

本省紙業固體廢棄物組成之分析

沈熙巖¹ 張豐吉²

【摘要】最近十年本省造紙用纖維原料平均有 75% 左右來自回收的廢紙、瓦楞紙箱，在纖維回收與脫墨操作中無可避免的分離出含在其中的廢棄物，加上廢水處理生成的污泥，構成造紙業廢棄物的主要來源。本論文探討此等廢棄物的組成，綜合分析結果如下：製造每噸工業用紙產生之廢棄物數量最多，文化用紙次之，而家庭用紙最少。紙廠廢棄物呈中性，水分含量高。大多數的排渣尚存部分紙團及大量塑膠類等物質。廢棄物之灰分含量低，比重則隨著內含物組成及水分而有相當大的變化（0.2~0.95）。污泥則有相當高的灰分，水分約佔 50~70%，比重在 0.52~0.76 之間。並由熱值測定評估，排渣適當去水後具有焚燒的可能性，初沉污泥則必須完全乾燥才有燃燒性，二次污泥則難以焚燒。紙廠廢棄物的金屬元素分析則顯示目前對人畜與環境尚無嚴重傷害性。

【關鍵詞】造紙工業、固體廢棄物、排渣、污泥

Analyses of Paper Industry Solid Wastes of Taiwan

Shi-Yen Shen¹ Feng-Jyi Chang²

【Abstract】In last decade, about 3/4 of the fiber used in Taiwan paper mills are recycled from wastepaper and old corrugated containers. Rejects from repulping, deinking operations and sludge from waste water treatments are the major parts of paper mills' solid waste. In the manufacture of liner boards more solid waste are produced, than those of printing and writing papers, and sanitary tissues mills.

Those paper industry solid wastes are commonly in neutral pH, and in high moisture content. Most repulping rejects of recycled fiber are high fiber- and plastic-containing, the bulk density varies with their constituents in a broad range between 0.2 and 0.95. Moisture contents of the sludge are in the range of 50-70%, with bulk density ranging from 0.52-0.76. In view to heating value of these solid wastes revealed that rejects and properly dried primary sludge own the possibility of incineration, but secondary sludge is fairly hard to incinerate. Analyses of metal concentration show that recycled paper mill wastes have no apparent adverse effect to the environments.

【Key words】Paper industry, solid waste, rejects, sludge, incineration.

1. 國立中興大學森林系講師
Instructor, Department of Forestry, NCHU.
2. 國立中興大學森林學研究所教授
Professor, Department of Forestry, NCHU.

一、前言

本省紙業主要的原料除了原生紙漿之外，更大量使用來自回收紙類（廢紙）的造紙纖維。由於台灣森林資源利用受限於地理、生態保育、水土保持等因素，因此本省製漿造紙工業幾乎沒有使用省產原木。本地紙漿廠設備規模與產量並不足以支應全省一百三十餘家造紙工廠之需要，加上紙類生產佔最大比例的工業用紙為了廉價競爭的經濟考量與環保等因素下，廢紙成了造紙最大宗原料。在進口造紙原料中以廢紙為最大宗，根據台灣區造紙工業同業公會統計資料，2000 年全省紙類生產量 449.4 萬公噸中使用了進口廢紙 103.7 萬公噸及國內廢紙 294.4 萬公噸（合計 398.1 萬公噸），其中又以舊瓦楞紙箱（Old corrugated container, OCC）佔進口廢紙的最大比例（57.2%），由此可知回收紙類是本省很重要的造紙原料。當今全球各地逐漸重視資源回收再利用的趨勢下，強調森林保護並善用資源的觀念及日漸嚴苛的法令規定，今後紙類回收規模勢必更加擴大，也將是全球共同一致的趨勢。

在處理廢紙回收纖維再造紙張時，由於原料中含有夾雜物及回收利用較無經濟性的紙類，這些雖可藉人為操作或機械性處理加以分離，然而數量頗為可觀。上述廢棄物加上紙廠廢水處理產生的污泥，構成本省紙業固體廢棄物的主要內含物。綜觀紙業廢棄物組成主要為難散開的纖維團塊、紙漿微細纖維、金屬、塑膠類、印墨、樹脂、礦物性無機鹽類、污泥等。紙業廢棄物通常含水分高、熱值低又含大量塑膠類，這些因素均不利直接使用焚化消除，業者通常以堆置任其腐化或掩埋等方式棄置。這些處置方式不但佔用、污染土地，而且違反環保署「事業廢棄物貯存清除處理方式及設施標準」規定之衛生掩埋法，會造成臭氣、污水及污物飛散等破壞環境之二次公害和糾紛。為此，本研

究目的為先著手瞭解紙業廢棄物之種類、數量及組成，期能找出妥善的處理方式並研發將此廢棄物轉化為可用資源。

二、材料與方法

（一）調查本省各大紙漿廠和造紙廠之固體廢棄物現況

- 1.對象：選擇具有代表性之紙漿廠，文化用紙廠，工業用紙廠，家庭用紙廠共 8 家，部分工廠同時生產文化用紙、工業用紙或家庭用紙。
- 2.內容：調查各廠之原料、產品和廢棄物之種類及數量。

（二）分析各種廢棄物之性質

實驗材料直接由各紙廠採取各種固體廢棄物試樣在實驗室分析。排渣來自散漿、脫墨（粗渣）、淨漿作業（細渣）或混合排渣，污泥則來自各廠廢水處理廠的物理、化學處理（上浮、沈澱）產生的一次污泥與生物處理（活性污泥法）的二次污泥，有些工廠已經將所有污泥混合脫水成污泥餅而無法分開觀察。試驗材料立即運回實驗室，紀錄形態外觀後直接進行下列測定項目：

- 1.單位容積密度：試料裝入 1L 塑膠燒杯，離地 30cm 處自由落下 3 次，每次落下因壓密而減少之容積另行添加試料補平，秤重後除以容積即得單位容積密度。
- 2.酸鹼度：從新鮮試樣擠出水分至少 200ml，以酸鹼度計測定之。
- 3.固形分（或含水率）：以稱量瓶裝填試樣，秤重後放入 $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 烘箱乾燥後秤重計算。

上述 3 項實驗所需試樣之外的殘餘試樣，全部迅速乾燥成氣乾狀態，以利後續取樣方便保存。試樣達成穩定氣乾後取樣測定該狀態之個別含水率並進行下列數項測定：

- 4.排渣物理組成：各種試材取樣 2kg 以上，平鋪於塑膠布上，以人工選別方式將排渣區分

- 為紙類、織物、木竹、塑膠、橡膠皮革、金屬、玻璃、陶石等 8 類並稱重計算百分率。
5. 灰分：以瓷製坩堝裝填試樣，稱重後在 800°C 高溫電爐焚化，測定灰分恆重後計算灰分含量。
 6. 元素分析：碳、氫、硫元素分析採 800°C 焚化廢氣吸收法定量，氮元素採 Kjeldahl 全氮量分析法。
 7. 熱值：試樣粉碎成細粉，稱取約 1g 試樣以雁皮紙包裹，置入熱研式絕熱彈式熱量計，充氧 (25 kg/cm²)、引燃、測定升溫、計算。
 8. 金屬成分分析：試樣經高溫灰化、酸液溶出、適當稀釋後以原子吸收光譜儀與感應耦合電漿原子發射光譜儀觀測金屬離子濃度，計算成對原試樣之含量。

三、結果與討論

(一) 各廠使用之造紙原料與廢棄物產出之類別

台灣造紙工廠逾百家，所生產之紙類產品以製作瓦楞紙箱、紙盒、包裝用紙等工業用紙為最大宗，約佔紙類產量的 72% (台灣區造紙工業同業公會，2001)。基於需求市場廣大與價格競爭激烈，因此工業用紙通常大量使用回收廢紙及廢紙箱為原料，造成製程排放大量廢棄物 (排渣)。另外，由於散漿作業時有大量有機物溶出及微細纖維流失，抄紙時又為了彌補紙力需要添加化學藥品 (張珂等，1988)，使得散漿與抄紙廢水的 BOD 值甚高而導致廢水處理時污泥產量隨之增高，得紙率 (產品/廢紙) 一般在 79~85% 之間。若以目前廢紙回收原料的潔淨度、回收技術水準與產品結構來推算，台灣紙業生產工業用紙所產出的固體廢棄物產量推算每年應有 50 萬公噸以上，實不容忽視 (請參考環保署中部辦公室網頁 <http://www.twdep.gov.tw/www/d40/industrial/species/paper.html>)。文

化用紙則使用原生漿搭配來自較乾淨廢紙加以散漿脫墨得到之回收纖維，所以製程的排渣與污泥產量較低。由於原生漿價格較回收紙漿高出甚多，基於成本考量來說，以原生漿為原料的製程必然具有較好的控制以達成高製成率，尤其以家庭用紙類的製程單純、產品品質要求高，所以回收纖維使用量很低，也因此廢棄物生成量最少 (表 1，E、F 廠)。

(二) 排渣之物理組成與特性

一般而言，排渣之內含物種類繁多，例如塑膠袋、塑膠片、膠布、牛皮紙、塑膠繩、保麗龍、發泡塑膠、未散開之紙片、鋁箔、石礫、玻璃等等，依實際情況採用廢棄物十類分類法 (王鯤生，1992) 扣除廚餘、其他兩項後，大致可歸納於表 2 中之八類。

表 2 內的粗排渣來自散漿作業，細排渣則來自淨漿作業篩渣。依分析的結果得知，粗排渣內含較多的塑膠、橡膠、玻璃、小石塊、木塊及人造纖維類；細排渣則是企圖將殘留的細小夾雜物篩出時，往往連帶纖維 (細紙片) 移出，故紙類含量相對高於同廠粗排渣，應可進一步利用以抄造次一等級紙品 (劉大澂，1991)。

B 廠以兩套系統分開處理進口美國舊瓦楞紙箱 (AOCC) 及本地舊瓦楞紙箱 (TOCC)，由表 2 中 TOCC 金屬類含量較高，可知本地紙箱通常使用金屬釘合紙箱，而美國紙箱則較偏好以膠合方式黏合。D 廠雖同時生產工業用紙、文化用紙及生活用紙，但仍以文化用紙為主要產品，原料則來自回收廢紙 (進口廢紙為主)，內含多量塑膠類夾雜物 (77.7~80.9%)，金屬類夾雜物也不少 (2.18~2.4%)。

表 3 是各廠排渣之固形分、pH 值、灰分及單位容積密度等資料。由於在散漿、淨漿、篩選作業中必須使用大量水清洗，因此所有排渣的 pH 值大致在 6.5~7.5 的中性範圍

表 1. 各紙廠產能與廢棄物產出

Table 1. Paper mill production capacity and waste disposal.

廠別	產品內容	產能(Ton/月)	廢棄物種類	數量(Ton/月)	廢棄物／產品(Ton/Ton)
Mill	Product	Capacity	Waste	Quantity	Waste/Product
A廠	工業紙	22786.0	排渣	3528.7	.1549
			污泥	1925.0	.0845
B廠	工業紙	14404.0	排渣+污泥	2551.7	.1772
C廠	工業紙	24600.0	排渣	2755	.0858
	文化紙	7500.0	污泥	2850	.0888
D廠	工業紙	343.0	排渣	229.5	.0931
	文化紙	1867.0	污泥	758.4	.3077
	家庭用紙	254.5			
E廠	家庭用紙	2046.0	排渣+污泥	10.2	.0050
F廠	家庭用紙	—	排渣	—	~0
G廠	紙漿	18750.0	化學污泥	135	.0072
	文化紙	7500.0			
H廠	工業紙	645.3	排渣	72.7	.1126

表 2. 排渣之物理組成分析

Table 2. Constituents of repulping rejects.

樣品種類	紙類	織物類	木竹類	塑膠類	橡膠皮革類	金屬類	玻璃類	陶石類
Rejects	Paper	Fabric	Wood	Plastic	Rubber	Metal	Glass	Gravel
重量百分率wt%	clump		Bamboo		Leather			Ceramic
粗排渣(A)*	46.83	0.37	0.16	51.07	0.96	0.62	—	—
細排渣(A)*	93.09	—	0.04	0.69	—	0.18	—	—
AOCC粗渣(B)	19.45	0.38	5.81	64.70	—	0.27	1.35	8.02
TOCC粗渣(B)	36.22	—	2.34	52.65	—	8.67	0.12	—
AOCC細渣(B)	73.99	0.11	1.24	24.62	—	—	0.05	—
TOCC細渣(B)	94.72	—	0.01	4.85	—	0.41	—	—
粗排渣(C)	42.29	0.09	0.27	54.30	0.72	1.79	0.53	—
細排渣(C)	88.36	—	0.30	11.34	—	—	—	—
粗排渣(D)	14.61	—	1.41	77.72	2.81	2.40	0.28	0.77
細排渣(D)	16.55	—	0.12	80.93	0.22	2.18	—	—
排渣(E)	94.22	—	—	—	—	2.37	—	3.41
排渣(F)	92.18	—	—	5.54	—	1.27	—	1.01
排渣(G)	—	—	—	—	—	1.82	—	98.18

*各種排渣括弧內之代號為採樣工廠代號，同表 1.

表 3. 排渣之固形分、灰分、酸鹼度與單位容積密度

Table 3. Solid content, ash content, pH, and bulk density of repulping rejects.

樣品種類 Rejects	固形分 (%) Solid content	酸鹼度 pH	灰分 (%) Ash content	密度(Kgm ³) Bulk density
粗排渣(A)*	18.74	6.55	3.71	240.57
細排渣(A)*	22.98	7.02	3.98	466.05
TOCC 粗渣(B)	27.18	6.73	3.15	287.49
AOCC 粗渣(B)	28.53	7.06	3.13	200.67
AOCC 細渣(B)	16.67	7.21	7.20	615.84
TOCC 細渣(B)	12.45	7.31	1.96	771.86
粗排渣(C)	56.04	7.07	6.24	102.74
細排渣(C)	28.41	6.98	2.53	397.86
粗排渣(D)	33.49	7.09	24.81	226.24
細排渣(D)	16.34	6.96	31.11	949.02
排渣(E)	25.48	7.03	4.66	802.61
排渣(F)	17.08	7.12	5.65	844.77
排渣(G)	41.43	7.46	53.44	849.90
排渣(H)	13.58	7.26	7.82	575.34

*各種排渣括弧內之代號為採樣工廠代號，同表 1。

內。粗排渣由於大塊膨鬆又含多量塑膠質，水分容易濾出故比重較輕；細排渣以細紙片、纖維為主，堆積較緊密水分不易滲出而使單位體積密度增高。

經試驗分析得知排渣的灰分通常在 8% 以下，但是 D 廠因使用浮選脫墨帶出廢紙中的印墨及填料，灰分含量因此很高（粗排渣 24.81%，細排渣 31.11%）。G 廠排渣主要為藥品回收苛化水消機（slacker），成分為泥狀不溶性鹽類與石礫，固形分及灰分（53.44%）含量都很高。

由於排渣內含大量水分，在堆積、搬運操作時會滲流造成環境髒污與減低工作效率、增加搬運重量而提高了載運成本。堆積時間長短會影響到排渣水分之滲出程度，因此為了探討堆積時間對排渣水分滲出而提高固形份的趨勢，嘗試堆起邊長 2m、高度 1.6m 之方形排渣

堆，在底部與 1.2m 兩個高度平面上，每個高度平面的四角及中央共五處，總共 10 個採樣點，各點同時埋入四個容積一升底部打洞之容器，分別在時間 1、4、7、10hr 由各點取樣一次，另加上排渣堆表面 2 處總共 12 個試樣，放入 105 ± 3°C 烘箱烘乾測定其固形份以觀察排渣堆積時間與水分滲出情況。排渣堆放與採樣位置如下圖 1、圖 2（側視、上視圖），實驗結果如表 4 所示。

由表 4 可略知，表面排渣在堆置初期能迅速瀝出水份，而在七小時過後水份排出趨緩。中間及底部的排渣除了無法藉由空氣流動帶走水分外，受到上層排渣重量擠壓以及堆置高度較大的影響，水分瀝出非常不易。是故，為了增加水分的瀝出，有必要在底部墊高並鋪設濾水網來改善水分瀝出。

（三）污泥特性

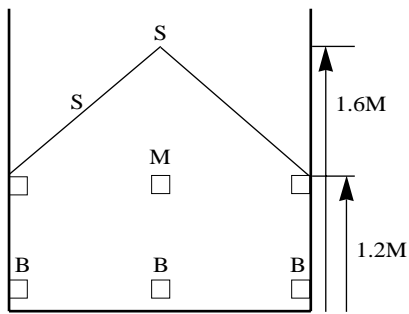


圖 1. 方形排渣堆及採樣點位置側視圖

Fig.1. Side view of reject pile and sampling points.

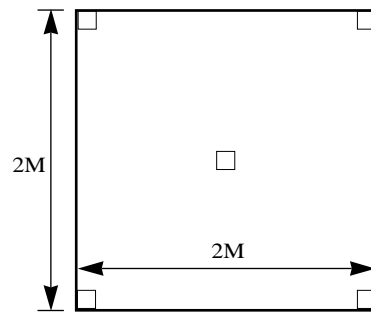


圖 2. 方形排渣堆及採樣點位置上視圖

Fig.2. Top view of reject pile and sampling points.

表 4. 排渣堆置時間對固形份之影響

Table 4. Effect of piling time on the solid content of repulping disposal.

Piling Time, hr		1	4	7	10
Solid Content, %	Surface	11.86	28.54	38.54	44.52
	Middle	11.02	14.77	26.74	37.22
	Bottom	9.58	10.86	13.75	15.51

Original solid content 11.59%, after 24 hrs piling 45.87%

除了 E、F 廠生產家庭用紙僅做簡易的廢水處理外，其他各廠普遍採用一、二級廢水處理。利用凝結沈澱法（一次處理）除去廢水的懸浮固體（一次污泥，纖維、填料等懸浮固形物為主）外，再續用生物處理法（二次處理）進一步消耗水溶性有機質，此種廢水處理後會產出生物污泥（二次污泥），一般為灰褐到深黑色泥狀黏質物。

利用凝結沈澱法係除去廢水中的填料及纖維，故其一次污泥脫水比二次生物污泥容易而有較高的固形分含量，由於生物污泥脫水不易，固形分因此通常在 30% 以下（張柏成，1989）。生物污泥因含有大量有機物，灰分約在 30% 左右。由於採行生物處理必須控制廢水 pH 值在近中性的狹小容許範圍內，所以污泥 pH 值均為中性（6.7~7.3），而且範圍較排

渣更狹小（如表 5）。來自不同紙廠的污泥的單位容積密度除了混合污泥（H 廠）之外，其他的污泥則較為接近。

製漿工廠方面，生產木漿的 G 廠在備料（去皮、切片、篩選）作業時會產生樹皮及木屑，該廠已將此等廢棄物混合生物污泥製作堆肥並上市銷售，使得該廠廢棄物藉由廢物利用並減輕排放（如表 1）。

（四）紙業固體廢棄物燃燒之可能性

利用焚化處理固體廢棄物比例有逐年增加的趨勢（謝錦松等，1991），為了探討紙業固體廢棄物燃燒之可能性，對於排渣與污泥之元素分析與熱值必須加以瞭解（張乃斌，1997；環保署工業減廢聯合輔導小組，1993），分析結果如表 6 所示。

由熱值測定可知無論是文化用紙或工業用

表 5. 污泥之固形分、灰分、酸鹼度與單位容積密度
 Table 5. Solid content, ash content, pH, and bulk density of sludge.

樣品種類 Sludge	固形分 (%) Solid content	酸鹼度 pH	灰分 (%) Ash content	密度(Kg/m ³) Bulk density
混合污泥(A)*	24.72	6.81	28.65	671.10
2混合污泥(B)	29.68	6.71	20.33	531.11
混合污泥(C)	27.17	7.12	37.01	684.22
一次污泥(D)	47.07	7.09	55.89	762.35
二次污泥(D)	36.47	6.99	49.87	693.46
一次污泥(G)	11.89	6.94	9.69	736.86
二次污泥(G)	29.63	7.32	46.77	743.16
混合污泥(H)	34.28	6.91	34.28	379.44

*各種污泥括弧內之代號為採樣工廠代號，同表 1。

紙的排渣在氣乾後熱值高於 4,400 kcal/kg，具有類似次煙煤（熱值 4,400~6,700 kcal/kg）的焚燒可能性，即可以達到維持燃燒而不需添加輔助燃料（半振明等，1995），尤其以工業紙排渣因所含塑膠成分多而具有較高的熱值（環保署工業減廢聯合輔導小組，1993）。初沉污泥則必須完全乾燥才具有類似木材（熱值 1,800~2,400 kcal/kg）的燃燒性，二次污泥則因熱值太低而難以焚燒，必須使用輔助燃料，所以此等材料不適合作為熱源回收材料，可以考慮做為栽培用堆肥或其他用途（袁紹英，1987）。

（五）廢紙再生流程排放廢棄物中各種金屬元素之分析

此等廢棄物一般常用掩埋、堆肥、焚化方式處理，因而對於其中所含之重金屬成分應與重視，以防藉由隨水滲出、底灰殘留、薰煙（fumes）與飛灰飛散或自灰份溶出而造成環境污染與生物危害（Christensen *et al.*, 1989；Pfeffer, 1992）。

由紙廠取得之三種試料經過高溫灰化、酸液溶出、適當稀釋、定容後經由原子吸收光譜儀與感應耦合電漿原子發射光譜儀檢測金屬元

素，結果如表 7 所示。

由表 7 可知，三種紙廠所排出的廢棄物中，除了含有的大量鈣、鎂、鐵、鋁之外，毒性較高的鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅之中只有鉻、鉛、鋅略高於台灣地區土壤重金屬含量背景值（第三級）（環保署中部辦公室，1997），但都還在安全限度內（觀察值，第四級），因此不至於對環境造成立即性的危害。

四、結論

1. 本省造紙工業固體廢棄物主要有二：廢紙回收排渣及廢水處理產生之污泥。廢紙回收排渣主要成分為紙漿纖維及塑膠類碎片；污泥主要成分則為灰分及一些可溶性有機物。
2. 紙漿廠（G廠）的廢棄物主要為樹皮、木屑、污泥及製漿廢液化學藥品回收工程產生的鹼性化學污泥，由於該廠自行開發將上述廢棄物轉變為肥料而大大減少廢棄物排放，廢棄物產生量約 7kg/Ton 紙漿。
3. 各種紙品製程中，衛生紙製造業因大多使用原生紙漿及單純的配料，故所產生的廢棄物極少，每噸產品釋出之廢棄物不到 5kg。文化用紙廢棄物產生量約在 48~64kg/Ton 產品

表 6. 排渣與污泥之元素分析與熱值

Table 6. Elemental analyses and heating value of various rejects and sludge.

	文化紙排渣	工業紙排渣	初沈污泥	二次污泥
濕基分析, %				
含水率	42.22	44.39	55.18	52.93
灰份	14.81	4.63	10.58	27.64
可燃份	42.97	50.98	34.24	19.43
碳	19.47	26.76	17.78	10.31
氫	3.65	4.18	3.28	1.79
硫	0.01	0.002	0.01	0.0008
氮	0.01	0.03	0.01	0.0012
氧	19.83	20.0	13.16	7.33
高位熱值(kcal/kg)	2,568.0	3,219.0	1,470.0	508.0
低位熱值(kcal/kg)	2,117.0	2,727.0	1,018.0	363.0
乾基分析, %				
碳	45.3	52.49	51.93	53.07
氫	8.49	8.19	9.58	9.21
硫	0.015	0.003	0.029	0.004
氮	0.013	0.062	0.030	0.0061
氧	46.19	39.25	38.43	37.71
高位熱值(kcal/kg)	4,444.0	5,788.0	2,643.0	913.0

表 7. 紙廠廢紙再生流程排放廢棄物中各種金屬元素之含量(mg/kg, ppm)

Table 7. Metal contents in recycled paper mill 's solid waste disposal.

金屬成分	脫墨污泥	一般污泥	混合排渣	土壤背景值	金屬成分	脫墨污泥	一般污泥	混合排渣	土壤背景值
Al	32,450	31,200	17,950		Mg	2,350	1,400	1,650	
Ba	85	60	40		Mn	40	20	15	
Ca	34,550	26,850	14,050		Ni	10	10	10	2-10
Cd	n.d.	n.d.	n.d.	0.05-0.39	Pb	65	20	10	1-15
Cr	8.5	12	5	0.10-10	Ti	430	100	80	
Cu	15	6	4	12-20	V	20	n.d.	n.d.	
Fe	2,150	1,800	1,750		Zn	37	29	14	11-25
Hg	n.d.	n.d.	n.d.	0.10-0.39	SiO ₂	15.9%	14.7%	12.8%	

參閱台灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表，台灣省土壤污染防治第二期五年計畫（86/7-91/6）

居次，主要是廢水處理生成之污泥；工業用紙因大部分使用回收舊紙箱、廢紙為原料而有最多的廢棄物，產出量約在 151~386 kg/Ton 紙製品。

4. 絕大多數的紙廠固體廢棄物在製程中已經大量水洗，使其酸鹼度都在中性範圍（6~7）內。比重則因內含水分多寡而有較大的變異，一般以粗排渣易濾出水分而使固形物含量提高而降低比重（0.2~0.3），細排渣比重則在 0.4~0.9 之間，而污泥經機械壓榨後水分含量大致在 50~70%，比重在 0.52~0.76 之間。
5. 一般散漿排渣因富含紙漿纖維及塑膠碎片致使灰分很低，約在 2~7% 之間；而脫墨排渣（含有填料）及重質離心篩渣（含有砂石、金屬類）的灰分較高（21~45%）；污泥中之灰分則為 20~56%。
6. 由於本省造紙原料大部分來自回收廢紙箱、紙板、紙袋，故常夾雜大量塑膠類碎片，在散漿機排渣中甚至高達 46.5~77.7% 的重量，此等排渣以掩埋法處理時必因塑膠類量大又不能腐朽而浪費大量掩埋場空間。
7. 經由熱值分析可知散漿排渣在氣乾後均有直接焚化的可能性，初沉（一次）污泥熱值接近木材，而生物處理的二次污泥則難以焚燒。金屬成分分析則顯示固體廢棄物中的重金屬如鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅含量接近土壤背景值，尚不至於對環境造成危害。

五、參考文獻

王鯤生（1992）廢棄物基本實驗手冊。中國土木水利工程學會。4-8頁。

台灣區造紙工業同業公會（2001）台灣造紙工業統計。台灣區造紙工業同業公會。1, 2, 5, 12-14 頁。

環保署中部辦公室（1997）臺灣地區土壤重金屬含量標準與等級區分表。臺灣省土壤污染防治第二期五年計畫。環保署中部辦公室。

半振明、吳天寶、高忠愛、祈夢蘭（1995）廢棄物處理技術。科技圖書公司。143頁。

袁紹英（1987）廢棄物生物處理技術，文翔圖書。

張柏成（1989）造紙工廠廢水污染防治。中國技術服務社。114頁。

張乃斌（1997）固體廢棄物處理。三民書局。36 頁。

張珂、陳仁悅、丁明秀、徐蓉裳、歐陽訥（1988）造紙工業污染防治技術與環境管理。輕工業出版社。253 頁。

劉大澂（1991）造紙工業生產及污染防治。中國環境科學出版社。288 頁。

謝錦松、黃正義（1991）固體廢棄物處理。淑馨出版社。43 頁。

環保署工業減廢聯合輔導小組（1993）工業減廢技術手冊 2 - 造紙工業。中國技術服務社。99 頁。

Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R. (1989) Sanitary landfilling: process, technology and environmental impact, p.130, p.144, Academic press.

Pfeffer, J.T., (1992) Solid waste management engineering, Prentice Hall, p.198.

