

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
出國報告（出國類別：考察）

「參加回收及廢棄物管理展覽會(The Recycling and Waste Management Exhibition, RWM)及相關研討會議及考察德國廢容器回收、處理及再利用技術」

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：鄭安利 助理管理師

派赴國家：德國、英國

出國期間：105年9月6日至9月15日

報告日期：105年11月22日

## 摘 要

我國自 87 年成立資源回收管理基金會以來，已逐步建立系統化之回收體系，現今國內廢塑膠、廢鐵、廢鋁、廢玻璃及廢紙容器回收體系已穩定運作，為了解歐洲先進國家資源回收制度與處理技術做為我國參考，故規劃考察德國及英國資源回收制度與回收處理技術。

本次考察期間自 105 年 9 月 6 日起至 105 年 9 月 15 日，共計 10 天。考察內容包含拜訪(1)德國瑞曼迪斯總部 LippePlant 及廢塑膠容器處理廠，了解廢塑膠容器之回收處理方式與技術，(2)德國瑞曼迪斯波鴻回收分類廠，了解資源回收物分類廠運作情形、處理流程及技術，(3)瑞曼迪斯公司 ABA 處理廠了解家戶廢棄物製成固態性衍生燃料(SRF)之技術及運作情形。(4)拜訪德國聯邦再生料管理協會(chairman of German Plastic Association of BVSE)人員 Dr. Dirk Textor 及英國塑膠基金會循環利用管理委員會(member of BPFRC Management Committee of BPF)人員 Jim Armstrong 就其德國與英國廢包裝容器其回收處理管理機制、物料循環再利用方式等資訊，進行交流，了解德國與英國廢塑膠容器回收處理現況。

另，參加 9 月 13 日於英國伯明罕國際博覽中心舉行之回收及廢棄物管理展覽會(The Recycling and Waste Management Exhibition, RWM)，蒐集歐洲地區最新廢容器再利用高值化技術、廢塑料分選技術及再利用資訊，也透過參與研討會議了解歐洲國家推動廢棄物回收政策及回收率提升策略，俾供後續我國制度修訂及回收處理相關廠商未來精進之參考。

## 目 錄

壹、目的 .....	1
貳、考察行程 .....	2
參、考察內容 .....	3
肆、心得與建議 .....	31
附件 .....	附件 1

## 壹、目的

我國自 87 年成立資源回收管理基金會以來，已逐步建立系統化之回收體系，現今國內廢塑膠、廢鐵、廢鋁、廢玻璃及廢紙容器回收體系已穩定運作，為了解歐洲先進國家資源回收制度與處理技術做為我國參考，故規劃考察德國及英國資源回收制度與回收處理技術。

本次考察主要目的如下：

- 一、參訪德國瑞曼迪斯公司 Lippe Plant 廢棄物處理廠，了解因應歐盟廢棄物回收處理要求所發展之廢棄物管理制度，及廢容器再生及能源效率提升之相關技術。
- 二、了解德國及英國包裝容器資源回收制度及其配合歐洲回收法令之措施。
- 三、參訪瑞曼迪斯公司 ABA 處理廠，了解廢塑料製成固態性衍生燃料(SRF)之回收、分選、處理及加工等處理技術。
- 四、參加回收及廢棄物管理展覽會(The Recycling and Waste Management Exhibition, RWM)及相關研討會議，蒐集歐洲各國最新廢容器回收、處理及再利用之資訊與技術。

## 貳、考察行程

本次考察期間自 105 年 9 月 6 日起至 105 年 9 月 15 日止，共計 10 天。考察內容主要分為資源回收處理廠運作情形、德國及英國塑膠容器回收制度探討及參加回收及廢棄物管理展覽會（The Recycling and Waste Management Exhibition, RWM）等 3 部分，詳細考察行程如表 2-1 所示。

表 2-1 考察參訪行程表

活動日期	工作內容概要
105/9/6 (二)	啟程，出發至德國
105/9/7 (三)	
105/9/8 (四)	參訪德國瑞曼迪斯總部 Lippe Plant，了解廢塑膠容器之回收處理方式與技術。參訪德國瑞曼迪斯波鴻回收分類廠，了解資源回收物分類情形與技術。
105/9/9 (五)	拜訪德國聯邦再生料管理協會代表與英國塑膠基金會循環利用管理委員會代表，了解德國及英國回收管理現況
105/9/10 (六)	資料整理
105/9/11 (日)	
105/9/12 (一)	參訪德國瑞曼迪斯 ABA 處理廠，了解廢塑料製成固態性衍生燃料(SRF)之處理技術
105/9/13 (二)	參加回收及廢棄物管理展覽會(RWM)及相關研討會議
105/9/14 (三)	返程，回到臺北
105/9/15 (四)	

## 參、考察內容

### 一、德國瑞曼迪斯公司 LippePlant：

瑞曼迪斯公司成立於 1993 年，是一個以廢棄物管理為主要業務的國際性集團，該廠占地 230 公頃、員工 1,400 人，投資費用為 4 億歐元。LippePlant 為該公司在德國境內主要之廢棄物處理及再利用園區，LippePlant 以系統化的回收方式，減少原料開採，除具有保存資源效益，亦可減少對環境氣候影響。目前 LippePlant 廠區分為廢塑膠再利用廠、流體化床(另有生質能)暨發電廠、金屬礦渣回收廠、廢水處理廠、無機礦物(white mineral)生成廠、化學再利用廠、膠(黏)合劑產生廠、堆肥廠、生質能柴油製造廠、廢木材再利用廠、廢電子電器拆解廠等。園區內具發電廠，主要進貨類型為回收再製的燃料及廢木材(每年約 160 萬公噸)，產生 110 萬公噸回收再利用物料，並發電 30 萬 MWh。此再利用方式，每年可減少 13 萬公噸的原料開採需求、二氧化碳量則削減 26 萬公噸。LippePlant 除上述處理廢棄物業務外，亦將其事業觸角擴及與地方政府合作之區域環境保護養育作業，除協助做垃圾及資源物回收清潔外，亦協助道路及公園養護作業。

LippePlant 亦有 2 個比較特別單位，分別為環境管控研究室與設備養護單位。環境管控研究室除針對廠區水、空氣及土壤進行監控確認是否符合法令規範、全廠出貨品質檢測等，亦協助德國政府進行相關排放檢測及規劃，此部門已成為德國國家級之環保實驗室。另一部門為設備養護單位，除作為廠區各部門維修保養後勤支援外，近期亦接受外界委託，進行相關設備之年度保養。



圖 3.1-1 與瑞曼迪斯 LippePlant 人員會面

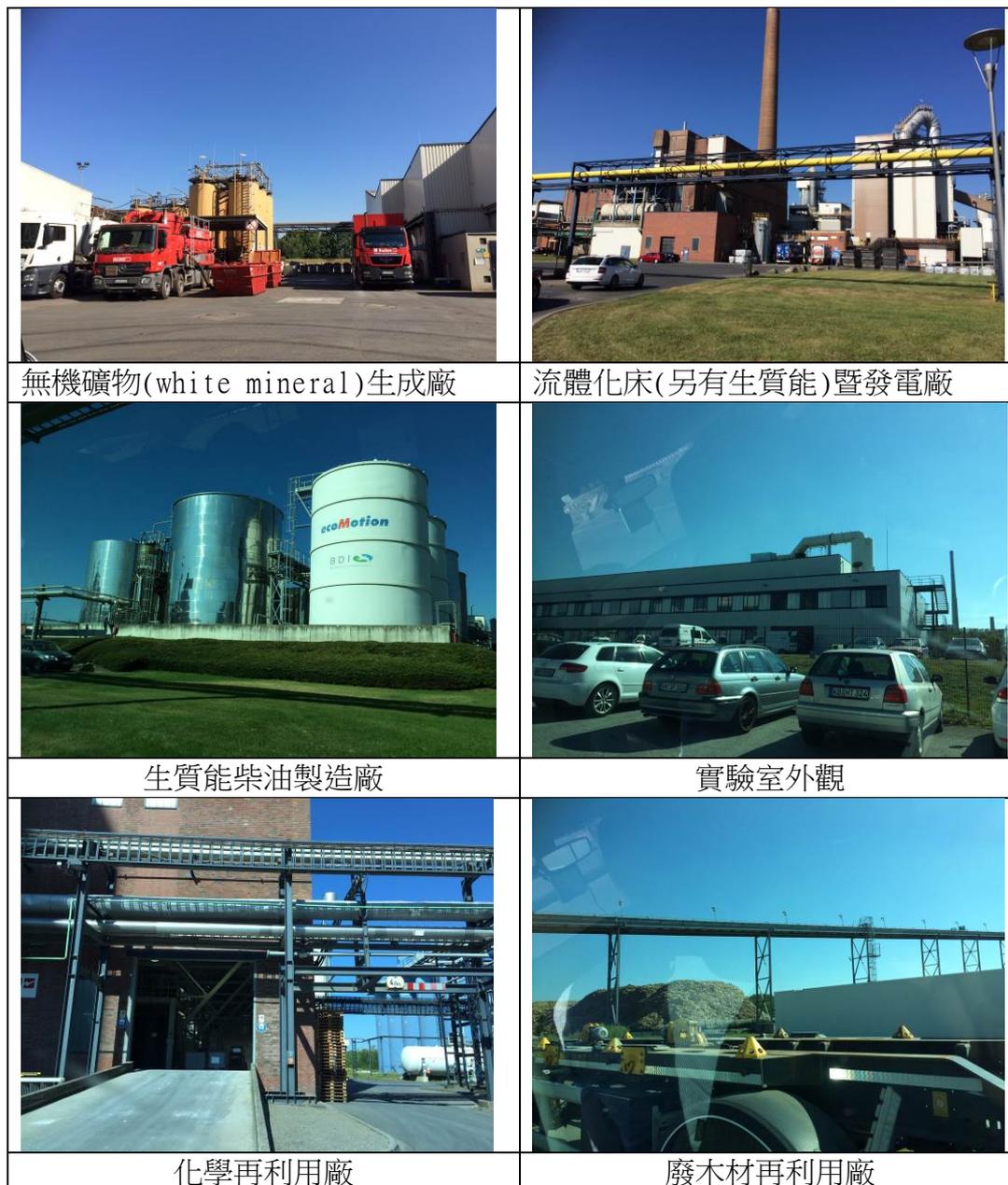


圖 3.1-2 瑞曼迪斯 LippePlant 廠區照片

二、德國瑞曼迪斯公司 LippePlant 廢塑膠容器處理廠：

LippePlant 廢塑膠容器處理廠主要處理廢 PP 及 HDPE 類，該廠員工約 36 人，處理容量每年 2.7 萬公噸，原料主要來自回收廠分類的瓶磚，亦同時處理事業產生之廢容器或瓶片，其處理製程與國內廢塑膠容器受補貼機構處理製程大致相同。瓶磚進廠先行貯存，領料時作業人員先行檢視瓶磚外觀，若外觀髒污或其瓶內有溶液，則投入濕式破碎處理製程，使容器於破碎過程先行水洗，完成此步驟後，則再投入乾式破碎製程，逕行破碎、浮除等過程，後續進行分類打包，並依再利用客戶需求添加不同原料，除一般塑

膠子粒外，另生產 PLANOLEN 及 PLANOMID 兩種規格，其品質均符合 ISO 及 DIN 工廠標準要求。PLANOLEN 具有質量輕及防水的特性，可作為水管、建物材料、容器等使用；PLANOMID 同樣具有高品質，主要應用在車用零件、風扇等使用。相關處理製程詳圖 3.2-1，相關廠內原料瓶磚及成品堆置照片如圖 3.2-2 所示。

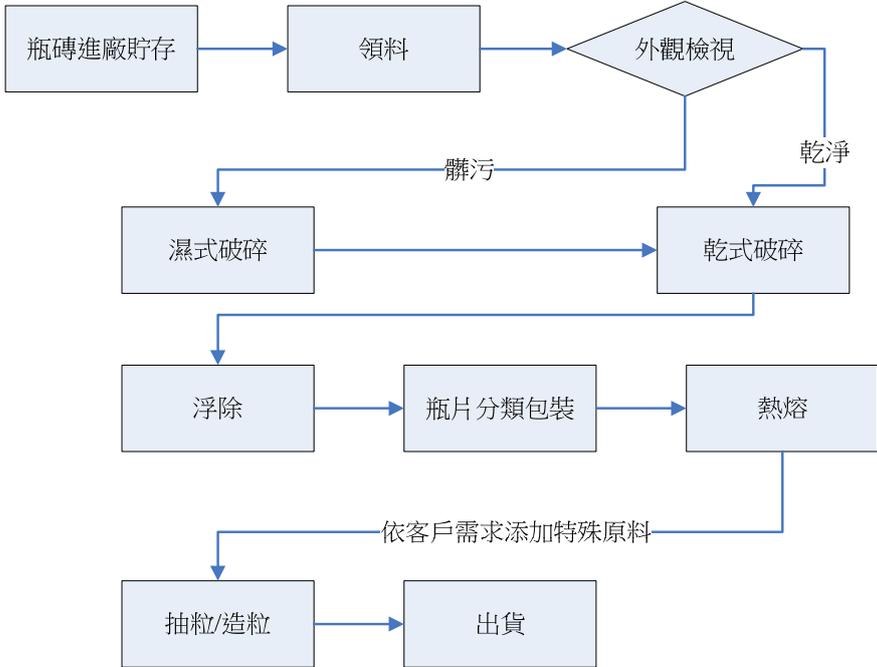


圖 3.2-1 LippePlant 廢塑膠容器處理廠處理流程圖



圖 3.2-2 LippePlant 廢塑膠容器處理廠原料瓶磚及成品堆置情形

三、德國瑞曼迪斯公司波鴻回收分類廠

瑞曼迪斯公司波鴻回收分類廠為波鴻（Bochum）地區最大之回收分類廠，主要處理家戶及公共場所回收之資源廢棄物。該廠位於工業區內，為地區政府所委託之回收、清除處理業者，其貨源穩定，且由於德國針對 PET 容器、鋁罐及玻璃瓶採行使用者押金制或有其他專門回收管道，故廠內上述材質之資源物品數量已不多見。該廠由回收物料資

料分析可掌握回收物料特性，以利調整分選製程，並導入大量科技化之設備，降低人工篩選成本。

波鴻回收分類廠所屬之清運車輛，回收家戶資源物及工廠事業廢棄物後，送至廠區集中貯存，再由剷斗機送至投料口，以輸送帶送至震動篩將粒徑過小的物質予以篩除，此部分篩除物收集後送至廠外進行後續處理，至於質輕的物質如塑膠袋則以風選方式吹出後集中打包回收。其餘回收物則經過磁選/渦電流分離出金屬與非金屬類之資源物，金屬資源物則送至後端進行壓縮打磚，非金屬物則多為紙類及塑膠類，並經數道近紅外線自動分選系統(Near-Infrared, NIR)將資源物分類為各類塑膠及紙類，最後再以人工進行細分類，並進行壓縮打包成瓶磚，後續送至廠外進行處理，相關處理流程詳圖 3.3-1。

而在環境保護上，處理物料均於室內進行貯存、分類、處理，使廠房外作業環境保持清潔。廠房出入口平時均以密閉為主，或採用高強度之氣閥閘門，使嫌惡氣味降至最低（控制在一定空間範圍內），且廠房外具足夠空間，以利車輛調度及清洗，落實環境保護。此外，為避免火災的發生，在入料貯存區及進料區皆設置紅外線偵測器，當該區產生火苗時得以即時處理。

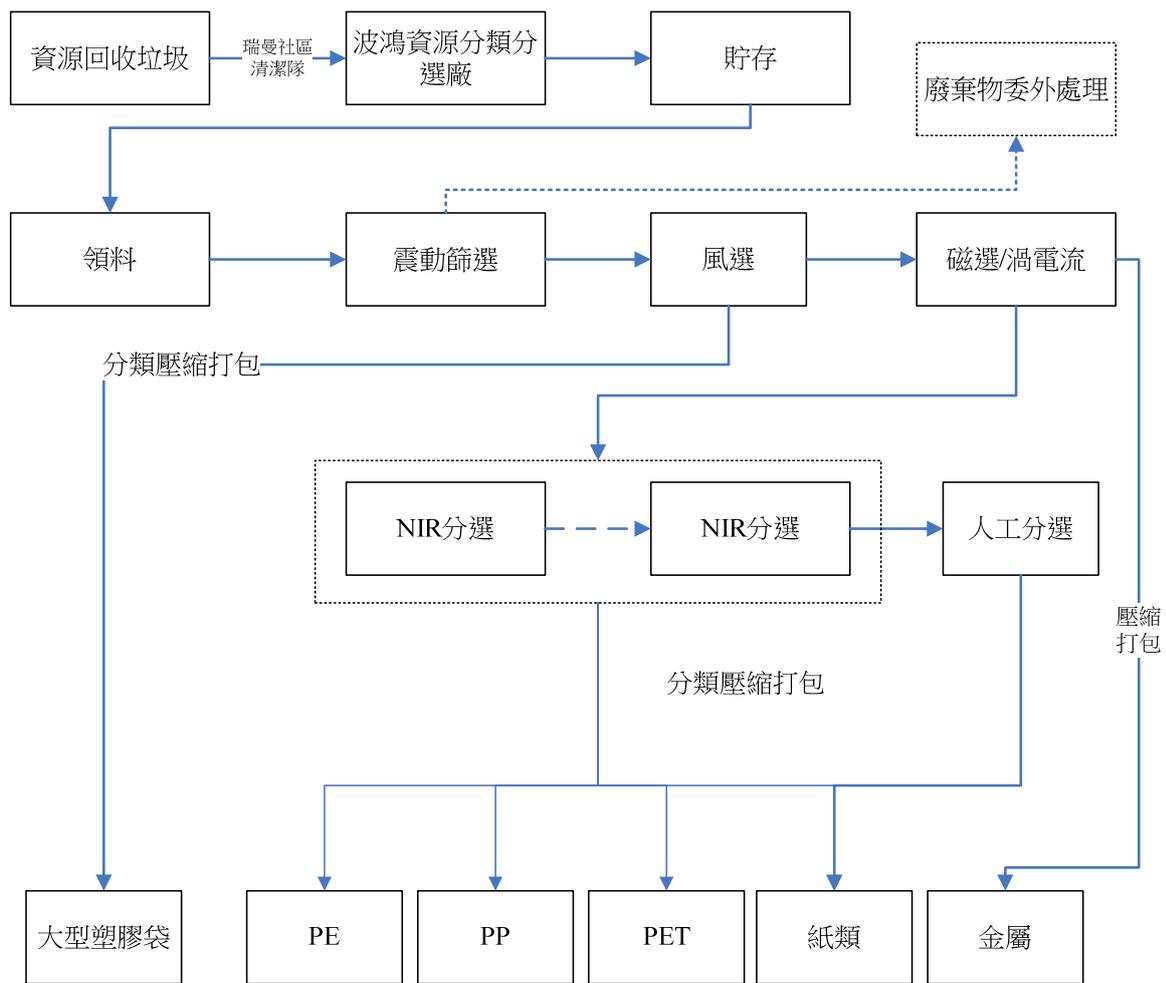


圖 3.3-1 波鴻回收分類廠處理流程示意圖



圖 3.3-2 波鴻回收分類廠處理流程圖



圖 3.3-2 波鴻回收類廠處理流程圖(續)

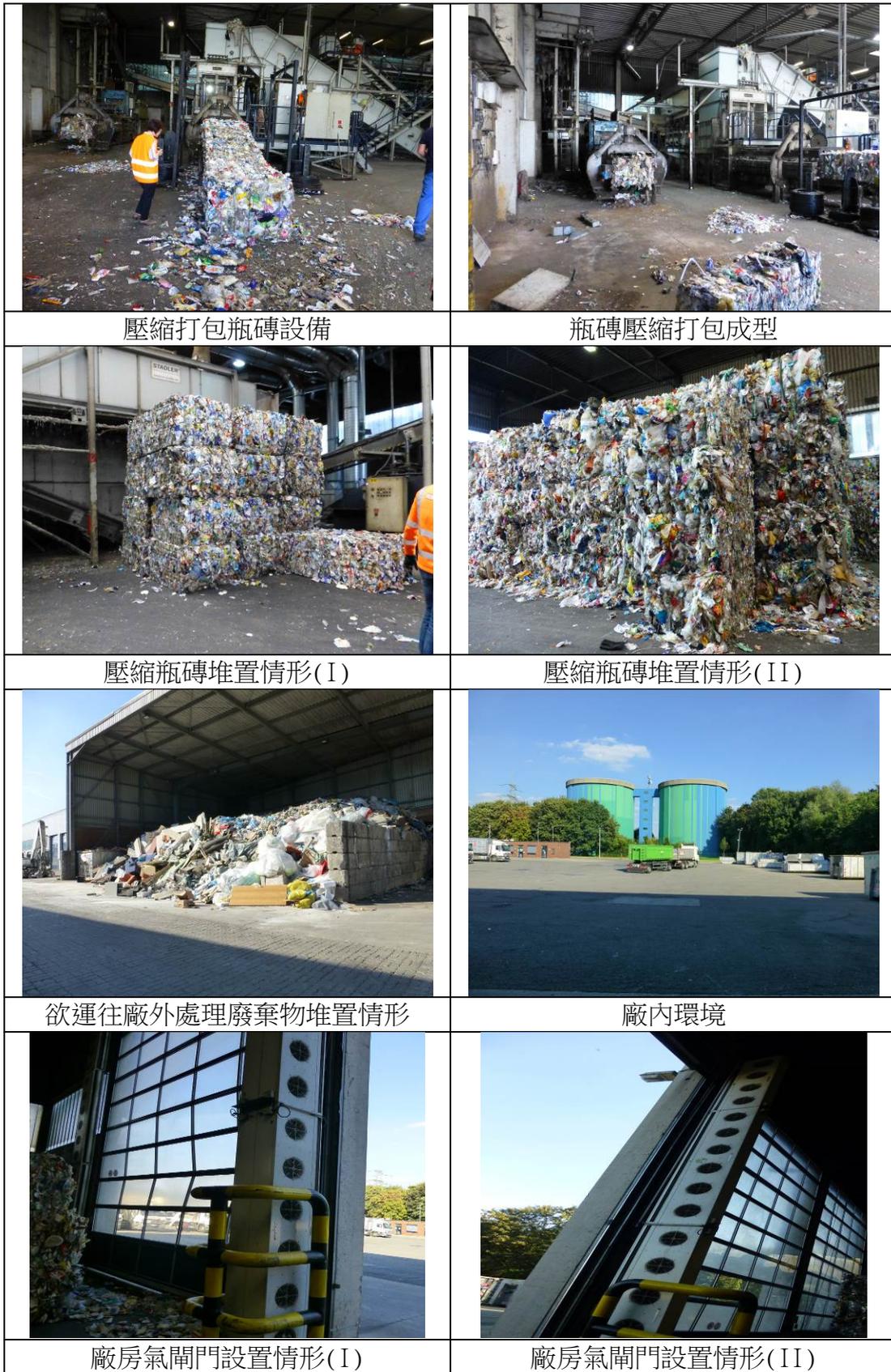


圖 3.3-2 波鴻回收分類廠處理流程圖(續)

#### 四、德國及英國資源回收制度之管理現況

會見德國聯邦再生料管理協會(chairman of German Plastic Association of BVSE)人員Dr. Dirk Textor 及英國塑膠基金會循環利用管理委員會(member of BPFRC Management Committee of BPF)人員，了解德國及英國回收管理現況，相關會議照片如圖 3.4-1 所示。



圖 3.4-1 德國及英國回收管理現況會議照片

##### (一)德國：

德國在垃圾分類大致分為：紙類、廚餘、包裝容器、其他廢棄物及玻璃。大部分家戶以資源回收物及其他廢棄物進行區分，並以不同顏色容器分類丟棄。德國家戶垃圾採付費方式進行回收處理，由家戶向清潔機構租賃垃圾桶，清潔機構以定時方式至家戶收取垃圾，垃圾分類及處理方式如表 3.4-1 所示，德國以不同顏色垃圾分類桶分類垃圾，如圖 3.4-2 所示。

表 3.4-1 家用垃圾分類及處理方式

顏色	回收種類	處理方式
藍色	紙類	交由後端處理廠進行處理再利用
棕色	廚餘	堆肥
黃色	包裝材 (PE、PP、PS、鐵罐等)	分類廠進行分類，壓縮打包成瓶磚後，交由後端處理廠進行處理再利用
灰色	無法回收	焚化、掩埋、製成固態性衍生燃料
	玻璃	交由後端處理廠進行處理再利用

註：



圖 3.4-2 德國分色之垃圾分類桶圖

德國在資源回收制度上，針對廢 PET 容器、廢玻璃容器及廢鋁容器採用押瓶(金)制度，並於標籤上標註其貨號條碼及回收標示，民眾在購買上述包裝容器時，販賣業者會於交易時，以每容器 0.25 歐元預收，民眾廢棄後，可透過超市之自動回收機進行回收，並領取折價券，做為下次購物扣抵用，以鼓勵民眾自發性進行回收。在機場則於回收時，可選擇將退還押金透過捐贈方式，指定捐贈機構。廢玻璃容器則由雜貨店單獨回收，其他材質包裝容器，則透過綠點回收制度，由回收清運機構蒐集並清運至回收處理廠，進行後續分類、再利用；容器標示及回收情形，如圖 3.4-3 所示。

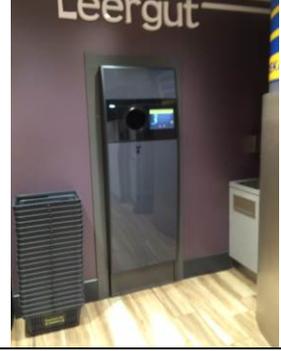
		
<p>寶特瓶標註押金標示</p>	<p>鋁罐標註押金標示</p>	<p>玻璃罐綠點回收標示</p>
		
<p>超市自動回收機(I)</p>	<p>超市自動回收機(II)</p>	

圖 3.4-3 容器標示及回收情形

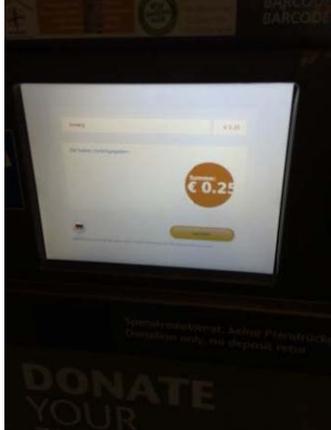
		
<p>寶特瓶投入口及押瓶折價券出口</p>	<p>設備故障排除情形</p>	<p>寶特瓶壓縮情形</p>
		
<p>押瓶折價券</p>		
		
<p>機場回收設備</p>	<p>顯示押瓶費</p>	<p>顯示被捐贈單位</p>

圖 3.4-3 容器標示及回收情形(續)

德國每年使用之塑膠包裝材約為 500 萬公噸，包裝容器多為 PET、PP、PE、PS 及 PVC 等塑膠物品，目前焚化及物質回收比例約為 4：6。焚化之原因主要部分廢塑膠被製成輔助燃料，另一原因則為不符合經濟效益。在回收方式部分，過去多為人工回收，目前都以自動化進行分類回收，回收體系往經濟效益發展，已鮮少有小型回收業，多採大型自動化為主。德國現有 22 個大型回收分類廠，回收 70%德國資源回收物，回收商及處理廠均須依相關政策規範取得相關許可執照，其回收處理過程中亦應符合相關法規。

在再生料使用規範部分，德國政府目前對使用再生料產品並無規範，但若產品使用再生料達某一比率時(一般而言約 80%)，可在產品加註藍天使標章，供民眾選用，目前民眾及製造業者環保意識提高，對再生料接受度高，已有相關書籍介紹何種物品可 100%使用回收料，此外德國政府也規範公共工程須使用一定比率再生料

## (二)英國：

根據歐盟 1997 年生效的包裝和包裝廢棄物指令規範，凡在英國製造或輸入業者（以下稱責任業者）年營業額超過 200 萬英鎊，或在任何一年生產處理超過 50 噸的包裝材料，均必須進行登記和遵循，其規範如下：

1. 責任業者必須進行註冊，支付回收處理費用，並提供其使用包裝數據。
2. 責任業者必須履行其回收義務，並提供委託處理之額度證明文件。
3. 責任業者必須證明均已遵守相關規範。

英國採共同回收體系，責任業者需在符合政府訂定之回收率之下，自行向處理業購買足夠的處理額度。處理額度認定方式，由政府公告計算每年之預定回收率(如圖 3.4-4 所示)，再由責任業者向處理業購買處理額度，並付處理費。處理業者根據處理成本及利潤定出處理單價，政府則針對處理業處理數量進行查核。責任業者於年底時應確認已購足處理額度。除透過國內系統進行處理外(Packaging Recovery Note, PRN) (處理費如圖 3.4-5 所示)，亦可委由境外處理業者處理(Packaging Export Recovery Note, PERN)。

### Targets for UK businesses

Material	2014 (%)	2015 (%)	2016 (%)	2017 (%)	2018 (%)	2019 (%)	2020 (%)
Glass	75	76	77	77	78*	79*	80*
by which re-melt	65	66	67	67	67	67	67
Aluminium	46	49	52	55	-	-	-
Steel	73	74	75	76	-	-	-
Paper	69.5	69.5	69.5	69.5	-	-	-
Plastic	42	47	49*	51*	53*	55*	57*
Wood	22	22	22	22	-	-	-
Total Recycling	69.9	70.8	71.8	72.7	-	-	-
Total Recovery	76	77	78	79	-	-	-

\* amended and extended (to 2020) targets for plastics and glass were announced in the 2016 Budget and are now required to be incorporated into legislation.

圖 3.4-4 英國政府每年公告之目標回收率

### PRN prices – £ per PRN/one tonne of material

2016 £ per tonne	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Glass (remelt)	9 - 13	9 - 13	9 - 13	11 - 13	11 - 14	12 - 14	13 - 14	11 - 13	11 - 12.50	11 - 13	-	-
Glass (aggregate)	9 - 13	9 - 13	9 - 13	11 - 13	10 - 14	11 - 13	11 - 13	12.50 - 13	11 - 12.50	11 - 12.50	-	-
Paper	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 1.50	0.90 - 1.10	0.90 - 1	0.80 - 1	0.80 - 1.10	0.80 - 1	0.75 - 1	-	-
Aluminium	30 - 50	25 - 38	25 - 35	25 - 28	23 - 26	23 - 26	15 - 21	12 - 15	10 - 12	10 - 12	-	-
Steel	25 - 30	23 - 28	23 - 28	23 - 26	21 - 26	21 - 26	15 - 20	9 - 11	6 - 9	5 - 8	-	-
Plastics	42 - 55	40 - 47	38 - 45	35 - 40	34 - 37	37 - 40	32 - 38	25 - 30	15 - 20	15 - 20	-	-
Recovery	1 - 2.50	0.80 - 1.50	0.80 - 1.50	0.80 - 1.25	0.80 - 1	0.75 - 0.80	0.75 - 0.80	0.70 - 0.80	0.60 - 0.80	0.50 - 0.70	-	-
Wood	2 - 10	1.70 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 3	1.50 - 2.50	-	-

圖 3.4-5 2016 年 PRN 價格表

所有責任業者必須加入 Recycle-Pak 公會，並藉此購買所需的 PRN。而此公會每年年底，會彙整各責任業者之合格處理證明，向政府主管機關進行提報。責任業者所購買額度支付之費用，主要用於：



許可為每年 60 萬公噸，廠內現有設備處理能力為每年 20 萬公噸，現有處理量為每年 13 萬公噸。

大型垃圾、工業廢棄物及家庭垃圾進廠後，送至回收處理區進行貯存，大型垃圾及工業廢棄物先行將鐵、大型塑膠進行篩選後，進行破碎約 10 公分，並利用磁選及渦電流先將鐵及非鐵金屬物質取出，再利用風選挑出惰性物質(石頭、砂土等)，再送至成品製程區進行混料處理。

家戶垃圾因含濕度較高，先進行破袋處理，利用磁選及渦電流先將鐵及非鐵金屬物質取出，送至乾燥脫水區，利用生物乾燥法降低其濕度，主要係因垃圾會自行發酵，並產生熱氣，將熱氣收集集中後，控制以 65°C 溫度再導入家戶垃圾中，循環發酵，將濕度 49%降至 25%，再送至再生燃料製程區進行混料處理。

再生燃料製成區會將前述已完成前處理之家戶垃圾、大型垃圾、工業廢棄物，再次投料破碎，經風選挑出惰性物質(石頭、砂土等)，利用磁選及渦電流篩選出鐵及非鐵金屬，經篩選程序把小於 3 公分物料篩出，再經風選及近紅外線自動分選系統(Near-Infrared, NIR)分選將小石頭、無法燃燒或燃燒會排放有害物質(如電線或 PVC 等)篩出，大於 3 公分之物料則取出再行投料切碎。小於 3 公分之成品，則依客戶需求，混料製成再生燃料。ABA 處理廠所產生再生燃料有 SBS<sup>®</sup>、BioBS<sup>®</sup>及 BPG<sup>®</sup>三類，依規定每 500 公噸其品質需由廠內實驗室進行檢驗，每 1,500 公噸則須委外進行檢測。

表 3.5-1 ABA 處理廠再生燃料基礎資料

名稱	SBS <sup>®</sup>	BioBS <sup>®</sup>	BPG <sup>®</sup>
名稱意義	替代能源(市區垃圾、大型、工業廢棄物產出)	有機能源(有機廢棄物產出)	由特定工業廢棄物產生之能源(事業廢棄物)
運用	電廠輔助燃料	電廠輔助燃料	水泥廠輔助燃料
熱值	12~14MJ/kg	11~13MJ/kg	20~24MJ/kg
含氯量	0.5~0.7%	0.4%	1.0%以下

所有處理過程中所產生之廢水、空氣及其他廢棄物均需備有效控管，處理製程照片，如圖 3.5-2 所示。相關處理流程，如圖 3.5-3 所示。



圖 3.5-2 ABA 處理廠參訪照片及處理流程照片



圖 3.5-2 ABA 處理廠參訪照片及處理流程照片(續)

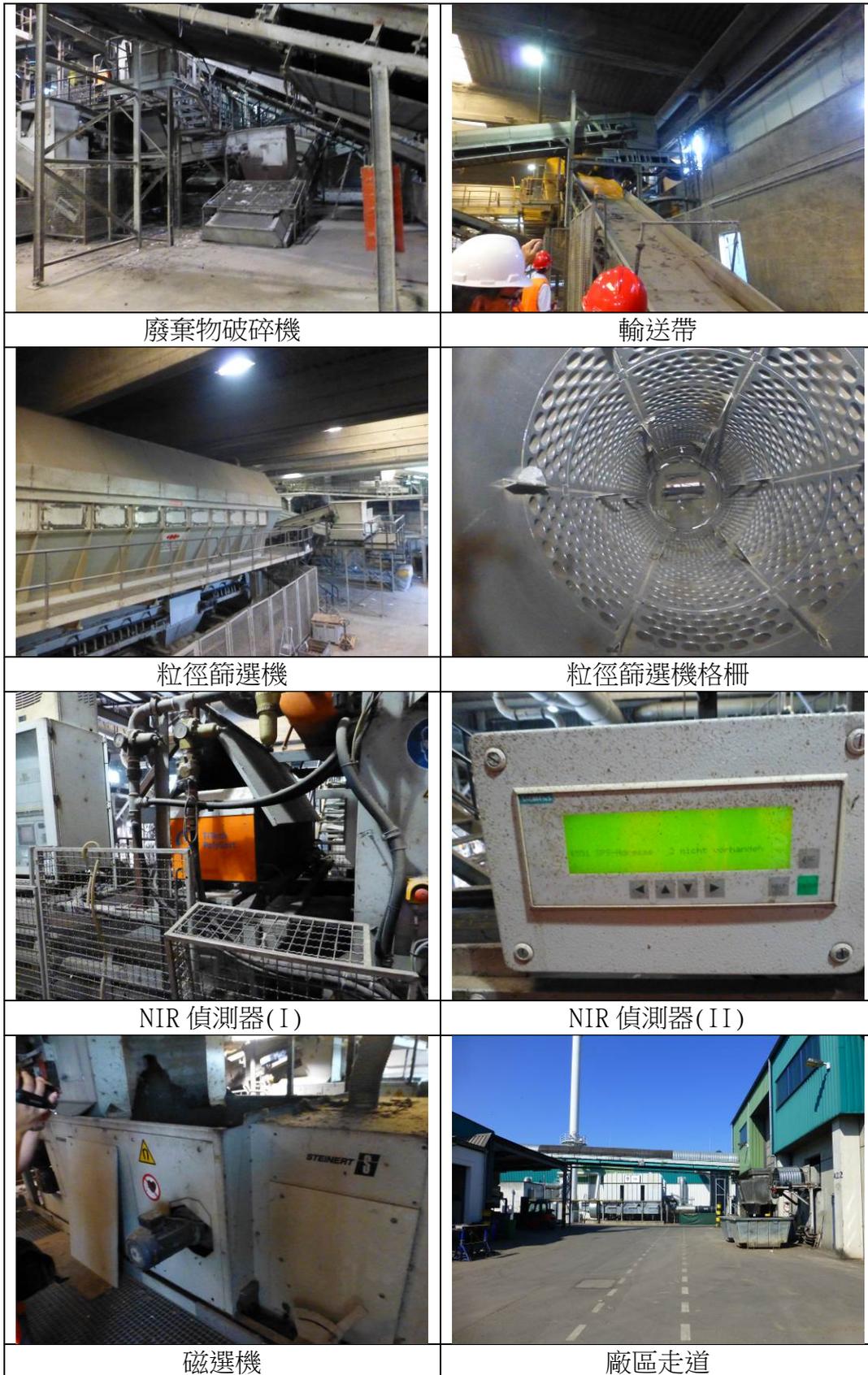


圖 3.5-2 ABA 處理廠參訪照片及處理流程照片(續)



圖 3.5-2 ABA 處理廠參訪照片及處理流程照片(續)



圖 3.5-2 ABA 處理廠參訪照片及處理流程照片(續)

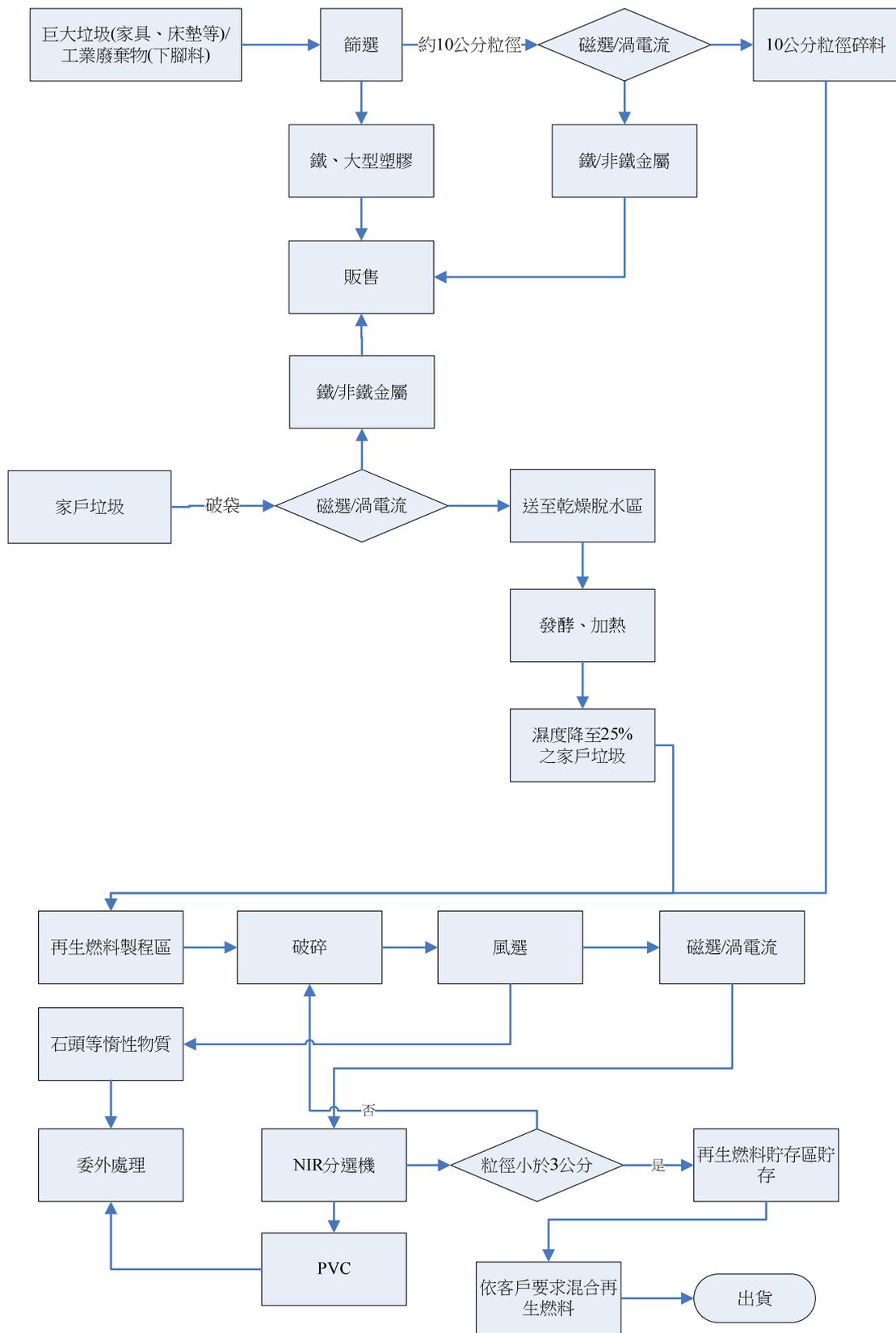


圖 3.5-3 ABA 處理廠再生燃料處理製程

針對 ABA 處理廠自 2005 年運作至今，廠方亦提出相關經驗及數據進行分享：

- (一) NIR 分選設備涉及再生燃料熱質及含氮量之篩除，事關成品符合客戶要求之主要關鍵之一。
- (二) 將家戶垃圾、大型垃圾及工業廢棄物製成再生燃料，有效降低 CO<sub>2</sub> 排放。
- (三) 由於焚化廠處理量有限，也實質減少焚化爐負擔。
- (四) 落實環保政策，依據 AbfAb1V 法規，使焚化不再是垃圾處理唯一方式。
- (五) 依據 RAL-GZ 724 規範，落實品質查核作業，製造出穩定的替代能源，自 2015 年迄今已生產 100 萬噸之再生燃料。

#### 六、參加回收及廢棄物管理展覽會 (The Recycling and Waste Management Exhibition, RWM)

回收及廢棄物管理展覽會為歐洲廢棄物管理解決方案之盛會，每年參展廠商眾多，包含廢棄物回收處理業、回收諮詢顧問業、設備製造業、零售商等，平均一年會有 700 家品牌及 13,000 名與會代表參加。

現場展出之機械設備，重點在於分類與分離，例如優化之廢塑膠分選及清洗設備。另外現場展示新型街道垃圾桶，具有偵測垃圾量功能，並設有 Wifi 可於垃圾滿載時即時通知清運單位前來清運，顛覆以往定時巡邏清運之模式，避免人力及油料之消耗。現場展覽照片如圖 3.6-1 所示。





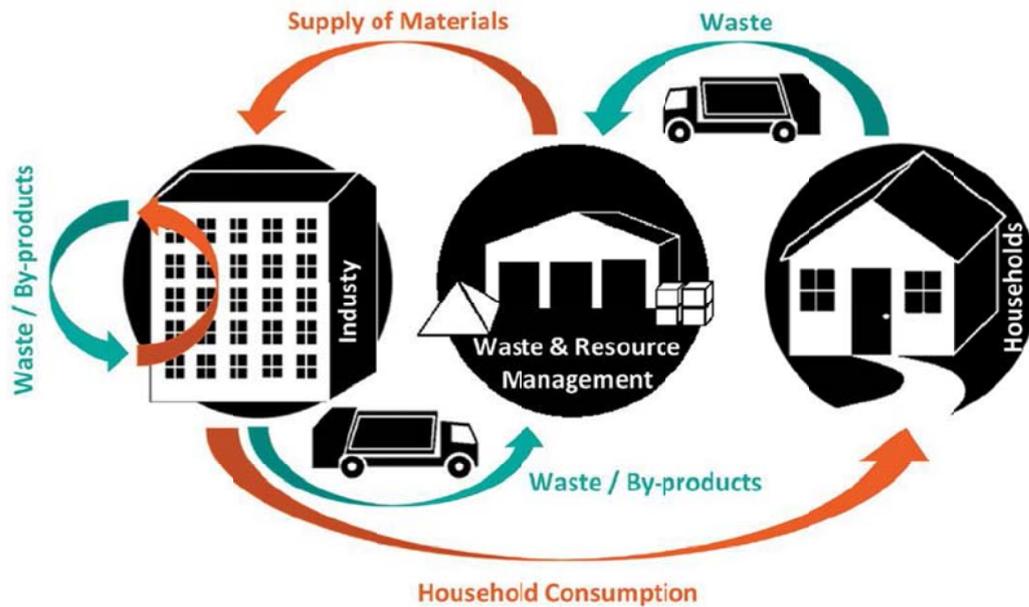
圖 3.6-1 RWM 現場展覽照片

該展覽會依循環經濟、廢棄物能源及地方政府管理等議題舉辦相關研討會議，以下針對參與研討會說明如下：

#### (一)資源管理

由 Eunomia Research & Consulting 主席 Dominic Hogg 先生主講，首先說明近期所發展的數種前瞻性的技術領域，包括：巨量資料 (Big data)、機器人及自動控制系統 (Robotics & Autonomous system)、生物合成 (Synthetic biology) 等，說明世界已發展成資訊爆炸時代，因此，需有一系統性科學有效整合相關資訊，同樣地廢棄物回收處理亦是如此。

在工廠進行產品生產時，所產出的廢棄物及下腳料若無法於廠內自主循環再利用，則可運送至「廢棄物及資源管理機構」進行資源化，從而加工製成再生料回饋予工廠進行再使用；同樣的情況，家戶垃圾亦會持續產生廢棄物，此時亦可透過廢棄物及資源管理機構，重新回收堪用資源進行循環再利用，循環示意圖如 3.6-1 所示。



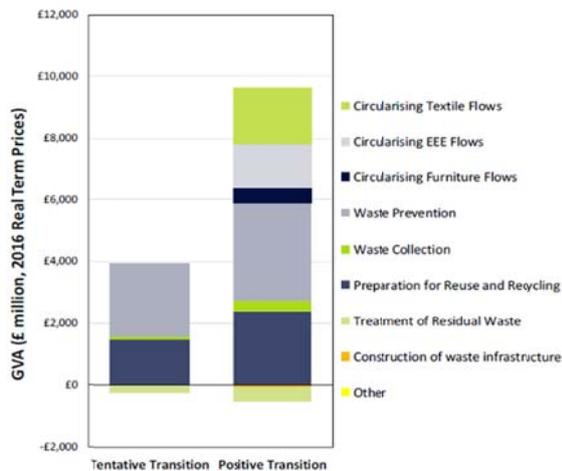
資料來源：A Resourceful Future RWM, Circular Economy Connect Theatre, Dominic Hogg

圖 3.6-1 工廠廢棄物循環示意圖

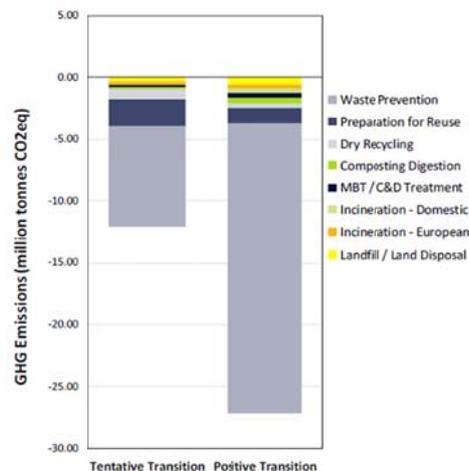
為有效評估廢棄物資源回收成效，首先須建置基線資料，該資料能反映工廠過去執行廢棄物循環之樣態，其將作為工廠循環改善時之參考基準。依工廠發展時期推演，分為兩種類型，一者為「過渡時期」(Tentative Transition)，在這階段，將追求更高的回收率 (Recycle rates)，同時亦避免工廠產出額外廢棄物，逸散至整體環境中，並強化廠內自主回收生產之目標 (Re-shoring)。俟經歷過渡期之後，則來到「實踐時期」(Positive Transition)，在這時期則需要發揮更佳的回收效率、更好的廢棄物防治措施，更優異的自主回收比例，同時導入循環式 (Circular) 策略。

講者以廢棄物為例 (家電、家具、紡織類)，試算在這兩種情境之下，對於毛附加價值 (GVA) 之影響。結果發現，如果增加循環性策略至國家發展政策後，毛附加價值將會較現行提高 1 倍，即額外增加約達 40 億歐元。不僅如此，亦能同時減少高達 2,000 萬公噸溫室氣體產生量 (CO<sub>2</sub>eq)，兼具環保及經濟效益。

(a)對毛附加價值之影響



(b)廢棄物回收及減量

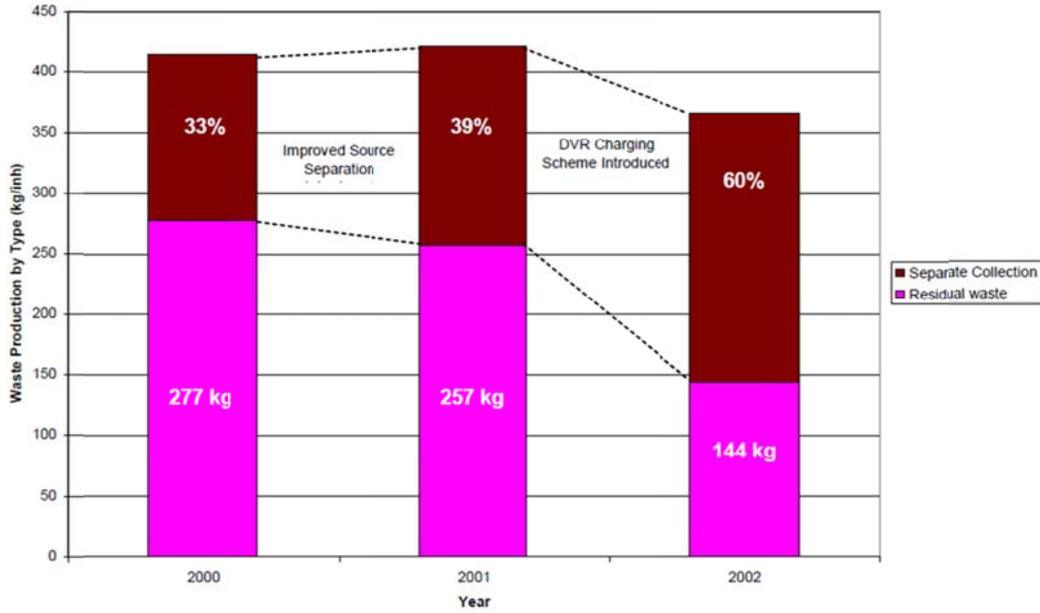


資料來源：A Resourceful Future RWM, Circular Economy Connect Theatre, Dominic Hogg

圖 3.6-2 廢棄物循環之效益

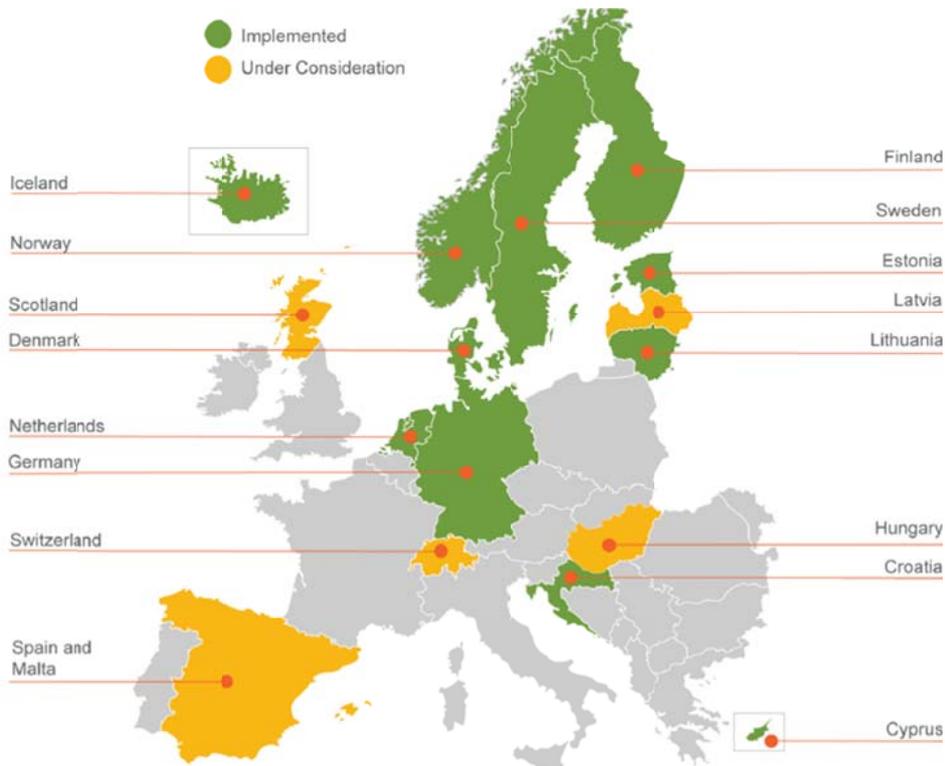
回歸政策落實面，應該使責任業者負起延伸生產者責任，以妥善回收拆解經歷生命週期後所產生的廢棄物。透過適當的回收技術可將廢棄物轉化成資源物進行再利用；不僅如此，講者亦提到綠色設計及產品修復亦是促進循環經濟的關鍵之一。以 Dell 平板電腦為例，透過綠色設計則可更容易拆解回收電池；iPad2 則能將面板更容易拆除，此將有助於拆解更新零組件，而非當物品毀損時直接將產品丟棄。

Dominic Hogg 先生以《PAYT (Pay-as-you-throw)》計畫為例（廢棄物付費處理計畫），估算施行效益，發現當付費金額提高達 27%時，廢棄物產生量將自 277 公斤/每人（2000 年），降低至 144 公斤/每人（2002 年），減少幅度達 48%，顯見已發揮槓桿效應。延續前述，講者說明歐洲多數國家已施行《廢棄物押金制度》（Deposit Refunds），如芬蘭、瑞典、挪威等國，其核心理念則是讓民眾減少廢棄物產出，其他如匈牙利、瑞士等國家亦評估擬於境內推動廢棄物押金制度。不僅如此，此廢棄物押金制度亦可見於澳洲北領地等區域推廣施行。



資料來源：A Resourceful Future RWM, Circular Economy Connect Theatre, Dominic Hogg

圖 3.6-3 付費處理計畫效益



資料來源：A Resourceful Future RWM, Circular Economy Connect Theatre, Dominic Hogg

圖 3.6-4 歐洲施行廢棄物押金制度

而這種廢棄物制度須透過公共採購（Public Procurement）才能有效推動，包括產品及服務制度亦須做出改變及調適，讓整個消費行為更加環保，並有效提高國內生產毛額（GDP）。Dominic Hogg 先生也提到，我們必須一同主動地實踐此一全新的消費模式，同時官方機構要有政策及完善的配套措施誘導，才能有效帶動邁向循環經濟之世界。

## （二）英國廢塑膠容器回收業之難題

由 British Polythene Industries PLC 的總監 Michael N Baxter 先生主講，說明影響塑膠回收業者的原因，就是市場回收價格以及粉碎處理後的再利用市場。其中，回收價格主要受到國外出口市場以及 LDPE 和 HDPE 的價格影響。除此之外，廢棄塑膠雖然經過回收、清潔之後可以提高再利用用途，但這也意味著會有額外的清潔成本支出，因而墊高回收物的成本，相對來說，原物料價格持續下降時，將不利廢塑膠回收業者生存發展。

就近期資料顯示，HDPE 原料雖然在 2015 年第二季、第三季價格出現上揚，但整體來說，相較於 2014 年第一季與 2015 第四季資料，原物料價格自 1,768 美元/噸下降至 1,489 美元/噸，下降幅度達 16%。所以英國的塑膠回收處理業者面臨鉅大生存壓力，而且在 PERN(Packaging Export Recovery Notes)出口系統競爭之下，因出口審驗寬鬆、價格具競爭力，廢塑膠多透過出口方式流至其他國家進行資源化處理，相對英國境內處理業者則收不到廢塑膠物品，對回收處理業者營運更是嚴苛。而高能源價格、不一致的粉碎處理標準亦更加限縮回收業的生存空間。

面對這樣的情況，講者則拋出一開方式的結論讓我們思索，究竟英國應該走向廢棄物留在國內進行資源化的模式，以永續利用物資？或者仰賴廢棄物境外出口處理，但卻限縮英國境內廢容器回收處理業者發展資源回收技術的空間。

## 肆、心得與建議

### 一、心得

- (一) Lippe Plant 廢塑膠處理廠：該廠以處理廢 HDPE、PP 為主，進料種類包含塑膠瓶磚、塑膠碎片及工業用廢塑膠容器，處理流程為破碎、水洗、脫水等製程，粉碎成約 0.8 公分之碎片後，再行融煉抽粒，其塑膠粒除供一般產業用料外，另依客戶所需規格，製成高耐力複合性塑膠材料，多用於 ABS 及工程塑膠產業用料。該塑膠處理廠之處理方式與我國現行處理廠方式相似，主要差異在於德國處理廠設有一處專門之監看中心，在該監看中心內可監控各處理設備運作情形，掌握處理廠運作情況。
- (二) 波鴻回收分類廠：該廠係屬地區性資源回收廠，配合德國政府執行社區資源回收分類工作，主要分類民眾家中之資源回收物，依德國資源回收政策，廢 PET 容器、廢鋁容器及廢玻璃容器均採押瓶(金)制度，上述三種容器會獨立分出，剩餘資源回收物再藉由近紅外線自動分選系統(Near-Infrared, NIR)，將資源回收物分類為紙、塑膠、及少數之金屬容器，而該廠位於工業區，且於各處理廠房進出處均須設置空氣簾幕，減少氣味外洩。
- (三) 埃爾夫特施塔特 ABA 處理廠：該廠自 2005 年正式營運，主要係針對市區垃圾、大型廢棄物、事業廢棄物、工業廢棄物等項目進行回收，經粉碎、篩選、金屬分選、塑膠分選、脫水處理等程序先分選出有價物，其餘則製成固體回收燃料 (SRF)。該廠可製作三種不同 SRF 規格，SBS(熱值 13~18 MJ/kg)、BioBS(熱值 11~13 MJ/kg)、BPG(熱值 20~24 MJ/kg)，前兩者主要供應予發電廠作為替代燃料；後者 BPG 燃料主要是提供給水泥廠使用。在處理效益部分，該廠表示，由於該廠與地方政府有簽 15 年合約以約定價格負責處理地方產出之廢棄物，近年所製成之 SRF 由於國際原物料下跌，需付費給相關業者使用，但結算總成本效益仍有利潤，約 1 公噸利潤為新臺幣 0.54 元左右。
- (四) 在德國回收制度方面，德國廢 PET 容器、廢鋁容器及廢玻璃容器均採押瓶(金)制度，民眾使用後之上述廢容器可透過超市之自動回收機進行回收，並可領取購物折價券，可有效鼓勵民眾自發性進行回收，亦減少處理廠分類成本。其餘容器或包裝則由商品製造業者、輸入業者向綠點系統繳費，取得綠點回

收標誌使用權，納入共同回收體系，可免除自行回收之義務。英國回收制度方面，英國廢棄物處理費用收取方式為政府公告每年之預定回收率，再由容器或包裝之責任業者(商品之製造或輸入業者)向處理業購買處理額度，並付處理費，處理業者根據處理成本及利潤定出處理單價，政府則針對處理業處理數量進行查核，責任業者於年底時應確認已購足處理額度。我國制度則是由政府統一公告應回收列管範圍並向列管之責任業者徵收回收清除處理費用，專用於資源回收物之回收、處理。

(五) 在參加 The Recycling and Waste Management Exhibition (RWM)展覽會之研討會議部分，現場展出之機械設備，重點在於分類與分離，例如優化之廢塑膠分選及清洗設備。另外現場展示新型街道垃圾桶，具有偵測垃圾量功能，並設有 Wifi 可於垃圾滿載時即時通知清運單位前來清運，顛覆以往定時巡邏清運之模式，避免人力及油料之消耗。

(六) 在資源管理研討會部分，以英國廢棄物市場為例，說明英國廢棄物國內處理與出口存在不公平競爭，包含 PRN(Packaging Recovery Notes )與 PERN( Packaging Export Recovery Notes )系統。PRN 規定國內處理廢棄物需依規定進行清洗破碎等程序，過程中必有高達 30%之損耗，然而 PERN 因出口審驗寬鬆、價格具競爭力，廢塑膠多透過出口方式流至其他國家進行資源化處理，相對英國境內處理業者則收不到廢塑膠物品，不利回收處理業者營運。

## 二、建議

(一) 在德國，民眾可透過超市之自動回收機器，將採用押瓶(金)制度之廢容器進行回收，並領取購物折價券，提供民眾做為下次購物扣抵用。國內也有部分縣市設置自動資源回收機器，例如：高雄市之 ARM 自動資源回收機器。ARM 自動資源回收機器係透過回收加值費率方式，以 4 支寶特瓶或鐵、鋁罐兌換 1 元加值費(105 年 10 月 1 日更新)，目前 ARM 自動資源回收機器分別設置於便利超商、大賣場、學校、捷運站等地點，方便民眾進行回收。建議可視設置自動資源回收機器縣市辦理成效，再評估推廣自動資源回收機器之可行性。

- (二) 德國處理廠與我國現行處理廠主要差異在於德國處理廠設有一處專門之監控中心，於監控中心內可監看各處理設備運作情形，亦能即時針對各處理設備進行管控，遇有突發事故時，透過監控中心也能進行整廠之危機處理。除即時掌握處理廠區運作情況外，監控中心之設置也可減少現場人力需求及強化職安管理，以德國處理廠而言，工作人員值勤時多位於監控中心內，其現場人力配比則係以設備維護為主，物料分選為輔，而就國內而言恰好相反，故建議可借鏡德國，加強宣導並輔導國內處理業者於其廠區亦設置監控中心，藉以即時掌控廠區整體狀況及強化廠區安全管理。另，德國處理廠為減少異味逸散，裝設空氣簾幕設備，本項措施，亦可建議我國處理廠裝設，以達減少異味逸散之效果。
- (三) 在德國資源回收處理中，由於廢 PET 容器、廢鋁容器及廢玻璃容器均採押瓶(金)制度，故上述三種容器於回收處理時會先行被獨立分出，而剩餘之資源回收物將藉由近紅外線自動分選系統(Near-Infrared, NIR)，將其分類為紙、塑膠、及少數之金屬容器，近紅外線自動分選系統具高效能及提高純度之優點，目前國內已有部分回收業設置相關設備(全臺灣約有 40 台)，惟近紅外線自動分選系統設備單價較高，致使設置仍不普遍，建議未來可輔導回收業建置近紅外線自動分選系統，藉以提升國內回收分類技術與品質。

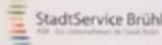
# 附件



附件 德國家庭廢棄物分類表

剩餘廢棄物(灰色)	黃色袋可裝	廢紙(藍色)	有機廢棄物(棕色)
<b>居家用品</b>	<b>銷售包裝</b>	<b>廢紙</b>	<b>木材切割剩餘物</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 貓砂</li> <li>✓ 鏡子</li> <li>✓ 瓷器</li> <li>✓ 陶瓷</li> <li>✓ 布</li> <li>✓ 集塵袋</li> <li>✓ 海綿墊</li> <li>✓ 石器</li> <li>✓ 狗糞便袋</li> <li>✓ 香菸和灰</li> <li>✓ 菸草殘留物</li> <li>✓ 廢鞋</li> <li>✓ 塑膠玩具</li> <li>✓ 塑膠袋</li> <li>✓ 燃燒灰燼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 飲料紙盒包</li> <li>✓ 清潔劑包裝</li> <li>✓ 鐵罐</li> <li>✓ 塑料袋</li> <li>✓ 優酪乳杯</li> <li>✓ 蔬菜包裝</li> <li>✓ 軟管</li> <li>✓ 鋁箔</li> <li>✓ 真空包裝袋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 舊報紙</li> <li>✓ 宣傳冊</li> <li>✓ 書籍</li> <li>✓ 盒子</li> <li>✓ 紙板</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 盆栽土壤、鮮花、植物(沒有罐子)</li> <li>✓ 麵包和廚餘</li> <li>✓ 蛋殼</li> <li>✓ 羽毛</li> <li>✓ 肉骨和魚骨</li> <li>✓ 頭髮</li> <li>✓ 泡茶袋、咖啡渣和過濾紙</li> <li>✓ 果皮和菜渣</li> <li>✓ 落葉和除草</li> <li>✓ 未經處理的木屑</li> <li>✓ 剩飯、生熟食</li> <li>✓ 野草</li> </ul>
<b>衛生用品</b>			<b>不包含</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 尿布</li> <li>✓ 衛生巾</li> <li>✓ 膏藥</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 灰渣、香菸、菸草</li> <li>✓ 木炭</li> <li>✓ 路屑</li> <li>✓ 動物污染或貓砂、動物糞便</li> <li>✓ 尿布</li> <li>✓ 生質塑膠袋</li> </ul>
<b>辦公用品</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 卷宗夾</li> <li>✓ 郵票</li> <li>✓ 彩色筆</li> <li>✓ 照片</li> </ul>			
<b>勤雜工項目</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 壁紙</li> <li>✓ 地毯殘餘</li> <li>✓ 木屑</li> </ul>			
<b>其他</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 過期藥品</li> </ul>			

資料來源：德國家庭廢棄物分類手冊

6/7  **Abfalltonnen im Überblick**

### Restmüll

**WAS GEHÖRT HINEIN?**

**Haushaltsartikel**

- ✓ Katzenstreu
- ✓ Spiegel
- ✓ Porzellan
- ✓ Keramik
- ✓ Lumpen
- ✓ Staubsaugerbeutel
- ✓ Schwammstoff
- ✓ Stringgut
- ✓ Hundekotbeutel
- ✓ Zigaretten und -asche
- ✓ Tabakreste
- ✓ Unbrauchbare Schuhe
- ✓ Plastikspielzeug
- ✓ Plastiklinsen
- ✓ Aschereste aus Feuerungsanlagen

**Hygieneartikel**

- ✓ Windeln
- ✓ Damenbinden
- ✓ Pflaster

**Büroartikel**

- ✓ Aktenordner
- ✓ Stempel
- ✓ Bürostühle
- ✓ Folien

**Heimwerkerartikel**

- ✓ Tapeten
- ✓ Teppichreste
- ✓ Behandelte Holzspäne

**Sonstiges**

- ✓ Arzneimittelreste

Zusätzliche Mengen können bei der Abfuhr nur über den Beistellsack mitgemessen werden. Lose, daneben gestellte Abfälle werden nicht mitgenommen. Verkaufsstellen finden Sie auf der Seite 12.

### Gelber Sack

**WAS GEHÖRT HINEIN?**

**Verkaufsverpackungen**

- ✓ Getränkekartons
- ✓ Reinigungsmittelverpackungen
- ✓ Kerzenständer
- ✓ Kunststofflinsen
- ✓ Jagdflaschen
- ✓ Getriebeölkannen
- ✓ Tuben
- ✓ Aufkleber
- ✓ Vakuumbeutel

### Altpapier

**WAS GEHÖRT HINEIN?**

**Altpapier**

- ✓ Alte Zeitungen
- ✓ Prospekte
- ✓ Bücher
- ✓ Kartons
- ✓ Pappie

### Biomüll

**WAS GEHÖRT HINEIN?**

- ✓ Baum- und Strauchschnitt
- ✓ Blumenreste, Blumen und Pflanzen (ohne Topf)
- ✓ Brot- und Küchenreste
- ✓ Eierschalen
- ✓ Federn
- ✓ Fleisch- und Fischreste
- ✓ Haare
- ✓ Teebeutel, Kaffeesatz und Filterlinsen
- ✓ Obst- und Gemüsereste
- ✓ Laub und Rasenschnitt (langtrocknet)
- ✓ Sägemehl von unbehandeltem Holz
- ✓ Speisereste, roh oder gekocht
- ✓ Wälderkräuter

**WAS GEHÖRT NICHT HINEIN?**

- ✓ Asche, Zigaretten, Tabakreste
- ✓ Holzkohle
- ✓ Straßenkehricht
- ✓ verunreinigte Kleintier- oder Katzenstreu, Tierkot
- ✓ Windeln
- ✓ „Bio“-Plastiklinsen

Wickeln Sie alle Speis-, Fleisch- und Fischreste sorgfältig in Zeitungspapier ein, insbesondere im Sommer das Vorsartlergefäß mit Zeitungspapier und/oder mit kompostierbaren Papierlinsen auslegen.

Keine Plastiklinsen, auch keine kompostierbaren Feilenbeutel aus dem Handel verwenden (da sie in den Kompostwerken nicht verarbeitet werden können).

**Müllaufkommen eines durchschnittlichen Haushaltes \***



Abfallart	Anteil
Textilien	4 %
Kunststoffe	7 %
Glas	7 %
Verbundstoffe	9 %
Papier und Pappie	11 %
Biomüll	42 %
Restmüll	20 %

 **StadtService Brühl**  
AUR - Ein Unternehmen der Stadt BRÜHL