

大安森林公園環境基礎調查

大安森林公園新設生態池水位與水質監測工作

期末報告

中華民國 106 年 6 月

摘要

本計畫藉由大安森林公園新設的生態池，進行自計式水位計設置與監測，並藉由晶片組 3G 訊號，將水位資料自動傳送到辦公室電腦或手機，撰寫網頁，將資料傳送到網頁並作圖形展示。另外對小生態池的水質問題，進行每月 1 次定期檢測，檢測的項目包含溶氧、酸鹼度、電導度、濁度、總磷、氨氮等項目，以瞭解其水質的變化。

關鍵字：水位、水質、監測

目錄

摘要	i
目錄	ii
圖目錄	iii
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 流程與架構	1
第二章 研究方法	3
2.1 水位監測系統	3
2.2 監測系統建置規劃	11
第三章 結果與討論	14
3.1 監測設施建立	14
3.2 水位監測結果	17
3.3 水質監測結果	21
第四章 結論與建議	24
參考文獻	25

圖目錄

圖 2-1	系統邏輯架構圖	6
圖 2-2	個人監測設備查詢介面示意圖	8
圖 2-3	監測資料上傳邏輯圖	8
圖 2-4	指令下傳邏輯圖	9
圖 2-5	控制箱內部景象	10
圖 2-6	控制箱設置位置	12
圖 3-1	水位計位置.....	15
圖 3-2	小生態池水位計.....	16
圖 3-3	集水井水位計.....	16
圖 3-4	監測網頁畫面.....	18
圖 3-5	小生態池水位.....	18
圖 3-6	集水井池水位.....	19
圖 3-7	小生態池水位(2017/6/2).....	19
圖 3-8	小生態池水位(2017/5/29).....	19
圖 3-9	小生態池水位(2017/5/29).....	20
圖 3-10	小生態池水位(2017/6/2).....	20
圖 3-11	小生態池濁度.....	22
圖 3-12	小生態池溶氧.....	22
圖 3-13	小生態池電導度.....	22
圖 3-14	小生態池總磷.....	23
圖 3-15	小生態池總磷.....	23
圖 3-16	小生態池酸鹼度.....	23

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

大安森林公園 2015 新設生態池與地下雨水桶，對於設置後的水位、水溫，尚未有長期監測。

本計畫擬進行自計式水位計設置與監測，並藉由晶片組 Wifi 或無線訊號，將水位資料自動傳送到辦公室電腦，藉以瞭解其與降雨間的關係，並期望在設施功能異常前(例如入滲)，及早發現。將來公園若設置低衝擊開發 (LID)的單元，如雨水花園、植生溝，亦可移植此經驗，進行監測。

另外對於螢火蟲生態池的水質問題，進行定期檢測，以瞭解其水質的變化，若有水質問題則提出預警。

(1) 水位監測

對於現有地下的雨水桶(或稱雨水積磚)、生態池水位，投入設備，進行自計式的水位監測系統設立，並將資料回傳電腦，進行監控，對於將來的低衝擊開發設施的引入，例如乾式草溝，亦可比照辦理設立監測的水位計，若入滲功能受影響，對照降雨資料而水位計無反應，則可能入滲功能有問題。

(2) 水質檢測

對於螢火蟲生態池的水質問題，進行定期採樣檢測，檢測的項目包含水溫、溶氧、酸鹼度、電導度、濁度、總磷、氨氮等項目，以瞭解其水質的變化。

1.2 流程與架構

本計畫目的為進行水位與水質監測，水位監測因與降雨天候有關，採用自計式監測系統，而商業化的水位計，只能定期取出水位計讀取資料，無法做到即時的監控，因此採用自行開發的水位監測系統，本計畫先設定目標預定設置兩組水位計，再進行監測系統的安裝，安裝測試成功後，定期進行維護管理，例如 3G 訊號若因基地台

斷訊，則以人工加以重新啟動，再來進行監測結果的分析與研判資料合理性，最後提出結論與建議。研究流程圖如下：

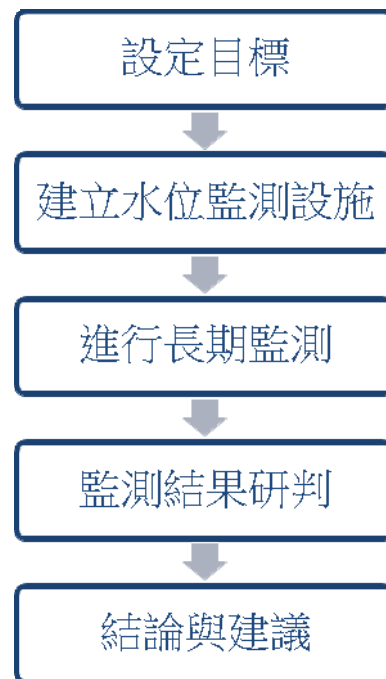


圖1-1 研究流程圖

第二章 研究方法

2.1 水位監測系統

規劃兩個主要系統：現地資料收集端之「終端監測系統」及資料處理端之「監測伺服系統」。

終端監測系統	用以處理水位資料，接收、儲存、傳送水位計模組回傳之水位資料，同時接收監測伺服系統下達之指令。
監測伺服系統	用以接收終端監測系統回傳之水位資料，並可發送處理指令至終端監控系統。提供圖表化查詢介面供使用者進行查詢，並於水位資料異常時發送 email 警訊通知。

1、系統實體架構

(1)、終端監測系統(屋型)佈設說明

鑒於終端監測系統多設置於開放區域，須同時考量民眾安全、佈線隱密以及日後維修便利等因素，故將終端監測系統使用具上鎖功能之屋型戶外防水箱包覆後，安置於架設在現地較不顯眼且離地面高度一定距離之基座上。此設計具備有效降低天候之影響、減少地面水氣蒸發之干擾、高度適合進行維修、隱密性佳以及具備基礎破壞能力等優點。

(2)、水位計模組佈設說明

由於監測系統目的為瞭解透水鋪面對雨水貯留之影響，故於透水鋪面底下設置水位計模組，以達成監測之目的。

(3)、終端監測系統(屋型)簡要規格說明：

- A、屋型防護外殼：採用經防鏽處理之 1.2mm 厚冷軋碳鋼板，以無縫焊接而成，外覆以室外專用氟碳漆。頂部採用雙坡屋頂形之獨立防水頂蓋，可加裝主動散熱風扇，並於箱體兩側加上柵欄式通風散熱孔，可防止雨水及昆蟲進入箱體內部，並有效排除箱內熱氣。門框採用雨水導流槽及密封膠條之設計，提升防護等級。
- B、終端控制器：具有單晶片、耗電量低、與電子元件連接性高等特色，且由於其尺寸等同於信用卡大小，易於架設配置，加上其開放原始碼的特點，可快速依照不同需求進行程式設計。控制器包含 Micro SD 卡與 Wifi 傳輸模組，可進行資料儲存及無線傳輸等功能。
- C、資料儲存模組：採用可抽換式 Micro SD 卡模組，並不直接安裝於終端控制器上，以降低拔插 Micro SD 卡對整體系統之影響。
- D、電源供應模組：採用具有輸出過載短路保護、高效率、低功耗、超小型之電壓轉化模組，提升供電穩定度及電能耗損率。採用湯淺電池模組蓄電，在斷電情形下，可持續正常運作約 1 星期。
- E、溫溼度感測模組：採用 DHT11 溫溼度感測元件，測量溫度範圍為攝氏-40°~125°(±0.2°)，精確度可達小數點後第一位。
- F、無線傳輸模組：採用 3G 轉 Wifi 模組之元件，更換容易、傳輸穩定、低功耗量，且本身具備電池模組，

能避免因短暫斷電而造成資料傳輸中斷之可能。

- G、水位計模組簡要規格說明：採用測量範圍為 1M 之沉水式液位計，特點為防水防塵，並搭配套管包覆以避免水面波動過大導致液位計碰撞損壞之情形。

2、系統邏輯架構

終端監測系統透過水位計模組、溫溼度感測模組收集水位及溫溼度資料，由終端控制器整合後，控制資料儲存模組存放於 Micro SD 卡中，並依設定的上傳時間間隔由無線傳輸網路模組上傳至監測伺服系統(圖 2-1)。

監測伺服系統接收資料後，依定義的資料結構存放至資料庫中，並於成功後發送刪除指令至終端監測系統的終端控制器進行 Micro SD 卡資料刪除的動作，同時判斷水位資料是否異常，若異常則發送警訊 email 通知已設定之帳號。使用者可透過個人監測設備連線至監測伺服系統的查詢介面，依個人所需設定篩選範圍及排序方式進行水位及溫溼度資料查詢。

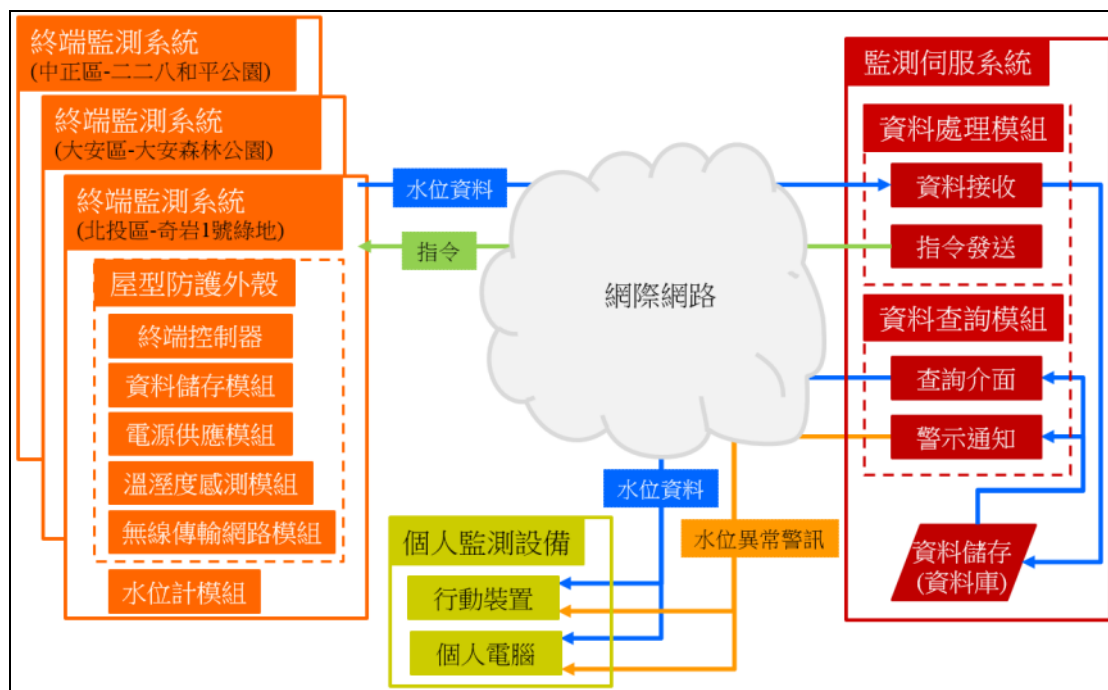


圖2-1 系統邏輯架構圖

3、終端監測系統

功能有：

- (1) 水位計模組：安裝於透水鋪面底下，提供終端控制器偵測水位資料。
- (2) 終端控制器：為終端監測系統之控制中樞，存放執行邏輯，負責接收及整合水位計模組、溫溼度感測模組傳回之資料、控制資料偵測時間間隔、透過無線傳輸網路模組上傳資料及接收指令。
- (3) 無線傳輸網路模組：提供終端控制器可使用 Wi-Fi、GPRS 等無線傳輸技術，透過網際網路將資料傳送至監測伺服系統。
- (4) 資料儲存模組：提供終端控制器對 Micro SD 卡進行資料儲存、修改、讀取、刪除等動作。
- (5) 電源供應模組：提供終端控制器及各模組額外所需之電

源。

- (6) 溫溼度感測模組：提供終端控制器偵測當下空氣中的溫度及濕度。

4、監測伺服系統

功能有：

- (1) 資料接收：接收終端監測系統上傳之水位及溫溼度資料，並依使用者定義之資料結構寫入至資料庫中。
- (2) 指令發送：透過網際網路發送指令給終端控制系統，變更偵測時間間隔或資料上傳時間間隔。
- (3) 資料儲存(資料庫)：提供存放水位及溫溼度資料之功能，並定期進行資料備份，避免資料遺失之風險。
- (4) 查詢介面：提供具有篩選、排序功能之圖表化介面，讓使用者可透過個人監測設備(行動裝置、個人電腦等)並依個人之設定查詢所需的水位資料(圖 2-2)。
- (5) 警示通知：當系統判斷接收的水位資料異常時，會依設定自動發送水位異常警訊 email 告知指定之人員。例如透水磚下方的水位升高到底部，行人踩踏將濺出水花，造成衣物髒汙，若能提前得到警示，可加以維護修繕。



圖2-2 個人監測設備查詢介面示意圖

5、系統運行邏輯

(1)、監測資料上傳邏輯(圖 2-3)

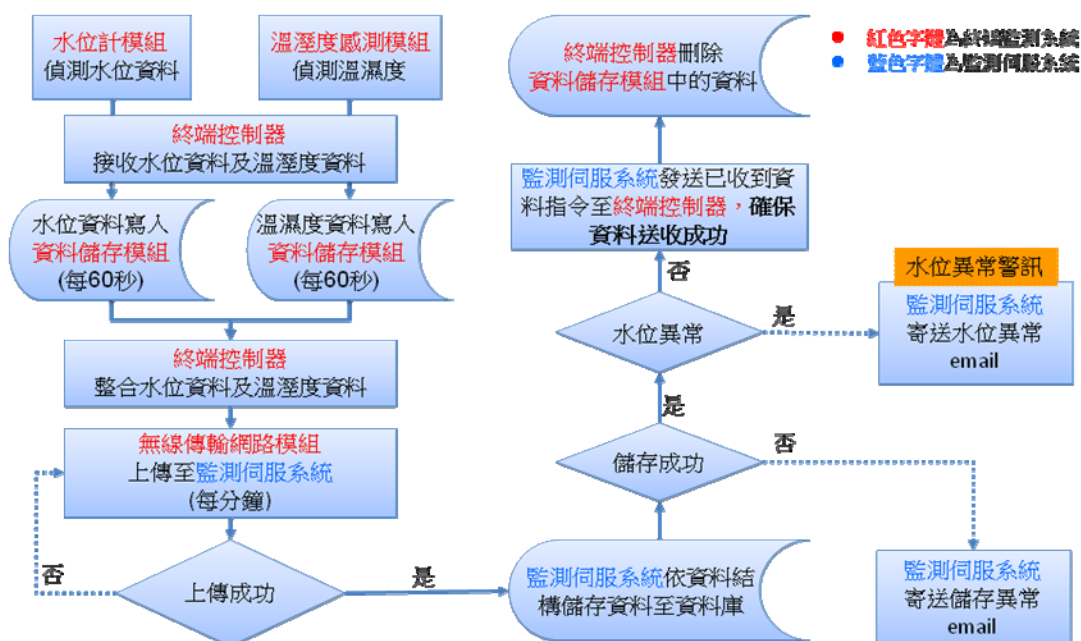


圖2-3 監測資料上傳邏輯圖

(2)、指令下傳邏輯(圖 2-4)

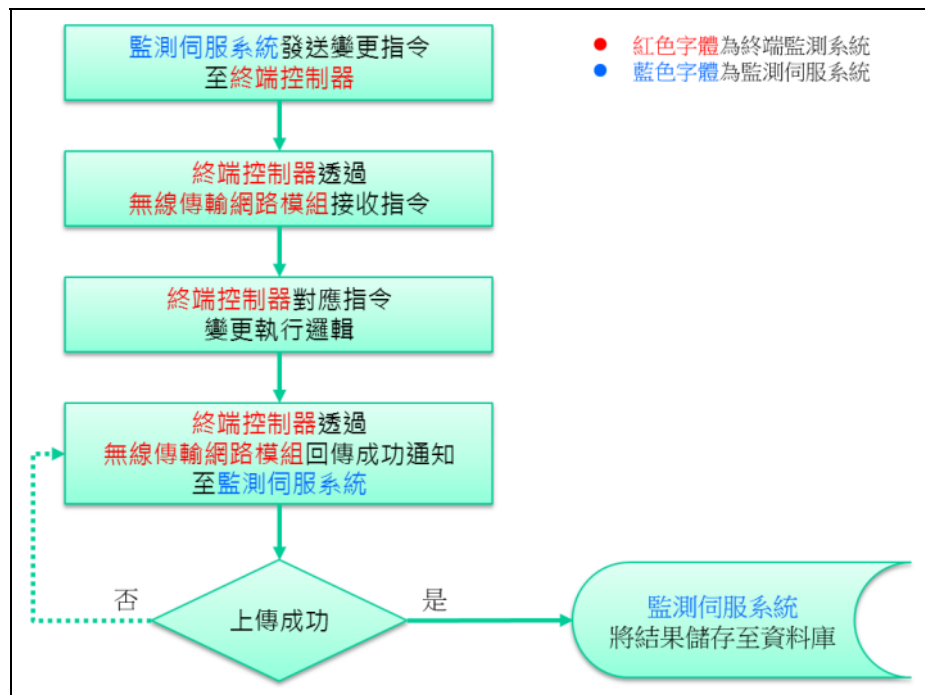


圖2-4 指令下傳邏輯圖

6、系統特點

- (1) **低耗能**：由於需進行長期、持續性的監測，耗電量是系統設計時重要的考慮因素之一，而終端控制器只需要 5V 直流電壓即可運作，各模組也幾乎無需配置額外電源，有效的降低整體能源消耗，達到最大經濟效益。
- (2) **低故障率**：終端監測系統的終端控制器與各模組分工明確，且各自功能非常單純，因此故障率可大幅度降低，一旦故障發生，可快速進行檢測及更換模組，進而降低故障排除時所需消耗之人力物力。
- (3) **即時監控**：使用者可使用行動裝置或個人電腦，透過網際網路連線至監測伺服系統提供之即時水位查詢介面，進行水位資料及溫溼度資料的檢視，並依據需求進行資料篩選、排序。即時水位查詢介面亦提供水位異常警示功能，可於收到水位資料異常時自動寄發

email 通知指定的人員，無須再隨時以人工監控及判斷水位是否正常。

- (4) **遠端操控**：由於終端監測系統具有雙向溝通能力，因此使用者可透過網際網路進行遠端變更水位計模組監測時間間隔、水位資料儲存時間間隔、資料上傳時間間隔等指令之下達，維護人員不需要至現場進行系統設置，進而節省人力配置。

7、控制箱

水位監測設施，設控制箱一個，內部有終端控制元件組、無線傳輸模組，此兩個模組的原理前已述及，布設完成的內部景象如圖 2-5 所示。



圖2-5 控制箱內部景象

2.2 監測系統建置規劃

選址的原則，因為無線訊號傳輸，較為耗電，以電源供應方便及 3G 訊號強度為首要原則，鄰近大安森林公園小生態池旁的器材室，可接電且有訊號。

1、建置點選址

(1)、監測孔及暗管埋設

A、暗管埋設：待監測孔設置完成，規劃監測孔與終端監測系統之間的暗管佈線路徑，並實施暗管埋設工程。此時須移除暗管路徑上方之透水鋪面，而後開鑿暗管線槽。

B、復原工作：待監測孔及暗管路徑開挖並埋設完畢後，將水位計投放至監測孔，水位計之連接線放置於暗管線槽並連接至終端監測系統，再將監測孔及佈線路徑上方之透水鋪面重新回填，直至開挖及埋設前狀態即可。

(2)、終端監測系統(控制箱)設置點

選址因素考量：由於考量地面水氣蒸發之干擾、隱密又兼具維修便利性、電子訊號隨距離衰減等因素，故終端監測系統使用具上鎖功能之屋型戶外防水箱包覆後，安置於較不顯眼、離監測孔較近且離地高度 1 公尺左右之基座上。



圖2-6 控制箱設置位置

2、終端監測系統建置

(1)、終端控制器安裝

- A、將 Micro SD 卡插入終端控制器背面之 Micro SD 卡插槽中。
- B、將 LED 燈接腳、溫濕度計接腳連接至終端控制器對應之針腳上。

(2)、屋型防護外殼安裝

- A、將固定外殼用之接腳鎖定至終端監測系統基座上。
- B、將外殼插入至接腳。
- C、將終端控制器固定至隔板。
- D、將隔板固定於外殼內部之固定孔上。
- E、將水位計連接線由外殼底部開孔塞入，並與終端控制器對應之針腳連接。

(3)、無線傳輸模組安裝

- A、開啟無線傳輸模組背蓋，並移開電池。
- B、將 SIM 卡插入至 SIM 卡插槽中。

- C、放回電池，並蓋上背蓋。
- D、按壓無線傳輸模組正面之電源按鈕約三秒，等候所有訊號圖示亮起之後熄滅。
- E、等候約 30 秒，此期間電源圖示、wifi 訊號圖示、3G 訊號圖示會逐一亮起，確認三個圖示皆正常亮起則表示無線傳輸模組安裝完畢。

(4)、系統運作確認

- A、將電源延伸點延伸之電源連接至終端監測系統。
- B、確認紅燈及黃燈亮起，綠燈熄滅表示電源連接無問題。
- C、確認紅燈熄滅，表示網路已連線成功。
- D、確認黃燈熄滅，表示時間已設定成功。
- E、確認綠燈亮起，表示系統已準備完畢，並進入偵測模式。
- F、若綠燈未亮起，則移除電源後等候約 10 秒，再重新連接電源。
- G、等候約 2~3 分鐘，使用行動裝置連線至監測伺服系統的即時查詢介面，確認最新資料時間無誤即可。

(5)、系統安全運作

- A、正常運轉：終端系統會依設定之偵測時間間隔，將偵測資料記錄至 Micro SD 卡中，同時透過 3G 通訊將偵測資料回傳至監測伺服系統。
- B、降級運轉：
 - (A)通訊不穩：系統偵測通訊穩定度不佳時，會自動停用資料傳輸功能，直到偵測通訊穩定後，才自動重新啟用資料傳輸功能，偵測資料仍會安全記錄至 Micro SD 卡中。
 - (B)通訊中斷：當遭遇人為或不可抗力造成通訊完全中斷時，則需由人工手動恢復資料傳輸功能，但偵測資料仍會安全記錄至 Micro SD 卡中。

第三章 結果與討論

3.1 監測設施建立

以下就本計畫 2 處水位監測系統設施的設計、施工過程以及完成的水位監測網頁成果，分別加以敘述。

(一)、水位監測設施位置

設置水位監測設施，監測小生態池與集水井水位，位置如圖 3-1、圖 3-2、圖 3-3。監測小生態池在暴雨期間，水池是否溢淹，及其與集水井間水位相互關係。

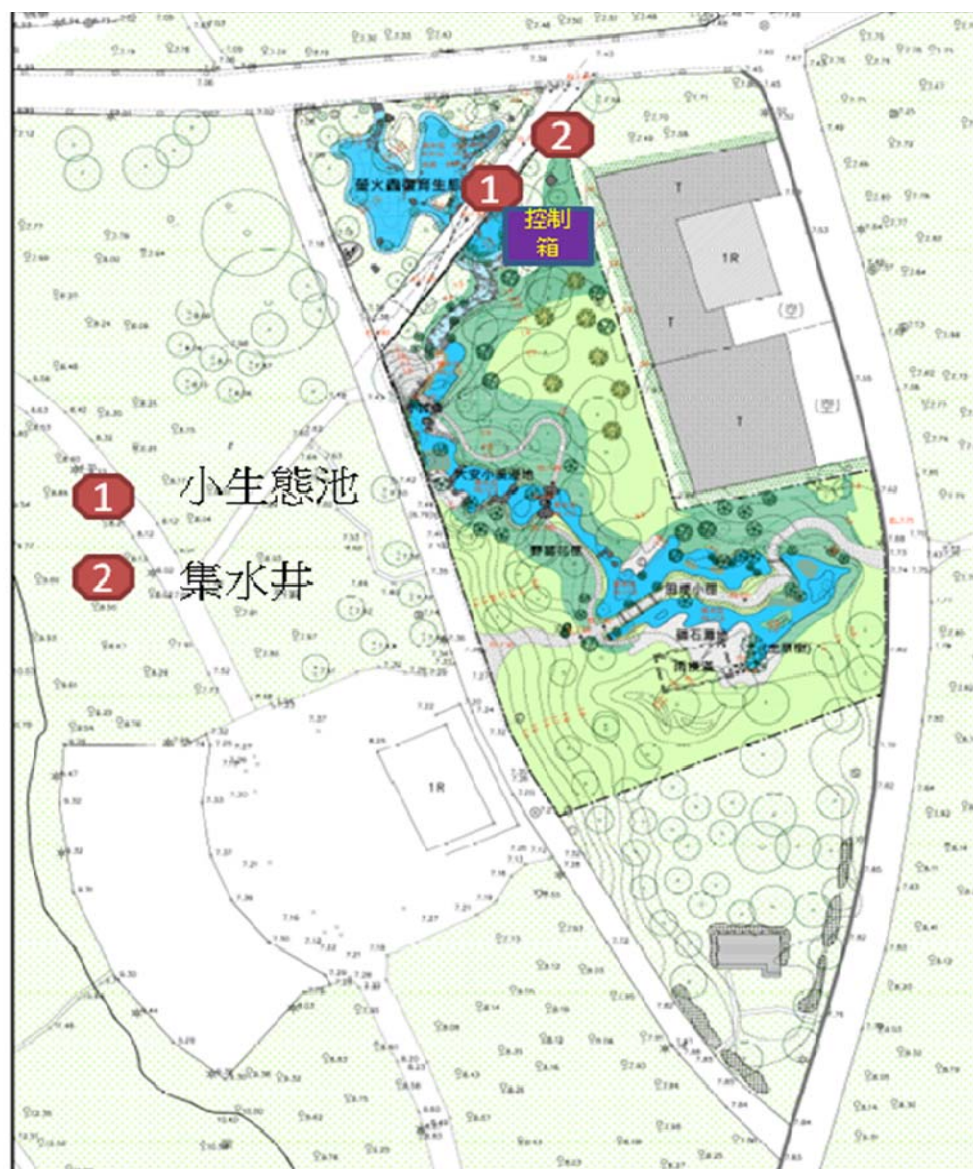


圖3-1 水位計位置



圖3-2 小生態池水位計



圖3-3 集水井水位計

3.2 水位監測結果

將監測系統網頁畫面擷取，如圖 3-4，為 2017/6 所監測小生態池水位，其中在 2017/6/2 梅雨鋒面降雨期間，水位上升超過 30 公分，幸好未溢淹至路面，其他每日跳動上下變化，係受水撲滿集水井抽水送至小生態池所致。

長期的監測，彙整 2017/1~2017/6 的長期記錄，如圖 3-5 為小生態池水位，圖上方軸為日雨量，2017 上半年降雨不多，除 6/2、6/13 有較大降雨，圖中在 6/3、6/4 各有一次水位下降，係因小生態池抽光水清理福壽螺。圖 3-5 為集水井水位，水位變化主要受抽水影響。

若檢視較短期距的水位變化(圖 3-6)，小生態池在 6/2 當天的水位，相對時雨量作圖，可見受到降雨影響甚大，尖峰發生在下午 13 時左右，若是沒有下雨，例如 5/29 當天沒有降雨，水位只受抽水機補水的影響(圖 3-7)。

小生態池水溫，在平常沒有下雨，一日水溫變化大約在 2~3 °C(圖 3-8)，若有降雨，例如 6/2 的豪雨，水溫維持在 24°C 左右(圖 3-9)。



圖3-4 監測網頁畫面

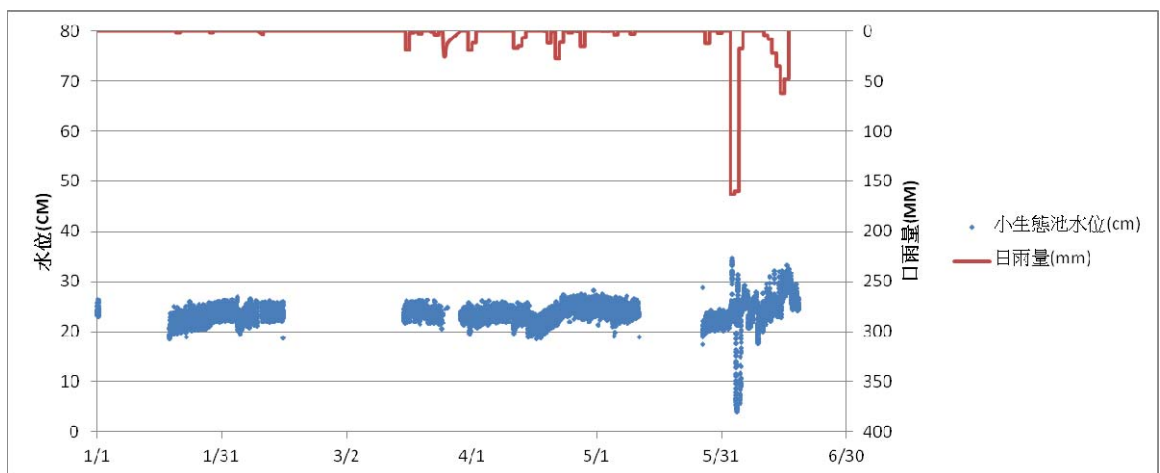


圖3-5 小生態池水位

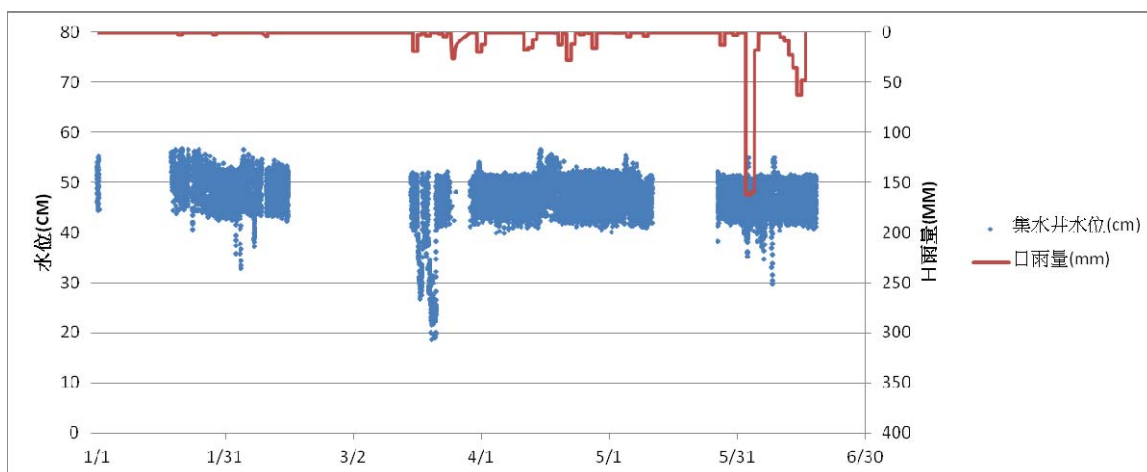


圖3-6 集水井池水位

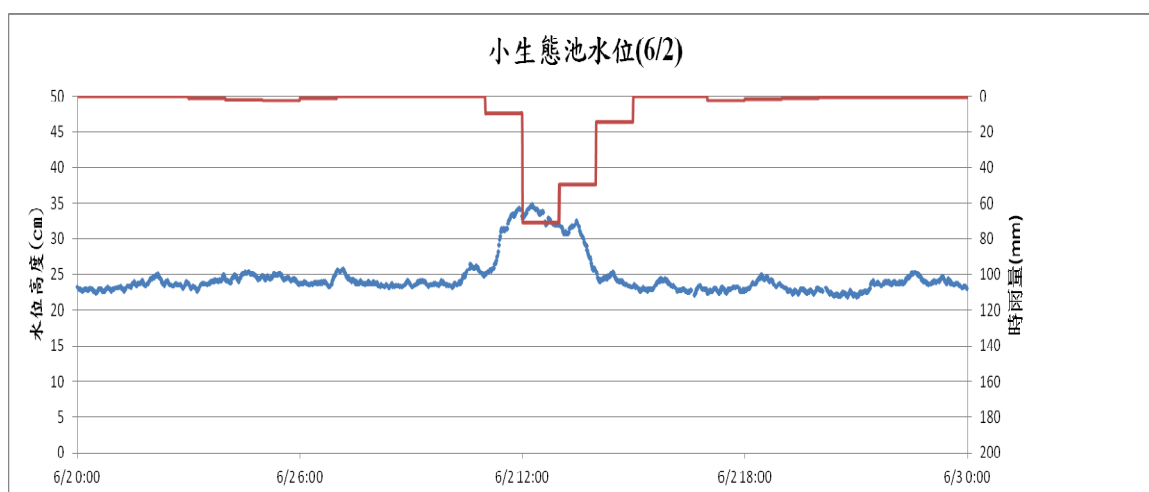


圖3-7 小生態池水位(2017/6/2)

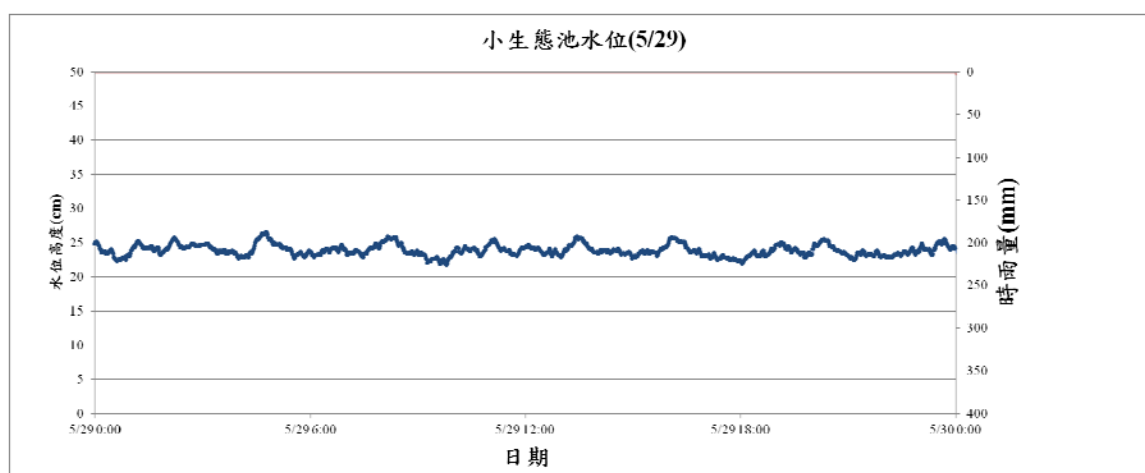


圖3-8 小生態池水位(2017/5/29)

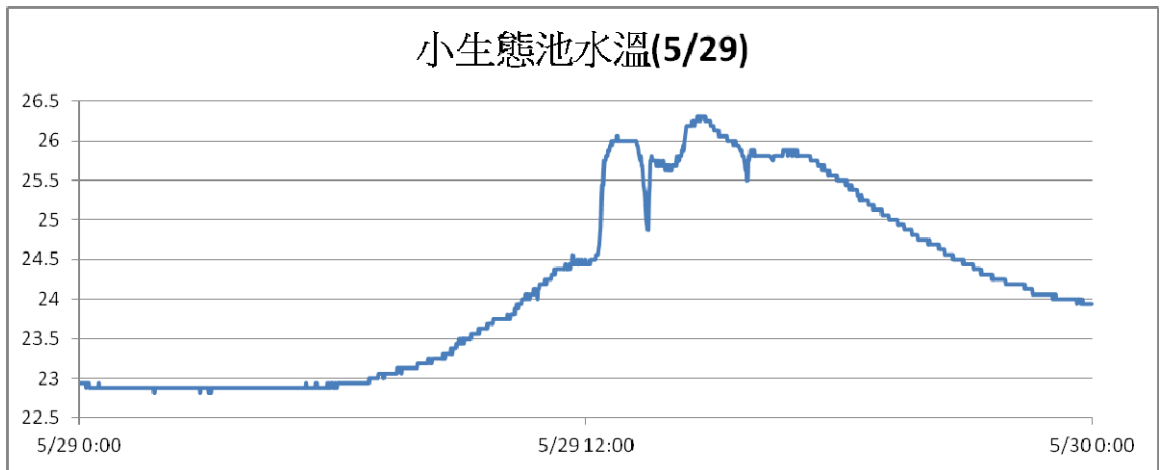


圖3-9 小生態池水位(2017/5/29)

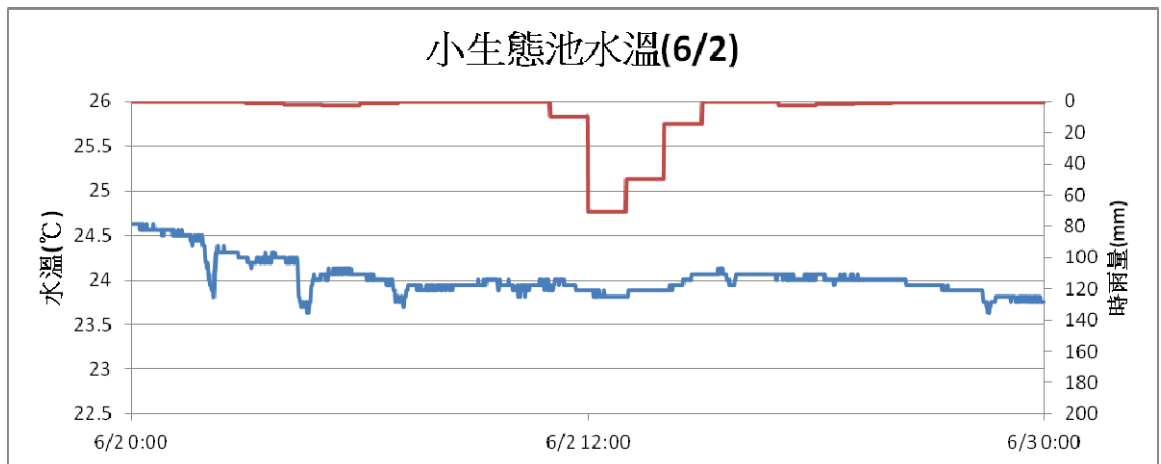


圖3-10 小生態池水位(2017/6/2)

3.3 水質監測結果

小生態池的水質，進行定期採樣檢測，檢測的項目包含濁度、溶氧、酸鹼度、電導度、總磷、氨氮等項目，定期每月 1 次。

1、濁度

在現場的調查中，採用濁度計測定。結果如圖 3-11 所示，濁度不高，維持良好狀態。

2、溶氧

在現場的調查中，採用溶氧計測定。測定結果如圖 3-12 所示，溶氧不高，主要是生態池水流沒有流動的關係。

3、電導度

測定結果如圖 3-13 所示，電導度穩定，除了 2016/5 有次抽光換水，新的水源電導度較低。

4、總磷

在現場以 50cc 棕色瓶採樣攜回，以分光比色儀（總氮、總磷測試儀）進行檢測，總磷如圖 3-14。

5、氨氮

氨氮以分光比色儀進行檢測，如圖 3-15，其中 2016/5/25 未檢出，可能是抽光換水之故。

6、酸鹼度

採酸鹼度計測定，測定結果如圖 3-16 所示，酸鹼度變化不大。

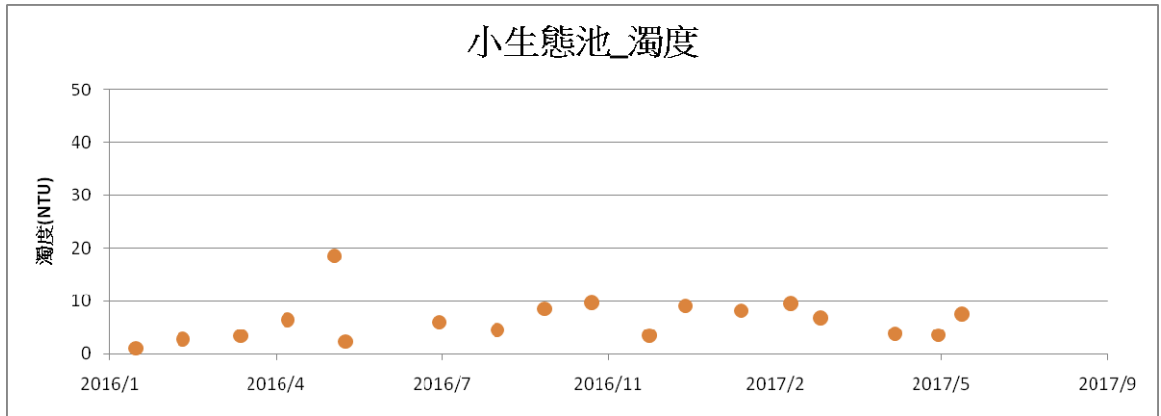


圖3-11 小生態池濁度

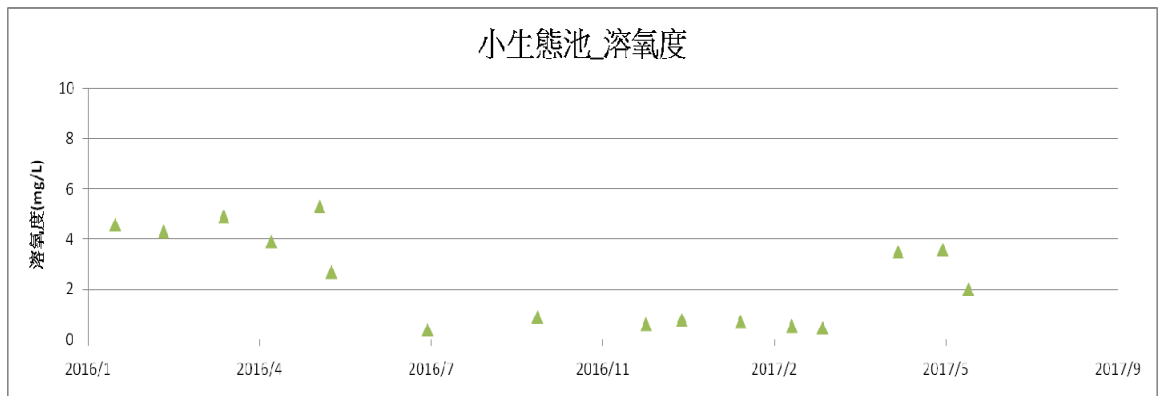


圖3-12 小生態池溶氧

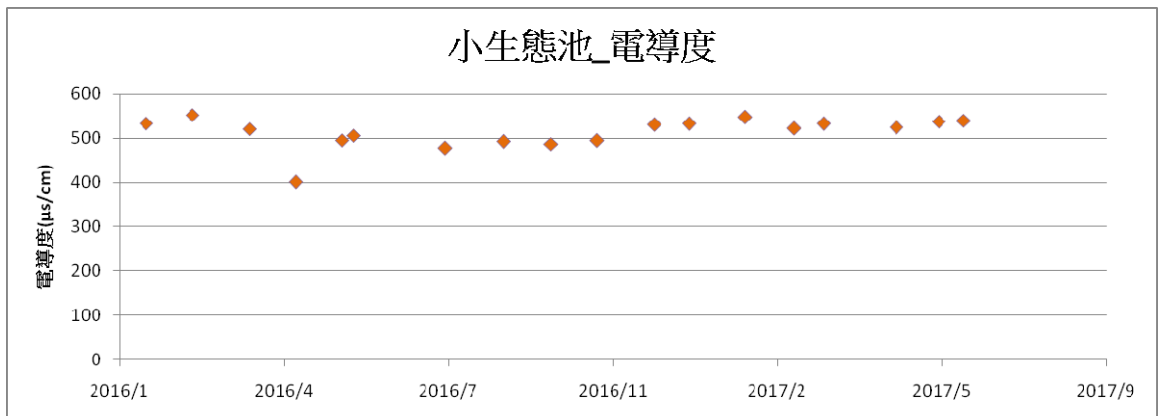


圖3-13 小生態池電導度

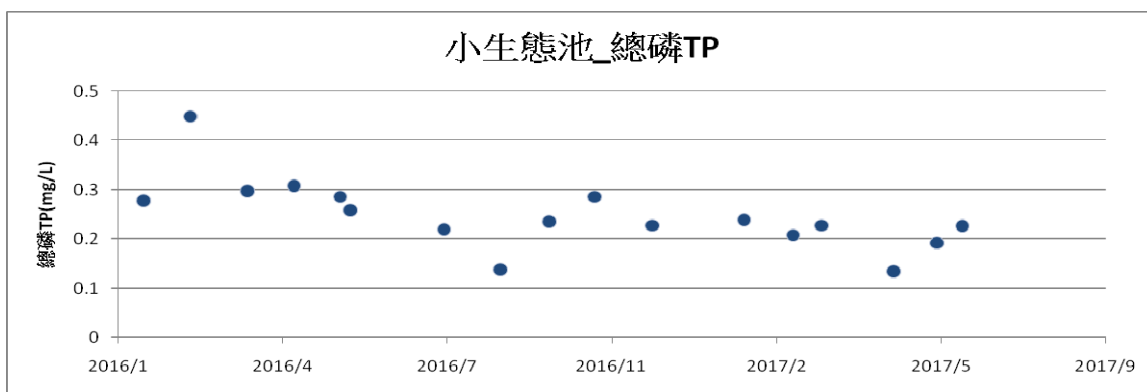


圖3-14 小生態池總磷

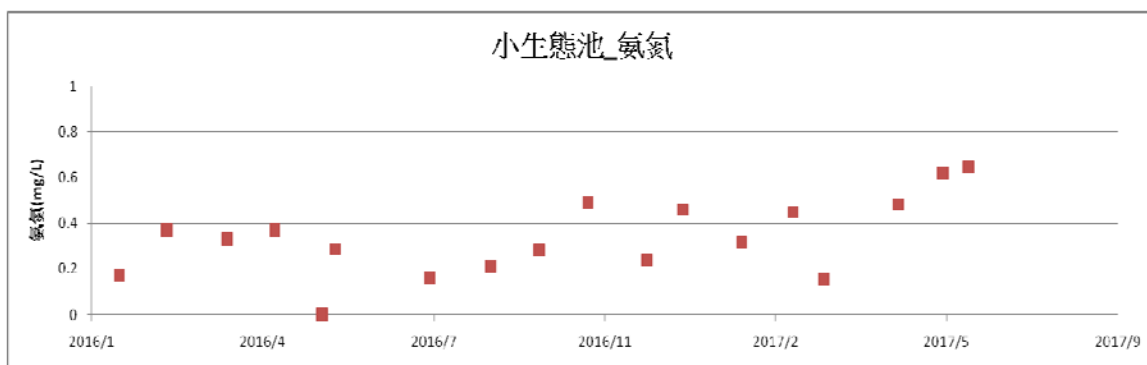


圖3-15 小生態池總磷

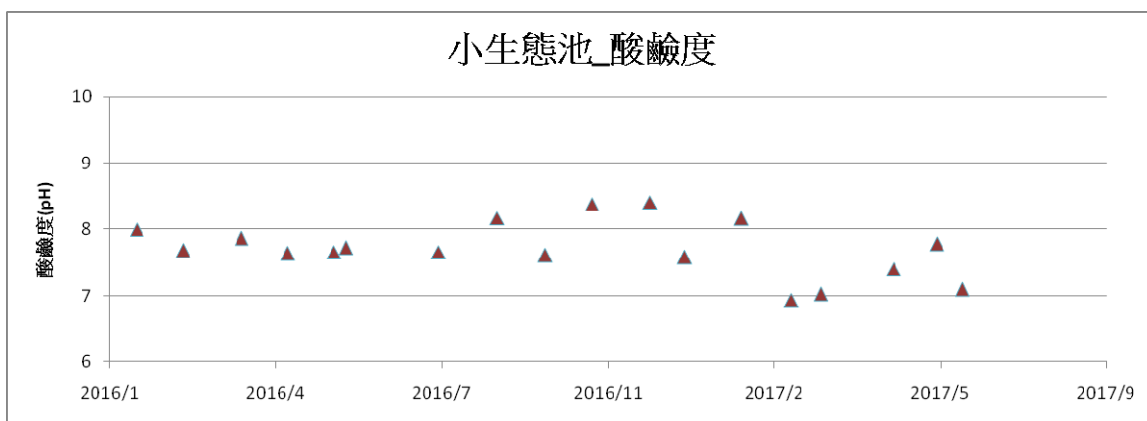


圖3-16 小生態池酸鹼度

第四章 結論與建議

- 1、 本計畫設置兩套水位監測系統，經過運作，可有效的記錄小生態池與集水井的水位變化，不受天候影響。
- 2、 根據水位監測，106/6/2 豪雨期間，小生態池水位未溢淹，新設置生態池，對於排水並未有大的影響。
- 3、 小生態池的溶氧多次量測偏低，為需要注意的項目。
- 4、 大安森林公園夏季若逢午後雷陣雨，公園到處積水，難以排乾且溽熱難耐，建議改善。

參考文獻

1. 王雯雯, 趙智杰, 秦華鵬 2012 「基于SWMM 的低衝擊開發模式水文效應模擬評估」 北京大學學報(自然科學版), 第48卷, 第2期, 第303-309頁。
2. 張富銘 2015, 低衝擊開發規劃與設計應用, 國立臺灣大學土木工程研究所博士論文。
3. Bengtsson, L., Grahn, L., and Olsson, J. 2005 "Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden" *Nordic Hydrology* 36(3):259–268.
4. Dietz, M. E. and Clausen, J. C. 2007 "Stormwater runoff and export changes with development in a traditional and low impact subdivision" *Journal of Environmental Management* DOI.1016/j.jenvman.2007.03.026.
5. Dietz, M.E. (2007), 2007 "Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions" *Water Air Soil Pollut* 186:351–363.
6. Guo, James C.Y. (2004). "Hydrology-Based Approach to Storm Water Detention Design Using New Routing Schemes," *ASCE J. of Hydrologic Engineering*, Vol 9, No. 4, July/August
7. Hutchinson, D., Abrams, P., Retzlaff, R., and Liptan, T. 2003 "Stormwater monitoring two ecoroofs in Portland, Oregon, USA" First Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, Chicago, IL.
8. Monterusso, M. A., Rowe, D. B., Russell, D. K., and Rugh, C. L. 2004 "Runoff water quantity and quality from green roof systems" *Acta Horticulturae* 639:369–376.
9. Moran, A., Hunt, W., and Jennings, G. 2004 "Greenroof research of stormwater runoff quantity and quality in North Carolina" NC State University, A&T State University, Cooperative Extension ISSN 1062-9149.