

## 產學合作於改善合板業 空氣污染防治設備之個案研究

### A Case Study of Cooperation between Academy and Wooden Industry in Air-Pollution-Control Equipment Improvement

陳啓仁 *Chi-Jen Chen*

大仁技術學院

Da-Jen Institute of Technology

王鳳生 *Leonard F.S. Wang*

國立中山大學

National Sun Yat-Sen University

近年來環保意識提高，對環境品質之要求與日俱增，是以各項污染排放標準亦日趨嚴格。在此趨勢下，產業界亟需加強污染防治工作及改善老舊不合格規定之設施，以符合法令規定及改善日益惡化之環境品質。

本個案描述工研院能資所空氣污染研究室如何引入新技術、成立除塵小組而將工業界常用的兩種空氣污染防制設備：旋風集塵器及靜電集塵器成功地結合成為一種新的設備，並將之應用於合板工廠以有效地處理廢木料鍋爐所排放出來的空氣污染物質。文中主要說明合板工廠的製程和其空氣污染源的種類及特性並且介紹目前最普遍的廢氣處理設備及流程並且分析此一流程有何優缺點。最後則是根據前面流程的缺點加以改進而研發出一套新的設備來替代既有的設備，有效地降低設備成本，

## 產學合作於改善合板業

可提供給該類工廠做設備改善之參考。

台灣地區林產工業分佈廣、家數多、勞力密集，數十年來對台灣地區經濟發展的貢獻佔有重要地位。目前國內木材加工廠約有 4,000 家，從業人員約 70,000 人。由於木材加工製造程序中，容易產生空氣、噪音及水污染，而造成附近環境的衝擊。因此，木業工廠的運作一方面需維持與附近居民間的和諧關係，另一方面則需因應逐年嚴格的公害管制標準，投入巨額成本以符合環保規定，因此如何有效的降低污染已成爲木業工廠經營管理上的新課題。

木業的產業結構根據台灣地區各類木業公會最新之統計資料（如表 1 所示），加入木材工業同業公會之會員合計 187 家、合板製造業公會 79 家及家具工業同業公會 304 家，總共合計 570 家；其中約 2/3 之木業工廠會員爲木製家具工廠。除合法登記設立並加入公會之工廠外，尚有許多合法工廠但沒有加入公會，而無法正確的統計其家數。另外亦有一些沒有工廠登記，規模較小之家具及製材地下工廠。根據林產工業調查估算，台灣區木業工廠總共計有 4,000 家左右，其中以家具工廠佔多數（約 2,500 家），而木業工廠之家數也逐年減少。由公會之統計資料顯示，台灣地區製材業家數以宜蘭縣及屏東縣爲最多；合板業則大部份集中於嘉義以南，以高雄縣、市爲最多；家具業分佈則以台北縣、市及台中縣、市爲最多，而登記於台北市之廠家主要爲公司或商店並非從事生產之工廠。

台灣地區之合板工廠主要以生產普通素面合板爲主。其他的合板包括塑合板、纖維合板、木心合板及其他經加工製成之化粧合板、印刷合板、貼面合板等。合板工廠使用的原木主要爲南洋柳安木。一般合板的主要製程如圖 1 所示。製程共分成 9 個步驟：1. 截鋸，2. 捲切，3. 乾燥，4. 調板，5. 膠合，6. 堆積，7. 冷壓，8. 熱壓，9. 裁磨。

表 1 台灣區木業工廠分佈狀況

縣市 \ 行業 家數	製材業	合板業	家具業	合計
台北縣	14	3	42	59
桃園縣	2	—	15	17

縣市	行業	製材業	合板業	家具業	合計
	家數				
新竹縣		12	—	8	20
苗栗縣		5	—	4	9
台中縣		15	1	42	58
彰化縣		2	1	14	17
南投縣		13	0	13	26
雲林縣		1	—	3	4
嘉義縣		—	7	7	14
台南縣		2	2	10	14
高雄縣		12	33	19	64
屏東縣		23	9	10	42
宜蘭縣		14	3	2	19
花蓮縣		15	—	—	15
台東縣		13	—	—	13
澎湖縣		—	—	—	—
基隆市		—	—	—	—
台北市		16	—	61	77
新竹市		2	—	9	11
台中市		5	1	28	34
嘉義市		14	7	4	25
台南市		—	—	2	2
高雄市		7	12	11	30
合計		187	79	304	570

普通合板製造程序所產生之污染源主要為原木鋸切程序、單片乾燥、佈膠、熱壓、裁邊、砂光及蒸氣鍋爐作業。於鋸切作業時會產生廢木塊及鋸屑，捲切時產生廢木心材，鍋爐燃燒廢料時會造成黑煙、粒狀污染物，膠合及熱壓時產生揮發性有機溶劑廢氣逸散，裁磨時產生邊材及木屑粉塵。在這些污染源中，以蒸氣鍋爐所造成之污染較為嚴重，容易污染到附近地區環境。

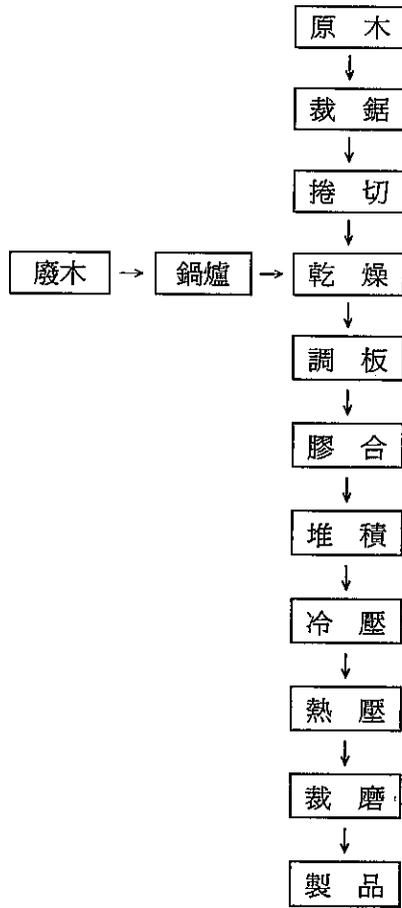


圖 1 合板工廠主要製程及空氣污染源

一般中小型企業的業主在面臨環保意識逐漸強烈的居民及日益嚴格的環保法規之雙重壓力下，已經從以往將污染視為外部成本予以忽略，逐漸願意正面地將污染問題及成本內部化。內部化的結果使得這些為數眾多的中小型企業必須花費相當金額及比例的成本用於各種污染防治設備的購買、裝置、操作及維修保養上。環保設備的投資有別於其它設備的地方在於此項設備並沒有生產功能，投資再多的錢也沒有辦法在公司的營收上有所增加。大企業可能會基於企業形象及減少被附近居民圍廠抗爭的機率兩方面考量而願意投資大筆經費用來改善各種污染，然而一般中小型企業可不是這麼想。據一般的了解，業主在做決策時第一個想到的是應付環保局的檢測，因為根據空氣污染防治法，固定污染源若無法達到排放標準，環保主管機關可處以 10 萬元到 100 萬元的罰鍰並限

期改善，若業主不改善或改善後仍達不到標準則可連續處罰，如果業主還是不改善則可處以停工甚至關廠之處份，這是一般的中小企業最感惶恐的。爲了要節省污染防制費用卻要冒著被罰款、停工甚至關廠的極大風險，一般的企業主是不會放任污染物隨便排放而不處理的。既然不得不做，企業主接著要做的決策便是如何在達到排放標準的先決條件下選擇較便宜的空氣污染防制設備而且希望操作費用及維修保養費不要太高。簡單說，企業主最關心的是如何以最少的成本達到空污法所規定的排放標準。

以每月原木使用量 1,200 m<sup>3</sup>，合板產量 620 m<sup>3</sup>，年營業額約 7,000 萬元之中型合板工廠爲例。工廠主要生產普通素面合板，製程中大部份採用批式操作。原木進口後，大部份貯放於貯木池，然後再經裁鋸機切成所需要的長度尺寸，再送至捲切機捲切成薄片。由於薄片的含水率均很高，需要送至乾燥機乾燥至 15 % 左右的含水率，然後再經過選擇組合不同等級的薄板，以尿素膠塗佈於合板，再經冷壓機及熱壓機壓緊膠合，最後進行裁邊及磨光而製成合板。工廠採用 10 噸之煙管式鍋爐，傳熱面積爲 223 m<sup>2</sup>，操作蒸汽壓力爲 5~7kg / cm<sup>2</sup>，每日操作 10 小時。鍋爐之燃料均爲木材下腳料，採用人工批式投送，每小時大約投送 3~5 次；鍋爐所燃燒之廢木料大約 5 公噸 / 日。

表 2 鍋爐廢氣之特性

項目	廢氣量 (m <sup>3</sup> /min)	粒狀物 (mg/Nm <sup>3</sup> )	No <sub>x</sub> (ppm)	So <sub>x</sub> (ppm)	CO (%)	O <sub>2</sub> (%)	溫度 (°C)
數量	213	1,446	21	54	<0.2	15.7	178

鍋爐燃燒所產生的廢氣特性如表 2 所示。主要爲未完全燃燒之碳質粒狀物，其粒徑分佈小於 4 微米者佔約 48 %。由於燃料之硫份含量很低（約 0.1 % 左右），廢氣之硫氧化物濃度均很低。鍋爐內燃燒溫度約在 900°C 左右，產生之氮氧化物濃度亦不高。其空氣污染防制設備及其處理的流程如圖 2 所示。

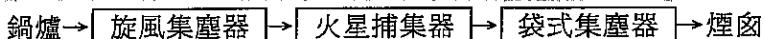


圖 2 鍋爐廢氣之處理流程

廢氣由鍋爐排放出來後首先採用旋風集塵機 (Cyclone) 做為預處理設備將大顆粒粉塵去除，接著以火星捕集器避免火星進入濾袋，並以袋濾集塵機 (Baghouse) 收集較小的粒狀污染物。此套空氣污染防治設備主要是去除由廢木料鍋爐燃燒後所產生的粒狀污染物，處理的成效如表 3 所示。

表 3 經由旋風機及袋濾機 (原處理設備) 之處理成效

項 目		粒狀污染物 (mg / Nm <sup>3</sup> )
廢氣污染 濃 度	處 理 前	1,446
	處 理 後	22
廢 氣 處 理 量		330 Nm <sup>3</sup> / min
去 除 效 率		98.48 %

粒狀污染物在處理前的濃度為 1446 mg / Nm<sup>3</sup>，而經由此套設備處理後的濃度為 22 mg / Nm<sup>3</sup>，其去除效率為 98.48 %。此套設備的初設成本及操作費用如表 4 所示。

表 4 原處理設備之初設成本及操作費用

項 目	初 設 成 本	操 作 費 用	
		電 力 費	維 護 費
費 用	195 萬元	30,000 元 / 月	30,000 元 / 月
單位成本	0.56 萬元 / cmm	5.71 元 / 1,000 m <sup>3</sup>	4.76 元 / 1,000 m <sup>3</sup>

其中的初設成本費用包括 2 台並聯的旋風集塵機，1 台火星捕集器，1 台含 230 個濾袋之袋濾集塵機及 1 台風車，總共合計為 195 萬元。操作費用主要為電費，每個月需要 3 萬元。維護保養費則每年需要 30 萬元。若以單位成本計算，此套設備每分鐘每立方公尺的廢氣處理費用為 0.56 萬元。操作費部份為每 1,000 立方公尺的廢氣量需要花費 5.71 元。維護保養費則為每 1,000 立方公尺 4.76 元。

以上所介紹為目前業界最常使用來處理廢木料鍋爐廢氣的空氣污染防治設備及流程。其中的旋風集塵器造價便宜，操作簡單，可處理高溫、高壓及高濃度氣體，易於維修及建造容易等優點。但是旋風集塵器的最大缺點為對於小粒徑的塵粒收集效率不高。因此，旋風集塵器普遍

應用於工業界粒狀物去除系統之前處理設備，以減輕主要處理設備之負荷。由於旋風集塵器只能處理較大顆粒的粉塵，故必須在其後面再接上主要的處理設備袋濾集塵機。袋式集塵機最主要的優點為處理效率很高，居所有粒狀污染防治設備之冠，但是其致命的缺點為容易起火燃燒。因此，還需要在其前面裝上火星捕集器。此外，袋式集塵機的造價亦不便宜，且經常需要維修更換。其它常用的除塵設備包括重力沈降槽、靜電集塵器及濕式洗塵器。其中重力沈降槽設備簡單、維修容易，但是佔地面積大且效率差；靜電集塵器雖然除塵效率高，然其建造成本昂貴；濕式洗塵器的除塵效率隨壓損的加大而增加，但有廢水再處理的問題。

綜合上述的結果可以知道，以目前業界常用的空氣污染防治設備及流程，其處理效率固然高達 98.48 %，然而卻需要用到旋風集塵器，火星捕集器及袋濾集塵機，其設備費用相當可觀，對業者而言是一個不小的負擔。因此，工業技術研究院能源與資源研究所空氣污染研究室便開始思考如何在能夠達到令人滿意的粉塵去除效率的前提下，將處理流程及去除設備予以改善以達到降低設備成本之目的。

工研院是政府於民國六十二年設立的財團法人機構，其宗旨在於提升台灣工業技術水準與促進新興工業之發展，願景 (Vision) 包括有：

1. 協助台灣的工業技術在世界市場上具有競爭力。
2. 提供工業所需的包容性 (Generic) 及競爭前 (Pre-Competitive) 的技術。

在營運方面：

1. 工研究的效益必須由各項技術在產業界的應用，增加產業在國際市場的競爭力而彰顯。
2. 明訂各項研究及服務工作的類別、資源分配及作法。
3. 技術方面要加強技術服務及前瞻性技術。
4. 在經費方面，來自契約服務 (民間企業) 的收入比例要逐年增加，而來自經濟部科技專案經費的比例則要逐年減少。如圖 3 所示，最終目標為兩者各佔 50 %，此為將來工研院各項工作的指導原則。

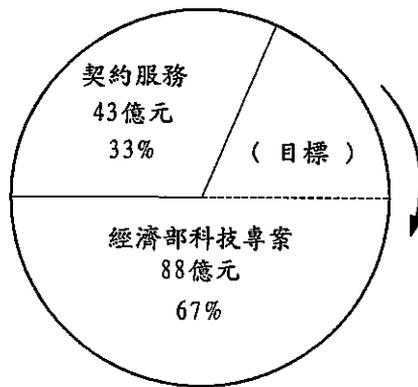


圖 3 工研院經費來源

而在策略方面，則是：

1. 利用已開發的技術改良製程及更新產品，增加產品的價值及競爭力。
2. 協助產業界進入高科技產業領域，製造高利潤產品。

基於上述願景、營運及策略的指導原則下，工研院有明確的定位，如圖 4 所示，其功能包括技術開發、製程發展、產品發展與設計、技術服務及諮詢服務，在整個科技分工體系中，上游的基礎研究部分由大學及中研院擔任，下游的廠商負責技術的應用及實際的生產，至於中游的部分則由工研院來連接。如此一來，以類似事業部結構 (Sector Structure) 為基礎的工研院組織架構便不難理解。工研院的組織主要由 7 個研究所及 4 個中心組成，其中能資與資源研究所 (簡稱能資所) 為隸屬工研院七個研究所之一，工作重點為開發與推廣台灣工業界所需的能源、資源與環境之技術為主。研究領域與工作內容包括：

#### 能源技術一

熱流技術、冷凍空調、電力電子、電池系統、系統控制、能源節約管理、燃燒技術……。

#### 資源技術一

工程與環境地質、地球物理、遙測技術應用、資源回收與再生、資源資訊系統……。

環境技術一

焚化技術、廢水處理、空氣污染之防治、廢棄物處理、環境公害及污染的偵測與調查……。

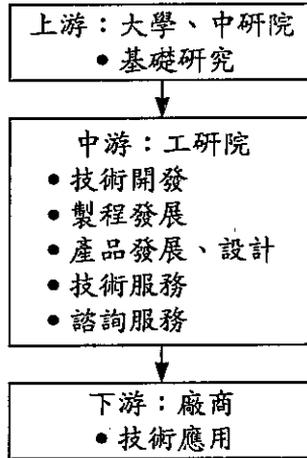


圖 4 工研院在科技垂直體系中扮演的角色

在最高決策當局的願景、營運政策及策略定位明確下，能資所本身定出了實際的研究領域與工作內容，接著便是設計能夠執行的組織，空氣污染研究室（簡稱空污室）於是誕生。空污室最主要的工作是執行上述工作內容中環境技術部分的「空氣污染之防治」。為了配合圖 4 中下游廠商的需求以及貫徹「需要從客戶獲得資訊來形成計畫」的原則。空污室需要高效率的管理組織來保持其競爭力，因此，在組織的設計上採用「任務小組」(Task Force)。此一任務小組如圖 5 所示，設空污室主任一人，底下設除塵小組及除酸小組。在組織的實際運作上，空污室主任以目前所執行的計畫為主要依據，可以彈性地調動除塵小組和除酸小組的人力。例如，若目前正在執行重大的除塵設備研發計畫，但是原有除塵小組的人力不足，則空污室主任會調動除酸小組的人力去支援，反之亦然。此外，若人力還是不足的話，則可委託其它單位來執行，例如和大學合作執行計畫，空污室即曾和交通大學及中興大學環境工程研究所合作過空氣污染防治設備的研發計畫。此一合作方式除了可以幫助空污室解決人力不足問題外，亦可藉此機會讓大學的研究生參與實務的研發工作，將來畢業後即成為最優先晉用的對象。對空污室而言，此一

彈性作法不但解決短期人力不足的問題，亦可以儲備以後的人力資源，可謂一舉兩得。

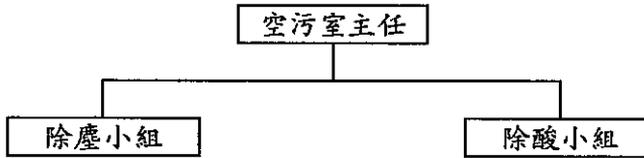


圖 5 空污室組織結構圖

除塵小組的任務主要是針對固定污染源，如燃煤鍋爐或焚化爐燃燒後所排放的粉塵微粒，就目前常用的設備，如靜電集塵器、袋式集塵器及旋風集塵器等之缺點予以改善。除酸小組則是針對污染源所排放的各種氣狀污染物，如二氧化硫、二氧化氮等之酸性氣體，研發並改進各種現有設備以提升去除效率並希望能有效減少二次污染。空污室除塵小組的目標相當明確，多年以來曾接受過許多廠商的委託計劃並協助解決許多的問題。

有關於空污室計畫經費的來源，和下游廠商的互動關係及其內部的管理及運作模式，如圖 6 所示。

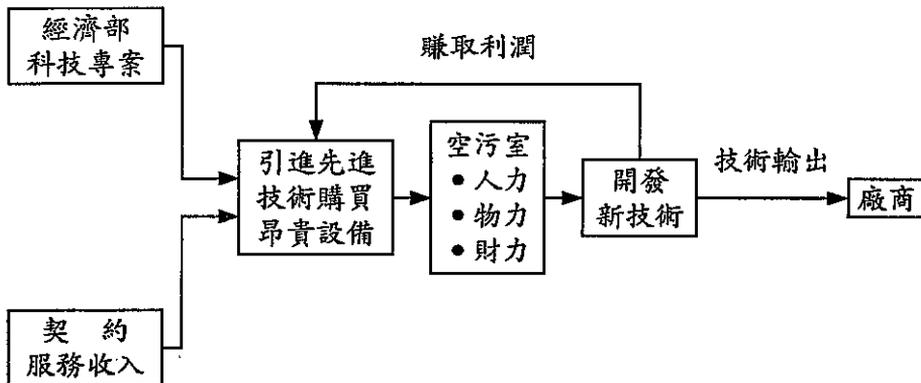


圖 6 空污室運作模式

由經濟部科技專案和契約服務收入（來自廠商）的經費引進國外先進技術及購買昂貴設備之後，經由空污室人力、物力和財力的整合後開發出實用的新技術並將技術輸出給廠商，而從中所賺取的利潤再回頭引進其它新的先進技術而形成一個增強的環路，此一運作模式具有以下

幾個優點：

1. 累積空污室的策略性資產 (Strategic Asset)，提升技術層次、厚植人力、物力及財力。
2. 協助廠商解決問題，提升競爭力。
3. 開發新技術所賺取的利潤可以增加契約服務收入的比例，降低經濟部科技專案的比例，符合工研院的經營政策及工作指導原則。

以中國人造纖維公司竹南廠的案子為例，空污室除塵小組於民國七十九年開始規劃袋式集塵技術的建立。本計劃始於袋式集塵器資料的收集，在經歷過六個月的資料收集、研讀再加上多次現場觀察後，對問題已經有相當了解。然而，由於過去國內對袋式集塵器收集高溫鍋爐排放粉塵技術的研發相當欠缺，經常由於設計不當而導致濾袋燒毀，使得昂貴的除塵設備付之一炬，甚至還因為大量粉塵黑煙外洩而導致工廠附近居民的圍廠抗議。空污室為縮短技術研發時程，故以過去累積的研發成果為基礎，配合經濟部科技顧問室之技術引進方案，於八十年十月份決定與美國 Ambient Engineering Co. 簽訂技術移轉之合約。

合約中規定 Ambient 公司將袋式集塵器的設計技術移轉給工研院能資所空氣污染研究室，並負責訓練由空污室派至美國的工程人員。此外，亦同意此一技術可由空污室移轉給國內的廠商，而空污室則必需付給 Ambient 公司 75 萬元的技術轉移費用。經由該公司，除塵小組進一步學到該技術之設計、製造及在各行各業運用的情況。在取得該項技術之後，更著手於基本設計軟體之發展及修改 Ambient 公司之原始機型。經歷半年的努力後終於建立了袋式集塵設計軟體及大型袋式集塵器能力。該公司主要污染源為 2 座燃燒鍋爐所排放的煤灰，排氣量為每小時 10 萬立方公尺，改善方案是建立一座 660 支濾袋的袋式集塵器協助該公司達到粒狀物排放標準。經歷設計、規劃、建造、試車、交付使用及六個月的運轉後證實本計劃相當成功，已經開放此技術和國內廠商分享。

有了中國人造纖維公司竹南廠的成功例子之後，空污室除塵小組接著所要面臨的問題是如何將目前合板工廠常用的空氣染防制設備及流程予以改善。空污室除塵小組首先進行資料的收集並深入各木業工廠實際觀察並了解木業工廠空氣污染防制設備及流程。接著下來，開始分析現

行設備的各種缺點並提出各種可能的替代設備。在經過研究各種不同處理設備的特性、處理效率、優缺點及造價等因素之後，決定採用將靜電集塵器 (Electrostatic Precipitator) 和旋風集塵器予以結合成為一種新的處理設備靜電旋風機 (Electrocyclone)，而節省掉原來流程中的火星捕集器及袋濾集塵機。此一新研發出來設備之創意乃在於將處理效率極高但設備費用卻是最貴的靜電集塵器和費用低廉但處理效率不高的旋風機予以結合。結合的方式是在旋風機的中心加入一支電極棒並外接高壓電，利用高壓電所形成的強大電場將原本旋風機無法去除的細小顆粒予以去除。至於為何能夠節省掉昂貴的靜電集塵器本體？這是本個案另一個創意所在。其理由是藉用原本旋風機的筒身替代原來靜電集塵器昂貴的集塵板及設備。

有了先前中纖公司成功的例子，也有具體可行的計劃內容，再加上小組成員們充份發揮創意於研發設備及流程改善上，本個案似乎已成功在即。但是，執行計劃所需要的經費、設備及空間在那裡？根據估算，本計劃所需要的旋風機本體、電力設備、配管工程及動力系統大約在 100 萬元左右，這還不是主要部份，最大的問題是量測粉塵去除效率所需要的設備雷射粒徑分析儀之價錢超過 500 萬元，雖然雷射粒徑分析儀在不久前已經購得，但是由於其功能超強，許多小組必須要用到它，而如果將它用在此個案上，勢必要排擠掉其它小組使用的機會。這個頭痛的問題必須留待空污室主任來解決。許多人要使用，但是設備只有一台，另外再購買一台的可能性幾乎等於零，因為太貴了。怎麼辦呢？空污室主任心想，本個案是屬於一個研發計劃，而地點則可在工研院能資所裡面的實驗工廠進行，這和其它小組的計劃必須要經常把雷射粒徑分析儀帶到外面的廠商處有所不同。既然如此，何不將儀器使用的時間分開，白天由其它小組同仁帶到外面替廠商服務，晚上再帶回到自己的實驗工廠進行本個案之研究。如此一來，不但解決了儀器不夠的問題，更使得昂貴儀器發揮出雙倍的功能。

空污室主任接著找來本計劃小組，向小組成員們說明空污防制設備的市場很大，靜電旋風集塵器計劃是目前空污室除塵小組的重點工作，因為廠商為了要符合環保要求，必定會造成很大的需求，而靜電集塵器的效果固然很好，但價格太貴很難被一般的廠商接受，旋風集塵器雖然

便宜，但效率又太差，無法達到排放標準。如果靜電旋風集塵器的計劃能夠成功，不但可以幫助廠商達到環保法規的要求，亦可以降低成本，將來可推廣到合板業之外其它各種類型的工廠。只要是鍋爐所排放的黑煙粉塵皆可適用此套設備，市場的潛力非常大。空污室除了能幫助廠商達到環保法規的要求，降低設備成本外，本身也能藉此計劃學習到國外的先進技術，提升在業界的知名度，更能從和廠商的合作計劃中獲得相當可觀的利潤，以這些獲得的利潤再來做其它的研發計劃，如此一來，空污室的水準必然蒸蒸日上。上級願意花費 500 萬元購買昂貴先進的量測儀器及 100 萬元的設備費來支持此一計劃的道理就在這個地方。這是一個雙贏的策略，不但可以幫助廠商降低成本及符合環保法規，空污室更能穩坐國內空污防制設備研發的龍頭地位。

經過主任一番苦口婆心，不厭其煩的詳細解說之後，小組成員們終於了解到此一計劃的重要性，而且體諒到實際的情況及主任的兩難立場後，同意使用時間以晚上到隔日早上為原則，若是其它小組沒有出任務時則在白天使用。至於空間問題，主任則同意給予一個專屬的實驗室供計劃小組使用。所有問題都解決後，就看計劃的執行成效了。

改善的計劃首先在工研院能資所的工廠內，搭建一個模擬工廠。接著設定出各種不同的操作條件如表 5 所示。經過計算結果，靜電旋風機之去除效率在各種不同操作條件下如表 6 所示。其去除效率介於 83.9 %~98.9 %之間。由於原有流程及設備的粉塵除效率為 98.48 %，故欲將新設備和原有設備做成本之比較也必須以去除效率相接近之操作條件來比較。在流量為  $15.8 \text{ m}^3 / \text{min}$  下之去除效率皆高於 98 %，因此以此條件來比較成本。本個案的初設成本及操作費用，如表 7 所示，所處理的廢氣量  $330 \text{ m}^3 / \text{min}$ ，則所需的旋風機單體為 21 個，每個單體平均造價約 5 萬元左右，若再加上高壓供電系統及其它週邊設備總共所需花費的初設成本大約為 150 萬元左右。操作費用、電力費部份，由於新研發的設備壓力損失遠小於既有的設備，估計不會高於 15,000 元 / 月。至於維護費，由於新研發的設備，尚未有維護保養的經驗，故無從估計起。以單位成本計算，此套新研發的設備每分鐘每立方公尺的廢氣處理費為 0.45 萬元，較原有設備 0.56 萬元節省 0.11 萬元。操作費用部分為 1,000 立方公尺 2.86 元，較原有設備 5.71 元節省 2.85 元。

表 5 各種不同操作條件下之飛灰濃度值

	15.8	23.7	28.8	34.7	39.2	44.3
	7.2	0.46	0.30	0.25	0.21	0.18
13.9	0.88	0.59	0.48	0.40	0.35	0.31
21.2	1.35	0.90	0.74	0.61	0.54	0.48

表 6 靜電旋風機之總去除效率

	15.8	23.7	28.8	34.7	39.2	44.3
	7.2	98.2	95.5	88.3	85.1	84.2
13.9	98.9	96.6	91.4	89.8	89.3	87.8
21.2	98.6	93.1	89.7	88.6	86.4	86.5

表 7 新的處理設備（靜電旋風機）之初設成本及操作費用

項 目	初 設 成 本	操作費用（電力費）
費 用	150 萬	15,000 元 / 月
單 位 成 本	0.45 萬 / cmm	2.86 元 / 1,000m <sup>3</sup>

工研院能資所空污室能夠研發出一項新的空氣污染防制設備用來改善鍋爐廢氣的處理流程及設備，有效地節省許多設備費用並且達到相當不錯的去除效率，其主要的關鍵因素可摘述如下：

### 一、高效率的管理組織設計

空污室在組織的設計上，採用任務小組 (Task Force)。此一任務小組是根據下游廠商的實際需求和委託所形成的計畫為導向所形成，其優點是具有彈性，部門主管可以視實際的需要調動除塵小組和除酸小組的人力。對一個講究時效性及實用性的研發單位而言，這樣的組織設計是主要的關鍵因素之一。

## 二、良好的運作模式

空污室運用經濟部科技專案及契約服務收入作為其經費來源，引進國外先進技術及購買昂貴設備做為一種投資，然後再整合內部的資源（人力、物力、財力）開發出新的空氣污染防治技術，之後再將技術輸出給廠商，從中賺取利潤，以賺取的利潤再引進新的先進技術，形成一個增強的正環路。此一良好的運作模式提供本個案經費的來源，資源的運用和與廠商的互動關係，為成功的關鍵因素之一。

## 三、部門主管良好的溝通協調能力

空污室主任除了負責人力的調配、經費的爭取和內部資源的管理與整合之外，其最大的挑戰便是如何協調與溝通。面對貴重儀器必須和其它單位共同使用的難題時，主任協調出除塵小組使用的時間並且使該儀器發揮出雙倍的功用。此外，主任亦提供誘因，即給予小組一個專屬的實驗室以說服小組成員願意在夜間工作。如果沒有部門主管如此良好的溝通協調能力，整個計畫將無法執行。因此，部門主管的溝通協調能力實為重要的關鍵因素。

## 四、對原有處理流程之深入了解並發揮整合之創意

由於目前業界所普遍使用的廢氣處理設備及流程仍存在著諸多缺點如設備費用昂貴，維修保養不易等缺點。經過空污室除塵小組深入業界訪視而將諸多的空氣污染防制設備中的其中二項予以有效結合，並且取長補短，除能大大提升去除效率且有助於降低設備費用；當然，得以成功的最主要因素便在於研發人員必需充份了解到各種設備的原理、特性、優缺點及其價格。

## 討論問題

1. 如果您是工研院能資所空污室主任，您是否贊成花費如此高的研發經費用來改善原有之設備及流程？您的考慮因素是什麼？
2. 如果您是合板工廠的老板，您是否同意將原有的處理設備及流程改用此套新的設備？為什麼？
3. 就空污室主任的立場，在尚未投入此計劃前，您會如何評估執行此

## 產學合作於改善合板業

一計劃的成本、利潤及對廠商的實際幫助？您會如何向研發小組成員說明此一計劃是一個雙贏的策略？

4. 如果您是研發小組的主持人，您將會如何估算新研發設備的初設成本及操作費用，如何控制研發的成本？
5. 如果您是研發小組主持人，將會如何激發小組成員發揮豐富的想像力於研發新的設備上？如何向上級爭取較多使用貴重設備的時間？如何說服小組成員於夜間在實驗室內工作？