

廠內改善

造紙減廢輔導規劃與執行

唐文義* 陳榮杉** 郭勝隆*** 謝德遠****

摘要

本文介紹國內第一家志願性造紙廠接受減廢輔導規劃與執行減廢計畫近一年來的工作成果。首先介紹減廢輔導工廠現況及減廢小組組織。其次敘述該工廠廢棄物管理現況，接著介紹其用水減量分析及減廢項目評估及機械抄紙製程的水量平衡，最後介紹其減廢時程及減廢成果。

一、志願性減廢

1.公司說明與主要設備

新光華造紙股份有限公司，創立於民國53年7月，工廠位於南投縣埔里鎮。另有一分公司位於台北市慶城街。資本額為壹億貳仟萬元，佔地肆仟餘坪，所屬員工150多人。近年來因業務不斷的擴大、潮流所遍及取得原料的方便，乃在民國79年於泰國設工廠。該工廠生產特殊紙，包括宣紙、雙面膠帶紙、花幹紙、衛材紙及電線紙等。尤其宣紙主要外銷日本，品質獲日本廠商的肯定。

2.減廢運動之發起

新光華造紙廠在民國七十八年底已派員參加工業局主辦的減廢活動，在該廠78年終檢討大會中，由開發課田壽榕課長以減廢為題，向全廠同仁介紹減廢的觀念和作法原則，隨即展開該廠減廢工作。接著，在民國79年2月，自中國生產力中心更體認到「減廢、檢廢、撿廢」為未來環保趨勢之後，遂於民國79年11月24日主動要求中鼎工程公司派人到廠開設二小時的「廠內改善及工業減廢」課程。除此之外，該廠亦經常派員參加「現場合理化」及「紙業人員訓練」等課程。

*新光華造紙股份有限公司工程師

**新光華造紙股份有限公司廠長

***中國技術服務社能源服務中心工程師

****中鼎工程股份有限公司專門技術經理

3. 執行減廢步驟與減廢小組組織說明

減廢計畫的發展和執行為工廠管理體系中之關鍵，因此在減廢規劃上必須先得到管理階層的同意和支持，進而成立一個減廢執行小組和配合小組展開對工廠的清查和評估，以便得到完整、詳細之相關資料。接著針對各減廢方案進行可行性分析，最後才執行較優先的減廢方案，並追蹤修正之。圖1為新光華紙廠之減廢小組組織簡示。

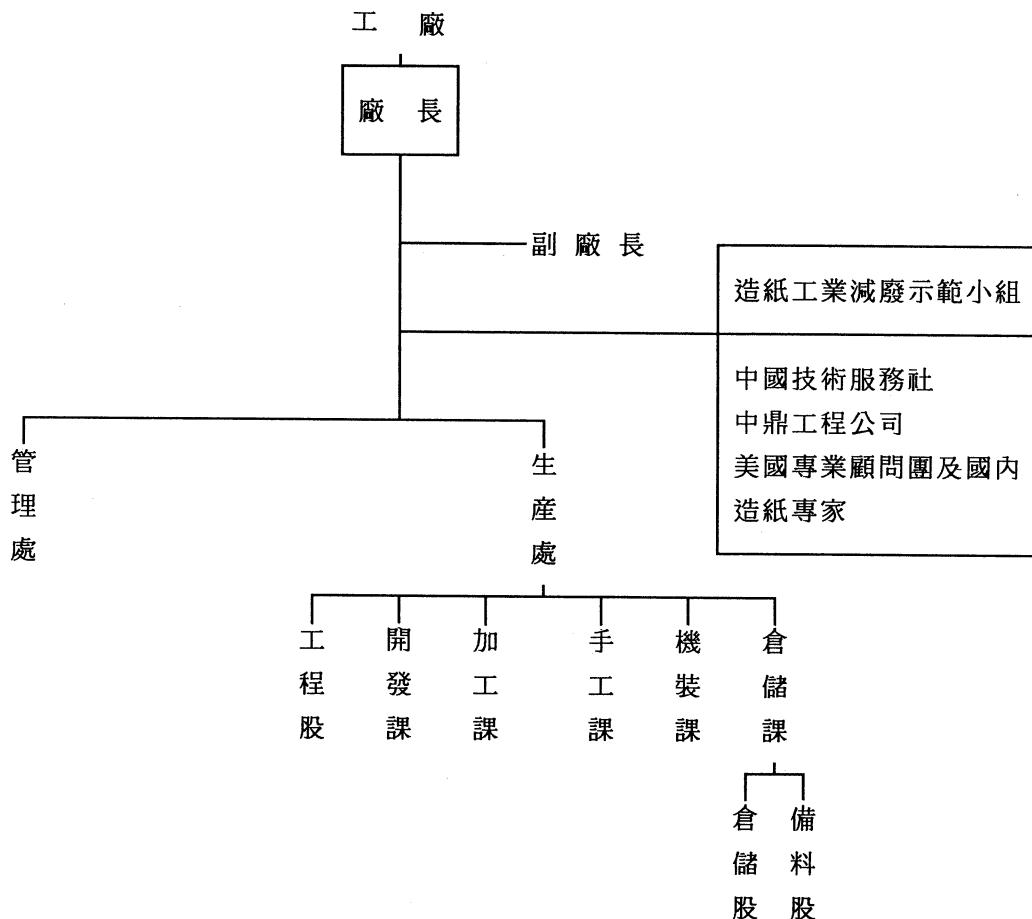


圖1 新光華紙廠之減廢小組組織

二、環境基線資料描述

減廢工作的首要項目為廢物源清查，亦即建立環境基線資料。此處之環境基線資料泛指與輔導工廠生產活動有直接相關之廢物源，資料包括所產生的廢液、廢氣和固體廢棄物，本章就此描述其來源、產生量、產生頻率特性、貯存、清除或處置管理等資料作為下一章探討各股廢物之減廢技術及可行性評估之重要依據。

1. 廢棄物及管理情況

造紙過程中所產生的廢棄物很多，其中蒸煮黑液，排出水及廢棄損紙是廢物源清

查的主要對象，分述如下：

(1)蒸煮黑液

在蒸煮鍋中，含NaOH的蒸煮液在高溫高壓下，可將纖維素與非纖維素分離，而非纖維素部份則溶於蒸煮液中隨蒸煮液排出—即所謂之蒸煮黑液，蒸煮廢液為紙廠廢水中污染度最高，問題最為嚴重之廢水，其污染性質可歸納下列六項：

- a.溶解有機物含量甚高，排放後容易造成河川水域水中之溶氧量迅速下降。
- b.色度極深，通常呈黑褐色。
- c.廢水中之化學物質對水棲生物具有毒性。
- d.懸浮物質含量甚高致常沉積河床。
- e.含有外觀不佳之懸浮物質。
- f.產生惡臭。

目前新光華紙廠所產生的黑液是：在99°C及開放且無壓力的情況下，將Soda加到濃度18%的NaOH中，另在一籃子內放置原料（雁皮等），經四小時蒸煮者後所排出的水即為黑液。黑液的成份中大部份各有NaOH，木質素、單寧素等成份且COD值甚高。目前新光華紙廠對其尚未有處置的方法，但該廠泰國分公司採用廢棄物交換(Waste Exchange)的方法來處理，因其附近的食品廠有廢酸產生。

(2)紙廠各單位排放水

減廢前，全廠排放水總量在每天2,000至2,400噸之間。

(3)廢棄損紙

工廠損紙的產生量大約10~15公噸/日，回收使用量約7~10公噸/日，損紙產生原因如下所述：

- a.抄造時色差：由於染料染著性與種類的不同，在染色過程中常易造成色差。目前抄造過程中色紙所含的比率78年度共485公噸，佔總量的29.4%，79年度共561公噸，佔總量的44.2%，此外在造成色差時必須補色停傳，78年度共89小時35分，79年度共256小時20分。
- b.初抄勿結束時之損紙：主要是換紙、停車時所產生的損紙。
- c.製程障礙所產生之損紙：如抄造不順，毛布污染時所產生的壓潰現象，抄造過程中所形成斷紙，紙質不合品管的要求與物性不合要求，（如抗張力不足…等）。
- d.毛布的洗滌系統：紙匹脫水，不良造成壓潰，車速降低（紙力不佳），破洞及密度不均等此皆由毛布清潔系統不佳所引起。
- e.加工機問題：因為紙匹加工時含水份高，常因加工機的乾燥不良而造成收縮，起皺，成為損紙。

2.機械抄紙製程的水量平衡

新光華紙廠的機械抄紙製程單元包含散漿、精鍊、加藥、濃度調節、稀釋、淨漿、混合、頭箱、網部、伏轎、水壓部、烘缸及複捲機等。如表1所示，進行減廢前，二號機之排放水總量預估為每天1,211至1,551立方米左右。然而，在行減廢後，二號機每天排放量降至638公噸左右，如圖2所示。

表1 新光華紙廠減廢前之2m/c排放水預估情形

項次	地 點	廢水種類	含有物質	pH	SS ppm	水 量 m ³ /d	目前處 理情 形
2M/C	(1)抄紙機	白水溢流	漿纖維、化 糊、未固著 染料、藥劑	5~7.2	100~300	480~ 800	溢流排放 (部 份回收到回 收機)
	(2)抽吸箱	洗毯水及紙 匹白水	漿纖維、化 糊、未固著 、藥劑、染 料、毯毛	6.5~7	20~200 (平均50)	150~ 160	直接排放
	(3)洗毯部 ①停車 洗毯 時	停車洗毯水 (Soda+清潔 劑)	清潔劑 Soda及雜質 、污物	10↑	150	10~20	直接排放
	洗毯水 ②抄紙 時	清水洗毯	毯毛、極少 之細纖維和 雜質	6.5~7	50↓	490	直接排放
	(4)72水轉	press壓出 之水	少許細纖維 和藥劑	6.7~7	50↓	17	直接排放
	(5)二段 淨漿機	淨漿後排出 水	砂石、雜質 污物	5.5~7	100	490	直接排放
	(6)網部	洗網淋洗水	纖維、化糊 、未固著染 料、藥劑	5.5~7	300↑	17	混水白水中 和白水一起 處理
	(5)壓水機	press壓出 之水	少許細纖維 和藥劑	6.7~7	50↓	48	直接排放
	(6)二段淨	洗漿後排出 水	砂石、雜質	5.5~7	300↑	16	直接排放
小 計 1211~1551							

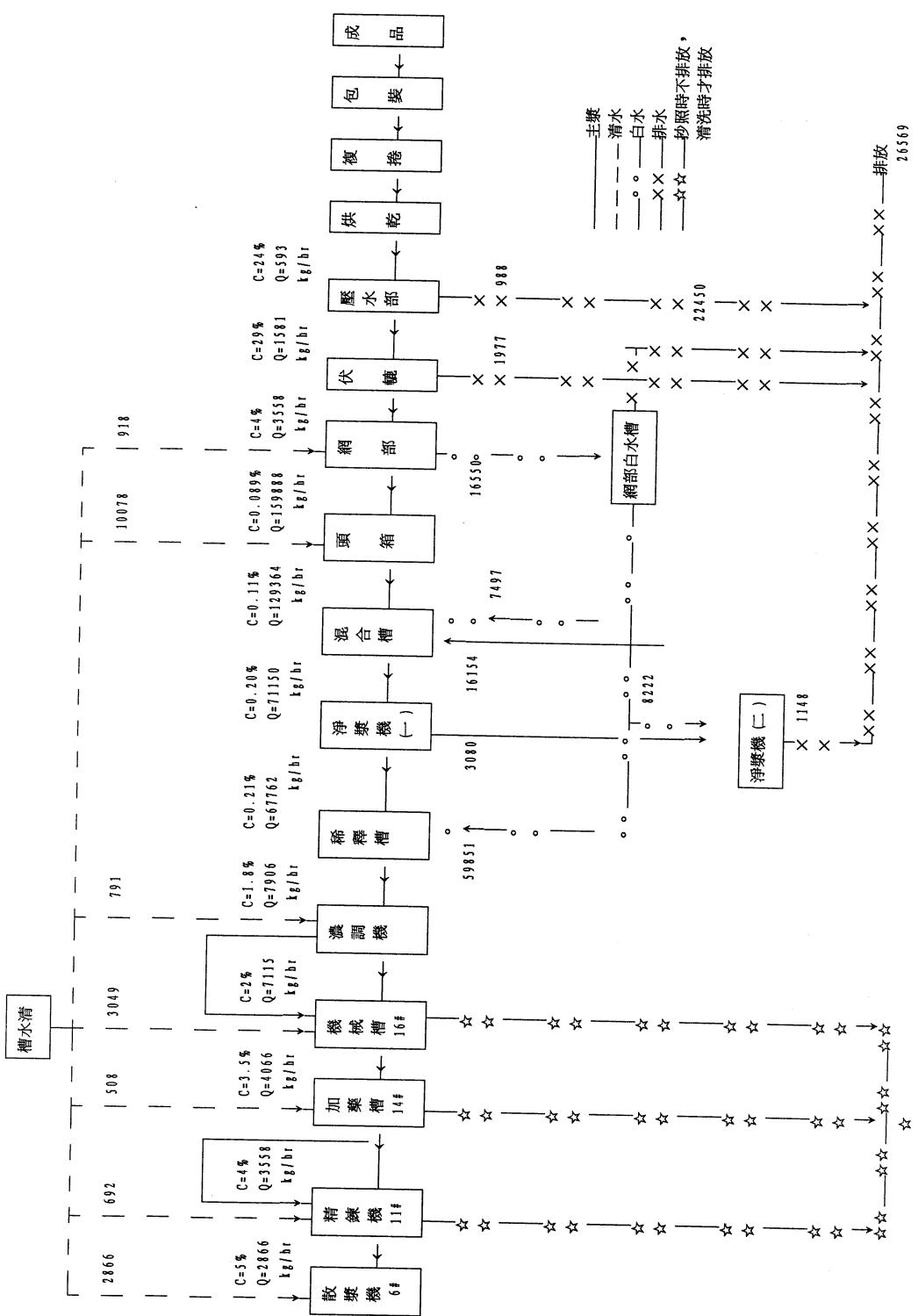


圖 2 新光華紙廠減廢後之2M/C 進排放水流程圖

三、造紙減廢輔導與規劃

有關新光華紙廠的造紙減廢技術與可行性評估的詳細資料已在中國技術服務社給工業局之造紙工業減廢輔導之期中及期末報告中述及。此處僅摘錄報告中的用水減量分析（以減廢點評選為準）及減廢項目評估（僅列出技術性不難者）兩部份。

1. 用水減量分析

用水減量為新光華紙廠減廢計畫之首要目標，經減廢小組人員商訂，其可減廢地點如下所列：

- (1) 機製的Shower改用扇形Nozzle。
- (2) 洗毯水的分離可回收再用。
- (3) Gate稀釋水改用白水。
- (4) 打漿機洗漿水回收再用。
- (5) 機械槽稀釋水改用白水。
- (6) 第二次淨漿用水改白水。
- (7) 抽吸箱壓水之水可與洗毯水同時處理。
- (8) Press Roll壓水之水可與洗毯水同時處理。
- (9) 二段淨漿機排出水再回收使用。
- (10) 網部Shower水的分流。
- (11) 白水溢流回收再利用。
- (12) 空壓機冷卻水回收洗毯。
- (13) 手工米達洗漿水減量。
- (14) 蒸煮用水。
- (15) 浸樹皮用水。
- (16) 洗皮選皮用水。
- (17) 手工抄紙白水。
- (18) Decker溢流的白水。

上述所列地點的減廢優先順序評估經減廢輔導小組作業結果，排名前十項的減廢點如表 2 所列。

表 2 新光華紙廠之各減廢點的評估

考 慮 因 素	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	ΣX_1	πX_1	優 先 序
減 廢 點	排放量	排放水質	工程難易	減廢潛力	處理成本	減少量	處理時效	和	乘 積	分 群
機制 Shower (改用 Nozzle)	○	○	+	○	+	○	○	2	288	II
洗毯水分流 (回收再用)	+	+	○	○	分流回收	○	-	2	216	II
Gate稀釋水 改用白水	-	-	+	-	+	-	+	-1	27	III
打漿機洗漿水 回收再用	○	○	-	+	○	○	○	96	II	
機械槽稀釋水 改用白水	-	○	+	○	+	-	+	1	108	II
第二段淨漿機 用水改用白水	-	○	+	-	+	-	+	○	108	II
抽吸箱 水回收再用	○	+	-	○	○	○	-	-1	48	III
自水溢流 回收再用	+	○	+	+	○	+	○	4	648	I
空壓機冷卻 水回收洗毯	-	+	+	○	+	○	+	4	328	I
Decker溢流 白水	+	○	+	+	+	+	+	6	1458	I
積 分	3 2 1	大 中 小 + ○ -	優 良 可 + ○ -	易 難 + -	大 小 + -	小 + -	快 + -	+ + -		
小 計										

2. 減廢項目評估

新光華紙廠投入了大量的人力、物力、經過數個月的追蹤，主要減廢項目選定為：

- (1) 清水的減量。
- (2) 白水的減量化與系統的回收。
- (3) 黑液的減量。
- (4) 損紙的減量。
- (5) 用電的減少。

上述項目之評估，由減廢輔導小組作業，其中流量最大的三個減廢項目之評估如表 3 所示。

四、造紙減廢工作執行

自去年九月份起，新光華紙廠即自行排定減廢工作項目及時程，如表 4 所示。除國內外專業顧問人員每季到廠指導外，工程公司人員每月至少到廠輔導一次；而紙廠減廢小組成員更被要求每兩週開會一次。工廠各部門所負責的減廢項目，主辦、協辦責任歸屬及配合關係如表 5 所示。在中國技術服務社指導之下，新光華紙廠僅花費了新台幣 6 萬餘元，即建立了一套快速 COD 分析系統。

五、造紙減廢成果發表

依據新光華紙廠申請「全國第一屆工業減廢優良廠商表揚之附件所載，自民國 79 年 11 月至民國 80 年 3 月止，不到半年，該廠完成之八項減廢項目為：

- 1. 改善抄紙機毛毯洗滌系統，減少壓潰造成停停洗滌及減少損紙產生。表 6 顯示，經由良好之操作管理（如調整操作步驟）及技術改進（如設備單元改善），所達成的停停時間減少，減少減量及損紙減少等的減廢成果及經濟效益。
- 2. 蒸煮樹皮黑液之苛性鈉重複再使用三次，以減少 NaOH 用量及需處理之黑液量。
- 3. 改善雁皮選皮方式（手工棉宣紙用）以減少雜皮造成手工紙原料打結。
- 4. 抄紙製程白水回收系統良及清水減量。
- 5. 損廢紙蒸煮後打壓成損紙漿塊及損紙即時回收到製程。
- 6. 分散高用電機械使用時間，減少用電超過契約受罰及提高機械速度以減少用電時間。
表 7 顯示，減廢後每月可節省電費近十萬元。
- 7. 將庫存不良品作有系統分類、整理，提供業務作為促銷的參考，進而增加公司收益及減少庫存壓力。
- 8. 加工課需改善印刷機機械設備，降低印刷機不良率及提高加工機速度，增加產能。

表 3 新光華造紙減廢項目評估表

項 次	減 廢 項 目	相關製程或設備		改善項目	水質分析			流量 m^3/D	可行性				
		產生源	應用		pH	SS	COD		技術	成本	時效	空間限制	人員要求
一、	清水減量	3.洗毯部 (1M/C與2M/C 抄造時)	洗毛毯	其洗毯後水原 直接排放可再 回收洗毯	6.5 { 7	50↓		1M/C 235 2M/C 490	中	高	長	無	易
二、	白水回收	1.紙機白水槽 (1 M/C)	a.17#槽 b.Cate c.第二段淨漿 機 d.Vat 淋管 e.打漿機 f.15#, 12#槽 g.散漿機	1M/C紙機白水 槽排出水目前 一部份直接排 放，一部份可 不經處理回收 用為17#槽稀 釋水，cate稀 釋水，第二段 淨漿機前稀釋 水，打漿機洗 滌、洗漿，用 水，15#，12# 槽及散漿機稀 釋水	5.0 { 7.2	100 { 300		300 { 380	易	中	中	有	易
		2.紙機白水槽 (2 M/C)	a.16#槽 b.混合槽 c.Cate d.第二段淨漿 機 e.Vat 淋管 f.打漿機 g.14#, 11槽 與散漿機	原所排出之水 部分溢流排放 部份回收到回 收機1 現不必 處理可運用為 16#槽稀釋水 ，混合槽稀釋 水，cate稀釋 水，第二段淨 漿前稀釋水， Vat 淋管用水 、打漿機洗漿 水、14#，11# 槽與散漿機稀 釋水	5.0 { 7.2	100 { 300		480 { 800	易	中	中	有	易

表 4 新光華紙廠減廢工作進度表

工 作 項 目	民 國 7 9 年			民 國 8 0 年					
	10	11	12	1	2	3	4	5	6
簽 約	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(10/23完成)								
基本資料提供	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(11/15完成)								
抽水井、手工水管 水錶安裝	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(11/15完成 並開始計錄水量)								
改善前資料建立	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(11/19 初步資料建立完成)								
全廠廢棄物重新清查及 各單位減廢工作計劃、 執行	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(12/3 計劃完成、執行) (11/19 清查完成) (80/05/總檢討)								
水質、水量測定	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(9/) (12/15 前測定完成)								
減廢工作規劃及排定工 作進度表	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(11/2) (11/19 排定完成)								
雨污水分流規劃及施工	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(80/02/完成) (12/15 規劃完成)								
清水減量計劃擬定及 執行	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(12/15起) (12/27計劃擬定並執行) (80/5/)(檢討)								
抄紙機洗毯水分流規劃 及施工	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(12/15起) (80/3/) (12/27前規劃完成並施工)								
白水回收規劃及施工	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(12/15起) (80/4/) (12/17前規劃完成)								
廢水處理規劃及施工	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
	(80/4/完工) (9/) (80/01/施工)								
專業顧問人員蒞場指導	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 新光華紙廠減廢計劃執行項目及各單位配合關係

工作項目	工作分配									
	管理處	製造課	手工課	工務股	其他單位					
基本資料建立 (包括照相)	★彙總、存檔	●資料、數據建立及測定	●資料、數據建立及測定			●	開發課協助資料建立及測定			
水錶安裝	●水錶詢價及採購	●協助安裝		●	★安裝					
全廠廢棄物清查	★彙總整理	●單位內清查	●單位內清查	●單位內清查	●	各課配合做單位內清查				
各單位減廢計劃重新擬訂	★彙總整理	●本單位計劃及執行	●本單位計劃及執行	●本單位計劃及執行	●	本單位計劃及執行				
水質及水量測定	●服務團連繫及測量時間安排	●配合測量	●配合測量		●	★	開發課執行配合服務團測量			
排定工作進度	●配合進度執行	●配合進度執行	●配合進度執行	●配合進度執行	●	★	唐文義排定後呈核定實施	●配合進度執行		
雨污水分流規劃及施工	●工程安排及材料採購監工及參與規劃	●參與規劃及配合工程進行		●	★負責規劃及施工	●	唐文義參與規劃			
清水減量計劃及執行	●參與規劃	★計畫執行	★計畫執行	●	●配合計劃作業	●	唐文義參與規劃作業			
抄紙機洗毯水分流規劃及執行	●參與規劃	計畫執行	★	●	●配合計劃作業	●	唐文義參與規劃作業			
白水回收規劃及執行	●參與規劃	★計畫執行 (機製部份)	★計畫執行 (手工部份)	●	●配合計劃作業	●	唐文義參與規劃作業			
廢水處理規劃及發包施工	★參與規劃及施工廠商尋找、發包			●	●配合計劃作業監工	●	唐文義參與規劃及協助			

★：主辦

●：協辦

表 6 新光華紙廠減廢成果發表之一

1. 減廢項目：改善抄紙機毛毯洗滌系統，減少壓潰造成停車洗滌及損紙產生的情形。
2. 減廢原因：本廠兩部紙機自79年2月以來，因毛毯洗滌不良造成抄紙壓潰現象；不但須經常停車洗滌且壓潰使不良品（損紙）增加很多，停車洗滌也讓清水用量增大、使產量減少、洗毯藥劑增加、更需常常換毛毯。
3. 執行單位：機製課。
4. 配合單位：工務股。
5. 改善對策：(1) 抄紙機上、下毛毯洗毯Shower原用低壓改用高壓Shower洗滌。
 (2) 兩部紙機下毛毯由原來單（正）面洗滌改為雙（正、反）面洗滌，並加大噴距重複洗滌。
6. 增加設備：高壓Pump（規格：10HP × 2P × 6段 壓力：16kg/cm² 價格：61500元）
7. 改善成果：(1) 改善後兩部紙機因壓潰而停車之次數和時間明顯減少。（如數據）
 (2) 改用高壓Shower後其洗淨效果好且使用清水量亦減少很多。
 (3) 壓潰造成之損紙也減少。
 (4) 停車減少產量增加。
8. 發表日期：80年3月10日。
9. 改善數據

紙機 項目	月份	1 M/C					2 M/C				
		一月	二月	三月	四月	五月	一月	二月	三月	四月	五月
生產紙時數(hr)	648	432	624	600	632	648	432	600	600	632	
停車總時數(min)	5460	3855	3610	3390	4460	6090	5343	5052	4980	5120	
壓潰次數(次)	24	19	1	1	4	23	22		10	5	
壓潰佔停車時間(min)	1170	1035	60	50	145	1400	1300	395	645	280	
壓潰佔停車比率%	21.43	26.79	1.66	1.5	3.25	22.92	24.34	7.82	12.9	5.47	
壓潰佔生產時間比	3	4	0.16	0.14	0.38	3.6	5	2.5	1.79	0.74	
	(改 善 前)			(改 善 後)			(改 善 前)			(改 善 後)	

10 效益評估：

(1) 1m/c 平均產值：15萬元/日 2m/c 平均產值：25萬元/日

改善後減少壓潰停車時間(以80年元月(元善前)與五月(改善後)比較)；

$$1m/c = 1170\text{min} - 85\text{min} = 1085\text{min} = 18 \text{ hr}/\text{月}$$

$$2m/c = 1400\text{min} - 440\text{min} = 960\text{min} = 16.0 \text{ hr}/\text{月}$$

改善後因生產時間增加使產值增加所得收益：

$$1 m/c = 113125 \text{ 元}/\text{月}$$

$$2 m/c = 166667 \text{ 元}/\text{月}$$

$$\text{總計} = 279792 \text{ 元}/\text{月}$$

改善率：

$$1 m/c = 92.73\%$$

$$2 m/c = 68.57\%$$

$$\text{平均} = 80.65\%$$

(2) 減少停車洗滌清水用量：

$$1 m/c = 142.08 \text{ 噸}/\text{月}$$

$$2 m/c = 246.73 \text{ 噸}/\text{月}$$

$$\text{總計} = 388.81 \text{ 噸}/\text{月}$$

(3) 損紙減量：每月減少因壓潰造成之損紙佔總生產量 4%以上 (減少損紙約32%以上)

表 7 新光華紙廠減廢成果發表之二

1. 減廢項目：分散高用電機械的使用時間，減少用電超過契約受罰及提高機械速度減少用電時間以減少動力費，勵行節約用電，減少不必要之電力使用和檢修電路以減少漏電等異常損耗。
2. 減廢原因：(1)本廠磨漿機、散漿機及加工印刷機等高用電機械，若同時開動時將使用電超過契約而受罰，增加額外費用。
 (2)加工印刷機經改善設備後速度增快2.22倍，使其加工時間減少，動力費也減少。
 (3)不必要用電和無效率機械動力浪費很多，使全廠用電量偏高。
 (1)電路漏電及電錶異常也使本廠用電偏高。
3. 執行單位：機製課、加工課。
4. 配合單位：工務股。
5. 改善對策：(1)將機製1M/C、2M/C及加工印刷機使用時間錯開。
 (2)印刷機之改善可參照減廢成果。
 (3)不必要之用電設備需養成隨手關機的習慣，並嚴格執行之。
 (4)檢修本廠電路及電錶。
6. 增加設備：無。
7. 改善成果：電紙比改善前平均：1279kW／噸紙，改善後平均：778kw/噸紙減少39%
 (每噸紙減少：501 kw 電力)
8. 效益評估：改善後每月減少96688 元電費。
 減廢前、減廢後生產每噸紙用電比及電費

	改 善 前						改 善 後							
	年 月	79.4	79.5	79.6	79.7	79.8	79.9	79.10	79.11	79.12	80.1	80.2	80.3	80.4
電 紙 比	1525	1301	1469	1304	1053	1020	831	835	703	754	782	763	728	610
電費(元)	356375	302728	321835	321981	332715	322995	254816	231574	253105	225572	234481	180605	230398	227445
備 註	改善前電紙比 1279kw/噸紙				改善後降為 750.8kw/噸紙				減少 528.2kw/噸紙 (41.3%)					
	改善前平均每月電費 326438元				改善後降為 229750元				減少 96677元 (30%)					

六、結論

由此次新光華紙廠與中國技術服務社及中鼎工程公司密切配合進行造紙減廢的經驗顯示事在人為。只要造紙界人士能自身重視生產管理、物料管理、行銷管理及預防維護保護管理，又訓練員工使其知道如何使用現有的減廢評估指導手冊及合宜的表格。於是，在不作任何重大投資及維護產品品質之下，在短期之內群策群力，志願性減廢可以獲得令人滿意的成果。我們深信，新光華紙廠的減廢過程及成果不僅可作為推行本土化工業減廢成功之楷模，同時亦將可在1991年4月在泰國舉辦的亞太地區有害事業廢物處理技術與策略研討會中宣讀發表。