

Effects of Coating Formula of Thermal Paper on Image Durability

陳宇銘、彭元興

E-mail: 9806246@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Thermal paper has wide range of applications, such as facsimile paper, labels for food retailing and other industries, bus fares, airplane tickets, and other ticket items. The global demands are increasing. Yet thermal paper is a kind of heat-reversible recording paper, its images are liable to fade due to light, temperature, and humidity factors. Thus, how to preserve the thermal-induced images is becoming a critical quality demand.

This study was carried out in 3 stages, in the first stage, 7 commercial thermal papers were collected and their surface, optical, and durability characteristics were evaluated to serve as criteria for the subsequent preparations. In the second stage, hollow-core plastic pigment, calcined clay, and a mixture of the 2 were applied as ingredients in the precoating formulation to evaluate their influences on the durability of the thermal paper. In the third stage, different thermal-sensitive particle size ranges of 1.5~1.0, 1.0~0.5 and > 0.5 μm were tested for the ensuing thermal paper durability and application to find out the optimal particle size range.

The results indicated that when the commercial thermal papers were tested for light-fastness at a UV wavelength of 351 nm and 60 $^\circ\text{C}$, the best performing image intensity retention was 21.7%, and the fading rate was 47.1%; at the dry-heating test condition of 60 $^\circ\text{C}$, the best image intensity retention was 43.0%, and the fading rate was 41.8%; and at the constant temperature and humidity conditions of 40 $^\circ\text{C}$ and 90% RH, the best image intention retention was 94.2%, and the fading rate was 5.6%. These were established as criteria for comparisons with the self-prepared samples.

The precoating experiments indicated that at a UV wavelength of 351 nm and 60 $^\circ\text{C}$ condition entailed an optimal image intensity retention of of 59.1% and a fading rate of 21.9%; at the constant temperature and humidity conditions of 40 $^\circ\text{C}$ and 90% RH, the best image intensity retention rate was 96.3%, and the fading rate was 1.8%; and at the 60 $^\circ\text{C}$ dry heat test condition, the best image intensity retention rate was 95.4% and the fading rate was 0.9%. Adding hollow-core plastic pigment exerted notable enhancements to the resulting thermal paper durability in image intensity, light fastness, temperature and humidity as compared to those precoated with calcined clay and a mixture of calcined clay and hollow-core plastic pigment.

In the heat-sensing layer particle size experiments, light fastness tests at 351 nm wavelength and 60 $^\circ\text{C}$ resulted in the best image intensity retention of 59.1%, and the fading rate of 21.6%; at a constant temperature and humidity condition of 40 $^\circ\text{C}$ and 90% RH, the best image intensity retention was 96.3% and the fading rate was 1.8%; and at the 60 $^\circ\text{C}$ dry heating test, the best image intensity retention was 95.4% and the fading rate was 0.9%. The color former particle size 1.5~1.0 μm , color developer particle size 1.0~0.5 μm , and sensitizer particle size 1.5~1.0 μm entailed the best performances.

In the study, our self-prepared thermal paper formulation resulted in significant improvements of product durability. Regardless of the environmental conditions applied using light, temperature and humidity, the image intensity retention of the self-prepared thermal paper was superior to the commercial products.

Keywords : thermal paper、heat-sensitive paper、leuco dyes、color developer、sensitizer.

Table of Contents

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 緒論	1
1.1 研究起源	1

1.2研究動機	2
1.3研究目的	3
第二章 背景資料	5
2.1 感熱紙	5
2.2感熱原紙	7
2.3預塗層	8
2.4感熱塗層	9
2.4.1隱性染料	10
2.4.2顯色劑	12
2.4.3增感劑	14
2.4.4接著劑	15
2.4.5潤滑劑	15
2.4.6填料	16
2.4.7分散均染劑	17
2.4.8安定劑	17
2.5 感熱材料研磨	18
2.6記錄圖像保存	19
第三章 文獻回顧	21
3.1感熱原紙對感熱紙的影響	21
3.2感熱材料對感熱紙的影響	23
第四章 實驗規劃與方法	36
4.1實驗目的	36
4.2實驗設計與方法	37
4.3第一階段市售感熱紙耐久性評估	39
4.4第二階段不同預塗配方對感熱紙耐久性的影響	40
4.4.1預塗層塗料配置	40
4.4.2預塗實驗步驟	41
4.5不同感熱材料粒徑對感熱紙耐久性的影響與應用	42
4.5.1感熱材料研磨	43
4.5.2感熱層塗料配置	46
4.5.3不同感熱材料粒徑實驗步驟	47
4.5.4不同感熱材料粒徑在感熱紙上的應用	47
4.5.5感熱材料粒徑在感熱紙應用實驗步驟	48
4.6壓光	49
4.6.1壓光試驗步驟	49
4.7檢測方法與項目	49
4.7.1評估方式	50
4.7.2檢測項目	51
4.8實驗藥品	52
4.9實驗儀器	53
第五章 實驗結果與討論	54
5.1第一階段市售感熱紙耐久性評估	54
5.1.1市售感熱紙紙張性質	54
5.1.2市售感熱紙光堅牢度	55
5.1.3市售感熱紙背景安定性-恆溫恆濕試驗	57
5.1.4市售感熱紙背景安定性-耐熱試驗	59
5.2第二階段不同預塗配方對感熱紙耐久性的影響	61
5.2.1不同預塗塗料性質對紙張性質的影響	61
5.2.2預塗試驗背景光堅牢度	63
5.2.3預塗試驗背景安定性-恆溫恆濕試驗	65
5.2.4預塗試驗背景安定性-耐熱試驗	67
5.3第三階段不同感熱材料粒徑對感熱紙耐久性的影響及 應用	69
5.3.1感熱材料研磨	70

5.3.2	粒徑試驗塗料性質與紙張性質	76
5.3.3	粒徑試驗背景光堅牢度	78
5.3.4	粒徑試驗背景安定性-恆溫恆濕試驗	80
5.3.5	粒徑試驗背景安定性-耐熱試驗	82
5.3.6	感熱材料應用試驗	84
5.3.7	感熱材料應用試驗塗料性質與紙張性質	85
5.3.8	感熱材料應用試驗背景光堅牢度	85
5.3.9	感熱材料應用試驗背景安定性-恆溫恆濕試驗	88
5.3.10	感熱材料應用試驗背景安定性-耐熱試驗	90
第六章 結論與建議 93		
6.1 結論 93		
6.2 建議 95		
參考文獻 96		
附錄-1 市售感熱紙照光下(60 , 351 nm)光學濃度變化 99		
附錄-2 市售感熱紙恆溫恆濕下(40 , 95%RH)光學濃度變化 101		
附錄-3 市售感熱紙耐熱下(60 , dry heat)光學濃度變化 103		
附錄-4 預塗試驗照光下(60 , 351 nm)光學濃度變化 105		
附錄-5 預塗試驗恆溫恆濕(40 , 95%RH)下光學濃度的變化 106		
附錄-6 預塗試驗耐熱下(60 , dry heat)光學濃度變化 107		
附錄-7 中空型塑膠顏料粒徑試驗照光(60 , 351 nm)下光學濃度變化 108		
附錄-8 中空型塑膠顏料粒徑試驗恆溫恆濕(40 , 95%RH)下光學濃度變化 110		
附錄-9 中空型塑膠顏料粒徑試驗耐熱(60 , dry heat)下光學濃度變化 112		
附錄-10 鍛燒白土粒徑試驗照光下(60 , 351nm)光學濃度變化 114		
附錄-11 鍛燒白土粒徑試驗恆溫恆濕下(40 , 95%RH)光學濃度變化 116		
附錄-12 鍛燒白土粒徑試驗耐熱下(60 , dry heat)光學濃度變化 118		
附錄-13 中空型塑膠顏料與鍛燒白土混合粒徑試驗照光下 (60 , 351 nm)光學濃度變化 120		
附錄-14 中空型塑膠顏料與鍛燒白土混合粒徑試驗恆溫恆濕下 (40 , 95%RH)光學濃度變化 122		
附錄-15 中空型塑膠顏料與鍛燒白土混合粒徑耐熱下 (60 , dry heat)光學濃度變化 124		
附錄-16 感熱材料試驗照光下(60 , 351 nm)光學濃度變化 126		
附錄-17 感熱材料試驗恆溫恆濕下(40 , 95%RH)光學濃度變化 127		
附錄-18 感熱材料試驗耐熱下(60 , dry heat)光學濃度變化 128		

圖目錄

圖1.11	1996-2006年世界感熱紙產量及市場量	1
圖2.11	感熱紙剖面示意圖	6
圖2.21	感熱紙顯色機構	7
圖2.31	隱性染料發色機構	11
圖2.41	螢烷類結構通式I	12
圖2.51	螢烷類結構通式II	12
圖2.6	Pergafast 201結構式	13
圖2.7	Bis phenol A結構式	13
圖2.81	增感劑水解反應	14
圖2.91	DH-43結構式	18
圖3.11	增感劑對於靜態發色效果的影響	23
圖3.2	1PHB與BPA系感熱紙動態發色特性	26
圖3.31	溫度對於4種顯色劑的光學濃度的影響	28
圖3.41	溫度對於隱性染料8%時的光學濃度影響	28
圖3.51	光線對於隱性染料10%時的光學濃度影響	29
圖3.61	濕度對於隱性染料10%時的光學濃度影響	29
圖3.71	不同壁厚微膠囊顯色對光學濃度影響	30
圖3.81	粒徑與印刷濃度對照圖	30
圖3.91	不同平滑度的發色曲線	31

圖3.10不同塗布層厚度的發色曲線 31
圖3.11不同粒徑物料的發色曲線 32
圖4.11實驗設計架構圖 38
圖4.21球磨機照片 45
圖4.31研磨機照片 45
圖5.11市售感熱紙-光堅牢度試驗對於濃度保持率的影響 56
圖5.21市售感熱紙-光堅牢度試驗對於消色率的影響 57
圖5.31市售感熱紙-恆溫恆濕試驗對於濃度保持率的影響 58
圖5.41市售感熱紙-恆溫恆濕試驗對於消色率的影響 59
圖5.51市售感熱紙-耐熱試驗對於濃度保持率的影響 60
圖5.61市售感熱紙-耐熱試驗對於消色率的影響 62
圖5.71預塗試驗-光堅牢度試驗對於濃度保持率的影響 64
圖5.81預塗試驗-光堅牢度試驗對於消色率的影響 65
圖5.91預塗試驗-恆溫恆濕對於濃度保持率的影響 66
圖5.10 預塗試驗-恆溫恆濕對於消色率的影響 67
圖5.11 預塗試驗-耐熱對於濃度保持率的影響 68
圖5.12 預塗試驗-耐熱對於消色率的影響 69
圖5.13 隱性染料Black T-2C SM研磨30-35分鐘粒徑分布圖 71
圖5.14 ,Black T-2C SM研磨115-120分鐘隱性染料粒徑分布圖 72
圖5.15 隱性染料Black T-2C SM研磨230-240分鐘粒徑分布圖 72
圖5.16 顯色劑Pergafast 201研磨30-35分鐘粒徑分布圖 72
圖5.17 顯色劑Pergafast 201研磨115-120分鐘粒徑分布圖 73
圖5.18 顯色劑Pergafast 201研磨230-240分鐘粒徑分布圖 73
圖5.19 增感劑Naphthyl-2- Benzyl Ether研磨25-30分鐘粒徑分布圖 73
圖5.20 隱性染料 ODB-2研磨45-50分鐘粒徑分布圖 74
圖5.21 顯色劑Bis phenol A研磨115-120分鐘粒徑分布圖 74
圖5.22 研磨機研磨室 75
圖5.23 研磨室與出水管連接處 75
圖5.24 粒徑試驗-光堅牢度試驗對於濃度保持率的影響 79
圖5.25 粒徑試驗-光堅牢度試驗對於消色率的影響 79
圖5.26 粒徑試驗-恆溫恆濕對於濃度保持率的影響 81
圖5.27 粒徑試驗-恆溫恆濕對於消色率的影響 81
圖5.28 粒徑試驗-耐熱對於濃度保持的影響 83
圖5.29 粒徑試驗-耐熱對於消色率的影響 83
圖5.30 感熱材料應用試驗-光堅牢度對於濃度保持率的影響 87
圖5.31 感熱材料應用試驗-光堅牢度對於消色率的影響 87
圖5.32 感熱材料應用試驗-恆溫恆濕對於濃度保持率的影響 89
圖5.33 感熱材料應用試驗-恆溫恆濕對於消色率的影響 89
圖5.34 感熱材料應用試驗-耐熱對於濃度保持率的影響 91
圖5.35 感熱材料應用試驗-耐熱對於消色率的影響 91

表目錄

表1.11 ,,各類傳真機機種記錄速度及用途 3
表3.11 ,,感熱原紙對感熱紙的影響 22
表3.21 未經過熱印刷的感熱紙耐熱性 24
表3.3 市售感熱紙基本性質 25
表3.41 ,PHB與BPA系感熱紙在靜態條件下光學濃度影響 26
表3.51 第一組試驗塗料配比 27
表3.61 第二組試驗塗料配比 27
表3.71 感熱材料對於感熱紙的影響 33
表4.11 ,,總實驗變數與測試項目 39

- 表4.21,,中空型塑膠顏料組預塗配方 41
- 表4.31,,鍛燒白土組預塗配方 41
- 表4.41,中空型塑膠顏料和鍛燒白土混合組的預塗配方 41
- 表4.5 ,,Black T-2C SM發色劑配方 43
- 表4.61, Pergafast 201顯色劑配方 43
- 表4.71 增感劑配方 44
- 表4.81 顏料分散劑配方 46
- 表4.9 感熱塗層配方 46
- 表4.10 ,ODB-2發色劑配方 48
- 表4.11 , Bis phenol A顯色劑配方 48
- 表5.11 市售品牌感熱紙及其性質 55
- 表5.21 市售感熱紙-光堅牢度時間對於光學濃度的影響 56
- 表5.31 市售感熱紙-恆溫恆濕時間對於光學濃度的影響 58
- 表5.41 市售感熱紙-耐熱時間對於光學濃度的影響 60
- 表5.51 預塗塗料性質、預塗層光學性質與表面性質 62
- 表5.61 感熱層塗料性質及感熱紙紙張性質 64
- 表5.71 預塗試驗-感熱紙光堅牢度時間對於光學濃度的影響 64
- 表5.81 預塗試驗-感熱紙恆溫恆濕時間對於光學濃度的影響 66
- 表5.91 預塗試驗-感熱紙耐熱時間對於光學濃度的影響 68
- 表5.10 研磨塗料粒徑及性質 71
- 表5.11 粒徑試驗塗料性質與感熱紙紙張性質 77
- 表5.12 粒徑試驗-感熱紙光堅牢度時間對於光學濃度的影響 78
- 表5.13 粒徑試驗-感熱紙恆溫恆濕時間對於光學濃度的影響 80
- 表5.14 粒徑試驗感熱紙耐熱時間對於光學濃度的影響 82
- 表5.15 感熱材料應用試驗中塗料性質與感熱紙紙張基本性質 85
- 表5.16 感熱材料應用試驗-光堅牢度時間對於光學濃度的影響 86
- 表5.17 感熱材料應用試驗-恆溫恆濕時間對於光學濃度的影響 88
- 表5.18 感熱材料應用試驗-耐熱時間對於光學濃度的影響 90

REFERENCES

- 丁玉文(2006), 熱敏記錄紙的研究與發展, 天津造紙, 4:15-19. 丁瑞松、邱家白、周小民、任德原(1990), 熱敏記錄紙的發展與現狀, 影像技術, 3:1-3. 王連福(1996), 熱敏染料及熱敏記錄紙, 化工商品科技情報, 18-24. 王連福(1997), 熱敏染料及熱敏記錄紙, 天津化工, 4:6-8. 沈美琴(1994), 熱敏記錄紙用精細化學品的應用與發展, 化工進展, 6:1-7. 沈美琴(1993), 熱敏記錄紙用增感劑的應用與發展, 染料工業, 2(30):13-18. 李輝、李友明(2003), 特種技術-熱敏紙, 紙和造紙, 5:60-61. 岳春波、張芳、李衡峰、康培、楊素文(2006), 熱敏記錄材料中顯色劑微膠囊對顯色的影響, 信息記錄材料, 8(5):11-14. 施良心(1992), 聚乙烯醇(PVA)在造紙工業的應用, 造紙化學藥品技術研討會, 4-1 - 4-36. 張運展(2004), 加工紙與特殊紙(第二版), 中國輕工業出版社, 142-157. 張?雲(2008), 熱敏?用熱敏塗層各分散體系的制備與研究, 碩士論文, 上海交通大學化學化工學院. 許正治(1988), 感熱紙簡介, 漿與紙, 9(6): 29-44. 陳鴻銘(1994), 感熱記錄紙, 漿與紙, 14(8):26-32. 陳建斌、周慧華(2006), 熱敏版紙原紙對印刷性能的影響, China Pulp & Paper, 25(3):63-64. 陳港、梁二東、劉映?(2007), 膠黏劑對熱敏紙發色和防水性能的影響, China Pulp & Paper, 28(9):59-61. 郭蘭生、杜明宏、邱永添(1999), Heat fastness of thermal paper, 林業研究季刊, 21(3):25-32. 曹麗雲(2001), 熱敏紙發展近況及近期工藝要點, 上海造紙, 32(2):26-37. 黃秋華(2008), 塗布用黏著劑及塗布助劑, 聚合國際股份有限公司內部資料. 黃秋華(2006), 塗布紙的製造, 聚合國際股份有限公司內部資料. 程阿寧(1995), 直接熱敏紙關鍵材料的發展趨勢, 天津付印技術研究所, 1:8-14. 蔡守昌(2006), 特殊加工藥劑(?)感熱紙相關技術, 台灣汽巴精化股份有限公司內部資料. 蔡守昌(2007), 感熱紙相關技術, 台灣汽巴精化股份有限公司內部資料. 鄭昭明、林振和 譯(1992), 中空球體顏料在高級塗布紙(板)及感熱紙的應用和原理, 造紙化學藥品技術研討會, p. 3-1 - 3-13. 劉仁慶、黃秀珠(2004), 紙張指南(第二版), 中國輕工業出版社, p. 400-402. 鵬搏(1991), 近年感熱記錄紙及化學用品的進展, 化工時刊, 4:8-15. 蘇裕昌、何振隆, (2004), Thermal paper recycling, 台灣林業科學, 19(1):53-61. 蘇慶年(1996), 淺談記錄紙的再利用和可逆性記錄紙, 漿與紙, 17(5):5-19. Iwata S, Maruta K, Yuyama Y. 1983. Released heat-sensitive recording paper, U. S. Patent 4,388,362. Maurice W, John C, Albert J, Attri P. 1998. Microencapsulated system for thermalpaper, U.S. Patent 5,741,592. Nakamura S, Igarashi A. 1984 . Heat-sensitive recording paper. U. S. Patent4,466,007. Nakamura S, Igarashi A. 1988. Heat-sensitive recording sheet, U. S. Patent4,717,593. Ohkura H. 1991. Thermal recording paper. U.S. Patent 4,992,411. PSE?? - ?編撰委員會, 感熱紙, 株式會社紙業????社, p. 108-122. 古屋浩美、鳥居昌史、力協忠文、松井宏明、島田勝、河村史生、筒井恭治(1999), ?色型?????感熱記?媒体??色?消色特性?向上, Ricoh Technical Report, 25:6-14.