

國家科學及技術委員會 111 年度 科技行政自行研究報告

太陽能發電系統安裝於污水處理單元之 綜合效益研析

研究單位：南部科學園區環安組環保科
研究人員：張逸平
研究期程：111 年 2 月至 111 年 12 月

中華民國 111 年 12 月

目錄

壹、研究目的	1
貳、研究方法與過程	1
(一) 背景說明	1
(二) 研究方法與步驟	5
參、研究發現與建議	6
(一) 太陽能板安裝位置及其對操作維護之影響	6
(二) 設置前後污水處理廠綠電設置比率及發電量	6
(三) 沉澱池人工清池頻率之影響	7
(四) 其他綜合效益	8
肆、結果與討論	9
伍、參考文獻	9

太陽能發電系統安裝於污水處理單元之 綜合效益研析

南部科學園區環安組環保科

張逸平 技正

壹、研究目的

在臺灣提出 2050 年淨零排放趨勢下，再生能源成為關鍵角色，促使企業積極增設綠電，以取代化石燃料，同時達成減碳、永續發展的目標(陳瑋鴻，2022)。太陽能光電是利用太陽電池將光的能量轉變為電能輸出，是當今最重要的綠電之一(Letcher，2018)。一般太陽能發電系統多安裝於建築物的屋頂，然污水處理廠可供安裝的屋頂面積有限，且相關設備維護需有足夠空間進行，如在不影響污水廠操作及設備維護的前提下，將太陽能板安裝於合適的廢水槽體上方，應可大幅提升廠區的綠電設置比率。另處理單元-沉澱池因長期日照影響，池體內青苔藻類等植物生長快速，致影響處理單元之功能，需以人工清池方式進行維護，故評估藉由高架式太陽能系統的遮照功能，應可降低池中藻類生長速度，進而減少人工清池維護的頻率，同時亦可降低人員下池操作維護風險。

本研究將以臺南園區污水處理廠廠區中，曝氣池、沉澱池等處理單元上方所裝設之太陽能發電系統為研究對象，藉以評估太陽能板安裝前後對於污水處理廠操作維護等作業之影響，並且評估其綜合效益，以作為未來相關規劃擬定及行政作業之參考依據。

貳、研究方法與過程

(一)背景說明

傳統上太陽能發電系統多安裝於建物屋頂，然污水處理廠中，建物面積有限，以臺南污水廠為例，全廠為 16.8 公頃，其中建物面積為 1.7 公頃，僅占整廠約 10%(參照圖 1、2)，且部分建物屋頂設有水塔、冷凝塔、排風扇等設施，可供設置太陽能板之空間有限，減少太陽能發電效益。污水處理廠有大面積的露天池體，原因考量人員巡檢及維護需求，未納入太陽能發電設置區域；若能跳脫思維，以架高設置的

方式，並避開操作維護的吊掛需求區域，在不影響污水處理廠操作維護的前提下，將太陽能板裝置於槽體上方，應可大幅提升廠內綠電設置比率及再生能源發電量。

臺南園區污水處理廠在 110 年以前，既有的太陽能光電系統均設置於建物屋頂，包括一期一階控制中心、一期二階調節池及二期一階實驗室，合計占地面積為 840 平方公尺，設置容量約為 160kW(參照表 1、圖 3)，110 年後經評估以高架方式，新設置太陽能光電系統於廠內露天槽體及增設部分密閉式單元頂樓上方，如一期一階曝氣池、沉澱池；一期二階硝化池、沉澱池；二期一階二沉池；二期二階調勻池頂樓、機房頂樓、曝氣池、二次沉澱池及污泥大樓等，合計新增佔地面積為 11,116 平方公尺，設置容量增加約為 2,158kW(參照表 2、圖 4)。



圖 1 臺南園區污水處理廠一廠建物



圖 2 臺南園區污水處理廠二廠建物

表 1 既設太陽能發電系統

設置位置	占地面積(m ²)	設置容量(kW)
一期一階控制中心	65.3	12.4
一期二階調節池	677.9	128.8
二期一階實驗室	96.8	18.4
合計	840.0	159.6

	
一期一階控制中心設置太陽能光板	一期二階調節池設置太陽能光板
	
二期一階實驗室設置太陽能光板	太陽光電系統直/交流電力轉換器

圖 3 既設太陽光電發電系統

表 2 增設太陽能發電系統

設置位置	占地面積(m ²)	設置容量(kW)
一期一階曝氣池	525.5	102.0
一期一階沉澱池	1,891.8	367.2
一期二階硝化池	935.4	181.5
一期二階沉澱池	1,891.8	367.2
二期一階二沉池	1,765.7	342.7
二期二階調勻池頂樓	754.9	146.5
二期二階機房頂樓	420.4	81.6
二期二階曝氣池	245.2	47.6
二期二階二次沉澱池	2,207.1	428.4
二期二階污泥大樓頂樓	478.2	92.8
合計	11,116.0	2,157.6



圖 4 增設太陽光電發電系統

(二)研究方法與步驟

本案研究流程依序包括文獻回顧、背景資料調查、設計研究對象與方法、紀錄與觀察、彙整研究結果等步驟，若彙整研究結果發現資料不齊全或尚需補充相關實驗與觀察，則再由重新設計研究對象與方法依序進行研究，直到達成研究目標為止（圖 5）。

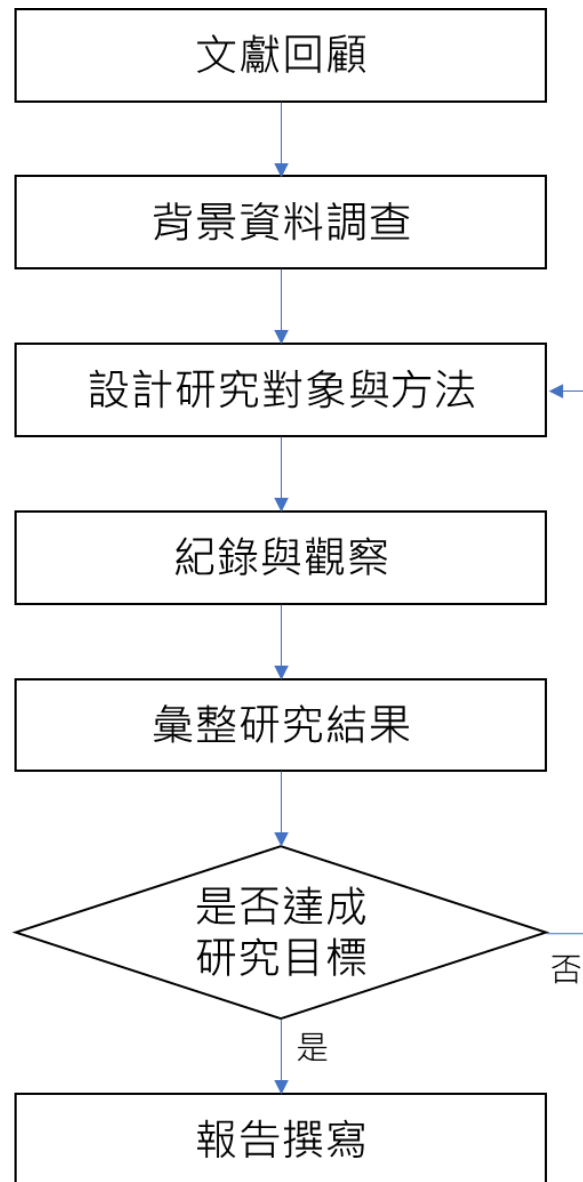


圖 5 研究流程示意圖

參、研究發現與建議

(一) 太陽能板安裝位置及其對操作維護之影響

增設之太陽能發電系統雖裝置於槽體上方，但設計上為架高之裝置，可供操作人員日常巡檢、目視檢查廢水槽體概況及轉動設備，對於日常巡檢維護並無影響，另因新設太陽能發電系統均有內縮設計，因此進行沉澱池吊掛作業時，能夠有足夠空間進行清池維護等相關作業流程(參照圖 6)。

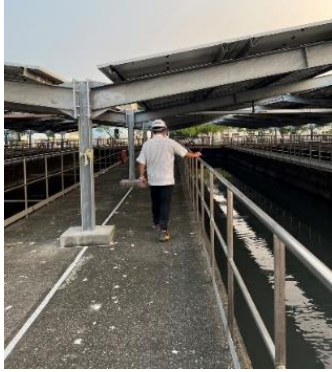
	
一期一階沉澱池日常清池維護	一期二階沉澱池清池維護
	
二期二階沉澱池清池操作維護	二期二階沉澱池日常巡檢

圖 6 操作維護紀錄

(二) 設置前後污水處理廠綠電設置比率及發電量

根據臺南園區污水處理廠契約容量與既設及新設之太陽能發電系統其發電容量計算比例，可得知綠電設置比例從 5.9% 提升至 59.1%。既設之太陽能發電系統其最大設置容量為一期二階調節池 128.8kWp，新設其最大設置容量則為二期二階二次沉澱池 428.4kWp。總設置容

量從 160kWp 提升至 2,158kWp，大幅增加 13.5 倍的設置容量，111 年 1 月至 11 月發電量則從 56,798 度增加至 2,498,772 度，新設太陽能發電系統大幅提升綠電設置比率及發電量。新設太陽能系統累計 111 年 1 月至 11 月減碳量約 1,271 公噸二氧化碳當量，相當於 3 座大安森林公園每年的碳吸附量(陳心怡，2016)。

表 3 綠電設置比率及發電量比較

項目	既有太陽能系統 (110 年以前設置)	增設太陽能系統 (110 年以後設置)	增加倍數
設置位置	建物屋頂	密閉單元、槽體上方	-
占地面積(m ²)	840.0	11,116.0	13.2
綠電配置比例 ¹ (%)	5.9	59.1	10.0
總設置容量(kWp)	159.6	2,157.6	13.5
總發電量(度) (111 年 1 月至 11 月)	56,798.0	2,498,772.0	44.0
減碳量(公噸 CO ₂ e/度)	28.9	1,271.8	44.0
綠電發電比例 ² (%)	0.2	8.8	44.0

(三)沉澱池人工清池頻率之影響

以往沉澱池因日常長期曝曬，導致槽體內部藻類植物增長快速(參照圖 7)，過去每月需進行人工清池 2 次，單次總工時高達 48 小時，需投入相當人力資源以維持單元功能及槽體整潔。新設高架式太陽能發電系統因增加槽體日照遮蔽功能，減少藻類植物生長所需之日光能源供應，使得藻類植物生長速率減緩，因而人工清池次數降低至每 3 個月清池 1 次，預估每年需投入工時將由 3,450 小時大幅下降至 432 小時，減少幅度高達 78%，頻率降低同時，亦降低資源投入及操作人員清洗池體(深度 5~6 公尺)之工安風險。

¹ 綠電配置比例：綠電配置容量/契約容量。

² 綠電發電比例：綠電發電量/總用電量。

表 4 沉澱池人工清池頻率

項目	裝設前	裝設後
單次總工時(人*小時)	48	36
槽體數量	3	3
頻率(年/次)	24	4
年度總工時(人*小時)	3,456	432

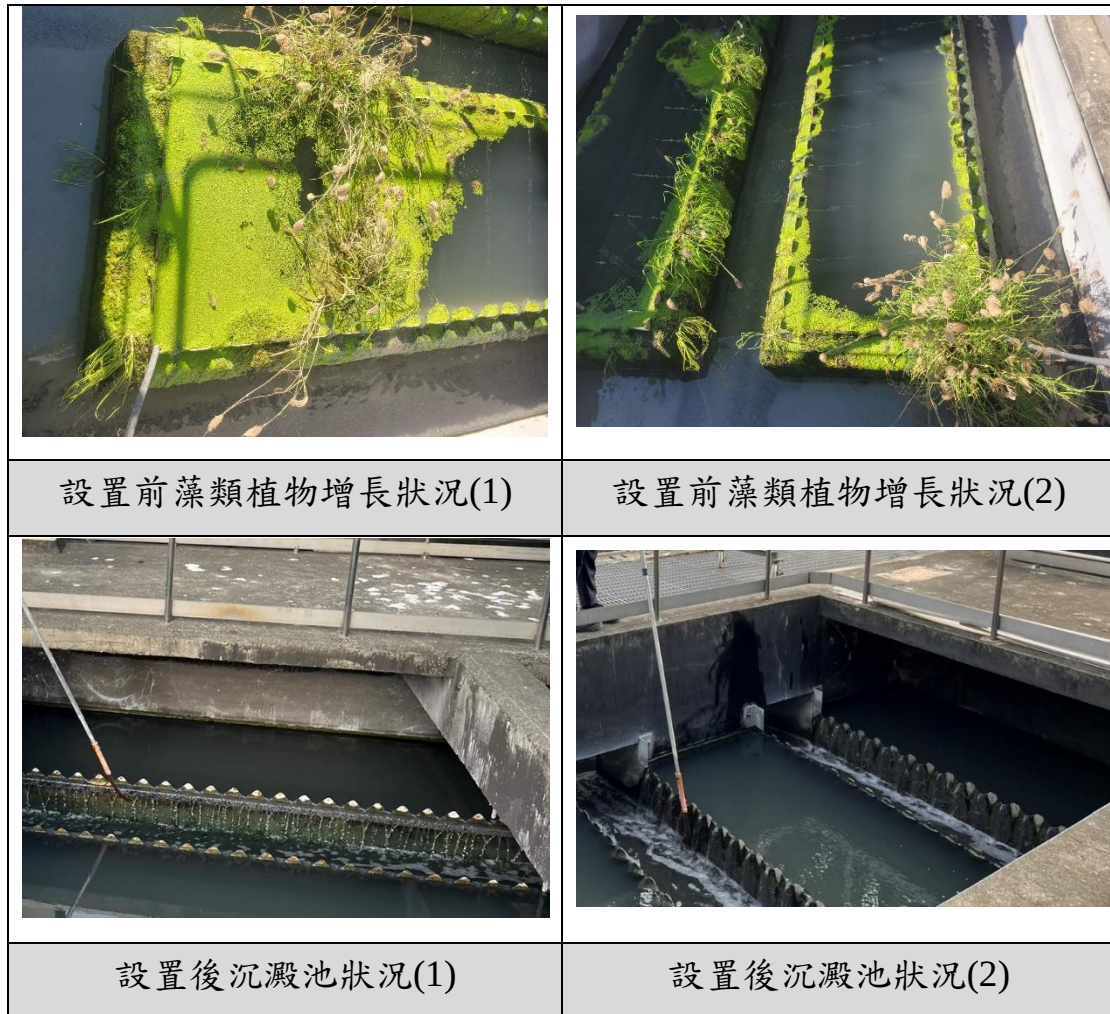


圖 7 設置太陽能發電系統前後藻類植物增生狀況

(四)其他綜合效益

於污水處理廠槽體上方增設太陽能光電發電設備，以租賃方式引進廠商，可使管理局增加租金收入，太陽能光電承攬商則透過售電獲利，污水廠操作單位亦減少清池的人力成本與風險，在推動循環經濟的同時達成多贏的目標。

肆、結果與討論

本研究觀察到污水處理廠綠電設置比率及太陽能發電量大提升，並且藉由太陽能板對池體日照遮蔽可降低池體青苔藻類生長，減少人工清池的頻率及風險，對於日常操作維護無負面影響，達成推動綠能經濟、增加園區租金收入、減少操作風險等多方面綜合效益，更有助於國家推動 2050 淨零碳排的長程目標，可作為未來相關策略擬定及行政作業之參考。

伍、參考文獻

1. Letcher, T. M., & Fthenakis, vasilis M. (2018). Why Solar Energy? *A Comprehensive Guide to Solar Energy Systems*, 3–16.
2. 陳瑋鴻(2022 年 10 月 14 日)。〈綠電，2050 年淨零排放的減碳主角，一文認識綠電完整資訊〉。《商業週刊》
3. 陳心怡(2016 年 8 月 4 日)。〈新北綠屋頂減碳 年減一座大安森林公園〉。《環境資訊中心》。