

扣件可能鬆脫的理由有很多種，像是：預負載喪失、一開始組裝時就沒有達到想要的預負載、以螺栓取代螺帽鎖固、嵌入較軟的材質、嚴酷的氣溫變化、嚴重震動、不平行的接合表面、不穩定的扭力施加、剪力、重負荷衝擊等。因為這些因素，導致防鬆鎖固用輔助件被開發使用，以便讓部件接合在一起。

使用「防鬆鎖固」的字眼在當今法規當道社會中如果沒有達到所期待的效能可能會有一些法律問題。這是因為「防鬆鎖固」字義上隱含某種永久性概念，且我們會因為該字認為連結是永久的。如同在任何連結情況下一樣，性能表現牽涉到被正確應用的產品和合適安裝技術的選擇。

基本上，我們有兩種選擇：對螺帽鎖固或對螺栓鎖固。這是設計來幫助評估甚麼樣式的防鬆系統在特定應用和環境中效果會最好。

在螺帽鎖固的特徵涉及很多設計的時候，螺栓因本身限制只能對螺紋進行變形、使用尼龍嵌件或在螺紋上塗佈厭氧或氰基丙烯酸酯化學藥劑。這些方式被使用來幫助避免螺栓從攻孔中退出。

## 尼龍

尼龍是很受歡迎的材料，可與任何形式扣件搭配使用來提供一些抗扭力喪失功能。與螺栓使用時，尼龍以圓形塞件或縱向補丁的樣式被裝配於螺紋末端。尼龍相對較軟且不會損傷較軟材質的內螺紋。除了在較高等級(8級、10.9級或內六角頭蓋螺絲)上使用沒有效果之外，尼龍補丁和塞件在很多強度等級的螺栓上都可以看到。

使用兩種方式皆不會影響到螺栓性能表現。有些人可能會爭論補丁可以提供更多表面區域因此可以比塞件創造更高摩擦力。但別忘了，這要看是哪種應用需求和搭配哪種材料。兩種都可以跟標準螺帽使用，尤其是較大尺寸有間隙問題的全金屬防鬆螺帽。

使用尼龍產品的問題是一旦被重複地使用它們會開始喪失主要的摩擦力。因為公螺紋會切割尼龍，使其形狀改變和失去防鬆效果。溫度也是另一種考量。標準型產品不建議被使用於華氏250° (攝氏121°)的溫度。不過，有很多製造商有提供可以承受高達華氏550° (攝氏288°)溫度的產品。

## 化學產品

市面上有很多不錯的防鬆緊固化學產品。也許這就是問題點所在。因為有這麼多選擇，客戶反而不知如何選起。然而，因為它們屬防鬆鎖固化學產品，所以從眼鏡用小螺絲到線徑1又1/2”的螺栓都可以使用。

一些化學產品(主要是氰基丙烯酸酯)對汙染物很敏感，像是可能在攻孔中看到的油汙，但現在已經有複合式產品可以克服輕微的汙染物。很多化學原料具備高剪力強度，因此如果原料是軟質的且想要進行拆裝，最好可以檢查一下產品的剪力強度。

有特定樣式的螺紋防鬆化學產品可以比同品牌的類似品設定更快。因此最好可以看一下不同化學產品之間的所有產品規格表。舉例來說，在緊固

6支螺栓進連結處時，6支螺栓的螺紋會被塗佈化學複合藥劑，當個別鎖固每一支時，化學藥劑會開始進行作用，改變其抗扭力能力，因為每支螺栓安裝時間不同，尤其是遞增地鎖固時。

若不論螺栓強度等級，如果技工無法使出每英尺超過1,000磅的扭力來鎖固1又1/2”的螺栓，防鬆鎖固化學產品將無法幫助預防鬆脫或金屬疲乏。

真正的厭氧作用發生於無空氣之處，或是被鎖固時。這些都無法單靠置入就可以改變扭力參數。但是，每種產品樣式都有不同的摩擦係數或對扭力值的影響和對接合處的潛力負載。

很多螺栓製造商因為潛在的責任歸屬問題都不會在螺栓上塗佈微膠囊環氧樹脂。使用者可以依據個別應用需要選擇要不要施用，無論其是使用在製品或是後續保養維修上。不過，如果是當作OEM部件使用，螺栓可能不能像後續保養維修部件一樣使用相同的環氧樹脂補丁。末端用戶可能在不知情的情況下於進行保養時使用不合規的產品取代原部件。這將會在接合連結處產生負荷變數。

為了解釋這部分，下面是相關案例。左圖的螺栓是使用於離合器組裝的定位螺栓。代工廠的螺栓在螺紋上

# 讓扣件維持 緊密鎖固 的要點

文/Guy Avellon



並沒有塗佈環氧樹脂塗層。不過，當螺栓被從供應倉庫採購進來後，螺紋上就有藍色補丁了。

這些螺栓在離合器中被更換並扭入攻孔直到組裝手冊指定的規格。之後該車輛被開始使用，短時間後螺栓的頭部失效了。原本並沒有人認為環氧樹脂會造成失效。

測試有環氧樹脂的定位螺栓後發現環氧樹脂是很棒的潤滑劑。好到安裝扭力值需要被向下調整30%。因為多數扭力值有25%的安全因數，把有環氧樹脂塗層的螺栓扭至「乾」扭力值後檢查潤滑過螺栓的牙徑可以很清楚地看到產生降伏，因此頭部在運作時產生失效。

以下的螺栓是有塗佈黃色複合塗層的5級六角頭蓋螺絲。這也是非常有效的潤滑劑且如果被扭至原先收到產品時建議的扭力值，會讓螺栓延展至負荷過重會非常明顯和具高成本的降伏點。



這些環氧樹脂式的防鬆輔助法若使用得當會非常好。大多數使用者不會使用扭力扳手來緊固他們的扣件，因為這些有環氧樹脂塗層的扣件手動緊固就可以作用得很好。不過，若是使用氣壓衝擊式組裝工具就要特別注意，因為這些扣件沒有足夠的摩擦力來讓這些氣動式工具停止做動且扣件會被拉伸至降伏或產生螺紋剝落。

因此，有兩種基本型式的化學螺紋防鬆產品：液態氰基丙烯酸酯化學藥劑和微膠囊環氧樹脂。氰基丙烯酸酯化學藥劑原本是設計給小螺絲使用。這些也能當做潤滑劑使用但也會產生低於扣件扭力限制25%安全因數以下的摩擦係數。但有人一定會問：這是因為螺紋防鬆化學藥劑或是因為目前連結約比預期的還要緊上20%？一般來說，較緊的連結會產生更能抵抗震動的接合處。

因為對大線徑螺栓的高負荷，使用液態化學藥劑於很大型線徑的產品上是不安全的。微膠囊環氧樹脂有能力在和大線徑扣件一起使用時運作地更有效率。

要特別警示的是，使用任何螺紋有潤滑劑的螺紋扣件時，要降低扭力值、減少安裝速度且不要使用不合法規的衝擊扳手。

很不巧的是，賣家或經銷商從不知道它們的產品會使用在哪裡或是它們會怎麼被安裝。為了避免會造成大量損失的責任負擔，不要對應用做出任何建議。只需要保證客戶有所需資訊來選出適合自己使用的產品和等級。 ■

## 扣件的永續利用 一次性或可重複使用

文 / Peter Standring

我們所知的人生有趣的地方就在於它一直在轉變，但我們往往不太會去注意到這件事。日常生活就是這樣，對多數人來說就是日復一日做類似的事。即使在假期當中，我們心底知道眼前發生的事只是一種短暫，不久將再回歸到我們的生活日常。

有時長久以來未曾察覺到的轉變會衝擊到並撼動我們的生活核心，例如當我們回到過去某個很熟悉的地方就會有這種感受。對於長久以來一直居住在那兒的人來說，生活中不會發生什麼非凡的大事，但對歸鄉人來說，建築物可能已經換了樣子，道路裝置已不是以前認知的樣貌，而最明顯的，就是看到老朋友和舊知的年紀變更大。這種漸變和累變之間的不連貫所產生的歷史界線，就是我們用來分辨過去與現在的依據，我們會聯想到這些歷史界線包括了無馬的車(horseless carriage，柯林斯字典解釋其為古代第一批車問世時的舊稱)，還有航空旅行、抗生素和數位化的概念。簡言之，當馬車被取代了，當定期客輪的存在不再被需要，當威脅生命安全的疾病被根治，當大數據誕生的時候，你原以為不可能的事就發生了。

回顧過去，我們可以在時間的洪流中，將那些時光區分出來，並為它們標上相符的重要性。但如果能更有智慧地看出那些正在發生的轉變並從日常難以察覺的種種轉變中抓出其重要性，結果又會如何呢？

### 市場的變革關鍵

市場的變革關鍵分為兩種。一種是自然發生的，且通常屬於帶來劇變的事件。雖然人類對火的研究發現和控制早已不是什麼新鮮事，但火仍會轉變許多種材料，它也涉入了多數的食物生產環節，它也是多數運輸工具的動力來源。事物轉變的主因是認知到我們的家園只有一個，而讓這樣的家園變成不適合居住則是很愚昧的。

陸上與飛航運輸工具專用之油電混合式以及電池供電式引擎的加速發展，將帶來階段性的變革。這趨勢在20年前還只是環保人士的梦想而已，再20年後這將會成為新的常態。對於正在經歷此轉變的人來說，此改變是緩緩增加，但若以歷史的觀點來看，這趨勢會是造成市場的變革關鍵。