

高等职业技术教育教材

主 编 / 张忠狮
主 审 / 张春阳

液压与气压传动

GAODENG
ZHIYEJISHUJIAOYU
JIAOCAI

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

高等职业技术教育教材

液压与气压传动

主 编 张忠狮

主 审 张春阳

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动 / 张忠狮主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2006. 8

五年制高等职业教育教材

ISBN 7-5345-4948-5

I. 液... II. 张... III. ①液压传动—高等学校: 技术学校—教材②气压传动—高等学校: 技术学校—教材
IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069937 号

高等职业技术教育教材

液压与气压传动

主 编 张忠狮

责任编辑 汪立亮

责任校对 苏 科

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.jskjpub.com>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 赣榆县印刷厂

开 本 718 mm × 1 000 mm 1/16

印 张 16.75

字 数 291 000

版 次 2006 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 7-5345-4948-5/G · 1258

定 价 26.80 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

本教材是在全国广播电视大学职业教育教材建设委员会统一组织下,依据高等职业教育机电工程专业《液压与气压传动》课程教学大纲编写的。本书在编写过程中,注重理论联系实际,在较全面地阐述有关液压与气动的基本内容的基础上,力求反映我国液压与气动行业发展的最新动态。

全书分液压传动和气压传动两篇,共十五章。上篇为液压传动,主要包括液压传动基础知识、液压元件、液压基本回路、典型液压系统及其设计计算和液压系统的使用维护与故障分析;下篇为气压传动,主要包括气压传动基础知识、气源装置、气动元件、气动基本回路、典型气动系统、气动系统的使用维护与故障分析。在具体讲述液压与气压元件时侧重于基本工作原理而不过多涉及具体结构。在气压传动的讲述中,既考虑到其内容的独立性和完整性,又考虑到它与液压传动方面的共同点,力求使读者学完本书后,能真正掌握液压与气压传动的主要内容和设计方法。

为了更好地适应远程开放教育的需要,本书从教与学两方面着眼,力求文、图、表具有简练明确,形象直观,具体实用;在内容上力求贯彻“必须”、“够用”的原则,做到在保证必要的基本理论前提下,删减了偏深的论证和繁琐的公式推导,使其具有科学性、完整性、针对性。

本教材配套有《液压与气压传动学习与实验指导》,学生可通过练习和实验真正掌握所学知识,起到理论联系实际的效果。教材与学习指导结合使用,使之既成为“教本”,又成为“练本”和“学本”。教材中未列入例题,可选用部分习题作为例题讲解。

本书所用计量单位、名词术语、标准和图形符号,均采用国家法定计量单位及国家最新标准。

《液压与气压传动》教材由内蒙古广播电视大学张忠狮主编。参加编写的有:张忠狮编写第一、五、六、七、十章;谢长忠(内蒙古电大)编写第三、四章;张昱(北京理工大学)编写第二、九、十一、十二、十五章;韩靖玉(内蒙古农业大学)编写第十三章;张旭(内蒙古农业大学)编写第八、十四章。教材中插图的计算机技术处理由张昱、王斌完成。全书由南京交通职业技术学院张春阳主审。

由于编者水平和经验所限,书中存在的缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

《液压与气压传动》课程教材编写组

二〇〇六年三月

目 录

上篇 液压传动

第一章 液压传动概述	1
第一节 液压传动原理及液压系统的组成	1
第二节 液压油	5
第三节 液压油的污染及其控制	8
第二章 液压传动的流体力学基础	13
第一节 液体静力学基础	13
第二节 液体动力学基础	18
第三节 液体流动时的压力损失	21
第四节 液体流经小孔及缝隙时的流量计算	24
第五节 液压冲击和气穴现象	25
第三章 液压泵与液压马达	27
第一节 液压泵的工作原理和分类	27
第二节 齿轮泵	31
第三节 叶片泵	33
第四节 柱塞泵	38
第五节 液压马达	42
第四章 液压缸	46
第一节 液压缸的结构形式	46
第二节 液压缸的结构特点	52
第三节 液压缸主要尺寸的确定	56
第五章 液压控制阀及辅助装置	58
第一节 液压控制阀概述	58

第二节	方向控制阀	59
第三节	压力控制阀	69
第四节	流量控制阀	80
第五节	其他液压阀简介	85
第六节	液压辅助装置	88
第六章	液压系统基本回路及液压系统实例	103
第一节	方向控制回路	103
第二节	速度控制回路	106
第三节	压力控制回路	120
第四节	多缸顺序动作控制回路	126
第五节	同步回路和防干扰回路	130
第六节	液压传动系统实例	133
第七节	液压伺服系统简介	146
第七章	液压传动系统设计计算基础	157
第八章	液压系统的使用维护与故障分析	169
第一节	液压系统的使用维护	169
第二节	液压系统的故障分析与排除	177
下篇 气压传动		
第九章	气压传动概论与气体力学基础	185
第一节	气压传动基础知识	185
第二节	空气的性质及基本计算	187
第三节	气体的流动规律	193
第十章	气源装置及气动辅助元件	199
第一节	气源装置	199
第二节	气动辅助装置	207
第十一章	气动执行元件	210
第一节	气缸的类型及工作原理	210

第二节	气动马达	212
第十二章	气动控制阀	214
第一节	压力控制阀	214
第二节	流量控制阀	218
第三节	方向控制阀	220
第十三章	气动基本回路及气动系统实例	228
第一节	方向控制回路	228
第二节	速度控制回路	229
第三节	压力与力控制回路	231
第四节	常用回路	233
第五节	气动系统实例	235
第十四章	气动系统的使用维护与故障分析	239
第一节	气动系统的安装与调试	239
第二节	气动系统的使用与维护	240
第三节	几种气动元件常见故障的分析与排除	242
第十五章	计算机技术在液压与气压中应用简介	247
第一节	液压元件及液压系统的计算机辅助设计	247
第二节	液压系统的计算机控制	248
第三节	液压系统的计算机辅助测试(CAT)	251
附录	常用液压与气动元件图形符号	
	(GB/T 786.1—93)	254
主要参考文献		260

上篇 液压传动

第一章 液压传动概述

本章主要介绍液压传动的工作原理、系统组成及液压油的主要性能、选用、污染和控制等液压传动的基础知识。

第一节 液压传动原理及液压系统的组成

一、液压传动工作原理

液压传动用液体作为工作介质,通过液压泵等动力元件将原动机的机械能转换为液体的压力能,在控制元件控制下流过管道,然后由液压缸等执行元件,再把液体的压力能转换为机械能,驱动负载实现所需运动。

现以液压千斤顶为例,说明液压传动工作原理。

液压千斤顶是常用的一种液压传动装置。图 1-1 所示为液压千斤顶的结构图。为了说明它的工作原理,将结构图简化绘出其液压传动原理图,如图 1-2 所示。

观察液压千斤顶的实际工作情况可知,人工摇动手柄 1,小活塞 3 反复上下运动,迫使大活塞 8 带动调节螺杆向上移动,顶起重物。停止摇动手柄,打开截止阀 11,大活塞 8 被重物压回到最低位置。

由液压千斤顶工作原理图可看出,手柄 1 向上时,带动小活塞 3 向上。因为两缸体形成的连通空间为封闭空间,小活塞 3 向上时单向阀 4 打开,单向阀 7 闭合,油液从油箱 12 中吸入小液压缸。当手柄向下时,单向阀 4 关闭,单向阀 7 打开,小液压缸 2 中的油液压入工作缸 9。压入工作缸 9 的油液将大活塞 8 顶起,带动调节螺杆 13 上行顶起重物。这样反复多次,即可完成把重物举起到一定高度。打开截止阀 11 后,工作缸的油液经阀 11 流回油箱,重物就向下移动。这就是液压千斤顶的工作情况。

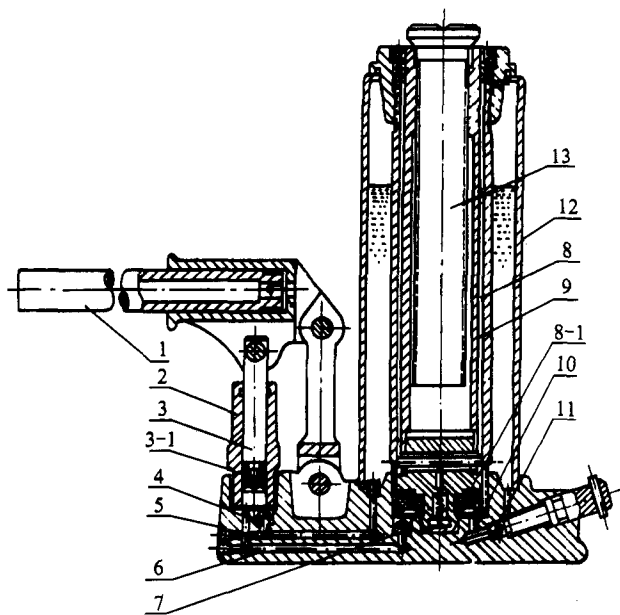


图 1-1 液压千斤顶结构图

1—手柄 2—小液压缸 3—小活塞 4、7—单向阀 5、6、10—管道
8—大活塞 9—工作缸 11—截止阀 12—油箱 3-1、8-1—密封圈 13—调节螺杆

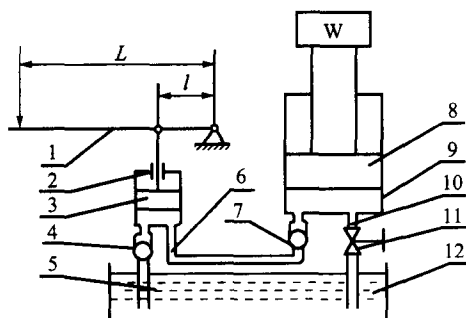


图 1-2 液压千斤顶工作原理图

1—手柄 2—小液压缸 3—小活塞 4、7—单向阀 5、6、
10—管道 8—大活塞 9—工作缸 11—截止阀 12—油箱

二、液压传动系统的组成

一般将液压泵、液压缸、液压阀及其他管路等元件组成的系统称为液压系统。液压系统以油液为工作介质传递运动或工作力的过程,称为液压传动。

车床上使用的液压刀架,要求刀架实现慢速向右的进给运动、快速向左退回的动作循环。图 1-3(a)为本液压刀架的结构原理图。它的特点是比结构图或工作原理图更加形象、直观,但绘图较困难,只在初学时使用。

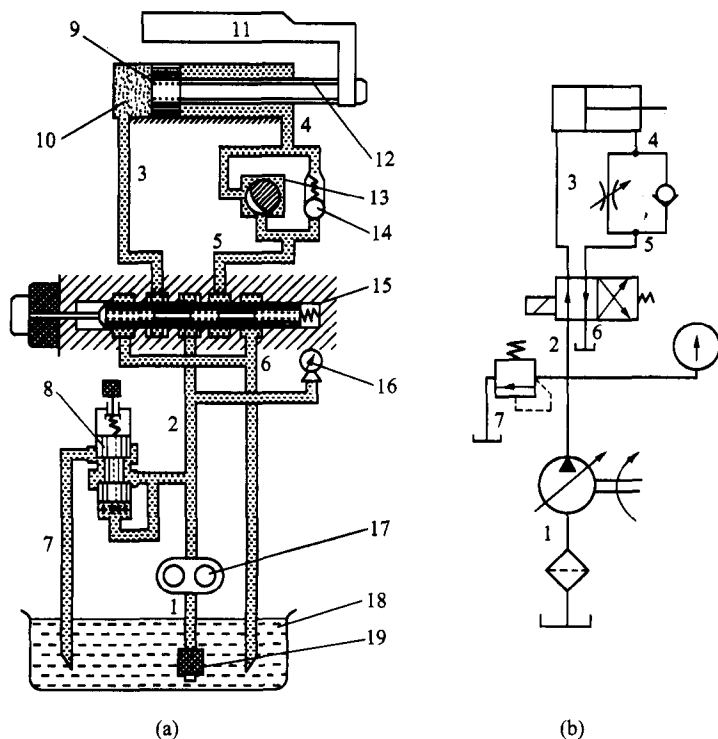


图 1-3 液压刀架工作原理和传动系统图

- 1—7—油管 8—溢流阀 9—活塞 10—液压缸 11—拖板 12—活塞杆
13—节流阀 14—单向阀 15—换向阀 16—压力表 17—液压泵
18—油箱 19—滤油器

从图中看到,与活塞 9 固结在一起的活塞杆 12 与刀架拖板 11 相连,缸体 10 固定在床身上。图示位置为电磁换向阀 15 的电磁铁处于通电状态,阀芯在推杆作用下处于右端。当电动机驱动液压泵 17 时,液压泵经滤油器 19、吸油管 1 从油箱吸油,并经油管 2、换向阀 15、油管 3 压送至液压缸 10 的左腔,推动活塞向右移动,从而带动拖板和刀架向右作进给运动。液压缸右腔的油液经油管 4、节流阀 13、油管 5、换向阀 15、油管 6 排回油箱。调节节流阀通流面积的大

小,可控制液压缸右腔回流量,从而调节活塞带动拖板向右的速度。

当换向阀 15 的电磁铁断电时,阀芯在弹簧作用下向左移动,油管 2 与 3,5 与 6 的通路被切断,而油管 2 与 5,3 与 6 接通,液压泵输出的压力油经管 2、换向阀 15、油管 5、单向阀 14 进入液压缸右腔,液压缸左腔中的油经油管 3、换向阀 15、回油管 6 排回油箱,这时拖板快速向左退回。

液压刀架结构原理图比液压千斤顶结构原理图多了溢流阀、节流阀、换向阀、压力表、滤油器等元件。从结构原理图上可形象地看出这些元件的结构原理。

溢流阀 8 的作用是将定量液压泵输出的多余油液经溢流阀和油管 7 排回油箱,以使液压泵的出口压力保持恒定。溢流阀还同时限制了液压泵输出油液的最高压力,以防止系统过载。

当初步掌握了液压传动一般知识后,根据结构原理图,可一目了然地看懂系统的工作原理和工作过程。所以这种液压传动结构原理图易于被初学者所接受。它的缺点是绘图不便、不够简明,系统复杂时,更觉繁杂。为此,国内外都广泛采用元件的图形符号来绘制液压系统图,用规定图形符号绘制的液压传动系统图称为液压传动系统原理图。图 1-3(b)是与图 1-3(a)相对应的系统原理图。系统原理图中的图形符号应符合国家标准 GB/T 786.1—93。

从液压千斤顶和液压刀架装置可看出,液压传动系统由以下四部分组成。

1. 动力元件

动力元件指液压泵。液压泵是将原动机输入的机械能转换为液压能的能量转换装置,是液压系统的动力源。

2. 执行元件

执行元件指液压缸或液压马达。液压缸或液压马达是将流体的压力能转换为驱动工作部件的机械能的能量转换装置。液压缸用来实现工作部件的直线往复运动,而液压马达用来实现工作部件的旋转运动。

3. 控制元件

控制元件包括各种阀。各种阀是用来控制液压传动系统所需的力、速度和运动方向的。

4. 辅助元件

辅助元件包括油箱、油管、管接头、滤油器、蓄能器、压力表等。

三、液压传动的优缺点

1. 液压传动的主要优点

- (1) 液压传动装置运动平稳、反应快、惯性小,能高速启动、制动和换向。
- (2) 在功率相同的情况下,液压传动装置体积小、重量轻、结构紧凑(如液压

马达的重量只有同功率电动机重量的 10%~20%)。

(3) 在设备运行过程中,能随时进行大范围无级调速,调速范围可达 1:100~1:2000。

(4) 液压传动装置借助安全阀易于实现过载保护。

(5) 液压传动易于实现标准化、系列化、通用化,易于设计、制造和推广使用。

2. 液压传动的主要缺点

(1) 油液的泄漏、油液的可压缩性、油管的弹性变形会影响运动传递的准确性,故不能用于传动比要求准确的场合。

(2) 液压传动中存在机械损失、压力损失、泄漏损失,因此效率较低,不宜作远距离传动。

(3) 液压传动对油温变化比较敏感,这会影响它的工作稳定性。因此液压传动不宜在很高或很低的温度下工作,一般工作温度在 $-15\sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围内较合适。

(4) 液压传动装置出现故障时不易查找原因,不易迅速排除。

第二节 液 压 油

液压传动多用矿物油作为工作介质,适合液压传动用的矿物油称为液压油。液压油的性质对液压传动性能有明显的影响。

一、液压油的性质

1. 液体的密度

单位体积液体的质量称为该液体的密度,用 ρ 表示:

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

式中 m ——油液的质量(kg);

V ——油液的体积(m^3)。

密度是液体的一个重要物理参数,随着温度或压力的变化,其密度也会发生变化,但变化量很小,可以忽略不计,一般液压油的密度为 $850\sim 960 \text{ kg/m}^3$,一般取 $\rho=900 \text{ kg/m}^3$ 。

2. 液体的可压缩性和膨胀性

随着压力的增大,液压油体积缩小的性质称为可压缩性。随着温度的升高,液压油的体积增大的性质称为膨胀性。液压油的可压缩性和膨胀性,在一般液压传动压力、温度范围内,压缩或膨胀值不大,常可以忽略不计,可认为液

压油是不可压缩的。只在分析中、高压液压传动系统的动态过程时,才考虑这些影响。

3. 液体的粘性

研究液体的流动性质时,油液内部分子之间引力的作用效果称为内聚力,油液分子与容器器壁之间的引力的作用效果称为附着力。当油液在外力作用下流动时,液体内部各质点或流层之间将产生阻滞或拖拽作用,这种阻滞或拖拽作用力称为内摩擦力。

阻滞或拖拽作用可用图 1-4 液体粘性示意图说明。两块平板间充满油液,上平板以速度 u_0 向右运动,下平板固定不动。紧贴在上平板的一层油液粘附在上平板上,也以相同速度和上平板一起向右移动,紧贴在下平板上的一层油液,粘附在下平板上静止不动。当两平板之间的距离很小时,油液内部各质点的运动速度呈线性分布。这一现象说明,这种流动状态可看成是许多薄流体层的运动,由各流层流动速度的不同可知,流速高的流层拖拽流速低的流层运动,流速低的流层阻滞流速高的流层运动,这种阻滞、拖拽力称为内摩擦力。油液在流动时产生内摩擦力的特性称为粘性。不同的油液,粘性的大小也不同,粘性的大小用粘度来度量。

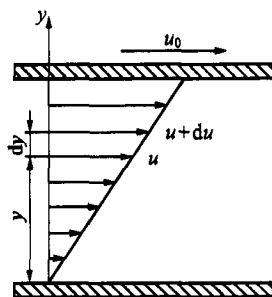


图 1-4 液体粘性示意图

根据试验研究,如图 1-4 所示液层间的内摩擦力 F 与接触面积 A 和两液层间的相对运动速度 du 成正比,与两液层间的距离 dy 成反比。即

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (1-2a)$$

$$\text{或} \quad \tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (1-2b)$$

式中 μ ——比例系数,又称为粘度系数或动力粘度;

τ ——单位面积上的内摩擦力,为液体的剪切应力;

$\frac{du}{dy}$ ——液层间的相对滑动的速度梯度。

粘度是衡量流体粘性的指标,常用的粘度有动力粘度、运动粘度和相对粘度。

(1) 动力粘度 μ

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy} \quad (1-3)$$

动力粘度的物理意义是:液体在单位速度梯度下流动时,流动液层间单位

面积上的内摩擦力。动力粘度的单位是帕·秒(Pa·s)或 N·s/m²。

(2) 运动粘度 ν

动力粘度与该液体密度的比值称为运动粘度,即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-4)$$

运动粘度的单位为 m²/s,其单位换算为: 1 m²/s=10⁴ cm²/s=10⁴ St (斯)=10⁶ mm²/s=10⁶ cSt(厘斯)。

运动粘度没有明确的物理意义,只是为了进行计算方便而引出的。

(3) 相对粘度

由于动力粘度难以测量,工业上常采用相对粘度的概念来度量粘性。相对粘度又称条件粘度。相对粘度是用相对于水的粘性大小来表示的。各国采用的相对粘度单位有所不同,美国采用赛氏粘度(SSU),英国用雷氏粘度("R),我国用恩氏粘度(°E)。

恩氏粘度用恩氏粘度计测量。即将 200 mL 被测液体装入恩氏粘度计中,在某一温度 $t(^{\circ}\text{C})$ 时,仅在自重作用下经容器底部直径为 2.8 mm 小孔流尽所需的时间 t_1 ,在同样的条件下与同体积的蒸馏水在 20°C 时从同一小孔流完所需的时间 t_2 的比值,就是被测液体在这一温度时的恩氏粘度 E_t 。即

$$E_t = t_1/t_2 \quad (1-5)$$

恩氏粘度 E_t 的下标为测量温度,工业上一般规定测量温度的标准温度为 20°C、50°C、100°C,分别以 E_{20} 、 E_{50} 、 E_{100} 表示。

在同一温度下,恩氏粘度与运动粘度的换算关系为

$$\nu = \left(7.31 E_t - \frac{6.31}{E_t} \right) \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)} \quad (1-6)$$

4. 粘度与温度的关系

温度对油液粘度的影响较大,当温度增加时,液体分子活动能力增强,内聚力减小,粘性降低。油液的粘度随温度变化的性质称粘温特性。不同种类的液压油有不同的粘温特性,粘温特性较好的液压油,粘度随温度的变化较小,因此油温变化对液压系统性能的影响较小。

5. 粘度与压力的关系

一般情况下压力对粘度的影响不大,可忽略不计。只在研究压力较高或变化较大时才需考虑这种影响。

二、常用液压油的种类

液压油的品种很多,主要分为三大类型: 矿油型、乳化型和合成型。液压油的主要品种及特性和用途见表 1-1。

表 1-1 液压油的主要品种及特性和用途

类型	名 称	ISO 代号	特 性 和 用 途
矿 油 型	普通液压油	L—HL	精制矿油加添加剂,提高抗氧化和防锈性能,适用于室内一般设备的中低压系统
	抗磨液压油	L—HM	L—HL 油加添加剂,改善抗磨性能,适用于工程机械、车辆液压系统
	低温液压油	L—HV	L—HM 油加添加剂,改善粘温特性,可用于环境温度在 $-20\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的高压系统
	高粘度指数液压油	L—HR	L—HL 油加添加剂,改善粘温特性。VI(粘度指数)值达 175 以上,适用于对粘温特性有特殊要求的低压系统,如数控机床液压系统
	液压导轨油	L—HG	L—HM 油加添加剂,改善粘滑性能,适用于机床中液压和导轨润滑合用的系统
	全损耗系统用油	L—HH	浅度精制矿油,抗氧化性、抗泡沫性较差,主要用于机械润滑,可作液压代用油,用于要求不高的低压系统
	汽轮机油	L—TSA	深度精制矿油加添加剂,改善抗氧化、抗泡沫等性能,为汽轮机专用油。可作液压代用油,用于一般液压系统
乳 化 型	水包油乳化液	L—HFA	又称高水基液,特点是难燃、粘温特性好,有一定的防锈能力,润滑性较差,易泄露。适用于有抗燃要求、油液用量大且泄露严重的系统
	油包水乳化液	L—HFB	既具有矿油型液压油的抗磨、防锈性能,又具有抗燃性,适用于有抗燃要求的中压系统
合 成 型	水-乙二醇液	L—HFC	难燃,粘温特性和抗蚀性好,能在 $-30\sim 60^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用,适用于有抗燃要求的中、低压系统
	磷酸脂液	L—HFDR	难燃,润滑抗磨性能和抗氧化性能良好,能在 $-54\sim 135^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用,缺点是有毒,适用于有抗燃要求的高压精密液压系统

矿油型液压油润滑性和防锈性好,粘度等级范围较宽,因而在液压系统中应用较广。矿油型液压油的主要品种有普通液压油、抗磨液压油、低温液压油、高粘度指数液压油、液压导轨油及其他专用液压油(如航空液压油、舵机液压油等),它们都是以全损耗系统用油为基础原料,精炼后按需要加入适当的添加剂制得的。

矿油型液压油有很多优点,但其主要缺点是可燃。因此,在一些高温、易燃、易爆的工作场合,为了安全起见,应采用难燃液压油,如乳化型和合成型液压油。

第三节 液压油的污染及其控制

液压系统能否正常工作,除系统设计、元件制造和维护外,油液的清洁度是

一个十分重要的因素。油液的污染将会影响系统的正常工作和元件过早地磨损,甚至会造成设备事故。因此,为确保液压系统工作正常可靠和延长元件的使用寿命,必须控制油液的污染。

一、油液污染的途径与危害

1. 油液污染的途径

油液中存在各种污染物,即使是新油,在到达用户手中时已受到不同程度的污染。油液污染的主要途径为:

(1) 油液炼制、运输和储存过程中受到的污染。其污染物为灰尘、沙土、锈垢、水分和其他液体等。

(2) 装配时元件和系统中的残留物。液压元件在加工、装配、存放和搬运过程中,残留在其内的沙粒、切屑、磨料、锈片、涂料、橡胶和棉丝等。

(3) 液压系统运行过程中由于密封不严或密封装置损坏而由系统外部侵入的污染物。如灰尘、切屑和水分等。

(4) 工作过程中产生的金属和密封材料磨损颗粒,过滤材料脱落的颗粒和纤维,剥落的油漆碎渣等。

(5) 检修过程中带入的灰尘和棉绒等。

(6) 油液变质(老化)产生的污染物等。

2. 污染的危害性

(1) 油液中的杂质对系统的危害

混入油液中的固体颗粒的危害性最大,这些杂质进入相对运动件的配合间隙,就会划伤配合表面,破坏配合表面的精度和表面粗糙度,使泄漏增加,甚至造成元件失灵。一旦堵塞了阻尼孔,就会使液压元件不能正常工作。

1) 对油泵的危害。尘埃颗粒使油泵润滑部分磨损加剧。如叶片泵中的叶片和转子上的槽、转子端面和配油盘;齿轮泵中的齿轮端面与侧板、齿顶与壳体内壁、两个齿轮的齿面等,这些有相对运动的部位,杂质颗粒所造成的磨损是相当严重的。

2) 对液压阀的危害。方向阀、压力阀和流量阀的共同特点是阀芯与阀体有一定的相对运动,而且配合间隙较小,精度较高。油液污染到一定程度就会引起颗粒磨损,使阀芯移动困难或卡住,阀口密封不严,从而失去阀的控制性能,产生故障。

3) 对液压缸的危害。灰尘颗粒在油缸内会加速密封的损坏,油缸内表面的磨损、拉伤,使内外泄漏增加,引起故障。

4) 对滤油器的危害。油液污染到一定程度,杂质会使滤网堵塞,油泵吸油困难,产生气蚀、振动和噪声。如堵塞严重,会因阻力(压力降)过大而将滤网击

穿,完全丧失过滤作用,造成液压系统恶性循环。

(2) 油液中混入水分的危害

水进入油液会引起元件表面腐蚀和产生锈斑,使油液变质。水还可能和油液中的某些添加剂形成酸,这将加剧元件表面的腐蚀。

(3) 油液中侵入空气的危害

油液中混入空气不仅使油液的可压缩性增加,还会引起噪声、空穴、冲击、振动、爬行等。油液中存在空气时还会破坏液流的连续性,甚至在小口径管道中产生“气塞”,妨碍阀的正常工作。油液中的空气还会加速油液的氧化。

(4) 油液温度过高的危害

一般液压机械油液温度保持在 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内比较合适。油温升高使油的粘度降低,因而泄漏增多,效率降低,并使执行元件的运动速度变慢;油温升高将使油液的氧化加快,导致油液变质,降低油的使用寿命。从油中析出的沉淀物,还会堵塞小孔和狭缝,影响系统的正常工作;油温升高会使密封装置迅速老化变质,丧失密封性能。

二、控制液压油污染的措施

为了适应液压系统的使用要求,保证液压系统的正常工作,提高工作可靠性,减少故障和延长使用寿命,必须采取有效措施对液压油进行污染控制。污染控制贯穿于液压装置的设计、制造、安装、使用、维护、修理等各个阶段。控制污染必须做到以下几点:

(1) 减少潜伏的污物

装配液压元件前要认真清洗零件,装配后要采取措施防止液压元件在储存、运输过程中被污染。

装配液压系统时对油箱、管子、接头等要仔细清洗,对加入油箱中的油液必须按照规定进行过滤。

(2) 防止污物侵入

油箱要合理密封以防止污物通过油箱侵入系统。

(3) 防止新生的污物

液压系统中新生的污物主要有摩擦副磨损的金属颗粒、系统中的锈蚀、油漆的剥落和高温下油的变质等。为了防止油液污染,应选择适当的滤油器(即相应的过滤精度)和安装位置。一般过滤精度应和系统关键元件的精度相适应,液压元件对过滤精度的要求请查阅有关资料。

(4) 防止油液变质

(5) 控制工作油液的温度