



# 預防扣件失效 先了解失效原理

著作權所有：惠達雜誌 / 撰文：Guy Avellon



## 螺栓 >>

進行任何扣件失效調查時，首要的提問是「螺栓的強度 / 等級是多少？」

這提問看似太過基本，但事實上**必須考慮到，當接合的介面上鎖著很多螺栓時，就有可能用到一支或多支等級錯誤的螺栓。**

這種情況確實發生過，主要出現在大型工業廠房，那裡有許多維護人員執行廠房結構、鍋爐系統和一般維護方面的工作。扣件通常會被儲存在開放式盒裝容器中，讓每個人都可以自由取用。

當工人趕工時，他們會多拿幾支螺栓作為備用，以防螺紋（編按：因為與搭配的螺帽尺寸不合、亂牙、破損、鎖固太緊）而卡死的情況。隨後，未使用到的螺栓會被放回容器中，有時也不會放回到同一個容器。也就是說，可能會被放回另一個位置較近、裝有類似但等級不同之螺栓的儲存容器中，甚至可能放進裝有長度不同之螺栓的同一個儲存空間。

市場上已經出現了強度為 144 ksi 和 200 ksi 的新型結構螺栓，但因為它的最終用途不同，必須將其分開存放。它有自己的特殊標記並且已和一個螺帽與兩個平墊片組裝在一起。

重型設備製造商在其產品中使用了各種等級和款式的螺栓。一些製造商甚至選擇使用專利高強度螺栓或不同款式的螺栓。當由其客戶要做保修時，卻找不到相同等級或款式的螺栓，或者技師無法識別出差異。

就以檢提型堆高機的環齒輪上的螺栓為例，使用強度不匹配的螺栓造成的故障將是災難性的。

重要的是，要識別出失效螺栓的等級，以便與接合介面上可能因失效螺栓的弱點而受影響的其他螺栓進行比較，失效的螺栓可能會導致其他螺栓的金屬疲勞。

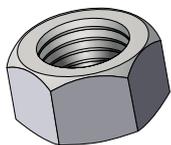
## 內六角頭螺絲 >>

所有英制螺紋的內六角頭螺絲強度都相同，其強度取決於尺寸，因此不含標記。等於或小於 0.5 英吋的內六角頭螺絲的抗拉強度為 180 ksi，略強於公制 12.9 的款式。大於 0.5 英吋，則強度為 170 ksi。



歐製設備上的公制內六角頭螺絲可能使用不同性能等級的產品，包括：8.8、10.9、11.9 和 12.9。這些數字標記在頭部的側面或頂部。**非常重要**的是去識別出**內六角頭螺絲的性能等級**以便正確更換，並確定接合介面上的所有其他內六角頭螺絲是否具有相同的抗拉強度。





## 螺帽 >>

所有螺帽看起來都一樣。結構螺帽可能較重或較厚，但用於維護作業的標準螺帽，除了其等級的標記不同之外，其他看起來都彼此相同。它們可以採用浸塗、電鍍或鍍鋅，或者除了上黑色漆之外根本沒有塗層。

每個標準組織都有自己標記不同等級螺帽的獨有方式來進行識別，包括：SAE、ISO、ASTM。

SAE（汽車工程師協會）使用點和短橫線來識別其 2、5 和 8 級螺帽。某些標記可能位於平坦的表面或螺帽的彎曲六角形部分上，尤其是金屬製鎖固式螺帽。

ISO（國際標準化組織）主要管轄公制扣件。所有公制螺帽上都會有數字，不僅用來識別性能等級，還會識別螺帽的合金成分。標準螺帽的等級標示有 8、10、11 或 12。這些數字與螺栓的強度相對應，而性能等級數字後沒有小數點。例如，螺栓可能標記為“10.9”，但強度匹配的螺帽則標記為“10”。

非鐵製合金的標示則含有字母和數字。奧氏體合金歸屬於“A”，接著標示出性能等級，例如“A1-50”或“A4-70”。鐵素體合金以“F”為前綴字母，而馬氏體合金則是“C”。

美國材料與試驗協會（ASTM）使用標記“10S”和“10S3”來表示公制結構螺帽。要區分這些碳鋼螺帽與任何其他 ISO 公制螺帽，應該不會有任何問題。最常使用到的 ASTM 螺帽是 DH、重型或厚型、鍍鋅或非鍍鋅，用於許多等級的螺栓。

許多維護人員不是不看標記，就是不知道它們的含義。在某些情況下，一個通用容器中裝有三個不同等級且相同尺寸和外觀的螺帽。在正常情況下，可以替換等級低一階的螺帽，但不能替換等級低超過兩階的螺帽。螺帽的螺紋在組裝過程中可能不會滑牙，但可能會被削弱到足以產生螺栓和相鄰螺帽的金屬疲勞。

有時，發生故障時可能找不到螺帽。因此，重要的是要識別出螺栓所承受之斷裂的類型以及它如何影響相鄰的螺栓，以便在必要時更換相鄰的螺栓。

金屬防鬆扭矩型鎖固式螺帽始終帶有某種類型的塗層，以克服由螺紋變形引起的摩擦阻力。最初都含鎳電鍍，這在低摩擦係數方面產生了非常穩定和一致的扭矩與張力關係。

政府在 90 年代後期決定禁止使用鎳，因為發現鎳是致癌物質。因此，使用了不同的塗層替代品，包括鋅、鋅浸塗層和鎳合金。每種塗層都有自己的摩擦係數，並且以不同的方式影響扭矩與張力關係。

維護人員在使用了鍍鎳鎖固式螺帽的機器或其他設備上，將鍍鎳螺帽替換成標準鍍鋅鎖固式螺帽時遇到了問題。同樣，在多支螺栓鎖固的組件中，如果更換了其中一支或兩支螺栓，然後擰緊至製造商推薦的扭矩值後，這些螺栓會負載過輕，因為鎳的摩擦係數較低導致鍍鎳螺帽的扭矩較低。

即使鍍鎳鎖固式螺帽補增六價鉻浸漬，使其具有黃色/金色外觀，但已在使用中的舊產品可能已失去光澤，並且無法進行目視識別。在維護較舊的設備並注意到鎳的金色和鋅的銀色已混在一起時，最好用新的防鬆扭矩型螺帽更換所有螺帽，以便可以均勻地擰緊它們。

## 墊片 >>



許多 ASTM 重型六角結構標準會要求扣件的組合件須由螺栓、兩個平墊片和螺帽組成。平墊片將遵循 F436 / F436M 標準，用於通體硬化鋼墊片。預先組裝好的組合件應不會有任何問題，問題在於是否決定在可能會導致問題的用途中使用墊片。

平墊片旨在提供一個光滑的承載表面，以便在擰緊螺栓頭或螺帽時轉動。它可用於覆蓋些微過大的孔洞，前提是孔的直徑不大於螺栓或螺帽的墊片表面。

如果多支螺栓鎖固的接合介面使用平墊片，則重要的是要確定失效的螺栓是否使用了平墊片。在某些動態加載的接合介面上，缺少平墊片會改變螺栓的長度，從而減少接合介面上未咬合的螺紋數量。未咬合的螺紋越少，意味著這些未咬合螺紋上的額外應力會在螺紋底部產生應力集中，從而引起金屬疲勞。

維護人員可以在硬化墊片、較軟的平墊片以及 SAE 與 USS 之間進行選擇。

除了 F436 產品之外，硬化平墊片通常不會進行標記。許多是由專業經銷商進行標記，適用於 SAE 5 級以上和 ISO 8.8 以上。在高強度和動態加載的接合介面上使用的普通平墊片，會在墊片上形成螺栓頭或螺帽的壓痕。這種鬆弛化會導致夾緊力損失並產生金屬疲勞。

SAE 平墊片的內徑與螺栓的外徑相匹配，並具有適量的內徑公差。USS 墊片適用於擋泥板螺栓和較軟的材料，因為內徑太大而無法與螺栓或螺帽的墊片表面匹配，並且無法完全支撐更高強度螺栓的負載。

記住，檢查材料和尺寸，並保持一致性。■

