



# 离心泵性能测定实验 装置说明书

天津大学化工基础实验中心

### 一、实验目的:

- 1.熟悉离心泵的结构、性能及特点,练习并掌握其操作方法。
- 2.掌握离心泵特性曲线的测定方法、表示方法,加深对离心泵性能的了解。

### 二、实验内容:

- 1.熟悉离心泵的结构与操作方法。
- 2.测定某型号离心泵在一定转速下的特性曲线。

### 三、实验原理:

#### 1.离心泵特性曲线测定:

离心泵是最常见的液体输送设备。在一定的型号和转速下,离心泵的扬程  $H$ 、轴功率  $N$  及效率  $\eta$  均随流量  $Q$  而改变。通常通过实验测出  $H-Q$ 、 $N-Q$  及  $\eta-Q$  关系,并用曲线表示之,称为特性曲线。特性曲线是确定泵的适宜操作条件和选用泵的重要依据。泵特性曲线的具体测定方法如下:

#### (1) $H$ 的测定:

在泵的吸入口和排出 5 之间列柏努利方程

$$Z_{\lambda} + \frac{P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\lambda}^2}{2g} + H = Z_{\text{出}} + \frac{P_{\text{出}}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2}{2g} + H_{f\lambda-\text{出}} \quad (1)$$

$$H = (Z_{\text{出}} - Z_{\lambda}) + \frac{P_{\text{出}} - P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2 - u_{\lambda}^2}{2g} + H_{f\lambda-\text{出}} \quad (2)$$

上式中  $H_{f\lambda-\text{出}}$  是泵的吸入口和压出口之间管路内的流体流动阻力,与柏努利方程中其它项比较,  $H_{f\lambda-\text{出}}$  值很小,故可忽略。于是上式变为:

$$H = (Z_{\text{出}} - Z_{\lambda}) + \frac{P_{\text{出}} - P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2 - u_{\lambda}^2}{2g} \quad (3)$$

将测得的  $(Z_{\text{出}} - Z_{\lambda})$  和  $P_{\text{出}} - P_{\lambda}$  的值以及计算所得的  $u_{\lambda}$ 、 $u_{\text{出}}$  代入上式,即可求得  $H$ 。

#### (2) $N$ 测定:

功率表测得的功率为电动机的输入功率。由于泵由电动机直接带动,传动效率可视为 1,所以电动机的输出功率等于泵的轴功率。即:

泵的轴功率  $N$ =电动机的输出功率, kW,

电动机输出功率=电动机输入功率×电动机效率。

泵的轴功率=功率表读数×电动机效率，kW。

功率表的读数 J1 就是电动机的输入功率。

$$(3) \eta \text{ 测定: } \eta = \frac{N_e}{N} \quad (4)$$

$$N_e = \frac{HQ \rho g}{1000} = \frac{HQ \rho}{102} \text{ (kW)} \quad (5)$$

式中： $\eta$ —泵的效率； $N$ —泵的轴功率，kW；

$N_e$ -泵的有效功率 kW； $H$ —泵的扬程，m；

$Q$ —泵的流量，m<sup>3</sup>/s； $\rho$ -水的密度，kg/m<sup>3</sup>。

#### 四、实验装置基本情况：

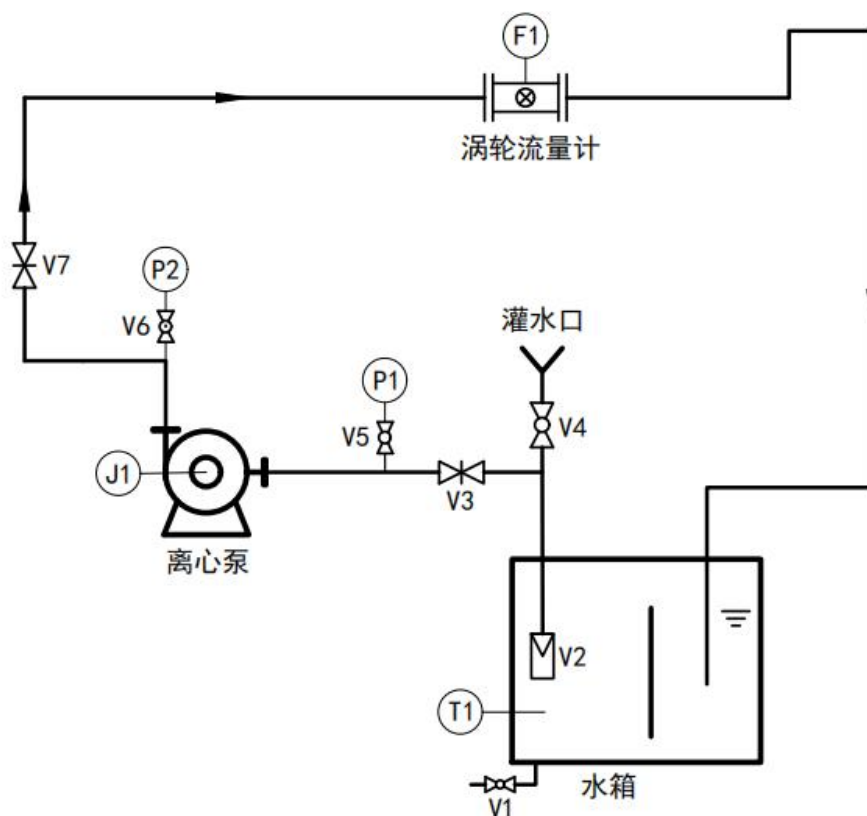


图 1 离心泵性能测定实验装置流程图

P1-泵入口压力表；P2-泵出口压力表；T1-温度计；F1-涡轮流量计；V1-水箱排水阀；V2-底阀；V3-泵入口发；V4-灌水控制阀门；V5-泵入口真空表控制阀；V6-泵出口压力表控制阀；V7-流量调节阀。

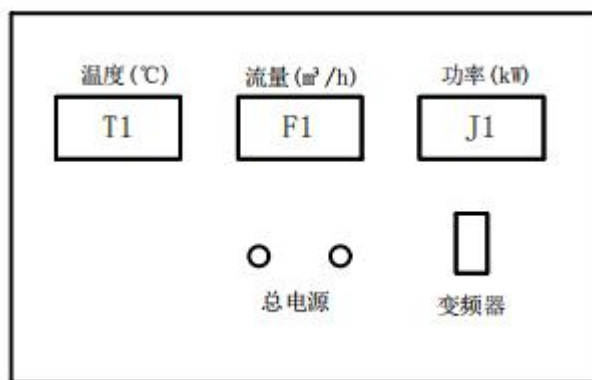


图2 离心泵性能测定实验装置面板图

表1 离心泵性能测定实验装置主要设备及仪器型号

序号	位号	名称	规格、型号
1		离心泵	WB70/055
2		水箱	长 550mm×宽 400mm×高 450mm
3	T1	温度传感器	Pt100
4		数显温度计	AI501B 数显仪表
5	F1	涡轮流量计	LWGY-40, 0-20m³/h
6		数显流量计	AI501BV24 数显仪表
7	J1	离心泵功率传感器	0-1.5kW
8		数显功率计	AI501B 数显仪表
9	P1	离心泵入口压力	Y-100, -0.1-0MPa
10	P2	离心泵出口压力	Y-100, 0-0.25MPa
11	UF	变频器	0-50Hz
12	V	阀门	球阀、闸阀
13		离心泵入口管路	∅ 45×1.5
14		离心泵出口管路	∅ 45×1.5
15		泵进出口高度差 $Z_{出}-Z_{入}$	0.265m
16		电机效率	60%

## 五、实验操作方法:

### 1. 实验前准备工作:

- (1) 向水箱内注入蒸馏水（或者去离子水）至水箱  $3/4$  处。
- (2) 了解每个阀门的作用并检查每个阀门的开关状态,所有阀门均关闭。
- (3) 全开阀门 V3、V7, 打开阀门 V4 进行灌泵, 灌泵时加水要慢, 直到灌水泵口满且液位不下降为止, 关闭阀门 V4、V7。
- (4) 实验装置接通电源。

## 2. 离心泵性能测定实验:

- (1) 启动实验装置总电源。
- (2) 按变频器的 RUN 键启动离心泵, 缓慢打开阀门 V7,待系统稳定即水回到水箱,记录水温后, 打开阀门 V5、V6, 用阀门 V7 调节流量, 依次记录泵入口、出口压力, 涡轮流量计流量、泵的电机功率, 测取数据的顺序可从最大流量开始逐渐减小流量至 0 或反之。一般测取 10-20 组数据。

## 3. 实验结束:

- (1) 取完所有数据后, 将阀门 V7 关闭, 关闭离心泵开关, 关闭阀门 V5、V6 关闭总电源, 实验结束。将实验室一切复原。

## 六、实验操作注意事项:

- 1.该装置电路采用三相五线制配电, 实验设备应良好接地。
- 2.离心泵启动前关闭阀门 V7, 避免离心泵启动时电流过大损坏电机。
- 3.启动离心泵之前, 一定要关闭压力表和真空表的阀门 V6 和 V5, 以免离心泵启动时对压力表和真空表造成损害。
- 4.若实验设备长期不用将实验管路里的水和水箱的水放空, 保护涡轮流量计。

**七、实验数据处理过程举例:** (以一组数据为例写出 H、轴功率、效率的详细计算过程, 同组同学选择计算的例子不能相同; 绘制出离心泵特性曲线中 H~流量、轴功率与流量、效率与流量的关系; )

表 2 离心泵性能测定实验数据记录及处理结果表

序号	入口压力 $P_1/(\text{MPa})$	出口压力 $P_2/(\text{MPa})$	电机功率 $N_{\#}/(\text{kW})$	流量 $Q/(\text{m}^3/\text{h})$	压头 $H/\text{m}$	泵轴功率 $N/\text{W}$	$\eta$ $/(\%)$
1							
2							

3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							