

保修 相關鎖固作業

在前一篇文章，我提到扭力被應用在三個不同產業，包括生產裝配、建築結構和保修，其使用扭力的方式都不同。保修相關的鎖固必須面對許多挑戰。

部件生產出來都是新的且乾淨的。使用治具並單獨使用防錯的電子扳手，或與其他起子連同使用，統一整齊地或按順序擰緊接合部位。建築結構也是新的，但其鋼結構體和扣件通常位在室外，在組裝前會受到風化條件的影響。依據建築結構類型的不同，會用某些鎖固方式。維修人員會使用任何方便的東西，偶爾也會在重點設備上觀察良好的扭矩做法。

對於大多數製造商來說，保修的預算佔運營費用很大一部分，馬達和泵、軟管和配件需要偶爾更換。然而，扣件是消耗品，用於持續維修和補充，佔了持續運營費用的大部分。

在維修領域，扣件是一種商品。它們被塞進小盒裡，許多工人在任何時間點都能取來使用。一小部分扣件產品被拿來在工作現場使用，而一些多餘的產品可能被退回。有時，被退回的產品在同一個儲存盒中從未被替換。有時，產品可能會被混合在一起。

有時的確會發生產品混在一起的狀況，不僅是不同的尺寸，還有不同強度等級、螺紋間距和表面處理的產品混在一起。目前已知有在同一個儲存盒內發現幾種不同等級和螺紋間距的螺栓。同樣，三個相同尺寸與外觀、不同等級的螺帽，也在同一個儲存盒內被發現。

例如：銀色的金屬鎖緊螺帽可能與較舊的黃色金屬鎖緊螺帽混在一起。黃色透露了黃色彩虹色六價鉻是在事後浸漬在鍍鎳的鎖緊螺帽上。銀色的鎖緊螺帽則是指在鋅上進行透明的三價鉻後浸處理。

這有極為重要的意義，尤其是將兩者用於同一個接合作業的時候。黃色的六價鉻鎖緊螺帽的摩擦係數會比銀色的鍍鋅鎖緊螺帽低很多。這意味著，在相同的扭力下，鍍鎳鎖緊

螺帽將在扣件上產生更多拉伸載荷，有可能將黃色六價鉻鎖緊螺帽，而非鍍鋅鎖緊螺帽，拉伸到降伏。因此，接合部位就會受到影響。

在某些維修廠和現場維修工作中，許多人會使用有千分錶的可調扭力扳手，又稱為「點擊式扳手」，扭力值可在手柄上調整。當達到設定的扭力值時，扳手會發出可聽見、可察覺到的「喀噠」聲。此時，操作者停止轉動扳手。然而，卻沒有任何機制可以阻止操作者繼續轉動扳手對扣件施加更多扭力，這將增加扣件接合處的負荷。有一些特殊的可調式扭力扳手，其頭部有一個凸輪，可以防止過度鎖固。

實際上，扣件的維護作業大多沒有使用扭力扳手，而是使用「校準的彎頭」。而且，不管使用扭力扳手或彎頭，在鎖固程序上都是不正確的。

雖然扭力表格有以紙本形式印刷成指南手冊，教人對螺栓施加適當張力，但對於接合部位或整個接合件來說，這可能不是完美解方。我們可以在一支螺栓達到足夠張力，但若是一個接合件上有多支螺栓呢？環境條件是如何？它是剛性強還是可壓縮的接合件？

業界普遍想法是計算扭力，以產生低於驗證載荷 (proof load) 75% 的夾緊載荷。讓驗證載荷約比降伏值低 9% 會給予操作者良好的安全係數，以避免將扣件拉伸到降伏。然而，仍有許多變數需要考慮，這些變數可能會影響超過 $\pm 50\%$ 的夾緊載荷。





圖 1

帶帽螺絲的驗證載荷量與夾緊力

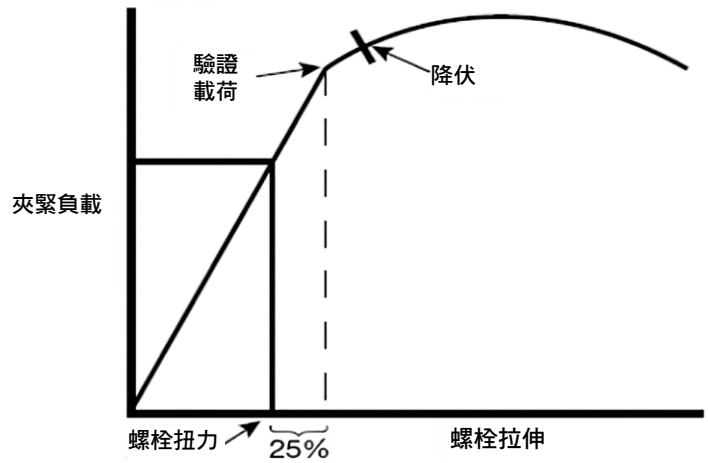


圖 1 顯示理想的夾緊載荷，其安全係數為 25%。

圖 2 的例子說明安裝時扭力的些微誤差會導致夾緊載荷的差異大。這麼大的差異對於以多支螺栓連接的接合件來說是不利的。

因此，拿扳手的人必須保持一致，但接合件的材料硬度、平整度、表面光滑度、毛邊、銹蝕等都不會一致。在擰緊後，只要扳手停止轉動，接合件脫離了壓縮力而鬆開，所有的夾緊力都會減少。一般情況下，接合件的鬆開程度在 5-15% 之間，這取決於螺栓頭部或螺帽是否有被轉動。

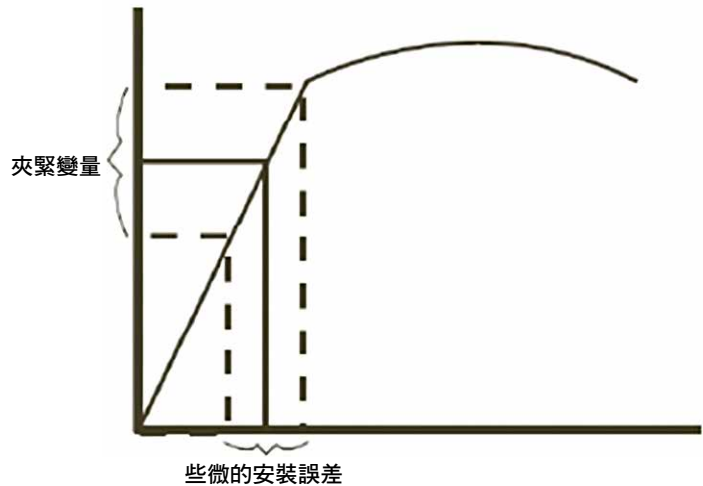
接合件進入使用狀態時可能會鬆開更多，這就是為什麼關鍵的接合件在初次安裝後不久還要重新擰緊，然後在承受過使用載荷 (service load) 後再次擰緊。

由於材料的蠕變，接合件將失去夾緊載荷。也就是說，在持續的負載下，螺栓的長度將繼續拉長，而外部負載沒有任何變化，特別是在經歷溫度升高的時候。甚至金屬接合件的厚度也會隨著溫度的降低或升高而改變夾緊載荷。

多數的維修工作需要技師進入空間並執行作業，有時是在惡劣的環境下執行。例如，在更換含有多支螺栓之接合件上的其中一支螺栓時，最理想的情況是鬆開所有的螺栓，然後以縱橫交錯的方式將所有的螺栓擰緊，但這種做法幾乎沒用到過。

含襯墊的接合件甚至更複雜，因為接合件的接觸面設計是為了讓材料在接觸面之間被壓縮，以達到將含法蘭之接合件密封住的目的。密封作業會變得複雜，是因為如果技師為了試圖阻止洩漏而開始

圖 2



擰緊一支螺栓，他可能會更進一步壓縮到墊圈材料，損壞其法蘭部位或在反復擰緊後將螺栓拉伸到降伏。

襯墊的材料有許多不同類型，它們有各自的彈性或壓縮特性。沒有那種不可壓縮的襯墊，因為所有材料都是可壓縮的。正確的螺栓扭力和適當的緊固順序是有區別的，這樣襯墊就不會被壓到超過其密封能力而被壓壞，並避免法蘭材料斷裂。

就如同許多被多支螺栓鎖固的接合部位，如果有一支螺栓需要更換，維修人員有責任確認原因。只更換其中有發生失效的螺栓，可能會使問題惡化，使相鄰的螺栓也會出現故障。最好的辦法是同時更換相鄰的螺栓。

之後，我們將討論許多變數，這些變數會干擾我們獲得一致的夾緊載荷。

/// 撰文 / Guy Avellon 著作權所有：惠達雜誌 ///

