

碳抵換指引

Securing Climate Benefit: A Guide to Using Carbon Offsets

Derik Broekhoff

Michael Gillenwater

Tani Colbert-Sangree

Patrick Cage — 著

劉仲恩

蔡香吾 — 譯



譯者序

隨著 2050 淨零轉型走上政治議程，在碳關稅壓境、各種 ESG 制度興起的背景下，碳管理近年逐漸在台灣成為顯學，有關「碳權」的討論方興未艾，許多企業都為了此事傷透腦筋。目前台灣輿論比較聚焦在企業解方，例如要買什麼碳、買多少，較少涉及碳抵換制度整體發展的脈絡，這使得相關討論常見樹不見林而容易失焦。

有鑑於此，我們團隊引介了斯德哥爾摩環境研究所（Stockholm Environment Institute）與溫室氣體管理研究所（GHG Management Institute）出版的碳抵換指引（Carbon Offset Guide），兩間機構都是素有名聲的國際環境智庫，這份指引出版於 2019 年底，深入淺出簡介了碳抵換的基本知識，回顧了常見的批評，也說明了高品質抵換額度的條件及企業可避免低品質額度的具體策略。指引出版後，原作團隊後續又針對其他減排工具及航空排放等主題做了增補，我們取得原作團隊授權，將新增內容納入及翻譯為中文，完成更新版。

我們期待本指引可為產官學界提供更多有關碳抵換的資訊。政府可以根據指引內容，更細緻地設計台灣減量額度的市場，杜絕低品質額度，更有效成為淨零轉型的催化劑。對企業而言，本指引有助釐清各種減碳商品的異同，並提供具體操作的策略確保品質。組織如有意開發及執行碳抵換專案，也可藉此了解專案如何

生產高品質抵換額度，真正為減碳貢獻外，同時為社會帶來共同利益或至少避免造成損害。目前台灣學術界對碳抵換研究不深，本指引也許可作為基礎背景資訊，供各方研究人員參考。

作為譯者，我們要特別呼應原作者的重要結論：解決氣候變遷沒有萬靈丹，制定切實可行的減排計劃，是負責任使用抵換額度的第一步。減碳不能只靠購買抵換額度，應採取更直接和積極行動。即使無可避免使用抵換額度補償碳足跡，也應對所購額度進行充分了解，確保環境效益。此外，自願行動無法取代政策行動，抵換制度需奠基於完善的碳管制，才可有助推動淨零轉型。

希望本《碳抵換指引》對大家有所裨益，淨零轉型，還需你我共同努力！

劉仲恩 蔡香吾 2023.4

本報告由中研院永續中心計畫經費支持，也感謝鄭芷穎、吳姪家、崔呈瑄、李明珊等人協助。

目錄

第一章 簡介

第二章 碳抵換

2.1 碳抵換簡介

2.2 碳抵換專案 (Carbon Offset Projects)

2.3 碳抵換計劃 (Carbon Offset Programs)

2.4 如何獲得碳抵換額度

2.5 碳抵換在碳管理策略中擔任的角色

2.5.1 達至碳中和

2.5.2 2020 年後的碳抵換：《巴黎協定》下的世界

2.6 其他減排工具和方法

2.6.1 排放配額

2.6.2 再生能源憑證 (RECs)

2.6.3 能源效率憑證 (EECs)

2.6.4 替代購買的其他方法

2.7 航空旅行和氣候

2.7.1 航空業造成的氣候影響

2.7.2 乘客氣候足跡

2.7.3 航空公司不是已將溫室氣體排放抵換了嗎？

第三章 碳抵換常見批評

3.1 對如何使用抵換額度的憂慮

3.2 對碳抵換品質的憂慮

第四章 高品質碳抵換額度

4.1 外加性

4.1.1 碳抵換計劃如何處理外加性問題

4.1.2 買家可就外加性提出的疑問

4.2 避免高估

4.2.1 碳抵換計劃如何處理高估問題

4.2.2 買家可就高估提出的疑問

目錄

4.3 永久性

4.3.1 碳抵換計劃如何處理永久性問題

4.3.2 買家可就永久性提出的疑問

4.4 溫室氣體減量獨家擁有權

4.4.1 碳抵換計劃如何處理獨家擁有權

4.4.2 買家可就擁有權主張提出的疑問

4.5 避免對社會和環境造成危害

4.5.1 碳抵換計劃如何處理對社會與環境造成危害的問題

4.5.2 買家可就社會和環境危害提出的疑問

第五章 避免低品質抵換額度的策略

5.1 審查碳抵換專案

5.1.1 再生能源

5.1.2 能源效率

5.1.3 工業氣體

5.1.4 捕集甲烷

5.1.5 林業與農業

5.1.6 碳捕集及封存

5.2 選擇低風險專案類型

5.3 「折現」抵換額度

5.4 較弱方法：依賴價格或年份

5.5 抵換額度品質盡職調查

5.5.1 外加性

5.5.2 量化

5.5.3 永久性

5.5.4 減排量擁有權

5.5.5 共同利益 / 危害

5.5.6 盡職調查範例

第六章 總結

附件一：碳抵換專案類型與相對品質風險

第一章 簡介

政府間氣候變遷專家小組 (IPCC) 指出，全球須於 2030 年前把二氧化碳人為排放量減半，同時大幅減少其他溫室氣體排放量，才有五成機會可避免氣候變遷帶來的最壞情況發生 [1]，並須於 2050 年前把二氧化碳排放量減至「淨零」（即排放量與移除量達到平衡 [2]）。若要實現此減排目標，全球各國政府和地方政府，以至商界和公民社會都須採取行動。

氣候危機已迫在眉睫，緩步處理溫室氣體排放將不再足夠。公司和組織都要採用所有可行工具以實現減排目標，如負責任地使用「碳抵換」，將可加強避免氣候變遷。

本指引旨在說明碳抵換，協助公司和組織制定溫室氣體自願減排策略時善用碳抵換，也可為有意使用碳抵換補償個人碳排放的人士提供參考。

第二章先從碳抵換的基本概念出發，說明如何取得碳抵換額度，及如何（或應該）在碳管理策略中利用碳抵換；第三章就針對碳抵換的常見批評作出回應；第四章闡述碳抵換品質的基本要素，解釋認證機構如何確保碳抵換品質，也為潛在買家列出有助了解碳抵換品質的基本問題；第五章描述買家可如何避免購買低品質的碳抵換額度；第六章為本指引總結。

Figure 1. Required emission reduction rates for limiting global warming to 1.5°C

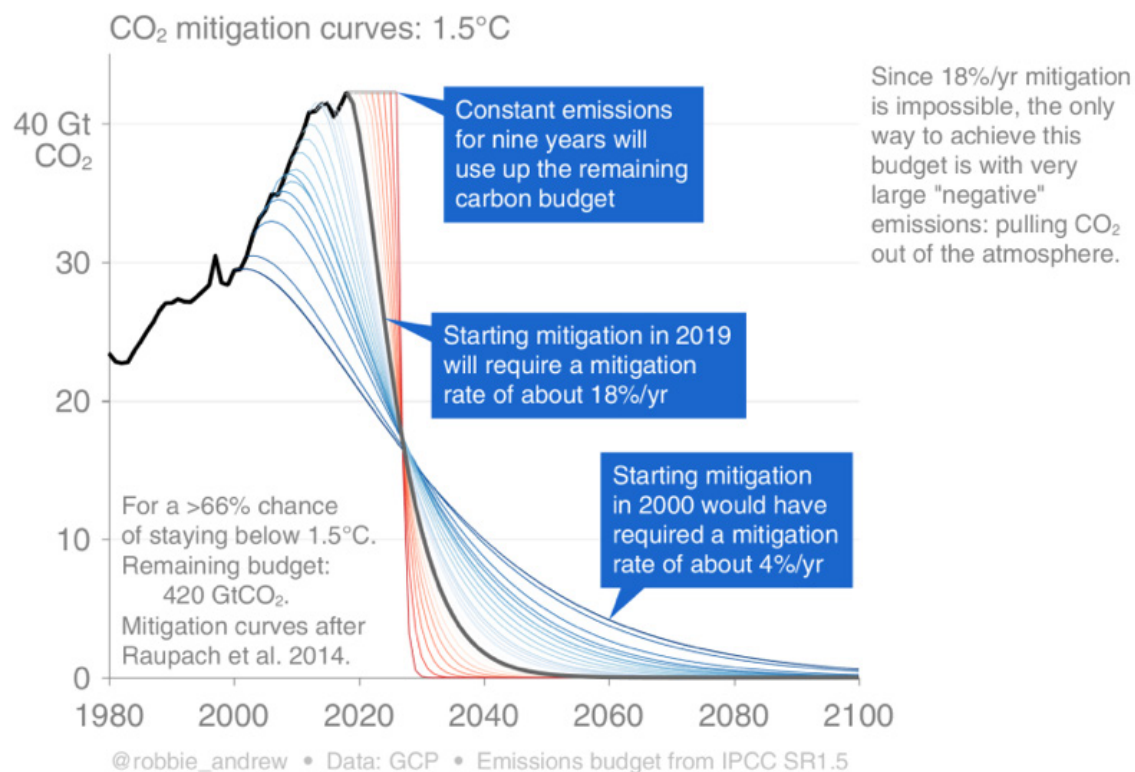


Fig. 1 source: Robbie Andrew (CICERO), http://folk.uio.no/roberan/t/global_mitigation_curves.shtml

[1] 巴黎協定下，國際社會達成共識，訂立 2100 年前將全球升溫限制於攝氏 2 度以下，並積極將升溫限於攝氏 1.5 度的目標。IPCC 2018 年報告根據當時的模型總結實現攝氏 1.5 度目標所需的努力，指出全球須於 2030 年前大幅減少二氧化碳排放。詳見 IPCC (2018 年)。

[2] 可透過自然固存（如樹木、土壤、海洋）或人工方法（如採用仍在初始階段的氣體捕集技術），將二氧化碳從大氣中移除。

第二章 碳抵換

簡單而言，「碳抵換」概指溫室氣體減排或移除，以抵銷二氧化碳排放。此章節將說明碳抵換的定義，解釋碳抵換額度、碳抵換專案、碳抵換計劃的差異，並詳述買家可如何取得碳抵換額度，以及如何在組織的溫室氣體管理策略善用碳抵換額度。

2.1 碳抵換簡介

「碳抵換」與「碳抵換額度」（或簡稱「抵換額度」）兩詞雖會交替使用，但意思可稍有不同。碳抵換泛指以減少溫室氣體排放，或增加碳封存（如透過土地復育或植樹造林），補償其他地方產生的碳排放。碳抵換額度是經政府或獨立認證機構認證的可移轉工具，一單位代表一噸二氧化碳當量減量（備註一）。買家可將抵換額度「註銷」以抵銷排放量，實現自身溫室氣體減量目標。

使用抵換額度的關鍵概念在於將淨氣候效益在實體間轉移。由於溫室氣體會在大氣中混合，減量的實際地點並不重要 [3]。從氣候變遷的角度來看，無論組織採取以下任何一項措施，都會產生相同成效：（一）停止產生排放的活動，或（二）促成同等減排活動在世界其他地方發生，而碳抵換則旨在為組織提供較簡單、較具成本效益的方式，以推動後者。

本指引將於後續章節說明合理使用碳抵換抵銷排放量需符合的嚴格條件。組織為抵銷溫室氣體排放量，有時會採用其他投資類型，如購買「再生能源額度」，但這些工具往往未能符合使用碳抵換抵銷排放量所需具備的條件。

備註一 為不同溫室氣體建立共用數值

二氧化碳是人類活動產生最多的溫室氣體，也是抑制氣候變遷最重要的污染物，但同時，人類也產生及排放大量其他溫室氣體，當中大部分的吸熱效應都遠高於二氧化碳。最常見的溫室氣體包括甲烷（CH₄）、一氧化二氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、三氟化氮（NF₃）、六氟化硫（SF₆）。若要充分處理氣候變遷問題，須減少所有溫室氣體排放，不分種類。科學家和政策制定者建立「全球暖化潛勢」（Global Warming Potentials），以二氧化碳當量為單位，表示各種溫室氣體的吸熱效應，可用以比較不同溫室氣體的影響及計算碳抵換額度。

2.2 碳抵換專案（Carbon Offset Projects）

碳抵換額度可由執行各式各樣溫室氣體減量或固碳增量活動產生。多數情況下，活動會以具體的專案形式開展。碳抵換專案可包括：

[3] 然而，溫室氣體排放活動產生的污染物也會對當地造成影響，不容忽視。

- 發展再生能源（取代傳統發電廠燃燒化石燃料的碳排放）；
- 捕集及破壞高增溫效果的溫室氣體，如甲烷、一氧化二氮、氫氟碳化物；或
- 避免森林砍伐（避免樹木中封存的碳釋出，樹木生長時亦會額外吸收碳）

專案規模可小至每年只減少幾百噸二氧化碳當量排放，或大至每年減少幾百萬至幾千萬噸二氧化碳當量排放。有些碳抵換額度會由大型「活動計劃」[4]（POA）產生，涵蓋多項相似的小型專案，或整個管轄區的協調工作（如避免森林砍伐）[5]。

不少碳抵換專案除了有效減少溫室氣體排放，更帶來社會和環境效益。「共同利益」視乎專案種類不同，可包括：增加社區就業機會、改善空氣或水品質、保護生物多樣性和棲息地、改善能源供給、促進居民獲得社區醫療和教育服務的機會。不少抵換額度買家都尋求產生廣泛效益的碳抵換專案，以作為全面履行企業社會責任的策略，同時處理氣候變遷及為公共利益作出貢獻。

然而，能生產高品質抵換額度的專案類型往往帶來最少共同利益，反之亦然（詳見章節 5.2）。

[4] 為《京都議定書》的清潔發展機制下率先推展的「計劃」，詳見 <https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/index.html>

[5] 詳見 Verra 為 Jurisdictional and Nested REDD+ 計劃提出的框架（REDD 即「減少濫伐及森林退化造成的溫室氣體排放」）。

2.3 碳抵換計劃（Carbon Offset Programs）

碳抵換額度不是簡單商品，一般買家難以評估品質，多間組織因而成立，為碳抵換制定標準及提供品質保證。碳抵換計劃 [6] 涵蓋國際或政府監管單位，如按《京都議定書》監管碳抵換的聯合國清潔發展機制（CDM）執行委員會，以及獨立非政府組織。一直以來，政府單位都以監管目的為碳抵換進行認證（即「強制型計劃」），而非政府組織則主要為自願買家（即「自願型計劃」）服務；近年，兩項計劃都開始為強制和自願市場提供服務，混用的情況開始出現（參考表一）。每項碳抵換計劃皆發行各自「品牌」的抵換額度。

碳抵換計劃有三大基本功能：（一）發展及核准碳抵換額度品質的標準；（二）檢視碳抵換專案是否與標準抵觸（通常會透過第三方查驗機構協助）；以及（三）經營註冊系統，負責抵換額度的發行、移轉、註銷。

有關碳抵換計劃如何確保抵換額度的品質和限制之詳情，請參考第四章。

[6] 「標準」或「登錄冊」有時指稱碳抵換計劃，但全面的碳抵換計劃內容不只為標準或登錄。

表一：主要碳抵換計劃

「強制型」碳抵換計劃（由政府執行）	地理覆蓋範圍	抵換額度標籤
清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM) [7]	中低收入國家	已驗證減量額度 (Certified Emission Reduction, CER)
加州強制抵換計劃 (California Compliance Offset Program)	美國	空氣資源委員會抵換額度 (Air Resources Board Offset Credit)
共同履行 (Joint Implementation, JI) [8]	高收入國家	排放減量單位 (Emission Reduction Unit, ERU)
區域溫室氣體倡議 (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)	美國東北部	RGGI 二氧化碳抵換許可 (RGGI CO2 Offset Allowance, ROA)
亞伯達排放抵換體系 (Alberta Emission Offset Program, AEOP)	加拿大亞伯達省	亞伯達排放抵換額度 (Alberta Emissions Offset Credit, AEOC)
「自願型」碳抵換計劃（由非政府組織執行）	地理覆蓋範圍	抵換額度標籤
美國碳登錄專案 (American Carbon Registry)	美國、其他部分國家	Emission Reduction Tonne (ERT)
氣候行動儲備方案 (Climate Action Reserve, CAR)	美國、墨西哥	Climate Reserve Tonne (CRT)
黃金標準 (The Gold Standard)	國際	Verified Emission Reduction (VER)
Plan Vivo Certificate (PVC)	國際	Plan Vivo Certificate (PVC)
碳驗證標準 (The Verified Carbon Standard)	國際	Verified Carbon Unit (VCU)

[7] 清潔發展機制在《京都議定書》下主要為監管計劃，現也會為自願買家提供服務。

[8] 共同履行與清潔發展機制相似，為《京都議定書》下設立的獨立抵換計劃，清潔發展機制只用於發展中國家，而共同履行則用於已發展國家。

2.4 如何獲得碳抵換額度

雖然現時有交易所提供抵換額度交易，但大部分交易皆為「場外」進行，難以得知價格。抵換額度價格由少於 1 美元至逾 35 美元不等，主要視乎專案類型，不同認證標籤也會有細微差別^[9]。

抵換額度買家即使無須熟知每項碳抵換計劃的規則和程序，也應對碳抵換額度如何產生、移轉、使用有基本認識。買家可選擇於「生命週期」不同階段參與，一般而言，買家越早參與，名目價格和條款會越好，但交付風險同時也會較高，等待實際獲得抵換額度的時間也較長。

碳抵換額度的基本生命週期如下：

（一）減量方法發展

所有溫室氣體減量獲認證為碳抵換前，都須先證明符合碳抵換品質標準。此程序需採用該類減量抵換專案專用的方法學或規則。碳抵換計劃大多已建立獲核准方法學資料庫，涵蓋各種專案類型。然而，專案開發者也可提出新方法學以獲得計劃核准及採用。

購買選項：少數情況下，抵換額度潛在買家會為現時碳抵換計劃尚未認可的新專案類型提供資助，以發展新方法學。此舉可能需要投入大量資源，且風險性高，但如組織對新型抵換專案活動有濃厚興趣，也可加以考慮。

^[9] 一般來說，當有碳抵換計劃服務的專屬市場需求強勁，而其他計劃不能為該市場提供服務，如加州總量管制與交易市場，才會造成不同計劃價格出現差異。

（二）專案發展、確證、註冊

抵換專案由專案開發者設計及投資人提供資金，經獨立查驗機構確證後，始得於碳抵換計劃註冊。官方「註冊」代表該專案已獲碳抵換計劃核准，開始營運後便符合資格產生碳抵換額度。

購買選項：抵換額度買家可直接投資於碳抵換專案，以獲得該專案產生的全部或部分額度的所有權。此方式可提高專案參與度，並對其優缺點有更全面了解。

另一常見的購買選項為直接與專案開發者簽約，以取得碳抵換額度。此類契約通常會以「排放減量買賣契約」（ERPAs）形式簽訂。排放減量買賣契約為專案開發者提高信心，確保可出售一定數量的抵換額度，買家則可鎖定抵換額度價格，通常比市價較低，惟附帶交付風險。排放減量買賣契約可以不同形式訂定，如期權合約。

（三）專案執行及查證、抵換額度發行

為確認碳抵換專案產生的減排量，專案開始執行後，需予以監管及定期查證，查證相隔的時間不一，但通常為一年。碳抵換計劃核准查證報告後，會按已查證的二氧化碳當量減量，發行相等數量的碳抵換額度。抵換額度通常會存入專案開發者在碳抵換計劃管理的帳戶。

購買選項：專案開發者可能仍有未出售的抵換額度，並正尋求買家。直接向專案開發者購買抵換額度，可避免部分交易成本。然而，若專案有未出售的額度（如未透過排放減量買賣契約出售）可能會衍生品質疑慮（詳見章節 4.1.2）。

(四) 抵換額度移轉

碳抵換額度發行後，可移轉至碳抵換計劃註冊系統上的不同帳戶，通常會以購買或交易方式進行，因此，完成買賣後，抵換額度會從專案開發者帳戶移轉至買家帳戶。買家可將抵換額度註銷（詳見下一步驟）、繼續持有或移轉至其他帳戶。直至註銷前，抵換額度或會被多次轉手，及在多個帳戶間移轉。

購買選項：如同其他商品，碳抵換額度也有不同公司擔任經紀，代表客戶採購抵換額度，及後將額度移轉（或註銷）。經紀有助識別由不同專案類型產生的抵換額度組合，並促成各項規模大小的交易。除了由他人開發的專案外，有些經紀也會出售自己投資的專案抵換額度，定價效率或會因此提升，但也可能影響經紀無法對所售碳抵換額度維持公正。

另一選項是在交易所購買抵換額度。環境商品交易所大部分坐落於北美和歐洲，將碳抵換額度上架銷售，並與註冊機構合作以進行移轉。在交易所購買抵換額度相對較快和簡單，但也較難取得評估抵換額度品質的資訊。

(五) 抵換額度註銷

抵換額度持有者須將抵換額度「註銷」，才可用於抵銷相關的溫室氣體排放量，並用以宣稱達成溫室氣體減量目標。註銷程序須按每個碳抵換計劃註冊系統的規定進行。抵換額度一旦完成註銷，便不能被移轉或使用，意即該抵換額度已有效從流通量中移除。

購買選項：若買家只想取得少量抵換額度（如小型企業或個人），向零售商購買抵換額度是最可行的選項。零售商可提供由不同專

案產生的抵換額度，並提供專案的基本資訊。多數情況下，零售商會在不同碳抵換計劃註冊系統上持有帳戶，直接代表買家註銷抵換額度。

2.5 碳抵換在碳管理策略中擔任的角色

原則上，碳抵換額度為溫室氣體減排提供方便且具成本效益的方法，意即碳抵換額度通常被組織用作補償（或「抵銷」）溫室氣體排放，以取代直接減排。大部分組織認為僅用內部措施消除碳足跡是不切實際的，而碳抵換則為唯一可行的途徑達至「碳中和」。然而，即使組織目標達成碳中和，也應節制使用碳抵換（詳見章節 2.5.1）。

國際政策未來會進一步收緊，使組織更難就自願抵換額度作有效宣稱（詳見章節 2.5.2），買家使用碳抵換額度的意圖可能因此改變。舉例而言，碳抵換額度可能會用作展示組織為支持外部減緩氣候變遷的慈善捐款，而非用作抵銷溫室氣體排放，這從「抵換額度」被「碳額度」一詞日益取代已可見端倪。基於兩詞所指涉的原則不變，本指引會繼續使用「抵換額度」。

2.5.1 達至碳中和

碳中和意指實現淨零碳足跡^[10]，通常應用於組織整體（或個人），也適用於產品或活動（如航空旅行）。由於幾乎沒有組織或個人可完全消除活動和產品產生的溫室氣體排放，實現碳中和通常依賴使用外部溫室氣體減量，以平衡無法消除的排放量。碳抵換額度便是實現此減排量的主要工具。

^[10] 類似用詞包括「氣候中和」(climate neutral) 或「淨零」(net zero)。

碳中和目標日益普及，表面看來也十分進取。舉例而言，2050年前達到「淨零」排放已逐漸成為「科學基礎」溫室氣體減量目標的基準 [11]。然而，避免氣候變遷所需的實際行動可能被碳中和掩蓋。碳抵換用法簡單，很容易被用作達成碳中和目標的主要方法。碳抵換額度最初是為實現包括碳中和等溫室氣體目標減低成本的手段。

目前情況下，依賴碳抵換實現碳中和是錯誤的做法。全球須於本世紀結束前停止所有燃燒化石燃料產生的二氧化碳排放，將再沒有空間讓任何人利用他人的溫室氣體減量以「淨減」自身排放。淨零排放勢在必行，為配合全球減緩目標，重點應放於直接大幅減少溫室氣體排放。換句話說，組織應先盡力減排，再利用碳抵換在 2050 年前達至淨零。

達至碳中和的基本策略如下：

- 盤查公司溫室氣體排放量 [12]
- 配合全球目標推行內部減排策略（如 2030 年前將二氧化碳排放量減半，2050 年前達至淨零排放） [13]
- 減少供應鏈排放，如選擇溫室氣體排放量較低的供應商；減少使用消費品的排放，如設計具能源效率的產品
- 使用碳抵換額度，以補償由組織擁有或控制的排放源、供應鏈和產品（如情況許可）剩餘的溫室氣體排放量

2.5.2 2020 年後的碳抵換：《巴黎協定》下的世界

世界一直沒有認真處理氣候變遷問題，碳抵換也因此出現。全球僅有少數組織採取有效措施減排，已承諾行動的公司要找到低成

本的碳抵換也因此不難。現在仍有很多溫室氣體排放源缺乏法律或經濟誘因減排，溫室氣體減量的潛在供應量可謂十分龐大。

2015 年簽訂的《巴黎協定》或會改變現狀。史上首次幾乎每個國家都同意採取明確行動（即「貢獻」），減少溫室氣體排放及調適氣候變遷。此舉與《京都議定書》相比有重大改變，不再只有工業國家承諾減排。《京都議定書》列明碳抵換為明確和重要策略：工業國家可資助發展中國家發展抵換專案，提供所需資源及促進永續發展。工業國家亦可藉這些專案產生的減排成效來抵銷排放量，以較低成本履行義務。發展中國家由於無須承擔減碳責任，「移轉」減排量無損其利益，反而能從中獲益。

《巴黎協定》令情況變得複雜。各國都同意減排，便較少機會產生外加減量（即超越國家所承諾的減量及沒有碳抵換市場下不會發生的減量）（詳見章節 4.1）。這不代表碳抵換迎來終點。《巴黎協定》第六條明確承認可透過移轉減排量促成國際合作。若國家容許另一方（其他國家或實體）抵銷其排放量，便不應再將該減排量算進國家溫室氣體減排目標。《巴黎協定》明文禁止簽署國家「重複計算」減排量。

[11] 詳見 <https://sciencebasedtargets.org/step-by-step-guide/>。

[12] 企業進行範疇二碳排盤查時應使用當地電網平均排放係數（如公斤二氧化碳/千瓦小時）。根據綠能採購使用零排放係數（即市場方法），往往缺乏環境完整性，也與環境會計的良好做法不一致。詳見 <https://scope2openletter.wordpress.com/>。

[13] 溫室氣體目標若符合實現全球氣候目標所需，一般稱為「科學基礎」目標。不過，仍有很多方法將減排責任分配予不同產業和國家，以實現特定全球氣候目標。個別組織的「正確」目標取決於多項因素，不一定與技術有關 [Kartha 等，2018 年；Kolstad 等，2014 年]。因此，「科學基礎目標」應予謹慎對待，並不應分散要求政策行動的努力 (Trexler 和 Schendler, 2015 年)，亦有助了解該機構的氣候變遷自願目標。

目前，重複計算預計可透過「穩健」的會計方法避免。具體而言，國家移轉減排量後，會更新其溫室氣體清冊，該減排量就不會被算進國家承諾的「貢獻」；接受國可將減排量列入自己的溫室氣體清冊 [14]。相似的會計方法也可能應用於國際航空業資助的減排量，國際航空業已承諾抵銷 2020 年後產生的所有溫室氣體排放增量 [15]。原則上，自願私人買家也能使用相同的會計方法，以購買的碳抵換額度抵銷碳排放。

碳抵換自願市場的參與者仍在探討往後發展 [16]。無論如何，抵換額度的品質要求都不會改變。本指引後續章節將列出有關碳抵換額度的常見疑慮，解釋「高品質」抵換額度的必備條件，及提醒買家如何避免購買低品質抵換額度。

2.6 其他減排工具和方法

有公司會購買其他與溫室氣體減排相關的可交易工具，或進行相關交易。然而，這些選項的有效性與環境完整性都不盡相同。

多數情況下，上述採購和交易都無須經過與有效碳抵換標準相同的認證。以下為「減排工具」的例子：

- 再生能源
- 排放配額
- 能源效率憑證
- 替代購買的其他方法

本指引之論述乃基於研究證據。研究證據顯示，組織如欲實現可信且量化的溫室氣體減量目標，應避免使用以下常見工具，包括自願再生能源憑證（RECs）、綠色能源購買（PPAs）、能源效率憑證（EECs）。

自願碳抵換是可行的減排工具，但購買前建議先進行盡職調查，以了解專案風險及作出適當選擇。只要所選的碳交易市場沒有供過於求（包括排放配額），自願註銷排放配額便可謂有效，潛在買家購買排放配額前，應就所選市場的配額供應進行分析。

[14] 此類「複數簿記」在國際協商中指「相應調整」。有關實施相應調整的細節規範仍在協商中，詳見 Schneider 等 (2019 年)。

[15] 國際航空業碳抵換及減量計劃 (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA) 成立於 2016 年，預計在 2021 年至 2035 年間需要 16 億至 37 億抵換額度，詳見 Warnecke 等 (2019 年)。避免重複計算詳情請參考 Schneider、Broekhoff 等 (2019 年)。

[16] 詳見 Kreibich 和 Obergassel (2019 年)、ICROA (2019 年)、Voluntary Carbon Market Working Group (2019 年)。

溫室氣體抵換方案和相關建議	
方案	建議摘要
碳抵換額度	抵換額度大部分的環境完整性都較低，只有特定專案類型才可產生符合條件的抵換額度。買家應留意專案類型，了解抵換額度收入是否佔專案整體收入較大比例，並應考慮簽訂長期合約。
碳排放配額	排放配額在理論上是不錯的方案，但前提為該市場沒有供過於求。目前，很多總量管制與排放交易系統市況仍面對不少問題。
自願再生能源憑證	雖為不少組織廣泛使用，但自願再生能源憑證的環境完整性問題嚴重。研究清楚顯示，自願再生能源憑證對溫室氣體減量沒有實際效益，也因此不能用作有效抵換排放量或宣稱零排放能源採購。
強制再生能源憑證	再生能源配比制度為再生能源憑證創造市場稀少性，強制再生能源憑證因此有較高環境完整性信心。透過長期合約購買強制再生能源憑證，可加強保證投資帶來外加減排量。
再生能源購電協議	以網綁式方法簽訂長期購電協議及購買強制再生能源憑證，可能（但也不一定）會增加環境完整性。
再生能源投資	與碳抵換額度相比，直接投資再生能源專案較複雜，也不保證有更高環境完整性。
能源效率憑證	能源效率憑證市場尚未成熟，環境完整性問題嚴重。組織應待市場成熟，才使用能源效率憑證抵銷排放量。

2.6.1 排放配額

總量管制與排放交易系統下，碳排放配額由政府發行，一單位排放配額通常容許持有者排放一噸二氧化碳當量污染物；溫室氣體排放配額的供給量受強制「總量」所限，可由政府自由分配，也能從拍賣購得，或向持有多餘配額的實體購買。

地理位置

總量管制與排放交易計劃覆蓋的排放源位置取決於法律或政策明訂的範圍。歐盟、美國（加州、區域溫室氣體倡議 RGGI）、加拿大（亞伯達、魁北克）已有總量管制與排放交易制度，世界各地也陸續推出總量管制與排放交易系統，包括中國、韓國、南美。

截至 2020 年，歐盟排放交易系統（EU ETS）是全球最具規模的總量管制與排放交易計劃，覆蓋歐盟 40% 溫室氣體排放量。總量管制以 2005 年排放量為基準，2020 年前須減少 20% 排放量，2030 年前則須減少 43% 排放量。

美國截至 2020 年有兩個排放交易系統：

- 區域溫室氣體倡議（RGGI）始於 2009 年，為美國首個強制總量管制與排放交易系統，覆蓋東北和中大西洋共 11 個州。各州建立自己的總量管制與排放交易計劃，限制州內發電廠的二

氧化碳排放量，並與跨州排放許可市場連結。

- 加州全球暖化因應法案 (AB 32) 於 2013 年啟動總量管制與排放交易系統，覆蓋當地 85% 溫室氣體排放量，包括運輸業，並與魁北克的總量管制與排放交易系統連結。

成本與管理負擔

每一噸二氧化碳當量成本 (2019 年數據)：

- RGGI：5 美元至 6 美元
- 加州：14 美元至 18 美元
- EU ETS：約 20 歐元至 30 歐元

RGGI 成員州大多允許非受管制的自願買家購買及註銷 RGGI 排放配額，加州和 EU ETS 也同樣允許自願買家購買排放配額。購買排放配額以自願抵銷碳排放不會對管理造成重大負擔，持續管理成本也十分有限。不少環境商品經紀人出現，協助促成排放配額交易及註銷。

環境完整性

除了使用碳抵換額度外，也可透過購買及取消總量管制與排放交易系統的排放配額，以抵銷碳排放，可避免抵換額度非外加等品質問題。自願購買及取消排放配額使總量管制與排放交易系統的排放配額減少，有效收緊排放上限，原則上可減少受管制排放源（如發電廠、大型工業、燃料供應商）產生的排放量，迫使受管

制排放源實現外加減排量。然而，買家需留意總量管制與排放交易市場的排放配額是否供應過剩。

市場若已供過於求，取消^[17]排放配額作用有限。只有在沒有供應過剩的市場註銷排放配額，才可實現外加減排量。若排放總量管制寬鬆，即所設上限高於預計基準排放量，排放配額便會逐漸出現供應過剩。如此一來，即使國家或地區已推行總量管制與排放交易政策，對排放源的實際管制作用也不大。監管機構發行過多排放配額，會導致市場供應過剩，而排放配額越多，受管制排放源就可產生越多排放。

受管制實體的減排措施若多於總量管制要求，排放配額也會出現供應過剩。只要總量管制設定嚴格，一時減排表現即使超出預期，也不會導致過量排放配額累積。

總量管制與排放交易系統長期供過於求，取消排放配額雖可移除過剩供應，卻無助實現減排。假設排放配額供應過剩只為短暫情況，並將會出現短缺，取消排放配額可能會在稍後時間實現外加減排量，但當中仍有不明朗因素，取決於排放交易系統會否繼續運作，以及總量管制會否逐步收緊。

[17] 「取消」(cancelling) 和「註銷」(retiring) 兩詞在本指引為交替使用。部分系統的「取消」指將抵換額度刪除，沒用作遵從法規要求，而「註銷」則指抵換額度用作遵從法規要求後刪除。

一直以來，總量管制與排放交易系統大多有排放配額供應過剩問題，很多也為新發出的排放配額制定價格下限。排放配額的拍賣價若與價格下限相等或接近，便是市場明顯供過於求的跡象。

- EU ETS 曾多年供過於求，後來推出改革措施（如 2019 年市場穩定條款），以求解決供應過剩的問題。目前價格反映相關的調整措施正改善計劃的減排成效，若情況持續，EU ETS 供過於求的問題或可解決。
- 加州排放交易系統設有價格上限和下限。排放配額交易價格一直都相等於或只略高於下限，反映市場不具稀少性。
- 由於不少公用事業由煤轉用天然氣，加上設定基準期間時值經濟疲弱，RGGI 曾面對嚴重供過於求問題。RGGI 價格下限低，排放配額交易價格都相等於或只略高於下限，反映市場不具稀少性。

潛在風險

排放配額過剩，若仍用作抵銷自願減排量，會對環境完整性帶來重大風險。買家若在供過於求的總量管制與排放交易計劃自願註銷排放配額，不宜用以抵銷自願減排量。

社會與環境共同利益

排放配額與碳抵換不同，買家無法選擇具永續發展效益的活動。

展望與考量

雖然購買及取消總量管制與排放交易系統的排放配額可作為使用碳抵換的替代方式，但只有在系統長期沒有供過於求的前提下，才可確保環境完整性。

EU ETS 似乎不再有供過於求問題，取消 EU ETS 的排放配額成為可行方案。然而，RGGI 和加州排放交易系統市場明顯供過於求，不宜用作自願註銷排放配額。買家如欲考慮此方案，應留意 RGGI 和加州排放交易系統往後的發展，如交易價格、排放配額供應、計劃規則變更等。

2.6.2 再生能源憑證 (RECs)

美國、歐洲、澳洲都有強制性和自願性再生能源憑證 (RECs) 市場。強制市場以電力配送公用事業為目標對象，自願市場則主要以自願制定永續指標的大型企業為目標對象。部分電力公司也為客戶提供綠能定價計劃，在電費單上加收金額。

再生能源配比制度 (RPSs) 要求公用事業安裝及生產一定比例的再生能源電力，而再生能源憑證推出原意則為追蹤再生能源生產有否符合制度法規。

美國和其他政府為再生能源投資與生產提供補貼，有時會導致部分地區出現再生能源憑證供應過剩（也會受其他因素影響）。供應過剩的再生能源憑證部分會出售予組織或個人，聲稱買家可藉

此減少碳排放及購買綠電。

符合資格的再生能源每生產及供應一百萬瓦小時（淨）電力至電網^[18]，便可發行一張再生能源憑證。再生能源憑證是可交易的环境商品，與電力批發市場分開交易。歐洲的能源來源證明（Guarantee of Origin）也是類似的環境工具。

再生能源憑證被形容為與再生能源生產相關的环境「貢獻」或「效益」，所謂「貢獻」和「效益」的實際意義卻始終模糊不清。雖然沒有任何實證或經濟理據支持，購買再生能源憑證和能源來源證明仍被當作相等於購買綠電（如完全由再生能源生產的電力），而部分監管政策寫法亦已企圖將此舉合理化。

再生能源憑證原意為追蹤受監管電力公司的再生能源生產有否符合再生能源配比制度規定，但公司和消費者現在也會自願使用再生能源憑證，以聲稱「購買」再生能源電力。再生能源憑證和再生能源憑證市場種類有很多，主要為以下兩類：

- **再生能源配比制度與強制再生能源憑證：**購買再生能源憑證常見於批發購電協議，以遵循再生能源配比制度規定。再生能源設施須符合美國各州或其他司法管轄區再生能源配比制度的資格要求，才可獲發再生能源憑證。美國不少州為再生能源憑證設立多個類別，定義、配額各有差異，價格也因此不同。
- **自願再生能源憑證：**美國環保署綠色電力計劃（US-

EPA Green Power Program）或世界資源研究所（World Resources Institute）等都有一系列溫室氣體協定，往往建議電力消費者購買自願再生能源憑證，以當作「購買」取代化石燃料的再生能源電力。若再生能源憑證市場供過於求，該司法管轄區內的風力或水力發電場產生之再生能源憑證（和能源來源證明），已不再符合資格配合再生能源配比制度銷售，只可成為自願再生能源憑證（即該區立法機關制定的再生能源配比制度目標不足以推動更多產量投資）。自願再生能源憑證通常向非政府組織計劃（如 Green-e）或向地區憑證追蹤系統註冊。

地理位置

強制再生能源憑證可於設有再生能源配比制度的司法管轄區購買，而自願再生能源憑證和能源來源證明則不限買家身份或地點，但也有市場會鼓勵買家於本地購買。

成本與管理負擔

每一噸二氧化碳當量成本（2019 年數據）：

- **強制再生能源憑證：**由於司法管轄區計劃規則各有不同，也一直有變動，造成價格差異。舉例而言，若要註銷新英格蘭地區（麻薩諸塞州、康乃狄克州、新罕布夏州、羅德島州）再生能源配比制度強制再生能源憑證，每一噸二氧化碳預計需花費約 55 美元至 110 美元，價格與由獨立系統調度機構 PJM 負責的美國中大西洋地區（賓州、紐澤西州、馬里蘭州）

[18] 「淨」指發電廠用於自身營運的百萬瓦小時電量，如風場使用自行產生的電力維持系統運作，稱為「淨」。

接近 [19]。政府再生能源配比制度配額過多，會導致部分強制再生能源憑證市場供過於求，需注意若註銷供應過剩的再生能源憑證，不可視作合理碳排放抵銷。再生能源憑證價格若遠低於法定替代強制罰款（Alternative Compliance Penalty），即可分辨該市場已供過於求，價格若相等於或接近替代強制罰款，即表示市場供給短缺，與排放配額情況相似。

- 自願再生能源憑證：由於再生能源憑證自願市場不會對再生能源投資或生產有影響，也不存在以每噸二氧化碳當量計算的成本。自願市場一直都嚴重供過於求，也有研究指出情況很可能會長期持續。自願市場的再生能源憑證批發價約為每百萬瓦小時 0.8 美元至 2 美元。

再生能源配比制度的合資格強制再生能源憑證可透過環境商品經紀人取得。舉例來說，麻薩諸塞州、康乃狄克州、新罕布夏州、羅德島州的再生能源配比制度強制再生能源憑證（2020 年 1 級）和 PJM（華盛頓特區、馬里蘭州、賓州、紐澤西州）的市場價格約為每百萬瓦小時 10 美元至 20 美元。

同一類別的太陽能再生能源憑證在各州價格不同，目前以華盛頓特區、麻薩諸塞州、紐澤西州的價格最高。

環境完整性

購買自願市場和強制市場再生能源憑證兩者的環境完整性差異很大：

公司購買自願市場再生能源憑證，通常是為了將消耗外購電力

（即範疇二排放）造成的間接排放量報告為零，但問題在於公司用電量產生的實際排放量並沒由此反映或改變。研究顯示，自願再生能源憑證買賣或市場增長，都與美國再生能源產量沒有任何因果關係，因此，購買自願市場再生能源憑證不應用作制定排放係數或抵銷碳排放。研究證據清楚顯示自願市場再生能源憑證目前仍缺乏環境完整性。

範疇一（直接溫室氣體排放）：組織擁有或控制的排放源產生之排放。

例子：水泥製作過程的二氧化碳排放

範疇二（能源間接溫室氣體排放）：消耗外購電力、蒸氣，或組織上游能源產生之排放。

範疇三（其他間接溫室氣體排放）：組織營運產生之排放，非屬組織直接擁有或控制的排放源。

例子：商務旅遊、採購品生產排放

相對地，再生能源配比制度目標日漸嚴格，部分強制再生能源憑證市場價格遠高於自願市場，有可能帶來外加再生能源投資。美國東北和中大西洋州的強制再生能源憑證市場擁有外加性的信心水平為中等。若買家簽訂多年購買合約，可增加外加性信心。

[19] 價格預測假設被一級再生能源取替的邊際單位為燃燒天然氣。在部分司法管轄區使用每噸太陽能再生能源憑證的成本會較高。

因此，當再生能源憑證市場面對短缺情況，藉購買及註銷強制再生能源憑證以抵銷碳排放便具有一定公信力，而取消（或註銷）再生能源憑證，可減少公用事業為應付法規要求利用再生能源憑證。買家應將與註銷再生能源憑證邊際影響相關的溫室氣體減排量化，以抵換減排效益，而非用以宣稱已購買「綠能」或減少企業溫室氣體足跡。邊際影響估算方法有不少，如使用現時電業模型分析減少化石燃料發電的負載調度，也有較簡單方法，如將減少興建化石燃料發電設備和運作的影響量化。將溫室氣體減排量化雖然有點複雜，但不大可能出現重大技術障礙。

理論上，如果總量管制與排放交易制度和實施再生能源配比制度的司法管轄區重疊，即該區的總排放量已設有上限，移除強制再生能源憑證便可能不會帶來外加減排量，只會改變排放時間和地點。只有取消排放配額，才可實現外加減排量。

不過，RGGI 和加州排放交易系統的排放配額市場都供過於求，上述理論問題並不存在，註銷強制再生能源憑證足以取代註銷排放配額，甚至是更好的方案。由於排放交易系統和再生能源配比制度市場的規則未來可能會再修訂，若買家想避免任何潛在風險或批評，也可同時註銷強制再生能源憑證和相關排放配額，但成本也會較高。

社會與環境共同利益

使用再生能源憑證抵銷排放量，造成傷害的風險或帶來共同利益的機會都十分有限。

潛在風險

自願市場再生能源憑證已證明缺乏環境完整性，存在重大名譽風險，引起不少龍頭企業關注。Google 公司曾在討論再生能源採購方法的白皮書中，清楚表達對非網綁自願再生能源憑證的疑慮：

「我們努力的成果必須為『外加的』再生能源生產。我們無意重組現行專案成果，並在可能情況下，我們想在數據中心和營運據點附近努力。」（Google 2013a）

為消除有關再生能源憑證的疑慮，Google 決定採用網綁式方法，同時簽訂長期購電協議及購買自願再生能源憑證。此方法雖已比單獨購買自願再生能憑證較好，但 Google 可再進一步改善採購方法，如購買強制再生能源憑證實現減排目標。再生能源專案的長期購電協議可能有較高環境完整性，但目前仍缺乏相關研究，未能證明此方法有效產生外加減排量。購電協議相關證據或指引是需要填補的缺口。

然而，不少大型企業（如英特爾、美國銀行）仍購買自願再生能源憑證，以實現溫室氣體減量與綠能目標。部分環境團體（如 Green-e、美國環保署綠色能源計劃，溫室氣體盤查議定書計劃）至今仍拒絕更新指引，深怕與過往立場矛盾，並繼續為公司提供欠缺環境完整性的資訊，導致企業報告具誤導成份。

組織普遍使用毫無成效的自願再生能源憑證，以誤導手法聲稱已實現減排和綠能目標，相比之下，購買強制再生能源憑證可助組織提高辨識度。

結論

自願市場再生能源憑證最近雖受多個環境組織提倡，卻有嚴重環境完整性問題。美國環保署綠色能源計劃、碳揭露專案（Carbon Disclosure Project）、資源方案中心（Center for Resource Solutions，即 Green-e 標籤擁有者）等團體公布的自願綠電採購和相關溫室氣體排放指引都已不合時宜，更具誤導成分。出版指引大多集中宣傳購買自願再生能源憑證，卻鮮少提供與環境完整性有關的實證。研究顯示，自願再生能源憑證採購極不可能帶來實際環境效益。

再生能源配比制度若為相關再生能源憑證市場創造稀少性，購買強制再生能源憑證會是可行的選項，相等於購買排放配額（以市場沒有供過於求為前提）或具公信力的碳抵換額度。使用強制再生能源憑證難在需進行額外分析，將已避免的化石燃料發電量（百萬瓦小時）量化為二氧化碳減排量（噸），註銷碳抵換或排放配額則無須作此分析。

2.6.2.1 購電協議（PPAs）

此章節說明之再生能源憑證與批發購電協議為網綁式銷售，用以抵銷碳排放，同樣有強制和自願性質之分，問題、結論和建議也與前章節所述相同。此章節主要闡述網綁式和非網綁式強制再生能源憑證的分別。

地理位置

請參考強制再生能源憑證章節。

成本與管理負擔

每一噸二氧化碳當量成本：

成本是購電協議其中一部分，但目前仍未有標準方法將購電協議的減排影響量化。

環境完整性

自願和強制再生能源憑證在環境完整性的差異也適用於此方案。強制再生能源憑證與購電協議網綁銷售，會較容易促成長期合約，也提高外加減排量的可能性。

社會與環境共同利益

造成傷害的風險或帶來共同利益的機會都十分有限。

潛在風險

公司使用再生能源購電協議及註銷相關再生能源憑證，以聲稱實現綠能採購和溫室氣體減排的手法越來越常見。此方案的環境完整性遠高於單獨購買自願再生能源憑證，但暫時仍未有研究針對各種購電協議的效益進行分析。

結論

至今雖仍缺乏研究分析購電協議對再生能源投資和生產的影響，但此方案的環境完整性問題較少。買家以網綁式方法購買及註銷供不應求的強制再生能源憑證，可較有力抵銷排放量。

2.6.2.2 再生能源直接投資

再生能源投資為直接持有太陽能 and 風力發電等再生能源專案相當

數量的股本，與購買再生能源憑證不同，買家會擁有再生能源專案部分所有權，實際上即為碳抵換專案開發者（此方法也適用於再生能源以外的專案）。買家可能需與投資銀行和再生能源專案開發者合作，為專案提供前期資金，然後按合約取得專案產生的再生能源憑證和／或碳抵換額度的所有權。

自願性和強制性再生能源憑證市場間的差異也適用於此方案。專案所屬司法管轄區若設有再生能源配比制度，而該再生能源憑證市場具有稀少性，將專案生產的強制再生能源憑證保留及註銷，會較有可能具外加性。

地理位置

再生能源專案地點不限。

成本與管理負擔

每一噸二氧化碳當量成本：差異很大。

專案直接投資人於專案較前期加入，須承擔比簽訂購電協議較高的前期專案風險，但同時也可長期以較低成本取得減排量。

此方案連帶的管理和交易費用負擔最高，但每噸減排成本較低，或可平衡支出。相關成本量化尚需更多分析。

環境完整性

現時已有獲認可的方法，將再生能源專案的減排量化，並已在聯合國清潔發展機制和自願碳抵換市場使用和測試。然而，與碳抵換不同，目前沒有任何獨立機構驗證再生能源投資有適當使用前述量化方法。

自願和強制再生能源憑證在環境完整性的差異也適用於此方案。評估此方案的外加性不難，只要專案符合再生能源配比制度資格要求，其產生的再生能源憑證亦妥善註銷，而非用以遵循法規。專案若在設有再生能源配比制度限額的司法管轄區外進行，外加性評估會較困難，須證明投資對專案執行的必要性。評估美國專案的外加性會較複雜，當地對風能和太陽能實施聯邦稅收減免，但政策會否延續仍未明確。在此情況下，建議將再生能源投資註冊為碳抵換專案，以確保專案符合嚴格的外加性測試，否則，再生能源投資不受與碳抵換計劃相同的明確標準和會計方法約束。

社會與環境共同利益

請參考再生能源憑證章節。

潛在風險

大學和公司大多選擇簽署長期再生能源購電協議，也有少數公司選擇持有及營運發電設施。舉例而言，Apple 公司便在部分數據中心持有及營運再生能源發電系統，並將相關再生能源憑證註冊及註銷，以實現自願減排目標。

企業普遍使用自願再生能源憑證實現減排目標，相比之下，購買（或投資）強制再生能源憑證可助企業提高辨識度。

結論

相對其他方案，直接投資再生能源專案無法保證較高環境完整性。專案若沒有買家注資仍可繼續執行，即直接參與投資的門檻很低，另須分辨買家投資專案的比例是否單純以股權收益或取得減排量為目的。從公共關係角度來看，組織若以獲利為投資目的，

將很難作出可信的外加減排量抵換。此方案的複雜性可能遠超於效益。

2.6.3 能源效率憑證 (EECs)

能源效率憑證 (EECs) 或稱「白牌」，是可交易的环境商品，代表節能活動減少的能源消耗，以百萬瓦小時為單位。雖然能源效率憑證不如強制再生能源憑證常見，但在美國部分州份和其他實施節能限額的國家，能源效率憑證也可用於符合法規要求。限額對象為配電公用事業。

理論上，能源效率憑證與碳抵換額度相似，差別在於能源效率憑證以節能為單位，而非減排量。若要當作減排，能源效率憑證專案須符合與碳抵換專案相同的品質要求（如外加性和精準的量化方法）和保證過程。

能源效率憑證記錄節能效益（百萬瓦小時），須透過分析能源效率專案對發電排放的邊際影響，才可轉換為溫室氣體減排量（噸）。

能源效率憑證市場尚未成熟，缺乏標準，相關資訊有限。

地理位置

強制能源效率憑證市場規模很小，且尚未成熟。康乃狄克州、賓夕凡尼亞州、內華達州都允許電力公司使用及交易能源效率憑證，以遵循各州節能法規，義大利則在全國推展計劃。

成本與管理負擔

每一噸二氧化碳當量成本：沒有資料。

與碳抵換額度市場不同，目前沒有任何獨立機制確保能源效率憑證品質，為買家帶來極大的管理負擔。

環境完整性

能源效率憑證面對不少重大挑戰。現行的量化準則只考慮過往能源使用量和天氣影響，卻未及碳抵換專案對外加性作全面考量。因此，能源效率憑證可發行予有利可圖的專案，即使沒有能源效率憑證為誘因，該專案也可繼續執行，即可能缺乏環境完整性。

組織可購買節能專案產生的碳抵換額度，會較有公信力。

社會與環境共同利益

造成傷害的風險有限。

潛在風險

能源效率憑證市場尚未成熟，缺乏品質保證標準，存在環境完整性風險。

結論

能源效率憑證理論上雖與碳抵換相同，但缺乏廣泛技術群體支援和品質保證過程。自願碳抵換市場已有多種節能專案，採用可信方法將減排量化，並處理外加性問題。能源效率憑證遠遠不如碳抵換額度，風險亦較高。

2.6.4 替代購買的其他方法

比減排走得更遠

IPCC 於 2018 年發表報告，提出須於 2030 年前將溫室氣體排放量比 2010 年減少 45%、2050 年前實現淨零的目標，以將全球升溫限制於攝氏 1.5 度內，避免氣候變遷造成災難性影響。實現氣候目標需要基礎建設和社會轉變，卻無須等待新興科技。目前已有不少具成本效益的氣候方案，包括能源、運輸、廢棄物、農業、其他溫室氣體排放源等範疇。然而，氣候方案因政治意願而窒礙不前。

每個人都有責任為自己制定保護氣候的優先事項，而自願減排承諾能發揮領導作用。個人和組織可參考以下建議，共同保護氣候。

政治倡議

積極參與政治活動最重要，以投票、捐款方式，支持推動及落實氣候變遷相關法規的倡議和政治候選人，並透過遊說、贊助氣候相關活動、公開聲明（如 #WeAreStill 運動）等氣候倡議，發揮市場力量，提醒及促請當選官員修訂法例。組織也可透過電話、信件、請願，或參加集會遊行，鼓勵員工、客戶、組織成員加入相關行動，也可考慮將選舉日定為假期，方便員工投票。除了上述建議，組織也可發揮創意，如利用公司產品、客戶群、價值等爭取公眾支持通過法規及減少排放；同時建立組織支持永續和民主未來的品牌形象。

財務管理

化石燃料產業至今仍在建造輸送管道及開發煤礦、石油、天然氣資源，並由不少與公眾密切相關的銀行、投資經理、基金資助，

了解組織與化石燃料投資的關聯可能會讓人大開眼界。你可藉此要求代理機構重新處理資金流向，如按組織架構，積極將資金轉向非化石燃料投資，或採取較長遠的方法，如在組織內倡議「再投資」化石燃料須為氣候承擔更大責任，也可設法處理基金、年度預算、退休基金，及確保為員工提供對氣候負責任的退休方案，以行使代理權及減少化石燃料投資。

社區建設

全球升溫即使成功控制於攝氏 1.5 度內，仍會面對自然災害損失增加、降雨模式驟變等風險，須優先為組織和社區提高抗禦能力，如透過教育及說明氣候變遷帶來的威脅，促請社區成員採取行動。建立社區決策機制，將有助推動改變，以預防損失，也讓社區在災難發生時較易接受艱難的決定。

以身作則

鼓勵員工、客戶、組織成員減少碳足跡及實行節能的生活方式，如減少乘搭飛機、於離工作地點較近的地方居住、使用公共交通工具、改吃全素、蛋奶素或減少吃肉、加強屋內通風設備、將廚餘製成堆肥等；鼓勵有意識的消費模式，如減少整體物質消費及提倡思考購買產品的意圖；設法減少使用塑膠、支持致力應對氣候變遷的公司、購買長效節能的電器，並鼓勵他人共同努力。組織可透過獎勵、員工福利、教育、宣傳活動等方法，推動個人永續行為。改善個人永續生活的方式還有很多，但關鍵在於向其他人傳達相關訊息，從而推廣永續生活習慣。

不過，有一點值得注意，應對氣候變遷需要全球集體行動，根本問題只可透過政策解決，而非個人德行。

捐款支持

為世界各地具有重大影響力的環境和社會專案作出慈善捐獻。

個人行為

處理氣候變遷任務十分艱巨，所有人都須盡己所能，以推動永續未來。話雖如此，即使是最盡心、最積極、最出色的同伴，也會發現透過群體成員、組織聯盟，可進一步將影響力擴大。組織鄰居、信仰團體、校友網絡、運動聯盟、舞蹈班等可接觸的社群，越多人發聲，訊息會傳得越廣越遠。

2.7 航空旅行和氣候

商業航空佔全球二氧化碳排放量少於 3%，比例相對較低，原因是全球只有少數人口使用航空旅行。全球估計有 80% 人口未曾搭乘飛機，商業航空產生的排放量有一半來自全球 1% 人口。國際民航組織（ICAO）預計由 2018 年至 2038 年間，全球商業航空每年將增長 4.2%，中東、非洲、亞洲／太平洋地區增長將高於全球平均值。2000 年至 2015 年間，航空旅行量倍增，而在新冠肺炎大流行前，搭乘人次預計於 2035 年前由 40 億人次增長至逾 80 億人次（IATA，2018 年）。截至 2018 年，搭乘人次強勁增長約 5%，當中短暫衰退源自經濟動盪。

航空旅行雖佔總排放量比例較低，帶來的影響卻不少，也佔個人或公司氣候足跡相當大的比例。舉例而言，歐洲人每年平均排放 9 噸二氧化碳，搭乘一次橫跨大西洋的往返經濟艙航程，如自法蘭克福到紐約，個人氣候足跡會增加略少於一噸二氧化碳，以分擔飛機燃燒化石燃料的排放量。航空旅行除了產生二氧化碳排

放，也會造成其他暖化效應，若把這些都計算在內，一次飛行會為每名乘客的氣候足跡增加 2 至 3 噸二氧化碳當量。

航空旅行帶來的影響相對較高，引發越來越多呼籲，要求自願減少飛行，以及抵銷必要航空旅行的排放量。目前，這些可能是僅有的可行方法。替代燃料及新興科技發展或會有助減少二氧化碳排放，但無法消除排放，也無法消除在高海拔處排放二氧化碳導致的外加暖化效應。

二氧化碳排放終須消除，才可避免氣候變遷風險，所以應優先選擇相對低碳方式替代航空旅行，如視訊會議或搭乘火車，再購買碳抵換額度。斯德哥爾摩環境研究所的 TR2AIL 專案為航空旅行提供實用資訊及如何避免航空旅行的策略。

若仍然無法避免航空旅行，建議根據現時科學基礎，採用倍數 3（Lee 等，2020 年）計算應購買的碳抵換額度數量，以全面抵換航空旅行導致的氣候影響。組織或公司應將購買碳抵換額度納入減排策略，並應優先執行內部、供應鏈和產品減排，再購買碳抵換額度。

2.7.1 航空業造成的氣候影響

以下為四種航空業影響氣候的主要方式：

- 噴射機燃料燃燒造成的二氧化碳排放
- 氮氧化物排放造成的間接影響

- 氣懸膠體排放（煙粒和硫酸鹽）
- 凝結尾與卷雲（水氣）的形成

2.7.1.1 二氧化碳排放

航空煤油燃料（「航空燃油」）燃燒會排放二氧化碳，每燃燒一公斤航空燃油會排放 3.16 公斤二氧化碳（ICAO，2017 年）。

煤油生產過程（包括運輸及精煉程序）為每公斤航空燃油增加 0.5 公斤二氧化碳排放量（myclimate，2014 年）。一趟往返法蘭克福和紐約航程燃燒約 156,500 公斤航空燃油，加上上游生產過程的排放量，總排放量約為 570 噸二氧化碳，每名經濟艙乘客平均二氧化碳排放量為 870 公斤，部分排放量應算入貨物（按 ICAO calculator 計算）。

二氧化碳在大氣層停留很長時間，排放量約有一半在 30 年內被海洋和森林吸收，另外 30% 會在幾百年內被移除，而剩餘 20% 通常會在大氣層中停留超過數千年。

二氧化碳也會擴散至全球，不論排放地點或海拔，對各地氣候都造成影響。二氧化碳是主要的人為溫室氣體，其暖化效應已為廣泛了解，因而常被用作與其他排放效應比較的基準。

2.7.1.2 氮氧化物排放的間接影響

航空燃油燃燒也會排放氮氧化物（NO_x），對以下兩種溫室氣體的大氣濃度造成影響：

- 甲烷（CH₄）會在大氣停留至少 10 年，如以 100 年期計算，甲烷的暖化潛勢約為二氧化碳的 34 倍（IPCC，2013 年）。
- 臭氧（O₃）會在大氣停留 2 週至 8 週。飛機排放形成臭氧的原理與道路交通形成煙霧接近，但高空紫外線輻射較高，相比平地更易形成臭氧。

當中牽涉的大氣化學反應相當複雜。簡單來說，航空旅行排放氮氧化物，造成臭氧增加（暖化）數月，進而造成甲烷（冷卻）和臭氧（冷卻）減少（10 年時間尺度）。後期甲烷和臭氧減少，無法抵銷初期臭氧增加的暖化效應。因此，氮氧化物排放產生淨暖化效應（Lee，2018 年）。

氮氧化物造成的氣候效應雖相對短暫，不會像長期停留的溫室氣體般累積，但排放源活動如導致短暫效應持續或增加，便會變得相當重要。

2.7.1.3 航空業微粒排放：硫酸鹽和煤煙氣膠

飛機也會排放煤煙（黑碳）和硫酸鹽氣膠。黑煤煙微粒吸收太陽輻射，產生暖化效應。當煤煙在冰雪上沉積，會使淺色表面變深，降低反照率（深色表面比淺色表面吸收更多輻射），進一步加劇暖化效應。

硫酸鹽氣膠反射陽光，直接產生冷卻效應。另一方面，硫酸鹽微粒也會導致雲層形成，飽和空氣中的水氣會在硫酸鹽微粒上凝結，形成飛機雲與卷雲，額外儲存熱量，反而產生暖化效應。

目前已知飛機排放微粒造成的直接影響預計較小和短暫，大概持續數小時至數日，但對雲造成的間接影響卻仍缺乏認知（Lee，2018年）。

2.7.1.4 航空業造成的飛機雲和卷雲

雲會分別產生暖化和冷卻效應：

- 當吸收來自地球的長波輻射（紅外線），會產生暖化效應；
- 將短波太陽輻射（可見光和紫外線）反射至太空時，會產生冷卻效應。

整體來說，由航空旅行排放產生的雲會帶來顯著淨暖化效應（Lee，2018年）。

飛機雲

飛機雲是跟在飛機後面的線狀冰雲。飛機排放煤煙氣膠微粒和水氣，促使空氣中的水氣在煤煙氣膠微粒表面凝結成冰晶，形成飛機雲，環境條件則包括飛行高度、溫度、濕度。約一至兩成航程會產生短暫的飛機雲。

飛機雲日夜的暖化效應不同，在日間會吸收紅外線輻射（暖化效應）及反射太陽輻射（冷卻效應）；在夜間則只會吸收紅外線輻射，不會帶來冷卻效應。飛機雲停留時間短暫，在航空交通密度高的區域形成，會對既存的卷雲造成影響，可能引發當地或地區性氣候反應。研究發現，飛機雲整體上為全球帶來暖化效應（Lee，2018年），其影響甚至超越動力飛行出現至今飛機二氧化碳排放總和造成的暖化效應（EESI Fact Sheet，2019年）。

卷雲

特定情況下，飛機雲會導致卷雲層形成。卷雲由冰晶組成，在6公里以上高空出現，約覆蓋地球表面三成。平衡狀態下，卷雲吸收太陽輻射，帶來暖化效應。因此，航空旅行造成的卷雲大幅增加飛行對氣候的影響。研究顯示，飛機雲和卷雲對氣候造成的影響越來越嚴重，但要準確模擬整體影響仍然很難（Bock等，2019年；Tesche等，2016年）。

2.7.1.5 航空業對氣候的整體影響

航空旅行產生二氧化碳和煤煙排放，氮氧化物排放引致臭氧形成，加上夜間飛機雲和卷雲，整體造成大氣暖化，至於硫酸鹽氣膠排放、日間飛機雲、氮氧化物引致甲烷減少等冷卻效應則較少。

要整合以上各項影響不易，有些影響僅限於地區，且只持續數週，其他卻為全球影響，並持續數世紀。目前對雲層形成仍欠缺了解，尤其難以量化，但不排除會帶來重大影響。此外，對地區造成的短暫效應也會帶來更嚴重的影響。

飛行造成的整體氣候效應估計比二氧化碳排放大兩至三倍（EU Commission，2019年；UBA，2019年），各種效應的比重和時區都會影響計算結果。因此，評估整體航空業的氣候影響及使用航空旅行計算器時，結果會出現大幅度差異。

氣候因素	二氧化碳	氮氧化物引致臭氧增加	氮氧化物引致甲烷減少	氮氧化物引致臭氧減少	硫酸鹽氣膠	煤煙	飛機雲、卷雲
氣候影響	暖化	暖化	冷卻	冷卻	冷卻	暖化	暖化
持續時間	數世紀	數週至數月	數十年	數十年	數日至數週	數日至數週	飛機雲： 數小時 卷雲： 數小時至數日
科學認知	充分	一般	一般	一般	直接影響： 充分 對雲的間接影響： 匱乏	直接影響： 充分 對雲的間接影響： 匱乏	匱乏
空間分佈	全球	洲至全球	洲至全球	洲至全球	洲至全球	當地至全球	當地至全球

2.7.2 乘客氣候足跡

航班的二氧化碳排放量與航空燃油燃燒量直接相關，計算方法相對簡單直接，但若要將排放量分配予個別乘客，需考慮以下幾項最重要的因素：

- (一) 飛行距離
- (二) 飛機和引擎類型
- (三) 貨物與乘客
- (四) 座位佔用率
- (五) 座位等級

(一) 飛行距離

飛行距離是判斷航空燃油消耗量的重要因素。一般來說，航線越長，燃料消耗就越多。不過，起飛和降落的燃料燃燒率比水平飛行較高，短程航線起飛和降落佔整趟航程比例較高，效率往往較低，即每公里需消耗較多燃料，而中程航線起飛和降落佔整趟航程比例較低，通常較有效率。然而，由於長程航線初段需負載較多燃料，每英里燃料消耗量隨之增加。

若要計算航線長度，可使用兩個機場之間的大圓距離，即地球上兩點之間最短的距離。受到飛行軌道規劃、因天氣繞道、航空交通延誤影響，飛機航線通常不會與大圓計算方法相等，計算器應在總距離上額外增加數值。

(二) 飛機和引擎類型

因應不同飛機型號和引擎類型，航空燃油消耗量差異很大。若要

計算每名乘客的排放量，可根據飛機型號區分或使用平均值。

(三) 貨物與乘客

飛機總重量主要為機體和負載燃料。「酬載量」定義為承載人員和物品的重量，包括乘客、行李、貨物。

客機也經常用以運送大量貨物，特別是長途飛行的廣體飛機。貨物包括貨運和信件。

將排放量分配給貨物和乘客的方法通常按兩者在貨物總重量的佔比計算，如酬載量八成為乘客，兩成為貨物，計算乘客碳足跡時需減掉兩成飛行總排放量。

按業界標準，每名乘客（包括行李）假設重量為 220 磅（100 公斤），另加 110 磅（50 公斤）乘客基礎設施，包括廁所、廚房、機組人員等。

客貨比例可相差很大，歐洲內部航班乘客佔酬載量逾 96%，歐亞航班乘客則佔 64% 至 80%（ICAO，2017 年）。計算器應按過往數據，將貨物承載量列入計算。

(四) 座位佔用率（載客率）

每名乘客的排放量取決於機上乘客數量。長途航班使用較大型飛機，座位數量較多，效率往往較高，即每名乘客每公里排放量較少（BDL，2015 年），但不是所有航班都會滿載。座位佔用率（或稱載客率）為該機載客人數與總座位的比率。

航班座位佔用率低，總排放量由較少乘客分擔，人均碳足跡便較高。碳排放計算器通常會以航空公司的平均佔用率計算。

佔用率因航線而異，往返中美洲和歐洲的航班座位佔用率最高，有 83%，往返非洲、中東、南美洲的航班座位佔用率最低，僅 60%（ICAO，2017 年）。

（五）座位等級

座位等級對計算指定航班的個人排放量十分重要。飛機若只設經濟艙座位，可容納最多乘客，而頭等艙和商務艙座位佔用較多空間，可容納乘客人數較少，意即頭等艙和商務艙座位佔飛機整體重量比例較高。因此，排放量應根據乘客的座位等級分配。每種飛機類型的客艙等級都有相應的加權因數。商務艙座位應採用倍數約 1.5，頭等艙應採用倍數 2 至 3。計算器最多可區分三個座位等級。

計算結果

考慮上述所有因素，每名乘客的航空燃油消耗量往往因距離和佔用率而有差異。為便於說明，以下為未計算座位等級的平均油耗（BDL，2015 年）：

- 短程（少於 800 公里）：約 2 升至 6.8 升／每名乘客每 100 公里
- 中程（800 公里至 3,000 公里）：約 4.2 升至 6 升／每名乘客每 100 公里
- 遠程（多於 3,000 公里）：約 3.5 升至 9 升／每名乘客每 100 公里

2.7.3 航空公司不是已將溫室氣體排放抵換了嗎？

碳抵換額度潛在買家可能已聽說航空業正採取減排措施，現實情況卻是航空排放的監管範圍差異極大，即使有監管覆蓋，也沒有充分處理氣候影響。

幾十年來，航空溫室氣體排放一直是國際氣候談判的主題，但事實證明減排面對困難重重。《京都議定書》呼籲富裕國家與國際民航組織合作，限制國際航空的排放。有鑑於國際民航組織的進展甚微，歐盟在 2008 年通過立法，將境內航班（歐盟內部）和國際航班（往返歐盟內外）的排放納入 EU ETS。然而，國際航空業反對納入國際航班，歐盟在 2012 年給予豁免，讓國際民航組織有時間制定減排計劃。

國際民航組織隨後制定 2020 年後國際航空排放「碳中和成長」的目標。在此框架下，總排放量可能會繼續上升，但參與的航空公司同意盡力透過提高效率及使用替代燃料減排，並抵換剩餘的排放量。2016 年，國際民航組織通過「國際航空碳抵換和減排計劃」（CORSIA），以助實現抵換目標。

歐盟和國際民航組織在監管制度上的努力值得稱讚，但關注自身碳足跡的乘客應牢記以下幾項限制：

- 非所有航空公司都會參與 CORSIA 計劃初段。截至 2020 年 4 月，83 個國家（佔國際航空活動逾 3/4）打算參與 CORSIA 前導試驗階段（2021 年至 2023 年）和首個正式

階段（2024 年至 2026 年），應注意中國、印度、巴西等國未有參與計劃。CORSlA 不會抵換非參與國航空公司的國際航班排放量。

- CORSlA 只會處理部分排放量。如前文所述，CORSlA 以抵換 2020 年後國際航空排放增長為目標。測量增長的基線將設定為 2019 年至 2020 年的平均年排放量（惟因 2020 年新冠肺炎大流行對航空業造成影響，此部分仍在辯論），意即國際航空的淨排放量可能會維持每年約 6 億至 7 億噸二氧化碳，為旅客留下龐大排放量作自願抵換（CORSlA 將持續至 2035 年）。
- 歐盟以外，幾乎沒有任何針對境內航班溫室氣體排放的監管措施。其他主要國家都沒有對境內航班排放採取平行限制，使航空排放有很大部分未被覆蓋，惟全球商業航空的溫室氣體排放約三分二來自境內航班（ICCT，2018 年）。
- EU ETS 監管不會消除境內航班排放。根據 EU ETS，所有在歐洲營運的航空公司都須監測、報告、驗證排放量，並交出等量的排放配額（排放許可證）。EU ETS 旨在降低如飛行等二氧化碳密集型活動的成本效益，但目前為止，價格壓力仍然有限，境內航班仍產生淨排放。
- 監管制度未有考慮在高海拔地區燃燒航空燃油的連鎖反應。如前文所述，航空排放對氣候的影響比二氧化碳的簡單輻

射強迫效應更大。然而，監管措施目前只把航空排放當作地面排放二氧化碳處理。因此，即使有完整的監管範圍，仍建議避免航空旅行，如無法避免，則抵換剩餘的氣候影響。

第三章 碳抵換常見批評

碳抵換經常受到媒體和環保倡議者批評。有觀察員反對以「市場主導」方法解決環境問題，因此反對碳抵換。即使是對市場主導方法持開放態度的人，也常對碳抵換有所保留，關注的問題有以下兩類：

- 如何使用碳抵換額度
- 碳抵換額度的品質

很多批評在某程度上都合理，而部分較有說服力，值得碳抵換額度買家謹記。

3.1 對如何使用抵換額度的憂慮

部分批評如：

- 「碳抵換容許污染者繼續污染」（即「漂綠」）
- 「碳抵換不是長遠方案，而且會『鎖定』高碳基礎建設」
- 「碳抵換促使某些部門和產業免於監管」

以上批評重點不在於碳抵換能否有效減緩氣候變遷，而是碳抵換創造了「不當」誘因。根據當初構思，碳抵換是用以促進組織投資予符合成本效益的減緩方案，否則組織無法參與其中。然而，組織也會面對誘惑，利用碳抵換額度實現所有或大部分溫室氣體減量目標，而非為大量減少自身碳足跡進行必要投資。後果可能適得其反，組織繼續從事高碳排活動，投資高碳排設備和設施，

鎖定長期更高排放量。因此，不少觀察員都建議組織不要使用碳抵換為主要減緩措施，應先積極採取內部氣候行動，再以碳抵換作輔助工具。

碳抵換也會促成另一個不當誘因：阻止必要監管 [20]。制定溫室氣體減量法規，會導致碳抵換專案的減量不再是「外加」（詳見章節 4.1），減少專案開發商出售碳抵換額度的收入，監管措施改變因此可能受到專案開發商反對。從氣候政策角度來看，碳抵換作為過渡方案，有助短期內加快行動，但最終仍須明確以較全面的政策行動取代。

3.2 對碳抵換品質的憂慮

有批評認為：

- 「碳抵換額度不代表有效減排；若用作替代實際氣候行動，只會使氣候變遷加劇。」
- 「碳抵換專案對當地社區造成負面影響，並可能使其他環境問題惡化。」

以上批評可能是多數抵換額度買家最直接關注的問題。若碳抵換額度不能有效替代組織內部溫室氣體減量，對減緩氣候變遷作用有限。碳抵換計劃雖已努力把關，但仍有不少獨立研究發現部分碳抵換額度存在嚴重問題。有針對全球兩大碳抵換計劃，即由聯合國按《京都議定書》管理的清潔發展機制和共同履行的研究指出，當中高達六成至七成抵換額度未必為有效溫室氣體減

[20] 詳見 Wara 和 Victor (2008 年)。

量 [21]。其他批評則強調碳抵換專案危害當地社區或對環境造成更廣泛損害的實例 [22]。2012 年，聯合國委託編寫的官方報告就清潔發展機制的不足進行分類，並指出有待改進的範疇 [23]。

以上評論都令抵換額度潛在買家感到擔憂，甚至卻步。主要的碳抵換計劃已對研究提出的部分問題作出回應 [24]，包括修改量化方法，防止高估溫室氣體減量 [25]，以及重新考慮某些專案類型的資格 [26]。然而，買家仍須對碳抵換市場抱持合理懷疑態度。

買家可採取多種策略以提高機會取得高品質抵換額度。下一章會解釋「高品質」碳抵換額度的要素，並為買家提供用以審批潛在交易的基本問題；第五章則提供避免「低品質」抵換額度的一般策略。

[21] 主要憂慮在於大量抵換額度來自能源行業專案，除了抵換額度收入外，該等專案還有其他重要收入來源，即專案無論如何都會執行，不可當作外加減排。其他已辨識的問題包括高估減排量，如工業氣體破壞和其他專案類型 (Alexeev 等，2010 年；Cames 等，2016 年；Gillenwater 和 Seres，2011 年；Haya 和 Parekh，2011 年；Kollmuss 等，2015 年；Kollmuss 和 Lazarus，2010 年；Lazarus 等，2012 年；Ruthner 等，2011 年；Schneider，2009 年；Schneider 等，2010 年；Spalding-Fecher 等，2012 年)。

[22] 詳見 www.internationalrivers.org/resources 或參考 DufRASne (2018 年)。

[23] 詳見 Spalding-Fecher 等 (2012 年)。

[24] 由於知名度高，批判碳抵換的研究大多針對清潔發展機制和共同履行。然而，其他計劃也可能出現相同問題。Verra (即 VCS) 和黃金標準等計劃都引用清潔發展機制的的方法學，兩者認證的專案類型大幅重疊。其他計劃也使用清潔發展機制方法為起點，發展各自標準。雖然仍有不少計劃採用與清潔發展機制不同的方法學，但不論任何計劃都不應視作沒有抵換品質問題。



竹等物種可迅速將碳封存，但種植非本地或入侵性品種可能會導致嚴重後果。

圖片來源：Misha FroLove/Bigstockphoto.com

[25] 清潔發展機制執行委員會採納對破壞 HFC-23 排放方法學的修正和澄清建議，以處理對僅為生產更多抵換額度而過度製造 HFC-23 的憂慮。該等專案現已被禁止。然而，其他如在己二酸工廠減少 N₂O 排放的專案類型也面對類似問題，尚未完全解決。

[26] Verra 和黃金標準就是否將富裕和中等收入國家的潔淨能源專案排除資格，徵詢公眾意見，此等專案不太可能符合「外加性」。

第四章 高品質碳抵換額度

碳抵換的核心概念是替代組織自行實現的溫室氣體減量，意即使用碳抵換額度，應至少相等於自己減少碳足跡對世界的貢獻 [27]。碳抵換額度「品質」指對使用該抵換額度是否符合此基本原則的信心程度。

此概念通常指保留「環境完整性」，看似簡單直接，實際卻面對重重挑戰。品質包含兩大要素：首先，每一單位抵換額度須代表至少一噸外加、永久、尚未被抵銷的二氧化碳減排量或移除量；其次，抵換額度應來自不會對社會或環境造成危害的活動。

定義碳抵換品質標準的用語有很多，包括相關溫室氣體減量須為「真實」、「可量化」、「可驗證」，大部分出自美國清潔空氣法案（U.S. Clean Air Act，可追溯至 1977 年）為空氣污染物額度制定的監管標準。不過，這些用語在美國法律下有不同監管含義，不一定適用於碳抵換，如「真實」一詞在碳抵換計劃和標準沒有普遍認可的定義，通常只用作空泛概括的說法 [28]。

因此，本指引將碳抵換品質要素歸納成五項準則。高品質碳抵換額度須出自符合以下準則的溫室氣體減排或移除：

- 外加
- 沒有高估
- 永久
- 未被其他實體抵銷
- 沒有相關重大社會或環境危害

碳抵換計劃成立目的為確保碳抵換額度的品質（詳見章節 2.3）。本章餘下部分將描述碳抵換計劃如何處理上述品質要求。然而，如第三章所述，不少觀察員認為碳抵換計劃成效好壞參半。當中部分挑戰在於抵換額度品質非黑白分明，牽涉多個標準要求，再加上如「外加性」等關鍵標準與信任程度有關，而非絕對真相（詳見下文），所以品質是一個光譜，有程度之分。相比之下，碳抵換計劃只能被迫作二元決定，即是否發行抵換額度。碳抵換計劃大多聲稱其發行的抵換額度都同樣有效，但買家應對此抱持懷疑態度。試想像抵換額度品質滿分為 100 分，碳抵換計劃可為高於 50 分的溫室氣體減量發行抵換額度，但對買家而言，51 分真的「夠好」嗎 [29]？

精明買家會理解當中難處，並積極尋找較高品質的抵換額度。下文已就每項抵換額度品質標準列出相關問題，讓買家針對特定抵換專案提出疑問，確保相對品質。不過，即使買家已有豐富經驗，可能也很難得到相應答案。因此，第五章會為買家介紹各種策略，以避免低品質抵換額度及增加取得高品質抵換額度的機會。

[27] 此情況適用於溫室氣體排放，也適用於其他社會和環境影響。若使用碳抵換額度取代自身減排，沒增加全球溫室氣體排放，該碳抵換額度則可謂保留「環境完整性」（Schneider 和 La Hoz Theuer，2019 年），而碳抵換專案也不應對社會或（非氣候）環境造成危害。兩者對抵換額度品質都很重要。

[28] 詳見 Gillenwater（2012 年）。

[29] 更深入探討請參考 Trexler（2019 年）。

4.1 外加性

外加溫室氣體減量指若沒有抵換額度市場，該溫室氣體減量便不會發生，相反，若減量無論如何都會發生，即專案擁有人不會出售碳抵換額度，該減量便不是外加的。外加性是碳抵換額度品質的關鍵，若該溫室氣體減量非外加，購買相關的抵換額度替代自己的減排量，會使氣候變遷加劇。

評估溫室氣體減量是否外加看似困難，減少溫室氣體的活動隨時隨地都在進行 [30]，有些活動乃因應法律要求，如美國加州垃圾掩埋場營運商須安裝捕集及破壞甲烷的設備。減排投資有時只為了專案利潤，沒有考慮碳抵換額度，如投資於節能照明可減少能源成本，從而收回投資成本。同樣，即使沒有碳抵換額度收入，風能和太陽能等再生能源技術的成本也與化石燃料越來越接近。判斷活動或專案是否外加，出售碳抵換額度的可能性須為決定因素。

外加性經常被誤解，如普遍會聽到只要溫室氣體排放低於「沒有該專案時」的排放，該專案即為外加，但這是不對的。若專案可在不出售碳抵換額度的情況下進行，即使有減少排放，仍然不屬於外加。另外，討論外加性「種類」也很常見，「財務外加性」或「監管外加性」等用語概念看似截然不同，但與抵換額度品質相關的外加性定義只有一個，如前文所述。判斷溫室氣體減量的外加性時雖會考慮法律和財務因素，但兩者不構成獨立準則。

此外，外加性雖是碳抵換額度品質最重要的部分，判斷過程卻很主觀。外加性討論經常為二元對立，即溫室氣體減量是否外加

。然而，若要確定活動是否外加，實際上需將活動與沒有碳抵換額度銷售收入的情境作比較，該等情境本質上是不可知的，須使用有根據的預測，如未來燃料、木材或電力價格等。判斷過程也可能落入「資訊不對稱」的陷阱：只有專案開發商才可說明碳抵換額度銷售前景是否決定因素，不管真相如何，專案開發商都有理由支持碳抵換額度銷售為決定因素。有鑑於以上種種不確定因素，建議從風險角度考慮外加性：專案有多大可能為外加？

4.1.1 碳抵換計劃如何處理外加性問題

碳抵換計劃已制定兩種主要方法判斷專案的外加性：「專案特定」方法和「標準化」方法，兩者各有優劣。

專案特定方法乃按個別專案特色和情況確認外加性，包括：

- 證明提議的專案活動非因應法律要求執行（或普遍不按法律要求執行）；
- 「投資分析」，評估專案若沒有抵換額度收入，是否仍具有財務吸引力；
- 「障礙分析」，證明專案至少有一種替代方案不會受到非財務因素（如社會、制度或技術障礙）影響執行；
- 「普遍分析」，證明提議的專案非普遍做法，或與類似常見活動不同。

[30] 詳見 Trexler（2019年）。

若嚴格執行，專案特定方法很有效，但也會相當耗時。此外，財務參數評估或障礙識別等過程通常需要主觀判斷，並很大程度取決於對未來的不確定假設（如燃料價格），碳抵換計劃職員和查驗機構往往很難判斷專案開發商有否偏向對自己有利的假設。除美國氣候行動儲備方案外，所有自願碳抵換計劃都極依賴專案特定方法。

「標準化」方法乃針對專案特定方法的不足制定，按一組預定的資格標準（如將外加專案與非外加專案在原則上區分的績效基準）評估專案。標準化方法需進行前期分析，以確認資格標準，好處主要是減輕判斷外加性的行政負擔，及減少評估專案的主觀因素；缺點是不能精確區分外加專案與非外加專案。美國氣候行動儲備方案一直是標準化方法的主要採用者 [31]，而碳驗證標準（VCS）等其他主要自願碳抵換計劃則只會將標準化方法應用於部分專案類型。

不少專案類型都難以制定可靠的客觀標準，以同時篩選非外加專案，又不會錯把真正外加專案排除。因此，標準化方法可用於少數專案類型，如美國氣候行動儲備方案使用標準化方法，只採納少於 20 種規則，而碳驗證標準和黃金標準則採納逾 200 種專案特定方法學或規則。

4.1.2 買家可就外加性提出的疑問

任何碳抵換計劃都無法完美審查外加性。以下為部分可避免劣質專案的關鍵問題：

- **專案實施前是否已找到抵換額度買家？** 鑑於碳市場風險和不明朗因素，專案若真的需要抵換額度收入，很少會在尚未確定買家購買預期產生的部分或全部抵換額度的情況下執行。遠期合約通常以「排放減量買賣契約」形式簽訂。雖不排除會有例外，但專案若沒有簽訂排放減量買賣契約便開始實施，買家應進一步審查其外加性。
- **專案碳抵換額度收入與其他收入或成本節省的比例如何？** 若抵換額度收入只佔專案總收入一小部分，外加性的說服力通常較薄弱。舉例而言，若再生能源專案總收入有 95% 來自電力銷售，只有 5% 來自抵換額度收入，其外加性應受到質疑。
- **若專案沒繼續獲得抵換額度收入，會停止減排嗎？** 即使專案的抵換額度收入與其他收入相若（或更多），其他收入可能已足以支付成本，即專案停止銷售抵換額度，也可繼續減排。該等專案不一定為非外加，當初決定執行專案也有可能基於抵換額度的銷售前景，但仍有較高風險為非外加。

[31] 標準化外加性方法可使用「正面清單」（列明已界定的技術或做法，不用進一步評估），或要求專案符合技術規範和其他準則（如垃圾掩埋場氣體捕集和破壞專案，垃圾掩埋場規模低於門檻法定要求，便無須捕集氣體）。

- 專案（目前）非因應法律要求執行，但是否有理由相信專案是為了配合未來預期的法律要求（或避免將來觸發該等要求）？碳抵換計劃對審視潛在法規的程度可能各有差異。舉例而言，法律目前尚未要求執行垃圾掩埋氣體燃燒專案，但若垃圾掩埋場擁有人預計未來或會被管制排放量（如垃圾掩埋場增長超出監管門檻），不管怎樣都會爭取執行該等專案。因此，即使專案在不久將來勢在必行，今天仍可聲稱為外加。

4.2 避免高估

假設碳抵換專案實際減少 50 噸外加二氧化碳，專案開發商卻呈報減量為 100 噸，專案便獲發 100 個抵換額度，即當中有一半對緩解氣候變遷沒有任何作用，使用該等額度抵銷自身排放會使氣候變遷加劇。高估溫室氣體減量有以下幾種情況：

- 高估基線排放。首先，若將專案基線排放高估，便會巧妙地將溫室氣體減量高估。基線排放用作計算溫室氣體減量的參考，與外加性密切相關：該等減量為原本沒有抵換額度需求下的排放 [32]。部分類型的專案會較易設定基線，如專案為垃圾掩埋場捕集及破壞甲烷，減量通常會相等於本應排放的甲烷量 [33]。相比之下，估算太陽能發電專案為電網減少的溫室氣體排放量，則存在較大不確定性，若計算方法不夠保守，高估風險會更高。

- 低估實際排放量。多種碳抵換專案都只會將溫室氣體排放減少，但不會消除。若要量化溫室氣體減量，需將專案實施後的實際排放與預測的基線排放比較。基線排放可被高估，實際排放也同樣可被低估，兩者都會導致溫室氣體減量被高估。測量誤差也會使實際排放被低估，如推算特定年份在樹木中儲存的碳增量會受測量不確定度影響，抽樣誤差也會引致高估固碳量，相當於低估溫室氣體排放。
- 未有計算專案對溫室氣體排放間接產生的影響（即「洩漏」）。量化溫室氣體減量，須先確定受專案影響的溫室氣體源（或匯）的實際排放和基線排放量，但專案往往會對溫室氣體排放帶來預期和非預期的效果。若量化方法未有計算專案部分排放源（即使是間接）產生的溫室氣體排放增量，整體淨溫室氣體減量會被高估。專案引致邊界外非預期產生溫室氣體排放增量，稱為「洩漏」，典型例子有森林保育專案，雖可避免某片森林被砍伐產生的排放，最終卻令木材砍伐轉移至其他森林。

[32] 常見誤解如以為專案基線代表「沒有專案出現」的情況，但評估提議專案本身是否基線（即「非外加」）十分重要，也因此不會產生減排。

[33] 假設專案為外加，而專案本身不會對垃圾掩埋場的甲烷生產率造成影響，如建造「生物反應器」垃圾掩埋場。

- 遠期額度。雖然很少見，但抵換額度可按專案開發商預期實現的溫室氣體減量預先發放。遠期額度通常都有問題，若專案未能按預期執行，便會導致抵換額度超額發行 [34]。若未來發生監管變動等情況，引起對外加性或減排擁有權的疑慮，遠期額度也會構成問題。

最後，專案表現應接受監測和驗證，以控制所有可能導致高估的原因 [35]。測量和數據收集程序及後續的計算或估計都應基於科學根據和可靠方法。此外，專案監測數據亦應進行嚴格驗證。查證過程通常透過審計抽樣數據，以評估專案開發商提供的數據是否真確無訛。碳抵換專案開發商呈報數據時，可能會以得到最多碳抵換額度出售為目標。查證有助確保報告數據準確，不會誇大溫室氣體減量。

4.2.1 碳抵換計劃如何處理高估問題

碳抵換計劃要求專案使用各類型專屬的量化方法，以確保不會高估溫室氣體減量，一般規定：

- 溫室氣體會計邊界，為量化專案基線和實際排放定義需考量的溫室氣體源和溫室氣體匯 [36]。
- 基線排放估算方法，規定如何定義專案基線情境，包括合理假設基線技術和做法。

- 監測要求，指定須收集的數據，以預測基線排放及量化專案實際排放，並訂明如何進行測量、可接受的估算方法，及必須使用的計算公式 [37]。

碳抵換計劃亦要求獨立第三方查證者進行查證，檢查專案有否妥善應用指定量化方法（備註二）。抵換額度一般只會在溫室氣體減排或移除發生及經查證後發行。

最後，碳抵換計劃亦對計入期設限，即專案可產生溫室氣體減量以取得抵換額度的期間，通常為 7 年至 10 年，普遍比專案設備的使用壽命短。若專案仍然符合標準，碳抵換計劃一般都會允許延續計入期（通常一至兩次，取決於專案類型）。

[34] 詳見 Offset Quality Initiative（2008 年）。

[35] 此過程可能包括收集及查證用以估算專案基線排放的數據。

[36] 部分氣體源或氣體匯可能會被當作「洩漏」影響，並在補充計算處理。

[37] 量化方法多數規定結合專案特定數據收集與保守預設或估算（若數據無法收集）。

備註二 碳抵換專案查證工作

碳抵換計劃的第三方查證者有兩大職責。首先，查驗者會進行專案確證，確認提議的專案符合計劃資格標準；其次，查證者會進行專案查證，確認專案按計劃要求收集監測數據，以及審核計算結果，確認專案按經批准的方法學或規則估算溫室氣體減量 [38]。查證過程通常包括實地考察及監測數據審計（或抽樣），確認數據準確度有「合理保證」。

查證者一般由專案開發商聘請，因此會產生利益衝突。為減少出現偏袒，碳抵換計劃多數會檢閱查證安排，要求查證者合法證明不存在任何衝突，以及限制查驗者可查證同一專案的次數，並定期審計查驗者的工作，以確保客觀性。

4.2.2 買家可就高估提出的疑問

若要詳細研究專案如何量化溫室氣體減排，可能困難又費時。以下兩個問題可相對直接指出潛在風險的領域：

- 專案有否偏離指定規則或方法學，又有否合理解釋該等偏差？若專案開發商可向碳抵換計劃職員證明替代方法合理，部分計劃會容許專案採用偏離於規則要求的方法，通常為

暫時情況，如涉及專案無法根據指定方法產生監測數據，需使用替代方法進行估算。碳抵換計劃通常會盡力確保替代方法比指定規則保守，但抵換額度買家也應檢查採用偏離方法的專案。

- 專案監測數據是否有任何差距或不一致，又是否有合理解釋及處理？主要的碳抵換計劃都設有規則和程序，以處理專案監測數據的差距或不一致（如流量計發生短暫故障，在一段時間內無法收集數據）。該等情況和處理方法應予透明呈報。若監測報告和相關數據沒公開或無法輕易獲取，缺乏透明度，買家應多關注其高估問題。

4.3 永久性

二氧化碳排放的影響十分長遠，也是使用碳抵換額度抵銷二氧化碳排放的一大挑戰。一噸二氧化碳排放有大部分會在大氣中移除，但仍有約 25% 會在大氣中停留數百年至數千年 [39]。因此，抵換額度相關的溫室氣體減量須同樣長久。若溫室氣體減排或移

[38] 碳抵換計劃可採用不同確證和查證方法。氣候行動儲備方案等碳抵換計劃將確證與專案首次查證結合，不會對兩者作正式區別；其他計劃則要求確證和查證分開進行（如清潔發展機制等計劃更要求確證和查證須由不同查證者進行，以免發生利益衝突，正面確證結果可促成利潤豐厚的查證合約）。

[39] 嚴格來說，已排放的二氧化碳分子可能會在大氣和地質儲集層間來回多次，但二氧化碳的大氣濃度在 1,000 年後會維持增加相等於原本體積的 25%（Joos 等，2013 年）。

除被「逆轉」（溫室氣體隨後排放，也即沒有淨減排）[40]，便不再具補償作用。

碳抵換專案多數都無法或極不可能發生逆轉 [41]。風險最大的專案類型是將碳封存在「可能外洩」的溫室氣體庫，如森林專案，將碳封存在樹木和土壤中，森林隨年月生長，碳封存量亦會增加。該等專案保護樹木免被砍伐，可減少二氧化碳排放及增加移除量，但若其後發生火災，專案樹木被燒毀，便可能會釋放部分或所有碳，導致逆轉。

碳抵換常見的誤解包括以為「永久」指少於數百年或數千年，而標準慣例是指碳只需與大氣隔絕一百年（某些情況時間或更短），此等妥協源於碳抵換計劃為平衡技術要求和防止逆轉的現實限制。可是，以科學角度而言，若無法保證將來不會發生逆轉，便不是「永久」。

4.3.1 碳抵換計劃如何處理永久性問題

碳抵換計劃大多已建立「緩衝儲備」，以處理溫室氣體減排被逆轉的風險 [42]，個別專案的抵換額度會被存放到共同緩衝儲備（或「池」），作為保險機制。專案通常會先評估發生逆轉的風險，以決定須向緩衝儲備貢獻的額度數量。任何專案發生逆轉，都可以使用已保留的額度作補償，代專案買家註銷或取消緩衝儲備的額度。只要碳抵換計劃的專案為緩衝儲備提供充足額度，便可在有限時間內全面覆蓋個別專案的災難性損失。

有碳抵換計劃會鼓勵專案降低逆轉風險，若專案開發商實施風險

減緩措施，包括燃料處理、保護地役權或其他具法律約束力的土地使用限制等，可貢獻較少緩衝庫存。其他碳抵換計劃則將減緩逆轉風險定為資格要求。

緩衝儲備可有效補償因自然干擾風險造成的逆轉，如影響森林和土壤的火災、疾病或乾旱。然而，緩衝儲備若用於補償人為造成的逆轉，如故意砍伐木材，便會帶來「道德風險」問題 [43]。若土地擁有人為得到木材價值砍伐木林，卻無須接受懲罰，所有逆轉又可以緩衝儲備補償，土地擁有人便會有更大動機進行砍伐。碳抵換計劃對此有不同處理方式，部分只會使用緩衝儲備補償自然干擾，並對土地擁有人施加合約義務，以補償任何「可避免的」逆轉，包括疏忽或故意造成的逆轉，其他計劃則使用緩衝儲備補償該等逆轉，但在逆轉修正前，不會向該專案發行抵換額度。

[40] 嚴格來說，一旦溫室氣體排放率增加，以致高於假設專案從沒出現的情況，即發生「逆轉」。舉例而言，保護某片森林免於毀林，可阻止 100 噸碳釋放至大氣（減少 100 噸排放），但該片森林於 50 年後被燒燬，將所有碳都排放至大氣。排放率遂於第 50 年急增，若沒有專案，該 100 噸碳不會被焚燒。50 年的淨溫室氣體減量為 0，額外排放已將過往減量抵銷。

[41] 除非專案涉及碳封存（如在樹木中封存碳），否則極不可能發生減排逆轉。理論上，逆轉卻可於其他情況發生。舉例而言，太陽能板和電池儲存系統為建築物供電，獨立於電網運作（及避免電網供電排放）；但太陽能板出現故障，由備用柴油發電機取代供電，導致排放量高於使用電網電力的基線情境。雖然情況較罕見，但部分專案類型仍值得就相關風險進行評估。

[42] 只有清潔發展機制會為可逆轉的溫室氣體減量發行「臨時額度」，於指定期限（長達 30 年）後便會失效，並須由其他減量取代。此舉若為強制實施，可有效保證永久性（清潔發展機制將來會否維持行政架構則為未知之數）。不過，做法同時也面對重大障礙，確保永久性的責任轉嫁至抵換額度買家，買家對購買此類抵換額度的興趣會大大減低，相關市場也甚少出現。

[43] 詳見 Murray 等（2012 年）。

4.3.2 買家可就永久性提出的疑問

不論任何逆轉風險，都不可能得到永久保障。長遠來看，專案將碳封存在樹木和土壤中，發生逆轉的機會接近 100%，買家考慮購買此類專案的抵換額度時應牢記這點。根據經驗，若買家目標只為抵換溫室氣體排放，避免所有可逆轉的溫室氣體減排是最安全的方法。然而，處理農業、林業和土地使用的排放對全球減緩氣候變遷至關重要，而這類專案往往具有可取的共同利益。若買家目標主要為減緩作出貢獻，而非抵換本身，選擇購買此類專案抵換額度是個好選擇。

假設某些逆轉風險是可接受的，買家可考慮提出以下疑問：

- 專案是否已制定及執行管理和降低逆轉風險的正式計劃？較高品質的固碳專案會制定管理計劃，以降低逆轉風險，包括執行物理措施，用疏伐等方法減少森林火災和疾病風險；實施財務管理措施，降低專案失敗或破產風險；使用地役權、法律限制等措施，防止過度砍伐或更改土地用途。專案若已制定周詳計劃及實施和執行規定，可能產生較高品質抵換額度。
- 發行抵換額度的計劃會保證「永久性」多長時間？碳抵換計劃對保證逆轉補償的時間長度有很大差異，多數只會保障至專案生命週期結束，部分可短至 10 年，其他計劃會自抵換額度發放日起，提供至少 100 年保證。碳抵換計劃對最低保證期欠缺透明度，買家應向專案倡議者或直接向計劃職員查詢。保證期越長，抵換額度的相對品質越高。

4.4 溫室氣體減量獨家擁有權

碳抵換額度所代表的溫室氣體減量須具獨家擁有權。試想像若兩家不同公司都對同 100 噸二氧化碳減量主張擁有權，總計便可聲稱共 200 噸減量，實際減量卻只有 100 噸，相比兩家公司都各自減少 100 噸排放量，前者會導致氣候變遷加劇。以下為出現「重複計算」的三種情況 [44]：

- 重複發行，即一單位溫室氣體減量獲發行多於一單位抵換額度，如碳抵換計劃向專案產生的一噸二氧化碳當量減量錯誤發行兩單位抵換額度。更可能發生的是，計劃向兩個專案發行抵換額度，然而兩者都對同一筆減量主張擁有權。舉例來說，生質燃料製造商和消費者都使用同一公升生質燃料，以聲請相關溫室氣體減量，而計劃未有發現重疊之處，遂向製造商和消費者發行抵換額度。發展成熟的碳抵換計劃通常都可避免自身系統出現上述錯誤，但較大可能會發生兩個碳抵換計劃分別向此類重疊減量發行抵換額度（未發現另有計劃已認可同一筆減量）。
- 重複使用，即兩方將同一筆抵換額度用作抵銷溫室氣體排放，碳抵換計劃大多都已制定程序，防止問題發生。重複使用最常見於有無良賣家向多名買家謊稱已代為註銷抵換額度。為避免上述欺詐，碳抵換計劃要求將抵換額度註銷用途於註冊系統上清楚記錄，包括代表何方進行註銷。

[44] 與碳抵換相關的重複計算詳情請見 Schneider 等（2015 年）。

- 重複抵換，即已向專案發行抵換額度，但另一實體（如政府或私人公司）將同一筆溫室氣體減量算入自己的溫室氣體減量目標。舉例而言，能源效率專案（強制或自願）以減排目標覆蓋的發電廠減排量取得抵換額度，即為重複抵換，專案透過抵換額度，而發電廠則透過與目標相關的減排量，兩者都以同一筆減量抵銷。該等重複抵銷須小心避免。如章節 2.5.2 所述，大量潛在重複抵銷可能會在《巴黎協定》下發生。確切來說，除非政府同意不將碳抵換專案的溫室氣體減量算入國家減緩目標，否則該筆減量仍會被重複抵銷。

4.4.1 碳抵換計劃如何處理獨家擁有權

碳抵換計劃採用多種方法，確保抵換額度所代表的溫室氣體減量具獨家擁有權。

重複發行主要由以下方式避免：

- 確保抵換額度獲碳抵換計劃核准排放減量查證報告和其他補充文件後發行；
- 檢查專案用以量化溫室氣體減排的會計邊界沒有重疊；
- 積極監測專案註冊（包括不同計劃），確認專案未有以同一筆減量獲多於一項計劃重複發行抵換額度 [45]

重複使用主要透過註冊系統避免，分配獨特編號予個別抵換額度，追蹤移轉和擁有權，並記錄使用和註銷用途 [46]。

重複抵換主要由以下方式避免：

- 限制專案類型資格（如排除已知受限於溫室氣體減量目標或擁有權衝突的專案）
- 要求專案開發商簽署法律證明文件，確認獲認可的溫室氣體減量之獨家擁有權，並同意合法移轉該等擁有權予抵換額度買家。

碳抵換計劃仍在討論如何調解擁有權衝突，如已受國家按《巴黎協定》訂立氣候行動承諾覆蓋的溫室氣體減量（詳見章節 2.5.2）。

4.4.2 買家可就擁有權主張提出的疑問

碳抵換計劃通常都已制定有效措施，確保不會重複計算減量，但抵換額度買家仍應設法確保對相關減量具獨家擁有權，可提出以下關鍵問題：

- 註銷抵換額度時有否於碳抵換計劃註冊系統清楚列出註銷用途？買家應要求檢視於相關註冊系統註銷抵換額度的證據，包括與購買數量符合的證書號碼或交易編號，以及有清楚列明註銷用途和受益人。

[45] 程序可包括要求專案開發商簽署法律證明文件，訂明不會就減排量向多於一個計劃申請發行抵換額度（除非開發商將抵換額度「移轉」至其他計劃）。

[46] 部分第三方計劃，如 Green-e Climate，會為零售額度買家檢查註銷抵換額度的步驟。不過，多數作用不大，碳抵換計劃已為買家提供註銷認可。

- 抵換額度是否發行予間接減排量？若涉及間接減排量（即非由專案擁有人控制或擁有的排放源產生之減量），減量擁有權會較難監督。主張擁有間接減排量本質上風險較高，擁有或控制排放源的實體很可能也會以該等減排量抵銷。主要的碳抵換計劃通常要求專案擁有人合法證明對已認可的抵換額度具獨家擁有權，以盡力防止抵換出現衝突，但實際上很難準確判斷間接減排量在何處發生，使該等證明的真相也難以查證。若明顯出現重複抵換風險（如溫室氣體減量於設有重要自願承諾或監管要求的部門產生），買家應避免購買與間接減排量相關的抵換額度（如減少電網化石燃料排放的專案）。

4.5 避免對社會和環境造成危害

專案若要生產高品質抵換額度，不應對社會和環境造成嚴重危害，如應證明已遵從所在司法管轄區所有法律要求。然而，視乎專案類型和所在司法管轄區，可能需要額外審核和保障，以防範與溫室氣體排放無關的負面影響。

4.5.1 碳抵換計劃如何處理對社會與環境造成危害的問題

碳抵換計劃一般已制定環境和社會保障政策，減少已註冊專案造成危害的風險。幾乎所有計劃都會要求（及查證）專案遵從相關法律要求。碳抵換計劃多數都要求將當地的利害關係人諮詢作為專案核准過程一部分，也建立申訴機制處理專案實施後的投訴。最後，也有計劃積極要求專案對社會和環境帶來共同利益（非僅

避免造成危害），也須對所述利益進行監管和報告。不少「附加」認證制度都專注碳抵換專案對社會和環境造成的影響，相關機構如氣候、社區和生物多樣性聯盟（Climate, Community & Biodiversity Alliance）和社會碳（SOCIALCARBON）等，都針對碳抵換專案達成的額外共同利益進行認證（但不會處理抵換額度品質問題）。

4.5.2 買家可就社會和環境危害提出的疑問

以下問題有助減少購買出自有害專案的抵換額度風險：

- 開發商執行專案前有否諮詢可能受專案影響的在地利害關係人？利害關係人諮詢在發展中國家特別重要，當地通常較少監管保障。若沒與利害關係人接觸，買家應對此疏忽多加關注，至於嚴重程度需視乎專案類型和所在地，部分專案類型對當地社區造成危害風險較少。
- 專案是否已取得任何計劃或第三方認證，證明對環境和社會帶來共同利益？該等認證（如氣候、社區和生物多樣性聯盟、社會碳，或碳抵換計劃本身）一般可為專案提供額外保證不會造成危害，及確保專案開發商已將在地利害關係人的憂慮納入考量。專案即使未取得任何共同利益認證，也不一定較高風險造成危害，但買家也可向專案開發商詢問為何未有尋求適用的認證。
- 專案如何減少風險和潛在危害？若出現重大風險，須了解

專案具體情況、如何處理潛在風險和當地利害關係人的憂慮、設有什麼機制以避免造成危害及在危害發生時作出補償。舉例而言，氣候、社區和生物多樣性聯盟要求森林專案進行相關的持續社區影響監測。

第五章 避免低品質抵換額度的策略

如前文所述，碳抵換額度不是典型商品。碳抵換計劃雖提供一定程度的保證，但購買高品質抵換額度不如購買「已認證」額度般簡單，建議抵換額度買家，尤其是組織有時間和資源，應「做好功課」。本章節將描述周詳和較簡易策略，避免低品質抵換額度。

5.1 審查碳抵換專案

如前文所述，買家可就碳抵換專案提出基本疑問，以助排除品質較低的選項，專案開發商和抵換額度擁有者多數都應已有答案（若無，便是危險信號）。買家若經驗豐富或擁有較多資源，可採用更詳細的抵換專案「盡職調查」問題列表。

買家可委聘顧問或可靠零售商，審查專案及搜尋不同選項，並按位置、專案類型、抵換品質、共同利益等資料整理抵換額度組合，以實現買家目標。買家也可與對所考慮的行業或專案類型有詳細了解的人合作，有時可能需要諮詢多名專家。



以農業為主的碳抵換專案可透過增加管理強度，創造工作機會。
圖片來源：The international small group and tree planting program

5.1.1 再生能源

再生能源專案包括水電、風能、太陽能、太陽能熱水器、生質能熱電聯供專案等，不少前期資金成本都很高，但回報率也可很高，建成後的營運成本通常也最低。不過，實施該等專案時可能面對立法障礙和當地反對。

再生能源專案長遠對保護全球氣候至關重要，有助從化石燃料熱電生產轉向較良好的能源生產形式。然而，不少再生能源專案都

很難或不可能判斷外加性，再生能源專案可生產收益或通常獲得補貼，收入和支出細節也很複雜。

不是所有再生能源專案都是良好的能源生產模式，如水電專案可對環境和社會造成嚴重負面影響，尤其備受爭議。因此，有碳抵換計劃要求水電專案如達一定規模，須遵從世界水壩委員會（World Commission on Dams）按五個核心價值提出的決策框架，即公平、可持續、效率、參與式決策、問責制。

間接減排

再生能源專案會導致所謂「間接減排」，如專案風電場實際沒有減少排放，但由於再生能源供電增加，化石燃料發電廠便會減少發電。問題在於該等減量屬化石燃料發電廠或風電場？買家購買再生能源專案抵換額度，應特別注意這點，詳情請參閱「溫室氣體減量獨家擁有權」章節。

再生能源憑證有時會轉換為碳抵換額度於自願市場出售，此舉屬欺騙，再生能源憑證不是相同商品，與減排無關，或只遵從政府監管要求減排。

5.1.2 能源效率

節能產品或系統與傳統技術功能相同，但消耗較少能源。該等專案通常都符合成本效益，燃料成本減少，長遠來說可節省金錢，帶來「回報」。

能源效率抵換專案大多都在大型工業設施執行，而需求方能源效率專案通常規模較小和分散（如分發 LED 燈泡或安裝較高效爐具）。能源效率專案在設定基線、監測、評估方面都充滿挑戰，也需要密集勞動力，交易成本往往比大型集中碳抵換專案較高。此外，該等專案也很難證明外加性，通常會有抵換額度收益外的中短期回報，也符合經濟效益。

間接減排

能源效率專案會導致所謂「間接減排」，如安裝 LED 燈泡的建築物實際沒有減少排放，但由於需求減少，發電廠便會減少發電。問題在於該等減量屬發電廠或安裝燈泡者？由於很難判斷減排擁有權，雙方都可輕易將減排量列入計算，部分碳抵換計劃不接受需求管理專案作為碳抵換專案。

5.1.3 工業氣體

部分工業氣體的全球暖化潛勢十分高，即在一段時間內（通常為 100 年），比等量二氧化碳對全球暖化造成的影響嚴重很多。因此，在排放前將該等氣體破壞，對溫室氣體減排非常有效。工業氣體抵換專案執行成本通常最低，也可產生大量抵換額度，但因對環境和社會帶來的利益有限，一直備受爭議。普遍都認為應破壞或不生產全球暖化潛勢值高的工業氣體，抵換市場卻似乎不是最佳途徑，如 HFC-23 氣體抵換市場便帶來不當誘因，中國和印度開始建造 HCFC-22 設施，以增加抵換額度銷售收入（HFC-23 是 HCFC-22 製造的副產品）。不少人認為該等氣體從根本就不

應產生，反對嚴重污染工業因破壞氣體而獲得獎勵。另有研究指出，透過世界銀行等機構設立國際基金，資助捕集及淘汰 HCFCs，比透過抵換市場減排較符合成本效益（Wara，2007 年）。

2016 年，各國就《蒙特婁議定書》（Montreal Protocol）的《吉佳利修正案》（Kigali Amendment）進行討論，逐步淘汰全球暖化潛勢值高的 HFCs，不再限於 CFCs 和 HCFCs 等臭氧層破壞物質。《吉佳利修正案》於 2019 年生效。HFCs 目前在國際法律制度下被逐步淘汰，未來幾年可能不會再被視為外加。

5.1.4 捕集甲烷

100 年內，甲烷的全球暖化潛勢值比二氧化碳多逾 30 倍。甲烷會從垃圾掩埋場、廢水處理過程、天然氣和石油系統、農業活動（畜牧和水稻種植）、煤礦開採過程中產生及排放。甲烷基本上相等於「天然氣」，捕集後可用作生產能源。

甲烷專案類型分兩種，其中一種將甲烷捕集及燃燒，燃燒會將甲烷轉化為影響較小的二氧化碳和水，專案例子包括將垃圾掩埋場氣體和採煤氣體捕集及燃燒。另一種專案則將甲烷捕集及用於生產熱水、電力或天然氣直接注入公共運輸管道，例子包括在污水處理廠、畜牧厭氧消化槽、垃圾掩埋場將甲烷捕集及淨化，並用於發電或生產另一種能源。

除了農業或林業廢棄物，生質燃料廠也會使用甲烷發電，有機物

經厭氧消化後產生甲烷，並將甲烷用於發電。該等生物燃料專案多被認為是再生能源專案，而非甲烷捕集專案。

上文第一種甲烷專案要確認外加性通常不難，出售抵換額度普遍是唯一收入來源。不過，甲烷抵換專案可能會令垃圾掩埋場和農業（如蓄糞池）排放監管受制，若專案擁有人可以出售抵換額度獲利，便甚少會支持立法強制捕集及破壞甲烷。這種阻礙有效監管推進的不當誘因不只限於甲烷專案，也適用於不少抵換專案類型。

部分抵換專案類型無法有效達到當初設定的減排量。眾所周知，甲烷專案通常表現欠佳，如清潔發展機制的垃圾掩埋場甲烷專案僅實現預計減排量的 35%。

5.1.5 林業與農業

生物固碳即透過植被生長吸收二氧化碳，以及將碳持續封存於植物組織和植物組織衍生的有機物質內（如儲存在土壤中）。生物固碳專案主要有以下兩種類型：

（一）透過保護現有碳庫存以避免排放，包括：

- 避免毀林
- 避免現有森林退化

（二）增加碳封存，包括：

- 將非森林覆蓋土地轉為森林（造林和再造林）

-
- 增加「林地仍為林地」的碳庫存（森林管理）
 - 透過土壤管理技術增加土壤碳庫存（如免耕農業）

再造林及保護剩餘森林對減緩氣候變遷至關重要，但林業專案有不少特點都顯示不宜用作碳抵換。

永久性

首先，森林碳可能不會永久封存，森林砍伐、火災或疾病都可能導致封存於樹木中的二氧化碳重新釋放到大氣中。抵換計劃採用不同方法處理非永久性風險，如按加州對改善森林管理的抵換協定要求，專案最後一年獲發抵換額度後，須進行為期 100 年監測，若在此期間發生碳逆轉，專案須對此作出賠償。美國碳登錄專案（ACR）或碳驗證標準則缺乏相關長期保障措施，若森林在專案結束後被採伐，專案無須對此負上任何責任。

外加性

其次，對森林專案，尤其是保護或改善現有森林管理的專案而言，外加性和基線選擇特別困難，如很難斷定森林若非轉為抵換專案，是否會被砍伐。設定基線情境通常會根據歷史數據推算。專案透過建立創意模型，以及聲稱砍伐是該區常見做法，可產生大量抵換額度。試想像，專案土地已由土地保育組織擁有及管理幾十年，並以砍伐為當地常見做法作理據，聲稱專案具外加性，但砍伐根本不是過往做法。

洩漏

第三，林業專案特別容易發生洩漏，令林業和其他抵換專案很難

量化（Henders 和 Ostwald，2012 年）。各種協定都以不同方法將洩漏量化，亦對方法是否有效缺乏共識。舉例來說，改善森林管理專案讓美國北卡羅來納州森林採伐減少，卻導致太平洋西北部或印尼森林採伐增加，即為洩漏。如此一來，專案只把排放地點移轉，卻沒有達致淨減排。

共同利益

森林固碳專案很有吸引力，森林為生態系統提供廣泛服務，如供應清潔用水、調節水流量，也為多種動植物提供棲息地，並為數百萬至數千萬人提供生計。

保護現有森林

保護古老森林專案預計可提供最大減碳效益。目前估計，森林退化及毀林造成的排放約佔全球人為氣候暖化總量 15%，毀林造成的排放量龐大，若可加以阻止，將對森林相關排放產生最大淨影響。

按毀林及森林退化排放溫室氣體之減量（Reduce Emissions from Deforestation and Forest Degradation，簡稱 REDD+）框架生產抵換額度，也面對不少挑戰，包括量化基線排放、防止排放移轉、解決森林控制權衝突、爭取各國同意繼續保護森林、持續提供農作物和林產品等。毀林屬需求方問題，生質能（燃料、木材）和土地需求若不能移轉或減少，林業抵換專案只會促使供應來源轉變，而非整體需求減少，需求地方移轉也容易導致「洩漏」。

換句話說，沒有任何森林保育標準可圓滿解決國際洩漏和市場轉

移問題。對木材需求等產業而言，的確如此，但其他產業若有良好專案設計，足以影響供需，如透過可持續採伐為當地提供生計、改善農業可持續發展和生產力、提高能源效率、提供木材燃料替代品、新建高產種植園以滿足木製品需求，減輕自然森林的採伐壓力。

專案保護碳含量豐富的古老森林，同時容許管理良好的選擇性採伐，以增加幼樹的碳吸收，也為當地創造經濟機會及保護生物多樣性，並最大限度提高碳封存量 and 吸收量，此類專案最能帶來實際效益。

模範生物固碳專案可助處理全球問題，如將碳封存及儲存，也可保護流域及為當地人口提供經濟機會，以及保育或修復生物多樣性。相反，專案品質低下可能導致生物多樣性喪失、當地人口流離失所，甚至造成碳儲量淨損失。

處理生物固碳專案問題的方法包括：

- 將抵換專案限於造林和再造林，基線可信度較高
- 從國家或國際層面制定量化和責任機制，以對洩漏負責
- 對集中促進生物多樣性和社會效益的生物固碳專案實施規範
- 要求固碳若用於產生抵換額度，須接受監測，一旦監測停止或顯示固碳被逆轉，便停止或撤銷抵換額度，以處理永久性問題

目前，抵換標準透過以下方式應對生物固碳專案的問題：

- 排除或嚴格限制生物固碳專案（黃金標準、清潔發展機制）
- 對集中促進生物多樣性和社會效益的生物固碳專案實施規範（CCB Standards、Plan Vivo）
- 發行臨時抵換額度（清潔發展機制）或建立碳緩衝區保留專案部分抵換額度和銷售，森林若出現損失，便為重建提供資金（碳驗證標準、Plan Vivo、氣候行動儲備方案、美國碳登錄專案），以解決永久性問題

5.1.6 碳捕集及封存

碳捕集及封存專案指從排放源或直接從空氣捕集二氧化碳排放，並將碳注入活躍和已廢棄的油氣儲集層、深含鹽含水層、不可開採的煤礦層等地下地質層。二氧化碳也是市場商品，經捕集後不一定儲存於安全的儲集層，反而流入各個市場。如此一來，二氧化碳會再釋放到大氣中，二氧化碳捕集便不可用作產生抵換額度，而出售二氧化碳構成財務誘因，其外加性也會受到質疑。

碳捕集及封存的可行性目前雖然有限，但也越來越受到重視，被視為電業脫碳的重要工具。然而，碳捕集及封存仍備受爭議，有團體認為會鞏固化石燃料行業，消除排放的同時卻沒有為當地社區或地區提供任何共同利益。

大型海洋專案也會提議碳捕集及封存，如在海洋進行鐵施肥，以

增加二氧化碳吸收，但該等大型專案具有重大生態風險，目前並不可行。

以下指引由世界自然基金會發布：

- 確保二氧化碳永久安全封存，以防止洩漏或釋氣，即確保二氧化碳安全封存十萬年，並應透過獨立科學審查進行評估和確認
- 確認二氧化碳封存不會干擾或對環境產生直接負面影響，尤其是生物多樣性，並須透過獨立科學審查進行評估
- 允許碳捕集及封存技術計入溫室氣體減排目標前，採用國際協定程序，對封存和相關活動進行獨立查證和監測

其他機構，如世界資源研究所（WRI）等團體也對碳捕集及封存制定關鍵原則，全球碳捕集與封存研究所（Global CCS Institute）亦有豐富相關資料。

5.2 選擇低風險專案類型

有多種專案都可減少溫室氣體排放，但部分專案會較難符合基本碳抵換標準。工業氣體破壞專案一般都容易證明為外加，只要法律沒有相關要求，產生抵換額度幾乎是執行專案唯一的理由 [47]。另一方面，再生能源專案則需要仔細審查，以確定抵換額度銷售

前景對專案執行是否發揮決定性作用，但審查也很難證實這點，單單是能源銷售收入，已足以讓專案繼續執行。

若要降低購得低品質抵換額度風險，最簡單可能是購買低風險專案類型的抵換額度。附件一提供與常見碳抵換專案類型相對的抵換品質風險概覽。

上述方法有兩個潛在缺點。首先，如附件一所示，環境完整性風險較低的專案類型為數不多；其次，最容易滿足環境完整性要求的專案，往往為環境和社會帶來最少共同利益，反之亦然。買家通常須在品質風險較低與共同利益較大的專案類型之間作出選擇，如專案在硝酸廠減少一氧化二氮（ N_2O ）排放，一般都具有很高外加性，易於量化，不會引起擁有權或永久性問題，也不會對社會或環境造成危害，不過，專案對改善生計或環境方面貢獻甚小。另一方面，農林業專案在多個小型農場進行樹木固碳，可能會為當地帶來很多效益，但對溫室氣體的影響卻較難量化，也可能無法永久將碳儲存在樹木中。附件一載列最有可能為社會和環境帶來共同利益的專案類型，當中也可見上述權衡取捨。

[47] 雖然通常都無須擔心外加性問題，但部分類型的工業氣體專案確實面對基線估算和高估減量問題。



清潔爐具透過更有效使用燃料，減少二氧化碳和室內空氣污染，更為居民節省金錢。
圖片來源：拉丁美洲 Proyecto Mirador Enhanced Distribution of Improved Cookstoves

5.3 「折現」抵換額度

額外註銷抵換額度是處理品質風險的策略，如買家可從不同專案購買及註銷 200 個抵換額度，以抵銷 100 噸二氧化碳排放量，稱為「折現」^[48]。

「折現」雖未能直接解決品質問題，但可為抵換額度與相關溫室氣體減量的風險，如非外加、高估、非永久性或已被他人用以抵銷排放量等，進行對沖，而抵銷成本增加，也有助買家專注減少自身排放。

折現可為負責任使用碳抵換策略的一部分，但若沒有其他方法檢查抵換品質，買家不應以折現方式購買抵換額度。購買雙倍非外加溫室氣體減量無助於減緩氣候變化！

5.4 較弱方法：依賴價格或年份

不少市場上，「便宜」多數是「低品質」的同義詞，尤其對較新的專案來說，非常便宜的抵換額度很可能反映其品質較低。若專案抵換額度每噸低於 1 美元至 2 美元，價格接近專案開發、註冊、查證的交易成本，其外加性可能很低，很難證明專案依靠抵換額度收入執行。不過，部分具高度環境完整性的抵換專案類型也可以相對較低成本產生溫室氣體減量，如破壞或避免工業 N₂O 的專案。

價格較高也不一定與品質較高成正比。真正外加抵換專案為產生溫室氣體減量，內在成本會較高，也因此需要對抵換額度設定較高價格，以符合財務效益。不過，非外加專案若找到容易上當的買家，也可以高價出售抵換額度。實際成本較高的專案可能會因此被排擠出市場。若買家沒考慮其他變數，只一心尋找較高價的抵換額度，絕非明智策略。

[48] 嚴格來說，「折現」指向專案發放的額度少於其實現的溫室氣體減量，但通常泛指任何有效利用較多溫室氣體減量抵換較少溫室氣體排放量的方法，也被提議用於監管碳市場；詳見 Warnecke 等（2014 年）。

抵換額度的「年份」可指發行年份，也可指相關溫室氣體減量發生的年份，部分如林業專案等類型因查證週期較長，兩者會有明顯延遲。抵換額度的年份與品質沒有必然關係。

不過，若出現以下情況，較早發行年份可能代表品質疑慮：

- 抵換額度長期未售出；
- 抵換額度由專案開發商直接出售，而專案開發商
 - 沒與抵換額度買家簽訂前期契約（如排放減量買賣契約）；和／或
 - 結轉大量未售出的抵換額度；和
 - 即使沒有出售抵換額度，仍繼續營運抵換專案數年。

5.5 抵換額度品質盡職調查

買家雖可選擇價格合理、年份較新、環境完整性風險最低的抵換專案類型，以提高獲得高品質抵換額度的機會，但最穩健的方法仍是對生產抵換額度的專案進行調查和評估。抵換專案盡職調查可由組織自己執行，或委聘具必要專業知識的外部顧問協助執行，如與對所考慮的行業或專案類型有詳細了解的人合作，通常會有幫助。

視乎買家資源和專案類型，盡職調查的工作量可有很大差異。附件一載有各式各樣專案類型，買家應針對環境品質風險最高的專案進行盡職調查。若買家時間和資源較少，可將抵換額度採購限

於風險最低的專案類型（即「低風險」類別的專案類型）或與可信採購顧問合作。買家若能投入更多時間和精力，可參考以下針對每項主要抵換額度品質標準進行相關盡職調查時應探討的問題。

就每項標準可提出的疑問分類如下：

- （一）對所有專案都應提出的疑問
- （二）額外疑問，針對風險較高或有相關標準疑慮的專案類型

進行抵換專案盡職調查，無法避免主觀因素影響。抵換額度買家應特別留意最令人憂慮的範疇，考慮所有專案「品質」要素，並按自己意願和風險承受能力，決定是否購買抵換額度。買家也應特別留意外加性和量化問題。

盡職調查答案有助建立信心，及解決與專案類型固有風險相關的問題，相關答案可從以下資訊來源獲取，包括：

- 專案報告、監測報告、查證報告、專案規則
- 直接與專案開發商、利害關係人、專案贊助商、經紀人或相關監管實體聯繫，也可能獲得有價值的資訊
- 若能出差，也可考慮到訪專案現場收集資訊

收集資訊以判斷對專案環境完整性的滿意度很主觀，專案背景差異也會為建立購買信心帶來不同挑戰。上述資訊來源清單雖非完整，但也可作為盡職調查的起點。

5.5.1 外加性

碳抵換計劃雖已制定標準排除非外加專案，但沒有任何方法可完美審查外加性。抵換額度買家應針對所選專案進行評估，盡職調查建議問題包括：

所有專案類型

- 用以證明專案外加性的數據和假設是否都已公開及可輕易獲取？主要碳抵換計劃大部分都要求對外加性鑑定作出透明報告，所用數據和方法都須經認可的查證機構檢查。買家進行盡職調查時也可審視及了解所用方法，尤其當規則容許以不同方式證明外加性，當中部分方法會較保守。
- 專案（目前）非因應法律要求執行，但是否有理由相信專案是為了配合未來預期的法律要求（或避免將來觸發該等要求）？碳抵換計劃對審視潛在法規的程度可能會有差異。舉例而言，法律目前尚未要求執行垃圾掩埋氣體燃燒專案，但垃圾掩埋場擁有人如預計未來或會被管制排放量（如垃圾掩埋場增長超出監管門檻），不管怎樣都會爭取執行該等專案。因此，即使專案在不久將來勢在必行，今天仍可聲稱為外加。
- 專案所用相關標準或外加性測試是否為最新版本？若專案沒有使用最新版本，其外加性是否仍符合最新規則標準？即使專案外加性不符合最新標準，也不等於專案是否為外

加。舉例而言，專案如涉及大量前期投資成本，獲批時可能非普遍做法，而此類專案即使現已很普遍，也不會影響其外加性鑑定，專案開始實施時已適當進行鑑定。另一方面，規則通常會為外加性測試堵塞「漏洞」而進行更新，讓非外加專案獲得資格。買家應進一步調查規則為何更新外加性標準，並了解經修訂的測試是否會將相關專案排除。

- 專案碳抵換額度收入與其他收入或成本節省的比例如何？若抵換額度收入只佔專案總收入一小部分，外加性的說服力通常較薄弱。舉例而言，若再生能源專案總收入有 95% 來自電力銷售，只有 5% 來自抵換額度收入，其外加性應受到質疑。
- 若專案沒繼續獲得抵換額度收入，會停止減排嗎？即使專案的抵換額度收入與其他收入相若（或更多），其他收入可能足以支付成本，即專案停止銷售抵換額度，也可繼續減排。該等專案不一定為非外加，當初決定執行專案也有可能基於抵換額度的銷售前景，但仍應進行更仔細調查。

若專案類型的外加性特別令人關注

- 專案若使用專案特定的外加性測試，其外加性理由是否具有說服力？專案特定的外加性測試（詳見碳抵換計劃如何處理外加性問題章節）嘗試透過評估每個專案特定的法律、財務、實施細節判斷外加性。若所選專案以上述其中一種測試主張外加性，買家進行盡職調查時須研究專案提供的

資訊，並評估論點是否具說服力。主要疑問包括：

- 專案為證明外加性提供多少資訊和數據？若分析草率，應予立即懷疑。
- 專案目前（和不久將來）是否非按法律要求執行？
- 專案有否識別及詳述令人信服的執行障礙，又有否提出具說服力的理由證明需要抵換額度收入以克服此等障礙？所有專案都會遇到執行障礙，判斷外加性的關鍵在於該等障礙是否重大，以及抵換額度收入是否可克服該等障礙。若抵換額度收入與克服障礙沒有明顯關係，專案的外加性應受到質疑。
- 專案有否就抵換額度收入為執行的決定因素提供明確可信的理由？抵換額度收入也許有助解決障礙，但關鍵問題在於抵換額度收入是否專案推進的決定因素。「決定因素」指若專案沒有碳收入，即使有（或曾有）其他收入來源，也無法推進。舉例而言，專案設計旨在將甲烷捕集及輸送至附近的天然氣管道，與管道連接的技術和許可要求構成執行障礙，專案開發商提出碳收入可為處理這些要求支付成本，財務分析卻顯示專案僅用甲烷銷售收入已足以支付成本，甚至實現具競爭力的投資回報。因此，碳收入極不可能是專案推進的決定因素。
- 表明專案活動非普遍做法的論點是否具說服力？專案若涉及碳市場外的常見活動，或稱「一切如常」（business as usual），除非專案開發商可指出專案與其他類似活動的根本差別，否則一般都應被拒絕。然而，上述判斷

可能較主觀。買家需研究專案如何定義普遍做法，以及有否使用無關重要的細節以裝作與國家或行業的類似活動或做法不同。

- 專案若使用標準化外加性測試，是否可能為例外情況？標準化外加性測試（詳見碳抵換計劃如何處理外加性問題章節）一般以專案平均條件考慮設計。買家需對用以篩選外加專案的「表現標準」或其他準則背後的假設多加了解，若專案情況與假設有明顯分歧（如收入明顯高於類似專案），即使符合所有資格標準，實際上也可能不是外加。
- 為達至盡職調查目的，買家應嘗試對專案另外進行「專案特定」外加性評估，包括取得更多專案詳情，並根據上述針對專案特定外加性測試的主要問題進行評估。專案若符合所有標準化外加性準則，又能為通過專案特定外加性評估提出具說服力的論據（如證明碳抵換額度收入是專案推進的決定因素），便較有可能是外加。

5.5.2 量化

主要碳抵換計劃都已制定規則（或「方法學」）以量化專案的溫室氣體減排和移除（詳見避免高估章節）。規則為估算基線排放及確認專案實際排放提供一致方法，一般都能可靠地量化專案減排量。不過，買家應留意碳抵換計劃的規則各有不同，即使是對相同專案，計算結果都可能有差異。盡職調查建議疑問包括：

所有專案類型

- 專案有否應用規則最新版本將減排量化？碳抵換計劃會定期修訂規則，以更新假設及改善量化方法，已註冊的專案通常可繼續使用舊版規則（即「不溯既往」）。不過，買家應檢查最新版本的規則會否嚴重影響專案減排估算，若減排量估算結果需向下調整，買家應避免購買專案已發行的抵換額度，並堅持要求專案遵循當前規則。
- 量化規則是否採用合理方法和有科學依據？（網路搜尋該規則或方法學有發現任何問題嗎？）碳抵換計劃會更新規則，以處理量化方法已發現的缺陷或科學知識進步。舉例而言，清潔發展機制發現專案利用有缺陷的基線方法，增加HFC-23產量及將其破壞，從而獲得抵換額度，便隨即修改HFC-23破壞專案的量化方法。不論是任何專案，買家都應進行基本資料搜集，了解是否有可信評論指出規則的缺點。
- 專案有否偏離指定規則或方法，又有否合理解釋該等偏差？若專案開發商可向碳抵換計劃職員證明替代方法合理，部分計劃會容許專案採用偏離於規則要求的方法，通常為暫時情況，如涉及專案無法根據指定方法產生監測數據，需使用替代方法進行估算。碳抵換計劃通常會盡力確保替代方法比指定規則保守，但抵換額度買家也應覆檢採用偏離方法的專案。
- 專案監測數據是否有任何差距或不一致，又是否有合理解

釋及處理？主要的碳抵換計劃都設有規則和程序，以處理專案監測數據的差距或不一致（如流量計發生短暫故障，在一段時間內無法收集數據）。該等情況和處理方法應予透明呈報。若監測報告和相關數據沒公開或無法輕易獲取，缺乏透明度，買家應多關注其高估問題。

若專案類型的量化問題特別令人關注

- 規則針對處理量化不確定性（包括洩漏風險）指定的方法是否適用於所研究的專案？標準一般都會為處理量化不確定性指定方法，但該等方法通常奠基於專案典型或「平均」執行的情況。評估特定專案時，應判斷專案情況是否與規則方法假設的條件或參數不同，買家須徹底了解專案使用的量化方法和假設，也須查看方法的科學文獻基礎。洩漏風險應予特別審查，由於實際洩漏影響難以測量（可能在遠離專案現場的地方發生），不少規則都使用標準「預設」或折現因子處理。雖然預設方法設計保守，但買家仍應將方法背後的假設與專案具體情況比較。專案若與量化方法假設的情況差異很大，減排量可能被高估。
- 若專案使用其他規則（如不同碳抵換計劃），減排估算結果會有很大差異嗎？即使專案類型相同，規則不同也可能會對專案的減排量或移除量產生不同的估算結果。因此，專案開發商可能會選用量化方法較寬鬆的碳抵換計劃。買家購買抵換額度時，應選擇採用量化方法較保守的專案，尤其當所選專案類型的量化不確定性較大。

5.5.3 永久性

部分專案類型面對重大缺乏永久性風險，所有主要碳抵換計劃都已設有機制處理永久性風險及作出補償（詳見永久性章節），碳抵換額度買家一般都不用承擔與減排逆轉相關的風險。然而，買家應留意當中仍有一定程度風險，計劃為補償逆轉而設的保險機制可能會失敗，專案減排量獲發的抵換額度可能會成為非永久。若已購買未到期的抵換額度，買家應對專案情況和管理措施多加了解，以判斷風險是否已降至最低。盡職調查建議疑問包括：

所有專案類型

- 專案失敗是否有可能導致減排「逆轉」？除非專案涉及碳封存（如在樹木中封存碳），否則減排逆轉極不可能發生。理論上，溫室氣體排放量一旦高於專案基線情境假設，就會發生「逆轉」。舉例而言，太陽能板和電池儲存系統為建築物供電，獨立於電網運作（及避免電網供電排放）；但太陽能板出現故障，由備用柴油發電機取代供電，導致排放量高於使用電網電力的基線情境。嚴格來說，上述情況會導致之前所有減排出現「逆轉」。雖然情況較罕見，但部分專案類型仍值得就相關風險進行評估。買家應避免會因失敗引致逆轉風險的專案。

若專案類型的永久性問題特別令人關注

- 專案逆轉風險有多大（如根據計劃標準計算）？碳抵換計

劃大部分都要求林業和土地使用專案就逆轉風險進行專案特定評估（如將自然干擾、管理或財務失敗的可能性等列入考慮）。雖然碳抵換計劃通常都已考慮逆轉風險，抵換額度買家仍可選擇風險較低的專案。若計劃沒要求進行專案特定風險評估，買家應在進行盡職調查時提出相關要求。

- 專案是否已制定管理和降低逆轉風險的正式方案，並確實執行？品質較高的固碳及封存專案會制定管理方案，以降低逆轉風險，包括執行物理措施，用疏伐等方法減少森林火災和疾病風險；實施財務管理措施，降低專案失敗或破產風險；使用地役權、法律限制等措施，防止過度砍伐或更改土地用途。碳抵換計劃通常都會要求專案制定上述方案。抵換額度買家進行盡職調查時，可審查該等方案及評估執行有效性。重要的審查疑問包括：
 - 專案擁有者是否已分配足夠人員和預算，以控制專案預期造成的影響？
 - 負責管理及維護的執行夥伴是否有合約義務履行相關長期職責？
 - 專案財務狀況是否良好？是否出現財務不穩或破產可能？
- 您是否相信碳抵換計劃的保險或「緩衝儲備」？主要碳抵換計劃多數都設有保險機制補償逆轉，並通常採用「緩衝池」或儲備形式，由具逆轉風險的專案（如林業專案）貢

獻抵換額度。然而，碳抵換計劃對如何決定每個專案所需的貢獻都有不同做法，覆蓋「蓄意」逆轉（如源於過度採伐或土地變更）或僅「不經意」逆轉（如源於自然干擾）的程度也有差異。對碳抵換計劃的保險機制的全面比較超出本指引範圍。抵換額度買家可對所選的碳抵換計劃政策多加了解，再決定是否滿意計劃補償逆轉的能力。

5.5.4 減排量擁有權

主要的碳抵換計劃都已設有規則和程序，以確保發行的抵換額度相關減排量沒被重複計算，擁有權亦沒有任何衝突（詳見溫室氣體減量獨家擁有權章節）。不過，買家仍可採取進一步措施，以確保獲得抵換額度減排量的獨家擁有權。盡職調查建議疑問包括：

所有專案種類

- 註銷抵換額度的用途是否已於碳抵換計劃註冊系統清楚明確記錄，並不可逆轉？碳抵換計劃一般都會盡力確保取消或註銷抵換額度的用途於註冊系統清楚列明，只有一方能合法申請註銷，以免任何抵換額度被「重複使用」或「重複銷售」，即避免多於一方聲稱已代為註銷抵換額度。買家若直接控制抵換額度（如在計劃註冊系統控制抵換額度帳戶），註銷時應清楚載明對額度的獨家擁有權，通常較直接了當。零售買家應向零售供應商要求提供在相關註冊系統註銷抵換額度的證據，如與購買量相符的證書號碼或交易編號。

- 碳抵換計劃是否將專案所在管轄區的自願或強制減排目標納入計算？雖然碳抵換計劃通常都盡力避免向官方溫室氣體減量目標覆蓋的減排量發行額度，但有時可能會忽略自願目標、其他非強制承諾，或國家曾作出卻放棄的承諾。2009年哥本哈根和2010年坎昆的氣候峰會上，多國作出自願減排承諾，碳抵換計劃無視此等過往承諾，多數基於國家未有落實推進，亦已於2021年被《巴黎協定》承諾取代。詳見2020年後的碳抵換：《巴黎協定》下的世界章節。

最後，專案減排量有時會在企業自願溫室氣體減排承諾覆蓋的排放源發生。公司可將抵換專案產生的減排量算入自願目標，雖然不會直接造成任何法律問題，但仍構成重複計算，應予避免，而碳抵換計劃通常亦會監督重疊情況。因此，買家應先確定減排量非在任何企業減量承諾覆蓋的排放源發生。

若專案類型的減排擁有權特別令人關注

- 專案的間接減排量出現擁有權衝突的風險有多高？專案類型若涉及間接減排量，即相關減排非由專案擁有人擁有或控制的排放源產生，多數會被標誌為有較高風險出現擁有權衝突。對間接減排量主張擁有權的風險本質較高，擁有或控制排放源的實體隨時也可對相關減排量申請抵銷。主要的碳抵換計劃一般都會要求專案擁有人合法證明對獲發行抵換額度的減排量具獨家擁有權，以圖監督擁有權衝突。不過，一般都很難（或不可能）準確判斷間接減排量在何處發生，該等法律證明文件也很難查證真實性。盡職調查

關鍵在於了解間接減排源的擁有人有多大可能嘗試對減排量申請抵銷。相關疑問包括：

- 間接排放源（或潛在來源）擁有人是否已訂立自願減排目標？若是，專案產生的減排量可能會被算入減排目標。
- 間接排放源的擁有人是否受法律強制要求減排？碳抵換計劃通常會避免向受監管的排放源發行抵換額度，但買家仍可多了解相關法律要求是否已充分進行調查。

5.5.5 共同利益 / 危害

主要的碳抵換計劃都設有規則和程序，以免向可能對社會、經濟、環境造成危害的專案發出批准。此外，有些碳抵換計劃和第三方認證機構會對抵換專案帶來的社會和環境利益，提供補充認證。基本上，買家可信賴上述規則和認證對所選抵換額度的評估，尤其用以分辨具正面共同利益的專案。進行盡職調查時可考慮以下問題，減低從有害專案購買抵換額度的風險，包括：

所有專案種類

- 開發商執行專案前有否諮詢可能受專案影響的在地利害關係人？碳抵換計劃多數要求專案註冊前進行在地利害關係人諮詢，對發展中國家特別重要，當地通常較少監管保障。若專案沒與利害關係人接觸，買家應對此疏忽多加關注，至於嚴重程度則需視乎專案類型和所在地，部分專案類型對當地社區造成危害風險較少。

- 專案是否已取得任何計劃或第三方認證，證明對環境和社會帶來共同利益？該等認證（如氣候、社區和生物多樣性聯盟、社會碳，或碳抵換計劃本身）一般可為專案提供額外保證不會造成危害，及確保專案開發商已將在地利害關係人的憂慮納入考量。專案即使未取得任何共同利益認證，也不一定有較高風險造成危害，但買家也可向專案開發商詢問為何未有尋求適用的認證。

若專案類型的潛在危害特別令人關注

- 專案如何減少風險和潛在危害？一般來說，買家應避免與社會、經濟或環境危害相關的專案。若此等專案仍可繼續執行，應多了解專案具體情況，包括專案如何處理潛在風險和當地利害關係人的憂慮，又設有什麼機制避免危害及在危害發生時作出補償。舉例而言，氣候、社區和生物多樣性聯盟要求林業專案持續進行相關的社群影響監測。然而，機制是否足夠，最終仍取決於抵換額度買家看法。到訪專案地點通常最能了解專案造成的潛在危害，但若不可行，買家可提出到訪要求，並觀察專案開發商的反應，可能也會獲得資訊。

5.5.6 盡職調查範例

此節以虛構農業專案為範例，解答盡職調查疑問。

X 公司的永續主任從「專案類型與相對品質風險列表」中選出一個專案類型，與 X 公司依賴農產品的供應鏈相關。

永續主任與抵換額度經紀人合作，從中再挑選一項 2018 年開始執行的改善肥料管理專案，並作進一步盡職調查。專案開發商主張透過減少農地使用合成氮肥，以減少 N₂O 排放（N₂O 全球暖化潛勢比二氧化碳高 298 倍）。專案擁有 2,000 英畝玉米種植面積，採用精準施肥系統，提高土壤分析外，附有全球定位系統（GPS）功能的新型拖拉機可助農夫根據土壤分析的指示施肥，以免過度施肥。基線情境設定為對整片農地均勻施肥。

專案類型相對品質風險將農業和土地使用列為需要對外加性和量化進行盡職調查的專案類型。永續主任從公眾可及的登錄處下載專案設計文件（PDD）、專案自產生抵換額度以來的查證報告，也從碳抵換計劃網站取得專案執行採用的規則。他們利用專案設計文件、查證報告、規則專案資訊作為參考來源，以解答盡職調查疑問。留意到盡職調查章節提出的問題非全部適用，永續主任遂委聘熟悉該專案的當地專家，也向抵換專業社群的同事諮詢，以收窄問題範圍，找出與專案及其具體情況最相關的問題。

外加性：專案主張外加性的理據為碳抵換額度收入可助解決障礙，如相若的大型玉米農場採用技術比率最低，以及購買新型（較昂貴）拖拉機及進行仔細土壤分析的前期投資成本。

- 用以證明專案外加性的數據和假設是否都已公開及可輕易獲取？專案為證明外加性提供多少資訊和數據？表明專案活動非普遍做法的論點是否具說服力？

專案設計文件參考前一年針對全國大型玉米農場採用技術比率進行的研究，出自聲譽良好的同行審查期刊。研究對美國 250 個規模相若（大型）的玉米種植計劃進行調查，指出採用比率低於 5%。專案設計文件也包含財務分析（投資回報率計算），列出增加土壤分析和改進拖拉機的成本、預期從減少農地使用氮肥節省的成本。

- 專案碳抵換額度收入與其他收入或成本節省的比例如何？是否就抵換額度收入為專案執行的決定因素提供明確可信的理由？

專案抵換額度收入佔整體收入比例較小（約 15%），財務分析卻是執行專案最主要的決策工具。專案需要大量前期投資成本，以提高拖拉機技術，也透過減少使用氮肥達至年度成本節省。專案節省的成本已納入財務分析，助專案取得投資及繼續推進，但也

對外加性構成潛在憂慮，被列為需要跟進的部分。仔細研究專案文件後，抵換額度收入雖佔整體收入（及成本節省）比例較小，專案設計文件卻對此提出有效理據，抵換額度帶來額外 15% 收入，在專案開發的財務分析階段十分重要，將回本期由 10 年減至 7 年，讓農夫經濟上可負擔改良措施。

- 若專案沒繼續獲得抵換額度收入，會停止減排嗎？

專案開始執行後，即使沒有抵換額度收入，也可能不會停止減排，投資於提高拖拉機技術的龐大前期資金已成為「沉沒成本」，減少使用氮肥也持續節省成本。專案抵換額度計入期為 10 年，若專案打算延續第二個 10 年計入期，其外加性將會受到高度質疑，其財務投資分析的投資回報率時限已不再適用。

量化：規則指定透過估算與基線情境相比減少的肥料消耗量，及採用經同行審查的量化工具，以計算溫室氣體減量。專案影響的量化已完成查證（若可取得查證報告，可能會對下列問題提供有用資訊）。

- 量化規則是否採用合理方法和有科學依據？

針對規則指定的量化方法，在網絡及文獻搜尋相關資料，發現多項參考資料都指出農田使用合成氮肥的 N₂O 釋放率存在不確定因素。指定量化方法對基線情境評估預計的 N₂O 釋放量，

並以相同方法評估專案情境施肥實際的 N₂O 釋放量，再將測量得出的施肥減排影響減少 10%，以處理突發狀況及保守低估減排量，減少發行過量抵換額度的風險。文獻明確指出，減少使用氮肥會減少溫室氣體排放，追蹤施肥減量可得到精準的測量結果，差異介乎整體氣候影響的正負 5% 之間。指定量化方法採用保守策略對專案影響進行估算，減少 10% 影響，以處理量化本質上的不確定性。

- 規則針對處理量化不確定性（包括洩漏風險）指定的方法是否適用於所選專案？

詳見以上有關量化方法不確定性問題的解答。規則要求追蹤專案額外使用農業設備、相關額外燃料和電力需求，相關的額外排放量都已在專案設計文件中納入計算，但數量只有很少，被認為可予忽略。

此類專案減少施肥可能會導致農作物產量減少，考量到玉米市場反應，一般會認為一個農場產量減少，會增加其他農場產量（即肥料使用增加），專案效益因而被抵銷。為處理上述「市場洩漏」，規則要求專案將產量與基線相比，以得出平均產量。若減少施肥後，產量隨之降低，規則會提供適當追索權，以調整專案實際減少的施肥量，反映市場洩漏的影響。專案的查證報告顯示，精確施肥改變沒減少農場的作物產量。

第六章 總結

近年各界對碳抵換的興趣大增，是很好的現象，反映公眾對氣候變遷越來越關注，而氣候行動比以往任何時候都更緊迫。本指引清楚說明碳抵換額度遠非完美工具，一旦使用不慎，碳抵換會拖慢應對氣候變遷的進展，與「漂綠」相差無幾，但如使用得宜，碳抵換可加快氣候行動，不再局限於迄今為止由政府政策制定的緩慢步伐。

制定切實可行的減排計劃，是負責任使用抵換額度的第一步。不論任何領域的人類活動都極需採取積極行動，不能只靠購買抵換額度，應採取更直接和積極行動，如減少搭乘飛機，或投資於提高建築物、設備、車輛的能源效率。

買家亦需要花時間了解和尋找高品質的抵換額度，才可負責任使用碳抵換。碳抵換計劃為發行的抵換額度提供必要的品質保證，買家應避免購買未經計劃認證的抵換額度。然而，品質保證是否充足卻是另一個問題。如第四章所述，碳抵換是否具有「環境完整性」不是二元問題，品質程度由不同元素構成，包括對碳抵換專案的外加性（首要）、量化、永久性、減排量獨家擁有權、避免對社會和環境造成危害等方面的信心水平。碳抵換專案產生的抵換額度如獲得發行，應代表已達到最低品質門檻，但碳抵換計劃以往也發生過錯漏。買家不應將達到最低門檻相等於環境完整性得到高度肯定，並應了解所選的碳抵換專案，針對主要標準提

出疑問（如專案是否有其他收入來源），以及選擇較有可能滿足基本品質要求的專案類型。

最後，解決氣候變遷沒有萬靈丹，自願使用碳抵換以加快氣候行動固然值得欣賞，甚至可說是必要的。然而，買家不應忽視政府大力推動政策回應的必要性。使用高品質抵換額度以宣稱達至碳中和，不論手法有多正當合理，只要分散公司、客戶和其他利害關係人對推動加強監管和碳定價的注意力，便會損害氣候行動。自願行動無法取代政策行動。自願行動者與政府互相協調，對確保集體回應氣候變遷至關重要。碳抵換應視為集體回應的其中一環，而非單獨的解決方案。

附件一：碳抵換專案類型與相對品質風險

部分碳抵換專案類型較易符合碳抵換的基本標準。下表將各專案類型按風險程度區分，「低風險」表示個別專案通常能符合所有抵換品質標準，而其他專案類型則須更謹慎處理。下表針對各專案類型，列出會否相對較難符合各項準則，購買抵換額度時須多加留意。表三至表五若出現空格，即表示該準則不是該專案類型關注的要點。

低風險	中風險	高風險
<ul style="list-style-type: none">• 使用二氧化碳• 破壞甲烷（沒使用）• 避免硝酸製程產生一氧化二氮（N₂O）• 破壞己二酸製程產生的N₂O*• 破壞臭氧層破壞物質	<ul style="list-style-type: none">• 捕集及使用甲烷• 避免甲烷• 能源分配• 家用需求的能源效率• 避免或重用全氟碳化物（PFCs）和六氟化硫（SF₆）• 小型再生能源	<ul style="list-style-type: none">• 農業• 生質能• 製造水泥• 工業需求的能源效率• 供給方的能源效率• 森林與土地使用• 化石燃料轉換• 捕集或避免逸散氣體• 低碳運輸方法• 大型再生能源

* 有研究已針對己二酸工廠避免 N₂O 的專案指出潛在憂慮，但原則上，若應用適當的方法學，此等專案仍可為低風險類型。

表三：低風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
使用二氧化碳	工業採用生質能或工業尾氣產生的二氧化碳，取代化石或礦物二氧化碳				
破壞甲烷	破壞煤礦通風甲烷 (VAM)				危害： 可被視為支持煤業，不符合長期氣候目標。
	燃燒垃圾掩埋氣體	因地點而異。發展中國家多數地區的專案都可能具備外加性，但如美國等已發展國家，部分專案只為避免觸發監管要求而執行。	基線有潛在不確定性（如沒有專案，甲烷產量會是多少），但大多可透過計劃量化和資格規定處理。		利益： 可為垃圾掩埋場鄰近社區減少異味問題。
避免硝酸製程產生 N ₂ O	改善硝酸製程		高估基線，N ₂ O 測量技術相當複雜。		危害： 可被視為支持合成肥料製造，不符合長期氣候目標。
破壞己二酸製程產生的 N ₂ O	破壞或重用／回收己二酸製程的副產品 N ₂ O		研究發現工廠透過增加己二酸產量，製造更多 N ₂ O，並將其破壞，換取碳抵換額度。目前的方法學可糾正此趨勢。		
破壞臭氧層破壞物質	收集及破壞絕緣泡沫和冷藏設備使用的臭氧層破壞物質		基線排放率可能有不確定性（如舊設備重用臭氧層破壞物質，洩漏速度會有多快），臭氧層破壞物質氣體的全球暖化潛勢高，會增加量化出現錯誤。		利益： 破壞臭氧層破壞物質有助平流層臭氧加快復原。

表四：中風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
捕集及利用甲烷生產能源	煤礦甲烷、煤層甲烷	碳抵換收入可佔投資回報大部分；不過，此等專案不再面對重大技術障礙，有些國家礦場已大量使用甲烷，為普遍做法。	部分專案會變相鼓勵增加甲烷排放，導致甲烷破壞量多於基線排放量。然而，大部分規則都會對此加以控制。 若甲烷用作生產能源，移轉排放量基線可能有不確定性。	所有權： 專案捕集甲烷以生產能源，可導致間接減排量（如在接駁電網的發電廠）。	利益： 若捕集甲烷後用以取代煤，可助改善空氣污染。 危害： 可被視為支持煤業，不符合長期氣候目標。
	畜牧業甲烷、糞肥管理、使用沼氣	部分地點有專案需評估其他收入和資金來源是否已足以支持專案執行，無須碳收入。	基線或有不確定性，但大多可透過量化和資格規定處理。 若甲烷用作生產能源，移轉排放量基線可能有不確定性。	所有權： 專案捕集甲烷以生產能源，可導致間接減排量（如在接駁電網的發電廠）。	利益： 畜牧業碳抵換專案可減緩對當地環境的影響。 生物分解器可為家庭提供能源煮食、節省燃料消費、減少與燃燒人畜排洩物相關的衛生問題。使用沼氣取代木材作為燃料，可減少依賴木柴。
	其他（廢水、工業固體廢棄甲烷的捕集與利用）	此等專案很多都應審查監管方面的驅動因素。 部分地點有專案需評估其他收入和資金來源是否已足以支持專案執行，無須碳收入。	基線可能有不確定性，但大多可透過量化和資格規定處理。 若甲烷用作生產能源，移轉排放量基線可能有不確定性。	所有權： 專案捕集甲烷以生產能源，可導致間接減排量（如在接駁電網的發電廠）。	利益： 可為垃圾掩埋場鄰近社區減少異味問題。

表四：中風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
捕集及利用甲烷生產能源（續）	利用垃圾掩埋場氣體（以生產能源、電力）	因地點而異。發展中國家多數地區的專案都可能具備外加性，但如美國等已發展國家，部分專案只為避免觸發監管要求而執行。即使沒有碳收入，專案生產能源仍可具經濟效益。	基線可能有不確定性，但大多可透過量化和資格規定處理。 若甲烷用作生產能源，移轉排放量基線可能有不確定性。	所有權： 專案捕集甲烷以生產能源，可導致間接減排量（如在接駁電網的發電廠）。	利益： 可為垃圾掩埋場鄰近社區減少異味問題。
避免甲烷排放	堆肥；廢棄物或廢水好氧處理；棕櫚油廢棄物管理／利用	應小心審查堆肥和廢棄物好氧處理專案在監管方面的驅動因素。 部分地點有專案需評估其他收入和資金來源是否已足以支持專案執行，無須碳收入。	基線可能有不確定性，但大多可透過量化和資格規定處理。 若棕櫚油（或其他）廢棄物用作生產能源，移轉排放量基線可能有不確定性。	所有權： 生產能源的專案可導致間接減排量（如在接駁電網的發電廠）。	利益： 堆肥專案有助減少廚餘，推廣有機農業為環境和健康帶來的好處，並減少化石肥料需求。
能源分配	區域供暖、獨立電網連接、微電網發展和其他	很多情況下，外加性都不太明確；專案可能是資本密集型，而碳抵換收入是否投資決策的決定因素則不甚明確。	基線減排量可能有不確定性；量化規則對此一般都會充分保守處理。	所有權／重複計算： 通常都會導致間接減排量。若分配取代用電（如區域供暖專案導致電暖器使用減少），發電商可能重複計算減量。	利益： 取代效率低的分佈式燃燒（如家用煤炭或泥煤爐具），可顯著改善空氣品質。 連接獨立電網或微電網發展可提供較穩定能源。

表四：中風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
家用需求的能源效率	改良爐具		存在重大不確定性及超額計算抵換額度的可能性，原因包括估算爐具經改良後的生質燃料消耗減量採用的方法、非再生生質物佔比（即與土地使用變更影響相關的排放）、基線情境使用木材燃料的排放因素、將化石燃料「抑制需求量」納入估算，以及低估爐具棄置或混合使用的情況。	永久性： 若專案將避免森林砍伐（即減少使用生質能讓森林碳儲量增加）計算在內，需留意碳儲量可能會逆轉。	利益： 取代效率低的分佈式燃燒（如家用木柴、煤炭、木炭或泥煤爐），可顯著改善空氣品質，並為使用經改良爐具的家庭帶來不少健康好處。 爐具市場創造就業機會。 為農村家庭節省時間和燃料支出。
	提高照明、隔熱、電器效能；暖通空調系統；空調；街道照明；抽水及淨水等	部分專案較難證明碳收入為決定因素，如能源成本節省多於碳抵換收入。 不少地方已推行國家和本地支援措施，提高效率十分普遍。	基線排放減量、新儀器實際使用率、基線使用模式常會有不確定性。基線有時與化石燃料的「抑制需求量」估算相關，帶來高估基線排放量的風險。	所有權／重複計算： 能源效率測量往往導致間接減排量，重複計算的可能性較高。	利益： 可為終端用家節省支出，並為低收入地區的社區和家庭改善公共衛生。
避免及重用 PFC 和 SF6	避免 PFC 排放；捕集及重用 SF6	外加性取決於專案特定活動和涉及的設備。有些情況下，即使沒有碳收入，減排措施仍具有成本效益。 此外，PFC 和 SF6 愈加受到政府監管，專案在部分司法管轄區為強制執行，亦有專案預計相關監管措施即將生效而提前執行。			

表四：中風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
小型再生能源 (少於 15 兆瓦)	小型水電廠（河流）發電	比大型水電專案面對更大投資障礙，但往往無法確定碳收入是否對投資決策產生重大影響。	基線排放減量可能有不確定性；量化規則對此一般（雖非全部）都會保守處理。	<p>所有權／重複計算：若連接電網或將化石燃料發電移轉，此等專案可導致間接減排量；發電商可能重複計算減量。</p> <p>若專案也出售再生能源憑證或能源來源證明，其他實體可能也會重複計算減量。</p>	<p>利益： 取代化石燃料發電，減少空氣污染。鄉村電氣化。</p> <p>危害： 生態系統服務移轉，依賴原河流資源的社區流離失所（小型專案問題較少）。</p>
	太陽能、風能、地熱等再生能源發電	很多專案都無法確定碳收入是否為投資的決定因素。	基線排放減量可能有不確定性；量化規則對此一般（雖非全部）都會保守處理。	<p>所有權／重複計算：若連接電網或將化石燃料發電移轉，此等專案可導致間接減排量；發電商可能重複計算減量。</p> <p>若專案也出售再生能源憑證或能源來源證明，其他實體可能也會重複計算減量。</p>	<p>利益： 取代化石燃料發電，減少空氣污染。鄉村電氣化。</p>
	城市固體廢棄物氣化及／或燃燒	很多專案都無法確定碳收入是否為投資的決定因素。	<p>基線甲烷排放減量具潛在的不確定性。</p> <p>移轉能源排放量具潛在的不確定性（與其他再生能源專案類似）。</p>	<p>所有權／重複計算：若連接電網或將化石燃料發電移轉，此等專案可導致間接減排量；發電商可能重複計算減量。</p> <p>若專案也出售再生能源憑證或能源來源證明，其他實體可能也會重複計算減量。</p>	<p>利益： 改良當地固體廢棄物管理。</p> <p>危害： 專案若缺乏先進排放控制，會造成空氣污染。</p>

表五：高風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
農業	低耕／免耕土壤碳封存； 使用生物碳	外加性取決於具體情況，如低耕／免耕在美國日漸普遍，此等專案類型的碳收入對個別地主而言，不足以改變耕種模式。採取計劃型方法（即專案有多名地主共同參與）較可能具外加性。	將生物系統的淨溫室氣體減排量化本身已比其他專案類型更具不確定性；多元和缺乏控制的執行環境使測量、監測、驗證更困難。 耕作專案面對重大洩漏風險（作物產量受影響）。	永久性： 所有碳儲存專案都面對逆轉風險（即非永久減量）。	利益： 生物碳和耕作專案都能提高土壤生產力、減少侵蝕、增加農民收成，並減少對水域生態系統的影響。
	避免水稻種植過程排放甲烷、改良肥料管理等	雖然有些情況仍會遇到投資障礙，但改良肥料管理本身通常都足以支付成本（不含碳收入）。 相反，此等專案類型（水稻甲烷、養分管理）的碳收入往往不足以改變耕種模式。採取計劃型方法（即專案有多名地主共同參與）較可能具外加性。	將生物系統的淨溫室氣體減排量化本身已比其他專案類型更具不確定性；多元和缺乏控制的執行環境使測量、監測、驗證更困難。 面對重大洩漏風險，作物產量受影響（移轉至沒執行減緩措施的土地生產）。		利益： 改良肥料管理有助減少養分流失。 危害： 水稻種植替代方法帶來的影響會因情況而異（如加州，農地洪水減少可對水禽棲息地造成負面影響）。
生質能	工業廢棄物：蔗渣發電、棕櫚油固體廢棄物、紙漿黑液、森林殘留物、鋸木廠廢棄物、工業廢棄物、產自廢油的生物柴油	即使沒有碳收入，監管誘因仍可促使生質能足以與化石燃料競爭。有研究已對這些專案採用障礙和投資分析評估外加性提出質疑。	與生物質厭氧腐爛相關的甲烷減排量有被誇大的風險。	所有權／重複計算： 常導致間接減排量；其他能源供應商或發電商可能重複計算減量。	利益： 支持善用農業廢棄物；移轉垃圾掩埋場的廢棄物；提供收入以換取環境效益；利用廢棄物發電作為再生能源和較環保能源。因此，創造更永續生產模式。

表五：高風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
生質能（續）	農場殘留物、森林殘留物、專用能源作物	即使沒有碳收入，監管誘因仍可促使生質能足以與化石燃料競爭。有研究已對此等專案採用障礙和投資分析評估外加性提出質疑。	缺乏土地使用評估，包括收集生物質原料直接及間接導致的土地使用變更（洩漏風險），會造成重大超額計算抵換額度風險。 部分規則對此問題處理得較妥當。	所有權／重複計算：常導致間接減排量；其他能源供應商或發電商可能重複計算減量。	利益： 促進再生能源發展。若能妥善處理土地使用風險，將創造更永續生產模式。 危害： 造成與其他土地用途競爭，主要為食品農業與再造林／植樹造林。
水泥製造	使用混合水泥、改良製程和提高效率	水泥混合物選項一般取決於機關採購政策或監管要求，碳收入影響力不大；高混合水泥也往往比標準混合水泥便宜。專案外加性因此取決於較難證實的非財務因素。			
工業需求的能源效率	多種形式的工業能源使用效率	不少工業能源效率專案已很普遍，而本身也足以支付成本。碳收入往往比能源成本節省較少，難以構成執行專案的決定因素。		所有權／重複計算：能源效率措施往往導致間接減排量，即較有可能重複計算。	利益： 提高工業能源效率，減少產品的生命週期排放和對環境的影響。此等專案讓私營機構共同參與減碳。
供給方的能源效率	廢熱／天然氣回收；熱電聯供專案；改善鍋爐、發電廠等的能源轉換效率	碳收入往往比能源成本節省較少，難以構成執行專案的決定因素。專案也常見於（雖非全部）不少國家和產業。 有研究已對此等專案採用障礙和投資分析評估外加性提出質疑。	基線設定相當複雜，也受限於專案地點。現有設施很難對廢熱在基線情況的實際使用作出評估。新專案模擬基線廢熱生產也有極高不確定性。 有供給方能源效率專案的規則將基線設置過高，導致超額計算抵換額度。	所有權／重複計算：專案將其他來源（如電網）排放移轉，導致間接減排量，即較有可能重複計算。	危害： 為化石燃料能源系統提供財務支援，提高能源效率，會減慢低碳能源系統轉型。

表五：高風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
林業和土地利用	植樹造林及再造林；避免毀林；改善森林管理；農林業；避免高碳土壤轉換	<p>一般很難判斷基線活動，極受限於專案地點。外加碳儲量取決於基線設定，外加性因此不甚明確。</p> <p>此外，木材和土地使用價值往往高於碳收入價值，有時難以判斷碳收入是否為改變基線活動的決定因素。</p>	<p>此等專案類型的基線經常有重大不確定性。此外，多元和缺乏控制的執行環境使測量、監測、驗證更困難。</p> <p>收成或土地使用發展移轉可造成重大洩漏風險（即一個地區的收成減少，可造成其他地區收成增加）。</p>	<p>永久性： 所有碳儲存專案都面對逆轉風險（即非永久減量）。</p>	<p>利益： 森林提供多種生態系統服務，讓林業抵換專案加以維持及擴大，包括改善當地生計、維持生態系統和生物多樣性、當地農場生產力（授粉和降雨服務）、限制水流、淨水過濾。</p> <p>避免草地轉換可帶來碳封存以外的重要環境效益，如保育地景和生物多樣性。</p> <p>危害： 林業專案設計不佳，未充分與當地社區和原住民溝通，會引致重大負面影響，包括生計限制，甚至社區流離失所。</p>
化石燃料轉換	鍋爐或發電從煤改用天然氣；天然氣用作運輸燃料	<p>碳收入通常只佔專案總收入一小部分，甚少是執行專案的決定因素。</p> <p>有研究發現燃料轉換的投資障礙分析存在很多不確定性，並指出天然氣專案越來越普遍，不再具有外加性。</p>	<p>未能納入上游化石燃料萃取及運輸的排放（如在井口、傳送及分配過程中洩漏甲烷），可導致超額計算抵換額度。</p>		<p>危害： 支持採用或繼續使用化石燃料，減慢低碳能源系統轉型。廣泛使用天然氣，與《巴黎協定》的溫度目標不一致。</p>

表五：高風險專案類型

專案類型	附屬類型	外加性	量化和洩漏	其他（所有權／重複計算、永久性）	共同利益／危害
逸散氣體	石油和天然氣生產或其他工業運作的廢氣回收；防止天然氣在輸送及分配系統中洩漏；其他逸散氣體預防及回收	即使沒有碳收入，不少逸散氣體減量活動仍具成本效益；避免逸散排放的財務價值（如減少燃料損失）往往高於碳收入價值，碳收入甚少是執行專案的決定因素。	若直接測量廢氣，量化問題不大。 然而，逸散排放難以偵測及量化，對防漏效果帶來不確定性。	所有權／重複計算： 能源效率措施往往導致間接減排量，即較有可能重複計算。	危害： 支持採用或繼續使用化石燃料，減慢低碳能源系統轉型。廣泛使用天然氣，與《巴黎協定》的溫度目標不一致。
大型再生能源	地熱；太陽能；混合再生能源；潮汐能；其他	創新再生能源比其他技術面對較大財務障礙，較可能具有外加性。然而，碳收入通常只佔專案總收入一小部分，甚少是執行專案的決定因素。	基線排放減量可能有不確定性；量化規則對此一般（雖非全部）都會保守處理。	所有權／重複計算： 專案將其他來源（如電網）排放移轉，導致間接減排量，即較有可能重複計算。	利益： 將化石燃料發電移轉，減少空氣污染。
	水力和風力專案	在不少國家都很普遍。碳收入通常只佔專案總收入一小部分，甚少是執行專案的決定因素。 有研究發現與大型水力和風力專案外加性評估相關的疑慮已有紀錄。	基線排放減量可能有不確定性；量化規則對此一般（雖非全部）都會保守處理。 有研究已針對水力專案採用的量化方法學提出質疑，尤其當忽略了甲烷排放量（源自掩埋在大壩水庫的植物），便會導致超額計算抵換額度。	所有權／重複計算： 專案將其他來源（如電網）排放移轉，導致間接減排量，即較有可能重複計算。	危害： 很多紀錄指出有大型水電專案對社會和環境帶來負面影響。此等專案造成當地社區和原住民流離失所、森林退化，亦破壞生物多樣性、影響水生生物和居民現有的食物來源。
低碳運輸措施	改良公共運輸、轉換模式、提高車用燃料效率、車輪註銷或退役	運輸專案的減排成本（美元／噸二氧化碳減量）一般都遠高於碳抵換目前和以往價格，碳收入是否專案執行的決定因素因此備受質疑。 運輸效率專案節省的燃料成本往往（大幅）高於減排帶來的碳收入，同樣造成外加性問題。	公共運輸、模式轉換、車輛註銷／退役專案在減排量方面極不明確。 效率提升量化方面則合理而明確（儘管基線／外加性方面仍有疑慮）。		利益： 運輸減排專案可改善空氣品質和附近居民健康，並提高城市宜居水平。

