

脈衝噴氣式袋濾系統之設計與操作研究(III)

A research on the design and operation of pulse-jet fabric filtration system

計畫編號：NSC-87-2211-E-009-005

執行期限：86 年 7 月 1 日之 87 年 7 月 31 日

主持人：蔡春進 交通大學環境工程研究所

一、中文摘要

本研究主要以過濾速度及洗袋時的過濾壓降為實驗參數，以有效殘留粉塵壓降為評估濾袋屋洗袋之乾淨與否的因子，找出脈衝噴氣式濾袋屋在不同操作條件下的洗袋臨界點，並探討有無文式管及不同口徑噴嘴的使用上，對不同操作條件下的濾袋屋的洗袋操作影響為何。當洗袋時的脈衝過壓力過小時，無法將濾袋上粉塵移除時，粉塵有效殘留壓降會增大，增加風扇操作的成本，並提高洗袋的頻率；當洗袋的脈衝過壓力超過臨界點時，有效殘留粉塵壓降並不會下降，而出口端的濃度會變大，因此這個臨界點將是濾袋屋洗袋的最適當操作點。

在本研究中發現，在相同操作的洗袋壓降下，隨著過濾速度增加，洗袋瞬間的過濾總阻抗係數 R_f 會變小，此時濾餅的厚度較薄，導致相同的能量消耗下產生的脈衝過壓力會減少，達到洗袋臨界點需要的儲槽壓力會增加，而沒用文式管的洗袋系統會比有使用文式管的洗袋系統產生較大的過濾脈衝過壓力，大口徑的洗袋系統會較小口徑的的洗袋系統產生較大的過濾脈衝過壓力。在過濾速度為 2, 3 及 4 cm/sec 時，洗袋操作的臨界點分別為 800 Pa, 1200 Pa 及 1400 Pa，而洗袋之後的有效殘留壓降分別為 0, 75 及 150 Pa。

關鍵詞：有效殘留粉塵壓降，過濾總阻抗係數

Abstract

In this study, the filtration velocity (V_f)

and filtration pressure drop at bag cleaning were used as experimental parameters to evaluate the bag cleaning performance and find out the critical cleaning indices under different operating conditions. The effective residual pressure loss was often used to indicate the cleaning performance. When the average pulse overpressure (P_{ov}) is too small to remove the laden dust on filter bags effectively, the effective residual pressure loss will stay high, the operation flow rate is reduced and the bag cleaning becomes too often. When the average cleaning pulse overpressure exceeds a critical value, the effective residual pressure loss will not reduce significantly, but the exhaust emission concentration will increase.

At the same pressure drop at bag cleaning, the final filtration resistance R_f decreases as the filtration velocity increases. The average pulse overpressure was found to be smaller for the system with smaller R_f . Use of a venturi was found to increase the average pulse overpressure for the system with higher R_f . The critical pulse overpressure at the filtration velocity of 2, 3 and 4 cm/sec was found to be 800, 1200 and 1400 Pa. The regression model for the effective residual pressure loss was found to be: $\Delta P_E \propto V_f^{0.56} \cdot \Delta P^{0.25} \cdot P_{ov}^{-2.08}$.

keywords: effective residual pressure loss, critical cleaning indices, final filtration resistance, pulse overpressure

二、緣由與目的

對於濾袋屋在粒狀污染物的排放控制方面，已有許多範例證實其去除粒狀污

染物的效果極佳；在都市焚化爐的廢氣管末處理上，戴奧辛濃度，藉由濾袋屋的使用處理，排放濃度較靜電集塵器低，可以用濾袋屋作為焚化爐的管末處理設備[1]。此外，台灣地區對空氣品質的要求愈來愈高，空氣排放的標準將會愈來愈嚴苛，業者為了符合空氣排放標準，勢必需要提昇目前的處理設備，因此，濾袋屋的使用需求在未來將有增加的趨勢。

在濾袋屋的操作上，過濾壓降的變化情形可表示如下式[2]：

$$\Delta P = \Delta P_E + CK_2 V_f^2 \Delta t_f = R_f \cdot V_f$$

其中 C 為粉塵濃度， K_2 為粉塵餅的比阻抗係數， V_f 為濾袋屋操作的氣布比， R_f 為粉塵餅之總阻抗係數， ΔP_E 為有效殘留壓降，其包括洗袋後附著於濾袋上的粉塵、再附著回濾袋上的粉塵及粉塵餅的修復對下個過濾週期造成的殘存壓降。本研究擬以此 ΔP_E 值來做為洗袋效率的指標，其值與過濾速度及洗袋壓力有關，過濾速度愈大其值愈大，洗袋壓力愈大其值愈小。

濾袋屋的洗袋系統由 Bakke [3] 指出，氣流經由噴嘴後形成一個高速、低壓的氣流，流經文氏管後，可以將噴嘴出口之氣流及吸入之二次流之能量轉換成壓力作用在濾袋上，可視為一個噴射泵，並可用系統的噴射泵曲線與濾袋操作曲線的交點，來估測不同材質的乾淨濾布在洗袋時於濾袋內產生的壓力；洗袋瞬間濾袋內外的壓差即為洗袋時的脈衝過壓力，為移除粉塵餅的主要機制。盧[4]以不同的濾布，探討有無加裝文式管對洗袋系統的影響，指出在濾袋的操作曲線斜率大時，系統以加裝文式管會較適合，在濾袋的操作曲線斜率小時，系統則以不加裝文式管時會較佳。在濾袋屋的操作上，過濾速度及洗袋時的過濾壓降都會影響到過濾粉塵餅的總阻抗係數，在此不同的操作情形下，文式管及噴嘴造成的影響為何尚未明瞭。

Lu and Tsai [5]以飛灰粉塵在過濾速度為 2 cm/sec，洗袋過濾壓降為 1500 Pa，以不同口徑的噴嘴(8 mm、13 mm 及 20mm)，探討有無加裝文氏管對洗袋系統

的影響，指出在相同洗袋能量消耗下，有加裝文式管的洗袋系統可以產生較大的脈衝過壓力；使用小口徑的噴嘴時，藉由文式管的使用可以較有效的提昇洗袋產生的脈衝過壓力。

在洗袋操作方面洗袋壓力儲槽之初始壓力值為影響濾袋屋洗袋之主要因子。在足夠的脈衝壓力下洗袋，可有效去除粉塵餅，而再超過一洗袋臨界值時，粉塵餅移除的效率增加不顯著，在能源使用上不合算[4, 6]；且在洗袋同時，太高的壓力脈衝往往會造成粉塵排放量及不透光性的增加，此粉塵滲出率亦正比於洗袋操作時的初始槽壓值 [7]。當洗袋作用力過小，會造成過濾週期的縮短，提高洗袋頻率。因此，找出不同操作條件下所需的洗袋作用力臨界值除了可減少洗袋能量的浪費外，亦可減少濾袋屋的出口粉塵排放濃度，在將來使用操作上可作為參考依據。

三、結果與討論

固定過濾速度，在達到相同過濾壓降時以相同的初始槽壓洗袋時，濾袋屋過濾壓降隨時間的變化情形如圖 1 所示，洗袋後瞬間壓降先上升的很快，然後以相同的斜率呈線性成長，將此直線由進行洗袋時的壓降延此斜率往回延伸，找出洗袋瞬間時過濾壓降與垂直軸的交點即為洗袋後的有效殘留壓降值。

由圖 2 可見，在三種不同的過濾速度操作下，達到相同的過濾壓降時，以不同的初始槽壓進行洗袋，可以發現隨著初始槽壓的增加，洗袋後殘存的壓降會減少，當初始的洗袋槽壓大過一臨界值之後，過濾壓降隨時間變化曲線會重疊在一起，濾袋屋操作的過濾週期也不會再增加了，也就是濾袋上的粉塵的移除效率受到限制，超過後再大的洗袋作用力也很難再提昇洗袋的效率。而過濾速度及洗袋的作用力都會影響到濾袋屋操作時的洗袋週期。

在圖 3 可看出在使用文式管的洗袋系統中，其噴射泵曲線較陡峭，洗袋產生的脈衝過壓力明顯地受到濾餅總阻抗係數 R_f

的影響，隨著 R_f 的增加，洗袋消耗的能量可以減少，這是由於 R_f 值小的時候，洗袋氣流較容易逸出，使得濾袋內的壓力不易增大。而在沒加裝文式管時操作洗袋，此種系統的噴射泵曲線幾乎呈水平，洗袋的脈衝過壓力不太受到濾餅總阻抗係數變化的影響，因此過濾速度雖影響到的濾餅的阻抗係數，但是對洗袋產生的脈衝過壓力影響不大。

在圖 4 中可發現，隨著過濾速度的變化，洗袋系統中是否要加裝文式管的結論也會改變，在低過濾速度時，濾袋的操作曲線斜率較大，如盧[4]以乾淨濾布的結論所示，加裝文式管可以降低洗袋所需的儲槽壓力值，當過濾速度增加時則濾袋的操作取線的斜率會變小，此時反而不適合加裝文式管。

圖五為不加裝文式管時，用不同口徑的噴嘴進行洗袋的結果。較大口徑的噴嘴可以有效的減少洗袋所需的儲槽壓力，而改變操作的過濾速度時，其產生的脈衝過壓力幾乎還是落在相同的趨勢線上，並不像文式管一樣，受到過濾速度改變的影響。

圖六為不同過濾速度下，平均脈衝過壓力與有效殘留壓降間的關係，可以發現隨著過濾速度的增加，洗袋所需的臨界脈衝過壓力會增加，這是因為過濾速度大時，粉塵餅結合的較緊密，較難移除，而過濾速度為 2, 3 及 4 cm/sec 下的臨界脈衝過壓力分別為 800, 1200 及 1400 Pa。將實驗數據處理，找出有效殘留粉塵壓降、過濾速度、洗袋設定壓降與平均脈衝過壓力間的迴歸關係，結果如下：

$$\Delta P_E \propto V_f^{0.72} \Delta P^{0.251} P_{ov}^{-2.08}$$

其中各參數之單位為 ΔP_E (Pa), V_f (cm/sec), ΔP (Pa), P_{ov} (Pa)。洗袋後殘留的有效壓降將隨著過濾速度與洗袋設定壓降的增加而增加。

四、參考文獻

[1] Chang, N. B. and S. H. Huang
“Statistical Modelling for the Prediction and control of PCDDs and PCDFs Emissions From Municipal Solid Waste

Incinerators,” *Waste Manage. & Res.*, 13, pp. 379-400. 1995

[2] Dennis, R., J. E. Wilder and D. L. Harmon “Prediction Pressure Loss for Pulse Jet Filters,” *J. Air Pollu. Contr. Assoc.*, Vol. 31 No. 9, pp. 987-992. 1981

[3] Bakke, E. “Optimizing Filtration Parameters,” *J. Air Pollu. Contr. Assoc.*, 24 pp. 1150-1154. 1974

[4] 盧信忠, 「脈衝噴氣式濾袋屋洗袋性能之研究」, 國立交通大學土木工程研究所, 博士論文, 民國 86 年。

[5] Lu H. C. and C. J. Tsai “A Pilot-Scale Study of the Design and Operation Parameters of a Pulse-Jet Baghouse,” *Aerosol Science and Tech.*, 1998 in press

[6] Morris, W. J. “Cleaning Mechanisms in Pulse Jet Fabric Filters,” *Filtration and Separation*, 21, pp. 50-54. 1984

[7] Merritt, R. L. and V. Bush “Status and Future of Baghouses in the Utility Industry,” *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 47, pp. 704-709. 1997

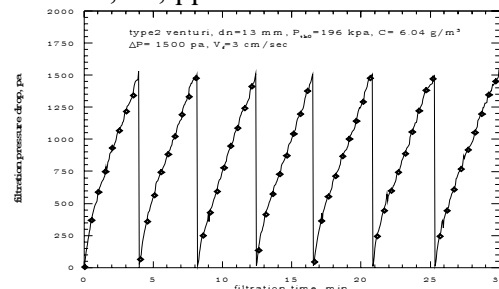
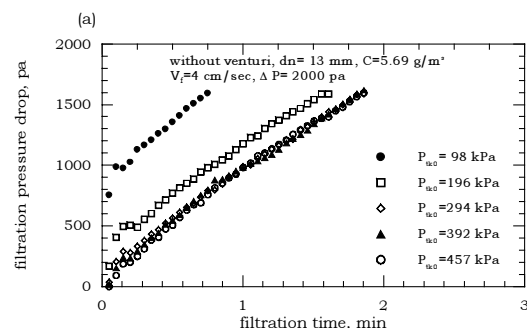


圖 1. 噴嘴口徑 13 mm, 以 196kPa 的槽壓洗袋, 濾袋屋的過濾壓降變化



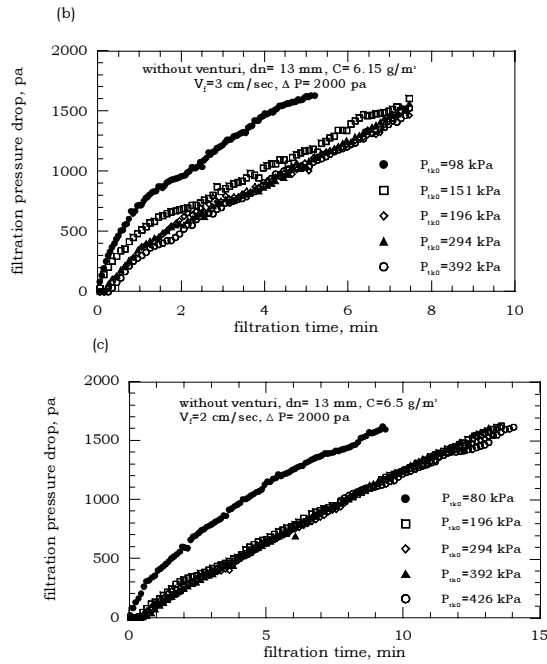


圖 2. 沒有使用文式管，噴嘴口徑 13 mm 時，以不同槽壓洗袋後，過濾壓降成長情形，過濾速度為 (a) 4 cm/sec (b) 3 cm/sec, (c) 2 cm/sec

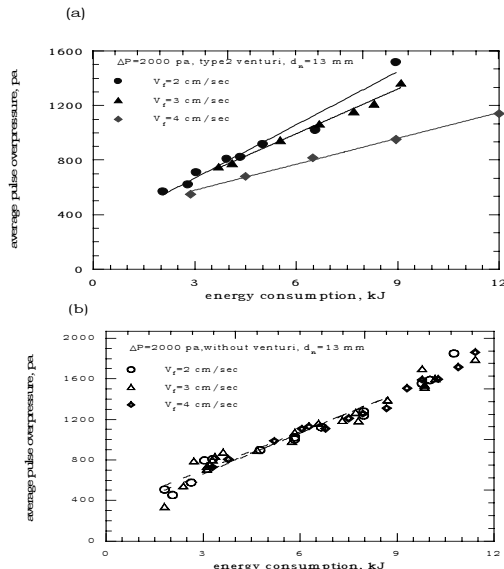


圖 3. 有無使用文式管時，洗袋能量損耗與產生的脈衝過壓力間之關係。

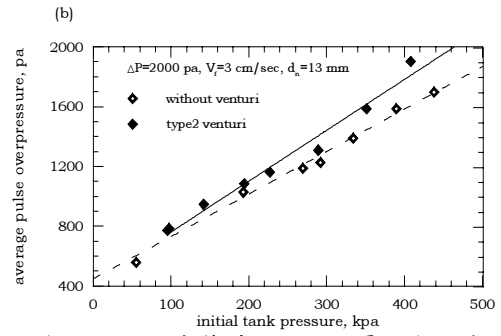
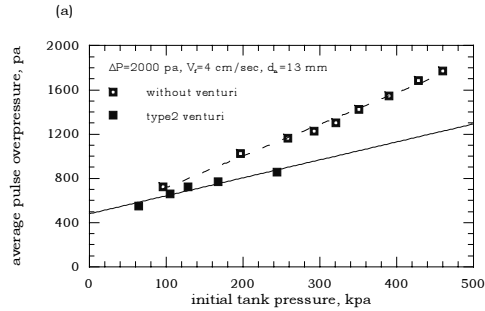


圖 4. 有無使用文式管時，脈衝過壓力與洗袋儲槽壓力，在過濾速度為(a)4 cm/sec (b) 3 cm/sec 操作下的關係

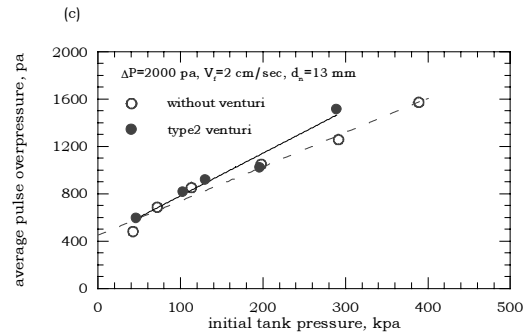


圖 4. 有無使用文式管時，脈衝過壓力與洗袋儲槽壓力，在過濾速度為(c) 2 cm/sec 作下的關係

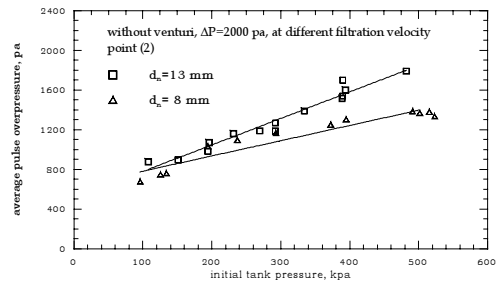
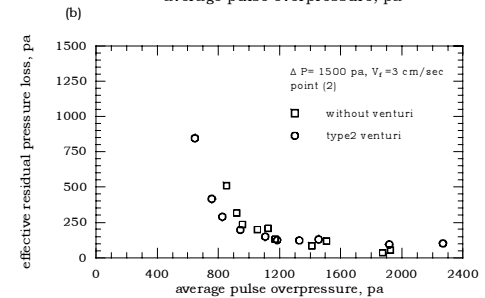
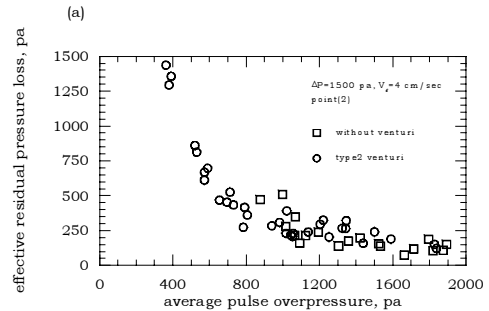


圖 5. 不同噴嘴口徑，在不同過濾速度操作下，洗袋儲槽壓力與脈衝過壓力間之關係



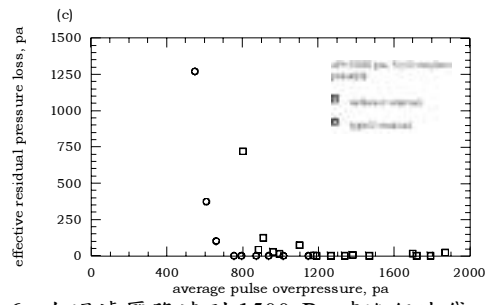


圖 6. 在過濾壓降達到 1500 Pa 時進行洗袋，殘留有效壓降與平均脈衝過壓力之關係，過濾速度為(a) 4 cm/sec (b)3 cm/sec (c)2 cm/sec