

綠色金融科技： 助推綠色投融资的新動力

王友珊

國立高雄科技大學金融系教授

李宜熹

東吳大學智能商業研究中心主任

摘要

綠色金融科技結合金融創新與先進技術，旨在推動環境永續發展。本文探討人工智慧、大數據分析與區塊鏈等技術如何促進綠色投融资的發展。首先，本文闡述綠色金融的定義與其在全球永續發展中的核心作用。隨後，深入分析綠色金融科技的應用領域，涵蓋提升ESG數據透明度、開發綠色指數與基金、實施綠色信貸評分、優化綠色供應鏈融資、防止剽綠行為、推動實質資產代幣化，以及綠色保險產品的開發等方面。

儘管綠色金融科技面臨如資料品質、法規遵循及技術接受度等挑戰，其未來發展前景依然樂觀。隨著技術進步與市場擴展，綠色金融科技將在推動經濟綠色轉型、促進創新及創造就業機會方面發揮更大作用，並持續推動全球經濟與環境和諧發展，為實現永續發展目標做出重要貢獻。

關鍵字：綠色金融科技、永續發展、綠色投資、綠色融資、人工智慧、區塊鏈

壹、引言

一、綠色金融的定義與重要性

在全球面臨氣候變遷與資源匱乏挑戰的背景下，推動經濟向低碳和永續發展轉型成為國際共識。2015年是永續發展的關鍵年度，當年度通過的《巴黎協定》與聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）明確要求全球加快實現綠色發展，其中金融扮演著關鍵的軸心角色。

綠色金融是基於永續發展原則，旨在實現環保目標的各種金融產品與服務。它不僅致力於保護環境，同時兼具經濟利益。這類金融服務與創新金融商品（如：綠色基金、綠色籌資、綠色貸款、綠色債券與綠色保險等），不僅引導資金投入永續發展計畫，還為金融市場的投資者（直接金融）或融資者（間接金融）提供參與環保並獲得財務報酬的機會。綠色金融的應用能有效減少全球碳排放，促進經濟轉型為低碳與環境友善模式，對實現全球永續發展目標具關鍵作用。

綠色金融在經濟發展與環境保護方面具有顯著效益。首先，它能夠動員私人和公共資金，來支持綠色技術，如：清潔能源、環保交通和水資源管理等。這不僅減少對化石燃料的依賴，還能有效降低溫室氣體排放，進而促進綠色技術的創新發展。其次，綠色金融透過提供資金支持與激勵措施（如：稅收減免、低息貸款等），鼓勵企業和個人實施環保措施，增強整體經濟的環境永續性。這不僅有助於企業降低營運成本（如：透過效能提高減少能源費用），也有助於創造新的商業機會和就業機會。

此外，綠色金融還強化金融市場的穩定性和韌性。透過投資於綠色計畫，金融機構可以減少其資產組合中因環境變遷或政策規範所造成的實體風險與轉型風險所引起的損失，如極端氣候事件的相關影響。這種風險控管策略有助於保護投資者利益，同時確保長期資本增加。

綠色金融的這些應用和效益顯示其作為推動全球經濟轉型與實現永續發展目標中不可或缺的角色。透過這種方式，綠色金融不僅是環境保護的工具，也是經濟和社會永續發展的重要推動力。（如圖1）

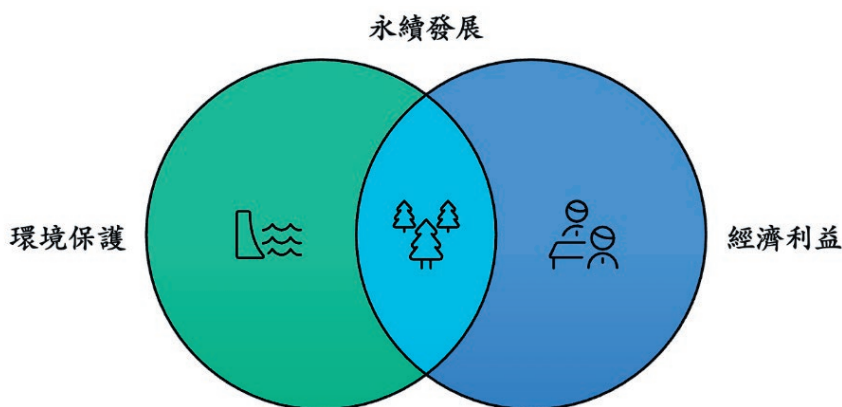


圖 1 永續發展與環境保護、經濟利益的交互關係

二、綠色金融科技的推動力

隨著科技的進步，綠色金融科技成為推動環境永續投資的新動力。這些技術，包括人工智慧（Artificial Intelligence, AI）、大數據分析（Big Data Analytics）與區塊鏈技術（Blockchain Technology），能夠提高綠色金融服務的透明度、效率與可及性。（如圖2）

人工智慧是一種模擬人類學習與解決問題過程的技術。人工智慧透過機器學習等演算法，可以實現自主學習與決策。大數據分析旨在使用各種技術來處理數據量龐大、生成速度

快、型態多樣且真實性不明的資料集¹，並尋求發現數據中的隱藏模式、未知的相關性與市場趨勢等。大數據分析技術透過尋找數據中的隱藏模式和相關性，提供深入洞見的可能，其可導引人工智慧算法做進一步學習和進行決策的基礎。

人工智慧和大數據分析能夠對環保計畫的經濟效益和環境影響進行更大範疇與更精確地評估和預測，從而幫助金融機構識別風險並優化資金配置。這些技術能夠處理並分析多來源的大數據，協助金融機構做出更明智的投融資決策。此外，這些技術還能在總體經濟層面上

¹ 4Vs特性（數量龐大Volume、生成快速Velocity、型態多樣Variety與隱晦不明Veracity）。

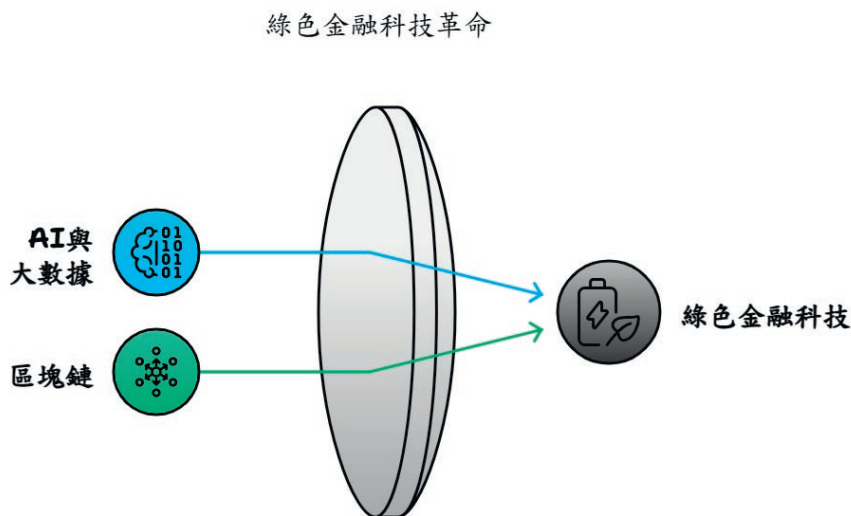


圖 2 綠色金融科技的技術基礎

評估政策變化對綠色投資的潛在影響，進而幫助開發新的綠色金融產品，並增加產品的種類，或提高金融機構在風險評估中的決策能力，進一步提升投資與融資的效率。

區塊鏈技術是一種分散式資料儲存技術，透過加密和共識機制確保數據的不可篡改性與透明度。這種技術允許數據在無需中央管理機構的情況下，被安全、不可逆轉地驗證與共享。其去中心化的架構避免數據被單一或少數實體控制或單點失效的風險，提高整體系統的韌性。其次，其利用先進的加密技術，確保交易的安全性，防止數據洩露和未授權訪問。每個參與節點都保存有數據的完整副本，增強數據的安全性與可靠性。此外，不可篡改性意旨一旦數據被掛載到區塊鏈上，就無法被更改或刪除，每筆交易都需經過節點的驗證並達成共識才會被記錄，確保數據的準確性與一致性。最後，透明度特性使允許具資料存取權限的交易方可以檢視和驗證交易紀錄，提升資訊透明度與公信力。這些特性使區塊鏈成為一項革命性的技術工具。

區塊鏈技術在綠色投融資中的應用主要可提高綠色評估計畫的透明度和效率。透過建立

一個透明的區塊鏈平台，所有與綠色投融資計畫相關的交易和文檔都可以被即時記錄和公開查驗，從資金與資訊的來源、流向到最終的使用效果。這不僅降低了詐欺和剽竊的風險，還使投融資者能直接了解資金的具體用途，提升投融資的透明度和吸引力。此外，區塊鏈技術還可以提高投融資過程中的效率，如透過智能合約自動執行合約條款，減少交易成本和時間，使得綠色投融資更加迅速和靈活。

貳、綠色金融科技在中介鏈與協作的角色

一、綠色金融中介鏈的角色與運作

綠色金融生態系統由多個關鍵角色組成，這些角色共同形成一個綜合性的金融中介鏈。以綠色投資為例，整個中介鏈從綠色金融產品的發行人開始，這些發行人開發並提供綠色金融產品，如綠色債券和永續基金。評等提供者則負責評估這些產品的環境和社會影響，確保其符合永續發展的標準。接著，指數構建者開發追蹤綠色資產表現的指數，幫助市場參與者

比較不同投資標的之環境績效。資產管理者利用這些工具管理投資組合，而機構投資者則代表管理大量資產的組織，他們在選擇投資標的時會考量ESG因素。最終，投資者是承擔投資風險與收益的最終主體，無論是個人還是機構，都在綠色金融中扮演重要角色。在這個生態系統中，各個角色的相互協作確保資金有效流向具有永續發展潛力的項目，同時促進綠色金融市場的擴展。

二、金融科技驅動的綠色金融生態系統協作

隨著科技的進步，金融科技逐步改變綠色金融中介鏈的運作模式，特別是在促進角色間的協作與透明度方面發揮關鍵作用。區塊鏈技術作為其中的重要支柱，提供一個不可篡改的記錄平台，這使得綠色投資中的資金流動、碳排放權交易等可以被即時記錄和驗證，確保每一筆交易符合預定的環保目標。這種透明度大幅減少訊息不對稱，增強投資者的信心。

此外，大數據和人工智慧技術透過分析環境、社會和治理數據（如ESG數據），幫助評等提供者提高評等的精準性和效率，從而為指數構建者和資產管理者提供更可靠的決策依據。這些技術還能主動預測市場趨勢，協助資產管理者優化投資策略，並提升資本配置的效率。綠色金融科技的應用不僅優化操作效率，還加強各方在金融生態系統中的互動和合作，使整個系統更加透明、靈活且永續。

參、綠色金融科技的應用方向

綠色金融科技應用涵蓋範圍廣泛，並已在

多個領域展現其促進環境永續發展的潛力。在不同的金融活動中，這些技術實現了資訊透明化、提高資金配置效率、優化投資決策和增強風險管理等功能。為了更好地展現綠色金融科技在實際操作中的作用，以下將逐一簡介其在ESG數據與評等、綠色指數與基金管理、綠色信貸評分、綠色供應鏈融資、防止剽竊、實質資產代幣化以及綠色保險商品開發等應用場景中的應用方向。

一、提升ESG數據的透明度和可靠性

金融科技在提升ESG評等的透明度和可靠性方面發揮著決定性作用。人工智慧和機器學習技術透過從龐大數據集中識別出關鍵模式和趨勢，大大增強評分和評等過程的客觀性和準確性。這些技術使得評等不再僅依賴於主觀判斷，而是基於數據驅動的決策，這對於投資者和市場參與者來說，極大地提高信心和可信度。此外，區塊鏈技術則在確保評等資訊的真實性和透明度方面提供創新解決方案，透過建立一個不可篡改且公開的數據記錄平台，每筆評等記錄都可被驗證，無法被篡改。這不僅增加評等的透明度，同時也提高整個評等流程的安全性。進一步地，這些技術還支持評等過程的即時更新，能夠即時反映出環境變化、社會動態和治理變革的最新情況，進一步增強投資者對ESG數據的信賴。因此，透過這些創新技術的應用，評等機構不僅能提供更精確的數據，也促進全球範圍內對高標準永續投資實踐的推廣，為投資者提供更為清晰和可靠的投資決策依據。（如圖3）

二、綠色指數和基金的開發與管理

金融科技在綠色指數和基金管理方面扮演著極為重要的角色。透過先進的數據分析工

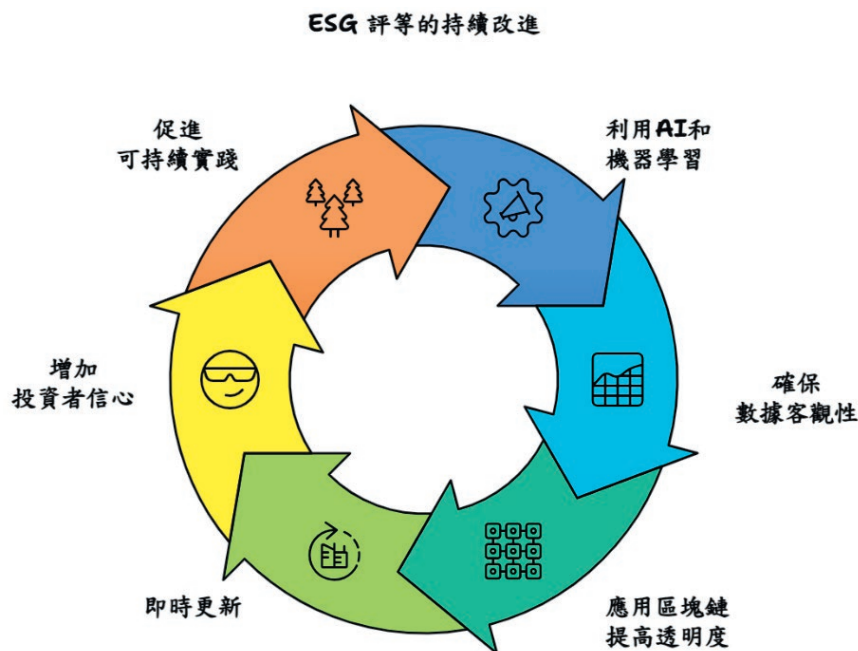


圖 3 提升 ESG 數據的技術與策略循環圖

具，資產管理者能夠更精確地識別並選擇符合綠色投資標準的公司和計畫，有效整合到各種綠色指數或基金中。具體來說，人工智慧系統可以深入分析公司的碳足跡、資源利用效率及其社會責任實踐，這些分析確保被選擇的企業或計畫符合環保的嚴格標準，並能夠為綠色投資帶來實際效益。此外，區塊鏈技術的應用則為這些基金帶來前所未有的透明度，使得投資者能夠即時追蹤到他們的資金如何被具體使

用，以及這些資金的環境影響。這種透明度不僅增加綠色基金的吸引力，還大幅提升公眾對於綠色投資的信任和接受度。例如，當投資者能夠清楚看到其資金如何助力於可再生能源計畫或清潔技術的發展時，他們對這類投資的信心自然增強，從而促進更多的資金投入這些環保計畫。這不僅有助於加速環保技術的創新和應用，也為實現全球的氣候目標和永續發展目標提供強而有力的支持。（如圖4）

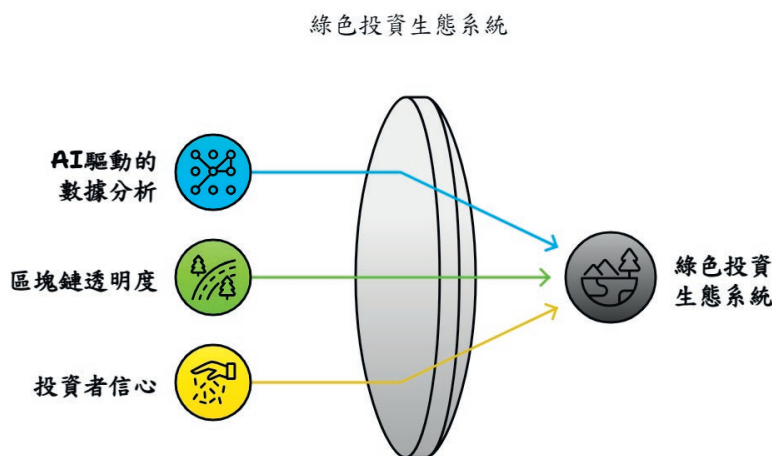


圖 4 綠色投資生態系統的技术基礎與信任構建

三、綠色信貸評分

綠色信貸評分透過利用大數據和機器學習技術，使傳統金融機構與金融科技公司能開發出細緻的信貸評分模型，這些模型綜合分析企業的財務狀況、環保表現和永續經營績效，進而根據結果調整貸款條件，例如提供更低的利率或更靈活的還款計畫。這促使金融機構識別並支持那些在環保和永續發展方面表現優異的

企業，可能包括提供更有利的貸款條件，如較低利率或更靈活的還款選項，從而鼓勵企業採取積極的環保行動。此外，綠色信貸評分促進環保計畫的資金支持，如可再生能源和綠色建築計畫，進一步擴展綠色金融市場，為投資者和貸款機構創造長期經濟回報。這種創新評分方法不僅有助於實現環保目標，也促進金融機構開發新的綠色金融產品和服務，為金融市場帶來持續創新和成長的機會。（如圖5）

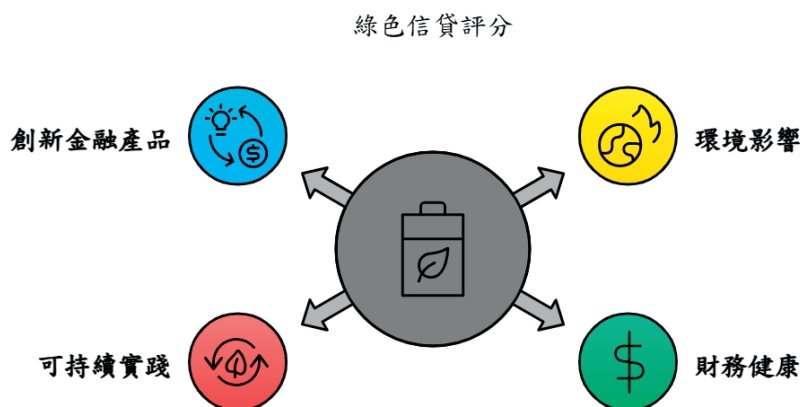


圖5 綠色信貸評分的多重影響因素

四、綠色供應鏈融資

區塊鏈技術在綠色供應鏈融資中發揮著關鍵作用，透過建立透明且不可篡改的供應鏈記錄系統，確保每個環節均符合環保標準。該技術在提升供應鏈的透明度、運作效率及安全性方面展現出顯著優勢，特別是在涉及跨境碳稅的國際貿易中，能有效確保環保標準的合規性。金融機構可利用區塊鏈即時監控供應鏈活動，確保投資的綠色計畫符合永續發展的要求。此外，智能合約是一種自動執行合約條款的程式，它能自動完成交易並減少錯誤，並提升整個交易過程的透明度。透過區塊鏈技術，企業能夠更容易地獲得融資支持，推動環保創新和改善供應鏈管理，並加強企業間的合作，樹立

在全球市場中的環保信譽。綜上所述，區塊鏈技術為綠色供應鏈融資提供一個強大的工具，推動環保與永續發展目標的實現。（如圖6）

五、防止剽綠

金融科技在防止剽綠（Greenwashing）方面發揮關鍵作用。剽綠是指公司或組織過度宣傳他們的產品或行為有益於環保，實際上可能沒有達到這些環保目標，從而誤導了公眾和投資者。利用區塊鏈技術，可以建立一個透明且安全的數據庫，確保所有綠色聲明和環境表現數據都是真實可追蹤的。此外，人工智慧和大數據分析技術能夠深入分析企業的實際環境影響，對比公開宣稱，有效識別和揭露不符合實際的綠色行為。這些技術的應用提高金融產品

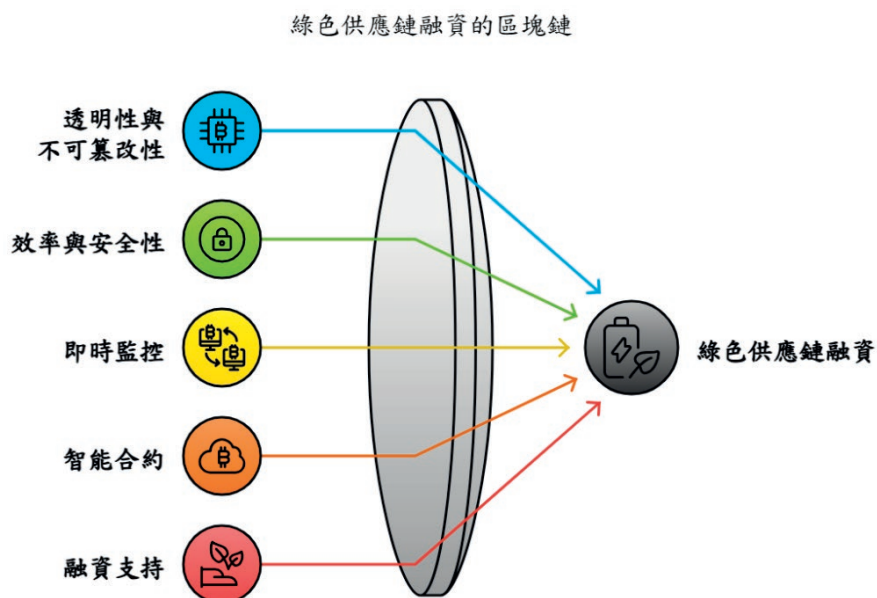


圖 6 區塊鏈驅動的綠色供應鏈融資解決方案

的真實性和可信度，促進投資者對綠色金融市場的信任，從而減少剽綠行為的發生，確保資金真正投向符合永續發展目標的計畫。（如圖7）

六、實質資產代幣化

透過區塊鏈技術可以將可再生能源計畫和綠色基礎設施等實體資產轉換為數位代幣，有效提升這些資產的流動性並顯著擴展投資者的

基礎。區塊鏈技術不僅確保交易的安全性和透明性，還能大幅降低投資門檻，使得原本可能只能由大型資本參與的綠色投資計畫，也能夠開放給小額投資者參與，使綠色資產投資變得更加流動性與普及化。代幣化不是侷限在特定國家或區域，其可以是無國界地促進綠色資金的全球流通，這不僅加速綠色技術的全面發展和應用，也促進全球經濟向更加環保和永續的

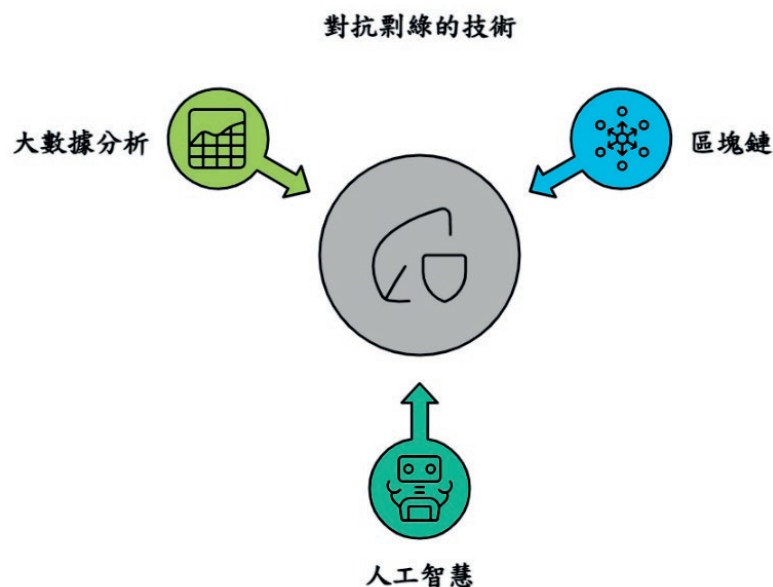


圖 7 剽綠問題的技術解決方案：人工智慧、大數據與區塊鏈

方向轉型，為應對氣候變化和保護環境提供新的動力和資源。（如圖8）

七、綠色保險商品開發與風險評估

人工智慧和大數據透過分析全球氣象、環境影響以及產業風險數據，提高對氣候變遷引發的自然災害如洪水、颶風的風險評估精度，使保險公司能夠精確定價並提供針對性的綠色保險產品，例如對環保車輛使用者提供保費折扣。此外，區塊鏈技術透過建立去中心化、不可篡改的數據庫，提升交易透明度和理賠處理

效率，支持智能合約自動執行理賠，大幅提高對大規模自然災害的應對速度。這些技術的整合不僅提升綠色保險的市場吸引力，也加強對環境責任的承諾，推動永續發展目標的實現。（如圖9）

肆、面臨的挑戰與未來展望

綠色金融科技在實施過程中面臨多項挑戰。首先，資料品質是做出準確決策的關鍵，但在綠色金融領域，數據資料來源的不完整、

代幣化資產？



圖 8 傳統投資與代幣化資產：投資者進入與流動性的差異

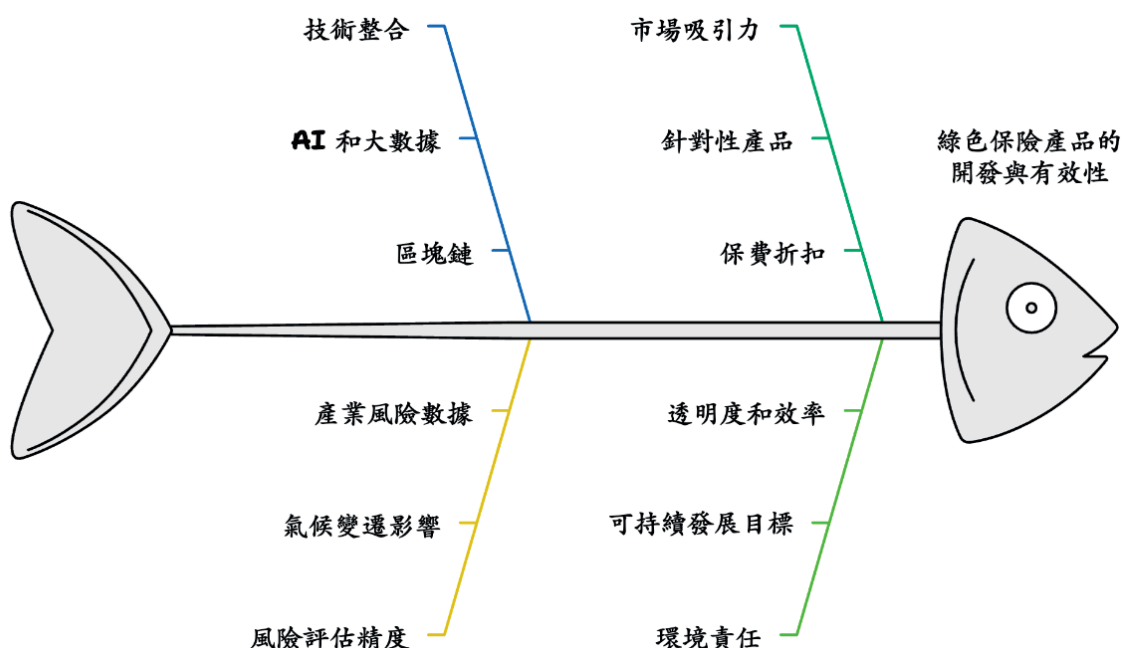


圖 9 綠色保險產品開發的多維因素魚骨圖

過時的訊息或存在數據錯誤，可能導致對企業 ESG 表現的錯誤評估，進而影響投資決策和資金分配的正確性。其次，法規遵循是一個重要挑戰。綠色金融領域的法規和政策不斷變動，金融機構必須更新系統和操作流程以符合新的法規要求，包括對投融資計畫環保影響的評估標準，以避免潛在的法律和合規風險。再者，技術接受度也不容忽視。對一些傳統金融機構和保守的投資者來說，新技術的接受程度直接影響其應用的廣泛性和深入程度。高成本的技術投資、對新技術效果的不確定性以及操作的複雜性，可能成為推動綠色金融科技落地的障礙。

儘管面臨挑戰，綠色金融科技的未來發展前景仍然十分樂觀。首先，在技術整合與創新方面，隨著科技的不斷進步，人工智慧和區塊鏈等技術將更加成熟並整合應用，這將大幅提高金融服務的自動化程度和決策的數據驅動能力，並使風險管理更加精準，投資效率更高。其次，綠色金融市場的範圍預計會擴展至發展

中國家和新興市場，這將增加全球範圍內的綠色資金流動。最終，這些技術的發展和市場的擴展將帶來深遠的經濟和社會影響，包括加速經濟的綠色轉型、促進創新和創造更多就業機會。同時，新的綠色產品和服務也將推動全球經濟與環境保護的雙贏局面。（如圖10）

伍、結 語

綠色金融科技已成為推動綠色投資和融資的重要力量。透過提高金融操作的效率和透明度，這些技術不僅促進資金向環保計畫的流動，也帶來實質的環境和經濟效益。未來，隨著技術的進一步發展和應用層面的擴大，綠色金融科技的影響力將進一步增強。

持續的創新和跨部門合作將是實現全球永續發展目標的關鍵。隨著科技、金融和政策的共同努力，綠色金融科技將繼續推動經濟和環境的和諧發展，為全球創造一個更綠色與更永續的未來。

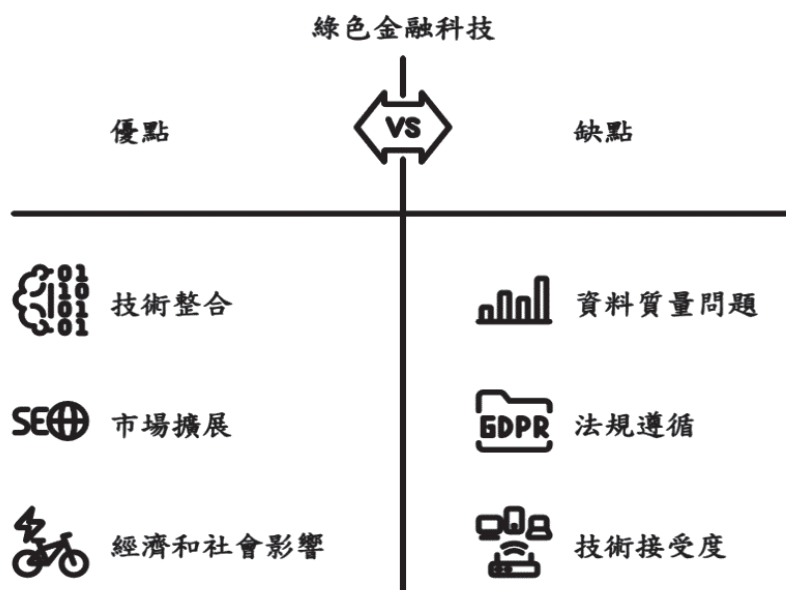


圖 10 推動綠色金融科技的優勢與挑戰