

# 再生紙漿之利用

朱志耀\*

## 一、全世界廢紙利用情況

1.據 PPI 雜誌統計（1981年10月號），1980年全世界共使用廢紙4,823萬公噸，各主要使用國及其利用率如下：

國 別	使 用 量 (千噸)	國 別	使 用 量 (千噸)
美 國	13,306	日 本	7,861
加 拿 大	1,192	中 華 民 國	1,200
西 德	3,168	南 韓	1,160
意 大 利	2,201	大 陸 匯 區	1,300
英 國	2,014	巴 西	1,450
法 國	1,854	墨 西 哥	1,150
蘇 聯	500		

大致上，美、加之利用率為20%，歐洲各國為30%，日本為46%，我國及南韓則已超過60%，為世界之冠。

2.由於我國不僅大量使用國內之廢紙（前年約65萬噸），且每年向國外輸入亦甚多，據中紙公司之統計（「中紙廿年」，民國70年8月編印），約如下述：

年 度	香 港 進 口	美 國 進 口	其 他	總 計 (公噸)
1974	77,190	64,580	2,154	143,930
1975	107,200	62,795	10,766	180,761
1976	120,857	66,114	20,291	207,262
1977	131,987	83,980	6,605	222,572
1978	172,132	153,676	9,817	335,625
1979	190,446	226,549	8,726	425,721
1980	217,450	333,966	4,487	555,903

六年中使用量增加2倍，發展至為迅速。

\* 合衆紙業公司董事長

## 二、廢紙之種類

各國利用廢紙已如上述，但其種類頗不一致，據 PPI 雜誌統計（1981年10月號），1980年之情況可舉例如下：

國 別	舊新聞紙	舊瓦楞紙箱	高級廢紙	其他雜紙	總 計
美 國	2,155	6,293	2,621	2,235	<b>13,306</b>
加 拿 大	152	749	230	59	<b>1,192</b>
西 德	452	1,180	350	1,230	<b>3,230</b>
意 大 利	203	319	310	1,399	<b>2,232</b>
英 國	223	823	211	755	<b>2,014</b>
日 本	2,767	3,490	959	644	<b>7,861</b>
南 韓	280	382	93	315	<b>1,072</b>
巴 西	214	475	61	331	<b>1,084</b>

我國情形，大致如上表中的加拿大，即以舊瓦楞紙箱為大宗。

其中舊新聞紙及高級廢紙，經過「脫墨」（De-inking）工程後，可獲得漂白而淨潔之再生紙漿；舊瓦楞紙箱以及製造灰紙板之雜質廢紙，則僅須經過適當之篩選、洗滌處理，即可獲得適用之再生紙漿。

## 三、脫 墨 工 程

脫墨工程有：(1)浮選法及(2)洗滌法之分，據 TAPPI (1980 年 9 月號) 統計，其型式及用途可分別如下：

地 區	以 處 理 能 量 區 分		以 脫 墨 紙 漿 用 途 區 分		
	浮 選 法	洗 滌 法	製 造 新 聞 紙	製 造 衛 生 紙 、 道 林 紙	其 他
全 世 界	65	35	47	32	21
北 美	10	90	27	50	23
歐 亞	87	13	55	25	20

據 PPI 雜誌統計（1980年6月號），全世界擁有浮選法脫墨設備者，計 107 廠，其中歐洲佔 52 廠，年產量 1,347,200 噸，亞洲佔 31 廠，年產量 1,392,700 噸，北美佔 10 廠，年產 214,000 噸，南美佔 11 廠，年產量 146,100 噸，非洲佔 3 廠，年產量 30,300 噸。歐洲之 52 廠中，西德 11，東德 3，奧國 4，英國 5，瑞典 4，瑞士 3，法國 3，荷蘭 3，南斯拉夫 3，意大利、西班牙、丹麥、波蘭、芬蘭各 2，其餘比利時、挪威、羅馬尼亞各 1。亞洲之 31 廠中，日本 24，印度 2，南

韓 2，馬來西亞、斯里蘭卡、土耳其各 1，當時我國尚無此項設備，而自 1980 年以來，迄今僅 3 年時間，我國已有脫墨設備 7 套，分屬於中興、永豐餘、永豐原、寶隆、大豐、合衆、士林，每年產量約 10 萬噸，發展可謂迅速。

#### 四、浮選法脫墨工程簡介

##### (一) 浮選法之優點：

(1) 用水節省，(2) 小纖維流失較少，(3) 廢水容易處理，(4) 脫墨紙漿之紙力及不透明度佳。

##### (二) 浮選法之分類：

(1) 箱型，如 Voith，(2) 圓筒型，如 Swemac，(3) 先用高溫 Disperser，再用箱型浮選槽脫墨，如 Aikawa。以日本為例，分類如下：(PPI, 1980 年 6 月號)

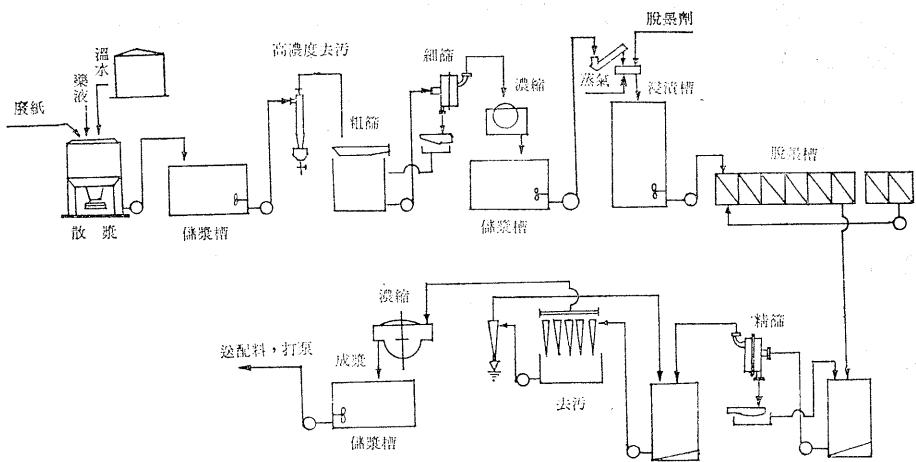
製造廠名	使用廠數	每天生產噸數 (絕乾)	佔有率
Voith (德國)	15	1,589	50%
Aikawa (日本)	2	360	10%
Escher Wyss (德國)	1	135	10%
Mitsubishi	2	230	
Swemac	5	635	20%
Honshu	1	350	10%
合計	26	3,299	100%

##### (三) 浮選法脫墨程序：

- (1) 第一步使廢紙在水力散漿機中加熱分散，並用碱液使油墨乳化而與纖維脫離。
- (2) 第二步在脫墨紙漿中加入界面活性劑等（分別加入水力散漿機、浸漬塔或浮選槽中），通過浮選槽，使炭粒浮起而刮除。
- (3) 在浮選前後予以充分之篩選。
- (4) 將脫墨後之紙漿予以漂白、洗淨。其流程請參閱圖(一)。

##### (四) 脫墨藥劑：

- (1) 皂化乳化劑— $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$
- (2) 界面活性劑（滲透、乳化、分散、發泡、凝聚）
  - (a) 脂肪酸皂（凝聚力最强）
  - (b) Alkyl benzene sulfonate（發泡性最好）
  - (c) Olefin Sulfonate（分散性最好）
  - (d) dialkyl sulfosuccinate（滲透力最强）
  - (e) Polyoxyethylene alkyl ether（分散及發泡均好）



圖一 廢紙脫墨流程圖

(五)標準作業條件：

- (1)水力散漿機：紙漿濃度 6%，溫度 55°C，時間 30min。
- (2)浸漬塔：紙漿濃度 18%，溫度 50°C，時間 2-3hr。
- (3)浮選槽：紙漿濃度 1%，溫度 40°C，時間 15min。
- (4)化學藥品： $\text{NaOH}$  4%， $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$  2%， $\text{H}_2\text{O}_2$  (100%) (用於 O.N.P.) 1%，界面活性劑 0.2%，PH 9.5。

(六)脫墨紙漿成本：

- (1)目前購入廢紙 C&F 價格為 (每噸)：舊電腦用紙 (C.P.O.) \$285，色道林 (Colored Ledger) \$155，舊報紙 (O.N.P.) \$95。加上關稅等，再換算成臺幣時應照45倍計算。
- (2)脫墨後紙漿對廢紙之得料率為：C.P.O. 83%，C.L. 78%，O.N.P. 88%。
- (3)由此可得成本概算如下：

項 目	C. P. O.	C. L.	O. N. P.
廢 紙 原 料	15,450	8,950	4,850
化 學 藥 品	800	1,600	1,900
電 力	900	1,200	900
蒸 汽	350	450	350
人 工	300	400	300
折 舊	400	600	400
其 他	1,800	1,800	1,800
合 計 (元)	20,000	15,000	10,000
自 度 (G. E.)	85°	82°	63°

若某廠自製漂白稻草漿，則不如採用漂白 C. L. 脫墨漿，因漂白稻草漿之成本可估計如下（每噸乾紙漿）：

項 目	單 位	單 價	每 噸 漿 用 量	單位成本(元)
稻 草	噸	1500.0	3.2	4,800
液 碱 (45%)	公 斤	5.3	824	4,367
液 氯	公 斤	17.6	120	2,112
其 他 化 學 品		—	—	300
蒸 汽		—	—	1,500
電 力	KWH	2.0	150	300
人 工		—	—	1,000
其 他		—	—	1,621
合 計				16,000

自製稻草漿必然引起嚴重之水污染，紙漿品質亦不如市購紙漿與脫墨紙漿，是以停製為宜也。

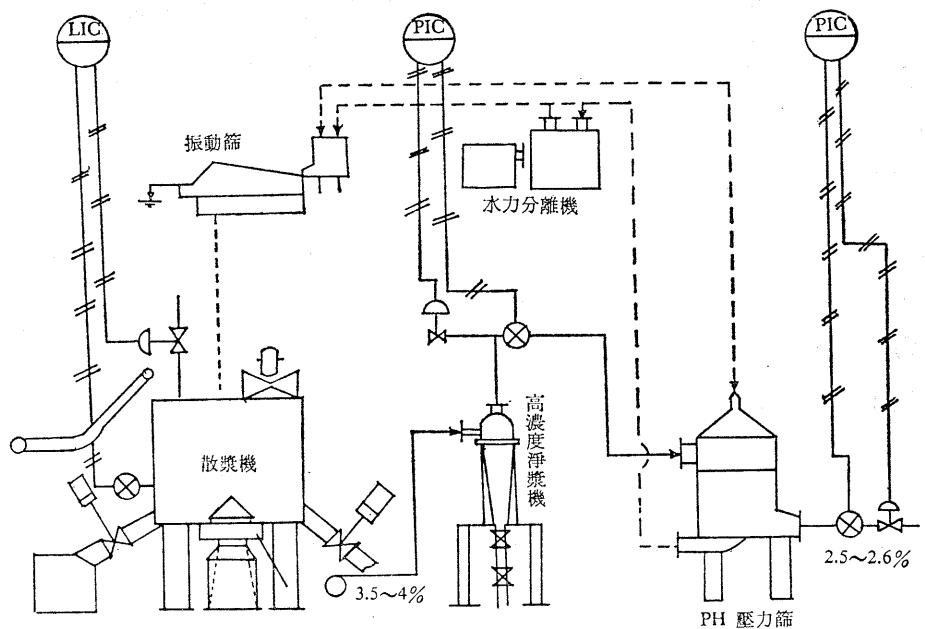
## 五、舊瓦楞紙箱處理成爲再生紙漿

將舊瓦楞紙箱（簡稱 O. C. C.），處理成適用之再生紙漿，設備日新月異，但其目的總不外乎：(1)節省所佔面積，(2)節省用水，(3)節省用電，(4)節省人力實施自動化，(5)減少良質纖維之流失，(6)提高再生紙漿之品質，包括紙力與淨潔度。目前世界上應用最廣而成績卓著者，有：

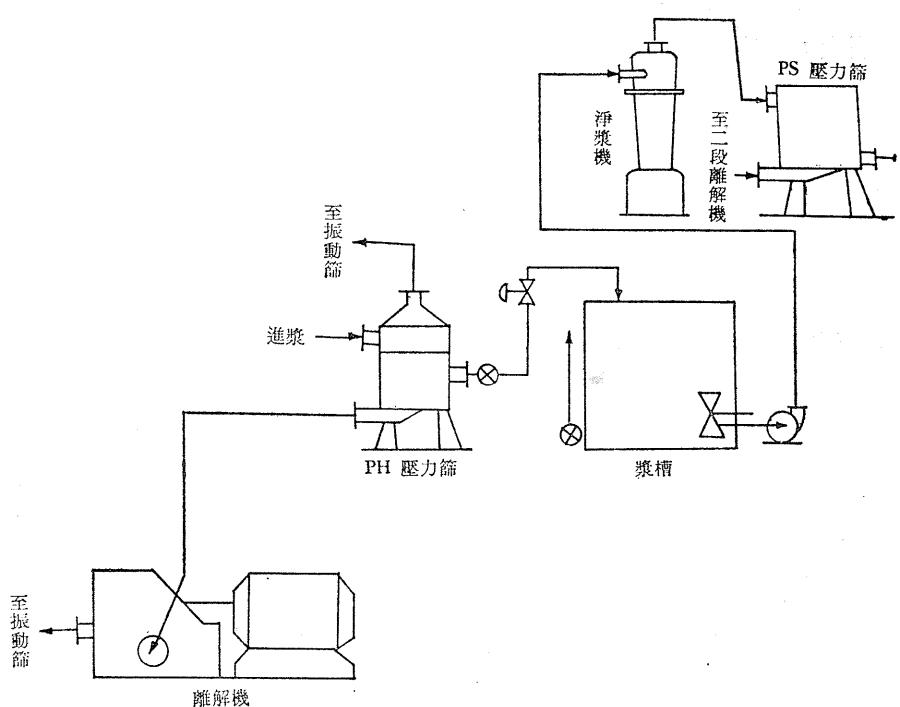
- (一)德國 J. M. Voith 公司之 ATS-N 系統。
- (二)美國 Black-Clawson 公司之 Low Intensity Pulping 系統 (LIP 系統)。
- (三)法國 Lamort 公司 Disperser 之系統。

關於(一)，中興羅東廠已訂購一套，每日處理廢報紙 300 噸；關於(二)，寶隆林內廠已訂購一套，每日處理 O.C.C. 150 噸，用以製造瓦楞芯紙；關於(三)，永康、萬有、華成、輔導會二水廠、寶隆林內廠，以及臺泥小港廠，各裝有一至二套，用以製造牛皮紙板或水泥袋紙，每日處理量各為 50 至 100 噸。

茲將 LIP 系統之程序附圖如下，其特點為：(1)將 O.C.C. 送入散漿機後，不必充分分散，即由泵送至後面之篩選部，使儘早與難離解部份分開，(2)雜質儘量不將其打碎，並儘早篩除，(3)採用高濃度系統，節省用水與用電，(4)不需加熱，省去蒸汽之耗費，(5)利用圓孔式壓力篩，槽溝式壓力篩，正流式淨漿機與送流式淨漿機之組合，使再生紙漿能達充分淨潔之目的，(6)充分裝置自動控制儀器。（詳如圖二）



圖二 BG LIP 散 漿 系 統



圖三 BG LIP 系 統 後 段 篩 選

## 六、利用 O.C.C. 再生紙漿製造瓦楞芯紙

爲求防止污染起見，目前省內各製造文化用紙（白紙）之紙廠，大都已停止自製紙漿，及採用市購紙漿，或摻用一部分自製之漂白脫墨再生紙漿來造紙。事實上，業已實現了政府所提倡「漿紙分營」之政策。

至於製造白紙板、牛皮紙或水泥袋紙，各廠原已裝有廢紙處理設備，只要在省能源、省人工、省損耗以及提高品質各方面努力即可，惟有製造瓦楞芯紙，似仍須仰賴自煮之半化學蔗漿或中性亞硫酸鈉半化學木漿，能否改用再生紙漿來取代，特檢討如下：

### (a) 各種紙漿污染量、消耗能源與成本之比較：

#### (a) 污染量：

紙漿	每噸漿產生之 B.O.D.
半化學蔗漿	320 公斤
半化學木漿	200 公斤
廢紙再生紙漿	5 公斤
外購牛皮木漿	2 公斤

#### (b) 用料成本（每噸紙漿）：

半化學蔗漿：蔗渣  $2.8\text{Ton} \times 1,500\text{元} = 4,200\text{元}$ 。

液碱  $360\text{Kg} \times 4.7\text{元} = 1,692\text{元}$ 。

以上兩項合計爲 5,892 元。

半化學木漿：雜木片  $1.6\text{Ton} \times 2,000\text{元} = 3,200\text{元}$ 。

亞硫酸鈉  $180\text{Kg} \times 12\text{元} = 2,160\text{元}$ 。

碳酸鈉  $40\text{Kg} \times 10\text{元} = 400\text{元}$ 。

以上三項合計爲 5,760 元。

O.C.C. 再生紙漿： $1.2\text{Ton} \times 4,700\text{元} = 5,640\text{元}$ 。

#### (c) 能源成本（每噸紙漿）：

紙漿	蒸氣	電力	合計
半化學蔗漿	$2\text{Ton} \times 600 = 1,200\text{元}$	$130\text{KwH} \times 2 = 267$	1,467元
半化學木漿	$1.9\text{Ton} \times 600 = 1,140\text{元}$	$220\text{KwH} \times 2 = 453$	1,593元
O.C.C. 再生紙漿	0	$116\text{KwH} \times 2 = 238$	238元

由此可知，每噸 O.C.C. 再生紙漿在能源節省方面要比半化學蔗漿或半化學木漿，節省一千餘元。

## (二)如何達到應有之紙力？

O.C.C. 再生紙漿，在抗張強度，破裂強度，撕裂強度，表面平滑度各方面，均較半化學蔗漿與半化學木漿為優越，惟有壓縮強度（或環壓強度）恐有不及之處，為求克服此項缺點，可以：

- (a) 提高瓦楞芯紙之基重而減少牛皮紙板之基重，依據中國國家標準 CNS2955-P73 之規定，瓦楞芯紙標準為：

基 重 (g/M <sup>2</sup> )	比 破 裂 度	縱 向 斷 裂 長 (Km)	橫 向 環 壓 強 度 (kg)
120	1.8 以上	4.0 以上	9 以上
140	1.8 以上	4.0 以上	12 以上
160	1.8 以上	4.0 以上	14 以上

由此可知，只要改變瓦楞紙箱之組合情形，即提高芯紙基重，減少裱面紙板基重，不會增加成本，而提高耐壓強度之目的，則可以達到。

- (b) 利用特殊之方法，添加澱粉等化學藥劑，增強其環壓強度，由於近代化學工業之發達，此項要求不難達成。
- (c) 在長網抄紙機上，安裝 Secondary Head Box，亦可提高瓦楞芯紙之環壓強度，使之達到標準。

## (三) O.C.C. 再生紙漿之廢水處理：

- (a) 某廠擴充廢紙 150T/D 處理設備後，BOD 對水質自然不構成影響，但 SS 值仍偏高，必須處理才能達到放流水之標準，該廠對廢水處理改進其作業方法如下：

- (1)各部排水量集中處理。
- (2)增設 Dorr-Oliver 之 Disc Filter，提高 SS 前處理效果。
- (3)變更廢水場之流程，完成 SS 後處理作業。

### (b) SS 前處理

- (1)各點排水量與 SS 值

a	廢 紙 處 理 室 芯 紙 打 漿 室 紙 板 打 漿 室 No. 3 機 白 水 槽	1680 m <sup>3</sup> /D 795 1140 6552	SS: 1200PPM " " " SS: 400 PPM " "
b	No. 3 機 Nush pump No. 1 機 Nush pump No. 2 機 Nush pump	2159 2267 893	SS: 400 PPM " " " "
c	其 他	631	SS: 1200PPM

a 系統內部回收  $3,712\text{m}^3/\text{D}$ ，總排放量  $7,455\text{m}^3/\text{D}$ ，SS:1,200PPM

b 系統 No. 2 機回收  $893\text{m}^3/\text{D}$ ，總排放量  $4,426\text{m}^3/\text{D}$ ，SS:400PPM

c 系統不回收。

(c) 未處理前之 SS 負荷量：

$$7,455\text{m}^3/\text{D} \times 1200\text{PPM} + 4,426\text{m}^3/\text{D} \times 400\text{PPM} + 631\text{m}^3/\text{D} \times 1,200\text{PPM} = 11,4736\text{T/D}$$

$$\text{總排水量} = 7,455 + 4,426 + 631 = 12,512\text{m}^3/\text{D}$$

$$\text{SS (PPM)} = 11,4736 \div 12,512 = 917\text{PPM}$$

(3) a 系統以 Disc Filter 處理，排水之 SS 由 1200PPM 降至 500PPM，則處理後之 SS 總負荷為：

$$7455 \times 500\text{PPM} + 4426 \times 400\text{PPM} + 631 \times 1200\text{PPM} = 6,2551\text{T/D}$$

$$\text{SS (PPM)} = 6,2551 \div 12,512 = 500\text{PPM}$$

(c) SS 後處理

(1) SS 經前處理後，總負荷仍有 500PPM，尚未符合放流水標準，必須再經沉澱池處理，才可達至要求，該廠處理情形如下：

a 經沉澱池 ( $2200\text{m}^3$ ) 沉澱，污泥以泵抽吸至污泥濃縮池。

b 濃縮池 ( $400\text{m}^3$ ) 濃縮後之污泥，再送往廢漿收集場收集。

c 各段澄清之白水可予放流。

(2) 後處理水質如下：(以總排水量  $12,512\text{m}^3/\text{D}$ ，SS 已降至 500PPM 計算)

	廢水處理量		廢水排出量			
	流入量 $\text{m}^3/\text{D}$	SS (PPM)	SS (kg/D)	排出量 $\text{m}^3/\text{D}$	SS (PPM)	SS (kg/D)
沉澱池	12,512	500	6,255	10,000	200	2,000
濃縮池	2,512	1,694	4,255	1,500	200	300
廢漿收集場	1,012	3,908	3,955	1,012	1,954	1,978
合計				12,512	342	4,278