

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，爲了方便起見，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）上的分力爲 $F_t(kgf)$ ，軸方向上的分力（推力）爲 $F_x(kgf)$ ，半徑方向上的分力爲 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·m）

特別要提及的是在彎齒傘形齒輪上的軸向推力，會因爲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

這是因爲凸齒面爲主動時的軸向推力（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

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

這是因爲凹齒面爲主動時的徑向推力（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 皆爲固定值，因此當等號成立時即爲推力翻轉的界線，解方程式可得

主動齒輪的圓錐角 δ

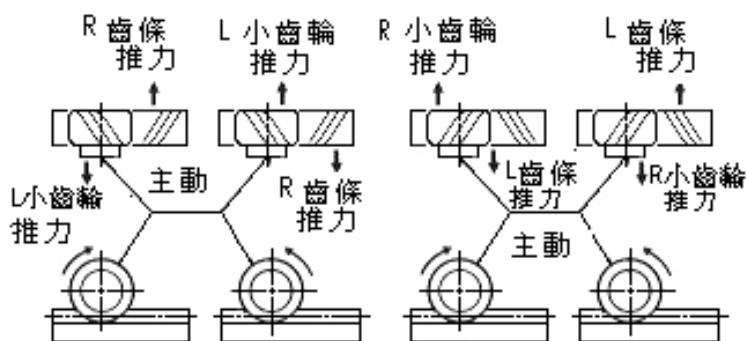
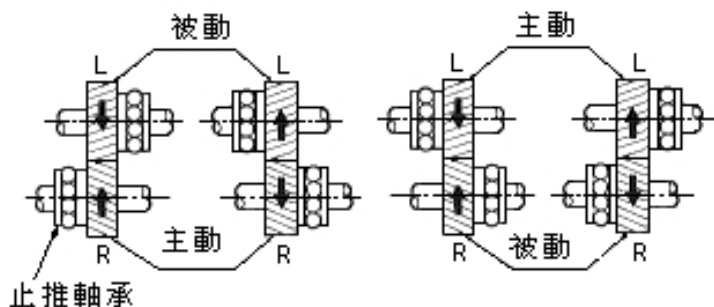
被動齒輪的圓錐角爲 $90 - \delta$

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

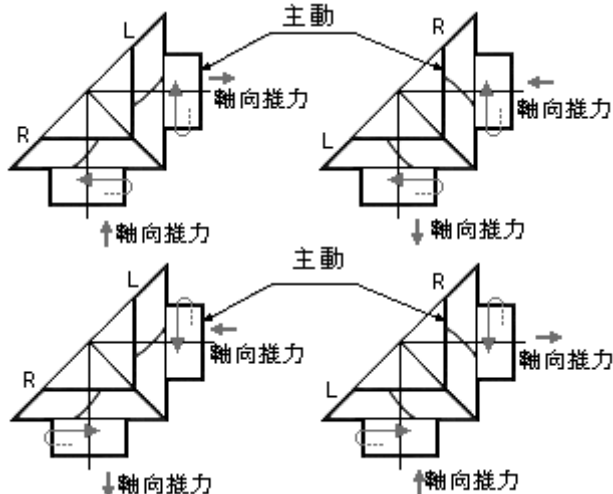
作用在齒輪上各方向的力

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	

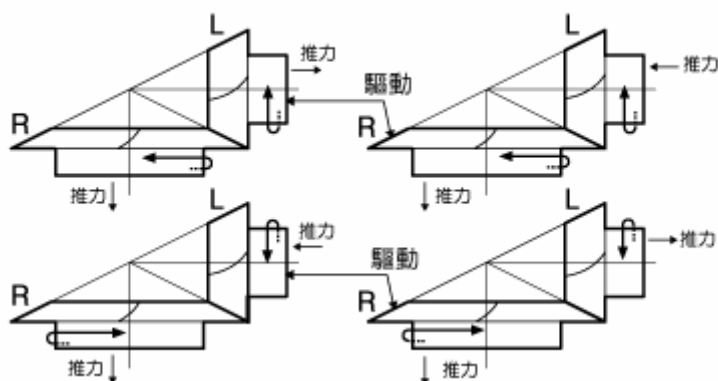
螺旋齒輪 / 螺旋齒條之旋向與軸向推力
回轉方向及軸向推力方向



1 : 1 ~ 1 : 1.57357 彎齒傘形齒輪之旋向與軸向推力

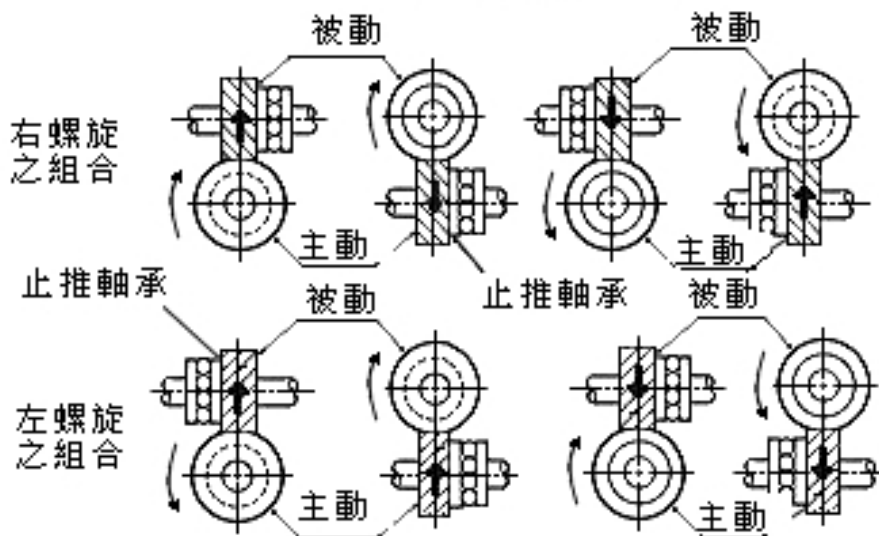


1 : 1.57357 以上之彎齒傘形齒輪之旋向與軸向推力
旋轉方向及推力方向



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

