

2. 工作介质

2.1 液压系统对工作介质的要求

2.1.1 粘度

粘度是选择工作介质的首要因素。在相同工作压力下,粘度过高,各部件运动阻力增加,温升快,泵的自吸能力下降,同时,管道压力降和功率损失增大。反之,粘度过低会增加泵的容积损失,并使油膜支承能力下降,而导致摩擦副间产生干摩擦。所以,在给定的运行条件下,工作介质对不同的液压元件和装置要具有合适的粘度范围(如 $12\sim 100\text{mm}^2/\text{s}$)。同时在温度、压力变化下和剪切力作用下,油的粘度变化均要小。

2.1.2 润滑性

为了提高比功率和容积效率,液压系统和元件发展趋向是高压、高转速。在这样的条件下,液压元件内部摩擦副在高负荷或其它工作状况(如启动或停车)下,多数处于边界润滑状态。因此,为防止发生粘着磨损、磨粒磨损、疲劳磨损等,以免造成泵和马达性能降低,寿命缩短,系统产生故障,要求工作介质对元件的摩擦副有良好的润滑性和极压抗磨性。

2.1.3 氧化安定性

工作介质与空气接触,特别是在高温、高压下容易氧化、变质。氧化后酸值增加会增强腐蚀性,氧化生成的粘稠状油泥甚至漆膜会堵塞滤油器,妨碍部件的动作以及降低系统效率。因此,要求它具有良好的氧化安定性和热安定性。

2.1.4 剪切安定性

工作介质通过液压元件的狭窄通道(节流间隙或阻尼孔)时,要经受剧烈的剪切作用,会使一些聚合型增粘剂高分子断裂,造成粘度永久性下降,在高压、高速时,这种情况尤为严重。为延长使用寿命,要求剪切安定性好。

2.1.5 防锈和抗腐蚀性

液压元件的各种金属零件,在工作介质中混入的水分和空气的作用下,精加工表面会发生锈蚀。锈蚀颗粒在系统内循环,会产生磨损和引起故障,并因其催化作用促使油品进一步氧化,引起元件腐蚀。所以要求工作介质具有阻止与其接触的金属元件产生锈蚀的能力和防腐性。

2.1.6 抗乳化性

工作介质在工作过程中可能混入水或出现凝水。混有水分的工作介质在泵和其它元件的长期剧烈搅拌下,易形成乳化液,使工作介质水解变质或生成沉淀物,引起工作系统锈蚀和腐蚀,妨碍冷却器的导热,阻滞管道和介质在阀门内的流动,降低润滑性。所以,要求工作介质有良好的抗乳化性、水解安定性和分水性。

2.1.7 抗泡沫性

空气混入工作介质后会产生气泡,混有气泡的介质在液压系统内循环,不仅会使系统的压力和能量传递不稳定,产生滞后现象,失去可靠性和准确性,并使润滑条件恶化,产生异常的噪声、振动和工作不正常。此外,气泡还增加了与空气的接触面积,加速了工作介质氧化。所以要求工作介质具有良好的抗泡性和空气释放能力。

2.1.8 对密封材料的相容性

工作介质对密封材料的影响,主要表现在两个方面:一是使密封材料溶胀软化;二是使其硬化。其结果都会使密封材料的几何尺寸、机械性能和弹性适应能力受到影响,以致密封失效,引起泄漏,系统压力下降,不能正常工作。所以要求工作介质与系统内密封材料的相容性好。

2.1.9 其它要求

对工作介质的其它要求还有:低温性;难燃性;在工作压力下,具有充分的不可压缩性;比热和热传导率要大;热膨胀系数要小;具有足够的清洁度;无毒性、无臭味;贮存安定性等。

2.2 工作介质的物理化学性质

2.2.1 粘度

(1) 粘度的定义及单位

在外力作用下,液体内某一层面与其相邻层面间发生相对运动时,沿其界面产生内部摩擦阻力,此种性质称为粘性。表示粘性大小(即反映此内摩擦阻力大小程度)的物理量称为粘度。粘度一般可分为下列三种:

A. 动力粘度(绝对粘度、粘性动力系数)

动力粘度是各种粘度表示法的基础。在图 2.1-1 中,根据牛顿粘性定律,单位面积(A)上的粘性力(F/A),即内摩擦阻力(τ)与垂直于该面上的速度变化率(v/y 或 dv/dy)成比例,其比例常数 μ 即动力粘度。

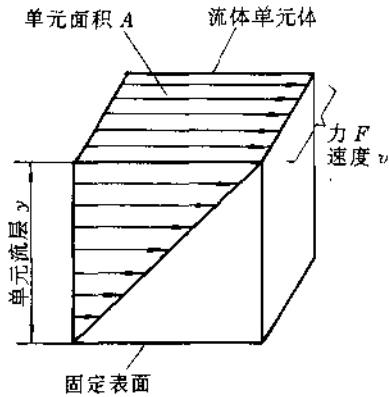


图 2.1-1 动力粘度示意图

μ 的表示单位:法定计量单位为帕秒(Pa·s)。

B. 运动粘度(粘性运动系数)

运动粘度是液体在同一温度下的动力粘度与该液体密度的比值(ν)。其法定计量单位为 m^2/s , 常用 mm^2/s 。

C. 条件粘度(相对粘度)

条件粘度是用各种粘度计所测得的粘度,以条件单位表示,测定的方法和表示粘度的单位很多,因此,条件粘度的种类也很多,例如恩氏、赛氏、雷氏等粘度。

我国主要采用运动粘度,最近国际标准化组织 ISO 规定统一采用运动粘度。其它一些主要国家采用的粘度单位及与运动粘度换算的公式,见表 2.2-1。

(2) 粘度-温度特性

各种液体的粘度随着温度升高而降低。每种液体有自身的粘度随温度变化的特性,即粘-温特性。使用时,要求液体的粘度随温度变化愈小愈好。粘温特性通常用粘度指数表示。

表 2.2-1 各个国家采用的粘度单位及其换算近似公式

| 粘度名称 | 符号 | 单位 | 采用国家 | 测定范围 | | 使用温度范围/°C | | 与运动粘度的换算公式 |
|----------------|--------------|-------------|--------|-----------|----------|-----------|---------|---|
| | | | | 常用 | 最大 | 常用 | 最大 | |
| 动力粘度 (绝对粘度) | μ | Pa·s | 国际常用 | | | | | $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ 式中 ρ 为密度 |
| 运动粘度 | ν | mm^2/s | 国际通用 | 1.2~15000 | ~25000 | 20~100 | 100~250 | |
| 恩氏度 | $^{\circ}E$ | $^{\circ}E$ | 前苏联、欧洲 | 6.0~300 | 1.5~3000 | 20~100 | 0~150 | $\nu = 8.0^{\circ}E - 8.64/^{\circ}E$ ($1.35 < ^{\circ}E < 3.2$) $\nu = 7.6^{\circ}E - 4.0/^{\circ}E$ ($^{\circ}E > 3.2$) |
| 通用赛氏秒 | SUS (SSU) | s | 美国、英国 | 6.0~350 | 1.5~500 | 37.8~98.9 | 0~100 | $\nu = 0.226SUS - 195/SUS$ ($SUS < 100$) $\nu = 0.220SUS - 135/SUS$ ($SUS > 100$) |
| 重油赛氏秒 | SFS | s | 美国、英国 | 50~1200 | 50~5000 | 37.8~98.9 | 25~100 | $\nu = 2.24SFS - 184/SFS$ ($SFS < 40$) $\nu = 2.16SFS - 60/SFS$ ($SFS > 40$) |
| 商用雷氏秒 | R_1S | s | 英、美等国 | 9.4~1400 | 1.5~6000 | 25~120 | 25~120 | $\nu = 0.26R_1S - 179/R_1S$ ($R_1S < 100$) $\nu = 0.247R_1S - 50/R_1S$ ($R_1S > 100$) |
| 罕月雷氏秒 | R_2S | s | 英、美等国 | 120~500 | 50~2800 | 0~100 | 0~100 | $\nu = 2.46R_2S - 100/R_2S$ ($R_2S < 90$) $\nu = 2.45R_2S$ ($R_2S > 90$) |
| 巴氏度 (巴尔别度) | $^{\circ}B$ | $^{\circ}B$ | 法国 | | | | | $\nu = 4850/^{\circ}B$ |

液压油的粘度指数(VI),表明试油的粘度随温度变化的程度与标准油的粘度变化程度比值的相对值。粘度指数高,即表示粘-温曲线平缓,粘温特性好。一般液压油的粘度指数值要求在90以上,优异的在100以上。

在国标 GB/T1995-88 石油产品粘度指数算法(与 ISO2909-1981 相当)中规定粘度指数计算公式如下:

粘度指数 VI=0--<100 时

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100 \quad (2.2-1)$$

粘度指数 VI≥100 时

$$VI = \frac{\sqrt{N} \log N - 1}{0.00715} + 100 \quad (2.2-2)$$

$$N = \frac{\log H - \log U}{\log Y} \quad (2.2-3)$$

式中 U——试样 40℃ 运动粘度(mm²/s);

Y——试样 100℃ 运动粘度(mm²/s);

H——与试样 100℃ 运动粘度相同,粘度指数为 100 的石油产品在 40℃ 时的运动粘度(mm²/s);

L——与试样 100℃ 运动粘度相同,粘度指数为 0 的石油产品在 40℃ 时的运动粘度(mm²/s)。

在计算时, H, L 的数值在国标 GB/T1995-88 中有数表可查用。但在实际工作中,只要知道液压油在 40℃ 和 100℃ 时的运动粘度(mm²/s)后,其粘度指数(VI)值,即可在(GB/T2541-81(88)石油产品粘度指数算表)中直接查到,不用计算。

(3) 粘度-压力特性

液体的动力粘度 μ 与压力 p (MPa) 的关系可用下列近似公式表示

$$\mu = \mu_0 e^{\kappa p} \quad (\text{Pa} \cdot \text{s}) \quad (2.2-4)$$

式中 μ_0 ——大气压力下液体的动力粘度(Pa·s);

κ ——液体不同系数各异,石油型液压油

$$\kappa = 0.015 \sim 0.035 / \text{MPa}。$$

压力对粘度的影响在低压时不明显,当压力大于 50MPa 时,其影响趋于显著。压力升高到 70MPa 以上时,液体的粘度将比常压下增加 4~10 倍。

2.2.2 温度膨胀

由温度(t)引起的液压工作介质的体积(V)和密度(ρ)的变化为

$$V = V_0(1 + \alpha_V \Delta t) \quad (\text{mL}) \quad (2.2-5)$$

$$\rho = \rho_0(1 - \alpha_V \Delta t) \quad (\text{g/mL}) \quad (2.2-6)$$

式中 V_0 ——常温下工作介质的体积(mL);

ρ_0 ——常温下工作介质的密度(g/mL);

Δt ——由常温起算的温度差, $\Delta t = t - t_0$ (°C)

α_V ——液体膨胀系数(°C⁻¹)。一般石油型液压油:

$$\alpha_V = (8.5 \sim 9.0) \times 10^{-4} / \text{°C}$$

平均取

$$\alpha_V = 8.7 \times 10^{-4} / \text{°C}$$

2.2.3 热导率

热导率表示液体内热传导的难易程度,其表达式为

$$Q_n = \lambda A(t_2 - t_1) / L \quad (2.2-7)$$

式中 Q_n ——所传导的热量(W);

A——传热面积(m²);

$t_2 - t_1$ ——温度差(K);

L——与热流成直角方向的物质厚度(m);

λ ——热导率。一般石油型油,在普通温度下

$$\text{可取 } \lambda = 0.116 \sim 0.151 [(\text{W/m}) \cdot \text{K}]。$$

2.2.4 比热容

比热容(c)是指单位重量或质量的液体,当温度升高 1 度时所需要的热量,一般石油型液压油平均可取

$$c = (0.4 \sim 0.5) \times 4187 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \quad (2.2-8)$$

但是必须注意,所有液压油的比热容几乎都是随温度的上升而增大的。

2.2.5 体积弹性模量

在压力作用下液压油的体积变化,用压缩率 β 表示。而油液的体积弹性模量 κ 就是 β 的倒数

$$\beta = -\frac{1}{V} \frac{dV}{d\rho} \quad (\text{MPa}^{-1}) \quad (2.2-9)$$

$$\kappa = \frac{1}{\beta} \quad (\text{MPa}) \quad (2.2-10)$$

式中 V——液压油的体积(m³);

ρ ——压力(MPa)。

不同的实验方法和实验装置所得的 κ 值也各不相同。一般石油型液压油的 κ 值,平均约为(1.2~2) × 10³ MPa。但在实际应用中,由于在液体内不可避免地会混入气泡等原因,使 κ 值显著减小,因此,建议选用(0.7~1.4) × 10³ MPa。

2.2.6 闪点

闪点是在规定的开形杯或闭形杯内,用规定容量的油样加热到它蒸发的油气与空气混合后,在与规定

火焰接触能发生闪光时,油样的最低温度。

闪点测量法有开杯和闭杯二种,即闭杯法(GB/T261-83,相当于ISO2719-1973)和开杯法[GB/T3536-83(91),相当于ISO2592-1973]。同一种油液,用开杯测定的结果要比闭杯高出10~30℃。

根据闪点可以知道油液中含有低沸点的馏份的程度。闪点高,表明低沸点馏份少,油液在高温下的安全性好;闪点低就不宜在高温下使用。

2.2.7 倾点

倾点是油液在试验条件下,冷却到能够流动的最低温度。测定液压油倾点可按GB/T3535-83(91)(相当于ISO3016-1974)进行。一般讲,倾点较凝点高2~3℃。

液压油的低温流动性与倾点有关,一般认为,在倾点以上5℃使用时,液压油的流动性是好的。

2.2.8 中和值

中和值是中和1g液压油中的全部酸性物质所需氢氧化钾的毫克数,以mg KOH/g表示。采用GB/

T4945-85(91)(相当于ASTM D974)颜色指示剂法测定。

中和值是控制液压油使用性能的重要指标之一。中和值大的油液容易造成机件的腐蚀,而且还会促进油液变质、增加机械磨损。但目前有的液压油加有二烷基二硫代磷酸锌型抗磨抗氧剂(ZDDP),这类添加剂本身酸值很高,所以新油酸值高,并非不能使用,使用中应加以区分。

2.2.9 腐蚀

腐蚀是液压油在规定条件下,对规定金属试片的腐蚀作用。液压油要求腐蚀试验合格。

腐蚀试验按GB/T5096-85(91)(相当于ASTM D130-1983)进行。用T3铜片在100℃的样油中浸泡3h,而后用目测试片表面是否有变色或斑痕判定级别。对一些特殊的系统,也可用铝、铸铁、铜等金属在规定条件下进行试验。

国内外常用于测定液压油性质的某些试验方法标准号示见表2.2-2。

表 2.2-2 国内外测定液压油性质常用试验方法标准

| 试验方法 | 中国 | 美国 ASTM | 英国 IP | 法国 NF | 德国 DIN | 日本 JIS | 国际标准化组织 ISO |
|----------|-----------|------------|----------|----------|---------------|-----------|----------------|
| 运动粘度 | GB/T265 | D445 | 71 | | 51550 | K2283 | 3104 |
| 粘度指数 | GB/T2541 | D2270 | 226 | T60136 | 51563 | K2284 | 2909.2 |
| 中和值 | GB/T4945 | D974 | 139 | T60112 | 51558 第-部分 | K2501 | 6618 |
| 倾点 | GB/T3535 | D97 | 15 | T60105 | 51597 | K2269 | 3016 |
| 闪点(开口杯法) | GB/T3536 | D92 | 36 | T60118 | 51376 | K2274 | 2592 |
| 燃点 | GB/T3536 | D92 | | | | K2274 | |
| 自燃点 | | E659 | | | 51791 | | |
| 苯胺点 | GB/T262 | D661 | 64 | M07021 | 51787 | | 2719 |
| 闪点(闭口杯法) | GB/T261 | D93 | 34 | | | | |
| 水分 | GB/T260 | D95 | 74 | T60113 | 51582 | | 3733 |
| 铜片腐蚀 | GB/T5096 | D130 | 151 | M07015 | 51759 | K2513 | 2160 |
| 密封适应性指数 | SH/T0305 | | 278 | E48610 | 51521 | | |
| 抗泡沫性 | GB/T12579 | D892 | 146 | T60129 | 51566E | K2518 | DIS6247 |
| 空气释放值 | SH/T0308 | 3472 | 313 | T60149 | 51381 | | |
| 防锈性能 A 法 | GB/T11143 | D665(A) | 135 | M60151 | 51585 | K2510 | 7120 |
| B 法 | GB/T11143 | D665(B) | | | | | |
| 抗乳化性 | GB/T7305 | D1401 | 19 | T60125 | 51599 | | 6614 |
| 水解安定性 | SH/T0301 | D2619 | | | 51599 | | |

续表

| 试验方法 | 中国 | 美国 ASTM | 英国 IP | 法国 NF | 德国 DIN | 日本 JIS | 国际标准化组织 ISO |
|--------------|-----------|-------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|
| 氧化安定性 | GB/T12581 | D943 | 157 | T60150 | 51587 | K2515 | 4263.2 |
| 旋转氧弹 | SH/T0193 | D2272 | | | | | |
| 四球磨损 | SH/T0189 | D4172 | 239 | | | | |
| FZG 齿轮试验 | SH/T0306 | | 334 | | 51354 | | |
| Vickers 油泵试验 | SH/T0307 | D2882 | 281 | | 51389 | | |
| 过滤性试验 | SH/T0210 | Demson TP02100 | | | | | |
| 热稳定性试验 | SH/T0209 | CM10-SP-7989 | | | | | |
| 剪切安定性试验 喷嘴法 | SH/T0103 | D3945 | 294 | | 51382 | | |
| 声波法 | SH/T0505 | D2603 | | | | | |

2.3 工作介质的分类、命名和代号

2.3.1 品种分类

关于液压油(液)的品种分类,国内外曾采用过许多不同的分类方法,如按液压油(液)的化学组成、产品特性、应用部门和应用场合,以及按液压系统的压力、使用温度范围、易燃和难燃等状况进行分类。反映了液压系统自身发展过程对工作介质的不同特性和各种性能要求。为了适应这种要求,我国已开发了一系列

液压油(液)品种,并与国际通用的品种分类法一致。

1982年国际标准化组织(ISO)按液压油(液)的组成和主要特性编制和发布了ISO6743/4:1982《润滑剂、工业润滑油和有关产品(L类)的分类—第4部分:H组(液压系统)》。我国于1987年等效采用上述ISO标准制定了国家标准GB/T7631.2-87,其品种分类如表2.3-1所示。由此可见,我国液压油(液)的分类、品种符号以及随后的产品代号、名称和质量水平与世界各主要国家的表示方法完全相同。

表 2.3-1 液压油(液)品种分类

| 组别 符号 | 应用 范围 | 适用 系统 | 具体 应用 | 组成和特性 | 产品符号 L- | 典型应用 | 备注 |
|----------|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|--------------|---|
| H | 液 压 系 统 | 流 体 静 压 系 统 | | 无抗氧剂的精制矿油 | HH | | |
| | | | | 精制矿油,并改善其防锈和抗氧性 | HL | | |
| | | | | HL油,并改善其抗磨性 | HM | 高负荷部件的一般液压系统 | |
| | | | | HL油,并改善其粘温性 | HR | | |
| | | | | HM油,并改善其粘温性 | HV | 机械和船用设备 | |
| | | | | 无特定难燃性的合成液 | HS | | 特殊性能 |
| | | | 液 压 导 轨 系 统 | | HM油,并具有粘-滑性 | HG | 液压和滑动轴承导轨润滑系统合用的机床在低速下使振动或间断滑动(粘-滑)减为最小 |

续表

| 组别 符号 | 应用 范围 | 适用 系统 | 具体 应用 | 组成和特性 | 产品符号 L- | 典型应用 | 备注 |
|----------|------------------|----------------------------|-----------------------------|---------|------------|-----------------------------------|------------------|
| H | 液 压 系 统 | 流 体 静 压 系 统 | 需要难燃 液的情况 | 水包油乳化液 | HF AE | | 含水大于 80% |
| | | | | 水的化学溶液 | HF AS | | |
| | | | | 油包水乳化液 | HF B | | 含水小于 80% |
| | | | | 含聚合物水溶液 | HF C | | |
| | | | 磷酸酯无水合成液 | HF DR | | 选择本产品时 应小心,因可能 对环境和健康有 害 | |
| | | | 氯化烃无水合成液 | HF DS | | | |
| | | | HF DR 和 HF DS 液混合的无水 合成液 | HF DT | | | |
| | | | 其他成分的无水合成液 | HF DU | | | |
| | | 流 体 动 力 系 统 | 自动传动 | | HA | | 组成和特性的 划分原则特定 |
| | | | 联轴节和 转换器 | | HN | | |

值得注意的是在本分类中,未包括某些特种液压油(液),如航空液压油(液)、汽车制动液和特种军用液压油(液)。

2.3.2 粘度分类

粘度是液压油(液)划分牌号的依据。液压油(液)属于工业用液体润滑剂的一个组,其粘度分类按 GB/T3141-94(代替 82)《工业液体润滑剂 ISO 粘度分类》进行。此分类法系等效采用 ISO3448:1992(代替:1975)编制的。具体分类见表 2.3-2。

标称粘度等级是用 40℃ 时的运动粘度中心值的近似值表示,单位为 mm^2/s ,同时用来表示液压油(液)的牌号。对于某一粘度等级,其粘度范围距中心值的允许偏差为 $\pm 10\%$,相邻粘度等级间的中心粘度值相差 50%。液压油(液)常用的粘度等级,或称牌号,为 10 号至 100 号,主要集中在 15 号至 68 号。

在 80 年代以前,我国液压油类产品是用 50℃ 时的运动粘度作为划分粘度等级或牌号的基础。自 1982 年开始采用了国际通用的以 40℃ 时的运动粘度作为划分粘度等级或牌号的基础。两者的关系如图 2.3-1 所示,在不同温度的粘度指数(VI)时粘度等级(牌号)对照参考图所示。

表 2.3-2 工业液体润滑剂 ISO 粘度分类

| ISO 粘度等级 | 中点运动粘度(40℃) $/(\text{mm}^2/\text{s})$ | 运动粘度范围(40℃) $/(\text{mm}^2/\text{s})$ | |
|-------------|--|--|------|
| | | 最 小 | 最 大 |
| 2 | 2.2 | 1.98 | 2.42 |
| 3 | 3.2 | 2.88 | 3.52 |
| 5 | 4.6 | 4.14 | 5.06 |
| 7 | 6.8 | 6.12 | 7.48 |
| 10 | 10 | 9.00 | 11.0 |
| 15 | 15 | 13.5 | 16.5 |
| 22 | 22 | 19.8 | 24.2 |
| 32 | 32 | 28.8 | 35.2 |
| 46 | 46 | 41.4 | 50.6 |
| 68 | 68 | 61.2 | 74.8 |
| 100 | 100 | 90.0 | 110 |
| 150 | 150 | 135 | 165 |
| 220 | 220 | 198 | 242 |
| 320 | 320 | 288 | 352 |
| 460 | 460 | 414 | 506 |
| 680 | 680 | 612 | 748 |
| 1000 | 1000 | 900 | 1100 |
| 1500 | 1500 | 1350 | 1650 |
| 2200 | 2200 | 1980 | 2420 |
| 3200 | 3200 | 2880 | 3520 |

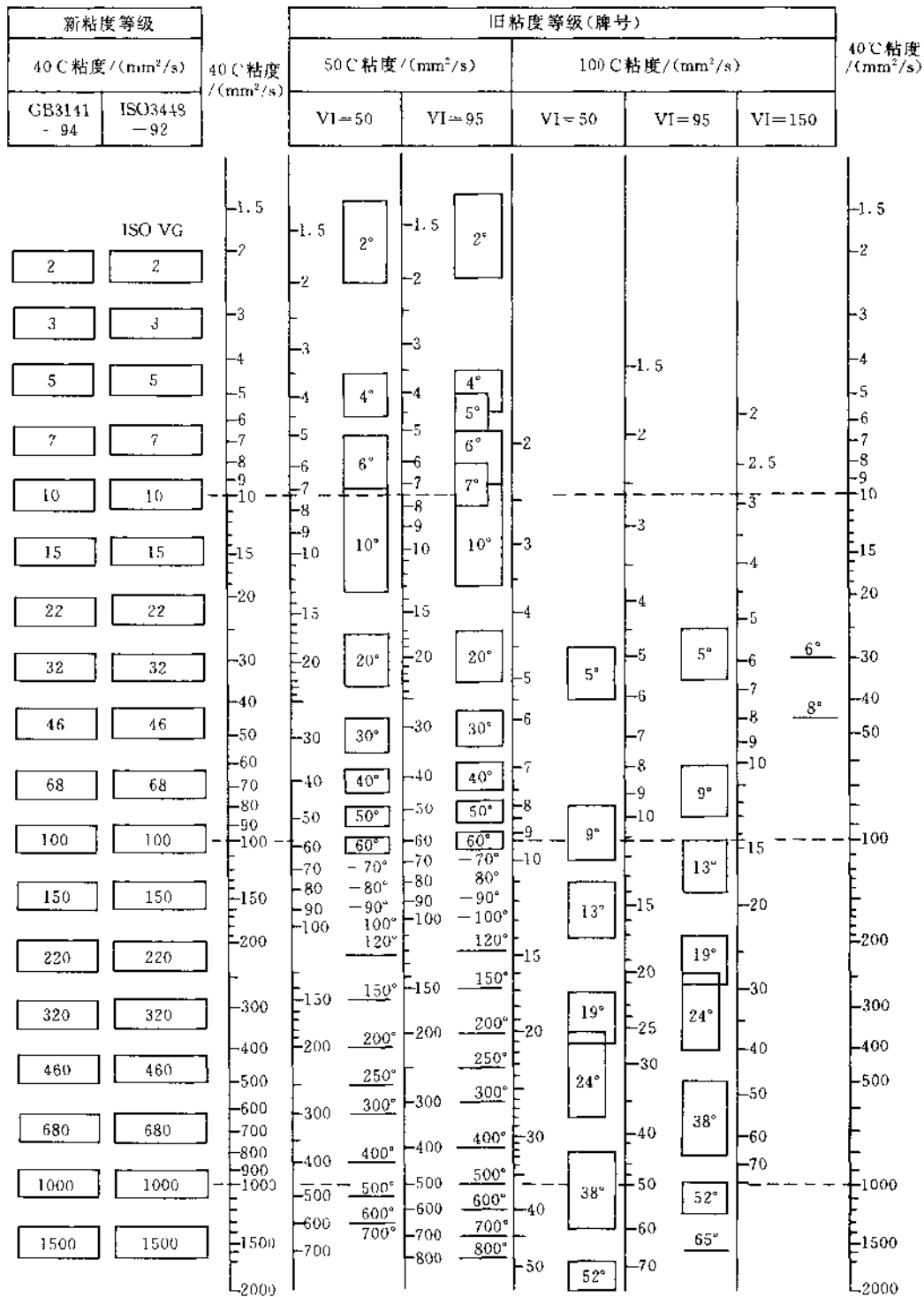


图 2.3-1 在不同温度时粘度指数(VI)的粘度等级(牌号)对照参考图

在 80 年代期间,为使用 50℃ 值表示的粘度等级顺利过渡到 40℃ 值表示的粘度等级,避免新旧牌号混淆,采取了在 40℃ 值为基础的新牌号之前冠以前缀“N”的过渡措施,并规定此前缀“N”只使用至 1990 年

底止,过期即自动取消。现已过渡完成,90 年代以来,已与国际通用的标称牌号完全一致。

综上所述,我国相同粘度的液压油(液)近些年来对粘度等级及牌号作过的改变可用下例表示:

| | 1982 年以前 | 1983—1990 年 | 1991 年— |
|------|---|---|---|
| 示例 1 | 旧牌号:20 号 50℃ 运动粘度中心 值为 20mm ² /s | 过渡牌号:N32 号 40℃ 运动粘度中心 值为 32mm ² /s | 现牌号:32 号 40℃ 运动粘度中心 值为 32mm ² /s |
| 示例 2 | 旧牌号:30 号 50℃ 运动粘度中心 值为 30mm ² /s | 过渡牌号:N46 号 40℃ 运动粘度中心 值为 46mm ² /s | 现牌号:46 号 40℃ 运动粘度中心 值为 46mm ² /s |

图 2.3-1 还表明在 40℃ 运动粘度相同的不同液压油(液),由于粘度指数不同,其 50℃ 和 100℃ 的粘度会有很大差异。

2.3.3 命名代号

如 2.3.1 和 2.3.2 所述,液压油(液)产品属于润

滑剂类产品中的 H 组,在 H 组中设有许多品种,每种可有不同粘度等级或称牌号。因而其命名和代号按照 GB/T498-87 和 GB/T7631.2-87 规定,其代号命名的表示方式如下:

| | 类别 | 品种 | 牌号 | |
|------|---------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 示例 1 | 代号 L | HL | 32 | 简号 HL-32 |
| | 含义 润滑剂类 | II: 液压油(液)组 L: 防锈、抗氧型 | 粘度等级 VG32 | |
| | 命名 | 32 号防锈抗氧型液压油 | | 简名: 32 号 HL 油 32 号普通液压油 |
| 示例 2 | 代号 L | HM | 46 | 简号 HM-46 |
| | 含义 润滑剂类 | H: 液压油(液)组 M: 防锈、抗氧和抗磨型 | 粘度等级 VG46 | |
| | 命名 | 46 号抗磨、防锈和抗氧型液压油 | | 简名: 46 号 HM 油 46 号抗磨液压油 |

2.4 液压油(液)品种

按照 GB/T 7631.2-87(等效采用 ISO 6743/4)分类,把通用液压油(液)品种划分为矿物油型和合成烃型液压油以及难燃液压油二大组,另外把不包括在 ISO 6743/4 分类中的其它品种和长期形成并沿用至今的专用液压油(液)划为第三组。

2.4.1 矿物油型和合成烃型液压油

新版 1994 年 GB11118.1 矿物油型和合成烃型液压油将我国通用液压油类既零散又繁多的产品品种,集中在一个国家标准内,形成了液压油品种系列。我国液压系统用油此系列目前已在数量上占绝大部分;在品种上基本满足各种液压工程需要,并与国际上液

压油品种相当。

(1) L-HH 液压油

简名: HH 液压油, HH 油

GB/T 7631.2 和 ISO 6743/4 均设有此品种。HH 液压油是一种不含有(或含有少量)抗氧剂的精制矿物油。适用于对液压油无特殊性能要求(如低温性能、防锈性、抗乳化性和空气释放能力等)的一般循环润滑系统,如低压液压系统和有十字头压缩机曲轴箱等循环润滑系统;也可用于其它轻负荷传动机械、滑动轴承和滚动轴承等油浴式非循环系统。HH 油因安定性较差,易起泡在液压设备中使用周期短,因而我国未制订 HH 油全国统一的质量标准。应该注意:HH 液压油的质量水平比俗称的机械油高,机械油现名为 GB 443-

89 L-AN 全损耗系统用油,此标准与日本工业标准 JISK 2238-1983 相当,其技术要求见表 2.4-1。不能把 L-AN 油与 HH 油作为同一品种对待。只有那些操作条件缓和,无特殊性能要求又长期使用机械油

的普通机床液压系统才可暂用 L-AN 油代替 HH 油。对于可用 HH 油的液压系统,在无 HH 油时可选用 L-AN 油代替。

表 2.4-1 L-AN 全损耗系统用油技术性能(GB 443-89)

| 项 目 | 质 量 指 标 | | | | | | 试验方法 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | L-AN | | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | — |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 13.5-16.5 | 19.8-24.2 | 28.8-35.2 | 41.4-50.6 | 61.2-74.8 | 90.0-110 | GB/T 265 |
| 倾点/℃ | 不高于 -5 | | | | | | GB/T 3535 |
| 水溶性酸或碱 | 无 | | | | | | GB/T 259 |
| 中和值/(mgKOH/g) | 报告 | | | | | | GB/T 4945 |
| 机械杂质/(%) | 不大于 0.005 | | 0.007 | | | | GB/T 511 |
| 水分/(%) | 不大于 痕迹 | | | | | | GB/T 260 |
| 闪点(开口)/℃ | 不高于 150 | | | 160 | | 180 | GB/T 3536 |
| 腐蚀试验(铜片,100℃,3h),级 | 不大于 1 | | | | | | GB/T 5096 |
| 色度,号 | 不大于 2 | | 2.5 | | 报告 | | GB/T 6540 |

注:当本产品用于寒区时,其倾点指标可由供需双方协商后另定。

(2) L-HL 液压油

简名:HL 液压油,HL 油

又名:HL 通用机床液压油

HL 液压油的基础油是精制矿油加有改善防锈性和抗氧化安定性的添加剂,并辅以抗泡剂等,故又称防锈抗氧化(R & O)液压油。具有良好的防锈性和氧化安定性,其空气释放能力、抗泡性、分水性和对橡胶密封材料的适应性也较好。HL 油是当前我国液压系统工作介质中使用面最广,供需量最大的液压油主品种。此品种的质量应符合 GB 11118.1-94 中 HL 液压油技术要求(见表 2.4-2),其质量水平与法国 NF E 48-603-1983 中的 HL 油相当。HL 液压油常用于低

压液压系统、轴向柱塞泵,但不适用于叶片泵。HL 油也适用于要求换油期较长的轻负荷机械的油浴式非循环润滑系统。在一般机床的液压箱、主轴箱和齿轮箱中使用,可减少磨损、降低温升、防止锈蚀、保持和延长机床的加工精度,其使用周期比机械油延长一倍。HL 液压油的国家标准见表 2.5-2。无本产品时可用符合 SH 0017-90 L-FC 轴承油(其质量水平与法国标准 NF E 60-203-1983 相当)和符合 GB 11120-89 L-TSA 汽轮机油(其质量水平与 ISO 8068:1987 相当)以及 L-HM 液压油代用。其技术要求分别见表 2.4-3、2.4-4 和 2.4-5。

表 2.4-2 HL 液压油技术性能(GB11118.1-94)

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | 试验方法 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--|------------|
| 品种(按 GB 7631.2) | L-HL | | | | | | | |
| 质量等级 | 一 等 品 | | | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | | — |
| 运动粘度/(mm ² /s) | | | | | | | | GB/T 265 |
| 0℃ 不大于 | 140 | 300 | 420 | 780 | 1400 | 2560 | | |
| 40℃ 不大于 | 13.5~16.5 | 19.8~24.2 | 28.8~35.2 | 41.4~50.6 | 61.2~74.8 | 90.0~110 | | |
| 粘度指数 不小于 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 | | GB/T 2541 |
| 闪点/℃ | | | | | | | | GB/T 3536 |
| 开口 不低于 | 140 | 140 | 160 | 180 | 180 | 180 | | |
| 倾点/℃ 不高于 | -12 | -9 | -6 | -6 | -6 | -6 | | GB/T 3535 |
| 空气释放值(50℃)/min 不大于 | 5 | 7 | 7 | 10 | 12 | 15 | | SH/T 0308 |
| 密封适应性性能指数 不大于 | 14 | 12 | 10 | 9 | 7 | 6 | | SH/T 0305 |
| 抗乳化性(40-37-3)/min | | | | | | | | GB/T 7305 |
| 54℃ 不大于 | 30 | 30 | 30 | 30 | 40 | — | | |
| 82℃ 不大于 | — | — | — | — | — | 30 | | |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性) /(mL/mL) | | | | | | | | GB/T 12579 |
| 24℃ 不大于 | | | | 150/10 | | | | |
| 93.5℃ 不大于 | | | | 150/10 | | | | |
| 后 24℃ 不大于 | | | | 150/10 | | | | |
| 色度,号 | | | | 报告 | | | | GB/T 6540 |
| 中和值/(mgKOH/g) | | | | 报告 | | | | GB/T 4945 |
| 水分/(%) 不大于 | | | | 痕迹 | | | | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) 不大于 | | | | 无 | | | | GB/T 511 |
| 腐蚀试验(铜片,100℃,3h),级 不大于 | | | | 1 | | | | GB/T 5096 |
| 液相锈蚀试验 | | | | | | | | GB/T 11143 |
| 蒸馏水 | | | | 无锈 | | | | |
| 合成海水 | | | | — | | | | |
| 氧化安定性 | | | | | | | | GB/T 12581 |
| a.氧化1000h后 酸值/(mgKOH/g) 不大于 | — | | | 2.0 | | | | |
| 不溶物/mg | — | | | 报告 | | | | SH/T 0565 |
| b.旋转氧弹(150℃)/min | | | | 报告 | | | | SH/T 0193 |
| 抗磨性 | | | | | | | | SH/T 0189 |
| 磨斑直径(392N, 60min, 75℃,1200r/min)/mm | | | | 报告 | | | | |

注:对于用非石蜡基原油生产的L-HL(一级品)油,粘度指数应不小于70才能出厂,但还必须控制0℃运动粘度。对于石蜡基原油生产的油,只控制粘度指数,可不控制0℃运动粘度。

表 2.4-3 L-FC 轴承油技术性能(SH0017-90)

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | 试验方法 |
|------------------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-------------------------------------|
| | L-FC | | | | | | | |
| | 一 等 品 | | | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | — |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 9.00~ 11.0 | 13.5~ 16.5 | 19.8~ 24.2 | 28.8~ 35.2 | 41.4~ 50.6 | 61.2~ 74.8 | 90~ 110 | GB/T 265 |
| 粘度指数 不小于 | 报告 | | | | | | | GB/T 2541 |
| 倾点/℃ 不高于 | -18 | -12 | | | | | -6 | GB/T 3535 |
| 闪点/℃ | | | | 160 | 180 | | | GB/T 3536 GB/T 261 |
| a. 开口 不小于 | 140 | | | | | | | |
| b. 闭口 不小于 | | | | — | | | | |
| 中和值/(mgKOH/g) | 报告 | | | | | | | GB/T 4945 |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性)24℃ /(mL/mL) 不大于 | 100/10 | | | | | | | GB/T 12579 |
| 腐蚀试验(铜片, 100℃, 3h), 级 不大于 | 1 | | | | | | | GB/T 5096 |
| 液相锈蚀试验(蒸馏水) | 无锈 | | | | | | | GB/T 11143 |
| 氧化安定性: | | | | | | | | GB/T 12581 SH/T 0196 (用 100℃) |
| a. 酸值到 2.0mgKOH/g 时间/h 不小于 | — | 1 000 | | | | | | |
| b. 氧化后酸值增加/(mgKOH/g) 不大于 | 0.2 | — | | | | | | |
| 氧化后沉淀/(%) 不大于 | 0.02 | — | | | | | | |
| 橡胶密封适应性指数 | 报告 | | | | | | | SH/T 0305 |
| 色度, 号 | 报告 | | | | | | | GB/T 6540 |
| 水分/(%) 不大于 | 痕迹 | | | | | | | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) 不大于 | 无 | | | | 0.007 | | | GB/T 511 |
| 抗乳化性(40-37-3)/min 不大于 | 报告 (粘度等级≤22 用 25℃, 32-68 用 54℃, 100 用 82℃) | | | | | | | GB/T 7305 |

表 2.4-4 L-TSA 汽轮机油技术性能(GB11120-89)

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | 试验方法 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | 优 级 品 | | | | 一 级 品 | | | | |
| | 32 | 46 | 68 | 100 | 32 | 46 | 68 | 100 | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 32 | 46 | 68 | 100 | 32 | 46 | 68 | 100 | — |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 28.8~ 35.2 | 41.4~ 50.6 | 61.2~ 74.8 | 90.0~ 110.0 | 28.8~ 35.2 | 41.4~ 50.6 | 61.2~ 74.8 | 90.0~ 110.0 | GB/T 265 |
| 粘度指数 不小于 | 90 | | | | 90 | | | | GB/T 1995 |
| 倾点/℃ 不高于 | -7 | | | | -7 | | | | GB/T 3535 |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | 试验方法 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| | 优 级 品 | | | | 一 级 品 | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 32 | 46 | 68 | 100 | 32 | 46 | 68 | 100 | — |
| 闪点(开口)/℃ 不小于 | 180 | 180 | 195 | 195 | 180 | 180 | 195 | 195 | GB/T 3536 |
| 密度(20℃)/(kg/m ³) | 报告 | | | | 报告 | | | | GB/T 1884 GB/T 1885 |
| 酸值/(mgKOH/g) 不大于 | — | | | | — | | | | GB/T 264 |
| 中和值/(mgKOH/g) 不大于 | 报告 | | | | 报告 | | | | GB/T 4945 |
| 机械杂质 | 无 | | | | 无 | | | | GB/T 511 |
| 水分 | 无 | | | | 无 | | | | GB/T 260 |
| 抗乳化性(40~37·3)min | — | | | | — | | | | GB/T 7305 |
| 54℃ 不大于 | 15 | 15 | 30 | — | 15 | 15 | 30 | — | |
| 82℃ 不大于 | — | | | 30 | — | | | 30 | |
| 起泡性试验/(mL/mL) | — | | | | — | | | | GB/T 12579 |
| 24℃ 不大于 | 450/0 | | | | 450/0 | | | | |
| 93℃ 不大于 | 100/0 | | | | 100/0 | | | | |
| 后 24℃ 不大于 | 450/0 | | | | 450/0 | | | | |
| 氧化安定性 | — | | | | — | | | | SH/T 0124 |
| a. 总氧化产物/(%) 沉淀物/(%) | 报告 | | | | 报告 | | | | |
| b. 氧化后酸值达 2.0mgKOH/g 时/(h) 不小于 | 3 000 | 3 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 1 500 | 1 500 | GB/T 12581 |
| 液相锈蚀试验(合成海水) | 无锈 | | | | | | | | GB/T 11143 |
| 铜片试验(100℃, 3h), 级 不大于 | 1 | | | | | | | | GB/T 5096 |
| 空气释放值(50℃)/min 不大于 | 5 | 6 | 8 | 10 | 5 | 6 | 8 | 10 | SH/T 0308 |

注:对中间基原油生产的汽轮机油, L-TSA 合格品粘度指数允许不低于 70; 一级品粘度指数允许不低于 80。

(3) L-HR 液压油

简名:HR 液压油, HR 油。

HR 油用于环境温度变化大的低压液压系统, 如野外操作、远洋船舶等的低压系统。此品种是以 HL 油为基础, 加有改善粘-温性能的粘度指数改进剂制成。因此 L-HR 液压油除具有良好的防锈、抗氧化性外, 油品粘度随温度变化不大。此品种使用面窄、用量小, 并可用 L-HV 液压油代替, 故未制定统一标准。

(4) L-HM 液压油

简名:HM 液压油、HM 油。

又名:HM 抗磨液压油、抗磨液压油。

抗磨液压油是以精制矿油为基础油, 除加抗氧剂、防锈剂外, 主剂是极压抗磨剂, 还辅以抗泡剂等多种添加剂。具有良好的抗磨性、润滑性、防锈抗氧化性等。HM 油是在 HL 油基础上进一步改善极压抗磨性, 因而抗磨性好是突出特点, 故适用于低、中、高压液压系统。HM 油的质量应符合 GB 11118.1-94(代替 GB 11118-89, HM 液压油)见表 2.4-5。此产品分为一等品和优等品二极。一等品质量水平与法国 NFE 48 603 中 HM 油和德国 DIN 51524 II-85 相当, 优等品与美国 DENISON 液压泵制造公司 HF-O 规格相当。

抗磨液压油的迅速普及应用,在符合 GB11118.1 质量要求基础上出现了一系列 HM 油新品,大致分三种类型:

高锌型(国外称“常规锌型”) 油中含锌量 $\geq 0.07\%$ 。此型在国内外都是 HFM 油的主品种,对于钢-钢摩擦副,如中、高压叶片泵,抗磨性最佳。高锌型又可分为碱性高锌和中性高锌,中性高锌极压抗磨性尤佳,而碱性高锌油由于 pH 值高,碱性高,其抗氧化性和热稳定性更好。

低锌型(国外称“稳定锌盐”) 油中锌含量 $< 0.07\%$,一般为 $0.03\% \sim 0.04\%$ 。对材料适应性好,既适用于中、高压叶片泵,也适用于有铜和铜合金的柱塞泵。

无灰型(国外称“非锌型”) 油中不含锌及其它金属盐。主要适用于柱塞泵,除成本较高,抗磨性不如含锌型外,对有铜和银部件的液压系统不易产生腐蚀,其分水性,水解安定性,可过滤性和热氧化安定性等更佳。

表 2.4-5 HM 和 HG 液压油技术性能(GB 11118.1-94)

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | | | | | | | 试验方法 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|-----|--------|------|-----------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|------|------|-----|--------|-----|
| | L-HM | | | | | | | | | | | | L-HG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 品种(按 GB 7631.2) | L-HM | | | | | | | | | | | | L-HG | | — | | | | | | | | | | | | | | |
| 质量等级 | 优 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | | | 一 等 品 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 150 | 32 | 68 | — | | | | | | | | | | | | | | |
| 运动粘度/(mm ² /s) | — | | | | | | | | | | | | | | GB/T 265 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0℃ | | | | | | | | | | | | | | | | — | | | | | 140 | 300 | 420 | 780 | 1400 | 2560 | — | — | |
| 40℃ | 13.5 | 19.8 | 28.8 | 41.4 | 61.2 | 13.5 | 19.8 | 28.8 | 41.4 | 61.2 | 90.0 | 135 | 28.8 | 61.2 | — | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16.5 | 24.2 | 35.2 | 50.6 | 74.8 | 16.5 | 24.2 | 35.2 | 50.6 | 74.8 | 110 | 165 | 35.2 | 74.8 | — | | | | | | | | | | | | | | |
| 粘度指数 | — | | | | | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 | 90 | 95 | GB/T 2541 | | | | | | | | | | | | | | |
| 闪点/℃ | — | | | | | | | | | | | | | | GB/T 3536 GB/T 261 | | | | | | | | | | | | | | |
| 开口 | | | | | | | | | | | | | | | | 140 | 140 | 160 | 180 | 180 | 140 | 140 | 160 | 180 | 180 | 180 | 180 | 160 | 180 |
| 闭口 | 128 | 128 | 148 | 168 | 168 | — | | | | | | | — | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 倾点/℃ | — | | | | | -18 | -15 | 15 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -6 | -6 | GB/T 3535 | | | | | | | | | | | | | |
| 空气释放值(50℃)/min | — | | | | | 5 | 5 | 6 | 10 | 12 | 报告 | 报告 | — | | GB/T 0308 | | | | | | | | | | | | | | |
| 密封适应性指数 | — | | | | | 15 | 13 | 12 | 10 | 8 | 报告 | 报告 | 报告 | — | | SH/T 0305 | | | | | | | | | | | | | |
| 抗乳化性(40-37-3)/min | — | | | | | | | | | | | | | | GB/T 7305 | | | | | | | | | | | | | | |
| 54℃ | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | | | | 30 | 30 | 30 | 30 | 40 | — | — | 报告 | |
| 82℃ | — | | | | | — | — | — | — | — | 30 | 报告 | — | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性) /(mL/mL) | — | | | | | | | | | | | | | | GB/T 12579 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24℃ | | | | | | | | | | | | | | | | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | | | 150/10 | |
| 93.5℃ | | | | | | | | | | | | | | | | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | | | 150/10 | |
| 后 24℃ | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | | | 150/10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 色度,号 | 报告 | | | | | 报告 | | | | | | | 报告 | | GB/T 6540 | | | | | | | | | | | | | | |
| 中和值/(mgKOH/g) | 报告 | | | | | 报告 | | | | | | | 报告 | | GB/T 4945 | | | | | | | | | | | | | | |
| 水分/(%) | 痕迹 | | | | | 痕迹 | | | | | | | 痕迹 | | GB/T 260 | | | | | | | | | | | | | | |
| 机械杂质/(%) | 无 | | | | | 无 | | | | | | | 无 | | GB/T 511 | | | | | | | | | | | | | | |
| 腐蚀试验(铜片,100℃,3h),级 | — | | | | | — | | | | | | | — | | GB/T 5096 | | | | | | | | | | | | | | |
| 不大于 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | | | | | | | 试验方法 | |
|---|-------|-----|----|----|----|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----|----|------------------|------|
| | L-HM | | | | | | | | | | | | | | | L-HG |
| | 优 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | |
| 品种(按 GB 7631.2) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 质量等级 | 优 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 150 | 32 | 68 | — | |
| 硫酸盐灰分/(%) | 报告 | | | | | 报告 | | | | | — | | | | GB/T 2433 | |
| 液相锈蚀试验 | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 11143 | |
| 蒸馏水 | 无锈 | | | | | 无锈 | | | | | 无锈 | | | | | |
| 合成海水 | 无锈 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 皂化值/(mgKOH/g) | — | | | | | — | | | | | 报告 | | | | GB/T 8021 | |
| 粘-滑特性(动静摩擦系数差值) 不大于 | — | | | | | — | | | | | 0.08 | | | | SH 0361 的附录 A | |
| 氧化安定性 | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 12581 | |
| a. 氧化 1000h 后 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 酸值/(mgKOH/g) 不大于 | — | 2.0 | | | | — | 2.0 | | | | 2.0 | | | | | |
| 不溶物/(mg) | — | 报告 | | | | — | 报告 | | | | 报告 | | | | SH/T 0565 | |
| b. 旋转氧弹(150℃)/min | 报告 | | | | | 报告 | | | | | 报告 | | | | SH/T 0193 | |
| 抗磨性 | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0306 | |
| a. FZG(或 CL-100)齿轮机试验 (A/8.3/90), 失效级 不小于 | — | — | 10 | 10 | 10 | — | — | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | |
| b. 叶片泵试验(100h, 总失重)/mg 不大于 | — | 50 | 50 | 50 | 50 | — | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | — | | SH/T 0307 | |
| c. 磨屑直径(392N, 60min, 75℃, 1200r/min)/mm | 报告 | | | | | 报告 | | | | | 报告 | | | | SH/T 0189 | |
| 水解安定性 | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0301 | |
| 铜片失重/(mg/cm ²) 不大于 | 0.2 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 水层总酸度/(mgKOH) 不大于 | 4.0 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 铜片外观 | 无灰、黑色 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 热安定性(135℃, 168h) | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0209 | |
| 铜棒失重/(mg/200 mL) 不大于 | 10 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 钢棒失重/(mg/200 mL) | 报告 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 总沉淀重/(mg/100 mL) 不大于 | 100 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 40℃运动粘度变化/(%) | 报告 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 中和值变化/(%) | 报告 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 铜棒外观 | 报告 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 钢棒外观 | 不变色 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 过滤性/s | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0210 | |
| 无水 不大于 | 600 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 2%水 不大于 | 1 200 | | | | | — | | | | | — | | | | | |
| 剪切安定性(250次循环后, 40℃运 动粘度变化)/(%) 不大于 | 1 | | | | | — | | | | | — | | | | SH/T 0103 | |
| 注: 对于用非石蜡基原油生产的 L-HM(一级品), 粘度指数可控制不小于 70 出厂, 但还必须控制 0℃ 运动粘度。对于用石蜡基原油生产的各质量等级油, 只控制粘度指数, 可不控制 0℃ 运动粘度。 | | | | | | | | | | | | | | | | |

(5) L-HG 液压油

简名:HG 液压油、HG 油

又名:液压 导轨油、精密机床液压导轨油

L-HG 液压油是在 HM 油基础上加入抗粘-滑添加剂(油性剂或减摩剂)制成。此品种不仅具有优良的防锈、抗氧化、抗磨性能,而且具有优良的抗粘滑性。在低速下,防爬效果好,适用于液压及导轨润滑合用一个油路系统的精密机床上。HG 油的技术性能见表 2.4-5。

(6) L-HV 液压油

简名:HV 液压油、HV 油

又名:低温(或低凝)液压油、工程液压油、高精度指数液压油、稠化液压油

HV 液压油是用深度脱蜡的精制矿物油或与合成烃油的混合油为基础油,加入粘度指数改进剂、极压抗磨剂、抗氧化剂、防锈剂等多种添加剂调制而成。HV 液压油除具备 HM 液压油相同的优良性能外,还具有低温流动性好的优点,(倾点在 30℃ 以下);低温输送性好,(如 32 号 HV 油在 -18℃ 的低温粘度为 1500mm²/s);此外低温启动性也好。由于加有抗剪切安定性良好的增粘剂,使粘度指数达 130 以上,粘温性能好,温度敏感性小,即低温粘度小,高温下能保持一定粘度,因而 HV 油的适用温度范围宽。表 2.4-6 列出了 HV 油技术要求。HV 油适用于野外操作的中高压液压系统,特别适用于冬季北方寒区。

表 2.4-6 HV 液压油技术性能(GB1118.1-94)

| 项 目 | | 质 量 指 标 | | | | | | | | | | | | | | 试 验 方 法 |
|---|-------|---------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 品 种(按 GB 7631.2) | | L-HV | | | | | | | | | | | | | | |
| 质 量 等 级 | | 优 等 品 | | | | | | | 一 等 品 | | | | | | | |
| 粘 度 等 级(按 GB 3141) | | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 150 |
| 运 动 粘 度(40℃)/(mm ² /s) | 不大于 | 9.00 | 13.5 | 19.3 | 28.8 | 41.4 | 61.2 | 90.0 | 9.00 | 13.5 | 19.8 | 28.8 | 41.4 | 61.2 | 90.0 | 135 |
| | 不小于 | 11.0 | 16.5 | 24.2 | 35.2 | 50.6 | 74.8 | 110 | 11.0 | 16.5 | 24.2 | 35.2 | 50.6 | 74.8 | 110 | 165 |
| 运 动 粘 度 到 1500mm ² /s 时 的 温 度 /℃ | 不 高 于 | -33 | -30 | -24 | -18 | -12 | -6 | 0 | -33 | -30 | -24 | -18 | -12 | 6 | 0 | — |
| 粘 度 指 数 | 不 小 于 | 130 | 130 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 130 | | | | | | | GB/T 2541 |
| 闪 点/℃ | | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 3536 |
| 开 口 | 不 低 于 | 100 | 120 | 140 | 160 | 160 | 160 | 160 | 100 | 120 | 140 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| 闭 口 | 不 低 于 | 88 | 108 | 128 | 148 | 148 | 148 | 148 | — | | | | | | | GB/T 261 |
| 倾 点,℃ | 不 高 于 | -39 | -36 | 36 | -33 | -33 | -30 | -21 | -39 | -36 | -36 | -33 | -33 | -30 | -21 | -12 |
| 空 气 释 放 值(50℃)/min | 不 大 于 | 5 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 5 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 报告 | 报告 |
| 密 封 适 应 性 能 指 数 | 不 大 于 | 报告 | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 10 | 报告 | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 报告 | 报告 |
| 抗 乳 化 性(40-37-3)/min | | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 7305 |
| 54℃ | 不 大 于 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | — | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 40 | — | — |
| 82℃ | 不 大 于 | — | — | — | — | — | — | 30 | — | — | — | — | — | — | 30 | 报告 |
| 泡 沫 性(泡 沫 倾 向/泡 沫 稳 定 性) / (mL/mL) | | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 12579 |
| 24℃ | 不 大 于 | 150/10 | | | | | | | 150/10 | | | | | | | |
| 93.5℃ | 不 大 于 | 150/10 | | | | | | | 150/10 | | | | | | | |
| 后 24℃ | 不 大 于 | 150/10 | | | | | | | 150/10 | | | | | | | |
| 色 度,号 | | 报告 | | | | | | | 报告 | | | | | | | GB/T 6540 |
| 中 和 值/(mgKOH/g) | | 报告 | | | | | | | 报告 | | | | | | | GB/T 4945 |
| 水 分/(%) | 不 大 于 | 痕迹 | | | | | | | 痕迹 | | | | | | | GB/T 260 |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | | | | | | | | 试验方法 | |
|--|----------|----|-----|----|----|----|-----|---------|-----|----|----|----|----|-----|-----|------------|--|
| | 1. HV | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 优 等 品 | | | | | | | 一 等 品 | | | | | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 68 | 100 | 150 | - | |
| 机械杂质/(%) 不大于 | 无 | | | | | | | 无 | | | | | | | | GB/T 511 | |
| 腐蚀试验(铜片, 100℃, 3h), 级 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | GB/T 5096 | |
| 硫酸盐灰分/(%) | 报告 | | | | | | | 报告 | | | | | | | | GB/T 2433 | |
| 液相锈蚀试验 蒸馏水 合成海水 | 无锈 无锈 | | | | | | | 无锈 — | | | | | | | | GB/T 11143 | |
| 氧化安定性 | | | | | | | | | | | | | | | | GB/T 12581 | |
| a. 氧化 1000h 后 酸值/(mgKOH/g) 不溶物/(mg) 不大于 | — | — | 2.0 | | | | — | — | 2.0 | | | | | | | | |
| b. 旋转氧弹(150℃)/min | 报告 | | | | | | | 报告 | | | | | | | | SH/T 0193 | |
| 抗磨性 | | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0306 | |
| a. FZG(或 CL-100)齿轮机试验(A/ 8.3/90), 失效级 不小于 | — | — | — | 10 | 10 | 10 | 10 | — | | | | | | | | | |
| b. 叶片泵试验(100h, 总失重)/(mg) 不大于 | — | — | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 | | | | | | | | SH/T 0307 | |
| c. 磨斑直径(392N, 60min, 75℃, 1 200 r/min)/(mm) | 报告 | | | | | | | 报告 | | | | | | | | SH/T 0189 | |
| 水解安定性 | | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0301 | |
| 铜片失重/(mg/cm ²) 不大于 | 0.2 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 水层总酸度/(mgKOH) 不大于 | 4.0 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 铜片外观 | 无灰、黑色 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 热安定性(135℃, 168h) | | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0209 | |
| 铜棒失重/(mg/200 mL) 不大于 | 10 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 钢棒失重/(mg/200 mL) | 报告 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 总沉淀重/(mg/100 mL) 不大于 | 100 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 40℃运动粘度变化/(%) | 报告 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 中和值变化/(%) | 报告 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 铜棒外观 | 报告 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 钢棒外观 | 不变色 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 过滤性/s | | | | | | | | | | | | | | | | SH/T 0210 | |
| 无水 不大于 | 600 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 2%水 不大于 | 1200 | | | | | | | — | | | | | | | | | |
| 剪切安定性(250次循环后, 40℃运动粘度变化)/(%) 不大于 | 10 | | | | | | | 10 | | | | | | | | SH/T 0103 | |

注: 为保证项目, 定期进行测定。粘度等级为 10 和 15 的油不测定, 但所含抗氧剂类型和量应与产品定型时粘度等级为 22 的试验油样相同。

(7) L-HS 液压油
 简名: HS 液压油、HS 油
 又名: 合成低温液压油
 HS 油属于宽温度范围用液压油。其性能除具备 HV 液压油相同特性外, 由于用 α 烯烃合成油作基础油, 使之低温区使用温度范围更低, 其倾点温度可达 -45°C , 22 号 HS 油在 $1500\text{mm}^2/\text{s}$ 时的温度低于 -30°C , 因而具有更好的低温流动性和低温泵送性, HS 油可用于冬季严寒区在野外操作的中高压液压系统, 其技术性能见表 2.4-7。

表 2.4-7 HS 液压油技术性能(GB 11118.1-94)

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | | | 试验方法 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | L-HS | | | | | | | | | | |
| 品种(按 GB 7631.2) | L-HS | | | | | | | | | | — |
| 质量等级 | 优 等 品 | | | | | 一 等 品 | | | | | |
| 粘度等级(按 GB 3141) | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | — |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 9.00 ~ 11.0 | 13.5 ~ 16.5 | 19.8 ~ 24.2 | 28.8 ~ 35.2 | 41.4 ~ 50.6 | 9.00 ~ 11.0 | 13.5 ~ 16.5 | 19.8 ~ 24.2 | 28.8 ~ 35.2 | 41.4 ~ 50.6 | |
| 运动粘度到 1500mm ² /s 时的温度/℃ 不高于 | -39 | -36 | -30 | -24 | -18 | -39 | -36 | -30 | -24 | 18 | GB/T 2541 |
| 粘度指数 不小于 | 130 | 130 | 150 | 150 | 150 | 130 | | | | | |
| 闪点/℃ | | | | | | | | | | | GB/T 3536 |
| 开口 不高于 | 100 | 120 | 140 | 160 | 160 | 100 | 120 | 140 | 160 | 160 | GB/T 261 |
| 闭口 不高于 | 88 | 108 | 128 | 148 | 148 | — | | | | | |
| 倾点/℃ 不高于 | -45 | -45 | -45 | -45 | -39 | -45 | -45 | -45 | -45 | -39 | GB/T 3535 |
| 空气释放值(50℃)/min 不大于 | 5 | 5 | 6 | 8 | 10 | 5 | 5 | 6 | 8 | 10 | SH/T 0308 |
| 密封适应性指数 不大于 | 报告 | 16 | 14 | 13 | 11 | 报告 | 16 | 14 | 13 | 11 | SH/T 0305 |
| 抗乳化性(40-37-3)/min 54℃ 不大于 | 30 | | | | | 30 | | | | | GB/T 7305 |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性) (ml./ml.) | | | | | | | | | | | GB/T 12579 |
| 24℃ 不大于 | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | |
| 93.5℃ 不大于 | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | |
| 后 24℃ 不大于 | 150/10 | | | | | 150/10 | | | | | |
| 色度, 号 | 报告 | | | | | 报告 | | | | | GB/T 6540 |
| 中和值/(mgKOH/g) | 报告 | | | | | 报告 | | | | | GB/T 4945 |
| 水分/(%) 不大于 | 痕迹 | | | | | 痕迹 | | | | | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) 不大于 | 无 | | | | | 无 | | | | | GB/T 511 |
| 腐蚀试验(铜片, 100℃, 3h), 级 | 1 | | | | | 1 | | | | | GB/T 5096 |
| 硫酸盐灰分/(%) | 报告 | | | | | 报告 | | | | | GB/T 2433 |
| 液相锈蚀试验 | | | | | | | | | | | GB/T 11143 |
| 蒸馏水 | 无锈 | | | | | 无锈 | | | | | |
| 合成海水 | 无锈 | | | | | — | | | | | |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | | | | | | | 试验方法 |
|--|-------|----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|------------|
| 品种(按 GB 7631.2) | L-HS | | | | | | | | | | |
| 质量等级 | 优等品 | | | | | 一等品 | | | | | |
| 精度等级(按 GB 3141) | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | 10 | 15 | 22 | 32 | 46 | — |
| 氧化安定性 | | | | | | | | | | | GB/T 12581 |
| a. 氧化 1000h 后 | | | | | | | | | | | |
| 酸值/(mgKOH/g) | — | — | 2.0 | | | — | — | 2.0 | | | |
| 不溶物/(mg) 不大于 | — | — | 报告 | | | — | — | 报告 | | | SH/T 0565 |
| b. 旋转氧弹(150℃)/min | 报告 | | | | | 报告 | | | | | SH/T 0193 |
| 抗磨性 | | | | | | | | | | | SH/T 0306 |
| a. FZG(或 CL-100)齿轮机试验 | | | | | | | | | | | |
| (A/8.3/90), 失效级 不小于 | — | — | — | 10 | 10 | — | — | — | 10 | 10 | |
| b. 叶片泵试验(100h, 总失重/(mg) 不大于 | | | | | | | | | | | SH/T 0307 |
| c. 磨斑直径(392N, 60min, 75℃, 1200 r/min)/(mm) | — | — | 50 | 50 | 50 | — | — | 100 | 100 | 100 | |
| c. 磨斑直径(392N, 60min, 75℃, 1200 r/min)/(mm) | 报告 | | | | | 报告 | | | | | SH/T 0189 |
| 水解安定性 | | | | | | | | | | | SH/T 0301 |
| 铜片失重/(mg/cm ²) 不大于 | 0.2 | | | | | — | | | | | |
| 水层总酸度/(mgKOH) 不大于 | 4.0 | | | | | — | | | | | |
| 铜片外观 | 无灰、黑色 | | | | | — | | | | | |
| 热安定性(135℃, 168h) | | | | | | | | | | | SH/T 0209 |
| 铜棒失重/(mg/200 mL) 不大于 | 10 | | | | | — | | | | | |
| 铜棒失重/(mg/200 mL) | 报告 | | | | | — | | | | | |
| 总残渣重/(mg/100 mL) 不大于 | 100 | | | | | — | | | | | SH/T 0209 |
| 40℃ 运动粘度变化/(%) | 报告 | | | | | — | | | | | |
| 中和值变化/(%) | 报告 | | | | | — | | | | | |
| 铜棒外观 | 报告 | | | | | — | | | | | |
| 铜棒外观 | 不变色 | | | | | — | | | | | |
| 过滤性/s | | | | | | | | | | | SH/T 0210 |
| 无水 不大于 | 600 | | | | | — | | | | | |
| 2% 水 不大于 | 1200 | | | | | — | | | | | |
| 剪切安定性(250 次循环后, 40℃ 运动粘度变化)/(%) 不大于 | 10 | | | | | 10 | | | | | SH/T 0103 |

2.4.2 难燃液压油

若液压系统出现油管破裂、元件泄漏,特别有一部分构件或管道处在高温环境下或临近火源、易燃品,用矿物油型或合成烃型液压油这类易燃工作介质就易着火,且传播火源,有引起火灾等危险。所谓难燃液压油,并非绝对不能燃烧,而是移去火源后介质不会继续燃烧,火焰能自熄。因而广泛应用于煤矿、发电、石油、冶金、钢铁、船舶、航空等领域。

难燃性能需用某些特殊方法测定,如测定液压油的闪点、燃点、分解温度、爆炸极限值管状清洁器试验等,也有采用模拟试验或假想火灾爆发,如热金属试验,熔融金属试验,高压高温喷雾试验,柴油机压缩着火试验,歧管试验等。

按照 GB/T7631.2-87 液压系统用油(液)分类,难燃液压油实际包括三类:

乳化型:包括水包油(O/W)和油包水(W/O)

水-乙二醇型:包括水或水-乙二醇型

合成型:包括各种化学合成品

(1) L-HFAE 液压油

简名:HFAE 液压油、HFAE 液

又名:水包油乳化液、高水基液压油、水包油难燃液

此品种为水包油(O/W)高水基乳化液,通常含水80%以上。HFAE 液压油的主要成分是水、矿物油、乳化剂和防锈剂,还根据需要添加助溶剂、防霉剂和抗泡剂等。矿物油是各种添加剂的载体,并通过乳化剂以10~0.05 μm 的液滴分散悬浮在水中。

水包油乳化液热容量大,比热高、难燃性好、价格便宜、具有优良的冷却性能。但蒸气压高、低温性、粘温性、润滑性差,只适用于不要求有良好润滑性,不要求回收用过油的普通液压系统。

L-HFAE 液压油按分类规定也是按运动粘度划分牌号,但尚无统一标准。某些专用液压油是由矿物油、乳化剂和添加剂配制成乳化油,在装入液压系统前与水按比例(一般乳化油用量为5%~20%),调制成液压油。由于各地水质硬度不同,乳化油按配调使用地区的水的硬度或pH值作为划分牌号的基础。见表2.4-8和2.4-9。

表 2.4-8 煤矿用液压支架乳化油技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | | | 试验方法 |
|--------------------------------|---------------|---------------|-------|-----|------------------|
| | M-5 | M-10 | M-15 | M-T | |
| 适应水质硬度/(mg·Mol/L) | 5 | 5~10 | 10~15 | 15 | |
| 外观(10~35℃) | 橙红至棕红色透明、均匀流体 | | | | 目测 |
| 运动粘度(50℃)/(mm ² /s) | 不大于 | 6 | | | GB/T265 |
| 闪点(开口)/℃ | 不低于 | 100 | | | GB/T267 |
| 凝点/℃ | 不高于 | -5 | | | GB/T510 |
| 耐冻融性 | | 外观恢复原状 | | | ① |
| 白乳化性 | | 滴入水中,均匀分散 | | | |
| pH值(5%(m),蒸馏水) | | 7.5~9 | | | pH试纸 |
| 乳化液稳定性(人工硬水) | | | | | Q/320500 TY12302 |
| 室温稳定性,168h | | | | | |
| 油皂析出量/(%) | 不大于 | 0.1 | | | |
| 热稳定性,168h,70℃ | | | | | |
| 油皂析出量/(%) | 不大于 | 0.1 | | | |
| 振荡稳定性 | | 无油皂析出 | | | ② |
| 乳化液防锈性 | | | | | SH/T 0365 |
| 防锈:24h | | 无锈迹或色变 | | | |
| 盐水浸泡 60℃,24h | | 15号钢无锈蚀,黄铜无色变 | | | |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | 试验方法 |
|--|----------------------------|------|-------|-----|-----------|
| | M-5 | M-10 | M-15 | M-T | |
| 适应水质硬度/(mg-Mol/L) | 5 | 5~10 | 10~15 | 15 | |
| 乳化液橡胶溶胀性: 70℃, 168h 体积膨胀/(%) 不大于 乳化液消泡性 乳化液防霉性 | 6(不允许收缩) 不妨碍使用 不妨碍使用 | | | | GB/T 1690 |
| ①样品从 16℃ 至室温反复冻融 5 次。 ②在温度 10~35℃ 条件下, 振荡 1min。 | | | | | |

表 2.4-9 液电炉系列用乳化油技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | 试验方法 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1 号 | 2 号 | |
| 外观 | 棕红色至深褐色均匀油状液体 | | 目测(10~35℃) |
| pH 值(浓度 5%) | 7.5~9.0 | 8.0~9.5 | SH0365 附录一 |
| 稳定性 | | | Q/320500TY12302 |
| 恒温(70℃, 5%, 168h) | 无沉淀物, 无油析出, 析皂量≤0.1% | — | |
| 恒温(70℃, 3%, 24h) | — | 无沉淀物, 无油析出, 析皂量≤0.1% | |
| 常温(0.5%, 168h) | 无沉淀物, 无析皂 | — | |
| 常温(0.5%, 24h) | — | 无沉淀物, 无析皂 | |
| 防锈性 | | | SH0365 附录二 |
| 铸铁单片(室温, 5%, 24h) | 无锈 | 无锈 | |
| 盐水试验(45 号钢, H62 铜, 25h) | 无锈, 无变色 | | Q/320500TY12302 附录 D |
| 注: pH 值、稳定性和铸铁单片试验中, 1 号液电炉乳化油用硬度 500mg/kg 人工水配制, 2 号液电炉乳化油用硬度 350mg/kg 人工水配制。 | | | |

(2) L-HFAS 液电液

简称: HFAS 液电液、HFAS 液

又名: 高水基液电液

此品种为水的化学溶液, 是一种含有化学添加剂的高水基液, 含水量在 95% 以上。这种液电液通常呈透明状的真溶液, 其低温性、高温性和润滑性都很差。难燃性极好, 系不燃液, 热容高, 导热性好, 冷却效果好, 价格便宜。

(3) L-HFB 液电液

简称: HFB 液电液、HFB 液

又名: 油包水乳化液、油包水难燃液

此品种为油包水型(W/O)乳化液, 含精制矿油约 60%, 其余为水和各种添加剂。我国相应产品的商品名为 WOE-80 油包水型乳化液电液, 它由 60% 矿物油、40% 水通过乳化剂形成乳化液并加入防锈抗氧、极压抗磨和抗泡防霉等添加剂制成。此产品与 HFAS 液电液相比具有良好的乳化稳定性和润滑性; 与矿物油型液电液相比, 具有良好的抗燃性、散热性、价格便宜。它对密封材料和金属材料性能无特殊要求。WOE-80 的技术性能见表 2.4-10。

表 2.4-10 WOE-80 油包水型乳化液技术性能

| 项 目 | | 质量指标 | 试验方法 |
|--------------------------------|-----|-------------|-----------------|
| 水含量/(%) | 不小于 | 40 | GB/T 260 |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | | 60~100 | GB/T 265 |
| 密度(20℃)/(g/cm ³) | | 0.918~0.948 | GB/T 1884, 2540 |
| 凝点/℃ | 不高于 | -20 | GB/T 510 |
| 锈蚀试验(A法) | | 无锈 | GB/T 11143 |
| 腐蚀试验(铜片, 50℃, 3h), 级 | 不大于 | 1 | GB/T 5096 |
| pH值 | | 8~10 | GB/T 7304 |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性 24℃)/(mL/mL) | 不大于 | 50/0 | GB/T 12579 |
| 热稳定性(85℃, 48h), 游离水/(%) | 不大于 | 1.0 | SH/T 0568 |
| 冻融稳定性(游离水)/(%) | 不大于 | 10 | SH/T 0569 |
| 最大无卡咬负荷(P_B)/N | 不小于 | 392(40) | GB/T 3142 |
| 磨斑直径(296N)/mm | 不大于 | 1.0 | SH/T 0189 |
| 热歧管抗燃试验(704℃) | | 通过 | SH/T 0567 |

(4) L-HFC 液压液

简名: HFC 液压液、HFC 液

又名: 水-乙二醇液、水-乙二醇难燃液

HFC 液压液是由水(35~55%)和乙二醇相溶, 并加入水溶性稠化剂、抗氧防锈剂、油性抗磨剂以及抗泡剂等制成, 也可用丙二醇或其他聚合物代替乙二醇。

水-乙二醇难燃液是一种呈透明的真溶液, 具有良好的稳定性和流动性, 高的粘度指数。其难燃性决定于水含量, 水量低于 35% 时会大幅度降低, 并且粘度显著增加。故当在较高温度下使用时需及时补水。国产水-乙二醇液的技术性能见表 2.4-11。

表 2.4-11 水-乙二醇抗燃液技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | 试验方法 |
|--------------------------------|-------------|----------|------------|
| | WG-38 | WG-46 | |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 35~40 | 41~51 | GB/T 265 |
| 粘度指数 | 不小于 140 | 140 | GB/T 2541 |
| pH值 | 9.1~11.0 | 9.1~11.0 | GB/T 7304 |
| 凝点/℃ | 不高于 -50 | -50 | GB/T 510 |
| 密度(20℃)/(g/cm ³) | 1.0~1.1 | 1.0~1.1 | GB/T 1884 |
| 气相锈蚀 | 无锈 | 无锈 | 另有规定 |
| 液相锈蚀(A法) | 无锈 | 无锈 | GB/T 11143 |
| 腐蚀试验(铜片, 100℃, 3h), 级 | 不大于 1 | 1 | GB/T 5096 |
| 最大无卡咬负荷(P_B)/N | 不小于 686(70) | 686(70) | GB/T 3142 |
| 磨斑直径(296N)/mm | 不大于 0.60 | 0.60 | SH/T 0189 |
| 热歧管抗燃试验(704℃) | 通过 | 通过 | SH/T 0567 |

(5) L-HFDR 液压液

简名: HFDR 液压液、HFDR 液

又名: 磷酸酯难燃液压液、磷酸酯液

HFDR 难燃液压液是由无水磷酸酯作为基础液加入粘度指数改进剂、抗氧防锈剂、抗泡剂等制成。随磷酸酯分子结构不同, 所制液压液的粘度、粘度指数、低温性能会有较大差别。这类品种共有的特点是难燃性

能佳, 且有良好的润滑性能, 抗氧化和挥发性也比矿物油型液压油好。除考虑价格较高因素外, 还必须注意由于磷酸酯液对非金属材料有很强的溶解能力, 必须选择与之相适应的密封材料和涂料。另外, 如受水解或热分解, 对某些金属有腐蚀作用。L-HFDR 磷酸酯难燃液压液的技术性能见表 2.4-12, 某些磷酸酯工业抗燃液压液的实测数据见表 2.4-13。

表 2.4-12 L-HFDR 磷酸酯难燃液压液技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | 试验方法 |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | L-HFDR32 | L HFDR46 | |
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 28.8~35.2 | 41.4~50.6 | GB/T 265 |
| 密度(20℃)/(g/cm ³) | 1.125~1.165 | 1.125~1.165 | GB/T 1884 |
| 倾点/℃ | 不高于 -17.5 | -29 | GB/T 3535 |
| 闪点(开口)/℃ | 不低于 220 | 263 | GB/T 267 |
| 酸值/(mgKOH/g) | 不大于 0.1 | 0.1 | GB/T 264 |
| 水分/(ppm) | 不大于 500 | 500 | SH/T 0246 |
| 腐蚀试验(铜片, 100℃, 3h)级 | 不大于 1 | 1 | GB/T 5096 |
| 污染度(NAS)级 | 不大于 6 | 6 | FS791B 30092 |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性, 24℃) | | | GB/T 12579 |
| /(mL/mL) | 不大于 50/10 | 50/10 | |
| 热稳定性(170℃, 12h) | 合格 | 合格 | SH/T 0560 |
| 最大无卡咬负荷(P _B)/N | 报告 | 报告 | GB/T 3142 |
| 磨斑直径(396N)/mm | 报告 | 报告 | SH/T 0189 |
| 氯含量/(ppm) | 不大于 50 | 50 | 电量法 |
| 热歧管抗燃试验(704℃) | 通过 | 通过 | SH/T 0567 |

表 2.4-13 某些磷酸酯工业难燃液压液实测数据

| 项 目 | 质量指标 | | | | 试验方法 |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-----------|
| | 4613-1 | 4614 | HP-38 | HP-46 | |
| 运动粘度/(mm ² /s) | | | | | |
| 100℃ | 3.78 | 4.66 | 4.98 | 5.42 | GB/T 265 |
| 50℃ | 14.71 | 22.14 | 24.25 | 28.94 | |
| 40℃ | - | - | 39.0 | 46.0 | |
| 0℃ | 474.1 | 1395 | - | - | |
| 倾点/℃ | -34 | 30 | -32 | -29 | GB/T 3535 |
| 酸值/(mgKOH/g) | 中性 | 0.04 | 中性 | 中性 | GB/T 264 |

续表

| 项 目 | 质量指标 | | | | 试验方法 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| | 4613-1 | 4614 | HP-38 | HP-46 | |
| 密度 d_4^{20} | 1.1530 | 1.1470 | 1.1363 | 1.1424 | GB/T 1884 |
| 闪点(开杯)/℃ | 240 | 245 | 251 | 263 | GB/T 3536 |
| 四球磨损, 磨迹直径 | | | | | SH/T 0189 |
| d_{60min}^{98N} /mm | 0.35 | 0.34 | 0.57 | 0.50 | |
| d_{60min}^{392N} /mm | 0.69 | 0.51 | 0.65 | 0.58 | |
| 最大无卡咬负荷 P_N /N | 539 | 539 | 539 | 539 | GB/T 3142 |
| 动态蒸发(90℃, 6.5h)/(%) | 0.11 | 0.28 | - | - | 另有规定 |
| 超声波剪切 50℃ 粘度变化/(%) | -0.4 | 0 | 0 | 0 | SH/T 0505 |
| 氧化腐蚀试验 (120℃, 72h, 25 mL/mm) 空气 | | | | | Q/SY2601-76 |
| 氧化前 50℃ 粘度/(mm ² /s) | 14.71 | 22.14 | 24.25 | 28.94 | |
| 氧化后 50℃ 粘度/(mm ² /s) | 14.62 | 22.39 | 24.05 | 28.92 | |
| 酸值/(mgKOH/g) | | | | | |
| 氧化前 | 中性 | 0.04 | 中性 | 0.06 | |
| 氧化后 | 中性 | 0.04 | 0.03 | 中性 | |
| 金属腐蚀/(mg/cm ²) | | | | | |
| 钢 | 无 | 无 | 无 | 无 | |
| 铜 | 无 | 无 | 无 | 无 | |
| 铝 | - | - | - | - | |
| 镁 | 无 | 无 | 无 | 无 | |

(6) L-HFDS、L-HFDT 和 L-HFDU 三种液压油

L-HFDS 液压油为氯化烃无水合成液, L-HFDT 为 HFDR 和 HFDS 的混合液, 由于氯化烃有较大毒性, 我国暂不生产这两个品种。L-HFDU 液为其它的无水合成液。

2.4.3 专用液压油(液)

在我国, 某些专用液压油长期在各部门使用, 其中某些一些专用性很强又不包括在 ISO6743/4:1982 分类之内, 另一些专用品种虽然其性能在此分类之内, 但与 GB11118.1-94 矿物油型和合成型液压油在技术要求方面有所不同, 故应通过试验, 才能简化品种, 或者

开发改进, 成为专用系列新品种。

(1) 10 号和 12 号航空液压油

10 号和 12 号航空液压油是以深度精制的轻质石油馏分油为基础油, 加有增粘剂、抗氧化剂、抗磨剂、防锈剂及染色剂制成。10 号航空液压油具有良好的粘温特性、低温性能和氧化安定性。适用于低温工作、常温时粘度较低的液压系统。12 号航空液压油除低温性能略低于 10 号外, 主要有更优良的高温性能和氧化安定性, 其它性能基本类同, 均可用作航空液压传动机构的工作介质, 如飞机上的主液压系统和助力液压系统用以收放襟翼、起落架。10 号(SH 0358-95) 和 12 号航空液压油的技术性能见表 2.4-14。

表 2.4-14 10 号和 12 号航空液压油技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | 试验方法 | |
|---------------------------------|--------|-------|--------------|-----------------------|
| | 10 号 | 12 号 | | |
| 外 观 | 红色透明液体 | | 目 测 | |
| 运动粘度/(mm ² /s) | | | GB/T 265 | |
| 150℃ | 不小于 | - | 3 | |
| 50℃ | 不小于 | 10 | 12 | |
| -40℃ | 不大于 | - | 600 | |
| -50℃ | 不大于 | 1250 | - | |
| 54℃ | 不大于 | - | 3000 | |
| 初馏点/℃ | 不低于 | 210 | 230 | GB/T 6536 |
| 酸值/(mgKOH/g) | 不大于 | 0.05 | 0.05 | GB/T 264① |
| 闪点(开口)/℃ | 不低于 | 92 | 100 | GB/T 267 |
| 凝点/℃ | 不高于 | -70 | -60 | GB/T 510 |
| 水分/(mg/kg)/% | 不大于 | 60 | - | GB/T 11133 |
| | | | 无 | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) | | 无 | 无 | GB/T 511 |
| 水溶性酸或碱 | | 无 | 无 | GB/T 259 |
| 油膜质量(65±1℃, 72h) | | 合格 | - | ② |
| 低温稳定性(-60±1℃, 72h) | | 合格 | 合格 | 另有规定 |
| 超声波剪切(40℃运动粘度下降率)/(%) | 不大于 | 16 | - | SH/T 0505 |
| (50℃运动粘度下降率)/(%) | 不大于 | | 20 | |
| 氧化安定性(140℃, 60h) | | | (160℃, 100h) | SH/T 0208 |
| a. 氧化后运动粘度/(mm ² /s) | | | 变化率 -5~+12% | |
| 50℃ | 不小于 | 9.0 | - | |
| -50℃ | 不大于 | 1 500 | - | |
| b. 氧化后酸值/(mgKOH/g) | 不大于 | 0.15 | 0.3 | GB/T 264 |
| c. 腐蚀度/(mg/cm ²) | | | | |
| 钢片 | 不大于 | ±0.1 | ±0.1 | |
| 铜片 | 不大于 | ±0.15 | ±0.2 | |
| 铝片 | 不大于 | ±0.15 | ±0.1 | |
| 镁片 | 不大于 | ±0.1 | ±0.2 | |
| 密度(20℃)/(kg/m ³) | 不大于 | 850 | 800~900 | GB/T 1884 及 GB/T 1885 |
| 腐蚀(70±2℃, 24h), 级 | 不大于 | 2 | - | GB/T 5096 |
| 液相锈蚀(蒸馏水) | | - | 合格 | GB/T 11143 |

注:①用 95%乙醇(分析纯)抽提,用 0.1%溴麝香草酚蓝作指示剂。
②油膜质量的测定:将清洁的玻璃片浸入试油中取出,垂直地放在恒温器中干燥,在 65±1℃下保持 4h,然后在 15~25℃下冷却 30~45min,观察在整个表面上油膜不得呈现硬的粘滞状。

(2) 航空难燃液压油

本品种又名 4611 航空抗燃液压油,是以磷酸酯为基础液,添加增粘剂、抗氧剂、抗腐蚀剂等调合制成。具有良好的抗燃性、氧化安定性和润滑性。适用于飞

机液压系统,使用温度范围为 $-55\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。其性能符合波音材料标准 BMS3-11 II 型油的技术性能,见表 2.4-15。

表 2.4-15 航空难燃液压油技术性能

| 项 目 | 质量指标 | 试验方法 |
|---|--------------------|-------------|
| 运动粘度/(mm^2/s) | | |
| 50 $^{\circ}\text{C}$ | 8.5~12.0 | |
| 100 $^{\circ}\text{C}$ | 3.0~4.0 | |
| -50 $^{\circ}\text{C}$ | 不大于 2500 | GB/T 265 |
| 比重 D_4^{20} | 测定 | GB/T 1884 |
| 凝点/ $^{\circ}\text{C}$ | 不高于 -60 | GB/T 510 |
| 闪点(开口)/ $^{\circ}\text{C}$ | 不低于 160 | GB/T 267 |
| 酸值/(mgKOH/g) | 不高于 0.2 | GB/T 264 |
| 水分/(%) | 0.4~0.6 | 微库仑法 |
| 氧化安定性(120 $^{\circ}\text{C}$, 72h 空气 25mL/min, 回流) | | Q/SY2601-76 |
| 50 $^{\circ}\text{C}$ 粘度变化率/(%) | 不大于 ± 25 | |
| 酸值增加/(mgKOH/g) | 不大于 0.5 | |
| 金属腐蚀/(mg/cm^2) | | |
| 钢 | 不大于 ± 0.2 | |
| 铜 | 不大于 ± 0.2 | |
| 铝 | 不大于 ± 0.2 | |
| 镁 | 不大于 ± 0.2 | |
| 剪切安定性 | | 超声波法 |
| 50 $^{\circ}\text{C}$ 粘度变化率/(%) | 不大于 35 | |
| 润滑性(75 $^{\circ}\text{C}$, 600rpm) | | GB/T 3142 |
| D_{50}^{10}/mm | 不大于 0.5 | |
| D_{50}^{20}/mm | 不大于 0.7 | |
| 泡沫性(24 $^{\circ}\text{C}$ - 93 $^{\circ}\text{C}$ - 24 $^{\circ}\text{C}$) | | |
| 泡沫倾向/mL | 不大于 250 - 50 - 250 | GB/T 12579 |
| 消泡时间/s | 不大于 100 - 50 - 250 | |

(3) 舰用液压油

舰用液压油是用原油蒸馏常压三线馏分经脱蜡、吸附精制并添加增粘剂、抗氧剂、抗腐蚀剂、抗泡剂等调合制成。具有良好的润滑性、抗腐蚀性以及一定的抗磨性能,氧化安定性好,使用时间长,有良好的粘温

性能,抗剪切安定性好。此品种可当做各种舰艇液压系统的工作介质,也可用于其它中低压液压系统。其技术性能应符合国家军用标准 GJB 1085-91,详见表 2.4-16。

表 2.4-16 舰用液压油技术性能(GJB 1085-91)

| 项 目 | 质量指标 | 试验方法 |
|---------------------------------|-----------|------------|
| 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | 28.8~35.2 | GB/T 265 |
| 粘度指数 不小于 | 130 | GB/T 2541 |
| 倾点/℃ 不高于 | -23 | GB/T 3535 |
| 闪点(开口)/℃ 不低于 | 145 | GB/T 3536 |
| 液相锈蚀试验(合成海水) | 无锈 | GB/T 11143 |
| 腐蚀试验(铜片 100℃, 3h), 级 不大于 | 1 | GB/T 5096 |
| 密封适应性指数(100℃, 24h) | 报告 | SH/T 0305 |
| 空气释放值(50℃)/min | 报告 | SH/T 0308 |
| 泡沫性(泡沫倾向/泡沫稳定性)/(mL/mL) | | GB/T 12579 |
| 24℃ 不大于 | 60/0 | |
| 93.5℃ 不大于 | 100/0 | |
| 后 24℃ 不大于 | 60/0 | |
| 抗乳化性(40-37-3, 54℃)/min 不大于 | 30 | GB/T 7305 |
| 抗磨性 | | |
| a. 叶片泵试验(100h, 总失重)/mg 不大于 | 150 | SH/T 0307 |
| b. 最大无卡咬负荷/N | 报告 | GB/T 3142 |
| 氧化安定性(酸值达 2.0mgKOH/g 的时间)/h 不大于 | 1000 | GB/T 3142 |
| 水解安定性 | | GB/T 0301 |
| 铜片失重/(mg/cm ²) 不大于 | 0.5 | |
| 铜片外观 | 无灰黑色 | |
| 水层总酸度/(mgKOH) | 6.0 | |
| 剪切安定性(40℃运动粘度变化率)/(%) 不大于 | 15 | SH/T 0505 |
| 中和值/(mgKOH/g) 不大于 | 0.3 | GB/T 4945 |
| 水分/(%) | 无 | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) | 无 | GB/T 511 |
| 水溶性酸(pH 值) | 报告 | GB/T 259 |
| 外观 | 透明 | 目测 |
| 密度(20℃)/(kg/m ³) | 报告 | GB/T 1884 |

注:叶片泵试验、氧化安定性为保证项目,每年测一次。

(4) 炮用液压油

炮用液压油和合成锭子油(又称 13 号机械油、专用锭子油)都用作各种炮、重型火炮液压系统工作介质。

炮用液压油是原油经常压蒸馏、尿素脱蜡、白土精制所得的润滑油馏分作基础油,添加增粘剂、防锈剂、抗氧化剂调合制成,呈浅黄色透明液体,具有良好的抗氧、防锈及粘温性能,凝点很低,可南北四季通用。

合成锭子油是由含烯烃的轻质石油馏分,经三氯化铝催化迭合等工艺制得的合成润滑油,再经白土精制并加添加剂调合而成。此品种低温性能好,相对密度大,粘度范围宽,质量稳定,安定性好,长期贮存不易

变质,广泛用于火炮液压系统。

炮用液压油质量应符合 Q/SH 018·4401 - 86 (93),合成锭子油质量应符合 SH/T 0111 - 92,其技术性能见表 2.4 - 17。

表 2.4 - 17 炮用液压油和合成锭子油技术性能

| 项 目 | 质量指标 | | 试验方法 |
|------------------------------|-------|---------|-------------|
| | 炮用液压油 | 合成锭子油 | |
| 运动粘度/(mm ² /s) | | | GB/T 265 |
| 50℃ | 不小于 | 9.0 | 12.0~14.0 |
| 20℃ | 不大于 | - | 49 |
| -40℃ | 不大于 | 1400 | - |
| 闪点(闭口)/℃ | 不低于 | 110 | - |
| (开口)/℃ | 不低于 | - | 163 |
| 机械杂质/% | 不大于 | 无 | 无 |
| 水分/% | | 无 | 无 |
| 凝点/℃ | 不高于 | -60 | -45 |
| 灰分/% | 不大于 | 0.025 | 0.005 |
| 水溶性酸或碱 | | - | 无 |
| 酸值/(mgKOH/g) | 不大于 | 0.5~1.3 | 0.07 |
| 腐蚀(100℃, 3h) | | | |
| T ₃ 铜片 | | 合格 | - |
| 40、50 钢片 | | 合格 | 合格 |
| 液相锈蚀(蒸馏水) | | 无锈 | - |
| 低温稳定性 | | 合格 | - |
| 密度(20℃)/(g/cm ³) | | - | 0.888~0.896 |
| | | | GB/T 1884 |
| | | | GB/T 1885 |

(5) 汽车制动液

汽车制动液应用于汽车液压制动系统。我国从前以乙醇型汽车制动液为主,由于醇类沸点低,在炎热季节和山区制动频繁时都会出现高温气阻,导致制动失灵,并且在低温下使用会增稠、析出沉淀物、堵塞管路,影响制动。自 1990 年起已淘汰醇型汽车制动液,并明令执行强制性国家标准 GB 10830 - 89 汽车制动液使用技术条件。

合成汽车制动液的品种很多,性能各异,其分类方法较特殊,系按高温抗气阻性(用平衡回流沸点和湿沸点表示)和低温流动性(用低温粘度表示)分类。实际

上这种性能是由制造制动液时所用基础液(合成液)的类型(如醇醚类、季戊四醇类、烷氧基硅醚类、双酯类、硅醚类)决定的。制动液内也加有抗氧化、抗腐蚀、抗磨损和防锈等添加剂。

现有汽车制动液的产品标准有 GB12981 - 91《HZY2, HZY3, HZY4 合成制动液》、SH0462 - 92《4603、4603 - 1 号合成刹车油》、SH0463 - 92《4604 号合成刹车油》。在 GB 10830 - 89《汽车制动液使用技术条件》中所列产品的技术性能(见表 2.4 - 18)实际上已把上述数种产品标准中的主要质量指标综合示出。

表 2.4-18 汽车制动液技术性能(GB10830-89)

| 项 目 | | | JG ₀ | JG ₁ | JG ₂ | JG ₃ | JG ₄ | JG ₅ |
|-----------------------------------|---|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 外 观 | | | - 清亮透明,无悬浮物、尘埃和沉淀物质 | | | | | |
| 高温 抗气 阻性 | 平衡回流沸点/℃ | 不低于 | 130 | 190 | 205 | 205 | 230 | 260 |
| | 湿沸点/℃ | 不低于 | 140 | | | | 155 | 180 |
| 运动 粘度 /(mm ² /s) | -40℃ | 不大于 | 900 | 5 000 | 1 800 | 1 500 | 1 800 | 900 |
| | 50℃ | 不小于 | 4.2 | - | | | | |
| | 100℃ | 不小于 | 1.5 | | | | | - |
| 与 橡胶 的 配 伍 性 | 橡胶皮碗 试 验 缸径 28mm 或 28.25mm 的(SBR) 皮碗 | 120℃ 70h | 外观 | 无发粘、无鼓泡、不析出炭黑 | | | | |
| | | | 根径增值/(%) | +0.1~+5 | | | | |
| | | | 邵尔 A 型硬度下降(IHRD) | 0~-15 | | | | |
| | 70℃ 120h | 外观 | 无发粘、无鼓泡、不析出炭黑 | | | | | |
| | | 根径增值/(%) | +0.1~+5 | | | | | |
| | | 邵尔 A 型硬度下降(IHRD) | 0~-10 | | | | | |
| 金属 腐 蚀 性 100℃ 120h | 金属腐蚀 试验质量 变化 /(mg/cm ²) | 镀锡铁皮 | ±0.2 | | | | | |
| | | 钢 | | | | | | |
| | | 铝 | ±0.1 | | | | | |
| | | 铸铁 | ±0.2 | | | | | |
| | | 黄铜 | ±0.4 | | | | | |
| | | 铜 | | | | | | |
| | 金属片外观 | 均匀变色,无坑点 | | | | | | |
| | 皮碗外观 | 无发粘、无鼓泡、不析出炭黑 | | | | | | |
| | 皮碗根径增值/(%) | +0.1~+5 | | | | | | |
| | pH 值 | 7.0~11.5 | | | | | | |
| 沉淀/(%)(体积) | 0.1 | | | | | | | |
| pH 值 | | | 7.0~11.5 | | | | | |

汽车液压制动系统专用的工作介质具有特殊要求,因为此种液压液属于人身安全类用品,特别对于炎热夏季、高温季节和行驶于多坡道山间公路制动强度

和频率较高的车辆,所用液压制动液必须具有良好的高温抗气阻性能。表 2.4-19 列述了各级别(牌号)的主要特性和推荐使用范围。

表 2.4-19 汽车液压制动液主要性能和推荐使用范围(GB10830-89)

| 级别(牌号) | 液压制动液主要性能 | 推荐使用范围 |
|-----------------|----------------------|--|
| JG ₀ | 具有优异的低温性能,其高温抗气阻性能差 | 严寒地区冬季使用,如最低月平均气温在-20℃以下的黑龙江、内蒙、新疆等类似地区 |
| JG ₁ | 有较好的高温抗气阻性能 | 高温抗气阻性能已达美国汽车工程师学会SAE ₁ 1703C水平,我国一般地区均可使用 |
| JG ₂ | 具有良好的高温抗气阻性能和低温性能 | 相当于美国汽车工程师学会SAE ₁ 1703水平,我国广大地区均可使用 |
| JG ₃ | 具有良好的高温抗气阻性能和优良的低温性能 | 相当于国际标准化组织ISO 4926-78和美国交通部DOT ₃ 的水平,我国广大地区均可使用 |
| JG ₄ | 具有优良的高温抗气阻性能和良好的低温性能 | 相当于美国交通部DOT ₄ 水平,我国广大地区均可使用 |
| JG ₅ | 具有优异的高温抗气阻性能和低温性能 | 相当于美国交通部DOT ₅ 水平,特殊要求车辆使用 |

2.5 工作介质的选用和更换

2.5.1 选用原则

正确选用工作介质对液压系统适应各种环境条件和工作状况的能力、延长系统和元件的寿命、提高设备运转的可靠性、防止事故发生等方面都有重要影响。

对各种类型液压系统在选用液压油(液)时需考虑的因素很多,详见表 2.5-1。通常可按下述三个基本步骤进行:

- 列出液压系统对液压油(液)性能变化范围的要求:粘度、密度、温度范围、压力上限、蒸汽压、难燃性、润滑性、空气溶解率、可压缩性和毒性等。

- 尽可能选出符合或接近上述要求的液压油(液)品种。从液压件的生产厂及产品样本中获得对工作介质的推荐资料。

- 最终综合、权衡、调整各方面的要求和参数,决定所采用的合适工作介质。

可供液压系统选用的工作介质的品种和性能,详见 2.4 节。下表 2.5-2 是各种液压油(液)的典型性能。目前国内、外液压设备中几乎 90% 以上是使用矿物油型(含合成烃型)液压油。难燃液仅占很少份额。

表 2.5-1 工作介质的选用原则

| 选用原则 | 考虑因素 |
|-----------|--|
| 液压系统的环境条件 | 室内、露天、水上、地下 热带、寒区、严寒区、固定式、移动式 高温热源、火源、旺火等 |
| 液压系统的工作条件 | 使用压力范围(润滑性、极压抗磨性) 使用温度范围(粘度、粘-温特性、热氧化安定性、低温流动性) 油泵类型(抗磨性、防腐蚀性) 水、空气进入状况(水解安定性、抗乳化性、抗泡性、空气释放性) 转速(气蚀、对轴承面浸润力) |
| 工作介质的质量 | 物理化学指标 对金属和密封件的适应性 防锈、防腐蚀能力 抗氧化安定性 剪切安定性 |
| 技术经济性 | 价格及使用寿命 维护保养的难易程度 |

表 2.5-2 各种液压油(液)的典型性能

| 性 能 | HH 油 | HL 油 | HM 油 | HR 油 | HV 油 | HG 油 | HS 油 | HFAE 液 | HFAS 液 | HFB 液 | HFC 液 | HFDR 液 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|
| 密 度 | ~0.90 | ~0.90 | ~0.90 | ~0.90 | ~0.90 | ~0.90 | ~0.90 | ~1.0 | ~1.0 | ~0.95 | ~1.1 | 1.0~1.4 |
| 粘 度 | 可选择 | 可选择 | 可选择 | 可选择 | 可选择 | 可选择 | 可选择 | 低 | 低 | 高 | 可选择 | 可选择 |
| 蒸 汽 压 | 低 | 低 | 低 | 低 | 低 | 低 | 低 | 高 | 高 | 高 | 高 | 低 |
| 粘温性能 | 良 | 良 | 良 | 好 | 好 | 良 | 好 | 差 | 差 | 良 | 优 | 差~良 |
| 低温性能 | 良 | 良 | 良 | 优 | 优 | 良 | 优 | 差 | 差 | 差 | 优 | 良~优 |
| 润滑和极压抗磨性 | 良 | 良 | 优 | 良 | 优 | 优 | 优 | 差 | 差 | 良 | 良 | 优 |
| 热氧化安定性 | 差 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | — | — | — | — | 好 |
| 抗乳化性 | 好 | 好 | 良 | 好 | 好 | 良 | 好 | — | — | — | — | 差 |
| 水解安定性 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | — | — | — | — | 差 |
| 抗 泡 性 | 差 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 差 | 差 | 差 | 差 | 良 |
| 空气释放性 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | — | — | — | 差 |
| 防锈性 液相 | 差 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 |
| 汽相 | 差 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 差 | 差 | 差 | 良 | 良 |
| 过 滤 性 | 好 | 好 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良~好 | — | — | 差 | 良 | 好 |
| 抗 燃 性 | 差 | 差 | 差 | 差 | 差 | 差 | 差 | 优 | 优 | 好 | 好 | 好 |
| 贮存安定性 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 差 | 差 | 差 | 好 | 好 |
| 最高使用压力/MPa | 7 | 7 | 35 | 7 | 35 | 35 | 35 | 7 | 7 | 14 | 14 | 35 |
| 最高使用温度/℃ | 80 | 100 | 100 | 80 | 80 | 100 | 100 | 50 | 50 | 65 | 65 | 100 |

2.5.2 品种选用

液压油(液)品种的选用的依据是液压系统所处的工作环境和系统的工况条件。按照液压油(液)各品种具备的各自性能综合判断确定。液压系统的工况条件主要是温度、压力和油泵类型等。

(1) 工作温度

系指液压系统液压油在工作时的温度,主要对液压油的粘温性和热安定性提出要求,见表 2.5-3。

表 2.5-3 按液压油工作温度选择液压油

| 液压油 工作温度/℃ | 10~80 | -10以下~80 | >80 |
|---------------|------------|---|---------------------|
| 液压油品种 | HH, HL, HM | HR, HV, HS (优等品 HM 在 10~ -15℃可用) | 选用优等品 HM, HV, HS |

环境温度和液压油工作温度(操作温度)一般关系,见表 2.5-4。

表 2.5-4 环境温度和操作温度(指没有冷却控温的液压设备)一般关系表

| 液压设备所在环境 | 正常工作温度比环境温度高值/℃ |
|----------|-----------------|
| 车间厂房 | 约 15~25 |
| 温带室外 | 约 25~35 |
| 热带室外日光下 | 约 40~50 |

在寒区或严寒区野外工作时,当环境温度在 5~25℃时,可用 HV 低温液压油;当环境温度在 -5~-40℃时,可用 HS 低温液压油。

液压油(液)的使用温度对液压系统是相当重要的。液压设备中使用油(液)温度过高,会加速油、液氧化变质,长时间在高温下工作,油液的寿命会大大缩短。另外,氧化生成的酸性物质对金属起腐蚀作用,增加磨损,对液压系统不利。液压系统中油(液)适宜工作温度范围见表 2.5-5。

表 2.5-5 液压油(液)工作温度范围

| 液压油(液)类型 | 连续工作状态/℃ | 最高温度/℃ |
|----------|----------|---------|
| 水包油型液压油 | 4~50 | 65 |
| 油包水型液压油 | 4~65 | 65 |
| 水 乙二醇液压油 | 18~65 | 70 |
| 矿物油型液压油 | 低温~80 | 120~140 |
| 磷酸酯液压油 | -7~82 | 150 |

(2) 工作压力

主要对液压油的润滑性即抗磨性提出要求。对于高压系统的液压元件特别是液压泵中处于边界润滑状态的摩擦副,由于正压力加大、速度高,而摩擦磨损条件趋于苛刻,因而必须选择润滑性即抗磨性、极压性优

良的 HM 油。按压力选用油见表 2.5-6。

表 2.5-6 按液压系统和油泵工作压力选择液压油

| 压力/MPa | <7 | 7~14 | >14 |
|--------|---------------------|------------|------------|
| 液压油品种 | HH, HL (若是叶片泵则用 HM) | HL, HM, HV | 优等品 HM, HV |

(3) 工作环境

一方面要考虑液压设备作业的环境是室内、室外、地下、水上、内陆沙漠,还是处于冬夏温差大的寒区等工作环境。另一方面若液压系统靠近有 300℃ 以上高温的表面热源或有明火场所,就要选用难燃液压油。按使用温度及压力选择液压油(液)可参见表 2.5-7。

表 2.5-7 依据环境和工况选择液压油(液)

| 环境 | 压力 7MPa 以下 温度 50℃ 以下 | 压力 7~14MPa 温度 50℃ 以下 | 压力 7~14MPa 温度 50~80℃ | 压力 14MPa 以上 温度 80~100℃ |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 室内 固定液压设备 | HL | HL 或 HM | HM | HM |
| 寒区 寒区或严寒区 | HR | HV 或 HS | HV 或 HS | HV 或 HS |
| 地下 水上 | HL | HL 或 HM | HM | HM |
| 高温热源 明火附近 | HFAE HFAS | HFB HFC | HFDR | HFDR |

(4) 液压泵类型

液压泵种类较多,如叶片泵、柱塞泵、齿轮泵等,同类泵又因功率、转速、压力、流量、金属材质等因素影响,使液压油(液)的选用比较复杂。一般说来低压泵可以采用 HL 油,对于中、高压泵应选用 HM 油。

液压油的润滑性(抗磨性)对三大泵类减磨效果顺序是叶片泵>柱塞泵>齿轮泵。叶片泵为主油泵的液压系统不管其压力大小选用 HM 油为好,因为叶片泵的叶片与定子间的接触和运动形式极易磨损,其钢对钢的摩擦副材料,最适于使用高锌 HM 抗磨液压油。

对于低压柱塞泵可用 HM 油和 HL 油,高压柱塞泵用含锌 HM 油,但柱塞泵中有青铜和镀银部件时,高锌抗磨剂会产生腐蚀磨损,这种柱塞泵要选用无灰或低锌抗磨液压油。

对于齿轮泵,采用 HH, HL, HM 油均可,但高性能齿轮泵应选用 HM 油。对于组合泵系统如由叶片泵和其它泵组合,应以叶片泵为主选用,当其它泵为柱塞泵时,所选的油还应被柱塞泵所接受的。

综合起来,通常 HL 油可优先用于轴向柱塞泵,但不适用于叶片泵,高锌 HM 油适用于各类叶片泵。无灰 HM 油适用于含有铜和银部件的轴向柱塞泵,也适用于中低压叶片泵,但不适用于高压叶片泵。低锌 HM 油则适用范围较宽,既适用于中、高压叶片泵,也适用于有铜和铜部件的柱塞泵。

(5) 与材料的适应性

选用液压油(液)时,还要考虑油(液)与液压系统中的密封材料、金属材料、塑料、橡胶、过滤材料和涂料、油漆的适应性。适应性系指接触这些材料时无侵蚀作用。反之,这些材料也不会使油(液)污染变质,相互能适应。如不适应会产生金属腐蚀、橡胶和塑料的溶胀变形、涂料溶解等,造成系统运行故障,缩短系统使用寿命,同时也加快了油(液)的变质,缩短换油期。

各种液压油(液)与液压系统常用材料的适应性见表 2.5-8。

综上所述,各种类型液压油(液)及其有关品种的使用特点及有关注意事项可见表 2.5-10。

表 2.5-8 各种液压油与常用材料的适应性

| 材 料 | HM 油 抗磨液压油 | HFAS 液 水的化学溶液 | HFB 液 油包水乳化液 | HFC 液 水-乙二醇液 | HFDR 液 磷酸酯无水合成液 |
|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 金属 | | | | | |
| 铁 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 铜、青铜 | 无灰 HM 适应 不适应(含硫剂油) | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 青铜 | 不适应(含硫剂油) | 适应 | 适应 | 有限适应 ^① | 适应 |
| 镉和锌 | 适应 | 不适应 | 适应 | 不适应 | 适应 |
| 铝 | 适应 | 不适应 | 适应 | 有限适应 ^② | 适应 |
| 铅 | 适应 | 适应 | 不适应 | 不适应 | 适应 |
| 镁 | 适应 | 不适应 | 不适应 | 不适应 | 适应 |
| 锡和镍 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 涂料和漆 | | | | | |
| 普通耐油工业涂料 | 适应 | 不适应 | 不适应 | 不适应 | 不适应 |
| 环氧型与酚醛型 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 搪瓷 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 塑料和树脂 | | | | | |
| 丙烯酸树脂(包括 有机玻璃) | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 不适应 |
| 苯乙烯树脂 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 不适应 |
| 环氧树脂 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 硅树脂 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 酚醛树脂 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 聚氯乙烯塑料 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 不适应 |
| 尼 龙 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 聚丙烯塑料 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 聚四氟乙烯塑料 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 橡胶(弹性密封) | | | | | |
| 天然胶 | 不适应 | 适应 | 不适应 | 适应 | 不适应 |
| 氯丁胶 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 不适应 |
| 丁腈胶 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 不适应 |
| 丁基胶 | 不适应 | 不适应 | 不适应 | 适应 | 适应 |
| 乙丙胶 | 不适应 | 适应 | 不适应 | 适应 | 适应 |
| 聚氨酯胶 | 适应 | 有限适应 | 不适应 | 不适应 | 有限适应 ^③ |
| 硅胶 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 氟胶 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 其他密封材料 | | | | | |
| 皮革 | 适应 | 不适应 | 有限适应 ^④ | 不适应 | 有限适应 ^⑤ |
| 含橡胶浸渍的基子 | 适应 | 适应 | 不适应 | 不适应 | 有限适应 ^⑥ |

续表

| 材 料 | HM油 抗磨液压油 | HFAS液 水的化学溶液 | HFB液 油包水乳化液 | HFC液 水-乙二醇液 | HFDR液 磷酸酯无水合成液 |
|---|--------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| 过滤材质: | | | | | |
| 醋酸纤维-酚醛型 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 | 适应 |
| 树脂处理 | | | | | |
| 金属网 | 同有关金属 | 同有关金属 | 同有关金属 | 同有关金属 | 同有关金属 |
| 白土 | 适应 | 不适应 | 不适应 | 不适应 | 适应 |
| 注:①青铜的最大铅含量不应超过20%; ②阳极化完全适应,无阳极化铝性能各异; ③通常适应性是可以的,取决于来源; ④取决于浸渍的类型和条件,请向皮革制造厂商问。 | | | | | |

表 2.5-9 各类液压油(液)选择表

| 项 目 种 类 | 矿 物 油 | 水包油乳化液 | 油包水乳化液 | 水-乙二醇 | 磷 酸 酯 | |
|------------|---|---|---|-------------------------------------|--|---|
| 主要用途 | 用于不接近高温热源和明火源的液压系统 按选用品种不同,可用于低、中、高压装置 | 用于泄漏量大,润滑性要求不高的静压平衡油压装置 | 用于泄漏量较大,要求有一定润滑性的单纯油压装置 | 用于运行复杂的油压装置,要求换油期长的装置和室内低温条件下工作的装置 | 用于高压装置,具有复杂线路的装置,具有精密控制伺服机构的装置,高温下操作的装置和维护管理难的装置。 用于操作精细、高温、高压、维护管理难的装置 | |
| 油泵的类型 | | 含水型抗燃液压油用于操作简便的中、低压装置 | | | | |
| 叶片泵 | 可用 | 不能用 | 可用 (最好是滑动轴承) | 可用 (最好是滑动轴承) | 可用 | |
| 齿轮泵 | 可用 | 不能用 | 可用(最好是滑动轴承) | 可用(最好是滑动轴承) | 可用 | |
| 柱塞泵 | 可用 | 不能用 | 不能用 | 可用 | 可用 | |
| 螺杆泵 | 可用 | 不能用 | 可用 | 可用 | 可用 | |
| 往复活塞泵 | 可用 | 不能用 | 可用 | 可用 | 可用 | |
| 选择中的其他参考事项 | 装置部件 材质密封 衬垫材料 | 可用内烯腈橡胶,丙稀酯橡胶,氯丁橡胶,丁腈橡胶,硅橡胶,氟橡胶等,不能用天然橡胶和丁基橡胶 | 无特别要求,对于密封衬垫材料无特别限制 不能用纸、皮革、软木、合成纤维等,对丁基橡胶也有影响 | 不宜用铜、锌与矿物油液压油相同,但不能用纸、皮革、软木、合成纤维等 | 不宜用锌、银、镉、铜 可用天然橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、硅橡胶和氟橡胶等,不能用纸、皮革、软木、合成纤维等 | 最好不用铜 可用乙丙基或丁基橡胶,硅橡胶、氟橡胶和聚四氟乙烯等。 不能用矿物油所用的材料,某些塑料也不行。 |
| 涂 料 | 无特殊要求 | 最好不用 | 最不能用 | 某些油漆不适用,一般用于矿物油的涂料都不适用。可用环氧树脂-乙烯基涂料 | 能溶解大部分油漆和绝缘材料,故最好不用。可用聚环氧型和聚氨酯型涂料 | |
| 相对价格比 | 中-高 | 最低 | 中-高 | 高 | 最高 | |

2.5.3 粘度等级选用

液压油(液)品种选择确定后,还必须确定粘度等级(即牌号)。粘度等级的选用主要取决于液压系统的实际工作温度和冷启动温度,也与所用泵的类型、压力等有关。

(1) 按工作温度选择粘度等级

液压系统应按实际运行工作温度选择液压油的粘度等级。如表 2.5-4 所示,液压系统的实际工作温度

比室内温度高出 15~25℃,在温带室外高出 25~35℃,夏天热带室外能达 50℃。当然工作温度还与油泵类型和大小,连续工作时间长短,油箱容量以及有无冷却系统等有关。

按照泵的类型、额定压力和液压系统工作温度范围可从表 2.5-10 和图 2.5-1 选用液压油的品种和粘度。

为了防止泵的磨损,必须限定运行工作温度下的

表 2.5-10 按工作温度范围选用品种的粘度等级

| 泵 型 | 压 力 | 运动粘度(40℃)/(mm ² /s) | | 适用品种和粘度等级 |
|--|---------|--------------------------------|--------|--|
| | | 5~40℃ | 40~80℃ | |
| 叶 片 泵 | 7MPa 以下 | 30~50 | 40~75 | HM 油, 32, 46, 68 |
| | 7MPa 以上 | 50~70 | 55~90 | HM 油, 46, 68, 100 |
| 螺 杆 泵 齿 轮 泵 径 向 柱 塞 泵 轴 向 柱 塞 泵 | | 30~50 | 40~80 | HL 油, 32, 46, 68 |
| | | 30~70 | 95~165 | HL 油, (中、高压用 HM), 32, 46, 68, 100, 150 |
| | | 30~50 | 65~240 | HL 油, (高压用 HM), 32, 46, 68, 100, 150 |
| | | 40 | 70~150 | HL 油, (高压用 HM), 32, 46, 68, 100, 150 |

注: 5~40℃, 40~80℃均系液压系统工作温度。

最低粘度, 齿轮泵最低粘度通常为 20mm²/s; 叶片泵最低粘度为 12mm²/s, 柱塞泵为 8mm²/s。通常在工作温度时的最低粘度在 13~16mm²/s 为宜。在高压系统(压力大于 30.0MPa)工作温度比低压高 10℃, 为减少泵的内泄漏, 提高容积效率、减少功率损失, 工作粘度最好在 25mm²/s 左右。

(2) 按启动温度选用品种和粘度等级

按启动温度选用液压油的品种和粘度等级, 对于野外操作, 尤其是用于寒区和严寒区的液压设备特别重要。

液压油的低温性能包括低温流动性、低温启动性和低温泵送性。低温流动性常用倾点表示, 是指液压油能够流动的最低温度, 但它与液压泵在低温下是否能启动和泵送无相关性。低温启动性是指油泵在低温下能克服启动阻力, 使液压泵迅速启动。低温泵送性是指液压泵启动后, 在负压下使液压油吸入油泵, 通过管道按规定流量泵回油箱, 按实际泵送流量计算出的泵送效率越高, 能泵送的温度越低, 这表明液压油的低温泵送性越好。因而低温启动性和低温泵送性能真实反映液压油的低温性能, 在规格标准中常用运动粘度

到 1500mm²/s 时的温度表示。温度越低表示低温性能越好。因而在寒区或严寒区冬季野外操作的液压设备, 一般选用对低温泵送有要求的 HV 油和 HS 油品种(见表 2.4-6), 而不能选 HL 或 HM 油, 并按实际要求选择各种不同的粘度等级。

国外液压泵公司一般都规定了液压泵冷启动时液压油的最大粘度(见表 2.5-11)。此外, 日本规定寒区工程机械启动时要求油的最大粘度为 500mm²/s, 前苏联规定(ГОСТ 14892)对于齿轮泵为 1400~1600mm²/s, 柱塞泵为 1000~1200mm²/s, 叶片泵为 600~800mm²/s。

我国对不同类型液压泵满足运行的最高吸入粘度的参考指标是: 齿轮泵为 2,000mm²/s, 柱塞泵为 1000mm²/s, 叶片泵为 500~700mm²/s。经过进口 MARK-36、KAMAZ 5511、RABA 自卸车和国产 BJ317、374 自卸车、ZL-40 装载机使用试验表明: L-HM22、32 液压油温 -24℃ 以上启动容易, 在环境温度 -30℃ 以上液压、举升、转向操作灵活; L-HS 液压油在油温 -31.5℃ 以上启动容易, 在环境温度 -43℃ 以上液压、举升、转向操作灵活。

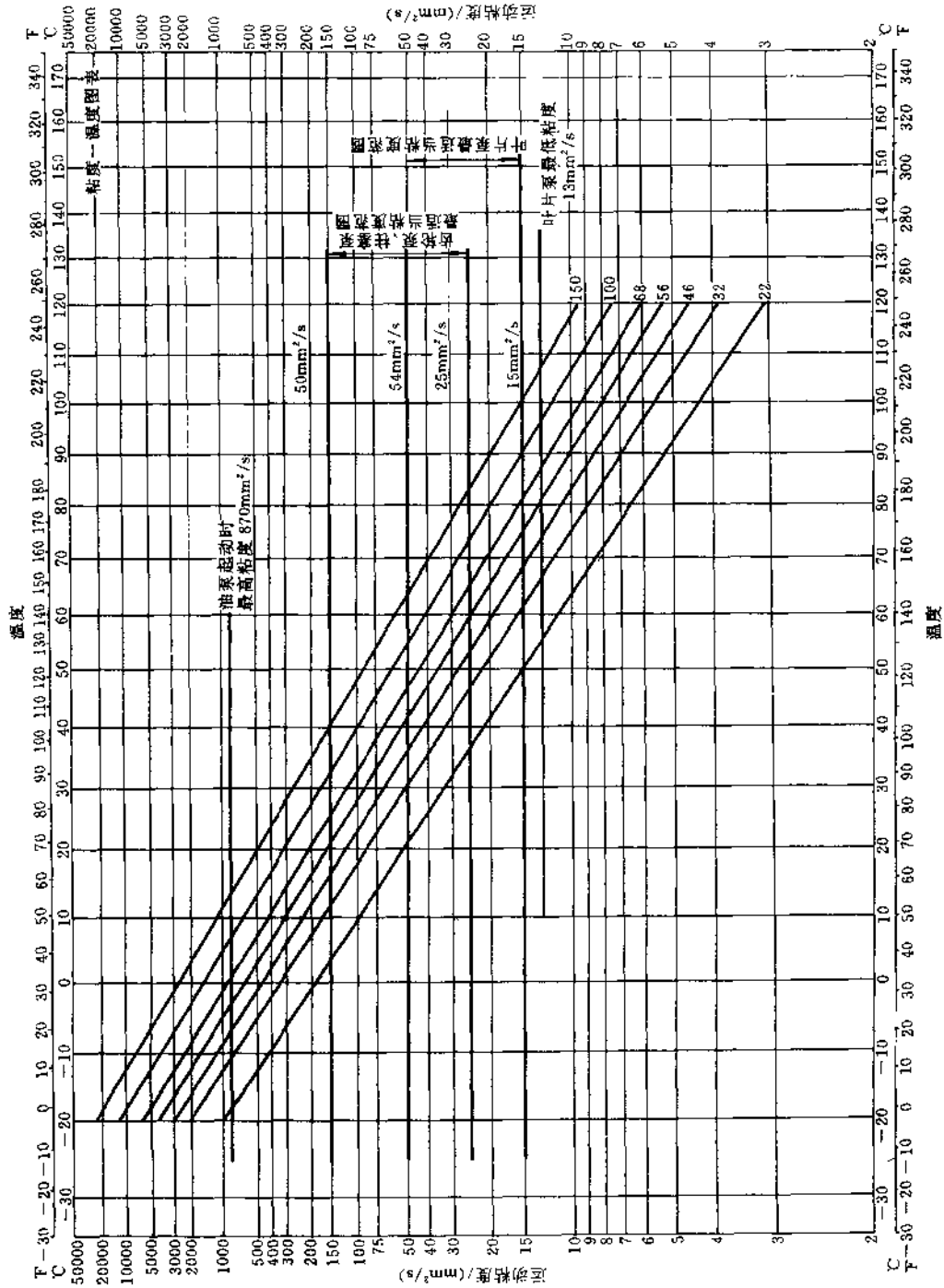


图 2.5-1 各种液压油泵出油粘度范围

表 2.5-11 液压油泵的最大使用粘度

| 油泵公司 | Denison | | Eaton | General signal | 国外某商业标准 |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | 柱塞泵 | 叶片泵 | 重负荷泵 | 齿轮泵 | 齿轮泵 |
| 运动粘度 (赛氏粘度) | mm ² /s (Say·s) | mm ² /s (Say·s) | mm ² /s (Say·s) | mm ² /s (Say·s) | mm ² /s |
| 冷启动最大粘度 | 1618 (7500) | 1618 (7500) | 2158 (9600) | 864 (4000) | 1620 |
| 全功率时最佳粘度 | 162 (750) | 108 (500) | — | — | — |
| 运转时最佳粘度 | 30 (140) | 30 (140) | — | — | 21 |
| 全功率时最小粘度 | 10 (60) | 10 (60) | — | — | 7.5 |

注:① 在低压、低速和低流量下冷启动,直至油温上升后方可进入全负荷运转。
② 控制阀在操作时的最大粘度为 647mm²/s(3000Say·s),最小粘度为 3mm²/s(36Say·s)。

2.5.4 液压油(液)的更换

合理选用液压油(液)仅是液压设备正常工作的起点,在系统运行过程中,应及时监测液压油(液)的性能变化,确保及时换油,以延长液压系统的使用寿命,避免因工作介质引起系统故障,甚至发生事故。

液压油(液)的使用寿命(即换油期)因液压油(液)品种、工作环境和系统运行工况不同,而有较大差异,当选油合理,油品质量优良,对液压系统和液压油(液)具备良好的维护和管理,则换油期可以大大延长。

在长期工作过程中,由于水、空气、杂质和金属磨

损物的进入,在温度、压力、剪切作用下,液压油(液)会出现颜色变深、浑浊,有沉淀,酸值增加,抗乳化性和抗泡沫性变差,粘度增加(加有增粘剂的油品还会粘度下降),热安定性和氧化安定性劣化,出现胶状聚合物和油泥等。为了确保液压系统正常运转,我国已制定了 SH/T 0476-92 L-HL 液压油换油指标和 SH/T 0599-94 L-HM 液压油换油指标。当运行中的液压油已超出规定的技术要求(见表 2.5-12,表 2.5-13)则已达到了换油期,应及时更换工作介质。

表 2.5-12 L-HL 液压油换油指标(SH/T 0476-92)

| 项 目 | 换油指标 | 试验方法 |
|-----------------|---------|-----------|
| 外 观 | 不透明或浑浊 | 目 测 |
| 40℃ 运动粘度变化率/(%) | 超过 ±10 | 本标准 3.2 条 |
| 色度变化(比新油),号 | 等于或大于 3 | GB/T 6540 |
| 酸 值/(mgKOH/g) | 大于 0.3 | GB/T 264 |
| 水 分/(%) | 大于 0.1 | GB/T 260 |
| 机械杂质/(%) | 大于 0.1 | GB/T 511 |
| 铜片腐蚀(100℃,3h),级 | 等于或大于 2 | GB/T 5096 |

表 2.5-13 L-HM 液压油换油指标(SH/T 0599 94)

| 项 目 | 换油指标 | 试验方法 |
|---|-------------------|---------------|
| 40℃运动粘度变化率/(%) | 超过 +15 或-10 | GB/T 265, 经计算 |
| 水分/(%) | 大于 0.1 | GB/T 260 |
| 色度增加(比新油), 号 | 大于 2 | GB/T 6540 |
| 酸值 降低/(%) | 超过 35 | GB/T 264, 经计算 |
| 或增加值/(mgKOH/g) | 大于 0.4 | |
| 正戊烷不溶物/(%) | 大于 0.10 | GB/T 8926 A法 |
| 铜片腐蚀(100℃, 3h), 级 | 大于 2a | GB/T 5096 |
| 注: 允许采用 GB/T 511 方法, 使用 60~90℃石油醚作溶剂, 测定试样机械杂质。 | | |

2.5.5 引进设备选用国产液压油(液)

由于液压技术的迅速发展和广泛应用, 在进口设备中大量装备着各种液压设备, 并在设备说明书中分别推荐用许多不同的液压油(液)作工作介质。因而用户常常咨询是否可用国产液压油(液)代替国外液压油(液)问题。

如前所述, 我国 GB/T 7631.2-87 关于液压油(液)品种分类和 GB/T 3141-94 有关液压油(液)粘度分类分别与 ISO 6743/4:1982 和 ISO 3448:92 相一致。我国 GB11118.1-94 矿物油型和合成烃型液压油产品质量标准与法国国家标准 NF·E48-603-1983 和美国 DENISON 液压泵制造公司标准 HF-0-1983 相当。此标准与国际标准组织最新发布的 ISO 11158:97 和美国材料试验学会新制定的 ASTM D 6158-97 矿物油液压油标准相比, 在技术要求上基本相同。我国以国际通用的液压油(液)产品质量水平作为开发目标, 历经 20 多年的产品研制, 迄今已经生产出质量水平与国际上一致的成系列液压油(液)产品, 并且这些液压油(液)的类别、品种、牌号、名称在国际

上有共同语言, 在质量技术的表达方式上也是国际通用的。

我国现有液压油(液)产品与国外主要大型油品公司产品牌号的对应关系见表 2.5-14 和表 2.5-15。

由于液压油(液)类产品在品种和粘度牌号上日趋国际标准化, 液压设备用油大多可从表 2.5-14 中找到国内对应的油品。如果某些液压设备推荐用油未在表内, 而示明了国际通用的品种牌号, 则仍可套用国内产品。如果在产品保养说明书中未予推荐, 则按 2.5.1-2.5.4 从工作温度、工作压力、工况等选用。

需注意: ① 如果推荐用 HV 油, 而此液压设备应用于冬季气温在 -5℃ 以上的我国南方地区, 并不要求低温性能, 则所采用国产 HM 油为宜; 相反, 如设备推荐用 HM 油, 而实际用于我国北方野外地区, 则改用 HV 油, 甚至 HS 油。② 如推荐用油性能界于二个质量档次之间, 则选高一档次为宜。③ 需要特别注意引进液压系统的结构、材料和有关参数, 对含有青铜部件和镀银部件在选用 HM 油时要特别慎重。

表 2.5-14 矿物油型液压油国内外产品对照表

| ISO 6743/4 分类 | ISO VG | 中 国 GB 11118.1-94 | 美 国 | | | | |
|------------------|------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | | 加德士公司 | 埃索公司 | 海湾公司 | 美孚公司 | 德士古公司 |
| IH | 15 | | Regal oil 15 | Nuray 15 | Security 15 | Ambrex E | Regal oil 15 |
| | 32 | | Regal oil 32 | Nuray 32 | Security 32 | Ambrex Light | Regal oil 32 |
| | 46 | | Regal oil 46 | Nuray 46 | Security 46 | Ambrex medium | Regal oil 46 |
| | 68 | | Regal oil 68 | Nuray 68 | Security 68 | Ambrex 30 | Regal oil 68 |
| | 100 | | Regal oil 100 | Nuray 100 | Security 100 | Ambrex 50 | Regal oil 100 |
| HL | 32 | 32 HL 液压油 | Rando oil R & O 32 | Teresso32 | Gulf Harmony 32 | D. T. E. oil light | Rando oil R and O 32 |
| | 46 | 46 HL 液压油 | Rando oil R & O 46 | Teresso46 | Gulf Harmony 46 | D. T. E. oil medium | Rando oil R and O 46 |
| | 68 | 68 HL 液压油 | Rando oil R & O 68 | Teresso68 | Gulf Harmony 68 | D. T. E. oil Heavy medium | Rando oil R and O 68 |
| | 100 | 100 HL 液压油 | Rando oil R & O 100 | Teresso100 | Gulf Harmony 100 | D. T. E. Heavy (N80) | Rando oil R and O 100 |
| HM | 22 | 22 抗磨液压油 | Rando oil HD 22 | Nuto H 22 | Harmony 22 AW | D. T. E22 | Rando oil HD 22 |
| | 32 | 32 抗磨液压油 | Rando oil HD 32 | Nuto H 32 | Harmony 32 AW | D. T. E24 | Rando oil HD 32 |
| | 46 | 46 抗磨液压油 | Rando oil HD 46 | Nuto H 46 | Harmony 46 AW | D. T. E25 | Rando oil HD 46 |
| | 68 | 68 抗磨液压油 | Rando oil HD 68 | Nuto H 68 | Harmony 68 AW | D. T. E26 | Rando oil HD 68 |
| | 100 | 100 抗磨液压油 | Rando oil HD 100 | Nuto H 100 | Harmony 100 AW | D. T. E27 | Rando oil HD 100 |
| HV | 150 | 150 抗磨液压油 | Rando oil HD 150 | Nuto H 150 | Harmony 150 AW | | Rando oil HD 150 |
| | 22 | 低温液压油 HV22 | Rando oil AZ | Univis 32 | Paramount 22 | D. T. E. 11 | Rando oil HD AZ 32 |
| | 32 | 低温液压油 HV32 | | Univis 46 | Paramount 32 | D. T. E. 13 | |
| | 46 | 低温液压油 HV46 | | Univis 68 | Paramount 46 | D. T. F. 15 | |
| HG | 68 | 低温液压油 HV68 | Rando oil CZ | | Paramount 68 | D. T. F. 16 | Rando oil HD CZ 68 |
| | 32 | 液压-导轨油 32 | RPM Vistac oil 32X | Powerflex DP 32 | Gullstone 10 | Vactra 1 | Metal oil II 150 |
| | 68 | 液压-导轨油 68 | RPM Vistac oil 100X | Teresso V 32 | Gullstone 30 | Vactra 2 | |
| 150 | 液压-导轨油 150 | RPM Vistac oil 150X | Powerflex DP 68 Teresso V 79 | | Etma 3 | | |

续表

| ISO 6743/4 分类 | ISO VG | 中 国 GB11118.1-94 | 英 国 | | | 法 国 | | | 德国克虏伯公司 |
|------------------|--------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------------------|---------|
| | | | 英国石油公司 | 卡斯特罗公司 | 壳牌公司 | 爱尔菲公司 | 道达尔公司 | | |
| HI | 15 | Energol EM 10 | Hyspin VG 15 | Vitrea 15 | Spinelf 7 | | | Crucolan 10 | |
| | 32 | Energol CS 32 | Hyspin VG 32 | Vitrea 32 | Albarron 34 | | | Cortis 32 | |
| | 46 | Energol CS 46 | Hyspin VG 46 | Vitrea 46 | Albarron 55 | | | Cortis 46 | |
| | 68 | Energol CS 68 | Hyspin VG 68 | Vitrea 68 | Albarron 55 | | | Cortis 68 | |
| | 100 | Energol CS 100 | Hyspin VG 100 | Vitrea 100 | Turbelf 100 | | | Cortis 100 | |
| HLP | 32 | Energol HL 32 | Perfecto T32 | Turbo 32 | Elf Misola 32 | | | Forminol DS23K | |
| | 46 | Energol HL 46 | Perfecto 46 | Turbo 46 | Elf Misola 46 | | | Preslia 46 | |
| | 68 | Energol HL 68 | Perfecto 68 | Turbo 68 | Elf Misola 68 | | | Preslia 68 | |
| | 100 | Energol HL 100 | Perfecto 100 | Turbo 100 | Elf Misola 100 | | | Preslia 100 | |
| | | | | | | | | | |
| HM | 22 | Energol HLP 22 | Hyspin AWS 22 | Tellus 22 | Elfolna HMD 32 | | | Azolla ZS 22 | |
| | 32 | Energol HLP 32 | Hyspin AWS 32 | Tellus 32 | Elfolna HMD 46 | | | Azolla ZS 32 | |
| | 46 | Energol HLP 46 | Hyspin AWS 46 | Tellus 46 | Elfolna HMD 68 | | | Azolla ZS 46 | |
| | 68 | Energol HLP 68 | Hyspin AWS 68 | Tellus 68 | | | | Azolla ZS 68 | |
| | 100 | Energol HLP 100 | Hyspin AWS 100 | Tellus 100 | | | | Azolla ZS 100 | |
| | 150 | Energol HLP 150 | Hyspin AWS 150 | Tellus 150 | | | | Azolla ZS 150 | |
| HV | 22 | Energol SHF 22 | Hyspin A WH 22 | Tellus T 22 | Elfolna HM22 | | | Isosflex PBP 44K | |
| | 32 | Energol SHF 32 | Hyspin A WH 32 | Tellus T 32 | Elfolna HM32 | | | Equavis ZS 32 | |
| | 46 | Energol SHF 46 | Hyspin A WH 46 | Tellus T 46 | Elfolna HM46 | | | Equavis ZS 46 | |
| | 68 | Energol SHF 68 | Hyspin A WH 68 | Tellus T 68 | Elfolna HM68 | | | Equavis ZS 68 | |
| IIG | 32 | Energol GHL 32 | Magna GC 32 | Tonna oil T 32 | Elf Hydriess 32 | | | Drosera MS 32 | |
| | 68 | Energol GHL 68 | Magna HL 68 | Tonna oil T 68 | Elf Hydriess 68 | | | Drosera MS 68 | |
| | 150 | | Magna PM 100 | Tonna oil T 150 | | | | Drosera MS 150 | |

续表

| ISO 6743/4 分类 | ISO VG | 中 国 GB11118.1-94 | 日 本 | | | | | |
|------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | | 意大利石油公司 | 日石公司 | 出光公司 | 丸善公司 | 大协公司 | 三菱公司 |
| IH | 15 | | SIC 15 | FBK oil 32 | ダフニ-メカニツクオイル32 | | ハイオールプロハ105 | Diamondlube RO 15 |
| | 32 | | SIC 35 | FBK oil 46 | ダフニ-メカニツクオイル46 | ツバソPE90 特タ-ペン油 | ハイオールプロハ150 | Diamondlube RO 32 |
| | 46 | | SIC 45 | FBK oil 68 | ダフニ-メカニツクオイル68 | ツバソEPI40 特タ-ペン油 | ハイオールプロハ215 | Diamondlube RO 46 |
| | 68 | | SIC 55 | FBK oil 100 | ダフニ-メカニツクオイル100 | | ハイオールプロハ315 | Diamondlube RO 68 |
| | 100 | | SIC 75 | | | | ハイオールプロハ465 | Diamondlube RO 100 |
| HL | 32 | 32 HL 液压油 | QRM 34 | FBK Lターペン油 | ダフニ-ターペンオイル32 | ツバソEP90 特Aターペン油 | ハイオターペンA90 | ダイヤモンドターペン32 |
| | 46 | 46 HL 液压油 | QRM 54 | FBK Lターペン油 | ダフニ-ターペンオイル46 | ツバソEPI40 特Aターペン油 | ハイオターペンA140 | ダイヤモンドターペン46 |
| | 68 | 68 HL 液压油 | QRM 64 | FBK Lターペン油 | ダフニ-ターペンオイル68 | ツバソEPI80 特Aターペン油 | ハイオターペンA180 | ダイヤモンドターペン68 |
| | 100 | 100 HL 液压油 | QRM 94 | FBK Lターペン油 | ダフニ-ターペンオイル100 | ツバソEP200 特Aターペン油 | ハイオターペンA200 | ダイヤモンドターペン100 |
| HM | 22 | 22 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 22 | Super Hyrando oil 22 | Daphne Hydraulic Fluid 22 | Swalube | | Diamond EP 22 |
| | 32 | 32 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 32 | Super Hyrando oil 32 | Daphne Hydraulic Fluid 32 WR | SwalubeHP 150 | | Diamond EP 32 |
| | 46 | 46 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 46 | Super Hyrando oil 46 | Daphne Hydraulic Fluid 46 WR | SwalubeHP 200 | Pio Hydro 150 | Diamond EP 46 |
| | 68 | 68 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 68 | Super Hyrando oil 68 | Daphne Hydraulic Fluid 68 | SwalubeHP 300 | Pio Hydro 215 | Diamond EP 68 |
| | 100 | 100 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 100 | Super Hyrando oil 100 | Daphne Hydraulic Fluid 100 | SwalubeHP 500 | Pio Hydro 315 | Diamond EP 100 |
| 150 | 150 抗磨液压油 | I.P. Hydrus 150 | Super Hyrando oil 150 | Daphne Hydraulic Fluid 150 | | Pio Hydro 465 | Diamond EP 150 | |
| HV | 22 | 低温液压油 HV22 | Arnica22 | Hyrando S 15 | Daphne Hydraulic Fluid AV | Swaf fluid 100 | Pio - Lube Allpur A 105 | Diamond Hydro Fluid TS 22 |
| | 32 | 低温液压油 HV32 | | Hyrando S 26 | Daphne Hydraulic Fluid 32wR | Swaf fluid 150 | Pio - Lube Allpur A 150 | Diamond Hydro Fluid TS 32 |
| | 46 | 低温液压油 HV46 | Arnica46 | Hyrando 120 | 32SV | Swaf fluid 200 | Pio - Lube Allpur A 215 | Diamond Hydro Fluid TS 46 |
| | 68 | 低温液压油 HV68 | | Hyrando 140 | Daphne Hydraulic Fluid 68SV | Swaf fluid 300 | Pio - Lube Allpur A 315 | Diamond Hydro Fluid TS 68 |
| HG | 32 | 液壓-导轨油 32 | APIG FL OLS 3 | Uni - Way I132 | Daphne Multi Way 32 | Swaf Way H 32 | Pio - Way 32 | Diamond hydro - Way32 |
| | 68 | 液壓-导轨油 68 | APIG OLS | D32 | 32C | Swaf Way H 68 | Pio - Way 68 | Diamond hydro - Way68 |
| | 150 | 液壓-导轨油 150 | | Uni - Way 68 1568 | Daphne Multi Way 68 68C | S 68 | | |

表 2.5-15 国内外难燃液压油产品对照表

| ISO 6743/4 分类 | ISO VG | 中 国 | 美 国 | | | | | 英 国 石 油 |
|------------------|-----------------------------|--|--|---|--|--|-----------|--|
| | | | 美孚公司 | 孟山都公司 | 豪高顿公司 | 施多福公司 | 埃索公司 | |
| HFA | | 水包油液E 支架乳化液 | | | | | | Energol SF A20 |
| HFB | 68 ~ 100 | WOE-80 油包水乳化液 | Pyroguard D | | Houghto safe 5046 | | Imol | Energol SF-BL3 |
| HFC | 32 46 68 | WG38 水-乙二醇液 WG46 水-乙二醇液 | Nyvac No.20 Nyvac No.30 | | Houghto safe 105 Houghto safe 620 Houghto safe 630 | Fyruard 200FR | Imol 1959 | Energol SF-C12 |
| HFDR | 22 32 46 63 100 | 4613-1 磷酸酯液 4614 磷酸酯液 HP-46 磷酸酯液 HP-14 磷酸酯液 | Pydrogard 51 Pydrogard 52 Pydrogard 53 Pydrogard 55 | Pydraul 29ELT Pydraul 50E Pydraul 115E | Houghto safe 1114LT Houghto safe 1117 Houghto safe 1120 Houghto safe 1055 | Fyrquel 90 Fyrquel 150 Fyrquel 220 Fyrquel 300 Fyrquel 550 | Imol S46 | Energol SF-D6300 Energol SF-D6301 Energol SF-D46 |

续表

| ISO 6743/4 分类 | ISO VG | 中 国 | 日 本 | | | | | 壳牌公司 | 卡斯特罗公司 |
|------------------|-----------------------------|--|---|--|--|--|---|--|---|
| | | | 日本石油公司 | 出光兴产公司 | 丸善石油公司 | 共同石油公司 | 昭和石油公司 | | |
| HFA | | 水包油液压 支架乳化液 | | Daphne Fluid7292 | Dromas oil R | | | | |
| HFB | 60 - 100 | WOE - 80 油 包水乳化液 | Hyrando FRE 100 | Daphne Fireproof 301E Daphne Fireproof 300E | | Sonic Hyda E400 Sonic Hyda E500 | 昭石 E - H 100 | Anvol WO 100 | Irus Fluid BLT |
| HFC | 32 46 68 | WG38 水 - 乙二醇液 WG46 水 - 乙二醇液 | Hyrando FRG 32 Ilyrando FRG 46 | Daphne Fireproof SG | Swafluid S Swafluid H | Kyoseki Hydraag | G - w46 | Anvol WG22 Anvol WG46 | Irus Fluid C |
| HFD | 22 32 46 68 100 | 4613 - 磷酸酯液 4614 磷酸酯液 HP - 46 磷酸 酯液 HP - 14 磷酸 酯液 | Hyrando FRP 46 | Daphne Fireproof 220P Daphne Fireproof 300P Daphne Fireproof 470P | Fyrquel 90 Fyrquel 150 Fyrquel 220 Fyrquel 300 Fyrquel 550 | Kyoseki HydraP 32 Kyoseki HydraP 46 | Reolube HYD35 Reolube HYD70 Reolube HYD110 Reolube HYD240 Reolube HYD350 | Anvol PF22 Anvol PE32 Anvol PE46SC | SFR Hydraulic Fluid A SFR Hydraulic Fluid B SFR Hydraulic Fluid C SFR Hydraulic Fluid D SFR Hydraulic Fluid E |