

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.ltac.com.tw ,

Email : salestw@ltac.com.tw



文件序號：T2020135

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	正齒輪的效率問題
重點	正齒輪的效率問題
產出日期	2020/02/20
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理

# 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.ltac.com.tw ,  
Email : salestw@ltac.com.tw



問：

我們目前想要了解，當馬達軸齒輪經過一段正齒輪傳遞後的效率該如何合理的估算？

目前我們推估關鍵因素在於齒輪表面摩擦係數的大小，但是這個參數似乎不容易取得；

若以摩擦係數=0.07 來計算，得出的齒輪效率=99.0003

以下是我們的齒輪組規格：

材質皆為 SCM-415

齒型精度皆為 JIS 2 級

<馬達傳動齒輪>

齒數 = 32

模數 = 2.0

外直徑 = 68mm

壓力角 = 20°

<被驅動齒輪>

齒數 = 45

模數 = 2.0

外直徑= 94mm

壓力角= 20°

答：

依照您計算正齒輪的效率為 99%+的計算是正常且合理的。

在之理想潤滑的情形下，金屬間之摩擦係數=0.01 也不為過，此時齒輪的效率將達到 99.89%。

另外，要提醒您的是，計算得出的齒輪效率只是一對齒輪的運轉效率，還不是齒輪箱的效率。

齒輪箱的效率，還要扣除 軸承 油封 潤滑油的攪拌（會因潤滑油的黏度而變動） 環境溫度 等效率的損失，



因此整體齒輪箱的效率若能達到 80%就已經是很好的。

要拿齒輪箱實際測試才能真正瞭解整體的效率問題。

計算式請參考「實用 齒輪設計總覽」( ISBN : 957-99208-8-5 ) 之 P.336 (如附件)。基本上齒輪效率的計算，只考慮：

**齒數**

咬合率 (包含咬進咬合率 與 咬出咬合率)

齒輪材料

齒面粗度

齒面的摩擦係數 (和是否是：乾摩擦 不完全潤滑 完全潤滑 有關 請參考同書之 P.335)

由於齒輪效率的計算式中，沒有出現容許圓周力 (kgf) 及容許動力 (kW)，因此這兩項因數不會影響齒輪的效率。

通常一對正齒輪之傳動效率，不是指齒輪箱的傳動效率，可達 95~98%甚至 99.5%。

如果要計算齒輪箱的效率，除了要將每一段齒輪軸的效率 (包含扣除：軸承及油封的 power loss) 相乘外，尚要考慮攪拌潤滑油的損耗。一個二段式齒輪箱的效率，有可能會降到 70%。

實用 齒輪 設計 總 覽		P-336
類別編號	PART-10	齒輪性能計算
資料編號	P10-003-2	齒輪之效率—平衡軸系齒輪(-)
備 註		

**正齒輪之傳動效率：**  

$$\eta_m = 1 - \mu \pi \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) (\epsilon^2 - \epsilon + 1 - 2\epsilon_A \epsilon_R)$$

**正齒輪與內齒輪之傳動效率：**  

$$\eta_m = 1 - \mu \pi \left( \frac{1}{z_1} - \frac{1}{z_2} \right) (\epsilon^2 - \epsilon + 1 - 2\epsilon_A \epsilon_R)$$

(註)：μ = 磨擦係數 (參考 P10-003-1)  
 ε = 咬合率 (參考 P10-001-2)  
 ε<sub>A</sub> = 咬進率  
 ε<sub>R</sub> = 咬出率 正齒輪時 (參考 P10-002-2)

**內齒輪時：**  

$$\epsilon_A = R_{s2} \sin \alpha_0 - \sqrt{R_{k1}^2 - r_{b1}^2}$$

$$\epsilon_R = \sqrt{R_{k1}^2 - r_{b1}^2} - R_{s1} \sin \alpha_0$$

在此  
 Γ<sub>g1</sub> = 小齒輪 Z<sub>1</sub> 之基圓半徑  
 = m · Z<sub>1</sub> · cos α<sub>0</sub>  
 Γ<sub>g2</sub> = 內齒輪 Z<sub>2</sub> 之基圓半徑  
 = m · Z<sub>2</sub> · cos α<sub>0</sub>  
 R<sub>s1</sub> = a<sub>s</sub> [z<sub>2</sub> / (z<sub>2</sub> - z<sub>1</sub>)]  
 R<sub>s2</sub> = a<sub>s</sub> [z<sub>2</sub> / (z<sub>2</sub> - z<sub>1</sub>)]  
 R<sub>k1</sub> = 小齒輪之齒頂圓半徑  
 R<sub>k2</sub> = 內齒輪 z<sub>2</sub> 之齒頂內圓半徑 (參考 P7-004)  
 α<sub>0</sub> = 實際壓力角  
 a<sub>x</sub> = 中心距離 (參考 P7-004)

(註)：內齒輪組之傳動效率，通常比同條件之正齒輪組為高，一般級之正齒輪組 η<sub>m</sub> 都在 95 ~ 98 %

## 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](http://www.ltic.com.tw) ,

Email : [salestw@ltic.com.tw](mailto:salestw@ltic.com.tw)

---



再仔細推敲，影響整組齒輪箱的效率，應該還要考慮齒輪的精度、裝備的精度、軸承預壓程度、潤滑油的品質，這些變數是無法由計算得知的。因此，最可靠的方法應該是對整組齒輪箱做實際的效率測量。

大體上來說，相同狀況下，齒輪箱表面的溫度越高，齒輪箱的效率就越低。