

福州大学土木工程学院本科试验教学示范中心

学生试验指导书

工程流体力学

试验指导书

福州大学土木工程学院水力学试验室编

2007年7月28日

目 录

一、水流流速测定

二、水头损失系数的测定

三、静水压强测定试验

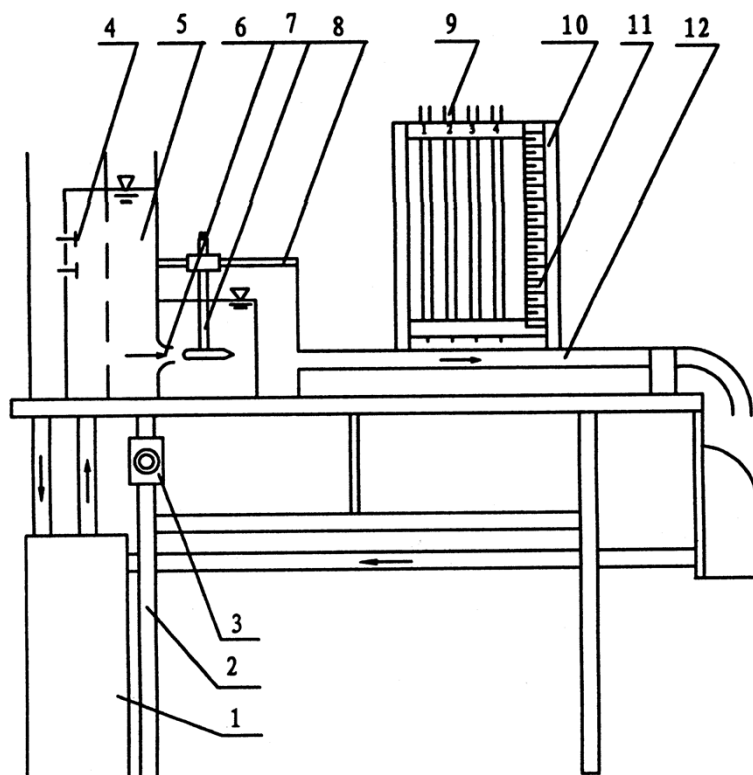
一、水流流速测定

一、试验目的和规定

1. 通过对管嘴沉没出流点流速系数的测量，掌握用毕托管测量点流速的技能；
2. 理解普朗特型毕托管的构造和合用性，并检查其量测精度，深入明确老式流体力学量测仪器的现实作用。

二、试验装置

本试验的装置如图一所示



图一 毕托管测速实验装置图

- | | | | |
|-----------|---------|-------------|-----------|
| 1. 自循环供水器 | 2. 实验台 | 3. 可控硅无级调速器 | 4. 水位调节阀 |
| 5. 恒压供水箱 | 6. 管嘴 | 7. 毕托管 | 8. 尾水箱与导轨 |
| 9. 测压管 | 10. 测压计 | 11. 滑动测量尺 | 12. 上回水管 |

说明:

经沉没管嘴6，将高下水箱水位差的位能转换成动能，并用毕托管测出其点流速值。测压计11的测压管1、2用以测量高、低水箱位置水头，测压管3、4用以测毕托管的全压水头和静压水头，水位调整阀4用以变化测点的流速大小。

三、试验原理

$$u = c\sqrt{2g\Delta h} = k\sqrt{\Delta h}$$

$$k = c\sqrt{2g} \quad (1)$$

式中 u ——毕托管测点处的点流速；

c ——毕托管的校正系数；

Δh ——毕托管全压水头与静水压头差。

$$u = \varphi' \sqrt{2g\Delta H} \quad (2)$$

联解上两式可得 $\varphi' = c\sqrt{\Delta h / \Delta H} \quad (3)$

式中 u ——测点处流速，由毕托管测定；

φ' ——测点流速系数；

Δh ——管嘴的作用水头。

四、试验措施与环节

1. 准备

- (a) 熟悉试验装置各部分名称、作用性能，分解毕托管，弄清构造特性、试验原理。
- (b) 用医塑管将上、下游水箱的测点分别与测压计中的测管1、2相连通。
- (c) 将毕托管对准管嘴，距离管嘴出口处约2~3cm，上紧固定螺丝。

2. 启动水泵 顺时针打开调速器开关3，将流量调整到最大。

3. 排气

待上、下游溢流后，用吸气球（如医用洗耳球）放在测压管口部抽吸，排除毕托管及各连通管中的气体，用静水匣罩住毕托管，可检查测压计液面与否齐平，液面不齐平也许是空气没有排尽，心须重新排气。

4. 测记各有关常数和试验参数，填入试验表格。

5. 变化流速

操作调整阀4并对应调整调速器3，溢流量适中，共可获得三个不一样恒定水位与对应的不一样流速。变化流速后，按上述措施反复测量。

6. 完毕下述试验项目：

- （1）分别沿垂向和纵向变化测点的位置，观测管嘴淹没射流的流速分布；
 - （2）在有压管道测量中，管道直径相对毕托管的直径在6～10倍以内时，误差在2～5%以上，不适宜使用。试将毕托管头部伸入到管嘴中，予以验证。
7. 试验结束时，按上述3的措施检查毕托管比压计与否齐平。

五、试验成果及规定

试验装置台号No

表1 记录计算表 校正系数c= , k= cm^{0.5}/s

试验 次序	上、下游水位差（cm）			毕托管水头差（cm）			测点流速 $u = k\sqrt{\Delta h}$ （cm/s）	测点流速系数 $\phi' = c\sqrt{\Delta h / \Delta H}$
	h ₁	h ₂	Δ H	h ₃	h ₄	Δ h		

六、试验分析与讨论

- 1. 运用测压管测量点压强时，为何要排气？怎样检查排净与否？
- 2. 毕托管的压头差 Δh和管嘴上、下游水位差 ΔH之间的大小关系怎样？为何？

3. 所测的流速系数 φ' 阐明了什么?
4. 据激光测速仪检测, 距孔口2~3cm轴心处, 其点流速系数 φ' 为0.996, 试问本试验的毕托管精度怎样? 怎样率定毕托管的校正系数c?
5. 普朗特毕托管的测速范围为0.2~2m/s, 流速过小过大都不适宜采用, 为何? 另, 测速时规定探头对正水流方向(轴向安装偏差不小于10度), 试阐明其原因(低流速可倾斜压差计)。
6. 为何在光、声、电技术高度发展的今天, 仍然常用毕托管这一老式的流体测速仪器?

二、水头损失系数的测定

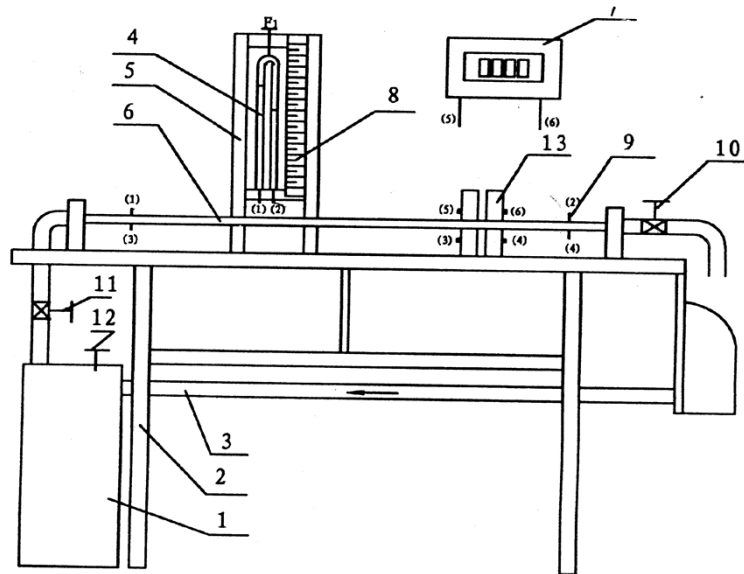
(1)管路沿程阻力系数测定试验

一、试验目的规定

1. 加深理解园管层流和紊流的沿程损失随平均流速变化的规律;
1. 掌握管道沿程阻力系数的量测技术和应用气—水压差及水—水银多管压差计测量压差的措施;
3. 将测得的 $R_e \sim \lambda$ 关系值与莫迪图对比, 分析其合理性, 深入提高试验成果分析能力。

二、试验装置

本试验的装置如图一所示。



图一 自循环沿程水头损失实验装置简图

- | | | |
|------------------|-------------|-------------|
| 1. 自循环高压恒定全自动供水器 | 2. 实验台 | 3. 回水管 |
| 4. 水压差计 | 5. 测压计 | 6. 实验管道 |
| 7. 电子量测仪 | 8. 滑动测量尺 | 9. 测压点 |
| 10. 实验流量调节阀 | 11. 供水管及供水阀 | 12. 旁通管及旁通阀 |
| 13. 调压筒 | | |

根据压差测法不一样，有两种型式：

型式 I 压差计测压差。低压差用水压差计量测；高压差用水银多管式压差计量

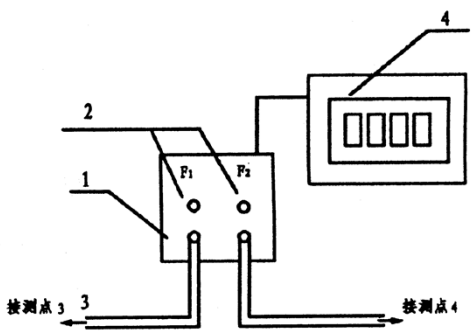
测。装置简图如图一所示。

型式 II 电子量测仪测压差。低压差仍用水压差计量测；而高压差用电子测仪（简称电测仪）量测。与型式 I 比较，该型唯一不一样在于水银多管式压差计被电测仪（图二）所取代。

本试验装置配置有：

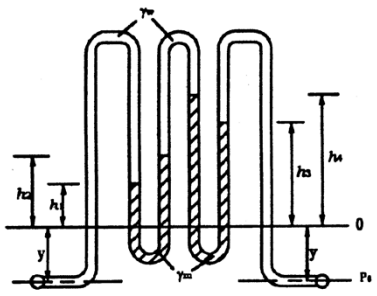
1. 自动水泵与稳压器

自循环高压恒定全自动供水器3由离心泵、自动压力开关、气—水压力罐式稳压器等构成。压力超高时能自动停机，过低时能自动开机。为防止因水泵直接向试验管道供水而导致的压力波动等影响，离心泵的输水是先进入稳压器的压力罐，经稳压后再送向试验管道。



图二

- 1. 压力传感器 2. 排气旋钮
- 3. 连通管 4. 主机



图三

2. 旁通管与旁通阀

由于本试验装置所采用水泵的特性，在供水流量时有也许时开时停，从而导致供水压力的较大波动。为了防止这种状况出现，供水器设有与蓄水箱直通的旁通管（图中未标出），通过度流可使水泵持续稳定运行。旁通管中设有调整分流量至蓄水箱的阀门，即旁通阀，试验流量随旁通阀开度减小（分流量减小）而增大。实际上旁通阀又是本装置用以调整流量的重要阀门之一。

3. 水封面

为了简化排气，并防止试验中再进气和误操作引起的水银外溢。在水银压差计的连通管上装有水封器，水封器由2只充水（不满顶）的密封立筒构成（图一）。

4. 电测仪

由压力传感器和主机两部分构成。经由连通管将其接入测点（图7.2）。压差读数（以米水柱为单位）通过主机显示。

三、试验原理

由达西公式
$$h_f = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

得
$$\lambda = \frac{2gdh_f}{L} \frac{1}{v^2} = \frac{2gdh_f}{L} \left(\frac{\pi d^2}{4} Q \right)^2 = K \frac{h_f}{Q^2} \quad (1)$$

$$K = \pi^2 g d^5 / 8L$$

另由能量方程对水平等直径园管可得

$$h_f = (p_1 - p_2) / \gamma \quad (2)$$

压差可用压差计或电测。对于多管式水银压差有下列关系：

$$h_f = \frac{p_1 - p_2}{\gamma_\omega} = \left(\frac{\gamma_m}{\gamma_\omega} - 1 \right) (h_2 - h_1 + h_4 - h_3) = 12.6 \Delta h_m^*$$

$$\Delta h_m = h_2 - h_1 + h_4 - h_3 \quad (3)$$

式中， γ_m 、 γ_ω 分别为水银和水的容重； Δh_m 为汞柱总差。

四、试验措施与环节

准备 I 对照表装置图和阐明弄清各构成部件的名称、作用及其工作原理；检查

* 由图三知 据水静力学基本方程及等压面积原理有

$$p_1 - \gamma_\omega(y + h_1) + \gamma_m(h_1 - h_2) + \gamma_\omega(h_2 - h_3) + \gamma_m(h_3 - h_4) + \gamma_\omega(h_4 + y) = p_2$$

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma_\omega} = h_f = \left(\frac{\gamma_m}{\gamma_\omega} - 1 \right) (h_2 - h_1 + h_4 - h_3) = 12.6 \Delta h_m$$

蓄水箱、水位与否够高及旁通阀12与否已关闭。否则予以补水并关闭阀门；记录有关试验常数；工作管内径 d 和试验管长 L （标志于蓄水箱）。

准备 II

启动水泵。本供水装置采用的是自动水泵，接通电源，全开阀12打开供水阀11，水泵自动启动供水。

准备III 调通量测系统。

（1）通水、排气 对各有关量测仪及其连通管按下列程序充水排气：

【试验管道】 关闭旁通阀12，全开水供水阀11和出水阀10。

【水压差计】

关闭阀10/全开阀12/松开（水压计连通管）止水夹/启动阀11（待测管升至一定高度，再按下列步序合适减少，以保证有足够的量程）/旋开倒U管旋钮 F_1 （图一）/全关阀1/（待倒U型管水位降至测尺标值10cm左右）拧紧 F_1 ，

【水银压差计】

检查水封器13充水度与否够，当无压下水位低于2/3筒高时，按下列环节进行充水：关闭阀10/启动阀10若干次，直至连通管气泡排净为止。

【压力传感器】 关闭阀10/启动阀11/打开排气旋钮（图二）待旋孔溢水再拧紧。

（2）校核

关闭阀10/全开阀11/检查水压差计两测管中水位平否？以及水银压差计与否满足

$\Delta h_m = h_2 - h_1 + h_4 - h_3 = 0$ ？否则按上述环节重新排气。

试验量测

(1) 调整流量

试验可按流量由小到大依资助进行；微开阀10（阀12已全开），使流量逐次增大，其增量，在流量较小时，用水压差计水柱差 Δh 控制，每次增量可取 $\Delta h=4\sim 6\text{mm}$ （初次小些）。大流量通过渐关旁通阀调大压差量测改用水银压差计（或电测仪），流量增量改用汞柱差控制，第一次取 $\Delta h=30\sim 40\text{mm}$ ，后来各次取 $\Delta h=150\text{mm}$ （如用电测对应取 $\Delta h=0.4\text{m}$ 和 2.0m ）。

注意:

- ①当换用水银压差计时，务心夹紧水压差计连通管；
- ②流量每周一次，均需稳定2~3分钟，流量愈小，稳定期间愈长；
- ③每次测流时段水不不小于8~10秒（流量大可短些）；
- ④规定变更流量不少于10次。

(2) 依次测定压差计测管（或电测仪）读数、对应流量和温度（温度表应挂在水箱中）。

(3) 结束工作

- ①关闭阀10, 检查 $\Delta h = 0$ 及 $\Delta h_m = 0$ 与否。否则表明压差计已进气, 需重做试验;
- ②关闭阀11, 切断电源。

五、试验成果及规定

1. 有关常数。 试验装置台号

圆管直径d= cm, 量测段长度L=85cm。及计算(见表1)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/397140015120006122>