# NEMO\_v3.6模式简介

NEMO 是一个原始方程海洋环境模式，采用Boussinesq和静力近似，正交曲线坐标，Arkawa-C网络，垂直坐标采用z坐标或者S坐标。成熟先进的物理参数化方案和数值计算算法使得NEMO具有支持高分辨率、优良的负载均衡设计、并行IO技术和单双向多层嵌套等特点，因而成为国际上用于海洋学研究、海洋季节性预测和气候研究的最新模型框架。NEMO输出的预报产品几乎包含当前海洋预报业务中的所有产品，为NEMO在海洋环境预报中的业务化奠定了应用基础。

NEMO包括OPA（Oc´ean PArall´elis´e）、TAM（Tangent linear and adjoint models)、LIM（laneuve Ice Model）和TOP（Tracer in the OceanParadigm）等模块，由法国、英国和意大利共同研发，被广泛应用于27个国家的270项相关科研计划中，是目前世界各国海洋业务化预报系统的主力军，如法国的Mercator、英国的FOAM、意大利的MFS和加拿大的CONCEPTS等。目前，NEMO模式已经在部分国家的海洋预报部门实现了业务化应用，其中以法国Mercator 和英国FOAM最为突出。在分辨率上，Mercator和FOAM均实现了1/4°和1/12°两个分辨率的预报系统版本，其中1/4°版本为高分辨率区域海洋模式提供边界条件，1/12°版本可以预报诊断海洋涡旋。在垂直分层上，Mercator和FOAM均采用z 坐标分层，在海洋近表层的垂直分辨率可达到1 m。在预报时效上，Mercator全球海洋系统可一次性完成14 d的预报。

# NEMO模式的代码组成

OPA(NEMO\_v3.6)和OCE(NEMO\_v4.0)：是并行化的海洋模块，其中：

* ASM：同化增量(x)
* BDY：开边界条件
* CRS：粗网格变量的声明(x)
* DIA：变量诊断(diadct, dianam, diawri.F90)
* DIU：半日时间步循环(x)
* DOM: 海洋计算域的初始化(domain, dommsk, domvvl, dom\_oce,istate)
* DYN: Ocean dynamics(divhor, dynnxt, ….)
* FLO:浮标计算模块(x)
* ICB：海冰模块(icbini.F90, icblbc.F90)
* IOM：输入输出管理模块(in\_out\_manager, iom.F90, restart.F90)
* LBC: Lateral Boundary Condition(lib\_mpp.F90, mppini.F90,lbclnk
* LDF: Lateral Ocean Physicals(x)
* OBS：观测与模型对比(obs\_write.F90)
* SBC：Surface Boundary conditions(cpl\_oasis3, fldread,)
* STO：EOS的随机参数化(x)
* TRA: 海洋标量计算模块(eosbn2.F90, tranxt.F90)
* TRD：海洋动力要素变化趋势的诊断(x)
* USR：用户自定义模块，(\_hgr.F90, \_nam.F90)
* ZDF: Vertical Ocean Physics (仅zdfphy.F90中有key\_agrif)

# NEMO\_v4.0的文件夹介绍



## arch

编译代码的计算架构，例如：arch-linux\_gfortran.fcm

fcm文件中设置编译器、编译参数和第三方库的路径等。

fcm文件被ext中的CPP管理程序读取分析。

## cfgs(算例配置)

很多个测试算例，包括AGRIF\_DEMO

其中的cpp\_AGRIF\_DEMO.fcm中，是启用的cpp\_开关

ref\_cfgs.txt中，是各算例与其依赖的代码文件夹名。

## ext(外部程序)

NEMO\_Agrif的编译需要外部的3个程序库：

AGRIF：包含AGRIF库文件和conv转换程序；

fcm：管理CPP预处理命令的一个程序；可以读取arch路径下的编译器配置参数；

IOIPSL：IPSL的IO系统程序，包括：与NetCDF接口、日历管理

NEMO的输出保存：IOISPL(仅支持单处理器计算情况)和XIOS(第三方库)

## mk

各种shell命令文件：Functions.sh

## src

NEMO\_v4.0的源代码文件夹。包括：

ICE: 海冰模型

NST：AGRIF操作程序，如：agrif2model.F90, agrif\_user.F90, …

OCE：海洋动力学模型

OFF：

SAO：

SAS：

TOP：PISCES水生态模型

## tests

新的测试算例(v4.0)，与cfgs中的类似。

## tools

各种辅助工具代码，包括前后处理程序等。

./maketools来编译所有的程序。

# 编译AGRIF的NEMO

在编译时，添加cpp开关"key\_agrif"，激活AGRIF。一般的编译命令是：

./makenemo -r AGRIF\_DEMO -m gfortran\_linux -n MY\_DEMO add\_key 'key\_agrif'

尽管编译对用户是透明的，编译代码的方式与标准代码编译是不同的：一个前处理阶段（conv程序），将转换FORTRAN代码，因此在内存空间从将saved数组从一个计算域切换到另一个计算域(mesh hierarchy)。

## 定义分级网格

运行时需要文件AGRIF\_FixedGrids.in，该文件定义了分级网格。

以ICEDYN算例为例，

更复杂的网格分级文件见：AGRIF\_DEMO（仅NEMO\_v4.0）。

## 前处理

知道了细化因子和范围，前处理工具帮助创建需要的输入文件（网格文件、重启、气象和驱动力文件）。关键是在子网格界面附近保证体积匹配，使用Agrif\_create\_bathy.exe激活这一步。还可以使用tools\NESTING路径下的namelists作为指导，根据namelist的对应，用来创建AGRIF\_DEMO的输入文件。

## Namelist选项



## NEMO\_v3.6到v4.0的新功能

可使用AGRIF的选项状态（如果没列出，就是与AGRIF兼容）



ghost cell数目的变化的重要提醒

ghost cell数目（即：作为开边界临时数据的单元个数）的默认值从1 (NEMO\_v3.6)增加到3 (NEMO\_v4.0)。这允许合理处理开边界条件的数值格式，离散阶数高于2。

## 参考文献

Debreu, L., P. Marchesiello, P. Penven and G. Cambon, 2012: Two-way nesting in split-explicit ocean models: Algorithms, implementation and validation. Ocean Modelling,

Penven, P., L. Debreu, P. Marchesiello and J. C. Mc Williams, 2006 Evaluation and application of the ROMS 1-way embedding procedure to the central california upwelling system. Ocean Modelling,

# key\_?

key\_agrif：使用AGRIF库的多分辨率模式

key\_nemocice\_decomp：用于NEMO和CICE，保证2个模型的区域分解是一样的。

key\_top: PISCES biogeochemical model

key\_iomput：使用XIOS IO系统

key\_lim2：LIM海冰模型（v4.0没有了）

key\_lim3/key\_si3: CICE海冰模型（v3.6中没有，v4.0引入的）

key\_mpp\_mpi：使用MPI的分布式内存并行的通信模式：

key\_mpi2 如果电脑上没有MPI3库(v4.0)

key\_offline: NEMO\_v3.6的Offline observation operator；NEMO\_v4.0没有此模块了

key\_degrad：Degradation mode (v4.0没有了)

key\_zdftke

key\_dynspg\_ts

key\_vertical：v4.0引入的key，Vertical coordinate change in zooms (not tested)

AGRIF中相关的功能

#define TWO\_WAY /\* TWO WAY NESTING \*/

#undef DECAL\_FEEDBACK /\* SEPARATION of INTERFACES\*/

#undef VOL\_REFLUX /\* VOLUME REFLUXING\*/