

協辦機構:



香港電子業商會  
The Hong Kong Electronic Industries Association



Hong Kong Printed Circuit Association  
香港線路板協會



香港綠色製造聯盟  
HONG KONG GREEN MANUFACTURE ALLIANCE



香港電器業協會  
HONG KONG ELECTRICAL APPLIANCE  
INDUSTRIES ASSOCIATION



港九電器商聯會

贊助機構:



冠致有限公司  
GOLD BEST LIMITED  
Terrailon®



項目成員:

Prof. Winco K.C. Yung  
電話: (852) 2766 6599  
電郵: wincokc.yung@polyu.edu.hk

Miss Jane Zhang  
電話: (852) 2766 4252  
電郵: jane.zhang@polyu.edu.hk

Miss Connie Chan  
電話: (852) 2766 4252  
電郵: cheuk-yi.chan@polyu.edu.hk

網址: <http://www.pctech.ise.polyu.edu.hk/ecodesign/>

ISBN: 978-988-18959-9-8

ISO/TS 14067 中小企業應對指南

ISBN: 978-988-18959-9-8

# ISO/TS 14067- 「產品碳足跡量化及溝通要求及指引標準」 中小企業應對指南



資助機構:

「中小企業發展支援基金」撥款資助  
Funded by SME Development Fund



工業貿易署  
Trade and Industry Department

主辦機構:



THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING



Green Manufacturing and Eco-Design Research Group  
The Hong Kong Polytechnic University  
香港理工大學綠色生產及環保設計研究小組

中小企業發展支援基金「為對應及實施產品碳足跡  
標準ISO14067而開發的電子電器溫室氣體排放資料  
庫、產品綠色物料清單估算器及中小企應對指南」

### 關於本指南

為加深香港中小企業對全新發行的ISO/TS 14067標準、其行業意義以及應用流程的了解，香港理工大學綠色生產及環保設計小組在中小企業發展支援基金的支持下特制定本指南。同時，我們開發了相應的溫室氣體排放量資料庫以及網上碳足跡量化工具G-BOM分析器，推出了四個電子產品的展示範例，並邀請業界學者、顧問以及代表等關鍵人物舉辦一系列研討會及講座，藉此幫助本地企業適應低碳理念驅動的經濟趨勢。

# 目錄

關於本指南.....	1
目錄.....	2
鳴謝.....	5
縮寫.....	6

## 第一章



## 概述 7

1.1 現狀及問題識別.....	8
1.2 本指南目標.....	9
1.3 適用範圍.....	10

## 第二章



## ISO/TS 14067標準概覽 11

2.1 背景.....	12
2.2 ISO/TS 14067的應用.....	12
2.3 ISO/TS 14067標準原則.....	12
2.4 產品碳足跡量化方法.....	15
2.4.1 產品分類規則(PCR)的應用	
2.4.2 生命週期評估(LCA)方法	
2.4.3 碳排放量計算	
2.5 溝通.....	17
2.5.1 ISO/TS 14067標準溝通要求	
2.5.2 碳足跡相關溝通的當前趨勢	

## 第三章



## 產品碳足跡研究流程附業 界ISO/TS 14067應用經驗 19

3.1 產品碳足跡研究步驟總結.....	20
3.2 產品碳足跡研究步驟指引.....	21
第1步-成立產品碳足跡項目團隊	
第2步-界定生命週期清單設定	
a) 界定產品碳足跡計算目標	
b) 設定產品系統的系統邊界	
c) 決定配置方法（視需而定）	
d) 設定資料採集的時間界限	
e) 決定資料來源及採集方法	
f) 確定報告格式	
第3步-產品碳足跡的生命週期清單	
a) 制定資料管理計劃	
b) 識別顯著流程及活動	
c) 流程初級資料採集	
d) 初級及二級資料採集	
e) 資料品質評估及提升	

第4步-產品生命週期影響評估	
第5步-生命週期評估說明	
a) 識別重要環節或貢獻比例	
b) 評價生命週期估的完整性、 敏感性以及一致性	
c) 結論、局限及建議	
第6步-碳足跡研究報告	
第7步-制定減排策略	
第8步-碳足跡產品溝通	

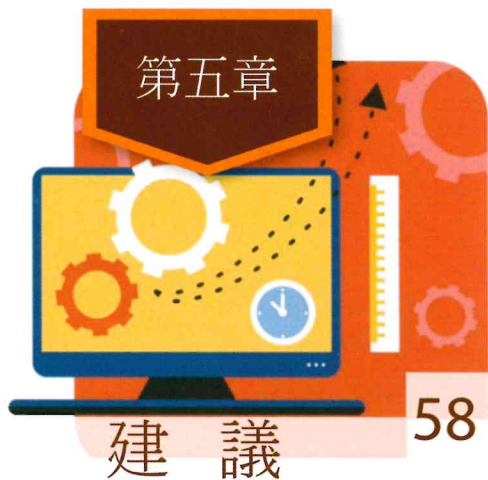
3.3 參照ISO/TS 14067標準評估產 品碳足跡研究.....	54
--	----

## 第四章



## G-BOM分析器簡介 55

(本指南包含一本“內置溫室氣體排放資料庫及綠色物料清單（G-BOM）估算器應用指南”隨件)



術語表.....	60
參考文獻.....	63
附件 1.....	65
附件 2.....	66

# 鳴謝



本項目是由香港理工大學承辦，並由香港特別行政區政府工業貿易署中小企業發展支援基金資助，特此鳴謝。

此外，以下贊助單位亦為本指引提供了技術上及財政上的貢獻，茲列表如下（排名不分先後）：

- 協辦機構：
- 香港電子業商會
  - 香港電器業協會
  - 香港綠色製造聯盟
  - 香港線路板協會
  - 港九電器商聯會

- 贊助機構：
- 香港通用檢測認證有限公司
  - 得利安亞太有限公司
  - 冠致有限公司
  - 高發液晶有限公司
  - 深圳明阳电路科技有限公司

承蒙上述業界贊助單位提供了寶貴的貢獻、參與以及財政資助，特此鳴謝。

## 縮寫

B2B	business to business 企業對企業
B2C	business to customer 企業對消費者
CFP	carbon footprint of a product 產品碳足跡
CFP-PCR	carbon footprint of a product- product category rules 產品碳足跡-產品分類規則
CO <sub>2</sub>	carbon dioxide 二氧化碳
CO <sub>2</sub> eq.	carbon dioxide equivalent 二氧化碳當量
GHG	greenhouse gas 溫室氣體
GWP	global warming potential 全球變暖潛勢
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change 聯合國政府間氣候變化專門委員會
ISO	International Organization for Standardization 國際標準化組織
LCA	life cycle assessment 生命週期評估
LCIA	life cycle impact assessment 生命週期影響評估
LCI	life cycle inventory 生命週期清單
PCR	product category rules 產品分類規則

# 第一章

# 概述

## 1.1 現狀及問題識別

近年來，極端氣候頻現，作為罪魁禍首的氣候變化亦因此成為公眾的焦點。人類活動據信是氣候變化的主要原因。人類活動產生的大氣溫室氣體排放量與日俱增，在1750年至今期間產生的二氧化碳累計排放量中，約半數是在1970年之後產生的。[1]。工業革命在帶來了經濟繁榮的同時，也衍生一連串の間接影響。減慢溫室氣體（尤其是快速積聚的大氣二氧化碳含量）的聚集速度則是抗擊氣候變化的關鍵對策之一。

目前，大部分的二氧化碳排放量是在消耗各種產品時產生的。由於溫室氣體可在產品生命週期中（原材料、製造、使用以及生命終端階段）排放及減除，因此可透過向消費者披露及展示碳足跡資訊來降低碳排放量。溫室氣體標準亦可用於支持碳標籤、創造潛在溫室氣體收益科技創新、供應鏈管理等商業功能[2]。企業透過應用溫室氣體ISO標準來提升企業效率以及發掘市場競爭優勢。

隨著氣候變化的影響愈發頻繁及凸顯，市場及政策驅動力將引領著經濟沿著低碳軌道發展，各方面因素都將推動ISO/TS 14067標準的實行。鑑於香港目前尚未執行相關實質性的政策條例，企業亦因此難以遇見該標準對業界及消費者行為產生影響。此外，由於缺乏根據本港環境並依照ISO/TS 14067標準實行產品碳足跡措施的先例，因此在實施標準上亦存在困難。

## 1.2 本指南目標

為幫助業界適應標準實施以獲得明顯的減排效果，本指南致力：

- 1) 對ISO/TS 14067進行準確概述，以加深企業對該標準的理解；
- 2) 分析實施ISO/TS 14067標準的益處；
- 3) 就制定產品碳足跡報告提供詳細說明，著重對香港業界四大電子產

品進行案例研究；

- 4) 引入由香港理工大學為業界開發的網上碳足跡量化工具（G-BOM分析器）資料庫，為量化產品生命週期的碳排放量提供更優質及更簡便的方法。

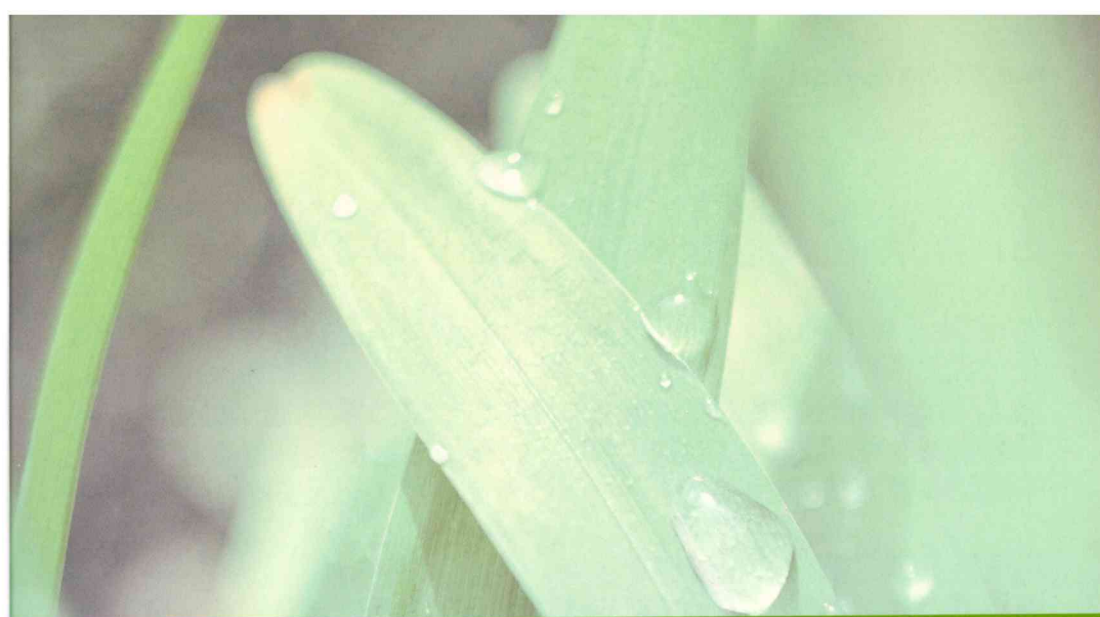


### 1.3 適用範圍

本指引涵蓋ISO/TS 14067[3]標準中對實行碳足跡量化及溝通至關重要的要點及要求。

有志於將碳減排政策納入業務及環境策略的機構及人士，

可透過本指引將ISO/TS 14067標準應用至產品的碳足跡量化過程之中。



## 第二章

# ISO/TS 14067標準概覽



## 2.1 背景

為應對人類活動引起的氣候變化，大至國際小至地區，上至全國，下至本地紛紛出台並實施各類氣候變化倡議書，以遏制大氣中溫室氣體的積累。

為使產品碳足跡基準趨於標準，國際標準化組織(ISO)特制定ISO14067產品碳足跡標準。ISO/TS 14067（技術規範）標準是在現存的ISO 14020、ISO 14024、ISO 14025、ISO 14040以及ISO 14044標準的基礎上制定而成，為碳足跡產品的量化以及溝通提供了詳細實施原則、要求以及指引。

此外，ISO 14067亦在ISO14040以及ISO 14044基礎上制定的生命週期評估(LCA)設定了具體的碳足跡產品量化以及溝通要求。產品碳足跡涵蓋了產品生命週期中產品及服務的溫室氣體排放量以及減除量。產品碳足跡研究報告能提供準確、相關以及公平的產品碳足跡表現，是產品碳足跡溝通的基礎。

## 2.2 ISO/TS 14067的應用

ISO/TS 14067的應用之目的在於a)為消費者提供決策參考b)進行產品追蹤；以及c)提供帶額外要求的比較性主張。

經量化產品碳足跡能藉著減少碳足跡來創造業務價值。然而，產品碳足跡由於只著重於某一方面的環境問題（全球變暖）而存在局限性。此外，由於產品碳足跡是根據生命週期評估作出的，因此存在方法學上的局限。

## 2.3 ISO/TS 14067標準原則

總體而言，ISO/TS 14067所要求的產品碳足跡量化及報告是以ISO 14040及ISO 14044標準中的生命週期方法為原理基礎的[4]。產品碳足跡溝通的理論基礎則是ISO 14020、ISO 14024以及ISO

14025的相關原理[5]。圖1為產品生命週期的典型流程示例。

在生命週期角度而言，產品碳足跡的量化與溝通需要將產品生命週期的所有階段考慮在內。與此同時，應圍繞功能單元以及與指定功能單位相關的計算結果構建產品碳足跡研究。

ISO/TS 14067要求在產品碳足跡研究中應用生命週期評估方法時，需要採用反復評估法、科學探討法、以及開放、參與式的流程。

此外，碳足跡研究應遵循「相關、完整、一致、準確、透明、公平、避免重複計算」的原則。

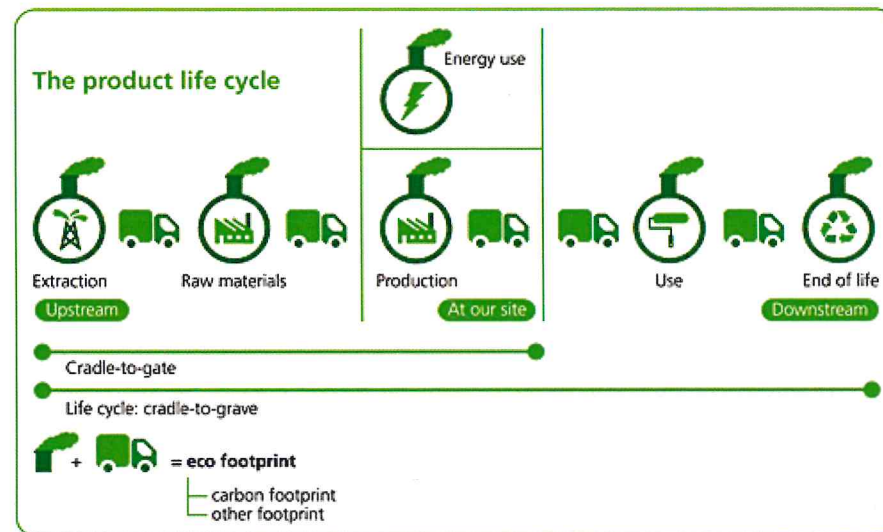


Image source: [https://www.perstorp.com/en/Products/Coatings\\_and\\_Resins/Liquid\\_alkyd\\_and\\_polyester\\_resins/Voxtar\\_Carbon\\_Footprint](https://www.perstorp.com/en/Products/Coatings_and_Resins/Liquid_alkyd_and_polyester_resins/Voxtar_Carbon_Footprint)

圖1 典型產品生命週期階段（英文）



表格1列舉了各原則的詳細說明，具體如下。

表格1 ISO/TS 14067量化及報告原則

計算原則	操作準則
生命週期角度	制定產品碳足跡量化以及溝通應將產品所有的生命週期（包括原材料獲得、製造、運輸/分配、使用以及生命終端）階段考慮在內。
相關方法及功能單位	產品碳足跡結果是以產品的功能單位計算得出。
相關性	就產品或系統特定的零件選擇合適的資料及方法評估其溫室氣體排放量
完整性	將目標產品或部分系統中有助於減少溫室氣體排放的溫室氣體排放量以及減除量包含在內
一致性	在實施產品碳足跡期間，製造商應採用一致的假設、方法以及資料
準確性	減少錯誤及不確定性
透明度	應標註相關的計算方法及資料來源

## 2.4 產品碳足跡量化方法

計算產品的碳足跡是碳足跡項目的主要內容。碳合作夥伴業務的首要目標是減少製造商以及合作廠商的溫室氣體排放量。透過監測溫室氣體排放量以及限制製造商以及合作廠商排放氣體排放量的目的。

### 2.4.1 產品分類規則(PCR)的應用

產品碳足跡研究需要使用並對外公佈其產品碳足跡分類規則或產品分類規則。產品碳足跡分類規則或產品分類規則不僅能確定並記錄產品碳足跡研究的目標及範圍，而且能決定所涵蓋的生命週期階段、參數條件以及參數收集及記錄方法。

詳細說明請參考ISO/TS 14067第6.2章。

### 2.4.2 生命週期評估(LCA)方法

產品碳足跡研究應全面涵蓋生命週期的四個方面，即a) 目標及範

圍界定; b) 生命週期清單 (LCI); c)生命週期影響評估 (LCIA); 以及 d) 生命週期說明。

圖2為ISO 14040中的生命週期評估框架。

產品碳足跡研究將透過量化產品整個生命週期的所有溫室氣體排放量及減除量，計算出產品對全球變暖的潛在貢獻量，並以二氧化碳當量(CO<sub>2</sub> eq)表示。產品碳足跡研究的範圍應與目標相一致，並考慮以下因素：a) 產品系統及其功能；b) 產品功能單位；c) 系統邊界；d)資料、資料品質要求、資料時間界限；e) 過程中作出的假設a；f) 配置步驟；g) 具體的溫室氣體排放量及減除量h) 產品碳足跡研究報告；i) 產品碳足跡研究的局限等。在某些情況下，產品碳足跡研究的範圍應視乎不可預見的因素進行修訂，但須妥善記錄所有的調整內容及修訂說明。

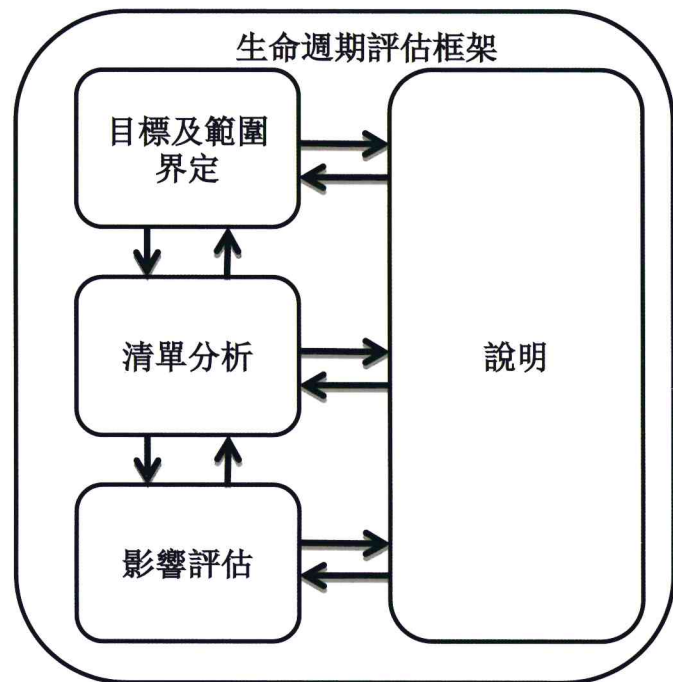


圖2 生命週期評估框架[6]

### 2.4.3 碳排放量的計算

在本研究中，組成產品系統的單位流程將被分為特定的生命週期階段，即原材料獲取、製造及運輸階段。產品生命週期中的溫室氣體排放量及減除量會被分配至產生溫室氣體量以及減除量的相應生命階段。各部分的產品碳足跡將採用相同的方法，在排除差額或重疊部分之後合計成為產品碳足跡的總量。產品碳足跡(PCF)均會採用近100年相關的全球變暖潛能(GWP)以二氧化碳當量(kg CO<sub>2</sub> eq.)計算及表現。研究說明中將在研究結果中提供影響

評估、敏感性以及貢獻量分析，以便確定相關性及貢獻量最大的（「關鍵」）流程以及系統的基本流程。

### 碳排放量

=活動資料x排放因子x全球變暖潛勢

「排放因子」的單位為「kg CO<sub>2</sub> eq/單位」。

在研究的量化過程中，生命週期清單的資料輸入值將精確至小數點後四位。評估結果將精確值兩位有效數字[7]。

## 2.5 溝通

2.5.1 ISO/TS 14067標準溝通要求  
產品碳足跡溝通的要求將視乎溝通形式及公佈的供應情況而定。下圖為各類產品碳足跡溝通方案的ISO14067標準要求。

ISO14067溝通的目標受眾包括「企業對企業(B2B)」以及「企業對消費者(B2C)」。

### 2.5.2 碳足跡相關溝通的當前趨勢

目前，消費者越來越關注購買產品的環境影響。碳足跡已成為眾所周知及公認的環境影響之一。碳足跡標籤是最常用的碳足跡相關訊息傳播的方式。

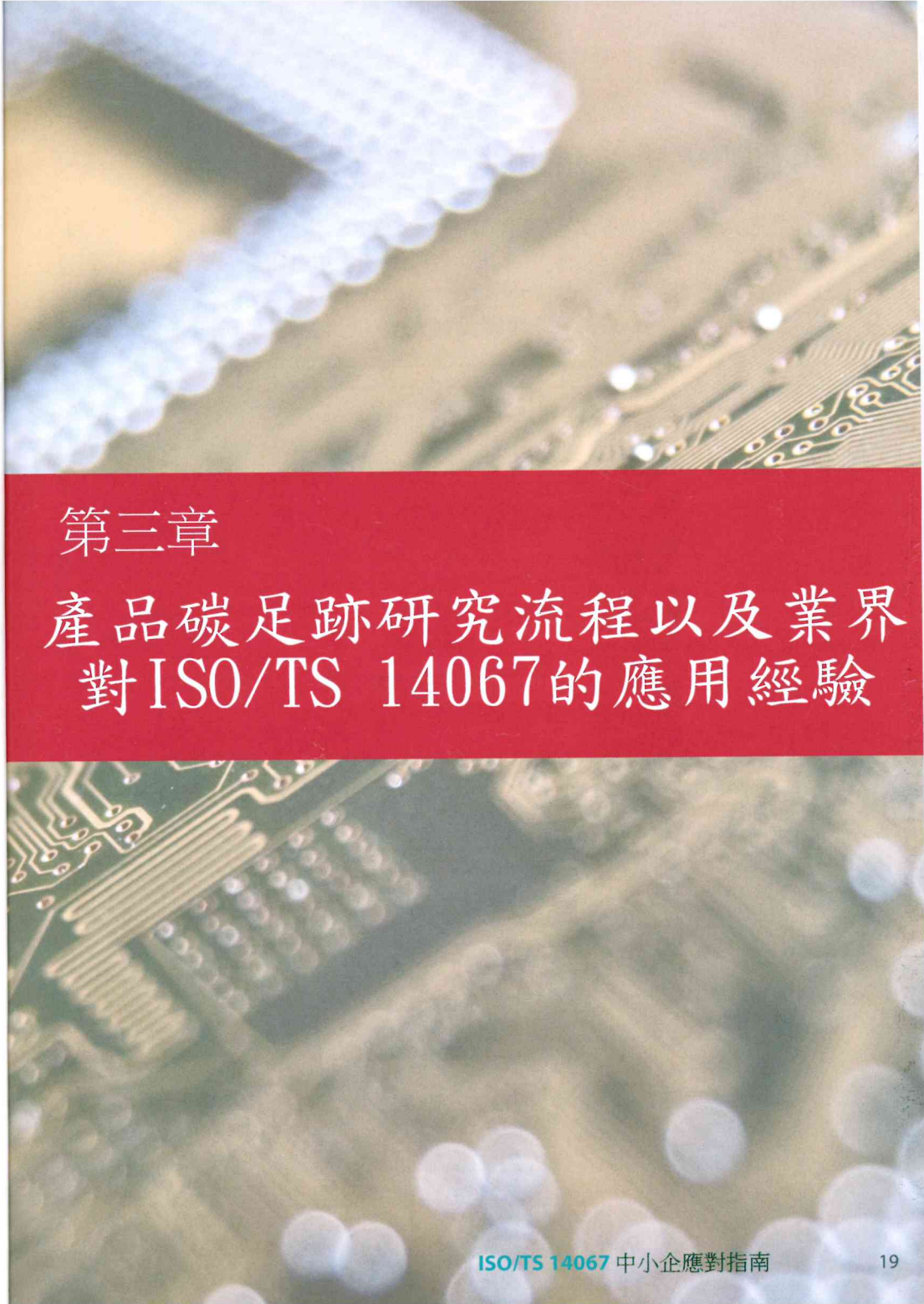
	CFP external communication report (9.1.2)	CFP performance tracking report (9.1.3)	CFP label (9.1.4)	CFP declaration (9.1.5)
CFP communication intended to be publicly available (9.2)	CFP communication programme optional	CFP communication programme optional	CFP communication programme mandatory	CFP communication programme mandatory
	CFP-PCR optional	CFP-PCR optional	CFP-PCR mandatory	CFP-PCR mandatory
	3 <sup>rd</sup> party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 <sup>rd</sup> party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 <sup>rd</sup> party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 <sup>rd</sup> party CFP verification or CFP disclosure report mandatory
CFP communication not intended to be publicly available (9.3)	CFP communication programme optional	CFP communication programme optional	/	CFP communication programme mandatory
	CFP-PCR optional	CFP-PCR optional	/	CFP-PCR mandatory
	Independent CFP verification or CFP disclosure report optional	Independent CFP verification or CFP disclosure report optional	/	Independent CFP verification or CFP disclosure report mandatory

圖3 各類產品碳足跡溝通方案要求（英文-截取自ISO/TS 14067）

世界各地的碳足跡標籤計劃可謂林林總總，其中又以英國、瑞士、德國、美國等歐美國家以及、日本及韓國等最為完善。圖4為世界各國市場上現有的碳足跡標籤示例。



圖4 各國市面上現有的碳足跡示例



### 第三章

## 產品碳足跡研究流程以及業界對ISO/TS 14067的應用經驗

### 3.1 產品碳足跡研究步驟總結

根據ISO/TS 14067產品碳足跡研究要求，茲列應用步驟如下，詳見圖5：

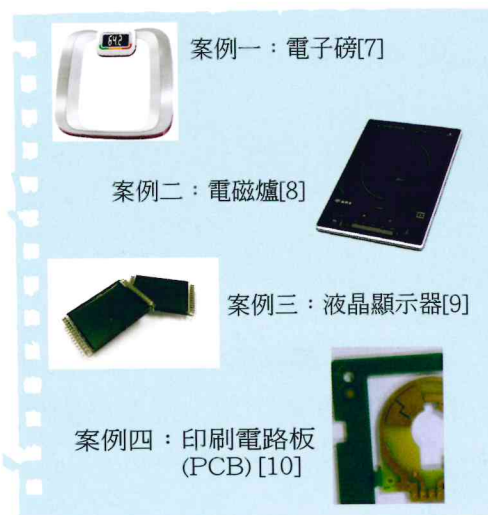


圖5. 產品碳足跡計算步驟

上述步驟項目列表為研究報告的要求概括及總結，但產品碳足跡研究流程不應僅限於此類。各步驟的詳細演示請參閱以下章節。

### 3.2 產品碳足跡研究步驟指引

本節將為您提供撰寫碳足跡產品報告步驟指引，另附四個案例研究作為業內經驗參考。以下產品被選為展示範例：



產品碳足跡項目團隊完成資料採集及生產線巡查之後，製造商及供應商應指派一名產品碳足跡計劃聯絡主管。

同時，產品碳足跡項目團隊應為各生產部門的負責人及相關人員提供碳足跡資料採集的基本知識普及。

#### 第2步- 界定生命週期清單設定

由於ISO 14067是以生命週期評估為基礎的，CFP團隊需要在實際採集資料前完成以下步驟：

#### 第1步- 成立產品碳足跡項目團隊

製造商應就產品碳足跡計劃組建產品碳足跡項目團隊。在採集製造流程的資料前，產品碳足跡團隊應巡視生產線以了解當前製造狀態的基本情況，並記錄可能在資料採集過程中產生困難的調查發現。

#### a) 界定產品碳足跡計算目標

在界定產品碳足跡研究的過程中，報告公司應考慮

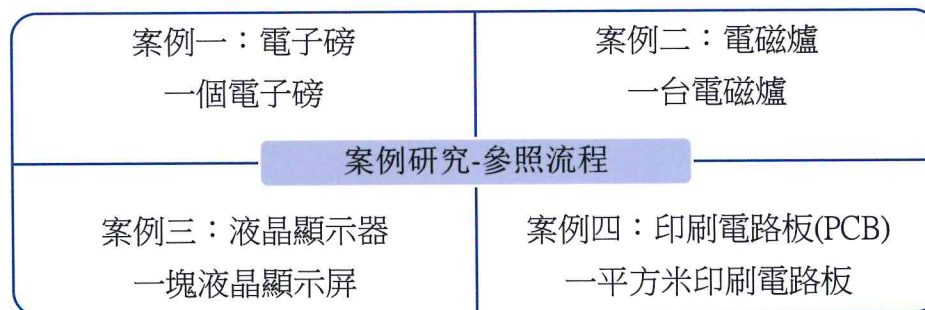
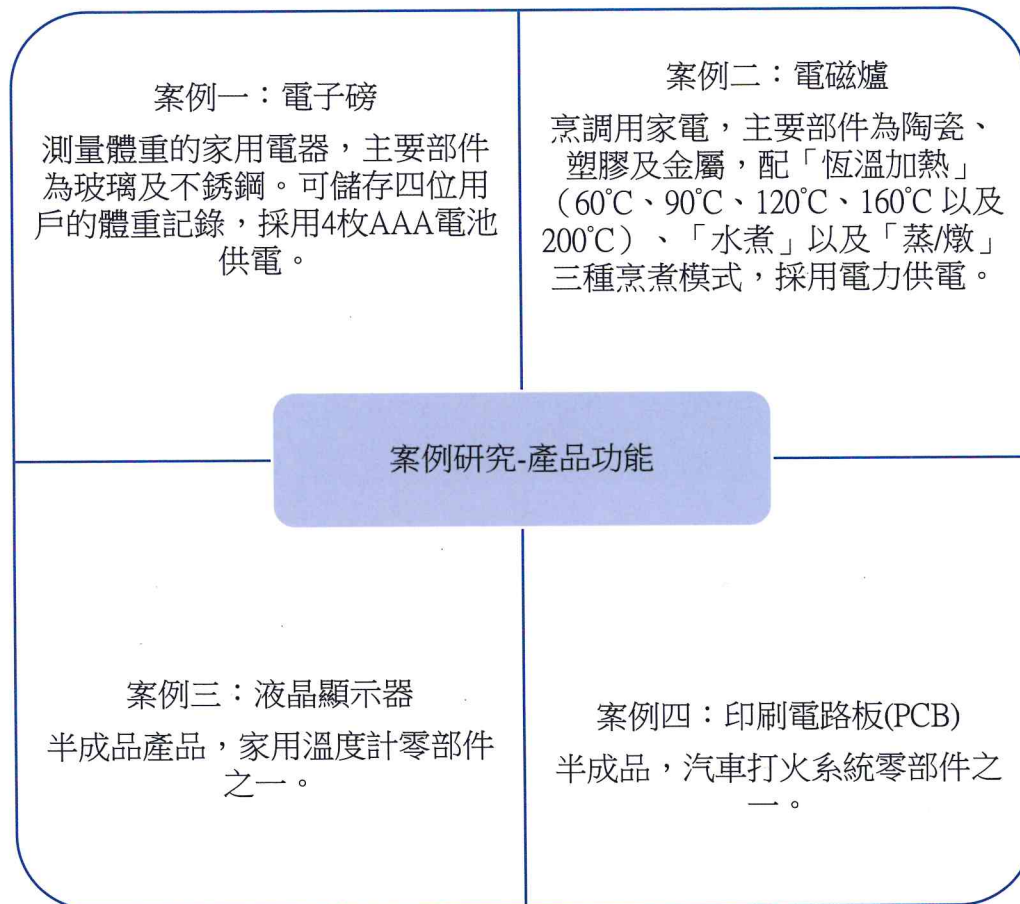
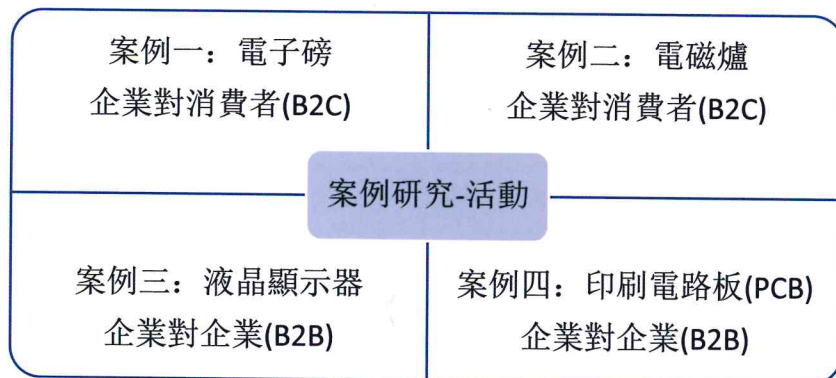
- i) 該研究的預期用途；
- ii) 進行產品碳足跡研究的理由；
- 以及iii) 預期溝通計劃以及目標受眾。

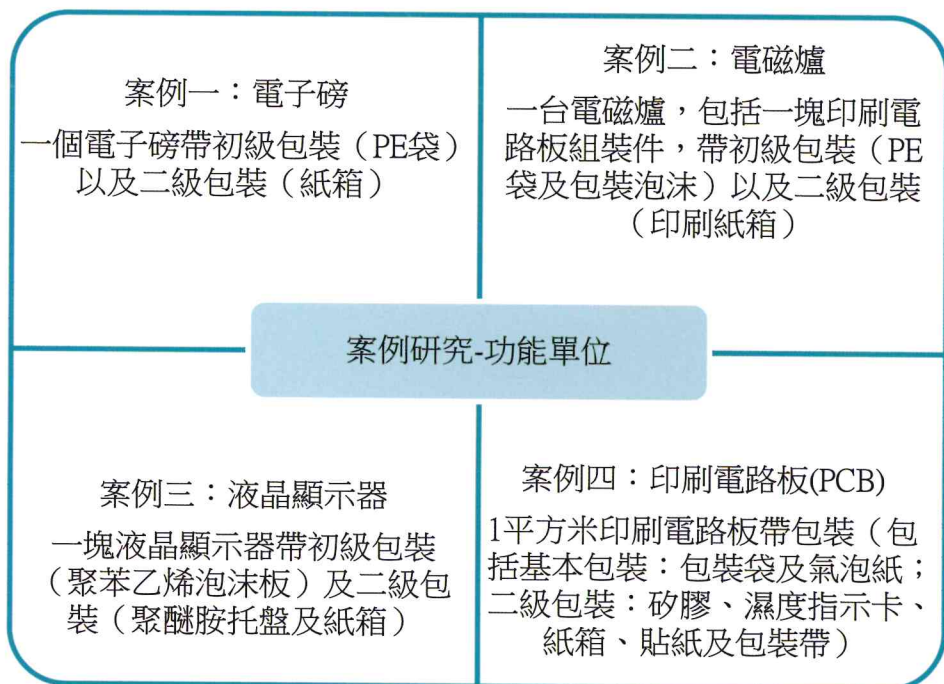
### 產品碳足跡研究目標設定示例：

需要計算產品碳足跡的原因：獲取與消費者溝通所需的碳資料  
 產品碳足跡的用途：獲取碳標籤以作市場策略之用  
 目標受眾：碳標籤驗證機構及消費者

#### b) 設定產品系統的系統邊界

在這一步驟中，碳足跡產品團隊需要確定或界定產品系統的功能、功能單位以及參照流程。





此後，將根據項目狀態決定應納入產品生命週期的生命週期（如：原材料、製造、

分配、使用以及處置）階段。圖6為各階段的簡介。

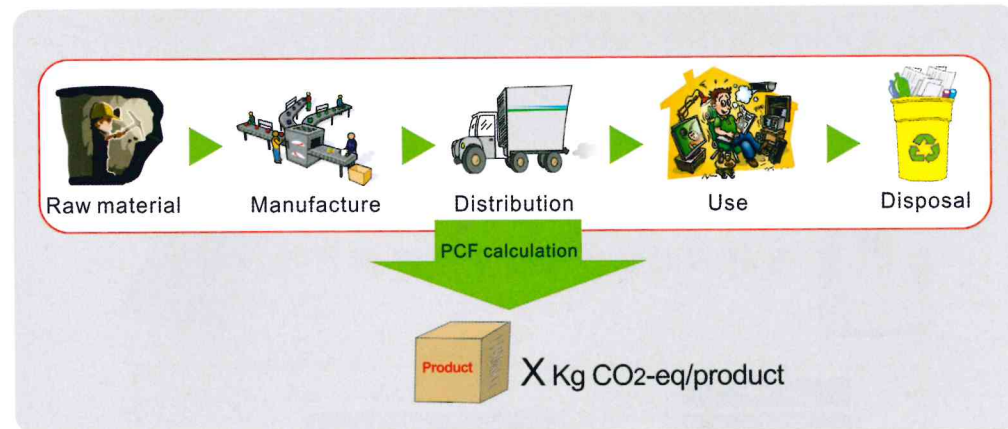


圖6. 產品生命週期階段

在原材料階段使用材料屬於上游活動，請參閱目標產品的物料清單(BOM)。

本步驟還包含了供應商的製造流程。由於大部分產品均由多個零部件組成，因此可透過界限標準來排除溫室氣體排放量顯著的零部件，而該界限標準應保持一致。

製造階段僅包括製造商生產線內的流程，而流程應將物料所有的輸入及輸出量計算在內。

分配、使用以及處置均屬於下游活動。應根據測試報告、回收政策等現有文件資料創建場景來界定其活動界限。

此外，可制定流程圖來展示系統邊界內各流程之間的聯繫。

四大展示範例的系統邊界如下圖所示：

作為完成產品，電子磅的系統邊界應包括生命週期中所有五個階段，如下圖：



### 案例一：電子磅的系統邊界

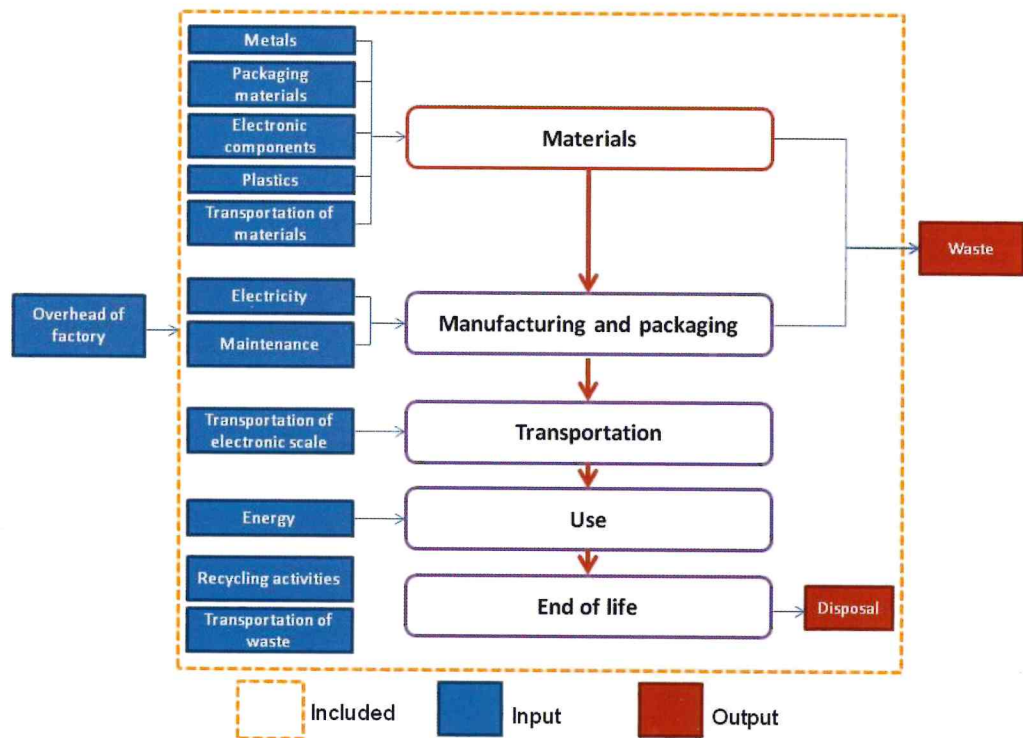


圖7：「電子磅」的碳足跡系統邊界分析

作為完成產品，電磁爐的系統邊界的模擬。因此將使用以及處置、終端階段排除，而運輸則作為參考，但由於實際操作由於資料的不足，但不計入最終碳排放結果中。



### 案例二：電磁爐的系統邊界

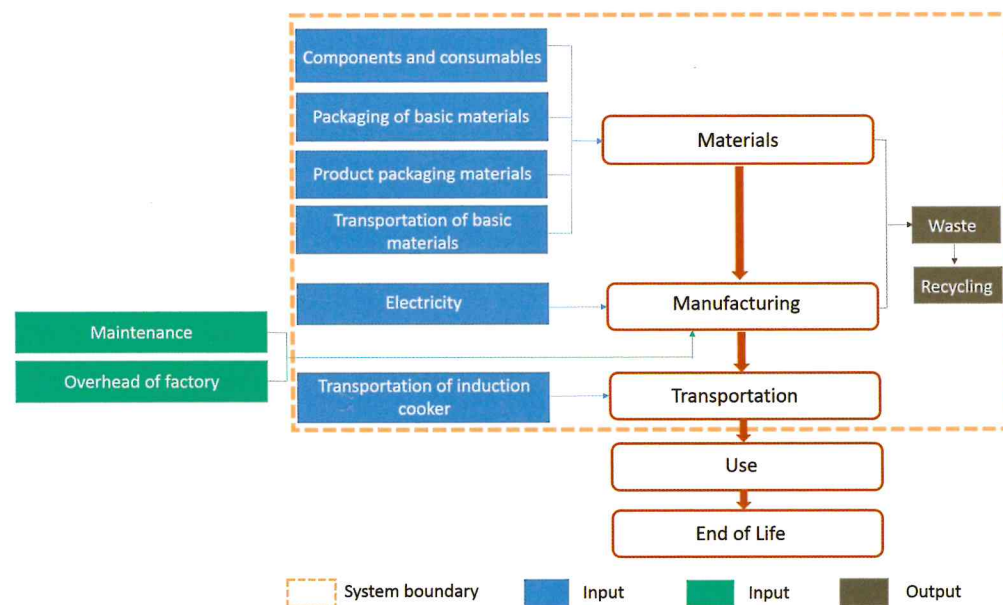


圖8：「電磁爐」的碳足跡系統邊界分析

作為關鍵性零部件，液晶顯示器的考，但不計入最終碳排放結果中。系統邊界應包括生命週期中的原材料以及製造階段。而運輸則作為參



### 案例三：液晶顯示器的系統邊界

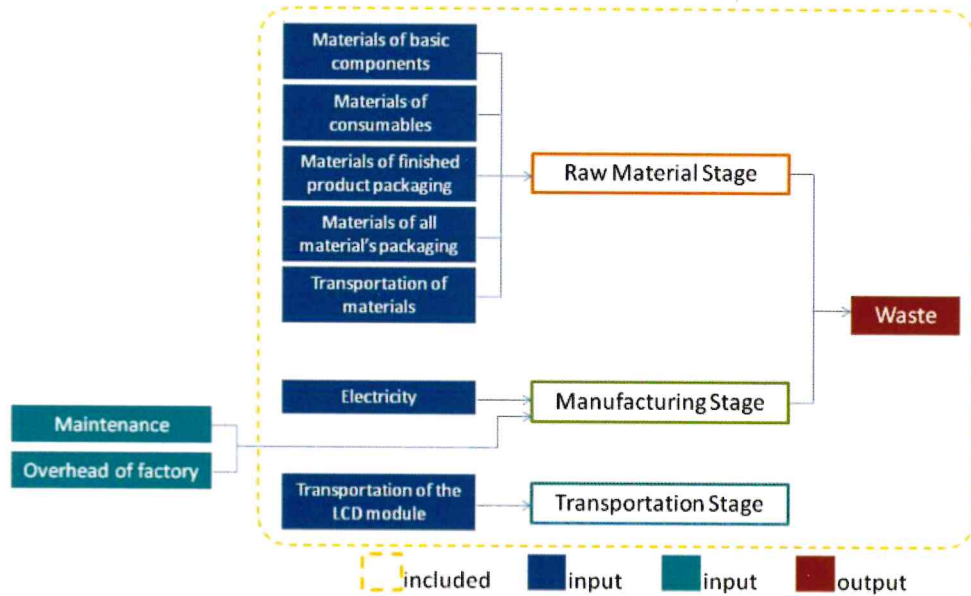


圖9：「液晶顯示器」的碳足跡系統邊界分析

作為關鍵性零部件，印刷電路板的考，但不計入最終碳排放結果中。系統邊界應包括生命週期中的原材料以及製造階段。而運輸則作為參



### 案例四：印刷電路板(PCB)的系統邊界

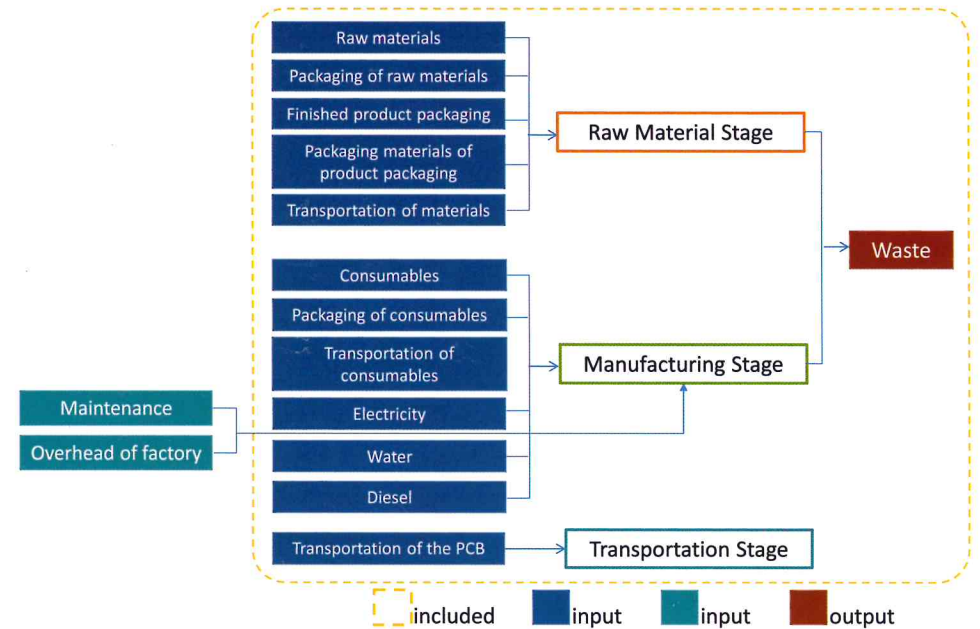


圖10：「印刷電路板」的碳足跡系統邊界分析



c) 決定配置方法（視需而定）

在資料採集階段，製造商可能會遇到許多有關輸入/輸出資料的配置問題。製造商應設定相應且前後一致的配置策略。

d) 設定資料採集的時間界限

詳細關於排放、地理、以及時間的分配例子都在一下圖表中列出。

<p>案例一：電子磅 配置根據：電子磅生產比率以及製造產品總數 地點及期限：深圳；2012年1月至2013年3月</p>	<p>案例二：電磁爐 配置根據：國內產量以及商業模式 地點及期限：廣州；2013年8月至2014年7月</p>
<p>案例研究-排放量、地點及時間界限的配置</p>	
<p>案例三：液晶顯示器 配置根據：研究產品的製造數量比率及總產量。 位置及期限：佛山，2013年7月至2013年12月 使用範圍：製造階段的電力、用水以及消耗品</p>	<p>案例四：印刷電路板(PCB) 配置根據：研究產品的製造數量比率及總產量。 位置及期限：深圳，2014年2月至2014年8月 適用範圍：生產期間的電力、用水、消耗品、廢棄物。</p>

e) 決定資料來源及採集方法

採集的資料應包含初級資料及二級資料。最後，計算採集資料的結果並以每功能單位的排放量顯示。

f) 確定報告格式

遵循ISO/TS 14067標準以及產品碳足跡研究的範圍及目的。

### 第3步- 產品碳足跡的生命週期清單

在產品碳足跡的生命週期清單之中，應將產品系統界限中所有的原材料、能量輸入以及產生的廢棄物等一切的輸入及輸出資料包括在內。採集的資料應以實際測量的輸入及輸出量為準。例如，製造過程中使用的鍍鋅板、電力、蒸汽以及六氟化硫的數量均為輸入/輸出的參數。

資料採集通常包含五大階段，如下圖11所示：

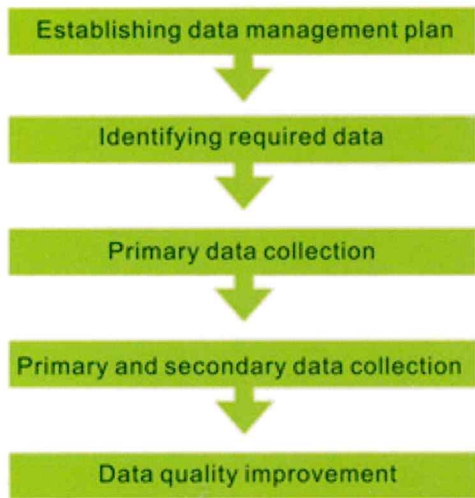


圖11：資料採集及處理步驟

#### a) 制定資料管理計劃

制定資料管理計劃時應遵循以下步驟：

- 制定資料管理計劃
- 在資料管理計劃的基礎上進行資料品質檢查
- 進行專門的資料品質檢查
- 溫室氣體排放量資料覆核及報告
- 改善資料採集、處理及文件記錄的步驟
- 制定報告、文件分類以及記錄步驟

#### b) 識別顯著流程及活動

本步驟的目的為建立一個完整的產品參考流程，當中由多個單位流程組成。次參考流程將被用於數據收集和碳排放計算的依據。

單位流程的資料應遵循相應的

工作流程，且必須與產品碳足跡研究的目標及範圍相符。包括：

- 排放/減除大量溫室氣體的流程
- 需要輸入大量材料的流程
- 需要輸出/排放大量能源、材料或其他廢棄物的流程



#### 案例一：電子磅在製造階段的工序流程

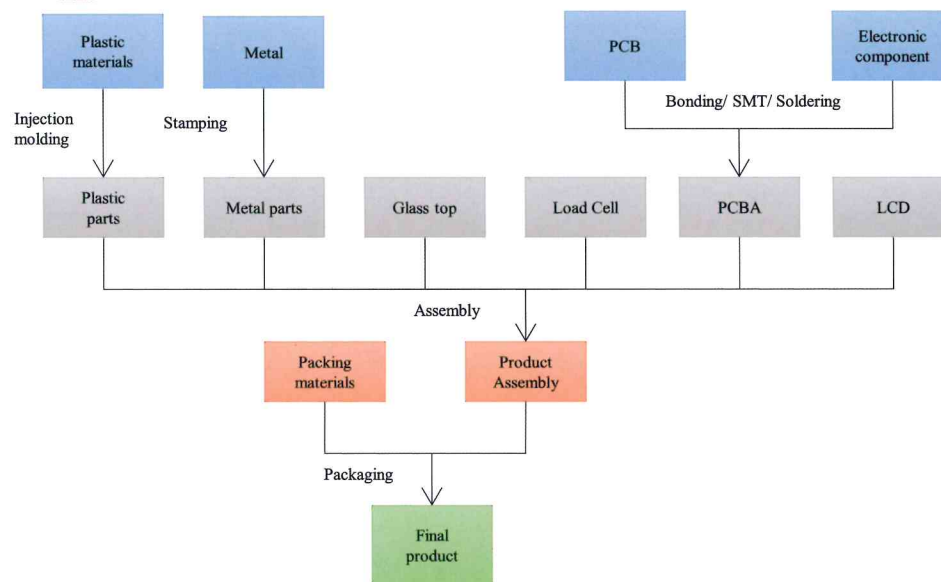


圖12. 案例一：電子磅製造階段的工序流程



### 案例三：液晶顯示器製造階段的工序流程

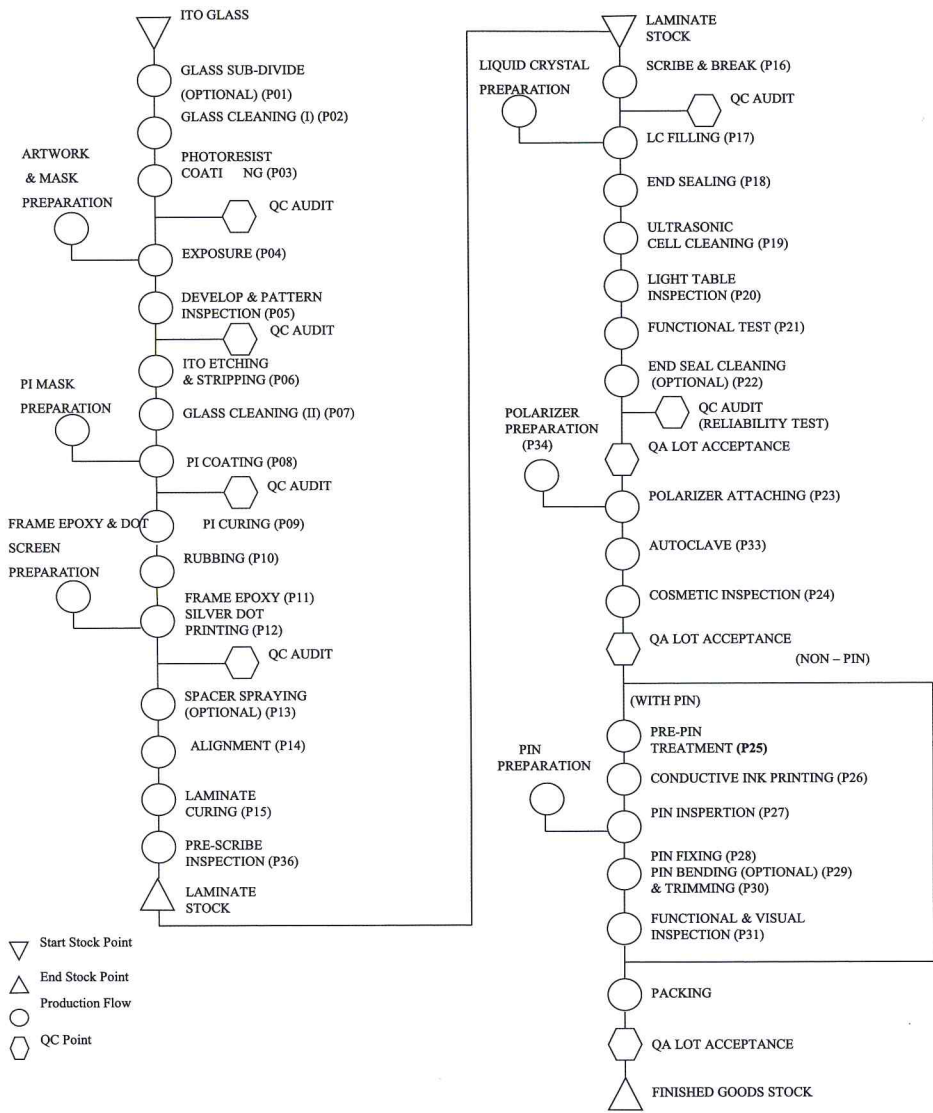


圖14. 案例三：液晶顯示器製造階段的工序流程



### 案例二：電磁爐製造階段的工序流程

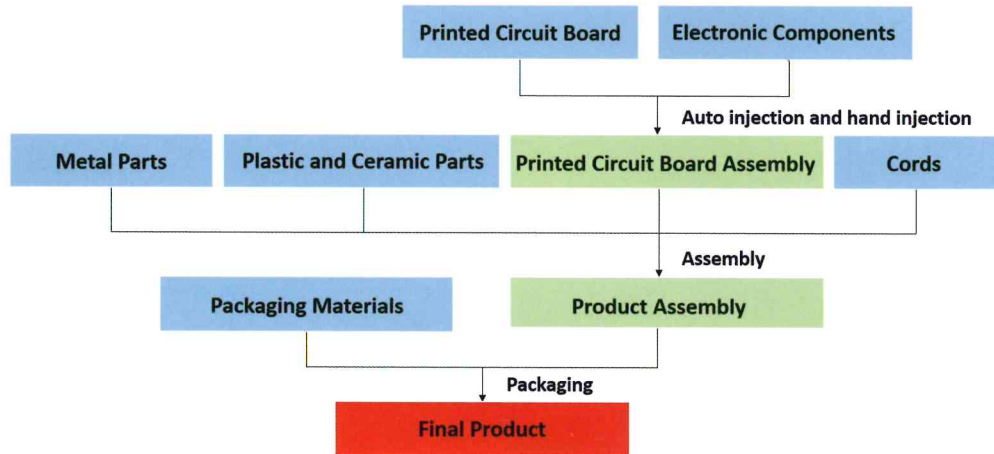


圖13. 案例二：電磁爐製造階段的工序流程



### 案例四：印刷電路板(PCB)製造階段的工序流程

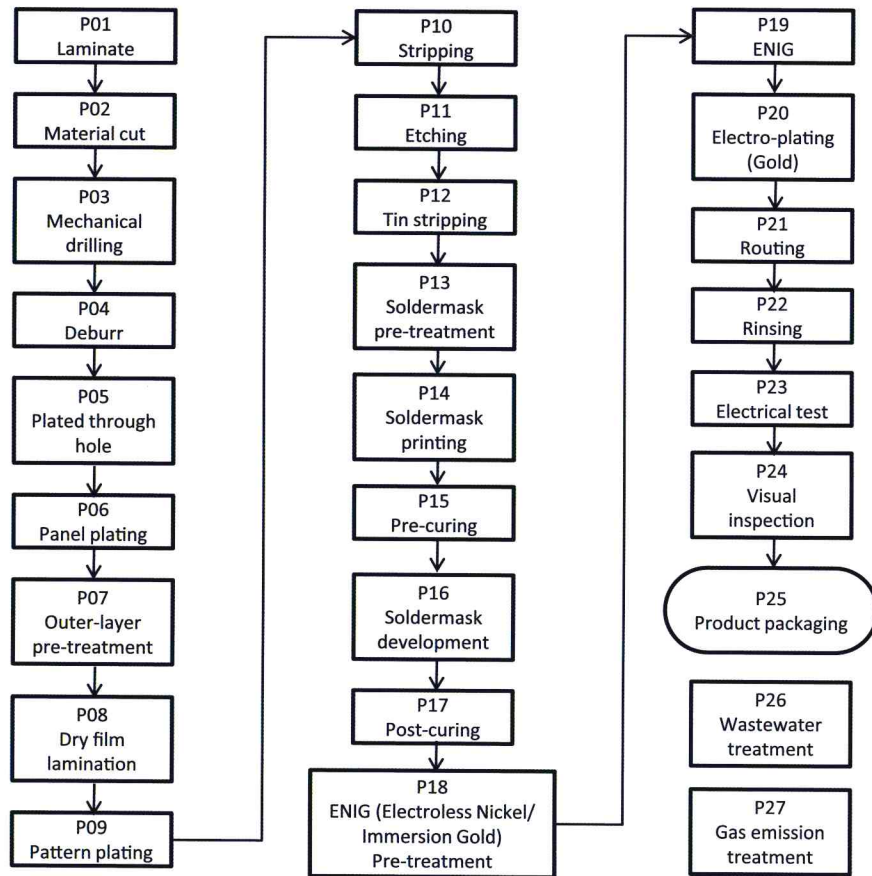


圖15.案例四：印刷電路板製造階段的工序流程

### c) 在報告製造商監管之下的流程 初級資料採集

計算產品製造階段採集的產品碳足跡。初級資料可能包含以下內容：

- 整個流程中使用的能源數量
- 使用的原材料數量  
(原材料、輔助物料)
- 流程中化學反應產生的溫室氣體排放量

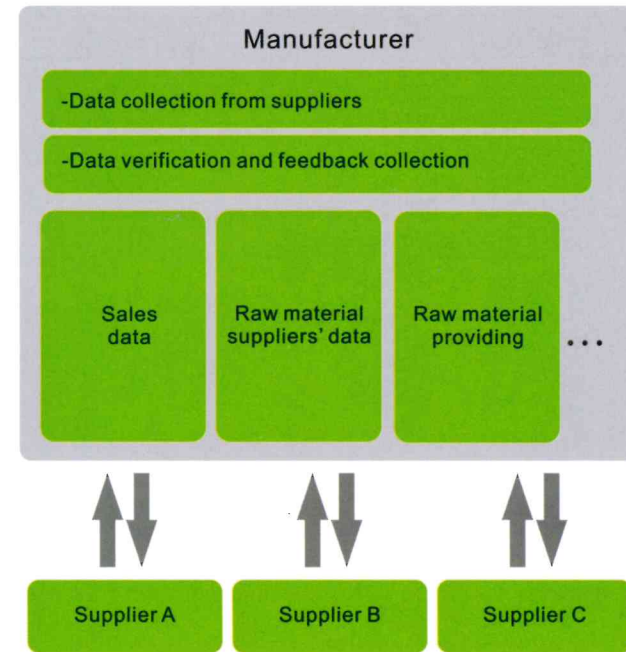


圖16. 產品碳足跡計劃的資料採集 (英文)

#### d) 初級及二級資料的採集

本步驟指從上游及下游活動中採集初級及二級資料。

下面是二級資料的例子：

- 資料庫的流程能源用量
- 主題產品的同類產品的流程能源用量
- 流程中化學反應產生的平均工業溫室氣體排放量
- 流程中國家/地區及工業平均物料輸入量



#### 案例一：電子磅的數據及數據品質

表格2. 案例一電子磅的數據及數據品質

生命週期階段	資料類型	資料內容
原材料階段	初級資料（現場數據）	使用的材料及零部件數量
	二級資料	材料及零部件的排放因子
製造階段	初級資料（現場數據）	製造過程中的用電量
	二級資料	電力的排放因子
運輸階段	初級資料（現場數據）	運輸路線的路程 使用的運輸工具
	二級資料	運輸路線的排放因子
使用階段	模擬使用情景	使用的資源消耗
	二級資料	使用的資源的排放因子
生命終端階段	模擬情景	運輸路線的路程 使用的運輸工具
	模擬情景	處置活動的排放因子



### 案例二：電磁爐的數據及數據品質

表格3. 案例二電磁爐的數據及數據品質

生命週期階段	資料類型	資料內容
原材料階段	初級資料（現場數據）	使用的材料及零部件數量
	二級資料	材料及零部件的排放因子
製造階段	初級資料（現場數據）	製造過程中的用電量
	二級資料	電力的排放因子
運輸階段 (參考)	初級資料	使用的運輸工具
	二級資料	運輸路線的排放因子
		運輸路線的路程



### 案例三：液晶顯示器的數據及數據品質

表格4. 案例三液晶顯示器的數據及數據品質

生命週期階段	資料類型	資料內容
原材料階段	初級資料（現場數據）	使用的材料及零部件數量
	二級資料	材料及零部件的排放因子
製造階段	初級資料（現場數據）	製造過程中的用電量
	二級資料	電力的排放因子
運輸階段 (參考)	初級資料（現場數據）	使用的運輸工具
	二級資料	運輸路線的排放因子
		運輸路線的路程



### 案例四：印刷電路板(PCB)的數據及數據品質

表格5. 案例四印刷電路板(PCB)的數據及數據品質

生命週期階段	資料類型	資料內容
原材料階	初級資料（現場數據）	使用的材料及零部件數量
	二級資料	材料及零部件的排放因子
製造階段	初級資料（現場數據）	製造過程中使用的電力、用水以及產生的廢棄物數量
	二級資料	用電用水的排放因子
運輸階段 (參考)	初級資料（現場數據）	使用的運輸工具
	二級資料	運輸路線的排放因子
		運輸路線的路程

e) 資料品質評估及提升

資料收集過程須進行資料驗證檢查以確定並證明所採集的資料符合品質要求（ISO/TS 14067標準第6.3.5條）。

分析資料差距及資料品質低下的解決方法

- 識別品質低下的資料來源
- 重新採集資料以提升資料品質
- 對新採集的資料進行品質分析
- 更新及調整資料來源
- 重新界定系統界限

在採集原始資料之後，產品碳足跡團隊需要處理每個階段的輸入/輸出資料，並以矩陣羅列資料，以流程名稱為行，以輸入/輸出參數為列。表格6為資料調整及管理的矩陣示例。在製造流程行（如步驟1、步驟2、步驟3）填寫相關的流程輸入/輸出資料。如果資料簡化為一行內容，應填寫整個製造階段的流程以及此階段可獲得的輸入/輸出值總量。

表格6：輸入/輸出資料表示例

參數	製造			運輸分配	使用	廢棄/回收		總數
	零部件1	零部件2	零部件3			處置方法1	處置方法2	
電								
鋁								
聚丙烯								
聚碳酸酯								
印刷電路板								
螺絲								
馬達								
輸出								
包裝帶								
合計								

### 步驟4- 產品生命週期影響評估

此步驟的主要任務是計算清單結果。

將表格中的流程/步驟以及輸入/輸出值乘以全球變暖潛勢(GWP)以及排放因子，以得出產品碳足跡值，並以克二氧化碳當量(g CO<sub>2</sub> eq.)/產品表示。

#### 產品碳足跡計算方法：

CFP (kg CO<sub>2</sub> eq.) = input/output (unit) data × emission factor (kg GHG/unit) × GWP (kg CO<sub>2</sub> eq. / kg GHG).

即碳足跡產品(kg CO<sub>2</sub> eq.)=輸入/輸出(單位)值x排放因子(kg 溫室氣體/單位)x全球變暖潛勢(GWP)(kg CO<sub>2</sub>eq./kg溫室氣體)

如果排放因子的單位是CO<sub>2</sub>eq./單位，全球變暖潛勢(GWP)值請勿與排放因子相乘。

#### 原材料計算示例：

2公斤ABS材料的碳足跡  
=2kg ABS x 2.97 kgCO<sub>2</sub>eq. / kg (ABS的排放因子) =5.84 kg CO<sub>2</sub>eq. /kg

如缺乏排放因子，可使用外部資料和/或同類資料估算作為資料補充。

為減少運算量及難度，可在香港理工大學開發的網上碳足跡產品分析器(G-BOM分析器)中輸入活動資料進行計算。請參閱本指引隨附的詳細使用簡介(第4章)以及使用指引(插頁)。

### 第5步- 生命週期評估說明

在此步驟中，製造商應透過貢獻量分析識別出溫室氣體排放量最顯著的輸入/輸出值以及流程/步驟。如需獲得更準確的碳足跡計算值，則需要另外進行敏感性、一致性以及不確定性分析。

#### a) 識別重要環節或貢獻比例

在對產品碳足跡的計算後，可以針對重要環節或貢獻比例做出分析，從而得到對碳排放影響最大的組份，以便日後進行減排管理。



#### 案例一：電子磅碳足跡結果及分析

Electronic Scale Carbon Footprint Contribution in LCA  
電子磅生命週期評估的碳足跡貢獻量分佈

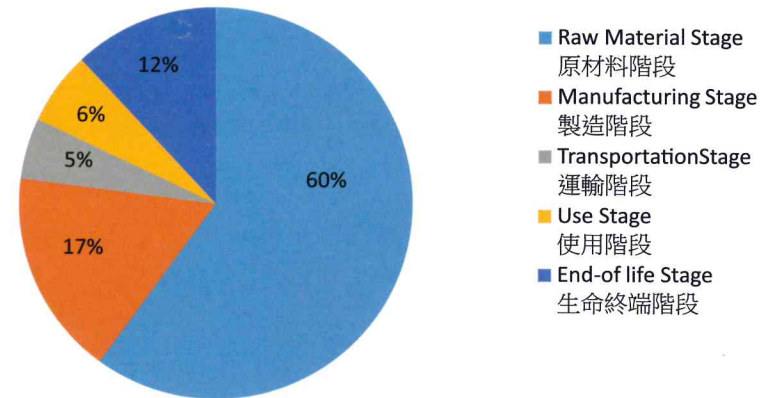


圖17. 電子磅生命週期碳足跡貢獻量分佈



原材料階段在產品生命週期中對碳排放的貢獻最大，原材料的碳排放佔了整個產品碳排放結果的60%。

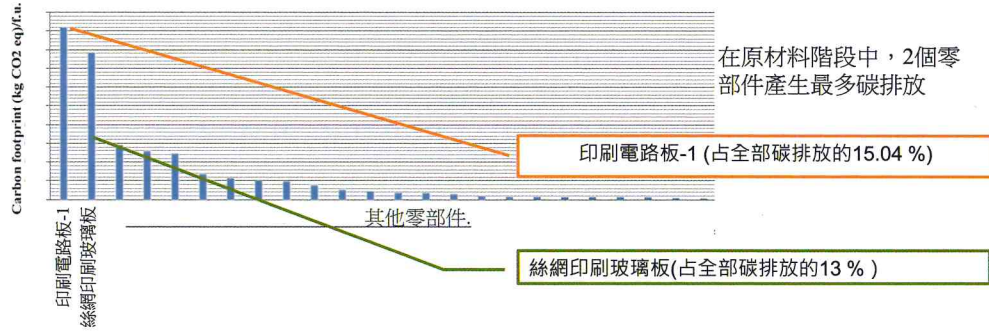


圖18. 案例一:電子磅生命週期的主要碳足跡貢獻量



### 案例二：電磁爐的碳足跡結果及分析

Induction Cooker Carbon Footprint Contribution in LCA  
電磁爐生命週期評估的碳足跡貢獻量分佈

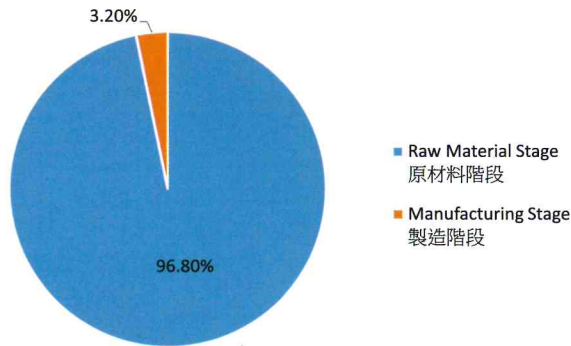


圖19. 電磁爐生命週期中的碳足跡貢獻

原材料階段在產品生命週期中對碳排放的貢獻最大，原材料的碳排放佔了多於整個產品90%的碳排放。

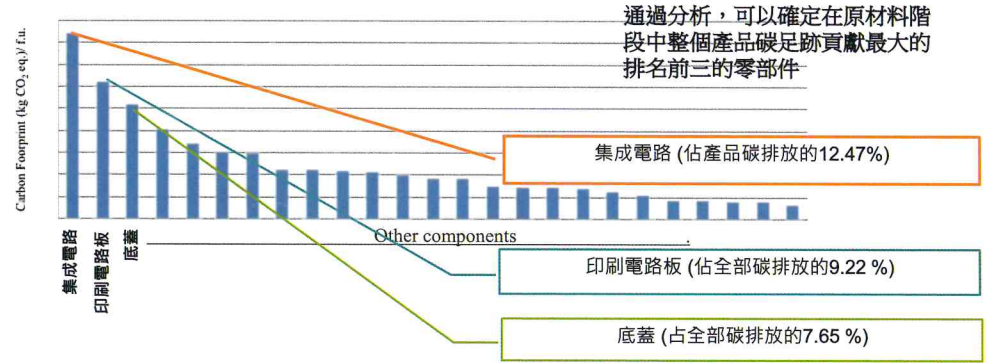
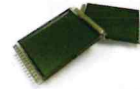


圖20. 案例二：電磁爐生命週期中的主要碳足跡貢獻量



### 案例三：液晶顯示器的碳足跡結果及分析

LCD Module Carbon Footprint Contribution in LCA  
液晶顯示器生命週期評估的碳足跡貢獻量分佈

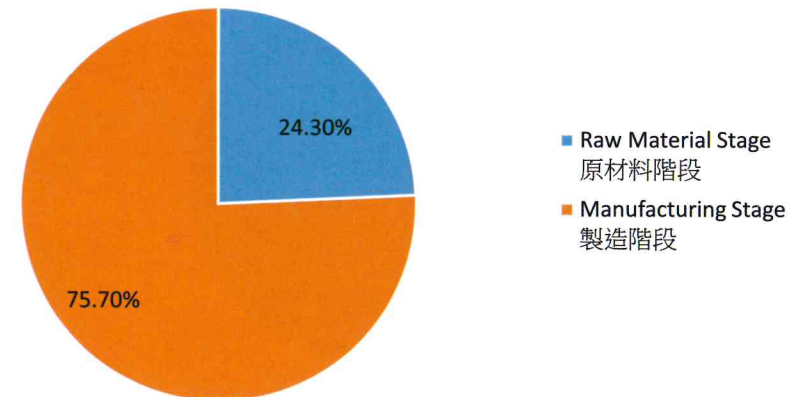


圖21. 案例三：液晶顯示屏的碳足跡結果

製造階段在產品生命週期中對碳排放的貢獻最大，製造階段的碳排放佔了整個產品75.66%的碳排放。

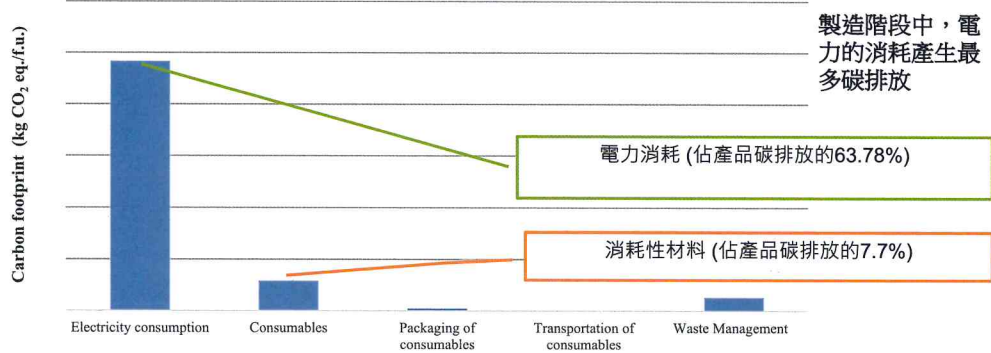


圖22. 案例三：液晶顯示器的主要碳足跡貢獻量識別



### 案例四：印刷電路板(PCB)的碳足跡結果及分析

PCB Carbon Footprint Contribution in LCA  
印刷電路板生命週期評估的碳足跡貢獻量分佈

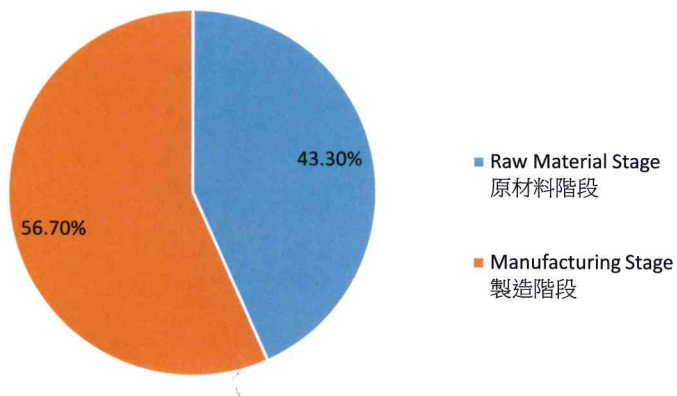


圖22. 案例四：印刷電路板的主要碳足跡貢獻量識別

製造階段在產品生命週期中對碳排放的貢獻最大，製造階段的碳排放佔了整個產品56.74%的碳排放。

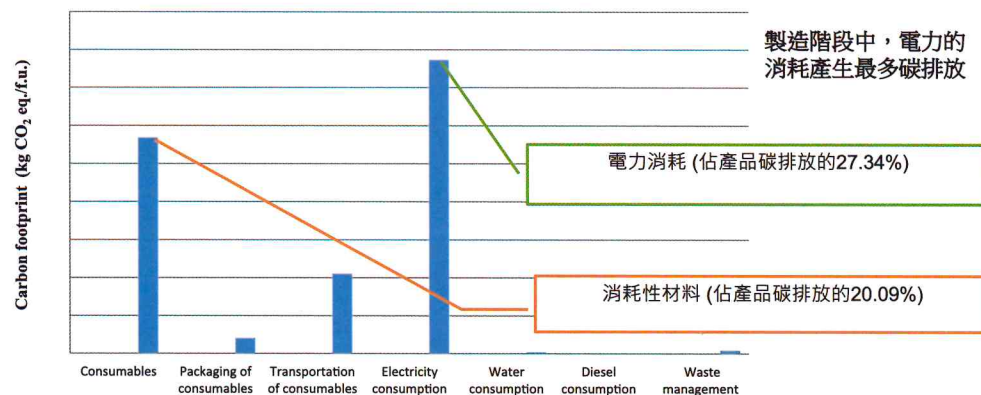


圖22. 案例四：印刷電路板的主要碳足跡貢獻量識別

b) 評價生命週期評估的完整性、  
敏感性以及一致性

c) 結論、局限及建議

某些因素會影響產品碳足跡結果。  
圖15列出了三個最常見的參數：

根據計算結果及分析得出結論，  
指出產品碳足跡研究的局限並根據  
分析結果提出建議。

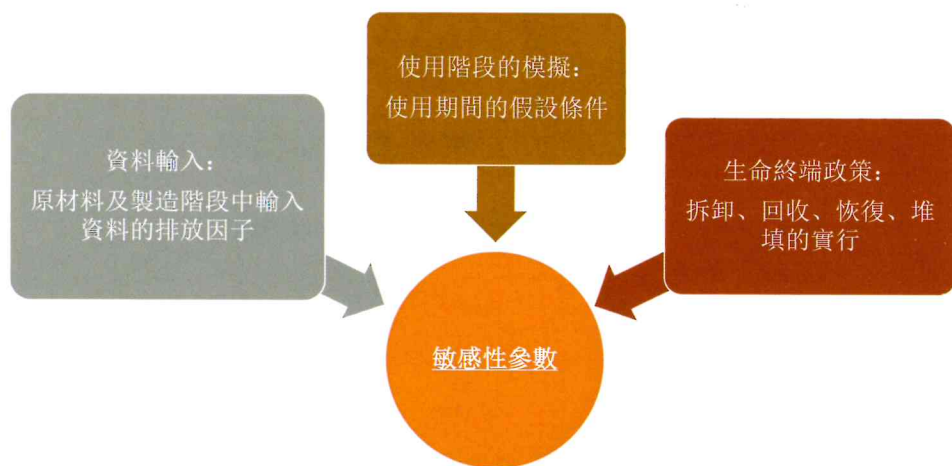


圖25：敏感參數示例

## 第6步-碳足跡研究報告

報告大綱詳見下圖所列。報告主體應按照ISO/TS14067標準不偏不倚地反映產品碳足跡報告中資料內容，具體如下：



圖26：報告大綱列表

下圖為四大展示範例的碳足跡研究報告示例（電子磅、電磁爐、液晶顯示器及印刷電路板）。



圖27. 該項目四個電子產品展示範例的碳足跡報告

### 第7步-制定減排策略

產品碳足跡團隊以及其他利益相關者可根據產品碳足跡的計算結果及建議為特定產品制定出相應的碳減排策略。具體的參考策略如下：

#### 針對碳減排的產品設計參考建議：

1. 原材料階段:
  - 在可行的情況下，選用碳排放較少的物料來代替碳排放量大的材料；
  - 增加循環利用、再使用的物料的用量；
2. 製造階段:
  - 用環保新能源代替傳統能源；
  - 提高物料和能量利用率；
  - 回收、重複利用物料（例如：包裝材料）；
  - 選擇碳排放較低的消耗性物料；
3. 運輸階段:
  - 選擇適合的交通運輸以及出貨方式以減低碳排放；
4. 使用階段:
  - 改進產品設計以提高能量利用率；
5. 棄置/回收階段:
  - 制定高效、合理的產品回收、處置策略。

碳減排的策略不應局限於上述項目。

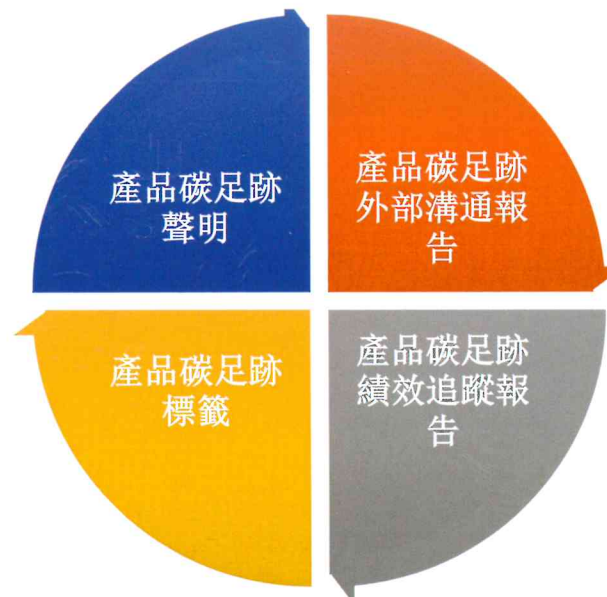


圖28. ISO14067的產品碳足跡溝通方案

### 第8步-碳足跡產品溝通

在識別主要的產品參數之後，製造者應根據ISO14067提供的選項向市面公佈其產品碳足跡結果，具體如下：

- a) 產品碳足跡外部溝通報告
- b) 產品碳足跡績效追蹤報告
- c) 產品碳足跡標籤
- d) 產品碳足跡聲明

在應根據產品碳足跡研究目的、產品系統、所涉及的活動以及目

標受眾決定溝通方法及溝通形式。

溝通計劃一經決定，報告主體應籌備制定產品碳足跡溝通計劃、聘請經註冊第三方驗證結果等相應的措施。驗證活動需要準備文件示例詳見本指引附件（附件I-場地審計工作流程，附件II-驗證材料檢查清單）。

詳細說明請參閱本指引第2.5節。

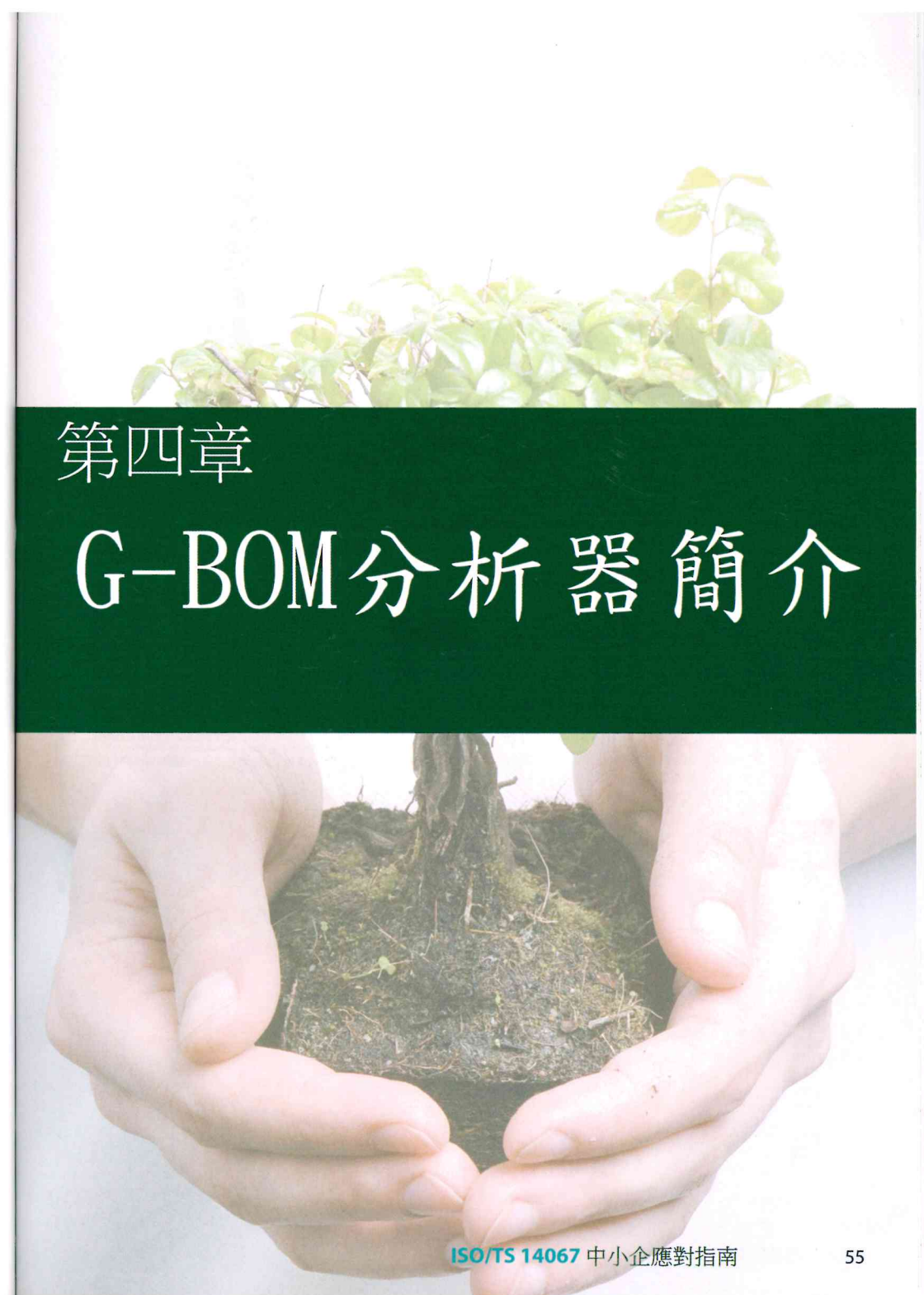
### 3.3 ISO/TS 14067 參照ISO/TS 14067標準

#### 評估產品碳足跡研究

產品碳足跡報告主體參照ISO/TS 14067要求評估產品碳足跡自查表如下所示：

碳足跡產品研究步驟	ISO/TS 14067中的相應要求
步驟1-組建產品碳足跡團隊	無
步驟2-界定生命週期清單設定	a) 第6.1項 產品碳足跡量化方法-總則 b) 第6.3項 產品碳足跡量化之目標及範圍
步驟3-產品碳足跡的生命週期清單	第6.4項 產品碳足跡生命週期清單分析
步驟4-產品生命週期影響評估	第6.5項 生命週期影響評估
步驟5-生命週期評估說明	第6.6項 生命週期說明
步驟6-產品碳足跡研究報告	第7項 產品碳足跡研究報告
步驟7-設定減排策略	無
步驟8-產品碳足跡溝通	a) 第8項 產品碳足跡溝通公佈準備資料 b) 第9項 產品碳足跡溝通

圖29. 產品碳足跡研究自查清單



## 第四章

# G-BOM分析器簡介

綠色物料清單(G-BOM)分析器是由香港理工大學按照物料清單結構開發出的一款網上產品碳足跡軟件。

可將各單位流程中採集的活動資料輸入G-BOM分析器進行計算，如[5]所示。此軟件的運作原理、方法以及登入通道請瀏覽以下連結：

[http://www.pctech.ise.polyu.edu.hk/ecodesign/gbom\\_analyzer.html](http://www.pctech.ise.polyu.edu.hk/ecodesign/gbom_analyzer.html)

製造商可根據產品的生命週期（原材料、製造、分配、使用及生命終端）階段將產品資訊/資料輸入G-BOM分析器之中，透過內置的溫室氣體排放量資料庫即可計算出產品的碳足跡。用戶可根據其生命週期清單界定材料名稱、排放因子以及數量。溫室氣體排放量資料庫預先劃分為五大生命週期階段。排放因子可在生命週期組別中手動選擇或在搜尋引擎中搜尋關鍵字。

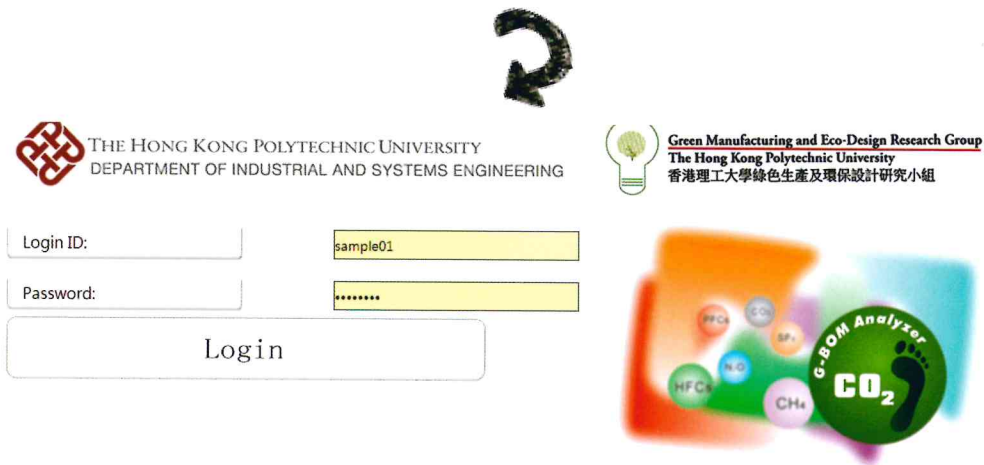


圖30. G-BOM分析器登陸界面截圖

有關G-BOM分析器應用程式詳細的分步操作指引詳見本指引隨件

《內置溫室氣體排放資料庫及綠色物料清單(G-BOM)估算法用指南》

## 第五章

# 建議

1. 報告企業應切記應選擇簡單的產品作為產品碳足跡入門練習。待熟習流程之後，可選擇較複雜的產品作為研究。
2. 務必妥善記錄測量資料數據。
3. 產品碳足跡團隊應吸納多種工作背景的成員。例如，具備製造流程知識的工程師、熟悉採購流程且能協助採集資料的人員、可隨時獲取所需文件的行政人員以及聯絡人等。
4. 在量化期間，建議凸出顯示每個階段的工序流程，不僅能確保無輸入/輸出遺漏，更能避免重複輸入/輸出。
5. 資料採集方法應因地制宜。為獲得最準確的結果，需要考慮不同的資料採集方法。
6. 增加不確定性的參數有許多，資料採集時應考慮區域以及時間因素。
7. 公司應根據產品碳足跡的目標及業務活動性質選擇溝通方法。
8. 報告中應清晰記錄及標註假設條件以及理由。
9. 如果資料庫中無某種材料確切對應的排放因子，請仔細檢查查找替代因子，以減少不確定性。應清晰記錄及標註理由及參考來源。
10. 根據ISO/TS 14067標準，產品碳足跡僅涵蓋以二氧化碳當量表示的氣候變化的單一影響。在實施碳減排措施時，報告主體應將由生產過程或減排本身產生的其他社會影響、環境影響考慮在內，以納入可持續發展策略之中。

# 術語表 [3] [11] [12]

**配置**  
將研究產品生命階段以及副產品生命週期階段中的共同流程劃分出排放量以及減除量。

**二氧化碳當量**  
與二氧化碳相比的特定溫室氣體的全局變暖潛勢測量值。

**產品碳足跡(CFP)**  
產品系統中根據生命週期評估使用氣候變化的單一影響分類計算得出的，且以二氧化碳當量表示的溫室氣體排放量及減除量的總和。

**產品碳足跡-產品分類規則(CFP-PCR)**  
就一個或多個產品分類的產品碳足跡制定的一套具體的量化及溝通規則、要求及指引。

**產品碳足跡溝通計劃**  
根據操作規則制定及使用的產品碳足跡溝通計劃。

**產品碳足跡披露報告**  
未經第三方產品碳足跡驗證而對外公佈產品碳足跡溝通所需的報告。

**產品碳足跡外部溝通報告**  
根據產品碳足跡研究報告以及計劃對外溝通而制定的產品碳足跡報告。

**碳足跡績效追蹤報告**  
就同一機構特定產品的產品碳足跡進行比較的報告。

**產品碳足跡標籤**  
根據產品碳足跡溝通計劃要求，在特定產品分類的產品上標記出顯示其碳足跡的標識。

**半成品出廠清單**  
半成品從材料獲取至產品離開報告公司工廠期間的部分生命週期。

**成品出廠清單**  
從材料獲取至生命終端階段之間研究產品的排放量及減除量。

**功能單位**  
用作參照單位的量化產品系統績效。

**全球變暖潛勢(GWP)**  
在特定時間段內，與二氧化碳相比特定溫室氣體（同等質量）的輻射驅動影響特性因子。

**溫室氣體(GHG)**  
自然存在以及人類活動產生的，且能夠吸收及發出地球表面、大氣以及雲層中特定波長的紅外線輻射的大氣氣體成分。

**溫室氣體排放(GHG排放量)**  
釋放至大氣的溫室氣體質量。

**溫室氣體減除**  
從大氣中減除的溫室氣體質量。

**溫室氣體排放因子(GHG排放因子)**  
單位流程或單位流程組合中與輸入或輸出量相關的排放溫室氣體質量。

**影響分類**  
可在生命週期清單分析結果中指出的受關注環境議題代表類別。

**生命週期**  
產品系統中在原材料獲取或自然資源產生至最終處置期間連續或相連的階段。

**生命週期評估(LCA)**  
產品系統整個生命週期中對輸入量、輸出量以及潛在環境影響進行的匯總及評估。

**生命週期影響評估(LCIA)**  
為了解及評價產品系統整個產品生命週期中的潛在環境影響量值及重要性而進行的生命週期評估階段。

**生命階段說明**  
在既定的目標及範圍內，為得出結論及建議而對生命週期清單分析或生命週期影響評估結果進行單獨或聯合評估的生命週期評估階段。

**生命週期清單分析(LCI)**  
產品整個生命週期中對輸入量及輸出量進行匯總及量化的生命週期評估階段。

**初級資料**  
直接測量得出的資料或根據對產品系統內的原始資料源直接測量值計算得出的資料。

**產品**  
任何的商品或服務。



**產品分類規定(PCR)**

為一種或多種產品類別而開發的三型環境聲明而制定的具體規則、要求以及指引。

**產品系統**

帶初級流程及產品流程、發揮一個或多個既定作用、並在產品生命週期中提供型號的單位流程集合。

**參照流程**

符合功能單位的規定功能的特定產品系統流程輸出測量值。

**二級資料**

從資料源獲取而非直接測量或根據原始資料源計算所得的資料。

**敏感性分析**

就產品碳足跡研究結果的選取的方法及資料效果而進行的系統估算流程。

**系統边界**

產品系統中註明單位流程歸屬的標準。

**不確定性**

因量化數額而合理表現數值離散性，且與量化結果相關的參數。

**單位流程**

生命週期清單分析中對輸入及輸出最小的量化考慮要素。

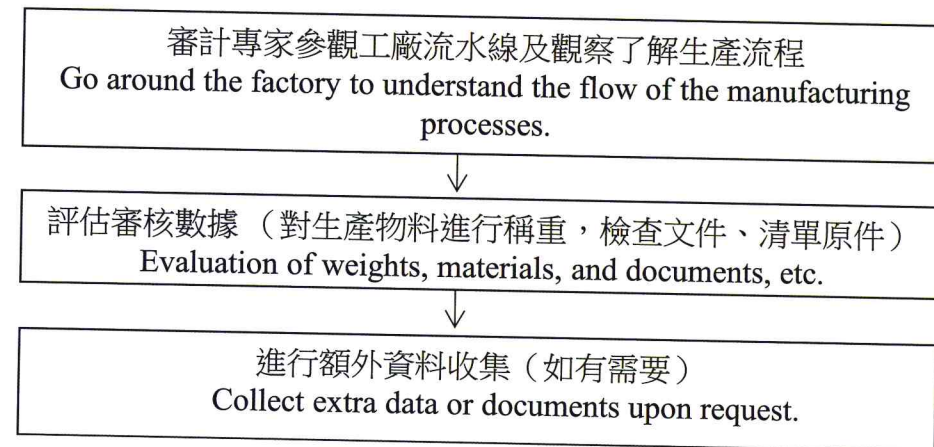
# 參考文獻

1. IPCC, Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
2. International Organization of Standardization, 2010. GHG schemes addressing climate change- How ISO standards help. ISBN 978-92-67-10543-7.
3. International Organization of Standardization, 2013. ISO/TS 14067:2013, Greenhouse gases- Carbon footprint of products- Requirements and guidelines for quantification and communication. The British Standards Institute, BSI standards Limited 2013. ISBN 978-0-580-75109-7.
4. International Organization of Standardization, 2006. ISO 14044:2006, Life Cycle Assessment: Requirements and Guidelines.
5. International Organization of Standardization, 2006. ISO 14025:2006, Environmental Labels and declarations- Type III environmental declarations- Principles and procedures.
6. European Commission, 2011. Analysis of Existing Environmental Footprint Methodologies for Products and Organizations: Recommendations, Rationale, and Alignment.
7. Joe Wang and Rachel Wu, 2014. Technical report on carbon footprint analysis of electronic scale. Green Manufacturing and Eco-Design Research Group of Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. ISBN 978-988-18959-7-4.
8. Connie Chan and Jane Zhang, 2014. Technical report on carbon footprint analysis of induction cooker. Green Manufacturing and Eco-Design Research Group of Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. ISBN 978-988-18959-4-3.

9. Connie Chan, Jane Zhang, and Rachel Wu, 2014. Technical report on carbon footprint analysis of liquid crystal display (LCD) panel. Green Manufacturing and Eco-Design Research Group of Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. ISBN 978-988-18959-5-0.
10. Connie Chan and Jane Zhang, 2014. Technical report on carbon footprint analysis of printed circuit board (PCB). Green Manufacturing and Eco-Design Research Group of Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University. ISBN 978-988-18959-6-7.
11. British Standards Institute (BSI), 2011. PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services.
12. World Resources Institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development, 2011. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. ISBN 978-1-56973-773-6.

# 附件 1

圖1. 現場審計工作流程



## 附件 2

表格1. 建議審核時提前準備的材料及文件清單

序號 No.	分類 Category	物料 Item
1	產品 Product	成品樣品 Product sample
2		所有零部件 Product components
3		生產中消耗品樣品（如化学试剂等） Consumables
4	包裝材料 Packaging materials	產品包裝材料 Finish goods packaging
5		零部件及消耗品包裝材料 Packaging of all materials
6		原料及成品包裝的包裝 Packaging materials of packaging
7	文件 Documents	電費單 Electricity bill
8		生產記錄（總生產及選定型号相关记录） Production record (total production and selected model's record)
9		出貨資料（如订单、UPS快递单据） Order information for transportation
10		物料來源信息 Materials sources information
12	其它 Others	電子秤、計算器、文具等 Scale, calculator, stationery, etc.
13		會議室或者獨立房間一間 A meeting room

### 免責聲明

在此刊物上／活動內（或項目小組成員）表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不代表香港特別行政區政府、工業貿易署或中小企業發展支援基金及發展品牌、升級轉型及拓展內銷市場的專項基金（機構支援計劃）評審委員會的觀點。

本應用指引/活動只屬參考性質。本應用指引的出版者及本項目的相關機構已盡力確保本指引內容的準確性。對使用本指引資料而引起的任何損失或索償，有關機構不會負上任何責任。

此項目由香港理工大學主辦，並由香港特別行政區政府工業貿易署「中小企業發展支援基金」撥款資助。

© 2015 香港理工大學綠色生產及環保設計研究小組（工業及系統工程學系）  
出版日期：2015年1月