



電壓教室

中低壓

範圍：220V和380V  
應用：家居插板用的電壓

高壓

範圍：10kV-220kV  
應用：市高壓電纜地下傳輸／野外鐵塔傳輸

超高壓

330kV-750kV  
應用：水力火力發電輸送

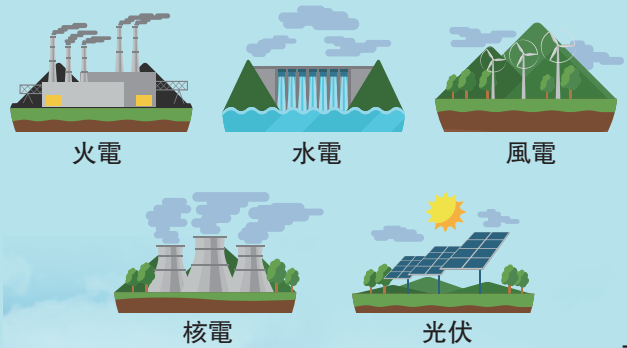
特高壓

±1000kV及以上交流輸電  
±800kV及以上直流輸電  
應用：西電東輸等超遠距離輸送

特高壓應用場景

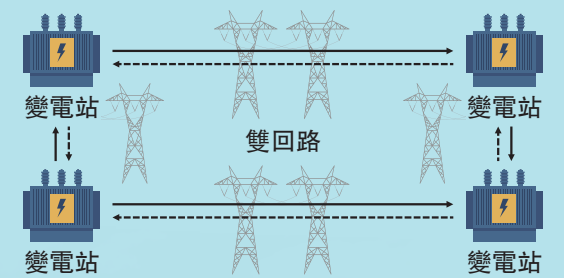
直流輸電

方式：點對點輸送，中間不可落點。  
特色：輸送功率大，適合遠距離輸電。



交流輸電

方式：中間可落點構成電網，線路中有串聯，呈網絡結構。  
特色：兼具輸電和組網功能，適用近距離輸電。



> 800公里：直流輸電經濟安全 傳輸黃金定律 < 800公里：交流輸電更加划算



▲2024年12月27日，我國西南地區首個特高壓交流輸電工程——國家電網川渝1000千伏特高壓交流工程正式投運。圖為施工人員在川渝特高壓交流工程架線施工。

中國從「跟跑」到「領跑」

特高壓輸電驚艷世界

高海拔藏電「閃送」灣區



掃一掃有片睇

中國水電新跨越·輸電篇

雅魯藏布江下游水電工程（下稱雅江水電工程）被譽為「世紀工程」，建成後預計年發電量將高達3000億度。如何將這些電力低損耗外送千里之外？從「跟跑」到「領跑」世界，中國獨有的特高壓輸電技術就成了「秘密武器」。為了適應高海拔的環境，中國已先後攻克高海拔特高壓交流和特高壓直流線路技術，為「藏電外送」提供了技術支撐。

就在雅江水電工程開工前夕，國家發改委核准藏東南至粵港澳大灣區±800千伏特高壓直流輸電工程，在雅江水電工程建成後，來自雅魯藏布江的綠色水電有望向東「閃送」，點亮大灣區。

大公報記者 李暢、羅洪熿

2025年5月27日，世界海拔最高的特高壓直流工程——金沙江上游至湖北±800千伏特高壓直流輸電工程（以下簡稱金上至湖北特高壓工程）實現全線貫通，工程最高塔位海拔接近4800米，是目前世界上海拔最高的特高壓鐵塔。此前，世界海拔最高的特高壓交流工程——川渝1000千伏特高壓交流工程已於2024年12月27日建成投運，這兩條高海拔特高壓線路的建成投運，標誌着中國成為世界上首個掌握高海拔特高壓技術的國家，這也意味着中國具備在青藏高原建設特高壓輸電線路的能力。

從「學徒」向「先鋒」蛻變

中國特高壓技術從昔日的「學徒」成長為引領世界的「先鋒」，經歷了不為人知的蛻變。時至今日，中國特高壓輸電技術已實現質的飛躍，從最初的「照貓畫虎」向國外學習，到如今在該領域早已實現獨立自主，「外方總承包」在我國特高壓建設中早已成為過去式。截至2024年底，中國已建成投運42項特高壓交直流工程，跨省跨區輸電能力超過3億千瓦。

一位專家告訴大公報記者，依託於特高壓工程的成功，我們逐步建立了從原材料到關鍵組件、成套產品的完整國產化裝備產業鏈。未來，隨着跨洲電力傳輸需求的增長和全球能源互聯互通的迫切需要，特高壓技術的國際重要性將愈發凸顯。

與此同時，中國在世界電工界的話語權越來越大。中國已從國際電工委員會（IEC）成員國上升為常任理事國，主導制定了20多項IEC國際標準，推動國際電工委員會成立了高壓直流輸電技術委員會（TC115）和特高壓交流輸電技術委員會（TC122），並由中國擔任秘書國和

主席國。

助建全球能源互聯網

全國政協常委、中國企業財務管理協會會長張連起在接受《大公報》訪問時表示，從20世紀80年代開始特高壓技術的前期研究，到2009年第一條特高壓線路投入商業運行，再到今天以特高壓為核心構建全球能源互聯網，中國在輸電領域實現了從「跟跑」到「領跑」的歷史性跨越。「這或許正是雅江水電工程最深遠的意義，它不僅是點亮東部的清潔電源，更是一座連接現在與未來的橋樑，承載着中國乃至全球能源可持續發展的希望。」張連起說。

廈門大學管理學院講席教授、中國能源政策研究院院長林伯強向《大公報》表示，雅江水電工程對於優化全國能源輸送格局、提升資源配置效率具有重要意義。在水電外送技術保障層面，他表示，中國已具備成熟可靠的解決方案。「中國的特高壓輸電技術已領跑世界，未來雅江水電工程的電力輸送可為全球其他國家大型水電開發提供有益借鑒，向世界輸出『中國智慧』。」林伯強說。

談及中國特高壓輸電技術對全球能源的貢獻，張連起說，特高壓技術為跨國、跨區域能源互聯提供了可能，正如聯合國秘書長古特雷斯曾評價：「中國特高壓輸電技術對可再生能源發展至關重要，全球能源互聯網是實現人類可持續發展的核心和全球包容性增長的關鍵。」張連起表示，隨着「一帶一路」倡議深入實施，特高壓技術已成功應用於巴西美羅山水電站等海外項目，實現了中國技術、標準和裝備的「集體出海」，未來中國特高壓技術將為全球能源治理貢獻更多方案。



▲新疆是我國西電東送的重要送端。圖為位於新疆哈密市的哈密南—鄭州±800千伏特高壓直流輸電工程的天山換流站。新華社

特高壓：輸電技術界5G

如何送電力？

●建電廠易，送電力難，想送得多必須加大電壓或電流，電流太大引起電線發熱，輸送過程中損耗太多，需要升高電壓來提高輸電效率。

特高壓特點？

●可長距離、大容量、低損耗輸電，能力是超高壓的5倍。若說超高壓輸電是「4G」，那特高壓輸電就是「5G」。

可傳送多遠？

●有了建造輸電「5G」技術，新疆、內蒙古發的電才能送到北京，三峽水庫發的電才能送到上海，雲貴川大峽谷裏的水電才能送到大灣區。

美國搞不成？

●上世紀60年代，美國開始研究1000千伏特高壓輸電技術，甚至曾經規劃工程，但是遇上70年代的石油危機，再加上經濟增速放緩和去工業化，最後不了了之。

經濟效益大？

●中國經濟發達地區在中東部，這些地區集中70%以上電力消費，能源資源集中分布的地方卻是在上千公里之外的西部。大公報整理

「藏粵直流」助灣區綠色轉型

話你知

廣州市規劃和自然資源局花都區分局牽頭組織編製的一項規劃成果，日前獲廣州市人民政府批覆同意實施，國家重點能源項目「藏東南至粵港澳大灣區±800千伏特高壓直流輸電工程（藏粵直流）」向建設實施階段又邁進一步，其輸電線路起於西藏自治區昌都市左貢縣，經廣州花都赤坭鎮小選換流站，至終點深圳龍華中部換流站，計劃「十五五」建成投產，每年可助力輸送西藏清潔水電、光伏電力超200億千瓦時，提升粵港澳大灣區電力供應能力，每年可替代燃煤640萬噸，減少二氧化碳排放1600萬噸，助力大灣區打造綠色低碳供電體系。綜合報道

世界海拔最高特高壓線 跨藏川渝鄂四省

綠能 高速

5月25日，世界海拔最高的特高壓直流輸電工程——金上至湖北±800千伏特高壓直流輸電線路工程全線貫通，途經西藏、四川、重慶、湖北4個省份，全長1901公里。建成後，它將集金沙江上游的水電、風電、太陽能發電，每年可向華中地區送電約400億千瓦時。

作為首個進入川藏高原腹地的特高壓直流工程，金上至湖北特高壓的建設先後攻克了多項難關。為解決海拔高作業人員容易缺氧問題，施工採用了高原專用機械設備，現場配備便攜氧氣、藥品等，保障工程順利推進。為

應對崎嶇綿延的山路和塌方、泥石流等自然災害的威脅，項目部採用索道運輸方式，架設了39條索道，其中單條索道最大運量達531立方米，選用2噸級貨運索道來運輸塔材等重型物資，節約大量人力成本，提高運輸效率，有效減少對生態環境的破壞，實現了經濟效益與生態效益雙贏。

此外，這次作業應用了全景可視化及智能仿真張力放線系統，能夠提前模擬導線展放過程，實時監控收集滑車、走板等關鍵設備的工作狀態，將數據集成到現場控制指揮中心，施工效率提升約25%，可靠性大幅提升。



▲雅江下游水電工程近日於西藏林芝市魯朗風景區開工。圖為工程近日常見的當地水資源豐富，景色優美。新華社

國產電力「超級大腦」 AI快速精準診斷故障

智能 電網

特高壓輸電線路能夠安全平穩運行，離不開背後「最強大腦」般的智能控制系統與技術支撐體系。

國家電網公司於去年年底發布的千億級多模態行業大模型——光明電力大模型，堪稱特高壓電網的智能化「超級大腦」。這一模型是目前能源電力領域知識覆蓋最全面、參數規模最大、專業能力最強的人工智能「專家」，為電網安全穩定運行、促進新能源消納、提升供電服務質量提供了核心支撐。

如同配備全天候高水平「專家團隊」

以內蒙古電能輸送為例，電能沿着特高壓線路抵達山東省首

座特高壓換流站——±800千伏廣固換流站，經換流變壓器將直流電轉換為交流電後送往齊魯各地。而換流變壓器作為關鍵設備，其內部結構複雜，包含1000多個零部件，涉及1800多項製造工藝，一旦出現內部缺陷，要快速準確判別類型並精準定位，存在極大技術難度。

國網山東省電力公司運維人員孫慧介紹，光明電力大模型如同為每座換流站配備了全天候、高水平的「專家團隊」。目前，國網山東省電力公司通過持續開展模型學習訓練，已讓其掌握數千項故障案例，具備13項常見「疾病」的診斷能力，成為守護設備安全的專家級「醫生」，為特高壓電網的可靠運行保駕護航。