

項目資助:

「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

協辦機構:



香港電器製造業協會
HONG KONG ELECTRICAL APPLIANCES
MANUFACTURERS ASSOCIATION



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

贊助機構:



香港工業總會
FHKI Federation of
Hong Kong Industries



冠致有限公司
GOLD BEST LIMITED

Management and Executive Development Centre
企業經管人才發展中心

項目成員:

容錦泉副教授
林衍堂教授

聯絡人:

王穎 先生
電話: 2766 4252 傳真: 2362 9787
電郵: mfjoe@inet.polyu.edu.hk

蘭星 小姐
電話: 2766 4252 傳真: 2362 9787
電郵: mfevey@inet.polyu.edu.hk

黃曉庭 小姐
電話: 2766 7974 傳真: 2362 9787
電郵: mfwyt@inet.polyu.edu.hk

網址:

www.pctech.ise.polyu.edu.hk/ecodesign

This project is organized by The Hong Kong Polytechnic University and funded by the SME Development Fund of the Trade and Industry Department, HKSAR Government. Any opinions, findings, conclusions or recommendations expressed in this material/event (or by members of the project team) do not reflect the views of the Government of the Hong Kong Special Administrative Region, Trade and Industry Department or the Vetting Committee for the SME Development Fund.

此項目由香港理工大學主辦，並獲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。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、工業貿易署及中小企業發展支援基金評審委員會的觀點。

耗
能
產
品
環
保
設
計
工
具
箱

耗能產品

環保設計工具箱



THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
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

環保設計工具箱

環保設計工具箱

關於本環保設計工具箱、鳴謝及簡介	2
矩陣法	
1. MET 矩陣	3
2. AT&T 矩陣	9
清單分析	
3. ABC 分析	14
4. 歐盟WEEE指令的回收清單	18
5. 環保設計清單法（ECM）	23
6. 環保估算器	28
7. 飛利浦快速五項清單	34
8. 索尼公司的綠色產品的檢查表和產品資料	38
蛛網圖	
9. 生態羅盤	45
10. 概念蛛網圖	49
11. 生命週期設計策略輪(LiDS)	54
參數方法	
12. 單位服務的物料投入（MIPS）	61
13. 生態指標99（EI99）	70

關於本環保設計工具箱

本項目由香港特別行政區政府工業貿易署的「中小企業發展支援基金」撥款贊助，並且由香港理工大學綠色生產及環保設計研究小組實施執行。

儘管環保設計的過程可以大致遵循IEC CDV 62430這個標準，但環保設計工具箱的開發乃致力於協助香港電子電器業界的中小企業能以更直接更高效的方法實行環保設計。此環保設計工具箱可被本地企業用作為符合耗能產品（EuPs）的環保要求而進行環保設計的操作手冊，因為其中涵蓋了許多特殊的要素以及不同工具的案例。而環保設計工具箱更可與本項目開發的“步驟化符合性評作業程式”共同使用。

作為項目重要的成果之一，環保設計工具箱的為香港電子電器業界的中小企業提供關於符合耗能產品（EuPs）的環保要求最及時更新的技術方法，相關的信息亦可在項目網頁中查詢。
(www.pctech.ise.polyu.edu.hk/ecodesign)

鳴謝

藉此機會向以下對本項目所提供的支援的機構與貢獻表示衷心的感謝(以機構英文名稱先後排列)，包括：

- 香港工業總會
- 冠致有限公司
- 香港電器製造業協會
- 香港電子業商會
- 香港理工大學企業經管人才發展中心

簡介

歐盟指令2005/32/EC是一個為耗能產品（EuP）的環保設計要求而設的統一框架。框架指令的原則由歐洲理事會和歐洲議會於2005年4月首次通過，並於2007年8月11日成為法律。EuP指令根據產品對環境的影響及其帶來的後果對不同類別的耗能產品均設立一般性和特定性的環保設計要求，一般性的產品設計要求包括原材料的使用，提供給用戶的資訊，重量與體積，拆卸時間，回收，和產品的使用壽命等。特定性要求則指根據措施定義所設立的环境參數限制值。其典型的一個例子就是耗能產品在使用中和待機中模式的能源使用限制值。

因此，很多電子電器產品的生產商開始將環保設計融入他們的產品設計內。環保設計是一個應對重點環境問題的有效途徑：著重於產品的開發和產品本身的設計。在一般情況下，環保設計過程將遵循國際標準IEC CDV 62430。這個工具箱歸納了四大類最常用的環保設計測試方法：矩陣分析、清單分析、蛛網圖和參數分析的方法。每個測試方法的評估程式、結果分析、優點、弱點和適用範圍都可在本工具箱內找到。

1 MET 矩陣

1.1 背景

MET矩陣是一個於1997年由Hans Brezet和Caroline van Hemel在荷蘭開發的定性的環保設計評估方法，主要目的是對整個產品生命週期中的環境影響進行系統評估並排列優先處理次序。MET矩陣是一個簡單的方法，可以節省大量時間和金錢，亦可專門應用於薄弱點分析和鑒別潛在環境改善方面。

1.2 評價方法

為了能夠更容易地分類複雜的環境影響，環境問題可根據投入產出分析分為三個主要領域，分別為物料週期（M）、能源使用（E）和毒性物質排放量（T）。產品的生命週期也分為五個階段，即：原料的生產和供應、生產及製造過程、運輸、使用（包括操作和服務）和生命終端系統（包括回收和處置）。

MET矩陣主要分為三列五行;三列代表環保方面，五行則代表產品的五個生命週期階段。典型的MET矩陣格式可見於下表。

表格1.1 MET矩陣格式範例

		物料週期 (輸入/輸出)	能源使用 (輸入/輸出)	毒性物質排放量 (輸出)
原材料的獲得				
生產及製造過程				
運輸				
使用	操作			
	服務			
生命終端系統	回收			
	棄置			

MET矩陣第一列記錄物料在五個生命週期階段輸入和輸出的環境影響。建議包括不可再生的材料、不相容的材料、低效利用或不可重複使用的材料或部件的數值。在不同的活動，如產品的製造、運輸到顧客、經營使用、維修和回收產品的能源消耗均列在能源使用一項內,例如具有極高的能量含量的物質投入將在此列的第一格記錄。另外，有毒物質排放一列專門用以確定產品生命週期的不同階段中，產品系統在土地，水和空氣中的有毒物質排放。

1.3 結果分釋

在完成矩陣之後，將一些影響指標(如下)，應用於評估產品對環境的影響。

表格1.2 MET使用的影響指標列表

影響指標	單位	描述
原材料耗損 (RMD)	每年	自然資源的消耗
能源耗損(ED)	兆焦耳	使用能源的消耗
水資源消耗 (WD)	立方米	水的消耗
全球變暖潛勢(GWP)	克二氧化碳當量	特定氣體排放到大氣對全球變暖的影響
臭氧層破壞潛勢 (ODP)	克一氟三氯甲烷	特定氣體排放到大氣對於臭氧層耗損的影響
光化學反應潛能 (POD)	克乙烯	特定氣體被排放到空氣中在陽光下與臭氧發生的氧化反應
空氣酸化 (AA)	克氫離子	特定氣體排放到大氣對空氣酸化的影響
空氣毒性 (AT)	立方米受影響空氣	人類環境的空氣毒性
水毒性 (WT)	立方米受影響水域	人類環境的水毒性
水體富營養化 (WE)	克磷酸鹽	由於在湖泊或海洋裡排放某些物質所引起的水體營養物質過多
產生有害物質 (HWP)	千克	特定產品的生命週期中產生有害物質的量

影響指標的選擇取決於對環境影響的評估。二氧化碳當量值所表示的是全球變暖的潛在影響，可作為轉換MET矩陣數據與環境相關信息的指標。

1.4 注意事項

在填寫矩陣之前，建議儘量多地考慮各個方面。設計團隊可將分析過程分為三個部分：

(一) 定義產品系統邊界
(二) 執行需求分析
(三) 執行產品功能分析

環保設計不僅側重產品本身，亦關注產品於整個生命週期的正常運作所必需的消耗品及其他配件。因此定義產品系統的邊界是很重要的。在確定產品的系統邊界後，進行需求分析以檢查產品是否符合需求,並檢驗產品邊界的有效性。

如果特定的部件或組件的環境影響嚴重，則建議使用單一的MET矩陣對其進行分析。在系統邊界確定後，使用者可對產品的功能進行分析，討論產品的優點和弱點，例如產品的能源使用，產品壽命，產品不合格的偶然因素等。

環保設計清單可用來提醒使用者有可能忽略的環境影響。使用者可通過填製MET矩陣以作產品功能分析。填完矩陣中相關的環境影響指標後，便可確定產品對環境的影響。最後，使用者可根據環境指標數值的嚴重，中等或輕微狀況確定該指標的重要性以及各種影響的優先處理次序。

1.5 範例

下面以烤麵包機為例顯示如何使用MET矩陣評估產品的環境影響以及確定環境影響重要性的優先次序。



圖1.1 烤麵包機圖例

步驟一：構建一個烤麵包機的MET矩陣。
說明適用生命週期階段的物料循環、能源使用和毒性物質排放量的輸入/輸出數據。

表格1.3 烤麵包機的MET矩陣

		物料循環 (輸入/輸出)	能源使用 (輸入/輸出)	毒性物質排放量 (輸出)
原材料獲得		PP: 430克 鍍鎳銅板: 30g 線路板: 124g PVC: 130 克 鋼鐵: 341克 鍍鎳銅線: 76.2克 雲母片: 54克 紙板: 205克		
製造			製造外殼耗電: 0.8千瓦時 包裝: 0.2 千瓦時 加熱: 2千瓦時	
運輸			船運: 2,000公里 貨車運輸: 500公里	
使用	操作		使用750次: 20.625 千瓦時	
	服務			
生命終端系統	回收	PP: 215克 PVC: 65克 紙板: 102.5克 鋼鐵: 371克 鎳: 76.2克 雲母片: 54克		
	棄置	PP: 215克 PVC: 65克 紙板: 102.5克 線路板: 124克		

步驟二：輸入/輸出數據在MET矩陣中轉換成二氧化氮當量的值。
由於輸入和輸出的單位元元不同，需要統一單位元元。例如聚丙烯物料階段的轉換：

據韓國亞洲大學生態產品研究院數據庫，PP碳足跡是1.37E+00千克二氧化氮當量/千克。
因此，PP的二氧化碳當量價值是：

$(430/1000) \times 1.37E+00 = 0.5891$ 千克二氧化氮當量/千克

表格1.4 烤麵包機MET矩陣各部份的二氧化碳當量值

		物料循環 (輸入/輸出)	能源使用 (輸入/輸出)	毒性物質排放量 (輸出)
原材料獲得		PP: 0.5891 鋼鐵 Ni-PTD: 0.0132 線路板: 1.2648 PVC: 0.1742 鋼鐵: 6.9905 鍍鎳鋼線: 0.1372 雲母片: 0.2792 紙板: 0.205		
製造			製造外殼耗電: 0.3968 包裝: 0.0992 加熱: 0.992	
運輸			船運: 1.44E-03 貨車運輸: 0.208	
使用	操作		使用750次: 10.23	
	服務			
生命終端系統	回收	PP: -0.1574 PVC: -0.0488 紙板: 0.1195 鋼鐵: -137.78 鎳: 347.472 雲母片: -247.32		
	棄置	PP: 0.6887 PVC: 0.0923 紙板: 0.0636 線路板: 0.1195		

步驟三：計算產品生命週期各個階段和環境方面的二氧化碳當量價值的總價值。

產品生命週期階段

- 原料消耗：9.65千克二氧化碳當
- 製造：1.49千克二氧化碳當量
- 運輸：0.209千克二氧化碳當量
- 使用：10.2千克二氧化碳當量
- 生命終端：-36.75千克二氧化碳當量

環境方面

- 物料：-27.1千克二氧化碳當量
- 能源：11.9千克二氧化碳當量
- 毒性：0千克二氧化碳當量

步驟四：結果解釋。
從結果看來，烤麵包機的使用階段和能源使用分別為最重要的產品生命週期階段和最重要的環境影響。

1.6 優點

- * 系統化、客觀和可靠，提供足夠的數據來評估產品的環境績效。
- * 簡易評估環境影響以及優先排列處理次序，可節省大量時間和金錢。
- * 從生命週期清單導出的數據庫可取代不能測量的數據。
- * 清楚展示產品環保方面的資訊。
- * 可用於分析和鑑定產品規劃及開發階段的環境改善之可能性和薄弱點。
- * 評估環境影響以及優先排列其處理順序的簡單方法，可以節省大量的時間和金錢。

1.7 弱點

- * 編製具體影響的最終值時，數據缺失需要用估計值來替代。
- * 必須對產品有一定程度的背景知識。
- * 假如存有量化的數據缺失，所得的結果便需要定性的解釋。

1.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、包裝和運輸、使用及使用後的棄置階段。

2 AT&T矩陣

2.1 背景

在1995年由Graedel和Allenby在美國AT&T公司開發的AT&T矩陣及目標區--亦稱為環保產品組裝矩陣（ERPA）--是一種半定量，為改善公司環境績效而提供系統基礎的環境評估方法；其結構與MET矩陣相似，但更為系統化，在提供予工程師一個環境影響評價工具時，亦為他們帶來產品創新的想法。

2.2 評價方法

AT&T的模型分為兩部分：矩陣和目標區域。AT&T矩陣計算產品五個生命週期階段的环境影響，而目標區域提供了一個圖像化的結果展示產品最需要改進的方面。典型的AT&T矩陣和目標小區格式分別如表格2.1和圖2.1所示。

表格2.1 由Graedel開發的AT&T矩陣

生命週期階段	環境關注點				
	物料選擇 (1)	能源使用 (2)	固體殘餘物 (3)	液體殘餘物 (4)	氣體殘餘物 (5)
原材料開採(1)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
產品生產階段(2)	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
產品運送階段(3)	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
產品使用階段(4)	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
翻新、回收、棄置(5)	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5

五乘五的矩陣主要用於評估產品在五個生命週期階段分別的五個環節之關注點。AT&T矩陣中的每格評分是由0（最高負面影響）到4（最高正面影響）的評級。

2.3 結果分釋

經過評估，對環境負責的產品評分(RERP)可以通過總結所有單元格的值（ M_{ij} ）計算出來。RERP計算公式如下：

$$RERP = \sum_i \sum_j M_{ij}$$

這個方法意味著在不同的生命週期階段，環境問題都具有相同的權重分級。AT&T矩陣總共有二十五個單元格。四分是每個單元格的最高得分，最大RERP是一百。四意味著最積極的環境影響，RERP值越高意味著該產品對環境負面的影響越小。

AT&T模型的下一步是呈現目標小區所有單元格的評分。所有產品值將以特定角度的形式分佈在目標區域裏。二十五格的角間距是 360° 除以25，即 14.4° 。對環境影響較少的產品，其點應向中心聚集。這個方法意味著在不同的生命週期階段，環境問題都具有相同的權重分級。

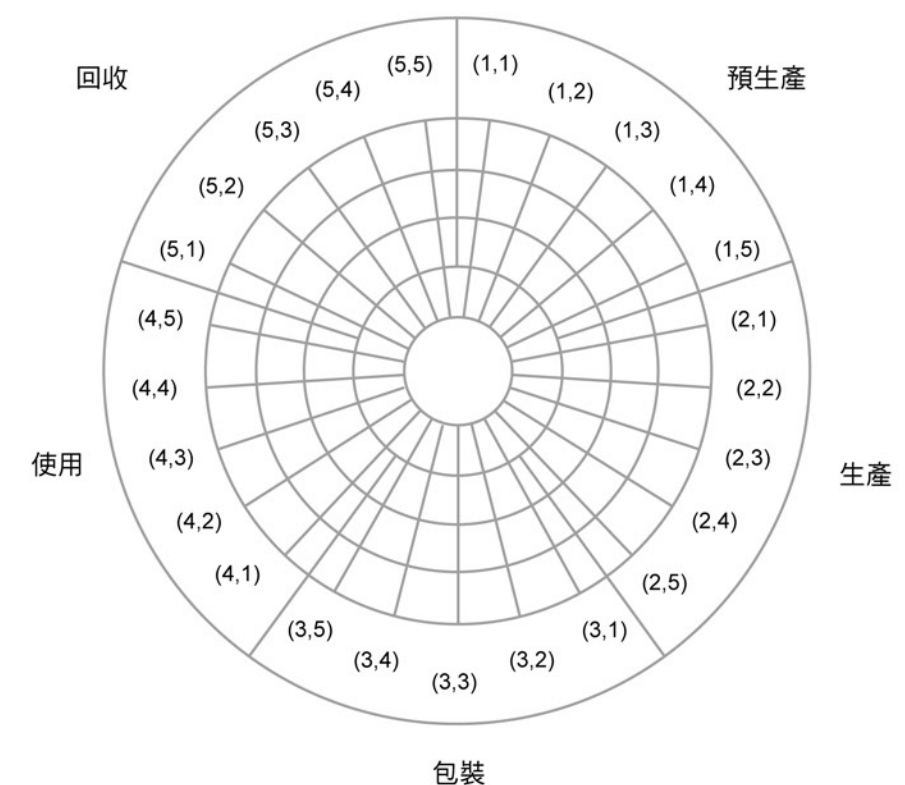


圖2.1 AT&T目標區域

2.4 注意事項

該評級的根據乃基於影響的嚴重性和降低影響的可能性。由於分級工作必須基於經驗，故有必要針對具體產品體系進行設計和製造清單及評分準則。

儘管AT&T的矩陣及目標區較MET矩陣更系統化，但仍有不少研究人員批評其評分系統和結果的質量。以不同使用者進行的實驗表明，如果預設評分系統及問題清單，AT&T矩陣在整體評級中會有大約15%的偏差。這一結果表明AT&T矩陣和目標區域的環保產品評估主要是基於使用者的主觀判斷，每一項仍沒有參考標準級。

2.5 範例

下面的示例演示如何使用AT&T矩陣評價家用攪拌機的環境影響。



圖2.2 家用攪拌機圖例

表格2.2 家用攪拌機的AT&T矩陣

生命週期階段	環境關注點					總分
	物料選擇 (1)	能源使用 (2)	固體殘餘物 (3)	液體殘餘物 (4)	氣體殘餘物 (5)	
原材料開採	2	2	3	3	3	13
產品生產階段	2	3	2	3	3	13
產品運送階段	2	3	3	4	2	14
產品使用階段	4	2	4	4	4	17
翻新、回收、棄置	3	3	3	4	3	16
總分	13	12	15	18	15	73/100

結果表明能源使用是最顯著的环境關注點，而原材料的開採和產品製造階段是最顯著的生命週期階段。 RERP是73。AT&T的目標區25個單元格的值如下。

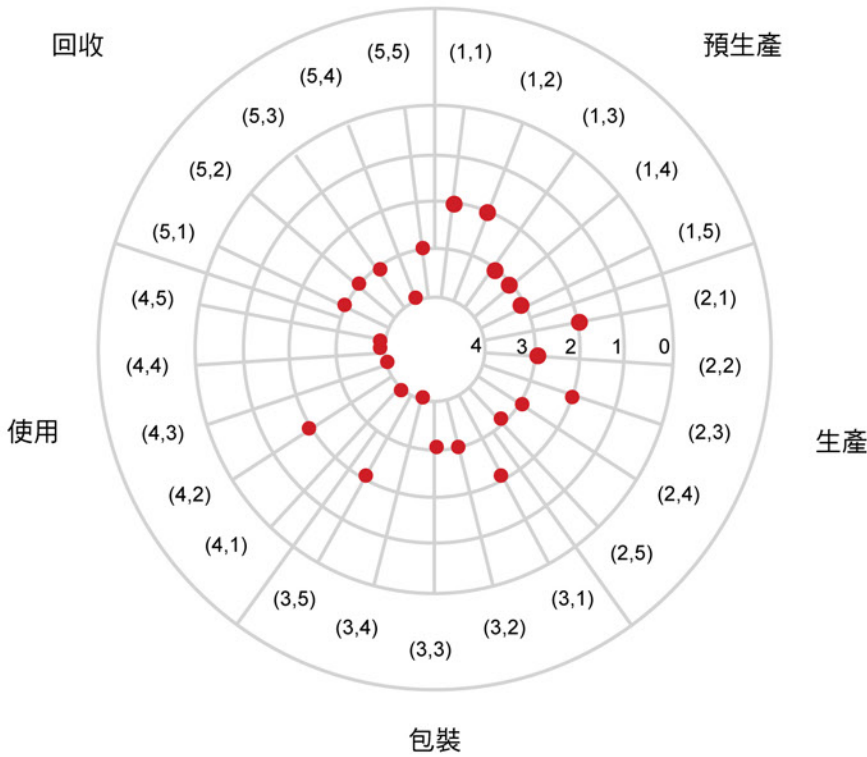


圖2.3 家用攪拌機的目标區

2.6 優點

- * 可圖像化不同設計屬性的比較結果，便於直觀比較。
- * 可快速比較同一產品的替代設計對環境的影響。產品設計團隊可更容易選擇設計方案，並可參考清單和改善個別矩陣元素評分資訊的協議。
- * 允許產品設計團隊改善自己的產品，特別是在綠色產品規劃和開發階段。
- * 可作為環保重新設計的工具來發現可改善的環境影響。

2.7 弱點

- * 收集數據去估計分值並不容易及比較費時。
- * 環境績效是對整個產品的估計，並不是針對每個部件或組件。
- * 計分過程是主觀的，不同用戶可能會得出不同的結果。

2.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、包裝和運輸、使用和生命終端系統。

3 ABC分析

3.1 背景

ABC分析是由生態經濟研究學會（IöW）與Volker Stahlmann在庫珀蒂諾研發出來的生態評估系統方法。ABC指的是一個預定指標的等級。此方法用於結合預定的指標來評估過程或產品對環境的影響。

3.2 評價方法

在ABC分析下，特定指標組是由公司的內部討論和政策所決定。而通用標準的一些例子則包括：環境法規要求的符合程度，社會需求和潛在的環境影響，發生事故的危險，生命週期階段，和內部環境成本。所有產品指標通常都涉及產品或生產過程中出現的有害物質。

表格3.1 ABC清單分析的指標列表

產品/過程	負責人		日期
指標	A (有害)	B (中等)	C (無害)
1. 環境法規要求的符合程度			
2. 社會要求			
3. 潛在環境影響			
· 有毒性			
· 空氣污染			
· 水污染			
4. 事故風險			
5. 原材料開採			
6. 預生產階段			
7. 製造階段			
8. 使用階段			
9. 生命終端			
10. 可回收性			
11. 內部環境成本			

3.3 結果分釋

在評估過程或產品時，不同的指標可根據A,B,C的不同等級分類。A等級意味著對環境的影響是有害的。若一個特定指標的等級為A就表明該指標必須改進。B等級為中等標準，表明需要加以觀察和視情況改善。C等級表示無害，無需改變。

3.4 注意事項

ABC分析是一個定性的評價方法，其中包括有爭議的和經濟方面的問題。這一基於物質流和能量流的分析，旨在評估分類業務活動所產生的各種因素對環境的影響。採取行動的必要性乃基於ABC的分級，並由A至C的遞減。若公司的環保目標已然確定，這些目標便應與ABC分析的評價指標結合。

3.5 範例

下面以液晶電視（圖3.1）為例，顯示如何使用ABC分析來評估產品的環境影響。



圖3.1 液晶電視圖例

表格3.2 液晶電視的清單分析結果

產品/評估過程	負責人		日期
液晶體電視			
指標	A (有害)	B (中等)	C (無害)
1. 環境法規要求的符合程度		對於電視機更嚴格的歐盟耗能產品實施措施（EuP）將會執行	
2. 社會要求		需要更嚴格的規定	
3. 潛在環境影響			
· 有毒性		如果後視燈管破損，管中對人體健康有害的水銀將洩漏。	
· 空氣污染			正常水準
· 水污染			正常水準
4. 事故風險	產品含有一些作為助燃劑的鹵化材料；產品燃燒時會產生有害氣體。		
5. 原材料開採		原材料的開採產生的排放對環境有一些影響。	
6. 預生產階段			正常情況下，預生產階段不會產生對人體有害的影響
7. 製造階段			正常情況下，製造階段不會產生對人體有害的影響
8. 使用階段			正常情況下，使用階段不會產生對人體健康有害的影響。
9. 生命終端			重複使用，回收及回用
10. 可回收性		部份可回收	
11. 內部環境成本		中等	

根據上述，由於含有鹵化材料，該產品可能會有一些意外風險。應進行修改，以減低發生問題的可能性。

3.6 優點

- * ABC分析法是一個簡單的清單分析方法，用以確定產品在環境方面可足提升的空間。
- * 清單中的產品評估問題的覆蓋面大，可為用戶量身訂造。
- * 使公司能以一個頗為簡單的方式找出環境改善的潛在方向。

3.7 弱點

- * ABC分析只關注有害物質，並沒有顧及產品的生態效率，回收組件的方法及完整的生命週期評估等方面。
- * 指標的歸類及選擇建立在公司內部討論和政策的基礎上，不同的公司或用戶可能有不同的評估方式。
- * 由於沒有設定的標準指標，結果可能是主觀的。

3.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、使用和生命終端階段。

4 歐盟WEEE指令的回收清單

4.1 背景

根據歐盟理事會第2002/96/EC號指令要求，設計和生產電子電器產品時，應考慮拆卸和回收利用，特別是廢舊產品、組件以及物料的回收和再利用。因此產品可否回收及利用是評估該產品對環境的影響的一個重要指標。

這個回收清單的方法主要針對歐盟的WEEE指令而設的，這個清單由英國的可持續設計中心開發的一系列問題，用以幫助用戶檢查產品能否符合WEEE指令的要求。

4.2 評價方法

用戶回答清單中的問題時，只需選擇是（Y）、否（N）或無數據或不適用（N / A）。問題主要關注三個方面：WEEE產品類別的覆蓋面、對環境問題的關注度及產品設計的目標和屬性。WEEE指令幾乎可以適用於所有電子電器產品，而通過使用回收清單，提醒設計師符合嚴格的WEEE指令。下表顯示回收清單的例子。

表格4.1 WEEE指令回收清單的一般格式

問題	是	否	無數據/不適用	備註
範圍: 產品或終端設備是否屬於WEEE指令所涵蓋的範圍				
A) 產品或終端設備是否屬於以下分類，並電壓不超過1000V 交流電或者1500V 直流電？ · 大型家電 · 小型家電 · IT設備 · 通信設備 · 消費性設備 · 照明設備 · 電動工具 · 玩具、休閒和運動設備 · 醫療器械（植入和被感染的產品除外） · 監視和控制裝置 · 自動收貨機				
B) 產品是否包含或可能包含以下物質 (RoHS未免除的)？ · 鉛（陰極射線管除外） · 汞 · 高價鉻 · 鎘 · 線路板 · 阻燃劑 - (多溴聯苯) - (多溴聯苯醚) · 放射性元素 · 石棉 · 鈹				
C) 塑膠的重量是否超過25克？（若是，就必須將材料編碼）				
D) 若該產品可分類收集，產品是否包含WEEE附件二中列出的物質並需要從產品終端時分開處理？				
環境問題				
產品生命終端所產生的廢棄物例如： · 有害物質 · 回收材料使用率 · 材料可回收性				
設計目標/屬性				
產品設計的主要目標與屬性為何？ · 產品壽命，包括耐用性以可否二次使用 · 減少物料使用 · 低毒性 · 利用回收物料或組件 · 有害物料的隔離度 · 拆卸				

4.3 結果分釋

使用歐盟WEEE指令的清單，可確定重點產品是否屬於WEEE指令覆蓋的產品類別。A問題回答“Y” 意味著該產品屬於WEEE。B問題回答“Y” 代表產品是有數種有害物質。C和D的答案如果都是“Y” 的話，代表該產品若要符合WEEE指令的要求，製造商便需要採取具體行動。

4.4 注意事項

WEEE指令自2007年起成為歐盟法律，歐洲市場的電子電器產品必須符合收集、回收及循環再造的要求。製造商必須以上述WEEE的要求設計或重新設計自己的產品。

4.5 範例

下面以無線電鑽的作為例子，顯示如何使用歐盟WEEE指令清單評估產品的可回收性。



圖4.1無線電鑽圖例

表格4.2 無線電鑽WEEE指令回收清單

問題	是	否	無數據/不適用	備註
範圍: 產品或終端設備是否屬於WEEE指令所涵蓋的範圍				
A) 產品或終端設備是否屬於以下分類，並電壓不超過1000V 交流電或者1500V 直流電？ · 大型家電 · 小型家電 · IT設備 · 通信設備 · 消費性設備 · 照明設備 · 電動工具 · 玩具、休閒和運動設備 · 醫療器械（植入和被感染的產品除外） · 監視和控制裝置 · 自動收貨機	✓			電動工具
B) 產品是否包含或可能包含以下物質 (RoHS未免除的)? · 鉛（陰極射線管除外） · 汞 · 高價鉻 · 鎘 · 線路板 · 阻燃劑 - (多溴聯苯) - (多溴聯苯醚) · 放射性元素 · 石棉 · 鈹		✓		
C) 塑膠的重量是否超過25克？（若是，就必須將材料編碼）	✓			
D) 若該產品可分類收集，產品是否包含WEEE附件二中列出的物質並需要從產品終端時分開處理？	✓			
環境問題				
產品生命終端所產生的廢棄物例如： · 有害物質 · 回收材料使用率 · 材料可回收性				拆卸的簡易性； 材料的可回收性
設計目標/屬性				
產品設計的主要目標與屬性為何？ · 產品壽命，包括耐用性以可否二次使用 · 減少物料使用 · 低毒性 · 利用回收物料或組件 · 有害物料的隔離度 · 拆卸				持久性； 減少來源； 拆卸。

產品是否符合WEEE指令的定義：

- A) 根據2002/96/EC指令，電鑽屬於第六類“電動工具”。
- B) 電鑽不包含清單列表的材料。
- C) 塑膠的重量在25克以上。

環境問題/關注

在“產品生命終端階段”主要的環境影響依賴於拆卸的簡易性和材料的可回收性在。

設計目標/屬性

考慮到電鑽的使用環境，它應該被設計得更耐用。而為便於使用和拆卸，應消除不必要的部分以減低產品的重量和複雜性。

4.6 優點

- * 容易使用，不需要特殊的專業知識或對於WEEE詳盡的知識。
- * 清單可以進一步針對特定產品和公司對於WEEE指令的要求作出調整。
- * 有助提高檢查產品是否符合WEEE指令的效率。
- * 在確定具體環保產品的薄弱環節方面是最有效的。

4.7 弱點

- * 清單只作為對WEEE的符合性的一個檢查工具，不能取代詳細的分析。
- * 可能需要額外使用生命週期評估（LCA）或其他設計評價方法來輔助。
- * 環保設計清單展示了產品生命週期與環境有關的問題，是一個系統化的方法，但可能忽略在不同生命週期階段之間發生的風險。
- * 清單可能不利於創造力，因為設計師可能過度依賴清單來解決環境問題，而不考慮在列表中所提示的是否最合適產品。

4.8 適用範圍

- * 產品類型：電子及電器產品。
- * 產品生命週期的各個階段：生命終端階段。

5 環保設計清單法 (ECM)

5.1 背景

環保設計清單法是Hans Brezet和Caroline van Hemel共同開發的一種定性的清單分析方法，通常與MET的矩陣搭配使用。環保設計清單主要用作工程師在產品開發階段的工具，以減少產品的環境負擔。

通過列出確定的環境問題及已制訂的每項標準要求，對產品不同方面的弱點、顯著的特性和可改進的地方都可加以記錄和評估。其實環保設計清單是一個系統工具，專用於改進或重新設計零部件以至整個產品的功能和概念。

5.2 評價方法

為顯示產品全面的資訊，環保設計清單的調查大致可分為三個分析層面：零部件分析、功能分析和產品分析。每個級別的詳細分析均顯示在圖5.1。

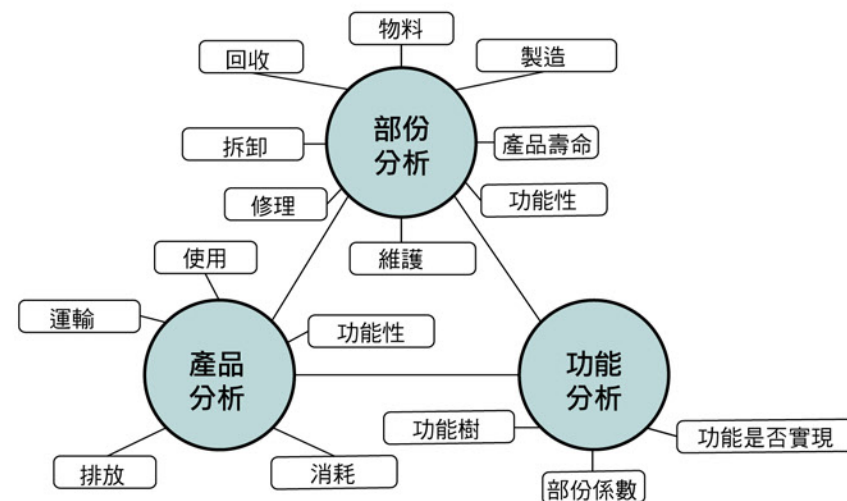


圖5.1 環保設計清單法

每個層面的分析清單都始於需求分析，是一系列關注產品功能的問題。分析需求之後，五組相關問題會被分別用來評估整個產品生命週期的五個階段。

為找出產品對環境的瓶頸，須對所有相關問題進行定性的環境分析和提出數據支持，並可在早期的改進階段提出對環保設計戰略與環保設計清單中一些問題的建議，表5.1顯示了環保設計與環保設計戰略清單的樣本。

表格5.1 環保設計清單與環保設計戰略

環保設計清單		環保設計戰略	
需求分析			
產品如何具體地符合社會需求？ - 產品主要及輔助的功能是什麼？ - 產品是否有效和高效地履行這些功能？ - 產品目前是否滿足用戶需求？ - 可否擴大或改進產品的功能以滿足用戶需求？ - 需求是否會隨著時間變化？ - 可否通過產品創新達到上述？		環保設計戰略 新概念開發階段 - 減少物料利用 - 產品多用途化 - 功能集成化 - 產品或組件的功能優化	
生命週期階段 1:物料和部件生產和供應			
物料和部件生產及供應可出現什麼問題？ - 使用塑膠和橡膠的類型及數量？ - 使用添加劑的類型及數量？ - 使用金屬的類型及數量？ - 其他類型使用的材料（玻璃、陶瓷等）的類型及數量？ - 使用表面處理的類型？ - 組件的環保資料如何？ - 需要多少能源用以運輸部件和材料？		環保設計戰略 1 選擇對環境影響較小的物料 - 對環境無害的材料 - 可再生的材料 - 低能量密度的材料 - 循環使用的的材料 - 可回收的材料	環保設計戰略 1 減少物料的使用 - 減少重量 - 減少運輸體積
生命週期階段 2:廠內生產			
公司在生產過程中出現什麼問題？ - 生產過程（包括連接，表面處理，印刷和標籤）的類型？ - 輔助材料的類型及數量？ - 能耗有多高？ - 產生了多少廢物？ - 多少種產品不符合規定的質量標準？		環保設計戰略 3 優化生產技術 - 選擇其他生產技術替代 - 減少生產步驟 - 低/清潔能源消費 - 生產更少的廢棄物 - 使用較少/清潔的生產消耗品	
生命週期階段 3: 運輸			
產品運送到消費者途中會出現什麼問題？ - 運輸包裝，散裝包裝和零售包裝（體積、重量、材料、可重用）的模式？ - 使用的運輸方式？ - 運輸是否採取高效的運作方式？		環保設計戰略 2 減少使用物料 - 減少重量 - 減少運輸體積	環保設計戰略4 優化運輸系統 - 減少/清潔/可重複利用的包裝 - 節能的運輸方式 - 節能的物流方式
生命週期階段 4: 使用			
產品使用、運用、服務和維修階段會出現什麼問題？ - 直接或間接需要的能源類型及數量？ - 需要的消耗品類型及數量？ - 產品的技術壽命有多長？ - 需要保養和維修的數量？ - 營運、保養和維修所需的輔助材料和能源的類型及數量？ - 產品可否由非專業人士拆卸？ - 是否有部件可更換？ - 產品的外觀壽命有多長？		環保設計戰略5 減少使用的影響 - 減低耗能 - 使用清潔能源 - 減低消耗品的需要 - 使用清潔的消耗品 - 盡量達致無浪費能源或消耗品 環保設計戰略6 優化初始產品壽命 - 提高可靠性和持久性 - 令產品易於保養和維修 - 將產品模塊化 - 使用經典設計 - 增強產品與用戶間的聯繫	

生命週期階段5: 再利用和棄置

產品再利用和棄置階段會產生哪些問題？

- 如何處置產品？
- 是否重複利用部件或材料？
- 可否重複使用哪些組件？
- 可否無損傷地拆卸組件？
- 有什麼材料是可再生的？
- 如何識別材料？
- 材料是否能被容易地分離？
- 是否有任何難以處理的墨水、表面處理或貼紙？
- 是否有容易接觸到的有害成分？
- 非可重複使用的產品零件是否能被焚燒處理？

環保設計戰略7

優化產品生命終端系統

- 重新利用產品或部件
- 再加工/修理
- 物料回收
- 安全焚燒

5.3 結果分釋

環保設計清單可以用來分析現有產品。但最好的利用時間是在概念生成階段，當產品開發已有一個清晰的思路時。當進行零部件分析時，工程師可通過清單結果來決定重新設計的部分。另一方面，如果進行產品分析時，清單結果有助於工程師獲得新產品的概念。而通過回答清單中的問題，可找出環境問題的改進方案。

5.4 注意事項

在進行三個層面分析之前，對不同的任務必須作好準備。執行零部件分析時，要將整個產品的部件拆解成幾組，因為不是每一個部分都是有必要調查。分成幾組可節省時間，把重點放在重要部分。此外，整個產品生命週期的相關數據都必須是可用的。

由於功能分析可以用來指出缺乏環保設計標準的產品功能，所以需要功能樹來顯示產品在調查期間的所有可用功能。

另一方面，產品分析是用來研究整個產品體系，研究者需具有對產品的相關概念、功能和性能方面的知識。

5.5 範例

下面的例子示範了如何使用環保設計清單的方法來確定便攜式MP3播放機的帶來的環境問題。



圖5.2 便攜式MP3播放機

表格5.2 便攜式MP3播放機環保設計清單列表

環保設計清單	環保設計戰略
需求分析	
產品如何具體地符合社會需求？ · 產品主要及輔助的功能是什麼？ 提供數碼娛樂 · 產品是否有效和高效地履行這些功能？ 是 · 產品目前是否滿足用戶需求？ 是 · 可否擴大或改進產品的功能以滿足用戶需求？ 是 · 需求是否會隨著時間變化？ 是 · 可否通過產品創新達到上述？ 是	環保設計戰略 新概念開發階段 · 減少物料利用 · 產品多用途化 · 功能集成化 · 產品或組件的功能優化
生命週期階段 1:物料和部件生產和供應	
物料和部件生產及供應可出現什麼問題？ · 使用塑膠和橡膠的類型及數量？ 兩種：ABS和PP · 使用添加劑的類型及數量？ 無 · 使用金屬的類型及數量？ 五種：銅、鋁、鋰、矽和鋼 · 其他類型使用的材料（玻璃、陶瓷等）的類型及數量？ 兩種：液體陶瓷和玻璃 · 使用表面處理的類型？ 無 · 組件的環保資料如何？ 無 · 需要多少能源用以運輸部件和材料？ 歐盟四型24噸貨車：3噸公里	環保設計戰略 1 選擇對環境影響較小的物料 · 對環境無害的材料 · 可再生的材料 · 低能量密度的材料 · 循環使用的材料 · 可回收的材料 環保設計戰略 1 減少物料的使用 · 減少重量 · 減少運輸體積
生命週期階段 2:廠內生產	
公司在生產過程中出現什麼問題？ · 生產過程（包括連接，表面處理，印刷和標籤）的類型？ 四種類型：噴射鑄模、薄鋼板成型、金屬翻邊及真空成型。 · 輔助材料的類型及數量？ · 能耗有多高？ · 產生了多少廢物？ · 多少種產品不符合規定的質量標準？ 沒有	環保設計戰略 3 優化生產技術 · 選擇其他生產技術替代 · 減少生產步驟 · 低/清潔能源消費 · 生產更少的廢棄物 · 使用較少/清潔的生產消耗品
生命週期階段 3: 運輸	
產品運送到消費者途中會出現什麼問題？ · 運輸包裝，散裝包裝和零售包裝（體積、重量、材料、可重用）的模式？ · 使用了什麼運輸方式？ 歐盟四型24噸貨車 · 運輸是否採取高效的運作方式？ 是	環保設計戰略 2 減少使用物料 · 減少重量 · 減少運輸體積 環保設計戰略4 優化運輸系統 · 減少/清潔/可重複利用的包裝 · 節能的運輸方式 · 節能的物流方式
生命週期階段 4: 使用	
產品使用、運用、服務和維修階段會出現什麼問題？ · 直接或間接需要的能源類型及數量？ · 需要的消耗品類型及數量？ · 產品的技術壽命有多長？ · 需要保養和維修的數量？ · 營運、保養和維修所需的輔助材料和能源的類型及數量？ · 產品可否由非專業人士拆卸？ · 是否有部件可更換？ · 產品的外觀壽命有多長？	環保設計戰略5 減少使用的影響 · 減低耗能 · 使用清潔能源 · 減低消耗品的需要 · 使用清潔的消耗品 · 盡量達致無浪費能源或消耗品 環保設計戰略6 優化初始產品壽命 · 提高可靠性和持久性 · 令產品易於保養和維修 · 將產品模塊化 · 使用經典設計 · 增強產品與用戶間的聯繫

生命週期階段5: 再利用和棄置

產品再利用和棄置階段會產生哪些問題？

- 如何處置產品？
- 是否重複利用部件或材料？
- 可否重複使用哪些組件？
- 可否無損傷地拆卸組件？
- 有什麼材料是可再生的？
- 如何識別材料？
- 材料是否能被容易地分離？
- 是否有任何難以處理的墨水、表面處理或貼紙？
- 是否有容易接觸到的有害成分？
- 非可重複使用的產品零件是否能被焚燒處理？

環保設計戰略7

優化產品生命終端系統

- 重新利用產品或部件
- 再加工/修理
- 物料回收
- 安全焚燒

5.6 優點

- ★ 運用這個全面分析三個層面的清單，使用者可找出薄弱環節和善環境績效有待改善的功能、部件或產品。
- ★ 可對產品在不同生命週期的環境影響作評估，亦可於產品開發階段用來闡釋產品設計理念。
- ★ 適用於多種類型產品，並可比較新產品的概念與參考產品。
- ★ 易於理解的分析結果，可用於環保設計和重新設計。

5.7 弱點

- ★ 評估的問題可以獨立形成，所以與生命週期不同階段或三個層面分析方面可能沒有任何聯繫。
- ★ 關注的環境問題並非適用於所有產品，對有些使用者來說關注所有問題會太費時間。
- ★ 評估的質量取決於數據的可獲得性。如果數據不足夠，評估過程會涉及估計和主觀性，引致評估的質量大受影響的。

5.8 適用範圍

- ★ 產品類型：所有產品。
- ★ 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、包裝和運輸、使用和生命終端階段。

6 環保估算器

6.1 背景

環保估算器其實是一種關於電子電器產品的清單分析方法，是由飛利浦開發的兩頁調查問卷，亦是飛利浦環保設計方法的一部分。事實上這個清單是一個獨立的評估方法，通過各項問題及加權因數來計算總的環境價值。

6.2 評價方法

每個問題之間的關係顯示在計算步驟。清單中的問題可分為四個部分：產品生命週期、能源、材料、可回收性和危險廢物。產品的技術上定義的壽命將在使用環保估算器起初時使用，但因為大多數的功能性產品都會有二手用戶，所以一手用戶和二手用戶的使用年數為整個產品的使用年數，應予以說明。由於能源消耗和包裝對於電子電器產品來說都非常關鍵，因此B節（能源與材料）的數量是非常重要的。表格6.1所示的是環保估算器的常見格式：

表格 6.1 環保估算器的工作表

產品名稱:				
負責人員:			日期:	
問題	公式	數值	單位	備註
產品生命週期				
1a) 產品使用年限是多少？			年	
1b) 維修的簡易性是否能增加產品的使用年限？			年	增加年數
1c) 可更新性是否增加產品的使用年限？			年	增加年數
總產品生命週期 (A)	1a+1b+1c		年	

清單分析

能源與材料				
2a) 產品正常使用狀態每小時耗電多少？ (如果能源效率隨使用時間降低，應採用整個產品的平均能源效率)		瓦		
2b) 產品在正常情況下，一年被使用多少個小時？		小時/年		
2c) 產品在正常情況下每年耗電多少千瓦時？	2a*2b/1000	千瓦時/年		
2d) 在二手狀況下產品每小時用電量是多少 (同2a)		瓦		
2e) 在二手狀況下產品每年使用多少小時？		小時/年		
2f) 在二手狀況下產品每年的耗電是多少？	2d*2e/1000	千瓦時/年		
2g) 產品每年用電量是多少？	2c+2f	千瓦時/年		
2h) 產品生命週期總計用電量是多少？	A*2g*0.7	分		
2i) 產品的包裝重量為多少千克？		千克		
2j) 產品的重量為多少千克？		千克		
2k) 產品的包裝與產品合計的重量是多少？	2i+2j	千克		
2l) 產品包裝是否佔產品總質量的 15%? (包裝 % = 2i/2k)		分	是=2 否=0.5	
2m) 包裝是否使用少於90%的再生紙? (包括盒子、紙板以及其他紙製品)		分	是=2 否=0.5	
2n) 包裝係數	2l + 2m	分		
2o) 包裝分數	2i*2n	分		
2p) 轉運係數。產品轉運的時間是否超過生命週期20%? (針對於經常移動的產品)		分	是=40 否=0	
2q) 產品是否使用超過20%的再生金屬或再生塑膠? (只考慮質量超過產品總計質量50%的零部件)		分	是=2 否=5	
2r) 產品物料能量係數	2p+2q	分		
2s) 產品相關物質分數	2r*2j	分		
總計 B	2h+2o+2s	分		
可回收性				
3a) 外殼或其他大型部件是否可輕易拆卸成不同的單一物質碎片? (如果最終塑膠是會被混合處理的話, 要考慮塑膠的相容性)			是=0 部份=1 否=2	
3b) 金屬部件是否能夠容易地分離? (超過100克的部件是否可分成不同的單一物質的碎片?)			是=0 部份=1 否=2	
3c) 塑膠中是否使用不能再生的物料: 不能回收的阻燃劑、塑膠部件上的貼紙或者不可再生的粘結劑? (考慮重量超過100克的部件)			是=1 否=0	
3d) 部件使用的熱固性塑膠是否超過100克 (熱固性塑膠填充新塑膠的質量不能超過30%)			是=1 否=0	
3e) 塑膠超過50克的部件是否都標注了塑膠種類?			是=0 否=1	
3f) 可回收性總計	3a+3b+3c+3d+3e	分		
總計 C	3f*2j	分		

清單分析

有害廢棄物				
4a) 產品含有一種或多種法律或公司政策所禁止使用的物質。				是=400 否=0
4b) 使用電池的產品 (如果否，請轉至4c) i. 只可在緊急的情況下才使用的小電池 ii. 可以使用內置充電電池 iii. 可以使用外置充電電池 iv. 可以使用充電的電池或不可充電的電池 v. 不可以使用充電電池 vi. 產品有電池棄置的標識 vii. 產品無電池棄置的標識				否=0 i. 是=15 ii. 是=30 iii. 是=40 iv. 是=120 v. 是=200 vi. 是=0 vii. 是=100
4c) 是否使用PVC，包括電線和包裝？			分	是=40 否=0
4d) 線路板和電子配件是否在易移除的模塊上? (電子配件可否容易地從產品中移除?)			分	是=40 否=0
有害物質總量(D項總值):	4a+4b+4c+4d		分	
環保估算器總值	B+C+D		分	
環保估算器年度總值	(B+C+D)/A		分/年	

6.3 結果分釋

總結環境價值後，結果可用作快速地比較參考產品與新產品的環境影響評價。具有較低總環保價值的產品代表了更好的環保性能。

6.4 注意事項

為準確分析產品，應對產品進行組裝，然後回答C節（可回收性）的問題。此外，在D節（危險廢物）的問題上，生態估計在不同的企業應用時會有所不同，其中一個原因是被禁止的物質在不同的公司是不同的。一般來說，這部份至少應該涵蓋法律有提到物質。填好充四個部分的所有值後，便可計算出特定產品總生態估計的值。

6.5 範例

下面的示例演示如何使用環保估算器計算複雜機頂盒的環保價值。



圖6.1複雜型機頂盒圖例

表格 6.2 使用環保估算法評估複雜型機頂盒的工作表

產品名稱: 複雜型機頂盒				
負責人員:		日期: 20 / 7 / 2011		
問題	公式	數值	單位	備註
產品生命週期				
1a) 產品使用年限是多少		5	年	
1b) 產品使用年限是多少		3	年	增加年數
1c) 產品使用年限是多少		2	年	增加年數
總產品生命週期 (A)	1a+1b+1c	10	年	
能源與材料				
2a) 產品正常使用狀態每小時耗電多少？(如果能源效率隨使用時間降低，應採用整個產品的平均能源效率)		20	瓦	
2b) 產品在正常情況下，一年被使用多少個小時？		1460	小時/年	
2c) 產品在正常情況下每年耗電多少千瓦時？	2a*2b/1000	29.2	千瓦時/年	
2d) 在二手狀況下產品每小時用電量是多少 (同2a)		8	瓦	
2e) 在二手狀況下產品每年使用多少小時？		7300	小時/年	
2f) 在二手狀況下產品每年的耗電是多少？	2d*2e/1000	58.4	千瓦時/年	
2g) 產品每年用電量是多少？	2c+2f	87.6	千瓦時/年	
2h) 產品生命週期總計用電量是多少？	A*2g*0.7	613.2	分	
2i) 產品的包裝重量為多少千克？		0.568	千克	
2j) 產品的重量為多少千克？		6.314	千克	
2k) 產品的包裝與產品合計的重量是多少？	2i+2j	6.882	千克	

2l) 產品包裝是否佔產品總質量的 15%? (包裝 % = 2i/2k)		否	分	是=2 否=0.5
2m) 包裝是否使用少於90%的再生紙? (包括盒子、紙板以及其他紙製品)		否	分	是=2 否=0.5
2n) 包裝係數	2l + 2m	1	分	
2o) 包裝分數	2i*2n	0.568	分	
2p) 轉運係數。產品轉運的時間是否超過生命週期20%? (針對於經常移動的產品)		是	分	是=40 否=0
2q) 產品是否使用超過20%的再生金屬或再生塑膠? (只考慮質量超過產品總計質量50%的零部件)		否	分	是=2 否=5
2r) 產品物料能量係數	2p+2q	45	分	
2s) 產品相關物質分數	2r*2j	284	分	
總計 B	2h+2o+2s	897.768	分	
可回收性				
3a) 外殼或其他大型部件是否可輕易拆卸成不同的單一物質碎片? (如果最終塑膠是會被混合處理的話, 要考慮塑膠的相容性)		是		是=0 部份=1 否=2
3b) 金屬部件是否能夠容易地分離? (超過100克的部件是否可分成不同的單一物質的碎片?)		部份		是=0 部份=1 否=2
3c) 塑膠中是否使用不能再生的物料: 不能回收的阻燃劑、塑膠部件上的貼紙或者不可再生的粘結劑? (考慮重量超過100克的部件)		否		是=1 否=0
3d) 部件使用的熱固性塑膠是否超過100克 (熱固性塑膠填充新塑膠的質量不能超過30%)		是		是=1 否=0
3e) 塑膠超過50克的部件是否都標注了塑膠種類?		是		是=0 否=1
3f) 可回收性總計	3a+3b+3c+3d+3e	3	分	
總計 C	3f*2j	18.942	分	
有害廢棄物				
4a) 產品含有一種或多種法律或公司政策所禁止使用的物質。		否		是=400 否=0
4b) 使用電池的產品 (如果否，請轉至4c) i. 只可在緊急的情況下才使用的小電池 ii. 可以使用內置充電電池 iii. 可以使用外置充電電池 iv. 可以使用充電的電池或不可充電的電池 v. 不可以使用充電電池 vi. 產品有電池棄置的標識 vii. 產品無電池棄置的標識		否		否=0 i. 是=15 ii. 是=30 iii. 是=40 iv. 是=120 v. 是=200 vi. 是=0 vii. 是=100
4c) 是否使用PVC，包括電線和包裝？		是		是=40 否=0
4d) 線路板和電子配件是否在易移除的模塊上? (電子配件可否容易地從產品中移除?)		否		是=40 否=0
有害物質總量(D項總值):	4a+4b+4c+4d	40	分	
環保估算法總值	B+C+D	956.71	分	
環保估算法年度總值	(B+C+D)/A	95.671	分/年	

產品每年環保值等於總計能源和材料、可回收和有害廢物的分數（B + C + D）後的環保價值再除以產品壽命（一）。吸塵器的環境總價值為956.71。每年的環境價值是95.671。

6.6 優點

- * 環保估算器的使用者不必作出實際評估，只需回答問題和計算數據，即使用戶不具備有關產品環境評估的背景知識亦沒有問題。
- * 用作判斷的客觀評估工具已被納入生態估計稱重因素。
- * 使用者不需要收集大量的數據，縮短了為評估所需的時間。

6.7 弱點

- * 環保估算器的計算值只有基於參考產品與參考產品的比較時才具有意義。
- * 收集必要的資訊來回答估算器問題的工作量約佔總工作量的75%。
- * 必須回答所有問題，任何一個微小的差別都將大大影響結果的精準度。

6.8 適用範圍

- * 產品類型：所有使用能源的產品。
- * 產品生命週期的各個階段：原材料的使用、製造、運輸、使用和生命終端系統。

7 飛利浦快速五項清單

7.1 背景

飛利浦快速五項清單是由飛利浦開發的一個完全定性的方法。此快速的檢查方法可用於產品規劃和發展階段，評估參考設計以發展新產品的初步概念。

7.2 評價方法

要完成快速清單，用戶需回答五類問題，分別為（一）能源，（二）可回收性，（三）危險廢物含量，（四）耐用性、可修復性和功能性及（五）提供相同服務的替代方案。飛利浦快速五項清單的常見格式顯示在表格7.1中。

表格7.1 飛利浦快速五項清單列表

產品/項目: 簡單型機頂盒			
負責人員:			
日期:			
分類	問題	是	否
能源	新設計是否比參考設計更為節能？ （考慮製造，運輸和產品試用階段）		
可回收性	新設計是否比參考設計更容易回收？ · 將大型部件或組件使用的材料變成單一的材料 · 產品中實際可回收物料的重量		
有害廢棄物含量	相較於參考產品的設計，產品是否產生或包含更少的化學廢物？ · 是否有任何限制材料，如鹵化阻燃劑、鎳顏料，或消耗臭氧層的化學品（ODSC）？		
耐用性、可修復性和功能性	新設計是否比參考設計更耐用和更易修理？ · 新設計能否更耐用並且易於升級？ · 功能性的完善是否會延長產品壽命？		
提供相同服務的替代方案	是否有其他方法可減少生態影響？ · 需要更少的能源/物料的技術卻能提供相同質量的服務		

7.3 結果分釋

當使用者填完所有是非題後，可根據表7.2的清單得到有關產品方案的結論。將問題答案為“是”的次數將被記錄下來。當“是”出現了三次，該產品概念可被視為有潛力的方案，但仍然有改進的餘地。如果只有一個“是”的時候，參考產品（舊）就沒有必要升級了。因此，“是”出現的次數越多，表示該方案越為可行。

表格7.2 飛利浦快速五項清單的結果分釋

回答“是”的次數	結果分釋
0	產品的環境績效完全沒有改變
1	舊產品沒有必要升級
2	須新考慮新方案
3	有潛力的方案，但是仍有可改進的地方
4	可行的方案。
5	非常好的方案

7.4 注意事項

在一般的情況下，由於只有幾個問題，飛利浦快速五項清單的方法僅適用於新產品戰略階段。儘管如此，結果是否準確仍視乎調查是否做得徹底。

7.5 範例

下面的例子演示如何使用飛利浦的快速清單比較簡單型機頂盒的新設計與參考模型。



圖7.1 新的簡單型機頂盒（左）及舊的簡單型機頂盒（右）圖例

表格7.3 飛利浦快速五項清單列表分析簡單型機頂盒

產品/項目: 簡單型機頂盒			
負責人員:			
日期:			
分類	問題	是	否
能源	新設計是否比參考設計更為節能？ （考慮製造，運輸和產品試用階段）	✓	
可回收性	新設計是否比參考設計更容易回收？ · 將大型部件或組件使用的材料變成單一的材料 · 產品中實際可回收物料的重量	✓	
有害廢棄物含量	相較於參考產品的設計，產品是否產生或包含更少的化學廢物？ · 是否有任何限制材料，如鹵化阻燃劑、鎘顏料，或消耗臭氧層的化學品（ODSC）？	✓	
耐用性、可修復性和功能性	新設計是否比參考設計更耐用和更易修理？ · 新設計能否更耐用並且易於升級？ · 功能性的完善是否會延長產品壽命？	✓	
提供相同服務的替代方案	是否有其他方法可減少生態影響？ · 需要更少的能源/物料的技術卻能提供相同質量的服務	✓	

回答“是”的次數總共有5次，簡單型機頂盒的新設計可視為“絕佳的替代方案”。

7.6 優點

- * 適用於一個新產品概念在產品開發階段的初步評估。
- * 不需要非常高深的專業知識。
- * 有助於減少用於重新生產產品和修改有問題產品的成本。早期階段進行評估可以在產品上生產線之前發現並且解決可能出現的問題。

7.7 弱點

- * 結果的準確性視乎調查的詳盡程度而定。
- * 是/否的答案不能描述新舊產品的差別程度，只能顯示好壞與否。
- * 此方法過於簡單，只有五個問題，無法包括具體細節。

7.8 適用範圍

- * 產品類型：使用能源的產品。
- * 產品生命週期的各個階段：使用和生命終端階段。

8 索尼公司的綠色產品的檢查表和產品資料

8.1 背景

日本索尼公司的人員於1994年制定了索尼綠色檢查表和產品資料。作為一種半定量的方法，能廣泛應用於獲取產品在規劃和發展階段有關改善環境的不同方面的資訊。利用整個產品生命週期的環境負荷的計算，索尼公司綠色產品的檢查表和產品資料對實現環保目標和產品評估提供了一個明確的環保設計方向。

8.2 評價方法

方法分為兩個主要部分：綠色產品檢查表和產品資料。綠色產品檢查表計算產品的規劃和發展以及對環境的關注點，而產品的提供了一個最便於操作的改善方面的圖形視圖。在一般情況下，索尼使用此方法去比較新的或構想中的設計和現有產品或參考產品的分別。

表格8.1顯示預定項目，用以在綠色產品的檢查表作出評估。根據目標的實現程度，不同項目的成績可從0到10分。當新的或構想中的設計符合索尼的標準，即能降低對環境的影響，就能獲得較高的分數。

表格8.1 日本索尼公司的綠色產品檢查表

模型：		日期：	評估由：	
項目		評估方法	得分	備註
對環境有較大影響的材料	結果優於國家標準	5 分		參考索尼的特殊物質清單
	結果優於行業標準	7 分		
	結果優於索尼標準	8 分		
	消除高影響的物質	10 分		
拆卸時間	減少拆卸產品的時間 - 新模型, T _新(分鐘) - 參考模型, T _{參考} ... (分鐘)	$\left[1 - \left(\frac{T_{\text{新}}}{T_{\text{參考}}}\right)\right] \times 100\% = __\%$		減少60%為10分

使用材料類型的標識	無標識	0 分		
	結果符合產品評價的標準	5 分		
	所有材料都有標識:	10 分		
可回收性	可回收性提高的比例，可回收性指的是可回收材料占產品總質量的比率 - 新模型可回收性, R _新(%) - 參考模型, R _{參考} ... (%)	$\left(\frac{R_{\text{新}}-R_{\text{參考}}}{100\%-R_{\text{參考}}}\right)\times 100\% = _\%$		60%的提高為 10分
回收材料使用率	回收玻璃占總計使用玻璃的比例:	再生的/總共的 = %		50% 為 10 分, 0% 為 0 分
	回收塑膠占總計使用塑膠的比例:	再生的/總共的 = %		
	回收紙占總計使用紙的比例:	再生的/總共的 = %		100% 為 10 分
減少物料使用	產品重量減少率 - 新模型, W _新(克) - 參考模型, W _{參考}(克)	$\left[1-\left(\frac{W_{\text{新}}}{W_{\text{參考}}}\right)\right]\times 100\% = _\%$		50% 為 10 分, 0% 為 0 分
	產品體積減小的比例 - 新模型, V _新(立方釐米) - 參考模型, V _{參考} ... (立方釐米)	$\left[1-\left(\frac{V_{\text{新}}}{V_{\text{參考}}}\right)\right]\times 100\% = _\%$		
產品壽命	初始故障率	—— %		<0.3% 為 10 分, ≥3.0% 為 0 分
	年度故障率	—— %		<0.5% 為 10 分, ≥5.0% 為 0 分
	保修期	—— 年		
能源	關機時的能源消耗	—— 瓦		0W 為 10 分, ≥2W 為 0 分
	休眠中模式的能源消耗	—— 瓦		
	產品使用階段消耗能源 - 新模型, E _新(瓦) - 參考模型, E _{參考} ... (瓦)	$\left[1-\left(\frac{E_{\text{新}}}{E_{\text{參考}}}\right)\right]\times 100\% = _\%$		60% 的減少為 10 分
包裝	產品使用階段消耗能源 - 新模型, F _新(克) - 參考模型, F _{參考} ... (克)	$\left[1-\left(\frac{F_{\text{新}}}{F_{\text{參考}}}\right)\right]\times 100\% = _\%$		60% 的減少為 10 分
	產品使用階段消耗能源 - 新模型, W _{新包裝}(克) - 參考模型, W _{參考包裝} ... (克)	$\left[1-\left(\frac{W_{\text{新包裝}}}{W_{\text{參考包裝}}}\right)\right]\times 100\% = _\%$		
	使用回收材料占包裝總量的比例	再生的/總共的 =_%		

8.3 結果分釋

完成上述表格後，分數將被繪製成產品資料雷達圖。在產品資料中每軸代表綠色產品檢查表的一個項目。中心點代表得分為0，最外輪廓代表滿分10。圖8.1顯示了由日本索尼公司開發的產品資料圖例。在相同的設定的框架中繪製以比較新的或建議的設計思路和參考思路。

上述檢查表項目的結果顯示已被索尼採用。常用於的多方面問題表現的基準比較。

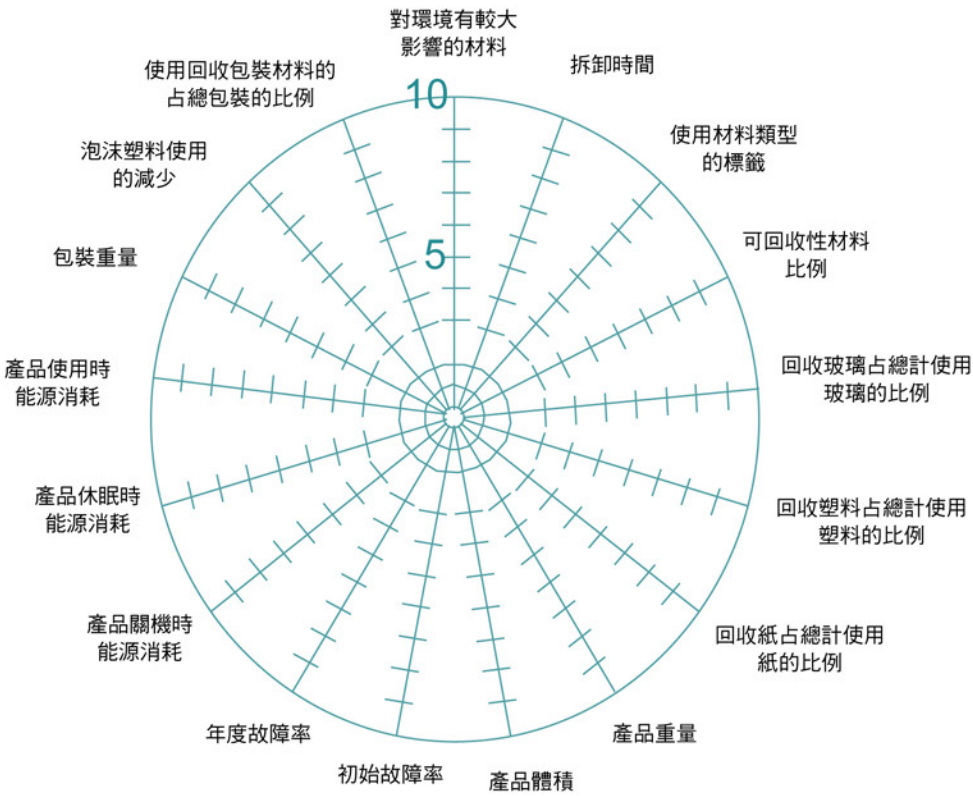


圖8.1綠色產品清單圖例

8.4 注意事項

這種方法使用的評估項目，在不同的公司有特定的定義。使用者需要檢索自己公司一些相關數據，以便確定綠色環保產品的檢查表。

8.5 範例

下面的例子顯示如何將作參考模型的心率監視器與新的就環保性能作出比較。新的模型是在概念設計的階段。表格中列出主要的修改。



圖8.2參考模型心律監視器圖例

表格8.2 心律監視器參考設計及新設計的物質清單

模型：	修改	參考設計 (千克)	新設計(千克)
物料階段	纖維手套	無	0.0158
物料階段	手套接觸點	無	0.00612
物料階段	錶盤	無	0.002
物料階段	錶帶	0.0158	0
物料階段	PLAS BIKE MOUNT BLK PU-85-95/H	0.031	0
物料階段	D3XL38毫米	0.005	0
物料階段	胸腔縛帶	0.0698	0
製造階段	減少相關的流程	每件產品大約0.0035兆焦耳	每件產品大約0.00295 兆焦耳
包裝與運輸階段	手冊 (重量減少 10%)	0.0997	0.08973
包裝與運輸階段	包裝盒 (50毫米x30毫米x80毫米)	0.035	0.0245
包裝與運輸階段	內置盒 (49.7毫米x29.7毫米x79.7毫米)	0.0576	0.04032
包裝與運輸階段	包裝體積與運輸		重量減少0.4%
使用與維護階段	心律監視器的壽命	3 年	3 年
使用與維護階段	鋰電池	5 + 5 件	5 件
生命終端階段	遵守WEEE指令中規定的第四類產品處理目標	與其他階段結果成比例	與其他階段結果成比例

表格8.3 心律監視器新設計的綠色產品檢查表

模型：心律監視器		日期：	評估由：
項目		得分	備註
對環境有較大影響的材料	結果優於國家標準	5	參考索尼的特殊物質清單
	結果優於行業標準		
	結果優於索尼標準		
	消除高影響的物質		
拆卸時間	減少拆卸產品的時間	8	減少60%為10分
使用材料類型的標識	無標識		
	結果符合產品評價的標準	5	
	所有材料都有標識:		
可回收性	可回收性提高的比例	6	60%的提高為10分
回收材料使用率	回收玻璃占總計使用玻璃的比例:	2	50% 為 10 分, 0% 為 0 分
	回收塑膠占總計使用塑膠的比例:	6	
	回收紙占總計使用紙的比例:	8	
減少物料使用	產品重量減少率	8	50% 為 10 分, 0% 為 0 分
	產品體積減小的比例	4	
產品壽命	初始故障率	5	<0.3% 為 10 分, ≥3.0% 為 0 分
	年度故障率	10	
	保險期	1	
減少能源使用	關機狀態中減少能源使用	6	0W 為 10 分, ≥2W 為 0 分
	休眠狀態中減少能源使用	6	
	在使用階段減少能源使用	9.5	
包裝	減少使用泡沫塑料	10	60% 的減少為 10 分
	包裝重量減少的比例	8	
	使用回收材料占包裝總量的比例	7	

根據表格的結果可以繪製出雷達圖。

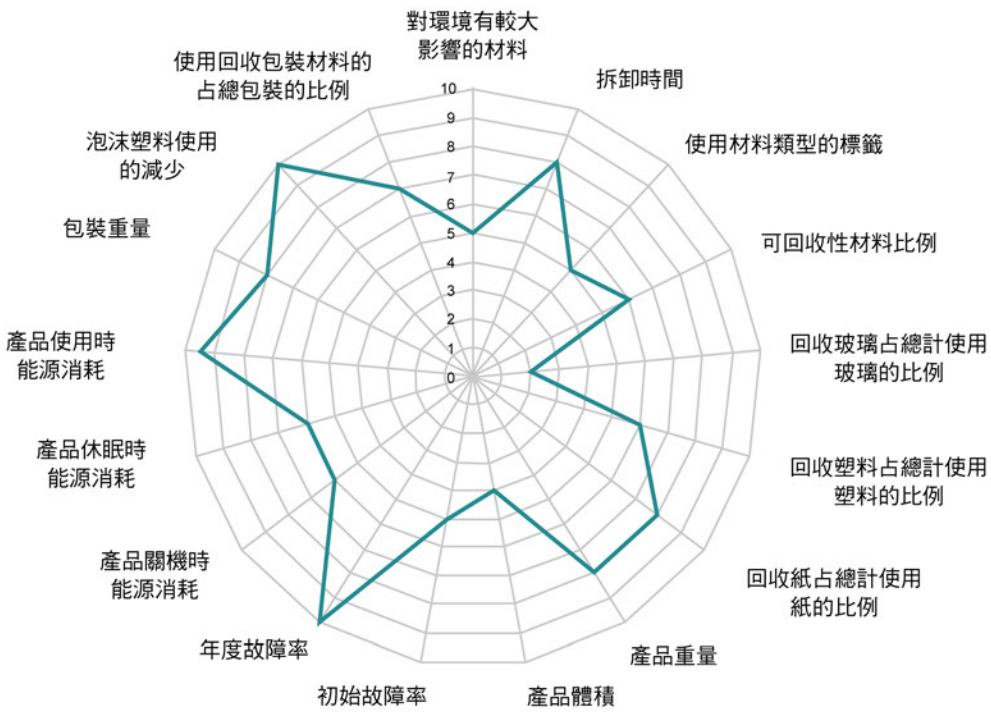


圖8.3 心律監視器新設計的雷達圖

8.6 優點

- * 可靈活地修改每個項目及其在綠色設計檢查表中的比重，以適應不同類型和特點的產品。
- * 評分系統設有明確的指引。
- * 產品資料圖能清楚顯示產品間的差異。
- * 產品資料繪製可圖形代結果，能使各部門之間溝通更容易。

8.7 弱點

- * 主觀的評價不足以改善產品的環境性能。
- * 須提供參考產品以作比較，不能單用這種方法評估新產品的概念。
- * 評估涉及假設,可能會影響評估結果。

8.8 適用範圍

- * 產品的類型：使用能源的產品。
- * 產品生命週期的各個階段：原材料的使用、包裝、運輸、使用和生命終端階段。

9 生態羅盤

9.1 背景

生態羅盤蛛網圖是David Russel與他的同事在歐洲陶氏化學公司開發的，是該公司生態創新過程的一部分。由於以傳統的生命週期評估的過程過於複雜和詳細，所以生態羅盤開只採用某些選定標準來改善傳統的生命週期評估的弱點。

9.2 評價方法

生態羅盤的主要目的是比較產品中重要的環境關注點的投入和產出，亦可用於總結策略問題、權衡分析以及改善產品及活動的機會。

圖表9.1顯示一個六角生態羅盤的常見格式。生態羅盤的六個方面涵蓋了生態和資源安全各個方面的決定，然而現實中各個方面的問題都不是獨立的，因而對產品或活動的實際表現評估評估會有部份重疊。而且,不同層面之間的權衡和交換亦可以在完成生態羅盤後突出顯示出來。

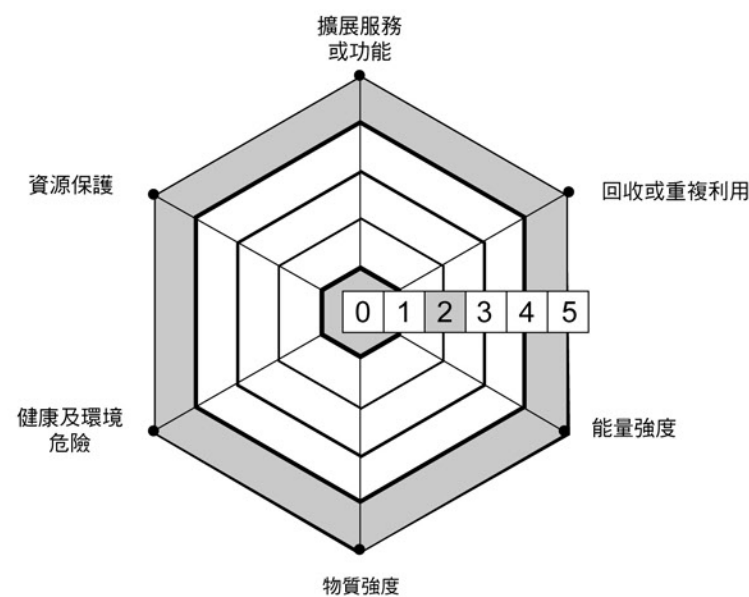


圖9.1 生態羅盤的典型格式

9.3 結果分釋

從0到5的評分系統可用於各個方面的評價。因為生態羅盤不能用於評估單一的产品，一個“2”的結果只能表示在此個維度與參考產品或活動的比較結果。圖表9.2是對參考產品得分的評價方法。每個維度的評分系統取決於性能上的增加或減少的百分比，因此較高的評價是指該模型與參考模型相比在此選項有更好的性能，如果比較選項的輪廓變得更接近六邊形的外部界限，代表模型會是更好的選項，而整合生命週期各個階段的分別得分可計算出總得分，分數越高代表該產品的評價越高。



圖9.2 與參考產品比較的評估網格

9.4 注意事項

生態羅盤評估工具使用前，產品和活動的數據就需要根據功能單位元或服務單位的基礎上收集。功能單位或服務單位是指按照“以客戶或消費者的生命週期階段向客戶提供服務的措施”來定立，包括六個方面：服務延伸、價值恢復（再製造、再利用和再循環）、能源強度、物質強度、健康和環境風險及資源節約等方面。

9.5 範例

下面的例子展示如何比較新洗衣機與參考洗衣機的環保性能。



圖9.3 洗衣機參考模型（左）和新模型（右）圖例

為了比較兩個洗衣機模型的環境表現，生態羅盤圖須包括表格9.1中的項目。

表格9.1 生態羅盤圖須包括的項目列表

項目	參考產品	新產品	新舊變化%
物質強度： (單元服務所需要的物料重量)	65 千克	75 千克	差 15.3%
能量強度： (能源使用量 / 千克)	0.9 千瓦時 / 千克	0.7 千瓦時 / 千克	好 22%
擴展服務或功能： (洗滌效率係數)	1.04 * lw	1.06 * lw	好 2%
健康及環境危險： (像空氣、土壤和水中排放有害氣體的數量)	無	無	無
資源保護：(水的使用)	45 升/圈	40 升/圈	好 11%
回收或重複利用	75%	80%	好 6%

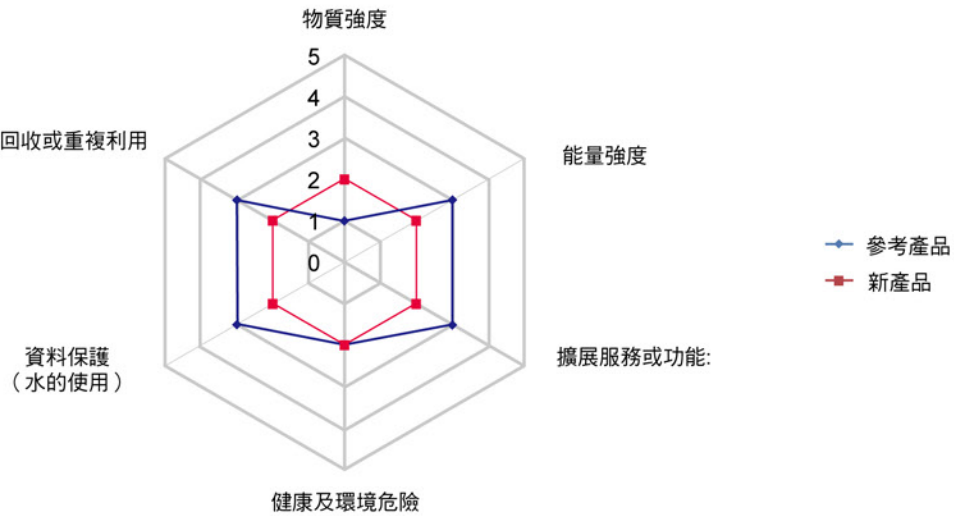


圖9.4 洗衣機參考模型和新模型的生態羅盤圖

由於新的洗衣機的設計考慮了鹵化材料的外部限制量，評估的結果是新的設計優於參考產品。

9.6 優點

- * 生態羅盤是對數化結果的線性表示。使用者根據百分數定義的指導評分，而不是基於自己的判斷。
- * 生態羅盤可即時展示所評估的概念和參考產品之間的主要區別。
- * 這種方法能可靠地應用於各種業務情況。
- * 如果有所變更的話，允許用戶調整細節的詳盡程度。

9.7 弱點

- * 生態羅盤只適用於同類產品之間的比較，而且不適用於個別評估。
- * 此工具含有很少的標準，它可能並不適用於大部分的產品。
- * 只適合供內部使用。

9.8 適用範圍

- * 產品類型：電子及電器產品
- * 產品生命週期的各個階段：生命終端階段。

10 E概念蛛網圖

10.1 背景

E概念蛛網圖為一個八軸圖。由於項目目標的不同與關注點的差異，各軸的定義會有出入。作為產品環境評估的工具，E概念蛛網圖整合了一系列可以靈活設置的標準。

可以使用的標準包括：

- 資源效率（如材料的使用效率和能源效率）
- 滿足需求
- 客戶需求的滿意度
- 再生能源的可持續利用
- 避免有害物質
- 廢物和排放
- 可回收性
- 成本效益
- 產品外型
- 產品壽命

10.2 評價方法

構建一個E概念蛛網圖，須有一套標準的定義軸（見圖10.1），根據一套評分等級系統評估產品的各個方面。

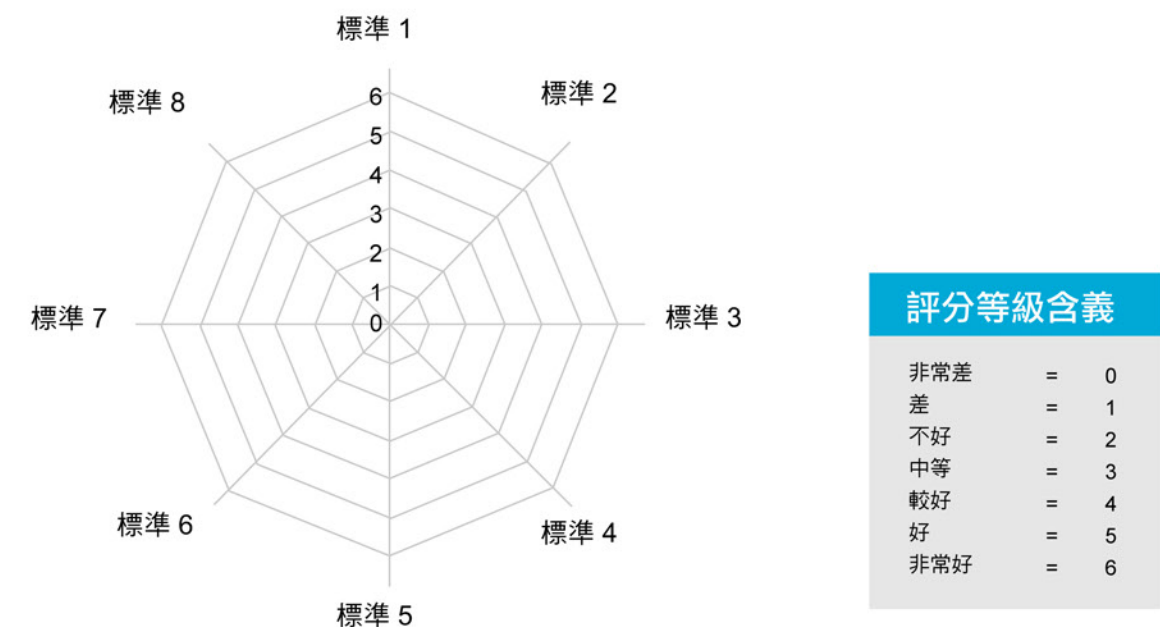


圖10.1 E概念八軸蛛網圖示例及評分標準

10.3 結果分釋

產品方面從0到6分為七個等級，“0”表示在這方面有非常惡劣的環境影響，而“6”是非常良好的環境影響。將每個軸的標記連接就可以生成圖像化的產品環保資料。

10.4 注意事項

E概念蛛網圖不是一個數學工具，圖像化的面積是各軸的標準來評分。此外，每一項標準的值是從點到原點的距離，而不是輻條內的面積，區域內蛛網圖的大小不被用作評審價產品的表演，只用於目標產品與參考產品在各方面的比較。

10.5 範例

以下將應用一組八個的標準來比較兩個電飯煲（1&2）。



圖10.2 電飯煲1（左）和2（右）圖例

用於比較兩個電飯煲的環保性能的一組標準包括：

- 生產階段的物料使用效率
- 避免有害物質
- 重量
- 安全性
- 包裝的使用
- 使用階段的能源效率;
- 耐久性
- 可回收性

表格10.1 電飯煲環保性能比較的參數列表

標準 \ 產品	電飯煲1	電飯煲2
生產階段的物料使用效率	中等 (3)	比較好 (4)
避免有害物質	中等 (3)	中等 (3)
重量	好 (5)	不好 (2)
包裝的使用	不好 (2)	中等 (3)
安全性	中等 (3)	比較好 (4)
使用階段的能源效率	中等 (3)	比較好(4)
耐久性	中等 (3)	非常好(6)
可回收性	中等 (3)	非常好 (6)

使用評分標準: (非常差=0; 差=1; 不好=2; 中等=3; 比較好=4; 好=5; 非常好=6)

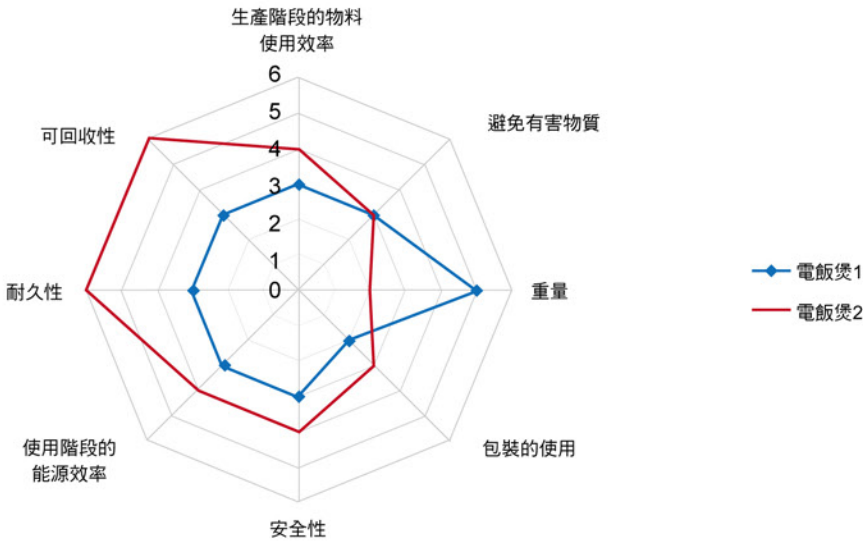


圖10.3 電飯煲1與2環境績效的E概念蛛網圖

E概念蛛網圖顯示了電飯煲1同電飯煲2整體環保性能的比較結果。總括來說，電飯煲2的環境表現優於電飯煲1。

10.6 優點

- * 可靈活運用於所有類型的產品上，因為使用者可根據自己的需求建立標準。
- * 可因該項目的範圍和重點以及客戶與公司的需求來制定軸的數量及標準的定義。
- * 可比較兩個以上的產品/設計/解決方案。

10.7 弱點

- * “蛛網圖”不是一個數學工具，環境性能輪廓線內面積的大小不可以作為衡量環境相容性的測量結果。
- * 面積的大小取決於輻條標準的順序。如果輻條代表的環境關注點順序改變，則面積也會有所不同。

10.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、包裝、運輸、產品使用和生命終端階段。

11 生命週期設計策略輪(LiDS)

11.1 背景

生命週期設計策略輪也叫做LiIDS輪，是一個定性的工具，能使用於產品開發初期的概念形成階段。此工具是由Carolien van Hemel和Brezet為聯合國環境規劃署的環保設計手冊而開發的。由於LiDS輪的策略與產品開發的概念接近，通過調查短期和長期策略的優點和缺點可產生不同的想法。另一方面，此方法也可以環保設計為導向有系統地優化公司所選擇的產品和公司環保設計的創新技術。LiDS輪通常可圖像化展示產品當下的需要和可實現的環境表現框架。

11.2 評價方法

生命週期設計策略輪是由不同的環保設計策略與五個產品生命週期階段聯繫起來的八輪軸。圖11.1是由Brezet和van Hemel開發的生命週期設計策略輪。此八個策略為：新概念的發展、選擇低影響的材料、減少材料使用量、優化生產技術、優化運輸系統、減少使用階段的影響、優化初始壽命和優化生命終端系統。

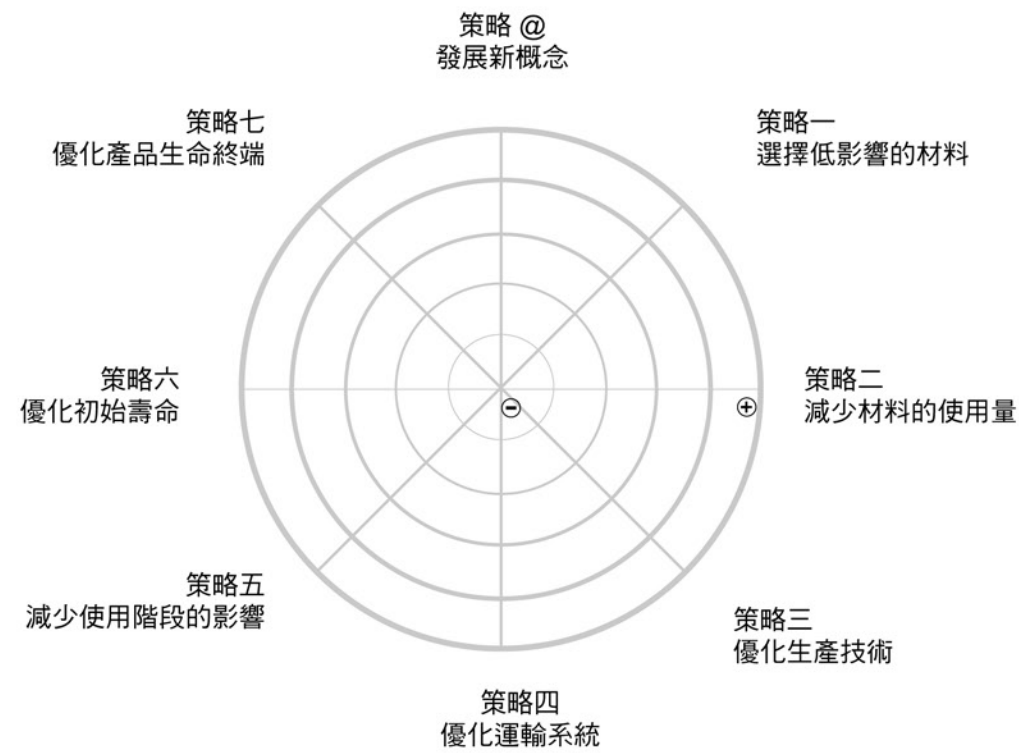


圖11.1生命週期設計策略輪 (LiDS).

從策略1-7順時針移動展示了產品生命週期的順序:從原材料的獲得到產品生命的終端，將策略輪的策略1至7反時針方向觀察，是從非常複雜的產品系統到相對簡單的產品。圖11.2顯示產品階段、環保設計策略和產品生命週期階段之間的關係。策略1至7是結構改善方案和徹底解決方案，旨在大幅減少產品對環境的影響。因為本質上與策略1至7可能不同，新概念的發展就被用@的符號來表示。策略@不一定與任何一個生命週期階段有關，但直指一個新的產品概念。

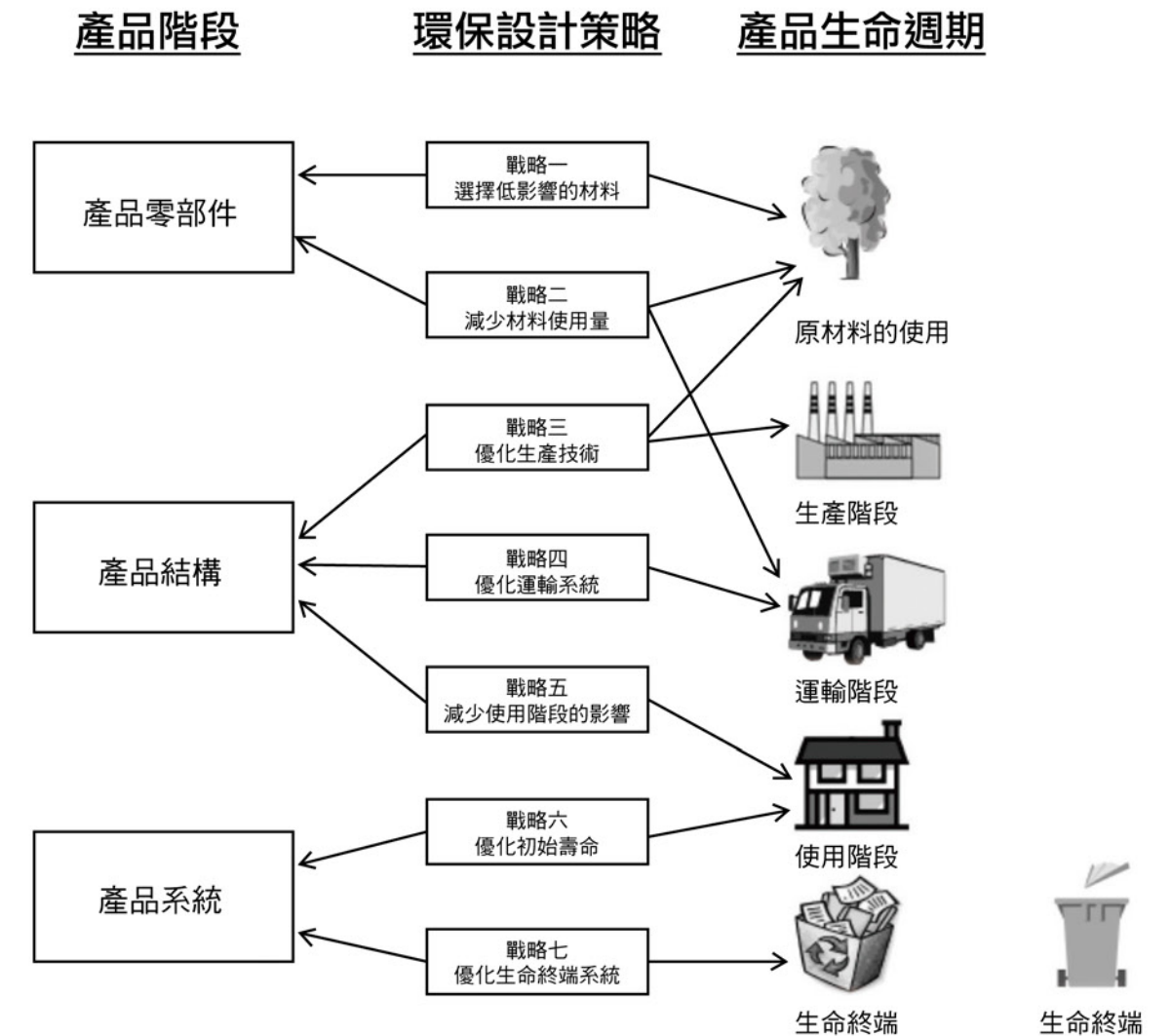


圖11.2 產品階段，環保設計策略和產品生命週期階段之間的關係

11.3 結果分釋

要評估一個產品，可沿著每一徑向軸的五分標尺確定該影響的程度:若該方面的環境的不良影響降低，應標明在LiDS輪的外輪廓。在八個策略的使用下，結果將表明環境改善的潛力和環保設計清晰的畫面。

11.4 注意事項

雖然LiDS輪是不難應用的，但須使用量化的評估方法作為補充來計算產品在環境上的改善程度。另一方面，LiDS輪的八個環保設計策略都是以比較的方式進行的，例如減少和優化等概念，此方法更適合在產品之間作出比較，而非評估個別產品。

11.5 範例

下面的例子顯示如何通過使用LiDS輪以確定商用咖啡機短期和長期的環保設計策略。



圖11.3 商業用咖啡機圖例

根據現有產品的環境表現，以下是圖像化的環保設計策略設計。

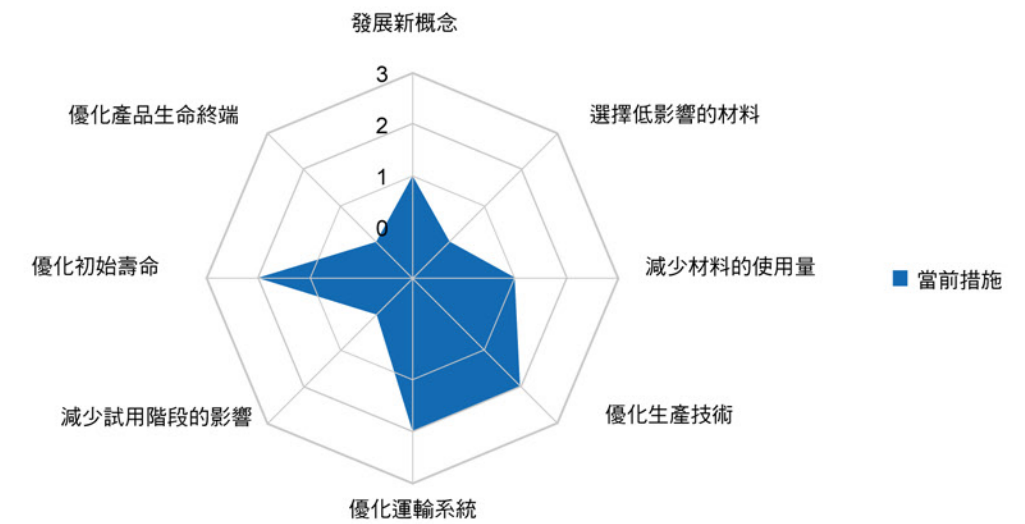


圖11.4環保設計策略的當前實施

當前的環保設計策略輪顯示材料的選擇、使用階段的影響以及生命終端系統的評級是1，是有改善的空間。以短期可作的產品改善來說，鍋爐內的咖啡機可以用聚苯乙烯絕熱用隔熱物料，將熱損失從44%減至7%。減少熱量損失便可將熱水器的體積從4升減到2升。

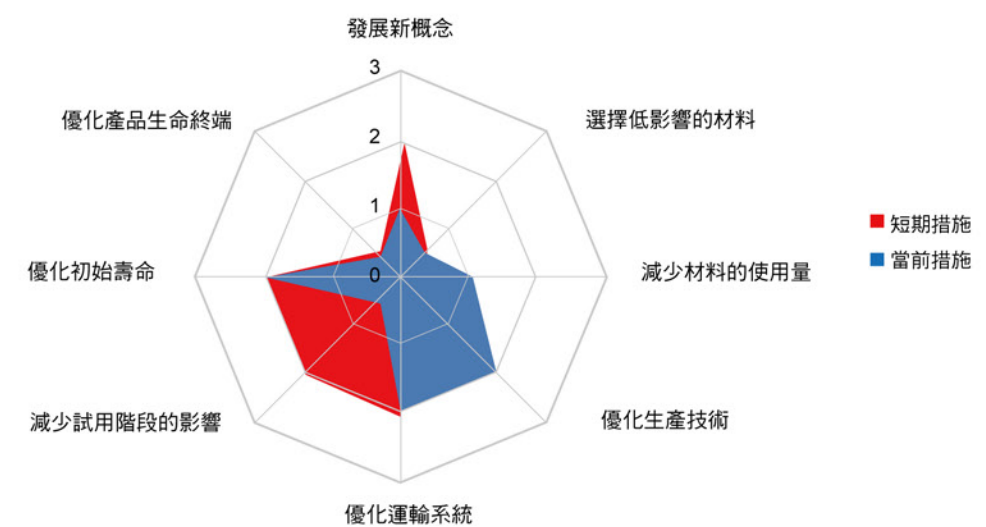


圖11.5環保設計策略的短期實施

至於長期的改善，可建立新的物流系統，將價值高的零部件並重新使用，而其他部件的材料都盡量都是可使用再生的材料。

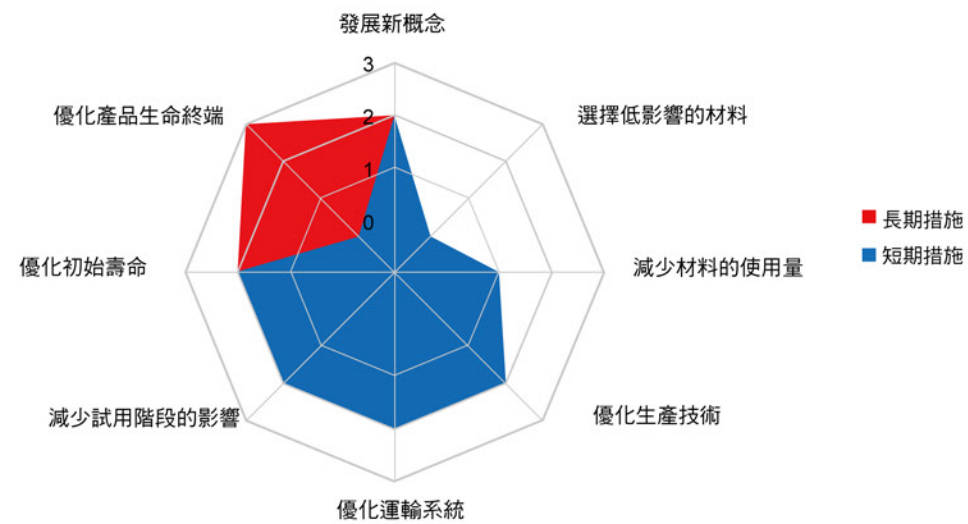


圖11.6環保設計策略的長期實施

11.6 優點

- * 環保設計的優先次序易於圖像化。
- * 環保設計的制定可通過添加兩種環保設計策略輪的線路來圖像化(即短期活動與長期活動)，使環保設計策略在內部和外部都容易溝通。
- * 環保設計策略輪可基於不同的目的並且可用於設計過程中的不同時間。
- * 作為一個參考框架來建立環保設計策略。
- * 提供一個關於產品環境改善潛力的綜合描述，可使設計團隊避免遵行單一方向的思考模式。

11.7 弱點

- * 此方法所採取的標準是固定的，並未包含任何特殊規格和要求。
- * 根據評估流程的規定，必需的有參考產品作比較。
- * 對每個策略的評分等級沒有任何指引或標準，不同的用戶可能會得出不同的結果。
- * 環保設計策略輪乃建基於環保設計清單和MET的矩陣，意味著評估過程更耗費時間。

11.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：原材料的使用、製造、包裝、運輸、使用和生命終端階段。

12 單位服務的物料投入 (MIPS)

12.1 背景

單位服務的物料投入 (MIPS) 是在1992年由Friedrich Schmidt-Bleek於伍珀塔爾氣候研究所開發的一種定量環境分析方法，用來估計產品物料投入造成的環境影響。這種方法類似生命週期評價中的“功能單元”和“物質強度”對環境的影響。“物質強度”是指單位量的產品或物質在整個生命週期過程中投入的總物料和能源。物料強度的單位是[千克/單位]，例如 [千克/千克] [千克/千瓦時]。“服務單位”是初始設置的一種度量單位，所有相關數據用以比較不同產品。因此應制定一個總稱，以反映各個重要方面和產品的替代品。

以單位服務測試物料強度概念是建立在減少使用材料會對環境減少影響的基礎概念上。此概念可用來優化產品和基礎設施及資源生產率（生態效率）。事實上，MIPS是一個針對性和切實可行的預警式保護環境的生態指標。利用MIPS的數據可粗略作出產品生態評估，通過比較整個生命週期中所涉及的質量單位和服務單位物質能量強度，可確定產品對環境的影響。每個服務單位的材料強度可應用在幾個層次上，例如產品、過程、服務或服務系統、企業、家庭、地區和國家經濟。完成這一評估所需的時間取決於評估單位的複雜性和數據的可用性。

12.2 評價方法

MIPS的計算按照以下七個獨立的步驟進行：

第一步：定義宗旨、目標和服務單位

由於對不同產品的MIPS分析比較是基於產品服務單位，所有數值應先加以界定，所以在開始任何評估之前應先定義宗旨和目標。

第二步：過程鏈顯示

列出一個生命週期圖，觀察審議過程中各個步驟的關係以作為MIPS的計算結構圖，可以容易顯示資訊方面的缺失和整個過程的整體印象。

第三步：編譯數據

這一步包括了了切必要的輸入和輸出，是MIPS分析中最重要也最耗時的步驟。由於可能無法獲得一些專門的知識和數據，所以作出估計假設是必要的。記錄所收集的數據後，並保存在一個數據表內。

第四步：MI “從搖籃到產品”

若在第三步可獲得數據的話，物料輸入（MI）的資訊可由所收集到的數據與MI的因素聯繫起來計算。材料輸入公式如下：

$$\text{物料輸入 (MI)} = \text{輸入量} * \text{物料強度 (MIT)}$$

物料強度值單位一般為[千克/單位]。表12.1顯示伍珀塔爾研究所MIPS表的一部分。

表格12.1單位元服務物料投入表 (MIPS) 的示例

物料		MI-物料 [噸/噸]	MI-空氣 [噸/噸]	MI-水 [噸/噸]
原油		1.2	4.3	0.008
混凝土, B25		1.3	3.4	0.04
玻璃		3	17	0.7
金屬				
銅	原生的	500	260	2
	再生的	9.5	105	0.7
鎳		141	233	40.85
不鏽鋼		21	45	5.5
鋼鐵	原生的	7	45	1.3
	再生的	3	57	0.5
鋁	原生的	85	1378	9
	再生的	3	60	0.5
塑膠				
PVC (粉末)		8	118	0.7
PE		5	60	2.1
可再生資源				
纖維板		11	23.5	0.55
圓材		5.5	9.5	0.15

除了以上的公司，表格 12.2亦可用來計算物料投入。

表格 12.2 物料投入的計算表

計算表： 日期:												
物質或預產品 的名稱	單位	數量	非生物性 材料		生物性 材料		土壤移動		水		空氣	
			i	ii	i	ii	i	ii	i	ii	i	ii
總計:												

備註表12.2：

- i.MI因素是指單位[千克/千克]或[千克/其他]單位。
- ii.物料投入可通過物料強度乘以物料輸入量來計算。
- iii.計算每個類別的整體結果。

第五步：“從搖籃到墳墓”的MI

除了生產階段，使用和生命終端階段也是資源消耗的重要原因。由於資源的消耗取決於用戶和產品或用戶和服務，使用和生命的終端階段的物料投入是在第四步單獨計算的。

使用階段和操作過程的投入，如能源、水、燃油、配件和清潔材料等都被加入計算。此外，在壽終階段的能源和材料的投入與在使用階段提供的服務單位有關。由於物料輸入（MI）與輸入量有關，若從第四步及第五步的所得值較小則意味著對環境有較少的影響。

第六步：MI轉化為MIPS

物料投入（MI）始於服務單位相關的。每個服務單位的物料強度除以服務單位的數量，在第一步定義的第四步及第五步的總物質投入（MI）的計算。MIPS的單位是[移動/服務性質的重量或移動性質/產品重量]。計算MIPS的公式如下：

單位服務的物料強度=（第四步的物料投入+第五步的物料投入）/服務總數

第七步：結果分釋

基於比較的目的，物料投入的比例將進行分析。對產品或服務的計算出的MIPS值進行比較，可以確定更優的方案。此外，現在可以選擇優化的策略。

12.3 結果分釋

MIPS的方法可用來衡量自然資源的五類消耗，即生物和非生物資源、農業和造林、水和空氣。非生物資源是指非再生資源，如礦物、化石能源和土地開挖。生物資源是指可再生資源，如植物生物量。土壤運動，包括機械運動和侵蝕。水包括地表水，地下水和深層地下水。空氣可在燃燒過程中使用化學或物理的轉化計算。物質總需求概念（TMR）的使用在許多情況下是宏觀層面的統計數據，是指生物和非生物資源和侵蝕總量。

12.4 注意事項

計算MIPS之前，有幾個數據是必須的。由於MIPS涉及從原材料的獲得到產品的使用以及產品的生命終端（從搖籃到墳墓），所有材料技術上的移動都被歸結為資源消耗。然而評估面是非常廣泛的，預處理鏈可以很長並有很多分支。應用系統的邊界可以忽略不計對最終評估影響不大的過程和物質流。鑑於MIPS的概念，物料的投入分為五大類：非生物原料、生物原料、土壤移動、水和空氣。表12.3顯示每個類別的定義和物料投入。

表格 12.3 MIPS中投入的物料列表

分類	定義	物料投入
非生物性原材料	未經處理的來源於自然的非生物性原材料	· 礦物質原材料 (使用開採的原材料, 如礫石、沙、石礫、石板、花崗石) · 化石燃料(例如煤, 汽油, 石油氣) 不再使用的開採 (超負荷開採, 尾礦等.) · 土方開挖 (例如挖掘等)
生物性原材料	所有來源於耕種或非耕種狀態下的植物性原材料及未經處理的非耕種地區動物性原材料	· 耕種的植物生物質 · 非耕種地區生物質 (植物，動物等)
土壤移動	對農業或森林業的影響	· 物理性土壤移動 · 腐蝕
水	自然水	· 地表水 · 地下水 · 深層地下水
空氣	所有直接經物理，化學或者兩者皆有影響的空氣	· 燃燒 · 化學轉化 · 物理轉變

12.5 範例

以下以兩個電風扇方案為例示範如何運用MIPS。



圖12.1 電風扇1（左）和2（右）的圖例

第一步：定義的宗旨，目標和服務單位
這裡的MIPS計算的目的是比較兩種不同的電風扇。服務單位是10年（假設每週20小時，48週/年）。

第二步：過程鏈顯示

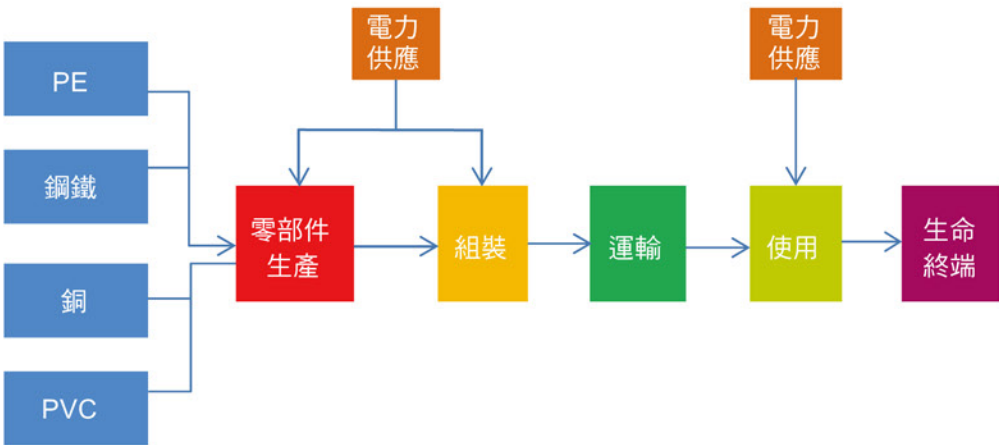


圖12.2 電風扇1（左）和2（右）生命週期的過程鏈的圖例

第三步：編譯數據
這一步包括以下內容：

- 1. 產品的重量分析
- 2. 分配階段，使用階段和生命終端系統階段的估計
- 3. 編制適當的MI因素

表格12.4 產品重量比重

	電風扇 1	電風扇 2
物料	千克/每個產品	
鋼鐵 (原生的)	1.53	1.75
銅 (原生的)	0.61	0.80
塑膠 (HDPE)	1.26	1.94
塑膠 (PVC)	0.34	0.45
總計	3.74	4.94

表格12.5 運輸、使用和回收階段

	電風扇 1 (生命週期: 10年)	電風扇 2 (生命週期: 10年)
運輸 (貨車)	150公里	200公里
使用 (能源使用)	30 瓦	40 瓦
使用(每年的能源使用)	30瓦*20 小時/周*48 周*10 年 = 0.288兆瓦時	40瓦*20小時/周*48 周*10 年 = 0.384兆瓦時
回收 (貨車)	50公里	50公里

第四步：“從搖籃到產品” 的物料投入

表格12.6 部份物料的MI係數

物料	MI-物料 [噸/噸]	MI-空氣 [噸/噸]	MI-水 [噸/噸]
金屬			
銅 (原生的)	500	260	2
鋼鐵 (原生的)	7	45	1.3
塑膠			
PVC (粉末)	8	118	0.7
PE	5	60	2.1
能源			
電	4.7	83.1	0.6
運輸			
貨車運輸	0.107	0.927	0.1

表格12.7 電風扇1 “從搖籃到產品” 的MI計算表

計算表：電風扇 1												
日期:												
物質或預產品 的名稱	單位	數量	非生物性 材料		生物性 材料		土壤移動		水		空氣	
			i	ii	i	ii	i	ii	i	ii	i	ii
鋼鐵 (原生的)	千克	1.53	500	765					2	3.06	260	397.8
銅 (原生的)	千克	0.61	7	4.27					1.3	0.793	45	27.45
PVC (粉末)	千克	1.26	8	10.08					0.7	0.882	118	148.68
PE	千克	0.34	5	1.7					2.1	0.714	60	20.4
總計:				781.05						5.449		594.33

電風扇1 “從搖籃到產品” 的物料投入=781.05千克+5.449千克+594.33千克= 1380.83千克

表格12.8 電風扇2 “從搖籃到產品” 的MI計算表

計算表：電風扇 2												
日期:												
物質或預產品 的名稱	單位	數量	非生物性 材料		生物性 材料		土壤移動		水		空氣	
			i	ii	i	ii	i	ii	i	ii	i	ii
鋼鐵 (原生的)	千克	1.75	500	875					2	3.5	260	455
銅 (原生的)	千克	0.8	7	5.6					1.3	1.04	45	36
PVC (粉末)	千克	1.94	8	15.52					0.7	1.358	118	228.92
PE	千克	0.45	5	2.25					2.1	0.945	60	27
總計:				898.37						6.843		746.92

電風扇2 “從搖籃到產品” 的物料投入=898.37千克+6.843千克+746.92千克=1652.133千克

第五步：“從搖籃到墳墓” 總計物料投入

表格12.9 電風扇1 “從搖籃到墳墓” 的MI計算表

計算表：電風扇 1												
日期:												
物質或預產品 的名稱	單位	數量	非生物性 材料		生物性 材料		土壤移動		水		空氣	
			i	ii	i	ii	i	ii	i	ii	i	ii
運輸(貨車)	噸公里	150	0.107	16.05					0.927	139.05	0.1	15
使用(能源使用)	兆瓦時	0.288	7	2.016					83.1	23.9328	0.6	0.1728
回收 (貨車)	噸公里	50	0.107	5.35					0.927	46.35	0.1	5
總計:				23.416						209.33		20.17

電風扇1 “從搖籃到墳墓” 總計物料投入=23.416千克+209.33千克+20.17千克=252.916千克

表格12.10 電風扇2 從 “從搖籃到墳墓” 的MI計算表

計算表：電風扇 2												
日期:												
物質或預產品 的名稱	單位	數量	非生物性 材料		生物性 材料		土壤移動		水		空氣	
			i	ii	i	ii	i	ii	i	ii	i	ii
運輸(貨車)	噸公里	200	0.107	21.4					0.927	185.4	0.1	20
使用(能源使用)	兆瓦時	0.384	7	2.688					83.1	31.9104	0.6	0.2304
回收 (貨車)	噸公里	50	0.107	5.35					0.927	46.35	0.1	5
總計:				29.438						263.66		25.23

電風扇2 “從搖籃到墳墓” 的總計物料投入=29.438千克+263.66千克+25.23千克= 318.32千克

第六步 從MI到 MIPS

單位服務的物料強度=（第四步的物料投入+第五步的物料投入）/服務總數

電風扇1單位物料投入=(1380.83千克 + 252.916千克) / 10 年 = 163.299千克/年

電風扇2單位服務物料投入=(1652.133千克 + 318.32 千克) / 10 年 = 197.045千克/年

第七步：結果分釋

從結果上看來風扇1與風扇2相比有較低的單位材料強度。風扇1對環境的負擔是少於風扇2的。

12.6 優點

- ★ MIPS帶出產品和過程進一步發展的潛力。
- ★ MIPS分析可以確定產品整個生命週期需要的物質和能量的輸入。
- ★ 忽略產品系統對環境輸出的影響如廢物流和排放有害物質等。與LCA相比，這個方法更容易使用。

12.7 弱點

- ★ 完善程度不高。原因可能是實際使用和MIPS的計算非常依賴於數據的可獲得性與質量。
- ★ 由於這種方法建基於第一次評估產品對環境影響的假設，如果假設不準確，結果可能完全不同。
- ★ MIPS分析中的物料投入計算相當複雜。
- ★ MI系數的應用是有限的，不是在每一種情況下都能獲得數據，而且數據不會維持在最新狀態。如果需要考慮特殊過程鏈，MI係數一般不會在公共數據庫或出版物出現。
- ★ 數據收集和核實是MIPS分析中最重要的元素，通常也是最耗費時間的步驟。

12.8 適用範圍

- ★ 產品類型：所有產品。
- ★ 產品生命週期階段：原料的開採、製造、使用和生命終端階段。

13 生態指標99 (EI99)

13.1 背景

生態指標（EI）是一個基於材料使用和生命週期來顯示產品或過程系統對環境負荷的數值。EI系統是一個簡化了的的生命週期評估工具，將材料重量、處理過程、運輸過程、能源產生過程和處置方案的影響加權處理，用以呈現產品或過程系統的環保性能。利用生態指標值可從環保角度確定產品的問題區域並量化可改善的空間。設計師或產品經理可以用來全面快速地對設計方案進分析和比較的環境指標。

以生態指標的概念為基礎開發的兩套方法為生態指標95（EI-95）和生態指標99（EI-99）。EI-95和EI-99的工作原理是類似的；因兩套方法的標準均符合ISO14042。相較於EI-95，EI-99有幾項改進的地方，也以部分也以EI-99作介紹。

13.2 評價方法

生態指標99值所採用的標準可分為五大領域：材料、生產過程、運輸過程、能源產生過程和產品處置方案。這些值以“分”（或“毫分”）計量。生產過程、運輸過程和能源產生過程的值大部分都是正值的，正值意味著會為環境帶來負面影響。在處置方案中，會出現負的生態指標值。當產生廢物處理的副產品可循環再造或再用時，負值情況就可能發生。此外，當從廢棄物中回收能量和物質流時，負值也會產生，因此負值被視為對環境產生正面的影響。

計算產品最終生態指標值（亦稱為生態點）的主要四個步驟：（1）建立生態指標計算的目的，（2）定義生命週期和進程樹，（3）量化材料和過程以及（4）填寫表格。

第一步：確立生態指標計算的目的
與其他類型的生命週期評估相似，評估的目的和系統邊界應在初始階段設置。用戶需要確定的重點是特定產品分析或幾種產品的比較分析。此外，定義的準確度是很重要的，因為會直接影響到後期的結果。

第二步：定義生命週期的進程樹
在評估初期確定一些問題後，用戶需要有一個對整個生命週期過程的大致概念。由於產品的描述和生命週期的輪廓對生命週期評估是很重要的，因此相關的產品體系概述是必要的。提出明確的資訊，並將之加入於進程樹。圖13.1為一個咖啡機生命週期的進程樹的示例。

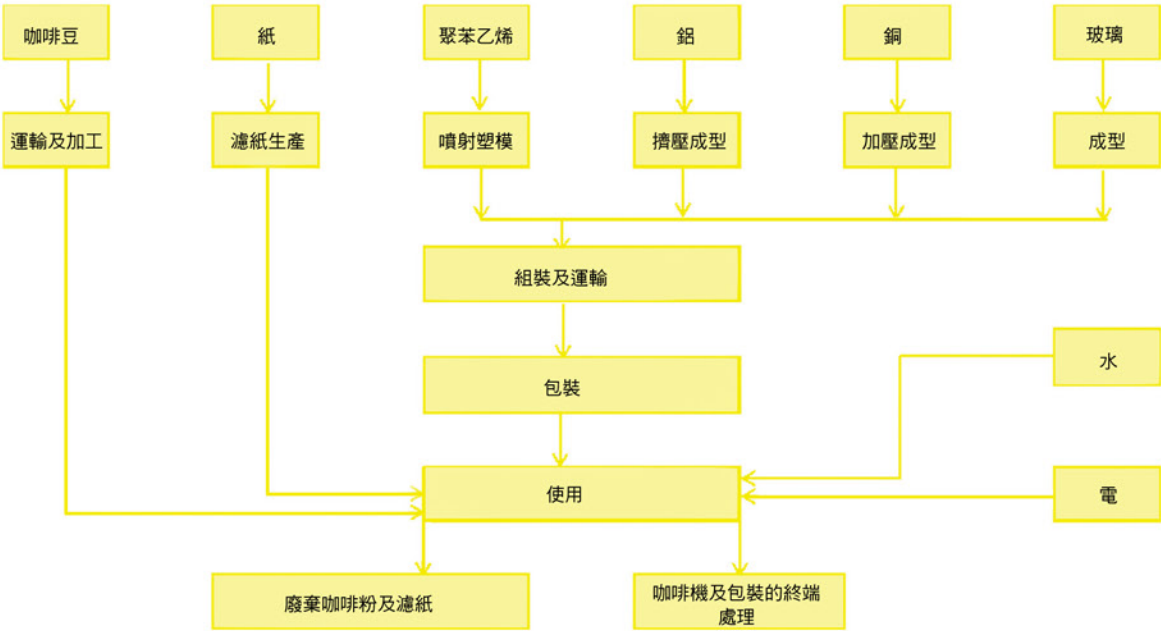


圖13.1 咖啡機的生命週期的簡易進程樹

第三步：量化材料與過程
要對現有產品進行生命週期評估，重要的是收集材料和過程的所有資訊，以便作進一步調查。收集這些數據的最好方法是拆卸產品，用戶並可從設計規格得到資訊。用戶需要以零部件的資訊建立一個物料清單（BOM），其中包括零件的描述、使用的材料種類、數量和單位等。此外，用戶需要作出一些關於產品生命週期的假設，例如假設產品的使用壽命、使用頻率和運輸距離等。一些相關單位（如原料重量單位千克、運輸系統設計的噸公里、用電的千瓦時等）也應於此一步確定。

第四步：填寫表格
獲得有關產品和生命週期的資訊之後，可填寫一個簡單表格用來計算生態指標值。圖表13.1顯示一個生態指標值的計算模式。

表格13.1 產品生態指標值計算表。

產品或零件名：		項目：	
日期：		作者：	
注解和結論：			
生產階段 (物料、工藝、運輸及其他能源)			
物料或者過程	指標 (分)	數量 (千克)	結果
小計			
使用階段（運輸、能源及輔助材料）			
過程	指標 (分)	數量 (千克)	結果
小計			
棄置階段（每種不同材料的棄置過程）			
材料以及處理工藝	指標 (分)	數量 (千克)	結果
小計			
總計 (所有階段)			

參數方法

用於計算產品的生態指標值表分為三部分：生產、使用和處置。用戶需要填寫材料和過程在生命週期每個階段中的類型和數量。有關生態指標值可記錄在表格上並加以確定。

在某些情況下，材料或過程的生態指標值可能是缺乏標準的生態指標值。為解決這個問題，用戶應先檢查材料或過程對環境影響總體的貢獻。如果貢獻顯著，用戶可替換一個未知指標為一個已知指標。例如，因為塑膠指標值總是在相同的範圍內，用戶可估算缺少的塑膠生態指標值。若有可能，用戶還可以請環保專家計算缺少的材料或過程中的生態指標值。如果該材料或過程的貢獻不大，用戶可省略計算。較好的處理方法是估計缺少的材料或過程的生態指標值，而不是直接忽略。

在每個階段的總得分等於材料或過程的數額乘以具體生態指標值，而最終產品生態指標值（命名為生態點）是所有階段總得分的加和。

第五步：解釋結果

生態指標值越高，產品的環境負荷越大。根據每個階段不同的生態指標值，可在設計方案中識別有最顯著環境影響的特定生命週期階段。在此步驟中，用戶應檢查第三步的假設和不確定因素的影響。用戶還應檢查是否已達到計算目的。

13.3 結果分釋

生態指標值越高，產品對環境的負荷越大。

13.4 注意事項

對環境影響的嚴重性有不同的觀點，主要是在於知識程度有別，而觀點的差異也有很重要的影響。

參數方法

13.5 範例

下面的例子顯示了一個無繩真空手提吸塵器的環境性能分析。



圖13.2 手提無繩真空吸塵器圖例

第一步：建立生態指標計算目的

計算的目的是分析手提無繩真空吸塵器產品生命週期，每個階段的輸入和輸出都包含在計算內。下圖顯示吸塵器的系統邊界。

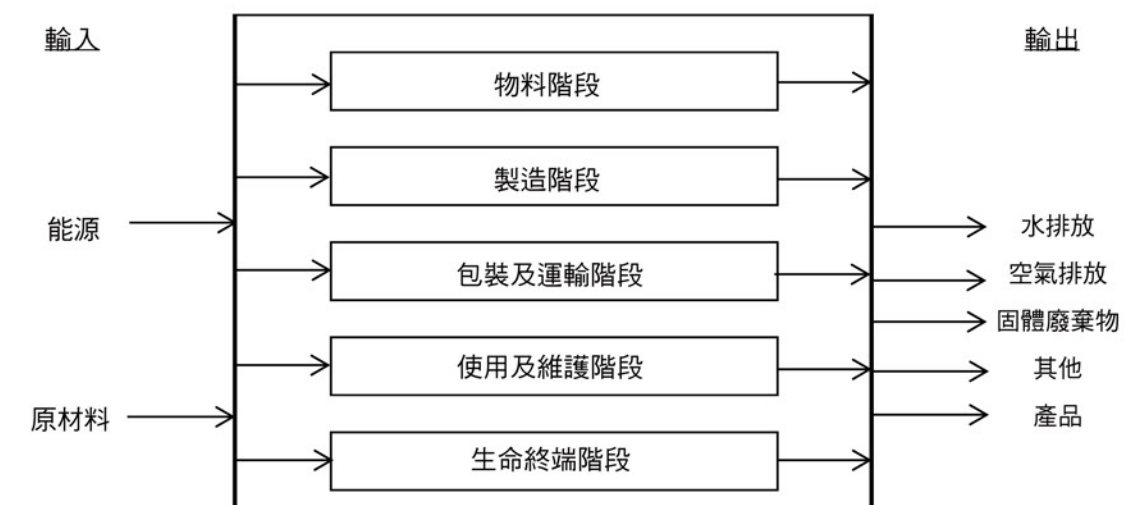


圖13.3 產品系統的生命週期輸入及輸出

參數方法

第二步：定義生命週期的流程圖

以下過程描述手提真空吸塵器生命週期的流程。

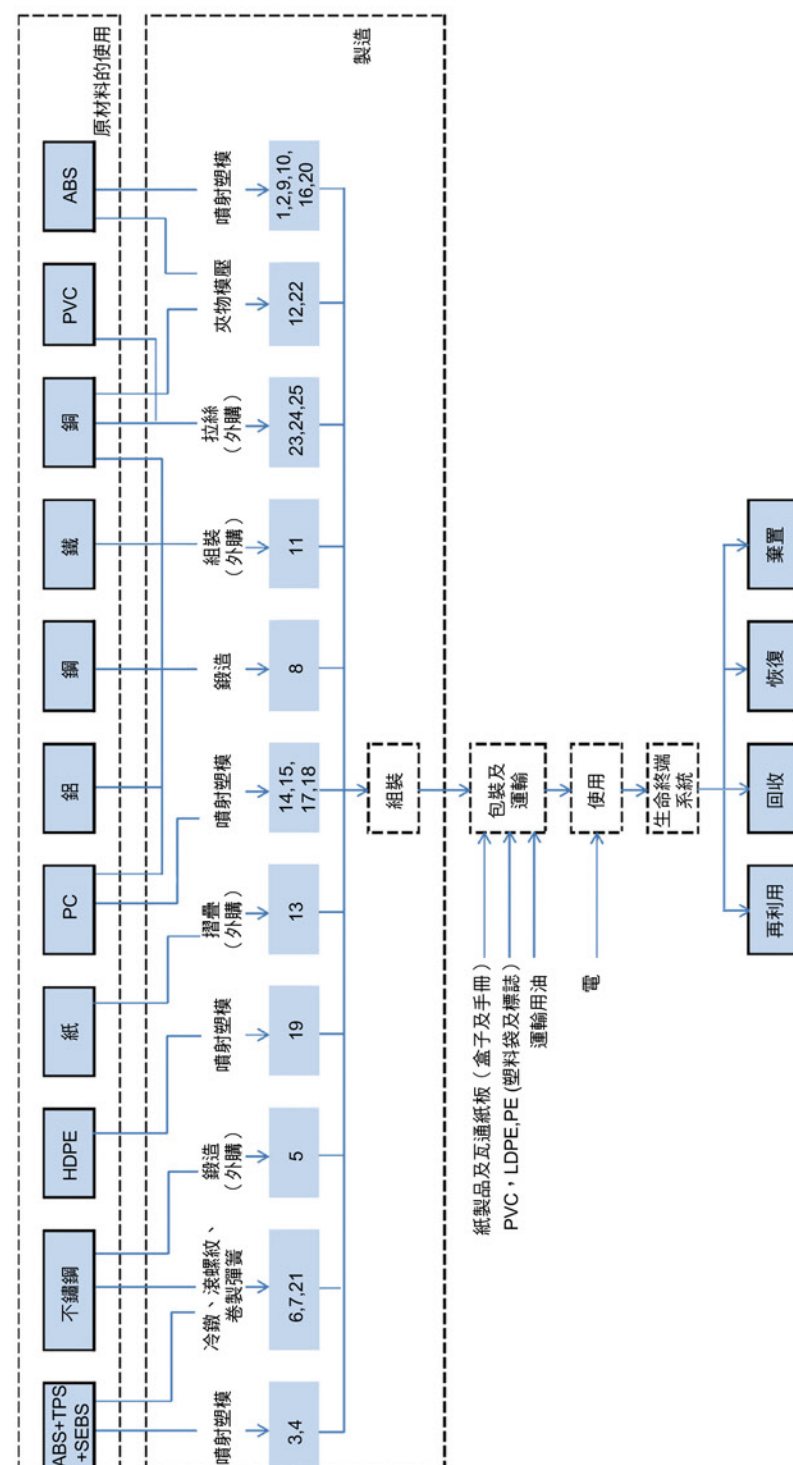


圖13.4 手提吸塵器生命週期的流程圖

參數方法

第三步：量物料與過程

■ 表格13.2 手提真空吸塵器物料清單

編號	組裝層次				部件名稱			
	0				手提吸塵器			
		1			外殼組裝			
1			2		塑膠塵袋	1	ABS	5
2			2		塑膠片	1	ABS	195.38
3			2		塑膠外殼（左）	1	ABS+TPS-SEBS	182.2
4			2		塑膠外殼（右）	1	ABS+TPS-SEBS	184.8
5			2		墊圈	2	不鏽鋼	3
6			2		螺釘	1	不鏽鋼	1
7			2		螺釘	4	不鏽鋼	4
			2		按鈕			
8				3	塵袋塑膠按鈕	1	ABS	5.5
9				3	彈簧 M3.5X6	1	不鏽鋼	0.71
		1			刷子			
10			2		組裝刷子	1	鋼鐵	19.3
11			2		塑膠刷子	1	ABS	14.72
12			2		塑膠	1	ABS	22.60
		1			電子組件			
13			2		18V 直流電馬達	1	鋁	157.1
							鋼鐵	
							銅	
							鐵	
							PC	
14			2		接觸板	1	ABS + 銅	5.29
15			2		緩衝墊 (齒輪)	2	PC	0.3105
16			2		緩衝墊 (前)	1	PC	0.3105
			2		開關組裝			
17				3	塑膠開關按鈕	1	PC	2.82
18				3	側開關	1	ABS + 銅	4.47
19			2		電線 1	1	銅 + PVC	7.67
20			2		電線 2	1	銅 + PVC	7.67
21			2		電線 3	1	銅 + PVC	7.67
		1			濾膜			
22			2		濾膜(紙 935 X 58毫米)	1	紙	9.40
23			2		塑膠濾膜框	2	HDPE	20.40
		1			組裝電風扇			
24			2		塑膠電風扇 (蓋)	1	PC	5.6
25			2		塑膠電風扇 (底座)	1	PC	11.4

參數方法

第四步：填寫表格

表格13.3 手提真空吸塵器的EI-99值

產品或零件名：真空吸塵器		項目：環保項目001	
日期：2008年6月21日		作者：王志明	
注解和結論 數據庫里缺失的材料數據已有相似的材料數據代替			
生產階段（物料、工藝、運輸及其他能源）			
物料或者過程	指標 （毫分）	數量 （千克）	結果
ABS	400	0.2538	101.52
ABS+TPS-SEBS	400	0.3670	146.8
ABS噴射塑模	21	0.6208	13.0368
鋁	60	0.0314	1.884
銅	1400	0.0211	29.54
HDPE	330	0.0207	6.831
LDPE	360	0.0081	2.916
PE膜挤压	2.1	0.0288	0.06048
鐵	240	0.0157	3.768
紙	960	0.2852	273.792
PC	510	0.0336	17.136
PC噴射塑模	44	0.0336	1.4784
PVC	240	0.0071	1.704
PVC膜軋光	3.7	0.0071	0.02627
不鏽鋼	910	0.0237	21.567
鋼	86	0.0979	8.4194
瓦楞紙板	69	0.3997	27.5793
小計（毫分）			658.059
使用階段（運輸、能源及輔助材料）			
過程	指標	數量	結果
歐洲電能（低壓）UCPTE	33毫分/千瓦時	14.56千瓦時	480.48
載重16噸的貨車（工廠到碼頭）	34毫分/噸公里	100公里	13.6 (*1)

參數方法

海運集裝箱（珠三角碼頭到美國東海岸碼頭）	0.8毫分/噸公里	13000公里	30.86 (*2)
火車運輸(碼頭到零售店)	3.9毫分/噸公里	600公里	7.5 (*3)
載重16噸的貨車（碼頭到零售店）	34毫分/噸公里	200公里	27.2 (*4)
小計（毫分）			559.64
棄置階段（每種不同材料的棄置過程）			
材料以及處理工藝	指標 （毫分）	數量 （千克）	結果
回收ABS	-240	0.3104	-74.496
回收PC	-240	0.0168	-4.032 (*6)
回收 PE	-240	0.0144	-3.456
回收PVC	-170	0.00355	-0.17112
回收紙	-1.2	0.1426	-1.658755
回收紙板	-8.3	0.19985	-24.552 (*5)
回收鋁及其他金屬	-720	0.0341	-4.256
回收黑色金屬	-5.3	0.0608	-0.658048
焚燒ABS	-5.3	0.12416	-0.035616 (*6)
焚燒PC	-19	0.00672	-0.10944
焚燒PVC	37	0.00576	0.05254
焚燒紙	-12	0.00142	-0.68448
焚燒紙板	-12	0.05704	-0.95928
焚燒鋼及不鏽鋼	-32	0.07994	-0.77824
焚燒鋁及其他金屬	-110	0.02432	-1.5004 (*5)
填埋ABS	4.1	0.01364	0.763584
填埋PC	4.1	0.18642	0.041328 (*6)
填埋PE	3.9	0.00213	0.033696
填埋PVC	2.8	0.08556	0.005964
填埋紙	4.3	0.11991	0.367908
填埋紙板	4.2	0.03648	0.503622
填埋鋼及不鏽鋼	1.4	0.02046	0.051072
填埋鋁及其他金屬	1.4	0.02046	0.028644 (*5)
小計（毫分）			-116.102521 (*7)
總計（所有階段）			1101.596479

備註:

- *1 載重16 噸的貨車(40% 滿載率) 的EI值是34 毫分每噸公里。
因為每個產品（包括包裝）的重量約為 1.6 千克：
 $1 \text{ 噸} \times 0.4 / 1.6 \text{ 千克} = 250 \text{ 個 VC}$
每個VC在運輸系統的EI值 = 34 毫分/噸公里 $\times 100 \text{ 公里} / 250 \text{ 個} = 13.6 \text{ 毫分}$
- *2 貨輪（54%滿載率）的EI值是0.8 毫分每噸公里。
因為每個產品（包括包裝）的重量約為1.6 千克：
 $1 \text{ 噸} \times 0.54 / 1.6 \text{ 千克} = 337 \text{ 個 VC}$
每個VC在運輸系統的EI值
= 0.8 毫分/噸公里 $\times 13000 \text{ 個} / 337 \text{ 個} = 30.86 \text{ 毫分}$
- *3 火車運輸（50%滿載率）3.9 毫分 每噸公里。
因為每個產品（包括包裝）的重量約為1.6 千克：
 $1 \text{ 噸} \times 0.5 / 1.6 \text{ 千克} = 312 \text{ 個 VC}$
每個VC在運輸系統的EI值
= 3.9 毫分/噸公里 $\times 600 \text{ 公里} / 312 \text{ 個} = 7.5 \text{ 毫分}$
- *4 載重16 噸的貨車(40% 滿載率) 的EI值是34 毫分每噸公里。
因為每個產品（包括包裝）的重量約為1.6 千克：
 $1 \text{ 噸} \times 0.4 / 1.6 \text{ 千克} = 250 \text{ 個 VC}$
每個VC在運輸系統的EI值
= 34 毫分/噸公里 $\times 200 \text{ 公里} / 250 \text{ 個} = 27.2 \text{ 毫分}$
- *5 因為一些金屬（如銅或鐵）的EI值缺失，被“鋁的回收”及“鋁的焚燒”過程的值替代
- *6 資料庫中無PC生命終端系統處理的資料。因為在EI99的資料庫中，PC與PS生產階段的值很接近，PS生命終端系統處理的資料因此被替代使用
- *7 VC產品的生命終端系統處理的假設都是基於WEEE規定的回收率50%以及恢復率70%

第五步：結果分釋

EI-99產生的結果:生產、使用和處置階段的EI值分別是658.059毫分/千克，559.64毫分/千克和-116.102521毫分/千克。由於較高的生態指標值表示該階段具有較高的環境影響，可見與使用和處置階段相比，結果顯示手提真空吸塵器的生產階段具有最高的環境影響。

13.6 優點

- * 客觀和系統化的生命週期評估工具。
- * 單一的價值指標，可量化產品環境表現的改善程度。
- * 產品的環境表現可以定量比較。

- * 生態指標允許不同影響類別指標存在而不需要加權計算。
- * 可計算單一的值來顯示產品的總環境影響。
- * 最常見的材料和過程的數據已提前收集在數據庫裡。

13.7 弱點

- * EI-99的數據庫缺乏部份材料和過程之數據。
- * 生態指標的數值多是基於歐洲平均數字開發出來的，並不一定適用於所有國家。
- * 不同影響相對重要性在最終結果所占的權重，並沒有公認的標準可將其結合起來成為有意義的“總環境影響”的數字。

13.8 適用範圍

- * 產品類型：所有產品。
- * 產品生命週期階段：製造、使用和生命終端階段。