

# 環境檢驗所廢水處理流程說明

## 無機廢液處理流程

無機廢液依性質不同區分為：氰系、汞系、重金屬、酸系、鹼系等五大類。分別以手提式密封塑膠桶收集，運送至無機廢液貯留槽分別貯存。貯留槽內揮發氣體均經廢氣收集風管，輸送至廢氣處理設施妥善處理。當貯存達一定數量時，由操作人員至現場以手動方式操作廢液泵浦，分別送至後續單元進行處理。

相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠流程圖

## 氰系廢液一二階段鹼性加氯

### 氰化物特性及污染途徑

氰化物指帶有氰離子 ( $\text{CN}^-$ ) 或氰基 ( $-\text{CN}$ ) 的化合物，為劇毒化學品，氰化鈉 ( $\text{NaCN}$ ) 或氫氰酸 ( $\text{HCN}$ ) 均為廣用的工業原料。自選礦、開礦、照相、焦炭爐、合成纖維、燃燒鋼鐵使表面硬化及鋼鐵的清洗、工業氣之清洗等均有氰化物廢水產生，最主要來源為電鍍工業。電鍍業者使用氰化物槽使金屬離子如鋅及鉻等存在溶液中，電鍍溶液經鍍件帶出，含氰化物離子及金屬氰化物等複合物污染清洗槽。

工業廢水氰化物易與許多金屬形成複合物，廢水處理應使此等複合物徹底破壞，才算處理完全。

## 處理技術

一般氰化物之處理方式有次氯酸鈉氧化法、臭氧氧化法、電解法、難溶性錯化合物沉澱法等方法。目前環境檢驗所係採用次氯酸鈉氧化法來處理氰系廢液，主要是基於氰離子（ $\text{CN}^-$ ）進料濃度在 500 mg/L 以下，此法具有經濟性及處理性能。

氰系廢液必須貯存於鹼性，避免於酸性環境中產生毒性極強之氰酸氣體。在氰系廢液處理流程中氰離子之分解反應，為處理過程中最主要的部分，分二階段調整 pH 值至鹼性，並於分解槽中加入次氯酸鈉作為氧化劑（第一階段調整之 pH 值約為 10、ORP 值在 300 以上；第二階段調整之 pH 值約為 7.5~8.5、ORP 值變為 600 以上）經過二次分解後，使氰離子轉換成氮氣而排出，再以袋式過濾器過濾廢液中之 SS 成分，後端再通過吸附氰離子的螯合樹脂交換槽，其餘不含氰離子之廢液則進入重金屬廢液處理流程，去除廢液中其他之重金屬離子。

## 操作注意事項

- 1、氰化物在進行氧化分解時，廢液中氰化物含量在 1000 mg/L 以上時，必須加水稀釋，如果超過此值以上，應避免第一階段分解可能會產生氰【Cyanogen ( $\text{NCCN}$ )】之危險情況。
- 2、氰化物之氧化分解，應避免其放熱反應所引起之意外。

相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.1

## 汞系廢液—特殊螯合技術

### 汞之特性及污染途徑

汞是唯一在常溫下呈液態的金屬，具有銀色光澤又稱水銀，汞是環境中自然成分，以金屬汞及硫化汞存在，造成污染之主要來源是工業上使用之汞，使用汞之各類工廠中，以鹼氣製造廠排放廢水中汞殘餘量為最高。

一般環境中之有機汞以  $R_2Hg$  或  $RHgX$  (R-表烴基，X-表酸、鹵素、氫氧基等) 型式存在，無機汞在自然環境中也會變成有機汞，且兩者因環境條件之不同，會有互換之可能性。

未經處理的汞污泥中含有元素汞及無機性的汞鹽，如未經妥善處理就進入環境中，會被微生物轉變成有機性汞，如甲機汞。甲機汞屬脂溶性，揮發性很高，很容易被生物吸收，再經食物鏈累積在動物體內，而被人類食入。因此，處理時必須做到充分安全。

### 處理技術

目前汞之處理有：硫化物凝集沉澱法、氯化物吸著劑法、汞齊 (Amalgam) 法、螯合樹脂離子交換等方法。目前環境檢驗所係採用螯合樹脂離子交換法，主要是取其操作穩定之優點，處理方式先將氧化分解槽中之有機汞廢液以耐腐蝕之石英加熱棒加熱至  $60^{\circ}C \sim 65^{\circ}C$  後，添加過錳酸鉀及硫酸至氧化分解槽進行反應，有機汞會被分解為  $Hg^{2+}$  離子。經分解反應後之廢液再以袋式過濾器過濾廢液中之 SS 成分，接著流經兩段式之汞離子螯合樹脂塔，樹脂塔會吸附廢液中之汞離子，

處理後之廢液應再去除其他重金屬離子。

### 操作注意事項

- 1、廢液如含有懸浮物質而進入樹脂塔內，應避免造成交換率不良及阻塞樹脂塔。
- 2、廢液進入樹脂塔前，必須調節 pH 值至 8 以下。
- 3、廢液中含有氧化劑或還原劑之影響：
  - (1) 氧化劑如次氯酸鈉 ( $\text{NaOCl}$ )、過錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ )、二鉻酸鉀 ( $\text{KCr}_2\text{O}_7$ ) 等會破壞螯合樹脂中之交換基，使得交換率下降，減少樹脂壽命。
  - (2) 還原劑如亞硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )、硫代硫酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 等有微量存在時，會影響交換效率。
- 4、廢液中有機物如介面活性劑、水溶性高分子等皆會影響處理效果。

相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.2

## 重金屬廢液—日本磁鐵化法 (FERRITE) 處理

### 重金屬特性及污染途徑

在環境污染領域中，重金屬主要是指對生物有明顯毒性的金屬元素或類金屬元素，如汞、鎘、鉛、鉻、鋅、銅、鈷、鎳、錫、砷等，此類污染物不易被微生物降解，可以通過多種途徑，如食物、飲水、呼吸等方式進入人體，與生物高分子物質如蛋白質發生強烈的作用，並蓄積在人體的某些器官中，造成慢性累積性中毒。

台灣廢水重金屬主要來源為工業廢水、半導體產業、金屬表面處理產業及電鍍業等大量含重金屬廢液之排放源，這些廢液若未經妥善處理即排放，對人體及自然環境皆會造成重大影響。

### 處理技術

環境檢驗所係以磁鐵化法 (FERRITE) 處理重金屬廢液，使用日本 NEC 公司所生產之廢水處理設備。重金屬廢液加入硫酸亞鐵 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 之 FERRITE 化反應，處理條件為溫度  $65^\circ\text{C}$ 、pH 9~10.5 及空氣流量 2.5 L/min，進行氧化 1 小時，再以磁性分離機將磁石生成物進行強磁性體及廢水之固液分離。

反應中加入混凝劑加以混凝成較大顆粒，以利沉澱物分離。對於選擇採用硫酸亞鐵作為混凝劑，其原因如下：

- 1、硫酸亞鐵同時可作為六價鉻之還原劑。
- 2、六價鉻廢液可與其他一般重金屬廢液合併處理，不需分別收集。

- 3、加入鐵離子 ( $\text{Fe}^{2+}$ )，利用其良好之共沉澱特性與混凝作用，可有效去除廢水中重金屬離子。

### **操作注意事項**

- 1、控制溫度：於低溫下進行氧化處理，使其形成褐色沉澱物。
- 2、確認 pH 值：pH < 9 或 pH > 12 時，FERRITE 反應會不完全。
- 3、控制空氣量及氧化時間：如未妥善控制，則 FERRITE 化污泥磁性弱，廢液中會殘留亞鐵離子。
- 4、廢液於反應槽中反應時，應注意避免阻塞，以空壓機分段注入空氣循環攪拌，廢液中如有固形物則需去除。

**相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.3**

## 酸系及鹼系廢液—中和反應

### 酸系及鹼系廢液特性及污染途徑

常見的酸系廢液 ( $\text{pH} < 7$ ) 污染來源包括酸性脫脂、酸中和、活化及電鍍等程序之廢液及清洗水，常見的鹼系廢液 ( $\text{pH} > 7$ ) 污染來源包括鹼性脫脂、電鍍、活化、後續處理脫脂等程序之廢液及清洗水。

### 處理技術

酸系及鹼系廢液一般使用中和法處理，酸鹼中和後再經高級處理(袋濾、活性炭、螯合樹脂)，併入廢(污)水處理系統。鹼性廢水之中和劑可使用硫酸、鹽酸、硝酸等，酸性廢水之中和劑可使用苛性鈉、蘇打灰( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )等。

酸系及鹼系廢液由進水定量泵送至反應槽，先以酸鹼廢液本身之 pH 值調整至中性，以減少處理藥劑使用量。然後使用 pH 控制器自動控制其 pH 值，反應後之廢水送至貯留槽準備進行下一步之高級處理。

### 操作注意事項

- 1、酸鹼中和會產生熱反應，需控制溫度使之於常溫下進行中和反應。

註：本所現使用之反應槽體係雙層結構，外層與內層之間注入冷水進行冷卻，並設有溫度管制機制，一旦槽內溫度達  $50^\circ\text{C}$  以上即停止輸送。

2、確認強酸廢液混合不會形成王水。

3、廢液中如有固形物則需去除。

**相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.4**



## 批次反應槽（Sequencing Batch Reactor，SBR）操作

### SBR 特性

批次反應槽操作，可以應用在物化反應，也可用在生物反應，批次操作類似洗衣機之進料、清洗、排水、脫水等一系列之操作流程，在物化及生物反應時，均因每一操作時段的不同，而會有不同的動力學上或生態學上的差異，與連續流（continuous flow）或穩定態（steady state）的反應槽操作模式不同。

### 處理技術

環境檢驗所採用生物處理係批次反應槽(SBR)方法又稱批式活性污泥槽，由二個生物反應器輪流操作，基本原理與傳統活性污泥法相似，惟將連續操作改為批次式操作，並於同一槽內依序完成進流(fill)、反應(react)、沉降(settle)、排水(draw)及靜置(idle) 等 5 個階段。

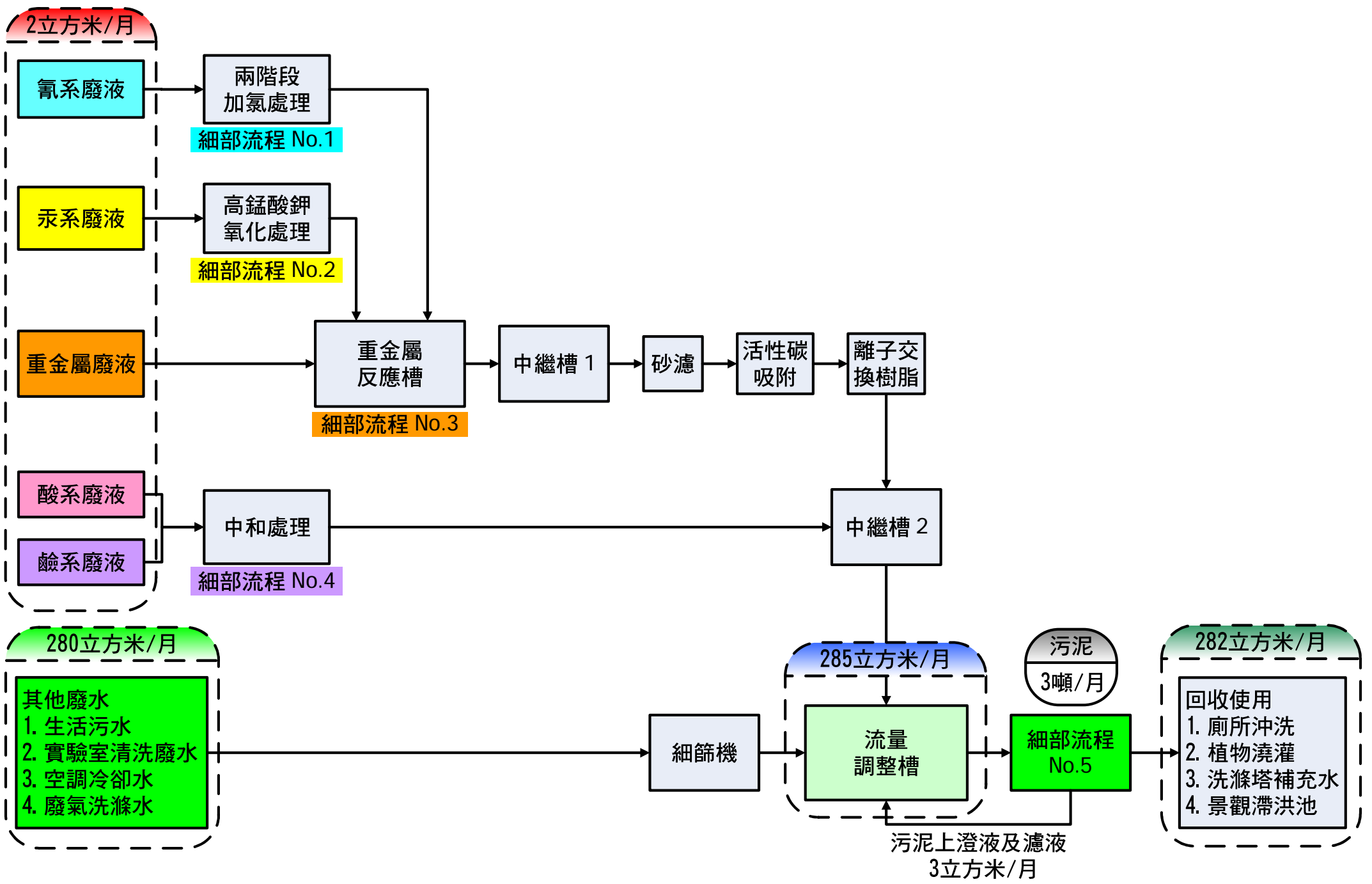
廢水在進流階段進入反應槽，此時反應槽中存有啟動時加入或上批次所留下已馴養之活性污泥。曝氣及機械攪拌可在進流階段開始或延至反應階段，此時為快速之喜氣生物分解反應。廢水經生物穩定後，停止曝氣並於沉降階段分離反應生產物。在排水階段，排放上層澄清液。移除後再經靜置階段期，就完成整個作業循環圈。

SBR 這些步驟經常有重疊或一、二個階段被省略，若需要則另加營養化學物質。不同操作程序之 SBR 可兼具碳氧化、硝化、脫硝、脫磷等功能。

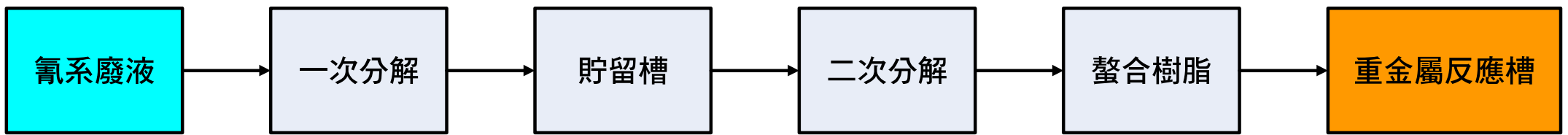
## 操作注意事項

- 1、部分有機物質（如酚類）於高濃度時，對微生物生長有抑制作用。  
其他如殺菌劑、消毒劑、除草劑、殺蟲劑等流入曝氣槽，亦會造成活性污泥的解體。
- 2、大部分重金屬均對生物系統有害，其毒害作用相當複雜，除了重金屬濃度、pH 值外，與微生物之生理狀態有關。微生物如先經適當馴養，則可降低重金屬引起之毒害。

相關操作詳如環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.5



環境檢驗所廢水處理廠流程圖



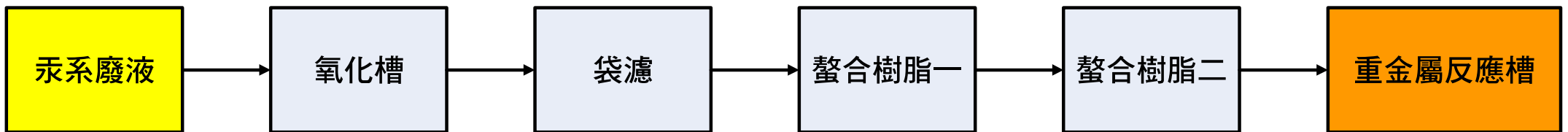
1. pH調整至 10~11
2. 加 NaOCl 進行氧化  
 $CN^- + NaOCl \rightarrow NaCNO + Cl^-$

1. pH調整至 7~8
2. 加 NaOCl 進行氧化  
 $2NaCNO + 3NaOCl + H_2O \rightarrow N_2 + 3NaCl + 2NaHCO_3$

### 技術特性介紹

氰化物具強烈毒性，尤以廢液在酸性時其毒性很大(易生成 HCN 毒性氣體)，因此含氰廢液之處理，首先須分離收集，再予鹼化，而後氧化。於鹼性下加氯，則形成之 CNCl 即可變成毒性較低之氰酸鹽  $CNO^-$ 。操作時須特別注意 pH 控制。

## 環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.1

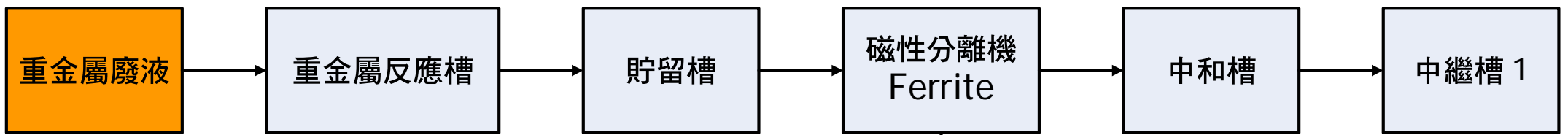


1. 加熱至 60°C
  2. 加入  $KMnO_4$  及  $H_2SO_4$  進行氧化分解為  $Hg^{2+}$
  3. 加入  $NaHSO_3$  及  $NaOH$  進行還原及調整 pH 至 7~8
- 去除 SS

### 技術特性介紹

水中的汞經硫酸及高錳酸鉀溶液氧化成為兩價汞離子，汞離子會與氫氧化物及碳酸鹽沉澱。多餘的氧化劑會破壞螯合樹脂之交換基，減少螯合樹脂壽命，故需加入還原劑如  $NaHSO_3$  去除多餘的氧化劑，以保護螯合樹脂。

## 環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.2



1. 加入混凝劑硫酸亞鐵  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
2. 加熱至  $65^\circ\text{C}$
3. pH 調整至 9~10.5
4. 空氣流量 2.5L/min 進行氧化 1小時  

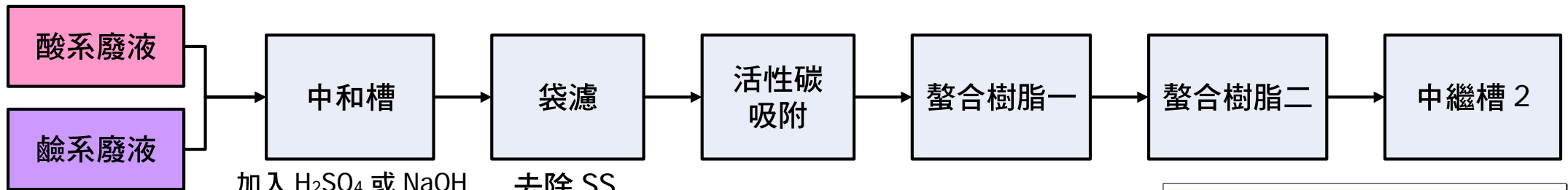
$$x\text{M}^{2+} + (3-x)\text{Fe}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{MxFe}_{(3-x)}(\text{OH})_6$$

$$\text{MxFe}_{(3-x)}(\text{OH})_6 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{MxOFe}_{(3-x)}\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
 M 表示金屬離子

**技術特性介紹**

含重金屬離子溶液中加入亞鐵離子，以鹼液調整pH，並於溶液中曝氣使其氧化成  $\text{MFe}_2\text{O}_4$  之鐵氧磁體。再以強磁性分離機將鐵氧磁體與溶液分離，去除重金屬。操作時須特別注意溫度、pH、空氣量及氧化時間的控制。

### 環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.3



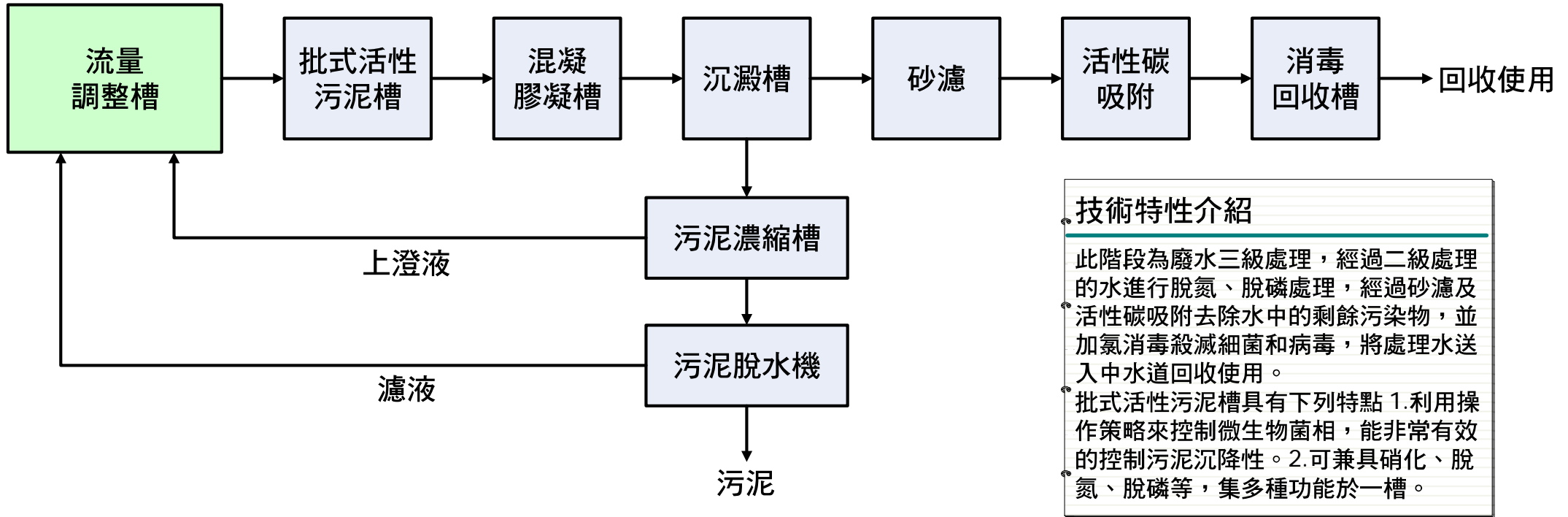
加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  或  $\text{NaOH}$   
調整 pH 至中性

去除 SS

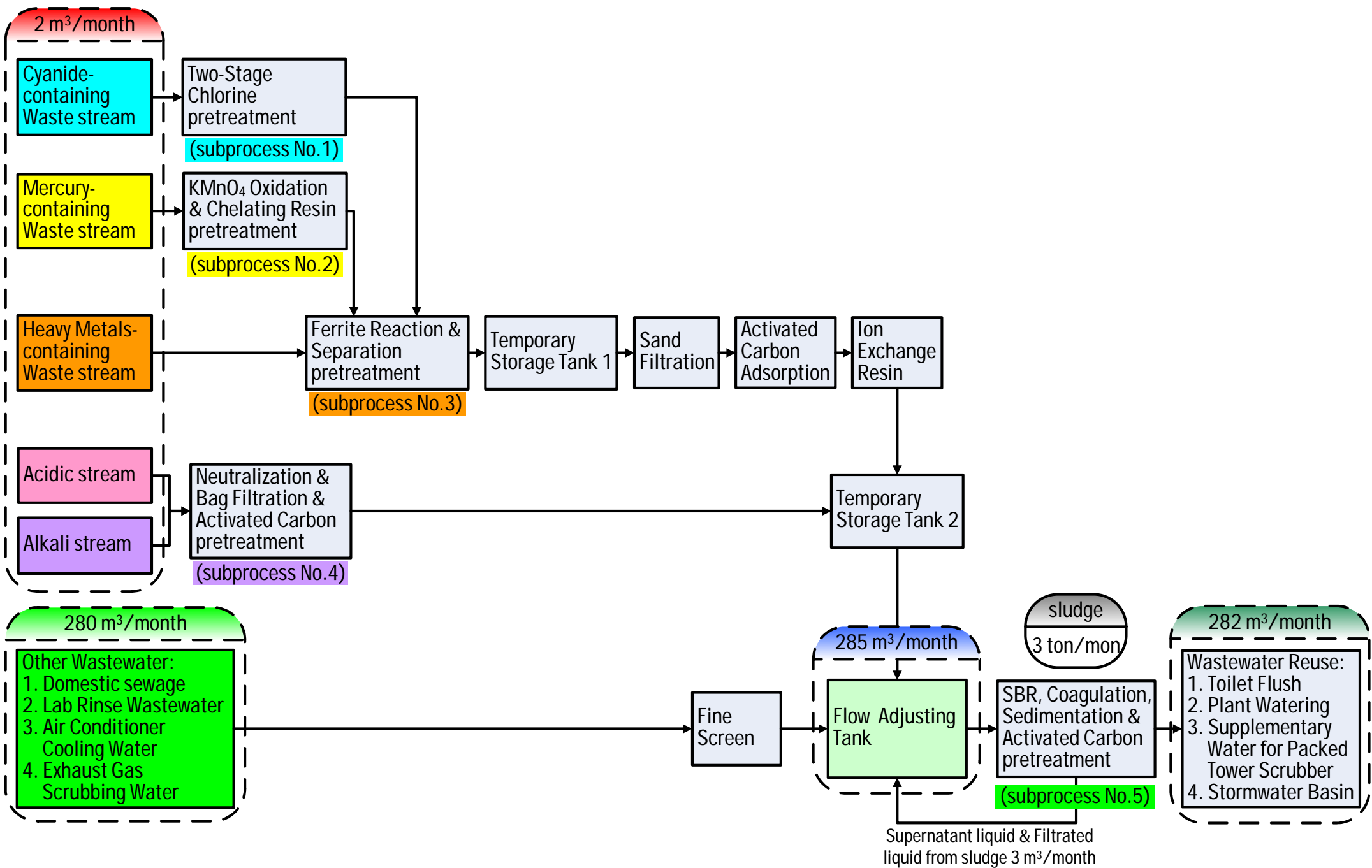
**技術特性介紹**

實驗室的酸系廢液多於鹼系廢液，比例大於10:1，酸鹼中和會產生鹽類如氯鹽，故需過濾去除所產生的固體物。溶液中的其他物質如重金屬則利用後端的活性炭及螯合樹脂去除。操作時須特別注意酸鹼中和時所產生之溫度上升變化。

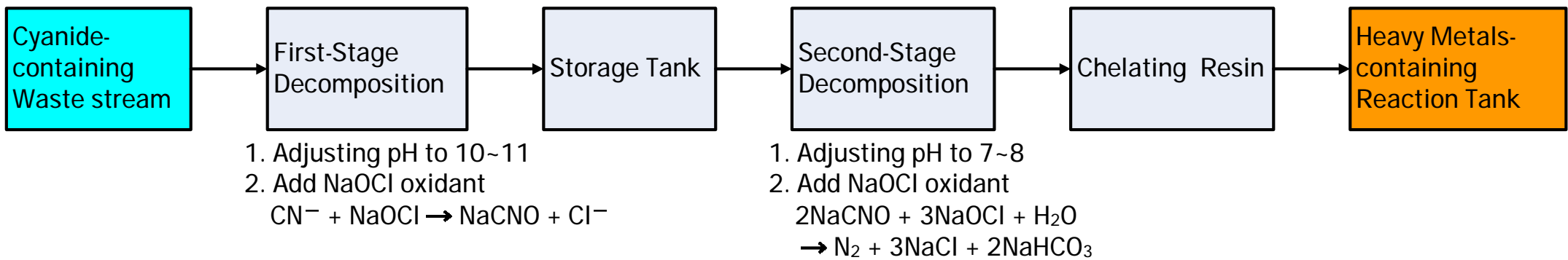
### 環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.4



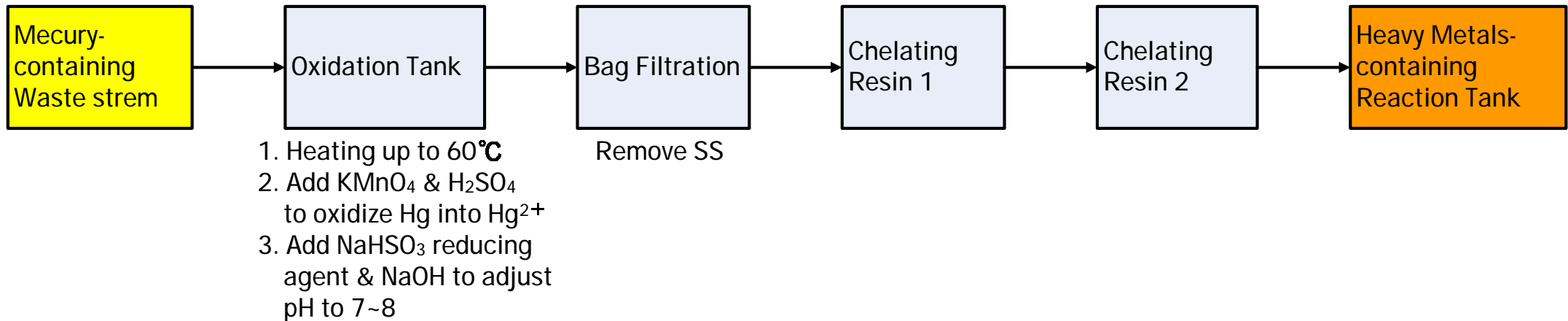
環境檢驗所廢水處理廠細部流程 No.5



The flow chart of NIEA Wastewater Treatment Plant

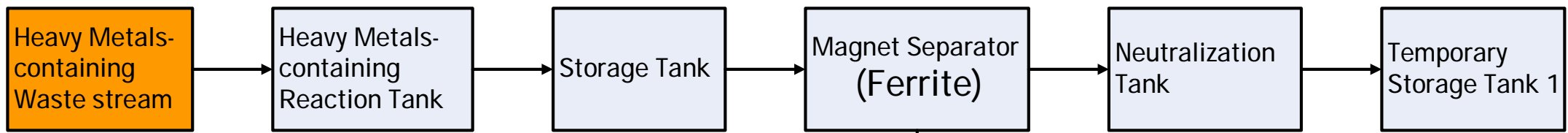


## Subprocess No.1 of NIEA Wastewater Treatment Plant



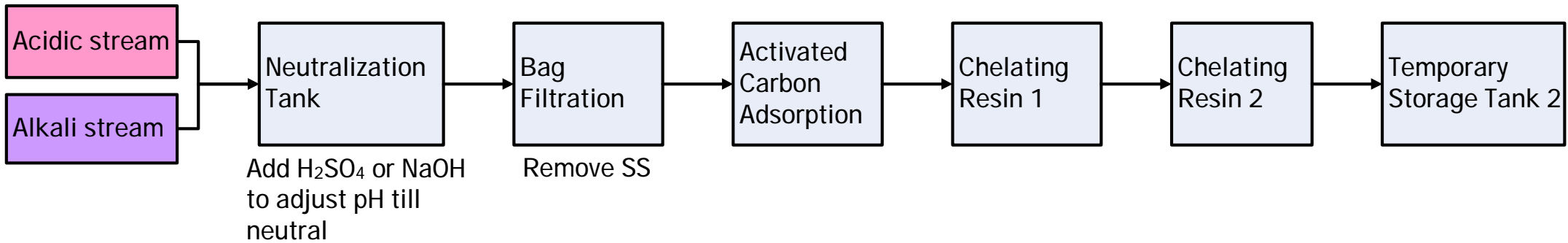
## Subprocess No.2 of NIEA Wastewater Treatment Plant



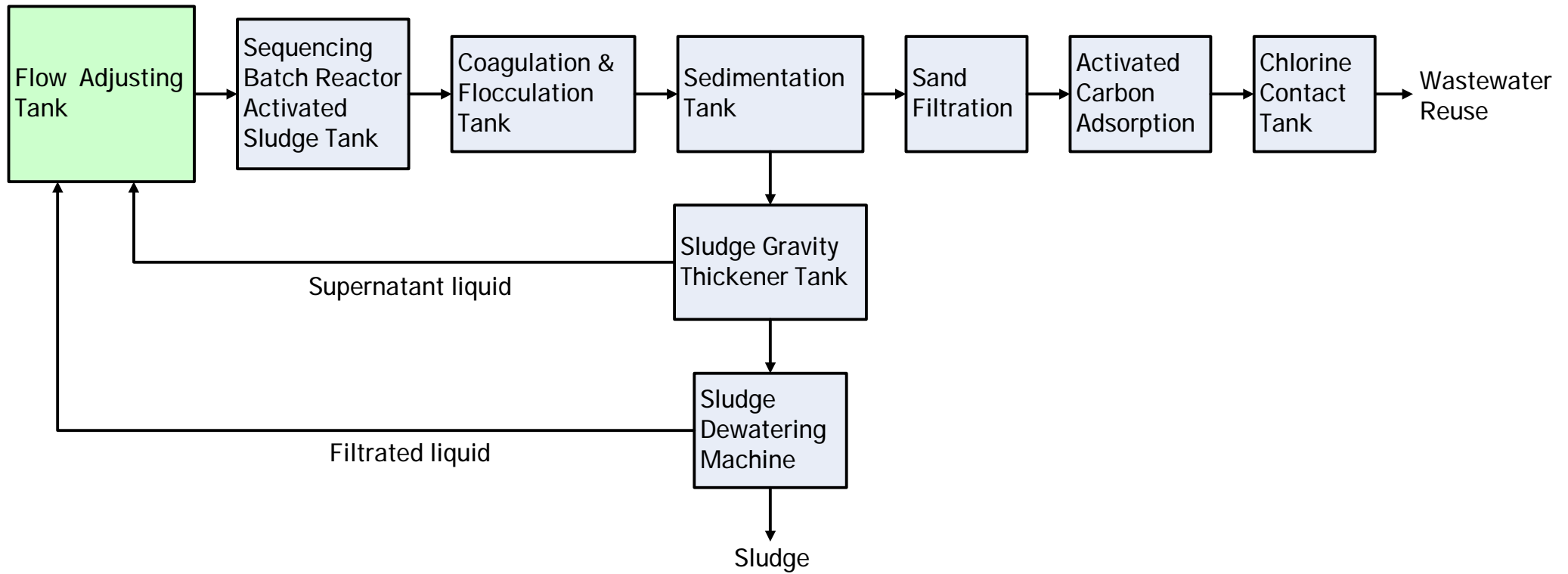


1. Add coagulant  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
  2. Heating up to  $65^\circ\text{C}$
  3. Adjusting pH to 9~10.5
  4. Oxidation for 1 hour with air in a flow rate of 2.5L/min
- $$x\text{M}^{2+} + (3-x)\text{Fe}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{MxFe}_{(3-x)}(\text{OH})_6$$
- $$\text{MxFe}_{(3-x)}(\text{OH})_6 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{MxOFe}_{(3-x)}\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- M: metal ion

## Subprocess No.3 of NIEA Wastewater Treatment Plant



## Subprocess No.4 of NIEA Wastewater Treatment Plant



Subprocess No.5 of NIEA Wastewater Treatment Plant