

扣件的添加物

文/Thomas Doppke

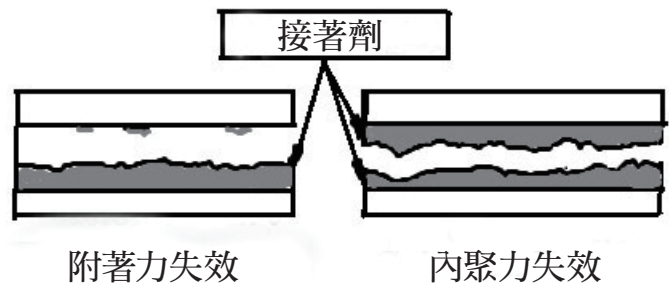
市面上有許多種扣件專用的添加物，用來調節扣件的性能和改善接合的性能（也有人看到扣件上的這些添加物會心想：「這是什麼沒用的東西啊？」）。本文將概述目前業界使用的後期添加物有哪些種類、它們的效用、為何需要使用它們，以及它們的優缺點，藉此提供一個概略的方針，讓各位讀者了解自己持有的扣件需要哪種添加物。為了方便討論這項議題，我把添加物粗分成幾個類別，包括修飾劑 (finishes)、接著劑、密合劑、塑膠鎖固補修片、油料、蠟、其他流體以及特殊用途專用的特殊化學物料。這些化學材料中，多數都有多重功能。由於光提到每一項種類就足以寫一篇單獨的文章，所以本文只抓大重點做討論。有機會的話我會在未來幾期的雜誌內針對單一添加物類別撰寫專文。

現今幾乎每一支扣件都會有摻雜修飾劑，它是一種塗抹在表面上的塗層，用來保護零件不被腐蝕，且在某種程度上能調節零件的性能。雖然先前已有許多文章探討過扣件專用修飾劑會對扭力與張力之間的關係造成的影響，但多數使用者只會把修飾劑和扣件這兩種領域分開來看，卻鮮少在這兩領域之間有所交流（即使最近這兩領域之間的對話變得更頻繁了）。市面上的修飾劑專業雜誌有在討論添加物的化學原理，但其討論的內容會略過添加物對緊固作業造成的影響，而多數的扣件專業雜誌鮮少觸及修飾劑和其運作過程。由於惠達螺絲世界雜誌先前的文章已充分探討過修飾劑和其對扣件性能的影響，所以本文只會重述幾個重點。為了增加防腐蝕性能，現代的修飾劑塗抹的厚度已明顯更厚，厚到許多案例中的零件難以組裝而必須上修或下修螺栓與螺帽的尺寸。在施加於接合件的扭力當中，只有10%會拉伸接合件，而其他的扭力會因為摩擦力散失在扣件上的零組件之間，這一點已經敘述過許多次。因此，修飾劑上的摩擦係數會在接合件的最終安全性上扮演很重要的角色。針對那些已按尺寸塗抹過修飾劑的扣件零組件做測試，這類的需求已經過時了。若沒經過重新評估，就不應該變換修飾劑，但這種現象常發生在工

程設計須回應現場的客訴之時以及其他時機點。要去判定上了某種特定修飾劑之扣件的正確摩擦係數值，這一套程序是很冗長且含不確定性的，因為尺寸方面的數據也會影響最終的結果。雖然業界有所謂的修飾劑摩擦係數一覽表，但本質上也僅能提供一般通用的資訊。為達最佳效果，實際上的搭配應該經過測試，以取得最精準的數據。



再來看看另一個和專業度有關的例子。接著劑專家不代表就是扣件專家，而扣件專家能取得的接著劑資訊也僅止於扭矩能力。螺紋專用接著劑是用來阻擋已安裝之零配件常因震動而發生的鬆脫現象。螺栓和螺帽等多數的零配件能夠無阻力旋轉，也就是說，不需花費多大的力氣就能將它們耦合。他們能夠這麼容易地組裝起來，是因為這些零件不會貼齊螺紋邊緣，也就是在其中一個零件的螺紋頂端和另一個零件的螺紋谷底之間會有一個間隙。



接合件上還有一個背側的側翼間隙。這些間隙讓零件在劇烈震動下可以向側邊滑動（膨脹 / 收縮），在衝擊荷重超過夾緊力之時向前或縱向位移。減少此問題發生的其中一個方式，就是將間隙填滿化合物質，盡可能避免位移。即使是給予足夠的力道、時間和震動，每一個接合件終究都會鬆脫。接著劑現今成功克服這些鬆脫的現象。接著劑的運作方式就是「填補間隙」和將兩個表面接合成一個堅固的結構。但能否有效活用接著劑的強度，就取決於兩個因素，分別是接著劑對基質的附著力和接著劑內部的內聚力。最理想的接著劑應該要能在這兩個力道之間取得平衡。

雖然磷和油塗料的使用廣泛，但它們的防腐力較低。其中一部分原因，是在這套程序中使用油時，並沒有規範。磷的塗佈會將鋼材的表面轉換成鐵磷。這是一種多孔的化合物。接著會沉入這個「海綿」，並在幾小時、幾周或幾個月內增加抗腐蝕力。雖然以往有些許塗層商生產了一種一致的產品，但如今每個人或者是任何想施加塗層的人都可以做這道程序。為了節省成本，或者為了不論何種原因，操作員會使用任何能取得的油，包括用過的機油，甚至是深層油炸蔬菜後的剩油。有些合成油難以清理，而油膩的表面會導致許多上述的問題。多數的磷和油之規格不會指定油種，得到的扭力和抗腐蝕力會是隨機的，且可能不會連續兩次都是一樣的值。



油的最後一個注意事項是，油以及石油化學的化合物會導致部分塑膠的龜裂。雖然只有部分塑膠可能會龜裂，它們卻是車用調整片和內裝（ABS 和聚碳酸酯等等）最常用的材料。

總結來說，將油或蠟用在扣件上或扣件相關用途時，應該要考慮到以下重點。材料所處的環境不該讓石油化學物質導致材料的腐蝕 / 分解以及應力龜裂，也不該無法在極端的大氣下提供保護。它會侵入零件的裂縫以及一些小地方，在這些小地方需要清潔以用於下一步製程時，它也會帶來問題。油通常會進一步和添加物混合，這些添加物包括防菌抑製劑、乾燥劑、穩定劑等等。雖然理想上應該要為通用的工業規格指定特定的化合成分，但設計師會發現廠商和自己的上級主管會大力反對。

下表列出幾種油對扭力產生的影響。這裡使用的樣本是 3/8-16 六角螺帽，它的性質是無拋光處理、軟質、經水洗、經苯與酮體去油漬、與等級 8 的 SAE 規格螺栓耦合、經磷和油電鍍、來自於同一批次生產、經潤滑。每一個狀況都使用十個樣品。

樣品	平均扭力	變化
無拋光，乾燥	19.75 lb.ft.	0
SAE 規格 30 wt. 的油	16.5	減少 16.5%
MoS2 (二硫化鉬)	15.75	減少 20.3%
少量的門用潤滑油	16.15	減少 18.2%

其他油以及來自於其他來源和批次之樣品的變異顯示，扭力值會減少 9% 至多達 35%。(可惜我們無法從用過的深層油炸油中取得樣本。如果能看看炸薯條會對扭力造成什麼影響的話就更有意思了!) 前面有稍微提到過密封劑。它們主要分為兩種。接著劑式的密封劑可作為接著劑和密封劑使用，且會是先塗抹在扣件上以節省時間、處理程序並避免髒亂。它們會影響扭力和張力之間的關係，且必須要執行測試以判定標準零件的變異性。

另一種密封劑稱為瑪蒂脂，是一種軟質且可延展的化合物，會在安裝過程中被壓縮，然後密封住其接觸之鄰近區域的裂縫。此添加物用在許多汽車引擎室內區域。它的組合可變化，以配合用於泡棉、橡膠、以及一系列類似焦油的化學物質。瑪蒂脂的使用方針包括：讓通

孔保持越小越好；盡量使用軟質化合物以使殘餘的化合物能在安裝過程中被擠壓出來；使用閉孔的瑪蒂脂以避免海綿現象；可能的話，在扣件上設計出一個退刀槽以容納內流量並達到最大化的密封效果。有一個好用的公式可以計算瑪蒂脂用在墊片上時的 OD 值：

$$OD = 2D - d + 1/32''$$

其中 D = 將被密封之通孔的最大直徑

d = 螺栓的最小直徑

每一套扣件知識總會伴隨所謂的「其他雜項」。這些項目有時會出現且在特定情況之下的作用良好，也確實會影響接合件的完整性。在許多的安裝案例當中，會把扣件置放在孔洞中，但還不會馬上栓緊它。為了避免在安裝作業之前會丟失了它，會在螺紋滴上一滴材質像橡膠的粘性物質，這可以預防扣件掉出生產線。這一小團的粘性物質對扭力和張力之間的影響通常都是未知的，其解決的方式很昂貴，且可預料的是它會需要額外的處理來避免混料、成本開銷、量等等需考量的問題。所有的花費通常都會是伴隨特殊零件而出現的，但這確實能夠解決特殊的問題。

在 1980 年代，OEM 汽車製造商會採尋求厚的底層塗料，來減少金屬板噴漆的步驟並改善腐蝕的問題。這種噴漆在噴霧的過程中會對金屬板上的扣件造成問題。焊接用螺帽、沖孔螺帽、雜類螺柱與夾具、車體裝配用螺栓都會在過程中

卡住，使其扭力不穩或張力不定，甚至在某些案例中根本組裝不起來。解決方式就是在螺紋上施加 PTFE 化合物，僅用來將螺紋絕緣於帶有靜電的厚塗料。雖然後續的耦合扣件在安裝過程中會把該化合物抹除掉，但化合物對扭力與張力之間造成的影響仍會讓人疑慮。該化合物也是用來保護螺紋並有效避免焊熔的金屬飛濺到焊接用螺帽或螺柱上。

塑膠鎖固修補片是其中一項我們不會探討到的扣件專用添加物，它原本一開始是一種條狀或點狀的塑膠且會被壓磨到螺紋上，後期出現的款式則是噴灑在螺紋上以訴求節省成本。若讀者有興趣，坊間的參考文獻中有許多文章探討到這種扣件專用的添加物。

染料和著色劑是用來在某些用途中做出區別。公差小的公制小直徑尺寸 (M1-M4) 常會被塗成黃色、藍色、綠色等等顏色。1960 年代，United Stars 公司開始轉換成公制產品時，公制 M6 零件會被塗成藍色以和 1/4” 英吋的零件做區隔。



接著劑修補片

塑膠噴霧式修補片
接著劑和塑膠鎖固的特性

塑膠球

塑膠條
Wetted class before strip After

在產品從製造商手中移交到用戶手上的過程中，有許多其他的物質會添加到零件上。有些可能會對配件的可靠性造成巨大的衝擊，有些甚至可能被注意到，但一切都會回襲到無戒心的工程師身上，除非他們有所警覺，被指認出來或再度成為不速之客。



網頁設計
架站管理
後台規劃



廣告
目錄
海報
名片



```

<!-- Featured Content Section -->
<div class="container">
  <div class="row">
    <div class="col-md-4">
      <!-- Carousel Item 1 -->
    </div>
    <div class="col-md-4">
      <!-- Carousel Item 2 -->
    </div>
    <div class="col-md-4">
      <!-- Carousel Item 3 -->
    </div>
  </div>
</div>
    
```



FASTENER
— WORLD —

相關訊息請洽 業務部
TEL : 06-295 4000

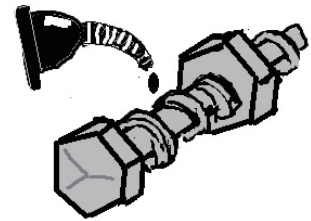
接著劑的效能取決於它與基質的附著程度、基質的粗糙度，以及接著劑將表面浸溼的程度。高表面張力的接著劑不會浸溼粗糙的基質表面，且會形成間隙並降低接合的效度。油、模具潤滑油、熱處理後的積垢等等汙染物會干擾接著劑的接合過程。為接合的表面做適當的事前準備是很重要的，但這個步驟常被忽略。溫度、材質老化和外在的應力是造成內聚力失效的常見主因。現今只有一些款式的接著劑是用在扣件上。丙烯酸酯膠黏著劑，又稱為厭氧膠，是一般扣件業採用的主流類別。它是一種單一性材料，在保存上必須避免接觸到氧氣而硬化（癒合）。將它加裝在扣件上，透過螺紋的轉動讓它分布在耦合的零件上時，接合件內的「真空」會讓接著劑內的癒合劑開始聚合（癒合/硬化）。此種類的接著劑有高剪切力、在許多用途中能快速硬化、有成本效益、事前塗抹容易、抗震力佳。雖然可以針對基本特性修改它的材質，它確實會形成一個容易脆化的接合件，因此不應該用在會被彎折影響的接合件。它通常不相容於多數塑膠。

扣件使用的第二大宗接著劑就是環氧接著劑。環氧接著劑是由兩個部分所組成，其一是樹脂，其二是癒合劑。這兩個化合物在透過安裝作業混和攪拌之前，必須彼此保持分開。在癒合劑和樹脂的搭配之間取得平衡是很重要的，因為催化劑要是太少的話，接著劑的接合就不會發揮效用，但昂貴的癒合劑一旦用量太大，經濟的考量就會讓用戶對接著劑卻步。現今使用的接著劑大多採用微膠囊化複合（microencapsulation compounding）。催化劑會整個分布在樹脂基底上，且在安裝作業混和攪拌兩個化合物之前，都不會發生作用。環氧接著劑的附著力佳，可抗許多化學物質，但它的癒合速度慢，可能要花上 24 小時才能產生硬化且癒合的接合效果。

把添加劑施加到已緊固之接合件中的好處之一，就是零件在接合時，前置扭力的增幅不會很大。另一個好處，就是只要被黏合的接合件硬化了，就不容易損壞。其他許多鎖固的元素，例如偏轉的鎖固螺紋，必須要增加前置扭力才能夠安裝，但在鬆脫方向上的扭力較低。雖然這對許多接合件來說已經足夠，但接著劑用在需要高鬆脫力的接合件上，表現才會傑出。

在缺點方面，第一，接合劑的黏合效果一旦中斷了，就沒有多少抗力能阻擋進一步的鬆脫現象。黏著劑無法重複使用。在重複使用塗抹過黏著劑的扣件時，可能會有些微的硬化，主要是因為在第一次安裝時，未將化合物完全攪拌。硬化值通常都很低（如果有辦法量測得到的話）。多數的接著劑對高溫很敏感，也有許多接著劑對濕度很敏感。由於許多零件在被使用前會待在架上數周或數個月，所以它們能待在架上的壽命也是一項因素。

若要快速總結一下的話，需要使用低安裝扭力時，接著劑才會有所用處。為了避免組裝件鬆脫，就會需要很高的鬆脫值，且這個接合件是一次性的組裝件。零件塗上接著劑時，不會增加額外高度，規格上也不會出現變化。



有時扣件會刻意塗上油，或有時會因為其他的製程而上油。雖然化學家會反對我的這個分類法，我把液態物質皆稱為「油」、半液體狀態為「潤滑油」和軟固態的「蠟」。



頂端上蠟的扣件

這些化合物首先會接觸到仍處於盤線狀態的扣件。它會先被當作防鏽層，塗抹在扣件上，然後會被當作模具在抽絲時的潤滑劑，以幫助機械將盤元加工到適度的打頭直徑。在整個製造環節中，「油」、「潤滑油」和「蠟」就會成為扣件的一部份。熱處理過的零件會經過油焯火。最終，油會永久覆蓋在零件上，作為一種完成的保護塗層。潤滑油本身在扣件上的用途很少，但在上述的打頭製程中則除外。蠟，在扣件上有三種呈現方式。它們會被當作性能強化劑而添加到零件上，以減少扭力和擦傷，通常會被視為一種平價的密封方式，有時會被當作一種保護塗層來使用。多年來，水基和溶劑型的蠟一直是偏轉的全金屬鎖固螺帽的固定專用材料，雖然它的確切配方是螺帽公司的商業機密。螺紋成型之螺栓（例如安全帶螺栓）會上一層蠟，以減少駕駛的施力並符合人體工學。小螺絲的頂端常會上一小團的蠟，如此在安裝小螺絲到金屬板時，蠟就會形成有效的密封層，避免廢氣和液體會侵入乘客艙。

雖然油的好處是有黏性且會流入任何開口內，但這也是個缺點，因為它會讓移除的作業更難。拉絲、加工和打頭零件上留有的油可以防止錯誤施加電鍍。在零件熱處理之前，若其上的油沒有清理乾淨，油可能會導致表面燒焦，就像餐點留在火爐上太久一樣。此燒焦的表面會限制磷塗層的形成，以至於無法成功為零件上塗料。這當然會導致防腐力太低或太差。在噴漆上色之前，安裝在金屬板上之零件的油會導致被噴漆的表面出現「魚眼」，這是金屬板會被退貨的一個主要原因。