

大学物理实验报告

名 薛亦菲 学号 201073617 院系班级 运航1001

实验时间 2013.4.10 第 7 周, 周 三, 第 5.6.7.8 节

课教师评语 _____

成 绩
任课教师签字

明: 报告必须写清实验目的、要求、主要仪器设备、原理、内容、操作步骤方法、数据表(重新整理原始数据)、数据处理、结果分析、讨论、质疑与建议等。

验名称 风洞设计和运行

实验目的: 学习风洞的使用和设计原理。

利用风洞测量圆柱抗流中涡脱频率和雷诺数之间的关系。

实验要求: 在对数表上绘制雷诺数和斯特豪拉数关系图。

写明计算数据和计算过程。

主要仪器设备: 抽吸式开口风洞 34瓦轴流式风机: 辽宁振华CTA-02A型多通道

热线风速仪配一根I型探针 电路式压力传感器, 电脑, NIPCI-6014

数据采集卡。

实验原理: 风洞是空气动力学的研究工具, 风洞是一种产生人造气流的管道, 用于研

究空气流经物体所产生的气动效应。风洞除了主要用于汽车、飞行器、导弹

(尤其是巡航导弹、空对空导弹等)设计领域, 也适用于建筑物、高速列车、船

舰的空气阻力、耐热与抗压试验等。

风洞可分为 (1) 闭式风洞 (2) 开式风洞。

或可依据气流速度区分为: 亚音速风洞和超音速风洞。

按用途区分, 可以分为航空用风洞和环境风洞。

低速风洞中风扇以固定转速工作, 假设空气在风洞中的流动为定常, 无粘

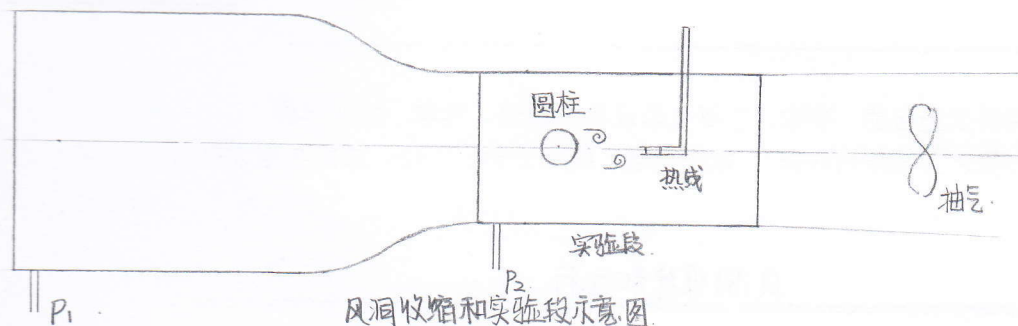
不可压条件下,伯努利方程成立 $\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gz = \text{const}$ 沿流线成立. 对于本实验来说重力项是常值,可略去.

操作步骤

根据质量守恒公式,流入控制体的质量流量与流出控制体的质量流量相等:

$$\rho g \cdot V_1 A_1 = \rho g V_2 \cdot A_2, \text{式中常数 } \rho, g \text{ 可略去.}$$

本实验风洞实验段和收缩段示意图如下图. 风洞实验段截面为 30×30 厘米, 长 70 厘米. 收缩段面积收缩比 $\beta:1$, 圆柱实验件直径为 50 mm.



则通过以上公式,经推导,可知实验段内风速为.

$$v = \sqrt{\frac{\Delta P}{40 \cdot \rho}} \quad \Delta P \text{ 由电容式压力传感器求出.}$$

数据处理

卡门涡街: 在流体中安置阻流体,在特定条件下会出现不稳定的边界层分离. 阻流体下游的两侧,会产生两排非对称地排列的旋涡. 其中一侧的旋涡循顺时针方向转动. 另一侧旋涡则反方向旋转. 这两排旋涡相互交错排列. 各个旋涡和对面两个旋涡的中间点对齐. 如街道两旁的街灯般,这种现象就叫卡门涡街.

卡门涡街产生的交替的涡流,使阻流体两侧的流体的瞬间速度不同. 流体速度不同,阻流体两侧受到的瞬间压力也不同,因此使阻流体发生振动. 振动频率和流体速度成正比 与阻流体的正面宽度成反比. 卡门涡街频率与流体速度和阻流体(旋涡发生体)宽度有如下关系: $f = St \cdot V / d$.

式中: f = 卡门涡街频率. St = 斯特劳拉数

V = 流体速度. d = 阻流体正面宽度

雷诺数: 流体力学中,雷诺数是流体惯性力 $\frac{\rho v^2}{L}$ 与黏性力 $\frac{\mu v}{L}$ 的比值的量度. 它是一个无量纲量. $Re = \frac{\rho v D}{\mu}$

式中: ρ : 流体密度 kg/m^3 v : 平均流速 m/s D 管直径 m μ : 流体动力黏度 $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$

操作步骤: 1. 接通风机电源, 接通传感器电源, 启动测量电脑, 启动测量程序.

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传感器电压, 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 $P = 18.4 \times (V - V_0)$, 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;

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 获得的标定系数将热线输出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, 取得脱落频率;

7. Excel 或 Matlab 等软件绘制 $St - Re$ 图.

数据处理见附表.

离, 阻流

方向转动.

涡的中间

。流体速度

力频率和流

阻流体(旋

化值的量度

力黏度 $N \cdot s / m^2$

程序:

```
clc
clear all

%导入数据
a=zeros(1,6);
n1=textread('5_hw_data_0.txt');a(1)=mean(n1(:));
n2=textread('8hw_data_0.txt');a(2)=mean(n2(:));
n3=textread('12hw_data_0.txt');a(3)=mean(n3(:));
n4=textread('15hw_data_0.txt');a(4)=mean(n4(:));
n5=textread('18hw_data_0.txt');a(5)=mean(n5(:));
n6=textread('21hw_data_0.txt');a(6)=mean(n6(:));
b=zeros(1,6);
m1=textread('5_pressure_data_0.txt');b(1)=mean(m1(:));
m2=textread('8pressure_data_0.txt');b(2)=mean(m2(:));
m3=textread('12pressure_data_0.txt');b(3)=mean(m3(:));
m4=textread('15pressure_data_0.txt');b(4)=mean(m4(:));
m5=textread('18pressure_data_0.txt');b(5)=mean(m5(:));
m6=textread('21pressure_data_0.txt');b(6)=mean(m6(:));
%由于第一个数b(1)较说明书中的 $U_0$ 要小,此处暂时使用电机在5hz下电压传感器的
输出电压值近似作为0速度下的 $U_0$ 值来进行拟合计算

%做四次插值曲线
p=18.4*(b-b(1));
u=9*sqrt(p./51.6);
A=polyfit(a,u,4)
plot(u,b,'b-*')
xlabel('流速v'),ylabel('输出电压U')
title('热线输出电压与速度关系曲线')

t=A(1)*a.^4+A(2)*a.^3+A(3)*a.^2+A(4)*a+A(5);
%绘制St~Re 图,横坐标为雷诺数( $Re= rUD/m$ ),纵坐标为斯特豪拉数Strouhal
number ( $St=fs*D/U$ )
re=1.29.*t*0.05/(1.5*10^-5)
% 雷诺数( $Re= rUD/m$ ) 空气粘性系数取 $1.5*10^{-5}$ 
st=[6,11,17,23,26,32].*0.05./t
% 斯特豪拉数 $st=f*D/u$ 
figure(2)
semilogx(re,st,'r-*')
axis([10e3 10e4 0 0.35])
xlabel('雷诺数'),ylabel('斯特豪拉数')
title('St-Re 图')
```

输出:

$\Delta =$

-0.366304230950560 -1.885768263810002 -2.646088541665589 2.494124547273537
8.850126104331318

re =

1.0e+004 *
-0.000300112249480 1.056114314527071 1.755539388656433 2.399936735333785
3.063680951625946 3.616514171240243

st =

1.0e+002 *
-4.298391692564541 0.002239340919320 0.002081981198267 0.002060470981254
0.001824602524957 0.001902384360806

输出图像:

