

什麼是扭力?

到底什麼叫做扭力? 扭力常被認為是鎖固接合部位所產生的關鍵力道, 但當我們要以扭力來測量時, 有很多其他因素要考慮。

扭力是多種力道的組合。在物理學, 扭力是一種向量, 用來測量力道的傾向, 其導致某個物件圍繞著軸線轉動。以扣件來說, 則是沿著螺栓的軸線來轉動螺帽或螺栓的頭部。

扭力是把一種施加在槓桿(扳手)上的力道乘以槓桿的長度, 此槓桿是繞著一個支點垂直旋轉。支點指的是螺栓的軸線。扭力的測量單位是磅或牛頓, 槓桿的測量單位則是英吋、呎或公尺。因此量測的單位包括了磅/英吋(lb-in)、磅/呎(lb-ft)或牛頓/公尺(Nm)。

扭力的大約值是透過普遍採用的公式計算出來:

$$T = \frac{kDW}{12}$$

這些做法會針對該螺栓與螺帽的特定條件、電鍍種類、使用的油、蠟塗佈與防咬死潤滑液, 以及不同組合, 訂出 k 要素。訂出 k 要素後, 可以將它套用到相同表面條件的其他尺寸螺栓。

因為 k 的緣故, 扭力扳手的精確度可能是正負 150%。事實上, 扭力只有在某一條件下才會精確, 就是搭配使用潤滑液, 其使用機率只有低於 50%。

該扭力公式僅用來表示, 摩擦力的變量可能會對任何趨近一致與可預測夾持力的產生造成干擾。它顯示潤滑的扣件比起無潤滑的扣件需要較少的扭力。

若使用高速動力工具, 可能會使螺栓產生回彈的效果。接合部位在高速壓力下會比平常收縮更多, 這會使螺帽比平常前進更多。鎖固作業停止時, 接合部位會回彈至原位, 對螺帽施加更大力道, 在螺栓上產生高過預期的張力。在某些例子中, 這可能很接近降伏點。



圖 1. 橫梁式扭力扳手

扭轉力是在施加扭力時的扭轉量。當我們停止旋轉扳手或扭轉螺栓時, 扭轉力就會消退, 此時所有的力道都停息。但必須注意, 在許多情況下, 接合部位的鬆開現象會在螺栓中和扭轉力並回彈時發生。正常的螺栓回彈平均會導致損失 10% 的夾持力。

扭轉力是在螺栓鎖固過程中產生, 此時它對螺栓的本體施加扭轉力, 螺帽在螺旋狀螺紋上前進, 使螺栓被拉長 (也就是張力)。此扭轉力的成因是螺帽的螺紋、攻孔、或螺栓的螺紋之間產生的摩擦力, 螺紋牙側在壓力或張力下彼此咬合。

因此**扭力是摩擦力的一個作用**。基本上, 我們只是在量測摩擦力, 不是夾持荷載, 這使我們受到許多變量的影響。

摩擦力是我們在鎖固作業中轉動扳手時感受到的阻力, 不論是用扭力扳手或梅花扳手。每轉動一度角就會感覺到接合部位越鬆, 因為螺帽實際上是被壓碎在接合部位的表面。這就是螺帽和接合部位的接觸面相接產生的摩擦。

我們有兩個產生摩擦的源頭。當螺紋同時間相互咬合, 試著對螺栓施加足夠應變力, 以便將應變力傳遞到彈性區域, 且在接合部位產生夾持力的時候, 螺帽承壓面或螺栓頭部之墊片表面就會產生摩擦力。

賽車界常說所謂的馬力就好比你槌牆壁的力道, 扭力是你移動牆壁的距離。這就是將動力工具的高馬力施加在扣件組裝時會發生的事。用動力工具把螺帽鎖到螺栓的牙上以及鎖入接合部位, 可能導致損壞。

不論透過手動或動力工具, 速度並不那麼受到摩擦的影響, 因為有某個動能增加, 會克服任何毛邊和螺紋不一致的問題。但在某些案例中, 這會導致螺栓或螺帽滑牙。低扭力的扭矩工具是用來組裝螺栓多處接合部位, 但大多數的表面變量會與新零件一致。保修的組裝很不同而且有很多變量。

夾持區域若沒有足夠的牙, 扭轉力會毀損螺栓。換句話說, 若螺栓斷裂時, 若螺栓本體只剩一兩條牙, 或螺帽外僅存一條牙, 就沒有足夠的牙或基礎材料來吸收組裝件的扭轉力。一定要嘗試最大化增加夾持區域中的螺紋數量, 這也有助於減少金屬疲勞的機會。

由於扭轉力過多與速度過高, 小螺絲特別容易頭部失效。頭部與接合部位的表面相抵, 已沒有足夠的材料來吸收扭轉力。慢慢施加扭力可以幫助延緩螺絲壽命。

扭力值對衝擊式扳手和多數動力工具而言都不具任何意義。扭力值是用來當作一個指引, 然後再來考慮關聯變量 (s)。然而, 正是施加扭力的技術, 能夠長期造就安全螺紋接合。

避免任何螺栓接合部位失效的關鍵是要保持一致性。 ■

