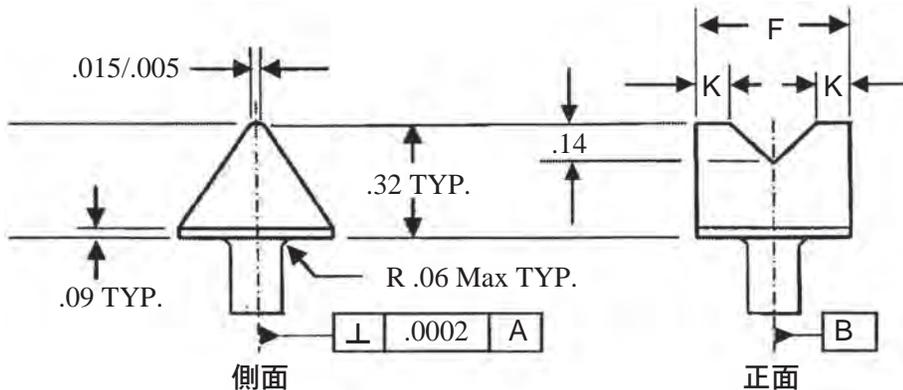


ASME形式量測



所有的軍用平頭扣件是用圓柱量測直徑進行量測。稍微不同的是指示器的底部呈現不同的形狀，包括叉子狀的設計來叉開凹槽，跟直接停在整個螺絲頭部之上的平底商業用法不同。軍用標準將這種頭部特色稱為「新芽部」，而非「突出部」。

平頭正確的量測是至今仍讓供應商和末端用戶感到困惑的領域。解決這樣的困惑很簡單。供應商和使用者只需要閱讀適用的規格和針對他們將要製造或使用的螺絲樣式使用合適量具。平頭突出部是關鍵的扣件特徵，若扣件要妥適地發揮既定功能和性能，就必須符合所載明要求。

為何使用鎖固式螺帽？

文 / Thomas Doppke

在附屬物件上的預置應力就是將一個接合件緊固住的動力。只要預置應力大於作用在接合件上的動力(操作荷載)，接合件就會緊密貼合不鬆動。若此預置應力不足且/或作用在接合件上的動力變成以週期迴圈的方式作動且/或大於預置應力(即使這只是暫時的)，震動就會導致接合件鬆脫，使零件解體。這原理聽起來很簡單，但背後隱藏的事實會改變這個原理。雖然以正確的方式緊固標準螺帽時會有作用，但有關實際衝擊到接合件的動力，這方面的認識還不夠完全與精確。此外，影響到接合件的外在因素(例如以時速100公里撞到路邊的坑洞)可能無法預見。

在接合件上使用鎖固式螺帽，這種做法一直以來都是一種萬無一失的雙重保障，它是一套新增的安全措施，無論你是否需要它，都有點做過頭的方式。但在某些案例中，鎖固式螺帽是真正有好處的。接合件藉由壓縮力把零件往內拉並抵抗任何試圖拆散零件的力量，而得以接合在一起。但有些配件擁有可壓縮的部分(瑪蒂脂、木

頭、塑膠、衣料等等)，或者這個組裝件有一個零件必須要轉動。這些接合件無法透過緊固的動作來產生預置應力生成時所需的張力和拉伸力，但仍需保有附件的安全性。其中一例，就是接合件中有一個零件很易脆(例如易碎的塑膠或玻璃等等)。另一個例子是，玩具和小型電器等擁有較軟螺栓的低荷載接合件(用來節省成本，因為不需用到較硬的接合件)會要求其安全性，以確保將零件接合在一起，但接合力道又不能超過扣件的低拉伸力/張力。這兩個例子都是鎖固式元件可以發揮作用之處。



雖然鎖固式元件可以用在外螺紋扣件上，但這僅限於特定用途，例如當內部元件(鍛造螺帽或內攻的孔洞等等)不能轉動時，或者當螺栓(止動螺栓或是作為一個設限的裝置來使用)處於固定位置時的狀況。汽車的安全帶螺栓就是一個例子。

為了在螺紋零件上獲得一些抗力和鎖固力，常見的做法是使用塑膠元件或應用化學物質(黏著劑)。我們可以取得某些變異的螺紋(例如三角牙螺紋)以增加預置扭矩，但這除了很花錢之外，會產生安裝上的問題且也不是隨處可得。工廠的損失和誤用也是螺栓緊固式元件不那麼令人偏好的原因。此外，因為直接暴露在外(零件未受保護)對鎖固式組件的損傷會降低應用時的效度。這些解答都有各自的問題和顧慮，就如同以下提到的螺帽的問題。

首先，先談談定義。「鎖固式元件」這個詞常和「預置扭力」搞混。鎖固式組件是被設計來在安裝的位置上抵抗螺帽的空轉。預置扭力則是在未安裝的位置，同樣防止空轉。許多採用預置應力的「鎖固式螺帽」是屬於鎖固式組件，但並非所有的鎖固式螺帽都可以抗預置扭力。

我們來看看市面上有哪些類型，以及它們的運作方式。很久以前，接合件是使用槽形螺帽以及鎖線來緊固的，將鎖線穿過孔洞和槽形的溝槽。有時開口銷仍會像這樣使用。但缺點就是，不管緊固的程度高或低都很難控制扭力，因為溝槽必須對齊。將接合件鎖緊，使洞口對齊後，錯位的程度可能高達六分之一轉(也就是一個螺帽面)。此外，也常常可能少裝了線材或插銷，或者它們可能會掉出來。鎖線有時仍會出現在飛機的接合件中，但我認為，這大都是為了確保有人已經檢查過了接合件。

其他還包括非對稱的螺帽，它仍可以在市面上取得，但如今已很少使用。這種螺帽可能會擁有偏心孔或重心偏向某側的本體。此螺帽本體的材料被挖空，在緊固作業中，螺帽就會以偏心的方式旋轉鎖緊。在安裝時，這種偏心的動作會使螺帽試圖傾斜並緊緊頂住耦合物件的表面以及螺帽面。這支螺帽會往「鎖緊」的方向持續空轉，直到達到緊固的位置點為止。此外，一旦

在鋸齒咬入耦合的表面時鎖固住。這種表面的材質必須比螺帽還要軟，才能讓鋸齒咬住。用戶要把鋸齒放到耦合面上時，必須讓鋸齒在鎖緊的方向上能輕易地滑過耦合的表面，且讓鋸齒在鬆開的方向上擁有抗力以防止被移除掉。在此種方式下，零件會毀損工件的表面，造成部分區域出現腐蝕或不美觀的問題。這種螺帽同樣也是比較弱的方案且優點很少。

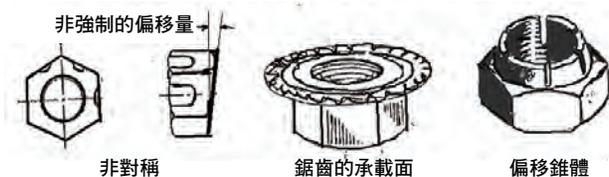
業界一直有意針對60度標準螺紋的樣式進行改良，它其中一個側面的螺紋角度不同於另一面(或者螺紋的頂部呈現突起狀，或頂部有斜坡狀的突起)。這讓零件可以鎖緊，但不會在緊固作業的時候卡住螺紋。另一種螺紋的改造靈感是在螺帽的母胚上生成一個三角孔，然後用一般的攻具攻入三角孔。安裝到螺栓上時，它們就會沿著螺栓的長度形成預置扭力。它們作用在螺栓整個長度上的任何一處。這個概念就像三角螺紋的螺帽，但與其他方案相較之下，會受限於成本、混料(摻雜到標準件)、以及可取得性。多數可取得且經過螺紋改造的螺帽都有專利權，且需要獲取證照才能製造。

最後一種就是全金屬的鎖固式螺帽，它是一種偏移式或膨脹式螺帽。這種螺帽也可以空轉鬆開，看起來就像一個頂部呈現錐形的標準螺帽。它的錐體會有許多裂口，裂口會在緊固作業中鎖入螺紋中。螺帽底部的膨脹會使較細的頂部向內往螺紋的方向彎折，然後緊緊地卡住螺紋。這種螺帽有不規則的扭力特性，且因為溝槽緣故原料使用減少，產品的強度就已經減弱。在手難以觸及的狹窄環境中，高度也是一個考慮的因素。

以上這些鎖固式零件全都有相同的基本性質，包括好的與壞的。在冗長的工序中，摩擦力和零件上的塵土會干擾安裝作業，但可以空轉的鎖固式零件就可以輕鬆地鎖緊且遇到長工序也不會發生問題。但只要出現任何會降低預置荷載的動作，這種鎖固式零件就可能鬆脫。一個力量大的衝程就會降低預置荷載，然後螺帽就會開始後退。這種螺帽是「單一面的」，也就是說，鎖固的特性是發生在單一面，所以螺帽必須以正確的方向(上下)來安裝。由於是全金屬材質，所以它適用於高溫。最後一點，當今各種處理腐蝕和外觀美感的表面處理作業所伴隨的問題(包括成本、庫存、混料、可取得性)會促成此種螺帽的各種用途(但不包括特殊的案例)。

現今最常見的鎖固式螺帽是全金屬預置扭力式螺帽。它的外型就是基本標準的螺帽，它的元件上方表面會經過壓接(crimped)以產生阻力，在螺帽頂部的螺紋接觸到耦合的外螺紋時發生作用。未變形的前導螺紋會輔助安裝作業。壓接的方式、壓接的次數和確切的位置都是屬於專利。雖然作用的方式都雷同(而且都符合同一產業的規格)，但主要的不同之處似乎是廣告宣傳的方式。目前市面上有的包括側面壓接式的零件(常見到上方的表面距離間隔180度遠)、頂部錐面壓接式的零件(其兩三處有不同次數的壓接)、上半部經過壓接變形的錐體壓接式零件。有鑒於這些款式會受到擺放方向的影響，中心沖接式零件就被發明出來了。這讓任一個單一面的安裝化為可能，也成為自動化緊固作業中很受用的組件。這些預置扭力式螺帽通常都可重複使用。雖然它們常被重複安裝且可發揮作用到某種程度，但多數較關鍵的用途會要求汰換使用新的螺帽。從第一次使用開始，後續每一次重複使用，扭力就會降低。除了低成本的好處之外，它主要的優點是能在高溫環境中維持有效的鎖固效果。由於它擁有的預置扭力特性，會因為重複的使用和冗長工序而遺失預置的保持力，所以通則就是不要把它用在直徑比螺帽大2倍半以上的螺栓上。使用全金屬預置扭力式鎖固螺帽的好處，就是即使螺帽有稍微鬆脫，但預置扭力的特性會防止螺帽被完全取下，避免接合失效，這個的前提是操作者有注意到震動、鬆脫程度且/或噪音的增加，或注意到鬆脫接合件的狀態。

無預置扭力的空轉鎖固式螺帽



去除了起初的預置荷載，它就會往「鬆開」的方向持續空轉。據我所知，它唯一較有可能的優點就是可重複使用。有些添加的材料會被去除掉(例如裁切掉側面等等作法)，以增加緊固作業中螺帽擺蕩的程度。另一個業界試過的不同作法是不要讓螺帽的底部垂直於螺紋軸心。螺帽會不規則地緊緊頂住耦合的表面，產生一種摩擦的鎖固力。不規則的扭力和零件的處理，有關這兩個面向的疑惑是很常見的。

另一種鎖固式螺帽，它的承載面會出現鋸齒(或皺褶、溝槽、成型的邊緣)。這種鋸齒的螺帽也會空轉，然後

預置扭力式鎖固螺帽



最早受歡迎的其中一個設計款式就是尼龍嵌入式鎖固螺帽，塑膠環(通常是尼龍環)會固定在螺帽頂部。安裝到螺栓上時，螺紋會在塑膠中生成，產生預置扭力。此螺帽可重複使用，不會對螺栓的螺紋產生負面影響(造成卡住、嵌傷、刮傷)，且會在重複的使用中，產生相當一致但是會些微降低的扭力。由於加裝的扣環和保持力的特性，此螺帽的高度會高於標準件，且是一種單向施作的部件。這種款式擁有絕佳的抗震力，但它的缺點，在於它是塑膠材質。目前熔點400度(華氏)的複合物會用於某些用途，但尼龍會在華氏250度左右就軟掉並熔化。不像預置扭力式螺帽會透過摩擦力抓住耦合的零件，嵌入式尼龍的螺紋是在安裝作業中生成，可有效減輕震動並與螺栓的螺紋完全咬合(不會出現側向的震動擺蕩)。

如許多文章中多次敘述過的，接合件緊固程度的敵人就是震動。與多數人觀念相反的是，螺紋不會表面對表面貼合。為了促成耦合，會有一個介質，也就是內外螺紋之間些微的空隙。被安裝的螺紋會被卡到耦和接合件的其中一面上，且要卡的夠緊才能避免鬆脫位移。震動會導致往鬆脫的方向位移，這種位移會降低卡住的力道(預加荷載)且又會加邊鬆脫。鎖固式組件的設計是要透過耦合螺紋或其他接觸面的摩擦力增加抗鬆脫的力道，以避免鬆脫的發生。前述的尼龍制嵌入式零件的做法就是透過尼龍的完全貼合來補滿介質(空隙)的空間。

下表歸納並列出鎖固式螺帽的優缺點和用途：

	非對稱	鋸齒表面	改良的螺紋	偏轉	頂部壓接式	側邊壓接式	頂部錐面壓接式	撞擊	尼龍制嵌入式	尼龍制修補式	膠水修補式
重複使用	G	G	G-F	G-F	F	P	F	N/A	G	G	N/R
加熱區域	G	G	G	G	G	G	G	G	N/R	N/R	N/R
空轉	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N	N	Y
離脫	F	G	F	F	F	F	F	G	G-F	F	G
高度*	NC	NC	NC	H	F	F	H	NC	H	NC	NC
需要受限的空間	P	F	NC	P	F	F	F	P	P	G	G
由上至下組裝	Y	Y	N/A	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	N
總成本	5	2	3	H+	1.3	1.3	1.5	4	3	2	2

G = 好 F = 普通 P = 不好 N/A = 無法套用 N/R = 不推薦

Y = 是 N = 否 H = 高 L = 低 F = 普通 NC = 無改變

* = 相較於標準螺帽

還有沒有其他方式可以製造鎖固式螺帽？我們何不來處理螺紋介質震動鬆脫的現象？非金屬鎖固式螺帽是特定問題的解決方案。市面上有兩種類型，一種是塑膠制嵌入式修補式零件，另一種是黏著劑。早期的螺栓是用尼龍顆粒製造出來的，晚期是使用尼龍條，把尼龍條押入一個成型的孔洞或溝槽中(可以聯想到早期的汽車安全帶螺栓)。但問題是這些螺栓常常以各種形式掉落或受損。顯而易見的解決方式就是把尼龍的特性加進螺帽。尼龍制的環狀嵌入式螺帽非常昂貴，它的高度會需要螺絲增加長度以及接合件後側增加空隙。顆粒/條狀的款式是從標準零件當中製造出來的。它們可重複使用，在應用中對許多合成物會產生化學惰性，且在安裝時不需要講究安裝方向。這些零件的作法，是透過尼龍的特性去推擠螺帽的螺紋，使螺紋卡住對面的耦合螺紋，伴隨尼龍材質產生的強壓力，以類似迷你減震器的方式作動。

在後期降低成本的設計中，顆粒/條狀的款式被噴灑在螺紋上的塑膠材料取代了。局部噴灑式以及360度噴灑式的修補劑讓各種

大小的扭力得以產生。尼龍制修補式鎖固螺帽在起初鎖入時就有相對較高的扭力，並且有較低的離脫扭力和預置扭力。此扭力會在每次的重複使用中降低。這種螺帽也對熱較敏感，但較新的款式已在使用高於尼龍熔點250度的塑膠材料。

尼龍制修補式鎖固螺帽的缺點就在於它擁有高扭力，尤其它的離脫扭力對許多設計來講太低了。許多接合件會要求附屬零件必須非常穩固且不可和全金屬螺帽過度扭在一起。小型且質地軟的螺栓、珠寶、不可用且無需調整和替換的零件等等的小物件，只需要一次的安裝緊固作業。黏著劑的做法，是在螺紋介質上，填補會硬化的複合物，避免此空間因震動而位移。

黏著劑最好是被當作預添加的材質來使用。雖然它可在產線上即時使用，但對操作者以及周邊的接觸面來說，過程會很髒亂。今日的複合物可以調配成符合應用用途在離脫扭力、固定力、癒合時間等等方面的條件。許多複合物會在幾分鐘內癒合，有些長達24小時都不會硬化(這種情況的話就無法用在快速的裝線上)，它的扭力低，但在完全癒合後的離脫扭力非常高。但一旦離脫之後，擁有的預置扭力就會很小。工廠的一個大問題，就是黏著劑無法透過品管檢查其扭力是否恰當，因為它硬化速度慢，而且若是晚一點才檢查的話也會破壞接合件和黏著劑的接合狀態。下表總結這些鎖固式組件的優缺點：

	塑膠制修補式	黏著劑修補式
安裝扭力	無	低
脫離扭力	低	高
抗震力	佳	不佳
可重複使用性	是	否
可檢測性	是	否
可使用的加熱區域(華氏250度以上)	否	是(部分)
部分癒合需時	無法得知	1-4 分
完全癒合需時		24-72 小時

為何要用鎖固式螺帽呢？答案可能是為了讓安全措施多一點，多花點成本也值得。即使是盡力去猜或採用最佳的工程測試，產品在作動時的力道無法得知也無法預測。修繕、汰換和法律因素的成本是高過眼前的金錢優勢的。透過選對款式來適配某個用途，就能將添加鎖固特性後產生的整體衝擊降低。