

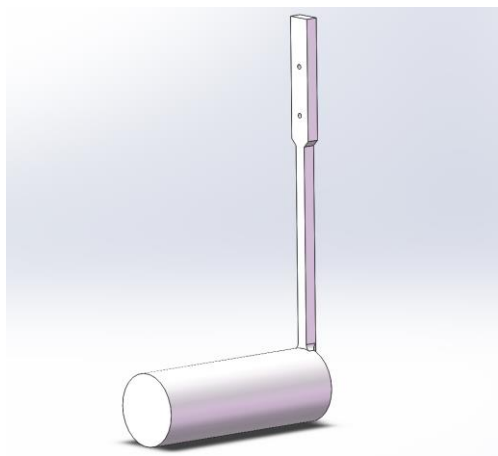
自行设计水洞实验——水洞圆柱绕流报告

I. 实验目的和要求

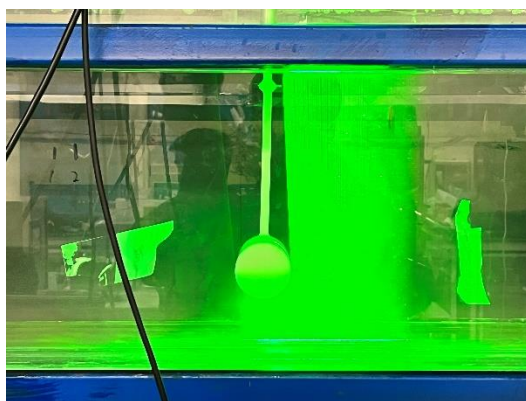
了解水洞工作的原理；
自习设计并打印所需模型；
测量模型在水洞中的受力情况；
利用 PIV 设备研究模型在水洞中的流场。

II. 模型

圆柱模型介绍



圆柱直径 60mm，高度 170mm，悬臂梁长度 300mm



实验设置图

III. 实验原理

PIV

粒子图像测速法，是一种瞬态、多点、无接触式的激光流体力学测速方法。对速度的测量依赖于散布在流场中的示踪粒子，PIV 法测速都是通过测量示踪粒子在已知很短时间间隔内的位移来间接地测量流场的瞬态速度分布。若示踪粒子有足够高的流动跟随性，示踪粒子的运动就能够真实地反映流场的运动状态。

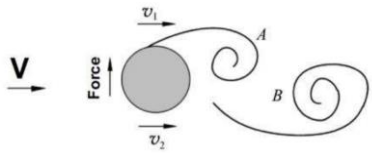
测力天平

测力天平是流体力学实验中用以测量流体作用在模型上的力和力矩的测量设备，它能将力

和力矩沿 3 个相互垂直的坐标轴系分解并进行精确测量。本实验中利用该设备所测数据计算模型所受升力阻力。

圆柱绕流

对于粘性流体，由于壁面摩擦和无滑移边界条件，边界层发展，流体不能像理想流体那样附着在圆柱面上，导致产生流动分离和涡流的现象。



圆柱绕流示意图

IV. 实验结果

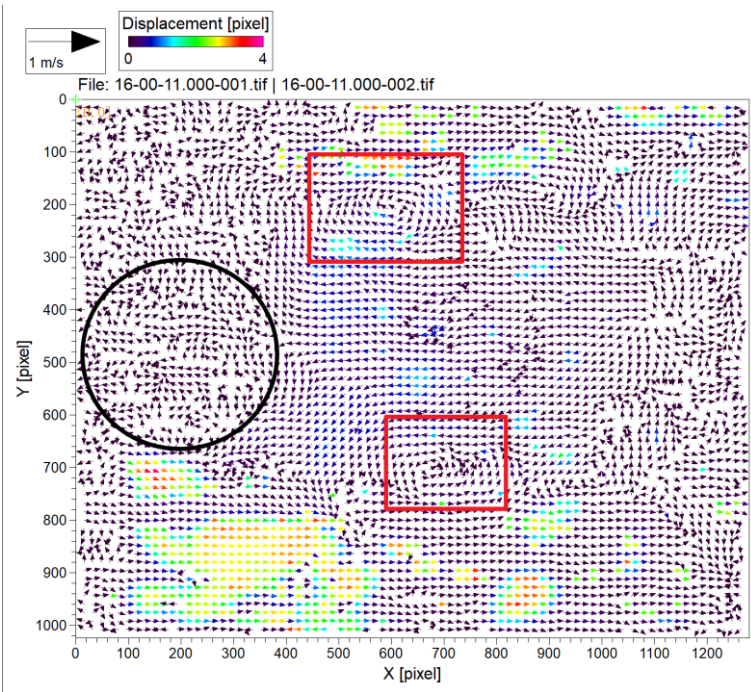
1. 不同速度下圆柱模型受力情况

LC	Fx(N)	Fy(N)	Fz(N)	阻力(N)	升力(N)
V=0.4m/s	0.0561	-0.0763	0.7605	0.0947	0.7605
V=0.8m/s	0.2108	-0.1032	1.8028	0.2347	1.8028
V=1.2m/s	0.3421	-0.1464	2.6428	0.3721	2.6428

通过改变水洞流量设定不同的速度，利用 PIV 图像处理结果对速度大小进行量化。结果显示，随水流速度增加，圆柱模型所受阻力和升力都增加。

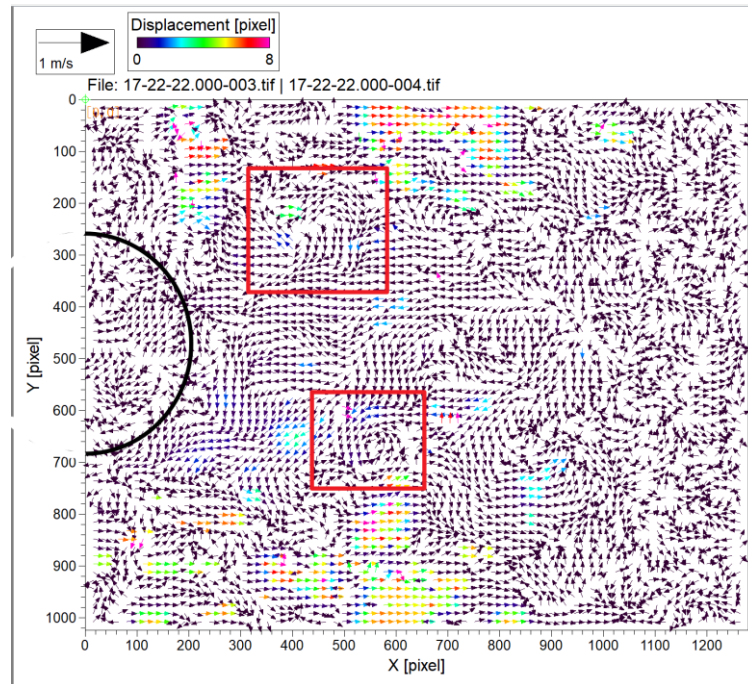
2. 不同速度下圆柱绕流流场结果

1) $V_{\infty} = 0.4m/s$

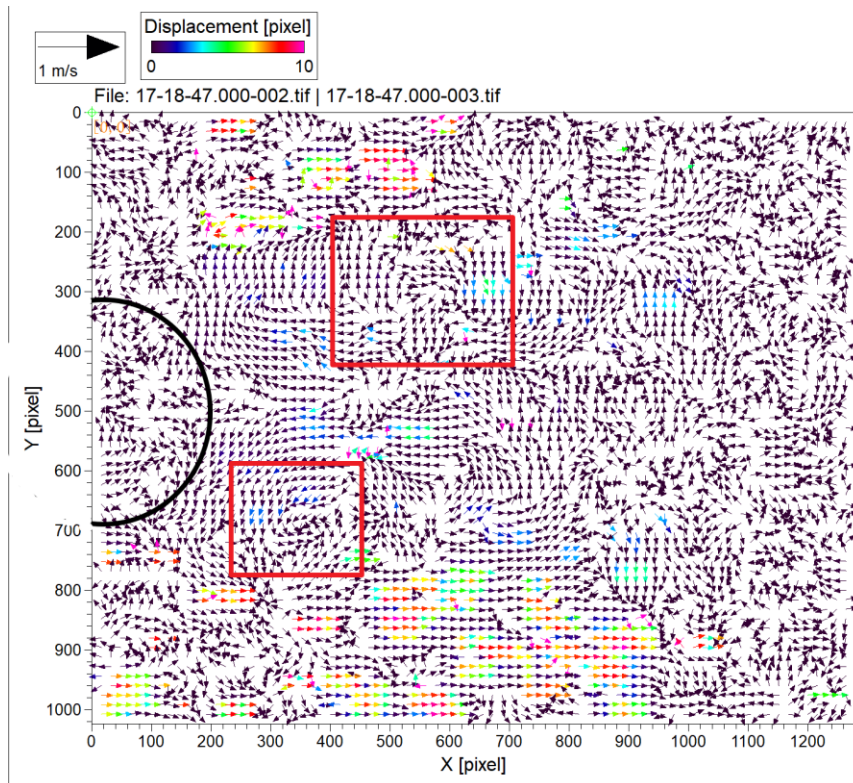


黑色轮廓代表圆柱模型，红框内为观测到的涡

2) $V_{\infty} = 0.8m/s$



3) $V_{\infty} = 1.2m/s$



V.误差分析

- 1、设备的校准可能会导致数据的不准确而存在一定量的误差，测量时激光与成像不完全垂直造成较大的误差。
- 2、流场中被测模型对测量的影响，模型对照明激光的散射影响示踪粒子成像，同时模型会对示踪粒子运动有限制，造成某些被测区域粒子示踪性变差和数目减少。
- 3、系统本身造成的误差，由系统自身的特性和控制准确性度引起的。如激光曝光能量强弱、示踪粒子的流场数量和跟随性、成像的分辨率、曝光延迟时间的控制准确度等。
- 4、在水流速度较大时，基于悬臂梁式连接的圆柱模型会发生震颤，这将影响观测到流场的稳定性。
- 5、改变水流速度时，水位高度在实际实验中难以控制在恒定值，这将导致模型所受浮力发生变化，进而影响升力的测量。

VI.实验总结

在水洞中进行圆柱绕流实验，利用测力天平测得不同水流速度下圆柱模型所受升力和阻力情况，随水流速度增加，圆柱模型所受升力和阻力都将增加；同时利用 PIV 对圆柱后方涡脱落情况进行观测，可以观测到明显的卡门涡街现象，这对于理解圆柱绕流流场情况有重要意义。