

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：T2020003

## 技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	齒輪的潤滑
重點	齒輪的潤滑
產出日期	2020/02/06
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



### 齒輪的潤滑

齒輪的潤滑，主要有二個最主要的目的：

- (1) 促進齒面間的滑動，也就是說，減低齒面間的動摩擦係數  $\mu$ 。
- (2) 降低齒面間因滾動及滑動摩擦所引起的溫度上升，即冷卻齒面。

要想滿足上述兩個條件，需要適當地選擇潤滑方法及潤滑油，以避免潤滑故障的發生。

### 齒輪的潤滑法

齒輪的潤滑大致可以分為以下三類：

- ① 潤滑脂潤滑法
- ② 飛濺潤滑法（油浴式）
- ③ 強制潤滑法（循環給油方式）

潤滑方式需要根據齒輪的使用條件作適當地選擇。選擇的標準主要根據齒輪的圓周速度

( $m/s$ )及轉速( $r/min$ )

潤滑法通常根據圓周速度的高低加以分類，一般而言，在低速時使用潤滑脂潤滑，中速時使用油浴潤滑，而高速時使用強制潤滑。但，這也只是最方便的選用準則，有時在相當高的轉速下，由於保養等理由，仍然採用潤滑脂潤滑。

下表中，列出了三種潤滑法所適用的圓周速度範圍。

正齒輪及傘形齒輪的圓周速度範圍 ( $m/s$ )

No.	潤滑法	圓周速度 $v(m/s)$					
		0	5	10	15	20	25
1	潤滑脂潤滑法	_____					
2	油浴潤滑法	_____					
3	強制潤滑法	_____					

蝸輪組的滑動速度範圍 ( $m/s$ )

No.	潤滑法	滑動速度 $v(m/s)$					
		0	5	10	15	20	25
1	潤滑脂潤滑法	_____					
2	油浴潤滑法	_____					
3	強制潤滑法	_____					

以下，就此三種潤滑法做以簡單的說明。



### 潤滑脂潤滑法

潤滑脂潤滑法主要使用在低速的開放式及密閉式齒輪傳動中。

關於潤滑脂潤滑法，有許多必需要注意的問題。這裏，介紹下列的主要三點：

- 選擇合適針透度的潤滑脂  
 特別是在密閉齒輪箱中，為使潤滑脂有效的發揮作用，需要選擇流動性良好的潤滑脂。
- 不適合使用在高負荷，連續運轉的場合  
 因為潤滑脂的冷卻效果遠不如潤滑油，用在高負荷，連續運轉的場合，會出現溫度上升的問題，因此不適合使用。
- 潤滑脂的適量使用  
 潤滑脂過少，達不到期待的潤滑目的。相反的，在密閉齒輪箱中，潤滑脂過多則會造成攪拌損失過大，反而降低了齒輪的效率。

### 油浴潤滑法

油浴潤滑法是以齒輪箱做為油箱，將齒輪浸泡在潤滑油中至一定深度，讓齒輪旋轉時飛濺起來的油料潤滑齒輪及軸承部位。在低轉速使用油浴潤滑時，圓周速度應在 3m/s 以上。

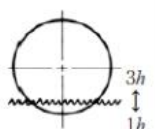
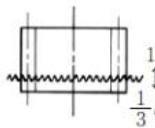
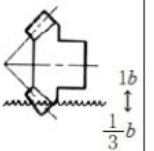
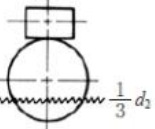
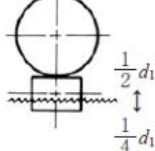
使用飛濺潤滑法時，有許多需要注意的問題。這裏就油面高度及齒輪箱的溫度界限做說明。

#### ◎ 油面的高度

使用潤滑油的量越多，攪拌損失也隨之增大。反之，油量過少則達不到所期待的潤滑及冷卻效果。下表中，列出了油面高度建議值。

油面高度在齒輪運轉後會比靜止時來得低，但在油面高度差過大時，需要採取對策加以改善。譬如增高靜止時的油面或安裝油盤等。

適當的油面高度

齒輪的種類	正齒輪及螺旋齒輪		傘形齒輪	蝸桿蝸輪	
齒輪配置	水平軸	垂直軸	水平軸	蝸桿在上	蝸桿在下
油面高度					
水準0					

其中： h = 全齒高    b = 齒幅     $d_{k2}$  = 蝸輪的節徑     $d_{k1}$  = 蝸桿的節徑



## ◎ 齒輪箱的溫度界限

齒輪箱內的溫度，隨齒輪及軸承的摩擦損失及潤滑油的攪拌損失等之增加而上升。溫度上升會造成各種不良的影響。

- 滑油的黏度下降
- 潤滑油劣質化
- 齒輪箱，齒輪，軸等發生變形
- 齒隙減小

最近，隨生產技術的進步，高性能的潤滑油種類不斷增加。大體上來說，80~90℃ 左右為溫度界限。

超過這個溫度界限來使用時，需要採取增強齒輪箱的散熱性等措施，以達到冷卻齒輪箱的目的。例如，安裝散熱片，或在主動軸（蝸桿）上安裝風扇冷卻齒輪箱。

## 強制潤滑法

強制潤滑法是利用油泵直接對咬合部位給油。根據給油的方式，分為滴下式，噴射式和噴霧式三種。簡單說明如下。

- 滴下式  
利用導管將潤滑油直接滴注到咬合部位。
- 噴射式  
利用噴油嘴將潤滑油直接噴注到咬合部位。
- 噴霧式  
利用壓縮空氣將潤滑油變成霧狀，噴入齒輪的咬合部位。這種潤滑方式，除了油霧外也由於空氣的一併送入，而使其溫度降低，因此特別適用於高速傳動時。

強制潤滑法因為需要油槽，油泵，過濾器，配管等一系列的裝置，所以主要使用在特殊的高速，大型齒輪設備中。

利用強制潤滑法，可以把經過過濾，冷卻，黏度適宜的潤滑油適量地送到咬合部，是最優良的齒輪潤滑方式。

## 齒輪的潤滑油

想要使齒輪維持高效率的動力傳達，必須在咬合齒面上形成安定的油膜，以隔開兩齒面的直接接觸。為此目的，對所使用的潤滑油性能及特性要求如下表。



對潤滑油性能的要求

序號	特性	內容說明
1	適當的黏度	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。
2	極壓性（抗容着性）	對受到重負荷齒面而言，潤滑油需具備防止因齒面摩擦而產生的融着，刮痕等所造成的損傷。
3	對氧化、熱之安定性	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。
4	抗乳化性	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，會使潤滑油中混入水份，因此潤滑油需要具有分離沉
5	消泡性	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。
6	防蝕防銹性	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。

(1) 潤滑油的黏度

選擇潤滑油時，最要注意的是選用合適的黏度。關於潤滑油的黏度，規定在 JIS K2001 工業用潤滑油黏度分類規範中，下表中所列為工業用潤滑油 ISO 黏度等級。

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

# 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



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

除 JIS 黏度分類外，在下表中，也列出了 AGMA 黏度分類及與之對應的 ISO 黏度等級。

AGMA No.		ISO 黏度等級
R&O 型齒輪油	EP 型齒輪油	
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	7EP	VG 460
8 8 comp	8EP	VG 680
8A comp		VG 1000
9	9EP	VG 1500

## (2) 潤滑油的選定

選擇在齒輪裝置中使用的潤滑油黏度，可以參考各國的規格規範及製造廠家的資料。



AGMA 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°C	
		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 (低測速)	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

下表同是 AGMA250.03 中規定適用於蝸輪組之潤滑油的建議黏度表。



AGMA 建議的潤滑油黏度表

類型	中心距離 mm	蝸桿轉速 rpm	環境溫度°C		蝸桿轉速 rpm	環境溫度°C	
			-10~16	10~52		-10~16	10~52
圓筒型	≤150	≤700	7Comp	8Comp	>700	7Comp	8Comp
	150~300	≤450			>450		
	300~460	≤300			>300		
	460~600	≤250			>250		
	>600	≤200			>200		
鼓型	≤150	≤700	8Comp	8Comp	>700	8Comp	
	150~300	≤450			>450		
	300~460	≤300			>300		
	460~600	≤250			>250		
	>600	≤200			>200		

下表列出了 JGMA405.01 圓筒蝸輪組強度計算式中所說的潤滑油適當黏度參考值。

適當黏度參考值 單位：cSt/37.8°C

運轉油溫		滑動速度m/s		
運轉最高油溫	起動時油溫	小於2.5	2.5~5	大於5
0~10°C	-10~0°C	110~130	110~130	110~130
	0°C 以上	110~150	110~150	110~150
10~30°C	0°C 以上	200~245	150~200	150~200
30~55°C	0°C 以上	350~510	245~350	200~245
55~80°C	0°C 以上	510~780	350~510	245~350
80~100°C	0°C 以上	900~1100	510~780	350~510

根據潤滑油的用途（正齒輪，蝸桿等）和使用條件（裝置的大小，環境溫度等）選定適當的黏度後，再參考各潤滑油廠商的資料，做最後潤滑油商品編號的確認。

◎ 常用齒輪潤滑油介紹

常見工業用齒輪油



# 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



工業用齒輪油一例

JIS 齒輪油	出光	COSMO	JAPAN ENERGY	SHOWA SHELL	新日本石油	MOBILE	
1類	ISO VG 32	Daphne Super Multi Oil 32	New Mighty Super 32 COSMO All Purpose 32	JOMO Lathus 32	Shell Tellus Oil C 32	Super Mulpus DX32	Mobil DTE Oil Light
	ISO VG 68	Daphne Super Multi Oil 68	New Mighty Super 68 COSMO All Purpose68	JOMO Lathus 68	Shell Tellus Oil C 68	Super Mulpus DX68	Mobil DTE Oil Heavy Medium
	ISO VG 100	Daphne Super Multi Oil 100	New Mighty Super 100 COSMO All Purpose100	JOMO Lathus 100	Shell Tellus Oil C 100	Super Mulpus DX100	Mobil DTE Oil Heavy
	ISO VG 150	Daphne Super Multi Oil 150	New Mighty Super 150	JOMO Lathus 150	Shell Tellus Oil C 150	Super Mulpus DX150	Mobil Vacuoline 528
工業用 2類	ISO VG 100	Daphne Super Multi Oil 100	COSMO Gear SE100 COSMO ECO Gear EPS100	JOMO Reductus 100	Shell Omala Oil 100	BONNOC M100 BONNOC AX100	Mobil gear 600 XP 100
	ISO VG 150	Daphne Super Multi Oil 150	COSMO Gear SE150 COSMO ECO Gear EPS150	JOMO Reductus 150	Shell Omala Oil 150	BONNOC M150 BONNOC AX150	Mobil gear 600 XP 150
	ISO VG 220	Daphne Super Multi Oil 220	COSMO Gear SE220 COSMO ECO Gear EPS220	JOMO Reductus 220	Shell Omala Oil 220	BONNOC M220 BONNOC AX220	Mobil gear 600 XP 220
	ISO VG 320	Daphne Super Gear Oil 320	COSMO Gear SE320 COSMO ECO Gear EPS320	JOMO Reductus 320	Shell Omala Oil 320	BONNOC M320 BONNOC AX320	Mobil gear 600 XP 320
	ISO VG 460	Daphne Super Gear Oil 460	COSMO Gear SE460 COSMO ECO Gear EPS460	JOMO Reductus 460	Shell Omala Oil 460	BONNOC M460 BONNOC AX460	Mobil gear 600 XP 460
	ISO VG 680	Daphne Super Gear Oil 680	COSMO Gear SE680	JOMO Reductus 680	Shell Omala Oil 680	BONNOC M680 BONNOC AX680	Mobil gear 600 XP 680

## 常見蝸桿蝸輪用油

蝸桿蝸輪用油一例

黏度	出光	COSMO	JAPAN ENERGY	SHOWA SHELL	新日本石油	MOBILE
ISO VG 150	Daphne Super Multi Oil 150	—	JOMO Reductus150	Shell Omala Oil 150	BONNOC M150	Mobil gear 629
ISO VG 220	Daphne Super Multi Oil 220	COSMO Gear W220	JOMO Reductus220	Shell Omala Oil 220	BONNOC M220	Mobil gear 630
ISO VG 320	Daphne Super Multi Oil 320	COSMO Gear W320	JOMO Reductus320	Shell Omala Oil 320	BONNOC M320	Mobil gear 632
ISO VG 460	Daphne Super Multi Oil 460	COSMO Gear W460	JOMO Reductus460	Shell Omala Oil 460	BONNOC M460	Mobil gear 634
ISO VG 680	Daphne Super Multi Oil 680	—	JOMO Reductus680	Shell Omala Oil 680	BONNOC M680	Mobil gear 636

## 常見潤滑脂

潤滑脂

稠度等級	出光	COSMO	JAPAN ENERGY	SHOWA SHELL	新日本石油
00	—	—	—	Shell Alvania EP Grease R00	—
0	Daphne Eponex Grease SR №0	COSMO 集中潤滑脂 №0	JOMO LISONIX GREASE EP0	Shell Alvania EP Grease R0	EPNOC GREASE AP(N)0
1	Daphne Eponex Grease SR №1	COSMO 集中潤滑脂 №1	JOMO LISONIX GREASE EP1	Shell Alvania EP Grease S1	EPNOC GREASE AP(N)1
2	Daphne Eponex Grease SR №2	COSMO 集中潤滑脂 №2	JOMO LISONIX GREASE EP2	Shell Alvania EP Grease S2	EPNOC GREASE AP(N)2
3	Daphne Eponex Grease SR №3	COSMO 集中潤滑脂 №3	JOMO LISONIX GREASE EP3	Shell Alvania EP Grease S3	POWERNOC WB3