

《印刷業清潔生產方案實用指南》 增訂本之印刷製程篇 提供實施綠色印刷可行方案

《香港印刷》第56期與讀者分享了香港生產力促進局最新編製的《印刷業清潔生產方案實用指南》（增訂本）中，十多項印前製程清潔生產方案，今期將介紹印刷製程的節能減排方案，供印刷廠商借鑒和參考。

印刷製程清潔生產方案

下文「可行性的分析」環節，以「★」的數目代表可行性，★越多則可行性越高，最多有三個★。

方案1：優化印刷工藝

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
印前	流程改進	根據工廠實際情況而定		部分廠家採用	技術★★ 經濟★★ 環境★★★

改善前：傳統的方法對印刷工藝優化不夠重視，沒有建立一套持續改善的體系。

改善後：優化印刷工藝，是指操作人員必須在給定的油墨、紙張和印版調節下，對印刷機進行調節，使印刷過程達到優化。這些調節應當使工藝變量影響降低到最低最小程度，使印刷機能生產出與合格打樣相匹配的合格產品。

優化印刷工藝的方法

1 優化印刷機

根據印刷機製造廠提供的數據，調節滾筒包襯、印刷壓力和墨輥、水輥，優化印刷機在其最佳工作點。印刷機操作人員只需用較少的調節來

控制印刷過程，即在開始出現偏離控制的第一個徵兆時，就進行調節。

2 優化印刷色序

色序優化需要考慮迭印難度、油墨黏度和油墨流動性，並在此基礎上挑選一個能使印刷品產生最好色相的印刷色序。

3 印刷過程調節

為了得到正確的印刷反差、正確的實地迭印色相和所用紙張允許的網點增大量，需調節墨層厚度。在印刷過程中，可以增減墨層厚度，調整油墨黏性，測試以控制網點擴大等來調節顏色變化。

基於色彩管理的印刷工藝優化

基於色彩管理的印刷，是將印刷機作為穩定輸出的一個選項，利用查表實現印刷色彩與樣張色彩匹配，其關鍵詞是穩定。

建立在印刷全過程控制和質量檢測規範上的工藝優化

1 將視覺和定量的匹配關聯起來

2 運用 CIM 系統調度生產

生產調度將由採用 CIP4 (International Cooperation for Integration of processes in prepress, press and postpress) 技術的 CIM (電腦集成製造) 系統來完成，CIP4 是印前、印刷和印後工藝集成的國際合作。CIM 可利用工藝變量來滿足客戶需求，並在不斷變化的基礎上，確定高效穩定的生產安排。印刷工人的職責只是監視回饋信息，確保印刷設備正確補償生產過程中的變化，以及保持印刷穩定。

印刷質量測定

目前大致有三種方法可評價與測定印刷質量：主觀評價法、客觀評價法和綜合評價法。

1 主觀評價法

以原稿為基礎對照樣張來評價。這涉及人為因素，由於評價人的知識、技能、經驗、愛好及審美觀點等不同，會產生很大程度的評價偏差。

2 客觀評價法

通過專門的儀器設備和工具，對印刷品各個質量環節作出定量分析，結合複製質量標準，作出客觀評價。

3 綜合評價法

把主觀評價和客觀評價結合起來，對印刷質量進行評價。

節能成效：降低工藝變量大幅度的起伏影響，保證合格產品供應的穩定性和持久性。

方案實施注意事項：各廠家應根據實際需要，不斷探索適合其工廠實際的印刷工藝優化方法，並持續改進。

方案 2：中央供墨系統

生產工序	方案歸類	投資額 (人民幣)	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	根據工廠實際情況而定		部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★★ 環境 ★★

改善前：存在非集中供墨和油墨非集中處理的現象。

改善後：油墨是複雜的化學混合物，其成分隨溶劑（水或油）、固化過程（吸收、揮發、氧化聚合等）和印刷工序有所不同。為了降低油墨的損耗及減少油墨在不同印刷機的存放量，應該考慮設置中央供墨系統，把油墨集中處理。

節能成效：中央供墨系統不但可減低 VOC 排放，更可減少因人手加墨而出現的潛在浪費。有廠家使用後，減少油墨損失約 70% 至 80%，並在兩年內節省 50 萬個金屬油墨罐。



■ 設置中央供墨系統，降低油墨的損耗及減少油墨在不同印刷機的存放量。

方案3：使用新型環保油墨

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	目前環保油墨價格普遍比溶劑型油墨約貴5%，但隨著環保油墨的推廣使用，其價格已呈下降趨勢。		部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★ 環境 ★★★

改善前：油墨是印刷工業中必不可少的，使用量大。油墨溶劑的揮發性有機化合物 VOC 會造成溫室效應，形成光化學煙霧，損害環境；其次油墨顏料中的鉛、鉻、汞等重金屬元素，會影響人體健康。

改善後：為了減少油墨對環境及人類的影響，研製及推行無污染的新型油墨是大勢所趨。要使油墨符合環保要求，首先應採用環保型材料，配製新型油墨。目前在油墨的生產和研製工作中，以低 VOC 為前題，油墨配方和乾燥系統已有很大改進，比較普遍使用的新型油墨有以下種類：

1 水性油墨

水性油墨與溶劑型油墨的最大區別，在於其使用的溶劑是水性而不是有機溶劑，可明顯減少 VOC 排放量。因水性油墨有墨性穩定、色彩鮮豔、不腐蝕版材、操作簡單、價格便宜、印後附著力好、抗水性強、乾燥迅速等優點，故特別適用於食品、飲料、藥品等包裝印刷品，是世界公認的環保型印刷材料，也是目前所有印刷油墨中，唯一經美國食品藥品管理局認可的油墨。

目前，美國柔性版印刷（flexographic printing）中有40%採用水性油墨，其它經濟發達國家（如日本、德國、法國等）在塑料薄膜印刷中，水性油墨的用量也愈來愈多。在美國，符合 VOC 規定的水性墨必須達到兩個標準：一是在使用狀態的油墨組成中，揮發成分比例在

25%以下，水分比例在75%以上；二是水分少的油墨在使用狀態下，不揮發的成分在60%以上。水性油墨通常供紙製品（包括紙塑複合產品）印刷使用，特性是能滿足紙張印刷的吸墨性，使印刷品著色豐滿。另外，水性油墨的溶劑是水和乙醇，對環境污染小，號稱是環保綠色油墨。

2 植物油油墨

目前使用最多的植物油油墨是大豆油。美國大豆油協會標準中規定，單張紙膠印油墨大豆油含量為20%以上，輪轉膠印油墨大豆油含量為7%以上。

近來，日本有油墨公司也推出了新型單張紙膠印環保油墨，是100%以大豆油為主體的植物油油墨。

3 UV 固化油墨

UV 固化油墨是指用不同波長的 UV 照射，使液態油墨固化。由於沒有使用易揮發的有機溶劑類成份來調節油墨黏度，而是採用活性稀釋劑，其 VOC 含量非常低，因此對環境的影響也大大降低。

UV 油墨的主要優點有：不用溶劑；乾燥速度快，耗能少；光澤好，色彩鮮豔；耐水、耐溶劑、耐磨性能好。目前這技術已較成熟，但使用時要避免臭氧產生，傷害操作人員。配備防紫外線工作服和橡膠手套及增加空氣流量，有助解決這些問題。

4 水性 UV 油墨

水性 UV 油墨是目前 UV 墨領域研究的新方向。普通 UV 墨中的預聚物黏度較大，需加入活性稀釋劑稀釋；而目前使用的丙烯酸酯類化合物稀釋劑，具有不同程度的皮膚刺激性和毒性。

這種水性 UV 油墨以水和乙醇為溶劑，VOC 排放量極低，對環境污染小，也不危害人體健康。此外，它具有不易燃燒、色彩鮮豔、不腐蝕版材、附着力好、抗水性強等特點。需要注意的是，水性油墨一般呈鹼性，因此應將清洗墨槽、墨輥和印版等廢水加入酸性物質沉澱後，方可排放，否則會造成水污染。

節能成效：水性油墨可大大減少 VOC 排放。大豆油墨不僅可降低 VOC（約 5%）的釋放量，且不含任何重金屬或芳香族多環碳氫化合物等揮發性有害成分，是無毒性油墨。現時，越來越多廠家使用大豆油墨，有些甚至全面採用大豆油墨替代傳統油墨，印刷效果令人滿意。水性 UV 油墨本身以水和乙醇為溶劑，VOC 排放量極低，大大降低對環境的影響。

方案實施注意事項：根據顏色、遮蓋力、印刷性能、環境標準、最終印品的特性等標準來選擇油墨。

方案 4：新研製的油墨乾燥方式

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	根據工廠實際情況而定		有待採用	技術 ★★★ 經濟 ★★ 環境 ★★★

改善前：須烘乾裝置使油墨乾燥，產生 VOC 排放。

改善後：

1 壓力固化

這是無碳複寫紙中運用的技術。這項技術用到油墨上，是把油墨製成微膠囊顆粒，印刷過程中對油墨微膠囊施壓使之破裂，微膠囊顆粒中的兩組分發生反應而迅速固化。此乾燥過程無 VOC 問題，也無需烘乾裝置。

2 調溫固化

這種油墨在常溫下呈現固態，印刷時升高溫度（一般溫度在 150℃ 以下），使油墨由固態變為液態；當油墨轉移到承印物表面後，由於溫度

下降，墨膜迅速由液態變為固態，乾燥快速且無溶劑揮發，故無須烘乾裝置，把 VOC 排放減低。

3 反應固化

這種油墨與以前的雙組分反應固化型油墨不同，是當油墨與紙張接觸時，由於油墨中某個成分與紙張中某個成分發生反應而乾燥固化。這種反應存在於油墨與紙張表面的塗布層上，使油墨乾燥迅速，無 VOC 環保問題產生，但必須選用能互相發生反應的油墨和紙張進行印刷。

節能成效：三種方式皆能夠把 VOC 排放減低，甚至不會產生 VOC 問題，又無需烘乾裝置（一般烘乾溫度約為 300℃），節省能源。

方案5：改良水斗液成分

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	無／低費方案，新型水斗液成本比傳統水斗液更低，每年節省約六萬元。		部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★★ 環境 ★★★

改善前：傳統水斗液主要成分是異丙醇及磷酸，印刷過程中 VOC 排放較大。

改善後：考慮在印刷車間改用無／低酒精化學溶劑作為水斗液，而現時已有其它化學品（如乙二醇、丙二醇等）代替酒精。選用無／低酒精的水斗液（酒精含量不多於以容量計3%），可大幅減低 VOC 排放。

節能成效：可減低 VOC 排放及工廠內空氣的 VOC 濃度，保障工人健康。據廠家經驗，傳統

水斗液含異丙醇量超過 10%，改用低酒精水斗液，可減低 70% 的 VOC 排放量，相當於每年 70 噸 VOC 的減排量。

方案實施注意事項：傳統水斗液含有酒精，印刷過程中對品質更容易控制，油墨乾燥速度也更快。現時採用的無酒精水斗液則不具備此功能，方案實施初段，技術操作人員不容易接受，需加強其清潔生產意識的培訓。

方案6：採用不／低揮發和高沸點清潔劑

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	低費方案		部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★★ 環境 ★★★

改善前：傳統洗車水是白電油和天拿水，含有甲苯或二甲苯，因其沸點較低，揮發百分比較高（沸點約 110℃，體積揮發百分比約 10%），排放較多 VOC。

改善後：印刷車間全部採用不／低揮發和高沸點的清潔劑（洗車水），替代白電油和天拿水，作為清洗印版和滾筒之用，以減少 VOC 排放。

節能成效：可減低 VOC 排放及工廠空氣的 VOC 濃度，保障工人健康。

方案實施注意事項：據廠家經驗，高沸點清潔劑的清潔效能較佳。雖然清潔替代劑的價格大

約貴 10%，乾燥時間稍長，但它對印刷膠布損害較少，高沸點的特性也令它的火災危險性降低，整體費用未必較白電油和火水高。此外，高沸點清潔劑的 VOC 含量約 60%，比電油 VOC 含量少 40%，全面使用每年可減 30 噸 VOC 排放。



■ 採用不／低揮發和高沸點的洗車水，可減低 VOC 排放和保障工人健康。

方案7：引入濕布清洗滾筒技術（自動洗膠布裝置）

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	每台 20 至 30 萬元	四至五年	部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★★ 環境 ★★★

改善前：人工清洗膠版採用高濃度清洗溶劑，這些溶劑揮發出較多 VOC，污染車間作業環境和廠區環境。

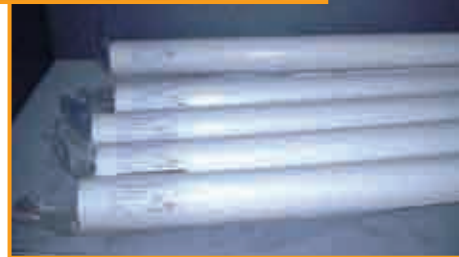
改善後：在印刷機引入自動洗膠布裝置，不僅可減少停機清洗滾筒的時間，還可避免清洗過程所產生的廢物和減少 VOC 排放。

節能成效：既節省人力及 5% 清洗布料的使用，又能減少 60% 膠布清洗時間，並避免使用白電油清洗滾筒時所產生的 VOC 排放，整體減排 VOC 達 20% 至 30%，保障工人健康。減少停機清洗滾筒的時間，能增加生產力。

方案實施注意事項：在更換或添置新印刷機時，應考慮加入類似的清洗滾筒技術；某些印刷機也可以直接加裝清洗滾布。



■ 使用自動洗車裝置，能夠有效地節省人力和停機的時間。



■ 全新的自動洗車膠布。

方案8：改善操作方式

生產工序	方案歸類	投資額（人民幣）	回本期	香港廠家採用方案情況	可行性分析
平張印刷／輪轉印刷	VOC 減排	無費方案		部分廠家採用	技術 ★★★ 經濟 ★★★ 環境 ★★★

改善前：情況各異。

改善後：

- 1 保持所有盛裝溶劑或藥劑（含有溶劑成份）的容器完全密閉；
- 2 避免儲存大量化學品在機器內或工作場所，只要添加適量化學品在印刷機供實時使用即可；
- 3 盡量減少可能的溢泄，一旦發生時應立即清除；

- 4 使用適量的化學藥劑，不要用擦拭的抹布沾取過量溶劑，同時可將使用過的廢抹布及清洗劑加蓋收集，以防 VOC 逸散排放；
- 5 平版印刷製程中將水斗液冷凍降溫，一般約設定在 5°C 至 6°C，或降低水斗液中異丙醇的百分比，以改善水斗液槽的 VOC 逸散污染問題。

節能成效：可減低 VOC 排放及工廠空氣的 VOC 濃度，保障工人健康。■