



工廠行業：金屬和金屬製品業
應用技術：採用真空碳氫超聲波清洗機取代人手清洗以減少揮發性有機化合物的排放
資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目(24D1298)
項目年份：二零二四年
環境技術服務供應商：廣東珩信節能科技有限公司 (412235824@qq.com)

概覽

本文介紹彈簧五金廠採用真空碳氫超聲波清洗機取代人手清洗以減少揮發性有機化合物排放的示範項目。

在本個案中，東莞天平彈簧五金制品有限公司（以下簡稱天平彈簧）主要從事生產營生產彈簧、金屬模具和五金零件等業務。獲清潔生產伙伴計劃資助下，天平彈簧採用真空碳氫超聲波清洗機(由深圳市科偉達超聲波設備有限公司提供)，取代人手清洗以減少揮發性有機化合物的排放。項目投入服務後，每年可減少VOCs排放3.1噸/年。由於本項目主要體現環保效益，故沒有回本期。



真空碳氫超聲波清洗機

結果顯示，天平彈簧採用真空碳氫超聲波清洗機是具有環境效益的。

技術問題

工廠生產金屬零件過程中，每年需要清洗的貨物數達 55,000 籃，現時為採用手工水清洗及手工碳氫方式清洗，產生環境污染及運行費用高。每年耗水約 250 噸及加入手工水基清洗劑清潔金屬件上的油污，產生含油污（表面切削油、白



設備操作介面



礦油、拉伸油、拉力油、防銹油等)及手工水基清洗劑污水,處理成本高;使用之碳氫清洗劑成分為C10-13 異烷烴,主要以揮發為VOC 流失及轉化為清洗廢液交由第三方回收公司處置。

解決方案

本示範項目中,天平彈簧採用1台真空碳氫超聲波清洗機取代人手清洗以減少揮發性有機化合物的排放。

真空碳氫超聲波清洗機是一種基於溶劑浸泡、超聲清洗、蒸汽精餾和真空乾燥技術的全自動化設備。包括:

- 1) 第一槽:超聲波粗洗槽:將工件浸入常溫或加熱的碳氫溶劑中,通過超聲波發生器產生高頻振動,在液體中形成數以萬計的微小真空氣泡(空化效應)。這些氣泡破裂時產生強烈的衝擊波,沖刷工件表面和細微孔洞,使油污迅速剝離。此槽溶劑會最先被污染。
- 2) 第二槽:超聲波精洗槽:原理同第一槽,但此槽內的溶劑潔淨度遠高於第一槽。通常採用逆流循環方式,即較潔淨的溶劑從後續槽體補充過來,從而保證清洗效果。
- 3) 第三槽:蒸汽淋洗(或浸泡)槽:槽體底部有加熱裝置,將碳氫溶劑加熱至沸騰產生純淨溶劑蒸汽(由於碳氫溶劑是餾程較窄的混合物,其蒸汽總是比液體更純淨)。蒸汽在遇冷的工件表面冷凝成液滴,帶走工件表面最後殘留的任何微量污垢和液體溶劑,實現無殘留漂洗。此槽溶劑純度最高。
- 4) 第四槽:慢提拉乾燥槽:機械臂將工件從蒸汽區非常緩慢地提升出來。在此過程中,工件表面的液體溶劑被蒸汽冷凝“沖洗”回槽內,同時工件溫度逐漸升高,有利於後續快速乾燥。
- 5) 第五槽:真空乾燥槽:將工件送入一個可抽真空的密閉乾燥室。在真空(負壓)環境下,溶劑的沸點急劇降低(例如,從常壓下的150°C以上降至真空下的40-50°C),工件表面和盲孔內殘留的微量溶劑會在低溫下迅速沸騰汽化並被抽走,通過冷凝器回收。這是碳氫清洗機能安全高效乾燥的核心技術,避免了高溫乾燥可能帶來的工件氧化或安全隱患。

示範項目簡介

天平彈簧已於2025年03月24日開始現場安裝,並於2025年04月09日完成驗收交接工作。經實際運作後,設備基本操作正常及符合預期要求。



成效

爲了驗證真空碳氫超聲波清洗機的功效，天平彈簧於 2024 年 05 月~7 月及 2025 年 05 月~7 月對系統各項指標進行統計，結果如下：

	碳氫清洗劑揮發量 (L)	清洗金屬零件數量 (籃)	單位產量碳氫揮發量 (升/籃)
改造前	2060	16700	0.123
改造後	570	20200	0.028
減排效率			77.1%

按改造前 VOCs 排放量為 4082 kg/a 計算，
總 VOC 減排量 = 4082×77.1 kg/a
= 3148 kg/a

結果顯示，項目實施後，每年 VOCs 減排量達到 3.1 噸，去除率高達約 77%，大大減低排放量。

財務分析

由於本項目主要體現環保效益，故沒有回本期。
每年運作費用約 16.6 萬元。

環境成效

項目實施後，每年能夠減少有機廢氣排放量約為 3.1 噸，達到了減排和減少 VOCs 造成的污染的目的。

查詢

香港生產力促進局清潔生產伙伴計劃秘書處

香港九龍達之路 78 號生產力大樓 3 樓

電話：(852) 27885588

傳真：(852) 31874532

電郵：enquiry@cleanerproduction.hk

網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產網站下載：www.cleanerproduction.hk)



聲明

本文中所示範的設備或技術其成效只代表在本項目條件下的表現，並不表示使用在其他工廠或不同條件時會有相同的效果。此外，本文提及的設備、技術及環境技術服務供應商等並不表示是香港特區政府及香港生產力促進局所認可，對任何因使用該設備、技術或服務供應商而引致或涉及的損失，香港特區政府及香港生產力促進局概不承擔任何義務、責任或法律責任。此外，類似的設備、技術及服務供應商或可在市場上獲得。讀者應認真評估對該設備或技術的實際需求，以及在採用該設備或技術之前應向有關方進行詳細諮詢。