



文件序號：T2020225

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	螺旋齒輪的模數與加工
重點	螺旋齒輪的模數與加工
產出日期	2020/03/06
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



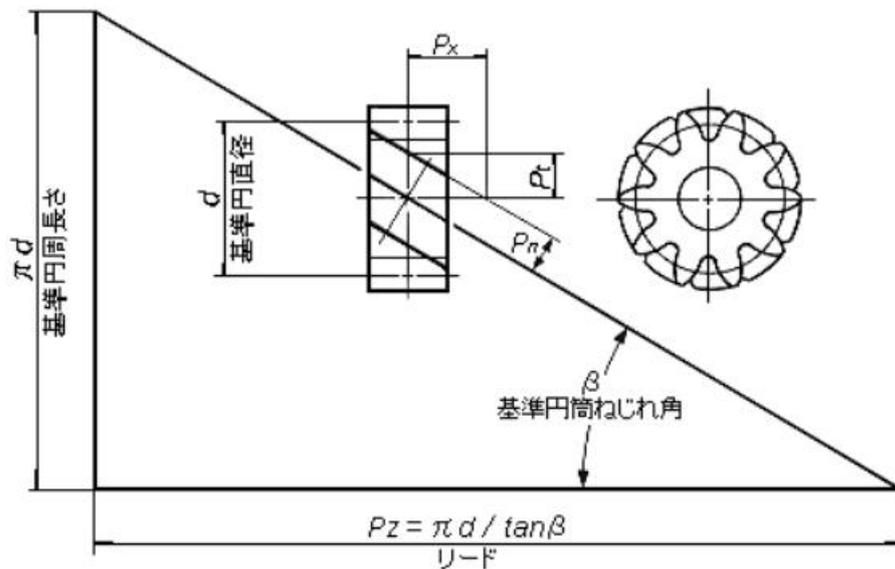
問：

請問螺旋齒在計算上何時該用（正面模數）或（法向模數）？兩種加工費用有差別嗎？螺旋齒的螺旋角是否有常用的標準角度，又是哪幾種？另外請問貴公司內齒輪最大加工直徑可到多大？

答：

漸開線螺旋齒輪（ Helical gear ）：

如下圖所示，螺旋齒輪是齒筋呈螺旋線狀的圓筒齒輪。在節圓上，螺旋線之螺旋角為  $\beta$ ，回轉一周的導程為  $P_z$ 。



圖：螺旋齒輪（右旋）

螺旋齒輪的齒形有軸直角方式（垂直於軸向看）與齒直角方式（垂直於齒向看）二種：

兩者齒形雖同為漸開線，卻有所不同。

螺旋線在「齒直角方向」上所測定的節距為「齒直角節距」 $P_n$ ，將之除以  $\pi$  所得的數值為「齒直角模數」 $m_n$ 。

$$m_n = \frac{P_n}{\pi}$$

以「齒直角模數」 $m_n$ 和「齒直角壓力角」 $\alpha_n$ 作為標準的齒輪，稱為「齒直角方式」螺旋齒輪。

相對的，把在軸和節面垂直平面上之節圓所測出的節距  $P_t$ （軸直角節距），除以圓周率  $\pi$  所得出的數值稱為「軸直角模數或正面模數」 $m_t$ 。



$$m_t = \frac{P_t}{\pi}$$

以「軸直角模數」 $m_t$ 和「軸直角壓力角」 $\alpha_t$ 作為標準的螺旋齒輪，稱為「軸直角方式」螺旋齒輪。

「齒直角方式」的螺旋齒輪中，只要「齒直角模數」 $m_n$ 和「齒直角壓力角」 $\alpha_n$ 相同，即使「標準圓螺旋角」 $\beta$ 不同，也可利用相同的滾齒刀切齒加工。

但「軸直角方式」的螺旋齒輪就不一樣了，雖然是「軸直角模數」 $m_t$ 和「軸直角壓力角」 $\alpha_t$ 相同，只要「標準圓筒螺旋角」 $\beta$ 不同，切齒時就不能使用相同的滾齒刀具。

由於「齒直角方式」螺旋齒輪比較容易製造，因此被廣泛採用。

在平行軸使用螺旋齒輪咬合時，兩齒輪必須螺旋角相等，旋向相反。

螺旋角不同或旋向相同的螺旋齒輪，不能使用在平行軸上進行咬合；只能在兩軸錯交的情形下咬合，此時便稱為「錯交軸螺旋輪」(Screw gears)。

### (1) 「齒直角方式」螺旋齒輪

就轉位螺旋齒輪的咬合而言，「咬合圓直徑」 $d'$ 和「軸直角咬合壓力角」 $\alpha'_t$ 是重要的因素。從軸直角因素來考慮的話，正齒輪和螺旋齒輪的正面（軸直角斷面）咬合情形是相同的，所以計算公式也相同。

$$\begin{cases} d'_1 = 2a \frac{z_1}{z_1 + z_2} \\ d'_2 = 2a \frac{z_2}{z_1 + z_2} \\ \alpha'_t = \cos^{-1} \left( \frac{d_{b1} + d_{b2}}{2a} \right) \end{cases}$$

「齒直角方式」螺旋齒輪與「軸直角方式」螺旋齒輪的關係如下：

$$\begin{cases} x_t = x_n \cos \beta \\ m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} \\ \alpha_t = \tan^{-1} \left( \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} \right) \end{cases}$$

### (2) 「軸直角方式」螺旋齒輪

「軸直角方式」螺旋齒輪與「齒直角方式」螺旋齒輪的關係如下：



$$\begin{cases} x_n = \frac{x_t}{\cos \beta} \\ m_n = m_t \cos \beta \\ \alpha_n = \tan^{-1}(\tan \alpha_t \cos \beta) \end{cases}$$

由此看來，不論是「齒直角方式」或是「軸直角方式」，螺旋齒輪在理論上是相通的。不過，若從齒輪發展的過程及加工工具的普遍性來說，目前市面上通用的螺旋齒輪通常為「齒直角方式」切削刀具所加工出來的（齒直角螺旋齒輪方式）。這是因為同一支刀具可加工正齒輪（正齒輪的齒直角模數＝軸直角模數），在調整切削的角度後又可以加工螺旋齒輪。這時螺旋齒輪的中心距離由於有螺旋角  $\beta$  的關係（在計算中會出現  $\cos\beta$  的函數），會變成帶有小數點的數值。

從加工的角度來看，如果沒有「軸直角模數」的刀具，是無法由「齒直角方式」的刀具來加工「軸直角方式」的齒輪，雖然理論相通，但加工的路數不同，因此在刀具稀少的情形下，「軸直角方式」的齒輪之加工成本會高出許多。

又，螺旋角的大小沒有特殊的規定。在一定的模數下，可調整螺旋角來配合特定的中心距離或得到所要的「軸向推力」（正齒輪沒有軸向推力），或調正螺旋齒輪的重疊咬合率  $\varepsilon \beta$ 。

最常用的螺旋角為  $15^\circ$ 、 $22.5^\circ$ （用在人字齒輪，**Herringbone gears**）、 $45^\circ$ （用在錯交軸螺旋齒輪，**Screw gears**）。過大的螺旋角會造成加工上的困難，及軸向推力過大的困擾。另外，螺旋齒輪於加工上必需要考慮到切齒機 **TABLE** 在正向或負向的差速補償，在計算變換齒輪尚需要一些特殊的計算，無法直接查表得到，這是任意角度螺旋齒輪的困難之處。

至於內齒輪的最大加工直徑要視加工機械的大小、齒輪剛性（厚薄）的大小及與切齒刀具是否發生干涉而定，要看過工作物的圖面後才能判斷。