



徒手鎖緊螺絲的風險

著作權所有：惠達雜誌 / 撰文：Jozef Dominik

李奧納多·達文西：「只依賴實踐而不重視科學的人，就像一位沒有舵和羅盤的水手，永遠不知道自己將漂向何方。」

前言

根據 DIN 8593《製造過程接合》，鎖螺絲是機械工程和汽車工業中最廣泛使用的接合方法。這也是為什麼李奧納多·達文西的名言在使用扣件進行機械接合的技術中依然適用。在此情況下，達文西所說的羅盤和舵是指螺紋接合的精確緊固。

從接下來的文字中可以看出，正確的預緊力只能透過經過管控的緊固作業來實現。在實務中，經常偏好依靠手感進行手動緊固，但這種方法受到無法預測的主觀因素影響，因此對整個結構的完整性構成潛在危險。

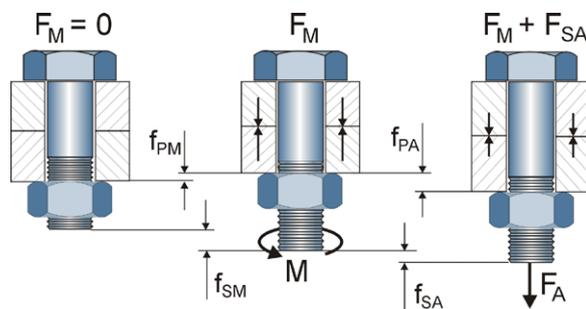
理論

作用於螺紋接合的機械力可以分為兩組：

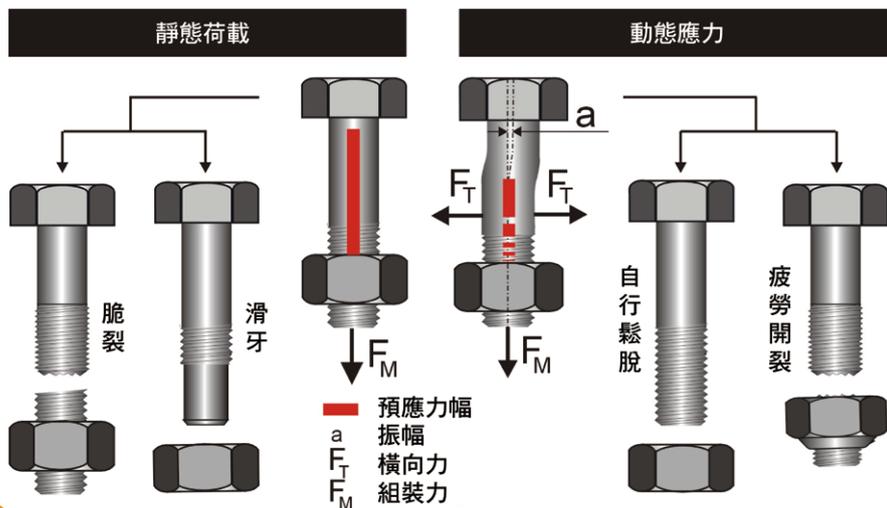
- (1) 施加緊固扭力產生的內力或組裝力 F_M ；
- (2) 由額外的靜態操作應力引起的外力 F_A (圖 1)。

內力或組裝力是在組裝過程中特意導入的，這可以透過緊固扭力 M_M 或以無扭轉的方式 (例如，透過液壓) 來創造基本的組裝預載荷。

▼圖 1. 作用於螺紋接合的機械力



▼圖 2. 螺栓接合件



這些力道不是會成比例或不成比例地相互支撐，就是會相互抵銷而可能不會超過彈性區域。因此，我們談論的是內部 (組裝) 力和外部 (操作) 力的疊加，這些力道共同決定了螺紋接合的最終應力。由於主要的軸向載荷，這本質上是一個彈簧系統，其中螺絲代表拉伸彈簧，而連接的部件則代表壓縮彈簧。如圖 2 所示，靜態載荷並不是螺栓接合件上唯一的應力類型。更常被忽略的是動態應力，它會導致材料疲勞。這兩種情況在系統完整性受損的性質上有所不同。圖 3 和圖 4 顯示了其典型案例。



▼圖 3. 典型案例 1



▼圖 4. 典型案例 2



假設我們鎖固到 90% Rp0.2，組裝預緊力 F_M 則為：

$$F_M = 0,9Rp_{0,2}A_S \quad \text{根據 DIN 13, 拉伸截面 } A_S \text{ 等於: } A_S = \frac{1}{4}\pi \left[\frac{d_2 + d_3}{2} \right]^2 \quad \text{其中 } d_2, d_3 \text{ - 是螺絲的中徑和小徑}$$

由上述可知，組裝力 F_M 是一個精確數值，只有透過受控的緊固才能實現。以下測試顯示徒手緊固的準確性有多麼不可靠。

測試方式和結果

在 10 位年齡介於 30 至 65 歲的受測者中，根據手感評估了組裝工具的旋轉角度（圖 5a）。為了不影響結果，實驗期間將量角器的刻度覆蓋（圖 5b），測試了強度為 8.8 的鍍鋅 M10 和 M12 螺絲。結果總結在圖 6 中，該圖中也給出了依據標準的正確值。

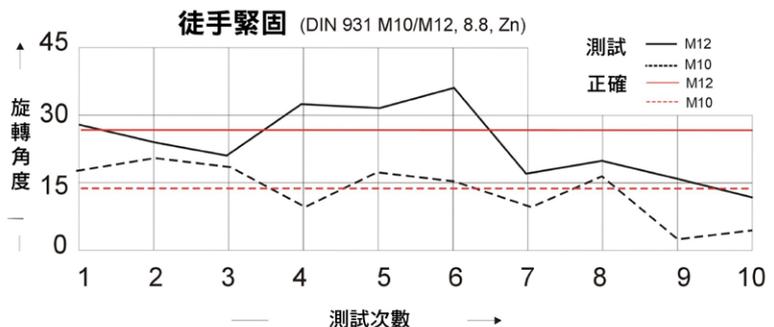
▼圖 5a. 組裝工具



▼圖 5b. 覆蓋刻度



▼圖 6. 依據標準的正確值



這張圖片清楚顯示了徒手緊固的不可靠性。對於 M10 直徑，精度偏差約為 45%，而對於 M12 直徑，甚至達到約 48%，這都是過高的數值。從圖表中還可以看出，約 54% 的受測者將 M12 直徑的螺絲緊固到低於規定值，而對於 M10 直徑則約有 32%。然而，沒有一個人能準確達到所需的值。這樣的結果可能導致由於過載而造成破壞接合的狀態，或因緊固不足而導致連接鬆動。兩者都是危險的。

結論

結論非常簡單：不建議徒手緊固，特別是對於高應力的結構節點。這一點尤其適用於固定汽車輪胎的螺絲或螺帽。如果需要在路上更換輪胎，請儘快前往授權服務中心。■

⚠ 記住！緊固方法的選擇是建築方面最重要的決策之一。

