

作业1

姓名：余书阳
学号：3220103741

- 1.列表对比双边滑阀、四边滑阀在理想开口、正开口情况下的流量增益、流量-压力系数、压力增益。
- ▼ 2.设计四边滑阀稳态液动力、瞬态液动力的测量方法，给出合适的测试原理图和传感器类型。

▼ 2.1 稳态液动力测量方法

- 测试原理与实验装置
- 测试步骤
- 测试步骤

▼ 2.2 瞬态液动力测量方法

- 测试原理与实验装置
- 测试步骤

1.列表对比双边滑阀、四边滑阀在理想开口、正开口情况下的流量增益、流量-压力系数、压力增益。

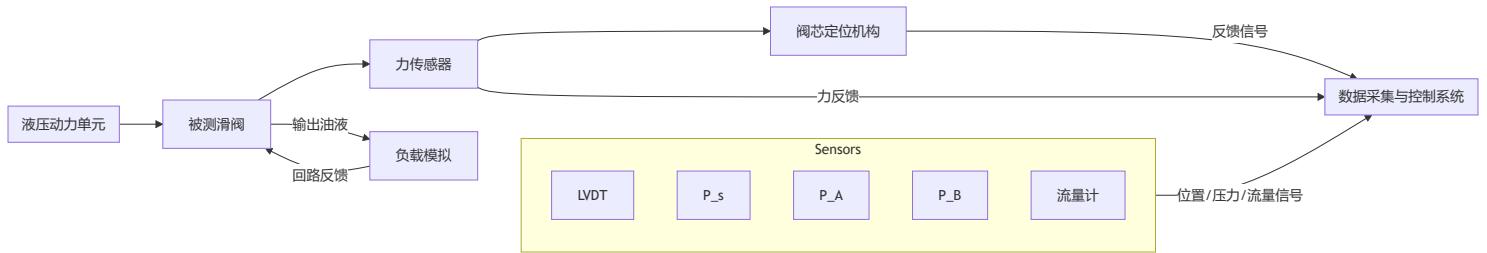
阀门类型	开口状态	流量增益 (K_q)	流量-压力系数 (K_c)	压力增益 (K_p)
双边滑阀	理想开口	中位：中到高 (取决于具体设计) 偏离中位：中到高	中位：理论为0 (实际受泄漏影响) 偏离中位：非零	中位：很高 (理论上 $\rightarrow \infty$) 偏离中位：高
	正开口	死区内：0 死区外：中到高	死区内：0 死区外：非零	死区内：很低或0 死区外：中到高
四边滑阀	理想开口	中位：高 (可能因四口作用而加倍) 偏离中位：高	中位：理论为0 (实际受泄漏影响) 偏离中位：非零	中位：非常高 (理论上 $\rightarrow \infty$) 偏离中位：很高
	正开口	死区内：0 死区外：高 (可能跃升较快)	死区内：0 死区外：非零	死区内：很低或0 死区外：高

2.设计四边滑阀稳态液动力、瞬态液动力的测量方法，给出合适的测试原理图和传感器类型。

2.1 稳态液动力测量方法

测试原理与实验装置

- **测试原理：**在受控的稳定流动条件下，通过直接测量作用在阀芯上的轴向力来确定稳态液动力。实验中，将被测滑阀的阀芯固定在不同的位移（开度）上，调节系统供油压力和负载，使通过阀的流量和阀口压降达到预设的稳态值，然后记录此时作用在阀芯上的轴向力。
- **实验装置：**测试系统包括以下部分（见下图）：
 - i. **液压动力单元：**提供稳定、可调的压力油源，包括油箱、液压泵、溢流阀（用于调定系统压力）、精滤器等。
 - ii. **被测阀安装模块：**用于安装被测四边滑阀。
 - iii. **阀芯定位与驱动机构：**用于精确设定和保持被测阀芯在不同位移 x_v 。可采用高精度伺服电机驱动的滚珠丝杠机构，或由另一个精密伺服阀控制的液压缸。
 - iv. **力传感器：**高精度轴向力传感器（如拉压式负载传感器），一端与被测阀芯（或其延长杆）连接，另一端固定在刚性支架上，用于直接测量作用在阀芯上的总轴向力。
 - v. **位移传感器：**高精度位移传感器（如LVDT线性位移传感器），用于精确测量和反馈阀芯的实际位移 x_v 。
 - vi. **压力传感器：**在被测阀的P口、T口以及两个工作口A、B分别安装压力传感器，用于测量各油口的压力 (P_S, P_T, P_A, P_B)，从而计算阀口压降。
 - vii. **流量计：**安装在主油路或工作油路上，用于测量通过阀的实际流量 Q 。
 - viii. **负载模拟单元：**通过节流阀或比例溢流阀等在工作油路A、B上施加可调的负载压力。
 - ix. **数据采集与控制系统 (DAS)：**用于同步采集力、位移、压力、流量等信号，并控制阀芯定位机构和液压源参数。
 - x. **恒温装置：**控制油液温度，以减小油液粘度变化对实验结果的影响。



测试步骤

测试步骤

1. 系统校准

对所有传感器（力、位移、压力、流量、温度）进行校准。进行“干运行”实验（无油液流动，仅阀芯运动），

测量并记录不同阀芯位移下的机械摩擦力和弹簧力（如有），作为皮重力 $F_{\text{tare}}(x_v)$ 。

2. 设定工况

通过控制系统设定液压源压力 P_S ，调节负载模拟单元以获得期望的负载压力 P_A 、 P_B 。

3. 阀芯定位

将阀芯驱动至预定测试位移 x_v ，并保持稳定。

4. 稳定流动与数据采集

等待系统流量 Q 和各点压力稳定后，记录力传感器读数 F_{total} ，以及各压力、流量、位移和温度值。

5. 计算液动力

按下式计算稳态液动力：

$$F_{\text{steady}} = F_{\text{total}} - F_{\text{tare}}(x_v)$$

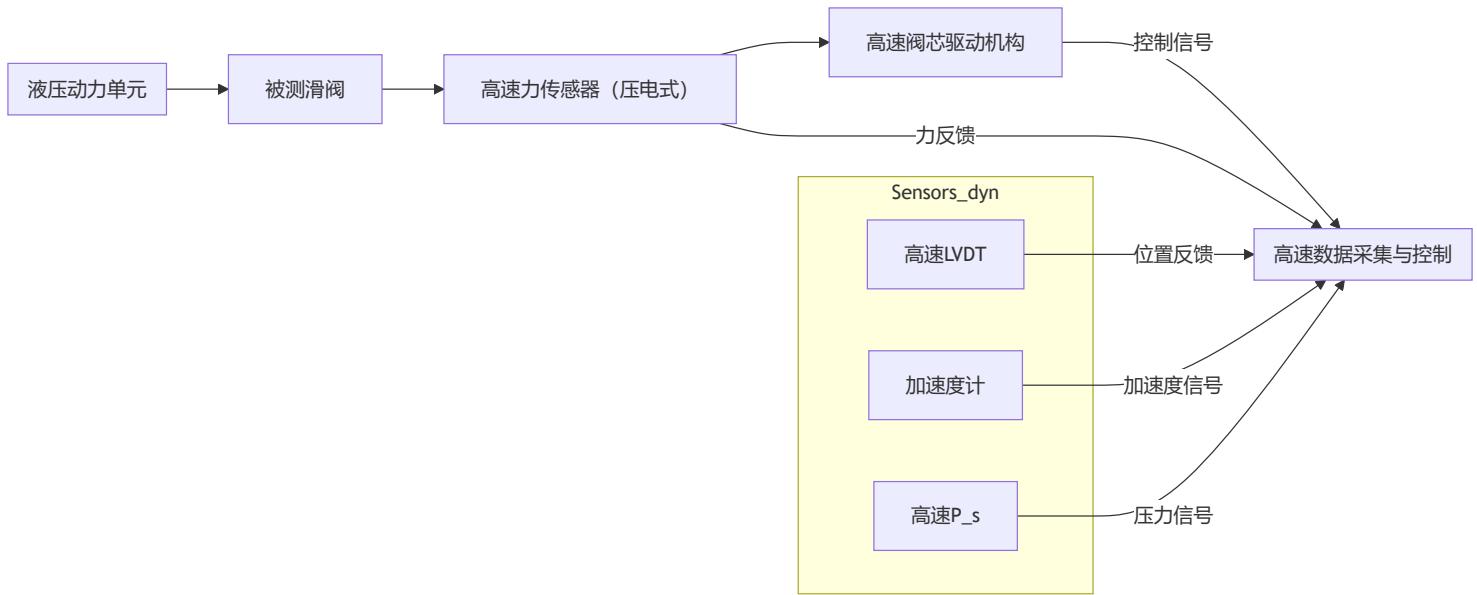
6. 多工况测试

重复步骤 3-5，改变阀芯位移 x_v 、供油压力 P_S 或负载条件，获得不同工况下的稳态液动力数据。

2.2 瞬态液动力测量方法

测试原理与实验装置

- **测试原理：**在阀芯快速运动、油液流动状态急剧变化的条件下，测量作用在阀芯上的总轴向力，并通过数据处理分离出瞬态液动力分量。
- **实验装置：**基本结构与稳态液动力测试装置类似（见下图），但对部分组件的动态性能要求更高：
 - i. **阀芯定位与驱动机构：**必须能够实现对阀芯的高速、精确的动态驱动，如采用高性能伺服电机配合低惯量传动机构，或采用专用的高频响液压伺服作动器。该机构应能产生预设的阀芯运动轨迹（如阶跃、斜坡、正弦等）。
 - ii. **力传感器：**必须具有极高的动态响应频率和刚度，可以选用压电式力传感器。
 - iii. **位移传感器：**同样需要良好的动态响应特性。
 - iv. **加速度传感器：**直接安装在阀芯或与阀芯刚性连接的部件上，用于精确测量阀芯的瞬时加速度 $a = \frac{d^2 x_v}{dt^2}$ ，以便从总力中扣除惯性力。
 - v. **压力传感器：**选用高频响压力传感器（如压电式），以捕捉油路中快速的压力脉动。
 - vi. **数据采集系统 (DAS)：**必须是高速、多通道同步数据采集系统，采样频率远高于被测信号的最高频率成分（例如，数kHz至数十kHz，具体取决于阀门响应速度和期望分析的频率范围）。



测试步骤

1. 系统校准与动态特性辨识

对所有传感器进行动态校准。进行“干运行”实验（无油液流动，仅阀芯按预定轨迹运动），测量并标定阀芯及连接件的惯性力 $F_{\text{inertia}} = m_{\text{total}} \cdot a$ 和机械摩擦力 $F_{\text{friction}}(x_v, \dot{x}_v)$ 。其中 m_{total} 为运动部件总质量，可通过称重或实验辨识获得。摩擦力模型需结合位移、速度等参数进行标定。

2. 设定初始工况

设定液压源压力和负载条件，准备动态测试环境。

3. 动态驱动阀芯

控制阀芯驱动机构，使阀芯按照预定的动态轨迹（如阶跃、斜坡或正弦输入）运动。

4. 同步高速采集

使用高速数据采集系统（DAS），同步采集力、位移、加速度、各点压力等信号，确保采样频率足够高以捕捉动态变化。

5. 数据处理与力分量提取

- 总测量力 $F_{\text{measured}}(t)$ 包含液动力、惯性力、摩擦力及弹簧力（如有）：

$$F_{\text{measured}}(t) = F_{\text{flow}}(t) + F_{\text{inertia}}(t) + F_{\text{friction}}(t) + F_{\text{spring}}(t)$$

- 惯性力 $F_{\text{inertia}}(t) = m_{\text{total}} \cdot a(t)$ ，其中 $a(t)$ 可由加速度传感器直接测量，或对位移信号 $x_v(t)$ 求二阶导数获得。
- 摩擦力 $F_{\text{friction}}(t)$ 和弹簧力 $F_{\text{spring}}(t)$ 可根据干运行标定结果及瞬时位移、速度估算。
- 液动力分量 $F_{\text{flow}}(t) = F_{\text{measured}}(t) - F_{\text{inertia}}(t) - F_{\text{friction}}(t) - F_{\text{spring}}(t)$ 。

- 瞬态液动力 $F_{\text{transient}}(t) = F_{\text{flow}}(t) - F_{\text{steady}}(x_v(t), Q(t), \Delta P(t))$, 其中 F_{steady} 可由稳态实验数据或经验公式, 根据瞬时阀芯位置、流量和压降估算。流量 $Q(t)$ 若难以高速测量, 可通过阀口方程结合压力、位移间接计算。