



文件序號：T2020160

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	蝸桿蝸輪的轉速限制
重點	蝸桿蝸輪的轉速限制
產出日期	2020/03/04
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

圓筒形蝸輪齒輪組之"蝸桿"有轉速的限制嗎？

例如蝸桿的轉速達 10800rpm 這樣的設計可行嗎？

(模數 2.5，蝸桿節圓直徑 28，蝸桿外徑 33，蝸桿齒數 1 牙，減速比 1/50，蝸輪齒寬 22)

又，蝸輪的材質鋁青銅(AIBC2)和磷青銅(PBC2)，二者有何差異？如何選用？(KHK 型錄為 AIBC2)

答：

回答這個問題前，要先瞭解蝸桿蝸輪的效率及摩擦損耗問題。在不考慮軸承損失及潤滑油的攪拌損失情況下，由於蝸桿蝸輪在以蝸桿為主動的傳動時，其效率通常介於 30~90%，也就是說，會有 70~10%的摩擦損耗。註 1 為 KHK 標準蝸桿蝸輪的傳動效率參考值（蝸輪組的傳動效率也會隨著裝配情形及潤滑油等而變化），敬請參考註 1。

簡單的說，這些 70~10%的摩擦損耗會以「熱」的形式發散出來。如果沒有有效的潤滑及冷卻的化，會在積蓄了一段時間後，使油膜破裂，讓齒與齒直接接觸到，並使接觸面之溫度提高到足以造成金屬瞬間融化的程度，就會使齒面金屬黏着情形急速擴大及惡化，尤其對銅合金的蝸輪而言更加嚴峻。

而蝸桿蝸輪的摩擦損耗，與蝸桿蝸輪的相對滑動速率有著極大的關係。

滑動速率 $V_s = (d \times n) / (19100 \times \cos\gamma)$ ，m/s 註 2。

其中， d = 蝸桿節圓直徑 (mm)， n = 蝸桿的轉速 (rpm)， γ = 導程角

因此，在 JGMA405-01 中對蝸輪材質的不同，各有滑動率的限制。註 2 為轉換成 KHK 蝸輪的規格的齒面溶着界限註 2。

潤滑油的散熱或冷卻，也必須加以重視。散熱要有足夠的散熱面積（機殼表面積），如果自然散熱不及時，必須加以冷卻，可利用強制的油霧潤滑（高速時建議採用）或將潤滑油強制冷卻。另外，蝸輪蝸桿的潤滑油脂，也請盡量採用高溫時油膜也不易破壞的潤滑油品，或者加入極壓添加劑。

由以所提供：模數 2.5（蝸桿之軸向模數 = 蝸輪之軸直角模數），蝸桿節圓直徑 28，蝸桿外徑 33，蝸桿齒數 1 牙，減速比 1/50，蝸輪齒寬 22 的數據，概算出蝸桿 10800RPM 時的滑動速率約為 15.9m/s 註 4。此蝸桿蝸輪滑動速率剛剛超過 KHK 公司對鋁青銅蝸輪所立齒面溶着滑動速率的界限：15m/s 註 2。

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



判斷必須要使用強制油霧式潤滑，確實降低潤滑油的油溫，確保潤滑油不致被甩離齒面，並使用極壓添加劑油膜。

鋁青銅（AIBC2）與磷青銅（PBC2），兩者強度相近，但鋁青銅比磷青銅來得硬，磷青銅的延展性比鋁青銅佳，相較之下磷青銅比鋁青銅可耐叫高的滑動速率^{註 5}，不過純正的磷青銅較難製作。

註 1：

KHK KWGDL(S)/AGDL 蝸桿蝸輪的效率%

產品型號	蝸桿的回轉數					
	100	300	600	900	1200	1800
KWGD12-R1	38	45	51	55	56	61
KWGD12.5-R1	40	48	54	57	60	63
KWGD13-R1	41	49	55	58	62	65
KWGD13.5-R1	42	50	56	61	62	65
KWGD14-R1	42	51	56	61	63	67

(min-1 = 蝸桿的回轉數)

KHK KWG/AGF 蝸桿蝸輪的效率(%)

產品型號	蝸桿的回轉數					
	100	300	600	900	1200	1800
KWG0.5-R1	30	34	38	41	43	46
KWG0.8-R1	35	40	44	47	49	53
KWG1-R1	34	40	45	48	51	54
KWG1.5-R1	35	42	47	51	53	57
KWG2-R1	45	51	56	60	62	65
KWG2.5-R1	44	51	57	61	62	67
KWG3-R1	44	52	58	61	64	67
KWG4-R1	50	58	64	66	70	72
KWG5-R1	51	60	66	69	71	73
KWG6-R1	53	61	66	70	72	75
KWG0.5-R2	46	50	54	58	60	63
KWG0.8-R2	51	56	61	64	66	69
KWG1-R2	51	56	62	64	67	70
KWG1.5-R2	52	59	64	67	69	73
KWG2-R2	61	67	71	74	76	78
KWG2.5-R2	60	67	72	75	76	80
KWG3-R2	61	68	73	75	78	80
KWG4-R2	66	73	77	79	82	84

(min-1 = 蝸桿的回轉數)



KHK SWG/AG 蝸桿蝸輪的效率(%)

蝸桿的回轉數	產品型號					
	100	300	600	900	1200	1800
SWG1-R1	34	40	45	48	51	54
SWG1.5-R1	35	42	47	51	53	57
SWG2-R1	38	45	51	55	56	61
SWG2.5-R1	40	48	54	57	60	63
SWG3-R1	41	49	55	58	62	65
SWG4-R1	42	51	56	61	63	67
SWG5-R1	46	54	60	64	66	70
SWG6-R1	48	57	64	66	68	73
SWG1-R2	51	56	62	64	67	70
SWG1.5-R2	52	59	64	67	69	73
SWG2-R2	55	62	67	70	72	75
SWG2.5-R2	57	64	69	72	75	77
SWG3-R2	58	66	71	73	76	78
SWG4-R2	59	67	72	75	77	80
SWG5-R2	62	70	75	78	79	82
SWG6-R2	65	72	77	80	81	84
SWG3-R3	67	74	78	80	82	84
SWG4-R3	68	75	79	82	83	86

(min-1 = 蝸桿的回轉數)

註 2 :

蝸桿蝸輪的齒面滑動速率

各系列蝸桿蝸輪的齒面溶著界限滑動速率為如下所示。選用時，請先計算滑動速率。

滑動速率 V_s (m/s)

$$V_s = \frac{dn}{19100 \cos \gamma}$$

- d: 蝸桿的節徑
- n: 蝸桿的回轉速
- γ : 蝸桿的導角

註 3 :

蝸輪的齒面溶着界限

產品型號	齒面溶着界限滑動速率 (m/s)
AGDL	15
AGF	15
AG	15
BG	5
CG	2.5
PG	1(沒有潤滑)



註 4 :

蝸桿軸向模數方式蝸輪蝸桿組之尺寸計算

計算項目	蝸桿 z1	蝸輪 z2
蝸桿軸向模數 mx	2.5	
齒直角標準壓力角 α_n°	20	
牙數及齒數 z	1	50
旋向	R	R
標準節圓直徑 d	28	125
節圓筒導程角 γ	0.089049583	
節圓筒導程角 γ°	5.102165252	
齒法向節距 Pn	7.822861844	
導程 Pz	7.853981634	392.6990817
軸直角壓力角 α_t, α_x	1.331153199	0.350343778
軸直角壓力角 $\alpha_t^\circ, \alpha_x^\circ$	76.26946021	20.07321985
基圓直徑 db	-	117.4068471
直徑係數 Q	11.2	
軸直角轉位係數 xt	-	0.2
中心距離 a	77	
齒冠高 ha	2.5	3
全齒高 h	5.625	
齒頂圓直徑 da	33	131.2
喉徑 dt	-	131
喉圓半徑 ri	-	11.5
齒底圓直徑 df	21.75	119.75
蝸桿參考齒幅 b1	43.19689899	-
蝸輪有效齒幅 b'	-	17.4642492
蝸輪最小齒幅 b2	-	21.2142492
等價正齒輪 zv	1421.761438	50.59908543
正面圓弧齒厚 st	3.926990817	4.292408946
弦齒厚	3.911430922	4.274580734
弦齒高	2.501080361	3.036265496
實際的梢徑 dp	5	2.5
蝸桿三針及跨梢尺寸 dm	36.85853633	123.5227779
正面咬合率 ϵ_α	1.820585315	
回轉轉速 RPM (減速)	10800	216



蝸桿滑動及蝸輪圓周速率	15.89661404	1.413716694
-------------	--------------------	-------------

註 5 :

JGMA 405-01 蝸輪齒輪之強度計算中蝸輪之容許應力係數 S_{clim}

蝸輪的材料	蝸桿的材料	S_{clim}	溶着之滑動速度界限 m/s
磷青銅離心鑄造品	合金鋼滲碳淬火	1.55	30
	合金鋼 HB400	1.34	20
	合金鋼 HB250	1.12	10
磷青銅急冷鑄件	合金鋼滲碳淬火	1.27	30
	合金鋼 HB400	1.05	20
	合金鋼 HB250	0.88	10
磷青銅砂模鑄件或其 鍛造品	合金鋼滲碳淬火	1.05	30
	合金鋼 HB400	0.84	20
	合金鋼 HB250	0.70	10
鋁青銅	合金鋼滲碳淬火	0.84	20
	合金鋼 HB400	0.67	15
	合金鋼 HB250	0.56	10
黃銅	合金鋼 HB400	0.49	8
	合金鋼 HB250	0.42	5
片狀石墨高強度鑄鐵	同左，但要求比蝸 輪有更高的硬度	0.70	5
普通鑄鐵(波來鐵)	磷青銅鑄造或鍛造	0.63	2.5
	同左，但要求比蝸 輪有更高的硬度	0.42	2.5