

生態治河

水魚游，鳥飛翔



河川水質模式在水污染防治之應用及案例

永續清川



Stantec 美華集團

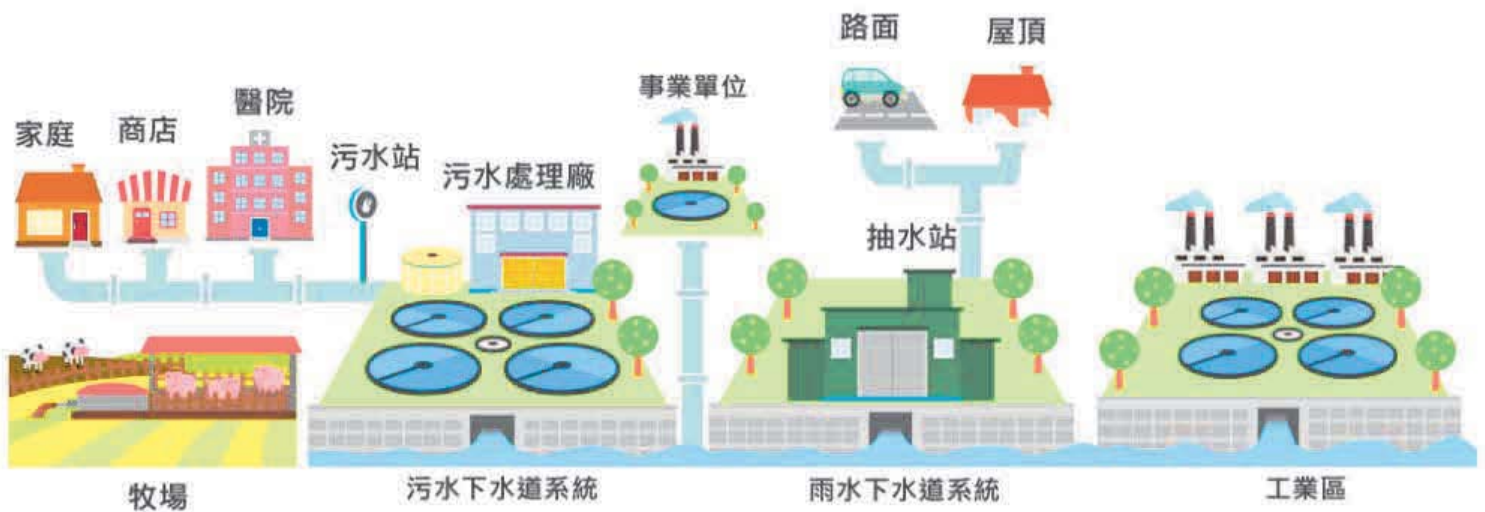
2019/6/10



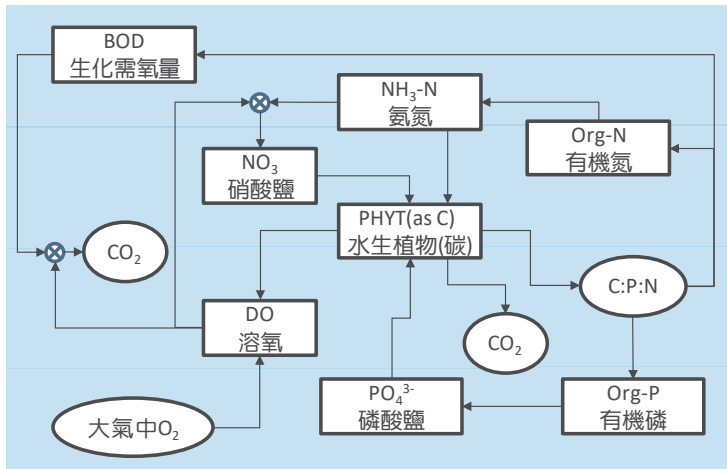
- 1 水質模式的功能
- 2 適用模式評估條件
- 3 水污染防治應用案例
- 4 常見問題

水質模式的功能

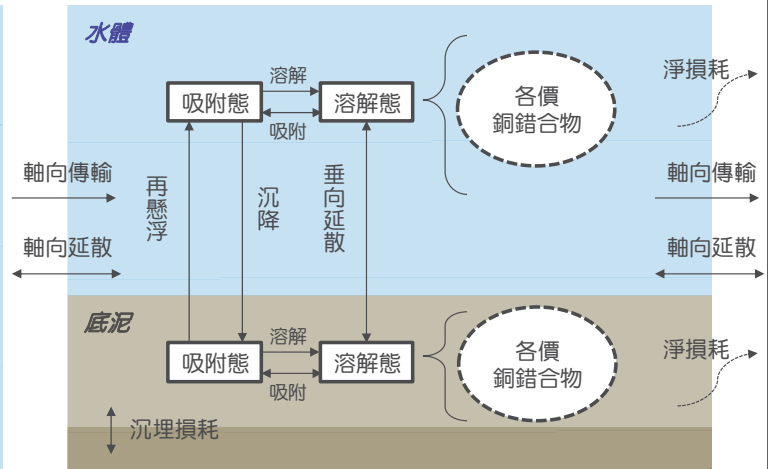
3



河川溶氧與營養鹽交互作用機制

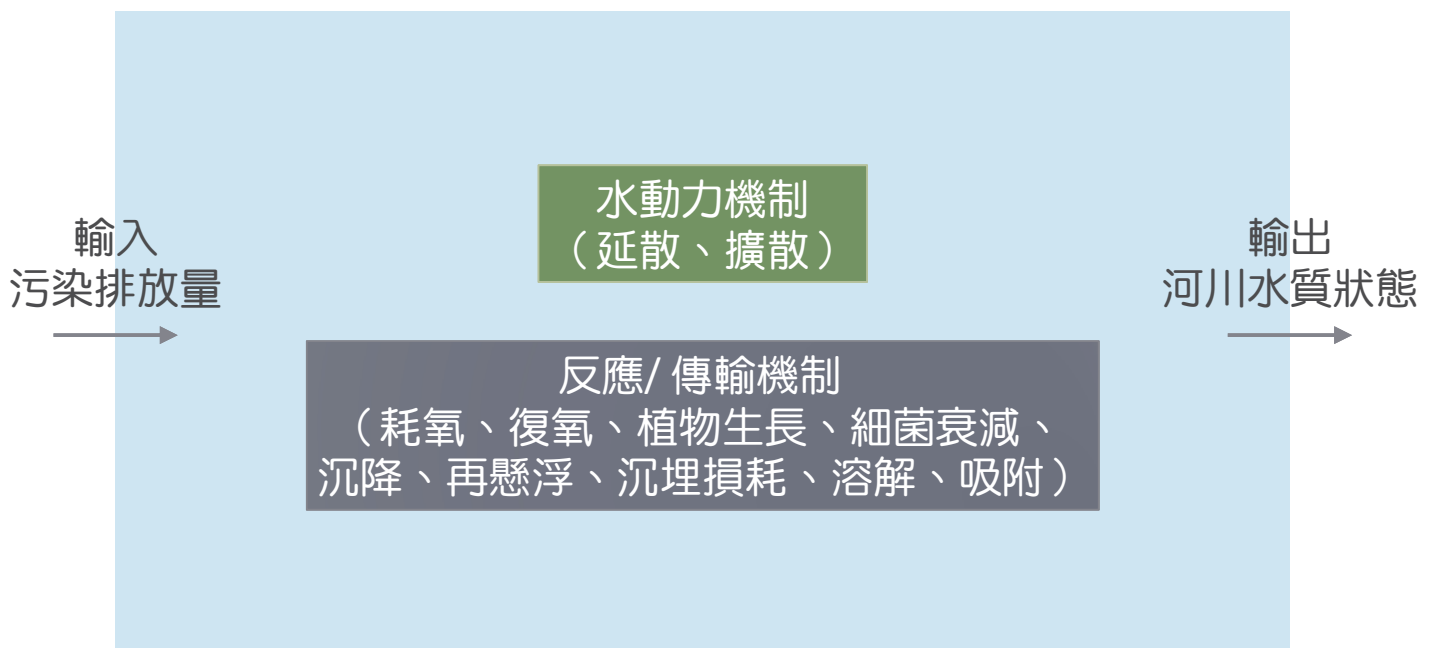


重金屬污染傳輸機制

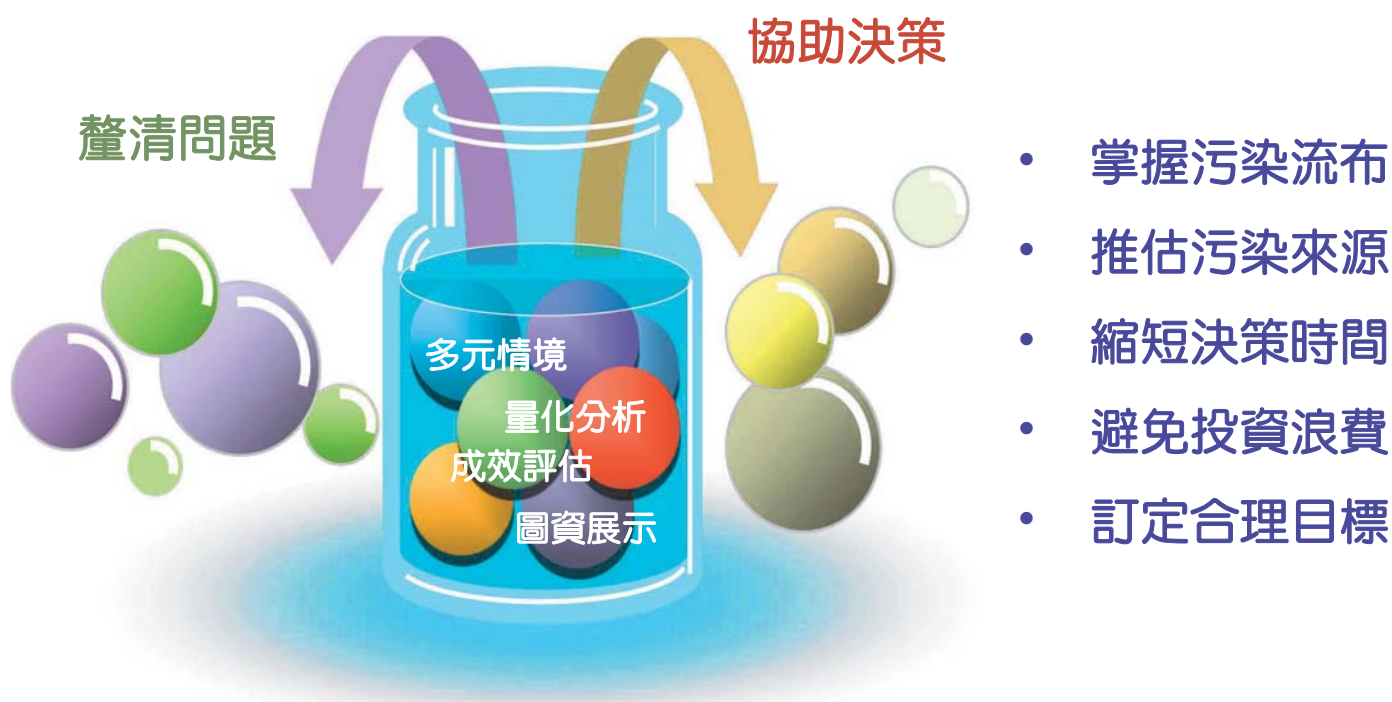
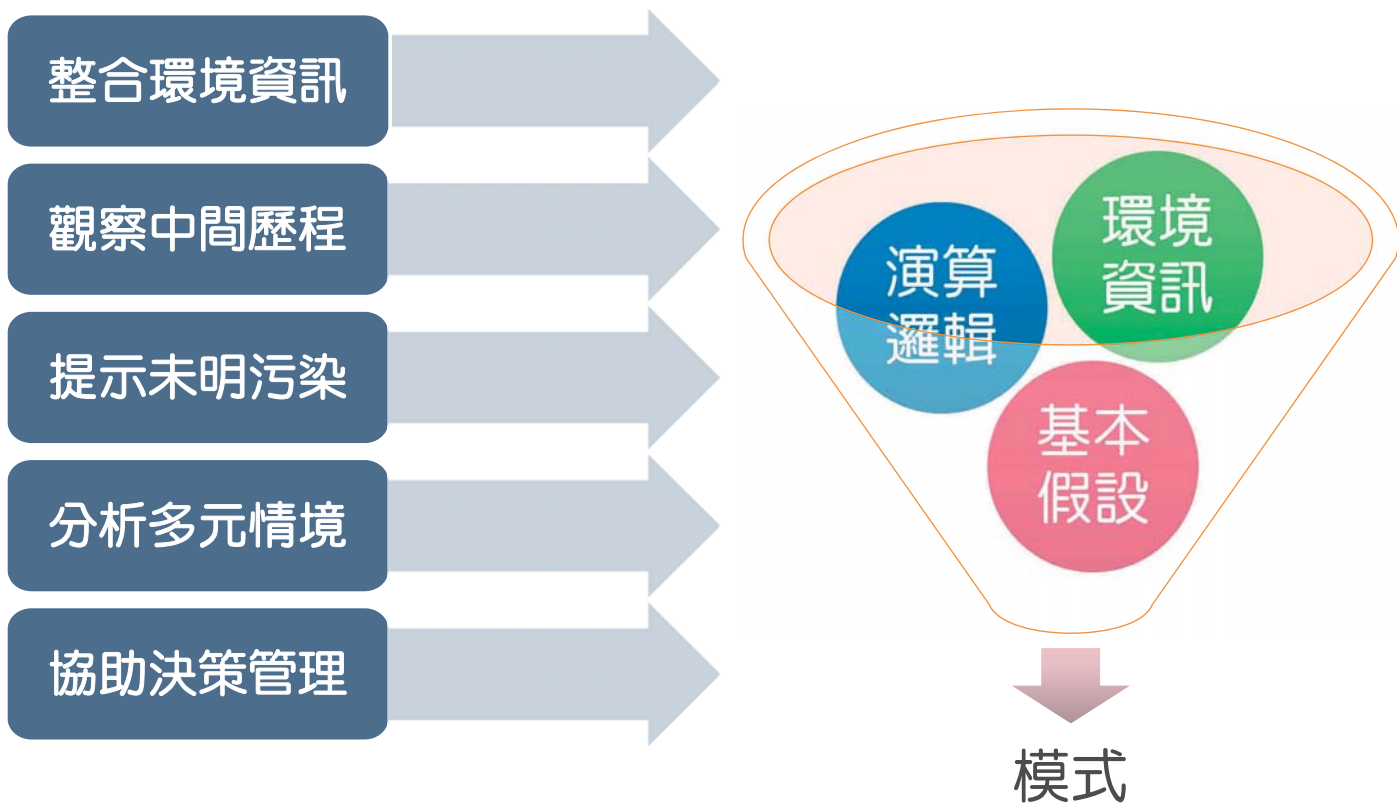


參考資料：Nice, A.J. (2005) Developing a fate and transport model for arsenic in estuaries. (Doctoral dissertation, University of Virginia).

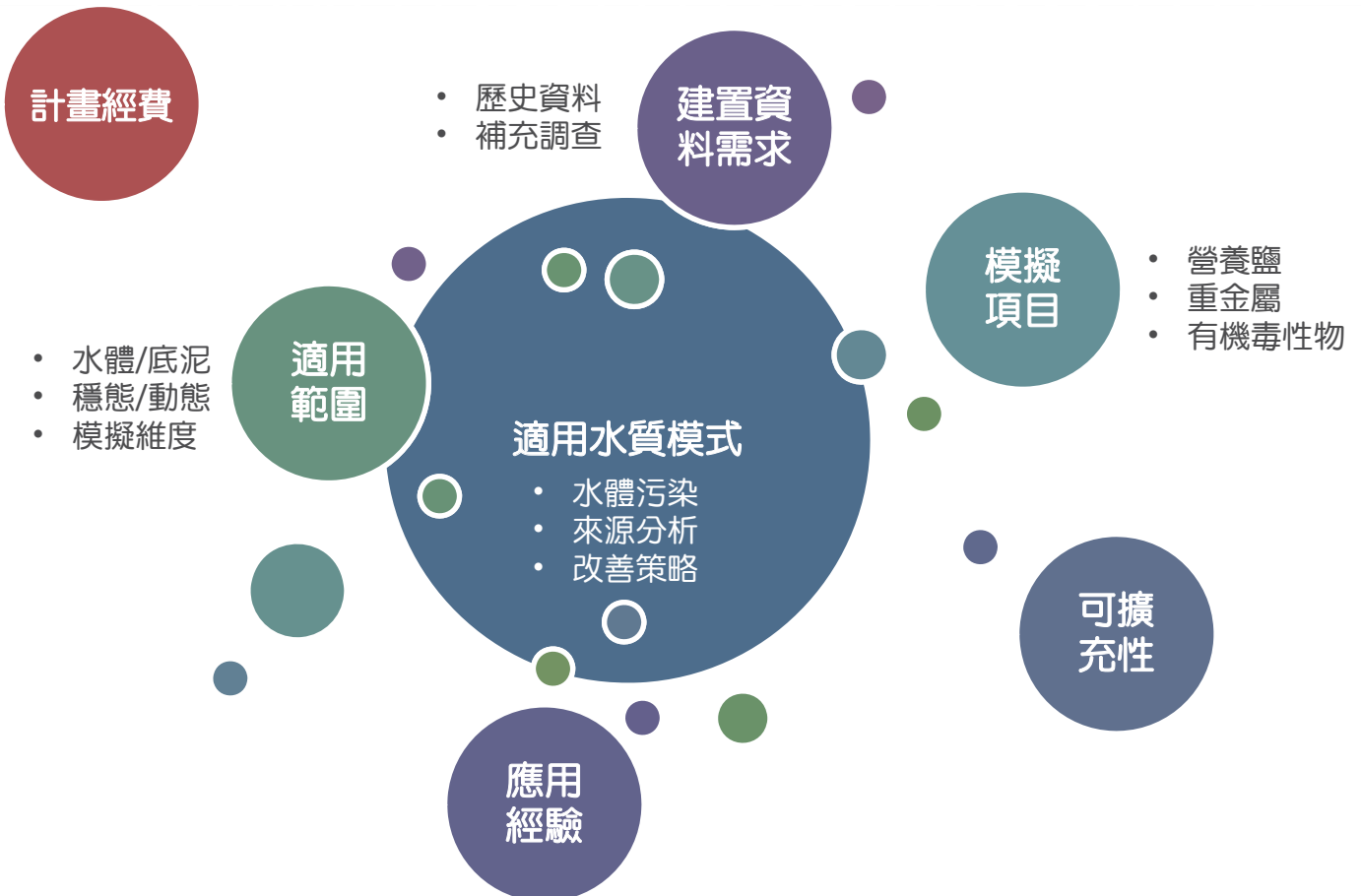
5



6 參考資料：劉成均。“水質模式分析 Water Quality Modeling”，新北。



適用模式評估條件



水污染防治應用案例

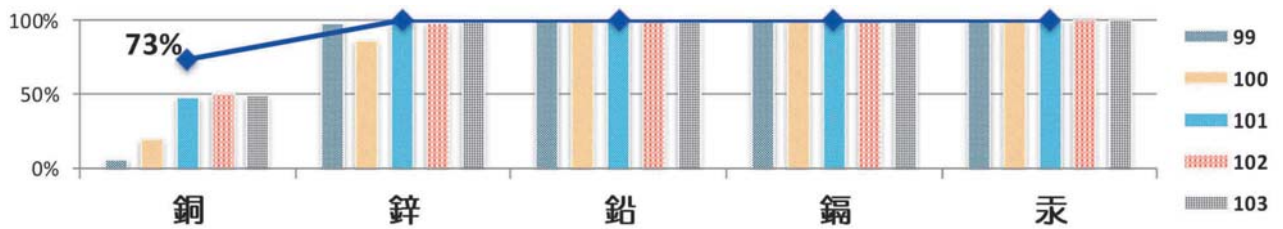
南崁溪事業廢水重金屬管制

11

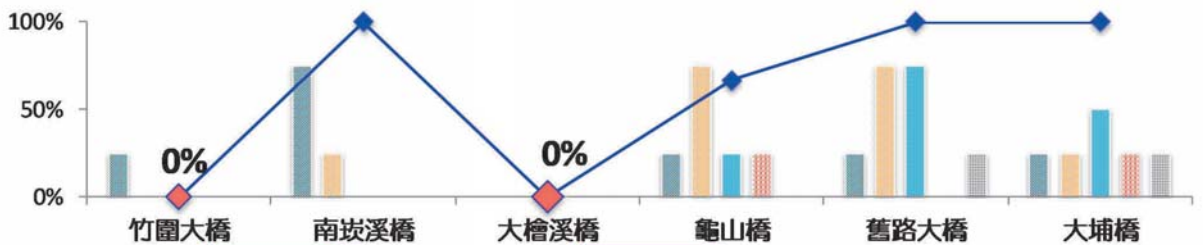


案例1 – 南崁溪事業廢水重金屬管制

全流域達成率



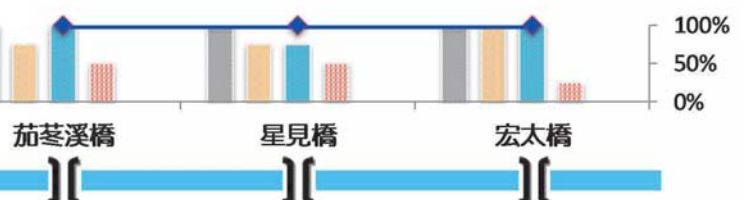
各測站銅達成率

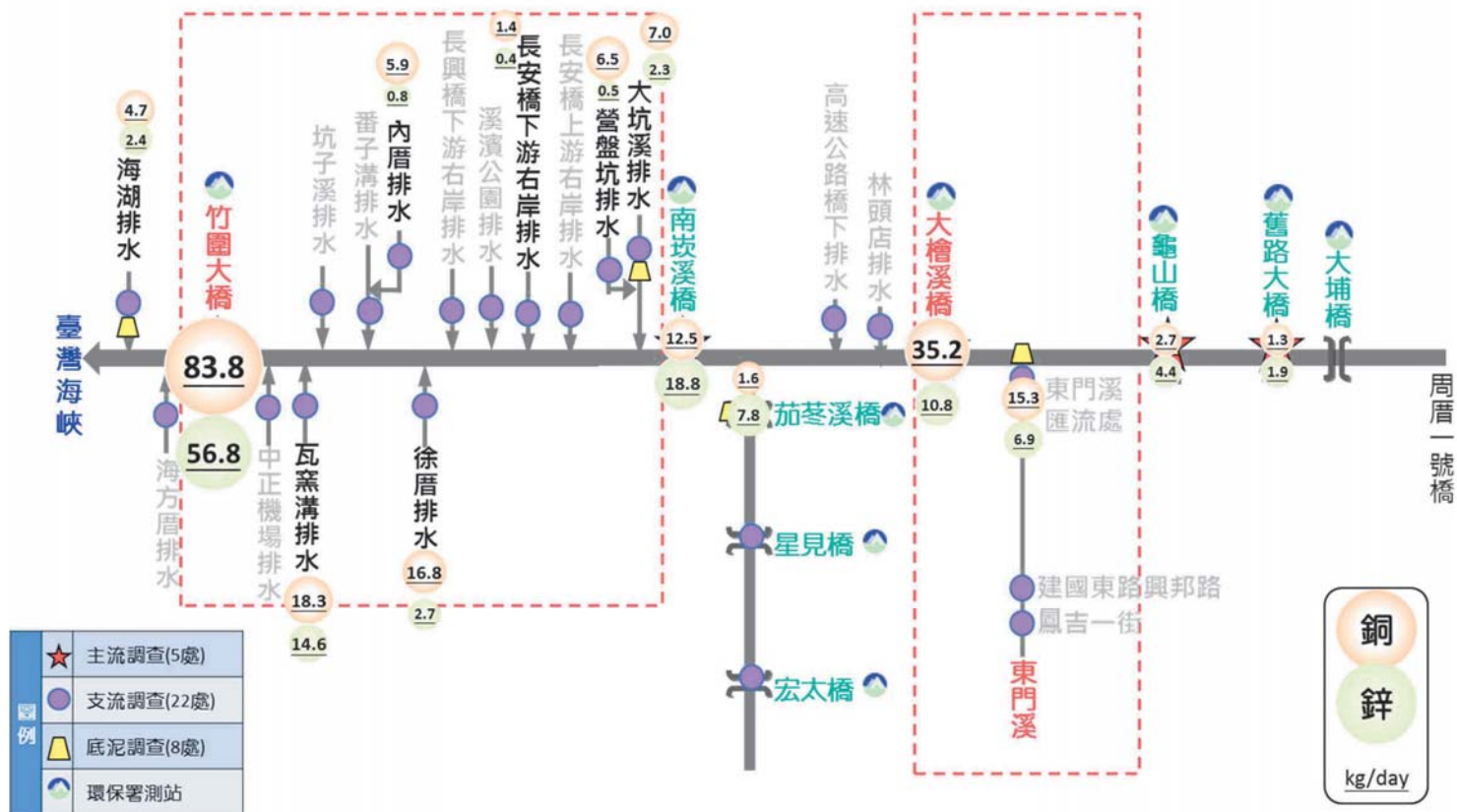


臺灣海峽

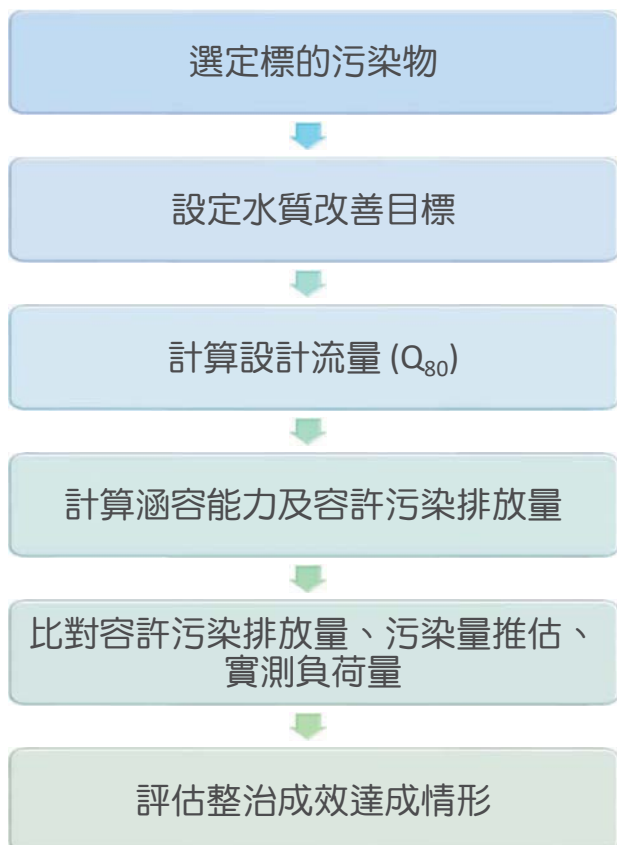
保護人體健康相關環境基準值-重金屬			
銅	0.03	鋅	0.5
鉛	0.1	鎘	0.01
汞	0.002	單位：mg/L	

茄苳溪

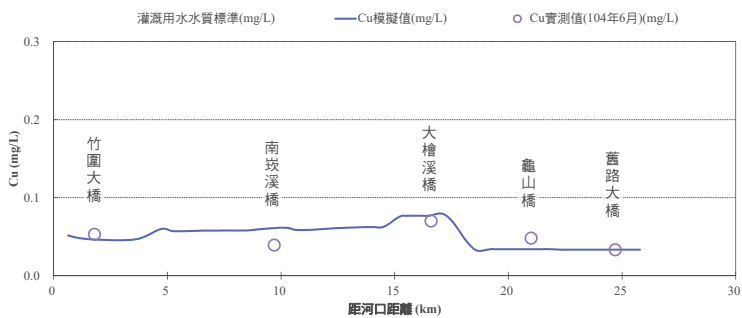




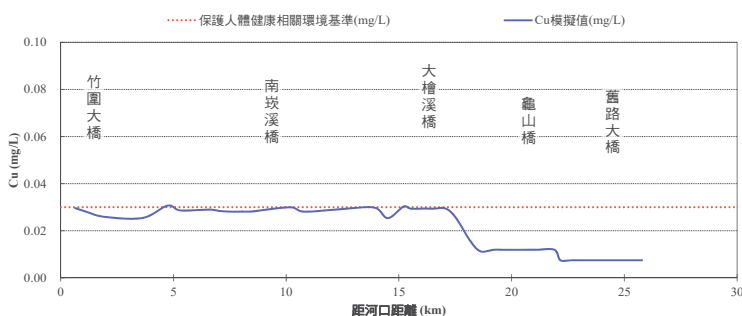
涵容能力分析

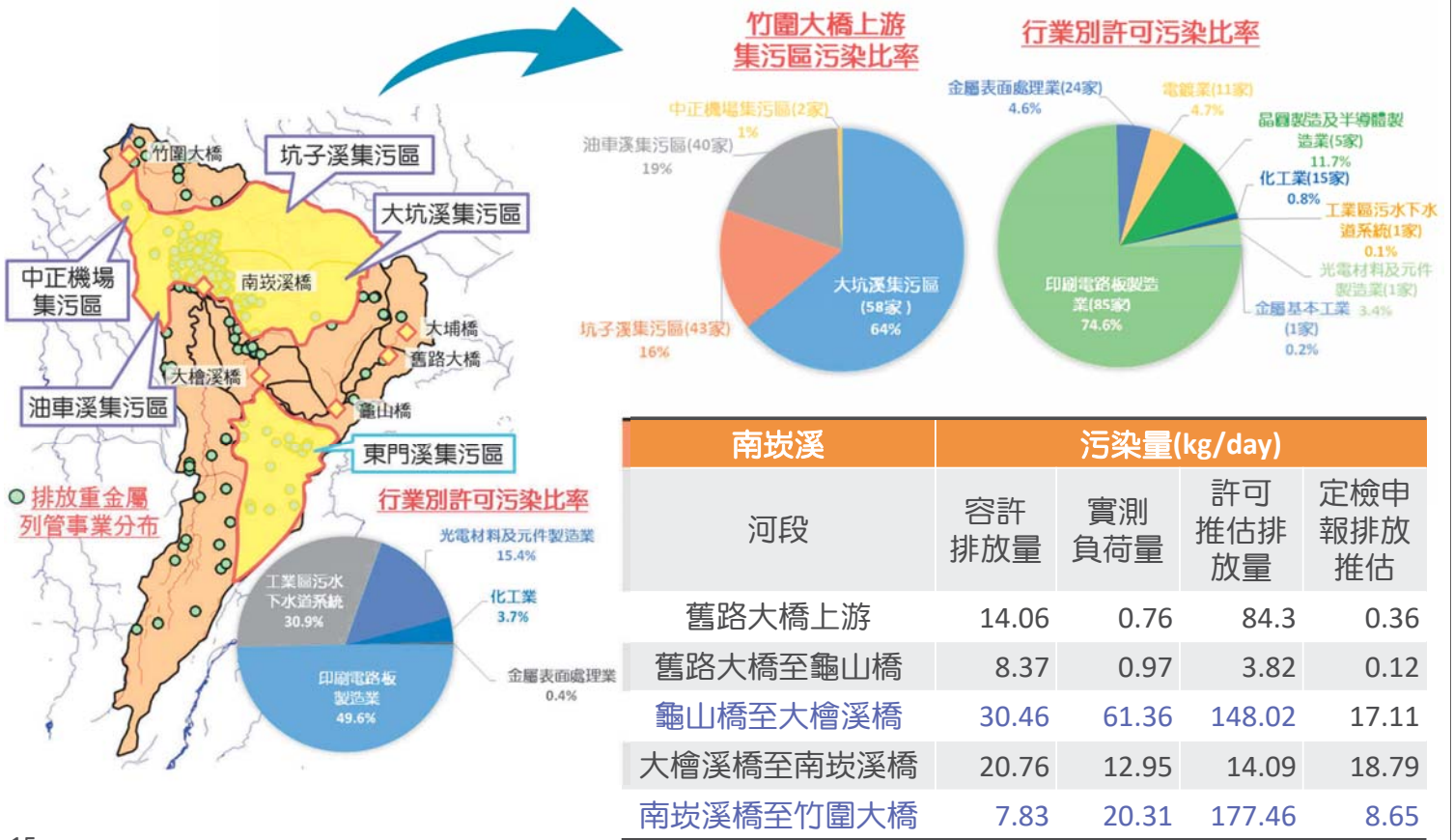


模式驗證－重金屬銅

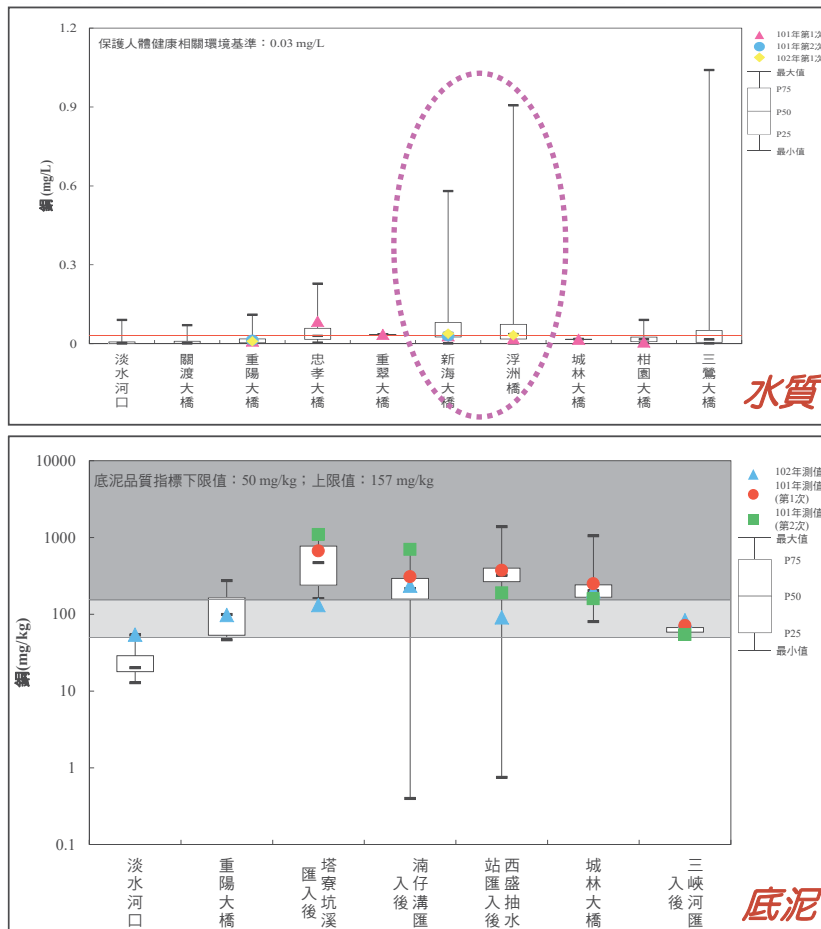
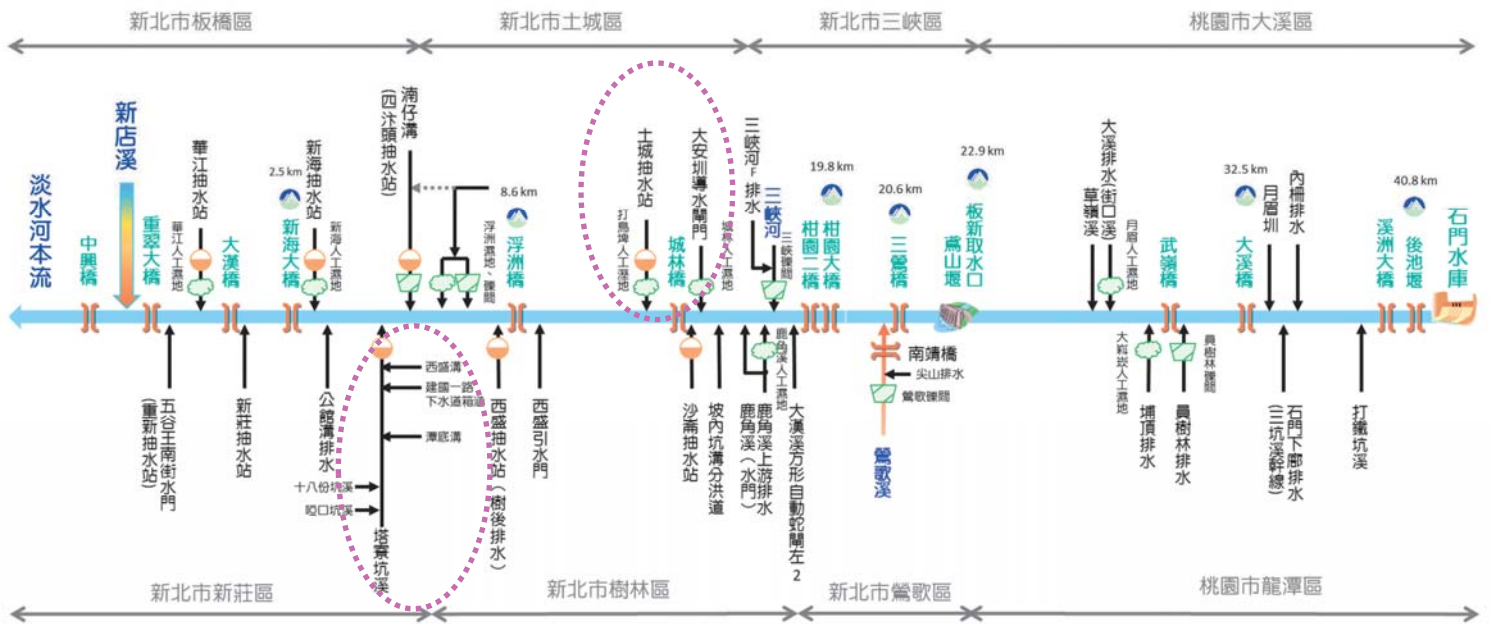


涵容能力計算(最小污染負荷量)

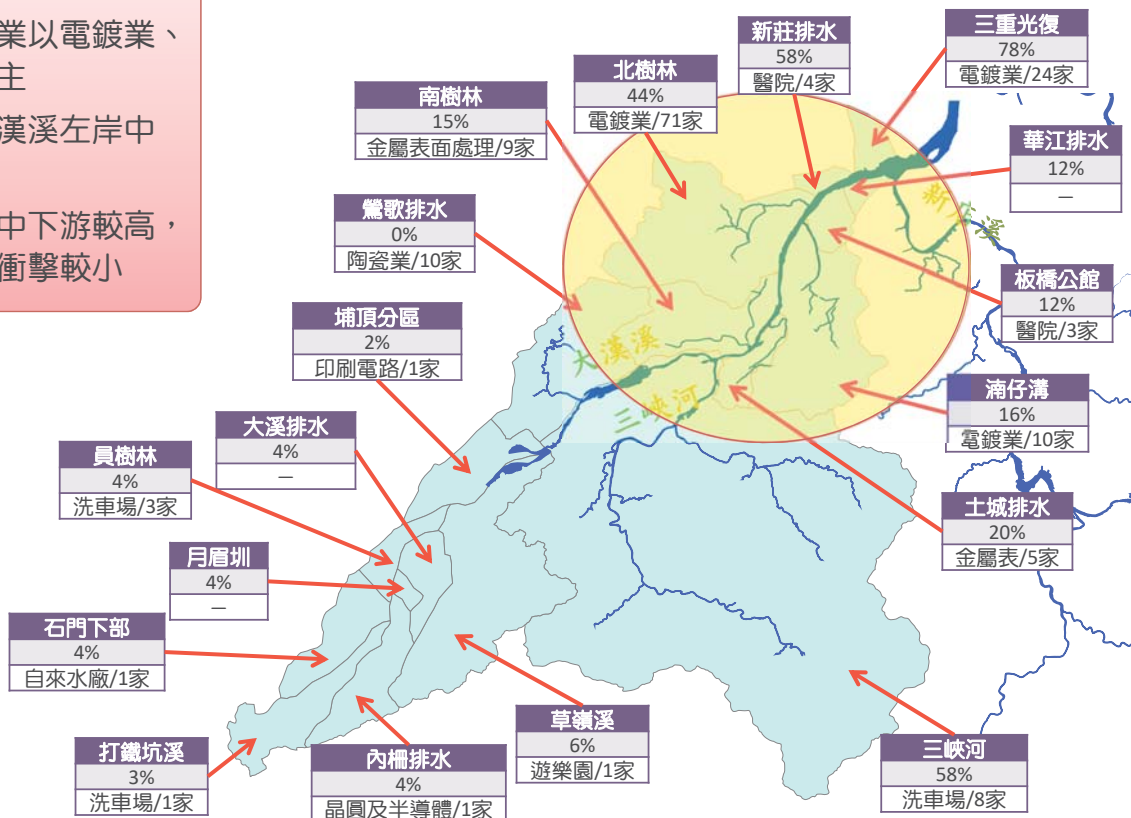




水污染防治應用案例 大漢溪底泥污染管控與評估



- 大漢溪左、右岸事業以電鍍業、金屬表面處理業為主
- 工業大多集中在大漢溪左岸中下游
- 大漢溪接管普及率中下游較高，民生污水對大漢溪衝擊較小

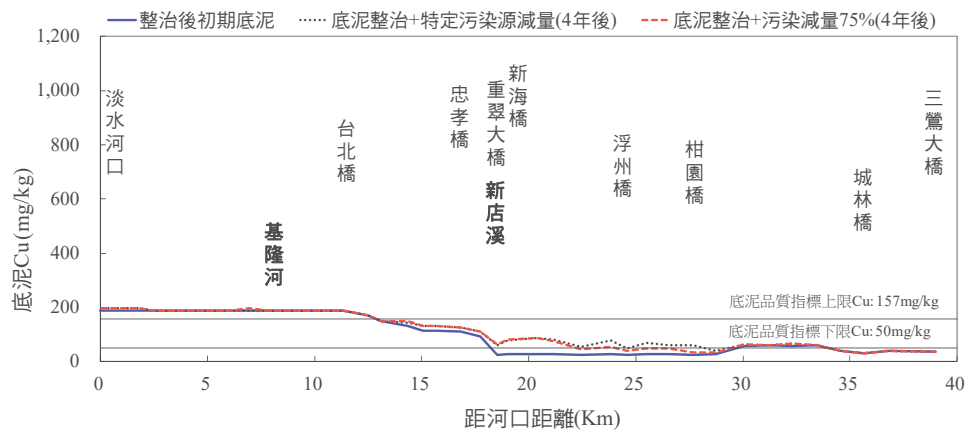
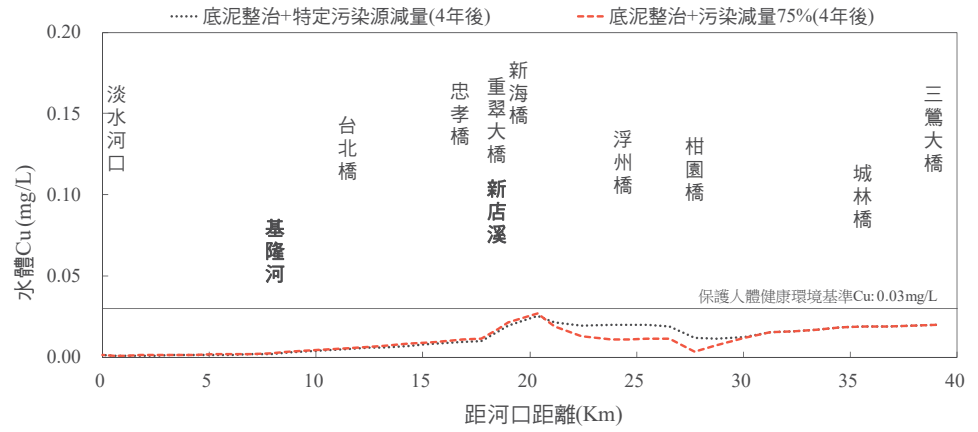


圖例說明

- 集污區
- 接管普及率
- 主要事業及家數

情境說明	方案	整治措施	污染減量設定
情境一 分析不同水污染管制方式，對底泥品質之影響	1-1 (1)底泥污染清除 (2)放流水標準加嚴	底泥 ：受污底泥清除或覆蓋 水質 ：全流域減量75%	• 底泥銅 <25mg/kg • 銅污染削減 164kg/day
	1-2 (1)底泥污染清除 (2)特定污染源減量	底泥 ：受污底泥清除或覆蓋 水質 ：大安圳導水閘門排水、沙崙排水、塔寮坑溪截流80~85%	• 底泥銅 <25mg/kg • 削減銅 161kg/day
情境二 分析底泥進一步整治後，對維持良好底泥品質之成效	2-1 (1)底泥污染清除 (2)特定污染源減量	底泥 ：受污底泥清除或覆蓋 水質 ：大安圳導水閘門排水、沙崙排水、塔寮坑溪截污80~85%	• 底泥銅 <25mg/kg • 削減銅 161kg/day
	2-2 (1)底泥污染清除 (2)底泥現地淨化 (3)特定污染源減量	底泥 ：受污底泥清除或覆蓋後，應用 現地工法 加速銅污染去除 水質 ：大安圳導水閘門排水、沙崙排水、塔寮坑溪截污80~85%	• 底泥銅 <25mg/kg • 削減銅 161kg/day

- 改善目標：
 - 水質：銅濃度 <math>< 0.03 \text{ mg/L}</math>
 - 底泥：銅濃度 <math>< 157 \text{ mg/kg}</math>
- 目標河段：柑園大橋～重翠大橋
- 整治措施：
 - 方案1：加嚴大漢溪全流域事業放流水標準
 - 方案2：主要污染支流排水（大安圳導水閘門、沙崙排水、塔寮坑溪）截流 80%~85% 污染量



常見問題

1 對現場環境不熟悉

2 資料數量不足、品質不佳

3 模擬結果準確度

4 模式率定驗證？

5 有哪些參數需要設定？

1 對現場環境不熟悉

- 請去現勘
- 至少比對2種以上的地圖來源
- 交互比對文獻資料

2 資料數量不足、品質不佳

- 至少掌握80%的污染貢獻來源
- 蒐集比對歷史數據
- 補充調查

3 模擬結果準確度

- 準與不準取決於判定方式的選擇
- 合理的假設條件、演算方式與參數設定，才能正確解釋誤差的成因

4 模式率定驗證？

- 水質模式模擬所得水質狀態依選定各模式參數變化
- 模擬結果的不確定性來源
- 模式校正/驗證：比較模式計算值和實測值，並在允許範圍內調整參數值
 - 校正：使水質項目濃度模擬值接近實測值（通常為第1組測值）的過程
 - 驗證：以在河川流量和其他環境因素不同情況下取得的實測值（通常為第2組測值），比較模式計算值和實測值，若結果不滿意需進一步調整參數，並重新驗證
- 如何評估校正/驗證結果
 - 空間變化趨勢是否相似
 - 單點水質濃度變化差異
 - 統計方法：相關係數R、判定係數R²、平均絕對值誤差MAPE

5 有哪些參數需要設定？

參數應用	參數名稱	參數值範圍與說明
物理參數	延散係數 E (dispersion coefficient)	水質的延散係因水體傳流過程中，受到分子間的鍵結或碰撞導致向四面八方擴散的現象，在不同介質間與不同方向之延散效應均不相同，大致上可分為 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分子延散 (molecular diffusion), $E = 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ 2. 深長水體的垂向延散 (vertical dispersion), $E = 10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 3. 大型河川的橫向延散 (lateral dispersion), $E = 10^{-2} \sim 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ 4. 大型河川的軸向延散 (longitudinal dispersion), $E = 10 \sim 10^2 \text{ m}^2/\text{s}$ 5. 感潮河口的軸向延散, $E = 10^2 \sim 10^3 \text{ m}^2/\text{s}$
	沉降速度 V_s (settling velocity)	沉降速度主要表現固態的懸浮固體或生物殘屑受重力牽引下，自水體沉降至底床之現象，若懸浮固體之組成為泥砂或岩石碎屑，可應用 Stoke's Law 計算之，若其中可能混雜有機質之絮凝物 (flocs)、生物殘屑等低密度物質時，則必須考量以現場實測或相關經驗值進行設定，台灣目前常用之數值範圍： $V_s = 0 \sim 4.04 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
	曼寧 n 值	表現河床糙度之參數，常用參數範圍為： $n = 0.005 \sim 0.04$

溶氧平衡	碳耗氧比 r_{oc}	每克碳完全氧化之需氧量： $r_{oc}=2.69 \text{ gO}_2/\text{gC}$
	碳耗氧比 r_{on}	每克氮完全氧化之需氧量： $r_{on}=4.57 \text{ gO}_2/\text{gN}$
	底泥需氧量 SOD	存在河床底之底泥，其成分若包含有機質，將耗用水體中之溶氧量，其範圍為： $\text{SOD}=0\sim 0.83 \text{ gO}_2/\text{m}^2\text{-day}$
	再曝氣係數 k_a	以溫度 20°C 為計算基準，再不考慮表面風速影響下， k_a (1/day) 之計算通常以流速 U (m) 與水深 H (m) 進行推估： 1. O'Conner-Dobbins： $k_a=3.93U^{0.5}/H^{1.5}$ 2. Churchill： $k_a=5.026U/H^{1.67}$ 3. Owens-Gibbs： $k_a=5.32U^{0.67}/H^{1.85}$ 4. Tsivoglu-Neal：low flow, $Q=0.0283\sim 0.4247\text{cms}$, $k_a=31,183US$ high flow, $Q=0.4247\sim 84.938\text{cms}$, $k_a=15,308US$ 其中 S 為河道坡降 (m/m)
CBOD 演算	祛氧係數 k_d	表現 CBOD 在水體中之衰減行為，其參數值範圍： $k_d=0.09\sim 0.2$ (1/day)
	溫度調整係數 θ_{dc}	反應不同溫度條件下，對 k_d 的修正，一般而言 $\theta_{dc}=1.047$
氨氮演算	硝化係數 k_n	表現氨氮在水體中之衰減行為，其參數值範圍： $k_n=0.1\sim 0.2$ (1/day)
	溫度調整係數 θ_{dn}	反應不同溫度條件下，對 k_n 的修正，一般而言 $\theta_{dn}=1.07$

- CBOD_u ：最終CBOD (ultimate CBOD, CBOD_u)，非現行標準檢測方法中常用之5日CBOD (CBOD_5)， t 日CBOD與 CBOD_u 之換算式為： $\text{CBOD}_t=\text{CBOD}_u/(1-e^{-kt})$



簡報結束 敬請指教