



紡織及製衣業 環保技術指南 - 協助廠商升級轉型



資助機構：



工業貿易署
Trade and Industry Department

此項目由香港特別行政區政府
工業貿易署中小企業發展支援基金撥款資助

執行機構：

TEXTILE COUNCIL
of Hong Kong Ltd
香港紡織業聯會



Hong Kong
Productivity Council
香港生產力促進局

在此刊物上表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不代表香港特別行政區政府、
工業貿易署中小企業發展支援基金評審委員會的觀點。

免責聲明

本指南所載列的資料只供一般參考，執行機構及本指南作者雖已盡力確保該等資料準確，但對於因本指南所載的任何資料而引起的任何申訴、損失或損害，執行機構及本指南作者並不承擔責任。

本指南可能載有由其他人士或機構所提供的資料，而執行機構及本指南作者對該等人士或機構以及對該等資料並無影響力，對於該等資料亦不承擔任何責任或法律責任(不論該等責任是如何導致的)。

執行機構及本指南作者保留權利，可隨時運用其絕對酌情決定權，省略、暫停或編輯本指南中所編製的資料，而無須給予任何理由，亦無須事先通知。讀者有責任自行評估本指南的一切資料，並宜加以核實，例如參閱原本發布的刊物，以及在根據該等資料行事之前徵詢獨立意見。



目錄

目錄	1
《前言》	2
第一章：簡介	3
1.1 背景	3
1.2 本指引宗旨及大綱	3
第二章：紡織業概況及升級轉型	4
2.1 紡織業概況	4
2.2 對環境保護的挑戰	4
2.3 紡織業的升級轉型	5
2.4 對紡織業的環保技術改善要求	5
2.4.1 清潔生產	6
2.4.2 中水回用	8
2.4.2.1 製衣業廢水特性	8
2.4.2.2 回用水質要求	9
2.4.3 鍋爐改造	9
第三章：紡織行業的清潔生產	10
3.1 生產流程	10
3.1.1 印花工藝流程	10
3.1.2 漂染和洗水	11
3.2 廠房存在的問題	12
3.3 清潔生產審核的基本概念/流程	12
3.3.1 企業清潔生產審核	12
3.3.2 企業清潔生產審核程序	13
3.4 適用於印花、漂染及洗水工廠的清潔生產方案	16
3.4.1 節能降耗	16
3.4.1.1 空調、通風系統	16
3.4.1.2 照明系統	17
3.4.1.3 蒸汽系統及其保溫系統	19
3.4.1.4 回收餘熱給生活區用水	22
3.4.1.5 生產設備馬達的變頻器	23
3.4.1.6 輸電系統	24
3.4.1.7 鍋爐燃料更換使用生物質燃料	25
3.4.1.8 其他節能減排方案	27
3.4.2 中水回用	30
3.4.2.1 廢水回用技術	30
3.4.2.2 分享個案經驗(高費方案)	33
第四章：結論	38
附件一：有關東莞市原地保留條件要求(參考)	39
參考資料	41



前 言

隨著工業的發展，全球性的環境污染和生態破壞越來越嚴重，能源及資源也面臨日益短缺的困局。國家對企業生產的源頭節能減排亦日益重視，尤其相對污染性較大的行業，如電鍍、造紙、印染、紡織、化工等行業更是日益關注。與此同時，國家對企業的環保要求亦在不斷提高。作為負責任的企業，除了對產品的質量及工序技術不斷提昇外，還需加大保護環境的力度，更需積極配合國家推行清潔生產計劃。故此，以東莞市政府為例，按照國家的規劃，重點要求漂染、洗水和印花行業進行技術提昇，並要求有關企業符合「原地保留政策」，以配合國家規劃的方向，實行環境保護和社會、經濟協調發展，達至企業升級轉型，社會和諧和資源善用之成效。



第一章：簡介

1.1 背景

基於國家對企業執行清潔生產和保護環境日益注重，各省市亦積極配合，以東莞市為例，參照國家的規劃，要求當地的相關企業符合「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園工作方案」，以配合國家規劃發展；對於紡織企業，東莞市政府特別重點針對漂染、洗水和印花行業，從而制定「原地保留政策」，以及要求有關企業符合，若企業未能於指定期限內執行完成，企業便需要搬遷入園或者關門停產。

因此，香港紡織業聯會向工業貿易署申請了中小企業發展支援基金，以提供為「升級轉型技術支援計劃」，並委託香港生產力促進局協助東莞設廠的紡織及製衣港商，於東莞市的「原地保留政策」中，被列入需整改或搬遷入園名單的紡織服裝企業協助執行清潔生產審核，目的是幫助相關企業能得到更好的發展和符合「原地保留政策」的條件之一。本指引總結了一些清潔生產審核和相關案例經驗，為紡織業界提供支援，可為需要進行清潔生產審核的同類企業提供參考。

1.2 本指引宗旨及大綱

本指引旨在提供一套達至符合升級轉型技術和清潔生產審核技術指引。本指引內容大綱清楚直接，除本章作出簡介外，其餘各章節內容如下：

第二章：紡織業概況及升級轉型

本章以東莞市為例子，主要介紹紡織業在東莞市概況，並對東莞市出台的升級轉型要求，其中的原地保留政策進行闡述，以及政策中有關環保技術改善的要求。

第三章：紡織行業的清潔生產

本章針對紡織行業的清潔生產作出介紹。簡述紡織行業的生產流程，廠房普遍存在的問題。介紹針對紡織行業的清潔生產審核該如何進行，提出幾種適用於紡織行業的清潔生產方案作為參考。

第四章：結論



第二章：紡織業概況及升級轉型

2.1 紡織業概況

國內各省市均積極推行環境保護和配合國家的規劃，以東莞市紡織業為例，其紡織服裝製造業從七十年代末期起步，由於香港以至其它地區製造業逐步往內地轉移，加上東莞市地理和人文的獨特優勢最初以「三來一補」加工貿易為主；故此逐步帶動了服裝加工企業在東莞的發展。而目前東莞的紡織服裝業以中小型企業為主，由於沒有龐大的資本支持，故此造成企業生產技術水平參差不齊。一部份企業能對廠內設備進行不斷更新，增加自身競爭力以滿足客戶，以及國家環境保護的要求。但是當中亦有部份企業因受到條件所限，而無暇顧及對周邊環境的影響，對如何升級企業技術並做好環境保護，處於進退兩難的位置。

而東莞市政府針對企業的各種現狀並結合國家的形勢，推出了關於「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園工作方案」，其中方案涉及的行業就包括了印染類中的紡織業。此次東莞市政府在常平、大朗、長安、虎門、沙田、中堂、麻涌等鎮規劃建設7個環保專業基地，這7個基地已經全部獲得省市批准，環保部門擬整合電鍍、印染等重污染行業，凡是企業不符合原地保留條件的，一律實行入園生產或關閉停產。



圖：2.1 製衣廠



圖：2.2 紡織機

2.2 對環境保護的挑戰

從環境防治角度看，高速發展也帶來了環境破壞及能耗急速增加，與此同時東莞市紡織業是位於前7位的工業耗水量大戶，並且是中國所有行業中，水循環回用率最低的工業（僅達到7%-10%）。工業廢水排放、治理技術手段落後的現狀，已構成對中國自然生態環境的巨大影響，嚴重影響了紡織業實現可持續發展的進程。



中國的經濟在過去30年急速發展，導致資源的消耗增長過快，故國家經濟貿易委員會從1999年到2002年，分三批頒佈了「淘汰落後生產能力、工藝和產品」的目錄，令紡織業中低效率、高能耗、高污染的設備將獲得有效控制和淘汰，以達到節能的目標。

不同的紡織品的能源消耗情況均有差別，以棉紡織品為例，其工序中的能源消耗主要是棉花種植，佔約16%、紡紗佔約15%、織造佔約20%、印染整佔約48%、而成衣車縫只是佔約1%。從上述數字可見，印染整工序是耗能最多的一環，而且在紡織品生產過程中對環境有污染威脅的工序亦主要在印、染、整。



2.3 紡織業的升級轉型

為加快推進東莞市電鍍、印染等重污染行業統一規劃、統一定點工作，促進電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園，東莞市政府按照「廣東省電鍍、印染等重污染行業統一規劃統一定點實施意見（試行）」（粵環〔2008〕88號）和實際情況，制定「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園工作方案」。



同時廣東省近年來大力推動企業轉型升級政策，目的是希望透過措施的鼓勵，使企業能走出低增值的加工貿易模式。在環境保護的層面來說，節能減排成為了企業進行轉型升級的重要一環。最近東莞市規範了企業就原地保留或搬遷入環保專業基地的各項標準。根據東莞市環境保護局辦公室文件[東環辦(2010)39號及(2011)22號]，重污染的製造業若不能達致原地保留的條件，就需要遷入工業園生產或遷離東莞。而紡織製衣業中的漂染、洗水、印花是受影響的行業。原地保留的條件包括對工廠產值及廠房周邊環境有一定要求，及要求工廠提升其環保表現，並要成為清潔生產企業及水回用達50%或以上。

原地保留中的技術改造，以節能減排為中心，清潔生產為執行措施，並以整合優化為主要內容，逐步提高污染防治技術和管理水準，促進產業結構調整和優化，加強環境監控和環境管理。政策針對重點污染企業「關閉一批、提升一批、進園（環保專業基地）一批」的目標要求，改善環境質量，促進東莞市環境保護與社會、經濟協調發展。

按照清潔生產、循環經濟和節能減排的總體要求，高起點規劃、高標準建設、高質量管理，大力推進已獲省市批准的7個環保專業基地的建設；同時按照省環境保護廳關於電鍍、印染等重污染行業的要求，進行統一規劃、統一定點工作。故此，東莞市需要整治現有電鍍、印染等重污染行業，執行整治任務，對於不符合原地保留條件的電鍍、印染等重污染企業，一律實行入園生產或關閉停產。

2.4 對紡織業的環保技術改善要求

在紡織業的升級轉型方面，以東莞市的改善要求為例，其中將會逐步提高有關企業的環保要求，而相關要求為：

- **清潔生產審核**

清潔生產審核是對生產和服務過程進行調查和診斷，找出能耗高、物耗高、污染重的原因，提出減少有毒有害物料的使用、產生，降低能耗、物耗以及廢物產生的方案，進而選定技術可行、經濟合算及符合環境保護的清潔生產方案的過程。改善措施主要針對節能降耗、減少單位產品的原輔材料消耗、能源及原輔材料的循環再用等。其中中水、鍋爐等為是次原地保留主要達標條件之一。

- **中水回用工程**

減少生產廢水及污水的排放，同時將50%以上的生產廢水回用到生產上，有關改善措施參考本章節3.4.2。

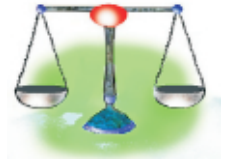
- **鍋爐改造**

基於東莞環保局要求，企業的工業鍋爐所使用燃料需全部轉用生物燃料，故此不在此指引詳述，而有關改善措施參考本章節3.4.1.7。

(註：以東莞市為例的原地保留條件要求，請參考本章節的附件一)



2.4.1 清潔生產



「清潔生產」是一種新的創造性的思想，該思想是以整體預防的環境戰略持續應用於生產過程、產品和服務中，以增加生態效率和減少人類及環境的風險。

- 對生產過程，要求節約原材料和能源，淘汰有毒原材料，減降所有廢棄物的數量和毒性；
- 對產品，要求減少從原材料提煉到產品最終處置的全生命週期的不利影響；
- 對服務，要求將環境因素納入設計和所提供的服務中。

執行清潔生產，從企業的角度出發，需要實行的工作如下表2.1：



表2.1 企業實行清潔生產須做的工作

事項	主要內容
進行企業清潔生產審核	<ul style="list-style-type: none">• 對生產全過程的重點（或優先）環節、工序產生的污染進行定量監測；• 找出高物耗、高污染的原因；• 提出對策、改善方案，減少和防止污染物的產生。
開發長期的企業清潔生產戰略計劃	<ul style="list-style-type: none">• 按企業的本身特性，制定改善方案的時間表。
對職工進行清潔生產的教育和培訓	<ul style="list-style-type: none">• 內部培訓；• 參與外間相關的課程。
進行產品全生命週期分析	<ul style="list-style-type: none">• 對產品的整個生命週期進行分析評價，即從原材料的獲得，產品的生產、使用及產品使用後的處置過程中，對環境產生的影響進行分析評價。• 可幫助企業進行有關如何改變產品或如何設計替代產品方面的環境決策，即由更清潔的工藝製造更清潔的產品。例如，週期分析的結果表明，某種產品的能耗低，壽命長，不含有毒化學物質，其包裝及殘餘物體積小，從而佔用較少的填埋空間，這就成為人們進行產品選擇的依據。• 生命週期分析能夠確定產品的哪些組成部份將造成不利的環境影響，提醒生產者改進。
進行產品的生態設計	<ul style="list-style-type: none">• 對產品設計時，著眼於是否有利於生態環境的保護；• 是否有利於原輔材料的循環再用；• 是否有利於節能減排。
研究清潔生產的替代技術	<ul style="list-style-type: none">• 達致節能減排的成效，加強企業的競爭力。



企業推行清潔生產並取得成效，須投入相應的人力、資金和時間如下表2.2：



表2.2 企業投入的事項：

事 項	主要內容
人 力	<ul style="list-style-type: none"> 包括廠內相關的工程技術人員、流程和生產管理人員、質量監督人員等。
資 金	<ul style="list-style-type: none"> 包括實施所有無/低費和中/高費方案的投資金額，而費用的高低視乎於所實施方案的實際費用和現時的設備和技術。
時 間	<ul style="list-style-type: none"> 是指至少為期6個月的清潔生產審核和審核認證通過之後持續清潔生產，以及改善的工程時間。

至於清潔生產將會為企業帶來的積極影響如下表2.3：



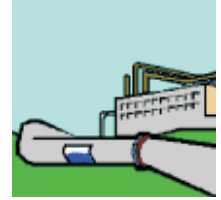
表2.3 企業的成效：

事 項	主要內容
經濟效益方面	<ul style="list-style-type: none"> 減少單位產品的原料、能源和水資源等消耗，節約大量資源，可以直接降低生產成本。同時，單位產品的廢物（如廢水、廢氣）的末端處理費用相應減少。
環境效益方面	<ul style="list-style-type: none"> 減少生產過程中單位產品的廢物流（固廢、廢水、廢氣）的負荷及其中的污染物負荷，如廢水量、BOD、COD、SS等。
生產技術提升方面	<ul style="list-style-type: none"> 先進的生產技術的引進或革新，不僅能夠提升生產效率，而且產品的質量和工藝水平也能夠得到提升。
企業生產運作管理方面	<ul style="list-style-type: none"> 提升生產過程控制、運作流程、員工生產技能和其他綜合素質、企業管理水平。
提升企業形象	<ul style="list-style-type: none"> 增強企業的市場競爭力。
合規性	<ul style="list-style-type: none"> 符合國家和地區的政策、法規，得到國家和地方政府對企業的認同和支持。



2.4.2 中水回用

於紡織業的環保改善技術中，中水回用是指把生產過程中，所產生的廢水經適當處理後，回用至生產工序或工業設施，而整體回用率需達到50%以上。由於回用水會取代自來水而直接用於生產，為免對生產受影響，回用水的供應量及水質的穩定性是非常重要的。所以企業在實施中水回用時，必須先對企業內現狀及未來需要作充分的了解。一般來說，在推行中水回用的過程中需考慮以下幾點：



- 了解企業本身所產生的廢水特性，其中包括廢水水質和水量，選擇最合適之回收利用方法；
- 由於中水回用之工藝流程一般需要與現有的廢水處理設施整合，所以應當了解企業現有的廢水處理設施及其效能；
- 應明確了解各生產工序的用水水質要求；
- 同時應考慮中水回用系統的周邊配套設備，如廠內的供水及排水管網、儲水池等；
- 應了解相關的法規要求；
- 確定企業的內部目標及投資預算；
- 認識目前可行的廢水回收技術。



2.4.2.1 製衣業廢水特性

在整個製衣業的生產流程中，污水的產生主要集中在漂染、印花及成衣洗水工序。不同工序所產生的廢水特性如下：

(一) 漂染工序

主要包括退漿、煮煉（精煉）、絲光、漂白、染紗、染布等工序，漂染工序產生的廢水量大，廢水的酸鹼度一般很高，並且含有高濃度的懸浮物及有機污染物，尤其是含有大量漿料。部份漿料（如PVA等）的可生化處理性較低。

(二) 印花工序

印花工序產生的廢水量不多，主要廢水來自印花後的固色及過水步驟，廢水的水質隨產品的物料和使用的染化料不同而異，污染物組分差異很大。印花廢水具有色度高、有機污染物濃度高、含有毒害成份的特點。

(三) 成衣洗水工序

主要來自洗漂和脫水等工序，廢水中主要污染物為纖維以及從織物上洗下的染料、漿料和助劑等。廢水含有懸浮物及有機污染物，但色度不高。廢水的水質和水量變化不大。



2.4.2.2 回用水質要求

紡織品的品質越高，對回用水水質的要求也越高。水中的雜質，如懸浮固體、有機物質、電離子、表面活性劑以及殘餘染料都可以影響漂白和染色效果，而造成紡織品色調的差異；某些染料遇硬水會發生沉澱；煉漂加工或漂洗時使用色度和純淨度差的水，易使漂洗後的織造物發黃。因此，色度、濁度、硬度、鐵鹽及pH等各項水質指標都必須符合指定的水質要求。因此同樣是中水回用，紡織業對回用水水質的要求遠高於城市生活雜用水的水質要求。現時國家沒有統一的紡織行業回用水水質標準，各廠需根據不同的生產要求確定回用水水質標準。

2.4.3 鍋爐改造

為加強工業鍋爐污染治理工作，切實解決工業鍋爐的大氣污染問題，提升大氣環境質量，東莞市根據「珠江三角洲地區改革發展規劃綱要（2008-2020年）」、有關法律法規要求，以實際情況考慮，市政府決定對全市工業鍋爐進行深化治理。



2.4.3.1 治理範圍和重點

治理範圍包括東莞市轄區內使用的各類工業鍋爐、窯爐及導熱油爐。重點治理各類燃煤鍋爐、燃重油鍋爐和手燒燃煤鍋爐。有關東莞市針對工業鍋爐整治的要求如下：



- (一) 逐步淘汰4蒸噸/小時或以下和使用8年以上的10蒸噸/小時以下的燃煤鍋爐。
- (二) 其他工業鍋爐要積極推進高效煙氣脫硫除塵工程和降氮脫硝技術，確保達到廣東省鍋爐大氣污染物排放限值強制性地方標準（DB44/765-2010）。
- (三) 對已辦理環保審批及驗收手續的鍋爐，廢氣經處理設施處理後不能穩定達標排放的，依法實施行政處罰。對在限期內不能完成治理任務的，強制實施污染防治設施。
- (四) 對限期未淘汰、改造的工業鍋爐報送市質監部門予以註銷鍋爐使用證書。



第三章：紡織行業的清潔生產

紡織業清潔生產的開展具有一定的背景。首先，社會經濟模式的轉變要求紡織行業改變目前的狀況，要減少資源消耗，同時降低污染物的排放。其次，原材料價格的上漲和生產加工能力的增大，使大多數企業感到壓力，企業意識到，只有從企業內部挖掘潛力，才能提高競爭力。與此同時，大多數企業還是粗放型管理，原材料浪費大，缺乏必要的計量和統計、生產管理隨意等現象。由此可見，紡織企業開展清潔生產可有效地回應社會壓力、市場壓力和自身要求，以及當地政府的政策和法規要求。

3.1 生產流程

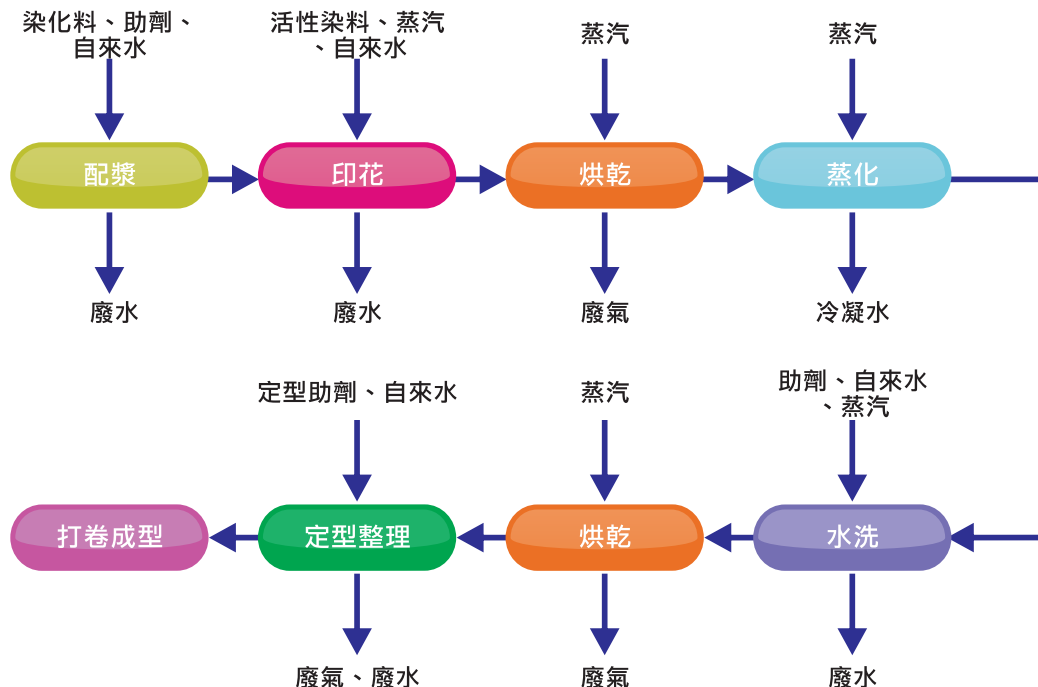
擁有印花、洗水和漂染等工序的紡織廠。在生產過程中消耗大量的水、電和煤等資源，並產生大量的污染物，而這些印花、洗水和漂染工廠的具體生產流程如下。

3.1.1 印花工藝流程

(一) 範例的工藝流程圖列於下圖3.1



圖3.1：印花工藝流程





(二) 工序說明

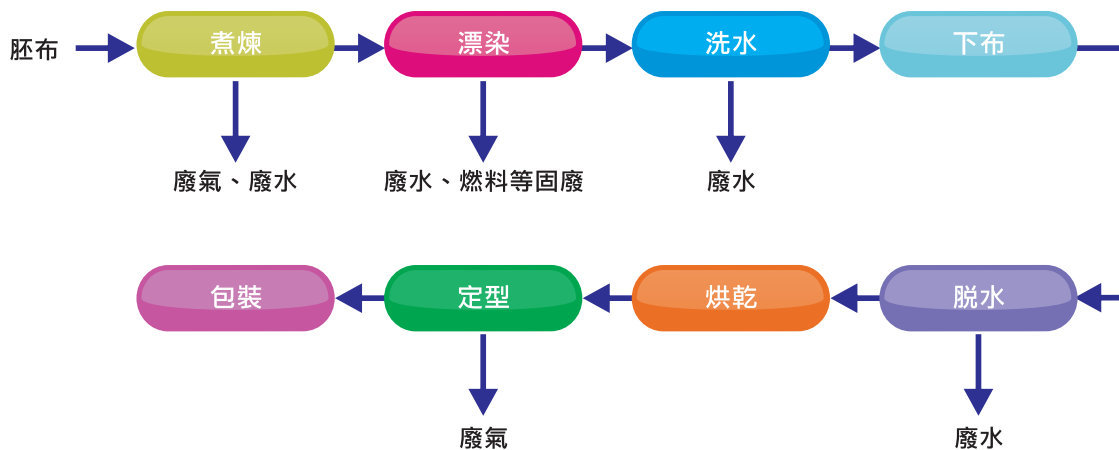
- 配漿：用染化料、漿料、自來水和相應助劑混合調成色漿，以準備後續印製工藝。
- 印花：印花漿料通過熱板台將第一色加熱至45°C後，把漿料均勻地塗在導帶上，導帶按印花篩框的升降而間歇地運行（平網印花方式）或在圓筒上的印花導帶往復環行（圓網印花方式），導帶的出口處下部裝有洗滌裝置，以去除導帶上的剩餘色漿和漿糊，洗滌後的廢水送進廢水處理站處理。
- 蒸化：所用設備為連續化有底蒸化機，進出布口均有汽封口，底部有直接蒸汽噴管供汽、給濕，頂部有間接蒸汽保溫管，以防止冷凝滴水。濕空氣經蒸箱兩側導熱油加熱器不斷加熱，溫度可高達185°C，然後從頂部噴向行進的織物表面。織物呈S型環狀，在導輓的吊掛、滾動下，連續緩慢地從機頭進入蒸箱，在不斷行進的過程中接受汽蒸，最後從機尾陸續走出完成蒸化過程。該工序主要起固定顏色作用。
- 水洗：所用設備為開放式水洗機，通過加入水洗助劑，織物在水洗機內以繩狀鬆式水洗，以達到脫去布面色漿的效果。
- 烘焙：水洗後的色布進行烘乾。
- 定型整理：所用設備全部由浸軋槽、單柱烘筒與熱風拉幅烘房、落布部分組成，其中浸軋槽主要是用於柔軟化處理，企業會根據客戶要求對產品進行柔軟化處理，再按規格進行定型整理。

3.1.2 漂染和洗水



(一) 範例的工藝流程圖列於下圖3.2

圖3.2 漂染和洗水工藝流程



(二) 工序說明

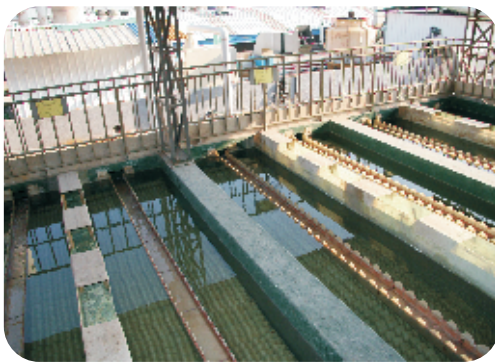
- 煮煉：胚布上所黏附的天然雜質(如蠟狀物、果膠物質、羊毛脂、絲膠等)以及漿料在一定條件下用煮煉劑去除。
- 漂染：根據布種的類別，安排用拉缸、CBS機及溢流染色機，加入酸性或分散染料及助劑，對布進行染色，達到客戶的需求。
- 洗水：將紡織品經過特定的洗水方式處理，使得紡織品達到某種視覺和觸覺效果的後整去污過程。
- 脫水：脫離布中水分，是指含水率達80%左右，便於烘乾。
- 定型：物料經染色處於不平穩狀態，需經過高溫定型，使之達到客人要求。
- 包裝：將打包好的成品，裝箱準備出貨。



3.2 廠房存在的問題

紡織行業是污染物排放量較大的行業之一，主要以廢水污染為主，其次為廢氣、噪聲、廢渣污染。

- 廢水：紡織業是一個用水量和排水量較大的工業之一，產生大量廢水和中水回用率不高是紡織行業最主要的環境問題，紡織廢水主要包括印染廢水、化纖生產廢水、洗毛廢水、麻脫膠廢水和化纖漿粕廢水等等。
- 廢氣：紡織行業的廢氣主要來自鍋爐，這些鍋爐絕大多數以煤（包括一部分原煤）為燃料，這些煤含有一定量的硫，在燃燒過程中排放出大量的燃燒廢氣、二氧化硫和煙塵，嚴重污染環境。紡織廢氣的另一主要排放源來自紡織生產工藝過程，生產工藝排放的廢氣主要來自於化學纖維尤其是黏膠纖維的生產過程，化纖生產過程中使用了大量的二硫化碳和硫化氫為合成原料，由於工藝原因和程序控制的不徹底，直接導致了一部分廢氣的排放。
- 噪聲：噪聲也是紡織工業一個相當嚴重的污染，主要為紡織機、織布機產生的高頻噪聲污染。
- 廢渣：除了上述幾種主要的污染物以外，紡織業生產過程中還有廢線頭、廢布料、化學廢物(包含廢水產生的污泥)等廢渣產生。
- 耗能：未能善用資源，減少耗能；以及回用或再用能源，減低成本，達致節能降耗。



圖：3.3 污水處理池



圖：3.4 煙窗

3.3 清潔生產審核的基本概念/流程

3.3.1 企業清潔生產審核

分析和評估是過程中，制定並實施減少能源、水和原材料使用，消除或減少產品和生產過程中有毒物質的使用，減少各種廢棄物排放及其毒性的方案。

通過清潔生產審核，能達到：

- 核對有關單元操作、原材料、產品、用水、能源和廢棄物的資料；
- 確定廢棄物來源、數量以及類型，確定廢棄物削減的目標，制定經濟有效的削減廢棄物產生的對策；
- 提高企業對由削減廢棄物獲得效益的認識和知識；
- 判定企業效率低的瓶頸部位和管理不善的地方；
- 提高企業經濟效益、產品和服務質量。



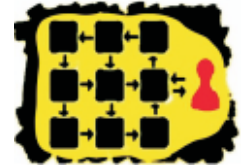
3.3.2 企業清潔生產審核程序：

根據上述清潔生產審核的思路，以及基於紡織業的特性，其執行整個審核過程可分解為如下具有可操作性的7個階段：

(一) 階段1：籌劃和組織

主要是進行宣傳、發動和準備工作。

- 「企業」成立審核小組，並制定小組的職責，一般高級管理層為組長和副組長，成員是各個主要部門主管；
- 審核小組開展廠內宣傳和內部培訓；
- 制定清潔生產審核的工作計劃。

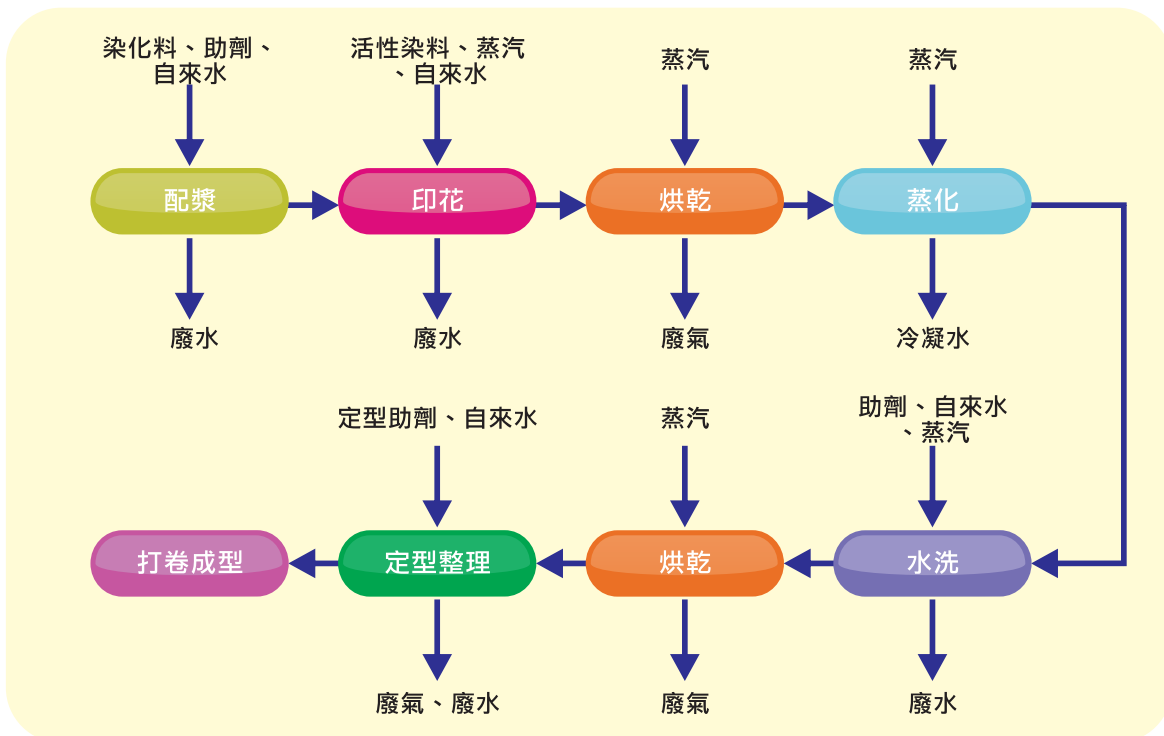


(二) 階段2：預評估

- 對「企業」的能耗、原輔材料的耗用、污染物排放情況、生產管理、設備管理以及環境管理進行全面的評估。並主要選擇審核重點和設置清潔生產目標。故此，先列出「企業」主要生產工藝流程，以及各主要工序中產生的污染物，見下各圖。

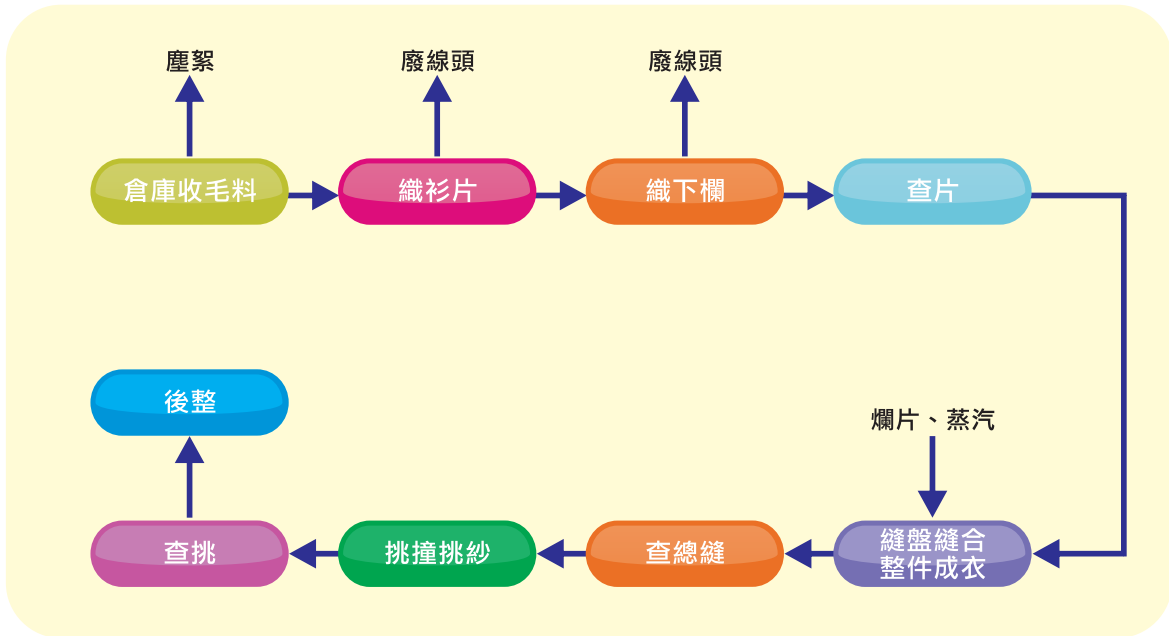


圖：3.5 印花工藝流程

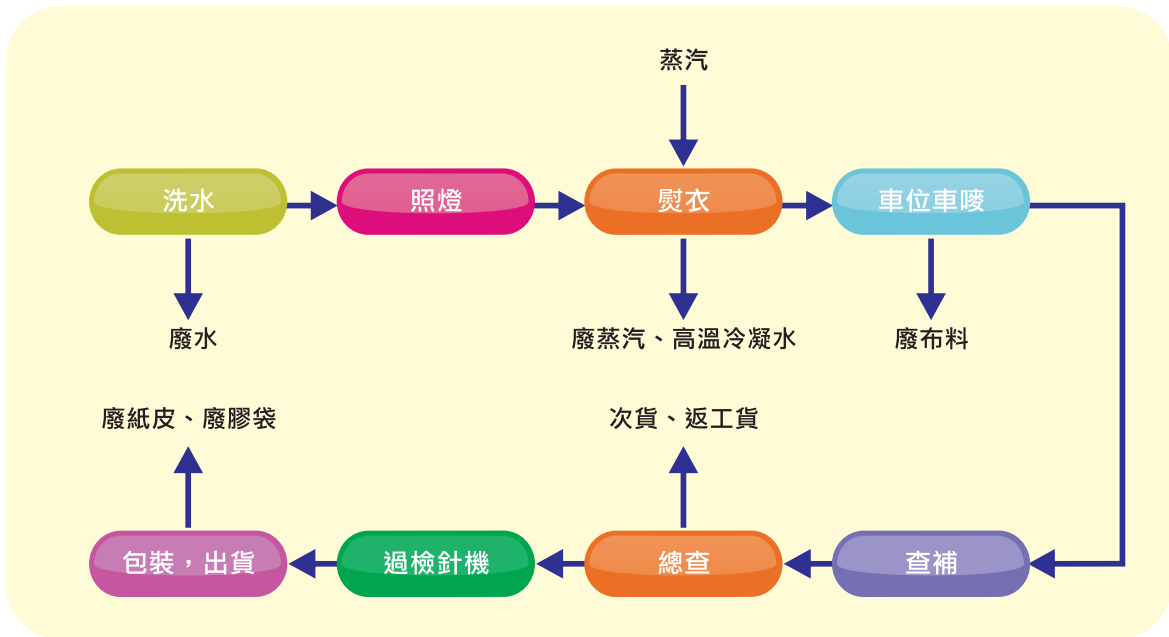




圖：3.6 前整工藝流程



圖：3.7 後整工藝流程





- 把能源、資源和原材料消耗分析，搜集及製作全廠的用電分佈圖、生產車間熱能(蒸汽)消耗和分配、產品能耗情況、產品耗水量和全廠用水量、主要設備水平和維護狀況，最後產品產量情況的數據，以作分析和制定清潔生產目標和重點審核的工序或部門。
- 評估環境保護狀況，對廢水、廢氣、噪聲、廢棄物和危險廢物的處理，均需達標排放和符合當地法規要求。
- 至於清潔生產狀況，廠方按照國家清潔生產技術標準(紡織業)，從而自行評價清潔生產水平，制定需執行改善方案的數量和先後次序。
- 啟動「企業」的清潔生產開展和潛力，按照以上的預審核的數據分析，得出生產設備的特性，例如高能耗、高水耗、低自動化、設備的維護有待提升等。削減生產過程中污染物的產生，乃是持續清潔生產的目標之一。通過節能工作，降低資源消耗和削減對環境的污染；同時在預審核中通常發現需要加強內部管理，以及工藝改造等清潔生產潛力。

(三) 階段3：評估

主要是建立審核重點的物料平衡，並進行廢棄物產生原因分析。基於預審核的分析資料，從而制定近期和長期目標，例如染整生產熱能(蒸汽)消耗減少0.5%至5%；染整生產水耗減少1%至5%；染整生產廢水量減少5%至10%；以及生產過程環境管理，通過ISO14001環境管理體系認證。至於審核重點和物料平衡的確定，對重點審核的部門或工序，例如後整部生產過程的物料平衡圖、各工序廢水的污染物濃度、生產耗能(電、蒸汽、水)的平衡圖等，通常會得出生產中增加洗滌用水，是由不合格的返工用水導致，以及耗能浪費於不必要的照明用電和產品返工造成等。



(四) 階段4：方案產生和篩選

主要是針對廢棄物產生原因，產生相應的方案並進行篩選，編制企業清潔生產中期審核報告。把清潔生產方案匯總、分析、評估和篩選，列出全廠提出的清潔生產方案，包含有關無/低費方案和中/高費方案。



(五) 階段5：可行性分析

主要是對階段4篩選出的中/高費清潔生產方案進行可行性分析，從而確定出可實施的清潔生產方案。而可行性分析包含：

- 技術可行性，例如技術成熟性、與現有生產技術的配套、操作人員的操作管理等；
- 環境可行性，例如實施後排放污染物的變化等；
- 經濟可行性，例如投入的資金和回本期等；
- 可操作性，例如按實施計劃，分階段持續執行。



(六) 階段6：方案實施

實施方案並分析、跟蹤驗證方案的運行成效。有關清潔生產方案的案例，列於本指引的3.4章節，以供參考。



(七) 階段7：持續清潔生產

企業持續開展清潔生產，可建立持續清潔生產領導小組，制定一系列的清潔生產制度，例如確定後整車間和染布車間的工藝改革、改善織布機壓縮空氣系統的效能表現、照明的節能，以及新產品的研究開發等，最後編制清潔生產審核報告。





3.4 適用於印花、漂染及洗水工廠的清潔生產方案

一般的清潔生產改善方案費用，可分為無/低費方案（即在人民幣5萬元以下）和中/高費方案（即在人民幣5萬元以上）。而印花、漂染及洗水工廠通常遇到的改善方案，可分為兩大類，其一為節能降耗，例如針對空調和通風系統、照明系統、鍋爐的蒸汽系統及其保溫系統、回收餘熱給生活區用水、使用變頻器、維護輸電系統和更換生物燃料的鍋爐；其二為中水回用於生產工序。有關改善方案簡略如下：

3.4.1 節能降耗

3.4.1.1 空調、通風系統

(一) 空調機組控制系統及冷卻水泵採用變頻控制改造(中/高費方案)

- 生產工序：綜合行政樓空調系統
- 改善前：使用傳統的中央空調控制系統，沒有採取相應的節能措施。
- 改善後：在2台功率為230千瓦的中央空調控制系統上安裝節能控制系統，對空調機組及冷卻水泵採用變頻控制改造。
- 節能的成效：計算參數為節電率10%，每天工作12小時，一年工作330天，每度電費為0.8元；通過節能改造，年節省電費15萬人民幣。
- 方案實施的注意事項：方案實施前需要對空調系統進行綜合評估，包括年用電量，空調機組運行工況等，綜合分析系統的節能潛力，然後採取相應的改造方案。
- 投資額及回本期：專案總投資為人民幣60萬元，投資回本期約4年內。經濟效益主要體現在提高員工的工作效率上，同時改善了員工的工作環境。



圖：3.8
空調系統的變頻器

(二) 中央空調水冷系統改造(中/高費方案)

- 生產工序：辦公大樓和生產車間空調系統
- 改善前：方案實施前，工廠的空調系統過於分散，管理分散，不便於集中控制。
- 改善後：重新整合新裝的中央水冷空調系統(1,500千瓦)，改造各區域的冷凍管和送風管，以及加裝變頻器，實現生產、辦公製冷相對集中的管理。
- 節能的成效：方案實施後，比較舊有空調系統全年耗電量約為800萬度，共節省300萬度電，即節能40%。同時可以明顯改善員工的工作環境，提高工作效率。
- 方案實施的注意事項：該方案實施前要協調全廠的改擴建工作和現有的車間空調通風環境，對通風系統進行優化。
- 投資額及回本期：項目總投資為600萬人民幣，新裝水冷空調系統的投資回收期約在2年左右。



圖：3.9 空調系統



(三) 廠房屋面隔熱塗料工程 (中/高費方案)

- 生產工序：廠房屋面
- 改善前：傳統的方法是在屋面採用水冷降溫或自然換風降低廠房溫度。
- 改善後：通過在廠房屋面噴塗隔熱塗料，加強對紅外光的反射率，從而降低車間溫度，節約空調耗能，同時降低屋面受到空氣、酸雨的腐蝕，防止生銹。
- 節能的成效：約6,000平方米頂層的廠房，年節省電費人民幣30萬元。
- 方案實施的注意事項：結合工廠實際生產的需要，評估專案的可實施性。
- 投資額及回本期：工程費用平均每平方米約人民幣100元，專案總投資人民幣60萬元，投資回本期為2年。



圖：3.10 隔熱塗料

(四) 通風系統改善 (中/高費方案)

- 生產工序：車間通風系統
- 改善前：為了引進更多新鮮空氣到車間，把通風系統的流量不斷提高，得出在最高的出風口檢查達到3米/秒(註：室內標準為0.1至0.5米/秒)造成車間的空氣流通量太大以至形成了浪費。
- 改善後：將每個出口的排氣量與車間內的空氣品質連接，並比較風速與空氣品質之間的聯繫以控制通風系統的流量。
- 節能的成效：通風系統功率每小時減少45千瓦，年節約人民幣20萬元。
- 方案實施的注意事項：結合工廠實際生產的需要，評估專案的可實施性。
- 投資額及回本期：專案總投資人民幣30萬元，投資回本期為20個月。



圖：3.11 通風系統

3.4.1.2 照明系統



紡織行業中，降低辦公及車間照明消耗的措施有：辦公區照明用電採用聲光控制裝置，實現照明自動控制。生產區域照明用電實行定時停送電制度，車間照明用高效節能螢光燈代替高能耗白熾燈，選用電子鎮流器，逐步淘汰能耗較大的電磁鎮流器等。以上這些措施對照明節能工作均能起到顯著的作用。

(一) 公共照明安裝節能燈 (中/高費方案)

- 生產工序：公用車間
- 改善前：倉庫、水處理設施、機房等公共部門採用金屬鹵燈。
- 改善後：倉庫、水處理、機房等場所的1800支金屬鹵燈換為無極燈，降低能耗。
- 節能的成效：計算參數為節電率50%，每天工作24小時，一年工作330天，每度電費為0.8元，年節省電費人民幣25萬元。
- 方案實施的注意事項：針對工廠閒置的部位及對照明品質要求不高的部位儘量考慮採用節能燈，基本上可以達到傳統燈管同樣的效果，且更為節能。
- 投資額及回本期：項目總投資為人民幣13萬元，年經濟效益為人民幣25萬元，投資回本期為8個月。



圖：3.12 無極燈



(二) 全廠實行綠色照明 (中/高費方案)

- 生產工序：全廠各部門
- 改善前：全廠照明系統採用傳統的T8光管。
- 改善後：把全廠約7,000支T8光管統一更換為22 瓦特的T5光管。
- 節能的成效：計算參數為節電率50%，每天工作24小時，一年工作330天，每度電費為0.8元，年節省電費人民幣200萬元。
- 方案實施的注意事項：專案一次性投資較大，根據企業實際情況可以採用分批更換的方式，採用漸進式的節能方案，逐步淘汰高能耗的照明設備。
- 投資額及回本期：平均每支22 瓦特的T5光管為人民幣80元，項目總投資人民幣60萬元，年經濟效益為人民幣100萬元，投資回本期為8個月內。



圖：3.13 T5燈

(三) 安裝感應控制開關 (無/低費方案)

- 生產工序：廠區及生產車間
- 改善前：非緊急宿舍走道、樓道照明燈具常開，籃球場上射燈在無人打球時也經常開著。
- 改善後：在人員不常出入場所安裝聲控電源開關，於非緊急宿舍走道、樓道間的照明採用光感開關控制在亮度低時照明，亮度高關閉。通過加強管理，當籃球場上射燈在無人打球時及時關閉。
- 節能的成效：倉庫有照明燈管180 支，每支40 瓦特；宿舍照明費用能減少50%；籃球場上4個射燈的功率都為1 千瓦，按每天4小時計算，每年節省電費人民幣5千元。
- 方案實施的注意事項：根據工廠的實際情況評估照明系統的節能潛力，採取相應的改造方案。
- 投資額及回本期：項目總投資為人民幣1千元，年經濟效益為人民幣5千元，投資回本期為3 個月。



圖：3.14 感應控制燈

(四) 車間節能管理 (無/低費方案)

- 生產工序：生產車間
- 改善前：車間採用傳統的燈管提供照明。
- 改善後：
 - (1) 製作小型標示或顏色標示，根據實際使用情況對所有開關加以區別。如：使用“常開”、“常關”、“用時開”等文字標示，或用紅色、綠色、黃色等顏色標示進行區分。
 - (2) 對工廠內還在使用400瓦特高壓水銀燈區域進行改造（開料、染色等），換為節能型T5 日光燈管；對已改造或區域已加裝日光燈照明的區域，拆除高壓水銀燈。
- 節能的成效：至少可節約照明用電10%，每月可節約用電5 萬度以上。
- 方案實施的注意事項：根據車間照明需求綜合考慮。
- 投資額及回本期：投資費用低，達致節能降耗，成效顯著。



圖：3.15 燈制指示圖



3.4.1.3 蒸汽系統及其保溫系統

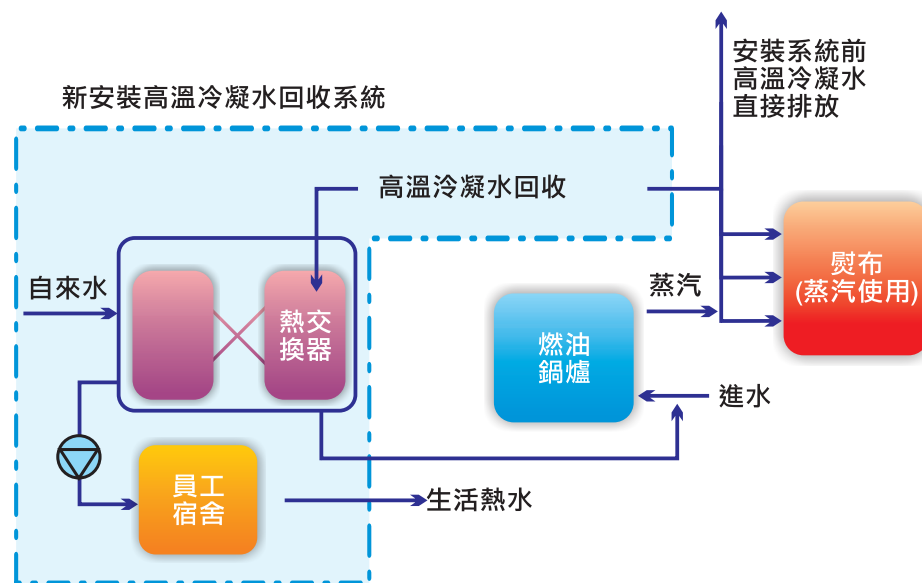
(一) 回收蒸汽餘熱 (中/高費方案)

- 生產工序：蒸熨、烘乾、定型等。
- 改善前：多餘的蒸汽及高溫冷凝水直接排放，將會造成較大的能源浪費。
- 改善後：
為了節約能源，可安裝「蒸汽餘熱回收系統」，把高溫冷凝水回用供給鍋爐預熱鍋爐進水，回收多餘蒸汽及高溫冷凝水用於加熱飲用水或用於加熱員工生活熱水。

某工廠每天分別由一台3噸鍋爐和一台4噸鍋爐為生產車間提供蒸汽。每天運作12小時，平均生產蒸汽量約為60噸。經過生產工序後多餘的蒸汽和高溫冷凝水通過「蒸汽餘熱回收系統」，用於員工生活區熱水系統，其蒸汽及冷凝水儲水缸體積容量為100m³，利用回收的餘熱使其缸內水溫由20°C提升至70°C。

另有一套「蒸汽餘熱回收系統」用於員工飲用水系統，其核心設備為熱交換器熱水器，為廠內1,500名員工每天提供約4.5噸的飲用熱水。

至於「蒸汽餘熱回收系統」工作原理為：此系統主要由兩部份組成，即蒸汽回收管道和蒸汽及高溫冷凝水儲水缸，而後者為此系統的主要部件。「蒸汽餘熱回收系統」的工作原理是把蒸熨工序後的蒸汽和高溫冷凝水連接在一條水管裏，然後匯集到蒸汽及高溫冷凝水儲水缸中，缸內的水在蒸汽及高溫冷凝水的高溫作用下，不斷地直接循環加熱，當達到預定的水溫，便利用水泵將熱水泵到員工宿舍區供應給員工使用。而「蒸汽餘熱回收系統」途徑見下圖。



圖：3.16：「蒸汽餘熱回收系統」途徑



- 節能成效：
 - 「蒸汽餘熱回收系統」用於員工生活區熱水系統，每天節省重油量約980公斤，每年可回收利用的熱能折算為人民幣約138萬元。
 - 而「蒸汽餘熱回收系統」用於廠內飲用熱水系統，每年可節省燒熱水費用約人民幣6萬元。
- 方案實施的注意事項：須根據廠方鍋爐生產蒸汽量及生產工序使用蒸汽量、所需生活熱水和飲用熱水量進行設計，同時須注意蒸汽管道的保溫效果，詳細瞭解請見本節3.4.1.3 (三) 鍋爐蒸汽管道保溫系統 (無/低費方案)。此系統的高溫冷凝水未被全部回用，可選擇密閉回用方法。
- 投資回本期：
 - 「蒸汽餘熱回收系統」用於員工生活區熱水系統的設備總投資費用為人民幣16萬元，回本期在2個月內。
 - 「蒸汽餘熱回收系統」用於廠內飲用熱水系統的設備總投資費用為人民幣9萬元，回本期在18個月內。



圖：3.17 熱交換儲水缸

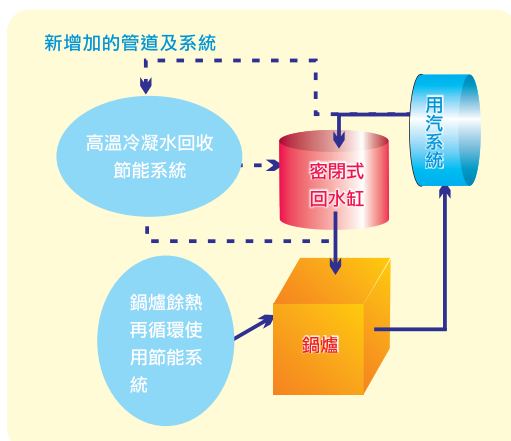
(二) 回收高溫冷凝水 (中/高費方案)

- 生產工序：蒸熨、烘乾、定型等。
- 改善前：高溫冷凝水直接排放，造成較大的能源浪費。
- 改善後：
 - 新增的蒸汽鍋爐熱回收節能系統，用於高溫冷凝水回收。（只可以回收部分冷凝水）。
 - 新增的冷凝水熱回收節能系統，利用高溫蒸汽餘熱生產熱水，在生產同樣蒸汽情況下，可以得到部分高溫熱水，供給鍋爐使用。
 - 節約水及軟化水處理費用。
 - 增加產汽效率，滿足產汽需求。
 - 密封管道減少氧化，增加管道使用年限。

至於「蒸汽鍋爐高溫冷凝水回收系統」工作原理

- 高溫冷凝水回收設備採用混合回收方式，可將蒸汽和高溫冷凝水直接回收入鍋爐，形成產汽——用汽——再產汽的閉路循環系統。
- 提高蒸汽熱利用率，降低鍋爐爐耗和節約大量軟水，高溫冷凝水回收率 $\geq 90\%$ 。
- 自動安全監測自動控制系統與原鍋爐接合。
- 5噸/小時的高溫冷凝水回收系統（功率7.5千瓦）
- 電源控制裝置

系統運作見下圖：



圖：3.18
蒸汽鍋爐高溫冷凝水回收系統



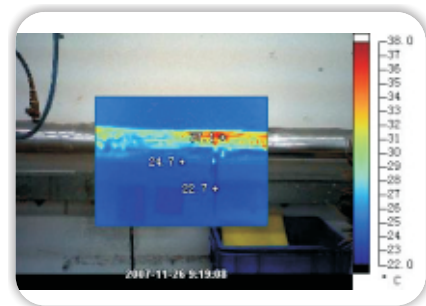
- 節能成效：增加一套綜合熱管理節能系統，在同樣鍋爐工作的情況下，預測節約成本8%~15%。以8%保守計算，估計每年節能效益的總額為港幣48萬元。
- 方案實施的注意事項：做好高溫冷凝水回收管道的保溫效果，使回收熱能的效率更高。
- 投資回本期：系統工程總投資額為港幣33萬元，而回本期約10個月。



圖：3.19 高溫冷凝水回收系統

(三) 鍋爐蒸汽管道保溫系統(無/低費方案)

- 生產工序：廠內的所有蒸汽管道。
- 改善前：鍋爐蒸汽管道保溫效果差，大量的熱能在管道表面及喉管散失，鍋爐的蒸汽耗能負荷高。
- 改善後：
企業廠內更換管道保溫材料150米，其內層使用保溫棉材料，而外層使用3釐鋁皮，其導熱係數為0.035瓦/(米x秒)，總散熱面積約為70平方米。鍋爐管道蒸汽保溫系統，能夠有效減少熱散失，維持蒸汽管道的高溫溫度，從而減少鍋爐的蒸汽耗能負荷，達致節能降耗的目的。
- 節能成效：更換「保溫系統」後每小時的熱散失減少200兆焦耳，折算後每小時減少消耗重油約6公斤，得出每年減少耗油量約22噸，即每年節省費用約10萬元。



圖：3.20 保溫管道

- 方案實施的注意事項：
此「保溫系統」的核心技術為保溫材料。按照GB 50264-97「工業設備及管道絕熱工程設計規範」中的有關規定，在運行中，平均溫度不高於350°C時，導熱係數不大於0.12瓦/(米x秒)的材料稱為保溫材料。而影響管道保溫效果的因素很多，主要有：保溫材料的導熱係數、保溫層表面放熱係數、管道所處環境常年平均氣溫和常年平均風速、高度係數、保溫層厚度及工程質量等。一般來說，在同樣熱損失的情況下，導熱係數及保溫層表面放熱係數越大，保溫層厚度越厚；所處環境常年平均氣溫越低、常年平均風速越大、室外管道架得越高，所需的保溫層厚度就越厚；在某一條件下，地區的常年溫度、平均風速、架高係數均為定值，影響保溫效果的主要因素是保溫材料的熱導係數和保溫層厚度，這兩項直接影響材料選用及保溫費用。

保溫材料選用是否合理，主要可以從熱損失大小、保溫材料所需厚度及經濟性來衡量。在熱損失相同的條件下，應力求管道的保溫費用最小。一般要減少熱損失，就要增加厚度，或者選用導熱係數更小的材料。費用與材料的厚度、導熱係數等有關，除此之外，還需考慮施工、材料來源、維修、支架、勞動保護等。更多的詳情，可參考GB 50264-97「工業設備及管道絕熱工程設計規範」。

- 投資回本期：更換「保溫系統」總投資成本約為人民幣2萬元，與成本比較計算後得出，此項目回本期約3個月內。



3.4.1.4 回收餘熱給生活區用水

(一) 空壓機餘熱回收 (低費方案)

就紡織服裝業而言，廠內具有大量產熱很大的大型機器，如空壓機等。這類機器的散熱問題往往困擾著企業。使用大型的抽風機散熱不僅產生很大的噪音，而且抽風機的運作也為企業帶來一筆額外的開銷。在炎熱的夏天，抽風機的功效也未能起作用。其實，這類的大型機器所散失的熱量也是一種能源的浪費，建議廠方可考慮通過熱交換器把散失的熱能收集起來，用於廠區生活用水的加熱。

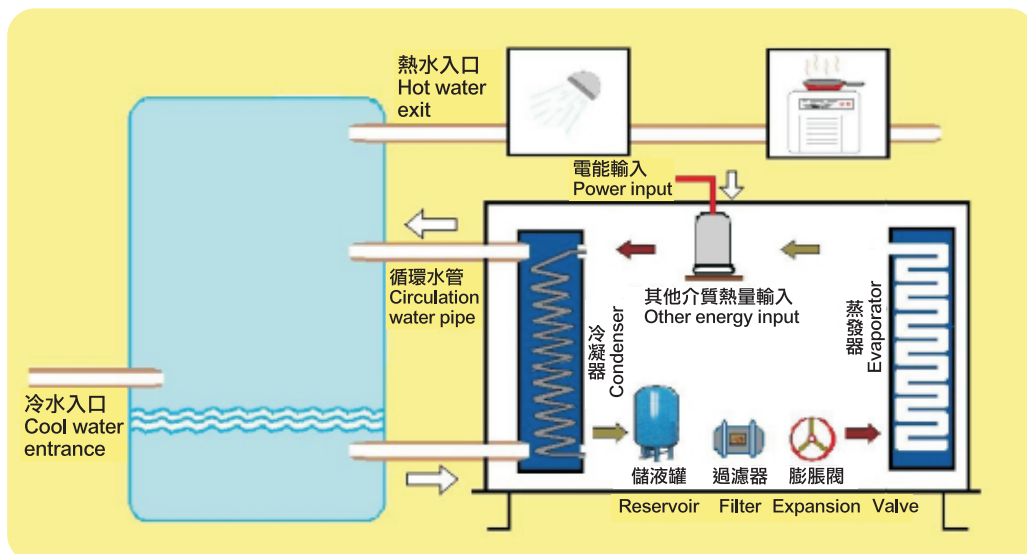
- 生產工序：產氣工序
- 改善前：一台22千瓦空壓機採用2.2千瓦換氣設備進行散熱，空壓機年平均運行300天，每天運行24小時，得出散熱系統每年耗電約為13,000千瓦時。
- 改善後：將空壓機的換氣散熱系統改為熱交換器，對餘熱進行回收之後，既減少了空壓機內風扇的耗能，又減少了燒熱水的耗能。
- 節能的成效：空壓機使用熱交換器取代散熱風機，每年可節省電約1萬千瓦時。在使用空壓機餘熱回收系統後，每天可製熱水(50°C)約15,000升，每年總節省燒熱水的耗電約6萬千瓦時。
- 方案實施的注意事項：針對工廠的實際情況，使用熱交換器進行餘熱回收，要求空壓機釋放足夠的餘熱，僅適用於大型的空壓機或多台小型空壓機聯動情況。
- 投資額及回本期：對一台22千瓦的空壓機加裝熱交換器，項目投資總額約為4萬元。使用空壓機餘熱回收系統後，每年節省電費約人民幣4萬元。投資回本期在1年內。



圖：3.21 空壓機熱交換器

(二) 使用熱泵提供熱水系統 (中費方案)

- 熱泵的工作原理



圖：3.22 熱泵吸收餘熱製造熱水的工作原理



- 生產工序：其他(產熱的生產設備)
- 改善前：使用柴油熱水爐（0.5噸）供應生活用水，每年消耗柴油約2萬升，共計人民幣約15萬元。
- 改善後：加裝使用熱泵系統後並減少柴油熱水爐運作，柴油消耗每年可減少1.8萬升。為柴油熱水爐加裝熱泵系統後，在操作費用方面實際測量的節能效果是53%。
- 節能的成效：廠方於使用熱泵後，不單止可減少柴油的使用量，還可以減少二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放，減少對空氣的污染，有助保護環境；同時亦可減少人力搬運柴油的成本以及設備運作較整潔，維修頻率亦較少。
- 方案實施的注意事項：根據工廠實際情況，由於熱泵產熱水速度比較慢而且比較少量，所以熱泵大多用於與其他熱水器組合使用。
- 投資額及回本期：熱泵系統的總投資額為人民幣14萬元，於柴油熱水爐加裝熱泵系統後，估計每年可節約柴油18,000公升，而操作成本可節省人民幣8萬元，推算回本期在2年內。



圖：3.23 熱泵

(三) 太陽能熱水系統 (高費方案)

一些大型的工廠，員工人數龐大。單就員工的生活用水這一方面已為工廠帶來很大的負擔。身處熱量充足的南方，廠方可考慮利用太陽的熱能，為工廠節省燃料熱水器或電熱水器的運營費用。

- 生產工序：宿舍生活區(約200人)
- 改善前：使用柴油熱水爐供應生活用水，每年消耗柴油約1.4萬升，共計人民幣約9.5萬元。
- 改善後：使用太陽能熱水系統後並減少柴油熱水爐運作，柴油消耗每年可減少到1.3萬升。
- 節能的成效：廠方於使用熱泵後，不單可減少柴油的使用量，還可以減少二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放，減少對空氣的污染，有助保護環境。
- 方案實施的注意事項：根據工廠實際情況，由於太陽能熱水器產熱的熱源為太陽，不穩定因素比較大，需要與燃料熱水器組合使用。
- 投資額及回本期：太陽能熱水系統的投資額為人民幣14萬元，加裝太陽能熱水器後，估計每年可節約柴油1,400公升，可節省人民幣1萬元，推算回本期在3年內。



圖：3.24 太陽能板

3.4.1.5 生產設備馬達的變頻器

對於生產量大的紡織製衣廠，衣車、空壓機等生產設備需要長時間運作，這無疑是工廠電能消耗的重大源頭。為了減輕工廠的營運成本，可以考慮為設備加裝變頻器。下面詳細介紹衣車及空壓機加裝變頻器的原理及個案。

(一) 節能衣車 (中/高費方案)

節能衣車是指裝有節能馬達（通常稱為「伺服馬達」的衣車），廠方可根據自身情況選擇改裝伺服馬達或者更換為內置伺服馬達的節能衣車。



- 生產工序：車縫工序
- 改善前：使用普通衣車，在縫製50件布料的條件下的總功率為0.112千瓦。衣車每年平均運行300天，每天運行11小時。共計每年需消耗370千瓦時。
- 改善後：使用電腦伺服馬達衣車，在縫製50件布料的條件下的總功率為0.052千瓦。衣車每年平均運行300天，每天運行11小時。共計每年需消耗170千瓦時。
- 節能的成效：兩種衣車在同樣車縫50件布料的條件下的總功率消耗比較，從0.112千瓦下降到0.052千瓦，下降比例約為54%。
- 方案實施的注意事項：市面上具有多款單獨伺服馬達出售，亦有內置伺服馬達的衣車，種類繁多。根據工廠實際情況，選購適合自身工廠發展情況的伺服馬達。
- 投資額及回本期：從廠房資料得知每部電腦伺服馬達衣車價格為人民幣3800元，每部普通衣車的價格約為2600元，以及每年電腦伺服馬達衣車和普通衣車的維修費均約人民幣500元；也就是說電腦伺服馬達衣車比普通衣車多投資1200元。若以每度電費人民幣1元計算，加裝電腦伺服馬達衣車後每年可節約人民幣200元。由此可以得出投資回收期在6年左右。



圖：3.25 伺服馬達衣車

(二) 空壓機加裝變頻器(中/高費方案)

- 生產工序：提供壓縮空氣的輔助生產設備
- 改善前：一台11千瓦的空壓機，在工頻運作下，每小時耗能約9千瓦時。
- 改善後：為空壓機加裝變頻器，在變頻的運作下，每小時耗能降至7千瓦時。
- 節能的成效：空壓機加裝變頻器後，每小時耗電量從9千瓦時降至7千瓦時，下降比例為23%。
- 方案實施的注意事項：目前市面上具有多種變頻器以供選擇。工廠需按照自身實際情況選取合適的變頻器。
- 投資額及回本期：根據工廠目前的生產情況，每年工作300天，每天操作24小時，每度電為人民幣0.8元，故此每年可以節省人民幣1.2萬元。從廠方資料所得，為空壓機接上變頻器的成本(包含每年維修保養費用)大約在人民幣1萬元左右。由此可以得出，接上變頻器的投資回收期在1年內。



圖：3.26 變頻器

3.4.1.6 輸電系統

(一) 維護配電櫃的耗能表現(無/低費方案)

電能是企業的重要能源之一，輸電質量的好壞、用電設備的用電質量都將影響到企業的生產效率和節能效率。故此，有必要對廠內的配電設備、大型用電設備或數量大的用電設備進行電能測試。



(二) 成功個案分享 - 維護廠內配電櫃的耗能表現：(無/低費方案)

- 功率
1000千伏安的配電櫃被測量了兩天，最高峰耗電率約360千瓦(注：剩下64%可使用)，日間、午飯和晚上期間錄得平均耗電率320千瓦，佔正常生產時間的耗電率約32%，說明廠房內的自動針織生產車間連續性生產。
- 相電流差
相電流分配在正常運作都不應超過10%差別，亦可避免中相帶電的機會增加，引致負載的相線會產生過多壓降，影響配電系統電壓平衡，建議未來分配負載時要盡量平衡。
- 電壓
過高的電壓不僅造成電力能源浪費，也容易令馬達等設備的壽命縮短，容易損壞。故此，廠方應檢查變壓器電壓調節選擇，以調節過高電壓。
- 功率因數
功率因數在0.9以下，表示無功電流的浪費，可考慮改善電容補償櫃的裝置。
- 總諧波失真度
發現過高的諧波，建議可使用諧波篩檢程式，減少對其他電子電器設備產生干擾的影響。



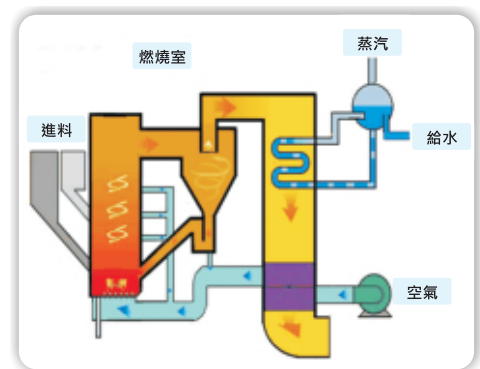
圖：3.27 電櫃

3.4.1.7 鍋爐燃料更換使用生物質燃料

生物質蒸汽鍋爐取代傳統的燃重油鍋爐，以節約化石燃料和減少空氣污染物排放。由於一般生物質燃料的含氮及含硫量較低，故可減少空氣污染物如二氧化硫和氮氧化物的排放。此外，使用碳中和的可再生生物質燃料可以減少整體燃燒時所排放的二氧化碳。

使用生物質燃料鍋爐的優勢：

- 生物質燃料點火易、升火快、燃燒過程充分，燃料利用率高。
- 燃料適應廣泛，經濟適用：該系列生物質燃料鍋爐，可以燃燒成型生物質燃料，亦可燃燒散料，如：稻殼、花生殼、木屑等燃料，來源廣泛，成本低廉，綜合成本比燃煤還低。既有燃油（氣）鍋爐的環保好處，又有燃煤鍋爐成本低特點。
- 生物質燃料價格遠遠低於重油，而且低氮及顯著低硫。
- 使用再生能源，以減少空氣污染物排放。



圖：3.28 生物質燃料鍋爐運行原理



表3.2：生物質燃料與其他燃料的比較：

項 目	生物質成型燃料	天然氣	柴油	重油
熱值 (kcal/kg)	4100	8600	10200	10000
鍋爐熱效率 (%)	89%	90%	90%	89%
噸蒸汽燃料耗量(kg/t)	164.4	77.5	65.4	67.4
噸蒸汽燃料費用 (元/t)	196.80	310	425.1	316.8
燃料費用節約率 (與生物制顆粒比較)	-	- 21%	- 42%	- 22%

(資料來源：個別廠商在項目實際運作參考數據)

表3.3：鍋爐燃料的排放值：

鍋爐類別	廣東省排放標準(最高允許排放濃度)		
	鍋爐煙塵 (mg/m ³)	鍋爐二氧化硫 (mg/m ³)	鍋爐氮氧化物 (mg/mm ³)
燃煤鍋爐 (10T以下)	120	400	400
燃油鍋爐 (輕柴油/煤油)	50	300	300
燃氣鍋爐	30	50	200
生物質鍋爐實際檢測結果	14.5	20	72.3

(資料來源：個別廠商在項目實際運作參考數據)



3.4.1.8 其他節能減排

(一) 廚房天然氣爐灶取代柴油爐灶工程 (中/高費方案)

- 生產工序：廠內廚房
- 改善前：柴油爐灶燃燒有時會產生黑煙，排放有害氣體，污染嚴重。
- 改善後：由天然氣公司鋪設天然氣管道至製衣廠內的廚房，同時將廚房柴油灶更換為天然氣灶，更換後灶具無爐底廢氣、低噪音，燃燒後產生的氣體為水和二氧化碳，對大氣污染極少。
- 節能的成效：每年約可節省標準煤量 89噸，相等於約人民幣1.8萬元。
- 方案實施的注意事項：根據廠方自身的煮食量選擇合適的天燃氣管道及天燃氣煮食爐。
- 投資額及回本期：投資額約人民幣9.2萬元，回本期為5年。



(二) 功率因數自動補償器 (中/高費方案)

- 生產工序：製衣工序
- 改善前：因功率因數低，額外消耗的電流並沒有真正用於設備的運作之上，從而增加配電櫃負荷，增加了電力費用。
- 改善後：廠方安裝功率因數自動補償器，把下滑的功率因數提升，以及減少無功功率和相關電流的消耗。
- 節能的成效：方案每月約可節省人民幣8千元的電費，約為8千度電力。
- 方案實施的注意事項：需經過專業的電力量度儀測量，不能盲目加裝。
- 投資額及回本期：功率因數自動補償器的成本需要人民幣10萬，回本期約1年。



(三) 安裝節電器 (無/低費方案)

- 生產工序：製衣工序
- 改善前：縫紉衣車真正用在縫製時的使用率只有20% - 30%之間，設備待機能耗很高。
- 改善後：在衣車馬達旁安裝了節電器，採用微電腦處理器，對馬達的實際功率進行即時檢測和計算，按馬達的實際負荷來控制輸出大小。
- 節能的成效：以每天8小時的工作時間計算，每台衣車每年約可節省人民幣200元。
- 方案實施的注意事項：根據生產需求選擇合適的節電器。
- 投資額及回本期：每台節電器約人民幣200元，回本期為一年。



(四) 採用順坡式通風採光設計模式 (中/高費方案)

- 生產工序：一般廠房
- 改善前：完全依靠風機和燈具進行通風和採光。
- 改善後：安裝順坡式通風採光設備，室外陽光經採光瓦多次散射後，變成舒適的柔光進入工作車間，而屋頂的通風氣流把自然上升的室內熱空氣排到室外，促進了室內空氣的對流，以便排走室內熱空氣，並利用天然光進行車間室內照明，從而減少風機和燈具的使用數量。
- 節能的成效：根據個別企業經驗，每年節省的通道照明費用約為人民幣10萬元，節省的通風費用約為人民幣10萬元。其總體節能效益為年節省電量約25萬度電，即年節省電費約為人民幣20萬元。
- 方案實施的注意事項：結合工廠實際生產的需要，評估專案的可實施性。
- 投資額及回本期：總投資為人民幣33萬元，回本期為2年內。



(五) 使用小型電鍋爐取代柴油鍋爐產生蒸汽供熨衣用途 (中/高費方案)

- 生產工序：製衣工序
- 改善前：柴油鍋爐產生大量廢氣，需投資額外設備進行廢氣處理，鍋爐效率低，能源效益少。
- 改善後：使用小型電鍋爐，其額定功率為36千瓦，每小時耗電可產生0.05噸蒸汽，利用發熱線為自來水加熱，從而產生蒸汽，用於熨台整熨之用。由於設備所需的蒸汽輸送管道較柴油鍋爐為短，所以蒸汽洩漏可能性和熱能損耗會較低。
- 節能的成效：電鍋爐的操作成本會較柴油鍋爐低8.6%左右。
- 方案實施的注意事項：根據生產要求選擇合適負荷的電鍋爐。
- 投資額及回本期：總投資為人民幣15萬元，回本期約3年。



(六) 空壓機加裝變頻器 (無/低費方案)

- 生產工序：製衣工序
- 改善前：空壓機低用量時能耗較大，浪費電能。
- 改善後：有利於空壓系統更有效的工作，亦可減少待機的耗能，更能節約用電。
- 節能的成效：使用變頻器後，有效減少空壓機在負荷時能耗，以節省電力。
- 方案實施的注意事項：留意設備的負載狀況，避免經常滿載，而引致變頻器的節能成效降低。
- 投資額及回本期：預算每台投資成本約港幣4萬元，每部變頻器的回本期根據額定功率和操作特性不同，從2年到3年不等。



(七) 加強員工的意識培訓(設備維修) (無/低費方案)

- 生產工序：製衣工序
- 改善前：員工工作意識散漫，對機器的檢修維護不妥，容易造成機器的損壞，能源的不必要浪費，提前老化。甚至釀成事故。
- 改善後：加強對員工工作意識的培訓，能達到減少能源的浪費和加強設備的運作效益。
- 節能的成效：間接提高生產效率。
- 方案實施的注意事項：員工的態度和企業的文化，以免事倍功半。
- 投資額及回本期：此項措施可以通過管理教育達成，因此不需要先期投資。



(八) 改善添加助劑的設備(無/低費方案)

- 生產工序：洗水工序
- 改善前：用人手憑經驗添加助劑，缺少精確度，容易造成助劑的浪費。
- 改善後：改用電子磅，有效準確使用份量，減少耗用原材料。
- 節能的成效：減少原材料的耗用，提高助劑使用的精確度，保證產品批次間的質量。
- 方案實施的注意事項：員工工作意識的培訓，需制定清楚及簡易的工作指引。
- 投資額及回本期：費用約人民幣2萬元，回本期約在1年內。





(九) 供電電壓優化(無/低費方案)

- 生產工序：供電設備
- 改善前：供電電壓不穩，時高時低。過高的電壓會令機器和馬達受到傷害；過低的電壓則使機器無法正常運作。
- 改善後：定期對供電設備包括電容器進行檢查和維護，保持設備處於最佳狀態。從而幫助改進廠內供電的功率因數，提高電力素質，減少能源損耗等。
- 節能的成效：不僅可以節省能源損耗，還可以減少對機器和馬達的傷害，延長機器的壽命。
- 方案實施的注意事項：由有資質的員工執行，制定清楚的維修保養計劃表。
- 投資額及回本期：此項措施可以由廠內的電工或委託承辦商執行，維護費用有限。



(十) 廢物分類回收(無/低費方案)

- 生產工序：廢棄物
- 改善前：生產過程中會產生大量廢棄物，大部份廢棄物尚有利用價值，直接丟棄為廠方帶來損失。
- 改善後：把生產過程所產生的廢紙/廢容器/廢金屬/廢布料分類收集及存放，以及清楚標識，聯絡合適回收商處置，並由領導動員協調各個部門全體職工積極參與減少使用、重用和回收方法，減少廢物產生。
- 節能的成效：減少廢物產生和物料耗用，亦可達至原材料使用量降低的整體效益。
- 方案實施的注意事項：員工工作意識的培訓，需制定清楚及簡易的工作指引。
- 投資額及回本期：此項措施可以通過行政管理和培訓教育達成，因此不需要前期投資。



(十一) 管理化學品配置(無/低費方案)

- 生產工序：化學品
- 改善前：化學品的隨意擺放及丟棄會對環境造成污染。
- 改善後：非立即使用的化學物品（例如槍水），宜把容器封蓋，減少揮發性有機化合物(VOC)的散發和濃度排放量。
- 節能的成效：減少揮發性有機化合物(VOC)的排放。
- 方案實施的注意事項：員工工作意識的培訓，需制定清楚及簡易的工作指引。
- 投資額及回本期：此項措施可以通過行政管理和培訓教育達成，因此不需要前期投資。



(十二) 管理化學品使用(無/低費方案)

- 生產工序：化學品
- 改善前：化學品的隨意擺放及丟棄會對環境造成污染。
- 改善後：棄置化學品時委託國內具相關資質的化學廢物收集商回收。
- 節能的成效：棄置的化學品得到適當的處理，減少在收集、運輸、處理及最終棄置中對環境的影響。
- 方案實施的注意事項：員工工作意識的培訓，需制定清楚及簡易的工作指引。
- 投資額及回本期：此項措施可以通過行政管理和培訓教育達成，因此不需要前期投資。





3.4.2 中水回用

3.4.2.1 廢水回用技術



一般工業廢水處理大致可區分為前處理、一級處理、二級處理(生化處理)和三級處理(深度處理)四種，通常僅需二級處理即可達到排放的標準及作沖廁之用。但若想將廢水回用於生產工序，回用水的水質要求會嚴格很多。以往普遍的觀念認為廢水回用涉及相當高的投資及操作費用，但由於很多深度處理技術已逐漸成熟且普及化，成本也日漸降低。

目前廢水回收再利用之處理單元主要分為過濾、離子交換、活性炭吸附、電凝法、薄膜等技術，以下分別予以敘述：

(一) 過濾：

過濾之目的為分離水中懸浮固體物。在過濾的過程中，水流經如細砂或無煙煤之類的濾材，形成阻留作用，可以去除懸浮性及膠體性粒子。過濾可降低水中的懸浮物含量、色度、濁度以及部分有機物，增加後續加氯消毒或活性炭吸附的功能，但是不能降低水中的鹽分，限制了處理後的水的回用。

目前廢水回收再利用所用之過濾方式，主要可分為重力式過濾及壓力式過濾兩大類。而在這兩種過濾方式中，以壓力式過濾最為普遍。

(1) 重力式過濾

重力式過濾是利用廢水自身重力進行過濾，由於系統壓力低，所以過濾速度比壓力式過濾為慢，故需較大過濾面積，加上在設計中難以設有完善的沖洗設備，故系統的操作及維護比較複雜。

(2) 壓力式過濾

由於壓力式過濾是在密封容器中進行，所以過濾壓力可以提高以增加過濾速度。在一般設計中，已配備完善的沖洗設備，故壓力式過濾系統的操作及維護比較簡單。常用的快濾設計形式有向下流式、向上流式、雙向流式及水平流式，但一般以向下流式為主。

(二) 離子交換

離子交換 (ion exchange) 是藉由利用固體物質表面靜電力維繫之官能基與溶液中相同電荷之離子交換，帶電荷之離子於溶液中除去，同時具有相同當量之同種電荷之離子（來自被置換之官能基）被釋回溶液中。離子交換主要作用是去除或交換溶解性無機鹽類，降低廢水的電導率、硬度及鹼度，常用於淨水軟化及重金屬之去除。目前，紡織行業廢水除鹽的離子交換法主要是和物理或化學方法聯用，以保證最大限度地發揮離子交換的優勢。



圖：3.30 離子交換樹脂

圖：3.31
離子交換系統



(三) 活性炭吸附

吸附是指一種物質附著在另一種物質表面的過程，廢水處理中主要涉及液—固兩相之間的轉移過程。吸附類型分為物理吸附、化學吸附及離子交換吸附。在廢水處理中所發生的吸附往往是幾種吸附的綜合結果。通常根據吸附劑種類的不同可分為：活性炭、粉煤灰、焦炭等。



圖：3.32 粉末狀活性炭



圖：3.33 顆粒狀活性炭

其中活性炭吸附是去除水中污染物的方法。常用於去除廢水中的嗅、色度、部分有機物等。根據其粒徑不同，又分為粉末狀及顆粒狀，優缺點如下表：

表3.4 活性炭吸附優缺點如下：

活性炭形態	優點	缺點
粉末狀	吸附能力強，製備容易，價格較便宜。	難以再生，不能重複使用。
顆粒狀	易於再生，可重複使用。	吸附能力較粉狀弱，價格貴，製備複雜。

表3.5 間歇和連續操作方式的優缺點：

運行方式		優點	缺點
連續式	固定床	易應用於大規模處理場合，運行費用較低，易實現自動化處理。	投資成本較高，系統維護較間歇式複雜。
	移動床		
	流化床		
間歇式		主要應用於研究和小規模場合，投資較低。	運行費用較高，需要2個以上的吸附池輪流工作。

(四) 電凝法

電凝法利用電勢差溶解金屬離子（Fe/Al），同時通過電解法產生氧氣和氫氣。廢水中的污染物和溶解的金屬離子、氣體發生反應。這樣能夠發生沉澱或共沉澱的現象，然後通過氣浮或其它方法去除沉澱。膠體顆粒和乳化液也能在這一過程中因為失穩而被凝聚去除。電凝法具有設備緊湊、佔地面積少、操作簡便靈活、無需添加氧化劑或絮凝劑的優點。



(五) 薄膜

膜分離過程是利用天然的或合成的、具有選擇透過性的薄膜為分離介質。當薄膜兩側存在某種推動力時，進水側混合物中的某一或某些組分選擇地過薄膜，以達到分離的目的。按濾膜孔徑的不同有微濾 (Microfiltration, MF)、超濾 (Ultrafiltration, UF)、納濾 (Nanofiltration, NF) 和反滲透 (Reverse Osmosis, RO)。下表所列為各類型薄膜可去除之物質：

表3.6 各類型薄膜可去除之物質

薄膜種類	平均薄膜孔徑大小 (納米)	可分離的物質
MF	200	懸浮固體物、濁度、致病菌
UF	2 - 50	大分子有機物、病毒、膠體、蛋白質
NF	< 2	色度、有機農藥、金屬離子
RO	< 1	溶解物體、硝酸根、放射性物質

另外，薄膜之構造與應用特性是另一重要關鍵。目前薄膜市場中主要的四種商品模組分別為平板膜、捲式膜、管狀膜及中空纖維。平板式薄膜，具有易於清洗及更換之優點，但每單一組件之表面面積較小，現多用於小型系統及實驗用途。



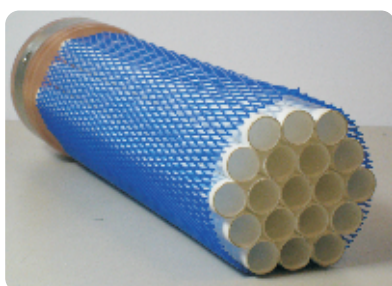
圖：3.34 平板膜



圖：3.35 捲式膜

捲式薄膜包含兩片平板薄膜與一片可繞曲多孔性薄層，形成如三明治般之組合，並捲成圓筒狀。每單一元件最大可達直徑300毫米，長1.5米之設計。相較於平板式薄膜，此模組之薄膜密度高，水頭損失較小。

管式薄膜是將薄膜製為管狀，普遍應用的管膜內徑在8-12毫米之間。在一般設計中，眾多條管膜會縛成一束置於圓形套管中，組成一模組以提高薄膜的表面積。由於管式薄膜多採用內壓式設計，故可提高過濾壓力及循環速度提高過濾效果。中空纖維薄膜，每一模組內約由數千至數百萬個中空纖維集結而成，依進水的流入方向區分為內壓式及外壓式薄膜兩種設計。



圖：3.36 管式膜



圖：3.37 中空纖維膜

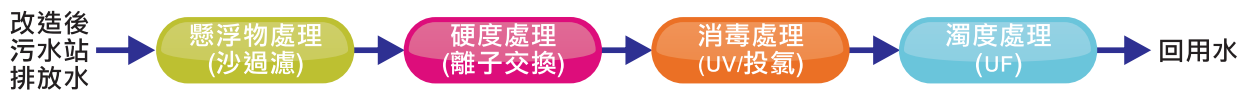


總括的來說，膜分離技術具有能量轉化率高、適應性強、操作維護方便、易於實現自動控制的優點，能有效去除水中的膠體、無機鹽和COD，出水水質基本能用於紡織行業的所有工序。但是設備投資費用較高，採用膜分離處理之前還需採用物理或化學方法去除雜質。

至於技術應用在選取廢水回用技術時，可根據企業的污水水質特性以及對回用水的要求，靈活應用及組合上述各種回用技術。



一般來說，洗水工序對水質要求相對較低，生產用水的主要控制水質指標為COD、SS、濁度、硬度、錳、鐵及細菌，即接近自來水水質可滿足生產要求。而在廢水回用計劃中，建議考慮改造污水站以提升處理效能，特別是把COD降至回用要求水平，這樣不但可盡量利用現有系統，還可簡化廢水回用的處理工藝流程。現時較為普遍的回用處理工藝流程為：



而印花及漂染工序對水質要求相對較洗水工序為高，生產用水的主要控制水質指標除了COD、SS、濁度、硬度、錳、鐵及細菌外，部份生產用水一般還需加入脫鹽要求。為了降低回用水鹽份，所以會在處理工藝中加入反滲透技術。但由於反滲透為濃縮技術，所以在設計中需特別注意整體廢水回收率，以及RO濃水需排回污水站再處理等問題。現時較為普遍的回用處理工藝流程為：



3.4.2.2 分享個案經驗

(一) 個案一：沒有改動污水廠而只增加廢水回用設施

A廠為服裝品設計及生產企業，其中洗衣車間的清洗工序需要大量用水。為了回應當地環保政策，節約利用水資源，將生產廢水處理後回用於車間，實現水資源的有效利用和節省費用的目標。



• 基本資料

A廠每月平均總生產用水量為 $2,000\text{m}^3$ ，主要取水來源為市政自來水。該廠設有污水處理設備，處理工藝為傳統AO工藝，污水經處理後直接排放，水質狀況如下表所示。



表 3.7 原廢水及排放水質

指標	原廢水	排放水
流量(m ³ /月)	2,000	2,000
pH	6 - 7	6 - 9
COD (mg/L)	300 - 400	≤ 90
SS (mg/L)	200 - 300	≤ 60

根據環保局的要求，A廠需要實施污水回用，而廢水整體回用率需達至50%。

A廠按過往生產經驗，回用水水質如下表所示。而企業根據內部的生產需要及財務預算，不打算優化現有的污水站，而只增加廢水回用設施回收達標排放水。

表3.8 生產用水水質要求

指標	回用標準
pH	7 -7.5
COD (mg/L)	≤ 50
SS (mg/L)	≤ 10
濁度 (NTU)	≤ 0.5
總大腸桿菌	≤ 3個/L

- 回用方案內容

該廠的廢水來源較單一，主要產生在成衣清洗工序，可以把所有廢水合併排至污水站處理，經過處理達到排放要求後，再進入回用系統作回收。

與排放標準比較，回用水質要求相對較高。而在實行廢水回用後，回用水是直接用於生產，所以回用方案必須考慮應用特別處理工藝，針對性地進一步去除排放水中對生產有影響的污染物，如COD、懸浮物及細菌等。



整合以上資料及要求，此廢水回用系統方案以末端回用的方式設計，在污水處理系統後增設回用設備，而原污水處理系統不作任何改動。具體中水回用工藝流程如下圖所示，而各處理單元的應用目的將在下文詳述。

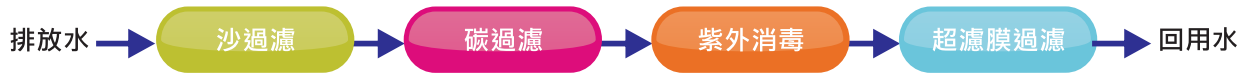


圖 3.38 中水回用工藝流程圖

雖然排放水經過處理，但很多時還會帶有一定量的微細懸浮物，這些微細懸浮物不超出排放標準，但會影響一些精密的回用設備。所以為了保護後續處理設備，在系統的前端需設有沙過濾。

由於原污水處理系統不進行優化，所以排放水的COD水平在90-100 mg/l之間，但這水平遠高於生產要求50 mg/l。所以在回用系統設計中，會加入炭過濾以進一步降低排放水中的有機物濃度。這種設計比較簡單，可使項目的投資成本降低及縮短工程所需時間。但另一方面，由於活性炭吸附一段時間後需再生或更換，增加了回用系統的運作成本及操作難度。

因污水處理應用了生物處理技術，所以排放水中必定帶有一定數量的生物細菌。而生產用水有無菌要求，所以在利用排放水回用於生產前，必須進行消毒，而本案例中利用了紫外消毒程序，去除回用水中的細菌。

為了降低排放水的濁度，方案利用了超濾膜過濾技術來進一步去除水中殘餘的懸浮物。利用超濾膜過濾技術有另一好處，若企業日後對回用水水質有脫鹽要求，可簡單在超濾膜過濾系統後加入反滲透脫鹽設施便可。

- 成果及效益分析回用水水質達至生產用水要求，系統整體回用率約50%。每年減少自來水用量達1.2萬立方米，節省水費約7.5萬人民幣。



二) 個案二：優化污水站及增加回用設施

B廠以織物清洗為主要業務，在成衣洗水過程產生大量清洗污水。根據環保局的要求，需要實施污水回用，實現水資源的有效利用和節省費用的目標。

• 基本資料

B廠每日平均總生產用水量為400立方米，主要取水來源為市政自來水。該廠設有污水處理設備，處理工藝為傳統AO工藝，污水經處理後直接排放，水質狀況如下表所示。



表 3.9 原廢水及排放水水質

指標	原廢水	排放水
流量(m ³ /日)	400	400
pH	3 - 11	6 - 9
COD (mg/L)	480 - 860	≤ 90
SS (mg/L)	300	≤ 60

根據環保局的要求，B廠需要實施污水回用，而廢水整體回用率需達至50%。



B廠按過往生產經驗，回用水水質如下表所示。而企業根據內部的生產需要及財務預算，打算同時優化污水處理系統以及增加廢水回用設施，而整體污水回收率的目標為60%以上。

表3.10 生產用水水質要求

指標	回用標準
pH	7-7.5
COD (mg/L)	≤ 50
錳 (ppb)	≤ 30
鐵 (mg/L)	≤ 0.05
總硬度 (mg/L)	≤ 25
濁度 (NTU)	≤ 0.5

- 設計方案內容

由於洗水廠的廢水來源較單一，主要產生在成衣清洗工序，可以把所有廢水合併排至污水站處理，經過處理達到排放要求後，再進入回用系統作回收。

與排放標準比較，回用水質要求相對較高。而在實行廢水回用後，回用水是直接用於生產，所以回用方案必須考慮應用特別處理工藝，針對性地進一步去除排放水中對生產有影響的污染物，如COD、濁度、硬度、錳、鐵及細菌等。

在設計方案中，污水處理設施會進行優化，優化目的為配合回用計劃而提升現有設施的處理能力，盡量提高排放水水質及其穩定性。雖然優化污水處理設施會增加投資成本，但設計從整體角度出發，對現有系統進行評估及改良，除了提高原系統的處理效能外，還簡化後續增設的污水回用設備，以及提高回用設備的操作及處理效果穩定性。

污水處理優化工藝流程如下圖所示。在流程中，以結合化學氧化及生化處理工藝取代舊有的傳統單純生物處理工藝，強化系統的COD處理能力，確保排放水的COD值降至低於50毫克/升，直接達至生產用水要求。



圖 3.39 污水處理優化工藝流程圖



至於污水回用系統以末端回用的方式設計，在優化後的污水站增加污水回用設備。由於優化後的污水處理系統排放水的COD水平已達至生產要求，所以在回用系統設計中不需特別加入COD處理單元。

在回用設計中主要利用了離子交換及超濾膜過濾技術來進一步去除水中殘餘的懸浮物、膠體及硬度等，並且有加氯消毒程序，確保回用水不含細菌。具體工藝流程如下圖所示，而各處理單元的應用目的將在下文詳述。

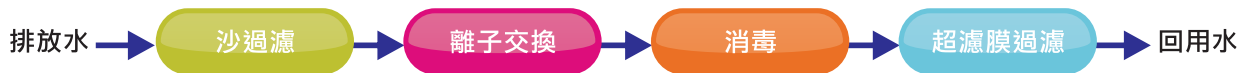


圖 3.40 中水回用工藝流程圖

雖然排放水經過處理，但很多時都會帶有一定量的微細懸浮物，為保護後續處理設備，所以在系統的前端需設有沙過濾。本方案利用了離子交換技術，目的為去除排放水的錳及鐵，以及把硬度降低。因為生產用水的錳及鐵含量過高，會造成紡織品色調的差異，影響成品的品質。而硬度過高會增加生產化學品的耗量，直接影響生產成本。

因污水處理應用了生物處理技術，所以排放水中必定帶有一定數量的生物細菌。而生產用水有無菌要求，所以在利用排放水回用於生產前，必須進行消毒，而本案例中利用了加氯消毒程序，去除回用水中的細菌。但須注意要嚴格控制消毒後回用水中的餘氯水平不要過高，因會造成紡織品色調的差異。

為了解低排放水的濁度，方案利用了超濾膜過濾技術來進一步去除水中殘餘的懸浮物。利用超濾膜過濾技術有另一好處，若企業日後對回用水水質有脫鹽要求，可簡單在超濾膜過濾系統後加入反滲透脫鹽設施便可。

- 至於成果及效益分析得出，回用水水質達至生產用水要求，系統整體回用率達六成，每年減少自來水用量達7萬立方米，節省水費約人民幣12萬元。





附件一： 有關東莞市原地保留條件要求(參考)

- (一) 年產值達到2000萬元（含2000萬元）以上〔註：對於來料加工企業，若加工費未達到生產總值要求，將考慮用參考指標替代生產總值指標，即以「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業原地保留申請企業現場核查工作方案」附件所定的「企業佔地或建築面積」等指標確定；對於近幾年的生產總值達不到要求，但今年以來每月生產值都較大，預計今年全年生產總值可達到要求的企業，如果其他的原地保留條件都基本達到要求，將被認定為「規模較大、基本符合原地保留條件的企業」，年底再定「保留」或「搬遷」。〕；
- (二) 廠址周圍100米範圍內無居民集中居住區〔註：「廠址周圍」是指主要以污染源排放口開始計算，包括噪聲源，以及產生無組織排放的車間開始計算。「居民集中居住區」是指現已形成，在廠址周圍100米範圍內佔地面積1,000平方米以上的居住區。〕；
- (三) 廢水回用率達到在50%以上〔註：以驗收文件判斷廢水回用率是否達到規定比例。驗收意見、驗收申請、設計方案必須體現出廢水回用率達到規定比例以上；企業廢水回用設施環保驗收統一以廢水設施改造進行；企業申報回用水驗收時，需配套回用水治理工程方案；生產廢水必須回用於生產工序或工業設施。〕；
- (四) 配套設置在線監測（監控）系統（日生產廢水排放量200噸以下的除外）〔註：20蒸噸/小時以上的鍋爐必須設置煙氣在線監測（監控）系統，但使用清潔能源的鍋爐除外。〕；
- (五) 實行清潔生產，並通過認證〔註：清潔生產認證須達到市級以上（含市級）級別。〕；
- (六) 企業排放污染物能夠全面穩定達標，並通過環保部門驗收合格。

根據上述提出的原則，除一、二點客觀條件外，其餘幾點企業均可透過技術提升來完成；

- 如廢水回收率要求50%以上，可實行中水回用工程，中水回用是指把生產過程中所產生的廢水經適當處理後回用至生產工序或工業設施，由於回用水會取代自來水而直接用於生產，為免對生產受影響，回用水的供應量及水質的穩定性是非常重要的。所以企業在實施中水回用時，必須先對企業內現狀及未來需要作充分的瞭解，詳細請瞭解本章2.4.2 中水回用。
- 配套線上監測（監控）系統。企業線上監測設備會由東莞市環保局提供選型指引名單，企業可根據實際情況參考指引名單自行選型，並按有關技術規範進行安裝、調試。資料獲取設備統一由市環保局通過招標確定的軟體發展公司提供和安裝。線上監測（監控）資料傳輸租用中國電信線路，以光纖方式進行資料傳輸。東莞市環保局規定，漂染、造紙、制革、洗水、印花行業的污水處理設施線上監測（監控）設備必須能監測以下參數：出水流量、出水COD值、視頻。企業線上監測（監控）裝置安裝完畢經30天運行考核確認系統運行正常後向市環保局申請驗收。市環保局按照《廣東省固定污染源線上監測系統驗收技術規範》的要求組織驗收。



- 另外原地保留的其中一項重要條件，就是實行清潔生產，通過清潔生產審核。以往企業在改善其環保表現時，多採用被動的末端防治策略，著重裝置處理排污設備。清潔生產突破這個模式，採用主動預防方式，在生產工序的每一個環節上進行改善，包括在產品設計、物料採購、工藝、流程等方面應用先進的技術和管理等，令環保工作成為一項提高利潤的投資。眾多成功的實例證明清潔生產一方面可以幫助企業減少污染物排放及節省後期的排污費用，另一方面透過減少原材料消耗和節約能源，降低生產成本，增加競爭力，從而提高利潤。
- 香港紡織業聯會提供「升級轉型技術支援計劃」，委託香港生產力促進局協助在東莞設廠的紡織及製衣業港商，向企業提供專業意見及清潔生產技術支援，實行節能、減少空氣污染物排放，以及減少污水排放，從而改善區域環境素質。
- 東莞市政府出版的「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園工作方案」，對紡織業界來講既是一次打擊，也是一次良機，只要做到上述要求，不僅能令工廠原地保留，提升生產力，促進長遠發展，也能做一個負責任的企業，節約能源，改善環境，達至環境保護及經濟效益兩者相容並存的雙贏局面。



參考資料

1. 國家清潔生產中心，「企業清潔生產審核手冊」
2. 廣東省經濟貿易委員會，「清潔生產案例分析(II)」
3. 關於印發「東莞市環保局電鍍、印染等重污染行業優化升級整合入園工作方案」的通知
4. 台灣經濟部工業局「工業用水效率提升及回收再利用技術手冊」
5. 化學工業出版社，「清潔生產與循環經濟」
6. 「關於開展全市重污染企業原地保留申請工作的通知」（東環辦〔2010〕39號）
7. 金樟其，全國中文核心期刊，「合理選擇蒸汽管道保溫材料」
8. 「關於印發東莞市工業鍋爐及揮發性有機物治理工作方案的通通知」（東環辦〔2010〕41號）

香港紡織業聯會

地址：香港九龍尖沙咀金巴利道25號
長利商業大廈410-3室
電話：(852) 2788 5691 (香港)
傳真：(852) 2305 2493
網址：www.textilecouncil.com
電郵：sec@textilecouncil.com

香港生產力促進局 環境管理部

地址：香港九龍達之路78號
生產力大樓3樓
電話：(852) 2788 5691 (香港)
(86 769) 2299 2095 (東莞)
傳真：(852) 2788 5608
網址：www.hkpc.org

