

## 手工紙保存性之研究

谷雲川 王國財

### 摘 要

本試驗研究的對象包括臺灣仿港宣、港宣、楮皮宣、皮麻宣及玉扣紙等五種手工紙，經由加熱老化的方法，測定紙張之保存性，加熱老化係於 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ 之烘箱中行之，根據前人之研究，除了白度之外，這種加熱老化方法可以預測紙張於自然環境下之保存年限。

在試驗中，選擇耐摺力及撕力來評定加熱對紙張之劣化效應，此外，亦於不同加熱時間取樣測定紙張之pH及白度。

試驗結果顯示：皮麻宣及玉扣紙之保存性最佳。前人之報告指出：紙張於 $105^\circ\text{C}$ 加熱老化24天後，耐摺力至少保留50%，撕力留存80%以上，才能符合高保存性紙張之標準。前述之皮麻宣及玉扣紙皆能符合上述標準，而臺灣仿港宣、港宣及楮皮宣在紙張強度方面無法符合高保存性紙張之要求。

關鍵詞：手工紙、保存性、加熱老化。

谷雲川、王國財。1992。手工紙保存性之研究。林業試驗所研究報告季刊，7(2)：161-167。

### A Study on the Permanence of Handmade Paper

Yun-chuan Ku and Kuo-tsai Wang

#### [Summary]

The permanence of five kinds of handmade paper was examined. The purpose is to obtain, by an accelerated aging test, information regarding the aging qualities of the paper. The accelerated aging tests were made with an oven that maintained a uniform temperature of  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ . As other studies indicated that except for color changes, the results of heating under the prescribed condition correlate with normal aging process of paper.

Folding endurance and tear resistance of the papers are selected to estimate the effects of heat treatment. Further considerations were given to the pH and the brightness of the papers throughout the aging periods.

The best results are obtained from paper C and paper E. Other researches suggest that after 24 days of artificial aging at  $105^\circ\text{C}$ , at least 50% of the original folding endurance and 80% of tear strength should still remain for a paper to be deemed permanent. Both of them meet these criteria of maximum permanent paper satisfactorily. Paper A, B and D, however, do not meet the specifications of permanent paper with respects to paper strength.

1991年12月送審

1992年5月通過

**Key Words:** handmade paper, permanence, aging by heat treatment.

Ku, Yun-chuan and Kuo-tsai Wang 1992. A Study on the Permanence of Handmade Paper. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 7(2): 161-167.

## 一、緒 言

傳統手工紙是承載我國文化的重要媒體，典籍、書、畫多賴以傳承，時至今日，雖然大部分的手工紙已為機製紙所取代，但在某些範圍，由於手工紙獨特的性質，非機製紙所可取代，尤其是傳統之書畫用紙，幾乎全數使用手工製紙。中國書畫在手工紙上表現其獨特之藝術氣質，由於藝術作品特別要求其耐久不變質的特性，因此手工紙的保存性值得製造者及使用者重視。本試驗之研究對象為臺灣仿港宣、港宣、皮麻宣、楮皮宣及玉扣紙等五種手工紙。

紙張的保存性係指經過長時間後，紙張之化學穩定性及其維持原始性質之能力。因此，測定紙張保存性原則上係於自然的情況下，測定經過長時間老化的紙張之性質，但其困難在於試驗時間太長且自然情況的標準難以一致。因此，紙張保存性通常以經過加速老化的紙張為測試材料，而加速老化有加熱、加溼及光照等方式(高橋 厚，1987)本試驗採取於105℃烘箱中加熱方式來使紙張加速老化，雖然不是所有的造紙化學家都認為這種方式可以與自然情況一樣用來評定紙張的相對保存性，但它是確認紙張保存性有效且屬最佳的方法(Kelly and Weberg, 1981)，一般而言，在105℃加熱老化72小時相當於自然老化25年的時間(Barrow, 1960)，因此可用以預估各種紙張之保存年限。

經過加熱老化的紙張需要測定各項性質，由於書畫用紙涉及歲久需重新裝裱，因此，強度性質是評估可繼續保存的要件，強度性質中又以耐摺力及撕力最能反應加熱老化的結果。另外，紙張之pH值也是重要的考慮因素，一般成信紙張之pH值與保存性具重要關聯(McComb and Williams, 1981)，除此而外亦測定紙張白度變化，作為參考之需。

至於高保存性紙張的標準如何訂定，許多團體不同的看法(Kelly and Weberg, 1981)，以紙張之pH值而言，大部份的標準在於6.5-10.3範圍之內，但以7.5-9.5為較適當，或不規定pH值而是規定紙張中必須含有2%以上之CaCO<sub>3</sub>或MgCO<sub>3</sub>，使紙張之pH值維持在適當的範圍

(Barow, 1960; Kelly and Weberg, 1981; Sclawy and Williams, 1981)。一般認為紙張在100℃加熱老化24天後，耐摺力能留存原來之50%及撕力能留存原來之80%~85%以上者，表示其保存性良好，預估其壽命可達500至1000年(Kelly and Weberg, 1981)。

## 二、材料與方法

### (一)試驗材料

本試驗使用的手工紙有下列幾種：

1. 臺灣仿港宣(A)：取樣自埔里某紙廠，其所使用的纖維是菲律賓進口之雁皮及早年台新紙廠生產之稻草漿，並含有約30%之填料，紙質緊密而均勻，使用者對此宣紙有相當高之評價。

2. 港宣(B)：採樣自市面之美術社，為玉版雙宣，向來被認為最高級的宣紙之一，主要由剝皮纖維及稻草漿所組成。

3. 皮麻宣(C)：將2kg LBKP，1.5kg 雁皮漿板及1.5kg 馬尼拉麻漿板置於打漿機中打漿至游離度CSF 610 ml後，加入250g 輕質碳酸鈣及對藥劑0.25%之溼強劑，以陰離子性聚丙烯醯(商品名Accoparl)為分散劑抄製宣紙，紙張經壓水乾燥後，作為試驗材料。

4. 楮皮宣(D)：原料包括臺灣生產之日本那須楮皮、菲律賓雁皮及進口之草漿，楮皮之製漿條件為：NaOH 12%、樹脂分散劑R-101 3.0%，NS-210 0.85%常壓蒸煮三小時，隔夜洗漿後以6%NaOCl單段漂白。雁皮製漿條件為：NaOH 15%，三聚磷酸鈉0.5%，常壓蒸煮三小時，隔夜洗漿後以10%NaOCl單段漂白。楮皮及雁皮置於搗碎機中搗碎1.5小時再於刀刃型打散機打二小時並充分洗漿。三種紙漿以表1所列之比混合並添加0.15%之溼強劑，以馬拿巴栗根汁及Accoparl為分散劑抄製宣紙供試驗之需。

5. 玉扣紙(E)：由友人所贈，其來源為大陸福建省，原料為100%之竹漿，紙質緊密，纖維頗具光澤，由於價位低廉，可供採使。

以上皮麻宣及楮皮宣兩種紙張於林業試驗所手工紙試驗室抄製。五種供試驗紙張的基本性質如表1所列。

表1. 供試驗紙張的基本性質

紙張名稱	臺灣仿港宜(A)	港宜(B)	皮麻宜(C)	椴皮宜(D)	玉扣紙(E)
纖維組成	雁皮 稻草漿	韌皮 纖維 草漿	LBKP 40% 雁皮 30% 馬尼拉麻 30%	草漿 60% 雁皮 25% 楮皮 15%	竹 100%
基重 (g/m <sup>2</sup> )	38.37	34.92	38.55	36.60	34.53
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.392	0.363	0.353	0.365	0.491
白度 (%GE)	77.7	75.0	71.5	79.8	51.3
pH 值	8.81	8.53	8.75	8.71	5.16
灰分 (%)	30.82	7.80	4.60	9.44	0.86

## (二)試驗方法

將上述五種紙張裁成25×25cm<sup>2</sup>垂直懸置於105℃烘箱中,於第0,1,2,3,6,12,24,26,38,60日取樣20張,置於20℃,65%RH之溫度控制室中,24小時後依TAPPI標準方法T509 os-77測定紙張pH值, T 511 su-69測定耐摺力, T 414 om-82測定撕力,耐摺力及撕力分別測定縱橫向後求其平均值,耐摺力及撕力留存率為加熱老化後之數值對原始強度之百分比。依CNS-2512測定Stockigt上膠度, T 452 om-83測定紙張白度, T 413 om-85測定灰分。

## 三、結果與討論

## (一)臺灣仿港宜之保存性

試驗中採用之臺灣仿港宜由於其墨色、墨韻

良好,頗受一般使用者所喜歡。在紙張強度方面,經加熱老化處理後,耐摺力及撕力皆呈下降之趨勢,經24日之熱處理,兩者之留存率分別只有原來強度之42.4%及54.3%(見表2及圖1),無法符合高保存性紙張的標準,當繼續加熱處理至60日時,耐摺力及撕力之留存率分別只有原來之9.1%及41.2%,紙張已相當脆弱。此外,在白度變化方面,隨加熱處理時間增加呈規則下降,在處理初期及末期白度下降較劇。臺灣仿港宜強度及白度在加熱處理後變化劇烈,可能與原料之製漿、漂白條件有關,利用氫氧化鈉長時間蒸煮及以次氯酸鈉單段漂白對纖維已造成相當大的破壞,在加熱的過程中更加劇其作用,導致紙張強度及白度之急劇下降。至於紙張之pH值在整個處理過程中皆保持在弱鹼性的範圍,感信係由於紙中含有大量的碳酸鈣,提供良好緩衝能力之故。

表2. 105℃熱處理對臺灣仿港宜(A)性質之影響

熱處理時間(日)	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重 (g/m <sup>2</sup> )	38.4	38.0	38.0	38.4	39.8	38.3	38.6	38.9	37.7	37.6
撕力指數 (mN·m <sup>2</sup> /g)	13.27	12.73	11.39	10.18	10.18	9.71	7.20	6.89	6.17	5.46
耐摺力 (0.5kg MIT)	66	56	48	46	40	37	28	16	10	6
白度 (%GE)	77.7	74.6	74.2	74.1	73.4	72.2	71.4	69.3	68.4	66.8
pH 值	8.81	8.65	8.73	8.55	8.48	8.34	8.34	8.33	8.25	8.10

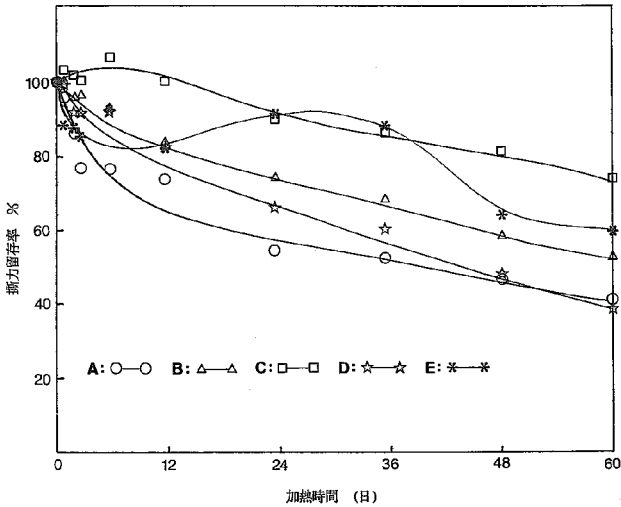


圖 1. 105°C 加熱處理時間對撕力留存率之影響  
臺灣仿港宣(A) 港宣(B) 皮廂宣(C) 楮皮宣(D) 玉扣紙(E)

### (二) 港宣之保存性

本試驗使用之港宣價格高昂，但由於墨色、墨韻佳，深受一般書畫家所喜愛，也是中國最高級的手工紙之一。加熱老化處理過程中紙張之 pH 值及白度下降較其它幾種手工紙緩和(表3，圖2，3)。就紙張強度而言，經加熱老化處理24天後，撕力留存率為83.6%，甚為理想，但耐摺力留存

率僅26.6%，無法符合高保存性紙張的標準。經60天加熱老化處理，耐摺力留存率不及原來強度之10%，因此，就紙張強度而言，港宣並不適合長期保存。由於目前對港宣之製漿、漂白條件無法得知，因此對試驗之結果無法進一步推斷與解釋。

表3. 105°C 熱處理對港宣(B)性質之影響

熱處理時間 (日)	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	36.0	35.2	35.4	36.8	34.8	34.3	33.0	36.0	33.6	32.4
撕力指數 ( $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$ )	10.13	10.20	9.79	9.86	9.47	8.47	7.45	6.93	5.92	5.30
耐摺力 (0.5kg MIT)	229	173	142	141	109	61	55	47	34	16
白度 (%GE)	75.0	73.7	73.1	72.5	71.7	70.4	69.3	69.0	68.5	67.2
pH 值	8.53	8.52	8.51	8.48	8.41	8.31	8.26	8.16	8.27	8.10

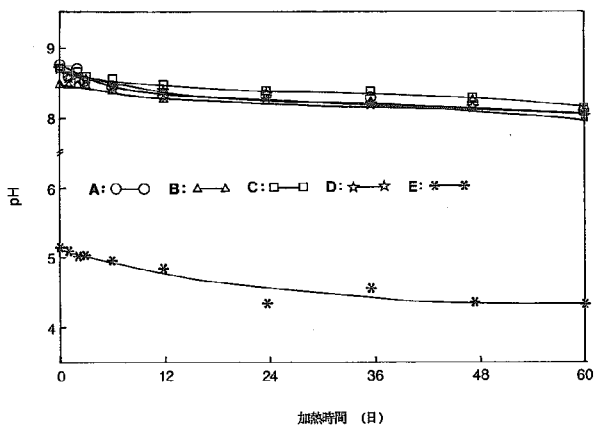


圖 2. 105°C加熱處理時間對紙張pH值之影響  
臺灣仿港宣(A) 港宣(B) 皮麻宣(C) 楮皮宣(D) 玉扣紙(E)

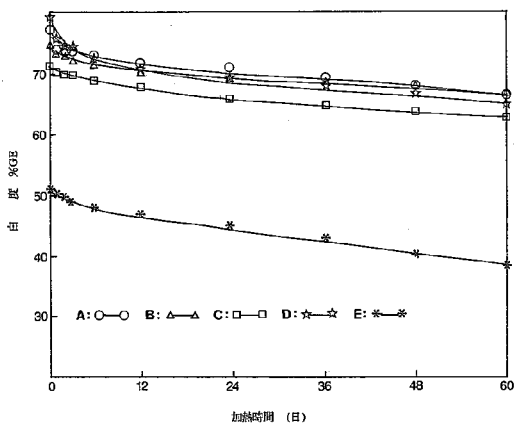


圖 3. 105°C加熱處理時間對紙張白度之影響  
臺灣仿港宣(A) 港宣(B) 皮麻宣(C) 楮皮宣(D) 玉扣紙(E)

## (三) 皮麻宜之保存性

皮麻宜係我們所研製的手工紙之一，原料皆取自市售之漿板，以此種手工紙處理成無糖熟紙及熟蠟塗時，紙張之耐老化性質優良(谷雲川、王國財，1989；李鴻麟、張上鎮、王國財，1990)，符合高保存性紙張的標準。同樣，以此種原料抄製之未上膠皮麻宜亦有良好之耐老化性質(表4)。在紙張強度方面，經加熱老化處理24天後，耐摺力留存率為127.8%，撕力留存率為90.0%，均符合高保存性紙張的標準，在加熱處理過程中，耐

摺力不僅沒有降低，大都比原來之次數為多，其原因有待進一步探究。既使經加熱老化處理60天後，耐摺力尚留存56.7%，撕力留存率亦達74.6%。此外，皮麻宜之白度在五種受測試紙張中屬於較穩定的一種(表4，圖3)，經過60天加熱老化處理後，白度下降8.4%，僅次於港宜之7.8%。皮麻紙之白度及強度在加熱老化過程中劣化情況較其它幾種紙張為緩和，可能係由於使用之紙漿皆為多段漂白之漿板，纖維所受之破壞較少之故。

表4. 105°C熱處理對皮麻宜(C)性質之影響

熱處理時間(日)	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重(g/m <sup>2</sup> )	39.1	36.9	37.6	35.7	40.4	41.1	39.4	39.7	40.1	35.6
摺力指數(mN·m <sup>2</sup> /g)	18.44	19.04	18.84	18.61	19.82	18.56	16.60	15.02	15.00	13.60
耐摺力(0.5kg MIT)	90	97	142	196	191	252	115	201	138	51
白度(%GE)	71.5	70.5	70.1	69.9	69.0	68.1	65.1	65.0	64.2	63.1
pH值	8.75	8.73	8.70	8.65	8.61	8.52	8.46	8.40	8.30	8.14

## 四楮皮宜之保存性

楮皮宜由楮皮、雁皮及稻草混合抄製而成，其性質介於一般宣紙及棉紙之間，經書畫家試墨，頗獲好評。在加速劣化處理後，其性質不如預期之理想，加熱處理24天後，其撕力及耐摺力之留存率分別為65.6%及41.0%，無法符合高保存性紙張之要求，繼續加熱處理，其劣化益形嚴重，其原因部分係由於紙張基重不均勻，造成紙張強

度降低，另外則歸因於其製漿、漂白條件過於激烈，往後應改用較緩和之條件，否則光是紙張好用，其保存性不良，亦非理想之紙張。在紙張白度方面，受加熱之影響亦較前述三種紙張為嚴重，加熱處理60天後，白度下降14.5%。由於紙張中含有約10%之碳酸鈣，因此在加速劣化之過程中，紙張之pH皆維持在弱鹼性之範圍。

表5. 105°C熱處理對楮皮宜(D)性質之影響

熱處理時間(日)	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重(g/m <sup>2</sup> )	39.3	38.1	34.5	36.3	40.1	37.7	36.0	34.1	36.8	33.2
摺力指數(mN·m <sup>2</sup> /g)	20.05	19.84	18.34	18.33	18.47	16.46	13.15	11.94	9.46	7.62
耐摺力(0.5kg MIT)	229	252	129	183	223	190	94	47	34	17
白度(%GE)	79.8	76.2	75.2	74.9	72.8	71.1	69.5	68.2	66.9	65.3
pH值	8.71	8.62	8.58	8.55	8.47	8.44	8.44	8.22	8.16	8.02

(四)玉扣紙之保存性

上述四種手工紙皆由韌皮纖維及草漿等纖維所組成,且含有不同比例之碳酸鈣,其pH都在8.0-9.0之間,而玉扣紙則由竹漿所製成,不含填料,pH值偏酸性(圖2,表6),其紙漿未經漂白,原始白度為51.3%GE,經加熱處理60天後,白度之下降僅次於楮皮宣而大於其它三種手工紙。但

就紙張之強度而言,玉扣紙對加熱劣化之抵抗表現的相當優異,可能係由於竹漿未經漂白之故,經過24日加熱處理後,其斷力及耐摺力留存率分別為91.6%及79.5%,符合高保存性紙張強度之要求,如能改變紙張之pH或於抄造時添加少量碳酸鈣則更為理想。

表6. 106°C熱處理對玉扣紙(E)性質之影響

熱處理時間 (日)	0	1	2	3	6	12	24	35	48	60
基重 (g/m <sup>2</sup> )	34.5	35.9	32.1	33.3	35.7	33.7	36.8	34.9	37.4	31.2
斷力指數 (mN · m <sup>2</sup> /g)	5.23	4.63	4.55	4.45	4.84	4.31	4.79	4.61	3.34	3.07
耐摺力 (0.5kg MIT)	356	483	265	357	528	384	283	209	198	103
白度 (%GE)	51.3	50.3	49.8	48.8	48.0	46.9	45.0	43.1	40.2	38.7
pH 值	5.16	5.10	5.04	5.07	4.93	4.84	4.34	4.54	4.33	3.31

四、結論與建議

由以上之試驗結果,我們獲得以下之結論:在紙張強度方面,大麻紙及玉扣紙對加熱劣化之抵抗良好,符合高保存性紙張之要求,而頗受書畫家青睞之臺灣仿港宣、港宣及楮皮宣則無法達到這一方面之要求。因此,手工紙之適用性與保存性兩者之間,並沒有一定之關係。手工紙之使用者應瞭解,最適用之紙張未必見得有最佳之保存性,而不要一味追求其適用效果。至於手工紙之研究、製造者應就原料之選擇及製作條件之改良方面多所改進,冀望能製作適用性、保存性俱佳之手工紙。

引用文獻

谷雲川、王國財. 1989. 上膠手工紙保存性之研究. 林業試驗所研究報告季刊, 4(3): 95-103.  
李鴻麟、張上鎮、王國財. 1990. 手工紙耐久性之比較: I 使用環境因子對於上膠手工紙性質之影響. 林業試驗所研究報告季刊, 5(4):

233-242.  
高橋 厚. 1987. 紙的劣化試驗のための加速處理條件について紙ベ技協誌, 41(5): 386-393.  
Barrow, W. J. 1960. The Manufacture and Testing of Durable Book Paper. Virginia State Library Publications No.13. Richmond, Virginia. 59 pp.  
Kelly, G. B., and N. Weberg. 1981. Specifications and methods of test for alkaline paper. 1981 Papermakers Conference, TAPPI Press Atlanta, GA, pp 71-76.  
McComb, R. E., and J. C. Williams. 1981. The value of alkaline papers for recycling. 1981 Papermakers Conference, TAPPI Press Atlanta, GA, pp65-70.  
Sclawy, A. C., and J. C. Williams. 1981. The demand for alkaline, permanent paper. 1981 Papermakers Conference, TAPPI Press Atlanta, GA. pp85-87.