GLOBAL X ETF 研究

中國的潔淨科技：2022 年是風力發電和太陽能政策出現轉折的一年

作者：
Dillon Jaghory
研究分析師

日期：2022 年 4 月 13 日
話題：國際

編者按：文末的辭彙表包含所有術語，以海綠色標示。

中國的可再生能源產業在過去數十年突飛猛進。根據最新數據，中國在 2020 年佔全球風力渦輪機組裝產能的 54%，太陽能組件製造則佔 70%。[1,2] 中國的太陽能及風能在過去十年得以快速發展，部分原因可歸功於其補貼支持機制。隨著太陽能與風能越來越接近電網平價地位，中國的政策格局也在相應調整，從發放可觀的補貼金額，改為將可再生能源投入使用。

我們將在本文剖析中國潔淨科技行業不斷變化的政策格局背後的重要背景，當中的重點會落在太陽能與風能補貼。點擊連結以閱讀有關太陽能與風能產業的廣泛介紹。

關鍵要點：

- 自 2000 年代中期開始，中國政府發放金額可觀的補貼，使太陽能與風力發電產能迅速擴張。今天，就成本效益而言，太陽能與風能處於一個新階段。政府正逐步取消補貼，以減少累計補貼赤字，並激勵中國公司在有關領域的發展。
- 由於各公司爭相在 2021 年 12 月 31 日的最後期限前獲得風電補貼資格，中國的風電安裝量達到創紀錄的 17 吉瓦。[3] 2021 年 8 月，政府宣佈終止對新太陽能電站和海上風電項目的中央補貼。這兩個轉變使 2022 年成為中國有關行業的關鍵轉折點。
- 最近的政策轉變顯示，重點正在轉向鞏固潔淨能源的使用量，並標示著潔淨能源的成本在過去十年下降了多少。
- 中國承諾到 2030 年達到排放峰值，到 2060 年達到淨零排放，這意味著將延續對可再生能源的政策支持，儘管是換個新的方式進行。隨着中國努力在能源安全和環境可持續性這兩個經常產生矛盾的需求之間取得平衡，政策將繼續發揮關鍵作用。

政策支持讓中國的潔淨科技更上一層樓

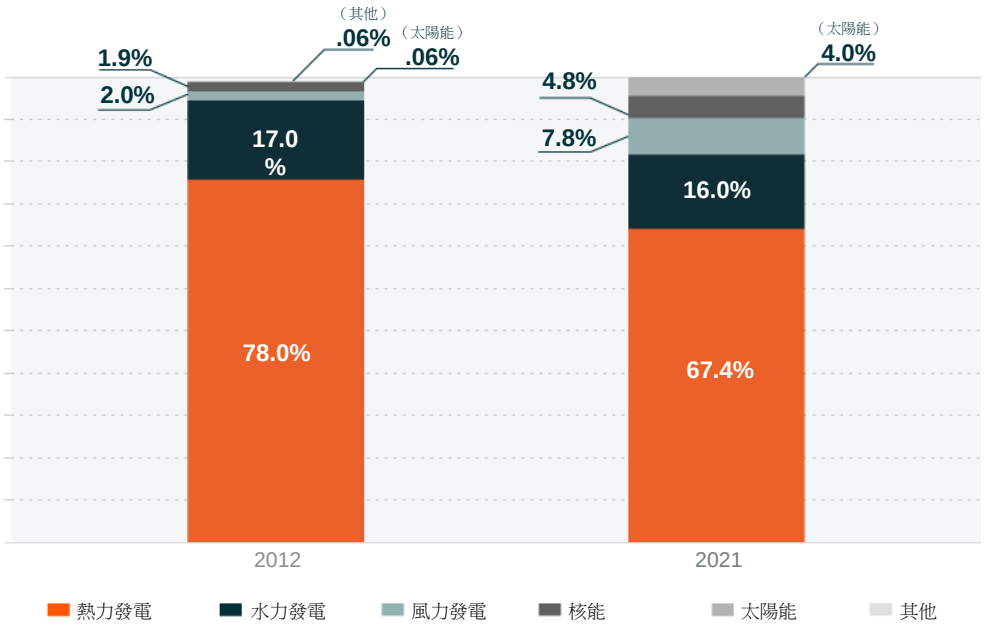
2010 年代發放的補貼加速產能擴張

中國早前透過以下措施支持可再生能源的發展，包括五年計劃中概述的目標、由國家支持以適應性項目（如 863 和 973 項目）形式開展的研究、稅收激勵措施、上網電價 (FIT) 計劃以及來自可再生能源發展基金

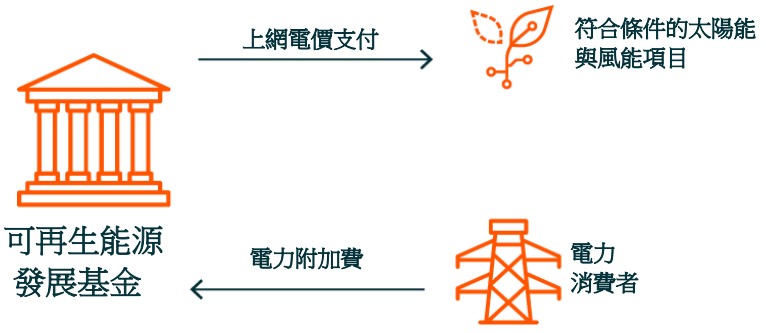
(REDF) 的補貼。特別是在 2011 年推出的全國 FIT 計劃，有助於產能在 2010 年代迅速增加。從 2010 年到 2020 年，中國的可再生能源產能大增S近 4 倍，從 233.26 吉瓦增加到 894.88 吉瓦。[4] 相比之下，雖然中國從 2010 年到 2020 年增加約 661 吉瓦的可再生能源產能，但全球其他地區合共僅增加了 1062 吉瓦。[5] 太陽能與風力發電佔中國的總發電量在 2012 年至 2021 年期間從 2.6%增加到 11.8%。[6]

2012 年-2021 年中國發電量，按發電來源（太瓦時）

資料來源：Global X ETF 數據分析來自：Statista。（2021 年 2 月）。2011 年至 2020 年中國發電量，按發電來源。Statista 研究發展。



上網電價是一種政策機制，用於透過降低能源生產商的風險來促進可再生能源的採用。在 FIT 計劃之下，可再生能源生產商通常會獲得一份約 20 年的長期合約，保證對其生產並輸入電網的電力單位提供高於市場價格的補償。FIT 的最終效果是使可再生能源和傳統能源之間的競爭達致平衡，有效加快過渡至可再生能源。以中國為例，2011 年成立全國 FIT 系統時，在國家發改委批准的項目中，太陽能發電機獲得每千瓦小時約人民幣 1 元的費率。[7] 這些款項來自中央政府的可再生能源發展基金，由零售用電附加費所支持。



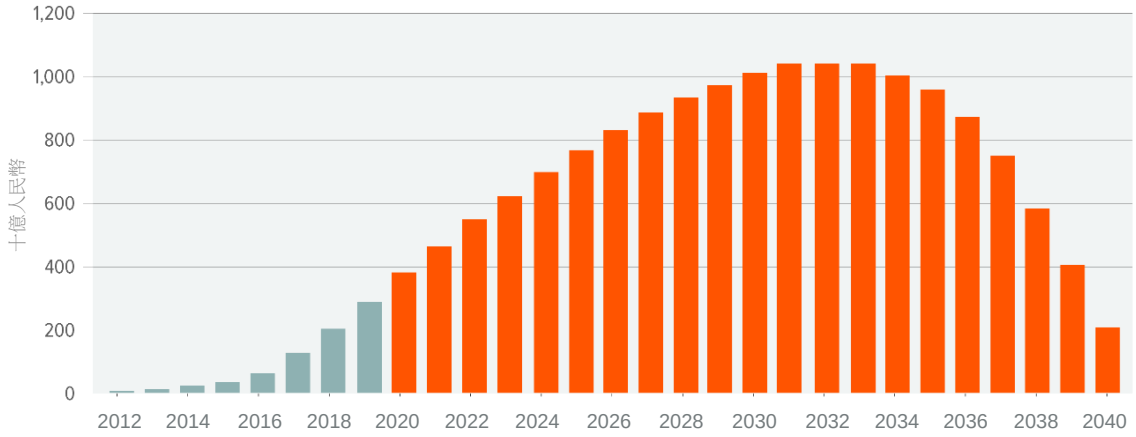
可再生能源發展基金在補貼的壓力下屈服

FIT 系統使私營板塊受惠，卻令政府部門的成本急速上升。FIT 系統成立超過十年，環境已發生翻天覆地的變化。中國太陽能與風電產能的增長快於預期，政策制定者不願提高電力附加費，使可再生能源發展基金到 2020 年底出現約 500 億美元的赤字。[8] 正確來說，估計中國要到 2041 年才能填補赤字。[9]

儘管可再生能源產能的蓬勃發展對環境有利，但對於根據 20 年期 FIT 付款假設來制定長期計劃的私營部門公司來說，逾期付款是個沉重負擔。在許多情況下，這些公司展開了項目，產生了成本，卻仍在等待補貼支付。

中國的補貼負擔

資料來源：GLOBAL X ETF 數據來自：彭博新聞社。（2020 年 7 月 19 日）。China's $42 billion clean energy debt is only getting worse（中國 420 億美元的潔淨能源債務只會越來越嚴重）。Bloomberg Quint.



根據一項估計，可能要到 2041 年才能付清赤字。[10] 當然，政府有可能決定優先解決赤字問題，並提前償還債務，對太陽能與風能公司來說可能是好事。

同時，一度高得令人望而卻步的太陽能與風能成本現在顯著降低，並越來越接近夢寐以求的電網平價線。據估計，可再生能源的成本將在 2026 年左右降至低於煤電成本，這就消除了對 FIT 系統的迫切需求。[11] 在這些新條件下，中國的政策制定者認為應該採取新的可再生能源政策。

主要政策更新（2000 年-2010 年）

風力發電

可再生能源

太陽能

2001

「十五」規劃開始：
提倡可再生能源稅務優惠政策，制定 1.2 吉瓦的並網風能和 53 兆瓦的太陽能光伏產能目標

2003

風力發電特許權項目啟動：
採用招標程序選擇風力發電發展商進行產能擴張項目，要求 70%風力渦輪機在國內製造

2006

可再生能源 (RE) 法通過：
設定可再生能源總產能目標，並在法律上規定可再生能源為優先發展領域 (IEA)

「十一五」規劃開始：
制定下列目標：能源消耗降低 20%、非化石燃料消耗比例提升至 10%，及計劃新增 30 個十萬千瓦級風力發電場

2007

可再生能源法中的全部購買措施的制定：
電網公司必須接入可再生能源發電機，否則將面臨處罰

可再生能源的中期及長期發展規劃：
制定下列目標：到 2010 年可再生能源佔總能源消耗的 10%，到 2020 年達到 15%

2008

風力發電基地計劃啟動：
指定七個特殊區域（稱爲風力發電基地）用作發展 10 吉瓦以上風力發電

2009

陸上風力發電 FIT 啟動

可再生能源法修訂：
修訂版可再生能源法要求電網公司購買所有可再生能源

金太陽示範工程啟動：
為太陽能發電項目提供前期補貼，用於支付安裝成本，50%用於並網光伏電廠，70%用於離網項目

2010

取消 70%風力渦輪機必須在國內製造的要求

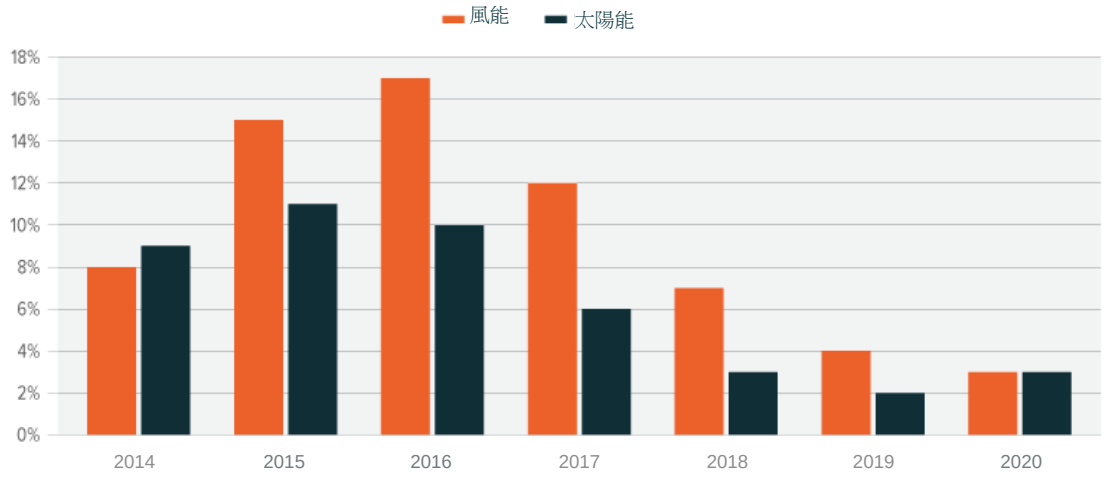
Global X ETF 數據分析來自：
Carbon Brief 職員。（2022 年 3 月 24 日）。中國簡報，2022 年 3 月 24 日：「十四五」能源規劃；關於儲能和氫的更多計劃；中國的排放分析。Carbon Brief。GlobalData 能源。（2020 年 1 月 23 日）。2019 年中國太陽能光伏產能增長下跌 32%。Power Technology。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。第十一個五年規劃（中華人民共和國）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。Global Sun programme。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。可再生能源的中期及長期發展規劃（中華人民共和國）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。中華人民共和國經濟和社會發展第十個五年規劃（2001 年-2005 年）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。中華人民共和國經濟和社會發展第十二個五年規劃（2011 年-2015 年）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 5 月 17 日）。中國可再生能源發展第十三個五年規劃（2016 年-2020 年）。國際能源署政策和措施數據庫，國際再生能源總署。（2013 年 1 月）。風力發電的 30 年政策；12 個風能市場的經驗教訓：中國，p.48-57. Li, L., &Taeihagh, A.（2020 年）。1981 年至 2020 年中國可持續能源轉型的政策組合演變深入分析應用能源，263。https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114611。路透社。（2022 年 3 月 5 日）。中國計劃在戈壁沙漠上興建 450 吉瓦的太陽能與風力發電項目。Schuman, S.（2010 年 10 月）。完善中國現有的可再生能源法律框架：國際和國內經驗學習 [白皮書]。自然資源保護協會。

政策方向正發生轉變

補貼使產能得以快速擴張，但需要解決整合方面的問題。為此，政府開始將更多資源轉向確保可再生能源產能真正投入使用。[12] 電力縮減是指因需求不足或傳輸問題而刻意減低電力輸出率。如果風能與太陽能的電力縮減率高企，代表整個 2010 年代所積累的大部分產能會被閒置。隨着產能激增，太陽能與風能的電力縮減在 2010 年代中期成為一個嚴重的問題。在過去幾年裡，對太陽能與風能的需求上升，加上政策重點的轉移，有助降低電力縮減風險。

太陽能與風能電力縮減率

資料來源：中國國家能源局，新華社，截至 2021 年 1 月



政府近期的政策包括 2017 年引入綠色電力證書 (GEC) 制度和 2019 年引入可再生能源比例標準 (RPS) 制度。根據 RPS 制度，各省必須確保若干比例的電力消耗來自可再生能源。
隨著 GEC 制度的實施，獲得當地政府可再生能源消費配額的市場實體（而不是單獨個體）可以透過向超過配額的公司購買「綠色證書」來彌補配額不足。[13]

主要政策更新（2010 年-2022 年）

風力發電

可再生能源

太陽能

2011

「十二五」規劃開始：
設定建設 70 吉瓦風電產能的目標，包括陸上和海上風能，並計劃建設 5 吉瓦太陽能發電站

太陽能 FIT 啟動

2012

將特別基金修改為可再生能源發展基金

2014

海上風力發電 FIT 啟動

2015

金太陽示範工程結束
為太陽能發電項目提供前期補貼，用於支付安裝成本，50%用於並網光伏電廠，70%用於離網項目

2016

「十三五」規劃開始：
設定目標：到 2020 年和 2030 年，非化石能源分別佔總能耗的 15%和 20%；到 2020 年，實現 210 吉瓦的風電產能擴張及 680 吉瓦的可再生能源總產能，並增加措施解決電力縮減問題

2017

推出綠色電力證書 (GEC) 制度：
市場實體可透過買賣綠色證書來彌補配額不足，或從過剩的配額獲利。

2018

「531」政策：
政策於 5 月 31 日發佈，大幅削減了太陽能補貼，速度之快令業界驚訝，不僅導致電力縮減量的迅速下降，亦導致產量急劇下降

2019

推出可再生能源比例標準：
各省必須確保若干比例的電力消耗來自可再生能源

2021

不再對陸上風電項目提供中央補貼

海上風電 FIT 已於年底到期

「十四五」規劃開始：
設定到 2025 年將二氧化碳和能源強度分別減少 18%和 13.5%的目標，旨在將總發電量（不僅是可再生能源）增加 800 吉瓦

承諾到 2030 年達到排放峰值，到 2060 年實現淨零排放

不再對新建太陽能發電站提供中央補貼

2022

中國設定在戈壁沙漠上興建 450 吉瓦的太陽能與風力產能的目標

Global X ETF 數據分析來自：
Carbon Brief 職員。（2022 年 3 月 24 日）。中國簡報，2022 年 3 月 24 日：「十四五」能源規劃；關於儲能和氫的更多計劃；中國的排放分析。Carbon Brief。GlobalData 能源。（2020 年 1 月 23 日）。2019 年中國太陽能光伏產能增長下跌 32%。Power Technology。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。第十一個五年規劃（中華人民共和國）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。Global Sun programme。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。可再生能源的中期及長期發展規劃（中華人民共和國）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。中華人民共和國經濟和社會發展第十個五年規劃（2001 年-2005 年）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 4 月 16 日）。中華人民共和國經濟和社會發展第十二個五年規劃（2011 年-2015 年）。國際能源署政策和措施數據庫。國際能源署。（2021 年 5 月 17 日）。中國可再生能源發展第十三個五年規劃（2016 年-2020 年）。國際能源署政策和措施數據庫。國際可再生能源機構。（2013 年 1 月）。風力發電的 30 年政策：12 個風力發電市場的經驗學習：中國，p.48-57. Li, L., & Taeihagh,A.（2020 年）。1981 年至 2020 年中國可持續能源轉型的政策組合演變深入分析應用能源，263。https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114611。路透社。（2022 年 3 月 5 日）。中國計劃在戈壁沙漠上興建 450 吉瓦的太陽能與風力發電項目。Schuman, S.（2010 年 10 月）。完善中國現有的可再生能源法律框架：國際和國內經驗學習[白皮書]。自然資源保護協會。

目前，下一步是逐步取消可再生能源補貼，大部分補貼的最後期限和削減已經在 2021 年完成或即將在 2022 年完成。海上風電項目的 FIT 在 2021 年底到期，而對新建太陽能發電站和陸上風電項目的中央補貼已在 2021 年 8 月終止。簡而言之，2022 年將是轉型年度。

中國逐步削減補貼，短期內應該會產生好壞參半的影響，但從長期來看，相比於儘管在可再生能源成本變得更具競爭力的情況下繼續支付補貼並容許赤字不斷增加，這似乎是更具持續性的選擇。短期內，過於依賴補貼的低效公司可能會面臨艱難的調整，從而將行業推向更加市場化的方向。當然，這不是突發的轉變，所以公司有時間將有關的政策變動消化，納入自己的計劃。

至於該等仍在等待延遲發放的補貼的公司，中央政府應逐步走上償還可再生能源發展基金補貼債務的正軌，長遠而言最終可以為這些公司提供援助。

關鍵的結論是，太陽能與風能的較低成本使有關過渡變得合時。

2021 年和 2022 年中央補貼的主要變動	
太陽能	– 2021 年 8 月 1 日：不會對新建太陽能發電站提供中央補貼 [14]
風能	– 2021 年 8 月 1 日：不會對新建陸上風能項目提供中央補貼 [15] – 2021 年 12 月 31 日：海上風能 FIT 最後期限
其他潔淨科技	– 2021 年：新能源汽車補貼削減 20% – 2021 年：新能源汽車公共交通補貼削減 10% – 2022 年：新能源汽車補貼額外削減 30% – 2022 年：新能源汽車公共交通補貼額外削減 20%[16]

中國供應鏈引領全球太陽能與風能趨勢

國內供應鏈中斷後太陽能價格上漲

毫無疑問，中國是太陽能製造供應鏈中最重要的參與者。要製造太陽能電池板，必須收集矽並製成圓柱形錠，然後將其切成薄片，稱為晶圓。晶圓經過加工並裝上金屬導體製成電池，這些電池最後連接在一起成為電池板。[17] 在全球太陽能供應鏈中，中國的多晶矽產量約佔 72%，錠產量約佔 98%，晶圓產量約佔 97%，光伏電池產量約佔 81%。[18,19]

製造矽基太陽能組件的步驟

資料來源：GLOBAL X ETF　數據來自：Ball, J., Reicher, D., Sun, X., & Pollock, C.（2017 年 3 月 21 日）。The new solar system（新的太陽系）。斯泰爾-泰勒能源政策及金融中心。

2010 至 2020 年間，太陽能發電廠的發電成本下降了 82%。[20] 然而，在 2021 年至 2022 年整個期間，中國一直在努力解決其太陽能供應鏈中的問題，該等問題一直在推高價格。2021 年 8 月至 9 月期間，電力短缺打亂了國內供應鏈，導致太陽能級多晶矽價格飆升 300%。[21] 截至 2022 年 3 月 23 日，有關價格現約為每公斤 33 美元，而 2021 年 3 月約為每公斤 15 美元。[22] 然而，從需求角度來看，生產方面的不利因素與 2022 年仍預期成為中國太陽能安裝的創紀錄年份這一事實相平衡。隨著屋頂太陽能發電在華中和華東地區的推廣，加上中國與蒙古邊境附近的戈壁灘上建有大型太陽能發電站，中國可以安裝 75 至 90 吉瓦的太陽能產能。[23] 更重要的是，儘管存在短期波動，但太陽能成本下降的長期趨勢有望會持續下去。

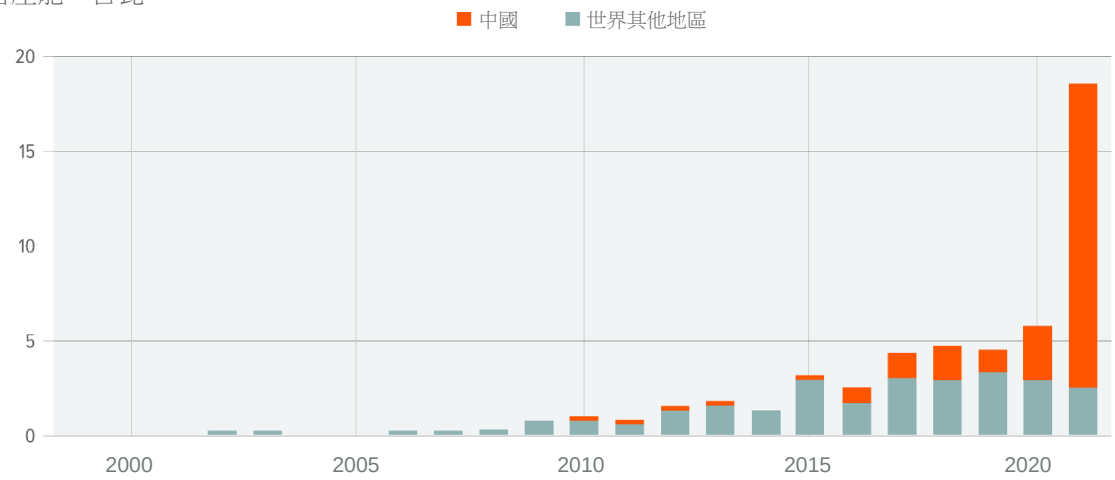
海上風電 FIT 到期，促成風力發電創紀錄年份

2010 至 2020 年間，全球陸上風能和海上風能的發電成本分別下降了 39%和 29%。[24] 風能現為中國的第三大能源，於 2021 年約佔總發電量的 7.8%。[25] 中國在風力渦輪機製造方面的領先地位不及其在太陽能製造業的領先地位，但卻仍是全球風能供應鏈中的主要參與者。

2021 年，風能的紀錄被大幅刷新。尤其是海上風電設施安裝量，2020 年中國總產能為 9.49 吉瓦，2021 年增加了 16.9 吉瓦。[26] 安裝量激增並非巧合，因為公司急於在年底的最後期限前裝設項目，新建海上風電項目 FIT 在最後期限之後結束。

2021 年中國海上風電安裝產能為 17 吉瓦

資料來源：GLOBAL X ETF 數據來自：Vetter, D.（2022 年 1 月 26 日）。中國在 2021 年建造的海上風電設施比其他國家在 5 年內建造的更多。福布斯。中國和全球其他地區的年度新增產能，吉瓦。



2021 年，中國在 FIT 到期前爭相安裝海上風電設施，使全球其他地區和以往所有年份的海上風電安裝規模相形見絀。

結論

上網電價幫助中國以驚人速度建設可再生能源產能。太陽能與風能的競爭力與煤等傳統能源逐步走近，這種發展趨勢對有關行業絕對是好消息，但同時也可能需要政策制定者改變做法。在某些方面，2022 年可能標誌著中國的轉型，因為它開始步入可再生能源的後補貼時代。儘管太陽能與風能存在挑戰，但我們預計這兩種能源在採納方面將繼續於 S 曲線上往上移。我們相信，長遠來看，強勁的需求情況將有助在可見未來持續採用太陽能與風能。

註

1. Temple, J.（2020 年 8 月 19 日）. How China rules clean tech, in charts（中國如何統治潔淨科技（以圖表顯示））*麻省理工科技評論*。
2. Statista。（2022 年 1 月）。*Distribution of solar photovoltaic module production worldwide in 2020, by country（2020 年全球太陽能光伏組件產量分佈情況，按國家分列）*。
3. Lin, M. T.（2022 年 1 月 31 日）。China continues strong renewables policy support after record PV, offshore wind power expansion in 2021（在 2021 年創紀錄的光伏、海上風電擴張後，中國繼續大力支持可再生能源政策）。*HIS Markit.*
4. 國際可再生能源機構。（2021 年）。*2021 年可再生能源統計*。
5. 國際能源署。（2021 年 5 月）。*2021 年可再生能源市場最新情況：2021 和 2022 年展望*。
6. Statista。（2021 年 2 月）。*2011 年至 2020 年中國發電量，按發電來源*。Statista 研究發展。
7. Gifford, J.（2021 年 8 月 1 日）. China announces FIT（中國宣佈推出上網電價）。*PV Magazine*。
8. Wong, J.（2021 年 4 月 21 日）。中國的綠色能源資金正搖搖欲墜。*華爾街日報*。
9. 彭博新聞社。（2020 年 7 月 19 日）。China's $42 billion clean energy debt is only getting worse（中國 420 億美元的潔淨能源債務只會越來越嚴重）。*Bloomberg Quint*。
10. 同上。
11. Hang, A.（2019 年 4 月 22 日）。中國的可再生能源已經比天然氣便宜，到 2026 年其價格將低於煤炭。*Greentech Media*。

12. Hove, A.（2020 年 8 月 28 日）。*中國可再生能源政策的趨勢與矛盾*。全球能源政策中心，哥倫比亞大學國際公共事務學院。
13. Tsuruta, A.（2020 年 2 月 28 日）。What is green certificate in China? Does it lead to new opportunity?（甚麼是中國綠色證書？它會帶來新機遇嗎？）*Integral.*
14. Xu, M., & Singh, S.（2021 年 6 月 11 日）。China to stop subsidies for new solar power stations, onshore wind projects in 2021（中國將於 2021 年停止對新建太陽能發電站、陸上風能項目作出補貼）。*路透社*。
15. 同上。
16. Yu, S., & Munroe,T.（2022 年 1 月 1 日）。China to cut new energy vehicle subsidies by 20% in 2022（中國將於 2022 年將新能源汽車補貼削減 20%）。*路透社*。
17. GreenMatch。（2022 年 3 月 24 日）。*How are solar panels produced?（太陽能電池板是如何生產的？）*
18. The Expresswire。（2022 年 2 月 8 日）。*2022 年太陽能錠晶圓市場份額與競爭格局、範圍、最大領先企業、行業規模、最新趨勢和 2028 年的預測*[新聞稿]）。市場觀察。
19. 美國能源部。（2022 年 2 月 24 日）。*Solar photovoltaics: Supply chain deep dive assessment（太陽能光伏：供應鏈深度評估）*。U.S. Department of Energy Response to Executive Order 14017, "America's Supply Chains"（美國能源部對行政命令 14017「美國供應鏈」的回應）。
20. Rollet, C.（2020 年 6 月 3 日）。Solar costs have fallen 82% since 2010（自 2010 年以來，太陽能成本已下降 82%）。*PV Magazine*。
21. Adler, M., Murtaugh, D., & Chia, K.（2021 年 10 月 1 日）。Solar power may be the next victim of China's coal shortage（太陽能可能成為中國煤荒的下一個受害者）。*Bloomberg Quint*。
22. 從彭博資料管理服務獲取的數據。（2022 年 3 月 23 日）。
23. Xu, M., & Stanway, D.（2022 年 2 月 23 日）。China's solar power capacity set for record increase in 2022 – industry body（中國的太陽能發電產能在 2022 年將有創紀錄的增長—行業機構）*路透社*。
24. Rollet, C.（2020 年 6 月 3 日）。Solar costs have fallen 82% since 2010（自 2010 年以來，太陽能成本已下降 82%）。*PV Magazine*。
25. Statista。（2021 年 2 月）。*2011 年至 2020 年中國發電量，按發電來源*。Statista 研究發展。
26. Lin, M. T.（2022 年 1 月 31 日）。China continues strong renewables policy support after record PV, offshore wind power expansion in 2021（在 2021 年創紀錄的光伏、海上風電擴張後，中國繼續大力支持可再生能源政策）。*HIS Markit.*

詞彙表

電網平價：可再生能源能夠以相等於或低於傳統能源的價格發電。

863 項目：1986 年批准的一項國家支持的研究計劃，旨在促進關鍵科技，推動中國走向技術自主。該項目於 2016 年結束。

973 項目：1997 年制定的一項國家支持的研究計劃，旨在促進符合中國國家戰略目標的研究。

投資涉及風險，包括可能損失本金。國際投資可能會涉及因貨幣價值的不利波動、一般公認會計原則的差異或其他國家的經濟或政治不穩定而帶來資本損失的風險。新興市場涉及與相同因素相關的更高風險，以及更大的波幅和更低的交投量。
焦點集中的投資或會帶來更大波幅。能源行業公司發行證券的價值可能會由於許多原因而下降，包括但不限於能源價格變化、國際政治、節能減排、勘探項目的成功、自然災害或其他災難、匯率、利率或經濟狀況的變化、能源產品和服務需求的變化以及稅收和其他政府監管政策或合約。季節性天氣狀況可能對風能公司的表現造成波動。