



# 液压传动概述



第 1 章微课视频

## 1.1 液压传动技术的发展状况

1648 年法国物理学家布莱士·帕斯卡提出静压传动原理,1795 年英国制成世界上第一台水压机。然而,在工业上,液压传动直到 20 世纪 30 年代才得到真正的使用推广。

在第二次世界大战期间,战争对反应快、精度高、功率大的液压传动装置的迫切需要推动了液压技术的发展;战后,液压技术迅速转向民用,在机床、工程机械、农业机械、汽车等行业中逐步得到推广。20 世纪 60 年代以后,随着核能技术、空间技术、计算机技术的发展,液压技术也得到了很大发展,并渗透到各个工业领域。当前液压技术正向着高压、高速、大功率、高效率、低噪声、长寿命、高度集成化、复合化、小型化及轻量化等方向发展;同时,新型液压元件和液压系统的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助测试(CAT)、计算机直接控制(CDC)、机电一体化技术、计算机仿真和优化设计技术、可靠技术以及污染控制等方面,也是当前液压技术研究和发展的方向。

我国的液压工业开始于 20 世纪 50 年代,液压元件最初应用于机床和锻压设备,后来被用于拖拉机和工程机械。1964 年,我国从国外引进一批液压元件,同时自行设计液压产品,20 世纪 80 年代以来,我国的液压技术水平有了很大的提高,我国的液压元件生产已从低压到高压形成系列,并在各种机械设备上得到了广泛的应用。

## 1.2 液压传动的工作原理分析

液压传动是以液体(通常是油液)为工作介质,利用油液压力来实现各种机械传动和控制的一种传动方式。液压传动利用各种元件组成所需要的各种控制回路,再由若干回路组合构成能完成一定控制功能的传动系统,以此进行能量的传递、转换及控制。

### 1.2.1 液压传动的工作原理

在密闭容器内,施加于静止液体上的压力将以等值同时传到液体中各点,这是帕斯卡定

理,也是静压传递原理,它奠定了液压传动的理论基础。

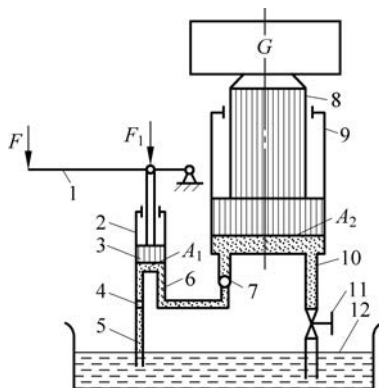


图 1-1 液压千斤顶工作原理

- 1—杠杆手柄；2—小油缸；3—小活塞；4、7—单向阀；  
5—吸油管；6、10—管道；8—大活塞；9—大油缸；  
11—截止阀；12—油箱

通过对液压千斤顶工作过程的分析,可以初步了解到液压传动的基本工作原理,如图 1-1 所示。

当抬起杠杆手柄 1 时,小油缸 2 下腔容积增大形成局部真空,油箱 12 中的油液在大气压力的作用下推开单向阀 4,进入并充满小油缸 2 下腔。当压下杠杆手柄 1 时,小油缸 2 下腔容积减小,油液受到挤压,压力升高,迫使单向阀 4 关闭,打开单向阀 7,油液经管道进入大油缸 9 下腔,推动大活塞 8 举起重物  $G$ 。反复抬、压杠杆手柄,不断有油液进入大油缸下腔,使重物逐渐上升。如杠杆停止动作,大油缸下腔油液压力将使单向阀 7 关闭,大活塞连同重物一起被自锁不动,停止在举升位置。打

开截止阀 11,大油缸下腔通油箱,大活塞在自重作用下下移,恢复到起始位置。

通过对液压千斤顶工作过程的分析,可以看出,液压传动是利用有压力的油液作为传递动力的工作介质。压下杠杆时,小油缸 2 输出压力油,是将机械能转换成油液的压力能,压力油经过管道 6 及单向阀 7,推动大活塞 8 举起重物,是将油液的压力能又转换成机械能。大活塞 8 举升的速度取决于单位时间内流入大油缸 9 中油容积的多少。

由此可见,液压传动是以密闭系统内液体(液压油)的压力能来传递运动和动力的一种传动形式,其过程是先将原动机的机械能转换为便于输送的液体的压力能,再将液体的压力能转换为机械能,从而对外做功,实现运动和动力的传递。

## 1. 动力的传递

如图 1-1 所示,大小两个油缸由连通管道相连构成密闭容积。其中,大活塞面积为  $A_2$ ,作用在活塞上的重物为  $G$ ,液体形成的压力为

$$p = G/A_2 \quad (1-1)$$

由帕斯卡定理可知,小活塞处的压力也为  $p$ ,若小活塞面积为  $A_1$ ,则为防止大活塞下降,在小活塞上应施加的力为

$$F_1 = pA_1 = \frac{A_1}{A_2}G \quad (1-2)$$

在  $A_1$  和  $A_2$  一定时,负载  $G$  越大,液体内的压力  $p$  就越大,所需的作用力  $F_1$  也就越大,当大活塞上的负载  $G=0$  时,不考虑活塞自重和其他阻力,则无论怎样推动小活塞,也不能在液体中形成压力。由此得到液压传动工作原理的第一个重要特征:液压传动中的工作压力取决于外负载。

## 2. 运动的传递

如果不考虑液体的可压缩性、泄漏以及构件的变形,小油缸排出的液体体积必然等于进

入大油缸的液体体积。设小活塞的位移为  $S_1$ , 大活塞的位移为  $S_2$ , 则有

$$S_1 A_1 = S_2 A_2 \quad (1-3)$$

式(1-3)同时除以运动时间  $t$ , 可得

$$q_1 = v_1 A_1 = v_2 A_2 = q_2 \quad (1-4)$$

式中:  $v_1$  和  $v_2$  分别为小活塞和大活塞的平均运动速度;  $q_1$  和  $q_2$  分别为小油缸输出的平均流量和输入大油缸的平均流量。

由此得出液压传动工作原理的第二个重要特征: 活塞的运动速度只取决于输入流量的大小, 而与外负载无关。

### 1.2.2 液压系统的组成

磨床工作台液压系统的工作原理如图 1-2 所示。

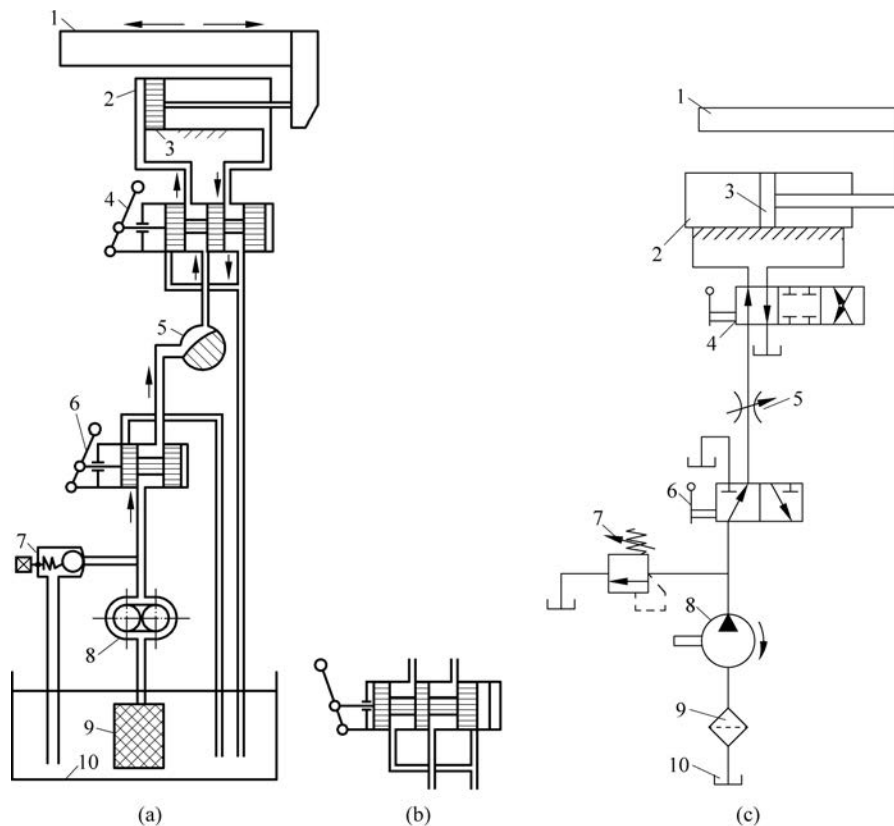


图 1-2 磨床工作台液压系统的工作原理

1—工作台; 2—液压缸; 3—活塞; 4、6—手动换向阀; 5—节流阀; 7—溢流阀; 8—液压泵; 9—滤油器; 10—油箱

图 1-2(a)所示为磨床工作台液压系统半结构式工作原理图, 液压泵 8 在电动机(图中未画出)的带动下旋转, 液压泵 8 进口处产生局部真空, 油箱 10 中的油液在大气压的驱使下经过滤油器 9 进入液压泵 8 填充局部真空空间, 液压泵 8 的机械作用使油液从液压泵的进口流入、从出口流出, 获得一定压力的液压油, 通过手动换向阀 6、节流阀 5、手动换向阀 4 进入

液压缸 2 的左腔,推动活塞 3 带动工作台 1 向右移动,液压泵 8 右腔的油液经手动换向阀 4 排回油箱。如果手动换向阀 4 换成图 1-2(b)所示的状态,则压力油进入液压缸 2 的右腔,推动工作台 1 向左移动,液压缸左腔的油液经手动换向阀 4 排回油箱。当扳动手动换向阀 6 的手柄,使其阀芯处于左位时,则油液流经手动换向阀 6 直接排回油箱,不再向液压缸 2 供油,此时可扳动手动换向阀 4 的手柄,使其阀芯处于中位,则工作台 1 停止运动。

工作台 1 的运动速度由节流阀 5 来调节,节流阀 5 开大时,进入液压缸 2 的油液增多,工作台的移动速度增大;当节流阀 5 关小时,工作台的移动速度减小。为了克服移动工作台时所受的各种阻力,液压缸必须产生一个足够大的推力,这个推力是由液压缸中的油液压力所产生的。要克服的阻力越大,液压缸中的油液压力越高;反之油液压力就越低。

液压泵排出的多余油液经溢流阀 7 排回油箱。液压泵的最大工作压力由溢流阀 7 调定,其调定值应为液压缸的最大工作压力及系统中油液流经阀和管道的压力损失的总和。因此,系统的工作压力不会超过溢流阀的调定值,溢流阀对系统起着过载保护作用。

从上面的例子可以看出,液压传动系统主要由以下五个部分组成。

(1) 动力元件——将机械能转换为流体压力能的装置,向液压系统提供压力油,如液压泵。

(2) 执行元件——将流体的压力能转换为机械能的元件,如液压缸、液压马达。

(3) 控制元件——控制系统压力、流量、方向的元件以及进行信号转换、逻辑运算和放大等功能的信号控制元件,如溢流阀、节流阀、方向阀等。

(4) 辅助元件——保证系统正常工作除上述三种元件外的装置,如油箱、过滤器、蓄能器、管件等。

(5) 工作介质——液压油。用来传递运动和动力,同时起润滑、冷却和密封作用。

图 1-2(a)是半结构式的工作原理图,直观性强、容易理解,但难以绘制。为了简化原理图的绘制,国家标准(GB/T 786.1—2021)规定了“液压气动元件符号”,这些符号只表示元件的职能和连接系统的通路,不表示实际的结构。若液压元件无法用规定符号绘制,允许绘制半结构原理图。图 1-2(c)为磨床工作台液压系统工作原理图。

采用图形符号绘制液压原理图时,要注意以下几点。

(1) 符号均以元件的静态位置或零位(如电磁换向阀断电时工作位置)表示,当组成系统运动另有说明时,可以例外。

(2) 元件符号的方向可按具体情况水平、竖直或反转  $180^\circ$  绘制,但液压油箱和仪表等必须水平绘制且开口向上。

(3) 元件的名称、型号和参数(如压力、流量、功率、管径等)一般在系统原理图的元件明细表中标明,必要时可标注在元件符号旁边。

(4) 元件符号的大小在保持符号本身比例的情况下,可根据图纸幅面适当增大或缩小绘制,以清晰美观为原则。

## 1.3 液压传动的特点

### 1.3.1 液压传动的优点

(1) 同其他传动方式比较,传动功率相同时,液压传动装置的重量轻、体积紧凑。液压

马达的体积和重量只有同等功率电动机的12%左右。

(2) 可实现无级调速,调速范围大。调速比可达2000:1(一般是100:1),还可以在运行过程中进行调速。

(3) 工作平稳,运动件的惯性小,换向冲击小,响应速度快,容易实现快速启动、制动和频繁换向。

(4) 系统容易实现缓冲吸振,并能自动防止过载。液压缸和液压马达能在长期堵塞状态下工作而不会过热,这是电气传动装置和机械传动装置无法办到的。同时液压件能自行润滑,因此使用寿命长。

(5) 液压传动易于实现自动化,它对液体压力、流量或流动方向易于进行调节或控制。当将液压控制和电气控制、电子控制或气动控制结合起来使用时,整个传动装置能实现很复杂的顺序动作,也能方便地实现远程控制。

(6) 用液压传动实现直线运动远比用机械传动简单。

(7) 由于液压传动是油管连接,所以借助油管的连接可以方便、灵活地布置传动机构,这是比机械传动优越的地方。

(8) 元件已基本上系列化、通用化和标准化,利于CAD技术,可提高工作效率,降低成本。

### 1.3.2 液压传动的缺点

(1) 液压油的可压缩性和泄漏影响负载运动的平稳性和正确性,使液压传动不能保持严格的传动比。

(2) 液压传动系统同时存在压力损失、容积损失和机械损失等,故系统效率较低,不适宜用于远距离传动。

(3) 液压传动对油温变化比较敏感,工作性能易受到温度变化的影响,因此不宜在很高或很低的温度条件下工作。

(4) 为了减少泄漏,液压元件的制造精度要求较高,因而价格较贵,而且对工作介质的污染比较敏感。

(5) 液压传动系统出现故障时不易查找,排除故障较困难,使用和维护成本要求较高。

## 复习与思考

1. 什么是液压传动?它是怎样实现能量转换的?
2. 液压传动的基本工作原理是怎样的?液压传动的特点是什么?
3. 液压传动的基本组成部分有哪些?各部分的作用是什么?
4. 液压传动的重要特征是什么?



## 视野拓展

## 世界流体力学巨匠周培源

周培源(1902—1993)(图 1-3),1902 年 8 月出生于江苏宜兴,1924 年毕业于清华学堂(今清华大学前身),后赴美留学,1928 年获美国加州理工学院理学博士学位。新中国成立后曾任清华大学教务长、校务委员会副主任,北京大学教务长、副校长和校长,中国科学院副院长,中国科协主席等职务。



图 1-3 世界流体力学巨匠周培源

周培源一生有两个主要研究方向,一个是宇宙论,另一个是流体力学湍流理论。他在后者上的成绩尤为突出。他在湍流理论方面进行了长达六十余年的研究,被称为世界当代流体力学的“四位巨人”之一。在 1945 年受邀参加美国战时科学研究与发展局的研究工作。伴随第二次世界大战的结束,美国海军部成立了海军军工试验站,并希望周培源到该站工作,待遇甚优。但海军部是美国的政府部门,在海军部所属单位任职便成为美国政府的公务员,外籍人员须加入美国籍才能参加。周培源当即向美方提出三个条件:第一,不加入美国籍;第二,只承担临时性的研究任务;第三,可以随时离去。1947 年 2 月,周培源毅然带着妻儿离开美国回到了祖国的怀抱。在他从事高等教育工作的六十多年中,为我国培养了王竹溪、张宗缝、彭桓武、钱三强、何泽慧、何祚麻、王淦昌、李政道、朱光亚等几代知名的力学家和物理学家。“两弹一星”元勋大多是他的学生,有的还是他学生的学生。

作为一名科学家,周培源一直以他那特有的敏锐眼光,执着、科学的态度,推动着中国科学的进步;作为一名教育家,他一直以豁达的胸怀、严谨而细致的精神伴随着中国教育事业的发展;作为一名爱国者,他又以他的实际行动实现“科学救国”的理想。



## 第2章

# 液压流体力学基础



第2章微课视频

## 2.1 液 压 油

### 2.1.1 液压油的性质

#### 1. 密度

单位体积某种液压油的质量称为密度,以  $\rho$  表示,单位为  $\text{kg}/\text{m}^3$ ,即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中:  $V$  为液压油的体积;  $m$  为体积为  $V$  的液压油的质量。

矿物油的密度随温度和压力的变化而变化,但其变动值很小,在工程应用中可认为液压工作介质的密度不随温度和压力的变化而变化。一般矿物油在  $20^\circ\text{C}$  时密度为  $850\sim 900\text{kg}/\text{m}^3$ 。

#### 2. 液体的黏性

液体在外力作用下流动时,由于液体分子间的内聚力而产生一种阻碍液体分子之间进行相对运动的内摩擦力,这一特性称为黏性。液体只有在流动时才会呈现黏性,静止的液体是不会呈现黏性的。黏性是液体的重要物理特性,也是选择液压用油的依据,其大小用黏度来衡量。常用的黏度有三种,分别为动力黏度、运动黏度和相对黏度。

液体流动时,由于液体的黏性及液体与固体壁面间的附着力,流动液体内部各层间的速度并不相等。如图 2-1 所示,若两平行平板间充满液体,当上平板以  $u_0$  相对于静止的下平板向右移动时,由于液体黏性的作用,使紧贴于下平板的液体层的速度为零,紧贴于上平板的液体层速度为  $u_0$ ,而中间各层液体的速度从上到下近似呈线性递减的规律分布。

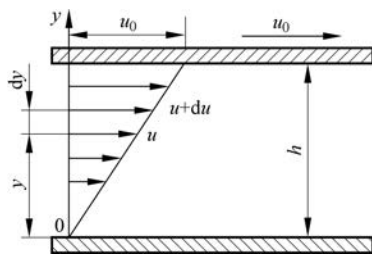


图 2-1 液体黏性示意图

##### 1) 动力黏度 $\mu$

实验测定指出,液体流动时相邻液层之间的内摩擦力  $F$  与液层间的接触面积  $A$  和液层

间的相对速度  $du$  成正比,而与液层间的距离  $dy$  成反比,即

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (2-2)$$

式中:  $\mu$  为动力黏度;  $\frac{du}{dy}$  为速度梯度。

如果用单位接触面积上的内摩擦力  $\tau$  (剪切力) 来表示,则上式可以改写为

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (2-3)$$

这是牛顿液体的内摩擦定律。

由式(2-3)可得到动力黏度的表达式为

$$\mu = \frac{F}{A \frac{du}{dy}} \quad (2-4)$$

由式(2-4)可知,动力黏度  $\mu$  的物理意义是:当速度梯度  $\frac{du}{dy} = 1$  时,单位面积上的内摩擦力的大小称为动力黏度,也称绝对黏度,其单位是  $\text{Pa} \cdot \text{s}$  或  $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 。

## 2) 运动黏度 $\nu$

动力黏度  $\mu$  与液体密度  $\rho$  的比值称为液体的运动黏度  $\nu$ ,即:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2-5)$$

运动黏度  $\nu$  单位为  $\text{m}^2/\text{s}$ ,工程单位使用的运动黏度单位还有  $\text{cm}^2/\text{s}$ ,通常称为 St(斯),工程中常用 cSt(厘斯)来表示,  $1\text{m}^2/\text{s} = 10^4\text{St} = 10^6\text{cSt}$ 。运动黏度  $\nu$  没有明确的物理意义,但习惯上常用它来标志液体的黏度。例如 46 号液压油,是指这种油在  $40^\circ\text{C}$  时的运动黏度的平均值为 46cSt。

## 3) 相对黏度

动力黏度和运动黏度都难以直接测量,因此,工程上采用另一种可用仪器直接测量的黏度单位,即相对黏度。相对黏度又称条件黏度,它是采用特定的黏度计在规定的条件下测出的液体黏度。相对黏度是以相对于蒸馏水的黏性大小来表示液体的黏性。各国采用的相对黏度单位有所不同。美国用国际赛氏黏度(SSU),英国用雷氏黏度(R),我国采用恩氏黏度( $^\circ\text{E}$ )。

一般情况下,压力对黏性的影响比较小,当压力低于  $5\text{MPa}$  时,黏度值的变化很小,当液体所受的压力加大时,分子之间的距离缩小,内聚力增大,其黏度也随之增大,但数值增大很小,可忽略不计。液压油黏性对温度的变化十分敏感,当温度升高时,其分子之间的内聚力减小,黏度降低,液体流动性增强。

## 3. 液体的可压缩性

当液体受压力作用而体积减小的特性称为液体的可压缩性。可压缩性用体积压缩系数  $\kappa$  表示,并定义为单位压力变化下的液体体积的相对变化量。设体积为  $V_0$  的液体,其压力变化量为  $\Delta p$ ,液体体积减小  $\Delta V$ ,则:

$$\kappa = -\frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V_0} \quad (2-6)$$

常用液压油的  $\kappa = (5 \sim 7) \times 10^{-10} \text{m}^2/\text{N}$ 。在一般情况下,由于压力变化引起液体体积



的变化很小,液压油的可压缩性对液压系统性能影响不大,所以一般可认为液体是不可压缩的。但是在压力变化较大或有动态特性要求的高压系统中,应考虑液体可压缩性对系统的影响。当液体中混入空气时,其可压缩性将显著增加,并严重影响液压系统的性能,故应将液压系统中油液中空气的含量减少到最低。

4. 闪点和凝点

油温升高时,部分油液蒸发而与空气混合成油气,此油气所能点火的最低温度称为闪点。继续加热,则会连续燃烧,此温度称为燃点。闪点是表示油液着火危险性的指标,一般认为,使用温度应比闪点低 20~30℃。

油液温度逐渐降低,停止流动的最高温度称为凝点。凝点标志油液耐低温的能力。一般来说使用的最低温度应比凝点高 5~7℃。

5. 其他性质

液压油还有其他一些物理化学性质,如抗燃性、抗凝性、抗氧化性、抗泡沫性、抗乳化性、防锈性、润滑性、导热性、相容性(主要是指对密封材料不侵蚀、不溶胀的性质)以及纯净性等,都对液压系统工作性能有重要影响。这些性质可以在精炼的矿物油中加入各种添加剂来获得,不同品种的液压油有不同的指标,具体应用时可参阅油类产品手册。

2.1.2 液压油的种类

了解液压油的种类,对于正确、合理地选择使用工作介质,保证液压油对液压系统适应各种环境条件和工作状态的能力,延长系统和元件的寿命,提高运行的可靠性,防止事故发生等方面都有重要影响。

液压油的代号含义和命名表示方法如下。

代号: L-HL32(简称 HL-32,常叫作 32 号 HL 油、32 号普通液压油)

其中,L 表示类别,即润滑剂类;HL 表示品种,H 表示液压油组,L 表示防锈抗氧型;32 表示牌号,如黏度等级 32(40℃时运动黏度为 32cSt),各品种的液压油有不同黏度等级,如 L-HL 油有 6 个黏度等级(15、22、32、46、68、100),参见 GB/T 11118.1—2011。液压油的主要品种、性能和使用范围见表 2-1。

表 2-1 液压油的主要品种、性能及使用范围

| 类 别 | 名 称   | 代 号  | 特性和用途                                                        |
|-----|-------|------|--------------------------------------------------------------|
| 液压油 | 精制矿物油 | L-HH | 无抑制剂,抗氧化性、抗泡沫性较差,主要用于机械润滑,很少直接用于液压系统                         |
|     | 普通液压油 | L-HL | 精制矿物油加添加剂,提高抗氧和防锈性能,适用于室内一般设备的低压系统                           |
|     | 抗磨液压油 | L-HM | L-HL 油加添加剂。改善抗磨性能,适用于车辆和轮船系统                                 |
|     | 低温液压油 | L-HV | 在 L-HM 基础上改善黏温性的液压油,可用于环境温度为 -40~-20℃ 的高压系统                  |
|     | 液压导轨油 | L-HG | L-HM 油加添加剂,改善黏滑性,适用于机床中液压系统和导轨润滑合用的机床,也适用于其他要求油有良好黏附性的机械润滑部位 |

续表

| 类 别          | 名 称                                                                                 | 代 号    | 特性和用途                                                                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 难 燃 液<br>压 液 | 水包油型乳<br>化液                                                                         | L-HFAE | 水包油型高水基液,通常含水量 80%以上,难燃性好,价格便宜。适用于煤矿液压支架液压系统和其他不要求回收废液和不要求有良好润滑性,但要求良好难燃性的液压系统                  |
|              | 化学水溶液                                                                               | L-HFAS | 含化学添加剂的高水基液,通常含水量 80%以上,低温性、黏温性和润滑性差,难燃性好,价格便宜。适用于需要难燃液的低压液压系统和金属加工设备                           |
|              | 油 包 水 乳<br>化液                                                                       | L-HFB  | 其含油为 60%,含水量为 40%,另加各种添加剂。既具有矿油型液压油的抗磨、防锈性能,又具有抗燃性,但使用温度不能高于 65℃,适用于冶金、煤矿等行业的中压和高压,高温和易燃场合的液压系统 |
|              | 含聚合物水<br>溶液                                                                         | L-HFC  | 常含水 35%以上,为水-乙二醇或其他聚合物的水溶液。难燃,黏温特性和抗蚀性好,能在-30~60℃温度下使用,适用于冶金、煤矿等行业的低、中压液压系统                     |
|              | 磷酸酯无水<br>合成液                                                                        | L-HFDR | 由无水的磷酸酯加各种添加剂制成,难燃,但黏温性和低温性差,可溶解多种非金属材料(故要选择合适的密封材料),缺点是有毒。适用于冶金、火力发电、燃气轮机等高温、高压下操作的液压系统        |
|              | 脂肪酸酯合<br>成液                                                                         | L-HFDU | 由有机酯(天然酯和合成酯)和抗氧化剂、防腐剂、抗金属活化剂、消泡剂以及抗乳化剂组成,具有无毒、黏度-压力特性和材料相容性好等优点,难燃,根据各自特性选用                    |
| 专用液压<br>油(液) | 航空液压油、航空难燃液液压油、舰用液压油、炮用液压油、汽车制动液等,针对一些专门领域的工作条件添加一些添加剂制得,以适用于各种特定工作条件,产品种类和性能等见有关手册 |        |                                                                                                 |

2.1.3 对液压油的要求及选用

液压系统中工作油液有双重作用,一是作为传递能量的介质;二是作为润滑剂润滑运动零件的工作表面,因此油液的性能直接影响液压传动的性能,如工作的可靠性、稳定性、系统的效率及液压元件的使用寿命等。

1. 对液压油的要求

(1) 适宜的黏度和良好的黏温性能。一般液压系统所用的液压油其黏度范围为

$$\nu = 11.5 \times 10^{-6} \sim 35.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ 或 } 2 \sim 5^\circ\text{E}_{50}$$

(2) 具有良好的润滑性能。在液压传动机械设备中,除液压元件外,其他一些有相对滑动的零件也要用液压油来润滑。

(3) 良好的化学稳定性,即对热、氧化、水解都具有良好的稳定性,长期工作不变质。

(4) 具有良好的相容性,即对密封件、软管、涂料等无溶解的有害影响。

(5) 对金属材料具有防锈性和防腐性。

(6) 比热、热传导率大,热膨胀系数小。

(7) 抗泡沫性好,抗乳化性好。液压油乳化会使其润滑性能降低,酸值增加,使用寿命缩短。液压油中产生泡沫会引起气穴现象。

(8) 油液纯净,不含或含有极少量的杂质、水分和水溶性酸碱等。