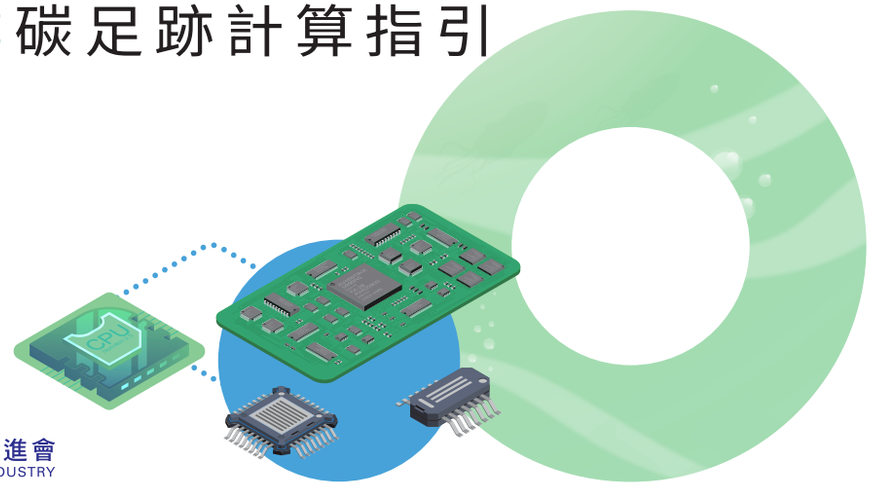


Guidelines for

Carbon Footprint Calculation

in the circuit board Industry

電路板產業碳足跡計算指引



財團法人資訊工業策進會
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

財團法人資訊工業策進會
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

電路板產業
碳足跡計算指引

Guidelines for Carbon Footprint Calculation
in the circuit board Industry



目 錄

1 序文

3 掌握最新永續指引：關於 EcoSphere 平台

4 第一章 前言

6 第二章 適用範疇

7 第三章 名詞定義

- 3.1 產品碳足跡相關術語
- 3.2 電路板產業相關術語

10 第四章 生命週期與碳足跡計算概念

- 4.1 生命週期概念介紹
- 4.2 PCB 產品生命週期
- 4.3 產品碳足跡相關國際標準與 PCR 概述
- 4.4 碳足跡計算流程說明

16 第五章 產品功能描述及生命週期流程圖繪製

- 5.1 產品類別規則 (PCR) 選擇指南
- 5.2 PCB 產品結構分類
  - 5.2.1 高密度互連板 (HDI)
  - 5.2.2 IC 載板 (IC Substrate)
  - 5.2.3 軟性電路板 (FPC)
- 5.3 單位宣告與功能單位
- 5.4 生命週期流程圖繪製實務
  - 5.4.1 流程圖繪製步驟
  - 5.4.2 繪製實務建議
  - 5.4.3 系統邊界設定說明
  - 5.4.4 案例：PCB 產品生命週期流程圖

24 第六章 碳足跡計算重要原則

- 6.1 分配原則
  - 6.1.1 分配原則的基本概念
  - 6.1.2 分配原則應用注意事項
  - 6.1.3 分配方法使用指引
  - 6.1.4 碳足跡分配實務案例
- 6.2 切斷原則
- 6.3 數據品質
  - 6.3.1 數據品質要求
  - 6.3.2 數據品質評分系統
  - 6.3.3 實施步驟
  - 6.3.4 數據品質分數計算
  - 6.3.5 數據品質計算實務案例
  - 6.3.6 一級數據占比（Primary Data Share, PDS）
  - 6.3.7 關鍵物料的係數來源建議

42 第七章 原料取得階段盤查實務

- 7.1 範圍定義
- 7.2 數據收集項目及要求
- 7.3 特殊情況處理
  - 7.3.1 原料來自多家供應商的處理方法
  - 7.3.2 回收材料的處理
- 7.4 計算方法
- 7.5 計算範例

50 **第八章 製造階段盤查實務**

8.1 範圍定義
8.2 數據收集項目及要求
8.3 特殊情況處理
8.3.1 季節性生產的考量
8.3.2 新產品或生產線的處理
8.3.3 定期維護和大修的影響
8.3.4 廢棄物處理的考量
8.4 計算方法
8.5 計算範例

58 **第九章 文件記錄與數據查證**

9.1 文件記錄和文檔
9.2 內部查證流程
9.3 外部查證要求
9.4 盤查實務範例

63 **第十章 結論**

附錄一 適用之 PCB 製造商品分類編號 CCC code
附錄二 碳足跡係數資料庫使用說明
附錄三 碳足跡計算報告目錄
附錄四 電路板產品常見係數來源

備註：本指引係以 ecoinvent 資料庫當前可取得之最新版爲基準編製；未來如有新版發布，請一律以使用當時之 ecoinvent 最新正式版本及其說明文件爲準。

表目錄

6 表 1 適用之 PCB 製造商品分類編號 CCC code
59 表 2 內部查證重點項目表
60 表 3 外部查證準備文件清單
62 表 4 ISO 14067 產品碳足跡盤查執行計畫

圖目錄

12 圖 1 PCB 產品生命週期流程與碳排邊界示意圖
17 圖 2 PCB 產業產品類別規則參照範例
18 圖 3 PCB 產品製程流程示意圖

推薦序



台灣電路板產業歷經數十年發展，憑藉完整的產業聚落、穩健的製造能力、緊密的供應鏈體系與持續精進的技術實力，在全球電子資訊供應鏈中建立關鍵地位。台灣電路板協會（TPCA）自 1998 年成立以來，始終以凝聚產業共識、促進技術交流、推動產業升級及提升國際競爭力爲使命，陪伴產業共同面對不同階段的挑戰與轉型。2025 年我國 PCB 產業產值達新台幣 9,152 億元，全球市占率達 31.5%，排名全球第二，展現台灣電路板產業在國際市場中的重要地位。隨著 AI、高速運算、通訊、車用電子及高階電子應用快速發展，電路板已成爲支撐先進電子產業不可或缺的基礎。同時，淨零碳排已成爲國際共同目標，品牌客戶對供應鏈碳資訊揭露、產品碳足跡及減碳績效的要求日益提高。未來企業的競爭力，不僅來自品質、技術、良率與交期，更取決於能否建立可信、透明且持續精進的碳管理能力。

面對此一趨勢，TPCA 自 2022 年起與資策會合作推動產業淨零相關計畫，透過企業輔導、碳管理能力建置及實務經驗累積，協助業者因應國際供應鏈要求，並持續關注中小企業在人才、資源及碳盤查能力上的需求。2023 年起，協會發布《台灣 PCB 產業低碳轉型策略》，並逐年追蹤產業碳排現況、減碳進展及重要議題，提供業界推動低碳轉型的重要參考。2025 年更進一步發布《PCB 廠務設施與製程設備節能減碳指引》，從設備節能、製程改善及低碳技術導入等面向，協助業者掌握具體可行的減碳方向。

此次完成《電路板產業碳足跡計算指引》，正是在既有工作基礎上，進一步建立貼近產業特性的產品碳足跡計算方法與共同參考依據，協助企業降低摸索成本，提升碳資訊的一致性與可信度，並逐步將外部供應鏈要求轉化爲內部管理與技術能力。

本指引得以完成，特別感謝經濟部產業發展署長期以來的指導與支持，以及資策會專業團隊持續投入產業輔導、方法建置與實務推動。透過政府、法人與產業共同合作，讓低碳轉型由大型企業逐步延伸至中小企業與整體供應鏈，累積產業共同的轉型能力。

淨零轉型並非短期任務，而是需要整體產業鏈共同學習與持續投入的長期工程。未來，TPCA 將持續扮演產業溝通平台與轉型夥伴的角色，結合政策、技術與產業資源，陪伴業者穩健前行。期盼台灣電路板產業持續以創新技術、卓越品質與永續行動，鞏固在全球供應鏈中的關鍵地位，展現更具韌性與永續價值的國際競爭力。

台灣電路板協會
秘書長 [illegible]

推薦序



近年國際淨零轉型持續推進，產品碳足跡、供應鏈碳管理及永續資訊揭露等要求逐步深化，企業對碳資訊蒐集、管理與應用能力的重視程度亦持續提升。對台灣 PCB 產業而言，隨著國際品牌客戶逐步提高對產品碳足跡與供應鏈碳資訊的要求，如何建立可信、可追溯且可持續更新的碳資料，已成爲業者回應客戶需求及推動低碳轉型的重要課題。

PCB 產品類型多元、製程複雜，不同廠商在製程配置、資料取得及碳排計算方式上亦存在差異，使業者在實際執行產品碳足跡盤查時，經常面臨系統邊界、排　　放分配、活動數據蒐集及排放係數選用等實務問題。若缺乏一致且符合產業特性的計算原則，不僅增加企業盤查成本，也不利於後續碳資料的累積、比較與應用。

有鑑於此，在經濟部產業發展署支持下，資策會彙整產業實務經驗，編撰《電路板產業碳足跡計算指引》。指引依 PCB 產業特性歸納三大產品類型，建立相對明確的計算與分配原則，並提出常見排放係數之選用建議，期望將複雜的碳足跡計算要求，轉化爲業者易於理解、導入及管理的操作方法，協助企業逐步建立一致且具可追溯性的產品碳足跡資料基礎。

資策會長期扮演政府智庫與產業數位轉型推動夥伴的角色，致力於銜接政策方向、國際規範與產業實務需求。我們認爲，低碳轉型不應止於一次性的盤查與揭露，而應進一步將碳資料轉化爲可持續累積、更新、分析與應用的管理資產。期盼透過本指引，協助 PCB 業者從「算得出」逐步走向「管得好、用得上」，爲未來碳資料制度化、標準化與數位化奠定基礎，並使產品碳足跡管理從回應國際要求，進一步成爲企業推動數位治理與低碳轉型的重要能力。

財團法人資訊工業策進會
副執行長



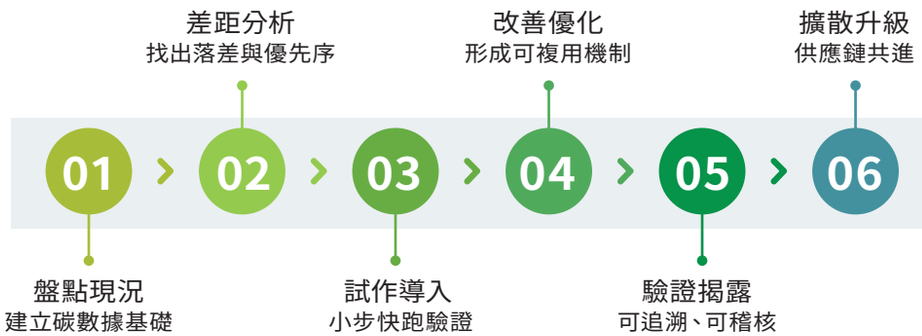
掌握最新永續指引：
關於 EcoSphere 平台

EcoSphere 因政府委辦計畫而生，並隨著電子資訊產業升級與低碳轉型需求而持續營運。我們長期投入 ESG 與產業淨零推動，聚焦半導體、面板、電子製造服務業與電路板等關鍵產業鏈，從「合規趨勢、方法指引、落地工具」三個層次，協助業者將永續要求轉化爲可執行、可驗證的改善路徑。面對國內外揭露稽核趨勢升溫，企業需要的不只是口號，而是清楚的指引、可參考的案例，以及能有效對接政府資源的入口。

因此，EcoSphere 將提供國內相關法規與政策推動的重點說明，作爲產業溝通與問題諮詢窗口，協助業者釐清規範要求、盤點導入落差與常見疑問；並以案例與實務經驗爲核心，持續沉澱「怎麼做、做到哪裡、如何驗證」的共通做法，讓不同規模的企業在低碳轉型與碳數據治理上更有依循。

低碳轉型推動路徑

常見推動路徑：可依企業現況選擇切入點，並逐步補齊至可驗證揭露



EcoSphere 也期待扮演政府計畫資源的介面，讓業者能更快找到適合的工具與支持、更準確掌握申請重點與導入步驟，降低摸索成本，加速從盤點到改善、從試作到擴散，推動整體產業鏈邁向更具競爭力的永續升級。

獲取最新碳足跡指引與永續資源
https://ecosphere.ideaschain.com.tw/

第一章 前言

面向 2025–2030 年，電路板 (PCB) 產業同時承受兩股結構壓力：其一，國際揭露規範推動從組織盤查走向產品碳足跡 (Product Carbon Footprint, PCF) 揭露；其二，品牌客戶已將「可比、可追溯、可驗證」的碳資料視爲供應鏈準入的基本標配。碳資料不再只是合規報表，而是企業競爭力與研發採購決策的共同語言。

在經濟部產業發展署指導與計畫支持下，資策會聯合產學研及業界，自 111 年起以 AI 伺服器、工業電腦、低軌衛星、高階智慧手機、車用電子、封裝載板與消費性電子等應用切入，建置 PCB 製程盤查模組並完成多場域驗證；方法對齊 GHG Protocol 與 ISO 14064/14067，資料治理銜接 WBCSD PACT，最終收斂爲 HDI 板、IC 載板與軟板三類產品的標準化盤查與計算機制。

爲因應多產品、多料號的實際生產情境，在此基礎上，本指引將追溯機制應用至 HDI 板、載板與軟板等三類產品結構，供產業依產品特性快速導入與調整，形成可重複、可擴展的產品碳足跡盤查模式。以下依照產品結構區分爲高密度互連板、IC 載板、軟板的 PCB 計算機制說明：

爲使前述計算概念與流程能有效落地至產業實務，本指引建立了可於不同 PCB 產品類型中套用的碳足跡追溯機制，以 ISO 14067 與相關產品類別規則 (PCR) 爲依據，結合標竿業者的盤查經驗，將產品碳足跡計算的關鍵活動、數據需求與分配原則，系統化整合爲可操作的作業框架。

本機制強調方法標準與數位轉型並重，更期望透過操作型盤查指引結合數位化工具，帶動 PCB 產業加速碳足跡盤查進程，協助企業以更高效率、更低人力成本完成盤查與驗證，並能及時滿足下游客戶的揭露要求。在共通架構下，產業將能建立堅實的低碳轉型基盤，既可回應合規與市場挑戰，也能推動下一階段的低碳材料開發、製程優化與循環應用落實，逐步形成可持續擴散的產業生態，進一步提升供應鏈的永續韌性與國際競爭力。

本手冊針對不同階段及需求的讀者提供以下閱讀建議：

1. 初次接觸產品碳足跡計算的讀者

建議先閱讀第三章「名詞定義」及第四章「生命週期與碳足跡計算概念」，以建立基本觀念。

接著參考第五章「產品功能描述及生命週期流程圖繪製」，了解如何開始規劃碳足跡計算專案。

最後建議依據欲計算的產品閱讀第七至十章，了解如何計算各階段的產品碳足跡。

2. 已開始執行但遇到分配問題的讀者

第 6.1 節「分配原則」提供詳細的分配方法指引。

特別注意 6.1.3「分配方法使用指引」中的排放源建議使用分配方法對照表。

參考 6.1.4 的案例了解實際應用方式。

3. 正在收集各生命週期階段數據與係數的讀者

第七至十章分別說明各生命週期階段的數據收集重點。

每章的「範圍定義」及「數據收集項目及要求」小節提供詳細的數據收集指引。

原料取得階段的碳足跡係數選用可以參考 7.2「數據收集項目及要求」。各章的「計算範例」展示如何運用收集的數據進行計算。

4. 準備進行內外部查證的讀者

參考第九章「文件記錄與數據查證」

- 包含必要文件紀錄內容
- 內部查證流程與重點
- 外部查證前之準備事項

第二章 適用範疇

適用高密度互連板 (HDI)、IC 載板、軟性電路板 (FPC)；其他板別 (多層剛性、軟硬結合板等) 可依本指引資料模型比照擴充。盤查邊界採 Cradle-to-Gate；涵蓋 Scope 1 (製程直接)、 Scope 2 (購電 / 蒸汽等) 與 Scope 3 上游 (原物料 / 製程關鍵排放)。下游運輸、使用與報廢非本機制基準範圍，需時可依同一辦法外延伸。PCB 製造依照我國行業統計分類，爲 C 大類 2630 細類。本指引適用之 PCB 製造商品分類編號 CCC code 如下所示：

表 1 適用之 PCB 製造商品分類編號 CCC code

編號	項目名稱
85340000116	硬質單面電路
85340000125	硬質雙面電路
85340000134	硬質多層電路
85340000205	軟質電路
85340000900	其他電路

第三章 名詞定義

3.1 ｜ 產品碳足跡相關術語

編號	名詞	說明
1.	產品碳足跡 (Carbon footprint of a product, CFP)	產品在整個生命週期中的溫室氣體排放總量，以二氧化碳當量 (CO_2e) 表示
2.	系統邊界 (System Boundary)	界定產品生命週期中納入計算的過程與活動範圍，明確定義哪些單元過程應包含在碳足跡評估中
3.	功能單位 (Functional Unit)	對產品功能的量化描述，包含產品性能與使用時間等關鍵特性。是進行生命週期評估最基本的參考單位
4.	宣告單位 (Declared Unit)	當無法完整定義產品功能時的替代參考單位，通常用於中間產品或組件
5.	標示單位 (Reference Unit)	用於標示或溝通產品環境績效的單位，通常是基於市場慣例或消費者易理解的單位
6.	二氧化碳當量 (Carbon Dioxide Equivalent, CO_2e)	將不同溫室氣體的氣候影響轉換爲相當於二氧化碳的量，作爲統一計算單位
7.	產品類別規則 (Product Category Rules, PCR)	針對特定產品類別制定的環境衝擊計算規則與要求，確保同類產品計算結果的一致性與可比較性
8.	一級數據 (Primary Data)	直接量測或現場收集的特定數據，如實際能源消耗紀錄、原物料使用量等
9.	二級數據 (Secondary Data)	來自文獻、資料庫或其他參考來源的一般性數據
10.	排放係數 (Emission Factor)	用於將活動數據轉換爲溫室氣體排放量的轉換因子
11.	分配 (Allocation)	將投入與產出的環境衝擊合理分配到不同產品或製程的方法
12.	切斷規則 (Cut-off Criteria)	決定是否將特定投入或產出納入系統邊界的量化標準

編號	名詞	說明
13.	數據品質 (Data Quality)	評估數據可靠性與代表性的指標，包含時間性、地理性、技術性等面向
14.	碳足跡查證 (Carbon Footprint Verification)	由第三方機構確認碳足跡計算結果符合相關標準與規範的程序
15.	生命週期盤查分析 (life cycle assessment,LCA)	收集並量化產品生命週期中所有投入與產出的過程
16.	全球暖化潛勢 (Global Warming Potential, GWP)	用於將不同溫室氣體轉換爲 CO_2 當量的轉換係數
17.	搖籃到墳墓 (Cradle-to-Grave)	涵蓋產品從原料取得、製造、配送、使用到最終處置的完整生命週期評估範圍
18.	搖籃到大門 (Cradle-to-Gate)	僅涵蓋從原料取得到產品出廠階段的部分生命週期評估範圍
19.	不確定性分析 (Uncertainty Analysis)	評估數據與方法選擇對碳足跡計算結果影響的分析方法
20.	敏感性分析 (Sensitivity Analysis)	評估關鍵參數變化對碳足跡計算結果影響程度的分析方法
21.	生命週期評估標準 (ISO 14040)	規範生命週期評估的原則與架構，包含目標與範疇界定、清冊分析、衝擊評估及結果解釋四大階段
22.	生命週期評估要求事項 (ISO 14044)	詳細說明生命週期評估的技術要求，包含數據收集、分配方法、敏感性分析等具體規範
23.	產品碳足跡量化標準 (ISO 14067)	專門針對產品碳足跡評估的國際標準，規範產品溫室氣體排放量化與揭露的要求

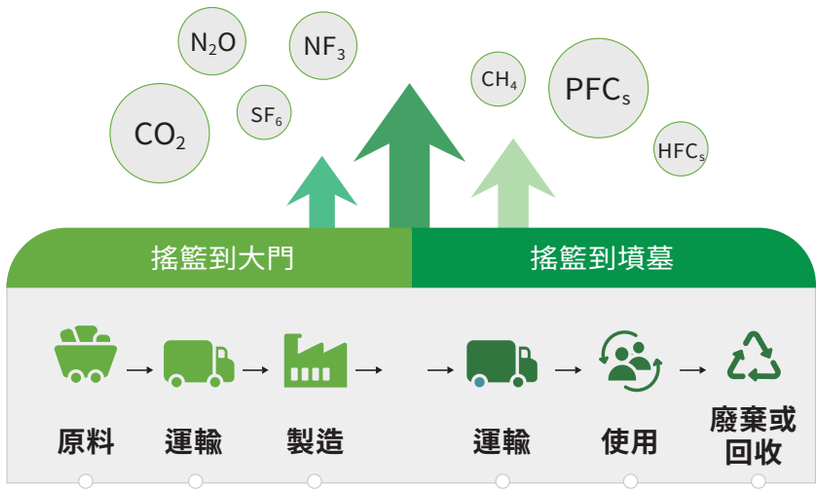
3.2 ｜ 電路板產業相關術語

編號	名詞	說明
1.	防潮包裝 (Moisture-proof Packaging)	防止電子元件受潮的特殊包裝方式
2.	積體電路 (Integrated Circuit, IC)	將衆多電子元件集成在單一半導體晶片上的電路，也稱爲微電路或晶片
3.	主動元件 (Active Components)	能產生、控制或轉換電能的電子元件，如二極管、電晶體、積體電路等
4.	表面黏著技術 (Surface Mount Technology, SMT)	將電子元件直接黏著在印刷電路板表面的組裝技術，是現代電子產品製造的主要方法
5.	印刷電路板 (Printed Circuit Board, PCB)	用於固定和連接電子元件的基板，提供元件間電氣連接的載體
6.	品質管制 (Quality Control, QC)	確保產品符合規格要求的檢測和控制過程
7.	被動元件 (Passive Components)	不會產生能量增益的基礎電子元件，如電阻器、電容器、電感器等
8.	清潔劑 (Cleaning Agent)	用於清潔 PCB 表面和電子元件的化學溶劑
9.	助焊劑 (Flux)	促進焊接過程，提高焊接品質的化學物質
10.	製程良率 (Yield Rate)	合格產品數量與投入生產總數的比率，是製造效率的重要指標
11.	電源供應器 (Power Supply Unit, PSU)	將交流電轉換爲直流電，供電子設備使用的裝置
12.	生產排程 (Production Scheduling)	安排和優化生產順序及資源分配的計畫
13.	測試治具 (Test Fixture)	用於產品功能測試的專用夾具或設備

第四章 生命週期與碳足跡計算概念

4.1 ｜ 生命週期概念介紹

生命週期思維是現代環境管理的核心概念之一，它強調標的物從搖籃到墳墓的全程思考模式，幫助我們全面理解一項產品或服務對環境的全面影響。產品的生命週期通常始於原物料的開採和初級加工，經過製造、運輸配送、使用階段，最終進入廢棄處理階段。這種完整的生命週期觀點，使我們能夠掌握環境衝擊在不同階段之間的轉移，也能更準確地評估產品的整體環境影響。



產品生命全週期

在進行全面性的產品碳足跡盤查時，雖然廠內通常存在衆多料號與多元產品，需考量的因素繁多，但並不意味著在初始階段必須對所有項目進行完整梳理。建議企業應依據自身業務特性、主要碳排放來源及可投入資源，採取分階段推進的策略。根據本指引實務輔導所整理之產業碳排放關鍵類別排放比例分布，碳排放量主要集中於「原料取得」與「製造生產」等兩個階段的約 16 項關鍵活動，其占比高達整體排放量的 97% 以上。因此，企業在盤查初期宜優先聚焦於上述兩階段的關鍵活動，透過精確的碳足跡計算與排放熱點識別，明確界定需優先處理的項目，作爲後續全面推展的基礎。

4.2 ｜ PCB 產品生命週期

本指引依據產品生命週期爲原則，建立產品碳足跡計算機制。參考 2011 年環保署所核可之 PCB 產業 PCR 準則。

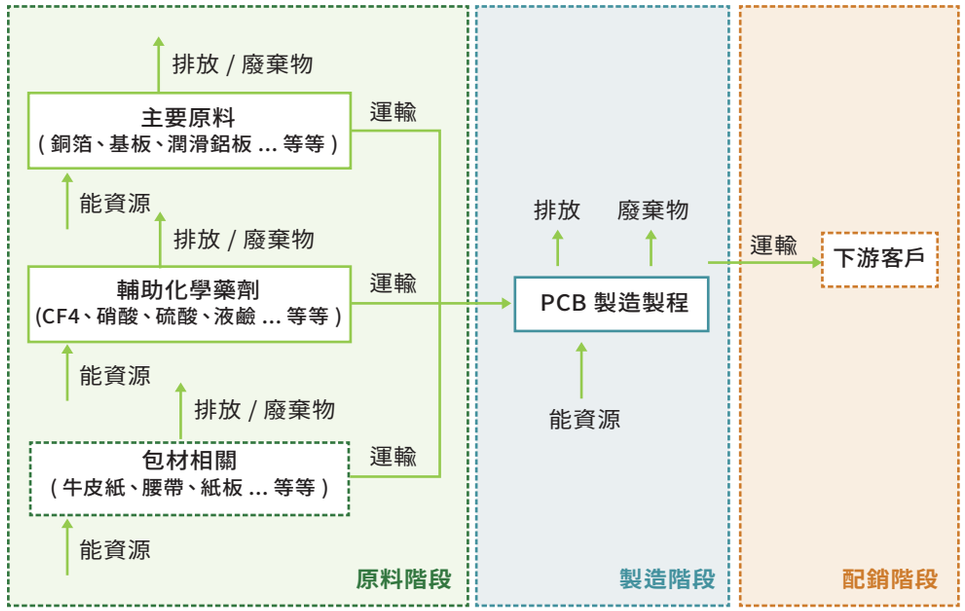
在電路板（PCB）產業中，產品碳足跡評估係以生命週期思維（Life Cycle Thinking）爲基本概念，透過系統化方式檢視產品於各生命週期階段所產生之溫室氣體排放情形。由於 PCB 於電子產業供應鏈中扮演中游關鍵零組件之角色，其產品主要作爲下游電子產品製造所需之功能性組件，而非直接面向終端市場，製程特性呈現製程集中、原物料種類多元等特徵，碳排放來源亦主要集中於特定關鍵原料與製造活動。

一般而言，產品生命週期可涵蓋原料取得、製造生產、運輸配送、使用及最終廢棄處理等階段；惟就 PCB 產品之產業性質與實務應用而言，其產品碳足跡之計算範疇係界定爲「自原料取得至產品交付客戶止」，亦即「搖籃到客戶大門 (Cradle to Gate)」。在此範疇下，碳排放主要集中於原料取得與製造生產階段，其排放量亦是占整體產品碳足跡之主要比例。

由於 PCB 產品於交付後即進入下游電子產品之組裝與使用階段，其後續運輸、使用及廢棄處理所產生之碳排放，已屬下游產品生命週期範疇，並由終端產品或系統層級之碳足跡評估予以涵蓋，爰不納入 PCB 產品本身之碳足跡計算邊界。

依據 PCR 準則，整理出 PCB 產品的生命週期如下，並依循此生命週期圖進行原料、製造、配銷進行盤查：

圖 1 PCB 產品生命週期流程與碳排邊界示意圖



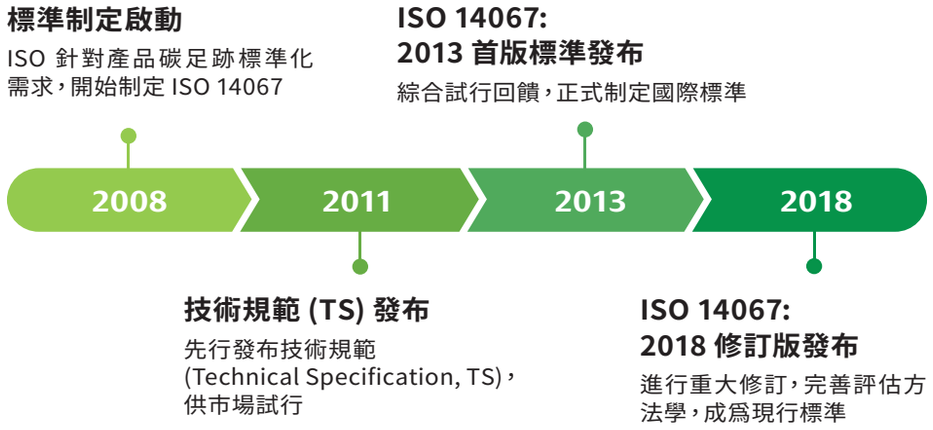
資料來源：本計畫整理，2025

界定排放源 PCB 計算範疇『搖籃到大門』基於 PCB 產業特性與其價值鏈分布，本指引之核算邊界明確認定爲『搖籃到大門』，即僅需核算自原料取得至產品製造之碳排放，後續之配銷、使用及廢棄處理階段則非現階段盤查之範疇。

- **原料部分：**依據產品的物料清單 (BOM 表) 分成主要原料、輔助化學藥劑及包材等，收集包含使用量等數據，並且依據一個週期 (一般時間是一整年) 的數據進行平均，然後根據使用的品項查找相應的係數，係數選擇優先順序爲：供應商提供、同質性廠商或是供應商公開數據 (經第三方認證)、國家係數、國際係數，後面兩項係數也可以同時從商用碳係數庫 (例如 Simapro) 尋找。
- **製造部分：**包含能資源使用進行數據收集，參考包含電費帳單、水、天然氣等，另外生產過程中廠房車間的各類型排放包含逸散、廢棄物等都是這個階段的盤查要點。
- **運輸部分：**則確認使用的運輸工具、裝載程度、距離等數據完備即可。

4.3 ｜ 產品碳足跡相關國際標準與 PCR 概述

爲確保 PCB 產品碳足跡計算結果具備一致性與可比性，並能符合國際供應鏈對碳資訊揭露之需求，產品碳足跡計算宜依循國際通行之方法學架構進行。本指引於規劃計算流程時，主要參考 ISO 14067:2018《溫室氣體－產品碳足跡－量化要求與準則》，作爲方法學依據。



ISO 14067 提供產品碳足跡量化之基本原則與架構，涵蓋研究目標與範疇界定、功能單位設定、生命週期清冊建置、溫室氣體排放量計算及結果報告等要素。本指引於資料蒐集、計算流程與結果呈現等面向，皆依循該標準之基本精神辦理。

在實務應用上，PCB 業者於執行產品碳足跡計算時，宜明確界定功能單位，以作爲計算與比較之基準。功能單位之設定可依產品特性選擇適當之物理單位，例如以每片成品或每單位面積之電路板作爲計算基礎，以利於不同料號或產品間之分析。

由於 ISO 14067 爲通用性標準，於實際執行時，企業亦可參考適用之產品類別規則 (Product Category Rules, PCR)，以確保同類產品於計算邊界、資料選用及分配方式上具備一致性。針對 PCB 產業，PCR 通常會就盤查邊界設定、能資源與排放之分配方式，以及排放係數選用原則等事項提供進一步指引，協助企業於實務操作中維持計算結果之合理性。

依循國際標準與相關 PCR 進行產品碳足跡計算，有助於 PCB 業者建立具一致性之碳排放資訊，並作爲內部碳管理、供應鏈溝通及因應未來法規或市場要求之基礎。

4.4 ｜ 碳足跡計算流程說明

產品碳足跡的計算是一個系統性的研究過程，需要按部就班完成每個步驟。首先，我們需要明確定義研究的目標和範疇，這包括確定產品系統的邊界、選擇適當的功能單位、決定數據需求等。這個階段的工作直接影響後續的數據收集和計算結果的可信度。

在數據收集階段，我們需要建立完整的生命週期清冊，包括所有重要的投入和產出。數據收集應優先使用一級數據（如實際測量值），當無法取得時才使用二級數據（如數據庫或文獻值）。對於 PCB 產品而言，特別需要注意原物料使用、能源消耗、運輸過程等關鍵數據的收集。

產品碳足跡計算的標準流程如下：



產品碳足跡的計算不是一次性的工作，而是需要持續更新和改善的過程。通過定期回顧和更新，我們可以確保計算結果的準確性和時效性，並找出產品的改善及減碳機會。同時，良好的文件管理和定期的內外部查證也是確保計算品質的重要措施。

第五章 產品功能描述及生命週期流程圖繪製

5.1 ｜ 產品類別規則 (PCR) 選擇指南

在產品碳足跡盤查中，系統邊界的設定決定了各生命週期階段需納入的排放來源與範疇。在 PCB 產業中，大部分產品屬於企業對企業 (B2B) 型態，盤查範圍依據相關產品類別規則 (Product Category Rules, PCR) 設定。以環境部 (原環保署) 於 2011 年核可的產品類別規則 (Product Category Rules,PCR) 一《電路板產品環境宣告 (EPD)》爲例，其製程流程涵蓋原料投入 (如銅箔、玻纖布、樹脂)、板材加工與電路成形等關鍵製程，爲制定 PCB 產品碳足跡盤查系統邊界的重要依據。

PCB 產品碳足跡計算應優先考量適用之產品類別規則 (PCR) 及產業特定指引。當計算結果用於 PACT 供應鏈碳數據交換時，亦應檢視相關 PCR 與 PACT Methodology 之要求。若兩者於系統邊界、排除原則、數據品質、查證或其他重要方法學要求存在差異，應予以辨識、記錄及適當揭露。

產品類別規則

PRODUCT CATEGORY RULES (PCR)

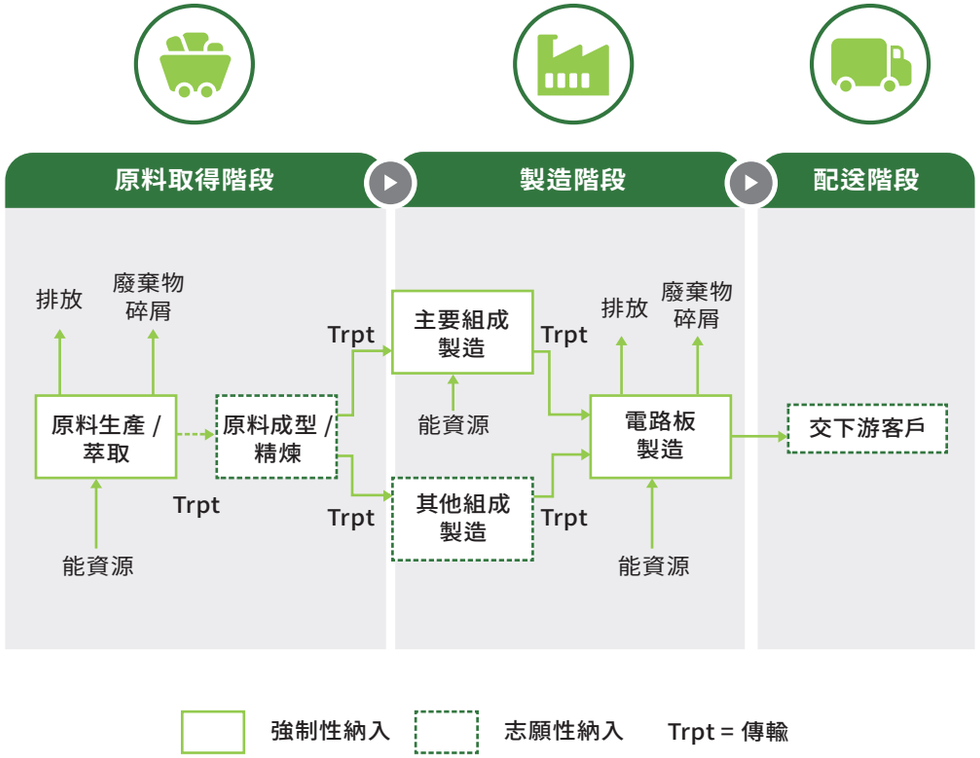
供使用於準備

電路板 (Printed Circuit Board)」

產品環境宣告 (EPD)

PCR 2011:1.0

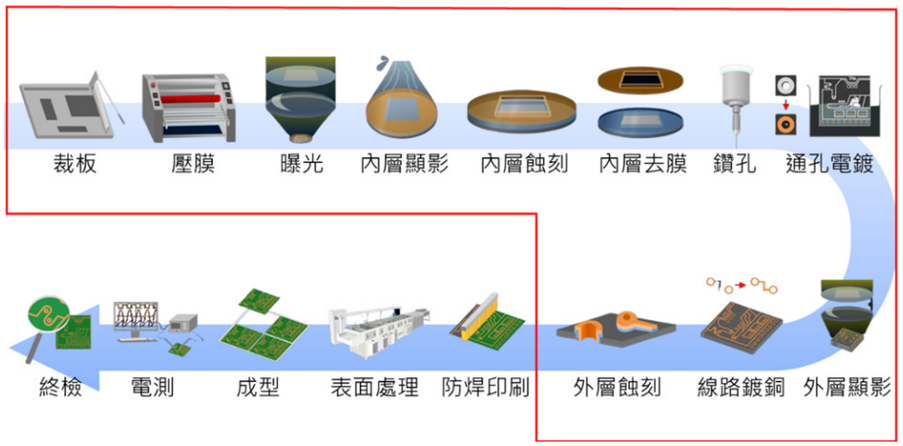
圖 2 PCB 產業產品類別規則參照範例



電路板 (PCB) 之製造流程主要係將導電材料 (如銅箔) 與絕緣基材 (如樹脂、玻纖布) 經由多道製程加工，形成具備電路連接功能之結構。整體流程可概分爲內層製作、壓合、鑽孔、電鍍、外層電路形成與表面處理等階段。

首先於基板上進行影像轉移與蝕刻，形成內層電路；再透過多層壓合技術將各層結構堆疊；後續經鑽孔與鍍銅製程建立層間導通；再進行外層電路圖形製作與防焊、表面處理 (如有機保護膜 (OSP) 及化學鎳金 (ENIG) 等，其中 OSP 係於銅表面形成一層有機薄膜以防止氧化並維持焊接性，具成本低與製程簡單之優勢；ENIG 則爲於銅表面鍍覆鎳及金層，具較佳之抗氧化能力與焊接可靠度，常應用於高階電子產品)，最終完成具有機械強度與電氣性能之 PCB 產品。

圖 3 PCB 產品製程流程示意圖



* 紅框所示區段爲 PCB 多層板製造中的重複製程，主要發生在內外層線路形成與層間堆疊階段。

5.2 ｜ PCB 產品結構分類

隨著應用需求朝高效能、小型化與多功能整合發展，電路板（PCB）依產品結構與使用場景不同，在製程技術、材料選用及製造方式上亦呈現差異。雖然各類 PCB 皆以內層電路形成、層壓、鑽孔、電鍍及外層製作等基本流程爲核心，但在細部製程上，會因電路密度、訊號傳輸需求及產品形態不同，而發展出不同的製造技術與工法。

在碳足跡計算上，雖然 HDI 板、IC 載板與軟性電路板（FPC）皆可依據相同之盤查原則（如製程能耗、原材料投入及排放係數）進行評估，但由於產品結構、材料組成與製程複雜度存在顯著差異，各類產品於碳排來源分布與計算重點上亦有所不同。整體而言，電力使用仍爲 PCB 產品碳排之主要來源，然不同產品在高耗能製程、材料碳排占比及製程次數上之差異，將直接影響其碳足跡結構。

以高密度互連板（HDI）而言，其因採用多次疊構壓合及雷射微孔製程，製程步驟較傳統 PCB 爲多，電力消耗集中於雷射鑽孔、壓合及電鍍等高能耗製程，使製程能耗在整體碳排中占比較高。IC 載板則因使用 ABF 等高階材料，且製程精度高、層數多，其碳排除來自製程能耗外，材料本身之隱含碳（Embedded Carbon）占比亦顯著提升，特別是在高階樹脂材料與精密電鍍製程中更爲明顯。至於軟性電路板（FPC），其碳排特性則受材料影響較大，如聚醯亞胺（PI）基材及覆蓋膜之碳排係數較高，且捲對捲製程雖具效率優勢，但整體碳排仍需綜合考量材料用量與良率因素。

因此，以下針對高密度互連板（HDI）、IC 載板及軟性電路板（FPC）三類主要產品，說明其在製程上的差異。

5.2.1 高密度互連板 (HDI)

高密度互連板（High-Density Interconnect Printed Circuit Board, HDI PCB）是一種具有更高電路密度的電路板，採用先進技術以提升布線密度與層間互連能力，使其能在有限空間內實現更多電氣連接。HDI PCB 廣泛應用於現代電子設備中，特別是在空間受限且要求高性能的產品，如智慧型手機、筆記型電腦、平板電腦、汽車電子、醫療設備及軍用設備等。

於製程特性上，HDI 板導入雷射鑽孔形成微孔（Microvia）以取代傳統機械鑽孔，並透過多次疊構壓合（Sequential Lamination）逐層堆疊電路結構，以提升層間連接密度；同時搭配細線寬線距之影像轉移與蝕刻技術，以實現高密度電路設計與優化訊號傳輸效能。

5.2.2 IC 載板 (IC Substrate)

IC 載板（IC Substrate）爲高階電路板之一，主要用於半導體封裝中，作爲晶片與系統電路之間的關鍵連接介面。其功能除提供電氣連接外，亦需具備高訊號完整性、散熱能力與機械支撐效果。IC 載板廣泛應用於高效能運算（HPC）、人工智慧（AI）、伺服器、5G 通訊及高階消費性電子產品等領域，爲支撐先進晶片運作的重要關鍵元件。

於製程特性上，IC 載板採用如 ABF（Ajinomoto Build-up Film）等高階材料，並導入多層堆疊之增層製程（Build-up Process），以實現更高層數與更細線路之電路設計，其線寬線距可達數微米等級，製程精度明顯高於一般 PCB 與 HDI 板。同時，IC 載板製程亦結合類半導體製程技術，如高精度對位、薄膜製程及精細電鍍控制，以滿足高速、高頻訊號傳輸及高密度封裝之需求。

5.2.3 軟性電路板 (FPC)

軟性電路板 (Flexible Printed Circuit Board, FPC) 係以可撓式材料製成之電路板，具備可彎折、輕薄及高配線密度等特性，能有效因應電子產品輕量化、小型化與高整合之需求。FPC 廣泛應用於智慧型手機、穿戴裝置、顯示模組、車用電子及醫療設備等領域，特別適用於需動態彎折或空間配置受限之應用場景。

於製程特性上，FPC 以聚醯亞胺 (PI) 等柔性基材取代傳統玻纖基板，並透過蝕刻形成電路後，搭配覆蓋膜 (Coverlay) 進行保護與絕緣；在製造方式上，多採捲對捲 (Roll-to-Roll) 連續式製程以提升生產效率，並需特別控制材料應力與彎折可靠度，以確保產品在反覆彎折條件下仍具備穩定之電氣與機械性能。

5.3 ｜ 單位宣告與功能單位

產品的分析單位是所有數據收集與盤查清冊結果的基礎。因此，最終的產品碳足跡盤查清冊結果應以每分析單位的 $KgCO_2e$ 表示。由於並非所有相關的功能考量面都可以被包含在一個或幾個預先定義的功能單位中。根據 ISO14067 指出產品間的比較應基於相同的功能單位，如省略的生命週期階段相同則允許使用宣告單位進行部分碳足跡的比較。從搖籃至大門的產品碳足跡通常會採用「宣告單位」的做法而非功能單位，其原因爲 B2B 之產品可能經過下游廠商的加工或使用後才具備具體功能。

項目	功能單位	宣告單位	標示單位
定義	對終端產品的功能的量化描述，包含功能與使用時間	功能未明之中間產品、零組件基於相同部分碳足跡界定的替代參考單位	用於標示或做環境績效溝通的單位
適用產品	主要面向 B2C，具完整功能的終端產品。	主要面向 B2B，用於定義使用目的未明的中間產品、零組件等。	主要面向於中間產品以及服務的碳足跡計算

項目	功能單位	宣告單位	標示單位
範例	產品功能描述：水幫浦在額定工作條件下，提供 0.5LPM 輸出，連續工作 8760 小時	產品的物理量：如每公噸的銅，使用的目的未明。	產品的單位劑量如：每件網路申辦服務，每件商品等。
注意事項	· 產品類別的定義與描述如功能、技術等相同 · 須保持系統界線相同 · 數據的說明相同 · 計算流程相同 · 應用的 GWP 值需相同 · 產業慣例		

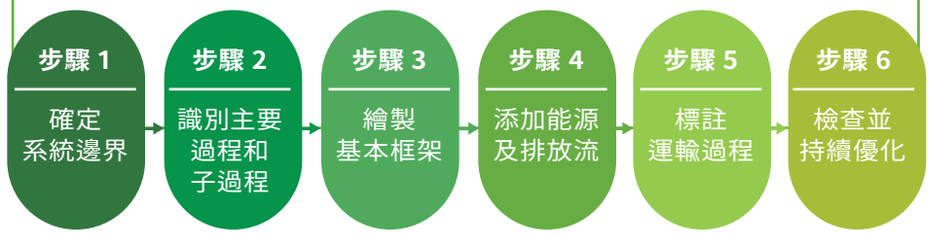
5.4 ｜ 生命週期流程圖繪製實務

生命週期流程圖直觀地展示產品從原料取得到最終處置的整個過程，繪製準確且全面的流程圖爲產品碳足跡計算之關鍵，亦是溝通和決策的有力工具。本節將指導如何爲欲計算產品碳足跡之標的產品繪製生命週期流程圖。

5.4.1 流程圖繪製步驟

繪製實務建議

1. 使用軟體輔助繪圖，確保清晰度和一致性
2. 考慮使用顏色編碼來區分不同類型的流（如物料、能源、廢棄物）
3. 爲複雜過程創建子流程圖，保持主圖的簡潔
4. 標注數據來源和假設，增加透明度



步驟 1：確定系統邊界

- 確定包含的生命週期階段，完整生命週期階段分爲原料取得、製造、配送、使用、廢棄處理
- 決定標的產品是採用搖籃到墳墓 (Cradle-to-Grave) 方法：包含完整 5 個階段的生命週期；還是搖籃到大門 (Cradle-to-Gate)
  方法：僅包含原料取得、製造 2 個階段，一般來說電路板產業之產品碳足跡計算大多採用搖籃到大門之方法。

步驟 2：識別主要過程和子過程

- 列出標的產品在每個生命週期階段的主要活動
- 根據研究目的決定過程細節程度
- 考慮是否納入輔助過程 (如設備維護、包裝生產)

步驟 3：繪製基本框架

- 使用適當的圖形元素 (如方框代表過程，箭頭代表流向)
- 確保布局清晰，適度簡化，以易於理解

步驟 4：添加能源及排放流

- 標示主要的物料輸入和輸出
- 標注能源消耗點 (如電力、燃料使用)
- 包括廢棄物流和排放點

步驟 5：標注運輸過程

- 在各階段間標示主要的運輸活動
- 考慮不同運輸方式 (公路、鐵路、海運、空運)

步驟 6：檢查並持續優化

- 確保流程圖的完整性和一致性
- 檢查是否符合相關標準 (如 ISO 14040 系列) 的要求

5.4.2 繪製實務建議

1. 使用軟體輔助繪圖，確保清晰度和一致性
2. 考慮使用顏色編碼來區分不同類型的流 (如物料、能源、廢棄物)
3. 爲複雜過程創建子流程圖，保持主圖的簡潔
4. 標注數據來源和假設，增加透明度

5.4.3 系統邊界設定說明

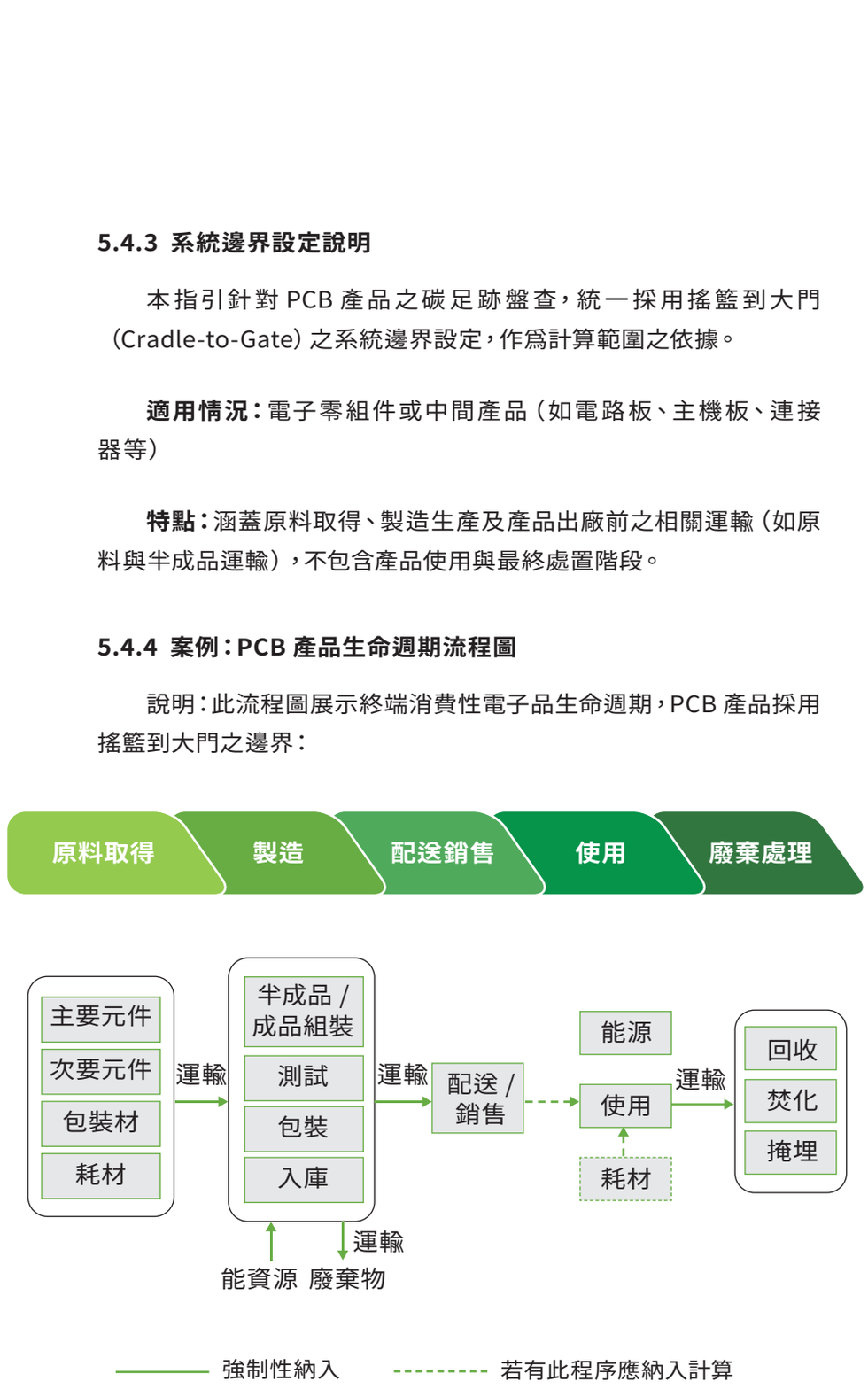
本指引針對 PCB 產品之碳足跡盤查，統一採用搖籃到大門 (Cradle-to-Gate) 之系統邊界設定，作爲計算範圍之依據。

適用情況：電子零組件或中間產品 (如電路板、主機板、連接器等)

特點：涵蓋原料取得、製造生產及產品出廠前之相關運輸 (如原料與半成品運輸)，不包含產品使用與最終處置階段。

5.4.4 案例：PCB 產品生命週期流程圖

說明：此流程圖展示終端消費性電子品生命週期，PCB 產品採用搖籃到大門之邊界：



第六章　碳足跡計算重要原則

6.1 ｜ 分配原則

在進行產品碳足跡計算時，分配原則是一個關鍵的考量因素。分配原則主要用於處理產品系統中將環境衝擊分配到不同的產品或副產品中之問題。正確應用分配原則可以確保碳足跡計算的可比性和公平性。

6.1.1 分配原則的基本概念

分配是指將單一過程的溫室氣體排放合理地分配到不同的產品或副產品中。根據 ISO 14044 標準，分配應遵循以下優先順序：



分配方法之說明如下：

1. **避免分配：**將原本需要分配的過程細分爲更小的單元，直到每個單元只產生單一產品。例如，欲分配電力使用的時候對單一產線掛表，直接量測標的產品生產過程的總電力消耗。不過實務上考量執行成本，較少採用避免之方法。

2. **物理關係分配：**在執行產品碳足跡計算時，物理關係分配是最常使用的方法，需根據排放源的特性選擇適當的分配基準。例如，能源和產線輔助材料與產品在產線上的生產時間較相關，通常採用工時分配，原料投入與製造階段產生廢棄物建議使用產品的質量分配，而包材則依據實際產品被包裝數量進行分配。選擇合適的分配方法可確保碳足跡計算結果的合理性與可信度。

3. **經濟價值關係分配：**根據產品的經濟價值比例進行分配。不過因爲該分配方法精準性較低，故實務上較少使用經濟價值關係分配方法，若有使用該方法應說明採用此分配方法之依據。

6.1.2 分配原則應用注意事項

1. **一致性：**在整個碳足跡計算過程中，應保持分配方法的一致性。

2. **透明度：**無論採用何種分配方法，都應清楚記錄分配的依據、計算過程和數據來源。

3. **實用性：**在選擇分配方法時，應考慮數據的可獲得性和計算的可行性。

4. **行業標準：**如果存在行業特定的分配指南或標準，應優先參考。

6.1.3 分配方法使用指引

在執行產品碳足跡計算時，選擇合適的分配方法對結果的準確性至關重要。由於 PCB 產業通常涉及多項共用排放源，爲協助盤查人員在面對不同排放源時能快速選用適當的分配方法，以下整理排放源建議使用分配方法對照表，列出各類常見排放源建議採用的分配基準及其考量依據，作爲實務執行時的參考指引。

單一標的產品能資源之溫室氣體排放量

$$= \frac{(\text{被分配項目}) \times (\text{排放項目}) \times (\text{GWP}) \times (\text{分配比例})}{(\text{全年標的產品生產數量})}$$

排放項目	建議使用分配方法	分配比例計算	備註
非共用原物料及運輸	原則上不分配	100% 歸屬於標的產品	
全廠製程相關用電量	工時分配	以標的產品全年生產總工時占全廠產品全年總工時之比例	
全廠製程相關其他能源用量 (如天然氣)	工時分配	以標的產品全年生產總工時占全廠製造階段使用該能源之產品全年總工時之比例	
全廠製冷設備之冷媒逸散量	工時分配	以標的產品全年生產總工時占全廠產品全年總工時之比例	
產線上輔助材料 (如酒精)	工時分配	以標的產品全年生產總工時占全廠產品全年總工時之比例	
共用原物料及運輸 (如化學藥品)	面積分配	以標的產品之該原料 BOM 表投料量乘以全年標的產量占全廠使用該原料之產品的 BOM 表投料量乘以各產品全年產量合計之比例	此分配方法係考量全年投料質量等於產出質量
製造階段產生廢棄物	面積分配	以標的產品全年生產質量占全廠與該廢棄物相關產品全年生產合計質量之比例	當可以辨識廢棄物歸屬時使用
		以標的產品全年生產質量占全廠產品全年生產總質量之比例	當無法辨識廢棄物歸屬時使用
包裝材料	面積分配	以實際包裝情形進行分配比例計算，例如，24 個標的產品共用封模及棧板，則封模及棧板除以 24 分配至 1 個標的產品上	

6.1.4 碳足跡分配實務案例

案例背景

某 PCB 製造業者生產多種規格的 PCB 產品，在同一條生產線上生產三種不同類型的 PCB 板：**單面板 (1L)**、**雙面板 (2L)**、**多層板 (4L+)**。這些產品共用相同生產設備、能源系統和部份原物料。公司需要計算每種類型 PCB 板的碳足跡。

需要分配的項目：

- **電力消耗**（製程設備、無塵室空調、照明）
- **共用化學原物料**（顯影液、蝕刻液、電鍍銅球）
- **包裝材料**
- **製程廢棄物處理**（含銅廢液、報廢邊角料）

1. 產線電力消耗分配 - 採用「生產工時分配法」

PCB 的電力消耗與產品在設備上的停留時間呈正相關（如多層板需要多次壓合與鑽孔）。

型號	機器總工時	計算分配比例 (工時 / 總工時)
單面板 (1L)	100 小時	100 / 500 = 20%
雙面板 (2L)	150 小時	150 / 500 = 30%
多層板 (4L+)	250 小時	250 / 500 = 50%

該公司將根據這個比例分配生產線的電力消耗。

2. 共用化學原物料分配 - 採用「表面積 (Area) 分配法」

PCB 的化學藥水消耗量 (如顯影、蝕刻) 通常與板材的表面積大小成正比，而非重量。

型號	單片面積 (m^2)	總產量 (片)	全線總面積 (m^2)	計算分配比例 (面積 / 總面積)
單面板	0.05	2,000	100	100 / 1,000 = 10%
雙面板	0.10	3,000	300	300 / 1,000 = 30%
多層板	0.15	4,000	600	600 / 1,000 = 60%

該公司將根據這個比例分配共用化學原料的總碳足跡。

3. 包裝材料分配 - 採用「實際包裝數量分配法」

包裝主要是針對成品出貨，分配基礎爲使用的包裝箱數量。

型號	出貨箱數	計算分配比例
單面板 (1L)	50 箱	50 / 250 = 20%
雙面板 (2L)	100 箱	100 / 250 = 40%
多層板 (4L+)	100 箱	100 / 250 = 40%

該公司將根據這個比例分配各產品之包裝材料的碳足跡。

4. 製程廢棄物處理分配 - 採用「質量 (Weight) 分配法」

廢棄物 (如裁切後的邊角料) 的處理排放，通常依照產出的廢棄物重量進行分配。

型號	單位重量 (kg/ 片)	總產量 (片)	總質量 (kg)	計算分配比例 (質量 / 總質量)
單面板	0.1	2,000	200	200 / 2,000 = 10%
雙面板	0.2	3,000	600	600 / 2,000 = 30%
多層板	0.3	4,000	1,200	1200 / 2,000 = 60%

該公司將根據這個比例分配製造階段廢棄物處理的總碳足跡。

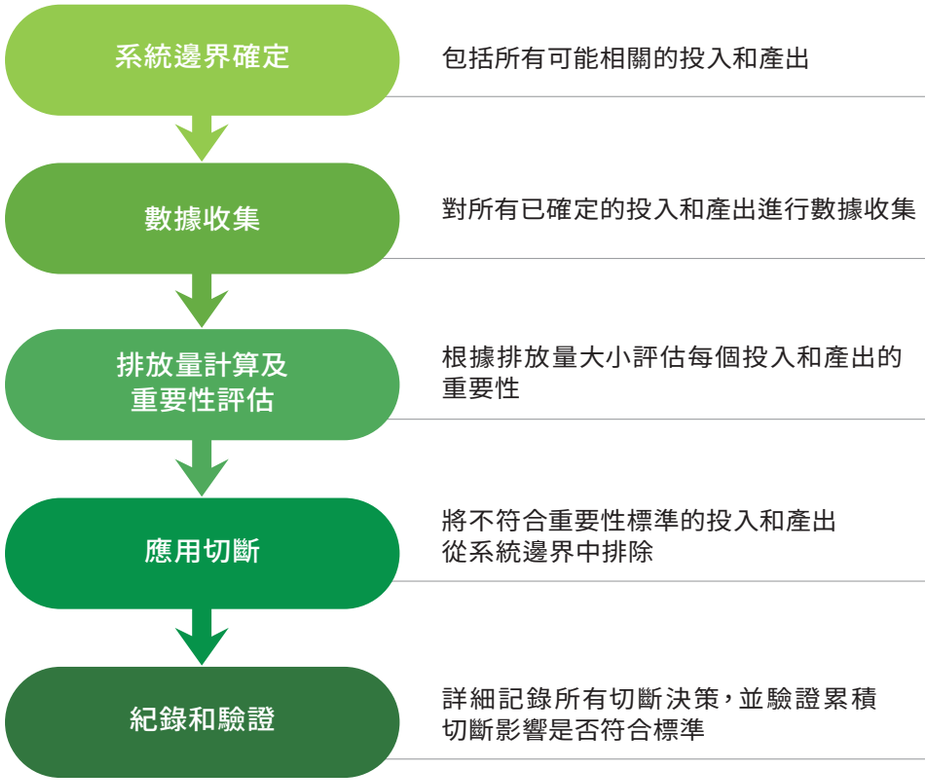
6.2 ｜ 切斷原則

切斷原則是碳足跡計算中的一個重要概念，旨在簡化計算過程，同時保持結果的準確性。這個原則允許我們在某些條件下忽略對總體結果影響較小的投入和產出，從而降低數據收集的複雜性和成本。

6.2.1 切斷原則之基本概念

切斷是指在不顯著影響研究結果的前提下，從系統邊界中排除某些投入或產出的過程。若依 PACT Methodology V3 進行產品碳足跡計算與數據交換，所有被排除之可歸屬製程 (excluded attributable processes) 合計所代表之溫室氣體排放，應低於 Cradle-to-Gate PCF 總排放量之 3%。實際排除之排放比例及排除理由應予以記錄及揭露。根據 ISO 14044 標準，被切斷的單一投入對總溫室氣體排放不得超過 1%，且累計被切斷的投入對總溫室氣體排放的貢獻不超過 5%。

6.2.2 切斷原則之應用步驟



6.2.3 切斷原則應用注意事項

1. **累計影響：**雖然單個占總排放量小於 1% 之項目可能被切斷，但需確保所有被切斷項目的累計影響不超過設定的閾值 5%。

2. **透明度：**清晰記錄所有切斷決策及其理由。

3. **一致性：**在整個產品生命週期中保持切斷標準的一致性。

4. **定期審查：**切斷原則的使用需持續監控，並建議每年審查一次切斷決策之合理性，發生以下情形時應重新確認：

   · 當生產地理位置發生改變

   · 當重要原物料的投料量發生改變，例如可以原始排放量占比大於 1% 的原物料爲參考基準

   · 當生產所用能源結構發生改變規範依據

本指引之準則係參考 ISO 14044、ISO 14067、Pathfinder Framework 及 TSIA EPD-PCR 等國際規範與產業實務架構編製。上述規範於資料取得困難或盤查資源投入顯著高於其環境貢獻時，在充分揭露影響程度之前提下，均認可「單一 < 1% 且累計 < 5%」作爲科學性切斷之共識標準。

若依 PACT Methodology V3 進行產品碳足跡計算與數據交換，所有被排除之可歸屬製程 (excluded attributable processes) 合計所代表之溫室氣體排放，應低於 Cradle-to-Gate PCF 總排放量之 3%。實際排除之排放比例及排除理由應予以記錄及揭露。

案例背景

某公司正在計算一款「高頻通信用多層板」的碳足跡。該產品單片重量約 0.5kg，年產量爲 50,000 片。

6.2.4 切斷原則使用實務案例

1. 系統邊界評估

· **主要原物料：**銅箔基板 (CCL)、半固化片 (PP)、銅球。

· **輔助材料：**防焊油墨、乾膜、顯影藥水、蝕刻液、洗網水、膠帶。

· **能源消耗：**電力（壓合、鑽孔、電鍍）、天然氣（烘烤）。

2. 數據收集與排放量評估

先估算各項投入的年度二氧化碳當量（假設總排放量爲 1,000,000 $kgCO_2e$：

分類	項目	年度排放量 ($kgCO_2e$)	占比 (%)
能源	電力消耗	650,000	65%
主要物料	銅箔基板 (CCL)	280,000	28%
	銅球 (電鍍用)	45,000	4.5%
輔助物料	防焊油墨	12,000	1.2%
	洗網水 (清潔用)	4,500	0.45%

分類	項目	年度排放量 ($kgCO_2e$)	占比 (%)
輔助物料	標籤貼紙	800	0.08%
	製程用膠帶	1,200	0.12%
包裝材料	紙箱與棧板	6,500	0.65%

3. 應用切斷原則 (Cut-off Rules)

參考 ISO 14067、相關 PCR 規範及 PACT Methodology，本指引針對排放貢獻較低且資料取得困難之可歸屬製程 (attributable processes)，得於符合相關條件下予以切斷。

若依 PACT Methodology V3 進行產品碳足跡計算與數據交換，所有被排除之可歸屬製程，其累計溫室氣體排放應低於 Cradle-to-Gate PCF 總排放量之 3%，並應記錄及揭露實際排除之項目、排放占比與排除理由。

若依 ISO 14067 與附件規範，我們採用「單一項目 < 1% 且累計 < 5%」作爲科學性切斷標準。

預計被切斷的項目 (占比 < 1%)			
洗網水	標籤貼紙	製程用膠帶	紙箱與棧板
0.45%	0.08%	0.12%	0.65%

(註：雖然紙箱屬包裝，但若其數據取得困難且占比極低，在此案例中列入評估)

累計影響評估	
累計被切斷百分比	0.45% + 0.08% + 0.12% + 0.65% = 1.3%
判定： 1.3% < 5% 門檻，符合規範，可以執行切斷。	

4. 切斷決策與紀錄

將在報告中詳細記錄此決策，以備查核：

切斷理由紀錄：

- 被切斷項目：洗網水、標籤貼紙、膠帶、包裝紙箱。
- 單一占比：均小於 1%。
- 累計占比：1.3% (符合小於 5% 之閾值)。
- 透明度說明：雖已切斷了上述項目，但主要碳貢獻來源 (電力、CCL、銅球、油墨) 均已完整納入計算。

6.3 | 數據品質

在產品碳足跡計算過程中，數據品質管理是確保結果可信度的關鍵環節。由於碳足跡計算涉及大量且多元的數據來源，包括現場量測數據、供應商提供的排放係數、運輸記錄以及各類活動數據等，因此建立完善的數據品質評估與管理機制至關重要。良好的數據品質不僅能提升計算結果的準確性，更能協助企業有效識別改善機會並做出正確的減碳決策。

本節將系統性介紹數據品質評估方法，同時提供實用的評分系統和管理工具，協助盤查人員建立數據品質控管流程，確保收集到的數據能夠眞實反映產品生命週期的碳足跡特性。

6.3.1 數據品質要求

時間性	數據應反映當前情況，通常不超過 3 年。
地理性	數據應來自相同或類似的地理區域。
技術性	數據應反映實際使用的技術水平。
完整性	數據應涵蓋所有相關的排放源。
代表性	數據應能代表實際生產或操作條件。
一致性	整個生命週期中應使用一致的方法和數據來源。
再現性	數據收集和計算過程應可重複。
來　源	應優先使用可靠且經驗證的數據來源。

6.3.2 數據品質評分系統

採用 5 分制評分系統，1 分最佳，5 分最差。評分標準：

- 可靠性
- 完整性
- 時間相關性
- 地理相關性
- 技術相關性

評分定義：

等級指標	1	2	3	4	5
可靠性 (Re)	基於量測之查證過的數據	部分基於假設之查證過的數據，或基於量測之未查證過的數據	部分基於假設之未查證過的數據	合格的估計值 (例如經由產業專家之估 計值)	不合格的估算值或來源未知之數據
	· 查證過之量測的數據 · 經過查證之統計數據	· 程序模擬產生之數據 (此模擬程序需包含所有必要之參數) · 產業關聯分析產生之數據	· 依據化學反應和專利資料為基礎所做成之數據，且已設定能實際採用並設定產率、污染排放	· 以統計資料或個別數據為基礎之產業專家推估值 · 僅從理論的計算基礎實踐所做成之數據，且未允許設定產率、能耗和污染物排放	· 從類似製程所推估之數據 (無理論基礎) · 研究中與製造設計有關之能源 / 主要原物料入資訊所做成之數據
完整性 (Co)	來自場址之足夠的數據，且為經過一段時間得以穩定常態波動之具有代表性的數據	來自場址之較少數目，但是為適當期間之具有代表性的數據	來自場址之適當數目，但來自較短期間之具有代表性的數據	來自場址之較少數目，且較短期間之具有代表性的數據，或來自場址之適當數目和期間之不完整數據	代表性未知，或來自場址之較少數目，或來自較短期間之不完整的數據
	· 來自所有相關製程場址 (100%) 、延續一段適當的時間間隔而足以保持常態變動之具有代表性的數據 · 針對目標產品之生產量，寬廣 100% 的數據 · 整體環境衡等 = 95%	· 來自超過 50% 場址、一段適當的時間間隔而足以弭保持常態變動之具有代表性的數據 · 針對目標產品之生產量，收集 50 % 以上的數據 · 整體環境衡等介於 85%~95% 之間	· 來自低於 50% 場址、一段適當的時間間隔而足以弭保持常態變動之具有代表性的數據 · 對個別數據而言，為目標產品之製造廠商有限之多個設備的平均數據 · 整體環境衡等介於 75%~85% 之間	· 單一場址具代表性的數據，或是多個場址在短期間的數據 · 對個別數據而言，為目標產品之製造廠商有限之多個設備的數據 · 調查期間短、非年平均之數據 (調查期足以滿至產品生產期者除外) · 整體環境衡等介於 50%~75% 之間	· 代表性未知之數據 · 從少數場址、短期間得來的數據 · 整體環境衝擊低於 50%
時間的相關性 (Ti)	與研究年差距低於 3 年	差距低於 6 年	差距低於 10 年	差距低於 15 年	年代未知或差距 超過 15 年
	2009~2012 年的數據	2006~2008 年的數據	2002~2005 年的數據	1997~2001 年的數據	1996 年以前的數據或年代未知的數據
地理相關性 (Ge)	來自研究區域的數據	來自包含研究區域之更大區域的平均數據	來自具有類似之生產條件區域的數據	來自稍微類似之生產條件區域的數據	來自未知地區之數據，或來自生產條件非常 不同之地區的數據
	來自研究範疇內特定區域 (位置地點) 之數據	來自本國之國家平均值、有相同生產條件之亞洲平均值或世界平均值	來自有類似生產條件之亞洲國家的平均值數據	來自類似之生產條件之亞洲或其他國家 / 大陸之數據	數據來源未知，或是生產條件明顯不同的數據。例如，北美替代中東、OECD- 歐洲替代俄羅斯

等級指標	1	2	3	4	5
技術相關性 (Te)	來自研究中之企業、製程和材料之數據	來自研究中之製程和材料，但來自不同企業之數據	來自研究中之製程和材料、不同技術的數據	來自相關之製程或材料，但是相同技術的數據	來自未知技術之數據，或與製程或材料有關但來自不同技術之數據
	來自生產該標的產品之企業使用之技術 (包括製程和材料) 所做成的數據	來自以相同技術 (包括相同製程和材料) 之不同企業的數據	· 來自相同之製程和材料，不同技術之數據 · 各有市場性、泛用性之技術，使用部分類似技術之替代	· 來自以相同技術，但使用來自相關製程或材料的數據 · 沒有市場、泛用性的數據	· 數據之技術屬性不知 · 來自相關製程之實驗室規模的數據，或是來自不同技術的數據

等級評分 / 項目	1 分	2 分	3 分
活動數據誤差等級 (A1)	連續監測	定期採樣	自行估算
儀器校正誤差等級 (A2)	每年外校 1 次以上的儀器量測而得之數據	每年外校不到 1 次的儀器量測而得之數據	非量測所得之估計數據
排放計算參數誤差等級 (A3)	自廠發展參數、質量平衡所得參數、或同製程 / 設備經驗參數	製造商提供參數或區域公告參數	國家公告參數或國際公告參數

資料品質指標	1- 良好	2- 普通	3- 不良
技術代表性	相同技術	相似技術	不同或未知技術
時間代表性	相同報導年分	少於 5 年	超過 5 年
地域代表性	相同國家或國家之下細分	相同的地區或子區域	全球或未知
完整度	在指定期間內收集到所有相關站點的活動數據	在指定期間內收集到 <50% 的站點活動數據或較短期間收集到 >50% 的站點活動數據	在較短期間或未知時間內收集到 <50% 的站點活動數據
可信度	測量而得的活動數據	部分基於假設的活動數據	財務數據或不合格的預估值

6.3.3 實施步驟

數據收集
- 記錄每個數據的來源、收集方法和時間。
- 優先使用一級數據，必要時使用二級數據。

數據評分
- 對每個數據項目根據 5 個標準進行評分。
- 計算每個數據的平均分。

整體評估
- 計算所有數據的加權平均分。
- 確保關鍵數據 (占總碳足跡 10% 以上) 的平均分不低於 3 分。

改進行動
- 識別低分數據，制定改進計畫。
- 考慮更新數據來源或收集方法。

文檔紀錄
- 詳細記錄所有數據的評分結果和改進措施。

6.3.4 數據品質分數計算

計算公式：

單一數據項目的品質分數

$$\text{數據品質分數 Q} = \frac{\text{時間相關性得分 T} + \text{地理相關性得分 G} + \text{技術相關性得分 Te} + \text{完整性得分 C} + \text{可靠性得分 R}}{5}$$

整體數據品質加權分數

$$\text{數據品質評級 DQR} = \frac{\Sigma(\text{數據項目 i 的碳足跡貢獻值 Vi} \times \text{數據項目 i 的質量分數 Qi})}{\Sigma \text{ 數據項目 i 的碳足跡貢獻值 Vi}}$$

6.3.5 數據品質計算實務案例

案例背景

某公司正在計算一個「八層高密度連接板 (HDI PCB)」的碳足跡，以下是碳足跡數據品質分析。我們選取三個關鍵投入項進行評分：

1. **主要原物料：**銅箔基板 (CCL) 的碳足跡數據
2. **關鍵製程：**電鍍線的電力消耗數據
3. **輔助材料：**防焊油墨的碳足跡數據

資料 品質指標	銅箔基板 碳足跡數據	電鍍線 電力消耗數據	防焊油墨 碳足跡數據
時間 相關性	1 (2025 年最新宣告)	1 (本年度 2026 年廠內電錶即時紀錄)	4 (使用 5 年前的產業平均資料庫)
地理 相關性	1 (來自供應商在臺灣工廠的數據)	1 (廠內實際生產數據)	3 (使用全球平均數據，非台灣本地)

資料 品質指標	銅箔基板 碳足跡數據	電鍍線 電力消耗數據	防焊油墨 碳足跡數據
技術 相關性	1 (與技術規格一致)	1 (直接測量目標設備)	3 (泛用型油墨數據，非該高頻專用油墨)
完整性	2 (覆蓋大部分但缺少部分添加劑資訊)	1 (覆蓋電鍍線所有輔助電力)	1 (資料庫數據包含全生命週期)
可靠性	1 (該數據已通過第三方查驗)	2 (公司內部能源管理系統，有少量人工校正)	3 (來自商業資料庫，非實測或核查數據)
品質分數	(1+1+1+2+1) / 5 =1.2	(1+1+1+1+2) / 5 = 1.2	(4+3+3+1+3) / 5 = 2.8

整體數據品質加權分數 (DQR) 計算

假設此產品總碳足跡貢獻度 (Vi) 分別爲：CCL (40%)，電力 (50%)，油墨 (10%)。

$$\text{DQR} = \frac{(40\% \times 1.2 + 50\% \times 1.2 + 10\% \times 2.8)}{100\%} = 1.36$$

1. **數據品質現狀：**本產品的整體 DQR 爲 1.36，顯示數據品質極佳 (通常 DQR < 3.0 被視爲合格)。
2. **識別弱點：**防焊油墨的分數最高 (2.8)，是整體數據品質的「害群之馬」，主要原因是使用了較舊的全球資料庫數據。
3. **改進建議：**
   - **優先行動：**要求油墨供應商提供其產品的碳足跡宣告書 (CFP)，以將 T、G、Te 的分數降低。
   - **文件紀錄：**將此 DQR 計算過程記錄於盤查報告中，展現公司對數據透明度與精確性的重視。

6.3.6 一級數據占比 (Primary Data Share, PDS)

一級數據占比 (PDS) 係表示產品碳足跡 (PCF) 中由一級數據所支撐之比例，用以呈現 PCF 計算有多少比例建立於企業特定或製程特定數據，而非二級數據來源。當 PCB PCF 使用上游供應商提供之 Supplier-specific PCF 時，應考量並向下游傳遞該 PCF 所對應之 PDS，不得因數據係由供應商直接提供，即自動將其視爲 100% 一級數據。若上游 Supplier-specific PCF 之 PDS 未知，於依 PACT Methodology V3 計算下游產品 PDS 時，該上游 PCF 之 PDS 應以 0% 計。

6.3.7 關鍵物料的係數來源建議

在電路板產業進行產品碳足跡計算時，應遵循「由高精確性至可替代性」之原則，並兼顧資料可取得性與實務可行性。爲確保不同業者於計算邏輯上的一致性，本指引建議排放係數優先選用一級數據；當一級數據無法取得時，則採用次級數據。次級數據包含資料庫數據、複合係數及相近數據，並依此順序優先選用。

一級數據	次級數據		
實際數據	資料庫數據	複合係數	相近數據
指由企業或供應商直接提供之實際數據	當一級數據無法取得時，採用具公信力之公開資料庫數據	當無直接對應係數時，得依原料組成或製程資訊自行拆解建立係數	當上述數據皆無法合理取得時，選用材質或製程相近之替代數據
供應商提供之產品碳足跡 (CFP) 或環境宣告 (EPD) 實際量測之能資源使用量 (如電力、燃料) 原料實際使用量 (BOM)	政府公開資料 (如環境部碳足跡資訊網) 國際資料 (如 Ecoinvent) * 優先選用地理、技術及製程條件相近之資料庫數據	成分拆解法：依物料組成比例加權計算 製程加總法：材料碳排加上必要加工製程碳排 * 需清楚揭露計算邏輯、來源數據及假設條件	同類材料 (如不同規格之樹脂) 相似製程 (如不同等級但製程相近之化學品) * 須說明替代依據與合理性

本指引建議排放係數之選用，應依序優先採用一級數據、資料庫數據、複合係數及相近數據。一級數據係指企業或供應商直接提供之實際數據，應優先使用；當一級數據無法取得時，得採用具公信力之公開資料庫數據。若無直接對應之資料庫係數，但可掌握材料組成或製程資訊，則得以成分拆解或製程加總方式建立複合係數；僅於前述數據皆無法合理取得時，始採用材質或製程相近之替代數據。各類替代方式均應說明其依據、假設及資料來源，以確保結果之透明性與可追溯性。

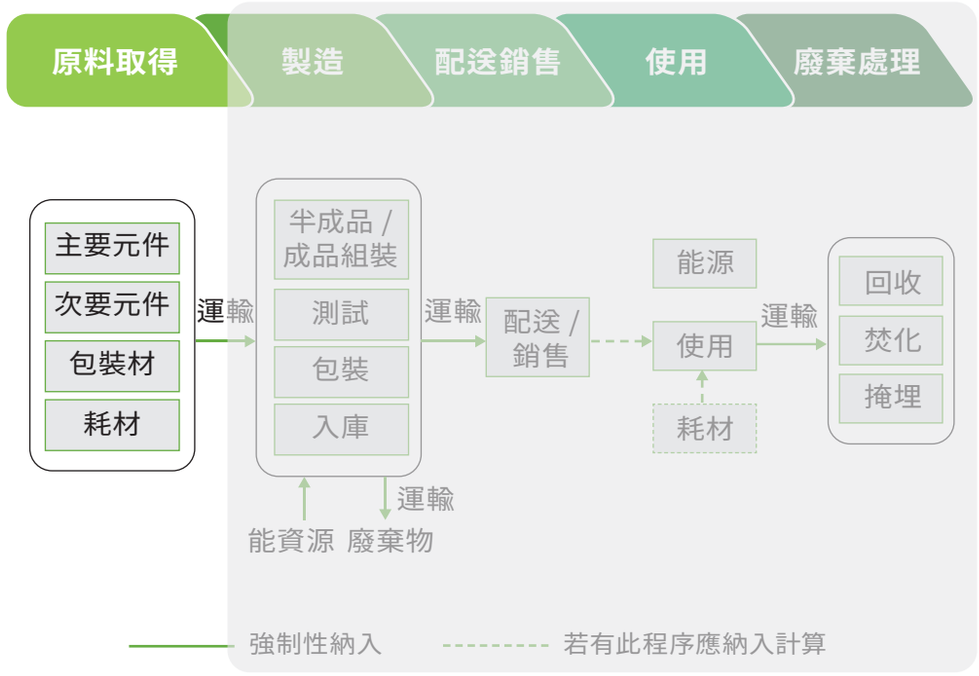
實際上尋找排放係數往往是企業計算碳足跡實務上的一大挑戰，因此，爲協助盤查人員在面對不同物料時能快速選用適當的係數，並確保產業間計算結果的一致性，本節將針對常見關鍵物料提供係數選用建議。

ecoinvent SimaPro

Ecoinvent 爲當前全球範圍具公信力之生命週期資料庫之一，並被多數國際知名企業於計算產品碳足跡時採用，故建議當無法與其供應商索取碳足跡數據或係數時可以考慮使用 SimaPro 軟體 (9.5 版以上) 搭配 Ecoinvent 資料庫 (3.8 版以上) 來選用碳足跡係數。

本指引亦列出電路板產業常見原物料之建議選用係數清單，作爲實務執行時的參考指引。若無特別指定，得參考本指引所列之原物料係數進行選用與填報，以提升資料一致性與可信度，詳見附錄。

第七章 原料取得階段盤查實務



7.1 ｜ 範圍定義

原料取得階段包括所有構成產品的主要元件、次要元件、包裝材料和耗材的生產及運輸過程。這個階段的系統邊界從自然資源開採開始，到加工或生產製造，最終原料運送抵達生產工廠爲止。

7.2 ｜ 數據收集項目及要求

當原料碳足跡係數採用供應商特定產品碳足跡 (Supplier-specific PCF) 時，除蒐集 PCF 數值、功能／宣告單位、數據期間、系統邊界及方法學資訊外，亦應優先取得該 PCF 所對應之 Primary Data Share (PDS) 及相關數據品質資訊。若上游 PDS 未知，於依 PACT Methodology V3 計算下游 PCB 產品 PDS 時，應依其規定採保守方式處理。



主要元件	次要元件	包裝材料	耗材
構成 PCB 核心功能的關鍵物料	支持功能但非核心之配件	用於保護、展示和運輸 PCB 的材料	生產過程中消耗但不構成最終產品的一部分
· 銅箔基板 (CCL)：FR-4、高頻高速基板。 · 銅箔：電鍍銅箔、壓延銅箔。	· 半固化片 (PP)：黏合各層電路用。 · 導電膠 / 金鹽：針對特殊導通需求。	· 真空袋 (ESD Bag)：防靜電需求。 · 乾燥劑 / 濕度指示卡：防潮需求。 · 瓦楞紙箱 / 護角：外部緩衝。	· 鑽頭 (Drill Bit)：加工磨損耗材。 · 乾膜 (Dry Film)：曝光顯影過程消耗。 · 潤滑油 / 主軸油：機台維護用。
需要收集的數據			
· 供應商提供的 CFP 宣告書或碳足跡數據。 · 原料材質說明書 (MSDS/SDS)。 · 單位產品使用之實物重量 (kg)。	· 供應商數據或二次資料庫係數。 · 實際投料量 (BOM 表數據）。	· 總採購數量與重量。 · 材質成分 (如 PE、紙質百分比）。 · 回收料占比 (若有）。	· 耗材之採購重量或使用壽命。 · 廢棄物處理方式。

1. 主要原料

物料項目	係數名稱關鍵字
銅箔基板	銅箔基板 (電路板用)
環氧樹脂	環氧樹脂
壓克力樹脂	壓克力樹脂

2. 輔助原料

物料項目	係數名稱關鍵字
鋁錠	鋁錠
過硫酸鈉	過硫酸鈉
濃硫酸	濃硫酸

*** 選用碳足跡係數時需注意以下要點：**

1. 物料的物理特性是否相符
2. 生產地區的代表性是否適當
3. 係數的時效性是否符合需求

SimaPro 係數名稱判讀：

Nylon 6-6 (RER)I market for nylon 6-6 | Cut-off, S
Nylon 6-6 (RER)I market for nylon 6-6 | Cut-off, U
Nylon 6-6 (RoW) | r | market for nylon 6-6 | Cut-off, S
Nylon 6-6 (RoW)] market for nylon 6-6 | Cut-off, U

1. 數據代表的區域：
- GLO: 全球
- RER: 歐盟
- RoW: 歐盟以外的區域
- CN: 中國
- US: 美國
- .... 與其他國家區域

2. 包含的生命階段與分配原則：
- Cut-off: 截斷不直接發生在此產品上的部分
- APOS: 除了目標產品也考慮副產品並進行分配計算
- Conseq: 長期來看·納入計算產品潛在的環境影響

3. 分析流程
- U: unit process 會顯示各製程單元的計算結果·耗時較長
- S:system process 只會有整體計算結果，耗時較短

※ 兩種選項得出的最終碳足跡係數相同

（備註：詳見附件 4）

7.3 ｜ 特殊情況處理

在計算產品碳足跡的原料取得階段時，常會遇到一些特殊情況需要特別處理。以下是幾種常見情況及處理方法：

7.3.1 原料來自多家供應商的處理方法

當一種原料來自多個供應商時，碳足跡數據的收集和計算可採用以下方法：

	適用情況	方法
全數據收集法	供應商數量較少 (例如 5 家以內)	收集所有供應商的碳足跡數據，按各自的供應比例進行加權平均
主要供應商法	供應商數量衆多	· 識別主要供應商：累計供應量超過總量 10% 以上的供應商 · 收集主要供應商的碳足跡數據 · 按供應比例進行加權平均 · 將結果擴展到 100%，作爲該原料的碳足跡數據

7.3.2 回收材料的處理

在計算產品碳足跡時，對於回收材料需要特別考慮。以下是針對這類材料的具體處理方法：

1. **計算範圍：**應包含回收過程的環境影響，包括收集、分類、清洗和再加工等步驟。
2. **數據來源優先順序：**
   - 官方公布的回收材料環境足跡數據收集
   - 供應商提供的具體回收過程數據
   - 行業平均數據或相關研究文獻
3. **避免重複計算：**確保不會重複計算原始生產階段的環境影響。
4. **考慮質量損失：**如果回收過程中材料質量有所降低，應在計算中反映這一點。

7.4 ｜ 計算方法

原料取得階段的碳足跡

$$\text{CFP 原料取得階段的碳足跡} = \underbrace{\Sigma(\text{第 i 種原料的使用量 Mi} \times \text{第 i 種原料的碳足跡係數 EFi}}_{\text{原料碳足跡}} + \underbrace{\text{第 i 種原料的運輸距離 Di} \times \text{第 i 種原料的重量 Wi} \times \text{第 i 種原料運輸的碳足跡係數 TEFi})}_{\text{運輸碳足跡}}$$

注意

1. 若 i 種運輸方式爲 2 段 (含) 以上則運輸距離、裝載率及運輸碳足跡係數皆應該分開收集，並合併計算運輸排放量。
2. 若無法取得裝載率可以設定爲 100%

7.5 ｜ 計算範例

以下是一個簡化的電路板原料取得階段碳足跡計算範例：

案例背景

假設某廠商的多層板包含以下主要原料：

銅箔基板	0.40kg
尿素甲醛樹脂 (65%固形物)	0.05kg
陽極銅球	0.03kg
瓦楞紙板 (AB 楞)	0.2m^2
鑽頭	產線總消耗 10 支

* 由於鑽孔機爲共用設備，依據「生產工時分配法」，標的產品生產工時爲 72 小時，全廠總工時爲 720 小時。此外，單支鑽頭重量爲 0.00167kg。
* 在多數的生命週期資料庫 (如 Ecoinvent 或產品碳足跡資訊網) 中，金屬或化學原物料的碳足跡係數單位通常是「公斤二氧化碳當量 / 公斤 (kg CO_2e/kg)」。然而，工廠在採購與領用鑽頭時，單位通常是「支 (Piece)」。爲了讓「活動數據的單位」與「碳足跡係數的單位」一致，就必須乘上「單支重量 (0.00167kg) 」，將使用量從「支」轉換爲「公斤 (kg)」，這是在盤查實務中非常標準且必要的單位換算步驟。

原料的碳足跡係數：

項目	係數	係數來源
銅箔基板 (電路板用)	8.18 kg CO_2e/kg	產品碳足跡資訊網：銅箔基板 (電路板用)
尿素甲醛樹脂 (65%固形物)	1.62 kg CO_2e/kg	產品碳足跡資訊網：尿素甲醛樹脂 (65%固形物)
陽極銅球	5.98 kg CO_2e/kg	Ecoinvent 3.10 數據庫，Copper, anode {RoW}
瓦楞紙板 (AB 楞)	1.3 kg CO_2e/m^2	產品碳足跡資訊網：瓦楞紙板 (AB 楞)
鑽頭 (複合係數)	· 由於公開係數資料庫無直接匹配之排放係數，故依據原物料成分表 (BOM) 拆解。該鑽頭包含 97% 鈷與 3% 碳化鎢。 · 經加總金屬原料係數 (鈷：44.2 kg CO_2e/kg、碳化鎢：27.0 kg CO_2e/kg) 與鑽頭本身金屬加工製程碳排 (9.31 kg CO_2e/kg) 後，得出鑽頭複合碳足跡係數爲 52.994 kg CO_2e/kg。	

(示例數值，實際應用時請使用最新生命週期資料庫數據，並標註來源)

運輸情況：

運輸 100km

· 銅箔基板 0.40 kg　· 陽極銅球 0.03 kg
· 尿素甲醛樹脂 0.05 kg　· 瓦楞紙箱 0.2m^2

運輸的碳足跡係數：

項目	係數	係數來源
卡車	0.1 kg CO_2e/t·km	臺灣環境部碳足跡資訊網，一般卡車運輸

計算過程：

原料碳足跡計算		
銅箔基板	0.40 kg x 8.18 kg CO_2e/kg = 3.272 kg CO_2e	
尿素甲醛樹脂	0.05 kg x 1.62 kg CO_2e/kg = 0.081 kg CO_2e	
陽極銅球	0.03 kg x 5.98 kg CO_2e/kg = 0.1794 kg CO_2e	
瓦楞紙箱	0.20 m^2 x 1.3 kg CO_2e/m^2 = 0.26 kg CO_2e	
鑽頭	步驟一 (工時分配)	10 支 x (72 小時 / 720 小時) = 1 支 (該產品應分攤之鑽頭數量)
	步驟二 (單位換算)	1 支 x 0.00167 kg/ 支 = 0.00167 kg (換算爲總重量以匹配係數單位)
	步驟三 (碳排計算)	0.00167 kg x 52.994 kg CO2e/kg = 0.0885 kg CO_2e

原料取得階段的總碳足跡

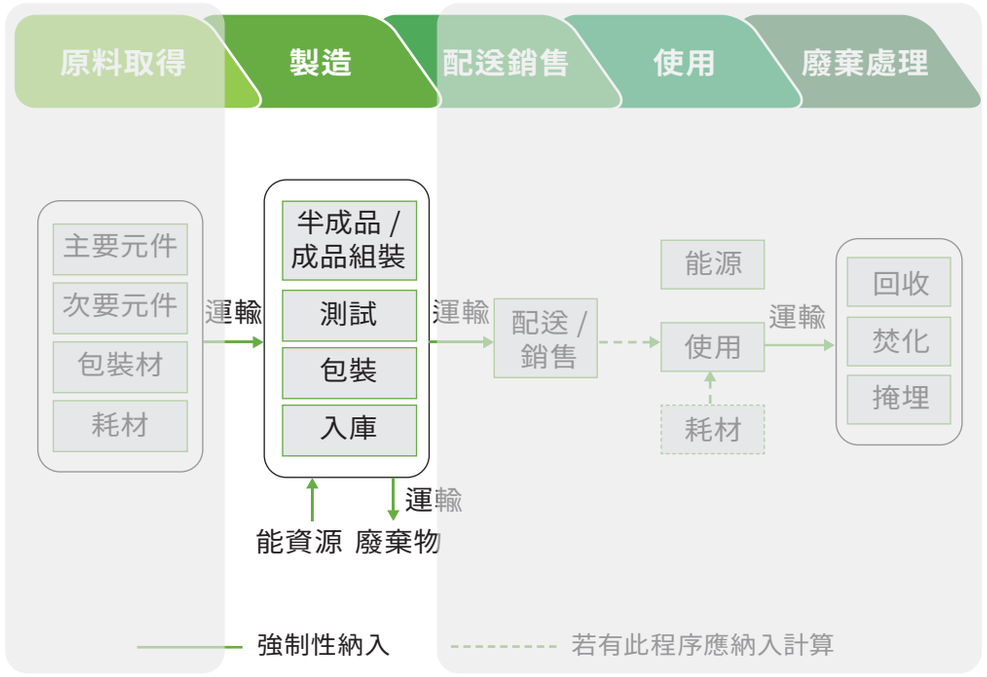
CFP 原料取得 = 3.272 + 0.081 + 0.1794 + 0.26 + 0.0885
= 3.8809 kg CO_2e

因此，該片多層電路板於原料取得階段之碳足跡約為 **3.8809 kg CO_2e**

注意

本範例係爲簡化說明用途，實際計算時應依據產品實際物料清單 (BOM)、原料投入量、包裝用量及最新碳足跡係數資料進行盤查與計算，並視需要納入原料運輸排放，以提升結果之完整性與準確性。

第八章 製造階段盤查實務



8.1 ｜ 範圍定義

製造階段包括從原料進入生產工廠到成品出廠的所有過程。這個階段的系統邊界涵蓋所有與產品製造相關的活動，包括組裝、測試、包裝、入庫等，應納入製造階段與其相關的能資源投入、廢棄物運輸及處理等。若工廠中與生產性質無關之辦公區域在能資源投入資料收集上可以明確區分的情況下得不收集辦公區域之能資源資料。

8.2 ｜ 數據收集項目及要求

能源輸入	水資源使用	廠內運輸
生產過程中使用的各種能源	製造過程中使用的水資源	工廠內部運輸過程中的能源消耗
製造過程所使用之電力、燃料（如天然氣、柴油等）	清洗用水、冷卻用水等	叉車、堆高機等 運輸設備的用油
需要收集的數據		
· 各種能源的使用量 · 能源來源（如自產太陽能或外購電力）	· 用水量	· 運輸設備的能源消耗量

廢棄物產生及運輸	製程相關直接排放
製造過程中產生的固體、液體廢棄物	製造過程中直接產生的溫室氣體排放
金屬廢料、廢塑料、廢水等	· 焊接過程中的氣體排放、零件清洗過程中的揮發性有機物排放、與產線相關工作人員之化糞池甲烷排放等 · 潤滑油 / 主軸油：機台維護用。
需要收集的數據	
· 各類廢棄物的產生量 · 廢棄物之運輸方式及距離 · 廢棄物處理方式（如回收、焚燒、掩埋等）	· 排放源相關活動數據

實務提醒

- 使用統計與盤查時間範疇相同之完整一年數據。
- 如果生產有季節性波動，確保數據涵蓋全年情況。
- 請使用校準過的儀器進行測量。

8.3 ｜ 特殊情況處理

在計算產品碳足跡的製造階段時，常會遇到一些特殊情況需要特別處理。以下是幾種常見情況及處理方法：

8.3.1 季節性生產的考量

1. 數據收集範圍：確保覆蓋完整的生產週期（通常爲一年）

2. 考慮因素：季節性能源使用（如冬季供暖、夏季製冷）、原料供應變化等

3. 計算方法：採用年平均法，或按實際生產月份加權平均

8.3.2 新產品或生產線的處理

1. 初期數據使用：可使用設計值或類似產品的數據，但需明確說明

2. 數據更新：在穩定生產後（如 3-6 個月），使用實際運行數據更新計算

3. 持續優化：記錄並分析初期生產與穩定期的差異，作爲改進依據

8.3.3 定期維護和大修的影響

考慮設備定期維護和大修對碳足跡的影響：

1. 日常維護：將其視爲正常生產的一部分

2. 大修或升級：

- 記錄大修期間的能源消耗和材料使用
- 將影響分攤到大修周期內的所有產品

8.3.4 廢棄物處理的考量

在 PCB 製造過程中會產生多類固體與液態廢棄物（如報廢邊角料、含銅廢液、廢水污泥等），針對廢棄物處理的碳足跡計算，應明確分類去向：

1. 資源回收體系：

- **無償 / 收益模式：**若廢棄物具高價值，由業者免費清運或向我方購買，則該廢棄物視爲業者的產品原料。依據排放責任歸屬原則，我方的碳排放量通常視爲 0 ，且無須負擔清運過程之運輸排放。
- **付費委託模式：**若我方須支付處理費請業者回收，我方則須承擔「廢棄物運輸」之排放。

2. 非回收體系（焚化或掩埋）：

- 須根據處理方式乘上對應之「處理排放係數」，並加上清運過程之排放。例如：焚化處理、廢水處理等。

共用廢棄物分配：無法直接歸屬於單一產品時，採「質量分配法」，依產品生產質量佔比分攤。

8.4 ｜ 計算方法

製造階段的碳足跡

$$= \frac{(\Sigma(\text{第 i 種能源的使用量 } Ei \times \text{第 i 種能源的碳足跡係數 } EFi) + \Sigma(\text{第 j 種廢棄物的運輸距離 } Dj \times \text{第 j 種廢棄物的處理量 } Wj \times \text{第 j 種廢棄物運輸的碳足跡係數 } tEFj + \text{第 j 種廢棄物的處理量 } Wj \times \text{第 j 種廢棄物處理的碳足跡係數 } EFj) + \text{第 k 種直接排放量（如製程直接排放或化糞池排放） } DEk)}{\text{標的產品的總產量 } n}$$

8.4.1 製程用電的分配方式

在製程用電量計算上，應依設備量測條件與資料可取得性，採取分級計算方式，以兼顧數據準確性與實務可行性。當設備具備獨立電表時，優先採用實測數據，依生產批次期間讀取電表期初與期末數值差，並乘以 CT/PT 倍率計算實際用電量，以確保數據精準性。若設備未設置獨立電表，則採用額定功率估算法，透過設備額定功率、實際運轉時間及負載係數推估用電量，其中負載係數可預設爲 0.8，並可依現場量測結果進行調整，以反映實際運轉狀況。另對於照明、空調及空壓等公用設施，因其用電無法直接歸屬至單一製程或產品，則以全廠總用電扣除主要製程用電後之餘額，並依產量或樓地板面積等合理分攤原則分配至各產品，以建立完整之製程用電盤查基礎。

1. 具備獨立電表之設備

- **數據來源：**依據生產批次期間，直接讀取該設備專用電表之度數差值。

計算公式

(期末讀數 - 期初讀數) × CT/PT 倍率

2. 共用生產之設備 (無獨立電表)

- **數據來源：**採額定功率估算法。

計算公式

用電量 = 額定功率 (kW)\times 運轉時間 (hr)\times 負載係數 (Load Factor)

(※ 備註：負載係數預設值爲 0.8 (或依現場實際測量值調整)。)

3. 公用設施分攤 (照明、空調、空壓)

- **數據來源：**全廠總電表扣除主要製程電表後之餘額。
- **分配原則：**採「產量分攤法」或「樓地板面積分攤法」分配至各產品。

8.5 ｜ 計算範例

以下是一個簡化的電路板在製造階段碳足跡計算範例：

案例背景

假設某公司一年產出 28,860 片電路板。

因產線為多項產品共用，依據「生產工時分配法」，標的產品生產工時為 72 小時，全廠總工時為 720 小時。其製造過程包含以下主要排放源：

- 全廠總電力消耗：19,951,380 度 (需依工時分配)
- 全廠總天然氣消耗：3,364.616 m^3 (需依工時分配)
- (化糞池) 年度該產品相關人員總工時：2,000 hr (需依工時分配)
- 該產品製程廢棄物產生：50 kg (其中 30kg 回收，20kg 焚化處理)
- 廢棄物運輸方式及距離：卡車運輸、100 km

製造階段的碳足跡係數：

項目	係數	係數來源
電力	0.494 kg CO_2e/kWh	臺灣電力公司 2024 年電力排放係數
天然氣	2.093 kg CO_2e/m^3	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
化糞池	0.00000159375 kg CO_2e/hr	
卡車	0.1 kg CO_2e/t·km	臺灣環境部碳足跡資訊網，一般卡車運輸

項目	係數	係數來源
廢棄物回收	0 kg CO_2e/kg	
廢棄物焚化	0.8 kg CO_2e/kg	臺灣環境部碳足跡資訊網，一般廢棄物焚化處理

（示例數值，實際應用時請使用最新生命週期資料庫數據，並標註來源）

計算過程：

能源使用的碳足跡（共用耗能依工時分配）	
分配比例	72 小時 ÷ 720 小時 = 10%
電力分配量	19,951,380 kWh x 10% = 1,995,138 kWh
電力碳排	1,995,138 kWh x 0.494 kg CO_2e/kWh = 985,598.172 kg CO_2e
天然氣分配量	3,364.616 m^3 x 10% = 336.4616 m^3
天然氣碳排	336.4616 m^3 x 2.093 kg CO_2e/m^3 = 704.214128 kg CO_2e

製程相關直接排放的碳足跡	
化糞池 CH4（已明確歸屬標的產品，採 100% 計入）	2,000 hr x 0.00000159375 kg CO_2e/hr = 0.0031875 kg CO_2e

製造階段廢棄物處理的碳足跡	
廢棄物運輸（已明確歸屬標的產品，採 100% 計入）	(50 kg/1000) t x 100 km x 0.1 kg CO_2e/t·km = 0.5 kg CO_2e
廢棄物回收	30 kg x 0 = 0 kg CO2e
廢棄物焚化	20 kg x 0.8 kg CO_2e/kg = 16 kg CO_2e

總排放量與單片碳排	
CFP 製造（總計）	985,598.172 + 704.214128 + 0.0031875 + 0.5 + 0 + 16 = 986,318.8893155 kg CO_2e
單片碳排放量	986,318.8893155 ÷ 28,860 = 34.176 kg CO_2e/ 片，約 34.18 kg CO_2e/ 片。

結果說明：因此，此片 PCB 板的製造階段碳足跡約爲 **34.18 kg CO_2e**。

注意

這個範例經過簡化，實際計算時應納入所有製造過程之能資源使用、製造相關直接排放及廢棄物處理，並考慮適切分配及使用更精確的碳足跡係數。

第九章 文件記錄與數據查證

9.1 ｜ 文件記錄和文檔

產品碳足跡計算的文件管理是確保計算過程可追溯性和透明度的關鍵。完整的文件記錄不僅支援內外部查證工作，也有助於未來的更新和改善。文件管理系統應涵蓋從數據收集到最終報告的整個過程，並確保所有關鍵資訊都得到適當保存。

良好的文件管理應從產品基本資訊的記錄開始，包含產品規格、物料清單和製造流程等基礎資料。在數據收集階段，需建立完整的數據來源檔案，記錄數據的取得方式、時間範圍和負責人員。計算過程的文件則應詳細記錄使用的計算方法、分配原則和相關假設。

所有文件都應建立版本控制機制，包含清楚的版本編號、製作日期和審核記錄。如透過電子文件管理系統，建立統一的文件命名規則和目錄結構，確保文件的安全性和可存取性。定期的文件審查和更新，能確保文件系統持續滿足組織需求，支持碳足跡計算的可靠性。

9.2 ｜ 內部查證流程

內部查證是確保碳足跡計算品質的第一道防線，應由具備相關專業知識的人員執行，但應注意獨立性問題，不可指派人員查證其直接參與或負責之盤查數據。建立完善的內部查證流程不僅能及早發現問題，也能爲外部查證做好準備。

內部查證的實施可分為以下階段：

1. 查證前準備

建立查證團隊，制定查證計畫，明確查證範圍和重點。查證團隊應至少包含：

- 查證組長：負責整體查證工作協調
- 查證人員：執行實際查證工作

2. 查證執行

採用系統性方法進行查證，主要查證內容包括：

表 2 內部查證重點項目表

查證項目	查證重點	查證方法
範疇界定	· 系統邊界完整性 · PCR 符合性 · 假設合理性	文件審查、專家討論
數據品質	· 數據來源可靠性 · 數據代表性 · 計算準確性	抽樣檢查、交叉驗證
計算方法	· 分配原則適當性 · 係數選擇正確性 · 計算邏輯性	重新計算、方法評估

3. 查證報告與改善

完成查證後，應製作正式的查證報告，包含：

- 查證發現的問題與建議
- 改善行動計畫
- 後續追蹤機制

9.3 ｜ 外部查證要求

外部查證是由獨立的第三方機構執行，目的是確保產品碳足跡計算結果的可信度和公正性。在選擇外部查證機構時，應考慮其專業能力、公信力和相關認可資格。

外部查證的主要要求包括：

1. 查證機構資格

- 應具備相關認證資格
- 具有電子產業碳足跡查證經驗
- 查證人員需具備專業資格

2. 查證準備文件

表 3 外部查證準備文件清單

文件類別	查證重點	查證方法
基本資料	· 組織與產品資訊 · 生命週期流程圖 · PCR 符合性說明	· 產品規格說明 · 相關認證文件
計算資料	· 完整計算碳足跡清冊 · 數據收集記錄及佐證 · 分配方法說明	· 數據品質評估 · 切斷使用記錄
管理文件	· 碳足跡研究報告 · 內部查證報告	· 內部查證教育訓練紀錄 · 文件管理程序 · 改善計畫追蹤

3. 查證流程配合

外部查證通常包含文件審查及 2 次的現場查證階段。在現場查證階段，組織應：

· 安排相關人員接受訪談
· 提供必要的現場勘查
· 準備輔助文件和記錄
· 配合抽樣檢查要求

4. 查證後續管理

· 針對查證發現進行改善
· 建立定期更新機制
· 維護文件完整性
· 規劃定期複查作業

妥善的文件管理和查證制度不僅能確保碳足跡計算的品質，也能協助企業持續改善其永續發展表現。透過完整的內外部查證機制，企業可以建立可靠的碳足跡管理系統，爲未來的減碳工作奠定良好基礎。

9.4 ｜ 盤查實務範例

依據 PCB 的 PCR 及各式產品類別之盤查標的物原料清單、製程流程資訊，制定盤查計畫及所對應產出文件及數據。

教育訓練及生命週期流程確認

· 員工工作教育訓練
· 繪製產品生命週期流程圖
· 確認盤查邊界及資料形式
· 設計與修訂盤查表單

盤查資料收集

· 蒐集相關數據資料及填表
· 資料整理與正確性檢查
· 量化各階段排放源
· 製作產品碳足跡報告書

外部查證

· 偕同第三方執行查證
· 修正缺失並通過查證

表 4 ISO 14067 產品碳足跡盤查執行計畫

項次	各階段執行計畫	產出項目
	第一階段：教育訓練及生命週期流程確認	
1	輔導員工了解 ISO 14067: 2018 資料收集原則。 (1) ISO 14067: 2018 規範講解、排放量計算說明。 (2) 資料收集準則及資料填寫方式說明。	1. 教育訓練文件：ISO 14067: 2018 規範講解、排放量計算說明 2. 教育訓練文件：資料收集方式及填寫說明
2	繪製產品生命週期流程圖，範疇爲搖籃至大門。	生命週期流程圖
3	確認產品碳足跡盤查邊界，確認生命週期各階段可蒐集之數據資料形式。	產品碳足跡排放源清單
4	設計與修訂產品碳足跡盤查表單。	產品碳足跡盤查表單
	第二階段：資料收集	
5	教育訓練參與人員蒐集相關數據資料及填表。	活動數據及佐證資料回收
6	資料整理及正確性檢查。	缺失改善表
7	量化生命週期各階段排放源並製作產品碳足跡報告書。	1. 產品碳足跡盤查清冊 2. 產品碳足跡報告書
	第三階段：查證	
8	偕同第三方查證單位執行查證工作。	第三方查證 會議簽到表及會議紀錄
9	協助第三方查證單位提出之缺失修正並通過外部查證。	查證證書

資料來源：本指引整理，2025

第十章 結論

本指引係基於多年度推動成果建構而成，透過於 AI 伺服器、工業電腦、低軌衛星、高階智慧手機、車用電子、封裝載板及消費性電子等關鍵應用領域的實證，逐步發展出適用於 PCB 產業的產品碳足跡盤查模式。過程中，計畫團隊整合產品與產線選定、資料蒐集、碳含量拆解、數據計算與資訊可視化等完整流程，並於國內代表性業者生產基地完成多場域驗證，確立其可行性與跨場域適用性。

整體成果可歸納爲三大重點：第一，建立以 HDI 板、IC 載板及軟板爲核心的代表性產品結構，作爲產業盤查基準；第二，發展模組化製程計算架構，使碳排放計算具備重複運算與跨產品比較特性；第三，形成標準化盤查流程與方法，確保計算邏輯的一致性與結果的透明度。此三項成果克服了產業缺乏可複製操作模式的限制，並建立可直接導入實務的計算方法與管理架構。

在產業效益層面，透過標準化與模組化設計，爲 PCB 製造業提供一致的盤查方法與技術基礎，不僅提升計算效率與數據一致性，亦能縮短盤查作業週期、降低對外部顧問的依賴，並逐步累積自主碳管理能力。此一進展引導產業由「被動回應法規與客戶要求」轉向「主動提前準備」，不僅強化企業競爭力，亦提升整體供應鏈透明度與國際信任度。

展望未來，隨著全球碳法規趨嚴與綠色採購門檻提高，標準化的碳足跡計算方法可支撐產業規模化導入，使更多業者能於不同產品線快速展開盤查；同時，藉由一致的計算方法與數據架構，促進供應鏈協同，形塑跨企業可比性與一致性；並憑藉前瞻碳管理能力與高透明度資訊，強化國際競爭力，精準回應市場與客戶需求，鞏固台灣 PCB 產業於全球低碳供應鏈的戰略地位。

綜上所述，本指引建立完整的操作模式與計算標準，更爲台灣 PCB 產業邁向淨零轉型奠定堅實根基。透過持續深化與推廣，將有助於全面提升產業韌性，並在全球低碳轉型浪潮中確立長期競爭優勢。

附錄一：適用之 PCB 製造商品分類編號 CCC code

編號	項目名稱
85340000116	硬質單面電路
85340000125	硬質雙面電路
85340000134	硬質多層電路
85340000205	軟質電路
85340000900	其他電路

附錄二：碳足跡係數資料庫使用說明

A2.1 ｜ 環境部產品碳足跡資訊網資料庫使用指南

一、 產品碳足跡資訊網碳足跡資料庫介紹

環境部產品碳足跡資訊網是一提供產品碳排放資訊查詢與碳足跡標籤申請的綜合平台。該平台內建公用碳排放係數資料庫，涵蓋多種材料與製程的排放數據，爲生命週期分析 (LCA) 和碳足跡計算提供科學依據。

平台網址：https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/WebSites/CoefficientDB.aspx

二、 操作步驟：

以下以電子業製程常見之塑膠原料爲查詢範例：

1. 於平台中選擇製程所使用之塑膠材料



2. 選擇盤查年度或最新公告之數值



A2.2 ｜ Simapro Demo 版基礎使用指南

一、 SimaPro 軟體介紹

SimaPro 是一款專業的生命週期評估 (LCA) 軟體，用於分析產品或服務在其整個生命週期中對環境的影響。從原料開採、生產製造到使用及廢棄處理，SimaPro 幫助使用者量化每階段的環境衝擊，提供數據驅動的決策支持。

二、軟體安裝

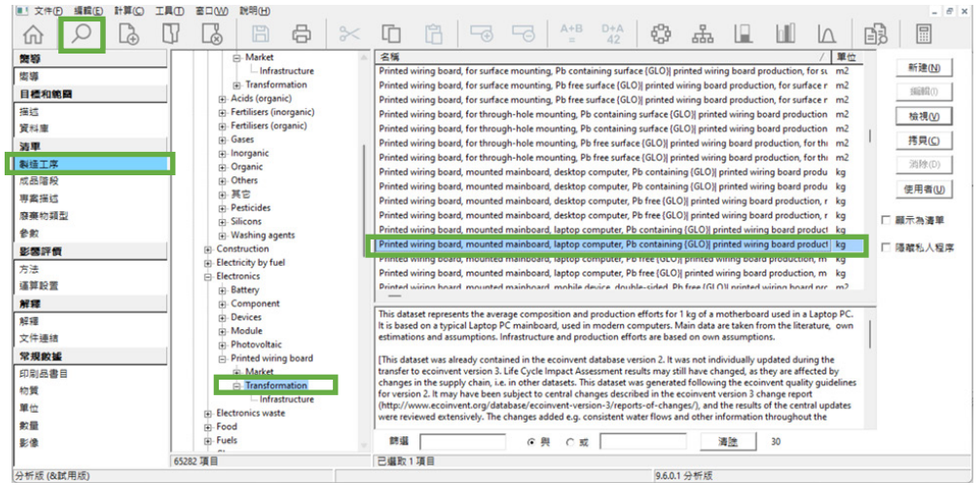
SimaPro 爲付費軟體，欲試用可至網站下載試用版，僅作爲企業內部分析參考之用途。

試用版網址：https://simapro.com/try/

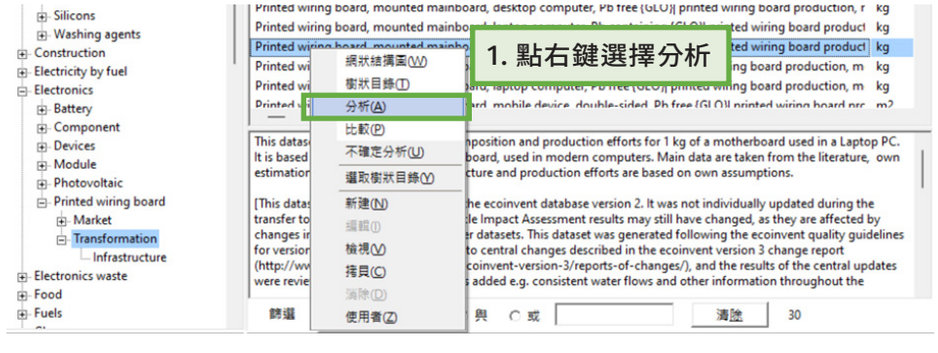
三、操作步驟

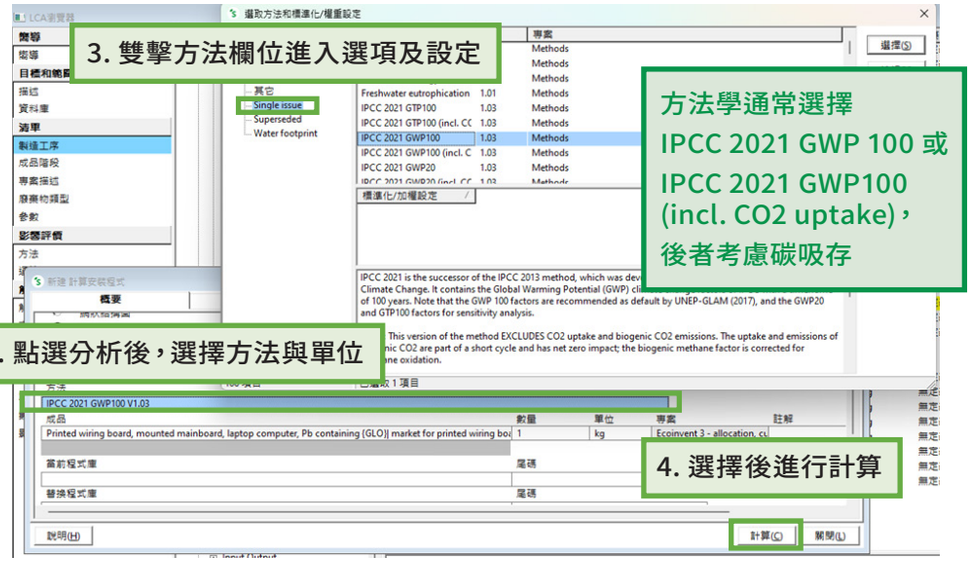
以下以電子業製程常見之電路板爲係數查詢範例：

1. 選擇材料：啟動軟體專案後，於製程工序中找尋符合製程情境之材料。亦可使用搜尋功能以電路板關鍵字 “Printed wiring board” 查詢 ，並於搜尋中挑選適當使用情境之選項。

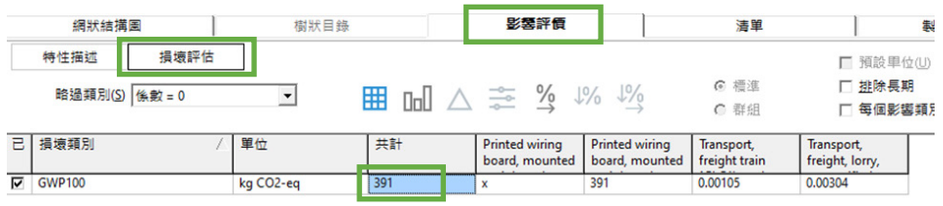


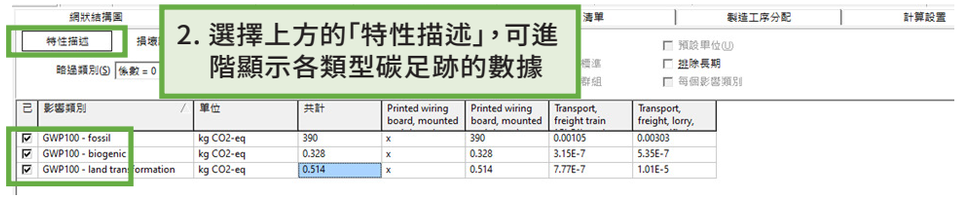
2. 選定材料種類後進行分析：





3. 計算結果：





Fossil: 石化碳
Biogenic: 生物碳
Land transformation: 土地利用改變產生之碳排

附錄三：碳足跡計算報告目錄

XX 公司

XX 產品

XX 年產品碳足跡研究報告書

請放產品照片

發行日期 : XX 年 X 月 X 日

第 X 版

目錄

第一章 基本簡介

1.1 前言與目的
1.2 組織簡介
1.3 公司組織架構

第二章 數據與範疇

2.1 標的產品簡介
2.2 功能單位與標示單位
2.3 碳足跡盤查範疇
2.4 實質貢獻與切斷原則
2.5 排除項目
2.6 資本財
2.7 耗材
2.8 溫室氣體排放種類
2.9 計算方式
2.10 數據品質規範

第三章 碳足跡評估分析

3.1 情境假設與限制
3.2 標的產品碳足跡結果分析
3.3 數據品質管理
3.4 數據品質分析
3.5 不確定性說明
3.6 結論與建議

第四章 報告書管理

第五章 參考資料

附錄四：電路板產品常見係數來源

備註 本指引係以 ecoinvent 資料庫當前可取得之最新版爲基準編製；未來如有新版發布，請一律以使用當時之 ecoinvent 最新正式版本及其說明文件爲準。

物料項目	係數名稱	係數來源
主要原料		
銅箔基板（電路板用）	銅箔基板（電路板用）	產品碳足跡資訊網
環氧樹脂	環氧樹脂	環境部產品碳足跡資訊網
玻璃纖維絲	玻璃纖維絲	環境部產品碳足跡資訊網
壓克力樹脂	壓克力樹脂	環境部產品碳足跡資訊網
酚醛樹脂	酚醛樹脂	環境部產品碳足跡資訊網
鎳	Nickel, class 1 {GLO}| smelting and refining of nickel concentrate, 16% Ni | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
硫酸銅	Copper sulfate {GLO}| copper sulfate production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
硫酸鎳	Nickel sulfate {GLO}| nickel sulfate production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
無磷無氧銅塊	無磷無氧銅塊	環境部產品碳足跡資訊網
鋁合金	Aluminium alloy, AlLi {RoW}| aluminium alloy production, AlLi | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
銅箔	銅箔	環境部產品碳足跡資訊網
錫 (Sn)	Tin {RoW}| tin production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
陽極銅球	Copper, anode {RoW}| smelting of copper concentrate, sulfide ore | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
金	金	環境部產品碳足跡資訊網
氧化亞銅	Copper oxide {RoW}| copper oxide production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
銀	銀（未鍛造）	環境部產品碳足跡資訊網
氧化銅	Copper oxide {RoW}| copper oxide production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
陽極銅	Copper, anode {RoW}| smelting of copper concentrate, sulfide ore | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
輔助用料		
鋁錠	鋁錠	環境部產品碳足跡資訊網
鋁擠	Section bar extrusion, aluminium {RoW}| section bar extrusion, aluminium | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
過硫酸鈉	過硫酸鈉	環境部產品碳足跡資訊網
濃硫酸	濃硫酸	環境部產品碳足跡資訊網
硝酸	硝酸，98%	環境部產品碳足跡資訊網
氫氧化鈉	氫氧化鈉，45%	環境部產品碳足跡資訊網
無機化合物	Chemical, inorganic {GLO}| chemical production, inorganic | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
有機化合物	Chemical, organic {GLO}| chemical production, organic | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
硼酸	Boric acid, anhydrous, powder {RoW}| boric acid production, anhydrous, powder | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
檸檬酸	Citric acid {RoW}| citric acid production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)	聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)	環境部產品碳足跡資訊網
順丁烯二酸酐	Maleic anhydride {RoW}| maleic anhydride production by catalytic oxidation of benzene | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
碳酸鈉	碳酸鈉	環境部產品碳足跡資訊網
鹽酸	鹽酸，32% (電子級)	環境部產品碳足跡資訊網
四硼酸鈉	Borax, anhydrous, powder {RoW}| borax production, anhydrous, powder | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
硫代硫酸鈉	硫代硫酸鈉 (結晶、無水)	環境部產品碳足跡資訊網
氨基磺酸	Sulfamic acid {GLO}| sulfamic acid production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
亞硫酸鈉	亞硫酸鈉	環境部產品碳足跡資訊網
甲酸	Formic acid {RoW}| acetic acid production, butane oxidation | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
冰醋酸	冰醋酸 (甲醇羰基化法)	環境部產品碳足跡資訊網
銨基磺酸	Sulfamic acid {GLO}| sulfamic acid production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
氫氧化鉀	氫氧化鉀	環境部產品碳足跡資訊網
氫氧化鈉	氫氧化鈉，32%	環境部產品碳足跡資訊網
硫代硫酸鈉	硫代硫酸鈉 (結晶、無水)	環境部產品碳足跡資訊網
過硫酸鹽	過硫酸鈉	環境部產品碳足跡資訊網

物料項目	係數名稱	係數來源
醋酸	冰醋酸 (甲醇羰基化法)	環境部產品碳足跡資訊網
硝酸	硝酸，98%	環境部產品碳足跡資訊網
聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)	聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)	環境部產品碳足跡資訊網
甲基丙烯酸甲酯	甲基丙烯酸甲酯	環境部產品碳足跡資訊網
次氯酸鈉	次氯酸鈉 (工業用)	Ecoinvent v3.12
硫酸銨	硫酸銨	環境部產品碳足跡資訊網
氫氧化鈷	Cobalt hydroxide {GLO}| cobalt production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
硫酸鉀	Potassium sulfate {RoW}| potassium sulfate production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
磷酸	Fluosilicic acid, without water, in 22% solution state {RoW}| phosphoric acid production, dihydrate process | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
甲醇	甲醇	環境部產品碳足跡資訊網
甲醛	甲醛，37%	環境部產品碳足跡資訊網
過氧化氫	過氧化氫，30%	環境部產品碳足跡資訊網
乙醇	乙醇	環境部產品碳足跡資訊網
乙醇胺	乙醇胺	環境部產品碳足跡資訊網

物料項目	係數名稱	係數來源
甲醛	Formaldehyde {RoW}| formaldehyde production, methanol oxidation | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
丁氧基乙醇	乙二醇丁醚	環境部產品碳足跡資訊網
自來水	臺灣自來水 (2020)	環境部產品碳足跡資訊網
氨水	氨水	環境部產品碳足跡資訊網
經濟部能源署公告 112 年排碳係數	經濟部能源署公告 112 年排碳係數	
電力	電力間接碳足跡 (2021)	環境部產品碳足跡資訊網
廢 (污) 水處理服務	廢 (污) 水處理服務 (羅東地區水資源回收中心)	環境部產品碳足跡資訊網
電力	經濟部能源署公告 112 年排碳係數：電力排放係數	
油墨	Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {RoW}| printing ink production, offset, product in 47.5% solution state | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
乾燥劑	Silicone product {RoW}| silicone product production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
正己烷	Hexane {RoW}| hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
正庚烷	Heptane {RoW}| hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
異丙醇	異丙醇	環境部產品碳足跡資訊網
碳化矽	Silicon carbide {RoW}| silicon carbide production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
熱成型製程	Thermoforming, with calendering {RoW}| thermoforming, with calendering | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
聚酯纖維	聚酯纖維 (短纖，直紡)	環境部產品碳足跡資訊網
聚酯類界面活性劑	Solvent, organic {GLO}| solvent production, organic | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
非離子性 有機界面活性劑	非離子性 有機界面活性劑	環境部產品碳足跡資訊網
矽藻土	矽藻土	環境部產品碳足跡資訊網
乙二醇	乙二醇	環境部產品碳足跡資訊網
噴塗磨料	Abrasive blasting, alumina, carbon steel substrate {GLO}| abrasive blasting, alumina, carbon steel substrate | Cut-off, S	Ecoinvent
擠壓製程	Extrusion, plastic film {RoW}| extrusion, plastic film | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
標籤紙 (PET)	標籤紙 (PET)	環境部產品碳足跡資訊網
浮石粉	Pumice {RoW}| pumice quarry operation | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
N- 甲基吡咯烷酮	Methylpyrrolidone {RoW}| methylpyrrolidone production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
二甲胺基硼烷	Dimethylamine borane {GLO}| dimethylamine borane production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
道林紙	道林紙	環境部產品碳足跡資訊網
鎢	Tungsten concentrate {RoW}| tungsten mine operation and beneficiation | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
低密度聚乙烯 (LDPE)	低密度聚乙烯 (LDPE)	環境部產品碳足跡資訊網
發泡製程	Polymer foaming {RoW}| polymer foaming | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
高密度聚乙烯 (HDPE)	高密度聚乙烯 (HDPE)	環境部產品碳足跡資訊網
聚丙烯	聚丙烯	環境部產品碳足跡資訊網
營業小貨車 (柴油)	營業小貨車 (柴油)	環境部產品碳足跡資訊網
柴油	柴油 (於固定源使用，2021)	環境部產品碳足跡資訊網

物料項目	係數名稱	係數來源
廢棄物焚化處理服務	廢棄物焚化處理服務 (岡山垃圾焚化廠)	環境部產品碳足跡資訊網
沖壓製程	Deep drawing, steel, 650 kN press, automode {RoW}| deep drawing, steel, 650 kN press, automode | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
環己烷	Cyclohexane {RoW}| cyclohexane production, benzene hydrogenation, liquid phase process | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
二甲苯	二甲苯	環境部產品碳足跡資訊網
乙苯	乙苯	環境部產品碳足跡資訊網
氨	氨	環境部產品碳足跡資訊網
氯化銨	Ammonium chloride {GLO}| ammonium chloride production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
矽油	Polydimethylsiloxane {GLO}| polydimethylsiloxane production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
液化石油氣	液化石油氣 (未燃燒，2021)	環境部產品碳足跡資訊網
乙二醇丁醚	乙二醇丁醚	環境部產品碳足跡資訊網
陰離子性 有機界面活性劑	陰離子性 有機界面活性劑	環境部產品碳足跡資訊網

物料項目	係數名稱	係數來源
鄰甲苯酚	O-cresol {RoW}| o-cresol production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
聚乙烯醇	聚乙烯醇	環境部產品碳足跡資訊網
丁酮	丁酮	環境部產品碳足跡資訊網
熱成型	Thermoforming, with calendering {RoW}| thermoforming, with calendering | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
棉花	棉花 (未粗疏或精梳)	環境部產品碳足跡資訊網
浮石	Pumice {RoW}| pumice quarry operation | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
柴油	柴油 (於固定源使用，2022)	環境部產品碳足跡資訊網
廢棄物焚化處理	廢棄物焚化處理服務 (苗栗縣垃圾焚化廠)	環境部產品碳足跡資訊網
廢棄物掩埋清理	廢棄物掩埋清理服務 (南部科學工業園區 - 台南園區)	環境部產品碳足跡資訊網
Aluminium alloy	Aluminium alloy, AlLi {RoW}| aluminium alloy production, AlLi | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
聚丙烯 (PP)	聚丙烯 (PP)	環境部產品碳足跡資訊網
聚乙二醇	聚乙二醇 (PEG)	環境部產品碳足跡資訊網
乙炔	乙炔	環境部產品碳足跡資訊網
聚酯棉	聚酯棉	環境部產品碳足跡資訊網

物料項目	係數名稱	係數來源
不銹鋼鋼胚	不鏽鋼鋼胚	環境部產品碳足跡資訊網
聚醯胺粒	聚醯胺粒	環境部產品碳足跡資訊網
氬氣	氬氣	環境部產品碳足跡資訊網
液態氮	氮氣，99.9999%	環境部產品碳足跡資訊網
2- 氨基吡啶	Aminopyridine {RoW}| aminopyridine production, Chichibabin amination | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
碘	Iodine {RoW}| iodine production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
表面白紙板	表面白紙板	環境部產品碳足跡資訊網
ABS 塑膠	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer {RoW}| acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
活性炭顆粒	Activated carbon, granular {RoW}| activated carbon production, granular from hard coal | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
碳黑	碳黑	環境部產品碳足跡資訊網
高分子凝集劑	Polyacrylamide {GLO}| polyacrylamide production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
二甲胺基硼烷	Dimethylamine borane {GLO}| dimethylamine borane production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
液鹼	氫氧化鈉，45%	環境部產品碳足跡資訊網
丙酮	丙酮	環境部產品碳足跡資訊網
對苯二酚	Hydroquinone {RoW}| hydroquinone production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
氫氣	氫氣	環境部產品碳足跡資訊網
一氧化碳	Carbon monoxide {RoW}| carbon monoxide production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
二氧化碳	Carbon dioxide, in chemical industry {GLO}| market for carbon dioxide, in chemical industry | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
2,3- 二甲基丁烷	2,3-dimethylbutane {RoW}| hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
2- 甲基戊烷	2-methylpentane {RoW}| hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
甲基環戊烷	Methylcyclopentane {RoW}| hydrocarbons purification, molecular sieve separation of naphtha | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
1,3,5- 叁嗪 -2,4,6- 叁胺	Melamine {RoW}| melamine production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
聚醯胺絲	聚醯胺絲	環境部產品碳足跡資訊網
PP 纖維	Textile, nonwoven polypropylene {RoW}| textile production, nonwoven polypropylene, spunbond | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
編制	Weaving, synthetic fibre {GLO}| weaving of synthetic fibre, for industrial use | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
苯酚	Phenol {GLO}| salicylic acid production | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
牛皮紙	牛皮紙	環境部產品碳足跡資訊網
Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {RoW}| market for printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state | Cut-off, S	Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {RoW}| market for printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Chemical, inorganic {GLO}| market for chemical, inorganic | Cut-off, S	Chemical, inorganic {GLO}| market for chemical, inorganic | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

物料項目	係數名稱	係數來源
Copper oxide {GLO}| market for copper oxide | Cut-off, S	Copper oxide {GLO}| market for copper oxide | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Extrusion, plastic film {GLO}| market for extrusion, plastic film | Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}| market for extrusion, plastic film | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Thermoforming, with calendering {GLO}| market for thermoforming, with calendering | Cut-off, S	Thermoforming, with calendering {GLO}| market for thermoforming, with calendering | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Copper sulfate {GLO}| market for copper sulfate | Cut-off, S	Copper sulfate {GLO}| market for copper sulfate | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
chemical, organic {GLO}| market | Cut-off, S	chemical, organic {GLO}| market | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Sodium chlorate, powder {RoW}| market for sodium chlorate, powder | Cut-off, S	Sodium chlorate, powder {RoW}| market for sodium chlorate, powder | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Cobalt {GLO}| market for cobalt | Cut-off, S	Cobalt {GLO}| market for cobalt | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12
Chromium steel removed by turning, average, computer numerical controlled {RoW}| chromium steel turning, average, computer numerical controlled | Cut-off, S	Chromium steel removed by turning, average, computer numerical controlled {RoW}| chromium steel turning, average, computer numerical controlled | Cut-off, S	Ecoinvent v3.12

電 路 板 產 業
碳足跡計算指引

Guidelines for Carbon Footprint Calculation
in the circuit board Industry

指導單位：經濟部產業發展署

編撰單位：財團法人資訊工業策進會數位轉型研究院

協辦單位：台灣電路板協會

發行單位：財團法人資訊工業策進會數位轉型研究院、台灣電路板協會

出版日期：中華民國一一五年九月　初版一刷

©2026 財團法人資訊工業策進會數位轉型研究院版權所有