

了解 墊片運作與 失效原理



圖 1. 墊片斷裂

螺旋彈簧鎖固式墊片

每年，或者應該說每個月，售出的鎖固式墊片會有數百萬個。為什麼要賣出這麼多？是因為使用者之前曾使用過而有所需求，另一個原因是鎖固式墊片會自動被包含在套裝的工具產品中。

多年來，該產品在當今環境中的實用性引起了許多爭論，而在這方面無疑會引發更多爭議。也就是說，市場上還有很多其他產品的性能和可靠性遠優於歷史悠久的鎖固式墊片。

但首先，我們要先在適當的背景脈絡下討論它：在許多用途中，常見的鎖固式墊片都可以透過它最初的設計目的來運作，但也有其他用途是不適合它運作的。事實上，它的使用可能是危險的。

常見的鎖固式墊片是一種螺旋彈簧。由於有兩個端部，它一度也被稱為「開口墊片」，一端稍微向上彎曲，另一端向下彎曲。這兩個「端部」可能在成型作業中形成尖角，這可以透過鑽入較軟的接合材料表面來提高其有效性。

鎖固式墊片由中碳鋼 (1055-1065) 製成，經過熱處理，洛氏硬度達到 C45。它們曾經高達 51 Rc，但在 20 世紀 90 年代中期有所降低。最初，它們是經過電鍍的，但它們的高硬度使它們非常容易受到氫脆的影響。所謂的氫脆，是在電鍍和 / 或化學清洗過程中原子氫被吸收到鋼材中而引起延遲脆性破壞。目前的趨勢是對鎖固式墊片進行鍍鋅，以盡量減少氫脆的可能性。

鎖固式墊片的工作原理

當螺帽或螺絲頭靠著鎖固式墊片擰緊時，開口端被壓靠在接合件表面上，從而使墊片變平。這個概念是，如果夾緊荷載遺失，鎖固式墊片的鋒利端會透過對螺帽或螺絲頭，與接合面產生反作用力而彈起，以防止進一步鬆動。

事實上，扣件或接合件必須先失去夾緊荷載或充分移動以使鎖固式墊片彈開，並足以產生抵抗螺帽和接合件表面的反作用力。

接合件的輕微移動就會損失相對量的夾緊荷載。回到虎克定律，接合件損失每英吋 0.001” 厚度，將產生每平方英吋 30,000 磅的夾緊荷載損失。這足以導致鎖固式墊片進一步鬆動或開始出現金屬疲勞。

基本上問題在於使用者認為鎖固式墊片可以做什麼、想要用來做什麼。鎖固式墊片不會改善或增加扣件維持預加荷載的能力，也不會防止預加荷載流失。

鎖固式墊片是如何運作的

前述的最後一句話非常有力，您應該要記住：鎖固式墊片不會防止預加荷載流失。

彈簧是會彎曲的，如果受到壓縮，則會產生相反方向的力，這是螺旋彈簧的反作用力。螺旋彈簧僅旋轉一圈，其作用就會略有不同。如果將墊片壓縮量繪製在載重感測器上，則彈簧係數看起來像「S」曲線。

這意味著當它完全被壓縮時，幾乎沒有向後的作用力，因為施加到扣件的預加荷載會優先。隨著預加荷載減小，鎖固式墊片的分叉端打開，向後力開始增加，這就是「鎖固效應」發生的時機點。繼續沿著 S 曲線走，還有一個時機點，預加荷載會再次減小，就像在拉弓一樣，然後再次增加。

從本質上講，要使鎖固式墊片發揮作用，一定要有某個地方出問題，就是接合件的鬆動。扣件在初始安裝過程中沒有正確擰緊，導致預加荷載丟失，或者預加荷載在使用過程中因荷載過大而丟失，或者由於接合件材料的壓縮而丟失。



假設鎖固式墊片正在發揮其作用，兩端只打開千分之幾吋。從視覺上看，由於污垢或定位，任何執行預防性維護的人都無法透過肉眼檢測到兩端打開。接合件會保持鬆動一段時間，吸收使用過程中荷載對接合部位造成的日常循環衝擊。

當接合件和鎖固式墊片開始吸收這些正常使用中的荷載時，接合件和鎖固墊片會壓縮。一旦解除或移除荷載，或一旦產生荷載循環，接合件和鎖固墊片端部就會再次彈回打開。這種循環壓縮和鬆弛會促使硬化鋼的金屬疲勞。鎖固式墊片很快就會因為斷裂而脫離(圖 1)。

這裡的危險情況是，沒有任何即將發生故障的警告。鎖固墊片消失之後，螺帽可以自由振動和解開，因為我們使用的是標準的自由旋轉螺帽。

早在 1969 年，SAE (汽車工程師學會) 就建議不要在任何關鍵用途中將螺旋彈簧鎖固墊片與任何 8 級 (10.9) 扣件一起使用。80 年代初，鎖固式墊片的規範從 SAE 手冊中被刪除。不過，尺寸、規格和測試方法仍然可以在引用 ANSI/ASME B18.21.1 標準的 IFI (工業扣件協會) 手冊中找到。

在某些情況下，較便宜的鎖固式墊片由於硬化或厚度不足，實際上會在擰緊過程中張開。(圖 2)

平墊片

我們都能選用常見平墊片的款式。但是，選用不適合某些用途的墊片類型可能會導致失效。

許多年前，USS 代表美國標準。要指名螺紋種類時，目前用的術語是“[Unified] 統一”。因此指名 UNC 螺紋時，所指的是 Unified Coarse (統一標準粗牙螺紋)。UNF 是指統一標準細牙螺紋。

然而大直徑系列的平墊片仍被命名為 USS，這並不會顯示出其搭配的扣件類型，例如 USS 墊片和 UNC (USS) 螺栓就是如此。SAE (窄) 平墊片就是可以提供給客戶的較好選擇，可以與所有 SAE 5 級和 8 級英吋扣件和 / 或 8.8 和 10.9 性能等級公制扣件一起使用，因為 SAE 墊片的內徑小於 USS 墊片，將支撐扣件頭部下方的全部荷載，反之，USS 內徑對於大多數用途而言太大。

圖 3 顯示較大的 USS 平墊片位於左側，SAE 平墊片位於右側。

在螺栓頭下方使用退火鋼製成的軟墊片時，螺栓頭可能會導致墊片嚴重變形，並且不能在螺栓頭下方完全提供支撐，如圖 4 所示。

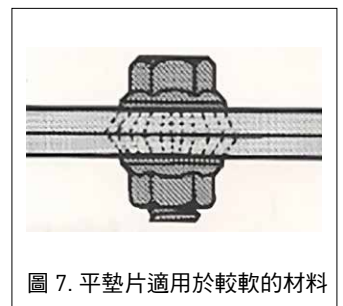
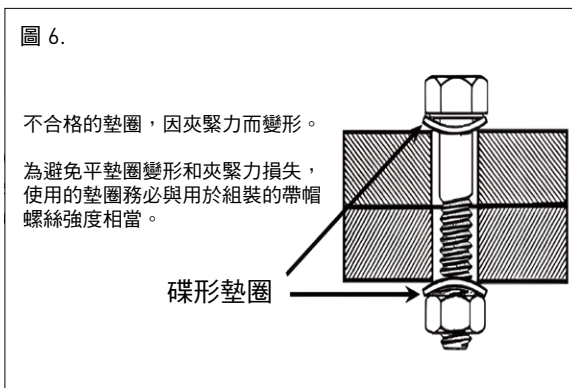
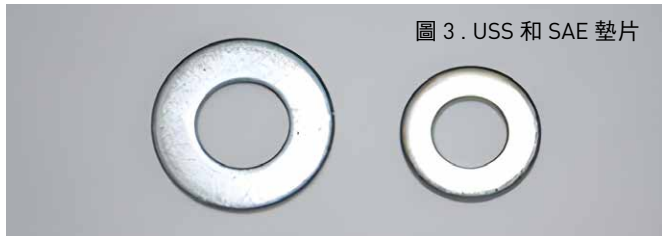
當在螺帽下方擰緊墊片時，會發生相同類型的變形和夾緊荷載損失，如圖 5。

圖 6 是另一個例子，顯示使用不適當的墊片和 / 或接合件中的孔洞過大。

同樣重要的是要認識到大墊片不會增加硬質材料的承載抗力。平墊片適用於較軟的材料，例如：玻璃纖維、塑膠、保險桿 ... 等。(圖 7)

結論：

- 如果零件出廠時未帶有鎖固墊片，請勿使用鎖固墊片來修理零件。
- 如果平墊片看起來類似圖 4 或 5，請使用硬化平墊片。
- 最好對硬化鋼使用 SAE 型平墊片。
- 法蘭螺帽和螺栓 (圖 7) 將增加承載表面積。■



著作權所有：惠達雜誌
撰文：Guy Avellon

