



扭力與張力變數的成因

在過去幾篇文章中，我們討論了扭矩的理論以及在不同行業中的應用，以在接合部位中實現適當的預緊力和螺栓張力。然而，我們都知道，結果並不總是一致的，因為其中涉及的變數會導致組裝誤差；有些是人為的，有些則不是。

影響接頭預緊力和張力的主要因素有兩個：

扭矩是摩擦力的函數，因為在組裝過程中，只要接合部位內的旋轉摩擦力在組裝過程中發生變化，預緊力和張力就會遺失或發生巨大變化。

嵌入作業會導致夾緊載荷在一開始下降，然後隨著時間的推移緩慢下降。它還會導致旋轉摩擦力在組裝過程中增加。

其他接合部位的因素包括：

材料 / 等級

包括組裝件的所有零件：螺帽、螺栓、墊片和連接材料。所有零件是否相容？螺栓等級是否與連接材料的強度相匹配？是否與連接部位中的其他螺栓相匹配？

如果接合部位材料不正確，則意味著栓合零件會自行嵌入材料中，在安裝過程中失去夾緊載荷，並在連接部位持續承受重複的使用載荷。

螺帽的強度必須能夠承受螺栓的負載。螺帽有許多不同的等級和尺寸，可為螺栓提供支撐。如果螺帽不能承受螺栓的負載，螺帽的內螺紋就會發生偏移，螺帽就會向接合部位的表面擴張，導致螺紋摩擦力增加和螺紋強度減弱。

平墊圈在某些應用中可能會用到，也可能不會一直用到，但建議在擰緊螺帽或螺栓時至少使用一個平墊圈；一個墊圈放在螺帽下面，另一個放在螺栓頭下面。首先，墊圈為螺栓或螺帽在擰緊時的旋轉提供了一個光滑一致的表面。除非是專門設計的墊圈，否則不應將墊圈疊放在一起，否則會導致接合部位鬆弛。

墊圈有不同的等級和尺寸。如果使用的墊圈內徑小於螺栓直徑建議使用的內徑，則會因接觸螺栓頭的圓角半徑而對螺栓頭造成應力負荷，隨後可能導致螺栓頭分離。SAE 平墊圈具有適當的內徑，可完全支撐螺栓的墊片表面或支承面，而 USS 墊圈的內徑過寬，無法與墊片表面完全接觸。

結構墊圈 (F436) 根據其硬度，以及在不嵌入的狀態下能支撐高強度螺栓的能力，進行分級。大多數「標準的」商用墊圈由低碳鋼製成，在熱處理過的螺栓的負荷下會迅速壓縮。請檢查硬度，應該要熱處理到 38 - 45 HRC，並與 5 級 (8.8) 或更高強度的螺栓一起使用。

螺栓製造過程中的工序檢查、最終檢查和其他品質措施都能很好地防止誤差，以監控熱處理並檢查刨痕、爆裂、表面粗糙度和垂直度。因此，與接頭部位過盈適配的螺栓屬於人為失誤，沒有做出正確尺寸的孔。

螺紋總是有可能出現缺口。這是螺栓從一個區域轉移到另一個區域的結果。許多未處理的螺栓被倒入容器，然後裝入熱處理傳送帶的料斗。從那裡，它們繼續進入淬火工序，進入另一個容器中，再被送出進行表面處理。



電鍍與塗佈：

如果螺栓有電鍍，由於"聖誕樹"效應，螺紋頂端的沉積物會比螺栓的任何其他部位都多。螺帽也會受到這種現象的影響，因為第一個導螺紋會比其他螺紋獲得更多的電鍍沉積物。這就導致螺栓上的一個小螺紋缺口可能會妨礙螺帽與螺栓的螺紋連接。

考量一下各種塗層類型，使它們在所有零件上保持一致性。電附著塗層包括鋅、鋅合金、鎳和鎘。磷化鋅是透過浸泡或噴塗的方式進行的，具有一定的抗腐蝕能力。熱浸鍍鋅的方法是將零件浸入熔融的鋅槽中，當零件在鋅槽中被拖動時，鋅層會覆蓋在零件上。由於熔融鋅的溫度較高，產品在熔融鋅中的硬度受到限制，以防止任何硬化部件發生退火。厚重的熱浸鍍層可最大限度防止室外正常大氣腐蝕。機械鍍鋅是一種稍薄的塗層，其方法是將零件浸入金屬鋅片漿中，然後用玻璃珠或陶瓷珠將鋅片撞擊到零件上。

有機或富含鋅的浸旋塗層可根據所需的耐腐蝕類型提供各種厚度。許多塗層的耐鹽霧性超過 1000 小時。耐腐蝕性能的提高是由各種面塗層提供的。因此，一種產品可能有幾種塗層厚度，在與某些螺紋類型配合時需要加以考慮。有時，螺帽可能需要攻絲或在塗層後進行過度攻絲。

每種不同類型的表面處理都會提供一個獨特的"k"係數。這就是決定扭矩輸出中摩擦變數的因素。k係數從 0.05 到 30.0 不等，取決於所使用的油類、蠟塗層、面塗層、熱處理規模、厚度等。

高、低表面：

接合部位材料必須能夠承受所用扣件的類型和強度。當然，如果材料太軟或太薄，無法承受扣件的預緊力，就會出現嵌入現象，導致扣件疲勞失效。

對於新的接合部位零件，材料是否相容以避免電化反應？接合部位的設計是否允許完全排水以避免積水？材料是否平整？材料是否塗過漆或塗層，這可能會影響連接部位的滑動和剪切因素。

當需要更換螺栓或修復接合部位時，應檢查接合部位是否有腐蝕。接合部位之間是否有腐蝕或其他可壓縮材料，從而影響夾緊載荷？**要保持螺栓頭和螺帽下的區域清潔、無表面污染物。**

螺紋和孔間隙：

螺栓孔的入口是否乾淨，沒有毛刺、金屬屑和其他碎屑？是否存在可能影響扭矩的切削液或攻絲液？攻絲孔內殘留的切削液過多會導致蓋帽螺絲無法正確擰緊。蓋帽螺釘的末端應與油而不是與接合部位緊貼。

如果蓋帽螺絲在螺孔內斷裂，請檢查螺紋是否變形或斷裂造成其他損壞。最好重新攻絲。

潤滑劑：

這包括扣件上或周圍的任何粘黏性材料或化學鎖固式化合物。所有油類都是潤滑劑；它們的黏度將決定扭矩的"k"數值。所有鎖固式化學品都是潤滑劑。這包括購買時已在螺紋上塗抹乾燥化學物質的產品，以及使用者自行塗抹的液體化學品。液體鎖緊劑的黏度會因凝固速度的快慢而改變，從而影響擰緊時的扭矩輸出。

根據使用的扭矩和螺栓的尺寸，潤滑劑的用量會影響扭矩。潤滑劑只能塗抹在螺紋上。在螺栓頭下或螺帽和墊片上塗抹太多潤滑劑會影響扭矩。

溫度：

對於大多數潤滑劑來說，工作溫度升高會降低其功效。在這種情況下，金屬基潤滑劑最為有效，因為如果載體蒸發，剩下的金屬顆粒足以保持零件潤滑，便於拆卸，並防止零件在高腐蝕性環境中"凍結"。分子遇熱膨脹，遇冷收縮。如果從安裝到操作的溫度不同，應進行適當的調整。從螺栓到接合部位，每種材料都有自己的熱膨脹率係數。

汙染物：

腐蝕產品、過量的密封劑、鎖固式化合物、灰塵、碎屑和金屬屑（螺紋孔）都會增加或減少摩擦力。**請保持零件清潔、無汙染物。**

保持一致性：

與任何組裝作業一樣，所有因素的一致性將產生有利和可重複的結果。

還有更多與螺栓安裝方式有關的變數需要討論。這將在下一篇文章中討論。 ■

著作權所有：惠達雜誌 / 撰文：Guy Avellon

