「數字分身」護「生命線」

東江供水「智」無憂

香港文匯報記者參觀東深供水工程調度中心 直擊中央智慧大屏實時更新數據

水世界系列

掃碼睇片

東　江
水是廣東沿線
地區及香港的生命線，
兩地人民同飲一江水，同護一
條生命線，踏入智慧賦能新時代，相
關維護工作也趨向數字化。香港文匯報記
者早前獲邀參觀東深供水工程調度中心，直擊中
央智慧大屏持續實時更新供水網數據，一套運行於虛
擬空間的「數字分身」全天候精準守護供水安全性及穩定
性。運營東深供水工程的粵海水務副總經理孫國勝指出，東
深供水工程管線長、站點多，過去安全巡查與設備維護消耗大
量外勤人員，引入數字化管理後，全線設7.8萬餘個數據採集
點，實現「預報、預警、預演、預案」四預功能，全方位
預判一切影響水質安全及供水穩定的潛在風險，巡檢效
率較人工模式提升約六成，讓工程安防的覆蓋面、
準確性與響應速度實現了跨越式提升。

●文：香港文匯報記者 戴天晟
圖：香港文匯報記者 北山彥



●中央智慧大屏持續實時更新供水網數據。


●巡航無人機會自動將漂浮異物地理坐標回傳給調度系統，適時派遣全自動清撈船清理。


●孫國勝


●張薇

東江水供應廣東省沿線及香港等城市，滋養超過4,000萬人口，供應全港約八成淡水，截至今年8月底，這條跨越粵港的供水脈絡已累計對港供水達312億立方米。

為減少東江水運送到香港途中受污染的風險，廣東省政府於2000年8月開始興建專用水管，將東江原水由太園泵站取水口，直接輸送往深圳水庫。整個輸水管系統全長約59公里，其中包括約22公里的輸水隧道及約37公里的專用輸水管道，形成一個由泵站、高架渡槽、隧道、水庫和專用涵管組成的獨立輸水系統。

深圳水庫是整個東深供水工程的最後一座調節水庫，為更有效保護這條兩地人民的維生命脈，粵海水務近年引入多項智慧管理。香港文匯報記者日前獲邀參觀東深供水工程調度中心，站在調度中心的大屏前，東深供水工程管全線各關鍵站點的運行參數、氣象雷達圖與降雨預測動態被實時匯聚於一屏，一目了然；大屏背後，則是工程運管模式的深刻變革。

工程安防覆蓋面準確性響應速度急升

孫國勝介紹，過去東深供水工程的安全巡查與設備維護需要大量外勤人員沿線奔波；如今，全線布設超過2,000路視頻監控系統及大量的自動感知設備，由中央控制台進行集中嚴密監控，不僅大幅減輕外勤巡查的人力負擔，更讓工程安防的覆蓋面、準確性與響應速度實現了跨越式提升。

實現「預報預警預演預案」功能

這塊大屏背後的核心技術是一套全線運行的數字模型。孫國勝說：「『數字孿生東深供水工程』不是簡單地把現場畫面搬到屏幕上，而是在電腦裏為全線泵站、渡槽和水庫建立起一個會思考的『數字分身』。」在實際調水或迎戰極端天氣前，系統會先在虛擬環境中模擬演練不同工況下的來水與氣象條件，從而演算出合適的調度方案。這套於去年6月30日正式上線的系統，全面涵蓋防洪、供水、工程安全與水質安全的「預報、預警、預演、預案」四預功能。孫國勝表示，目前全線設有7.8萬餘個數據採集點；依託這套系統，工程巡檢實現了從發現問題、自動派單到現場處置、結果歸檔的全流程閉環，巡檢效率較傳統人工模式提升約60%。

每日向香港和沿線輸送多少水，系統同樣會進行精密計算。孫國勝表示，以前每天要送多少水、開幾台泵，主要靠泵組的經驗判斷；如今，該套系統將前人的寶貴經驗轉化為算法模型，綜合考量每日動態用水需求、水庫水位以及天氣變化，自動優化沿線泵站機組的啟停組合與流量分配。「在這套系統的幫助下，光是在東深工程抽水和輸水這一側，通過自動優化機組運行狀態，一年就能省下大約1億度電。」孫國勝說。

大屏上對天氣變化的捕捉，更為工程調度爭取了極為寶貴的預判時間。通過與省、市氣象部門建立深度合作機制，調度中心可提前約72小時掌握相對準確的降雨預報。孫國勝特別舉例，去年應對颱風「樺加沙」時，「數字孿生系統」對深圳水庫最高水位的預測精準度高達95%以上，為前端防汛決策提供了科學支撐。

然而，高新科技的引入，並不意味完全脫離人工把關。孫國勝強調：「自動化和智慧化程度再高，水質和工程安全也絕不能完全依賴機器，少人不代表無人，人始終需要最後把關。」在東深工程的安防體系中，關鍵設備始終保持「一用一備」配置；調度中心實施24小時三班專人輪值監控，現場關鍵站點保留機動班組，確保突發狀況下快速到場處置。

目前，工程日常運行形成了「在線監測加智能設備巡檢」模式，但最核心的重點部位依然由人工進行嚴密覆核。這套去年剛上線的數字系統，至今仍在大雨、颱風等各類實戰場景中持續優化調整。

在深圳水庫現場，人與智能設備的協同運作亦有清晰的閉環機制。粵海水務生產技術部副總經理張薇介紹，當巡航無人機在空中發現水面出現漂浮異物時，會自動將地理坐標精準回傳給調度系統；系統隨即規劃處置路線並經系統提示現場管理人員；經人工確認後，水面上的清撈船隨即前往指定區域清理，實現高效率的現場響應。



●全自動清撈船



東深供水工程走線圖

匯聚「天空地水工」信號 支持人員精準決策

走進深圳水庫，大壩前水面平靜，遠處黃色的水質在線監測裝置在水面上緩緩旋轉。粵海水務生產技術部副總經理張薇指着水面上的無人船向記者介紹，這正是工程保障水質與安全運管的「前沿兵力」之一。在這條跨越粵港的供水生命線沿線，天空、水面、陸地與工程本體，均已被密集的自動化感知裝備全天候嚴密鎖定。

在水庫碼頭邊的是全自動清撈船，通過機械臂與清理系統高頻次清撈水面細小漂浮物，既提升處置效率，亦降低了傳統人工水上作業的安全風險；張薇介紹，採樣無人船專門負責水質監測，可深入水下0米至20米實施分層自動採樣，並將水深、水溫、pH值、溶解氧及葉綠素等數據實時回傳。從取水口至沿線水庫，水面上共布設了8套黃色水質在線監測感知裝置，全天候捕捉水質動態變化。

「數字孿生」平台分析數據與建模演練

隨同指引，記者由水庫現場來到東深供水工程調度中心。調度中心巨大的中央屏幕分為左右兩大板塊，將全線集成的科技防線盡收眼底。張薇指向左側屏幕解釋，這裏實時匯聚着「天、空、地、水、工」各類感知設備傳回的現場信號；而右側屏幕則是「數字孿生」平台，負責對海量數據進行分析與建模演練，為值班人員提供精準的決策支持。

屏幕最遠處的氣象板塊，動態顯示着氣象雷達、衛星雲圖及颱風路徑。通過與氣象部門建立深度合作機制，該系統可對工程沿線實施6小時至48小時的精細化降雨預報，讓防洪與取水調度能夠提早布局、從容應對。

空中巡查的安防狀況，亦在大屏上一目了然。工程全線部署了11套智能巡檢無人機系統，單機最大巡航里程達15公里。在現場演示中，工作人員只需在系統地圖上框定航線，實施「指點飛行」，無人機便可自動起飛巡航，將工程沿線、邊坡及紅線裏的高清畫面與坐標實時傳回調度中心。

在陸地設施與工程本體的安防層面，大屏同樣實現了自動化告警與監測。沿線泵站與設施內配有具備人工智能識別功能的鏡頭，一旦捕捉到儀器讀數異常或告警，系統會第一時間提示處置；分布在大壩與水工建築物上的自動監測設備，則持續追蹤滲流、水位與壓力變化。此外，全線布設的固定監測終端與智能巡檢機器人，亦持續捕捉位移、變形、振動等物理參數，確保這座龐大的水利工程結構安全萬無一失。

感知層級	核心裝備／技術	關鍵功能與指標
天	氣象雷達與衛星對接系統	6小時至48小時精細化降雨及颱風預報
空	智能巡檢無人機(11套)	單機巡航15公里，地圖「指點飛行」巡查邊坡與紅線
地	AI智能識別鏡頭	泵站及設施儀器讀數自動識別與異常告警
水	全自動清撈船	機械臂高頻次清撈壩前水面細小漂浮物
	大剖面採樣無人船	水下0米至20米分層採樣，回傳水溫/pH值/溶解氧/葉綠素
	水質在線感知裝置(8套)	水面黃色旋轉裝置，全天候監測水質動態
工	水工結構自動監測設備	大壩滲流、水位與壓力實時追蹤
	固定終端與巡檢機器人	結構位移、變形、振動及溫度參數監測

資料來源：粵海水務東深供水工程感知網絡裝備

水環境監測中心整體檢測力破一千六百項

東江水送抵本港，並非沿着開敞的天然河道一路流奔。工程全面升級改造後，原水在東莞橋頭的太園泵站即被抽入封閉的專用管道，沿途與其他水體完全隔離，直接輸送到深圳水庫，從源頭杜絕半路混入污染的風險。深圳水庫是原水入港前的最後一站。供港東江水進入庫區後，須先經過生物硝化站進行過濾與淨化處理，合格後方始離庫。

為保障原水水質長期維持在國家地表水II類標準，水源保護採取了「源頭截污」策略。粵海水務生產技術部副總經理張薇介紹，降雨後地面沖刷產生的髒水會被市政截排系統直接截走送往污水處理廠，既不進入深圳水庫，也不進入原水管道；進入庫區的均為東江天然河道來水與自然降雨，確保從源頭守住水質底線。

水質安全保障亦非僅在出口處把關，而是實施全天候高頻次監測。現場採樣工作每日進行，結合24小時連續採樣與人工採樣。省、市、區各級水質監測站分別設有相應指標，對港供水亦須同時滿足本港市民關心的項目要求。在日常監測中，包括氨氮、溶解氧、葉綠素及pH值等各項指標均須落在II類標準範圍內，整股水才算符合達標要求。

建微塑料檢測平台 開展水體微塑料排查

粵海水務提供的資料顯示，工程設有水環境監測中心，具備CMA（中國計量認證）與CNAS（中國合格評定國家認可）雙重資質，現時整體檢測能力已突破1,600項；2025年以來又新增CMA覆蓋參數111項、CNAS認可參數85項，並引進傅里葉變換紅外顯微鏡與熱裂解氣相色譜質譜儀，建立微塑料檢測平台，領先開展水體微塑料排查，為對港供水構築堅實的水質安全防線。