100年度宜蘭縣水污染防制宣導說明會

事業廢污水處理設施操作

莊連春

萬能科技大學環境工程系 教授



•職稱：教授

•電話：886-3-4515811#55720

•傳真：886-3-4622232

•網址：http://green.vnu.edu.tw

•電子信箱：lcjuang@vnu.edu.tw

•學歷

•國立中央大學土木工程研究所環境工程組博士 (1997)

•逢甲大學土木及水利工程研究所碩士 (1989)

•逢甲大學水利工程系學士 (1987)

•經歷

•桃園縣大學校院產業環保技術服務團執行長(2006 ~迄今)

•萬能科技大學綠色環境研發中心主任(2009/10~迄今)

•萬能科技大學環境工程系副教授(2004/2~2007/5)

•萬能技術學院綠色環境研發中心秘書(2003/8~2009/9)

•萬能技術學院環境工程系副教授(1997/8~2004/1)

•萬能工商專科學校環境工程科講師(1994/8~1997/7)

廢水來源特性

1. 工業廢水
   - 污染物來源：原料、中間產品、副產品或其他使用於工業製造之物料或能量
   - 冷卻水、製造用水(超純水)、鍋爐用水、產品用水，及清潔用水等所產生的廢水及員工生活污水
2. 農業廢水
   - 使用化學肥料，如氮肥、磷肥等，若未完全為植物吸收而流失至水中，導致河川養分過多形成優養化
   - 殺蟲劑及除草劑，農藥由地表水的滲透或流動

•國內612萬頭(農委會2010年5月統計)

•每一頭肥豬的污染量，為一個人污染量的四到六倍

3. 畜牧廢水
   - 每頭豬平均每日排放50公升的廢水及100克BOD
   - 在集水區上游更會形成水庫及湖泊的優養化，導致飲用水污染
4. 生活污水
   - 含有固體、糞便、油脂、界面活性劑與廚餘等，以及大量的病菌及有機物
5. 垃圾滲出水
   - 垃圾掩埋初期，污染物濃度較高，以後隨掩埋時間而降低
   - 垃圾掩埋場滲出水含有重金屬、高濃度的有機物，且濁度及色度高
6. 其他
   - 如暴雨逕流、醫療事業廢水、學校實驗廢水、檢驗機構之檢驗廢水等

• 污染強度高的工廠(產業)

- 半導體及光電業 A, B, D, E, F, G, I
- 製革業 A, B, C, H, J
- 染整業 A, B, C, H, J
- 食品業 A, B,
- 造紙業 A, B,
- 石油化學業 A, B, C, J
- 合成樹脂/塑膠業 A, B, C, J
- 電鍍業 A, E, F, H, I
- 畜牧業 A, B, D

有機
- A. 廢水量大
- B. 高有機物濃度
- C. 廢水污染物含難分解物質
- D. 含氮磷

無機
- E. 重金屬
- F. 螯合重金屬
- G. 研磨廢水
- H. 六價鉻
- I. 含氟或砷廢水
- J. 氯塩

放流水標準--水污染重要指標

1.物理性指標

(1)色度：水的色度對造紙、染整、食品業等在視覺上會產生差異

(2)濁度：係因水中含有妨礙光線透過的懸浮固體所致

2.化學性指標

(1)pH值：大於7為鹼性、小於7為酸性，會影響生物生長、廢水處理

(2)酸度：水中和鹼的能力，會影響水質好壞及水體的自淨作用

(3)鹼度(alkalinity)：係表示中和酸[H^+]之陰離子的含量。鹼度主要來自水中碳酸氫根，有機物、氨、硫化氫於水體中氧化時會產生酸，碳酸氫根等鹼度可將此酸度中和，使水體保持於適合生物生存之度狀況。單位為mg $CaCO_3$/L。

放流水標準--水污染重要指標

2.化學性指標

(6)生化需氧量(BOD_5)：水中受微生物分解的有機物質，在某特定時間及溫度下，被微生物分解氧化作用所消耗的氧量。表示水中生物可分解的有機物含量，及水體受有機物污染的程度

(7)化學需氧量(COD)：廢水以重鉻酸鉀等強氧化劑於特定溫度下，作用一段時間所耗用的氧當量。與BOD同用以表示水中有機物的含量及水體受有機物污染的程度

(8)懸浮固體(SS)：指水中因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會阻礙光在水中的穿透

(9)氨氮(NH_3-N)：含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體之分解及製程原物料，分解時先形成胺基酸，再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。水體中存在氨氮表示該水體受污染時間較短

放流水標準--水污染重要指標

3.生物性指標

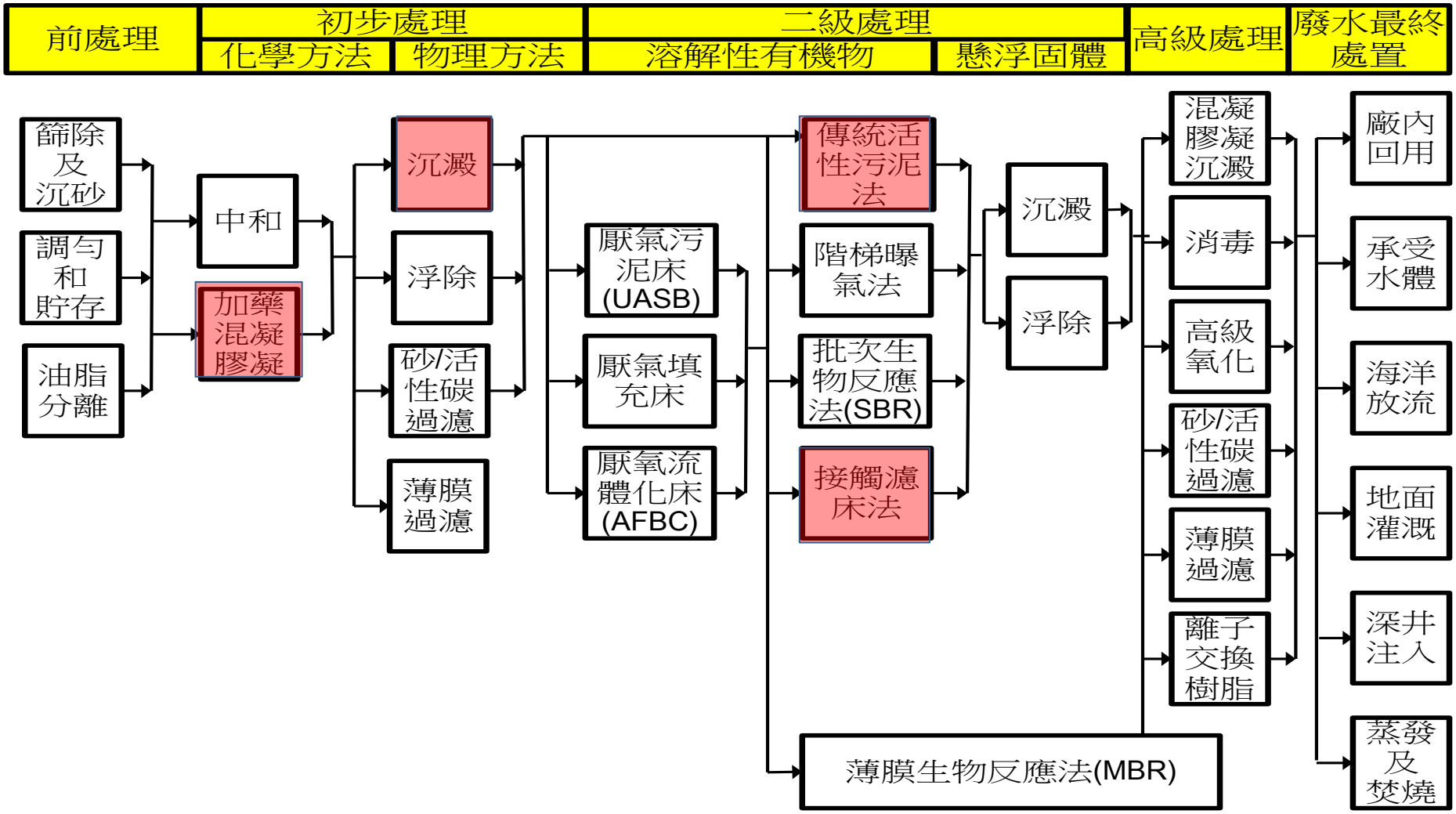
(1)大腸桿菌群：指能分解乳醣而產氣之所有好氧及兼性之細菌、革蘭氏染色陰性不產芽胞之大腸桿菌群細菌或以濾膜法培養產生金屬光澤之深色菌落。單位為每一百毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數(CFU/100mL)。

(2)總菌數：將細菌(或其他微生物)以培養皿培養後，利用染劑(例如結晶紫)染色後，以顯微鏡觀察方式計數細菌數，所得結果即為總菌數。總菌數越多，表示污染越嚴重。

(3)水生物：水體中的生物，包含動物、植物及微生物。潔淨的水，水中生物種類多而數量少；受污水水中生物種類減少，但數量增多。受到嚴重污染的水域，較高等的生物無法生存。

- (微生物)總毒性試驗(法規目前未加以規定)

廢水處理系統圖


前處理
初步處理
化學方法
物理方法
二級處理
溶解性有機物
懸浮固體
高級處理
廢水最終處置
篩除及沉砂
調勻和貯存
油脂分離
中和
加藥混凝膠凝
沉澱
浮除
砂/活性碳過濾
薄膜過濾
厭氣污泥床(UASB)
厭氣填充床
厭氧流體化床(AFBC)
傳統活性污泥法
階梯曝氣法
批次生物反應法(SBR)
接觸濾床法
薄膜生物反應法(MBR)
沉澱
浮除
混凝膠凝沉澱
消毒
高級氧化
砂/活性碳過濾
薄膜過濾
離子交換樹脂
廠內回用
承受水體
海洋放流
地面灌溉
深井注入
蒸發及焚燒

■ 污染物質與處理方法？

1. 無機性廢水

酸、鹼 → 中和 → 放流

鉻 → 還原

氰化物 → 氧化

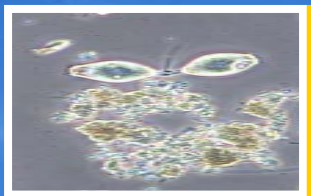
銅、鎳.. → 化學混凝 → 放流

2. 有機性廢水

BOD 、 COD → 生物處理 → 放流

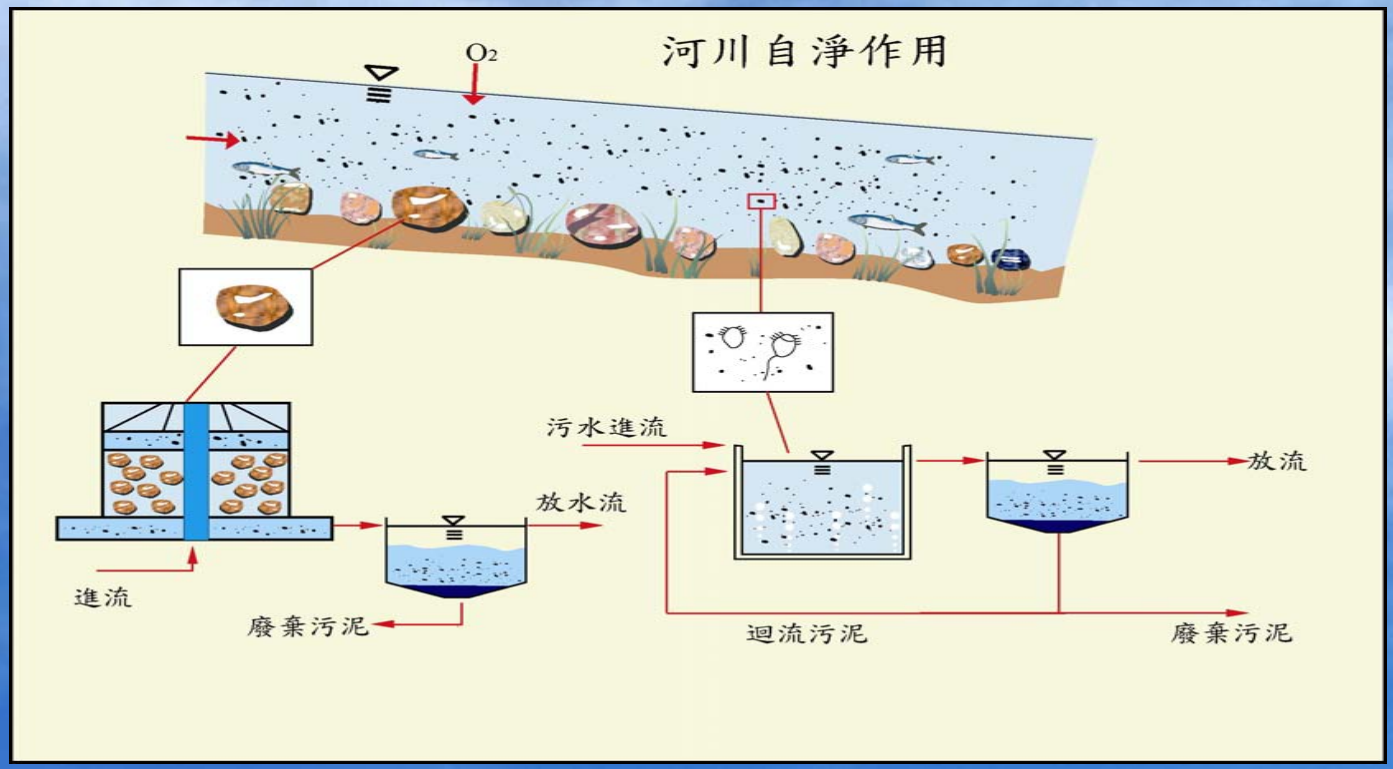
3. 綜合性工業廢水

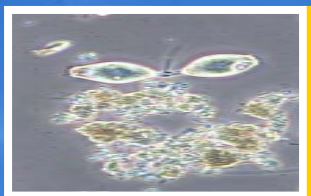
BOD 、 Color → 化學混凝 → 生物處理 → 放流





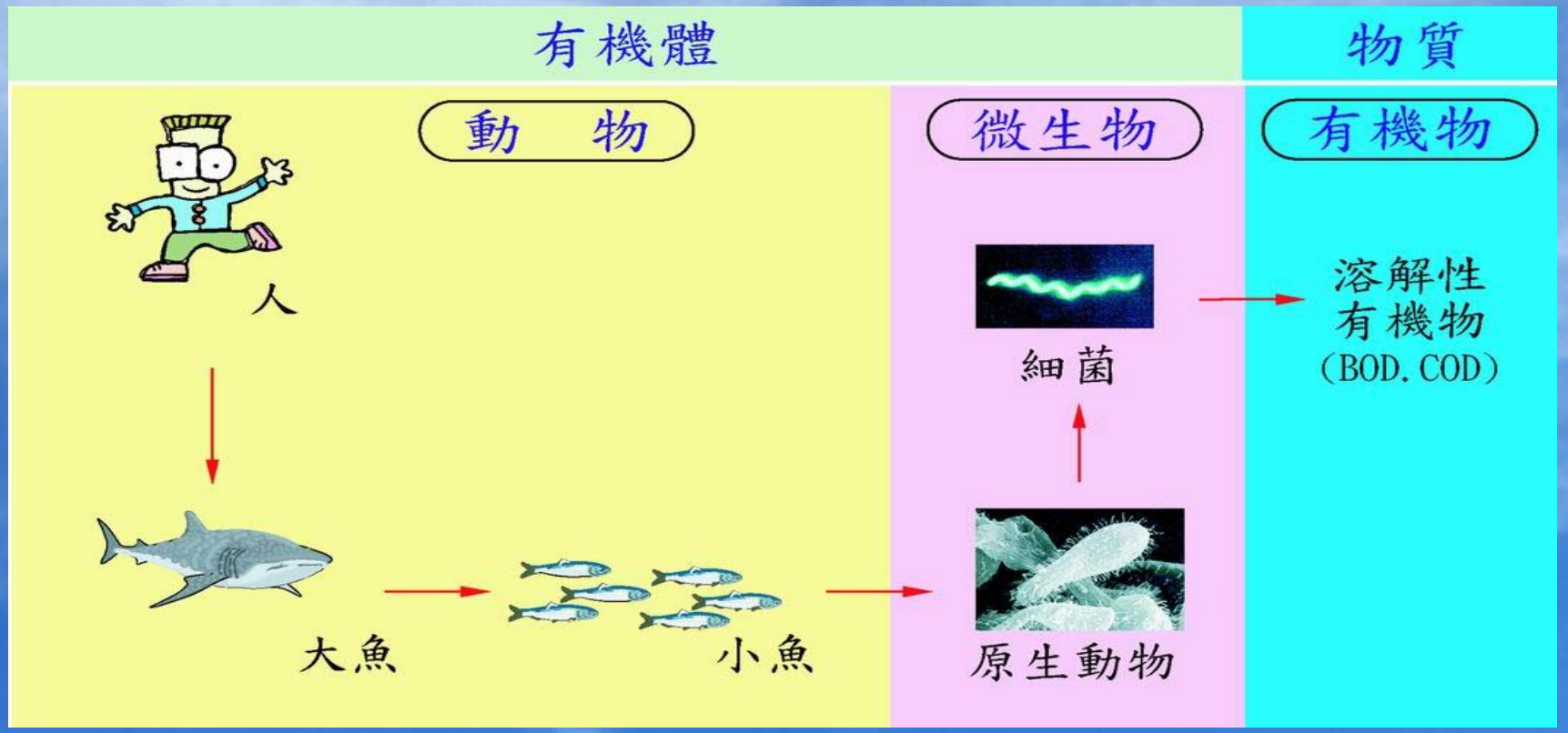
生物處理原理？

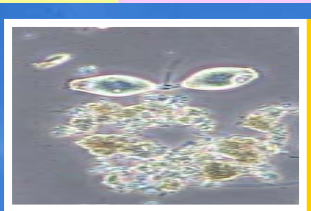






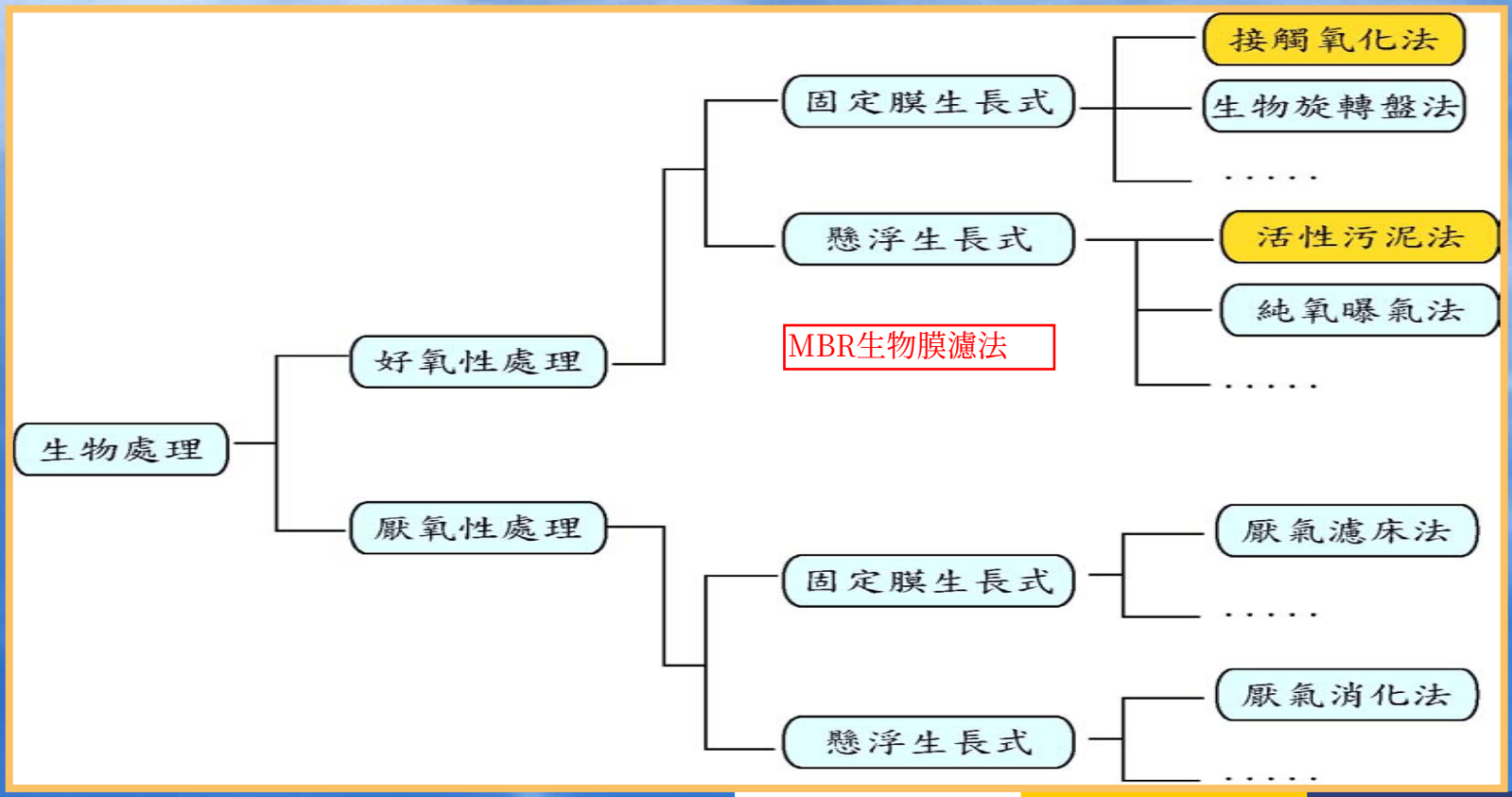
動物、微生物與有機物？

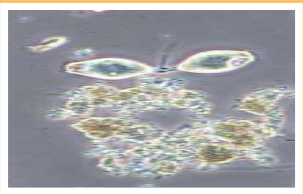






■ 有機物之生物處理法？

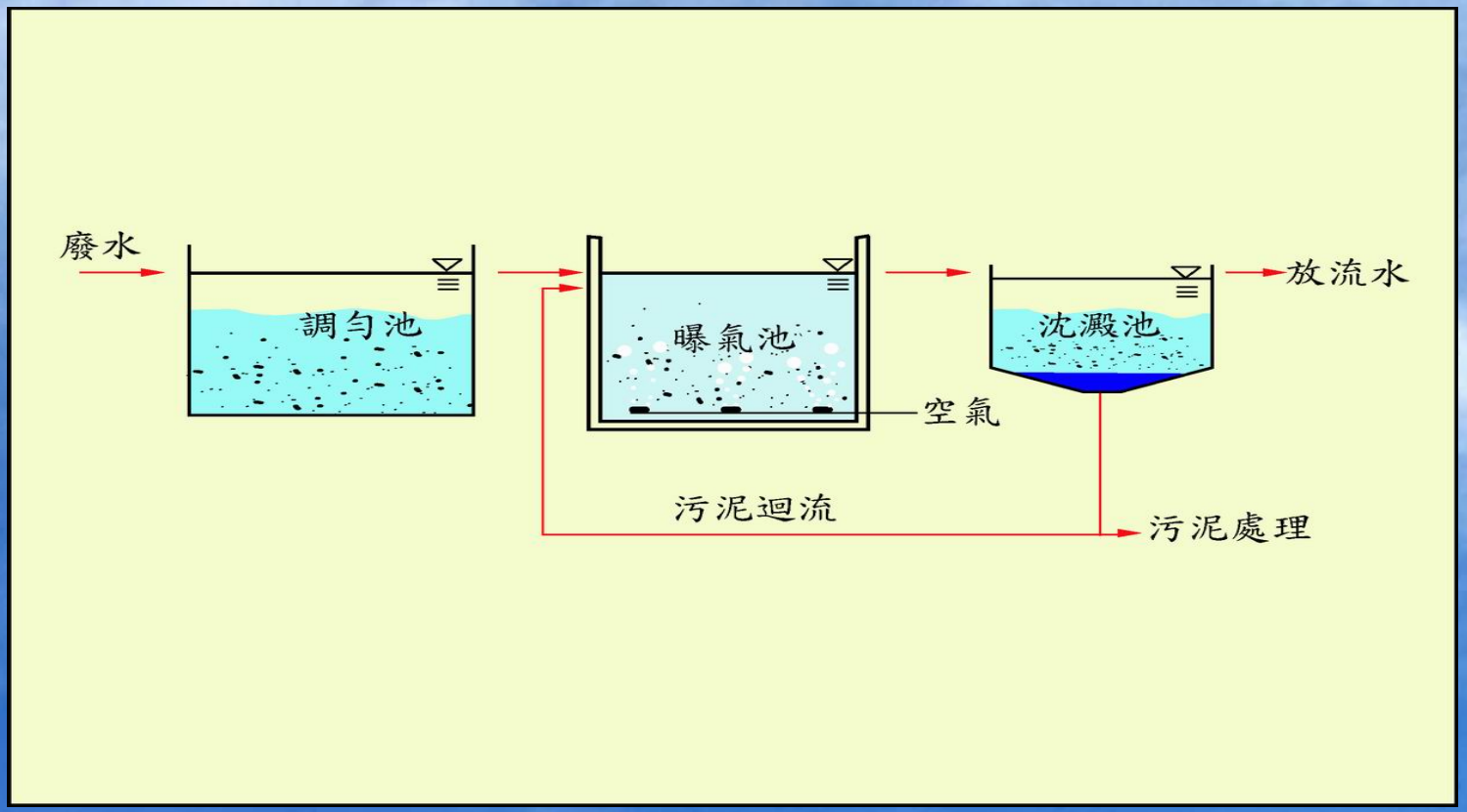

生物處理
好氧性處理
厭氧性處理
固定膜生長式
懸浮生長式
固定膜生長式
懸浮生長式
接觸氧化法
生物旋轉盤法
.....
活性污泥法
純氧曝氣法
.....
MBR生物膜濾法
厭氣濾床法
.....
厭氣消化法
.....

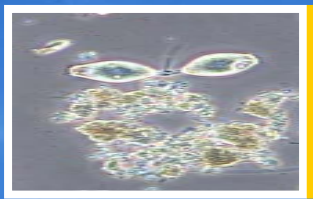






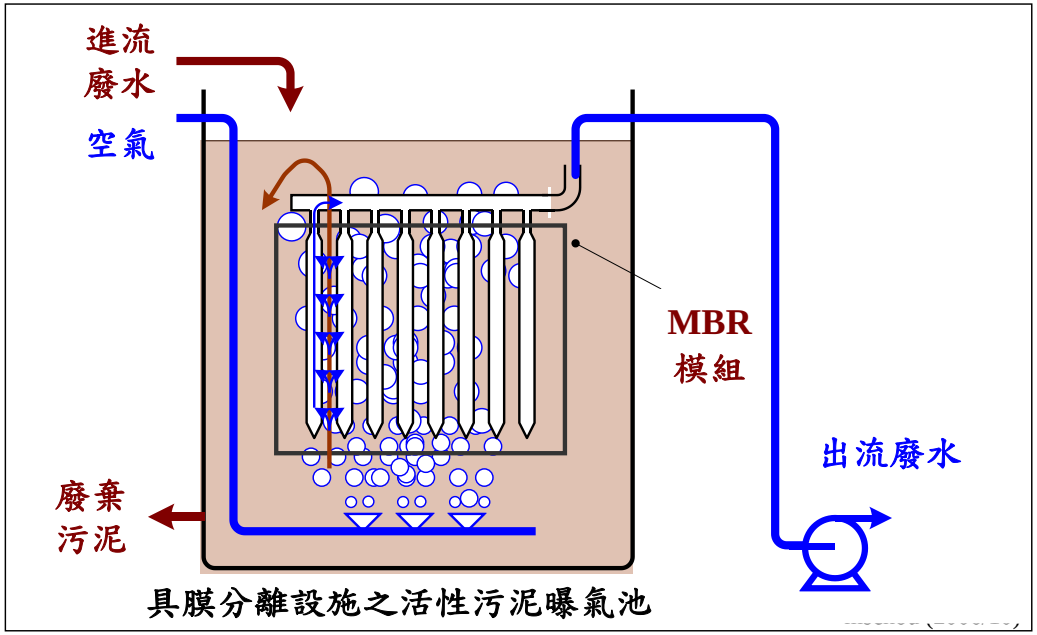
活性污泥處理程序？

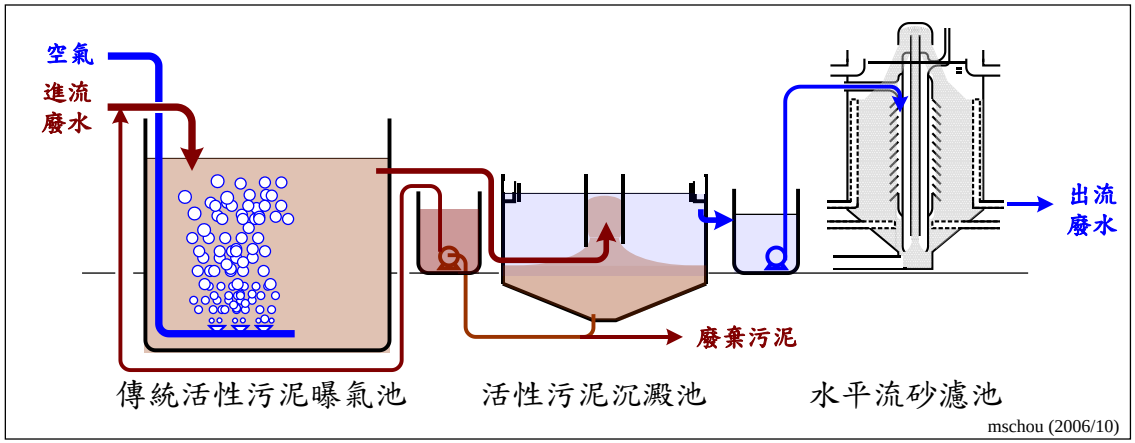






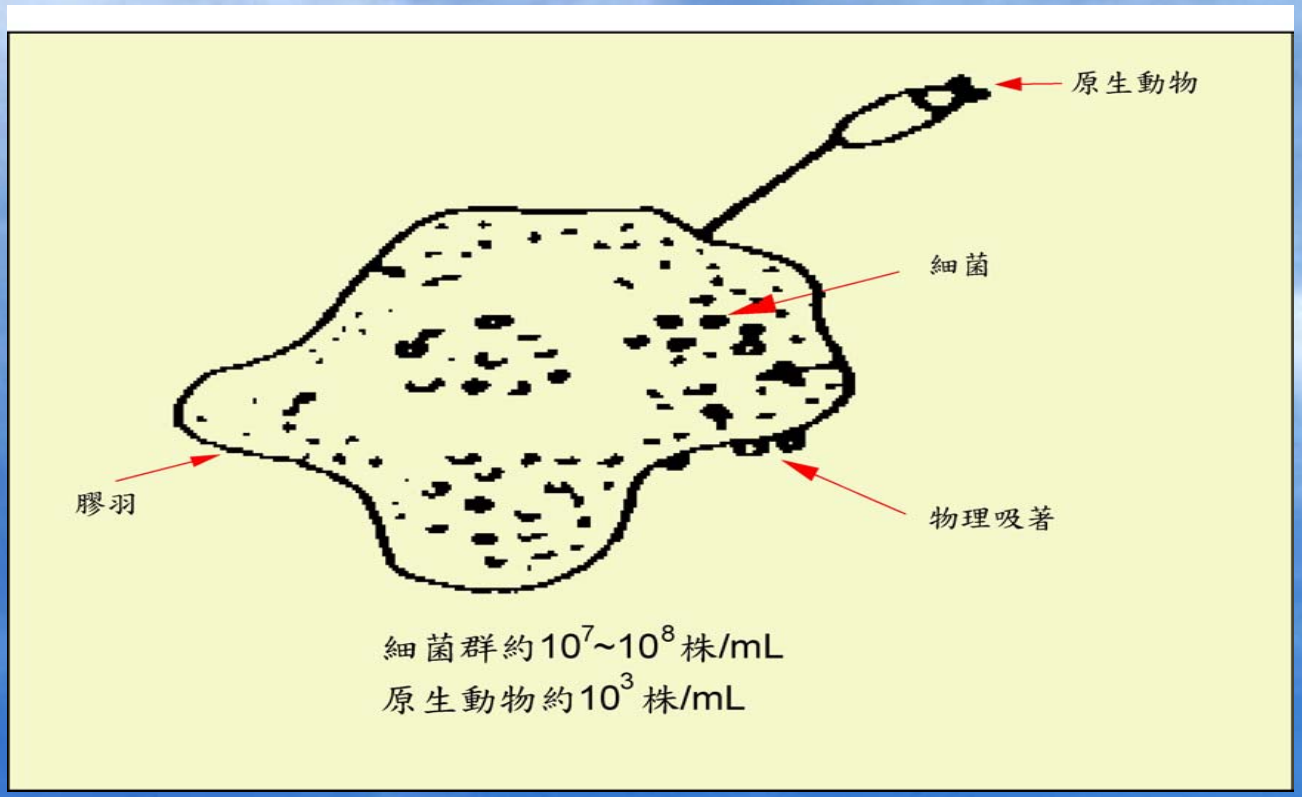
活性污泥膜濾法

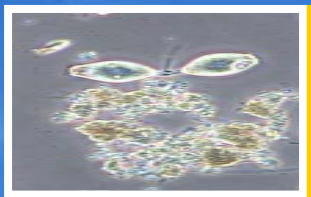




活性污泥膜濾反應器(上)與傳統活性污泥(下)系統比較，MBR模組可取代傳統活性污泥系統之活性污泥沉澱池及砂濾池

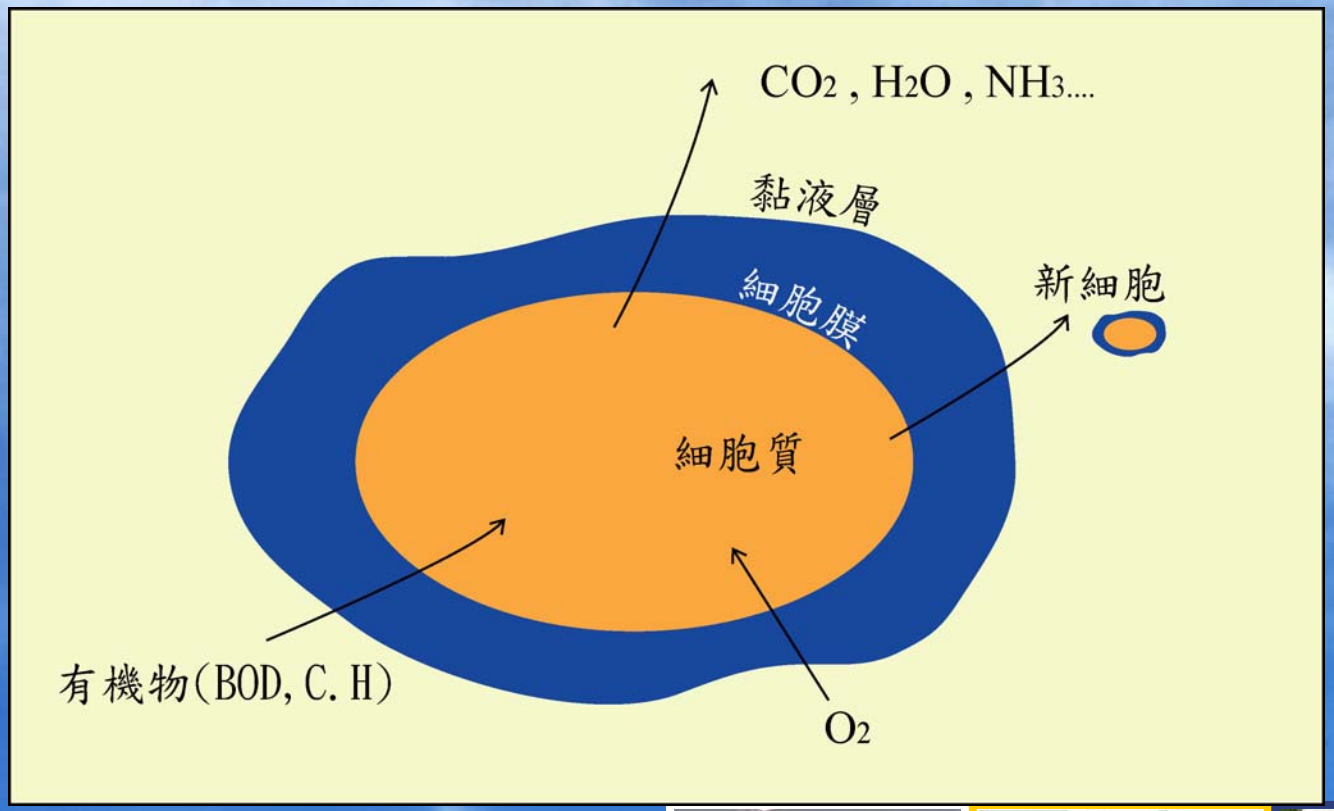
活性污泥？

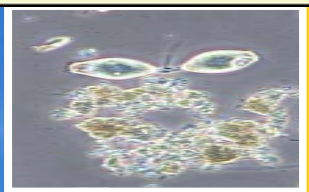






細菌之好氧性分解？

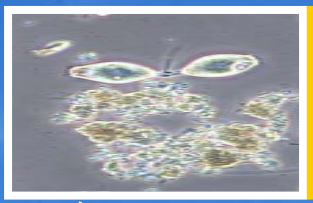






功能評估？

- 有機物去除(COD、BOD)
  去除率達功能設計目標，COD合放流標準
- 上澄液固體物(SS)
  SS合放流標準
- 色度去除率(TCU)
  去除率達功能設計目標





COD去除率？

$$R\ \%= \frac{(COD)in - (COD)out}{(COD)in} \times 100\%$$

EX. (COD)in =400mg/L　(COD)out=100mg/L

$$R\% = \frac{400mg/L - 100mg/L}{400} \times 100\% = 75\ \%$$



操作指標(1)

泡沫

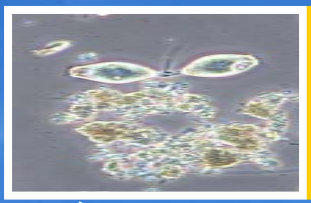
正常：白色 少量、細小、迅速破裂
異常：大量累積，濁黑，彩色

污泥沉降特性(SV30 SVI)

正常： 沉降界面清楚，SV30約15~20%，SVI約90~120ml/g
異常：界面模糊，污泥鬆散，SV30 大；界面模糊， SVI 小

菌相

正常：游動性纖毛蟲為優勢，將趨穩定，有柄纖毛蟲與輪蟲為優勢，系統已達穩定程度
異常：變形蟲、邊毛蟲為優勢或原生動物極少。





操作指標(2)

溶氧(DO)

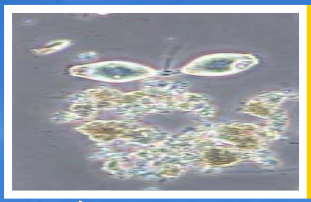
正常：曝氣槽DO 0.3mg/L以上可，入口1.0mg/L，出口2mg/L以上宜。

異常：水色黑、味臭、 DO 低， DO過高

耗氧速率(OUR、SOUR)

正常：情況良好，放流階段耗氧速率在10mg/L·hr 以內

異常： BOD濃度較高時，耗氧速率達 50~60mg/L·hr



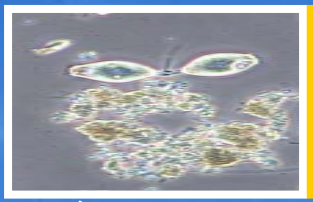


泡 沫





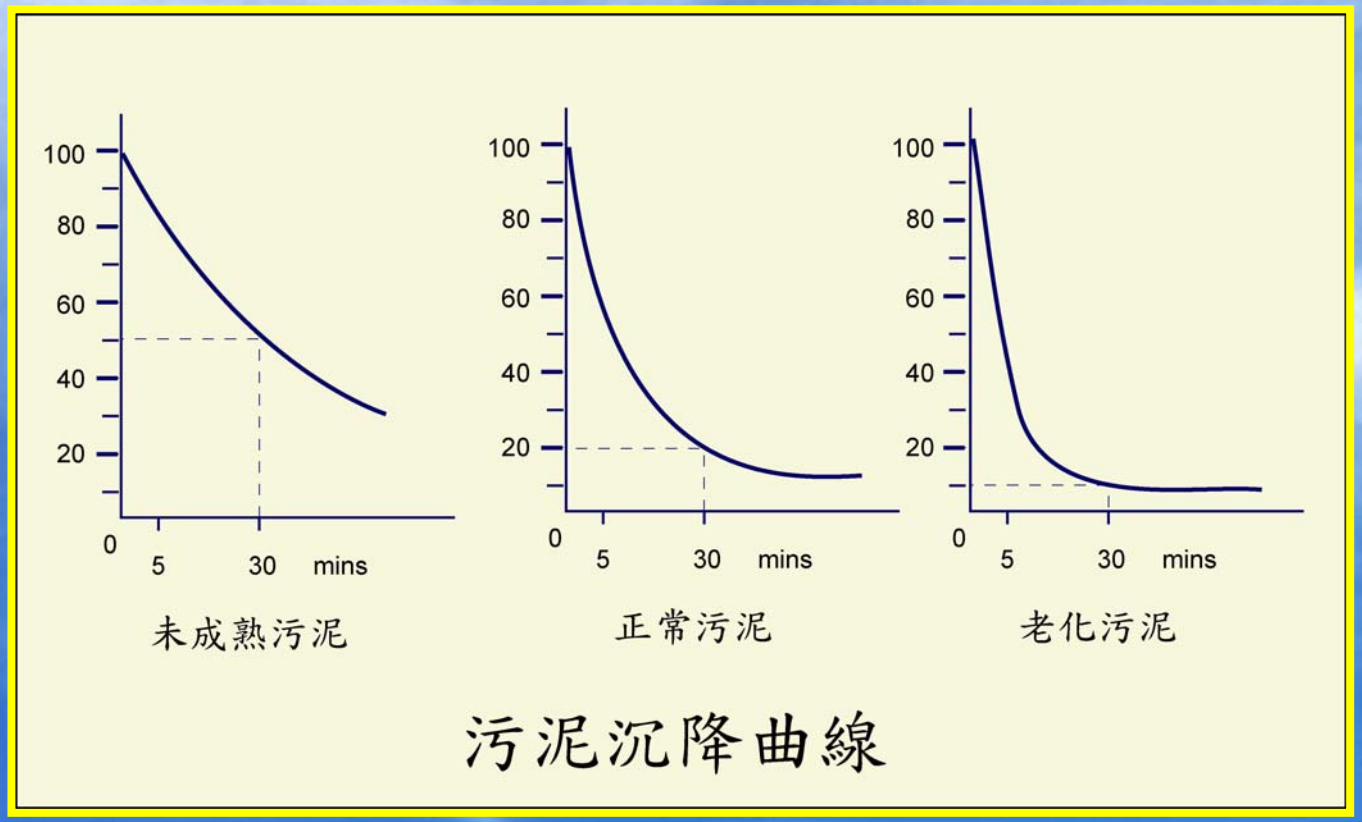




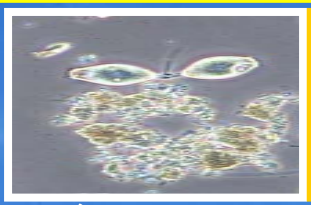




污泥沉降特性



污泥沉降曲線

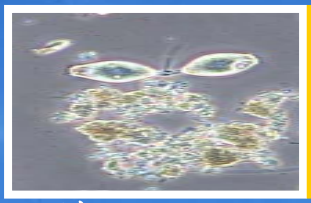




污泥沉降性









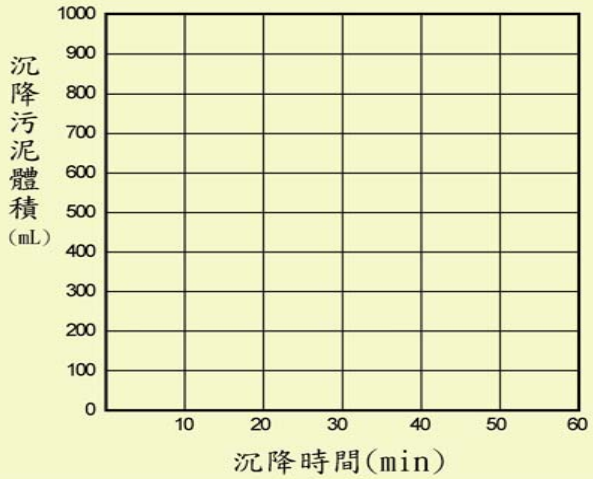


污泥降試驗表

活性污泥30分鐘沉降試驗表

日　期：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　時　間：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
填表者：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　水　溫：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
取樣點：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

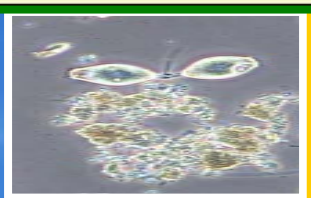
時間(min)	5	10	15	20	25	30	40	50	60
污泥面高度(mL)									



A. 5~10分鐘
1.污泥膠羽有否結聚現象發生?
2.污泥有否穩定聚密且上層液清澈?
3.污泥膠羽有否成雲鬆狀?
4.上澄液是否有鬆散不易沉降之膠羽?

B. 30分鐘
1.污泥膠羽是否看起來緊密捲曲如海綿?
2.污泥膠羽是否看起來毛鬆狀?

C. 60分鐘時
1.沉降之污泥是否再浮出液面?
2.是否在2~4小時內污泥形成分裂或浮出液面?





SV_{30}、SVI（sludge volume index）

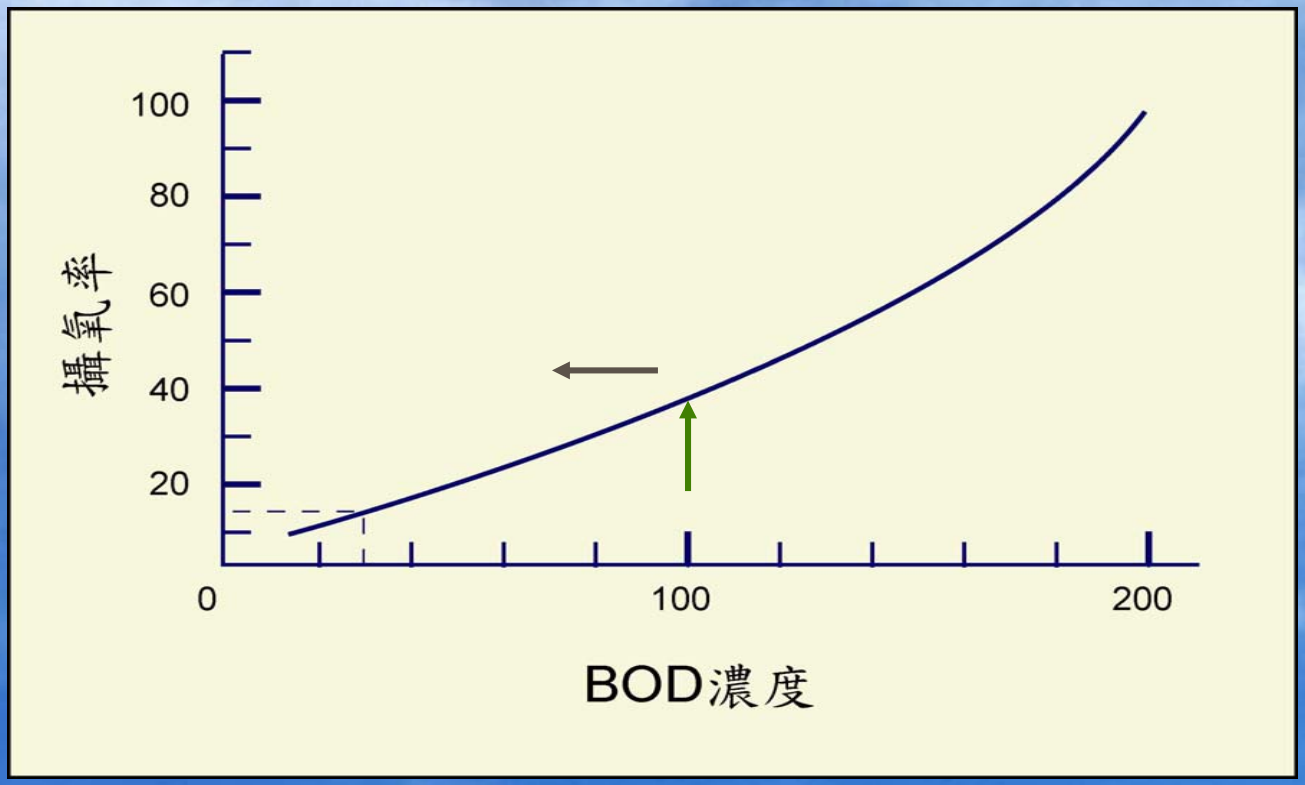
$$\underset{(mL/g\ MLSS)}{SVI} = \frac{SV_{30}(mL)}{MLSS(mg/L)}$$

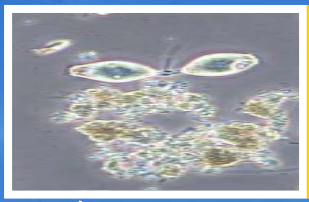
EX. SV_{30} =200ml/L，MLSS=2,000mg/L

$$\underset{(mL/g\ MLSS)}{SVI} = \frac{200(ml/L)}{2{,}000(mg/L)} = 100\ (mL/g\ MLSS)$$



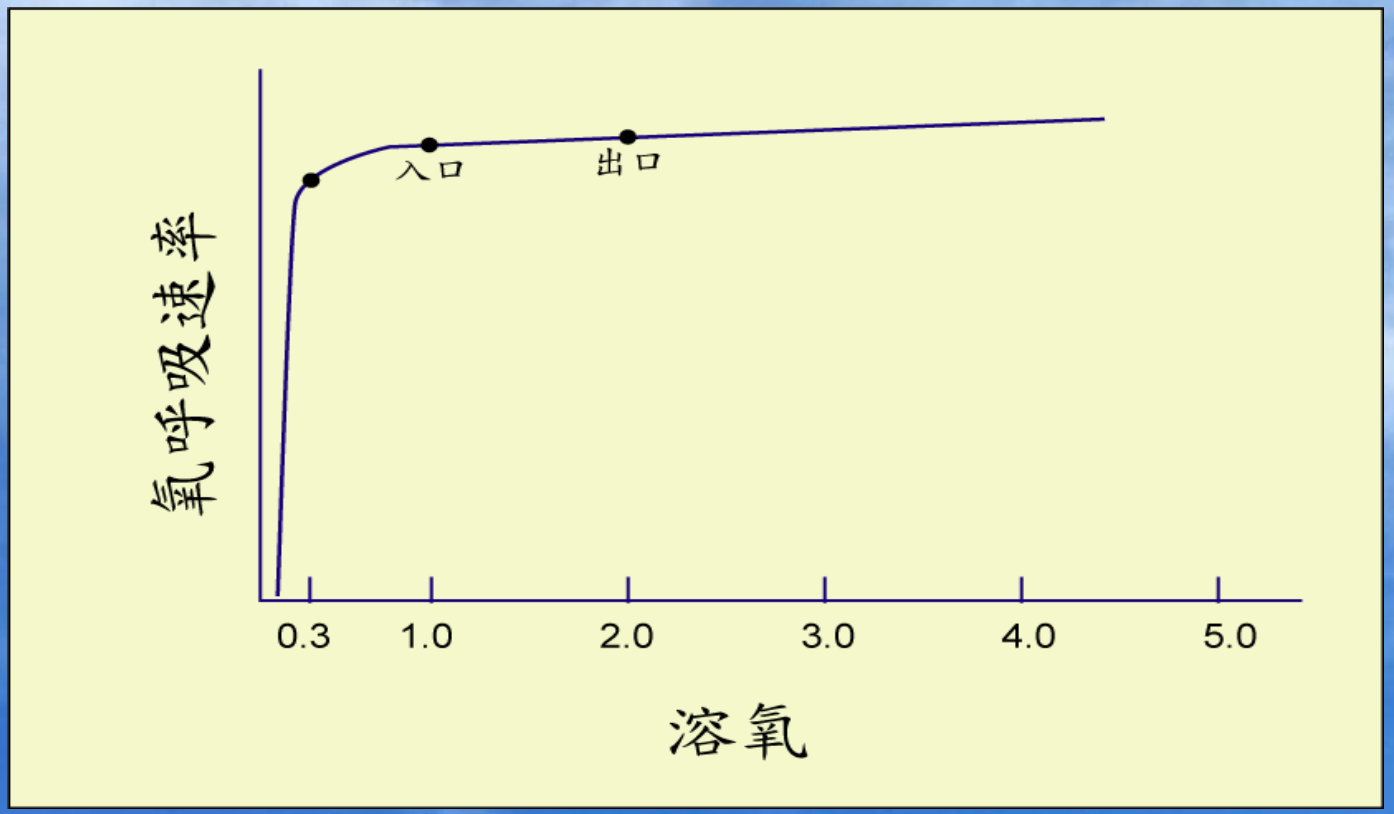
攝氧率與BOD濃度

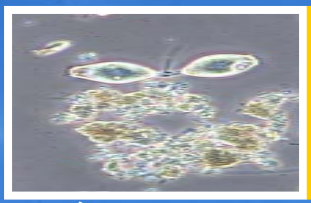






曝氣槽 DO（Dissolved Oxygen）







污泥攝氧率OUR（oxygen uptake rate ）

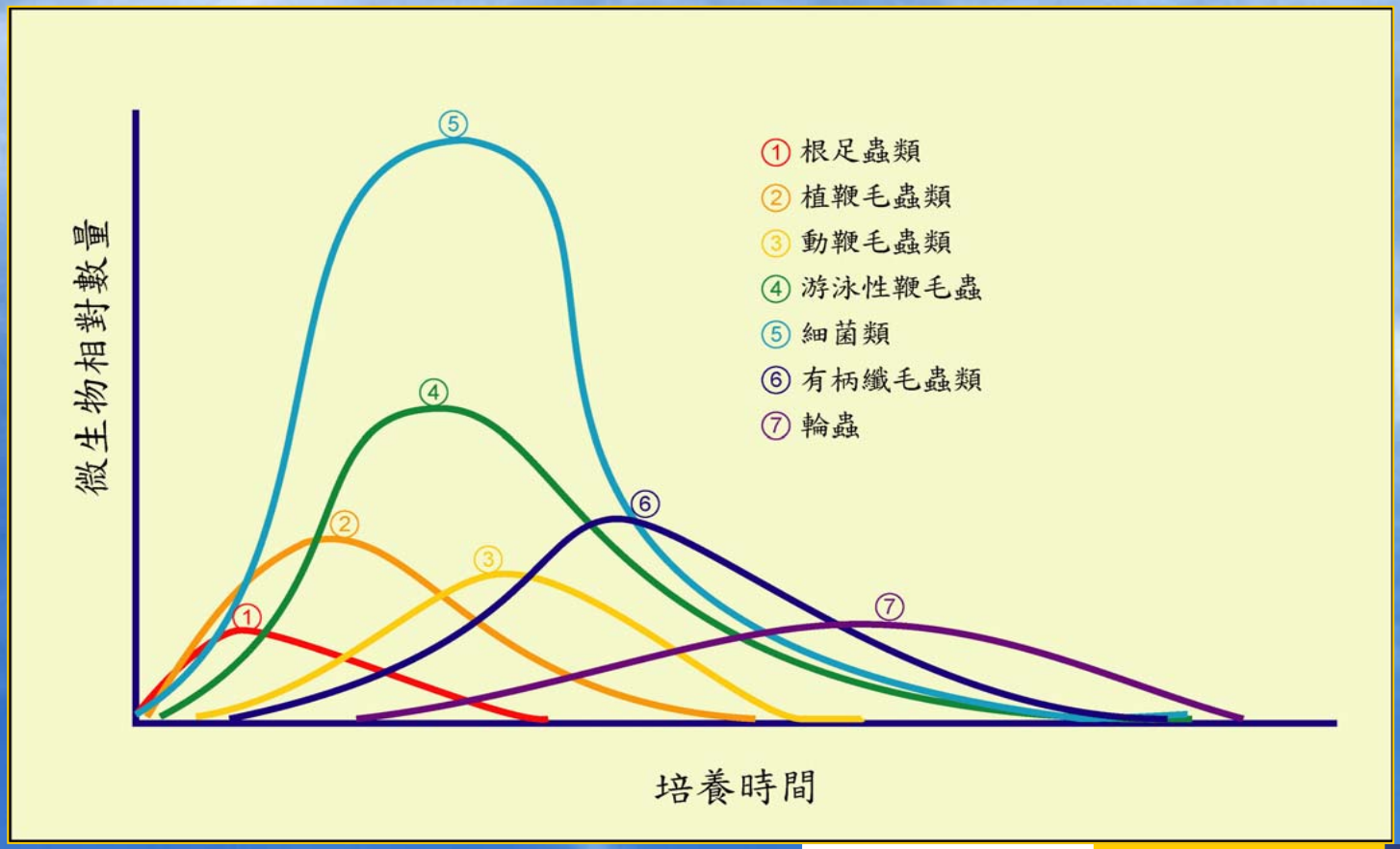
$$\text{OUR}_{(\text{mgO2/L.hr})} = \frac{(DO)_0 - (DO)_{10}}{10} \times 60 \text{ min/hr}$$

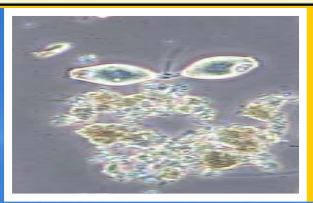
EX. DO_0 =5.0 mg/L，DO_{10}=2.0 mg/L

$$\text{OUR} = \frac{5.0 \text{ mg/L} - 2.0 \text{mg/L}}{10} \times 60 \text{ min/hr} = 18 (\text{mgO2/L.hr})$$



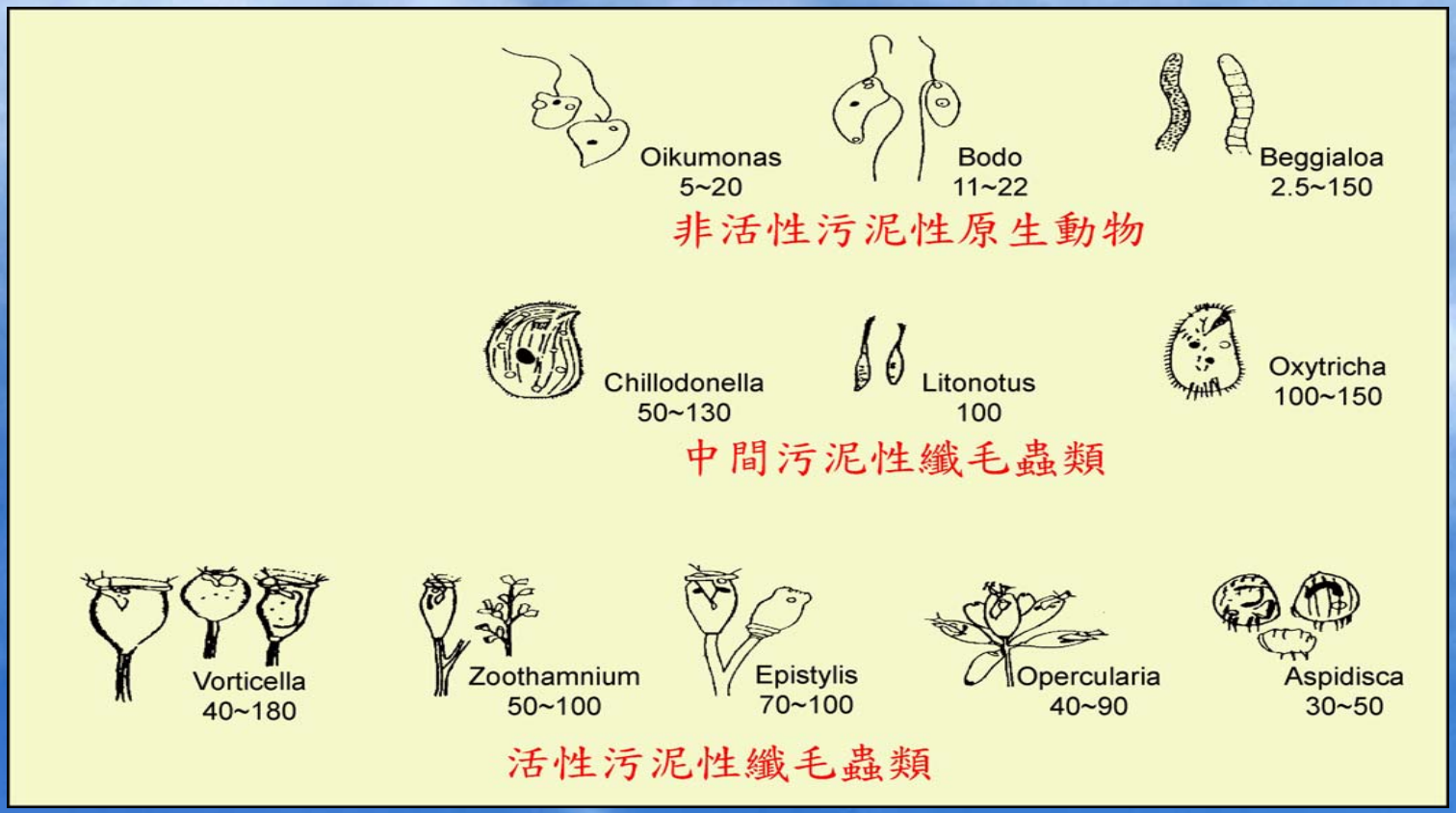
原生動物數量之變化







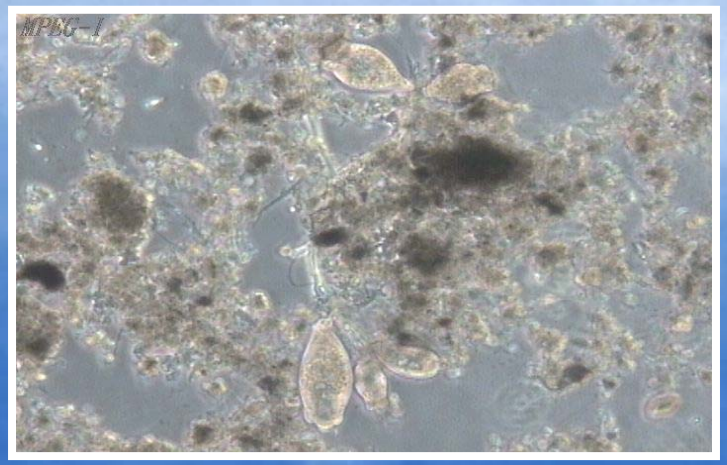
菌 相 (Bio. phase)


Oikumonas
5~20
Bodo
11~22
Beggialoa
2.5~150
非活性污泥性原生動物
Chillodonella
50~130
Litonotus
100
Oxytricha
100~150
中間污泥性纖毛蟲類
Vorticella
40~180
Zoothamnium
50~100
Epistylis
70~100
Opercularia
40~90
Aspidisca
30~50
活性污泥性纖毛蟲類

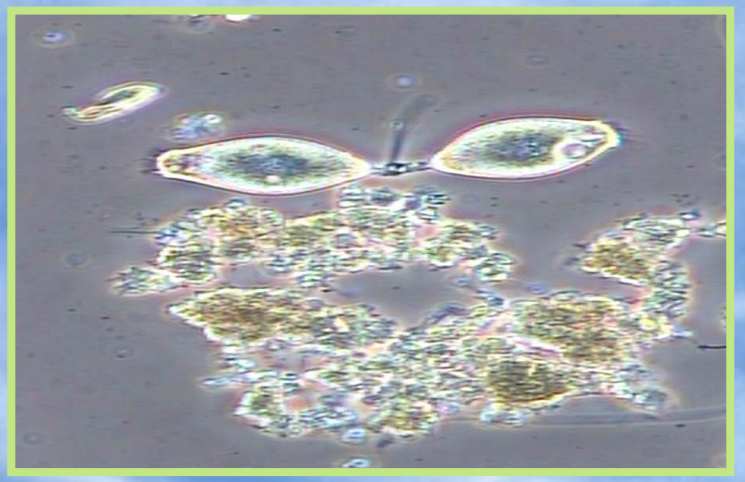


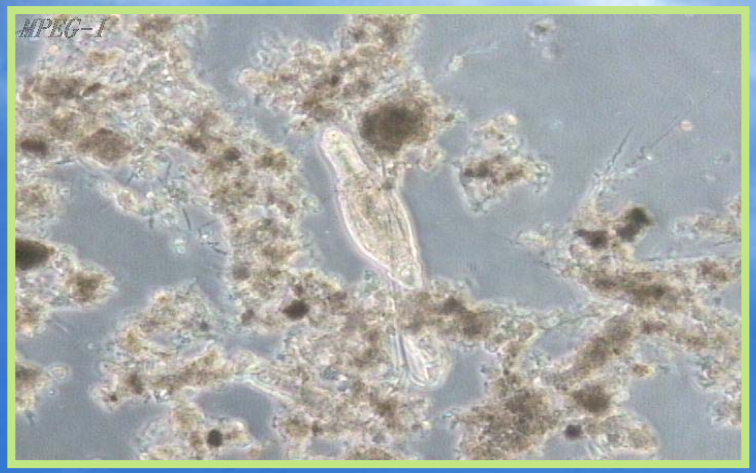
桃園縣環境保護局
桃園縣產業環保技術服務團

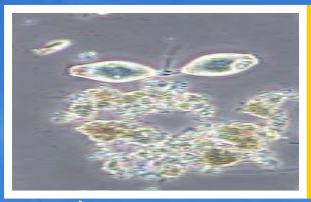
指標微生物













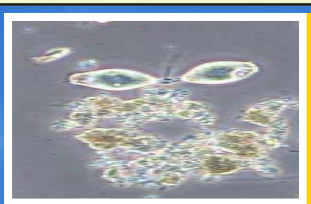


萬能科技大學綠色環境研發中心

優勢原生動物數量表

日　期：_____　　時　間：_____
填表者：_____　　水　溫：_____
取樣點：_____

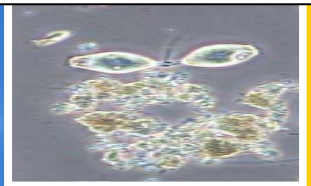
生物類別	SLIDE 1	SLIDE 2	SLIDE 3	Total
變形蟲類				
鞭毛蟲類				
自由游動纖毛蟲類				
有柄纖毛蟲類				
輪蟲類				
線蟲類				





常見問題

- **負荷過高或變動大** 產能變動，廢水質量超出設計值；廠內排水管理不佳，負荷變動大
- **調勻池容量不足** 調勻池設計容量不足，操作錯誤
- **抑制物質進入** 重金屬、酸鹼、抑制物質進入
- **供氧狀況不佳** 管線、散氣盤損壞，曝氣不均
- **污泥迴流與排泥問題** 污泥厭氣、濃度不足





操作條件調整與功能提升

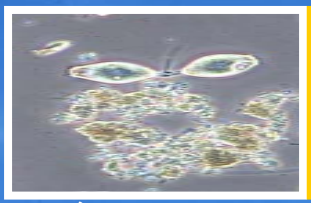
控制污泥濃度　調整反應槽污泥濃度，改變沉澱池排泥設定

調整有機負荷　調整進流水量、添加接觸濾材

供氧量　調整空氣供給量、改變散氣方式或純氧供給

營養鹽　維持N、P、Fe等營養鹽比例，特殊營養鹽、酵素添加

菌種馴養與製劑添加　利用小型曝氣槽，常態性馴養污泥，定量投入反應槽，生物製劑添加





有機負荷(Ls)

$$\text{BOD-SS負荷} = \frac{Q(m^3/day) \times BOD(mg/L)}{V(m^3) \times MLSS(mg/L)}$$

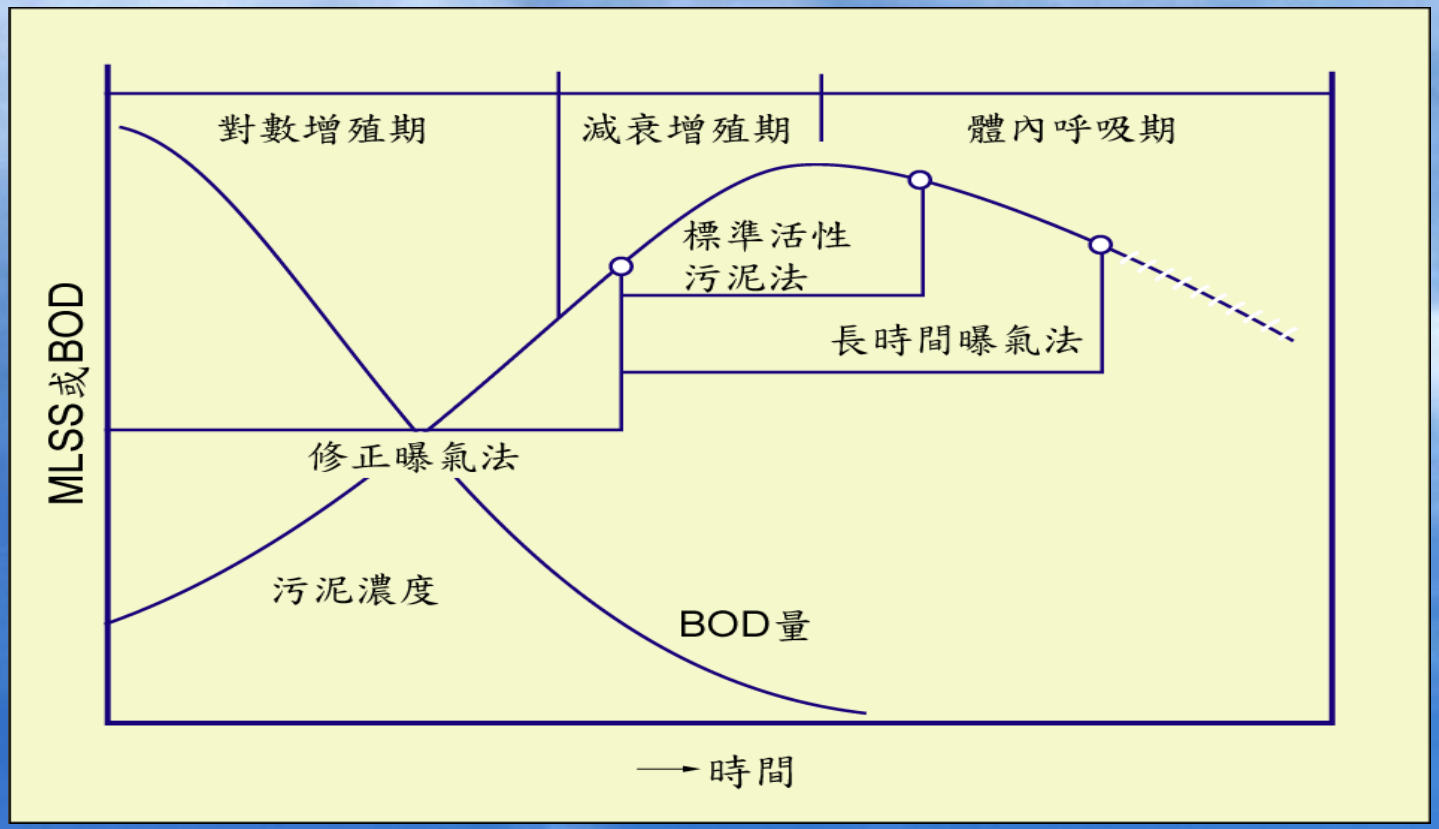
(kg/kgMLSS・d)

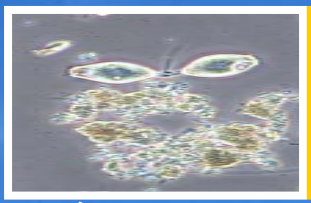
EX. Q =20000 m3/day，BOD =300 mg/L
V=10000 m3　　MLSS =3000 mg/L

$$L_S = \frac{20000\ m^3/day \times 300(mg/L)}{10000\ (m^3) \times 3000\ mg/L} = 0.2\ (kg/kgSS \cdot d)$$



有機物量控制與微生物增殖？





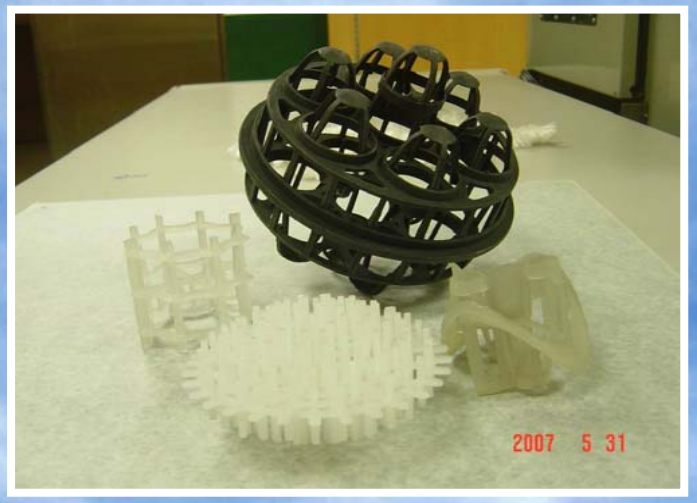


桃園縣環境保護局

桃園縣產業環保技術服務團

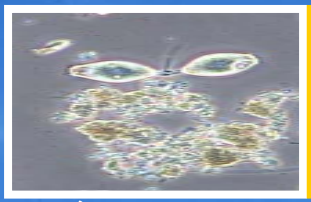
接觸濾材















萬能科技大學綠色環境研發中心

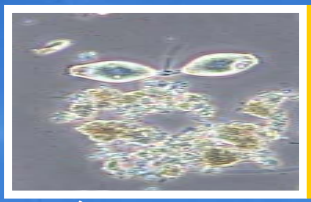
曝氣改善















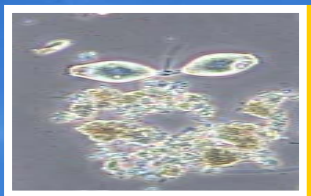
桃園縣環境保護局
桃園縣產業環保技術服務團

營養鹽與生物製劑添加













萬能科技大學綠色環境研發中心

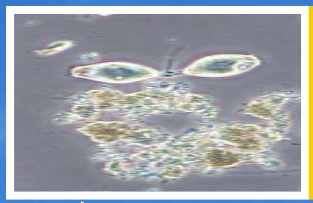
桃園縣環境保護局
桃園縣產業環保技術服務團

污泥迴流與排泥











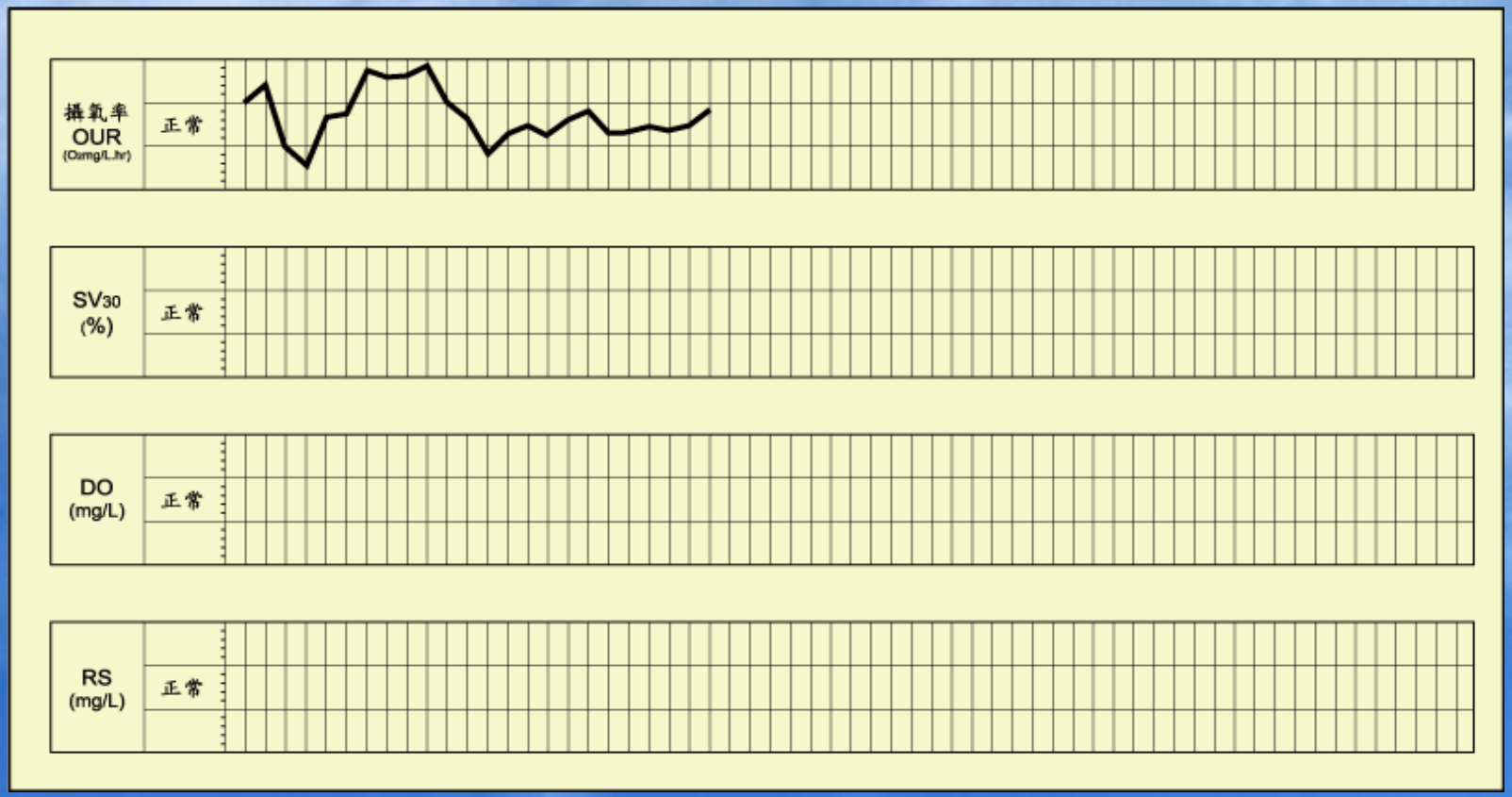


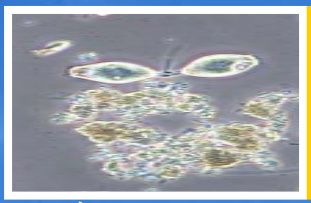
萬能科技大學綠色環境研發中心

桃園縣環境保護局

桃園縣產業環保技術服務團

操作記錄表









萬能科技大學綠色環境研發中心

結語與建議

結果

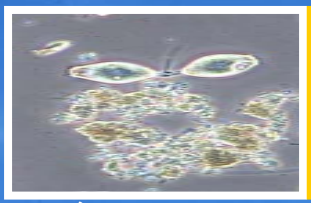
出流水有機物 (COD)
出流水固體物(SS)

操作指標

泡沫
污泥沉降性(SV_{30})
菌相(Bio. phase)
溶氧(DO)
耗氧速率(OUR)
污泥濃度(MLSS)

操作條件

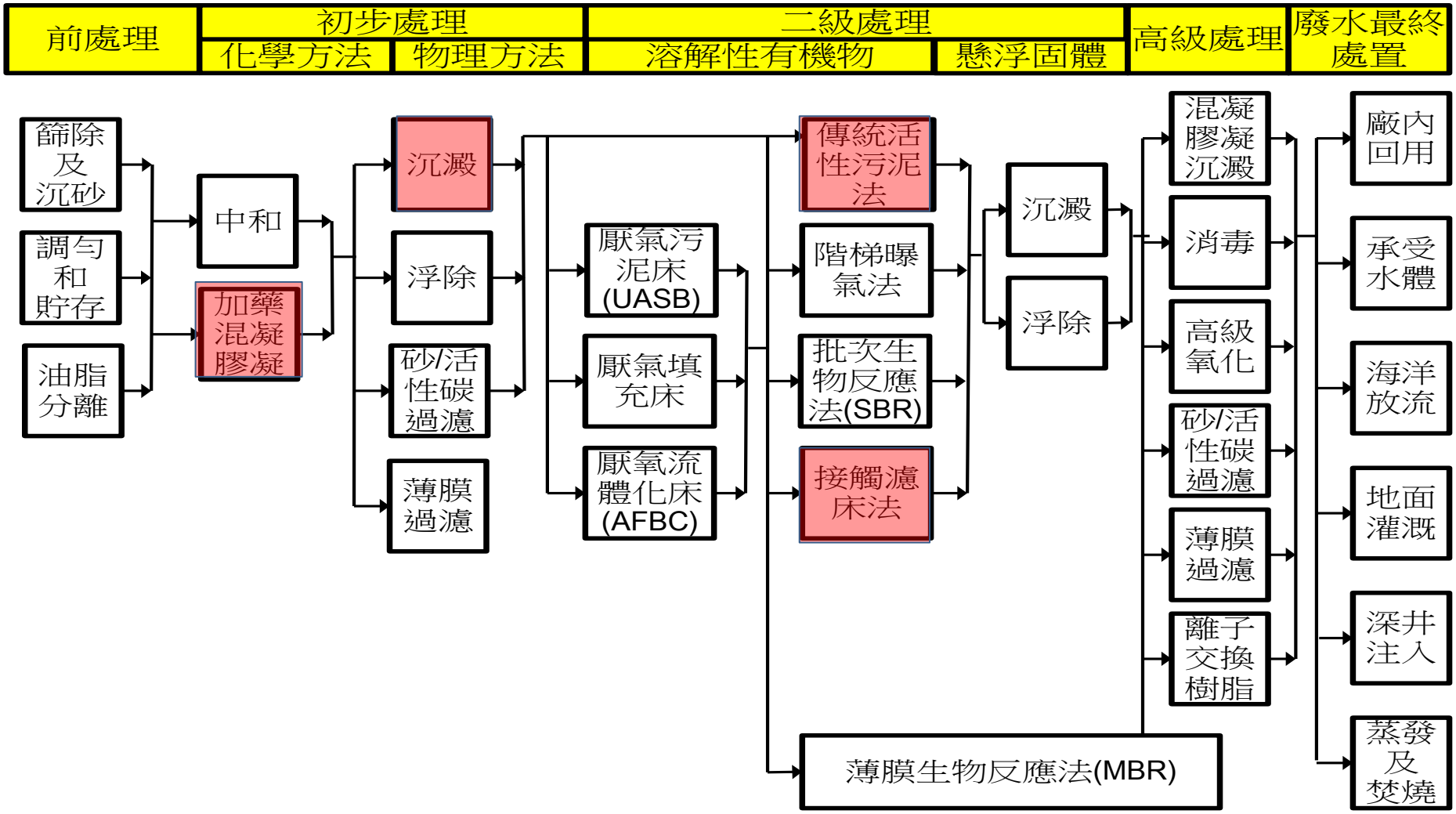
調整迴流污泥量
調整或穩定有機負荷(F/M)
提高供氧量(O_2)
提供營養鹽(N、P)
菌種馴養與製劑添加





萬能科技大學綠色環境研發中心

廢水處理系統圖


前處理
初步處理
化學方法
物理方法
二級處理
溶解性有機物
懸浮固體
高級處理
廢水最終處置
篩除及沉砂
調勻和貯存
油脂分離
中和
加藥混凝膠凝
沉澱
浮除
砂/活性碳過濾
薄膜過濾
厭氣污泥床(UASB)
厭氣填充床
厭氧流體化床(AFBC)
傳統活性污泥法
階梯曝氣法
批次生物反應法(SBR)
接觸濾床法
薄膜生物反應法(MBR)
沉澱
浮除
混凝膠凝沉澱
消毒
高級氧化
砂/活性碳過濾
薄膜過濾
離子交換樹脂
廠內回用
承受水體
海洋放流
地面灌溉
深井注入
蒸發及焚燒

使用混凝處理之時機

- 污染物為膠體顆粒，因其顆粒粒徑甚小而不易以一般之物理單元如沉降、浮除、過濾或其他方法去除時。
- 最主要之目的是使一些細小膠體及顆粒經由此作用後，**聚集成為一較大之顆粒或膠羽**，以便於後續之處理單元（如沈澱、浮除、過濾等）能夠將此類污染物順利去除。

5

混凝(coagulation)

- 於待處理之水中藉由加入化學混凝劑，以包裹或結合一些不易聚集之膠體及微粒，使水中之膠體顆粒間之排斥力降低，親和力增加，從而得以藉由粒子間之引力而相互靠近。

6

膠凝(flocculation)

- 經混凝處理後之懸浮微粒，藉由**慢速的攪拌**增加顆粒之碰撞機率，於**足夠之反應時間**下，使前述之微小膠體得以聚集成為大顆粒而易於分離。

7

膠體顆粒特性_電荷之重要性

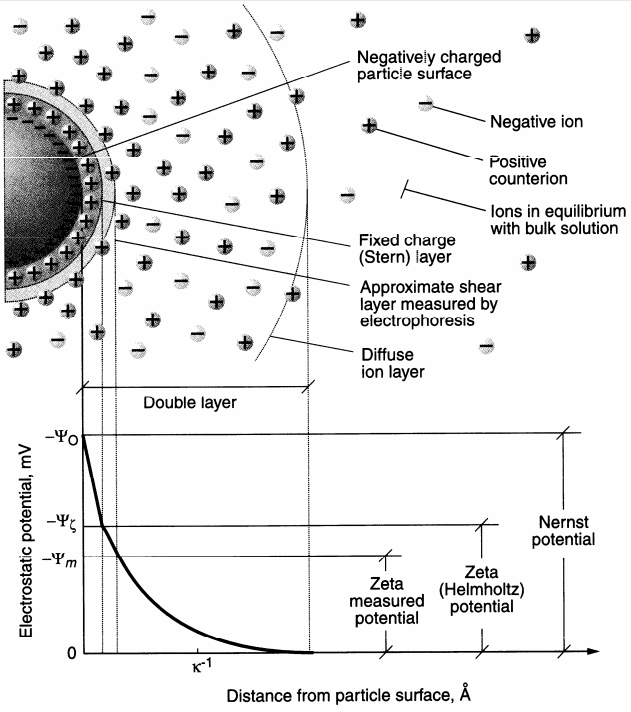
- 構成水中之微粒物質種類相當多，一般可由其粒徑大小、有機物或無機物、生命體或非生命體、親水性或疏水性、帶電性等予以分類
- 膠體粒子之粒徑範圍為1nm(10^{-9}m)至1um(10^{-6}m)
- 由於其質量及體積相對較小之情況下，其**表面電荷對顆粒之行為**影響便相對加大。

8

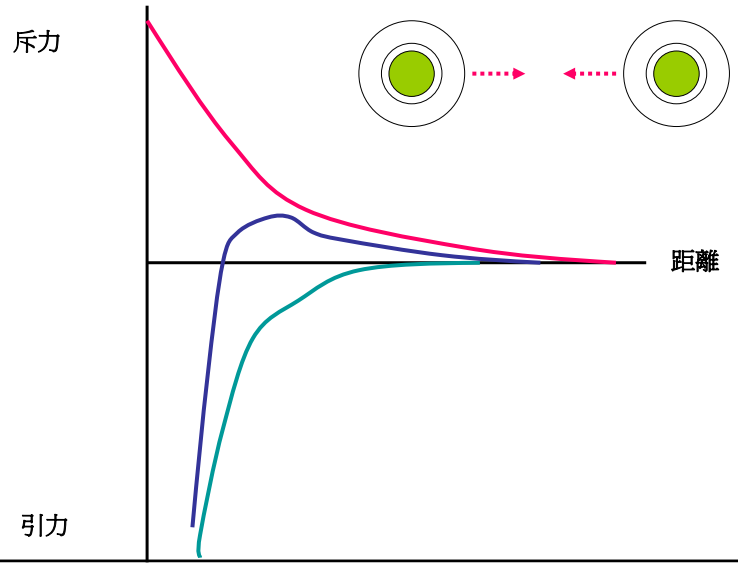
膠體之穩定(stabilization)

- 膠體間靜電力之作用使膠體在水中均成為分散狀態，此可由電雙層(electric double layer，EDL)之作用圖中加以說明。
- 電雙層包含：
  固定層(fixed layer)
  擴散層(diffused layer)

9



電雙層

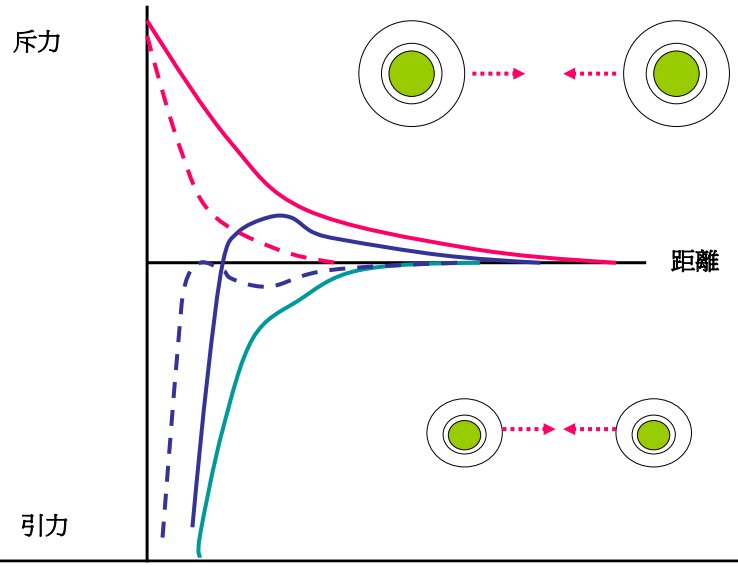


膠體去穩定之機制

- 壓縮電雙層
- 吸附及電中和
- 沈澱及絆除作用
- 吸附及架橋作用

12

何謂壓縮電雙層



壓縮電雙層

- 於加入高價金屬離子後，使水中金屬電荷密度增加，相當於電雙層被壓縮，使離子間之作用力由斥力成為引力，而使粒子可以互相靠近

14

吸附及電中和

- 於溶液中加入正離子時，顆粒表面之負電荷將會被中和，使粒子間之斥力降低而靠近，但若加入過量又可能使表面電荷成為正電荷而互相排斥，成為再穩定(restablization).

15

各電解質對膠體之相對混凝能力

電解質	正電荷膠體	負電荷膠體
NaCl	1	1
Na_2SO_4	30	1
Na_3PO_4	1000	1
$BaCl_2$	1	30
$MgSO_4$	30	30
$AlCl_3$	1	**1000**
$Al_2(SO_4)_3$	30	**>1000**
$FeCl_3$	1	**1000**
$Fe_2(SO_3)_3$	30	**>1000**

16

沈澱及絆除作用(enmeshment)

- 一般之金屬離子在水中常會因不同之 pH 及水解作用而形成不同之水合物，在適當情況下（足夠之金屬離子濃度、正確之 pH）會形成沈澱物，這些沈澱物便會成為沈澱之核種(nuclei)，並在沈澱時結合其他已穩定之膠體形成整層膠羽而下沈，此稱為掃曳沈澱(sweep floc)或沈澱絆除(enmeshment)現象。以鋁離子為例：

17

鋁離子在水中之水合及水解作用

$$Al(H_2O)_6^{3+} + H_2O \Leftrightarrow Al(H_2O)_5(OH)^{2+} + H_3O^+$$

$$Al(H_2O)_5(OH)^{2+} + H_2O \Leftrightarrow Al(H_2O)_4(OH)_2^+ + H_3O^+$$

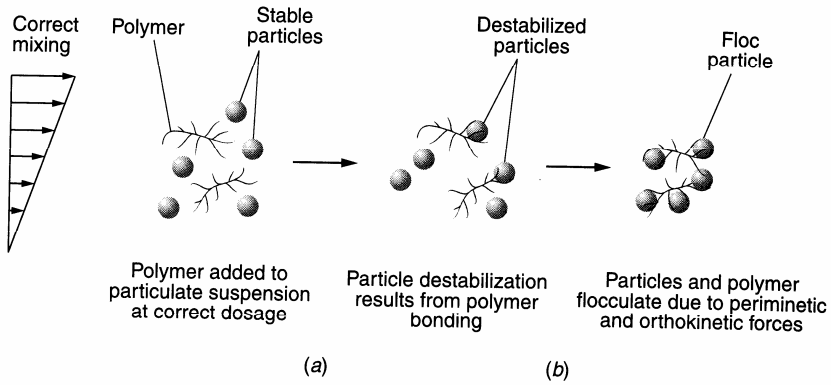
$$Al(H_2O)_4(OH)_2^+ + H_2O \Leftrightarrow Al(H_2O)_3(OH)_3$$

$$Al(H_2O)_3(OH)_3 + H_2O \Leftrightarrow Al(H_2O)_2(OH)_4^- + H_3O^+$$

18

吸附及架橋作用

- 利用polymer之各種官能基吸附膠體，再利用架橋作用使膠體連結成為一大顆粒

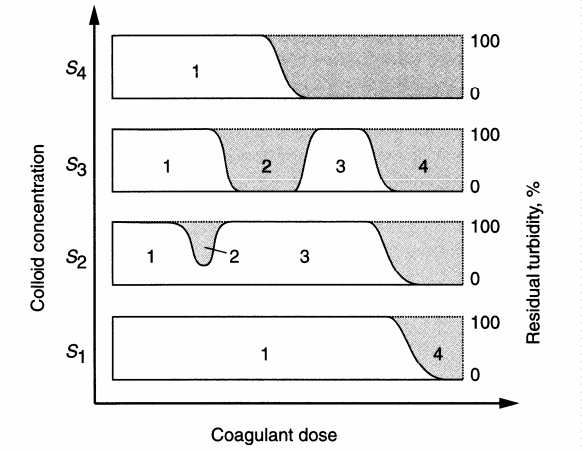


影響混凝作用之因素

- 濁度
- pH值(鹼度)
- 加藥量
- 混凝劑之種類
- 助凝劑之種類
- 水樣特性

20

濁度對混凝作用之影響



21

pH對混凝作用之影響

- 一般情況下之金屬離子在不同pH下會形成不同形式之水合物；
- 高pH：易形成**沈澱物**
- 低pH：易形成帶**正電荷離子**

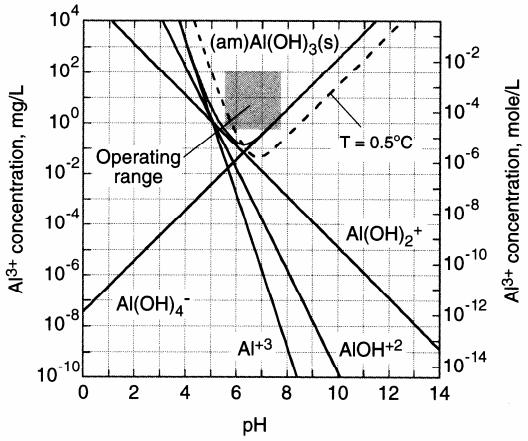
以鋁離子為例：

高pH：$Al(H_2O)_3(OH)_3$

低pH：$Al(H_2O)_6^{3+}$

22

鋁在水中之型態



Equations used for constructing plot:

$\log [Al^{+3}] = 10.8 - 3pH$

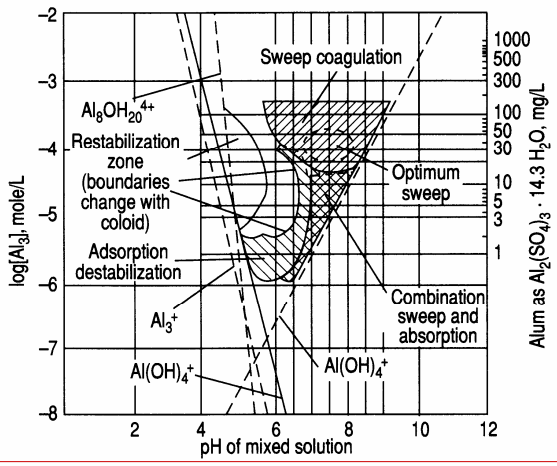
$\log [AlOH^{+2}] = 5.8 - 2pH$

$\log [Al(OH)_2^{+}] = 0.7 - pH$

$\log [Al(OH)_4^{-}] = -11.9 + pH$

23

最佳pH操作範圍



24

混凝劑與適宜的pH值操作條件

藥劑名稱	化學式	pH
氯化鐵	$FeCl_3$	5.5
硫酸亞鐵	$FeSO_4$	9.0
硫酸鐵	$Fe_2(SO_3)_3$	8.0~8.5
硫酸鋁	$Al_2(SO_4)_3$	6.0~8.5

25

助凝劑之種類及作用

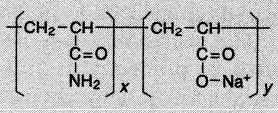
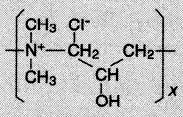
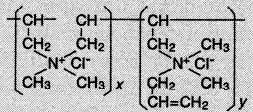
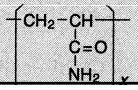
1. **濁度（turbidity）**
   提供足夠之顆粒作為核種以利混凝。如高嶺土（kaoline）、黏土（bentonite）、矽藻土
2. **鹼度(alkalinity)**
   $Ca(OH)_2$、CaO：常用以補助自然鹼度不足時
   Na_2CO_3　　：用以去除非碳酸鹽鹼度
3. **酸度（acidity）**
   混凝時除增加pH外，有時亦必須降低pH，一般可用強酸（鹽酸、硫酸），但有時亦使用碳酸

26

聚合物（polymer）

- 聚合物由長鏈之單體(monomer)串結而成，若此單體含有可離子化之官能基，則此聚合物稱為聚電解質(polyelectrolyte)，其又可依電性分為陽離子型、陰離子型及兩性聚電解質。聚電解質不但可作為混凝劑，亦可同時作為助凝劑，但一般以作為助凝劑之機會較多。

27

Type	Charge	Molecular Weight, g/mole	Common Applications	Typical Examples[a]	Other Examples
Anionic	Negative	10^4–10^7	Coagulant aid, filter aid, flocculant aid, sludge conditioning	Hydrolyzed polyacrylamides 	Hydrolyzed polyacrylamides, polyacrylates, polyacrylic acid, polystyrene sulfonate
Cationic	Positive	10^4–10^6	Primary coagulant, turbidity and color removal	Epichlorohydrin dimethylamine (epi-DMA) 	Aminomethyl polyacrylamide, polyalkylene, polyamines, polyethylenimine
			Sludge conditioning	Polydiallyldimethyl ammonium chloride (poly-DADMAC) 	Polydimethyl aminomethyl polyacrylamide, polyvinylbenzyl, trimethyl ammonium chloride
Nonionic	Neutral	10^5–10^7	Coagulant aid, filter aid, filter conditioning	Polyacrylamides 	Polyacrylamides, polyethylene oxide

Classification	Chemical Formula	Mol Wt.	Application
Coagulants			
Aluminum sulfate	$Al_2(S0_4)_3$ $14H_2O$	594.4	Primary coagulant
Sodium aluminate	$Na_2Al_2O_4$	163.9	Used with alum; provides alkalinity and pH control
Aluminum chloride	$AlCl_3$	160.3	Used in blends with organic polymers
Polyaluminum chloride	$Al_a(OH)_b(Cl)_c(S0_4)_d$	Variable	Primary coagulant (PACI)
Polyaluminum sulfate	$Al_a(OH)_b(Cl)_c(S0_4)_d$	Variable	Primary coagulant, produced onsite
Polyiron chloride	$Fe_a(OH)_b(Cl)_c(S0_4)_d$	Variable	Primary coagulant, produced onsite
Ferric chloride	$FeCl_3$	162.2	Primary coagulant
Ferric sulfate	$Fe_2(S0_4)_3$	400.0	Primary coagulant
Coagulant aids			
Sodium silicate.	$Na_{20}(Si0_2)_{3\sim25}$	242-156.2	Coagulant aid, produced onsite
Bentonite			provide nucleation sites for enhanced coagulation
pH adjustment			
Calcium hydroxide	$Ca(OH)_2$	56.1 as CaO	Used to provide alkalinity and adjust pH
Sodium hydroxide	NaOH	40.0	Used to provide alkalinity and adjust pH
Soda ash	Na_2CO_3	106.0	Used to provide alkalinity and adjust pH

混凝及膠凝之操作

混凝G值

- 定義：
  於單位距離內，兩流體顆粒之***相對速度***
- 單位：1/sec、1/min……
- 物理意義：
  流體顆粒之相對速度愈大，表示流體之混合或**攪拌**程度愈高。

30

G值在混凝作用之意義

- 一般混凝作用中需要充分之攪拌及混合，以使混凝劑能完全作用使膠體產生去穩定作用。所以在混凝池中常須要足夠之混合，一般可以G值表示混合程度。

31

Example Reactions	Mixing Time, s	Is Rapid Initial Mixing Important?	Comments
Coagulation with Fe^{3+} or Al^{3+}	<0.3	Yes	Fast, poorly reversible, competitive, consecutive
pH adjustment	≪1	No	Fast, easily reversible
$CaCO_3$ nucleation	~20	Perhaps	Somewhat fast, poorly reversible
HOCl/NOM to DBPs	~90,000	No	Very slow, not reversible, competitive, consecutive
Chlorine hydrolysis	0.06	Yes	Fast, easily reversible, Cl_2 has low solublity
Chlorine/ammonia (low Cl_2/N)	<0.1–2000	Yes	Fast in early stages, poorly reversible, competitive, consecutive
Chlorine/ammonia (high Cl_2/N)	10,000–1,000,000	No	Extremely slow, poorly reversible, competitive, consecutive
HOCl/coliform	~10	No	Fast, persistent residual kill
HOCl/*Giardia*	~200	No	Slow, persistent residual kill
HOCl/*Cryptosporidium*	~90,000	No	Slow, persistent residual kill

膠凝GT值

- 一般膠凝作用中需要適當之攪拌及混合，以使膠凝劑能完全作用而將去穩定之膠體彼此接近，但又不可過於激烈，以防止成形之膠體再度破碎。所以在膠凝池中常使用慢速之攪拌配合較長之反應時間，以使膠體聚集成形。一般可以GT值表示

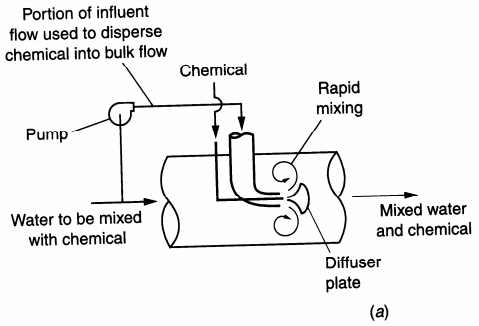
33

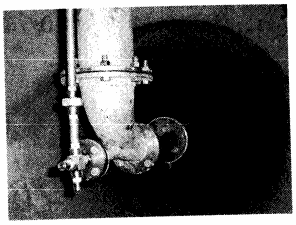
混凝設備

- 攪拌原理
  - 機械攪拌（螺旋槳葉）
  - 空氣攪拌
  - 水力混合
  - 隔板池混合
- 要點
  - 快速且充分之混合

34

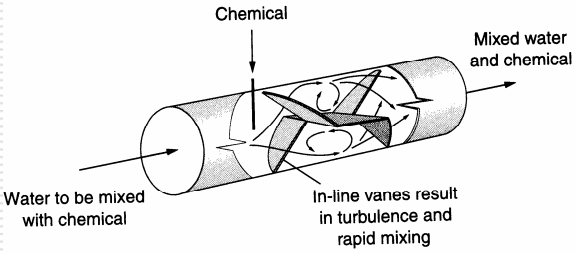
管中加藥設備

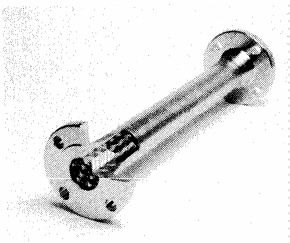




35

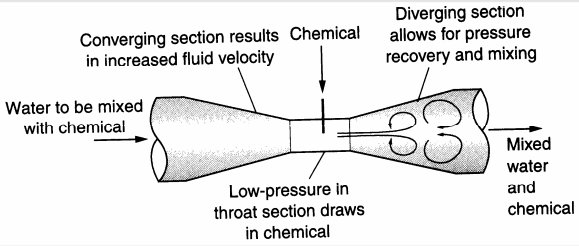
管中加藥設備

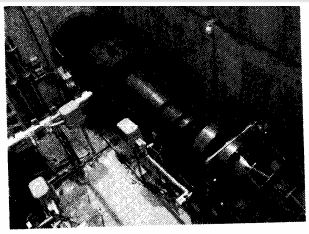




36

Venturi 管中加藥設備





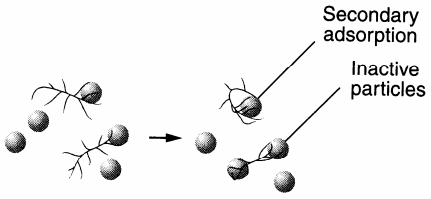
37

膠凝設備

- 攪拌原理
  - 機械攪拌（門柵式槳板）
  - 空氣攪拌
  - 隔板池混合
- 要點
  - 溫和之攪拌及足夠之接觸機會

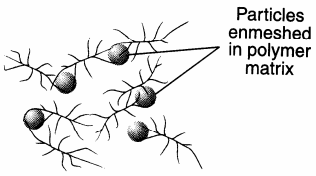
38

常見之不當聚合物操作



Insufficient mixing conditions results in particle restabilization and poor floc formation

(*c*)

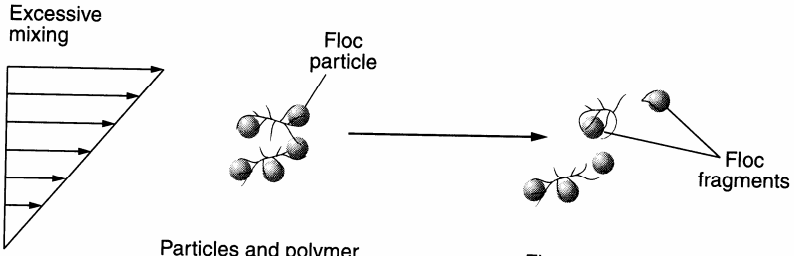


Excessive dosage of polymer added

(*d*)

39

常見之不當聚合物操作



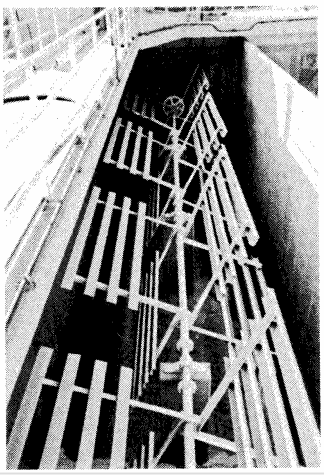
Particles and polymer flocculate due to periminetic and orthokinetic forces

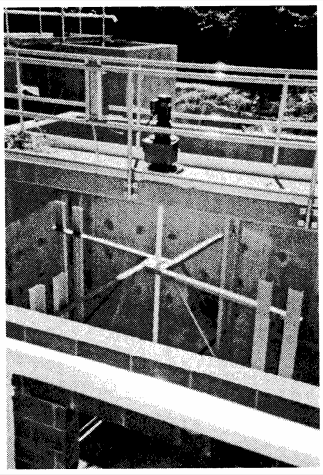
Floc ruptures due to high or prolonged mixing conditions

(*e*)

40

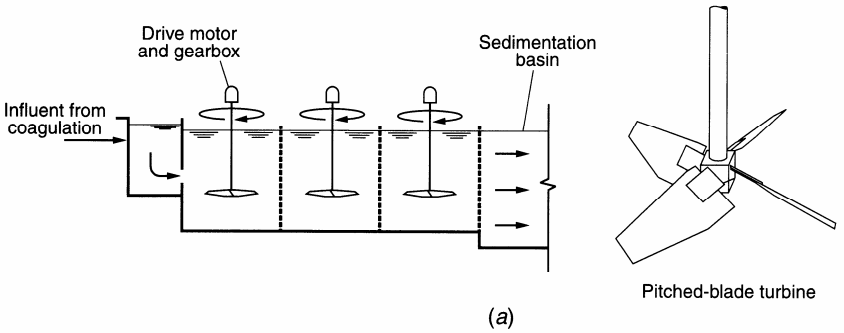
槳板式膠凝機





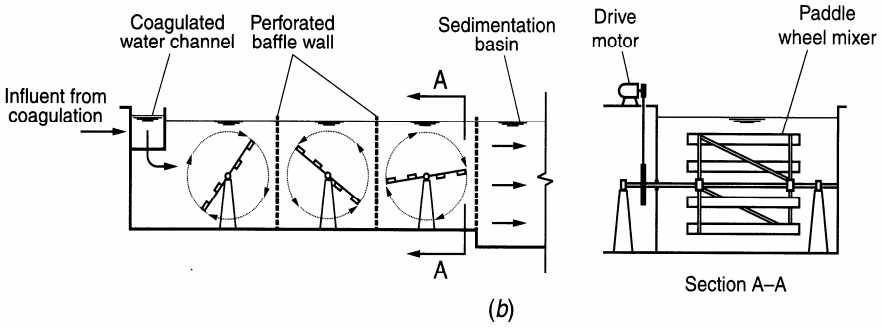
41

傾斜式槳板膠凝池



42

水平軸式膠凝機



43

直立渦輪式混凝池(附擴散隔板)

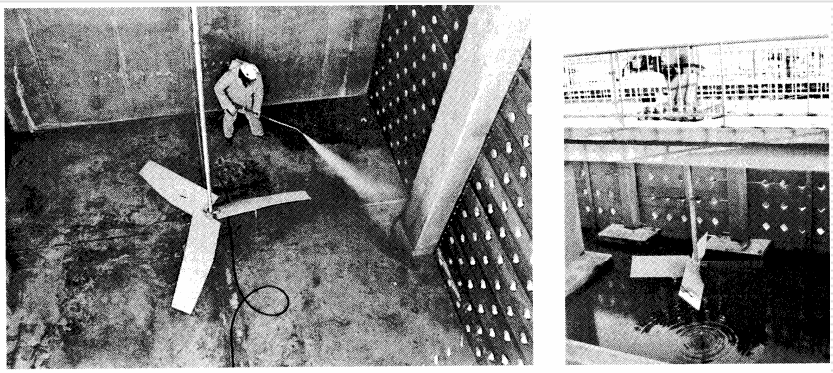
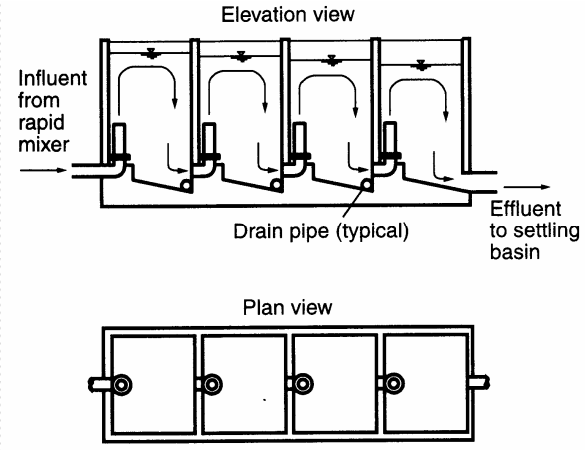


Figure 9-43
Views of vertical-turbine flocculators in basin separated by diffuser walls. Typical design details for a diffuser wall are presented in Fig. 9-42 and Table 9-20.

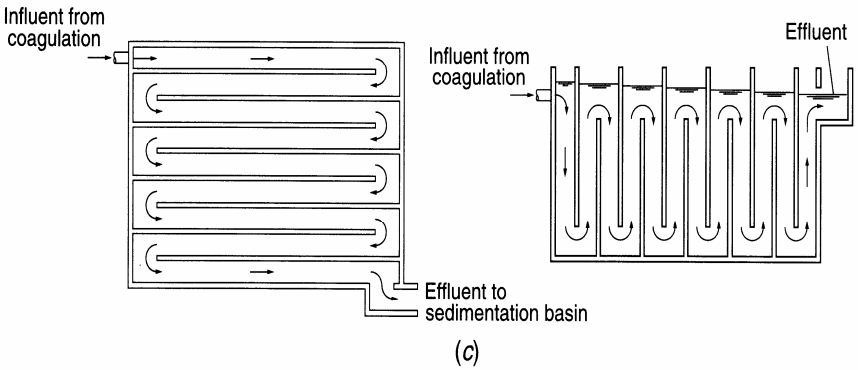
44

隔板式膠凝池(Alabama type)



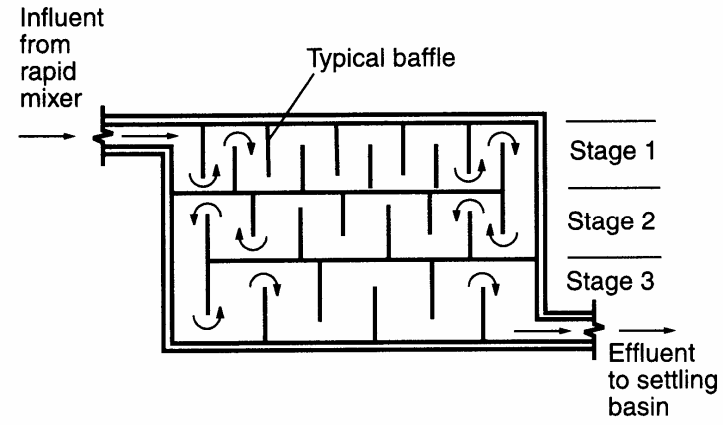
45

典型隔板式膠凝池



46

隔板式膠凝池



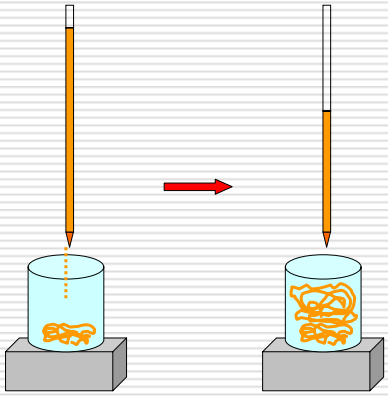
47

瓶杯試驗

- 瓶杯試驗之目的在求出混凝時之
  - 最佳**混凝劑種類**、
  - 最佳**加藥量**及
  - 加藥pH值。

48

Step 1 大約加藥量之推估



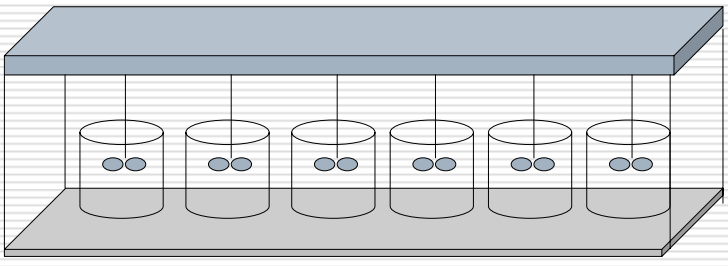
求出大約加藥量

1.取廢水一升倒入燒杯中，並置於攪拌器上。

2.以滴定管將混凝劑逐滴加入燒杯內，至產生膠羽爲止，此時之加藥量爲大約加藥量。

49

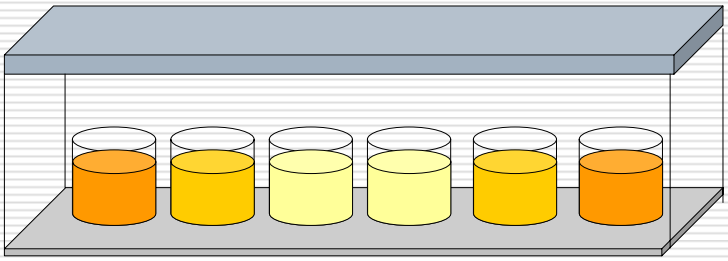
Step 2 加藥pH之推估



1. 取六個燒杯各裝入一升之廢水後放入瓶杯試驗機內。
2. 分別將各杯之廢水調至不同之**pH**
3. 於各燒杯內加入**step1.**所求出之加藥量
4. 將瓶杯試驗機之轉速調至**100 rpm**，快混**1 min**。
5.將瓶杯試驗機之轉速調至**30 rpm**，快混**20 min**，然後靜置**30min**。

50

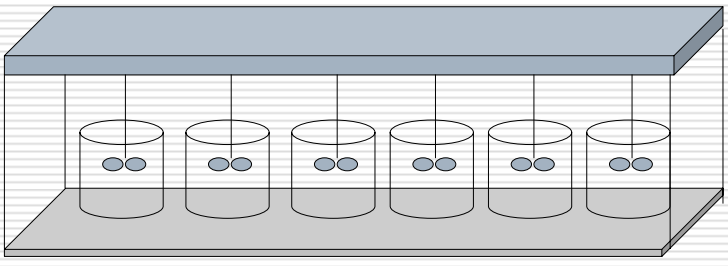
最佳pH之決定



觀察各杯內膠羽之沈澱情況、上澄液之濁度、色度及欲觀察之污染指標後，沈澱愈快且濁度、色度及欲觀察之污染指標後愈低者之pH爲最佳pH值。

51

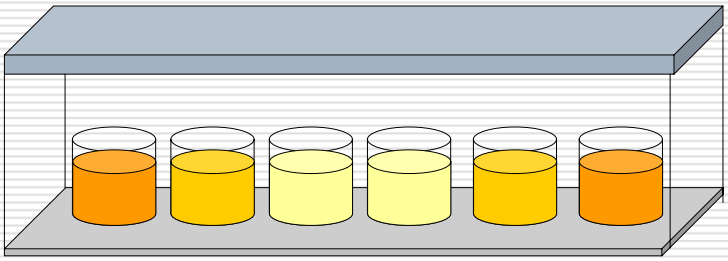
Step 4 加藥量之推估



1. 取六個燒杯各裝入一升之廢水後放入瓶杯試驗機內。
2. 分別將各杯之廢水調至前述步驟決定之pH
3. 以step1.所求出之加藥量爲中心，分散於各燒杯內加入不同範圍之要劑量
4. 將瓶杯試驗機之轉速調至100 rpm，快混1 min。
5. 將瓶杯試驗機之轉速調至30 rpm，快混20 min，然後靜置30min。

52

最佳加藥劑量之決定



觀察各杯內膠羽之沈澱情況、上澄液之濁度、色度及欲觀察之污染指標後，沈澱愈快且濁度、色度及欲觀察之污染指標後愈低者之pH爲最佳pH值。

53

決定混凝劑、加藥量及pH之原則

1. 膠羽沈澱愈快且上澄液濁度、色度愈低者
2. 加藥量最低者
3. 藥劑是否易購買、儲存、配置及使用。
4. 需調整pH之範圍離原水愈近者
5. 形成污泥量最少且最易處理及處置者
6. 總體經濟效益最高者

54

混凝劑與污泥產量

混凝劑種類			加藥量 (g)	污泥乾固體物(DS)	
系列	藥劑名稱	化學式		成分	產生量(g)
鋁鹽	多元氯化鋁	Al_2O_3，10%	1	$Al(OH)_3$	0.153
	硫酸鋁(明礬)	$Al_2(SO_4)_3$-$14H_2O$	1	$Al(OH)_3$	0.26
	硫酸鋁	$Al_2(SO_4)_3$	1	$Al(OH)_3$	0.46
	鋁酸鈉	$Na_2Al_2O_4$	1	$Al(OH)_3$	0.95
	鋁鹽	Al	1	$Al(OH)_3$	2.89
鐵鹽	氯化鐵	$FeCl_3$	1	$Fe(OH)_3$	0.66
	氯化鐵	$FeCl_3$-$6H_2O$	1	$Fe(OH)_3$	0.49
	硫酸鐵	$Fe_2(SO_4)_3$	1	$Fe(OH)_3$	0.54
	硫酸鐵	$Fe_2(SO_4)_3$-$2H_2O$	1	$Fe(OH)_3$	0.49
	硫酸鐵	$Fe_2(SO_4)_3$-$3H_2O$	1	$Fe(OH)_3$	0.47
	硫酸亞鐵※	$FeSO_4$	1	$Fe(OH)_3$	0.70
	硫酸亞鐵	$FeSO_4$-$7H_2O$	1	$Fe(OH)_3$	0.38

55

混凝及膠凝之應用

- 淨水處理中凝集膠體及微粒，以利於後續之沈澱單元
- 廢（污）水處理中凝集膠體及微粒，以利於後續之沈澱、浮除及過濾單元
- 工業用水中應用於硬水軟化，去除水中硬度。
- 工業廢水中用以沈澱重金污泥脫水前之調理作用，降低污泥之脫水阻抗

56

混凝、膠凝程序異常現象與對策表

異常現象	處理對策
膠凝槽生短流現象，停留時間不足	1. 設置堰或檔板，使處理水在槽體中以較長路徑均勻繞流 2. 調整進流口及出流口位置，增加繞流路徑
膠羽形成狀態異常	1. 調整加藥劑量及濃度或更換加藥劑種類 2. 調整攪拌機轉速至適當範圍內
pH值變動過大	1. 增加pH加藥槽容積及加藥控制點 2. 改用管中加藥
慢混池發生藻類生長	1. 定時清除水面上之藻類與浮渣 2. 噴灑藥劑抑制藻類繁殖

57

沉澱池操作異常與對策

現象	可能原因	檢測項目	處理對策
污泥上浮	• 池中污泥分解 • 刮泥板磨損或故障 • 排泥管阻塞 • 入流口阻流板損壞	•污泥膠羽狀況 •檢視刮泥板 •排泥之污泥泵 •阻流板	大量或經常去除污泥 修理或更換刮泥板 以逆流清理管線 修理或更換阻流板

58

沉澱池操作異常與對策

污水成黑色並惡臭腐敗	• 污泥收集設備磨損或故障 • 不當的污泥抽取循環 • 工業有機廢水預先處理不當 • 污水在收集系統中分解腐敗 • 排泥管阻塞	• 檢視污泥收集設備 • 檢視污泥密度 • 前處理操作情形 • 收集管線之滯留時間及流速 • 消化上澄液水質及水量 • 檢視排泥管	• 修復或置換 • 增加排泥頻率及延長排泥時間直至污泥密度降至要求值以下 • 廢水預先曝氣處理 • 於收集管線加氯 • 迴流前先處理或減低迴流率 • 反沖洗管線

59

沉澱池操作異常與對策

刮泥機停止運轉	• 刮泥板損壞 • 破片、異物掉入池底 • 污泥過度堆積	• 插梢、刮泥板 • 刮泥機 • 探測池底	• 修理或更換損壞零件 • 去除破片、異物 • 增加排泥頻率
浮渣溢流	• 去除頻率不足 • 含高量浮渣廢水排入 • 浮渣刮集板損壞 • 刮集設置定位不當	• 浮渣去除速率 • 流入廢水 • 刮集板 • 定位	• 提高去除頻率 • 限制廢水排放限值 • 清理或更換 • 調整定位

60

沉澱池操作異常與對策

短流	• 溢流堰出水不均勻 • 阻流板損壞	• 堰設置位置阻流板	• 調整堰設置位置 • 修理或更換
水流湧動	•進流泵操作不良	• 泵操作運轉情形	• 調整泵操作運轉情形
進水渠固體物沉澱	• 流速過低	進水渠流速	• 增加流速或以空氣或水攪拌以防止沉澱

61

化學混凝及化學沈澱之異同

- 化學沈澱法有明確之處理對象，針對特定物質利用其化學特性（溶解度積）予以沈澱去除。
- 使用之藥劑不限定於混凝劑，例如以硫化物沈澱水中之重金屬，或是以鹼度沈澱水中之鐵、錳。

62

資料來源

- http://setsg.ev.ncu.edu.tw/教育講習

桃園縣大學校院產業環保技術服務團教育訓練教材
日期：2009/06/08
講習會名稱：工廠廢水處理操作效率之提升：實際案例分析
講師：劉新校、傅崇德