

# 螺絲頭型的幾何設計



文/ Peter Standing

有許多單品項產品必須具備不只一種特徵，以便能提供其原先設計所要達到的功能。

若這些功能都分開單獨存在，螺絲就無法被使用，一定要全部整合在一起，螺絲才能正常運作。在本文中，螺絲的定義是有螺紋且可產生機械接合效果的單一扣件。

除非螺絲被當作螺柱使用，不然所有螺絲扣件都會有頭部。這有兩種基本目的。其一其外部表面基本上是設計來達到接合功能。若是其為六角頭，也可以當作「鑽頭」來使用。多數扣件頭部的第二個組成因子則與其內凹表面的形狀有關聯，其設計是用來驅動螺絲。

有趣的是，除了設計來與平螺絲起子搭配使用的一字槽外，其他有「鑽頭」設計的部分都會有專屬自己的名稱（不論是以首次把它引進市場的設計師或公司之名）。但這並不是本文這次針對外頭部設計所關注的重點。

為了更完整，也必須提到「無頭螺絲 (grub screw)」雖然沒有所謂的頭部設計，但實際上它還是有所謂的內六角、一字槽等有助於驅動螺絲的設計。

## 螺絲頭部設計

所有使用於木頭或金屬的螺絲扣件都是設計來緊固物件。大部分用來把物件支撐固定住，但是它們也可以和間隔件 (spacer)、螺帽等一起使用。一些螺絲也可以像鉤子一樣被獨立應用。本文中，我們將只會針對緊固用的螺絲作探討，並特別專注在頭部設計的部分。

雖然每個人都很熟悉螺絲頭部（圓頭、平頭、六角頭等）的標準術語，但卻很難找到可以完整說明解釋它們的資訊。因此，關於這些主題的探討僅佔很小一部分，透過探索滿足螺絲頭部分類的可能性（和難度），這不失為一個開端。

螺絲頭部是螺紋扣件上用以與表面毗連或支撐它的地方，螺絲的毗連部分必須延伸超過螺身/螺紋 (r) 的外徑的半徑範圍。半徑 (R) 越長，材料從最初棒線/線材上位移的量越大。

根據第一項原則，圖1顯示螺身的一半部分。若頭部形成階段的橫向流是一致的，會產生超出螺身範圍的環形材料區。材料所形成區域的下方會與縱軸形成直角。不過，若是這樣的擠壓程序是發生在模內，就有可能形成不與螺絲軸成直角而是呈  $\alpha+$  或  $\alpha-$  角的輻射狀表面。在現實世界中，與螺身軸線所形成的直角指的是無論有無配有墊片的螺栓頭部下方。介於30-60度的  $\alpha+$  值會使其變成一支埋頭螺絲，若是值介於  $\pi$  和  $\pi/2$  之間，則會使其具備一個錐狀頭部。當然，因為這是在腦中直接想像而非實際操作後的結果， $\alpha$  值可以隨便我們怎麼設定。頭部下方因為不同  $\alpha$  值設定可以產生的形狀可參考圖1和表1。

圖1. 依據不同  $\alpha$  值所產生的頭部樣式變化

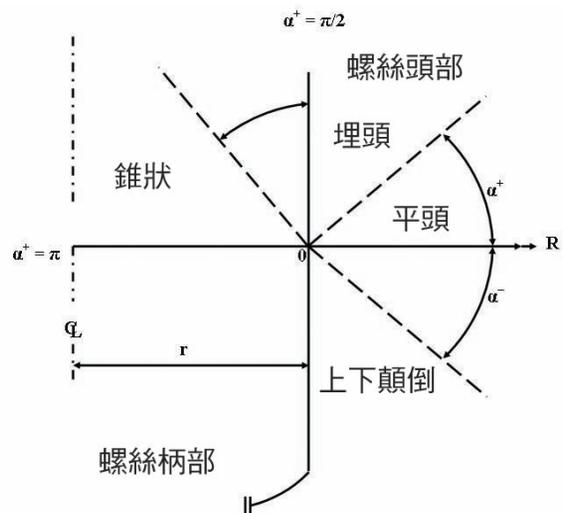
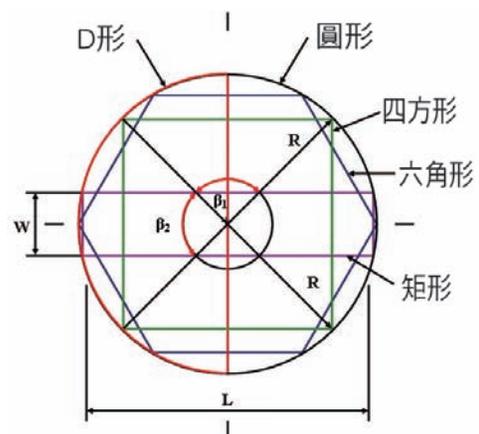


表1  $\alpha$  值變化所導致的頭型變化

| A | 頭部下方與 $\alpha$ 值的關係                 | 頭部樣式                     |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 | $\alpha+ = \pi$                     | 無頭部設計 (無頭螺絲)             |
| 2 | $\pi < \alpha+ \rightarrow \pi/2$   | 錐狀 (外徑 $r =$ 過度區半徑 $R$ ) |
| 3 | $\pi/6 \rightarrow \alpha+ < \pi/3$ | 埋頭                       |
| 4 | $\alpha+ = 0$                       | 平頭                       |
| 5 | $\alpha-$                           | 上下顛倒 (尖頭/四方型頭部)          |

圖2 與半徑  $R$  有關的不同  $\beta_1$  和  $\beta_2$  值改變所產生頭部樣式的簡易示意圖



當然，材料的橫向流並不需要產生對稱的環形頭部。如同圖2和表2所示，透過選擇與半徑R有關的不同 $\beta_1$ 和 $\beta_2$ 值，可以創造出多面式的表面。六角型或四方型也許最常見，但可能包括有一長度(L)比其寬度(W)還大許多的薄矩形，創造出一個「T」型頭部。

表2 與半徑R有關的不同 $\beta_1$ 和 $\beta_2$ 值改變所產生頭部樣式

| B | 固定R值時 $\beta_1$ 和 $\beta_2$ 的相互關係        | 頭部簡易示意圖 |
|---|------------------------------------------|---------|
| 1 | $\beta_1 = 2\pi$ and $\beta_2 = 0$       | 圓形      |
| 2 | $\beta_1 = \pi$ and $\beta_2 = 0$        | D形      |
| 3 | $(\beta_1 = \beta_2 = \pi/2) \times 2$   | 四方形     |
| 4 | $(\beta_1 = \beta_2 = \pi/3) \times 3$   | 六角形     |
| 5 | $(\beta_1 \rightarrow \beta_2) \times 2$ | 矩形      |

接下來要考量到的部分是從螺絲外徑或螺栓螺身下方過渡區往上計算的頭部厚度(t)。

如圖3所示，從最上層表面可以取得完整外頭部尺寸。可能會是平頭、圓頂頭，以及/或是某種輪廓(如表3所示)。

圖3  $\Phi$ 變化所導致的頭部形狀改變

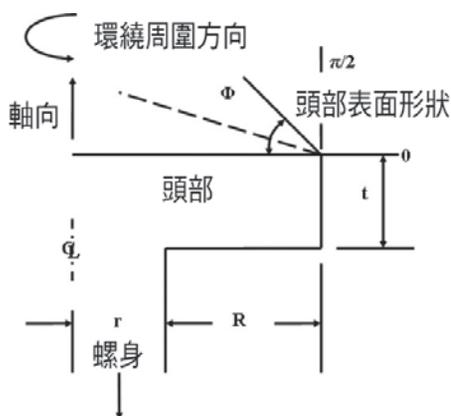


表3  $\Phi$ 變化所導致的頭部形狀改變

| B | 頭部上層表面與 $\Phi$ 的相互關係          | 頭部形狀   |
|---|-------------------------------|--------|
| 1 | $\Phi = 0$                    | 平頭     |
| 2 | $0 < \Phi < \pi/2$<br>(以軸的方向) | 錐狀     |
| 3 | 當 $0 < \Phi < \pi/2$ 隨著R+r值而變 | 圓頂/圓形  |
| 4 | $0 < \Phi < \pi/2$ (以環繞周圍的方向) | 某種特定輪廓 |

若不看頭部內部的形狀，圖表1到3可以用來對任何螺絲頭部進行分類。當然，上面所提到的只與頭部的形狀有關，且主要集中在常用的縱軸部分。偏離螺身軸線的頭部也可以透過螺身和頭部軸線間的轉換簡易地使用上面的分類來看。

## 如何使用

根據這樣的分類描述，一支六角頭螺栓會被分類為：A4、B4和C1。

正方形頭部被分類為：A4、B3和C1。

埋頭頭部被分類為：A3、B1，或者是C1或C2/3(若為平頭、圓頂或圓形)。

在這數位化的時代，對於產品的使用和誤用都會造成不精確和誤解。任何可減少電腦描述符號至數位形式的分類必須是在簡化事務和最小化潛在錯誤發生時是有益的。

在某些螺紋扣件中，尤其是木螺絲最明顯，經由螺絲起子所施加的輸入扭力以及傳送輸入扭力螺紋頸部上的扭力有顯著不對稱。

導孔太小的話，木頭和螺絲之間的接觸摩擦力更大，可能導致頭部失效。在嘗試移除因過大力緊固而頸部斷裂的螺絲時，這常常更加明顯。所以以所提出的分類表為基礎並透過分析來找出簡易的頭部設計改良是否就能解決問題？

從使用者的角度來看也許會很驚訝，為什麼在很明顯是螺絲應用出問題的部分，卻花了那麼多心力在螺絲的頭部鑽頭設計上？如同任何設計一樣，都是因為需要達到某種功能。過度設計會讓作業成本提高，設計不足的扣件則可能要坐看問題發生。最佳的設計是可以同時考量到其要如何、為什麼、何時和在哪裡應用來達到其預設功能。

從無所不在的螺絲扣件頭部一字溝槽設計到其他類似的變形設計，螺絲頭部鑽頭設計已經大量激增。這讓那些需要為某些以扣件組裝且這些扣件有時候使用一些存在細微差異頭部鑽頭設計的設備提供服務的人感到非常驚愕和耗費不少成本。一字溝槽扣件的許多缺點產生一些技術上的需要來探索更新的概念想法，像是冷成型的提早發展就讓生產四角形和十字形的鑽頭樣式成為可能。之後還有許多基於商用的所開發的鑽頭設計，這些都是因為為取得新專利或突破現有設計需要，且不一定是因為要改善其應用狀況。有趣的是，上面所描述外頭部尺寸的相同分類表也可以用來指明使用於螺絲頭部鑽頭設計的特徵。舉例來說，一字溝槽在表2時可能會是b5、正方形是b3、六角形是b4等。小寫的字母表示鑽頭設計的幾何。

## 結語

人類腦袋的無限創新發展力(如同扣件的多樣性一樣)在過去一百多年已經完成許多事。尺寸、形狀、輸出、成本，沒有甚麼不可能的。進步一直都是透過解決許多大問題來達成。如果沒有這些扣件存在，將難以想像我們的生活會變成甚麼樣，且也許會更難去想像未來扣件將如何進步和改善。但有件事是可以肯定的，扣件將會更加進步更加被改善。