

問：

您好，齒輪在使用一段時間後發生斷裂，照片如下：



齒輪箱是以潤滑油脂潤滑。

敬請研判並提示造成損壞的可能原因。

謝謝

答：

謝謝提問，

依照照片來看：

1. 大齒輪單側斜角崩壞。
2. 大齒輪崩壞部，斷裂面似有金屬流，非單純折斷。
3. 小齒輪的損壞也偏在同一側（內側），與相應的大齒輪崩壞部位同側。
4. 小齒輪內側齒根部有刮痕及有孔蝕、熔著及齒根部之干擾損壞現象。

另外，知道

1. 大小齒輪損壞，皆在同一側發生。
2. 大齒輪為單側支撐（有一側無軸承支撐）。

研判：

1. 損壞的發生是漸進的。
2. 金屬流、刮痕、孔蝕、熔著等損壞現象，屬於曾發生金屬疲勞的典型表現。
3. 損壞發生時，軸心不是處於平行狀態。
4. 小齒輪軸心過長，或軸心外徑過細，或同一軸上兩個軸承間的距離過大，齒輪在運轉時所產生的徑向分力，容易使軸心發生細微的撓曲變形（包括細微振動），這變形就足以使大小齒輪的軸心處於不平行狀態，才會發生單側斜角崩壞。
5. 當負荷來時，前述軸心不足以維持應有的剛性。
6. 造成單側傾斜咬合，使得單側負荷的面壓無端增大，超過齒輪應有的容許面壓強度。
7. 齒輪產生疲勞損壞。

改善建議：

1. 增加小齒輪齒數（外徑放大）、儘量縮短小齒輪軸上的兩個軸承間的距離，使得軸心的細長比（小齒輪外徑/兩軸承間距離）不致過小。
2. 齒輪最好為兩側支撐，若不得已，則 OVER HANG 的長度要越短越好。
3. 大齒輪做削鼓形加工（CROWING），可吸收些微的軸心歪斜，讓齒承（TOOTH BEARING，印痕）維持在齒幅的中心附近，可適度避開單側咬合。
4. 齒輪的齒頂實施倒角（SEMI TOPPING）或齒頂滾圓角（FULL TOPPING）。此舉雖會犧牲一些咬合率，但可避免配對齒輪齒根部的干擾損壞。
5. 使用的潤滑油要充足，油性要好，可隔開齒和齒的直接碰觸，能避免孔蝕及熔著損壞。
6. 機體、機壁的厚度要夠，才具有足夠剛性承擔運轉負荷。

參考閱讀：

1. (齒輪損壞解析典範) <https://www.amx.com.tw/products.php?mode=books&no=2>
2. (XX 電廠齒輪箱小齒輪輪損壞) <https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=92>
3. (KHK 型錄中齒輪的損傷狀態及其用語)
<https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=36>
4. (影響齒輪噪音的因素) <https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=54>
5. (齒輪的噪音及對策) <https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=40>