



文件序號：T2020067

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	跨梢／球距的公差是否能直接對應到 JIS 規範的齒輪精度呢？
重點	跨梢／球距的公差是否能直接對應到 JIS 規範的齒輪精度呢？
產出日期	2020/02/17
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



跨梢/球距的公差是否能直接對應到 JIS 規範的齒輪精度？

這要由齒輪的齒隙先說明

一對齒輪要想達到平順穩定的運轉，需要有齒隙。齒隙是指一對齒輪咬合時，齒面間間隙。根據量測方向的不同，齒隙被分為圓周齒隙 j_t ，法線齒隙 j_n ，徑向齒隙 j_r 和回轉角度齒隙 $j_\theta(^{\circ})$ 。

各齒隙間之關係

序號	齒輪種類	圓周方向 j_t 與法線方向 j_n 的關係式	半徑方向 j_r 與圓周方向 j_t 的關係式
1	正齒輪	$j_n = j_t \cos \alpha$	$j_r = \frac{j_t}{2 \tan \alpha}$
2	螺旋齒輪	$j_{nm} = j_n \cos \alpha_n \cos \beta$	$j_r = \frac{j_n}{2 \tan \alpha_t}$
3	直齒傘形齒輪	$j_n = j_t \cos \alpha$	$j_r = \frac{j_t}{2 \tan \alpha \sin \delta}$
4	彎齒傘形齒輪	$j_{nm} = j_n \cos \alpha_n \cos \beta_m$	$j_r = \frac{j_n}{2 \tan \alpha_t \sin \delta}$
5	蝸桿	$j_{nm} = j_n \cos \alpha_n \sin \gamma$	$j_r = \frac{j_{n2}}{2 \tan \alpha_x}$
	蝸輪	$j_{nm} = j_{n2} \cos \alpha_n \cos \gamma$	

圓周齒隙與回轉角度齒隙之間的關係式如下：

$$j_\theta = j_t \times \frac{360}{\pi \cdot d(\text{度})}$$

使齒輪產生齒隙的方法有兩種，一是將齒厚變小，二是將中心距離拉大。一般來說，前者較為常用。

齒輪的齒厚

齒輪的齒厚測定方法有二種，一種是直接量測齒厚，另一種是量測與齒厚有關的其他尺寸。

一般採用弦齒厚法，跨齒厚法，跨梢(球)法等三種方法。



弦齒厚法(chordal thickness method)是以齒輪的齒頂圓為基準，用齒形卡鉗 (Tooth calipers)測量節圓上的弦齒厚。

跨齒厚法(span measuring method)

是使用齒厚千分表(tooth thickness micrometer)測定跨齒數為 k 之跨齒厚 W 。用這個方法所量測出的跨齒厚等於基圓上基圓齒厚 s_b 與基圓節距 $P_b(k-1)$ 之和。跨梢(球)法(over pin or ball measuring method)

量測正齒輪及螺旋齒輪時，如為偶數齒時，跨梢(球)放入 180° 相對的兩齒溝中，若為奇數齒時，將跨梢(球)放入偏 $180/z^\circ$ (半個節距)的齒溝中，然後再測定其外側尺寸。量測內齒輪時，則測定其內側尺寸。

而 JIS 精度有齒厚減少量之規範（如下齒厚與齒隙之說明），是指單個齒輪的圓周方向的齒厚減少弧長容許值。

不過 JIS 所規範的齒厚減少容許值，十分寬鬆，我們必須要根據一對齒輪所需要的圓周齒隙大小，反求、設定各齒輪的圓周齒厚減少量，並界定其容許值。再從齒輪的圓弧齒厚減少量 Δs ，運用上述各種齒隙間關係的換算（圓周齒隙是一對齒輪中各齒輪圓周齒厚減少量之和）便能得到齒法線方向齒厚減少長度，才能被測量（跨齒厚）。

或經過換算得到半徑方向齒厚減少長度，才能被測量（跨梢/球距）。

齒厚與齒隙

使齒輪產生齒隙的方法有兩種，一是將齒厚變小，二是將中心距離拉大。一般來說，前者較為常用。這裏將介紹齒厚變小的方法。

經過齒輪的齒厚計算方法，所計算得出的齒厚稱為齒輪的標準齒厚(計算齒厚、無齒隙齒厚、齒厚理論值)，也就是說，將擁有標準齒厚的一對齒輪安裝在標準中心距離下，其咬合狀態下之理論齒隙量為 0。

圓周齒隙是一對齒輪中各齒輪圓周齒厚減少量之和

若將一對相互咬合的正齒輪，令小齒輪的圓弧齒厚減小 Δs_1 ，大齒輪的圓弧齒厚減小 Δs_2 時，其圓周齒隙 $j_t = \Delta s_1 + \Delta s_2$

在標準壓力角 $\alpha=20^\circ$ 時，若將齒厚減少量 Δs_1 ， Δs_2 分別設為 0.1 與 0.15，則圓周齒隙 j_t 為：

$$j_t = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 0.1 + 0.15 = 0.25$$



將其換算成法線齒隙 j_n ，則：

$$j_n = j_t \cos \alpha = 0.25 \cos 20^\circ = 0.234923$$

若換算成中心距離方向齒隙 j_r ，則：

$$j_r = \frac{j_t}{2 \tan \alpha} = \frac{0.25}{2 \tan 20^\circ} = 0.343435$$

實際上需要減少圓弧齒厚來增加齒隙時，應該參考 JIS 的齒隙規範來操作。JIS 的齒隙規範包括 JIS B1703-1976(正齒輪及螺旋齒輪的齒隙，雖然已經廢止但仍可參考使用)和 JIS B1705-1973(傘形齒輪的齒隙)。規範所規定的齒隙為軸直角平面上的圓周齒隙 j_t 或 j_n 。規範中的數值大小是一般情況下的標準齒隙值。根據使用目的，亦可採用規範外的齒隙。

圖面上在註明齒厚時，除記入齒厚之標準值外，還應該記入齒厚的尺寸容許公差及齒隙。例如：

圓弧齒厚	$3.141_{-0.100}^{+0.050}$
齒隙	0.100~0.200

由於齒厚的容許公差決定了齒隙的大小，所以是非常重要的公差尺寸。