

減量方法封面應包含下列資訊：

AR-TMS0004

小規模減量方法

低蓄積林增匯專案

The project of increasing carbon sink from the Low Stocking Forest

版本 01.0

範疇別： 11 林業

I. 減量方法提案緣起及背景

森林提供人類調節氣候、維持生物多樣性、水源涵養等重要功能，又因其光合作用產生的固碳效益，成為減緩氣候變遷的重要自然碳匯。我國森林覆蓋面積超過六成，根據2023年國家溫室氣體排放清冊，林業部門於2021年移除溫室氣體量達21,850千公噸二氧化碳當量，可見森林對我國溫室氣體減量之貢獻。

我國於2021年宣佈2050年淨零排放目標，將自然碳匯列為達成淨零轉型之十二項關鍵戰略之一。其中又以「增加森林面積」、「加強森林經營」、「提升國產材利用」為森林碳匯路徑之推動策略架構。然受限於我國地狹人稠，可供新植造林之面積有限，且人工林普遍存在劣化的趨勢，因此促進森林生長成為增加森林碳匯量的重要手段之一。

荒廢經營或次生演替的林分，常因林分未能有效經營，導致長時期下來其林分材積無法有效增長累積，成為林分蓄積低落情形。一般改善林分蓄積偏低的情形，最直接方式就是整個林分進行林相更新，營造快速生長的人工林分，但常因林木伐採作業對林地擾動較大，稍有不慎易造成林地沖蝕或生物棲地與景觀衝擊。因此，若能發展對林地擾動較輕微的下層疏伐及一系列管理措施，促進留存木的生長，並於疏伐位置或原有孔隙進行林間造林，以達到提高林分蓄積生長的增匯目的，同時亦將對林地擾動降至最低。

這些管理措施包括有疏伐、林相調整、森林保護(含病蟲害防治、防火)、林間孔隙造林、森林撫育等一系列促進森林生長的森林管理措施，改善林木生長狀況，增加森林碳匯吸存能力，同時提升林木品質，達成永續經營之目的。

森林永續經營已是國際關注的重要議題之一，將促進森林增匯生長產生的碳匯轉換為減量額度，進而鼓勵改善森林管理措施已是普遍的做法，有必要發展適當森林經營增匯的方法學，滿足國內森林增匯專案之需求。

本方法學以國際查證碳標準（Verified Carbon Standard, VCS）中「VM0045使用國家森林調查之動態基線加強森林經營」的方法作為主要參考依據，並考量國內實務研擬一套本土化之減量方法，供國內低蓄積林增匯使用。

II. 既有減量方法差異說明

表一、本減量方法與既有減量方法差異比較表

差異說明	本減量方法 AR-TMS0004	既有減量方法 VCS VM 0045
出處		美國
涉及之減量措施	森林經營	森林經營
(1)適用條件	<p>【適用條件】 參照 VCS VM 0045，調整如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 專案範圍應能出具合法土地經營使用權利，如土地所有權證明、土地租賃契約或公有林租賃契約為佐證。 (2) 專案範圍為至少過去20年維持林木覆蓋之森林(不包括竹林與灌木林)，無商業性伐採作業，且在專案活動實施後仍須維持為森林。可提出足以證明過去林木覆蓋的航照影像、衛星影像圖或其他有效資料作為佐證。 (3) 專案範圍現存蓄積量可提出蓄積調查及比較基準佐證：低於或容許10%誤差範圍之內之相同林型平均蓄積量。 (4) 適用於可促進森林生長且相較基線情境增加碳移除之森林管理措施，包括有疏伐、林相調整、森林保護(含病蟲害防治、防火)、林間孔隙造林、森林撫育等一系列促進森林生長的森林管理措施。 (5) 專案活動不超過10%的水文或土壤擾動，並須符合水土保持及森林經營相關規範要求(含「公私有林經營及輔導作業規範」)。本方法不適用濕地管理活動。 (6) 除為改善林分蓄積而實施的森林管理措施外，不移除枯死木和地表枯落物，事前整 	<p>【適用條件】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 適用於所有加強森林經營活動，專案範圍須維持為森林 (2) 專案範圍受國家或地方管轄，有可受檢驗的數據來源。 <p>【不適用條件】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 專案活動涉及減少林木伐採頻率或強度，且專案區域受到林木限制伐採的規定。 (2) 專案超過10%的水文或土壤擾動。此方法不適用溼地復育活動。 (3) 專案涉及減少枯倒木存量超過淨碳移除量5%。

	<p>地或事後處置殘留物時不採行焚燒。</p> <p>(7) 收穫林產品之儲存量不納入減量計算。</p> <p>(8) 適用於溫室氣體年平均減量/移除量小於或等於20,000公噸二氧化碳當量(tCO₂eq)之專案活動。</p>	
(2) 專案邊界	<p>【碳庫】 計入：地上部生物量、地下部生物量 不計入：枯死木、枯落物、土壤有機質、收穫林產品</p> <p>由於專案不移除枯死木和地表枯落物，碳庫變化量不大，基於保守性和成本有效性原則，枯死木、枯落物、土壤有機質碳庫忽略不計。 考量伐採成本及伐採作業對於留存木的影響，本方法學適用之森林經營伐採作業僅包含初期為增加林分蓄積而實施的低強度間伐作業，後續經營伐採林木不搬出林地使用，初期伐採之木材留置林地，不運出加工利用。</p> <p>【溫室氣體排放源】 計算專案排放的二氧化碳：包含有因運輸苗木、使用機器刈草及其他活動所造成的排放，及非二氧化碳溫室氣體排放：森林火災導致的森林地上生物量燃燒引起的非CO₂溫室氣體排放量。</p>	<p>【碳庫】 計入：地上部生物量、地下部生物量、枯死木、收穫林產品 不計入：枯落物、土壤有機質</p> <p>【溫室氣體排放源】 (1) 專案活動涉及含氮土壤改良劑或固氮植物分解所產生的 N₂O 排放。 (2) 專案活動涉及林木生物質燃燒所產生溫室氣體排放。（不包含非林木之植被生物質燃燒） (3) 此方法不包含化石燃料排放。</p>
(3) 基線移除 (含基線移除計算式)	<p>【基線情境】 參照 VCS VM0045之規範設立對照樣區作為動態基線情境。本方法學允許對照樣區設立於專案邊界內。對照樣區必須在 t = 0時設立(即在任何專案活動之前)，隨後保持該對照樣區不變，並應在專案計入期間內和專案區域一同持續進行監測。</p>	<p>【基線情境】 此方法學使用動態基線，在指定的未處理對照樣地中設立樣區進行監測，作為動態基線與專案情境成對來直接量化專案活動的影響(即專案情境減去基線情境)。對照樣區必須在 t = 0時設立(即在任何專案活動之前)，隨後保持該對照樣區不變，並應在專案計入期間內和專案區域一同持續進行監測。</p>

	<p>【基線淨移除量計算公式】 基線移除=地上部生物量變化 + 地下部生物量變化 $\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t}$</p> <p>本方法學不納入枯死木碳庫。考量本方法學適用對象屬常年未經營狀態之森林，不涉及施用氮肥、燃燒，相關基線排放保守視為零。</p> <p>【氮肥排放計算】 考量氮肥計算複雜及國內森林經營未有施肥做法，本方法學不適用於涉及施用氮肥之林地作業。</p> <p>【焚燒排放計算】 除為改善林分蓄積而實施的森林管理措施外，不移除枯死木和地表枯落物，事前整地或事後處置殘留物時不採行焚燒，故焚燒排放計為零。</p>	<p>【基線淨碳移除量計算公式】 基線淨碳移除 = 地上部生物量變化 + 地下部生物量變化 + 枯死木存量變化 - 收穫林產品 - 氮肥排放 - 焚燒排放</p> <p>【氮肥排放計算】 若在專案過程中有使用氮肥，需計算使用所造成N_2O之溫室氣體排放。</p> <p>【焚燒排放計算】 當監測期間有焚燒行為出現時，計算生物量變化×碳轉換係數×燃燒氧化因子×排放因子×GWP，否則計為零。</p>
<p>(4)專案移除 (含專案移除計算式)</p>	<p>【專案實際移除量計算公式】 專案實際移除量=地上部生物量變化+地下部生物量變化-基線碳儲存變化量-專案實施二氧化碳及非二氧化碳溫室氣體排放</p> <p>本方法學不納入枯死木碳庫。且專案活動不涉及施用氮肥、燃燒得以零排放計算。</p> <p>【收穫林產品計算方式】 專案排放主要考量林木生物量變化量($C_{TREE_PROJ,t}$)。同時考量本方法學伐採林木不搬出林地使用，林產品收穫之排放量不列入邊界範圍，但基於保守性原則，專案活動所造成的伐倒木所造成的碳排放量應納入計算。</p> <p>【專案淨移除量計算方式】 專案淨移除量=(專案實際移除量 - 基線淨移除量 - 洩漏)×(1-不確定性)</p>	<p>【專案實際移除計算公式】 專案實際移除 = 地上部生物量變化 + 地下部生物量變化 + 枯死木存量變化 + 收穫林產品</p> <p>【收穫林產品計算方式】 收穫林產品碳儲存量= (軟木原木 + 軟木紙漿木 + 硬木原木 + 硬木紙漿木) × 100 年以上碳留存比例</p> <p>【專案淨移除量計算方式】 專案淨移除量=(專案實際移除量 - 基線淨移除量)×(1-不確定性)</p>

<p>(5) 監測方法/ 參數</p>	<p>專案申請者必須詳細說明蒐集所有資料和參數的步驟。監測計畫必須至少包含以下資訊：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 每項監測任務的描述及技術要求 (2) 計算邊界的界定 (3) 需要測量的參數，包括樹木的直接測量數據和相對關係式中的變數 (4) 需要蒐集的資料和蒐集技術，記錄於現場的標準作業程序中。需要具體說明取樣方法。 (5) 預期監測頻率 (6) QA/QC 程序，確保資料蒐集與篩選的準確性，並在必要時修正異常值。 (7) 資料保存程序，包括電子文件的更新。所有監測過程中蒐集的數據，包括 QA/QA 資料，必須以電子方式存檔，並在最後一個專案計入期結束後保存至少兩年。 (8) 監測團隊和管理階層的分工、職責與能力。 	<p>專案申請者必須詳細說明蒐集所有資料和參數的步驟。監測計畫必須至少包含以下資訊：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 每項監測任務的描述及技術要求 (2) 計算邊界的界定 (3) 需要測量的參數，包括樹木的直接測量數據和相對關係式中的變數 (4) 需要蒐集的資料和蒐集技術，記錄於現場的標準作業程序中。需要具體說明取樣方法。 (5) 預期監測頻率 (6) QA/QC 程序，確保資料蒐集與篩選的準確性，並在必要時修正異常值。 (7) 資料保存程序，包括電子文件的更新。所有監測過程中蒐集的數據，包括 QA/QA 資料，必須以電子方式存檔，並在最後一個專案計入期結束後保存至少兩年。 (8) 監測團隊和管理階層的分工、職責與能力。
-------------------------	---	---

III. 減量方法計算式設計概念

表二、本減量方法計算式設計概念

	計算式	說明及參採來源
(1) 基線移除	$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t}$	基線排放主要考量林木生物量的碳儲存變化量($\Delta C_{TREE_BSL,t}$)。
(2) 專案移除	$\Delta C_{PROJ,t} = \Delta C_{TREE_PROJ,t}$	<p>專案移除量主要考量林木生物量變化量($\Delta C_{TREE_PROJ,t}$)。同時考量本方法學伐採林木不搬出林地使用，林產品收穫之排放量不列入邊界範圍，但基於保守性原則，專案活動所造成的伐倒木所造成的碳排放量應納入計算。</p> <p>專案實際移除量 = 地上部生物量變化 + 地下部生物量變化 - 基線碳儲存變化量 - 專案實施二氧化碳及非二氧化碳溫室氣體排放</p>
(3) 專案淨移除量	$\Delta C_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t}$	

IV. 小規模減量方法(草案)

1. 介紹

下表為本減量方法的重要特性：

表三、減量方法重要特性

減量專案一般用法	透過加強森林經營增加低蓄積林碳匯量。
溫室氣體減量類型	CO ₂ 減量

2. 範疇、適用條件及生效日

2.1 範疇

低蓄積林增匯專案主要透過加強森林管理措施以增加低蓄積林碳吸存能力，提高碳匯儲存量。管理措施包括有疏伐、林相調整、森林保護(含病蟲害防治、防火)、林間孔隙造林、森林撫育等一系列促進森林生長的森林管理措施。

2.2 適用條件

本減量方法之適用條件如下：

- (1) 專案範圍應能出具合法土地經營使用權利，如土地所有權證明、土地租賃契約或公有林租賃契約為佐證。
- (2) 專案範圍為至少過去20年維持林木覆蓋之森林(不包括竹林與灌木林)，無商業性伐採作業，且在專案活動實施後仍須維持為森林。可提出足以證明過去林木覆蓋的航照影像、衛星影像圖或其他有效資料(如獎勵造林契約)作為佐證。
- (3) 專案範圍現存蓄積量可提出蓄積調查及比較基準佐證：低於或容許10%誤差範圍之內之相同林型平均蓄積量。
- (4) 適用於可促進森林生長且相較基線情境增加碳移除之森林管理措施，包括有疏伐、林相調整、森林保護(含病蟲害防治、防火)、林間孔隙造林、森林撫育等一系列促進森林生長的森林管理措施。
- (5) 專案活動不超過10%的水文或土壤擾動，並須符合水土保持及森林經營相關規範要求(含「公私有林經營及輔導作業規範」)。本方法不適用濕地管理活動。
- (6) 除為改善林分蓄積而實施的森林管理措施外，不移除枯死木和地表枯落物，事前整地或事後處置殘留物時不採行焚燒。

- (7) 收穫林產品之儲存量不納入減量計算。
- (8) 適用於溫室氣體年平均減量/移除量小於或等於20,000公噸二氧化碳當量(tCO₂eq)之專案活動。

2.3 生效日

生效日係以113年11月29日「環境部溫室氣體抵換專案暨自願減量專案審議會第10次會議」決議審核通過為準。

3. 名詞定義

本減量方法相關名詞定義如下：

- (1) 森林 (Forest)：依據我國「森林法」第三條，森林係指林地及其群生竹、木之總稱；另依據聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)每5年定期發布之「全球森林資源評估報告」，對於森林之定義為：「毗鄰面積大於0.5公頃(ha)，樹高5公尺(m)以上，樹冠覆蓋率10%以上，或於原生育地之林木成熟後符合前述條件，但不包括供農作使用與都市使用之土地」。
- (2) 加強森林經營 (Improved forest management, IFM)：將森林透過調整和控制森林組成和結構、促進森林生長，維持和提高森林生長量、碳儲量及其他生態服務功能，進而增加森林碳匯。如調整林分結構、樹種更新、林間孔隙造林、林分撫育管理、減少伐木衝擊、延長輪伐期、調整經營目標、施肥及其他育林措施等，增加既有森林的碳吸存或減少碳排放。
- (3) 土壤擾動 (Soil disturbance)：森林經營管理相關措施如整地、鬆土、翻耕、挖除樹樁（根）等，會造成土壤擾動，形成土壤有機碳的散逸。
- (4) 收穫林產品 (Harvest Wood Products, HWP)：以森林資源為基礎而生產的木材和以木材為原料的各種產品，包括原木、鋸材、木質人造板、各種木質成品和半成品、木漿、以木材為原料的各種紙及紙製品等林業部門和其他相關部門所生產的上述各類產品。
- (5) 分層取樣 (Stratified sampling)：將族群劃分成若干個次級族群，或是稱作層(Strata)，再就每一次級族群分別實施簡單隨機取樣。森林族群可供分層之基礎，有地形、林型、林分密度、林分材積、林分結構、樹種組成狀態、樹高、林齡及地位等，可減少次級族群內之變異或分散，以增加族群推算值之精密度。

- (6) 低蓄積林 (Low stock forest)：長期維持森林覆蓋（一般為20年以上），未有商業性伐採作業，其現存蓄積量低於或容許10%誤差範圍之內之相同林型平均蓄積量，可認定為低蓄積林分。例如，第四次森林資源調查區外林地調查成果，闊葉樹林型樣區共1,183個樣區，平均蓄積量為107.78 m³/ha 或高於10%誤差範圍118.56 m³/ha，可做為評判低蓄積林之依據。
- (7) 林分 (Stand)：指林木群落組成、結構、樹齡、空間分佈等特徵基本相同，得以和相鄰群落做出區分的一片森林。
- (8) 專案邊界 (Project boundary)：專案申請者實施造林專案活動之地理範圍。
- (9) 基線情境 (Baseline scenario)：指在沒有專案活動時，最能合理代表專案邊界內土地利用及管理的未來情境。
- (10) 專案情境 (Project scenario)：指在擬定的專案活動下的土地利用和管理情境。
- (11) 動態基線 (Dynamic baseline)：在專案邊界內或外設置代表基線情境的基線樣區，與專案情境配對並在專案計入期間一同持續監測。

4. 專案邊界

專案之地理區域邊界包含實施專案活動的所有土地。專案邊界內森林經營活動的碳庫計算包括地上部、地下部生物量；而枯死木、枯枝落葉及土壤有機質、收穫之林產品等碳庫則不列入計算，如表四。本方法學的碳庫選擇如下：

表四、專案邊界內森林經營活動的碳庫選擇

碳庫	是否選擇	說明
地上部生物量	是	專案森林經營活動的主要碳庫
地下部生物量	是	專案森林經營活動的主要碳庫
枯死木、枯落物及土壤有機質	否	由於專案不移除枯死木和地表枯落物，碳庫變化量不大，基於保守性和成本有效性原則，忽略不計。
林產品	是	專案排放主要考量林木生物量變化量 (C _{TREE_PROJ,t})。同時考量本方法學伐採林木不搬出林地使用，林產品收穫之排放量不

碳庫	是否選擇	說明
		列入邊界範圍，但基於保守性原則，專案活動所造成的伐倒木所造成的碳排放量應納入計算。

專案邊界內的溫室氣體排放源的計算項目為木本生物質燃燒及氮肥排放，如表五。

表五、專案邊界內的溫室氣體排放源的計算項目

排放源	溫室氣體	是否選擇	說明
林木生物質 燃燒	CO ₂	否	木本(植被)生物質燃燒所釋放的 CO ₂ 含量已被計入碳儲量變化中。
	CH ₄	視專案活動決定	若專案情境涉及林木生物質燃燒，或改變火災頻率/程度，則納入燃燒產生之溫室氣體排放量。若專案活動不涉及此做法則以零排放計算。
	N ₂ O	視專案活動決定	
化石燃料排 放	CO ₂	是	專案實施排放的二氧化碳：包含有因運輸苗木、使用機器刈草及其他活動所造成的排放
	CH ₄	否	
	N ₂ O	否	

5. 外加性

根據環境部於民國 112 年 10 月 12 日公佈之「溫室氣體自願減量專案管理辦法」，減量專案符合溫室氣體每年排放量總減量小於或等於 20,000 公噸二氧化碳當量(tCO₂eq)，得僅分析法規外加性。

目前國內林業相關法規並無強制規範森林需要有效經營，維持基線情境也符合法規規範，因此林主加強森林經營有其法規外加性。若專案範圍包括林地時，於實施各項森林經營管理措施，應符合「公私有林經營及輔導作業規範」。

6. 基線移除

基線情境代表在無專案活動實施下、一切照舊的森林經營狀態。根據 VCS VM0045 中關於動態基線之規範，應用該方法學的專案須在未進行專案活動之林地中設立生長監測樣區作為動態基線，並在專案計入期間內和專案區域一同持續進行監測，以充分評估現實外在因素（如氣候和市場）對專案活動減量(即專案移除減去基線移除)的影響。

基線生長監測樣區可位於專案邊界以內或以外，必須在專案活動開始前設立，並符合以下條件要求：

- (1) 透過無偏差、具代表性的抽樣選出。
- (2) 在專案計入期間進行持續、定期的重複監測，多個生長監測樣區不必採取相同的重複監測時程，但須配合申請額度監測調查同步實施。
- (3) 若使用歷史數據評估基線初始狀態，數據必須來自於10年內收集的一次測量結果或多次的平均值。
- (4) 代表基線情境與專案情境之生長監測樣區必須位於同一生態區中，且相關的監測參數必須維持一致。
- (5) 監測樣區內的林木必須要有獨特且可清楚識別的編號或標記，以便未來追蹤單株林木。
- (6) 若基線監測樣區設於專案範圍內，但其監測樣區面積不納入專案面積計算。

森林碳匯在一般生長狀況下屬於「碳移除」，但仍若是遭到濫伐或經常處於大火中的森林區域，在基線情境中屬於「碳排放」，因此基線移除廣義表示為基線情境下，專案邊界範圍內所選碳庫儲存量變化之和。本方法學基線移除量化主要考慮基線林木生物量碳庫的碳儲量變化。基線溫室氣體淨移除量(基線淨移除量)計算公式如下：

$$\Delta C_{BSL,t} = \Delta C_{TREE_BSL,t} \quad \text{式1}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{BSL,t}$	第 t 年(指未實施專案活動)之基線淨移除量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{TREE_BSL,t}$	第 t 年之專案邊界內基線林木生物量碳儲存的年變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹

6.1 基線林木生物量碳儲存變化量

監測樣區得以林分結構或樹種組成狀態進行分層取樣，以增加碳庫估算精準度。根據分層，計算各基線林木生物量碳儲存年變化量之和，即為基線林木生物量碳儲存變化量($\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$)。計算公式如下：

$$\Delta C_{TREE_BSL,t} = \sum_i \Delta C_{TREE_BSL,i,t} \quad \text{式2}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{TREE_BSL,t}$	基線情境下，第 t 年之專案邊界內，林木生物量碳儲存的年變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層之專案邊界內，林木生物量碳儲存變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
i	基線分層	-
T	1, 2, 3, 4...，專案活動執行後的年數	yr

假定一段時間內（第 t1 至 t2 年）基線林木生物量的變化是線性的，基線林木生物量碳儲存變化量($\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$)。計算公式如下：

$$\Delta C_{TREE_BSL,i,t} = (C_{TREE_BSL,i,t2} - C_{TREE_BSL,i,t1}) / (t2 - t1) \quad \text{式3}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{TREE_BSL,i,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層之專案邊界內，林木生物量碳儲存變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$C_{TREE_BSL,i,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層林木生物量碳儲存量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
i	基線分層	-
$t1, t2$	專案開始後的第 t1 及 t2 年，且 t1 ≤ t ≤ t2	yr

在林木生物量碳儲存量估算方面，主要將各樹種每公頃林木生物量(G)乘上各樹種植林面積(A)，再利用各樹種含碳率(CF)將林木生物量轉化為碳含量，再利用 CO₂與 C 的分子量比值將碳含量轉換為二氧化碳當量，計算公式如下：

$$C_{TREE_BSL,i,t} = \frac{44}{12} \times \sum_j (G_{TREE_BSL,i,j,t} \times A_{BSL,i,j} \times CF_j) \quad \text{式4}$$

參數	定義	單位
$C_{TREE_BSL,i,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層林木生物量碳儲存量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$G_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種每公頃林木生物量	t d.m. ha ⁻¹ yr ⁻¹
$A_{BSL,i,j}$	基線情境下，第 i 分層 j 樹種總面積	ha
CF_j	j 樹種的含碳率	t C (t d.m.) ⁻¹
j	樹種	-
t	1, 2, 3, 4...，專案活動執行後的年數	yr
44/12	CO ₂ 分子量與 C 分子量的比值	-

專案申請者依照現況可選擇下列其中一個方法來估算各樹種平均每公頃林木生物量($G_{TREE_BSL,i,j,t}$)，如下：

方法一：生物量推估模式法

此方法為透過各樹種的生物量方程式來估算，該樹種的單株地上部生物量(G_s)。各樹種生物量方程式為將測定參數轉化為地上部生物量的迴歸方程式，測定參數如胸高直徑(DBH)、樹高(H)和(或)林齡等。求得單株地上部生物量後，再利用地下部生物量與地上部生物量比值(R)轉換為全株生物量，再乘上該樹種每公頃株數(N)，即可求得該樹種每公頃林木生物量，計算公式如下：

$$G_{TREE_BSL,i,j,t} = G_{s_BSL,i,j,t} \times (1+R_j) \times N_{TREE_BSL,i,j,t} \quad \text{式5}$$

參數	定義	單位
$G_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種每公頃林木生物量	t d.m. ha ⁻¹ yr ⁻¹
$G_{s_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種的單株地上部生物量。此單株地上部生物量可透過生物量方程式求得。	t d.m. 株 ⁻¹ yr ⁻¹
$N_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種的每公頃株數(量)	株 ha ⁻¹

參數	定義	單位
R_j	j 樹種地下部生物量與地上部生物量的比值	-
t	1, 2, 3, 4...，專案活動執行後的年數	yr

方法二：生物量擴展係數法

透過測定林木胸高直徑(DBH)、樹高(H)和(或)林齡，查材積表或運用立木材積式計算該樹種單株林木樹幹材積，再利用生物量轉換與擴展係數(BCEF)將林木樹幹材積轉化為林木地上部生物量，再利用地下部生物量與地上部生物量比值(R)將地上生物量轉化為林木全株生物量，再乘上該樹種每公頃株數(N)，即可求得該樹種每公頃林木生物量，計算公式如下：

$$G_{TREE_BSL,i,j,t} = V_{TREE_BSL,i,j,t} \times BCEF_j \times (1+R_j) \times N_{TREE_BSL,i,j,t} \quad \text{式6}$$

若直接的生物量轉換與擴展係數(BCEF)不可得，可使用生物量擴展係數(BEF)及基本比重(D)相乘得出，如下：

$$BCEF_j = BEF_j \times D_j \quad \text{式7}$$

參數	定義	單位
$G_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種每公頃林木生物量	t d.m. ha ⁻¹ yr ⁻¹
$V_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種單株林木樹幹材積。透過測量 j 樹種胸高直徑(DBH)、樹高(H)和(或)林齡等數值，代入立木材積式或查材積表得來。	m ³ 株 ⁻¹ yr ⁻¹
$N_{TREE_BSL,i,j,t}$	基線情境下，第 t 年，第 i 分層 j 樹種的每公頃株數(量)	株 ha ⁻¹
$BCEF_j$	j 樹種生物質量轉換和擴展係數，即將材積(連皮)轉換為地上部生物量之轉換係數	t d.m. m ⁻³
BEF_j	j 樹種生物質量擴展係數，即林木主幹生物量與地上部生物量之轉換係數	-

參數	定義	單位
D_j	j 樹種基本比重(連皮)	t d.m. m ⁻³
R_j	j 樹種地下部生物量與地上部生物量的比值	-
t	1, 2, 3, 4...，專案活動開始以後的年數	yr

7. 專案實際移除量

專案森林管理措施，包括有疏伐、林相調整、森林保護(含病蟲害防治、防火)、林間孔隙造林、森林撫育等一系列促進森林生長的森林管理措施。為施行專案活動所進行之整地、移除植被、林相組成變更等作業，其過程中損失的木本植物生物量將會被計算入專案活動排放量中。

在森林經營專案活動期間，專案排放表示在專案情境下，專案邊界內所選碳庫的碳儲存變化量，主要考量林木生物量之碳儲存變化量，不考慮灌木、枯死木、枯落物、土壤有機質及收穫林產品的碳儲存變化量，並減去專案活動引起的溫室氣體排放量。專案實際移除量計算公式如下：

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{a,t} - GHG_{E,t} \quad \text{式8}$$

$$\Delta C_{PROJ,t} = \Delta C_{TREE_PROJ,t} \quad \text{式9}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	第 t 年(指專案活動實施 t 年後)之實際淨移除量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{PROJ,t}$	第 t 年實行專案活動時，專案邊界內所選碳庫的碳儲存年變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{TREE_PROJ,t}$	第 t 年之林木生物量的碳儲存變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$GHG_{a,t}$	專案活動實施 t 年後，因施行專案活動而增加之二氧化碳排放量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$GHG_{E,t}$	專案活動實施 t 年後，因施行專案而增加之非二氧化碳溫室氣體排放量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
t	1, 2, 3, 4 ...，專案活動開始以後的年數	yr

7.1 專案林木生物量碳儲存變化量

專案邊界內，第*i*分層林木生物量碳儲存年變化量之和，即為**專案林木生物量碳儲存變化量**($\Delta C_{TREE_PROJ,t}$)。假定一段時間內（第*t1*至*t2*年）專案林木生物量的變化是線性的，專案林木生物量碳儲存變化量($\Delta C_{TREE_PROJ,i,t}$)之計算公式如下：

$$\Delta C_{TREE_PROJ,t} = \sum_i \Delta C_{TREE_PROJ,i,t} = \sum_i \frac{C_{TREE_PROJ,i,t2} - C_{TREE_PROJ,i,t1}}{t2 - t1} \quad \text{式10}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{TREE_PROJ,t}$	專案情境下，第 <i>t</i> 年之專案邊界內，林木生物量碳儲存的年變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{TREE_PROJ,i,t}$	專案情境下，第 <i>t</i> 年，第 <i>i</i> 分層之專案邊界內，林木生物量碳儲存的年變化量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
<i>i</i>	基線分層	-
<i>t1,t2</i>	專案開始後的第 <i>t1</i> 及 <i>t2</i> 年，且 $t1 \leq t \leq t2$	yr
<i>t</i>	1, 2, 3, 4...，專案活動執行後的年數	yr

在林木生物量碳儲存量估算方面，主要將各樹種每公頃林木生物量(*G*)乘上各樹種造林面積(*A*)，再利用各樹種含碳率(*CF*)將林木生物量轉化為碳含量，再利用 CO₂與 C 的分子量比值將碳含量轉換為二氧化碳當量，計算公式如下：

$$C_{TREE_PROJ,i,t} = \frac{44}{12} \times \sum_j (G_{Tree_PROJ,i,j,t} \times A_{PROJ,i,j} \times CF_j) \quad \text{式11}$$

參數	定義	單位
$C_{TREE_PROJ,i,t}$	專案情境下，第 <i>t</i> 年，第 <i>i</i> 分層林木生物量碳儲存量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$G_{TREE_PROJ,i,j,t}$	專案情境下，第 <i>t</i> 年，第 <i>i</i> 分層 <i>j</i> 樹種平均每公頃林木生物量	t d.m. ha ⁻¹ yr ⁻¹
$A_{PROJ,i,j}$	專案情境下，第 <i>i</i> 分層 <i>j</i> 樹種總面積（若對照樣區設立在專案區域內，則不應納入對照樣區面積）	Ha

參數	定義	單位
CF_j	j 樹種的含碳率	t C (t d.m.) ⁻¹
j	樹種	-
t	1, 2, 3, 4...，專案活動執行後的年數	yr
44/12	將 C 轉換為 CO ₂ 的分子量比值	-

專案情境下，專案邊界內各樹種平均每公頃林木生物量依照現況可選擇 6.1 節「生物量推估模式法」及「生物量擴展係數法」其中一個方法來估算，惟專案情境應與基線情境使用相同估算方法。實際計算時，用字母下標「PROJ」替代式 5 及式 6 中的字母下標「BSL」。

7.2 收穫林產品的碳儲存

本方法學適用之森林經營做法僅包含為改善林分生長而實施的伐採行為，收穫之木材留置林地不運出加工利用，收穫林產品之儲存量不納入減量計算。但在經營過程中如有林木伐採，則假定在林木伐採時立即排放，且損失計入林木生物量碳儲存變化中。

7.3 專案溫室氣體排放的估計

因專案實施造成邊界內溫室氣體排放，可分為二氧化碳排放及非二氧化碳溫室氣體排放，二氧化碳排放包含有因運輸苗木、使用機器刈草及其他活動所造成的排放，其計算公式如下：

$$GHG_{a,t} = ST_t + FA_t \quad \text{式12}$$

$$ST_t = TD_t \times Car_t \times EF_{car,t} \quad \text{式13}$$

$$FA_t = Oil_t \times EF_{tool,t} \quad \text{式14}$$

參數	定義	單位
$GHG_{a,t}$	專案活動實施 t 年後，專案活動之二氧化碳排放量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
ST_t	第 t 年時，因運輸造成的 CO ₂ 二氧化碳排放量。	tCO ₂ eq yr ⁻¹

參數	定義	單位
FA_t	第 t 年時，因使用機具造成的 CO ₂ 二氧化碳排放量。	tCO ₂ eq yr ⁻¹
TD_t	第 t 年時，運輸距離	km
Car_t	第 t 年時，運輸車輛噸數	ton
$EF_{car,t}$	第 t 年時，運輸機具延噸公里碳足跡	kgCO ₂ eq /ton/km
Oil_t	第 t 年時，機具使用柴油量	L
$EF_{tool,t}$	第 t 年時，柴油碳足跡	tCO ₂ eq/L

至於專案活動引起的專案邊界內非二氧化碳溫室氣體排放的增加量，只考慮森林火災導致的森林地上生物量燃燒引起的非二氧化碳溫室氣體排放量(即 CH₄和 N₂O 釋放)。

對於專案事前估計，由於無法預測專案邊界內的火災發生情況，因此可以不考慮森林火災造成的專案邊界內非二氧化碳溫室氣體排放為0。

在事後估算方面，專案邊界內非二氧化碳溫室氣體排放估算採用森林火災發生前，最近一次查證時劃分的分層及各分層林木地上部生物量數據，計算方法如下：

$$GHG_{E,t} = \sum_i A_{BURN,i,t} \times b_{FR,i,tL} \times COMF_i \times (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \times 10^{-3}$$

式15

參數	定義	單位
$GHG_{E,t}$	第 t 年時，專案邊界內由於森林火災導致林木地上生物量燃燒引起的非二氧化碳溫室氣體排放量。	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$A_{BURN,i,t}$	第 t 年時，第 i 分層森林火災的火燒面積。	ha
$b_{FR,i,tL}$	森林火災發生前，專案最近一次監測核查時，單位面積林木地上生物量。如果只發生地表火，林木地上生物量未被燃燒，則 $b_{FR,i,tL}$ 設定為0。	t d.m. ha ⁻¹

參數	定義	單位
tL	離火災發生前最近的一次專案監測核查時間，即距專案活動開始以後的年數。	yr
$COMF_i$	第 i 分層燃燒指數，採用聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值，詳見附表 4。	-
EF_{CH_4}	專案 CH ₄ 排放係數，採用聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值 4.7。	kg CH ₄ (t 燃燒乾物質) ⁻¹
GWP_{CH_4}	CH ₄ 的全球增溫潛勢。	-
EF_{N_2O}	專案 N ₂ O 排放係數，採用聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值 0.26。	kg N ₂ O (t 燃燒乾物質) ⁻¹
GWP_{N_2O}	N ₂ O 的全球增溫潛勢。	-

8. 洩漏排放

根據本減量方法適用條件，不適用於專案實施可能引起的專案前農業活動的轉移，因此專案活動不存在潛在洩漏，即 $LK_t = 0$ ，其中 LK_t 為第 t 年專案活動所產生的洩漏排放量。

9. 專案淨移除量

低蓄積林增匯專案活動產生的專案淨移除量等於專案實際移除量減去基線淨移除量及洩漏，如下：

$$\Delta C_{NET,t} = (\Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t) \times (1 - UNC_t) \quad \text{式16}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{NET,t}$	第 t 年專案淨移除量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	第 t 年專案實際移除量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
$\Delta C_{BSL,t}$	第 t 年基線淨移除量	tCO ₂ eq yr ⁻¹
LK_t	第 t 年因洩漏之溫室氣體排放量，根據本方法的適用條件，專案活動不存在潛在洩漏，	tCO ₂ eq yr ⁻¹

參數	定義	單位
	因此可視為0	
UNC _t	第 t 年的不確定性	%
t	1, 2, 3, 4 ...，專案活動開始以後的年數	yr

UNC_t：第 t 年的不確定性，與抽樣誤差相關的不確定性須被量化並加以解釋，其計算如下：

$$UNC_t = \text{MIN} \left(100\%, \text{MAX} \left(0, T \times \left| \frac{1}{n} \times S_{wp,t}^2 + \frac{1}{n^2} \times \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^n W_{bsl,i,j} \right)^2 \times S_{bsl,t}^2 \right|^{1/2} \times \left(\frac{1}{\overline{ER}_t} \right) - 15\% \right) \right) \quad \text{式17}$$

參數	定義	單位
UNC _t	第 t 年的不確定性，表示為在90%信賴區間下半寬(half width)佔平均值的百分比	%
S _{wp,t} ²	專案情境下，第 t 年結束時的監測區間內，存量變化(stock change)的變異數	-
S _{bsl,t} ²	基線情境下，第 t 年結束時的監測區間內，存量變化(stock change)的變異數	-
W _{bsl,i,j}	單元基線樣地 j 在配對之複合基線 i 中的權重，在0到1之間	-
T	顯著水平 α = 0.05時 Student's t 分佈的臨界值(即即 1 - α = 95%的信賴區間)	
\overline{ER}_t	第 t 年的樣區平均減少排放量	tCO ₂ eq
n	專案和基線情境下存量變化值均可用的樣本單元數量	
c	獨特單元基線樣地 j 的總數	

10. 監測方法

本減量方法可在專案區域邊界內或外設立基線生長監測樣區作為動態基線，並在專案計入期間內和專案區域邊界內專案生長監測樣區一同持續進行監測。多個生長監測樣區不必採取相同的重複監測時程，但須配合申請額度監測調查同步實施。代表基線情境與專案情境之生長監測樣區必須位於同一生態區中，且相關的監測參數必須維持一致。專案申請者必須詳細說明蒐集所有資料和參

數的步驟。監測計畫必須至少包含以下資訊：

- (1) 每項監測任務的描述及技術要求：監測方式可採用森林資源調查及森林經營管理的監測做法。主要在於監測生長樣區的林木生長，需調查樣區內所有林木生長量，再區分出留存木及新植栽，據以估算專案情境。
- (2) 計算邊界的要求：應明確標示專案邊界做為調查與計算範疇。
- (3) 需要測量的參數：包括樹木的直接測量數據（如胸高直徑與樹高）和生長量方程式中的變數。其中直接測量數據應規範測量方法，預設數據與參數須說明彙整國內相關文獻資料(如基礎比重、林木主幹生物量與地上部生物量之轉換係數、生物量的含碳率、生物量方程式、立木材積方程式或立木材積表等)或自行建立相關生長預測或材積式。
- (4) 需要蒐集的資料和蒐集技術，記錄於現場的標準作業程序中。需要具體說明取樣方法（樣本母體、取樣強度、抽樣階段的選擇）

1. 可利用遙測資料，包括衛星影像、航空照片或無人機影像或光達資料，協助掌握專案邊界，並做適當分層取樣設計。若採取分層取樣設計，應具體說明分層依據及樣區配置及設置方式，並記錄於現場的標準作業程序中

2. 取樣方法

可採國內普遍使用於森林資源調查及森林經營管理的做法，或根據VM0045建議，採簡單隨機抽樣或系統抽樣。若專案邊界內森林生物量分布不均時，得以依地形位置、林分高度及植群類型等進行分層取樣，以增加基線及專案活動期間碳儲存估算的準確性。分層取樣方式及數量可採用聯合國CDM或接續機制之最新版造林及再造林專案活動樣區取樣計算工具(Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities)。其公式如下：

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * [\sum_i W_i * S_i]^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i W_i * S_i^2} \quad \text{式18}$$

參數	定義	單位
n	專案邊界內所需之樣區數	-
N	專案邊界內可能之總樣區數(即取樣空間或母體)，即專案總面積除以單一樣區面積之值。	-
t _{VAL}	在90%信賴區間，自由度無限大的雙尾 t 值 =1.645	-
W _i	i 分層的面積權重(即 i 分層面積除以專案面積)	-
S _i	i 分層生物量的標準差預估值	t d.m. 或 t d.m. ha ⁻¹
E	專案邊界內估算生物量的可容許誤差範圍(即信賴區間的一半)，或可採用聯合國 CDM 或接續機制建議之專案平均生物量的10%來進行計算	t dm 或 t d.m. ha ⁻¹
i	基線分層	-

或依國內獎勵造林檢測作業流程：

1. 0.2 公頃以下取一個樣區。
2. 超過 0.2 公頃以上至 0.5 公頃取 2 個樣區。
3. 超過 0.5 公頃至 1 公頃取 3 個樣區。
4. 超過 1 公頃至 5 公頃，每增加 1 公頃增取一個樣區，不到 1 公頃之餘數當為增加 1 公頃取樣。
5. 超過 5 公頃，每增加 2 公頃取一個樣區，不到 2 公頃之餘數當為增加 2 公頃樣區。

當總樣區數量決定後，再依各分層樣區配置方法，例如依面積比例方式分配各分層樣區數量。

- (5) 預期監測頻率：至少 5 年執行一次監測，以追蹤碳庫之碳儲存變化及專案排放。
- (6) QA/QC 程序：為確保數據蒐集與篩選的準確性，針對調查人員施予調查品質測試程序，並設立林木調查稽核機制（抽查至少 5% 林木進行稽核，其容許誤差為 DBH ± 0.6 cm，H ± 1m，參照美國森林調查量測品質目標定為 95%，亦即抽查林木結果應有 95% 以上於容許誤差範圍內。），並在必要時修正異常值。

- (7) 資料保存程序：包括電子文件的更新。所有監測過程中蒐集的數據，包括QA/QC資料，必須以電子方式存檔或紙本方式保存，並保存至最後一次核發減量額度後2年。
- (8) 監測團隊和管理階層的分工、職責與能力：管理階層應由具備森林經營專業之人員擔任，如林業技師或其他具專業能力證明者；監測團隊則應經過森林調查品質訓練合格，並分為調查小組及稽核小組進行監測。

10.1 預設之數據與參數說明

預設之數據與參數說明，包括可參考文獻數據之預設值，或專案計入期內需要一次性測定即可確定的參數和資料。

數據/參數	$G_{s_BSL,i,j,t}$
數據單位	t d.m. 株 ⁻¹ yr ⁻¹
應用的公式編號	5
描述	基線情境下，第 t 年時，第 i 分層 j 樹種平均單株地上部生物量；測定參數(如胸高直徑、樹高或林齡等)轉換為單株林木地上部生物量的方程式。
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及相關文獻資料公式 3. 專案申請者可參考國內相關文獻自行建立當地林木生物量的方程式
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定。詳細記錄納入方程式之測量參數(如胸高直徑、樹高或林齡等)。
備註	單位符號 d.m. 為乾重(dry matter)縮寫

數據/參數	$V_{TREE_BSL,i,j,t}$
數據單位	m ³ 株 ⁻¹ yr ⁻¹
應用的公式編號	6

描述	基線情境下，第 t 年時，第 i 分層 j 樹種平均單株林木主幹材積；立木材積方程式或材積表是根據一個或多個林木測定參數(如胸徑、樹高或林齡等)代入立木材積方程式或對應立木材積表所得數值。
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及文獻資料公式 3. 若無上述相關資料，可使用國有林林產物處分作業要點材積式： $V = (\text{胸高直徑})^2 \times 0.79 \times \text{樹高} \times \text{形數}$
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	$A_{BSL,i,j}$
數據單位	ha
應用的公式編號	4
描述	基線情境下，第 i 分層 j 樹種總面積
數據來源	實地量測或地理資訊系統(GIS)量測
量測程序(如有)	可採用本方法學內文描述、已發表的報告或IPCC GPG LULUCF 2003中描述的步驟
備註	採用現有資料或直接測定

數據/參數	CF_j
數據單位	$t C (t d.m.)^{-1}$
應用的公式編號	4、11
描述	j 樹種的含碳率，用於將生物量轉換為碳含量
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無上述相關資料，則採用國家級統計資料，如附表1

量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	R_j
數據單位	無單位
應用的公式編號	5
描述	根莖比(root-to-shoot ratio)，j樹種林木地下部生物量與地上部生物量之比
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下j樹種資料 2. 國內已發表之j樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無上述相關資料，則採用國家級統計資料，如附表1
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	$BCEF_j$
數據單位	t d.m. m ⁻³
應用的公式編號	6、7
描述	j樹種生物質量轉換和擴展係數，即將材積(連皮)轉換為地上部生物質量之轉換係數。
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下j樹種資料 2. 國內已發表之j樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無上述相關資料，則採用國家級統計資料，如附表1
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	BEF_j
數據單位	無單位

應用的公式編號	7
描述	j 樹種生物質量擴展係數，即林木主幹材積與地上部生物質量之轉換係數(連皮) (biomass expansion factor)，用於將樹幹生物質量轉換為地上部生物質量。
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無上述相關資料，則採用國家級統計資料，如附表1
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	D_j
數據單位	t d.m. m ⁻³
應用的公式編號	7
描述	j 樹種基本比重(Basic Wood Density, D)，即林木主幹材之絕乾重量（木材水分完全蒸發後的重量）與原木去皮材積的比值，用於將樹幹材積轉換為樹幹生物質量。
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無上述相關資料，則採用國家級統計資料，如附表1
量測程序(如有)	採用現有資料或直接測定
備註	

數據/參數	$COMF_i$
數據單位	無單位
應用的公式編號	15
描述	第 i 分層燃燒指數(針對每個植被類型)
數據來源	數據來源優先選擇次序為 1. 現有的、當地的或相似生態條件下 j 樹種資料 2. 國內已發表之 j 樹種研究報告及相關文獻資料數據 3. 若無適用之本土性數據，則可採用聯合國 CDM 或接

	續機制之方法學預設值，如附表4
量測程序(如有)	採用現有資料或預設值
備註	

數據/參數	GWP_{CH_4}
數據單位	無單位
應用的公式編號	15
描述	CH ₄ 全球增溫潛勢
數據來源	採用政府間氣候變化專家委員會(IPCC)公告之最新數值
量測程序(如有)	
備註	2021年 IPCC 第6次評估報告 $GWP_{100_CH_4\ non\ fossil}$: 27.0

數據/參數	GWP_{N_2O}
數據單位	無單位
應用的公式編號	15
描述	N ₂ O 全球增溫潛勢
數據來源	採用政府間氣候變化專家委員會(IPCC)公告之最新數值
量測程序(如有)	
備註	2021年 IPCC 第6次評估報告 $GWP_{100_N_2O}$: 273

數據/參數	EF_{CH_4}
數據單位	kg CH ₄ (t 燃燒乾物質) ⁻¹
應用的公式編號	15
描述	專案 CH ₄ 排放係數
數據來源	CH ₄ 排放係數資料來源優先選擇次序為： 1. 專案實施區當地的調查資料 2. 相鄰地區相似條件下的調查資料 3. 若無適用之本土性數據，則可採用聯合國 CDM 或接

	續機制之方法學預設值，如附表3
量測程序(如有)	採用現有資料或預設值
備註	

數據/參數	EF _{N₂O}
數據單位	kg N ₂ O (t 燃燒乾物質) ⁻¹
應用的公式編號	15
描述	專案 N ₂ O 排放係數
數據來源	N ₂ O 排放係數資料來源優先選擇次序為： <ol style="list-style-type: none"> 1. 專案實施區當地的調查資料 2. 相鄰地區相似條件下的調查資料 3. 若無適用之本土性數據，則可採用聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值，如附表3
量測程序(如有)	採用現有資料或預設值
備註	

10.2 應監測之數據及參數說明

專案申請者需要在於專案範圍中定期監測下列參數。

數據/參數	$A_{PROJ,i,j}$
數據單位	ha
應用的公式編號	11
描述	專案情境下，第 i 分層 j 樹種的總面積
數據來源	實地量測或地理資訊系統(GIS)量測
量測程序	1.地面面積量測儀器 2.地理資訊系統(GIS)空間資訊資料 3.已發表的報告 4.IPCC GPG LULUCF 2003 中描述的步驟
監測頻率	至少5年監測一次
QA/QC 程序	由專案發起人決定，並記錄於現場資料收集的標準作業程序中。收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年
備註	

數據/參數	DBH_j
數據單位	cm
應用的公式編號	5、6
描述	j 樹種胸高直徑
數據來源	實地量測
量測程序	專案活動範圍內之林木調查。使用公認有效且最適當的測量方法確保測量之準確性，並於標準作業程序詳細說明測量步驟。需固定容許誤差範圍。
監測頻率	至少5年監測一次
QA/QC 程序	由專案發起人決定，並記錄於現場資料收集的標準作業程序中。收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年。
備註	

數據/參數	H_j
數據單位	m
應用的公式編號	5、6
描述	j 樹種樹高
數據來源	實地量測
量測程序	專案活動範圍內之林木調查。使用公認有效且最適當的測量方法確保測量之準確性，並於標準作業程序詳細說明測量步驟。需固定容許誤差範圍。
監測頻率	至少5年監測一次
QA/QC 程序	由專案發起人決定，並記錄於現場資料收集的標準作業程序中。收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年。
備註	

數據/參數	$N_{BSL,i,j,t}$; $N_{PROJ,i,j,t}$
數據單位	株 ha^{-1}
應用的公式編號	5、6
描述	林分密度，即第 t 年時，第 i 分層 j 樹種每公頃株數(量)
數據來源	實地量測
量測程序	專案活動範圍內之林木調查
監測頻率	至少5年監測一次
QA/QC 程序	由專案發起人決定，並記錄於現場資料收集的標準作業程序中。收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年。
備註	基線情境用 $N_{BSL,i,j,t}$ 表示；專案情境用 $N_{PROJ,i,j,t}$ 表示

數據/參數	$A_{BURN,i,t}$
數據單位	ha
應用的公式編號	15
描述	第 t 年時，第 i 分層森林火災的火燒面積

數據來源	地面量測、地理資訊系統(GIS)量測或遙感監測資料
量測程序	地面面積量測儀器、地理資訊系統(GIS)空間資訊資料或遙感監測資料
監測頻率	至少5年監測一次
QA/QC 程序	收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年
備註	

附錄1.

附表1 各林型根莖比(R)、含碳率(CF)、生物量轉換和擴展係數(BCEF)、生物量擴展係數(BEF)及基本比重(D)資料

林型	根莖比(R)	含碳率(CF)	生物量轉換和擴展係數(BCEF)	生物量擴展係數(BEF)	基本比重(D)
天然針葉林	0.22	0.4821	0.51	1.27	0.41
天然針闊葉混淆林	0.23	0.4756	0.72	1.34	0.49
天然闊葉林	0.24	0.4691	0.92	1.40	0.56
人工針葉林	0.22	0.4821	0.51	1.27	0.41
人工針闊葉混淆林	0.23	0.4756	0.72	1.34	0.49
人工闊葉林	0.24	0.4691	0.92	1.40	0.56
木竹混淆林	0.23	0.4756	0.72	1.34	0.49

來源：國家溫室氣體清冊報告2022版

附表2 各樹種立木材積式

樹種別	單株材積 (V ³ 株 ⁻¹)	來源
扁柏 紅檜 肖楠 台灣杉	$V = 0.0000944 \times DBH^{1.9947405} \times H^{0.659691}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
香杉 紅豆杉 鐵杉	$V = 0.0000728 \times DBH^{1.944924} \times H^{0.8002212}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
琉球松	$V = 0.0000502 \times DBH^{1.66283} \times H^{1.45112}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
冷杉 雲杉	$V = 0.0001136 \times DBH^{1.71018} \times H^{0.97120}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
杉木	$V = 0.00008440 \times DBH^{1.6790} \times H^{1.06550}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
柳杉	$V = 0.00009015 \times DBH^{1.98858} \times H^{0.68785}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
松類 馬尾松 帝杉 其他針葉樹	$V = 0.0000625 \times DBH^{1.77924} \times H^{1.05866}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
貴重闊葉樹 (台灣欒/大葉桃花心木)	$V = 0.000035555 \times H \times DBH^2$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
樟樹 楠木類	$V = 0.0000489823 \times DBH^{1.60450} \times H^{1.25502}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
一般闊葉樹	$V = 0.00008626 \times DBH^{1.8742} \times H^{0.8671}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
鐵刀木等 其他闊葉樹	$V = 0.0000464 \times DBH^{1.53573} \times H^{1.50657}$	第三次台灣森林資源及土地利用調查
臺灣赤楊 摩鹿加合歡	$V = 0.0000834 \times DBH^{1.8761885} \times H^{0.8058127}$	羅紹麟、馮豐隆 (1986)

樹種別	單株材積 (V ³ 株 ⁻¹)	來源
楠木類 泡桐 檸檬香桉樹 柚木 楓香		
小葉欖仁	$V=0.0000199357 \times D^{1.902} \times H^{1.25}$	國立嘉義大學森林暨自然資源學系 (2008)
苦楝	$V=0.0000438384 \times D^{1.897} \times H^{0.965}$	國立嘉義大學森林暨自然資源學系 (2008)
相思樹	$V=0.0000446 \times D^{1.53573} \times H^{1.50657}$	劉慎孝、林子玉 (1968)
臺灣泡桐	$V=-0.352799+0.00045 \times D^2+0.031429 \times H$	陳松藩 (1973)
樟楠類	$V=0.478387-0.018046 \times D - 0.062068 \times H + 0.000168 \times D^2 + 0.002982 \times D \times H$	陳松藩 (1972)
楮櫟類	$V=0.00008626 \times D^{1.8742} \times H^{0.8671}$	陳松藩 (1972)
臺灣檉	$V=0.000218559 \times DBH^{1.9277} \times H^{0.30687}$	王兆桓 (2011)
大葉桃花心木	$V=0.000066891 \times DBH^{2.25648} \times H^{0.43366}$	王兆桓 (2011)
樟樹	$V=0.000041754 \times DBH^{1.3854} \times H^{1.735}$	王兆桓 (2011)
光蠟樹	$V=0.000222535 \times DBH^{1.7456} \times H^{0.56023}$	王兆桓 (2011)

附表3 CH₄排放係數及 N₂O 排放係數

林型	CH ₄ 排放因子 (EF _{CH₄})預設值	N ₂ O 排放因子 (EF _{N₂O})預設值
其他森林	4.7	0.26

來源：聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值

附表4 各植被類型燃燒指數

林型	平均林齡(年)	預設值
熱帶森林	3-5	0.46
熱帶森林	6-10	0.67
熱帶森林	11-17	0.50
熱帶森林	18年(含)以上	0.32
溫帶森林	所有	0.45

來源：聯合國 CDM 或接續機制之方法學預設值

引用文獻

1. 王兆桓、劉知妤。2006。森林蓄積量與生物量轉換模式之建立。2006森林碳吸存研討會論文集。200-215。
2. 行政院環境保護署。2019。造林與植林碳匯專案活動。AR-TMS0001。
3. 行政院環境保護署。2022。國家溫室氣體清冊報告2022版。
4. 林俊成。(2022)。建置森林碳匯計量方法學與認證制度研析。「行政院農業委員會林務局110年度委託研究計畫」林業試驗所結案報告。
5. 林務局。1995。第三次台灣森林資源及土地利用調查。台北:台灣省林務局。
6. 羅紹麟、馮豐隆。1986。台灣第一次林相變更造林木生長情形及生長量調查計劃報告。林務局。89。
7. 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。2008。疏伐強度對平地造林林分蓄積及地上部生物量影響之研究。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列(編號: 99-00-5-17)。
8. 劉慎孝、林子玉。1968。台灣中南部相思樹林分收穫表及材積表。國立中興大學農學院森林學系。47。
9. 陳松藩。1973。臺灣泡桐材積表及形數表之編製。林業試驗所報告第247號。
10. 陳松藩。1972。台灣產樟科主要樹種材積表之編製研究。林業試驗所報告第228號。
11. 陳松藩。1972。台灣產殼斗科樹種材積表及形數表之編製研究。林業試驗所報告第224號。
12. 王兆桓。2011。建置森林生長量與蓄積量分析系統暨改善碳吸存估計之研究(3/4)。行政院農業委員會林務局100年度科技計畫研究報告。
13. Improved Forest Management Methodology Using Dynamic Matched Baselines From National Forest Inventories. VCS Methodology VM0045.
14. IPCC, 2003, Good practice guidance for land use, land-use change and forestry.
15. Hoover, C., Birdsey, R., Goines, B., Lahm, P., Fan, Y., Nowak, D., Prisley, S.,

Reinhardt, E., Skog, K., Skole, D., Smith, J., Trettin, C., & Woodall, C. (2014). Quantifying greenhouse gas sources and sinks in managed forest systems. In M. Eve, D. Pape, M. Flugge, R. Steele, D. Man, M. Riley-Gilbert, S. Biggar (Eds.), Quantifying greenhouse gas fluxes in agriculture and forestry: Methods for entity-scale inventory. Technical Bulletin Number 1939 (pp. 6.1 – 6.114). USDA Office of the Chief Economist.

減量方法資料

版次	日期	修訂記錄
01.0	113年11月29日	「環境部溫室氣體抵換專案暨自願減量專案審議會第10次會議」決議審核通過。