



合成紙的製作與發展

王湘渝

摘要

在一般大眾的印象中，紙是一種脆弱容易損壞的產品，用手撕一撕就會撕毀或著浸泡在水裡不久就會融散。然而目前市面上已開發出一種可書寫撕不破、泡不爛的被印材料我們稱為合成紙，英文名稱為 (Synthetic paper) 這種紙在外觀上與普通紙相似，然而在性能上卻比一般紙要優越許多。由於合成紙的研製已相當成熟使得人們對於紙的感觀有所改變。無論在印刷出版、商業包裝、加工紙品、建築材料等日常生活中均可看到此類產品。

關鍵詞：合成紙 (Synthetic paper)

一、前言

合成紙的起源

在 20 世紀 60 年代末期，取代一般用紙的合成紙被開發出來，其間因遭受兩次石油危機的衝擊，曾寂靜一陣子而停步，由於近年來環保意識抬頭。世界各國對紙張的需求量不斷增加，而作為造紙原料用的木材等植物纖維卻日益減少。開始使用合成紙的開發和生產孕韻而生，合成紙（Synthetic Paper），之前曾被稱為化工薄膜紙、塑料紙、聚合物紙等。它主要是以高分子化合物取代植物纖維為主要原料，經過「紙狀位」處理，製成的在外觀上與普通植物纖維相似，在性能上比它更優越的一種新型紙張。這裡所說的高分子化合物是由石油化工生產出來的聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等（使用最多者為聚丙烯）所組合而成。

在 60 年代初，在日本工業經濟高度發展的時候，產業對紙的需求急劇增加，紙漿來源不足，導致紙張價格上揚；另一方面石油化學工業產量增加，為了合成樹脂產品附加價值尋找另一條發展出路。在 1968 年（日本昭和 43 年）5 月，日本政府科學技術廳的資源調查會，起草了一份報告，建議有關企業利用石油化工原料（合成樹脂）研製一種新產品作為紙的代用品。當時大約有幾十家公司表示贊同，並著手積極進行研究測試。最後有 6 家研究

成功，正式投入生產其目標是擴大及取代一般普通用紙。

二、合成紙之特性

合成紙既具有塑料的性能，又具有紙的功能。它像塑膠薄膜那樣比普通紙堅固、柔韌、具耐水性、耐折性、耐光性、耐腐蝕，又像普通紙那樣有很強的吸附油墨及印刷適性等同紙長的能力。在合成紙中，有一種薄膜紙，以聚丙烯樹脂做主要原料，經過加工使薄膜內部具有中空的微細孔結構，吸附性能良好。另一種薄膜紙，在紙的表面塗上一層或幾層聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚甲醛等塑料薄膜，它既有可供印刷裝潢的紙張性能，又有耐水、耐磨的塑料性能，適合做牆紙、包裝紙。圖一為合成紙參考物性表。其中 BCP 為双面印刷用合成紙、BCA 為單面印刷用合成紙、BCC 為卡片合成紙。

另一類合成紙——纖維法合成紙，是先將高分子合成樹脂熔融，或用溶劑溶成漿狀，再用噴嘴製成纖維，然後製成紙的。這種合成紙同普通紙的纖維分布很相似，有著許許多多的細孔結構，適於書寫和印刷，並且它在 200~300℃時，不會燃燒。

合成紙在強度、耐水性、耐熱性、耐腐蝕性、耐折性、耐光性、耐氣候性、無塵性、柔軟性、透明性、印刷性、吸水性、粘貼性、熱加工性和尺寸穩定性等方

項目 Item	BCP	BCA	BCC	
厚度	0.15mm	0.15mm	0.2mm	
基重	212	201	244	
比重	1.412	1.34	1.22	
拉力強度 psi	(MD) 2800 ↑	2800 ↑	4000 ↑	
		(CD) 2000 ↑	2000 ↑	2500 ↑
伸長率	(MD) 200	200 ↑	500 ↑	
		(CD) 40 ↑	40 ↑	80 ↑
撕裂強度	(MD) 200 ↑	200 ↑	-	
		(CD) 350 ↑	350 ↑	-
表面張力	44 ↑	44 ↑	44 ↑	
白度%	86 ↑	78 ↑	84 ↑	
G.V ER/GR %	2 ~ 5	2 ~ 5	2 ~ 5	
T.V %	18 ↓	34 ↓		

圖一、合成紙參考物性表

資料來源 <http://www.thesun.com.hk>

面，都大大超過了普通紙。40 多年來，合成紙的發展十分迅速。合成紙十分輕，重量大約是普通紙重的 2 / 3。眾多的微細孔結構，使它具有優良的吸水性，特別適用於速記、複印和高速打印方面。

合成紙比普通紙耐折。用合成紙印製的軍用地圖，經得住戰場環境的考驗，風吹雨淋，千折萬磨不破損，甚至被坦克輾過也無損。合成紙不僅十分牢固，印刷性能也好。

合成紙具有優良的粘結性和耐氣候性，再加上它質地堅固，可以同布媲美，所以，紙製的服裝開始時興，它不用縫紉，只要用膠粘連就行了。

合成紙中的芳香族聚胺合成紙，耐熱、熱緣性強，比重輕，使用壽命長達 15 年、20 年以上。

是一種較優良的絕緣材料，用於電氣設備，可縮小機器的體積。可以加工製成蜂窩狀紙製品。它還耐衝擊、耐腐蝕、耐火焰燒烤，可以替代輕金屬合金做飛機等的結構材料。

美國世界造紙公司生產出一種紙造房屋：板壁是由種經化學處理的帶皺紋的牛皮紙，外面塗上樹臘和玻璃纖維製成的，房屋全部重量約 200 千克，裝在兩個大紙盒裡，搬遷方便。3 個工人 5 個小時就可以將房屋安裝完畢，大部分紙板規格完全相同，可以任意裝配。這種房屋可用做教室、圖書室和會議室，還能用紙隔板隔成所需要的小單間、浴室、廚房、壁櫥等。彩色複印機出現後，高解析度掃描機、全彩色複製品受到人們的歡迎。但是銀行家、法學家卻擔心這種先進的複印機

會成為偽造身份證、銀行支票、證券等的工具。最近，美國威斯康新州薩蒂克有限公司製造出一種合成紙，可用任何普通方法印刷、書寫或打字。一經印上圖像或文字，就永遠不能被乾乾淨淨地改動，也不能用它印製複製品。如果試圖擦掉紙上的墨跡，那就會留下明顯的污點。這種紙還可用做航海紀錄紙，能夠無限期地保存而不變質，甚至泡進水裡也不會使字跡模糊。

三、合成紙的分類

從合成紙的發展沿革來講，一般分為兩大類：一類被稱為纖維型合成紙；另一類被叫做薄膜系合成紙。

1. 纖維型合成紙

纖維型合成紙只是採用合成紙漿或者合成紙漿與普通紙漿配比後，在長網、圓網造紙機上抄造完成的。合成紙漿又稱合成漿，它是由兩種或兩種以上不相混溶的樹脂（如聚丙烯、高密度聚乙烯等）按適當比例調合在一起，加熱熔融後經過擠壓、抽絲，切成具有一定規格的纖維狀的聚合物。合成漿的表面性能較好，易於著色；在水中分散均勻；脫水速度很快，同時，它的吸濕性小，尺寸穩定性好。不過，由於合成漿與植物纖維的交織力弱，對成紙的強度影響較大。因此，在抄造時要向漿中適當加入增強劑（如變性澱粉、三聚胺樹脂等）。所製得的合成紙多用來

充當糊牆紙、茶葉袋紙、過濾紙等。這樣一來，合成漿所生產的產品進入了非印刷工業部門。從而使纖維型合成紙的應用範圍日益縮小。

2. 薄膜系合成紙：

一開始薄膜系合成紙就打入高級印刷紙的市場。它能夠適應印刷工業中各種印刷機（平版、輪轉機等）印刷。並且新近開發出來的合成紙，除具有良好的印刷性能之外，還可用鉛筆或鋼筆在上面書寫，多次拉扯也不會出現破裂，被人譽為「撕不爛紙」。

四、合成紙的製作方式

1. 壓延法

其設備主要由意大利製造，生產以PP為基材的合成紙。即通過配料、混料、在線密煉，擠出造粒，開煉，至壓延；分切為合成紙產品，關鍵設備是由意大利POMINI生產的擠出機，一次完成，連續進行，效率高、質量好、壓延法的缺點是生產過程複雜，一般用於生產厚度在0.1mm以上的合成紙產品，產品比重較大，設備價格昂貴，但產品表面光滑，適用於印刷高級樣品及書籍封面等產品。

2. 流延法

流延法合成紙的混料、密煉、混煉等工藝過程與壓延法相似，只是由流延機代替壓延機，流延法的特點是模頭擠出速

度與流延軋的旋轉線速度存在較大的速度差，速度差不一樣，生產出的合成紙厚度也不一樣，在模頭擠出的彎月面和冷軋之間形成了單向拉伸，流延法可以生產各種不同厚度的合成紙，但合成紙內的分子鏈分布存在單向性，因此，合成紙產品的縱向、橫向、物理性能有較大的區別。這是流延法合成紙的一大缺點。流延法的比重在 1 克 / cm³ 左右，主要用於印刷。與壓延法一樣，流延法合成紙的基料也是 PP。其產品變形性稍大，但剛性、韌性較好。

3. 吹膜法

吹膜法生產合成紙用的基材是 HDPE 不同於壓延、流延法用的 PP 基材，吹膜法合成紙母料的供應商 She hulman 公司提供的合成紙配方也是以 LDPE 為基礎。國外，吹膜法生產合成紙大部分採用三層共擠設備，並應用內冷裝置，泡膜直徑，泡膜厚度在線檢測及閉環控制系統，保證合成紙的厚薄均勻度一致，吹膜法製作過程實現了縱向及部分橫向拉伸，製作設備比較簡單，德國 ALPINE 公司首先推出了單層吹膜法生產合成紙，使用 50% HDPE 及 50% 的舒爾曼母料（Shchulman）做為原料。而以 HDPE 為基料的吹塑法合成紙，可以用普通印刷紙張的油墨，避免了使用專用油墨的缺點。Shchulman 母料用於 HDPE 吹聯法，為合成紙產品增加了新系列產品，但 Shchul-man 母料售價較高，影響了其推廣

使用及市場競爭力，不少企業已轉向自行研製合成紙母料。

4. 雙向拉伸法

台灣近年來推出了「雙向拉伸珠光紙」，其基材也是 PP，雙向拉伸法的原料混配與壓延、流延法是基本一致的，但是使用的設備是雙向拉伸機，在雙向拉伸過程中，基材塑料的分子鏈縱橫分布比較一致，因此合成紙縱橫向的物理機械性能也基本相同，在雙向拉伸過程中，基材塑料與填充料 CaCO₃ 之間會形成一些小間隙，從而降低了合成紙的比重及成本，由於這些小間隙對光的折射作用，形成了珠光效果，所生產的合成紙有較好的外觀，在包裝、印刷、廣告等領域得到了廣泛的應用，雙向拉伸法合成紙的設備昂貴，生產技術、配方技術也較複雜，廣泛推廣應用尚受到一定限制。

5. 合成紙的其它生產方式

美國杜邦公司研製成功「無紡紙」。杜邦公司是最大的無紡布生產公司之一，杜邦公司將其無紡布的生產方式推廣到合成紙生產過程中，即將合成紙的基材一主要是聚丙烯經過熔融、抽絲、成網、擠壓、最後生產成「無紡合成紙」。無紡合成紙由於是用塑料纖維紡織而成，因而具有較高的毛細管效應，更具有紙的特性，比重輕，滲透性強，各項物理機械性能良好，著色強度好、變形性低，除了一般合

成紙的應用範圍外，還可廣泛的用於傢俱包裝、裝修等行業。但是「無紡合成紙」的價格相當昂貴，生產方式、設備很複雜，成本高，限制了其廣泛的推廣應用。

五、合成紙的用途

1. 在印刷出版方面

合成紙可以用來印刷耐水報刊、書籍、兒童畫冊、旅遊指南、電話簿、歌曲集；宣傳掛圖、山岳地圖、觀光地圖、航海圖、各種軍用地圖；室外廣告、海報、垂幕、日曆、戶籍名錄、身份證（ID卡）、各種 POP（購貨店商品小廣告）、公司或私人名片等。

2. 在商業包裝方面

用合成紙製作禮品袋、包裝袋、購物袋、輕型包裝容器盒；各種食品、飲料、藥品、冷凍食品、化妝品等的包裝標籤；臘肉、乾製魚、乳酪點心盒的特別墊紙；外包裝的粘貼帶、捆束帶和懸掛帶等。

3. 在加工紙類方面

利用合成紙加工成晒圖紙、第二底圖紙、複印紙、電腦用紙、病歷卡紙、高爾夫球記分卡紙、測量記錄紙、穿孔卡（紙）、剝離紙等。

4. 在建築材料方面

合成紙當作彩色貼面紙的原紙、壁紙原紙、拉門隔扇紙等。另外，在化妝、組合家具

5. 金融貨幣方面

早在 1983 年 Travy 公司就曾利用合成紙耐磨及防水特性取代傳統紙漿鈔券紙，並先後在曼島、多明尼加、海地等國鈔券上使用，直到 1988 年澳洲 Securrency 公司利用雙軸裱合技術研發出高分子塑膠紙（polymer）做為有價證券被印材料，並向全世界大力推廣目前已有 28 國鈔票使用澳洲高分子的產品。

6. 在其他方面

以合成紙用作送貨傳票、書桌墊板、菜單、撲克牌、參觀門票、風箏、模型飛機、紡紗線軸、瓶蓋墊圈等。

六、合成紙的市場前景

目前的紙張主要由草漿、木漿等植物纖維生產，由於製造過程複雜，生產過程有大量的污染物及噪音排出，目前在台生產家數已快速銳減中，今後高級銅版紙所需要的木漿將全部依靠國外進口，因此，合成紙在國內有廣泛的應用前景而南亞公司也是目前研發合成紙技術最成熟的公司。預計從 2004 年至 2010 年，隨著我國國民經濟的迅速發展，對紙張的需求不斷增加。大約的統計紙需求數量有 2 / 3 用於包裝材料，1 / 3 用於印刷，以 20 年為例，即使有 5% 的印刷和包裝用紙被合成紙取代，其需求量也將是非常可觀的。

合成紙的系列產品，具有較高的經濟

效益和社會效益，初步分析有以下幾方面：

1. 以塑代紙，以塑代木，合成紙原料不需要木材及天然植物纖維，可以節約大量的森林資源，據初步估算，每生產一噸合成紙，可以節約 10 立方米木材。

2. 節電，同生產傳統的纖維紙比較，每生產一噸合成紙，可以節電 280Kwh。

3. 節水，生產合成紙的過程，只需要少量循環冷卻水，因此，大大節約了耗水量，同傳統纖維比較，每生產一噸合成紙可以節約淡水 110 噸，這對緩和水資源使用與處理上有雙重重要的意義。

4. 節約占地面積，合成紙生產屬於塑料加工過程，所需要的原料為塑料和少量輔助用料。用紙廠需要大量的場地堆積木材及其它植物纖維，與同樣規模的常規紙廠比較，合成紙生產占地面積僅為傳統纖維紙廠的十分之一可減少廠房面積。

5. 減少環境污染，傳統纖維生產過程會產生大量廢水，這些廢水的淨化技術尚未完全解決，而且需要耗用大量資金，環境污染嚴重，而合成紙生產過程僅需要循環冷卻水，因此，合成紙的生產對環境的污染很小。

6. 合成紙的應用範圍廣泛，合成紙的一些特殊性能，如耐水、防潮不怕腐蝕，耐油脂，耐酸鹼，耐蟲蛀，是普通纖維紙所不具備的，合成紙用於包裝、裝飾、廣告，可以代替鋁材，馬口鐵，其市場應

用範圍大大高於傳統纖維紙，這也是像美國、加拿大等具有豐富森林資源的國家大力研製合成紙的原因之一。

七、合成紙在印刷裝訂上使用情形：

平版印刷

1. 印刷前請先將合成紙外部包裝材料拆除。
2. 合成紙印刷速度可達每小時 8000 張以上。
3. 注意飛達與收紙之靜電消除器功能須正常使用。
4. 使用一般紙類平版印刷油墨即可，不必在使用合成紙專用油墨。
5. 一般市面使用版材（PS 版）即可。
6. 濕潤水的使用使用 13%±2% 酒精濕潤系統，或將其他揮發之添加液加入濕潤水中更佳。因 PP 合成紙不吸水，所以版面上水份可盡量減少。建議濕潤水之 PH 值維持在 5.5～6.0 左右，溫度保持在 9～15℃ 左右。
7. 請使用細的噴粉，噴粉量與一般銅版紙相當即可（可視印刷條件和印版狀況增減之）。
8. 收紙架上之合成紙高度建議在 15cm 以內，但可依紙張厚薄及疊印情形，視狀況增減之。

印好之紙堆勿受撞擊，使其維持至印

墨乾燥爲止。乾燥時間以能繼續印刷爲準 3～5 小時。完全乾燥狀況約爲 12 小時至 24 小時。

完成裝訂

1. 合成紙具有方向性，絲向之撕裂性較爲明顯，印刷排版前請先確認所需合成紙的絲向及標記。
2. 合成紙所標示的規格如：0.12cm X 790mm X 550mm，其中 0.12mm 代表厚度，790mm 代表寬度，550mm 代表長度，絲向係指與長度平行的方向，其標記表示絲向爲“↑”。
3. 書刊之裝訂邊須與絲向垂直，以確保翻頁時之良好度。
4. 合成紙可適合三摺“無線膠裝作業”，其中三摺請使用斷線輾刀以增加摺邊之平坦性。
5. 無線膠裝厚度 0.10～0.15mm 最適宜，可適合一般之 SHOEI(日本)或 STAHL(德國)摺紙機。

八、結論：

合成紙是人類科學發展的必然產物，必定會給人類帶來植物紙所不及的新概念。現在人們的認識是不限於代替普通紙，而在於追求合成紙所特有的功能。作爲一種新材料尤爲重要的是進行再加工的研究，把它應用在生物科技、深海探測、材料科學和特殊包裝等方面，具有廣闊的

發展空間。在合成紙剛剛興起的時候，有的人曾經對它的前景產生過度期望，以爲合成紙兼有紙與塑料的特長。同時，還可解決森林採伐、用水資源、污染等種種問題，值得大量推廣。可是，到了 70 年代中期，世界性石油危機的出現，使上述設想瞬刻變成許多問題。雖然石油的埋藏量有限，用處很多；但合成紙難以回收使用先天宿命，因此在原料、結構、應用上並要考慮如何解決二次污染的回收問題。森林的生長期雖然長，但合理砍伐並不爲過，而且植物纖維紙可以回收，重新造紙，這是一項可持續發展的產業。而目前國際原油飆漲及環保意識的抬頭兩者權衡，還是後者比較經濟、合算。

參考資料

1. 陶泰來，1992，紙之印刷適性，造紙基層技術人員訓練班教材，下冊，台灣區造紙工業同業公會編印。
2. 谷雲川，1991，紙張結構性質之意義，測試及影響因素，紙張之性質與品質專題班，漿與紙雜誌社編印，2.14—2.17 頁。
3. 化學工業出版社，2002，紙張小百科，152—158 頁。
4. Keith E., Bradway, 1973, Factors which affect the printing smoothness of handsheets, TAPPI J. 56 (8) :118-120.