



教育部高职高专规划教材

液压传动

◎ 孙成通 主编

-43-

化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

液 压 传 动

孙成通 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

液压传动/孙成通主编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 6

教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7271-6

I. 液… II. 孙… III. 液压传动-高等学校: 技
术学院-教材 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070824 号

教育部高职高专规划教材

液 压 传 动

孙成通 主编

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 周梦华

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 357 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7271-6

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本教材立足于培养面向 21 世纪的人才目标,贯彻理论联系实际、学以致用原则,是编者在多年教学和科研的基础上,总结同类教材的编写经验并汲取本课程领域内最新的教学和科研成就,精心组织编写而成。

本教材的特点是从目前教学改革的实际出发,强调知识的应用与能力的培养;在内容的选取和安排上,使相关知识有机融会贯通,相互交叉;体现高等职业教育特色,注意与生产实际相结合,处理好理论与实际的关系,在重点介绍理论知识的同时,强调基本训练,加强分析、解决实际问题的能力及工程应用素质的培养;为后续课程学习、设计训练和毕业后的工作奠定了基础。

本书由孙成通主编、刘国昌副主编。参加编写工作的有任好铃、刘玉慧、于爱武等。

本书由山东科技大学博士生导师曾庆良教授主审,并对本书编写提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

本教材适合于高职高专机械类及近机类各专业的教学,如机械设计制造及其自动化、机电一体化、汽车工程、船舶及海洋工程、农业机械、模具设计与制造、冶金及建材工程等专业。也可以供有关科研、设计部门及工厂等单位的技术人员参考使用。

由于编者水平和经验所限,教材中难免存在错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 5 月

内 容 简 介

本教材主要讲述液压传动的基础知识, 液压元件, 液压基本回路, 典型液压系统, 液压伺服系统, 液压系统的主要设计方法及液压系统安装、维护和故障排除等知识。本教材内容深入浅出、图文并茂, 注意拓宽专业口径, 加强专业基础, 体现高等职业教育特色, 注意与生产实际相结合; 力图反映本学科国内外最新成果及发展趋势。

本教材适用于高职高专机械类及近机类各专业的教学, 如机械设计制造及其自动化、机电一体化、汽车工程、船舶及海洋工程、农业机械、模具设计与制造、冶金及建材工程等专业。也可供有关科研、设计部门及工厂等单位的技术人员参考使用。

目 录

第一章 液压传动概述	1
第一节 液压传动的发展概况.....	1
一、液压传动的历史.....	1
二、液压传动的现状及展望.....	1
第二节 液压传动的工作原理及其组成部分.....	1
一、液压传动的工作原理.....	1
二、液压传动系统的组成.....	3
第三节 液压传动系统的优缺点.....	4
一、液压传动的优点.....	4
二、液压传动的缺点.....	4
思考题与习题.....	4
第二章 液压传动基础知识	5
第一节 液压传动的工作介质.....	5
一、液压油的特性.....	5
二、液压油的物理性质.....	6
三、对液压油的要求.....	12
四、液压油种类的选择.....	12
五、液压油的正确使用及维护.....	14
第二节 液体静力学基本规律.....	14
一、液体静力学及其特性.....	14
二、重力作用下静力学基本规律.....	16
三、静压力对固体壁面的总作用力.....	18
第三节 液体动力学基本规律.....	19
一、基本概念.....	19
二、流量连续性方程.....	21
三、伯努利方程.....	22
四、动量方程.....	27
第四节 流体流动时的能量损失.....	28
一、流态及雷诺判据.....	28
二、圆管层流.....	29
三、圆管紊流.....	31
四、压力损失.....	31
第五节 流体流经孔口及缝隙的力学特性.....	35
一、流体流经孔口的力学特性.....	35
二、流体流经缝隙的力学特性.....	37

第六节 液压冲击及气穴现象	43
一、液压冲击	43
二、气穴现象及气蚀	45
本章小结	45
思考题	47
习题	47
第三章 液压泵及液压马达	49
第一节 液压泵概述	49
一、液压泵的工作原理与分类	49
二、液压泵的主要性能参数	50
第二节 齿轮泵	52
一、外啮合齿轮泵	52
二、内啮合齿轮泵	56
三、螺杆泵	57
第三节 叶片泵	57
一、双作用定量叶片泵	58
二、单作用叶片泵	61
三、叶片泵的使用要点	65
第四节 柱塞泵	65
一、径向柱塞泵	65
二、轴向柱塞泵	66
第五节 液压马达	69
一、液压马达的特点及分类	69
二、液压马达的工作原理	69
三、液压马达的性能参数	71
第六节 液压泵的性能比较及选用原则	72
本章小结	73
思考题	73
习题	73
第四章 液压缸	75
第一节 液压缸的类型及特点	75
一、活塞式液压缸	75
二、柱塞式液压缸	77
三、摆动液压缸	77
四、其他液压缸	78
第二节 液压缸的典型结构及组成	80
一、液压缸的典型结构举例	80
二、液压缸的组成	81
第三节 液压缸的设计与计算	84
一、液压缸主要参数的确定	85

二、液压缸主要零部件的强度校核	86
本章小结	89
思考题	89
习题	89
第五章 液压控制阀	91
第一节 液压控制阀概述	91
一、液压控制阀的作用及分类	91
二、液压控制阀的基本要求	93
第二节 方向控制阀	93
一、单向阀	93
二、换向阀	94
第三节 压力控制阀	101
一、溢流阀	101
二、减压阀	106
三、顺序阀	108
四、压力继电器	109
第四节 流量控制阀	109
一、流量控制原理及节流口形式	110
二、普通节流阀	111
三、调速阀和温度补偿调速阀	112
四、溢流节流阀（旁通型调速阀）	114
第五节 电液比例控制阀	114
一、比例电磁铁	115
二、电液比例压力阀	115
三、电液比例流量阀	115
四、电液比例方向阀	117
第六节 电液数字阀	117
一、电液数字阀的结构	118
二、电液数字阀的使用	118
第七节 叠加阀及二通插装阀	119
一、插装阀的结构和工作原理	119
二、方向控制插装阀	119
三、压力控制插装阀	120
四、流量控制插装阀	120
本章小结	121
思考题	122
习题	122
第六章 辅助装置	124
第一节 蓄能器	124
一、功能和类型	124

二、容量的计算	125
三、使用安装	127
第二节 滤油器	127
一、功能和分类	127
二、滤油器的主要项目指标	129
三、滤油器选用和安装	130
第三节 热交换器	131
一、冷却器	131
二、加热器	131
第四节 液压油箱	132
一、功能和结构	132
二、油箱的设计	133
第五节 管道和管接头	134
一、管道的种类和选用	134
二、管接头的种类和选用	134
第六节 密封装置	135
一、密封件的作用和分类	135
二、橡胶密封圈的作用和特点	136
本章小结	138
思考题	138
习题	138
第七章 液压基本回路	139
第一节 压力控制回路	139
一、调压回路	139
二、减压回路	140
三、增压回路	141
四、卸荷回路	141
五、保压回路	143
六、平衡回路	143
第二节 速度控制回路	145
一、调速回路	145
二、快速运动回路	153
三、速度换接回路	155
第三节 方向控制回路	156
一、换向回路	156
二、锁紧回路	158
第四节 多缸工作控制回路	159
一、顺序动作回路	159
二、同步动作回路	161
三、多缸卸荷回路	163

四、互不干涉回路·····	163
本章小结·····	164
思考题·····	165
习题·····	166
第八章 典型液压系统 ·····	169
第一节 组合机床动力滑台液压系统·····	169
一、概述·····	169
二、组合机床动力滑台液压系统工作原理·····	171
三、动力滑台液压系统的特点·····	172
第二节 外圆磨床液压系统·····	173
一、概述·····	173
二、M1432B 万能外圆磨床液压系统工作原理·····	173
三、M1432B 万能外圆磨床液压系统的特点·····	178
第三节 挖掘机液压系统·····	178
一、概述·····	178
二、双泵双回路单斗液压挖掘机液压系统工作原理·····	179
三、液压挖掘机液压系统的特点·····	181
第四节 汽车动力转向液压系统·····	181
一、概述·····	181
二、动力转向液压系统工作原理·····	182
三、汽车动力转向液压系统的特点·····	182
本章小结·····	183
思考题·····	183
习题·····	184
第九章 液压伺服系统 ·····	185
第一节 概述·····	185
一、液压伺服系统的工作原理·····	185
二、液压伺服系统的特点·····	186
三、液压伺服系统的组成·····	186
四、液压伺服系统的类型·····	186
五、液压伺服系统的优缺点·····	187
第二节 液压伺服系统·····	187
一、伺服阀·····	187
二、典型液压伺服系统的分析·····	192
本章小结·····	194
思考题·····	194
习题·····	194
第十章 液压传动系统的设计计算 ·····	195
第一节 概述·····	195
第二节 液压传动系统的设计·····	195

一、液压系统的设计依据	195
二、液压系统的工况分析	196
三、液压系统主要参数的确定	198
四、拟定液压系统草图	200
五、计算和选择液压元件	201
六、液压系统性能验算	204
七、绘制正式工作图, 编制技术文件	204
第三节 液压传动系统设计计算举例	205
一、负载分析	205
二、负载图和速度图绘制	206
三、液压缸主要参数的确定	206
四、液压系统图的拟定	207
五、液压元件的选择	208
六、液压系统的性能验算	210
本章小结	211
思考题	211
习题	211
第十一章 液压系统的安装、使用和维护	212
第一节 液压系统的安装	212
一、液压管路的安装	212
二、液压元件的安装	213
第二节 液压系统的使用	214
一、对液压系统的日常检查	214
二、液压油的使用和维护	214
三、液压系统的维修	215
第三节 液压系统的调整	215
一、空载试车	215
二、负载试车	216
三、液压系统的调整	216
第四节 液压系统的故障和排除	217
一、故障诊断的步骤及方法	217
二、液压系统常见的故障诊断及排除方法	218
本章小结	220
思考题	220
习题	221
参考文献	223

第一章 液压传动概述

第一节 液压传动的发展概况

一、液压传动的历史

液压传动 (Hydraulic transmission) 相对于机械传动是一门新学科。但相对于计算机等新技术,它又是一门较老的技术。如果从 17 世纪帕斯卡提出静压传递原理和 18 世纪英国制成世界上第一台水压机算起,液压传动已有二百多年的历史。只是由于在早期没有成熟的液压传动技术和液压元件,使液压传动没有得到普遍的应用。随着科学技术的不断发展,各行各业对传动技术有了不断的需求。特别是在第二次世界大战期间,由于军事上迫切地需要反应快、质量轻、功率大的各种武器装备,而液压传动技术满足了这一要求,所以使液压传动技术获得了发展。在战后的 50 年中,液压传动技术迅速地转向其他各个部门,并得到了广泛的应用。

二、液压传动的现状及展望

液压传动被称为流体传动,是工业、农业生产中广为应用的一门技术。如今,流体传动技术水平的高低已成为一个国家工业发展水平的标志。

液压传动有许多突出的特点,因此它的应用非常广泛,如一般工业用的塑料加工机械、压力机械、机床等,行走机械中的工程机械、建筑机械、农业机械、汽车等,钢铁工业用的冶金机械、提升装置、轧辊调整装置等,土木水利工程用的防洪闸门及堤坝装置、河床升降装置、桥梁操纵机构等,发电厂、核发电厂等用的涡轮机调整装置,船舶用的甲板起重机械(绞车)、船头门、舱壁阀、船尾推进器等,特殊技术用的巨型天线控制装置、测量浮标、升降旋转舞台等,军事工业用的火炮操纵装置、舰船减摇装置、飞行器仿真、飞机起落架的收放装置和方向舵控制装置等。

目前,它们分别在实现高压、高速、大功率、高效率、低噪声、长寿命、高度集成化、小型化与轻质量、一体化和执行件柔性化等方面取得了很大的进展。同时,由于与微电子技术密切配合,能在尽可能小的空间内传递尽可能大的功率并加以准确控制,从而更使得它们在各行各业中发挥了巨大作用。

第二节 液压传动的工作原理及其组成部分

一、液压传动的工作原理

现以液压千斤顶为例,来说明液压传动的工作原理及其系统组成。图 1-1 所示为液压千斤顶工作原理。

当手柄 1 带动活塞向上运动时,手动泵 2 容积增大形成局部真空,使排油单向阀 3 关闭,油箱 5 中的液体在大气压力的作用下,从油箱经管道及吸油单向阀 4 进入手动泵 2,此为吸油过程。当手柄 1 带动活塞下压时,吸油单向阀 4 关闭,手动泵 2 中的液体推开排油单

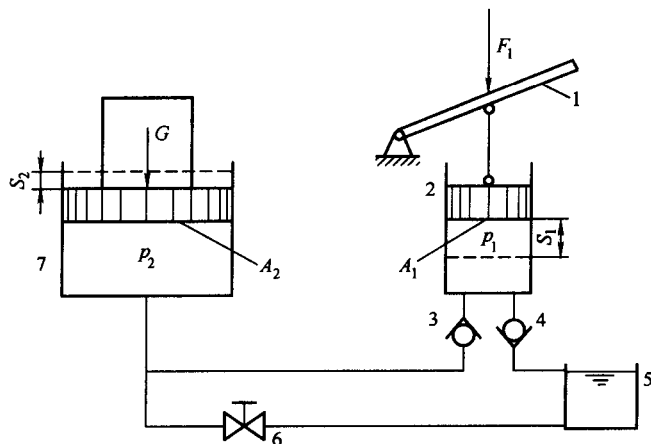


图 1-1 液压千斤顶工作原理

1—手柄；2—手动泵；3—排油单向阀；4—吸油单向阀；
5—油箱；6—截止阀；7—液压缸

向阀3经管道进入液压缸7，迫使活塞克服外负载 G 向上运动从而对外做功，此为排油过程。当手动泵2的活塞在手柄1的带动下不断上下往复运动时，负载 G 就不断上升。当需要液压缸7的活塞停止时，使手柄1停止运动，此时排油单向阀3在液压力作用下关闭，液压缸7的活塞就自锁不动。工作时截止阀6关闭，当需要液压缸7的活塞放下时，打开此阀，液体在重力作用下经此阀流回油箱5。这就是液压千斤顶的工作原理。

图1-1中，手动泵2的活塞面积为 A_1 ，驱动力为 F_1 ，液体压力为 p_1 ，液压缸7的活塞面积为 A_2 ，负载力为 G ，液体压力为 p_2 。

稳态时，手动泵2的活塞和液压缸7的活塞的静力平衡方程式分别为

$$\begin{cases} F_1 = p_1 A_1 \\ G = p_2 A_2 \end{cases} \quad (1-1)$$

如不考虑管道的压力损失，则

$$p_1 = p_2 \quad (1-2)$$

于是输出力，即所能克服的外负载为

$$G = p_2 A_2 = p_1 A_1 \quad (1-3)$$

式(1-3)即为力传递的基本方程式。由此可知

$$p_1 = G/A_2 = p_2 \quad (1-4)$$

从以上分析可得出以下结论。

(1) 液压泵的工作压力 p_1 取决于外负载（执行元件的结构尺寸一定）。

(2) 液压泵速度（或转速）传递遵循液体“容积变化相等”原则。

图1-1中， S_1 表示手动泵2活塞的行程， S_2 表示液压缸7活塞的行程。如不考虑泄漏和液体压缩管的变形，则

$$A_1 S_1 = A_2 S_2 \quad (1-5)$$

将式(1-5)两端同时除以时间

$$\frac{A_1 S_1}{t} = \frac{A_2 S_2}{t} \quad \text{即} \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$$

则

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{Q_1}{A_2} \quad (1-6)$$

式中 Q_1 ——液体的流量；

v_1, v_2 ——活塞运动速度；

t ——活塞运动时间。

式 (1-6) 即为运动速度传递的基本方程式。由此可得出如下结论。

(1) 执行元件的运动速度 (或转速) 只与输入流量大小有关 (执行元件的结构尺寸一定), 理论上讲与负载无关。

(2) 在实际工作中, 泄漏是不可避免的, 泄漏量与液体压力有关, 压力越大, 泄漏越多。因此, 当负载发生变化时, 泄漏量的变化使实际流量发生变化, 从而影响执行元件运动速度的变化。

二、液压传动系统的组成

图 1-2 所示为机床工作台液压传动系统图。工作台要求实现慢速向右进给, 然后向左快速退回的动作循环。

图中液压缸活塞通过活塞杆与工作台固定在一起, 液压缸缸体固定在机床身上。图示电磁换向阀 6 处于通电状态, 液压泵 3 排出的液体输入液压缸 9 的左腔, 使其容积不断扩大, 推动活塞和工作台向右作进给运动。这时, 液压缸右腔的容积缩小回液, 它排出的液体经管道及节流阀 8 返回油箱 1。调节节流阀 8 的阀口流通面积, 便可控制液压缸右腔的回液流量, 达到控制进给速度的目的。

如果令电磁换向阀断电, 则阀芯便在弹簧力的作用下左移, 使电磁换向阀 6 处于右位工作。这时液压泵排出的液体经过单向阀 7 输入液压缸右腔, 推动活塞杆和工作台向左返回。而其左腔容积不断缩小回液, 回液经电磁换向阀 6 直接流回油箱。在此过程中, 液体不受节流阀的控制, 工作台快速返回。

溢流阀 4 与液压泵的排液口并联。当活塞进给速度较慢时, 系统中积累多余的液体将使其压力升高。压力上升到足以克服溢流阀阀芯的弹簧力作用时, 就将阀芯推开, 使多余的液体直接返回油箱, 防止系统过载。

系统中压力表 5 用于监测系统的工作压力。吸液口滤油器 2 可以防止工作液体中的大颗粒固体杂质进入液压泵和传动系统, 避免损坏液压元件。

由液压千斤顶和机床的液压传动系统可以看出, 一个完整的液压传动系统包括以下 5 个基本组成部分。

1. 液压动力元件

将原动力 (常用的有人力机构、电动机和内燃机等) 所提供的机械能转变为工作液体的

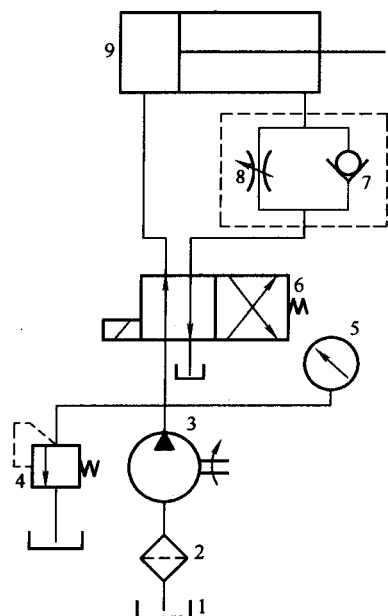


图 1-2 机床工作台液压传动系统

1—油箱；2—吸液口滤油器；3—液压泵；4—溢流阀；5—压力表；6—电磁换向阀；7—单向阀；8—节流阀；9—液压缸

液压能的机械装置，通常称为液压泵或油泵。

2. 液压执行元件

将液压泵所提供的工作液体的液压能转变为机械能的装置。做直线往复运动的执行元件称为液压缸或油缸；做连续旋转运动的执行元件称为液压马达或油马达。

3. 液压控制元件

对液压系统中工作液体的压力、流量和流动方向进行调节控制的机械装置，通常简称为液压控制阀或液压阀，如压力控制阀、流量控制阀、方向控制阀等。

4. 液压辅助元件

上述三个组成部分以外的其他元件，如油箱、管道、管接头、密封元件、滤油器、蓄能器、冷却器、加热器以及各种液体参数的监测仪表等均为液压辅助元件。它们的功能是多方面的，各不相同。

5. 工作液体

工作液体是液压传动中能量传递载体，也是液压传动系统中最基本的一个组成部分。

第三节 液压传动系统的优缺点

一、液压传动的优点

与机械传动、电力传动相比，液压传动具有以下优点。

- (1) 可实现大范围的无级调速（调速范围可达 $2000:1$ ）。
- (2) 同功率比较时，液压传动具有质量轻、体积小、运动惯量小、反应速度快等特点。
- (3) 液压传动的各元件，可根据需要方便、灵活地来布置。
- (4) 操纵省力，控制方便，易于实现自动化或遥控。
- (5) 易于实现过载保护。
- (6) 工作介质一般采用矿物油，相对运动表面可自行润滑，因此可提高系统和元件的使用寿命。
- (7) 易于实现直线运动。

二、液压传动的缺点

- (1) 液压传动系统同时存在压力损失、容积损失和机械损失，因此传动效率较低。
- (2) 工作性能易受温度变化的影响，因此不易在较高或较低的温度条件下工作。
- (3) 液压元件的制造精度要求较高，因而价格较贵。
- (4) 由于液体介质的泄漏及可压缩性影响，不能得到严格的定传动比。
- (5) 系统的故障诊断比较困难。
- (6) 液压油泄漏不仅污染场地，如处理不当，还可能引起火灾或爆炸事故。

思考题与习题

- 1-1 液压传动系统由哪几个基本部分组成，它们的基本功能是什么？试用示意图说明。
- 1-2 试比较液压传动与机械传动和电力传动的主要优缺点。
- 1-3 用液压系统图形符号表示图 1-1 的液压千斤顶原理图。
- 1-4 说明图 1-2 所示的机床工作台液压传动系统，若用机械传动来实现同样功能，至少应由哪些部分和零件组成？试用简图表示之。

第二章 液压传动基础知识

液压传动是以液体（液压油）作为工作介质来进行能量传递的。因此，了解液体的基本性质，掌握液体平衡和运动的主要力学规律，对于正确理解液压传动原理以及合理设计和使用液压系统都是非常必要的。本章主要介绍液压传动的基础知识和液压油的特性，以便于读者正确理解液压传动的基本原理和规律，学会根据液压系统的要求正确选用液压油并掌握流体力学中的一些基本规律。

第一节 液压传动的工作介质

一、液压油的特性

液压油是指在液压系统中所采用的由纯矿物油加上各种添加剂而制成的工作介质。液压油具有一般液体所共有的各种力学性质，例如，液体的易流动性、惯性、压缩性、黏性等。此外，还有一些物理、化学性质直接影响着液压系统的性能和使用。这些性质包括流动点、凝固点，闪点、燃点，空气含有量、空气分离压，饱和蒸气压，比热容、热传导率、热膨胀系数等。不同品种液压油的性质指标也不同。

1. 流动点、凝固点

流动点是液压油在静止状态下冷却而仍能保持良好流动性的最低温度。液压油完全失去流动的最高温度叫做液压油的凝固点。

流动点一般比凝固点高 2.5°C 。

液压油的流动点是液压装置使用的最低温度界限，而实际上温度接近流动点时，黏度已显著增加。因此必须把使用环境和低温黏度综合起来考虑。

2. 闪点、燃点

将液压油在大气中加温，当小火焰靠近液面时，油蒸发气和空气的混合气短暂断续性燃烧的最低温度称为液压油的闪点。液压油达到闪点后若继续加温，火焰远离液面也能使液压油连续燃烧 5s 以上的最低温度称为燃点。

液压油的闪点和燃点不直接影响液压装置的品质，但可据此判断发生火灾的危险性及液压油中是否混进轻质油（例如汽油或煤油）。

3. 空气含有量、空气分离压

液压油中所含空气的体积百分比称为空气含有量。含有量随着液压油成分、温度、压力而变化。液压油中的空气以溶解和混合两种形式存在。前者空气以分子状态均匀地溶解在油中，在常温和一个大气压下，液压油中空气的溶解量大约为 $5\% \sim 10\%$ ，溶解于油中的空气几乎对液压油的体积模量和黏性没有影响。混合于液压油中的空气则是以细小气泡状态悬浮于液压油中。空气混入量与液压油的性质及搅拌有关，一旦液压油中混入空气，液压油的体积模量就会显著下降。

在一定温度下，液压油的压力低于某个值时，液压油中所溶解的过饱和空气将会突然迅速地从分离出来，产生大量的气泡，这个压力称为液压油在该温度下的空气分离压。一般