
塑膠產品綠色設計指引手冊

委辦單位：行政院環境保護署

編撰單位：康城工程顧問股份有限公司

編著者：朝陽科技大學環境工程與管理系 王文裕

中華民國 107 年 12 月

目錄

前	
言	1
第一章 名詞解釋	9
第二章 塑膠製品產業現況	16
第三章 塑膠產品與廢棄現況及塑膠循環經濟	21
3.1 塑膠產品現況	21
3.2 塑膠廢棄現況	23
3.3 塑膠循環經濟	24
第四章 產品綠色設計準則	29
4.1 產品設計與原料取得	29
4.2 生產製造	36
4.3 產品使用	38
4.4 廢棄管理及回收	40
4.5 全生命週期之整合考量	42
4.6 生物可分解材質議題	45
4.7 綠色設計評估方式與指標	49
第五章 產品綠色設計案例	54
5.1 產品設計與原料取得	54
5.2 生產製造	82
5.3 產品使用	87
5.4 廢棄管理及回收	93
5.5 全生命週期之整合考量	100
5.6 使用生物可分解材質	107
附錄 A 相關網站	112
附錄 B 各國環保標章網站	113
附錄 B 各國環保標章網站(續一)	114
附錄 B 各國環保標章網站(續二)	115
附錄 B 各國環保標章網站(續三)	116
附錄 B 各國環保標章網站(續四)	117

圖目錄

圖 2-1 塑膠製品製造業分類及民國 106 年產值	17
圖 2-2 塑膠製品業歷年產值及年增率	18
圖 2-3 塑膠製品業之產業關聯示意	18
圖 2-4 塑膠製品製造業之產業關聯	19
圖 3-1 2018 年我國海灘廢棄物種類之數量排名	24
圖 4.6-1 非綠色產品之含氧可裂解塑膠袋	47
圖 4.6-2 生物基或石化基材料及生物可分解或不可分解之關係	48
圖 4.1-3 物料回收系統圖示	50
圖 5.1-1 玻璃吸管	55
圖 5.1-2 矽膠吸管	56
圖 5.1-3 覆材保麗龍之蚵架浮具	59
圖 5.1-4 摺疊式 PP 杯 FoFoCup	61
圖 5.1-5 摺疊式矽膠飲料杯	62
圖 5.1-6 飲料杯杯用布提袋	63
圖 5.1-7 飲料杯杯用矽膠杯綁	63
圖 5.1-8 飲料杯杯用矽膠網袋	64
圖 5.1-9 摺疊式矽膠餐盒	64
圖 5.1-10 寶特瓶留置型(不脫落)瓶蓋	67
圖 5.1-11 寶特瓶易撕式標籤	68
圖 5.1-12 無鐵芯之全 PP 塑膠曬衣架	71
圖 5.1-13 不含鐵製彈簧之全 PP 塑膠曬衣夾	71
圖 5.1-14 全不鏽鋼曬衣夾	72
圖 5.1-15 歐萊德 100%再生 PE 牛奶容器之紫玫瑰護色洗髮精	73
圖 5.1-16 台灣富士全錄廢印表機/事務機外殼回收再生環保文具組	74
圖 5.1-17 回收漁網再生 720 armour 眼鏡框	75
圖 5.1-18 各種有機資材之替代吸管	77

圖 5.2-1 泰山 TWIST 純水寶特瓶交疊扭轉減小體積的過程(由左而右) ..	82
圖 5.2-2 塑膠射出成型流程中各階段之耗電量高低示意	84
圖 5.2-3 塑膠射出成型機導入變頻控制減量專案實施範圍	85
圖 5.3-1 可替換刷頭之電動牙刷	87
圖 5.3-2 取得省水標章之省水產品及省水器材配件	88
圖 5.4-1 植物纖維(甘蔗漿)湯碗	93
圖 5.4-2 回收寶特瓶再製球衣	95
圖 5.4-3 回收寶特瓶再製背包	96
圖 5.4-4 回收海洋廢棄物再製球鞋	97
圖 5.4-5 回收毛毯碎邊再製太陽眼鏡框	98
圖 5.5-1 液態矽膠(LSR)爪蓋墊片(左)及 PVC 爪蓋墊片(右)	102
圖 5.5-2 「非 PVC 內墊金屬爪蓋」之「產品低污染」第二類環保標章	103
圖 5.5-3 石安牧場動福蛋 PLA 蛋盒之減碳標籤	105
圖 5.5-4 歐萊德之產品生命週期與供應鏈管理	106
圖 5.6-1 各式 PLA 一次性餐具及一次性塑膠袋	109
圖 5.6-2 生物可分解塑膠 PLA 禮品文具	109
圖 5.6-3 歐萊德瓶中樹洗髮精之瓶身分解示意及取得之國際堆肥認證 ..	111

表目錄

附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途	3
附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途(續一)	4
附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途(續二)	5
附表二 塑膠產品生命週期各階段之綠色設計準則及實例	7
附表二 塑膠產品生命週期各階段之綠色設計準則及實例(續).....	8
表 1-1 塑膠製品生命週期各階段之顯著環境衝擊及所需行動	14
表 1-1 塑膠製品生命週期各階段之顯著環境衝擊及所需行動(續).....	15
表 3-1 塑膠產品分項.....	22
表 4.1-1 拆解類型與拆解技術.....	31

前言

一、緣起

2017 年 6 月世界循環經濟論壇曾提出，循環經濟為聯合國推動 2030 年永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)之重要動力。因此，歐盟提出產品生態化設計、再生材料品質認證與獎勵等策略，以督促歐盟境內企業朝向循環經濟轉型¹。總統已宣示「要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源」，政府更將循環經濟列為「五加二產業創新」政策之一。除透過健全法令、提升技術及良善管理等機制外，行政院環保署亦擬訂了「資源回收再利用推動計畫」(107 至 109 年)，希望在物質生產、消費、廢棄及再生等各階段，將廢棄物資源化妥善運用，以替代自然資源開採，達成物質全循環、零廢棄的願景²。環保署有鑑於各行各業產品與生產方式多樣且迥異，因此分年選擇主要的產品類別編撰綠色設計指引。2017 年完成「搖籃到搖籃產品(紡織品)設計指引手冊」，今年(2018)則完成本手冊「塑膠產品綠色設計指引手冊」。

二、手冊使用說明

本手冊預設的讀者對象，主要是塑膠製品業及上下遊產業從業人員、產品設計領域的從業人員與師生、對產品綠色設計有興趣，及關心塑膠製品綠色設計的民眾。本手冊主要針對塑膠產品之綠色設計，彙整並闡述有關塑膠製品產業、產品及廢棄現況，塑膠製品綠色設計準則等議題；並對應綠色設計準則，輔以塑膠製品綠色設計實例說明。手冊共分前言、一至五章、兩個附錄，內容綱要如下：

前言：說明本指引手冊之撰寫緣起與應用說明。

第一章：產品綠色設計相關名詞解釋，包括從搖籃到搖籃、生命週期評估、延伸生產者責任、綠色設計、循環經濟、環保標章、消費性與耐久性塑膠產品。

第二章：說明塑膠製品業現況、塑膠製品業產業關聯，及塑膠製品業發展趨勢。

¹ 資誠永續，企業實踐循環經濟，2017.10.20。

<https://www.pwc.tw/zh/news/press-release/press-20171020.html>。

² 新聞傳播處，推動循環經濟—創造經濟與環保雙贏，2018.03.02。

<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/12c0a2b8-485d-49d7-ba9e-a9a10b82828e>

第三章：說明塑膠製品種類、塑膠製品之廢棄現況，及塑膠循環經濟。

第四章：分別說明產品設計與原料取得、生產製造、產品使用、廢棄管理及回收、全生命週期過程之綠色設計準則。包括：延長產品使用壽命、可拆解設計或可摺疊設計、可重填設計、易回收設計、使用回收料、使用有機資材、製程省資源、製程節能或回收能源、製程使用可再生能源、使用階段省資源、使用階段省水、使用階段省能源、使用階段防止污染、可堆肥化、回收再利用、產品低污染或無危害、碳足跡或溫室氣體減量、產品生命週期與供應鏈管理、使用生物可分解材質。

第五章：依第四章之各個綠色設計準則，列舉對應之國內外典型的綠色設計產品案例。

附錄 A：重要的相關網站與連結網址

附錄 B：各國環保標章網站資訊

需特別強調的是，本手冊所列舉之產品實例僅作為產品綠色設計準則之釋例；除取得我國或其他國家官方的綠色標章(環保標章、省水標章、節能標章、綠建材標章、減碳標籤)產品者外；並不代表該釋例產品之環保性，發行單位對釋例產品亦無推薦之意思。由於產品之環保特性及對環境衝擊之科學證據與論證日新月異，讀者對爭議性之環保議題(例如生物可分解塑膠，匯整於 4.6 節)知識宜保持適時更新。

此外，特殊狀況下，設計者可能會發現產品的設計特性所對應的多個綠色設計準則間有所衝突時，宜考量環境利益最大化之取捨。本手冊雖為塑膠產品綠色設計，但部分種類之一次性塑膠產品，逐漸被其他材質之耐久性替代品取代，因此手冊內容仍然列舉了這些無機材質或有機資材替代產品，或無塑膠包裝之商業模式等；若創新的塑膠產品能夠克服一次性拋棄所致的環境污染問題，或可能奪回逐漸失去的產品市場。

塑膠材質種類繁多，為方便讀者對照，茲將中英文名稱與英文簡稱及主要用途，詳列於附表一。

附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途

塑膠類別	俗稱	中文學名	英文學名	英文簡稱	主要用途
軟膠 PE 類	花料、筒料、吹瓶料	低密度聚乙烯	Low Density Polyethylene	LDPE	包裝膠袋、購物袋、膠瓶、玩具、膠花、電線
	硬性軟膠	高密度聚乙烯	High Density Polyethylene	HDPE	包裝膠袋、購物袋、膠瓶、玩具、水桶、電瓶、大桶
	橡皮膠、EVA	乙烯－醋酸乙烯共聚物	Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer	EVA	鞋底、吹氣玩具、包裝膠模
PP 類	百折膠	聚丙烯	Polypeopylene	PP	包裝膠袋、拉絲、製帶、繩、玩具、日用品、瓶子、籃架、洗衣機殼
硬膠 PS 類	硬膠、普通硬膠	聚苯乙烯	General Purpose Polystyrene	PS	玩具、文具、日用品
	不碎膠、高衝擊硬膠	高衝擊聚苯乙烯	High Impact Polystyrene	HIPS	玩具、日用品、收音機殼、電視機殼
	ABS 膠、超不碎膠	丙烯晴－丁二烯－苯乙烯	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene	ABS	電器用品外殼、日用品外殼、高級玩具、傢俱、運動用品
	AS 膠、SAN 料、透明大力膠	苯乙烯、丙烯晴共聚物	Styrene-Ackyicaitrile Copolymer	SAN	食具、日用品、錶面、透明裝飾品
	發泡膠	發泡聚苯乙烯	Expanded Polystrene	EPS	貨品包裝、絕緣板、裝飾板
PVC 類	PVC 粗粉	聚氯乙烯原樹脂	Polyvinyl Chloride Straight Resin	PVC	軟管、硬管、窗框、電線、造鞋、膠瓶、板材、地板
	PVC 幼粉	聚氯乙烯糊狀樹脂	Polyvinyichloride Paste Resin	PVC Paste	人造皮鞋、洋娃娃

附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途(續一)

塑膠類別	俗稱	中文學名	英文學名	英文簡稱	主要用途
聚酯類	聚酯	聚對苯二甲酸乙二醇酯	Polyethylene Terephthalate	PET	汽水瓶、纖維、錄音帶、磁帶、相機底片
		聚對苯二甲酸乙丁二醇酯	Polybutylene Terephthalate	PBT	電器零件、機械零件
	冷凝膠	不飽和聚酯	Unsaturated Polyester	UP	桌上裝飾品、鈕扣、玻纖製品如遊艇及汽車外殼
尼龍類	尼龍類(又分尼龍 66 等多種)	醯胺纖維	Polyamide	PA	拉絲、造纖維、牙刷毛、漁絲、鞋套、包裝膠膜、齒輪、電動工具外殼、電器配件、運動用品
亞克力	亞力克	聚甲基丙烯酸酯	Polymethyl Methacrylate	PMMA	透明膠板、裝飾品、太陽鏡片、文具、燈罩、相機鏡片、錶面、人造裝飾
PC	防彈膠	聚碳酸酯	Polycarbonate	PC	啡咖壺、電動工具外殼、電器外殼、安全頭盔、透明件、防彈玻璃、電器零件
PU	PU	聚氨基甲酸酯	Polyurethane	PU	鞋底、椅墊、床墊、人造皮鞋、油漆
環氧樹脂	EPOXY、冷凝膠	環氧樹脂	Epoxy Resin	EP	黏合劑、工模材料、建築材料、油漆

附表一 塑膠原料中英文學名對照及主要用途(續二)

塑膠類別	俗稱	中文學名	英文學名	英文簡稱	主要用途
酚醛樹脂	電木粉	酚醛樹脂	Phenolic	RF	燈頭、電掣、電器外殼、齒輪
脲醛樹脂	電玉、尿素	尿塑－甲醛	Urea-Formaldehyd	UP	餐具、裝飾品
氨基樹脂	科學瓷、美耐皿	聚氯胺－甲醛樹脂	Melamin-Formaldehyd	MF	碗碟、餐具、裝飾品、電器配件及外殼
聚縮醛類	縮醛、賽鋼、特質鋼、超鋼	聚甲醛樹脂 聚氯化甲烯樹脂	Polyformaldehyde Resin Polyoxy-Methylene Resin	POM	玩具齒輪、彈簧、滑輪、潔具/廚衛零件
纖維素	酸性膠	醋酸纖維素 丙酸纖維素 醋酸丙酸纖維素 醋酸丁酸纖維素	Cellulose Acetate Cellulose Propionate Cellulose Acetate Propionate Cellulose Acetate Butyrate	CA CP CAP CAB	眼鏡框、工具手柄、雨傘柄、裝飾品、文具
矽橡膠	矽橡膠、矽膠	聚矽酮橡膠	Silicone Rubber	SI	印刷機膠頭、耐熱零件、導電塑膠
氟塑膠	氟塑膠	聚四氟乙烯 氟化乙烯丙烯 聚六氟丙烯	Tetrafluoroethylene Fluorinated Ethylene Propylene Polyhexafluoropropylene	FEP	易潔護表層、塗層、保護及潤滑噴劑、耐熱零件

為方便讀者對照參閱本指引手冊之各項綠色設計準則(第四章各節，例如 4.1 之一)，及所對應之產品實例(第五章 5.1~5.6 各節，對應第四章同節號 4.1~4.6 之各節；例如 5.1 之一的產品實例，對應 4.1 之一的綠色設計準則)；茲將對應之綠色設計準則及產品實例，列於附表二。

本手冊內實例照片之產品名，以粗體字標示於附表二。實例照片為編撰單位與編著者拍攝，及取自政府機關與委辦計畫網頁。其他未附上照片之產品，請參閱內文對應段落註腳之資料來源；日後若網頁連結失效，讀者亦可以產品關鍵字搜尋相關資訊。

附表二 塑膠產品生命週期各階段之綠色設計準則及實例

生命週期階段	第四章 綠色設計準則	第五章 產品綠色設計實例
產品設計與原料取得	延長產品使用壽命	玻璃/不鏽鋼/鈦/矽膠吸管 英國 Tesco 可重覆使用購物袋 馬來西亞 Tesco 「令人難忘的袋子」 臺南市蚵架用覆材保麗龍浮具
	可拆解設計或可摺疊設計	摺疊式環保不銹鋼吸管 FinalStraw 摺疊式 PP 杯 FoFoCup 摺疊式矽膠威客杯杯 WAYCUP 摺疊式矽膠飲料杯 環保杯用布提袋 飲料杯杯用矽膠杯綁 飲料杯杯用矽膠網袋 摺疊式矽膠餐盒
	可重填設計	美體小舖(Body Shop)可重填化妝品 德國無包裝商店 Original Unverpackt 新北市三重區 Unpackaged.U 無包裝商店
	易回收設計	寶特瓶留置型(不脫落)瓶蓋 寶特瓶易撕式標籤/非自黏性環貼標籤 無鐵芯全 PP 塑膠曬衣架 無鐵製彈簧全 PP 塑膠曬衣夾 全不鏽鋼曬衣夾
	使用回收料	歐萊德 100%再生 PE 髮妝瓶 台灣富士全錄廢印表機/事務機外殼回收再生環保文具組 回收漁網再生 720 armour 眼鏡框
	使用有機資材	海藻/秸稈/竹/紙/蔗渣吸管 可口可樂 PlantBottle™植物寶特瓶 樂高 LEGO 甘蔗塑膠生質積木
生產製造	製程省資源	泰山 TWIST 純水輕量化瓶身 愛迪達 3D 列印慢跑鞋
	製程節能或回收能源	塑膠成型設備節能
	製程使用可再生能源	樂高 LEGO 積木製程使用海上風電

粗體字者為本指引手冊附有照片之產品實例

附表二 塑膠產品生命週期各階段之綠色設計準則及實例(續)

生命週期階段	第四章 綠色設計準則	第五章 產品綠色設計實例
產品使用	使用階段省資源	可替換刷頭電動牙刷 可替換刷頭牙刷
	使用階段省水	取得省水標章的蓮蓬頭 取得省水標章的省水器材配件
	使用階段省能源	意大利 Greenrail 智慧枕木動能回收
	使用階段防止污染	Guppy friend 環保洗衣袋 Cora Ball 環保洗衣球 Lint LUV-R 洗衣機過濾器 PlanetCare 洗衣機過濾器
廢棄管理及回收	可堆肥化	植物纖維(甘蔗漿)湯碗 德國 leaf republic 樹葉餐盤
	回收再利用	寶特瓶回收再製 Nike 球衣 寶特瓶回收再製 BACKPAIX 智慧潮包 寶特瓶回收再製背包 海廢回收再製 Adidas 球鞋 地毯回收再製 Interface 地毯 地毯碎邊回收再製 R2R 太陽眼鏡框 英國 Pentatonic 回收廢塑膠再製家具 比利時 ecoBirdy 塑膠玩具再製兒童家具
全生命週期過程	產品低污染或無危害	資源回收清理費率引導替代 PVC 塑膠瓶 資源回收清理費率引導替代 PVC 標籤 玻璃瓶液態矽膠爪蓋墊片替代 PVC 墊片
	碳足跡或溫室氣體減量	減碳標籤 PLA 蛋盒
	產品生命週期與供應鏈管理	歐萊德品牌經營與綠色創新永續歷程
生物可分解材質議題	使用生物可分解材質	環保膠囊水球 Ooho ! PLA 一次性餐具及一次性塑膠袋 PLA 文具禮品 歐萊德瓶中樹洗髮精

粗體字者為本指引手冊附有照片之產品實例

第一章 名詞解釋

本章說明產品綠色設計相關之名詞解釋，包括：從搖籃到搖籃、生命週期評估、延伸生產者責任、綠色設計、循環經濟、環保標章、消費性與耐久性塑膠產品等。

一、從搖籃到搖籃(Cradle to Cradle)³

「從搖籃到搖籃」是布朗嘉教授和麥唐諾建築師(Michael Braungart 與 William McDonough)所推廣向大自然學習，所有東西皆為養份，皆可回歸自然的理念。利用「養分管理」觀念出發，從產品設計階段就仔細構想產品結局，讓物質得以不斷循環。

從搖籃到搖籃可分成兩種循環系統：生物循環及工業循環。

1. 生物循環之產品由生物可分解的原料製成，最後回到生物循環提供養分。
2. 工業循環之產品材料則持續回到工業循環，將可再利用的材質同等級或升級回收，再製成新的產品。

搖籃到搖籃評估現有產品及製程，以無毒原料及潔淨能源、節水的製程取代對環境有害、耗能、耗水的原料及製程，並妥善規劃回收管道，使產品供應鏈、產品本身及回收再利用方式皆對環境友善。在追求生態效益的前提下，搖籃到搖籃設計理念遵循三大原則(消除廢棄物的觀念、使用再生能源與碳管理、創造多樣性)，以實現生物循環和工業循環。

二、生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)

依據「ISO 14040 環境管理-生命週期評估-原則與架構」⁴之引言說明，生命週期評估是基於對環保的重視，及認知產品在產製與消費時的可能衝擊，所發展以更瞭解並降低這些衝擊之方法技術之一。生命週期評估是一項以下列方式來評估產品之環境考量面與潛在衝擊的技術：

- 彙整一份與該產品系統相關之投入與產出的盤查清單。
- 評估這些投入與產出相關之潛在環境衝擊。
- 闡釋和作業目標有關之盤查與衝擊階段的結果。

³ 搖籃到搖籃設計概念，台灣搖籃到搖籃平台 <http://www.c2cplatform.tw/c2c.php?Key=1>

⁴ ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework

生命週期評估係研究產品從原物料取得、生產、使用及處置(亦即搖籃至墳墓)整個生命過程中的環境考量面與潛在衝擊。需要考量的環境衝擊，通常包括資源使用、人體健康及生態影響等類別。生命週期評估有助於：

- 鑑別產品在生命週期各細節處環境考量面的改善機會。
- 產業界、政府或非政府機構之決策(例如策略規劃、優先順序設定、產品或製程的設計或再設計)。
- 環境績效相關指標及其量測技術之選擇。
- 市場行銷(例如環境訴求、環保標章計畫或環保產品宣告)。

三、延伸生產者責任(Extended Producer Responsibility, EPR)

延伸生產者責任的發展，最早可以追溯至瑞典 1975 年頒布的「廢棄物循環利用和管理的議案」，其體現延伸生產者責任思想。1986 年聯邦德國實施的「廢棄物避免和處置法」，指出生產者應該在產品設計和製造時，就需思考合適的產品廢棄處置方式，且需承擔產品廢棄處置責任。1989 年荷蘭在國家環境政策計劃中明確指出，以現有的產品生命週期各階段區分環境責任的狀態應該改變，生產者的責任不應止於產品售出時⁵。

瑞典隆德大學(Lund University)環境經濟學者托馬斯(Thomas Lindhquist)於 1988 與 1992 年為瑞典環境部所完成的兩份研究報告中，首次提出了延伸生產者責任的概念。1990 年，環境與自然資源委員會從污染者付費原則和污染預防的角度，首次正式提出延伸生產者責任制的基本原則⁶。1991 年的「德國包裝法」是延伸生產者責任制發展史上的里程碑，並第一次在法律中被明確且具體地將延伸生產者責任規定下來⁷。阿姆斯特丹大學 Lucas Reijnders 教授則將延伸生產者責任制度簡述為「將生產者目前承擔從生產過程中之廢棄物管理責任，延伸到消費末端廢棄物管理的責任」⁸。

相關延伸生產者責任的理論研究與立法實踐並沒有統一的定義，且對於不同國家、不同的環境問題，或不同的產品，實施延伸生產者責任的重點也不同，也導致不同國家或國際組織對延伸生產者責任有

⁵ Lindhquist Thomas, Extended Producer Responsibility in Cleaner Production, p.30, May 2000.

⁶ Lindhqvist Thomas, Extended producer responsibility in cleaner production, Lund University, Sweden, Ph. D. dissertation, 2001.

⁷ 黃英傑及梁富麗，國內外執行延長生產者責任制度現狀，永續產業發展期刊，經濟部工業局，3，2004。

⁸ Lucas Reijnders, Expanding Producer Responsibility for Reducing Environmental Impact, Tijdschrift voor Milieu Aansprakelijkheid [Environmental Liability Law Review], 7, 69-72, 1993.

不同的理解範圍。歐盟把延伸生產者責任定義為生產者必須承擔產品使用完畢後的回收、再生和處理的責任，其策略是將產品廢棄階段的責任完全歸於生產者，目前大多數國家採用歐盟的定義。涵蓋性較廣的延伸生產者責任是鼓勵生產商通過產品設計和技術的改善，在產品生命週期的每個階段(即生產、使用、廢棄或回收)，努力減少使用資源，並防止產生污染。從最廣泛的意義來講，生產者責任指的是一種原則，即生產者必須承擔其產品對環境所造成的全部影響的責任，包括在材料選擇和生產製造，及在產品使用和廢棄處理或回收過程的環境影響。

四、綠色設計(Green Design)

綠色設計亦稱為環境設計(Environmental Design)、環境化設計(Design for Environment)、環境意識設計(Environmental Conscious Design)、生命週期設計(Life Cycle Design)，或生態設計(Ecodesign, Ecological Design)。其意為考慮所有環境限制及機會之設計程序，其目的在於使環境不受或受最小之破壞⁹。

綠色設計與傳統設計不同，綠色設計包括產品從概念形成到生產製造、使用乃至廢棄後的回收、再利用及處理、處置的各個階段的考量。即涉及產品整個生命週期，類似從搖籃到搖籃的過程。要從根本上防制污染，節約資源和能源，不能等產品生產、使用、廢棄的過程產生污染環境的後果後，再採取末端(End of Pipe)處理的防治措施。也就是說，綠色設計是在產品整個生命週期內，著重考慮產品環境屬性(自然資源的利用、環境影響、可拆卸性、可回收性、可重複利用性等)，並將其作為設計目標。在滿足並保證產品應有的基本功能、使用壽命、經濟性和品質等的同時；並行地考慮所需要的環境目標。

綠色設計要求在設計產品時必須按環境保護的需要，選用合理的原材料、結構和生產技術，在製造和使用過程中降低資源消耗與能耗，不產生有危害污染物，應用有利於拆卸、回收、再利用之設計，對無回收價值的部份進行無害化處理，以減少並對環境的衝擊降至最低。

五、循環經濟(Circular Economy)

1990 年，英國環境經濟學家 Pearce 與 Turner 正式提出「循環經濟」一詞，目的為建立永續發展的資源管理架構，使經濟系統與生態系統間達到平衡¹⁰。2014 年，艾倫·麥克阿瑟基金會(Ellen MacArthur

⁹ Joseph Fiksel, "Design for Environment – Creating Eco-Efficient Products and Processes", McGraw-Hill, 1996

¹⁰ Pearce, David W., and R. Kerry Turner., Economics of natural resources and the environment,

Foundation)綜整全球成功案例，提出「工業生態學系統」，進一步擴大詮釋循環經濟的內容，在透過廢棄物再利用減少能資源耗費此類作法的基礎上，進一步透過生產者之間的能資源鏈結，以及提升產品設計觀念與製程技術(包括加強零件模組化、降低產品修復與翻新之難度)，自發性地達成資源循環利用與永續性的工業生產型態。

循環經濟的核心內涵為基於產品全生命週期，涵蓋生產與消費，讓各類資源與不可再生能源(即化石燃料)之淨消耗達到最低，具體作可分成三個層次¹¹：

1. 擴大考慮資源循環(Recycle)、消耗減量與減廢(Reduce)、廢棄物處理與再利用(Reuse)，並衍生出各種對應的新資源化技術。
2. 透過商品系統性與模組化設計(Redesign)，轉變產品製造流程(Reengineering)，降低製造過程的廢氣、廢水與廢棄物，也降低使用者的廢棄量，延長產品使用生命週期。
3. 帶動新型態的商業模式(Remodeling)，包括製造業服務化、服務與商品共享等措施，以及大數據加值、物聯網等新技術的配合，重新形塑消費型態，改變「生產者-生產者」、「生產者-消費者」，以及「消費者-消費者」的既有關係，及提高「以租代買」的社會整體接受度，從而使企業樂於配合調整生產方式，形成自發性的經濟模式。

六、環保標章(Environmental Label)¹²

1970 年代歐美國家興起環保運動，推行綠色消費概念，減少過度生產與消費之生活型態而造成對環境的衝擊，環保標章運動因應而生且蓬勃發展。1977 年由德國政府首創藍天使環保標章計畫，1988 年加拿大政府的環境選擇標章計畫，1989 年日本及北歐國家的環保標章制度也都陸續推出。環保署為順應世界環保趨勢，特參考國際先進國家實施環保標章之經驗，及國內標章制度，於 1992 年推動環保標章制度，經公開徵選環保標章圖樣，於同年 9 月 16 日取得服務標章專用權，廠商產品經認可符合環保標章規格標準者，核發環保標章使用證書，廠商可於產品或包裝上，標示環保標章圖樣，供民眾採購辨識。透過環保標章制度，鼓勵廠商設計製造產品時，考量降低環境之污染及節省資源之消耗，促進廢棄物之減量及回收再利用，同時喚醒消費者慎選可回收、低污染、省資源之產品，以提昇環境品質。

JHU Press, 1990.

¹¹ 施顏祥、朱敬平、張嘉真，循環經濟推動之挑戰與策略，經濟部工業局，永續產業發展期刊，17-29 頁，第 78 期，2107.06

¹² 環保標章，綠色生活網 <https://greenliving.epa.gov.tw/Public/GreenMark/First>

環保標章是依據「ISO 14024 環境標誌與宣告－第一類環保標章－原則與程序」，及「14021 環境標誌與宣告-自行宣告之環境訴求（第二類環境標誌）」的原則與程序而定。其本質上，是一種經濟工具，目的是鼓勵那些對於環境造成較少衝擊的產品與服務，透過生產製造、供應及需求之市場機制，驅動環境保護潛力。為達成其效用，我國環保標章只頒發給同一類產品中，前 20%~30%環保表現最優良的產品。

自民國 1993 年 2 月 15 日公告第一批產品環保標章規格標準起，迄今已有 14 大類產品類別，超過 1 百多種產品項目，產品類別包括：辦公室用具(OA)、工業類、日常用品、可分解產品、有機資材、利用太陽能資源、服務類、建材、省水產品、省電產品、家電、清潔產品、資訊產品、資源回收產品。

七、消費性塑膠產品與耐久性塑膠產品

塑膠製品業產品分項的類別繁多，涵蓋了日常生活的消費性與一次性產品、物流包裝、建築營建材料與產品、工業製品等；因此可設想其綠色設計的面向也是複雜的。經蒐集文獻報告，評析各類塑膠製品在各生命週期階段之環境衝擊程度。結果顯示：(1)LDPE 牛奶包裝袋、HDPE 潤滑油塑膠瓶等，生命週期的主要環境衝擊為廢棄階段；相對地使用階段的環境衝擊較低。(2)相反地，ABS/PC 筆記型電腦外殼、玻纖強化樹脂(FRP)汽車引擎蓋、PA/PP 汽車進氣歧管等，生命週期的主要環境衝擊為使用階段；相對地廢棄階段的環境衝擊較低。不同生命週期階段的綠色設計方法與手段會有極大差異，因此本「塑膠產品綠色設計指引手冊」主要探討使用壽命期間短於 2 年的塑膠製品(含一次性產品)，可透過延長產品使用壽命、可拆解設計或可摺疊設計、可重填設計，以耐久性產品替代，使成為耐久性塑膠產品。

2018 年 6 月 14 日由英國資源未來會議(Resourcing the Future conference, RTF)及合作夥伴(CIWM, ESA, the Resource Association, WRAP)發布的報告，發表了一種根據塑膠產品「使用期間(use-phase)」的模式，對各項塑膠產品進行分類，並歸納每個類別塑膠產品在生命週期的顯著利益或衝擊階段，及所需改善行動。顯示使用期間短於 2 年的消費性塑膠產品的主要環境衝擊為廢棄階段；使用期間長於 2 年的耐久性的塑膠製品的主要環境衝擊為使用階段¹³。表 1-1 彙整了前塑膠產品類別、使用期間、產品示例、生命週期階段顯著利益或衝擊與所需改善行動。

¹³ Eliminating avoidable plastic waste by 2042 : A use-based approach to decision and policy making, Resource Futures and Nextek, June 2018.

表 1-1 塑膠製品生命週期各階段之顯著環境衝擊及所需行動

類別	使用期間描述	產品示例	生命週期階段顯著利益或衝擊 /所需改善行動
一	使用期間非常短(<1 天) 小物品	棉花棒、咖啡攪拌棒、吸管、糕餅包裝、醫療與衛生用品、濕巾、服裝標籤、咖啡膠囊(coffee pods)	廢棄階段。 陸地垃圾和海洋垃圾日益被認為是有害的衝擊；但難以量化，且難以與全球變暖等其他環境因素比較。 行動： • 消除或替代塑膠 • 研究可生物降解替代品 • 教育'不可沖洗'的產品
二	使用期間非常短(<1 天) 中型物品	一次性塑膠杯、盤子、外賣容器、塑膠袋、塑膠餐具	製造/廢棄階段。 從碳排角度來看，生產製造階段在生命週期中占主要環境衝擊；而使用階段提供較小的功能性利益。廢棄階段如同類別一塑膠製品，造成陸地垃圾和海洋垃圾的環境衝擊。 行動： • 用重複使用替代品替換特定的一次性物品 • 研究可堆肥替代品及如何在現有廢棄系統內進行管理。 • 推動生態設計標準
三	短期使用期間(> 1 天 <2 年)	食品和飲料容器、農用薄膜、可重複使用購物袋(bags for life)、化妝品	製造/廢棄階段。 使用階段通常是最主要的功能性利益，因為塑膠通常用於保護具有更大環境衝擊的商品避免損壞。 行動： • 推動包括再生成分之生態設計標準 • 加強分選和分離技術 • 實施押金贖回機制 • 提高受保護產品壽命的教育

表 1-1 塑膠製品生命週期各階段之顯著環境衝擊及所需行動(續)

類別	使用期間描述	產品示例	生命週期階段顯著利益或衝擊 /所需改善行動
四	中期使用期間 (> 2 <12 年)	汽車零件、電子產品 用塑膠、可重複使用的 配送箱、玩具、釣 魚器具	使用階段。使用期間塑膠提供的功能性利益，通常超過生產和報廢期間的環境衝擊。 行動： • 提高產品設計之耐用性、相容性、模組化 • 蒐集取得當前回收率的數據 • 擴大生產者責任制度 • 加強分選和分離技術能力
五	長期使用期間 (>12 年)	窗框、電氣產品用塑膠、 管道、保溫板、牆板、 屋瓦、地毯、屋簷下端 吊板拱腹 (soffits)	使用階段。使用期間塑膠提供的功能性利益，通常超過生產和報廢期間的衝擊；除了一些例外，例如建築中的水管，主要的環境衝擊是在生產階段。 行動： • 蒐集有關再利用和再循環率的數據 • 改進現場分離操作 • 加強分揀和分離技術能力 • 提高產品設計之耐用性、相容性、模組化 • 改善產品資訊系統

資料來源：Eliminating avoidable plastic waste by 2042：A use-based approach to decision and policy making, Resource Futures and Nextek, June 2018.

第二章 塑膠製品產業現況

本章說明塑膠製品業現況、塑膠製品業產業關聯，及塑膠製品業發展趨勢等。

一、塑膠製品業之產業現況

塑膠製品品項類別繁多，可分為塑膠皮、塑膠布、塑膠管板、塑膠袋、塑膠膜、電子用保護膜、塑膠外殼及配件、塑膠皮製品、強化塑膠製品、塑膠日用品、黏性膠帶、可分解性塑膠製品、其他塑膠製品等。依現行中華民國行業標準分類¹⁴，塑膠製品業歸納分類為四大類，其類別及民國 106 年之產值，如圖 2-1。

根據民國 106 年經濟部統計處資料，塑膠製品業計有 7,182 家製造廠，從業人員 13 萬 9 千人¹⁵。經濟部工業統計處工業調查，顯示塑膠製品業 106 年產值為 2,543 億，占整體製造業的 1.95%。近十年來塑膠製品業年產值及年增率如圖 2-2。塑膠製品業每年產值超過 2,500 億，其中民國 98 年因全球金融危機導致景氣急速衰退，99 年後隨既恢復。

二、塑膠製品業之產業關聯

塑膠製品業是屬於石化產業的下游的加工製品產業，我國塑膠產業具備一定基礎，上下游產業鏈完整。塑膠原料業有台塑、台聚、南亞等代表性廠商，塑膠製品製造業則是許多中小企業組成。塑膠製品業的產業關聯示意圖如圖 2-3，顯示由煉油工業（原料）至石油化學工業（上中下游）與塑膠產業及至使用者的關係；更詳細者，則如圖 2-4 所示之中華民國化學工業年鑑之塑膠製品產業關聯。

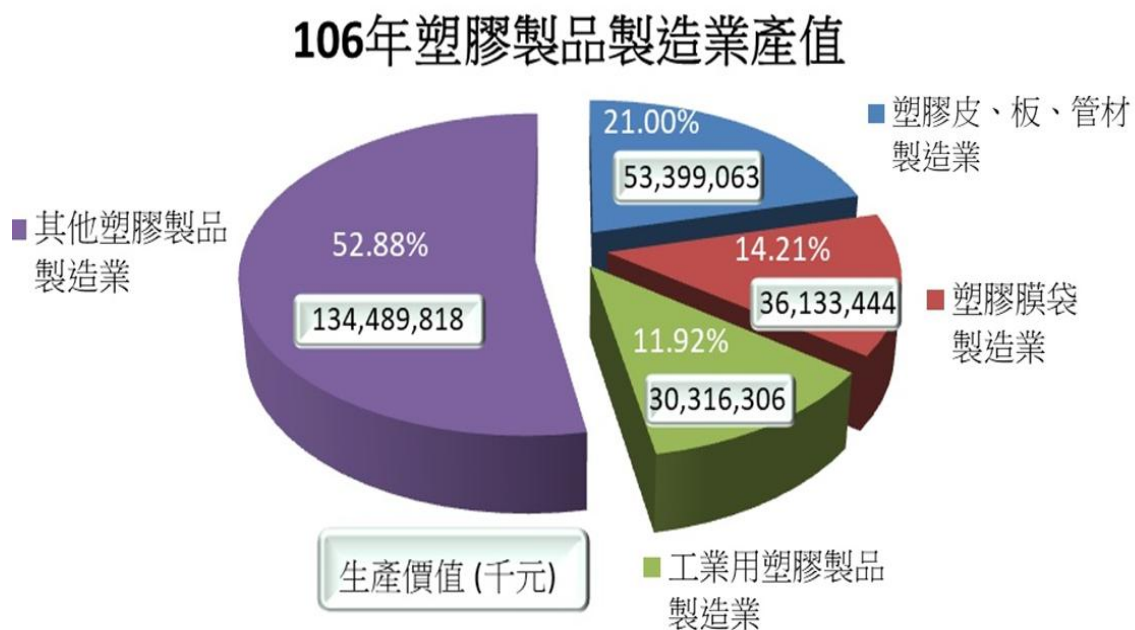
依據行政院主計總處統計資料庫產業關聯表編製報告，探討塑膠製品業受上遊產業別的影響程度，及帶動下遊產業別的程度。其中之「向前關聯係數」及「向後關聯係數」說明如下：

- (一) 「向前關聯係數」是指所有產業部門最終需要變動一單位時，某特定產業產品需求之總變動量，也就是特定產業部門受感應的程度，故又稱為向前關聯程度。任何生產行為可能誘發其他產業來利用其產品，向前關聯係數較大者多為基本原料工業。
- (二) 「向後關聯係數」代表該產業帶動其他產業的效果，即向後關聯

¹⁴ 行政院主計處 <https://www.dgbas.gov.tw/public/Attachment/51223112917198H9Y1K.pdf>

¹⁵ 經濟部統計處工廠校正暨營運調查報告

效果與影響度，是指當對某一產業部門之最終需要變動一單位時，各產業必須增(減)產之數量和，也就是該特定產業對所有產業的影響(Dispersion)程度，稱為向後關聯效果，將之標準化後稱為影響度¹⁶。

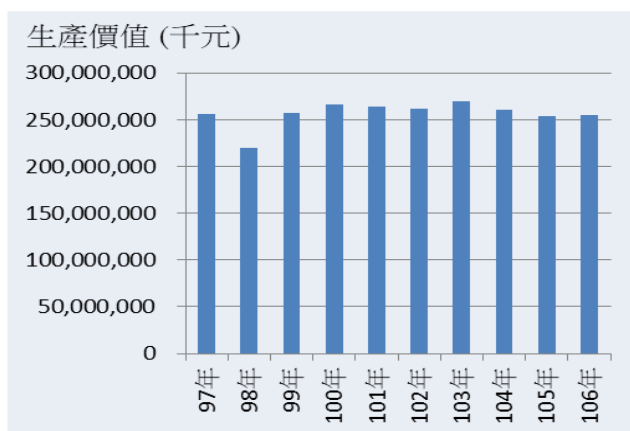


資料來源：經濟部統計處

圖 2-1 塑膠製品製造業分類及民國 106 年產值

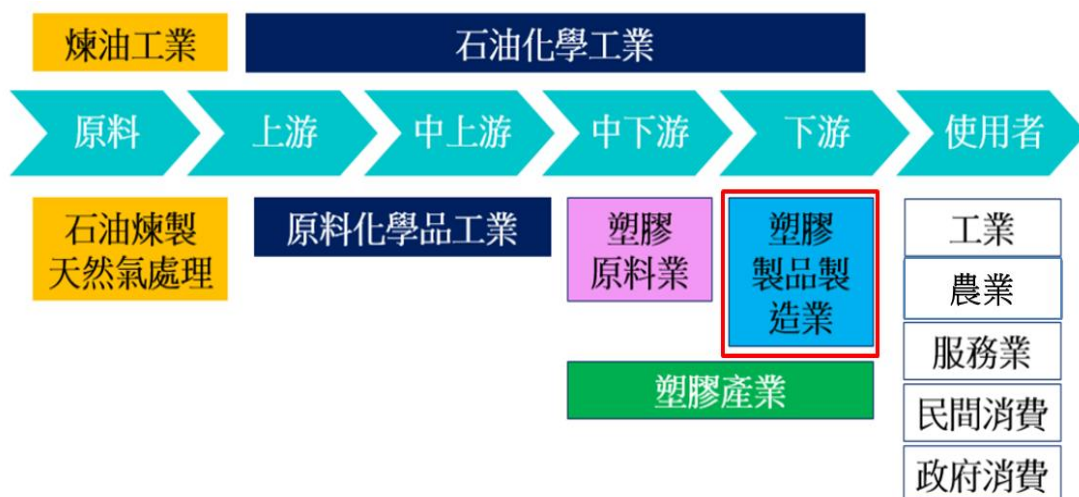
¹⁶ 行政院主計處 100 年產業關聯表編製報告(最新版)

項目別	生產價值 (千元)	生產價值 年增率 (%)
97年	256,137,193	-2.67
98年	220,097,351	-14.07
99年	257,408,865	16.95
100年	266,073,587	3.37
101年	264,238,620	-0.69
102年	261,985,845	-0.85
103年	269,034,926	2.69
104年	260,393,377	-3.21
105年	254,199,818	-2.38
106年	254,338,631	0.05



資料來源：經濟部統計處

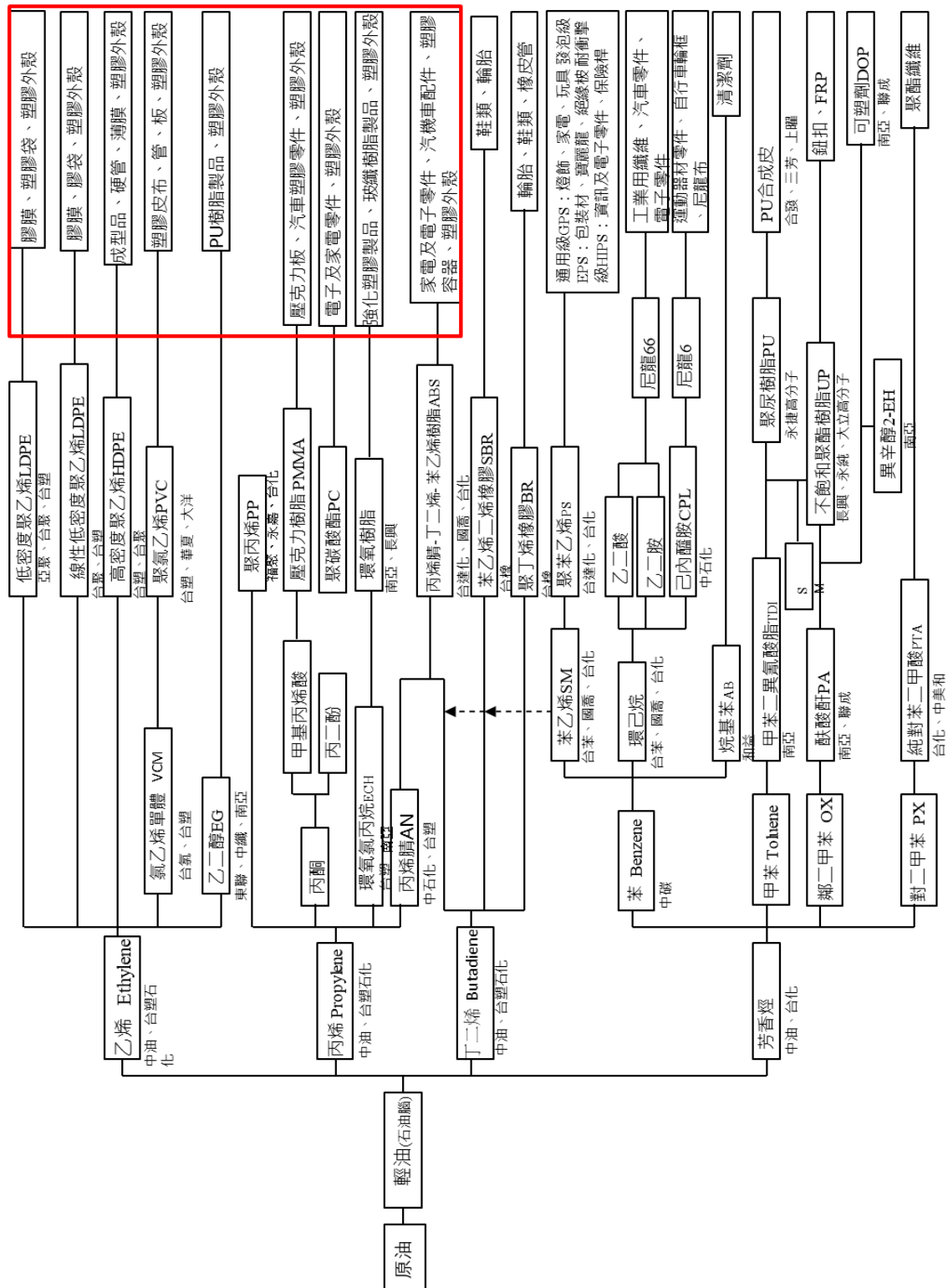
圖 2-2 塑膠製品業歷年產值及年增率



資料來源：設施農業的披覆材產業現況，農傳媒¹⁷

圖 2-3 塑膠製品業之產業關聯示意

¹⁷ https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=1086



資料來源：內政部修訂自化學工業年鑑(2003年4月)之行業別關聯

圖 2-4 塑膠製品製造業之產業關聯

經彙整塑膠製品產業關聯程度，顯示如下結果：

- (一) 其他產業別帶動塑膠製品業的「向前關聯係數」，顯示塑膠製品業的生產總值受上游產業影響很大，尤其是受到化學材料、石油及煤製品、礦產、化學製品的影響。主要是因為塑膠製品原料來自石油及煤製品業之高分子單體、化學材料業之高分子聚合物(樹脂)、礦產業之無機填料、化學製品業之各式添加劑或助劑，組成塑膠製品的配方。
- (二) 塑膠製品業「向後關聯係數」總計為 2.448558，顯示塑膠製品產業可以創造約 2.5 倍的帶動產業生產總值效果。「向後關聯係數」超過 2.0 的產業，在 52 個業別中僅有 10 個行業，可見塑膠製品業對下游產業有一定的影響力與重要性。
- (三) 塑膠製品業帶動其他產業別的「向後關聯係數」，顯示主要帶動的產業為皮革毛皮及其製品、家具、電腦電子及光學產品、飲料、汽車及其零件、電力設備、印刷及資料儲存媒體複製、其他製品及機械修配、紙漿紙及紙製品。此結果也顯示塑膠製品材料或零組件，在前述這些產業的產品中佔有一定組成比例。例如皮革毛皮及其製品業中廣泛應用的合成皮；家具中的面飾、沙發合成皮與各種塑膠零組件；飲料容器；電腦電子及光學產品、汽車及其零件、電力設備、其他製品及機械修配的塑膠零組件；印刷的膠膜及資料儲存媒體複製光碟；紙漿、紙及紙製品的樹脂被覆等。

三、塑膠製品業之發展趨勢

塑膠製品產業在國內是相當成熟的產業，從塑膠前端的合成到加工，以及後端產品應用，臺灣廠商均有優秀的自主研發能力。同時，出口塑膠產品也替臺灣賺進大量的外匯。然而近年來，隨著中國大陸與東南亞國家經濟的快速發展，優勢的廉價人力充斥著就業市場，臺灣低利潤的塑膠製品在國際上或國內已不具優勢，產值逐漸衰退下滑。

石化高值化政策的推動成為一個新的方向，希望藉由附加價值與技術門檻較高的塑膠製品，在國際市場中保有競爭力。其中，塑膠加工產業連結高分子上游合成端及產品應用端，是將高分子材料實際應用的關鍵技術，舉凡射出、押出、發泡與吹塑等產品，均在日常生活中被大量使用¹⁸。因此，塑膠製品業發展為朝向更高層次的產業角色遞移，轉往綠色產品、生醫器材、光電等產業，強化異業整合，形成新產品供應鏈結構，及應用創新概念提升產品高值化及永續經營能力¹⁹。

¹⁸ <https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=22587>

¹⁹ 塑膠中心塑膠製品產業聚落 <http://www.pidc.org.tw/sites/mtc/Pages/default.aspx>

第三章 塑膠產品與廢棄現況及塑膠循環經濟

本章說明塑膠製品種類、塑膠製品之廢棄現況，及塑膠循環經濟等。

3.1 塑膠產品現況

我國塑膠製品業產業結構以中分類區分的塑膠製品類別，包括塑膠皮板管材製造業、塑膠膜袋製造業、工業用塑膠製品製造業、其他塑膠製品製造業，如表 3-1 所示；表中列出各個中分類塑膠製品的細分類產品類別。根據民國 106 年工業生產統計年報，我國塑膠皮板管材製造業、塑膠膜袋製造業、工業用塑膠製品製造業、其他塑膠製品製造業的工業生產價值分別為 534 億元(21%)、361 億元(14%)、303 億元(12%)、1,345 億元(53%)，總計 2,543 億元。顯示價廉且功能多樣的塑膠製品，廣泛應用於各產品類別，並無產品類別集中的現象。其中其他塑膠製品製造業種類繁多，包括塑膠皮製品、強化塑膠製品、塑膠日用品、黏性膠帶、可分解性塑膠製品、其他塑膠製品；涵蓋各類產業與民生應用。反觀歐洲 2015 年的塑膠製品用途，包裝、營建、汽車、電子電機產品、農業、其他塑膠製品，分別佔 40%、20%、9%、6%、3%、22%²⁰，集中在包裝用途。

若考量由塑膠材質種類探討產品綠色設計，塑膠材質回收辨識碼 1~7 依序分七種：聚乙烯對苯二甲酸酯(PET)、高密度聚乙烯(HDPE)、聚氯乙烯(PVC)、低密度聚乙烯(LDPE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、其他(例如聚碳酸酯(PC)、聚乳酸(PLA)、美耐皿樹脂)；日本塑膠工業聯盟(The Japan plastics industry federation)則將塑膠材質更細分為 22 種²¹。2015 年全球的高分子聚合物產量，以佔 322 百萬噸(84%)的塑膠居多，聚合纖維則佔 61 百萬噸(16%)²²。2008 年全球塑膠產量中各類聚合物佔比分別為，PE 29%、PET 20%、PP 18%、PVC 15%、PS 8%、其他 10%²³。2016 年歐盟 28 國及挪威與瑞士的塑膠產量中各類聚合物佔比分別為，PE 30%(低密度 PE 18%，中高密度 PE 12%)、PP 19%、PVC 10%、PU 8%、PET 7%、PS 7%、其他 19%。顯示全球的高分子聚合物產量，PP 及 PE 合計佔約一半，其次為 PET(產量以東亞居多)、PVC 等²⁴。

²⁰ Exploring the potential for adopting alternative materials to reduce marine plastic litter, UN, 2018

²¹ 主なプラスチックの特性と用途，日本塑膠工業聯盟
http://www.jpif.gr.jp/2hello/conts/youto_c.htm

²² A. Lusher, P. Hollman, J. Mendoza-Hill, Microplastics in fisheries and aquaculture. Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2017

²³ Global thermoplastic resin capacity 2008, Plastic News, March Issue, 2010

²⁴ Plastics – the Facts 2017, An analysis of European plastics production, demand and waste data, PlasticEurope, Association of Plastics Manufacturers.
https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FIN

表 3-1 塑膠產品分項

產品大分類	產品中分類	產品細分類
塑膠皮、板及 管材製造業	塑膠皮	聚氯乙烯塑膠皮(PVC 塑膠皮)、PE 發泡板、PP 塑膠皮、聚胺酯合成皮(PU 塑膠皮)、其他塑膠皮
	塑膠布	聚氯乙烯塑膠布(PVC 塑膠布)、PE 塑膠布、PP 塑膠布、其他塑膠布、塑膠皮布加工
	塑膠管板	聚氯乙烯(PVC)塑膠硬管、聚乙烯硬管、其他塑膠硬管、聚氯乙烯(PVC)塑膠軟管、其他塑膠軟管、塑膠地磚、壓克力板、塑膠板(不含塑膠浪板)、塑膠浪板、其他塑膠管板、塑膠管板加工
塑膠膜袋製 造業	塑膠袋	塑膠袋
	塑膠膜	塑膠膜、塑膠膜袋加工
	電子用保護 膜	太陽能電池封裝膜、電子材料保護膜
工業用塑膠 製品製造業	塑膠外殼及 配件	塑膠外殼、工業用塑膠配件
其他塑膠製 品製造業	塑膠皮製品	塑膠衣著、塑膠桌布、塑膠地毯、其他塑膠皮製品
	強化塑膠製 品	強化塑膠製品(不含塑膠安全帽)
	塑膠日用品	牙刷、其他塑膠日用品、
	黏性膠帶	雙軸延伸聚丙烯黏性膠帶(OPP 黏性膠帶)、軟性聚氯乙烯黏性膠帶(SPVC 黏性膠帶)、聚酯黏性膠帶(PET 膠帶)、黏著標籤(商標類膠帶)、雙面黏性膠帶、其他黏性膠帶、黏性膠帶加工
	可分解性塑 膠製品	可分解性塑膠製品
	其他塑膠製 品	塑膠包裝帶、塑膠容器、寶特瓶、塑膠餐具、塑膠衣架、塑膠手套、塑膠製鞋材、塑膠網、塑膠線、其他塑膠製品

資料來源：彙整自行政院主計總處之中華民國行業標準分類，經濟部商業司全國商工行政服務入口網之行業別會計制度指南系列六~塑膠製造業之產業概述，及經濟部工業產品分類(第 16 次修訂)。

3.2 塑膠廢棄現況

塑膠製品之廢棄現況，可以分別由被焚化垃圾中的塑膠、資源垃圾中的塑膠，及海洋廢棄物的塑膠三個方面來探討。

依據環保署環境保護統計年報廢棄物管理之歷年垃圾性質統計，顯示垃圾可燃物中各組成百分比，依序為各約 38%的紙及廚餘、16%塑膠、3%纖維與布類，及用少量的木竹稻草落葉類、皮革與橡膠類、其他類。顯示被焚化的垃圾中，除污損無法回收的紙類及未回收的廚餘外(對回收的廚餘，環保署已有 2022 年前完成 3 座廚餘厭氧發酵產製沼氣生質能源廠的計畫)，主要為佔有 16%的塑膠類。

至於被焚化垃圾中塑膠類成分的細項組成，在環保署對垃圾焚化前垃圾組成採樣分析的結果，歷年塑膠類組成比例皆以「非容器或塑膠袋之其他塑膠類」所佔比例為最高，其次為厚度未達 0.06 mm 之塑膠袋，再其次為 PE 與 PP 容器，及少量的 PVC 容器、PET(保特瓶)容器、PS(保麗龍)、PS(未發泡)、生質塑膠容器、厚度達 0.06 mm 以上之購物用塑膠袋²⁵。

除焚化垃圾外，在資源垃圾層面，歷年我國資源垃圾中各組成百分比，紙類及紙製品、金屬類、塑膠及橡膠製品、玻璃製品、其他製品(包括紡織品、家電用品、電池、資訊及通信物品、農藥容器及特殊環境用藥容器、食用油、其他)，分別佔 54%、22%、10%、8%、6%。我國 2017 年各資源回收項目別重量，其中紙類約佔 50%；塑膠類則佔了資源回收總量 7.5%，除資源回收基金補助容器的回收與資源化比例較高外；回收的塑膠類資源物偶時有去化問題產生²⁶。因塑膠袋並非公告「應回收項目」，縱使部分縣市仍公告為「行政機關回收項目」，但因新製塑膠成本低，連帶衝擊廢塑膠去化再生市場，資源回收商回收意願低，恐最後還是進了焚化爐，影響政府積極推動減塑的效果²⁷。

依據環保署資源回收基金管理委員會資料，目前有 271 家廢塑膠容器(R-0202~R-0208)回收商，21 家廢塑膠容器處理業；另依據環保署資源再利用管理資訊系統資料，目前有 401 家經再利用檢核的廢塑膠(R-0201)公告再利用業者；前述之部分家數為同一業者同時登錄各項資格。2017 年之廢容器回收量達 48.8 萬公噸，可回收再生料產值達新臺幣 33 億元²⁸。

²⁵ 102 至 104 年度一般廢棄物最終處置前組成採樣及分析工作委託專案計畫，行政院環保署，2015。

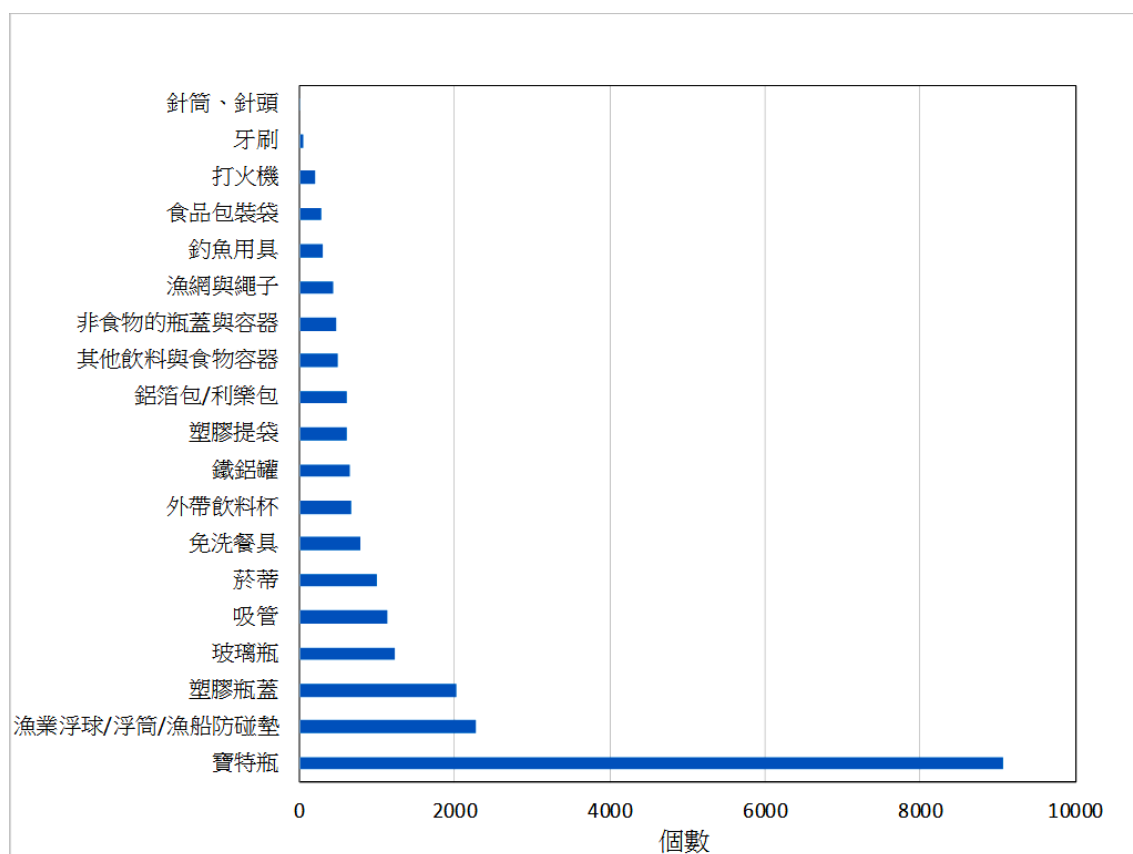
²⁶ 廢塑膠價格大跌回收意願受影響，TVBS 新聞網，2017 年 6 月 6 日。

塑膠袋沒人回收 苗栗減塑卡關，聯合報，2017 年 8 月 2 日

²⁷ 無采工！那些上了回收車 卻進焚化爐的塑膠垃圾，環境資訊中心，臺灣環境資訊協會，2018.05.22

²⁸ 回收及廢棄物處理，中華民國國情簡介，行政院環保署，2018.03.20，https://www.ey.gov.tw/state/News_Content3.aspx?n=39F8C8D4F7210504&sms=BD4B045E08134B9E&s=A63F54541452C5DF

另一方面，環保署海岸淨灘認養系統彙整之淨灘數據(2018年3~9月)，如圖 3-1 所示。依材質而言有 83.7%為塑膠；依用途而言，57.9%與飲料有關的廢棄物，20.9%與食品有關的廢棄物。淨灘結果看似與焚化垃圾中塑膠類成分的細項組成不一致，因淨灘的廢棄物量相對焚化垃圾中的廢塑膠量低很多，焚化垃圾中廢塑膠在清除前已分類回收廢塑膠製品與廢塑膠容器，但海灘廢塑膠容器與餐具可能是早期延河海掩埋場沖刷出，或在垃圾清除前即流布環境。焚化垃圾中的廢塑膠有高比例的「非容器或塑膠袋之其他塑膠類」，顯示雜項塑膠製品需要在產品設計端實踐減量、回收、再利用的綠色設計。



資料來源：依據環保署海岸淨灘認養系統 2018 年 3~9 月淨灘數據作圖。

<https://ecolife2.epa.gov.tw/coastal/statistics/SealICC.aspx>

圖 3-1 2018 年我國海灘廢棄物種類之數量排名

3.3 塑膠循環經濟

2015 年歐盟發表循環經濟推動計畫 (An EU action plan for the Circular Economy)，以塑膠、食物廢棄物、關鍵物料、營建廢棄物及生物質為優先推動領域。2018 年 5 月 28 日，歐盟委員會提案禁用容易獲得的替代品

的一次性塑膠產品，並用更環保的可持續材料替代。禁用的一次性塑膠產品包括棉花棒（醫用棉花棒除外），叉子，刀具，勺子，筷子，盤子，吸管，飲料攪拌棒和氣球桿(cotton buds (except for swabs for medical purposes), forks, knives, spoons, chopsticks, plates, straws, beverage stirrers and sticks for balloons)²⁹。該提案還要求歐盟國家 2025 年需收集 90% 的一次性塑膠飲料瓶，生產商需支付廢棄物管理和清理費用³⁰。該提案仍需要得到歐洲議會和理事會的批准，歐盟委員會表示希望在 2019 年 5 月的歐洲大選之前通過³¹。

聯合國環境署於 2018 年 6 月 5 日「世界環境日(UN World Environment Day)」發表一份報告「一次性塑膠：可持續發展藍圖(Single-use Plastic – A Roadmap for Sustainability)³²」，指出全球年產 90 億噸塑膠，只有 9% 的回收率。聯合國祕書長安東尼·奧古特雷斯 (António Guterres) 直言，到了 2050 年，海洋中的塑膠恐怕會比魚還要多。聯合國環境署負責人埃里克·索爾海姆 (Erik Solheim) 表示，目前海洋中有 51 兆的微型塑膠粒，是銀河系天體數目的 500 倍。「我們每分鐘購買 100 萬瓶塑膠包裝飲料，每年約使用 5 兆個一次性塑膠袋，約有 3 分之 1 會集中、阻塞城市的公共設施，13 噸的塑膠則會進入我們的海洋中，需要 1000 年才能被完全分解。」³³

世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)、艾倫·麥克阿瑟基金會(Ellen MacArthur Foundation)和麥肯錫顧問公司(McKinsey & Company)2016 年初聯合發表研究報告「The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics」，指出全球海洋中的塑膠泛濫的嚴重性。揭示塑膠業使用 8% 的總產石油量，在消費成長的趨勢下，到了 2050 年預估將成長至 20%。如果未回收這些塑膠，將形成大規模的經濟損失。過去 50 年的塑膠產量從 1500 萬噸成長到 3 億 1100 萬噸，增加 20 倍，2050 年將達到 11 億 2400 萬噸。但是每年高達 1200 億美元(約新台幣 4 兆)的塑膠快速折價，95% 塑膠包裝物料的價值在第一次使用後就大量降低。由於價值低、產量高，回收塑膠的經濟誘因低。估計全球塑膠包裝材料 40% 進入

²⁹ Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, COM(2018) 340 final.
<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-340-F1-EN-ANNEX-1-PART-1.PDF>

³⁰ Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment.
http://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/com-2018-340_en

³¹ EU moves to ban single-use plastics, Reuters.
<https://www.reuters.com/article/us-europe-environment-plastics/eu-moves-to-ban-single-use-plastics-idUSKCN1IT160>

³² Single-use Plastic – A Roadmap for Sustainability, UNEP, 2018.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_sustainability.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³³ 2050 年海洋塑膠恐比魚多！中國成全球最大垃圾國，自由時報。
<http://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/2449278>

掩埋場，32%流布於環境，僅 14%被回收；若加上分類和處理過程的成本，再次利用的塑膠總物料價值只剩 5%。目前大部分的塑膠製品是用混和塑膠製成，只適合降級回收(轉換成價值或實用性較低的製品)。雖然採用單一塑膠製造易回收的塑膠製品是一種選項方案，但是鼓勵簡化材質種類促進回收，卻和創新之間存在著替代關係。

此外，中國於 2017 年 7 月 18 日通知 WTO，2017 年底後不再進口 4 類 24 種固體廢棄物入境，包括生活來源廢塑膠，並將於 2019 年年底前，逐步停止進口其國內資源可以替代的廢棄物。中國禁令已在 2018 年造成歐美輸出中國的廢塑膠量據降，並轉往東南亞、印度等。例如以 PET 廢料，2018 年 1 月對臺灣輸出增加 18%至 16,575 公噸³⁴。我國於民國 107 年 8 月 13 日預告「屬產業用料需求之事業廢棄物」公告事項第 1 項修正草案，調整廢塑膠及廢紙的輸入相關要件，規範其進口的條件限制及品質管控。經考量社會對於進口再生廢料造成環境衝擊的關切，於 9 月 5 日再次預告修正。續於 9 月 13 日召開公聽研商會，經參酌各界意見並審慎檢討後並於 10 月 4 日修正公告，自即日生效。

除上述國內外趨勢外，我國推動循環經濟(廢棄物資源化)策略、塑膠循環經濟模式策略，說明如下。

一、推動循環經濟(廢棄物資源化)策略

民國 105 年 5 月 20 日，總統蔡英文發表就職演說，宣示經濟結構的轉型時提到，「要讓臺灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源」。

要將廢棄物轉換為再生資源，走向循環經濟，需要從生產、消費、回收、廢棄管理四個層面實施。環保署提出推動循環經濟-廢棄物資源化策略³⁵：

- (一) 生產面要提高資源使用效率，即提高資源生產力(生產總值÷資源消費量)。
- (二) 消費面要減少浪費與使用量，即降低資源消費量(資源消費量÷人口數)。
- (三) 回收面要促進再生料市場，即增加資源循環率(循環利用量 ÷循環利用量及天然資源投入量)
- (四) 廢棄管理面要降低一般廢棄物焚化與掩埋量。在消費面減少浪費與使用量，及回收面增加資源循環率後，焚化與掩埋量自然會降低。

³⁴ Sharp decline in US plastics scrap exports to China, Recycling International, January 18, 2018.<http://staging.recyclinginternational.com/plastics/sharp-decline-in-us-plastics-scrap-exports-to-china/>

³⁵ 推動循環經濟 - 廢棄物資源化，環保署賴處長瑩瑩，民國 107 年 2 月 1 日

對應塑膠製品的綠色設計而言，即在產品設計端使用非傳統塑膠材質或天然材質；產品使用端替代一次性塑膠產品；廢棄物管理與回收端促進回收料之設計。

二、塑膠循環經濟模式策略

民國 107 年，環保署委辦「建構塑膠循環經濟模式策略專案工作計畫」的進度報告，研議結果認為，大量塑膠廢棄物處理仍有許多限制與缺失，例如：掩埋場地取得困難，大量的塑膠廢棄物不易自然分解，掩埋後續處理反而是另一種負擔；採用焚化之能源回收方式處理，則會造成空氣污染等負面影響；因此，資源回收是目前對環境影響最小的處理方式。讓廢塑膠經過加工後產生新的附加價值，同時也能讓資源被循環使用。過去廢棄物處置屬於末端管制，未來可望透過提升廢塑膠資源回收以及再利用之比例，減少終端廢棄物處理量、使塑膠產品生命週期延長，以達形成塑膠循環經濟之目的。該報告提出未來可採行之塑膠循環經濟策略如下。

(一) 將塑膠產品與石化原料脫鉤

包含提升回收率與再利用比率、訂定材料回收之目標、管制廢棄物之塑膠含量、支持並帶領生物可分解塑膠之生產、贊助對於強化塑膠、複合材料、新興塑膠再利用之相關研究。

(二) 減少塑膠洩漏至環境之比例

包含建立塑膠資料庫並建構回報與追蹤機制、禁止化妝品與清潔用品中之塑膠微粒使用、發展收集小尺寸塑膠物品之機制、協助產業針對指定塑膠發展自發性管理聯盟、禁止提供免費塑膠袋、鼓勵設計對環境友善之可回收材料、針對創新設計分配研究經費。

(三) 改善資源使用效率

包含改善收集與分類系統、提升二級材料品質、授權二級材料驗證系統、設定二級材料再利用之生產與應用標準、提供包裝材料回收之補貼與獎勵、訂定各階段應達成之回收與再利用比率、建立材料回收與焚化減量之目標、增加回收專款資金以應用於循環經濟。

上述塑膠循環經濟策略中，與產品綠色設計相關者有以下四項：應用生物可分解塑膠，不使用塑膠微粒(microbead)，避免產生微塑膠(microplastic)，再利用塑膠回收料(含強化塑膠、複合材料、新興塑膠)。前三項是塑膠生命週期的產品設計階段；最後一項則是塑膠生命週期的廢棄物管理與回收階段。

上述四項塑膠循環經濟策略中的兩項，可促進塑膠產品與石化原料的脫勾，包括應用生物基可分解塑膠，及再利用塑膠回收料。改變塑膠產品的原料來源，自石化基改為生物基，製造和使用更良好的生物可分解/堆肥的塑膠製品，並搭配完善的收集系統，則可免除使用石化原料。另一方面，相較於紙張、鋼鐵 58% (2015 年)³⁶跟 81%(2013 年)³⁷的高回收率，塑膠包裝卻只回收了 14%。因此，世界經濟論壇與艾倫·麥可阿瑟基金會於 2017 年 1 月發表的「新塑膠經濟：促進行動 (The New Plastics Economy: Catalysing action)」報告指出，全球塑膠包裝回收率可由目前的 14%提升至 70%。創造一個有效的使用後廢棄塑膠產品的循環經濟模式，如產品設計改良、發展可再利用、再生的商業模式，可減低對石化原料的依賴。

³⁶ Global Forest and Paper Industry Releases Policy Statement on Paper Recycling, Confederation of European Paper Industries, <http://www.cepi.org/news/global-forest-and-paper-industry-releases-policy-statement-paper-recycling>

³⁷ 2013 Steel Recycling Rates, Steel Market Development Institute, [https://www.steelsustainability.org/~media/Files/SRI/Releases/Steel Recycling Rates Sheet.pdf?la=en](https://www.steelsustainability.org/~media/Files/SRI/Releases/Steel%20Recycling%20Rates%20Sheet.pdf?la=en)

第四章 產品綠色設計準則

本章分為產品設計與原料取得、生產製造、產品使用、廢棄管理及回收、全生命過程等五個生命週期歷程，說明所對應的綠色設計準則。本章之綠色設計準則，參考了 ISO 14021 及相關文獻之環境化設計等資料。

4.1 產品設計與原料取得

於產品設計與原料取得階段，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：一、延長產品使用壽命；二、可拆解設計或可摺疊設計；三、可重填設計；四、易回收設計；五、使用回收料；六、使用生物可分解材質；七、使用有機資材。

一、延長產品使用壽命

延長產品使用壽命的設計手段，可能有但不受限於：

- 採用更耐久的原料或零組件。
- 調整使用參數降低損耗。
- 定期更換特定零組件或消耗品。
- 升級產品、更換特定零組件，延長產品使用壽命或提升新功能，以避免被廢棄等。

延長產品使用壽命設計時的配合性要求如下：

- 1.如延長產品壽命的設計，係依據其更佳之耐用性而設計時，應敘述延伸的壽命期程，或其改進之百分比與量測之數值(例如重覆操作多少次才發生斷裂)，或支持此項改善之理由。
- 2.如延長產品壽命的設計，係依據產品可升級之特點，應提供如何達到此升級要求的特定資訊。可升級之產品應有可資利用之內部架構與零組件，以達到升級之目的。
- 3.所有關於延長產品壽命的設計，皆應符合原功能條件。由於延長產品壽命係比較性的，因此應具體與清楚地說明比較的基礎，尤其是此項延長產品使用壽命所改善的期程長短。
- 4.延長產品使用壽命期程的評估方法：延長產品使用壽命期程的平均數值，應依據適當標準與統計方法量測。用來評估與查證達成設計要求之方法，應依據下列優先順序進行：國際標準、具有國際接受度並認可的標準(可包括區域或國家標準)，或接受過專家審查的產業

或行業方法。如尚無已存在的方法時，產品設計者得擬定一個方法，但此方法要能被提出來接受審查。

二、可拆解設計或可摺疊設計

可拆解設計(Design for Disassembly, DFD)有三種類型：

1. 產品零件的重複利用

產品零件的重複利用包括直接重複利用，及間接重複利用兩種方式。

- 一般對於製造成本高，改版週期長，或使用壽命長的零件，可以考慮採用直接重複利用的方式，如盛裝物品的瓶子，可直接用於盛其他物品。
- 間接重複利用即再加工後重用，主要是針對產品中的部分零組件，由於回收後無法直接用於同類型產品，此時可對其進行再加工後，用於其他類型或規格的產品。例如汽車零件經過再加工後，用於其他類型車輛的相關部位。

2. 元件回收

元件回收主要是針對電子產品，由於其組成材料多種多樣，更新換代週期短，因此，往往需要採用特殊技術方法回收其中的某些特殊元件。例如淘汰電腦主機板或元件，用於遊戲機或其他電子產品等。

3. 材料回收

當組成產品的材料成本高，單個零件的生產成本低，且生產規模大，產品生命週期短，此時往往採用簡單的材料回收方式。

拆解可以在產品層次上進行，也可以在零件或元件層次上進行。根據拆解物件和效果不同，拆解可以分為破壞性拆解、部分破壞性拆解和非破壞性拆解三類。破壞性拆解即拆解活動以使零部件分離為宗旨，而不管產品結構的破壞程度。部分破壞性拆解則要求拆解過程中只損壞部分廉價零件（如切去聯結、氣焰切割、高壓水刀切割、鐳射切割等），其餘部分則要安全可靠分離。非破壞性拆解是最高階拆解，即拆解過程中不能損壞任何零件或元件（如鬆開螺紋、拆除及壓出等），如表 4.1-1 所示。

可拆解設計的主要作用是表現在產品維護和回收兩方面的雙重性。在產品維護方面，產品必須小心拆解，以便再次裝配；在回收過程中，拆解方式往往是破壞性的，以達到零部件分解的目的。

表 4.1-1 拆解類型與拆解技術

拆解對象	拆解類型		材料回收
	零件再使用	零件再加工	
產品	非破壞性	非破壞性	材料成本高且 零件成本低時
	部分破壞性	部分破壞性	
	破壞性	破壞性	
零件	非破壞性	視特殊加工需要	非必須

可拆解設計的配合性要求如下：

- 1.如可拆解設計與另一項設計並存，例如可回收設計，則適用於另一設計準則之相關要求事項亦應符合。
- 2.可拆解設計，應附有解釋性之拆解說明，以敘明其中可被再利用、回收、回收能源或其他可自廢棄物流中轉移出來的組件與零件。
- 3.所有解釋性之拆解說明，皆應指明此項操作應由消費者拆解，或應返回由專業人員拆解。
- 4.若需特殊程序拆解該產品時，應遵循下列：
 - (1) 應有回收或收集設施，提供給該產品出售地區中，佔合理比例的消費者便利地使用。
 - (2) 如該項設施無法提供給該項產品出售地區中，佔合理比例的消費者便利地使用時，應以解釋性說明來充分地表達這些設施取得之有限性。
 - (3) 一般性條件之用語，例如"當設施存在時，可以拆解"，並無法表達設施取得之有限性，因此並不足夠。
- 5.當可拆解產品係設計給消費者拆解時，應附有拆解工具與使用方法之說明。
- 6.一項提供給消費者的可拆解設計，僅應在下列情況下提出：
 - (1) 不需要特殊的工具與專業技術。
 - (2) 已提供拆解方法及零件的再利用、回收、收回或處置之清楚資訊。
 - (3) 設計給專業人員拆解的產品，應附有需要用以執行拆解工作的設備與設施之資訊。

三、可重填設計

可重填不適用於直接以補充式包裝販賣之產品，補充式包裝雖可能存在環保性質，但在綠色設計考量中並無顯著優越性。設計可重填產品或包裝之特性，能在其原來的型態內，除特定要求事項，如清潔或清洗之外，不需額外處理即可被充填同樣或類似產品數次以上。

可重填設計的使用條件如下：

- 1.除非此產品或包裝能依據其原始目的被再利用或重填，否則不屬於可再利用或可重填之設計。
- 2.僅應在下列情況之一或二或兩者下，才屬於產品或包裝為可再利用或可重填之設計：
 - (1) 已有方案來收集使用過的產品與包裝，以進行重填。
 - (2) 已有設施或產品，使消費者能進行產品或包裝之重填。
- 3.當產品或包裝出售地區中佔合理比例的產品消費者無法很容易地使用收集用過的產品或包裝之方案，或使用達成再利用或重填目的之設施時，應遵循下列。
 - (1) 可再利用或可重填之設計，應符合該使用方案或設施的條件。
 - (2) 此符合條件的設計應充分地表達收集方案或設施取得之有限性。
 - (3) 一般性的使用條件，如”若設施存在時，可再利用／重填”並無法表達收集方案或設施取得之有限性，因此並不足夠。

可重填設計應包括下列內容：

- (1) 提出可重填或再利用設計之產品，實際上應可被重填或再利用。
- (2) 已有可進行重填之設施，供可重填設計之產品使用。
- (3) 進行產品重填所需的設施，應能便利地提供給合理比例之產品消費者使用。

四、易回收設計

物料之回收為許多廢棄物預防策略之一；選擇策略時，需依據各種情況做出決定，並須考慮做此決定時所產生之不同區域衝擊。”易回收設計”通常是指提供消費者回收的管道；實際的廠內回收作業涉及的是”可拆解設計”及”使用回收料”。

易回收設計的方式有：

- 依據 ISO 11469 標準標示塑膠件。
- 儘可能使用單一均質的塑膠材料。
- 避免膠合或熔接不同材質之塑膠材料。
- 使用嵌合或彈扣的組裝方式：減少使用螺栓、黏貼的方式組合。
- 避免或減少塑膠件的表面塗佈或電鍍處理，或使用可易於分離之表面處理。
- 塑膠料件避免使用黏性貼紙或是發泡塑膠；若有必要，應使用易撕式貼紙。
- 減少產品塑膠內的添加劑使用。

當產品出售地區中，佔合理比例的消費者，無法很容易地使用回收產品的收集或回收設施時，則應遵循下列。

- 1.應使用有附帶條件的可回收設計，此附帶條件應充分表達收集設施取得之有限性。
- 2.一般性的條件用語，例如"當回收設施存在時，可以回收"，並無法表達收集設施取得之有限性，因此並不足夠。
- 3.應有可回收之證據說明
 - (1) 如可回收設計的環境訴求可能會造成誤解時，則應有一份解釋性說明。未附有解釋性說明之可回收的設計，只有在所有可預見的情況且任何條件下皆為正確時方有可能實現。可依實際情況，選擇是否使用解釋性說明。
 - (2) 解釋性說明可包括物料之鑑別。
- 4.可回收設計應僅在不需取得機密之商業資訊即可進行查證時，才被認為是可查證的。產品製造/販賣商可主動對大眾公開在查證可回收宣告時所需之資訊；否則在被要求提出時，即應在合理的成本、時間、地點的情況下，公開查證可回收宣告所需之資訊。可回收設計的資訊，應包括下列證據：
 - (1) 應有將物料從產源移轉到回收設施的收集、分類、運送之系統，並能很便利地提供給該項產品出售地區中，佔合理比例的消費者使用。
 - (2) 回收設施實際存在，並能夠提供給被回收之物料使用。

五、使用回收料

使用回收物料的手段包括以下四種：

- 1.回收消費前物料：自製程的廢棄物流中所衍生之物料；不包括來自重新加工、重新打磨或由製程產生，但可經由產生它的同一製程內回收再利用之廢料。
- 2.回收消費後物料：產生自家庭或商業、工業、機構設施等產品終端使用者，並已不能再提供其原來功能之物料，包括來自經銷網的退貨物料。
- 3.回收物料(**recycled material**)：經過再製造製程的回收材料，製成最終產品或可供納入產品的組成分。
- 4.再製(再生)物料(**recovered or reclaimed material**)：原被視為廢棄物而處置或使用於能源回收的物料，但卻被收集與回收成為使用於製程或回收程序中，替代新物料之投入物料。

使用回收料的配合性要求如下：

- 1.雖然在某些時候，可能優先使用回收再製用語其中之一或其他用語。

就本分項基準之目的而言，再製物料與再生物料此二用語，被視為具同樣意義。其他相關用語，如再生資源(Renewable resources)、回收再利用(Reuse and recycling)、再使用(Reuse)、再生利用(Recycling)，則參照「資源回收再利用法」之定義。

2. 依使用回收料之定義，廢棄物再生利用為燃料，被歸類為回收能源。物質回收則為許多廢棄物預防策略之一。選擇特定策略時需依據各種情況做出決定，並須考慮做出此決定時所產生之不同區域衝擊。應考慮的事實是，較高的回收比例並不必然伴隨有較低的環境衝擊。因此在使用回收料時，需特別謹慎。回收比例不僅對最終產品而言應為正確，亦應能考慮產品生命週期中的所有相關考量面，以鑑別在提高回收比例的過程中，不會有增加另一項潛在性之衝擊；但此點並不意指必須進行生命週期評估。而當提出回收比例時，應指出回收物料所佔之百分比。
3. 產品中各物料的回收比例百分比，應分別而非僅合併敘述。
4. 回收比例之標示
 - (1) 產品可選擇是否標示回收比例。
 - (2) 標示回收比例需指明"X%" 的數值。此 X 值是依據評估方法所計算出的回收比例整數值。
 - (3) 如回收比例百分比是一個變數，則可用"至少 X%" 或"大於 X%" 的說明來表示。
 - (4) 如回收比例單獨標示時可能會造成誤解，則應附有一份解釋性說明。未附有解釋性說明之回收比例標示，只有在所有可預見的情況且任何條件下皆為正確時方能提出。可依實際情況，選擇是否使用解釋性說明。
 - (5) 解釋性說明可包括物料之鑑別。
 - (6) 對於回收物料來源與數量之查證，可利用採購文件與其他可取得之紀錄執行。

此外，在使用回收料時，須注意廢棄塑膠產品中有害物質的流布。例如，3C 產品的電路板及外殼，其產品安全規格中都訂有阻燃劑添加需求，因此後續廢棄回收為再生料後，若被應用到其他無阻燃劑添加需求的產品內，即造成阻燃劑的流布。常用的阻燃劑多溴聯苯醚 (Polybrominated diphenyl ethers, PBDEs)，被廣泛地運用於各種民生用品、建築材料及電子產品上，包括建材、電器、家具、汽車、飛機、塑料、聚氨酯泡沫，和紡織品等。多溴聯苯醚類物質也具高脂溶、低揮發性，不易代謝。已有文獻指出，由於多溴聯苯醚與甲狀腺素之化學結構相似，可能會使人體甲狀腺內分泌失去平衡。訂定塑膠產品含阻燃劑規範，最優先的應該是對幼兒、兒童接觸產品(主要是玩具)，

不得添加含阻燃劑之塑膠再生料。

六、使用有機資材

使用有機資材的產品設計，對有機資材的使用有三種型式。

- 1.有機資材直接或經簡單物理處理後利用：通常此類有機資材之產品，消費廢棄後為生物可分解或可堆肥化；但實際的生物可分解度或可堆肥化程度，仍需以其對應的標準檢測結果為準。
- 2.有機資材經微細化後複合為產品之成分：通常此類有機資材之產品，已於微觀摻入混合其他可能難降解物料，可能導致產品消費廢棄後，成為生物不可分解或不可堆肥化之廢棄物。限於各物料摻雜比例不一，實際的生物可分解度或可堆肥化程度，仍需以其對應的標準檢測結果為準。
- 3.有機資材經化學方法分解或(及)合成為產品的原料：通常此類有機資材經化學方法分解或(及)合成後，可能與化石原料無區別，以該原料製造產品過程與使用化石原料無異，且生產出的產品特性與化石原料生產產品無異，廢棄後通常是生物不可分解或不可堆肥。例如以甘蔗或植物分解為乙醇合成樹脂原料再生產的塑膠製品，其特性與化石原料生產的塑膠製品無異。不過，仍需了解的是，以甘蔗或植物分解為乙醇合成樹脂原料，相較石油煉製製程，通常會有減碳效益。且甘蔗或植物屬可再生資源；而石油、煤、天然氣為不可再生資源。

4.2 生產製造

於生產製造階段，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：一、製程省資源；二、製程節能或回收能源；三、製程使用可再生能源。

一、製程省資源

製程省資源係指製造或銷售產品或特定的相關組成分時，可能減少的資源，除物料外，尚包括能源與水資源。

製程省資源設計的配合性要求如下：

- 1.所有關於減少資源使用之設計內容，皆應予量化。
- 2.提出製程省資源之設計時，應在解釋性說明中敘述所減少資源之種類。
- 3.如製程省資源設計過程中因減少某項資源使用，而造成其他資源使用增加時，則應於解釋性說明中敘述所增加使用之資源與增加之百分比。
- 4.有關產品之減少資源使用，應扣除包裝後單獨計算。
- 5.減少資源使用的計算，應以減少之百分比(%)來表示。
- 6.如在最初的十二個月內，可達到資源之減少使用，則可依據產品的設計或配銷或製程，估算減少資源使用量。
- 7.資源使用量的改變，應依據每項資源分別敘述。
- 8.依據產品製程或配銷或設計，可達到減少資源之使用，估算減少量。

二、製程節能或回收能源

如提出產品係由回收能源所製造，則使用之能源應符合下列條件：

- 1.從廢棄物料回收的能源，係指將廢棄物料收集與轉換為有用之能源。包括任何工廠、家庭、商業或公共設施的廢棄物料之收集與轉換。
- 2.提出製程回收能源前，應確保所有製程回收能源導致的不利衝擊，皆已被管理與控制。
- 3.用於回收能源的廢棄物之種類與數量應予敘述。

三、製程使用可再生能源

與水的移動有關連的可再生性能源產生量，應僅在於以永續發展原則管理的產源，始可算是使用可再生能源。

製程完全使用可再生能源，應僅在該製程的能源供給是 100%可再生時才可提出。否則，可再生能源應符合下列條件：

- 1.當部分能源供給是來自再生能源，其比例應被清楚地敘述。
- 2.對一製程使用來自包含一定比例再生能源的電力網電能時，該再生

能源的計算，需要特別小心。

4.3 產品使用

於產品使用階段，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：一、使用階段省資源；二、使用階段省水；三、使用階段省能源；四、使用階段防止污染。

一、使用階段省資源

使用階段省資源係指製造或銷售產品或特定的相關組成分時，可能減少的資源，特指物料資源。

- 1.所有關於減少資源使用量，皆應予量化。
- 2.提出減少資源使用量時，應在解釋性說明中敘述所減少資源之種類。
- 3.如因減少某項資源使用，而造成其他資源使用增加時，則應於解釋性說明中敘述所增加使用之資源與增加之百分比。
- 4.有關產品之減少資源使用量，應扣除包裝後單獨敘述。
- 5.減少資源使用的訴求，應以減少之百分比(%)來表示。
- 6.如在最初的十二個月內，可達到資源之減少使用量，則可依據產品的設計或配銷或製程，估算減少資源使用量。
- 7.資源使用量的改變，應依據每項資源分別敘述。
- 8.依據產品的製程或配銷或設計，可達到減少資源之使用，估算減少量。

二、使用階段省能源

與水的移動有關連的產能之可再生性能源，應僅在於以永續發展原則管理的產源，始可被提出。

減少能源消耗之設計，一般是以能源效率、能源維護、能源節約等方式表達。

- 1.所有關於減少能源消耗量，是一項比較性計算。
- 2.減少能源消耗量，應以產品使用中或服務提供時所減少使用之能源消耗為依據；不應包括在製造此產品製程中所減少使用之能源。
- 3.能源消耗的減少量，應依據針對每一產品確立之標準與方法來量測。
- 4.能源消耗的減少量須採用統計程序來計算平均數值。能源消耗減少量評估方法的選擇，應依據適當標準與統計方法量測。用來評估與查證訴求之方法，應依據下列優先順序進行：國際標準、具有國際接受度並認可的標準(可包括區域或國家標準)，或接受過審查的產業或行業方法。

產品完全使用可再生能源，應僅在該產品的能源供給是 100%可再生時才可提出。否則，使用可再生能源應符合下列條件：

- 1.當部分的能源供給是來自再生能源，其比例應被清楚地敘述。
- 2.對一產品使用來自包含一定比例再生能源的電力網電能時，該再生能源的計算，需要特別小心。

三、使用階段省水

省水之設計，一般是以用水效率、水資源保育、節約用水等方式表達。

- 1.所有關於用水效率或減少用水量，是一項比較性計算。
- 2.減少用水量，應以產品在使用時用水之減少量為依據；不應包括此產品的製程中所減少使用之水量。
- 3.用水量應依據針對每一產品確立之標準與方法來量測。
- 4.用水量須採用統計程序來計算平均值。使用方法的選擇應依據下列優先順序進行：國際標準、具有國際接受度並認可的標準(可包括區域或國家標準)，或接受過專家審查的產業或行業方法。如尚無已存在的方法時，設計者得擬定一個方法，並能提出接受審查。

四、使用階段防止污染

產品設計者應考量使用階段的污染，並在產品設計時予以防止；或為它項產品使用過程之污染，設計一防止污染的產品。

海洋中塑膠微粒柔珠的污染即為一典型的案例，產品設計者可以其他綠色設計準則，例如使用生物可分解或有機資材柔珠，以防止化妝品塑膠柔珠於使用階段成為海洋塑膠微粒。或以本項使用階段防止污染的綠色設計準則，設計一補捉洗衣纖維的產品，減少每次洗衣脫落的纖維形成海洋塑膠微粒。

4.4 廢棄管理及回收

於廢棄管理及回收階段，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：
一、可堆肥化；二、回收再利用。

一、可堆肥化

可堆肥化的產品設計端準則，詳見 4.1 節，產品設計與原料取得，六、使用生物可分解材質，該章節之說明。再廢棄管理及回收階段之可堆肥化考量準則如下。

如產品，或產品之組成分，具有下列情況時，則不屬於可堆肥性：

- 1.對堆肥作為土質改良劑之整體價值產生負面影響時。
- 2.在分解的任何階段或後續之使用過程，會釋放出濃度足以傷害環境之物質時。
- 3.在產品或組成分可能被分解的系統中，會明顯地降低分解速度時。

所有的可堆肥性，皆應清楚地符合下列條件：

- 1.應敘明所鑑別的組成分在何類堆肥設施中可以被堆肥化，是在一般堆肥設施或現地，或集中式堆肥設施。除非此產品在任何種類之設施皆可堆肥化，否則不需做出限制。
- 2.如整個產品並非可堆肥化的，應指明那些零組件可被堆肥化。如產品的使用者需要分離這些零組件，則應提供如何分離的清楚說明。
- 3.如將產品引入一般堆肥設施或現地或集中式處理設施會有相關的問題或風險時，則訴求中應指明何種類別的設施能將此產品堆肥化。

如可堆肥性係有關於家庭堆肥，則下列之附帶要求事項應適用：

- 1.如需進行重要的前處理或產品變更才能確保滿意的可堆肥性，或需對產品或組成分產生之堆肥，進行重要的額外處理方能使用，則不屬於可堆肥性。
- 2.如產品或組成分以家庭堆肥處理，需要一般地區中難以具備之材料、設備(堆肥箱除外)或特殊技能時，則不屬於家庭可堆肥性。

如可堆肥性，需依賴堆肥箱以外之製程或設施，則下列規定應適用：

- 1.應有堆肥處理此項產品的設施，並能提供給該項產品出售地區中，佔合理比例之消費者便利地使用。
- 2.如該項設施無法提供給該項產品出售地區中佔合理比例的消費者便利地使用時，應用解釋性說明來充分地表達這些設施取得之有限性。

二、回收再利用

除非此產品能依據其原始目的被回收再利用，否則不屬於回收再利用之設計。

僅應在下列情況下，才屬於產品為回收再利用之設計：

- 1.已有方案來收集使用過的產品，以進行回收再利用；或
- 2.已有設施或產品，使採購者能進行產品之回收再利用。

當產品出售地區中，佔合理比例的產品消費者，無法很容易地使用收集用過的產品之方案，或使用達成回收再利用目的之設施時，應遵循下列。

- 1.應充分地表達收集方案或設施取得之有限性。
- 2.一般性的使用條件，如"若設施存在時，可回收再利用"，並無法表達收集方案或設施取得之有限性，因此並不足夠。

回收再利用之設計，應僅在不需取得機密之商業資訊即可進行查證時，才被認為是可查證的。廠商可主動對大眾公開在查證可再利用時所需之資訊；否則在被要求提出時，即應在合理的成本、時間、地點的情況下，公開查證可再利用所需之資訊。回收再利用之設計，應包括下列證據：

- 1.已有可回收再利用設施，供回收再利用之產品應用。
- 2.進行產品回收再利用所需的設施，能便利地提供給合理比例之產品消費者使用。

4.5 全生命週期之整合考量

於全生命週期過程，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：一、產品低污染或無危害；二、碳足跡或溫室氣體減量；三、產品生產週期與供應鏈管理。

一、產品低污染或無危害

設計範圍包括整體產品，產品表面塗料，塑膠零組件，產品採用之紡織品，產品採用之黏著劑，產品採用之感光材料、碳粉、染料、墨水、電池、燈管，容器，清潔產品內容物等。以上範例僅為說明性質，並不完整。

「無.....危害」為一般用語，應用在提供製程及產品或其組成分，相關禁止、限制使用特定物質的資訊。本低污染設計之用語包括「無.....」及「特定化學物質含量低於.....單位」。「無.....」之環境訴求僅應在所含特定物質的含量，低於一般公認之微量污染物或背景值時，才屬於低污染。特定物質的含量低於可指明的規範之管制限值，應屬於「無.....」(該規範有指定表示法時)或「特定化學物質含量低於.....單位」。

在下列情況下，可提出製程、產品或包裝「無.....」或「特定化學物質含量低於.....單位」：

- 1.該特定物質不在國家法規中被禁止或被訂有管制限值。
- 2.「無.....」若係低於一般公認之微量污染物或背景值時，應附註檢測極限。
- 3.「無.....」若係基於特定規範之指定表示法，應隨附有解釋性說明，提出特定規範名稱及管制值。
- 4.係依據與此產品項目有直接關聯的某些成分或某些特點時。
5. 與產品的生命週期中已經存在的某些主要環境考量面有關。
- 6.應附有解釋性說明，展現特定物質之定期檢測結果與報告；認可之第三方檢測機構的檢測應定期實施。
- 7.應附有解釋性說明，以敘明其中特定物質之環境考量，及替代物質或免除特定物質之環境效益，產品或包裝特性之改變。
- 8.「無.....」之特定物質，若為相同或類似功能的替代物質取代，應具體與清楚地說明替代物質之環境優越性，並提出改善的比較性主張，及比較基礎。

"無....."之設計，若僅部分符合可指明的規範之管制限值；例如僅符合可指明規範之數種管制物質限值之一或數項；則不應有意或無

意地誤導消費者，產品係"完全符合"。需要注意，即使在字面上無誤，但如可能被採購者做出錯誤闡釋，或因遺漏相關事實而造成誤導。

此外，「無……」或「特定化學物質含量低於……單位」之環境訴求，應依據適當標準與統計方法量測。用來評估與查證訴求之方法，應依據下列優先順序進行：國際標準、具有國際接受度並認可的標準(可包括區域或國家標準)，或接受過審查的產業或行業方法。如尚無已存在的方法時，設計者得擬定一個方法，並能提出接受審查。

特定物質的含量低於可指明的規範之管制限值，應以「未含特定物質」(該規範有指定表示法時)或「指定化學物質含量低於特定值」提出。

二、碳足跡或溫室氣體減量

本基準適用於具有「溫室氣體排放相關」性質之產品。「碳足跡」為一般用語，應用在提供製程及產品兩者相關溫室氣體排放的資訊。本條文包括相關產品「碳足跡」及「碳中和」。

產品碳足跡係為生命週期的溫室氣體排放總量，其亦包括長期的二氧化碳移除量。產品碳足跡是報告全球暖化或氣候變遷之環境衝擊類型的一種方式，該衝擊在生命週期評估中被評價；但未表明一產品在其生命週期的總環境績效。

碳中和係指一產品(一產品系統亦同)其碳排放為零，或一產品之碳足跡已被抵換。和一產品有關，「碳中和」要求自此產品生命週期，將特定產品系統中所有階段排放之所有溫室氣體，已經被減量、移除、或經抵換系統、權證系統或其他方式的量化計算。碳中和應包括：

- 1.一個產品零碳足跡的聲明，或
- 2.一個有關產品生命週期之元素已經被抵換的清楚聲明。

包括抵換的碳中和訴求也應是有條件地以一聲明，宣告此產品碳足跡，並清楚解釋被抵換的為何。提供所採用的抵換計畫的所有細節，及能夠使消費者獲取解釋抵換方案進一步資料來源的資訊。組織宜優先經由預防策略，減低自己的排放；及將石化能源來源替代為可再生能源來源，來達到碳中和；獲取碳抵換可以用來作為補償剩下的排放。碳中和的確認，首先是基於碳足跡的計算，接著是抵換等量的碳足跡排放的扣減。另一選擇為，碳中和能夠以產品零碳足跡來達成。

三、產品生產週期與供應鏈管理

綠色創新歷程需要透過考量「產品生產週期」，及改造「綠色供應鏈」來進行。具體作法包括製造綠色產品、取得綠色認證、綠色服務創新、落實企業社會責任。

製造綠色產品可參考本指引各生產週期階段，所對應的各項綠色設計準則。在各生產週期階段完成綠色產品設計與製造後，除依據前述各項綠色設計準則之自我環保宣告外，仍需取得客觀第三者的產品綠色認證，例如國內外的環保標章、碳標籤、可堆肥化標章等。綠色產品設計與製造過程最好能擴及改造「綠色供應鏈」，使供應鏈提供的各項零組件與服務皆能環保化。例如碳足跡盤查與減量，必須透過供應鏈才有辦法蒐集盤查資訊與挖掘減碳機會。

綠色產品設計與製造後，進一步的就是綠色服務創新。綠色服務創新具有不分國界地域、跨領域技術、創新的綠色商業模式、永續環境整體的關照等特性。改變供應商與客戶之間的關係，因而產生新的綠色營收模式，特別是有些綠色產品服務模式更牽涉到與客戶之間的收益分享。

落實企業社會責任則需在環境、經濟、社會各層面努力。包括環境教育，擴散環保與綠色經驗，供應商參與綠色環保教育，員工生態旅遊，援助弱勢團體，資助生態復育，推廣環保講座，贊助環保紀錄片製作與播映等。尤其需要在符合企業營運與生產產品特性的社會層面，承擔企業在該層面的努力與推動改善。

此外，要注意的是以「永續性」概括性地暗示一項產品對於環境具有效益或好處，是不恰當的。「永續發展」為「能滿足當代需求，同時不損及後代滿足其需求之發展(WCED, Our Common Future, 1987; 環境基本法)。」永續發展大體上整合了高品質生活、健康、繁榮，及社會正義，並維護地球對生物多樣性的支持能力的目標。這些社會，經濟及環境目標是相互相關，並互相強化。永續發展可以看待是表達整個社會的廣泛期望的一種方式 (ISO 26000: 2010)。永續性的觀念極為複雜，且仍在研究中，目前尚無一定之方法來量測永續性或確認其達成度，因此，不應有達成無條件「永續性」之環境訴求。但是當使用一個有條件「永續的」及「永續性」或「永續發展」的設計，訴求的任何部份應遵循相關的環境考量面。訴求有條件「永續.....的」，可以在第三者查證計畫中被使用，例如關於「永續林業」或「永續漁業」的永續性。

4.6 生物可分解材質議題

一、生物可分解材質

可分解性是化學結構的易改變性，後續發生的物理與機械性質變化則導致產品或物料之分解。下列條件適用於所有型式之生物可分解：

- 1.可分解性應僅在與特殊測試方法，包括最大分解程度與測試期間有關的情況下方能提出，並應與產品可能被處置之環境狀態有關。
- 2.如產品，或產品中的組成分在分解時，會釋放出濃度足以傷害環境之物質時，則不屬於可分解之產品設計。

在塑膠製品綠色設計的原料替代手段中有一重要的議題需先釐清，也就是生物可分解及可堆肥的意義，兩者是有差異的；且更重要的是需釐清何謂生物可分解。

- 1.「生物可分解(biodegradable)」是指有機物質進入天然碳循環的難易程度，最終將其轉化為微生物生物質和二氧化碳，或沼氣、二氧化碳和甲烷的混合物³⁸。影響生物分解速率和程度的關鍵因素是有機物質及其狀態的性質(無論是溶解還是懸浮粒子)。其他環境因素包括氧氣，鹽度，溫度，pH 值，營養物質，或其他存在或不存在的化學因素。環境條件會影響生物分解的發生及速率，但由於生物可分解性無法針對每一個可預想到的環境進行評估，有關有機物可能會被排出並可能持續存在累積在環境中，因此生物分解性檢測是必須的。對生物可分解塑膠的檢測應包含，廢水好氧及厭氧消化、海水表面層、底棲的海洋環境，及水生動物的體內環境。以生物可分解材質替代塑膠之使用材質，必須經過不同環境的檢測，確認其在該環境下的分解度是否有影響。
- 2.「可堆肥(compostable)」塑膠不含傳統塑膠(如聚乙烯 PE、聚丙烯 PP、聚苯乙烯 PS、聚氯乙烯 PVC)，要能靠微生物進行分解後變成有機質、二氧化碳跟水，才算真正生物可分解。為確保可堆肥生物可分解塑膠真的可分解，歐盟、美、日、澳洲等都發展出嚴謹的認證程序；我國環保標章也有生物可分解塑膠的規範。此外，這類塑膠製品的高分子在製造過程中還是有可能使用含重金屬催化劑進行聚合。所以可堆肥驗證過程中，也必須確保分解後不會殘留毒性或有害重金屬，以免有害物質殘留在土中進入食物鏈。

³⁸ Angelidaki I., Sanders W., Assessment of the anaerobic biodegradability of macropollutants, Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 3(2), 117-129, 2004.

二、環保標章規格標準「生物可分解塑膠」

我國環保標章規格標準「生物可分解塑膠」係指在堆肥化期間經歷生物降解過程中，以與其他已知可堆肥化材料一致之速率產生二氧化碳、水、無機化合物及生質，且未遺留可目測、可區別或有毒殘留物之塑膠。有機碳轉換為二氧化碳率 $\geq 90\%$ ，產品中無機填充物之重量組成應不得超過 40%，產品中不得含聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯或聚氯乙烯等成分，產品之附加物，如接著劑、印刷油墨或標籤等之總重量應不得超過產品總重量 1%。產品應符合經濟合作發展組織化學品試驗指導綱要 208 號(OECD Guidelines for the Testing of Chemicals)之無毒性規定。生物可分解管制限值為有機碳轉換為二氧化碳率 $\geq 90\%$ 之檢測標準，係依據中國國家標準 CNS 14432 (ISO 14855)塑膠材料在控制堆肥條件下最終好氣生物分解度及崩解性測定法—二氧化碳釋出量分析法。

除第一類環保標章相關生物可分解及堆肥之規格標準外，我國環保署第二類環保標章可申請的產品相關環境訴求之定義有：

- 1.具生物可分解：產品可在特定情況下，於一定時間內生物分解至特定之程度。
- 2.具可堆肥化：產品或其組成分可被生物分解為相當均質性且穩定類似腐植質之物質。

目前國際間較為常見的依循法規，諸如歐盟之 EN 13432。該 EN 標準除了包含 ISO 14855 的規定外，還特別包含了生態毒性(ecotoxicity)之測定，其一般檢測乃選擇兩種高等植物來檢測，經由 ISO 14855 的工業型堆肥(56-60°C)所獲得的堆肥土不會對於植物的生長造成任何不良後果，具有較為完整的生物可分解性質之生態安全性要求。但無論是 CNS 14432 或 EN 13432 皆是採用工業型堆肥(56-60°C)，其溫度範圍與自然界的一般溫度範圍差異太大；所以目前歐盟主要國家開始要求生物可分解性(或稱之為可堆肥化塑膠)應該要符合家庭式堆肥(20-30°C)分解之要求，基本上即是 EN 13432 的改良版。此類標準的改進修正，是未來生物可分解材質檢測的改進方向。且歐盟亦進一步研擬將生物可分解環境改為土壤、水或海水等環境；同時無論是何種分解環境，皆須將分解物進行其相關的生態毒性測定。

可分物分解性始終是一個隱晦的技術性議題，且其定義常存在些許模糊空間。近年來逐漸明確化的部分是含氧可裂解聚合物，及石化基與澱粉基等混合高分子，由於容易在環境中裂化為生物不可分解的微塑膠，因此已被聯合國、各國與眾多團體歸類為非綠色產品³⁹。圖

³⁹ Biodegradable Plastics and Marine Litter: misconceptions, concerns and impacts on marine

4.6-1 即為一含氧可裂解塑膠購物袋的例子。



圖 4.6-1 非綠色產品之含氧可裂解塑膠袋

此外，需注意的是 PLA 僅是目前生物基的生物可分解塑膠中，市場佔有率最高的一種；仍然有其他種類的生物可分解塑膠。配合回收路徑之實踐(區分為材質回收及堆肥)，可視需要開放使用與回收生物可分解塑膠。此外，生物可分解塑膠由樹脂原料、混配母料生產、製品生產的過程，亦有可能改變其生物可分解性。因此，生物可分解度的驗證至少須塑膠製品能夠通過，或包括樹脂原料與混配母料皆需檢測通過。

三、限塑措施公告中相關「生物可分解塑膠」事項

環保署近期的限塑措施公告有兩則涉及生物可分解塑膠適用範圍的內容，需特別注意。民國 106 年 8 月 15 日公告修正「購物用塑膠袋限制使用對象、實施方式及實施日期」，本次修正公告規定取消管制對象之購物用塑膠袋厚度管制，厚袋、薄袋皆不得免費提供予消費者；且取消管制購物用塑膠袋之材質豁免，將各種購物用塑膠袋一併納入管制，也就是生物可分解購物用塑膠袋亦限制使用。

民國 107 年 6 月 8 日公告預告「一次用塑膠吸管限制使用對象、

environments, UNEP, 2015.

http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7468/-Biodegradable_Plastics_and_Marine_Litter_Misconceptions%2c_concerns_and_impacts_on_marine_environments-2015BiodegradablePlasticsAndMarineLitter.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y

實施方式及實施日期」草案，以下列方式提供之吸管，非屬本公告所定一次用塑膠吸管限制使用範圍：

- 1.經認定符合行政院環境保護署公告之環保標章規格標準項目「生物可分解塑膠」，並取得環保標章使用證書者。
- 2.以紙類或木片、甘蔗、蘆葦、麻、稻草、麥桿、稻殼等植物纖維為主體，塗佈塑膠、貼合塑膠薄膜或其他以物理方式即可分離出塑膠成分之吸管，其塑膠成分含量重量低於百分之十者。

也就是取得環保標章「生物可分解塑膠」的吸管，不受一次用塑膠吸管限制使用管制。若產品有外銷法國，則另外一個與塑膠含量百分比有關是，法國塑膠禁令並不包括含生物基材料達一定比例的可堆肥袋；2017年1月1日起，生物基材料比例達30%的一次性塑膠袋將不在禁用範圍內；標準逐年提高，2020年生物基材料需達50%才准許使用，2025年再提高為60%。

四、生物基或石化基材料及生物可分解或不可分解之關係

就「使用生物可分解材質」及「使用有機資材」而言；是不是生物基材料或石化基材料，與是不是生物可分解或生物不可分解，並沒有必然性。也就是說，不是所有的生物基塑膠都是生物可分解的；反之亦然。四類塑膠的原料來源與生物分解性，區分如圖4.6-2所示。

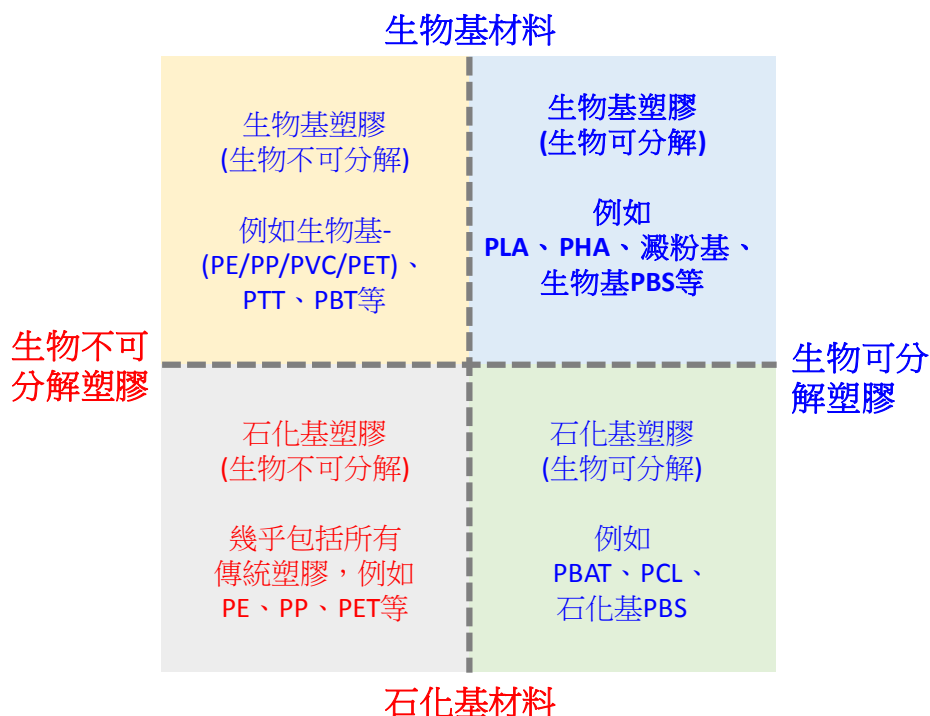


圖 4.6-2 生物基或石化基材料及生物可分解或不可分解之關係

生物基塑膠是指塑膠的原料是來自於生物質，而非石油；生物可分解塑膠是指可以在特定條件下被生物降解的塑膠。圖 4.1-2 顯示了四類塑膠的原料來源與生物分解性的區分，分別說明如下：

- 石化基生物不可分解塑膠：
一般的傳統塑膠，比如聚乙烯(PE)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)等。
- 石化基生物可分解塑膠：
來自於石油，但是可以被生物分解的塑膠。產業化基本上就三種：聚己二酸/對苯二甲酸丁二酯(PBAT)、聚己內酯(PCL)、石化基聚丁二酸丁二醇酯(PBS)。
- 生物基生物不可分解塑膠：
原料來自於生物質，但成分和傳統塑膠一樣，比如生物基 PE、生物基 PET、聚對苯二甲酸丙二醇酯(PTT)、聚對苯二甲酸丁二酯(PBT)等。
- 生物基生物可分解塑膠：
同時滿足生物基和生物可分解兩種特性，產業化基本上有四種：聚乳酸(PLA)、聚羥基脂肪酸酯(PHA)、生物基聚丁二酸丁二醇酯(PBS)、澱粉基塑膠。

4.7 綠色設計評估方式與指標

一、使用回收料之評估方式與指標

使用回收料之回收比例，應依據下列計算方法所得之百分比數值表示。若於無方法可直接量測產品中的回收比例，可由獲自回收程序之物料質量，於扣除損失量與其他轉換損失之後，加以計算：

$$X(\%) = \frac{A}{p} \times 100$$

式中，

X：為回收比例，以百分比數值表示。

A：為回收物料質量。

P：為產品質量。

上述所取各計算值之來源，參見物料回收系統圖示(圖4.1-3)。

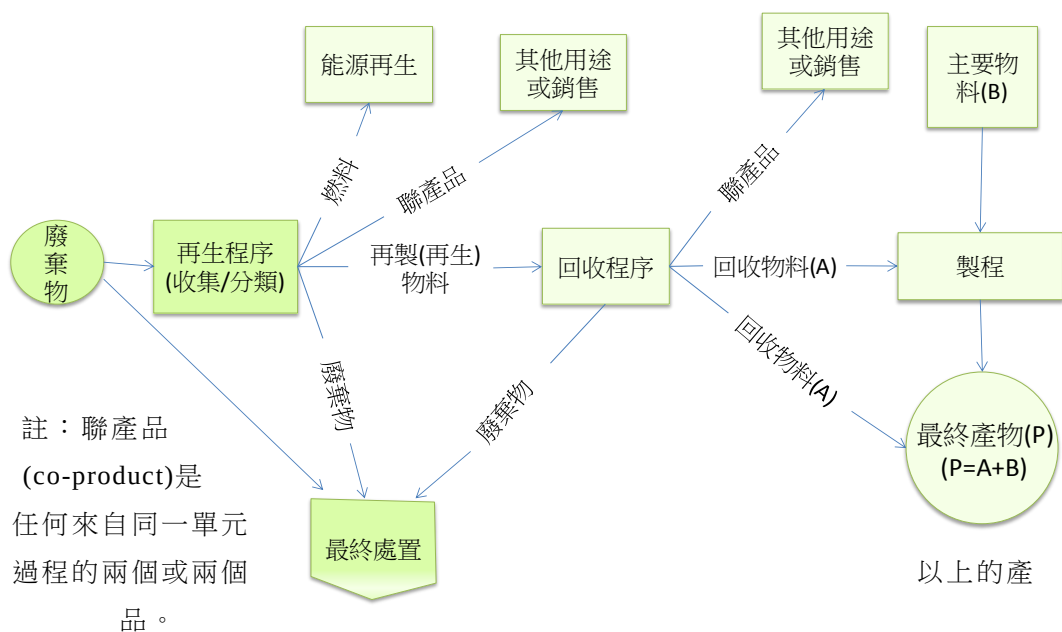


圖 4.1-3 物料回收系統圖示

二、製程省資源之評估方式與指標

每一產品生產單位所消耗之資源量，應將十二個月期間內所使用的總資源投入量，除以相同十二個月內總生產量之計算方式求得。

減少資源使用之百分比(%)，應使用下列公式計算。

$$U(\%) = \frac{I - N}{I} \times 100$$

式中，

U：為每一生產單位減少之資源使用量，以百分比表示之。

I：為最初的資源使用量，以每一生產單位所消耗之資源量表示。

N：為新的資源使用量，以每一生產單位所消耗之資源量表示。

三、製程節能或回收能源之評估方式與指標

應使用下列計算方法來進行回收能源之評估：

1. 淨回收能源之訴求，應以下列方式來表達：

$$\text{淨回收能源}(\%) = \frac{R-E}{P+R-E} \times 100$$

式中：

P：是製程中用來製造此產品，且來自於主要來源之能量。

R：是來自於能源回收過程之能量。

E：是來自於主要來源之能量，且被用於能源回收過程中，
以回收或採自回收能源之能量。

2. 只有在 $R - E > 0$ 時，才有可能達到製程回收能源。

四、使用階段省資源之評估方式與指標

使用階段每一產品生產單位所消耗之資源量，應將十二個月期間內所使用的總資源投入量，除以相同十二個月內總生產量之計算方式求得。減少資源使用之百分比(%)，應使用下列公式計算。

$$U(\%) = \frac{I - N}{I} \times 100$$

式中，

U：為每一生產單位減少之資源使用量，以百分比表示之。

I：為最初的資源使用量，以每一生產單位所消耗之資源量表示。

N：為新的資源使用量，以每一生產單位所消耗之資源量表示。

四、可靠性之評估方法

1. 綠色設計準則應實施評估措施，以達成為查證該設計準則所需之可靠與可重複之結果。
2. 評估應予以完整的文件化，同時此項文件應依據資訊公開目的而保存。文件保留之期間，考慮產品壽命所定之合理期間，應為產品上市期間，以及下市之後三年。

關於可靠性之指引，見下列參考標準：

- (1) ISO 9004-1: 1994 (品質管理與品質系統要項-第一部分：指導綱要)
- (2) ISO/IEC Guide 25: 1990 (校正與測試實驗室能力之一般要求事項)
- (3) ANSI/ASQC E4-1994 (環境數據蒐集與環保科技計畫之品質系統規範與指導綱要)
- (4) EN45001: 1989 (測試實驗室作業之一般準則)

五、比較性主張及比較性計算之評估方法

1. 比較性主張，應依據下列之一項或多項進行評估：
 - (1) 本身之先前產品。
 - (2) 產品本身之先前製程。
 - (3) 另一個廠商之產品。

(4) 另一個廠商之製程。

此項比較僅應以下列方式來進行：使用已公布的標準或經認可之測試方法；及一與提供類似功能的同等產品比較，該產品係由現在或最近，在同一產品市場中之同一或另一廠商所供應。

2. 涉及產品生命週期的環境考量面之比較性主張應：

(1) 使用相同的測量單位予以量化並計算。

(2) 依據相同的功能單位。

(3) 採用適當之時間間隔來計算，一般為十二個月。

3. 比較性計算可依據百分率或絕對(測量)值

(1) 百分率，此時應以絕對值差異之方式來表示

範例：當回收比例由 10% 改變成 15% 時，其間的絕對差異是 $15\% - 10\% = 5\%$ ，此時可以提出額外增加 5% 回收比例之比較性計算；但如提出回收比例增加 50% 之主張，可能造成誤導。

(2) 絕對(測量)值的情況須以相對之改善程度來表示

範例：如果說先前的產品壽命為 10 個月，在進行產品改善之後壽命增加為 15 個月。則相對差異為

$$\frac{15 \text{ 個月} - 10 \text{ 個月}}{10 \text{ 個月}} \times 100 = 50\%$$

此時可提出產品壽命增加 50% 的訴求。如其中之一數值極為微小時，應使用絕對差異值。

4. 有關產品與其包裝物之改善程度，應分別而非合併敘述。

六、評估方法之選擇

評估方法應依據下列優先順序進行：國際標準、具有國際受度並認可的標準(可包括區域或國家標準)或接受過專家審查的產業或行業方法。如尚無已存在的方法時，得自行擬定一個方法，但此方法要能滿足本節之其他規範，並能提出並接受審查。

七、評估方法與結果之資訊取得

1. 產品綠色設計主張(即產品綠色設計準則之環境化特性)，應僅在不需取得機密之商業資訊即可進行查證時，才被認為是可查證的。如需取得機密性商業資訊方能進行查證時，則此項主張不應被提出。
2. 產品綠色設計主張者可主動對大眾公開，在查證產品環境化特性時所需之資訊。否則在任何尋求查證此項環境化特性之人員提出要求時，即應在合理的成本(例如支付管理費用)、時間、地點的情況下，

公開查證所需之資訊。

3. 依據評估方法之可靠性要求，需要文件化與保存之資訊，最少應包括下列：
- (1) 所使用的標準或方法。
 - (2) 如無法以測試最終產品的方式來查證時，已文件化其環境化特性之證據。
 - (3) 在查證環境化特性時需要的測試結果。
 - (4) 如測試係由一獨立的第三者執行時，該第三者之名稱與地址。
 - (5) 此項綠色設計主張不僅對最終產品而言應為正確，亦應能考慮產品生命週期中的所有相關考量面，以鑑別在減少一項環境衝擊的過程中，同時增加另一項環境衝擊之潛在性。且此項主張應與發生相對應的環境衝擊之地區有關。
 - (6) 如產品綠色設計主張包含與其他產品之比較時，則使用方法的敘述、這些產品之任何測試結果，及任何所做之假設，均應清楚說明。當提出環境優越性或改善的比較性主張時，應具體並清楚地說明比較基礎，尤其是此項環境化特性與改善發生日期之關聯性。
 - (7) 產品綠色設計主張者的評估結果，應能確保其產品環境化特性在下述期間內維持持續正確性的證據；此期間涵蓋產品上市的期間，以及產品下市之後，考慮產品之壽命所定的合理期間。

第五章 產品綠色設計案例

本章以生命週期階段區分，蒐集塑膠產品綠色設計資訊。以下則分別從塑膠產品的產品設計與原料取得階段、生產製造階段、產品使用階段、廢棄管理與回收階段，提供產品綠色設計案例供產業參考。

5.1 產品設計與原料取得

於產品設計與原料取得階段，減低環境衝擊最主要的綠色設計準則包括：一、延長產品使用壽命；二、可拆解設計或可摺疊設計；三、可重填設計；四、可回收設計；五、使用回收料；六、使用生物可分解材質；七、使用有機資材等。

一、延長產品使用壽命

由於海洋塑膠廢棄物的問題日愈受重視，及自攪蠔龜鼻子取出塑膠吸管的影像震撼人心，因此全球各地的商品設計師及廠商，推出了多種材質與結構的無塑吸管或非塑吸管，即替代材質吸管，包括玻璃、不鏽鋼、鈦、矽膠、紙、竹、秸稈、海藻、蔗渣、生物可分解塑膠(例如 PLA)吸管等。其中以延長產品使用壽命進行設計者有，玻璃吸管、不鏽鋼吸管、鈦、矽膠吸管。雖然這些替代吸管的材質，除矽膠之外，都已經不是傳統石化塑膠製品，但作為一種原料替代的延長產品使用壽命的設計手段，仍然將這些非塑膠的替代材質產品，羅列出來作為參考案例。考量延長產品使用壽命所設計的塑膠製品，本節也列舉了可重複使用塑膠購物袋。

以延長產品使用壽命所設計的製品取代一次性塑膠製品(例如吸管)時，仍應考量兩者碳排放量的具大差異，及延長產品使用壽命製品的碳排放量攤分至其長生命週期後的排放量比較。此外，市場上的部分紙吸管仍為塑膠貼膜紙；PLA 吸管因不耐高溫，僅能用於冷飲；可能有廠商為增強吸管的耐熱性跟持久性，將 PLA 和 PP 混合。延長產品使用壽命之材質吸管使用後，一般需用管刷清潔。

此外，PLA 塑膠吸管，列於後續之「六、使用生物可分解材質」。紙、竹、秸稈、海藻、蔗渣吸管，則列於「七、使用有機資材。」

1.玻璃吸管

2013 年泰國峇里島製造的 Be Organic 玻璃吸管⁴⁰，有著彎曲的設計，多角度、不用傾斜杯子都能使用；Be Organic 並支持當地的

⁴⁰ 泰國峇里島 Be Organic 玻璃吸管，產品圖片 <http://beorganic.me/>

清除塑膠垃圾行動。圖 5.1-1 則為國內生產的玻璃吸管。



圖 5.1-1 玻璃吸管

2. 不鏽鋼吸管

2013 年成立的 MIT 不鏽鋼吸管品牌「QC 館」⁴¹，從最初一個月營業額僅有一、兩萬元，至今已發展到每月平均營業額五、六十萬，還在 2016 年文化創意產業博覽會獲得文創精品獎的肯定⁴²。

3. 鈦吸管

2014 年及 2016 年中鋼公司股東會紀念品分別送出鈦杯與鈦碗，造成熱門話題。中鋼已開發一系列鈦精品餐具，包括鈦鍋，極光雙層鈦杯，還有啤酒杯、金杯、便當盒、筷子、湯匙與叉子。中鋼表示純鈦餐具無金屬離子溶出疑慮，也不會產生金屬味道干擾啤酒、咖啡及紅酒風味。鈦鍋具不沾鍋特性；鈦的熱容低，可減少熱源使用量。鈦餐具耐蝕性佳，可用於盛裝檸檬水、柳橙汁及汽水等酸性

⁴¹ QC 館環保不鏽鋼吸管，產品圖片 <https://www.qc-tw.com/product.html>

⁴² 【綠色職人誌】為下一代打磨無塑吸管：專訪 QC 館創辦人夫婦，台灣環境資訊協會-環境資訊中，http://boot-topping5.rssing.com/chan-3994084/all_p388.html

飲品，後續則有廠商將中鋼鈦材料製造鈦吸管⁴³。

4.矽膠吸管

食品級矽膠(silicone)製吸管，如圖 5.1-2。可耐溫-40 ~220℃，可高溫殺菌。柔軟可摺疊，可以放在容器杯子中攜帶；但無法刺穿一般飲料店的飲料杯封膜，需先用切割小刀將封膜開孔。



圖 5.1-2 矽膠吸管

矽膠 (silicone) 亦稱矽酮、矽利康 (polymerized siloxanes, polysiloxanes)，是一個介於有機與無機的矽氧聚合物，由無機矽氧鍵骨架(...-Si-O-Si-O-Si-O-...)和以共價鍵與矽原子結合的支鏈有機基團組成，其化學式為 $[-R_2SiO-]_n$ ，其 R 為甲基、苯基等有機集團。矽膠透過控制骨架的長度、有機基團的種類和骨架的交聯，可得到具有不同性質的矽氧聚合物，從液體的矽油到有柔軟彈性的矽凝膠、矽橡膠和剛性的矽樹脂⁴⁴。

在英語，矽氧樹脂(Silicone)經常與矽(Silicon, Si)混淆；儘管矽氧樹脂含有矽原子，但並不只由矽原子組成。在中文，矽膠(silicone)又經常與矽膠(silica gel)混淆；矽膠(silica gel)是一種粒狀多孔的二氧化矽水合物，其化學式為 $mSiO_2 \cdot nH_2O$ ，由矽酸鈉加酸後洗滌乾

⁴³ 紀念品爆紅 中鋼推出一系列鈦精品餐具，聯合報，<https://video.udn.com/news/513220>

⁴⁴ <https://zh.wikipedia.org/wiki/矽氧樹脂>

燥製得，主要用作乾燥劑以及管柱層析和薄層層析中的吸附劑⁴⁵。

6.英國 Tesco 可重複使用購物袋(bags for life)

將原一次性的吸管、餐具改為非塑膠的延長產品使用壽命之材質或永久性材質，卻已不再屬於塑膠材質。同樣使用塑膠材質，但可延長產品使用壽命的例子，則有英國七大零售商之一的 Tesco 商店的購物袋。

2017 年 8 月 Tesco 捨棄收費 5 便士 (約台幣 2 元)的一次性塑膠袋⁴⁶，轉而採用由 94%再生塑膠製成的售價 10 便士(約台幣 4 元)的「可重複使用購物袋(bags for life)」⁴⁷。10 便士的購物袋強度較佳，可延長重覆使用的壽命。

7.馬來西亞 Tesco 令人難忘的袋子(The Unforgettable Bag)

2018 年 4 月馬來西亞 Tesco 則在吉隆坡的 11 家商店推出售價 9 便士的「令人難忘的袋子(The Unforgettable Bag)」，以展示他們的最新設計概念：如何用一個新的袋子設計，來減少浪費塑膠。新袋子有三種海洋生物的設計，鯨腹、龜貝、魚尾都有可掃描提供回饋購物金的特殊條碼，每次掃描後可以提供給顧客 4 便士的購物金回饋。因此，鼓勵購物者將袋子帶回超市，而不是成為一次用塑膠袋⁴⁸。

馬來西亞 Tesco 說 70%的客戶擁有自己的塑膠袋，但是常將它們留在車內，這就是為什麼會想到「令人難忘的袋子」的想法。伴隨動畫廣告，讓觀眾在水裏旅行中，同時擔心全球塑膠袋的使用浮出屏幕，隨著“海洋淹沒在塑膠中”的聲明開始，廣告訴求明確又令人動容。當然，對 Tesco 來說，這款新袋子也明顯存在企圖影響客戶的忠誠度。

另一些更接近永久性材質的購物袋，則是以天然棉帆布或其他人造塑膠纖維(例如尼龍)編織布的袋子，其強度更佳，使用壽命更長，更符合延長產品使用壽命的產品綠色設計準則。

至於一般定額消費贈送的不織袋，因多係聚丙烯(PP)噴熔黏結製作，通常強度較低，使用壽命也較短。

⁴⁵ <https://zh.wikipedia.org/wiki/硅胶>

⁴⁶ 2015 年 10 月英格蘭要求主要的零售商停止免費贈送塑膠袋，須以 5 便士 (5 Pence，約台幣 2 元)販售，並將收益捐給慈善機構。

⁴⁷ Tesco scraps plastic bags in favour of 'bags for life',
<http://www.itv.com/news/2017-08-07/tesco-scraps-plastic-bags-in-favour-of-bags-for-life/>

⁴⁸ Tesco Launches 'Unforgettable' Bag to Lessen the Use of Plastic and Reduce Pollution，
<https://brandinginasia.com/tesco-launches-unforgettable-bag-to-lessen-the-use-of-plastic-and-reduce-pollution/>

8.臺南市蚵架用覆材保麗龍浮具

另一個在國內長期受到注意的海洋塑膠廢棄物議題，是臺南蚵棚廢保麗龍散布海灘的問題。都是長方形，台南蚵棚保麗龍和中國、日本、韓國的圓柱形不一樣。一塊新的保麗龍，蚵農可以用三年，第三年的保麗龍被生物附生穿孔，容易破碎，浮力也差，所以就會被丟棄。這過程中，包括蚵農將附生在保麗龍的生物刮掉的動作，或是在蚵棚抽放保麗龍的動作都會產生非常多的保麗龍小削屑，造成海域嚴重汙染。

臺南市政府為解決海岸季節性廢棄蚵架及保麗龍污染問題，農業局落實執行淺海牡蠣養殖管理，推動「放養源頭管理」(執行安檢站清查放養棚數、蚵棚 GPS 定位、海上稽查取締非法蚵棚及放養蚵棚總量管制)及「落實蚵架回收」(執行獎勵回收蚵架、未回收者依臺南市淺海牡蠣養殖管理自治條例處分)兩大措施。並於市轄海岸規劃 9 處蚵架回收暫置區，且進行回收蚵架清除作業，減少海岸污染。2011 年執行「澎湖養蚵浮具」示範性試驗，結果不適用於台南市淺海牡蠣養殖。後續幾年進行整組澎湖延繩式牡蠣養殖試驗，參考澎湖用帆布包裹保麗龍，但帆布容易破，吸水後重量增加降低浮力。另向雲嘉蚵農已使用之再生發泡浮具取經，用發泡泡棉取代保麗龍，但泡綿太會吸水。接著把保麗龍塞進藍色大塑膠桶，但水容易流進桶子和保麗龍間的空隙，而且塑膠桶外表太滑不易放置蚵架⁴⁹。最後發展出如圖 5.1-3 之進階版浮具。

進階版浮具係直接請廠商將保麗龍填充進塑膠桶，減少中間空隙，外設把手增加摩擦度，成本雖高於現有保麗龍浮具，但比現有保麗龍的使用期限更耐用，且其包覆的材質，未來皆可隨保麗龍一併回收處理。硬殼浮桶，是國際間較為建議使用的材料，成本雖高，但使用期間久，不易破碎，且對環境不會產生災難式的污染問題。另一種替代是改用 PP 或 PE 塑膠發泡，不要用 PS 發泡，不會有保麗龍易破碎的問題。無論前述的包覆方式或改用 PP 或 PE 塑膠發泡，皆可有效地延長蚵架浮具的壽命，避免 PS 發泡浮具短壽命且易碎飛散的問題。

⁴⁹ 林慧貞，黃金海岸成保麗龍海岸，2 天清 20 噸廢棄物，上下游 News&Market，2014 年 07 月 16 日，<https://www.newsmarket.com.tw/blog/53560/>



圖片來源：三種覆材保麗龍浮具試驗~解決養蚵保麗龍污染問題，臺南市政府，2015.10.15，
<https://www.tainan.gov.tw/taianan/news.asp?id=%7B85F31AA6-1ED5-434A-BB8C-FDD9B2DA1567%7D>

圖 5.1-3 覆材保麗龍之蚵架浮具

二、可拆解設計或可摺疊設計

除了替代一次性產品的延長產品使用壽命設計的吸管、餐具外；考量消費者可能不便攜帶而降低使用率；因此有些採用可拆解縮小體積設計或可摺疊縮短長度設計的吸管、杯子、餐具等。其中最具知名度的是 2017 年群眾募資後，引起代工與專利問題，爭議延燒至 2018 年的噴噴杯與巧力杯雙包案。

其實在近三年，類似的可摺疊設計，已可見於國內外的塑膠杯，矽膠餐盒、碗、杯等，以下為列舉的幾個案例。

1. 摺疊式環保不銹鋼吸管 FinalStraw⁵⁰

多數金屬製吸管不易攜帶，矽膠吸管又太軟不易使用。2018 年 5 月加拿大設計團隊，在國際集資平臺網站 **kickstarter** 集資一秒展開的不銹鋼製環保吸管 **FinalStraw**，號稱世界第一款可摺疊的不銹

⁵⁰ <https://buzzorange.com/techorange/2018/05/04/kickstarter-finalstraw-2018/>

鋼吸管，方便攜帶，達到集資目標金額的 71 倍⁵¹。

FinalStraw 可以被收在一個擁有多種顏色可以選擇的「Sexy case」盒子中，盒子的大小能夠當成鑰匙圈吊飾，只要記得清潔完吸管後放進盒子，帶上鑰匙出門(除非你忘記帶鑰匙)。當你將 FinalStraw 從盒子拿出來時，類似摺疊式登山杖瞬間展開，自動組裝完成。

金屬或玻璃製的可重複使用吸管，常常會遇到清潔問題，或是出門時才發現它被遺忘在廚房晾乾，只好再使用一次性塑膠吸管；而 FinalStraw 可免除掉這樣的窘境，讓金屬吸管的收納更方便，同時不容易遺失。設計團隊設計可撓曲的吸管清潔刷，還可以收納進「Sexy case」，喝完立即清潔不擔心卡垢。此外，貼心的設計是，FinalStraw 吸管的兩側是採用不含雙酚 A (Bisphenol A, BPA) 的柔軟材質，沒有一般金屬吸管容易會傷手傷口的疑慮。

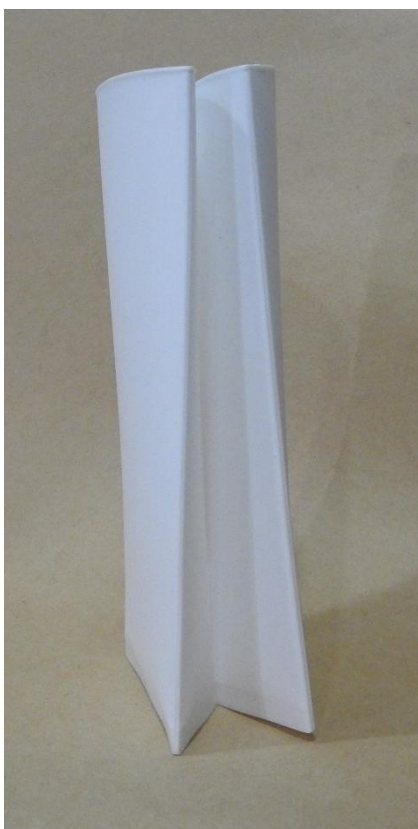
2. 摺疊式 PP 杯 FoFoCup⁵²

FoFoCup 為台灣設計製造的可重覆使用塑膠杯(如圖 5.1-4)，材質為 100% PP，耐熱範圍攝氏 0~120 度，廠商稱正常使用壽命可達 10,000 次開合。白色杯身，可客製圖案或搭配杯套。容量有三種規格：8 oz 卡匣裝(約名片般大小，收合後的厚度小於 1cm，可置於身上口袋)；16 oz 相當於星巴克大杯(杯蓋與杯套)；20 oz 相當於星巴克特大杯(附杯蓋與杯套)。FoFoCup 杯一體成型，沒有接合和黏合。

FoFoCup 伸展開來杯子的弧口為方型，稍微凹一下可變圓形。杯蓋有如一般外帶杯的喝嘴塞條，也有一個十字吸管孔可以選擇要切開或不切開使用(切後可插吸管，但要小心不可裝太滿以免溢出)。FoFoCup 折折杯獲得過 2011 年台灣金點設計標章、2012 年台北國際發明競賽獎金牌、德國 iF Design Award 2013 等。

⁵¹ FinalStraw, the world's first collapsible, reusable straw ,
<https://www.kickstarter.com/projects/finalstraw/finalstraw-the-worlds-first-collapsible-reusable-s>

⁵² https://sme.moeasmea.gov.tw/startup/modules/se/mod_case/detail/?sId=183



上左圖為摺疊狀況；上右圖為開合後；下圖為杯蓋細部
(杯蓋左側十字吸管孔，右側吸口，上側吸口塞固定凹槽)

圖 5.1-4 摺疊式 PP 杯 FoFoCup

3.摺疊式矽膠威客杯 WAYCUP

繼 2017 年帶動一波波團購熱潮的噴噴杯與巧力杯之後，2018 年有另個提案團隊在噴噴集資推出一款也主打可摺疊並重複使用設計的「WAYCUP 威客杯」。比較相近容量之各種飲料背高度，由高而低依序為保溫瓶、一般咖啡紙杯、塑膠手搖杯，最矮的 800c.c. WAYCUP 威客杯摺疊收縮後高度僅 7 公分。此外，也可以找到國內外各式的矽膠摺疊杯，各家有不同的摺疊壓扁方式⁵³。

威客杯號稱是「容量最大、體積最小」的飲料隨行杯！杯口採用旋蓋設計是 WAYCUP 威客杯的一大亮點。很多人買完飲料接著要搭車或騎車，在搖搖晃晃的狀態下，一般塞入式的杯蓋設計會有突然爆開的風險，而旋蓋設計比較可以避開這個困擾。提案團隊同時在啜飲口、透氣孔、吸管口等處都設計了尺寸對應的止水塞，即使不經意地碰撞搖晃，也能確保不漏水⁵⁴。圖 5.1-5 為市售一款矽膠摺疊杯，開合與摺疊狀態高度的比較。



左圖為開合後；右圖為摺疊狀況

圖 5.1-5 摺疊式矽膠飲料杯

⁵³ 噴噴 × WAYCUP!威客杯!，<https://backme.tw/ref/9FUCw/>

⁵⁴ 【噴噴杯不死】全新「WAYCUP」摺疊飲料杯募資首日千人贊助，這次…… 會出貨吧？2018.03.29。 <https://buzzorange.com/techorange/2018/03/29/zec-zec-waycup-launched/>

4.飲料杯用提袋(隨行袋)

搭配各式耐久性環保杯、前述之摺疊杯，或飲料杯，消費者及廠商也自製與推出各種材質的提袋，使用前後可摺疊隨身攜行的提袋，以減少使用一次性塑膠提袋。棉或麻的提袋材質有棉布（如圖 5.1-6，有些提袋的提帶為聚酯纖維）、胚布、帆布、棉繩網、麻繩網、網狀手編織包。也有用真皮製造的飲料杯提袋。塑膠材質則有合成皮革、聚酯纖維布、尼龍布、發泡 PU、EVA 潛水布、氯丁橡膠(Neoprene)潛水布、矽膠杯綁(如圖 5.1-7)、矽膠網(如圖 5.1-8)等。而有飲料攤用的 PP 不織布網袋，則是一次性用袋



圖 5.1-6 飲料杯用布提袋



圖 5.1-7 飲料杯用矽膠杯綁



圖 5.1-8 飲料杯用矽膠網袋

5. 摺疊式矽膠餐盒

除了矽膠摺疊杯外，也可以找到許多國內外各式可重複使用的矽膠摺疊餐盒，如圖 5.1-9(上蓋為 PP)。此外，也有金屬(鐵、鈦)分四段接合矽膠，組成的可摺疊吸管。一切都是希望方便消費者隨身攜帶，避免使用一次性餐具。



左圖為開合後；右圖為摺疊狀況

圖 5.1-9 摺疊式矽膠餐盒

三、可重填設計

最知名的可重填設計案例是美體小舖(Body Shop)推出的，1976 年創業初期因為原始的瓶裝用完時，沒有足夠的錢購買更多瓶子，因此誕生了著名的可重填政策(refill policy)⁵⁵。但 Body Shop 在英國的可重填政策已於 2002 年停止，因為只有 1%的客戶使用⁵⁶。

更徹底達到可重填設計的產品服務模式，則是「裸賣店」。提倡減少塑膠袋、容器使用的「無包裝商店」近年蔚為風行，德國應該是全球裸賣風商店的濫觴。2014 年成立於柏林克魯茲伯格區(Kreuzberg)的 Original Unverpackt (意思就是除去包裝)，可說是這股環保風的先驅，透過群眾募資取得資金，落實「裸買裸賣」的理念。

Original Unverpackt 外表看似就像一般的雜貨店，不過裡面的貨架上不見傳統包裝的商品，而是一個一個的容器。容器裡面裝著麥片、堅果、香米、葵花油等日常所需；沐浴乳、洗髮精等都是裝在金屬容器中散買，要買就自己帶瓶子來裝。也賣新鮮麵包，而且直接用紙袋裝，不用塑膠袋，只是紙袋也要收費 0.1 歐元，除非你自備包裝袋。台灣出現的「麵包能否裸賣」的爭議⁵⁷，在這裡一點也不成問題。顧名思義，無包裝商店裡面的商品，全部沒有預先包裝，而是由客人自己按需求購買所需的份量，消費者要多少就自己打開裝到自備的袋子或瓶罐中。客人得自備購物袋或容器來購物，店內不提供任何塑膠袋。要是真的沒有自備購物袋，店內也有賣不同大小規格、質感很好的棉布袋，價格從 1.2 歐元(約 40 元台幣)到 1.7 歐元不等。

自備包裝的散賣，除了環保之外，還有一個好處，就是打破「量大才便宜」的購物迷思。一般在超市，往往大包裝的平均單價比較便宜，因此吸引消費者購買，但卻未必在賞味期前真正用得完，最後反而是浪費。散賣符合個人需求，不論買多少份量，單價都一致，因此讓消費者不會有「買大才便宜」的心態。2016 年起，Original Unverpackt 還推出了線上購物，販售非食品類的產品。即便是網購也要環保，所有包裝皆採用回收包材重複利用，運送也採用 DHL 推出的 Go Green 專案，務求減少對環境的影響⁵⁸。

⁵⁵ <http://www.referenceforbusiness.com/history2/44/The-Body-Shop-International-PLC.html>

⁵⁶ <https://www.independent.co.uk/environment/green-living/shoppers-green-fatigue-hits-refill-revolution-2198462.html>

⁵⁷ 裸賣蛋糕包裝不在限塑管制範圍，2018.01.02。

https://enews.epa.gov.tw/enews/fact_Newsdetail.asp?InputTime=1070102161002

環保署：基於食品衛生安全考量，直接盛裝麵包、蔬菜等生鮮商品或食品的塑膠袋並不在限制使用範圍，若蛋糕本身已有包裝，再附加之裝提塑膠袋才不得免費提供。

⁵⁸ 顏和正，【德國現場】沒有瓶裝的洗髮精 德國無包裝商店怎麼賣？2018.02.27。
<https://csr.cw.com.tw/article/40242>

台灣這兩年來也開始出現無包裝商店，例如位在新北市三重區的 Unpackaged.U 商店⁵⁹、與台南永康的富穀樂，都是受到這股趨勢影響。無包裝商店裡面的麥片、堅果、香米是裸賣的，無包裝洗髮精是裝在大容器中散賣的；消費者需要帶自己的袋子或容器來盛裝。環保日用品品牌「好日子」則在網上建置「無痕購物地圖」，收集供應無包裝商品的店家。我國擴大限塑曾引起將環保成本轉嫁消費者，變相讓店家賺錢的爭議。「裸賣裸買」可以提供誰都不用出錢的概念；而是自備購物袋，降低對環境影響的限塑。

四、易回收設計

有些產品使用後，可能過於細小尺寸的組件經分離後，易掉落或成為垃圾，以致回收不易。例如塑膠飲料瓶的瓶蓋(如圖 5.1-X)，經常是淨灘活動中海灘垃圾數量的前五名。

1. 寶特瓶留置型(不脫落)瓶蓋

國際淨灘活動(International Coastal Cleanup)統計，1986~2011 年世界淨灘活動累積十大垃圾，瓶蓋為第三名，僅次於煙蒂及食品包裝；2011 年台灣淨灘垃圾排名，瓶蓋為第五名，僅次於塑膠袋、免洗餐具、漁業用保麗龍、煙蒂⁶⁰。2012 年台灣淨灘垃圾排名，瓶蓋為第五名，僅次於免洗餐具、塑膠袋、漁業用浮標、瓶蓋⁶¹。2014 年荒野保護協會公布全台 18 場淨灘結果，海洋廢棄物數量排名依序為：塑膠碎片、保麗龍碎片、紙袋塑膠袋、玻璃飲料瓶、吸管攪拌棒及封套、瓶蓋⁶²。2015 年淨灘結果，依序為：塑膠瓶蓋、漁業用浮球、塑膠提袋、吸管、免洗餐具、玻璃瓶、寶特瓶、外帶飲料杯、其他飲料瓶與食物容器、菸蒂⁶³。2016 淨灘行動結果，依序為：寶特瓶、塑膠瓶蓋、吸管、塑膠提袋、外帶飲料杯、免洗餐具、玻璃瓶、漁業用塑膠、菸蒂、其他飲料瓶與食物容器⁶⁴。2017 淨灘行動結果，依序為：寶特瓶、塑膠瓶蓋、吸管、玻璃瓶、塑膠提袋、外帶飲料杯、免洗餐具、漁業用塑膠、菸蒂、其他飲料瓶與

⁵⁹ <https://blog.zerozero.com.tw/23388/unpackaged/>

⁶⁰ 陳人平、王友慈，從國際淨灘日淺談海上垃圾島。

<http://www.tfrin.gov.tw/friweb/frienews/enews0079/p4.html>

⁶¹ 響應世界海洋日『有你，海更美。白沙灣淨灘活動』線上報名囉！2013/05/25

<http://tscse.org.tw/tscse/component/k2/item/154-2013-05-25.html>

⁶² 劉開元，塑膠垃圾 包圍台灣海岸，聯合晚報

<http://club.tncomu.tn.edu.tw/~beach/modules/tadnews/index.php?nsn=499>

⁶³ 2015 淨化塑化沙灘，盤點塑膠足跡 <https://www.sow.org.tw/info/news/20151218/4327>

⁶⁴ 2016 海廢數據：寶特瓶離島榜首島內回收系統建立有效

<https://www.sow.org.tw/info/news/20161221/5141>

食物容器⁶⁵。台灣 95%的寶特瓶被回收，卻有一半的回收寶特瓶無瓶蓋⁶⁶。

為防止寶特瓶礦泉水瓶蓋遺失或遭棄置，有廠商開發出留置型(不脫落)的瓶蓋，如圖 5.1-10；也有廠商類似設計稱為防盜型葉片瓶蓋⁶⁷。或許原始設計是為方便客戶，避免飲用過程遺失瓶蓋；但在回收寶特瓶的同時，瓶蓋也會一併被回收。避免部分回收個體戶在回收過程將瓶蓋去除後棄置。



左圖為瓶蓋閉合狀態，右圖為瓶蓋開啟後留置狀態

圖 5.1-10 寶特瓶留置型(不脫落)瓶蓋

但是，寶特瓶連瓶蓋縱使回收了，卻同時存在一個異材質的問題。寶特瓶瓶身材質是 PET，但瓶蓋材質多是 PE 或 PP，最主要的原因是 PE 比 PET 軟。材質較軟的瓶蓋旋住材質較硬的瓶口，瓶口密封度才會好。相對而言 PE 比 PET 甚至 PP 都軟很多，價格低廉，且模具製作較簡易，所以寶特瓶瓶蓋多是 PE 材質(多用於礦泉水瓶)，或 PP 材質(多用於汽水瓶)。PE、PP 瓶的瓶蓋，則可能採 PE 或 PP 材質。不過，經詢國內兩家大型回收廠，異材質的寶特瓶身與瓶蓋在回收廠是可以分離的。

2. 寶特瓶易撕式標籤及非自黏性環貼標籤

寶特瓶標籤種類繁多，包括聚氯乙烯(PVC)、聚對苯甲酸乙二醇

⁶⁵ 陳姿蓉，2017 年台灣 ICC 監測成果統計公布，台灣環境資訊協會。
<https://teia.tw/zh-hant/seawatch/column/15973>

⁶⁶ 洪郁婷，海邊什麼垃圾最多？塑膠、瓶蓋、保麗龍，台灣環境資訊協會-環境資訊中心，2014 年 11 月 12 日。<https://e-info.org.tw/node/103361>

⁶⁷ http://www.honchuan.com/tw/about/about_detail-118-34

酯(PET-G)、延伸聚苯乙烯(OPS)、延伸聚丙烯(OPP)。飲料寶特瓶在回收處理過程中，必須將長標籤脫標，才可進行後續處理。先前的寶特瓶標籤有高污染性的 PVC 材質者(請參見 5.5 節一之 2.)，及採黏貼性貼附的 OPP 標籤。在回收處理廠裏，人工方式脫標速度慢，徒增人力；機器脫標易夾雜、徒增電力等處理成本。

因此環保署於 2009 年推動「標籤易撕線」(如圖 5.1-11)，國內七大業者配合生產「標籤易撕線」寶特瓶，包括統一茶裏王系列、愛之味紅豆燕麥及維他露御茶園日式綠茶等 49 項商品，市佔率約 4 成，全面採用「標籤易撕線」後，回收處理廠原來 85%脫標率提高為 95%，成效顯著⁶⁸。



左圖為完整包裝標籤，右圖為部分已撕下的易撕式標籤

圖 5.1-11 寶特瓶易撕式標籤

不過，因各地民情不同，日本寶特瓶的易撕線標籤，消費者需將標籤撕離並和瓶蓋另外集中至塑膠類，與寶特瓶類是分開回收。臺灣寶特瓶的標籤易撕線主要是著眼於寶特瓶送至回收處理場時，可以提升機器去標籤的效率。

民國 101 年 7 月 1 日修正資源回收清除處理費率，PET 塑膠容器自每公斤 11.58 元，分別降低至 PET A 類 8.50 元(易撕線標籤或

⁶⁸ 寶特瓶標籤加易撕線 回收效率高，自由電子報，2009.06.17。
<http://iservice.ltn.com.tw/IService3/photo.php?no=17264>

水溶性黏膠標籤)及 PET B 類 9.35 元。

PET A 類：指符合下列情形之一者：

- (1)瓶身使用收縮標籤膜且採易撕線設計：瓶上之塑膠收縮標籤膜有虛線設計，使人方便撕除。
- (2)瓶身使用非自黏性環貼標籤設計：非自黏性環貼標籤指下列情形之一：①為非收縮膜標籤，且未全部黏貼於瓶身上，僅有交接處及部分點膠使之不至掉落。②使用水性聚乙烯醇系樹脂(PVA)黏膠環貼之紙標籤。

PET B 類：非屬 PET A 類者。

非屬 PET A 類者，即原先使用的黏貼性延伸聚丙烯(OPP)標籤。

3.產品材質單一化

塑膠產品常因為要適應產品結構或產品應用性，在不同部位採取不同塑膠材質。以寶特瓶材質的製造歷史演進，就經歷了不同部位的不同材質演變。生活中最常見的飲料瓶材質是 PET、PE、PP 瓶；其中汽水瓶因需耐壓，都是用 PET 瓶。汽水瓶最早與酒瓶一樣都是使用玻璃材質；一直到 80 年代，汽水瓶突然有了使用寶特瓶的新突破。可口可樂在 1978 推出 PET 瓶包裝的圓形瓶身，底部還需要黏一個 PP 底座，汽水瓶才能站立。當時寶特瓶由兩個組件組成，會造成回收的困擾。所以 1990 年的新技術使寶特瓶可以一體成形，之後短短幾年，許多飲料廠就將玻璃瓶全面替換成寶特瓶⁶⁹。

PP 雖然有很好的氣體阻隔性，但汽水瓶需有 6.4~8 Bar 的耐壓，在那種壓力下 PP 瓶會變形，強度也沒延伸過的 PET 高，PET 變成了汽水瓶的首選材質。製造寶特瓶時，PET 被拉伸 2.5-3 倍，原本混亂的分子結構會被重新排列，塑性變形增加了它的強度，同時也增強它的氣體阻隔性。PET 汽水瓶底設計五爪，是為了要增加底部的延伸倍率，藉此增加瓶子的耐壓性，且汽水瓶的牙口有排氣溝槽的設計，開蓋時方便瓶內壓力的排放；一般水瓶沒有這些細節設計。

一般裝礦泉水的 PET 瓶身連瓶口都是透明的非結晶型 PET；而耐熱級及高酸性飲料熱充填用的 PET 瓶，瓶口是一圈不透明較厚的白色或綠色的結晶型 PET，耐熱溫度較高。用於生產高酸性飲料的「熱充填」是在飲料殺菌後還保持餘熱的時候(一般溫度會大於攝氏 70 度)，直接充填至寶特瓶空罐中，將瓶蓋鎖緊後，瓶子隨著生產

⁶⁹ 汽水瓶底部五爪構造原理，https://www.chumpower.com/tw/blog_i_B2018052700001.html

線的設計，會跟著倒放一小段時間，這時瓶蓋、瓶口處的微生物也被飲料餘熱殺滅，後續再將寶特瓶進行冷卻，即可裝箱、出貨。為了防止充填時瓶口、瓶身遇熱軟化，因此熱充填寶特瓶的瓶口經過結晶處理，來增加耐熱性。用於生產茶飲料的「無菌冷充填」是指飲料經過超高溫瞬間殺菌法滅菌後，急遽迅速降至常溫(約攝氏 25~30 度)，同時間吹瓶機在無菌的環境下，將寶特瓶的瓶胚「吹出」寶特瓶，飲料再充填至無菌狀態下的空瓶中，最後用滅過菌的瓶蓋密封。無菌冷充填的產品不會產生過度加熱的現象，所以在產品品質與風味上比較容易掌握，尤其是對茶類的風味更能掌控，可以完整保留茶本身的香氣與風味，也最能保留果汁或乳製品的原味與新鮮度。無菌冷充填產品的應用範圍更廣，無論是低酸性 ($\text{pH} > 4.6$) 或是高酸性 ($\text{pH} < 4.6$) 飲料皆可，如麥茶、奶茶、咖啡、豆漿等⁷⁰。

PET 瓶雖然雖然氣體阻隔性比 PP 好，但如果直接裝啤酒或威士忌酒類，會因為 PET 瓶仍有透氧性，而導致內含物氧化，酒類便完全無法飲用了(以啤酒為例，只要有 1ppm 的氧氣進入，就不能喝了)。能裝酒類的 PET 瓶，都是特殊材料的 PET，通常是 PET 膠粒加上阻隔氣體的材料來製造，比如說阻氣性尼龍。

目前瓶裝飲料罐大多採用 PET 或 PE 材質，不過瓶蓋卻是 PE 或 PP 材質，瓶身標籤又是不同材質。因為材質不一樣，所以再丟入回收桶之前要先把瓶蓋分開，在回收處理廠又要機器脫標籤。2009 年環保署推動寶特瓶容器標籤上加易撕線，所以可以輕易包裝標籤撕下，最後再將瓶子壓扁。瓶蓋與瓶身分開，除了因為材質關係，也為了更好壓縮塑膠並節省空間，也可提升回收處理廠再生料純度。

若能夠直接以 PET 瓶蓋搭配 PET 瓶，則將更有利於飲料瓶的連蓋回收。但是因 PE 瓶蓋比 PET 瓶口軟。材質較軟的 PE 瓶蓋旋住材質較硬的 PET 瓶口，瓶口密封度好，才能鎖住瓶身內的液體。一般的透明 PET 罐或瓶，有可能採用 PET 罐蓋或瓶蓋者，多是用於存放乳霜或粉體等密封性較低的場合。若要採取瓶身、瓶蓋、標籤一體皆為 PET 材質，仍有待高分子塑膠技術的更進一步。

撇開寶特瓶各部位要求特性不同，所致材質單一化的難題；在其他小物件卻可以發現材質單一化的產品設計。例如，圖 5.1-12 不含鐵絲內芯之全 PP 塑膠曬衣架，圖 5.1-13 不含鐵製彈簧夾的全 PP 塑膠曬衣夾，及圖 5.1-14 的全不鏽鋼曬衣夾。

⁷⁰ 冷充填 V.S 熱充填 飲料裝罐的加工、滅菌大不同！
<http://www.foodnext.net/science/packing/paper/5616113863>



圖 5.1-12 無鐵芯之全 PP 塑膠曬衣架



圖 5.1-13 不含鐵製彈簧之全 PP 塑膠曬衣夾



圖 5.1-14 全不鏽鋼曬衣夾

五、使用回收料

使用廢棄物或回收料再製產品，是行之有年且最直覺的綠色設計手段。本節列舉了幾種代表性的回收料再製產品，包括歐萊德 100% 再生 PE 髮妝瓶、台灣富士全錄報廢印表機/事務機外殼回收再生環保文具組、回收漁網再生眼鏡。

1. 歐萊德 100%再生 PE 妝髮瓶

髮妝品牌歐萊德 (O'right) 與大豐環保科技公司異業結盟合作，2016 年推出以 100% 再生塑膠包裝的洗髮精。不同於一般利用部分回收塑膠、混合新塑膠製成再生的塑膠用品，而是透過「人員分選→打包成磚→解包→粉碎→比重分選→清洗→脫水→混鍊→抽粒」等程序，製造百分百的再生塑膠瓶，其製造的碳排只有同容量塑膠瓶的 1/4。大豐環保科技表示，百分百再生回收料製程並不困難，困難在於不同塑膠產品的物性不同，但若要用在同一產品，物性必須一致。在試驗後發現只有裝牛奶的容器可以回收再製，相較其他產品而言較為困難⁷¹。

圖 5.1-15 為使用 100% 牛奶容器再生 PE 的歐萊德紫玫瑰護色洗髮精，圖中並顯示其瓶蓋為台灣竹壓製；全成份 >97.5% 天然成份、使用歐盟有機組織天然驗證起泡成分、無動物試驗、加入歐洲二元回收、使用再生能源製造；及 100% 消費後再生塑膠瓶的標示。竹壓製瓶蓋，則強調竹林吸碳量和釋氧量比森林多 35%，是全世界生長速度最快的植物。

⁷¹ 陳怡心，全台首創 100% 再生塑膠洗髮精瓶 碳排減少 3/4，台灣環境資訊協會-環境資訊中心，2016.07.15。https://e-info.org.tw/node/117099



圖片來源：歐萊德國際股份有限公司(經同意引用)

圖片說明：歐萊德紫玫瑰護色洗髮精、上蓋為台灣竹壓製(左上)；全成份>97.5%天然成份、使用歐盟有機組織天然驗證起泡成分、無動物試驗、歐洲二元回收、使用再生能源製造。由左至右三個條碼：產銷履歷 Barcode 提供產品身份證辨別與真偽及環保認證、QR Code 提供產品資訊、國際條碼 POS 系統用於市場通路管理。(右上)；100%消費後再生塑膠瓶(下)。

圖 5.1-15 歐萊德 100%再生 PE 牛奶容器之紫玫瑰護色洗髮精

2. 台灣富士全錄報廢印表機/事務機外殼回收再生環保文具組

1995 年，富士全錄開始推動資源循環系統，提出以“零廢棄”為目標，推進“資源再利用”的方針。為了貫徹再資源化活動，將原本的鐵、鋁、銅、塑膠、以及玻璃等無法再使用的零件，10~15 種分類進一步細分，作為原材料並再次利用。最後，將無法作為原材料實現再資源化的物質進行熱回收，台灣富士全錄於 2007 年達成了零廢棄。

2017 年 5 月，台灣富士全錄使用富士全錄的影印機回收外殼製作成塑膠原料，委託廠商設計生產出名片盒手機座(如圖 5.1-16)，並取得「回收塑膠再生品」環保標章的認證⁷²。



圖片來源：綠色生活網，環保署，

<https://greenliving.epa.gov.tw/Public/Product/ProductQuery>

圖 5.1-16 台灣富士全錄廢印表機/事務機外殼回收再生環保文具組

⁷² 台灣富士全錄的永續產品與循環經濟，Fuji Xerox Co. Ltd.。
<https://www.fujixerox.com.tw/zh-TW/Company/Newsroom/News/2017/5/permanent-product-and-circular-economy>

3.回收漁網再生眼鏡框

因應全球環境議題，越來越多的設計師及產業投入綠色設計領域，尤其以回收料再製的商品開發，在近幾年如雨後春筍般湧現。如何將設計力展現於商品上，提供市場一個綠色消費的選擇，成為設計師們不斷努力的方向。綜觀以海洋塑膠回收再製的產品，不難發現約八成以上皆強調材料的研發與再利用，例如海倫仙度絲的黑色海洋塑膠瓶或是將材料生成紡織品的 Ecoalf。然而，也有一些獨立的小型工作室，運用設計的力量，將再生元素轉換成創新產品，導入品牌形象，使得「回收再利用」的產品，同時擁有設計質感。

海洋廢棄物經由塑膠射出的產品重點在於穩定的廢棄物供應端、回收及處理端之造粒、及射出製造。塑膠中心透過「綠色小巨人輔導計畫」的海洋塑膠再生設計輔導，經地方漁港管理單位協助取得 30 公斤的尼龍 6 漁網，經過塑膠再生造粒及技術改善，由華美光學使用 720 品牌的鋼模及射出製造，製造 200 支的 100%回收漁網再製的 probleue X 720 armour 眼鏡(鏡框)，如圖 5.1-17。



圖片來源：何婷芬，綠色創新催生海洋塑膠，財團法人塑膠工業技術發展中心環境品質安全部永續設計組，中小企業綠色環保資訊網。

<https://green.pidc.org.tw/column.php?action=detail&id=211>

圖 5.1-17 回收漁網再生 720 armour 眼鏡框

六、使用有機資材

在原料取得最主要的綠色設計手段就是原料替代，也就是將原以石化原料合成，在環境中無法降解或僅能碎裂為微塑膠又無法完全分解的高分子聚合物；改以天然有機原料為材質。近年來已有多個以有機材質替代的塑膠產品，舉例如下。

1. 有機資材之替代吸管

環保署考量塑膠吸管使用後隨意棄置於環境中，被生物攝食納入體內，或分解為塑膠碎片，吸附有害物質，經由食物鏈，毒素放大並累積在中高階掠食者的體內，衍生更多嚴重之生態與環境污染問題。2018 年 6 月 8 日預告「一次用塑膠吸管限制使用對象、實施方式及實施日期」草案，限制使用對象不得提供一次用塑膠吸管供內食餐飲之消費者使用，並給予管制對象適當緩衝期。公告草案規定公部門、公私立學校、百貨公司及購物中心、連鎖速食店等 4 大類限制使用對象（約 8,000 家業者）不得提供一次用塑膠吸管供內食餐飲之消費者使用。後續規劃於 2020 年擴大至其他提供餐飲業者，並至遲於 2025 年前，研析外帶使用一次用塑膠吸管的管制措施。呼籲相關業者即早因應，不主動提供吸管供消費者使用，而民眾亦可自備可重複清洗之吸管。針對市售利樂包所附吸管部分，則將在蒐集國外經驗與國內各界意見後，審慎評估是否納入下階段管制。

有機資材替代吸管，包括海藻、秸稈、竹、紙、蔗渣等，分別說明如下。

(1) 海藻吸管⁷³

2017 年，紐約新創公司 LOLIWARE 設計出一款「可以吃的吸管」—LOLISTRAW，喝完飲料後，就可以把吸管一併吞下肚，不留下一絲垃圾。LOLISTRAW 以海藻製成、擁有不同的口味，且使用體驗與塑膠吸管沒有什麼不同。LOLISTRAW 在眾籌 Kickstarter 集資，預備大量生產，價格上雖不及塑膠吸管般便宜，但足以跟其他環保吸管競爭。

(2) 秸稈吸管⁷⁴

2015 年美國波士頓的環保新創公司，在眾籌 Kickstarter 對全球推出秸稈吸管，其在德國合作夥伴的協助下使用的固化技術製造出無菌，無味且堅硬的吸管。應用該生產技術的德國秸稈廠

⁷³ LOLIWARE 海藻吸管，
<https://www.kickstarter.com/projects/1530128773/lolistraw-by-loliware>

⁷⁴ Naturally Grown Drinking Straw 秸稈吸管，
<https://www.kickstarter.com/projects/strawstraws/straw-straws>

和 2 個緬因州的可持續農業製造廠產品，已被 FDA 批准為食品接觸物質。眾籌 25 美元可獲得一包 40 支秸稈吸管；眾籌 1,000 美元或以上可每季獲得秸稈吸管 10 年(只要這家公司還有營運)。該公司標榜用 straw (秸稈)生產 straw(吸管)。

(3)竹吸管⁷⁵

2008 年於南加州成立的 Brush with Bamboo 販賣竹製牙刷與口腔清潔用品，包括竹製吸管，但僅在美國境內販賣。12 支裝約台幣 600 元，250 支裝約台幣 9,000 元。圖 5.1-18 左側則為國內販售可吸珍奶的竹吸管。

(4)紙吸管⁷⁶

2007 年美國 Precision Products Group Inc. 基於 1888 年 Marvin Stone 的專利(paper Drinking Straw)，推出 Aardvark 紙吸管。Aardvark 符合 FDA 的食品級材料標準，並且宣稱是海洋可分解和可堆肥的。Aardvark 紙吸管有各種尺寸與口徑，及適用各種場所。其中，白色 JUMBO ECO-FLEX® 紙吸管 4800 支售價約台幣 5800 元。圖 5.1-21 右側則為國內販售的一般口徑紙吸管。



左側為竹吸管，右側為紙吸管

圖 5.1-18 各種有機資材之替代吸管

⁷⁵ Brush with Bamboo 竹製吸管，<https://www.brushwithbamboo.com/shop/>

⁷⁶ Aardvark 紙吸管，<https://www.aardvarkstraws.com/>

2018 年 10 月 24 日，中華紙漿公司宣布跨入紙吸管市場，推出台灣在地生產的紙吸管。華紙表示其開發的紙吸管專用原紙「益利吸」，採用原生紙漿，由生產醫療滅菌包裝紙的機台生產，不含螢光劑，「益利吸」原紙已通過衛福部食品藥物管理署和美國食品藥物管理局公告的食品容器包裝相關檢驗法規標準。紙吸管使用食品級的膠合劑，整根紙吸管可達 4 小時不軟化，不剝離分層。可耐攝氏 300 度，用畢後可做為紙類回收⁷⁷。

(5) 蔗渣吸管⁷⁸

2018 年 7 月媒體有個爆紅的甘蔗吸管，新創公司看到植物纖維已被製造為環保餐具，因應環保署 2019 年 7 月 1 日禁止 4 大公共場所提供內用者塑膠吸管政策，因此研發以植物纖維蔗渣製造吸管。甘蔗吸管 可以承受零下 20 度的低溫不會裂開，而且對海洋、陸地的環境都無害。要製作甘蔗吸管，會將使用過的甘蔗渣送到工廠，選用樹薯澱粉的 PLA，且經混煉後的植物纖維聚合顆粒加工成形性佳，無須再額外添加塑膠助劑，製成聚合粒子後再壓製成吸管。廠商宣稱甘蔗吸管送到海洋大學的實驗室中做兩個項目的評估，海水中分解速度與吸管在魚體內消化程度的研究，結果反應良好。

市場上的紙吸管，大多是網路商場的；有產品說明提到的都是有 PE 膜，少數強調是牛皮紙製造的；皆未曾在網頁產品說明中見到標示無 PE 膜的紙吸管。經電話聯絡國內業者表示，紙吸管是將紙張捲起製成，淋膜難度較高，雖有開發出紙吸管產品，但是成本貴。另一業者則表示，如果紙吸管要淋膜，使其能夠戳破封口膜，塑膠含量要達 70%。

依據「免洗餐具限制使用對象、實施方式及實施日期」公告(政府部門自 95 年 7 月 1 日起實施，公私立學校自 95 年 9 月 9 日起實施)，以紙類或木片、甘蔗、蘆葦、麻、稻草、麥桿、稻殼等植物纖維為主體，塗佈塑膠、貼合塑膠薄膜或其他以物理方式即可分離出塑膠成分之免洗餐具，其塑膠成分含量重量低於該免洗餐具整體重量扣除蓋子重量後之百分之十以下者，及以完全生物可分解材質製成之免洗餐具，不在塑膠類免洗餐具限制使用範圍內。因此，目前若紙吸管的塑膠含量超過 10%，即屬受限制使用的塑膠類免洗餐具。

未來不受限制使用範圍的一次用塑膠吸管，除已取得環保標章

⁷⁷ 華紙開發出紙吸管專用原紙 放眼全球市場，中央社，
<https://www.cna.com.tw/news/afe/201810240161.aspx>

⁷⁸ 蔗渣吸管，<https://buzzorange.com/techorange/2018/07/10/100-recycled-straws/>

規格標準項目「生物可分解塑膠」，並取得環保標章使用證書者之吸管；及以紙類或木片、甘蔗、蘆葦、麻、稻草、麥稈、稻殼等植物纖維為主體，塗佈塑膠、貼合塑膠薄膜或其他以物理方式即可分離出塑膠成分之一次用塑膠吸管，其塑膠成分含量重量須低於 10% 以下。

前述 Aardvark® 紙吸管宣稱使用 100%FDA 和歐盟食品級認可材料，獲得 FDA 和歐盟認證。由可持續林木的 FSC/SFI 紙張製成，不含蜂蠟(beeswax)、BPA，使用 FDA 食品級認可的油墨印刷。Aardvark® 宣稱可在 30-60 天內分解，提供產品可堆肥的獨立認證，是指產品廢棄後可被西雅圖市路邊食品和廢物收集計劃回收到符合 Cedar Grove 標準的合作社製造可堆肥產品；目前尚未確定 Aardvark® 是否可符合 ASTM D6400 可堆肥規範。致力降低塑膠污染的非營利組織 5 Gyres，曾對 Aardvark® 紙吸管及其他產品做了一項研究，顯示其在陸上可在 24 個月內分解，海洋環境中可在 24 個月內分解。相反地，該研究中的另一 PLA 吸管，宣稱 100%可堆肥，符合 ASTM D-6400；但在 5 Gyres 試驗的前述期間，無論是在陸上或海洋環境都只是斷裂為 3~4 段⁷⁹。

目前這些塑膠吸管的替代品都有些各層面的缺點，紙吸管仍為一次用，且強度不足以用於熱飲及十字孔 (straw slotted lids) 飲料杯蓋；竹、秸稈、海藻等天然材質吸管目前取得不易；玻璃吸管易碎；不鏽鋼與鈦金屬吸管價昂且不便清洗。例如 Aardvark® 提供多種直徑和長度，滿足從奶昔到雞尾酒的各種需求，可在冷飲杯中持續使用 2-3 小時，不會分解或浸濕；但因受強度限制，廠商建議不要用於熱飲料及十字孔飲料杯蓋。且因回收商不接受食品污染的紙製品；Aardvark® 建議採用堆肥回收⁸⁰。至於中華紙漿公司新開發的紙吸管專用原紙「益利吸」，其紙吸管使用食品級的膠合劑的成份與比例仍需進一步了解。

2.植物原料 PlantBottle™之可口可樂寶特瓶⁸¹

可口可樂公司在 2015 年米蘭世界博覽會，展示全球首個完全採用植物可再生原料，可充分回收的塑膠寶特瓶 PlantBottle™。植物環保瓶採用再生植物原料，替代採用來自於傳統石化燃料和其他非

⁷⁹

https://static1.squarespace.com/static/5522e85be4b0b65a7c78ac96/t/5acbd346562fa79982b268fc/1523307375028/5Gyres_BANlist2.pdf

⁸⁰ <https://www.aardvarkstraws.com/faq/>

⁸¹ 可口可樂製造出全球首個完全採用植物原料的寶特瓶

<https://www.businesswire.com/news/home/20150608006315/zh-HK/>

再生材料的包裝材料。**PlantBottle™**具有各種尺寸，可用於包裝水、汽水、果汁和茶飲料等。該包裝材料的外觀、功能和回收性與傳統寶特瓶相同，但所用資源更少，碳足跡更少。

植物環保瓶包裝材料採用專利技術，使用甘蔗以及甘蔗生產過程產生的廢料所含天然糖分，轉化為塑膠寶特瓶製作原料。植物環保瓶包裝材料使用來源負責任的植物性原料，符合可口可樂公司之永續性標準。該標準指導原則包括證明可改善環境和社會表現，並且避免對食物安全造成不良影響等。

3. 甘蔗塑膠之樂高生質積木⁸²

丹麥樂高公司於 2018 年採用來自甘蔗生產乙醇製造的植物性聚乙烯塑膠(polyethylene, PE)，製成 LEGO® 積木盒中的植物積木，如樹葉，灌木和樹木。這是樂高集團致力於在 2030 年之前，在核心產品和包裝中使用可持續材料的一部分。雖然它們是基於甘蔗材料，但它們在技術上與使用傳統塑膠生產是相同的。這些材料經過測試，以確保植物塑膠符合高品質和安全標準。新積木的品質或外觀與傳統 PE 沒有任何差異，因為植物基 PE，具有與傳統原油提煉原料製造的 ABS (acrylonitrile butadiene styrene)塑膠相同的性質。

由植物製成的可持續產品系列積木佔樂高集團生產的塑膠積木總量的 1~2%，涵蓋 LEGO® 植物積木，如葉子，灌木和完全由植物塑膠製成的樹木。雖然這只佔了樂高全部積木數量的 1~2%，但樂高承諾其核心產品與包裝，將在 2030 年前全都採用可持續環保材質。為了降低對環境的破壞，樂高於 2015 年宣布投入 10 億丹麥克朗(約 49 億新台幣)，成立永續材料中心，致力於研發全新的環保材料及包裝。

雖然傳統的樂高積木可以長期使用，不太會被歸類為跟一次性塑膠袋一樣造成「百年不分解」的污染，但是畢竟仍是用化石原料做成，不夠「綠色」。另一方面，樂高新的生質塑膠，也並非生物可分解塑膠；但是植物在生長過程中會吸收二氧化碳，因此這種材質的排碳量比傳統塑膠低。其可能發生的爭議在於，植物是否是會用不友善環境的方式大量栽種，或被大量砍伐而破壞生態。因此，為了確保原料採購的永續性，樂高也與世界自然基金會(WWF)合作，支持和建立對可持續來源塑膠的需求，並加入了世界自然基金會的一項倡議 - 生物塑膠原料聯盟(Bioplastic Feedstock Alliance, BFA)，以確保生物塑膠行業原材料的完全可持續採購。用於製造新樂高積

⁸² First Sustainable Lego Bricks Will be Launched in 2018 ,
<https://www.lego.com/en-us/aboutus/news-room/2018/march/pfp>

木的植物性塑膠，係根據獲得第三方認證的負責任採購甘蔗 (responsibly sourced sugarcane) 全球標準，自巴西採購甘蔗。

樂高集團與其供應商合作，進行生命週期評估，從而探討生物基材料生產對環境的影響。樂高集團認為，新的可持續材料必須具有比被取代的化石資源，在人權和氣候變化等關鍵環境和社會影響領域更輕的足跡。美國加州大學聖地牙哥分校分子生物 (the California Center for Algae Biotechnology) 學家梅菲爾 (Stephen Mayfield) 曾表示，從石化原料轉變為植物原料，因此產生的碳足跡將會減少約 70% ⁸³。可持續材料 (sustainable material) 目前沒有共同的定義，幾個方面影響材料的永續性，包括材料的來源，化學成分，使用 (在產品中)，管理 (在廢棄時)，及它在環境和社會領域可能產生的影響，很大程度上決定了其永續性。

目前尚不清楚樂高的新生物塑膠是否可以回收利用，儘管 PE 比 ABS 更廣泛地被回收利用，ABS 被歸類為「其他塑膠」。幸運的是，舊樂高積木更適合再使用，而不是回收再生 (許多人會喜歡玩從父母傳下來的套裝積木)。樂高公司在 2014 年回收了 7,000 萬塊積木，部份回收再製造積木，部份回收為燃料。但是談到若要大量使用回收再生塑膠料來製作樂高積木，樂高公司表示「由於廢塑膠料來源是混合的，目前不是一種選擇。我們不能在產品質量或產品安全方面妥協 - 這意味著我們確切地知道我們正在使用什麼材料以及它的內部材質；而來自外部的再生料的挑戰是我們不知道它的成分。」

⁸³ <https://resource.co/article/lego-launches-bioplastic-bricks-12454>

5.2 生產製造

一、製程省資源

1. 泰山 TWIST 純水輕量化瓶身

泰山 TWIST 純水(如圖 5.2-1)為泰山企業邀請財團法人塑膠工業技術發展中心協助開發之輕量瓶包裝水，為了降低瓶身重量，塑膠中心做了市售產品瓶內壓力分析，將塑膠瓶身 PET 酯粒的使用量降低。此外，TWIST 純水的瓶身也具有易回收設計，瓶身為交錯波浪狀，具有容易扭轉的功能性，不論是順時針或是逆時針方向扭轉，這些特殊的交錯波浪能幫助一氣呵成，最後可緊密的交疊在一起，可減低體積、降低回收空間需求。塑膠中心數據顯示，每瓶「Twist Water」塑膠用量減少 43%、回收空間增加 70%、CO₂e 減少 50g (以泰山純水 600ml 為比較基準)。TWIST 純水(Twist Water)並於 2011 年獲選成為 Food & Bev Media 2010 年全球 20 個對未來最友善的容器，入選原因除了「Twist Water」商品本身強調的輕量(lightweight)、可回收(recyclable)外，更藉由廣告及舉辦環保活動，教育消費者舉手做環保的重要性⁸⁴。



圖 5.2-1 泰山 TWIST 純水寶特瓶交疊扭轉減小體積的過程(由左而右)

⁸⁴ 泰山 Twist water 環保包裝水瓶，台灣精品 2012，
<https://www.taiwanexcellence.org/tw/award/product/11605>

泰山企業並委由 BSI 英國標準協會台灣分公司以 PAS 2050 產品碳足跡查證標準對 Twist Water 於產製生命週期內之原物料、製造、配送、零售至消費者使用的各個階段，進行碳排放抽樣計算，取得 PAS 2050 產品碳足跡查證證書，及碳標籤標章(150g CO₂e/每瓶 600ml，配送銷售及使用階段未使用冷藏)⁸⁵。由於瓶身重量減低，CO₂e 亦減少。

2. 愛迪達 3D 列印慢跑鞋

2015 年 6 月，愛迪達(Adidas)發表了一款新慢跑鞋，鞋面編織材質採用海洋塑膠廢棄物，鞋底則運用 3D 列印技術製造⁸⁶。

愛迪達是與德國的大學合作開發鞋子中底的 3D 列印製作技術，找到正確的塑膠混合比例；希望透過 3D 列印技術對小量多樣的生產鞋款，提供一種低碳低廢棄物的生產方式。

二、製程節能或回收能源

塑膠成型製程主要的環境問題為設備耗能與碳排，各式塑膠成型設備包括射出成型機、中空成型機、粉碎機、壓出機、吹膜機、吹袋機等，通常為需剪切、加溫、高扭力轉動、擠壓之耗能或耗電設備；例如射出成型機的液壓油泵用電量即佔整部設備 75%以上。射出成型機能源消耗主要可分為四個部份：液壓系統油泵電力佔 75-80%，加熱電力消耗約 10-15%，冷卻水泵電力消耗佔 5-10%，其他弱電控制的電力消耗 1-5%⁸⁷。圖 5.2-2 為塑膠射出成型流程中各階段之耗電量高低示意，圖中各流程階段的藍、橙、紅、咖啡色顏色，代表了射出成型過程各個程序的耗電量由小而大。其中，射膠程序，是能耗最大的階段，冷卻/加料熔膠(等待成品冷卻固化及將原料送入料管內加熱)的能耗次之，保壓程序再次之，模頭作動(閉模、鎖模、開模、頂出)及待機的耗電量較低。

一般傳統設備多採用感應電動機油壓系統，油泵的供油量只能固定量供油，而射出成型過程中的油量需求卻是浮動的，大部份射出成型條件的供油是供過於求，大量多餘的高壓液壓油全部經由溢流閥回流，因此會有無效功(能量)的浪費。額外的加壓過程也會形成廢熱損失，造成油溫升高。當能量透過油溫升高消耗掉，也會加劇各個

⁸⁵ 帶動台灣產業邁向減碳－台灣首瓶碳標示水~泰山 Twist Water，
https://www.bsigroup.com/zh-TW/about-bsi/media-centre/press-release/2010_news/5/---PAS2050/

⁸⁶ 列印技術製造之愛迪達慢跑鞋鞋底，
www.fastcompany.com/3054494/this-sneaker-was-3d-printed-from-ocean-waste

⁸⁷ 勁捷能節能科技有限公司。 http://www.jin-energy.com.tw/frequency-inverter_3.html

閥門的磨損；且油溫升高後還需額外冷卻水降溫，造成了能源浪費。

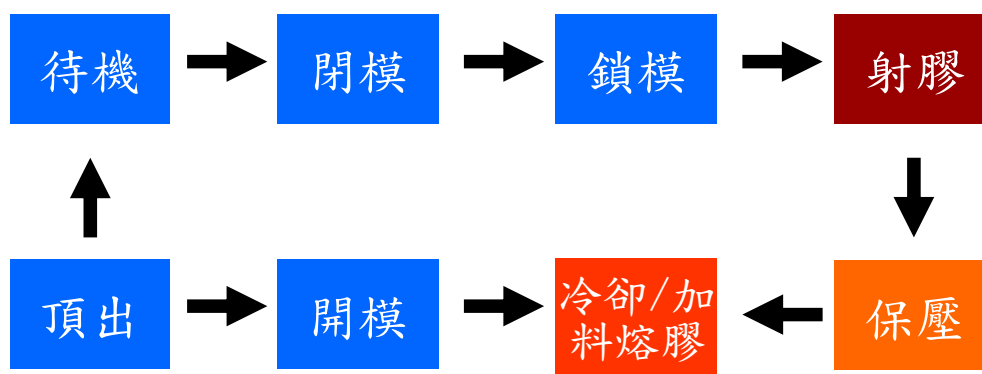
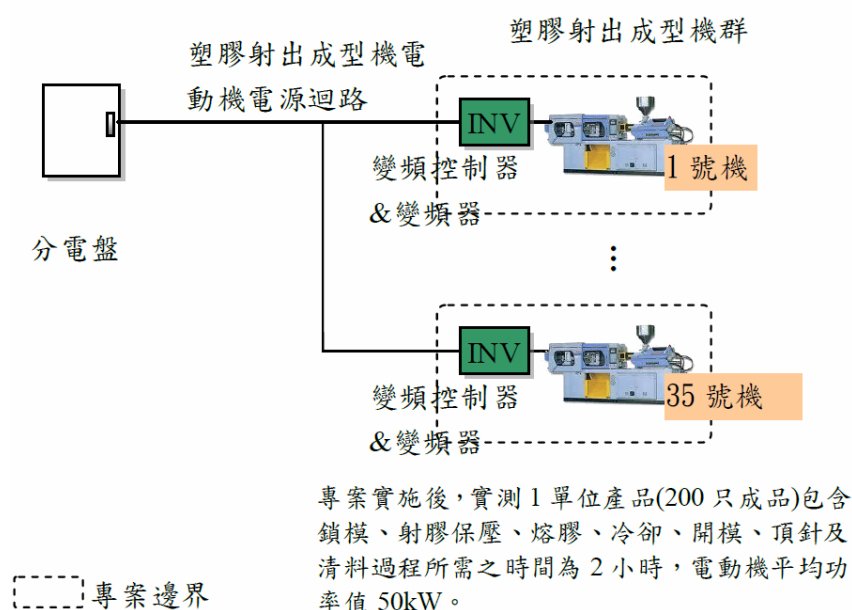


圖 5.2-2 塑膠射出成型流程中各階段之耗電量高低示意

塑膠射出成型機節能減碳的方式，可以改換永磁伺服節能系統或變頻節能系統。永磁伺服節能系統的能源使用效率最高，但現有射出成型機的電動機、油泵、油路都需更換，成本較高，一般都配備於新機。變頻節能系統的更新較簡單，通常只需要在油壓泵的電動機前加入變頻節能器或節能櫃，不需更換電動機及油泵，較適用於舊機的改裝；通常投資成本較永磁伺服節能系統低，回收年限也較短。

傳統射出成型機的感應電動機油壓系統定量泵，改裝變頻節能系統，依射出機設定面板設定成型條件的速度與壓力命令轉換成 0~10V 電壓信號或 0~800mA 電流信號，射出機變頻節能系統依此命令控制油壓泵電動機速度，調節控制各成型動作油泵及溢流閥或比例閥的輸出液壓油量與壓力，使合乎實際需求，將溢流量減至最少，可降低耗電量達 25%以上。一般而言，射出成型機的四大耗電部份，可採用變頻節能系統節電的是感應電動機油壓的驅動電力，包括液壓系統油泵及冷卻水泵的電力，合計約佔整機耗電量的 80~90%。

目前已通過環保署審議，國內產業可應用之 27 項本土減量方法，包括 TMS-II.012 塑膠射出成型機導入變頻控制，減量專案實施範圍示意如圖 5.2-3。該專案案例依循「TMS-II-012 塑膠射出成型機導入變頻控制」方法，以「既有塑膠射出成型機之持續使用」做為基線情境。廠內 35 台射出成型機用於製造某塑膠零件，前三年平均生產同一品項零件總計成品重量 350 公噸。經實際量測，專案實施前生產該零件每 200 只(1 單位)機台平均操作時間 2 小時，射出期間機台之電動機運轉功率平均值 90kW。專案實施後生產該零件每 200 只(1 單位)機台平均操作時間 2 小時，機台之電動機運轉功率平均值 50kW，生產同品項零件年總計成品重量 350 公噸。



資料來源：經濟部工業局製造業節能減碳服務團

圖 5.2-3 塑膠射出成型機導入變頻控制減量專案實施範圍

該案例以投資回收年限(pay-back period)作為投資分析計算基準，每年節約用電 515,072 度，每度電平均單價為 2.6 元(依據工廠 100 年度用電平均單價)。預估本專案投資成本約 1,000 萬元(含塑膠射出成型機變頻控制系統總成及安裝試俾費用)。經計算結果，設備投資回收年限為 7.5 年。雖然投資回收年限大於 3 年，但同時可降低液壓油溫度 5°C 以上，延長油封壽命，並降低冷卻水消耗量與冷卻水運轉能耗。加裝變頻器可降低成型機電動機啟動電流，使啟動平滑，消除液壓沖擊，有效降低噪音及設備故障率。在部分特定成型條件下，也會有縮短生產週期，增進生產效能的利益。同時符合本專案方法學，可以把節能減碳措施轉為抵換專案，進而取得減碳額度。

三、製程使用可再生能源

今年 85 歲的樂高 LEGO 公司，在 2017 年擊敗谷歌、蘋果等企業拿下全球最佳 CSR (Corporate Social Responsibility, 企業社會責任) 企業頭銜。最早期以木頭為原料，過去 60 多年則改用石化塑膠。2014 年，荷蘭皇家殼牌 (Royal Dutch Shell) 計畫在北極鑽探油田，樂高因與殼牌合作行銷，綠色和平組織 (Greenpeace) 因此發起全球宣傳，要求在孩童心中有良好形象的樂高，不要再當石油公司「漂綠」的工具，最後促使樂高決定與殼牌劃清界線。

樂高非常依賴塑膠，每年製造過 600 億塊積木(當於地球上每個人

有八塊)，公司大約四分之三的碳足跡來自用於製造其積木產品的石油。樂高集團與世界自然基金會（WWF）合作，倡導可再生能源投資，並加入了 RE100（致力於 100% 可再生能源之全球最具影響力的公司），這是一致力於使用 100% 可再生能源的公司的全球倡議，作為減少製造和供應鏈運營中二氧化碳排放的努力的一部分，並促進全球氣候變化行動。樂高公司並透過對風能的投資，用於製造樂高積木的能源，透過可再生能源來平衡，希望於 2020 年達到 100% 使用再生能源的目標⁸⁸；而樂高集團已於 2017 年，提前三年實現 100% 可再生能源目標⁸⁹。

自 2012 年以來，樂高集團支持開發超過 160 兆瓦的可再生能源。經過四年時間和對兩個海上風電場的 60 億丹麥克朗投資，樂高集團實現了將 100% 的能源使用與可再生能源的能源平衡的雄心。2016 年，樂高集團使用超過 360 千兆瓦時的能源，來生產全年在全球銷售的超過 750 億塊樂高積木。樂高集團在可再生能源方面的投資總產量已超過全球所有樂高工廠，商店和辦事處的能源消耗。

為了慶祝，樂高集團於英國樂高溫莎度假村，建造了有史以來世界紀錄規模最大的 LEGO® 積木風力渦輪機，並且鼓勵世界各地的兒童創建自己的可再生能源解決方案。LEGO® 積木風力渦輪機採用 146,000 塊樂高積木建造，高 7.5 米，是對英國利物浦海岸附近 Burbo Bank Extension 風力發電場的 200 米高的風力發電機組致敬 - 這是全球最大的風力發電廠(如圖 5.2-4)。

自 2012 年以來，樂高集團母公司 KIRKBI A/S 已投資約 60 億丹麥克朗用於可再生能源，相當於 162 兆瓦。其中在英國 Burbo Bank Extension 風電場投資 33 億丹麥克朗，該風電場是 DONG Energy（50%）及其合作夥伴 PKA（25%）和樂高集團母公司 KIRKBI A/S（25%）的合資企業。Burbo Bank Extension 風電場位於利物浦海岸 7 公里處，由 32 台 MHI 維斯塔斯 V164-8.0 兆瓦風力渦輪機組成，容量為 258 兆瓦，足以為 230,000 戶英國家庭提供可再生能源⁹⁰。此外，KIRKBI A/S 還擁有德國 Borkum Riffgrund 1 海上風電場 31.5% 的股份，可生產 312 兆瓦，為 320,000 戶家庭提供可再生能源。

⁸⁸ <https://resource.co/article/lego-launches-bioplastic-bricks-12454>

⁸⁹ <https://www.lego.com/en-us/aboutus/news-room/2017/may/100-percent-renewable-milestone/>

⁹⁰ The LEGO Group Reaches 100% Renewable Energy Target 3 Years Ahead Of Schedule, <https://www.lego.com/en-us/aboutus/news-room/2017/may/100-percent-renewable-milestone/>

5.3 產品使用

一、使用階段省資源

使用階段省資源主要係針對產品在使用相關耗材時，能夠降低物料資源的消耗。由於一次性或消費性塑膠產品本身常常就類似耗材，因此產品本身被廢棄就是耗費資源。使用階段省資源比較常見的是在耐久性產品，其耗材的常壽命設計。例如電動牙刷，為延長電動牙刷本體的使用壽命，長採可替換式刷頭設計，如圖 5.3-1。



歐樂 B 多動向雙向震動電動牙刷及替換式刷頭(右側包裝)

圖 5.3-1 可替換刷頭之電動牙刷

不過，仍然可以在一次性或消費性塑膠產品中找到使用階段省資源的實例—可替換刷頭的牙刷⁹¹。該可單獨替換牙刷的刷頭，不用整根牙刷丟棄。單獨替換刷頭，可減低塑膠垃圾量，相對的也更加的環保。

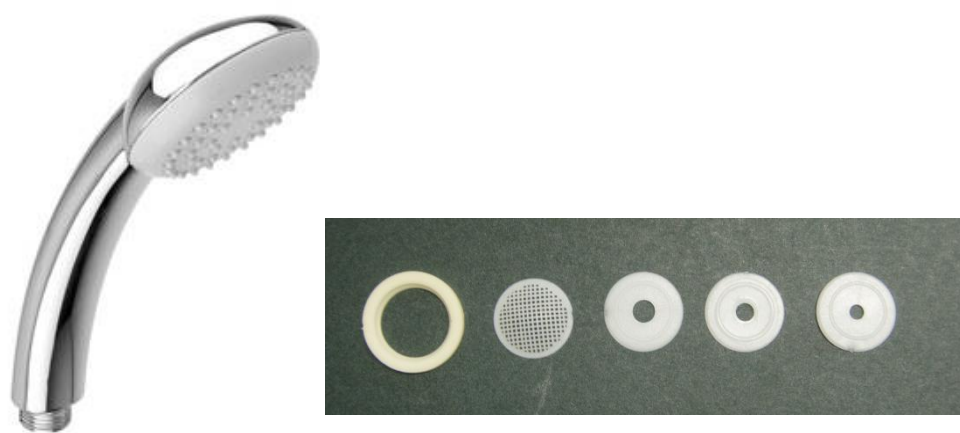
⁹¹ [居家清潔] MIT 台灣製造專利可換頭牙刷，大手牽小手。玩樂趣，2017.01.11。
<http://letsplay.tw/2017-01-11-886/>

替換刷頭時，從牙刷柄往下按壓，就可以拆下舊刷頭，再安裝新刷頭上去；刷完牙也可以替換舌苔刷頭來清潔舌苔，又可以避免掉製造一整支舌苔清潔刷所需的資源。為因應不同部位的強度要求及搭配所需的塑膠材料類別的特性，該牙刷本體材質為 ABS（Acrylonitrile Butadiene Styrene，丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物），刷頭亦為 ABS，倍柔刷毛為 PBT（Polybutylene terephthalate，聚對苯二甲酸丁二酯），倍潔刷毛為 Nylon（polyamide fibre, PA，聚醯胺纖維），舌苔刷頭為 TPU（Thermoplastic polyurethane，熱可塑性聚氨酯）。

一般的一體式牙刷，刷毛材質可能為 PBT 或 Nylon，刷柄材質多為 ABS。當然，也有強調環保，使用 PLA 可替換刷頭；或是傳統整支天然材質，刷毛為豬鬃，其他部位為孟宗竹製成。

二、使用階段省水

如同使用階段省資源，一次性或消費性塑膠產品本身不像洗衣機類的電器用品，會有使用時耗水的問題。但在省水器材或其配件中確用到許多塑膠製品，有些還取得省水標章。例如圖 5.3-2(a)省水蓮蓬頭，材質 ABS，產品規格 $\varnothing 80\text{mm}$ ，單段出水，具節流器。可符合 CNS 15167 流量試驗，每分鐘流量最大不得超過 10 公升，亦不得小於 5 公升。圖 5.3-2(b)省水器材配件，係指安裝於供水設備可使水量減少之配件。省水器材配件規格適用一般四分起波頭，內外牙均適用；軟墊片內設有一溝槽外徑 20.8mm 內徑 14.5mm，濾網外徑 16.6mm，起波頭節水墊片三片節水片各孔徑外徑 16.6mm、內徑 5.0mm；外徑 16.6mm、內徑 3.8mm；外徑 16.6mm、內徑 3.2mm。



圖片來源：省水標章管理系統，經濟部水利署，

<https://www.waterlabel.org.tw/Productsearch5>

左圖為省水產品：ABS 蓮蓬頭；右圖為省水器材配件 SW-006

圖 5.3-2 取得省水標章之省水產品及省水器材配件

三、使用階段省能源

如同使用階段省資源與省水，一次性或消費性塑膠產品本身不像電器用品，會有使用時耗能的問題。但在回收再生橡塑膠產品中，卻可發掘產能與節能的產品設計。例如意大利 Greenrail 與西班牙 Indra 公司合作開發的智慧枕木，能夠收集、處理和傳輸軌道基礎設施和軌道機車車輛狀況的實時數據⁹²。枕木是鐵軌的重要構成要素，用於固定鐵軌的位置與將讓鐵軌重量平均分配，在過去枕木都是用木頭製成，現今的枕木則大多是由消耗大量能源的混凝土製成，而近幾年開始使用不同材質，還可整合太陽能系統，可為電網與火車站供電。

Greenrail 成立於 2012 年，已在 79 個國家獲得專利，並於 2017 年與業內領先企業簽署了一份 7,500 萬歐元合約，進入美國五十個州中的六個市場。Greenrail 已經與回收廢塑膠的公司、回收廢輪胎的 Ecopneus、汽車與輪胎製造商簽署協議，包括飛雅特克萊斯勒汽車(Fiat Chrysler Automobiles, FCA)、梅賽德斯-賓士(Mercedes)和 Yokohama(橫濱輪胎)等⁹³。Greenrail 智慧枕木由嵌入在回收塑膠和橡膠的耐久性殼體中的預力混凝土芯組成，在 1 公里軌道的 1670 個枕木(sleeper)，可回收再利用 35 噸的廢塑膠和廢橡膠⁹⁴，其中廢塑膠與廢輪胎橡膠重量各半⁹⁵。Greenrail 的枕木外殼包覆一層彈性層，能減少鐵軌的沉降壓力，可減少 2~2.5 倍的維護成本，同時減少枕木的替換次數。

意大利 Greenrail 智慧枕木包括：Greenrail 軌道系統、Greenrail 廢塑膠橡膠智慧枕木、Greenrail Solar 太陽能蓄電電池、Greenrail Piezo 動能回收系統、Greenrail Linkbox 安全與偵錯數據傳送系統。Greenrail 枕木可以搭載太陽能板，從一般的枕木變成 Greenrail Solar 太陽能蓄電電池，或是 Greenrail Piezo 動能回收系統(Kinetic Energy Recovery System, KERS⁹⁶)，在火車行經時產生電能，預計每公里可產生 150 kwh 的電力。而為了提高鐵路安全，也可以透過 Greenrail Linkbox 傳送安全與偵錯數據⁹⁷。其優勢除了可搭載太陽能，讓鐵路產業與再生能源

⁹² Sustainable and innovative railway sleepers,
https://slideus.org/philosophy-money.html?utm_source=maura-saltimbanco-sustainable-and-innovative-railway-sleepers

⁹³ L'innovazione di GreenRail, Sistemi ferroviari sostenibili, 23 aprile 2018.

<https://www.estra.it/ef-magazine/notizia/l-innovazione-di-greenrail%20/64>

⁹⁴ Italian Firm Greenrail Sign Deal with Indra, Tyre & Rubber Recycling, 2018.04.06.

<http://www.tyreandrubberrecycling.com/latest-news/posts/2018/april/italian-firm-greenrail-signs-deal-with-indra/>

⁹⁵ <http://www.greenrailgroup.com/en/awards/>

⁹⁶ 是一個將剎車時的動能回收儲存並且為以後使用的系統。回收的能量一般存儲在飛輪、電池或電容之中。

⁹⁷ Next-gen railway sleepers can produce electricity

相結合，該公司也可以利用客製化，根據不同國家與公司的要求進行設計。**Greenrail** 希望可以透過該產品改變如今相對封閉的鐵路基礎建設產業。

四、使用階段防止污染

近年海洋微塑膠的污染議題日愈受重視，除了美國第一個禁用含塑膠微粒(**microbead**)化妝品外，我國也公告禁用。在塑膠微粒(**microbead**)之外，另一個洗衣微纖維(**microfiber**)的排放問題也日愈受重視。生態學家 **Mark Browne** 於 2011 年發表的研究，藉由檢驗洗衣機排放的家庭廢水，發現每件衣物在洗滌時約會掉下 1,900 條微纖維(材質為尼龍、丙烯酸樹脂、聚酯等)，隨著廢水排放，可能就進入海洋的循環中⁹⁸。洗衣微纖維是在衣物消費使用階段因清潔目的，受洗滌設備與水流冲刷而產生。因此，有許多塑膠製品的設計就是要防止洗衣過程的微纖維排放。

市面上專門捕捉洗衣微纖維的各種形式產品包括：**Guppy friend** 環保洗衣袋、**Cora Ball** 環保洗衣球、**Lint LUV-R** 洗衣機過濾器、**PlanetCare** 洗衣機過濾器等；這些可能方案仍有待市場接受度的考驗。洗衣袋形式的 **Guppy friend** 售價為 29.75 美元；**Cora Ball** 則是一顆售價 29.99 美元的多色球，會在洗衣機中彈來彈去，並利用類似珊瑚外觀的粗糙球面捕捉微纖維。**Lint LUV-R** 則是一款售價 140 美元，套在洗衣機排水管上的過濾器。

1. Guppy friend 環保洗衣袋

德國戶外用品零售業者亞歷山大諾特 (**Alexander Nolte**) 和奧利佛史派斯 (**Oliver Spies**) 開發出一種特細網目洗衣袋「**Guppy Friend**」⁹⁹，能防止刷毛衣料上的微纖維隨著洗衣污水進入水體環境。德國與歐洲最大科技應用研究機構弗勞恩霍夫 (**Fraunhofer**) 與諾特和史派斯合作，測試、檢查洗衣袋的設計和材料，最後選用不容易釋出纖維的聚醯胺(尼龍)。洗衣袋的網目為 50 微米，肥皂水可以

https://cordis.europa.eu/news/rcn/129284_en.html

將太陽能應用於環保鐵軌枕木，鐵路產業駛向再生能源，**EnergyTrend**，2018.01.22。

<https://technews.tw/2018/01/22/greenrail-solar-energy/>

⁹⁸ Inside the lonely fight against the biggest environmental problem you've never heard of, **Guardian News and Media Limited**.

<https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/27/toxic-plastic-synthetic-microscopic-oceans-microbeads-microfibers-food-chain>

⁹⁹ Microfibers are polluting our food chain. This laundry bag can stop that, **The Guardian**, <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/12/seafood-microfiber-pollution-patagonia-guppy-friend>

透過但是能留住微纖維。衣服洗完後，洗衣袋網目上的纖維可以用手移除丟棄。測試顯示，這種洗衣袋在使用數百次後仍然功能正常完好。獨立研究則顯示，Guppyfriend 能讓衣服釋出的超細纖維減少 75%至 86%。

同一時期，知名戶外服飾品牌 Patagonia 一直希望能減少微纖維污染，2015 年委託加州大學聖塔芭芭拉分校（UCSB）進行相關研究。研究人員計算出 Patagonia 的戶外刷毛夾克每次洗衣會釋出 25,000 個微纖維。Patagonia 每年賣出 10 萬件夾克，洗出的塑膠纖維量足以做成 1 萬 1900 個塑膠袋。Patagonia 將 Guppy Friend 的早期樣品並交給 UCSB 測試，證實可以留住 90~95%的微纖維。Patagonia 動用自己的材料工程師，給諾特和史派斯建議，經過改良的 Guppy Friend 洗衣袋可以留住 99%的纖維。諾特和史派斯從 Patagonia 得到 10 萬歐元資金，用來開發洗衣袋和建立供應鏈；並於 2016 年在 Kickstarter 發起群募了 28,640 歐元。2017 年 2 月寄發給 Kickstarter 群募，並在 Patagonia 上架。此外，諾特和史派斯的戶外用品店本來就有賣 Patagonia 的產品。

2.Cora Ball 環保洗衣球

Cora Ball 是由非營利海洋保育環保團體羅撒莉亞計畫(Rozalia Project)研發¹⁰⁰，2017 年 4 月 25 日成功在 Kickstarter 活動獲得資助，7 月已發出產品。Rozalia Project 表示他們已對該產品進行獨立研究，結果顯示，使用 Cora Ball 後，洗衣服過程可減少至 25%的超細纖維排放。Cora Ball 的形狀設計就像海葵，其功能也與海葵在水流通過時攫取細小的浮游生物相似。該洗一球可以在洗衣機內遊走，攫取微纖維，並一併把毛髮聚集起來。

Cora Ball 是由 100%回收的塑膠製成，也是 100%可由原廠回收的。在家用洗衣機、商用洗衣機和乾衣機的操作溫度下，皆可維持其物理化學性質。Cora Ball 設計的形狀、柔軟性、表層光滑圓潤，不會導致更多微纖維。但 Rozalia Project 不建議使用 Cora Ball 於蕾絲、流蘇、鉤編、磨砂線的衣物。Cora Ball 可能會捕獲這些物品並可能造成損壞；但原本這類型衣物就不會產生太多的微纖維。

不需要在每次洗衣後就清潔 Cora Ball。當看到積累並纏繞著頭髮和較多的纖維，纏結的程度足夠大時，就可以將其去除。對於大多數家庭來說，一個 Cora Ball 就足夠了。每個家庭洗衣的頻率不同，Cora Ball 的壽命也不一樣。以一家四口再養一隻狗的家庭來說，一

¹⁰⁰ <https://coraball.com/collections/all>

顆洗衣球可使用六到八週。

3. Lint LUV-R 洗衣機過濾器

Lint LUV-R 是加拿大設計和製造的過濾器，內含可重複使用的孔徑 0.0625 英寸(1500 微米)的不銹鋼濾心。透過從洗衣機中去除絨毛和不可處理的固體。該過濾器可輕鬆安裝在洗衣機機櫃或擱板下方或旁邊的牆壁上。透明的濾筒和排水軟管可以讓您看到運行中的過濾器是否需清潔；一家四口，大約每三周清潔一次。原設計於 2001 年的 Lint LUV-R 樣機已連續使用 12 年，無需維護或更換成本¹⁰¹。

4. PlanetCare 洗衣機過濾器

PlanetCare 洗衣機過濾器是英國 PlanetCare 公司於 2017 年 4 月發表的，用於從洗衣機污水中去除微纖維。該系統的核心部分是基於靜電纖維和具有自清潔功能的奈米膜技術的微濾器(無法查知技術規格)，使用洗衣機排水泵產生的水壓進行操作¹⁰²。

斯洛文尼亞國家化學研究所的驗證技術和分析中心(Centre for Validation Technologies and Analytics at the Slovenian National Institute of Chemistry)進行了兩項測試，一項是在沒有將 PlanetCare 過濾器併入洗衣機的情況下進行的。一個洗滌週期產生 1403,95mg 塑膠纖維，通過排水進入污水系統；而接上過濾器能夠在第一次洗滌循環中收集 1105,59mg 塑膠纖維¹⁰³。

以上這些產品效能仍需進一步接受獨立公正機構的驗證；但是相對於網目 50 微米的 Guppy friend 環保洗衣袋，Lint LUV-R 洗衣機過濾器網目就大的過度，而 PlanetCare 洗衣機過濾器利用洗衣機排水泵作奈米膜過濾的壓力恐有不足；但解決問題總需設計創意。

¹⁰¹ <http://www.environmentalenhancements.com/index.html>

¹⁰² <https://planetcare.org/project/planetcare-filter/>

¹⁰³ No more microplastic fibres in our laundry's waste water!, European Circular Economy Stakeholder Platform.
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/no-more-microplastic-fibres-our-laundrys-waste-water>

5.4 廢棄管理及回收

一、可堆肥化

完全的農業有機資材皆可堆肥化，蔗渣除了作吸管外，亦有廠商將甘蔗漿作成環保餐具(如圖 5.4-1)；但甘蔗漿本身黏結性低，市面上的蔗渣或甘蔗漿環保餐具，非經檢測，無法確知是以 PLA 或傳統塑膠，或其他物料作加工成型黏結劑，亦可能影響其堆肥化特性。



圖 5.4-1 植物纖維(甘蔗漿)湯碗

德國慕尼黑 leaf republic 公司則透過 3D 列印技術，製作出 28 天可以分解，不含塑膠、黏著劑、化學添加物，而是百分之百的「樹葉」餐盤。根據 leaf republic 官網，「樹葉餐盤」的原料取自亞洲和南美洲的蔓生植物，由團隊直接向當地村莊獲取；餐盤一共有三層，第一、三層皆為葉子，第二層是以葉子製成的防水薄紙。若單純裝乾燥的固態食物例如花生，樹葉餐盤可以重複使用好幾天；若想裝熱水，盤子特殊的防水設計也能讓你安心盛裝和飲用，但由於餐盤的天然結構，故較不容易清洗。而用完後的「樹葉餐盤」如同落葉分解後返回自然，它將轉化成肥料，成為其他植物的養分。

leaf republic 先前已成功建立小規模的生產設備並開始製造，2016 年 7 月團隊於 Kickstarter 平台上募得 6.4 萬歐元（約台幣 230 萬元），這筆資金用來採買自動生產的大型機器，擴大餐盤的生產規模，最終建立全面自動化的生產線。團隊已陸續將樹葉餐盤送到消費者手中，但根據官方臉書，部分餐盤在海運過程中並未受到適當的保護，導致外觀受到損壞，目前團隊也在積極尋找解決方法，希望能找到快速且有效率的航運服務¹⁰⁴。

二、回收再利用

臺灣在廢棄回收是相當先進者，例如回收寶特瓶再製 Nike 球衣、回收海洋廢棄物再製 adidas UltraBOOST UncagedParley 球鞋。國外也有那斯達克上市公司 Interface 回收再製地毯、英國回收廢塑膠再製家具的設計品牌 Pentatonic、比利時 Antwerp(安特衛普) 回收舊塑膠玩具再製兒童家具的品牌 ecoBirdy。

1. 寶特瓶回收再製球衣

臺灣每年回收達 10 萬噸廢寶特瓶，在世界市場占有一席之地。其中，遠東新世紀的寶特瓶製成纖維技術，長達 20 多年，早期大部分用在填充布偶，或是製成地毯；近年來，回收技術提升，可再製成衣著纖維。回收的寶特瓶，壓縮成寶特瓶磚後，送達工廠洗滌後切碎，再加熱融化，抽絲製成聚酯纖維，經織布、高溫染整，製成環保布料，最後，剪裁製成服飾。

因回收技術突破，大幅提升質感、吸溼排汗佳、色澤常保鮮豔，成功獲國外大廠青睞，連續 3 屆獲得世界盃足球賽指定面料。2010 年南非世界盃，2014 年巴西世界盃，Nike 共贊助五個國家隊(巴西、美國、英格蘭、葡萄牙與克羅埃西亞)的環保球衣，由遠東新世紀製造，成本雖然較一般布料貴上 2 到 3 成，卻更輕、更能吸溼排汗。2016 年巴西里約奧運的中華隊球衣，也由遠東新世紀所製造。迎接 2018 年世界盃足球賽商機，遠東新世紀仍舊以「回收寶特瓶環保紗」明星商品，再度成為 Nike 指定供應商，取得球員、球迷衣訂單。

以 100%回收寶特瓶製作環保紗做為原料，可讓品牌商創造綠色形象。回收寶特瓶製作環保紗後，出貨給布廠，再交由成衣代工做成球衣(圖 5.4-2)。

¹⁰⁴ 拋開免洗餐具！德國公司研發可分解樹葉餐盤，食力雜誌。
<http://www.foodnext.net/science/packing/paper/4111145818>



圖 5.4-2 回收寶特瓶再製球衣

2.寶特瓶回收再製背包

2016 年台灣設計團隊在國際集資平臺 Kickstarter 集資 780 萬台幣，由台灣在地打造的 BACKPAIX 智慧背包。是一款酷炫、互動性十足的背包！為都會生活而生的智慧背包，配有超過 18 個收納巧思，可容納 30 公升的日常所需，背包表裡布料由 40 個 600 ml 的廢棄寶特瓶回收重置而成，防水耐旱又環保。

特別的是 BACKPAIX 智慧潮包結合物聯科技的獨家 LED 徽章，只要按壓騎士車頭的遙控裝置，就可以無線控制徽章內的號誌燈，使用起來既直覺，又能大幅提升黑暗中行車的安全。另外，透過 PAIX APP 還可繪製專屬的表情符號，在你開口之前，讓來往的車陣人潮都知道你 心情很好 ！這樣的科技設計在城市中流動，既能帶起環境互動，又能展現自我特色！BACKPAIX 集收納、環保、智慧、趣味於一身，融合科技、實用性與童心巧思，在 Kickstarter 上掀起一陣「智慧背包炫風」，讓背包成為連接城市生活與智慧科技的時尚單品¹⁰⁵。

圖 5.4-3 則是大愛感恩科技(股)公司以回收寶特瓶抽絲再製的背包，右下角印刷回收寶特瓶標誌-與地球共生息(Coexit with the Earth)。

¹⁰⁵ 40 個寶特瓶回收做的智慧潮包，台灣設計團隊在 Kickstarter 募破 780 萬台幣
<https://buzzorange.com/techorange/2016/06/24/backpaix-kickstarter/>



圖 5.4-3 回收寶特瓶再製背包

3. 廢塑膠回收再製球鞋

愛迪達於 2016 年開始與海洋環保組織「海洋會議」(Parley for the Oceans) 合作，擬將海洋廢塑膠轉變成可用於各種消費品的紗線，因此愛迪達找上遠東新世紀，讓 Parley 海洋會議將馬爾地夫的海洋廢寶特瓶運到臺灣。

遠東新世紀已建立陸上回收寶特瓶、抽紗、紡紗、織布的完整供應鏈；但處理海洋垃圾，以往沒有做過。相較陸地上回收的寶特瓶，顏色統一、相對乾淨，長年累積在海中的寶特瓶顏色偏藍，而且卡上很多雜質。過去，如果有雜質的原料，通常只會做成填充棉花，被歸類在第二級的原料。海洋塑膠強度較弱，還要經過特殊的醇化處理，才能符合鞋面所需的支撐強度，甚至是衣服上的一級素材。唯一的缺點是，原料乾淨度仍不及一般寶特瓶，染出的顏色有限，沒辦法五花十色。

2016 年 6 月 8 日世界海洋日，愛迪達如期推出海洋廢棄物回收鞋 UltraBOOST UncagedParley (如圖 5.4-4)，遠東新世紀並獲頒「海洋廢棄物回收永續獎」¹⁰⁶。

¹⁰⁶ 愛迪達這雙「海洋回收物」做的限量跑鞋，一部份竟然也是台灣之光！
http://www.nowlooker.com/post_0514916364.html



圖 5.4-4 回收海洋廢棄物再製球鞋

製造一雙鞋約需回收 11 支廢寶特瓶，2017 年愛迪達銷售了 100 萬雙由再生塑膠製成的鞋。在全球銷售的 4.5 億雙鞋子中，阿迪達斯認為 2018 年回收再生塑膠運動鞋的銷量不會少於 500 萬雙，並希望 2024 年在其所有產品中使用改性海洋廢塑膠。

4.地毯回收再製地毯及太陽眼鏡框

美國 Interface 公司是全世界最大的方塊地毯(carpet tile)¹⁰⁷製造商，全球員工總數超過 3,000 人，銷售網絡遍及 100 多個國家，2015 年的銷售額高達 10 億美元。Interface 在 1994 年提出的「零使命」宣言 (Mission Zero) —Interface 矢志在 2020 年以前，完全消除公司對環境的任何負面影響。這項宣言帶領公司從自家產品的生命週期報告開始，評估自己對環境的影響。

Interface 根據產品生命週期評估發現產品對環境的影響，只有 9%是製造過程所導致，卻有 68%是由原物料在開採、純化等過程中所造成。而在原物料的環境影響中，又有一半是紗線所導致。因此 Interface 鎖定原料作為重點改善項目，一方面努力研發能減少使用紗線的技術，一方面也依據是否採用再生材料製造紗線，來挑選供應商。

為了確保紗線來源自給自足，不再仰賴石化原料，Interface 推動建立回收舊地毯的「逆物流」機制(ReEntry)，已回收超過 130,000

¹⁰⁷ Interface (@interface) • Instagram, <http://gallery.interface.com/#!/all/all>

噸的舊地毯，並依舊地毯的分層結構進行處理，再投入於新地毯的利用。進一步與原料供應商合作，提供舊地毯的纖維，讓供應商能使用再生料製造紗線，使地毯資源不斷循環。光是美國一年的廢棄地毯就高達 2,000,000 噸，若想降低對原生石化原料的依賴，這些廢棄地毯就是資源¹⁰⁸。

除了回收舊地毯外，Interface 也用多元的材料來源，取代原生的石化原料，例如漁網的尼龍纖維、汽車擋風玻璃的中間膜、與蓖麻製成的生質原料等。以往漁業的慣常做法是每兩年替換一次漁網，每年有高達 64 萬噸的漁網被棄置海中，容易困住海洋生物，嚴重威脅海洋生態。Interface 注意到漁網和地毯一樣都由尼龍 6（Nylon 6）製成，因此他們從 2012 年起在菲律賓推動 Net-Works 計畫，回收當地的廢棄漁網作為地毯紗線的原料，同時也為當地人民創造了額外收入。目前他們回收的漁網足以繞地球兩圈，並在當地設立社區銀行，為超過 400 個家庭提供財務上的協助。Interface 還減少了 92% 的溫室氣體、節省 87% 的用水量等，他們位於荷蘭 Scherpenzeel 的工廠甚至達到零廢棄，且完全採用可再生能源。但 Geanne 也坦言，自 1994 年開始推動「零使命」後，Interface 目前採用的地毯原料，只有約 50% 來自再生與生質原料，未來仍有努力的空間。

圖 5.4-5 則是大愛感恩科技公司以毛毯碎邊回收再製鏡框的 R2R 環保再生太陽眼鏡，經測試 100% UV400 阻絕紫外線。採套鏡設計，眼鏡組或視力正常者皆可直接配戴。



圖 5.4-5 回收毛毯碎邊再製太陽眼鏡框

¹⁰⁸ <http://www.seinsights.asia/article/3290/3271/4213>

「大自然會怎麼設計地毯？」全球最大地毯商用仿生學和循環經濟，要在 5 年內達到零廢棄，社企流

5.英國 Pentatonic 回收廢塑膠再製家具¹⁰⁹

英國家具設計品牌 Pentatonic 把海洋塑膠廢料、舊衣物、光碟、咖啡杯及智慧型手機等物品，以射出成型技術把廢塑膠製成椅子、桌子及玻璃杯三款產品。已得到不同單位的支持，並成功獲得 430 萬英鎊資助開業，當中包括致力發展廢料回收再造的公司，希望合作開拓更多廢料回收再製的可能性。Pentatonic 推出的桌子和椅子採模組化，讓用家自行組裝，每件組件都由不同的廢料製成，組裝時不需任何工具輔助，亦毋需使用樹脂或膠水黏合，務求將不必要的污染減至最低。

Pentatonic 官網¹¹⁰亦介紹團隊重點研發的四款回收再生料，包括以塑膠製成的仿羊毛物料 PLYFIX FELT，以回收針織布料製成的強化聚合物仿碳纖維物料 SRPX，用廢寶特瓶製成的 RPET 布料，及智慧型手機加工而成的防刮仿玻璃。Pentatonic 亦推出「回購計劃」，用戶可把品牌旗下的家具回售 Pentatonic，從而將之循環再用及再製成新產品。

6.比利時 ecoBirdy 回收舊塑膠玩具再製兒童家具¹¹¹

小孩總是貪新鮮，新玩具被寵幸一陣子後便遭厭倦，若沒有弟妹繼承「產權」，玩具很快便被送進垃圾桶。大量生產卻使用壽命短的塑膠玩具，是不得不認真看待的塑膠污染問題。因此，比利時安特衛普品牌 ecoBirdy，於 2018 年巴黎家具展 Maison et Objet，推出了 100%回收廢塑膠玩具製造的兒童家具系列。一共有五色的 Charlie 系列，十分適合小朋友坐；Luisa 系列則可以當小朋友飯桌，十分容易清潔。

ecoBirdy 的特點就是面向小孩的廢舊玩具著手回收，因為塑膠玩具比其他消費品更加常使用塑膠。ecoBirdy 兒童家具採用無添加任何顏料的技術，直接以各種色塊的廢塑膠黏結成型後打磨，因此家具用舊了也可再循環再製造，有生生不息的喻意¹¹²。

¹⁰⁹ 英傢俱設計師 用垃圾生產環保傢俬，《明周》，
<https://bkb.mpweekly.com/cu0004/20170913-51231>

¹¹⁰ Pentatonic, http://www.pentatonic.com/en_uk

¹¹¹ 玩具玩厭掉晒佢？比利時品牌回收舊塑膠玩具再造傢俬，香港 01 線報，
<https://www.hk01.com/藝文創意/153131/-綠色設計-玩具玩厭掉晒佢-比利時品牌回收舊塑膠玩具再造傢俬>

¹¹² <https://www.ecobirdy.com/>

5.5 全生命週期之整合考量

一、產品低污染或無危害

1.資源回收清除處理費率引導替代 PVC 塑膠瓶

我國垃圾多以焚化處理，聚氯乙烯 (PVC)因含有氯，焚化處理時易產生戴奧辛，因此先進國家針對 PVC 物品或包裝材料均有禁用或自願性管制之措施。

環保署原訂的 PVC 容器的資源回收清除處理費率即高於其他材質；於民國 101 年 7 月 1 日更進一步拉大 PET 瓶與 PVC 瓶的資源回收清除處理費率，PET 塑膠容器自每公斤 11.58 元降低至 9.35 元或 8.50 元(易撕線標籤或水溶性黏膠標籤)；PVC 塑膠容器自每公斤 15.38 元提高至 18.50 元，進一步抑制 PVC 瓶的使用。超過 99%以上絕大多數的塑膠容器已不使用 PVC。

國內 PVC 塑膠容器使用量與回收量逐年降低，民國 106 年 PVC 塑膠容器使用量占整體塑膠容器之使用量僅 0.29%，回收量則僅占整體塑膠容器回收量 0.42%。因此，PVC 塑膠容器在回收階段常在分類線之最末端始被分出，含雜質比率偏高，致再生料品質不佳且價值不高，處理廠多不願處理廢 PVC 塑膠容器¹¹³。

為進一步減少 PVC 塑膠容器對環境之影響，以經濟誘因導引業者減少 PVC 塑膠容器之使用，改用有利於資源循環利用之替代材質，例如聚乙烯對苯二甲酸酯(PET)或聚乙烯(PE)，環保署於民國 107 年 7 月 20 日修正「容器回收清除處理費費率」公告事項第一項附表，自即日生效。調整 PVC 塑膠容器回收清除處理費費率至每公斤 87 元。

對塑膠容器設計者而言，PET、PE/PP、PVC 的容器回收清除處理費，分別為每公斤 8.50~9.35、7、87 元。除非有極特殊的考量，在 PVC 的容器回收清除處理費由 18.50 元提高至 87 元的同時，僅剩的 0.29% PVC 容器，應該會退出市場。

2.資源回收清除處理費率引導替代瓶用 PVC 標籤

環保署為減少應回收廢容器中 PVC 附件的使用，自民國 94 年起，對使用含 PVC 附件(如收縮膜標籤)的容器，加重其回收清除處理費 30%，及自 97 年起加重 100%後；PVC 材質容器附件比例自民

¹¹³ 行政院環保署，104~105 年應回收廢棄物稽核認證團體(廢塑膠容器類)專案工作計畫，2016。

國 94~96 年的 87%，驟降至 97 年的 18%，及 98 年的 1%¹¹⁴。

民國 101 年 7 月 1 日進一步拉大 PET 瓶與 PVC 瓶的資源回收清除處理費率，且容器瓶身以外之附件使用 PVC 材質者，費率加重 100%，再乘以容器與附件之總重量，作為繳費計算方式，塑膠容器標籤幾乎已不使用 PVC。

替代 PVC 標籤之材質主要為聚對苯甲酸乙二醇酯(PET-G)及延伸聚苯乙烯(OPS)，再加上碳酸飲料原先使用的黏貼性延伸聚丙烯(OPP)標籤。不過，要注意 PET 塑膠容器的資源回收清除處理費率分為兩種，分別是 PET A 類 8.50 元(易撕線標籤或水溶性黏膠標籤)及 PET B 類 9.35 元。

3.玻璃瓶替代 PVC 爪蓋墊片(LSR 液態矽膠)

市場上部分玻璃罐裝食品在包裝上會使用到金屬爪蓋，常見如：罐頭、調味料瓶等。所謂金屬爪蓋構造包含金屬瓶蓋主體及內襯墊片兩大部分，然而以往市售產品的內襯墊片皆以 PVC 為主要材質。PVC 若須符合墊片之物性與製程需求，可能在生產過程中添加塑化劑來調整其柔軟性、加工等。但在食品包裝時，若 PVC 墊片接觸到油脂性食品，則塑化劑相當容易被油脂溶出，而對人體造成健康危害。另外近年來環保意識抬頭，PVC 材料的使用也令民眾產生高度的安全疑慮，潛在的危險因子有三(1)聚合不完全而釋放氯乙烯單體，(2)使用過程塑化劑溶出的疑慮，(3)廢棄焚燒可能產生戴奧辛。例如 2014 年 5 月，歐盟食品與飼料快速預警系統(Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF，使歐盟成員國市場監管機關發現「危險食品類消費品」後快速及有效傳遞訊息)，通報 65 件食品接觸材(FCM)，主要為瓶蓋密封上蓋、壓力鍋墊圈、保溫瓶墊片、塑膠瓶塞之鄰苯二甲酸酯類塑化劑 DEHP、DBP、DINP、DIDP、DNOP 等超標¹¹⁵。

2013 年環保署補助財團法人塑膠工業技術發展中心「綠色設計之環保型爪蓋產品開發計畫」，研發非 PVC 爪蓋墊片材料，完成改質的液態矽膠(LSR)，如圖 5.5-1¹¹⁶。除了可達現行金屬爪蓋之產品出廠規格要求，並符合現有製程設備，基於經濟層面考量，此膠料配方的材料成本亦控制在每公斤 300 元，與市售用於食品級之矽橡膠材料動則每公斤 500 元相較，具有競爭優勢¹¹⁷。

¹¹⁴ 行政院環保署回收基管會，廢容器標籤回收處理現況，資源回收電子報，2009。

¹¹⁵ RASFF 通報瓶蓋密封墊片、墊圈等塑化劑超標案件。
https://www.sgs.com.tw/zh-tw/news/2014/07/n_20140630_1

¹¹⁶ 環保署回收基管會，爪蓋不含 PVC 環保健康更安心，2014.05.20。
<https://www.slideshare.net/epaslideshare/pvc-34891223>

¹¹⁷ 環保署「綠色設計之環保型爪蓋產品開發計畫(epa-X0-1026367544-06-04)」，2013。



資料來源：爪蓋不含 PVC 環保健康更安心，環保署回收基管會，民國 103 年 5 月 20 日，<https://www.slideshare.net/epaslideshare/pvc-34891223>

圖 5.5-1 液態矽膠(LSR)爪蓋墊片(左)及 PVC 爪蓋墊片(右)

2014 年經濟部工業局推動傳產維新「安心塑膠」亮點產業，由塑膠工業技術發展中心輔導的「高氣密食品級瓶蓋墊片研發聯盟」，成功整合供應鏈，協助業者產製環保無毒金屬瓶蓋（爪蓋）矽膠材質墊片，已有第一階段成果，量產技術成果在台北國際包裝工業展覽會發表，並在現場展出實際商品¹¹⁸。

同時，環保署為減少 PVC 材料使用量，針對 PVC 材質產品（金屬爪蓋墊片之材質），自 97 年起逐年調高回收處理費，目前已加重課徵 100%，此已大幅增加業者營運成本，業者急需安全又環保替代材料，取代後將可降低業者每年約 1.4 億元之成本費用，並增加超過 4 億元產值。

以液態矽膠（LSR）替代原 PVC 材質，除了符合食品級規範要求外，皆符合爪蓋使用所有物性需求。並可利用業者現有設備調整後產製矽膠材質墊片，無須更換產線與新購買生產設備，更不會增加製造成本。2015 年則有廠商以「非 PVC 內墊之金屬爪蓋」產品，取得「低污染」之第二類環保標章環保訴求¹¹⁹，如圖 5.5-2 所示。

¹¹⁸ 安心塑膠 環保瓶蓋墊片量產，工商時報，2014.06.03。

<http://www.chinatimes.com/newspapers/20140603000273-260210>

¹¹⁹ 「非 PVC 內墊金屬爪蓋」之「產品低污染」第二類環保標章，

http://www.kamellia.com.tw/images/hh7_1.jpg



圖片來源：綠色生活網，行政院環保署，2018.10.31，

<https://greenliving.epa.gov.tw/GreenLife/Products/products.aspx?pc=F61062C42732397D&pn=B3BA5DC58353FB32>

圖 5.5-2 「非 PVC 內墊金屬爪蓋」之「產品低污染」第二類環保標章

二、碳足跡或溫室氣體減量

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱碳標籤(Carbon Label)或碳排放標籤(Carbon Emission Label)，是一種用以顯示公司、生產製程、產品（含服務）及個人碳排放量之標示方式，其涵義是指一個產品從原料取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最後廢棄回收等生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成二氧化碳當量的總和。英國政府於 2001 年所成立的 Carbon Trust，於 2006 年所推出之碳減量標籤(Carbon Reduction Label)是全球最早推出的碳標籤。目前包括英國、美國、加拿大、日本、韓國、泰國、澳洲等國家正展開碳足跡與低碳社會相關政策與工作的建置。我國環保署自 2010 年 5 月開始實施碳足跡標籤，當中有產品性質也有服務性質的內容獲證；另自 2014 年起開始推行減碳標籤認證，為繼英國、泰國、韓國後第 4 個推動減碳認證的國家，旨在與國際接軌並鼓勵廠商持續落實減碳¹²⁰。

¹²⁰ 環保署，台灣產品碳足跡資訊網

<https://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLConcept/FLLabelIntroduction.as>

我國產品碳標籤制度將規劃分為二階段推動：

(一)推動產品碳足跡揭露

目前世界各國發展產品碳標籤制度相關配套措施尚無國際統一規範，碳標籤制度推動初期取得碳標籤證書之產品較少，同類產品碳足跡尚無法互相比較；因此，第一階段以鼓勵廠商分析產品碳足跡，並以產品碳足跡揭露為目標。對廠商而言，分析產品碳足跡可以瞭解該產品在各生命週期階段產生溫室氣體之比例，進一步檢討溫室氣體減量的對策，例如採用對環境友善之原料、產品包裝減量或回收、提升運輸效率等，包括要求產品上游供應商共同努力降低產品碳足跡，除減少溫室氣體排放並形成綠色供應鏈外，通常同時可以得到降低成本的效果。對消費者而言，可以優先選購具碳標籤產品支持廠商揭露產品碳足跡，並於產品使用及廢棄處理時配合減少碳排放，達到減少溫室氣體排放之目的。

(二)發展減碳標籤制度

減碳標籤制度以現行碳標籤為基礎，廠商以碳標籤證書或經審查認可之第三者查驗機構產品碳足跡查證聲明書上所載產品碳足跡數值，做為減碳基線，並提出具體減碳承諾與實施方法，後續經環保署審查達成減碳承諾者，可取得減碳標籤使用權。對廠商而言，取得減碳標籤之產品未來會與環保集點制度結合，並可能納入政府機關優先採購範圍，具申請誘因，應能達到實質溫室氣體減量與形成綠色供應鏈之成效。對消費者而言，可以優先選購具減碳標籤之產品，於購物時即可為減緩氣候變遷作出貢獻，同時達到全民綠色消費之目的。

石安牧場為全台第一家獲得減碳授證的廠商，授證後把減碳標籤標示在蛋盒上(如圖 5.5-3)，讓消費者了解牧場對人道飼養及力行農牧業再生綠能、減碳愛護地球的實質行動。依據「碳足跡減量標籤制度」，申請減碳標籤之廠商，於 3 年內達成 3%以上減碳量，方可獲得 3 年減碳標籤使用權。石安牧場於 2015 年 10 月完成認證，減碳量達 14%。

評核流程由養產前的原物料開始，再進入飼養生產階段，由牧場將蛋品運輸至賣場，一直到消費者購買，直至調理後及廢棄物處理之整體流程，由稽核人員計算出實質減碳比率。減碳標籤認證評估流程細微，由日常所有的原物料開始，一直到生產製造、產品運輸，而後送至消費者手中，使用後的廢棄物處置，均是一條龍式評估準則，一般企業如要達到減碳量，工程其實相當繁雜龐大，當中甚至涉及設備汰換與製程整體改善。

石安牧場表示，達到超出預期減碳標準之主因是，2011 年石安牧場率先亞洲採用符合歐盟保護蛋雞法令之動物福利籠養軟硬體設備，更於營運同時兼顧企業社會責任 CSR(環境、人權、治理、動物福利、氣候變遷、污染防治)多面向投入。2013 年 10 月投入丹麥技術再生綠能廠興建，2014 年 12 月 27 日正式運轉，雞糞及污水厭氧發酵轉化再生綠能，設備處理量每日可處理 80 噸雞糞、160 噸污水、日產沼氣 8000 立方米、日產電 16,800 度及 213 噸液態有機肥。牧場力行產電自用，如有餘電則轉售台電，液態有機肥供農作物使用，除社會責任與農牧業循環經濟效益充份展現外，又可減少 75%碳排放量。



左側圖片來源：李奇樺，我國產品碳足跡標示制度推動成果，行政院環保署，
2015.10.27，
<https://www.ey.gov.tw/Page/AE5575EAA0A37D70/ab9909db-9791-4fe9-8590-d8cdd2c5a195>

圖 5.5-3 石安牧場動福蛋 PLA 蛋盒之減碳標籤

三、產品生命週期與供應鏈管理

歐萊德曾分享品牌經營與綠色創新永續的歷程，主要透過「綠色供應鏈」進行改造，提升綠色競爭力並創造綠色新價值。具體作法包括製造綠色產品與取得綠色認證、綠色服務創作、落實企業社會責任。歐萊德整合外部供應商並串連內部各部門之綠色永續委員會，成功完

成綠色供應鏈運籌管理系統，如圖 5.5-4¹²¹。



圖片來源：葛望平，綠色創新永續歐萊德品牌經營分享，歐萊德國際股份有限公司，CSR 推動經驗分享研討會，財團法人塑膠工業技術發展中心，2012.08.29

圖 5.5-4 歐萊德之產品生命週期與供應鏈管理

在綠色供應鏈方面的努力，包括進行盤查碳足跡、碳揭示、邁向碳中和。例如 400ml 綠茶清涼洗髮精碳排放量 789gCO₂e，製造銷售階段 187g，消費者使用到廢棄階段 602g。啟動產品碳中和計畫，由「碳中和推動小組」制定相關碳足跡減量管理措施，確保碳足跡減量方案有效實施，以達成洗髮精產品碳足跡減量目標，並於在 2011 年 11 月 19 日宣告達成碳中和。將現行壓頭組件瓶蓋設計，改成翹翹板蓋型式，減少壓頭材質 PP 之使用。將現行瓶身厚度變薄，減少瓶身 HDPE 材質之使用，瓶身重量變小。在不影響產品設計感的情況下，致力於包裝材之減廢，避免過度包裝。歐萊德總部為黃金級認證綠建築，全廠 LED 照明、太陽能發電系統、風力發電系統、空氣交換系統、台達電節能機房、水資源回收系統(雨水、中水、廢水)、生態池林地、有機蔬食餐廳、空中農場香草園。

在製造綠色產品方面的努力，包括無環境荷爾蒙、無塑化劑、無對羥基苯甲酸酯類防腐劑、無甲醛、無硫酸鹽類界面活性劑、無起泡增稠劑、無染色劑、無環氧乙烷衍生物；使用歐盟 ECOCERT 及美國 USDA 有機認證成分；全商品包裝拒用 PVC；可回收 HDPE 環保塑膠瓶；符合歐盟 RoHS 標籤材質及環保油墨印刷與大豆油墨貼紙；產品目錄採用日本環保標章認證再生紙與大豆油墨；文宣用紙採用永續森

¹²¹ 葛望平，綠色創新永續歐萊德品牌經營分享，歐萊德國際股份有限公司，CSR 推動經驗分享研討會，財團法人塑膠工業技術發展中心，2012.08.29.

林管理委員會(FSC)認證紙；包裝紙箱採用台灣環保標章認證採用之80%回收紙；空氣緩衝氣泡袋採用 LDPE 回收料。

在消費者使用階段的努力，包括推廣有機白茶專業護髮包，為不插電護髮產品與服務創新性，專業護髮可以不依靠蒸氣機器，不耗費能源。廢棄回收階段，歐萊德以三大包裝回收循環：1.空瓶外箱回收循環(橘) 2.成品外箱回收循環(綠)3.產品空瓶回收循環(粉紅)，減少原物料使用。

在綠色創新與綠色行銷方面的努力，研發能生物分解環保種子瓶，全球第一瓶會長樹洗髮精「瓶中樹」綠茶清涼洗髮精。100%生物分解材質是由廢棄蔬果與植物萃取澱粉製成，埋入適宜環境中，一年內可分解為堆肥，回歸滋養大地，並通過四大國際堆肥認證。100%台灣原生樹種子首創瓶身置入種子，瓶身分解後發芽茁壯。

在企業社會責任方面的努力，包括新人訓練環保教育、業務大會環保宣導、供應商參與綠色環保教育、每年 2 次以上拜訪員工家庭推廣環保、員工生態旅遊、援助扶持家扶基金會、奧比斯防盲救盲基金會、簽署 2009 年「丕、的希望卡」環保宣言認同、資助台中國安國小足球隊參賽世界杯、協助重建八八災區原住民部落教室、2010 年全國巡迴十場「看見新一代綠沙龍」環保講座、贊助環保紀錄片製作、播映等。

5.6 使用生物可分解材質

1.環保膠囊水球 Ooho！

來自西班牙的三名學生以環保膠囊水球 Ooho！獲得 2014 年 Lexus 發明獎，及 2015 年歐盟永續競賽英國首獎。設計者將 Ooho！稱為「可以吃的水」，為一種水珠狀的儲水容器，希望能取代塑膠瓶裝水。Ooho！就像小顆雞蛋一樣，可以讓人們隨身帶著走¹²²。

根據 Ooho！新創公司 Skipping Rocks Lab 的說法，Ooho！是由褐藻中萃取海藻酸鈉結合氯化鈣製作，以固定比例製成膠狀的雙層凝膜，即可作為包覆液體。成品簡單便宜(一個 1 英鎊，約新台幣 50 元)，強韌、衛生、易分解，如果願意，喝完水還可以把包裝吃掉，什麼垃圾也不留下。大自然用細胞膜封住液體，就是 Ooho！的靈感來源。Skipping Rocks Lab 表示，Ooho！可食用且可堆肥，並在四到六週內自然生物降解。Ooho！在使用結束時可以像廢棄食物一樣，在食物垃圾箱中處理。

細胞膜由脂質與蛋白質組成，有包覆、限制範圍以及定型的作

¹²² Ooho! (@OohoWater)，<https://twitter.com/OohoWater>

用。以蛋黃為例，蛋黃的薄膜能夠隔絕蛋黃與蛋白，並使蛋黃維持圓形。Ooho！這個新包裝技術，仿效水滴的特性，及「球化(spherification)」技術，將水包在雙層的凝膠薄膜中。「球化」技術最早出現於 1946 年，90 年代後被西班牙廚師 Ferràn Adrià 引入 elBulli 餐廳，之後漸受推廣普及；Ooho！是球化技術的進化版。

2018 年 8 月英國最大的運動飲料品牌 Lucozade Sport，宣布試用一系列新的可食用海藻包裝。Lucozade 的品牌所有者 Lucozade Ribena Suntory 與 Skipping Rocks Lab 合作，在 2018 年 9 月的一系列活動中測試其可生物降解產品 Ooho！。首次試驗於 9 月 16 日在里士滿馬拉松賽，和 9 月 29 日在西蘇塞克斯舉行的泥濘障礙賽「強悍泥人(Tough Mudder)」¹²³。參與者可以咬住 25ml 或 70ml 的 Ooho 邊緣喝運動飲料，或吃掉整個膠囊¹²⁴。Lucozade Sport 表示：“Lucozade！運動型 Oohos 是一種全新且令人興奮的方式，可以為消費者提供英國最受歡迎的運動飲料，並長期減少塑膠的使用，尤其是在大規模參與體育賽事中。

Lucozade Ribena Suntory 是英國塑膠公約的創始簽約人。作為簽約方，該公司已同意消除有問題或不必要的一次性塑膠包裝，並確保 100% 的塑膠包裝在 2025 年之前可重複使用，可回收或可堆肥。此外，Lucozade Ribena Suntory 正在推出其全球創新挑戰賽，呼籲世界各地的所有創新者和企業家尋找實用的解決方案，幫助公司超越塑膠。

2. 生物可分解塑膠產品

鑑於市場上生物可分解一詞在銷售文宣已被濫用，若以已取得我國環保標章規格標準「生物可分解塑膠」為條件，依據綠色生活資訊網查得共有 4 家廠商取得 8 項生物可分解塑膠的環保標章產品(2018.11.01)。產品有 6 類，包括 PLA 杯、PLA 杯蓋、生物可分解環保袋、生物可分解垃圾袋、生物可分解農業覆蓋膜、PLA 禮品(手機座、橫式名片盒、隨身收納盒、小同心圓平板手機座、識別證卡套)。各式 PLA 一次性餐具及一次性塑膠袋，如圖 5.6-1；PLA 禮品，如圖 5.6-2。

¹²³ Lucozade Sport to trial edible packaging at sports events, Resource, <https://resource.co/article/lucozade-trial-edible-packaging-sports-events-12807>

¹²⁴ Un gel sportif sans plastique pour un ravitaillement 100% biodegradable, Actualités Nutrition, <https://www.running-club.fr/actualites/nutrition/item/5877-ooho-la-nouvelle-solution-pour-un-ravito-100-biodegradable>



上圖為各類 PLA 餐具，下圖為各類 PLA 塑膠袋
圖 5.6-1 各式 PLA 一次性餐具及一次性塑膠袋



圖片來源：綠色生活網，環保署，
<https://greenliving.epa.gov.tw/Public/Product/ProductQuery>
圖 5.6-2 生物可分解塑膠 PLA 禮品文具

依據「生物可分解塑膠」環保標章規格標準，生物可分解塑膠係指在堆肥化期間經歷生物降解過程中，以與其他已知可堆肥化材料一致之速率產生二氧化碳、水、無機化合物及生質，且未遺留可目測、可區別或有毒殘留物之塑膠。不得含聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯或聚氯乙烯等成分；產品之有機碳轉換為二氧化碳率應 $\geq 90\%$ (CNS 14432/ISO 14855)；不得含有鉬、硒、氟、鋅、銅、鎳、鎘、鉛、汞、鉻、砷，其檢出含量應符合管制限值。產品中無機填充物之重量組成應不得超過 40%；產品應符合經濟合作發展組織化學品試驗指導綱要 208 號之無毒性規定；產品之附加物如接著劑、印刷油墨或標籤等之總重量應不得超過產品總重量 1%。

2. 可分解為堆肥產品

市場上生物基塑膠、可分解塑膠、生物可分解塑膠、可堆肥等各式名詞，廣泛且被濫用於廣告行銷，甚至漂綠。產品消費後棄置環境中，真正環境相容的是生物可分解塑膠，須遵循一定的標準特性，包括類似前一節所述之產品之有機碳轉換為二氧化碳率應 $\geq 90\%$ (CNS 14432/ISO 14855)。產品消費後棄置堆肥場中(控制一定的環境條件)，完成堆肥後可環境相容的是可分解為堆肥產品。生物可分解塑膠實例已於前一節說明；本節則說明一產品使用後可分解為堆肥之實例-「瓶中樹」綠茶清涼洗髮精。

歐萊德公司研發可堆肥分解之環保種子瓶，全球第一瓶會長樹洗髮精「瓶中樹」綠茶清涼洗髮精，如圖 5.6-3。100%生物分解材質是由廢棄蔬果與植物萃取澱粉製成，埋入適宜環境中，一年內可分解為堆肥，回歸滋養大地，並通過四大國際堆肥認證。100%台灣原生樹種子首創瓶身置入種子，瓶身分解後發芽茁壯，蘊孕大自然。



圖片來源：歐萊德國際股份有限公司

圖片說明：三大國際堆肥認證(由左至右)

美國生物可分解協會可堆肥認證標章 USA BPI COMPOSTAB

日本生物可分解協會可堆肥認證標章 Japan BPS GreenPla

歐盟生物可分解協會可堆肥認證標章 EU AIB-Vincotte Group OK Compost

圖 5.6-3 歐萊德瓶中樹洗髮精之瓶身分解示意及取得之國際堆肥認證

附錄 A 相關網站

1. 中小企業綠色環保資訊網，<https://green.pidc.org.tw/>
2. 台灣區塑膠製品工業同業公會，
<http://www.ttpia.org.tw/front/bin/home.phtml>
3. 台灣搖籃到搖籃平台，www.c2cplatform.tw/
4. 台灣產品碳足跡資訊網，<https://cfp.epa.gov.tw/>
5. 艾倫•麥克阿瑟基金會(Elle MacArthur Foundation)，
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
6. 行政院環保署資源回收網，<https://recycle.epa.gov.tw/>
7. 行政院環保署綠色生活資訊網，<https://greenliving.epa.gov.tw/Public>
8. 行政院環保署環保標章產品查詢，
<https://greenliving.epa.gov.tw/Public/Product/ProductQuery>
9. 行政院環保署塑膠微粒宣導網站，
<https://hwms.epa.gov.tw/disPageBox/microbeads/microbeadsHp.aspx?ddsPageID=EPATWD>
10. 行政院環保署擴大實施購物用塑膠袋管制宣導網站，
<https://hwms.epa.gov.tw/disPageBox/bags/bagsHp.aspx?ddsPageID=EPATWA>
11. 海廢治理平台，<https://www.epa.gov.tw/mp.asp?mp=swm>
12. 財團法人塑膠工業技術發展中心，<https://www.pidc.org.tw/>
13. 財團法人台灣建築中心綠建材標章，<http://gbm.tabc.org.tw/>
14. 產品碳足跡計算服務平台，<https://cfp-calculate.tw/>
15. 經濟部水利署省水標章管理系統，<https://www.waterlabel.org.tw/>
16. 經濟部能源局節能標章全球資訊網，<https://www.energylabel.org.tw/>
17. 環保產品線上採購網，<http://www.buygreentw.net/>

附錄 B 各國環保標章網站

全球環保標章網路組織 	(Globe Ecolabelling Network, GEN) http://www.globalecolabelling.net/
中國 (CEC) 	http://www.mepcec.com/
中國 (CQC) 	http://www.cqc.com.cn/www/english/index.shtml
巴西 	http://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Rotulo/Default
日本 	http://www.ecomark.jp/english/
以色列 	http://www.sii.org.il/

附錄 B 各國環保標章網站(續一)

北美 (ECO GO)		n.industries.ul.com/environment/certificationvalidation-ecologo-product-certification
北歐		www.nordic-ecolabel.org/product-groups/
印度		cenvis.nic.in/indproduct.html
印尼		standisasi.menlhk.go.id/index.php/barangjasateknologi-rangkungan/lembaga-penyedia-jasa-pengelolaan-lingkungan-baga-verifikasi-ekolabel/
俄羅斯		www.ecounion.ru/
哈薩克 斯坦		www.eko-kaz.kz/

附錄 B 各國環保標章網站(續二)

美國(Green Seal) 	http://www.greenseal.org/GreenBusiness/Standards.aspx
香港 	http://www.greencouncil.org/
泰國 	http://www.tei.or.th/th/area_project_detail.php?area_id=3&project_id=20
烏克蘭 	http://www.ecolabel.org.ua/
馬來西亞 	http://www.sirim-qas.com.my/
菲律賓 	http://www.pcepsdi.org.ph/

附錄 B 各國環保標章網站(續三)

新加坡	 http://www.sgl.ssec.org.sg/sgl-directory.php
紐西蘭	 http://www.environmentalchoice.org.nz/specifications/publicised-specifications/
瑞典	 http://www.naturskyddsforeningen.se/node/12484
德國	 http://www.blauer-engel.de/en
歐盟	 http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/
澳洲	 http://www.geca.eco/our-standards/

附錄 B 各國環保標章網站(續四)

韓國



<http://el.keiti.re.kr/enservice/enindex.do>