

# 中國農業工程學會

## No. 15

### 第十五期

# 通訊

## C. S. A. E. News

PUBLISHED BY

Chinese Society of Agricultural Engineers

發行所 禮  
編者 張建勳  
台 市  
國立中央大學  
農業工程學系

出版月期中華民國47年9月1日

## 行易知難之螺絲使用法

方 根 壽

一個機器普通總由許多機件所構成。連接諸件在一起的，最常用者為螺絲(Threaded Fasteners)，故螺絲者，實為機械時代最習見的一樣東西，一般而言，凡拿得動扳手(Wrench)的小童，即能將螺絲轉緊或鬆開，說一個人連螺絲都不會用是一個笑話。

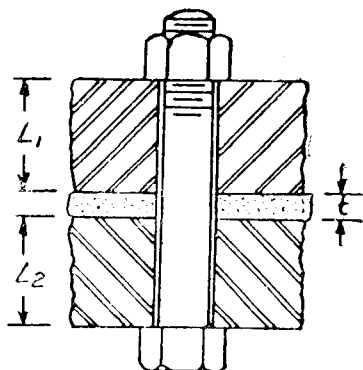
可是仔細研究其事，這運用螺絲的問題並不簡單，且甚複雜，我們亦知道有些地方如引擎上之汽缸蓋，緊鬆螺絲要按一定的次序，緊度要有一定，熟練工人的手還嫌靠不住，須藉特製之力矩扳手來協助，就應用立場而言，這亦無何難處，只要有人規定其緊鬆次序與力矩數量，遵照去做就是，但問題是如何作規定，探求此中原理困擾百出，單看過去發表文章之多，可以想見其複雜性。

### 一、螺絲怎樣才算緊

緊螺絲之目的，在使其受拉力(Under tension)，才可以使被連接之機件受壓而緊，緊螺絲的程度，以力矩量之，力矩之大部份却消耗在摩阻力上面，只小部份傳到螺絲本身上去，摩阻力因潤滑劑之使用，螺絲之摩光度及轉緊時之方法等而大大的改變，一個理論完密的公式，就因摩阻係數的不易測定，而成無用，無法算準受拉力之大小，用滑油的與表面光滑的螺絲，化很小的力矩，就可以產生很大的拉力，你的手感到不够緊，其實已經很緊了，又用螺絲時，如果一口氣把牠轉緊，你所抵抗的是動摩阻，如果轉轉又停停，則所抵抗的是靜摩阻，後者常較大，雖用同等之力矩，其結果不相同，由此可見上面說過的那個力矩扳手，亦是一個靠不住的工具，因牠只能指示力矩的大小而不能指示螺絲受拉力的程度。

螺絲在其彈性限度內，伸長與拉力成正比，利用這關係，可以測量其伸長多少而推算拉力，如螺絲之一端埋入機件中，則無法量其長度，只好數螺帽之轉數而間接計算其長度，這種工作自非一般技工所能勝任，亦不實用，可是在大量製造時，取幾個螺絲來試試，以便規定適當之力矩，這辦法倒是很適宜的。

有一個經驗公式。說是正常摩阻狀況下，相當正確，估錄如下：力矩(吋磅) $= 0.2 \times$ 螺絲直徑 $\times$ 拉力。



圖一、 $L_1 + L_2$  為機件總厚度  
 $t$  為墊圈厚度

## 二、緊好之螺絲，能再承受多少外力？

螺絲之效用大小，以其能承受多少外力來計算，以  $F_a$  代之，上節所述因緊螺絲而產生拉力，稱之為初力，以  $F_i$  代之，因初力與外力共同作用之結果，產生螺絲之總力，以  $F$  代之，一顆螺絲是否會失敗，是看總力是否超過材料之極限強度 (Ultimate strength) 為定，倘  $F$  之數值易求，則設計螺絲，殊為易事，實際上， $F$  值並非  $F_i$  與  $F_a$  之代數和，除  $F_i$  之不易求得已如上述外，還有其他難以測定之因子存在。

$$F = K F_a + F_i \quad \text{總力} = K(\text{外力}) + \text{初力} \cdots (1)$$

$$\text{而 } K = \frac{E_b R_b / L}{E_b R_b / L + E_g A_g / t}$$

此處  $E_b$   $A_b$  為螺絲之彈性係數與斷面積

$E_g$   $A_g$  為墊圈之彈性係數與斷面積

$L$  為被連接機件之厚度， $t$  為墊圈之厚度 (圖一) 由上可知  $K$  之數值為一相當複雜之變數，最大時為 1. 最小時為零，這就難熬一位設計師了，理論正確之公式不可恃，翻開工程手冊，各家所建議各種大小螺絲所能承受之外力，又各不相同，好在世間很多事，是知而後能行，不知亦能行，所以問題亦就不解自解了。

上面說過  $K$  值，最大為 1. 最小為零，試再申述之：

a. 墊圈 (GasKet) 軟厚而面積小 此時  $\frac{E_g A_g}{t}$

甚小，幾近于 0. 則  $K=1$ . 而  $F=F_a+F_i$  這意思是說，總力為外力與初力之總和，如螺絲轉得太緊， $F_i$  大，則其所能承受之外力  $F_a$  就得小。

b. 墊圈硬，薄而面積大，此時  $\frac{E_g A_g}{t}$  項近手無窮大則  $K=0$  而  $F=F_i$  這意思是說，總力等

于初力，與外力無關，(注意：如外力大過初力，則兩機件被拉開不相接觸，公式 (1) 就不適用，此時初力不復存在，總力即外力) 這個觀念很重要，因為一般螺絲接頭是不用墊圈的，無墊圈與墊圈硬，薄而大者相同，利用這原理，無墊圈之螺絲，應該轉得愈緊愈好，可以緊到彈性極限 (Elastic limit) 為止，如果那螺絲不擬拆下再用，簡直可以緊到超過這極限，倘不如此，就算沒有充分利用物力，舉個例來說明這點，有運土機之土管上原來用  $\frac{3}{4}$ " 之螺絲，因鬆開之故，設計師將之逐漸加大，一直加到  $1\frac{1}{4}$ " 仍無濟于事，經螺絲專家一看，認為毛病在於螺絲不夠轉緊，建議仍舊回復到  $\frac{3}{4}$ "

，加以 350 呎磅之用矩，果然不再鬆開，所以用一顆大螺絲而不把牠轉緊或沒有適當扳手把牠轉緊是完全無益的，應該改用較小者為是。

## 三、應力集中 (Stress Concentration) 與疲勞 (Fatigue)

我們熟知一根光滑的軸，因穿一孔或打一槽，則孔與槽處，就有應力集中之現象，對此處及附近之材料強度大大的減弱，不能以除去物料之多寡度量之，且易疲勞，不經久耐用，一個螺絲接頭，其雌雄二方，均有 V 形深溝，故應力集中與疲勞，二現象都十分嚴重，且每條螺紋，並不平均受力，故使用螺絲時，雖初力或外力不大，而局部論之，恐早已超過其彈性極限了，這方面的研究，比上兩節還要困難些。

## 四、螺絲之粗紋與細紋孰為優劣。

每吋長度內，螺紋多者為細紋螺 (Fine Pitch thread)，否則為粗紋螺 (Coarse Pitch thread)，前者之應力面積 (Stress Area) 大，故一向來都說細紋螺較為強固，可是近幾年來，美國一個螺絲製造廠簡稱 RBW 者 (Russell Burdsall & Ward) 一再發表文章，登載廣告，平反其議，認為粗紋螺更強固，其所持之理由有二點，粗紋之 V 形深，故螺紋本身堅牢，又粗紋之側面 (Flank) 較廣，應力集中較均勻，這種議論自然尚有研討之餘地，可是我們極樂接受，因為粗紋生產成本低使用時迅捷省時。

## 五、 $\frac{5}{8}$ " 以下之螺絲是否夠強可用。

日常所見  $\frac{5}{8}$ " 以下之螺絲，如  $\frac{1}{2}$ "， $\frac{3}{8}$ " 等在任吃重的工作而承受相當外力者，到處可見。可是這正犯着機械設計上的一條規則，這規則並無明文規定，只因美國康乃爾大學與德國方面試驗結果，得一共同之結論，即一個有經驗之技工，可以于轉緊螺絲時給予 16,000 倍，于螺絲直徑之初力由此推論  $\frac{5}{8}$ " 以下之螺絲易于拉斷，無餘力來承受外力。

各教科書與各工程手冊，對這試驗之結論却十分重視，幾乎奉為金科玉律，我們試衡量這規則，認為不須重視小於  $\frac{5}{8}$ " 之螺絲在任吃重工作者，比比皆是。康乃爾大學試驗時係用 12 個經驗技工，命其緊到「不漏蒸汽」(Steam tight) 為準，那種緊的程度與試驗時技工之心理是否正常，俱有可疑，此外就我國人而言，因腦力不同，尤有不遵照此規則之理由。