

# PU 合成皮業污染防治發展現況

陳志明\* 朱俊彥\*\* 林峰正\*\*\*

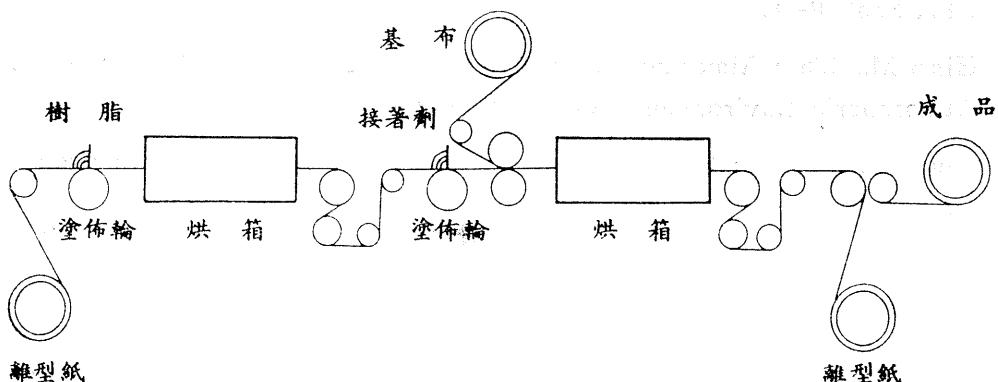
## 一、前 言

PU 合成皮主要是用來製造皮鞋、皮包、夾克、傢俱等，由於它略似真皮的特有性質，且價格合理廣為消費者喜愛。國內有多家合成皮製造廠，經十多年來的努力開拓，終於佔有廣大的國內外市場，已使我國躍居 PU 合成皮王國。

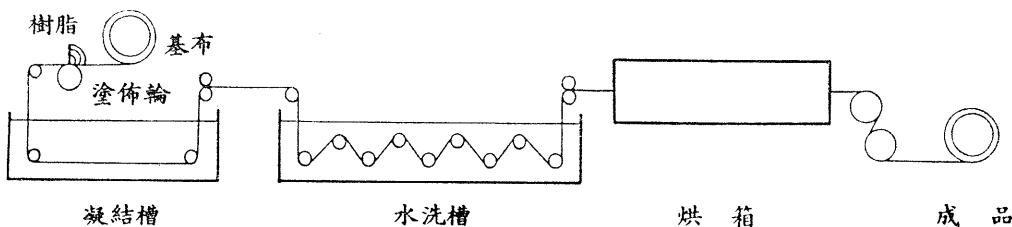
## 二、合成皮的製造方法

PU合成皮的主要原料為 PU 樹脂、接著劑、稀釋溶劑與基布等，製造方法可分為乾式及溼式兩種。

乾式的製造原理是將 PU 樹脂以溶劑稀釋，再塗佈於離型紙上，經烘箱使 PU 樹脂熟成，再於熟成的 PU 膜上塗上接著劑與基布加壓粘合，再經烘箱加熱使 PU 膜與基布完全粘結，最後將離型紙分離，此時 PU 膜已和基布結合成一體，就是 PU 合成皮的成品。圖一是乾式 PU 合成皮的基本製造流程。



圖一 乾式合成皮製造流程



圖二 濕式合成皮製造流程

\* 大穎企業股份有限公司工程部主任

\*\* 大穎企業股份有限公司工程部副主任

\*\*\* 大穎企業股份有限公司工程部技術專員

溼式的製造原理是將 PU 樹脂以溶劑稀釋，直接塗佈於基布上，經凝結槽使 PU 樹脂凝結，再經水洗槽使溶劑完全析出，最後經烘箱將水份去除，捲取後就是成品。圖二是溼式 PU 合成皮的基本製造流程。

### 三、污染發生的原因

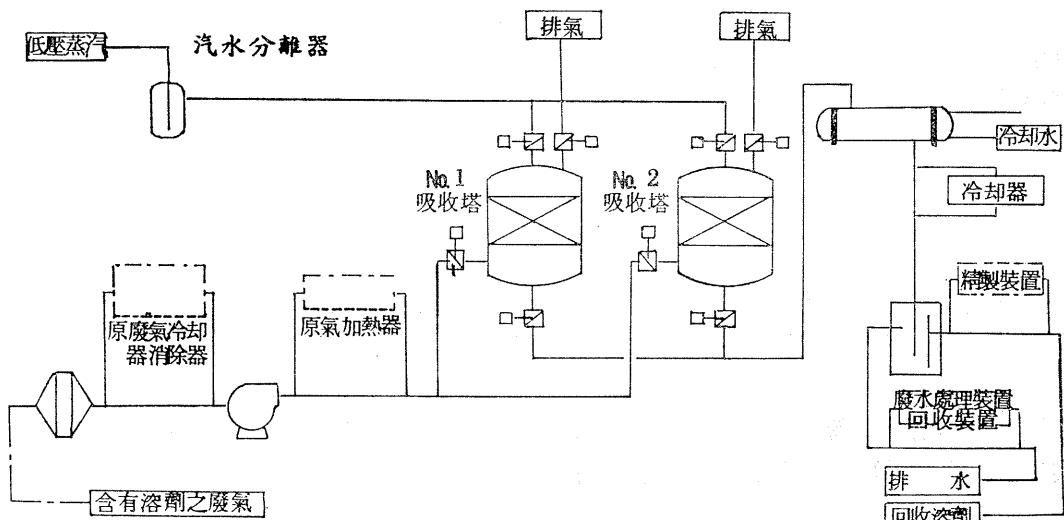
在 PU 合成皮的製造過程中，PU 樹脂原來還是液態，不論是乾式或溼式製造法，都須將該樹脂變為固態。在固化過程中，樹脂的溶劑將被去除，這些溶劑是為 PU 合成皮廠主要的污染源。

在乾式製法上，是藉加熱方法使樹脂熟成固化。所選用的溶劑除須與樹脂親合外，較低的沸點及蒸發熱有助於降低能源成本。目前使用的溶劑有甲苯（Toluene）、MEK（Methyl Ethyl Keton、甲乙酮）、DMF（Dimethyl Formamide 二甲基甲醯胺）、ETAC（Ethyl Acetate 醋酸乙酯）等。在加熱過程，這些溶劑會揮發，經鼓風和吸出排於大氣中，此為乾式主要的污染原因。

在濕式製法上，是藉凝結方法使樹脂凝結固化。所選用的溶劑除須與樹脂親合外，親水性最為重要；又因製造設備為開放式，故高沸點可免操作人員吸入揮發氣體。目前使用的溶劑為 DMF，它會在凝結及水洗的過程中析出，析出速率與凝結槽、水洗槽內的 DMF 濃度成反比。凝結槽內 DMF 濃度約在 7~20wt% 左右，因產品規格、生產設備而異，超過上述濃度則產品品質不易控制；而水洗槽內 DMF 濃度則較低於凝固槽。製造過程中 DMF 不斷的被水析出，濃度會逐漸上升，為控制槽內 DMF 濃度維持在某一數值，唯有將含高濃度 DMF 水溶液排出，並補充水。排出水因含有 DMF，此為濕式主要的污染原因。

### 四、乾式合成皮廠污染防治概要

乾式合成皮廠產生的廢氣，其污染質主要為溶劑，對於這類污染防治方法，目前採用者



圖三 乾式合成皮排氣處理、溶劑回收流程

爲回収法。它的原理是先將廢氣冷卻，再以活性炭吸收，而後用低壓蒸汽將溶劑吹出，再冷卻成液體、重力分離，或依需要予以蒸餾精製。圖三是廢氣處理、回収的基本流程圖。

目前類似設備在膠帶製造廠已很成功，但合成皮廠並不迫切設置，歸納原因如下：第一、這類污染問題並不嚴重。第二、回收率不高，約在60%左右。第三、由於溶劑種類太多，精製設備費用高。第四、廢氣濃度變化大，不似廢水可以建儲池緩衝、調節。第五、設計前調查廢氣資料須與製造商長期配合。

相反的，也有業者持樂觀態度，已積極着手進行配合工作。如裝置廢氣取樣口；改良配方使溶劑種類減少，甚至僅成爲單一溶劑。如此便可降低設備費用，擴大經濟效益。寄望能淨化廠區空氣以提高員工生產力，並回収溶劑以降低生產成本。

## 五、濕式合成皮廠污染防治概要

濕式合成皮廠產生的廢水，其污染質主要爲溶劑—DMF。對於這類污染防治方法目前採用者爲回収法，它的原理是將廢水蒸餾脫水、精煉可得高純度之DMF。圖四是廢水處理/DMF回収的基本流程圖。



圖四 DMF 回收基本流程

目前這類設備在國內已有四套，並有業者計劃設置中。這套設備之所以備受該業青睞，歸納原因如下：第一、廢水污染問題比較嚴重，復以近年來公害問題普獲重視。第二、設備投資可從回収 DMF 獲得補償外，並可降低成本，強化競爭能力。第三、國內業者運轉實績獲得同業者肯定。第四、有意設置乾式廢氣溶劑回収之業者，若已有 DMF 回収設備，可省略 DMF 精餾設備。

雖然如此，仍有業者抱持觀望態度，原因如下：第一、業者的產量不大。第二、初期投入資金過高。不過由於已設置業者，除了解決污染問題外，又展現了降低成本的優勢，市場佔有率及獲利能力逐步提高，使得未設置 DMF 回収設備之業者，再度積極考慮設置之可行性。

## 六、展望

近年來公害問題倍受國人、各界重視，政府也適時公佈各種污染標準，對設置污染防治設備業者，並相對予以獎勵。加以濕式合成皮因市場需求漸多，產量不斷地成長，致使生產規模日益擴大。因此，各工廠爲強化其競爭力，而開始着手計劃 DMF 的回収。又因一般設備投資意願的連續低落，造成建設費用未能提高，基於此背景之下，最近國內外 PU 合成皮業界，對有關 DMF 回収設備之投資洽商甚爲踴躍。

# DMF 回收技術

## 一、前 言

一般而言，合成皮工廠所使用的 DMF 數量不少，而 DMF 的回收技術並非易事，往往回收設備費用比較工廠本體設備費用為高。因此過去通常以不回收 DMF 而將廢水排放做為處理的方法為多。

近年來 DMF 的回收技術，其發展越趨完善。加以公害問題普獲重視，而 DMF 回收除可解決公害問題，又可降低成本，引起合成皮業者的投資興趣。為此，特將 DMF 回收技術介紹於下。

## 二、DMF 的一般性質

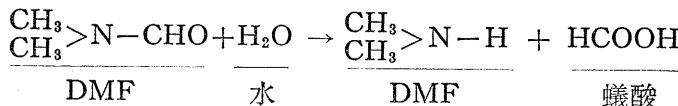
DMF 於常溫下呈液體狀、透明無色、略帶胺味與水可完全互溶。它的物理性質如表一。主要用於人工皮革、纖維、有機合成溶媒、農藥、醫藥等。臺灣一般運用於 Polyacrylonitrile、PU resin 及 PU 合成皮最多。使用規格通常為純度 99.9 以上、水份 0.02% 以下。

表一 DMF 的物性

構造式	$\text{CH}_3\text{N}(\text{CH}_3)\text{C}(=\text{O})\text{H}$
凝固點	-61°C
沸點	153°C
比重	25/4°C 0.9445
蒸氣壓	25°C 3.7mmHg
蒸發熱	25°C 155.4kcal/kg 60.7°C 147.8kcal/kg 149.5°C 125.4kcal/kg
吸濕度	(30°C 300hr 50% R.H) 34% gain
分子量	73.09
粘度	25°C 0.802cp
表面張力	20°C 36.76 dyz/cm
比熱	20°C 液 0.5 kcal/kg°C
傳導度	23.5°C 440 cal/sec·cm°C
引火點	(開放) 67°C
發火點	445°C
爆發限界	下限 2.2 vol% 上限 15.2 vol%

、酸份 20PPM 以下、DMA (二甲胺) 在 20PPM 以下。其中水份因用途不同，要求也不盡相同。用於 PU resin 的合成時，其水份須在 0.02% 以下，且愈低愈利於合成反應。用於 PU 合成皮的稀釋時，通常水份在 0.1% 尚無問題。

純 DMF 具有安定性，不易分解。若僅與水形成的混合液亦不易分解，但如有微量的酸或鹼存在時，即行分解。分解時主要生成蟻酸與 DMA (Dimethyl amine) 。



DMF 的分解結構非常複雜，非簡單之公式所能表示。但歸納多數的實驗數據，其分解速率可整理為下列因次式。

$$r = k[\text{DMF}]^A [\text{H}_2\text{O}]^B \exp[C[\text{HCOOH}]^D]$$

$r$  : DMF 分解速率 [mol/l·hr]

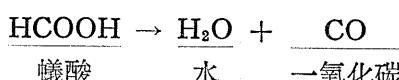
A, B, C, D : 常數

$k$  : 反應速率常數

〔DMF〕, 〔H<sub>2</sub>O〕, 〔HCOOH〕: 濃度 [mol/l]

水濃度約 60wt% 時，分解速率最大。又蟻酸的含量愈多，分解速率愈大。由分解速率公式可看出，對濃度之依存性很大。對溫度的影響若以 70°C 時的速率為基準，90°C 時的速率約為 3 倍，100°C 時約為 8 倍，130°C 時約達 20 倍。因此，若利用蒸餾操作回收 DMF 時，應儘量降低溫度，又應縮短液體的滯留時間。除外，預先除去處理原液之酸、鹼等，亦會降低其分解。

其次述及對含有微量水分的 DMF — 蟻酸之個別分解情形，雖然作了上述各種努力，亦難避免有少許 DMF 會發生分解。又蟻酸能與 DMF 形成最高共沸物 (B.P.=163°C 蟻酸 31 wt% : 760 mmHg)。於脫水操作時，成為塔底產品與 DMF 同時排出。欲得高品質之 DMF，必須將塔底產品再次利用蒸餾操作，將蟻酸分離出來。但在此，蟻酸仍濃縮於塔液內。蟻酸的濃度變大時，亦會發生蟻酸分解，生成水及一氧化碳。



此分解速率式可整理如下公式：

$$r' = k'[\text{HCOOH}]^E$$

$r'$  : 分解速率 [mol/l·hr]

$k'$  : 速率常數 ( $k' \alpha \exp(-\frac{F}{RT})$ )

E, F : 常數

〔HCOOH〕: 濃度

此分解生成的水，當然進入餾出液的製品 DMF 內。另一方面，DMF 含有高濃度的蟻酸時，將促進其分解。由分解所生的 DMA，則進入製品 DMF 中。因此，欲得高品質

DMF 時，必須抑制 DMF 及蟻酸的分解。為此應儘可能於低溫下，即高度真空下予以蒸餾，並降低蟻酸的濃度亦為不可或缺的條件。前者（真空）自有其界限，而後者必須增加塔底流出量，若由此液沒有 DMF 回收技術，將造成很大的損失。

### 三、廢水中的水、固形份

廢水中的固形分應注意事項：首先從回收效率方面加以觀察時，固形分係與 DMF 一起濃縮，而最後予以廢棄。因此，應如何減少隨固形分所廢棄之 DMF，即如何將固形分予以濃縮，乃大大地影響 DMF 的回收率。另一方面，固形分愈濃縮，設備愈容易發生污染與阻塞。特別是熱交換器類及管路等，而使連續運轉發生困難，關於此點，將於「固形分的處理法」一節中詳述之。

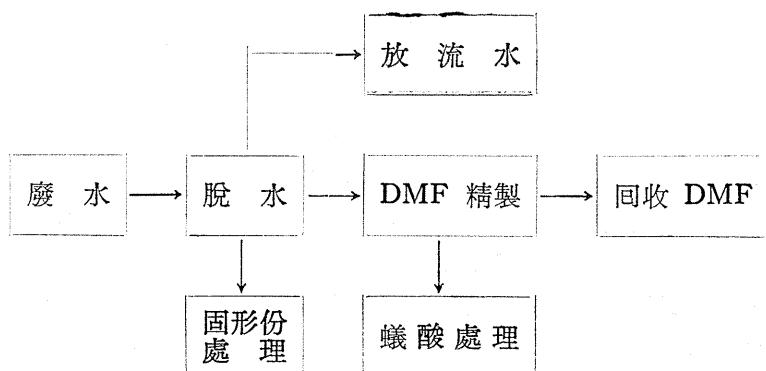
大致上，固形分可分為使用之水中所含有者及合成皮製造過程中析出於原液中者兩大類。

茲舉某一抽樣分析例而言，原液的蒸發殘分約 900ppm，強熱殘分約 250ppm。

強熱殘分大半是硫酸鈣及二氧化矽，推定為由水本身所帶來者。這些殘分將會附着於熱交換器的傳熱面，降低其傳熱效率，故應使用經軟水設備處理的水。又從製程中會析出樹脂低重合體（oligomer）、油劑，從基布會析出毛棉、染料及界面活性劑等。將前述抽樣，以東洋濾紙 No.6 予以過濾結果，其蒸發殘分殆無變化。再經凝沉處理後，用同一濾紙過濾，濾液雖呈透明無色，但蒸發殘分尚有 700ppm，亦即僅降低 20%而已。此結果顯示，通常的過濾方法難以除去固形分。

### 四、DMF 回收方法

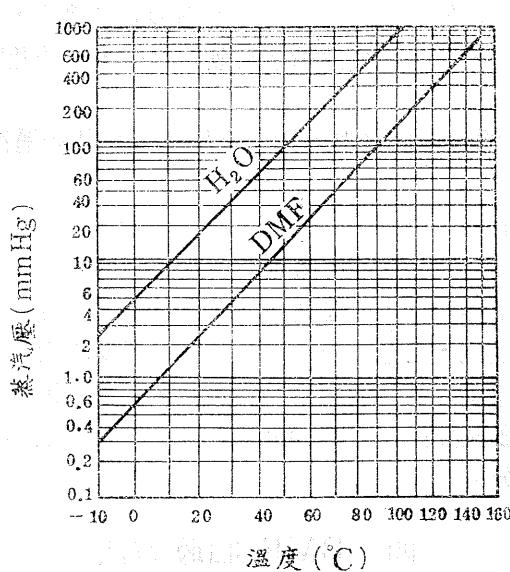
前面已介紹過 DMF 回收基本流程圖（參閱圖四），這樣的流程是採蒸餾方式來回收 DMF，並將 DMF 分解的蟻酸及廢水中的固形份問題予以忽略，如於實際運轉中有其困難存在。如果把蟻酸及固形份也考慮在內，處理流程圖將修改如下（圖五）。並就脫水、DMF 精製、蟻酸處理、固形份處理於次節中介紹。



圖五 DMF 回收處理流程

## 五、脫水方法

一般合成皮製程廢水中，含 DMF 濃度約在 10~20wt%左右，在此情況下常用蒸餾分離法予以處理。圖六所示為 DMF 與水的蒸汽壓圖，水的蒸氣壓遠較 DMF 為高。因此，蒸餾分離時，水由塔頂餾出，而 DMF 成為塔底產品。水的蒸發潛熱約為 DMF 的 3.8 倍大，分離所需能源完全由水量之多少而定。因此，要降低運轉成本，必須減少原液中的水，則儘可能提高 DMF 的濃度。有關如何提高廢水中的 DMF 濃度，將於另頁介紹。



圖六 DMF,  $H_2O$  蒸汽壓

為提高回收 DMF 的利用價值及防止二次公害發生，通常要求回收 DMF 的純度在 99.9 % 以上，放流水也就是塔頂餾出水的 DMF 濃度在 200ppm 以下。為此蒸餾塔需要相當多的段數 (TRAY)，相對高度也很可觀。然而，一般廢水量多為 5000~1800kg/H 的範圍內，塔徑較小，受機械結構的限制，有分割的必要。

於實際運轉中，通常脫水塔都是真空操作。因為，在壓力降低，沸點會隨之降低，脫水塔的操作溫度得以降低。這樣至少有五個優點：

1. 節約能源：塔頂餾出水溫度降低，相當於能源漏失減少。
2. 抑制分解：DMF 分解成蟻酸與 DMA 的分解速率減緩。
3. 防止二次公害：塔頂餾出水含 DMF 的濃度降低，防止二次公害發生。
4. 回收率提高：由 2.3. 可以預估 DMF 回收率會提高。
5. 防止設備腐蝕：DMF、水的混合物對設備有腐蝕作用，降低溫度有助於減緩腐蝕。當然，真空操作會增加設備費用及能源支出。如真空發生設備，通常採用真空泵浦或蒸汽抽射泵 (steam ejector)，及電力或蒸汽支出。但是與上述優點比較足可相抵。

近來脫水塔的設計更注意到廢熱應用。在前面我們提到因受制機械結構，脫水塔有分割

的必要。如果以兩個塔的情形來說，若其中一塔頂蒸汽，可用來做另一塔的塔底加熱源，則蒸汽消耗理論上約可節省一半。

理論上，塔數越多，將越有利。然實際上這樣的設計，通常仍維持在兩個塔，我們歸納的理由爲。

1. 塔的分割會造成設備費用的增加，然而前面談到由於塔徑小，受制於機械結構有分割的必要；而兩個塔是最少的分割數，並非因廢熱應用而加以分割，所以就塔本身實際的費用增加有限。

2. 分割太細雖可減少蒸汽用量，但相對也增加操作的複雜性，更增加設備的支出費用。

這樣的系統在應用廢熱蒸汽的脫水塔，其加熱器須較大，因而比純使用鍋爐蒸汽的系統建造費較高，但其一年內減少的蒸汽消耗即可相抵。

## 六、DMF 的精製與蟻酸處理方法

廢水經過脫水塔的處理，已可以得到 99.7~99.8% 的 DMF，其不純物中主要爲蟻酸，其次爲水及 DMA。若欲獲得高純度的 DMF，必須再予精製。有關這點已在 DMF 的一般性質中詳述過。

關於蟻酸的處理方法，雖可在廢水供給階段加入鹼，予以中和，但是因爲：

(1) 鹼的作用有促進 DMF 分解的可能性

(2) 在脫水塔生成的蟻酸仍需予以處理

等理由，我們對前述蟻酸除去塔的塔底液檢討了下列三種方法，並予以開發：

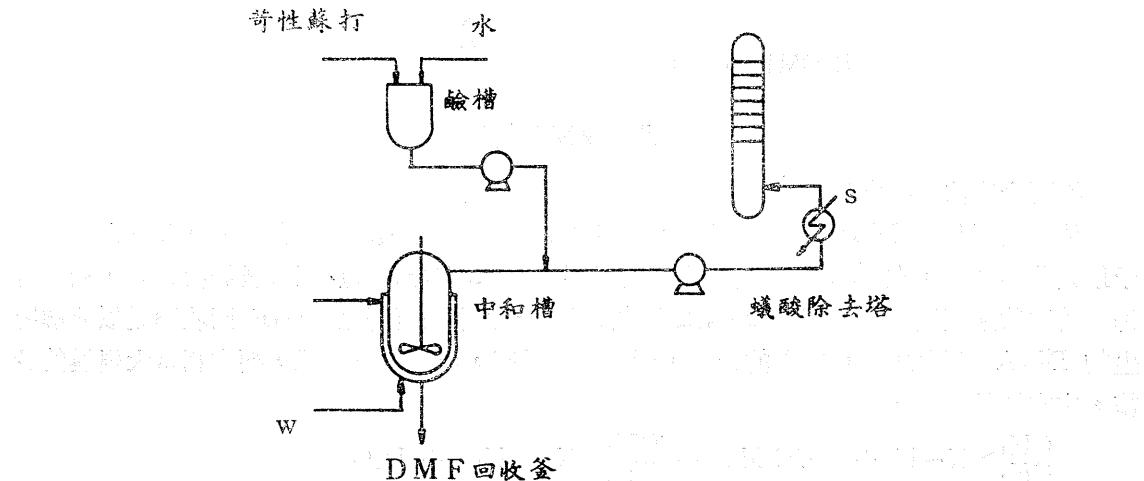
(1) 鹼中和法

(2) 蟻酸分解法

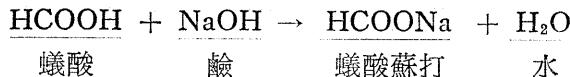
(3) 再合成法

(1) 鹼中和法（圖七）

塔底液加入純鹼水溶液混合，使蟻酸成爲蟻酸蘇打。



圖七 鹼中和法

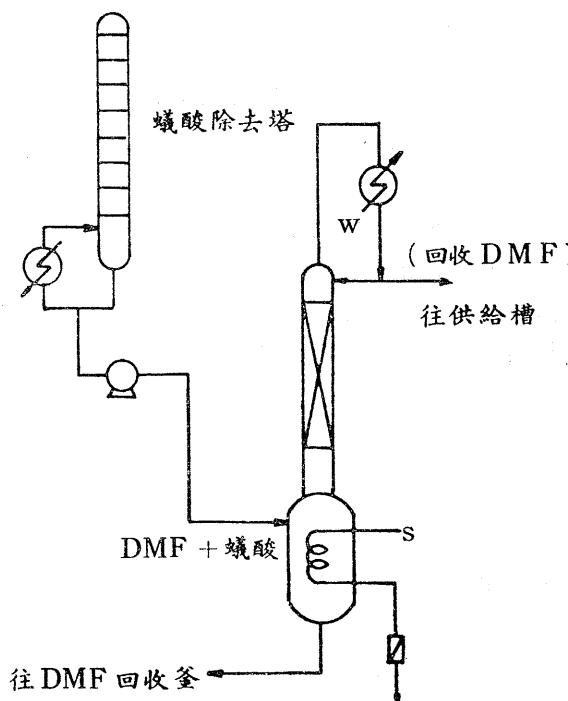


於後述的回收鍋（釜）濃縮後與其他固形份濃縮成殘渣一併廢棄處理，此法雖最簡單，但需要純鹼，且殘渣的燒卻有困難，而 DMF 隨殘渣伴出更是另一種損失。

### (2)巔酸分解法（圖八）

茲簡述其過程如下：把巔酸的溫度濃度予以提高。分解成水及一氧化碳，剩餘的 DMF 則流回廢水池，重回回收設備，此法之設備較鹼中和法複雜，但可連續運轉且無需觸媒為副原料，當然也有 DMF 的分解發生，但其分解速率對溫度的依存性遠比巔酸為小。

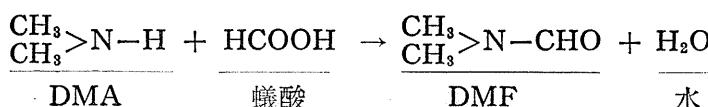
例如在  $145^{\circ}\text{C}$  時 DMF 的分解速率僅為巔酸的  $1/6$  而已，因此可見巔酸得以選擇性分解，而 DMF 的回収率可達 90%以上。

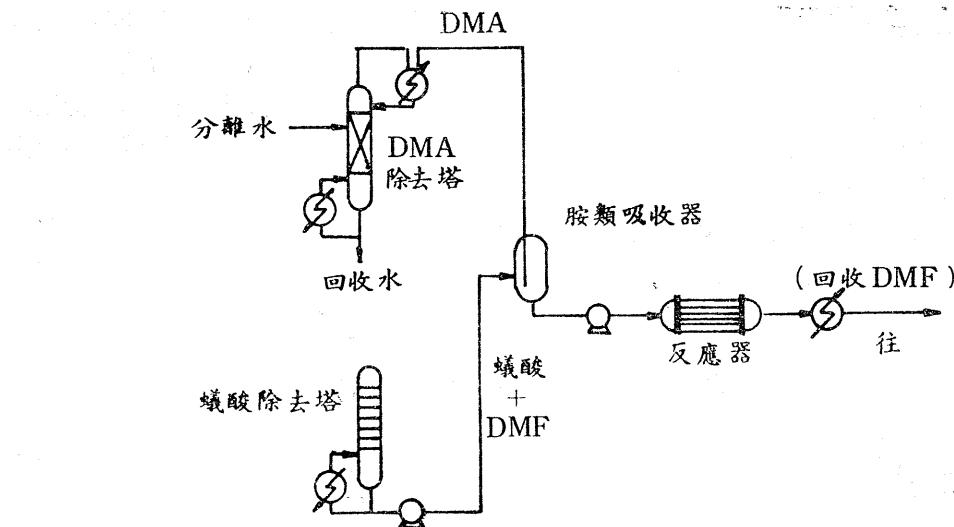


圖八 巔酸分解法

### (3)再合成法（圖九）

依圖九可見由 DMF 水溶液分離出的 DMA 氣體經巔酸除去塔的巔酸，DMF 添加液予以吸收加壓下，在  $130^{\circ}\text{C}$  經過二小時的反應，把 DMF 合成（反應式載於次頁），稍予冷卻後於回收鍋蒸發回収，可得 90%以上的回収率，依本法所得之 DMF 回收率是以分解所生的 DMA 及巔酸作 DMF 的合成，所以效率最高，但其設備複雜，要有相當大規模的設施，才有績效可言。



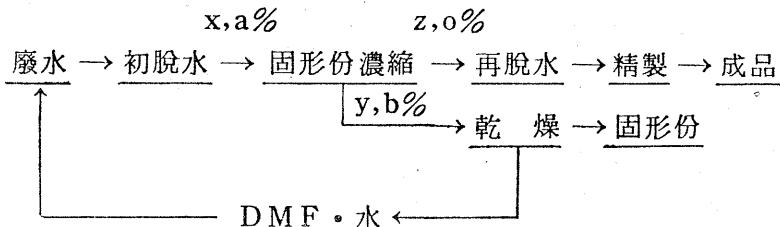


圖九 再合成法

## 七、固形份的處理方法

固形份是回收設備最困擾的問題，解決這一問題通常使用過濾器，但在廢水中的固形份一節中我們已提到，實驗證明過濾方法難以去除固形份；在國內的實例上，採過濾法的設備，每每為停倛清洗，困擾不已。另一種逐段濃縮法，在國內外使用效果相當良好茲簡介如下：

方法是控制固形份含量在操作容許範圍內，取出高濃度固形份送入乾燥器，乾燥器將 DMF 及水脫出送回處理系統固形份則由乾燥器清出。



圖十 逐段濃縮法

如上流程圖假設初脫水後，送到固形份濃縮設備的流量為  $x \text{ kg/H}$ ，固形份含量為  $a \text{ wt\%}$ ，而固形份濃縮設備容許的固形份溶度為  $b \text{ wt\%}$ ，固形份濃縮設備送到再脫水設備為不含固形份，則排放量  $y \text{ kg/H}$  求算如下：

$$\because \text{進入固形份} = \text{排放固形份} \quad x \text{ kg/H} \cdot a \text{ wt\%} = y \text{ kg/H} \cdot b \text{ wt\%}$$

$$y \text{ kg/H} = x \text{ kg/H} \cdot \frac{a \text{ wt\%}}{b \text{ wt\%}}$$

$$\text{即 排放量} = \text{進入量} \times \frac{\text{進入固形份含量 wt\%}}{\text{容許固形份含量 wt\%}}$$

由圖九可以看出，降低排放量  $y$ ，可以避免大量 DMF、水重回處理而浪費能源。而分析排放量如上式，其中進入固形份含量決定於廢水含量，唯有提高容許固形份含量，方可降低排放量。所以如何提高容許固形份含量，成為設計要點。通常使用的方法是在固形份濃縮設置循環泵浦，加速熱交換器內部流體速度，以阻止固形份沉降，降低固形份附着於熱交換器管壁機會，提高容許固形份含量。

雖然循環泵浦可以降低固形份附着於熱交換器管壁的機會，並不意味固形份不會附着，所以備份熱交換器可免停倂損失，仍屬必須。那麼即使熱交換器於轉換清洗期間，仍可以維持連續運轉。

## 八、DMF 回收設備投資參考

合成皮的製造工程，通常很少有連續運轉的場合，所以廢水排出亦屬間歇性，若回收設備也做間歇性處理，每次開動都需要花一些時間，而為了達到可以應付間歇廢水的處理規模，則需要相當大的設備，這些都是導致不經濟的原因。為了節省營運維持成本及減低設備費用，最經濟的辦法就是採用連續運轉設備，再者，為供給回收設備安定的 DMF 濃度，應具備有容納 4 ~ 5 日份以上的儲存池。

以上列條件為前提來推定設置回收設備的經濟性，雖難一概而論，但依我們的經驗，約以 DMF 濃度 10%，廢水量至少 1000kg/hr 較合乎設置回收設備的經濟性。

對有意投資設置 DMF 回收設備的業者，下列幾點供以參考：

(1)收率：收率是以回收 DMF 量／廢水中 DMF 總含量來計算，漏損的部份是由於分解損失、排放損失所造成。通常分解損失自有其限度，而排放損失則指排放水中所含 DMF 量高低，所以收率的高、低，不但代表回收年限快、慢，同時也是二次公害的指針。

(2)回收 DMF 純度：由於回收 DMF 的量，通常除合成皮廠自用外，尚有餘量可以出售，而出售對象多半是上游的 PU 樹脂廠。在 DMF 的一般性質一節中曾提到對 DMF 純度要求，各有不同。為此者回收純度越高，則利用價值越高。

(3)蒸氣量／回收 DMF 量：回收設備的操作成本中，蒸氣耗用量極其重要。蒸氣量／回收 DMF 量比值越低，有助於降低操作成本。

(4)排放水質：解決公害問題乃 DMF 回收設備重要功能，所以應特別注意排放水質。如果排放水的 DMF、蟻酸含量太高，會造成二次公害。目前本省化工業的放流水標準為生化需氧量 (BOD) 100PPM 以下，化學需氧量 (COD) 200PPM。而回收設備排放水中，除 DMF 外尚有蟻酸。我們可以用 DMF 1 PPM 相當於 COD 0.15 PPM，BOD 0.34 PPM，蟻酸 1 PPM 相當於 COD 0.13 PPM，BOD 0.24 PPM 來推定放流水的 COD 與 BOD 是否合於放流水標準。

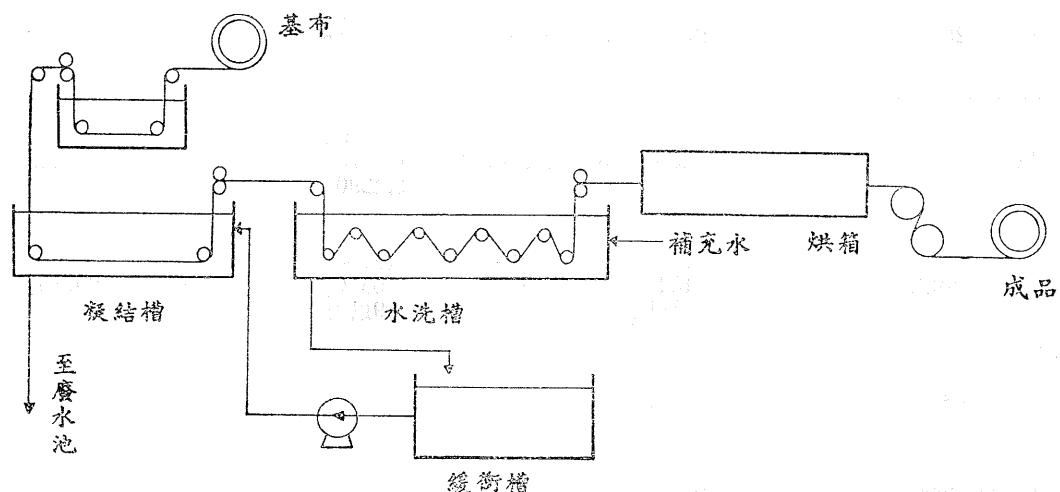
例：某一同收設備，其排放水含 DMF 200 PPM，蟻酸 50 PPM 求其 COD 與 BOD

$$\text{COD 值} = 200 \times 0.15 + 50 \times 0.13 = 36.5 \text{ PPM}$$

$$\text{BOD 值} = 200 \times 0.34 + 50 \times 0.24 = 80 \text{ PPM}$$

除了收率、回收 DMF 純度、蒸氣量／回收 DMF 量、排放水質外，製造商的經驗、實績、建廠時間、技術服務等亦須予以考慮在內。

其次在「脫水方法」一節中提到，提高廢水中 DMF 的濃度，可以降低運轉成本。有關這一點，係由合成皮廠業者自行調整。一般而言 DMF 的濃度可調整的範圍在 10~20% 間，全視生產配方、設備性能而異。通常提高 DMF 濃度的方法，是將水洗槽產生的低濃度廢水供給凝結槽使用，多餘的廢水再由凝結槽排至廢水池（圖十一）。如此，廢水全部是由凝結槽排出，而非凝結槽與水洗槽各別混合的廢水，也就達到提高 DMF 濃度的目的。



圖十一 調整 DMF 濃度流程圖

## 九、實例介紹

圖十二所示的處理流程，它的主要特色為：

(1)二個脫水塔，皆為真空操作，第 2 脫水塔的加熱系利用第 1 脱水塔的廢熱蒸汽，比純使用鍋爐蒸汽的設計可以省約 50% 的蒸汽使用量。

(2)固形份的處理系以逐段濃縮法，乾燥器為特別設計的 PAN DRYER 系統。此系統的濃縮過程，可使固形份提升至 65%，即 DMF 漏失量可以減少到 35/65 的重量百分比。若無此系統，想把固形份濃縮至 20% 以上將是不可能，即表示 DMF 的漏失量大於 80/20 的重量百分比。假如廢水中 DMF 濃度為 10wt%，固形份為 0.1wt%。它的漏失率計算如下：

$$0.1\text{wt\%} \times 35/65/10\text{wt\%} = 0.0054 = 0.54\% - \text{Pan Dryer 系統漏失率}$$

$$0.1\text{wt\%} \times 80/20/10\text{wt\%} = 0.04 = 4\% - \text{其他 系統漏失率}$$

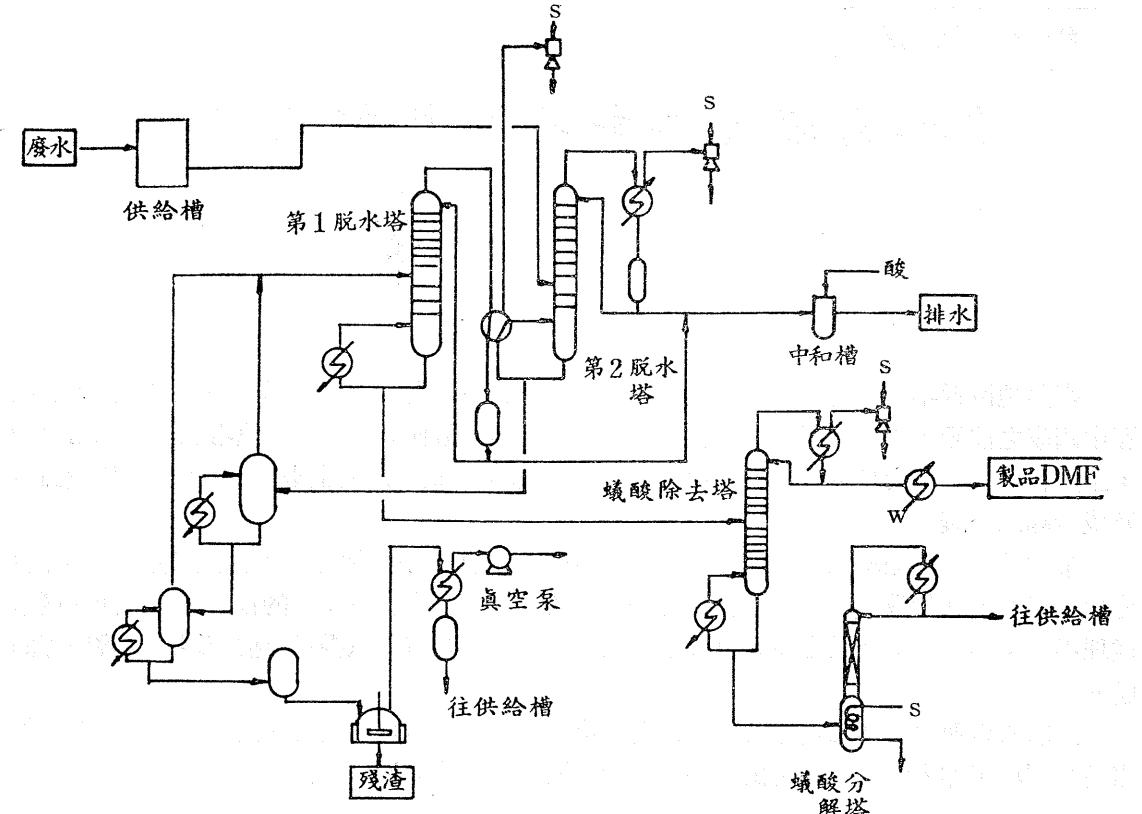
結果發現 Pan dryer 的漏失率約為 0.54%，遠較其他系統的 4% 為低。

(3)蟻酸處理採分解法，比鹼中和法為佳，DMF 漏失小，不會有殘渣產生。

於實際設備中為免除運轉或異常狀況可能排放的不合格廢水，特設有回流管線導引至廢水池，除外，回收設備與雨水排水系統分隔，若於歲修或清洗時，亦不至將污染質排出，甚至取樣分析的微量樣品，亦有獨立系統使它流回廢水池，可謂完美之至。運轉是以一名值班

表二 DMF 規格

項 目	規 格				
	JIS 特級	JIS 1級	某 廠	設 計 値	實績值例
比重 (20°C)	0.949~0.954	0.952~0.956	(25°C) 0.9435~ 0.9450		(0.944)
屈 折 率	1.428~1.432	1.426~1.430	(25°C) 1.4275~ 1.4290		(1.429)
留分 [vol%]	(151~ 154°C) 95以上	(151~ 156°C) 95以上	(151~ 155°C) 99以上		99以上
水 溶 狀	限 度 內	→			
E-oH 溶狀	限 度 內	→			
水分 [%]	0.2 以下	0.05以下	0.05以下		0.005~0.02
不揮發分 [%]	0.01以下	0.02以下			
游離酸 [%] (HCOOH)	0.003 以下	0.005 以下		0.005 以下	0.0004~ 0.0012
APAH			10以下		15以下 (以15判斷)
全 (DMA) [%]			0.005 以下	0.005 以下	0.0003~ 0.0014
pH (20%水溶液)			7.0~9.0	6.5~9.0	6.5~9.0
鐵 [ppm]			0.03以下	0.05以下	0.025 以下
比 電 導 度			3.0 以下		0.2~2.2



圖十二 處理流程圖

，三班輪流，但剛開始操作時有增設一名的必要。

表二所示為 JIS 及某製造廠的規格，與這套設備回收品質及此等規格相比毫無遜色。

## 十、結語

近觀 PU 合成皮的市場需求，每年仍有相當幅度的成長，尤以設置 DMF 回收設備之業者，由於資源的回收利用，強化它的競爭能力，並在無廢水問題的困擾下，其成長率更形出色，前景一片美好。期望 DMF 回收設備能以小兵立大功的姿態，再為該業創下佳績，使我国 PU 合成皮王國的寶座，屹立不搖。