

高职高专一体化教学实践性指导用书

液压与气压传动 案例教程

主 编 梁洪洁



西安电子科技大学出版社
XIDIAN UNIVERSITY PRESS

高职高专一体化教学实践性指导用书

液压与气压传动案例教程

主 编 梁洪洁

副主编 李 栋 马文倩



YZLI0890075987

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书采用任务驱动、项目导向的教学设计,贯穿“确定项目、自主学习、制定方案、项目实施、反馈评价”的五步教学法,为全面提升学生的实操能力,进而为提高学生的岗位适应能力奠定了坚实的基础。

本书共4个项目,分25个模块讲述,主要介绍液压与气压传动技术基本知识,液压流体力学基础,各类液压和气压传动元件的功用、结构、工作原理、特性和应用,液压与气压传动基本回路,典型液压与气压传动系统的功用、原理、特点、常见故障及其排除方法等内容。

本书每个模块后均安排有思考题,以便于教学与读者自学。

本书既可作为高职高专院校液压与气压传动技术专业的教材,也可作为成人教育机械类、机电类专业教材,还可供从事液压与气压传动技术的工程技术人员与使用维护人员学习参考。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动案例教程/梁洪洁主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2010.9

高职高专一体化教学实践性指导用书

ISBN 978-7-5606-2465-5

I. ①液… II. ①梁… 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. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 141270 号

策 划 毛红兵

责任编辑 任蓓萱

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13.75

字 数 322千字

印 数 1~3000册

定 价 20.00元

ISBN 978-7-5606-2465-5/TH·0109

XDUP 2757001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

液压与气压传动技术是一种历史悠久、发展成熟、应用极其广泛的技术。近年来与微电子技术、计算机技术的结合,使液压与气压传动技术进入了一个崭新的历史阶段。液压与气压传动技术已成为包括传动、控制、检测在内的,对现代化机械装备技术进步有重要影响的基础技术。由于液压与气压传动技术独特的原理与性能,其应用遍布国民经济各个领域,如在机床、工程机械、交通运输、冶金机械、农业机械、塑料机械、锻压机械、航空、航天、航海、兵器、石油与煤炭等方面都有广泛采用。由于液压与气压传动技术的采用对机电产品的质量和水平提高起到了极大的促进和保证作用,因此采用液压与气压传动技术的程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志。

本书紧紧围绕“教、学、做”一体化的教学模式,充分体现了其实质即教学过程的实践性。本书共4个项目,分25个模块来讲述,主要介绍液压与气压传动技术基本知识,液压流体力学基础,各类液压和气压传动元件的功用、结构、工作原理、特性,液压与气压传动基本回路,典型液压与气压传动系统的功用、原理、特点、常见故障及其排除方法等内容。同时,书中所涉及的多个工程实际案例具有很强的实用性,有利于提高学生分析问题和解决问题的能力。

本书在编写过程中,主要考虑到了以下几方面:

1. 特色鲜明

本书在编写时,力求基础理论以应用为目的,以必须够用为度,以掌握概念强化应用为教学重点,增加生产现场的应用性知识,具有明显的机电职业教育特色,有利于高素质专门人才的培养。

2. 内容适当、应用性强

在本书的编写过程中,始终贯彻理论联系实际的原则,着重基本概念和原理的阐述,突出理论知识的应用,加强针对性和实用性。本书所介绍内容既兼顾了现有液压与气压传动元件,又反映了液压与气压传动技术的新发展;既兼顾了一般液压与气压传动技术的应用特点,又反映了航空液压与气压传动技术的应用。因此,本书具有内容适当、浅显易懂、实用性强的特点。

本书由西安航空职业技术学院梁洪洁任主编,西安航空职业技术学院李栋、马文倩任副主编。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者
2010年6月

目 录

项目 1 液压系统基本知识	1
模块 1.1 基本液压系统分析	1
任务 1.1.1 液压千斤顶工作状态分析	1
任务 1.1.2 液压工作台工作状态分析	2
思考题	6
模块 1.2 液压系统工作介质选择	6
任务 1.2.1 液压系统工作介质性质分析	6
任务 1.2.2 液压油的选用	8
思考题	11
模块 1.3 液体静力学分析	11
任务 1.3.1 液体静压力分析	11
任务 1.3.2 液体静力学计算	13
思考题	14
模块 1.4 液体动力学分析	14
任务 1.4.1 液体动力学基础	14
任务 1.4.2 液体动力学计算	18
思考题	20
模块 1.5 管道内压力损失的计算	20
思考题	22
模块 1.6 液压冲击及空穴现象分析	23
思考题	25
习题 1	26
项目 2 基本回路单元分析	27
模块 2.1 换向回路分析	27
任务 2.1.1 液压泵	27
任务 2.1.2 液压泵结构分析及参数计算	30
任务 2.1.3 方向控制阀	41
任务 2.1.4 换向回路分析	51
思考题	52
模块 2.2 速度调节回路分析	52
任务 2.2.1 液压马达的结构分析及参数计算	52
任务 2.2.2 液压缸结构分析及参数计算	58
任务 2.2.3 流量控制阀	68
任务 2.2.4 调速回路分析	72
思考题	80

模块 2.3 基本压力控制回路分析	81
任务 2.3.1 压力控制阀	81
任务 2.3.2 压力控制回路分析	88
思考题	93
模块 2.4 气压传动系统分析	93
任务 2.4.1 气动剪切机的气压传动系统分析	93
任务 2.4.2 气体状态方程分析	96
任务 2.4.3 气源装置和辅助元件	99
任务 2.4.4 气动执行元件	100
任务 2.4.5 气动控制元件	103
任务 2.4.6 压力控制回路分析	107
任务 2.4.7 安全保护回路分析	108
思考题	109
习题 2	109
项目 3 综合回路的设计与分析	112
模块 3.1 同步回路的设计与分析	112
任务 3.1.1 压力表和过滤器	112
任务 3.1.2 相同位移及相同速度控制回路的设计	114
任务 3.1.3 多缸同步运动系统进行流量控制回路的设计	116
思考题	117
模块 3.2 顺序动作回路的设计与分析	117
任务 3.2.1 压力继电器和行程开关	117
任务 3.2.2 顺序动作控制回路的设计	118
思考题	123
模块 3.3 特殊速度控制回路的设计与分析	123
任务 3.3.1 蓄能器	123
任务 3.3.2 快速运动控制回路的设计	127
任务 3.3.3 运动速度换接控制回路的设计	128
思考题	131
模块 3.4 特殊压力控制回路的设计与分析	132
任务 3.4.1 增压液压缸、伸缩缸和齿轮缸	132
任务 3.4.2 卸荷回路的设计	133
任务 3.4.3 系统保压控制回路的设计	134
任务 3.4.4 平衡回路的设计	135
思考题	137
模块 3.5 逻辑控制回路的设计与分析	137
任务 3.5.1 逻辑元件	137
任务 3.5.2 双压阀(“与门”元件)控制回路的设计	141
任务 3.5.3 双手同时动作控制回路的设计	141
任务 3.5.4 互锁回路的设计	143
任务 3.5.5 多地控制回路的设计	144
思考题	145
习题 3	146

项目 4 工程实际案例分析	149
模块 4.1 乐池升降台液压控制系统分析	149
任务 4.1.1 油箱和液控单向阀	149
任务 4.1.2 乐池升降台液压控制回路的设计	152
思考题	154
模块 4.2 汽车制动系统液压控制回路分析	154
任务 4.2.1 汽车制动系统	154
任务 4.2.2 汽车制动系统液压控制回路的设计与分析	155
任务 4.2.3 汽车防抱死制动系统的设计与分析	161
任务 4.2.4 东风 EQ1092 型汽车主车制动系统的设计与分析	164
思考题	166
模块 4.3 扫路车液压控制系统分析	166
任务 4.3.1 扫路车	166
任务 4.3.2 扫路车液压控制回路的设计	167
思考题	168
模块 4.4 垃圾车液压控制系统分析	168
任务 4.4.1 垃圾车	168
任务 4.4.2 垃圾车液压控制回路的设计	170
思考题	171
模块 4.5 多角度自卸车液压控制系统分析	171
任务 4.5.1 自卸车	171
任务 4.5.2 自卸车举升液压回路的设计	172
任务 4.5.3 多角度自卸车液压控制系统设计	173
思考题	175
模块 4.6 汽车起重机液压控制系统分析	175
任务 4.6.1 汽车起重机	175
任务 4.6.2 汽车起重机液压回路的设计与分析	176
任务 4.6.3 汽车起重机液压回路系统特点分析	178
思考题	178
模块 4.7 组合机床液压控制系统分析	179
任务 4.7.1 组合机床	179
任务 4.7.2 组合机床液压控制回路的设计与分析	179
任务 4.7.3 组合机床液压控制回路特点分析	181
思考题	182
模块 4.8 外圆磨床液压控制系统分析	182
任务 4.8.1 外圆磨床	182
任务 4.8.2 外圆磨床液压控制回路的设计与分析	182
任务 4.8.3 外圆磨床液压控制回路特点分析	186
思考题	186
模块 4.9 飞机起落架液压控制系统分析	186
任务 4.9.1 飞机起落架	186
任务 4.9.2 飞机起落架收放液压控制回路的设计与分析	190
思考题	191

模块 4.10 液压传动系统的设计与计算	191
任务 4.10.1 工况分析	191
任务 4.10.2 确定液压系统主要参数	195
任务 4.10.3 液压元件的选择	196
任务 4.10.4 液压系统性能的验算	200
任务 4.10.5 绘制正式工作图和编写技术文件	202
任务 4.10.6 液压系统设计计算举例	202
思考题	207
习题 4	209
参考文献	212

项目1 液压系统基本知识

模块1.1 基本液压系统分析

任务1.1.1 液压千斤顶工作状态分析

早在18世纪末英国就制造了世界上第一台水压机,但直到20世纪30年代液压传动技术才较普遍地用于起重机、机床及工程机械。在第二次世界大战期间,由于战争需要,出现了由响应迅速、精度高的液压控制机构所装备的各种军事武器。第二次世界大战结束后,液压技术迅速转向民用工业,不断应用于各种自动机及自动生产线。

20世纪60年代以后,液压技术随着原子能、空间技术、计算机技术的发展而迅速发展。当前,液压技术正向迅速、高压、大功率、高效、低噪声、经久耐用、高度集成化的方向发展。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、可靠性技术等也是当前液压传动及控制技术发展和研究的方向。

我国的液压技术最初应用于机床和锻压设备上,后来又应用于拖拉机和工程机械。如今,随着从国外引进液压元件、生产技术以及自行设计,我国的液压元件现已形成了自己的系列,并在各种机械设备上得到了广泛的使用。

液压传动的工作原理可以用一个液压千斤顶的工作原理来说明。

图1-1-1是液压千斤顶工作原理图。大油缸9和大活塞8组成举升液压缸,杠杆手柄1、小油缸2、小活塞3、单向阀4和7组成手动液压泵。如提起手柄使小活塞向上移动,小活塞下端油腔容积增大,形成局部真空,这时单向阀4打开,通过吸油管5从油箱12中

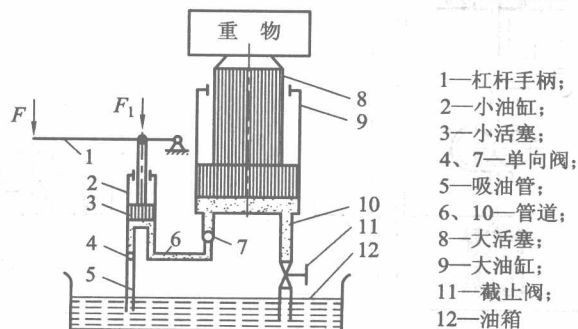


图1-1-1 液压千斤顶工作原理图

吸油；用力压下手柄，小活塞下移，小活塞下腔压力升高，单向阀 4 关闭，单向阀 7 打开，下腔的油液经管道 6 输入举升油缸 9 的下腔，迫使大活塞 8 向上移动，顶起重物。再次提起手柄吸油时，单向阀 7 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。不断地往复扳动手柄，就能不断地把油液压入举升缸下腔，使重物逐渐地升起。如果打开截止阀 11，举升缸下腔的油液通过管道 10、截止阀 11 流回油箱，重物就向下移动。这就是液压千斤顶的工作原理。

通过对上面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。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，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，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 中油液容积的多少。由此可见，液压传动是一个不同能量之间的转换过程。

任务 1.1.2 液压工作台工作状态分析

1. 典型液压系统分析

液压千斤顶是一种简单的液压传动装置。下面分析一种半结构式液压系统，如图 1-1-2 所示。

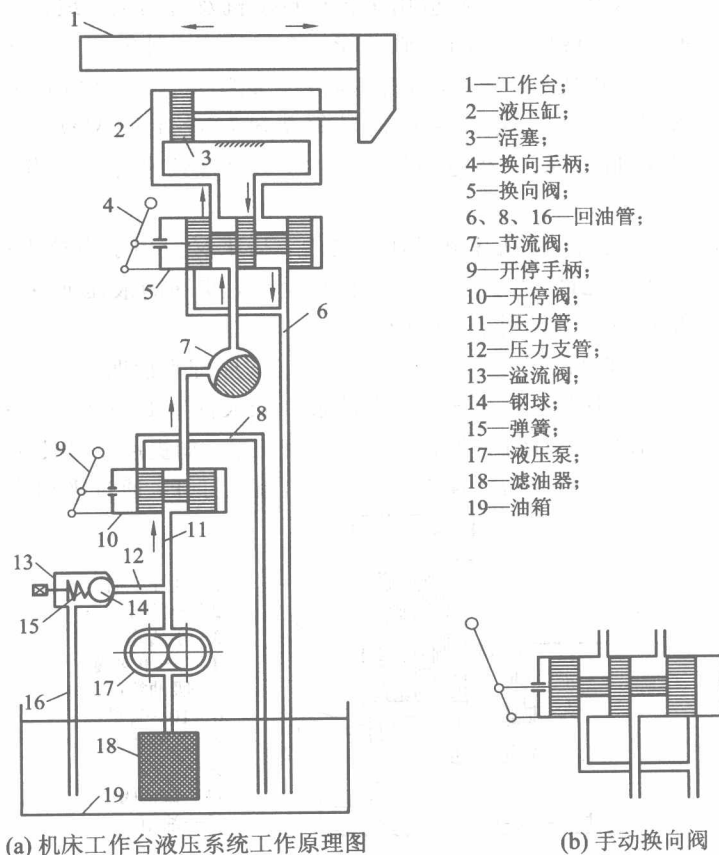


图 1-1-2 半结构式液压系统

机床工作台液压系统由油箱、滤油器、液压泵、溢流阀、开停阀、节流阀、换向阀、液压缸以及连接这些元件的油管、接头组成。其工作原理如下：液压泵由电动机驱动后，从油箱中吸油。油液经滤油器进入液压泵，油液在泵腔中从入口低压到泵出口高压，在图1-1-2(a)所示状态下，通过开停阀、节流阀、换向阀进入液压缸左腔，推动活塞使工作台向右移动。这时，液压缸右腔的油经换向阀和回油管6排回油箱。

如果将换向阀手柄转换成图1-1-2(b)所示状态，则压力管中的油将经过开停阀、节流阀和换向阀进入液压缸右腔，推动活塞使工作台向左移动，并使液压缸左腔的油经换向阀和回油管6排回油箱。

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开大时，进入液压缸的油量增多，工作台的移动速度增大；当节流阀关小时，进入液压缸的油量减小，工作台的移动速度减小。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力，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，缸中的油液压力越高；反之压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本原理——压力取决于负载。从机床工作台液压系统的工作过程可以看出，一个完整的、能够正常工作的液压系统，应该由以下五个主要部分来组成：

- (1) 能源装置。它是供给液压系统压力油，把机械能转换成液压能的装置。最常见的形式是液压泵。
- (2) 执行装置。它是把液压能转换成机械能的装置，其形式有作直线运动的液压缸，有作回转运动的液压马达。它们又称为液压系统的执行元件。
- (3) 控制调节装置。它是对系统中的压力、流量或流动方向进行控制或调节的装置，如溢流阀、节流阀、换向阀、开停阀等。
- (4) 辅助装置。上述三部分之外的其他装置，如油箱、滤油器、油管等，对保证系统正常工作是必不可少的。
- (5) 工作介质，为传递能量的流体，即液压油等。

2. 液压传动系统图的图形符号

图1-1-2所示的是一种半结构式的液压系统工作原理图。它有直观性强、容易理解的优点。当液压系统发生故障时，根据原理图检查十分方便，但图形比较复杂，绘制比较麻烦。我国已经制定了一种用规定的图形符号来表示液压原理图中的各元件和连接管路的国家标准，即《液压系统图图形符号(GB 786—76)》。在我国制定的《液压系统图图形符号(GB 786—76)》中，有以下几条基本规定：

- (1) 符号只表示元件的职能、连接系统的通路，不表示元件的具体结构和参数，也不表示元件在机器中的实际安装位置。
- (2) 元件符号内的油液流动方向用箭头表示，线段两端都有箭头的，表示流动方向可逆。
- (3) 符号均以元件的静止位置或中间零位置表示，当系统的动作另有说明时，可作例外。

图1-1-3所示为图1-1-2(a)系统采用《液压系统图图形符号(GB 786—76)》绘制的工作原理图。使用这些图形符号可使液压系统图简单明了，且便于绘图。

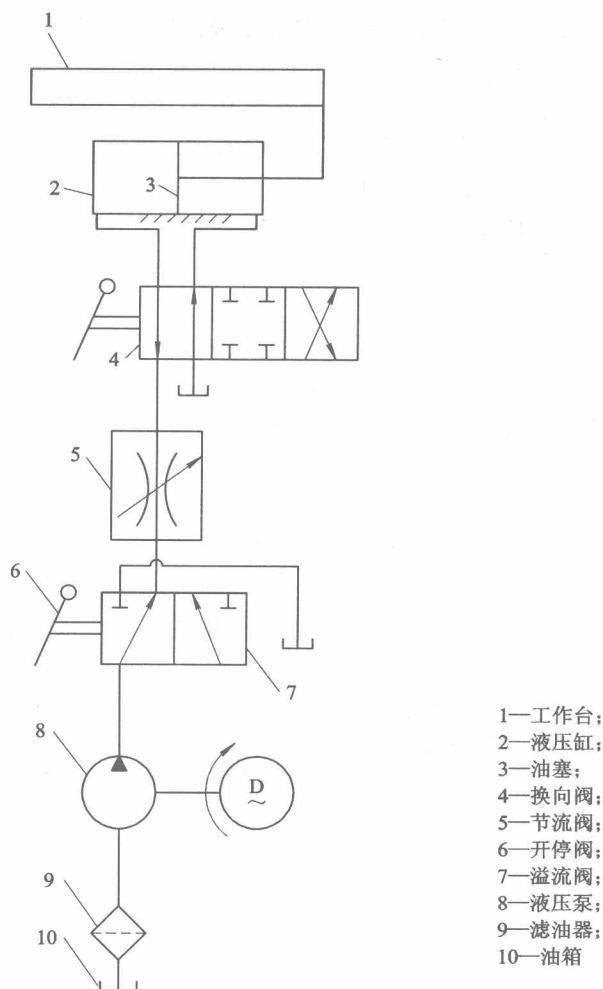


图 1-1-3 机床工作台液压系统的图形符号图

3. 液压传动的优缺点

1) 液压传动的优点

液压传动之所以能得到广泛的应用，是由于它具有以下优点：

(1) 由于液压传动是油管连接，所以借助油管的连接可以灵活方便地布置传动机构，这是比机械传动优越的地方。例如，在井下抽取石油的泵可采用液压传动来驱动，以克服长驱动轴效率低的缺点。由于液压缸的推力很大，加之极易布置，在挖掘机等重型工程机械上，已基本取代了老式的机械传动，不仅操作方便，而且外形美观大方。

(2) 液压传动装置的重量轻、结构紧凑、惯性小。例如，相同功率液压马达的体积为电动机的 12%~13%。目前，液压泵和液压马达单位功率的重量指标是发电机和电动机的 1/10，液压泵和液压马达可小至 0.0025 N/W(牛/瓦)，发电机和电动机则约为 0.03 N/W。

(3) 液压传动可在大范围内实现无级调速。借助阀或变量泵、变量马达，可以实现无级调速，调速范围可达 1:2000，并可在液压装置运行的过程中进行调速。

(4) 液压传动均匀平稳, 负载变化时速度较稳定。正因为此特点, 金属切削机床中的磨床传动现在几乎都采用液压传动。

(5) 液压装置易于实现过载保护。借助于溢流阀等装置, 过载保护的实现较为简单, 液压件能自行润滑, 因此使用寿命长。

(6) 液压传动容易实现自动化。借助于各种控制阀, 特别是结合使用液压控制和电气控制时, 能很容易地实现复杂的自动工作循环, 而且可以实现遥控。

(7) 液压元件已实现了标准化、系列化和通用化, 便于设计、制造和推广使用。

2) 液压传动的缺点

液压传动的缺点主要体现在以下几方面:

(1) 液压系统中的漏油等因素, 影响运动的平稳性和正确性, 使得液压传动不能保证严格的传动比。

(2) 液压传动对油温的变化比较敏感。温度变化时, 液体粘性变化, 引起运动特性的变化, 使得工作的稳定性受到影响, 所以它不宜在温度变化很大的环境下工作。

(3) 为了减少泄漏, 以及为了满足某些性能上的要求, 液压元件的配合件制造精度要求较高, 加工工艺较复杂。

(4) 液压传动要求有单独的能源, 不像电源那样使用方便。

(5) 液压系统发生故障后不易检查和排除。

总之, 液压传动的优点是主要因素, 随着设计制造和使用水平的不断提高, 有些缺点正在逐步加以克服。液压传动有着广泛的发展前景。

4. 液压传动在机床中的应用

在机床上, 液压传动常应用在以下的一些装置中。

(1) 进给运动传动装置: 磨床砂轮架和工作台的进给运动; 车床、六角车床、自动车床的刀架或转塔刀架; 铣床、刨床、组合机床的工作台等的进给运动。这些部件有的要求快速移动, 有的要求慢速移动, 有的则既要求快速移动, 也要求慢速移动。这些运动多半要求有较大的调速范围, 要求在工作中无级调速, 有的要求持续进给, 有的要求间歇进给, 有的要求在负载变化下速度恒定, 有的要求有良好的换向性能等等。所有这些要求都可以用液压传动来实现的。

(2) 往复主体运动传动装置: 龙门刨床的工作台、牛头刨床或插床的滑枕。由于这些装置要求作高速往复直线运动, 并且要求换向冲击小、换向时间短、能耗低, 因此都可以采用液压传动。

(3) 仿形装置: 车床、铣床、刨床上的仿形加工, 其精度可达 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$ 。此外, 磨床上的成形砂轮修正装置亦可采用这种系统。

(4) 辅助装置: 机床上的夹紧装置、齿轮箱变速操纵装置、丝杆螺母间隙消除装置、垂直移动部件平衡装置、分度装置、工件和刀具装卸装置、工件输送装置等。在这些装置中采用液压传动有利于简化机床结构, 提高机床自动化程度。

(5) 静压支承: 重型机床、高速机床、高精度机床上的轴承、导轨、丝杠螺母机构等。这些装置采用液体静压支承后, 可以提高工作平稳性和运动精度。

液压传动在其他机械工业部门的应用情况如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 液压传动在各类机械行业中的应用实例

行业名称	应用场所举例
工程机械	挖掘机、装载机、推土机、压路机、铲运机等
起重运输机械	汽车吊、港口龙门吊、叉车、装卸机械、皮带运输机等
矿山机械	凿岩机、开掘机、开采机、破碎机、提升机、液压支架等
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平地机等
农业机械	联合收割机、拖拉机、农具悬挂系统等
冶金机械	电炉炉顶及电极升降机、轧钢机、压力机等
轻工机械	打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、造纸机等
汽车工业	自卸式汽车、平板车、高空作业车、汽车中的转向器、减振器等
智能机械	折臂式小汽车装卸器、数字式体育锻炼机、模拟驾驶舱、机器人等

思 考 题

1. 什么是液压传动？
2. 简述液压系统的组成。
3. 简述液压传动系统的优缺点。

模块 1.2 液压系统工作介质选择

任务 1.2.1 液压系统工作介质性质分析

液压油是液压传动系统中的传动介质，还对液压装置的机构、零件起着润滑、冷却和防锈作用。由于液压传动系统的压力、温度和流速在很大的范围内变化，因此液压油的质量优劣直接影响液压系统的工作性能。合理的选用液压油是很重要的。

1. 粘性的表示方法

液体在外力作用下流动(或有流动趋势)时，分子间的内聚力要阻止分子相对运动而产生一种内摩擦力。这种阻碍液体分子之间相对运动的性质叫做液体的粘性。粘性使流动液体内部各处的速度不相等，若两平行平板间充满液体，下平板不动，而上平板以速度 u_0 向右平动。由于液体的粘性，紧靠下平板和上平板的液体层速度分别为 0 和 u_0 ，而中间各液层的速度则从下到上逐渐递增。当两平行板之间的距离较小时，各液层间的速度呈线性规律变化。

液体粘性的大小用粘度来衡量，有以下几种定义：

1) 动力粘度

液体的粘度用 μ 来表示，是指液体在单位速度梯度下流动时单位面积上产生的内摩擦

力。由于 μ 与力有关,所以 μ 又称动力粘度,或绝对粘度。它的法定计量单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$,以前沿用的单位为 P (泊, $\text{dyn} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$, $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P} = 10^3 \text{ cP}$ (厘泊))。

2) 运动粘度

动力粘度与液体密度的比值,称为液体的运动粘度,以 ν 表示,即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-2-1)$$

运动粘度没有明确的物理意义,只是在分析和计算中经常用到 μ 与 ρ 的比值,才引入这个物理量,又由于它的量纲只与长度和时间有关,所以称之为运动粘度。运动粘度的法定计量单位为 m^2/s ,以前沿用的单位为 St (斯)和 cSt (厘斯)($1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St} = 10^6 \text{ cSt}$)。

3) 相对粘度

相对粘度又称条件粘度,它是按一定的测量条件制定的,然后再根据关系式换算出动力粘度或运动粘度。各国采用的测量条件是不同的。中国、德国等国采用恩氏粘度(E),美国采用赛氏粘度(SSU),英国采用雷氏粘度(R)。

2. 液压油的分类

液压油的分类如下:

1) 石油型液压油

石油型液压油是以石油的精炼物为基础,加入抗氧化剂或抗磨剂等混合而成的液压油。不同性能、不同品种、不同精度则加入不同的添加剂。具体有普通液压油、专用液压油、抗磨液压油、高粘度指数液压油几类。

2) 难燃液压油

难燃液压油可分为合成液压油和含水液压油两类。合成液压油也称磷酸脂液压油;含水液压油包括两种,即水(乙二醇液压油)与乳化液(油包水乳化液和水包油乳化液)。

3. 液压系统对液压油的要求

液压油是液压传动系统的重要组成部分,是用来传递能量的工作介质。除了传递能量外,液压油还起着润滑运动部件和保护金属不被锈蚀的作用。液压油的质量及其各种性能将直接影响液压系统的工作。液压系统使用的油液需满足下面几点要求:

(1) 适宜的粘度和良好的粘温性能。

(2) 润滑性能好。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,因此,液压油应具有良好的润滑性能。为了改善液压油的润滑性能,可加入添加剂以增加其润滑性能。

(3) 良好的化学稳定性,即对热、氧化、水解、相容都具有良好的稳定性。

(4) 对液压装置及相对运动的元件具有良好的润滑性。

(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。

(8) 油液纯净,含杂质量少。

(9) 流动点和凝固点低,闪点(明火能使油面上油蒸气内燃,但油本身不燃烧的温度)和燃点高。

此外,对油液的无毒性及价格等,也应根据不同的情况有所要求。

任务 1.2.2 液压油的选用

1. 液压油的选用

正确而合理地选用液压油,是保证液压设备高效率正常运转的前提。

选用液压油时,可根据液压元件生产厂样本和说明书所推荐的品种号数来选用液压油,或者根据液压系统的工作压力、工作温度、液压元件种类及经济性等因素全面考虑,一般是先确定适用的粘度范围,再选择合适的液压油品种。同时还要考虑液压系统工作条件的特殊要求,如在寒冷地区工作的系统则要求油的粘度指数高、低温流动性好、凝固点低;伺服系统则要求油质纯、压缩性小;高压系统则要求油液抗磨性好。在选用液压油时,粘度是一个重要的参数。粘度的高低将影响运动部件的润滑、缝隙的泄漏以及流动时的压力损失、系统的发热温升等。所以,在环境温度较高、工作压力较高或运动速度较低时,为减少泄漏,应选用粘度较高的液压油;否则相反。

常见液压油系列品种见表 1-2-1,其中,液压油的牌号(即数字)表示在 40℃ 下油液运动粘度的平均值(单位为 cSt);原名表示过去的牌号,其中的数字表示在 50℃ 时油液运动粘度的平均值。

表 1-2-1 常见液压油系列品种

种 类	牌 号		原 名	用 途
	油 名	代 号		
普通液压油	N ₃₂ 号液压油 N ₆₈ G 号液压油	YA-N ₃₂ YA-N ₆₈	20 号精密机床液压油 40 号液压—导轨油	在环境温度为 0~45℃ 条件下工作的各类液压泵的中、低压液压系统
抗磨液压油	N ₃₂ 号抗磨液压油 N ₁₅₀ 号抗磨液压油 N ₁₆₈ K 号抗磨液压油	YA-N ₃₂ YA-N ₁₅₀ YA-N ₁₆₈ K	20 抗磨液压油 80 抗磨液压油 40 抗磨液压油	在环境温度为 -10~40℃ 条件下工作的高压柱塞泵或其他泵的中、高压液压系统
低温液压油	N ₁₅ 号低温液压油 N ₄₆ D 号低温液压油	YA-N ₁₅ YA-N ₄₆ D	低凝液压油 工程液压油	在环境温度低于 -20℃ 或高于 40℃ 条件下工作的各类高压油泵系统
高粘度指数 液压油	N ₃₂ H 号高粘度指数 液压油	YD-N ₃₂ D	—	用于温度变化不大且对粘温性能要求更高的液压系统

总的来说,应尽量选用优质液压油,虽然初始成本要高些,但由于优质油使用寿命长,对元件损害小,所以从整个使用周期看,其经济性要比选用劣质油好些。

2. 液压油的污染与防护

液压油是否清洁,不仅影响液压系统的工作性能和液压元件的使用寿命,还直接关系到液压系统是否能正常工作。液压系统多数故障与液压油受到污染有关,因此控制液压油

的污染是十分重要的。

1) 液压油被污染的原因

液压油被污染的原因主要有以下几方面:

(1) 液压系统的管道及液压元件内的型砂、切屑、磨料、焊渣、锈片、灰尘等污垢在系统使用前未被冲洗干净,在液压系统工作时,这些污垢就进入到液压油里。

(2) 外界的灰尘、砂粒等。在液压系统工作过程中通过往复伸缩的活塞杆,流回油箱的漏油等进入液压油里。另外,在检修时,稍不注意也会使灰尘、棉绒等进入液压油里。

(3) 液压系统本身也不断地产生污垢,而直接进入液压油里,如金属和密封材料的磨损颗粒,过滤材料脱落的颗粒或纤维及油液因油温升高氧化变质而生成的胶状物等。

2) 油液污染的危害

液压油污染严重时,直接影响液压系统的工作性能,不仅使液压系统经常发生故障,还使液压元件寿命缩短。造成这些危害的原因主要是污垢中的颗粒。对于液压元件来说,由于这些固体颗粒进入到元件里,会使元件的滑动部分磨损加剧,并可能堵塞液压元件里的节流孔、阻尼孔,或使阀芯卡死,从而造成液压系统的故障。水分和空气的混入使液压油的润滑能力降低并使它加速氧化变质,产生气蚀,使液压元件加速腐蚀,使液压系统出现振动、爬行等。

3) 防止污染的措施

造成液压油污染的原因多而复杂,液压油自身又在不断地产生脏物,因此要彻底解决液压油的污染问题是很困难的。为了延长液压元件的寿命,保证液压系统可靠地工作,将液压油的污染度控制在某一限度以内是较为切实可行的办法。对液压油的污染控制工作主要是从两个方面着手:一是防止污染物侵入液压系统;二是把已经侵入的污染物从系统中清除出去。污染控制要贯穿于整个液压装置的设计、制造、安装、使用、维护和修理等各个阶段。

为防止油液污染,在实际工作中应采取如下措施:

(1) 使液压油在使用前保持清洁。液压油在运输和保管过程中都会受到外界污染,新买来的液压油看上去很清洁,其实很“脏”,必须将其静放数天后经过滤加入液压系统中使用。

(2) 使液压系统在装配后、运转前保持清洁。液压元件在加工和装配过程中必须清洗干净,液压系统在装配后、运转前应彻底进行清洗,最好用系统工作中使用的油液清洗,清洗时油箱除通气孔(如防尘罩)外必须全部密封,密封件不可有飞边、毛刺。

(3) 使液压油在工作中保持清洁。液压油在工作过程中会受到环境污染,因此应尽量减少防止工作中空气和水分的侵入,为完全消除水、气和污染物的侵入,采用密封油箱,通气孔上加空气滤清器,防止尘土、磨料和冷却液侵入,经常检查并定期更换密封件和蓄能器中的胶囊。

(4) 采用合适的滤油器,这是控制液压油污染的重要手段。应根据设备的要求,在液压系统中选用不同的过滤方式,采用不同结构的滤油器,并定期检查和清洗滤油器和油箱。

(5) 定期更换液压油。更换新油前,油箱必须先清洗一次,系统较脏时,可用煤油清洗,排尽后注入新油。