

# 新竹竹東圳智慧灌溉系統建置效益評估之研究

STUDY ON THE BENEFIT EVALUATION OF CONSTRUCTING A SMART IRRIGATION SYSTEM  
FOR THE ZHUDONG CANAL IN HSINCHU

財團法人農業工程研究中心  
研究員兼副組長

**張 順 年\***  
**Shun-Nien Chang**

財團法人農業工程研究中心  
副研究員

**馬 家 齊**  
**Chia-Chi Ma**

財團法人農業工程研究中心  
副研究員

**許 竹 君**  
**Chu-Chun Hsu**

財團法人農業工程研究中心  
助理研究員

**黃 群 耀**  
**Chun-Yao Huang**

農業部農田水利署  
正工程司

**郭 芳 慈**  
**Fang-Tzu Kuo**

## 摘 要

智慧灌溉技術推動之效益以水情資訊掌握度、閘門巡檢操作時效提昇度、水資源利用率提昇度、及野外作業風險降低等 4 項因子作為建置效益評估指標。其中前 3 項為定量分析，第 4 項目前僅作定性描述。

本研究以農業部農田水利署新竹管理處所轄竹東圳灌區為研究範圍，水情資訊掌握度為可監測水量占灌溉需水量比值，以竹東圳第五~十一小組為例，經儀器監測之灌溉水量已大於需水量，水情資訊掌握度視為 100%。閘門巡檢操作時效提昇度為巡檢人員對設施巡檢的時效提昇，因目前測報儀器裝設於幹線上，直接對區段管理員有助益，其巡檢作業視上坪堰及支線取水門調整頻率而定，掌水協勤人員則依區段管理員監看電腦資料後之指示，巡檢時數可略為縮短。整體巡檢時效提昇度約 22.22%。水文感測系統之水資源利用率提昇度可由 2 個面向來評估：第一面向是因閘門巡檢操作時效提昇而減少水門無效配水量，此為水文感測系統建置後即可提昇之顯性效益，約 2.13%；第二面向是管理機關可於必要時利用水文感測系統之協助可提昇之隱性效益，為有效雨量之水資源利用率提昇，約 19.27%。

**關鍵詞：**智慧灌溉系統、建置效益、竹東圳。

\* 通訊作者，財團法人農業工程研究中心研究員兼副組長  
32061 桃園市中壢區合江路 18 號，shunnien@aerc.org.tw

## STUDY ON THE BENEFIT EVALUATION OF CONSTRUCTING A SMART IRRIGATION SYSTEM FOR THE ZHUDONG CANAL IN HSINCHU

**Shun-Nien Chang\***  
Agricultural Engineering  
Research Center

**Chia-Chi Ma**  
Agricultural Engineering  
Research Center

**Chu-Chun Hsu**  
Agricultural Engineering  
Research Center

**Chun-Yao Huang**  
Agricultural Engineering  
Research Center

**Fang-Tzu Kuo**  
Irrigation Agency,  
Ministry of Agriculture

### ABSTRACT

The effectiveness of promoting smart irrigation technology is evaluated using four key performance indicators: the mastery of hydrological information, the improvement in gate inspection and operation efficiency, the enhancement of water resource utilization, and the reduction of risks in field operations. Among these, the first three are analyzed quantitatively, while the fourth is currently described qualitatively.

Mastery of hydrological information is defined as the ratio of monitorable water volume to irrigation water demand. Taking groups 5 to 11 of the Zhudong Canal as an example, the monitored irrigation volume already exceeds the demand, resulting in a 100% mastery rate. The improvement in gate inspection and operation efficiency refers to the increased timeliness of facility inspections by personnel. Since the monitoring instruments are currently installed on the main canal, they directly benefit section managers. Inspection frequency depends on the adjustment of the Shangping Weir and lateral intake gates; meanwhile, assistant water management personnel follow instructions based on the manager's computer data monitoring, allowing for a slight reduction in inspection hours. The overall efficiency improvement is approximately 22.22%. The enhancement of water resource utilization through the hydrological sensing system can be assessed from two perspectives: first, the "explicit benefit" of reducing ineffective gate distribution by improving inspection efficiency, estimated at 2.13%; and second, the "implicit benefit" where management authorities utilize the sensing system to improve the utilization rate of effective rainfall, estimated at 19.27%.

**Keywords:** Smart irrigation system, Construction benefits, Zhudong canal.

Chang, S.N.\*, Ma, C.C., Hsu, C.C., Huang, C.Y., & Kuo, F.T. (2026). "Study on the Benefit Evaluation of Constructing a Smart Irrigation System for the Zhudong Canal in Hsinchu." *Journal of Taiwan Agricultural Engineering*, 72(3), 34-46. [https://doi.org/10.29974/JTAE.202609\\_72\(3\).0003](https://doi.org/10.29974/JTAE.202609_72(3).0003)

## 一、緒論

### 1.1 研究動機與目的

近年來，臺灣地區受到氣候變遷影響，正面臨乾旱日數、降雨時節等氣候條件改變之挑戰，使得傳統依賴有限觀測資料的農業水資源決策模式已難以應對現況需求。為提升農業用水效率並實現精準配水，結合物聯網與智慧科技的應用成為當代關鍵課題。

本研究係以農業部農田水利署於 112 年至 114 年間在該署新竹管理處轄管竹東圳灌區大尺度智慧灌溉示範場域之水文儀器感測記錄，引用該署在 114 年農業部科技發展計畫所建議之 4 項評估指標，於本灌區進行水文感測設備落地應用之效益驗證，作為未來推動大尺度智慧灌溉場域設備建置評估參考。

### 1.2 研究區域

竹東圳為新竹地區重要水利工程之一，汲取頭前

溪水系上坪溪河水為水源，自上坪攔河堰取水口起，穿過軟橋里後，圳路進入一號隧道，後以 13 座大小隧道、6 座水路橋、3 座虹吸工及明暗渠等不同型式結構物，蜿蜒穿行於竹東丘陵東北麓，途經員嵗子、資源莊、上公館、大窩、菜窩園及油車窩，至三重埔南方約 1 公里處止，地理位置如圖 1 所示。圳路長約 21 公里，灌溉竹東地區 12 個水利小組農田，面積約 552 公頃，並兼具輸送民生用水與工業用水功能。沿線建置 30 處水位監測站，系統示意如圖 2 所示。

## 二、研究方法

### 2.1 水文感測設備與感測資料檢核

在效益評估之前，先針對測報儀器進行二階段檢核，第一階段檢核係以水收支平衡概念，取水端為對照組，以支線取入口前後測站資料差值與支線流量資料作第一階段檢核，用以評估儀器之正確性與穩定性；第二階段檢核則分別釐定灌溉需水量與水源可供給水

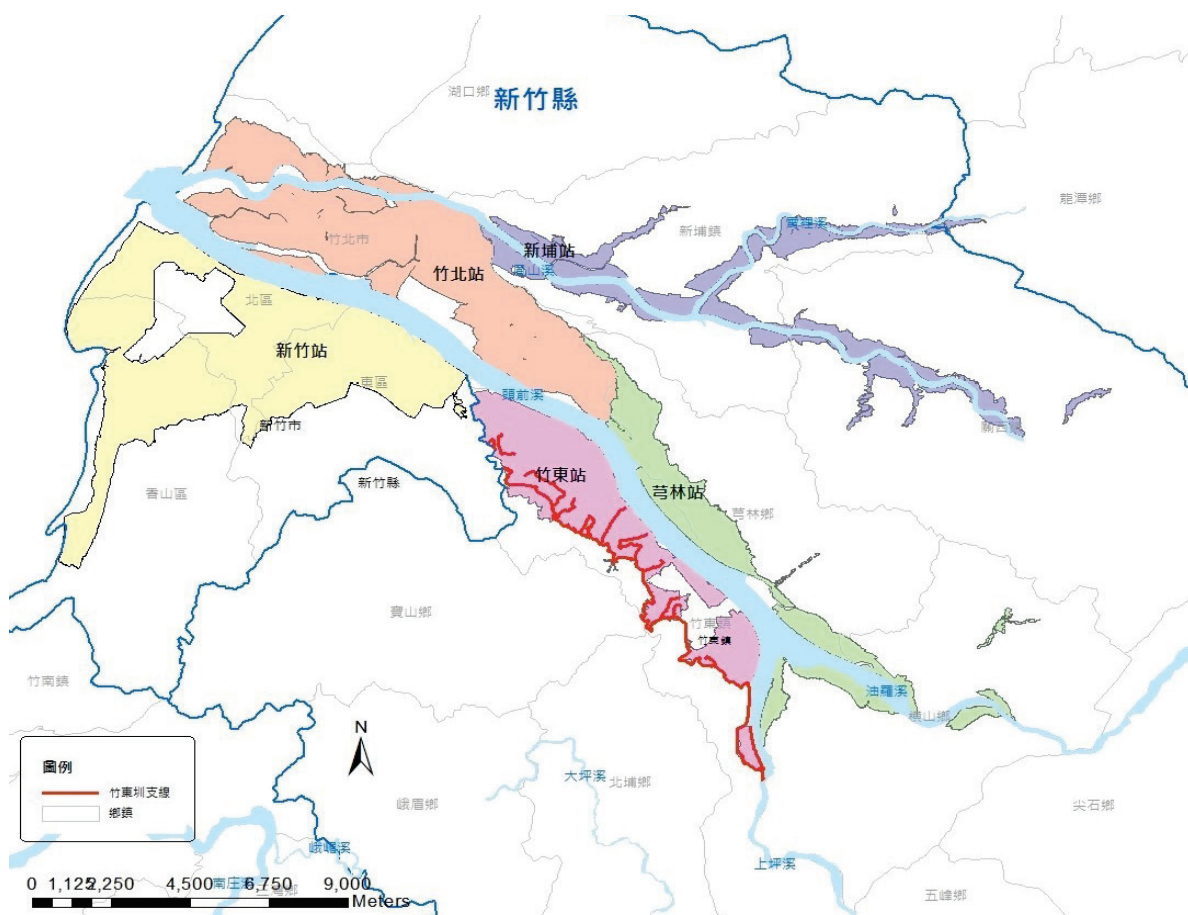


圖 1 新竹管理處竹東工作站竹東圳位置圖

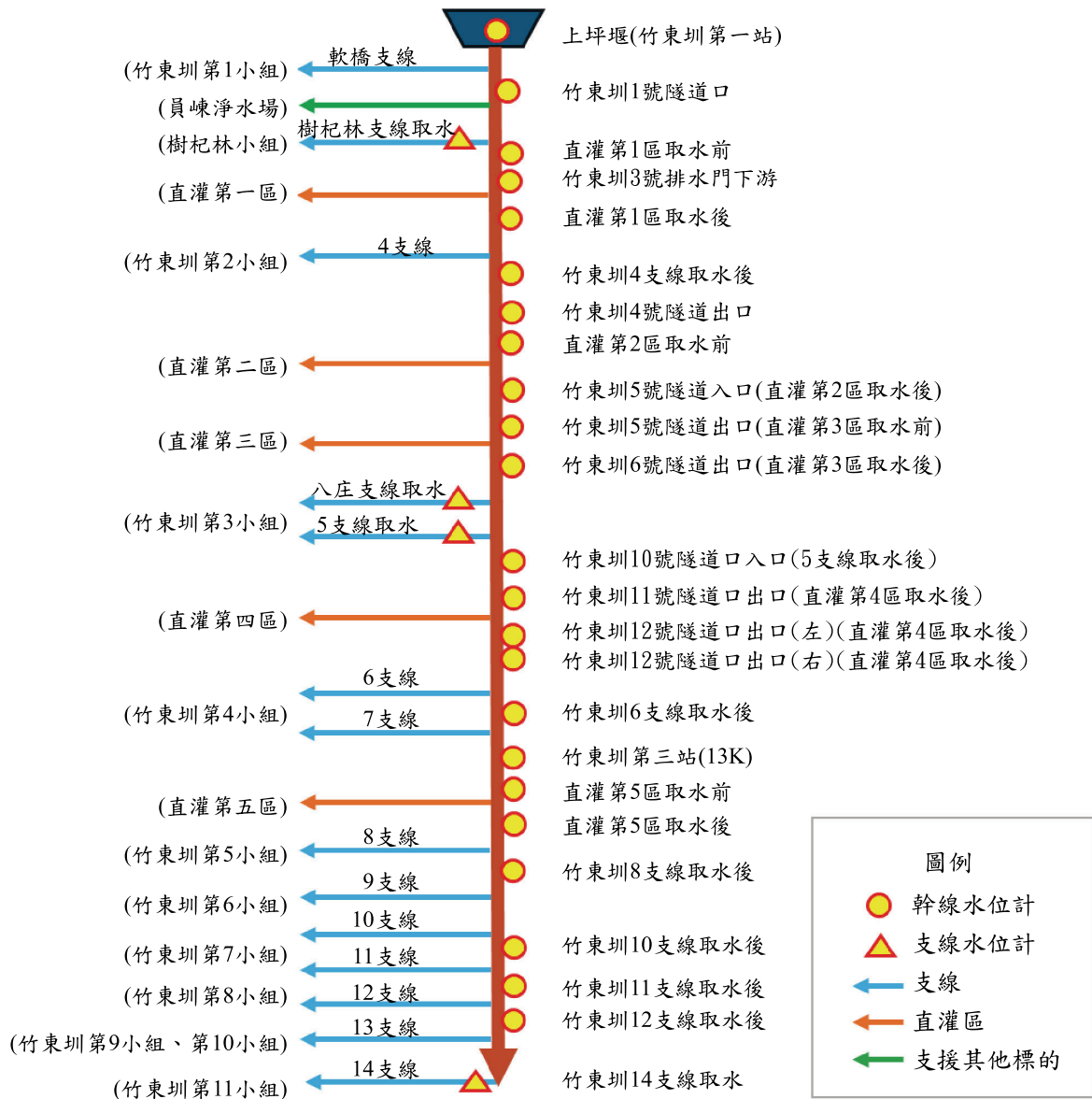


圖 2 竹東圳灌溉系統及水位計配置圖

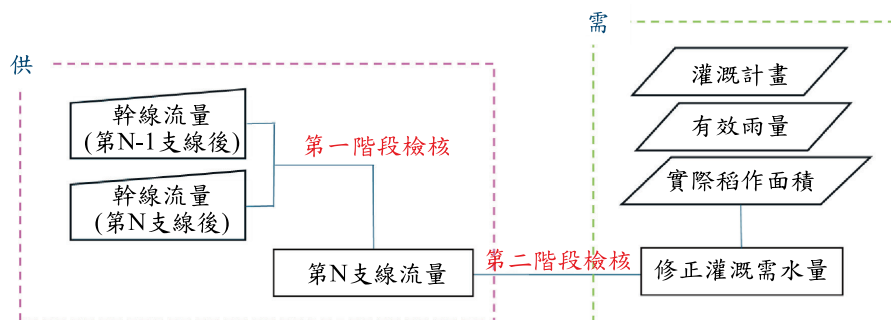


圖 3 儀器與感測資料檢核流程圖

量，應用水文自動測報設備提供即時水情，與竹東圳現用灌溉計畫所核算之灌溉需水量為對照組，分析灌溉計畫與實際配水量之差異，檢核流程如圖 3 所示。

1. 第一階段檢核係利用水平衡方法檢核上下游流量差與取水流量之差值，依測站上下游及取供水關係分為 16 組，如表 1 所示；水平衡檢核如式 1 所示，誤

差超過 10%則啟動現場檢查調校機制。

$$E_r = \frac{\Delta Q_0}{Q_0} \times 100\% = \frac{Q_u - Q_0 - Q_d}{Q_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中  $E_r$ ：水平衡誤差，%。

$Q_u$ ：上游測站流量，CMS。

$Q_d$ ：下游測站流量，CMS。

$Q_0$ ：取水渠道測站流量，CMS。

歸納誤差原因概分為 3 類：

- (1) 儀器因素：如儀器讀值與現場量測值不符，可能是儀器未歸零、度量衡格式設定錯誤、電力不足、

零組件故障等。

- (2) 環境因素：環境改變致與原率定時之流況相異，可能是雜草竹木滋生或淤積、垃圾堵塞、或非常規制水取水行為等。

- (3) 資料因素：儀器讀值非屬率定曲線適用範圍，多為率定時流量未能大幅度調整致適用範圍不敷使用。

2. 第二階段檢核係評估灌溉計畫與實際配水量之差異，先依實際種植面積比例及有效雨量修正支線系統計畫配水量，再檢核計畫與實際配水量之差異，分析差異之可能原因。

表 1 竹東圳第一階段檢核分組配置表

| 序<br>號 | 測站名稱                                    | 第 1 組  |        |        | 第 2 組  |        |        | 第 3 組  |        |        | 第 4 組  |        |        | 第 5 組  |        |        | 第 6 組  |        |        | 第 7 組  |        |        | 第 8 組  |        |        | 第 9 組  |        |        | 第 10 組 |        |        | 第 11 組 |        |        | 第 12 組 |        |        | 第 13 組 |        |        | 第 14 組 |        |  | 第 15 組 |  |  | 第 16 組 |  |  |
|--------|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--------|--|--|--------|--|--|
|        |                                         | 上<br>游 | 配<br>水 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 配<br>水 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 配<br>水 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 |  |        |  |  |        |  |  |
| 1      | 竹東圳 1 號<br>隧道                           | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 2      | 竹東圳樹杞林                                  |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 3      | 直灌第 1 區<br>取水前                          |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 5      | 直灌第 1 區<br>取水後                          |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 6      | 竹東圳 4 支<br>線取水後                         |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 7      | 竹東圳 4 號<br>隧道出口                         |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 8      | 直灌第 2 區<br>取水前                          |        |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 9      | 竹東圳 5 號<br>隧道入口<br>(直灌第 2 區<br>取水後)     |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 10     | 竹東圳 5 號<br>隧道出口<br>(直灌第 3 區<br>取水前)     |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 11     | 竹東圳 6 號<br>隧道入口<br>(直灌第 3 區<br>取水後)     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 12     | 竹東圳八庄<br>支線取水                           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 13     | 竹東圳 5 支<br>線取水                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 14     | 竹東圳 10 號<br>隧道入口<br>(5 支線取水<br>後)       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 15     | 竹東圳 11 號<br>隧道口出口<br>(直灌第 4 區<br>取水前)   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 16     | 竹東圳 12 號<br>隧道口出口<br>(左)(直灌第 4<br>區取水後) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 17     | 竹東圳 12 號<br>隧道口出口<br>(右)(直灌第 4<br>區取水後) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |
| 18     | 竹東圳 6 支線<br>取水後                         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | ●      | ●      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |        |  |  |        |  |  |

| 序<br>號 | 測站名稱             | 第 1 組           |                  | 第 2 組       |        | 第 3 組      |        | 第 4 組       |        | 第 5 組      |        | 第 6 組       |        | 第 7 組          |                  | 第 8 組       |        | 第 9 組  |        | 第 10 組               |        | 第 11 組     |        | 第 12 組 |        | 第 13 組        |        | 第 14 組 |        | 第 15 組 |        | 第 16 組         |  |
|--------|------------------|-----------------|------------------|-------------|--------|------------|--------|-------------|--------|------------|--------|-------------|--------|----------------|------------------|-------------|--------|--------|--------|----------------------|--------|------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|--|
|        |                  | 上<br>游          | 配<br>水<br>下<br>游 | 上<br>游      | 下<br>游 | 上<br>游     | 下<br>游 | 上<br>游      | 下<br>游 | 上<br>游     | 下<br>游 | 上<br>游      | 下<br>游 | 上<br>游         | 配<br>水<br>下<br>游 | 上<br>游      | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游               | 下<br>游 | 上<br>游     | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游        | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 | 上<br>游 | 下<br>游 |                |  |
| 20     | 直灌第 5 區<br>取水前   |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        | ●                    | ●      |            |        |        |        |               |        |        |        |        |        |                |  |
| 21     | 直灌第 5 區<br>取水後   |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        | ●          | ●      |        |        |               |        |        |        |        |        |                |  |
| 22     | 竹東圳 8 支線<br>取水後  |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        |            | ●      | ●      |        |               |        |        |        |        |        |                |  |
| 23     | 竹東圳 10 支<br>線取水後 |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        |            |        | ●      | ●      |               |        |        |        |        |        |                |  |
| 24     | 竹東圳 11 支<br>線取水後 |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        |            |        |        |        | ●             | ●      |        |        |        |        |                |  |
| 25     | 竹東圳 12 支<br>線取水後 |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        |            |        |        |        |               |        |        | ●      | ●      |        |                |  |
| 26     | 竹東圳 14 支<br>線    |                 |                  |             |        |            |        |             |        |            |        |             |        |                |                  |             |        |        |        |                      |        |            |        |        |        |               |        |        |        |        |        | ●              |  |
| 配水檢核對象 |                  | 員嶼淨水場<br>或樹杞林取水 |                  | 直灌<br>第 1 區 |        | 4 隧<br>損失量 |        | 直灌<br>第 2 區 |        | 5 隧<br>損失量 |        | 直灌<br>第 3 區 |        | 八庄支線<br>或 5 支線 |                  | 直灌<br>第 4 區 |        | 6 支線   |        | 7 支線<br>寶山水庫<br>寶二水庫 |        | 直灌第<br>5 區 |        | 8 支線   |        | 9 支線<br>10 支線 |        | 11 支線  |        | 12 支線  |        | 13 支線<br>14 支線 |  |

## 2.2 水文感測設備建置效益評估

智慧灌溉並非以節水為主要目標，而係適時滿足作物生長之用水需求，並優先利用降雨供作物生長所需，不足時再以人為灌溉補充。本研究以水情資訊掌握度、閘門巡檢操作時效提昇度、水資源利用提昇度、及減少野外作業風險等 4 項因子作為評估指標，其中前 3 項作定量分析、第 4 項則以訪談相關管理人員作定性描述。

### 2.2.1 水情資訊掌握度：

為經監測之實際取水量占灌溉需水量百分比。灌溉水源及儀器可監測水量種類包含幹線取入水量、補助水源、有效雨量、或埤塘調節水量等，依系統所含水源種類及儀器監測對象而定。

$$R_{obs} = \frac{V_{obs}}{V_{irri}} \times 100\% \quad (2)$$

式中

$R_{obs}$ ：水情資訊掌握度，%。

$V_{irri}$ ：灌溉需水量，萬立方公尺。

$V_{obs}$ ：經監測儀器之實際灌溉水量，萬立方公尺。

### 2.2.2 閘門巡檢操作時效提昇度：

設置測報儀器後，管理人員可先於電腦系統確認水情狀況後，必要時再進行現場巡檢操作，可減少無效往返工作站至閘門之路途時間，提昇作業效率。管理人員包含區段管理員、掌水人員、小組長等，依其職掌釐訂作業時間，再評估設置測報儀器對其職掌業務作業時間之減少程度。

1. 區段管理員巡檢時間計算：

$$T_1 = TL_1 \times L_1 \quad (3)$$

式中

$T_1$ ：區段管理員每日巡檢時間，hr/日。

$TL_1$ ：單位距離所花費之巡檢時間，hr/km。

$L_1$ ：巡檢距離，km/日。

2. 掌水人員或協勤人員巡檢時間計算：

$$T_2 = TL_2 \times L_2 \quad (4)$$

式中

$T_2$ ：掌水人員每日巡檢時間，hr/日。

$TL_2$ ：單位距離所花費之巡檢時間，hr/km。

$L_2$ ：巡檢距離，km/日。

### 2.2.3 水資源利用提昇度：

水文感測系統之水資源利用率提昇度可由 2 個面向來評估，一是協助區段管理員即時依據田間實際需求操作支線取水門，每日巡檢操作時間減少，即可減少水門無效配水量，此為水文感測系統建置後即可提昇之顯性效益，如式 5 所示。二是透過水文感測系統所提供之即時資訊及閘門遠端操控，於降雨時及時減少取水量，優先使用有效雨量，遂行適時適量之精準灌溉，此為管理機關可於必要時利用水文感測系統之協助可提昇之隱性效益，如式 6 所示。

$$B_t = (T_u \times D_w \times Q_r) / V_{obs} \times 100\% \quad (5)$$

式中

$B_t$ ：巡檢時效之水資源利用率提昇度 (%)。

$T_u$ ：巡檢縮短時間 (僅計區段管理員) (sec/日)。

$D_w$ ：作業日數 (日)。

$Q_r$ ：每日平均配水流量 (cms)。

$V_{obs}$ ：經監測儀器之實際灌溉水量 ( $m^3$ )。

$$B_r = R / (V_f + L) \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

式中

$B_r$ ：有效雨量之水資源利用率提昇度 (%)。

$R$ ：有效雨量 ( $m^3$ )。

$V_f$ ：田間用水量 ( $m^3$ )。

$L$ ：輸水損失量 ( $m^3$ )。

## 2.2.4 野外作業風險降低：

由於水利小組長、掌水工等作業人員之年齡均大，水情巡查與水門操作存在許多安全風險，水情測報系

統有助於減少野外作業風險，尤其在颱風豪雨期間，相關人員基於責任心多希於現場確認水利設施安全狀況，目前則可透過系統及攝影機掌握現場狀況，大大降低野外作業風險。

## 三、結果與討論

### 3.1 水文感測設備與感測資料檢核

#### 3.1.1 第一階段檢核

檢核 7 ~ 9 月平均流量紀錄，結果如表 2 所示

表 1 114 年 7 月第一階段檢核表

| 序號   | 測站名稱                             | 7 月<br>平均流量                   | 單數<br>組別 | 雙數<br>組別 | 幹線上下游<br>水量差 | 檢核誤差<br>Er | 檢核對象           | 說明                         |
|------|----------------------------------|-------------------------------|----------|----------|--------------|------------|----------------|----------------------------|
| 1    | 竹東圳 1 號隧道口                       | 2.45                          | 1 組      |          | 0.33         | 3.4%       | 樹杞林支線<br>員嶼淨水場 | 第 2 站移至他處                  |
| 2    | 竹東圳樹杞林                           |                               |          |          |              |            |                |                            |
| 3    | 直灌第 1 區取水前                       | 2.12                          |          | 2 組      | 0.56         | 700.0%     | 直灌第 1 區        | 5 號水位計偏低，建議檢查。             |
| 5    | 直灌第 1 區取水後                       | 1.56                          |          |          |              |            |                |                            |
| 6    | 竹東圳 4 支線取水後                      | 1.85                          | 3 組      |          | -0.23        |            | 4 隧損失量         | 5、6 號水位計偏低造成流量差為負值，建議持續觀察。 |
| 7    | 竹東圳 4 號隧道出口                      | 2.08                          |          |          |              |            |                |                            |
| 8    | 直灌第 2 區取水前                       | 2.17                          |          | 4 組      | 0.23         | 7.8%       | 直灌第 2 區        | 正常                         |
| 9    | 竹東圳 5 號隧道入口<br>(直灌第 2 區取水後)      | 1.94                          | 5 組      |          | 0.48         | -70.0%     | 5 隧損失量         | 10 號水位計偏低，建議檢查。            |
| 10   | 竹東圳 5 號隧道出口<br>(直灌第 3 區取水前)      | 1.46                          |          | 6 組      | -0.45        |            | 直灌第 3 區        |                            |
| 11   | 竹東圳 6 號隧道入口<br>(直灌第 3 區取水後)      | 1.91                          | 7 組      |          |              |            |                |                            |
| 12   | 竹東圳八庄支線取水                        | 0.11                          |          |          | 0.04         | -45.9%     | 八庄支線+5 支線      | 14 號水位計偏低，建議檢查。            |
| 13   | 竹東圳 5 支線取水                       | 0.00                          |          |          |              |            |                |                            |
| 14   | 竹東圳 10 號隧道口入口<br>(5 支線取水後)       | 1.56                          |          |          |              |            |                |                            |
| 15   | 竹東圳 11 號隧道口出口<br>(直灌第 4 區取水前)    | 1.87                          |          | 8 組      | 0.02         |            | 直灌第 4 區        |                            |
| 16   | 竹東圳 12 號隧道口出口<br>(左)(直灌第 4 區取水後) | 1.07                          | 9 組      |          | 0.20         | 6.3%       | 6 支線           | 正常                         |
| 17   | 竹東圳 12 號隧道口出口<br>(右)(直灌第 4 區取水後) | 0.79                          |          |          |              |            |                |                            |
| 18   | 竹東圳 6 支線取水後                      | 1.65                          |          | 10 組     | 1.25         | 2.4%       | 7 支線<br>寶山水庫   | 正常                         |
| 20   | 直灌第 5 區取水前                       | 0.40                          | 11 組     |          | 0.08         |            | 直灌第 5 區        |                            |
| 21   | 直灌第 5 區取水後                       | 0.32                          |          | 12 組     | -0.01        | -8.4%      | 8 支線           | 正常                         |
| 22   | 竹東圳 8 支線取水後                      | 0.33                          | 13 組     |          | -0.02        |            | 9 支線+10 支線     |                            |
| 23   | 竹東圳 10 支線取水後                     | 0.35                          |          | 14 組     | 0.23         | 9.7%       | 11 支線          | 正常                         |
| 24   | 竹東圳 11 支線取水後                     | 0.13                          | 15 組     |          | 0.06         |            | 12 支線          |                            |
| 25   | 竹東圳 12 支線取水後                     | 0.07                          |          | 16 組     | 0.02         | -9.5%      | 13 支線+14 支線    | 正常                         |
| 26   | 竹東圳 14 支線                        | 0.05                          |          |          |              |            |                |                            |
| 檢核結果 |                                  | 建議檢查第 10、14 號水位計，5、6 號水位計持續觀察 |          |          |              |            |                |                            |

流量單位：CMS

(7 月為例)，5、6 號水位計偏低造成流量差為負值，但尚在誤差範圍內，建議持續觀察。10 號水位計偏低的現象自 113 年 5 月份即存在，本計畫團隊數次至現場檢查水位計及其附近環境狀況，修正部分水尺零點、儀器未歸零、度量衡格式設定錯誤狀況後，確認誤差來源非屬儀器因素；8 月份檢核亦為偏低，因現場環境因隧道出口端即有多根直灌抽水管，影響流量測值、出口附近亦設有救生爬梯，影響渠道流況；附近已無適合點可供設置，為減少工作站灌溉管理困擾，建議本站撤除，第 9 站與第 11 站之差值則為 5 號隧道損失量及直灌第 3 區使用量合併計算。

第 14 號水位計於 7、8 月檢核測值均偏低，建議檢查，經本計畫團隊 9/8 至現場檢查水位計及其附近環境狀況，修正部分水尺零點、儀器未歸零、度量衡格式設定錯誤狀況後，已消除儀器因素之誤差來源。惟 9 月份檢核結果仍然偏低，研判隧道口、隧道前制水閘、渠道轉彎等因素造成迴水干擾嚴重，環境因素無法改善；鑑於原站點上游無巡視道路可達，無法調整設站位置、本站之檢核對象為八庄支線及 5 支線，日常取水量極低，檢核效益不明顯，為減少工作站灌溉管理困擾，建議本站撤除。

9 月份第一階段檢核結果，8 號及 22 號水位計故障無值，拆除送修後於 11 月 26 日恢復正常運作；7 號及 20 號水位計每日測值不變顯不合理，已派員檢修於 11 月 26 日恢復正常運作。其餘測站之測值尚屬正常。

### 3.1.2 第二階段檢核

因水位站「直灌第 5 區取水後」下游純為農業灌溉用水，供 8~14 支線使用，邊界條件相對單純，故將竹東圳第五、六水利小組為設定為第一組、竹東圳第七、八水利小組為第二組、竹東圳第九、十、十一水利小組為第三組，輸配水損失引用新竹管理處灌溉計畫表如表 3，降雨資料參考中央氣象署新竹站紀錄如表 4，本田期有效雨量則另以逐日記帳法核算。資料分析時間為 114 年一期作本田期（3 月至 6 月），修正後之灌溉需水量計算如表 5。檢核結果如表 6 所示，第一組實際用水量約為灌溉需水量 58.26%、第二組實際用水量約為灌溉需水量 217.93%、第三組實際用水量約為灌溉需水量 57.53%，平均實際用水量約為灌溉需水量 97.69%，惟其中第 11 支線之實際取水量約為灌溉需水量 2 倍以上，且 113 年一期作期間亦有相同的用水趨勢，建議轄站檢討該支線是否有特殊操作習慣或用水需求。

## 3.2 示範場域智慧灌溉設備建置效益評估

### 3.2.1 水情資訊掌握度：

為經監測之實際取水量占灌溉需水量百分比。灌溉水源及儀器可監測水量種類包含幹線取入水量、補助水源、或有效雨量等，依系統所含水源種類及儀器監測對象而定。以竹東圳農業用水而言，經儀器監測之灌溉水量已大於需水量，水情資訊掌握度視為 100%。

惟水情資訊掌握度仍需注意需求尺度，例如本案雖可 100% 掌握主圳灌溉用水狀況，但若降至水利小組尺度，其分線或給水路供水狀況則未能掌握，惟因管理實務上暫無此需求，故目前暫無需再增設水文感測設備，以免徒增建置與維護管理經費與人力成本。

### 3.2.2 閘門巡檢操作時效提昇度：

水位測站「竹東圳直灌第 5 區取水後」後純為農業灌溉用水，故以竹東圳第五~十一小組為例，巡檢時效改善評核如表 7 所示。巡檢人員及對象分別為區段管理員對支線、掌水人員對分線及主給、小組長對小組。竹東工作站目前編制為區段管理員 4 名、掌水人員（協勤人員）3 名、小組長 12 名，其中區段管理員負責巡視支線、掌水人員負責巡視分線及主給、小組長負責巡視小組。巡檢時間以每日巡視單位面積或單位長度核算，因目前測報儀器裝設於幹線上，直接對區段管理員有助益，其巡檢作業視上坪堰及支線取水門調整頻率而定，設置自動測報設施前，約 2.5 日 1 次，設置後每日均可於電腦上監看取入水量及各支線分配情形，約降低現場巡檢頻率至 5 日 1 次。掌水人員（協勤人員）則依區段管理員監看電腦資料後之指示，其巡檢時數由每日 6 小時略為縮短為 5 小時。各小組時效提昇度約 19.49%~24.01%，平均約 22.22%。

### 3.2.3 水資源利用提昇度：

以竹東圳第五~十一小組為例，因區段管理員提昇巡檢時效可直接減少無效配水量，故將表 7 之區段管理員巡檢時效提昇度代入式 5，可推估巡檢時效所附加的水資源利用提昇度約為 2.13%，為水文感測系統建置後即可提昇之顯性效益。

將表 5 之有效雨量、灌溉需水量代入式 6，可推估有效雨量所附加的水資源利用提昇度約為 19.4%，為管理機關可於必要時利用水文感測系統之協助可提昇之隱性效益。

### 3.2.4 野外作業風險降低：

由於水利小組長、掌水工等作業人員之年齡均大，水情巡查與水門操作存在許多安全風險，水情測報系統有助於減少野外作業風險，尤其在颱風豪雨期間，相關人員基於責任心多希於現場確認水利設施安全狀況，目前則可透過系統及攝影機掌握現場狀況，大大降低野外作業風險。

資料來源：農田水利署新竹管理處

[illegible]

表 4 114 年新竹氣象站逐日雨量資料

|      | 一月   | 二月   | 三月   |      | 四月   |       | 五月   |     | 六月   |      | 七月   |    | 小計    |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|------|------|------|----|-------|
|      | 測值   | 測值   | 測值   | 有效   | 測值   | 有效    | 測值   | 有效  | 測值   | 有效   | 測值   | 有效 |       |
| 1    | 3.5  | 5.5  | -    | 0    | 4.5  | 4.5   | -    | 0   | 0.5  | 0.5  | -    | 0  |       |
| 2    | 6.5  | 3    | -    | 0    | -    | 0     | -    | 0   | -    | 0    | -    | 0  |       |
| 3    | -    | 2    | 1.5  | 1.5  | -    | 0     | T    | 0   | 9.5  | 9.5  | -    | 0  |       |
| 4    | -    | 1    | 46.5 | 30   | -    | 0     | T    | 0   | 9    | 9    | T    | 0  |       |
| 5    | -    | -    | 14   | 6    | 16   | 16    | T    | 0   | 13   | 13   | T    | 0  |       |
| 6    | -    | -    | 16.5 | 6    | 2    | 2     | -    | 0   | 1    | 1    | T    | 0  |       |
| 7    | -    | T    | 1    | 1    | T    | 0     | 57.5 | 30  | -    | 0    | 40.5 | 30 |       |
| 8    | T    | T    | T    | 0    | -    | 0     | T    | 0   | -    | 0    | 32   | 6  |       |
| 9    | -    | -    | -    | 0    | T    | 0     | T    | 0   | -    | 0    | 168  | 6  |       |
| 10   | -    | -    | -    | 0    | 45.5 | 30    | 70   | 18  | -    | 0    | 6    | 6  |       |
| 11   | T    | -    | T    | 0    | 0.5  | 0.5   | 36.5 | 6   | -    | 0    | X    |    |       |
| 12   | -    | 17.5 | T    | 0    | 50   | 6     | T    | 0   | 5    | 5    |      |    |       |
| 13   | -    | 23.5 | 46   | 30   | 5    | 5     | -    | 0   | 4    | 4    |      |    |       |
| 14   | -    | T    | 0.5  | 0.5  | -    | 0     | -    | 0   | T    | 0    |      |    |       |
| 15   | 0.5  | -    | 56.5 | 30   | -    | 0     | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 16   | -    | -    | 7    | 6    | -    | 0     | -    | 0   | T    | 0    |      |    |       |
| 17   | -    | -    | -    | 0    | -    | 0     | -    | 0   | 2.5  | 2.5  |      |    |       |
| 18   | T    | T    | T    | 0    | T    | 0     | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 19   | 4    | -    | -    | 0    | 23.5 | 23.5  | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 20   | -    | T    | -    | 0    | 10   | 10    | -    | 0   | T    | 0    |      |    |       |
| 21   | -    | 0.5  | -    | 0    | -    | 0     | T    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 22   | 1    | -    | -    | 0    | -    | 0     | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 23   | T    | 4    | -    | 0    | 12.5 | 12.5  | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 24   | T    | T    | -    | 0    | 1.5  | 1.5   | 71.5 | 30  | -    | 0    |      |    |       |
| 25   | -    | T    | -    | 0    | 10.5 | 10.5  | 2    | 2   | -    | 0    |      |    |       |
| 26   | 5.5  | 1    | -    | 0    | 1    | 1     | 13   | 10  | -    | 0    |      |    |       |
| 27   | 4.5  | T    | -    | 0    | -    | 0     | -    | 0   | T    | 0    |      |    |       |
| 28   | -    | -    | T    | 0    | 17.5 | 17.5  | 6    | 6   | 9    | 9    |      |    |       |
| 29   | -    |      | T    | 0    | -    | 0     | 64   | 30  | 25   | 25   |      |    |       |
| 30   | -    |      | 16.5 | 16.5 | -    | 0     | -    | 0   | -    | 0    |      |    |       |
| 31   | 1    |      | 33   | 22.5 |      |       | -    | 0   |      |      |      |    |       |
| 總和   | 26.5 | 58   | 239  |      | 200  |       | 321  |     | 78.5 |      | 246  |    | 1,169 |
| 有效雨量 |      |      |      | 150  |      | 140.5 |      | 132 |      | 78.5 |      | 48 | 549   |

註 1: 單位: mm

註 2: "T"表示雨跡, 降水量小於 0.5 mm; "X"表儀器故障或無紀錄。

註 3: 測值資料來源為中央氣象署, 有效雨量為本團隊以逐日計帳法核算。

註 4: 1 月為非灌期、2 月為整田期, 不計有效雨量。

表 5 竹東圳 114 年一期作各水利小組灌溉需水量計畫表

|   | 小組別    | 竹東圳<br>第一 | 竹東圳<br>第二 | 竹東圳<br>第三 | 竹東圳<br>第四 | 竹東圳<br>第五 | 竹東圳<br>第六 | 竹東圳<br>第七 | 竹東圳<br>第八 | 竹東圳<br>第九 | 竹東圳<br>第十 | 竹東圳<br>第十一 | 合計        |
|---|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
|   | 小組面積   | 41.05     | 14.75     | 32.38     | 69.94     | 49.47     | 34.64     | 52.13     | 40.51     | 45.81     | 67.67     | 81.34      | 582.48    |
|   | 計畫灌溉面積 | 37.07     | 13.32     | 29.24     | 63.16     | 44.67     | 31.28     | 47.07     | 36.58     | 41.37     | 61.11     | 73.45      | 526       |
|   | 實際耕種面積 | 26.69     | 9.59      | 21.05     | 45.47     | 32.16     | 22.52     | 33.89     | 26.34     | 29.78     | 44.00     | 52.88      | 379       |
|   | 計畫需水深  | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410       | 410        |           |
| 3 | 田間需水量  | 109,425   | 39,318    | 86,314    | 186,436   | 131,870   | 92,338    | 138,961   | 107,986   | 122,114   | 180,385   | 216,824    | 1,552,691 |
| 月 | 輪配水損失量 | 45,594    | 16,383    | 35,964    | 77,682    | 54,946    | 38,474    | 57,900    | 44,994    | 50,881    | 75,160    | 90,344     | 646,955   |
| 份 | 有效雨量   | 40,034    | 14,385    | 31,578    | 68,208    | 48,245    | 33,782    | 50,839    | 39,507    | 44,676    | 65,994    | 79,326     | 568,058   |
|   | 灌溉需水量  | 114,985   | 41,316    | 90,700    | 195,909   | 138,571   | 97,030    | 146,022   | 113,473   | 128,319   | 189,551   | 227,842    | 1,631,588 |
|   | 計畫需水深  | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450       | 450        |           |
| 4 | 田間需水量  | 120,101   | 43,154    | 94,735    | 204,625   | 144,735   | 101,347   | 152,518   | 118,521   | 134,027   | 197,983   | 237,978    | 1,704,173 |
| 月 | 輪配水損失量 | 50,042    | 17,981    | 39,473    | 85,260    | 60,306    | 42,228    | 63,549    | 49,384    | 55,845    | 82,493    | 99,158     | 710,072   |
| 份 | 有效雨量   | 37,498    | 13,474    | 29,578    | 63,888    | 45,190    | 31,643    | 47,619    | 37,005    | 41,846    | 61,815    | 74,302     | 532,081   |
|   | 灌溉需水量  | 132,645   | 47,662    | 104,629   | 225,997   | 159,852   | 111,932   | 168,447   | 130,900   | 148,026   | 218,662   | 262,834    | 1,882,165 |
|   | 計畫需水深  | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523       | 523        |           |
| 5 | 田間需水量  | 139,584   | 50,155    | 110,103   | 237,820   | 168,215   | 117,788   | 177,260   | 137,748   | 155,769   | 230,101   | 276,583    | 1,980,628 |
| 月 | 輪配水損失量 | 58,160    | 20,898    | 45,876    | 99,091    | 70,089    | 49,078    | 73,858    | 57,395    | 64,904    | 95,875    | 115,243    | 825,262   |
| 份 | 有效雨量   | 35,230    | 12,659    | 27,789    | 60,023    | 42,456    | 29,728    | 44,739    | 34,766    | 39,315    | 58,075    | 69,807     | 499,891   |
|   | 灌溉需水量  | 162,514   | 58,394    | 128,190   | 276,888   | 195,848   | 137,137   | 206,379   | 160,376   | 181,359   | 267,901   | 322,020    | 2,305,999 |
|   | 計畫需水深  | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439       | 439        |           |
| 6 | 田間需水量  | 117,165   | 42,099    | 92,419    | 199,623   | 141,197   | 98,870    | 148,790   | 115,624   | 130,751   | 193,144   | 232,161    | 1,662,516 |
| 月 | 輪配水損失量 | 48,819    | 17,541    | 38,508    | 83,176    | 58,832    | 41,196    | 61,996    | 48,177    | 54,480    | 80,477    | 96,734     | 692,715   |
| 份 | 有效雨量   | 20,951    | 7,528     | 16,526    | 35,696    | 25,248    | 17,679    | 26,606    | 20,675    | 23,380    | 34,537    | 41,514     | 297,284   |
|   | 灌溉需水量  | 145,033   | 52,113    | 114,401   | 247,103   | 174,781   | 122,386   | 184,179   | 143,125   | 161,850   | 239,083   | 287,381    | 2,057,947 |
|   | 計畫需水深  | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822     | 1,822      |           |
| 小 | 田間需水量  | 486,275   | 174,727   | 383,571   | 828,503   | 586,017   | 410,343   | 617,528   | 479,878   | 542,661   | 801,613   | 963,547    | 6,900,009 |
| 計 | 輪配水損失量 | 202,615   | 72,803    | 159,821   | 345,210   | 244,174   | 170,976   | 257,303   | 199,949   | 226,109   | 334,005   | 401,478    | 2,875,004 |
|   | 有效雨量   | 133,712   | 48,045    | 105,471   | 227,816   | 161,139   | 112,833   | 169,803   | 131,953   | 149,217   | 220,422   | 264,949    | 1,897,313 |
|   | 灌溉需水量  | 555,177   | 199,485   | 437,920   | 945,897   | 669,053   | 468,486   | 705,028   | 547,874   | 619,553   | 915,197   | 1,100,076  | 7,877,699 |

面積單位：公頃

水深單位：mm

水量單位：萬立方公尺

表 6 竹東圳 114 年一期作第二階段檢核表

| 小組別    | 竹東圳<br>第五、六小組 | 竹東圳<br>第七、八小組 | 竹東圳<br>第九、十、十一小組 | 合計        |
|--------|---------------|---------------|------------------|-----------|
| 灌溉系統   | 8、9 支線        | 10、11、12 支線   | 13、14 支線         |           |
| 小組面積   | 176.75        | 176.75        | 194.82           | 548.32    |
| 計畫灌溉面積 | 84.11         | 92.64         | 175.92           | 352.67    |
| 實際耕種面積 | 60.14         | 66.24         | 133.7            | 260.08    |
| 田間用水量  | 996,360       | 1,097,406     | 2,307,821        | 4,401,587 |
| 輪配水損失量 | 415,150       | 457,252       | 961,592          | 1,833,994 |
| 有效雨量   | 273,972       | 301,756       | 634,587          | 1,210,316 |
| 灌溉需水量  | 1,137,538     | 1,252,901     | 2,634,826        | 5,025,266 |
| 實際取水量  | 662,714       | 2,730,501     | 1,515,717        | 4,908,932 |
| 實際取水率  | 58.26%        | 217.93%       | 57.53%           | 97.69%    |

註：面積單位：公頃

水量單位：立方公尺

表 7 巡檢時效改善計算表

| 小組別                   | 竹東圳<br>第五、六小組 | 竹東圳<br>第七、八小組 | 竹東圳第九、十、<br>十一小組 | 合計     |
|-----------------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| 灌溉系統                  | 8、9 支線        | 10、11、12 支線   | 13、14 支線         |        |
| 小組面積                  | 84.11         | 92.64         | 189.52           | 366.27 |
| 支線長度                  | 2.28          | 1.32          | 4.93             | 8.53   |
| 分線及主給長度               | 2.73          | 6.08          | 6.25             | 15.06  |
| 區段管理員原巡視支線時間(hr/日)    | 0.27          | 0.16          | 0.59             | 1.02   |
| 掌水人員原巡視分線及主給時間(hr/日)  | 1.09          | 2.43          | 2.50             | 6.02   |
| 區段管理員改善巡視支線時間(hr/日)   | 0.14          | 0.08          | 0.30             | 0.51   |
| 掌水人員改善巡視分線及主給時間(hr/日) | 0.90          | 2.01          | 2.06             | 4.97   |
| 原巡檢所需時間               | 1.37          | 2.59          | 3.09             | 7.05   |
| 改善巡檢所需時間              | 1.04          | 2.09          | 2.36             | 5.48   |
| 時效提昇度                 | 24.01%        | 19.49%        | 23.72%           | 22.22% |

面積單位：公頃、長度單位：公里、時間單位：小時

區段管理員 4 名、掌水人員 3 名、小組長 12 名

本站-水源-支線取水門，以 20km 計，6hr, 2.5 日 1 次，

$6/20/2.5=0.12\text{hr/km/日}$ ,  $6/20/5=0.06\text{hr/km/日}$

掌水人員每日巡視,  $15.06\text{km}$ ,  $6\text{hr}$ ,  $6/15.06=0.4\text{hr/km}$ ；改善為  $5\text{hr}$ ,  $5/15.06=0.33$

表 8 水資源利用提昇度計算表

| 小組別                     | 竹東圳<br>第五、六小組 | 竹東圳<br>第七、八小組 | 竹東圳<br>第九、十、十一小組 | 合計        |
|-------------------------|---------------|---------------|------------------|-----------|
| 灌溉系統                    | 8、9 支線        | 10、11、12 支線   | 13、14 支線         |           |
| 巡檢時效之水資源利用提昇度           | 0.57%         | 0.33%         | 1.23%            | 2.13%     |
| 巡檢縮短時間 (hr/日)           | 0.14          | 0.08          | 0.30             | 0.51      |
| 作業日數 (日)                | 122           | 122           | 122              | 122       |
| 平均流量 (cms)              | 0.06          | 0.26          | 0.14             | 0.46      |
| 實際灌溉量 ( $\text{m}^3$ )  | 622,714       | 2,730,501     | 1,515,717        | 4,868,932 |
| 有效雨量之水資源利用提昇度           | 19.4%         | 19.4%         | 19.4%            | 19.4%     |
| 有效雨量 (萬 $\text{m}^3$ )  | 27.4          | 30.2          | 63.5             | 121       |
| 田間用水量 (萬 $\text{m}^3$ ) | 99.6          | 109.7         | 230.8            | 440       |
| 輸水損失量 (萬 $\text{m}^3$ ) | 41.5          | 45.7          | 96.2             | 183       |

#### 四、結論與建議

1. 本研究建議以水情資訊掌握度、閘門巡檢操作時效提昇度、水資源利用提昇度、及野外作業風險降低等 4 項因子作為智慧灌溉技術推動之效益評估指標。其中前 3 項為定量分析，第 4 項野外作業風險之減少尚未進行量化評估，僅以現場人員訪談代之，建議未來進行量化評估。
2. 其中水情資訊掌握度為可監測水量占灌溉需水量比值，以竹東圳第五~十一小組為例，經儀器監測之灌溉水量已大於需水量，水情資訊掌握度視為 100%。閘門巡檢操作時效提昇度為巡檢人員對設施巡檢的

- 時效提昇，因目前測報儀器裝設於幹線上，直接對區段管理員有助益，其巡檢作業視上坪堰及支線取水門調整頻率而定，掌水協勤人員則依區段管理員監看電腦資料後之指示，巡檢時數可略為縮短。整體巡檢時效提昇度約 22.22%。
3. 水文感測系統之水資源利用提昇度可由顯性及隱性 2 個面向來評估：一為閘門巡檢操作時效提昇而減少水門無效配水量，此為水文感測系統建置後即可提昇之顯性效益，約 2.13%。二為提昇有效雨量之利用率，此為管理機關可於必要時利用水文感測系統之協助可提昇之隱性效益，約 19.4%。
  4. 本研究在評估智慧灌溉技術示範場效建置效益前，先進行二階段的資料檢核，第一階段檢核係用以評

估儀器之正確性與穩定性；第二階段檢核則分析灌溉計畫與實際配水量之差異。檢核結果及建議如下：

- (1) 經第一階段檢核，竹東圳第 10 號（竹東圳 5 號隧道入口（直第 3 區取水前））及 14 號（竹東圳 5 號隧道入口（5 支線取水後））測站難以排除環境因素造成之誤差干擾，鑑於其檢核對象用水占比低或有其他測站可替代，為避免管理困擾，建議予以撤除。
- (2) 經第二階段檢核，竹東圳第五、六水利小組實際用水量約為灌溉需水量 58.26%、竹東圳第七、八水利小組實際用水量約為灌溉需水量 217.93%、竹東圳第九、十、十一水利小組實際用水量約為灌溉需水量 57.53%。雖平均實際用水量約為灌溉需水量 97.69%，惟其中第 11 支線之實際取水量約為灌溉需水量 2 倍以上，且 113 年一期作期間亦有相同的用水趨勢，建議轄站檢討該支線是否有特殊操作習慣或用水需求。

## 致謝

本研究受農業部農田水利署經費資助（計畫編號：114 前瞻 V-2.1-利-01），以及研究期間承蒙農業部農田水利署新竹管理處管理組及竹東工作站諸位同仁先進提供寶貴意見及現地協助，特此致謝。

## 參考文獻

1. 農業部農田水利署，113 年度「大尺度智慧灌溉示範場域建置計畫」，2024。
2. 農業部農田水利署，智慧灌溉技術於新竹灌區之研究與應用，2024。
3. 農業部農田水利署，智慧灌溉技術於新竹灌區之研究與應用，2023。
4. 農業部農田水利署，智慧灌溉設備規劃設計監造作業委託技術服務計畫，2023。
5. 農業部農田水利署，智慧化之大尺度灌溉示範場域建置及農業水資源物聯網 2.0 建構計畫，2023。
6. 行政院農業委員會農田水利署，111 年度智慧灌溉：智慧化之大尺度灌溉示範場域建置計畫，2022。
7. 行政院農業委員會農田水利署，111 年度示範場域之農業水資源物聯網 2.0 建構計畫，2022。
8. 經濟部水利署南區水資源局，精進灌溉節水管理技術-以嘉南灌區為例，2017，。
9. 行政院農業委員會，109 年度「農田水利灌溉管理資訊整合應用與推廣計畫」，2020。
10. 經濟部，前瞻基礎建設計畫—水環境建設，建置水資源智慧管理及創新節技術計畫，2020。
11. 經濟部水利署水利規劃試驗所，智慧水管理整體建構規劃，2019。

收稿日期：民國 115 年 01 月 22 日

修改日期：民國 115 年 03 月 07 日

接受日期：民國 115 年 03 月 18 日