

污染防治與發揮造紙效率

黃華南*

一、前　　言

能源危機以來，紙業之原料與能源成本巨幅上漲，由以往佔操作成本之五六成提升到八九成，近年來經濟不景氣，產品需求下降，導致市場產量過剩互相殺價，競爭激烈，原料能源上漲成本無法轉嫁。由於工廠密集造成對環境污染愈見嚴重，政府為保護國民健康不得不加強預防工業污染，各工廠被迫投資污染防治設備，更加重經營者財務負擔，不少企業無法承受此多方經營困難而面臨倒閉，國內紙業亦不例外，但由於近年來造紙技術與污染防治方法之改進，多以發揮紙廠能源與資源之利用率，不但減少能源與資源之損耗，又同時解除環境污染問題，此種新的所謂自內在 (Internal) 作法，着手於發揮製程效率達成減少或完全避免污染之方法 (Low and No Waste Technology)，不但發揮製程能源與原料利用率，有效降低生產成本又可達成防治污染所訂標準，可謂一舉兩得之事，使投資在資源 (污染源) 很快回收，變成賺錢生意不再如以往以衛生工程處理廢料之外在 (External) 方法，投資無法回收造成財務負擔。國內紙業界紙機陳舊，在資源能源上之浪費不小，加以缺乏對造紙技術之深入了解，無法建立影響能源資源利用率之具體關係式，主動改變操作變數，發揮造紙效率，減少資源能源浪費而造成環境污染。目前提高生產效率與防止環境污染皆迫不急待之事，如何建立正確觀念與作法，利用最少投資發揮最大經濟效益乃紙業生存之道。筆者有幸參與美國石化及工程界發揮製程效率及防止環境污染之設計與改進，於四年前先後將該項技術引入國內之中鼎、中油、中化、華隆、大德昌、臺鋁，去年又蒙寶隆紙業趙總經理委託就其工業及文化用紙作發揮生產效率之改進，成果顯著，本月五日應美國國際技術學會之邀曾以操作分析發揮生產效率及減少環境污染兩篇論文發表並與來自世界四十國專家交換意見，特將以上經驗綜合於下與業者交換意見。

二、工業污染防治技術之演變

工業污染由早期之衛生工程方法投資在製程以外之設備，處理製程之廢料 (污染源) 造成對投資者不生財之額外負擔，在經濟不景氣中已無法使業者接受，在此種壓力下，防治污染乃進而求其因——發揮製程效率，減少污染源 (Pollution Source)。早在1947年聯合國之歐洲經濟協會 (Economic Commission for Europe) 即致力於推動新技術於經濟發展，自1973年此協會積極注重於環境污染防治之問題與新機會，而低廢料或無廢料之技術 (Low or No Waste Technology) 不但解決環境污染，又發揮製程效率，於1979年11月訂定宣言：發揮廢料之回收及再利用加強製程改進，發揮能源與資源有效利用達成減少廢料造成環境污染，其項目及重點如下：

1. 設計產品之製程中，力求減少能源及原料之單位消耗量。

* 國際操作分析顧問公司總經理

2. 製程操作或設計改進，力求發揮能源與原料利用率。
3. 廠址及製程之選擇，力求發揮廢料之運用。
4. 廢料之處理及收回再使用。
5. 工業區集中設計俾能發揮廢料在原料上之利用。

近年來歐美紙機及造紙技術之改進與突破皆基於以上五大原則，例如新紙機白水之密閉回收系統節省用水三分之二，大量減少廢水處理成本，又可回收填料及廢纖（Secondary Fiber）新式頭箱壓力烘缸設計都大量節省能源有效利用，而本公司利用操作分析模式藉操作改進達成資源能源有效利用。黑液之化學品回收，及作燃料；利用廢紙，可免除蔗渣蒸煮、節省原物料及能源皆在以上五大原則之內。最近漂白將數設備簡化為一，利用漂白廢水（污染源）重新使用（Counter Current 接觸）不但效率提高污染減少又節省固定設備投資成本。

三、造紙技術之改變—發揮製程效率

筆者去年有幸應美國及加拿大化工學會之邀以操作分析發揮製程效率在大會發表並參加兩國紙業之節約能源、用水研討會及加拿大紙業研究所與歐美加日本各國學者專家交換意見，尤感近年來紙業技術之改進在發揮能源與原料利用率及防治公害污染之整體作法皆有突破，現分敍如下：

(一) 能源之有效利用

A 廢料熱值之利用

工廠廢料或都市廢料（垃圾）因其來源組成不同，其熱值亦有異，但均利用有價值的紙廠廢料如飛塵煤渣、廢紙、木屑、蔗髓、污泥。這些本是造成環境污染之源，但皆可作燃料，節省燃料費用又解決污染問題，黑液經回收化學物及用作回收鍋爐之燃料已普遍採用。

最近美國奇異公司將飛塵及煤渣製成顆粒作為燃料，其熱值為 5,000 BTU/lb，不但解決空氣飛塵污染問題又節約能源。

B 鍋爐效率之發揮

鍋爐操作不當常導致燃燒不完全而冒黑煙，不但浪費燃料又造成環境污染；煤鍋爐操作不當，煤粉未能完全燃燒而成飛塵，造成煤之浪費及空氣污染，其煤渣也造成環境污染，是以發揮操作效率不但節省燃料又減少污染。

C 蒸汽之有效利用

發揮整廠蒸汽利用率不但節省蒸汽與燃料，又減少軟水處理，及鍋爐之排水所造成之污染，近年來在頭箱、壓水及烘缸各部之改進，蒸汽可節省百分之廿以上。

D 紙機故障排除及維護

紙機故障常造成滿堆廢紙。化學物之浪費亦是污染主因之一，加強操作效率及維護不但降低損紙、節省能源及原料又可減少環境污染。

(二) 節約用水

A 白水之再利用—密閉系統

舊式紙機大量白水一次使用及附帶填料及化學物排出外界，造成環境污染，最近紙機設計多將白水回收填料及短纖（Secondary Fiber）及再重覆使用，可節省用水三分之二。去年

美國紙業研究所之達倫博士 (Dr. Douglass Dahren) 曾在加拿大紙業研討會提一份紙廠之能源與用水節約報導，強調白水及洗滌水之再利用及廢纖回收，並說明可能遭遇之間題及注意事項。

B 洗滌水之節省

一般紙廠洗滌水使用頗多浪費，節省此部用水亦有價值。

C 漂白廢水之再利用

漂白廢水乃造成污染最大問題之一，新式漂白方法用 Multi-stage Counter Current 方法，將此部廢水再利用，亦是節省化學物，提高效率又節省投資成本之另一表現，漂白後之廢液最後送回鍋爐焚燒，解決污染問題。

(三) 資源之有效利用

A 加強操作分析及維護減少紙機故障有效降低損紙率。

B 白水廢漿之回收節省原料與能源。

C 黑液化學品之回收，殘液作燃料，節省物料及能源。

D 廢紙之利用，節省原料降低成本，又節省製漿原物料。

E 蒸煮效率提高，節省碱液，提高產率，減少碱及黑液污染又節省能源及原物料。

F 充分利用廢紙，棄除蒸煮，解決污染，節省能源、原物料，降低生產成本。

四、造紙業污染防治方法

1. 污染源系統分析 (Effluent Analysis)

有關空氣飛塵、煤灰或白水系統、黑液、漂白系統及污泥之來源產量及組成分析。

2. 發揮製程設計操作效率，及能源物料之回收，減少污染源之產量。

3. 以最低成本投資於廢水處理設備。

4. 利用操作分析發揮造紙及污染處理系統整體效率。

A 建立影響製程各設備之能源原料利用率與有關操作變數之關係式 (操作模式)

B 建立各污染源之量，組成與製程操作變數之關係式

C 建立各污染處理設備、能源、污染處理效率與操作變數之關係式

D 利用以上各關係式建立整體操作模式，尋求最適合之操作—發揮原物料及能源利用率，減少污染源之產生，應以最低操作成本達成污染處理。

五、污染處理是賺錢生意

由於能源危機以來，能源與原物料價格巨幅上漲，是以投資在能源與原物料上之設備皆能在短期內回收，是以自製程內部能源與原物料利用率提高達成低污染或無污染之方法，是賺錢生意，是今後公害防治之積極正確做法，亦是資金、資源、能源有效利用，提高整體生產力之方法，而以往以環境衛生工程在製程以外投資污染處理設備，當廢物處理之作法是消極、浪費資金資源降低生產力之作法，已無法生存於現今競爭激烈環境中。

六、實例說明—寶隆紙業之作法

寶隆紙業公司有鑑於在經濟不景氣中提高生產力之重要，乃於去年委託某公司，並由該公司提供並協助執行資源能源之有效利用，此計劃於今年二月圓滿完成，利用建立有關各設備能源使用與抄造，品管關係式，並建立原物料及配料對抄造及品管關係式，在六個月內不添加設備，有效達成能源、原物料之節省，損紙率之降低及環境污染之減少，每年節省在數千萬元以上，由於以上成績，寶隆乃決定於上月開始簽長期顧問合約，全面推動發揮紙廠整體經營效率，此成果於本月發表於美國國際技術大會頗受重視，亦乃世界各國在防止環境污染之共同作法。

七、結論

國內紙業發展歷史悠久，亦相當健全，無論工業用紙或高級文化紙都能自足且有外銷，在經濟不景氣中，不少公司仍有盈餘實屬難得，但由於規模小，又分散，廠址之選擇亦未盡理想，花費在原料產品運輸之費用可觀，加以紙機小，設備落伍，造紙技術未能具體化，多憑經驗摸索之藝術階段更難求改進創新，又紙機維護不够，故障多，導致能源及資源之浪費與環境污染情況頗為嚴重，由於規模小，投資於設備改善發揮能源原料利用率之回收時間長，而若投資於公害防治不生財之設備更不可能。今後國內紙業經營之道，首在發揮企業管理與技術改進創新之功效，如徒求規模大或一貫作業而未能採現代企管並配合最新造紙技術則徒增風險。是以國內目前可見大廠經營不當，而虧損；反而有些廠雖小，但經營效率高，而有盈餘者，因此今後造紙污染防治，若當廢物處理，則是本末倒置，花錢不討好，防治公害工作尤難推動，若自污染源之減少，資源能源之回收着手則可提高整體經營效率。