

經濟部



# 紡織業

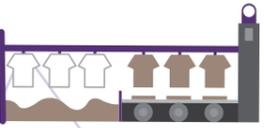
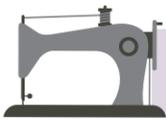
## 低碳製程技術彙編



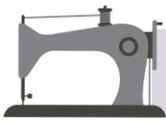
# 紡織業

## 低碳製程技術彙編

經濟部工業局 編印  
中華民國一〇七年十一月



<b>一、前言</b>	<b>1</b>
<b>二、產業特性與發展趨勢</b>	<b>5</b>
2.1 產業簡介	7
2.2 主要製程特性	13
2.3 未來發展方向及面臨問題	13
<b>三、低碳製程技術及設備</b>	<b>17</b>
3.1 人造纖維製程應用技術	19
3.1.1 吸收式冷凍機改善技術（製程熱回收）	19
3.1.2 高效率之軸流風扇	24
3.1.3 電磁式加熱技術	26
3.2 印染整理製程應用技術	28
3.2.1 低浴比染機改善技術	28
3.2.2 定型機天然氣燃燒機節能改善技術	31
<b>四、低碳製程技術及設備實務應用案例</b>	<b>35</b>
4.1 吸收式冷凍機改善技術案例	37
4.1.1 應用製程簡介及技術概要	37
4.1.2 改善方案執行過程	39
4.1.3 成效分析與節能減碳效益	40
4.2 高效率軸流風扇更換案例	42
4.2.1 應用製程簡介及技術概要	42
4.2.2 改善方案執行過程	42
4.2.3 成效分析與節能減碳效益	44
4.3 低浴比染機改善技術案例	45
4.3.1 應用製程簡介及技術概要	45
4.3.2 改善方案執行過程	47
4.3.3 成效分析與節能減碳效益	49
4.4 直燃式拉幅機改善技術案例	50
4.4.1 應用製程簡介及技術概要	50
4.4.2 改善方案執行過程	51
4.4.3 成效分析與節能減碳效益	52



4.5 電磁加熱裝置案例 ----- 53

4.5.1 應用製程簡介及技術概要 ----- 53

4.5.2 改善方案執行過程 ----- 55

4.5.3 成效分析與節能減碳效益 ----- 57

參考文獻 ----- 61

附錄 1、個別案例績效 ----- 65

圖目錄

圖 2.1-1 紡織產業結構 ----- 7

圖 2.1-2 長纖維生產流程 ----- 10

圖 2.1-3 短纖細紗生產流程 ----- 11

圖 3.1.1-1 吸收式冰水機 - 熱能驅動示意圖 ----- 19

圖 3.1.1-2 單效蒸汽型溴化鋰吸收式冷凍機工作循環示意圖 ----- 21

圖 3.1.1-3 雙效熱水型溴化鋰吸收式冷凍機示意圖 ----- 22

圖 3.1.1-4 溴化鋰冷凍機外觀圖 ----- 22

圖 3.1.2-1 碳纖維強化塑膠葉片風扇結構 ----- 25

圖 3.1.3-1 感應加熱系統基本架構 ----- 27

圖 3.1.3-2 電磁感應加熱原理圖 ----- 27

圖 3.1.3-3 電磁式加熱系統 ----- 27

圖 3.2.1-1 低浴比染色機缸體示意圖 ----- 30

圖 3.2.1-2 低浴比染色機台 ----- 30

圖 3.2.2-1 直燃式天然氣燃燒機直接加熱示意圖 ----- 32

圖 3.2.2-2 定型機天然氣燃燒機 (德國 Weishaupt) ----- 32

圖 4.1.1-1 聚酯 PET 聚合製程流程 ----- 38

圖 4.1.1-2 吸收式冷凍機回收製程蒸餾塔之餘熱流程圖 ----- 39

圖 4.1.3-1 吸收式冷凍機回收製程蒸餾塔之餘熱圖片 ----- 41

圖 4.2.2-1 改善前排風機之情形 ----- 43

圖 4.2.2-2 改善後排風機之情形 ----- 44

圖 4.3.1-1 C 公司生產流程圖 ----- 45

圖 4.3.1-2 染色製程流程 ----- 46

圖 4.3.2-1 改善前染色機 (浴比 1:13.9) 及能耗量測 ----- 47

圖 4.3.2-2 改善後染色機 (浴比 1:6.7) ----- 48

圖 4.4.1-1 D 公司梭織印花布染整製程流程圖 ----- 50

圖 4.5.1-1 E 公司工業用絲生產流程 ----- 53

圖 4.5.1-2 電阻式及電磁感應加熱聚酯粒之熔融過程比較 ----- 55

圖 4.5.2-1 壓出機電阻式加熱改善前之情況 ----- 56

圖 4.5.2-2 壓出機電磁式加熱改善情況 ----- 57

表目錄

表 2.1-1 中華民國行業標準分類 - 紡織產業 ----- 8

表 2.1-2 2013 ~ 2017 年台灣紡織產業產值統計 ----- 9

表 2.1-3 2013 ~ 2017 年台灣紡織纖維需求結構 ----- 12

表 3.2.2-1 烘箱加熱方式及熱源 ----- 32

表 4.1.3-1 吸收式冷凍機回收餘熱之節能量 ----- 40

表 4.2.2-1 高效力軸流節能風機改善前規格 ----- 42

表 4.2.2-2 高效力軸流節能風機改善後規格 ----- 43

表 4.5.2-1 L12~L17 壓出機電阻式加熱改善前之功率 ----- 56

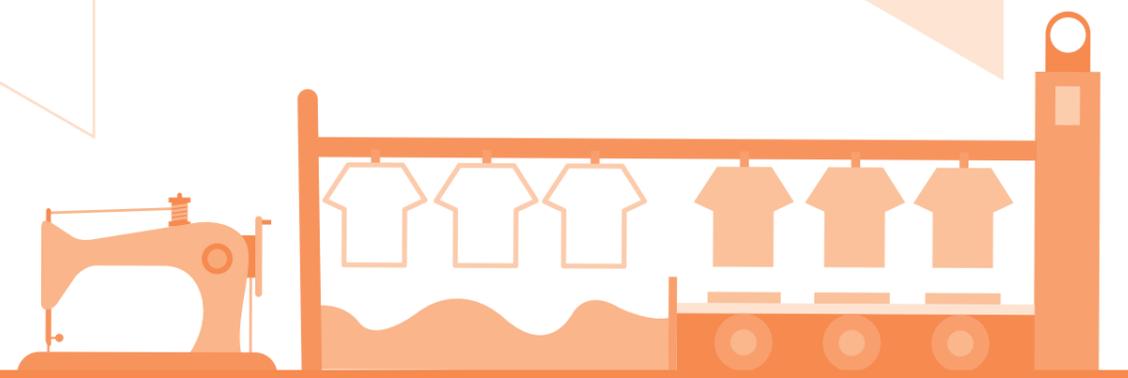
表 4.5.2-2 L12~L17 壓出機電磁式加熱改善後之功率 ----- 57

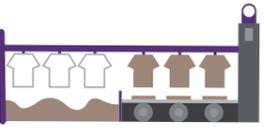
表 4.5.2-2 L12~L17 壓出機電磁式加熱改善後之功率 ----- 57



# 紡織業 低碳製程技術彙編

## 一、前言





## 一、前言

《溫室氣體減量及管理法》已於民國 104 年 7 月 1 日總統令公布施行，明定「國家溫室氣體長期減量目標為民國 139 年溫室氣體排放量降為民國 94 年溫室氣體排放量百分之五十以下。」及以 5 年為一期的階段管制目標。同年，行政院核定我國「國家自定預期貢獻」（Intended Nationally Determined Contribution, INDC）書，揭示我國 INDC 設定民國 119 年溫室氣體排放量為依現況發展趨勢推估情境（Business as Usual, BAU）減量 50%，該目標相當於民國 94 年排放量再減 20%，亦為前述溫管法要求的階段性目標「在民國 139 年降至民國 94 年排放量 50% 以下」之重要參考。依據行政院環境保護署「2016 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」顯示，在民國 79 至 103 年間，工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量已增加 62.61%，年平均成長率 2.05%，顯示製造部門之溫室氣體排放量有逐年成長趨勢，預期未來所面臨減碳要求及壓力亦將與日俱增。

經濟部工業局為協助產業落實減碳工作，輔導企業低碳升級轉型與永續發展，規劃推動 4 年期程（民國 106 年～ 109 年）「製造部門低碳生產推動計畫」，期能協助產業因應日趨劇烈變化的氣候與經營環境，以確保產業競爭力。由於製程技術或設備導入須考量之因素眾多，為協助工廠順利進行低碳製程新技術或設備導入之前期規劃，遂著手辦理「低碳製程技術彙編」，藉由各產業專家所建議低碳製程技術設備之技術介紹及實務案例，以協助企業排除技術篩選之困擾與障礙，順利導入低碳生產製程技術。

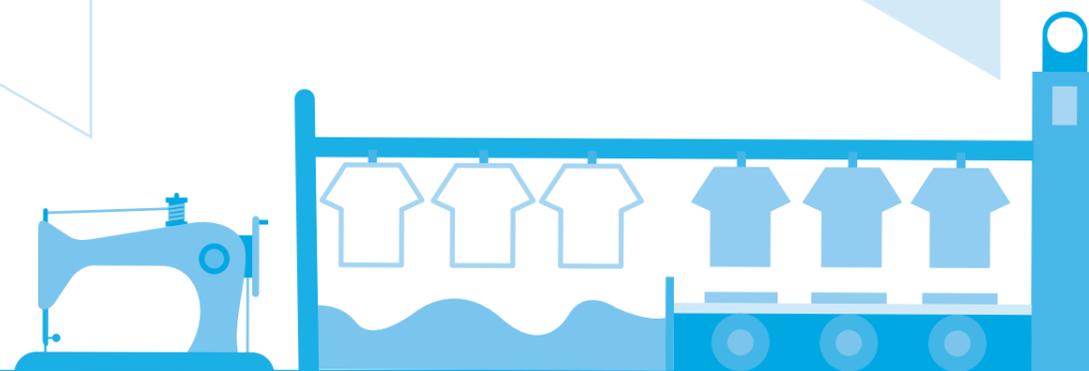
本彙編所收錄之技術設備簡介及技術案例，皆為產業先進經實際應用所得出之寶貴經驗，惟參採時仍須考量個案適用性，包括經濟層面、技術層面及工程層面…等，選用時宜多加評估各方面之可行性。



# 紡織業

低碳製程技術彙編

## ▶ 二、產業特性與發展趨勢





## 二、產業特性與發展趨勢

### 2.1 產業簡介

紡織產業鏈上游除了天然的棉花、毛料、絲、麻等，其餘為石化原料，經製造成天然纖維產品、人造纖維產品或再生纖維產品後，再紡成紗線，然後經過織造成布疋，再經漂白、染色、印花、塗佈、整理等染整程序，裁製縫合為成衣製品或其他相關紡織商品。

紡織品製造流程可分為纖維、織造、染整、成衣 / 居家紡織類品等四大階段，其中織造又可進一步區分為紡紗與織布兩個步驟，大致以上、中、下游區分，上游為纖維業，中游有紡紗業及織布業，下游則為染整業與成衣業，紡織產業結構如圖 2.1-1 所示。

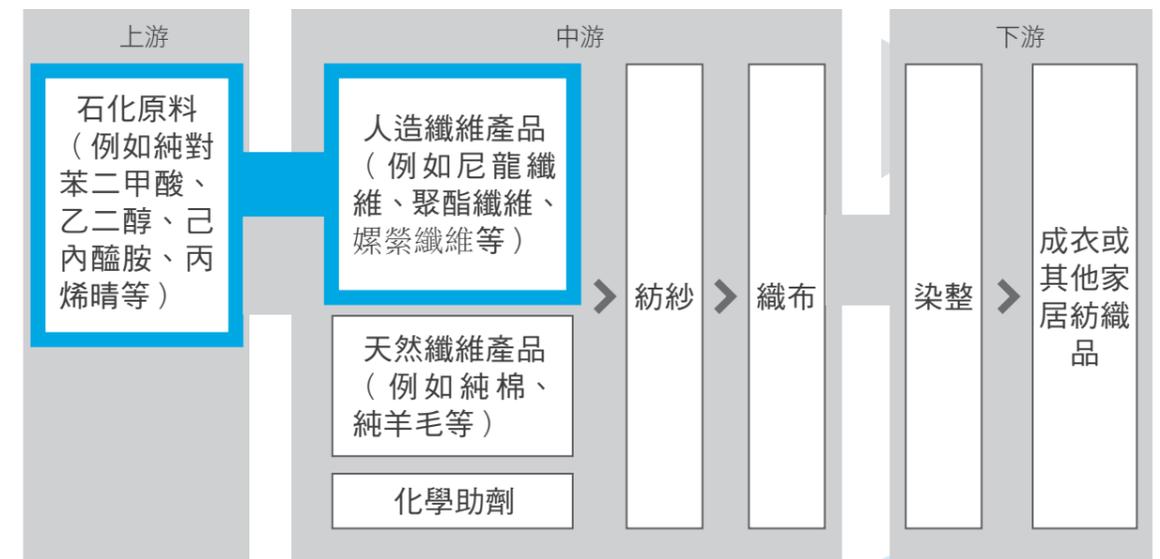


圖 2.1-1 紡織產業結構

資料來源：產業價值鏈資訊平台，紡織產業鏈簡介，2018 年



根據行政院主計處的中華民國行業標準分類（如表 2.1-1 所示），紡織產業包括紡織業及成衣及服飾品製造業，而紡織業下細類產業包括紡紗業、織布業、染整業、紡織製品製造業，其中有關人造纖維部分（包含人造纖維紡紗、人造纖維梭織布業及人造纖維加工絲製造業），其上游原材料的人造纖維製造業並不歸類於紡織業，而屬於化學材料製造業項下之細類產業。

表 2.1-1 中華民國行業標準分類 - 紡織產業

分類編號 - 行業名稱		
中類	小類	細類
11- 紡織業	111- 紡紗業	1111 棉毛紡紗、1112 人造纖維紡紗業、1113 人造纖維加工絲業、1119 其他紡紗業
	112- 織布業	1121 棉毛梭織布業、1122 人造纖維梭織布業、1123 玻璃纖維梭織布業、1124 針織布業、1129 其他織布業
	113- 不織布業	1130 不織布業
	114- 染整業	1140 染整業
	115- 紡織品製造業	1151 紡織製成品製造業、1152 繩、纜及網製造業、1159 其他紡織品製造業
12- 成衣及服飾品製造業	121- 成衣製造業	1210 成衣製造業
	123- 服飾品製造業	1230 服飾品製造業
18- 化學材料製造業	185- 人造纖維製造業	1850 人造纖維製造業

資料來源：行政院主計總處，行業標準分類第 10 次修訂，製造部門排放管制行動計畫整理，2017 年

紡織業之中的人造纖維產業在我國經建計劃中擔任重要樞紐地位，上溯石化工業，下迄加工絲、紡紗、梭織、針織、織布、染整、製衣…等加工製造產業，並發展成為一個系統完整的紡織產業。彙整 2013 ~ 2017 年台灣紡織產業產值統計如表 2.1-2 所示。

表 2.1-2 2013 ~ 2017 年台灣紡織產業產值統計

單位：百萬元新台幣

年度	人造纖維製造業	紡織業	成衣及服飾品製造業	合計
2013	126,182	295,440	22,550	444,172
2014	122,376	293,885	22,918	439,179
2015	102,645	284,746	21,885	409,276
2016	90,971	272,374	21,847	385,192
2017	90,698	264,362	20,070	375,130
占整體比重 (%)	24.2	70.5	5.3	100.0

資料來源：經濟部統計處，台灣區人造纖維製造工業同業公會整理編製

人造纖維產品種類包括聚酯絲、聚酯棉、聚胺絲、聚胺棉、聚丙烯腈棉、嫻縈棉、彈性纖維、聚丙烯纖維、碳纖維以及聚酯加工絲、聚胺加工絲、縫紉線…等大類。長絲及短纖的生產流程檢附如圖 2.1-2 及圖示 2.1-3 所示。

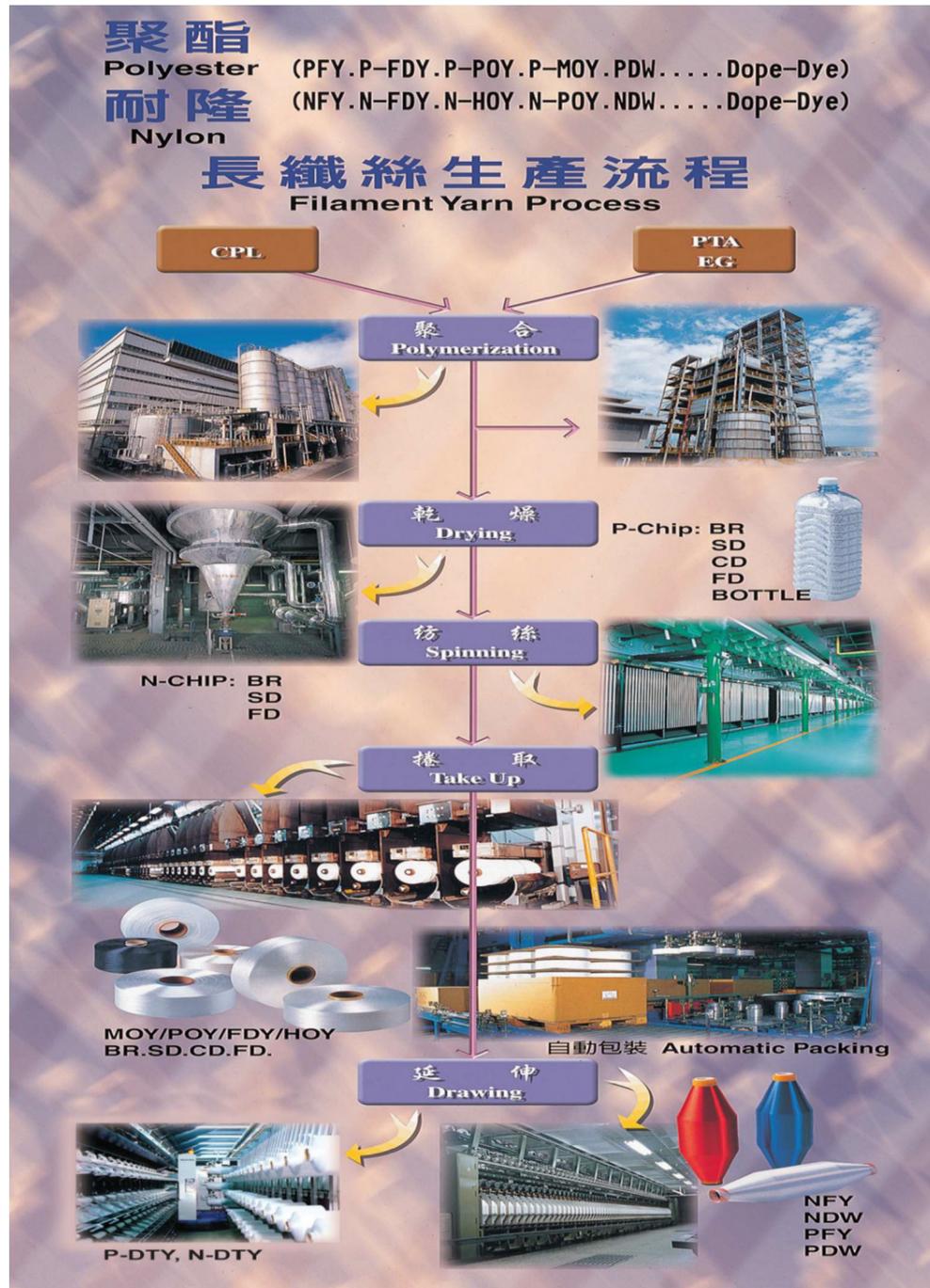


圖 2.1-2 長纖絲生產流程

資料來源：紡安股份有限公司，台灣區人造纖維製造工業同業公會整理編製

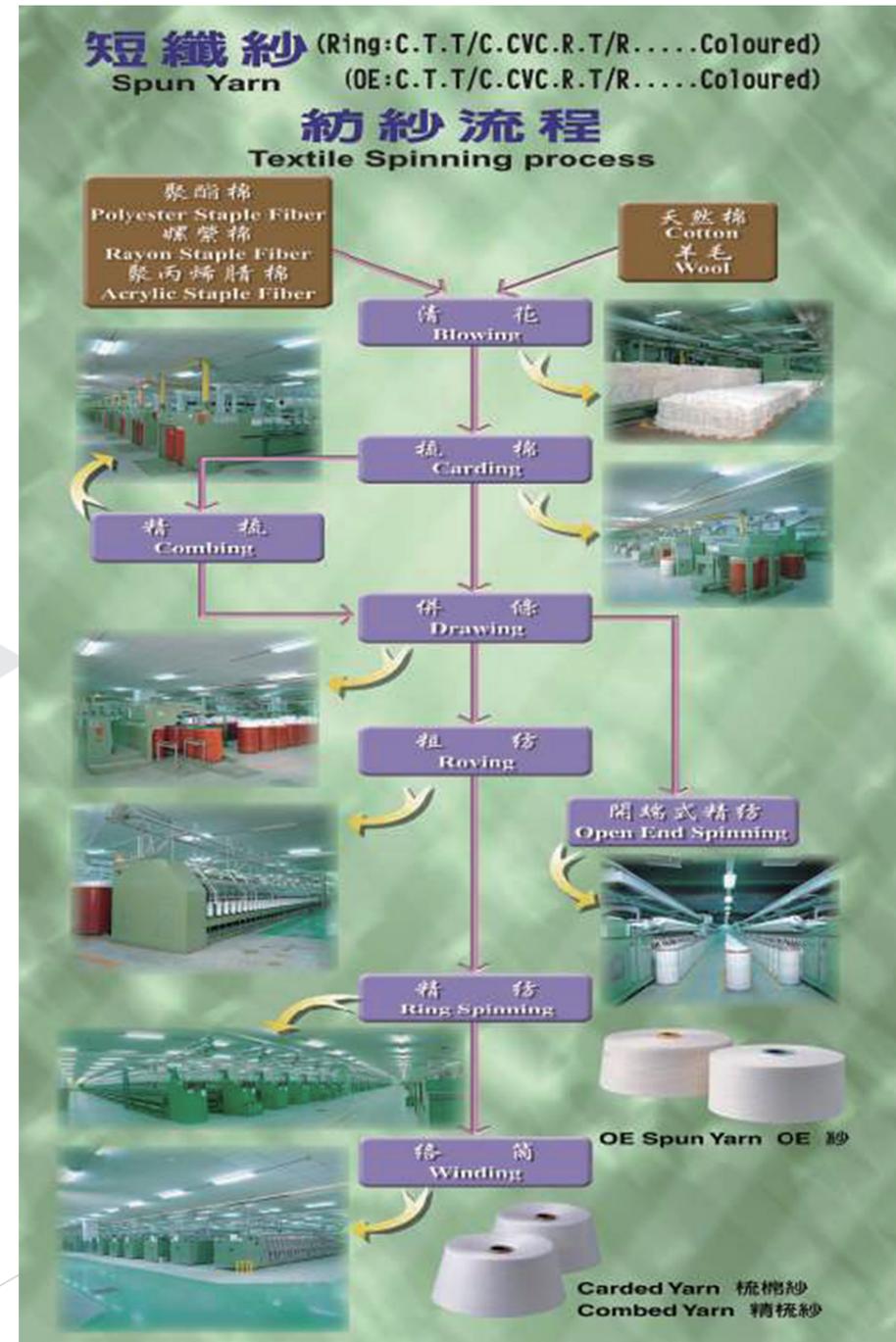


圖 2.1-3 短纖紗生產流程

資料來源：紡安股份有限公司，台灣區人造纖維製造工業同業公會整理編製



依據財政部關務署進出口貿易統計月報資料（詳見表 2.1-3）顯示，近五年台灣紡織總需求量中由人造纖維供應的量均佔 85% 左右，天然纖維僅佔 15%。因此人造纖維產業在台灣紡織製造領域中扮演了極重要的角色。

表 2.1-3 2013 ~ 2017 年台灣紡織纖維需求結構

單位：千公噸

年度	人造纖維	占有率 (%)	棉花	占有率 (%)	其他纖維 (羊毛、麻、絲)	占有率 (%)	合計	占有率 (%)
2013	1,303	83.8	245	15.7	8	0.5	1,556	100
2014	1,263	85.7	202	13.7	9	0.6	1,474	100
2015	1,266	85.3	210	14.1	9	0.6	1,485	100
2016	1,176	87.3	164	12.2	7	0.5	1,347	100
2017	1,092	87.2	155	12.3	6	0.5	1,253	100

資料來源：財政部關務署，台灣區人造纖維製造工業同業公會整理編製

台灣的人造纖維產業在各種紡織用途方面努力深耕，紡織領域的供應主要是以高科技、機能性、差異化、高附加價值生產為主，提供下游製作各項特殊功能的機能性布料；同時配合政府紡織產業政策，朝向家飾以及產業的用途廣泛開發，積極進行結構調整。促使我國人纖紡織產業建立完整的合作供應鏈，成功打造台灣人造纖維成為全球紡織原料最優良的主要供應地位。

染整是紡織產業中最耗能、耗水的一環，但染整也提供紡織產品差異化及附加價值的重要環節，為了因應國際間對環保要求，近期來染整業著重於提升染整技術，發展低碳或環保綠色商品，以達到節能減碳，生產符合國際環保法規產品。

本彙編將紡織產業聚焦在「人造纖維製造業」與「染整業」造成溫室氣體排放量比重高的製程業別。

## 2.2 主要製程特性

人造纖維製造，從固態或液態中低分子聚合過程中需要大量熱媒，反應完成之高分子融料經冷卻切粒，熱水洗淨萃取塔耗用大量蒸汽，粒子烘乾需要熱風，輸送及儲存依賴高壓乾燥之空氣，所以全程從馬達、空調、高壓空氣、鍋爐，缺一不可，是高度耗能之流程。

染整產業大致可分成染前處理、印染製程及染後處理，染前製程有燒毛、退漿、精煉、漂白、絲光、及預整理加工等，印染製程又可分為紗線染色、針織布浸染、短纖梭織布染整、長纖梭織布染整及印花染整。染後處理包含脫水烘乾尺寸安定、磨毛、刷毛、搖粒，特殊機能性（防水、防火、透溼、防水、抗菌、防臭、遠紅外線）賦予加工……等。

染整製程之主要能耗為退漿、精煉、水洗、染色、烘乾、定型、後整理等階段。退漿水洗機功用為織物染色前去除纖維表面及內部不純物，同時在織物上加入漂白、絲光等特殊性質，其中清洗過程需要大量高溫水，而清洗後烘乾則需要大量蒸汽，所以退漿水洗機在用水及能源耗用量相當大，約占染整廠整體能耗 40%。

## 2.3 未來發展方向及面臨問題

### 2.3.1 未來發展方向

#### 1. 創新產品開發，是台灣人造纖維產業重要發展方向之一。

差異化創新產品開發是台灣化纖產業發展的重點項目，簡易的指標就是「機能、環保、流行」。

台灣人造纖維及加工絲產業，多年來持續研發創新，累積了強大的開發動能，不斷推出各種引領市場流行趨勢及環保綠能的的機能性纖維產品，提供中、下游產業多樣且高值化、差異化、節能減碳的優良原材料。



目前針對人造纖維創新產品的開發，歸納朝向以下六大重點發展：

- (1)高科技、多機能、創新素材
- (2)涼感衣、發熱衣、溫度管理
- (3)智慧衣、保健紗、智慧管理
- (4)產業用、家飾用、擴展研發
- (5)短纖維、不織布、醫療保健
- (6)減碳排、節能源、永續環保

## 2. 在永續經營的環保議題上，台灣化纖產業持續不斷的在許多領域為環境作出貢獻，這也是台灣化纖紡織產業界的利基。

目前纖維業界基於自發性對地球環境的保護、以及展現企業社會責任，從生質材料、回收再利用、環保低碳化、對環境友善、可自然分解……等多方面著手發展，彰顯業界在推動「永續環保」產品的開發上不遺餘力。

台灣環保足球衣國際驚豔，媒體讚譽為「世足隱形冠軍」。2018年世足賽，台灣雖然沒有參與世足賽，但在球場上卻處處可以看見台灣機能性與環保性纖維所織成的球衣。本屆共有 16 個國家隊的球衣都使用台灣回收寶特瓶製成的環保紗球衣。

無論是節能或是減廢，台灣人造纖維產業都持續不斷的在許多領域為環境作出貢獻，這也是台灣化纖紡織產業界的最大利基。

## 3. 推動產業智慧機械化，掌握關鍵技術。

面對全球化經濟發展趨勢，產業積極配合政府政策，推動產業導入智慧製造資訊應用，掌握智慧製造應用商機，以期帶動企業逐步達到工業 4.0，提升整體產業競爭力！

綠色製造，智慧生產已成為國際上各國競相推動的趨勢，從國際競爭的角度來看，可以明顯看到美國、德國、日本為保持世界製造強權地

位，相繼推出製造業升級計畫。我國為強化競爭力，已由政府倡導邁入產業智慧機械化工業 4.0，宣示要幫助台灣業者掌握關鍵技術，跟上全球智慧生產的浪潮，希望透過產業智慧機械化工業 4.0 生產出具有國際競爭力的新一代產品，維持台灣在全球國際供應鏈的地位。

## 2.3.2 產業面臨的挑戰

### 1. 關稅障礙與區域協定嚴重制約台灣人造纖維產業出口競爭力

國際競爭力度日益加強，而無論是反傾銷稅的控訴課徵，或區域間貿易實體的形成（區域內簽署 FTA- 自由貿易協定），對台灣人造纖維產品出口都造成了非常不公平的競爭環境。台灣與其他國家簽署 FTA 的腳步遲滯，已較競爭對手國墊高關稅成本，再加上國際間採用傾銷控訴措施保護其國內產業的手段日益增多，已不僅限於歐、美地區，其他尚包括中國大陸、印度、土耳其、南非等，一旦控訴我國產業的反傾銷案成立，傾銷稅率加上進口關稅大幅增加台灣產業的出口難度。

### 2. 環保議題對紡織纖維產業的影響不容小覷

2017 年 10 月，超過 40 個橫跨紡織業、服裝業，及零售業的國際廠商，包含：adidas、Dibella、Eileen Fisher、H&M、Lindex、Target 及 Timberland 等，共同簽署了一項協議，表示將作為執行者或協助者，在 2020 年前增加 25% 的回收聚酯再生纖維使用量。廠商做出這項承諾是由於 Textile Exchange 回收聚酯工作團隊的協商，以求達到聯合國永續發展目標第 12 點—責任消費與生產，希望能達成永續管理的目標，並更有效率的利用自然資源，減少原物料足跡（Material Footprint）。針對環保議題的重視對台灣纖維廠商來說是危機，也是轉機。

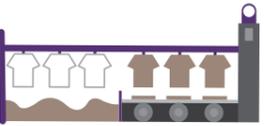
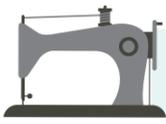


# 紡織業

低碳製程技術彙編

## ▶ 三、低碳製程技術及設備





### 三、低碳製程技術及設備

#### 3.1 人造纖維製程應用技術

##### 3.1.1 吸收式冷凍機改善技術（製程熱回收）

吸收式冷凍機技術一直被廣泛應用於廢熱回收 / 冷凍空調冷卻系統，是認為有效節能應用技術之一。應用產業相當廣泛，包含燃氣發電廠、鋼鐵冶煉業、製鋁業、造紙業、玻璃製造業、紡織業、食品業、石化業、垃圾焚化廠…等，舉凡需使用鍋爐或製程產生廢熱或餘熱之行業或是區域集中供蒸汽之工業區有剩餘或低壓無法再利用之蒸汽或熱水，皆可應用吸收式溴化鋰冷凍機之特性產出冷凍水供製程或空調使用，更可應用於熱泵系統……等。

##### 1. 技術應用原理

吸收式冷凍機與壓縮式冷凍機最主要的差異是吸收式冷凍機僅藉由發生器 - 吸收器的組合來取代高馬力的壓縮機。吸收式冷凍機是用「熱能來驅動」，而熱來源可能是瓦斯直燃、鍋爐蒸汽或熱水。吸收式冷凍機 - 熱能驅動示意圖如 3.1.1-1 所示。

吸收式冰水機——熱能驅動

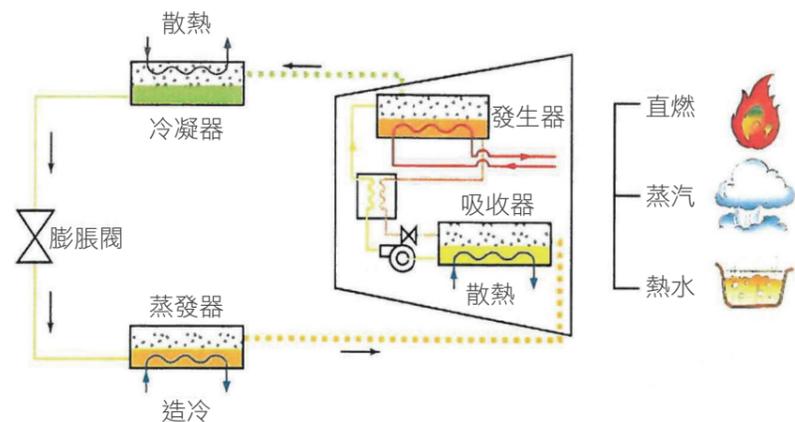


圖 3.1.1-1 吸收式冰水機 - 熱能驅動示意圖

資料來源：台北科技大學能源與冷凍空調工程系 - 柯明村博士

## 2. 溴化鋰吸收式冷凍機工作原理

溴化鋰吸收式冷凍機內容物中溴化鋰需以熱能為動力源，以純水為冷媒，以溴化鋰溶液為吸收劑，利用不同溫度下溴化鋰水溶液對冷媒的吸收與釋放來實現製冷的，這種循環要利用外來熱源實現製造冷凍水，稱為溴化鋰吸收式冷凍機。溴化鋰吸收式冷凍機設備元件主要由發生器、冷凝器、蒸發器、吸收器、換熱器、循環泵等幾部分組成。運行過程說明請參考圖 3.1.1-2 單效蒸汽型溴化鋰吸收式冷凍機工作循環示意圖及圖 3.1.1-3 雙效熱水型溴化鋰吸收式冷凍機示意圖，當冷媒通過膨脹閥進入蒸發器內吸收 12℃ 冷凍水熱量製冷後，冷媒水不斷汽化；被吸收器內的溴化鋰吸收後，溴化鋰濃液濃度逐步降低，再由吸收液泵送至發生器，發生器的熱量將溴化鋰稀液內的冷媒蒸發出來，溴化鋰稀液逐步升高濃度，溴化鋰濃液經冷卻後回到吸收器。被蒸發出的冷媒水蒸氣進入冷凝器，被冷凝器內的冷卻水降溫後成為高壓低溫的液態水再通過膨脹閥進入蒸發器時，如此循環不息，連續製造冷量，達到降溫製冷的目的。由於溴化鋰稀溶液在吸收器內已被冷卻，溫度較低，為了節省加熱稀溶液的熱量，提高整個裝置的熱效率，在系統中增加了一個換熱器，讓發生器流出的高溫濃溶液與吸收器流出的低溫稀溶液進行熱交換，提高稀溶液進入發生器的溫度。吸收式溴冷凍機外觀如圖 3.1.1-4 所示。

溴化鋰吸收式冷凍機使用之熱源主要有蒸汽、熱水、燃氣和燃油等，可分為直燃型、蒸汽型和熱水型。蒸汽型機組主要應用在蒸汽使用場合，如城市集中供熱熱網、熱電冷聯供系統、紡織、化工、冶金等行業；熱水型機組，可利用 65℃ 以上的熱水，如地熱、太陽能熱能、工業製程產生的餘熱熱水製取冷水。直燃型機組可利用燃氣為賓館、醫院、辦公大樓、機場等大型建築物提供空氣調節。由於是以熱製冷，溴化鋰冷凍機還可以利用工業廢餘熱，為工業提供製程所需冷水或空調。

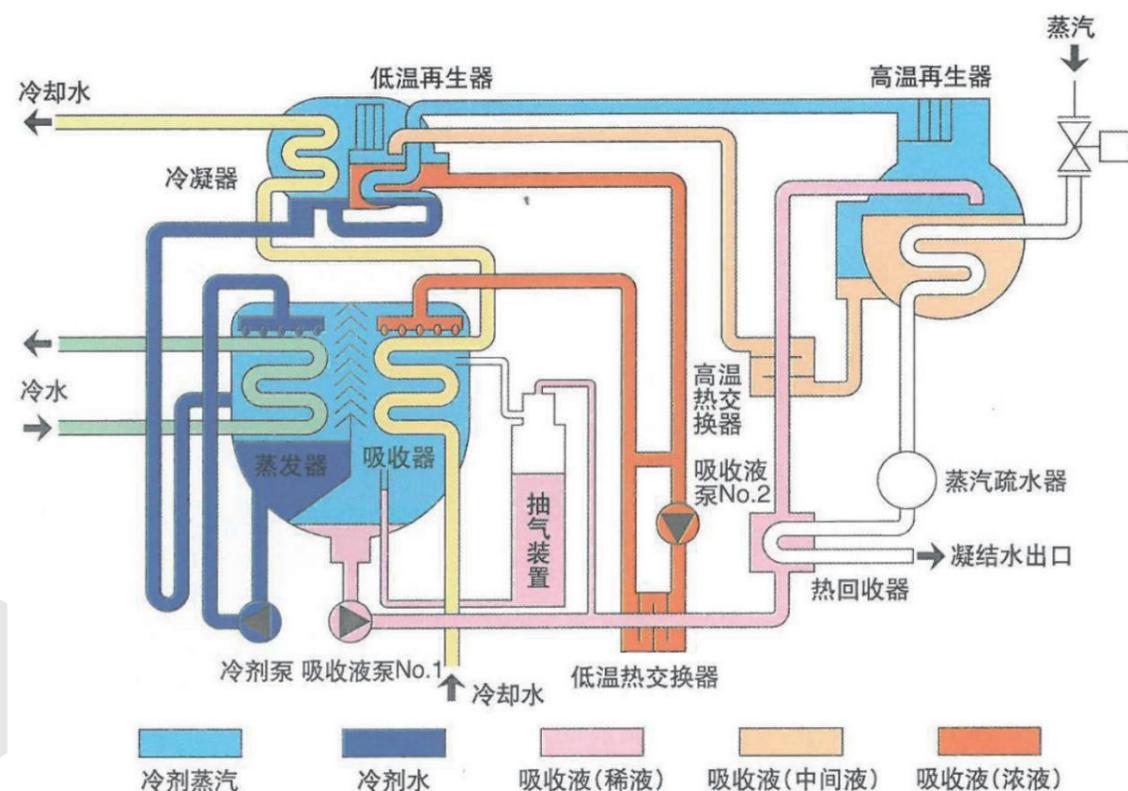


圖 3.1.1-2 單效蒸汽型溴化鋰吸收式冷凍機工作循環示意圖

資料來源：大連松下制冷有限公司目錄

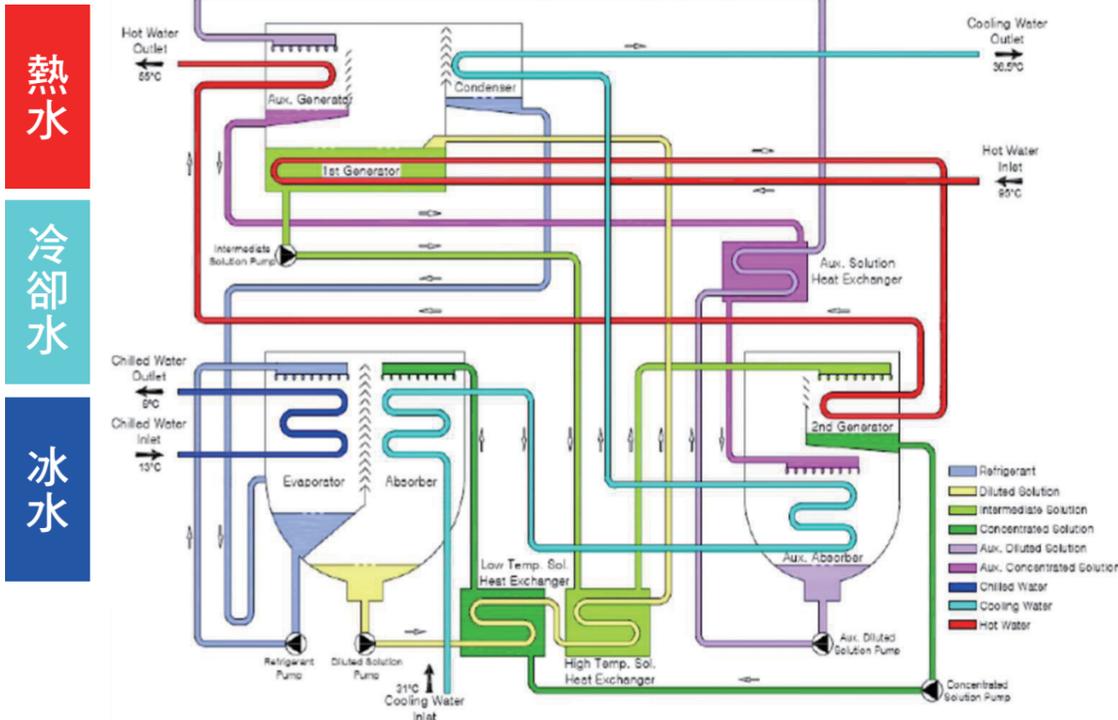


圖 3.1.1-3 雙效熱水型溴化鋰吸收式冷凍機示意圖

資料來源：LG HVAC SOLUTION



圖 3.1.1-4 溴化鋰冷凍機外觀圖

資料來源：LG Absorption Chiller Steam Fired Type

### 3. 技術特點與優勢

吸收式溴化鋰冷凍機於廢熱回收方案中有如下特點：

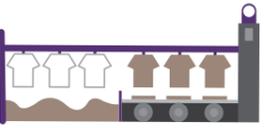
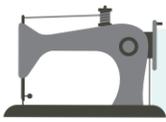
- (1)非常低的電力消耗 (Very Low Electric Power Consumption)
- (2)可利用廢熱能源驅動吸收式溴化鋰冷凍機 (Waste Heat can be used to Drive Absorption Chiller)
- (3)較低的運轉成本 (Lower Operating Costs)
- (4)機體無轉動機件、無震動及機台運轉安靜 (No Moving Parts – No Vibration – Silent Operation)
- (5)無機體磨損及較低的停機期 (No Wear & Tear – Low Down Time)
- (6)無冷媒洩漏及冷媒不需要充填滿 (No Refrigerant Leakage – No Top Up Requirement)
- (7)低程度保養需求 (Low on Maintenance Requirement)
- (8)採用環保友善的冷媒—水 (Environment Friendly Refrigerant - Water)
- (9)零臭氧層破壞潛勢 (Zero Ozone Depletion Potential)
- (10)零全球暖化潛勢 (Zero Global Warming Potential)

### 4. 應考慮因素與限制

吸收式溴化鋰冷凍機廢熱驅動必須要考慮設備安裝之搬運動線、機房空間是否足夠、更換熱交換器管路是否有預留更換之抽換作業空間，建議須由專案規劃人員進行專業評估。

吸收式溴化鋰冷凍機規劃設計應考慮因素包括：

- (1)廢熱（熱水或蒸汽）之條件是否穩定足夠？是否為連續供應？廢熱蒸汽是否有腐蝕性？
- (2)廢熱型式與設備安裝位置之邏輯關係是否正確？
- (3)限制條件為：廢熱能源能階不足及預算考量。



### 3.1.2 高效率之軸流風扇

多應用於紡織產業，如紡織廠中央空調系統、紡織廠加濕系統、化纖廠中央空調系統、連續式及間歇式中央集塵系統、無菌無塵室中央空調系統、大樓舒適中央空調系統等。

#### 1. 技術應用原理

傳統風扇節能可利用變頻器或永磁調速器，於設備低負載時降低轉速，減低風車設備負載達到節能目的，惟轉速降低時風量與風壓也會依比例降低。但若製程設備處於高負載需求狀況下，並無法採用此方式，節能效益受限。採用碳纖維強化塑膠葉片風扇運轉效率，能耗降低至少 15% 以上，結構圖如 3.1.2-1。

碳纖維強化塑膠葉片節能原理說明如下：

- (1)風機的選用是首要條件，須適材適所。以目前技術而言，碳纖維強化塑膠葉片僅適用於軸流風機，對於高靜壓的離心式風機尚無法取代。
- (2)葉片的設計亦是考量的重點。例如葉片造型、切風角度、重量、表面光滑度、材質硬度……等等因素。
- (3)風機葉片的數量與風機靜壓有相對的關係。
- (4)氣候的耐蝕性決定於此產品之使用年限。市面上之鋁合金葉片，尤其使用於送風系統，經過半年後，因為水洗室空調（air washer）高濕環境造成葉片切風面受損、表面腐蝕影響風機動平衡，效率逐年下降。
- (5)節能軸流風機葉片皆經過精密之動平衡測試，因此風機的振動值較低，對於風機節能及馬達軸承壽命有莫大的助益。

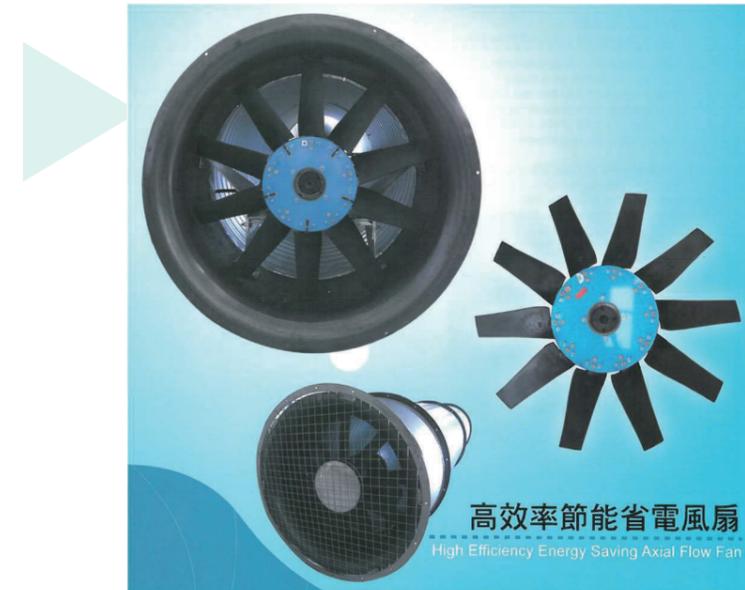


圖 3.1.2-1 碳纖維強化塑膠葉片風扇結構

資料來源：竹成空調機械工程股份有限公司目錄

#### 2. 技術特點與優勢

- (1)FRP 葉片耐蝕性及使用年限較鋁合金葉片長（鋁合金葉片一般使用 7~10 年；FRP 葉片可超過 10 年）。
- (2)軸流風機葉片皆經過精密之動平衡測試，因此風機的振動值都相對偏低，對於風機節能及馬達軸承壽命有莫大的助益。
- (3)安裝簡易，且不須變動現有風扇以外之其它設備。
- (4)葉片角度可依客戶需求調整風量大小。

#### 3. 應考慮因素與限制

本設備規劃設計應考慮因素包括：

- (1)葉片造型、切風角度、重量、表面光滑度、材質硬度；
- (2)現有設備尺寸與設計條件；
- (3)現有設備風量、風壓、轉速；
- (4)操作環境溫度；
- (5)業主對改善的訴求（提升性能或節能改善）。



風扇設備改善過程中僅拆換舊風扇輪殼與葉片，馬達、傳動系統、電路皆無須變動。高效率軸流風扇風量不低於原有設備風量情況下，能耗可降低至少 15% 以上。或可視業主需求，在高效率軸流風扇與舊風扇相同能耗基準上，提升 10% 的風量。

### 3.1.3 電磁式加熱技術

將傳統耗電量大之電阻式加熱設備改造為電磁感應式加熱，可降低能源耗用，並同時達到節能減碳之效果。本技術應用產業相當廣泛，包含製鋁業、紡織業、食品業、石化業，舉凡需使用加熱作業之行業；可應用之設備種類繁多，如擠出機、鋁熔爐、煅燒爐、加熱輪、農用烘乾設備…等。

#### 1. 技術應用原理

感應加熱基本上是根據法拉第電磁感應效應來產生熱能，其工作原理與變壓器類似，線圈產生交變磁場，經鐵心將電能轉換為磁能，轉換過程中發生能量損失，此損失會使鐵心溫度升高，達到加熱效果。

感應加熱系統基本架構如圖 3.1.3-1 所示，其中包含交流電源、AC/DC 整流器、DC/AC 逆變器及感應線圈與被加工物件所組成的串並聯諧振電路，系統導入頻率 60Hz 之交流電，再利用 AC/DC 整流器及 DC/AC 逆變器轉成不同頻率的交流電源，供給負載端之加熱線圈，使加熱線圈產生交變磁場，再將具有磁性或非磁性的金屬導電加熱物件，置於線圈所建立的交變磁場內。由於磁力線切割在加熱工件上產生感應電流。因加熱工件材料本身的阻抗特性，感應的渦流產生電功率，使加熱物件內部溫度升高，來達到熱處理的目的如圖 3.1.3-2 所示。



圖 3.1.3-1 感應加熱系統基本架構

資料來源：106 年低碳製程技術研討會

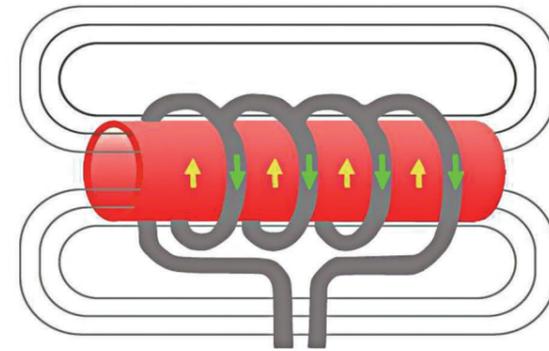


圖 3.1.3-2 電磁感應加熱原理圖

資料來源：106 年低碳製程技術研討會

電磁感應加熱是電熱裝換的一種形式，它是利用被加熱物體在高頻磁場內的磁力線的作用下，使被加熱物體中產生感應電動勢，從而產生渦流，由於被加熱物體具有電阻，結果使被加熱物體發熱，這種運用感應渦流的熱效應進行的加熱稱為感應加熱。同樣的發熱效果，頻率越高所需的磁通及感應線圈中的電流可以減小，感應設備的體積就可以大大減小，所以，電磁感應加熱廣泛採用中高頻電源，系統裝設如圖 3.1.3-3 所示。



圖 3.1.3-3 電磁式加熱系統

資料來源：106 年低碳製程技術研討會



## 2. 技術特點與優勢

- (1)可大為降低環境工作溫度，意即可減輕操作者的勞動強度，同時在高溫季節還可節約用於環境降溫的用電設備能耗。
- (2)同樣的發熱效果，頻率越高所需的磁通及感應線圈中的電流可以減小，感應設備的體積就可以大大減小。所以，電磁感應加熱廣泛採用中高頻電源。
- (3)電磁感應加熱的速度快，效率高。它比一般電阻絲鉛塊加熱速度至少快三分之一以上。因此選用電磁感應加熱，在節能的前提下還能提高日產量。
- (4)可降低能源耗用，達到節能減碳之效果。

## 3. 應考慮因素與限制

本設備所需場地依設備大小及所功率不同有所差異，須由專案規劃人員進行專業評估。本設備規劃設計應考慮因素包括：

- (1)施作空間；
- (2)原設備尺寸及原加熱器功率；
- (3)加熱標的物之材質；
- (4)被加熱物之流動速度（熱量被帶走之速度）。

## 3.2 印染整理製程應用技術

### 3.2.1 低浴比染機改善技術

紡織染整業面臨原物料及能源價格上漲、市場需求減弱及環保法規加嚴等難題，公司營運日漸艱困。染色機設備廠商紛紛推出低浴比、省能源、降低成本、提高布料品質的染色機，為客戶創造價值與競爭力。過往的染色機浴比高達 1:10 ~ 15，經濟部工業局結合紡織產業綜合研究所與設備廠商，研發低浴比染色機可降至 1:4 ~ 8，可提升對色率及再現性，全力為客戶節省能源、降低成本及提高品質。低浴比設計可降

低染程用水量，水量減少可節省循環水泵用電、節省染料及助劑用量，更減少製程廢水的處理負荷，所節省的費用可讓客戶之投資在幾年內即可回收。

### 1. 技術應用原理

- (1)噴壓可在 0.5 ~ 1 kg/cm<sup>2</sup> 之間正常運行，極適合於彈性布及低張力布種的特殊運轉要求。
- (2)染色機缸身長較舊染色機缸身減少 150 公分。
- (3)舉布距離由 120 公分減少至 80 公分。
- (4)採上走式染色機，並加入省水，省時，省能源之多項先進設計概念。
- (5)內部無效空間縮減、創新擺布系統設計。
- (6)布面接觸面加鋪 Teflon 滑板，減小布面的磨擦力。
- (7)全自動噴射式高壓水流適用於：超細纖維、強撚布、梭織布、捲邊布、經編布……等。
- (8)依 ASME 及 JIS 規範製作，高強度耐高壓筒身及熱交換器。
- (9)主泵浦馬力由 40HP 降至 20HP。

低浴比染色機缸體示意圖及染色機台如圖 3.2.1-1 及圖 3.2.1-2 所示。

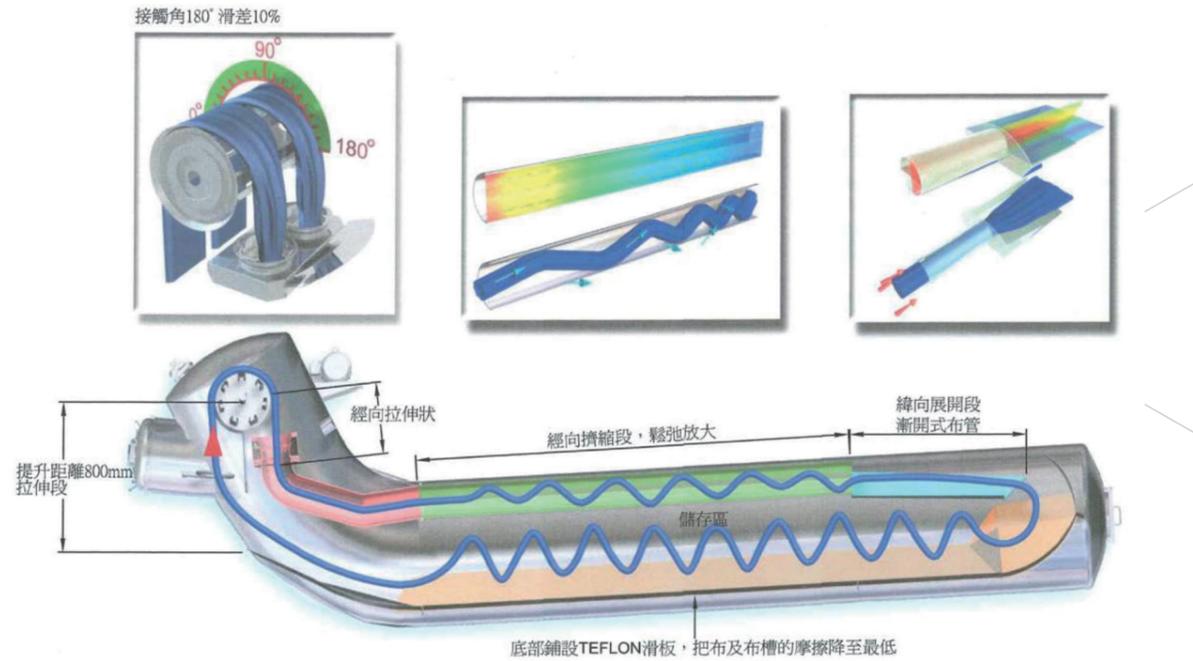
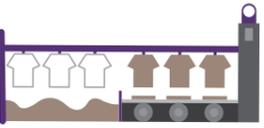
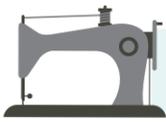


圖 3.2.1-1 低浴比染色機缸體示意圖

資料來源：亞礮工業股份有限公司染色機目錄



圖 3.2.1-2 低浴比染色機台

資料來源：亞礮工業股份有限公司染色機目錄

## 2. 技術特點與優勢

- (1) 低浴比高溫染色機可節省蒸汽用量，並可減少廢水產生。
- (2) 以水流量代替噴嘴及更低的舉布距離減少布的做功，較同布容量染色機節省動力的使用。
- (3) 除可節省能源的使用外，並可節省化學藥品的使用量，相對降低廢水排放的質與量更可減少對環境的破壞，可謂一舉數得。

## 3. 應考慮因素與限制

雖無特別限制，仍建議須由專案規劃人員進行專業評估。

### 3.2.2 定型機天然氣燃燒機節能改善技術

主要用於紡織業的定型機或烘乾機，需要烘箱升溫加熱，將織物布樣定型或烘乾的製程。

#### 1. 技術應用原理

利用燃燒低碳燃料，如天然氣或液化石油氣（Liquefied Petroleum Gas, LPG），直接加熱於熱循環空氣，取代原來利用間接加熱（如熱媒或蒸汽），可免除熱轉換的損失及熱媒介之輸送動力（如圖 3.2.2-1 所示）。且採用精密溫控設計搭配比例式燃燒控制，可確保設備需求溫度之均勻性及熱量需求，使熱量直接加熱於烘箱，無排氣熱損失。烘箱加熱方式及熱源有間接加熱、直接加熱及間接與直接共用結合三種，說明如表 3.2.2-1 所列，定型機天然氣燃燒機如圖 3.2.2-2 所示。

表 3.2.2-1 烘箱加熱方式及熱源

烘箱加熱形式	熱源加熱設計說明
間接加熱	蒸汽熱交換器加熱 熱煤油熱交換器加熱 燃燒機（天然氣或 LPG 等）間接加熱
直接加熱	電加熱器直接加熱 燃燒機（天然氣或 LPG 等）直接加熱
間接與直接 共用結合	燃燒機（天然氣或 LPG 等）直接與間接 加熱共用設計

資料來源：106 年低碳製程技術研討會

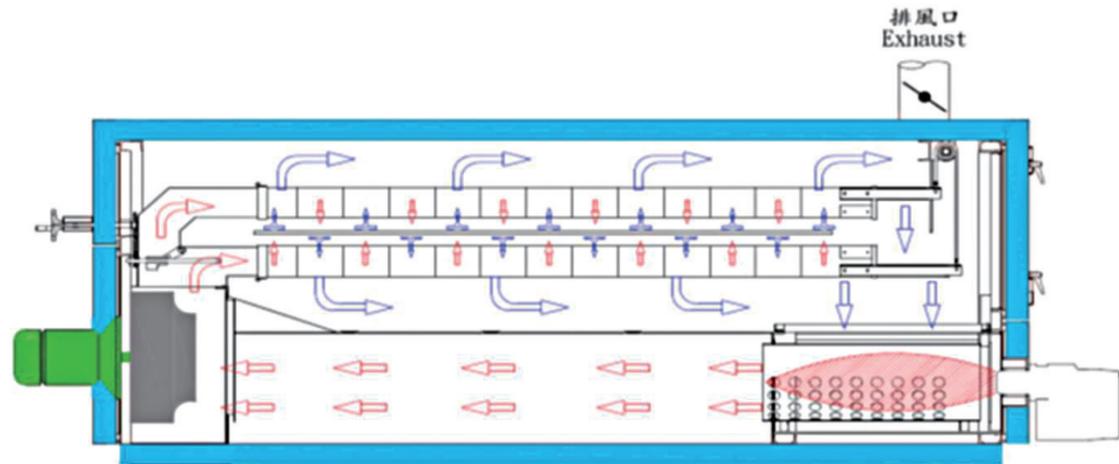


圖 3.2.2-1 直燃式天然氣燃燒機直接加熱示意圖

資料來源：106 年低碳製程技術研討會



圖 3.2.2-2 定型機天然氣燃燒機（德國 Weishaupt）

資料來源：106 年低碳製程技術研討會

## 2. 技術特點與優勢

- (1)直接加熱於熱風循環系統，可快速升溫，縮短升溫 / 降溫準備時間及減少熱能消耗，可降低燃料用量及能源成本。預期比原來間接加熱設備（鍋爐）更節能 20 ~ 30% 左右。
- (2)火焰溫度高，免除間接加熱設備（鍋爐）之排氣熱損失（約 20 ~ 30%）。
- (3)比例式燃燒控制及熱氣氣流混合設計，確保溫度之均勻性。
- (4)人機介面（PLC+HMI）之控制系統，更智能化控制運轉以節約能源。同時利用設備運轉與否，來控制直接加熱系統之啟閉，可節省能源約 5 ~ 10%。
- (5)提升經濟效益，免除鍋爐之年檢費用及維修保養費用，並可節省熱煤油之輸送動力費用。
- (6)使用潔淨能源，減少空氣污染，降低環境負荷。若原來燃料為重油或煤炭，應用此技術可節省空氣污染防制費。

## 3. 應考慮因素與限制

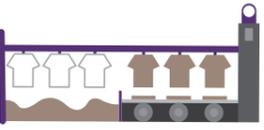
- 利用既有設備的空間即可修改，本設備規劃設計應考慮因素包括：
- (1)烘箱氣體成分（如水性及油性）；
  - (2)溫度使用範圍；
  - (3)被加工物料性質；
  - (4)能源取得成本及其方便性；
  - (5)燃料對環境之污染性；
  - (6)環境保護法規要求；
  - (7)須確保 LPG 或天然氣之純度及進氣空氣純度以使燃燒完全，避免布面在定型後黃化或產生黃斑。



紡織業 低碳製程技術彙編

▶ 四、低碳製程技術及  
設備實務應用案例





## 四、低碳製程技術及設備實務應用案例

### 4.1 吸收式冷凍機改善技術案例

#### 4.1.1 應用製程簡介及技術概要

##### 1. 應用製程簡介

聚酯 (Polyester) 是一類在其主鏈上含有酯基官能團的聚合物。聚酯可分為「飽和聚酯」和「不飽和聚酯」兩大類，通常由一種或多種多元酸 (酸酐) 與一種或多種多元醇經縮聚製得。

聚酯包括天然化合物如植物角質，以及通過逐步縮合而成的合成纖維如聚碳酸酯和聚 (對苯二甲酸 / 己二酸) 乙二酯。天然聚酯和一部分合成聚酯是可以生物降解的，但絕大部分合成聚酯都不會被生物降解。雖然聚酯有很多種，但「聚酯」一詞通常指的是聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)。

直接酯化縮聚法以高純度對苯二甲酸 (PTA) 與乙二醇直接酯化生成對苯二甲酸雙羥乙酯，然後進行縮聚反應。該法的關鍵是解決 PTA 與乙二醇的均勻混合，提高反應速度和制止醚化反應，更易制得分子量高，熱穩定性好的聚合物。

聚酯 PET 人造纖維聚合製程流程如圖 4.1.1-1 所示。

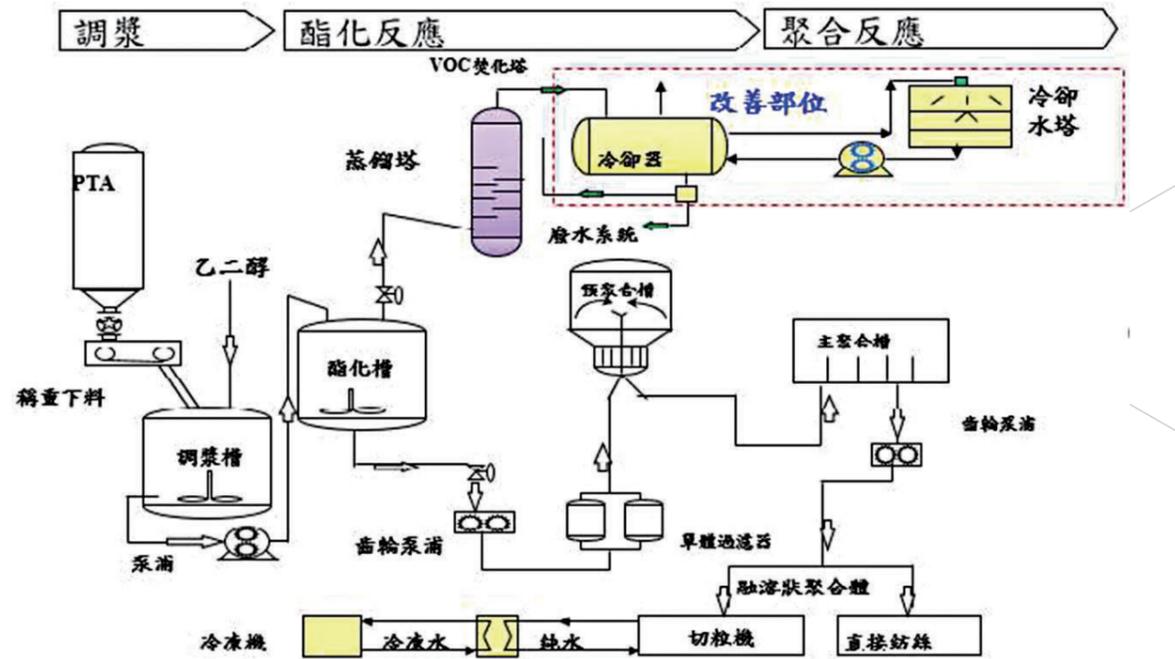


圖 4.1.1-1 聚酯 PET 聚合製程流程

資料來源：A 案例廠商提供

## 2. 技術概要

聚合製程酯化後含乙二醇的廢水，需經酯化蒸餾塔將水份蒸餾，留下乙二醇回收再利用，蒸餾出的水蒸氣以熱交換器的大量冷卻水冷卻成廢水後排出，此水蒸氣的熱焓值未利用。爰以吸收式冷凍機回收製程蒸餾塔之餘熱，流程圖如 4.1.1-2 所示。

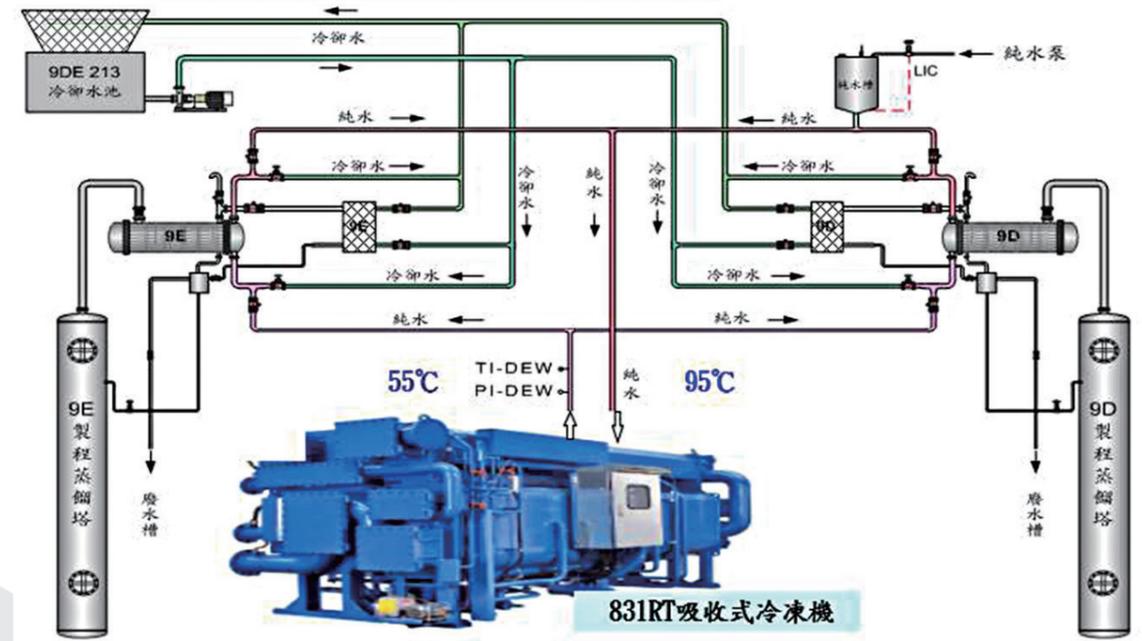


圖 4.1.1-2 吸收式冷凍機回收製程蒸餾塔之餘熱流程圖

資料來源：A 案例廠商提供

## 3. 採用吸收式冷凍機之原因及規格描述

蒸餾塔出口蒸汽對於銅管具有腐蝕性，若於屋頂蒸餾塔旁就近設置較高效率之蒸汽型吸收式冷凍機，必須採用耐蝕不銹鋼熱交換管致體積龐大笨重，受限於現場空間及樓板強度而無法設置蒸汽型吸收式冷凍機轉而選擇熱水雙效型溴化鋰吸收式冷凍機，規格為 831RT，55 ~ 95°C。



### 4.1.2 改善方案執行過程

#### 1. 單元改善前情境說明

蒸餾塔產出的廢熱需用 1,500 RT 的冷卻水塔，利用冷卻水泵強制循環將廢熱移除。

#### 2. 單元改善後情境說明

經計算蒸餾塔產出廢熱約 400 萬大卡的熱量，可將 55°C 100 噸的熱水提高到 95°C，此熱水供溴化鋰吸收式冷凍機製造出約 830RT 的冷凍量，可取代 1 台 1,000 RT 離心式老舊冷凍機。平均可節省約 500 ~ 600kWh 的電力。

### 4.1.3 成效分析與節能減碳效益

#### 1. 設置吸收式冷凍機回收餘熱之節能量

改善後之節能量如表 4.1.3-1 所示。改善後之照片如圖 4.1.3-1 所示。

表 4.1.3-1 吸收式冷凍機回收餘熱之節能量

1. 節省離心式冷凍機壓縮機用電量 0.7kWh/RT*831RT	581.7 kWh/h
2. 節省冷卻水泵和冷卻水塔用電 1.732*380V*50A/1,000*0.8	26.3 kWh/h
3. 增加輔助設備用電量	
(1) 熱水循環泵 98m <sup>3</sup> /h*40m*1ST	13.4 kWh/h
(2) 吸收式較離心式冷凍機冷卻水循環量增加泵浦電力 7.4m <sup>3</sup> /Min*30m*1ST (吸收式 20m <sup>3</sup> /Min 離心式 12.6m <sup>3</sup> /Min)	45.4 kWh/h
(3) 冷凍機本體輔助泵浦	17.1 kWh/h
(4) 小計	75.9 kWh/h
4. 合計節省電力	532.1 kWh/h

資料來源：A 案例廠商提供



圖 4.1.3-1 吸收式冷凍機回收製程蒸餾塔之餘熱圖片

資料來源：A 案例廠商提供

#### 2. 投資效益

A 公司吸收式冷凍機回收餘熱之改善

- 投資金額約 2,800 萬元。
- 每年節電量約 4,660,320kWh。
- 節能績效約為 932 萬元
- 減碳量為 2,582 公噸 CO<sub>2</sub>/年
- 回收年限約 3 年。

(1kWh=2 元計，電力排放係數 0.554 kg-CO<sub>2</sub>e/kWh)



## 4.2 高效率軸流風扇更換案例

### 4.2.1 應用製程簡介及技術概要

#### 1. 改善方案執行過程

B 公司主要從事整經、漿經、併經、撚絲、加工絲、織物設計、織布、染色、印花及功能性加工等，是專業、一貫作業的長、短纖梭織布製造廠。主要製程分為撚絲、織布、浸染、包裝等。

簾布製程 9 台 ICBT 撚絲機台機頭設有排風機，其排風機為軸流風扇，每日以 24 小時運作，其耗電可觀。

#### 2. 技術概要

簾布廠內 9 台 ICBT 撚絲機台機頭設排風機，型式為軸流風扇，原使用材質為鋁合金材質，因鋁合金材質重量及葉片設計，經長時間運轉，葉片有腐蝕及軸承振動之現象發，考量葉片壽命、風壓需求及節電，更換為碳纖維強化塑膠葉片風扇，以降低操作成本。

### 4.2.2 改善方案執行過程

#### 1. 排風機改善後情境說明

葉片材質：鋁合金

設備規格：如表 4.2.2-1 所列

表 4.2.2-1 高效力軸流節能風機改善前規格

高效力軸流節能風機 尺寸 (單位 mm)	最高風量 (UP TO)		馬達
	m <sup>3</sup>	CFM	HP
Ø800	27,000	16,500	5-7.5

資料來源：B 案例廠商提供

改善前之照片如圖 4.2.2-1 所示。



撚絲機台機頭之排風機



排風機之風扇葉片 (鋁合金)



改善前排風機之電流



改善前排風機之風量

圖 4.2.2-1 改善前排風機之情形

資料來源：B 案例廠商提供

#### 2. 排風機改善後情境說明

葉片材質：碳纖維

設備規格：如表 4.2.2-2 所列

表 4.2.2-2 高效力軸流節能風機改善後規格

高效力軸流節能風機 尺寸 (單位 mm)	最高風量 (UP TO)		馬達
	m <sup>3</sup>	CFM	HP
Ø800	27,000	16,500	5-7.5

資料來源：B 案例廠商提供

改善期程：1 個月

改善前之照片如圖 4.2.2-2 所示。

改善費用：342,000 元 (9 台葉片)



排風機改善施工



排風機之風扇葉片（碳纖維）



鋁合金風扇葉片



碳纖維風扇葉片



改善後排風機之電流



改善後排風機之風量

圖 4.2.2-2 改善後排風機之情形

資料來源：B 案例廠商提供

### 4.2.3 成效分析與節能減碳效益

#### 1. 設置高效率軸流風扇之節能量

改善前 9 台排風機總電流 57.6A；電壓 380V；功因 0.85

改善後 9 台排風機總電流 43A；電壓 380V；功因 0.85

年操作時數 8,592 小時

節能量

$$(57.6A - 43A) \times 0.38 kV \times \sqrt{3} \times 0.85 \times 8,592 \text{ 小時} / \text{年} = 70,180 \text{ kWh} / \text{年}$$

節能效益（1kWh=2.36 元計）

$$70,180 \text{ kWh} / \text{年} \times 2.36 \text{ 元} / \text{kWh} = 165,625 \text{ 元} / \text{年}$$

#### 2. 投資效益

B 公司高效率軸流風扇之改善

- 投資金額為 342,000 元。
- 每年節電量為 70,180kWh。
- 節能績效約為 16.6 萬元。
- 減碳量為 39 公噸 CO<sub>2</sub>。
- 回收年限為 2.1 年。

（1kWh=2.36 元計；電力排放係數 0.554 kg-CO<sub>2</sub>e/kWh）

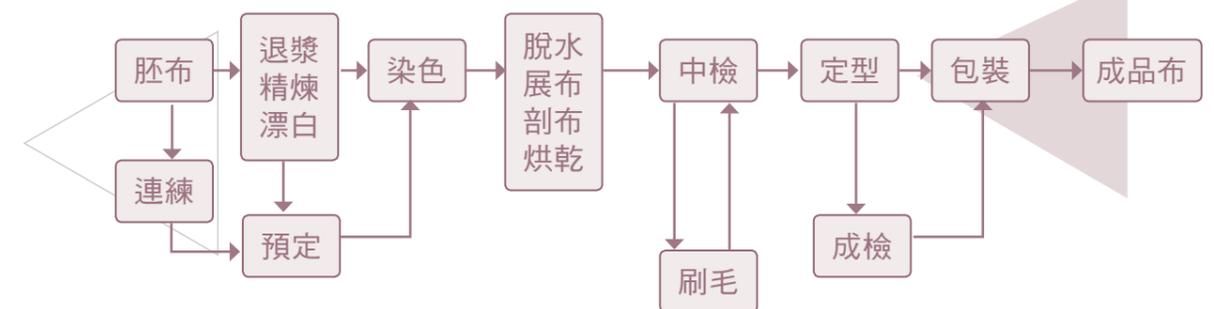
### 4.3 低浴比染機改善技術案例

#### 4.3.1 應用製程簡介及技術概要

##### 1. 應用製程簡介

C 公司主要製程有經編、染整、塗佈、定型、刷毛等，染整代工或銷售之紡織品主要供作休閒服飾、運動服飾、一般衣著及工業用布等用途，染整廠產能 6,000,000 碼 / 月；針織廠產能 800,000 碼 / 月，染整及織布製程流程如圖 4.3.1-1 所示。

染整製程：





織布製程：

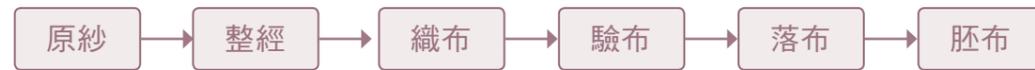


圖 4.3.1-1 C 公司生產流程圖

染色製程流程分為精煉、染色、還原洗、中和洗、柔化及水洗出布等，如圖 4.3.1-2 所示。染色製程需要依靠蒸汽加熱及排水降溫，將布及染液控制在不同染程需求之溫度，其主要耗用能源為蒸汽。

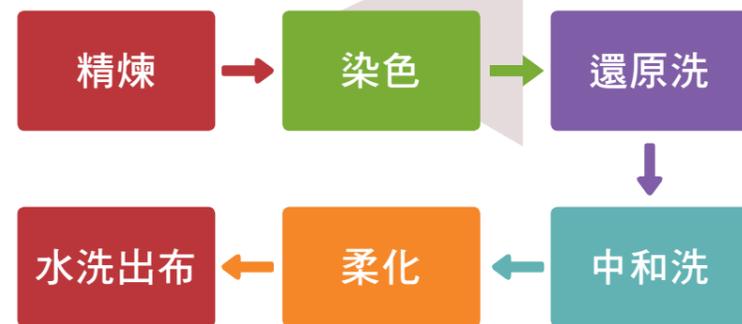


圖 4.3.1-2 染色製程流程

## 2. 技術概要

染色機配置循環水泵，使染液及布均勻接觸，水泵在整個染程均需全程運轉，減低水泵作工在長時間的累積下，能獲得較高的節能績效，目前染整業係利用變頻器依照布量及染程所需時間進行轉速調整，可有效減少動力的浪費及噴壓的控制。

蒸汽主要是在加熱布及染液，所以染色機之浴比（布與染液的比值）攸關蒸汽使用量。目前染色機設備廠商致力於降低浴比，以節省整個染程用水、用電、蒸汽量及染色助劑，並可降低廢水之處理量。

## 4.3.2 改善方案執行過程

### 1. 染色機改善前

染色機基本資料：300kg 上走式高溫染色機（如圖 4.3.2-1）

主泵浦：40HP；

投布量：200kg；

缸身長度：900 公分；

浴比：1:13.9。

染色機改善前量測結果：

- 入布量 194kg/ 缸
- 操作時間 9:00 ~ 16:30 (7.5 小時)
- 耗電量 44.488kWh (40HP 循環泵 + 變頻 36Hz)
- 耗水量 2,700L，水浴比  $2,700L \div 194kg = 13.9$  (L/kg)
- 蒸汽使用量 = 1,852kg (蒸汽壓力 5kg)



浴比 1:13.9



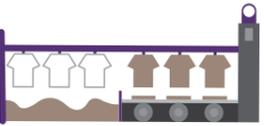
蒸汽及用水量量測



電力使用量測

圖 4.3.2-1 改善前染色機（浴比 1:13.9）及能耗量測

資料來源：C 案例廠商提供



## 2. 染色機改善後

染色機基本資料：250kg 上走式高溫染色機（如圖 4.3.2-2）

主泵浦：20HP；

投布量：200kg；

缸身長度：750 公分；

浴比：1:4 ~ 8

染色機改善後量測初步結果：

- 入布量 195kg/ 缸
- 操作時間 pm 10:30 ~ am5:30（7 小時）
- 耗電量 32kWh（20HP 循環泵 + 變頻 39Hz）
- 耗水量 1,300L，水浴比  $1,300L \div 195kg = 6.7$ （L/kg）
- 蒸汽使用量 = 1,127kg（蒸汽壓力 5kg）



圖 4.3.2-2 改善後染色機（浴比 1:6.7）

資料來源：C 案例廠商提供

## 4.3.3 成效分析與節能減碳效益

低浴比染機改善之節能量：

### 1. 電力量化效益

低浴比染機改善共汰換 13 台染色機，改善前總馬力數 615HP（配置變頻器）；改善後總馬力數 400HP（配置變頻器），馬達效率 0.85，變頻變化差異值 0.6；每缸操作 7 小時；每日操作 3 缸，每年操作 280 天。

$$\text{節電量} = (615 - 400) \text{ HP} \times 0.746 \text{ kWh/HP} \times 0.85 \times 0.6 \times 21 \text{ hr/D} \times 280 \text{ D/年} = 480,978 \text{ kWh/年}$$

$$\text{減碳量} = 480,978 \text{ kWh/年} \times 0.554 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} = 266 \text{ 公噸 CO}_2$$

### 2. 節煤量

綜合新染色機統計平均浴比為 1:6.5 ~ 6.7，以浴比 6.7 計算。  
水浴比由 1:13.6 汰舊換新換新為 1:6.7，實量測蒸汽使用量 1.852 公噸 / 缸，降至 1.127 公噸 / 缸，每缸節省 0.725 公噸蒸汽  
依年統計總生產量 =  $1,955,173 \text{ kg} \div 194 \text{ kg/缸} = 10,078 \text{ 缸}$   
 $0.725 \text{ T 蒸汽/缸} \times 10,078 \text{ 缸/年} = 7,307 \text{ 公噸 - 蒸汽}$   
燃煤鍋爐之煤水比 7.5，節煤量 =  $7,307 \text{ 公噸 - 蒸汽} / 7.5 = 974 \text{ 公噸 - 煤}$   
減碳量 =  $974 \text{ 公噸 - 煤} \times 2.2786 \text{ 公噸 CO}_2/\text{公噸煤} = 2,219 \text{ 公噸 CO}_2$

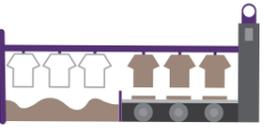
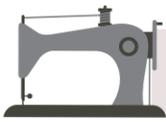
### 3. 總計節碳量：

$$266 + 2,219 = 2,485 \text{ 公噸 CO}_2$$

### 4. 投資效益

C 公司低浴比染機改善

- 投資金額為 20,855,000 元。
- 每年節電量為 480,978kWh/年（1kWh=2.8 元計）。
- 節煤量為 974 公噸 / 年（1 公噸煤 = 2,600 元計）。



- 節能績效約為 3,879,138 元。
  - 減碳量為 2,485 公噸 CO<sub>2</sub>。
  - 回收年限為 5.4 年。
- (未包含節水、減少助劑、減少廢水產生、減少重修等費用)

## 4.4 直燃式拉幅機改善技術案例

### 4.4.1 應用製程簡介及技術概要

#### 1. 應用製程簡介

D 公司生產主要產品梭織印花布，其染整製程流程圖如圖 4.4.1-1 所示。

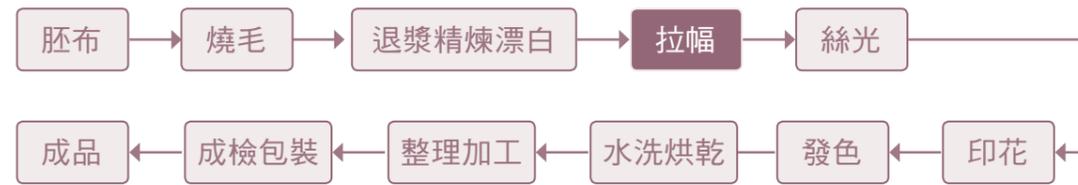


圖 4.4.1-1 D 公司梭織印花布染整製程流程圖

梭織印花布於絲光前，予以拉幅以利絲光時能得到需要的幅寬，所採用的拉幅機，原係使用熱媒鍋爐加熱，改成天然瓦斯加熱。

#### 2. 技術概要

##### (1) 採用直燃式拉幅機之原因

考量原系統以熱媒鍋爐供熱時，升降溫緩慢，運轉成本較高，所需空污防制設備較多，因而採取天然氣直燃方式供熱改善，減少燃料操作成本。

##### (2) 拉幅機改善方式

- 原系統由熱媒鍋爐以重油把約 15,000 公升的熱媒油加熱至 230°C 後，送至距離 150 公尺外的拉幅機入口，進入拉幅機的熱交換器內管；烘箱內冷風以循環風車吸入經過裝有 230°C 熱媒油的熱交換器後變為高溫的熱風，再經風管吹出，使布面得到烘乾或定型效果。
- 新系統把拉幅機的每一烘箱（共九箱）予以改造，各設一加熱室，安裝天然氣燃燒機，直接以天然瓦斯將加熱室內冷風加熱至所須溫度（例如 200°C）的熱風，再經循環風車吸入經風管吹出，使布面得到烘乾或定型效果。

##### 4.4.2 改善方案執行過程

本案例係以批次作業，因產品變化極大，沒有標準耗用量，故能耗採用估算值，其計算基準：

拉幅機熱交換器耗能需求：1,260,000 (kcal/hr)。

每日產能：35,000 碼。

日生產時間：10 小時。

月生產天數：22 天。

熱媒鍋爐每週停機一次、每月由常溫升溫至 230°C 以四次計算。

每月產量以 77 萬碼計算。

##### 1. 拉幅機採用熱媒鍋爐重油耗用量計算

基本升溫所需油量（由常溫 50°C 升溫至 230°C 時）：

$$\begin{aligned} & \text{熱媒油總量 } 15,000 \text{ 公升} \times (230^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) \times \text{熱媒油密度 } 0.875 \\ & (\text{kg/L}) \times \text{熱媒油比容積 } 2.5 (\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \div \text{重油熱值 } 9,600 (\text{kcal/L}) \\ & = 615\text{L}。 \text{每月四次時合計為 } 2,460 (\text{L/月})。 \end{aligned}$$



#### 拉幅機熱交換器耗能計算：

$1,260,000 \text{ (kcal/hr)} \div 0.78 \text{ (熱媒鍋爐效率 80\% - 管路損失 2\%)} \div \text{重油熱值 } 9,600 \text{ (kcal/L)} = 168.3 \text{ (L/小時)}$   
 $168.3 \text{ (L/小時)} \times 10 \text{ (hr/d)} \times 22 \text{ (d/月)} = 37,026 \text{ (L/月)}$

總計耗油量 39,486L/月

重油量單耗 =  $39,486\text{L/月} \div 77 \text{ 萬碼} = 0.051 \text{ L/碼}$ 。

一碼布重油費用 =  $0.051 \text{ L/碼} \times 14.673 \text{ 元/L} = 0.748 \text{ 元/碼}$ 。

#### 2. 拉幅機採用天然氣直燃方式供熱之天然氣用量計算

##### 拉幅機熱交換器耗能計算：

$1,260,000 \text{ (kcal/hr)} \div 0.98 \text{ (瓦斯燃燒效率)} \div \text{欣桃瓦斯熱值 } 8,500 \text{ (kcal/m}^3\text{)} = 151.3 \text{ (m}^3\text{/小時)}$ 。

$151.3 \text{ (m}^3\text{/小時)} \times 10 \text{ (hr/月)} \times 22 \text{ (d/月)} = 33,286 \text{ (m}^3\text{/月)}$ 。

一碼布天然氣費用 =  $0.0432 \text{ m}^3\text{/碼} \times 13.38 \text{ 元/m}^3 = 0.578 \text{ 元/碼}$ 。

#### 天然氣與重油成本比較：

$[(0.578 \text{ 元/碼} \div 0.748 \text{ 元/碼}) - 1] \times 100\% = -22.7\%$ 。

天然氣單耗 =  $33,286 \text{ m}^3 \div 77 \text{ 萬碼} = 0.0432 \text{ m}^3\text{/碼}$ 。

#### 4.4.3 成效分析與節能減碳效益

##### 1. 直燃式拉幅機之節能量

以 107 年 1 ~ 7 月天然氣使用平均值 21,139 (m<sup>3</sup>/月) 計算：

天然氣用量為  $21,139 \text{ (m}^3\text{/月)} \times 12 \text{ (月/年)} = 253,668\text{m}^3\text{/年}$ 。

天然氣費用 =  $253,668 \text{ (m}^3\text{/年)} \times 13.38 \text{ (元/m}^3\text{)} = 339 \text{ 萬元}$ 。

推算若仍採重油時，以成本節省 22.7% 估算時：

重油費用 =  $339 \text{ 萬元} \div (1 - 22.7\%) = 439 \text{ 萬元}$ 。

重油量為  $439 \text{ 萬元} \div 14,673 \text{ (元/公秉)} = 299 \text{ 公秉}$ 。

每年節省金額：439 萬元 - 339 萬元 = 100 萬元。

#### 2. 投資效益

D 公司直燃式拉幅機加熱之改善

- 投資金額為 800 萬元。
- 每年節油量為 299 kL (1kL=14,673 元計)。
- 增加天然氣使用為 253,668m<sup>3</sup> (1m<sup>3</sup>=13.38 元計)。
- 節能績效約為 100 萬元。
- 減碳量為 454 公噸 CO<sub>2</sub>。
- 回收年限為 9 年。
- CO<sub>2</sub> 回收年限為 9 年。

#### 4.5 電磁加熱裝置案例

##### 4.5.1 應用製程簡介及技術概要

##### 1. 應用製程簡介

公司生產之長纖產品分成聚酯原絲及聚酯加工絲兩大類，涵蓋冷熱、調溫、難燃等功能性纖維及雙組份特殊纖維。自 2016~2017 年進行工業用絲製程之壓出機由電阻式加熱方式改善為電磁式加熱器，工業用絲製程如圖 4.5.1-1 所示各單元生產流程說明如下：

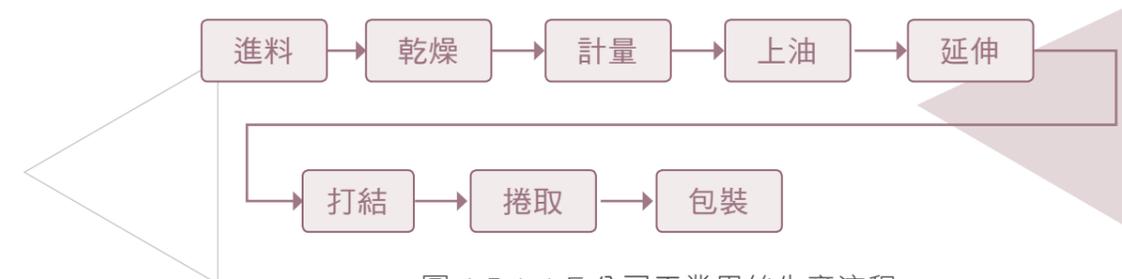


圖 4.5.1-1 E 公司工業用絲生產流程



- (1)進料：由 G-380 吸料進儲槽再輸送到 F-200，進 D-200 乾燥。
- (2)乾燥：在乾燥 8hrs 後酯粒水分在 30ppm 以下，始可進行紡絲，此時打開下料閥使酯粒進入壓出機，進行熔融。
- (3)計量：經由計量泵計量後（計量控制丹尼），進入紡嘴（紡嘴孔數控制根數），再進到冷卻管冷卻成形。
- (4)上油：成形之絲束，再經過油嘴上紡絲油予以適當潤滑以利後續延伸加工。
- (5)延伸：在延伸羅拉上給予適當圈數與溫度進行延伸及加工，使絲束有特殊物性。
- (6)打結：絲束最後進行打結，使絲束有適當抱合性，減少下游加工時的困惱。
- (7)捲取：最後進行捲取，使絲束成形為絲餅以利搬運。
- (8)包裝：絲餅在檢查外觀及物性後，合格品進行包裝後便可進入倉儲與販售。

## 2. 技術概要

壓出機加熱區在壓縮段之套筒傳統加熱方式主要是電阻式加熱，本次壓出機加熱改善採用為電磁式加熱。

電阻式及電磁感應加熱聚酯粒之熔融過程比較如圖 4.5.1-2 所示。電阻式之加熱由外層加熱至內層，溫度升溫慢且分佈不均勻，對於溫度之控制較難；電磁感應加熱由內層加熱至外層，加溫速度快、效率高，且在溫度分佈較均勻，溫度之要求較容易。電磁感應加熱比一般電阻絲鋁塊加熱速度至少快三分之一以上。

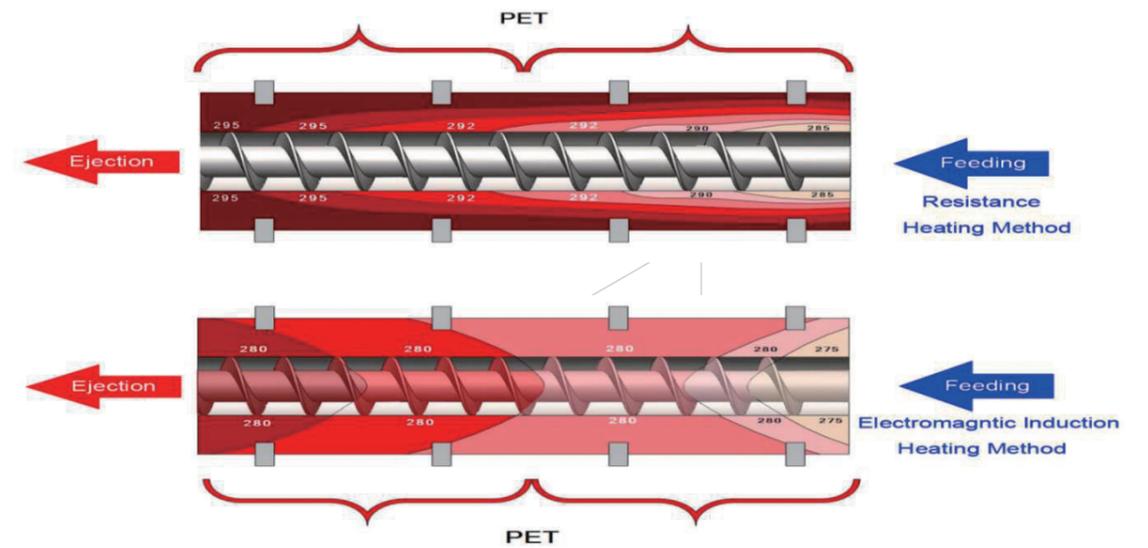


圖 4.5.1-2 電阻式及電磁感應加熱聚酯粒之熔融過程比較  
資料來源：106 年低碳製程技術研討會

## 4.5.2 改善方案執行過程

### 1. 壓出機改善前之能源耗用

A 公司工業絲製程壓出機 #1~#21 進行電磁式加熱方式改善，壓出機電阻式加熱改善前之情況如圖 4.5.2-1，壓出機 #12~17 改善前進行功率值之量測，各壓出機之功率值如表 4.5.2-1。



壓出機電阻式加熱器模組

圖 4.5.2-1 壓出機電阻式加熱改善前之情況

資料來源：E 案例廠商提供

表 4.5.2-1 L12~L17 壓出機電阻式加熱改善前之功率

壓出機編號	L12	L13	L14	L16	L18	L19	L17
功率 (kW)	22.3	20	22.8	22.3	22	22.2	14.4

資料來源：E 案例廠商提供

## 2. 壓出機改善後之能源耗用

工業絲製程壓出機 #12~#17 進行電磁式加熱方式改善，改善後之情況如圖 4.5.2-2，壓出機 #12~#17 改善後進行功率值之量測，各壓出機之功率值如表 4.5.2-2。



圖 4.5.2-2 壓出機電磁式加熱改善情況

資料來源：E 案例廠商提供

表 4.5.2-2 L12~L17 壓出機電磁式加熱改善後之功率

壓出機編號	L12	L13	L14	L16	L18	L19	L17
功率 (kW)	12.7	11	13.5	12.5	12	13	10

資料來源：E 案例廠商提供

## 4.5.3 成效分析與節能減碳效益

### 1. 電磁式加熱方式改善節電量

E 公司 L12~L17 壓出機電磁感應加熱改善之節電量，每年操作時數 8,640 小時計算，各壓出機節電量如表 4.5.3-1 所示，合計節電量 529,632kWh。

表 4.5.2-2 L12~L17 壓出機電磁式加熱改善後之功率

壓出機編號	L12	L13	L14	L16	L18	L19	L17
節電 (kW)	82,944	77,760	80,352	84,672	86,400	79,488	38,016

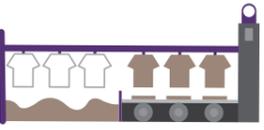
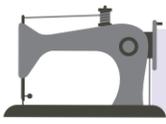
資料來源：E 案例廠商提供





# 紡織業 低碳製程技術彙編

## ▶ 參考文獻



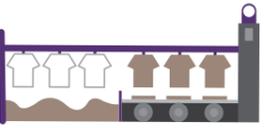
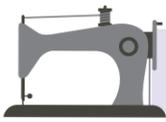
## 參考文獻

- [01] 產業價值鏈資訊平台，紡織產業鏈簡介，2018年。  
<http://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=O000>
- [02] 行政院主計總處，行業標準分類第10次修訂，2016年1月。  
<https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=38933&ctNode=3111&mp=1>
- [03] 經濟部統計處，工業產銷存動態調查資料庫。  
<http://dmz9.moea.gov.tw/gmweb/investigate/InvestigateDA.aspx>
- [04] 財政部關務署，統計資料庫。  
<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA01>
- [05] 德國 Weishaupt 燃燒機技術資料。<http://www.weishauptcorp.com/>
- [06] 行政院環境保護署，溫室氣體排放係數管理表。  
<http://ghgregistry.epa.gov.tw/Tool/tools.aspx?Type=1>
- [07] 經濟部能源局，106年度電力排放係數。  
[https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu\\_id=6989](https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=6989)
- [08] 感應加熱系統之研究，吳宏遠研究員，2013年。
- [09] 電磁感應加熱改造簡介，高鋒企業公司，2016年。



**紡織業** 低碳製程技術彙編

▶ **附錄一、個別案例績效**



### 附錄一 個別案例績效

案例	A	B	C	D	E
技術名稱	吸收式冷凍機改善案例	高效率軸流風扇更換案例	低浴比染機改善案例	直燃式拉幅機改善案例	電磁式加熱裝置案例
投資金額 (萬元)	2,800	34	2,086	800	392
節能量	電力 4,660,320 kWh	電力 70,180kWh	電力 480,978kWh； 煤 974 公噸	燃油 299kL； 增加天然氣使用 253,655m <sup>3</sup>	電力 529,632kWh
單價 (元)	電力 1kWh=2	電力 1kWh=2.36	電力 1kWh=2.8； 煤 1 公噸 =2,600	燃油 1kL=14,673； 天然氣 1m <sup>3</sup> =13.38	電力 1kWh=2.4
節能績效 (萬元)	932	17	388	100	127
減碳量 (公噸 CO <sub>2</sub> / 年)	2,582	39	2,485	454	293
回收年限 (年)	3	2	5	9	3





INDUSTRIAL DEVELOPMENT BUREAU,  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
經濟部工業局

106臺北市信義路三段41-3號

電話：(02)2754-1255

傳真：(02)2703-0160

網址：<http://www.moeaidb.gov.tw>

經濟部工業局廣告