
水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫
Carbon Inventory Guidance and
Verification Submission Plan for Soil and
Water Conservation Engineering Projects

執行單位：國立中興大學

執行期間：113 年 4 月 16 日至 114 年 6 月 4 日

計畫主持人：詹勳全 教授

共同主持人：王依蘋 博士

農業部農村發展及水土保持署 編印
中華民國 114 年 06 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考）

水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫

摘要

為整體且精準掌握水土保持工程之碳排放量，農村水土保持署除發布《農村水保工程減碳作業指引》外，亦推動「工程碳足跡盤查研究計畫」，透過碳盤查輔導及查證試辦服務，作為未來推動水保工程碳盤查之參考依據。本計畫選定榮獲金質獎的「種瓜坑野溪復育工程」之第二期工程—「種瓜坑支流野溪改善工程」為試辦區，辦理系統性碳足跡盤查，並委由第三方查驗機構進行認證，同時比對其碳排放量與詳細價目表中碳排精算法之差異。本計畫由四個工項進行碳足跡盤查相關資料收集與架構。

一、建置水土保持工程碳盤查架構工項：農村水土保持署已發布『農村水保工程減碳作業指引』，為進一步精準掌握水土保持工程之碳排放量，故透過實際工程碳足跡盤查予以釐清。本計畫參考國內已完成產品碳足跡之工程案例，確認工程生命週期碳足跡盤查之方法與執行流程，選定具有優良減碳工法的「種瓜坑支流野溪改善工程」，建立具水土保持工程實務操作的示範區。

二、輔導水土保持工程碳盤查試辦區之前置作業：由聯合主辦機關—農業部農村發展及水土保持署、工程執行單位—南投分署，設計監造單位—亞際工程技術顧問有限公司，施工單位—宇正營造有限公司，碳足跡盤查輔導單位—國立中興大學，第三方查驗機構—法標國際認證有限公司（前身為艾法諾國際股份有限公司），以及地主共同參與啟始會議、工作會議與溝通協調機制。本團隊設計專用之資料填

報表單與統計分析表，並透過教育訓練與明確的權責分工機制，確保碳足跡盤查工作之記錄與分析作業能夠準確執行、有效推動。

三、水土保持工程碳盤查試辦區之工程碳足跡資料蒐集：本次碳足跡盤查試辦區選定為「種瓜坑支流野溪改善工程」，主要進行碳足跡資料之輔導、蒐集、審核與報告彙整等作業。研究團隊於工程執行期間(自 113 年 5 月 12 日起至 114 年 2 月 28 日止)，展開系統性資料蒐集與盤查流程。首先，由施工單位每日詳實記錄當日施工內容、材料進場情形、施工人力配置及油料使用量等，並每週定期提交紀錄表。接續由設計監造單位初步核對工程清單內容，輔導單位則進行二次審查，若資料有缺漏或不符情形，則退回施工單位修正後再次審核。經由上述程序彙整所得之完整資料，輔導單位據以撰寫「種瓜坑支流野溪改善工程碳足跡盤查報告書」。本案工程總碳排放量為 62,347 kgCO₂e，其中原料取得階段占 25.80%、施工建造階段占 71.13%、使用階段占 0%、廢棄處理階段占 3.07%。最終將碳足跡盤查報告及其佐證資料提交予第三方查驗機構進行查核作業。

四、工程之碳足跡查證作業與成果：本計畫委由兼具產品碳足跡和溫室氣體碳盤查的合格機構-艾法諾國際股份有限公司，完成資料文件審查、第一階段審查和第二階段審查，查證員提供查證結果合格文件並送件申請國際證書，已在 114 年 5 月取得碳足跡查證聲明書。

農村水保署於「農村水保工程減碳參考指引」敘明使用價目表計算之工程的碳排放量，經統計結果顯示，『種瓜坑支流野溪改善工程』在工程經費碳排解算率 98.32%，詳細價目表碳排精算法的碳排放量為 64,509 kgCO₂e 其中原料取得階段占 21.19%、施工建造階段占 77.79%、使用階段為 0%、廢棄處理階段為 1.02%。

「種瓜坑支流野溪改善工程」經實地盤查，其碳足跡為 62,347 kgCO₂e，並獲得國際認證之碳足跡查證聲明書；與農村水保署公告之詳細價目表碳排精算法推估之碳排量 64,509 kgCO₂e 相較，僅有 3% 差異。此結果顯示透過實地碳盤查作業可有效驗證碳排數據之合理性與可信度，進而提供未來推動野溪治理及精準碳管理策略的量化依據，以實現實質減碳效益。

關鍵字：水土保持工程、碳足跡盤查、種瓜坑

Carbon Inventory Guidance and Verification Submission Plan for Soil and Water Conservation Engineering Projects

Abstract

To comprehensively and accurately assess carbon emissions from soil and water conservation projects, the Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation has not only issued the "Guidelines for Carbon Reduction in Rural Soil and Water Conservation Engineering", but has also launched the Engineering Carbon Footprint Inventory Research Project. This initiative includes pilot services for carbon inventory guidance and third-party verification, serving as a reference framework for future implementation of carbon footprint assessments in conservation engineering. As a pilot site, the project selected the Phase II work of the Gold Award-winning Zhongguakeng Wild Stream Restoration Project, specifically the Zhongguakeng Tributary Wild Stream Improvement Project, to carry out a systematic carbon footprint inventory. A third-party verification body was commissioned to certify the results, which were then compared against emissions calculated using the detailed unit price method for accuracy. The inventory was structured around four key engineering items, from which relevant data were collected and organized to support carbon accounting and future methodological development.

1. Establishing a Carbon Inventory Framework for Soil and Water Conservation Engineering: The Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation has issued the "Guidelines for Carbon Reduction in Rural Soil and Water Conservation Engineering" as a foundational reference. To further enhance the precision in assessing carbon emissions from such projects, this initiative incorporates actual engineering carbon

footprint inventories to clarify emissions across project stages. This project draws on domestic case studies that have completed product carbon footprint assessments to validate appropriate lifecycle inventory methods and implementation procedures. The Zhongguakeng Tributary Wild Stream Improvement Project, recognized for its effective low-carbon construction methods, was selected as a demonstration site to establish a practical and replicable model for carbon accounting in soil and water conservation engineering.

2. Preparatory Work for the Pilot Carbon Inventory of Soil and Water Conservation Projects: The preparatory phase of the pilot carbon inventory involved close collaboration among multiple stakeholders, including the joint organizing agency—the Ministry of Agriculture’s Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation, the executing unit—Nantou Branch Office, the design and supervision consultant—Asia Engineering & Technology Consulting Co., Ltd., the construction contractor—Yu-Cheng Construction Co., Ltd., the carbon footprint advisory team—National Chung Hsing University, the third-party verification body—AFNOR Certification Taiwan (formerly Afnor International Co., Ltd.), and the local landowners. The project team developed customized data entry forms and statistical analysis templates, ensuring structured and consistent data collection. Through training programs and a clearly defined division of roles and responsibilities, the team ensured that the recording and analysis of the carbon footprint inventory were carried out accurately and efficiently, providing a solid foundation for the effective implementation of carbon reduction strategies in soil and water conservation projects.

3. Carbon Footprint Data Collection for the Pilot Area of Soil and Water Conservation Engineering: The selected pilot site for this carbon footprint inventory is the Zhongguakeng Tributary Wild Stream

Improvement Project, with efforts focused on guidance, data collection, verification, and report compilation. The research team conducted a systematic data collection and inventory process throughout the project's execution period, from May 12, 2024, to February 28, 2025. During construction, the contractor was responsible for daily recording of activities, including construction operations, material deliveries, labor deployment, and fuel usage, with records submitted weekly. The design and supervision unit conducted the initial verification of the submitted engineering data, while the advisory unit carried out a secondary review. In cases of missing or inconsistent data, forms were returned to the contractor for correction and re-submission. Based on the finalized and validated data, the advisory unit compiled the Carbon Footprint Inventory Report for the Zhongguakeng Tributary Wild Stream Improvement Project. The total carbon emissions for the project were calculated at 62,347 kgCO₂e, distributed as follows: 25.80% during raw material acquisition, 71.13% during construction, 0% during the use phase, and 3.07% during the disposal phase. The complete report, along with supporting documentation, was submitted to a third-party verification agency for formal review and certification.

4. Third-Party Verification of the Carbon Footprint Inventory: For the verification of the carbon footprint inventory, the project selected Afnor International Co., Ltd., a qualified verification agency accredited for both product carbon footprint assessments and greenhouse gas inventories. The verification process included a comprehensive review of submitted documentation, followed by a first-stage and second-stage audit. Upon completion, the verifier issued a compliance certificate, which was subsequently submitted for international certification. The official carbon footprint inventory declaration was obtained by May 2025.

The Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation, in its "Guidelines for Carbon Reduction in Rural Soil and Water Conservation Engineering," specifies that carbon emissions for projects may be estimated using standardized unit price tables. According to the statistical analysis, the Zhongguakeng Tributary Wild Stream Improvement Project achieved a carbon estimation coverage rate of 98.32% based on project expenditure. Using the detailed unit price carbon calculation method, the total estimated carbon emissions were 64,509 kgCO_{2e}, with emissions distributed as follows: 21.19% from the raw material acquisition stage, 77.79% from the construction phase, 0% from the use phase, and 1.02% from the disposal stage.

The Zhongguakeng Tributary Wild Stream Improvement Project underwent an on-site carbon footprint inventory, resulting in a total carbon emission of 62,347 kgCO_{2e}, and received an internationally certified Carbon Footprint Inventory Declaration. When compared to the estimated carbon emissions of 64,509 kgCO_{2e} calculated using the detailed unit price method published by the Agency of Rural Development & Soil and Water Conservation, the difference was within 3%.

This outcome demonstrates that on-site carbon inventory practices can effectively verify the accuracy and reliability of estimated emission data. It also provides a quantifiable basis for advancing future wild stream restoration efforts and implementing precision carbon management strategies, ultimately contributing to achieving substantial carbon reduction benefits.

**Keywords: Soil and Water Conservation Engineering Project,
Zhongguakeng, Carbon Footprint Inventory**

目次

摘要.....	I
Abstract.....	V
目次.....	IX
表次.....	XI
圖次.....	XII
第一章 前言.....	1-1
第一節 計畫需求	1-1
第二節 工作項目與內容	1-1
第三節 工作相關規定	1-2
第四節 工作進度及期限	1-3
第五節 配合與說明事項	1-3
第六節 驗收方法報告部分	1-4
第七節 分段進度	1-5
第二章 專案執行規劃與檢核	2-1
第一節 工作流程與進度	2-1
第二節 工作會議與主要工作執行紀錄	2-5
第三章 建置水土保持工程碳盤查架構	3-1
第一節 收集國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊	3-1
第二節 依據盤查規範制定挑選之優良工程碳盤查時程進度與 檢核點	3-8
第四章 輔導水土保持工程碳盤查試辦區之前置作業	4-1
第一節 規劃水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範	4-1

第二節協助農村水保署挑選之優良工程承包商配合碳盤查規範	4-4
第三節辦理碳盤查啟始會議並協助擬定碳盤查計畫與相關表單	4-9
第五章 水土保持工碳盤查試辦區之碳盤查資料蒐集、輔導查驗與報告撰寫	5-1
第一節 輔導 1 件農村水保署所挑選之優良工程接受查驗公司	
所有碳盤查事宜	5-1
第二節 依實際盤查結果完成碳盤查期間之統計	5-7
第三節 完成水土保持工程碳盤查總結報告	5-15
第六章 第三方驗證公司之碳盤查查驗	6-1
第一節 配合查驗單位提供工程碳盤查相關文件	6-1
第二節 協助碳盤查取得碳足跡查證聲明書	6-7
第七章 結論與建議	7-1
第一節 結論	7-1
第二節 建議	7-1
參考文獻	
附錄一 審查意見回覆及辦理情形	
附錄二 展延公文	
附錄三 紀錄表格清單	
附錄四 縮時攝影	
附錄五 工項活動照片	
附錄六 碳足跡報告書	
附錄七 文件審查簡報	
附錄八 工程設計圖	
附錄九 工程紀錄	

表次

表 2-1 各期報告提交期程及內容.....	2-4
表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表.....	2-6
表 3-2 碳盤查之溫室氣體來源比較	3-12
表 4-1 公共工程品質優良獎之推薦內容	4-6
表 4-2 公共工程品質優良獎評審基準.....	4-7
表 4-3 碳盤查清單建置討論	4-10
表 5-1 施工工項執行時程	5-4
表 5-2 碳足跡報告的內容與注意事項.....	5-13
表 6-1 環境部公告合格查驗機構	6-3
表 6-2 合格查驗機構的許可業務項目	6-4
表 6-3 環境部公告合碳足跡查驗機構	6-5
表 7-1 種瓜坑支流野溪改善工程之詳細價目表碳排計算	7-3
表 7-2 種瓜坑支流野溪改善工程之工程總碳排量.....	7-7
表 7-3 詳細價目表之碳排占比	7-8
表 7-4 碳足跡盤查之碳排來源	7-8
表 7-5 碳足跡盤查之碳排占比	7-9

圖次

圖 2-1 計畫流程圖	2-2
圖 2-2 計畫執行進度	2-3
圖 3-1 碳盤查與碳管理之管理標準和規則	3-8
圖 3-2 國際 ISO 標準組織發布新版溫氣室氣體確查證標準	3-9
圖 3-3 ISO14064-1 盤查流程	3-10
圖 3-4 ISO14067 盤查內容	3-11
圖 4-1 水土保持工程碳排放量估算流程	4-2
圖 4-2 野溪治理生命週期流程圖	4-2
圖 4-3 水土保持工程碳排放量估算流程	4-3
圖 4-4 水土保持工程碳排放量估算邊界	4-4
圖 5-1 種瓜坑支流野溪改善工程	5-1
圖 5-2 工程設計圖之碳盤查需求標註	5-2
圖 5-3 施工工區與收集資料	5-2
圖 5-4 種瓜坑支流野溪改善工程-第 1 處工區	5-3
圖 5-5 種瓜坑支流野溪改善工程-第 2 處工區	5-3
圖 5-6 種瓜坑支流野溪改善工程之碳足跡盤查工作團隊	5-5
圖 5-7 碳足跡盤查工作團隊資料收集	5-5
圖 5-8 碳足跡數據收集與分析	5-6
圖 5-9 碳足跡認證進程與時間圖	5-7
圖 5-10 碳足跡查證執行時間	5-11
圖 6-1 種瓜坑碳足跡盤查啟始會議	6-8
圖 6-2 驗證單位介紹認證流程	6-9
圖 6-3 資料收集方式說	6-9
圖 6-4 第一階段查證結果	6-10
圖 6-5 第二階段查證結果	6-11
圖 6-6 查證審查結果通知書	6-12
圖 6-7 碳足跡查證聲明書(第一頁)	6-13

圖 6-8 碳足跡查證聲明書(第二頁)	6-14
---------------------------	------

第一章 前言

第一節 計畫需求

氣候變遷及溫室氣體排放已是全球共同關注的議題，各國紛紛推出政策或依循國際標準來降低碳排放量，為掌握溫室氣體排放狀況而進行碳盤查已是趨勢。伴隨國際碳管理趨勢，除了組織型碳盤查、以及規格化消費型的產品等碳足跡外，亦開始重視工程碳排放量盤查，由於農村水保署已於 111 年度開始計算並管控水土保持工程之碳排放，然尚無實際工程經過第三方認證之碳盤查作業，故於本計畫中選定示範區進行工程碳盤查試辦作業，預期透過試辦作業於施工期間的碳盤查輔導、油電燃料之資料收集、定期報告彙整與審核，根據實質的數據收集回饋施工階段應紀錄的工程排碳量，提升施工階段的碳排準確性與參考價值，持續且滾動式檢討施工過程中的排碳狀況、適時調整與落實減碳策略外，更可增加農村水保署水土保持工程碳排放計算之可信度，進而證明農村水保署產出之水土保持工程碳排放量調查數據可與國內外碳權市場接軌，提升水土保持工程碳排放精準度。國內工程碳盤查的研究計畫尚在發展初期，許多研究文件未被公開無法參閱，故本計畫委外進行水保工程碳盤查輔導及查證試辦服務，以作為未來水保工程碳盤查之參考依據。

第二節 工作項目與內容

一、建置水土保持工程碳盤查架構

- (一)收集國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊
- (二)依據盤查規範，制定農村水保署挑選之優良工程碳盤查時程進度與檢核點。

二、輔導水土保持工程碳盤查試辦區之前置作業

- (一)規劃水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範。
- (二)協助農村水保署挑選之優良工程承包商配合碳盤查規範。
- (三)於查驗之工程開工前邀集相關單位辦理碳盤查啟始會議，並協助擬定碳盤查計畫與相關表單。

三、水土保持工程碳盤查試辦區之碳盤查資料蒐集、輔導查驗與報告撰寫

- (一)輔導 1 件農村水保署所挑選之優良工程於施工階段接受查驗公司所有碳盤查之相關事宜。
- (二)蒐集所有碳排查驗證所需之資料，定期與查證機構依實際盤查結果完成查驗，並追蹤檢驗施工廠商於碳盤查期間提供之相關紀錄。
- (三)於工程完工後完成 1 件水土保持工程碳盤查總結報告。

四、第三方驗證公司之碳盤查查驗(含驗證單位之查驗費用)。

- (一)配合查驗單位提供定期與抽驗文件，並協助修改工程碳盤查相關文件。
- (二)協助碳盤查文件各階段之送審及其他查驗相關事宜，並取得碳盤查聲明。

第三節 工作相關規定

- 一、本項工作所完成之程式與相關資料，著作權歸委託機關所有，其原始程式碼，亦需同時提供。
- 二、受託廠商於工作執行期間，須依雙方契約之規定提送各項報告(各項報告書格式請參考農村水保署委辦計畫報告書印製暨電子

檔案製作範本製作)，並舉行簡報；另雙方得視實際需要，召開工作會報。

三、提送本計畫成果如后：

(一)採書面驗收份數如下：

- 1.成果報告書 3 份、碳盤查報告書 3 份。
- 2.工作執行計畫書、成果報告文字檔及各期報告、簡報檔：採用 ODF(Open Document Format)相容文件格式或 *.pdf 或其他可攜式文件格式，並以可攜式電子儲存媒體 3 份。
- 3.其他：如協助各期會議紀錄等事項。

(二)成果報告、摘要報告及計畫成果(含圖資)電子檔應儲存至電子圖書管理中心，如單一檔案資料量大於 4GB，請連同詮釋資料繳送至農村水保署減災監測組。

第四節 工作進度及期限

本委託計畫自起至民國一百一十四年三月三十一日完成，受託廠商應依擬妥之工作進度確實執行依限完成，然計畫執行期間，因配合南投分署之「種瓜坑支流野溪改善工程」實際工程停工 66 日，函文取得農村水保署同意展延旨案履約期限如附錄二。

第五節 配合與說明事項

- 一、如受託廠商需政府其他行政單位機構之資料時，委託機關將協助並出具相關證明及函件。
- 二、其他經委託機關同意支援事項。
- 三、本案履約期間，廠商應視工作環境等狀況，自行評估是否需要保險，其履約期間所發生之任何財產生命等意外事故，廠商應負一切之法律及賠償責任。

- 四、資訊系統新增、修改、停用(下架)涉及伺服器主機請先與機房管理人員討論硬體及網路環境。
- 五、資訊系統所需軟體(包含作業系統及資料庫等應用軟體)，由得標廠商提供授權後協助安裝。
- 六、對外相關網站，網站屬新設或改版時須取得無障礙 2.1AA 標章。
- 七、網站屬新設或改版，網站的存取瀏覽，需在目前的主流瀏覽器 (Microsoft Edge/ Google Chrome /Firefox / Safari)都能顯示無誤。
- 八、配合政府政策，資訊系統須全面支援 ODF 文件格式。
- 九、廠商應遵守行政院所頒訂之各項資訊安全規範及標準，並遵守農村水保署委外廠商個人資料與資通安全保護責任規定。此外機關保有對廠商執行稽核的權利。
- 十、委託關係終止或解除時，委外廠商應依農村水保署要求，進行返還、移交、刪除或銷毀履行契約而持有之機敏資料，並簽署「資料返還、銷毀、刪除切結書」。
- 十一、對農村水保署及外部辦理之教育訓練課程及研討會等，一律於農村水保署 EIP「教育訓練平台」上開課、報名及上傳教材(簡報)及錄影檔，不得由廠商自建報名網頁，避免個資風險。
- 十二、開放外部人員報名之教育訓練課程及研討會，如需農村水保署全球資訊網刊登首頁廣告加強宣傳者，請依下列規範提供圖檔：
(一) 主視覺廣告區：1920x840、640x360 各一。(二) 水保活動區：活動廣告圖片尺寸 710x440。(三) 水保話題區：相關連結圖片尺寸 210x140、社群連結圖片尺寸 210x80。
- 十三、計畫內容涉及派駐勞工薪資待遇部分，應依契約書第八條履約管理之勞工權益保障規定辦理。
- 十四、新設臨時性主題或活動網站需架設於農村水保署網域下，不得架設於外部網站。

第六節 驗收方法報告部分

一、採書面驗收份數如下：

(一)成果報告書 3 份。

(二)水土保持工碳盤查報告 3 份。

(三)工作執行計畫書、成果報告文字檔及各期報告、簡報檔：

採用 ODF(Open Document Format)相容文件格式或*.pdf 或

其他可攜式文件格式，並以可攜式電子儲存媒體 3 份。

二、成果報告、摘要報告及計畫成果(含圖資)電子檔應儲存至電子圖書管理中心，如單一檔案資料量大於 4GB，請連同詮釋資料繳送至農村水保署減災監測組。

第七節 分段進度

一、期初簡報時需完成工作：

(一)提出本計畫各項工作執行構想及作業流程。

(二)收集國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊。

(三)依據盤查規範，制定農村水保署挑選之優良工程碳盤查時程進度與檢核點。

二、工作會報時需完成工作：

(一)規劃水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範。

(二)於查驗之工程開工前邀集相關單位辦理碳盤查啟始會議，並協助擬定碳盤查計畫與相關表單。

三、期末簡報時需完成所有工作。

四、期末報告至契約完成期間，如委託機關發現問題仍需協助修正。

第二章 專案執行規劃與檢核

第一節 工作流程與進度

氣候變遷及溫室氣體排放已是全球共同關注的議題，各國紛紛推出政策或依循國際標準來降低碳排放量，為掌握溫室氣體排放狀況而進行碳盤查已是趨勢。工程碳盤查應符合環境部發布之溫室氣體盤查之規範。

農村水保署已於 111 年度開始計算並管控水土保持工程之碳排放，然尚無實際工程經過第三方認證之碳盤查作業，故於本計畫中主要針對農村水保署所選定示範區進行工程碳盤查試辦作業，本專案將協助工程根據溫管法建置相關資料收集清單，預期透過試辦作業於施工期間的碳盤查輔導、油電燃料之資料收集、定期報告彙整與審核，根據實質的數據收集回饋施工對於階段應紀錄的工程排碳量，提升施工階段的碳排準確性與參考價值，持續且滾動式檢討施工過程中的排碳狀況、適時調整與落實減碳策略外，更可增加農村水保署水土保持工程碳排放計算之可信度，進而證明農村水保署產出之水土保持工程碳排放量調查數據可與國內外碳權市場接軌，提升水土保持工程碳排放精準度，有效管控工程碳排，達成 2050 淨零碳排目標。本計畫主要分為四個工項，分別是(1)建置水土保持工程碳盤查架構；(2)輔導水土保持工程碳盤查試辦區之前置作業；(3)水土保持工程碳盤查試辦區之碳盤查資料蒐集、輔導查驗與報告撰寫；(4)第三方驗證公司之碳盤查查驗，四個工項的工作內容如圖 2-1 所示，計畫執行進度如圖 2-2 所示，各期報告提交期程及內容如表 2-1 所示。



圖 2-1 計畫流程圖



圖 2-2 計畫執行進度

表 2-1 各期報告提交期程及內容

查核	時間	品管工作內容說明
期 初 報 告	報告提交 113/05/08 審查會議 113/5/21	1. 收集國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊。 2. 依據盤查規範，制定農村水保署挑選之優良工程碳盤查時程進度與檢核點。 3. 規劃水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範。 4. 協助農村水保署挑選之優良工程承包商配合碳盤查規範-種瓜坑支流野溪改善工程。 5. 於查驗之工程開工前邀集相關單位辦理碳盤查啟始會議(4/25)。 6. 草擬碳盤查計畫與相關表單。
期 末 報 告	報告提交 114/4/15 審查會議 114/4/23	1. 完成國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊收集。 2. 建立工程碳盤查時程進度與檢核點流程、水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範。 3. 建立挑選之優良工程承包商配合碳盤查規範、完成碳盤查計畫與相關表單、碳盤查期間提供之相關紀錄範例。 4. 完成水土保持工程碳盤查試辦區之碳盤查資料蒐集、輔導查驗與報告撰寫。 5. 蒐集所有碳排查驗證所需之資料，定期與查證機構依實際盤查結果完成查驗、追蹤檢驗施工廠商於碳盤查期間提供之相關紀錄。 6. 配合查驗單位提供定期與抽驗文件，並協助修改工程碳盤查相關文件、第三方驗證公司執行碳盤查查驗服務。 7. 完成水土保持工程碳盤查總結報告。
成 果 報 告	114/6	1. 協助碳盤查文件各階段之送審及其他查驗相關事宜。 2. 取得驗證公司的碳盤查說明書(114年5月15日取得)。 3. 完成全部工項。

第二節 工作會議與主要工作執行紀錄

本計畫工作會議與主要工作執行紀錄和活動照片如表 2-2 所示，說明如下。

- 一、113 年 4 月 11 日拜訪規劃設計單位亞際工程技術顧問有限公司(簡稱亞際公司)，取得本計畫輔導專案「種瓜坑支流野溪改善工程」的工程設計資料。
- 二、113 年 4 月 18 日參與「種瓜坑支流野溪改善工程」施工前說明會，掌握工程施作規劃。
- 三、113 年 4 月 25 日邀請主辦機關-農村水保署、工程執行單位-農村水保署南投分署、第三方驗證公司-法標國際認證有限公司(簡稱法標公司，原名:艾法諾國際股份有限公司)、設計監造-亞際工程技術顧問有限公司、施工單位-宇正營造有限公司(簡稱宇正公司)、地主代表、顧問團和輔導團隊-中興大學，辦理啟始會議，詳如附件三。
- 四、113 年 5 月 2 日專職人員進行資料提供之教育訓練和記錄討論。
- 五、113 年 5 月 21 日為本計畫的期初會議。
- 六、113 年 6 月 24 日於暴雨天後進行現勘。
- 七、113 年 7 月上中旬到工區設置縮時攝影機，並確認影像品質。
- 八、113 年 7 月 25 日於颱風期間進行現勘，觀察場域淹水狀況。
- 九、113 年 7 月下旬至 8 月上旬收集縮時攝影機影像和資料彙整。
- 十、113 年 8 月 6 日與法標公司確認盤查流程和資料提供。
- 十一、113 年 9 月 24 日計畫主持人參與金質獎評選活動，提供節能減碳之專業服務。
- 十二、113 年 9 月下旬至 11 月上旬持續收集縮時攝影機影像和資料彙整。

- 十三、113 年 10 月 23 日訪談具有碳足跡盤查實務經驗並取得碳足跡盤查聲明書之盟鑫工業股份有限公司，學習成功的碳足跡盤查經驗。
- 十四、113 年 11 月 7 日與法標公司約定盤查期程。
- 十五、113 年 11 月至 12 月持續收集縮時攝影機影像和資料彙整。
- 十六、113 年 12 月 24 日為本計畫的期中工作會議，配合『種瓜坑支流野溪改善工程』的施作工期調整，函文向農村水保署申請計畫展延，取得許可(詳見附錄二)。
- 十七、114 年 1 月收集縮時攝影機影像和資料彙整。
- 十八、114 年 2 月收集縮時攝影機影像和資料彙整。
- 十九、114 年 2 月 26 日，法標公司進行文件審查。
- 二十、114 年 3 月 12 日，法標公司進行工程場域現勘與第一階段審查。
- 二十一、114 年 3 月 13 日，法標公司進行第一階段數據審查。
- 二十二、114 年 3 月 22 日，法標公司進行第二階段數據複查。
- 二十三、114 年 4 月 23 日為本計畫的期末會議。
- 二十四、114 年 5 月 15 日取得『種瓜坑支流野溪改善工程』碳足跡聲明書。

表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表

序	日期	工作內容	目標	活動照片
1	114/4/11	拜訪「種瓜坑支流野溪改善工程」設計監造公司-亞際工程技術顧問有限公司，取得碳盤查專案的工程設計資料。	取得工程資料與溝通	

表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表

序	日期	工作內容	目標	活動照片
2	4/18	「種瓜坑支流野溪改善工程」施工前說明會會議紀錄，規劃啟始會議辦理方式	掌握工程施作規劃	
3	4/25	邀請主管關機、第三方驗證公司、亞際公司、宇正公司和本計畫團隊辦理啟始會議，宣示「種瓜坑支流野溪改善工程」即將進行碳足跡盤查	宣示進行碳足跡盤查	
4	5/2	與施工單位宇正營造有限公司專職人員進行資料提供之教育訓練和記錄討論。5/4 提供資料清單。	達成資料收集溝通	
5	5/21	『113 年度水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫』期初會議	確認工作項目規劃	
6	6/24	種瓜坑淹水後現勘，確認淹水範圍、退水後有無魚群曾經駐留的痕跡、淹水水位與範圍	種瓜坑淹水後現勘	
7	7/5 7/8 7/16	架設縮時攝影機&確認縮時攝影品質 	確認資料收集品質	
8	7/25	颱風天現勘 	確認種瓜坑場域狀態	

表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表

序	日期	工作內容	目標	活動照片
9	7/29 8/1	定期收集&確認縮時攝影品質&工程溝通 	確認資料收集品質	
10	8/6	與法標公司溝通與確認盤查內容 	確認與調整盤查資訊	
11	9/24	金質獎評選 	協助專案碳排分析(停工期間)	
12	9/24 10/24 11/5	定期收集&移除雜草確認縮時攝影品質 	確認資料收集品質	
13	10/23	拜訪盟鑫學習碳足跡盤查經驗和注意事項 	學習碳足跡盤查成功經驗	
14	11/7	與法標公司溝通與約定盤查期程 	敲定盤查期程	
15	11/8 11/19 12/17 12/31	定期收集&確認縮時攝影品質& 施工溝通 	確認資料收集品質&細項工程期程	

表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表

序	日期	工作內容	目標	活動照片						
16	12/24	本計畫的期中工作會議 簽到表 會議主題:永土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫 種瓜坑流域調查 工作會議 時間:113 年 12 月 24 日下午 2 點 地點:中興大學園土保育中心會議室 <table><tr><th>單位</th><th>簽到處</th></tr><tr><td>農村水保署</td><td>吳惠雯</td></tr><tr><td>中興大學</td><td>吳重威 王信祚 吳鴻鴻</td></tr></table>	單位	簽到處	農村水保署	吳惠雯	中興大學	吳重威 王信祚 吳鴻鴻	配合種瓜坑施作工期申請計畫展延	 
單位	簽到處									
農村水保署	吳惠雯									
中興大學	吳重威 王信祚 吳鴻鴻									
17	1/7 1/17 1/21 1/23	定期收集&確認縮時攝影品質&施工溝通  	確認資料收集品質							
18	2/5 2/18 2/25	定期收集&確認縮時攝影品質&施工溝通 	確認資料收集品質							
19	2/26	法標公司進行文件審查作業 	提供碳足跡報告書							
20	3/12	法標公司進行第一階段審查作業-工程場域現勘與數據檢核  	法標公司進行工程碳足跡盤查作業內容	 						

表 2-2 工作會議與工作執行紀錄表

序	日期	工作內容	目標	活動照片
				
21	3/13	法標公司進行第一階段審查作業-數據檢核 	法標公司確認數據品質	
22	3/22	法標公司進行第二階段審查作業-數據複審，興大提供修正資料，預計 5 月中旬取得取得查證聲明	法標公司查證通過	
23	4/23	『113 年度水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫』期末會議	完成計畫所有工項	
24	5/15	取得碳足跡聲明書資訊確認與溝通	取得碳足跡聲明書	

第三章 建置水土保持工程碳盤查架構

第一節 收集國內各工程單位已完成工程碳盤查之相關資訊

環境部於 112 年 9 月 14 日發布溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法修正條文，而伴隨國際碳管理趨勢，除了組織型碳盤查、以及規格化消費型的產品等碳足跡外，亦開始重視工程碳排放量盤查。國內工程碳盤查的研究計畫雖已發展，許多研究文件未被公開無法參閱，故本計畫委外進行水保工程碳盤查輔導及查證試辦服務，以作為未來水保工程碳盤查之參考依據。

國內工程碳盤查的研究計畫雖於 100 年開始執行，初始研究以定性研究建立要盤查的項目為主，或是屬於跨年度、長時間的研究，研究文件未被公開無法參閱，待取得碳足跡查證聲明書時，隨著相關的報導或研究揭露，方能了解工程。本計畫蒐集相關之報導或研究，以作為未來水保工程碳盤查之參考依據。

工程類的碳盤查包含施工期間各種工程行為、材料、廢棄物量、施工人員移動、燃料、外購電力及植栽移除等均納入碳盤查範圍，需詳細的碳足跡盤查日誌(對應的油料單、電費單、燃料單、施工日誌…)，取得詳細工程數量與排碳係數進行碳排放量估算，其中針對無法取得、碳排放量偏低、不納入盤查的項目，則透過評估間接溫室氣體排放重大性準則和截斷原則說明之。

由於碳盤查查證聲明書取得需要投入大量的時間和經費，進行資料蒐集、彙整、品管與查證，故國內工程類完成碳盤查查證案例並不多，目前完成工程碳盤查案例有五件，皆為交通部案件，其中高公局雖有二件但無文獻可參考，公路局則有三件，分別是隸屬於蘇花公路改善工程處的「蘇花公路改善計畫」、和隸屬西部濱海公路的「西濱

快速公路八棟寮至九塊厝新建工程」與「西濱南工處台 9 線南迴安朔草埔段」。農村水保署於 103 年有 3 件試辦計畫，提供定性分析項目參考項目，無提供碳排分析成果。此外，亦收集盟鑫工業股份有限公司的工程資料作為參考，表 3-1 陳列國內各工程單位收集到的數據。

表 3-1 國內各工程單位執行工程碳盤查狀態

單位	工程名稱或報告書	報告書*	發布	驗證單位
交通部公路局	初期：台九線蘇花公路蘇澳東澳段工程碳排放量評估報告(100) 工程名稱：台 9 線蘇花公路改善計畫 報告書：台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作 報告文獻：蘇花改東澳東岳段新建工程(A3 標)排碳特性分析及減碳成效 取證：108 年，ISO14067:2018 	V	V	領證 BSI
交通部高公局	國道 5 號頭城匝道改善工程&國道 4 號臺中環線豐原潭子段計畫 取證：108 年，ISO14067:2018		V	BSI
交通部公路局	工程名稱：西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程(101~107) 報告文獻：西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程委託工程碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作(107) 取證：105 年，國內第一個取得 ISO/TS14067 及 PAS2050 碳足跡查證聲明書之公共工程	V	V	BSI
交通部公路局	初期：台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔草埔段委託工程(101) 工程名稱：西濱南工處台 9 線南迴安朔草埔段(102~108 年) 報告文獻 1：工程碳足跡盤查發展及成果介紹-以臺 9 線南迴公路安朔草埔段為例 報告文獻 2：南迴公路拓寬改善計畫安朔草埔段隧道設計特色與施工精進作為取證：ISO14067	V	V	BSI
農業部農村水保署	牛欄山上游野溪整治工程碳排放量估算及盤查(103)	Δ		
	萬得野溪整治工程碳排放量估算及盤查(103)	Δ		
	龍蛟溪野溪整治六期工程碳排放量估算及盤查(103)	Δ		

表 3-1 國內各工程單位執行工程碳盤查狀態

單位	工程名稱或報告書	報告書*	發布	驗證單位
盟鑫工業股份有限公司	實體工程-盟鑫永續綠色工程教育園區加勁路堤。 取證:102 年，PAS2050:2011	V	V	Afnor
	盟鑫永續綠色工程教育園區之加勁路堤工程(網頁資訊)報告文獻:工程碳足跡評估及盤查實務以加勁路堤為例取證:100 年，PAS2050:2008，*亞洲首張實體工程的碳足跡盤查驗證	V	V	Afnor
	工程材料-地工沙腸袋 取證:100 年，PAS2050:2008	V	V	Afnor
	工程材料-地工沙腸袋 取證:111 年，ISO14067:2018	V	V	DNV
交通部鐵道局	交通部鐵道局南部工程分局 自 105 至 111 年辦理「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」潮枋段土建及一般機電工程碳足跡盤查，為我國首件鐵道工程之碳足跡盤查查證作業南迴計畫潮枋段土建及一般機電工程 取證:111 年，ISO14067:2018 文獻:練健勳等(113) 南迴計畫潮枋段土建及一般機電工程工程碳管理與減碳作為		V	BSI
桃園市政府	桃園市汙水下水道 ISO 14067 溫室氣體 查證僅發布新聞 取證:113 年 		V	SGS

*△僅定性分析，V 有完整報告書

一、台9 線蘇花公路改善計畫

公路局蘇花公路改善工程處以工程碳管理相關政策發展趨勢為考量、環境保護理念為本，統計蘇花公路改善計畫規劃設計階段進行工程碳排放量評估之成果，自民國 101 年 6 月起啟動「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作」，是我國道路工程碳足跡盤查首例。蘇花公路改善計畫成果包括：盤查程序與方法的建立、盤查的執行與檢討、盤查結果建檔、係數蒐集、碳足跡計算與分析、減碳策略與成效研析，及最後取得國際碳足跡規範查證聲明並完成蘇花改計畫全線之碳足跡與碳匯改變量評估。蘇花改計畫碳管理回饋道路工程碳排放量推估模式，輔助道路工程主管機關於工程開始前即確實掌握排碳狀況，並期能帶動我國營建相關產業的節能減碳(邵厚潔、許珮蒨、鄭維祐，2017)。

二、西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程

運研所於民國 100 年進行交通運輸工程碳排放量推估模式建立之研究，由於本土化參數資料之缺乏，且存在設計與施工的落差，須由實際盤查建立基本資料及確認工程特性與碳排放量關係，作為國內工程碳足跡評估之參考。爰此，公路局為順應國際潮流及達成政府之節能減碳公共工程政策目標，推動工程碳管理與碳足跡盤查，以瞭解道路工程生命週期碳排放情形，蒐集及累積本土化工程碳排放資訊。

「西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程」為推動南部地區公路路網建構，以彌補臺南地區西南角之路網缺口，促進地方發展，帶動經濟繁榮而辦理之計畫。因應公路局推動工程碳管理構想，西部濱海公路南區臨時工程處(以下簡稱西濱南工處)特辦理本計畫，期望由本計畫之執行蒐集台灣西部濱海公路工程碳足跡與工程特性資料，再加上蘇

花改計畫所得之台灣東部工程碳足跡資訊，使我國道路工程碳管理制度及碳排放參數資料更為完備(交通部公路局，2017 委託計畫)。

三、西濱南工處台 9 線南迴安朔草埔段

交通部公路局於 101 年即發展「工程碳管理架構與機制」，以工程生命週期之碳管理為目標，作為未來我國工程設計規劃減碳考量依據。「臺 9 線南迴公路安朔草埔段工程」即在此架構與機制下，並依據 ISO14067 (或 PAS2050) 全生命週期產品碳足跡規範，以及環保部 2014 年頒布之基礎建設碳足跡產品類別規則 (CFP-PCR)，於工程施工工期，進行分標段、分年度之實質盤查工作，並於工程竣工時，以數據資料充足且完整的碳足跡盤查報告，向合格的驗證機構提出查驗申請並取得碳足跡聲明證書。此計畫依據實際盤查結果，瞭解「臺 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔草埔段工程」生命週期之整體碳排放量，及建立本土化之產品碳排放係數及工程碳足跡參數。並建議本工程於施工期間進行減碳作為，展現整體工程減碳成效。依據臺 9 線南迴公路安朔草埔段新建工程之碳盤查結果說明，包含細部設計成果之碳排放量推估、實際工程碳足跡輔導及盤查、查證、工程碳排放量彙整及碳匯變化量調查；最後依實際碳足跡盤查及碳匯變化量調查結果，提出本工程全生命週期碳排放量盤查報告，作為類似橋梁或隧道案例作參考(陳保展等，2017)。

四、盟鑫永續綠色工程教育園區

盟鑫工業股份有限公司設計並委託施工之「盟鑫永續綠色工程教育園區加勁路堤工程」是亞洲首張實體工程的碳足跡盤查驗證，其計算工程生命週期從搖籃到墳墓(Cradle to Grave)所產生並排放於大氣中之溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)排放，作業係依據 PAS2050：2011

商品與服務生命週期階段之溫室氣體評估規範，遵循相關性、完整性、一致性、準確性及透明度原則進行評估聲明，查證型態屬於合理保證等級(劉佩格，2012；鄭恆志等，2014)。

五、南迴計畫潮枋段土建及一般機電工程

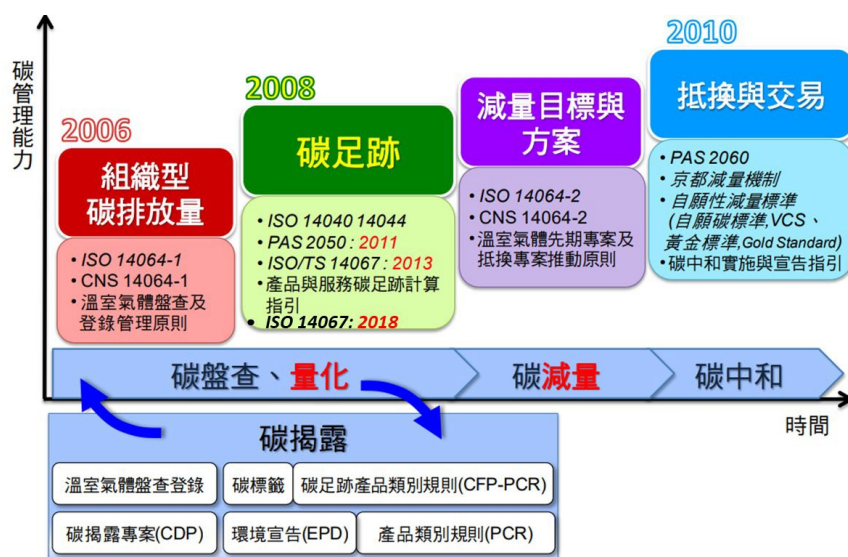
交通部鐵道局自 2016 至 2022 年辦理「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」潮枋段土建及一般機電工程碳足跡盤查，為我國首件鐵道工程之碳足跡盤查查證作業，依據 ISO 14067 全生命週期產品碳足跡規範，並借鑒環境部 2014 年頒布之基礎建設—道路、公路隧道、橋梁等三種工程類型之碳足跡產品類別規則 (PCR)，針對本工程施工期間進行分標段、分年度之實質盤查工作，包含細設成果碳排放量推估、實際工程碳足跡盤查、輔導、查證及彙整，並於工程竣工時，以數據資料充足且完整的碳足跡盤查報告，向第三方驗證機構提出查證申請並取得碳足跡盤查查證聲明證書。工程進行中使用機具、運具、材料等項目龐雜繁多，為瞭解施工中各種碳排放源之基本資料，故規劃登錄清冊以事先規劃或實際使用之項目。登錄清冊可於工程施作前開始製作，再於施工期間需配合實際使用機具、材料等修訂增補，其製作目的係分類標示施工過程產生碳排放源之基本資料，後續與施工活動數據建立連結，在碳足跡計算時有基本數據可供引用。登錄清冊將分為工程材料、機具（設備）、運具、電表、水表、植生等不同類別表單，分別記錄規格、功率、能源種類、能耗及佐證資料等。清冊類別與登錄項目。經統計 2016 至 2021 年間之排碳量分析，鐵道工程材料碳排放量之佔比約為總量之 85% 以上，顯示工程材料為整體工程生命週期之大宗碳排放源。此案目標除了藉由盤查紀錄了解本工程全生命週期碳排放影響外，更希望藉由本工程盤查執行經驗，

建立國內未來鐵道工程碳盤查作業標準，提供未來類似工程執行碳足跡盤查作業參考，進而落實工程節能減碳之目標(練健勳等，2024)。

第二節 依據盤查規範制定挑選之優良工程碳盤查時程進度與檢核點

一、溫室氣體盤查標準

國內工程碳盤查的研究計畫雖已發展，許多研究文件未被公開無法參閱，故本計畫委外進行水保工程碳盤查輔導及查證試辦服務，以作為未來水保工程碳盤查之參考依據。溫室氣體盤查可分為組織型和碳足跡兩種(圖 3-1)。組織型碳盤查主要以 ISO 14064-1 為依據，碳足跡盤查主要以 ISO 14067 為依據，而隨著對溫室氣體盤查的重視，國際 ISO 標準組織發布新版溫氣室氣體確查證標準，改以 ISO 14064-1：2018 和 ISO 14067：2018 為依據(圖 3-2)。



註：斜體字為國際規範或制度。

資料來源：交通部公路局西部濱海公路南區臨時工程處(2018)西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程委託工程碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作。

圖 3-1 碳盤查與碳管理之管理標準和規則



資料來源：BSI 網路資訊，ISO 14064 溫室氣體排放查證/確證 <https://www.bsigroup.com/zh-TW/ISO-14064-Greenhouse-Gas-Emissions/>。

圖 3-2 國際 ISO 標準組織發布新版溫氣室氣體確查證標準

(一) ISO 14064-1：2018 組織型盤查

舊版的 ISO14064-1:2006 版及新版的 ISO14064-1:2018 版，基本架構概念相似，主要差別在調整報告邊界，取代營運邊界及增加名詞定義項目，目前在國際都是使用新版，包含取得 ISO 證書也是依據新版準則。

圖 3-3 為創新未來學校網頁資訊，其透過棋盤與路線方式，展示 ISO14064-1 的關鍵位置，分別是(1)確認盤查目的，以及盤查參考依據；(2)進行邊界設定，包含組織邊界和報告邊界；(3)鑑別邊界內排放源，包含類別 1~6 的直接排放、間接排放、重大鑑別確認需盤查的內容；(4)計算溫室氣體的盤放量，基於時間和經費考量，計算方式以排放係數法為主；(5)蒐集設定之邊界內所有碳排資料，確立基準值，例如基準年和盤查清冊架構；(6)進行碳盤數據品質管理，確保數據正確性；(7)擬定減量方案；(8)盤查數據與紀錄文件化；(9)撰寫盤查報告書；(10)進行碳盤數據的查證、登陸或是揭露。



資料來源：創新未來學校網路資訊，產業風雲：盤起來！2023 最新碳盤查程序與執行方式，
https://www.bplan.com.tw/post/carbon_emission_investigation_0511。

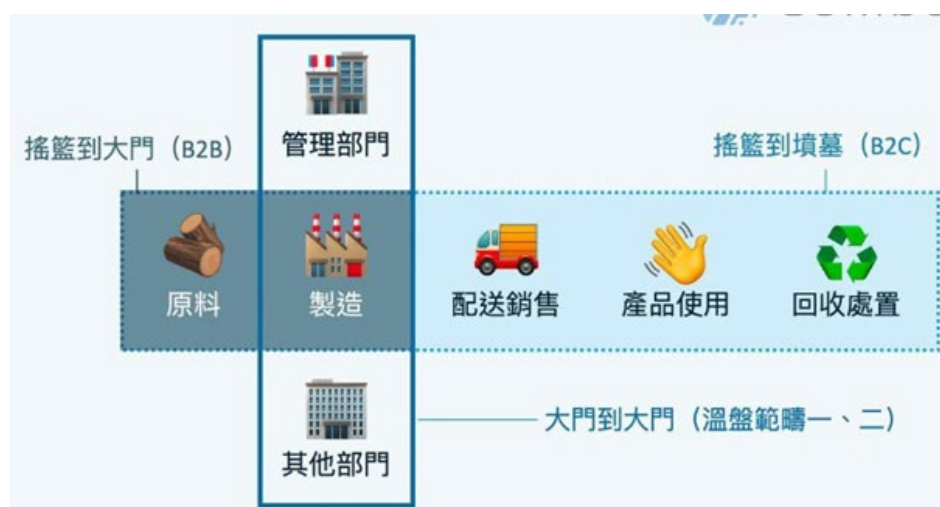
圖 3-3 ISO14064-1 盤查流程

ISO 組織正式於 107 年 12 月發布 ISO14064-1：2018 標準，提供溫室氣體盤查或計畫的量化、監督、報告及確證或查證之清晰度與一致性，以期有益於全球之組織、政府、計畫提案者及利害相關者使用。

(二) ISO14067：2018 碳足跡盤查

產品碳足跡是指商品或服務在整個「生命週期」中因直接及間接活動所排放與移除的溫室氣體總量。過往溫室氣體排放大多局限於製造所產出的量，但近年的盤查分析發現，生命週期所產生的最大碳排放量，不一定是在製程階段或是材料階段，有時候可能是在上下游運輸或使用階段的排放量最大，因此碳足跡以盤查整個產品自原料、製造、運輸、使用和廢棄回收的生命週期(圖 3-4)，依商品或服務的屬性，界定盤查範圍與內容，例如由搖籃到大門或是搖籃到墳墓，建立碳

排計算的截斷原則，計算各階段的碳排放，將數據量化統計，找出碳排放較多較大的熱點，進行減碳規劃。



資料來源：ETtoday新聞雲，做永續一定要懂的「3組」數字:14064-1、14064-2、14067，
<https://esg.ettoday.net/news/2500555>。

圖 3-4 ISO14067 盤查內容

(三) ISO14064-1 與 ISO14067 差別

ISO14064-1 組織型碳盤查適用於固定場域、公司、工廠，ISO14067 碳足跡適用於從無到有的產品和服務。ISO14064-1 是溫室氣體盤查的第一套標準守則，主要盤查整個企業內所有活動與溫室氣體排放源和排放量，在尺度上被為「大門到大門」。14064-1 關注於『怎樣針對一間公司溫室氣體盤查(GHGINVENTORY)，亦提供「如何撰寫溫室氣體盤查報告」的指引，藉此標準化每間企業的盤查報告，使碳盤查報告有明確可參考的範疇，一般常以一個年度作為盤查時間尺度。

在 14067 裡核心的方法論是「生命期評估」(LCA 算品從原物料階段、生產、配送、使用到最後銷毀，整個週期裡對環境的衝擊。14067 主要關注在產品(或服務)在整個生命週期所產生的溫室氣體排放量，而非關注「某公司」在某一年的溫室氣體排放量。根據碳盤查需求與設定，14067 所關注的尺度可以是「搖籃到墳墓」的過程，例如一次

性商品，例如衛生紙、服務，或是「搖籃到大門」的過程，例如設施工程有 50 年的使用期限，無法掌握到墳墓階段中所排放出來的二氧化碳當量，故僅計算材料和施工階段的碳排。

表 3-2 陳列 ISO14064-1：2018 和 ISO14067：2018 碳盤查之溫室氣體來源比較，大致可觀察到碳排計算的內容和來源十分相似，但是在碳盤查成果的展示上則不相同。

表 3-2 碳盤查之溫室氣體來源比較

	ISO14064-1：2018	ISO14067：2018
類別1	直接溫室氣體排放和移除	製造階段排放的碳排
類別2	輸入能源的間接溫室氣體排放	製造階段使用的能源
類別3	運輸中的間接溫室氣體排放	各階段的碳排運輸
類別4	使用產品的間接溫室氣體排放	材料階段
類別5	與使用產品有關的間接溫室氣體排放	營運與廢棄階段
類別6	其他來源的間接溫室氣體排放，非上述類別3~5	其他
圖例	針對「整個企業/組織」各環節營運所產生的溫室氣體做計算與查驗，例如一間水泥廠的碳排，將溫室氣體排放做成碳盤查報告書。 	針對「產品」的整個生命週期所產生的排放量，例如一塊預鑄塊的碳排，根據產品分析設定，可分為搖籃到大門或是搖籃到墳墓。 
成果	將分析結果寫成溫室氣體盤查報告、清冊	將分析結果寫成碳足跡報告書

(四)碳盤查的作業主要五個步驟

1. 界定碳盤查目標和範疇：確認盤查範圍是一間辦公室、整個農村水保署辦公處、或是一件水保工程施工範圍，確定有哪些供應鏈參與其中。
2. 確認系統邊界和優先順序：了解產品或服務生命週期的排放源頭，鑑別產品類別和碳排放源的優先順序。
3. 採集數據：盤查碳排放數據，確保數據和碳排項目皆正確。
4. 計算碳足跡：善用各式計算工具，如：碳排估算工具、事業溫室氣體排放量資訊平台（環境部提供）以用電量粗估碳排量，但實際的計算方式還是要以國際間的常用的工具程式為準。
5. 製作碳足跡盤查報告：闡述碳盤查過程和結果。

二、工程碳盤查時程進度與檢核點

本計畫根據碳盤查五個執行步驟，制定五個檢核點時機。

- (一) 界定碳盤查目標和範疇：配合農村水保署所選定之水土保持工程示範區，確認釐清與界定碳盤查目標和範疇，產製示範區分布地圖，與艾法諾約定時間，約定簽訂啟始會議。
- (二) 確認系統邊界和優先順序：了解水土保持工程示範區內，所有設施、工程施作、或服務生命週期的排放源頭，鑑別產品類別和碳排放源的優先順序，陳列收集相關清單，擬定收集頻率、資料彙整與展示方式，開啟工作會議，簽訂備忘錄，確保水土保持工程示範區之施工單位可以如期如質如實收集與提供數據。
- (三) 採集數據：本團隊除定期盤查碳排放數據外，尚與水土保持工程示範區之施工單位保持密切聯繫，掌握實際工程施工進度、人員分配，確保油單、水電數據和碳排項目皆正確，撰寫每月工作進度會報。

(四)計算碳足跡：計算整水土保持工程示範區之碳排量，統計與分析該工程之溫室氣體碳排放量。

(五)製作碳足跡盤查報告：根據水土保持工程示範區之活動數據收集、文件整理、闡述碳盤查過程和結果，製作碳足跡盤查報告。

第四章輔導水土保持工程碳盤查試辦區之前置作業

第一節 規劃水土保持工程之碳盤查範疇與邊界界定規範

一、工程生命週期

ISO14067:2018 是以生命週期評估為基礎進行碳排放量之評估，因此界定一項產品或服務在其生命週期中各項碳排放來源為首要步驟。依據 ISO14067:2018 標準，在進行一項產品或服務之碳足跡盤查前，需先訂定遵循第三類環境宣告或足跡溝通方案所訂定之產品類別規則(Product category rules, PCR)。其目的主要是確保在相同產品類別之不同使用者，進行評估時能有一致性之結果。國內 PCR 由各事業單位訂定後，交由環境部審議、公告通過審議或認可。在進行碳排放盤查時，首先要確立系統邊界，即說明碳足跡盤查欲包含之對象，包括：盤查的邊界與能源使用等；確立完系統邊界後，接著進行活動數據之蒐集，活動數據應包含系統邊界內會產生碳排放之項目，例如原物料、運輸、機具使用等；最後，透過活動數據與排放係數進行工程碳排放量之計算，整體流程如圖 4-1 所示，由於水保工程並非可販賣商品、無使用的消費者，故生命週期計算以收集原料、製造和廢棄處置為主。

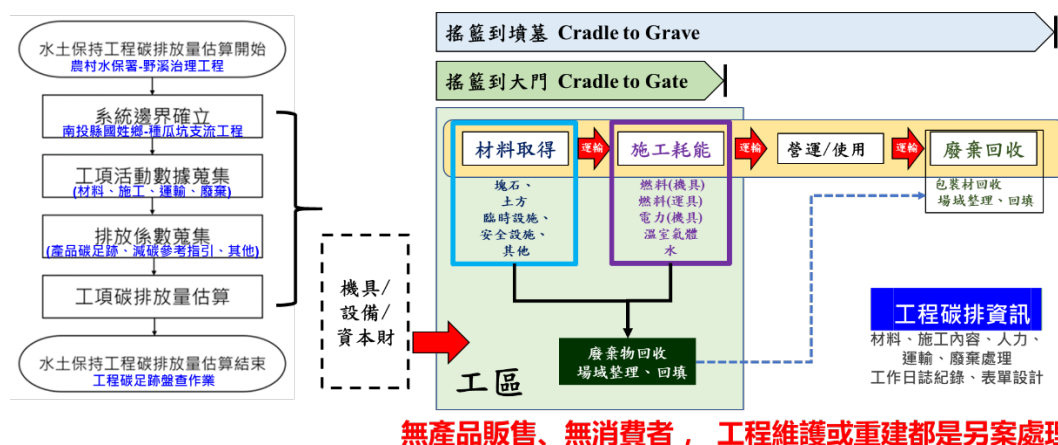


圖 4-1 水土保持工程碳排放量估算流程

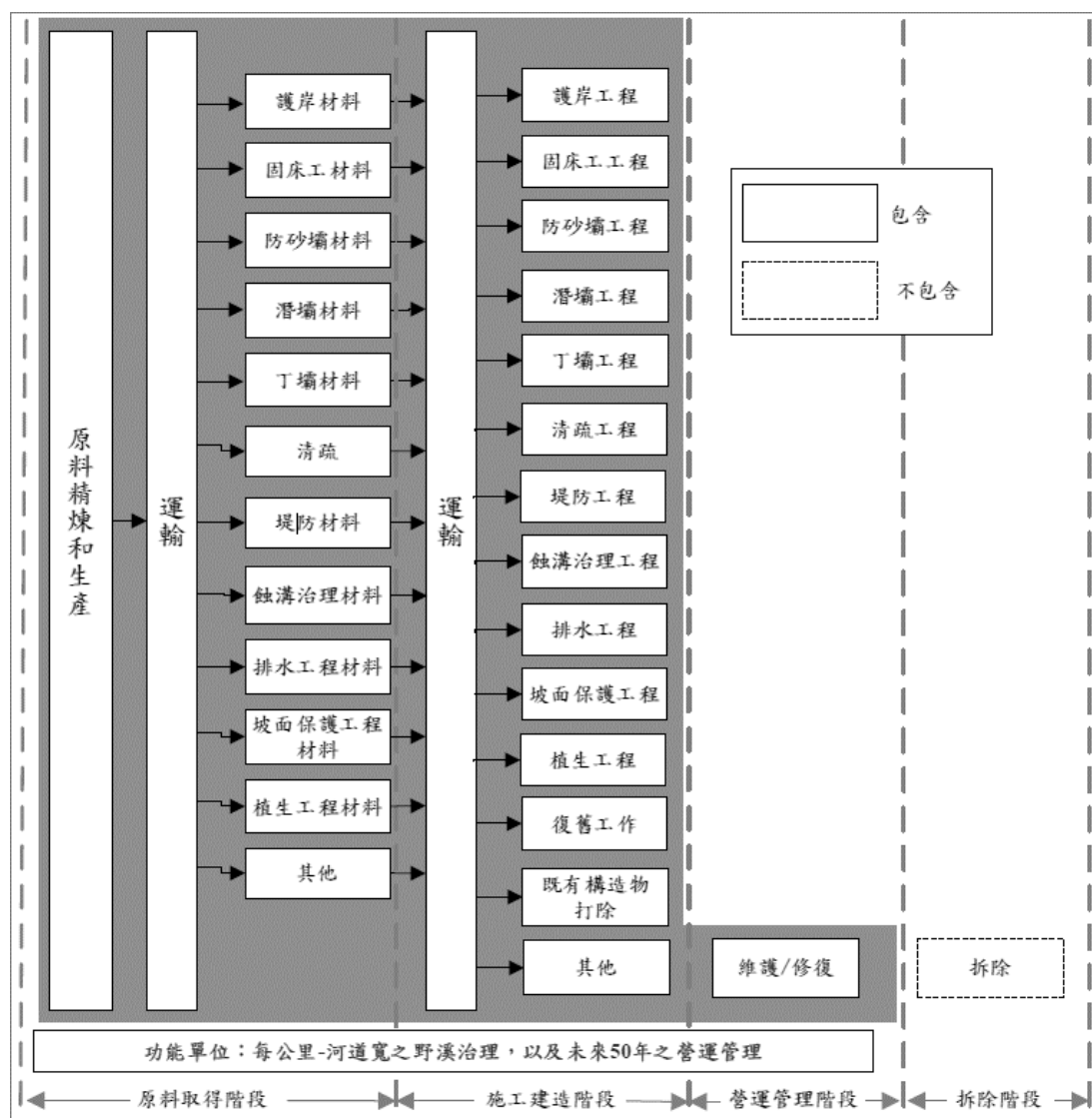


圖 4-2 野溪治理生命週期流程圖

以圖 4-2 的流程圖為例，工程生命週期分為：原料取得階段、施工建造階段、營運管理階段以及拆除階段，各階段可能會執行工程項目(例如護岸、固床工、防砂壩等)的材料和施工也詳列其中。在工程發包後，各細項工程內容，及說明和使用之材料數量與單價，可由詳細價目表中查詢，可用於精算水保工程設施的碳排。然而考量實際工程碳排可能因折價、優惠而不被反應於詳細價目表中，例如滿額免運、友情贈送、工區內的運送會低碳碳排，或是機具租用以天為單位，但實際操作與使用時間並不一致，在碳排估算會有高估問題存在。

圖 4-3 展示本計畫相關的資料處置流程，右半部的碳排計算乃是透過 111 年「水土保持防砂設施減碳策略研擬計畫」所建置的詳細價目表進行計算，左半部則由工程實際碳排計算獲取。

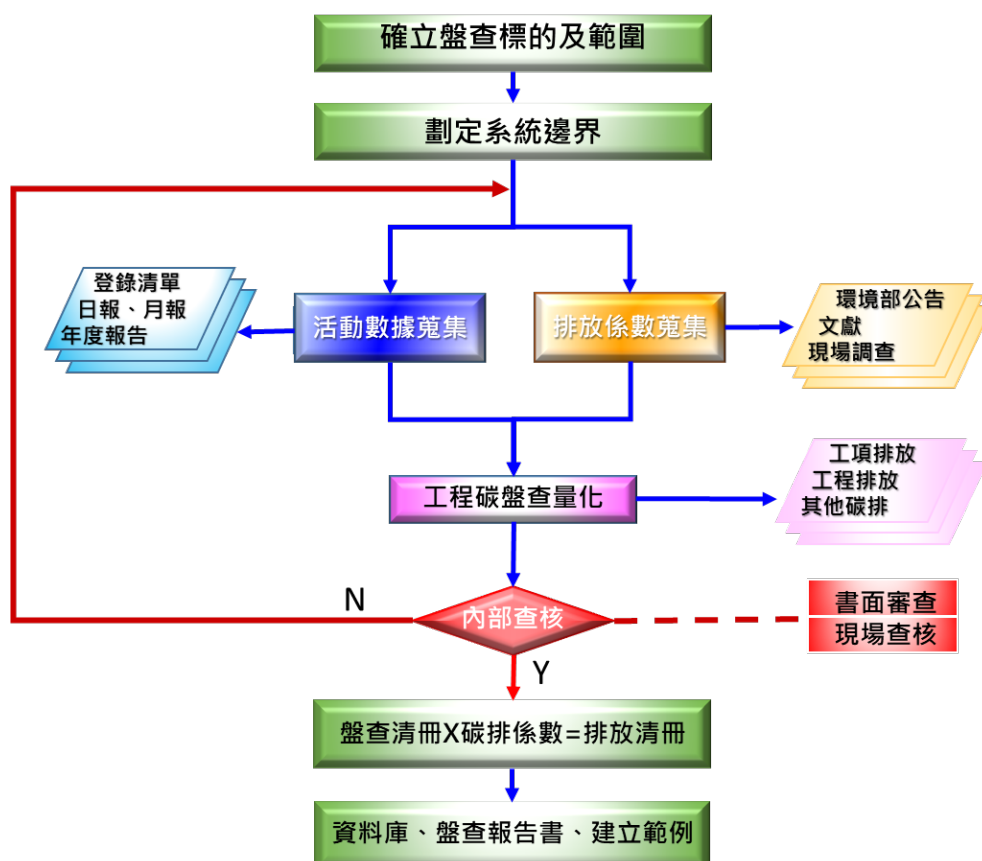
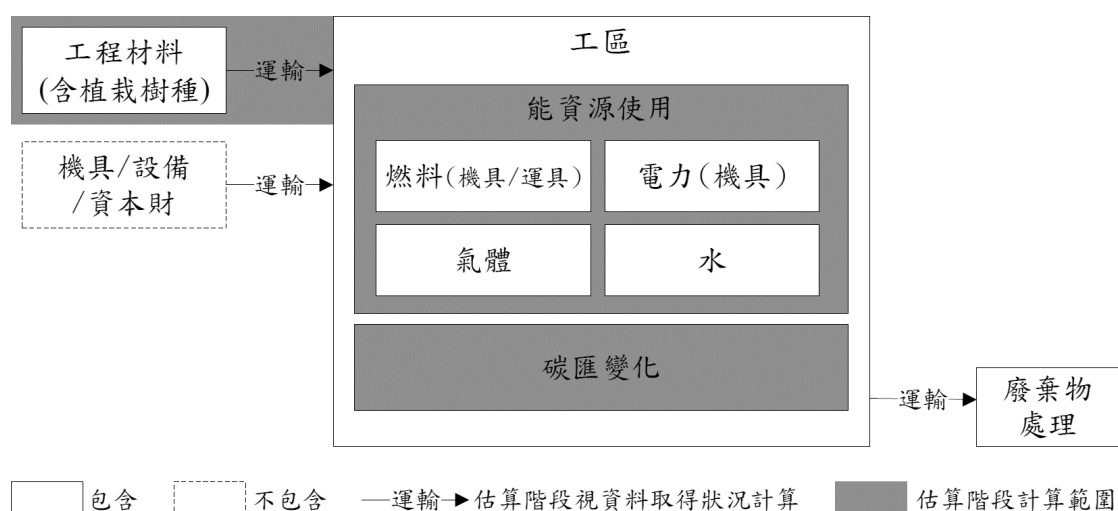


圖 4-3 水土保持工程碳排放量估算流程

工程生命週期流程圖是以整體工程為主體進行繪製，但在工程現場，多以工區為主體，因此水土保持工程多以工區範圍為系統邊界之中心，並考量上游端之材料取得所造成之碳排放，與下游端之廢棄物處理，而完整之評估項目包括：工區中現場機具與設備之能源使用、外購電力使用、氣體或水之使用、工程材料使用及包裝或包材廢棄物產出、碳匯變化量、機具設備與工程材料(含植栽樹種)運送至工區及廢棄物運離工區之運輸排放等項目，簡略的系統邊界圖如 4-4 所示，然而考量在短時間(一年工程期間)植樹實際提供的碳匯貢獻並無實質效益，故對短時間的碳排計算，並不會納入統計。



第二節協助農村水保署挑選之優良工程承包商配合碳盤查規範

農村水保署為能整體且精準掌握水土保持工程的碳排放量，除發展專用的減碳指引-「農村水保工程減碳參考指引」外，尚選定「種瓜坑支流野溪改善工程」進行系統性工程的碳足跡盤查，並委由第三方查驗機構認證，藉以釐清水保工程在工程生命週期各個階段的碳排量和熱點，作為未來水保工程精準減碳之依據。本計畫由四個工項進行碳足跡盤查相關資料收集與架構。

在建置水土保持工程碳盤查架構工項，本計畫蒐集國內有完成產品碳足跡的工程，確認工程生命週期盤查(材料、施工、營運及廢棄拆除)的盤查方法與步驟，由於施作過程，多以機具施工天數或是施工量體紀錄相關活動數量，或以一式概括，存在較多不確定性，需要透過工程碳足跡盤查釐清之，故選定 113 年度的『種瓜坑支流野溪改善工程』作為工程碳足跡盤查的示範區，此工程為 112 年度的『種瓜坑野溪復育工程』的二期工程，具有保留一期工程之施工便道，供二期工

程接續施作，降低後續工程準備期程及經費，並以及以天然資材修復混凝土構造設施之溪流復野為規劃構想，低度維管為目標。

根據年度優良農業建設工程獎之公共工程品質優良獎之推薦書內容(表 4-1 和表 4-2)，其推薦的內容，包含遭遇困難問題之解決、工地安全衛生管理、生態環境維護之措施(包括生態工法與自然解方)、工程之創新性、挑戰性及周延性、工程優良事蹟及顯著效益，說明優良工程須有的特色包含，克服的難以克服的困難，工程須考量包護自然生態工程，有獨特性，最好能先與周邊居民互動，說明工程施作前、後對周邊生活、環境資源的正面影響，以及紀錄相關反饋。

表 4-1 公共工程品質優良獎之推薦內容

※工程類別	☐ 建築類 ☐ 農田水利類 ☐ 治山防災類				☐ 漁業建設類 ☐ 農路(林道)類 ☐ 設施類				
※施工地點				Goolgemap 座標位置					
工程契約金額	千元								
工程內容 (工程概述、 、期程)									
推薦時預定 施工進度 (年月日)				%		推薦時實際施工進度 (年 月 日)		%	
歷次查核(督 導)情形	查核(督導)機關								
	日期								
	分數								
遭遇困難問 題之解決									
工地安全衛 生管理									
※生態環境 維護之措施(包括自然生態 工法)									
※工程之創 新性、 挑戰性及周 延性									
※工程優良 事蹟 及顯著效益									

表 4-2 公共工程品質優良獎評審基準

評分指標	評審項目	評審基準	權重
品質管理 (制度/施工)	1.主(代)辦機關之品質督導(保證)機制	➤ 對專案管理、監造單位及承攬廠商之履約管理能力。 ➤ 監造計畫之審查紀錄、缺失改善追蹤落實度。	10%
	2.專案管理廠商之品質督導(保證)機制	➤ 對監造單位及承攬廠商之履約管理能力。 ➤ 監造計畫之審查紀錄、缺失改善追蹤履約能力等事項。	
	3.監造單位之品質保證機制	➤ 監造單位之監造組織、監造計畫、施工計畫及品質計畫之審查、材料設備抽驗及施工抽查、品質稽核、文件紀錄管理系統等監造計畫執行情形。 ➤ 缺失改善追蹤等之執行情形。	
	4.承攬廠商之品質管制機制	➤ 承攬廠商之品管組織、品質計畫、施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗、自主檢查表、不合格品之管制、矯正與預防措施、內部品質稽核、文件紀錄管理系統等品質計畫執行情形。 ➤ 安全衛生及環境保護措施等之執行情形等事項。	
進度管理	1.施工進度管控合理性	➤ 預定施工進度是否合理。 ➤ 實際施工進度管理是否有效。	10%
	2.施工進度落後因應對策之有效性	➤ 進度落後是否提採適當改善措施。 ➤ 改善措施實際運作是否有效。	
品質耐久性與維護管理	1.規劃設計	➤ 規劃設計對營運使用需求考量之周延性。 ➤ 細部設計成果對施工、材料及維護管理措施之完整性。 ➤ 公眾使用空間針對使用者(性別、高齡、幼齡、行動不便等) ➤ 差異於安全性、友善性或便利性考量之周延性。	30%
	2.履約管理	➤ 工程施工管理之嚴謹度。 ➤ 工程材料檢驗之完整性。 ➤ 工程管理電子化作業運用度。	

表 4-2 公共工程品質優良獎評審基準

	3.維護管理	➤ 維護管理手冊之妥適性及周延性（專案評估公共工程之延壽、更新、降級使用或變更用途之處理方案及其時機）。 ➤ 提供技術移轉維護操作手冊及實務訓練課程，以利採購機關後續接管運用。 ➤ 環境監測調查計畫或機關所訂之規定落實執行。	
節能減碳	1.周延性	➤ 工程設計、施工及維護各階段對節能減碳周延之充分考量。 ➤ 循環經濟，資源有效再利用之具體考量。	15%
	2.有效性	➤ 工程設計、施工及維護各階段運作對節能減碳之有效作為。 ➤ 能源光電相關節能減碳產品之使用效益。	
防災與安全	1.工地安全衛生	➤ 工地環境衛生整潔、安全措施（安全圍籬、安全護欄、安全警示標誌、交通管制等項目）之落實度。	10%
	2.工地災害預防	➤ 意外災害之預防及緊急應變計畫之周延性。	
環境保育	1.環境維護	➤ 噪音、光線、溫度、空氣維護管理之周延性。	15%
	2.生態保育	➤ 工程規劃階段考慮降低對生態系統之衝擊。 ➤ 施工階段考慮對生態系統之干擾。 ➤ 維護階段衡量維護時機、強度、方法、材料、範圍對動植物之影響及對生態之干擾。	
創新科技	1.創新挑戰性	➤ 工程於施工及材料運用新工法及新材料等創新挑戰情形	10%
	2.科技運用	➤ 工程於施工及材料運用新工法及新材料等科技運用情形。 ➤ BIM(Building Information Modeling)技術協助營建生命週期之各項管理與工程作業之新技術、新方法與新概念之運用情形。	

第三節辦理碳盤查啟始會議並協助擬定碳盤查計畫與相關表單

本計畫之碳盤查啟始會議，辦理時間為 2024/4/25(四)14:30~16:30，辦理地點為國立中興大學水土保持學系一館 2 樓 L215 會議室，出席者有 19 人，4/25 的工作會議紀錄。輔導團隊於 5/2 對施工單位宇正公司說明碳排數據、資料收集的教育訓練，透過溝通與使用習慣，提供工程施作、材料進場紀錄資料相關目錄(表 4-3)，相關資料陳列於附錄 2 中，包含施工清單、各項工程(B01~B09)每周紀錄、機具油耗紀錄(B10)、材料進場紀錄(B11)和施工人員記錄(B12)。原擬定透過網路清單方式進行資料上傳，而透過輔導、設計監造和施工單位共同討論與施作執行考量，會議討論如表 4-3 所列，最終決策工程進度回復以紙本記錄、照片拍照回傳、固定窗口為主。工程將於 5/12(日)進場第一台挖土機，5/13(一)進場第二台挖土機，本日尚無機具、材料進場。機具進場時再請依實際進場資訊及施作項目填寫碳盤查表單及照片紀錄，詳細的資料紀錄如附錄二所示。

表 4-3 碳盤查清單建置討論

項目	彙整
表單設計與調整	(1)考量施工人員對網路清單使用不易，改以紙本記錄、施工照片回復 (2)表格填寫紀錄簡易 (3)在「量體」欄位提供「單位」填寫資訊 (4)建立填寫範例供參
施工相關紀錄、照片存取與審查	(1)建立雲端連結，定期提供資訊 (2)每周施工單位資訊彙整完成後，初審提交設計監造單位審查，複審由興大團隊審查，資訊若有錯誤，則反饋審查資訊，請施工單位補件重新提送。 (3)約定每日工程進度記錄方式，配合監造計畫的抽查表，要求宇正團隊每日上傳施工進度給亞際。 (4)確認廢棄物類型和處理方式， (5)工作人員的出勤碳排，由工程紀錄提供 (6)訪談人員並非屬工程內容，不計碳排
材料(鋼筋、混凝土預拌車、塊石)、機具、機具油耗進場與紀錄方式	(1)廠商須提供收集材料供應商的收據外，還需要拍照記錄送貨的貨車型號、將供應商的資料填到材料入場資料。 (2)廠商須記錄載送的貨車型號、加油油單資訊。 (3)每個施工機具(2 台挖土機)、(發電機)、(搬運機)、(抽水機)，常用機具每週都有一張使用紀錄表，施工人員 (4)會根據油表指標位置，標註每天消耗的油量，待需加油當日，則直接寫上加油日期和加油量。偶用機具，則可多筆陳列於同一張使用紀錄表。

第五章 水土保持工碳盤查試辦區之碳盤查資料蒐集、輔導查驗與報告撰寫

第一節 輔導 1 件農村水保署所挑選之優良工程接受查驗公司 所有碳盤查事宜

本工項選擇農村水保署績優之野溪進行碳，輔導之工程乃位於南投縣國姓鄉(圖 5-1)，鄰近於國道 6 號，113 年度的水土保持工程案，種瓜坑支流野溪改善工程，此專案乃是由亞際公司設計監造，預計施工時間為 113 年 5 月~113 年 12 月。本專案於發包階段時，便將工程碳盤查需求寫在招標須知中，要求本工程案需進行工程碳盤查作業，故需指派專案人員於工程執行期間，調查及收集工程使用之相關碳排放活動數據，及排放因子等數據調查及蒐集，並於每周提交給碳盤查輔導單位，根據審查結果補件，配合工程碳盤查出席相關會議，與提供相關資訊。如圖 5-2 所示。圖 5-3 展示工區 1 和工區 2 的空間分布圖。圖 5-4 和圖 5-5 則為兩個工區的工程設計圖。



圖 5-1 種瓜坑支流野溪改善工程



主管：農村水保署南投分署
工程：種瓜坑支流野溪改善工程
時間：113/5~114/5/31
監造：亞際工程技術顧問股份有限公司
包商：宇正營造有限公司
範圍：向上、下游延伸兩個工區



工程發包契約要求資料提供

本工程案需進行工程碳盤查作業，故需指派專案人員於工程執行期間，調查及收集工程使用的材料、原料、成品、機具、臨時設備、雜物、運輸、辦公室、電力、油單(通勤、運輸)等之碳排放活動數據及排放因子等數據調查及蒐集，並於每個月5日前提交給碳盤查輔導單位，根據審查結果補件，配合工程碳盤查出席相關會議，與提供相關資訊。



圖 5-2 工程設計圖之碳盤查需求標註



工項	項目	單位	數量	第1處	第2處
1	施工前準備及放樣	式	1.0	V	V
2	坡腳保護	m	166.5	V	
3	乾砌石護坡	m	45	V	
4	鋪塊石護坡	m2	489	V	
5	稻草蓆鋪設	m2	400.0	V	
6	樹木補植	棵	50.0	V	
7	既有護岸打除	m3	623.34	V	
8	混凝土碎塊運棄處理	m3	1900.0	V	
9	塊石瀨區	處	24.0	V	
10	嵌石階梯式固床工(第2處)	座	3.0		V
11	工地整理及其他	式	1.0	V	V

圖 5-3 施工工區與收集資料

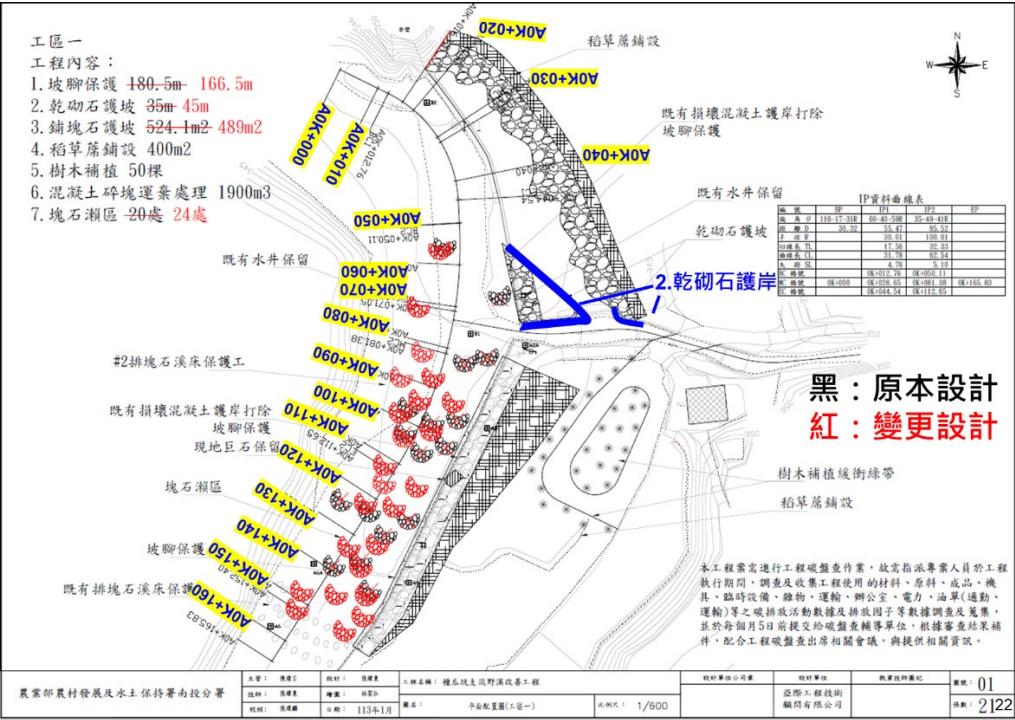


圖 5-4 種瓜坑支流野溪改善工程-第 1 處工區

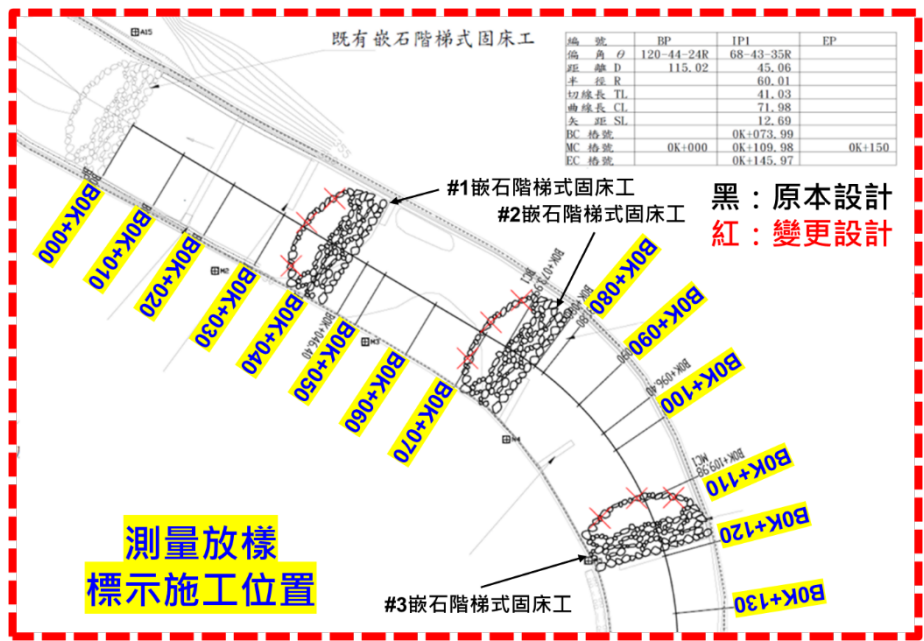


圖 5-5 種瓜坑支流野溪改善工程-第 2 處工區

表 5-1 為兩個工區的工程設計圖(圖 5-4 和圖 5-5)內的水保工程工項內容的執行時程，施工工期約 240 個日曆天，因中間停工 66 天，工程延期至 114 年 6 月 4 日，施工單位會在施工前進行工區放樣，透過施作樁號標記施工位置，依工程進行施工。

表 5-1 施工工項執行時程

工項	項目	單位	數量	施工區間 (天)	工作天數					
					40	80	120	160	200	240
1	施工前準備及放樣	式	1.0	0-20						
2	坡腳保護	m	180.5	80~160						
3	乾砌石護坡	m	35	140~150						
4	鋪塊石護坡	m2	524.1	150~160						
5	稻草蓆鋪設	m2	400.0	170~180						
6	樹木補植	棵	50.0	170~180						
7	既有護岸打除	m3	623.0	20~50						
8	混凝土碎塊運棄處理	m3	1900.0	50~150						
9	塊石瀨區	處	20.0	130~170						
10	嵌石階梯式固床工	座	3.0	100~140						
11	工地整理及其他	式	1.0	170~180						
		共計		0~240	240工作天					

種瓜坑支流野溪改善工程的主管機關為農村水保署，主要由南投分署管理，圖 5-6 陳列本碳足跡盤查工作團隊，承包施工單位為宇正營造公司，設計監造為亞際工程公司，輔導單位為中興大學，第三方查證單位為法標公司。圖 5-7 展示碳足跡盤查工作團隊資料收集方式，需填報碳足跡盤查登入清冊，工程相關的日誌和月報，所有資料都必須保留與彙整如圖 5-8，輔導單位進行資料進度追蹤，並定期向農村水保署進行進度報告，完工後提供給第三方查證使用。

主管機關：
農村水保署
治理單位：
南投分署

- 碳盤查**
- ① 界定範疇
 - ② 登錄清單
 - ③ 資料蒐集
 - ④ 統計核對
 - ⑤ 碳盤查報告
 - ⑥ 查證證明書



圖 5-6 種瓜坑支流野溪改善工程之碳足跡盤查工作團隊

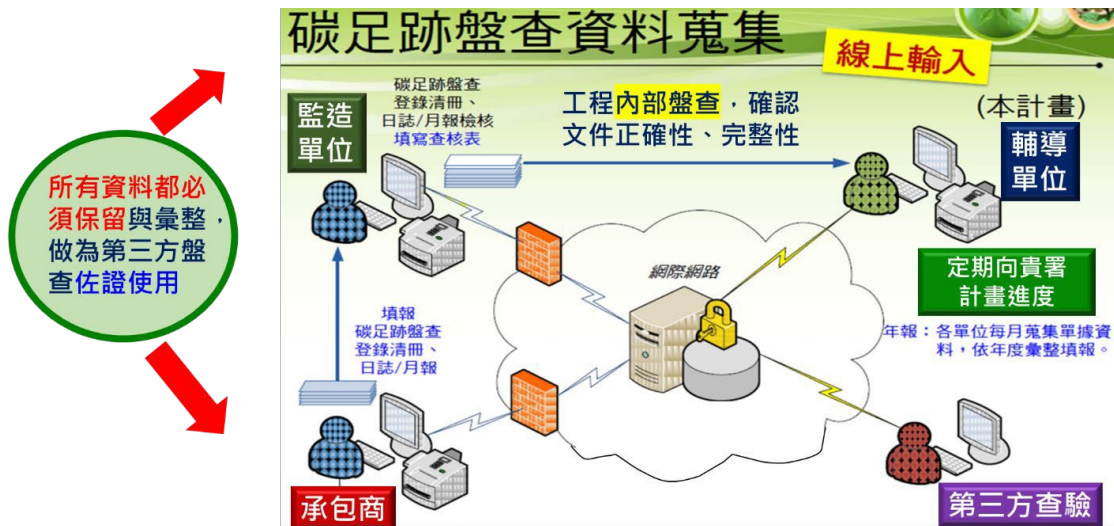


圖 5-7 碳足跡盤查工作團隊資料收集

水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫

活動數據填寫說明							排放係數填寫說明					產品的碳足跡 (kgCO ₂ e)	
1.活動數據平台匯入表已與前頁盤查表做連結，前頁盤查表的欄位有增修異動時，本表請自行隨之調整 2.請再依實際填入的資料，調整生命週期階段與群組歸屬類別，本頁有附表說明群組定義提供參考 3.於碳足跡計算時，請注意G欄位 與 J 欄位的單位應一致，若不一致，請自行調整 4.本表已先鍵入各項材料&燃料廢棄物等的運輸資訊，請使用者再依實際狀況自行調整 5.第23-24列本表單先內設連結到工作表 1.盤查表的標的物製程用電與標的物公用電量；倘若您無法區分標的物的製程&公共用電，請自行修改連結欄位							1.排放係數可於產品碳足跡資訊網(https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/LoginPage.aspx)中之碳足跡資料庫搜尋後填入 2.如何將此表匯入"產品碳足跡資訊網(https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/LoginPage.aspx)"。步驟如下 (1)將此工作表的A3~L103欄位，複製並儲存成另外一個獨立的新檔案； (2)請移除本表單內所有的公式連結及填寫說明； (3)若本表單內A3~L103欄位有空白欄位，也請移除； 3.平台內排放係數數值多為"kgCO ₂ e"為單位，但有少部分以"gCO ₂ e"為單位(如：醬油、臺灣鐵路運輸服務、麵粉等)，請使用者使用時注意須將係數值g單位換算為kg後再匯入					62347.3568	
活動數據							排放係數				備註	活動碳足跡 (kgCO ₂ e)	百分比 (%)
生命週期階段	群組	名稱	總活動量	單位	每單位數量	單位	名稱	數值(kgCO ₂ e/單位)	單位	數據來源			
原料取得階段	材料	木樁	1	式	384.00	M	木樁，樁尖D=10cm	1.702	M	農村水保工程減碳參考指引(2015)_項次674		653.5680	1.05
原料取得階段	材料	石材	1	式	3061.00	立方公尺(m3)	採石(原石)	4.940	立方公尺(m3)	鄭敏華、徐文義、鍾文貴(2017)，盤點公路工程二氧化碳碳排放量估算表單之建置與應用，臺灣公路工程第43卷第4期，pp. 2-29。		15,121.3400	24.25
原料取得階段	材料	稻草蓆	1	式	400.00	平方公尺(m2)	生態護坡，稻草蓆敷蓋	0.320	平方公尺(m2)	農村水保工程減碳參考指引(2015)_項次598		128.0000	0.21
原料取得階段	材料	樟樹	1	式	13.00	株	植樹，喬木，樟樹	(219.000)	株	水利工程減碳作業參考指引(規劃設計篇)(2022)		*-2847.00	
原料取得階段	材料	台灣樂樹	1	式	13.00	株	植樹，喬木(不分類)	(250.838)	株	水利工程減碳作業參考指引(規劃設計篇)(2022)		*-3260.89	
原料取得階段	材料	茄苳	1	式	13.00	株	植樹，喬木(不分類)	(250.838)	株	水利工程減碳作業參考指引(規劃設計篇)(2022)		*-3260.89	
原料取得階段	材料	光臘樹	1	式	11.00	株	植樹，喬木，光臘樹	(168.000)	株	水利工程減碳作業參考指引(規劃設計篇)(2022)		*-1848.00	
原料取得階段	輔助項	柴油抽水機抽野溪水	1	式	10.00	公升(L)	柴油(於固定源使用，2021)	3.290	公升(L)	環境部產品碳足跡資訊網		32.9000	0.05
原料取得階段	輔助項	挖土機進場	2	台次	79.60	延噸公里(tkm)	營業大貨車(柴油)	0.131	延噸公里(tkm)	環境部產品碳足跡資訊網		20.8552	0.03
原料取得階段	輔助項	搬運車進場	4	台次	28.00	延噸公里(tkm)	營業大貨車(柴油)	0.131	延噸公里(tkm)	環境部產品碳足跡資訊網		14.6720	0.02
原料取得階段	能源	原料階段來料運輸-陸運(TKM)	1	式	877.40	延噸公里(tkm)	營業大貨車(柴油)	0.131	延噸公里(tkm)	環境部產品碳足跡資訊網		114.9394	0.18
施工建造階段	能源	施工用柴油	1	式	10863.52	公升(L)	柴油(於鐵路運輸與非道路運輸移動源使用，2020)	3.610	公升(L)	環境部產品碳足跡資訊網		39,217.3072	62.90
施工建造階段	能源	能源來料運輸-陸運(TKM)	1	式	7930.73	延噸公里(tkm)	營業小貨車(柴油)	0.647	延噸公里(tkm)	環境部產品碳足跡資訊網		5,131.1793	8.23
廢棄處理階段	廢棄物	混凝土碎石塊回填	1	式	1900.34	立方公尺(M3)	構造物回填，原材料回填	0.393	M3	農村水保工程減碳參考指引(2015)_項次543	到其他工區做為填補料	1,792.4007	2.87
廢棄處理階段	排放	製造階段廢棄物清除運輸-陸運(TKM)	1	式	1900.34	立方公尺(M3)	營業大貨車(柴油)	0.000	延噸公里(tkm)	因廢棄物由工區內之搬運車所清運，已於先前油料單已計算過，故係數為0		0.0000	0.00
廢棄處理階段	廢棄物	土包袋	1	式	50.00	個	生態護坡，客土袋	0.981	個	農村水保工程減碳參考指引(2015)_項次599		49.0500	0.08
廢棄處理階段	排放	化糞池逸散	1	式	71.15	kg CO ₂ e	化糞池CO ₂ 排放	1.000	kg CO ₂ e	環境部6.0.4排放係數表		71.1450	0.11

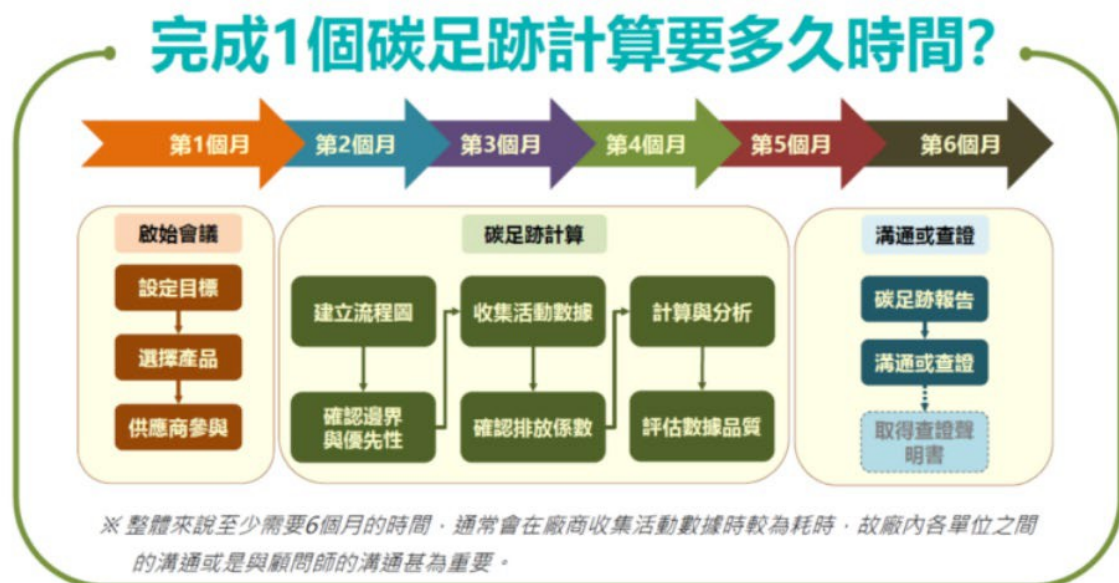
圖 5-8 碳足跡數據收集與分析

第二節 依實際盤查結果完成碳盤查期間之統計

本工項蒐集所有碳排查驗證所需之資料，定期與查證機構依實際盤查結果完成查驗，並追蹤檢驗施工廠商於碳盤查期間提供之相關紀錄預計收集資料如下。

一、碳排認證的步驟與進度規劃

推動產品碳足跡認證，往往需要組織內多個部門溝通進行，也需供應商合作參與，整體來說至少需要 6 個月的時間完成(譚仲宇, 2022)，如圖 5-9 碳足跡計算進程與時間圖，包含三個階段十二個步驟，第一階段含步驟 1~3 的初始會議:設定目標、選擇認證產品和邀請供應商參與，第二階段含步驟 4~9 的碳足跡計算，須經過大量活動數據收集和多次溝通協調，該階段最為耗時，第三階段含步驟 10~12 的查證與驗證。，探究碳排認證之 12 步驟的執行進度。



MITRI 工業技術研究院製作

圖／完成碳足跡計算至少需耗時6個月。圖取自經濟部工業局產業節能減碳資訊網

圖 5-9 碳足跡認證進程與時間圖

步驟01 設定認證目標：設定認證目標，即計畫目的共識，陳列水土保持工程示範區相關工程工項的碳排係數，展示計算方法，再藉由查驗公司的認證作業，檢核碳排計算的模式和成果，提供具有可審核、公信力認證證明，使未來水保相關工程得以參照指引進行碳排計算、減碳抵換，達成減碳目標。

步驟02 認證項目：選擇認證項目，即選擇預計盤查認證項目。就實際運用於水土保持工程碳排計算而言，本計畫依據 IS14067:2018 所建立的排放係數法計算碳排的基礎，有其認證的價值。由於認證項目的範疇會影響認證經費，因此本計畫會與主管機關和認證公司進行商討，決策認證項目。

步驟03 供應商參與：認證流程之供應商參與，指的是請邀請產品供應廠商協作參與，提供原料製成、運送時的碳排，或是材料送驗碳排量的證明文件、碳排係數等。本計畫會依資訊需求，直接與材料供應商接洽資料提供事宜。

步驟04 建立流程圖：建立碳排計算流程圖，包含系統邊界確認，進行工項活動內容、數量、種類等數據蒐集，進步各種工項、材料的碳排係數收集後，進行工項碳排量統計分析與估算，獲取水土保持碳排放量的估算結果。

步驟05 確認邊界與優先性：確認邊界與優先性，即確認產品生命週期各階段的排放源頭、產品類別規則及實質性與優先順序。假設水土保持工程示範區野溪工程，參考農村水保署於 2015 年的委辦計畫「水土保持工程碳排放估算方法之建立與工程碳管理作業試辦」，訂定野溪 PCR，將包含野溪治理生命週期流程圖包含材料取得階段、

施工建造階段、營運管理階段的碳排，用於建造水土保持主要設施，例如護岸、防砂壩、堤防等興建工程，過往原料使用常以混凝土為主。由於野溪治理是農村水保署工程數量最多、也是碳排最高的工程類型，因此資料處理有其優先性。

步驟 06 收集活動數據：收集相關所有活動數據，數據需齊全且正確。水土保持工程碳排放的活動數據主要由各個工程案的施工工項計算。

步驟 07 確認碳排係數：根據 ISO14067:2018 準則、環境部的「產品與服務碳足跡計算指引」的規則，查找原始材料之碳排，或根據產品組成進行碳排計算。前期計畫與本計畫已針對農村水保署常使用之碳排放係數進行資料收集與資料庫建置，參考來源包含：環境部、德國 GaBiDatabase 資料庫、能源局和水利署等。工程材料排放係數，主要包括：預拌混凝土、使用飛灰、爐石粉當替代材料的預拌混凝土、現採石塊等碳排係數。機具使用的排放係數，主要包括：平板車、推土機、開挖機、起重機等。人工相關的工項之碳排係數主要為 0。

步驟 08 計算與分析：本計畫使用 ISO14067:2018 之碳排係數法，透過工程案件提供的詳細價目表進行碳排精算。

步驟 09 評估數據品質：碳排計算之數據來源和分析過程應具特性，包含說明資料的來源、範圍、時間範疇等，數據分析過程需注意的事項，而自我評估說明如下。

步驟 10 碳足跡報告：本計畫查詢各個驗證公司所陳列的認證步驟，第一關為文件審核，即為碳足跡報告相關文件。廖弓普(2013)提及產品碳足跡報告須符合的一般要求事項，包含(1)產品生命週期溫

室氣體排放的結果與結論應無偏差，可以完整地並準確地報告給預期使用者。(2)結果、數據、方法、假設及限制應透明化，且充分詳實地呈現，使預期使用者得以瞭解生命週期評估的複雜性存有的妥協。(3)報告亦應使結果與闡釋之應用能與作業目的一致。

步驟 11 溝通或查證：認證公司會針對認證項目、以及提供文審的進行溝通和查證，文件需闡釋碳足跡盤查過程與結果，檢核碳排數據的可信度，會結合現場查驗與重新計算碳排量，查驗數據的正確性。本部分尚未無進度。

步驟 12 取得查證聲明書：透過第三方的認證公司查核認證項目，確認提供的數據符合精確性、完整性、一致性和重現性等特性時，將提供查驗聲明書或是查驗證書。

本計畫自專案申請至取得碳足跡聲明書，依序完成 12 項盤查步驟，其作業時間詳見圖 5-10。

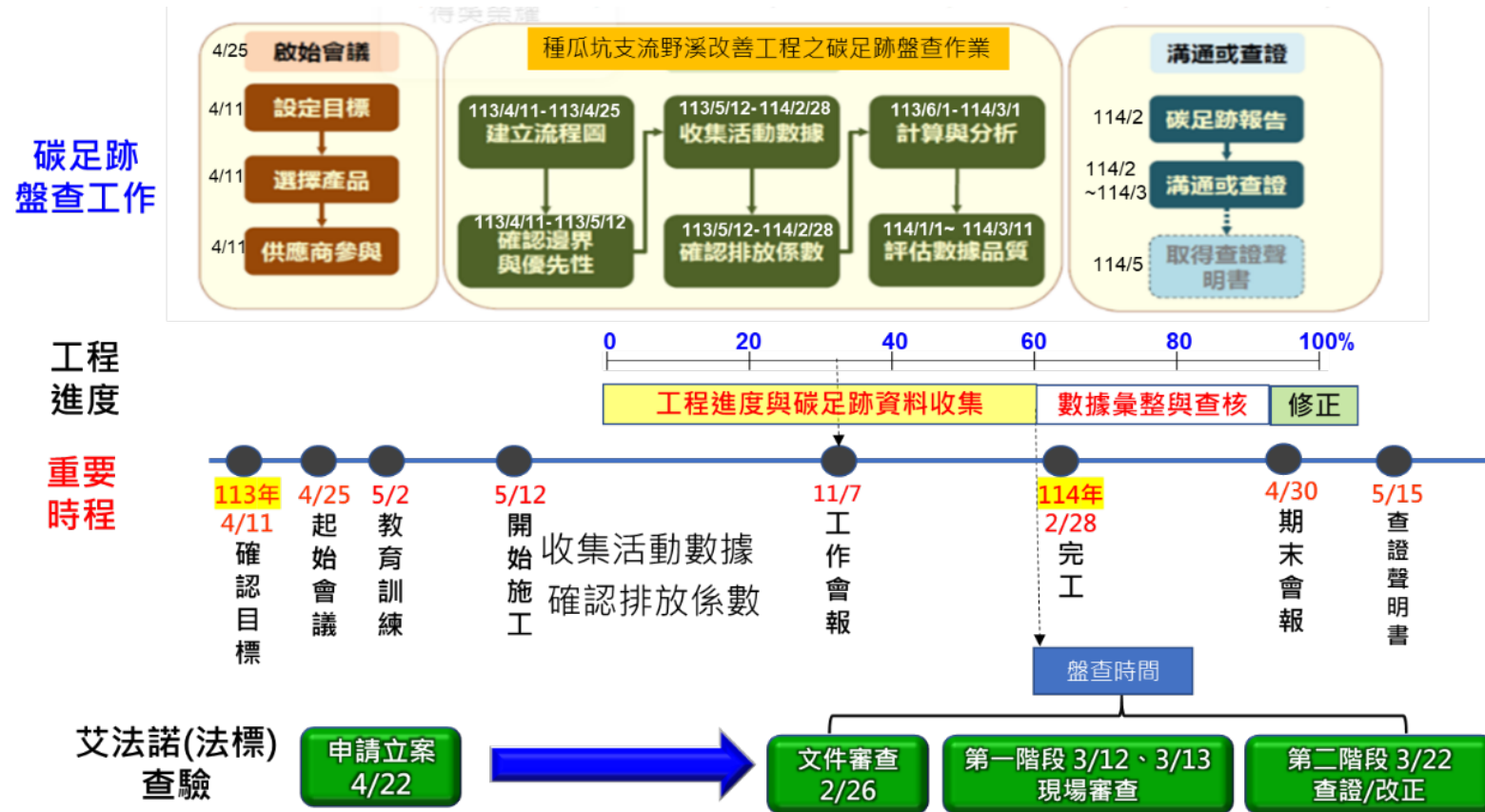


圖 5-10 碳足跡查證執行時間

二、碳足跡報告書章節

1. 碳足跡報告種類

本工項將根據實際執行工程施作範圍、施工過程、碳排相關資訊等內容，以及碳盤查總結報告之內容規範，完成水土保持工程碳足跡盤查總結報告。而碳足跡的章節如圖 5-11 所展示，包含背景資訊(工程背景)、碳足跡如何進行計算(碳足跡的範疇、碳排來源鑑別和計算)、碳盤查結果與熱點分析(不確定性分析、碳足跡揭露)、參考文獻和驗證資訊。

目 錄	
1 產品簡介.....	背景資訊
2 公司簡介.....	
3 公司環境暨安全衛生政策	
4 碳足跡範圍描述.....	如何進行計算
5 碳足跡盤查鑑別.....	
6 碳足跡計算說明.....	
7 碳足跡結果分析.....	算出的結果與熱點分析
8 不確定性分析說明	
9 產品碳足跡揭露	
10 參考文獻.....	
11 驗證資訊.....	

圖 5-11 碳足跡報告書章節

2. 碳足跡報告種類

碳足跡報告種類包含以下四種，而本計畫乃是屬於(1)碳足跡研究報告。

(1)碳足跡研究報告：記錄碳足跡研究的量化結果、展現在專案定義階段目標與範疇的抉擇及證明，以符合ISO14067：2018的規定。

(2)碳足跡揭露報告：用於支持組織將碳足跡研究結果在不經第三方查

證情況下公諸於眾，例如氣候相關財務揭露小組(TCFD)和自然相關財務揭露小組(TNFD)。

(3) 外部溝通報告：擷取碳足跡揭露報告。

(4) 成效追蹤報告：同一組織的特定產品，比較初始或過去某段時間碳足跡計算結果，例如不同年度的碳盤查結果比較。

3. 碳足跡研究報告

撰寫碳足跡報告的內容與注意事項如表 5-2 所示有 19 項，包含功能單位、邊界、資料蒐集來源、清單、還有撰寫報告需要注意的事項，包含數據處理、描述、說明、舉證和補充。

表 5-2 碳足跡報告的內容與注意事項

1.功能單位與參考流	11.敏感度分析與不確定性評估之結果
2.系統界限	12.針對電力之處理
3.重要單元過程清單	13.生命週期闡釋結果
4.數據蒐集資訊，包括數據來源	14.CFP研究的決策背景下所作出價值選擇的披露與其理由
5.納入考量之溫室氣體清單	15.範圍與修改範圍(如適用時)與理由證明和排除部分
6.選定之特徵化因子	16.生命週期階段的描述，包括適用時針對所選使用概覽與廢棄處理情境的描述
7.選定之截斷準則與截斷點	17.評估替代使用概覽與廢棄處理情境對最終結果的影響
8.選定的分配方法	18.針對CFP具有代表性的時間期間
9.適用時溫室氣體排放量與移除量之時間期間	19.針對所使用PCR或研究中使用其他補充要求事項之參照
10.針對數據之說明	

4. 繪製製程流程圖

圖 5-12 乃依照範疇界定建構產品生命週期製程地圖，可能包含原物料至廢棄處理過程中所有原料、能源以及廢棄物…等投入產出項目，其中機具、設備等資本財(如挖土機、發電機和可重複使用的臨時設施)不納入計算，主要計算材料碳排和施工耗能，而廢棄階段主要包含包裝材回收、場域整理與回填。

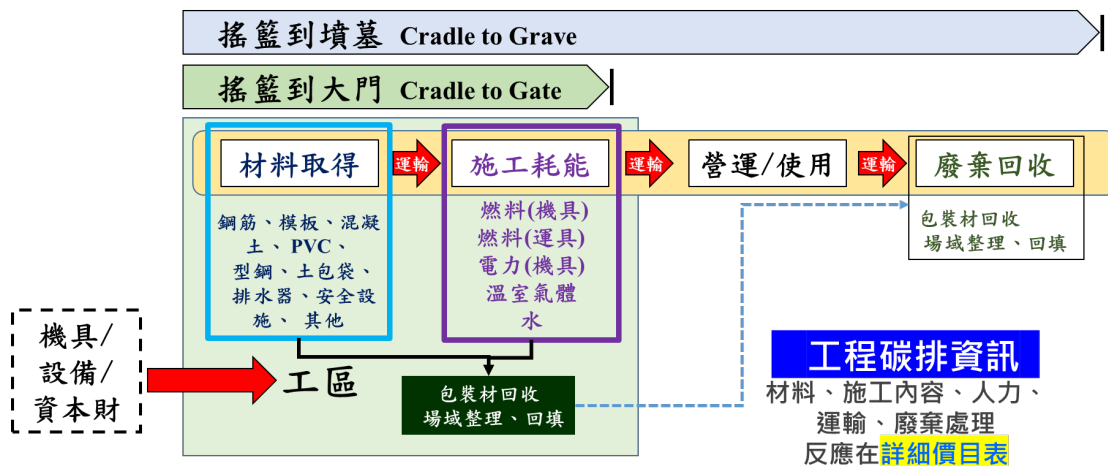


圖 5-12 本工程之碳足跡盤查範圍

5. 數據收集

依產品生產製造過程所涉及之各項原料、能源與資源的投入，以及各種廢棄物（空、水、廢）的產出進行數據蒐集。本計畫數據資料收集陳列於附錄二、縮時攝影收集如附錄三、工項活動照片如附錄四。

6. 碳足跡計算

圖 5-13 展示本工程之碳足跡計算使用項目排放係數（供應鏈提供）乘上活動數據（標的產品生產過程所有的使用量數據）與產品生命週期中所有的物質、能源、排放物有關，資料說明陳述於附錄五中，提供給法標公司審查的簡報如附錄六所示。

$$\text{排放量 (kgCO}_2\text{e)} = \text{活動數據} \times \text{排放係數} \times \text{GWP}$$



圖 5-13 工程之碳足跡計算

第三節 完成水土保持工程碳盤查總結報告

本計畫所產製之種瓜坑支流野溪改善工程之碳足跡盤查報告書，此報告為提交給第三方查驗機構審查之版本，詳如附錄五所示。

第六章 第三方驗證公司之碳盤查查驗

第一節 配合查驗單位提供工程碳盤查相關文件

(一)環境部公告合格查驗機構和許可業務項目

為了讓農村水保署的碳排計算方法具有公正性，因此需要透過環境部認可的第三方認證，通過透明、公開審核方式，驗證本計畫之水保工程案件的碳排計算方法學的準確性和完整性，研究團隊希望能選取同時兼具組織型查驗(符合 ISO14064:2018)和產品碳足跡查驗機構認證(符合 ISO14067:2018)，以下為查證機構資料收集與說明。

環境部氣候變遷署之事業溫室氣體排放量資訊平台，可查詢符合 ISO14064-3 第三方「查驗機構」使用，針對企業的溫室氣體排放清冊（盤查報告）與減碳努力的成效進行實際檢驗的指引規範。ISO14065 第三方單位符合資格，向主管機關（TAF，環境部）申請，受其監管。溫室氣體主張(greenhousegasassertion)：由負責者作出的宣告或真實客觀之聲明。查證(verification)是過去式，只針對已經完成了的專案、主張透過客觀證據確認規定的各項要求都已經被執行。確證(validation)則是未來式，是在評估一個預測的主張是否合理，是不是真的可行，因此只有在 14064-2 的減碳專案中會用上確證。

環境部推動產品碳足跡管理要點第一章第二點第九款：產品碳足跡查驗機構：係指取得產品碳足跡認證機構核發之產品碳足跡查驗機構認證證書者，根據 113 年 3 月 6 日之環境部網頁公告，依 112 年 10 月 5 日修正發布「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」，目前合格的查驗公司已有 15 家(表 6-1)，而根據碳盤查的規範，調整許可查

驗項目依據我國溫室氣體排放態樣、不同產業製程的排放情形，同時考量新的減排或增匯方法，針對現行許可查驗項目加以整併、更新及擴充，調整後查驗項目整併為 14 項(1)能源產生及輸配、(2)石油煉製、(3)化學材料/製品製造、(4)金屬製造、(5)非金屬礦物製品製造、(6)電子零組件製造、(7)能源使用、(8)其他設備製造、(9)農、林、漁、牧、(10)廢棄物處理與處置、(11)運輸、(12)用電生產及服務、(13)碳捕集、利用與儲存、(14)其他，以利對納管事業盤查登錄溫室氣體排放量及自願減量專案之查驗工作相應管理，而各查驗機構的許可業務項目如表 6-2 所示，考量工程現場的複雜性，故選取服務項目大於 5 項以上、有碳足跡認證經驗、可以配合期程的公司為主。環境部公告之碳足跡查驗機構有 7 家(表 6-3)，研究團隊電洽符合 2 種盤查標準的查驗機構單位，然而各機構業務排程已滿，經多次協商後，法標(原名艾法諾)同意擔任本專案盤查之第三方驗證單位。

表 6-1 環境部公告合格查驗機構

序	公司	英文	環署溫驗字	有效期限
1	台灣衛理國際品保驗證股份有限公司	BV	第04015 號	至2025/10/24 止
2	立恩威國際驗證股份有限公司	DNV	第01015 號	至2025/08/19 止
3	新加坡商英國標準協會集團私人有限公司臺灣分公司	BSI	第10014 號	至2025/07/01 止
4	英商勞盛股份有限公司台灣分公司	LRQA	第02011 號	至2025/12/16 止
5	台灣檢驗科技股份有限公司	SGS	第05015 號	至2025/09/07 止
6	艾法諾國際股份有限公司	AFNOR	第07010 號	至2025/12/29 止
7	台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司	TUVRh	第11002 號	至2025/04/15 止
8	財團法人金屬工業研究發展中心	MIRDC	第12002 號	至2025/06/26 止
9	財團法人工業技術研究院(量測技術發展中心)	ITRI(CMS)	第14001 號	至2025/08/25 止
10	財團法人台灣大電力研究試驗中心	TERTEC	第13002 號	至2025/11/23 止
11	財團法人台灣商品檢測驗證中心	ETC	第18001 號	至2025/06/26 止
12	財團法人精密機械研究發展中心	PMC	第16001 號	至2026/04/11 止
13	台灣德國北德技術監護顧問股份有限公司	TUVNORD	第17001 號	至2026/04/11 止
14	財團法人中國生產力中心	CPC	第15001 號	至2025/12/22 止
15	亞瑞仕國際驗證股份有限公司	ARES	第 19001 號	至2026/03/22 止

表 6-2 合格查驗機構的許可業務項目

查驗類別A	BV	DNV	BSI	LRQA	SGS	AFNOR	TUVRh	MIRDC	ITRI (CMS)	ARES	TERTEC	ETC	PMC	TUV NORD	CPC
AA能源產生及輸配	V	V	V	V	V	V					V				
AB石油煉製		V													
AC化學材料/製品製造	V	V	V	V	V	V			V	V		V			
AD金屬製造	V	V	V		V	V	V	V		V		V	V	V	V
AE非金屬礦物製品製造	V	V	V		V	V									
AF電子零組件製造	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V			V	
AG能源使用	V	V	V		V	V					V	V			V
AH其他設備製造	V	V	V				V	V			V	V	V		
AI農、林、漁、牧															
AJ廢棄物處理與處置		V	V		V										
AK運輸	V	V	V		V										
AL用電生產及服務	V	V	V												
AM碳捕集、利用與儲存															
AN其他															
查驗項目	9	11	10	3	8	6	3	3	2	3	4	4	2	2	2

表 6-3 環境部公告合碳足跡查驗機構

序	公司	英文	核准日期
1	新加坡商英國標準協會集團私人有限公司臺灣分公司	BSI Taiwan	2015/12/14
2	台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司	TUV Rheinland Taiwan Ltd	2015/12/14
3	台灣衛理國際品保驗證股份有限公司	Bureau Veritas Certification	2015/12/14
4	台灣檢驗科技股份有限公司	SGS	2015/7/6
5	艾法諾國際股份有限公司	AFNOR Asia Ltd.	2023/6/21
6	財團法人農業科技研究院	Agricultural Technology Research Institute (ATRI)	2024/6/26

資料來源:<https://cfp-calculate.tw/cfpc/Carbon/WebPage/OrganizationApplyList.aspx>

(二)配合查驗單位提供定期與抽驗修改文件

碳足跡盤查是指在產品或工程在生命週期中所產生的溫室氣體排放量，從原料採集、生產、運輸、使用到最終處理等階段都包含在內。了解碳足跡盤查不僅可以幫助農村水保署識別減碳機會，也有助於提升農村水保署的環保形象並符合日益嚴格的環保法規。本計畫將配合查驗單位艾法諾提供定期與抽驗文件，並協助修改工程碳盤查相關文件，因此須先了解艾法諾的盤查查驗流程和須繳交項目，使本工項得以完成。

1. 艾法諾查驗前資料準備文件審查至少應提供下列文件：

- (1)溫室氣體聲明(或以報告書之形式提出)。
- (2)溫室氣體盤查清冊(若為依據法規進行申報上傳者，應使用主管機關規定之格式)。
- (3)盤查相關管理程序，內容至少應包括：
 - A. 溫室氣體資訊管理程序
 - B. 文件保留及記錄保存程序

- C. 基準年重新計算程序
- D. 水保工程區配置圖(用以確認排放源位置)。
- E. 產品、能源與物料等製程相關資訊(瞭解公司本質、範圍與複雜度)。
- F. 資訊彙總流向(盤查清冊中資訊經由哪些人員或電腦系統彙總)。

(4)內部查驗程序與其相關表單或紀錄。

本團隊會配合查驗單位提供定期與抽驗文件，並協助修改工程碳盤查相關文件。

(三)艾法諾碳足跡盤查查驗流程

艾法諾碳足跡盤查查證流程如下，包含文件審查、策略評估與風險分析和現場查證3個步驟，說明查證的標準與等級、說明碳排數據來源的風險、進行現場查證作業。

- 1.文件審查：重點在標準符合度與保證等級確認，不涉及排放量確認。
- 2.策略評估與風險分析：主要確認各項排放源之數據蒐集方式與風險，進行後續抽樣計畫之安排。
- 3.現場查證：重點在現場確認各項數據佐證與排放量計算之合理性。

ISO14067 詳細的查證流程如下，可分為兩個階段，第一階段包含和第二階段，詳細說明如下。

(四)第一階段審查

- 1.界定範圍：巡廠、生命週期階段、PCR/研究報告、碳足跡評估目的與範圍、功能單位、系統邊界與截斷準則、數據蒐集期間、敏感度分析、製程地圖與分配原則、生命週期闡

釋、碳足跡報告、關鍵性審查。

2. 資料蒐集、品管與報告：原料階段、製造階段、配送階段、廢棄階段：排放源項目、數據蒐集與品質、數據的驗證、投入與產出過程、分配、排放係數引用、GWP。
3. 查證作業：查證公司進場查證，查證小組討論、資料彙整、結束會議。

(五) 第二階段審查

1. 初期問題處置：第一階段問題改善確認
2. 中期報告產製：CFP報告書、製程地圖、生命週期闡釋、敏感度分析
3. 後期成果確認：清冊、報告書最終確認、結束會議

第二節 協助碳盤查取得碳足跡查證聲明書

本計畫選定榮獲金質獎的「種瓜坑野溪復育工程」之第二期工程—「種瓜坑支流野溪改善工程」為試辦區，辦理系統性碳足跡盤查，於113年4月25日邀請主辦機關—農村水保署、工程執行單位—農村水保署南投分署，設計監造單位—亞際工程技術顧問有限公司，施工單位—宇正營造有限公司，碳足跡盤查輔導單位—國立中興大學，第三方查驗機構—法標國際認證有限公司（前身為艾法諾國際股份有限公司），以及地主共同參與啟始會議(圖 6-1)，簽署合作文件、工作會議與溝通協調機制。

水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫

簽到表

113 年度水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫起始會議

主旨:設定碳盤查輔導及查驗目標暨確認參與供應商

輔導查驗目標:種瓜坑支流野溪改善工程

日期:2024/04/25 下午 14:30

地點:中興大學水土保持系 1 館 2 樓 L215 會議室

與會單位	簽名欄
農村水保署	吳蕙雯 錢貞佑 劉哲弘 南根分署:李秉修
地主代表	許永春 邱永隆
顧問團隊	林為鈞 邱永隆 謝明智
員團 (國際檢驗認證)	劉哲弘
亞際工程技術顧問公司	何雨政 張沛麟
宇正營造	林為鈞 張沛麟
中興大學	詹勳全 吳哲軒 → 宿顏 李國訓

農業部農村發展及水土保持署

113 年度水土保持工程碳盤查輔導及查驗送審計畫

種瓜坑支流野溪改善工程

水土保持工程碳足跡示範團隊
啟始會議

[時間]113年4月25日(四)14:30~16:30

[地點]國立中興大學水土保持學系
一館2樓L215會議室

主管機關:農業部農村發展及水土保持署

代表人:洪政義

設計監造:亞際工程技術顧問有限公司

代表人:張沛麟

施工廠商:宇正營造有限公司

代表人:林為鈞

輔導單位:國立中興大學

代表人:詹勳全

查證單位:艾法諾國際股份有限公司

代表人:劉哲弘





圖 6-1 種瓜坑碳足跡盤查啟始會議

艾法諾國際股份有限公司於本會議中說明認證流程(圖 6-2)，本輔導團隊說明後續資料收集方式說明(圖 6-3)，並於本會議中與地主代表、顧問團進行溝通與交流，期能如期、如質完成本計畫案。



圖 6-2 驗證單位介紹認證流程



圖 6-3 資料收集方式說

本專案的盤查報告書陳列於附錄五中，而提供做為文審的簡報為附錄六。本計畫各階段查證結果如下所述，圖 6-4 為第一階段查證結

果；圖 6-5 為第二階段查證結果；圖 6-6 為查證審查結果通知書；圖 6-7 與圖 6-8 分別為 113 年 5 月中旬取得之碳足跡查證聲明書的第一頁與第二頁。



碳足跡第一階段查證結果

組織名稱：農村發展及水土保持署

此次查證中的意見或問題記錄

第一階段現場查證結果(*以下內容參照不符合報告)如下
不符合事項(矯正措施要求)： 6 項；觀察事項(澄清要求)： 0 項；建議事項(後續行動要求)： 0 項

查證協議資訊變更：☒無變更 ☐查證協議變更。請說明：

其他意見：無。

主導查證員建議

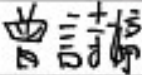
第二階段查證執行

☐ 未發現相關問題，按原訂計畫執行第二階段查證。

☒ 本階段所發現之問題不影響第二階段查證。

☐ 現場查證人天或第二階段查證日期需調節。說明：

☐ 目前的情況無法決定。

主導查證員(簽名)： 

日期：2025 年 3 月 13 日

查證員/技術專家/觀察員/見證員(簽名)：

上述第一階段查證觀點之客戶決定

上述總結，受查證組織希望

☐ 未發現相關問題，按原訂計畫執行第二階段查證。

☒ 維持查證日期，並能於第二階段查證前解決所關注的重點。

☐ 與查證機構聯繫，重新安排第二階段查證日期。

組織代表已做了上述決定(簽名) 

日期：2025 年 3 月 13 日

INST-23-3 25-Dec-2024

page 1 of 3

法標國際認證股份有限公司

圖 6-4 第一階段查證結果



碳足跡第二階段查證結果

組織名稱：農村發展及水土保持署

本階段查證結果說明

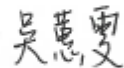
不符合事項數量	第 1 階段	6	第 2 階段	0
觀察事項數量	第 1 階段	0	第 2 階段	0
建議事項數量	第 1 階段	0	第 2 階段	0

不符合事項與觀察事項，是否已於第二階段前完成改正？ ☒ 是 ☐ 否 (待組織回覆矯正措施審查)
☐ 無相關發現

查證協議資訊變更	☒ 無變更 ☐ 查證協議變更。 請說明：
保留意見	無。
其他說明	無。

受查組織
 組織代表承認並瞭解只有驗證決定委員會能決定是否頒予查證聲明。組織代表亦接受查證結果以及不符合報告的內容。組織代表亦能陳述對此次查證不滿意之處。

日期：2025 年 3 月 22 日

組織代表簽名處： 

查證機構
 考慮到文件呈現方式、查證的場址，以及對問題的回應，主導查證員的簽名並不表示查證小組的查證人員或查證機構須負責意外事件或在查證程序發生後其客戶所造成的錯誤。

日期：2025 年 3 月 22 日

第二階段查證機構人員簽名處：
 (查證小組/技術專家/觀察員/見證員)

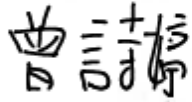


圖 6-5 第二階段查證結果



驗證/查證審查結果通知書

Review result notification

File No. TH25-111

日期Date: 114 年(Y) 4月(M) 14日(D)

敬致 公司/單位名稱：農業部農村發展及水土保持署

To Company: Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

管理代表/負責人：李鎮洋 署長

Management Representative/Responsible person

審查結果：

Review Result:

貴公司於 ST1 2025 年 3 月 12.13 & ST2 3月23 日執行 ISO 14067:2018 驗證/查證審查，經本公司審查結果如下：(打✓者)

Your company conducted ISO 14067:2018 certification review on ST1 2025/3/12.13 ST2 3/23, the review result by us is as below (see ✓)

■ 矯正措施符合驗證標準要求。

Corrective actions conform to certification requirements

☐ 現場稽核未發現不符合項目。No nonconformity is found at on-site audit

經驗證決定小組核定 Determined by the certification decision team:

☐ 予以發證。Acceptance of issuing certificate

■ 此次驗證通過，證書持續有效。

This certification is completed, and maintain the effectiveness of certificate

☐ 經現場查核，尚未符合驗證標準要求，本公司需再赴現場進行複查，複查計畫將另行通知。

By on-site check, still in non-compliance with certification requirements, our company needs to revisit on site and revisit plan will be notified later.



法標國際認證股份有限公司

AFNOR Asia, Ltd.

驗證經理 Certification Manager

圖 6-6 查證審查結果通知書

afaq

Certificate

Certificat

碳足跡查證聲明書

THCFP25111.01-00

農業部農村發展及水土保持署

查證準則：ISO 14067：2018

產品/服務名稱：種瓜坑支流野溪改善工程

功能單位：1 件

宣告單位：1 件

生產/服務地址：南投縣國姓鄉種瓜坑野溪第一處北緯 23.974192° 東經 120.884217°

第二處北緯 23.971894° 東經 120.884665°

查證範圍：農業部農村發展及水土保持署於南投縣國姓鄉種瓜坑野溪第一處及第二處

盤查期間：自 2024 年 05 月 14 日至 2025 年 02 月 28 日

系統邊界：搖籃到墳墓

查證數據：

每功能單位排放量 (CO ₂ e)	原料階段 (CO ₂ e)	施工建造階段 (CO ₂ e)	管理營運與 使用階段 [±] (CO ₂ e)	單位：公斤二氧化碳當量
				生命終結 處理階段 [±] (CO ₂ e)
62347.3568	16086.2746	44348.4865	0.0000	1912.5957
(100.00%)	(25.80%)	(71.13%)	(0.00%)	(3.07%)

AFIOR Asia Ltd - 法國國際認證股份有限公司-20F-2, No. 102, Chung-Ping Road, Taoyuan, 330, Taiwan R.O.C.
T: + 886 3 220 0066 - F: + 886 3 220 7889 - No. 29039712 - <http://international.afior.com/en/>

afior
GROUPE

215-2024/00

圖 6-7 碳足跡查證聲明書(第一頁)



Certificate

Certificat

查證意見

法標國際 (AFNOR ASIA) 確認上述單位之碳足跡主張係根據協議之查證準則規範的溫室氣體評估與報告予以準備，並公正地呈現溫室氣體數據及相關資訊，查證數據為合理量測及計算，查證結果發現並未違反實質性限制，盤查數據為合理保證等級。

碳足跡研究報告書版次：第 4 版；日期：2025 年 03 月 22 日

碳足跡盤查清冊版次：第 4 版；日期：2025 年 03 月 22 日

碳足跡查證總結報告版次：第 1 版；日期：2025 年 03 月 23 日

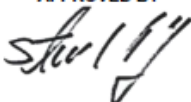
查證作業實施日期：2025 年 03 月 12 日、03 月 13 日及 03 月 22 日

查證聲明書核發日期：2025 年 04 月 15 日

查證聲明書有效期間：2025 年 04 月 15 日至 2027 年 04 月 14 日

保留限制：無

APPROVED BY



Steven Huang
Director for Certification
ON BEHALF OF
AFNOR ASIA

113-2024/00

AFNOR Asia Ltd - 法標國際認證股份有限公司-20F-2, No. 102, Chung-Ping Road, Taoyuan, 330, Taiwan R.O.C.
T: +886 3 220 0900 - F: +886 3 220 7889 - No. 29099712 - <https://international.afnor.com/en/>



圖 6-8 碳足跡查證聲明書(第二頁)

第七章 結論與建議

第一節 結論

農村水保署為能整體且精準掌握水土保持工程的碳排放量，除發展專用的減碳指引-「農村水保工程減碳作業指引」外，尚選定「種瓜坑支流野溪改善工程」進行系統性工程的碳足跡盤查，並委由第三方查驗機構認證，藉以釐清水保工程在工程生命週期各個階段的碳排量和熱點，作為未來水保工程精準減碳之依據。

本計畫選定榮獲金質獎的「種瓜坑野溪復育工程」之第二期工程—「種瓜坑支流野溪改善工程」為試辦區，辦理系統性碳足跡盤查，並委由第三方查驗機構進行認證，同時比對其碳排放量與詳細價目表中碳排精算法之差異。「種瓜坑支流野溪改善工程」經實地盤查，其碳足跡為 62,347 kgCO₂e，並獲得國際認證之碳足跡查證聲明書；與農村水保署公告之詳細價目表碳排精算法推估之碳排放量 64,509 kgCO₂e 相較，僅有 3% 差異。此結果顯示透過實地碳盤查作業可有效驗證碳排數據之合理性與可信度，進而提供未來推動野溪治理及精準碳管理策略的量化依據，以實現實質減碳效益。

第二節 建議

施工階段的節能減碳方法，主要以採用低耗能工法為主。施工階段由工程的碳排來源種類切入，探究施工階段的工程項目，由於該階段主要碳排來源為機具操作、能源消耗、運輸距離等，因此提出運具類的節能減碳、能源類的減碳方法、提升機具效能的減碳方法、土方

工程的減碳方法、縮短運距的減碳方法。在短期策略中主要考量施作過程的流暢度、施工機具與人員的調度以及植被與環境維護，該階段需要學習機具操作的耗能碳排以及土地使用和植生復育碳匯的相關知識，並且確實做好在工程現地減廢。在往後中、長期逐步加強碳匯的技術和比例，更換低耗能機具和使用綠電進型電力補充等。

營運階段的節能減碳方法，包含維護營運與巡視評估，做好定期維護保養和巡視通報，以及修復翻新和延壽方案相關評估。短期策略在資料確實詳細入庫，做好定期保養，剛完工、功能正常和在使用年限內的工程不需要進行修復翻新或延壽方案評估。在往後中、長期以永續概念來管理，著重於當地人員和民眾資源，人人做好愛惜公物、環境維護，尤其是工程措施、綠色植被的維護等，將能延長水土保持工程使用年限。

廢棄階段的節能減碳方法，指廢棄物處理或工程生命週期最終處置，例如即將除役或損壞廢棄的工程，部分工程會進行變更用途的可行性評估，若判定不可行或無必要性，則研擬退場與拆除後之廢物再利用機制，並依國際間常用之節能減碳評估辦法與指標，結合本土化作業辦法發展，針對工程進行效益檢討與回饋，以達環境永續利用的願景。

表 7-1 種瓜坑支流野溪改善工程之詳細價目表碳排計算

項次	項目及說明	單位	單價(元)	數量	複價(元)	階段	Pcces 編碼	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	碳排放量 (kgCO ₂ e)	有碳排放係數 之工項 複價(元)
一.1	土方工程									
一.1.1	構造物開挖，普通土，機械挖	M3	67.5	3794.4	256122	施工	0231600703	2.51	9523.944	256122
一.1.2	構造物開挖，硬岩，機械挖	M3	260	474.3	123318	施工	0231650703	5.88	2788.884	123318
一.1.3	構造物開挖，軟岩，機械挖	M3	175	474.3	83002.5	施工	0231640703	2.781	1319.028	83002.5
一.1.4	土方工作，填方	M3	29	3263	94627	施工	02300D0003	0.785	2561.455	94627
一.1.5	餘方近運利用，回填材料運移	M3	48	203	9744	施工	0232300003	1.989	403.767	9744
一.2	土木工程									
一.2.1	產品，預拌混凝土材料費，210kgf/cm ²	M3	3376	0	0	材料	0331025003	384.285	0	0
一.2.2	混凝土澆注費(含運費)	M3	48	0	0	施工	03310000Z3	0.138	0	0
一.2.3	混凝土小搬運	M3	19	0	0	施工	01271A0A03	10.472	0	0
一.2.4	鋼筋，SD280	T	33750	0	0	材料	0321030005	835	0	0
一.2.5	鋼筋加工及組立(鋼筋另計)	T	1900	0	0	施工	0321030045	5.12	0	0
一.2.6	既有構造物拆除	M3	482	623	300286	施工	0335080002	24.534	15284.68	300286
一.2.7	拋石	M2	241	2910	701310	施工	0238100003	5.352	15574.32	701310

表 7-1 種瓜坑支流野溪改善工程之詳細價目表碳排計算

項次	項目及說明	單位	單價(元)	數量	複價(元)	階段	Pcces 編碼	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	碳排放量 (kgCO ₂ e)	有碳排放係數 之工項 複價(元)
一.2.8	砌石	M2	386	110	42460	施工	02386B0002	8.358	919.38	42460
一.2.9	外購塊石，含運費(長 徑:80~120cm 佔 80% 以上)	M3	1350	1375	1856250	材料	02381A0013	4.345	5974.375	1856250
一.2.10	外購塊石，含運費(長 徑:50~100cm 佔 80% 以上)	M3	1158	1811	2097138	材料	02381A0013	4.345	7868.795	2097138
一.2.11	外購塊石，含運費(長 徑:30~60cm 佔 80%以 上)	M3	965	85	82025	材料	02381A0013	4.345	369.325	82025
一.2.12	生態護坡，稻草蓆敷 蓋(含草籽)	M2	19	400	7600	材料	0237140002	0.32	128	7600
一.2.13	樹木補植，種植工 作，含養護及運費， 喬木類(含技術指導)	株	6319	50	315950	碳匯	0293110000	*-250.838	*-12541.9	315950
一.2.14	營建廢棄物處理	M3	965	0	0	廢棄	0212000033	36.737	0	0
一.2.15	§ 10~20 圓木	M	579	384	222336	材料	0246103001	1.702	653.568	222336
一.2.16	混凝土碎石塊回填	M3	640	1900	1216000	廢棄	0231710003	0.393	746.7	1216000
一.3	臨時防災設施									
一.3.1	臨時擋排水費	式	54505	1	54505	施工	02240A0000	N		

表 7-1 種瓜坑支流野溪改善工程之詳細價目表碳排計算

項次	項目及說明	單位	單價(元)	數量	複價(元)	階段	Pcces 編碼	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	碳排放量 (kgCO ₂ e)	有碳排放係數 之工項 複價(元)
一.3.2	臨時沉砂池	座	7620	1	7620	施工	0223029004	N		
一.3.3	臨時擋土樁設施，鋼軌樁 50kg/m， (L=4m，間距=100cm)	M	965	10	9650	材料	0225500009	N		
一.4	雜項工程									
一.4.1	施工測量，鄰近樁位 檢測，導線測量	式	7700	1	7700	施工	01725C0004	0	0	7700
一.4.2	機具搬運及運雜費	式	7000	1	7000	施工	0127140004	N		
一.4.3	新舊構造物銜接費	式	14400	1	14400	施工	01510C7004	N		
一.4.4	臨時設施，施工便道	M	475	100	47500	施工	0151080001	3.925	392.5	47500
一.4.5	排水改善費	式	17300	1	17300	施工	0151056001	0	0	17300
一.4.6	既有水井保護	個	19290	3	57870	施工	01572C0004	N		
一.4.7	鋼筋間隔器、保護(直 徑 15cm)	個	14	180	2520	材料	0157413804	0	0	2520
二	環保安衛費	式								
二.1	環境保護費	式	65287.63	1	65287.63	行政	01572G0004	0	0	65287.63
二.2	安全衛生費	式	82050.67	1	82050.67	行政	0157400004	0	0	82050.67

表 7-1 種瓜坑支流野溪改善工程之詳細價目表碳排計算

項次	項目及說明	單位	單價(元)	數量	複價(元)	階段	Pcces 編碼	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	碳排量 (kgCO ₂ e)	有碳排放係數 之工項 複價(元)
三	施工品質管理費(分段計價)	式	101888.4	1	101888.4	行政	0145000004	0	0	101888.4
四	廠商利潤、管理及保險費(分段計價)	式	660350	1	660350	行政	01271G0004	0	0	660350
五	廠商營業稅(施工費,環保安衛費,施工品質管理費,廠商利潤、管理及保險費合計之 5% 計)	式	427190	1	427190	行政	01271BA004	0	0	427190

表 7-2 種瓜坑支流野溪改善工程之工程總碳排放量

工程類型	單位經費碳排放量 (tonCO ₂ e/萬元)	核定經費 (萬元)	工程碳排放上限 (tonCO ₂ e)	碳排放上限使用的 工程物價指數 和減碳目標 參數由分署統一公告	STEP1	輸入核定經費(必需完成)	
野溪治理	0.6447	897.10	477.545			核定經費(千元)	8971
(年度工程碳排放上限=工程總經費(萬元)/工程物價指數*類型碳排放係數*減碳目標)							
(1)	工程碳排放上限計算(tonCO ₂ e):			477.545			
					STEP2	請將精算表3個數據填入	
						①	8971000 發包工程費(元)
	發包工程費(元)	8,971,000	已知碳排放的經費(元)	8819955		②	64508.7 碳排放量合計(kgCO ₂ e)
(2)	解算率	發包工程費(萬元)		897.10		③	8819955 有碳排金額合計(元)
(3)		已知碳排放係數工項的經費(萬元)		882.00			
(4)		工程經費碳排放解算率(%)		98.32			
(5)	過低原因說明						
(6)	詳細價目表之碳排放量	已知碳排放係數工項的碳排放量(tonCO ₂ e)		64.509			
(7)		未知碳排放工項的經費(萬元)		15.10			
(8)		未知碳排放工項的碳排放量(tonCO ₂ e)		8.931			
	(未知碳排=工程總經費(萬元)/工程物價指數*類型碳排放係數)						
(8)		總碳排放量		73.440	STEP3	將數據貼到檢核表	
(9)	綠碳總量	詳看 "碳匯"工作表，需自行輸入最終值		0.000			
		(1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e)	(8)總碳排放量(tonCO ₂ e)				
		477.545	73.440				
		自動判別	相減 (1) - (8)	404.105			
評估	請勾選	1	到Word檔案勾選				
1	☐ (1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e) > (8)總碳排放量(tonCO ₂ e)，此工程達標，核定通過						
2	☐ (1)工程碳排放上限(tonCO ₂ e) < (8)總碳排放量(tonCO ₂ e)，此工程不達標，進行超量處置						

表 7-3 詳細價目表之碳排占比

項目	複價 (萬元)	含碳排金 額 (萬元)	已知碳排量 (tonCO ₂ e)	未知碳排量 (tonCO ₂ e)	合計碳排量 (tonCO ₂ e)	占比 (%)
行政	133.677	133.677	0.000	0.000	0.000	0.000
材料	427.752	426.787	14.994	0.571	15.565	21.193
施工	182.476	168.337	48.768	8.363	57.131	77.790
碳匯*	31.595	31.595	0.000	0.000	0.000	0.000
廢棄	121.600	121.600	0.747	0.000	0.747	1.017
總計	897.100	881.996	64.509	8.934	73.443	

表 7-4 碳足跡盤查之碳排來源

工程生命週期	群組	名稱	碳足跡 (kgCO ₂ e)	百分比 %
原料取得階段	材料	木樁	653.5680	1.05
原料取得階段	材料	石材	15121.3400	24.25
原料取得階段	材料	稻草蓆	128.0000	0.21
原料取得階段	材料	樟樹	*-2847.00	0.00
原料取得階段	材料	台灣欒樹	*-3260.89	0.00
原料取得階段	材料	茄苳	*-3260.89	0.00
原料取得階段	材料	光臘樹	*-1848.00	0.00
原料取得階段	輔助項	發電機抽野溪水	32.9000	0.05
原料取得階段	輔助項	挖土機進場	20.8552	0.03
原料取得階段	輔助項	搬運車進場	14.6720	0.02
原料取得階段	能源	原料階段來料運輸-陸運(TKM)	114.9394	0.18
施工建造階段	能源	施工用柴油	39217.3072	62.90
施工建造階段	能源	能源來料運輸-陸運(TKM)	5131.1793	8.23
廢棄處理階段	廢棄物	混凝土碎石塊回填	1792.4007	2.87
廢棄處理階段	排放	製造階段廢棄物清除運輸-陸運(TKM)	0.0000	0.00
廢棄處理階段	廢棄物	土包袋	49.0500	0.08
廢棄處理階段	排放	化糞池逸散	71.1450	0.11

表 7-5 碳足跡盤查之碳排占比

生命週期階段	碳足跡 (tonCO ₂ e)	百分比 %
材料階段	16.0863	25.80
施工階段	44.3485	71.13
使用階段	0.0000	0.00
廢棄階段	1.9126	3.07
合計	62.3474	100.00

參考文獻

1. 「產品與服務碳足跡計算指引」環境部(2010)。
2. 「揭露碳足跡帶動低碳思維風潮—以盟鑫工業為例」，綠基會通訊 P.13-15 (2012)。
3. 「工程碳足跡評估及盤查實務 以加勁路堤為例」，鄭恆志等(2014)。
4. 「牛欄山上游野溪整治工程碳排放量估算及盤查」，農業部農村發展及水土保持署(2014)。
5. 「萬得野溪整治工程碳排放量估算及盤查」，農業部農村發展及水土保持署(2014)。
6. 「龍蛟溪野溪整治六期工程碳排放量估算及盤查」，農業部農村發展及水土保持署(2014)。
7. 「水土保持工程碳排放估算方法之建立與工程碳管理作業試辦」農業部農村發展及水土保持署(2015)。
8. 「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」，環境部(2016)。
9. 「蘇花改東澳東岳段新建工程(A3 標)排碳特性分析及減碳成效」邵厚潔、許珮蒨、鄭維祐(2017)，地工技術，No.152，P55-64。
10. 「西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程委託工程碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作」，交通部公路局(2018)。
11. 「工程碳足跡盤查發展及成果介紹-以臺 9 線南迴公路安朔草埔段為例」陳保展、黃炳勳、蔣啟恆、劉珊、湯允中、許肇安等(2017)，土木水利，Vol.44,No.3，P.28-41。
12. 「西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程委託工程碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作」，交通部公路局西部濱海公路南區臨時工程處(2018)。
13. 「南迴公路拓寬改善計畫安朔草埔段隧道設計特色與施工精進作為」交通部公路局(2018)，中華技術，No.119，P.68-87。
14. 「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服

- 務工作」，交通部公路局(2018)。
15. ISO14064-1，ISO(2018) <https://www.iso.org/standard/66453.html>.
 16. ISO14067，ISO(2018) <https://www.iso.org/standard/71206.html>.
 17. ISO14064(溫室氣體排放查證/確證)，bsi。
 18. 「產品碳足跡管理要點」，環境部(2020)。
 19. 「水土保持防砂設施減碳策略研擬計畫」，農業部農村發展及水土保持署(2022)。
 20. 「碳足跡排放係數資料」，環境部(2022)。
 21. 「碳足跡標準 ISO14067、14064 是什麼？認證步驟一次看」，遠見雜誌(2022)。
 22. 「112 年度水土保持工程減碳策略研擬計畫」，農業部農村發展及水土保持署(2023)。
 23. 「做永續一定要懂的「3 組」數字:14064-1、14064-2、14067」，ETtoday 新聞雲。
 24. 「落實工程碳管理之作法」，許珮蒨(2023)。
 25. 「水土保持工程減碳參考指引」農業部農村發展及水土保持署(2023)。
 26. 「溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法修正條文」，環境部(2023)。
 27. 「農村水保工程減碳作業指引」農業部農村發展及水土保持署(2025)。
 28. 「113 年度水保設施碳排計算認證與減量效益執行檢核計畫」，農業部農村發展及水土保持署(2025)。