

山東鑽獲地熱「水庫」 利工業應用節能低碳

井深逾4000米 年產蒸汽9.4萬噸 減排4.89萬噸



▲「東高熱1」地熱井井深4,002.17米，井底溫度162℃實現高溫地熱資源勘探重大突破。

米深的地下，發現了一座天然的「沸騰熱水庫」。經初步估算，這座「寶庫」每年可釋放的熱能達67.9萬吉焦，相當於約2.7萬噸標準煤燃燒產生的熱能。如果用來發電，可實現日發電量約2.52萬度，能滿足近萬人的日常用電；如果直接將高溫蒸汽用於工業生產，每年可提供蒸汽約9.4萬噸，替代標準煤約1.88萬噸，減少二氧化碳排放約4.89萬噸。此外，還可為區域集中供暖提供穩定高效的熱源。

除此之外，通過此次探測，還初步圈定了總面積近40平方千米的高溫地熱田。經測算，該地熱田儲存總熱能達1.4×1,013兆焦，折合標準煤約4.78億噸。待實現規模化開發後，每年可減少二氧化碳排放量約18.43萬噸，節能減排效果顯著，為地熱資源高效開發利用提供了一個實實在在的「地下熱能寶庫」。

酸液疏通助提單井產能

通常情況下，深部岩溶裂隙發育不均、連通性不好，岩石空隙容易被礦物堵塞，影響地熱

水產出。

張成偉介紹，為攻克這項技術難題，山東省地礦局研發了「高溫酸化壓裂技術」，這項技術通俗來講，就像是給深部岩層做了一場「微創疏通手術」。

通過向幾千米下的熱儲層注入特殊的酸液並施加壓力，溶解堵塞物、撐開小裂隙，從而讓地下水更順暢地匯流到井中。這項技術解決了3,500米以下高溫高壓儲熱岩層的存儲空間「改造」和運移通道「堵塞」難題，使導流能力提高12倍，井口溫度提升18攝氏度，顯著提升了單井產能。

張成偉介紹，為攻克這項技術難題，山東省地礦局研發了「高溫酸化壓裂技術」，這項技術通俗來講，就像是給深部岩層做了一場「微創疏通手術」。通過向幾千米下的熱儲層注入特殊的酸液並施加壓力，溶解堵塞物、撐開小裂隙，從而讓地下水更順暢地匯流到井中。這項技術解決了3,500米以下高溫高壓儲熱岩層的存儲空間「改造」和運移通道「堵塞」難題，使導流能力提高12倍，井口溫度提升18攝氏度，顯著提升了單井產能。

藏量豐富開發不足 中國地熱發電具潛力

地熱資源是指被人類可以經濟利用的地球內部的能量，被稱為「清潔能源新貴」，包括直接利用和發電兩種利用方式。根據地熱能賦存埋深和溫度，地熱能可分為淺層地熱能、水熱型地熱能和乾熱岩。淺層地熱資源和中低溫水熱型地熱資源以直接利用為主，高溫水熱型地熱資源和乾熱岩主要用於發電。

高溫地熱資源溫度高於150℃，以蒸汽形式存在；中溫地熱資源約90℃-150℃，以水和蒸汽的混合物形式存在；低溫地熱資源溫度介於25℃-90℃，以溫水、溫熱水、熱水等形式存在。

與風電和光伏相比，地熱能發電不僅零排放、無污染，而且穩定性好，能夠提供不間斷的電力供應，年均運行時長在8,000小時以上，年利用率是太陽能和風能的5至8倍。

根據2023年的公開數據，中國地熱直接利用全球第一，但是在發電利用上進展卻相對緩慢。資源與消費地區不匹配，一定程度阻礙了地熱發電的發展。中國可用於發電的中高溫地熱多分佈於西南的藏南、滇西、川西等，電力消耗主要在東部沿海，地熱資源分佈與電力需求不匹配，使地熱電站的建設、運營、電力輸送成本居高不下。

業內專家分析指出，地熱發電的運營成本很低，但是前期投資成本高。地熱發電要想有所盈利，需要採取類似風電或光伏發電的電價補貼模式。

山東省地礦局在黃河三角洲地區鑽成「東高熱1」地熱井，井深4,002.17米，井底溫度162攝氏度，井口出水溫度138攝氏度，是華東地區已知溫度最高的水熱型地熱井。山東省地礦工程勘察院院長張雲峰告訴香港文匯報記者，此次鑽成的地熱井熱能「品位」高，可直接進入工業應用領域，如直接進行地熱發電、直接為工業企業提供穩定可靠的工業蒸汽等。

按照「綠色發電—工業蒸汽—城區供暖—設施農業—水產養殖」多場景梯級利用的路線測算，「東高熱1」井及其後續地熱田規模化開發後綠色效能顯著，每年可產生經濟效益約4.5億元(人民幣，下同)，惠及城鄉居民約18萬人。

●文/圖：香港文匯報記者 胡臥龍 山東東營報道

在「東高熱1」井施工現場，抽取上來的熱水瞬間化為水汽直衝天際，釋放著來自地下4,000米的熱能。

華東地區地熱勘探突破

地質學界普遍認為，像魯北這樣的沉積盆地，通常以中低溫地熱資源為主，難以形成高溫地熱資源。山東自2011年以來，先後組織開展了一系列深部地熱資源重點調查項目，但未取得實質性突破。華東地區此前也尚未在4,000米以淺取得150攝氏度以上高溫水熱型地熱資源勘探突破。「東高熱1」井的探測發現，打破了固有認識。

據山東省地礦局黨委書記、局長張成偉介紹，通過「東高熱1」井，山東地礦工作人員在4,000



●項目實施單位山東省地礦局八〇一隊將鑽頭對準東營這片土地，他們開啟的是一場與地球深處「隱秘法則」的對話。 網上圖片

鄉村振興「熱引擎」 發展康養旅遊

在山東東營莊鎮雙福花卉產業園，地熱暖流滋養的蘭花遠銷海內外，這背後是當地地熱梯級利用的實踐。

作為山東省首個「清潔供暖無煙小鎮」，牛莊鎮自2019年啟用5組水熱型地熱井以來，已實現26萬平方米居民公建與30萬平方米設施農業的清潔供暖。82℃的地熱水經換熱後溫暖千家萬戶，53℃尾水再供花卉蔬菜大棚採暖，最終25℃溫水同層等量回灌，既讓供暖成本下降50%，農業效益提升40%，更年省標煤1.25萬噸、減排二氧化碳2.6萬噸，6年無煙塵的天空見證著綠色轉型成效。

在山東省地礦工程勘察院院長張雲峰看來，地

熱是發展現代高效農業的「黃金資源」。60℃左右的餘熱可支撐大型智能溫室建設，實現高價值果蔬全年生產，還可為特色水產養殖提供恆溫環境。更可結合黃河口濕地風光，發展溫康養與生態旅遊，讓地熱成為鄉村振興的「熱引擎」。

東營市副市長梁潤生表示，「東高熱1」井的誕生實現了深部高溫地熱勘探「從0到1」的跨越。這口井深4,002.17米、井底溫度162℃的地熱井，將地熱利用從民生農業推向工業高端領域。按照東營市政府的規劃，其高溫熱能將優先用於工業蒸汽製造、蒸汽前端供熱和高溫發電，為東營港提供穩定綠電，直接對接企業用能需求，進一步降低煤炭消耗。

特稿



●花卉大棚裏的地熱井供暖出口。

為「粵西糧倉」解渴 雷州半島擬建大型灌區

香港文匯報訊(記者 方俊明 廣州報道)廣東省發展改革委近日正式批覆《雷州半島灌區工程可行性研究報告》，標誌著這一事關粵西地區長遠發展、保障區域糧食安全的重大水利工程取得關鍵性進展，為工程全面開工建設奠定堅實基礎。據廣東省發展改革委透露，作為目前全國新建最大灌區，該工程估算總投資近215億元(人民幣，下同)，也是國家「兩重」建設(國家重大戰略實施和重點領域安全能力建設)標誌性重大水利工程，建成後將躋身全國第七、華南第一大灌區，為打造穩固的「粵西糧倉」、廣東重要商品糧基地提供堅實的水利支撐。

作為目前廣東省主要的商品糧基地、高效經濟作物主產區，雷州半島農業種植條件優越，更是糖蔗、天然橡膠等戰略資源的生產保障基地。但是，受地形地勢、降雨時空分佈不均等自然條件影響，雷州半島灌區內河流源短流急，蓄水條件差，水資源供需矛盾突出，平均約兩到三年便發生一次旱災，是全國有名的苦旱地區。缺水問題長期掣肘雷州半島農業提質增效與區域經濟社會高質量發展。

464萬畝地將受益

據廣東省發展改革委批覆的《雷州半島灌區工程可行性研究報告》顯示，工程估算總投資達214.75億元，施工總工期為54個月。建設範圍劃分為雷北、雷西南、雷東南等3大片區，並進一步劃分為8個灌域。通過新建及改造渠道、輸水管道、泵站灌溉輸水網絡，使灌區受益面積達464萬畝，其中新增恢復灌溉面積254萬畝、改善面積58萬畝。



●雷州半島灌區工程是「環北部灣廣東水資源配置工程」的重要配套項目。圖為該配置工程施工現場。 香港文匯報廣東傳真

該工程建成後，將極大改善雷州半島的農業生產條件，灌區糧食種植面積可增加近189萬畝，年均農業經濟效益預計增加25.8億元，助力打造穩固的「粵西糧倉」。同時，該工程將有效優化區域水資源配置，可望年退減超採地下水量8,234萬立方米，退減擠佔生態水量1,986萬立方米，對保護水生態環境，推動當地經濟社會可持續發展具有深遠意義。

破解水資源供需矛盾

「目前，雷州半島灌區工程用地預審也已獲自然資源部正式批覆，標誌著該工程從規劃走向落地的『關鍵一躍』。」廣東省自然資源廳有關負責人表示，該工程將全方位構建區域水利保障體系，建成後將發揮



多重關鍵作用：既能精準破解雷州半島水資源供需矛盾，又能從長遠打破制約區域農業發展的瓶頸，充分釋放當地豐富的農業資源潛力，為環北部灣區域協同發展注入水利動能。還值得關注的是，雷州半島灌區工程是國家重大水利工程「環北部灣廣東水資源配置工程」的重要配套項目。而該配置工程作為廣東省迄今為止引水流量最大、輸水線路最長、建設條件最複雜、總投資最高的跨流域引調水工程，總投資超600億元，全長超490公里；全線23條支洞近日已全部貫通，計劃於2031年通水運行。屆時，將從西江幹流雲浮段引水至雷州半島，將惠及粵西地區的湛江、茂名、陽江、雲浮4市1,800多萬人。

廣東主要糧食產區

湛江市雷州半島

廣東主要的商品糧基地、高效經濟作物主產區，是糖蔗、天然橡膠生產保障基地，有「粵西糧倉」之稱。糧食作物目前年播種面積逾103萬畝，產量近41萬噸。

廣東第一田

指湛江雷州東西洋田和江門台山連片水田，包括水田連片面積28萬畝、超1.5萬公頃的絲苗米生產區，是廣東省最大的雙季水稻主產區之一，年產糧食約15萬噸。

河源市和平縣

粵北生態區優質水稻主要產區，被譽為「粵北糧倉」，水稻常年播種面積29.4萬畝，年產量超9.31萬噸。

雲浮羅定市

廣東省種稻歷史最早的地區之一，是全國商品糧基地縣和廣東省重要的糧食主產區，糧食播種面積近59.4萬畝，總產量近25萬噸；其中水稻播種面積近52萬畝，總產量逾23萬噸。

整理：香港文匯報記者 方俊明

