课程编号 1800450035

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 卡门涡街的Comsol仿真**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 付 琛**

**报告人： 李泽涛 组号： 13**

**学号： 2022280385 实验地点 致原楼309**

**实验时间： 2023 年 10 月 10 日**

**提交时间： 2023 年 10 月 17 日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1.学习Comsol模拟仿真软件 2.了解卡门涡街的基础知识 |
| **二、实验原理**  **2.1卡门涡街**  卡门涡街（kormon's vortex street）定常来流绕过某些物体时，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周期性地脱落出旋转方向相反、排列规则的双列线涡，这两排旋涡相互交错排列，就像街道两边的街灯一样。  **2.2有限元方法**  空间和时间相关问题的物理定律通常用偏微分方程（PDE）描述。对大多数实际问题，这些偏微分方程没有解析解。不过，通常可以把实际模型离散化，用数值的方法进行求解。有限元法（FEM）是工程和数学建模中常用的数值求解偏微分方程的方法，被广泛应用于结构力学、流体力学、热传导和电磁学等领域。有限元法最早是在20世纪40年代被德裔美国数学家Richard Courant首次提出，它的基本思想是把一个大系统细分为更小、更简单的部分，称为有限元。在每个有限元上都可以得到一个简单方程。这样，就把原来的偏微分方程变成一个更大的方程组，这个方程组可以模拟整个问题。最后，FEM通过变分法最小化误差函数得到方程的解。  **2.3 Comsol**  COMSOL是个集成了有限元法、求解器和建模工具的仿真软件，可以仿真多物理场耦合，为处理各类工程统一的操作界面和工作流程。右图为采用COMSOL软件对轮辋进行结构分析的例子。图中显示了有限元离散化网格、应力和变形（轮辋的底部脱离网格）。 |
| **三、实验仪器**  **COMSOL软件** |
| **四、实验方法与内容**  **（一）模型与参数**        **（二）1.建模向导 2.参数定义 3.几何建模 4.材料设置 5.层流设置 6.划分网络 7.研究求解**          **（三）1.保存动画 2.计算升力系数 3.导出升力系数**  **4.计算振动频率和升力 5.计算曳力系数 6.计算曳力并比较结果** |
| **五、数据处理（）**      根据图像选取升力系数6个峰值，计算振动周期、振动频率和升力峰值**，**并制成表格：  升力六个峰值：   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | t(s) | 5.26 | 5.6 | 5.94 | 6.3 | 6.64 | 6.98 | | CL | 0.896 | 0.895 | 0.889 | 0.892 | 0.899 | 0.901 | | FL (mN) | 44.82 | 44.77 | 44.47 | 44.62 | 44.97 | 45.07 |   振动周期：  振动频率：  升力峰值：  所以圆柱体在竖直方向受卡门涡街影响的升力峰值约为，振动频率约为。  升力系数图像如下：  曳力系数图像如下：  因为曳力逐渐趋于一个稳定值，所以取曳力系数为：  由 得 |
| **六、结果陈述**  由此上述计算可知，圆柱体在本实验的参数下形成卡门涡街时，受到竖直方向的升力远小于水平方向的曳力。然而，竖直方向升力方向在不断改变，改变的频率约为，水平方向曳力方向始终不变，保持与流体方向相反。尽管升力方向受力较小，流体的卡门涡街振动可能对结构产生影响，实际中需要避免结 构的固有频率与其接近。  且该实验中，圆柱体在竖直方向受卡门涡街影响的升力峰值约为，曳力逐渐稳定为  。 |
| **七、思考题**  **1.为什么升力系数随时间振荡？这在实际中带来哪些影响？请举例说明。**  **答：**因为卡门涡街现象引起了流体的剪切和循环运动，影响了绕流体对象流动的速度和压力分布。这种交替的流动状态导致了升力系数的周期性变化。比如，在某些建筑或桥梁的设计中，会有风荷载的考虑。当风速经过桥体或建筑物时，产生的涡街现象会导致升力系数的周期性变化。这种振荡可能会对结构的稳定性和疲劳寿命造成影响，需要在设计中加以考虑和抑制。  **2.简述卡门涡街流量计的工作原理。**  **答：**卡门涡街的特点是涡旋的频率与流体流速成正比，而与流体密度、温度等参数无关。因此，通过测量卡门涡街的频率可以推断出流体的流速，从而实现流量的测量。  **3.流速与升力系数、振荡频率的关系？**  **答：**当流体通过圆柱体时，随着流速的增加，涡街现象会使得升力系数发生周期性的振荡。这是因为涡旋的形成和脱离会导致流体速度和压力分布的变化，从而影响到升力的大小；振荡频率也与流速有关，一般来说，流速越大，涡旋的形成和脱离越频繁，升力系数的振荡频率也越高。 |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述（30分） | 思考题  （10分） | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |