

全国普通高校卓越工程师系列规划教材

工矿装备 液压系统

毛 君 谢 苗 主编



煤炭工业出版社

全国普通高校卓越工程师系列规划教材

工矿装备液压系统

毛 君 谢 苗 主编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

工矿装备液压系统/毛君, 谢苗主编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2014

全国普通高校卓越工程师系列规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 4553 - 1

I. ①工… II. ①毛… ②谢… III. ①工况—液压系统—高等学校—教材 IV. ①TK05 ②H137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 110880 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京玥实印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 20¹/₄ 插页 1
字数 495 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

00 元

本书如

，本社负责调换

前 言

根据教育部教高〔2011〕5号“关于‘十二五’普通高等教育本科教材建设的若干意见”文件和“卓越工程师教育培养计划”的精神要求,为全面推进高等教育理工科院校“质量工程”的实施,将教学、科研及生产实践服务的经验和心得体现到教材建设和教学资源统合的实际工作中去,更好地为学校教学改革、人才培养与课程建设服务,特编写本教材。本着理论与实际应用相结合、同时兼顾专业通用性的原则,本教材在编写过程中着重以当前国内外工业液压发展的新技术为背景,紧密结合液压技术的最新成果,突出了最新的液压元件、技术特点及应用,列举了典型的工矿装备液压系统设计,以培养学生的工程应用能力和解决实际问题的能力。

全书共分为八章:第一章主要介绍液压传动系统基本理论;第二章主要介绍液压元件的工作原理、类型特点、典型结构以及应用情况;第三章主要介绍工矿装备液压系统的基本回路及回路的性能分析;第四章主要介绍液压系统的设计计算,其中包括液压元件的参数计算及选型、液压系统配管、工作介质的选用等内容;第五、六、七、八章详细介绍液压挖掘机、悬臂式掘进机、采煤机及液压支架等四种工矿装备的液压系统设计。

在汲取同类教材优点的基础上,本教材具有如下几个特点:

(1) 适于应用创新型高校的教学。依据教育部教学指导委员会制定的最新专业规范和机械类课程的教学基本要求,本书结合机械类教学培养方案要求,听取了各大高校专家意见,对教材内容进行了进一步的编排和优化,以满足应用创新型高校机械专业学生的教学要求。

(2) 注重创新。教材中体现了液压传动领域的新知识、新技术和新应用,与工程实践联系密切。

(3) 系统性和实用性。教材分别对典型工矿装备——液压挖掘机、悬臂式掘进机、采煤机及液压支架的液压系统设计进行了系统介绍,能够使读者快速了解和认识工矿装备液压系统的设计过程。

本书适用于高等科院校机械类各专业教学,也可供从事流体传动与控制

工程技术人员学习参考。

参加本书编写的主要人员有：毛君（辽宁工程技术大学，第一章），谢苗（辽宁工程技术大学，第三、四、五、六章），卢进南（辽宁工程技术大学，第二、七、八章）。全书由辽宁工程技术大学机械工程学院毛君、谢苗任主编并统稿，由卢进南任副主编。

本书编著过程中，编者参考了国内相关教材及大量文献，在此谨向有关作者表示由衷的感谢。辽宁工程技术大学机械工程专业博士生谢春雪，硕士研究生刘希福、杨振华、路朝留、苗立野、汪涛、姜鹏、李强、曹剑南、董先瑞、潘德文、白雅静、贾灿等为本书的编写做了大量工作，在此表示感谢。

限于编写水平和时间有限，书中难免有疏漏及不足之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2014 年 7 月

目 次

第一章 绪论	1
第一节 液压传动系统的工作原理	1
第二节 液压传动系统的组成	4
第三节 液压传动的特点和应用领域	5
第二章 液压元件	8
第一节 液压泵	8
第二节 液压马达	28
第三节 液压缸	39
第四节 液压控制阀	46
第五节 辅助液压元件	64
第三章 工矿装备液压系统基本回路	81
第一节 压力控制回路	81
第二节 速度控制回路	86
第三节 方向控制回路	88
第四节 其他控制回路	90
第五节 回路性能分析	92
第四章 液压系统设计	107
第一节 液压系统的分类与设计原则	107
第二节 明确液压系统的设计要求	110
第三节 工况分析	111
第四节 确定液压系统的主要技术参数	114
第五节 拟定液压系统原理图	117
第六节 液压元件的参数计算	119
第七节 液压元件选型	152
第八节 液压系统配管	172
第九节 工作介质的选用	179
第十节 液压系统性能验算	183
第十一节 液压油箱的设计	189
第十二节 集成阀块的设计	192

第十三节 绘制工作图和编制技术文件	197
第五章 液压挖掘机液压系统设计	199
第一节 挖掘机的总体结构及工作原理	199
第二节 挖掘机液压系统特点及设计要求	200
第三节 挖掘机工况分析	201
第四节 液压挖掘机系统设计方案	206
第五节 液压系统主要参数计算	215
第六节 液压系统的元件选型	217
第七节 液压系统的性能验算	219
第六章 悬臂式掘进机液压系统设计	220
第一节 掘进机的结构组成及工作原理	220
第二节 掘进机液压系统的组成与设计要求	226
第三节 掘进机的工况分析	227
第四节 初步确定液压系统设计方案	239
第五节 液压系统主要技术参数计算	244
第六节 液压系统的元件选型	246
第七节 液压系统的性能验算	250
第七章 采煤机液压系统设计	251
第一节 采煤机的结构组成及工作原理	251
第二节 采煤机液压系统的设计要求	256
第三节 采煤机的工况分析	257
第四节 初步确定液压系统设计方案	267
第五节 液压系统主要技术参数计算	272
第六节 液压系统的元件选型	274
第七节 液压系统的性能验算	283
第八章 液压支架液压系统设计	285
第一节 液压支架的总体结构及工作原理	285
第二节 液压支架液压系统的特点和设计要求	286
第三节 液压支架的工况分析	288
第四节 初步确定液压系统设计方案	296
第五节 拟订液压系统原理图	304
第六节 液压系统主要技术参数计算	307
第七节 液压系统的元件选型	310
第八节 液压系统的性能验算	314
参考文献	316

第一章 绪 论

第一节 液压传动系统的工作原理

液压传动是用液体作为工作介质来传递能量和进行控制的传动方式，是根据帕斯卡提出的液体静压力传动原理而发展起来的一门技术。液压机是一个简单又比较完整的液压传动机械。分析其工作过程后，可以清楚地了解液压传动的工作原理。

液压机是一种用静压来加工金属、塑料、橡胶、粉末等制品的机械，在许多工业领域得到了广泛的应用。液压机的类型很多，其中四柱式液压机最为典型，应用也最广泛。以四柱式 YB32 - 200 型液压机的液压系统为例。这种液压机在它的四个立柱之间安置着上、下两个液压缸。上液压缸驱动上滑块，实现“快速下行→慢速下行、加压→保压延时→释压换向→快速返回→原位停止”的动作循环；下液压缸驱动下滑块能实现“向上顶出→停留→向下退回→原位停止”的动作循环（图 1 - 1）。在这种液压机上，可以进行冲剪、弯曲、翻边、拉深、装配、冷挤、成形等多种加工工艺。

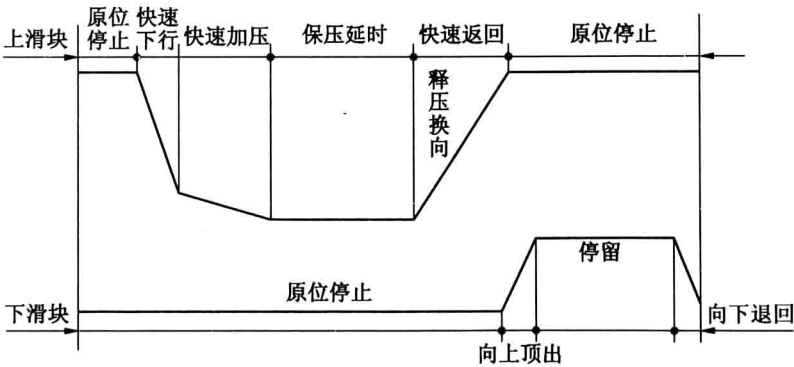


图 1 - 1 YB32 - 200 型液压机动作循环图

四柱式 YB32 - 200 型液压机液压系统如图 1 - 2 所示，电磁铁动作顺序见表 1 - 1。在液压系统中，系统由高压轴向柱塞变量泵供油，上、下两个滑块分别由上、下液压缸带动，实现上述各种循环，其原理如下。

1. 上滑块工作循环

（1）快速下行。当电磁铁 1YA 通电后，先导阀 3 和上缸换向阀 7 左位接入系统，液控单向阀 I₃ 被打开。系统主油路走向为：

进油路：液压泵→顺序阀 10→上缸换向阀 7 左位→单向阀 I₃→上液压缸 5 上腔。

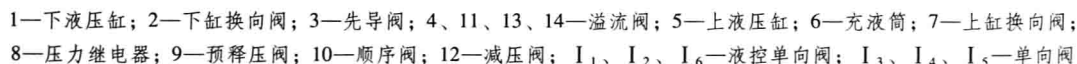


表1-1 电磁铁动作顺序

(2) 慢速加压。当上滑块下行到接触工件后, 因受阻力而减速, 液控单向阀 I₁ 关

闭, 液压缸上腔压力升高实现慢速加压。这时的油路走向与快速下行时相同。

(3) 保压延时。当上液压缸上腔压力升高到使压力继电器 8 动作时, 压力继电器发出信号, 使电磁铁 1YA 断电, 则先导阀 3 和上缸换向阀 7 处于中位, 保压开始。保压时间由时间继电器 (图中未画出) 控制, 可在 0 ~ 24 min 内调节。

(4) 快速返回。在保压延时结束时, 时间继电器使电磁铁 2YA 通电, 先导阀 3 右位接入系统使控制压力油推动预释压阀 9, 并将上缸换向阀 7 右位接入系统。这时, 液控单向阀 I_1 , 被打开, 其主油路走向为:

进油路: 液压泵 → 顺序阀 10 → 上缸换向阀 7 右位 → 液控单向阀 I_2 → 上液压缸 5 下腔。

回油路: 上液压缸 5 上腔 → 液控单向阀 I_1 → 充液筒 (副油箱)。

这时上滑块快速返回, 返回速度由液压泵流量决定。当充液筒内液面超过预定位置时, 多余的油液由溢流管流回油箱。

(5) 原位停止。当上滑块返回上升到挡块压下行程开关时, 行程开关发出信号, 使电磁铁 2YA 断电, 先导阀和上、下缸换向阀都处于中位, 则上滑块在原位停止不动。这时, 液压泵处于低压卸荷状态, 油路走向为:

液压泵 → 顺序阀 10 → 上缸换向阀 7 中位 → 下缸换向阀 2 中位 → 油箱。

2. 下滑块工作循环

(1) 向上顶出。当电磁铁 4YA 通电使下缸换向阀 2 右位接入系统时, 下液压缸 1 带动下滑块向上顶出。其主油路走向为:

进油路: 液压泵 → 顺序阀 10 → 上缸换向阀 7 中位 → 下缸换向阀 2 右位 → 下液压缸 1 下腔。

回油路: 下液压缸 1 上腔 → 下缸换向阀 2 右位 → 油箱。

(2) 停留。当下滑块上移至下液压缸活塞碰到上缸盖时, 便停留在这个位置上。此时, 液压缸下腔压力由下缸溢流阀调定。

(3) 向下退回。使电磁铁 4YA 断电, 3YA 通电, 液压缸快速退回。此时的油路走向为:

进油路: 液压泵 → 顺序阀 10 → 上缸换向阀 7 中位 → 下缸换向阀 2 左位 → 下液压缸 1 上腔。

回油路: 下液压缸 1 下腔 → 下缸换向阀 2 左位 → 油箱。

(4) 原位停止。原位停止是在电磁铁 3YA、4YA 都断电, 下缸换向阀处于中位的情况下得到的。

3. YB32-200 型液压机液压系统的特点

(1) 为了获得大的压制力, 除采用高压泵提高系统压力之外, 还常常采用大直径的液压缸, 这样才能产生大的输出力。但是, 当上滑块快速下行时, 需要大的油液量进入液压缸上腔, 假若此流量全部由液压泵提供, 则泵的规格太大、造价高, 而且在慢速加压、保压和原位停止阶段, 功率损失加大。该系统采用充液筒来补充快速下行时液压泵供油的不足, 这样使系统功率利用更加合理。

(2) 保压延时是液压机常有的工作状态。本系统采用液控单向阀 I_1 、 I_2 和单向阀 I_3 的密封性和液压管路及油液的弹性来保压。此方案结构简单、造价低, 比用泵保压节省功率, 但要求液压缸等元件密封性好。

(3) 通常的液压机系统属于高压系统。对于高压系统，在液压缸以很高压力进行保压的情况下，若立即启动换向阀使液压缸反向快速退回时，将会产生液压冲击。为防止这种现象发生，应对换向过程进行控制，先使高压腔压力释放以后再切换油路。本系统采用预释压阀9，先使液压缸上腔压力释放降低后，再使主油路换向。其原理是在保压阶段，预释压阀的上位接入系统。当电磁铁2YA通电后，控制压力油经减压阀12和先导阀3右位进入预释压阀9的下端腔和液控单向阀I₆的控制口。由于预释压阀上端腔与液压缸上腔油路连通，压力很高，其下端腔的控制压力油不能使阀芯向上移动。但是，液控单向阀I₆可以在控制压力油作用下打开。I₆被打开后，液压缸上腔油液经液控单向阀I₆、预释压阀9上位泄至油箱。这时，压力被释放降低，直至预释压阀9的阀心被推移到使下位接入系统。然后，控制压力油经预释压阀下位进入上缸换向阀的右端腔，使其右位接入系统，切换主油路，实现液压缸快速退回。

(4) 系统中的上、下两液压缸动作的协调是由两个换向阀的互锁来保证的。只有当上缸换向阀处于中位时，下缸换向阀2才能接通压力油。这样，就保证了两个液压缸不可能同时接通压力油而动作。在拉伸操作中，为了实现“压边”工步，要求下液压缸活塞升到一定位置后，既保持一定的压力，又能随上缸滑块的下降而下降，上液压缸活塞必须推着下液压缸活塞移动，这时，上液压缸下腔油液进入下液压缸下腔，而下液压缸下腔油液经下液压缸溢流阀流回油箱。其中，溢流阀13作为背压阀改变浮动压边力，而溢流阀14是下缸下腔的安全阀。

(5) 该系统利用换向阀中位实现液压泵的卸荷。为了保证对上下缸换向阀（电液动）进行控制，在液压泵出口至上缸换向阀的主油路上设有顺序阀，用来保证在换向阀处于中位时控制油路仍有足够的压力，并且用减压阀来调节控制油路压力（2 MPa）。但是，在卸荷油路上设置顺序阀，提高了液压泵的卸荷压力（2.5 MPa）增大了液压泵卸荷时的功率损失，这是不利之处。

可见，液压传动是利用液体的压力能传递能量的。它先是将输入的机械能转换为液体的压力能，然后将液体的压力能再转换为机械能，从而实现对物体做功。

第二节 液压传动系统的组成

一个完整的液压系统是由以下5部分组成的，见表1-2。

表1-2 液压传动系统的组成

组成部分	功 能	举 例
动力元件	将原动机的机械能转换为液体的压力能	液压泵
执行元件	将工作液体的压力能转化为机械能	液压缸、液压马达
控制元件	控制流体的压力、流量和液流方向，保证执行元件完成预期的动作要求	方向阀、压力阀、流量阀等
辅助元件	保证液压系统可靠、稳定、持久地工作，起连接、储油、过滤、测量等作用	油管、油箱、滤油器、压力表等
工作介质	传递能量，润滑运动件，冷却液压系统	液压油

液压传动系统在工作过程中的能量转换和传递情况如图 1-3 所示。

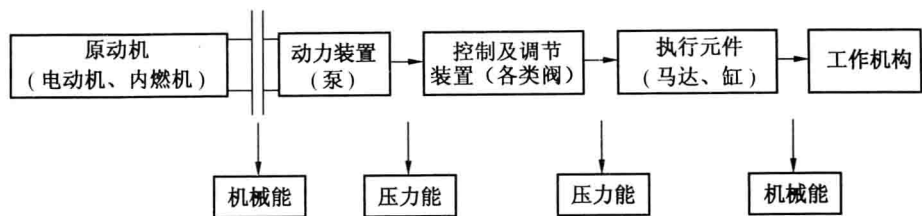


图 1-3 液压传动系统能量传递和转换图

第三节 液压传动的特点和应用领域

一、多种传动方式的比较

传递动力主要有三种基本方式：机械传动、电力传动及流体动力传动（含气压传动和液压传动）。为了能正确地选择传动方式，首先要了解和对比每种传动方式的基本特点。

（1）机械传动是通过齿轮、齿条、带、链等机件传递动力和进行控制的。其优点是传动准确可靠，制造容易，操作简单，维护方便和传动效率高等。其缺点是一般不能进行无级调速，远距离传动较困难，结构比较复杂等。

（2）电力传动是利用电力设备并调节电参数来传递动力和进行控制的。其主要优点是能量传递方便，信号传递迅速，标准化程度高，易于实现自动化等。其缺点是运动平稳性差，易受外界负载的影响，惯性大，起动及换向慢，成本较高，受温度、湿度、振动、腐蚀等环境因素影响较大。为了改善其传动性能，有些场合往往与机械、气压或液压传动结合使用。

（3）气压传动是用压缩空气作为工作介质进行能量传递和控制的。其优点是结构简单，成本低，易于实现无级调速，阻力损失小，防火、防爆，对工作环境适应性好。其缺点是空气易压缩，负载对传动特性的影响较大，工作压力低，只适用于小功率传动。

表 1-3 列举了几种传动方式的主要传动特性，经比较液压传动具有其独特的优越性。

表 1-3 主要传动特性的比较

传动特性 传动方式	功率—质量比	转矩—转动 惯量比	响应速度	可控性	负载刚度	调速范围
机械传动	小	小	低	差	中等	小
电力传动	小	小	中等	中等	差	中等
机电传动	小	小	中等	中等、好	差	中等、大
气压传动	中等	中等	低	中等	差	小
液压传动	大	大	高	好	大	大

二、液压传动的优点

(1) 功率—质量比、力—质量比大, 控制灵活, 响应速度快。相同功率的液压泵或液压马达的功率—质量比要比电机的大十倍, 而外形尺寸只有电机的 12% 左右。例如, 一般发电机和电动机的功率—质量比约为 165 W/kg , 而液压泵和液压马达可达 1650 W/kg , 在航空、航天领域应用的液压马达可达 6600 W/kg 。由于液压传动装置的体积小、质量轻, 因而惯性小, 起动、制动迅速。例如, 起动一个中等功率的电动机需要 1 s 或更长一些时间, 而起动同等功率的液压马达只需 0.1 s 左右。所以, 利用液压传动易于实现平稳的起、停、变速或换向。

液压缸单位面积的输出力及力—质量比分别可达 $700 \sim 3000 \text{ N/cm}^2$ 、 13000 N/kg , 而对于直线式直流电动机则分别为 30 N/cm^2 、 130 N/kg , 两者相差近百倍。一般液压马达的转矩—转动惯量比是同容量电动机的 $10 \sim 20$ 倍。转矩—转动惯量比大, 就意味着液压系统能产生大的加速度, 也就是说时间常数小, 响应速度快, 具有良好的动态品质。

(2) 速度调节容易, 而且能方便地实现无级调速, 调速范围大, 低速性能好。液压传动可以在比较大的调速范围内实现无级调速, 调速比可达 $100:1 \sim 2000:1$ 。多作用内曲线液压马达可在 $0.5 \sim 1 \text{ r/min}$ 的转速下平稳运转, 单作用静力平衡液压马达的最低稳定转速可小于 5 r/min 。采用电力传动虽可实现无级调速, 但调速范围小得多, 且低速时不稳定。

(3) 操纵省力, 控制方便, 易于实现自动化或遥控。液压传动本身的调节、控制比较简单, 操纵方便、省力。特别是电液联合应用时, 很容易实现复杂的程序动作和远程控制。

(4) 利用溢流阀很容易实现过载保护, 工作安全可靠。

(5) 由于工作介质的润滑和吸振作用, 使液压传动工作平稳, 使用寿命长。

(6) 液压元件容易实现通用化、标准化和系列化, 便于设计、制造和推广使用。

(7) 液压传动的各类元件可以根据主机需要灵活布置。液压传动是通过管路中的油液来传递动力的, 因此可以把液压马达或液压缸安置在远离原动机的任意位置, 而不需要中间的机械传动环节。如果液压马达或液压缸在工作时的位置会发生变动, 则只需采用挠性管道连接就可保证其正常工作, 这是机械传动难以实现的。

三、液压传动的缺点

(1) 液压传动以液体作为工作介质, 在液压元件中相对运动的摩擦副间无法避免泄漏, 再加上液体的可压缩性及管路弹性变形等原因, 难以实现严格的传动比。油液泄漏将造成环境污染、资源浪费, 油液燃烧可能导致重大事故。

(2) 液体黏度和温度有密切关系, 当黏度随温度变化时, 将直接影响泄漏、压力损失及通过节流元件的流量等, 从而引起执行元件运动特性的变化。液压油液的性能及使用寿命均受温度影响很大, 所以, 液压系统不宜在很高或很低的温度下工作。

(3) 传动效率较低。液压系统中的能量要经过两次转换, 在能量转换及传递过程中存在机械摩擦损失、压力损失及泄漏损失。加之对液压系统能量利用不尽合理等原因, 使液压传动的效率偏低。

(4) 液压传动的工作可靠性目前还不如电力传动和机械传动。其主要原因是工作中液压元件的摩擦副承受很大的比压和相对运动速度, 很容易导致磨损失效。特别是当工作介质污染严重时, 更会加剧磨损, 甚至堵塞控制通道, 导致使用寿命和可靠性降低。

(5) 液压元件的制造精度要求高, 造价较贵, 使用、维护要求有一定的专业知识和较高的技术水平。

(6) 压力能的获得与传递不如电能方便。由于压力损失等原因, 压力能不宜远距离输送。

(7) 液压系统中各种元件、辅件及工作介质均在封闭的系统内工作, 其故障征兆难以及时发现, 故障原因较难确定。

四、液压传动的主要应用领域

总的来说, 液压传动的优点很多, 但其缺点也不容忽视。为了提高其竞争力, 液压技术一直在不断地发展和进步, 借助于现代科技的支持及相关学科的最新成果, 其缺点正逐步被克服, 性能不断提高, 应用领域也在不断扩大。当前广泛应用液压技术的领域主要包括以下五个方面:

(1) 工业机械。液压技术可应用于锻压机械、注塑机、挤压机、冶金机械、矿山机械、包装机械、机床、加工中心、机器人、试验机以及其他生产设备等, 一般称为工业液压技术。

(2) 行走机械。液压技术可应用于工程机械、建筑机械、农业机械、汽车以及其他可移动设备等, 一般称为行走机械液压技术。

(3) 航空及航天。液压技术可应用于飞机、宇宙飞船、导弹液压舵机、火箭姿态控制及卫星发射装置等, 一般称为航空航天液压技术。

(4) 船舶(舰艇)。液压技术可应用于船舶、舰艇中的舵机、甲板机械、操作系统、控制系统、海水淡化及水雾灭火系统等, 一般称为船舶液压技术。

(5) 海洋开发工程。液压技术可应用于海洋钻探平台、海底工作机械、海洋开发机械及水下作业工具等, 一般称为海洋工程液压技术。

第二章 液 压 元 件

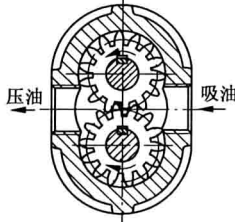
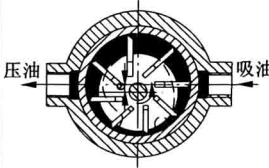
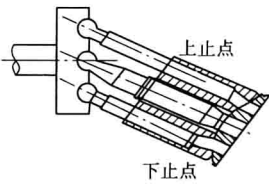
第一节 液 压 泵

一、液压泵的工作原理和分类

液压传动中所用的各种液压泵，都是依靠工作容积（泵腔）的变化来进行工作的。这种依靠密封工作容积反复变化进行工作的液压泵统称为容积式液压泵。为了保证液压泵正常工作，容积式液压泵都具有密封而又可以变化的空间；吸油腔和排油腔要相互隔开，保证有连续吸入和排出工作油液的配油装置；油箱要与大气相通，使油液压力保持不低于一个标准大气压，这是构成容积式液压泵内部结构要素和外部工作条件的主要特征。

容积式液压泵按其构成密封工作容积的结构不同，分为齿轮泵、叶片泵和柱塞泵三大类（表2-1）；按其排量可否调节分为定量泵和变量泵；按其排液方向是否可以互换分为单向泵和双向泵；按其压力大小分为低压泵、中压泵、高压泵和超高压泵；按其组合分为双联泵、三联泵等。

表2-1 液 压 泵 分 类

类型		齿 轮 泵	叶 片 泵	柱 塞 泵
				
特性				
泵的原理		由齿轮齿和泵壳体所封闭的空间传导	基于由相邻的两叶片、定子曲面和转子所构成的空间的体积变化	基于由活塞的往复运动引起的体积变化
效率	正常效率	除压力负载型之外,相对较低	通常较高	通常较高
	与液体黏度有关的效率	最受影响	比较受影响	只有很小影响
	与泵部件损耗有关的效率	随磨损而降低	由于在泵部件与受压叶片接触到定子之间的精密间隙配合,可补偿液体渗漏,因而效率不会降低很多	随磨损而降低
抗污染程度		压力负载型是敏感的,但低压型不太敏感	即使少量污染物也会受到影响,但影响程度较柱塞泵小	由于在滑动部件之间的非常精密间隙配合,受污染物的影响最大
可否成为变量型		不可能	可能	可能

二、齿轮泵

(一) 类型特点

齿轮泵是以啮合原理工作的液压泵，它是现代液压技术中结构最为简单、价格最低、产量及用量最大的一种液压泵，其详细分类和特点见图 2 - 1 和表 2 - 2。在各种齿轮泵中，由于标准的渐开线外啮合直齿齿轮泵的齿轮容易加工和检测，故应用最为普遍；而且这种齿轮泵中大多采用一对参数相同的齿轮，只有个别特殊用泵有三个或更多齿轮。

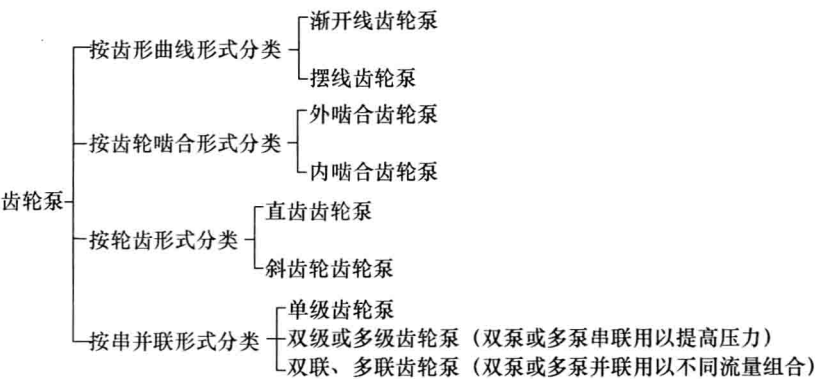


图 2 - 1 齿轮泵的分类

表 2 - 2 齿轮泵的特点

主 要 优 点	主 要 缺 点
1. 结构简单，零件数量少，价格低廉 2. 体积小，重量轻，功率密度大 3. 能长期保持较高容积效率 4. 抗污染能力强 5. 内啮合齿轮泵的流量脉搏和噪声低，综合性能好 6. 使用维护方便	1. 不能无级变量 2. 外啮合齿轮泵的流量脉搏和噪声大

(二) 典型结构

1. 外啮合齿轮泵

(1) 低压齿轮泵（图 2 - 2）。该泵为泵盖—壳体—泵盖三片式结构。装在壳体中的一对齿轮由传动轴驱动。此种泵无径向力平衡装置；轴向间隙固定，轴向间隙及其泄漏会因工作负载增大而增加，难以得到高的容积效率，故此种泵只适用于低压情况（通常额定压力在 12 MPa 以下）。国产 CB - B 型外啮合齿轮泵即属于此类泵，其额定压力为 2.5 MPa。

(2) 高压齿轮泵。高压齿轮泵有：具有 8 字形浮动轴套的齿轮泵，采用浮动侧板实现轴向间隙自动补偿的高压齿轮泵，轴向间隙和径向间隙都可自动补偿

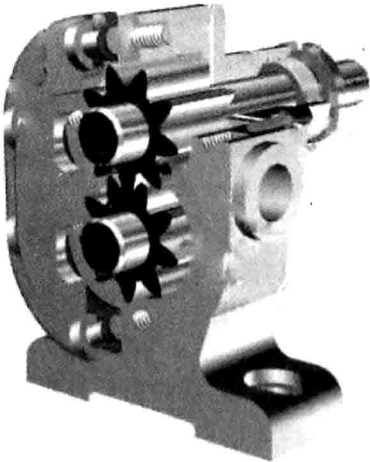
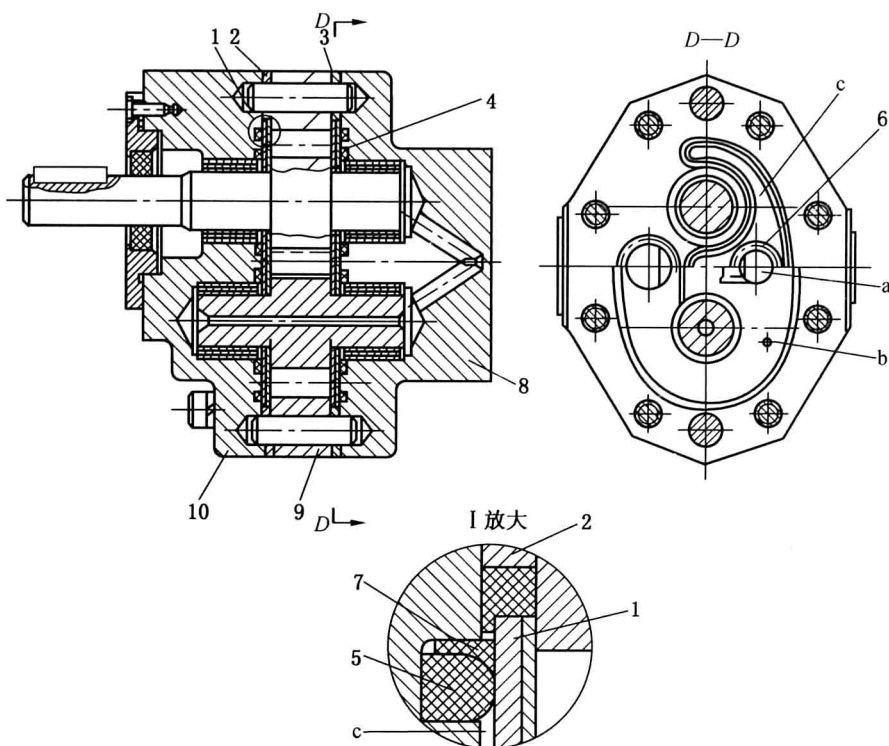


图 2 - 2 低压齿轮泵结构图

的齿轮泵。



1、4—侧板；2、3—垫板；5—弓形密封圈；6—密封圈；7—密封挡圈；8—后泵盖；9—泵体；10—前泵盖；
a—压油通道；b—小孔；c—密封腔

图 2-3 具有浮动侧板的齿轮泵结构

图 2-3 所示为采用浮动侧板实现轴向间隙自动补偿的高压齿轮泵简易结构。该泵在壳体 9 与前盖 10、后盖 8 之间增设了浮动侧板 1 和 4、垫板 2 和 3（垫板比浮动侧板厚 0.2 mm）以及密封圈 6（嵌在泵盖内侧排油区位置）。工作时，压油区的一部分压力油通过浮动侧板上的两个小孔作用在密封圈包围的区域内，反向推动浮动侧板向内微量移动，从而使轴向间隙保持在 0.03 ~ 0.04 mm 之间。这样可控制 70% ~ 80% 以上的泄漏量。故此类泵容积效率较高，适用于高压情况。国产 CB-F 系列中高压齿轮泵即属于此类泵，其额定压力达到 20 MPa。

2. 内啮合齿轮泵

图 2-4 所示为采用浮动侧板实现轴向间隙自动补偿的高压内啮合齿轮泵结构。泵的外齿轮 6 与传动轴合为一体。轴向间隙通过作用有背压（通压油腔）的浮动侧板 4 和 7 的前移得到自动补偿。内齿环 5 与半圆支撑块 11 内圆表面的径向配合间隙在支撑块下面的背压（引自压油腔）作用下，支撑块推动内齿环，内齿环又推动填隙片与外齿轮 6 角齿顶相接触，而形成高压区径向密封，实现径向间隙的自动补偿。挠性轴承支座 2、8（与壳体的连接小于 180°）在泵轴受力变形时，也能产生相应变形，减轻了轴在轴承中倾斜带来的负载能力下降和局部磨损问题。滑动轴承 3、10（外端与泵的进油口相通）通过其