

造林碳匯規劃、管理與碳計算參考指引

(侯萬善 2007 年 4 月 12 日編譯)

前言

造林碳匯是京都議定書所認可的一種溫室氣體減量方式，但是造林計畫本身不是一件單純的活動，受到天候與地理環境的影響，造林碳匯的成果要獲得認可，勢必需要一套嚴謹的規劃、管理與碳計算系統，以保障造林的實質績效與參與投資人的利益。為此，特別摘譯澳大利亞地區的溫室行動的森林碳匯專案規劃・碳庫與投資結構的指引，此指引由澳大利亞環境暨遺產局所屬溫室辦公室於 2006 年出版；而此摘譯內容為其中的規劃森林碳匯專案・森林碳匯規劃、管理與碳計算的指引，謹供國內關心造林碳匯人士之參考。

一・聯合國氣候變化綱要公約與京都議定書

聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)於 1992 年通過，而聯合國氣候變化綱要公約第 3 次締約國大會(COP3)在 1997 年 12 月通過京都議定書。

聯合國氣候變化綱要公約認可能夠促進永續管理的行動，碳匯的保育和溫室氣體的儲存，包括生質、森林與海洋以及其他地面、沿岸與海洋生態系統。京都議定書認可土地利用、變更及森林(LULUCF)活動可以協助附件 1 國家符合其承諾。在 2001 年於瑪拉喀什舉辦的聯合國氣候變化綱要公約第 7 次締約國大會(COP7)，為京都議定書的溫室碳匯說明其定義與適用的執行規則。氣候變化跨政府專家小組(IPCC)透過國家溫室氣體清冊計畫，已為土地利用、變更及森林部門發展良好做法指引及不確定性管理指引；聯合國氣候變化綱要公約第 9 次締約國大會(COP9)同意自 2005 年起，採用 IPCC 土地利用、變更及森林良好做法指引報告來準備年度清冊。

1. 京都議定書第 3.3 款

議定書第 3.3 款的條文主要是要求已開發國家在承諾期間，要在京都議定書承諾目標下，就 1989 年 12 月 31 日已無森林的土地(造林與再造林)自 1990 年 1 月 1 日開始造林計算溫室氣體排放量與去除量(封存)的淨變化，並計算 1990 年以後土地變更(伐林)的排放量。而執行規則對森林的定義是

(a) “森林”土地面積至少 0.05 - 1.0 公頃，其樹冠覆蓋(或相當蓄積量)至少 10 - 30%，而樹木在成熟後至少要有 2 - 5 公尺高。森林可能包括鬱閉森林，其中各種林層與林下植物覆蓋大部分面積，或是疏林。如果在正常情況下已構成森林面積的一部分、由於伐木等人類行為或自然原因暫時失去樹木，但預計會恢復為森林的地帶，亦可列入森林計算。

各個國家可就前述範圍自行訂定適用的認定原則。澳大利亞訂定原則為：土地面積至少 0.2 公頃，其樹冠覆蓋(或相當蓄積量)至少 20%，而樹木在成熟後至少要有 2 公尺高。(1 公頃 = 10000 平方公尺 = 3025 坪 = 1.03102 甲)

➤造林與再造林

造林與再造林範圍包括在 1989 年 12 月 31 日無林土地於 1990 年以後的植林，京都議定書的執行規則對於造林與再造林定義如下：

“造林”是指將至少有 50 年處於無林狀態的地帶，通過植栽、育種或目的在於增進自然種籽源等人為的方式，轉變為森林地帶的活動。

“再造林”是指在曾經有林、但被改為無林的地帶，通過植栽、育種或目的在於增進自然種籽源等人為的方式，將這種無林地帶改變為森林地帶的活動。就第一階段承諾期而言，再造林活動將限於 1989 年 12 月 31 日處於無林狀態的地帶上的重新造林。

造林與再造林的例子包括在農耕地或放牧地建立新森林，或在農地種植當地樹種以加強土地管理、防護、生物多樣性或保護河流與溪水。小於 0.2 公頃的植栽，像許多農地防護林帶，可能不符造林與再造林的規定，但可能納入第 3.4 款植被的範疇。若在既有林地進行再造林

的活動，也不符再造林的規定。就地方政府而言，建立新的公園或在河岸植樹，若面積超過 0.2 公頃且符合森林定義就能獲得認可。

➤伐林

伐林定義如下：

“伐林”是指將森林地帶轉變為無林地帶的人為活動。

➤第 3.3 款的計算方式

造林、再造林與伐林碳計算的蓄積變化方式(依據京都議定書第 3.3 款條文)，主要是針對合法森林地區自 2008 年至 2012 年間碳蓄積的計算；這種差額稱為淨封存量，而甲烷與氧化亞氮等其他氣體也須予以申報。

爲了顧及有些國家在第一承諾期因成熟森林採收活動，而在應用此計算方式衍生的不公平(因此在森林封存的總碳量獲得扣除量，但只是在最後幾年封存的碳信用)；因此決議在第一承諾期，採收的扣除量(造林與再造林之後)不應大於該林地所獲得的信用額度。

2. 京都議定書第 3.4 款

COP7 在京都議定書第 3.4 款條文下同意一些額外的溫室匯活動，在土地利用、變更及森林方面的決議說明：

附件 1 國家可以選擇依排放源計算人爲溫室氣體排放，以及在第一承諾期依第 3.4 款，除了造林、再造林與伐林之外，計算植被、森林管理、農地管理、牧地管理等去除溫室氣體活動衍生的碳匯。

京都議定書定義第 3.4 款活動如下：

“重新植被”是指爲增加碳蓄積的目的，自 1990 年 1 月 1 日以來，在最小面積爲 0.05 公頃、條件不符合此處所列造林和再造林定義的土地上，從事植被的人為活動。

“森林管理”是指森林管理和利用的方式和比率，要以永續方式來保持森林適度的生態(生物多樣性)、經濟和社會功能。

“農地管理”是指在種植農作物的土地和在閒置或暫時休耕土地上的一套做法。

“牧地管理”是指在牧地藉調控所產植物飼料和牲畜數量以供牲畜產品的一套做法。

不同於造林、再造林與伐林，每個國家可自由選擇是否利用第 3.4 款活動。每個國家被要求在 2007 年前決定是否要將第 3.4 款活動納入計算。

➤第 3.4 款的計算方式

計算植被、農地管理、牧地管理活動(非森林管理)將依據淨-淨模式：

於農業活動(農地管理、牧地管理與植被)運用淨-淨計算方式(在承諾期間的淨排放量或去除量減掉基準年的淨去除量，乘以 5)。

淨-淨計算方式和第 3.3 款的總-淨計算方式不同，而國家清冊須要計算 1990 年至第一承諾期封存量與排放量；這種計算方式可能讓第 3.4 款的活動很難證明有顯著的匯量，其技術方法在 IPCC 良好做法指引中有所闡明。每個國家在森林管理方面宣稱的信用額度都有'上限'。

3. 實質碳庫

依京都議定書所認可的碳匯活動，碳蓄積量的變化會發生在數種碳庫中，包括

- 地上生質(樹幹、樹皮、樹葉、樹莖、樹枝)；
- 森林地面的雜叢與枯枝落葉；
- 地下生質(根)；與
- 土壤

所有這些碳庫都得計算，然而，有些碳庫若很確定碳蓄積不會改變或增加，可能就不須要量測或推估；例如森林下層的地上與地下生質量就經常因此不納入考量。木材產品目前在京都第一承諾期不納入碳庫計算。

4.人爲與直接人爲

人爲一詞是用來和‘自然’碳蓄積量的變化區隔；京都議定書對於人爲與直接人爲是有差異的。植栽或直接育種通常被認定是直接人爲。

5.京都機制

京都議定書設有3種彈性機制，就是國際排放交易(IET)、共同減量(JI)與清潔發展機制(CDM)。對那些尚未核簽京都議定書的國家，溫室碳匯活動無法產生適用於京都系統的‘碳信用’。

二·森林碳匯專案規劃與管理

此章說明是用來協助規劃新的森林碳匯專案，但也可讓已成林的管理者用來為匯集的碳獲得認可。森林碳匯管理計畫重點就是在建立明確的目標、提供合理的管理、監察為專案安排與分配妥當的資源。在森林碳匯專案衍生的碳匯積分須要正式認可與/或交易的時候，若要向計畫行政管理與投資者證明碳資產品質的情況下，森林碳匯管理計畫就會很有價值。森林碳匯專案管理者，可能是地主或是森林管理者，會準備一份森林碳匯管理計畫，而該計畫的準備可能配合一份法定合約，明訂森林碳商品的擁有權、地主的責任、森林管理者(若適用)與其他相關單位。該管理計畫就可以成為合約的附件，提供詳細的工作項目與相關責任；這些要項在管理計畫定稿前要仔細考量。

一份森林碳匯管理計畫會包括或附加一些補充資料，例如地圖、相片、產業規劃與特定議題之管理規劃，例如火災。任何與既有植林管理規劃程序相關的資料，都可能與森林碳匯管理計畫有所關聯。為溫室氣體而建立與管理森林的方法，或許可參採其他多重效益植樹與植生復育作業的良好作法。而本指引在於調合能應用在各種森林的管理方法，包括商業植栽、農莊林業與環境綠美化。

依據所參與特定的計畫或交易活動特有的規定，預期在專案啟動後會被要求定期彙編碳計算報告；一份森林碳匯管理計畫會因考量監測與碳計算報告，以及合約安排改變與管理行動變化等因素，而被定期檢討與修改。如果所參與的植樹活動另外有特定計畫或投資安排，就得配合本指引所未涵括的特殊規定。

1.專案架構

一份森林碳匯管理計畫應該呈現一個專案架構，以涵括在森林碳匯專案啟動後初期該注重的議題。

▶計畫摘要

一份森林碳匯管理計畫可能包括的專案細項表列如下。

要被納入計畫摘要的專案細項可能包括：

- 專案標題或其它標識符號
- 計畫準備日期
- 計畫涵括期程
- 所有權安排，例如土地方面、材資方面與碳方面
- 森林管理安排
- 土地所有者
- 森林所有者
- 森林管理者
- 計畫的準備單位
- 計畫準備的提報對象
- 資產位置，例如所在地
- 相關的政府計畫細節(若適用)，例如專案參考號碼
- 資金安排與資金相關的規定

- 簡略說明計畫設定的行動(包括責任)，包括：
 - 森林建立(種植型態、樹種與面積)的目的為碳匯(估計數量與時程)，與其他益處
 - 將要採取的管理行動
 - 監測與報告安排，包括碳計算
- 相關專案文件的參考，例如一份法定合約(能確認簽約方與簽約日期)

➤目標

定義明確且可達成的專案目標，將可協助森林培育者把森林碳匯的好處最佳化，並且評估結果。目標可能包括改善經確認自然資源的狀況、在某一特定期間匯集經估算的碳量、提供木材產品。

典型的目標包括：

- 在 A 與 B 年間匯集至少 X 公噸的碳
- 改善附近溪流的水質
- 加強生物多樣性保育，藉由連結鄰接的植被區域
- 維護農業的生產力，藉由減少含鹽排放與大雨沖刷的效果
- 提供持續的木材產品來源

補充的細節可能納入計畫中的其他章節。

➤多重效益

大部分的森林，包括商業植栽與環境綠美化，都有潛能提供多重環境、社會與經濟效益。碳匯與其他環境服務有助於自然資源管理(自然資源管理)的目的，並且可能吸引公共與私人的投資，這或許能增加商業存活能力或抵消專案的成本。以多重效益來著重與管理森林可協助農業的多樣性與生產力、區域發展與景觀方面植栽的整合。

可能多重效益的相對優先順序應予以考量，例如說，若植樹是用來在緊急棲息區形成一道野生動物走廊，樹種選擇與場址配置以達成生物多樣化的效益應成為高度優先考量，此刻碳匯等其他效益的優先順序較低。

溫室氣體與其他目的之間的得失要加以權衡，適合高速成長與碳匯的場地可能不適合用來植被以管理旱地含鹽分或強化棲息環境；在整合碳匯與其他效益所必須考量的各種議題可能會因專案而異，在評析時可能需要技術、成本效益與其它分析。評析所需要的背景資料如地區空照圖、地區相片、地質資料、地區氣象等資料，可透過政府、機構等資料保管處獲得。

森林碳匯規劃應配合地區自然資源管理計畫相關的目標與策略，其他區域的、集水區的、地方的與資產規模的計畫或指引，只要是具備整合的自然資源管理與土地利用、生物多樣性保育或再植被等特定的議題，都應該納入計畫考量。

以下有些例子，說明多重效益的環境綠美化如何來彰顯碳匯效益，在規劃一個森林碳匯專案時，可能還需要更特定的指引。

- 利用合理比例的長期喬木與灌木以及其他植物混合樹種，可促進生物多樣性效益，並維持長期的碳匯。
- 建立大塊地與寬廊道以降低塊地內緣比，並提升塊地健康與棲息價值，是比較小的塊地與廊道更能夠提供較大的總碳匯。
- 樹木在附近有充足的水源與喬木林區狀況下會利用大部分的水，因此在集水區的水文讓植樹成為管理含鹽分與大雨沖刷的可行選項，因為可藉造林有效的降低水位，並達成良好的成長與碳匯率。

森林碳匯管理計畫應包括能配合其他效益供應碳匯的策略，這可能包括：

- 證明與該地區適用的自然資源管理計畫及地區發展策略等其他相關的計畫相調合，這可能包括建議事項如植栽所在地與設計，以及與其他地區自然資源管理行動的整合。相關的計畫與適用的目的、標的與行動可加以列出。
- 利用地方上與再植被及植樹造林相關的指引。
- 為各種效益排定優先順序，並就達成這些優先順序分析任何整合與權衡得失。社會、經

濟與/或生物物理的分析可能有必要。分析程序與發現可能要予以文件化。

- 發展適合的森林碳匯管理策略，並且已將新資訊與因應改變的外在影響納入考量。

►場址描述

詳細的場址描述有助於專案規劃與報告，造林選定場址所在地與規模的確認，對於碳計算目的與管理是必要的。特定的確認規定可能藉由立法或合約條款引用，管理方面以往的資訊，像是進行收割與放牧活動，也可能影響碳吸收的估算。這類資料的來源可能包括農事紀錄、地圖與相片。

場址與專案建置與管理有關的各種狀況應予以描述，包括

- 位置(包括所在地、最近的城鎮、經度與緯度)
- 面積(總專案面積與淨植樹面積)，包括法規或合約規定要的任何特定描述
- 土地利用與管理歷史，例如墾荒活動與農業利用
- 地貌
- 現有植被
- 土壤描述(包括類型、深度與結構)
- 氣候
- 進出(例如進出口、進出障礙、場址進出協議)
- 土地惡化

地圖與補充資料應予以準備。

如果一個專案含括數個性質不同的場址，各別場址就有必要分別描述；而在計畫各章節中和場址性質有關的管理活動也要分別描述。

►達成排放目標的適法性

森林碳匯必須建立在 1989 年 12 月 31 日已沒有森林(即，樹高至少 2 公尺，且至少有 20%的喬木覆蓋率，而該塊地面積至少 0.2 公頃且寬度至少 10 公尺)的土地，才能為達成排放目標合法的進行造林與再造林活動。

政府或機構保存的地籍與農林資料、其他衛星影片、空中照相、植被地圖、資產管理計畫、植被計畫與管理記錄都可以成為適法性評估參考。

一塊已經清理的場址可能留下木科植物，包括散佈的樹木與殘留物的塊地、先前的植樹、重新生長與木科雜樹；殘留植物大多會保留，為了生物多樣性保育與其他理由(而法規可能禁止清理)，但不納入碳計算。

所以，只有在 1990 年 1 月 1 日以後於已開墾的土地植栽，而且符合京都的規範才算數。這些合於規定的林地若沒有參與其它的協議，都可納入專案碳計算中。

如果場址上重新生長與木科雜樹目前已符合森林定義，那麼之後的開墾與再造林就不能用來達成排放目標；但若是重新生長與木科雜樹不符森林準則，就可加以清理並進行合法的再造林。如果專案的場址有一部份面積不合達成排放目標的適法性，那就要分別計算並自總匯存量予以扣除；這些情形都要在計畫中說明。一旦森林完成建立，要靠監測來確認是否遵照規定。

一個專案設計來符合排放目標的森林碳匯管理計畫應證明，該場址土地在 1989 年 12 月 31 日沒有森林，並以文件說明其適法性如何評估；若有任何區域被發現是在 1989 年 12 月 31 日之後才清理森林，應加以確認並自造林面積排除。

專案內任何下列各種型態現有的木科植被，應依京都議定書規則與定義，就其狀況予以描述，並說明該專案要如何管理：

- 殘留植被塊地與零散樹木
- 現有植栽是在 1990 年之前完成(因此不符京都規定)
- 現有植栽是在 1990 年 1 月 1 日之後完成，在認可造林或再造林時，可能合法或不合法
- 符合京都森林準則的重新生長或木質灌木(因此可能不可以符合京都的森林取代)
- 不符合京都森林準則的重新生長或木質灌木，且將予以清除並以合法的森林取代

該森林能符合京都森林準則的證據均應納入，這些資訊可能包括樹種、每公頃樹放養率、造林面積。(註：所有計量應採用國際標準單位)

➤法令規定

該專案適用的中央或地方政府之法規與其他管制架構應加以確認與說明，造林案件可能須要中央或地方政府的核可。可能影響森林碳匯專案規劃與設計的法規安排包括：

- 地方政府碳封存權利法(如果該專案涉及碳封存權利的案件就有關係)
- 地方政府植樹法令、規定等
- 本土植被、生物多樣性與環保法規
- 職業健康與安全法規
- 地方政府土地使用計畫與核可體系

森林產業與政府相關作法及標準的法規也應在森林規劃與管理中說明，該遵守的法規可能包括如獲得正式核可的行政活動，以及保護瀕危生物與水質的管理活動、植林設計與收獲的良好做法、以及採用合宜的職業健康與安全步驟。

相關的法規、其他的管制架構(例如規劃體系)、做法的規定與指引應予以列表，遵守這些規定所要採取的行動應加以說明。如果適用，計畫中其他章節或其他文件有關這些行動的資料要加以參考說明。

➤責任

當一個森林碳匯專案涉及碳封存交易合約，該合約應分派簽約方的責任(例如地主與投資者)以及任何第三者(例如森林管理者)；一份森林碳匯管理計畫可能被納入合約的附件，能夠提供有關如何採取步驟盡到責任的細節。

每項行動的個別責任，可透過森林碳匯管理計畫，或藉由計畫某一章節列出所有的責任來表現；範例如下。

森林管理者責任：

- 確保並文件化記錄有關植樹與京都規定一致性
- 場址整備、建立、存活查核、森林管理
- 森林監測、碳計算、申報
- 其他

地主的責任：

- 維修圍籬與防火帶
- 管理雜草與有害動物
- 其他

➤查核點

設定明確的專案查核點能協助跨期間專案的管理，並有助於專案績效的申報。查核點說明的詳細程度，應足以讓人迅速瞭解，並有助於監測及申報。

查核點要列出專案每年的重大活動，每個查核點可列出一項行動(例如在一特定部分的專案面積建立 X 公頃特定樹種林)，以及相關的完成日期，加上任何相關的意見(例如原訂植栽完成日期是在某一個適切存在條件)。

重要的查核點可能包括場址整備、建立、存活查核、監測、申報，如果適用，採收時程應予以增列。

2.森林碳匯建立

建立階段包括場址整備、樹種選擇與植栽/育種，也包括初次建立的森林不符合要求的情況下進行補植。這些步驟的執行應依據地方上相關的建立指引與做法，來提高良好的存活率與成長。會影響建立與存活的氣候風險也應加以調查與管理。減少溫室氣體排放量與協助提升碳封存的策略，應在建立階段納入考量。

➤植栽計畫

植栽或育種應在森林建立最有希望成功的季節進行，森林建立成功的可能性，可由利用短期氣象與季節氣候的預測來改善。如果可能，採取彈性時程以容許在不利的狀況(例如乾旱或大雨沖刷)展延植栽也是可接受的。如果森林建立是被安排在數年之中進行，就應發展一份年度植栽或育種計畫。

一個植栽計畫應標示偏愛的植栽季節，以及在何種狀況森林建立應予以展延。當一份年度植栽計畫是考量森林建立要在數年之中進行，就應將每年要建立森林的場址所在地與面積(公頃)予以標示。

➤場址整備

可能在植栽之前要花數月進行場址整備，以清除競爭的植被，並準備土壤以協助植栽著根與保持濕度。整備技術可能包括翻土與控制植被，藉由機械方式或除草劑；場址整備技術隨區域而變化，而地方上的知識要予以採用。如果可行，要盡量降低對土壤的干擾，以限制可能引發的溫室氣體排放。

整備包括設定植栽配置結構，以適應專案目標。配置結構可能包括傳統的商業造林配置到為景觀而整合的量身設計，例如保護農業生產與為鹽化管理而截流的林帶。豎立的圍籬或避免動物啃食的其他措施是重要的整備步驟。

場址整備程序的描述可能包括：

- 場址配置，例如空間、樹列相對雨水截流的方位
- 整備工作的時機，例如植栽之前 6 個月
- 翻土方法(包括限制因土壤干擾而引發溫室氣體排放的策略)
- 雜草控制，包括目標樹種與管理方法，例如以除草劑或機械方式移除
- 圍籬

➤樹種選擇

碳封存率隨樹種、場址生產力與管理而變化。同一樹種在不同場址的成長也不一樣，所以配合樹種與場址狀況對碳封存的成果很重要；由於氣候變化的影響，在選擇樹種時宜納入考量。選擇品質好的種子或種苗也很重要，在選擇樹種與採購之前要探詢專業意見；而選擇樹種的決策過程要留下紀錄(包括對場址與專案目標的適切性)，以協助專案評估與未來任何樹種選擇的決策。

樹種與種子或種苗的來源應予以列出，當專案以不同的樹種用來區分場址時，樹種-場址的組合情況應予以確認；樹種選擇的理由與補充資料也要納入。

➤植栽/育種

建立技術應為技術可行及成本有效，建立方法不拘，例如手植或機械種植，以及直接播種；建立做法可能包括使用肥料、有機地表覆蓋物、水晶與樹幹保護套欄。建立階段的溫室氣體排放量可藉有效率的機械與減少對土壤的干擾來降低。至於建立的森林是否符合國家目標的需求，其計畫或合約條款的合法性可能要加以查驗。

森林碳匯管理計畫應說明建立方法，例如手植、或機械種植、或直接播種；以及其他相關活動，如使用肥料、有機地表覆蓋物、水晶與樹幹保護套欄。

降低溫室氣體排放量的策略，像是有效率的使用機械與肥料，可能要予以說明。

➤存活查核與補植措施

達到預期的碳封存率與其他專案效益，要倚賴專案面積內足量樹林以確保成功的建立；若有區域出現植樹明顯的不成功現象，要在下一次適當的季節重建。

如果場址內有小比例的樹木早夭現象散佈各處，對於碳封存目標或許影響不顯著，尤其是以長期觀點來看。然而，相當顯著的塊地出現不成功現象就可能不利，因為森林面積會縮減；塊地出現樹林枯死的原因包括火災、大雨沖刷或蟲害。

混合樹種的環境綠美化專案中，若喬木比例無法達到預期高值，可能會實際影響符合減量目標與/或碳封存容量的合法性；商業目標的植栽可能需要較環境綠美化為高的成功建立率。建立之後的存活查核，對於專案面積內是否有足夠數量的健康樹木以達成規劃的目標相當重

要。目視查核可以確證情況不佳或失敗的個別樹木與塊地，林地調查檔案與其它遠端感應資訊來源也可協助查核。如果對於某一特定植栽設有存活率門檻，在選擇區塊計算樹木就可估算枯死率。

對於環境綠美化，與那些非針對溫室效益目標的專案，要達成最適碳封存可能須要更仔細的存活查核與補植方式；有關存活查核與補植作業發展步驟的適用資訊可參考文獻說明。

建立之後存活查核的程序可能包括：

- 調查所採用選擇的方法(例如廣泛的評估或結構化採樣)與時機，例如在建立之後以及在發生造成樹木顯著損失意外(例如火災、風暴)之後幾個月
- 評估存活率是否超過特定門檻
- 查核樹木枯死原因，包括特定樹種的損失，以及與場址狀況的任何關聯，或建立方法補充植栽策略可能包括：
 - 當存活率低於可接受的門檻，或有部分植栽出現大量損毀，要進行植栽
 - 任何樹種或種源出現存活不良情況時，要以可能較易成功的樹種取代
 - 如有必要就修改建立方法

3.森林碳匯管理

採用良好的森林管理做法對碳封存成果很重要，與碳封存相關的管理議題討論如下。

➤維護

維護活動，像是雜草與害蟲管理，能促進良好的森林成長，並且對達成碳封存與其他效益相當重要，尤其是在建立之後最初幾年期間；維護行動與負責照顧的單位要明確區分。

維護行動的例子包括：

- 雜草管理策略要說明既有的侵害、持續的管理方法與早期偵測程序，以及新雜草問題的控制
- 保護森林避免害蟲與疾病，包括發生情形的監測、評估損壞、去除受影響的樹木(如果可行)與控制措施
- 管理害蟲與當地動物的咬食，包括維護樹幹保護套欄與圍籬，以及害蟲動物的控制計畫保證維護活動能符合適用做法準則與法規的措施應加以確認。

➤風險管理

像是火災與乾旱的事件，可能或多或少影響森林碳匯達到預期積效的能力，其他能造成碳損失與表現不佳的風險因素包括害蟲與病原體侵害，以及風暴。

在發展森林碳匯管理計畫時，評估潛在風險與發展風險管理策略是重要的程序。風險管理策略能協助降低風險，以達到預期的溫室及其他效益，並且當負面衝擊發生時能提供補植行動。前述許多森林建立與維護行動就包括風險管理要素，例如選擇合適的樹種、在有利的狀況下植栽、預防火災與管理害蟲，可促進良好成長並限制碳損失的可能性。

風險管理安排應配合評估森林損壞與確證適當補植措施的步驟，以及分配責任來採取這些措施。進一步風險管理策略可能適當，尤其是涉及碳封存的專案。對某些風險投保可協助彌補森林再建立的成本，或在損害之後提供補償。

採取碳庫方法，涉及捆綁數個專案在一起，並以較大的‘庫’為基礎來管理，讓空間較零散的資產可以降低整體風險的暴露。

另一個風險管理策略就是封存的碳僅分配一部分供交易，保留量可當作未來出現損失，或碳封存率低於預期時，用來彌補的緩衝量。

可能的風險管理方法簡列於下

➤鄰接土地使用

降低與鄰接土地使用(在相同的地產上或接連的地產上)風險的安排，可能包括火災防護與管理、圍籬維護、有害植物與動物管理，以及預防除草劑使用造成樹木之損壞。

➤火災

管理火災的風險可能要依據區域與地方火災管理計畫，並可能包括：

- 植栽耐火樹種
- 建立與管理防火林帶與滅火口
- 限制任何靠近森林植栽的燃燒活動
- 文件化說明火災控制計畫
- 火災損壞後採取的步驟包括評估植栽以復原的潛力，以及補植行動，例如圍籬修補與重新植栽

責任的分配要明確，例如，是否防火林帶的維護是地主的責任，以及火災造成的損失是否歸咎於疏於維護，地主可能要為損失負責；如果地主有充分的維護，那麼森林管理員可能要負責。

➤乾旱

乾旱風險管理策略可能包括：

- 樹種選擇與建立做法
- 如果重新建立有必要，可能要利用更耐乾旱的樹種與/或較疏鬆的樹距以降低競爭。

➤風暴

風暴損壞要加以評估，之後任何必要的補植行動，像是危險樹木的移除，以及樹木重新建立要加以進行。

➤其他風險

對植栽任何其他潛在風險，例如地層滑動、鹽化與淹水可能藉管理策略予以確認與說明。

➤保險

對於各種類的損壞(例如火災、風暴、淹水、蟲害)若已經有所保險就要予以指明，並說明保險合約上與管理行動相關的任何。

管理行動要說明這些要求，並且行動的責任分配應反應保險的安排情形，例如保險是否由地主或投資者取得。

➤緩衝

任何保留一些封存碳的安排做為緩衝都屬於專案投資安排的範疇，而緩衝量選擇的基礎，例如碳計算的不確定性分析，可在森林碳匯管理計畫中予以文件化紀錄。

➤森林採收

目前京都議定書規定在碳計算時，將森林採收作業視為採收碳排放源，不管採收的木材用途為何。如果森林是同時為碳封存與木材產品而建立，那麼長期溫室效益管理規劃就要考量與採收有關的碳損失，以保證總碳封存量持續超過任何損失。採收計畫應該配合碳封存預估量來發展，這對於打算出售的封存碳特別重要，絕對不可以超賣森林的封存碳。

在商業的植樹地產內，可以管理輪種作業，以確保採收的面積年度排放量少於當年其它區段的封存量，讓碳匯的維護能持續一段期間。對於小型專案，可能每次可以採收少量的樹木，以避免降低森林碳蓄積量。對於達成永續淨碳封存，碳庫可以是一項額外的管理選擇。當碳封存將用來當作長期排放抵消，宣稱的數量不應超過在規劃採收情況下維持的水準。

或許還有其他森林碳匯的商業用途可能會對碳封存造成衝擊，而這種衝擊要加以確認，適當的管理因應措施應予以發展。

涉及採收的專案其森林碳匯管理計畫應描述：

- 採收時程與體積
- 疏伐與修枝的方法
- 為達成碳封存目標(或高於預期的封存量容許進行採收活動)調整採收時程的規定
- 採收面積的重新建立計畫
- 遵守森林採收做法的規定

所進行的任何其他商業活動，像是養蜂與種子採集，可能也要予以註明，並說明確保避免或管理碳封存受到衝擊所需之管理行動的參考資料。

►環境的管理

森林碳匯管理應著重於達成任何已確認的環境與國家資源管理目標，並避免或降低任何負面環境的衝擊，像是雜草入侵、土壤沖蝕或產水量降低的現象。

對於某些植栽，放牧或火災可能當作管理工具，例如達成生物多樣性效益；但這會產生一些溫室氣體排放。要小心的是要確保碳封存目標不會受到這些活動的影響。

能協助達成環境的與國家資源管理的目標，並降低負面環境衝擊的管理行動要予以文件化，並在計畫中其他章節適用的情況下註明參考。相關行動可包括雜草管理、鄰接的殘留植被管理，並預防養分流失於溪流中。

如果有規劃的放牧或燃燒活動，例如爲了生物多樣性保育的目的，降低潛在碳損失的管理策略應予以包括。

4. 監測與申報

監測與申報是商業的森林營運的一部分，並且也是其他樹木植栽所需要的，例如政府計畫所支持的再植被專案。對於森林碳匯專案，監測與申報著重在碳封存的成果、森林狀況與實行的管理行動。特定的監測與申報安排要由特殊的計畫或合約要求來決定。

森林碳匯管理計畫可用來定義監測與申報步驟，並協助確保專案展開時均已準備妥當。

監測的安排應該是成本有效的、健全的與透明的。對於商業的植樹作業，成本有效性可藉配合碳監測與森林清冊申報以及申報系統來達成。碳監測與申報的頻率可配合這些措施或其他系統，或透過合約的或計畫要求來決定。

監測與申報系統應設計成能符合政府計畫任何特定的要求，或森林碳商品銷售合約的條款。這類要求可包括獨立查證，例如碳封存的估算以及森林空間範圍的維護。

碳計算森林碳匯監測與申報的重點，將在另一章節中討論。

監測與申報步驟(包括方法與時機)可包括：

- 森林建立
- 建立之後存活查核
- 影響碳儲存的管理行動，例如採收
- 任何能顯著影響碳儲存的事件之後的狀況評估
- 不充分的建立或損失之後的重新建立
- 京都森林準則的遵守情況
- 森林空間範圍的持續性
- 碳計算

如果適用，相關資訊應予以提供以證明各個步驟均符合政府計畫或合約要求，例如有關監測與申報頻率、爲查證目的而提供的數據，以及其他環境目標的成果評估。與森林清冊與申報系統的任何連結也應加以記錄。

5. 計畫審查

森林碳匯管理計畫審查與修訂的過程應予以文件化。對於審查可規定特定的期程，例如年度或實施監測時，以及管理方面出現衝擊事件之後。

三・專案-層級碳計算

專案-層級碳計算是管理森林碳匯專案的重點，所選擇的碳計算方法應說明專案目標，並符合任何特定的計畫或合約要求。

森林碳匯活動的計算方法要能夠與政府計畫採用的方法一致，以確保專案-層級計畫申報的碳計算與國家申報的一致。

1. 國家計算方法

國家的森林碳匯計算方法採用依據京都議定書研訂的國際規則與定義，須要申報的碳匯活動(造林與再造林)在京都議定書第 3.3 款有規定。京都議定書要求計算的碳蓄積量變化包括：

- 地上生物質量
- 枯枝落葉與木質殘體
- 地下生物質量(樹根)
- 土壤碳庫

原則上，國家對於森林活動的計算是藉由確認森林覆蓋在空間與時序方面的變化，評估土地利用與管理做法，然後估計碳蓄積量的相關變化。

2.標準化碳計算工具箱

供森林碳匯專案層級碳計算的標準化碳計算工具箱有助於計算方式的一致性，所需要的背景資料來源也宜整合以確保參考資料的一致性。

碳計算工具箱有助於商業植栽，以及通常用於環境效益為主植栽專案、原生樹種混合植栽碳封存的估算。使用者也應該可以輸入自選修訂的數據，例如輸入特定場址雨量或管理數據，以期更符合個別狀況的碳計算。工具箱有這種彈性也可讓使用者測試不同情境的效應，或應用在單一森林場址或涵括數個場址森林地產的計算。應用的模式要能夠涵括森林生質與土壤間碳循環的能力，讓專案層級碳計算的發展能涵括全部的森林碳庫；應用的模式未來也要能夠計算非二氧化碳的溫室氣體。

3.發展專案-層級碳計算系統

專案-層級碳計算涉及森林碳匯專案中碳封存往後的估算發展，以及森林建立後達成封存的持續估算。

專案-層級碳計算系統可能包括要素討論如下。所討論的議題可應用於新的森林碳匯專案，以及既有經調整為合法的森林碳計算安排的發展。森林養護者可能需要專家來建立合理的碳計算系統。

專案-層級碳計算系統應納入森林碳匯管理計畫中，相關說明應包括採用的方法與資訊，以及所配合的任何計畫或合約要求。

➤專案面積

專案面積(以公頃表示)須用來決定專案內碳封存量的估算。估算面積的工具包括全球定位系統接收器、國家地籍數據、地理資訊系統與地圖。

植栽的實際土地面積應予以確認。方法是估算專案的總(全部)面積，並且扣除那些不適植栽的面積，例如道路、岩石露頭、溪流與殘留植被，以決定淨面積。碳計算是以淨面積為基礎的。

➤分層化

如果一個專案是由數個不同位置的場址所組成，碳計算應依個別場址來發展，因為場址特性對於碳封存率有重要的影響。

同一場址內碳封存率也可能會變化，因為土質的變化或其它特性(例如坡度、方位或斜坡的位置)；如果這些特性出現明顯的變化，該場址應依特性再細分(分層化)，以便精確的碳計算可對各分層進行。如果場址內有不同的樹種分區，也應該予以分層化。

對各分層定義邊界可能須要評估，包括使用地圖、現場採樣，以及遠程感應數據。如果場址內土質變化或樹種聚落的分佈相當零散，分層化可能就不實際。在這些情況中，場址特性應予以描述，並以具代表性的情況用來當作碳計算的輸入。

如果植栽是分年進行的，就要依植栽年份進行分層化；對於大型商業植栽，建立分層化的做法可能便於碳計算要求。

森林碳匯管理計畫應配合面積的描述與地圖、物理特性、樹種與每個分層建立年份，並且每個分層的基礎要予以差別化。

➤碳封存往後的估算

專案期間的碳封存率應在啓始前予以預測，以告知投資與管理決策，以及對專案表現的持續監測。

在專案規劃期間，在不同的管理選擇(例如年度植栽率與採收作業)下封存量預測，可用來支持較偏好選擇的決定，以便在預定期間達成碳封存與其他效益。往後的估算也可告知風險管理策略，像是在排放抵消安排下保留一部分封存的碳，以彌補可能的損失。當專案涉及採收，往後的估算可顯示封存的碳量，可予以維持成爲一段長期時間的抵消。

往後估算的發展可能需要的資訊包括場址位置與特性(包括土地使用歷史)、樹種，以及有意進行的管理作業，也可能有必要決定是否要計算碳庫或僅計算樹裡的含碳。估算時要考量土壤翻攪的排放與任何重新生長與木料植被的移除。

如果有標準的碳計算工具箱，將有助於專案管理者進行往後的與持續的估算。

除了要解釋用來估算碳封存的方法，專案-層級碳計算系統應包括最初的碳封存估算與補充資訊。如果有標準的碳計算工具箱，分佈配置、時程、樹種、管理作業，以及參考值或其他數據輸入的選用應予以註釋，而將圖形數據檔案或輸入數據檔案視爲補充資訊。相關的碳封存數據(例如實驗、文獻)來源，若可用來支持計算應予以確認。

►碳封存的持續估算

森林碳匯建立之後，就有必要定期估算碳封存量，以便報告原先預期的封存量所達成的程度；規劃要進行持續估算的頻率應予以確認。有關碳封存估算須要修正的情況應予以考量，例如從上次估算與現場監測之間出現顯著變異，或是植栽發生損壞之後。

持續估算應藉監測告知，要考量會對預期的封存量造成影響的因素；像是初期樹木存活率、乾旱、風暴、大雨沖刷、蟲害，以及管理作業的改變。這些資訊能支持任何須要修訂森林管理的決策，以達成封存目標，或修改目標。

►碳蓄積量的現場評估

定期的現場評估能提出數據來支持模式碳封存估算結果，而現場評估可能爲專案/合約安排之所須，例如在碳抵消交易之前某一特定期間，或合約終止的情況。

碳蓄積量的量測通常是花錢又耗時，因此在建立量測系統時，考量專案的要求與可行的方法是重要的。實際現場評估的目的應予以明白的定義，如此才可選擇符合目的的方法；選用的方法包括頻率、採樣策略、量測技術與設備，應在量測之前選定，以確保所有被要求的量測都有紀錄。

擁有大規模植栽作業的組織，爲其他目的在進行定期森林清冊工作時，像是體積估算，很可能要應用收集的數據來估算碳蓄積量。依據個別計畫或合約的規定，可能有一些額外的數據要求。

較小規模作業的單位可能須要建立其自有的量測系統，而系統與型態的設計以及選取量測的數量，所依據的因素列舉其中數項如下：

- 量測系統的目標(即，量測的理由)
- 所需的精準度
- 經評估的碳庫
- 森林型態、樹齡與結構(例如環境綠美化通常較單一樹種的植栽更有變化)
- 其他補充資訊(例如既有生物質方程式)的可用性
- 可用的時間與資源

採樣策略設計與量測技術的詳細指引可由文獻參考彙整而得。

►樹含碳質量的評估

森林胸高斷面積與樹高的現場評估可爲碳計算提供充分的數據；下列描述的方法提供成本有效的監測與查證作業，僅需要簡單的評估地上樹木的部分，但能爲地上與地下碳庫提供碳蓄積量的估算結果。該方法可能也適合爲其他型態的安排建立森林碳匯專案。

當森林碳匯管理者也可能選擇對其它碳庫(雜物、殘料與土壤)進行現場評估，這些碳庫的量測是費錢的而且複雜的，但僅佔總森林碳量相當小部分。

對許多森林屬性而言，森林胸高斷面積(森林中樹木的橫截面面積，以平方公尺/公頃表示)通常都有相當好的關聯性，包括地上生物質的部分。現場為依據的森林胸高斷面積最簡單的量測方式為角規計數採樣，或稱森林胸高斷面積掃瞄法。森林胸高斷面積也可由固定面積區塊內個別樹徑量測計算而得；有關量測森林胸高斷面積方式的資訊，在許多森林清冊文章內都有說明。

森林中要進行森林胸高斷面積評估的採樣點數目，將依據系統的變化程度與精確度的要求。地上生物質可利用生物質對森林胸高斷面積比例(BBAR)由森林胸高斷面積估算而得。生物質對森林胸高斷面積的關係，可依據各種森林型態透過調查獲得，政府相關部門可提供資訊。

$$\text{地上生物質(噸/公頃)} = \text{森林胸高斷面積(平方公尺/公頃)} \times \text{生物質對森林胸高斷面積比例(噸/平方公尺)}$$

地下生物質很難量測，通常是利用樹根質量與地上生物質的關係，稱之為樹根對樹冠比例，來進行估算。許多森林樹種與型態的樹根對樹冠比例，可參考 IPCC 國家溫室氣體清冊指引(2006 年版、第 4 卷、第 4 章、表 4.4)，或洽詢政府相關部門以獲得資訊。

$$\text{地下生物質} = \text{地上生物質} \times \text{樹根對樹冠比例}$$

地上生物質與地下生物質結合組成總樹木生物質：

$$\text{總生物質} = \text{地上生物質} + \text{地下生物質}$$

生物質估算量要乘上碳係數以轉變成碳量，碳係數通常是 0.5(即，乾基生物質約含 50%的碳)：

$$\text{總碳量(噸/公頃)} = \text{總生物質} \times \text{碳係數}$$

有關森林碳匯計算的方式則採用蓄積變化量方式計算：

$$\text{第 } n \text{ 年的碳蓄積變化量} = \text{第 } n \text{ 年的碳蓄積量} - \text{第 } n-1 \text{ 年的碳蓄積量}$$

估算出來的碳蓄積變化量乘上 3.667(44/12)的轉換係數，就成為二氧化碳蓄積變化量，單位是每年每公頃 X 公噸二氧化碳(當量)。

碳蓄積量估算精確度的改善通常包括利用其他林分蓄積量變數，像是樹高或蓄積量，配合森林胸高斷面積，應用在生物質計算中；相關文獻能提供各種情況適用的技術。

估算碳蓄積量也可能應用個別樹木估算，並將其總合成林分層級；但這通常比林分蓄積量估算法更複雜且更花時間，而且沒必要更精確。有些文獻能提供各種個別樹木量測值相對於生物質的公式(自然對數迴歸式)。

➤由建立與管理活動估算排放量

森林碳匯建立、管理與採收作業導致溫室氣體排放，例如機械使用的燃料；森林碳匯管理者可能選擇要包括來自這些來源的排放量，納入年度淨專案排放量的估算，或可能被某些計畫要求納入。這些排放申報的範疇可能僅限於專案管理者能控制的來源，或可能擴及到包括專案上游與下游的相關來源，例如委外運輸。這些排放源的估算，可參考溫室氣體排放量盤查指引來進行。

任何排放估算的範疇與方法應在專案-層級碳計算系統中說明。

➤碳計算的查證

任何碳計算查證的安排應予以確認，查證安排可被建立在專案內，或者計畫或合約可能要求碳計算的規定，並支持將數據讓第三者查證員審查。

四・專案申報

森林碳匯專案的申報可能被要求定期進行，通常以年度為原則；但實際的申報時程與內容要由特殊的計畫或合約規定來決定。通常報告能對森林碳匯管理計畫所規劃的行動與成果已達成程度提供一個評估，而申報將著重在碳計算與專案執行情形，以及碳封存成果相關細節的監測資料。專案管理者可能會在參與專案碳計算專家的協助下準備報告。

專案報告中可能包括的資訊種類簡介如下，報告準備者可依據其計畫特性參考本指引編撰報告；報告內容詳細的程度，可能要依據專案的執行階段，以及計畫或合約有任何特定的申報規定。

若專案是由許多個別植栽場址所組成，就可能由一份單一報告來涵括，或對每處森林提出一份報告；在任何情況下，相同的碳計算模式要予以報告。

1. 報告概述

報告概述可包括：

- 專案標題或其他識別標誌
- 報告準備日期
- 報告涵括期間
- 報告目的：例如特定計畫或合約下所要求
- 森林所有者
- 森林管理者
- 準備報告的單位
- 要求報告的單位

2. 專案描述

專案描述可能提供的資訊，像是專案啓始日期、位置、面積、植栽型態與目標；這種描述可能摘錄森林碳匯管理計畫中的內容，並指示參考計畫以獲得進一步詳情。

3. 申報期間的行動與事件

報告應摘錄申報期間所有為達成專案目標而實施的管理行動，這些行動可能包括森林建立、存活查核、補救植栽、疏伐與採收。

這個資訊會提供專案表現與原先預期之間差異之概況、任何需要進行目標與/或管理行動調整的指示，以及碳計算的背景。

申報期間森林裡任何負面的衝擊(例如火災、乾旱、蟲害)也應予以描述；如有可能，衝擊應以量化數據表示，並說明特定的監測方法。如此一來就可以讓碳封存衝擊得以評估，如果有碳計算工具箱的協助更為理想。

申報可按森林碳匯管理計畫設定的查核點進行彙編，負面的衝擊，像是火災或風暴可能要依據發生的時程插報；對於出現過程較長期的衝擊，像是乾旱、蟲害或疾病，要依據該顯著衝擊佔該申報期間的比例予以描述。

申報期間的每個查核點，該報告可以就有關採取的行動與查核點達成的程度提供資訊，例如說，對於森林建立查核點的申報，可能涵括某一特定場址的面積、日期、樹種與建立方法。若查核點無法充分達成，或管理行動與原先提議有差異，該報告應解釋差異何在，為什麼會發生，以及專案目標會有任何影響。未來要採取的與/或被要求的管理回應可予以確認。

4. 森林描述

森林碳匯的實質特性在申報期間結束之際應予以描述，描述應依據森林碳匯管理計畫與碳計算系統中所發展的任何分層狀況；這會包括各分層的樹齡與淨面積，註明任何差異(例如因為枯死率)發生在實際特性與森林碳匯管理計畫所提議之間。評估各區域的方法與時程應予以報告。

5. 與京都森林準則的一致性

證實植栽符合京都森林準則的資訊應予以包括，在森林建立後初期準備的報告，可以提供證明這些植栽是利用直接人為方法建立的，而其樹種、植栽配置結構與應用的管理作業會讓這些植栽達到國家對森林定義的要項(澳大利亞是樹高至少 2 公尺、樹冠覆蓋面積至少 20%、場址面積大於 0.2 公頃且寬度至少 10 公尺)。當植栽持續成長時，報告要說明監測如何證實最低樹高與樹冠覆蓋面積門檻是否已達到規定。

評估方法，例如衛星影像、照片與現場評估的應用，應予以確認且列出相關的數據。

6.碳計算

碳計算的申報應文件化記錄應用的方法與數據，以及碳封存的估算結果。

➤方法

方法學的描述應涵括所包括的碳庫，估算方法如何發展(例如使用碳計算工具箱)，以及任何現場評估方法，並參考森林碳匯管理計畫中相關的細節。

對於如何應用碳計算工具箱的描述，應涵括配置結構、時程、樹種與選用的管理作業，以及所使用的是參考值還是其他的數據輸入；如果使用的不是參考值，應提供細節以便於查證，圖像檔案或輸入值清單應予以提供。

若應用的方法與數據，與當初在專案啓始時(如同森林碳匯管理計畫中所設立的)準備碳封存估算所用的情況有任何差異，應予以確認，以便告知實際封存量比較結果。這種變化可能發生在已出現改善的方法或數據以供更正，或有必要反映未達最理想的樹木存活狀況、變化的管理行動或自然事件的衝擊。

如果在申報期間有現場評估作業，評估的方法與日期應予以包括。

➤結果

碳封存的申報應確認碳或二氧化碳 CO₂(或 CO₂-當量)的量，並說明估算方式是否為年度總封存量，或申報期間的總封存量，並指明估算所依據的區域面積，例如每公頃。所有相關的碳庫應予以申報。

採用的碳計算工具箱應納入報告中，如果可行就要以圖表方式表現。由現場評估獲得的數據應以容易說明瞭解的格式表現，並用來查核模式估算的結果。

當估算的結果和早期預測值有差異時，該報告應指出這種差異對於預期的專案結果是否明顯；顯著性可能依據統計基礎，與/或依據任何在計畫或合約中規定的表現門檻來決定。任何顯著差異的原因，例如火災引起的損失，應予以確認。

封存量未來任何修改的預測也可能要包括，隨著申報的封存量，顯著的差異應予以確認並說明。在申報期間對數據與碳封存估算所進行任何查證的細節可能要予以註明。

7.建立與管理衍生的排放量

如果申報的排放量來源，像是計畫或合約中規定的機械所使用的燃料，報告中應包括估算的排放量，以及計算的方法與採用的數據。如果適用，淨碳封存估算值可能要予以調整(使用相當的單位與時程期間)以反應這些排放量。

8.管理變化

報告中可能要確認專案裡任何建議的管理出現變化，發生在其它章節所呈報的資訊中；例子可能包括建立額外的森林面積、加強蟲害管理或調整採收作業，以達成碳封存量的承諾。所建議的變化要在審查森林碳匯管理計畫時告知。

參考資料

澳大利亞地區的溫室行動(Greenhouse Action in Regional Australia)

森林碳匯專案規劃(Planning Forest Sink Projects) • 碳庫與投資結構的指引(A Guide to Carbon Pooling and Investment Structures)

澳大利亞環境暨遺產局所屬溫室辦公室出版(Published by the Australian Greenhouse Office in the Department of the Environment and Heritage)

©澳大利聯邦 2006 年(Commonwealth of Australia 2006)

ISBN: 1 921120 77 0

規劃森林碳匯專案(Planning Forest Sink Projects) • 森林碳匯規劃、管理與碳計算的指引(A Guide

to Forest Sink Planning, Management and Carbon Accounting)