

7.2 几个典型的海气耦合模式

大气模式-WRF

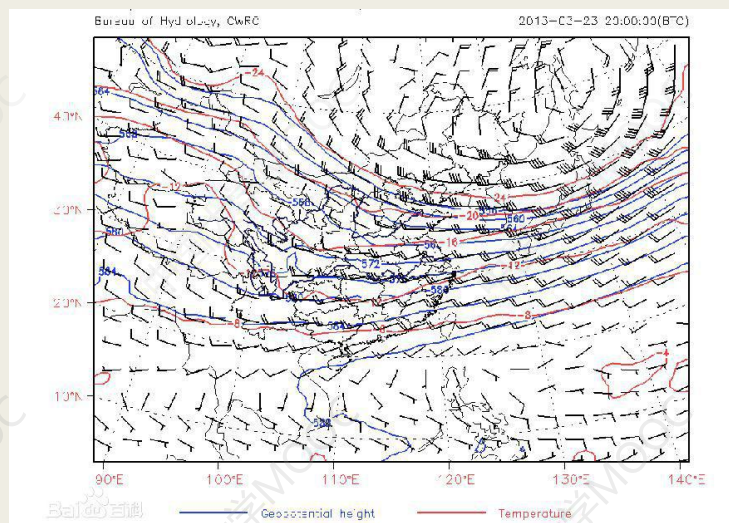
1. 基本介绍

WRF (The Weather Research and Forecasting Model) , 即天气预报模式。

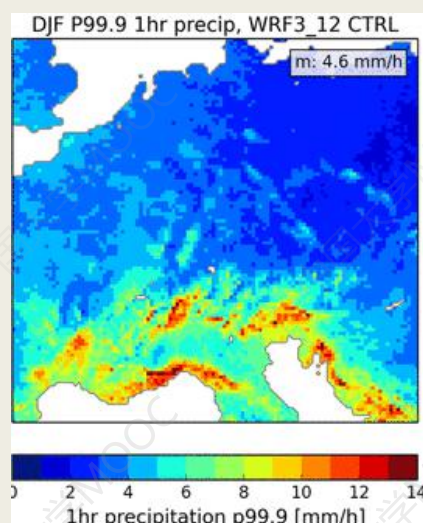
背景: 由于计算机技术的迅猛发展, 界各地的气象研究机关开发出了各自的相对独立的气象模式对科研及业务上的交流极其不便。随后由美国环境预测中心 (NCEP), 美国国家大气研究中心 (NCAR) 着手开发。

核心部分: 用于研究的ARW(the Advanced Research WRF)和用于业务的NMM(the Nonhydrostatic Mesoscale Model)两种

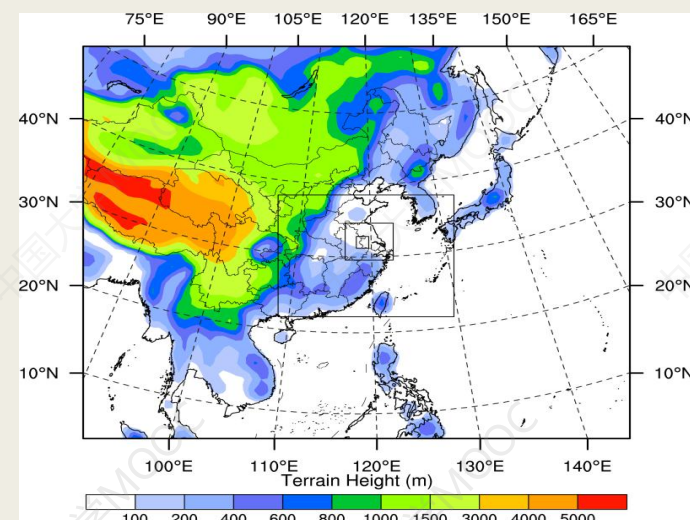
主要特点: 适用于中尺度降水处理, 先进的数据同化, 强大的嵌套能力



WRF模式对环流形势的预报

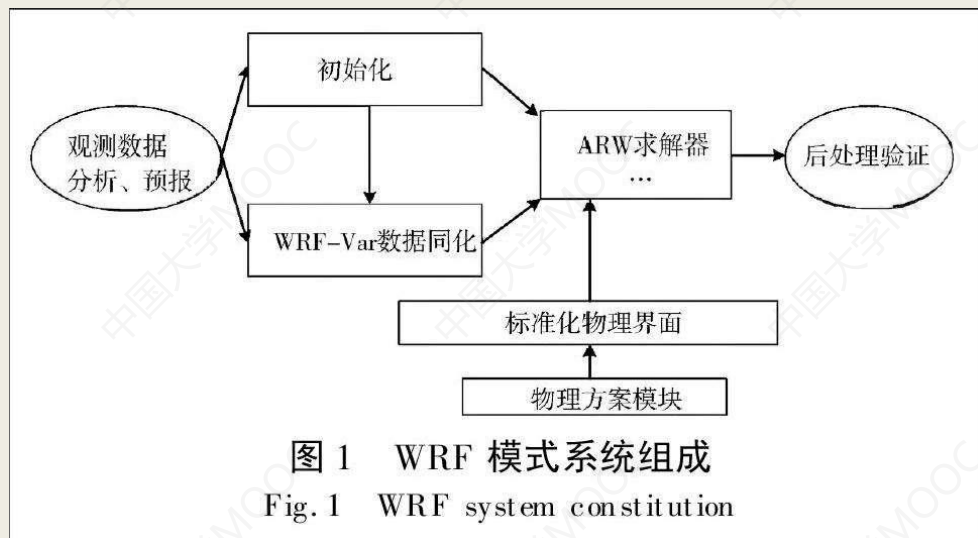


WRF模式降水的预报



WRF模式与化学模式耦合: 能见度预报

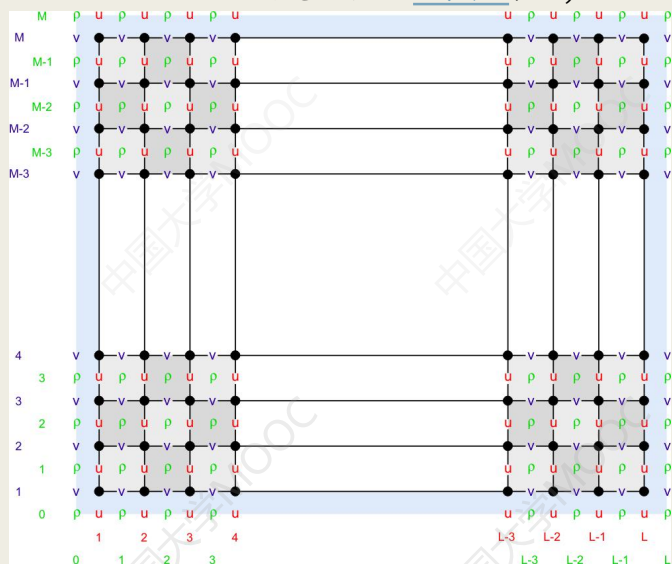
2. WRF模式的组成



数据同化：指在考虑数据时空分布以及观测场和背景场误差的基础上,在数值模型的动态运行过程中融合新的观测数据的方法。

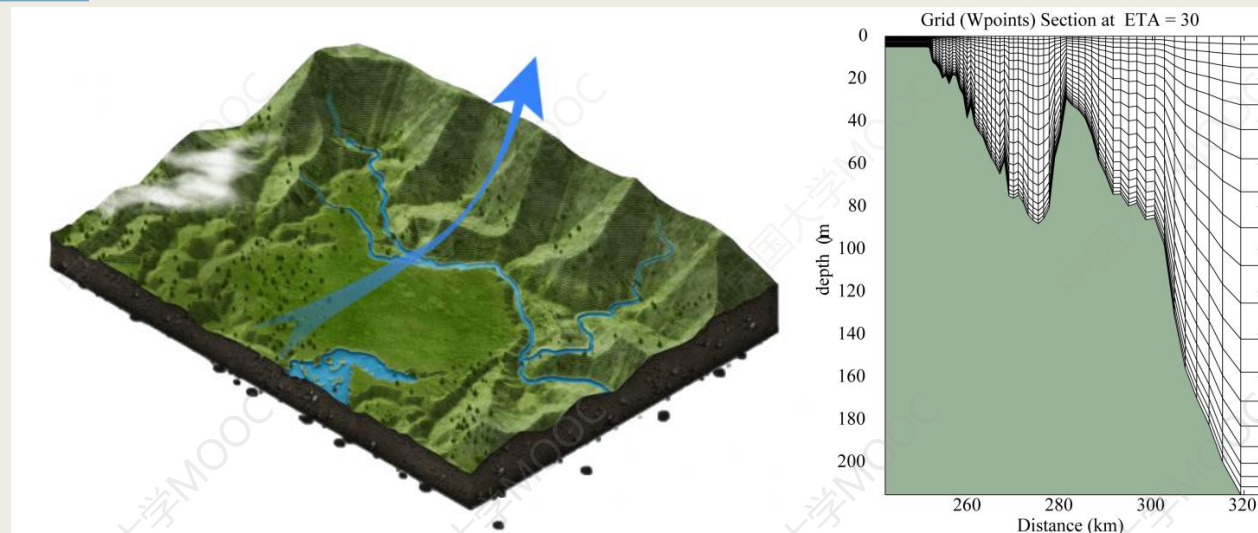


WRF模式为完全可压缩以及非静力模式,采用F90 语言编写。水平方向采用Arakawa C(荒川C) 网格点,垂直方向则采用地形跟随质量坐标。



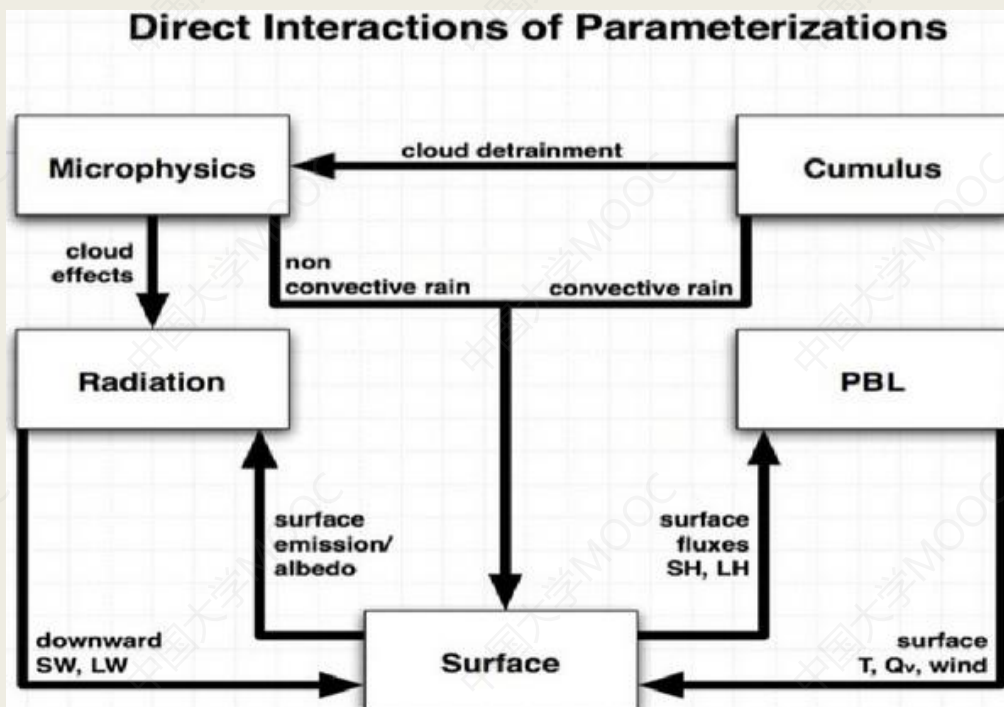
子区域从母区域获得初始信息,且有反馈机制。

C网格示意图



地形跟随坐标示意图

3. WRF的物理过程以及参数化介绍



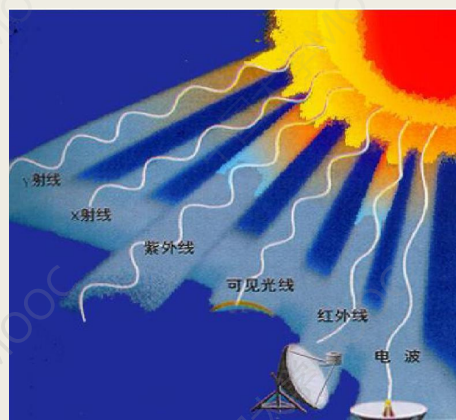
在数值模式模拟天气时，由于分辨率等原因，对小于网格（次网格）过程不能很好地描述。常使用参数化方案。

物理过程	参数化方案选项*
微物理	Kessler方案, Lin等的方案, WSM3, WSM5, WSM6, Eta微物理, Goddard微物理, Thompson等的方案, Morrison方案
长波辐射	RRTM方案, GFDL方案, CAM方案。
短波辐射	Dudhia方案, Goddard短波方案, GFDL短波方案, CAM方案。
地面层	MM5相似理论方案, Eta相似理论方案, Pleim-Xiu方案
陆面	5层热力扩散方案, Noah陆面模式, RUC陆面模式, Pleim-Xiu陆面模式。
边界层	YSU方案, MYJ方案, MRF方案, ACM边界层方案
积云对流	Kain-Fritsch方案, Betts-Miller-Janjic方案, Grell-Devenyi方案, Grell 3d方案, 老的Kain-Fritsch方案。
城市冠层	单层模式, 多层模式。

WRF模拟的主要过程有



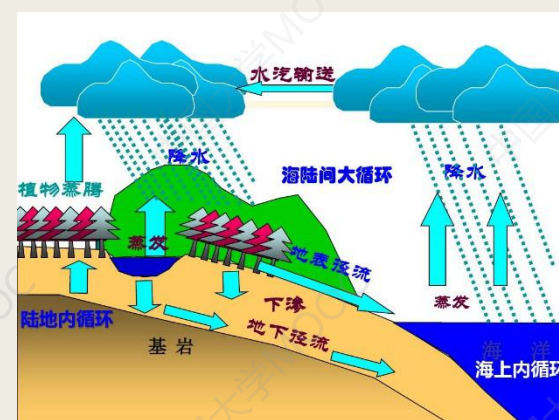
积云对流过程



辐射过程



边界层过程



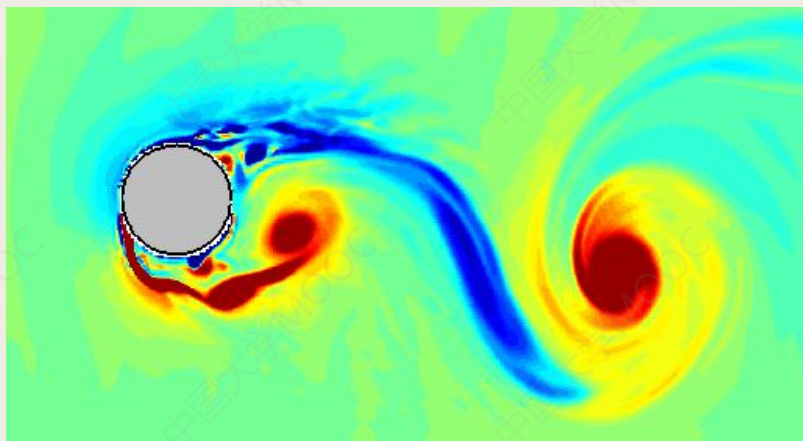
陆面过程

海洋模式-ROMS

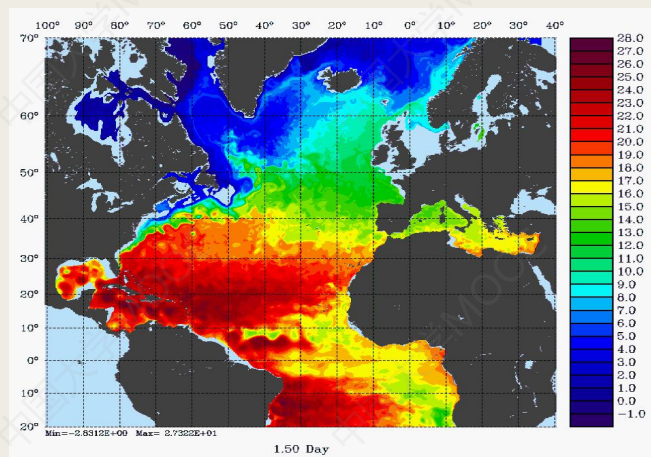
ROMS: Regional Ocean Modeling System , 即区域海洋模式

特色:

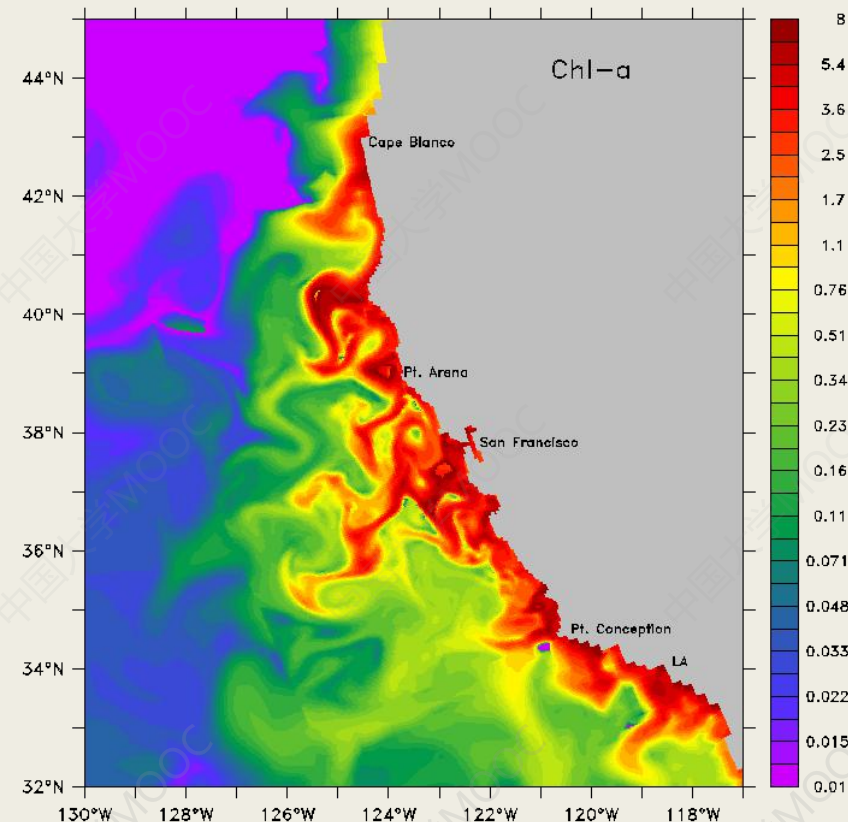
1. 海洋流体静力学模型
2. 灵活的坐标系; $n-s$ 方程水平正交C网格垂直延伸地形跟踪 σ 坐标(垂向 σ 坐标)
3. 广泛的开放边界条件(如辐射、夹紧、推动)
4. 主要物理过程: 湍流闭合, 通量计算。



对海岛周围的模拟



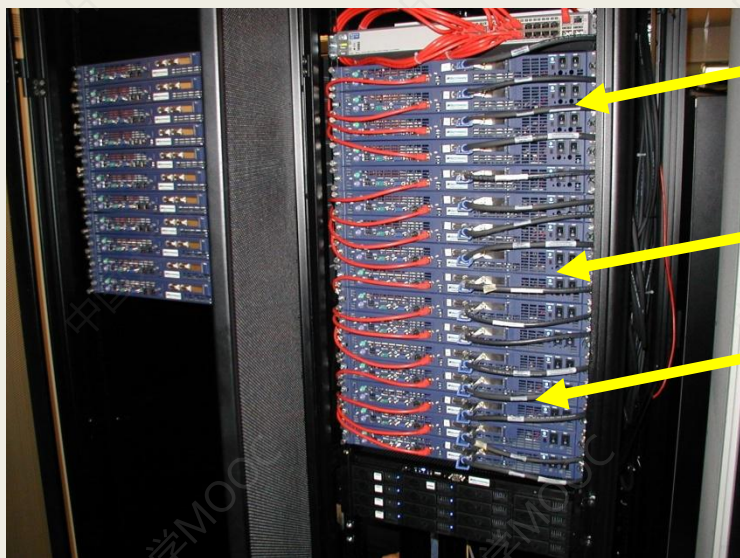
对海盆的模拟



对海岸线周围的模拟

WRF-ROMS海气耦合模式

1. 耦合的计算机基础-----模式耦合器 (MCT)



A模式运行节点位置

B模式运行节点位置

C模式运行节点位置



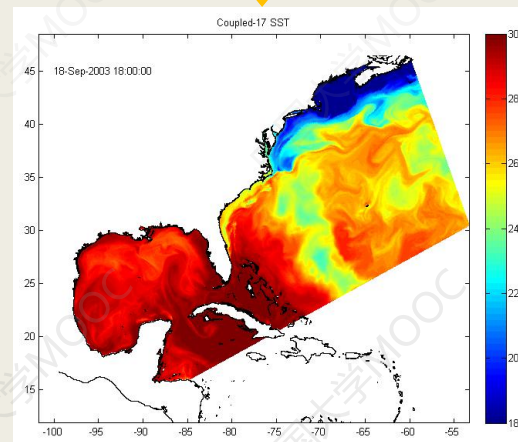
Model

Coupling Toolkit

提供所有节点的通信。
模式-数据-通信”三者的分离，这使得子模式具有更好的独立性和可扩展性；耦合模式可以在多台机器上并行，

WRF-ROMS海气耦合模式

2. 海气耦合模式的内部交互:

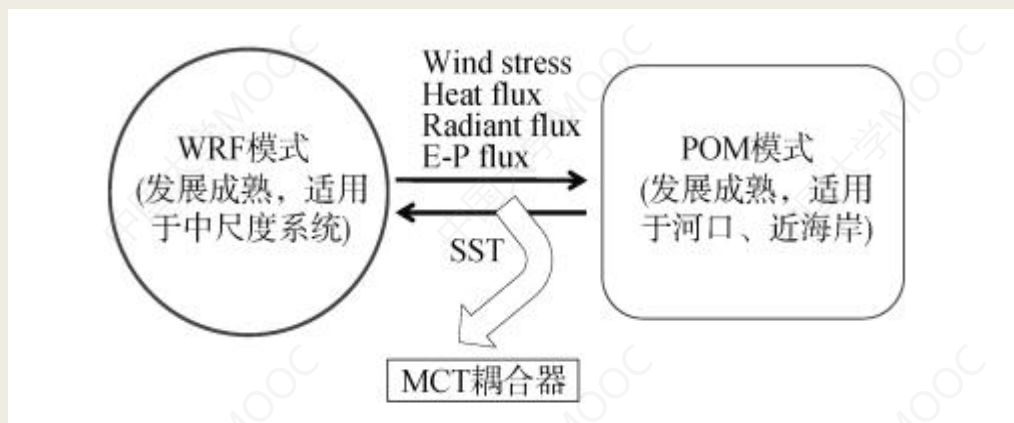


WRF-POM海气耦合模式

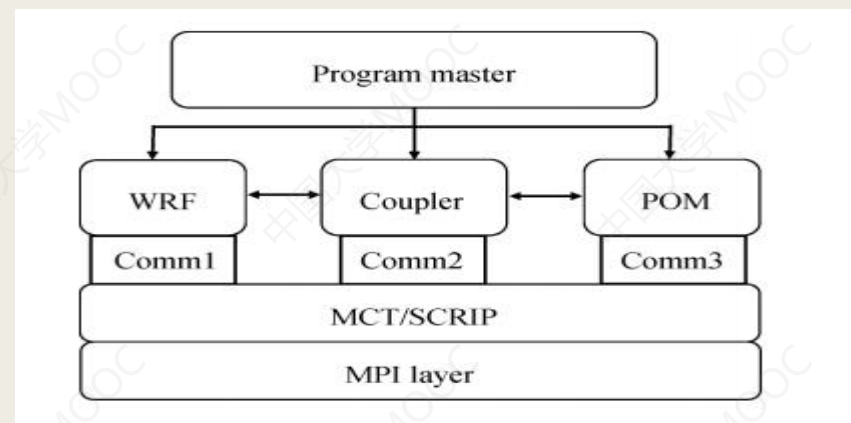
1. POM简介

对于河口、近岸地区模拟效果较成熟，适用于海上灾害性天气的模拟与预测

2. 耦合模式物理框架



3. 耦合模式技术框架



4. 一种耦合参数化方案介绍

表 1 WRF 模式参数化方案

Tab. 1 Parameterization schemes used in the WRF model

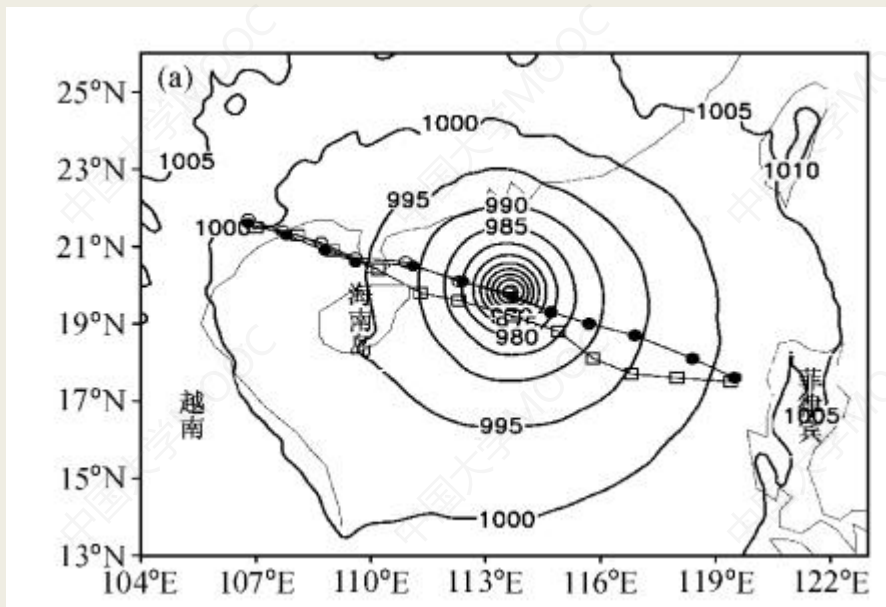
积云参数化方案	微物理方案	长波辐射	短波辐射	陆面过程	边界层方案
Kain-Fritsch	Single-Moment3-class	RRTM	Dudhia	Noah	MM5 similarity

表 2 POM 模式物理参数设置

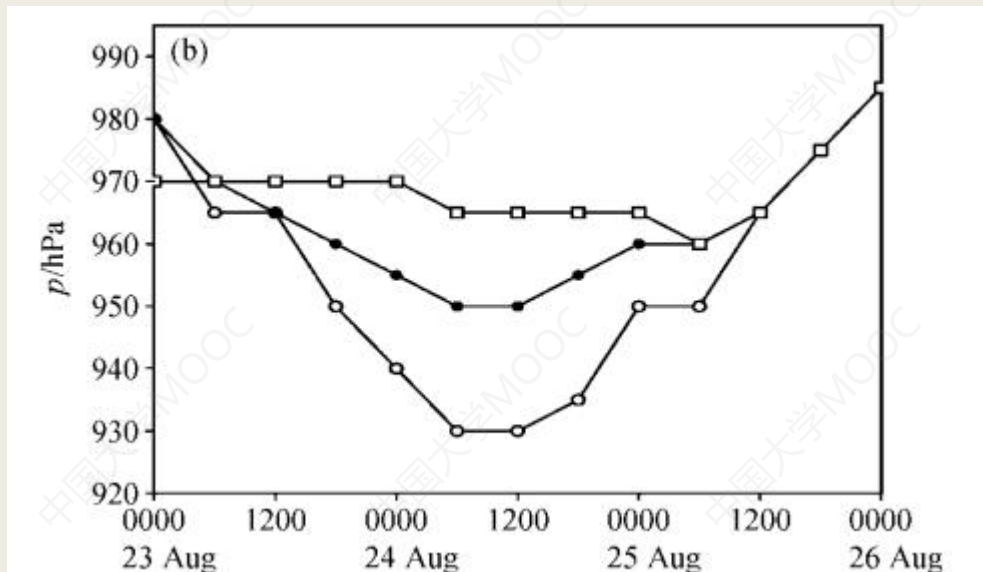
Tab. 2 Physical parameters used in the POM model

Jerlov 水型	Smagorinsky 扩散系数	水面光滑度	冯卡门常数	水平反转普朗特数
ia	0.1	0.1	0.4	0.2

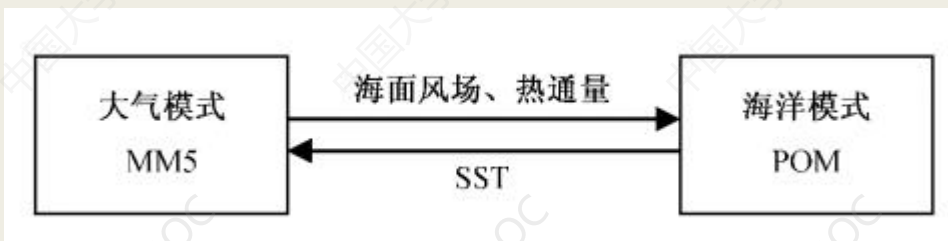
5. 耦合模式应用实例-----对于台风的模拟



模式模拟与观测的Krovanh台风路径对比：实心圆：耦合试验，方块：观测



模式模拟与观测的中心最低气压对比：实心圆：耦合试验，空心圆：未耦合实验，方块：观测



考虑了台风产生的海面降温对其强度的影响，模拟的台风强度与实况比较符合，而采用固定不变 SST 的未耦合试验模拟的 Krovanh 强度明显偏大

耦合模式的优秀模拟效果再次证明了海气相互作用的重要性！