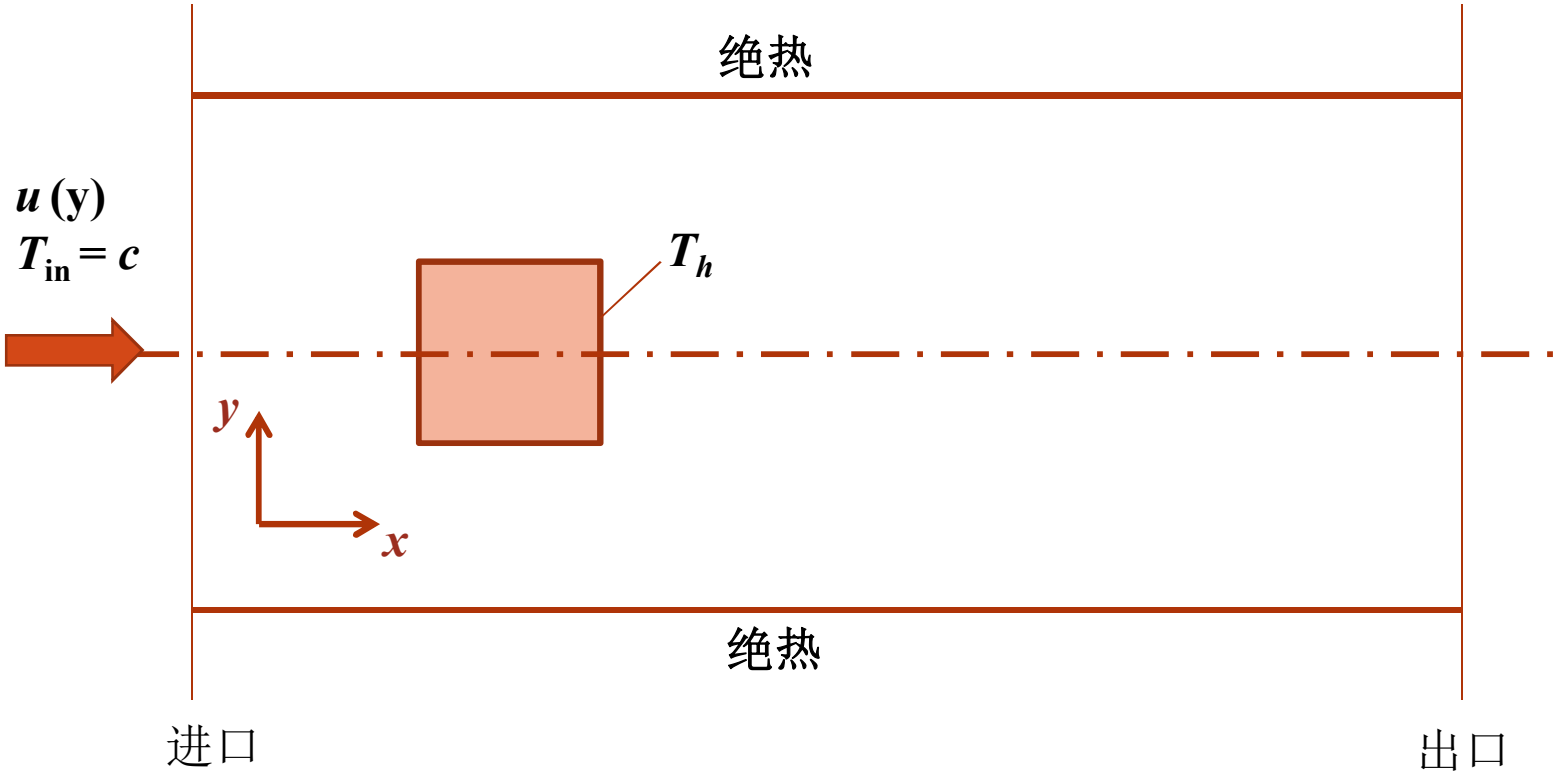
《计算流体力学》作业

王　娴

西安交通大学航天学院

1（第二章）

如图所示，在一个二维平行板通道内的中心线上置有一个温度均匀的正方形柱体，计算区域入口流体温度为 $T_{in}=c$，流速已达充分发展，上下平板绝热，出口边界离开柱体比较远。试写出层流、稳态对流换热的控制方程组，并对所取定的计算区域写出流速及温度的边界条件。



2（第四章）

推导二阶偏导的四阶精度差分（均分网格）

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)_{i,j} = \frac{-u_{i+2,j} + 16u_{i+1,j} - 30u_{i,j} + 16u_{i-1,j} - u_{i-2,j}}{12\Delta x^2} + o(\Delta x)^4$$

3（第四章）

考虑函数 $\phi(x,y)=e^x+e^y$ 在$(x, y)=(1,1)$ 处，

(1) 计算 $\partial\phi/\partial x, \partial\phi/\partial y$ 的精确值；

(2) 分别采用一阶前差，一阶后差及中心差分近似，其中$\Delta x = \Delta y = 0.1$，计算(1,1)处 $\partial\phi/\partial x, \partial\phi/\partial y$ 的估算值。计算它们与(1)结果的相对误差；

(3) 重复(2)，只是$\Delta x = \Delta y = 0.01$。将此时得到的有限差分结果与(2)对比。

4（第四章）

试证明一维非稳态对流-扩散方程的隐式中心差分（对流、扩散项）格式（1）无条件稳定；（2）是相容的。

5（第四章）编程题 格式稳定性验证

数值求解一维线性对流方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+a\frac{\partial u}{\partial x}=0, \qquad (a=const)$$

$$u(x,0)=\varphi(x)$$

给定初始分布：

$$u(x,0)=\begin{cases}-64x^3(x-1)^3\,exp\left[-16\left(x-\frac{1}{2}\right)^2\right], & 0\le x\le 1\\ 0, & otherwise\end{cases}$$

1. 用LAX格式求解： 网格数=100

（1）CFL=0.5时，t=0，t=0.8，1.2时刻的波形；

（2）CFL=1.2时， t=0，t=0.8，1.2时刻的波形；

2. 用FTCS格式求解：网格数=100

（1）CFL=0.5时，t=0，t=0.4，t=0.6时刻的波形；

（2）CFL=1.2时， t=0，t=0.4时刻的波形；

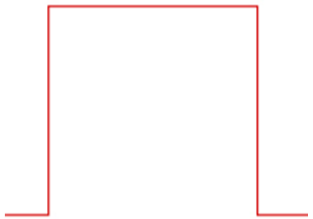
6（第四章）编程题 数值粘性影响验证

数值求解一维线性对流方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+a\frac{\partial u}{\partial x}=0, \qquad (a=const)$$

$$u(x,0)=\varphi(x)$$

给定初始分布：



$$u(x,0)=\begin{cases}1, & 0\le x\le 1\\ 0, & otherwise\end{cases}$$

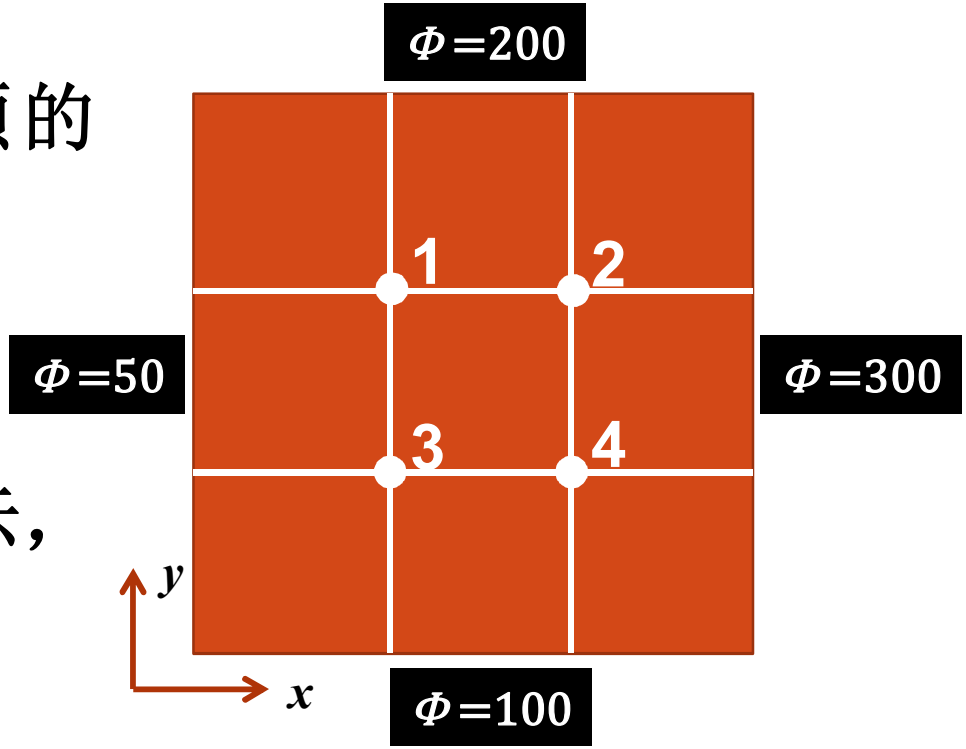
1. 用LAX格式求解：

（1）CFL=0.5时，网格数=100，t=0，t=1，2时刻的波形；

（2）CFL=0.5时， 网格数=100，200，400，800，t=2时刻的波形；

7（第五章）

有一个二维稳态无源项的对流-扩散问题，已知 $\rho u = 5, \rho v = 3, \Gamma = 0.5$ 。四个边上的Φ值如图所示，其中Δx= Δy=2。



试利用（1）一阶迎风格式（FDM，FVM），（2）二阶迎风格式（FDM）计算图中节点1、2、3、4的Φ值。

8 上机实验报告

FLUENT模拟二维圆柱扰流：

Re=5，20，200

说明1：

5，6报告于第七周本课程结束之前提交电子版

文件名：学号+姓名+题号 （如：123张某6）

要求：用word或ppt制作，写出离散方程，结果并付程序。

说明2：

实验报告于考试之前提交电子版及纸质版

文件名：学号+姓名

要求：用word或ppt制作，报告内容包括：

（1）问题描述；（2）控制方程；（3）边界条件；（4）网格：图+说明；（5）参数设定；（6）求解方法选取；（7）流线图；（8）结果分析