

3. 主要碳權交易機制

國際碳權交易機制主要包括以下三種模式：

1. 國際排放交易 (International Emission Trading, IET)

- 適用對象：京都議定書附件一國家（包括已開發國家及部分經濟轉型國家）。

京都議定書：目標是「將大氣中的溫室氣體含量穩定在一個適當的水準，以保證生態系統的平滑適應、食物的安全生產和經濟的可持續發展」

附件一國家：歐盟及東歐捷克等（共27國）、美國、加拿大、日本、波蘭、匈牙利、克羅埃西亞、紐西蘭、俄羅斯、烏克蘭、挪威、澳洲、冰島

- 運作模式：
 - 各國根據碳排放目標獲得一定的排放配額 (Assigned Amount Units, AAUs)。
 - 若某國的減排目標達成並有剩餘配額，可將多餘的配額出售給未達標的國家。
- 目標：
 - 降低全球減排成本，透過市場化機制促進資源的最優配置。

2. 聯合履約 (Joint Implementation, JI)

- 適用對象：附件一國家之間的減排合作。
- 運作模式：
 - 附件一國家通過具體的減排項目（如土地利用變更、造林等），產生減排單位 (Emission Reduction Units, ERUs)。
 - 計畫必須獲得所有參與國批准，且需證明減排具有「額外性」。
- 優勢：
 - 提供已開發國家低成本的減排選項，同時促進技術輸出。

3. 清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM)

- 適用對象：附件一國家與非附件一國家（開發中國家）。
- 運作模式：
 - 已開發國家投資開發中國家的減排項目，產生減排證書 (Certified Emission Reductions, CERs)。
 - 例如，可透過在開發中國家建設可再生能源項目來減少排放量。
- 優勢：
 - 開發中國家獲得資金與技術支持；已開發國家可使用CERs抵銷其國內排放目標。
- 挑戰：
 - 需要經過嚴格的驗證程序以確保減排量的真實性。

4. 全球市場現狀

目前全球碳權交易市場主要由區域市場組成，以下以歐洲、美洲和中國為例進行說明：

歐洲：全球最成熟的碳市場

1. 歐盟碳排放交易體系(EU ETS)

- 成立時間：2005年，為全球首個大型碳交易體系。
- 覆蓋範圍：涵蓋電力、工業和航空業，總排放量約18億噸CO₂。
- 現況：
 - 2015年，歐盟碳市場成交量約50億噸，占全球市場的80%；成交值約375億歐元，占全球的77%。
 - 雖然成交量下降，但碳價持續上漲。2015年每噸碳的平均價格從6歐元升至7.8歐元。
- 挑戰：
 - 「延後配額拍賣」(Backloading)政策減少市場供給，但影響市場流動性。

2. 歐盟市場特點：

- 配額逐年減少，刺激低碳技術應用。
- 提供碳價信號以促進清潔能源發展。

美洲：快速增長的市場

1. 北美市場(加州與魁北克)

- 成立時間：2006年(加州市場啟動)，後與魁北克聯結形成「西部氣候倡議」(Western Climate Initiative, WCI)。
- 覆蓋範圍：電力、工業和運輸燃料等領域。
- 現況：
 - 2015年，成交量從4.72億噸增至10.42億噸，增長121%；成交值從33.2億歐元增至106.3億歐元，增長220%。
- 增長原因：
 - 擴大涵蓋範圍(如將運輸燃料納入交易範疇)。
 - 提供未來年度配額交易的靈活性，提升市場活躍度。

2. 南美市場的潛力：

- 如巴西的森林保護項目(REDD+)對碳匯市場具有重要貢獻，但整體碳交易市場仍處於初級階段。

中國：新興且潛力巨大的市場

1. 七大試點市場

- 啟動時間：2013年，中國在北京、上海、廣東等地啟動碳交易試點。
- 覆蓋範圍：總排放量約11億噸CO₂，接近歐盟的一半多。
- 現況：
 - 雖涵蓋大規模排放，但交易量僅占全球的1%，成交值更少，尚未成熟。

2. 全國性碳市場

- 計劃啟動時間：2017年，預計成為全球最大的碳交易市場。
- 覆蓋範圍：約占全球25%的溫室氣體排放量。

3. 挑戰與前景：

- 市場參與者對交易規則尚不熟悉，導致參與度低。
- 中國通過政策推動，計劃完善市場機制，提升碳價以刺激低碳技術的應用。

結論

- 歐洲：全球碳市場的領導者，市場成熟但流動性仍需提升。
- 美洲：尤其是北美地區，市場快速增長，擁有靈活性和創新性。
- 中國：作為新興市場，憑藉其龐大的排放量和政策支持，未來或將成為全球碳市場的核心。

1. 全球推動碳權交易的主要原因

- 應對氣候變遷的全球壓力：
 - 1992年《聯合國氣候變化綱要公約》(UNFCCC)提出警告，需在本世紀末將二氧化碳濃度穩定在工業革命前兩倍以下，目標是將全球平均增溫控制在2°C內。
 - 《巴黎協定》進一步將目標設定為努力控制在1.5°C內，強調碳定價機制是減緩溫室氣體排放的重要政策工具。
- 經濟激勵與成本效益：
 - 碳權交易市場是一種市場化手段，可幫助各國和企業以最低成本實現減排目標。
 - 透過市場交易，低成本減排者可以出售額外配額，資金不足或減排成本高的參與者則可以購買配額，實現雙贏。
- 促進技術發展與資金流動：
 - 碳市場為企業提供投資低碳技術的經濟誘因，有助於創新技術的普及。
 - 對於開發中國家（如透過CDM機制），碳交易可吸引外資和技術支持，促進可持續發展。
- 政策驅動與國際承諾：
 - 各國參與《京都議定書》和《巴黎協定》，承諾減排目標。
 - 政府以總量管制與市場化交易機制相結合的方式，確保排放在可控範圍內。

2. 不同國家/區域的特定推動原因

歐洲：全球碳市場的引領者

- 環境目標：
 - 歐盟致力於領導全球氣候治理，早在1990年代便開始探索市場化減排手段。
 - 通過歐盟碳排放交易體系(EU ETS)，確保**2030年前溫室氣體排放量比1990年減少至少55%**。
- 經濟目標：
 - 歐洲希望以碳市場機制為基礎，促進清潔能源產業的增長。
 - 同時**減少對進口化石燃料的依賴，實現能源安全。**

美洲:快速增長的市場

- 區域性合作:
 - 北美的西部氣候倡議(WCI)由美國加州和加拿大魁北克主導,促進跨境合作,擴大交易範圍(如將運輸燃料納入)。
- 經濟與環保雙重目標:
 - 美洲地區希望通過市場交易機制,平衡經濟增長與減排需求。
 - 加州作為全球**第六大經濟體**,其碳市場不僅推動本州環保目標,也成為全球減碳的模範案例。

中國:新興市場的潛力

- 國際承諾與形象建設:
 - 作為全球最大碳排放國,中國承諾在2030年前實現碳達峰,2060年前達到碳中和。
 - 通過建立全國性碳市場,中國表現出積極應對氣候變化的態度,增強其國際領導力。
 - 內部結構調整與經濟轉型:
 - 碳市場為中國工業結構升級提供了契機,有助於淘汰高排放、高能耗的落後產能。
 - 同時**吸引資金投入可再生能源及低碳技術**,推動經濟向綠色化轉型。
-

3. 推動碳交易的挑戰與策略

- 挑戰:
 - **政策執行力度**:缺乏統一規範或法律約束(如京都議定書的執行力不足)。
 - **市場參與意願**:部分國家或企業對市場規則不熟悉,參與度低(如亞洲市場的初期階段)。
 - **價格波動**:碳價不穩可能削弱企業減排的積極性。
- 策略:
 - **增強透明度和信任**:設立監測與核查機制,確保市場運行公正。**##**
 - **擴大參與範圍**:引入更多行業和國家進入市場,提升市場規模。
 - **提高碳價**:通過政策調控,設置最低碳價以穩定市場,並促進低碳技術的發展。

一、歐盟排放交易系統(EU ETS)

1. 系統特點

- 啟動時間:2005年,為全球首個跨國碳排放交易系統。
- 涵蓋範圍:包含27個成員國,後來擴展至挪威、冰島等國家。
- 核配機制:初期以免費配額為主,逐步轉向拍賣機制,目標在2027年全面採用拍賣方式。
- 政策目標:到2030年,將溫室氣體排放量相較1990年減少至少40%,其中工業與航空等ETS部門需減少43%,非ETS部門(住宅、農業等)需減少30%。
- 市場穩定機制:
 - 延遲拍賣機制(**Backloading**):平衡短期市場供需。

- 市場穩定儲備機制(**MSR**):當配額剩餘超過8.33億噸時,儲存部分配額;若低於4億噸則釋放。
- 交易方式:包括拍賣、集中交易和店頭交易,交易所交易占主要比例。

2. 意義

- 為全球首個多國碳權交易平台,為其他地區提供可參考的經驗。
 - 推動低碳經濟轉型與綠色技術創新(如NER300計畫支持可再生能源與碳捕獲技術)。
 - 成為全球碳金融市場的核心,加強碳權商品化及市場流動性。
-

二、美國碳權交易系統

1. 系統特點

- 以區域市場為主:聯邦層面尚未建立統一系統,但有兩個主要區域市場:
 - 區域性溫室氣體倡議(**RGGI**):
 - 啟動時間:2009年。
 - 涵蓋範圍:美國東北部十州,主要針對電力行業。
 - 核配機制:以拍賣為主,至少25%配額透過拍賣分配,其餘免費核配。
 - 穩定機制:拍賣底價及成本抑制儲備(CCR)。
 - 加州排放交易系統(**California ETS**):
 - 啟動時間:2013年。
 - 涵蓋範圍:電力行業、大型工業與燃料分銷商。
 - 核配機制:拍賣與免費配額結合,設有價格抑制機制(APCR)。
 - 國際合作:與加拿大魁北克市場連結。
- 特點:
 - 加州系統依據實際排放數據制定總量,減少過度核配的可能性。

2. 意義

- 彈性區域機制為全國性系統奠定基礎。
 - 強調能源效率與綠色技術結合,推動低碳產業鏈發展。
 - 加州與魁北克市場的連結,成為跨國碳市場合作的典範。
-

三、中國碳權交易系統

1. 系統特點

- 發展歷程:
 - 2013年開始試點7省市(北京、天津、上海、重慶、湖北、廣東、深圳)。
 - 2017年建立國家級交易體系,成為全球最大碳排放交易市場。
- 涵蓋範圍:
 - 試點階段:重點行業(如能源與工業)。
 - 國家級:逐步擴展至更多行業與領域。
- 核配機制:

- 試點階段以免費配額為主；國家級體系逐漸過渡到拍賣機制。
- 創新實踐：
 - 重視本地化設計，適應不同地區經濟發展水平。

2. 意義

- 標誌發展中國家在碳減排領域的積極參與。
- 提供發展中經濟體背景下的碳市場經驗。
- 成為全球碳市場規模化發展的重要推動者。

四、比較與意義

項目	歐盟	美國	中國
啟動時間	2005年	2009年（RGGI），2013年（加州）	2013年試點，2017年全國
涵蓋範圍	電力、工業、航空等	電力、工業、燃料分銷等	試點重點行業，逐步擴展
核配方式	初期免費，逐漸轉向拍賣	免費與拍賣結合	免費核配為主，逐步轉向拍賣
市場規模	全球最大多國系統	區域市場為主，規模較小	全球最大單一國家市場
穩定機制	MSR、Backloading	CCR、APCR	地區差異化機制
國際合作	與瑞士市場對接	加州與魁北克合作	注重本地化設計

一、歐盟排放交易系統(EU ETS)的應用

1. 德國電力行業的案例

- 背景：德國是歐盟內最大的碳排放國之一，其能源結構以燃煤發電為主。
- 措施：
 - 在EU ETS下，德國的燃煤電廠獲得了一部分免費配額，但需要購買額外的碳排放配額以滿足其排放需求。
 - 一些電廠通過投資可再生能源（如風能和太陽能）來減少排放，從而出售多餘的碳配額。
- 成效：
 - 自2005年以來，德國燃煤電廠的碳排放大幅下降。
 - EU ETS提供的收入部分被用於支持能源轉型計劃，如再生能源補貼和居民能源效率改善項目。

2. 瑞典鋼鐵行業的低碳轉型

- 背景：鋼鐵行業是歐盟內的一大排放源。
- 措施：
 - 瑞典鋼鐵企業SSAB參與EU ETS，投資「氫基鋼鐵生產技術」來取代傳統的高爐工藝。
- 成效：

- 該技術可將鋼鐵生產過程中的碳排放減少90%以上。
 - 多餘的配額可供出售，獲得經濟收益。
-

二、美國碳權交易系統的應用

1. 區域性溫室氣體倡議(RGGI)的影響

- 案例:紐約州
 - 背景:紐約州參與RGGI, 主要針對電力行業的碳排放。
 - 措施:
 - 每季度舉行拍賣, 電廠需購買配額以覆蓋其排放量。
 - 拍賣收入用於支持能源效率項目和清潔能源計劃。
 - 成效:
 - 自2009年以來, 紐約州的電力部門碳排放量減少約50%。
 - 通過拍賣籌集的資金為低收入家庭提供能源補貼, 推廣節能電器。

2. 加州與魁北克聯合碳市場

- 案例:特斯拉(Tesla)的碳信用交易
 - 背景:加州ETS涵蓋汽車製造商, 要求汽車行業減少溫室氣體排放。
 - 措施:
 - 特斯拉作為電動車製造商, 生產的車輛符合零排放標準, 可獲得大量碳信用額度。
 - 特斯拉將多餘的信用額度出售給傳統汽車公司, 如通用汽車和菲亞特克萊斯勒。
 - 成效:
 - 2020年, 特斯拉通過出售碳信用額度賺取了超過15億美元, 成為其盈利的重要來源之一。
-

三、中國碳權交易系統的應用

1. 廣東省試點的成功

- 案例:電力和水泥行業的減排
 - 背景:廣東是中國第一批碳交易試點省份, 重點覆蓋電力和水泥行業。
 - 措施:
 - 電廠和水泥廠需根據政府分配的碳排放配額進行交易, 超標者需購買額外配額。
 - 企業為減少成本, 積極投資節能技術。
 - 成效:
 - 廣東試點啟動以來, 碳排放總量持續下降, 單位GDP碳排放強度減少約20%。

2. 國家級碳市場的應用

- 案例：華能集團（中國大型電力公司）
 - 背景：華能集團是中國首批參與國家級碳交易市場的企業。
 - 措施：
 - 集團內部進行碳管理，設立減排目標。
 - 通過購買配額和技術改造，滿足碳排放要求。
 - 成效：
 - 華能集團通過參與市場交易，降低了合規成本，並促進清潔能源投資。

四、比較與啟示

系統	具體應用案例	啟示
歐盟（EU ETS）	德國能源轉型、瑞典低碳鋼鐵技術	碳交易激勵技術創新，為能源和工業減排提供路徑。
美國（RGGI、加州ETS）	紐約州能源效率計劃、特斯拉碳信用交易	區域市場能快速實現減排目標，並為技術企業帶來額外收益。
中國（國家級碳市場）	廣東電力減排、華能集團清潔能源投資	發展中經濟體的碳市場可結合本地經濟特性，促進節能減排與經濟協調發展。

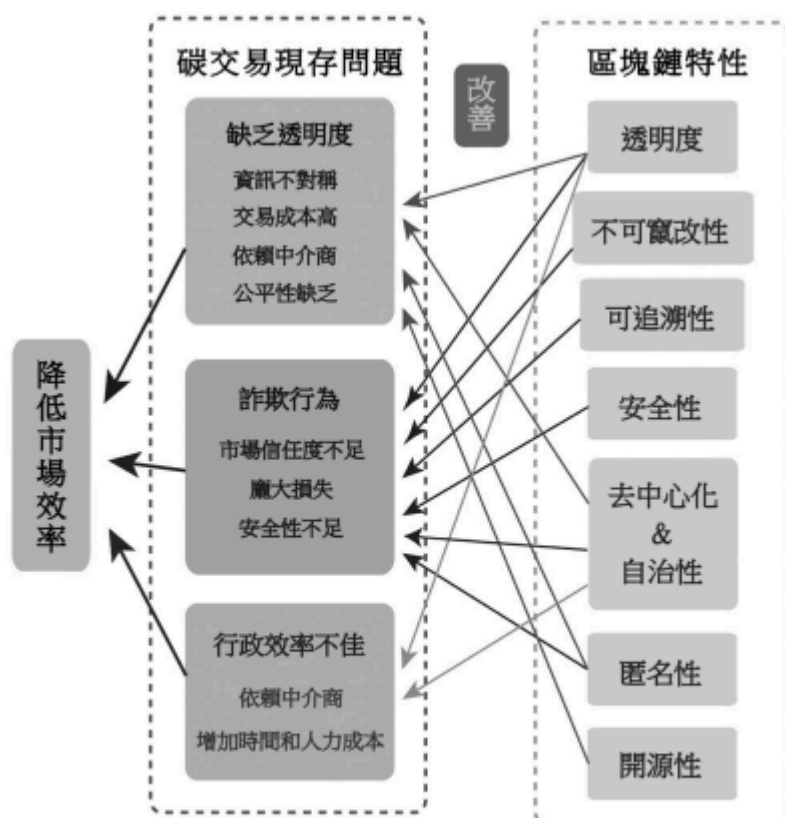


圖1 碳交易制度現行問題與區塊鏈特性之關聯改善圖

Fig.1 A association graph of problems of ETS and blockchain features.