

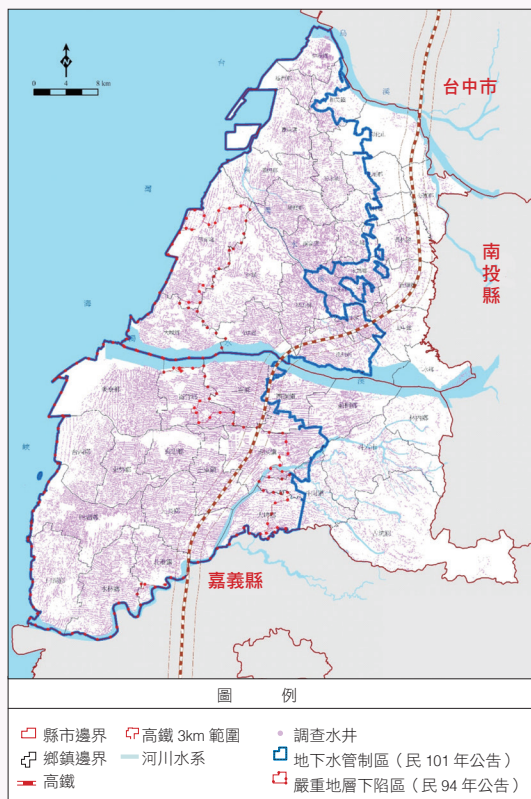
QR 碼與水井的親密接觸

李宗仰、朱木壽

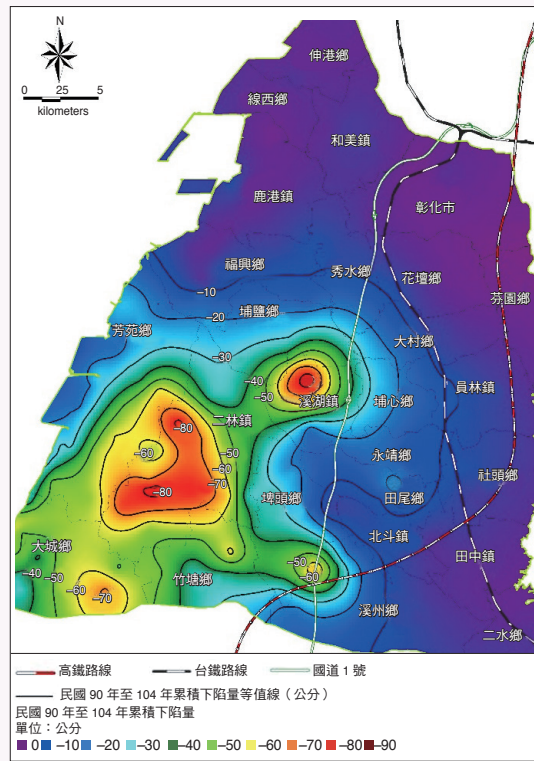
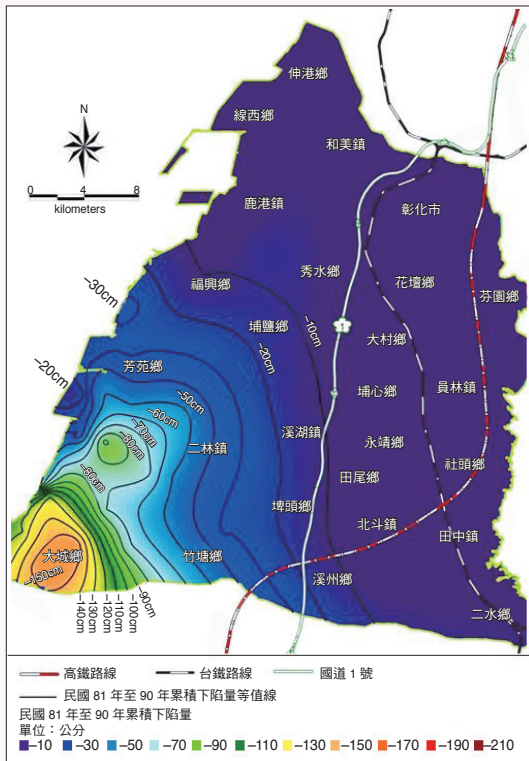
快速反應碼（QR 碼）是普遍可見的數位化便捷服務應用技術，為了能以現代化數位模式管理數量龐大的水井，構思利用 QR 碼做為水井的「門牌」，以透過行動裝置達成水井行動化管理的需求。

雲林、彰化地區的地層下陷問題早期主要分布於沿海區域，近年來已有轉變以內陸地區為主要下陷區域的趨勢，例如彰化溪州及雲林土庫、虎尾等地區，不僅易造成該地區逢雨成災，且已引發高鐵行車安全的疑慮。隨著工商業進一步發展及重大投資的展開，行政院於 100 年核定以經建會所提「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」為基礎，並經跨部會相關單位研提具體執行工作的「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」（簡稱為行動計畫），以積極面對可能的挑戰。

在行動計畫中，為妥適處理彰雲地區數量龐大的水井抽取地下水的問題，除藉由水井申報、複查作業以掌握水井詳細資料外，並規劃在水井井體適當位置裝置辨識標籤，以利後續人員巡查時可由井體辨識標籤核對其基本資料，再結合如戶籍管理門牌系統或車籍管理車牌系統般的行動管理系統，以提升水井管理的巡查效能。



彰雲地區的水井分布（含高鐵路線），圖中每一個紫色點表示一口水井。



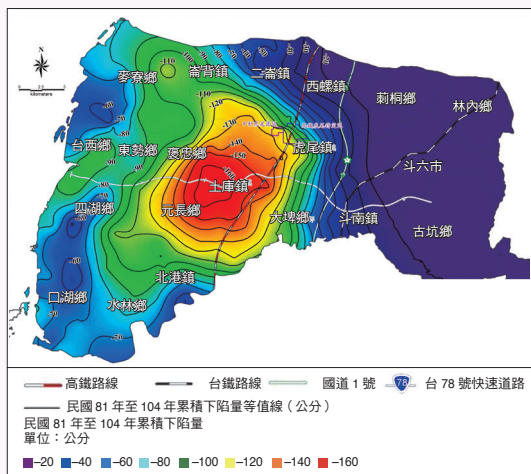
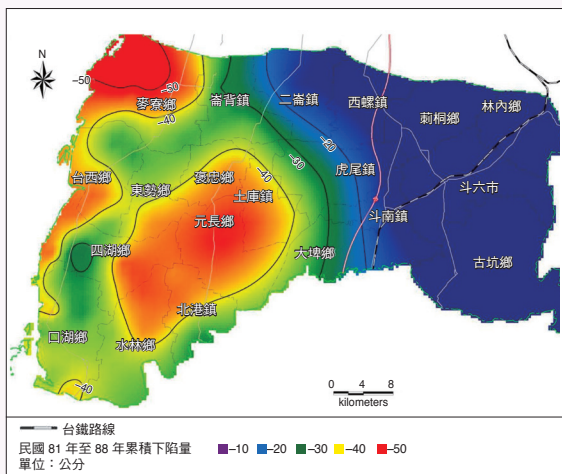
早期彰化地區主要下陷處集中在沿海（大城鄉），民國90年後，下陷中心往內陸移動，因此分成民國81年～90年與民國90年～104年兩個階段。民國81～90年（左方），主要下陷以大城鄉為中心，以扇形方式往外下陷逐漸遞減。民國90年～104年（右方），下陷趨勢發生變化，下陷中心往內陸移動，出現了三個明顯的下陷中心，分別是溪湖鎮、溪州鄉與二林鎮，其中二林鎮成為彰化縣最大的下陷中心。（資料來源：經濟部水利署）

但水井辨識標籤必須考慮以下幾點：
 可耐候（日曬、雨淋、鹽分等）長期設置；
 避免易於仿製，以防冒用及重要資料遭竊；
 方便巡查人員野外安裝，裝置作業時間不宜過長；
 盡可能降低人為抄錄差誤；
 辨識度能長期維持，不可因長期設置導致標示字跡模糊不清；
 不同水井的編號不得重複；
 本身不需或僅需微量電力供應；
 屬可能消耗品，本體及安裝費用不宜過高。

QR 碼

快速反應碼（quick response code，簡稱為QR碼或行動條碼）屬於二維條碼的一種，其面積小又可以容納英數以外的字元，如中文UTF-8等，且比起一維條碼，QR碼能儲存更多的資訊。它由日本企業Denso Wave於1994年開發，最初是使用於追蹤管理汽車製造用的零件及各種倉儲系統。

由於行動裝置的普及，只要對QR碼拍照、辨識及解讀，就可獲得其所隱含的資訊。



民國 81 ~ 88 年 (左方)，以沿海的麥寮為主要下陷中心，逐次往內陸下陷遞減。民國 88 ~ 104 年 (右方)，下陷的趨勢出現變化，主要下陷中心集中在內陸地區，尤其是虎尾、土庫、元長與褒忠四個鄉鎮，而雲林沿海的四個鄉鎮其下陷比較減緩。(資料來源：經濟部水利署)

由於行動裝置的普及，只要對 QR 碼拍照、辨識及解讀，就可獲得其所隱含的資訊。目前隨處可見 QR 碼印製於報紙、海報、產品外包裝、影片中，以行動裝置對著條碼拍照掃描，就可以獲得即時資訊、下載音樂、影片、遊戲、商品優惠券等服務。

日本 QR 碼的標準 JIS X 0510 在 1999 年 1 月發布，而其對應的 ISO 國際標準 ISO / IEC 18004，則在 2000 年 6 月獲得批准。根據 Denso Wave 公司的網站資料，QR 碼屬於開放式的標準，規格完全公開，雖由 Denso Wave 公司持有專利權益，但不會執行。目前已有 AIM、JEIDA 55、JIS X 0510、ISO / IEC 18004 等開放標準，任何人都可隨時向這些標準單位免費取得一份規



QR 碼呈正方形，方形的三個角落印有較小且像「回」字的正方圖案，它是幫助解碼軟體定位之用，使用者不需要對準，以任何角度掃描便可正確讀取資料。

格書使用，造就了 QR 碼在各類產業普遍應用的風潮，進而帶動整個產業的發展。

QR 碼在另一優勢是具有容錯能力，也就是說其圖形雖然有部分破損（最高可達 30% 面積），完整內容仍然可以被機器所讀取。但相對的，容錯百分比愈高，QR 碼圖形面積就需要愈大。

QR 碼的另一優勢是具有容錯能力，也就是說其圖形雖然有部分破損，完整內容仍然可以被機器所讀取。

QR 碼與水井的結合

由於水井絕大多數長期曝露在野外自然環境中，因此 QR 碼標籤在實際應用上，需考慮天候損毀、製作材質、貼附方式、人為破壞方式等條件。為測試標籤 QR 碼在長時間處於不甚理想的環境下是否仍有辨識度，採用影像處理方式模擬各種環境及進行讀取成功與否的測試。

測試條件說明如下：模糊—經日曬、雨淋或印製材質等因素，圖形因而模糊；不均勻區域平滑化—高溫引起的顏色退化；加入雜點—長期灰塵所引起的雜點；扭曲—因貼附表面彎曲所引起；變胖 / 變瘦—某方向的高溫所造成；強風—強風（挾沙）持續所產生的色料刮除；曲線或直線變形—不均勻高低溫或相機斜拍；鏡頭扭曲—相機鏡頭扭曲的變形；讀取器鏡頭晃動—相機晃動或圖形重疊；文字套疊—標記文字；方形或三角形塗色—標記色塊；不規則線條—塗鴉。

針對各種模擬（測試）條件，利用智慧型手機的 QR 碼讀取器（APP）讀取測試。在前述的多種情況下模擬測試，獲得下列成果：模糊現象、雜點產生及文字套疊不會造成太大的困擾；標籤貼附在水井上時，應避免過度彎曲；塗色不宜超過圖形的 1 / 4 及覆蓋定位區；塗鴉（畫線）筆寬（線的厚度）的總累積面積不宜占據過大部分的圖面。由於 QR 碼採用 30% 的容錯能力，因此在照相解讀上應可正確判讀。

測試條件	標籤外觀	測試結果	測試條件	標籤外觀	測試結果
高斯模糊半徑：0 ~ 300 像素					
高斯模糊半徑：2		ok	高斯模糊半徑：3		ok
高斯模糊半徑：4		ok	高斯模糊半徑：5		ok
高斯模糊半徑：6		ok	高斯模糊半徑：7		ok
高斯模糊半徑：9		ok	高斯模糊半徑：10		FAIL

測試條件	標籤外觀	測試結果	測試條件	標籤外觀	測試結果
高斯模糊半徑：0 ~ 300 像素					
麥克筆 1		ok	麥克筆 2		FAIL
麥克筆 3		ok	麥克筆 4		ok
麥克筆 5		FAIL	麥克筆 6		ok
麥克筆 7		ok	麥克筆 8		FAIL
麥克筆 9		ok	麥克筆 10		ok
麥克筆 11		ok	麥克筆 12		ok

模糊測試（上方）及不規則線條測試（下方）。模糊測試是模擬經日曬、雨淋或印製材質等因素的影響，不規則線條測試是模擬塗鴉或畫記的影響。可以完全正確解碼的以「OK」標記，無法解碼或未能正確解碼的則以「FAIL」標記。

由於水井絕大多數長期曝露在野外自然環境中，因此 QR 碼標籤在實際應用上，需考慮天候損毀、製作材質、貼附方式、人為破壞方式等條件。

因此，設計的水井辨識標籤材質採用鋁片，以因應野外自然環境。標籤左上角的權責單位名稱和左下角的安全截角及雷射烙碼，可以防止標籤被移用至它處。QR碼印製於標籤左右兩側，雙碼（號碼相同）及印製位置是為了在彎折、塗色、刮痕等情況時，降低讀取失敗的風險。

再者，QR碼是以錯誤修正容量 30% 製作的，已經提供了圖形破損的容錯能力。當 QR 碼無法透過設備自動讀取時，也可透過人工檢視方式把標籤明碼登入至設備內。而明碼也採用雙碼方式（號碼相同），主碼約略位於標籤的中央處，次碼則位於標籤左下角，也就是雷射碼。

新利器及後續發展

行動化水井管理的資訊系統核心是「水井管理資訊網（行動版）」或稱為「水井管理 APP」，水井管理資訊網（含行動化管理）的系統架構是採主從式架構，維持系統介面及功能的互通性，也確保資料的同步化與一致性。水井管理 APP 提供了 Apple 公司的 iOS 作業系統及 Google 公司的 Android 作業系統二種版本，這是目前市面行動裝置最普遍的兩個作業系統。

如何善用水井 QR 碼搭配行動裝置來強化水井行動化管理效能呢？規劃由巡查人員到已貼附辨識標籤的水井所在地，啟動行動裝置（如智慧型手機等）中安裝的



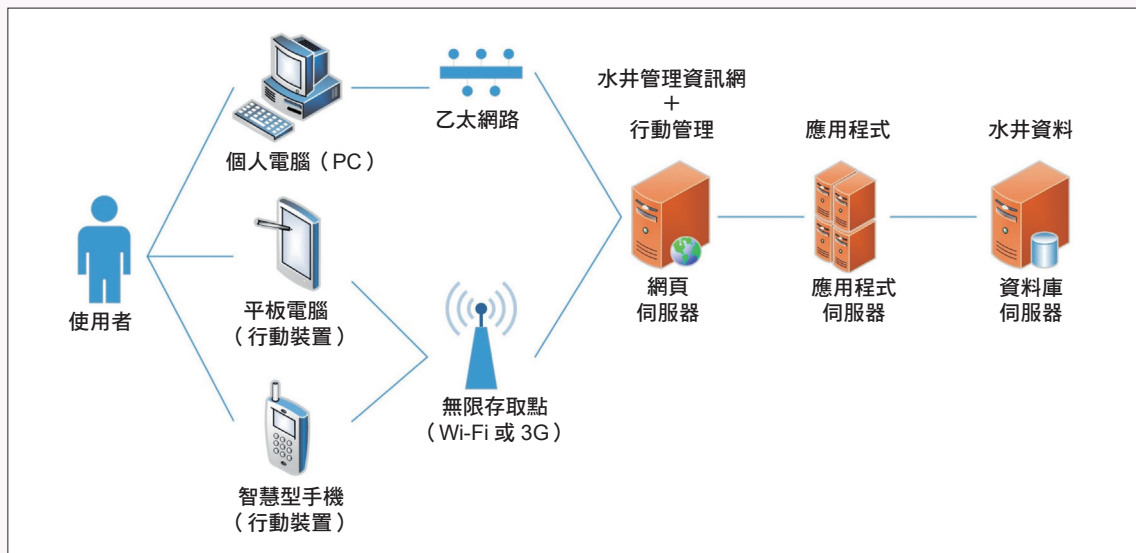
水井 QR 碼標籤的設計樣版（上方）及製作成品實體（下方），標籤左上角是權責單位，左下角是安全截角及雷射烙碼，QR 碼及其明碼都在兩處予以標示。



水井 QR 碼標籤於現地貼附的實景照片，貼附位置會依據實際狀況調整。當標籤需貼附在彎曲處時，會暫時使用並以束帶固定。

水井管理 APP 後，把鏡頭對準水井辨識標籤中的 QR 碼，APP 會自動讀取圖像並予以解讀，透過無線網路至伺服器主機的資料庫搜尋調閱該筆水井資料，再顯示於行動裝置的螢幕上。

藉由所建置的行動版水井管理平台能有效提升履勘及巡查效率，確保資料的最新、統一及即時性。



「水井管理資訊網（含行動化管理）」的系統架構，使用者可透過個人電腦（如辦公室的固定點）或行動裝置（如智慧型手機或平板電腦等），利用有線或無線網路（Wi-Fi / 3G / 4G 等）連結至伺服主機，主機內包含了各種應用程式及水井的完整資料。



iOS 版（上方）及 Android 版（下方）的水井行動化管理，從左至右分別是：利用 [縣市] 功能選取水井位置所在的縣市；利用 [辨識] 功能開啟相機並對準水井標籤的 QR 碼，檢視辨識結果；利用 [列表] 功能從伺服主機抓取資料並顯示水井的資訊。

藉由所建置的行動版水井管理平台實現了行動化的水井管理作業，克服了許多過去管理上的盲點，能有效提升履勘及巡查效率，確保資料的最新、統一及即時性。在後續發展上，將陸續開發水井標籤被移動至他處的移位偵測、所在水井位置的鄰近水井資料的調閱等，以提高整體應用的多元性與管理效能。

李宗仰、朱木壽
成功大學水工試驗所