

扣件博士

了解車輪失效

編按：造成車輪失效的原因很多，螺栓接合專家Guy Avellon在本文透過經驗提供專業分析，為讀者解答常見原因與解決方案。



在分析車輪失效時，大多數失效都是由於金屬疲勞造成的。正常的牽引負荷以及彎折時的彎曲和撬動負荷會使疲勞加劇。然而，根本原因可能有幾個來源。

當夾緊荷載遺失或減少而且使用中的荷載超過剩餘的夾緊荷載時，扣件的螺紋必須吸收多餘的荷載。隨著時間的推移，螺紋根部會產生應力集中，導致微裂紋在材料中生長和傳播，直到發生完全斷裂。

應力裂紋將從車輪螺柱上最薄弱的區域開始產生，也就是往頭部開始數的最後一個不完整的螺紋，或者是當車輪接觸接合面時在螺帽外側的第一個螺紋。兩個應力起始點都有被觀察到。金屬疲勞的作用就好比衣架連續彎曲數次直至斷裂的狀況。

車輪夾緊荷載的遺失有五個主要原因：道路上的危險因子、生鏽、重新安裝過並行駛過至少 25 英里後並未重新擰緊車輪螺帽、重複使用相同的車輪螺帽和不正確的車輪安裝，這些都會嚴重損壞車輪螺帽。

道路上的危險因子通常以地面的結凍膨脹(圖1)、路面格柵、坑洞等實體形式出現在車輛的右側，但當車輪旋轉時會危及左側。車輪上的撞擊荷載將導致車輪上的凸耳螺帽咬入輪胎表面並影響車輪定位。在輪胎旋轉過程中，車輪旋轉到另一個位置，該位置使用的凸耳螺帽不同，該螺帽承面的壓痕就不同。大多數車輛都有錐形車輪螺帽。這就是為什麼輪胎的安裝技術以及行駛至少 25 英里後必須重新擰緊車輪是非常重要的事。

圖1. 地面凍脹



腐蝕也會妨礙任何扣件和接頭之間的正確擰緊或固定。生鏽與腐蝕形成產物會產生緩衝層，該緩衝層在荷載下會壓縮，從而放鬆連接的夾緊力。只需 0.001 英吋的接頭鬆弛量即可造成輪胎和轉子之間失去 30,000 psi 的夾緊荷載。可以從表面去除掉腐蝕產物，但它們很容易重新繼續生成。在某些情況下，腐蝕產物會成長到實際導致接頭分離的程度。在這種分離的應力作用下，車輪螺帽和螺柱的螺紋將會被損壞。



在擰緊過程中再次使用車輪凸耳螺帽時，當扭曲的螺紋側面彼此接合以在螺帽旋轉期間拉伸扣件時，扭轉會產生摩擦。螺紋之間摩擦力的增加會降低可用於拉伸扣件和提供夾緊力的能量，因為在進行任何動作之前必須先克服摩擦力。扭力是摩擦力的函數，因此，由於螺紋之間的摩擦力增加，從扭力扳手、手動扳手到衝擊槍的任何扭力輸出都會減少。

每次重新擰緊螺帽時，螺紋都會稍微變形，導致螺紋摩擦進一步增加，夾緊荷載進一步遺失。每次重複使用螺帽時，夾緊荷載將繼續減少，並導致螺紋產生應力集中。在正常情況下，**每次拆下並重新擰緊任何螺帽時，即使施加相同的扭力，也永遠不會產生與鬆開前相同的夾緊荷載。**

大多數維修店都使用不受監管的衝擊扳手/槍。常見的 1/2 英吋 (40 毫米) 衝擊槍可提供 425 磅-英尺或更大的初始扭力。標準轎車或小型貨車需要 80 磅-英尺至 110 磅-英尺的低扭力。衝擊扳手會尋找摩擦力來使其停止運轉。如果操作員能感覺到輕微的阻力，他就會更用力、更快地撞擊螺帽，以「克服」任何障礙，例如：螺紋缺口或毛邊。正是這種類型的衝擊削弱了螺帽的螺紋並在車輪螺柱的螺紋根部產生應力。

使用不受管制的空氣衝擊槍會隨著累積使用而破壞車輪螺帽的內螺紋，更不用說破壞車輪本身的錐形輪轂表面，因為車輪螺帽幾乎不會再回到同一個車輪螺柱上並與同樣的輪轂凹孔接合。不妥當的鎖固技術，例如：不以十字交叉的方式鎖固，也會在車輪組件上施加不均勻的荷載。

切勿將最大扭力施加在一個車輪螺帽上，應先以低扭力鎖緊它們，以定位和設定車輪。然後以十字交叉方式將所有車輪螺帽鎖緊至最終扭力。所有汽車和卡車製造商都會指定使用扭力棒或扭力扳手以避免損壞煞車碟盤。他們還規定，應在行駛 100 英里內重新擰緊車輪螺帽，以確保要重新安置殘留的鬆弛接頭。

一旦車輪螺柱變弱，夾緊荷載就會減少，導致車輪組件鬆脫。這樣會進一步加劇整個輪子的鬆動，變得非常鬆。如果車輪位於車輛左側並且鬆動，則由於螺紋的螺旋角，車輪螺帽更容易變得非常鬆動。擰緊螺紋螺帽是透過順時針旋轉螺帽來實現的。螺帽的鬆開是逆時針旋轉，與車輛左側車輪轉動的方向相同。

引擎扭力和車輪打滑控制裝置會向車輪施加額外的應力。雪、冰，甚至下雨時，表面的油也會使前輪胎

啟動時打滑。大多數車輛上的旋轉控制僅允許車輪旋轉四分之一圈或更少，然後才會以劇烈且突然的方式應用自動牽引煞車。這會進一步加劇車輪應力和鬆動，並進一步加劇已經開始的疲勞裂縫。

任何擰緊的接頭將在擰緊後 90 秒內因接頭鬆弛而損失 10-15% 的夾緊負荷。這就是為什麼良好的擰緊程序會再次對組件施加扭力。十字交叉鎖固和增量扭力將確保接頭的材料是被均勻夾緊的。然後，由於嵌入、部件的重新安裝和夾緊荷載的損失，在向該接頭施加工作荷載之後，任何動態荷載的接頭都必須重新施加扭力。

安裝新的碟式煞車(圖2)時，碟式煞車和煞車帽會越過包含車輪螺柱的輪轂(圖2)。由於不同車輛的車輪螺帽樣式繁多，因此都不會提供新的車輪螺帽，都會重複使用相同的車輪螺帽。當更換車輪螺帽或當車輪旋轉時，車輪螺帽幾乎不會放置在相同的車輪螺柱上或與相同的錐形車輪安裝孔接合。因此，螺帽的安裝位置會不同，這就是為什麼在車輛行駛至少 25 英里後重新擰緊車輪螺帽很重要，以便部件可以自行重新安裝，然後重新擰緊到新的安全位置。這也是任何車主手冊會講到的建議做法。

圖2. 碟式煞車與輪轂



車輪安裝組件的持續重複使用將導致每次拆卸和更換車輪以進行輪胎旋轉、換新輪胎、煞車檢查和更換、換新轉子、換新減震器或支柱或添加冬季/夏季輪胎時，遺失夾緊荷載。根據統計，根據車輪拆卸和重新安裝的平均次數，車輪螺帽螺紋的損壞在過了 100,000 英里保固期後顯著增加，里程表接近 150,000 英里及以上時，損壞程度會呈指數級增長。

每個螺帽都有有限的使用壽命，行駛 100,000 英里後需要更換。■

著作權所有：惠達雜誌 | 撰文：Guy Avellon

