

液压与液力传动

[home](#)

[examination](#)

[blog](#)

[about](#)

[contact](#)

液压传动

[第一章 概述](#)

[第二章 液压流体力学基础](#)

[第三章 液压动力元件](#)

[第四章 液压执行元件](#)

[第五章 液压控制元件](#)

[第六章 液压系统的辅助元件](#)

[第七章 液压系统的基本回路](#)

[第八章 典型液压系统](#)

液力传动

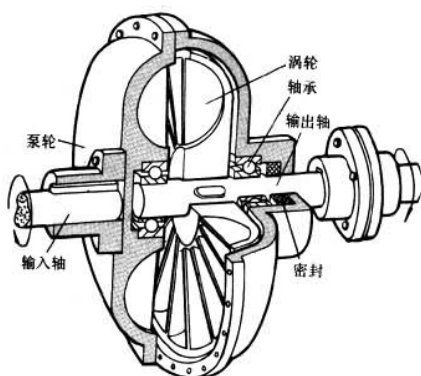
• [第九章 概述](#)

第九章 概述

§9.1 液力传动基础

一、基本概念

1. 液力元件：主要通过工作液体的动量矩的变化来传递或变换能量的液体元件。
2. 液力传动：在传动系统中若有一个以上环节采用液力元件来传递动力的传动方式。
3. 工作轮：主要指涡轮，泵轮和导向轮。
4. 工作腔：工作轮内环与外环的两个回转曲面之间的空间。
5. 循环圆：过液力元件轴线作截面，在截面上与液体相接触的界线所形成的形状。循环圆的最大直径 D 称为有效直径。
6. 液力耦合器：泵轮（B）+涡轮（T）泵轮与原动机相连，涡轮与负载相连，两者液体相连。



液力耦合器简图

7. 液力变矩器：泵轮（B）+涡轮（T）+导向轮（D）与液力耦合器相比，多了一个固定不动的导向轮。

液力变矩器的结构



动力传递路径：壳体->泵轮->涡轮->变速箱

二、液力传动的特点

液力传动的输入轴与输出轴之间只靠液体为工作介质联系，构件间不直接接触，是一种非刚性传动。液力传动的优点是：能吸收冲击和振动，过载保护好，甚至在输出轴卡住时动力机仍能运转而不受损伤，带载荷起动容易，能实现自动变速和无级调速等。

三、液力传动的应用

1. 传动装置

汽车、拖拉机、工程机械、建筑机械、铁路机车，坦克、自行火炮等。

2. 调速装置

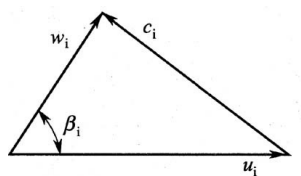
一般的工业生产中（化工厂的泵、炼钢厂的风机等等）作调速装置，节省能源。

3. 起动装置

在船舶、重载设备（大型皮带机等）等启动时应用，可减少起动的电力冲击和用于并车的协调。

§9.2 液力传动流体力学基础

一、液体在旋转工作轮中的运动与速度三角形



1. 牵连运动：液体随工作轮所作的旋转运动。牵连运动速度方向沿工作轮圆周切向方向。其大小计算公式为：

$$u = \omega R = \frac{2\pi n}{60} R$$

2. 相对运动：液体在工作轮循环圆内的旋转运动。相对运动速度方向为循环圆内液流流线的切线方向。其大小计算公式为：

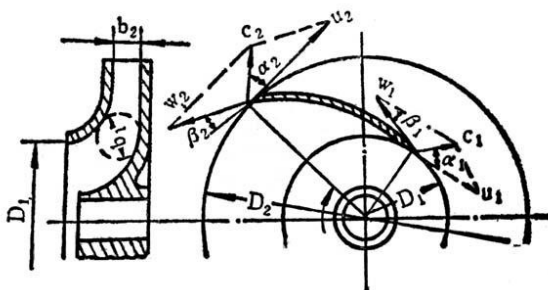
$$w = \frac{q}{A \sin \beta} = \frac{q}{2\pi R b \psi \sin \beta}$$

其中 β 为相对速度与牵连速度的夹角。

3. 绝对速度：牵连运动速度与相对运动速度的矢量和。计算公式为：

$$v = w + u$$

二、液流动量矩及液流与工作轮叶片的相互作用



1. 工作液体在叶片进出口的动量矩

$$\begin{aligned} L_1 &= m v_1 R_1' = m v_{u1} R_1 \\ L_2 &= m v_2 R_2' = m v_2 R_2 \cos \alpha_2 = m v_{u2} R_2 \end{aligned}$$

根据动量矩定理：

$$\Delta L = M \Delta t$$

$$mv_{u2}R_2 - mv_{u1}R_1 = M \Delta t$$

时间段 Δt 的质量流量

$$m = \rho q \Delta t$$

代入上述动量矩定理，从而

$$M = \rho q (v_{u2}R_2 - v_{u1}R_1)$$

三、工作液体与工作轮的能量转换关系（欧拉方程）

以泵轮为例， Δt 时间内泵轮的输入机械能：

$$E_B = M_B \omega_B \Delta t$$

而泵轮内工作液体获得的能量：

$$E_B = mgH_B = \rho q \Delta t g H_B$$

根据能量守恒，可得：

$$H_B = \frac{\omega_B}{g} (R_{B2} v_{uB2} - R_{B1} v_{uB1})$$

根据牵连速度的定义，上述关系进一步变换为：

$$H_B = \frac{1}{g} (u_{B2} v_{uB2} - u_{B1} v_{uB1})$$

从上式可知，液体通过工作轮后能量的变化与牵连速度及绝对速度的圆周分速度有关。

对于泵轮， $H_B > 0$ 即液体从泵轮吸收能量，能量头增高；对于涡轮，

$$H_T = \frac{1}{g} (u_{T2} v_{uT2} - u_{T1} v_{uT1})$$

也就是说：

$$H_T < 0$$

在涡轮内液体能量头降低，液体动能转化为涡轮输出的机械能。

在导向轮内：

$$H_D = \frac{1}{g} (u_{D2} v_{uD2} - u_{D1} v_{uD1})$$

，即

$$H_D = 0$$

液体在导向轮内没有能量交换。

四、相似理论在液力变矩器中的应用

液力元件属于叶片机械，工作介质为油液或其他液体，因此可以应用流体力学中的相似理论进行液力元件的放大和缩小设计。

要使放大或缩小设计的液力元件的性能与基准型的性能相同，要保证几何相似、运动相似、动力相似。
几何相似：两液力元件的过流部分流道和循环圆形状相似，且相应的各线性尺寸成比例，相对应的叶片角相等。运动相似：两液力元件中液体的流动状态相似，相应点的速度成比例，且方向相同。动力相似：两液力元件中液流各相应点上作用着同样性质的力，并且每类作用力的大小成比例，方向相同。

1. 第一相似定律：表示几何相似液力元件，在等倾角工况下，其流量与转速和几何尺寸的关系。

$$\frac{q_m}{q_s} = \frac{2\pi R_m b_m \psi_m v_{mm}}{2\pi R_s b_s \psi_s v_{ms}}$$

$$\frac{v_{mm}}{v_{ms}} = \frac{D_m}{D_s} \cdot \frac{n_{Bm}}{n_{Bs}}$$

$$\frac{q_m}{q_s} = \frac{R_m b_m \psi_m}{R_s b_s \psi_s} \cdot \frac{D_m n_{Bm}}{D_s n_{Bs}}$$

$$\psi_m = \psi_s$$

$$\frac{q_m}{q_s} = \left(\frac{D_m}{D_s} \right)^3 \cdot \frac{n_{Bm}}{n_{Bs}}$$

2. 第二相似定律：表示几何相似的液力元件，在等倾角工况，其能头与几何尺寸和转速之间的关系。

$$H = \frac{u_2 v_{u2} - u_1 v_{u1}}{g}$$

$$\frac{H_m}{H_s} = \frac{u_{2m} v_{u2m} - u_{1m} v_{u1m}}{u_{2s} v_{u2s} - u_{1s} v_{u1s}}$$

$$\frac{H_m}{H_s} = \left(\frac{D_m}{D_s} \right)^2 \left(\frac{n_{Bm}}{n_{Bs}} \right)^2$$

3. 第三相似定律：表示几何相似的液力元件，在等倾角工况下，其功率与几何尺寸和泵轮转速间的关系。

$$P = \rho g q H$$

$$\frac{P_m}{P_s} = \frac{\rho_m}{\rho_s} \cdot \frac{H_m}{H_s} \cdot \frac{q_m}{q_s}$$

$$\frac{P_m}{P_s} = \left(\frac{D_m}{D_s} \right)^5 \cdot \left(\frac{n_{Bm}}{n_{Bs}} \right)^3 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_s}$$

4. 第四相似定律：表示几何相似的液力元件，其转矩与几何尺寸和转速之间的关系。

$$M \propto \frac{\rho g q H}{n}$$

$$\frac{M_m}{M_s} = \frac{\rho_m}{\rho_s} \cdot \frac{q_m}{q_s} \cdot \frac{H_m}{H_s} \cdot \frac{n_s}{n_m}$$

$$\frac{M_m}{M_s} = \left(\frac{D_m}{D_s} \right)^5 \cdot \left(\frac{n_{Bm}}{n_{Bs}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_s}$$

© 地址：江西省赣州市红旗大道86号 邮编：341000 | 吴海燕设计, Email: whyfool@gmail.com