

近期中國大陸核電發展之觀察

海基會/112.02.13

摘 要

- 一、因應嚴峻的缺限電危機，國務院總理李克強於 2022 年核准 5 個核專案、10 台核電機組，包括浙江三門核電二期，山東海陽核電二期，廣東陸豐核電 5、6 號福建漳州二期、廣東廉江一期核電專案，核電機組總投資達 800 億元（人民幣）。繼日本福島核事故後，核准核電案最多的一年，中共核電政策邁入新的高速成長期。
- 二、發展核電是中共的重大政策，近年嚴重的缺限電危機，嚴重衝擊其經濟、農作物生產及各行各業，促發加快腳步發展核電。2016 年施行的「十三五」計劃，每年新建 6-8 座核電廠，投入 5000 億元，到 2030 年力爭在發電量與運行數量超過美法等國，成為世界最大的「核能強國」。
- 三、發展核電緩解缺限電危機、配合習近平「能耗雙控」政策，意在促進國內內循環與國際外循環的經濟發展格局，核電投資金額龐大、產業鏈長、涉及 70 多個專業學科，有助促進經濟及產業發展。
- 四、積極推展「核電走出去」，向海外輸出核技術，已對伊朗、巴基斯坦、蘇丹、南非、土耳其等 12 國輸出核電，除龐大的核電商機外，擴大政治影響力至非洲與一帶一路國家。
- 五、「核電走出去」面臨不少挑戰，包括核電三巨頭技術各有擅長、互別苗頭；技術三頭並進，須中央出面協調；核電出口經營經驗不足；資金來源與持續性也是考驗。
- 六、廣東省大亞灣、陽江、台山等核電廠發生核事故頻率頗高，事件多由資訊發達的香港揭發。官方態度則是慣性隱匿，資訊非常不透明，引發疑慮。核電廠興建廠址選定過程，同樣有黑箱疑慮，民眾往往事後知悉「核電廠在我家附近」。
- 七、核電管理方面，法規建制不完善，早期規定泰半為原則性、概略性規範，2016 年《核電管理條例草案》施行後，核電管理漸漸步上法制化。

壹、前言

中國大陸能源消耗、缺電與環境污染都相當嚴重，尤其，2021、2022 連續兩年缺限電危機，凸顯電力安全穩定的重要性。為解決迫切的缺電問題，中共加快腳步發展核電，國務院常委會去（2022）年一口氣核准 5 個核電專案、10 台核電機組，總投資 2000 億元（人民幣，下同）；此乃福島核事故以來，中共批准核電廠與機組最多的一年，進入新的核電高速成長期，「在建核電機組」數量持續保持全球第一。

本文聚焦探討中國大陸近期高速興建核電廠的背後因素、回顧中國大陸核能政策與歷程、從技術學習歐美國家到技術自主與研發創新，到成為「核電輸出國」；同時，探討中國大陸核能安全議題，多件曝光的核事故有隱匿情事，核安問題不宜輕忽；另東南沿海分佈愈來愈密集的核電廠與臺灣安全息息相關，值得重視。

貳、近期中國大陸缺限電常態化

中國大陸經濟快速發展，冬夏時節用電量需求大增，供應能力很難滿足尖峰用電需要，全球天氣極端化，加劇缺電限電危機。中共改革開放至今，歷經多次大規模缺電，2002 年供電量跟不上經濟發展速度，2008 年南部省市發生雪災導致電量攀高。

近期的「缺電荒」從 2020 年底拉開序幕，2021 年缺電限電蔓延各省市，2022 年酷熱乾旱的異常天候，連水力發電量第一名的四川都難逃缺電陰霾。

一、2020 至 2021 缺限電原因與影響

中國大陸是世界第一大煤炭生產國，也是全球第一大煤炭進口國。資料顯示，2019 年煤炭產量超過 37.4 億噸，進口煤炭近 3 億噸，進口占比約 8%。2020 年煤炭產量持續增長至 38.4 億噸。顯見中共雖有意減少二氧化碳排放，但煤炭自產量卻持續增加。

從電力結構來看，中國大陸火力發電占總體發電量 70%，清潔能源（風電、太陽能）占 9%。火力發電高度依賴煤炭，國際能源網統計 2020 年 1-11 月，中國大陸煤炭產量 34.8 億噸，煤炭進口量 2.6 億噸。當年 11 月，中共為報復澳洲對煤炭採取進口限制，緊接著煤炭價格大幅上漲，供不應求。2020 年 12 月底至 2021 年 1 月中上旬，電力缺口持續惡化，許多省市陸續祭出限電措施，包括湖南、江西、浙江、內蒙古、廣東等，甚至北京與上海也短暫停電。

從內外部因素觀察此波限電原因包括，2021 年，新冠疫情控制得宜，國際大單轉移，製造業全面開工增產，用電量大幅上升，煤炭需求升高，但因煤炭價格飆升，電力公司進口高價煤炭發電，形成愈發電愈虧損現象，乾脆減少進口；產煤大省內蒙古「反腐風暴」，煤炭產能被壓縮，以及關閉小型低效能煤炭廠。專家分析，中國大陸火力發電占 7 成，本土原煤產量降低，進口煤炭下降 10%，但同期燃煤發電卻成長 14%，加深缺電危機。

頻繁限電與「能耗雙控」政策有關。中國國家主席習近平於 2020 年 9 月宣布「能耗雙控」，力爭 2030 年二氧化碳排放量達到歷史峰值不再增長，2060 年前實現碳中和，即二氧化碳的排放量與去除量相互抵消。政府希望淘汰高耗能低毛利成長產業，嚴格執行結果導致 10 多個省市陸續傳出電

力短缺，重挫江蘇、廣東、浙江三大工業重鎮，受衝擊產業含蓋鋼鐵產品、塑膠、家電、化工與紡織品等。

臺商也受到衝擊，包含印刷電路板（PCB）停工及各類消費性電子產品供應，LED 訂單無法如期交貨、汽車零組件廠生產受限。傳統產業方面，全球製鞋龍頭寶成、鞋材大廠臺灣百和，恐影響 NIKE、Adidas 等品牌鞋廠供貨。臺經院景氣預測中心主任孫明德提醒，臺商應做好中長期準備，「限電未來恐成經常性問題」。

長三角是中國大陸經濟黃金地帶，2021 年 9 個省市 GDP 總和占總量的 42.3%，對經濟成長貢獻巨大。限電措施重挫長三角經濟，也對農作物、牲畜及畜牧產品造成威脅，進而推升物價。農業農村部監測顯示，當年 7 月份蔬菜批發均價為每公斤人民幣 3.96 元，月增 19.9%，年增 21.3%；CPI 年增率到 2.7%，創兩年新高。

二、2022 缺電 極端天候影響各行各業

受到極端氣候的影響，2022 年夏天，地球宛如火球，歐洲 6 至 8 月遭到熱浪襲擊，成為中世紀以來最嚴重乾旱，WHO 估計至少 1 萬 5 千人死於這波熱浪。中國大陸也遭逢 60 多年來華南地區最長的連續高溫，青藏高原經歷罕見的「非常嚴重」乾旱。受創最深的則是長江流域，一路從沿海的上海延伸到四川、重慶，數億人口及多個製造業中心都受酷熱高溫衝擊。

2022 年 8 月這一波熱浪侵襲，是中共有記錄以來時間最長、影響範圍最廣的天災，攝氏逾 40 度高溫成為日常，半數土地處於乾旱狀態。

四川是中國大陸排名第一的水電大省，也是最大水電供應來源，四川的水力發電量占全國水力發電總量的 30%。過去夏天雨季水量充足，可滿足發電所需，甚至向外輸送剩餘水電；然而，2022 年 7、8 月降雨量大減 30%及 60%，嚴重削弱水力發電能力。

四川平均降雨量大減，發電站水位降至歷史同期新低，用電量卻因酷暑達到高峰，缺電更加惡化。因應高溫缺電現象，長江沿岸 9 個省市（上海、浙江、江蘇、安徽、江西、湖南、湖北、四川、重慶），被迫關閉工廠、占全中國水力發電量 21%的四川，則是限制工業電力用戶用電。

官方的應變措施包括，增加煤炭產量及進口煤炭，數據顯示，8 月前 2 周全國發電廠每天燃燒 816 萬噸燃料煤，比去年同期增長 15%。四川省政府估計，四川最大的燃煤電廠——四川廣安發電廠，8 月發電量比去年同期增長 313%。中央也用專列車運煤，從山西、陝西、內蒙古和新疆等地將煤礦運到東南沿海及南方等區域。

長江流域熱浪衝擊經濟並對全球供應鏈造成影響，恆生銀行中國首席經濟學家王丹 2022 年 8 月接受媒體訪問時表示，熱浪已使鋼鐵、化工及化肥業生產放緩，衝擊製造業與農業生產，使全球供應鏈出現連鎖反應，若持續惡化，2022 年經濟成長率恐低於 3%。高盛集團(Goldman Sachs)及野村證券(Nomura)也預測，中國大陸經濟成長率從 3.3%下修 3%，理由包括需求疲弱、動態清零政策不確定性、房地產行業萎靡不振及限電措施的衝擊。

熱浪引發的缺限電危機，也為農作物帶來嚴重災情。2023 年 1 月 13 日，中共應急管理部於官網公布資料顯示，長江流域中旱以上日數為 77 天，較常年同期偏多 54 天，為

1961 年以來歷史同期最多。旱情峰值，全國共有 5245.2 萬人次受災，因旱須生活救助 758.5 萬人次，農作物受災面積 6090.2 千公頃，直接經濟損失 512.8 億元。旱災帶來不少經濟與農作物損失。

參、中共核能發電政策與發展過程

一、中共核能政策演變過程

因應氣候變遷，「2050 淨零排放」已成全球共識，發展綠色與再生能源是各國政府努力的目標。2021 年 2 月俄烏戰爭引發能源危機，民生物價、石油、天然氣及電價飆漲，影響各國的能源政策，包括法國、日本等已把核電納入政策期程。

中共的核電政策從「八五」規劃到「十四五」規劃，一路從「適當發展」到「積極推進發展」再往「安全穩妥發展」挺進。「十一五」是中共核電大躍進時代，積極推進核電建設，以建設百萬千瓦級核電廠為重點。

不過，受到 2011 年福島核事故衝擊，連續多年「零批准」蓋核電廠，接著「十二五」到「十三五」都強調「安全高效」發展核電；「十四五」，「安全穩妥」推動沿海核電建設是「十四五」的重要任務。

二、早期核電廠技術仰賴美英法等先進國家

中共於 1970 年代開始研究核能發電，1985 年 3 月第一座民用秦山核電廠於浙江海鹽開工，為壓水型核反應爐（PWR），技術師承於法國，運用大宗戰略採購獲取整廠技術移轉談判籌碼，1991 年 12 月正式商業運轉。

第五屆全國人大第五次會議於 1982 年 12 月 30 日宣布建設

秦山核電廠，在全國一盤棋、集中力量辦大事的情況下，18 個部委、100 多個科研單位、600 多個制造廠家協同參與建設，實現中共核電「零的突破」。

第二座核電廠於 1987 年廣東省深圳市大鵬半島大亞灣開工，獲得最高領導人鄧小平全力支持，鄧指示「深圳要辦好兩件事，一是建設核電廠，二是辦好深圳大學」，重視程度可見一斑。

大亞灣核電廠是英國與法國聯合為中共建設百萬千瓦級的大型商業核電廠，幾乎所有設備都從國外進口，包括地板磚、水泥及電話線等用品，國產化率僅 1%。電廠工作人員派往法國培訓，每位培訓費用約一位成年人體重的黃金重，因此，被稱為核電「黃金人」。

大亞灣核電廠籌備期間，發生美國三哩島及蘇聯車諾比核事故，全球籠罩在核安疑慮的低氣壓中，該電廠距離香港只有 50 公里，上百萬香港市民簽名反對興建。為消除疑慮，電廠引進法國的核島技術裝備以及英國的常規島技術裝備進行建造和管理，並由美國公司提供品質保證。該電廠是中國大陸第一座營利商業核電廠，於 1987 年開工，1994 年 2 月和 5 月併網發電。70%電力出口香港，占香港電力供應的 20%，至今仍在運轉中。

三、日本福島核事故 中共凍結審批新電廠

中共國務院於 2007 年批准「國家發展和改革委員會」提出《國家核電中長期發展規劃（2005-2020）》。《報告》強調發展核能的重要意義，核能是安全、清潔、可靠的能源，核能將成為必不可少的替代能源。

中共很早注意到核電是解決未來電力缺乏、降低環境壓力，進而帶動高科技發展與高技術產業等問題，核能發電產業從上游到下游涉及幾十個產業，擁有產業鏈長及技術密集度高的特色。《報告》明訂目標，至 2020 年，核電廠容量可滿足運行 4000 萬千瓦、在建 1800 萬千瓦，新增投產 2300 萬千瓦核電廠，廠址以沿海省份優先選擇。吉瓦（功率單位、GW。1 吉瓦=10 億瓦=1 百萬千瓦）。

正當核電即將成為中共的明星發展產業之際，2011 年 3 月，日本福島第一核電廠爆發事故，全世界擁有核電廠的國家都重新審視核能安全性問題，原則凍結「十二五規劃」（2011-2015）核電廠新建計劃，停止審批核電廠興建。2012 年-2014 年暫停審批，直到 2015 年第三代核電技術「華龍一號」問世，新的核電專案再度陸續推出。

2016 年 9 月 29 日，中共國務院轄下的中廣核集團與法國電力集團及英國政府簽署英國新建核電項目協議，這是中共在英國及歐洲的最大投資項目，也是中方企業首次主導開發建設西方發達國家核電項目，被習近平視為開啟中英「黃金時代」的旗艦項目。

四、力爭 2030 年 成世界最大「核能強國」

中共於 2016 年施行「十三五」計劃，每年新建 6-8 座核電廠，總共投入 5000 億元資金，到 2030 年力爭在發電量與運行數量超過美法等國，成為世界最大的「核能強國」並積極推廣國產核電技術方針。

依照中共的期程，2020 年前，發電量提高到 58000 萬千瓦，是 2014 年的 3 倍，至 2030 年，將有 110 座以上核電廠，

數量上已超越現今世界第一的美國。除追求核電廠新建速度外，也強調核電安全。

（一）加強核電廠安全 降低核事故發生率

中共環保部於 2017 年 3 月發布《核安全與放射性污染防治十三五規劃及 2025 遠景目標》，具體內容為，進一步降低放射源輻射事故發生率，不發生放射性污染環境核事故，至 2025 年核電廠安全保持國際先進水平。

《規劃》明確要求核電廠加快乏燃料離堆貯存能力建設；加強乏燃料後處理產學研一體化頂層設計，推動大型商用後處理廠選址和建設。開展 5 座中低放固體廢物處置場選址、建設，推進核電廢物外運處置，推進高放廢物地質處置場選址與場址調查，加快高放廢物處置研究。

（二）強調清潔低碳能源

中共「能源發展十三五規劃」，建構清潔低碳、安全高效的現代能源體系為主要架構，訂定 2020 年能源發展目標，實施能源消費總量和消費占比雙重控制，直接限制未來五年煤炭消費量不超過 2013 年用量最高峰，清潔低碳能源是「十三五」時期能源供應的要角。

另依「國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要」（2016～2020），除延續推動再生能源及核能發電的低碳能源發展政策，「十三五」以能源安全為首務。訂定燃煤機組高效率標準、強迫淘汰低效率燃煤機組，預期電力部門溫室排放將於 2030 年間達成峰值等措施，作電力部門溫室氣體排放管制目標之參考。

五、「十四五」推進「以電代煤」

2021 年 3 月，中共國務院官網公布「十四五規劃」和 2035 年遠景目標綱要，其中，第 11 章第 3 節指「構建現代

能源體系」，為建設清潔低碳、安全高效的能源體系，加快發展非化石能源。推進以電代煤，大力提升風電等規模，加快發展東中部分佈式能源，有序發展海上風電，加快西南水電基地建設，安全穩妥推動沿海核電建設，建設一批多能互補的清潔能源基地，非化石能源佔能源消費總量比重提高到20%左右。

六、解決缺電危機 核電邁入高速成長期

中共因應嚴峻的缺限電危機，國務院總理李克強於2022年4月，核准3個核電新建專案（浙江三門核電二期，山東海陽核電二期，廣東陸豐核電5、6號），各2台核電機組。9月國務院常務會議再次決定，核准2個核電廠項目（福建漳州二期、廣東廉江一期核電專案），各2台核電機組，4座核電機組總投資達800億元。

短短一年內核准5個核專案、10台核電機組，這是繼福島核事故後，中共核准核電案最多的一年，核電政策邁入新的高速成長期。

中央的能源政策朝「非化石能源」發展，地方政府紛紛響應，包括廣東、廣西、福建、海南、江蘇、山東、遼寧等7省把核電列入經濟發展規劃與2022年工作重點。

中國核能行業協會於2022年9月14日發布《中國核能發展報告2022》藍皮書顯示，至2022年8月底，中國大陸商運核電機組共53台，總裝機容量5559萬千瓦，在建核電機組23台，總裝機容量2419萬千瓦，在建核電機組規模全球第一。

中國核能電力公司報告也顯示，未來15年中國大陸將由核能大國邁向核能強國的戰略機遇期，到2025年，核電在

運裝機規模將達到7000萬千瓦左右，在建裝機規模接近4000萬千瓦；到2035年，中國核電在維運和建裝機容量將達2億千瓦左右，發電量約占全國發電量的10%左右。

肆、中國大陸核能發電現況

一、中國大陸核電廠分布

《中國核能發展報告2022》藍皮書資料顯示，至2022年8月底，目前運行的核電機組共53台，在建核電機組23台，在建核電機組規模全球第一。不論已運轉、在建、籌劃與新核准，浙江省核電廠與核機組數量居全國之冠，福建與廣東緊追其後，排名第二。

中共第一座核電廠為秦山核電廠，1991年商轉營運已32年。浙江省除秦山1、2、3期電廠外，還有方家山、三澳及三門等6座電廠，核電廠數量全國排名第一。

廣東省與福建省核電廠數量緊追在後。深圳大亞灣核電廠於1993年啟用，已30年歷史，70%電力提供香港使用，廣東還有嶺澳、太平嶺、台山、陽江等核電廠。

福建省則有福清核電廠（1、2期）距離苗栗只有162公里，是中國大陸核電廠與臺灣最近的核電廠，其次為寧德核電廠，距離臺灣229公里。其他省份核電廠還有山東、遼寧、江蘇、北京等已商轉電廠。

維基百科資料顯示（至2022年8月19日）

- **在建中核電廠：**廣東（太平嶺、陸豐）、浙江（三澳）、福建省（霞浦、漳州）、遼寧省（徐大堡）、甘肅省（武威）。
- **籌建中核電廠：**安徽省（蕪湖、吉陽）、福建省（三明）、廣東省（海豐、韶關、揭陽、肇慶）、湖北省（大

畝、咸寧、松滋)、湖南省(桃花江、小墨山)江西省(彭澤、煙家山)、浙江省(龍游)、重慶市(涪陵)、四川省(三壩)、遼寧省(東港)、河南省(南陽)、吉林省(靖宇)、貴州省(銅仁、貴州)、廣西壯族自治區(白龍)。

● 2022 年 9 月新核准核電廠：

福建(漳州二期)、廣東(廉江一期)、廣東(陸豐核電 5、6 號)、浙江(三門二期)、山東(海陽二期)。

中國大陸核廠電分佈圖



圖片來源《南方都市報》

二、中國大陸核電廠與臺灣的距離

臺灣與中國大陸隔著台灣海峽遙遙相望，兩岸距離不到 200 公里，福建「福清核電廠」與苗栗通宵的距離只有 162 公里，對臺灣產生不小壓力。

我原子能委員會於 2022 年 10 月針對中國大陸核電廠與臺灣本島的直線距離透過 Google earth 進行量測並整理出，「大陸鄰近台灣核電廠分布圖」圖表，除距離台灣最近的核電廠為福清核電廠；其次為福建寧德核電廠，距離台灣 229 公里；第三則是浙江省三門核電廠，距離 418 公里；而遼寧、山東、海南等地的核電廠，距離台灣本島直線距離大約 1000 公里以上，比較沒有影響。（詳見附表）

2011 年日本福島發生核災事故，影響範圍在 100 公里以外區域曾驗出高輻射物質。苗栗通宵與福清核電廠只有 162 公里，該廠 1、2 號機組已在營運，核電 3 號機組進入併網調適階段，而 3 至 6 號機正在興建，若發生核事故，是否對臺灣造成影響，令人關切。

核電安全至關重大，兩岸簽署「海峽兩岸核電安全合作協議」（核安協議），於 2012 年 6 月 29 日生效。協議生效後，雙方依協議規定各自設置工作組，循兩會正式管道交換聯繫及事故通報窗口名單。到目前為止，兩岸核電廠順利通過通聯測試，兩岸核安協議簽署後，建立業務主管部門的聯繫平台，分享核能電廠安全監督資訊及經驗。

三、核安事故與官方態度

中國大陸核電廠雖未發生重大核安事件，但零星核事故層出不窮，包括深圳大亞灣核電廠陸生施工「鋼筋漏放」事件，台山核電廠冷卻反應爐喉管出現裂痕等。核事故往往先由媒體披露，掩蓋不住後被迫承認，有隱匿之嫌。

（一）廣東大亞灣核電廠事故頻傳

1987 年 10 月 9 日，香港立法局專責小組與大亞灣核電公司開會，發現核電廠一號反應爐地基漏放 316 支鋼筋，該

公司早前一個月（9 月）已知情卻未通報，直到香港報章揭發後才曝光，有隱瞞之嫌。

核電廠解釋，地基應有 576 支鋼筋，漏放 316 支鋼筋是工人看錯圖。補救措施是，在 5 層地基第 2 層作額外加固，316 支鋼筋占全數 8080 支鋼筋的 2%；香港立法局批評，地基局部位置漏放 55%鋼筋，嚴重錯誤。

2010 年 5 月 23 日，大亞灣核電站發生反應爐核洩漏，相關訊息遭官方封鎖，20 多天後才被外界披露，外界批評中共官方刻意隱瞞真相。

（二）廣東江門反核事件 核燃料加工廠終止

廣東省江門市政府 2013 年 7 月 4 日發布《中核集團龍灣工業園項目社會穩定風險評估公示》徵求公眾意見，為期 10 天，公告期間，江門與鶴山民眾以未進行環境評估且諮詢公眾時間太短為由，市民於 7 月 12 日響應網路號召，徒步到江門市中心遊行示威，批評政府為經濟利益犧牲市民健康且徵詢期 10 天太短，市民突破警察封路並包圍政府。7 月 13 日，江門市委、鶴山市委等決定撤銷並終止興建項目。周邊地區是反核的中心力量，包括佛山、中山、廣州、深圳等地恐慌情緒迅速蔓延。

（三）廣東陽江核電廠冷卻系統停止運作 6 分鐘

香港媒體於 2016 年 8 月 5 日報導，距離香港 220 公里的廣東陽江核電廠，於 2015 年維修期間冷卻系統錯誤停頓 6 分鐘，4 名工作人員未按程序操作，導致「餘熱排出系統泵」（冷卻系統）停止運作，工作人員隱瞞未報。

時隔一年後，香港社會與媒體才得知整起事故。專家質疑有無通報港府？有無安全風險？香港保安局坦言知悉事件，卻幫核電廠澄清，指事件未對電廠的安全運作、員工健康、附近地區公眾及環境造成任何影響。

中共生態環境部於 2016 年 8 月官網公布「核安全行政處罰決定書」坦承，事後 4 人未按照規定，將事件記錄在案，隱瞞不報，中共官方罕見坦誠隱瞞不報。

環境部提及涉事 4 人違反《核動力廠運行安全規定》及《核電廠營運單位報告制度》相關要求，予以行政警告處罰。但該事件隻字未提輻射洩漏或對公眾構成危險。

（四）廣東陽江核電廠經常性異常

2019 年 6 月 1 日，核電廠 5 號機組停機檢修，工作人員執行模式切換試驗，汽輪機旁路系統調節閥控制模式出現異常。6 月 26 日，工作人員執行 1 號機組的輔助給水泵疏水箱的隔離檢修操作時，發現輔助給水泵出現異常。

2020 年 3 月，毛蝦群進入海水循環過濾系統，陽江核電廠發生兩起運行事件，過程中，第一次事件為 0 級，第二次事件為 1 級。

（五）廣東台山核電廠核燃料棒破損

廣東台山核電廠於 2021 年 6 月中旬被指有輻射外洩威脅疑慮。法國核能專家指，台山核電廠 1 號機組破損的燃料棒數量高達 70 多根，造成核燃料棒破損原因可能是鍋爐設計失誤。

台山核電廠由中國廣核集團與法國電力集團共同投資設立，法國電力集團持股 30%，是世界上第一個使用歐洲壓水反應爐（EPR）的核電機組，該電廠距離澳門只有 64 公里。台山核電廠 1 號機組於 2021 年 7 月，出現核燃料棒破損，被迫停止運作。法國電力與中國廣核都宣稱，停機檢查是核反應堆內的燃料棒包裹層出現破損，破損燃料棒的總數符合正常的允許度。但該說法遭法國核電部門人員反駁，吹哨者向法國獨立的核能安全組織法國核輻射獨立研究與信息委

員會(CRIIRAD)爆料，台山核電站破損的燃料棒遠遠超出 70 多根，核燃料棒破損原因不只操作原因，可能是鍋爐設計失誤。

台山核電廠氣體外洩事件，國際關切。美國 CNN 報導，美國官員證實，法國原子能公司(Framatome)寫信給美國能源部，法商(法國電力集團)指，中共安全當局放寬台山核電廠外的輻射檢測合格標準，避免關廠。美官員透露，一家外國公司在合作的中國國營企業尚未承認問題時就單方面向美國政府求援，非比尋常。美國持續追蹤報導，輿論沸沸揚揚。

(六) 福建福清核電廠 5 號機組異常

2020 年 12 月 15 日，香港 01 報導，中國大陸「華龍一號」核反應爐 10 月 27 日試運轉期間出現異常，造成機組自動停運，但官方強調未有輻射外洩，未對人員和環境安全造成不良影響，定性為「0 級運行事件」。

「華龍一號」是中共第三代核電技術，標誌打破國外核電技術壟斷，試運轉期間機組自動停運。福清核電廠位於福建省福州市的縣級市福清市三山鎮前薛村岐尾山，距離臺灣只有 162 公里。

四、輸出核電是國家重大政策

(一) 中國大陸核電廠興建成本低

眾所皆知，興建核電廠成本高昂。彭博社於 2021 年 11 月報導，中國大陸核電廠成本為每兆瓦小時 42 美元，成本比許多國家建置燃煤及燃氣廠便宜。世界核協會中國區負責人 Francois Morin 指出，中共反應爐 70% 成本融資來自國營銀

行，利率很低(1.4%)，西方國家核電昂貴的原因是利率(10%)，核電成本高達 97 美元。

彭博能源財經和世界核協會分析師預估，中國大陸核能每千瓦約 2500~3000 美元的價格建造核電廠，成本約為美國和法國的三分之一。即使中共開發出世界上 CP 值最高、最安全的核反應爐，美國、印度和歐洲也不可能買單。因為美國早在 2019 年把中國廣核集團列入黑名單，因該公司涉嫌間諜案，英國也在 2021 年 7 月將中廣核排除在 Sizewell C 核電建置案之外。

(二) 促進內循環經濟

中共十九屆五中全會提出，加快構建以國內大循環為主、國內國際雙循環相互促進的新發展格局。核能是高科技戰略產業，涉及 70 多個專業學科，投資金額大、產業鏈長，核電投資建設對許多產業造成直接間接拉抬作用，成為後疫情時代培育新經濟增長的重要產業。

《中國核能發展報告 2021》也提及，核電是打通國際大循環的重要載體，促成國家間合作，更有力地擴大對外開放，促進合作共贏，加快構建新發展格局。《報告》舉「華龍一號」為例，帶動上下游 5300 多家企業實現 411 台核心設備的國產化，促進國家高端重大裝備製造業等相關行業發展。例如，1 台「華龍一號」機組 1 年清潔發電近 100 億千瓦時，能夠滿足 100 萬人口城市的生產生活年度用電需求，相當於減少標準煤消耗 312 萬噸，減少二氧化碳排放 816 萬噸，等於植樹造林 7000 萬棵。

(三) 輸出核電列為戰略產業

中共積極向海外輸出核能技術，國務院發改委於 2015 年確立出口核能政策。發改委副主任王曉濤 2015 年 2 月透露，

要推動鐵路與核電「走出去」並大力開拓國際市場。2015 年是中國大陸「核電走出去」的實踐年，「華龍一號」在該年開工，2020 年實現運行。

2016 年 1 月 11 日，中共官媒報導，「在一帶一路戰略中，核電與高鐵具有核心技術門檻高、初始投資高、行業壁壘高和行業牌照稀缺等特徵，是國家重點支持戰略性產業」。「每出口 1 台核電機組，需要 8 萬多台套設備，200 多家企業參與製造和建設，可創造 15 萬個就業機會，單台機組投資約 300 億元。專家測算，若獲得一帶一路沿線國家 20% 市場，約有 30 台海外市場機組，直接產生近 1 萬億元產值，創造 500 萬個就業機會，中共計劃在 2030 年前，為一帶一路國家援建 30 座核電廠。

國際能源署(International Energy Agency)報告指出，非洲各國的能源需求將於 2030 年前增加 75%，屆時約有 6 億人無電可用。中共看準非洲的能源缺口，欲透過協助建造核電廠，擴大在當地的政治影響力，進一步拓展雙方外交合作。例如，中國廣核集團於 2015 年同意與肯亞合作建造核電廠；中國核工業集團 2016 年宣布，與蘇丹簽署合作框架，打開雙邊能源合作的多種可能。

世界核能協會(World Nuclear Association)統計，中共已對 12 個國家輸出核電，包括巴基斯坦、羅馬尼亞、阿根廷、英國、伊朗、土耳其、南非、肯尼亞、埃及、蘇丹、亞美尼亞、哈薩克斯坦。巴基斯坦是中共輸出核電機組最多的國家，共 6 台機組。

伍、綜合觀察

一、核電廠興建資訊不透明 發生核事故慣性隱匿

核電廠興建是所有國家的重大政策，不論是廠址選定、環境影響評估或核電安全都與民眾息息相關；但是，中共興建核電廠相關資訊不透明，民眾多半事後知悉「核電廠就在我家附近」，引發恐慌與抗議。

以江蘇連雲港為例，2016 年 8 月初，連雲港市民反對興建核廢料處理廠，數千人走上街頭，民眾抗議「事前沒有人告訴我們，要蓋核廢料處理廠，政府雖強調核電安全，但我們能相信他們嗎？」。

2019 年 1 月，廣東惠州第六座核電廠環境影響評報告通過。香港公共專業聯盟、政策發言人黎廣德公開質疑惠州核電廠選址的適當性，「附近有養魚區、有度假村，核電廠犧牲養殖業及旅遊業，面對沒有屏障的南中國海，一旦發生強烈颱風或海嘯，風險比大亞灣核電廠大」。

上述案例只是冰山一角，中國大陸不論是核電廠或核廢料處理廠的廠址選定、乃至環境影響評估過程，當地民眾既不知情也未被徵詢意見；中共鮮少舉辦一般民主國家經常召開的公聽會，資訊不透明，距離落實公眾溝通與聽取民意相當遙遠。

除廠址選定過程資訊不透明外，核安事故則是能隱匿就隱匿。從 1987 年廣東大亞灣核反應爐地基漏放 316 支鋼筋到 2010 年反應爐核外洩事件都被隱瞞，直到香港媒體揭露真相後，外界得以窺知真相，引發香港市民恐慌與不滿。

2016 年廣東陽江核電廠冷卻系統停止運作 6 分鐘，核電廠工作人員集體隱瞞一年，隔年才被香港媒體揭露，在龐大壓力下，中共生態環境部依「核安全行政處罰決定書」處分員工隱瞞不報，相當罕見。

廣東省核電廠的核安事故頻傳，資訊發達的香港經常扮

演開第一槍的角色。2021 年廣東台山核電廠輻射外洩事件登上國際版面，該電廠是中法合資公司，美國 CNN 窮追不捨，台山輻射外洩凸顯很多問題，中共核能安全議題受到國際質疑。長期觀察中共核電問題的香港公共專業聯盟政策召集黎廣德直言，中共核電一直存在核安全監管透明度不足、獨立性不夠強，這些問題從未獲得解決。

二、遲來的核電管理法制化

法規不完善會影響資訊透明度及核電各項管理工作。中共第一座核電廠、秦山核電廠於 1991 年 12 月 15 日併網發電。然而，國家核安全局直到 1991 年 7 月 27 日才發布第 1 號《中共核電廠廠址選擇安全規定》，《規定》條文內容頗為粗略，多為原則性與概括性規範。

值得關切的是，秦山核電廠於 1985 年 3 月 20 日開工，選址作業勢必早於 1985 年，也就是秦山核電廠興建時，法令規章尚未制訂，核電廠選址過程，當地民眾被矇在鼓裡，選址決策過程黑箱，說明中共早期核電管理工作不完善。

《核電管理條例草案》是中共核電管理邁向法制化的重要法案，中國大陸媒體報導，《核電管理條例草案》於 2008 年開始研擬，直到 2016 年 9 月 20 日國務院法制辦公室才公布《核電管理條例（送審稿）》。

《送審稿》規範含蓋面較為全面，包括國家核電發展規劃的編制、選址、核電項目、審批等涉及公共利益重大事項，具管理權限的行政機關應採取聽證會、公示或其他方式徵求公眾意見。在核電廠建設方面，省級人民政府應對核電廠建設組織社會穩定風險評估，作為項目申請報告的重要內容。意即 2016 年後，核電廠選址及攸關重大公共利益事項須召

開聽證會、徵求公眾意見，把召開聽證會列為法制化一環。令人關切的是，2016 年 9 月該條例公布前，至少有 10 座核電廠已在營運中，這些核電廠不論選址、環境影響評估、風險評估、召開聽證會、徵求公眾意見可能付之闕如或不夠嚴謹，凸顯核電廠選址可能由官方與廠方片面決定，包括廣東大亞灣、嶺澳、陽江；福建福清、寧德；江蘇田灣、浙江方山家、遼寧江沿河、廣西防城港、海南昌江等可能發生上述情況。

三、核電走出去面臨的挑戰

中共「核電走出去」政策是一項高度複雜的系統工程，除牽涉國內政治、經濟、能源、環保、社會等面向，也攸關中共「一帶一路」與沿線國家的戰略利益及外交關係，龐大商機與經濟利益，促發中共從「核電大國」進化為「核電強國」的決心。

世界核協會(WNA)研究報告指出，至 2018 年，全世界約有 70 座在建核反應爐。至 2030 年，在運核電廠國家從 30 個增至 35 個，核能發電量翻倍成長，而全球計畫新建核電總採購金額達也到 1.2 萬億美元，核電市場的商機巨大。

中共有三大核電巨頭，分別是中國核工業集團有限公司（中核集團）由國務院批准組建，是中央直接管理的國有重要骨幹企業；國家電力投資集團有限公司（國家電投）是中央直接管理的特大型國有重要骨幹企業，2015 年 7 月成立，由原中國電力投資集團公司與國家核電技術有限公司重組組建；中國廣核集團（中廣核），原為中國大陸廣東核電集團，總部位於深圳市，是國務院國有資產監督管理委員會控股的中央企業。三家公司各有所長，在不同技術領域各有擅長，然

在商業競爭或技術更上層樓，有互別苗頭或誰也不服誰情勢，須由中央政府出面整合。

蘭州財經大學「絲綢之路經濟研究院」副教授陳潤羊於2018年5月在新華網發表「一帶一路倡議下中國核電走出去的方略」提到，「國核有自主智慧財產權的三代核電技術CAP1400，中廣核及中核分別開發核電技術ACPR1000和ACP1000，三條技術路線並存且相互競爭，導致我國核電對外推銷技術時缺乏說服力」。中央政府出面整合中核與中廣核，於2014年聯合開發「華龍一號」，核電走出去的競爭局面由三巨頭並進，減為「華龍一號」與國核CAP1400兩條技術路線之爭，實際上，技術路線之爭未獲根本性改變。

另一項挑戰是，三大核電公司出口營運經驗不足。中國大陸是核電市場的後來者，與傳統的核電出口大國——美國、俄羅斯、法國，核電新秀——日本、南韓相比，中國大陸在核電技術推廣、對外行銷、國際化程度與先進國家有不小的距離。中國大陸僅與巴基斯坦等少數國家有實質性合作，核電出口市場及市場占比小與運營經驗不足，是核電走出去須面對的挑戰。

資金來源與持續性支持也是重大考驗。中共積極推動「核電輸出、核電走出去」政策，核電是技術密集與資本密集產業，須要龐大資金支撐。有關資金來源方面，中共興建核電廠資金以國內大型銀行支持為主，核電走出去則仰賴絲路基金、亞洲基礎設施投資銀行、金磚國家開發銀行等金融機構融資，資金充足與否，關乎核電走出去能否成功。

近年來，中國大陸經濟日漸走下坡，不論中央或地方財政也日益匱乏，尤其，新冠疫情3年多核酸檢測花費大，各地方政府財政呈現嚴重赤字，中央加速興建核電廠與核電走

出去政策勢必面臨資金壓力。特別是「一帶一路」多數為發展中或落後國家，本身財政及資源相當匱乏，須要中共大力支持才能興建核電廠，否則很難承擔金額龐大的核電前期投資，以目前中國大陸經濟情況是否能持續執行核電走出去政策，值得觀察。

附表：中國大陸核電廠與臺灣的距離

編號	核電廠名稱	所在地	機組	狀態	開始營運 年/月	至臺灣本島的 直線概要距離
1	中國實驗快堆	北京市		營運中	2011/07	1812(公里)
2	昌江核電廠	海南省	1 號機	營運中	2015/11	1231(公里)
			2 號機		2016/06	
			3~4 號機	興建中		
3	大亞灣核電廠	廣東省	1 號機	營運中	1993/08	565(公里)
			2 號機		1994/02	
4	防城港核電廠	廣西省	1 號機	營運中	2015/10	1219(公里)
			2 號機		2016/07	
			3~4 號機	興建中		
5	方家山核電廠	浙江省	1 號機	營運中	2014/11	569(公里)
			2 號機		2015/01	
6	福清核電廠	福建省	1 號機	營運中	2014/08	162(公里)
			2 號機		2015/08	
			3~4 號機		2016/09	
7	海陽核電廠	山東省	1 號機	營運中	2018/08	1263(公里)
			2 號機		2018/10	
			3 號機	興建中		
8	紅沿河核電廠	遼寧省	1 號機	營運中	2013/02	1641(公里)

			2 號機		2013/11	
			3 號機		2015/03	
			4 號機		2016/04	
			5 號機		2021/06	
			6 號機		2022/05	
9	嶺澳核電廠	廣東省	1 號機	營運中	2002/02	565(公里)
			2 號機		2002/09	
			3 號機		2010/07	
			4 號機		2011/05	
10	玲瓏核電廠	海南省	1 號機	興建中		1231(公里)
11	寧德核電廠	福建省	1 號機	營運中	2012/12	229(公里)
			2 號機		2014/01	
			3 號機		2015/03	
			4 號機		2016/03	
12	秦山核電廠 (一期)		1 號機	營運中	1991/12	
13	秦山核電廠 (二期)	浙江省	1 號機	營運中	2002/02	569(公里)
			2 號機		2004/03	
			3 號機		2010/08	
			4 號機		2011/11	
14	秦山核電廠 (三期)		1 號機	營運中	2002/11	569(公里)
			2 號機		2003/06	
15	三澳核電廠	浙江省	1~2 號機	興建中		234(公里)
16	三門核電廠	浙江省	1 號機	營運中	2018/06	418(公里)
			2 號機		2018/08	
			3 號機	興建中		

17	石島灣核電廠	山東省	1 號機	營運中	2021/12	1292(公里)
18	太平嶺核電廠	廣東省	1~2 號機	興建中		519(公里)
19	台山核電廠	廣東省	1 號機	營運中	2018/06	741(公里)
			2 號機		2019/06	
20	田灣核電廠	江蘇省	1 號機	營運中	2006/05	1058(公里)
			2 號機		2007/05	
			3 號機		2017/12	
			4 號機		2018/10	
			5 號機		2020/08	
			6 號機		2021/05	
			7~8 號機	興建中		
21	霞浦核電廠	福建省	1 號機	興建中		435(公里)
22	徐大堡核電廠	遼寧省	3~4 號機	興建中		1676(公里)
23	陽江核電廠	廣東省	1 號機	營運中	2013/12	816(公里)
			2 號機		2015/03	
			3 號機		2015/10	
			4 號機		2017/01	
			5 號機		2018/05	
			6 號機		2019/06	
24	漳州核電廠	福建省	1~2 號機	興建中		273(公里)

(1) 資料來源:IAEA-The Power Reactor Information System database(PRIS 資料庫)。(參考行政院原子能委員會匯製)

(2) 至臺灣本島直線概要距離為使用 Google earth 量矩尺功。

(3) 更新日期:2022 年 10 月 11 日