

提升醫療廢塑膠可回收性：源頭分類與綠色設計

Improving Recyclability of Medical Plastic Waste: Source Separation and Green Design

實習單位：環科工程顧問股份有限公司

實習學生：許軒寧 指導老師：張靜文教授 單位指導：林玟辰資深經理、丁韻滋經理

前言

隨著醫療機構服務量持續成長，醫療體系對一次性塑膠產品的依賴程度顯著上升。據環境部統計，113年度我國醫療廢棄物產生量約13萬公噸，其中有相當高比例屬於一次用塑膠醫療耗材，如針筒、導管、點滴軟袋及人工腎臟等。過去基於感染控制風險與公共衛生安全之考量，醫療廢棄物的處理方式以焚化為主，雖可確保公共衛生安全，但亦導致具回收再利用潛力之醫療廢塑膠未能進行回收再利用，增加溫室氣體排放與環境負荷，影響資源循環成效。因此，我國近年來積極推動醫療廢塑膠之再利用政策，逐步建構具備安全性與可追溯性的再利用體系。目前我國現行醫療廢塑膠之處理流程概述如下：

我國醫療廢塑膠處理流程



現況與困境

我國雖已建立醫療廢塑膠再利用制度及相關處理量能，然仍面臨諸多問題，以下分別說明醫療機構端及再利用機構端之困境：

1. 醫療機構端

• 依感染風險進行分類

目前塑膠製醫材於院內使用後，係由第一線醫護人員依感染性醫療廢棄物相關規範進行處理，其判斷並非以醫材之材質特性或再利用潛力作為主要考量，因此部分具再利用潛力之醫療廢塑膠，可能仍循感染性廢棄物排出。

• 醫護人員工作負擔高

醫療廢塑膠之源頭分類工作主要由第一線醫護人員進行。然而醫療現場作業節奏快速、人員流動率高，再加上醫材之品項與材質多元，易導致分類錯誤或混入不適合再利用之物品，進而影響後續處理品質。

• 資訊銜接不易

由於醫療機構端缺乏對再利用機構收受標準與技術限制之瞭解，第一線醫護人員難以清楚辨識哪些醫療廢塑膠品項可進行再利用、應如何前處理及分類，亦缺乏溝通管道以即時釐清，致使部分具再利用潛力之醫療廢塑膠，仍因分類保守或操作不確定性而未能進入再利用流程。

2. 再利用機構端

• 複合式醫材拆解困難

部分醫療產品含有金屬、橡膠、矽膠或不同塑膠材質，再利用機構收受之廢塑膠中若含有使用複合材質或結構複雜之品項時，需額外投入人力與時間進行拆解、切割及分離，不僅使處理成本上升，亦可能影響再生料之品質。

• 資訊銜接不易

再利用機構於收受醫療廢塑膠時，所能取得之資訊多以制度性申報資料為主，對於醫療機構內部實際使用流程、分類判斷依據及前處理條件之掌握有限，難以於前端即確認其是否符合再利用要求。

綜上所述，塑膠製醫材品項多元、材質組成複雜，且部分耗材使用後亦可能殘留血液或體液，使分類、收集及後續再利用須同時考量感染控制與作業安全，其再生粒料亦受收集分類等多種變因影響，使品質一致性較難維持，部分再利用產品的整體成本甚至可能高於原生塑膠製品，使醫療廢塑膠之後續再利用效益與市場競爭力有限，亦阻礙醫療廢塑膠再利用之推動。

源頭分類

Healthcare Plastics Recycling Council（以下簡稱 HPRC）研究指出，若醫療機構落實源頭分類，建立乾淨料流，可提升再利用機構端分選效率；相反地，若未將不同材質妥善分流，會降低回收料品質與商業價值，可見源頭分類之重要性。我國實務推動困難主要在於第一線醫護人員工作繁重、手術整備時間緊迫，無暇在現場細究塑膠材質編號或判定感控範疇，且開刀房與護理站空間有限，無法擺放過多分類桶。參考國外案例及文獻，整理改善方案如下：

• 先聚焦於少數特定品項

HPRC 建議，醫療機構可先選擇 1~2 種容易辨識、產生量大的醫材(如沖洗瓶、滅菌包布、硬質塑膠托盤)作為主要回收品項，於醫院內建立其回收流程，並與再利用機構業者確認允收條件及配合方式，以確保其後端實際去化管道。待模式成功運作後，再逐步增加其他可回收品項。此方法不僅可提高再生料純度，其「依品項分類」之方式亦可減輕一線醫護人員之分類負擔，使回收更容易正確落實。

• 分類點前移

將分類點自「手術結束後」前移至「病人進入手術室前」。此時產出之滅菌藍色包布等手術器具包裝無感染疑慮，將其先行分流可降低混入感染性廢棄物之機會，形成乾淨料源，且醫護人員也無須進行材質辨識，負擔較輕。

• 導入智慧辨識工具

評估設置影像辨識系統或以掃描 Bar code / QR code / RFID等方式，進行醫療廢棄物分類，降低人為判讀錯誤率。

源頭分類是提升醫療廢塑膠再利用可行性的關鍵措施之一。若醫療機構端能正確落實源頭分類，可提升醫材之回收再利用率、降低再利用機構後續處理負擔，並提高其再生料之價值及市場需求。

綠色設計

近年來，歐盟、美國環保署及聯合國環境規劃署等國際組織，皆提倡應在產品設計階段，將材料使用、可拆解性、可回收性及生命終期處理等議題納入考量，即所謂「綠色設計」。HPRC 及 Circular Economy of Small Medical Devices（ReMed）等組織亦提出針對醫療器材之綠色設計指引，以下介紹幾項核心概念：

• 單一材質

醫療器材常使用多層複合材質，難以達成回收單一化，使再生料純度下降。材質簡化提倡在產品符合醫療功能與安全前提下，減少使用多複合材醫材，以提高其再利用價值。

• 易拆解設計

醫療器材設計多為以黏著劑、熱熔、焊接等方式，將不同材質之組件永久接合。再利用機構須人工切割拆解，導致其人力、時間、能源等成本上升，且最終仍可能無法將其完全分離或徹底清除殘膠。易拆解設計則以可分離結構替代永久接合的部分，如卡扣、旋轉接頭、可拆卸固定件等，降低拆解成本。

• 顏色選擇

深色著色會影響再利用機構對材質之辨識、限制再利用產品之顏色與用途，深色再生料之價格亦普遍較為低廉。因此，綠色設計之醫材應減少非必要著色，優先選用自然色、白色、透明或淺色，使其於再利用階段更容易分選。

• 標籤設計

醫療器材依規定須於其本體或包裝上標示標籤，故綠色設計亦關注醫材標籤之設計。標籤材料以使用與醫材本體主要材質相同之塑膠為佳，盡量避免使用紙質標籤，因為紙在機械回收之清洗程序中可能形成紙漿，導致清洗與分選效率下降。此外，標籤黏著劑亦會影響回收。若標籤材質無法與產品本體一同回收，建議使用水性膠水，使標籤在機械回收之清洗程序中更容易與產品分離。

若能於醫材設計階段即考量產其廢棄後之辨識、拆解、分選與再利用需求，將有助於建立品質較穩定之回收料源。未來亦可進一步透過醫療機構的綠色採購制度，將醫材之可回收性納入評估範圍，使醫療機構的採購偏好推動醫材製造端改善設計。

結論

綜合而言，欲提升醫療廢塑膠之可回收性，引入先進設備及強化再利用端之處理技術固然是重要解方，然若能進一步從前端著手，落實源頭分類並改善產品本身之設計，才能更根本地降低污染及後端處理困難。透過優化源頭分類之操作模式，以及導入綠色設計原則，可提升醫療廢塑膠回收料之純度、品質一致性及再利用價值，進而改善目前其再利用效益與市場競爭力有限之困境。未來亦可將相關原則納入醫療機構綠色採購條件，藉由採購需求帶動醫材製造端改善產品設計，進一步促進醫療廢塑膠再利用之推動。

參考資料

- 環境部統計處。(2025)。醫療廢棄物排放帳。環境部環境資料開放平臺。
- Healthcare Plastics Recycling Council. (n.d.). *Common recyclable healthcare plastics*.
- Healthcare Plastics Recycling Council. (2019). *Healthcare Plastics: Guidance for Recyclers*.
- Healthcare Plastics Recycling Council. (2026). *Unlocking recycling potential: A healthcare plastic packaging sorting pilot: Phase 2: Automated sorting trials of medical plastic waste*. Healthcare Plastics Recycling Council.
- NSW Circular. (2021). *Plastics in healthcare: The case for circularity*. NSW Circular
- Healthcare Plastics Recycling Council. (2025). *HPRC design guidance for optimal hospital plastics recycling*. Healthcare Plastics Recycling Council.
- Kaill, N., & Bibb, R. (2025). *Circular design for small medical devices guidelines*. Circular Economy of Small Medical Devices (ReMed).

致謝

感謝 環科工程顧問股份有限公司 與 張靜文教授 給予以上內容之專業意見與指導。