

# 如何讓螺紋扣件鎖固定位

文/Laurence Claus

大約二十年前，我時常往返於美國與歐洲之間，當時為了確保我的行李輕便，我買了一個中等大小、硬殼行李箱。然而當我在每趟旅行結束整理行李時，總會發現一兩支鬆脫螺絲在行李箱底部滾動。老實說，我向來都無法理解這些螺絲打哪兒來，或是為何這麼多螺絲都鬆脫了，行李箱卻不會解體，但它們明顯是在旅行途中從行李箱的某處鬆脫。這讓我開始擔心，我離行李箱徹底解體僅有一步之遙，所以後來我在國際旅行時，都會使用不同的行李箱。

這個故事闡釋了大眾對扣件的基本理解。當我們購買一樣設計中包含螺紋扣件的產品時，我們會期待這些固定產品的扣件能完好無缺地發揮其功能，讓產品能夠正常使用。不過事實上，生活中卻充滿各式鬆脫的扣件，進而造成產品或整個支撐系統失效。大部分時候，這樣的失效對擁有者或操作者來說只是件小小的麻煩事（例如我的行李箱）。然而，若是發生在重要的支撐系統中，螺絲接點的小小失效，可能會造成巨大的悲劇後果。

在我們深入探索如何讓螺紋扣件好好待在原位之前，讓我們先重新審視我們對於接點的理解。在大部分的情況下，無論螺絲是和塑膠凸起或是和螺絲接點連接，都應產生固定的箝位負載，以便支撐整個系統。我們必須了解，僅僅是一個接點的鬆脫，都會造成部分甚至全部的箝位負載喪失，進而導致鎖固失效。也就是說，當我們在探討扣件鬆脫時，鎖固失效早在螺絲或螺絲脫落甚至遺失之前就已發生。

因此，防止鬆脫的第一道防線，就是正確地設計與處理接點，並根據此標準妥善地安裝扣件。不幸的是，通常在最初的安裝過程或是稍後的運作中，接點都沒有符合這類標準，因而造成了箝位負載喪失、進而導致系統失效的後果。

在大部分的案例中，失效很容易察覺。例如汽車內部的接點如果鬆脫，操作者將會聽到惱人的嘎吱聲或咯咯聲。事實上，在幾年前，某個大型的汽車代工廠商便曾表示，他們最常遇到的保固問題便是和螺絲接點鬆脫相關的部分。他們每年花費數百萬美元處理鬆脫的螺絲接點。其他例子中，依靠扣件支撐密封接點的產品，若是接點鬆脫，液體及潤滑液就會在不該出現的地方滲出；而在機器操作時鬆脫的扣件，則會產生操作者可以察覺的震動。

因此，我們必須了解，接點失效與扣件鬆脫兩者是不同的。如果螺絲開始鬆動或徹底鬆脫，要不是因為扣件先失去足夠的負載，便是因為接點先失去足夠的箝位負載，因而無法在產品運作時順利受力。失效便在接點產生這種情況時發生，扣件的鬆脫則是之後的事件。即便技術上來說，失去負載後便會產生失效，但在許多案例中，重要的是不要讓情況繼續惡化，不要讓扣件鬆動甚至鬆脫。只要扣件完好無缺，許多系統都能繼續運作。然而，若是扣件鬆動或是鬆脫，就會造成嚴重的失效。

為此，許多設計者會進行特別設計，以便讓扣件待在原位。即便這些設備幾乎無法避免失去負載，卻能有效避免扣件從接點鬆脫。

這些設計主要運用兩種不同策略，一種是將該部位以某種機制（例如銷、線材或黏著劑等）固定，另一種則是在對應的螺紋間，創造某種「干擾」，產生「預置扭矩」（或說是螺紋間的扭矩），以抵抗鬆脫。

無論這種「固定」機制是運用在螺帽、螺絲／螺絲或是兩者的結合體上，一定會運用到其中一種策略。這篇文章下面的部分，將會探討這三種案例中，對抗鬆脫的普遍方法。

## 螺帽

### 側面偏轉預置扭矩式螺帽

這是一種在螺帽上創造預置扭矩的機制。在螺帽成形後，會經過一偏轉程序，將銷推入螺帽的側面。這會造成小範圍的偏轉，並使螺帽中央「撞出」或橢圓化（見圖一）。



在所有的預置扭矩式螺帽中，這樣的設計通常產生最不一致的結果。且會受不同因素影響，最終是偏轉程度的微小差異，使得預置扭矩的功能產生程度不等的差異。

### 頂部偏轉預置扭矩式螺帽

這是另一種在螺帽上創造預置扭矩的機制。與側面偏轉不同，在頂部偏轉中，螺帽頂部被偏轉出二到三個區域，使得頂部出現一橢圓形螺紋。只要外部扣件對應的螺紋接觸到這個區域，就會遭遇干擾，並產生預置扭矩。即便頂部偏轉所提供的一致性較側面偏轉來得好，仍會受不同因素影響，因此較其他種類的預置扭矩式螺帽來說，仍不算非常一致。

### 塑膠環嵌入預置扭矩式螺帽

這類螺帽含有一插入其溝槽中之塑膠環（見圖二）。而為了將塑膠環固定於螺帽上，溝槽的頂部將會呈捲曲狀。由於能準確掌控塑膠環的屬性與尺寸，這樣的設計提供了最佳的一致度。



圖二

### 預先黏著式螺帽

即便不常於內部螺紋中使用，預先黏著劑仍是選項之一。在這樣的案例中，厭氧的黏濁物質會附著在螺紋間。這類黏著劑中其實包含兩種不同的黏著劑，依靠濃縮成分的混合發揮其效果。當接點密合時，外部扣件對應螺紋間的接觸，將會壓破這些微型顆粒，並促使化學反應開始運作，使黏著劑附著於螺帽或螺絲間的螺紋之上。

## 螺絲與螺絲

### 偏轉機制

除了螺帽之外，固定設計也能於製程中應用在外部螺紋扣件上，使其具有特殊的固定機制。這類設計通常包括外部螺紋上的「斜度」（見圖三）。因為在小範圍的螺紋區域中，公母螺紋間存在著斜度錯置，也就產生了某種程度的干擾以及預置扭矩。



圖三

通常這類干擾存在於外部螺紋間的小範圍區域。這表示牙板被控制在一微小區域中，藉由在牙板上嵌入某個細小零件，便會產生一或兩個螺紋槽，並使螺紋產生偏轉。然而，即便在概念相當簡單，這類偏轉機制的實際效果通常不太一致，因為外部固定零件會受不同因素影響，使得這類設計成為機械防鬆機制中最不一致的部分。

## 補丁

圖四

另一種固定機制是塑膠補丁，含有粉末狀熱塑性塑膠的補丁被噴灑至滾燙的緊固件上。碰觸到緊固件滾燙的表面時，熱塑性塑膠粉末將會融化，使小範圍的螺紋覆蓋上一層塑膠（見圖四）。這種「補丁」有兩種不同的功能。首先，螺紋間覆蓋的塑膠所造成的干擾，會產生預置扭矩。最重要的是，螺紋間覆蓋的塑膠填補了內外螺紋間自然產生的空隙。因為補丁只附著於其中一邊，使得螺紋產生「偏斜」，進而在相反方向出現類似楔形的箝位。這增加了螺紋的摩擦力，同時因為其持續作用，也產生了預置扭矩。



## 預先黏著劑

螺紋黏著劑外表雖然與塑膠補丁相似，但仍有些微不同。相較於塑膠補丁只附著於螺紋的某一邊，便能產生固定機制，黏著劑必須附著在整個螺紋周圍，才能產生化學固定機制（見圖五）。然而，如同塑膠補丁，黏著劑只能延展至一定的範圍與斜度。因為使用化學連結進行固定，使得黏著劑和塑膠補丁非常不同。重要的是，這類的固定機制都依靠大自然中的厭氧性，這表示它們不需要氧氣催化便能行化學反應。



圖五

這類固定機制背後的原理其實相當簡單，如同環氧化物，通常有兩個不同的系統在其中運作。主要運作的成分便是我們看見的有色黏著劑，其中充滿第二種成分的微小球體分子。當外部扣件被旋進內部扣件時，螺紋間的作用力造成許多球體分子破裂，球體中壓縮的成分釋放，進而與黏著劑產生作用。化學反應作用一段時間後，接點便能與外部的螺紋結合，進而達到固定效果。

黏著劑產生的「連結」視其不同成分而定，也就是說，有些黏著劑只能產生相當微弱的連結，相當輕易就能拆除；也有些黏著劑能產生強大的連結，只能透過對接點加熱來拆除。

對想選用這種方法的使用者來說，只要透過觀察黏著劑的不同顏色，便可得知它們能產生何種程度的連結。同時，這類黏著劑在裝配過程中便能透過瓶子或管子使用。預先使其附著在扣件上，可以節省許多作業時間、減少其他因素影響、也能避免造成一團混亂。因此，預先使用黏著劑在裝配過程中可說是有許多好處。

## 塑膠嵌入

塑膠嵌入在固定外部螺紋上，是個相當有效卻十分罕見的固定機制。塑膠嵌入物可能是個細小的圓形物體，能夠

嵌入扣件的鑽孔中，或是個長方形物體，能夠嵌入螺紋槽（見圖六）。概念上，塑膠嵌入物和防鬆螺帽的嵌入物類似。它們通常都不會出太大的問題，而且可依據不同的使用者需求修改。然而，相較於塑膠補丁和黏著劑，塑膠嵌入物較少使用，因為其在製程中的安裝成本較為高昂。

圖六



## 其他固定機制與複合式機制

### 開口銷

在複合式機制中將會使用割溝螺帽、螺紋部有鑽孔的螺絲及開口銷。在這個方法中，首先要將螺帽旋緊，並讓螺絲中的螺紋部鑽孔與割溝螺帽的開口接觸，之後將開口銷嵌入割溝螺帽的開口，同時將其彎折，以防止鬆脫。

### 防鬆鎖線

有許多方法可以使用防鬆鎖線，像是類似上述開口銷的方法，然而，鎖線更普遍的使用方法是將其嵌入外部扣件頂部的開口中，並將其扭緊。使開口銷免於鬆脫的原理，在此處也會奏效。

### 鋸齒與反方向楔形設計

鋸齒位於螺絲與螺帽軸承處的上端，其用途是防止扣件反向旋轉（見圖七）。然而這個方法會逐漸破壞軸承的表面，對於有塗層或是具美觀作用的表面來說，相當麻煩。鋸齒呈楔形，只要將其嵌入材料中，便能防止扣件反向旋轉。這類原理更複雜的運用，便是擁有兩個相反楔形裝置的扣件系統，這會產生類似棘輪的機制，能夠防止反方向旋轉。這類系統可說是相當有效，在某些案例中，甚至可以維持箝位負載。

圖七



### 防鬆墊片

使用分離防鬆墊片與外齒防鬆墊片來防止鬆脫已經行之有年。外齒防鬆墊片的原理與上端鋸齒相似，都是藉由嵌入材料來防止反向旋轉（見圖八）。分離防鬆墊片是否是個有效防止鬆脫的方法，長期以來招致許多不同意見。有些專家主張防鬆墊片確實能提供固定功能，其他專家則認為這完全是無稽之談。然而無論你認同哪邊意見，還有其他不少方法可以更有效地防止鬆脫。



圖八

## 結論

如同前文所述，要固定扣件，有許多不同的方法，設計者必須清楚理解他們的需求，以便在其中選擇最適合其需求的方法。然而，要注意的是，即便使用固定機制可以確保扣件完好無缺，但在大部分的案例中，卻無法確保接點維持其箝位負載。因此，聰明的扣件工程師應該致力於了解所有接點的標準，並設計出正確的安裝標準參數，以及除了固定機制外的額外預防措施。 ■