



文件序號：T2020182

技術類別：《齒輪應用》

| | |
|------|-------------------------------|
| 技術類別 | 齒輪應用 |
| 篇名 | 彎齒傘形齒輪軸向推力翻轉齒數比 |
| 重點 | 彎齒傘形齒輪軸向推力翻轉齒數比 |
| 產出日期 | 2020/02/25 |
| 資料來源 | 日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理 |



彎齒傘形齒輪軸向推力翻轉之齒數比

齒輪組在傳達動力時，計算加諸在齒上的作用力有多大，作用力的方向為何，對決定齒輪的形狀，軸及軸承的尺寸是非常重要的。

要想求出作用於齒的力，為了方便起見，我們假設齒輪的負荷集中在齒的中央部位。

集中在齒幅中央並與齒面垂直的負荷，其在切線方向（圓周方向）上的分力為 $F_t(kgf)$ ，軸方向上的分力（推力）為 $F_x(kgf)$ ，半徑方向上的分力為 F_r 。各方向上分力的計算式參考下表。其中， T 及 T_1 是輸入力矩（ $kgf\cdot m$ ）

特別要提及的是在彎齒傘形齒輪上的軸向推力，會因為齒數比的關係有翻轉的可能

彎齒傘形齒輪的軸向力（=配對齒輪的徑向力）在齒輪齒數比大於 1.57357 時會有反轉的情形

這是因為凸齒面為主動時的軸向推力（大小等於被動凹齒面齒輪的徑向推力）
公式：

$$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta - \sin \beta_m \cos \delta)$$

中減號的問題中減號的問題

當 $\tan \alpha_n \sin \delta \geq \sin \beta_m \cos \delta$ 時，上述公式的值會大於等於 0，

但當 $\tan \alpha_n \sin \delta < \sin \beta_m \cos \delta$ 時，上述公式的值會小於 0，這時的方向會翻轉

同樣的情形會發生在

這是因為凹齒面為主動時的徑向推力（大小等於被動凸齒面齒輪的徑向推力）
公式：

$$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta - \sin \beta_m \sin \delta)$$

中減號的問題

當 $\tan \alpha_n \cos \delta \geq \sin \beta_m \sin \delta$ 時，上述公式的值會大於等於 0，

但當 $\tan \alpha_n \cos \delta < \sin \beta_m \sin \delta$ 時，上述公式的值會小於 0，這時的方向會翻轉

由於壓力角 α_n 與螺旋角 β_m 皆為固定值，因此當等號成立時即為推力翻轉的界線，解方程式可得



主動齒輪的圓錐角 δ

被動齒輪的圓錐角為 $90-\delta$

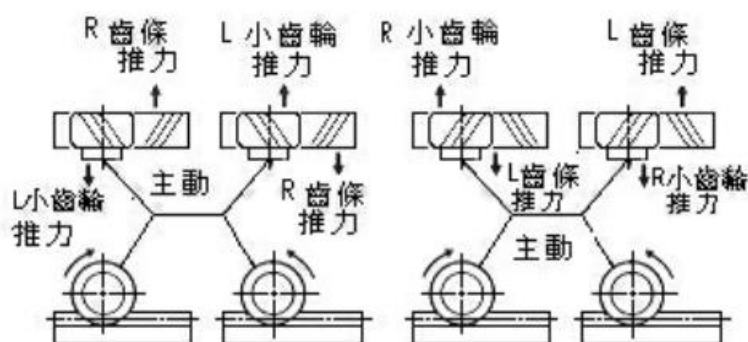
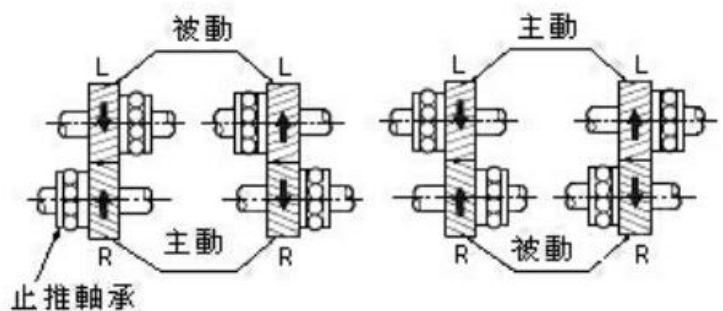
此時的齒數比 $Z_{主動} : Z_{被動} = \sin\delta : \sin(90-\delta)$

作用在齒輪上各方向的力

| 齒輪的種類 | | F_t :切線力 | F_x :軸向力 | F_r :徑向力 | |
|--|------|---|---|---|---|
| 正齒輪 | | $F_t = \frac{2000T}{d}$ | | $F_t \tan \alpha$ | |
| 螺旋齒輪 | | | $F_t \tan \beta$ | $F_t \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$ | |
| 直齒傘形齒輪 | | $F_t = \frac{2000T}{d_m}$ 其中 d_m 是中央標準圓直徑 $d_m = d - b \sin \delta$ | $F_t \tan \alpha \sin \delta$ | $F_t \sin \alpha \cos \delta$ | |
| 彎齒傘形齒輪 | | | 凸齒面為主動齒面時: | $\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta - \sin \beta_m \cos \delta)$ | $\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta + \sin \beta_m \sin \delta)$ |
| | | | 凹齒面為主動齒面時: | $\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta + \sin \beta_m \cos \delta)$ | $\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta - \sin \beta_m \sin \delta)$ |
| 蝸輪組 | 蝸桿主動 | $F_t = \frac{2000T_1}{d_1}$ | $F_t \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$ | $F_t \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$ | |
| | 蝸輪被動 | $F_t \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$ | F_t | | |
| 交錯軸螺旋齒輪 ($\Sigma = 90^\circ$, $\beta = 45^\circ$) | 主動齒輪 | $F_t = \frac{2000T_1}{d_1}$ | $F_t \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \gamma}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$ | $F_t \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$ | |
| | 被動齒輪 | $F_t \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \gamma}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$ | F_t | | |

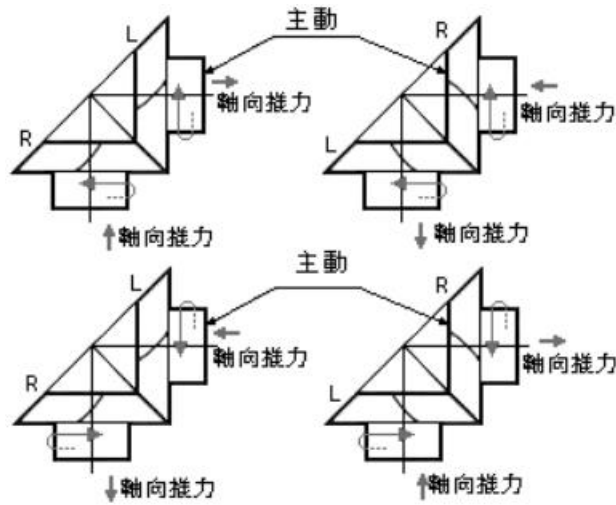
螺旋齒輪 / 螺旋齒條之旋向與軸向推力

回轉方向及軸向推力方向



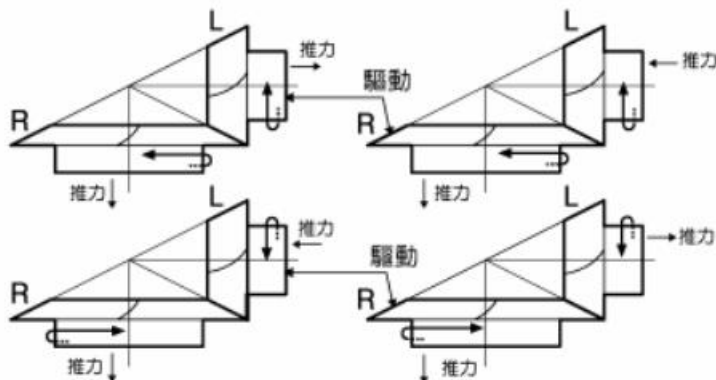


1 : 1 ~ 1 : 1. 57357 彎齒傘形齒輪之旋向與軸向推力



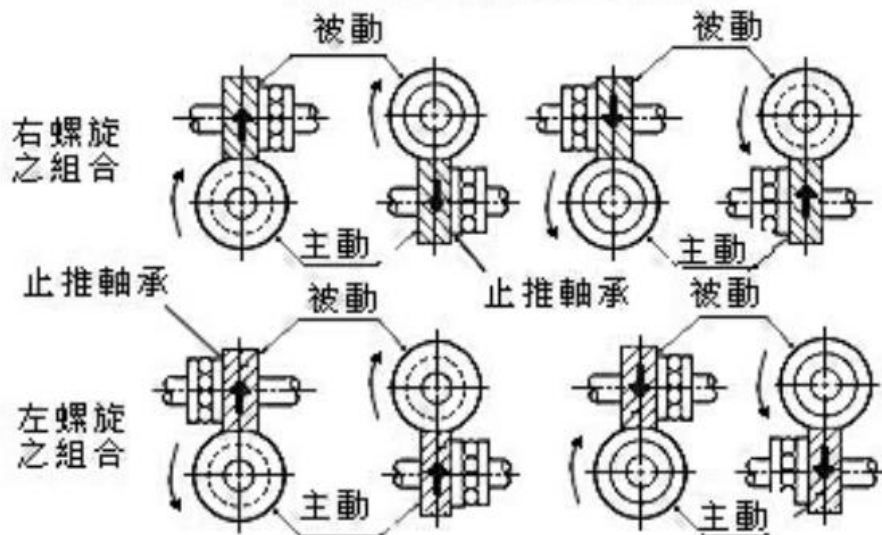
1 : 1. 57357 以上之彎齒傘形齒輪之旋向與軸向推力

旋轉方向及推力方向



交錯軸齒輪之旋向與軸向推力

■回轉方向與軸向推力的方向





蝸桿蝸輪之旋向與軸向推力

圖2 回轉方向及軸向推力的方向

