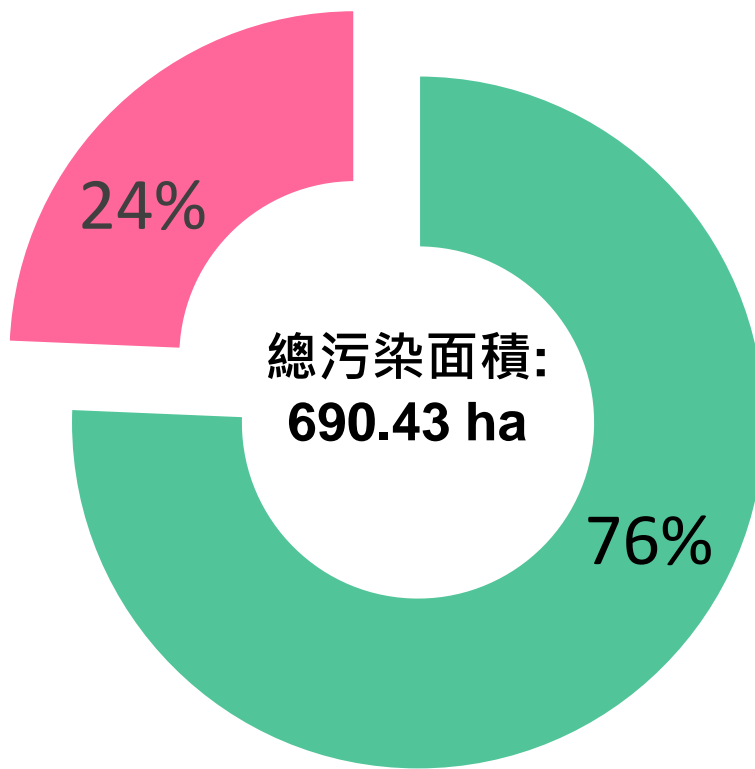




# 研究成果與管理要項

國內污染土壤問題可處理情形以污染場址分類來看

在考慮場址中所有重金屬污染濃度情況下，統計可處理污染場址面積



可直接處理



需前處理或摻配



# 研究成果與管理要項

## 許可審查與查核重點

### 許可審查建議

### 查核建議

允收標準

建議上限值(單位mg/Kg)  
Cd : 34、Cr : 554、Cu : 4477  
Ni : 950、Pb : 2070、Zn : 7890

濃度管理

建議**摻配後依比例計算重金屬濃度須低於建議值**，若高於建議值須進行試驗計畫

窯燒溫度

重金屬銅、鋅、鎘、鉛製磚之窯燒溫度建議控制在**1,000°C**

自主管理

建議自主管理應包含允收標準、濃度及窯燒溫度之管理方式

建議透過本計畫訂定之各製程階段**XRF快篩檢測值及採樣檢測分析**，確認允收及濃度符合許可

建議搭配**紅外線等溫度感測設備偵測**確認窯內溫度符合許可

建議確認自主管理作業確實辦理

污染土壤再利用許可審查注意事項  
手冊

污染土壤製磚再製產業  
查核重點



# 結論

## 紅磚製程

- ✓ 有效處理之污染物：  
鉻、銅、鎳、鋅、石油類
- ✓ 可處理但須注意高濃度之污染物：  
鉛、鎘
- ✓ 不能處理之污染物：  
汞、砷
- ✓ 製程最高溫不低於1,000°C
- ✓ 產品符合CNS三等磚以上之規範

# 感謝參與 問題與討論

© 2014 Pearson Education, Inc. All rights reserved. This publication is protected by copyright. Any unauthorized use or distribution of this work without the express written permission of Pearson Education, Inc. is prohibited.

1398573205.4854

4871305210781979786444638118402 2020090918 1398573205.4854 1398573205.4854 1398573205.4854





附件

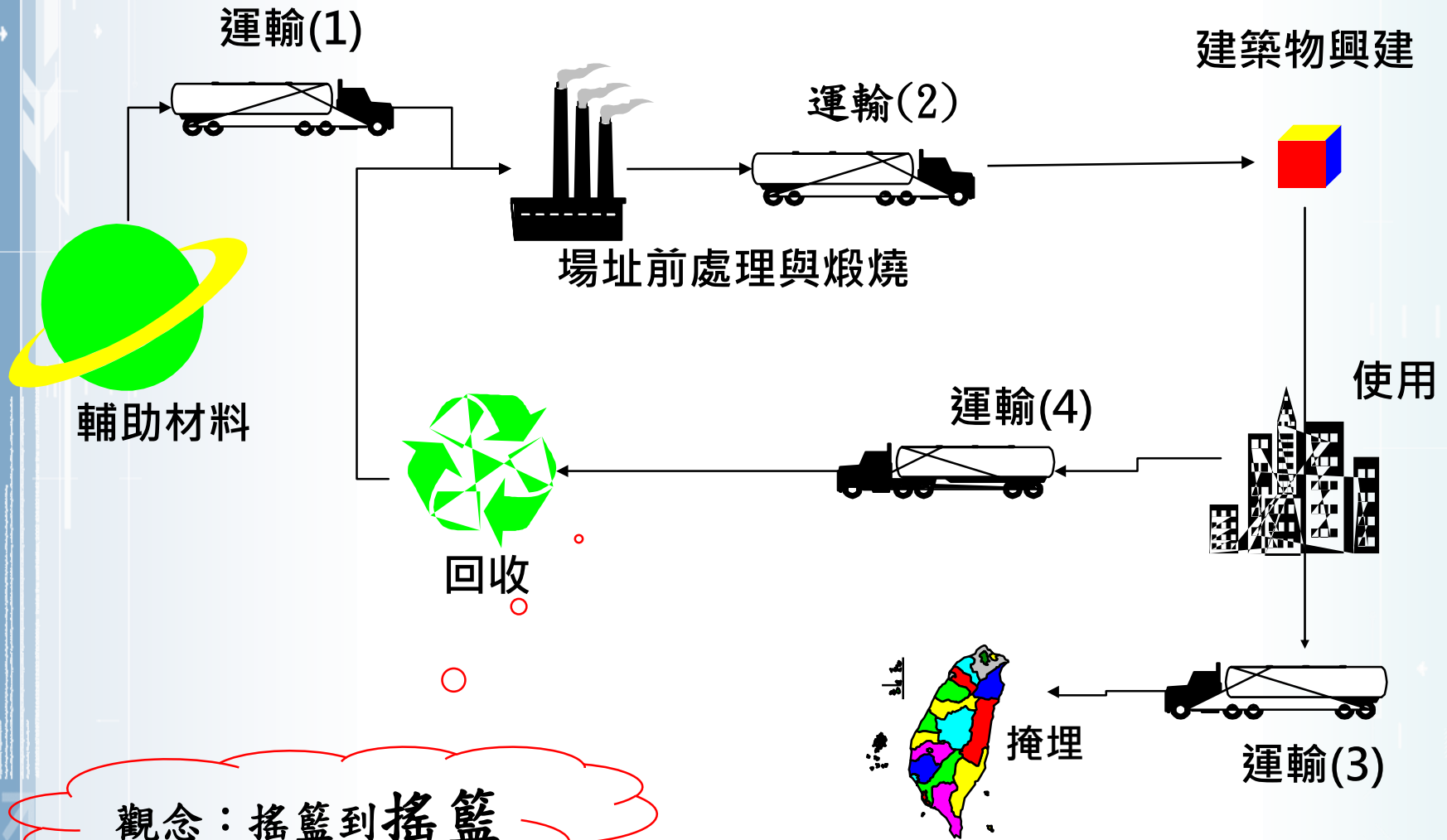
www.th

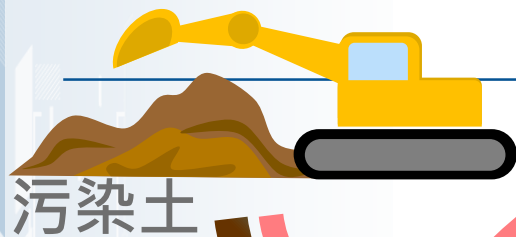
# 附件

# 管制值制定歷程與影響

項目	土壤污染管制標準 (mg/Kg)	食用作物農地管制標準 (mg/Kg)	製程濕坯許可上限理論值 (mg/Kg)	製程濕坯許可上限安全值 (mg/Kg)	製程濕坯許可上限管制值 (mg/Kg)	污染總面積 (公頃)	可直接處理污染面積占比	需前處理或摻配之污染面積占比
As	60	--	30	不建議開放	不開放	121.70	-	-
Cd	20	5	34.40	34	30	144.67	16%	84%
Cr	250	--	559.73	554	550	157.31	71%	26%
Cu	400	200	4,521.92	4,477	4,400	597.22	76%	21%
Hg	20	5	--	不建議開放	不開放	-	-	-
Ni	200	--	957.75	950	900	172.90	87%	11%
Pb	2,000	500	2,092.50	2,070	2,050	54.97	9%	91%
Zn	2,000	600	29,378.57	7,890	7,800	324.52	94%	5%

# 離場再製品的生命週期





# 紅磚產業

紅磚



拆除、廢棄

使用



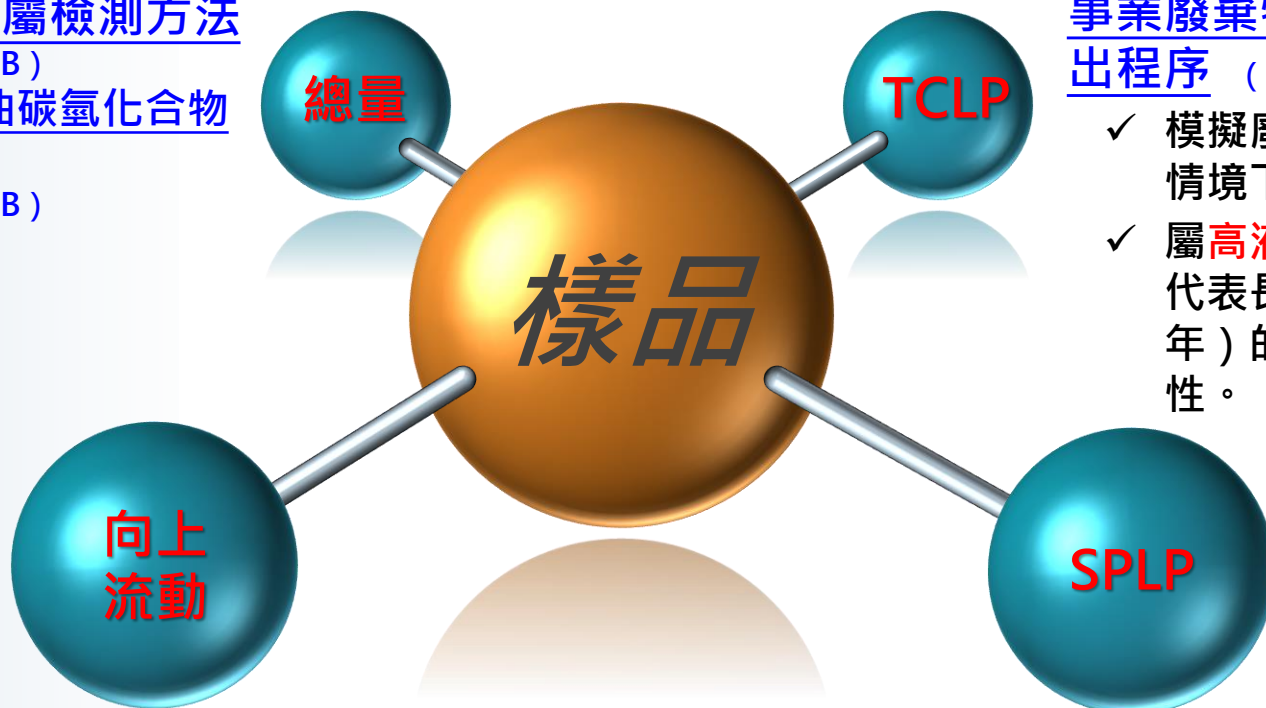
# 環境衝擊評估溶出特性試驗

## 土壤中重金屬檢測方法

( NIEA S301.60B )

## 土壤中總石油碳氫化合物 檢測方法

( NIEA S703.62B )



## 事業廢棄物毒性特性溶 出程序 ( NIEA R201.14C )

- ✓ 模擬廢棄物於掩埋場情境下之溶出行為。
- ✓ 屬高液/固比值，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。

## 向上流動滲濾試驗法

( NIEA R219.10C )

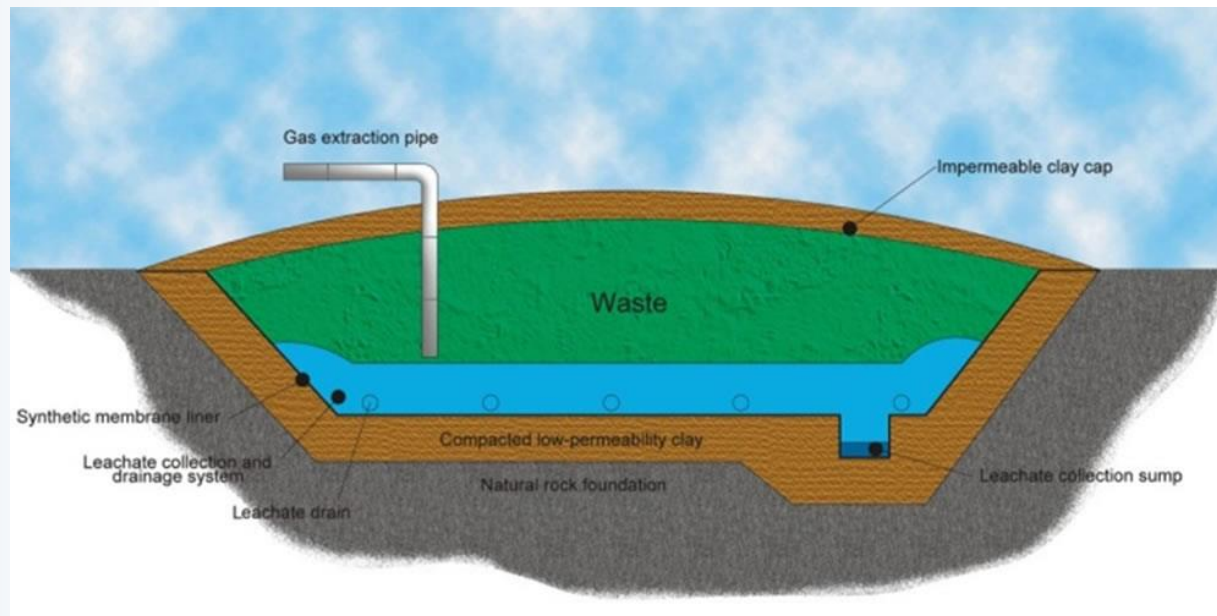
- ✓ 各階段無機物釋出量、釋出總量，推估廢棄物對環境的影響、長期穩定性情境。
- ✓ 用來估算污染物質在土壤-地下水管道間的環境衝擊(Meza *et al.*, 2010)。

## 合成降水溶出程序 ( NIEA M205.10C )

- ✓ 模擬酸降對液體、土壤、廢棄物中之污染物產生之滲漏行為。
- ✓ 屬高液/固比值，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。

# 事業廢棄物毒性特性溶出程序 ( NIEA R201.15C )

- ✓ 模擬廢棄物於**掩埋場**情境下之溶出行為。
- ✓ 屬**高液/固比值**，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。



資料來源：RUKHYDRO Limited



# 合成降水溶出程序 ( NIEA M205.10C )

- ✓ 模擬**酸降**對液體、土壤、廢棄物中之污染物產生之滲漏行為。
- ✓ 屬**高液/固比值**，可代表長時間（3-10年）的平均溶出特性。

## Effect of acid rain

Taj Mahal color due to acid rain. Acid rain reacted with the marble (calcium carbonate) of Taj Mahal. This caused damage to this wonderful structure, ...



資料來源：Quora

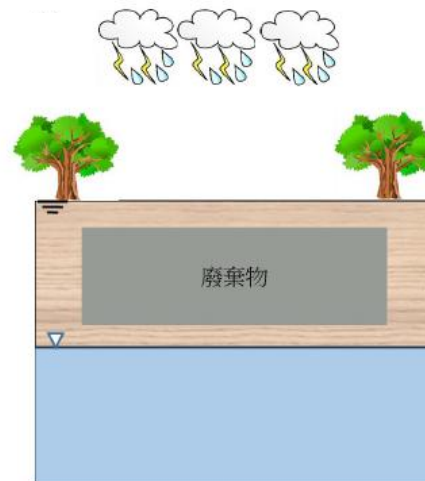
# 向上流動滲濾試驗法 ( NIEA R219.10C )

- ✓ 各階段無機物釋出量、釋出總量，推估廢棄物對環境的影響、長期穩定性情境。
- ✓ 用來估算污染物質在土壤-地下水管道間的環境衝擊(Meza *et al.*, 2010)。

○ 模擬廢棄物填埋於地下水層中



○ 模擬廢棄物填埋於土壤中



# 總石油碳氫化合物環境衝擊簡述

## 揮發性有機物

- 大氣中經日照、降雨等因素，與氮氧化物進行化學作用形成臭氧等物質，亦會降低能見度、妨礙空氣品質、危害人體呼吸道等

## 石油碳氫化合物

- BTEX：苯(Benzene)、甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)及二甲苯(Xylene)
- MTBE(甲基第三丁基醚)
- 大多油品中存在BTEX，屬高揮發性、低沸點及不易溶於水之特性

## 傳輸途徑、受體影響

- 途徑：呼吸、飲水、進食、皮膚接觸
- 大多數TPH 化合物會因為呼吸或排尿離開人體
- 暴露於TPH中造成肺、中樞神經、肝及腎影響，某些TPH會影響動物的生殖及胎兒的發育

總石油碳  
氫化合物  
TPHs

# 紅磚重金屬之環境衝擊評估

## 紅磚之滲濾特性

- ✓ 在雨水溶出情境下，針對重金屬砷，砷的溶出濃度在溶出初期逐漸升高而後趨於穩定，主要是磚塊開始的溶出是由表面重金屬的溶解控制，溶出較快；隨著表面重金屬的溶解，溶出過程逐步轉到由磚塊內部重金屬通過毛細管的擴散過程來控制，溶出也隨之減慢，在達到穩定後，重金屬的溶出質量濃度增加趨於平緩。
- ✓ 重金屬砷、鋅、鎘的溶出濃度與污泥的添加量有關，隨著污泥添加量的增加，砷的溶出濃度亦增加，而鋅和鎘的溶出濃度是先增大而後趨於穩定，但污泥添加量對鉛的溶出濃度影響不大。

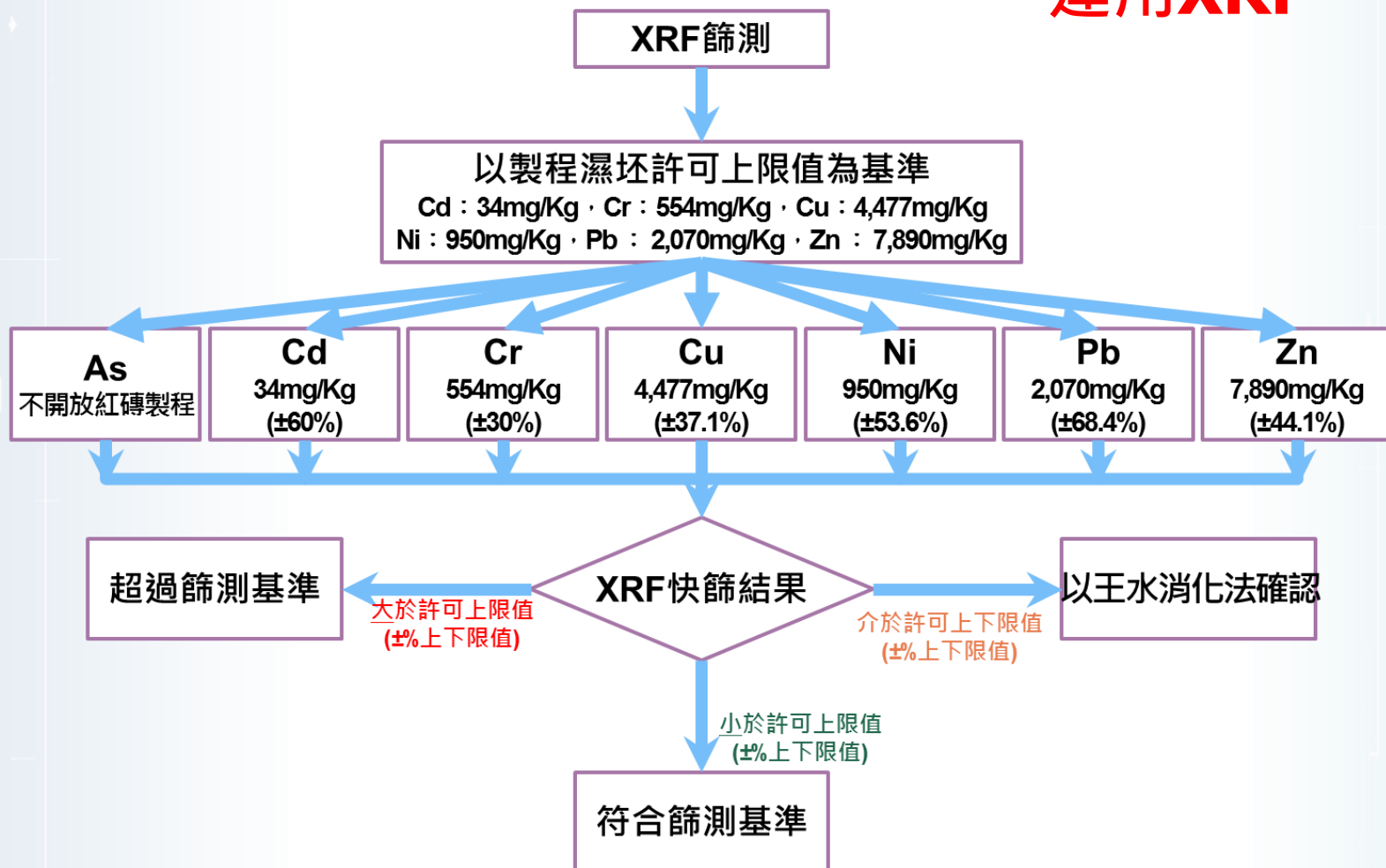
## 紅磚製程對於污染物產生之變化

- ✓ 抗壓強度隨燒成溫度增高而增加，而重金屬溶出量會隨燒成溫度增加而減少，燒成品(紅磚)其毒性溶出遠低於法規標準。
- ✓ 污泥所燒製出的紅磚其TCLP各項重金屬溶出值均低於法規標準，唯有重金屬鉻溶出值略有上升，推測係污泥中鉻污染物含量高，高溫燒成紅磚易使原已穩定之部分 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 物種因高溫轉化為 $\text{CrO}_3$ ，故易溶出。
- ✓ 紅磚成品溶出試驗六價鉻、鎳、銅及鋅都有檢出，六價鉻濃度較燒成前混和土樣的溶出濃度高，並隨著電鍍污泥摻配量增加，溶出的六價鉻濃度亦升高。



# 研究成果與管理要項

## 運用XRF



較高濃度區塊之 RPD% 較大者，作為 XRF 篩測上下限值濃度之範圍設計

# 研究成果與管理要項

## 運用XRF執行現場查核之建議



### XRF現場查核篩測參考基準

金屬元素 (mg/kg)	篩測下限值	篩測上下限值之間	篩測上限值
砷	不開放	不開放	不開放
鎘	13.6	13.6~54.4	54.4
鉻	387.8	387.8~720.2	720.2
銅	2,816.0	2,816~6,138	6,138.0
鎳	440.8	440.8~1,459.2	1,459.2
鉛	654.1	654.1~3485.9	3,485.9
鋅	4,410.0	4,410~11,369	11,369.0