

農業部林業及自然保育署
113 年國有林防災工程碳盤查報告書



委辦機關：農業部林業及自然保育署
執行單位：國立中興大學
中華民國 114 年 10 月

摘要

隨著極端氣候事件日益頻繁，氣候變遷對國有林防災與森林經營造成前所未有的挑戰，農業部據以推動「2050 年淨零排放」政策，以「減量、增匯、循環、綠趨勢」為四大主軸推動減碳行動，林業及自然保育署除肩負國有林經營與國土保全責任外，亦掌理全臺最大森林碳匯資源，於氣候調適與減碳轉型中居核心地位。

為強化本署國有林防災工程在永續治理架構下的碳排管理制度，《113 年度國有林防災工程碳盤查報告書》（後續統一稱為本報告）針對民國 113 年度（民國 113 年 1 月 1 日至 12 月 31 日）八個分署（宜蘭分署、新竹分署、臺中分署、南投分署、嘉義分署、屏東分署、臺東分署和花蓮分署）全數發包之集水區治理工程進行碳盤查作業，本報告根據《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》前期計畫所建立之三種工程類型基準年碳排強度探討本署每年發包工程費與碳排放量間的關係及變化，做為每年度進行碳排管理滾動式檢討的依據。

本報告同步依循《國有林防災工程減碳參考指引》（初稿）之規範進行碳排計算和盤查作業流程，並輔以林業保育署「工程管理資訊系統」中的工程基本資料以人工進行第一道品質管理，首先須核對工程基本資料中的執行單位、執行機關、工程名稱、工程類型和執行狀況及預算額度等項目確定該工程於當年度盤查範圍內，再以預算階段發包工程費搭配不同工程類型之基準年碳排強度作為「碳排管控量」進行推估的的經費依據，其中發包工程費須先透過「營造工程物價指數」進行回歸，以反映每年度經費與基準年具同樣基準之比較性，藉以符合盤查是根據「實質造價」概念進行，本報告依據《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》前期計畫研究成果得知國有林防災工程於生命週期評估（Life-cycle assessment, LCA）可分為三個階段，分別為材料、施工和運輸階段，將三個階段進行加總即為「施工碳排量」。

113 年度盤查結果顯示，林業保育署八個分署工程發包數量合計 93 件、總發包工程費 75,078.5 萬元、已知碳排係數金額合計 62,593.7 萬元、整體施工碳排量為 31,889.6 tCO₂e，113 年碳排管控量為 34,200.1 tCO₂e（透過經費推估法於預算階段進行估算），其中本署於當年度整體工程碳排解算率達 83.4%，該結果顯示盤查制度的高品質數據資料使用率高且盤查作業運作成熟；減碳率為 6.8%，已達林業保育署設定之 113 年須達減碳率 5% 之目標，顯示減碳措施已逐步展現成效。在工程類型方面，崩塌地處理工程減碳率表現優異，為主要減碳貢獻來源；林道工程因施工機具燃料使用與運輸配置尚有優化空間，減碳成效仍可精進；防砂工程則受限於急峻地形與防災修復必要工法，整體表現相對較低，但透過在地材料、綠色材料替代及構造優化已展現減碳潛力，其中崩塌地處理工程常見之生態工法（如掛網噴植、植生袋護坡等）碳排係數尚未建置完整，未來將優先建立國有林防災工程專屬碳排資料庫，以強化評估精度並符合國際盤查準則。

從制度面觀之，本報告展現本署於防災工程碳管理領域的三項核心優勢。第一，建立跨分署一致的碳盤查作業流程與資料回傳機制；第二，透過線性回歸模型分析，確認發包工程費與碳排放量符合「實質造價」概念，驗證基準年碳排強度的可靠性與通用性；第三，將碳盤查結果納入治理工程規劃與績效評估，逐步形成碳排管理導向之國有林防災工程治理體系。

綜上所述，本報告為減碳基準年（民國 111 至 112 年度）制度建立後首次進行盤查的結果，未來除集水區治理組外亦應建立如「森林育樂組」和「森林管理組」等專屬碳排資料庫與碳排回報機制，推動以「安全為基礎、減碳為導向、自然為核心」之林業及自然保育署工程治理新典範。

關鍵字：林業及自然保育署、碳盤查、減碳指引、碳排強度

Abstract

Increasingly frequent extreme weather events have imposed unprecedented challenges on national forest disaster prevention and forest management. In response, Taiwan's Ministry of Agriculture has advanced the "2050 Net-Zero Emissions" strategy, promoting mitigation through reduction, enhancement, circularity, and green transition. As the steward of national forest resources and the largest forest carbon sink in Taiwan, the Forestry and Nature Conservation Agency (FNCA) plays a central role in climate adaptation and low-carbon transformation.

To strengthen carbon management in national forest disaster prevention projects, this report conducts a full-year carbon inventory for all watershed management projects tendered in 2024 across eight FNCA district offices. The analysis builds upon the baseline carbon intensities established in the earlier project Carbon Emission Analysis and Reduction Assessment for National Forest Disaster Prevention Engineering, using engineering expenditures and emission characteristics to support FNCA's annual rolling review of carbon performance.

The inventory follows the National Forest Disaster Prevention Engineering Carbon Reduction Reference Guidelines (Draft) and incorporates engineering information from the FNCA Engineering Management Information System. Tender amounts were adjusted using the Construction Cost Index to reflect real-term contract value, forming the basis for calculating each project's carbon control budget. Carbon emissions were assessed across three life-cycle stages—materials, construction, and transportation—whose sum represents construction-stage emissions.

Results show that 93 projects were inventoried in 2024, with total construction-stage emissions of 31,889.6 tCO₂e and a carbon control budget of 34,200.1 tCO₂e. The carbon accounting resolution rate reached 83.4%, and the reduction rate was 6.8%, surpassing FNCA's annual reduction target of 5%.

Landslide-treatment projects exhibited the strongest reduction performance; forest road projects showed potential for optimization; and sediment-control projects, though constrained by terrain and mandatory stability requirements, demonstrated increasing potential through the use of local or low-carbon materials.

Overall, this report marks the first full-scale carbon inventory conducted since the establishment of FNCA's baseline years. The findings highlight the agency's progress in developing a unified carbon management system, validating baseline carbon intensities, and integrating carbon metrics into engineering governance. Future work should expand carbon inventory mechanisms to additional divisions to build a comprehensive emission factor database and further advance FNCA toward a governance model centered on safety, carbon reduction, and nature-based solutions.

Keywords: Forestry and Nature Conservation Agency, Carbon Inventory, Carbon Reduction, Carbon Intensity

目錄

摘要	I
Abstract	III
目錄	V
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 前言	1
第一節、林業及自然保育署沿革與職掌定位	1
第二節、國有林防災工程碳盤查制度建立背景	2
第三節、工程盤查範圍與作業原則	4
第四節、碳排管理雙軌制度與各項指標定義	6
第五節、公共工程生態友善機制與碳盤查作業之相關性	8
第二章 盤查範圍與邊界設定	13
第一節、碳盤查基準年制定方式	15
第二節、盤查方法與生命週期評估	18
第三節、國有林防災工程碳排邊界設定原則	22
第四節、碳盤查作業邏輯與碳排指標定義	24
第三章 113 年碳盤查統計結果	27
第一節、工程決標件數與經費分布圖	27
第二節、工程碳排解算與資料完整性分析	29
第三節、碳盤查結果與分布趨勢	31
第四節、減碳率與碳排強度分析	35
第四章 碳盤查制度執行成效分析	55
第一節、制度運作概況	55
第二節、生命週期碳排結構分析	56
第三節、制度定位與後續展望	58
附錄一 113 年林業保育署國有林防災工程清單	1-1

表目錄

表 1-1 林業保育署核心定位	1
表 1-2 三種工程類型之基準年碳排強度	3
表 2-1 國內不同單位之基準年選擇參考依據	15
表 2-2 三種工程類型之基準年碳排強度	17
表 3-1 113 年度林業保育署各分署工程盤查結果與說明	42
表 3-2 113 年度林業保育署碳排指標與減碳效益結果	54
表 4-1 113 年國有林防災工程碳排結構	57

圖 目 錄

圖 1-1 營造工程物價指數計算方法	3
圖 1-2 113 年度林業保育署工程盤查範圍與組織架構圖	4
圖 1-3 國有林防災工程碳盤查指標定義與計算關係圖	7
圖 1-4 公共工程全生命週期圖	9
圖 2-1 林業保育署工程管理資訊系統	14
圖 2-2 113 年度國有林防災工程生命週期邊界與碳排來源	19
圖 2-3 防砂工程碳足跡 PCR	20
圖 2-4 林道工程碳足跡 PCR	21
圖 2-5 崩塌地處理工程碳足跡 PCR	21
圖 2-6 碳排管控量計算方法	24
圖 2-7 施工碳排量計算方法	24
圖 2-8 減碳量和減碳率計算方法	25
圖 2-9 碳排強度計算方法	25
圖 3-1 113 年度國有林防災工程數量	27
圖 3-2 113 年度各分署不同工程類型之發包工程費	28
圖 3-3 113 年度各分署不同工程類型之碳排解算率	29
圖 3-4 113 年集水區治理組碳排熱點分布圖	32
圖 3-5 113 年國有林防災工程碳排熱點分布圖	34
圖 3-6 113 年度各分署不同工程類型之施工碳排量	36
圖 3-7 113 年國有林防災工程碳排強度折線圖	39

第一章 前言

第一節、林業及自然保育署沿革與職掌定位

林業及自然保育署（以下統一簡稱為林業保育署）隸屬農業部，為我國執行森林經營、自然保育及國有林防災治理之中央主管機關，其核心定位如表 1-1 所示。

主要業務涵蓋：

- (一) 國有林經營與造林復育
- (二) 集水區治理與坡地防災工程
- (三) 自然保護區及野生動植物棲地維護
- (四) 氣候變遷調適與碳管理政策推動

表 1-1 林業保育署核心定位

森林治理專責機關	統籌全國森林經營、造林、育林與森林保護，確保森林資源永續利用。
自然保育推動單位	涵蓋自然保護區、野生動植物保護區及生物多樣性維護工作，維持生態系統健康。
國有林工程治理主管機關	規劃與執行森林防災、水土保持及各類工程治理，降低自然災害風險。
林業永續發展的實踐者	配合農業部及國家政策，透過工程碳盤查、減碳作業指引及自然資源管理措施，落實林業領域的減碳與永續發展目標。

資料來源：本報告製作

臺灣因地形崎嶇、降雨集中，森林覆蓋率超過 60%，且近年極端氣候事件頻繁，如卡努颱風及豪雨事件頻繁造成山區崩塌、河川淤積與林道路斷，林業保育署為維護國土安全與防止坡地災害之重要自然屏障，除長期推動造林作業及坡地保全外，亦持續辦理防砂工程、林道工程及崩塌地處理工程等防災作業，形成以「森林經營」與「防災治理」並行的管理體系。

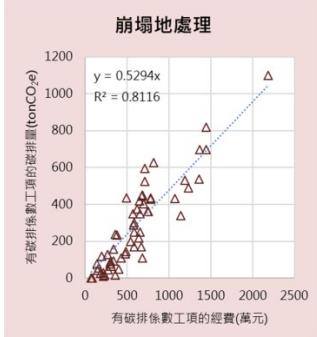
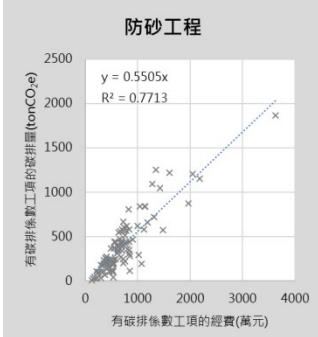
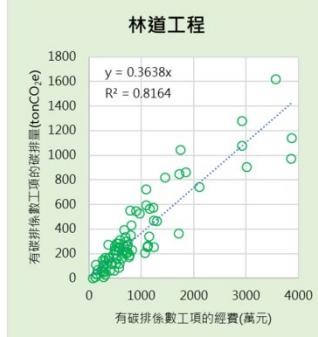
為回應農業部「2050 淨零排放政策」，林業保育署同時扮演「增匯」與「減量」的雙重角色，除持續透過造林增加碳吸存外，亦推動防災工程碳排放減量，建立生態永續與工程安全兼顧的治理模式。

第二節、國有林防災工程碳盤查制度建立背景

林業保育署自前期《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》計畫即推動「國有林防災工程碳盤查制度」，旨在建立一套可量化、可追蹤、並具政策對接性的碳管理機制，此制度的核心目標在於透過工程盤查，將防災工程之設計與規劃、施工活動、材料使用及能源消耗等環節轉化為具體可衡量之碳排放數據，形成「由資料驅動決策」的科學化治理模式，113 年前期計畫成果如下。

1. 建立防砂工程、林道工程、崩塌地處理工程之「基準年碳排強度」，其遵循 ISO 14064-1:2018 與 ISO 14067:2018 原則建置，透過盤查集水區治理組民國 111 至 112 年度全部發包工程並進行回歸分析得出，基準年碳排強度如表 1-2 所示。
2. 使用「中華民國統計資訊網」之「營造工程物價指數」將不同年度之發包工程費回歸至基準年，可確保每年度工程經費符合「實質造價」概念，亦保證碳排結果每年度與基準年具可比較性，以 113 年為例之營造工程物價指數計算方法如圖 1-1 所示。
3. 建置以碳排係數法和經費推估法同步使用的國有林專屬碳排計算法，碳排係數法所採用之碳排係數係透過 113 年前期計畫所蒐集之國有林工項碳排係數和經過第三方查驗機構認證之高品質數據，故根據此算法所得之「施工碳排量」和各項盤查結果具有一定的數據品質和依據。

表 1-2 三種工程類型之基準年碳排強度

工程類型	崩塌地處理工程	防砂工程	林道工程
回歸模式	<p>崩塌地處理</p> 	<p>防砂工程</p> 	<p>林道工程</p> 
回歸式	$y=0.5294x$	$y=0.5505x$	$y=0.3638x$
相關係數 R	0.9009	0.8782	0.9035
決定係數 R^2	0.8116	0.7713	0.8164
碳排放量 y (tCO ₂ e)，工程經費 x (萬元)			

資料來源：《113年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》計畫

營造工程物價指數計算方法 *以113年為例	
基準年營造工程物價指數 (111-112年月平均)	108.3
113年營造工程物價指數 (月平均數值)	111.4
113年營造工程物價指數 (月平均數值) = _____ 基準年營造工程物價指數	1.03

圖 1-1 营造工程物價指數計算方法

第三節、工程盤查範圍與作業原則

本次碳盤查之對象為林業保育署所轄八個分署執行之國有林防災工程，涵蓋防砂工程、林道工程與崩塌地處理工程三大主要類型。盤查範圍聚焦於施工階段及材料生產階段所產生之直接與間接碳排放，並排除緊急搶修及例行維護性作業，以確保統計結果之穩定性、可比性與可追溯性。

林業保育署之組織架構與 113 年碳盤查範圍如圖 1-2 所示。碳盤查制度目前由集水區治理組統籌執行，涵蓋八個分署（宜蘭、新竹、臺中、南投、嘉義、屏東、臺東、花蓮），形成署內首個具完整規模與資料基礎之工程碳管理系統。未來將依制度成熟度與國有林工項碳排係數資料庫建置成果，逐步推展至森林育樂組及森林管理組等其他工程業務體系，建立「全署同步盤查、分組分責管理」之碳管理架構。



圖 1-2 113 年度林業保育署工程盤查範圍與組織架構圖

一、集水區治理組三類主要工程之特性與碳排來源

1. 防砂工程：以壩體、護岸、擋土牆與導流設施為主，主要碳排來源為鋼筋、水泥、模板及其運輸製程之能源消耗。
2. 林道工程：著重於道路開挖、路面鋪設與邊坡防護作業，主要碳排來自瀝青、混凝土材料及施工機具燃料使用。
3. 崩塌地處理工程：包含掛網、噴植、石籠、植生與護坡等複合工法，碳排來源多元且具地點差異性，為後續建立專屬碳排係數與工法分類的重要依據。

二、工程碳盤查作業原則

本次碳盤查依據林業保育署「防災工程碳盤查制度」之規範執行。為確保統計結果具一致性、可追溯性與跨年度比較性，制度執行原則說明如下：

1. 工程歸屬基準：為避免跨年度案件重複統計，本次盤查以工程決標日期作為年度歸屬依據。此基準可反映工程實際啟動時間，並確保各年度碳排資料之完整性與獨立性，有助於跨期比較與統計延續性之建立
2. 盤查邊界設定：盤查邊界之設定依循 ISO 14064-1:2018 及 ISO 14067:2018 之原則辦理。盤查範圍聚焦於施工階段所產生之直接與間接排放（Scope 1、Scope 2），並排除設計、監造及行政支出等屬上游間接活動（Scope 3）之項目。此邊界設定符合制度目標及資料可得性原則，能將盤查焦點聚集於工程執行層面之碳排行為，兼顧制
- 度精確度與可操作性。
3. 資料來源與整合程序：本次盤查資料主要由各分署彙整並提供預算與結算階段文件為核心，輔以「工程管理資訊系統」工程基本資料進行比對與補正，由於現行系統資料格式不一、更新時效及欄位細

節與實際施工紀錄仍與工程實際施作有落差，故盤查過程需透過多輪比對與大量的人工檢核逐項確認工項內容，才能確保材料使用、施工耗能和運輸資訊與單價分析表及詳細價目表相符，為確保盤查數據品質與準確率，本報告同時歸納出設計規劃階段管控與竣工結算階段檢核之碳排管理雙軌制度，現行作業方法雖可支撐碳盤查運作但仍屬「後端彙整」架構，無法即時反映工程進度與施工階段能源使用情形，因此本次盤查除進行數據品管外亦提供碳排管理制度改進的重點策略。

4. 未知碳排係數處理原則：當工項無既有碳排係數可套用時，採用《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》計畫所建構之三類工程基準年碳排強度（tCO₂e/萬元）進行經費推估法估算。此方式能在資料不足情況下維持盤查計算之完整性與可比較性，並避免高估或低估實際排放量。後續隨專屬碳排係數資料庫建置完成，人工檢核作業將逐步轉換為碳排模組進行。

第四節、碳排管理雙軌制度與各項指標定義

本報告採用「減碳率」與「碳排強度」兩項核心指標，分別代表工程碳管理之減量成效與效率變化。透過碳排管控量、施工碳排量與減碳量等中間變數，可推導出兩項核心指標，如圖 1-3 所示。後續章節中有關盤查範圍、計算方法及統計結果之內容，均將依據圖 1-3 之邏輯進行延伸與引用，作為解釋碳排管控量、施工碳排量與減碳率關聯之主要依據。

減碳量和減碳率反映施工碳排量相較基準年碳排管控量之減少幅度，為衡量整體碳排抑制成效之主要依據。碳排強度則以單位經費所對應之碳排放量變化為衡量基準，能反映不同工程規模、工法或設計條件下之排放效率。雙指標制度可同時兼顧工程規模差異與執行效率，並作為林業及自然保育署檢核碳盤查績效、滾動修正政策與跨年度比較分析之基礎依據。

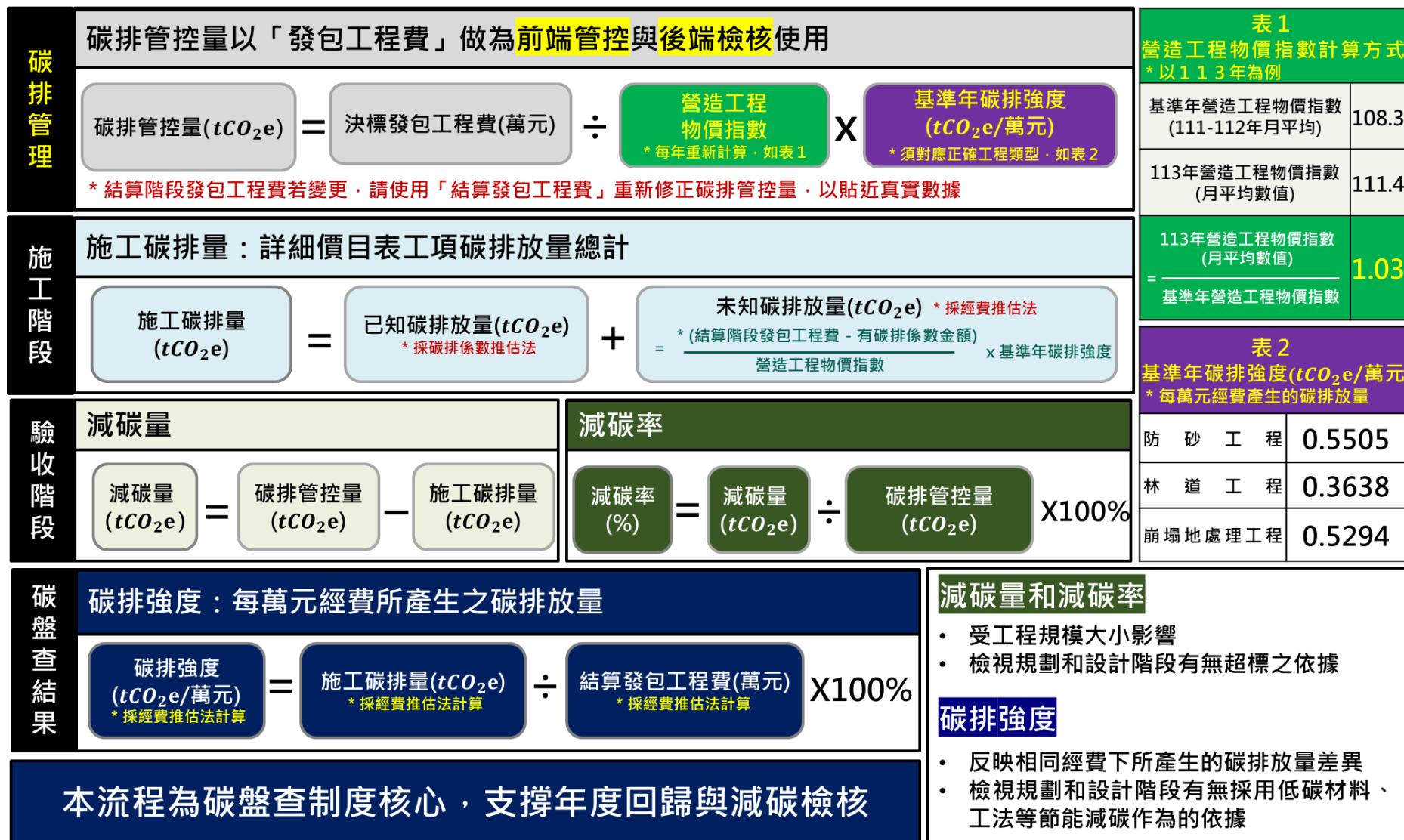


圖 1-3 國有林防災工程碳盤查指標定義與計算關係圖

為確保碳盤查制度於不同階段具可比性與穩定性，本報告明確區分預算階段碳排管控與結算階段檢核之碳排管理指標，前者係依各工程決標發包工程費推估而得，並作為年度減碳率計算之主要依據；後者則屬結算階段之檢核參考值，由於防災工程常受地質條件、施工環境及市場物價波動影響，部分案件於施工期間可能追加設計或調整工項，當結算發包工程費高於預算階段發包工程費，請以結算階段發包工程費修正「碳排管控量」以確保分析結果真實反映工程實況。

以 113 年防砂工程為例，其預算階段發包工程費為 1,000 萬元，113 年營造工程物價指數為 1.03，基準年碳排強度為 0.5505 (tCO₂e/萬元)，碳排管控量為 534.5 tCO₂e，後因條件變更追加設計，結算金額提高至 1,150 萬元，則碳排管控量修正為 614.6 tCO₂e。

因此，本制度減碳率一律以碳排管控量為基準，用以檢視發包工程費變更對「施工碳排量」的影響，確保年度盤查成果具公平性與穩定性。

第五節、公共工程生態友善機制與碳盤查作業之相關性

隨著社會對環境友善與生態保育的重視提升，工程不僅需兼顧防災、減災與減碳規劃，更須符合生態檢核與友善工法的原則。林業保育署近年積極推動公共工程生態友善檢核機制，不僅邀請外部單位、專家學者、民眾及相關團體參與，提供溝通與意見交流的平臺，使工程人員能於規劃與設計階段即掌握在地生態特性，並將「迴避、縮小、減輕、補償」等策略融入公共工程全生命週期中，確保防災治理與生態保育取得平衡。

相較平地工程，國有林防災工程普遍存在三項挑戰：(1) 工區偏遠，運輸距離長、能源消耗高；(2) 施工機具依賴度大，燃料使用顯著；(3) 材料供應受限，常須仰賴外運。換言之，林業保育署雖在碳匯面具優勢，但在工程碳排減量上承受更高壓力。為此本報告以「碳盤查制度」作為工程治理與生態檢核之間的橋樑，透過制度化盤查與數據化監測，將友善工法與減碳措

施具體化、可量化，另外「公共工程節能減碳檢核注意事項」於民國 111 年 8 月 31 日訂定，已成為各類工程參與公共工程金質獎與優良農業建設工程獎時的重要評估項目。該指引強調工程生命週期管理理念，並指出規劃與設計階段為碳排減量之關鍵時期。公共工程全生命週期如圖 1-4 所示。

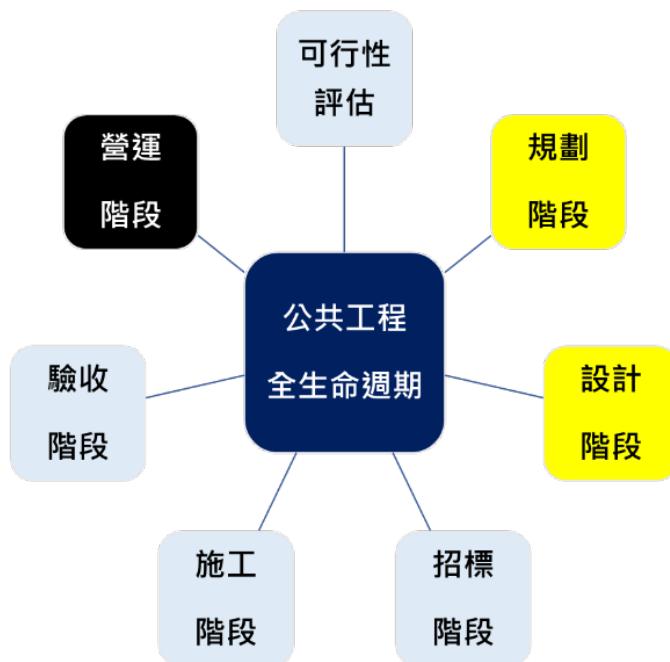


圖 1-4 公共工程全生命週期圖

每件工程經評估且排除安全考量後，在規劃和設計階段建議多採用低碳建材、綠色工法和節能設計等內容，有效地達到落實減碳管理、提升設施品質、降低目標風險和延長設施壽命等效益，其中又以規劃階段和設計階段為工程減量的重點，各階段之作業內容如下。

(一) 可行性評估：在計畫尚未核定前，需進行環境永續與風險層面的初步評估。此階段主要工作包括地形地質調查、水文條件研判及生態敏感區域盤點，評估工程施作的必要性與合理性。若工程無法明確展現防災效益或可能對環境造成重大衝擊，應優先考慮替代方案或延後推動。此舉有助於避免不必要的工程支出，並確保公共資源投資的效率與永續性。

- (二) 規劃階段：此階段為工程介入減碳的最佳時機之一。工程單位需確認治理範圍、工程量體及主要工法，並同步檢討生態保全需求與在地資源可用性。此時可提出「預算階段碳排管控量」（使用預算階段發包工程費推估），協助決策單位在多方案比較時納入碳排因素，以「最小工程量體、最佳治理效益」為原則，避免過度開發。透過引入疏伐材、現地塊石或竹材等在地資源，規劃設計得以兼顧功能性與減碳性。
- (三) 設計階段：在規劃成果基礎上，設計階段需將減碳策略具體並納入設計圖說與規範。此階段透過精準測量、數值模擬與材料強度驗算，確保設計安全係數合理，避免因保守設計造成材料與工期的浪費。設計內容應明確規範低碳材料（如低碳水泥、添加摻料之混凝土）及生態友善工法（如砌石護岸、木構擋土牆等），並設置「碳盤查填報表格」於設計文件，作為後續招標與施工之依據。
- (四) 招標階段：工程設計完成並經核定後，進入招標與決標程序。此階段重點在於將減碳規範落實於招標文件與契約條款，例如明確規範承攬廠商必須配合碳盤查填報、提供材料來源證明、遵循低碳工法執行，以及建立施工期間的碳排放監測制度。透過契約約束，可將碳排要求制度化，避免設計規範在實際執行過程中被弱化或忽略。
- (五) 施工階段：此階段為工程生命週期中碳排放量的主要來源，必須強化工法合理性與機具使用管理。現場應優先採用分段施工、縮減施工便道開闢範圍，以減少土方運輸與臨時設施建置所造成之碳排。機具使用方面，除應選擇高效率或電能機具外，並可透過工地每日油耗記錄掌握實際排放量。施工過程亦應落實廢棄物再利用（如混凝土塊或拆除石材回填），降低外運與新材料之需求，以達成減碳與循環並行之目標。

(六) 驗收階段：涵蓋開工前、施工中及竣工後之查驗工作。除傳統品質檢核外，應新增碳盤查與友善措施檢核項目。例如竣工驗收時，需檢附材料來源證明、碳排填報表格與施工紀錄，作為檢核依據。經每年度盤查結果顯示，若施工碳排量 $>$ 碳排管控量，需進行原因檢討並納入下年度改善計畫。此舉使碳排資訊不僅停留於設計階段，更能真實反映在驗收成果中。

(七) 營運階段：通常為工程生命週期中時間最長的一環，也是累積碳排潛勢最顯著的階段。國有林防災工程多位於山區，若維護作業依賴大型機具，將持續產生燃料消耗與運輸碳排。因此建議以定期巡檢與人工小修繕取代大規模整修，並與地方居民或林業志工合作，建立即時回報與簡易維護機制。此舉不僅延長設施壽命，亦能降低重複大規模施工的需求，達到長期減碳與提升治理韌性的效果。

第二章 盤查範圍與邊界設定

為配合政府「2050 年淨零排放」目標，林業及自然保育署於民國 113 年推動研究計畫《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》，並委託國立中興大學執行國有林防災工程碳盤查作業。該計畫除建立碳盤查制度外，亦同步建置防砂工程、林道工程、崩塌地處理工程及不分類工程等不同工程類型之碳排估算模式，據以擬定集水區治理組各階段可適用之減碳規劃。

本章旨在釐清國有林防災工程碳盤查制度之作業範圍、邊界界定、數據來源與運作邏輯，為後續盤查結果統計與減碳策略分析奠定基礎。林業保育署自 111 - 112 年度建立防災工程碳盤查制度後，113 年度為基準年後首次完整盤查年度，因此如何明確界定「哪些工程須納入盤查」、「碳排放量計算應包含哪些階段」以及「如何對應基準年碳排強度」等問題，成為本制度穩定運作的關鍵。

制度設計採取「年度統一基準與動態修正」之管理模式，以「碳排管控量」與「施工碳排量」為核心指標。其碳排管理方式如下：

- (一) 預算階段（管控階段）：以決標或預算階段之發包工程費推估「碳排管控量」，作為工程規劃與設計階段之管理基準。相關資料來源可依契約明細表與工程細項取得，並以 113 年營造工程物價指數 (1.03) 進行校正。
- (二) 結算階段（修正階段）：若工程於施工或結算過程中因設計變更、物價波動或追加減項致經費發生顯著變動，則依最終結算發包工程費重新計算「碳排管控量」，以反映實際執行情形。該修正屬制度內之資料校正程序，並非獨立指標項目。

此設計可兼顧制度穩定性與資料真實性，使各年度盤查成果既具延續性，又能反映個別工程之實際變化，確保國有林防災工程碳排管理制度在執行層面具一致性與操作彈性。

本報告透過林業保育署「工程管理資訊系統」蒐集集水區治理組各分署之工程基本資訊，如工程件數、工程類型、核定經費、發包工程費與結算經費等資料，待各分署定期上傳更新後由該系統統一彙整與分析，工程管理資訊系統如圖 2-1 所示。

The interface is divided into several sections:

- Top Left:** '資料查詢功能' (Data Query Function) and '資料登錄功能' (Data Registration Function).
- Top Right:** '首頁' (Home), '工程SOP' (Engineering SOP), and '下載專區' (Download专区).
- Search Bar:** '請輸入關鍵字...' (Please enter key words...).
- Hot Search:** 洪山防災、野溪清淤、崩塌地處理、清淤工程、災害處理、保養溪、竹坑溪、林道改善.
- Table:** '最近查詢的工程' (Recently Searched Projects) showing 113 entries. The columns are: 年度 (Year), 計畫名稱 (Project Name), 工程類型 (Engineering Type), 工程序號 (Engineering Sequence Number), 工程名稱 (Engineering Name), 執行單位 (Execution Unit), and 預算經費(元) (Budget Cost (Yuan)).
- Buttons:** '匯出Excel' (Export to Excel), '匯出ods' (Export to ods), and '預覽列印' (Preview and Print).
- Bottom Section:** A detailed table for project 11405RM001, showing financial data for 2023 and 2024, and a breakdown of costs by category.

圖 2-1 林業保育署工程管理資訊系統

第一節、碳盤查基準年制定方式

國有林防災工程碳盤查制度自民國 111 年至 112 年間建立初步雛形，該階段主要目的在於蒐集歷年防災工程施工資料，建立「工程碳排放量與工程經費間的對應關係」，國內各機關之基準年制定標準如表 2-1 所示。

表 2-1 國內不同單位之基準年選擇參考依據

依據	說明	基準年選定標準
溫室氣體減量及管理法	<ol style="list-style-type: none">法規明定國家溫室氣體長期減量目標以民國 94 年為基準年作參考。111 年修正為「氣候變遷因應法」草案。經濟部、交通部、內政部、環保署等中央機關以此訂定各階段減碳目標。	依據法規發布年份設定為基準年
格拉斯哥氣候公約	<ol style="list-style-type: none">民國 110 年聯合氣候變遷大會 197 個與會國家共同簽署，以 109 年為基準年作參考。希冀將全球氣溫升高幅度控制在 1.5 攝氏度以內。	依據國際公約訂定
環境部溫室氣體排放量盤查登錄作業指引	<ol style="list-style-type: none">聯合國 IPCC 報告近期基礎年以民國 108 年為主。經濟部水利署工程期程為 1~3 年，以 108 年至 110 年三個年度的平均碳排放量作為基準年。農業部農村發展及水土保持署工程期程多為 1~2 年，以 109 年至 110 年兩個年度之平均碳排放量作為基準年。林業保育署工程期程為 1~2 年，故以 111 年至 112 年兩個年度的平均碳排放量作為基準年。	根據首次進行碳盤查的年度或後續平均碳排放量年度作為基準年

由於 111 年至 112 年度林業保育署集水區治理組資料涵蓋多樣化工程類型、不同分署區域條件及經費規模，且各分署均已具備穩定填報流程，因此前期計畫《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》選定此兩年度作為國有林防災工程碳盤查制度之基準年，作為後續各年度碳排強度比較與趨勢分析之依據。

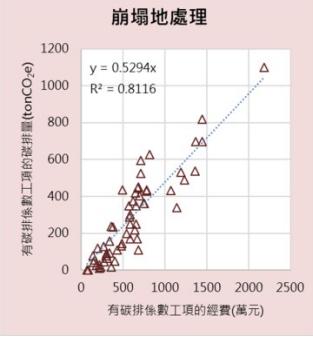
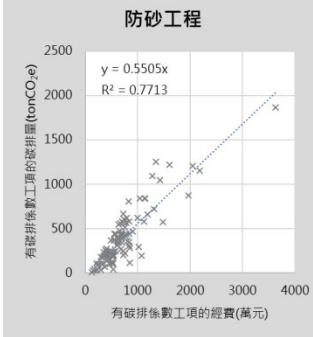
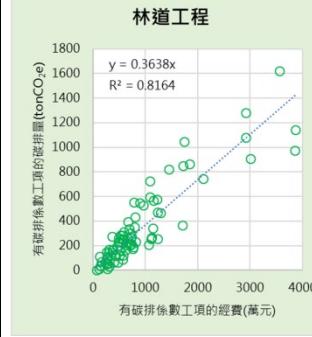
一、 基準年設定原則

為建立具代表性與延續性的碳管理基礎，林業保育署於《113 年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》計畫中，選定民國 111 年至 112 年度集水區治理組所管轄之各分署集水區治理工程做為林業保育署基準年回歸分析之資料來源，透過兩年度的資料蒐集，已知國有林防災工程涵蓋多樣化類型，包含防砂工程、林道工程和崩塌地處理工程，且在不同區域條件及經費規模下已建立國有林工項碳排係數資料庫做為《國有林防災工程減碳參考指引》（初稿）建立碳排係數及基準年碳排強度推估模型之基礎如表 2-2 所示，基準年詳細說明如下。

1. 資料完整性：111 – 112 年度各分署工程案件均完成決標及部分結算作業，具備完整之契約明細、驗收紀錄及施工工項資料。此資料能支撐碳排係數法與經費推估法之雙軌建立，並提供後續年度制度檢核與係數修正所需之基礎資訊。
2. 工程代表性：基準年工程類型涵蓋防砂工程、林道工程與崩塌地處理工程三大主要治理類別，分布於不同地形與地區條件，並反映多樣化工法應用情形。其統計樣本能充分展現國有林防災工程於設計、施工與材料使用階段之碳排特性，具有全署層級代表性。
3. 制度可延續性：基準年以制度建立初期盤查成果為依據，具備可複製性與跨年度延伸性，作為 113 年度及後續各年度碳盤查之比較基線。此設計可確保盤查制度具連續追蹤性，並支撐「滾動修正與逐年比對」之政策應用機制。

基準年碳排強度($tCO_2e/萬元$)之計算係以各工程類型結算階段之實際碳排放量與結算階段發包工程費之比值計算，並採平均值作為代表性指標。

表 2-2 三種工程類型之基準年碳排強度

工程類型	崩塌地處理工程	防砂工程	林道工程
回歸模式	<p>崩塌地處理</p> 	<p>防砂工程</p> 	<p>林道工程</p> 
回歸式	$y=0.5294x$	$y=0.5505x$	$y=0.3638x$
相關係數 R	0.9009	0.8782	0.9035
決定係數 R^2	0.8116	0.7713	0.8164
碳排放量 y (tCO ₂ e) , 工程經費 x (萬元)			

資料來源：《113年國有林防災工程碳排分析與減碳評估》計畫

(1) 防砂工程：迴歸式 $y = 0.5505x$ ，表示每萬元工程經費約對應 0.5505 噸 CO₂e (即基準年碳排強度)；決定係數 $R^2 = 0.7713$ ，表示經費與碳排放量呈顯著相關。

(2) 林道工程：迴歸式 $y = 0.3638x$ ，表示每萬元工程經費約對應 0.3638 噸 CO₂e (即基準年碳排強度)，決定係數 $R^2 = 0.8164$ 。

(3) 崩塌地處理工程：迴歸式 $y = 0.5294x$ ，表示每萬元工程經費約對應 0.5294 噸 CO₂e (即基準年碳排強度)；決定係數 $R^2 = 0.8116$ 。

相關係數 R 值反映兩變數間的線性關聯程度，而決定係數 R^2 則表示迴歸模型能解釋資料變異的比例。一般而言， R^2 值越高，代表模型擬合度越佳、數據間關係越穩定，依據國際統計慣例，當 $R^2 \geq 0.80$ 時，表示兩變數間具有顯著線性關聯，可作為可靠推估模型之依據。

基準年分析結果顯示，三類工程的決定係數 R^2 均介於 0.77 至 0.82 之間，其中林道工程與崩塌地處理工程均達顯著水準 ($R^2 > 0.80$)，防砂工程亦達中

度相關 ($R^2 = 0.7713$)，此結果代表「工程經費」對「碳排放量」具有高度可解釋性，顯示盤查所使用的工程資料具良好一致性與統計穩定性。

相關係數 R 值代表「兩個變數之間線性相關程度」， R 越接近 1，表示兩者幾乎同步增加或減少，關聯性就越強；決定係數 R^2 表示迴歸式能解釋資料變異的比例，例如崩塌地處理工程之決定係數 R^2 為 0.8116，代表約 81% 的碳排放量變化可以用「工程經費」來解釋。顯示盤查資料的完整性與正確性足以支撐制度推估模型之建立。

透過 113 年前期計畫回歸分析之結果可確認 113 年度國有林防災工程盤查作業所採用的基準年碳排強度屬於高品質數據 (High-Quality Dataset)，具代表性、可追溯性與統計再現性，符合後續制度延伸與跨年度比較之需求。

第二節、盤查方法與生命週期評估

本報告之盤查方法係遵照第三方查驗機構技術規範，以及《國有林防災工程減碳參考指引》(初稿) 之原則進行，以確保盤查結果符合國際標準與國內制度化要求。其主要依據包括《ISO 14067:2018》與《公共工程共通性工項施工綱要規範使用及編修應注意事項》。其中，《ISO 14067:2018》為國際上產品碳足跡 (Product Carbon Footprint, PCF) 計算之核心依據，亦為目前國內公共工程碳盤查最普遍採用之標準；《公共工程綱要規範》則提供工項編碼與材料分類依據，使盤查過程可與公共工程委員會 (PCCES) 資料庫相互對應。

依據上述標準與技術依循，本報告採用生命週期評估法 (Life Cycle Assessment, LCA) 進行碳排放量計算，針對各工程類型之活動數據進行階段性盤查。盤查範圍聚焦於國有林防災工程施工階段，涵蓋工區內所有可能產生溫室氣體排放之作業活動。根據各分署提供之工程資料，蒐集項目可區分為下列五大類：

1. 工程材料：包含鋼筋、水泥、模板、瀝青、石材等主要構造材料。
2. 施工過程：包括開挖、填築、澆置、砌築等現地施作行為。
3. 機具操作：指施工階段使用之重機具、運輸車輛、攪拌設備等動力來源。
4. 能源使用：涵蓋燃油與電力等施工能源消耗。
5. 運輸作業：包括材料、設備與廢棄物之運輸過程。

上述五類活動即構成本報告所稱之「活動數據（Activity Data）」，亦為碳盤查的核心基礎。所有活動數據須涵蓋系統邊界內所有可量化的碳排來源，並以結算階段資料為主，以確保盤查結果能準確反映實際施工階段之能源與材料投入情形。本報告之系統邊界設定如圖 2-2 所示，說明國有林防災工程於生命週期中之碳足跡範疇。

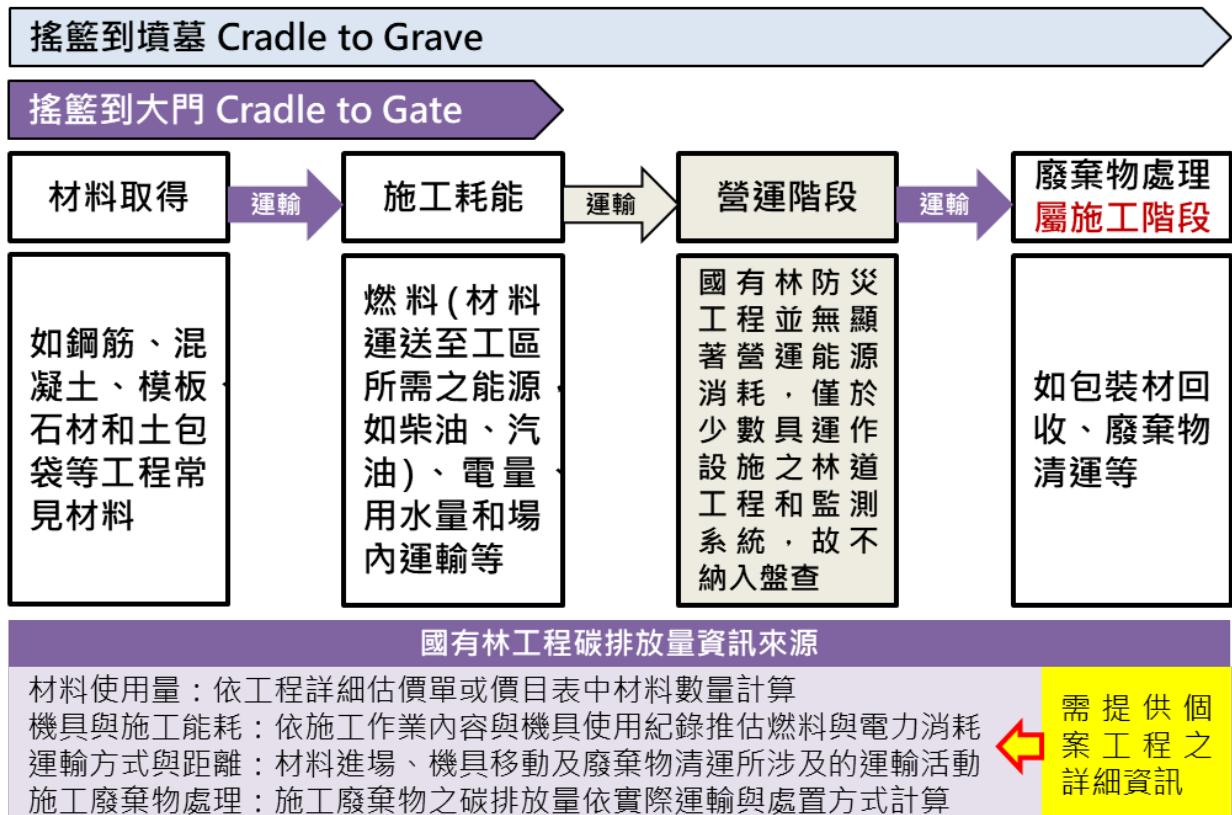
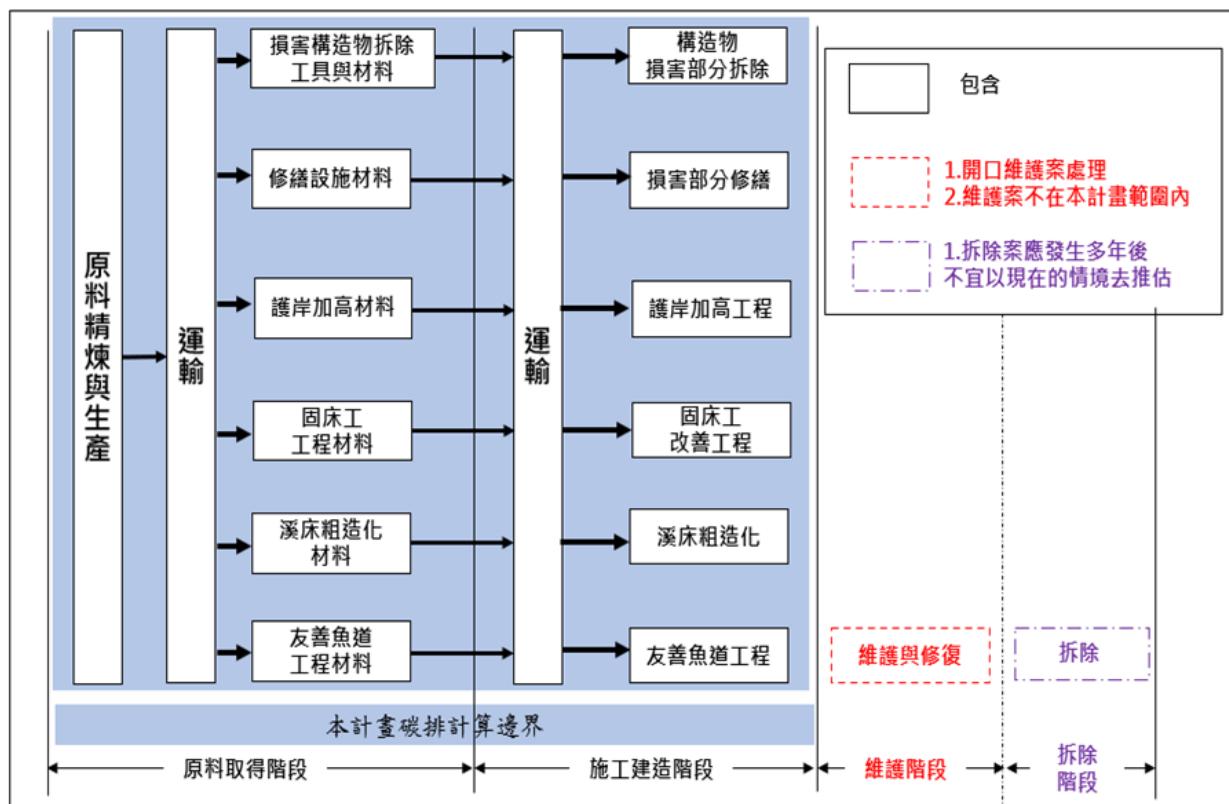


圖 2-2 113 年度國有林防災工程生命週期邊界與碳排來源

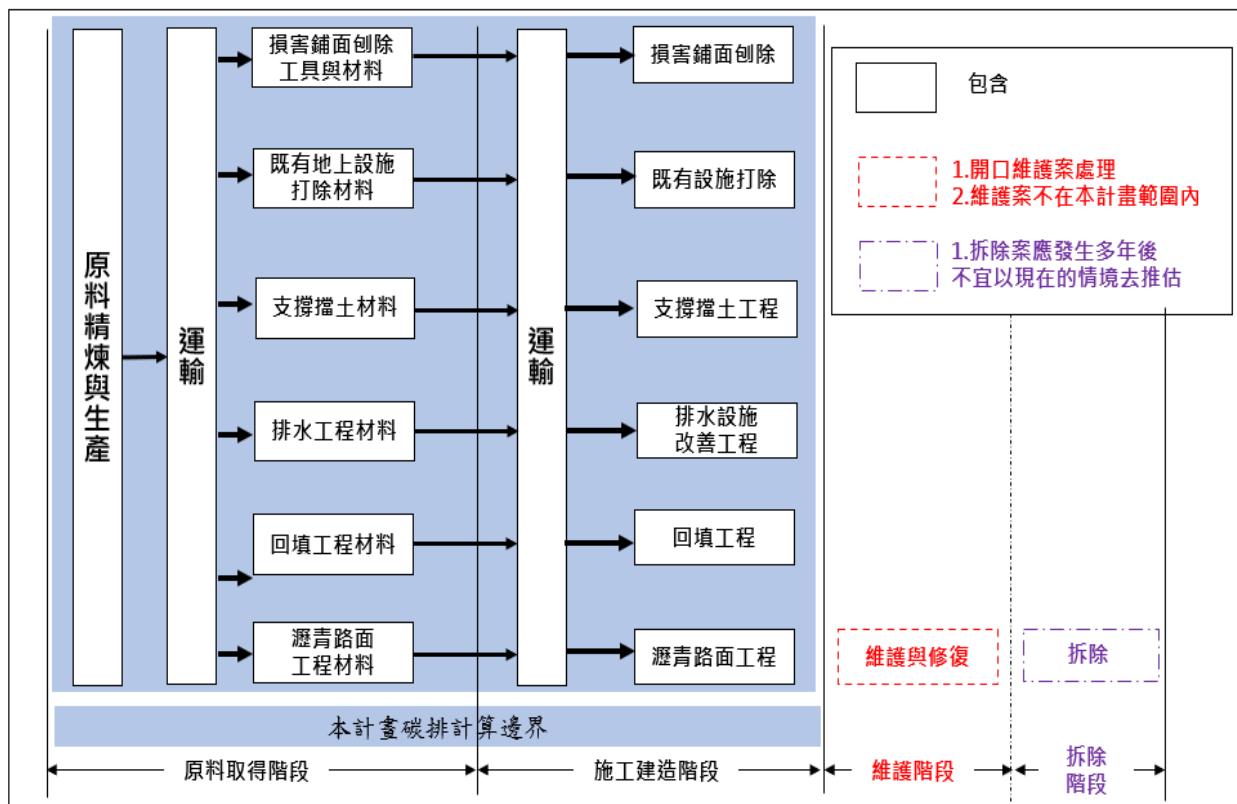
盤查內容涵蓋自材料生產、運輸至現地施工等階段之溫室氣體排放，惟考量防災設施多屬長期性構造物（使用年限逾 10 年至 50 年），因此本次盤查邊界不包含構造體拆除或營運階段之碳排放計算。

依據生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）邏輯，本報告分別針對防砂工程、林道改善工程及崩塌地處理工程三類型建立碳足跡產品類別規則（Product Category Rules, PCR），以作為後續工程碳排量計算與比對之依據。各工程類型之範疇示意如圖 2-3 至圖 2-5 所示。



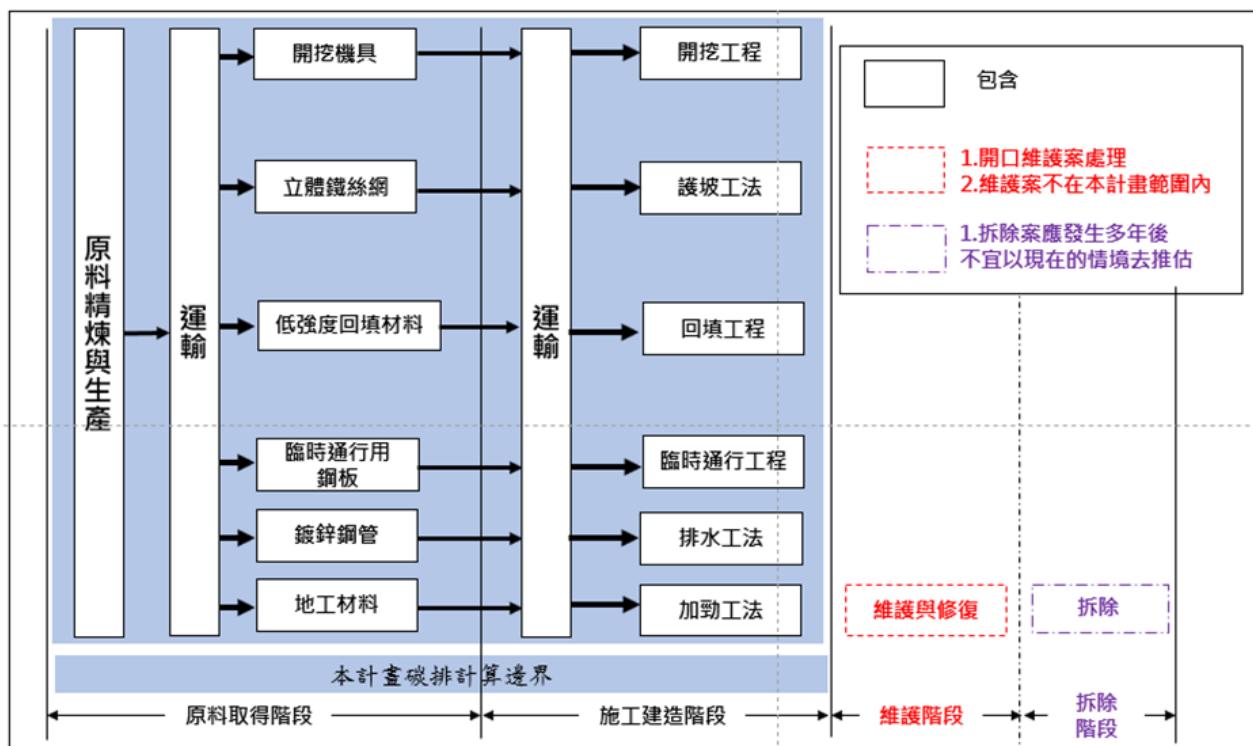
資料來源：本報告製作

圖 2-3 防砂工程碳足跡 PCR



資料來源：本報告製作

圖 2-4 林道工程碳足跡 PCR



資料來源：本報告製作

圖 2-5 崩塌地處理工程碳足跡 PCR

本節統整重點如下：

1. 本報告方法依據第三方查驗規範與《國有林防災工程減碳參考指引》辦理
2. 採 ISO 14067 為核心架構，並輔以公共工程綱要規範進行工項對應。
3. 盤查範圍以施工階段為主，採 LCA 邏輯設定系統邊界。
4. 碳盤查活動數據涵蓋材料、施工、機具、能源與運輸等五大類。
5. 防砂、林道及崩塌地處理工程分別建立 PCR，以確保後續統計與比對具一致性。

第三節、國有林防災工程碳排邊界設定原則

為兼顧制度執行的可行性與資料可得性，本報告設定之碳盤查邊界主要涵蓋施工階段之直接與間接排放活動（Scope 1、Scope 2），不含上游設計與行政作業。具體原則如下：

- (一) 工程歸屬標準：以「工程決標日期」作為年度歸屬依據，以避免跨年度案件重複統計，並確保各年度盤查結果之完整性與獨立性。
- (二) 盤查範圍界定：依據 ISO 14064-1 與減碳指引原則，盤查範圍僅納入施工階段之直接與間接排放來源，包括燃料燃燒、電力使用、材料運輸及機具操作等項目；排除設計、監造、行政支出及其他非現地施工活動（屬上游間接排放，Scope 3）。此範圍設定可有效聚焦工程本體之碳管理行為，符合制度化盤查的核心目標。
- (三) 資料來源與確認機制：盤查資料主要取自各分署提供之結算階段文件與現地紀錄，輔以施工照片、契約明細及驗收資料進行交叉驗證。為維持資料完整性，研究團隊遵循第三方查驗機構審查程序進行資料稽核，並依據《國有林防災工程減碳參考指引》規範之格式建構盤查清冊，以確保可追溯性與一致性。

(四) 碳排計算範圍：碳盤查計算以實際施工活動為主，涵蓋材料製造與運輸、施工機具燃料消耗及現場電力使用等項。防砂、林道與崩塌地處理工程等不同類型之工程，皆以相同邏輯設定邊界並採用相對應碳排係數進行計算。為維持制度延續性，所有盤查結果均以「結算階段發包工程費」為統一計算基準。

(五) 邊界排除原則：考量國有林防災工程屬長期性構造物，其設施使用年限多逾 10 至 50 年，故本次盤查不納入構造物拆除、營運或再利用階段之碳排放計算。此決策符合 ISO 14067 關於「可忽略之生命週期階段」原則，亦符合目前國內公共工程盤查慣例。

綜合上述原則，本報告之碳盤查邊界已形成兼具制度規範與技術一致性的架構，能確保各分署執行結果具可比性，並符合第三方查驗及政策審查所需之驗證條件。

第四節、碳盤查作業邏輯與碳排指標定義

本節旨在說明國有林防災工程碳盤查制度之作業邏輯與計算方法，並釐清各項關鍵指標，包括「碳排管控量」、「施工碳排量」、「減碳率」及「碳排強度」之定義與應用方式，透過統一指標概念與計算基準，可確保各年度盤查結果具可比性、可追溯性與政策延續性，並作為後續碳管理成效評估與制度滾動修正之依據。

一、 碳排管控量 (tCO₂e)

碳排管控量係指以「發包工程費」為基準，依據各工程類型之基準年碳排強度 (tCO₂e/萬元) 所推估之理論碳排量，作為盤查與績效評估之基準值。其設計目的在於確立年度碳管理目標，使工程碳排能以制度化指標進行前期控管與後期檢核，如圖 2-6 所示。此指標屬「碳排基準值」，反映工程在相同經費規模下，依據基準年平均碳排特性所應有的合理排放範圍。



圖 2-6 碳排管控量計算方法

二、 施工碳排量 (tCO₂e)

施工碳排量為盤查制度中之工程實際碳排放量指標，係依據各分署提供之結算階段活動數據（如材料用量、燃料消耗、電力使用與運輸距離），結合對應碳排係數所計算所得，如圖 2-7 所示。此指標反映實際工程執行階段的能源使用與材料投入情形，為後續減碳率分析之依據。其資料來源以結算階段文件為主，並經第三方查驗機構稽核確認。

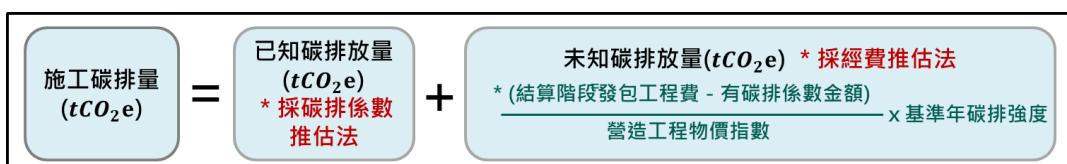


圖 2-7 施工碳排量計算方法

三、減碳量 (tCO₂e) 和減碳率 (%)

減碳率係指實際施工碳排量相對於碳排管控量的減少比例，反映當年度工程整體減碳成效。該指標可用於分署層級績效評估，亦為林業保育署年度減碳目標達成率之主要依據，如圖 2-8 所示。若減碳率為正值，表示工程執行成效優於基準年平均水準；若為負值，則表示碳排強度高於預期，需檢討材料選用或施工方式

減碳量	減碳率
$\text{減碳量 (tCO}_2\text{e)} = \text{碳排管控量 (tCO}_2\text{e)} - \text{施工碳排量 (tCO}_2\text{e)}$	$\text{減碳率 (\%)} = \frac{\text{減碳量 (tCO}_2\text{e)}}{\text{碳排管控量 (tCO}_2\text{e)}} \times 100\%$

圖 2-8 減碳量和減碳率計算方法

四、碳排強度 (tCO₂e/萬元)

碳排強度係指單位工程經費所對應之碳排放量，為衡量不同工程類型間碳排效率的重要參數。此指標具代表性與可比較性，能反映設計、施工與材料差異對碳排之影響，如圖 2-9 所示。此指標除可用於分署內部管理外，亦可作為跨年度趨勢比較及碳排係數資料庫更新之依據。當多年度資料累積後，碳排強度可轉化為統計模型，用以預測不同經費規模下之碳排量變化趨勢。

碳排強度：每萬元經費所產生之碳排放量
$\text{碳排強度 (tCO}_2\text{e/萬元)} = \frac{\text{施工碳排量 (tCO}_2\text{e)}}{\text{結算發包工程費 (萬元)}} \times 100\%$ * 採經費推估法計算

圖 2-9 碳排強度計算方法

第三章 113 年碳盤查統計結果

第一節、工程決標件數與經費分布圖

林業保育署集水區治理組所管轄之八個分署，113 年度（113 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日）總發包工程件數共計 93 件，各分署的工程件數和發包工程費分布如圖 3-1 和圖 3-2 所示。為方便辨識，崩塌地處理工程以土色標記、林道工程以綠色標記、防砂工程以藍色標示，三種工程類型中以崩塌地處理工程件數為最少，93 件工程清單請參閱附錄一。

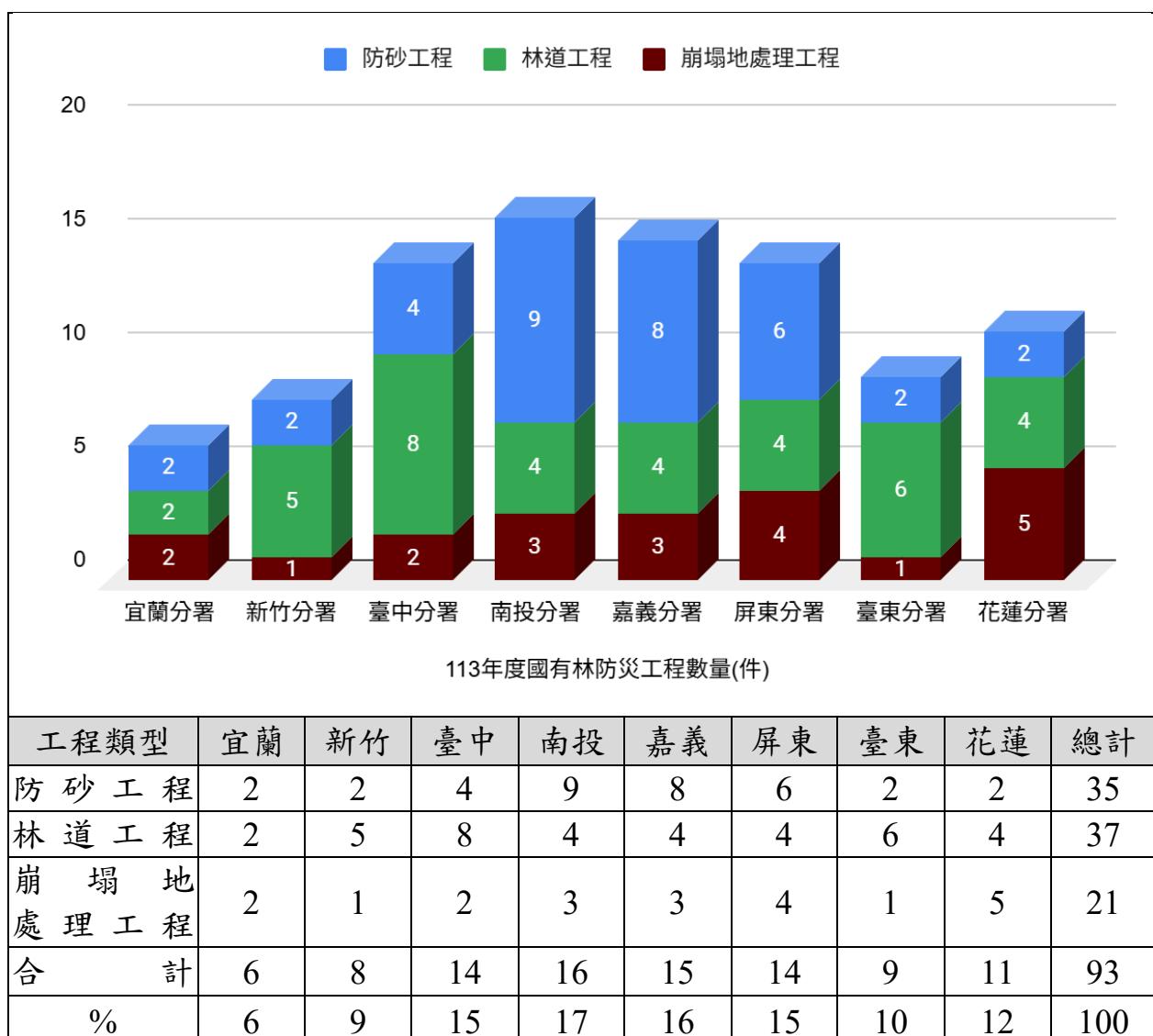


圖 3-1 113 年度國有林防災工程數量

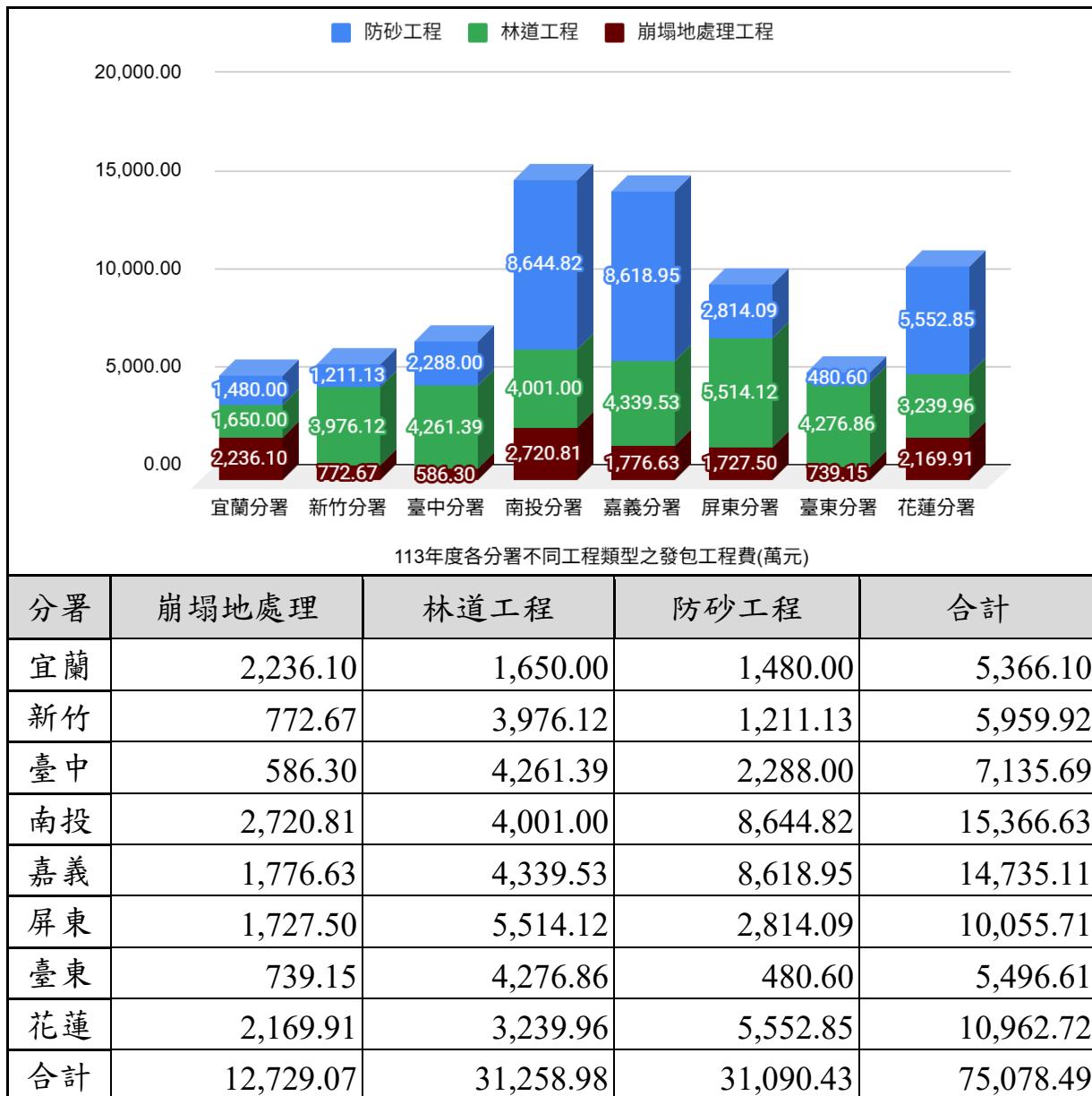


圖 3-2 113 年度各分署不同工程類型之發包工程費

整體而言，113 年度工程分布呈現以下三項特徵：

1. 經費集中於防砂工程（31,090.43 萬元）與林道工程（31,258.98 萬元），兩者合計占總發包工程費 83.0%。
2. 南投分署（15,366.63 萬元）與嘉義分署（14,735.11 萬元），合計共發包 33 件工程、合計占總發包工程費 40%，顯示中部地區為 113 年國有林防災治理之重點區域如圖 3-3 所示。
3. 國有林防災工程案件規模大多落在 500 至 1,000 萬元，呈現分散式治理特性。

第二節、工程碳排解算與資料完整性分析

本節說明 113 年度國有林防災工程盤查資料之完整性與碳排解算情形。高解算率意味盤查資料來源完整、活動數據可追溯、碳排係數可套用，亦代表盤查制度已具穩定執行能力，113 年結算階段之總發包工程費為 75,078.49 萬元，其中具有碳排係數之工項金額為 62,593.67 萬元，整體碳排解算率達 83.37%，不同工程類型之解算率如圖 3-3 所示。

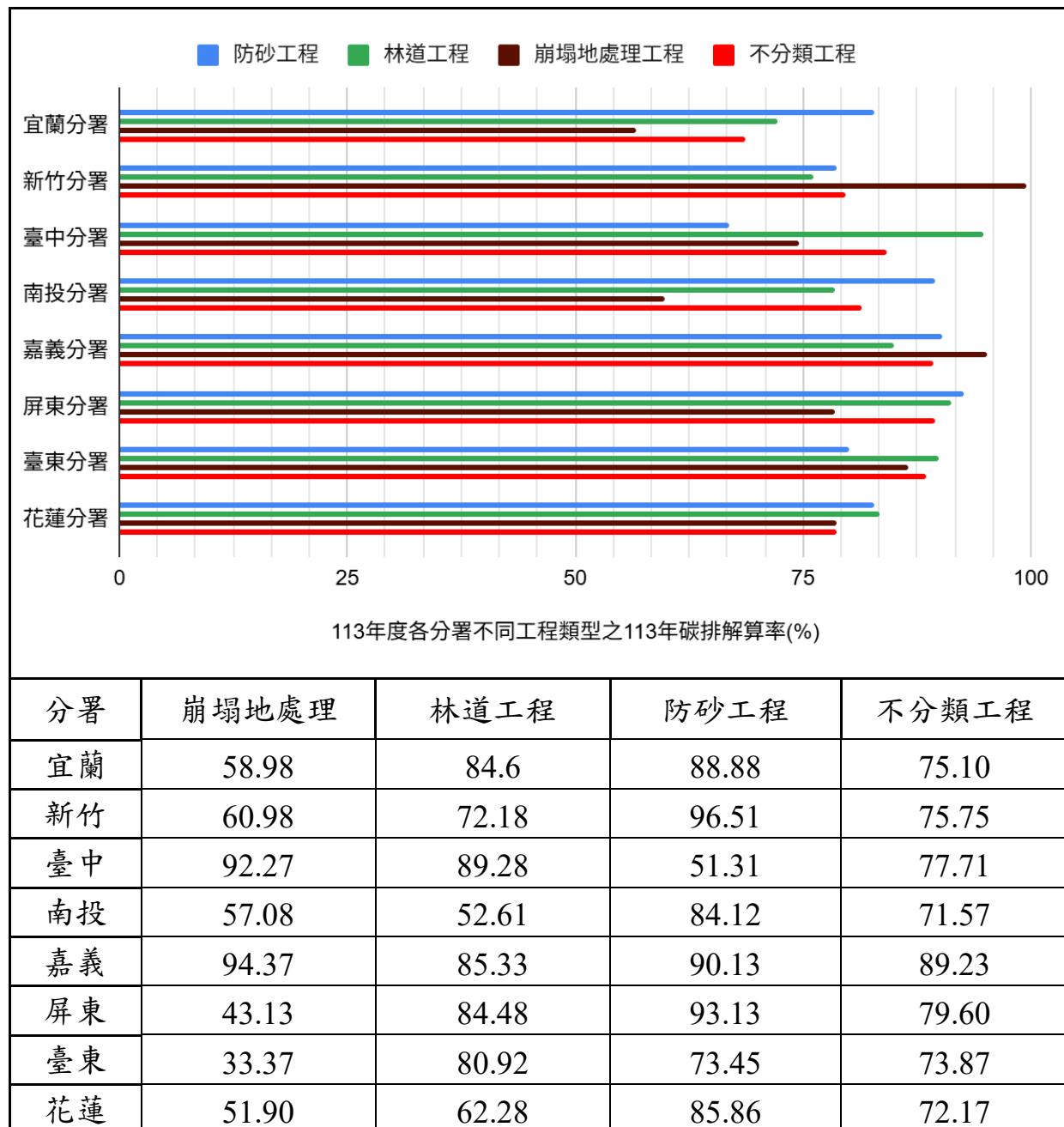


圖 3-3 113 年度各分署不同工程類型之碳排解算率

(一) 資料完整性與系統比對

113 年度盤查資料主要由各分署依照「防災工程碳盤查制度」所訂作業流程彙整提供，內容涵蓋預算書、結算書、契約明細表與現地驗收紀錄等。為確保資料一致性，碳排管理團隊建置統一資料整合格式，並透過人工查核與交叉比對方式修正分署間格式與欄位差異。

現行「工程管理資訊系統」雖可提供案件基礎資料，但其欄位內容與實際施工紀錄間仍存在落差，因此本次盤查主要以各分署提供之結算文件為準，再輔以系統資料進行核對與補正。

此作法除確保資料精確性外，也顯示現行制度在資料回傳機制上的限制，未來若能導入專屬碳盤查平台，將可提升資料即時性與後續分析效率。

(二) 工程碳排解算率

依據彙整結果，113 年度盤查案件共計 93 件，其中 83.37 %係透過碳排係數法進行計算，等同於工程碳排解算率達 83.37%。此比例顯示目前制度已具穩定運作基礎，且多數案件能順利完成碳排資料檢核與計算程序。

未完成解算之工項多屬年度跨期工程，主要因施工進度尚未達結算階段或資料缺漏所致，並非制度運作問題。為進一步檢驗資料品質，盤查團隊以基準年回歸模型進行驗證分析。

結果顯示三大工程類型之決定係數 (R^2) 介於高於 0.77 至 0.82 之間，代表「工程經費」與「施工碳排量」間具高度線性關聯，即約有八成以上的碳排變異可由經費投入解釋，顯示本次盤查資料具有高品質與統計一致性，足以支撐後續碳排趨勢與減碳率分析。

(三) 資料品質與制度意涵

高解算率與高決定係數的組合代表盤查資料已達可運用層級，不僅能反映各分署實際執行情況，亦可支援跨年度比較與政策滾動修正。

此結果顯示，113 年度盤查體系在「資料完整性」、「工程覆蓋度」與「碳排關聯性」三方面皆已形成穩定結構，後續年度僅需持續強化數據即時回傳與格式一致化，即可逐步建立全署自動化碳盤查機制。

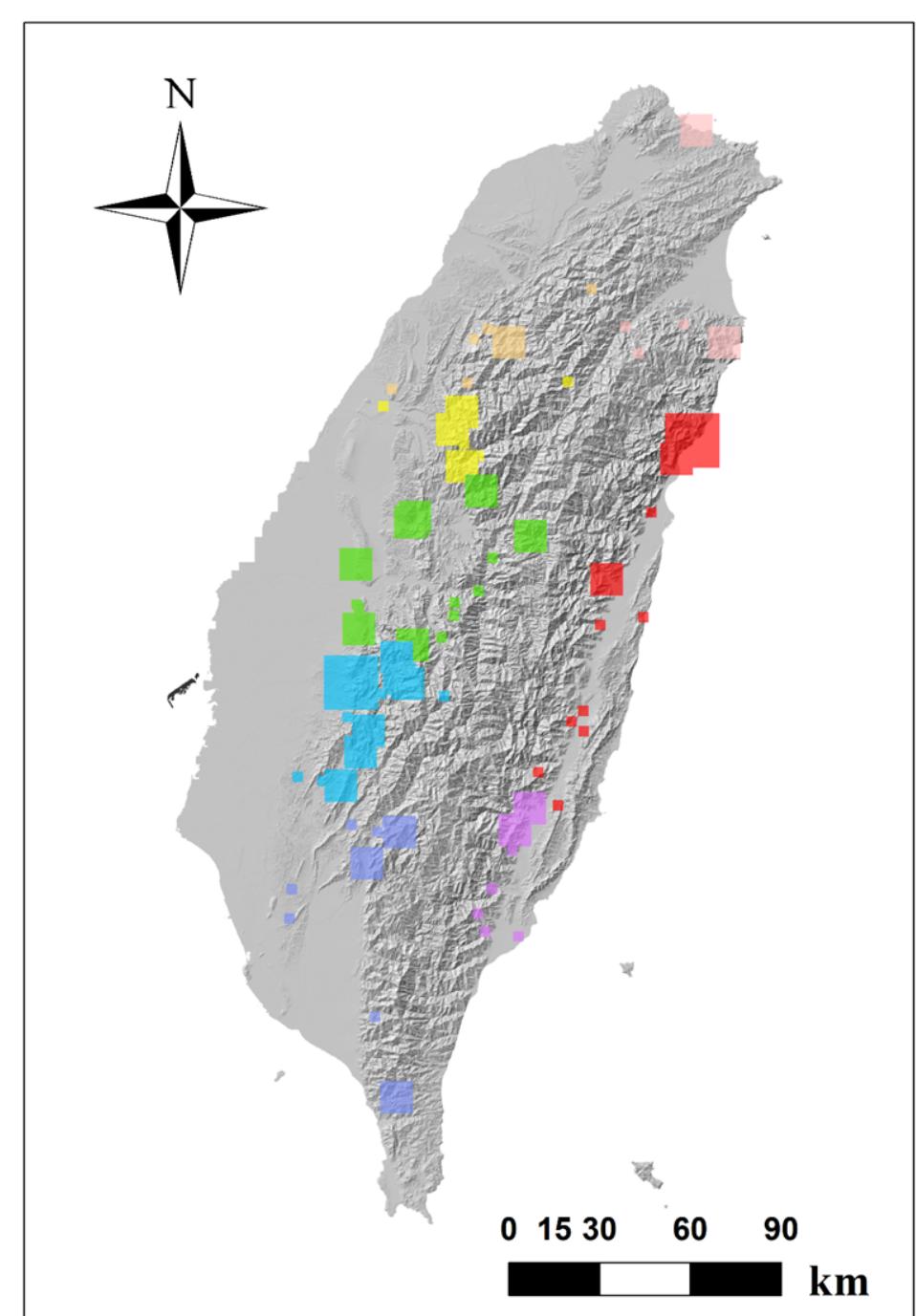
第三節、碳盤查結果與分布趨勢

本節依據 113 年度盤查資料，分析國有林防災工程在不同地區及工程類型之碳排分布情形，以呈現防災工程在全臺之空間格局與碳排差異。分析結果可作為後續制度精進與分區減碳管理的依據，並反映各分署在防災治理與碳管理推動上的區域特性。

一、 分署別碳排分布：林業保育署集水區治理組所轄八個分署防災工程之總碳排量與空間分布情形，如圖 3-4 所示。方格面積代表各分署盤查案件之總碳排量，顏色區分分署範圍。113 年度各分署碳排量介於 20.06–2,720.88 tCO₂e，呈現明顯的地理梯度差異。從空間分布可觀察到：

- 中部地區（臺中、南投、嘉義）為主要碳排集中區，工程案件數與經費規模均居全署前列，反映該區地形起伏大、治理需求高；
- 東部地區（花蓮、臺東）工程數量雖較少，但單件工程規模與碳排量均顯著較高；
- 北部與南部分署（新竹、屏東、宜蘭）工程分布較分散，碳排量多落於低至中級區間。

整體而言，中部及東部山區為國有林防災工程之主要碳排熱點，與地形敏感區及高風險流域之治理需求高度重疊，顯示碳排量分布與防災工程布局具一致性。



分署名稱	宜蘭	新竹	臺中	南投
	■	■	■	■
嘉義	■	■	■	■
屏東	■	■	■	■
臺東	■	■	■	■
花蓮	■	■	■	■
20.06-364.10 tCO ₂ e				
364.10-1,208.41 tCO ₂ e				
1,208.41-2,720.88 tCO ₂ e				

圖 3-4 113 年集水區治理組碳排熱點分布圖

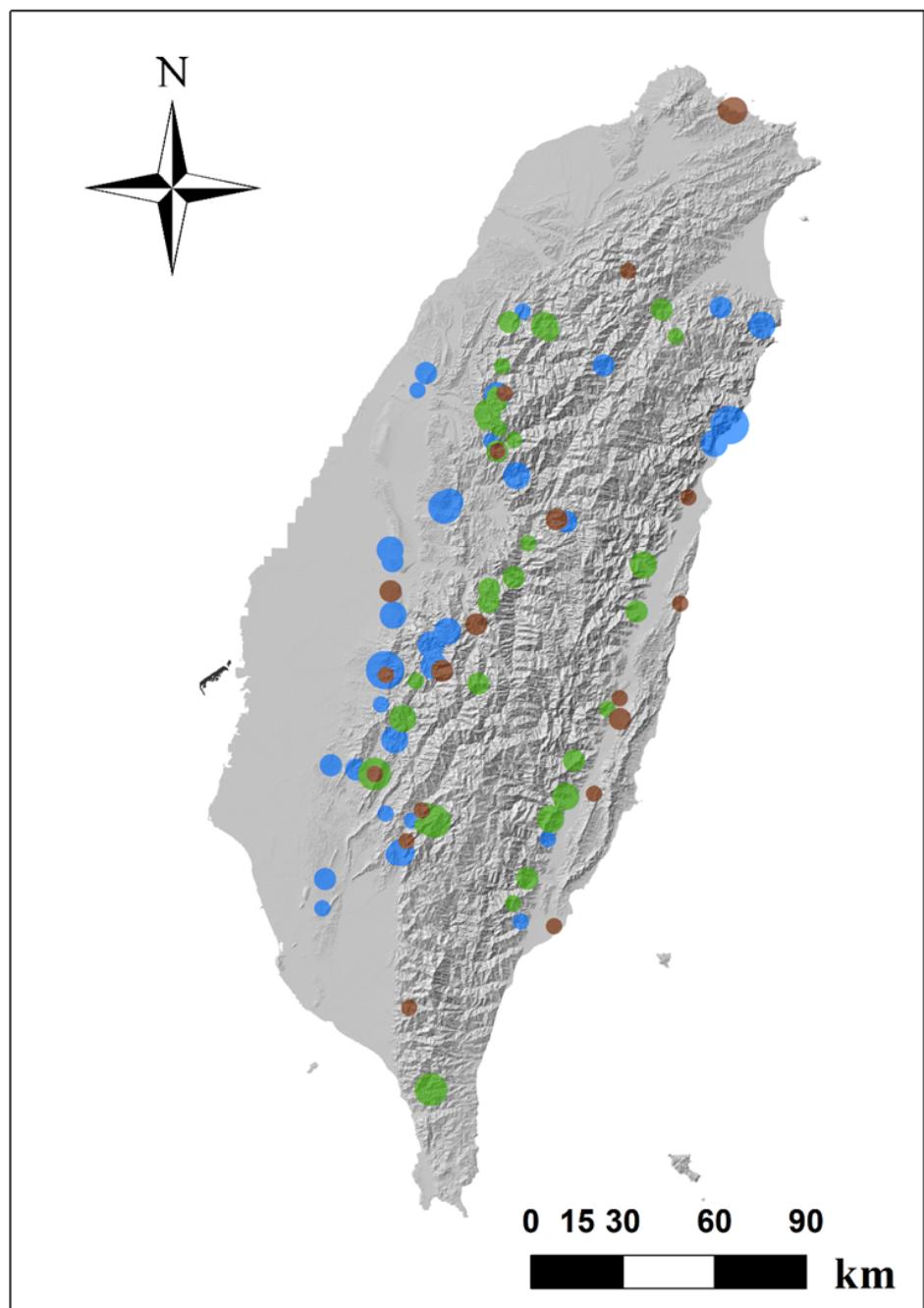
二、工程類型碳排分布特性：

依據工程類型區分防砂工程（藍色）、林道工程（綠色）與崩塌地處理工程（棕色）三大類，以圓點大小表示各案件之施工碳排量級距，如圖 3-5 所示。

分析結果顯示：

- 防砂工程 為主要碳排來源，集中於中部與東部山區，單案碳排量普遍較高，主因為結構物需使用大量混凝土與鋼筋材料；
- 林道工程 沿中央山脈西側呈帶狀分布，反映林道路基整修與排水設施改善需求；
- 崩塌地處理工程 分布零星，多位於易崩塌集水區與急傾斜地帶，碳排量規模依地點條件差異顯著。

此分布趨勢說明，國有林防災工程之碳排特性不僅受工程類型影響，亦與地形坡度、運輸距離、施工機具配置及材料選用有密切關聯。



工程類型	防砂工程	林道工程	崩塌地處理工程
	20.06-364.10 tCO ₂ e		
	364.10-1,208.41 tCO ₂ e		
	1,208.41-2,720.88 tCO ₂ e		

圖 3-5 113 年國有林防災工程碳排熱點分布圖

三、 綜合分析與制度意涵

綜合圖 3-4 與圖 3-5 結果可知，113 年度國有林防災工程之碳排分布呈現明顯的地域集中性與類型差異性，中部及東部地區為碳排高密度區域，防砂工程為主要排放來源。

此結果不僅揭示防災工程空間分布與碳排特性的系統性關聯，亦顯示碳盤查制度已具備辨識「高碳排類型」與「重點治理區」的實際應用價值。

未來制度推動可依據本次分析結果，建立「區域」和「工程類型」之分層管理架構，作為分署層級設定減碳目標、精進設計階段碳效率及調整材料使用策略之依據。

此類分層化管理亦將有助於提升盤查制度之政策連動性與跨年度比較可行性，逐步形成以數據為基礎之防災工程碳管理模式。

第四節、減碳率與碳排強度分析

本節針對 113 年度國有林防災工程盤查結果，分析其碳排管控量、施工碳排量與碳排強度變化，並依據不同分署與工程類型探討減碳表現之差異。分析結果顯示，碳盤查制度已可透過統一指標量化各分署防災工程之碳管理狀況，具備跨年度比較與政策應用之可行性。

一、 碳排管控量與估算結果

以 111-112 年度平均值為基準年，防砂工程碳排強度為 0.5505 (tCO₂e/萬元)、林道工程為 0.3638 (tCO₂e/萬元)、崩塌地處理工程為 0.5294 (tCO₂e/萬元)。113 年度依營造工程物價指數比值 1.03 進行調整後，全署碳排管控量推估為 34,200.07 tCO₂e。各分署不同工程類型之施工碳排量如圖 3-6 所示。

以中等規模之防砂工程為例，預算階段發包工程費 800 萬元時，碳排管控量約 427 tCO₂e；結算階段實際發包工程費 650 萬元時，碳排管控量約 348 tCO₂e。

此比較顯示工程完工後採用修正後之碳排管控量，可合理反映物價變動與實作差異，避免名目經費膨脹造成盤查偏誤，提升制度計算精度與公平性。

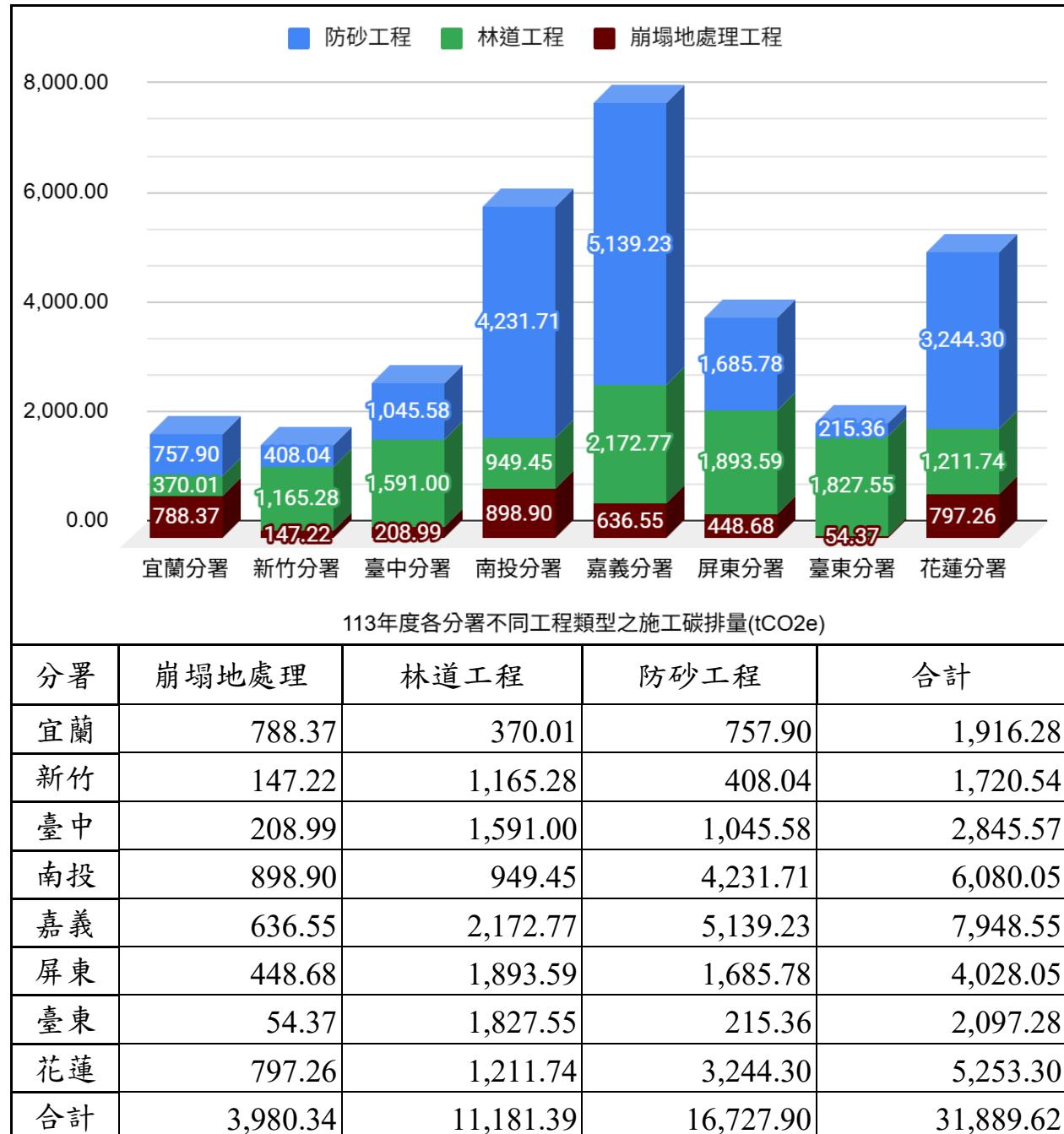


圖 3-6 113 年度各分署不同工程類型之施工碳排量

二、工程碳排分布與減碳表現分型

113 年度盤查結果整體符合年度減碳方向，但受工程性質、施工條件及災後修復需求影響，各分署間表現略有差異。依減碳率與工程條件，可歸納為以下三種類型：

(一) 穩定達標型

防災工程整體減碳率為 6.76%，已達年度目標。主要原因包括：

1. 多採既有設施維修方式，減少新構造物材料使用；
2. 優先使用現地材料或再生資源；
3. 採取分段施工模式，有效降低施工能源消耗。

(二) 重建型案件集中型

部分分署因年度內災後修復工程比例高，需投入大量混凝土與鋼筋材料，導致碳排量略高於碳排管控行量。此現象反映出災後搶修案件在設計與工期上難以兼顧減碳要求，未來宜導入具彈性之盤查指標與低碳替代工法。

(三) 地形挑戰型

山區地形條件嚴苛、運輸動線長、材料多仰賴外運，導致碳排量多接近管控行量值。雖短期內量化改善有限，但在生態工法與構造優化應用上已逐步展現制度導向成效。

整體而言，盤查制度的重點不在分署間比較，而在於建立可追蹤的改善軌跡，使各分署能依據自身條件設定合理減碳目標，逐年調整策略，以維持制度之穩定性與公平性。

三、減碳率與碳排強度指標分析

113 年度防災工程總減碳量為 2,310.45 tCO₂e，整體減碳率 6.76%，顯示制度已能有效反映工程階段差異並達成年度目標，三類工程主要指標統計如表 3-1 所示。

崩塌地處理工程減碳效益最佳，主要因大量採用掛網噴植、草皮植生、竹籠或現地塊石護坡等生態工法，材料碳排係數偏低，但部分工項仍屬碳排係數未建置或暫列零值，可能導致減碳率略被高估，後續將優先補強該類工法碳排係數。

林道工程則呈現微幅超標，反映機具能耗密集特性、運輸距離長與施工重複性高等因素，建議後續導入小規模分段施工、現地材料利用及低碳工法等替代方案。

防砂工程所設計之構造物多為須具安全性考量之防砂壩、固床工和護岸等工作項目，故碳排主要受鋼筋、混凝土等高碳排材料影響，隨著國際間減碳趨勢臺灣已逐漸發展低碳水泥、摻料混凝土及綠色材料，未來防砂工程可從此方面著手做為減碳作業改進的依據。

四、 碳排強度分析制度化分析與應用意涵

113 年各工程類型之碳排強度均低於基準年平均值，顯示每萬元經費所產生之碳排量已較前期下降。此結果證實以「工程經費」為管理界面的制度設計具操作性與延展性，可支援跨年度比較與滾動修正，從碳排強度可見：崩塌地處理工程展現顯著減碳潛力；林道與防砂工程則受限於施工特性與地形條件，短期內改善幅度有限。未來策略宜聚焦於工法精進與能源效率提升，以逐步降低工程碳強度，如圖 3-7 所示。

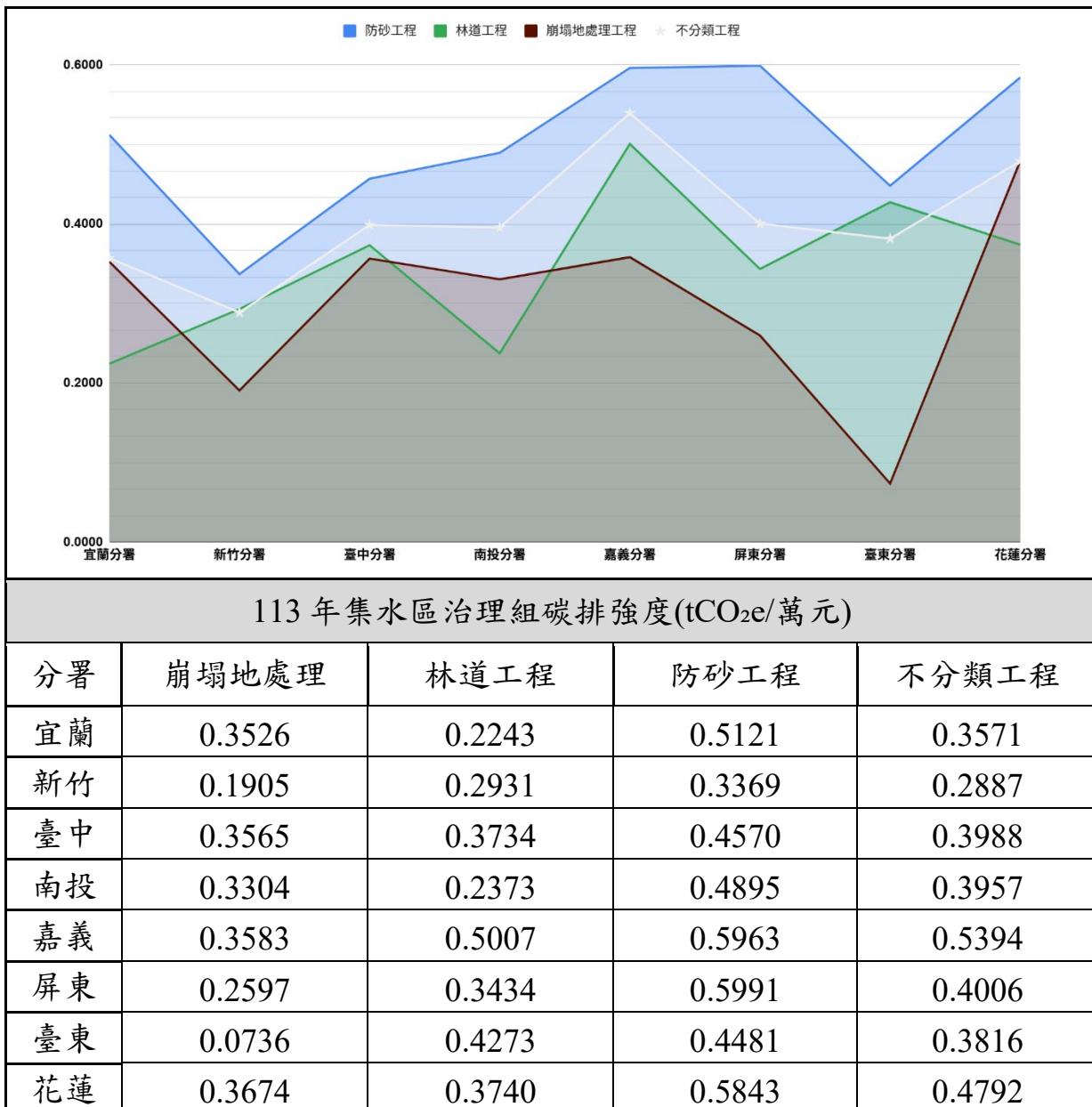


圖 3-7 113 年國有林防災工程碳排強度折線圖

第五節、制度化分析與應用

113 年度碳盤查資料顯示制度已具穩定可用性，並反映三項重要進展：

1. 工程量化指標確立：碳排資料可與工程經費精準對應，形成制度性指標。
2. 跨區一致性：分署間盤查邏輯一致，顯示制度具跨區延展性與標準化基礎。
3. 資料應用價值：盤查資料已可支撐統計分析與趨勢研判，具政策決策層面的應用潛力。

整體而言，113 年度之碳盤查制度已達穩定運作階段，不僅能反映各分署實際執行情況，亦可支援年度比較與制度滾動修正，為林業保育署推動「以經費為管理界面、以減碳為導向」之工程治理模式奠定基礎，113 年度林業保育署各分署工程盤查結果與說明如表 3-1 所示。

表 3-1 113 年度林業保育署各分署工程盤查結果與說明

分署	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	113 年國有林防災工程碳盤查結果							
			減碳率 (%)	113 年碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	解算率 (%)	工程 件數	發包工程費 (萬元)	施工碳排量 (tCO ₂ e)	碳排管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)
宜蘭	防砂工程	0.5505	4.2	0.5121	82.8	2	1,480.0	757.9	791.0	33.1
	林道工程	0.3638	36.5	0.2243	72.3	2	1,650.0	370.0	582.8	212.8
	崩塌地處理	0.5294	31.4	0.3526	56.7	2	2,236.1	788.4	1,149.3	360.9
	整體碳排強度：0.3571 (tCO ₂ e/萬元) 整體減碳率：24.1% 整體碳排解算率：68.7%					6	5,366.10	1,916.3	2,523.1	606.8
新竹	防砂工程	0.5505	37.0	0.3369	78.6	2	1,211.1	408.0	647.3	239.3
	林道工程	0.3638	17.0	0.2931	76.1	5	3,976.1	1,165.3	1,404.4	239.1
	崩塌地處理	0.5294	62.9	0.1905	99.6	1	772.7	147.2	397.1	249.9
	整體碳排強度：0.2887 (tCO ₂ e/萬元) 整體減碳率：29.7% 整體碳排解算率：79.6%					8	5,959.9	1,720.5	2,448.8	728.3

分署	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO2e/萬元)	113年國有林防災工程碳盤查結果							
			減碳率 (%)	113年碳排強度 (tCO2e/萬元)	解算率 (%)	工程 件數	發包工程費 (萬元)	施工碳排量 (tCO2e)	碳排管控量 (tCO2e)	減碳量 (tCO2e)
臺中	防砂工程	0.5505	14.5	0.4570	66.8	4	2,288.0	1,045.6	1,222.9	177.3
	林道工程	0.3638	-5.7	0.3734	94.8	8	4,261.4	1,591.0	1,505.1	-85.9
	崩塌地處理	0.5294	30.7	0.3565	74.6	2	586.30	209.0	301.4	92.4
	整體碳排強度：0.2887 (tCO2e/萬元)					14	7,135.7	2,845.6	3,029.4	183.8
南投	防砂工程	0.5505	8.4	0.4895	89.5	9	8,644.8	4,231.7	4,620.4	388.7
	林道工程	0.3638	32.8	0.2373	78.5	4	4,001.0	949.5	1,413.2	463.7
	崩塌地處理	0.5294	35.7	0.3304	59.7	3	2,720.8	898.9	1,398.4	499.5
	整體碳排強度：0.3957 (tCO2e/萬元)					16	15,366.6	6,080.1	7,432.0	1,351.9
整體減碳率：18.2% 整體碳排解算率：81.4%										

分署	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO2e/萬元)	113年國有林防災工程碳盤查結果							
			減碳率 (%)	113年碳排強度 (tCO2e/萬元)	解算率 (%)	工程 件數	發包工程費 (萬元)	施工碳排量 (tCO2e)	碳排管控量 (tCO2e)	減碳量 (tCO2e)
嘉義	防砂工程	0.5505	-11.6	0.5963	90.20	8	8,619.0	5,139.2	4,606.5	-532.7
	林道工程	0.3638	-41.8	0.5007	85.05	4	4,339.5	2,172.8	1,532.7	-640.0
	崩塌地處理	0.5294	30.3	0.3583	95.28	3	1,776.6	636.6	913.2	276.6
	整體碳排強度：0.5394 (tCO2e/萬元)					15	14,735.1	7,948.6	7,052.4	-896.1
屏東	防砂工程	0.5505	-12.1	0.5991	92.7	6	2,814.1	1,685.8	1,504.0	-181.8
	林道工程	0.3638	2.8	0.3434	91.2	4	5,514.1	1,893.6	1,947.6	54.0
	崩塌地處理	0.5294	49.5	0.2597	78.4	4	1,727.5	448.7	887.9	439.2
	整體碳排強度：0.4006 (tCO2e/萬元)					14	10,055.7	4,028.1	4,339.5	311.5
臺東	防砂工程	0.5505	16.2	0.4481	80.0	2	480.6	215.4	256.9	41.50

分署	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO2e/萬元)	113年國有林防災工程碳盤查結果							
			減碳率 (%)	113年碳排強度 (tCO2e/萬元)	解算率 (%)	工程 件數	發包工程費 (萬元)	施工碳排量 (tCO2e)	碳排管控量 (tCO2e)	減碳量 (tCO2e)
花蓮	林道工程	0.3638	-21.0	0.4273	89.8	6	4,276.9	1,827.6	1,510.6	-316.9
	崩塌地處理	0.5294	85.7	0.0736	86.5	1	739.2	54.4	379.9	325.5
	整體碳排強度：0.3816 (tCO2e/萬元)					9	5,496.6	2,097.3	2,147.4	50.1
	整體減碳率：2.3%									
宜蘭	整體碳排解算率：88.5%									
	防砂工程	0.5505	-9.3	0.5843	82.9	2	5,552.9	3,244.3	2,967.8	-276.5
	林道工程	0.3638	-5.9	0.3740	83.5	4	3,240.0	1,211.7	1,144.4	-67.4
	崩塌地處理	0.5294	28.5	0.3674	61.4	5	2,169.9	797.3	1,115.3	318.0
臺東	整體碳排強度：0.4792 (tCO2e/萬元)					11	10,962.7	5,253.3	5,227.5	-25.8
	整體減碳率：-0.5%									
	整體碳排解算率：78.8%									

第六節、各分署不同工程類型差異說明

一、宜蘭分署

1. 防砂工程：主要碳排來源仍為混凝土澆置與鋼筋製造，材料階段碳排占比超過八成，近年透過導入塊石護岸、透水性結構及部分生態工法，使混凝土使用量與整體碳排強度皆有下降趨勢，惟施工階段因重型機具燃料使用與模板作業仍屬主要碳排貢獻項目，建議後續加強機具油耗監測與綠色材料替代方案。
2. 林道工程：113 年度盤查結果顯示該類工程已逐步導入現地取材、與低碳工法，以最小規模工程施作為原則，降低新材料使用比例與長距離運輸所造成的額外碳排，該類工程因簡化機具作業流程與對油量之管控使整體能耗碳排顯著降低。
3. 崩塌地處理工程：工程碳排下降主要受惠於綠色材料使用、現地及天然材料使用（如木材與塊石）等施工策略，使混凝土與鋼筋使用比例降低，施工階段油耗與運輸碳排佔比下降，惟部分工區因資料紀錄缺漏（如機具移動與人工搬運部分），導致盤查結果略低估實際碳排量，建議設計監造單位未來導入碳排管控表、碳排檢核表與現場縮時攝影紀錄做為盤查作業紀錄機制，以提升數據精確性。

盤查結果顯示，宜蘭分署 113 年度自主採用低碳材料與生態工法推廣上之減碳策略具有成效，尤其林道工程在再生材料與能源規劃上成效突出，惟崩塌地處理工程因資料完整度較低，顯示該分署雖已具低碳工法應用基礎，但仍須強化碳排數據品質控管機制，以確保減碳成效具持續性。

二、 新竹分署

1. 防砂工程：近年持續導入透孔式防砂壩與複合式固床工法，有效降低混凝土及鋼筋使用量，主要碳排仍集中於材料製造階段（約佔防砂工程總碳排 80%），但施工階段燃料碳排已有顯著下降，其改善關鍵在於規劃階段即導入碳排管控量，使設計監造單位能預先考量低碳材料替代方案。
2. 林道工程：該分署林道復建工程多位於坡度較大之山區地段，運輸能耗佔比相對提高，故工程設計於當年度已開始採用現地取材及鋼材重複利用等方式，以降低材料製造與運輸碳排，雖減碳幅度低於另外兩類工程，但已逐步形成可追蹤之碳排資料結構，其解算率略低之主因為施工階段能源與油料紀錄較不完全，建議於後續導入標準化填報流程與燃料盤查欄位以提升數據驗證性。
3. 崩塌地處理工程：雖工程數量僅有一件，但該工程於本計畫正式執行前已發包完畢且當時尚未導入碳排管控表與碳排檢核表，惟盤查結果顯示該類工程碳排解算率為本署 113 年度之最（99.6%），且減碳效益於崩塌地處理工程中位居本署第二，顯示施工過程紀錄詳實於各項文件資料中之重要性，該工程排除可重複利用之設施後，其詳細價目表多以國有林工項碳排係數資料庫中可對應已知碳排係數之項目進行設計，其減碳成果顯示 PCCES 編碼與碳排係數正確對應之重要性不亞於低碳材料或工法的導入。換言之，若工程使用多項綠色材料、工法和高效能機具，但工程資料填報作業仍不夠確實且無法對應本署所建立的國有林工項碳排係數資料庫，其減碳效益仍無法透過盤查過程被揭露，故本計畫建議後續教育訓練過程可優先以高碳排解算率之國有林防災工程進行案例分析與介紹，做為本署的減碳策略之一。

整體而言，新竹分署已建立明確之碳排資料管理機制與低碳設計實作能力，其 113 年度成果顯示碳排表現穩定且具下降趨勢，符合本計畫前期所設定之管理指標。

三、 臺中分署

1. 防砂工程：盤查結果顯示，該分署防砂工程多位於地形條件不佳之河道及支流地段，仍需大量使用混凝土壩體及基礎結構以確保穩定性，雖混凝土用量偏高，但部分工程已開始導入石籠壩、分段跌水工法及透水護岸等結構形式，使材料階段碳排略有下降，其施工階段燃料使用量仍為該類工程主要碳排來源，建議未來持續推動施工機具油耗監測與調度分流作業，以降低不必要的急速與運輸碳排。
2. 林道工程：該分署林道工程數量為本署之最（8 件），主要集中於中部山區高海拔林班地，部分為災後復建工程，由於多處施工需長距離運輸混凝土、鋼筋及級配粒料，加上重機具長時間進出造成燃料消耗偏高，使得該類工程碳排強度較其他分署高。儘管如此，臺中分署已開始採用再生骨材及坡面穩定植生護坡工法，顯示減碳策略已初步導入但受限於工程區域環境條件與災修緊急需求，短期內仍難完全轉型為低碳施工型態。
3. 崩塌地處理工程：工程施作多屬邊坡穩定與沖蝕抑制型作業，材料使用以塊石、土石籠及仿生植生為主，由於臺中地區部分坡面可利用現地材料進行回填與覆面，大幅降低外運材料之碳排並同時導入生態固床工法與分層植生護坡設計，有效減少混凝土使用比例，根據盤查資料顯示，崩塌地處理工程之減碳成效顯著，施工階段能源使用效率亦有提升，整體屬穩定下降趨勢。

整體而言，臺中分署防災工程之碳排趨勢已呈下降，但受 113 年度自然災害、地形與材料供應及災後搶修特性影響，碳排結構仍須以高強度設施為

主要施作類型，建議未來可持續透過材料在地化、燃料節能化與規定設計單位須填寫碳排管控表為核心方向，先以工程發包前的碳排管控量降低設計階段不必要施作之工項（惟保全對象型工程仍以安全性為優先，不適用於此策略。），使工程碳排量於設計階段先控制於合理範圍內，並逐步導入適用之低碳策略以達成減碳目標。

四、 南投分署

1. 防砂工程：該類工程數量為本署之最（9件），工區位置多屬集水區上游防災型與河道穩定工程，材料碳排仍以混凝土與鋼筋為主，約佔該類工程碳排 80%，但部分工程已採分段式固床工、仿岩式壩體（與傳統混凝土構造物相比碳排較低）及石籠構造等形式使材料階段碳排略有下降，盤查資料顯示施工階段之燃料碳排仍為主要貢獻來源，尤其是溪床開挖、模板吊運及大型混凝土澆置等程序，整體而言防砂工程碳排量仍維持穩定下降趨勢，顯示南投分署已逐步建立自主碳排管控能力。
2. 林道工程：工程施作以林道路面整修及道路邊坡穩定為主，採用再生級配粒料與現地取材比例高，從而降低材料製造與運輸碳排，且部分路段施作採用低衝擊施工策略，包括小型機具分段進場及節能調度方式，能顯著減少燃料使用量，惟個別案件仍因地勢陡峭與通行限制導致材料與燃料盤查數據完整性不足，需持續加強施工現場即時紀錄作業。
3. 崩塌地處理工程：工程類型主要採用鋼構格梁、稻草蓆鋪面和植生護坡等工法，材料階段碳排較傳統混凝土工法有顯著的降低；施工階段因高山地形條件與氣候不穩定，部分機具使用效率受限造成能耗碳排較高，不過在工程結構形式上已逐步朝生態型與低碳型轉變，

且現地材料取代率提升已有效降低整體碳排量，顯示管理方向正確且可持續深化。

整體而言，南投分署為 113 年度防災工程規模最大之單位（三種工程類型總發包工程費約 15,366 萬元），其碳排管理制度化程度高，盤查資料完整度良好，未來建議進一步整合「碳排管控表」與「施工日誌」以即時追蹤工程燃料使用與工法碳排差異，形成更具即時性的碳排管控體系。

五、 嘉義分署

1. 防砂工程：該分署防砂工程數量達 8 件，由於工區地形高差大、運輸路程遠及混凝土澆置區域分散，導致施工階段燃料和運輸能耗與其他分署相比已有潛在的碳排放量，為本年度該分署整體碳排上升的主要原因，不過嘉義分署已逐步導入階梯式固床工與透水型壩體結構，並於部分工程採用現地塊石取材，使材料碳排未進一步惡化，整體而言雖本年度該工程類型屬高碳排結構，但其結構轉型與工程設計層面已逐漸具備減碳潛力。
2. 林道工程：本類工程多屬山區路段修復與道路邊坡保護作業，受地形崎嶇、機具調度困難等因素影響使燃料使用量高。加上嘉義地區林道多數需外運混凝土與鋼筋至偏遠工區，材料運輸距離長，導致碳排強度顯著上升，儘管如此分署仍嘗試於部分區段導入現地碎石整平、再生粒料及透水性鋪面等工法，作為後續低碳試驗工程基礎，本計畫建議後續該分署於林道工程設計階段導入碳排管控表，以抑制材料選用與燃料使用之累積碳排。
3. 崩塌地處理工程：工程主要位於溪谷邊坡與林道路旁崩塌地區，採鋼構格梁、植生網袋與稻草蓆鋪面等輕型工法使材料階段碳排明顯下降，顯示嘉義分署已能初步掌握該類工程之低碳施工策略，然而部分崩塌地區仍受施工環境、氣候及地形干擾，使工期常因不可抗

力因素至使停工與辦理展延導致工程生命週期各階段的潛在碳排同步增加。

整體而言，嘉義分署主要受施工環境條件限制與材料運輸距離長導致 113 年度整體減碳效益無法達到設定目標，但分署端已於工程設計導入低碳工法與現地取材策略，展現其在各類工程中各項低碳治理作為，未來若能進一步將「碳排管控表」納入設計與審查程序，可望逐步減少施工碳排量與工程實際盤查數值之差異性，該分署之碳排管理制度尚在轉型階段，惟生態導向與材料替代策略已開始發揮實質效果。

六、屏東分署

1. 防砂工程：工程多分布於南部山區溪流出口及易沖蝕地段，施工條件惡劣且運輸路線受限，由於混凝土結構體積大、材料來源距離遠，加上部分地區缺乏合適的現地石材來源，導致混凝土材料階段碳排高於平均水準；施工階段燃料使用比例亦偏高，特別是水泥運輸與模板吊放程序為主要碳排來源，雖整體碳排略高，但分署已於設計階段導入低碳設計措施引入分段式固床工與階梯式跌水工，減少結構厚度並提高水流能量分散效果，未來若能搭配低碳混凝土與再生骨材試用仍具潛在減碳空間。
2. 林道工程：屏東地區林道多位於山區雨量豐沛且坡度較陡之區段，113 年度主要進行路面改善、擋土結構修復及排水系統更新，由於採用現地級配料回填、減少材料外購再加上機具進出距離短，使燃料與運輸碳排控制得宜，此外分署端於部分工區實施邊坡綠化及掛網植生工法有效取代混凝土護坡結構，使整體林道工程已呈現穩定的碳排下降趨勢，屬低碳施工潛力高的工程類型。
3. 崩塌地處理工程：本類工程主要位於林道邊坡與山區滑動地帶，採用土石籠結構、鋼構格梁與植生袋穩坡工法，由於現地材料取用比

例高、混凝土使用量低，材料階段碳排大幅下降；施工階段亦透過機具作業分段化與減少重複進場有效降低燃料使用。

整體而言，屏東分署崩塌地及林道工程之生態化設計成效突出，展現減碳與環境復育並行之特性，該分署盤查結果顯示，其碳排管理成效穩定成長，並逐漸建立生態導向低碳治理的區域典範。

七、臺東分署

1. 防砂工程：工程多設於東部山區短延時急流河段，受颱風與暴雨影響頻繁，設計重點在於能量消散與結構穩定，工程多採用階梯式跌水工與透水性護岸結構，並結合現地巨石施作，以降低混凝土使用量與運輸需求，雖受材料來源地偏遠影響，部分混凝土與鋼筋仍須長距離運輸，但整體工程採用「分段澆置」及「現地堆砌」方式使燃料消耗明顯減少和材料階段碳排下降效果顯著，顯示分署已能將低碳思維落實於實際防砂工程設計中。
2. 林道工程：臺東地區林道多位於高坡度山區與地質鬆軟地帶，工程性質偏向災後復建與邊坡修復，由於工區通行不便及材料運輸困難，多數案件須仰賴重機具多次進出與長時間待機作業，導致施工階段燃料碳排明顯上升，惟部分工程仍採用傳統噴漿護坡或RC路面修補方式，後續建議可加強導入掛網植生、自由型格梁護坡及低強度混凝土鋪面等措施，以提高林道工程整體減碳潛力。
3. 崩塌地處理工程：該類工程多屬小規模山坡穩定與生態復育型案件，施工內容包括植生袋堆疊、稻草蓆鋪面及小型鋼構格柵，此類工法在材料與機具使用量上均顯著低於傳統混凝土設計，碳排來源主要集中於運輸階段，整體碳排量低。

整體而言，臺東分署在崩塌地處理工程中展現顯著的低碳效益，惟林道工程燃料碳排仍為主要改善方向。

八、 花蓮分署

1. 防砂工程：花蓮地區河床坡度大，防砂工程設計以壩體與護岸穩定為主，由於河道治理工程多位於偏遠山區，混凝土材料需長距離運輸，加上工區通行不便、施工期長，使材料階段與燃料使用碳排偏高，部分案件已導入階梯式跌水工、透水式護岸等設計概念，並利用現地塊石進行壩基堆疊，逐步降低混凝土使用比例。若能在未來進一步導入低碳混凝土配比與在地材料驗證機制，可望有效減少碳排強度波動幅度。
2. 林道工程：工區多位於東部縱谷兩側山坡帶，地形變化大且受降雨影響頻繁，113 年度林道工程主要項目為邊坡加固、路基修復與排水設施改善，由於多採用混凝土路面加固及鋼筋擋牆工法，材料階段碳排相對偏高，然而部分工區已試行掛網植生及自由型格梁作為傳統 RC 牆之替代工法，顯示分署已逐步朝向兼顧結構與環境之低碳林道治理模式發展。
3. 崩塌地處理工程：該工程多位於沿山公路或林道交會處的滑動地帶，主要採鋼構格柵結構、稻草蓆植生覆面及現地取材和土石籠等工法，碳排來源以材料與燃料為主，但因現地取材比例高、運輸距離短，整體碳排明顯低於防砂與林道工程。

整體而言，花蓮分署碳排表現穩定，顯示其工程型態以結構安全為主，後續可強化設計階段碳排評估。

九、林業保育署各項碳排指標與減碳效益

113 年度根據八個分署，三種不同工程類型的國有林防災工程盤查結果整理如表 3-2 所示，其中工程發包數量、發包工程費、已知碳排係數金額及 113 年度碳排管控量來源為民國 114 年初進行 113 年度國有林防災工程盤查作業前從本署「工程管理資訊系統」收集而來；施工碳排量係根據「碳排係數法」所計算之碳排量和以「經費推估法」進行三種不同工程類型對應相關基準年碳排強度後估算之碳排量進行加總得知；工程碳排解算率則是以當年度的資料填報狀況與高品質數據使用程度進行計算。

經盤查結果得知 113 年度林業保育署整體減碳量為 2,310.4 tCO2e，減碳率為 6.8%，工程碳排解算率為 83.4%，113 年碳排強度為 0.4248%。

表 3-2 113 年度林業保育署碳排指標與減碳效益結果

計算方法與依據	113 年度林業保育署碳排指標與減碳效益
八個分署合計	工程發包數量：93 件
	發包工程費：75,078.5 萬元
	已知碳排係數金額：62,593.7 萬元
	施工碳排量：31,889.6 tCO2e
依三種不同工程類型回歸至基準年進行估算結果合計	113 年度碳排管控量：34,200.1 tCO2e
碳排管控量 - 施工碳排量	減碳量：2,310.4 tCO2e
減碳量 ÷ 碳排管控量 × 100%	減碳率：6.8 %
已知碳排係數金額 ÷ 發包工程費 × 100%	工程碳排解算率：83.4 %
施工碳排量 ÷ 發包工程費	113 年度碳排強度：0.4248 (tCO2e/萬元)

第四章 碳盤查制度執行成效分析

第一節、制度運作概況

自 111 年起推動國有林防災工程碳盤查制度以來，林業保育署已逐步建立一套具備制度化、標準化與可追溯性的工程碳管理模式。該制度以《國有林防災工程減碳參考指引》（初稿）為主要依據，整合各分署工程資料與施工紀錄，形成從「資料蒐集 → 碳排計算 → 統計分析 → 制度驗證」的完整鏈結。

制度運作由林業保育署集水區治理組統籌，各分署負責盤查資料彙整與核對作業。透過年度盤查報告的滾動更新，逐步確立跨年度可比較、跨分署可統一、跨工程類型可對應的作業體系。本次（113 年度）盤查結果顯示，制度運作已進入穩定階段，整體工程碳排解算率達 83.37%，代表資料覆蓋率高、盤查結果具代表性。

與基準年（111 – 112 年）相比，113 年度制度執行呈現三項成熟化特徵：

1. 資料鏈結穩定化：各分署回傳資料已能完整對應契約、估驗單與核算文件，資料可追溯性顯著提升。
2. 流程標準化：盤查邊界、係數套用與活動數據填報均已統一，形成可直接執行的常態化流程。
3. 結果可驗證化：各項統計結果均可追溯至原始工項與碳排係數來源，滿足查核與審查需要。

制度運作的穩定性，顯示林業保育署已成功建立公共工程體系內的「碳管理模組」，能支撐長期資料累積與年度碳排目標追蹤。

113 年度共盤查八個分署、93 件工程案件，涵蓋防砂工程、林道工程及崩塌地處理工程三大類型，制度執行成果可歸納為以下四個面向。

一、 資料完整性提升

碳排資料覆蓋率及比對精度顯著提高。各分署採用統一格式回報資料，使盤查工項與 PCCES 碳排係數資料庫能有效連結，減少資料遺漏。整體工程碳排解算率達 83.37%，顯示制度已具備穩定的資料基礎。

二、 制度一致性形成

各分署盤查作業皆依「決標日為歸屬基準」、「結算階段發包金額為計算依據」、「施工階段碳排為主要統計範圍」等原則執行，確保不同區域間結果具可比性。此一致性使盤查制度能作為跨年度比較與政策評估之依據。

三、 指標穩定性建立

三類主要工程之碳排強度 (tCO₂e/萬元) 如下：

- 防砂工程：0.5380 (較基準年 0.5505 下降 2.3%)
- 林道工程：0.3577 (較基準年 0.3638 下降 1.7%)
- 崩塌地處理工程：0.3127 (較基準年 0.5294 下降 40.9%)

顯示制度已能反映各工程特性差異，並透過資料累積逐步展現減碳趨勢。

四、 制度成果可延展

盤查資料已具可再利用性，能支撐後續分署層級管理應用，如建立碳排熱點圖、工程類型趨勢圖與碳排強度分布統計圖，提供政策決策的量化依據。

第二節、生命週期碳排結構分析

為進一步分析不同工程類型之碳排來源特性，113 年度盤查結果依生命週期階段（材料、施工、運輸）進行歸類，結果如表 4-1 所示。

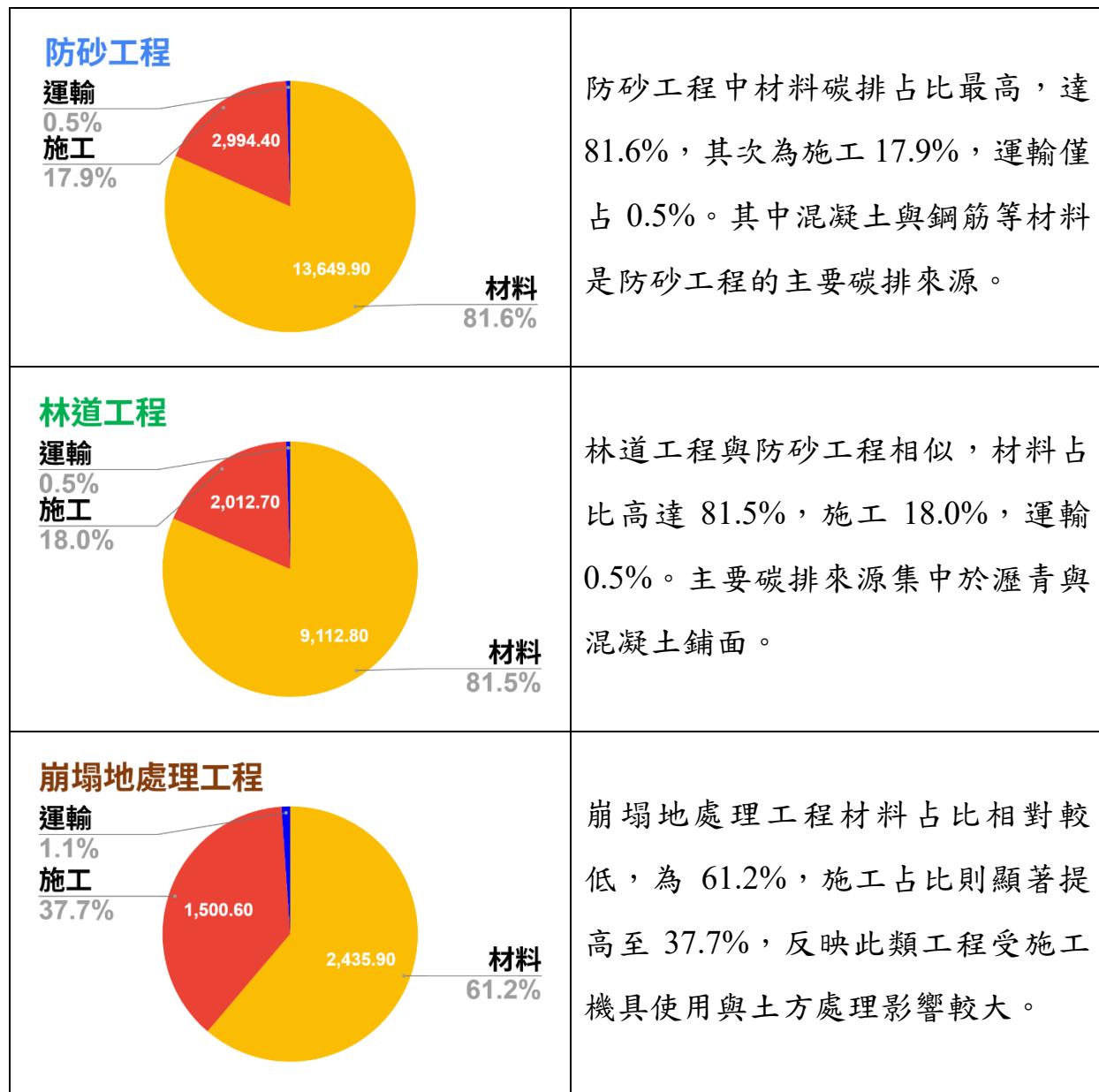
一、 材料階段主導型工程

防砂與林道工程碳排結構高度相似，材料階段占比均超過八成 (81.6% 與 81.5%)，施工階段約 18%，運輸階段低於 1%。主要排放來源為混凝土、水泥、鋼筋與瀝青等材料，顯示材料使用是兩類工程碳排的主要決定因子。

二、 施工階段主導型工程

崩塌地處理工程的材料占比下降至 61.2%，施工階段占比顯著提升至 37.7%，反映其碳排量高度受施工機具與土方處理影響。該類工程常涉及掛網、噴植、石籠與植生等多樣工法，施工能耗比例較高。

表 4-1 113 年國有林防災工程碳排結構



三、 結構差異與制度啟示

綜合分析可知，防砂與林道工程屬「材料密集型」，崩塌地處理工程則屬「施工能耗型」，因此減碳策略應依工程屬性差異採取不同方向：

- 防砂、林道工程：聚焦低碳建材、再生材料與結構優化設計。
- 崩塌地處理工程：聚焦施工工法精進、機具使用效率與現地再利用。

這樣的類型化差異，已為林業保育署建立分層減碳架構提供明確依據。同時也顯示盤查制度不僅能量化排放量，更能反映工程行為對排放特性的影響，形成「資料導向決策」的科學依據。

第三節、制度定位與後續展望

本盤查制度已完成制度建構與技術驗證階段，展現三項明確特徵：

1. 制度化管理體系

作業流程與資料結構已標準化，具備常態化執行條件。年度資料可持續累積，形成工程碳管理資料庫。

2. 資料化決策支撐

碳排資料具高可信度 ($R^2 \geq 0.80$)，能反映工程經費與排放間的顯著關聯，支撐分署與署本部決策。

3. 政策延續性

制度架構已與《國有林防災工程減碳參考指引》一致，未來年度僅需依既有邏輯進行盤查更新，即可維持跨期可比性。

綜上所述，113 年度碳盤查制度運作展現高穩定性與可比性，其資料品質與指標一致性足以支撐林業保育署後續之碳管理作業，並為跨年度趨勢分析與政策銜接奠定長期制度基礎。

附錄一 113 年林業保育署國有林防災工程清單

附錄一 113 年林業保育署國有林防災工程清單

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	結算階 段發包 工程費 (萬元)	有碳排 係數金額 (萬元)	工程碳排 解算率 (%)	施工 碳排量 (tCO ₂ e)	碳排 管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)	減碳率 (%)	113 年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)
ID001	宜蘭	11308SA002	東澳北溪上游林班地土砂清疏二期工程	防砂工程	0.5505	910.00	882.36	96.96	475.63	486.36	10.73	2.21	0.5227
ID002	宜蘭	11308SA003	翻社坑溪 A 支坑整治工程	防砂工程	0.5505	570.00	342.70	60.12	282.27	304.65	22.37	7.34	0.4952
ID003	宜蘭	11308RM001	宜專一線 0-15k 改善工程	林道工程	0.3638	1,152.00	875.67	76.01	226.11	406.89	180.78	44.43	0.1963
ID004	宜蘭	11308RM002	(113) 翠峰林道改善工程	林道工程	0.3638	498.00	317.00	63.66	143.90	175.90	32.00	18.19	0.2890
ID005	宜蘭	11308FC001	基隆市湖海路 1.3K 落石防護工程	崩塌地處理	0.5294	1,082.00	511.56	47.28	442.61	556.13	113.51	20.41	0.4091
ID006	宜蘭	11308SA007	基隆市湖海路 3.15K 落石防護工程	崩塌地處理	0.5294	1,154.10	755.72	65.48	345.76	593.18	247.43	41.71	0.2996

清單 編號	分 署	列管 序號	工程 名稱	工程 類型	基準年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	結算階 段發包 工程費 (萬元)	有碳排 係數金額 (萬元)	工程碳排 解算率 (%)	施工 碳排量 (tCO ₂ e)	碳排 管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)	減碳率 (%)	113年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)
ID007	新竹	11301SA002	大安溪 1 林 班石頭坑溪 防砂設施修 復工程	防砂 工程	0.5505	618.13	404.02	65.36	211.22	330.37	119.15	36.07	0.3417
ID008	新竹	11301SA003	南庄鄉大東 河石壁橋上 下游河道整 理 2 期工程	防砂 工程	0.5505	593.00	548.21	92.45	196.82	316.94	120.12	37.90	0.3319
ID009	新竹	11201BR005	羅山林道下 線 1K-3K 道 路修復工程	林道 工程	0.3638	811.00	729.51	89.95	235.26	286.45	51.19	17.87	0.2901
ID010	新竹	11201BR006	大湖溪林道 邊坡及路面 改善工程(第 二期)	林道 工程	0.3638	610.00	591.63	96.99	106.02	215.45	109.44	50.79	0.1738
ID011	新竹	11201BR007	大鹿林道 23K 支線路 面修復工程	林道 工程	0.3638	516.87	503.29	97.37	218.53	182.56	-35.97	-19.70	0.4228
ID012	新竹	11301RM001	大鹿林道 3K 及 11.4K 道 路修復改善 工程	林道 工程	0.3638	498.92	397.28	79.63	150.26	176.22	25.96	14.73	0.3012

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID013	新竹	11301RM002	大鹿林道22K-24K道路基礎補強工程	林道工程	0.3638	1,539.33	802.26	52.12	455.21	543.70	88.48	16.27	0.2957
ID014	新竹	11301SA001	大溪34林班崩塌地處理2期工程	崩塌地處理	0.5294	772.67	769.33	99.57	147.22	397.14	249.92	62.93	0.1905
ID015	臺中	11302SA001	雪山坑下游防砂壩整建工程	防砂工程	0.5505	780.00	602.20	77.21	536.50	416.88	-119.62	-28.69	0.6878
ID016	臺中	11302SA002	東卯溪護岸加強工程	防砂工程	0.5505	371.00	326.79	88.08	152.53	198.29	45.76	23.08	0.4111
ID017	臺中	11302SA003	桃山瀑布前邊坡加強工程	防砂工程	0.5505	650.00	129.15	19.87	278.38	347.40	69.03	19.87	0.4283
ID018	臺中	11302SA004	外埔區土城里1418保安林防砂工程	防砂工程	0.5505	487.00	471.24	96.76	78.17	260.28	182.12	69.97	0.1605
ID019	臺中	11202BR007	裡冷林道19K至37K改善工程	林道工程	0.3638	1,016.70	964.84	94.90	386.59	359.10	-27.49	-7.65	0.3802

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID020	臺中	11202BR009	雪山坑林道改善工程	林道工程	0.3638	357.00	331.52	92.86	50.34	126.09	75.75	60.08	0.1410
ID021	臺中	11202BR010	觀音山林道4k-6k改善工程	林道工程	0.3638	745.00	736.34	98.84	496.43	263.14	-233.29	-88.66	0.6664
ID022	臺中	11202BR011	摩天嶺林道0k-1k路段改善工程	林道工程	0.3638	258.00	240.93	93.38	139.82	91.13	-48.70	-53.44	0.5420
ID023	臺中	11202BR013	大雪山林道30.5K等支線改善二期工程	林道工程	0.3638	487.00	471.24	96.76	75.31	172.01	96.70	56.22	0.1546
ID024	臺中	11202BR015	摩天嶺林道5k-6k路段改善工程	林道工程	0.3638	463.40	457.34	98.69	236.71	163.67	-73.04	-44.62	0.5108
ID025	臺中	11302RM001	八仙山林道4.2k邊坡改善工程	林道工程	0.3638	319.29	229.39	71.84	77.76	112.77	35.01	31.05	0.2436
ID026	臺中	11302RM002	大雪山林道沿線改善工程	林道工程	0.3638	615.00	609.44	99.10	128.03	217.22	89.19	41.06	0.2082

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID027	臺中	11202BR008	裡冷林道崩塌地處理工程	崩塌地處理	0.5294	265.30	179.02	67.48	84.89	136.36	51.47	37.75	0.3200
ID028	臺中	11202BR017	雪山坑林道崩塌地處理工程	崩塌地處理	0.5294	321.00	258.15	80.42	124.10	164.99	40.88	24.78	0.3866
ID029	南投	11303FC001	113年度彰化縣1704保安林整治工程	防砂工程	0.5505	1,035.00	1,000.52	96.67	271.76	553.17	281.41	50.87	0.2626
ID030	南投	11303FC003	113年度古坑鄉1801保安林地野溪整治工程-113	防砂工程	0.5505	820.00	806.37	98.34	440.69	438.26	-2.43	-0.55	0.5374
ID031	南投	11303FC004	113年度田中鎮1704保安林王爺廟坑整治工程-113	防砂工程	0.5505	1,034.00	935.65	90.49	468.31	552.64	84.33	15.26	0.4529
ID032	南投	11303FC005	113年度雲林縣林內鄉斗六東支流坑溝整治工程-113	防砂工程	0.5505	483.10	440.21	91.12	180.10	258.20	78.10	30.25	0.3728

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID033	南投	11303SA001	113年度阿區第108林班保育治理工程-113	防砂工程	0.5505	1,310.00	1,162.34	88.73	488.81	700.15	211.34	30.19	0.3731
ID034	南投	11303SA002	萬大溪主流卡努風災清疏工程-113	防砂工程	0.5505	777.00	732.83	94.32	393.47	415.28	21.81	5.25	0.5064
ID035	南投	11303SA003	113年度埔里區15林班野溪整治工程	防砂工程	0.5505	1,036.80	1,027.67	99.12	993.87	554.13	-439.74	-79.36	0.9586
ID036	南投	11303SA004	北港溪集水區卡努風災治理工程	防砂工程	0.5505	1,217.00	745.22	61.23	566.00	650.45	84.44	12.98	0.4651
ID037	南投	11303SA019	113年度埔里區16林班坑溝第二期整治工程-113	防砂工程	0.5505	931.92	887.88	95.27	428.68	498.08	69.39	13.93	0.4600
ID038	南投	11203BR005	人倫林道18K-21K林道修復及邊坡處理工程-113	林道工程	0.3638	1,346.00	949.24	70.52	294.61	475.41	180.80	38.03	0.2189

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費 (萬元)	有碳排係數金額 (萬元)	工程碳排解算率 (%)	施工碳排量 (tCO ₂ e)	碳排管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)	減碳率 (%)	113年碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)
ID039	南投	11203BR006	丹大聯外道路改善工程-113	林道工程	0.3638	762.00	541.98	71.13	254.03	269.14	15.11	5.61	0.3334
ID040	南投	11203BR007	雙龍林道沿線道路改善工程-113	林道工程	0.3638	1,152.00	1,112.06	96.53	317.69	406.89	89.20	21.92	0.2758
ID041	南投	11203BR010	武界林道4.5K林道修復及周邊崩塌地第二期整治處理工程-113	林道工程	0.3638	741.00	537.52	72.54	83.12	261.72	178.61	68.24	0.1122
ID042	南投	11203BR009	郡大林道4.7K第一期災修工程-113	崩塌地處理	0.5294	1,204.01	567.79	47.16	335.57	618.84	283.27	45.77	0.2787
ID043	南投	11303FC002	113年度雲林縣林內鄉阿區林班坑溝整治工程	崩塌地處理	0.5294	721.00	700.67	97.18	280.39	370.58	90.19	24.34	0.3889

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID044	南投	11303SD001	113年度奧萬大聯外道路7K崩塌地穩定工程	崩塌地處理	0.5294	795.80	356.97	44.86	282.94	409.03	126.09	30.83	0.3555
ID045	嘉義	11304FC001	竹崎鄉牛稠溪田仔腳區域排水改善工程第三期	防砂工程	0.5505	2,818.00	2,669.19	94.72	2,010.70	1,506.13	-504.58	-33.50	0.7135
ID046	嘉義	11304SA001	阿里山區166、176林班防砂設施加固工程	防砂工程	0.5505	1,191.35	1,115.38	93.62	655.55	636.73	-18.82	-2.96	0.5503
ID047	嘉義	11304SA002	大埔區第68林班等防砂治理工程	防砂工程	0.5505	752.00	673.80	89.60	429.51	401.92	-27.59	-6.87	0.5712
ID048	嘉義	11304SA003	區外保安林第2007號北勢坑等治理工程	防砂工程	0.5505	856.00	740.97	86.56	321.36	457.50	136.14	29.76	0.3754
ID049	嘉義	11304SA004	玉井區第10林班護岸改善工程	防砂工程	0.5505	487.00	433.13	88.94	299.30	260.28	-39.02	-14.99	0.6146

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID050	嘉義	11304SA005	大埔區第147林班防砂治理工程	防砂工程	0.5505	340.00	209.63	61.66	167.85	181.72	13.86	7.63	0.4937
ID051	嘉義	11304SA009	玉井區第83林班南化中坑防砂治理工程	防砂工程	0.5505	998.60	891.18	89.24	555.73	533.72	-22.01	-4.12	0.5565
ID052	嘉義	11304SA010	塔山橋上游溪床防護四期工程	防砂工程	0.5505	1,176.00	1,040.90	88.51	699.21	628.53	-70.68	-11.24	0.5946
ID053	嘉義	11204BR004	瀨頭林道7-9K沿線治理工程	林道工程	0.3638	1,006.39	940.51	93.45	595.78	355.46	-240.32	-67.61	0.5920
ID054	嘉義	11204BR005	南山林道修復及周邊崩塌地整治二期工程	林道工程	0.3638	2,395.14	2,117.56	88.41	1,208.41	845.97	-362.44	-42.84	0.5045
ID055	嘉義	11304RM001	楠溪林道1K+500-2K+300治理工程	林道工程	0.3638	468.00	417.40	89.19	251.88	165.30	-86.58	-52.38	0.5382
ID056	嘉義	11304RM002	培仔桶林道0K-4K維護改善工程	林道工程	0.3638	470.00	215.15	45.78	116.70	166.01	49.31	29.70	0.2483

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID057	嘉義	11304FC002	竹崎鄉文峰村樣仔寮區域排水崩塌地處理工程	崩塌地處理	0.5294	543.93	542.82	99.80	64.80	279.57	214.77	76.82	0.1191
ID058	嘉義	11304SD001	二萬坪坡面排水及穩定工程	崩塌地處理	0.5294	766.70	738.33	96.30	379.67	394.07	14.40	3.65	0.4952
ID059	嘉義	11404BR007	南山林道修復及周邊崩塌地整治三期工程	崩塌地處理	0.5294	466.00	411.65	88.34	192.09	239.51	47.43	19.80	0.4122
ID060	屏東	11305SA002	美輪山坑溝治理工程	防砂工程	0.5505	395.00	299.07	75.71	197.19	211.11	13.93	6.60	0.4992
ID061	屏東	11305SA003	苦苓溪坑溝整治三期工程	防砂工程	0.5505	498.00	487.33	97.86	364.10	266.16	-97.94	-36.80	0.7311
ID062	屏東	11305SA004	扇平坑溝土砂防治四期工程	防砂工程	0.5505	656.99	612.07	93.16	478.70	351.14	-127.57	-36.33	0.7286
ID063	屏東	11305SA005	大滾水邊坡排水改善工程	防砂工程	0.5505	595.80	589.80	98.99	333.36	318.43	-14.93	-4.69	0.5595

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID064	屏東	11305SA006	旗山 28 林班 蝕溝控制工程	防砂工程	0.5505	443.60	415.59	93.69	178.99	237.09	58.10	24.50	0.4035
ID065	屏東	11305SA007	燕巢區千秋寮 265 地號 排水及護坡改善工程	防砂工程	0.5505	224.70	204.47	91.00	133.44	120.09	-13.34	-11.11	0.5938
ID066	屏東	11205BR003	石山及雲山 林道聯外道路 第二期改善工程-113	林道工程	0.3638	2,160.18	1,890.14	87.50	835.31	762.98	-72.33	-9.48	0.3867
ID067	屏東	11205BR004	枋山溪林班 道路第二期 修復工程 - 113	林道工程	0.3638	1,801.29	1,755.18	97.44	778.04	636.22	-141.82	-22.29	0.4319
ID068	屏東	11205BR005	美瓏山林道 路基及邊坡 穩定工程 - 113	林道工程	0.3638	885.00	742.28	83.87	172.10	312.59	140.49	44.94	0.1945
ID069	屏東	11305RM007	藤枝聯外道路 11-15K 等 路面維護工程	林道工程	0.3638	667.66	641.23	96.04	108.14	235.82	127.68	54.14	0.1620

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	結算階 段發包 工程費 (萬元)	有碳排 係數金額 (萬元)	工程碳排 解算率 (%)	施工 碳排量 (tCO ₂ e)	碳排 管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)	減碳率 (%)	113年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)
ID070	屏東	11305FC001	潮州 10 林班 邊坡處理改善工程	崩塌地處理	0.5294	728.80	600.28	82.37	133.82	374.59	240.77	64.28	0.1836
ID071	屏東	11305SA001	麒麟巷崩塌地處理工程	崩塌地處理	0.5294	314.70	302.59	96.15	160.57	161.75	1.18	0.73	0.5102
ID072	屏東	11305SD001	藤枝聯外道路 3.1K 下邊坡治理工程	崩塌地處理	0.5294	218.00	67.36	30.90	79.98	112.05	32.06	28.62	0.3669
ID073	屏東	11305SD002	桃源 D346 大規模崩塌潛勢區 0K 段邊坡穩定二期工程	崩塌地處理	0.5294	466.00	384.20	82.45	74.31	239.51	165.21	68.98	0.1595
ID074	臺東	11306SA001	利嘉溪溪流環境改善四期工程	防砂工程	0.5505	325.60	267.16	82.05	195.30	174.02	-21.28	-12.23	0.5998
ID075	臺東	11306SA003	加鹿溪河道整理工程	防砂工程	0.5505	155.00	117.47	75.79	20.06	82.84	62.78	75.79	0.1294
ID076	臺東	11206BR004	錦屏林道 10K-18K 路面改善工程-113	林道工程	0.3638	1,132.26	920.86	81.33	446.15	399.92	-46.24	-11.56	0.3940

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID077	臺東	11206BR005	紅石林道10K-18K路面改善工程	林道工程	0.3638	1,022.62	971.97	95.05	484.90	361.19	-123.71	-34.25	0.4742
ID078	臺東	11206BR006	延平林道4K-10K路面改善工程	林道工程	0.3638	688.87	678.54	98.50	278.41	243.31	-35.09	-14.42	0.4041
ID079	臺東	11306RM001	利嘉林道6K-17K路面及邊坡改善工程	林道工程	0.3638	495.00	427.41	86.35	187.24	174.84	-12.40	-7.09	0.3783
ID080	臺東	11306RM002	延平林道2K-10K路面及邊坡改善工程	林道工程	0.3638	532.12	526.47	98.94	292.13	187.95	-104.19	-55.43	0.5490
ID081	臺東	11306RM003	霧鹿林道2K-8K路基及路面改善工程	林道工程	0.3638	406.00	315.04	77.60	138.72	143.40	4.68	3.26	0.3417
ID082	臺東	11306SA002	鯉魚山第2501號保安林邊坡治理工程	崩塌地處理	0.5294	739.15	639.60	86.53	54.37	379.91	325.54	85.69	0.0736
ID083	花蓮	11307SA010	立霧溪8林班災害復建工程-113	防砂工程	0.5505	2,614.85	2,472.81	94.57	2,720.88	1,397.55	1,323.33	-94.69	1.0405

清單編號	分署	列管序號	工程名稱	工程類型	基準年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)	結算階段發包工程費(萬元)	有碳排係數金額(萬元)	工程碳排解算率(%)	施工碳排量(tCO ₂ e)	碳排管控量(tCO ₂ e)	減碳量(tCO ₂ e)	減碳率(%)	113年碳排強度(tCO ₂ e/萬元)
ID084	花蓮	11307SA012	立霧溪 10 林班災害復建工程-113	防砂工程	0.5505	2,938.00	2,128.09	72.43	523.42	1,570.26	1,046.84	66.67	0.1782
ID085	花蓮	11207BR002	長良林道 8K-21K 改善工程	林道工程	0.3638	1,658.00	1,384.75	83.52	212.10	585.61	373.51	63.78	0.1279
ID086	花蓮	11307RM001	113 年度西林林道改善工程	林道工程	0.3638	778.00	734.32	94.39	614.45	274.79	-339.66	-123.61	0.7898
ID087	花蓮	11307RM002	113 年度光復林道改善工程	林道工程	0.3638	250.96	213.31	85.00	249.52	88.64	-160.88	-181.50	0.9943
ID088	花蓮	11307RM003	113 年度中平林道改善工程	林道工程	0.3638	553.00	371.48	67.18	135.66	195.32	59.66	30.55	0.2453
ID089	花蓮	11307SA001	玉里 104 林班邊坡防護工程	崩塌地處理	0.5294	335.80	212.78	63.36	113.47	172.59	59.13	34.26	0.3379
ID090	花蓮	11307SA002	豐濱鄉浴海段 233-1 地號崩塌地處理工程	崩塌地處理	0.5294	399.83	183.43	45.88	123.73	205.50	81.78	39.79	0.3095

清單 編號	分 署	列管 序號	工程 名稱	工程 類型	基準年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)	結算階 段發包 工程費 (萬元)	有碳排 係數金額 (萬元)	工程碳排 解算率 (%)	施工 碳排量 (tCO ₂ e)	碳排 管控量 (tCO ₂ e)	減碳量 (tCO ₂ e)	減碳率 (%)	113年 碳排強度 (tCO ₂ e/萬元)
ID091	花蓮	11307SA003	玉里高寮南段 905 地號野溪整治工程	崩塌地處理	0.5294	596.18	477.11	80.03	332.79	306.43	-26.36	-8.60	0.5582
ID092	花蓮	11307SA004	木瓜山 1 林班邊坡防護工程	崩塌地處理	0.5294	329.10	137.53	41.79	104.01	169.15	65.14	38.51	0.3160
ID093	花蓮	11307SA016	富里鄉蚊子洞段 183 地號災害復建工程	崩塌地處理	0.5294	509.00	321.30	63.12	123.27	261.62	138.34	52.88	0.2422

