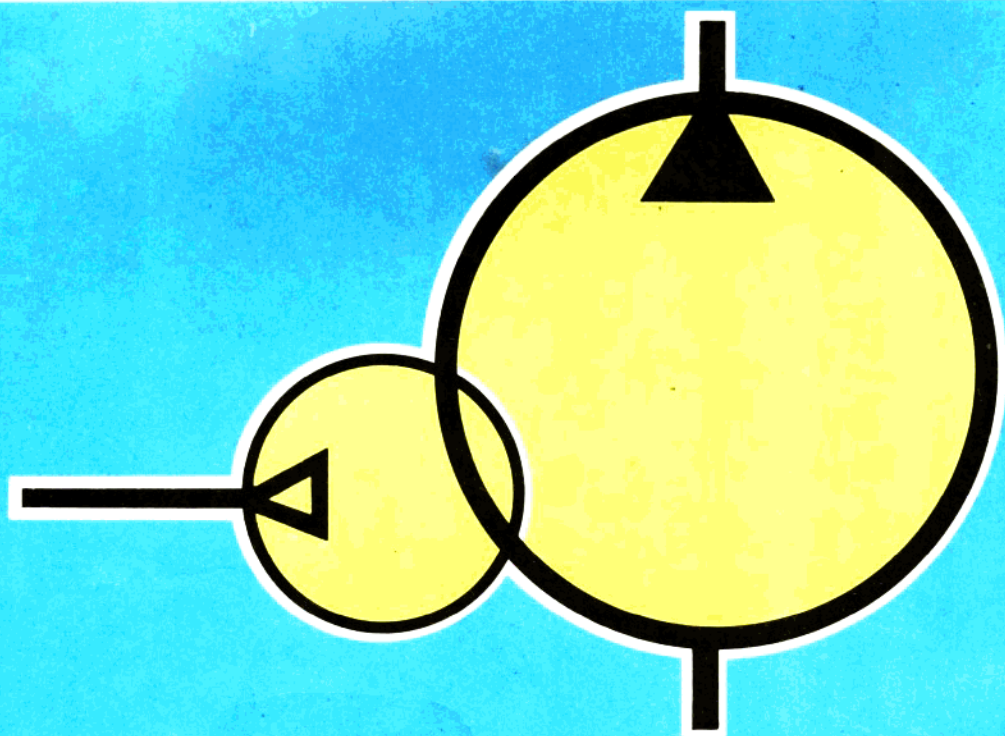


全国纺织中等专业学校教材

纺织机械液压与气动基础

于晓瑞 郑来久 编著



大连海运学院出版社

全国纺织中等专业学校教材

纺织机械液压与气动基础

于晓瑞 郑来久 编 著

大连海运学院出版社

(辽)新登字 11 号

内 容 提 要

本书联系目前国内外先进的纺织机械实例,分别叙述了液压与气动的基本知识,主要液压与气动元件的工作原理、结构特点、使用维护、故障排除;介绍了常用液压与气动基本回路的分析方法;对纺织机械典型液压与气动的工作原理和特点进行了分析;还介绍了伺服系统的基本概念。

本书系全国纺织中等专业学校、职工大学、技工学校纺织专业教材,也可供从事纺织机械设计与研究,各大专院校教师、学生,纺织生产技术人员参考书。

纺织机械液压与气动基础

于晓瑞 郑来久 编著

责任编辑:金崇源 封面设计:王志强

*

大连海运学院出版社出版

大连海运学院出版社发行

大连海运学院出版社印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:353 千

1991 年 10 月第 1 版 1991 年 10 月第 1 次印刷

印数:0001~3000 定价:4.80 元

ISBN 7-5632-0283-8/TS·1

前 言

随着纺织工业科学技术的不断发展,液压与气动在纺织机械上的应用愈来愈广泛。为了满足教学需要和普及液压与气动技术,纺织工业部中等专业学校棉纺专业委员会于1989年11月在武汉召开了《纺织机械液压与气动基础》教材编写大纲讨论会。本书是根据会议通过的编写大纲编写的。

全书分二篇,共十章。第一篇讲液压传动,系统地介绍了常用液压元件的工作原理、结构特点、使用维护和故障排除以及液压基本回路的分析等,并通过纺织机械应用液压传动的实例分析了其工作原理和特点。第二篇讲气压传动,简明介绍了一般气压传动的知识和气压元件的工作原理和特性以及气压传动的基本回路,对部分纺织机械应用气压传动的原理和特点进行了分析。

本书由辽宁省纺织工业学校于晓瑞、辽宁辽阳纺织厂郑来久编著。西北纺织工学院副教授魏俊民主审。参加本书审稿的还有:机械电子工业部大连组合机床研究所液压、气动技术高级工程师宋长清、李世权、孙精云,工程师郑本伟;大连轻工业学院教授徐铭九;中国纺织大学教授孙家匡;成都纺专副教授崔明堂;河南纺专副教授沈廷椿;辽宁省纺织工业学校高级讲师郑殿臣、许学濂,讲师金崇源等同志。

本书在编写过程中,得到了纺织工业部教育司、辽宁省纺织工业学校以及许多科研单位、大专院校的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于我们水平有限,编写时间仓促,书中难免存在不妥之处,诚望读者批评指正。

编 者

一九九一年七月

目 录

第一篇 液压传动

第一章 液压传动概述	(1)
第一节 液压传动的工作原理、系统组成及图形符号	(1)
一、液压传动的工作原理	(1)
二、液压系统的组成	(2)
三、液压系统的图形符号	(2)
第二节 液压传动的优缺点及在纺织机械中的应用	(3)
一、液压传动的优缺点	(3)
二、液压传动在纺织机械中的应用	(4)
第三节 液压传动用油	(4)
一、液体和作用在液体上的力	(4)
二、液压油的基本物理性质	(5)
三、液压油的其它性质	(6)
四、液压传动用油的要求、种类及选择	(7)
五、液压传动用油的合理使用	(9)
第二章 油泵和油马达	(11)
第一节 概述	(11)
一、油泵和油马达的功用	(11)
二、油泵和油马达的工作原理	(11)
三、油泵和油马达的分类	(11)
四、油泵和油马达的职能符号	(12)
五、油泵和油马达的主要性能参数	(12)
第二节 齿轮泵和齿轮马达	(13)
一、齿轮泵的工作原理	(13)
二、CB—B 型齿轮泵的结构	(13)
三、齿轮泵的困油现象及消除方法	(14)
四、齿轮泵的径向液压力及消除方法	(15)
五、齿轮泵的应用	(16)
六、齿轮泵常见的故障及排除方法	(16)
七、齿轮马达	(17)
第三节 叶片泵和叶片马达	(18)
一、定量叶片泵	(18)
二、变量叶片泵	(19)
三、叶片泵的优缺点及其应用范围	(21)
四、叶片泵的常见故障及排除方法	(21)

五、叶片马达·····	(22)
第四节 柱塞泵与柱塞马达·····	(23)
一、轴向柱塞泵的工作原理·····	(23)
二、SCY14-1 型轴向柱塞泵·····	(23)
三、轴向柱塞马达的工作原理·····	(24)
四、径向柱塞泵的工作原理·····	(25)
五、径向柱塞马达的工作原理·····	(25)
六、油泵的选择和使用·····	(26)
第三章 油缸·····	(28)
第一节 常用油缸的结构及主要特点·····	(28)
一、活塞式油缸·····	(28)
二、柱塞油缸·····	(30)
三、摆动油缸·····	(30)
四、增压油缸·····	(31)
第二节 油缸的缓冲装置和排气装置·····	(31)
一、油缸的缓冲装置·····	(31)
二、油缸的排气装置·····	(33)
第三节 油缸的密封装置·····	(33)
一、O 型密封圈·····	(33)
二、Y 形及 Y _x 形密封圈·····	(34)
三、V 形密封圈·····	(36)
四、回转轴用密封圈·····	(36)
五、活塞环密封·····	(36)
第四节 油缸的使用与故障排除·····	(37)
一、使用液压油缸时应注意的事项·····	(37)
二、油缸常见的故障原因与排除方法·····	(37)
第四章 液压阀及其应用·····	(40)
第一节 概述·····	(40)
一、液压阀的作用和分类·····	(40)
二、对液压阀的性能要求·····	(40)
第二节 方向控制阀·····	(41)
一、单向阀·····	(41)
二、换向阀·····	(43)
第三节 压力控制阀·····	(50)
一、溢流阀·····	(50)
二、减压阀·····	(56)
三、顺序阀·····	(58)
四、压力继电器·····	(61)
第四节 流量控制阀·····	(62)

一、节流口的形式和流量特性·····	(62)
二、节流阀·····	(64)
三、调速阀·····	(66)
四、分流阀·····	(68)
五、节流调速阀的故障原因与排除方法·····	(71)
第五章 液压系统的辅助元件 ·····	(73)
第一节 油箱与冷却器 ·····	(73)
一、油箱·····	(73)
二、冷却器·····	(73)
第二节 油管和管接头 ·····	(74)
一、油管·····	(74)
二、管接头·····	(75)
第三节 滤油器 ·····	(76)
一、滤油器的作用及要求·····	(76)
二、滤油器的种类及特性·····	(76)
三、滤油器的安装·····	(78)
第四节 蓄能器 ·····	(78)
一、蓄能器的作用与类型·····	(78)
二、蓄能器的应用·····	(79)
第五节 压力表及压力表开关 ·····	(81)
一、压力表·····	(81)
二、压力表开关·····	(81)
第六章 液压基本回路 ·····	(83)
第一节 压力控制回路 ·····	(83)
一、调压回路·····	(83)
二、保压回路·····	(84)
三、增压回路·····	(85)
四、减压回路·····	(85)
五、卸荷回路·····	(86)
六、平衡回路·····	(89)
第二节 速度控制回路 ·····	(89)
一、节流调速回路·····	(89)
二、容积调速回路·····	(92)
三、限压式变量叶片油泵和调速阀的调速回路·····	(93)
四、快速运动回路·····	(94)
五、用增速油缸的快速运动回路·····	(96)
六、速度换接回路·····	(96)
第三节 方向控制回路 ·····	(98)
一、换向回路·····	(98)

二、锁紧回路	(100)
第四节 顺序动作回路和同步回路	(100)
一、顺序动作回路	(100)
二、同步回路	(103)
第七章 纺织机械液压系统实例分析	(106)
第一节 纺纱机液压系统	(106)
一、DT—4C 纺丝机液压系统	(106)
二、OSAMATIC 细纱机液压系统	(108)
第二节 整经机液压系统	(110)
一、GA121 型整经机液压系统	(110)
二、HACOB A 整经机液压系统	(113)
第三节 浆纱机液压系统	(115)
一、GA331 型浆纱机液压系统	(115)
二、ZTE 型浆纱机液压系统	(118)
第四节 织机液压系统	(119)
一、液压系统工作原理	(120)
二、液压系统的特点分析	(121)
第五节 印染机械液压系统	(121)
一、液压系统工作原理	(122)
二、液压系统的特点分析	(124)
第六节 打包机液压系统	(124)
一、打包机液压系统	(124)
二、液压系统的特点分析	(125)
第八章 液压伺服系统概述	(126)
第一节 液压伺服系统的工作原理与分类	(126)
一、液压伺服系统的工作原理	(126)
二、液压伺服系统的组成及特点	(128)
三、液压伺服系统的分类	(129)
第二节 液压伺服阀	(130)
一、滑阀式伺服阀	(130)
二、喷嘴式伺服阀	(131)
三、喷嘴挡板式伺服阀	(131)
四、回转式伺服阀	(132)
第三节 电液伺服阀及其应用	(133)
一、电液伺服阀的结构及工作原理	(133)
二、电液伺服阀的应用	(136)
第四节 液压伺服系统应用举例	(137)
一、气液伺服系统	(137)
二、ZJS—1 机械手电液伺服系统	(138)

第五节 电液比例控制阀.....	(139)
一、电液比例压力阀	(139)
二、电液比例流量阀	(141)
三、比例阀的特点	(141)

第二篇 气压传动

第九章 气压传动系统的组成与气动基本回路	(143)
第一节 概述.....	(143)
一、气压传动系统的工作原理和组成	(143)
二、空气的基本性质	(144)
三、气压传动的优缺点	(145)
第二节 气源系统.....	(145)
一、空气压缩机	(145)
二、压缩空气的净化	(146)
第三节 气缸.....	(150)
一、气缸的分类	(150)
二、常用气缸的工作原理和用途	(150)
三、标准化气缸	(154)
四、气缸的技术要求及选用原则	(155)
第四节 气动控制元件.....	(155)
一、压力控制阀	(156)
二、流量控制阀	(163)
三、方向控制阀	(164)
四、气动逻辑元件	(170)
第五节 气动辅助元件.....	(177)
一、分水滤气器	(177)
二、油雾器	(178)
三、消声器	(180)
四、压力继电器	(181)
五、管道与管接头	(182)
第六节 气动基本回路.....	(182)
一、压力控制回路	(182)
二、速度控制回路	(183)
三、方向控制回路	(185)
四、安全保护回路	(187)
五、同步回路	(188)
六、延时控制回路	(188)
第十章 纺织机械气动系统实例分析	(190)
第一节 清棉机气动系统.....	(190)

一、自动落卷回路	(191)
二、加压回路	(191)
三、滤尘器间歇回路	(193)
第二节 D0/2 型并条机气动加压系统	(193)
一、D0/2 型并条机气动加压系统	(193)
二、气动系统特点分析	(194)
第三节 F1/1A 型粗纱机气动系统	(194)
一、气动系统工作原理	(194)
二、气动系统的特点分析	(195)
第四节 细纱机自动落纱装置气动系统	(196)
一、G5/1 型细纱机自动落纱装置气动系统	(196)
二、319SL 型细纱机自动落纱装置气动系统	(197)
第五节 HACOBA 型整经机气动系统	(199)
一、气动系统工作原理	(199)
二、气动系统特点分析	(199)
第六节 浆纱机气动控制系统工作原理	(200)
一、压浆辊的升起回路	(200)
二、压浆辊的加压回路	(201)
第七节 织机气动系统	(202)
一、重型织机气动系统	(202)
二、L5000 型喷气织机气动系统	(203)
第八节 圆网印花机气动系统	(210)
一、印花机工作原理	(210)
二、气动系统工作原理	(211)
附 录	(213)
一、液压及气动图形符号(摘自 GB786—76)	(213)
二、中、低压液压元件型号说明	(220)
三、单位换算表	(221)
主要参考文献	(222)

第一篇 液压传动

第一章 液压传动概述

第一节 液压传动的工作原理、系统组成及图形符号

一、液压传动的工作原理

任何一台机器都是由动力机构、传动机构和工作机构等三部分组成的。而传动机构根据其传动形式的不同,可以分为机械传动、电力传动、气压传动、液压传动和复合传动等几种主要形式。

液压传动是使用比较普遍的一种传动形式。为了说明它的工作原理,可通过常见的油压千斤顶来分析。

图 1-1 是油压千斤顶的工作原理图。

工作时提起杠杆 1 将活塞 2 升起,油缸 3 下腔的容积增大。当两个单向阀 4 和 5 都关闭、油缸 3 下腔的容积与外界密封良好时,腔内形成局部真空,于是油箱 5 中的油液在大气压力的作用下,推开单向阀 4 的钢球,沿吸油管进入油缸 3 的下腔,活塞 2 在继续上升至最高位置的过程中,连续吸入油液,完成吸油动作。压下杠杆 1,活塞 2 下降,油缸 3 下腔的油液受压,油液压力便升高。当压力升高到大于单向阀与弹簧的作用力时,油液便推开钢球进入油缸 8 内,推动活塞 9 将重物 G 升起,完成做功动作。这样反复掀动杠杆就可使重物不断上升,达到起重的目的。

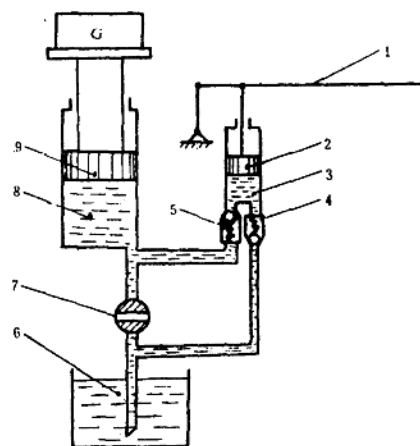


图 1-1 油压千斤顶工作原理图

当重物升高到所需位置时,停止掀动杠杆,单向阀 5 即关闭,油缸 8 中的油液被封死,重物保持在某一位置不动。

如将放油阀 7 旋转 90°时,油缸 8 中的油液流回油箱,活塞 9 便回到原始位置。

由上述油压千斤顶的工作过程,可以看出,液压传动是在密封容积内,以液体作为工作介质,主要利用液体的压力能来传递能量和进行控制的一种传动方式。

二、液压系统的组成

如图1—2所示,为一个简单的液压系统原理图。齿轮油泵3由电动机4带动旋转,从油箱1经滤油器2吸油,并将压力油送入管路。压力油经节流阀6、换向阀10阀芯的环槽,再经管路11进入油缸12的右腔。油缸的缸体12是固定的,因此在压力油的作用下,活塞14带动工作台13向左运动。同时,油缸12左腔的油液经油管15、换向阀10阀芯的环槽和油管7流回油箱。换向阀是控制工作台13运动方向用的。在图1—2a所示换向阀10的位置,工作台是向左运动。如果扳动手柄9使换向阀10的阀芯移动到如图1—2b所示右端的位置,压力油经节流阀6、换向阀10阀芯的环槽,再经油管15进入油缸12的左腔,使工作台13向右运动。油缸12右腔的油液经管路11、换向阀10阀芯的环槽、油管7流回油箱。

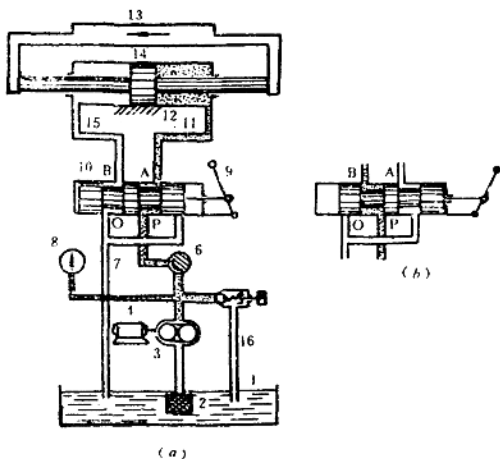


图1—2 简单液压系统原理图

节流阀6的作用和自来水龙头相似,改变节流阀开口的大小,就能调节通过节流阀进入油缸的流量,便可调节工作台13的运动速度。

溢流阀5的作用是溢流和使系统保持一定的压力。因齿轮油泵3的输油量是一定的,而节流阀6只允许部分压力油进入油缸12,所以齿轮油泵所输出的多余压力油要通过溢流阀5、管道16流回油箱。当油液通过溢流阀5时,必须克服弹簧的作用力才能使阀口打开,因此溢流阀5可使进入系统的油液保持一定的压力。显然可见,溢流阀5对液压系统也有过载保护作用。

从上面的例子可以看出,液压传动系统由以下四部分组成:

(一)动力元件——油泵,通过它将电动机所输出的机械能转换为液体的压力能。它向液压系统连续供给具有一定压力和流量的油液。

(二)执行元件——又叫液动机,实现旋转运动的叫油马达;实现直线运动的叫油缸。其作用是将液体的压力能转换为执行机构的机械能。

(三)控制元件——各种控制阀,用以控制和调节液流的压力、流量和方向,以满足执行机构对力、速度和运动方向的要求。

(四)辅助元件——除上述三种元件以外的其它装置均属于辅助元件,如油管、油箱、滤油器、蓄能器、冷却器、压力表和密封装置等,在系统中起着输送、贮存、散热及过滤液体等作用。它们对保证液压系统可靠持久地工作起着重要的作用。

三、液压系统的图形符号

图1—2所示的液压系统中,各元件是以结构符号表示的,称为结构式原理图。它直观性

强,容易理解,但图形复杂,绘制困难。为了简化液压系统图,常采用元件的职能符号来绘制液压系统图。这些符号只表示元件的职能及联接线路而不表示其结构。目前我国的液压与气压系统图均采用国标 GB786—76 所规定的职能符号(参看附录)绘制。图 1—3 即为用这套符号代替图 1—2 中各元件的结构符号绘制出来的简单液压系统原理图。

绘制系统图时的一些规定:

(一)图中各元件的符号均以静止状态或零工位表示。

(二)系统中的主油路(包括主压油路和主回油路),以标准实线表示,泄漏油路用细实线表示,控制油路以细虚线表示。

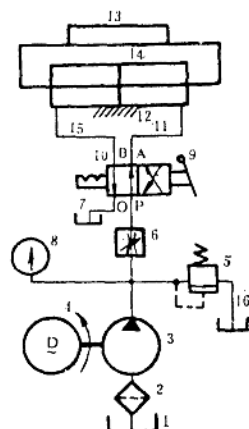


图 1—3 用职能图形符号表示的
液压系统原理图

第二节 液压传动的优缺点及在纺织机械中的应用

一、液压传动的优缺点

液压传动之所以得到迅速的发展和广泛的应用,是因为它与机械、电力等传动方式相比,具有一系列的优点:

(一)在输出同等功率的条件下,液压传动装置结构紧凑,体积小,重量轻,惯性小。例如:在相同功率下,液压马达的体积为电动机的 12—13%。高压泵($p > 20\text{MPa}$)的单位功率重量为 0.15~0.2kg/kw,而一般电动机则为 1.5~2.0kg/kw。

(二)工作平稳,冲击、振动和噪声较小,易于实现频繁的换向,能完成转动、摆动,更易于实现各种往复运动。

(三)调速方便,并能在大的范围内实现无级调速。

(四)操纵简单,便于实现自动化。并可与电、气、机联合应用,充分发挥各自的优点,实现复杂的自动工作循环。

(五)易于实现过载保护,工作安全可靠。由于工作介质为油液,相对运动的表面能自行润滑,减少了磨损,延长了使用寿命。

(六)可实现低速大力矩传动,无需减速箱。

(七)液压元件大部分已标准化、系列化、通用化,因此便于设计、制造和推广应用。

液压传动的主要缺点:

(一)液压传动存在漏油现象,加上油液有微小的压缩性和管道的弹性变形,使液压传动不能用在精密的定比传动中。

(二)油液的粘性受温度变化的影响较大,故液压系统的工作性能也受温度的影响。

(三)有泄漏、压力及机械摩擦等三项损失,传动效率较低,而且不适于远距离传动。

(四)为了减少泄漏,液压元件的加工和配合精度要求高,加工工艺困难,成本较高。

(五)发生故障后不易检查和及时排除。

总的来说,液压传动具有一些独特的优点,就其缺点而言,随着机械制造业的发展,会逐步得到克服的,所以液压传动在纺织机械中会得到越来越广泛的应用。

二、液压传动在纺织机械中的应用

目前,液压传动在纺织机械中的应用主要有以下几个方面:

(一)加压装置 由于液压加压的结构简单、调压方便、压力稳定,所以新的纺织机械中采用液压加压的地方很多。

(二)实现直线往复运动 由于采用液压传动实现直线往复运动的机构比较简单,并且具有换向容易,冲击小,能量消耗低等优点,因此以油缸作为执行机构的液压系统,在纺织机械中被普遍应用。

(三)实现自动调速 由于液压系统能在一个较大的速度范围内方便地进行无级调速,所以出现了用液压装置驱动和控制的整经机、浆纱机、织布机、梳毛机和梳棉机等。它们利用生产过程中某种工艺参数的变化,自动调节经轴、织轴、牵伸罗拉或喂入罗拉的回转速度,以实现恒定经纱张力和卷绕密度、毛(或棉)条在一定范围内的匀整度。

(四)制动装置 采用液压制动,制动力矩大,刹车及时。对实现纺织机械的高速化、大卷装、大功率,提高劳动生产率非常有利。

(五)缓冲装置 液压缓冲装置利用油液受压时的弹簧效应,将纺织机械中高速运动部件(如投梭机构)的动能转变成液压能,即能降低纺织机械的振动和噪声,又能提高运动部件的到位精度。

第三节 液压传动用油

一、液体和作用在液体上的力

从力学观点来看,液体是由极其微小的在空间仅占有点的位置,但具有确定质量的质点组成。并且认为,质点与质点之间没有空隙,质点是连续均匀分布在液体之中。

实际上液体是由分子组成,分子之间是不连续的,分子本身进行着无止境的不规则运动。但流体力学研究的是由外部原因引起的液体宏观机械运动,而不涉及液体内部微观结构和分子的运动规律。

液体分子间存在着互相吸引的内聚力,因而在液体流动时会呈现出内摩擦力。液体分子与其相接触的固体分子之间作用着附着力,一般液体都会被固体壁面所吸附,吸附在壁面上的液体层可以认为具有与壁面相同的速度。

在液体中取出一分离体,作用在该分离体上的力有质量力和表面力。

质量力是作用在所考虑分离体中所有质点上的力,它的大小与分离体质量成正比。作用在液体上的质量力有惯性力、离心力、重力等。由于加速度存在而产生的力,作用在单位质量上的质量力称为单位质量力,它数值上就等于加速度。

表面力是作用在所考虑分离体表面上的力,它的大小与表面面积成正比,而与质量无关。表面力分为切向力和法向力。周围液体或固体壁面对分离体的摩擦力是切向力,其方向与作用表面相切。周围液体或固体壁面对分离体的压力则是法向力,其方向与作用表面法线方向相一致,由于液体不能承受拉力,所以指向作用表面内法线方向的压力是唯一的法向力。单位面积上的表面力通常称为应力,它表征了表面力的强度。在工程技术上习惯地把应

力称为压力。

在国际单位制中,压力的计量单位为 P_a (帕斯卡,简称帕)。

$$1P_a = 1N/m^2 = 1kgf/(m \cdot s^2)$$

它与工程上曾采用的工程大气压(at)、巴(bar)、毫米水柱(mmH₂O)、毫米汞柱(mmHg)之间的关系是:

$$\begin{aligned} 1P_a &= 1.02 \times 10^{-5}at(kgf/cm^2) \\ &= 10^{-5}bar = 0.102mmH_2O = 0.0075mmHg \end{aligned}$$

由于 P_a 的单位较小,工程上常用 MP_a (兆帕)作为计量单位。 $1MP_a = 10^6P_a$ 。

二、液压油的基本物理性质

(一)密度和重度

密度——对于均质液体来说,是指单位体积内所具有的质量,用 ρ 表示。若以 M 表示体积为 V 的均质液体的质量,则该液体的密度 ρ 可用下式表示:

$$\rho = M/V \quad (1-1)$$

质量的单位为千克,体积的单位为立方米,因而密度的单位是千克每立方米,记为 kg/m^3 。

重度——对于均质液体来说,是指单位体积所具有的重量,用 γ 表示。若以 G 表示体积为 V 的均质液体的重量,则该液体的重度可用下式表示:

$$\gamma = G/V \quad (1-2)$$

重度的单位是牛顿每立方米,记为 N/m^3 。

密度和重度有如下的关系式:

$$\gamma = g\rho$$

式中,重力加速度 $g = 9.81m/s^2$

液体的密度和重度随温度和压力而变化,但在一般液压系统使用的温度和压力范围内,可视为常数。计算时可取油液的密度 $\rho = 900kg/m^3$,取油液的重度 $\gamma = 8800N/m^3$ 或 $900 \times 9.81N/m^3$ 。

(二)压缩性和膨胀性

油液的压缩性是指油液受力作用而体积变小的性质。油液的膨胀性是指因油液的温度升高而体积增大的性质。

油液的压缩性是很微小的,在一般的液压系统中,压力变化不大时,可以忽略不计。但在压力变化很大和传动精度要求较高的高压系统中,因油液的压缩性使油液由高压到低压突然转换的瞬间,压缩后的油液会突然膨胀而造成冲击。所以,这种场合必须考虑液体的压缩性。

油液的膨胀性也是很微小的,再加之液压传动系统的温升不能超过允许值,所以在一般情况下可忽略不计。

(三)粘度

液体流动时,流层之间产生内部摩擦阻力的性质称为液体的粘性。表示粘性大小的物理量称为粘度,它是选择液压油的一个重要参数。

我国常用的粘度单位有动力粘度、运动粘度和相对粘度等三种。

(1)动力粘度

当一层液体相对另一层液体运动时,其单位面积上的摩擦力(即切应力),与这两层液体相对运动的速度 ΔV 成正比,而与这两层液体间的距离 Δh 成反比,即

$$\tau = -\mu \frac{\Delta V}{\Delta h}$$

这个关系式又叫液体内摩擦定律。因速度 V 随距离 h 的增加而减小,所以上式带有负号。液体内摩擦系数 μ 就是动力粘度。

动力粘度的单位为帕·秒(Pa·S),即 $N \cdot S/m^2$ 。1Pa·S 表示距离为 1m 的两层液体,相对速度为 1m/S,在 m^2 面积上所作用的剪应力为 1N($1kg \cdot m/S^2$)时的粘度。

(2)运动粘度

工业上常用动力粘度 μ 与同温度下该油液的密度 ρ 的比值表示粘度,称为运动粘度,常用 γ 表示。即:

$$\gamma = \mu / \rho$$

运动粘度的单位为 m^2/S 。

国产机械油的牌号就是用运动粘度表示的。

(3)相对粘度

动力粘度和运动粘度又称为绝对粘度,是理论计算中常用的单位,但不易直接测量,因此工程上常用相对粘度。相对粘度是以液体的粘度与水的粘度相比较的相对值,又称为条件粘度。各国采用的相对粘度单位有所不同,有的用赛氏粘度,有的用雷氏粘度,我国采用恩氏粘度,常用符号 $^{\circ}E$,即:

$$^{\circ}E_t = \frac{t_{\text{油}}}{t_{\text{水}}}$$

在液压传动中一般以 $50^{\circ}C$ 作为测定恩氏粘度的标准温度,用 $^{\circ}E_{50}$ 。

各种粘度之间的换算关系,可查阅液压传动设计手册。

(四)影响油液粘度的主要因素

影响油液粘度的主要因素是温度,油液的粘度随温度的上升而降低,随温度的降低而增高。液体粘度随温度的变化叫粘温特性。

在液压传动中,由于油的粘度的变化,将直接影响到液压系统的性能和工作的稳定性。因此,油的粘温特性是液压油在使用性能方面的一个重要指标。其粘温曲线图可查阅有关设计手册。

影响粘度的另一因素是压力,粘度随压力升高而有所增强,但增加量很小,压力在 5MPa 以下时可忽略不计。

三、液压油的其它性质

(一)流动点和凝固点

油液的粘度随着温度的降低而逐渐增大。当温度低到一定的程度,油液就失去了流动性,这时的温度称为油液的凝固点。比凝固点高 $2.5^{\circ}C$ 的温度称为流动点。一般液压传动用油的凝固点约为 $-10 \sim -15^{\circ}C$,稠化液压油的凝固点可达到 $-38^{\circ}C$ 。

(二)闪点和燃点

油液加热后会挥发出可燃性蒸气,这些可燃性蒸气与空气混合在油面上,当一接触火焰

的瞬间,会突然闪火燃烧,这个最低温度称为油液的闪点。如果油液的温度继续上升,便会连续燃烧,这时的温度称为油液的燃点。一般液压传动用油的闪点为 130~150℃。

(三)化学稳定性与热稳定性

化学稳定性是指油液抵抗与含氧物质,特别是与空气起化学反应的能力。油液与空气或其它氧化剂接触会发生氧化,生成酸性物质,使油质变坏并腐蚀金属零件的表面,降低油液和元件的使用寿命。

(四)抗乳化性和抗泡性

抗乳化性是指油中混入水并搅动成乳化液后,水从其中分离出来的能力。油液乳化会增加油液的酸值,降低油液的润滑性能。油中混入空气并搅动生成乳状液的现象称为起泡,把气泡从油中分离出来的能力称为抗泡性。油液中若产生气泡则易产生气穴现象,影响系统的正常工作。

四、液压传动用油的要求、种类及选择

(一)对液压油的性能要求

1. 有适宜的粘度和良好的粘温性能。
2. 具有良好的润滑性能。
3. 具有良好的化学稳定性和热稳定性。
4. 具有低的凝点和高的闪点。
5. 有良好的抗乳化性及抗泡性。
6. 油液的质量纯洁,不含有各种杂质。
7. 价格低廉。

(二)液压传动用油的种类及选择

1. 液压传动用油的种类

序号	牌 号		原 名	特性和用途
	油 名	代 号		
普通 液 压 油	N32 号液压油	YA-N32	20 号精密机床液压油	有良好抗氧、防锈和一般抗磨性的精制矿物油。用于环境温度 0℃ 至 40℃ 工作的各类液压泵的中、低压液压系统。
	N46 号液压油	YA-N46	30 号精密机床液压油	
	N68 号液压油	YA-N68	40 号精密机床液压油	
	N32G 号液压油	YA-N32G	20 号液压—导轨油	
	N46G 号液压油	YA-N46G	30 号液压—导轨油	
	N68G 号液压油	YA-N68G	40 号液压—导轨油	