

從三峽到白鶴灘 率團隊攻克多項世界級技術難題

中國水電追夢人：從跟跑到領跑

「國之重器，必須掌握在我們中國人自己手中！」年初，在北京人民大會堂召開的「國家工程師獎」表彰大會上，哈電集團首席科學家覃大清被授予「國家卓越工程師」稱號，並作為獲獎代表在會上發言。從世界最大的水電站——三峽水電站，到世界單機容量最大的100萬千瓦白鶴灘水電機組，覃大清與團隊依託國家重大工程，通過自主創新，攻克了多項世界級前沿技術難題，其創新研製的「混流式L形葉片轉輪」，使中國大型水電裝備製造業邁入國際領先水平，用幾十年走過了發達國家幾百年才完成的工業化歷程，在水電裝備領域實現了從跟跑、並跑到領跑世界的創新跨越。

大公報記者 王欣欣 于海江

「我見證了中國的發電設備由弱到強的過程。我們拿到的重要訂單，不是別人施捨給我們的，都是同台競技得來的。」1983年，18歲的覃大清人生第一次離開廣西柳州縣城的家，來到位於湖北的華中工學院求學。「上了大學，你就是國家的人了。」學長的話讓覃大清深切感受到「家國」的情懷與責任。

「能參與三峽工程 一輩子也值了」

大學期間，覃大清對水力機械專業產生了濃厚的興趣。當時，長江之上，葛洲壩電站陸續投運，三峽工程呼之欲出，中國已建立起完整的現代水電設備製造業雛形。「如果能參與三峽工程，就是豁出一輩子也值了！」1987年，覃大清大學畢業，抵達了中國水力機械專業最前沿的「陣地」——哈爾濱電機廠大電機研究所工作。哈電有大廠房、有研究所、有實驗室、有計算機，能為他的「三峽夢」做好充分的知識和技術準備。「當看到各種各樣的儀器設備時，我真的非常興奮，手上長凍瘡也不在乎。凡是能夠對幹好三峽工程有用的知識，我都去學，就連走路吃飯也在想着解決學習中的問題。」

技術儲備十年，1997年，覃大清帶領團隊開始了三峽電站右岸機組的水輪機水力開發，其間遇到了行業公認的世界性難題——高部分負荷壓力脈動問題。水輪機在負荷範圍內運行，壓力脈動的數值非常大，導致機組運行不穩定，很容易發生危險。「很多國內外的專家都勸我這個方向是不可能治癒的『癌症』，可能一輩子都不會解決。而我覺得醫生面對生命不能退縮，面對國家裝備製造的難題，我們同

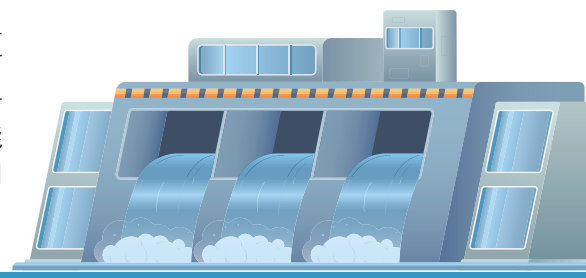
樣要有敢於突破一切阻礙的勇氣。」覃大清帶領團隊成員一頭扎進了實驗室。那段時間，實驗室幾乎每晚都是燈火通明。

日以繼夜 水輪機「起死回生」

想提高裝備製造業的核心競爭力，就需要依靠科技創新的力量。覃大清團隊從水輪機葉片形狀着手，通過20多個方案的優化設計和上百次試驗，研製出混流式L形葉片轉輪，在穩定性上取得了重大突破，徹底解決了困擾世界大型水電設備製造業多年的技術難題。此項技術使中國大型水電裝備製造業邁入國際領先水平，相關成果成功應用到溪洛渡、向家壩景洪等大型電站機組。

覃大清回憶，「三峽左岸機組建設時，雖然當時國外的技術比我們好一些，但是世界上沒有任何一個水電團隊比我們更了解三峽，我們自己的研究成果不可或缺。」曾主持研製數百個轉輪的加拿大製造專家表示：「三峽轉輪在製造中遇到了許多意想不到的困難，但哈電人把打入地獄的轉輪又撈回來了。」

「之所以能做到這一點，主要得益於多年的自主研發、獨立思考。」覃大清說，他的成功正如中國水電的成功，即始終堅持自力更生、自主研發，這是老一輩水電人的精神，而他只是更好地繼承和發揚。



市場需要什麼 技術就向前延伸

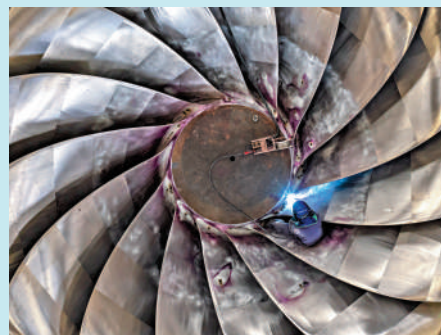
永不止步

「核心技術是國之重器，是等不來、買不來、討不來的。」2003年之前，抽水蓄能設備關鍵技術國外壟斷，大型抽水蓄能機組及成套設備國產化迫在眉睫。為打破窘境，覃大清帶着團隊踏上了自主化研製之路。2011年，哈電電機研製的中國首台具有完全自主知識產權的大型抽水蓄能機組——響水澗抽水蓄能機組成功併網發電，無論是效率、壓力脈動還是空化等綜合特性指標均達到了國際先進水平。

覃大清說，在抽水蓄能和常規水電研發上，哈電電機已成為「領跑者」。既然是領跑者，就要選擇好下一個行業發展的「巔峰」，開闢新跑道。「以前，水電研發方向更多是為電網提供能量，而當下，我更多思考如何將水電放在國家能源系統中進行結構調整，發揮水電的調能作用，讓水電更靈活、適應性更廣。」覃大清帶領項目團隊根

據白山抽水蓄能機組運行歷史數據，針對電站工况特性進行了量體裁衣式的改造研發。白山改造機組成功投用，不但贏得客戶好評，也引得國內外各大電廠及同行現場取經。

「市場潛在需要什麼，技術就要向前延伸，要讓科研開發與市場需求緊密相連，這樣才能把握未來。」在創新求索的路上，覃大清從不止步。



▲工人對白鶴灘水電站發電機組轉輪進行消缺處理。新華社



▲如今，覃大清參與建設的金沙江白鶴灘水電站累計發電量已突破1000億千瓦時。新華社



▲哈電集團首席科學家、「國家卓越工程師」覃大清接受大公報記者採訪。



▲覃大清（右）與哈電集團的技術人員探討方案。受訪者供圖

數讀白鶴灘水電站

- 總裝機容量**1600**萬千瓦，居世界第二，僅次於三峽工程
- 單機容量**100**萬千瓦，世界第一
- 地下洞室群規模世界第一，地下洞室總長**217**公里，相當於北京到天津距離的**1.7**倍
- 水電站的攔河拱壩高**289**米，相當於**100**層樓高，為世界第三
- 最大洩洪量達到每秒**42348**立方米，6分鐘即可灌滿整個西湖，樞紐洩洪功率世界第三
- 2023年10月12日，金沙江白鶴灘水電站累計發電量突破**1000**億千瓦時，相當於節約標準煤約**3007**萬噸，減排二氧化碳約**8240**萬噸

大公報整理



白鶴灘水電站大壩位置示意圖

白鶴灘登峰造極「外國沒有中國可以有」

突破極限

圓了「三峽夢」的覃大清，心中有着更遠大的目標。2003年到2007年，覃大清帶領團隊將世界水輪發電機組的最大容量從70萬千瓦提升到80萬千瓦，並將金沙江白鶴灘水電站水輪發電機組的目標設定為100萬千瓦。

「一台機組是不是精品，關鍵看

運行性能。運行性能好不好，主要體現在水輪機穩定性上。」覃大清回憶，當時業內專家普遍認為，白鶴灘機組能在45%–100%額定負荷之間穩定運行已是極限。但他給自己加壓，默默定下了在0%–100%額定負荷穩定運行的目標。「我綜合考慮了未來風電太陽能的發展前景，認為必須擴大容量，拓寬穩定性。」覃大清帶領科研團隊日夜攻關，研發出了11台模型轉輪，完成了50餘遍不同方案的模型試驗。一次次傳感器拆換、試驗數據採集、設備運行診查，周而復始。最終，他們開發出世界單機容量最大的百萬千瓦混流式水輪機組短葉片轉輪，使中國巨型混流式水輪機研製立於世界領先水平，衝進世界巨型水電機組研製「無人區」。「我們登上了水電領域的『珠穆朗瑪峰』。外國沒有的，我們中國可以有；外國人沒做到的，我們中國人能做到。」覃大清說。



▲白鶴灘水電站左岸8號水輪發電機進行總裝。新華社

時速400公里 新型復興號樣車年內下線

【大公報訊】據新華社報道：由國鐵集團牽頭實施的CR450科技創新工程目前正全面推進，其中CR450動車組樣車正在加緊研製，將於年內下線。據國鐵集團科技和信息化部負責人介紹，CR450科技創新工程主要包括CR450動車組和時速400公里高鐵線路、橋樑、隧道等基礎設施技術創新。CR450動車組的研製是在2017年下線的復興號中國標準動車組CR400的基礎上又一次技術突破，列車運行時速將從350公里提升到400公里。

提速50公里，不僅僅是一個數字，更是一種時空距離的重構。研究表明，乘坐時速300公里的高鐵，最佳旅行距離在1200公里左右；時速

400公里等級，最佳旅行距離將延長到1600公里。50公里，意味着整個高鐵產業鏈的提質升級。一列復興號動車組大概由50多萬個零件組成，涵蓋了機械、冶金、材料、信息控制、計算機、精密儀器等眾多技術領域。CR450動車組列車在時速提高的同時，噪音和能耗等環保指標都不超過CR400復興號列車。這就為輕質高效的新材料、新技術提供了廣泛的應用空間。

目前，時速400公里基礎設施技術創新和更高速綜合試驗段建設取得重要進展。CR450動車組已完成頂層指標和總體方案制定，進入施工設計和樣車研製階段，樣車將在年內下線，並將開展一系列行車試驗。

「博士乘組」獲航天功勳獎章

【大公報訊】據中新社報道：中共中央、國務院、中央軍委4月18日決定，給景海鵬頒發「特級航天功勳獎章」，授予朱楊柱、桂海潮「英雄航天員」榮譽稱號並頒發「三級航天功勳獎章」。

2023年5月30日，神舟十六號載人飛船成功發射，有着「博士乘組」之稱的神十六航天员景海鵬、朱楊柱、桂海潮駕乘飛船順利進駐天和核心艙，在軌駐留5個月，先後進行1次出艙活動、1次太空授課，開展一系列空間科學實驗與應用載荷在軌實（試）驗，於2023年10月31日安全返回。神舟十六號載人飛行任務，是空間站全面建成、載人航天工程進入應用與發展新階段的首

次載人飛行任務。神舟十六號載人飛行任務的圓滿成功，凝聚着廣大科技工作者、航天員、幹部職工、解放軍指戰員的智慧和心血。景海鵬、朱楊柱、桂海潮是其中的傑出代表。景海鵬成為執行載人飛行任務次數最多的中國航天員，朱楊柱成為中國首位執行載人飛行任務、開展出艙活動的航天飛行工程師，桂海潮成為中國首位執行載人飛行任務的載荷專家。

為褒獎他們為中國載人航天事業建立的卓著功績，中共中央、國務院、中央軍委決定，給景海鵬頒發「特級航天功勳獎章」，授予朱楊柱、桂海潮「英雄航天員」榮譽稱號並頒發「三級航天功勳獎章」。