

# 扣件失效調查 的程序

當扣件失效時，盡可能多收集有關應用和安裝細節的資訊非常重要，因為這不僅有助於確定失效的根本原因，而且有助於如何防止進一步的失效。



圖 1. 延性斷裂

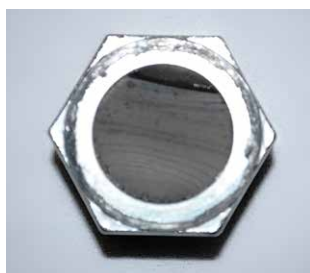


圖 2. 金屬疲勞

## 調查

在這階段，我們會將收集的資料進行分類。有時我們可以透過樣品的外觀和斷裂表面來判斷可能發生了什麼事。這將縮小問題和失敗的可能性。

例如，延性斷裂（圖 1）會呈現出帶有夾雜物的凹坑，或帶有暗色表面的杯狀和圓錐狀外觀。它還會呈現出某種變形，因為材料在最終失效之前會發生塑性變形。然而，如果負載施加得非常快，例如擰緊過程中的衝擊或衝擊負載，延性材料可能會顯現脆性斷裂的表面。使用不受監管的氣動安裝工具時可能會發生這種情況。

請檢查螺栓的螺紋以確定牙距是否有變化。這可顯示出螺栓是否在工作負載或安裝過程中拉伸至屈服。

脆性斷裂表面可能是平的，類似金屬疲勞，但更有光澤，曝露出晶界裂痕或晶界解理。脆性斷裂不會顯示出明顯的扭曲跡象。一些裂縫可能呈現 V 形或瀑布狀的特徵標記，這會指出產生應力的起源。

金屬疲勞（圖 2）將呈現出貝殼狀或「海灘痕跡」條紋的斷口表面。可能是深色的、淺色的或兩者兼是的一條條帶狀紋路。較暗的帶紋表示低頻衝擊或振動，而較亮的帶紋表示較高頻率或更快速的衝擊負載。

圖 3 是車輪螺柱的金屬疲勞斷裂現象。斷裂區域中有多個起始點，這表明車輪螺柱在鬆動狀態下經歷了旋轉負載和彎曲負載。

通常，疲勞斷裂會在最後一個螺紋退刀處或從螺帽伸出的第一個未啮合的螺紋上發生。

## 需探索的基本問題：

- 使用什麼類型和等級強度的扣件？
  - 螺帽的等級是否與扣件的強度相符？
  - 接合時使用的扣件是否都是同一等級或類型？
- 扣件強度與接合部位的負載是否相容？
- 扣件是如何使用的？
  - 是靜態負載嗎？
  - 是否受到極端環境條件的影響？
  - 是位在動態負載的接合部位中嗎？
  - 是否存在交變負載？
  - 負載是軸向的嗎？
  - 接頭是否承受振動或衝擊負載？
  - 扣件是否承受剪切負載？
- 使用的輔助組件：
  - 平墊圈；類型、尺寸、塗層。
  - 螺帽；標準、鎖固式、等級、塗層。
- 接合處是否有使用多個扣件？
  - 如果出現多個失效，這些失效是否彼此相鄰？
- 扣件是如何安裝的？
  - 用手動扳手
  - 氣動工具
  - 扭力扳手
- 在扣件的哪個部位擰緊？
  - 螺栓頭
  - 螺帽
  - 兩者都是
- 接合面的狀況如何？
  - 生鏽或粗糙
  - 塗漆或光滑
- 失效部件的狀況如何？
- 斷裂的位置在哪裡？
  - 在頭部？
  - 退刀槽？
  - 螺帽外部的第一條螺紋？
- 斷裂面的狀況如何？
  - 光滑、暗淡、光亮、生鏽？



## 使用的輔助組件

這基本上意味著檢查螺栓和螺帽的等級強度或性能等級，以確保螺帽與螺栓的強度相容。否則，由於夾緊負載流失，斷裂表面上將會出現滑牙和 / 或疲勞痕跡。

如果鍛造平墊圈與等級 5 (8.8 公制) 或更高等級的螺栓一起使用，也會損失夾緊負載。如果墊圈有凹痕，則會損失夾緊負載。圖 4 的墊圈造成了夾緊負載的大量損失。失去夾緊負載所導致的金屬疲勞將導致螺栓快速失效。

除了太軟而無法承受接合部位的工作負載之外，圖 4 左側的墊圈內徑太大，無法完全支撐帶帽螺絲頭部下方的負載。這種墊圈通常稱為 USS 墊圈。右側的墊圈是 SAE 平墊圈，其內徑將完全支撐帶帽螺絲頭部下方的負載。無凹痕的墊圈由硬化鋼製成，可承受波動的負載。

塗料可以在高溫環境中發揮作用。圖 5- A 和圖 5- B 是從渦輪增壓器上取下的全金屬鎖緊式螺帽。類似的例子已用於排氣歧管或鍋爐容器。內部看起來像圖 B。金色的螺帽有鍍鎳，在溫度超過 400°F 或 204°C 時會因液態金屬脆化而失效。液態金屬脆化與時間有關，因此在較低溫度下失效所需的時間會比較長。鍍鋅也會引起液態金屬脆化，但所需溫度高很多。

## 外部載重的類別和負載量

正確的螺栓選擇取決於對工作負載的了解。如果螺栓彎曲，則其強度或直徑不適合其應用。如果螺栓沒有正確擰緊和維護，大振動和衝擊負載會導致金屬疲勞。接合部位中還應該有足夠的螺栓來承受負載並減少單個螺栓的應力。

一些腐蝕環境 (圖 6) 可能導致應力腐蝕開裂，使晶界受到化學侵蝕。積水會形成電解池並導致氫脆。

其他狀況下，當斷裂區域出現生鏽時，這可能表示失效不是新的，並且已經傳播了一段時間，這也可能產生其他壓力起始位點。

即使每天都進行適當的清洗，農業機械也會受到嚴重的化學侵蝕。有些人將原廠螺栓更換為不銹鋼，以避免頻繁更換生鏽的螺栓。不幸的是，在某些情況下，不銹鋼螺栓 (圖 7) 會在彎曲模式和金屬疲勞下失效，因為它們的強度不如所更換的原廠螺栓。

## 扣件是如何安裝的？

這會產生巨大的差異，因為扣件永遠無法用手動扳手均勻地擰緊。螺紋摩擦力不同，安裝者的「感覺」也不同。有時，標準扳手的手柄長度無法為更高等級的扣件提供適當的槓桿作用。

扭力扳手很好，但由於存在多種變數 (主要包括摩擦)，因此並不總是準確。

氣動扳手大多無調整輸出扭力，試圖透過螺紋摩擦尋找失速點。如果螺紋被潤滑，它們若不是會使螺帽滑牙，就是會將扣件拉伸至屈服。

氣動式扳手速度很快。它們會導致不銹鋼扣件磨損和螺紋鎖死，即使它們是不同類型的不銹鋼：會破壞扣件的要素就是速度。組裝速度也會導致接合部位負載不足，並隨後



圖 3. 車輪螺柱金屬疲勞斷裂



圖 4. 平墊圈



圖 5-A. 全金屬鎖緊式螺帽



圖 5-B. 全金屬鎖緊式螺帽 (內側)



圖 6. 環境



照片 7. 不合規格的不銹鋼



照片 8. 使用氣動工具進行過多的衝擊也會使螺帽周圍的鄰近區域破裂



照片 9. 螺帽的六角

導致金屬疲勞，因為當螺帽撞擊接合表面時會產生高壓縮率。此壓縮力具有相等且相反的反作用力或反衝力，這將使接合部位不像預期那樣緊密。

衝擊扳手總是會留下明顯的濫用痕跡。在圖 9 中，螺帽的六角清楚地顯示了六角安裝側 (右側) 凹槽上的標記。反面 (左側) 上也有標記，這些標記不僅是在拆卸時出現的，而且是在衝擊向前並立即進行反衝時，因凹槽的反衝而出現的。

透過適當的調查技巧，可以確定失效的原因，進而採取預防措施。■

著作權所有：惠達雜誌 / 撰文：Guy Avellan

