

香港印刷業商會成功舉辦



「印刷業廠房重點耗能管理及VOC處理」 培訓講座及參觀廠房活動（深圳及東莞站）

香港印刷業商會再度成功獲得香港特區政府環境保護署「清潔生產伙伴計劃機構支援項目」的撥款，於2017年12月13日至14日、2018年1月10日至11日分別在深圳及東莞舉辦一系列培訓講座及參觀活動，旨在提高印刷業界對廠房耗能管理和VOC處理的認識，由多位專家講者分析這兩方面帶來的成本壓力，分享相關的改善措施和正常維護及管理技巧，並透過實地考察加強參加者對相關技術運作的認知。此外，香港不少印刷企業都在內地設廠，近年國內的環保法規不斷更新，因此本會也安排了專家講解國家環保法規對印刷行業的影響。

參加者對於兩場培訓講座及參觀活動有很高的評價，認為幾位講者都非常專業，能夠深入淺出地講解各個議題，而參觀的企業代表很樂意分享採用清潔生產新技術的心得，令他們得益匪淺！



深圳站：培訓講座



東莞站：培訓講座



深圳站：廠房參觀活動



東莞站：廠房參觀活動

講者簡介



深圳職業技術學院傳播工程學院
朱永雙 專業教師兼實訓室主任



作為全國印刷標準化技術委員會書刊印刷分技術委員會秘書處技術專員、高級工程師，其專業研究方向包括印刷標準化、綠色印刷、印刷工藝技術，曾參與起草三項綠色印刷行業標準和兩項包裝與環境國家標準，並主導起草三項綠色印刷團體標準。



盈臻創能有限公司
鍾奕昇 項目發展總監



從事環保及能源管理項目十多年，曾為百家工廠進行節能及環保項目，對印刷業的廢氣及重點耗能設施的運作流程、問題及改善措施，均具備豐富經驗；一直專注引入先進環保技術，提升業界環保節能水準。



盈臻創能有限公司
余子康 高級經理



擔任環保顧問多年，對不同行業的節能及減碳項目具備非常豐富的經驗，過往為超過 350 家中港兩地的企業進行清潔生產及減碳項目，現為專業碳審計師、能源管理顧問，亦是美國能源工程師學會會員。



盈臻創能有限公司
黃煒 環保諮詢經理



從事環境評估及環保顧問十多年，參與國內環保及節能項目超過 300 個，對各生產行業尤為熟悉。



獨立顧問
李偉源



從事空調工作達 40 年，擁有工商管理碩士學位；曾任開利冷氣中國部技術主管、中國南區技術總監及深圳開利總經理，對空氣質素、暖通空調系統設計、節能、管理及人員培訓經驗豐富。

培訓講座

「印刷業廠房重點耗能管理及 VOC 處理」兩場的培訓講座以印刷業常見的耗能和廢氣問題為主題，香港印刷業商會邀得多位專家分享，以提高同業對中央空調、空壓機、空氣淨化和 VOC 處理等方面的了解，並分析國家環保法規對印刷業的影響，協助行業在綠色印刷之路上精益求精。

印刷業廠房重點耗能管理： 中央空調系統管理與維護

在探討中央空調系統前，首先需要理解熱力學的基本概念。能量守恒定律 (Law of Conservation of Energy) 是指孤立系統中的總能量保持不變。如果一個系統處於孤立環境，就不能有任何能量或質量從該系統輸入或輸出。能量不能無故生成，也不能無故摧毀，但能量能夠改變形式，例如在炸彈爆炸的過程中，化學能可以轉化為動能。

熱傳遞的三種方法

熱傳遞分為三種方式，包括熱傳導、熱對流與熱輻射，其中以熱輻射為主要的傳遞方式，其餘的熱對流或是熱傳導是當物體在接受熱輻射時遇到阻礙，才會發生的作用。

熱傳導 (Conduction)

熱經由物質上的接觸，由高溫的物體將熱傳遞給低溫的物體，是固體主要的傳熱方式。一般而言，物體本身的密度越高，熱傳導率就越高，代表熱傳遞的速度越快。

熱對流 (Convection)

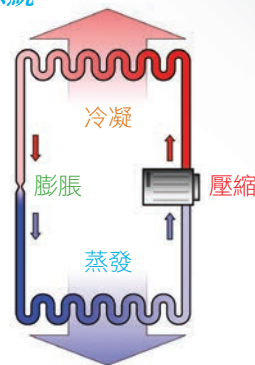
流體受熱上升，遇冷下降是對流的原理，氣體（例如空氣）和液體是主要的傳熱方式。

熱輻射 (Radiation)

熱輻射傳遞熱時並不需要透過任何媒介物質，就如電磁波一樣，而太陽的熱能就是這樣穿過

真空的空間傳遞到地球上。只要一個物質的溫度超過絕對零度（攝氏零下 273.15°C）時，就會散發出熱輻射。熱輻射作用是從物質的表面直線地向四面八方傳遞，直到碰到另外一個物質吸收或是反射（當另外一個物質吸收熱輻射後，熱傳導的作用又相繼在該物質表面產生）。

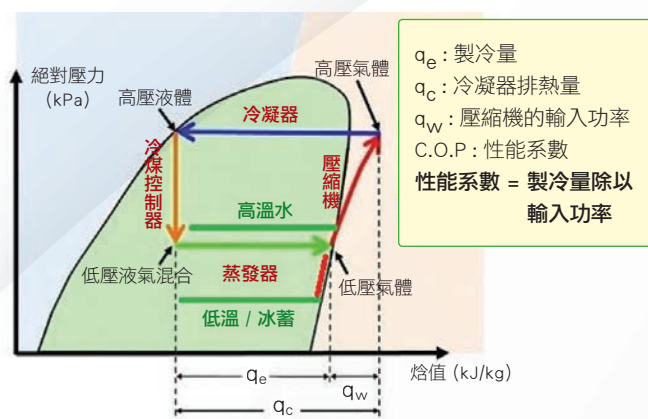
冷媒循環系統



在冷媒循環系統中，共包括四個狀態：

1. 壓縮（氣體低溫／壓變成高溫高壓氣體）
2. 冷凝（氣體因溫度下降轉變成液體）
3. 膨脹（高壓降至低壓）
4. 蒸發（液體蒸發成氣體）

理論冷凍循環壓力——焓圖



冷媒循環系統可以利用超熱 (Super Heat) 或／及過冷 (Subcool) 來增加機組的性能系數 (COP)。冷水和冷卻的溫度改變，會直接影響機組的效能。我們可以提高冷水溫度（採用高

溫水系統)，則降低了冷卻溫度（即改善冷卻效能）來提高系統的效能；亦可能因為降低冷水溫度，或因結垢等問題而令冷卻溫度升高，都會降低系統效能。

除了壓縮循環系統外，還有不同的製冷方式，其中包括吸收式、真空蒸發式、蒸發式和電極式。

中央冷氣系統

中央冷氣系統是由一組冷水主製冷後，通過水泵和水管分配到末端設備，包括空氣處理器（AHU）、風機盤管（FCU）和預冷新風櫃（FAU）等等。冷氣機的種類方面，主要分為冷水機和直接膨脹式兩個主要系列，壓縮機分為離心式、螺杆式、往復式、渦旋式等等。



■ 水冷式冷水機



■ 風冷式冷水機



■ 直接膨脹式（DX）的水冷機（水冷櫃機）



■ 風冷機（窗口機）



■ 風冷機（分體式）

空調系統的冷量計算

1. 計算每個空間的最大冷量要求（包括：照明散熱、人體散熱、設備散熱、玻璃窗透過日照、玻璃窗與外牆的溫差傳熱、滲透負荷等）
2. 為房間配對合適的末端設備及通風
3. 加上所有末端設備冷量
4. 以總冷量60%至70%選用三至四台冷水主機
5. 按冷水主機冷量配搭相關設備 [熱量傳遞 (kW) = 水流量 (L/s) x 水溫差 (攝氏度) x 常數 (4.2)]

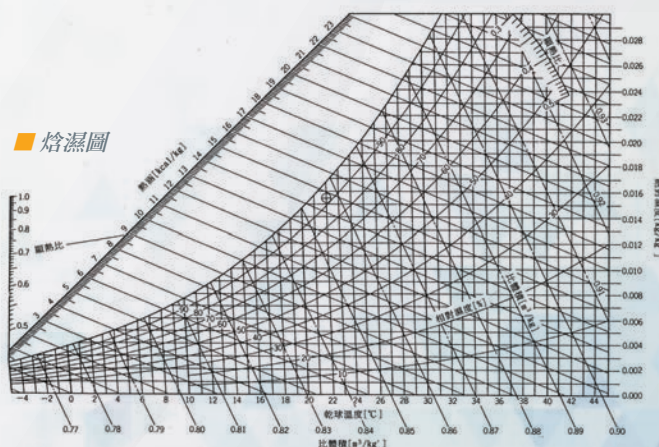
速成冷量計算

按一般的情況，相類似的使用條件所產生的熱量相近，因此一般以場所與面積作為總冷量的預算，以下是不同場所的總冷量預算數據：

- 辦公樓：200~250W/M²
- 酒樓：400~450W/M²
- 住宅：150~200W/M²
- 工廠：280~330W/M²

空氣與焓濕圖

空氣的物理特性主要包括溫度、絕對濕度（含水量）、氣壓、熱焓值等，而這些因素的相互關係及變化都可在焓濕圖中反映。



中央空調系統維護及修理

中央空調系統維護屬於日常工作，例如清潔、檢查、記錄、調校和試行等，而修理是突發工作，當設備出現故障而導致警報或停機，需要盡快排除問題，回復正常運作。若維護得當，設備出現故障的機會將大大降低，亦可大幅減少修復費用，以及壞機時的機會成本。

空調系統中有很多關鍵位置都涉及熱交換，例如冷媒系統中，冷凝器的冷媒與排熱媒介（空氣／水）的熱交換、蒸發器上冷媒與吸熱（製冷）媒介（空氣／水）的熱交換、冷水系統中冷水與空氣（二次吸熱介質）的熱交換等，當這些熱交換表面因灰塵、水垢、油膜等雜質所覆蓋後，便會減低熱傳導的能力。一開始時，只是多耗能源，但隨後卻因磨損加劇，而令機組或部件損壞，造成更麻煩、浪費或無法修復的後果，因此維護的最主要工作便是清潔。

企業應該保存與分析行車記錄，行車記錄主要是收集機組與相關設備的主要運行及直接顯示的數據，例如運行電流、電壓、水壓、溫度、冷媒壓力、開啟度和油位等可直接目視的數據。

記錄表應盡量按照現場抄表順序排列，而每次抄表時間之間距應相若（最好一小時一次）。每日的抄表記錄應妥善保存，並將每日的運行數據輸入計算機，定期比較及分析溫差、壓差、運行電流等變數，以確定機組應否進行清洗、調整或更換機油／組件等。若企業定期整修設備，可大幅降低突發問題出現的機率，避免組件損壞所引致更嚴重的問題或停機。

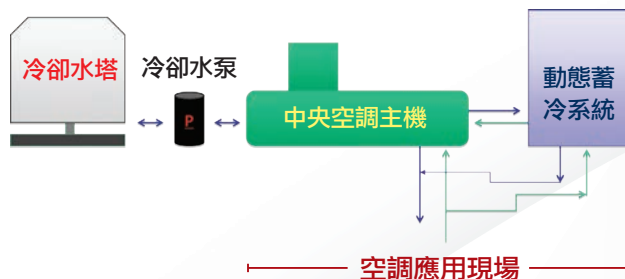
印刷業廠房重點耗能管理： 中央空調節能技術案例

對印刷廠房而言，中央空調和空壓機普遍存在不少的問題和影響。為降低支出成本，企業應採取不同的措施，以有效管理耗能問題。

節能：提升中央空調製冷能效比 VpuraTES 動態蓄冷系統

VpuraTES 動態蓄冷系統以專利快速蓄冷設計，以英國專利 PCM 相變材料作為蓄冷材料，再以 VpuraTES 控制系統儲存中央空調的剩餘冷量，再回送返供冷系統之中，充份發揮中央空調的最優化製冷效能，達到大幅節省能源目標。

■ VpuraTES 動態蓄冷系統



案例分享

在清潔生產伙伴計劃的示範項目中，有一家位於深圳的台資電子廠因其設備長期消耗大量能源及波動較高，加速空調老化，因此使用 VpuraTES 動態蓄冷系統以管理耗能問題。

自安裝 VpuraTES 動態蓄冷系統後，該台資電子廠在中央空調主機運行時間和用電量、冷卻水泵和水塔風機用電量方面均有明顯下降，而中央空調系統的總用電量更節省 36.6%。節省用電的同時，此系統每年更省卻多達 20 多萬元人民幣的電費，投資回本期為兩年內。由於減少中央空調系統（包括主機、冷卻水泵和水塔風機）的運行時間達 40%，因此亦同時降低系統的損耗速度。

節能：提升中央空調散熱效率 HydroFLOW 電子水垢處理器

影響冷凝器散熱效率的原因主要有二，一是因為水份蒸發後，水內鈣鎂離子在水內飽和，形成硬水垢，影響熱交換效率；二是因為冷卻水容易滋生青苔和細菌，而細菌甚至會於冷凝器中結成生物膜。HydroFLOW 電子水垢處理器能達到以下四個主要效益：

- **除舊水垢**：清除整個冷卻水系統內存在的舊水垢，包括熱交換器、水管道及冷卻水塔。
- **防止水垢形成**：防止水垢於整個冷卻水系統內形成，包括熱交換器、水管道及冷卻水塔。
- **防止腐蝕**：延緩冷卻水系統內金屬腐蝕。
- **防菌防青苔**：抑制細菌（包括退伍軍人菌／大腸杆菌等）及青苔孢子於冷卻水系統（包括熱交換器、水管道及冷卻水塔）內生長。

案例分享

在清潔生產伙伴計劃的示範項目中，有一家位於深圳的台資電子廠設有兩台 240 匹水冷式中央空調系統和冷卻水塔，其設備有幾個主要問題，包括：冷凝器換熱效率低、耗電量高、夏季時出現過熱等。此企業原本以化學藥品處理水垢和青苔的問題，卻衍生腐蝕及耗水量的問題。

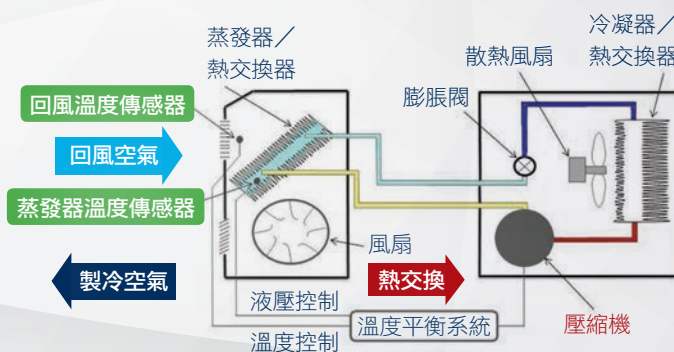
自從該企業使用 HydroFLOW 電子水垢處理器後，滿佈水垢的冷凝器清除了 75% 的硬水，而原來滿佈青苔的水塔和底部亦清除了 85% 的青苔。使用此處理器後，企業不需再使用化學藥物，節能率達 14.88%，而且電力支出和維護支出費用亦減少達 10 多萬元人民幣，投資回本期為 21.5 個月。



■ 清除水垢後的冷凝器

節能：提升空調系統溫度平衡 溫度平衡系統

空調系統在製冷過程中，會同時降低室內溫度及濕度。實際上，空調環境濕度越低，耗電量越大。空調系統一般以回風溫度決定壓縮機工作時間，但由於用冷地點與空調回風位置往往存在距離，因此不時會出現用冷溫度已達標，但因回風溫度偏高而令壓縮機持續工作的情况，從而增加用電量。空調系統製冷反應溫度一般為 $\pm 0.5-1^{\circ}\text{C}$ ，因此反應溫差越大，則能源浪費越高。



■ 溫度平衡系統 - 安裝設計圖

溫度平衡系統採用了兩組溫度感應器，用以平衡環境溫度及空調製冷水平；第一組傳感器安裝於實際用冷位置，採集溫度數據，以確保室內溫度達到要求水平；第二組傳感器安裝於空調蒸發器管道上，監測冷媒運行壓力水平。透過溫度平衡系統的微電腦系統，平衡用冷及製冷間的需求，從而減少不必要的製冷用電。此外，一般空調溫度的反應溫度為 $\pm 0.5-1^{\circ}\text{C}$ ，而溫度平衡系統的溫度反應時間為 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ，更快的反應時間令壓縮機休眠時間加長，減少不必要的電力浪費。

案例分享

清潔生產伙伴計劃的示範項目中，一家位於番禺的港資印刷廠設有 16 台共 660 匹的水冷式中央空調櫃機。由於空調需要 24 小時運作，長年使用下令耗能水平極高，而且沒有專人在晚間或溫度較低的時候管理，因此造成不必要的電力浪費。

自從設置溫度平衡系統後，該企業的總電力消耗由 88,805kWh 減至 67,442kWh，而節能率達 23.9%，電力的支出減少接近 40 萬元人民幣，投資回本期為 1 年內。

節能：變頻冰水空調系統

案例分享

廣州一家汽車零部件配套公司過往使用傳統的中央空調控制系統，並沒有採取相應的節能措施。後來，該企業在中央空調控制系統安裝節能控制系統後，對空調機能及冷卻水泵採用了變頻控制改造，每年有效節省 15 萬元人民幣的電費支出。

注意：此方案實施前需對空調系統進行綜合評估，包括年用電量，亦要留意諧波可能對電子設備構成影響，不建議單獨在冷卻水泵採用變頻控制改造。

印刷業廠房重點耗能管理： 空壓機系統對印刷業的影響

印刷業屬於自動化較高的行業之一，對壓縮空氣的需求相對較大，因此空壓機亦是印刷業重點耗能之一，佔總用電達 10% 至 15%。一般空壓機的能源耗用分配中，約有 45% 至 60% 用於正常生產，而洩漏、非正常需求及不當使用引致的浪費可達到 40% 至 55%。若計算空壓機機價連同 10 年運行成本，其中電力佔 76%，可見空壓機的耗能問題具備一定的改善空間。企業可從供應端和使用端（包括生產設備、清潔設備）兩方面改善問題，以下將重點列出空壓機供應端的部份。

供應端

空壓機系統：入氣盡量以較涼溫度及乾燥為佳，入氣風隔亦需定期更換，並保持風阻少於 15 kPa。空壓機會產生大量廢熱（例如：250,000 kJ/100 匹空壓機），而在一般螺桿機較容易回收熱量，以作重用。

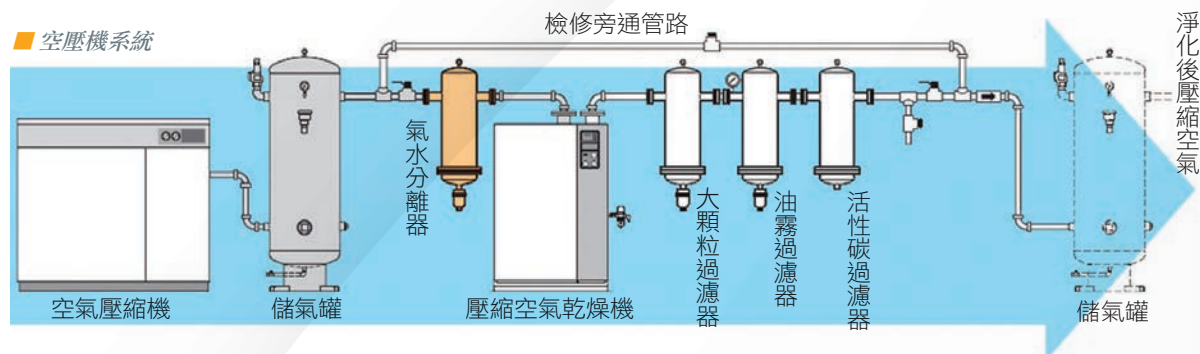
中央控制系統：能夠通過 PID 控制系統，按壓力變化分派工作予多台空壓機，從而保持氣壓、供量穩定及提高能效，具備一定的成本效益。

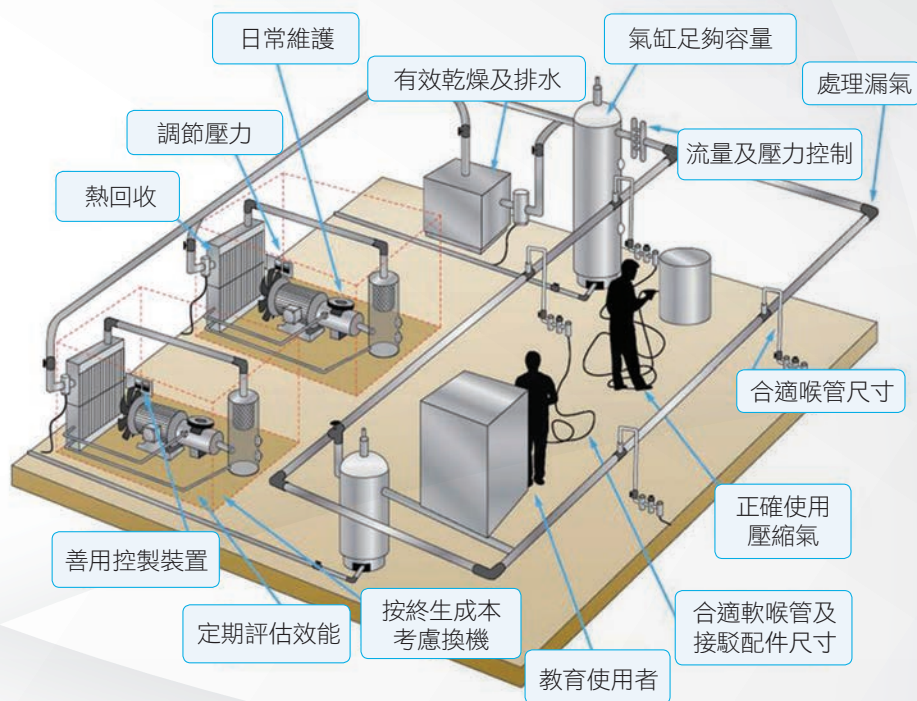
高壓氣缸：用作穩定系統供氣，減少供氣需求波動引致供氣不足，其安裝的位置處於冷凍式乾燥機的前或後。

冷凍式乾燥機：當高壓氣離開空壓機時，相對濕度接近 100%RH，冷凍式乾燥機將有效大幅降低高壓氣內水份，收集水分後經排水閥排走。

乾燥機：以進一步降低露點避免濕氣在末端設備產生。其中包括冷凍式（露點可降低至 4°C，部分車間可能需要更乾的高壓氣）和化學式（例如乾燥劑的露點達 -23°C，但成本相對較高）。

高壓氣管道：是送氣至儲氣缸及末端設備，環型的管道設計相對令供氣穩定，而管道系統中排水閥是其中一項主要漏氣源頭。





供應端管理

在漏氣方面，一般存在超過 20% 的浪費，經常性檢查維護可有助降低成本，因此有必要為壓縮機進行定期維護。以上圖片可見，空壓機中每個部份均需要妥善檢查及管理，以有效管理空壓機的耗能問題。

解決方案案例

上市集團半導體生產商

空壓機系統綜合節能項目

一家位於深圳的企業從事半導體生產，廠房中設有 18 台 55 匹至 129 匹的空壓機，而空壓機的年用電約佔工廠總用電的 13.3%。據了解，該企業的自動化生產線廣範使用大量壓縮空氣，24 小時不斷運作，加上裝配車間的生產也需要使用氣動設備。為減少每年的用電量，工廠最終選定空壓機為重點耗能環節以作出改善，並以下列四點為重點的解決方案：

• 加強管理

- 設立不同的檢查項目
- 每日作定期檢查
- 根據數據作出檢討、比較、整改

• 減少漏氣

- 每次換班時簡易檢查用氣設備及管道
- 每月休息日作 24 小時氣壓測試
- 發現洩漏盡快修理
- 節能約 15%

• 優化管道

- 修正管道，降低阻力
- 改造環型管道，穩定管內壓力
- 節能約 5%

• 調節壓縮機的空氣壓力

- 通過上述系統改善，進一步調低供氣壓力
- 最高壓力由 0.8Mpa 降至 0.75Mpa
- 節能約 4%

最終，該企業每年節省空壓機耗電 1,182,000kWh，空壓機用電 -21%，而佔全廠用電亦減少近 3%，若以每度電價值人民幣 0.845 元計算，每年因節省耗電而減省的成本高達人民幣 998,790 元，可見其成效。

壓縮空氣變量控制系統的節能技術 清潔生產伙伴計劃示範項目

一家位於新會的發電廠主要從事火力發電業務，在清潔生產伙伴計劃資助下，安裝了兩台壓縮空氣變量控制系統（下稱：IFC 系統）。

空壓機組主要提供儀表系統及除灰系統壓縮空氣，在訊號滯後下，能量浪費損失達 13% 以上。在儀表系統的後處理在最高峰時，壓力損失可以達到 11 psi，使空壓機所製造的壓力不足以滿足實際需要，浪費能量。由於儀表系統的需求變化大，使空壓機加載及卸載頻率高，造成更大電能浪費。而儀表系統的壓力波動大，亦直接影響各車間生產設備的動作可靠性、效率及密封儀器的壽命。

為減少耗能及增加提供氣壓可靠性，該發電廠加置了兩台 IFC 系統。這系統的原理類似變頻控制，是根據氣端需求的變化調節總流量的輸出。與變頻不同的是，變頻調節或控制的物件只是單台空壓機的供應，而 IFC 的功能則是控制整個空壓站的輸出流量和壓力。

整個壓縮空氣變量控制系統主要分為上游（供氣端，即 IFC 系統）和下游（應用端，即車間）的部份。IFC 系統的工作位置改變了壓力信號回饋及回應的路程和位置。IFC 系統的上游變成壓縮空氣的儲存池，空壓機產氣只根據池內壓力的變化而回應；下游需求的變化只由 IFC 系統精確控制來回應，而非以往由空壓機來回應。

自從該發電廠設立 IFC 系統後，持續進行了為期一個月的測試，以對比啟動和不啟動 IFC 系統的數據。結果顯示，啟動了 IFC 系統的空壓機組運行的壓力可呈一直線的平穩狀態，而沒有啟動的話，機組的壓力則有較大幅度的波動，可見此

系統提高了機組壓力的穩定性。數據顯示，在啟動 IFC 系統後共測試兩週，期間節電 51,739 kWh，而企業一年約省去 1,241,725 kW，回本期為 2.1 年。此系統減少空壓機組的氣壓波動和加載比例，隨之亦減少總電耗，提升了該發電廠的節能率，也降低了空壓設備的故障率及維修成本，因此實際的回本期是更短的。

印刷業的 VOC 控制及處理： 國家環保法規對印刷行業的影響

盤點 2017 年中國的環保政策概要及政策

近年，中國政府先後推出不同的環保政策，並把環境污染物分為自然污染源和人為污染源。其中，人為污染源分為：大氣污染源、水體污染源、土壤污染源、噪音污染源和生物污染源。中國政府按照這些污染源，頒布不同的污染防治行動計劃，以嚴格控制污染物的主要來源。

最新環保法律法規政策解讀 及對印刷業的影響

《大氣污染防治法》—— 2015 年 8 月

《大氣污染防治法》中，多條法規列明對 VOC 控制的要求，若干犯或違反下列的行為，將會由縣級以上人民政府環境保護主管部門責令改正，或者限制生產、停產整治，並就其違法行為判處罰款；情節嚴重或拒不改正的，報經有批准權的人民政府批准，責令停業或關閉。

- 未依法取得排污許可證排放大氣污染物的；
- 超過大氣污染物排放標準，或者超過重點大氣污染物排放總量控制指標；
 - 通過逃避監管的方式排放大氣污染物的；
 - 產生含揮發性有機物廢氣的生產和服務活動，未在密閉空間或者設備中進行；
 - 未按照規定安裝、使用污染防治設施，或者未採取減少廢氣排放措施的。



《「十三五」節能減排綜合工作方案》

—— 2015年8月

「十三五」VOC 污染防治的主要目標包括到2020年，全面建立以改善環境空氣質量為核心的 VOC 污染防治管理體系，實施重點工業行業排污許可制，推進重點地區、重點行業 VOC 污染減排，令 VOC 排放總量下降10%以上，並通過與 NO_x 等污染物的協同控制，促進環境空氣質量持續改善。「十三五」VOC 污染防治的主要任務包括：

（一）大力實施產業結構調整

1. 堅決取締違法「散亂污」企業，目標是在2018年底前，依法依規基本完成取締工作。
2. 嚴格建設項目准入，新、改、擴建排放的 VOC 項目應從源頭使用低（無）VOC 含量的原輔材料，加強廢氣收集，安裝高效治理設施。
3. 在夏秋季和冬季分別針對 O₃ 和 PM_{2.5} 污染實施錯峰生產，落實到企業排污許可證和應急預案中。

（二）加快實施工業源 VOC 污染防治

全國方面，重點推進石化、化工、工業塗裝、包裝印刷等行業 VOC 減排；地方方面，則可依據產業結構特點，因地制宜選擇電子信息、製鞋、紡織印染、木材加工等行業削減 VOC 排放。

（三）建立健全 VOC 監管體系

1. 加快標準體系建設，例如與印刷行業有關的包括《印刷包裝工業大氣污染物排放標準》。
2. 建立健全 VOC 監測監控體系，將 VOC 重點排放源納入重點排污單位名錄，主要排污口安裝自動監控設備，並與環保部門聯網。
3. 於2020年底前，對印刷行業（C231）全面推行排污許可制度。
4. 在2017年4月至2018年4月期間，開展為期一年、25輪不間斷的督查，以加強檢查京津冀及周邊地區的大氣污染問題，並健全企業內部環保管理制度。

《揮發性有機物排污收費試點辦法》

—— 2015年10月1日起施行

2015年，中國財政部、國家發展改革委和環境保護部制定了《揮發性有機物排污收費試點辦法》，不過自2018年1月1日徵收環境保護稅後，就無需再交納排污費。

《環境保護稅法》

—— 2016年自2018年1月1日起實施



■《環境保護稅法》已於2018年1月1日實施，所有直接向環境排放應稅污染物的單位均需繳納環境保護稅。

《環境保護稅法》設立目的是為了保護和改善環境，減少污染物排放，推進生態文明建設。在中華人民共和國領域和中華人民共和國管轄的其他海域，直接向環境排放應稅污染物的企業事業單位和其他生產經營者為環境保護稅的納稅人，應當依照本法規定繳納環境保護稅。而應稅污染物是指《環境保護稅法》中所附《環境保護稅稅目稅額表》、《應稅污染物和當量值表》規定的大氣污染物、水污染物、固體廢物和噪聲。

根據《廣東省人民政府關於廣東省大氣污染物和水污染物環境保護稅適用稅額的議案》提請省十二屆人大常委會第三十七次會議的審議，廣東省大氣污染物和水污染物環境保護稅適用稅額的實施草案為：大氣污染物每污染當量1.8元，水污染物每污染當量2.8元，對同一排放口應稅污染物項目數，考慮目前沒有特殊需要，暫不作增加。

《控制污染物排放許可制實施方案》

—— 2016年11月

《控制污染物排放許可制實施方案》具備四個基本原則：

- **精簡高效**：銜接環境影響評價管理制度，融合總量控制制度，為排污收費、環境統計、排污權交易等工作提供統一的污染物排放數據、減少重複申報。
- **公平公證**：向企業核發的排污許可證，作為生產運營期排污行為的唯一行政許可，多排放多擔責、少排放可獲利。
- **權責清晰**：排污許可證是企事業單位在生產運營期，接受環境監管和環境保護部門實施監管的主要法律文書。按證排污，自證守法。
- **信息公開**：申領、核發、監管流程全過程公開，企事業單位污染物排放和環境保護部門監管執法信息及時公開。

企業事業單位需要安裝或使用符合要求的監測設備，應依法開展自行監測，安裝在線監測設備，並與環境保護部門聯網，妥善保存原始記錄，建立準確完整的環境管理台賬。如實向環境保護部門報告，依法向社會公開污染物排放數據。若發現違法排污行為，將根據違法情節輕重，依法採取按日連續處罰、限制生產、停產整治、停業和關閉等措施，嚴厲處罰無證和不按證排污行為，對構成犯罪的，依法追究刑事責任。

《固定污染源排污許可分類管理名錄（2017年版）》

—— 2017年7月

- 國家根據排放污染物的企業事業單位和其他生產經營者污染物產生量、排放量和環境危害程度，實行排污許可重點管理和簡化管理。
- 現有企業事業單位和其他生產經營者應當按照本名錄的規定，在實施期限內申請排污許可證。
- 企業事業單位和其他生產經營者在同一場所從事本名錄中兩個以上行業生產經營的，申請一個排污許可證。

廣東省 DV44815-2010

《印刷行業揮發性有機物排放標準》

—— 2010年11月

此標準規定了廣東省轄區內印刷企業工藝過程中，所使用的油墨（處於即用狀態）的揮發性有機化合物含量限值，規定了 VOCs 的排放控制要求。其中界定了污染源和劃分時段：

- **現有源**：此標準實施日（即2010年11月1日）前已建成投產或環境影響評價文件已獲批准的污染源。
- **新源**：自此標準實施日（2010年11月1日）起環境影響評價文件通過審批的新建、改建、擴建污染源。

現有源和新源分時段執行不同的排放限值：現有源自此標準實施日起至2012年12月31日止，執行第Ⅰ時段限值，自2013年1月1日起執行第Ⅱ時段限值；新源自此標準實施日起執行第Ⅱ時段限值。

印刷油墨 VOCs 含量限值如下：

印刷油墨種類	VOCs 含量的最高限值 (g/L)	
	Ⅰ 時段	Ⅱ 時段
用於不透氣承印物的柔性版油墨	--	300
用於透氣承印物的柔性版油墨	225	225
用於不透氣承印物的平版油墨	--	700
用於透氣承印物的平版油墨（熱固油墨除外）	300	300
凸版油墨	300	300

「十三五」期間印刷行業 VOC 排放控制現狀及整治目標

「十三五」期間，印刷行業在源頭控制進展方面略為滯後，油墨、油墨清洗劑、油墨稀釋劑、膠黏劑的 VOCs 含量為高，其使用過程產生大量 VOCs 排放。另外，印刷行業在末端治理情況亦有改善的空間，例如有些企業採取活性炭

技術，但更換的含溶劑的活性碳屬於危險廢棄物，處理成本高；有些企業採用催化燃燒的方式，若果企業對設備管理的能力較差，亦會影響治理設施的運行效果；某些企業只安裝治理設施，但廢氣的收集並不完全；而大部份作坊式小企業，甚至對其生產過程中排放的 VOCs 未採取任何治理措施。

「十三五」全國包裝印刷行業 VOCs 綜合整治目標，是包裝印刷 VOCs 排放量佔印刷行業排放總量的 80%，塑料軟包裝行業 VOCs 排放量佔包裝行業排放量的 80%。同時，加強廢氣收集，有機廢氣收集率達到 70% 以上，收集時要採取末端治理措施進行淨化處理，確保穩定達標排放。最終期望在 2019 年底前，完成包裝印刷企業 VOCs 治理 3,800 家，而重點地區則力爭於 2018 年底前完成。

印刷業的 VOC 控制及處理： VOC 廢氣處理技術與管理

根據《「十三五」揮發性有機物污染防治工作方案》，揮發性有機化合物（VOC）是指參與大氣光化學反應的有機化合物，包括非甲烷烴類（烷烴、烯烴、炔烴、芳香烴等）、含氧有機物（醛、酮、醇、醚等）、含氮有機物、含硫有機物等，是形成臭氧（O₃）和細顆粒物（PM_{2.5}）污染的重要前體物。

在中國，不少行業都會在生產過程中排放 VOC。眾所周知，VOC 對大氣中臭氧和微粒的形成扮演著重要角色。在陽光下，揮發性有機化合物與主要來自汽車、發電廠及工業活動的氮氧化物產生化學作用，形成臭氧，繼而引致微粒形成。當臭氧、微粒和其他污染物不斷積聚下，就會形成煙霧，令能見度下降。近年中國經濟快速增長，有關污染物形成的情況日益嚴重，加劇了不少地方的煙霧問題。

有見及此，中國推出了 VOC 污染防治政策體系，包括行動計劃、防治規劃、排放標準、排污收費方法等，以控制 VOC 的排放，加上中國於不同的試點省份實施 VOC 排污收費。數據顯示，珠三角的環境空氣質量得到有效改善，唯獨臭氧的濃度有上升趨勢，更成為僅次於 PM_{2.5} 的最主要超標污染物，反映區域要全面達標的難度極高，二次污染問題相當突出。廣東省環境保護廳更於 2016 年列臭氧為珠三角首要的大氣污染物，並公佈 VOC 污染治理「一企一方案」政策，即根據企業自身的生產和排放特徵，量身訂做的 VOC 污染治理方案。

以廣東省為例，未來將會實施下列的 VOC 綜合整治方案：

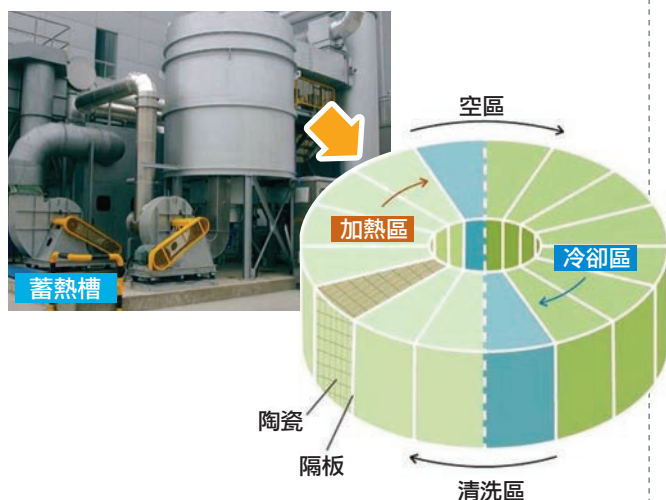
- 源頭控制：以低 VOC 含量（即施工狀況下 VOC 含量低於 20%）的原輔材料替代，例如應用水性油墨、UV 油墨、植物油墨等。
- 生產工藝調整：其總體原則是減少原料使用，控制溶劑揮發，例如在包裝印刷行業中使用無溶劑複合工藝。
- 末端治理：不符合相關文件要求的治理設施需要重做設計方案；符合要求治理設施的可沿用原有設計方案。原則上，廢氣收集效率和處理效率需達到 90% 以上，而處理效率以處理前後檢測的數據為準。

VOC 治理技術簡介

對印刷業而言，主要的 VOC 來源包括印刷機的清洗液、平版印刷的水斗液、黏合劑和膠水、印刷油墨等。據統計，國內約有 36.9% 的印刷企業使用吸附式治理 VOC，而國外則多以生物處理（29.9%）和催化燃燒（28.6%）的方式治理。為了有效治理 VOC，企業可採用分解式治理（例如蓄熱燃燒技術和光催化氧化技術）或吸附式治理（例如活性碳技術和納米沸石技術），這些都是較為常見的 VOC 治理技術。

分解式治理：蓄熱燃燒技術

蓄熱燃燒（即 RTO，Regenerative Thermal Oxidizer）是一種高效率的環保綠能設備，其原理是用高溫氧化有毒、有害、不須回收的 VOC，進而回收後潔淨熱能，間接節省鍋爐油耗或電熱能耗，能同時解決空氣污染問題和達致高效率回收潔淨熱能的目的。



分解式治理：光催化氧化技術

光催化氧化技術能夠把各種有機廢氣（例如醛類、苯類、氨類、氮氧化物、硫化物）、其他 VOC 類有機物及無機物在光催化氧化的作用下，還原成二氧化碳（CO₂）、水（H₂O）和其他無毒無害物質。此技術適用於處理產生量不高，濃度較低的廢氣，而且一般需與噴淋、活性炭等聯合使用。



吸附式治理：活性炭吸附技術

利用活性炭吸附原理，就是將含有機氣體的廢氣導入活性炭濾網層中吸附。使用顆粒式活性炭，便於安裝及拆換，也可配合其他污染防制設備使用。若單獨使用活性炭在理想運行條件下使用，成本極高（每噸 VOCs 約港幣三萬元以上），如不及時更換活性炭，則大幅減低處理效率。



吸附式治理：納米沸石技術

「納米沸石」專利廢氣處理技術，利用天然的廢棄物料，例如稻米收成處理後剩下的稻穀、發電廠燃燒後剩餘的粉煤灰作為原材料，深化加工後形成具備離子交換及強大吸附效能的嶄新原材料，可以吸附更微細的物質，而有效吸附面積約為 80% 至 90%，以同等重量比較，吸附效能為活性炭的 10 倍。納米沸石 VOC 處理技術在國內是全新技術，目前處於開始階段，仍待環保相關部門確認。



其他

- 溶劑回收：效率較高，回收具經濟效益，但投資成本較高。
- 低溫等離子（介質阻擋式）：效率屬中上，投資成本極高，運行成本亦較高，但除臭效果好。

- 藥劑噴淋：效率較低，投資成本低，運行成本中等。
- 水噴淋及生物酶（植物酶）：根據監測數據顯示，此工藝不適合處理有機廢氣，因為生物酶（植物液）本身就含高濃度 VOC。
- 納米氣泡：根據監測數據顯示，此工藝不適合處理有機廢氣，沒有降解有機物的功能。

VOC 治理注意事項

若企業能適當處理 VOC 治理，例如透過密閉收集和集氣罩，在保證收集效率的前提下，盡量控制收集風量，提高廢氣濃度，便有利於提高處理的效率。此外，企業可以隔離或封閉方式，防止 VOC 擴散至車間其他地方，儘量不以整個空間作為目標，並獨立抽取 VOC 廢氣，提高處理效率。在空調車間處理 VOC 過程會造成空調浪費，若以內循環方式處理，則可減少能源浪費，並令生產溫濕度達到要求。

	適當處理	未有適當處理
抽氣方式	獨立 VOC 源頭抽氣	整個車間抽氣
空調額外用電	56,720kWh (+8%)	248,150kWh (+35%)
廢氣機風機	27,720kWh (3.5KW)	59,400kWh (7.5kw)
每年額外用電	84,440kWh (-73%)	307,550kWh
消耗品使用	減少 50% +	正常使用
設備規模	減少 50% +	正常大小

■ 本會張穎彤總幹事（右）向美律電子（深圳）有限公司寶安二分廠的代表致送紀念品。



廠房參觀

今次印刷業清潔生產系列活動不單在課堂上分享資訊，本會還特意在培訓講座之後安排廠房參觀活動，帶領參加者考察應用中央空調和 VOC 處理新技術的企業，以加深參加者對培訓講座內容的了解。

美律電子（深圳）有限公司寶安二分廠 TES-Hybrid 動態儲冷系統和 電磁波水垢清除技術

在深圳的廠房參觀活動中，本會安排了參加者到訪美律電子（深圳）有限公司寶安二分廠。盈臻創能有限公司余子康高級經理先向參加者介紹 TES-Hybrid 動態儲冷系統和電磁波水垢清除技術的背景資料，之後再前往廠房作實地參觀，並於現場詳細解釋整個系統的不同部份、技術的作用和效能。



■ 參加者到達美律電子的廠房後，先了解有關技術的作用和效能，然後實地考察。

「UPM 雅光」90 克

廣州番禺萬泰文具禮品盒有限公司 日本納米沸石空氣淨化技術

日本納米沸石空氣淨化機利用納米沸石表面低於一納米的孔徑，將微細如 VOC 揮發性有機物等廢氣吸附於孔內，令空氣達到高效淨化水平。同時，透過風機將細於 0.008mm 的納米沸石反複滾動於機內，令納米沸石每一面都能吸附廢氣，提高使用率。

不少人知道活性碳為傳統的吸附物料，可吸附約等同活性碳重量 20% 的 VOC，而吸附設計是固定位置的，很快就達到飽和。然而，從功能及應用等方面比較下，納米沸石能夠吸附高達約等同自身重量的 80% 至 90% VOC，更可透過風吹將沸石循環滾滾於機內吸附廢氣，提高使用率，可見在吸附 VOC 方面，納米沸石較活性碳高四至五倍。請注意，這項嶄新技術仍待國內環保相關部門確認。

■ 為感謝本會監事、廣州番禺萬泰文具禮品盒有限公司董事何偉文先生（左）接待參加者，本會送上紀念品致謝。



廣州番禺萬泰文具禮品盒有限公司設有日本納米沸石空氣淨化機，能夠將密閉室內含廢氣的空氣，以內循環的形式進行過濾淨化。除了有效降低廢氣水平外，亦無須大量抽走室內的冷氣，減低能源的浪費。由於此機器設計精密、操作簡單和維護需求極低，因此有利於企業長期運行管理，降低車間 VOC 水平及減少空調能耗。■



■ 參加者了解日本納米沸石空氣淨化技術後，於廠房觀看其實際運作。



講者簡報 (PowerPoint) 分享

為了讓更多同業了解印刷業廠房重點耗能管理及 VOC 處理的資訊，培訓講座的簡報 (PowerPoint) 已上載至本會以下網頁，歡迎下載：

http://www.hkprinters.org/news/news.asp?sub_id=11222

如有查詢，歡迎聯絡本會：

電話：+852 2527 5050

電郵：printers@hkprinters.org

聯絡人：樂小姐／張小姐

免責聲明：在本刊物／活動內（或由獲資助機構）表達的任何意見、結果、結論或建議並不反映香港特別行政區政府、環境保護署、清潔生產伙伴計劃項目管理委員會或香港生產力促進局的觀點。