●責任編輯：簡 旼 ●版面設計：張華強 2026年11月2日(星期一) 香港文匯報

本報專訪

「智管探」為水管「照胃鏡」

AI鎖定滲漏源頭

水務署署長接受香港文匯報專訪 揭「秘密武器」全鏈條治理全港水管

水世界系列

編者按

供水網不單關乎民生，也關乎社會運作，香港文匯報將推出「水世界系列」，透過專家訪問拆解爆水管背後香港地下超級水管網絡面對「五高」（高齡、高壓力、高密度、高複雜度及高鹽度）結構性挑戰，直擊地下水管測漏中心、窺探多項「秘密武器」；兩地人民同飲一江水，同心護東江水的故事；以及香港在水資源方面為世界貢獻中國方案。

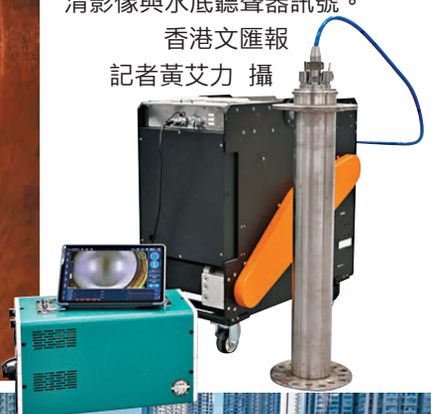
香港與許多已發展城市一樣，面對供水網規模龐大而複雜，部分輸水管日漸老化的問題。每當遇上爆喉，都會直接影響市民日常生活與都市運作。為緩解這一民生痛點，最新一份施政報告貫徹五年規劃的總體戰略部署，在保障都市安全與水資源管理提出政策指引，未來五年將完成約350公里水管改善工程。水務署署長黃恩諾接受香港文匯報專訪時表示，署方推動與大學及企業構建「實時監測、智能預判、精準檢漏、高質維護」的「智慧水網閉環管理鏈條」，並以AI作積極主動的預測性維護。計劃在智慧供水系統開展後五年內，全面實行動態調節政府供水管網水壓。署方早年聯同理大團隊展開科技攻堅，記者直擊地下水管測漏中心（Q-Leak）多項「秘密武器」：多通道透地雷達車、噪聲記錄儀（Noise Logger）等，鎖定滲水源頭，及早進行維護工作，全鏈條治理香港複雜的水管問題。

掃碼睇片

●香港文匯報記者 戴天晟



●水管維修機器人「智管焊」接駁鋼製水管。 水務署供圖



▼「智管探」在不停水、承受高達150米水壓的真實環境下深入管內，同步採集高清影像與水底聽聲器訊號。 香港文匯報記者黃艾力 攝



▲水管檢測機器人「智管探」能應用於不同管道情況。 水務署供圖



◀智管網監測裝置 水務署供圖



▲「多通道透地雷達車」結合衛星定位、陀螺儀與里程計，能無損地掃描出地底結構與異常空洞。 香港文匯報記者黃艾力 攝

新舊測漏技術與工作模式對比

比較維度	傳統做法(舊)	智管網(過渡期)	現代「數智化」(最新)	「數智化」優勢及限制
核心工具	聽音桿、地音探聽器	噪音記錄儀、智管網(WIN)	透地雷達車、管道機器人(智管探)、AI模型	地底立體掃描，但機器人需按香港高壓環境進行在地化改裝
作業模式	80%時間戶外聽音，憑經驗	深夜收集數據，分區監測水壓	90%分析轉至後台/實驗室	AI自動生成風險評分，後台數據分析需時一兩周
定位開挖	鎖定大致管段，多次開挖	透過約2,400個監測區域，先鎖定有異常的分區	地面與地底三維立體定位	精準定位漏點，減少試探性開挖，但舊區水管空氣閥(Air Valve)不足
市民感受	尋找滲源周期長	減少大範圍盲目爆喉風險	推進「無感停水」	無感下修復，複雜噪聲(如減壓閥)可能干擾AI

資料來源：Q-Leak及水務署

水管爆裂及嚴重滲漏統計

年份	水管爆裂個案(包括食水及鹹水)	水管嚴重滲漏個案	個案總數
2022年	36	70	106宗
2023年	34	74	108宗
2024年	27	94	121宗
2025年	20	47	67宗
2026年(首8個月)	17	24	41宗

資料來源：水務署

市民扭開水喉，自來水便源源不絕供應，這種便利背後需要穩健的供水網絡支撐。隨着城市化飛快拓展，香港地下鋪設的食水及海水管網長達約8,500公里，是全球最複雜、最密集的水網之一，增添維護工作的獨特性及複雜性。

管網如「迷宮」難「爆一處修一處」

黃恩諾坦言：「香港地底管網就像一個極其複雜的『超級地下迷宮』，我們不能再靠傳統『爆一處、修一處』的被動打法，必須從根本上改變治理邏輯。」署方近年透過「智管網（WIN）」已在全港管網建立約2,400個獨立監測區域（DMA），安裝傳感器監測水壓與流量數據，跟進區域的管網異狀。

針對管網爆喉及滲漏增多等問題，水務署計劃建構「供水管網物聯感知體系」及「智能供水壓力管理系統」。透過在供水管網安裝實時傳感器及在用戶端安裝智能水錶，收集管網的供水及用水實時數據，全方位持續監測供水管網的運作情況，並運用高精準度水力模型進行分析，在不影響正常供水的情況下，實現政府管網智能動態減壓，以減少喉管的爆裂和漏水的風險。

同時，水務署自2019年起聯同理大團隊展開科技攻堅，並於2025年年中進一步與深圳企業籌建「管道機器人聯合實驗室」，推動檢漏由「憑經驗」邁向「數據化與自動化」。

佔地約2.5萬平方呎、位於青衣的地下水管測漏中心（Q-Leak），就是前線工程人員進行「盲測」考核的練兵場，亦是理大團隊為AI聲訊模型與管道機器人累積訓練數據的核心基地，為推向真實管網實測奠定基礎。

中心的地底鋪設約400米模擬管網，並設置80個不同類型的模擬漏點。香港理工大學土地測量及地理空間科學系教授兼副系主任賴緯樂帶領團隊，將結合透地雷達與管道機器人的「數智診斷」系統帶入真實戰場。

截至目前，團隊已在全港開展24個疑難管段的實地測試，成功精準定位約17處滲漏點。

Q-Leak團隊研究人員萬嘉威博士在後台系統前展示鴨脷洲利東邨的實測數據，他拖動時間軸，屏幕上同步呈現管道機器人傳回的管內高清畫面與水底聽聲器（Hydrophone）音訊。「系統內建了5個AI算法模型進行聯合投票，當多個模型同時標註異常時，系統就會顯示紅色高風險（Risk Score）。」

團隊隨後將定位數據交予水務署，路面開挖後證實該處確實存在水管破損。

賴緯樂指出，地下水管縱橫交錯，過去尋找隱蔽的滲漏源頭往往猶如大海撈針，傳統水務檢漏高度依賴俗稱「金耳朵」的師傅，在深夜凌晨街頭寂靜時，持金屬聽音桿或地音探聽器沿街聽聲。「以前這種『金耳朵』聽音法全憑個人經驗，聽到聲音也說不準確切位置，往往需要試探性開挖多個路面才能找到漏點。」

機器人入管採集影像與聽聲器訊號

隨着「智管網（WIN）」等智能系統建成，理大團隊再引進並在地化改裝具備18發17收的「多通道透地雷達車」。賴緯樂形容，這部車就如同為地底進行「正電子掃描」，結合衛星定位、陀螺儀與里程計，能無損地掃描出地底結構與異常空洞。而在管道內部，團隊研發出管道檢測機器人（「智管探」）。「這好比為水管做『照胃鏡』。」賴緯樂解釋，機器人在不停水、承受高達150米水壓的真實環境下深入管內，同步採集高清影像與水底聽聲器訊號，直接在管內聆聽最真實的漏水聲。

採集到的海量數據會回傳至後台伺服器，利用GPU和大數據AI模型進行深度分析。賴緯樂以嘈雜的咖啡店作比喻：「店裏你突然聽到身後有熟人在說話，你立刻就能認出他，因為你熟悉他的聲音。對我們來說，『漏水聲』就是我們的『老朋友』，AI從嘈雜環境中『認』出來。」

科技的介入徹底顛覆了前線工作模式，將傳統80%的戶外摸索轉變為90%的後台數據分析。他說：「這有點像去醫院體檢，做完檢查後一兩周睇報告。」



●左起：黃恩諾、尤孝賢、周啟鏗 香港文匯報記者涂穴 攝



●萬嘉威現場展示水管滲漏的實測聲音數據。 香港文匯報記者戴天晟 攝

話你知

港供水管網面對「五高」結構性挑戰

水務署署長黃恩諾表示，香港供水管網主要面對「五高」的結構性挑戰：首先是管網「高齡」，高齡的石棉水泥及鑄鐵水管在老化後變得較為脆弱易裂；其次是「高壓力」，香港山多地少，高壓供水到高地及管網末端處，令水管承受較大壓力；其三為「高密度」，香港高密度的人口意味着水管維修工程容易對市民日常出行帶來較大影響；其四為「高複雜度」，供水管網與地下設施（電訊光纖、煤氣管等）縱橫交錯且極為密集；最後則是香港獨有的「高鹽度」，原因是香港廣泛使用海水沖廁令鹹水水管加速腐蝕與滲漏。多重因素交織，令管網維修與管理極具挑戰。

AI過濾可疑點 人員最終判讀

雖然AI令整個水務治理效率提升，但傳統智慧仍很重要。香港理工大學土地測量及地理空間科學系教授兼副系主任賴緯樂強調，新科技並非完全淘汰「金耳朵」，而是實現「人機協同」——由AI在海量數據中過濾出1%至5%的可疑點並進行風險評分（Risk Score），再由工程人員進行最終判讀，精準鎖定開挖位置，大幅縮減路面封閉和搶修時間，真正朝着「無感停水」邁進。

賴緯樂亦坦言科技落地仍面臨在地限制。由於香港舊水管當初並非為機器人設計，街頭可供機器人進出的投放口（如空氣閥Air Valve）數量仍然不足。加上管徑過細（小於250毫米）帶來的渦流干擾，團隊正積極研究在地化升級，期望未來進一步擴大這套「數智診斷」的覆蓋面。

同時，AI的養成並非一帆風順，訓練初期亦曾遇到不少趣味誤判（False Alarm）。賴緯樂透露，地底環境極其複雜，例如管道旁的減壓閥在降壓運轉時產生的水流聲，與水管破裂的噴水聲極為相似，AI最初曾將減壓閥誤判為漏水點；而在地面透地雷達掃描中，地底混凝土（石屎）等結構反射波形也可能產生干擾，同樣考驗演算法的辨識力。「不同管徑、水壓及管材都會改變聲音特性，每一次實測驗證的結果，無論對錯，都有助模型持續改進。」

推動檢測技術實現「產品化與落地化」

除了技術迭代，前線人才轉型亦是當前一大挑戰。賴緯樂直言，前線人員過去習慣現場聽音，面對後台回傳的大數據與AI風險評分報告，往往出現「懂用儀器卻跟不上數據分析」的人才斷層，需透過Q-Leak加強跨學科培訓。未來，團隊正推動將這套檢測技術實現「產品化與落地化」，期望將港深合作的研發成果推廣開去，為管網健康提供全方位保障。

創新「數智」科技監測 提早做好維修

數字水務辦公室高級工程師周啟鏗補充，水務署將建構「供水管網物聯感知體系」及「智能供水壓力管理系統」，深化數據與智能技術的融合，從過往被動及預防性維修跨越到積極主動的預測性維護。AI技術結合歷史數據與實時動態，採用創新「數智」科技持續監測及預測管網運作狀況。一旦數據偏離常態，便能即時通知前線人員跟進，精準地查找漏點，在發生爆裂前提早干預和做好水管維修或更換，持續地守護管網健康及供水系統韌性。

針對高水壓問題，數字水務辦公室組長尤孝賢特別提到動態減壓技術的應用前景：例如凌晨時分或用水高峰過後，透過高密度傳感器網絡與水力模型及AI分析技術聯動實施智能適度降壓，有效減輕水管承壓負擔，對延長水管壽命及降低滲漏率有立竿見影的效果。

黃恩諾指出，由於地下客觀環境複雜且水管自然老化，爆喉無法做到絕對的「零發生」，但透過智慧水務治理——讓水管升級與維修工程在不影響市民日常用水的情況下有序完成，為香港城市安全與高質量發展提供穩定的水資源保障。