

9 轴承润滑

9.1 强制循环供油方式的供油量

轴承在高速运转时，由于轴承自身的滚动摩擦及润滑剂的搅拌产生的热量，使轴承温度迅速升高。

如将热量有效地传递出去，就能防止轴承过热，保证润滑油膜充足，从而使轴承在高速状态下能稳定持续地运转。

散热降温的方法很多，将润滑油大量循环供入轴承内部，直接吸收轴承热量的方法十分有效。这种方法，称为强制循环供油方式。

此时，供油量多少为好？由于牵涉到使用设备所允许的极限温度，散热效果和油搅拌发热等因素，故而，大都凭实践经验决定。

现将计算轴承强制循环供油量指标的经验公式介绍如下：

$$Q = \frac{0.19 \times 10^{-5}}{T_2 - T_1} d \mu n F \text{ (N)} \quad (1)$$

$$= \frac{1.85 \times 10^{-5}}{T_2 - T_1} d \mu n F \text{ {kgf}}$$

式中， Q ：供油量 (l/min)
 T_1 ：注油口油温 (°C)
 T_2 ：排油口油温 (°C)
 d ：轴承内径 (mm)
 μ ：取决于轴承结构形式的动摩擦系数推算值 (表 1)
 n ：轴承转速 (r/min)
 F ：轴承承受的载荷 (N), {kgf}

大型工矿设备常采用强制循环供油方式：例如造纸设备、冲压机械、冶金设备及各类减速机等，大多采用大型轴承。

现以减速机用自动调心滚子轴承为例，介绍供油量的计算方法。

轴 承 22324 CAM E4 C3

$d = 120 \text{ mm}$

$\mu = 0.0028$

转 速 $n = 1\,800 \text{ r/min}$

轴承载荷 $F = 73\,500 \text{ N}, \{7\,500 \text{ kgf}\}$

温差设为 $T_2 - T_1 = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$

$$Q \doteq \frac{0.19 \times 10^{-5}}{20} \times 120 \times 0.0028 \times 1\,800$$

$$\times 73\,500 \doteq 4.2$$

由此可知，供油量约为 4 l/min。参照此值并考虑注油、排油管口径等因素，确定合适的供油量。

内径超过 200 mm 的大型轴承承受重载时，按公式计算的供油量偏多，实际使用中可取计算值的 1/2 ~ 2/3 即可。

表 1 动摩擦系数推算值

轴承类型	μ 推算值
深沟球轴承	0.0013
角接触球轴承	0.0015
调心球轴承	0.0010
推力球轴承	0.0011
圆柱滚子轴承	0.0010
圆锥滚子轴承	0.0022
调心滚子轴承	0.0028
带保持架滚针轴承	0.0015
满装型滚针轴承	0.0025
推力调心滚子轴承	0.0028

9.2 机床主轴专用轴承的 润滑脂填充量

以加工中心和数控车床为代表的新型机床为了提高加工效率和加工精度，需要提高主轴转速。随之，影响加工精度的主轴温升就成了问题。

而且，尤其内径 ≤ 150 mm 的主轴专用轴承普遍采用脂润滑方式。

用脂润滑方式，如果填入轴承的润滑脂过多，尤其在刚刚填充后的初期运转中会造成异常发热，有可能导致润滑脂劣化。为了避免发生这种情况，就需要足够时间，进行充分地磨合运转。

NSK 凭借以往经验，为保证在无阻润滑性能的前提下简化磨合运转，特对机床主轴专用轴承的润滑脂标准填充量提出建议：圆柱滚子轴承为轴承空间容积的 10%，角接触球轴承为其空间容积的 15%。

表 1 列出了主轴常用轴承约为轴承空间容积 10~15% 的润滑脂标准填充量。而在实际使用时，可以采用下列简易公式计算出参考值。

$$V_{10} = f \times 10^{-5}(D^2 - d^2) B$$

式中， V_{10} ：大概填充量 (cm³)

D ：公称外径 (mm)

d ：公称内径 (mm)

B ：公称轴承宽度 (mm)

$f = 1.5$ NN30 系列

BA10X

BT10X 系列

$f = 1.7$ 70, 72 系列

$f = 1.4$ NN49 系列

另外，高速轴承填充的润滑脂，球轴承应采用合成油，滚子轴承应采用以矿物油为基础油的优质润滑脂，这样可以保证效果良好。

表 1 机床主轴专用轴承的润滑脂标准填充量

单位：cm³

轴承内径代号	轴承内径尺寸 (mm)	填充量 (每套轴承)					
		圆柱滚子轴承		高速推力角接触球轴承 BA, BT 系列	角接触球轴承		高速角接触球轴承 BNC10 系列
		NN30 系列	N10B 系列		70 系列	72 系列	
10	50	1.4	1.1	1.2	1.7	3.1	1.5
11	55	2.0	1.5	2.0	2.3	4.0	2.0
12	60	2.1	1.7	2.0	2.4	4.9	2.0
13	65	2.2	1.8	2.1	2.7	5.7	2.3
14	70	3.2	2.4	3.0	3.6	6.6	3.3
15	75	3.5	2.5	3.2	3.8	7.2	3.6
16	80	4.7	3.3	4.2	5.1	8.8	4.4
17	85	4.9	3.5	4.4	5.3	10.9	4.7
18	90	6.5	4.7	6.0	6.9	13.5	6.2
19	95	6.6	4.8	6.3	7.2	16.3	6.5
20	100	6.8	5.1	6.5	7.4	19.8	6.8
21	105	9.3	6.7	8.4	9.3	23.4	8.1
22	110	11	7.8	10.1	11.9	27.0	10.1
24	120	12.5	8.1	10.8	12.3	32.0	10.8
26	130	18	12.4	16.5	19.5	35.3	16.1
28	140	20	—	17.1	20.7	42.6	17.0
30	150	23	—	21.8	25.8	53.6	21.2
32	160	29	—	26.9	33.8	62.6	25.5
44	170	38	—	32.4	41.6	81.4	33.2

备注：双列推力角接触球轴承 ○○ TAC20D，可按一同安装的双列圆柱滚子轴承 NN30，填充等量的润滑脂。

9.3 深沟球轴承的空间容积与润滑脂填充量

滚动轴承采用脂润滑，可以简化轴承周边结构，随着润滑脂质量的提高，已被广为采用。

在采用脂润滑时，关键是要选择适合运转条件的润滑脂，但轴承及轴承座内的填充量也对轴承温升、力矩等影响很大，故而也应引起充分的注意。

填入轴承空间及轴承座内的润滑脂量，因轴承座的结构、空间容积、润滑脂品牌、环境情况等而有所差别。通常指标如下。

首先，轴承内部应填充足够的润滑脂。届时，也要将润滑脂送入保持架引导面等部位。其次，要采用轴承座内除去轴及轴承外的空间净容积，按轴承转速与综合样本中所列极限转速的关系填充润滑脂：

- 到 50 % 时 1/2 ~ 2/3
- 50 % 以上时 1/3 ~ 1/2

有些场合还要考虑降低摩擦力矩，防止发热等因素而将填充量降至更少。另外，超低速轴承，由于要提高防尘、防水性能，而近乎填满。

因此，在确定适宜填充量时，必须掌握轴承座及每套轴承的空间容积。为此，在表 1 中列出了开型深沟球轴承的空间容积，以供参考。

另外，开型深沟球轴承的空间容积，是指内、外圈之间的空间扣除球与保持架体积之后的净容积。

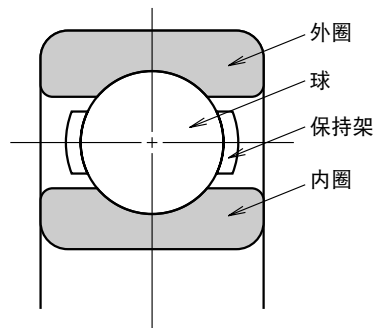


表 1 开型深沟球轴承的空间容积

单位：cm³

轴 承 内 径 代 号	轴承的空间容积			轴 承 内 径 代 号	轴承的空间容积		
	轴承系列				轴承系列		
	60	62	63		60	62	63
00	1.2	1.5	2.9	14	34	61	148
01	1.2	2.1	3.5	15	35	67	180
02	1.6	2.7	4.8	16	47	84	213
03	2.0	3.7	6.4	17	48	104	253
04	4.0	6.0	7.9	18	63	127	297
05	4.6	7.7	12	19	66	155	345
06	6.5	11	19	20	68	184	425
07	9.2	15	25	21	88	216	475
08	11	20	35	22	114	224	555
09	14	23	49	24	122	310	675
10	15	28	64	26	172	355	830
11	22	34	79	28	180	415	1 030
12	23	45	98	30	220	485	1 140
13	24	54	122	32	285	545	1 410

备注：表中所列为采用钢板冲压保持架的轴承空间容积，采用超强黄铜车制保持架的轴承空间容积约为表值的 50 ~ 60 %。

9.4 角接触球轴承的空间容积

角接触球轴承，用于机床主轴、立式水泵电机、蜗轮减速机等等之中。

它大都采用脂润滑，而脂润滑的轴承，其温升及耐久性能都会受到润滑脂填充量的影响。因此，要想充分发挥轴承性能，根据使用条件适量填充润滑脂乃是关键所在。为此，必须首先了解所用轴承的空间容积。

角接触球轴承，由其轴承系列，接触角或保持架类型等等组合成众多种类，下面介绍常用轴承的空间容积。

表 1 是常规用途，带冲压保持架轴承的空间容积，**表 2** 是带超强黄铜保持架轴承的空间容积。

表中的接触角代号 A、B、C，表示轴承的公称接触角分别为 30°、40°、15°。

表 1 角接触球轴承的空间容积—1
(带冲压保持架) 单位：cm³

轴 承 代 号	轴承的空间容积			
	轴承系列—接触角代号			
	72A	72B	73A	73B
00	1.5	1.4	2.9	2.8
01	2.1	2.0	3.7	3.5
02	2.8	2.7	4.8	4.6
03	3.7	3.6	6.2	5.9
04	6.2	5.9	8.4	8.0
05	7.8	7.4	13	12
06	12	11	20	19
07	16	15	26	24
08	20	19	36	34
09	25	24	48	45
10	28	27	63	60

表 2 角接触球轴承的空间容积—2
(带超强黄铜车制保持架)

单位：cm³

轴 承 代 号	轴承的空间容积				
	轴承系列—接触角代号				
	70C	72A 72C	72B	73A 73C	73B
00	0.9	1.0	1.0	2.2	2.1
01	0.9	1.6	1.6	2.5	2.5
02	1.2	1.9	1.9	3.4	3.3
03	1.6	2.7	2.7	4.6	4.4
04	3.0	4.7	4.2	6.1	5.9
05	3.5	6.0	5.3	9.2	9.0
06	4.3	8.5	8.1	14	13
07	6.5	12	11	18	17
08	8.3	14	14	25	24
09	10	18	17	34	33
10	11	20	20	45	44
11	16	26	25	57	55
12	17	33	31	71	69
13	18	38	37	87	83
14	24	43	42	107	103
15	24	47	45	129	123
16	34	58	57	152	146
17	37	71	70	179	172
18	44	88	85	207	201
19	44	105	105	261	244
20	47	127	127	282	278

9.5 圆柱滚子轴承的空间容积

圆柱滚子轴承，大多采用可以简化轴承座外围结构、易于维修的脂润滑方式。在使用时，按轴承使用条件选择合适的润滑脂，并且注意包含轴承座在内的润滑脂填充量，填充部位等。

圆柱滚子轴承在结构上又按其内/外圈有无挡边或平座圈，分为 NU 型、NJ 型、N 型、NF 型、NH 型、NUP 型等，即使同一尺寸系列的轴承，其空间容积也不相同。而且，因保持架类型即带冲压保持架或超强黄铜车制保持架而有所差异。

表 1，表 2 列出了圆柱滚子轴承中使用最多的 NU 型轴承的空间容积，用作决定润滑脂填充量的参考。

另外，对于 NU 型以外的其它类型，则可以通过其与 NU 型的空间容积比来决定，表 3 是各类圆柱滚子轴承大致的空间容积比。

例如，求带冲压保持架轴承 NJ310 的空间容积，以表 1 中 NU310 的空间容积 52 cm³ 乘以表 3 中 NJ 型的容积比 0.9，可算出 NJ310 的空间容积约为 47 cm³。

表 1 NU 型圆柱滚子轴承的空间容积 - 1
(带冲压保持架) 单位: cm³

轴 承 代 号	轴承空间容积			
	轴承系列			
	NU2	NU3	NU22	NU23
05	6.6	11	7.8	16
06	9.6	17	12	24
07	14	22	18	35
08	18	31	22	44
09	20	42	23	62
10	23	52	26	80
11	30	68	35	102
12	37	85	45	130
13	44	107	57	156
14	51	124	62	179
15	58	155	70	226
16	71	177	85	260
17	85	210	104	300
18	103	244	134	365
19	132	283	164	415
20	151	335	200	540

表 2 NU 型圆柱滚子轴承的空间容积 - 2
(带超强黄铜车制保持架) 单位: cm³

轴 承 代 号	轴承空间容积			
	轴承系列			
	NU2	NU3	NU22	NU23
05	5.0	7.6	5.7	10
06	7.4	12	7.9	16
07	9.6	16	12	27
08	12	21	15	32
09	15	29	16	45
10	18	38	17	58
11	22	52	24	77
12	26	62	31	88
13	31	74	43	104
14	37	92	44	129
15	42	102	50	149
16	51	122	60	181
17	64	164	74	200
18	79	193	96	279
19	94	218	116	280
20	115	221	137	355

表 3 各类圆柱滚子轴承的空间容积比

NU 型	NJ 型	N 型	NF 型
1	0.90	1.05	0.95

9.6 圆锥滚子轴承的空间容积

圆锥滚子轴承能够承受径向载荷与单向轴向载荷，其承载能力很强。所以，在承载条件要求较严的机器设备中广泛采用单列轴承对置或组合。

出于维修保养等方面的考虑，大多数都采用脂润滑。其润滑的关键是选择适合运行条件的润滑脂与充分考虑轴承座内部空间的最佳填充量。

表 1 列出了圆锥滚子轴承的空间容积，以供参考。

文中圆锥滚子轴承的空间容积，是指由轴承外形尺寸体积扣除内、外圈、滚子及保持架体积后的净空间（见图 1）。

在填充润滑脂时，应使润滑脂充分填充至内圈挡边面、保持架兜孔面等。另外，在出现润滑脂泄漏及转过大等情况时，还应注意润滑脂的填充量及填充状态等等。

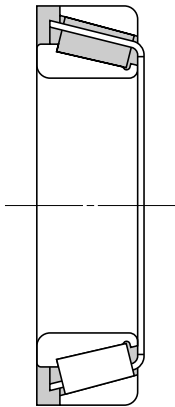


图 1 圆锥滚子轴承的空间容积

表 1

轴 承 代 号	轴 承 代 号	
	HR329 J	HR320 XJ
02	—	—
03	—	—
04	—	3.5
/22	—	3.6
05	—	3.7
/28	—	5.3
06	—	6.2
/32	—	6.6
07	4.0	7.5
08	5.8	9.1
09	—	11
10	—	12
11	8.8	19
12	9.0	20
13	—	21
14	17	29
15	—	30
16	—	40
17	—	43
18	28	58
19	29	60
20	37	64

圆锥滚子轴承的空间容积

单位：cm³

轴承的空间容积							
轴承系列							
HR330 J	HR331 J	HR302 J	HR322 J	HR332 J	HR303 J	HR303 DJ	HR323 J
—	—	—	—	—	4.5	—	—
—	—	3.3	4.3	—	5.7	—	—
—	—	5.3	6.6	—	7.2	—	9.2
—	—	—	7.3	—	9.1	—	—
4.3	—	6.3	7.4	7.5	11	13	15
—	—	8.8	9.8	10	16	—	—
6.7	—	9.2	11	12	18	21	23
—	—	11	13	14	20	—	—
8.9	—	13	17	18	23	26	35
11	—	18	23	25	31	35	45
—	18	22	24	26	41	48	58
15	20	23	26	29	55	59	77
21	29	30	36	40	72	78	99
23	—	39	47	53	88	95	130
25	—	45	62	65	110	120	150
33	—	53	67	69	130	150	190
34	—	58	73	74	160	180	230
—	—	75	91	100	200	200	270
49	76	92	120	130	230	250	320
—	110	110	150	—	260	310	370
—	—	140	170	—	310	350	430
—	150	160	210	240	380	460	580

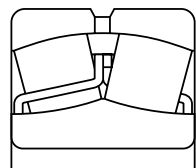
9.7 调心滚子轴承的空间容积

调心滚子轴承具有调心性并能承受较大径向载荷与双向轴向载荷。因此，在易于产生安装误差与轴心偏移的部位、轴承间距较大、轴严重挠曲的部位、或者承受较大径向载荷及冲击载荷的机构中广泛使用。而且，在立式带座外球面轴承中也大量使用。

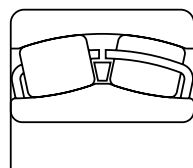
由于能够简化轴承座外围的密封结构，又易于维修保养，故而，调心滚子轴承也普遍采用脂润滑方式。选择适合运行条件的润滑脂并按轴承座的空间容积，填充适量的润滑脂乃是脂润滑的关键所在。

为作参考，表 1 列出了 EA 型、C 型、CD 型、CA 型调心滚子轴承的空间容积。

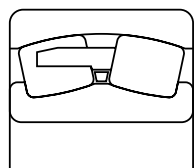
另外，在常规运行条件下，轴承的内部空间里应多填润滑脂，而轴承以外的轴承座，则以填充其容积的 1/3 ~ 2/3 为宜。



EA 型



C 型、CD 型



CA 型

表 1 调心滚子轴承的空间容积
(EA 型、C 型、CD 型、CA 型) 单位: cm³

轴 承 代 号	轴承空间容积				
	轴承系列				
	230	231	222	232	223
11	—	—	29	—	78
12	—	—	42	—	96
13	—	—	48	—	113
14	—	—	52	—	139
15	—	—	57	—	170
16	—	—	71	—	206
17	—	—	91	—	234
18	—	—	110	130	283
19	—	—	135	—	327
20	—	—	169	203	410
22	100	150	242	294	560
24	109	228	297	340	700
26	161	240	365	405	955
28	170	292	400	530	1 230
30	209	465	505	680	1 430
32	254	575	680	850	1 710
34	355	610	785	1 090	2 070
36	465	785	810	1 120	2 460
38	565	970	1 160	1 340	2 830
40	715	1 160	1 400	1 640	2 900
44	940	1 500	1 880	2 270	3 750
48	1 030	1 900	2 550	3 550	4 700
52	1 530	2 940	3 300	4 750	5 900
56	1 820	3 150	3 400	4 950	7 250
60	2 200	4 050	4 300	6 200	8 750

备注 22211 ~ 26、22311 ~ 24 为 EA 型轴承
23122 ~ 48、23218 ~ 44 为 C 型轴承
23022 ~ 36、22228 ~ 36 为 CD 型轴承
23038 ~ 60、23152 ~ 60、22238 ~ 60、23248 ~ 60 及 22326 ~ 60 为 CA 型轴承的空间容积。

9.8 NSK 专用润滑脂

9.8.1 感应电机轴承专用润滑脂 NS7, NSC

NS7、NSC 是 NSK 专为感应电机轴承研发的一种润滑脂，它们由氧化稳定性，热稳定性，低温流动性优异的合成油与耐水性，剪切稳定性出众的锂皂组成。

NS7、NSC 润滑脂可在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的大温区内使用。基础油的粘度 NS7 最低，NSC 则较高。故而，在强调低温性能时选用 NS7 润滑脂，而在要求高温性能时则选用 NSC 润滑脂。

特 长：

- (1) 高温耐久性强，润滑脂寿命长。
- (2) 低温性能优异，低温启动时轴承不易产生异音与振动。
- (3) 高速旋转性能优良，很少发生漏脂。
- (4) 在低温、常温下能够降低轴承摩擦力矩。
- (5) 夹杂物极少，噪声性能优良。而且，NSC 润滑脂还能长期保持优异噪声性能（噪声寿命长）。
- (6) 耐水性强。
- (7) 抗盐水性锈性强。

用 途：

- 家电产品用电机（录像机、空调风扇电机、抽油烟机风扇电机）
- 办公设备用电机（硬盘驱动器主轴、软盘驱动器主轴、步进电机、IC 冷却风扇电机）

- 工业电机（鼓风机电机、水泵电机、大、中型电机）
- 汽车电机（雨刷电机）
- 汽车电器（起动马达、点火器）

表 1 NS7、NSC 润滑脂常规参数

项 目	NS7	NSC	试 验 方 法
外 观	浅褐色	浅褐色	—
增 稠 剂	锂皂	锂皂	—
基 础 油	多元醇酯，二酯	多元醇酯，二酯	—
基础油动态粘度 mm ² /sec	40 °C	26.0	JIS K 2283
	100 °C	5.1	
混 合 稠 度	25 °C, 60 W	245	JIS K 2220 : 2003 (第7条)
滴 点	°C	192	JIS K 2220 : 2003 (第8条)
铜 板 腐 蚀	100 °C, 24 h	合格	JIS K 2220 : 2003 (第9条)
蒸 发 量 %	99 °C, 22 h	0.30	JIS K 2220 : 2003 (第10条)
分 油 度 %	100 °C, 24 h	1.2	JIS K 2220 : 2003 (第11条)
氧化稳定度 kPa	99 °C, 100 h	20	JIS K 2220 : 2003 (第12条)
混合稳定度	25 °C, 10 ⁵ W	294	JIS K 2220 : 2003 (第15条)
水冲洗耐水度 %	38 °C, 1 h	1.4	JIS K 2220 : 2003 (第16条)
低温力矩 N·m -30 °C	起 动	0.07	JIS K 2220 : 2003 (第18条)
	旋 转	0.022	
防 锈 试 验	0.1 % NaCl 25 °C, 48 h, 100 %RH	1,1,1	ASTM D 1743

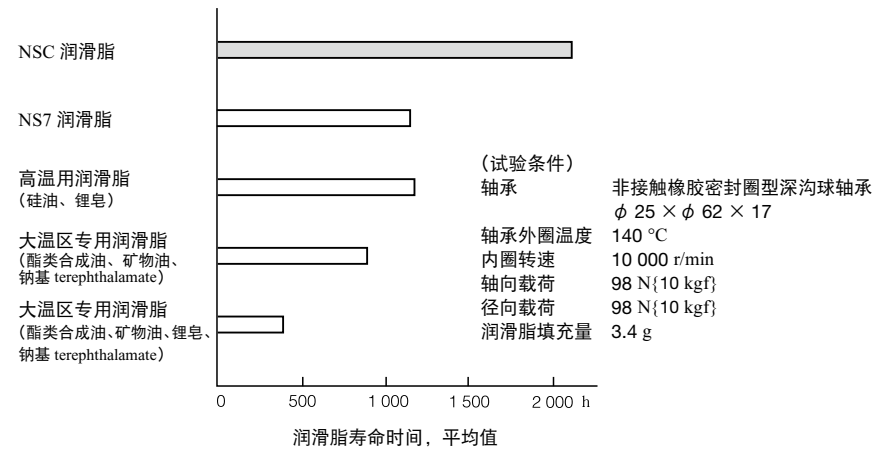


图 1 润滑脂寿命

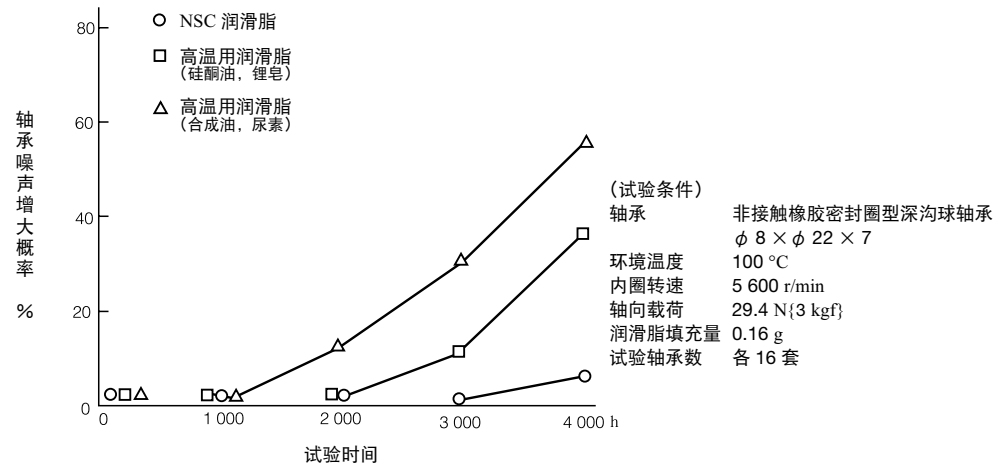


图 2 噪声寿命

9.8.2 高温轴承专用润滑脂 UMM

在滚动轴承使用的高温润滑脂中，增稠剂采用聚脲及锂基复合皂的矿物油类润滑脂具有很高的知名度，并为世界各国大量使用。但是，这些润滑脂的各种性能，诸如使用寿命、漏脂、噪声、防锈及质量的稳定性等等，尚有改进余地。

为此而研发的新一代油品 UMM 润滑脂的上述性能均优于市售高温用润滑脂且价格低廉。

特 长：

UMM 润滑脂的基础油采用精炼石蜡类矿物油，增稠剂采用耐热性，耐水性，剪切稳定性，噪声性能具佳的脲基化合物，并使用了优质的添加剂。故而，如表 2 所示，其耐久性、抗漏性、力矩、防锈、噪声等各种性能均优于市售高温润滑脂。

而且，由于价格低廉，更适宜需要大量润滑脂的大型轴承使用。

用 途：

- 变速箱轴承
- 其它，采用市售聚脲类，锂基复合皂类高温润滑脂的各类轴承

表 1 UMM 润滑脂常规参数

项 目	UMM	试 验 方 法
外 观	淡黄色奶油状	—
增 稠 剂	双脲	—
基 础 油	矿物油	—
基础油动态粘度 mm ² /sec	40 °C	JIS K 2283
	100 °C	
混 合 稠 度	25 °C, 60 W	267
滴 点	°C	260 以上
铜 板 腐 蚀	100 °C, 24 h	合 格
蒸 发 量 %	99 °C, 22 h	0.23
分 油 度 %	100 °C, 24 h	0.3
氧 化 稳 定 度 kPa	99 °C, 100 h	29
混 合 稳 定 度	25 °C, 10 ⁵ W	310
水 冲 洗 耐 水 度 %	79 °C, 1 h	0.5
低 温 力 矩 N·m -30 °C	起 动	0.73
	旋 转	0.080
防 锈 试 验	0.1 % NaCl 25 °C, 48 h, 100 %RH	1,1,1
		ASTM D 1743

表 2 UMM 润滑脂与市售润滑脂的比较

项 目	UMM	市售润滑脂		
		矿物油 聚脲 A	矿物油 聚脲 B	矿物油 锂复合皂 C
耐 热 性 · 耐 久 性	○	×	△	△
剪 切 稳 定 性 · 漏 脂	◎	△	×	◎
低 温 力 矩	○	△	○	△
防 锈 性	◎	△	◎	×
噪 声	◎	△	×	×
热 硬 化 · 久 置 硬 化	○	×	○	△

◎ 优, ○ 良, △ 普通, × 差

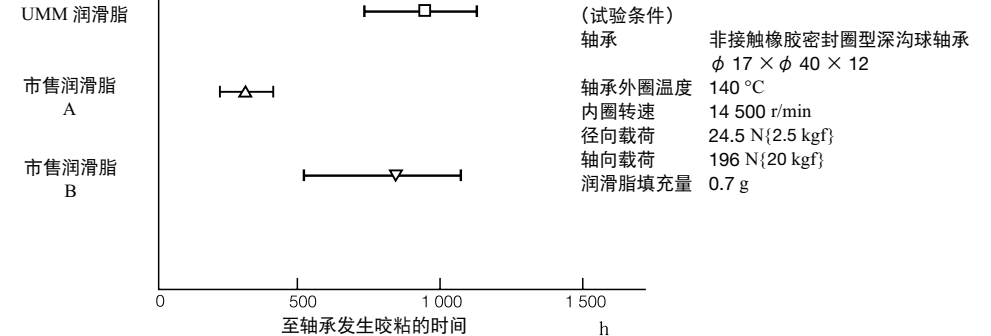


图 1 润滑脂寿命试验

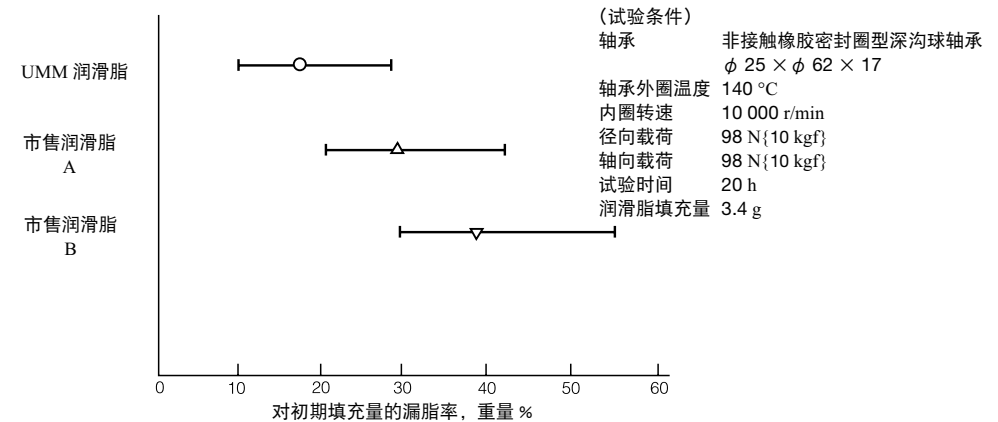


图 2 润滑脂泄漏试验

9.8.3 高温高速球轴承

专用润滑脂 ENS、ENR

由于汽车高性能，低油耗，长寿命之需，对安装在发动机外围的电器及发动机辅机轴承的性能要求日益苛刻。这些轴承往往在高温工况下高速旋转，而且部分设备的安装位置又可能使盐水或者泥水侵入轴承内部，更有振动及重载的影响。在如此严酷工况下使用，轴承润滑脂的最佳选择就是 ENS、ENR。

特 长：

ENS、ENR 润滑脂的基础油采用氧化稳定性、热稳定性、低温流动性优异的多元醇脂，增稠剂采用耐热性、耐水性、剪切稳定性均佳的尿

素化合物。并配以优异的添加剂，具有下列特长。

- (1) 高温耐久性优异，处在 160 °C 的高温环境，润滑脂寿命依然很长。
- (2) 由于剪切稳定性极好，故而无论高速旋转还是外圈旋转，都少有漏脂。
- (3) 由于基础油粘度小，流动点低，故而显示出低力矩性能，即使在低温下起动，轴承也很少产生异音。
- (4) 由于增稠剂耐水性良好，故而，即使水侵入轴承内部，润滑脂也不易变软外流。
- (5) 配有适宜防锈剂，保证润滑脂寿命不减，防锈性能优异。尤其 ENR 润滑脂防锈能力特强，即使侵入高浓度盐水中，也不易发生锈蚀。

表 1 ENS、ENR 润滑脂常规参数

项 目	ENS	ENR	试 验 方 法
外 观	乳白色	乳白色	—
增 稠 剂	双脲	双脲	—
基 础 油	多元醇脂	多元醇酯	—
基础油动态粘度 mm ² /sec	40 °C	31.6	JIS K 2283
	100 °C	5.8	
混 合 稠 度	25 °C, 60 W	264	JIS K 2220 : 2003 (第7条)
滴 点	°C	260 以上	JIS K 2220 : 2003 (第8条)
铜 板 腐 蚀	100 °C, 24 h	合格	JIS K 2220 : 2003 (第9条)
蒸 发 量 %	99 °C, 22 h	0.44	JIS K 2220 : 2003 (第10条)
分 油 度 %	100 °C, 24 h	1.4	JIS K 2220 : 2003 (第11条)
氧化稳定度 kPa	99 °C, 100 h	20	JIS K 2220 : 2003 (第12条)
混 合 稳 定 度	25 °C, 10 ⁵ W	327	JIS K 2220 : 2003 (第15条)
水冲洗耐水度 %	79 °C, 1 h	1.0	JIS K 2220 : 2003 (第16条)
低 温 力 矩 N·m -30 °C	起 动	0.11	JIS K 2220 : 2003 (第18条)
	旋 转	0.027	
防 锈 试 验	0.1 % NaCl 25 °C, 48 h, 100 %RH	1,1,1	ASTM D 1743

用 途：

- 汽车发动机辅机（电磁离合器、交流发电机、起动电机、惰轮）

- 发动机辅机（同步皮带张紧轮、离合器释放器）
- 办公设备（复印机加热辊）
- 各种电机（变频电机、伺服电机）

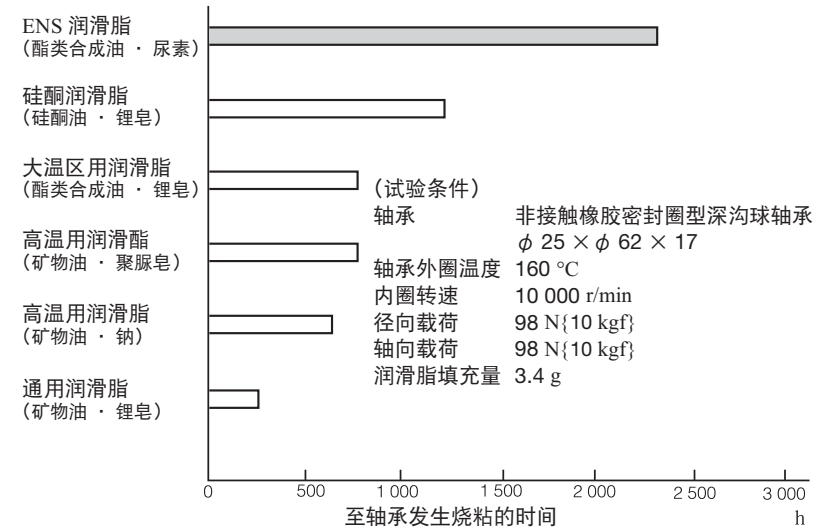


图 1 润滑脂寿命试验

表 2 轴承防锈试验

试验条件	ENS	ENR	通用润滑脂 (酯类合成油, 锂皂)	通用润滑脂 (酯类合成油,矿物 油,钠基合成油)	高温用润滑脂 (矿物油, 锂复合皂)	高温用润滑脂 (矿物油, 聚脲)
0.1% 盐水, 25°C, 48h	1.1.1	1.1.1	1.1.1	1.1.1	3.3.3	1.1.1
0.5% 盐水, 52°C, 24h	2.2.3	1.1.1	1.2.2	1.1.1	—	1.2.2
1.0% 盐水, 52°C, 24h	—	1.1.1	—	1.2.2	—	—

(试验方法) 按照 ASTM D 1743

轴 承 圆锥滚子轴承 09074R/09194R (φ 19.05 × φ 49.23 × 23.02)

相对湿度 100 %

(评 级) 1.....无锈 2.....锈斑 3 个以下 3.....比 2 差

9.8.4 整流子电机轴承

专用润滑脂 EA3、EA6

电扇用于汽车散热器及空调压缩机的冷却，由于 FF（前置发动机、前轮驱动）汽车无法直接在发动机上安装冷却扇。于是，随着 FF 汽车的增加，电扇的产量也迅速增长。

由于电扇装于发动机附近，故而，其电机轴承的工作温度高达 130 °C ~ 160 °C，未来还有进一步升温的趋势。尽管转速只有 2 000 ~ 3 000 r/min，低于其它汽车电器轴承，但使用传统润滑脂，却会短时间内就发生咬粘。其原因之一认为是碳刷磨粒侵入轴承之中。在如此恶劣

的环境工作，电扇电机轴承最理想的润滑剂便是 EA3、EA6。

为了提高吸尘器的吸尘效果，电机转速日趋提高，近来已达 40 000 ~ 50 000 r/min 的高速。

随着电机转速的提高，就要求润滑脂具有更加优异的低力矩，低噪声和长寿命性能，而最适宜这种吸尘器电机轴承的润滑脂便是 EA3。

特长与用途

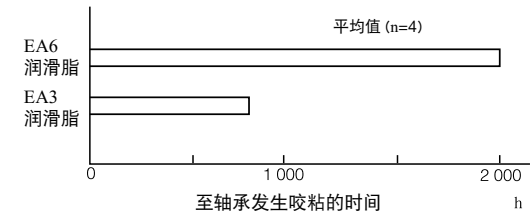
EA3 润滑脂的基础油选用氧化稳定性，热稳定性，低温流动性优异的聚 α 烯烃，增稠剂选用耐热性，耐水性极佳的尿素化合物，更配以优质的添加剂。EA6 则旨在进一步延长高温条件下的

使用寿命而提高了 EA3 的基础油粘度。

- (1) 由于氧化稳定性，耐磨性更兼润滑脂本身的密封性绝佳，故而，可以防止碳刷磨粒侵入轴承之中，确保润滑脂在电风扇轴承中的寿命很长。在要求低力矩时选用 EA3，而在轴承工作温度超过 150 °C 时，选用 EA6。
- (2) EA3 润滑脂以低力矩，低噪声见长，而且，流动性优异，故而，在 40 000 ~ 50 000 r/min 的高速工况下，仍能显示优异的润滑性能，在吸尘器轴承中，保持长寿命。
- (3) 此外，其防锈性能亦佳，对橡胶及塑料的影响也很小。

表 1 EA3、EA6 润滑脂常规参数

项 目	EA3	EA6	试 验 方 法
外 观	淡黄色	淡黄色	—
增 稠 剂	双脲	双脲	—
基 础 油	聚 α 烯烃	聚 α 烯烃	—
基础油动态粘度 mm ² /sec	40 °C	48.3	JIS K 2283
	100 °C	8.1	
混 合 稠 度	25 °C, 60 W	214	JIS K 2220 : 2003 (第7条)
滴 点	°C	260 以上	JIS K 2220 : 2003 (第8条)
铜 板 腐 蚀	100 °C, 24 h	合格	JIS K 2220 : 2003 (第9条)
蒸 发 量 %	99 °C, 22 h	0.32	JIS K 2220 : 2003 (第10条)
分 油 度 %	100 °C, 24 h	0.1	JIS K 2220 : 2003 (第11条)
氧化稳定度 kPa	99 °C, 100 h	20	JIS K 2220 : 2003 (第12条)
混合稳定度	25 °C, 10 ⁵ W	286	JIS K 2220 : 2003 (第15条)
水冲洗耐水度 %	79 °C, 1 h	0.9	JIS K 2220 : 2003 (第16条)
低温力矩 N·m -30 °C	起动	0.25	JIS K 2220 : 2003 (第18条)
	旋转	0.036	
防 锈 试 验	0.1 % NaCl 25 °C, 48 h, 100 %RH	1,1,1	ASTM D 1743



(试验条件)
 轴承 非接触橡胶密封型深沟球轴承
 $\phi 8 \times \phi 16 \times 4$
 轴承外圈温度 150 °C ~ 160 °C
 内圈转速 1 700 ~ 2 000 r/min
 外加电压 DC13.5 V
 润滑脂填充量 0.06 g

图 1 利用风扇电机进行的耐久试验

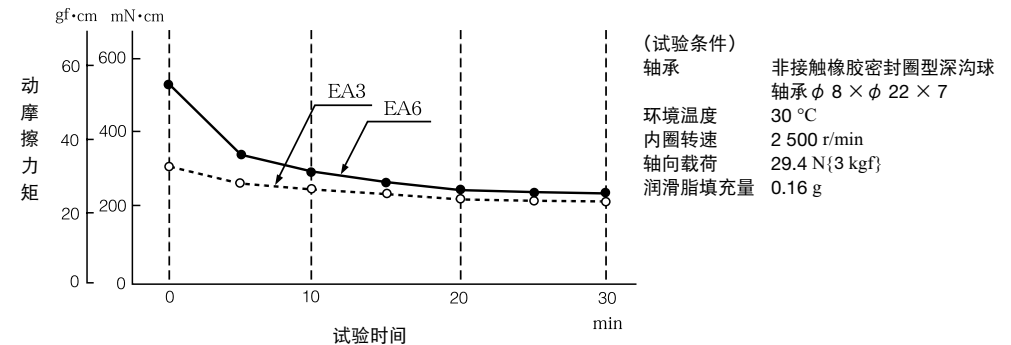
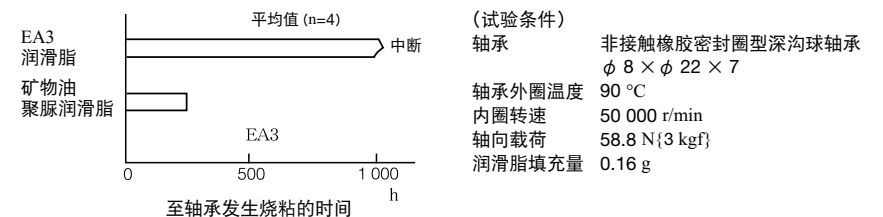


图 2 动摩擦力矩



(试验条件)
 轴承 非接触橡胶密封型深沟球轴承
 $\phi 8 \times \phi 22 \times 7$
 轴承外圈温度 90 °C
 内圈转速 50 000 r/min
 轴向载荷 58.8 N {3 kgf}
 润滑脂填充量 0.16 g

图 3 润滑脂寿命

9.8.5 水泵轴承

专用润滑脂 WPH

汽车水泵是发动机冷却水循环的设备，其轴承大多采用球与球或者球与滚子配置，轴径 16 mm，外径 30 mm 规格的轴承单元。水泵轴承单元固然装有高效密封圈，但是冷却水仍时有侵入。轴承发生的许多故障，都起因于冷却水侵入轴承。

最近，出现了追求发动机高性能，高效率并提高轴承转速的势头。加之，随着冷却水温度和发动机外围温度升高，轴承温度升高，且随着采用聚合物三角带的车型增加，车辆载荷也更大了。

在如此恶劣工况下使用的水泵轴承、轴承单元，最可靠、最理想的润滑脂就是 WPH。

特 长：

WPH 润滑脂的基础油选用氧化稳定性，热稳定性优异的聚 α 烯烃，增稠剂选用耐热性，耐水性极佳的尿素化合物，更辅以优质的添加剂，具有下列特长。

- (1) 即使冷却水侵入轴承之中，润滑脂也不易变软流淌，能够长时间保持良好的润滑性能，确保轴承不易发生破损（剥落）。
- (2) 高温耐久性也很优异，即使轴承温度升高，仍难发生变质，烧粘现象。
- (3) 防锈性能颇佳，即使水或者冷却液侵入轴承内部，也不会发生锈蚀。

表 1 WPH 润滑脂常规参数

项 目	WPH	试 验 方 法
外 观	淡黄色奶油状	—
增 稠 剂	双脲	—
基 础 油	聚 α 烯烃	—
基础油动态粘度 mm ² /sec	40 °C	JIS K 2283
	100 °C	
混 合 稠 度	25 °C, 60 W	JIS K 2220 : 2003 (第7条)
滴 点	°C	JIS K 2220 : 2003 (第8条)
铜 板 腐 蚀	100 °C, 24 h	合 格
蒸 发 量 %	99 °C, 22 h	JIS K 2220 : 2003 (第10条)
分 油 度 %	100 °C, 24 h	JIS K 2220 : 2003 (第11条)
氧 化 稳 定 度 kPa	99 °C, 100 h	JIS K 2220 : 2003 (第12条)
混 合 稳 定 度	25 °C, 10 ⁶ W	JIS K 2220 : 2003 (第15条)
水 冲 洗 耐 水 度 %	79 °C, 1 h	JIS K 2220 : 2003 (第16条)
低 温 力 矩 N·m -30 °C	起 动	JIS K 2220 : 2003 (第18条)
	旋 转	
防 锈 试 验	0.1 % NaCl 25 °C, 48 h, 100 %RH	1,1,1 ASTM D 1743

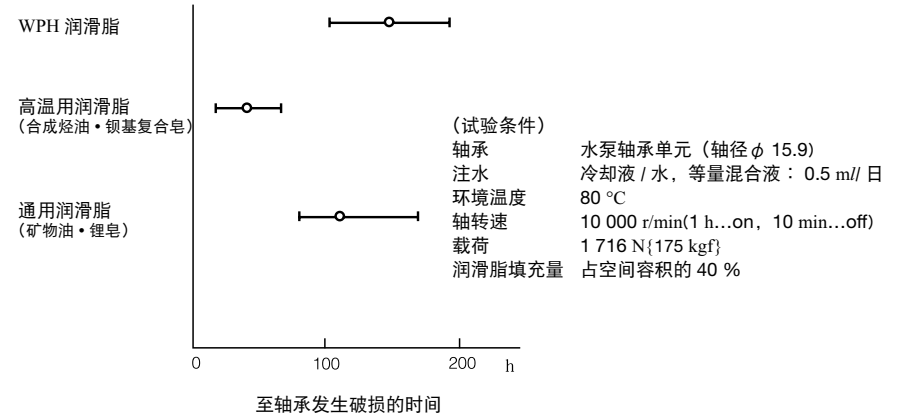


图 1 水泵轴承单元润滑脂耐水性能试验

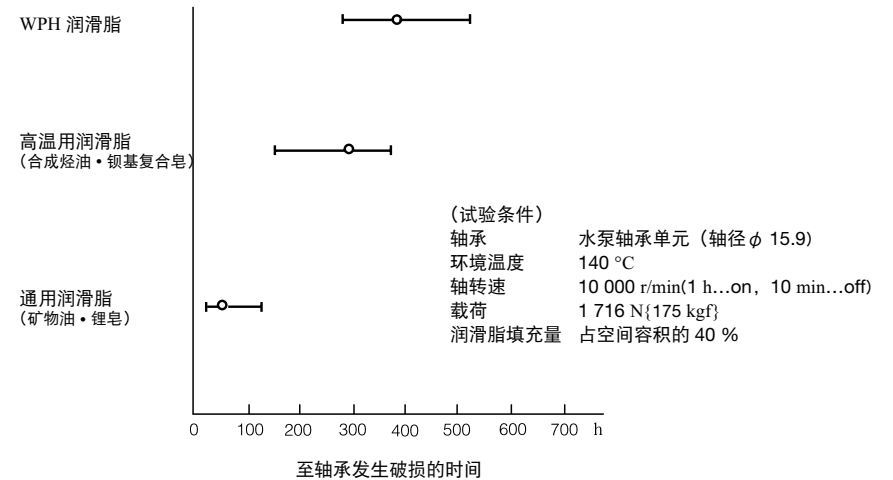


图 2 水泵轴承单元润滑脂寿命试验