

本系列介紹一些有趣的科技大發現與發明故事，這些靈機一動的突破思維常帶來創新的工具、方法、理論等，也促進了人類的福祉。

辦公室日常用品的發明

■ 林天送

留言膠紙看起來似乎是簡單的日常用品，但它幾乎是每一個辦公室不可或缺的用品，真是小兵立大功。

我們的日常生活中有許許多多的細節，也需要動用到許許多多的用具，而很多用品是經過精心設計與發明的，如果沒有這些發明，你一定會感到很不方便，這是「窮則變、變則通」或「需要是發明之母」的印證。讓我們來看幾項辦公室日常用品的小發明：迴形針、膠帶和留言膠紙。

小檔案

紙夾（paper clips）又稱迴形針，使用的材料必須有彈性，一般都用鐵絲製造。膠帶又稱蘇格蘭膠帶（Scotch tape），它的「膠水」是介於固態與液態之間的黏劑，有透明膠帶（辦公室用的），也有家庭和工業界用的紙或布膠帶。留言膠紙是可以重複壓在紙張上或拉開的貼紙，紙上鋪的膠質是壓克力微球，有形形色色的產品。

紙與紙夾的發明

紙的發明始於中國，公元105年東漢蔡倫用樹皮及破布製紙。蔡倫製紙是把一團紙漿澆在蓆子上，因沒經抄紙過程，紙質較粗，所以不能用來書寫。直到晉朝，紙才全部改用竹木做材料，也才開始用紙書寫。後來慢慢擴及到書畫、信箋、風箏、燈籠、日常生活用品、裝飾、藝品、娛樂、佛經、佛像、冥紙等。

到了751年造紙術西傳，1798年法國人羅勃（Louis Robert）發明了木製的造紙機，再經過不斷改良，1815年才有機器製紙。機器能快速、大量、低成本製紙，立刻取代了手工製紙業。

紙與印刷成書、文件檔案是傳遞資訊的重要工具，當初有人用針穿插紙張把幾張紙夾在一起，就是使用紙夾的開始。那迴紋針是誰在什麼時候發明的呢？根據文獻，第1個彎曲線的夾子專利在1867年頒給費伊（Samuel B. Fay），它當初的用途是要把標籤夾到紡織品上，但專利列項說明可以用來夾紙張文件，可惜這發明並沒有被普遍應用。

1877年，第2個紙夾專利頒給萊特（Erlman Wright）。1899年，挪威的瓦拉（Johan Vaaler）用彎曲鐵絲製作紙夾而獲得設計專利，挪威人一直堅持紙夾是他們發明的，把瓦拉當做國寶。說來奇怪，英國的寶石製造公司（The Gem Manufacturing Company）在1880年就開始銷售自家製造的紙夾，就叫寶石紙夾（Gem paper clips），到目前寶石紙夾仍然留傳下來。

目前市場上有形形色色的紙夾，有不同的材料與設計，例如鐵絲外覆不同顏色的塑膠。此外，厚的文件需要使用有彈性的鋼片，主要是要把幾十或百張文件夾在一起，可以容易折開與傳遞，不同於永久性的釘書機。

膠帶和留言膠紙的發明

在辦公室裡，除了紙張、迴紋針、電腦外，總少不了透明膠帶和留言膠紙。膠帶與膠紙的發明都出自於美國的3M公司（Minnesota Mining and Manufacturing Company），這二樣發明都並非一開始就策劃的研究成果，可以說是意外發生的。

先來看膠帶的發明，發明者是卒魯（Richard G. Drew），他的工作是供應砂紙給汽車修理廠，砂紙是把各種大小砂鋪在布或紙上。卒魯在汽車



迴紋針看似不起眼，卻是辦公室不可或缺的文具。它輕巧、便利，以及可重複使用的特性，可暫時固定少許紙張，幫助人們輕鬆做好文件分類。

修理工廠注意到一個噴漆的問題，連接在一起的二種顏色的周邊通常很不整齊，他就開始思考如何克服這困難，經過2年的摸索與試驗，在1925年他發明了一種有壓力敏感（pressure sensitive）的膠帶。

這膠帶用點壓力就可黏貼到車殼上，在噴二種顏色的漆時，先鋪上一層2英寸寬的膠帶，噴完一種顏色後，換上新膠帶放在已經噴完的一邊，再在另一邊噴漆上另一種顏色，因此新舊二邊顏色的界線清晰分明。1930年，3M公司進一步推出透明膠帶，並命名為Scotch tape（蘇格蘭膠帶）。

膠帶看起來好像是很簡單的東西，其實它是很有學問的。首先黏貼性的化合物必須是介於液態與固態之間，液態能使黏貼性的化合物在有壓力下流動擴展到整個面積（壓力敏感），固態則能抵抗黏性流動。

除了有黏貼性的化合物（膠水）鋪在透明塑膠帶上之外，「膠水」還必須先有一層底漆（primer）才能把黏貼性的化合物鋪在塑



膠帶的構造包含基材和黏膠兩部分，常見的基材有聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、非織布（non woven material）等，黏膠則介於液態與固態之間。製作時，必須先把黏膠均勻塗布在基材上後，再經過烘乾、裁切的步驟才算大功告成。

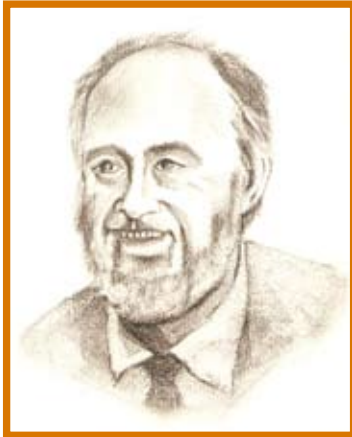
膠帶上。就像油漆牆壁或新木板時，常常需要塗上一層底漆，新油漆才能牢固黏貼在牆壁上。還有膠帶的另外一面必須有一層釋放劑（release agent），才可保證膠水不會黏到頂部，否則透明膠帶就無法展開使用了。

再來看留言膠紙的發明，發明者是施爾（Spencer Silver）和弗萊（Arthur Fry）。施爾是一位化學博士，當初他在3M的研究是合成能有永久黏貼的聚合物。1968年，施爾合成了一種很特別分子（acrylic micro sphere，壓克力微球），這分子的黏度不是很好，它的化學結構與物理性質與卒魯發明的膠水也不一樣。它雖然能黏貼物件，但並沒有永久性，用力就能把用膠質黏在一起的二樣東西分開。更重要的是，膠黏劑可以用同樣方式一次又一次地拉開再貼上去。

但是它有什麼用途呢？施爾經常在3M公司的研發部與同事分享他的發明，試試能否找到它的用處。你可以想像，一個沒有實際用途的發明可能是永遠擱置在櫃檯上，無人問津。

話說3M的另一員工弗萊，他是教會唱聖詩班的成員，他在演唱之前都會把即將演唱的讚美詩歌用書籤標好。有一天當他拿起讚美聖詩歌譜時，那些書籤都不翼而飛，原來那天早上他的小孩好奇把那些書籤抽掉了，使弗萊不知所措。還有一次不小心，聖詩冊掉落地上，那些書籤也都掉了出來，這些意外使弗萊感到非常不便。

有一次弗萊去參加公司非正式的討論會，聽到施爾的發明報告，在徵求同事們的應用建議。在一剎那間，弗萊把他的書籤經驗與施爾的發明連在一起。弗萊就向他的上司提出他的構想，利用施爾的膠黏劑製作能重複使用的書籤。但是他的提議並沒有得到公司的贊助，於是弗萊與施爾開始在弗萊家的地下室自行試驗，並設計機器及製造，實驗成功後，再次向3M公司研發部提出建議案。



施爾(左)及弗萊(右) (繪圖者:張雅鈴)



留言膠紙使用的是乳膠狀黏著劑，雖然黏度較膠帶弱，但這特點卻讓它的用途更具彈性，多次撕貼也不會毀損物體表面，可用來留言或做為標籤，即使問世已超過30年，仍是許多辦公室的重要用品之一。

有了初步的研究，再經審查與市場調查，發現這可重複使用書籤的產品值得開發，於是3M公司就開始全力支持。接著花了5年，才完善規劃和設計機器製造產品，1980年就推出產品，一炮而紅，成為辦公室不折不扣的必需品。

掌聲回響

紙夾的發明已有一百四十多年的歷史。今年美國發明家名人館 (National Inventors Hall of Fame) 徵召2位留言膠紙的發明者入館，美國各大報紙曾競相宣揚。當初弗萊與施爾堅持自己的構想而自行花費資金去設計機器製造，最後由3M公司出品銷售，據報導，3M公司靠膠帶與留言膠紙的每年盈利高達千萬美金。施爾一生有20項美國專利。

留言膠紙看起來似乎是簡單的日常用品，但它幾乎是每一個辦公室不可或缺的用品，真是小兵立大功。弗萊與施爾在退休之前，得過無數3M公司的表揚與榮譽，國際工程協會也曾頒獎給他們二人。

林天送

美國華盛頓大學 (聖路易市) 化學系

深度閱讀資料

Daive Castelvechi, *et al.* (2009) The Start of Everything. *Scientific American*, 301, 70.

Flatow I. (1993) *They All Laughed...From Light Bulbs to Lasers: The Fascinating Stories Behind the Great Inventions That Have Changed Our Lives*, Harper-Perennial, New York, NY.

Washington Post, March 31, 2010.

http://en.wikipedia.org/wiki/Post_it

更正啟事

本刊第453期〈威而鋼與口服避孕藥〉一文，將威而鋼的分子結構 (第68頁) 誤植為下圖1，正確應為下圖2。此係本公司編排之誤，特此更正，並向讀者致歉。

圖1

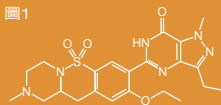
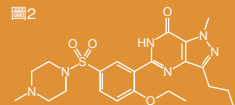


圖2



日創社文化事業有限公司 謹啟
99年11月18日