

中國水壩治理 下篇

中國水庫大壩數量位居世界第一，水庫大壩的安全早已成為國家安全戰略的重要组成部分。在全球氣候變化導致極端水文事件頻發，大壩面臨的環境條件更加複雜的背景下，水利部部長李國英曾在2025年5月國際大壩委員會第28屆大會上提出「構建安全大壩、生態大壩、智能大壩」的倡議。在水網進入國家「六張網」規劃後，中國水利事業正經歷一場前所未有的深刻變革——從「築壩蓄水」的單點思維，邁向「織網聯水」的系統格局；從「人力管水」的傳統模式，邁向「數字治水」的嶄新階段。2025年，中央全面啟動了12座智能大壩建設試點，數字學生三峽、南水北調等11個重點工程投入實戰應用。國際水利界人士認為，在推進智能大壩建設方面，中國為全球樹立了標杆。

●香港文匯報 黃鋒 貴州報道

中國啟建12座「智壩」

「數字治水」護江河安全

洪水預見期延至10天 為全球樹立標杆

中國江河密布，發電需求旺盛，強大的基建能力令中國享有「建壩狂魔」之譽。據《中國能源觀察》報道，截至2024年，中國擁有100米以上的大壩約160座。另據國際大壩委員會和中國大壩工程學會2023年統計數據，中國是世界上擁有200米級以上高壩最多的國家，目前世界建成的200米級以上高壩77座，中國有20座，佔26%；在建的200米級以上高壩19座，中國有12座，佔63%，標誌着中國已立於世界築壩技術之巔。

日新月異的技術進步和機械升級，推動中國水壩變得更加強大。例如，小浪底水庫的蓄水量達到126.5億立方米，因為它的存在，黃河下游的防洪標準得以提升，洪水千年難遇，近一億人口免於水患。而位於四川、雲南交界處的白鶴灘水電站，總庫容更是高達206.27億立方米，防洪庫容75億立方米，相當於525個西湖的容量，讓金沙江下游乃至長江沿岸宜賓、瀘州、重慶等城市的防洪標準進一步提升。

「中國現有水庫大壩在國家水網當中扮演着重要節點的功能。」中國大壩工程學會理事長矯勇接受媒體採訪時表示，水庫大壩尤其是流域控制性調控工程，在整個流域水資源調蓄、防洪保護、供水安全中發揮着關鍵骨幹功能。然而，部分早期建設的大壩因監測設施不足，還做不到對安全狀況的全要素感知。

10萬「神經末梢」感知0.1毫米形變

矯勇進一步指出，大壩安全是永恒課題，但在氣候變化加劇的今天，其核心已轉向如何提升工程在極端條件下的「安全韌性」。智能化建設的終極目標不應僅停留在技術層面，而應回歸工程本質，全面提升大壩的綜合價值。

一言蔽之，智能，將是中國大壩事業發展的未來。何謂智能大壩？是以物理大壩為基礎，具備預報、預警、預演、預案「四預」能力，讓大壩「活」起來，變得能感知、有智慧、可統籌。

中國大壩可以有多智能？金沙江河道上，白鶴灘水電站的「體內」有10萬多隻各類傳感器。這些科技打造的「神經末梢」可以感知0.1毫米甚至更小的形變，讓大壩的應力、溫度等關鍵數據盡在掌握。而隨着5G、大數據、雲計算等技術融入大壩建設，中國大壩的透徹監測感知、智能分析預測、前瞻決策支持等體系獲得持續強化。

現代化運行管理矩陣基本建成

在智能化建設領域，國家水利部已開展了積極探索實踐。



●杭州千島湖（新安江水庫）九孔洩洪時刻。 星球研究所公眾號圖片



●小浪底水利樞紐無人機自主巡檢系統。

網上圖片

中國建設超百米高壩進程



來源:中國水利雜誌

中國逾五萬水庫完成智能監測升級

香港文匯報訊（記者 江鑫嫻 北京報道）近年來，中國聚焦水庫防洪短板與現代化運維需求，自主研發監測儀器裝備，持續加強安全監測設施建設和運行維護，超過五萬座水庫已基本實現從「模糊感知」到「精準掌控」的跨越式轉變。有專家表示，在「十五五」現代化水網建設的整體框架下，中國水庫建設將持續通過技術迭代、機制創新和體系聯動，全面融入國家水網建設。

從「模糊感知」到「精準掌控」

水利部大壩安全中心主任劉六宴及南京水利科學研究院高級工程師張士辰撰文指出，安全監測是水庫大壩安全運行管理的「耳目」。「十四五」以來（截至2025年9月刊文前），已累計完成5.1萬餘座水庫大壩安全監測以及5.7萬餘座小型水庫雨水情測報設施建設，大壩已基本實現從「模糊感知」到「精準掌控」的跨越式轉變。監測要素已從單一大壩位移、變形、滲漏監測為主，向壩內、壩外一體化全要素監測擴展，監測手段已從早期人工觀測分析為主發展到自動觀測、智慧分析。同時，水利部建成全國水庫大壩安全監測監督平台，部分工程逐步從傳統的人工巡查向機器智能巡查發展。

文章指出，新一輪科技革命深刻影響人類生產生活方式。新技術、新材料、新裝備相繼創新應用到水庫大壩運行管理各環節，賦能大壩高水平和效益充分發揮。

例如，江蘇油車水庫等工程應用無人機、無人船、高清視頻、機器視覺等技術裝備，顯著提升大壩巡查檢查質量和效率。大藤峽等水庫應用衛星遙感、激光雷達、分布式光纖監測等技術，構建「天空地水工」一體化全要素全天候監測感知體系，實現了對大壩的精準監測和管理。三峽、小浪底等水庫應用大數據、物聯網、AI、5G、BIM等信息技術，建設數字孿生工程，實現工程可視化、調度預演化、決策智能化。這些新技術新裝備為提高大壩運行管理水平提供了新手段。

完善大壩抗爆防護應急體系

另外，文章也提醒，二十世紀以來，全球超過40座水庫大壩在戰爭中被炸毀。當前，世界進入百年未有之大變局，中國周邊地區矛盾衝突帶來的不穩定風險加劇。當前，中國對爆炸衝擊荷載作用下的大壩毀傷機理、失效模式和抗爆性能評價等研究不足，缺乏完善的大壩抗爆防護應急體系，需要盡快研究應對非傳統安全威脅的風險防控措施。



●在大藤峽水利樞紐工程全長4公里的大壩廊道裏，機器狗「巡檢員」正在對監測設施和滲漏、排水等情況開展巡檢。 網上圖片

大藤峽：守護大灣區的「水龍頭」

特稿

在西江碧波之上，位於廣西的大藤峽水利樞紐工程巍然矗立。作為國家水網重要節點工程、珠江流域關鍵控制性工程，大藤峽肩負防洪、航運、發電、補水壓鹹、灌溉等重任。自2023年9月主體工程提前4個月完工以來，這座「國之重器」正成為守護粵港澳大灣區的「水龍頭」。

應急補水響應時間縮至3天

作為距離粵港澳大灣區最近的具有應急調水功能的大型水利樞紐，大藤峽工程可將大灣區應急補水響應時間由10天縮短為3天，水資源調度精準度和保證率大幅提升。

2025年10月14日，大藤峽首次達到61米正常蓄水位，充分發揮「王牌」作用，

有效減輕西江下游防洪壓力，同時為枯水期大灣區用水儲備充足水源。

「壓鹹補淡」保障供水安全

珠江口鹹潮上溯一直是困擾大灣區供水安全的核心難題，大藤峽通過「壓鹹補淡」應急水量調度，持續向珠江口輸送淡水。2024至2025年枯水期，大藤峽累計開展多次應急調水，累計向下游補水近6.7億立方米；工程運行以來先後20餘次參與流域應急調水，累計向下游補水超38億立方米，保障了包括澳門、珠海在內的粵港澳大灣區供水安全。

2026年春節期間，在水利部统一部署下，珠江委調度西江上游龍灘、大藤峽、百色等水庫群持續向下游補水近90億立方

米，有力確保澳門、珠海等大灣區城市群供水安全。

今年7月6日，郁江發生2026年第1號洪水。通過大藤峽削峰错峰，分別降低郁江桂平、貴港水位約3.5米、0.9米，有效減輕貴港防洪壓力；西江梧州站洪峰水位因此降低2.03米，廣東封開江口鎮洪峰水位從21.96米降至19.96米，沿江低窪區得以避免受淹。

2025年，大藤峽初步構建「天空地水工」一體化全要素全天候監測感知體系，依託數字孿生與現代化水庫運行管理矩陣平台，持續強化「四預」措施。

從珠江到香江，從西江到濠江，這座「水龍頭」正以汨汨清流潤澤粵港澳大灣區。