

內燃機連桿螺釘的折斷原因及其預防辦法

殷 德 菴

目前在各勘探隊中，由於內燃機連桿螺釘的折斷而引起的活塞、汽缸、汽缸蓋、連桿、甩瓦、曲軸、曲軸室、機座以及整個機器的損壞事故是比較多的。分析其原因主要是使用了不合材質的鋼料；在加工時不按圖紙上的技術要求製作；不重視連桿螺釘的裝配質量等方面造成的。因此筆者就綜合已有的資料，談談這方面的情況，對克服這類事故的發生會有一些裨益。

連桿螺釘的製作

連桿螺釘在內燃機工作中所承受的力，有因往復質量慣性力所產生的拉力；活塞漲圈與汽缸之間所產生的摩擦力；吸氣衝程時汽缸內氣體所產生的吸力；徑向離心力；螺釘的預張力；因軸承間隙所產生的撞擊應力等。故在製作上和按裝上對它的要求比較嚴格。在製作過程中發現鋼料材質不合、直徑過細、加工精度不夠、有裂痕、鑿口、幾何形狀不正、絲扣不全等機械損傷現象，都不能使用。而選用了不合格的開口銷也會使連桿螺釘減低強度。

連桿螺釘製作選用的材料是鉻鉻鋼、鉻鋼，高速柴油機一般均用鉻鉻鋼。原料加工必須經過鍛製，合乎工藝要求。尤其是與螺釘孔接觸直徑較大的連桿螺釘部份精度要高（如圖1），絲扣部份亦應平整細緻，不可帶有毛疵；在螺桿過渡到絲扣和螺釘圓頭處，以及從大直徑過渡到小直徑處都應車成圓角。

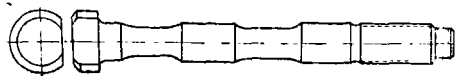


圖 1

螺釘頭淬火溫度一般在 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，回火溫度 $500\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，熱處理後硬度應在 $\text{Rc}30\sim 37$ 。

連桿螺釘的裝配

在影響連桿螺釘連接強度的幾個因素（裝配質

量、機械加工質量、結構以及金屬材料的性質等）中，以裝配質量影響最大，一般在60%以上。從當前發生的事故中看，多是因裝配不良而發生的。分析其原因有：

一、螺釘配合不緊而發生折斷。在裝配時所加擰力不夠，平時缺乏檢查調整，都會使螺帽松弛，致使螺釘在螺孔中晃動撞擊，發生折斷。又如在裝配時，未將螺釘清洗乾淨便將其扭進連桿螺孔內，因絲扣精度高，擠在絲扣的溝物使其不能配合緊，而使連桿軸承蓋不能完全蓋緊，易使螺釘剪斷。另外螺母或連桿螺釘頭與連蓋頭支承面貼附不均勻（歪斜），也能使螺釘配合不緊，在運轉中發生折斷。

二、螺釘配合時緊固程度不一致而發生折斷。裝配時兩個擰力不一致，一個螺釘擰的緊，一個螺釘擰的松，致使二釘負力不均，其中一個會受力過大而折斷。個別鎖止裝置不合規格，個別螺帽松扣，也會引起負荷的高度集中而折斷。軸承蓋的偏斜，也會增大螺釘的應力，致使其折斷。

三、螺釘配合過緊而折斷。如施加擰力過大或由於其他原因使螺釘過度的擰緊，會使其內部產生裂紋，或由於過度的擠壓削弱其強度。

四、由於主軸承和曲軸軸承過度的磨損使間隙過大，及曲軸頸過度的橢圓，而使內燃機運轉不穩，產生撞擊應力，使螺釘折斷。

另外，活塞頭運轉時卡死在汽缸裡，連桿頭發熱，軸瓦磨傷發生擠夾等都能使螺釘折斷。

從上述的分析看出，只要在裝配時能夠注意下面幾個問題就會克服這種情況。

1. 裝配前應按圖紙要求，準備合格的連桿螺釘，並以機油清洗乾淨保管好。裝配時應成套更換，不得拼湊使用。

2. 連桿螺釘連接強度主要決定於其系緊力。因此裝配時應以不同的柴油機選用專門裝配工具（如擰搬子、筒、套搬子），由具有一定實際工作經驗的工

人進行裝配。為保護釘頭，可用青銅（或用鉛）錘（或在釘頭墊以銅鉛等軟金屬墊片）輕輕打入螺釘孔中，不可使力過猛。擰緊時，螺釘應當擰緊到螺釘的長度變成與軸承拆開前所測量的最初長度相當時為止（可用圖9的辦法測量）。每個螺釘所加擰力要適當一致，不可先擰緊一個以後再開始擰第二個螺釘。

3. 被系緊的零件相互接觸面應光滑，軸承蓋兩邊所用墊片，厚度應一致，邊緣要平整，以及沒有裂痕和彎曲。

4. 鎖止防轉裝置的裝配。連桿螺釘在交變載荷的作用下，由於其永久變形及螺紋的凸起部份被壓平，而漸漸的松扣。因此沒有合乎標準的防轉鎖止裝置是不成的。目前各類型柴油機採用的鎖止辦法是用六口形螺帽上加鎖釘（如圖2），既牢固，又簡單。為便利拆卸裝配起見，螺釘還必須具備有防轉裝置，一般用將螺釘圓頭磨平少許與連桿大端相當之面積（圖3），或用旋緊在軸承蓋之銷子嵌在螺釘頭上銑出的槽內，以防止發生轉動（如圖4）

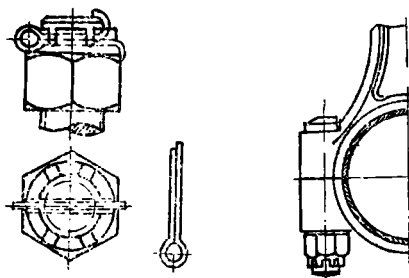


圖 2

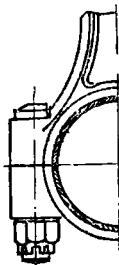


圖 3

在裝配鎖止開口銷時，必須按照銷子孔的直徑選用銷子，螺帽、螺釘上的銷子孔應對齊，開口銷的彎轉應當一端緊貼螺帽的稜面，另一端緊貼螺釘的末端（見圖2）。如果連桿螺釘的緊度達到規定時，發覺螺釘上的銷孔與螺帽上的銷槽不能相合時，則需把螺帽旋到最近的槽中與螺釘孔相配合為止。

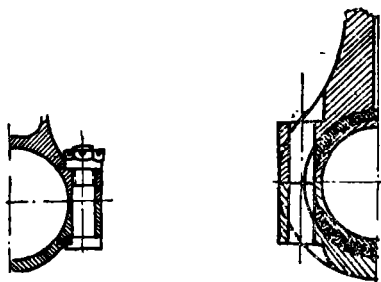


圖 4

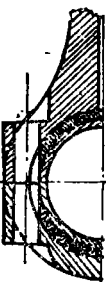


圖 5

5. 連桿螺釘裝配孔在理論上是愈接近襯瓦愈好。因為這樣會減少軸承蓋的彎曲應力。一般都不使其鑽孔與大端及蓋之內圓相遇，但也有使螺釘穿過襯瓦鋼殼緊靠軸承合金，附帶起固定作用（如圖5），以防襯瓦旋轉。但決不能使螺釘深入軸承合金，以防軸承磨損，損傷曲軸。

連桿螺釘孔中心綫必須相互平行，其不平行度不得超過0.0002，如連桿大端螺釘係兩個者，則此兩個螺釘之中心綫必須與連桿中心綫成一個平面，與大小端孔之中心綫相垂直，且對稱的配置在大端兩側。

如螺釘孔失圓，應依序用幾把絞刀絞孔，絞時要精細，上下連桿蓋螺釘孔中心要對齊，不得使軸承偏移或刮花，直到孔平無毛疵時為止。再把備用連桿螺釘按螺孔所得尺寸加工（為此備制螺釘的直徑應有餘量）新螺釘。

6. 連桿大端軸承蓋及曲柄軸承與螺帽及螺釘頭的接觸處，應注意有充分的承受面（如圖6）。連桿大端軸承的合縫在設計時是相互錯開的（如圖7），以免螺釘受剪力，其錯開距離約為1.5~2公厘。

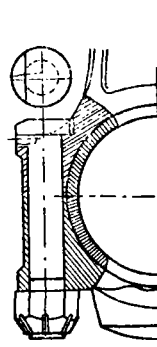


圖 6

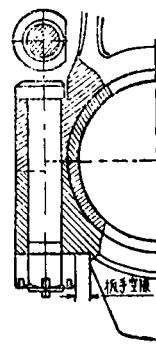


圖 7

由於軸承蓋及螺釘的彈性變形，會使間隙增大，故軸承蓋制作設計時應牢固，而與連桿螺釘之間的間隙應盡可能小，螺釘放入螺釘孔中應當較緊，但無需大力打進。

連桿螺釘的檢查與更換

連桿螺釘在內燃機交變載荷的作用下，由於螺釘頭凸起部份被壓扁，及擰緊螺釘後所引起的永久變形，而使螺釘連接粘度（系緊力）隨交變載荷次數的增加而漸次減小到最後值（如圖8）。雖然有鎖止裝置也會引起松扣，而由當初配合不緊或略微的配合不緊的情況，漸之擴大而使螺釘直徑變細，銷釘折斷，

從而螺釘脫落折斷。因之經常的檢查、調整連接情況，並定期的更換是很必要的。

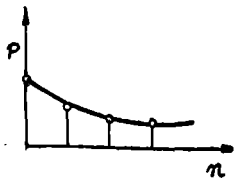


圖 8

柴油機每工作500~700小時後，應仔細檢查其緊固情況。工作1500~2000小時應測其永久伸長。定期進行修配時應對連接質量作全面檢查，並經過小時運轉試驗以後才可投入生產。

一般的檢查及方法

一、螺紋的檢查。除對外表進行檢查外，還應用螺紋規或量規檢查其絲扣。螺紋配合以用手旋上螺母時，感到費勁為合適。

二、裂紋的檢查。裂紋的檢查是很重要的，尤其對各圓角過渡處，螺帽下的支承面以及軸紋部份應特別仔細檢查；常用的檢查方法有以下幾種：

1. 先以煤油將螺釘清洗乾淨，再以棉紗擦干，用五倍放大鏡直接檢查螺釘各部份。
2. 前一種方法，沒檢查出異狀時，可以在其上繼續薄薄地塗上一層白粉溶液。當白粉干了以後，連桿螺釘裂紋處，將呈顯出黃黑色的痕跡。
3. 把螺釘置於碳酸鈉的飽和溶液中，稍後在螺釘裂紋處將出現有白色的薄層。
4. 連桿螺釘上極細的裂紋及其他毛病，可以用磁性檢查找出。其方法是：在螺釘上套上綫圈，在綫圈上通過直流電（約幾秒鐘），把半膠體的氧化鐵（鐵丹粉和火油或變壓器油的溶液）澆在螺釘上。在澆塗的過程中，再通過幾次電流，並以薄鋼片或鋼針移近被磁化了的螺釘來檢查其必須的磁化程度。當被螺釘吸住時，就可以開始檢查。如沒有毛病時，則在其表面不會遺留有任何痕跡；如有毛病即使很小的毛病，也會有鐵丹粉圍繞着，因而很容易辨別出來。

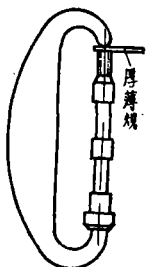


圖 9

三、連桿螺釘裝配時長度的測量。擰緊前先量其長並記錄。其後用卡微規或專用卡規及厚薄規量度（如圖9），定出卡擋間距離，一般應較螺釘長 1~2 公厘。為了調節螺釘螺母的緊度，可把未經上緊的螺釘放入卡規中，並用一套厚薄規塞片測量每個螺釘端與卡擋間的間隙的數值。按照螺母擰緊的程度進行測量。當螺母松弛時，

螺釘應恢復原來長度。這樣不需從連桿上取下就可檢查。

四、連桿螺釘支承面的檢查。螺釘及螺母的支承面與連桿頭的相當接觸面，也應當經常檢驗其貼附的正確性，一般常在連桿螺釘頭及螺母支承面上塗抹一層濃濃的色油，然後把螺釘裝入連桿並將螺母擰緊，色油的班跡均勻的散佈在接觸面上，各油班間的距離不應大於 45°。要求支承面必須與中心綫垂直，其偏差不大於 0.05 公厘，如靠接不良應該括削連桿頭上的接觸面。但不可銼削螺釘頭或螺母的支承面。螺釘頭與螺母的支承面貼附的正確性，也可以用塞尺檢查。如果用 0.04 公厘的塞片不能插入，則其貼附程度認為合格。在檢查螺釘頭及螺母支承面時，應當注意連桿各部接觸面的平行性。如不平行則在螺釘中會產生超過原有應力很大的附加應力。

五、連桿螺釘的更換。

1. 柴油機連桿螺釘使用壽命是隨其轉速的增加而減小，如表所示。因此應當根據不同類型的內燃機來確定其使用時間，按期更換螺釘。

轉/每分鐘	200	250	300	400
螺釘連續工作時間 (小時)	30 000	25,000	20,000	15,000

2. 螺釘具有下列缺陷時也應更換：

- ① 有凹痕、裂紋、鑿口、絲扣不全，扭彎等機械損傷的連桿螺釘；
- ② 螺釘或螺母的螺紋有損壞者；
- ③ 螺母配在螺釘上松弛以及螺釘裝在螺釘孔中不能配緊者；
- ④ 連桿螺釘永久伸長，超過原長0.3%者；
- ⑤ 鎖止裝置有弊病，不完整者。

3. 由於柴油機發生其他故障，影響連桿螺釘壽命時，塞也要更換。如活塞在汽缸裡咬死，機器同時停下來時，則相應的連桿螺釘也應更換。另外由於螺釘不緊而使機器振動的情況，也應更換連桿螺釘。

為了全面地掌握連桿螺釘的使用情況，應重視記錄工作，每個操作人員應知道其使用時間，磨損情況，並將檢查情況隨時記錄下來，作為檢修更換的依據。