

架上或 型錄上的 螺栓

光用看的 也無法了解其運作

文/ Jozef Dominik

前言

Ferodom公司所倡議的螺絲準則提到：「螺絲並非無魂的軀殼，而是像個有生命的有機體。只有了解並尊重其生命的人，才能從螺絲的手中獲得安全性和可靠度。否則，螺絲將可能帶來無情的反撲！」

當然，這一點的前提是要擁有螺絲相關的完整知識並理解其運作特性。常使機械、鋼構建築以及車體發生問題的並不是那些無法預料的外在影響因素，而是無法預見螺絲的標準性能表現。為什麼？從我多年的經驗來看，我知道設計師的理論知識並非一直都很充足，但他們只靠表面的螺絲資訊並不足夠。甚至他們自己也可能成為重大災難的成因。有幾個實作上的例子可做參考。

重點須知

重點可以說並不少，而且最重要的是，這是無法透過閱讀型錄或參訪工廠倉庫就能學到的。螺絲是個複雜的結構元件，需要特殊的研究和實作經驗。讀者們一同來思考以下幾個創造安全建築的基本準則：

1. 結構體的運作條件
2. 鋼材的力學特性
3. 螺絲在組裝和操作過程中的性能表現
4. 市場現有的螺絲鎖固方式
5. 鎖固用工具的屬性
6. 接觸面上的摩擦量

當然，基於篇幅的限制，無法一一細數這麼廣泛的議題。因此筆者只會列出最常被忽略的因素。

(1) 操作條件

主要是指環境侵蝕性帶來的影響。圖1的例子顯示在充滿氮氣的環境下錯用了鍍鉻不鏽鋼材質，這種致命的錯誤導致游泳池的屋頂坍塌。

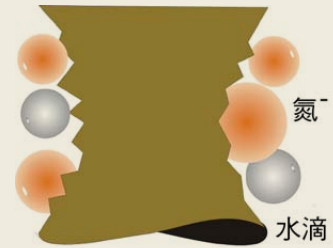


圖1

設計師將不鏽鋼誤信為抗鏽的萬靈丹，這種狀況並不少見。腐蝕是一個複雜的運作機制，只能透過了解其規則來控制。所謂的萬靈丹並不存在。

(2) 鋼材的力學特性

表1列出生產螺栓與螺帽最常用到的鋼材。很重要的一點是使用了相同強度的螺栓，尤其是使用了法蘭接合件用的螺栓，且螺帽的強度至少等同於螺栓。若螺帽的強度低於其適配螺絲的強度，螺帽牙被扯開的風險就存在(圖2)。

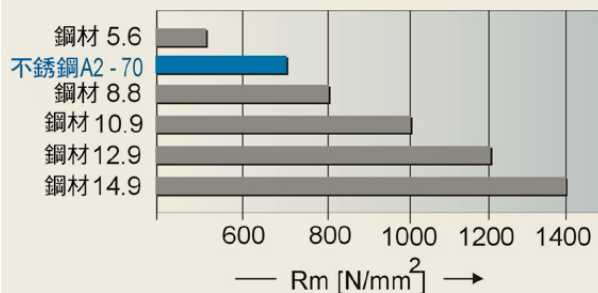


表1、螺栓與螺帽最常用到的鋼材



圖2、螺帽牙被扯開



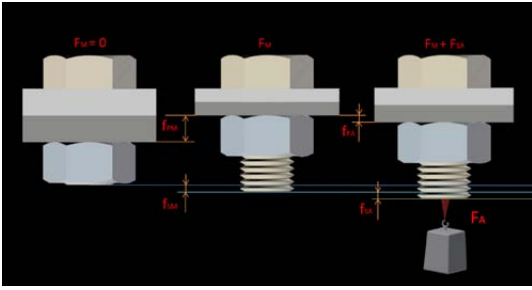


圖3、預加應力FM與軸向操作力FA

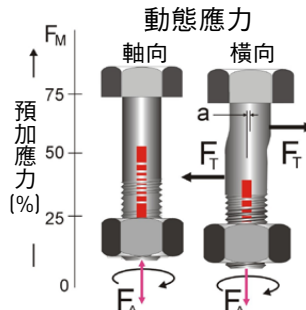


圖4、螺帽鬆脫



圖5、材料疲勞

(3) 螺絲在組裝和操作過程中的性能表現

另一個重要因素是螺絲在組裝和操作過程中的性能表現，如圖3顯示施加了預加應力FM並追加軸向操作力FA之後會發生什麼事。

如果螺帽鬆脫(圖4)或材料疲勞(圖5)使結構體有坍塌的潛在危險，那麼動態應力會伴隨發生更複雜的狀況。對此，必須適度從外部鎖緊螺絲。

(4) 鎖固螺絲的方法

目前市場上有多種用來保護螺絲的產品。選擇正確的產品類型是很重要的。筆者已在惠達雜誌等多家刊物投稿過幾篇文章探討此議題。很重要的一點是要記得，沒有抗腐蝕的萬靈藥，同樣的，也沒有萬用的方式來鎖固螺絲。這一點也套用在過時無效但仍有在使用的組合件，見圖6。

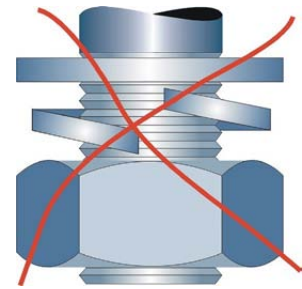


圖6、過時無效的組合件

(5) 鎖固工具的屬性

螺絲的鎖固是其中一個最重要的技術作業。鎖固的精準度是以通稱為 α 因素的符號 αF 為代表。

$$\alpha F = F_{\text{最大}} / F_{\text{最小}}$$

αF 值越接近1，鎖固精準度就越高(圖7)。其中一個最精確的做法是液壓鎖固法，其 $\alpha F \approx 1$ (圖8)。人工鎖固法的精確度則是最低的($\alpha F \approx 4$)。

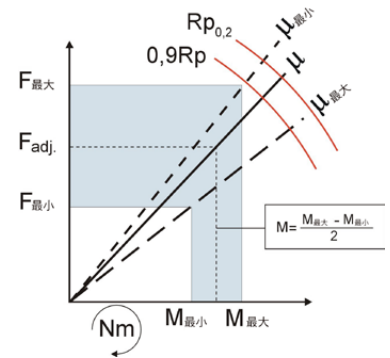


圖7、 αF 值越接近1，鎖固精準度越高

(6) 接觸面上的摩擦量

如同鎖固的精確度，接觸面上的摩擦力也很重要(圖7)。

只有20%的組裝能量可用來形成預加應力，其餘能量用於在接觸表面上抗摩擦(圖9)。施加650Nm的扭力時，新的螺栓和螺帽會被鎖更緊到兩倍的預加應力。



圖8、液壓鎖固法

結論

這只是廣大的螺絲議題下的其中一個例子。本文的用意是在激發學生和年輕工程師的興趣來跨學科研究此科學現象。經過概覽之後，我們可以確信金屬的科學、典型的建設、有限元素分析法、摩擦學、斷裂機制等等，在這裡也會套用到。扣件的製造有一些特性，所以生產規劃和生產控制等等現代做法也可以在這裡套用。我們也不能忽略物流。有許多物流中心在建設中，位置盡可能接近顧客。

世界的扣件消費量很龐大，更有必要讓盡可能多一點專家來探究此議題。不幸的是，經驗顯示相關受教的年輕工程師人數正在減少。為什麼？未來有機會再跟讀者們談談其成因。

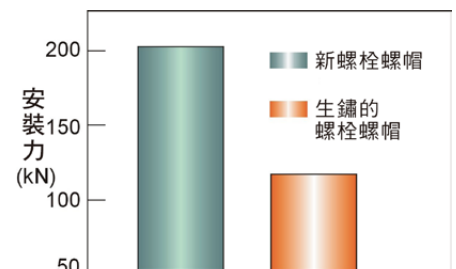


圖9、安裝力與扭力

