



文件序號：T2020233

技術類別：《齒輪應用》

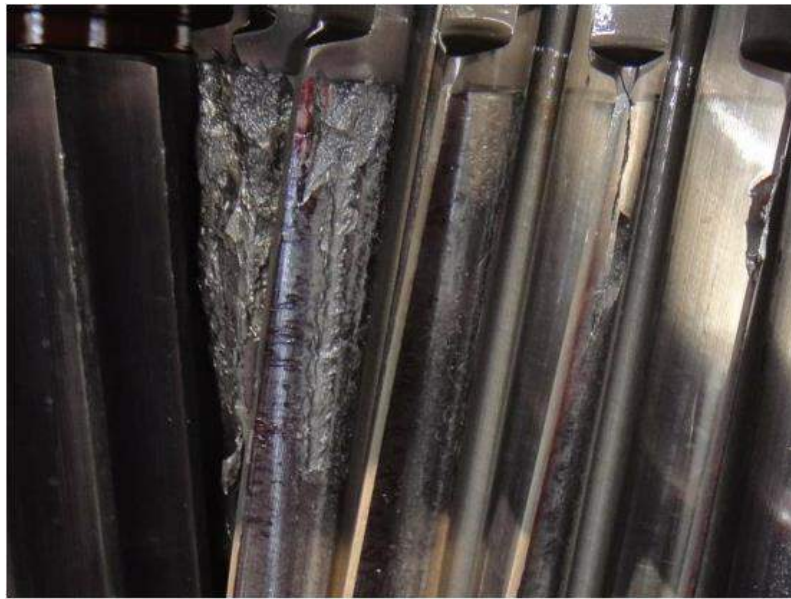
技術類別	齒輪應用
篇名	XX 電廠齒輪箱小齒輪輪損壞
重點	XX 電廠齒輪箱小齒輪輪損壞
產出日期	2020/03/13
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：想請教貴公司有關齒輪箱小齒輪輪損壞問題。

德國製二段式減速齒輪箱，第一段齒輪壓力角 $\alpha = 20^\circ$ ，M4-15T LH / 76T RH，螺旋角 $\beta = 16^\circ$ ，第二段齒輪壓力角 $\alpha = 20^\circ$ ，M6-17T RH / 81T LH，螺旋角 $\beta = 8^\circ$ 。齒輪之損壞一直發生在第二段齒輪對，尤其是 17T 的小齒輪，如照片所示。是否是廠商的齒輪設計有誤（附齒輪箱設計計算書），或是潤滑油用錯號數（使用黏度 220）？要如何解決？

另外，潤滑油有乳化現象，是否也有影響？



小齒輪齒根部損壞-1



小齒輪齒根部損壞-2



小齒輪齒跟部損壞-3



小齒輪齒面剝落

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.ltica.com.tw ,

Email : salestw@ltica.com.tw



大齒輪齒頂部損傷

答：

貴公司提供的負荷數據為：

SF=1	第一段		第二段	
	Pinion M4-15T LH	Gear M4-76T RH	Pinion M6-17T RH	Gear M6-81T LH
傳動動力 kW	143.00	143.00	143.00	143.00
轉速 min-1	1784.00	352.11	352.11	73.90
傳動力矩 kNm	0.77	3.88	3.88	18.48
節圓速度 m/s	6.0670	6.0670	1.9701	1.9701

原廠商面壓（Pitting，孔蝕）強度計算結果：

	第一段		第二段	
	Pinion M4-15T LH	Gear M4-76T RH	Pinion M6-17T RH	Gear M6-81T LH
傳動動力 kW	143.00	143.00	143.00	143.00
容許傳動動力 kW	355.29	355.29	299.53	299.53
實際安全係數	2.48	2.48	2.09	2.09

根據 JGMA402-01 面壓計算式計算結果：



JGMA402-01 齒直角方式螺旋齒輪之面壓強度計算 (輸入段)

計算項目	小齒輪z1	大齒輪z2
齒直角模數mn	4	
齒直角標準壓力角 α_n°	20	
節圓筒螺旋角 β°	16	
齒數z	15	76
旋向	L	R
齒輪 JIS 等級	1	1
正面壓力角 α_t°	20.73857148	
齒直角轉位係數xn	0.8009	1.35596
正面咬合壓力角 α_t°	25.99714812	
中心距離修正係數y	1.916377329	
中心距離a	197.0000066	
節圓直徑d	62.41796615	316.2510285
基圓直徑db	58.37364771	295.759815
正面咬合節圓直徑d'	64.94505714	329.0549562
齒冠高ha	6.241669318	8.461909318
全齒高h	8.038069318	
基圓筒螺旋角 β_b°	15.01158754	
齒頂圓直徑da	74.90130479	333.1748471
齒底圓直徑df	58.82516615	317.0987085
圓弧齒厚Sn	8.615215392	10.23141794
弦齒厚	8.591878594	10.2298941
弦齒高	6.515989136	8.538368675
正面齒頂圓弧齒厚Sat	2.5046021	3.378590911
齒直角齒頂圓弧齒厚San	2.407578062	3.247710029
正面齒底圓弧齒厚Sf	9.305706192	9.73014497
正面基圓圓弧齒厚Sg	9.355462688	14.88785554
跨齒數zm	3	12
跨齒厚W	32.65324462	144.2735677
齒幅b	79	73
重疊咬合率使用齒幅	73	
咬進咬合率 ϵ_a	0.374892701	33.1733%
咬出咬合率 ϵ_r	0.755211005	66.8267%
正面咬合率 ϵ_α	1.130103707	100.0000%

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



重疊咬合率 $\epsilon\beta$	1.60122024	
回轉轉速RPM (減速)	1784	352.1052632
齒輪咬合圓周速率 m/s	5.830463564	
回轉轉速RPM (增速)	1784	352.1052632
齒輪圓周速率 m/s	5.830463565	
計算用齒幅bH	79	73
領域係數ZH	2.12816081	
坡松比	0.3	
材料	SNCM420	SNCM420
熱處理	滲碳熱處理	滲碳熱處理
芯部硬度HB	310	310
表面硬度HV	660	660
有效滲碳深度mm	0.8	0.8
縱彈生係數 E kgf/mm ²	21000	21000
材料定數係數ZM	60.60368288	
咬合率係數Z ϵ	0.940677704	
齒面強度對應之螺旋角係數Z β	1	
反覆回轉次數	1000000	1000000
齒面強度對應之壽命係數KHL	1	1
潤滑油係數ZL	1.0051	1.0051
粗度係數ZR	1.06165	
潤滑速度係數ZV	0.98419	
硬度比係數ZW	1	
面壓強度對應之尺寸係數KHx	1	
齒輪支撐法	兩側大	兩側大
b/d _{b1}	1.265661233	
齒筋荷重分佈係數KH β (查表)	1.28477	
動荷重係數KV	1	1
齒輪 JIS 等級	1	1
齒輪咬合圓周速率 m/s	5.830463564	5.830463564
過負荷係數K ₀	1.1	1.1
Pitting 安全率 SH	1	1
容許齒齒面應力 σ_{Hlim}	166	166
咬合節圓上之容許圓周力		
F _{tim} (kgf)	6016.689	

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



F _{lim} (N)	59003.563	
容許力矩kgf-m	187.7747	951.3920
容許力矩N-m	1841.4412	9329.9687
容許功率kW	343.9324	343.9324
容許馬力PS	467.6021	467.6021
實際安全係數	2.4051	2.4051

JGMA402-01 齒直角方式螺旋齒輪之面壓強度計算（輸出段）

計算項目	小齒輪z1	大齒輪z2
齒直角模數mn	6	
齒直角標準壓力角αn°	20	
節圓筒螺旋角β°	8	
齒數z	17	81
旋向	R	L
齒輪 JIS 等級	1	1
正面壓力角αt°	20.18076151	
齒直角轉位係數xn	0.79	1.29066
正面咬合壓力角αt'°	25.21039746	
中心距離修正係數y	1.851785834	
中心距離a	308.0000213	
節圓直徑d	103.0024124	490.7762002
基圓直徑db	96.67898227	460.6469155
正面咬合節圓直徑d'	106.8571503	509.1428924
齒冠高ha	9.366755007	12.37071501
全齒高h	12.12675501	
基圓筒螺旋角βb°	7.514664146	
齒頂圓直徑da	121.7359224	515.5176303
齒底圓直徑df	97.4824124	491.2641202
圓弧齒厚Sn	12.87521578	15.06191983
弦齒厚	12.8429975	15.05964623
弦齒高	9.760815903	12.48403067
正面齒頂圓弧齒厚Sat	3.592867623	4.887387533
齒直角齒頂圓弧齒厚San	3.557902082	4.839823813

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



正面齒底圓弧齒厚Sf	13.51448638	14.03351054
正面基圓弧齒厚Sg	13.68530148	21.3362663
跨齒數zm	4	12
跨齒厚W	66.70613002	215.9936928
齒幅b	121	109
重疊咬合率使用齒幅	109	
咬進咬合率 ϵ_a	0.407763246	33.8581%
咬出咬合率 ϵ_r	0.796567713	66.1419%
正面咬合率 ϵ_α	1.204330959	100.0000%
重疊咬合率 ϵ_β	0.804786493	
回轉轉速RPM (減速)	352.105632	73.89871289
齒輪咬合圓周速率 m/s	1.898973877	
計算用齒幅bH	121	109
領域係數ZH	2.186480131	
坡松比	0.3	
材料	SNCM420	SNCM420
熱處理	滲碳熱處理	滲碳熱處理
芯部硬度HB	310	310
表面硬度HV	660	660
有效滲碳深度mm	0.8	0.8
縱彈生係數 E kgf/mm ²	21000	21000
材料定數係數ZM	60.60368288	
咬合率係數Z ϵ	0.929223944	
齒面強度對應之螺旋角係數Z β	1	
反覆回轉次數	1000000	1000000
齒面強度對應之壽命係數KHL	1	1
潤滑油係數ZL	1.0051	1.0051
粗度係數ZR	1.07278	
潤滑速度係數ZV	0.95915	
硬度比係數ZW	1	
面壓強度對應之尺寸係數KHx	1	
齒輪支撐法	兩側大	兩側大
b/db1	1.174729768	
齒筋荷重分佈係數KH β (查表)	1.22911	
動荷重係數KV	1	1



齒輪 JIS 等級	1	1
齒輪咬合圓周速率 m/s	1.898973877	1.898973877
過負荷係數K0	1	1
Pitting 安全率 SH	1	1
容許齒齒面應力 σ_{Hlim}	166	166
咬合節圓上之容許圓周力		
$F_{lim}(kgf)$	16292.967	
$F_{lim}(N)$	159779.429	
容許力矩kgf-m	839.1075	3998.1003
容許力矩N-m	8228.8333	39207.9706
容許功率kW	303.3413	303.3413
容許馬力PS	412.4155	412.4155
實際安全係數	21213	21213

根據 **JGMA402-01** 計算所得的實際安全係數要比原廠的數據來得大，顯示原廠的計算較為保守。因此，在面壓強度計算上，原廠是沒有錯的。

其次，由於齒輪在咬合時，主動齒輪齒跟部所受的擦動力最大，尤其在大動力傳動時，主動齒輪齒跟部受到極大的擦動力，造成油膜破裂，使得金屬的齒面在瞬間極高壓之情形下直接接觸（dry contact），造成極小部分的齒面熔着並撕裂開來，發生**熔蝕 (scoring)**現象。熔蝕現象一旦開始發生，齒面受壓的面積就會減少，在傳動力不變的情形下，齒面所受到的壓力會變得比先前來得大。如此惡性循環，終使齒面剝落甚至折斷。另外，在被動齒輪的齒頂部也會跟著磨損，產生「毛邊」。

解決的方法有：

1. 再次訂購齒輪時，必須要叮嚀廠商對被動齒輪做「**齒形整修 (tip relieving)**」或「**齒頂倒角 (semi topping)**」或「**齒頂滾圓角 (full topping)**」之處理，避開擦動力最大的時點，就可以避免主動齒輪齒跟部不正常的磨耗。請參考附件之「**主動齒輪齒跟部損壞原因說明 PowerPoint**」及「**齒輪的損傷狀態及其用語**」。
2. 在潤滑油的使用上，正確的使用潤滑油可以延長齒輪的壽命。齒輪潤滑油的選用有一套計算公式，於臨時的判斷上，可以參考附件之「**潤滑油黏度相關資料**」，選用黏度較大的潤滑油，或**極壓型潤滑油**，來增加油膜的強度，防止金



屬齒面間的直接接觸。不過，使用極壓型潤滑油時，一定要考慮到可能對銅質零件產生腐蝕。

依齒輪運轉的速度、預測油溫升高程度（將齒輪箱內的所有 **power loss**，齒輪及軸承所損失的效率，換算熱量），選擇正確的潤滑法（潤滑脂潤滑、飛濺潤滑、強制潤滑）及正確的潤滑油脂，並考慮適當的黏度及足夠的散熱面積，會使潤滑油不會因為過度攪拌、起泡、高溫氧化、乳化等因素，使油膜強度降低甚至於破裂，失去潤滑效果，引發齒輪齒面的溶着及刮痕，降低齒輪壽命，當然噪音也會隨之發生。因此選擇一些必要的合成潤滑油或有抗氧化劑、消泡劑等添加劑，甚至是極壓添加劑的潤滑油。

齒輪箱除了經由水分的滲入外，由於上班運轉，下班停機等的日夜溫度變化所造成的水蒸氣凝結，也會在停機後冷凝在齒輪箱內，這些齒輪箱中的水分在高度攪拌作用下會產生乳化，使潤滑油之油性大大低落無法維持有效的油膜強度。因此潤滑油需要具有分離沉澱水份的性能。

最可靠的方法是請教專業、有信譽及強大技術支援的油商，這才是明智之舉。



附件：

齒輪的損傷狀態及其用語

齒輪的損傷有著各式各樣的狀態，在這裡利用表列方式將摘錄自 JGMA 7001-01(1990)「齒輪的損傷狀態及其用語」之代表性內容加以介紹。

目序號	損傷的種類	損傷狀態及損傷原因
1	齒面的劣化	
11	磨耗	由於某種原因所造成的齒面物質接連流失之現象。
111	正常磨耗	不是損傷。運轉開始後，齒面微細的凹凸部分遭磨平的狀態。
1111	中度磨耗	齒面磨耗到齒承清晰可見的程度。
1112	磨光 (polishing)	磨平齒面細微的凹凸，成為如鏡面般光滑的狀態。
112	磨料 (abrasive) 磨	齒面在滑動方向上呈現出不規則的線狀或滑動絲狀傷痕。
113	過度磨耗	影響設計壽命並波及到程度更為快速激烈的磨耗。
114	干涉磨耗	齒輪的齒頂角部與配對齒輪的齒根部發生干涉，造成齒根部的磨耗。
115	劃傷 (scratching)	為磨料磨耗的一種，發生線狀溝痕，齒面因而掘出痕跡的狀態。
116	熔蝕 (scoring)	齒面熔着後並將表皮撕裂開來，所交互引起的齒面劣化現象。
1161	中度熔蝕	有熔着傾向的輕度齒面損傷，造成在滑動方向上發生的輕微傷害。
1162	破壞熔蝕	顯現出明確的傷痕，齒形遭完全破壞的熔蝕現象。
1163	局部熔蝕	在齒面上局部發生的中度熔蝕。
12	腐蝕	
121	化學腐蝕	在齒面上發生赤褐色的銹蝕或蝕孔，齒輪材料發生劣化的現象。
122	微動 (flattening) 腐蝕	接觸的兩個齒面間因為微小的振幅發生相對往復運動，造成可視的表面損傷。
123	鱗蝕 (scaling)	齒面因熱處理中的氧化，所刻劃出帶有金屬光澤的損傷。
13	過熱 (overheating)	由齒面的極端高溫所引發，能見到回火發色 (temper color)。
14	穴蝕 (cavitation)	由於強制潤滑的潤滑油噴射衝擊作用，所造成齒面局部的空洞或孔穴現象。也會在潤滑油起泡後，泡沫破裂時發生。
15	電蝕	由於咬合齒面間的放電，而產生的小蝕孔 (損傷)。
16	齒面疲勞	有著材料由齒面上脫落特徵的齒面損傷之總稱。
161	孔蝕 (pitting)	在齒面上生成蝕孔的損傷。多發生在齒面上節線部位或節線的下方。
1611	初期孔蝕	運轉開始後不久即在齒面上出現，但在經磨合運轉後隨及停止的孔蝕現象。



1612	進行性孔蝕	運轉開始後，齒面雖經磨合運轉，仍然持續蔓延的孔蝕現象。
1613	微孔蝕 (frosting)	由於高負荷造成油膜變得較薄，所引起的霜狀微細孔蝕。
162	片蝕 (flake pitting)	剝蝕的一種，從齒面上有較大面積金屬剝落的現象。
163	剝蝕 (spalling)	由表面下的材料疲勞所引發，相當大的金屬片由齒面散裂脫落之現象。
164	表層碎裂 (case crashing)	表面硬化層有相當大範圍剝落的損傷。
17	永久變形	
171	壓痕	異物被咬進咬合的齒面間所造成的齒面凹陷。
1711	塑性變形	去除荷重後仍然殘留的變形，是一種典型的永久變形。
1721	滾壓變形 (rolling)	齒面上由於材料的流動，於節線附近產生凹陷或隆起的損傷。
1722	齒面錘擊塑變	加於齒面的激烈振動負荷，引發齒面間互相撞擊所造成的塑性變形。
173	齒面皺折 (rippling)	滾轉與齒面的垂直方向上週期性出現的波狀皺折。
174	齒面隆起 (ridging)	齒面底下材料朝一定方向的塑性流動所引發出「壟」或「脊」狀之隆起。
175	毛邊	屬於和滾壓變形相同的塑性變形，在齒頂面或齒幅端部所擠壓出的材料。
176	擊痕	齒頂或齒幅的角，以及齒面上發生的小塑性變形，所造成的凹陷或凸起。
18	裂痕 (crack)	於製造過程以及使用過程中所發生的龜裂。
181	淬火裂痕 (淬裂)	由於淬火所引起的裂痕。
182	研削裂痕	由於齒面研磨在齒面上生成的微小裂痕。
183	疲勞裂痕	在反覆振動應力及變動應力的情形下，齒根面及齒根圓角部所發生的裂痕。
2	齒的折損	
21	過負荷折損	超乎想像以外的力，作用在齒面上導致齒的折損。
22	齒幅端部折損	由於齒幅方向上的單側齒承所造成的齒幅端部折損，常見於正齒輪及直齒傘形齒輪上。
23	齒的剪斷	僅在一次回轉裡，由於嚴酷的超負荷，造成齒從齒輪本體上被剪斷者。
24	黏染 (smear) 折損	齒輪材料無法抵耐負荷，齒形的變形漸趨顯著，終至齒的折損。
25	疲勞折損	由於材料的疲勞使齒根部圓角開始龜裂，蔓延擴展之後引發齒的折損。
3	輪緣和腹板的折損	



$$S_n = 9.1 (F_t / b)^{3/4} \cdot N^{1/2} \cdot m^{1/4}$$

$$F_t = \text{齒輪切線力} = 1432400 \times \text{HP} / N \cdot d_{01} \text{ kgf}$$

$$d_{01} = m \times z_1 = \text{小齒輪之節徑 mm}$$

$$b = \text{齒幅 mm}$$

$$N = \text{小齒輪轉數 rpm}$$

$$m = \text{齒輪模數 mm}$$

當 $S_n \leq S_n'$ 時，則油料符合抗熔蝕特性，安全

S_n' = 抗熔蝕極限指數 (anti-scoring index)，請參閱下表

潤滑油之 AGMA 號數	S _n ' 值		
	66°C	93°C	121°C
AGMA # 1	6000	3000	----
AGMA # 3	8000	5000	2000
AGMA # 5	10000	7000	4000
AGMA # 7	12000	9000	6000
AGMA # 8	14000	11000	8000
Sythetic Turbo 35	14000	11000	8000

4. 黏度安定性 (viscosity stability, temperature stability) :

潤滑油需能在齒輪的正常運轉及溫度下維持其適當的黏度，讓齒輪表面形成油膜以達到潤滑目的。

VI = viscosity index (黏度係數)，VI 值越高越安定 (好)

$$VI = (L - y) / (L - H) \times 100\%$$

$$L = 0.0408X^2 + 12.568X - 475.4$$

$$H = 0.2160X^2 + 12.070X - 721.2$$

x = 油料之 SUS/210°F，在 210°F 時之 SUS 黏度秒

y = 油料之 SUS/100°F，在 100°F 時之 SUS 黏度秒

常溫運轉時 VI ≥ 30%

高溫運轉時 VI ≥ 60%

5. 抗乳化性 (anti-emulsion property) :

齒輪箱除了經由水分的滲入外，由於上班運轉，下班停機等的日夜溫度變化所造成的水蒸氣凝結，也會在停機後凝結在齒輪箱內，這些齒輪箱中的水分在高度攪拌作用下會產生乳化，使潤滑油之油性大大低落無法維持有效的油膜。因此潤滑油需要具有分離沉澱水份的性能。

6. 抗發泡性 (anti-foaming property) :



由於齒輪在旋轉會攪拌潤滑油使之產生氣泡，氣泡是不利於油膜的形成的，所以潤滑油需要具有良好的消泡性能。如果潤滑油在攪拌作用下產生的氣泡無法立即地被消除時，容易附著在油膜中，在受到高壓壓縮後，突然釋放壓力並產生激烈的膨脹時，產生反覆性的流體沖擊，打擊齒面加速了穴蝕（cavitation）的形成。除了要加入消泡劑之外，應避免潤滑油的油面過高。

7. 化學安定性（chemical stability）：

潤滑油在長期使用時，常因為高溫及水氣等因素，而造成潤滑油的氧化。所以潤滑油需要具有良好的抗氧化性能。油品氧化後會產生油渣焦渣降低油性，且顏色會加深。若油溫 > 70°C 則油色會因油品之過渡氧化而碳化（carbon precipitation）而轉為黑色。一般而言動植物油比礦物油較容易氧化，化學安定性較低。潤滑油中若混有鐵銹等雜質，會造成齒面磨損及加快潤滑油的氧化。所以潤滑油必須具備防蝕及防銹的性能。

工業用潤滑油 ISO 黏度等級（JIS K2001）

ISO 黏度等級	動黏度中心值 $10^{-6} m^2 / s (cSt)$ (40°)	動黏度範圍 $10^{-6} m^2 / s (cSt)$ (40°)
ISO VG 2	2.2	1.98 以上 2.42 以下
ISO VG 3	3.2	2.88 以上 3.52 以下
ISO VG 5	4.6	4.14 以上 5.06 以下
ISO VG 7	6.8	6.12 以上 7.48 以下
ISO VG 10	10	9.00 以上 11.0 以下
ISO VG 15	15	13.5 以上 16.5 以下
ISO VG 22	22	19.8 以上 24.2 以下
ISO VG 32	32	28.8 以上 35.2 以下
ISO VG 46	46	41.4 以上 50.6 以下
ISO VG 68	68	61.2 以上 74.8 以下
ISO VG 100	100	90.0 以上 110 以下
ISO VG 150	150	135 以上 165 以下
ISO VG 220	220	198 以上 242 以下
ISO VG 320	320	288 以上 352 以下
ISO VG 460	460	414 以上 506 以下
ISO VG 680	680	612 以上 748 以下
ISO VG 1000	1000	900 以上 1100 以下
ISO VG 1500	1500	1350 以上 1650 以下



AGMA 黏度分類

AGMA No.		ISO 黏度等級
R&O 型齒輪油	EP 型極壓齒輪油	
1		VG 46
2	2EP	VG 68
3	3EP	VG 100
4	4EP	VG 150
5	5EP	VG 220
6	6EP	VG 320
7	7 comp	VG 460
8	8 comp	VG 680
	8A comp	VG 1000
9	9EP	VG 1500

AGMA 對傳動齒輪使用潤滑油的建議號數表

齒輪型式		大小		AGMA No.	
				環境溫度℃	
		齒輪裝置大小 mm		-10~16	10~32
平行軸齒輪裝置	一段減速	中心距離 (低速側)	到 200	2~3	3~4
			200~500	2~3	4~5
			超過 500	3~4	4~5
	二段減速		到 200	2~3	3~4
			200~500	3~4	4~5
			超過 500	3~4	4~5
	三段減速		到 200	2~3	3~4
			200~500	3~4	4~5
			超過 500	4~5	4~6
行星齒輪裝置		齒輪箱外徑	到 400	2~3	3~4
			超過 400	3~4	4~5
直齒, 彎齒傘形齒輪裝置		圓錐距離	到 300	2~3	4~5
			超過 300	3~4	5~6
齒輪馬達				2~3	4~5
高速齒輪裝置				1	2



齒輪油之種類及用途 (JIS2219-1993 齒輪油規格選粹)

齒輪油種類	ISO 黏度等級	動黏度中心值 $10^{-6} m^2 / s (cSt)$ (40°)	用途	工業用齒輪油 (例)
第一類	ISO VG 32	32	主要使用在一般機械上比較輕負荷的密閉	Mobil DTE Oil Light
	ISO VG 46	46		
	ISO VG 68	68	齒輪箱之潤滑	Mobil DTE Oil Heavy Medium
	ISO VG 100	100		Mobile DTE Oil Heavy
	ISO VG 150	150		Mobil Vacuoline 528
	ISO VG 220	200		
	ISO VG 320	320		
	ISO VG 460	460		
第二類	ISO VG 68	68	主要使用在一般機械、壓延機等中重負荷的密閉齒輪箱之潤滑	
	ISO VG 100	100		Mobil Gear 600 XP 100
	ISO VG 150	150		Mobil Gear 600 XP 150
	ISO VG 220	220		Mobil Gear 600 XP 220
	ISO VG 320	320		Mobil Gear 600 XP 320
	ISO VG 460	460		Mobil Gear 600 XP 460
	ISO VG 680	680		Mobil Gear 600 XP 680

平行軸及交叉軸齒輪之密閉式齒輪箱適當油料黏度推薦值

小齒輪轉速 (rpm)	馬力 (PS)	減速比 ≤ 10		減速比 > 10	
		cSt (40°C)	ISO 黏度等級	cSt (40°C)	ISO 黏度等級
300 以下	30 以下	5~234	150, 220	180~279	220
	30~100	180~279	220	216~360	220, 320
	100 以上	279~378	320	360~522	460
300~1000	20 以下	81~153	100, 150	117~198	150
	20~75	117~198	150	180~279	220
	75 以上	180~279	220	279~378	320
1000~2000	10 以下	54~117	68, 100	59~153	68, 100, 150
	10~50	59~153	68, 100, 150	135~198	150
	50 以上	135~198	150	189~342	220, 320
2000~5000	5 以下	27~36	32	41~63	46
	5~20	41~63	46	59~144	68, 100

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



	20 以上	59~144	68, 100	95~153	100, 150
5000 以上	1 以下	9~31	10, 15, 22	18~32	22, 32
	1~10	18~32	22, 32	29~63	32, 46
	10 以上	29~63	32, 46	41~63	46

飛濺潤滑及強制循環潤滑適用

運轉油溫為 10~50°C

參考資料：

石油情報雜誌社網頁：第三章潤滑油・脂的性狀與試驗

<http://www.oil.net.tw/pip/lbg2006/chapter/3-1.htm>