

圖7

圖8

原理是一樣的。換句話說，隨著左端的支撐點、螺栓的軸心、外力作用的位置這三者之間的關係，力道的放大比例會大幅變化。同時，藉由在栓合件的形狀上下一點功夫，此機制可能就可以提高疲勞強度。

結語

金屬疲勞的研究，就是由前述以S-N曲線聞名的烏勒(Wöhler)先生在1860年左右帶頭。即使經過無數的年月到了現在，螺絲等等的金屬疲勞損壞導致的交通事故和問題仍不斷發生。即使解決了某個問題，一旦提升了機械或機器的性能，別的部位又會因為別的原因發生疲勞損壞，這種現象一直重複上演。在下一篇投稿中，我會透過電腦解析來證明螺紋的疲勞損壞常發生的位置，並介紹改善疲勞強度的具體作法。

參考文獻

Toshimichi Fukuoka, "Threaded Fasteners for Engineers and Design – Solid Mechanics and Numerical Analysis –", pp.166-200, Corona Publishing Co., Ltd. (2015)

最近幾年有樣新設課程大舉進攻美國公立學校。此新設課程稱作「科學、技術、工程和數學(STEM)」。該課程中其中一個基本主題是「七種簡易機械」。對學技術方面的學生來說，每樣都是很有趣的主題，但這七種也許沒有任何一種會比螺紋這主題的論述還要簡要明確。

從螺紋出現和首次有使用紀錄以來，螺紋一直以各種方式忠實地服務人類。首次螺紋被使用的紀錄可追溯至阿基米德用來把某處的水移至他處，現在它被用於各種緊固物件的需求，從最普通的應用到最重要關鍵的應用都可看見。事實上，現在還有很多螺絲被用來把骨頭和身體部位接合在一起，在大眾健康和行動問題上創造出革命性的解決辦法。

不同螺紋 設計及其應 用領域

文/Laurence Claus

所以螺紋到底是如何創造這樣的工程成就？答案主要是：螺紋使用相對少的輸入能量來產生高水平機械優勢的能力。簡單來說，螺紋是增加應用力道非常強而有力的部分。

螺紋有很多共同特性。雖然他們有很多全球通用的特徵，最常被用來形容各式螺紋的有大徑、小徑、節徑、側面角、螺距、導程和螺旋角。圖1指出一支螺絲的主要構造。定義為：

- 大徑：螺紋上最大的直徑（若是外螺紋部件，指的是最外面的直徑，若是內螺紋就是最裡面的直徑）。
- 小徑：螺紋上最小的直徑（在外螺紋部件上指的是最裡面的直徑，若在內螺紋部件，指的就是最外面的直徑）。
- 節徑：節徑非常重要，因為製造流程的控制和認可都需要它。不過這在概念上不好理解。節徑指的是把螺絲當圓筒看時，當螺紋側與緊鄰螺紋側表面之間表面距離與兩個牙之間的最短距離相同時所取得之左右對稱兩點之間的直線距離。
- 側面角：指的是螺紋的角度。
- 螺距：從一螺紋端點至其緊鄰螺紋的端點之線性距離。
- 導程：部件轉一圈的線性移動距離。在單導程螺紋內，這距離等同螺距。在多導程螺紋內，移動的距離等同導程旋轉圈數x螺距。換句話說，如果有一雙導程螺紋，部件旋轉一圈就是兩個螺距的距離。
- 螺旋角：螺紋在圓柱體上運行的角度。螺旋角是很重要的因素，因其與螺距、導程和加大力道之間有相互關係。

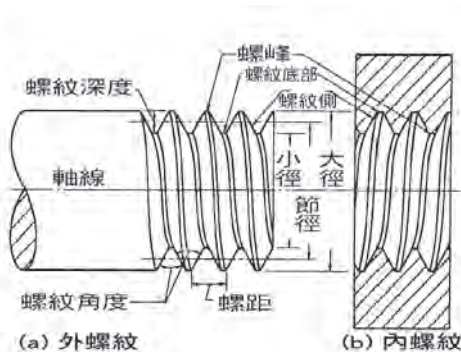


圖1-螺紋術語表

雖然螺紋有很多樣式且用於許多地方，我將之分為三大類：60°螺紋（常被稱為機械螺絲或公制螺絲）、大於60°的螺紋（動力螺紋）和特殊螺紋（間隙螺紋）。最不常使用螺紋的使用者甚至都清楚這所有螺紋樣式中最常見的是60°螺紋。這些使用在各種螺絲、螺絲和其他螺紋接合上，且通常（雖然不是一直）都有搭配預製孔洞或螺帽。特殊螺紋則分成兩種不同類別。第一種是側面角小於60°（多數介於45°和30°之間）的低側斷面螺絲螺紋。因為這些側斷面不具備高負載應用或鑽入更強韌材料螺紋不可或缺的強度，它們主要應用在熱塑材料、木頭和其他種建材。大多時候，這些是螺紋成形螺絲，意謂除了加強負載力外，它們可以自行切出或形成所需搭配的螺紋。第二種類別是側斷面大於（含）60°的特殊螺紋。這類螺紋已經被應用在AB型的螺紋樣式上，用來緊固薄金屬板金。特殊螺紋之所以又被稱作間隙螺紋是因為其每一道接續的螺紋並不是從前一道螺紋的末端開始。因為這種刻意設計的「落差間隙」，這種螺絲的螺距會比最近似的無間隙螺紋螺距還大。最後就是側斷面大於60°的螺絲螺紋，很多都將近水平角度了。這類螺紋就是一般所熟知的動力螺紋，因為這種結構形成較高軸向力道的組成。較高的軸向力道組成意謂螺絲可以產生非常高的負載力。

螺紋被應用在許多重要功能上。雖然通常設計的目的是單一的，還是有很多螺紋設計是為達到多種功效。最常見的例子是螺紋成型螺絲，其螺紋作用就像一個牙攻用以產生搭配的螺紋，然後作用產生加乘力道來產生所需要的夾緊力。扣件螺紋一般是用來完成下列其中一項或多項功能：

- 產生夾緊負荷
- 調整
- 作為創造自己耦合螺紋的工具
- 產生或維持特別高的負載
- 加速卸除作業

透過對產品設計師可能會嘗試使用哪一類的螺紋來完成任務的基本了解，讓我們可以更深入觀察這三大螺紋類別，每個類別的常用螺紋樣式以及它們常被使用在哪。

60°螺紋

使用者常常稱這類螺絲為「機械螺絲螺紋」、「統一標準螺紋」、「公制螺紋」。這些螺紋樣式在ASME標準B1.1的英制UNC、UNF和UNR產品和ISO標準中像是ISO 68的「M」產品中都有被清楚定義。雖然樣式上些許不同且在螺距和尺寸上相當不同，這些產品彼此間可被視為類似設計的產品可以相互比較，不過一個定義的是英制，另一個則是公制產品（見圖2和3）。

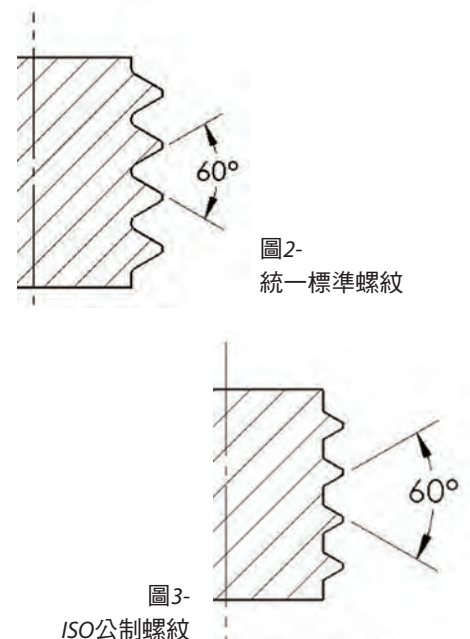


圖3-ISO公制螺紋

這類螺紋在全球被廣泛使用，幾乎在任何角落、任何應用領域都可看到。一般來說，它們可以在用來搭配原本就已經存在螺紋部件的扣件上看到，不過，還是有很多使用這類相同螺紋的螺紋成型扣件(主要針對金屬螺紋成型)。其中一個優點是若螺絲基於某個理由需被替換，就可以使用可隨手取得的機械螺絲來進行替換。

這些螺紋樣式被大量地使用於所有螺紋使用產業和應用。事實上，一些產業幾乎都在使用這類螺紋樣式的扣件。最明顯的例子是結構栓及航太產業。

60°以上螺紋

這類螺紋常被稱作動力螺紋。它們的螺紋側將近扁平和低螺旋角，所以產生的力道組成幾乎都在軸力方向上。確切來說，它們可以產生力道加乘並維持耐重負載。這類螺紋常用於汽車千斤頂、汽車電動座椅調整器以及機械壓製和拉力負荷產生設備等等。它們也常用於建築和被應用在支撐房屋和其他結構樑柱支撐柱的尾端(圖4)。

圖4- 作用中動力螺紋案例



常見的螺紋樣式是四方形、Acme和拱壁螺紋。圖5、6、7分別顯示出這類螺紋。

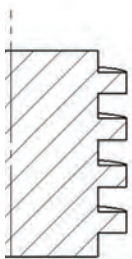


圖5- 四方形螺紋

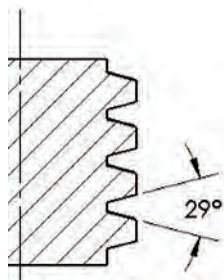


圖6- Acme螺紋

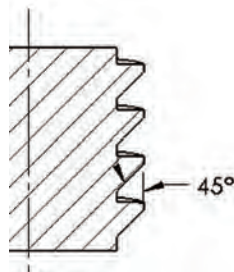


圖7- 拱壁螺紋

間隙螺紋

在三大螺紋種類之中，間隙螺紋可說有最多的樣式。常常被稱作「特殊螺紋」。稱之為間隙螺紋是相當貼切的形容詞，因為它不像其他螺紋一道接續著一道，間隙螺紋的螺紋之間有個間隙或空間，這間隙一般來說就是整個螺紋攀附本體上的平面，不過有些專業產品實際上會有個受壓或壓型根部。這類樣式通常整合在螺紋上，以應付在具「流動性」軟質材料上產生螺紋的需求。這種緩衝區提供額外空間讓軟質材料「流入」，以預防材料流動中斷所產生的傷害。這種扣件最棒的案例Delta PT® 螺絲(見圖8)。



圖8- Delta PT®螺紋

很多間隙螺紋側斷面小於60°且被用於在熱塑、鎂和某些案例中一鋁等軟性材料的螺紋成型。有很多種款式，但最常用的目前都還是專利產品，像是Delta PT®、PT®、Plastite®、Remform®和HiLo®。圖9和圖10顯示這類代表性螺紋樣式。

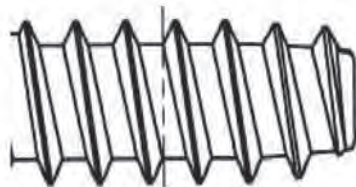


圖9- Plastite®螺紋

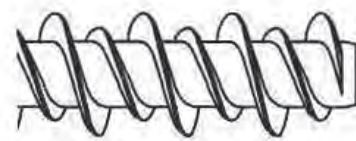


圖10- HiLo®螺紋

有很多種60°的間隙螺紋。多數時候使用在建築或緊固薄金屬板上。常用的款式包括A型、AB型、B型、17型和25型。圖11、12和13顯示出這類螺紋樣式。

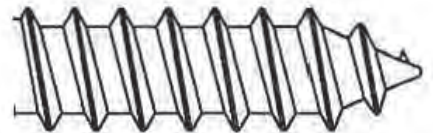


圖11- AB型

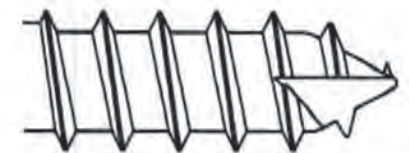


圖12- 17型

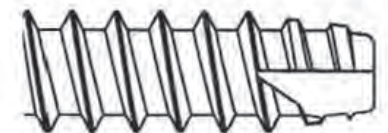


圖13- 25型

總結

螺絲螺紋有許多樣式且被大量地使用於所有產業和需要接合的應用領域。不過並不是所有螺紋樣式都長得一樣或適用所有應用領域。因此，設計師和用戶在選擇最符合需要和要求的螺紋設計樣式時必須「聰明點」。最好的設計師會訓練自己分辨每個螺紋設計的細微差別，所以遇到無法避免的設計挑戰時，他們就可以做出最好的決定。扣件製造商和經銷商一樣都該注意這點，然後他們才可以引導客戶做出最佳的扣件選擇。