



扣件的再利用與扭矩值

文 / Guy Avellon

有時我們會明知故問一些問題，其實透過多年來的訓練和經驗早已心知肚明這些疑問的解答。但若被問及：「哪裡可以找到印刷在紙本上的答案？」便會不知所措無從找出確切的引用文字，或者也不確定其文字是否存在。製造商或經銷商不應該去回覆特定的技術性問題，因為所有緊固作業條件和用途都是獨特的。若誤解顧客在何種情況下使用扣件，雙方都將負擔龐大的責任。

某位工作上的同事問我，可以去哪裡找到解答以解決顧客問題。當時我不明白應該如何找到正解，於是寫了一封信向顧客解釋。許多時候，我們很難找出答案，且解方可能躲在好幾本不同的書籍或刊物裡。因此以下將針對扣件的再利用與扭矩值列出幾項時常被尋問的問題。

扣件在至關重要的用途中可以被重複使用嗎？

不行。

這個看似常識的問題，仍然不是人人都清楚。某次，一位任職於核電廠的員工問了類似問題。實際上，無法判定出一支扣件在高應力且至關重要的用途中承受了多少應力。這支扣件可能被施加應力到稍微超過降伏點，或安裝到遠低於循環荷載應力值，而使扣件被安裝錯誤，導致金屬疲乏。由於肉眼看不出金屬疲乏產生的微小裂縫，以至於將發生的扣件失效現象不會被偵測到，除非透過超音波或磁粉探傷測試。若與可能發生的相關負擔和損害相比，扣件相對來說並不昂貴，將其汰換掉即可。

扣件在一般條件下可以重複使用嗎？

可以。

在「可以」的前提下，是有條件的；僅適用於「受控制」情形下被安裝的鋼製（鐵製）扣件。這裡的重點字為「受到控制」，我們必須利用安裝扣件來產生大於工作載荷（service load）的夾持載荷（clamp load），且不造成接合表面的傷害，例如劣化或翹曲的現象，此時就是「不行」。若使用條件未知，千萬別冒險嘗試。

非鐵扣件（不鏽鋼、鎳合金、矽銅、鈦等等）一旦承受張力載荷就會發生加工硬化。此時就要斟酌，如果是小支的扣件，例如低於 5/16"，就可能可以重複使用。但是一旦扣件已加工硬化，便會嚴重遺失其力學特性。

因此，若鐵或非鐵製螺紋扣件接觸過大於驗證負荷（proof load）或降伏強度的載荷，該扣件在任何用途下皆無法重複使用，因為它不再能安全地呈現預期設想好的力學或物理特性。

螺帽可以重複使用嗎？

不行。

對於一個複雜的問題來說，這是相對簡化的答案。螺帽只有在一種方式下可以重複使用，且需要結合兩個妥善利用的事件影響結果。若要簡單回答的話就是「不行」，因為我們並不知道該螺帽是在什麼情形下安裝的。

基本的解釋就是多種摩擦力禁止重複使用。將螺帽固定到公扣件的螺紋上時，其螺紋就會被壓縮。這支扣件在張力之下被固定住，且如同線圈和彈簧，一旦張力釋放，螺紋的牙距就會變回平常的狀態。卸除載荷時，螺帽的螺紋不會恢復回平常的牙距尺寸。不同於張力作業，材料受擠壓時，它會保持些微被壓縮的狀態，因此就會永久改變螺帽的牙距。

該種變化通常不會引人注意。也就是說，最有可能的狀況是螺帽仍可沿著扣件耦合螺紋，自由地生成螺紋。但若我們抓住螺帽和六角頭部，將兩者往各自的反方向拉扯並同時弄鬆螺帽，就會在螺帽鬆脫的同時，感受到螺紋發出的軋軋聲。這即是螺紋變形所導致的追加摩擦力。

因此，再度緊固螺帽時，螺栓和螺帽間的追加螺紋摩擦力會禁止發生同量的緊固力。

“但我使用的扭力明明都相同”

扭力是一種摩擦力作用，所以在重複使用螺帽的時候就用不到了。摩擦力會隨著每一次的重複使用而改變，因為螺帽的內螺紋會被偏離和壓縮。扭矩扳手，或者就以你的手肘來說，要用到百分之百的全力。扳手並不會知道要如何區分安裝的摩擦力。

在受控制的條件下執行的測試已判定，在緊固作業中，一支新的螺帽和扣件在耦合的螺紋之間以及在螺帽的表面上會消耗約90%的作業摩擦力。因此，在那90%的摩擦力被磨耗掉之後，只有10%的扳手作業能量是施加在扣件的緊固作業上。在重複使用螺帽的時候，若螺帽螺紋的偏離量足以將螺紋之間的摩擦力增加2%，用來緊固住螺帽的扳手作業能量就會減少至8%。整體的扭力輸出仍會加總到100%，但扣件被緊固的程度會少掉2%。

現在接合的程度已不如第一次安裝時來的緊貼。再聲明一次，每當螺帽被卸除或重複使用，螺紋的摩擦力就會增加，這會降低施加的扭矩量（需要此量來達到適當的張力）。

重複使用螺帽的現象在許多用途中變得十分關鍵。關鍵在於車輪螺帽，車輪為了輪胎的轉動、汰換、剎車檢查和維修等原因而必須被卸除或替換。統計數據發現，里程數超過120,000里的車輛會有發生金屬失效導致車輪螺柱失效的風險，因為車輪螺帽多次重複使用導致夾持載荷損失。

“我對你的螺栓施加過扭力卻還是失效了”

這個問題可能會衍生出一整套議題，但這裡的主要目標是要了解到紙本上列出的扭力值應被視為一種指南來使用。扣件的緊固作業涉及許多變因，以至於扭力值的計算是要基於扣件在「製出當下」的特定物理性質。

以電鍍為例，十年前首次發展出扭力公式時，鋅就是電鍍的首選。當時的鋅電鍍溶液由氰化物電解質製成，它的效率約在四至六成，會促使氫脆化現象並產生粗糙且多孔表面。因此，「k」這個要素(通稱為摩擦係數)的值在70年代會高於後期的非氰化鋅鹼與鋅酸溶液電鍍過的產品。這些新的電解質效率超過九成，可減少氫脆化的問題並產生更平滑的沉澱效果。改變了扭力值和「k」這個要素，但有許多扭力表和「k」要素卻未跟著更動。

數十年來，我們一直有相當固定的扭力表用於電鍍鋅扣件，但也只到現在為止。自從採用RoHS(危害性物質限制指令)禁止使用六價鉻(Cr+6)之後，扭力的領域已發生了變動。此原子價的數值表明了氧化的

狀態，而六價鉻已被發現會致癌。六價鉻被三價鉻(Cr+3)取代，它是一種不致癌的塗料。

六價鉻會產生虹彩黃色，由於它的塗佈較厚，所以相較於透明鉻酸鹽轉化塗層，能提供更好的抗腐蝕效果。三價鉻的塗佈比六價鉻更薄，因此在標準的塩霧測試中獲得的抗腐蝕評比會低很多。為了彌補，三價鉻的塗佈必須更厚或者施加外塗層或密封劑。六價塗層可自我癒合，但三價塗層不會。

正是各家電鍍公司生產的三價鉻轉換塗佈的厚度變化，導致含有三價鉻轉換塗佈的扣件產品扭力值大幅變化。值得注意的是，近期的扭力實驗顯示，因為有不少三價鉻扣件使得前述的扭力必須增加7%~10%。

因此不只有電鍍業者會遇到扭力值的變異，從施加塗佈的方式到不同密封膠的使用都可能發生。

產品採購、廠商和電鍍商的標準化能有助於控制變數並減少潛在的顧客問題。

網頁設計
架站管理
後台規劃

廣告
目錄
海報
名片

FASTENER
— WORLD —

相關訊息請洽 業務部
TEL: 06-295 4000