

# UF 設備應用在染整業工程減廢實例探討

洪輝嵩 \*

## 前 言

目前國內染整業所面臨的最大問題有勞工短缺、生產成本高漲，市場競爭激烈、利潤下降及染整廢水所造成的環境污染等，其中尤以染整廢水的處理最為我業者感到困擾。在各相關公會或本局有關的會議裏，學者、專家、業者、所提出的問題也大都以環保問題為主要。尤其近年來，我國環保機關所訂定的染整業放流水國家標準愈來愈嚴，以目前的透視度標準是十五公分來看，已有大部份業者達不到此標準，能達到的少之又少，而成本的投入也不是一般中小型染整廠所能負擔。到民國87年環保署又要把透視度由15cm提高到20cm，假如不事先研究解決方法，屆時必衍生許多困擾，非社會、國家之福也。筆者負責染整工業各項有關業務，對於我染整業界所遭遇的困難了解甚深。目前許多業者反應，並不是本身不做污染防治的工作，而是找不到技術與人來做，不是錢的問題而是技術的問題。有鑑於此，本局楊局長指示相關同仁，針對污染問題，在短期內提出問題的徵結點與解決之道。自奉命接下此工作，並連絡訪問相關公會（毛巾公會、絲綢印染公會、棉布印染公會、毛紡公會）後，大致已有一個共同的認識，即解決污染、要有長、短期的作法與目標。短期的目標是收集業者不能達到環保要求的原因，逐一分析、歸納，本局能解決，馬上解決，不能解決的提報局長層轉相關上級單位協商解決。另長期也是根本解決的方法與目標，就是由業者、研究機關、政府相關單位，共同推動染整專業區的成立。在完整資料還沒完全收集之前，首先參考先進國家在這方面所發表的技術與研究報導，翻譯、整理供我業者參考。但願在大家通力的合作下，我染整業的污染問題能很快的解決。

方法一：利用 UF 設備回收染整廢水中之染料再使用

## 摘 要

具有超微細孔徑的高分子薄膜，具有特殊的過濾性能，此特性常用於紡織廢水的淨化及回收再使用，尤其染整廢水含有高溫，染料及助劑，用其來處理，更是恰當。此種從染整廢

\*經濟部工業局技正

水回收染料的設備是與連續染色的設備、裝置在一起，其回收之染料打回染液槽再使用，另外高溫的過濾液則引至其他製程再使用。

## 引 言

紡織工業所造成的廢水一般都為高溫並會有添加的化學助劑。染整廢水的淨化再使用可節省一般的用水量，對於天然資源及能源的節約都是有利的。除此之外，因工程合理化所造成的廢棄物減少，污水的處理成本與費用也相對的降低。因此在所排出的廢水仍為高溫時，馬上做淨化與回收的工作是相當必要，且可行的。

UF 設備，一般都要求在高溫的條件下操作，像染整及退漿廢水都具有高溫，對於 UF 設備更是有利。最近幾年來有一系列的相關研究在世界先進國家的實驗室裡進行，其中以 UF 設備的相關研究最被大家所熱衷，而且慢慢實用化，轉移到業者，如利用在染整廠回收染整廢水中之染料，成效一定卓著。

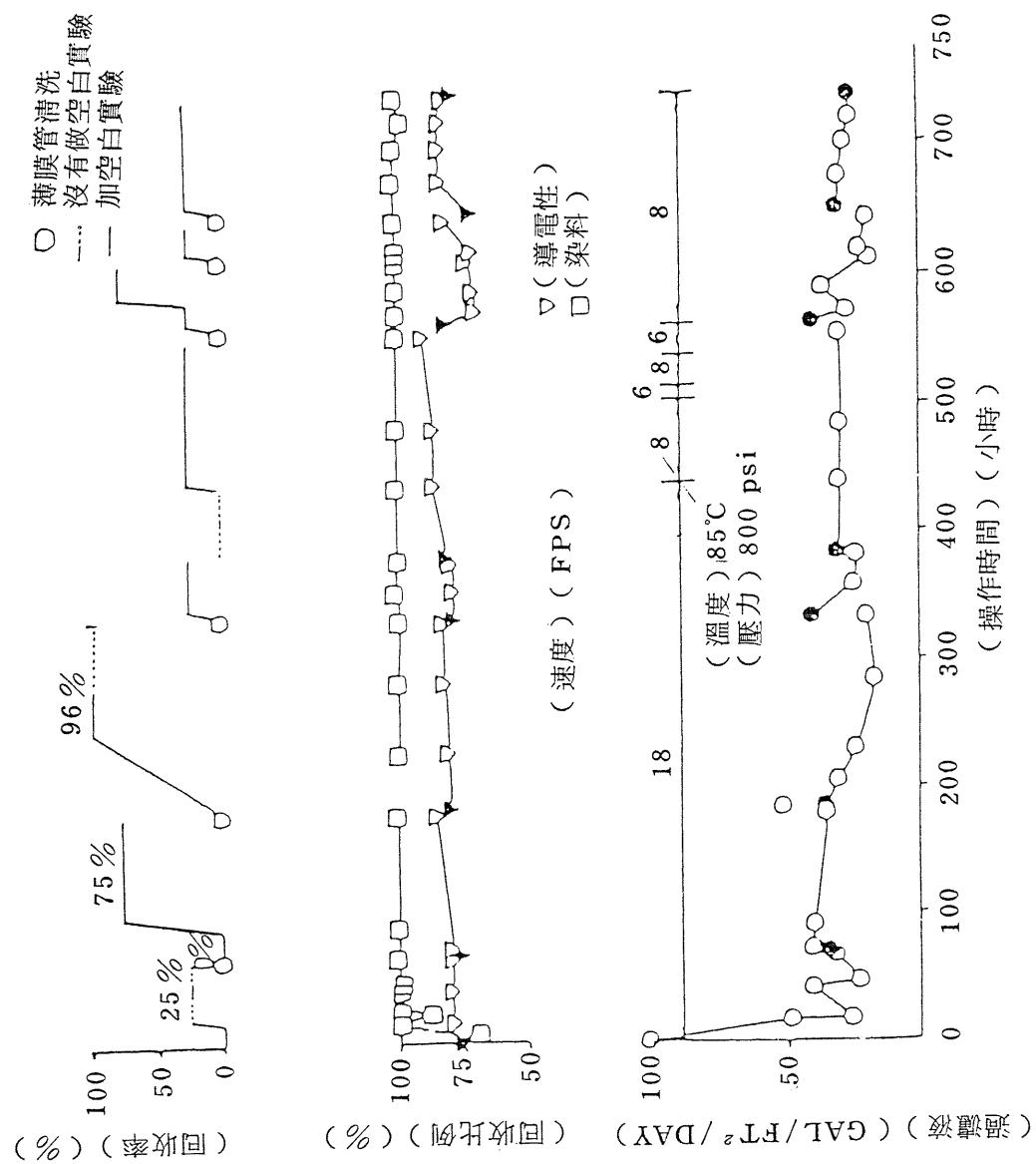
UF 設備所使用的薄膜管，是由一支撑層裡頭塗佈薄膜而成。處理過程中，待處理液由強力馬達在高壓下打入液體流經此管，具有小分子的水份及固成份透過薄膜而被析出，而具有大分子的染料及其他物質回流至儲液槽內，如此循環，直到我們所需的濃度為止。將回收液導出再使用，此設備經過多次的清洗後，可一再使用操作。另外此系統也可以在  $100^{\circ}\text{C}$ ，壓力  $100 \text{ bar}$  及任何 pH 值範圍內，做回收之工作。

## 實驗結果

圖 1 是利用 UF 設備回收直接染料廢水中的染料，此設備所使用的薄膜已經 720 小時，長時間不間斷的操作。此段期間內其水份回收的效果是介於  $0 \sim 96\%$  之間，而流體在薄膜管內之流速介於  $2 \sim 6 \text{ min} / \text{S}$ ，另外壓力的變化介於  $200 \sim 300 \text{ Psi}$ ；操作溫度則保持在  $85^{\circ}\text{C}$ 。

在回收染料之前染整廢水先經初步的處理，即以具有  $100 \text{ Mesh}$  大小的金屬篩網先行過濾廢水中之纖維等雜質。本研究從染整廢水中所回收的直接染料可達  $99\%$ ，而且此結果，在整個實驗過程中都是維持在此穩定的狀況下，再現性相當好。至於過濾液量的大小，則隨著待處理液濃度而變化。（一般是待處理液濃度愈高，過濾液量愈小）。

表 1 為 14 組數據所組成，不同的染色程序，研究其染料回收的效果，剛開始時，染料回收率為  $0\%$ ，到結束時回收率一般都有  $96\%$  以上。由表 1 可知，大部份的染料其回收率皆相當高。另外，當染料回收率增加時，過濾液流量則減少，此種具有高溫的過濾液，可回收到洗淨用水再使用，依據 AATCC 色卡來判斷洗滌布被污染的情況（Stain index），在衆多的實驗樣本裡只有三組是大於 1 級。歸結其原因，除了與過濾液所含的染料分子多寡有關外，另外其所使用的污染布樣本也有關係。



圖一 利用UF設備回收染料廢液中染料其操作時間速度與過濾液、回收率之關係

表二 UEF 設備回收染整廢液之染料的各樣本資料統計

染料 項目	待處理液 ( g / ℓ )	過濾液 ( g / ℓ )	CSB 值 ( mg / ℓ )	已溶解的固份 ( mg / ℓ )	未溶解的固份 ( mg / ℓ )	AATCC 之 污染程度 ( 1~5 級 )	染料回收值 ( % )
漂白	0.06	0.00	354	920	467	0.0	100
直接染料	0.03	0.00	71	104	50	0.0	100
直接染料	0.06	0.00	122	154	75	0.0	100
直接染料	0.23	0.00	142	270	114	0.0	100
直接染料	0.24	0.00	158	273	201	0.0	100
直接染料	0.79	0.02	157	373	169	0.0	99
直接染料	0.79	0.04	29	101	40	0.0	99
直接染料	7.70	0.84	404	1340	353	2.7	99
酸性／直接染料	0.15	0.01	193	148	113	0.0	99
酸性／直接染料	1.90	0.22	1030	116	65	0.0	98
塩基性／直接染料	0.07	0.01	981	291	123	1.1	99
塩基性／直接染料	1.10	0.34	148	547	264	1.6	96
分散染料	1.10	0.00	128	42	26	0.0	100
分散染料	1.40	0.27	9	172	111	0.6	98
清潔水				57	18		

## 染色程序與回收再使用

在一般染色工程裡增加了一套UF回收設備，其配置如圖2所示，水洗部份是由一些並排在一起的噴嘴所組成，另有一儲液槽及二個轉動的噴嘴洗槽。此設備能使被染織物以9～36 m/m in的速度運轉，所能處理的包括棉花、亞克力紗、耐隆、嫘縈，及聚酯等織物，甚至連混紡織物也可使用，所使用的染料包括直接、分散、酸性、塩基性染料及金屬混合，反應性染料。加裝UF設備回收染料過程中，除了部份的染料小分子隨著小分子過濾出去，當做洗滌用水外，大部份的染料都被回收再使用，當然這裡頭也可能含有部份的增厚劑在內。一般的染色工程，其染液裡的染料至少有85%以上會被織物吸盡，另外15%左右的染料及所添加的助劑等，殘液才需處理與回收。分析染後的廢水及水洗槽內之液體，可得到如表2之資料。

在染色過程中，其水洗槽保持一定水位，多出的則溢流至UF設備的儲液槽，然後引至薄膜管內，開始回收其中之染料及助劑。此回收工作，必須能將廢水中之染料至少回收97%以上。另外染液裡所添加的助劑也大部份能被回收。

UF設備回收處理所得到的染液，其所含的染料會比原來調配的少些，助劑也是一樣，只要添加其所需的染料與助劑又能再度使用，此研究顯示可節省染料約10～20%，助劑也能節省75%。此回收液再使用是否也能與原染液染得的織物一樣對色，其關鍵在於所須添加的新染料與助劑，是否得當有關。一般說來，再回收的染液是可一再使用。

## UF設備

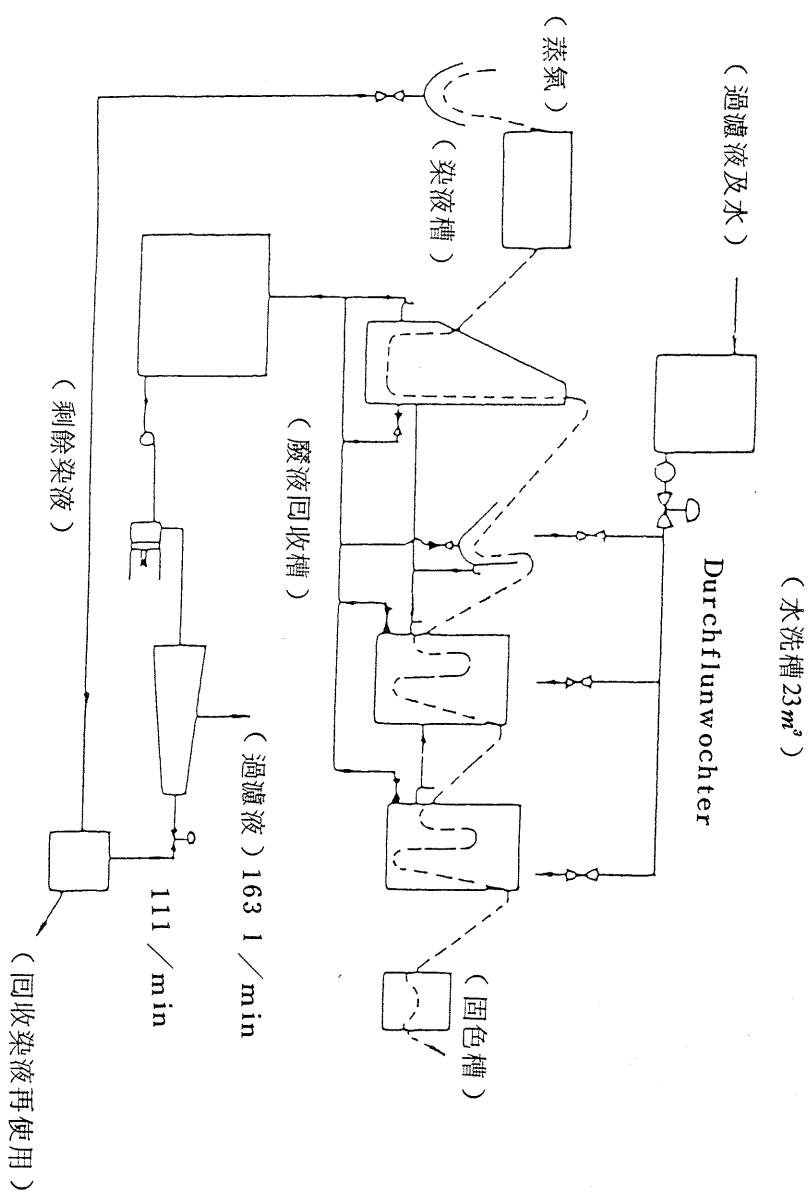
UF設備，主要的流程如圖3所示。水洗用水是集中存放在 $-23m^2$ 的儲液槽裡，正常的操作下，過濾液是含有高溫的。本UF設備所使用的薄膜管其薄膜總面積有 $139m^2$ ，共有10組薄膜管，待處理液由一強力馬達打入內含高壓的薄膜管內。根據研究結果，其回收之染料可連續使用16次之多。

## 費用

整套UF設備所需的費用大約在400,000美元左右，而此套設備一年的營運操作成本約為31,500美元。一年換算下來，總共可節省280,000美元左右，這包括用水、能源、廢水處理、染料、助劑及工程合理化所帶來的利潤等。

### 方法之二：Indigo染料回收再使用之研究

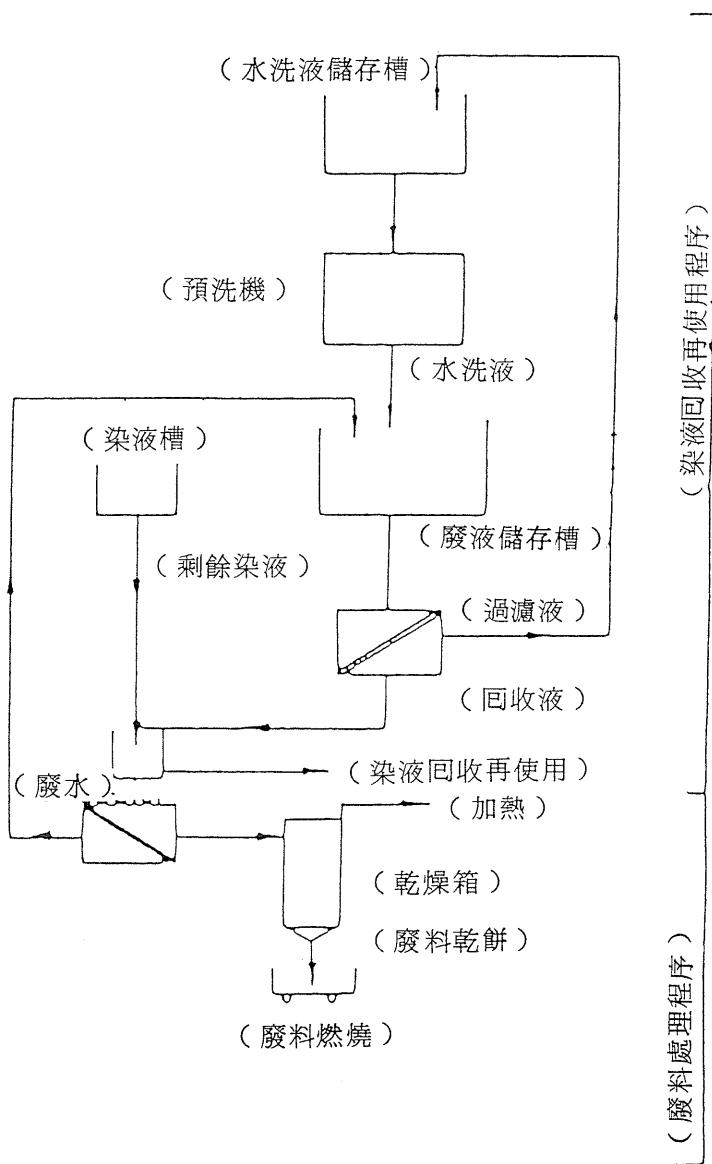
利用UF設備來回收Indigo染料，效果特別好。一般市售的Indigo染料不是粉狀就是液狀的形式。此種染料為水不可溶性。一般只有在酸性液或鹼性液裡才能溶解，其染色結



圖二 連續染色機加裝UF回收設備之配置

表二 染整廢水所含之化學成份分析

	單位	原染液值	染整廢水含量值	預定之期望值
BCB	mg/l	5400	108	200
CSB	mg/l	23,900	660	1,200
鹼含量	mg/l	4,150	100	180
色度	ADMI	98,800	960	1,750
水硬度	mg/l	—	17	30
pH	mg/l	3.6—10.9	5.0—10.5	5.0—10.5
Phenol	mg/l	0.84	—	—
TOC	mg/l	6,250	180	325
總固成物含量	mg/l	20,900	630	1,140
已溶解的固成分	mg/l	1,730	25	45
未溶解的固成分	mg/l	20,900	010	1,100
Chrom	mg/l	5.3	0.12	0.2
Kupfer	mg/l	0.2	0.07	0.1
Nickel	mg/l	0.1	0.004	0.007
Zink	mg/l	2.7	4.6	0.25
Mngnesium	mg/l	10.4		8.5
Kalzium				



圖三 正常的染色、水洗系統加裝 UF 回收設備配置圖

構是染料與纖維分子形成鍵結合在一起，後氧化發色。染色的深淺程度是依其鍵結能力及染料濃度而定。通常都具有 4 ~ 6 的結合力。染色後之水洗工程是絕對必要的，可將未染上去的染料洗除。染色後之廢液內約含有 20% 的染料，廢水中含有那麼高的染料濃度，將會帶來許多環保上的困擾與問題，而且增加生產成本（20% 染料被浪費掉）。為了克服環保的問題及降低生產成本，採用 UF 設備來回收 Indigo 染料，其回收液重新添加所需的染料至預期的濃度，即可再度使用。

以下舉一實例做為說明：

染液濃度 2.5% (亦即染料用量 = 2.5% 的織物重量 )

鍵結數：6

染液濃度： $4 \text{ g/l}$  (由  $100 \text{ g/l}$  濃度的染液稀釋而成 )

染色時染液流量：約  $160 \text{ l/h}$  (由  $100 \text{ g/l}$  的染液稀釋至  $4000 \text{ l/h}$  )

染料需求量： $16 \text{ kg/h}$ ，其中有 80% 固著在織物上，另 20% ( $3.2 \text{ kg/h}$ ) 被洗除掉  
，混在  $6400 \text{ l}$  的廢水中。

廢水濃度： $0.5 \text{ g/l}$

針對以上實例，有二個方法來回收 Indigo 染料。

a、將含有 20% Indigo 染料的  $6400 \text{ l/h}$  廢水，利用 UF 設備回收染料，將其濃縮至  $800 \text{ l/h}$ ，濃度為  $4 \text{ g/l}$  的回收液。此濃度的回收液，其內含的染料及化學助劑已比原來所調配的少，體積也從原來的  $6400 \text{ l/h}$ ，過濾掉  $5600 \text{ l/h}$ ，只剩下原來量的  $\frac{1}{8}$ ，這些減少的體積必須添加適當濃度的新染液及助劑進去。

b、染液廢水只要濃縮至  $4000 \text{ l/h}$  的程度，此時的液體內含有的染料、化學助劑及水變少。針對其所需的量添加即可再使用。

在此歸納以上數據為：

原始的 Indigo 染液濃度為

$160 \text{ l/h}$  時濃度為  $100 \text{ g/l} = 4000 \text{ l/h}$  時為  $4 \text{ g/l} = 16 \text{ kg/h}$  回收的 Indigo 染料為

$6400 \text{ l/h}$  時濃度為  $0.5 \text{ g/l} = 3872 \text{ l/h}$  時為  $0.826 \text{ g/l} = 3.2 \text{ kg/h}$

回收染液及所需新添加的染料量為

$3872 \text{ l/h}$  時濃度為  $0.826 \text{ g/l} + 118 \text{ l/h}$  時濃度為  $100 \text{ g/l} = 4000 \text{ l/h}$   
時濃度為  $4 \text{ g/l} = 16 \text{ kg/h}$ 。

以上是經過化簡後所得到的數據，其中並不包括在上述情況下，所需的助劑量。上面所提到的二種回收程序以 b 法較為適當有利，在  $6400 \text{ l/h}$ ， $0.5 \text{ g/l}$  的染料廢水，濃縮至  $3200 \text{ l/h}$ ， $1 \text{ g/l}$ ，或者濃縮至更高的濃度，是比較容易的。將  $6400 \text{ l/h}$  濃縮至  $1/2$  的  $3200 \text{ l/h}$ ，只需要一個循環就可達到。研究數據顯示，濃縮至  $0.5 \text{ g/l} \sim 1.0 \text{ g/l}$  的濃度，經濟效益最佳。

## 經濟效益

利用 UF 設備回收染料廢水中之染料的經濟效益。我們可由下列的數據換算而得，以含一個薄膜管的 UF 設備來談，其設備費用約為  $120,000$  美元，加上其它安裝費用總共約需  $200,000$  美元。一個星期工作五天，每小時回收  $3.2 \text{ kg}$  染料，則一年可回收  $19,200 \text{ kg}$  的染料，每  $\text{kg}$  的 Indigo 市售價格為  $10.42$  美元，因此只要一年，即可把設備投資費用收回來。

一般說來，UF 設備營運成本，包括電力、設備折舊費、更換薄膜費用等。操作 UF 設

備一個循環所需的電力為 18.65 KW，UF 設備所需的設置電力需求約需 40 KW。

總結，本回收 Indigo 染料的利潤有：

回收 1 kg Indigo 染料所需的成本	1.62 美元
Indigo 染料 1 kg 的市售價格	16.80 美元
每 kg 染料所節省的成本	15.18 美元

另外，本 UF 設備使用的壽命大約為 8 ¼ 個月。

## 結論

UF 設備，一般用在漿料的回收較多，目前已有許多文獻提及，而且也逐漸實用化，有關於此方面的報導，筆者本身也有相關的研究報告刊在界面化學學會誌<sup>3</sup> 及污染防治雜誌<sup>4,5,6</sup> 上。據可靠消息來源，國內已有一家工廠準備引進美國的 PVA 漿料回收之 UF 系統，價格大約在 2000 萬台幣，另一家工廠準備引進德國的混合漿料回收 UF 系統，價格也在 2000 萬台幣上下。至於利用 UF 設備，回收染整廢水中染料的研究較少，本篇所整理的是較新，且較有實用價值的技術，但願能有助於我相關研究機構及業者，急起直追，看是否引進國外現有技術，或是分頭進行，一面引進，一面研究，期望在最近的幾年內，能完全解決染整廢水的污染問題。依筆者實際在德國參與 UF 設備之研究的經驗，這一套 UF 系統，其實並沒有太大的學問，主要的技術與 Knowhow 是在於其所使用的高分子薄膜。能自己合成薄膜，並製成管狀或片狀薄膜，則一切問題，就不成爲問題。

## 參考文獻

1. Dr. D. Kuiper 等  
" Der industrielle Einsatz dynamischer Membranen in der Textilindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Farbstoffrückgewinnung "
2. C. Aurich ,  
" Rückgewinnung Von Schlichtemittel und Indigo - Farbstoff durch Ultrafiltration "
3. 洪輝嵩  
" 廢水中水溶性高分子之處理與回收研究 "  
界面科學會誌 Vo 1. 12 ( NO. 3 ) , 1989 , p6 — p15 。
4. 洪輝嵩  
" 含漿料與水溶性染料之廢水其漿料、染料回收及分離之研究 "  
工業污染防治 第八卷第三期 ( 1989 ) , P173 — p178 。
5. 洪輝嵩

"利用具有超微細粒子過濾能力之薄膜設備應用於漿料廢水回收之研究"

工業污染防治，第八卷第三期（1989），p179—p186。

6.洪輝嵩

"紡織業降低生產成本及環境保護的對策—利用UF設備，回收廢水中之漿料"

工業污染防治（預計1990年2月出刊）