

# 对液压传动车辆油液的正确选择及使用

栾新立<sup>1</sup>, 栾文博<sup>2</sup>

(1. 洛阳拖拉机研究所有限公司, 河南 洛阳 471039; 2. 湖南大学 机汽院, 长沙 410082)

摘要: 对液压油的分类及物理、化学性能及污染物类型做了简单介绍, 主要对液压油的正确选择和使用提出了要求。

关键词: 液压传动油液; 选择; 使用

中图分类号: U473. 5

文献标识码: B

文章编号: 1006-0006(2009)04-0011-03

## Correct Choice and Use of Hydraulic Oil on Hydraulic Transmission Vehicle

LUAN Xin-li<sup>1</sup>, LUAN Wen-bo<sup>2</sup>

(1. Luoyang Tractor Research Institute Co., Ltd., Luoyang 471039, China;

2. College of Mechanical and Automotive Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: The article simply introduces the classification of the hydraulic oil, physical and chemical properties and types of pollutants of the hydraulic oil, gives some request on how to choose and use the hydraulic oil correctly.

Key words: Hydraulic transmission fluid; Choice; Use

车辆上液压技术的应用日益广泛, 液压油的正确选择和正确使用对液压元件发生的故障和使用寿命有很大关系, 因此正确选择和使用液压油就显得非常重要。

### 1 分类

目前液压传动采用的液压油主要有两大类: 一类是矿物型液压油, 一类是不燃或难燃性液压油。

矿物油主要成分是石油加入各种添加剂(抗氧化、耐高温)精制而成。其润滑性好、腐蚀小、化学安全性较好, 因而被大多数液压系统采用。

不燃或难燃性液压油分高水基液压油和合成型液压油两类: 高水基液压油的主要成分是水, 加入某些防锈、润滑等添加剂, 其价格便宜、不怕火, 其缺点是润滑性差、腐蚀性大及适用温度范围小, 故只在液压机(水压机)上使用; 合成型液压油是多种磷酸酯和添加剂用化学方法合成, 国内研制成功 4611、4602-1 等品种, 其润滑性较好、凝固点低、防火性能好, 适用于对防火有特殊要求的场合。

### 2 物理化学性能

#### 1) 密度和重度

对于均质的液压油来说, 单位体积所具有的质量叫做密度, 单位体积所具有的重量叫做重度。

$$= m/V \quad (\text{kg/m}^3) \quad (1)$$

$$= g \quad (\text{N/m}^3) \quad (2)$$

式中  $m$ ——液体质量, kg

$V$ ——液体体积,  $\text{m}^3$

$g$ ——重力加速度,  $\text{m/s}^2$

液体的密度和重度都随温度和压力的变化而变化, 随压力的变化体现在液压油的压缩性。压缩性是指液体所受的压力每增加一个单位压力时其体积的相对变化量。在实际中如果液压油中混入一

定量的处于游离状态的气体, 会使实际的压缩性显著增加, 也就是使液体的弹性模量降低。随温度的变化体现在液压油的热胀、冷缩性, 但是在一般条件下, 温度和压力引起的密度和重度变化很小, 可近似认为固定不变。

#### 2) 粘性

液压油在流动过程中, 其微团间因有相对运动而产生内摩擦力。流动液体内部产生粘性内摩擦力的这种性质称为粘性。粘性是流体固有的属性, 但只有在流动时才呈现出来。静止流体不呈现出粘性, 粘性是液压油最重要的特性之一。

粘性的度量用粘度来表示。粘度是流体流动的缓慢程度的度量。当粘度较低时, 液体较稀很容易流动, 难流动的液体有较高的粘度。

液体粘度表示方法常用动力粘度、运动粘度和条件粘度三种形式。

#### (1) 动力粘度

根据牛顿内摩擦定律而导出的粘性单位叫动力粘度, 通常用  $\mu$  表示。动力粘度的单位为帕·秒 ( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ), 即  $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 。

#### (2) 运动粘度

由于许多流体力学方程中出现有动力粘度与液体密度的比值, 于是流体力学中把同一温度下这一比值定义为运动粘度, 以  $\nu$  表示。即

$$= \mu/\rho \quad (\text{m}^2/\text{s}) \quad (3)$$

#### (3) 条件粘度<sup>[1]</sup>

条件粘度是指在规定条件下可以直接测量的粘度。根据测定条件的不同, 各国采用的条件粘度单位不同, 美国用赛氏粘度  $SSU$ ; 英国用雷氏粘度  $R$ ; 我国、德国和原苏联用恩氏粘度  $\eta_{\text{e}}$ 。恩氏粘度是被测液体与水的粘性的相对比值, 它用恩氏粘度计来测量, 其测定办法是在某个标准温度  $T$  下, 将被测试液体  $200 \text{ cm}^3$  装入恩氏粘度

计的容器中,测定这些液体经容器底部小孔(直径 $\phi 2.8\text{ mm}$ )流尽的时间 $t_1$ ,又在20℃时将200 $\text{ cm}^3$ 蒸馏水装入恩氏粘度计的容器中,测出这些水经底部小孔流尽的时间 $t_2$ 。时间 $t_1$ 和 $t_2$ 的比值就是被试液体在该温度 $T$ 下的恩氏粘度。

$$\mathcal{E}_T = t_1 / t_2 \quad (4)$$

工业上一般用20、50和100℃作为测定恩氏粘度的标准温度,并相应的以符号 $\mathcal{E}_{20}$ 、 $\mathcal{E}_{50}$ 、 $\mathcal{E}_{100}$ 来表示。而一般以50℃作为测量标准温度。

#### (4)温度对粘性的影响

液压油的粘性对温度十分敏感,在低温范围内表现得特别强烈。液压油的粘温特性表现为温度升高粘性降低。油液粘性变化会直接影响液压系统的工作性能,因此希望液压油的粘性随温度的变化越小越好。油温在20~80℃范围内,粘温关系可用如下经验公式表示

$$\mu = \mu_0 e^{-\alpha(t-t_0)} \quad (5)$$

式中, $\mu$ 、 $\mu_0$ 分别为温度在 $t$ 和 $t_0$ 时该油液的动力粘度; $\alpha$ 为取决油液物理性能的粘温系数,对矿物系液压油可取 $\alpha = 1.8 \sim 3.6 \times 10^{-2} (\text{ }^\circ\text{C})^{-1}$ 。

液压油的粘性随温度变化而变化的程度可用粘度指数来衡量。它表示被试油液的粘性随温度变化与标准液压油的粘性随温度变化的程度之间的相对比较值。粘度指数越大的液压油其粘性随温度的变化越小,即粘温特性好。

目前,液压油的粘度指数一般要求在90以上,优良的在100以上。

### 3 液压油的选择

#### 1) 液压系统对工作油的要求

(1)具有适当的粘度和粘温特性。其粘度应能使系统的漏损和摩擦之功率损失总和为最小,且使系统的优良工作性能不受温度变化的影响。一般液压系统所用液压油的粘度大多在2 $\mathcal{E}_{50}$ 和8 $\mathcal{E}_{50}$ ,液压油的粘度指数要求在90以上,有的在100以上。

(2)具有良好的润滑性和足够的油膜强度,使系统中的各摩擦表面获得足够的润滑而不致破坏。

(3)热膨胀系数低、比热高、闪点和燃点高。一般液压油闪点在130~150℃之间。

(4)具有良好的化学稳定性,能抗氧化、抗水解,在贮存和使用过程中不易变质。

(5)不含有蒸汽、空气及容易气化的杂质,否则会产生气泡。气泡是可压缩的,而且在其突然被压缩时会放出大量的热,造成局部过热,使周围油液迅速氧化变质。气泡还是产生剧烈振动的主要原因之一。

(6)不含有水溶性酸和碱等,以免腐蚀机件和管道,破坏密封装置。

#### 2) 液压油的选择

液压传动一般常采用矿物油,在选择液压油时,除了按缸、泵、阀等元件出厂规定以外,一般可作如下考虑:

(1)液压油的粘度选择应考虑环境温度的高低及变化情况。环境温度高时,应选用粘度较高的液压油;反之,应选用粘度较低的液压油。例如在寒冬时使用粘度较低的液压油,而在盛夏使用粘度较高的液压油。

(2)考虑液压系统中工作压力的高低。通常压力高时宜选用粘度高的液压油,因为高压时的泄漏问题比克服粘阻问题更为突出。在工作压力低时,则以选用低粘度的液压油。

(3)考虑运动速度的高低。当工作装置运动速度很高时,油液速度也很高,液压损失随之增加,而泄漏量相对减少,故宜选用粘度较低的液压油;反之,当油液速度低时,泄漏量相对增大,将对工作机构的运动速度产生影响,应选用粘度较低的液压油。

除了对上述方面需要综合考虑外,还应考虑粘度对传动效率、润

滑和密封等方面的影响。

当无适当的液压油时,可用两种不同粘度同类液压油按一定比例调和来解决。

#### (4) 液压传动车辆中液压系统常用的液压油有以下几种:

柴油机油——油中加有抗氧化、防腐蚀和去垢剂,润滑性能较好,粘度指数高。在液压传动车辆液压系统中,夏季常用11号,冬季常用8号。

抗磨液压油——分普通抗磨液压油、L-HL液压油、L-HM液压油、L-HV液压油、L-HS液压油、高压抗磨液压油。其具有良好的抗磨、抗氧、防锈、抗泡等性能。根据不同的环境温度和压力等级选用不同的液压油。

低凝液压油——按50℃粘度等级分为20号、30号、30D、40号4个牌号。该系列产品外观呈蓝色透明液体,有优良的低温性能,高的粘度指数和良好抗磨、抗氧化、防锈、消泡等性能。工作时泡沫少,声音小。

汽轮机油——具有较高的抗氧化性、抗乳化性,比机械油纯净,用于要求较高的液压系统中。

### 4 液压系统的污染物

污染物可分为污染物质和污染能量两大类。

污染物质根据其存在的状态可分为固态、液态和气态3种类型。固态污染物常以颗粒状存在于液压系统油液中,主要来源是元件加工和装配过程中残留的金属切屑、焊渣、型砂以及其他机械杂质和元件运转中产生的磨屑和锈蚀剥落物以及油液氧化和分解产生的沉淀物,或从外界侵入的尘埃和各种杂质;液态污染物主要是外界侵入系统的水;气态污染物主要是空气。

污染能量主要包括静电、磁场、热能、放射线等。

以上各种类型的污染中,尤以固体颗粒物的危害最大。降低油液中固体颗粒含量,是液压系统污染控制的一项主要内容。

### 5 液压系统设计的注意事项

#### 1) 油箱结构设计

(1)油箱设计应考虑内部怎样清洗,清洗口应留在用手能伸入油箱内摸到油箱内的任何位置处,以便油箱内部清洗干净;在油箱内部一定要焊隔板,将吸油区与回油区隔开,使回油从油箱回油区向吸油区缓慢绕行流动,并尽量延长流动时间,使杂物沉淀在回油区;油箱底部应设计成斜底,放油塞设置在最低位置,以便能放净油箱中的油液和渣物。

(2)油箱清洗干净后,所有盖要封闭严密,不准灰尘、切屑等杂物进入油箱。

(3)在油箱的注油口应设置空气滤清器,往油箱注油时,不准将滤网取下倒油,并应先吧滤网清洗干净后再注油,注油完毕后应将盖子盖好。盖子上的通气孔要常清洗,使其通畅,确保油泵吸油正常。

(4)对自吸能力较差的柱塞泵在油箱上盖应设置预压装置,使油箱内的压力高于大气压0.05 MPa,油在压力作用下,涌到泵口,降低泵口真空度,减少泵的磨损。

#### 2) 滤清装置

滤清器是滤除油中杂质颗粒的元件,如果滤清器选用、安装不当,就起不到应有的滤除效果,因此,不仅要合理选用滤清精度,而且要合理地安置过滤器。

(1)在泵的吸油口安置吸油过滤器,防止大颗粒杂物吸入泵内。吸油滤应水平放置在油箱中,离油箱底部要有足够的距离,以免造成底部杂质吸附在滤芯表面,增大吸油阻力,产生吸空现象,其过滤精度一般为150~200 $\mu\text{m}$ 。

(2)在压力管路或在精密元件(调速元件、伺服阀、比例阀)前应安置精密过滤器,以确保经过元件的油液污染度控制在要求的范围内。

(3)对流量较大的液压系统,可在回油总管道上安装回油滤清器,并可利用油冷却系统作为独立的旁路滤清系统,强制式地对油进行滤清,起到双重作用,既冷却,又滤清。

### 3) 液压管路设计

(1)液压管路设计应避免直角弯,一是为了便于管路内部清洗干净,二是可减少局部损失,减少发热。

(2)用卡箍夹紧的橡胶管,可根据管径大小选用不同类型的卡箍,必要时采用双卡箍夹紧,避免管道进气,油气混合会造成“气泡”、“气蚀”现象。

(3)管接头的密封应可靠,一般系统压力超过 20 MPa 时,应选用优质的密封圈。必须泄露在野外维修时,应避免造成液压油的污染,导致系统不能正常工作。

(4)在图纸技术要求中,对清洗干净的管子存放或运输时应按规定,注明:对管子油口都要加堵头或塑料布密封,防止脏物侵入。

## 6 液压油的正确使用

为确保液压系统工作正常、可靠和寿命长的要求,必须采取有效措施控制油液的污染。

### 1) 控制工作油的温度<sup>[2]</sup>

液压系统油温过高会给液压系统带来不利影响:

(1)油液粘度下降,使运动部位油膜破坏,摩擦阻力增大,引起系统发热,使系统泄漏增加,执行元件运动速度不稳定,整个系统效率显著下降;

(2)油温过高,引起热膨胀,使不同材料的运动副之间的间隙发生变化,造成动作不灵或卡死,使工作性能和精度降低;

(3)当油温超过 55℃ 时,油液氧化加剧,使用寿命缩短,据有关资料介绍,当油温超过 55℃ 时,油温每升高 9℃,油的使用寿命要缩短一半,因此,对不同用途和不同工作条件的液压传动车辆,应有不同的允许工作油温。

### 2) 合理选择滤油器精度

为了保持油的清洁,控制油的污染度,要根据系统和元件的不同要求。分别在泵的吸油口、压力管路、回油管路等处,按照要求的过滤精度设置滤油器,控制油液中的颗粒污染物,使液压系统性能可靠、工作稳定和寿命长。滤油器过滤精度一般按系统中对滤油精度敏感性最强的元件来选择。

### 3) 应定期提取油样分析和滤清<sup>[3]</sup>

应定期定量提取油样,检查单位体积油样中颗粒的大小和数量或称重量。对正在工作的油液也应作定性定量分析,以便确定油液是否需要更换。

#### (1) 取油样时间

严格按照规定换油周期换油,可在换油前一周对液压传动车辆正在使用的油液进行取样化验。

(2)取油样时,首先要把装油容器清洗干净,不准使用脏的容器,以确保化验数据准确,具体取油样的方法如下:

液压系统不工作时(即在静止状态下),可分别在油箱的上部、中部和下部各取相同数量的油样,混合搅拌后进行化验;

液压系统正在工作时,可在系统的总回油管口取油样;

化验时所需要的油样数量,一般为 300 ~ 500 mL/次。

### (3) 油液滤清与使用

油液使用寿命或油液更换周期取决于很多因素,其中包括液压传动车辆使用的环境条件、液压系统油液的过滤精度和液压系统油液允许的污染等级等因素。由于油液使用时间过长,油、水、灰尘和金属磨损物等会使油液变成含有多种污染物的混合液,若不更换和过滤,将会影响系统正常工作,并导致事故。

滤清是控制油液污染的重要手段,它是一种强迫滤出油中杂质颗粒的方法。油液经过多次强迫滤清,能使杂质颗粒控制在要求的等级范围内,以保证油液的清洁度。

### 4) 判断更换液压油的方法

对液压传动车辆的液压系统是否换油取决于油液被污染的程度,目前有 3 种换油方法:

(1)目测换油法。它是凭维修人员根据经验和目测到的一些油液常规状态的变化(如油液变黑、变脏、发臭、变成乳白色等),决定是否换油。

(2)定期换油法。根据《产品使用说明书》要求的换油周期,到期就进行更换。

(3)取样化验法。定期对油进行取样化验,测定必要的项目(如粘度、酸值、水分、颗粒大小和含量以及腐蚀等)和指标,按油质的实际测定值与规定的油液劣化标准进行对比,确定油液该不该换。取样时间:对液压传动车辆液压系统应在换油周期前一周进行,化验结果应纳入技术档案。

此外换油时要注意清洁,防止脏物侵入油箱及液压系统。油品不能混合和换错,应按下列要求:

更换的新油或补加的油必须是本系统所规定使用的油,并经过化验确认其油质达到规定的性能指标,才能加入。

为保持新油的清洁,换油时要将油箱内部及主要管道内的旧油放完,并把油箱、过滤网、软管清洗干净。加油时油液必须经过过滤。对已疲劳损坏的滤网应更换。

加入的油量要达到油箱油标线位置。加油方法是先加油至油箱最高油标线,给油泵排气,然后启动机器,使油泵低速运转,安全缓慢的作各种动作,使油充满系统各管道和执行元件,再加油至油箱的油标线。

## 7 结束语

随着世界性资源的紧缺,延长液压油使用寿命,节约使用成本,提高使用效率和寻找、研究替代性能源等问题将开始重点研究。但目前要提高液压传动车辆的可靠性,延长使用寿命,就必须首先正确的选择和使用液压油。

### 参考文献:

- [1] 许福玲,陈尧明. 液压与气动传动 [M]. 北京:机械工业出版社,1996
- [2] 朱齐平. 进口液压传动车辆使用手册 [M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2001.
- [3] 栾新立,栾文博. 液压系统热平衡计算和冷却方式的设计 [J]. 拖拉机与农用运输车,2008,35(1):59~63

(编辑 郭聚臣)

(上接第 10 页)

### 参考文献:

- [1] 李伟光,王元聪. 汽车动力转向系统新技术 [C]// 全国自动化新技术学术交流会议论文集(一). 南京:全国自动化新技术学术交流会议,2005
- [2] 施国标,林逸,张昕. 动力转向技术及其发展 [J]. 农业机械学报,2006(10):179~182

- [3] 于蕾艳,林逸,施国标. 汽车线控转向技术概述 [J]. 农业装备与车辆工程,2007(5):6~9
- [4] 陈平. 基于线控技术的主动转向与差动制动集成控制研究 [D]. 长春:吉林大学,2007.

(编辑 姜洪君)