

問：

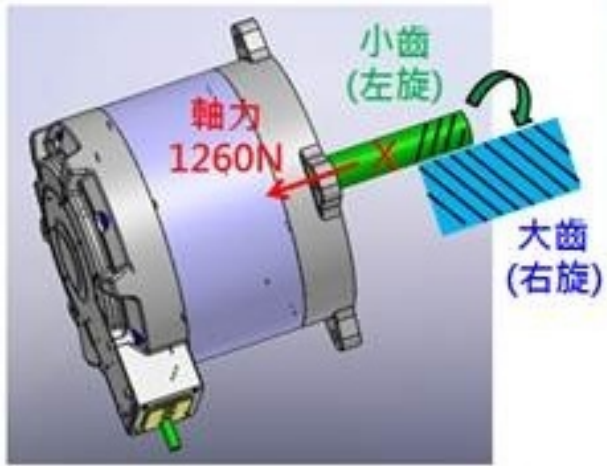
您好，

再貴司網站上搜尋到相關螺旋齒輪問題，想請教關於“軸方向力”的計算，

假定馬達小齒輪（節圓直徑 =  $\phi 20$ ，螺旋角 =  $21.5^\circ \text{RH}$ ）之輸出力矩為  $32\text{N}\cdot\text{m}$ ，

則，我的設定上及結果(X 方向  $1260\text{N}$ )是否正確？

懇請貴司協助指導。



答：

謝謝提問，

若以表 12.3 之原始 DATA

假設小齒輪之軸向模數  $m_t = 1$ ，齒數  $20\text{T}$ ，正面壓力角  $\alpha_t = 20^\circ$ ，螺旋角  $\beta = 21.5^\circ \text{RH}$

又假設，大齒輪 =  $40\text{T} \cdot \text{LH}$ 。

則，馬達小齒輪之節圓直徑 =  $\phi 20$ ，

當小齒輪之傳達力矩 =  $32\text{N}\cdot\text{m}$  時，

計算得出的軸向分力  $F_x$  (軸向推力) 應該 =  $1260\text{N}$

圖 12.2 是作用在螺旋齒輪上的力之示意圖。

螺旋角越大，推力(軸向力)也越大。在正齒輪的情況下，不產生軸向力。

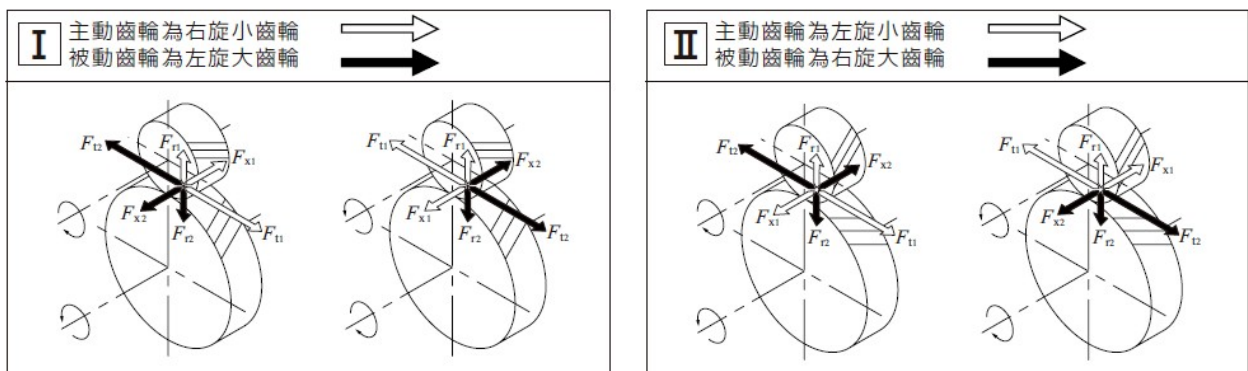


圖 12.2 在螺旋齒輪齒上的各分力方向

表 12.1 齒輪的作用力計算關係式一覽表

齒輪的種類		$F_t$ : 切線方向力	$F_x$ : 軸方向力	$F_r$ : 半徑方向力
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 $d_m$ 是中央分度圓直徑 $d_m = d - b \sin \delta$	$F_t \tan \alpha \sin \delta$	$F_t \tan \alpha \cos \delta$
彎齒傘形齒輪			凸齒面為工作面時:	
			$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta - \sin \beta_m \cos \delta)$	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta + \sin \beta_m \sin \delta)$
			凹齒面為工作面時:	
		$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \sin \delta + \sin \beta_m \cos \delta)$	$\frac{F_t}{\cos \beta_m} (\tan \alpha_n \cos \delta - \sin \beta_m \sin \delta)$	
蝸輪組	蝸桿主動	$F_{t1} = \frac{2000T_1}{d_1}$	$F_{t1} \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$	$F_{t1} \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$
	蝸輪被動	$F_{t2} = F_{t1} \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma}$	$F_{t1}$	
交錯軸螺旋齒輪 ( $\Sigma = 90^\circ$ $\beta = 45^\circ$ )	主動齒輪	$F_{t1} = \frac{2000T_1}{d_1}$	$F_{t1} \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$	$F_{t1} \frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$
	被動齒輪	$F_{t2} = F_{t1} \frac{\cos \alpha_n \sin \beta - \mu \cos \beta}{\cos \alpha_n \cos \beta + \mu \sin \beta}$	$F_{t1}$	

表 12.3 計算例 (螺旋齒輪)

No	規 格	記號	單位	計算公式	正齒輪	
					小齒輪	大齒輪
1	正面模數	$m_t$	mm	設定值	2	
2	正面壓力角	$\alpha_t$	度		20°	
3	齒數	$z$	—		20	40
4	螺旋角	$\beta$	度		21.5°	
5	輸入力矩	$T_1$	N·m		2	—
6	齒直角壓力角	$\alpha_n$	度	$\tan^{-1}(\tan \alpha_t \cos \beta)$	18.70838°	
7	節圓直徑	$d$	mm	$zm_t$	40	80
8	切線方向力	$F_t$	N	$\frac{2000T}{d}$	100.0	
9	軸方向力	$F_x$		$F_t \tan \beta$	39.4	
10	半徑方向力	$F_r$		$F_t \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$	36.4	
11	輸出力矩	$T_2$		N·m	$\frac{F_t d_2}{2000}$	—

如下表：

正面模數系統之計算例

正面模數	1	
正面壓力角	20° 0' 0"	
螺旋角	21°30' 0"	
【齒直角模數】	0.93042	
【齒直角壓力角】	18°42' 30"	
	小齒輪	大齒輪
齒數	20	40
軸直角轉位係數	0	0
正面咬合壓力角	20° 0' 0"	
中心距離	30	
咬合節圓直徑	20	40
齒直角咬合壓力角	18°42'30"	
咬合節圓筒壓力角	21°30' 0"	
傳達力矩(N·m)	32	64
切線力(N)	3200	3200
軸方向力(N)	1260.51352	1260.51352
半徑方向力(N)	1164.70475	1164.70475

參考資料：

作用在齒輪上的力

<https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=25>

平行軸齒輪各分力計算

<https://www.amx.com.tw/blog.php?mode=parts&no=71>