

靜電紡絲製備條件對奈米纖維過濾效率之影響評估

Evaluation of Filtration Efficiency of Nanofiber Filters Prepared by Different Electrospinning Conditions

張博凱(P.K. Chang)¹, 黃以松(Y.S. Huang)², 陳解文(J.W. Chen)³,
蕭大智(T.C. Hsiao)^{1*}

¹ 國立臺灣大學環境工程學研究所 tchsiao@ntu.edu.tw

² 中國鋼鐵股份有限公司

³ 國立中央大學環境工程研究所

摘要

過濾為有效處理空氣污染物排放之控制技術之一，而濾材的過濾效能又會隨濾材種類而變化，因此不同的排放源應使用其合適的過濾濾材，才能達到最佳的排放控制。奈米纖維濾材用於過濾污染物時，具有低壓降、低能耗的特性，近年來在研究中被廣泛的討論，而靜電紡絲技術是常被用來製備奈米纖維濾材的方式之一。本研究藉由調整不同靜電紡絲操作參數，包含溶液供給速率、施加電壓、收集時間以及工作距離等，從而改變其平均纖維直徑、纖維基重、濾材厚度以及填充密度等，以評估奈米纖維濾材各種物理特性與氣膠過濾表現之關係。在奈米濾材製備過程中，利用聚丙烯腈(Polyacrylonitrile, PAN)及三乙酸纖維素(Cellulose triacetate, CTA)兩種高分子溶液製作奈米纖維濾材，其中CTA為一由回收衣料製備之常見環保材料，然而在過去文獻中卻鮮少有關於藉由調整電紡參數製備出CTA奈米纖維。由靜電紡絲製成之奈米纖維將以不織布作為基材製成過濾濾材，並利用掃描式電子顯微鏡觀察平均纖維直徑、濾材厚度、纖維基重以及填充密度等濾材之物理特性。另外，本研究也以微粒過濾測試實驗，評估各種奈米纖維濾材的微粒貫穿率及壓降，最後計算成過濾的效能指標-品質因子(Quality Factor, Q_F)，討論各操作參數對於製備奈米纖維之影響。由研究結果顯示，溶液濃度減少以及施加電壓增加皆可以有效降低濾材平均纖維直徑，並顯著增加濾材之過濾效能；在固定溶液濃度、雙溶劑比例、電場強度以及收集時間等參數條件下，溶液供給速率降低，會導致纖維直徑、濾材厚度以及基重數值減少，但會提升濾材纖維之緻密程度。另外，溶液導電度提高，也有助於濾材結構更加緻密。在本研究製備的所有濾材中，以CTA為原料並在溶液供給速率為0.08 mL/hr等條件下製成之奈米纖維(平均纖維直徑分別為 95 ± 23 nm)具有較佳的品質因子。

關鍵字：靜電紡絲、奈米纖維、聚丙烯腈、三乙酸纖維素、品質因子

Keywords: Electrospinning, Nanofiber, Polyacrylonitrile, Cellulose triacetate, Quality Factor