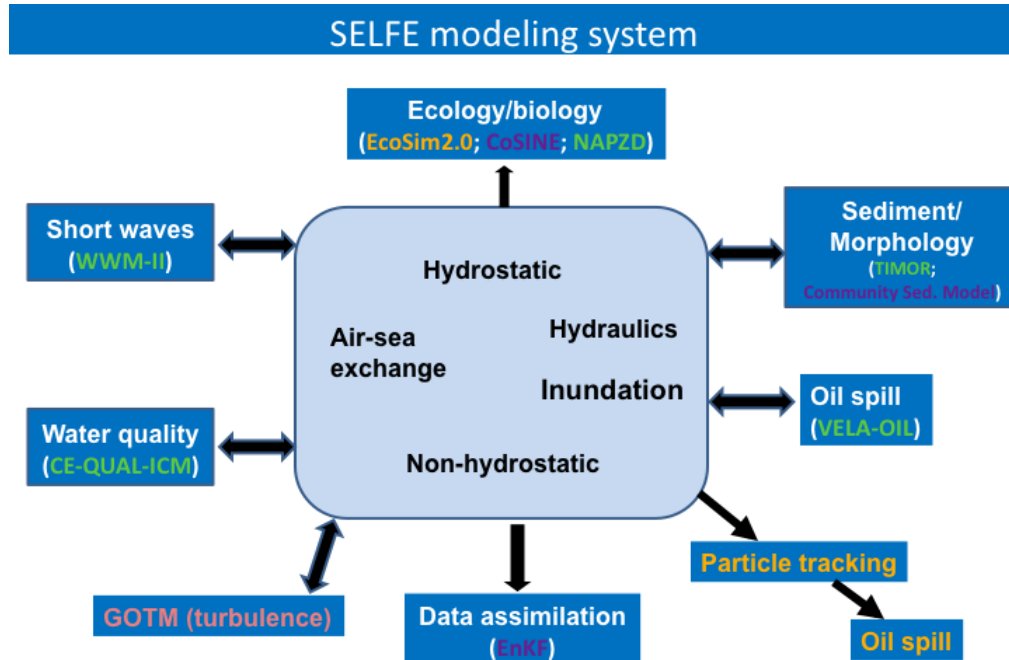


## SCHISM 模型使用步骤

SCHISM 是一个模拟系统，而不是一个单独的模型。其功能模块包括：



Color code: Open-released Soon-to-be-released In-development Free-from-web

### 0、前言

最初程序叫 ELcirc，后来又发展到 SELFE 模型，再到 SCHISM 模型。这些模型有一定的差异。使用 SCHISM 模型之前，可阅读这三个模型的原理论文（Zhang et al., 2008; Zhang et al., 2012）。

SCHISM\_V5.3.1 是目前最稳定的版本，注意看 beta\_notes 文件内容。运行 SCHISM 模型之前要配置它需要的输入文件。

- 前处理（SMS/GAMBIT 画网格、地形插值、SCHISM 模型输入文件制作。。。)
- 模型计算（编译运行 SELFE/SCHISM 模型)
- 后处理（Utility 中的程序、VisIT、TECPLOT、MATLAB。。。。)

### 1、编译 SCHISM 模型需要的第三程序 (Third Party Pre-requisites)

- MPICH2：共享存储并行库（必须）
- NetCDF4 库：NCAR 开发的一种用于大气海洋动力学模型计算结果保存的数据格式。有 MATLAB 语言的 NetCDF 前后处理包。（必须）

- GOTM3.2 库：通用海洋湍流模型库（可选）
- PETSC3.2 库：大型非线性方程组求解程序（可选）

## 2、前处理 (Pre-processing)

前处理首先是划分非结构网格，可以选用 SMS 或 Gambit 软件。

然后，用编写的 Fortran 程序或 TECPLOT 做网格地形插值，

然后，准备 SCHISM 模型需要的配置文件(.gr3, .in, .ic, .bp)。提示：SELFE、SCHISM 模型的大部分输入文件都是 gr3 格式，个别文件不是(如 prop)。

注意：划分网格时，要作边界条件的设置（边界名，边界节点号输出）。河道计算网格尺寸一般 30m~100m 即可，海洋外边界尺寸一般 1000m~3000m 即可。

SMS 的网格数据，使用 Perl 语言程序，转换为 gr3 文件，但不包含边界信息。我是使用 Gambit 软件划分网格和设置边界信息，用自己写的 Fortran 程序制作 hgrid.gr3 文件。

## 3、计算主程序 (Running)

主要是一些子模块的使用，通过预编译命令处理。启用一些模块后，还要设置该模块需要的一些预处理开关。

参考本文档第 6， 7， 8 节的说明。

## 4、后处理 (Post-Processing)

（1）SCHISM 模型计算结果（数据格式：Binary 或 NC）的点、线、面数据的提取，用 Utility 下的 Fortran 程序；某些测点计算时间序列值的输出，用于结果验证，包括：

extract\_xyzt.f90, extract\_timeser.f90, extract-slab.f90, extract-transect.f90  
（需要一个定义提取点或横断面的位置的数据文件--.bp）；

（2）并行计算完成后，每个计算节点上的数据需要整合到一个文件，用于后处理，使用 Combining\_Scripts 里面的程序（注意版本号）。

（3）2D 剖面或横断面的可视化，我现在用 TECPLOT 软件；3D 的立体可视化也用 TECPLOT 软件，但当数据量大时比较卡；

（4）可以用 MATLAB 程序(m-elio)，(needs update)；

（5）SCHISM\_v5.5.0 模型结果可以用 VisIT\_V2.12 软件可视化(可使用 SCHISM

database plugin, 可读取二进制格式文件(.61, .62,..... );

(6) ACE tools include gredit5 (grid editor), and vis6 (post-processing tool that reads the binary format of outputs from ELCIRC/SELFE).

## 5、后续开发(Further development)

- SELFE\_V3.1c 中添加了 SA,  $k-\omega$ -SST 湍流模型, 以及三峡水库水质模型 WASP。
- 在 SCHISM\_V5.3.1 代码中开发了粘性沙模型 (参考 FVCOM4.0 和 DELFT3D 模块), 以及 AMR 模块 (undergoing....)
- SCHISM\_V5.4.0, SCHISM\_V5.5., SCHISM\_V5.6.1 应用 OpenMP 并行库, 可用于多核电脑并行。

## 6、VS2008+Intel\_Fortran 编译器中的设置(Compiler Configure)

(1) 所有程序编译, 在 Fortran→Data→Use Bytes as RECL=Unit for Unformatted → **Yes(/assume:byterekl)** (Compaq Fortran 编译器不用做此设置)

Run-time→Generate Traceback Information → **Yes**

Run-time→Check Array and String bounds → **Yes**

Libraries→Runtime Library → Debug Multithreaded (/libs:static/threads/dbglibs)

Linker→Ignore Specific Library **LIBCMT.lib**

Linker→System→Stack Reserve Size **200000000**

Linker→System→Stack Commit Size **200000000**

**使用 V5.4 和 V5.5 的 OpenMP 并行编译的设置:**

Language→Process OpenMP Directives → Generate Parallel Code (/Qopenmp)

**注意:** SCHISM 模型目前仅对水动力模块实施了 OpenMP 并行化。

(2) 第三方函数库 (如 NetCDF, tecio 等) 在编译器中的配置请参考网上的一些说明。主要就是 include 和 library 中一些路径的添加。

(3) 参考 Makefile 文件内容，设置预处理开关：

添加代码路径：

```
VPATH = Core/ Driver/ Hydro/ EcoSim/ COSINE/ Sediment/ Sed2d/ \  
        WWMIII/ ICM/ TIMOR/ FIB/ Ice/ Fabm/
```

注：Core/ Driver/ Hydro/为水动力模型代码路径；Ecosim 为海岸带生态系统模型；COSINE 为海洋生态系统模型；Sediment 为 3D 泥沙输移及河床演变模型；Sed2D 为 2D 泥沙输移及河床演变模型；WWMIII 为第 3 代波浪模型；ICM 为水质模型；TIMOR 为淤泥模型(未启用)；Ice 为海冰模型；Fabm 为统一框架的地球物理化学模型。

溢油粒子跟踪模型为独立运行程序，需要读取 SCHISM 的计算结果文件（流场、风场等）。

USE\_PETSC #使用 PETSC 函数库（petsc\_schism.f90）--使用计算节点较少时，无明显加速优势。（V5.4 以后的 SCHISM 模型可用）

PETSCV=1 # PETSC 版本低于 3.5；PETSCV=2 # V3.6 和 V3.7

USE\_FABM （fabm\_schism.f90） （有参考论文）

PREC\_EVAP # 考虑海面的降雨和蒸发数据输入

MM5 # used in sflux.f90, nc file inputs considering the surface flux

TVD\_LIM # 必须设置，=SB, VL, OS, MM（其中选一）

DEBUG, TIMER2, INCLUDE\_TIMING #调试和相应模块计时（关闭可节省计算时间）

USE\_TIMOR #启用 TIMOR 浮泥泥沙模型（未启用）

USE\_TIMOR\_FLMUD

USE\_GOTM # 启用 GOTM 湍流模型

USE\_HA       # 启用水位的调和分析模块

USE\_GEN       # 用户自己开发的 tracer 模块（比如 Euler 型的溢油模型）

USE\_AGE       # evoke tracers age model

USE\_ECO       # evoke Ecosim2.0 model

bio\_param.o eclight.o biology.o bio\_init.o ecosim.o read\_ecoin.o specir.o

USE\_ICM       # evoke water quality model

icm\_mod.o       icm\_sed\_mod.o       icm\_init.o       icm\_biology.o       icm.o  
read\_icm\_input.o

USE\_COSINE       （Chai Fei et al., 2002）

cosine\_mod.o cosine\_init.o cosine.o

USE\_FIB       （有参考论文）

fib\_param.o fib.o

USE\_NAPZD       （有参考论文）

biology\_napzd.o napzd\_spitz.o read\_napzd\_input.o

USE\_SED2D       # 2D 泥沙模型（有说明书）

USE\_SED       # 3D 泥沙模型（有参考论文）

sed\_mod.o   sed\_misc\_subs.o   read\_sed\_input.o   sed\_init.o  
sed\_friction.o   sed\_filter.o   sediment.o   sed\_bedload.o

USE\_OIL

溢油模型，包括 Lagrange 型（独立运行）和 Euler 型（用户开发）

USE\_WWM       # evoke the Wind Wave Model III

SCHISM        # SCHISM 与 WWM 模型耦合时，需要定义

还要添加 3 个预处理开关：NCDF ST42 WWM\_SOLVER

添加 WWMIII 文件夹下的 Fortran 程序

USE\_ICE        # 启用冰热动力学模型

USE\_MARSH     # evoke marsh migration model

hydraulic\_structures.f90        # 涉水建筑物模块，如桥涵、闸坝等（在 param.in 中控制其使用）

USE\_SIMPLE\_WIND        # 读取 WRF 模型计算的风场（NC 文件）

simpler\_wind.f90

2018-12-1 编译 x64 位的可执行程序，注意：需要使用的编译 Lib 文件的 vs 版本要统一。

## 7、Linux 系统下编译 SCHISM 模型

Linux 系统中应安装了 C 和 FORTRAN 编译器，MPI,netcdf 函数库，Perl

src/    里有 Makefile，一般情况下不用修改此文件；

mk/    里面有 src/Makefile 需要的 Make.defs.local，需要拷贝其中一个到 Make.defs.local，然后编辑该文件，包括：MPI 编译器名字，netcdf 路径，可执行程序名，ParMETIS 函数库的安装路径；最后，打开或关闭 include\_modules 中的开关（TVL\_LIM 必须设置一个有效值 VL,SB,OS）

然后，

cd ../src

make clean

make

## 8、Cygwin

- 需要安装 make, gcc, gfortran, netcdf4, netcdf-dev, openmpi, openmpi-dev, python 等。
- mk/ Make.defs.local: 设置编译器和链接库路径。
- mk/include\_modules: 选择开启相关模块的预处理命令。

## 9、SCHISM 模型更新(beta\_notes)

V5.6.1:

V5.5.0: 所有二进制格式输入文件该为 nc 格式: \*\_[23]D.th→\*\_ [23]D.th.nc

需要 netcdf4.4.\*以上版本的函数库; (C 与 FORTRAN 的库分开了)

增加 ICE 模块的 nc 格式输出 (ICE\_\*), 增加 nstep\_ice

sediment.in 中删掉了 'depo\_scale' and 'relath'

增加 SAV 模型(schism\_step.f90, Line4401), isav=1: sav\_[h,D,N].gr3 (水下植被模型)

删掉 idrag;

删除 inflow\_mth 参数

将 Two-phase mixture model 参数移至 param.in

增加水质模型 ICM ( Integrated Compartment Model), 包含: 底部泥沙通量模型, 水体的泥沙输移由 SCHISM 模型提供。

V5.4.0: 增加 OpenMP 并行 (并行效率? )

增加 Petsc 选项

增加清华大学水利系钟德钰老师的 Two-phase mixture model

清华泥沙模型参数选项: Two\_phase\_mix 和输出标记(USE\_SED is on)

增加参数'inflow\_mth' (0: default uniform vel as flow b.c.);

移动 'rho0' and 'shw' 至 param.in;

增加参数 'slr\_rate' (SLR rate) if USE\_MARSH; [mm/year]

增加 marsh migration model (inputs: marsh\_init.prop, marsh\_barrier.prop). 2 个输入文件: imarsh(ie), ibarrier\_m(ie)

New parameters: 'mrsh.66'; (输出结果文件)

**V5.3.1:**有 DES model, 粘性沙模型, AMR2D, 动水压强

removed 'nonhydro', 'ihydro\_region'; //删掉动水压强计算功能, 但是我在 5.3.1 版本中又加上了(LiJian)。

added type '5' b.c. for elev. and vel (combination of tides and \*[23]D.th). For vel, also '-5' is similar to '-4'; (增加开边界类型)

added two new parameters for under resolution in a b-clinic model: 'hw\_depth' and 'hw\_ratio' (Hannah-Wright-like ratio & depth to detect under resolution);--参考 (Hannah and Wright, 1995)的论文:

当设置 hw\_depth=1.0e6, hw\_ratio=0.5 关闭此功能, 仅在 ibcc=0 时起作用。

这 2 个参数用于调整海岸破碎带附近, 次网格尺度下的极端情况 (if you have no interest or resource to resolve every steep slope near shelf break), 2 相邻网格单元的水深从几 m 变化到几 km。此时, 最好去掉浅水区的斜压力。

次网格尺度 (under resolution) 使用 Hannah-Wright 比检测 (hw\_ratio) 和水深 (hw\_depth):

如果  $\max(h_1, h_2) \geq hw\_depth$  且  $|h_1 - h_2| \geq hw\_ratio * \max(h_1, h_2)$ ,  $h_1, h_2$  为 2 个相邻网格单元的水深。此时, 低于  $\min(h_1, h_2)$  的斜压力将为消除(zero out)。

added 'ieos\_pres' (/=0: add hydrostatic pressure effects in EOS);考虑水压对水密度的影响 (深海!)

added a new flow b.c. (ifltype=-2, iettype=0) for discharge-stage relation (水位流量关系, 河流动力学常用!) . If invoked, need to input 4 coefficients of the polynomial function in bctides.in;

泥沙模型:

sediment.in: added erosion formulation options in SED3D (ierosion=0: Ariathurai & Arulanandan)

added a new paramter 'ihydIg' for hydrology; (thin-layer inundation)

added 2 options in SED2D (multi-class only): 'ISED\_DUMP' (dumping/dredging), and



'MORPH\_FAC' (morph acceleration); (挖沙与喂沙; 地形计算加速因子)

hvis\_coef0 now used for ihorcon=1,2 (no hvis\_coef.gr3); 'shapiro' only needed if ishapiro=1;

added ishapiro=-1 option (with shapiro.gr3) for transitioning between eddying and non-eddying regimes;

SCHISM\_V4.1:

sediment.in: added dumping/dredging option in SED3D (ised\_dump);

quads added in SED3D; (3D 泥沙模型增加四边形网格计算功能)

## 10、培训中需要学习的地方 (Training)

(1) SMS 软件中非结构网格划分, 以及转换为 gr3 格式。

(2) xmgredit5.exe xmis6.exe

(3) Vis\_MATLAB 可视化。

## 11、WWM-III 模型输入

wwminput.nml

wwmbnd.gr3

## 12、param.in 文件

ic\_elev: 可通过 elev.ic (gr3 格式)输入水位波动的热启动值, 如果 ic\_elev=0, 各处水位波动值为 0.

**注意:** SELFE、SCHISM 模型说明书中的 elevation 指的是水位波动  $\eta$ , 不是水位  $wl$ , 因此, 水深  $h=wl-zb+\eta$  或  $h=dp+\eta$

if\_source: 点源/汇选项(0,1), if\_source=1, 需要 source\_sink.in, vsource.th, vsink.th, msource.th

iharind:调和和分析选项（仅可进行水位波动的调和和分析），如果 iharind=1，需要 **harm.in**

ihconsv,isconsv: 热平衡和盐度守恒模型开关

- ✓ 如果 ihconsv=0，不使用热平衡模型；如果 ihconsv=1，热平衡模型激活，需要输入若干个辐射通量文件（**sflux/sflux\_rad\*.nc**）；
- ✓ 如果 isconsv=1，蒸发和降雨模型激活，需要打开 PREC\_EVAP 预处理命令，此时必须 ihconsv=1，还需要另外的降雨输入文件（**sflux/sflux\_prc\*.nc**）

ihdif: 是否定义水平物质扩散系数 horizontal diffusivity，如果 ihdif=1,需要 hdif.gr3 输入文件

ihdraulics:涉水建筑物计算模型，如果 ihdraulics=1,需要 **hydraulics.in** 文件。

indvel (int), ihorcon (int), hvis\_coef0 (double), ishapiro (int), shapiro (double)

这些参数控制动量方程求解的数值耗散，**非常重要**，需要参考 Zhang et al., 2016 的论文和 SCHISM\_v5.3.1 的说明书。

inu\_elev, inu\_uv (int)

inu\_[MOD] (int), step\_nu\_tr (double)

SCHISM 模型目前只有**插值法的数据同化技术**： $\tilde{\varphi} = (1 - \gamma)\varphi + \gamma\varphi_{target}$

inunfl: 淹没算法，inunfl=1，水平网格分辨率要足够，这对海啸模拟很关键，否则 inunfl=0

iout\_sta, nspool\_sta: 测站的计算值输出，需要 station.in 文件

nws (int), wtiminc (double) : 风力施加开关，这对于风暴潮模拟很重要，参考 SCHISM\_v5.3.1 的说明书。（nws=0,1,2,3,4,5,6）

输入文件:

gr3 文件:

th 文件:

prop 文件: tvd.prop fluxflag.prop

ic 文件: