

非鹵素抗燃紙的開發研究

楊逸婷、彭元興

E-mail: 9607857@mail.dyu.edu.tw

摘要

對於抗燃紙而言，雖廣泛地應用在蜂巢板，海報展示板，裝飾紙，家具，燈罩，電子電器用品，汽車遮陽板，空氣濾清器、壁紙、天花板、儲存火藥的箱子.....等，但適合抗燃紙的抗燃劑類別則有限，又由於每一抗燃配方皆為各業者生產之技術機密，導致業界及學術上關於抗燃紙公開的相關研究並不多，對於抗燃紙方面以及添加抗燃劑後紙張性質變化的資料更是寥寥無幾。因此，本研究擬建立一無鹵抗燃紙配方研究以增加學術上更多抗燃紙研究資訊並提供給業界作為一應用參考。本研究將利用 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CaCO_3 、Clay、Sericite、Nano sericite、Nano silica、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 及磷氮有機化合物等八種實驗材料分別進行表面塗佈處理、內部添加處理等實驗，以確認所選取之材料是否具抗燃效果；另一部份則是以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CaCO_3 、Clay、Sericite及 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等五種無機填料進行內部添加處理，並搭配磷氮有機化合物抗燃劑進行表面塗佈處理，以找出抗燃最適化之內部添加比例及表面塗佈量，並進一步討論最適化抗燃配方之劣化試驗、吸濕試驗對於抗燃紙張試樣之機械性質的影響，最後對於最佳抗燃配方作一經濟效益評估。表面塗佈處理實驗結果顯示， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CaCO_3 、Clay、Sericite及Nano silica等材料，並無法於設計之塗佈量上限(80 g/m^2)中達到單獨抗燃的效果；僅有 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 及磷氮有機化合物具有單獨抗燃之功效，而Nano sericite於合併 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 進行協效抗燃上可提昇 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 約12.5%之效果。內部添加處理紙張基材抗燃實驗結果顯示， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CaCO_3 、Clay、Sericite、Nano sericite、Nano silica、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 及磷氮有機化合物等材料，皆無法於本實驗設計之添加比例中達到抗燃的效果，原因可能為所使用之材料只是進行纖維間的填充作用，而無法使原紙增加抗燃能力。內部添加搭配表面塗佈處理實驗結果顯示，當 CaCO_3 、Clay、Sericite、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等內添比例為10%及 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 內添比例為30%，搭配表面塗佈 20 g/m^2 磷氮有機化合物時，可有最佳抗燃效果，為本研究最適抗燃配方。

關鍵詞：抗燃劑、雙重抗燃處理、表面塗佈抗燃處理、抗燃紙、內部添加抗燃處理抗燃劑、雙重抗燃處理、表面塗佈抗燃處理、抗燃紙、內部添加抗燃處理；磷氮有機化合物；遮陽板；展示板；抗燃紙；濾清器

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi
誌謝	viii	目錄	ix	圖目錄	xiv
表目錄	xvii	第一章 前言	1	1.1 研究起源	1
1.2 研究動機	1	1.3 研究目的	3	第二章 背景資料	5
2.1 燃燒三角理論	5	2.2 抗燃材料之定義	6	2.3 抗燃劑之總論	7
2.3.1 抗燃劑之概述	7	2.3.2 抗燃劑之發展	7	2.3.3 抗燃劑之抗燃原理	9
2.3.4 抗燃劑之分類	11	2.4 抗燃紙之總論	16	2.4.1 抗燃紙之抗燃方法	16
2.4.2 抗燃紙之應用狀況	20	2.4.3 抗燃紙之抗燃劑的選擇	21	第三章 文獻回顧	22
3.1 內部添加法抗燃處理紙張基材之研究	22	3.2 含浸法抗燃處理紙張基材之研究	26	3.3 內部添加法及表面塗佈法抗燃處理紙張基材之研究	30
3.4 內部添加法抗燃處理木板基材之研究	30	3.5 表面塗佈法抗燃處理木板基材之研究	34	3.6 真空注入法抗燃處理木材基材之研究	40
3.7 雙重抗燃處理木材基材之研究	42	第四章 實驗設計及方法	44	4.1 實驗目的	44
4.2 實驗設計與方法	45	4.2.1 表面塗佈處理抗燃實驗	49	4.2.2 內部添加處理抗燃實驗	53
4.2.3 不同填料比例及不同表面塗佈量實驗	55	4.2.4 內部添加及表面塗佈配方最適化實驗	58	第五章 實驗結果與討論	62
5.1 表面塗佈處理之抗燃效果	62	5.1.1 表面塗佈磷氮有機化合物之抗燃實驗	64	5.1.2 表面塗佈氫氧化鎂之抗燃實驗	65
5.1.3 表面塗佈氫氧化鋁之抗燃實驗	67	5.1.4 奈米矽酸鹽抗燃紙實驗	67	5.1.5 表面塗佈碳酸鈣、白土及原礦絹雲母之抗燃實驗	68
5.1.6 表面塗佈奈米絹雲母之抗燃實驗	70	5.2 合併抗燃劑以塗佈法處理之抗燃效果	71	5.2.1 表面塗佈奈米絹雲母及磷氮有機化合物抗燃實驗	71
5.2.2 表面塗佈奈米絹雲母合併氫氧化鎂抗燃之實驗	72	5.3 內部添加處理之抗燃效果	74	5.4 內部添加及表面塗佈處理之抗燃效果	79
5.4.1 最適內添比例及表面塗佈量配方試驗	79	5.4.1.1 內部添加Clay及表面塗佈磷氮有機化合物	80	5.4.1.2 內添Sericite及表面塗佈磷氮有機化合物	82
5.4.1.3 內添 CaCO_3 及表面塗佈磷氮有機化合物	84	5.4.1.4 內添 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 及表面塗佈磷氮有機化合物	86	5.4.1.5 內添 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及表面塗佈磷氮有機化合物	88
5.4.2 抗燃配方最適化之劣化試驗	90	5.4.2.1 劣化試驗對破裂強度之影響	91	5.4.2.2 劣化試	

驗對撕裂強度之影響	92	5.4.2.3 劣化試驗對抗張強度之影響	93	5.4.2.4 劣化試驗對炭化長度之影響	94
5.4.3 抗燃配方最適化之吸濕性試驗	95	5.4.3.1 吸濕性試驗對破裂強度之影響	95	5.4.3.2 吸濕性試驗對撕裂強度之影響	96
5.4.3.3 吸濕性試驗對抗張強度之影響	97	5.4.3.4 吸濕性試驗對炭化長度之影響	98	5.4.4 抗燃配方最適化經濟效益評估	100
第六章結論與建議	103	6.1 結論	103	6.2 建議	106
參考文獻	107	附錄	112		

參考文獻

- 中文部份
- 余鳳兒, 2004, 改質聚氨酯/聚矽氧烷耐燒蝕材料研究, 博士論文, 國立中山大學材料科學研究所
 - 林翰謙、黃金城, 2004, 柳杉造林幕應用熱壓處理製造抗燃壁板之研究, 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, NSC92-2313-B-415-020
 - 林勝傑、李鴻麟, 2002, 抗燃合板製造之研究, 台灣林業科學, 17(2):231-239
 - 林勝傑、李鴻麟、張上鎮, 1994, 防火劑塗佈處理對合板抗燃效應之評估, 林業試驗所研究報告季刊, 9(1):51-60
 - 林勝傑, 1996, 發泡型防火塗料處理合板抗燃效應之評估, 台灣林業科學, 11(1):95-101
 - 林勝傑, 1998, 無機鹽類對木材抗燃性改善之研究, 台灣林業科學, 13(3):243-249
 - 林曉洪, 2003, 抗燃藥劑雙重擴散處理對合板抗燃性效應之改善研究, 博士論文, 國立中興大學森林系
 - 沈熙嚴, 2004, 紙張的種類、規格及品質標準及物理性質試驗法, 經濟部工業局工業技術人才培訓計畫, p.112-145, 7月28-30日, 台中
 - 邱俊雄, 1982, 防火紙張之製造, 漿與紙雜誌, 4(22):36-38
 - 莊智勝、蔡匡忠、柯淳涵, 2006, 不同配方膨脹型防火塗料對於合板燃燒性質之影響, 中華林學會學術論文, p.365-372, 台北
 - 紙業時代社編, 1991, 紙加工技術(上冊), 輕工業出版社, 北京
 - 紙業時代社編, 1991, 紙加工技術(下冊), 輕工業出版社, 北京
 - 陳紀何, 2004, 抗硝化甘油滲移抗燃層開發, 碩士論文, 國立中山大學材料科學研究所
 - 陳詩雯, 2005, 含磷難燃環氧樹脂環保基材之研究, 碩士論文, 元智大學化學工程與材料科學系
 - 蔡金木, 2000, 防火塗料之配方與效應, 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, NSC 89-2313-B-0002-127
 - 劉仁慶、黃秀珠等人, 2004, 紙張指南(第二版), 中國輕工業出版社, 北京
 - 劉仁慶, 2004, 紙張解說, 中國鐵道出版社, 北京
 - 鄧至均, 2004, 聚氯乙烯與聚乙烯混微奈米粒子之研究, 碩士論文, 南台科技大學化學工程研究所
 - 歐育湘, 1998, 抗燃劑-製造、性能及應用, 兵器工業出版社, 北京
 - 羅豪偉, 1997, 電子用複合材料積層板原紙之研究, 碩士論文, 中國文化大學造紙印刷研究所造紙組
 - 藍浩繁、郭蘭生、蕭英倫等人, 2003, 填料填充纖維紙張之抗燃性, 台大實驗林研究報告, 17(4):219-230
 - 蘇裕昌, 2005, 紙力的形成與紙力增強劑, 經濟部工業局工業技術人才培訓計畫, p.114-147, 8月23-25日, 台中
 - 蘇裕昌、王益真、陳鴻財等人, 1999, 特種紙張的研製-抗燃紙及防銹紙, 台灣林業科學, 14(4):385-395
 - 蕭世明, 2001, 含磷/氮難燃高分子之製備與熱穩定性質, 碩士論文, 國立中興大學化學工程研究所
 - 鐘仲毅, 2001, 無鹵素基板材料之抗燃特性及其它物理性質研究, 碩士論文, 義守大學材料科學與工程學系
 - 中國環氧樹脂固化劑應用網網頁: <http://www.epoxy-c.com/flame/2004014.htm>
 - 中國抗燃技術網網頁: http://www.flameretardant.cn/Html/FR-TechnicalData/205345948_2.html
 - 中國建材信息網網頁: <http://www.bm.cei.gov.cn/index.asp>
- 英文部份
- Arledta HF. 1954. Use of inorganic synthetic fiber paper. Tappi Journal 37(7):152A-157A.
 - Battista OA. 1964. Synthetic fiber in paper making, p.97-117. Inter Science Publishers, N.Y.
 - Brickmann WJ. 1973. Chemical modification of cellulose for new end uses by tricarboxylate redgrafting. Tappi Journal 56(3):97-100.
 - Chiou CH. 1982. Studies on the manufacturing of flame-resistant paper. National Science Council Monthly 10(3):223-78.
 - Eickner HW. 1966. Fire-retardant-treated wood. Journal of Materials 1(3):625-644.
 - Grexa O, Horvathova E, Be?inova O, Lehocky P. 1999. Flame retardant treated plywood. Polymer Degradation and Stability 64:529-533.
 - Giudice CA, Benitez JC. 2001. Zinc borates as flame-retardant pigments in chlorine-containing coatings. Progress in Organic Coatings 42:82-88.
 - Grexa O, Lubke H. 2001. Flammability parameters of wood tested on a cone calorimeter. Polymer Degradation and Stability 74:427-432.
 - Grexa O, Poutch F, Manikova D, Martvonova H. 2003. Intumescence in fire retardancy of lignocellulosic panels. Polymer Degradation and Stability 82:373-377.
 - Hashim R, How LS, Kumar RN, Sulaiman O. 2005. Some of the properties of flame retardant medium density fiberboard made from rubberwood and recycled containers containing aluminum trihydroxide. Bioresource Technology 96:1826-1831.
 - Lyons JW. 1970. The chemistry and uses of fire retardants. p.166. Wiley-Interscience, N.Y.
 - Sutker BJ, Mazzarella ED. 1966. Manufacturing and marketing aspects of flame-resistant paper. Tappi Journal 49(12):138A-144A.
 - Smook GA. 1992. Handbook for pulp and paper technologists, 2nd edition. TAPPI & CPPA.
 - Youngs RW. 1997. Flame retardant paper and paperboard: manufacture & use. FRC Technologies.