

目前WRFChem模式CO₂方案

- 主要模式过程分为排放处理和大气传输两部分，并未考虑CO₂的化学反应
- 计算得到的CO₂不会影响大气物理化学性质，也不会影响传输过程
- 对于不同的排放/通量的处理过程是一致的（区别仅在于变量名）



WRFChem Ensemble CO₂

周旭

中国科学院大气物理研究所

2024 年 10 月 9 日

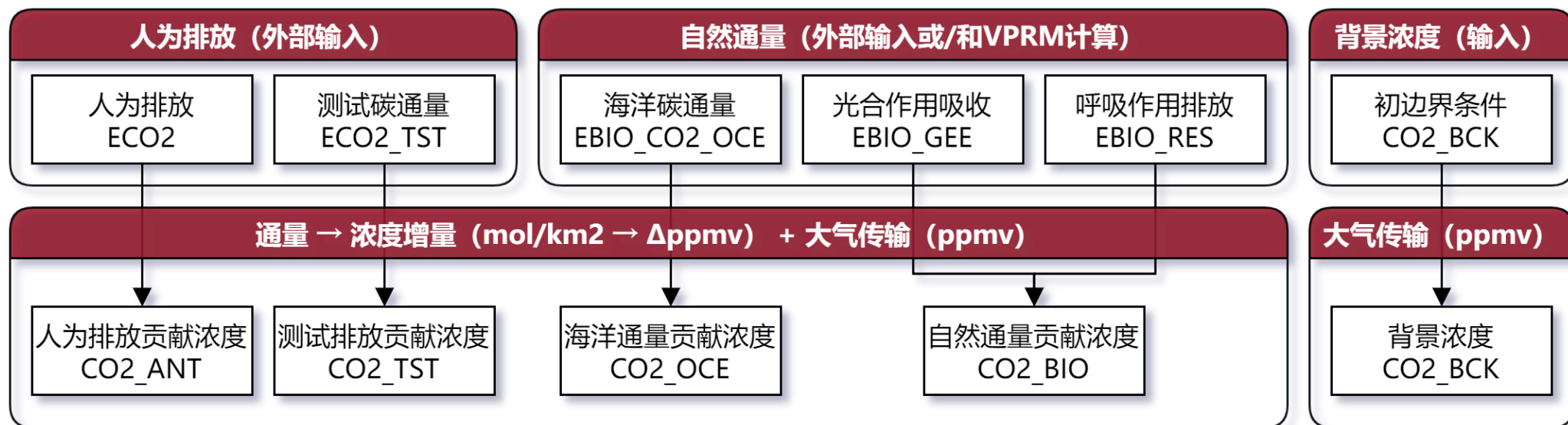
Table of Contents

1. 模式介绍

2. 运行测试

目前 WRFChem 模式CO₂方案

- 主要模式过程分为排放处理和大气传输两部分，并未考虑CO₂的化学反应
- 计算得到的CO₂不会影响大气物理化学性质，也不会影响传输过程
- 对于不同的排放/通量的处理过程是一致的（区别仅在于变量名）



现有 WRFChem 模式的问题

1. 集合模拟需求：

- 运行多个集合，重复的气象过程计算导致了大量计算资源的浪费
- 在集合计算中仅需要CO2_ANT一个变量，其他变量是不必要的
- 对于多种不同情景，例如区分某个城市的增量，需要重复计算气象过程

2. 模式计算BUG：

- 在WRF-Chem开发者的认知中，目前模式中气体浓度为干空气摩尔分数
- 模式传输计算中前后CO₂基本守恒（也就是使用的干空气质量）
- 模式通量计算中使用的空气质量为湿空气质量
- 可能会导致通量计算的浓度增量存在约0.5%的误差（包括人为、自然）
- 参考：[rho_phy and unit of tracers into WRF atmosphere](#)

WRFChem 集合CO₂模拟方案

- 增加了10个参数化方案，可分别模拟10-100个集合CO₂
- 增加了控制排放计算使用干湿空气的选项
- 这些方案中不计算VPRM以及其他自然碳通量，全部依赖输入通量清单

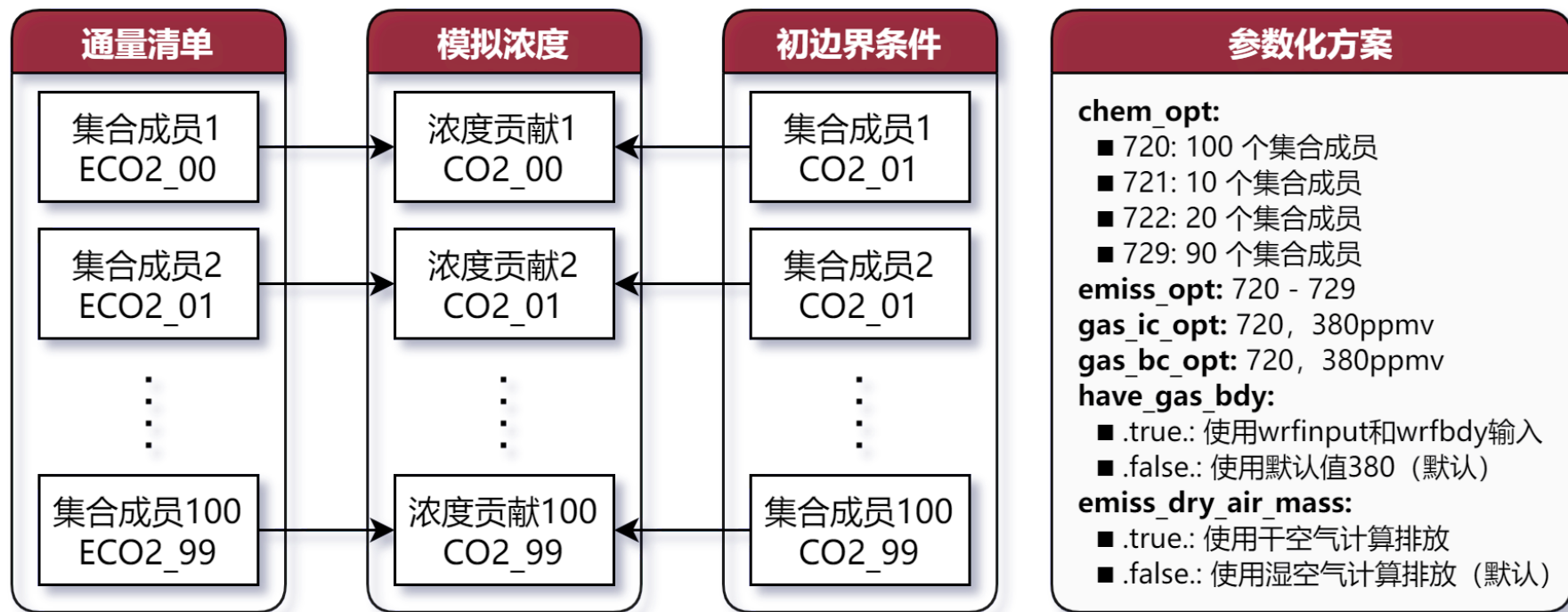


Table of Contents

1. 模式介绍

2. 运行测试

测试方案设计

■ 网格设定

- 网格大小： $105 \times 105 \times 44$
- 网格距：9km
- 模拟区域：中国东南福建省周边

■ 运行设定

- 气象、化学时间积分步长：36s
- 运行时间：18h
- 从重启文件开始运行

■ 计算资源

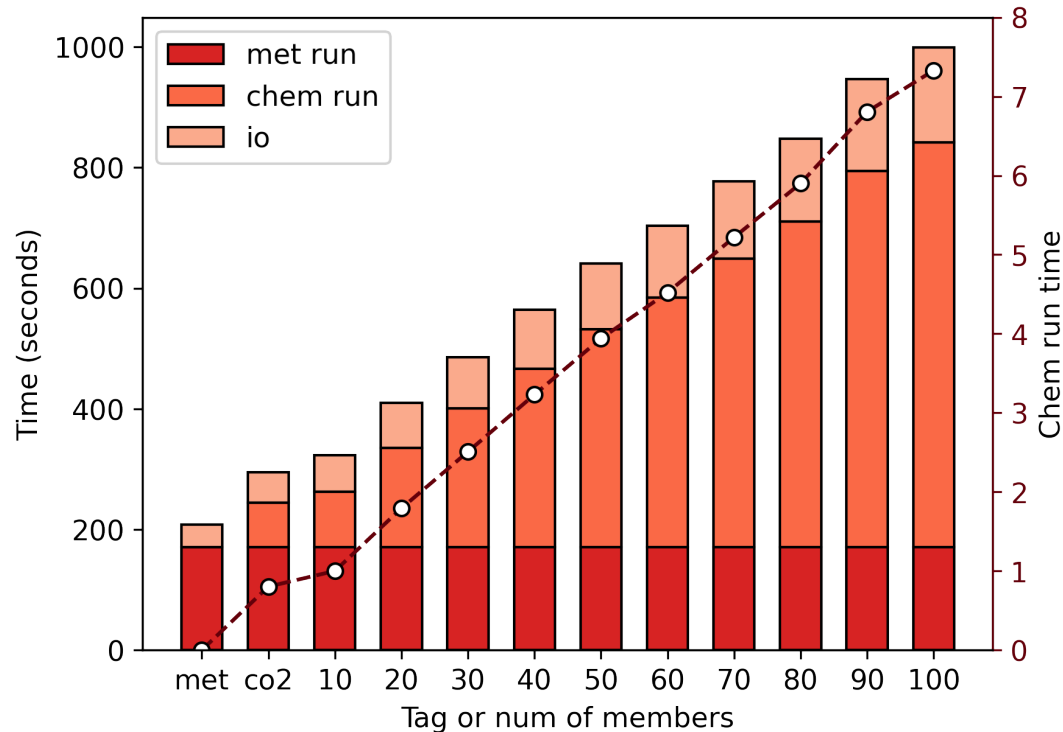
- 大装置单节点64核心

■ 对照 WRFChem CO₂ 设置：

- 基本设置一致，关闭VPRM计算

运行效率评估

- 随着集合数目增加，运算耗时（包括IO和化学积分）线性增加
- 原始 WRFChem 的CO₂耗时约为10集合成员时的0.8倍
- 适当增加化学时间积分步长可以减少运算时间（三清使用5m，为当前8.33倍）



Thanks !