

对流与层流

The term advection sometimes serves as a synonym 同义词 for convection, but technically, convection covers the sum of transport both by diffusion and by advection. Advective transport describes the movement of some quantity via the bulk flow of a fluid (as in a river or pipeline)

代码要考虑四个方程：温度、动量、连续和advection方程

解方程的顺序：**动量+连续方程，层流或温度方程。**

温度方程要求绝热和剪切热，他们是从速度、压力、应力、应变率中计算得到的，所以要求温度方程，先要解动量和连续方程；另一方面，动量和连续方程必须同时求解以获得速度的值，因为这两个方程中都用到了速度；层流方程需要速度场，因此要在动量和连续方程之后求解。

算法的主要步骤：

- 1) 为每一个marker计算标量物理性质，黏度、密度、热导率、热产率等，并且插值，同时advected温度从标记点到欧拉节点，应用边界条件
- 2) 用压力-速度formulation解二维动量和连续方程，通过用直接方法构造和反向全局矩阵直接方法求解
- 3) 为markers定义最佳距离时间步长 Δt_m , (typically limiting maximal displacement to 0.01 - 1.0 of minimal grid step) based on the velocity field computed in Step 2 (Chapter 8)
- 4) 计算剪切和绝热 heating在欧拉节点上
- 5) 为温度方程定义最佳步长 Δt , 用三个时间步长（绝对时间步长限，最佳marker displacement时间限，绝对节点温度改变限（1-20K）里最小的那个，
- 6) 用拉格朗日formulation解温度方程
- 7) 插值节点温度改变，从欧拉节点到markers并且计算新的markers温度，考虑物理频散在subgrid marker level。

8) 四阶龙格-库塔方法在空间上advection markers通过mesh根据全局计算的速度场 v ;

step1: 插值

每个marker上存储三个浮点数: 两个坐标和温度场以及一个整数岩石类型, 其余标量性质都可以从岩石类型中得到; 欧拉点上这些性质的有效值都是从bilinear插值中得到的。注意黏度 μ 和正应力 σ 是分别插值的, 考虑半个网格空间内在水平和垂直方向上的marker, 温度边界条件应该用来获得节点值, 在温度从marker插值后, 这样减少插值误差的累计。

另一方面, 从欧拉点插值到marker时, 用标准的一阶精度的双线性插值, 用周围四个节点值, equation 8.19用来统一把速度、应力、应变率、应力、温度等属性从节点插值到marker,