

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



文件序號：T2020204

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	PN 與 SUN 配合的強度及壽命
重點	PN 與 SUN 配合的強度及壽命
產出日期	2020/03/05
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

交錯螺旋齒輪（Screw gears）PN1.5-10R 與 SUN1.5-10R 配合，轉速：
90°/0.3sec.，負荷：鋁製圓盤 ODφ110mm、厚 4mm、重 300 公克，其強度
與壽命會如何？

答：

一、強度：

轉速換算： $90^\circ/0.3\text{sec.} = 360^\circ/1.2\text{sec.} = 1\text{rev.}/1.2\text{sec.} = 50\text{rev.}/60\text{sec.} =$
 $50\text{rev.}/1\text{min.} = \mathbf{50\text{rpm}}$ 。

負荷力矩換算：鋁製圓盤 ODφ110mm、厚 4mm、重 300 公克，為安全起見
將之視為半徑 55mm 上有 300 公克的質點（實際上會更小），即半徑
0.055m 上有 0.3kgf 重的質點。負荷力矩 $T = 0.055\text{m} \times 0.3\text{kgf} = \mathbf{0.0165\text{kg}\cdot\text{m}}$ 。

負荷切線力換算：齒輪節圓直徑 φ21.21mm，節圓半徑為 0.010605m。由於
負荷力矩相等之故，負荷切線力 $= 0.0165/0.010605 = \mathbf{1.55587\text{kgf}}$ 。

負荷功率換算： $\text{kW} = T \times \text{rpm} / 974 = 0.0165 \times 50 / 974 = \mathbf{0.000847\text{kW}}$ 。

由於交錯螺旋齒輪咬合時的接觸面，幾乎可視為點接觸，因此齒面所受的壓力
極大，齒輪的彎曲強度（抗折強度）在此處顯得較齒輪的面壓強度來得不重
要。因此，實用上在考慮交錯螺旋齒輪的強時，只使用面壓強度來計算。

又平行軸齒輪的面壓強度計算公式，不適合交錯螺旋齒輪，比較合適的公式應
為尼曼公式（Nieman formula），請參考 KHK 網頁

<http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do;jsessionid=3561EFBBFEEBDF0D7C8510D25F111AAE?indexCode=70&referrer=series&seihinNm=P N1.5-10R&curPage=default#PN1.5-10R> 中的「選用時的注意事項」。

摘錄：

規格表中所刊載的容許面壓強度是根據尼曼(Niemann)公式所計算的參考值。
(用在交錯軸的場合)。有關交錯螺旋齒輪的強度計算,由於資料非常缺乏,公式
中所使用常數 K_o 的值,是根據材質的配合情形而定,是本公司的推算值,請注
意。下面是所使用的尼曼公式。^{注 1}



$$U1 = 1.43d_1^2 z K_s$$

其中 U1: 容許切線力 (N)
 d1: 小齒輪的節徑 (mm)
 fz: 齒數配合的係數
 Ks: 材質及滑動速率的係數

$$K_s = K_0 \frac{2}{2 + V_f}$$

其中 K0: 材質配合的常數
 Vf: 滑動速率 (m/s)

$$V_f = \frac{\pi n d_1}{60000 \cos \beta}$$

其中 n: 回轉數 (min⁻¹)
 β: 螺旋角 (45°)

【注 1】 單位是將原「尼曼機械要素動力傳動篇」中的單位轉換成 SI 單位

■ fz 值

Z1	10	13	15	20	26	30
Z2						
10	1.557					
13	2.029	1.557				
15	2.287	1.823	1.557			
20	3.000	2.333	2.074	1.557		
26	3.755	3.000	2.658	2.029	1.557	
30	4.141	3.355	3.000	2.287	1.823	1.557

■ 使用條件設定值

產品型號	配合齒輪	K0值	容許最大滑動速率 m/s	配合齒數	回轉數
SN	SN	0.0030	2.5	同一齒數	100rpm
SUN	SN	0.0030注2			
AN	SN	0.0050	5		
PN	SN	0.0030注2			

【注 2】 單位是將原「尼曼機械要素動力傳動篇」中的單位轉換成 SI 單位



也可以由 KHK 小原齒輪公司網頁進入交錯螺旋齒輪的強度計算

<http://www.khkgears.co.jp/khkweb/search/sunpou.do;jsessionid=51651250491B0CA08CF2B3B53B8593F1?indexCode=70&referrer=series&seihinNm=PN1.5-10R&curPage=default#PN1.5-10R> 中，下方的「強度計算」按鈕

為求更安全起見，安全率取 1.5。

PN1.5-10R 齒輪強度計算之資料輸入

配對齒數	10
回轉數	50
配對齒輪材質	SUS303
安全率	1.5
單位	<input checked="" type="checkbox"/> kgf <input type="checkbox"/> N

計算結果預覽 重設

PN 交錯螺旋齒輪 [PN1.5-10R] 的強度計算結果

【使用條件輸入值】

配對齒數	[10]
回轉數	[50] rpm
配對齒輪材質	[SUS303]
安全率	[1.50]

【各項係數值】

---- 面壓強度 [尼曼方程式] ----	
齒數組合係數	1.5570
材質相對滑動速率係數	0.0029
滑動速度	0.0785
安全率	1.5000



【計算結果】

---- 面壓強度 [尼曼方程式] ----	
容許切線力(kgf)	1.9276
容許力矩(kgf·m)	0.0204
容許動力 (kW)	0.0010

求得的齒輪面壓強度容許負荷為

$$\text{容許切線力(kgf)} = 1.9276 > 1.55587\text{kgf} \quad \text{OK}$$

$$\text{容許力矩(kgf·m)} = 0.0204 > 0.0165\text{kg·m} \quad \text{OK}$$

$$\text{容許動力 (kW)} = 0.0010 > 0.000847 \text{ kW} \quad \text{OK}$$

二、壽命：

在尼曼方程式中是看不到壽命及時間的因素，因此無法直接算得齒輪壽命。雖然如此，一般而言，面壓強度是以不發生表面疲勞做為計算依據，其重複接觸次數通常為 107 次（但不是說一旦達到 107 次時，齒輪就一定會損壞）。以此觀點來檢視齒輪的轉速，可推導出理想狀況下齒輪應有的可靠壽命。

由於已知齒輪在每次間歇性運轉時的瞬間轉速為 50rpm，在不計算停止的時間時，每分鐘每齒會有 50 次的接觸，粗略以 107 除以 50，可得出 20000 分鐘，相當於 3333.3 小時，416.6 天（每天以 8 小時計算）的使用壽命。

實際上，由於齒輪是以 90°做間歇性的運轉，因此必須要再加入停止的時間，才能準確的計算出可靠的使用期限（壽命）。

另一個重點是潤滑，潤滑得當的齒輪比潤滑不當的齒輪，壽命要來得長。這點必須認真以對不可忽視。