



# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：生態景觀池應用學思園案例

作者：余崇聖、李柏勳、劉昆宸、施承享、周育樓、張瓊華

學號：M9403452

系級：環境碩二

開課老師：童翔新

課程名稱：生態工程應用

開課系所：環境工程與科學學系

開課學年：94 學年度 第 2 學期

## 摘要

不論是一般休憩或是社團活動，學思園長久以來都是逢甲學生與民眾的活動地點。本報告目的即以學思園為範例，利用自然淨化能力，期待能規劃出一個具休憩又能兼具理淨化水質之功效的學思園。

原水來源為體育館之排放水，預計初期污水量約為 20CMD；水質狀況：BOD<sub>5</sub>約為 125mg/L、SS約為 100mg/L而氨氮約為 50mg/L，到了二期體育館全部開放使用之後，污水量會達到 40CMD，水質狀況與初期相同。經過若干處理程序後，推估其去除率為：BOD<sub>5</sub>去除率為 78.9%、SS去除率為 79.1%、氨氮去除率為 89.7%，皆低於放流水標準及灌溉用水標準。

## 目錄

摘要 .....	01
目錄 .....	02
圖目錄 .....	03
表目錄 .....	03
第一章 .....	04
第二章 .....	04
第三章 .....	06
第四章 .....	07
第五章 .....	10
第六章 .....	13
參考資料 .....	13

## 圖目錄

圖 1-1 學思園正門 .....	05
圖 1-2 學思園中庭 .....	05
圖 1-3 學思園內部 .....	05
圖 1-4 學思池原貌 .....	05
圖 3-1 香蒲...	08
圖 3-2 莎草...	08
圖 3-3 水芙蓉 .....	08
圖 3-4 金魚藻 .....	08
圖 3-5 水蓮花 .....	09
圖 3-6 野薑花 .....	09
圖 3-7 青狐尾 .....	09
圖 3-8 水蘊草 .....	09
圖 5-1 設計流程 .....	12

## 表目錄

表 1 水質現況.....	04
表 2 放流水標準.....	05
表 3 灌溉用水標準.....	05
表 4 懸浮固體物、生化需氧量以及氮的去除機制 .....	06

## 第一章 計畫緣起

在水資源越來越彌足珍貴的今日，如何利用每一分水資源已經是我們急需思考的一個問題，尤其是在用水量較大的學校更應該如此，才能作為模範將水資源回收再利用的觀念散播出去，經由生態景觀池的規劃與執行，除有效改善學校教學區之整體觀瞻，且生態景觀池亦附帶有淨化水質之功效，利用不同之單元設計與植栽分佈進行淨化水質之功能。

學思園位於逢甲大學北側門旁邊，緊鄰剛動工興建的學思樓與體育館，面積佔地約為伍千平方公尺，提供學生課後社團活動及校外民眾休閒使用。將生態景觀池放置於此除了可以美化校園之外，亦可利用生態景觀池自然淨化水質之能力協助體育館之排放水之處理，甚至等到學思樓興建完畢之後，亦可將其之排放水也導入生態景觀池做處理，再處理回收之水資源可以再利用為學校澆灌之用水以達成水資源回收再利用之目的。

## 第二章 現況分析

### 1. 水質現況

現今體育館排出之水質初期BOD<sub>5</sub>約為 125mg/L、SS約為 100mg/L而氨氮約為 50mg/L，污水量在初期約有 20CMD，到了二期體育館全部開放使用之後，污水量會達到 40CMD，而預計達成之處理目標為灌溉用水標準甚至達到放流水質標準，表 1-1 為水質現況，表 1-2 與表 1-3 分別是放流水標準與灌溉用水標準，如此一來經由淨化之水即可在經由抽蓄系統，再次利用於校園裡花草草的澆灌水，又可節省水資源亦可美化綠化校園可謂是一舉數得阿。

表 1 水質現況

項目	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N
標準(mg/L)	125	100	50

表 2 放流水標準

項目	BOD5	SS	NH3-N
標準(mg/L)	<30	<30	<10

表 3 灌溉用水標準

項目	BOD5	SS	NH3-N
標準(mg/L)	—	<100	—

## 2. 空間現況

學思園為逢甲大學北側之休憩場所，靠近北向及西向兩個側門及新建的體育場，為逢甲校園主要活動舉辦場所之一，學思園內活動可分為穿越、停車、休息、聊天、等待、運動、晨運、社團活動等類型，因此使用頻率相當高，若能以生態池加以美化觀瞻相信可以達到畫龍點睛之成效，為學校再多增添一處適合休閒之處。



圖 1-1 學思園正門



圖 1-2 學思園中庭



圖 1-3 學思園內部

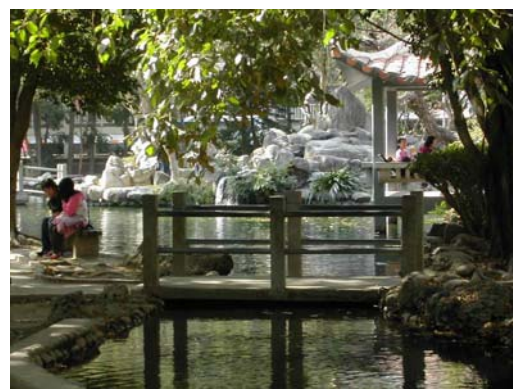


圖 1-4 學思池原貌

### 第三章 污染物去除機制

進入生態池之汙水可透過物理性的沉降、過濾、吸附與揮發作用，化學性吸附、吸收、離子交換與氧化還原作用，及生物性代謝分解與攝取作用，將污染物自汙水中移除，其懸浮固體物、生化需氧量以及氮的去除機制如表 4。

表 4 懸浮固體物、生化需氧量以及氮的去除機制

廢水組成	去除機制
懸浮固體物	流速緩慢沉積作用。 土壤介質及植物根部產生生物膜之過濾機制(砂礫層、基質及植物間隙)。 降解後可為生物體吸收與同化。
生化需氧量	微生物分解(好氧、厭氧環境-植物根部、砂礫及植物體表面) 沉澱作用(有機污染和底泥累積)。
氮及其化合物	水解、沉澱和過濾。 氮化作用後硝化及脫硝(植物根部、砂礫及植物體表面) 植物攝取及同化、氮揮發及吸附。

#### 1.懸浮固體物(SS)去除機制

懸浮固體物在人工濕地的主要去除機制包括(1)膠凝/沉澱和(2)過濾/截流。

在表面是人工濕地，因濕地內流速緩慢，懸浮固體物易沉澱去除。另濕地植物根部或介質長滿生物膜時，具有沉澱或過濾作用去除懸浮固體物，故可將濕地本身視為一自然沉澱池，挺水性植物為天然的攔污柵，不同粒徑礫石排列則成為天然濾料層。

## 2.有機物去除機制

濕地中有機物可分為溶解性及懸浮性，懸浮性有機物的去除機制與懸浮固體的去除機制相同，溶解性有機物的去除機制包含：(1)吸附(植物表面；底泥吸附)；(2)揮發；(3)生物分解。這些有機物完全分解後，產生CO<sub>2</sub>和水，進入自然界的碳循環。

## 3.氮的去除機制

氮基本上以有機及無機兩種型態出現。主要去除機制有：(1)植物吸收；(2)硝化及脫硝作用；(3)氮之揮發；(4)固定作用。

有機氮一般被微生物分解為無機氮，在植物生長過程中會被其所攝取，透過定期植物之收割，一方面可刺激植物之生長，而且亦可去除植物所吸收之氮，避免植物枯死時釋回水體中。有機氮也會附著於懸浮固體物上，隨著沉澱和過濾機制去除。沉澱之部分會進入土壤底部之腐植質內累積於系統中。另一方面亦有可能被水解成胺基酸再進一步分解成NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>氮揮發到大氣中，或是藉由離子交換方式而附著於SS上或是土壤上，被吸附之NH<sub>4</sub><sup>+</sup>可被好氧微生物經硝化作用轉換成NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>，再經脫硝作用變成N<sub>2</sub>而逸散回大氣中。

## 第四章 植栽選擇

生態淨化池之常種植大型水生植物，依其生長特性如挺水性、浮水性及沉水性而具不同生態淨化功能，如挺水性植物可經由光合作用將氧氣傳輸至植物根部，進而在根部行成好氧區促進有機物氧化及硝化作用，根部可提供分解菌生長及增加沉澱效果，可防風、可遮蔽陽光、抑制藻類生長、吸收營養鹽，而浮水植物及沉水植物，會因光合作用而增加水中溶氧，提供生物膜生長、吸收營養鹽。

在生態淨化池前段，因污水濃度較高，故因考慮較耐污性之水生植物，



常用之挺水性植物包括蘆葦、香蒲、紙莎草、狼尾草、培地毛、大安水蓑衣，或浮水性植物布袋蓮、水芙蓉、浮萍。生態池後段因其污染濃度降低，故可選擇栽種多種植物，以達除污、生態多樣性及景觀等功能，常用植物包含狐尾草、金魚藻、蓮花、野薑花、台灣萍蓬草。

本次設計建議於表面流式兩側淺水區種植浮水性水芙蓉和香蒲、莎草等挺水性植物，中間深水區種植沉水性植物金魚藻，最後的景觀池可以水蓮花、野薑花等景觀植物為主，池底可加種青狐尾或水蘊草等沉水性植物。



圖 3-1 香蒲



圖 3-2 莎草



圖 3-3 水芙蓉



圖 3-4 金魚藻



圖 3-5 水蓮花



圖 3-6 野薑花



圖 3-7 青狐尾



圖 3-8 水蘊草

## 第五章 設計流程

在學思園的溼地生態工程設計中，主要分為以下幾個部份：

1. 體育館原水：學思園溼地所處理的水來自於體育館，其水質條件如下：  
BOD5：125mg/l、SS：100mg/l、氨氮：50mg/l、水量初期：20CMD、  
水量末期：40CMD。
2. 進水：在此我們將原水做一揚程，約 4 公尺，至於加壓馬達則預定設置於體育館原水出水處，其可將原水送至涼亭假山之最高點。涼亭之出水直接接續假山，由假山之跌水以供曝氣。
3. 曝氣：由進水之水源經過假山跌水曝氣後落於底下一緩衝池面積（約 70 平方公尺，水深 100 公分），一方面可避免落下的水直接衝擊地面；另一方面也可作為後續處理池配水之水源。
4. 第一處理池：由曝氣完後的緩衝池池水一部分直接流入此處理池，另一部份則利用 U 形管將水引導至處理池南面再行出水，此兩方出水主要是避免死水的出現，使水流均勻流出。此處理池面積約 800 平方公尺，深度平均約 50 公分，但是池岸邊約有兩公尺之斜坡，此處理池為主要處理單元，目的是去除 BOD、氨氮及 SS。另外在處理池南邊由於擔心死水之出現，因此除了有一 U 形管將水導引至此外，還將南邊的水深減少並種植浮水性植物水芙蓉及挺水性植物香蒲、莎草至於中間較深的水域可以種植沉水性植物金魚藻。
5. 礫間氧化：於第一處理池之後接續礫間氧化單元，此單元寬約 2.5 公尺、長約 5.0 公尺深度 0.3 公尺，當水流在礫石間流動時能夠和礫石表面的生物膜產生作用，不但能降低 SS 也能降低 BOD，礫間氧化區末端以石籠做區隔，一方面石籠能夠有孔隙使水流出；另一方面石籠也能固定住此單元之礫石以防變形或崩毀。
6. 最終處理池：約有 400 平方公尺深度約 50 公分，為最終池兼具景觀池，

上方設計九曲橋及涼亭提供遊憩使用，除了池中種植蓮花之外池子北邊為了防止死水所以除了減少水深外也可種植植物，由於此池可做為景觀池，所以可以由水蓮花、野薑花等景觀性植物為主，而於池底可以種植青狐尾或水蘊草等景觀性植物。

7. 最終水質：經過以上程序原水的停留時間約 13.84 天，水質預估  
BOD5：26.325mg/l，去除率為 78.9%、SS：20.9mg/l，去除率為 79.1%、  
氨氮：5.13mg/l，去除率為 89.7%。

參照以上設計及評估，學思園之生態溼地不但能夠將處理過之原水達到灌溉用水標準及放流水標準並且能夠兼具遊戲及休閒之場所。

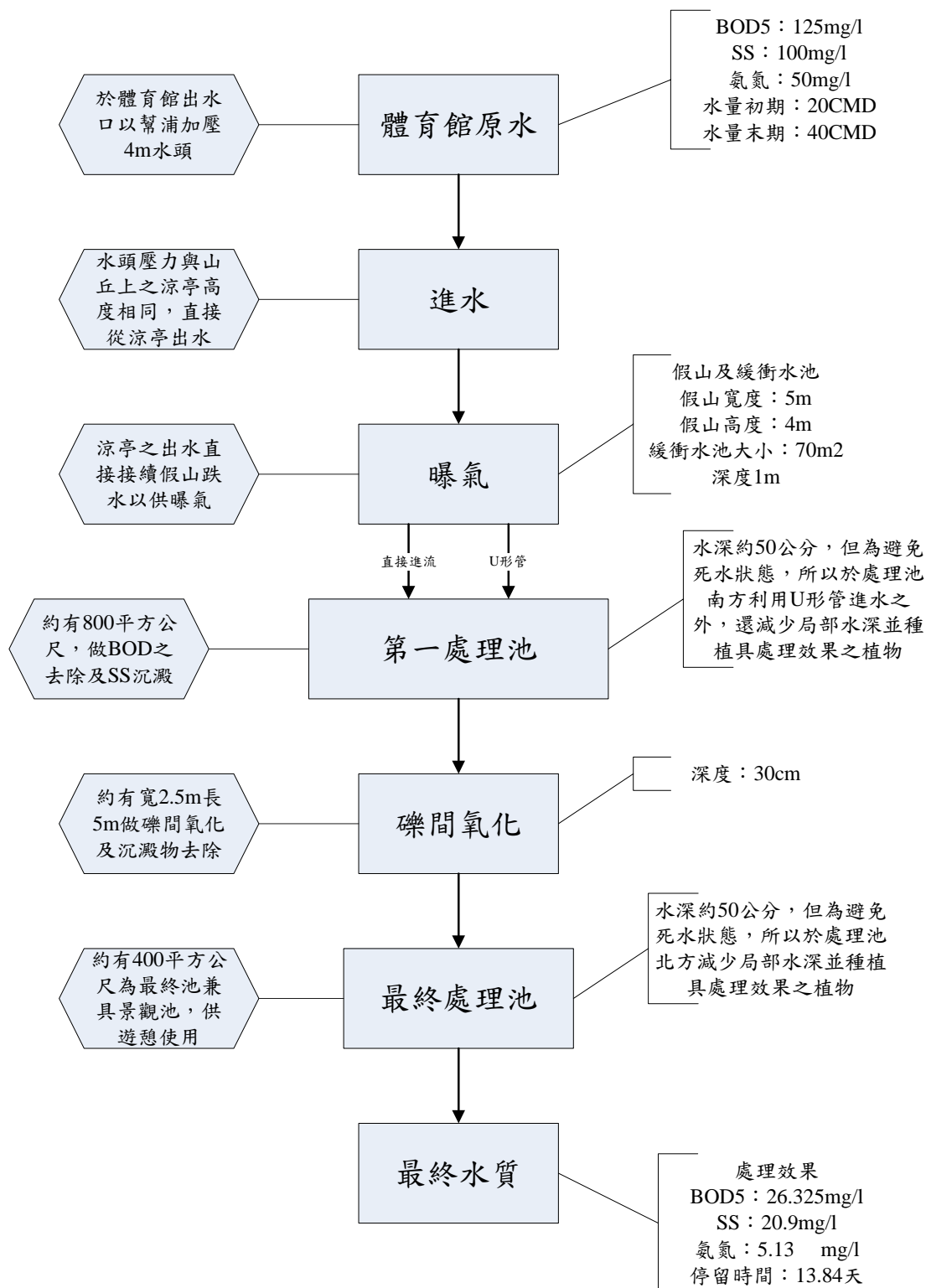


圖 5-1 設計流程

## 第六章 結論

最終之處理效果為處理效果：BOD<sub>5</sub>去除率為 78.9% (26.325mg/l)、SS去除率為 79.1% (20.9mg/l)、氨氮去除率為 89.7% (5.13mg/l)，皆低於放流水標準及灌溉用水標準。

### 參考資料

1. William J. Mitsch, Sven Erik Jorgensen, “Ecological Engineering and Ecosystem Restoration”2001.
2. 陽明，「生態工法」，文笙書局，2004。