

麻雀變鳳凰 垃圾+垃圾=資源 參加德國2000年全球環境科學競賽



作者簡介 作者: 陳逸璇 就讀學校:

埔里高中 指導老師: 許淑貞 郭靖瀛 兩年前, 抱持著觀摩、學習的態度, 第一次參加國際科展, 獲得儲備獎以及推薦德國全球環境科學展覽競賽的資格, 經過一年多來, 多次的簡介、報告送往德國審查。終於, 在今年正式獲得德國正選代表。這實驗最大的收穫並不只是得獎, 更重要的是我做了我想要做的事, 縱然當時面臨高三繁重課業壓力、大學推甄考試在即, 因此家人、師長不免擔心, 但是面對我的決心以及這難得的機會, 只能支持我, 非常感謝家人、師長以及朋友這段時間以來給予我的幫助與支持。

一、研究動機 台灣社會為了防止肝炎的傳染, 二十年來可拋棄保麗龍餐具的使用量龐大, 此垃圾量的巨增, 再加上掩埋場及焚化爐的缺乏, 處理這些固體的廢棄物已造成極大的壓力。油炸食物為時下人民喜好的食物, 然而每天所產生的大量回鍋油其處理問題亦是重要的環保課題。所以將這些廢棄物轉成為資源, 而且在回收的製造過程中不再製造新的污染, 引起我高度的研究興趣。

二、研究目的

(一)如何將廢保麗龍、回鍋油這兩種廢棄物經

簡單的處理產生化學變化製造成性質優良的再生塑膠, 以減少污染達到廢棄物再利用的效果。(二)探討再生塑膠的機械性質及化學性質。充分利用其優良的特性, 實際應用於產品。(三)利用液相色層分析儀器, 分析再生塑膠苯乙烯的殘留量, 以定位其適用的範圍。

三、研究設備器材 儀器〔一〕黏度計〔二〕滴定管〔三〕加熱器〔四〕天平〔五〕液相層析儀(L.C)/UV偵測器〔六〕滴定管架〔七〕攪拌器〔八〕量瓶〔九〕玻璃模型 藥品〔一〕10%碘化鉀溶液〔二〕0.1N硫代硫酸鈉〔三〕酸鈷〔四〕氰化乙烷〔五〕苯乙烯〔六〕鹽酸〔七〕氫氧化鈉〔八〕氧化甲乙酮〔MEKPO〕〔九〕澱粉指示劑〔十〕四氯化碳〔CCl₄〕〔十一〕氯化碘溶液〔ICl〕〔十二〕丙酮〔十三〕苯〔十四〕醋酸丁酯

四、研究過程或方式〔一〕廢棄物收集:〔1〕廢棄保麗龍的收集: 收集已用過的保麗龍 便當盒 50 個, 用清水清洗〔還油油的〕, 涼乾, 弄碎待用。〔2〕回鍋油的收集: 收集過度油炸的沙拉油 3 公升。〔一〕比較黏度: 測新鮮沙拉油的黏度及回鍋油的黏度。〔二〕比較碘價: 測沙拉油及回鍋油的碘價。〔三〕苯乙烯單體能溶廢保麗龍之最大極限: 一定量的苯乙烯單體溶解不等量的廢保麗龍至粘稠液的粘度不再增加。〔四〕保麗龍再生塑膠的製造: 將上述已溶解之廢保麗龍苯乙烯粘稠液與不等量的回鍋油分別混合, 加入適當的甲基乙基酮過氧化物反應起始劑及促進劑酸鈷, 充分攪拌混合均勻倒入模具中, 靜置使反應完全, 並分別測乾燥所需的時間。所有操作過程均在排煙櫃中進行。〔五〕再生樹脂物性測定 (1)抗拉強度試驗 (2)伸長率試驗 (3)繞曲強度試驗 (4)硬度試驗 (5)軟化點測試 (6)耐溶劑性測試〔六〕再生樹脂中苯乙烯的殘留量測試的過程 (1)配製下列各標準溶液 苯乙烯: 1000、10、8、6、5、2、1, ppm. CH₃CN: 80%水溶液, PH=6.0 (2)利用液相層析儀(L.C)分析, 動相為 80% □

(Acetonitrile) P.H值調為6.0, 流速為 1.0ml/min, 偵測波長設定為 263nm, 偵測苯乙烯標準溶液, 以面積為縱座標, 濃度 (ppm) 為橫座標, 繪製檢量線。(3)取 0.3548g (表四-5) 的再生樹脂, 0.2894g (表四-6) 的再生樹脂及 0.2206g (表四-7) 的再生樹脂分別浸在 200ml 的水溶液, 另取 0.2430g 的保麗龍浸入 300ml 的水溶液, 隔液過濾, 水溶液以液相層析儀分析, 並以標準檢量線對照求出 ppm.

五、研究結果〔一〕回鍋油與沙拉油黏度之比較: 為了解沙拉油經加熱後, 回鍋油之黏度變化情形, 分別測試沙拉

油與回鍋油之黏度，結果如表一所示。沙拉油與回鍋油25°C時之黏度〔單位C.P〕由表中可知沙拉油經高溫加熱後成回鍋油，其黏度增加，亦表示其有聚合現象。〔二〕油污與回鍋油碘價之比較 碘價：係油脂與鹵素作用時，其不飽合脂肪酸之雙鍵與鹵素行加成反應，而成單鍵。亦即 100克的試料油所消耗ICl量換算成I2之克

次數	名稱	沙拉油	回鍋油
1		70	106
2		72	106
3		72	108
平均		71.3	107

數。 $-\text{CH}=\text{CH}- + \text{ICl} \rightarrow -\text{HC}-\text{CH}- \text{I Cl}$

圖四. 保麗龍再生樹脂、回鍋油與保麗龍之黏度比較表

序號	保麗龍	苯乙烯	回鍋油	保麗龍	回鍋油	特性
II-1	30	30	40	0	0	無法聚合 回鍋油能進行成塊狀
II-2	34.25%	34.25%	30%	30	0.5%	乾燥油能成塊 膠合均勻，分佈上下二層
II-3	37.75%	37.75%	20%	30	0.5%	乾燥油能成塊 乾燥性極佳，未完全作用
II-4	39.25%	39.25%	20%	30	0.5%	乾燥油能成塊 均勻好，膠體有彈性在乾後
II-5	39.75%	39.75%	15%	30	0.5%	乾燥油能成塊 均勻好，膠體有彈性在乾後
II-6	40.25%	40.25%	10%	30	0.5%	乾燥油能成塊 均勻好，膠體有彈性在乾後
II-7	41.75%	41.75%	5%	30	0.5%	乾燥油能成塊 均勻好，膠體有彈性在乾後

為了解沙拉油與回鍋油不飽合的情形，分別測試沙拉油與回鍋油之碘價，其結果如下表所示。沙拉油與回鍋油碘價比較表由表二顯示回鍋油的碘價遠少於沙拉油的碘價。其原因乃由於沙拉油經高溫加熱後，部份的不飽合鍵產生氧化或加成作用，其雙鍵減少，所以回鍋油的碘價較沙拉油少了很多，回鍋油的飽合度增大，乾燥性也增加。〔三〕苯乙烯單體能溶解廢保麗龍之最大極限表三.每150克的苯乙烯單體能溶解廢保麗龍之黏度變化由表可知苯乙烯單體能溶解廢保麗龍之最大極限值為150克〔四〕保麗龍再生樹脂的製造表四.保麗龍再生樹脂、

次數	碘價	沙拉油	回鍋油
1		127.9	48.2
2		128.4	51.3
3		125.2	49.1
平均		127.1	49.5

回鍋油的含量變化對其性質的影響

保麗龍(%)	0%	5%	10%	15%	18%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
保麗龍(%)	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
保麗龍												

由表四.可知回鍋油的含量影響其彈性與韌性，回鍋油含量15%以下的膠體較脆，25%以上則無法全部作用，含量在18%~21%者性質堅硬，有彈性韌性強，最適宜。以上述表四.(配方6)的組成，酸鉍含量影響回鍋油表面乾燥速度0.5%~1%之間的含量都可，配合加工的需要取適當的比例。以上述表四.(配方6)的組成，甲基乙基酮過氧化物為聚合起始劑，促進苯乙烯單體與回鍋油不飽合鍵部份反應聚合，所以適當的含量，硬化速度適宜。表七.試片：80mm25mm4mm speed：1.3mm/min 由上表資料顯示其性質已改善，比一般保麗龍的機械強度優，如再加入適當的材料可成複合

表五. 苯酸鉍的含量，對硬化乾燥時間的影響

編號	苯酸鉍	硬化乾燥時間
1.	1%	8小時
2.	0.5%	12小時
3.	0.2%	20小時

表六. 甲基乙基酮过氧化物的含量，對硬化時間的影響

	甲基乙基酮過氧化物	硬化時間
1.	0.5%	24小時
2.	1%	12小時
3.	1.5%	10小時

材料，用途會更廣。

	四-6-1	四-6-2	四-6-3	四-6-4	四-6-5	四-7-1	四-7-2	四-7-3	四-7-4	四-7-5
厚度 mm	4.2	4.3	4	4	4.2	4.1	4.3	3.7	3.6	3.8
寬度 mm	25	25	25	25	25	24.9	24.9	25	24.8	25
彎曲強度 kg	2.8	2.9	2.8	2.7	2.9	3.4	3.1	3.3	3.1	3.2
彎曲應力 kg/cm ²	58.2	59.4	59.2	58.4	58.6	80.9	79.2	78.4	77.9	80.4
抗裂強度 kg	2.6	2.7	2.6	2.5	2.8	3.3	3.2	3.3	3	3.1
抗裂應力 kg/cm ²	55.8	57.6	57.4	56.2	56.6	77.1	76.2	78.4	77.4	77.8
彎曲壓縮 mm	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	1.1	0.9	1	1.1	1
抗裂壓縮距離 mm	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	1.1	0.9	0.9	1	0.9
楊氏係數 kg/mm ²	88.2	81.6	77.6	72.5	68.4	82.2	78.8	78.2	80.2	79.4
軟化溫度 75℃	75℃	75℃	75℃	75℃	75℃	76℃	76℃	76℃	76℃	76℃
耐酸性(濃鹽酸) 不溶						不溶				
耐鹼性(30%氫氧化鈉) 不溶						不溶				
耐溶劑性(醋酸丁酯) 可溶						可溶				

計算數據：

(四-5)

$$\frac{2.5}{1000} \times 200 = 0.5mg$$

$$\frac{0.5 \times 10^{-3} g}{0.3548g} \times 100\% = 0.141\%$$

(四-7)

$$\frac{1.39}{1000} \times 200 = 0.279mg$$

$$\frac{0.279 \times 10^{-3} g}{0.2206g} \times 100\% = 0.12\%$$

(四-6)

$$\frac{1.99}{1000} \times 200 = 0.398mg$$

$$\frac{0.398 \times 10^{-3} g}{0.2894g} \times 100\% = 0.135\%$$

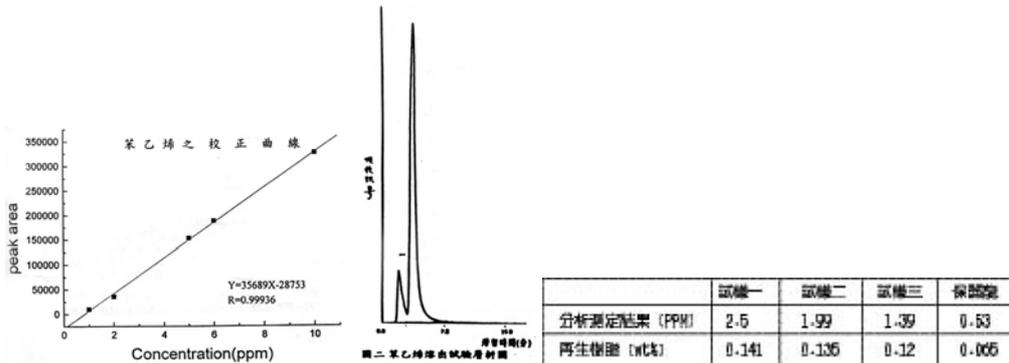
(保麗龍)

$$\frac{0.5303}{1000} \times 300 = 0.159mg$$

$$\frac{0.159 \times 10^{-3} g}{0.2430g} \times 100\% = 0.065\%$$

(五) 再生樹脂苯

乙炔的殘留量測試(圖-1)層析圖, 苯乙烯溶液的濃度(點1)1PPM, (點2)2PPM, (點3)5PPM (點4)6PPM, (點5)10PPM 表八. 再生樹脂苯乙烯的殘留量註: 由圖二. 試樣之面積值代入圖一. $Y=35689X-28753$, 式中可得2.5PPM, 1.99 PPM, 1.39 PPM及0.53PPM (試樣一為表四之配方5, 試樣二為表四之配方6, 試樣三為表四之配方7)



六、討論及應用 (一) 回鍋油飽合度的探討: 由表二碘價的測定數據可知其飽合度變化, 沙拉油不飽合鍵部份, 炸食物時高溫加熱, 已部份產生加成反應, 不飽合鍵的數目減少很多。所以回鍋油的碘價較沙拉油的碘價低。(二) 製造再生樹脂混合配比的探討 保麗龍為聚苯乙烯的發泡體, 如直接溶解或加熱回收, 其聚合體, 質脆不具彈性, 亦具有毒性物質產生, 如加彈性較佳的聚合物, 將可改善其特性。而今利用回鍋油的不飽合鍵和苯乙烯單體的雙鍵間, 經奈酸鈷, 及甲基乙基酮過氧化物觸媒, 促進催化作用, 再加入回收的保麗龍〔聚苯乙烯發泡體〕經促進催化作用, 起交聯聚合反應或摻合作用, 而形成具有彈性且堅韌的共聚合物。製造過程如下: 不飽和脂肪 酸鈷〔回鍋油〕+ 聚苯乙烯 → 聚酯樹脂 苯乙烯 甲基乙基酮過氧化物 聚酯樹脂+聚苯乙烯 → 共聚合物 經過一系列的研究, 初步結果發現, (四-6) (四-7)的配比其特性及乾燥時間較適宜, 且最具多元用途, 回收率高。(三) 本研究結果之應用性 本研究已成功地將廚房回鍋油及廢棄保麗龍回收, 配合部份苯乙烯單體、少量催乾劑及反應起始劑, 製造成有用的再生樹脂, 其特性並不亞於現有之成品, 顯示本研究之結果頗具實用性。

七、結論 終於將保麗龍這個膨鬆的垃圾及討厭的回鍋油改頭換面, 有了新的面貌, 迎接二十一世紀的來臨。經過多次的實驗, 回收垃圾的功效好, 效益佳, 目前研究結果, (四-6)配方的特性較適宜用途多, 以(四-6)為例, 廢保麗龍所佔比例為40.25%, 回鍋油佔18%, 廢料的部份共佔58.25%, 這樣的成效, 已是非常輝煌。如能再進一步的利用其優良的特性, 將可充分的發揮其特性, 增加其他的用途, 進而將此兩種垃圾全部利用、轉換成新資源。

八、參考資料 (一) 化學工業〔1〕: 郭永達編著P321~P347 (二) 工業分析: 李敏達編著P.76~P.80 (三) 有機化學: 楊寶旺譯 (四) 高分子材料: 彭耀寰編著 (五) 塗料: 徐氏基金會出版 (六) 儀器分析: 林敬二、林宗義審譯

九、評語 本作品利用廢保麗龍、廢回鍋油回收製成再生樹脂, 經測試其抗拉強度、伸長率、繞曲強度、硬度、軟化點及耐溶劑性, 求出最佳之配合比例, 並證實其特性不亞於現有之成品, 為廢保麗龍及廢油問題開創一回收再利用之新途徑。