

前瞻規劃，維護農業資源永續



即時監測灌溉水質 新技術防範污染

廖珮好¹

壹、前言

農業係人民生活與健康之基本產業，維護農業生產環境安全是確保

農業永續發展之重要工作。早年國內著重經濟發展，對於國土利用之合理性缺乏整體規劃考量，雖然農田水利會所管圳路是以提供農田灌溉排水服

註 1：行政院農業委員會農田水利處。

務為主，其他排水應由各地方政府及目的事業主管機關負責，然而早期農田水利會就既有圳路配合協助排水，加上社會對於環境保護之觀念較為薄弱，導致各式工廠普遍存於農業區內，致使近來灌溉水質受污染事件頻傳，成為農業生產環境管理之一大威脅。

行政院農業委員會（簡稱農委會）主管全國農、林、漁、牧及糧食行政事務，按農業發展條例第 62 條：「為維護農業生產及農村生活環境，主管機關應採取必要措施，防止農業生產對環境之污染及非農業部門對農業生產、農村環境、水資源、土地、空氣之污染」，需積極解決農產品安全、灌溉水質保護及農業用地污染日益嚴重的問題。爰此，農委會透過科技研究計畫發展新應用與管理技術，研發整合型科技管理解決方案，將相關先進管理觀念導入國內農業環境保護體系中，以「農業生產環境安全管理研發計畫」發展現代化之灌溉水質監測管理工作，囿於人力、經費有限之情況下，透過科技研發技術協助污染溯源，以提升灌溉用水品質，維護農業生產環境之永續。

貳、國內農田水利會連續水質自動監測技術發展

過去農田水利會對於灌溉水源及圳路之水質監測方式，主要係以人工定期採樣方式辦理。對於工業廢水

非法介入灌溉系統之情事，常因事業單位惡意於夜間、假日、大雨等不同時段排放廢污水，如以人工定期採樣監測水質，受限於採樣頻率及時機，難以有效掌握水質實際狀況。近年來國內外環境自動監測技術上不斷創新，包括感測技術、資訊傳輸、供電系統，或設置維護便利性上都有所突破與進展。建構連續水質自動監測站網，補強人工採樣之不足，以發揮更佳之監測效果。

農委會於 104 年起補助苗栗、彰化、高雄農田水利會購置連續水質自動監測設備，其中桃園、石門、新竹、臺中及高雄農田水利會亦陸續自行採購該設備，農委會又於 105 年起助國立臺灣大學辦理農業生產環境安全管理研發計畫，除持續建置基本型連續水質自動監測站外，亦導入重金屬型連續水質自動監測站，將其設置於具污染疑慮之農田水利會。至今農委會共設置 61 處自動監測站，分布如圖 1，涵蓋桃園、石門、新竹、苗栗、臺中、彰化及高雄等 7 個農田水利會，各測站基本資料彙整如表 1，包含重金屬測站 5 站（桃園 2 站、臺中 1 站、彰化 1 站、高雄 1 站），現場如圖 2 所示，基本測站 56 站（桃園 17 站、石門 2 站、新竹 4 站、苗栗 1 站、臺中 8 站、彰化 13 站、高雄 11 站），現場如圖 3 所示。

連續水質自動監測站之運行係由資料庫端、現場端、實驗室端三部分

組成，構成設備包含智慧型控制紀錄器、pH 感測器、EC 感測器、水質自動採樣器。針對水質自動監測站所回傳之監測數據，設定閾值之主要目的在解析連續監測數據所代表之水質變化特性，設定一行動管理閾值，當自動監測達此閾值時，即可啟動相關管理作為（如現場巡檢、水質採樣等）。基本指標氫離子濃度指數（pH 值）管理閾值設定，係比照灌溉用水水質標準限值：下限 6，上限 9。但基本



圖 1. 農田水利會灌溉水質自動監測站分布。

表 1. 農田水利會連續水質自動監測站基本資料

項次	水利會 轄區	測站位置	水源	自動 採樣	監測項目	座標 (X,Y)
1	桃園	坑子口圳取水口	南崁溪		pH、EC、水溫	25.081168, 121.271556
2		蘆竹排水滲肩埤匯入口	蘆竹排水		pH、EC、水溫	25.069437, 121.263607
3		三塊厝支線 25-3 號河水堰	三塊厝 支線	V	pH、EC、水溫	25.029873, 121.240884
4		徐厝排水導水路取水口	徐厝排水	V	pH、EC、水溫	25.057562, 121.275492
5		新屋溪 70-4 號河水取水口	新屋溪		pH、EC、水溫	24.994274, 121.084755
6		新街溪 36 號河水堰取水口	新街溪		pH、EC、水溫	25.017521, 121.229744
7		紅毛圳取水口	茄苳溪		pH、EC、水溫	24.881568, 120.990477
8		老街溪 42 號河水取水口	老街溪		pH、EC、水溫	24.997522, 121.215173
9		二支線取水口	桃園大圳	V	pH、EC、水溫、水位	24.967969, 121.273407
10		老街溪 6-14 號取水	老街溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.991676, 121.214848
11		茄苳溪上游	茄苳溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.966881, 121.288432
12		下中福排水	下中福 排水	V	pH、EC、水溫、水位	24.975563, 121.268558
13		埔心溪 24 號導水路	埔心溪	V	pH、EC、水溫、水位	25.022946, 121.254812
14		埔心溪 25-7 號導水路	埔心溪	V	pH、EC、水溫、水位	25.039952, 121.240753
15		三塊厝支線 25 號導水路	三塊厝 支線	V	pH、EC、水溫、水位	25.037453, 121.231535
16		洽溪 6-5 號取水	洽溪	V	pH、EC、水溫、水位	25.007356, 121.199792
17		新街溪 34 號導水路	新街溪	V	pH、EC、水溫、水位	25.001574, 121.231123
18		新街溪上游	新街溪	V	pH、EC、水溫、鎘、 鉛、銅、鎳、鋅	24.985094, 121.233615
19		三塊厝支線新莊 3 號橋	三塊厝 支線	V	pH、EC、水溫、鎘、 鉛、銅、鎳、鋅	25.028117, 121.241714
20	石門	環頂支渠廣興分渠取水口	石門大圳		pH、EC、水溫	24.925484, 121.193321
21		員樹林支渠下游	石門大圳		pH、EC、水溫	24.925695, 121.301538
22	新竹	廣源記圳取水口	霄裡溪		pH、EC、水溫	24.842456, 121.143842

(接續上頁表 1)

項次	水利會 轄區	測站位置	水源	自動 採樣	監測項目	座標 (X,Y)
23	新竹	汀甫圳牛埔溪支線取水口	牛埔溪		pH、EC、水溫、水位	24.791934, 120.944283
24		汀甫圳牛埔溪支線下游	牛埔溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.793355, 120.936127
25		汀甫圳八輪支線	汀甫圳	V	pH、EC、水溫、水位	24.794295, 120.930989
26	苗栗	山仔坪圳中游	中港溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.677558, 120.883261
27	臺中	詹厝園圳取水口	頭汴坑溪		pH、EC、水溫	24.100933, 120.697931
28		苑裡圳山柑支線第 35 給水取水口	新復溝	V	pH、EC、水溫	24.407002, 120.656677
29		大突寮圳一給取水口	大里溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.092111, 120.685132
30		大突寮圳一給下游	大里溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.091148, 120.679059
31		詹厝園圳中興大排取水口	中興大排	V	pH、EC、水溫、水位	24.093346, 120.683662
32		詹厝園圳 1 給水	頭汴坑溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.082849, 120.676231
33		八寶圳牛稠支線	大甲溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.230905, 120.724396
34		八寶圳上埤支線	大甲溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.212149, 120.726657
35		詹厝園圳 2、3 給匯流處	中興大排	V	pH、EC、水溫、鎘、鉛、銅、鎳、鋅、鉻	24.089002, 120.672452
36		彰化	東西二圳嘉犁支線取水口	烏溪	V	pH、EC、水溫、水位
37	東西二圳公厝支線取水口		烏溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.076729, 120.521812
38	東西三圳鐵山支線取水口		烏溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.095102, 120.525158
39	四、六股圳分水門		烏溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.118988, 120.528587
40	新埤舊圳取水口		番雅溝	V	pH、EC、水溫、水位	24.100158, 120.477654
41	新圳取水口		洋子厝溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.077984, 120.492720
42	東西三圳中游		烏溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.095481, 120.539323
43	金屯圳取水口		石筍排水	V	pH、EC、水溫、水位	24.005270, 120.555883
44	泉成圳 (彰水路)		就濁水溪	V	pH、EC、水溫、水位	23.911862, 120.474895
45	安東二排		安東二排	V	pH、EC、水溫、水位	24.046264, 120.487384
46	公厝支線南圳分線	烏溪	V	pH、EC、水溫、水位	24.075564, 120.508459	
47	三家春排水	三家春排水	V	pH、EC、水溫、水位	24.005636, 120.553144	
48	番雅溝支線取水口	番雅溝	V	pH、EC、水溫、水位	24.097100, 120.512381	
49	新圳中游	洋子厝溪	V	pH、EC、水溫、鎘、鉛、銅、鎳、鋅、鉻	24.092403, 120.477308	
50	高雄	湖內二仁圳取水口	二仁溪	V	pH、EC、水溫、水位	22.892527, 120.254613
51		五甲尾溝為隨抽水站	五甲尾溝	V	pH、EC、水溫、水位	22.813590, 120.302225
52		仕隆圳取水口	後勁溪		pH、EC、水溫	22.729136, 120.303386
53		涵口圳	區排		pH、EC、水溫、鎘、鉛、銅、鎳、鋅、鉻	22.900377, 120.236183
54		湖內二仁圳幹線下游	二仁溪		pH、EC、水溫、水位	22.899641, 120.234653
55		灣裡圳取水	阿公店溪		pH、EC、水溫、水位	22.800297, 120.286489
56		托子支線取水	阿公店水庫		pH、EC、水溫、水位	22.815125, 120.325266
57		托子支線中游	阿公店水庫		pH、EC、水溫、水位	22.810709, 120.310449
58		大埔支線下游	阿公店水庫		pH、EC、水溫、水位	22.822486, 120.307677
59		曹公圳導水路幹線	高屏溪		pH、EC、水溫、水位	22.645365, 120.419526
60		曹公舊圳幹線上游	高屏溪		pH、EC、水溫、水位	22.631031, 120.387717
61	曹公新圳幹線上游	高屏溪		pH、EC、水溫、水位	22.651379, 120.382769	

指標電導度（EC）因測站特性不同，數據變化差異甚大，可將測站區分為水源型及圳路型，水源型測站作為水源水質監控，具有水量大、水質穩定之特性（圖 4）；圳路型測站作為圳路是否有異常介入之水質監控，水量相對較小、水質變異程度相對複雜（圖 5）。

參、應用樹脂縮時膠囊技術協助污染溯源提升灌溉用水品質

農田水利會除建置連續水質自動連續監測設備，克服傳統人工水質檢驗採樣時效侷限問題，然現行連續監測測報設備所費不貲，無法大量廣設，監測密度仍然有限，故農委會補助國立臺灣大學研發之「樹脂縮時膠囊」，為環境指紋辨識方法之一，不

僅降低單位成本及可行性，更能廣泛布設於具污染疑慮圳路或事業廢污水排放口，限縮廢水違法排放之區域，進一步提供相關環保稽查單位明確目標，期能利用有限資源，為灌溉水質監督做最大化的運用。

農業灌溉水質中最需關注者為重金屬濃度，與農地土壤與食品安全最為相關，但重金屬濃度之檢測過去主要仰賴採樣後送實驗室進行檢驗，取得數據時間常需 2 周以上，無法滿足即時處理之時效性。樹脂縮時膠囊係利用樹脂離子交換為基材製作而成，農田水利會運用將其投放於監測區域，一段時間後收回監測包，以 X 射線螢光分析儀（XRF）檢測樹脂膠囊所吸附之重金屬，掌握污染源之分布特性。

因「樹脂縮時膠囊」可降低水質



圖 2. 連續水質重金屬自動監測站（桃園水利會新街溪上游測站）。



圖 3. 連續水質基本型自動監測站（桃園水利會埔心溪 25-7 號導水路測站）。

調查成本，並可連續紀錄水質重金屬含量，農委會統計至 108 年 8 月 31 日止計有臺灣桃園、苗栗、臺中、彰化、高雄等農田水利會自行向國立臺灣大學申請（表 2），總計申請數量共 1,841 個，相關運用成果亦透過每季行政院環境保護署召開之農業水土污染管制跨部合作會議，提供環保單位做有效稽查、取締、裁罰等行動，以嚇阻偷排污染行為。

以臺灣彰化農田水利會為例，首先運用灌區內設置之 8 臺基本型及 1 臺重金屬型連續水質自動監測站資料，初步判斷可能之污染趨勢（圖 6），配合地理資訊圖資聚焦污染熱區與特徵（圖 7），經現場布放樹脂縮時膠囊回收後以 XRF 檢測（圖 8），檢測結果除可用於彈性調度灌溉水質監測區域，並可提供環保單位做有效稽查。其中彰化水利會更於 106 年首

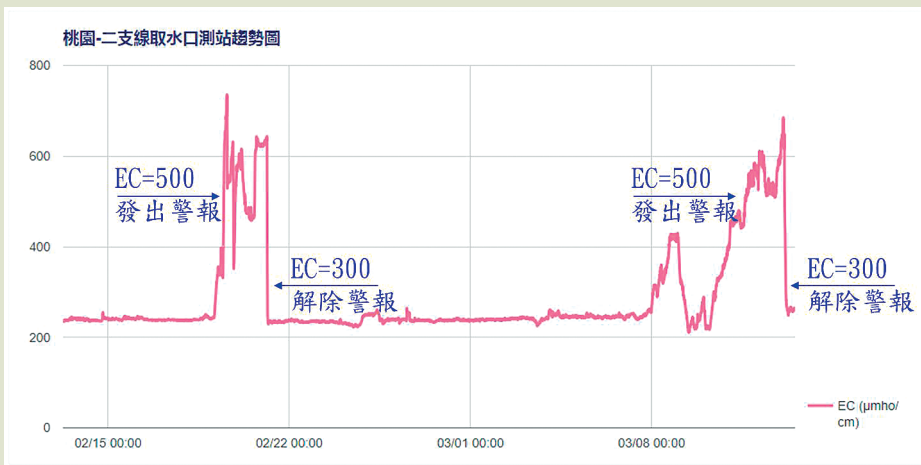


圖 4. 水源型測站 EC 管理閾值設定案例。



圖 5. 圳路型測站 EC 管理閾值設定案例。

次運用「樹脂縮時膠囊」即協助環保單位破獲金表業東西二圳偷排案件，促使彰化縣政府於 107 年 9 月公告發布實施東西二、三圳及八堡一圳劃定 6 項重金屬（鎘、總鉻、六價鉻、銅、鋅、鎳）總量管制區。

肆、結語

臺灣部分灌排圳路因引灌區域排水、回歸水受民眾及相關環保團體

表 2. 農田水利會申請國立臺灣大學研發樹脂縮時膠囊統計表

申請日期	申請單位	數量 (個)
106 年 10 月 17 日	彰化農田水利會	陽離子：68
106 年 11 月 16 日	彰化農田水利會	陽離子：100 陰離子：100
107 年 4 月 16 日	彰化農田水利會	陽離子：100 陰離子：100
107 年 6 月 7 日	桃園農田水利會	陽離子：200
107 年 7 月 26 日	臺中農田水利會	陽離子：125 陰離子：125
107 年 9 月 6 日	苗栗農田水利會	陽離子：102
107 年 11 月 1 日	臺中農田水利會	陽離子：300 陰離子：300
107 年 11 月 2 日	彰化農田水利會	陽離子：100 陰離子：100
107 年 11 月 30 日	臺中農田水利會	陽離子：15
108 年 3 月 8 日	高雄農田水利會	陽離子：6

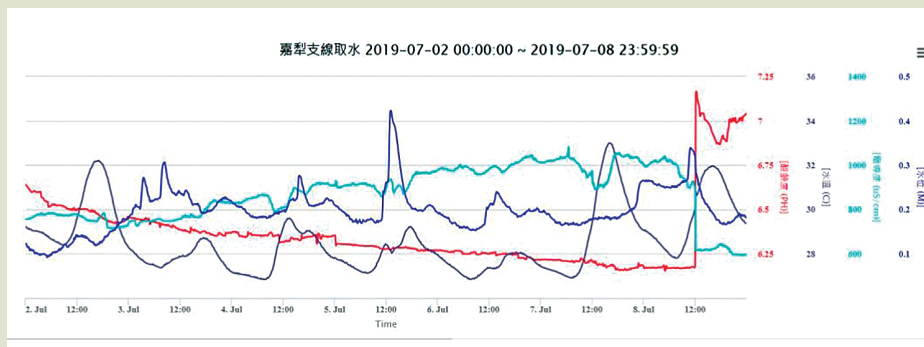


圖 6. 運用連續水質自動監測數據瞭解可能污染趨勢。



圖 7. 運用地理資訊圖資聚焦可能污染熱區。

極大關注，因此透過連續水質自動監測站之建置，結合樹脂縮時膠囊技術協助污染溯源，建立污染緊急應變措施，並強化管理效能，進而提升灌溉用水品質，降低農業生產環境之危害有其必要性。由於農業灌溉水路受工業污染介入情形，常具時間不確定性及環境條件之隱密性，因農田水利會定期監測或環保單位稽查人力皆更不足，常無法應對此類惡意迴避之污染排放情事，農委會將持續輔導農田水利會運用科技研發技術，透過判釋連續水質自動監測數據趨勢，布設樹脂縮時膠囊限縮可能污染源，以改善人工定期監測灌溉水質之侷限性，提升整體檢測效能。

近年來，農田水利會與環保單位持續加強合作，在水質監測資訊共享之情況下，更有效查獲不良業者偷排事件，農委會將持續督促農田水利會除依年度監測計畫進行監測工作外，並運用科技研發技術針對可能污染源進行

監測，倘監測結果超過灌溉用水水質標準，將依「農田水利會灌溉水質監視作業規範」辦理相關異常通報（當地縣政府環保局及農委會）與限期改善（關閉水門停止引灌）作業，並視需要增加水質監測頻率及辦理採樣檢測工作，以確保灌溉用水，維護農業環境之永續。



圖 8. 彰化水利會同仁現場布放樹脂縮時膠囊，回收後以 XRF 做檢測。