

麗台國際有限公司

LeadTaiwanInternationalCorporation

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：T2020154

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	蝸輪蝸桿之效率
重點	蝸輪蝸桿之效率
產出日期	2020/02/21
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

貴公司提及蝸桿與蝸輪之效率一般為 30%~90%，個人有兩個疑問如下：

第一：如果我有一馬達輸出扭矩  $T_m$ ，轉速  $N_m$ ；經過單旋蝸桿減速至蝸輪(假設減速後蝸輪轉速  $N_w$ ，輸出扭矩  $T_w$ )，則我由馬達換算後蝸輪輸出功率是否需乘以效率？

如 馬達端功率= $T_m \cdot N_m$ ；蝸輪端= $T_w \cdot N_w$  時，兩個公式能量平衡會如下嗎？

$T_m \cdot N_m \cdot \text{效率} = T_w \cdot N_w$

第二：靜止時，蝸輪輸出力矩是否只與減速比有關，而不需考量效率因素？亦即  $T_w = T_m \cdot N_m / N_w$ ？

由於網站上只有蝸桿蝸輪組之效率與受力介紹，但個人不知如何去概略評估輸出端功率計算與靜止扭力輸出，故有此疑問。

答：

蝸輪蝸桿通常使用在減速的場合，因此會有力矩放大的效果，而放大倍數（輸入力矩/輸出力矩）理論上應該等於減速比的倒數，例如 1/10 減速比的一組蝸輪蝸桿，其力矩放大倍數為 10 倍。

但是，齒輪在傳動時免不了會有齒面互相接觸時的摩擦損失，而實際能用到傳動上的力矩輸出力矩與理論上無摩擦的輸出力矩比稱為傳動效率  $\eta$ 。一般而言，正齒輪螺旋齒輪傘形齒輪（斜齒輪）的傳動效率  $\eta$  較高，可達 95% 以上，而不過通常蝸輪蝸桿在傳動時，由於齒面的摩擦，會有相當多的 POWER LOSS，最多可能高達 70% 的損耗（ $\eta=30\%$ ）。所以，前述的輸出力矩實際上會打折成：輸出力矩=應有的 10 倍  $\times \eta(30\% \sim 90\%) = 3 \text{ 倍} \sim 9 \text{ 倍}$ 。

在蝸桿為主動的情形下，在蝸輪組齒的各受力中，考慮到摩擦係數。根據摩擦係數的大小可以判斷蝸輪組的傳動效率  $\eta (= \eta_R)$ 。

由蝸桿為主動的蝸輪組傳動效率計算公式如下： $T_1$  為蝸桿的輸入力矩， $T_2$  為蝸輪的輸出力矩， $i$  為減速比的倒數， $\gamma$  為導程角， $\alpha_n$  為齒直角壓力角， $\mu$  為摩擦係數， $F_{t1}$  為蝸桿傳動力， $F_{t2}$  為蝸輪傳動力。

$$\eta_R = \frac{T_2}{i \cdot T_1} = \frac{F_{t2}}{F_{t1}} \tan \gamma = \frac{\cos \alpha_n \cos \gamma - \mu \sin \gamma}{\cos \alpha_n \sin \gamma + \mu \cos \gamma} \tan \gamma$$

設計時，應由末端端的負荷開始到推回馬達的容許負荷，比較合乎「設計」的思維。當然由馬達端開始向下游端推算也是可以的，只不過當得出的輸出負荷無法滿足（大於）實際負荷時，就必須再更動馬達的容量再次計算直到符合。



$T_m \times N_m = (T_m \times N_m \times (\eta)) + (T_m \times N_m \times (1-\eta)) = T_w \times N_w + \text{Power loss}$  , 可以平衡。

所以

$$T_w \times N_w = (T_m \times N_m \times (\eta))$$

$$\text{Power loss} = (T_m \times N_m \times (1-\eta))$$

靜止時，應該沒有輸出力矩的問題吧。蝸輪蝸桿的最大的好處是當靜止時，無法由蝸輪逆向轉動蝸桿，這種現象叫做自鎖作用（**Self Locking**）。和自鎖作用相關的因素很多，如導程角（導角，**Lead angle**），摩擦係數，齒輪傳動效率都有關係其中以導程角  $\gamma$  所佔的份量最重。一般而言當導程角  $\gamma$  在  $4^\circ$  以下時自鎖作用會成立，也就是說不管來自蝸輪的逆轉力矩是如何的大，都不會發生逆轉蝸桿的情形。反之，當導程角  $\gamma$  在  $4^\circ$  以上時自鎖作用會破壞，也就是說來自蝸輪的逆轉力矩，有可能逆向轉動蝸桿。自鎖作用的傾向越大，則蝸輪蝸桿的效率也就隨之降低了。