

雨水回收與物聯網節水灌溉系統

作者：傅兆銘（苗栗縣西湖鄉龍洞社區發展協會理事長） 電話：(037) 921798

蔡正賢（副研究員） 電話：(037) 222111 # 603

前言

缺水情境下，首要改善土壤保持及接受水分的功能，以增加土壤水分的存量，其次為促進或維持根系生長，使根系能利用深層土壤水分。然而作物仍然需要適時供水，否則容易造成減產。本文以西湖鄉龍洞社區的經驗，介紹如何利用蓄水設施、氣象感測器與智能系統等，克服乾旱逆境，使農作物產量增加 10%，用電減少 33%，並節省 80% 水量。

雨水回收系統

坡地降雨多數成為逕流損失，為留住雨水，可順著地形設置 20 公尺雨水截水溝，並將雨水導入深井，過濾後以沉水馬達將雨水回收至儲水槽（圖一），儲水槽埋設於地下可避免佔去



圖一、地下儲水槽。

可用空間，將雨水回收於儲水槽後，可用於作物滴灌，所需馬達能耗可用太陽能發電系統以達到節能減碳之成效。搭配 50 平方公尺透水鋪面後，根據內政部營建署建築基地保水設計技術規範，建置的透水鋪面總保水量為 22.2m^3 ，相當於保留 450 毫米之降雨量，以年降雨量

2,500 毫米估計，雨水逕流率可減少 18%，顯見此系統的成效。

雲端物聯網系統

本系統不需設置土壤水分感測元件，主要的分析資料只有氣溫、濕度、日照度、雨量等參數，水氣分析以簡易公式（溫度 + 濕度 + 日照 - 雨量 - 澆灌）計算，當總積分達到設定值後，便啟動物聯網控制灌溉系統。農作物各式作業須預先規劃，該系統依時程進行相關通知持續提醒，由栽培者回覆作業內容，或即時回覆農作生長資訊，收成時，將成果回覆給系統。每年針對相同作物，不同作業模式下的成果進行分析。連續兩年資料收集後，可以進行依作物特性，設定氣候條件的預警作業，並提醒栽培者進行處理，應用的技術如下：

- （一）感測網路技術：利用不同感測器（例如：濕度、溫度、日照等），量測同一環境，並透過網路方式回傳訊息。
- （二）雲端伺服系統：有關農業運用及其巨量資料建置（圖二），仍繫於其多樣化的資料庫系統，針對個別的植栽建立不同培育環境，並透過農業專業人員的加入，使得雲端資料庫的使用具有專業及增產意義。
- （三）回饋作動系統：求其最適合的環境，透過作動系統的因應，達到最適環境，有利作物生長。

節水灌溉

目前坡地果園灌溉主要用人工牽管灌溉或人工噴灌切換止水閥方式導致灌溉效率不佳，



圖二、雲端控制箱。

連帶影響作物生長，加上噴灌系統水分無法長期留於土壤，只有表土濕潤。當傳統灌溉方式以每週 6 噸水灌溉於一分地果園還是無法讓土壤保持濕潤，就應該重新思考末端使用滴灌。

滴灌可以增加灌溉效率，僅有部份土壤表面被濕潤，其餘乾旱的土面水分蒸發量會大幅下降，可進一步減少土壤水分的散失。因此在有限的水量下，將水滴灌在作物周圍，且維持行株間土壤處於乾旱狀態，即可節省大量的用水，而每週每分地灌溉水量可降至 1.2 噸。使用到果樹只需要將滴灌帶變成環狀，埋設於樹冠下方就可以，節水的同時，也避免滴灌管被割草機等機械傷害。

滴灌之工作水壓為一般噴灌的 1/10，所以灌溉馬達只要 0.5HP 或 1HP，而且還可以搭配小型獨立型太陽能發電系統，讓市電不易到達之處有多一項供電方式，更可以節能減碳。

滴灌管路維護

栽培者最好能瞭解滴灌系統的出水流量和每次灌溉所需要的時間，一般每 100 公尺滴灌

管帶每分鐘的供水量大約是 4 公升；滴灌管路應有良好的供水均勻度，最好每條支管要控制適當的長度，或選用穩壓型滴灌帶（圖三）。滴頭的出水量要能夠不受管頭管尾壓力差的影響。滴嘴半阻塞或全阻塞會影響供水均勻度，應經常性檢查及維護，並使用過濾器來預防阻塞之發生。



圖三、穩壓型滴灌帶。

結語

物聯網灌溉系統可以節省人力管理，只需要 1 人管理灌溉系統即可，每戶可節省人力成本 144 千元 / 年（表一），若越多家農場結合物聯網，人力成本節省越可觀。多家個別農場各電磁閥和馬達開啟都整合於雲端物聯網系統，如有擴充灌溉面積，只需要安裝雲端控制箱即可，而資料收集後又可以分析水氣蒸發以控制灌溉。透過雲端物聯網達到資訊同步與分享，如溫度、濕度、日照度、雨量等，讓農田管理系統化。目前有安裝雲端物聯網灌溉系統農場，因灌溉效益提升農作物約 10% 收益，若能繼續改進末端灌溉，則效果會更顯著，如使用自製液肥或生物肥料透過滴灌帶施於田間約可以取代 40% 至 50% 的固體肥料。

表一、物聯網節水灌溉效益評估

| 量化效益 | 評估值 | 量化效益評估說明 |
|--------|----------|---|
| 降低人力成本 | 144 千元/年 | 利用雲端物聯網灌溉系統只需要 1 人管理，如傳統農場需設備 0.5 名人力於施肥和灌溉上，以每人最低月薪 2 萬 4 千元計算 $24,000 (\text{元}) \times 0.5 (\text{人}) \times 2 (\text{月})$ ，1 年降低 144 千元人力成本。 |
| 節省工時 | 375 小時/月 | 原傳統方式牽管灌溉和施放肥料每分田需要 8 小時，改用灌溉系統和液肥只需 0.5 小時調液肥，每月需要灌溉或下肥約 10 天。 $7.5 (\text{小時}) \times 10 (\text{天}) = 75 \text{ 小時}$ ，如小農平均面積 5 分地為例來計算為 $75 \text{ 小時} \times 5 (\text{分}) = 375 \text{ 小時}$ 。 |
| 增加收益 | 30 千元/年 | 灌溉水、肥料和田間管理系統化後，農作物約增加 10% 至 15%。例如增加 10% 柑橘由每 0.5 公頃 1.5 萬斤增加為 1.65 萬斤，每斤收購價 20 元，則 $1,500 \text{ 斤} \times 20 \text{ 元} = 30,000 \text{ 元}$ 。 |

