

過濾式集塵設備濾材選擇之研究

陳書育、涂瑞澤；陳齊聖

E-mail: 9125282@mail.dyu.edu.tw

摘要

本實驗測試之濾材種類有PE + Acrylic A、PE + Acrylic B、PE + PTFE A、PE + PTFE B、PTFE、PE、PP、PPS、PA、PE + X及織布等11種。測試粉塵粒子有麵粉、太白粉、維他命 B3、二氧化矽、尿素及CaO等六種。研究範圍主要分為二個部份，第一部份是針對濾材和粉塵之物理與化學特性進行實驗，實驗測試之項目有濾材吸水性、沉降速度、撥水性、抗酸鹼性、抗拉強度、伸長率、撕裂強度、堅挺性和粉塵安息角、pH 值等。第二部份則是濾材過濾阻力實驗，研究各種濾材與壓差、過濾速度及粉塵含量（含粉塵種類）關係。實驗結果顯示：1. 在吸水性與撥水性測試結果，濾袋材質與表面處理有很密切的關係，表面有經過表面薄膜處理者，其撥水性均不錯，但吸水性則不一定，如PTFE材質之濾袋的撥水性雖不是最佳，但卻具有不易吸水特性。2. 在堅挺性測試中，很快就能大略瞭解濾布之振動性好壞，堅挺性愈大其振動性愈不好，反之則愈佳，本實驗測得PE + PTFE A、PE及PA等堅挺性均很大，而PTFE為最小。3. 材料的抗酸鹼性與材質有密切關係，抗酸方面，如PTFE、PP、PPS或者經過PTFE表面薄膜處理均有不錯之抗酸能力。抗鹼方面，如PTFE表現尚佳，其餘皆有硬化現象。再透過抗拉強度與伸長率測試，酸鹼處理後，抗拉強度PE + PTFE A表現最差，伸長率則以PE + PTFE A與PE + Acrylic A表現較差。4. 抗拉強度與伸長率測試方面，分別針對經、緯向進行測試。結果發現：抗拉強度與濾材編織方式及材質有關。實驗結果亦顯示，大部份有經過PTFE表面薄膜處理之濾袋，伸長率都會變得比較大。5. 過濾阻力測試方面，結果顯示，起始壓力較大之濾材在高粉塵含量與高過濾速度下並非壓差就會比較高，如PE + PTFE A。反之，起始壓力較小之濾材，在高粉塵含量與高過濾速度下，並不一定壓差就會比較小，如PE、PTFE、PA。在低粉塵含量時，各種濾材壓差或過濾速度變化比較穩定，可是在高壓差、高粉塵含量下，過濾速度變化則是急速的下降，如PE與PA。

關鍵詞：抗拉強度；伸長率；撕裂強度；堅挺性；粉塵安息角；透氣度

目錄

封面內頁	簽名頁	博碩士論文授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi	誌謝	ix	目錄	x	圖目錄	xiv	表目錄	xx	第一章 緒論	1	1.1 前言	1	1.2 研究目的	2	第二章 文獻回顧	4	2.1 粒狀污染物之發生	4	2.2 粒狀污染物之處理機制	5	2.3 袋濾集塵	6	2.3.1 原理	6	2.3.2 濾布除塵方式	6	2.3.3 粉塵捕集效率低落原因	8	2.4 濾布之種類	8	2.4.1 濾布構成要素	8	2.4.2 袋濾集塵機濾布之種類	14	2.4.3 濾布之物化特性	17	2.4.4 粉塵特性	20	2.4.5 壓力損失	21	2.5 針植不織布之製造工	24	2.5.1 原料纖維之調配、開棉	24	2.5.2 針織工程	24	2.5.3 附加處理	25	2.5.3.1 靜電加工	25	2.5.3.2 撥水加工	26	2.5.3.3 表面加工或其他加工	26	2.6 各種材質濾布之慣用商業名稱	27	第三章 過濾式集塵設備濾材使用狀況之調查	30	3.1 前言	30	3.2 現況調查	30	3.3 調查結果	32	3.4 纖維層阻塞、酸露點、水分、高溫及壓差對濾布之影響	34	3.4.1 濾布纖維層阻塞	34	3.4.2 酸露點	34	3.4.3 水分	35	3.4.4 高溫	36	3.4.5 高壓力降	38	3.5 結論	41	第四章 以物化特性分析方法選擇適當濾材	42	4.1 前言	42	4.2 材料與方法	43	4.2.1 實驗材料與設備	43	4.2.1.1 實驗材料	43	4.2.1.2 實驗設備	44	4.2.2 實驗方法	47	4.3 結果與討論	62	4.3.1 含水率之分析	62	4.3.2 撥水性之測試	62	4.3.3 吸水性之測試	65	4.3.4 沉降速度之測試	65	4.3.5 濾材堅挺性測試	68	4.3.6 濾布抗拉強度及伸長率測試	68	4.3.6.1 測試寬度不同之差異	73	4.3.6.2 濾布經緯向之差異	73	4.3.6.3 伸長率大小之差異	76	4.3.7 濾布撕裂強度測試	76	4.3.8 濾材抗酸鹼性測試	79	4.3.8.1 目測判定	79	4.3.8.2 以抗拉強度與伸長率比較抗酸鹼性	82	4.3.9 粉塵pH與安息角測定	87	4.3.10 濾袋過濾阻力測試	91	4.3.10.1 濾袋起始壓力測試	91	4.3.10.2 濾袋透氣度測試	91	4.3.10.3 粉塵含量與過濾速度對濾袋壓差之影響	96	4.3.10.4 粉塵含量與壓差對濾袋過濾速度之影響	122	4.3.10.5 濾餅形成	149	4.4 結論	152	第五章 結論與展望	155	5.1 結論	155	5.2 展望	156	參考文獻	158	附錄	160	圖目錄		圖2-1 慣性衝擊	7	圖2-2 直接截留	7	圖2-3 擴散	7	圖2-4 粉塵通過濾布之方式	9	圖2-5 壓克力系纖維橫切圖	11	圖2-6 聚酯系纖維	11	圖2-7 羊毛纖維	12	圖2-8 玻璃纖維網狀結構	12	圖2-9 金屬纖維網狀結構	13	圖2-10 鐵氟龍	13	圖2-11 1/2斜紋織	15	圖2-12 朱子織	15	圖3-1 工廠環保人員對集塵設備瞭解程度	33	圖3-2 濾布損壞原因	33	圖3-3 SO ₃ 濃度的露點溫度	35	圖3-4 焚化爐使用後之濾布	37	圖3-5 含氟化物粉塵使用後之濾布	37	圖3-6 典型清洗順序	40	圖3-7 建議清洗順序	40	圖4-1 安息角測定	45	圖4-2 簡易式濾布過濾裝置	45	圖4-3 T2000拉伸試驗機	46	圖4-4 堅挺性測定	46	圖4-5 撥水性測試	49	圖4-6 吸水性測試	51	圖4-7 沉降速度測試	51	圖4-8 堅挺性測試試片	53	圖4-9 堅挺性測試	53	圖4-10 圖譜分析	55	圖4-11 單舌片法試樣	56	圖4-12 撕裂強度測試	56	圖4-13a 安息角測試樣品	59	圖4-13b 安息角測試	59	圖4-14 撥水性測試	64	圖4-15 經向濾布抗拉強度比較圖	74	圖4-16 緯向濾布抗拉強度比較圖	74	圖4-17 經向濾布伸長率比較圖	77	圖4-18 緯向濾布伸長率比較圖	77	圖4-19a 抗酸性與抗鹼性測試	80	圖4-19b 抗酸性與抗鹼性測試	81	圖4-20 酸處理對於不同濾布抗拉強度前後衰退 % 比較圖	85	圖4-21 鹼處理對於不同濾布伸長率前後衰退 % 比較圖	86	圖4-22 鹼處理對於不同濾布抗拉強度前後衰退 % 比較圖	88	圖4-23 鹼處理對於不同濾布伸長率前後衰退 % 比較圖	89	圖4-24a 簡易式濾布過濾測試設備	92
------	-----	----------	-----	------	----	------	----	----	----	----	---	-----	-----	-----	----	--------	---	--------	---	----------	---	----------	---	--------------	---	----------------	---	----------	---	----------	---	--------------	---	------------------	---	-----------	---	--------------	---	------------------	----	---------------	----	------------	----	------------	----	---------------	----	------------------	----	------------	----	------------	----	--------------	----	--------------	----	-------------------	----	-------------------	----	----------------------	----	--------	----	----------	----	----------	----	------------------------------	----	---------------	----	-----------	----	----------	----	----------	----	------------	----	--------	----	---------------------	----	--------	----	-----------	----	---------------	----	--------------	----	--------------	----	------------	----	-----------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	---------------	----	---------------	----	--------------------	----	-------------------	----	------------------	----	------------------	----	----------------	----	----------------	----	--------------	----	-------------------------	----	------------------	----	-----------------	----	-------------------	----	------------------	----	----------------------------	----	----------------------------	-----	---------------	-----	--------	-----	-----------	-----	--------	-----	--------	-----	------	-----	----	-----	-----	--	-----------	---	-----------	---	---------	---	----------------	---	----------------	----	------------	----	-----------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	----	--------------	----	-----------	----	----------------------	----	-------------	----	------------------------------	----	----------------	----	-------------------	----	-------------	----	-------------	----	------------	----	----------------	----	-----------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	-------------	----	--------------	----	------------	----	------------	----	--------------	----	--------------	----	----------------	----	--------------	----	-------------	----	-------------------	----	-------------------	----	------------------	----	------------------	----	------------------	----	------------------	----	-------------------------------	----	------------------------------	----	-------------------------------	----	------------------------------	----	--------------------	----

圖4-24b 簡易式濾布過濾測試設備入料口 92 圖4-25 各種濾布之起始壓力比較圖 94 圖4-26a 麵粉粉塵含量與過濾速度對PE + Acrylic B濾袋壓差之影響 97 圖4-26b 麵粉粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE A濾袋壓差之影響 98 圖4-26c 麵粉粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE B濾袋壓差之影響 99 圖4-26d 麵粉粉塵含量與過濾速度對PTFE濾袋壓差之影響 100 圖4-26e 麵粉粉塵含量與過濾速度對PE濾袋壓差之影響 101 圖4-26f 麵粉粉塵含量與過濾速度對PA濾袋壓差之影響 102 圖4-27a 太白粉粉塵含量與過濾速度對PE + Acrylic B濾袋壓差之影響 103 圖4-27b 太白粉粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE A濾袋壓差之影響 104 圖4-27c 太白粉粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE B濾袋壓差之影響 105 圖4-27d 太白粉粉塵含量與過濾速度對PTFE濾袋壓差之影響 106 圖4-27e 太白粉粉塵含量與過濾速度對PE濾袋壓差之影響 107 圖4-27f 太白粉粉塵含量與過濾速度對PA濾袋壓差之影響 108 圖4-28a 尿素粉塵含量與過濾速度對PE + Acrylic B濾袋壓差之影響 110 圖4-28b 尿素粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE A濾袋壓差之影響 111 圖4-28c 尿素粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE B濾袋壓差之影響 112 圖4-28d 尿素粉塵含量與過濾速度對PTFE濾袋壓差之影響 113 圖4-28e 尿素粉塵含量與過濾速度對PE濾袋壓差之影響 114 圖4-28f 尿素粉塵含量與過濾速度對PA濾袋壓差之影響 115 圖4-29a 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PE + Acrylic B濾袋壓差之影響 116 圖4-29b 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE A濾袋壓差之影響 117 圖4-29c 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PE + PTFE B濾袋壓差之影響 118 圖4-29d 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PTFE濾袋壓差之影響 119 圖4-29e 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PE濾袋壓差之影響 120 圖4-29f 維他命B3粉塵含量與過濾速度對PA濾袋壓差之影響 121 圖4-30a 麵粉粉塵含量與壓差對PE + Acrylic B濾袋過濾速度之影響 123 圖4-30b 麵粉粉塵含量與壓差對PE + PTFE A濾袋過濾速度之影響 124 圖4-30c 麵粉粉塵含量與壓差對PE + PTFE B濾袋過濾速度之影響 125 圖4-30d 麵粉粉塵含量與壓差對PTFE濾袋過濾速度之影響 126 圖4-30e 麵粉粉塵含量與壓差對PE濾袋過濾速度之影響 127 圖4-30f 麵粉粉塵含量與壓差對PA濾袋過濾速度之影響 128 圖4-31a 太白粉粉塵含量與壓差對PE + Acrylic B濾袋過濾速度之影響 129 圖4-31b 太白粉粉塵含量與壓差對PE + PTFE A濾袋過濾速度之影響 130 圖4-31c 太白粉粉塵含量與壓差對PE + PTFE B濾袋過濾速度之影響 131 圖4-31d 太白粉粉塵含量與壓差對PTFE濾袋過濾速度之影響 132 圖4-31e 太白粉粉塵含量與壓差對PE濾袋過濾速度之影響 133 圖4-31f 太白粉粉塵含量與壓差對PA濾袋過濾速度之影響 134 圖4-32a 尿素粉塵含量與壓差對PE + Acrylic B濾袋過濾速度之影響 135 圖4-32b 尿素粉塵含量與壓差對PE + PTFE A濾袋過濾速度之影響 136 圖4-32c 尿素粉塵含量與壓差對PE + PTFE B濾袋過濾速度之影響 137 圖4-32d 尿素粉塵含量與壓差對PTFE濾袋過濾速度之影響 138 圖4-32e 尿素粉塵含量與壓差對PE濾袋過濾速度之影響 139 圖4-32f 尿素粉塵含量與壓差對PA濾袋過濾速度之影響 140 圖4-33a 維他命B3粉塵含量與壓差對PE + Acrylic B濾袋過濾速度之影響 141 圖4-33b 維他命B3粉塵含量與壓差對PE + PTFE A濾袋過濾速度之影響 142 圖4-33c 維他命B3粉塵含量與壓差對PE + PTFE B濾袋過濾速度之影響 143 圖4-33d 維他命B3粉塵含量與壓差對PTFE濾袋過濾速度之影響 144 圖4-33e 維他命B3粉塵含量與壓差對PE濾袋過濾速度之影響 145 圖4-33f 維他命B3粉塵含量與壓差對PA濾袋過濾速度之影響 146 圖4-34 不同濾材之過濾速度衰退比較 148 圖4-35a 濾餅形成 150 圖4-35b 濾餅脫落 150 圖4-35c 濾餅易脫落之濾布 151 圖4-35d 濾餅不易脫落之濾布 151 表目錄 表2-1 帶電序列 22 表2-2 各類粉塵之物性 23 表3-1 工廠電話訪談問卷調查表 31 表4-1 簡易式濾布過濾裝置設計參數 61 表4-2 濾布含水率測定 63 表4-3 濾布吸水性測試 66 表4-4 濾布沉降速度測試 67 表4-5 濾布堅挺性測試 69 表4-6 5cm試片抗拉強度與伸長率 70 表4-7 2.54cm試片抗拉強度與伸長率 71 表4-8 1cm試片抗拉強度及伸長率 72 表4-9 拉抗強度比值比較 75 表4-10 濾布撕裂強度測試 78 表4-11 濾布經0.5 N硫酸處理前後抗拉強度與伸長率之比較 83 表4-12 濾布經1 N NaOH處理前後抗拉強度與伸長率之比較 84 表4-13 粉塵安息角與pH值 90 表4-14 各種濾布之起始壓力 93 表4-15 濾布透氣度測試 95

參考文獻

司洪濤，鄭乙任，李遠志，垃圾焚化廠廢氣處理系統規劃設計與運轉，工業污染防治，67:46?65 (1998)。林元章，黃志峰，謝長良，移動式袋濾集塵系統設計、建造與實廠煙氣過濾性能測試，工業污染防治，64:25?43 (1997)。袁中新，空氣污染物控制技術訓練 粒狀污染物之特性與分類，經濟部工業局，台北 (1992)。郭中流，空氣污染控制設備設計與操作維護實務講習會 袋式集塵機設計要點，經濟部工業局，台中 (1997)。黃志峰，謝長良，袋式集塵技術與小型焚化爐，工業污染防治，65:19?30 (1998)。黃志峰，陳明輝，陳旺，謝長良，李怡萱，硼系玻璃纖維熔爐廢氣處理技術實例介紹，工業污染防治，67:66?83 (1998)。經濟部工業局，粒狀污染物控制設備之評估與選用，工業污染防治技術手冊之三十一，經濟部工業污染防治技術服務團，台北 (1991)。經濟部工業局，袋濾集塵機設計選擇與操作，經濟部工業污染防治技術服務團，台北 (1994)。經濟部工業局，袋濾集塵機設備訓練班講義，袋濾集塵機設備訓練班，中國技術服務社，台北 (1994)。樓基中，空氣污染物控制技術訓練 袋式集塵器原理與設計，工業局，台北 (1992)。環境保護署人員訓練所，空氣污染甲級專責人員訓練教材 - 粒狀污染物控制設備，行政院環境保護署。環境保護署人員訓練所，空氣污染甲級專責人員訓練教材 - 空氣污染概論，行政院環境保護署。環境保護署人員訓練所，空氣污染甲級專責人員訓練教材 - 污染排放特性與排放推估，行政院環境保護署。環境檢驗所，環境檢測方法 - 空氣檢測方法，行政院環境保護署，台北 (1995)。環境檢驗所，環境檢測方法 - 廢棄物檢測方法，行政院環境保護署，台北 (1995)。環境保護人員訓練所，空氣污染防治法，行政院環境保護署，台北 (2000)。American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Washington, D. C. (1976). BHA, Filter Bags & Cages, Product Reference and Troubleshooting Guide, BAH Group, Inc., Kansas City, MO (1997). Loffler, F., Dust Collection with Bag Filters and Envelope Filters, Karlsruhe (1986). McKenna, J. D. and J. H. Turner, Fabric Filter — Baghouses I, Theory, Design, and Selection, ETS, Inc., Roanoke, VA (1989).