

实验指导书  
实验 3 风洞设计和运行

**目的：**

学习风洞的使用和设计原理；

利用风洞测量圆柱扰流中涡脱频率和雷诺数之间的关系。

**实验设备：**

实验在图 1 所示抽吸式开口风洞内进行。风洞实验段 30x30 厘米，长 70 厘米。收缩段面积收缩比为 9:1。风洞使用一台 3 千瓦轴流式风机，并由变频器控制，使出口风速在 0.5 和 30m/s 之间连续可调。

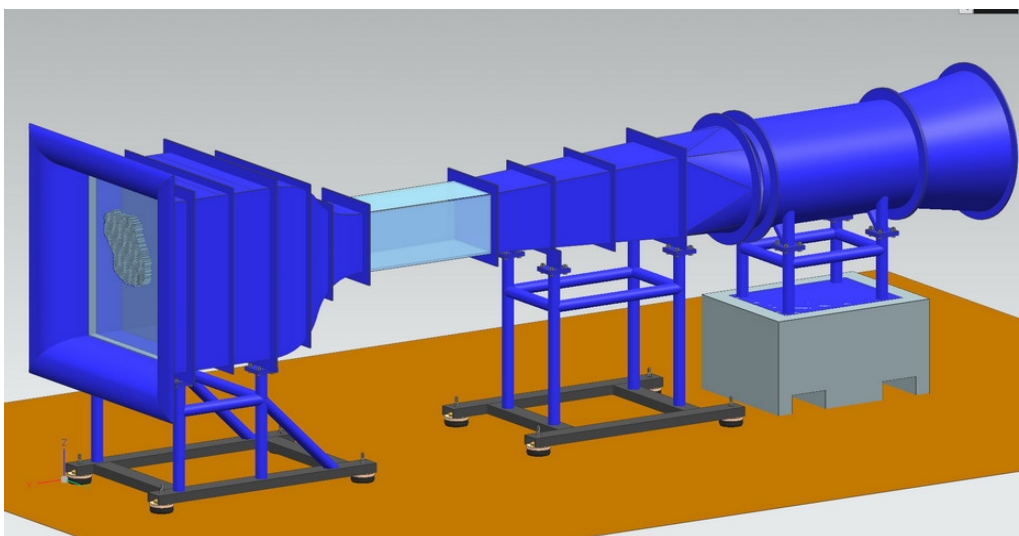


图 1 实验风洞示意图

实验段内放置一圆柱，直径 50mm，来流经过圆柱形成周期性扰流。圆柱下游某点的风速由一台辽宁航华 CTA-02A 型多通道热线风速仪配一枚 I 型探针测量。热线直径 5 微米，长度 1.5 毫米。

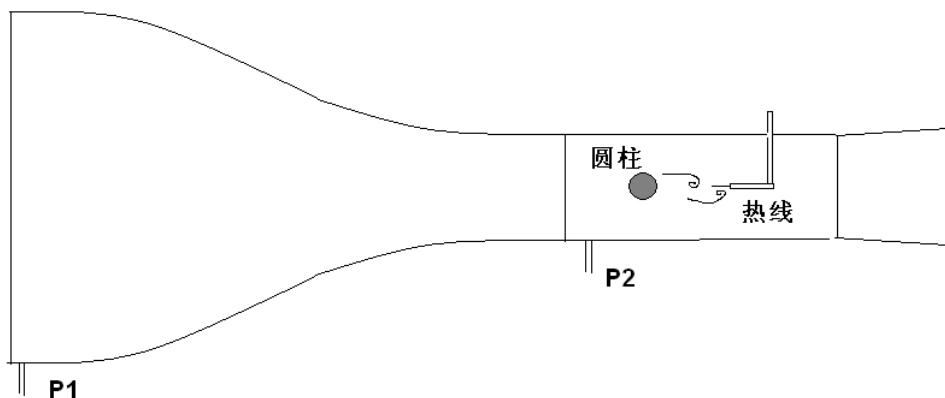


图 2 风洞收缩段和实验段示意图

收缩段上游和实验段静压差 P1-P2 通过一台电容式压力传感器测量，该传感器量程 100Pa，精度 0.2Pa。

压力传感器和热线风速仪输出电压由一台电脑和 NI PCI-6014 数据采集卡采集，使用程序由 NI Labview 编制。

#### 实验过程：

1. 接通风机电源，接通传感器电源，起动测量电脑，起动测量程序；
2. 将风机转速调至 5Hz，测量风速为零条件下压力传感器和热线输出电压，并保存数据文件；
3. 逐步加大风速。在每个风速条件下测量压力传感器和热线输出电压，并保存数据文件；
4. 计算每个风速条件下压力传感器输出电压的平均值；计算压力传感器电压  $V$  对应的压强值，公式为  $P=18.4*(V-V_0)$ ， $P$  单位帕斯卡，式中  $V_0$  代表风速为零时压力传感器的输出电压，在本次实验中  $V_0=2.43$  伏；
5. 利用质量守恒和伯努利方程计算实验段内风速；
6. 利用实验 2 获得的标定参数将热线输出的电压值转换成风速值；利用 Excel 或者 Matlab 对热线数据进行频谱分析，取得涡脱频率  $f_s$ ；
7. Excel 或 Matlab 等软件绘制  $St-Re$  图，横坐标为雷诺数( $Re=\rho UD/\mu$ )，纵坐标为斯特豪拉数 Strouhal number ( $St=f_s D / U$ )。

#### 实验报告要求：

- 1 在对数表上绘制雷诺数和斯特豪拉数关系图；
- 2 写明计算依据和计算过程。

#### 实验数据说明：

说明如下

5\_hw\_data\_0.txt, 8\_hw\_data\_0.txt, 12\_hw\_data\_0.txt, 15\_hw\_data\_0.txt, 18\_hw\_data\_0.txt, 21\_hw\_data\_0.txt 为不同风机转动速度下热线的输出值。每个文件包含一个 1024x10 矩阵，矩阵每 1 列为计算机在 1 秒钟内采集的数据。

5\_pressure\_data\_0.txt ... 21pressure\_data\_0.txt 为不同风机转动速度下压强传感器的输出值。每个文件包含一个 1024x10 矩阵，矩阵每 1 列为计算机在 1 秒钟内采集的数据。