



作者：

**Alec Lucas**

研究分析師

日期：2022 年 4 月 13

日話題：[主題式](#)

## GLOBAL X ETFs 研究

# 農業科技或能緩解緊張的糧食系統

糧食系統正面對著來自大流行、高昂的商品價格、戰爭、勞動力短缺與氣候條件惡化所帶來的嚴重威脅。由於這些綜合因素，糧食價格居高不下，供應量亦正在下降。根據聯合國糧食及農業組織 (FAO) 的資料，國際糧食價格在 2022 年 2 月創下歷史新高，而 2021 年，全球面臨糧食不穩的人數估計增加了 32%。<sup>1,2</sup> 最近發生的事件不僅暴露了農業供應鏈目前的脆弱性，亦揭示了長期趨勢如何使世界無法為養活未來人口做好準備。我們在本文討論了目前全球糧食系統的脆弱性，並解釋了現有的農業技術 (AgTech) 如何幫助確保世界未來的糧食供應。

## 關鍵要點

- 烏克蘭-俄羅斯衝突釀成一個史無前例的農業商品環境，並有可能導致糧食不穩的局面。
- 早在衝突發生前，大流行已構成供應鏈緊張以及不利的結構趨勢，將糧食價格推高至歷史高位。
- 農業科技如精準農業、農業機械人與可控環境農業可以優化農業生產，應對目前和未來的挑戰。

## 俄羅斯-烏克蘭衝突擾亂全球麵包原料供應市場

俄羅斯與烏克蘭在全球農業出口均佔著重要比重，包括約 30% 的小麥貿易。<sup>3</sup> 美國農業部 (USDA) 預測，這場戰爭將導致俄羅斯與烏克蘭的小麥出口減少 12%。<sup>4</sup> 出口下降將轉促使美國糧食價格上漲，但對其他國家來說，影響可能要嚴重得多。大約 50 個國家至少 30% 的小麥進口依賴俄羅斯與烏克蘭，其中 26 個國家更有一半以上的小麥依賴它們供應。<sup>5</sup> 戰爭還可能擾亂葵花籽油、玉米與大麥，以及農業投入品供應的全球貿易。

俄羅斯是最大的氮肥出口國，也是鉀與磷等大多數其他肥料的最大生產國。<sup>6</sup> 為回應制裁，俄羅斯政府暫停了肥料出口，此舉加劇原本已存在的短缺。<sup>7</sup> 因此，全球農民都在春天種植季節來到前，爭先恐後搶購足夠的肥料。肥料短缺促使美國農業部建立一個新的 2.5 億美元基金，以支持本土肥料製作，計劃於今年夏天啟動。<sup>8</sup>

石油和天然氣價格上漲也影響農業利潤。自俄烏衝突開始以來，美國農民用於推動重型設備的柴油價格上漲了約 25%。<sup>9</sup> 此外，高昂的天然氣價格引發了對肥料價格上漲的擔憂。天然氣價格佔與氮肥相關的總成本約 75-90%，因此商品價格的上漲，直接轉化為更高昂的肥料成本。<sup>10</sup> 將這些因素加在一起，俄烏衝突會導致糧食價上升 8%-22%，令數以千萬計的人面臨糧食不穩。<sup>11</sup>



## 俄羅斯-烏克蘭衝突進一步加劇早已上漲的糧食價格

資料來源：Global X ETFs 分析，預測基於來自聯合國糧食及農業組織的資料。(2022 年 3 月 4 日)。糧食及農業組織糧食價格指數[資料集]。; Dongyu, Q. (2022 年 3 月 11 日)。G7 農業部長特別會議：全球糧食市場與價格[演示]。聯合國糧食及農業組織。意大利羅馬。



註：價格水平預測乃基於糧食及農業組織就截至 2022 年 2 月食品價格水平的增長估計

### 糧食系統在衝突爆發前早已相當脆弱

在過去兩年，供應鏈中斷、投入成本增加以及勞動力緊拙，一直困擾著糧食生產商。不幸的是，這些與大流行相關的影響對消費者來說是首當其衝。價格上漲與供應有限，令全球糧食不穩自 2020 年起更為嚴重。<sup>12</sup> 在美國，糧食不穩影響了 15% 的人口，高於大流行前的 11%。<sup>13,14</sup>

目前的勞動力短缺一般都與大流行有關；然而，它亦是長期趨勢的一部分。普渡大學 2021 年 6 月的一項調查發現，66% 的受訪者表示難以找到工人來填補農業工作崗位，是 2020 年 6 月可比調查的兩倍多。<sup>15</sup> 此外，根據美國國家農業統計局和美國農業部的資料，從 1950 年到 2000 年，美國自雇農場工人的數量下降了 73%，而僱用員工則下降了 52%。<sup>16</sup> 近年來，不少工人找到了高薪與低勞動密集型的機會，令農場長期人手不足。<sup>17</sup>

氣候變化引發的極端天氣，對農作物產量的影響反映了糧食生產面臨的另一個挑戰。2021 年，乾旱和極端高溫導致美國小麥產量下降 10%，而大麥的每英畝平均產量則下降 33%。<sup>18,19</sup> 氣候專家估計，美國西部持續的乾旱標誌著 1,200 年來最嚴重的情況，大約 42% 的嚴重程度歸因於氣候變化。<sup>20</sup> 在其他地方，中國的異常降雨及洪水可能造成有史以來最糟糕的冬季，而今年早段的降霜亦影響了巴西咖啡產量。<sup>21,22</sup> 大自然造成的破壞與日益多變的天氣情況，在未來數十年似乎會隨著氣候變化的影響變得更加明顯。<sup>23</sup>

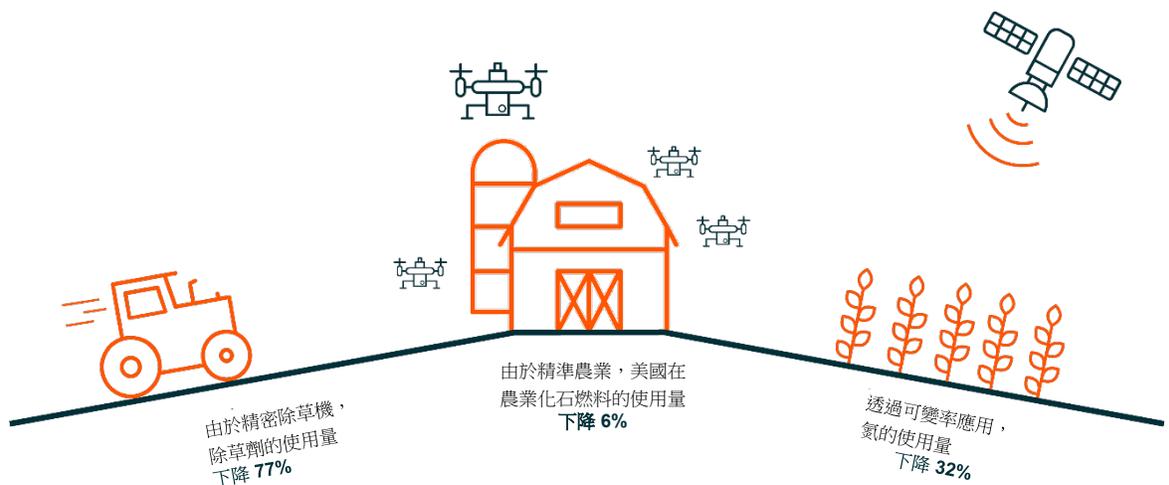
## 利用農業科技有助緩解糧食生產壓力

農業科技旨在透過盡量減少投入及增加產出，從而提升農業生產。更廣泛採用精準農業、農業機械人，與可控環境農業可以緩解長期和短期趨勢造成的部分壓力。

**精準農業：**在減少傳統農業投入（如肥料、除草劑和水）使用的同時提高作物產量的技術。其中許多技術涉及衛星圖像、物聯網感測器監控、人工智能 (AI) 和/或地理訊息系統 (GIS) 軟件。

精準農業便是例證，可變利率應用 (VRA) 涉及一種將資源利用與土地特徵相匹配的技術。物聯網感測器記錄及傳輸有關農作物健康、土壤特性和營養水平等因素的資料，以確定農場各部分需要的資源。然後，人工智能驅動的軟件將這些資料與來自衛星圖像或無人機的地理訊息配對，並向農民提供指導。這一過程可能會防止農民將資源浪費在健康作物上，特別是在投入仍然稀缺和昂貴的市場中使用。

為此，VRA 或可以減少肥料的利用高達 30%。<sup>24</sup> 美國採用精準農業，令施肥效率提高了約 7%，而更廣泛採納這技術有望將施肥效率提升至 14%。<sup>25</sup> 精準農業亦同時是節約用水，減少使用除草劑、燃料與其他投入的另一選項。



資料來源：GLOBAL X ETFs 分析資料摘錄自：設備製造商協會 (Association of Equipment Manufacturers)、美國大豆協會 (American Soybean Association)、美國農作物生命協會 (CropLife America) 和全國玉米種植者協會 (National Corn Growers Association)。(2021 年 1 月)。美國精準農業的環境效益。[PowerPoint 幻燈片]。設備製造商協會。Castrignano, A., Buttafuoco, G., Khosla, R., Mouazen, A., Moshou, D., & Naud, O. (Eds.) (2020 年)。農業物聯網與精準智慧農業的決策支持。學術出版社。; John Deere。(2021 年 3 月 2 日)。John Deere 為 400 和 600 系列噴霧器選擇推出 See & Spray™。

**農業機械人 (AgRobots)：**有助於減少農業投入的自主技術，例如勞動力。這種技術的例子包括農業無人機、自動灌溉，以及自動拖拉機。

除了與精準農業協同以及改善產量，農業機械人亦可協助農業勞動力短缺。美國勞工統計局估計，從 2020 年至 2030 年，農民、牧場主與其他農業管理人員的總就業人數將下降 1%，平均每年有 84,000 個職位空缺。

<sup>26</sup> 正當糧食生產應該加速之際，我們預期不少農民會因年紀老邁或找到更好的工作機會而離開農產業。

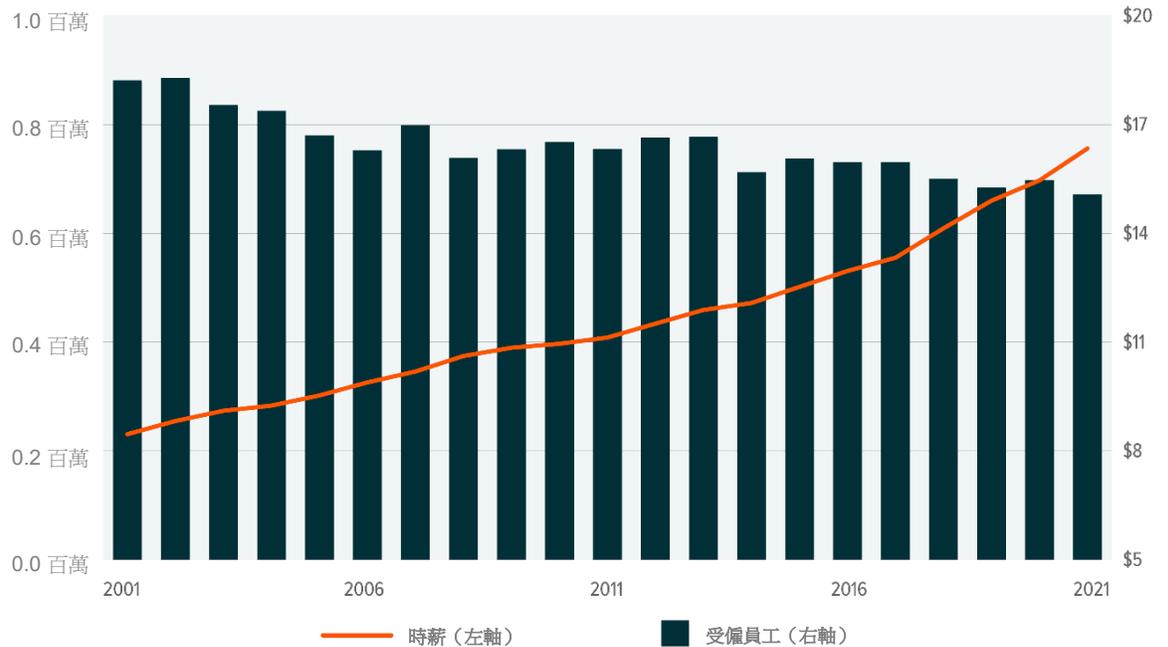
糧食及農業組織估計，由於人口增長，到 2050 年世界需要將糧食產量增加 50%。<sup>27</sup> 可幸的是，目前的技術正急速發展，並可將農業轉型至一個技術密集型流程，而非勞動密集型流程。一些農民已經使用無人機等機器來管理農業投入品，或使用自動採摘機以提高生產力。<sup>28</sup>

農業機械人走向主流。主要的設備提供者迪爾 (Deere) 最近宣佈，公司計劃在 2022 年尾，推出一個可透過智能手機應用程式控制的自動拖拉機。<sup>29</sup> 具備高達 410 馬力，這台機器為農業的重負任務而設，包括種植與耕作。<sup>30</sup> 來自知名設備製造商的其他農業機械人產品亦有助實現自動農業正常化，同時解決勞動力短缺問題。

## 隨著受聘農場員工數目下降，薪酬開始上升

資料來源：GLOBAL X ETFs 分析資料摘錄自：美國農業部。(2021 年 11 月)。

美國農業工資率季度資料。國家農業統計局；美國農業部。(2021 年 11 月)。美國農場受聘員工 1/季度資料。國家農業統計局。



註：資料代表指定年份的季度平均值

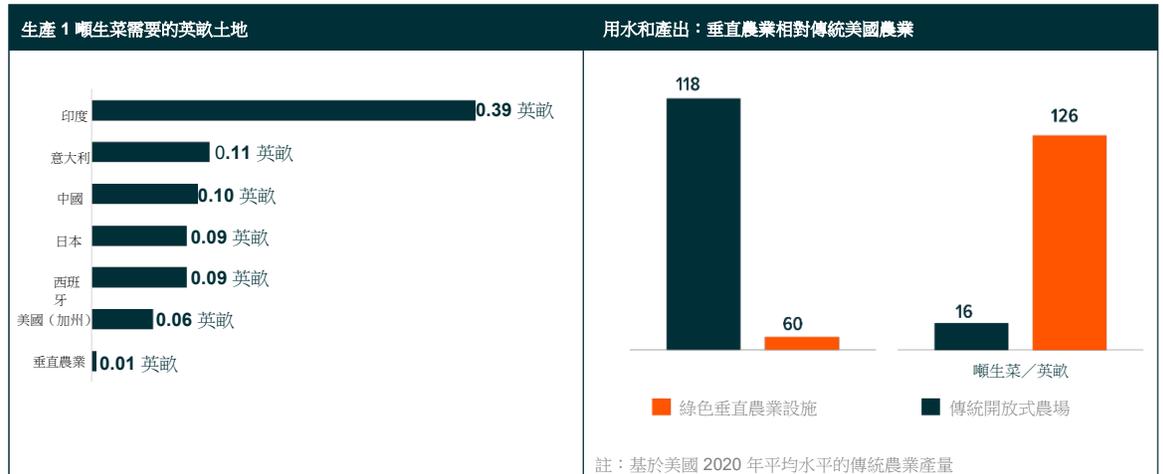
**可控環境農業 (CEA):** 利用改良的室內環境來優化農業生產。這些技術包括但不限於垂直農業、溫室、水耕法、魚菜共生與氣耕法。

CEA 栽培設施通常不免外在元素影響，並且不像傳統農場，不會受到與氣候變化相關的不規則或惡劣天氣模式影響。CEA 技術還應對氣候變化後果，例如土地退化與水資源短缺。整體而言，改良的環境擴大了可用於農業的有用面積，只需要一小部分土地，便可生產與傳統農場相同的農作物，透過採納垂直農場，用水量更可減少了 95%。<sup>31</sup>

聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (IPCC) 在其最新的報告內指出，城市農業與垂直農業可作為應對氣候變化的策略。<sup>32</sup> 此外，由於土地效率，CEA 設施能靠近人口稠密的地方，有別於傳統農場。臨近人口密集區域意味可減少食品運輸中化石燃料的使用，同時減少運輸時間，避免農作物變質。

## 可控環境農業 (CEA) 或能克服土地與資源短缺問題

資料來源：GLOBAL X ETFs 分析資料摘錄自：Agrilyst。(2017年8月)。室內養殖狀況：2017.; Burgos, S. 和 Stapel, M. (2018年12月)。二氧化碳排放範圍報告 (CO2 emissions scoping report)：生菜生產中不同耕作方法的比較 (Comparison between different farming methods in lettuce production)。OneFarm.; Gerretsen, I. (2020年7月23日)。在沙漠中耕作：垂直農場是節水的解決方案嗎？(Farming in the desert: Are vertical farms the solution to saving water?) EcoWatch.; Hoekstra, A. Y. (2008)。食物的水足跡 (The water footprint of food)。在 J. Förare (Ed.), 食物用水 (Water for food)。瑞典環境、農業科學和空間規劃研究委員會 (Formas)；國家農業統計局 (2021年2月)。2020年蔬菜摘要。美國農業部。Shatilov, M.、Razin, A. 和 Ivanova, M. (2019)。世界生菜市場分析。IOP 會議系列：地球與環境科學。395 012053 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012053>



## 結論

全球糧食系統的脆弱性已經顯而易見，俄烏衝突帶來了更多挑戰。然而，農業科技可以幫助避免長期的糧食不穩並應對地緣政治後果。進一步採用農業科技可以促使作出更多明智的決定，有助保護世界上日益減少的資源，這最終可能意味著要養活數百萬人。

1. Dongyu, Q.(2022年3月11日)。G7 農業部長特別會議：全球食品市場和價格 [演示]。聯合國糧食及農業組織。意大利羅馬。
2. Baquedano, F. G., Zereyesus, Y. A., Valdes, C., Ajewole, K.(2021年9月7日)。到2021年，低收入國家的糧食不穩情況將以更高的速度增加 (Food insecurity to increase in 2021 at a higher rate in lower income countries)。美國農業部經濟研究局。
3. Dongyu, Q.(2022年3月11日)。G7 農業部長特別會議：全球食品市場和價格 [演示]。聯合國糧食及農業組織。意大利羅馬。
4. 美國農業部。(2022年3月9日)。世界農業供需估計 [WASDE-622]。
5. Dongyu, Q.(2022年3月11日)。G7 農業部長特別會議：全球食品市場和價格 [演示]。聯合國糧食及農業組織。意大利羅馬。
6. 同上。
7. Willis, O.(2022年3月14日)。拜登政府宣佈計劃在俄羅斯暫停肥料出口之際幫助農民 (Biden administration announces plan to help farmers as Russia suspends fertilizer exports)。美國獨立網 (The American Independent)。



8. 美國農業部。(2022年3月11日)。*美國農業部宣佈計劃投資2.5億美元，支持創新的美國製造肥料，為美國農民提供更多市場選擇(USDA announces plans for \$250 million investment to support innovative American-made fertilizer to give US farmers more choices in the marketplace)*[新聞稿]。
9. YCharts。(2022年4月4日)。*美國零售柴油價格*。 [https://ycharts.com/indicators/us\\_retail\\_diesel\\_price](https://ycharts.com/indicators/us_retail_diesel_price)
10. Watts, W.(2021年10月9日)。*隨著天然氣漲勢，加劇了肥料價格飆升這場「完美風暴」(Fertilizer prices soaring as natural-gas rally adds to 'perfect storm)*。市場觀察。
11. Dongyu, Q.(2022年3月11日)。*G7 農業部長特別會議：全球食品市場和價格*[演示]。聯合國糧食及農業組織。意大利羅馬
12. Elkin, E.、Smith, A. N.、Gross, S. (2022年3月13日)。*俄羅斯入侵烏克蘭如何擾亂全球糧食系統(How Russia's invasion of Ukraine is tearing apart the global food system)*。彭博。
13. Pattee, E.(2022年3月15日)。*新冠病毒暴露了美國食品系統的缺陷——與試圖修復它們的人士會面(Covid exposed the cracks in the US food system – meet the people trying to fix them)*。衛報。
14. Elkin, E.、Smith, A. N.、Gross, S. (2022年3月13日)。*俄羅斯入侵烏克蘭如何擾亂全球糧食系統(How Russia's invasion of Ukraine is tearing apart the global food system)*。彭博。
15. Mintert, J. 和 Langemeier, M. (2021年7月6日)。*農業經濟晴雨表連續第二個月下降；投入成本上升引起農民擔憂(Ag economy barometer falls for second month; rising input costs causing concern for farmers)*。普渡大學農業經濟系商業農業中心。
16. 農業美國貸款(Ag America Lending)。(2022年3月22日)。*美國農業勞動力短缺*[資料圖]。
17. 同上。
18. Russell, A. (2021年9月8日)。*乾旱影響美國小麥、大麥、豆類產量：德州農作物與天氣報告——(Drought impacts U.S. wheat, barley, bean output:Texas crop and weather report –)* 2021年9月8日。*今日農業(AgriLife Today)*。
19. Masters, J. (2021年12月6日)。*極端天氣與大流行將全球食品價格推至46年來高位。耶魯氣候聯繫(Yale Climate Connections)*。
20. Newburger, E. (2022年2月14日)。*科學家表示由氣候變化引發的西部乾旱是1,200年來最嚴重的一次(Western drought fueled by climate change is the worst in 1,200 years, scientists say)*。美國全國廣播公司財經頻道(CNBC)。
21. Kan, K., & Liu, J. (2022年3月22日)。*由於氣候變化，中國面臨著有史以來最糟糕的作物生長條件(China faces worst crop conditions ever due to climate change)*。彭博新聞社。
22. 彭博新聞社。(2021年7月24日)。*世界糧食供應受到乾旱、洪水和霜凍的衝擊(World's food supplies get slammed by drought, floods and frost)*。彭博。
23. 第一工作組(2021年8月9日)。*2021年氣候變化：物理科學基礎。對政府間氣候變化專門委員會第六次評估報告的貢獻(Climate change 2021:The physical science basis.Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)*。[Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.)]。劍橋大學出版社。待發表。
24. Colizzi, L., Caivano, D., Ardito, C., Desolda, G., Castrignanò, A., Matera, M., Khosla, R., Moshou, D., Hou, K.-M., Pinet, F., Chanet, J.-P., Hui, G., & Shi, H.(2020)。第1章：農業物聯網簡介(Introduction to agricultural IoT)。In A. Castrignanò, G. Buttafuoco, R. Khosla, A. M. Mouazen, D. Moshou, & O. Naud (Eds.),*農業物聯網與精準智慧農業決策支持(Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming)* (第1-33頁)。學術出版社。<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818373-1.00001-9>
25. 設備製造商協會。(未註明日期) *美國精準農業的環境效益：執行摘要和詳細內容[PowerPoint 幻燈片]*。
26. 職業統計和就業預測辦公室。(2021年10月22日)。*職業前景手冊：農民、牧場主和其他農業經理——工作前景(Occupational outlook handbook:Farmers, ranchers, and other agricultural managers – Job outlook)*。美國勞工統計局。
27. 糧食及農業組織、國際農業發展基金、聯合國兒童基金會、世界糧食計劃署和世界衛生組織。(2020年)。*2020年世界糧食安全及營養狀況：為商宜的健康飲食轉變食品系統(The state of food security and nutrition in the world 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets)*。世界狀況系列，聯合國糧食及農業組織，羅馬。<https://doi.org/10.4060/ca9692en>
28. Kollwe, J., & Davies, R. (2019年5月26日)。*Robocop: 世界上第一個樹莓採摘機器人開始工作(World's first raspberry -picking robot set to work)*。衛報。
29. McCormick, J. (2022年1月4日)。*迪爾在CES上宣佈推出自動拖拉機*。華爾街日報。
30. 同上。



31. Welle, D. (2020 年 7 月 23 日)。在沙漠中耕作：垂直農場是節水的解決方案嗎？(Farming in the desert: Are vertical farms the solution to saving water?) *環境觀察 (EcoWatch)*。
32. 第二工作組。(2022 年 3 月)。政策制定者摘要。在 *2022 年氣候變化：影響、適應和脆弱性 (Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability)*。第二工作組對政府間氣候變化專門委員會第六次評估報告的貢獻 (Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)[Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Poloczanska, E.S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegria, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., & Okem, A. (Eds.)] 劍橋大學出版社。待發表。

投資涉及風險，包括可能損失本金。焦點狹窄的投資將更容易受影響該行業的因素影響，並受更大波動性的影響。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社會、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。

ETF 的股票以市場價格（而非資產淨值）進行買賣，並且不會從基金中單獨贖回。經紀佣金將減少回報。

**投資前請仔細考慮本基金的投資目標、風險、費用和支出。此資訊及其他資訊載於基金摘要或完整的招股章程，可於 [globalxetfs.com](https://globalxetfs.com) 獲取。投資前請仔細閱讀基金章程。**

Global X Management Company LLC 擔任 Global X 基金的顧問。以上基金由 SEI Investments Distribution Co. (SIDCO) 分銷，該公司不隸屬於 Global X Management Company LLC 或未來資產環球投資。Global X 基金並非由 Solactive AG 贊助、認可、發行、出售或推廣，Solactive AG 也不就投資 Global X 基金是否明智作出任何陳述。SIDCO、Global X 與未來資產集團均不附屬於 Solactive AG。

本材料代表對特定時間點市場環境的評估，並非對未來事件的預測，亦非對未來結果的保證。讀者不應倚賴此資料作為關於基金或任何特定股票的研究或投資建議。

