

淺談膠帶

答案是二個字。提示一：水電師傅；
 提示二：文具店；提示三：外科醫師；
 提示四：寬窄不一。
 還剩五秒，時間到！
 你答出來了嗎？它和我們
 日常生活有一點黏又不會太黏，
 沒錯！答案就是膠帶。



■劉大倏



台灣區膠帶工會提供

別小看了它

膠帶，一個看似不顯眼的東西，在日常生活裡它卻無所不在。一般公務員的桌子上總有一兩盒透明膠帶；搬家的時候，封箱也得用膠帶；包電線、插頭，用的是絕緣膠帶；有傷口時也得用生醫膠帶；開了刀，傷口復原用的是美容膠帶。根據統計資料顯示，全世界膠帶的年產值介於四百億到五百億美元之間，不亞於半導體產業的產值。

兩個有關膠帶的小故事

談到膠帶，我們不得不提起發明思高膠帶及透明膠帶的美國3M公司，由於3M公司的創意，才使得膠帶工業有今天的規模。下面舉兩個例子做為代表，來說明膠帶產品進展的里程碑。

老板，有時候睜一隻眼，
閉一隻眼並非壞事！

思高膠帶 3M公司本來是從事砂紙的行業，一九二五年，當年僅廿六歲的研究助理查·寶爾（Richard G. Drew）前往拜訪他的客戶——某汽車工廠時，正巧遇到工人們高聲怒罵的場面。

原來當時美國流行兩色汽車，就是汽車上下半身顏色不一樣，當工人噴漆的時候，在上下兩色接觸的地方，必須特別小心處理。通常工人們用舊報紙把漆好部分的邊界蓋起來，然後用膠帶或漿糊固定，再進行另一色的噴漆工作。但是經常出問題，不是噴漆滲過報紙，污染了已上好色的部分，就是撕下報紙時，把噴妥的油漆也撕下來了。

印刷電路板用
封裝膠帶。



台灣區膠帶工會提供

每次碰到這種狀況，生產線必須停下來，將噴漆不良的車加以處理，這當然會引起工人的不滿，這種狀況剛好被竇爾碰到了。竇爾突然有個想法，如果能做出一種能黏貼自如又不損傷塗面的膠帶，會使工人們作業的壓力大幅減少。於是他回去後，開始了這種膠帶的研究，三年有成，終於開發出名為思高的遮蔽膠帶，至今思高膠帶已成為膠帶的代名詞。

竇爾成功地開發出思高膠帶後，他的上司又命令他繼續回頭研究砂紙，但是竇爾不死心，私下仍然偷偷地研究遮蔽膠帶。有一天當竇爾正全心投入膠帶的研究時，被他的上司撞見，竇爾心想这下完了，一定會被上司大罵一頓，沒想到他的上司卻視若無睹地走了過去。經過竇爾的努力，3M公司終於推出了極為成功

的商品——透明膠帶，而竇爾的「私釀酒」行為，更成為3M公司創意文化的一部分。

3M公司有所謂「15%」的成規，該公司允許研究人員在把分內的工作做完後，可以利用15%的上班時間從事自己想做的研究。3M公司目前有六萬多種產品，有不少來自於15%的創意文化。

天呀！連唱聖歌也能給人靈感

利貼 所謂利貼又稱為N次貼，就是大家常用的一種貼紙，通常當做標籤使用，貼上去可以輕易撕下來，不致損毀被貼物的表面，而且可以重複使用。

利貼的發明人為3M公司的亞瑟·傅萊（Arthur Fry）。傅萊每星期天早上在教會站著唱聖歌時，必須捧著厚厚的歌本，通常是一首

唱完，禱告後再唱另一首。但是在厚厚的歌本中要迅速翻到正確的頁數很不容易，爲了很快找到歌詞，就在歌本中插個書籤，但是歌本一打開，書籤就掉到地上去了。於是傅萊想如果有一種書籤上面塗有一層薄薄的黏膠，很容易貼上去，撕下來時也不會把紙面撕破，不是很方便嗎？

於是傅萊就找研發部門的同事想辦法，是不是有一種有點黏又不會太黏，讓膠帶可以撕得下來的黏膠。剛好有個研究員史賓賽·席佛（Spencer Silver）發明了一種當時看來是失敗，並不太黏的膠，因爲當時的膠都是越黏越好。於是席佛的膠和傅萊的想法一拍即合，但是他們做出「不會掉落的書籤」後，業務部經內部調查認爲沒有什麼銷路，並未大力支持。傅萊不死心，將此一新產品送給公司各部門秘書使用，教她們使用的方法，慢慢地有不少人改變了看法，最後竟成了3M最暢銷的商品，從產品的構思到廣爲人們使用，總共經歷了七年多的時間。

膠帶的特性

一般的膠帶，如果依用途區分，可分爲日常使用、工業用和醫療用三種。這些膠帶的構造大同小異，通常包括基材和黏膠兩部分。基材依據樣品的特性，可能是聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）、聚酯（PET）或聚亞醯胺（PI）膜，某些特殊用途的膠帶，也會用金屬膜，如銅、鋁等爲基材。在這些基材上面，塗上黏膠即成爲膠帶。一般常用的黏膠稱爲感壓膠，因爲在使用時，通常用手一壓或利用其他的加壓方式就可以把膠帶和物品黏接在一起了。常用的膠系有壓克力、環氧樹脂及聚亞醯胺系統，大致上是把膠配成液體，然後塗到基材上面

而製成膠帶。

膠帶的種類非常多，因爲功能性不同，再配合實際上的需求，因此產生了各種不同用途的膠帶。然而黏著性仍然是這些膠帶最基本的要求，至於其他的特性，因目的不同，而有各種不同的要求。在此，舉幾項較特殊的性質略做說明。

耐候性 許多負有黏合任務的膠帶，必須承受各種氣候的變化而不致改變其黏著性，例如抗紫外線，能忍受溫度的變化，和雨淋濕氣的侵襲等等。因此在黏膠的設計上，必須針對氣候的變化，做出符合需要的產品。

無殘膠 一般人也許有經驗，把膠帶撕下後，有一些膠會殘留在原來的物品上，這稱爲殘膠現象，通常都不希望發生這一現象。舉例來說，新車出廠時，通常表面會覆蓋一層PE膜，以保護汽車表面，如果剝下保護膜，上面還有殘膠，一定會被客戶抱怨不已。

高度穩定性 以聚醯亞胺爲材料所做成的膠帶，通常做爲電子工業的封裝絕緣之用，這種膠帶必須具有高度的穩定性。例如在高溫（可能到攝氏400度）下仍然保持良好的性質，不會膨脹、不會吸濕等。

特殊功能性 例如用於人體皮膚上的膠帶，除了具療效外，還得有良好的透氧性。用在八吋、十二吋晶圓切割研磨上的膠帶，必須具有良好的黏著性及易剝離性，因爲晶圓在切割研磨時必須黏得很牢，一旦切割研磨完成後，又必須很容易剝下來。可是黏著性和剝離性顯然是相左的，亦即黏得很牢者，愈難剝下。晶圓切割研磨所用的膠帶是經過特殊設計的，在切割研磨時黏得很牢，但是要剝離時，先用紫外光照射促進黏膠老化後，即可迅速剝下來了。



半透明膠帶

聚酯防火膠帶

裝飾用膠帶

隔熱貼紙

PI膠帶

標籤用膠帶

海棉膠帶

雙面膠帶

醫用膠帶

台灣區膠帶工會提供

功能各異的各式膠帶。

膠帶的生產

全世界的膠帶用量非常大，而且種類繁多，所以有效率地生產各種性質不同的膠帶，成為膠帶製造商是否具有競爭力的關鍵之一。生產一捲好的膠帶，需要靠配料、塗布、乾燥、基材運送四大流程精確的配合。

配料為第一階段的工作。所謂配料，是

配料專家（通常是化學家）依據膠帶所需要的特性，選擇合適的化學藥品，經過各項實驗、測試，達到膠帶設定的目標後，再把各項化學品的組合（通常稱為配方）交給技術部門，進行大量生產的試驗（在實驗室做出10公克和由生產單位做出十噸的塗料，方法可不是完全一樣的！），可行後即開始量產。

配料之後，第二個步驟就是塗布，如何把塗料塗到一捲拉動速度相當快（一分鐘幾百公尺都有可能）的基材上，不僅要十分均勻，而且不能有其他缺陷，塗布的技術就成了重要的關鍵。利用塗布模具，把塗液層轉換成薄而均勻的液膜塗於基材上，就能夠達到上述要求。

塗有黏膠的基材隨後進入烘箱進行乾燥，有的塗料必須先冷卻固定後再乾燥，有的可以直接加熱乾燥。乾燥是消耗能源的過程，愈有效地利用熱源，愈能節省成本。目前最先進的乾燥裝置，是所謂的浮動式烘箱，塗有黏膠的基材進入烘箱後，上下受熱風對吹，像阿拉伯飛氈一樣飄過烘箱，不與輪子接觸而進行乾燥。乾燥過程必須慢慢加溫，不可操之過急，否則像煎肉、煎魚一樣，加熱太快，可能外表焦了，裡面還未乾、未熟。

一般我們看到的膠帶，大概是幾公分寬、幾公尺長捲在一起，但是從生產的角度來看，一定是先做成一大捲，可能一、兩公尺寬，幾千公尺長，然後再經分條切割，包裝成顧客見到的形式，這樣才有效率。幾千公尺長的基材，要能放能收，而且要快快收，收得還要整齊，絕非易事，必須要有很精細的操作控制系統才辦得到。

用「心」思考，每個人都有可能成為發明家

本文簡單介紹了什麼是膠帶，膠帶有什麼功能，膠帶發展的兩個重要故事和如何生產膠帶。這二個故事告訴我們，膠帶的出現，來自於生活上的需求，它讓生活更方便。從這個角度來看，任何人只要用心思考，都可能發明一種具有特殊功能的膠帶。但是從生產的角度來看，化學、化工、電



各式貼紙。

機、機械、自動控制、工業工程、品質控制各方面的專才都不能少，經由各種專業人才的精密分工，才能有效率地生產出一項成功的商品，這也是未來產業發展的一個模式。□

劉大攸

清華大學化學工程學系

台灣區膠帶工會提供