

海岸带灾害风险模拟子系统

内容



海浪危险性分析模块

模块功能：

- 中国近海典型示范区各级海浪发生频次的时空分布特征
- 中国近海典型示范区浪高极值的时空分布特征
- 中国近海典型示范区各级海浪危险性

海浪危险性分析模块

定义解读

- 海浪：** 由风引起的海面波动现象。主要包括风浪和涌浪。
- 风浪：** 风直接作用于水面上产生的表明重力波。
- 涌浪：** 由其他海区传来的或者当地风速迅速减小、平息，或者风向改变后，海面上遗留下来的波动。
- 有效波高：** 又称1/3大波波高。将某一时段连续测得的波高序列从大到小排列，取排序后前1/3个波高的平均值即为有效波波高。
- 灾害性海浪：** 近岸海域有效波高大于等于2.5m，或近海海域有效波高大于等于4m的海浪称为灾害性海浪。
- 海浪灾害危险评估：** 是指综合考虑历史上灾害性海浪的发生强度、发生频次、发生频率、时间分布及空间分布等特征，给出的海浪灾害危险的定量评价。

海浪危险性分析模块

《海浪灾害风险评估和区划技术导则》

算法依据

测试数据：ECMWF ERA5海浪数据 1979-2018 逐时

基于海浪历史资料，分别计算每个格点上 I、II、III、IV 级浪高（表 1）的年平均出现次数。根据式（1）计算各点的海浪灾害危险指标。其中海浪灾害危险指标 H_w 如下计算：

$$H_w = 0.6N_1 + 0.25N_2 + 0.1N_3 + 0.05N_4 \quad (1)$$

其中 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 分别为 I、II、III、IV 级浪高的年平均出现次数。

表 1 近海海浪强度等级划分标准

海浪强度等级	I 级	II 级	III 级	IV 级
有效波波高 (m)	$14.0 \leq H_s$	$9.0 \leq H_s < 14.0$	$6.0 \leq H_s < 9.0$	$4.0 \leq H_s < 6.0$

海浪灾害危险分为四级，根据公式（1）计算每个格点的海浪灾害危险指标 H_w ，并将其进行归一化处理，归一化后的危险指数表示为 H_{wn} ，确定每个格点上的海浪灾害危险等级。

表 2 海浪灾害危险等级划分标准

危险等级	危险指数
I	$0.75 \leq H_{wn} \leq 1.0$
II	$0.5 \leq H_{wn} < 0.75$
III	$0.25 \leq H_{wn} < 0.5$
IV	$0 \leq H_{wn} < 0.25$

海浪危险性分析模块

输入输出

1. 程序 wave1.m

输入： 所要分析的目标年

计算： 通过读取逐月有效波高数据，获得逐月海浪发生频次、浪高极值，再获得逐年的相应结果。

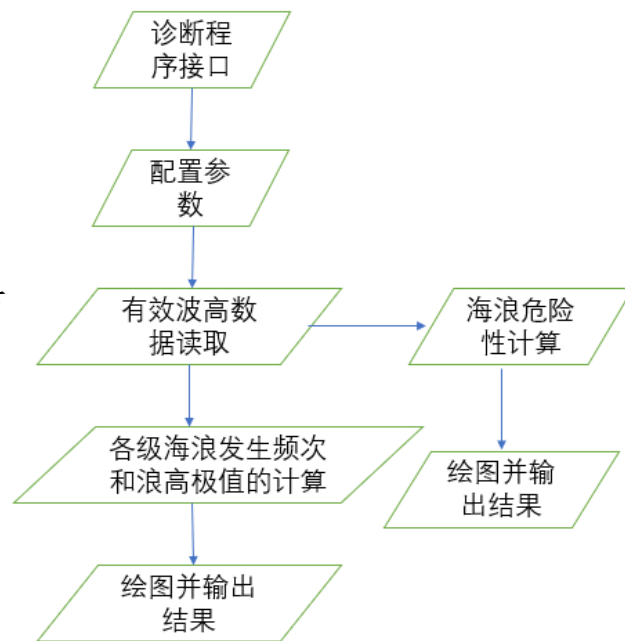
输出： 绘制年以及逐月的有效波高分别大于4米、6米、9米的海浪发生频次、持续时间、极值的空间分布

2. 程序 categories_danger.m

输入： 所要分析的起止年

计算： 通过读取有效波高数据，计算各级海浪危险性

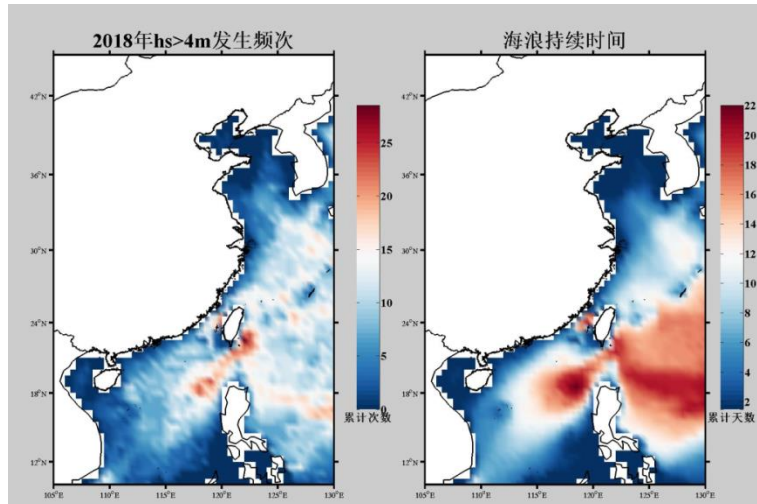
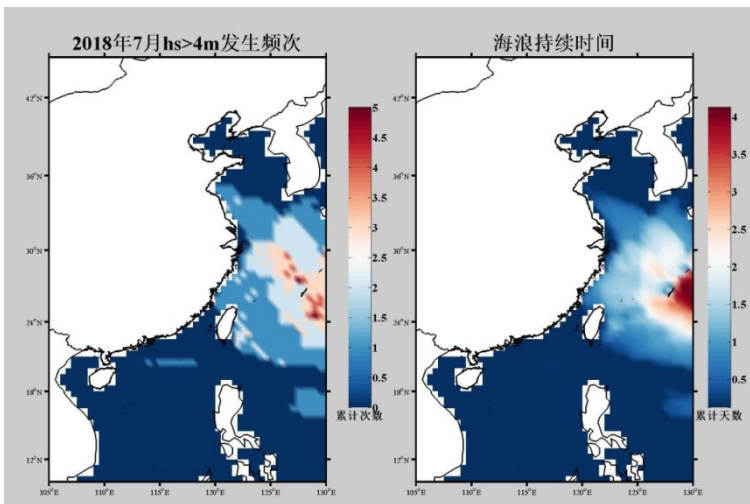
输出： 绘制选取时间段内各级海浪危险性等级。



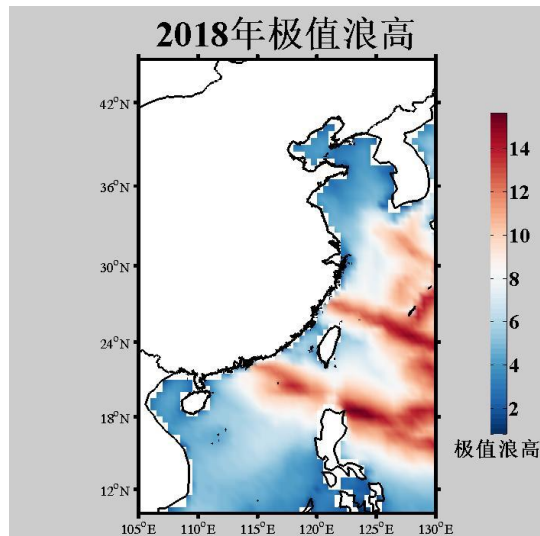
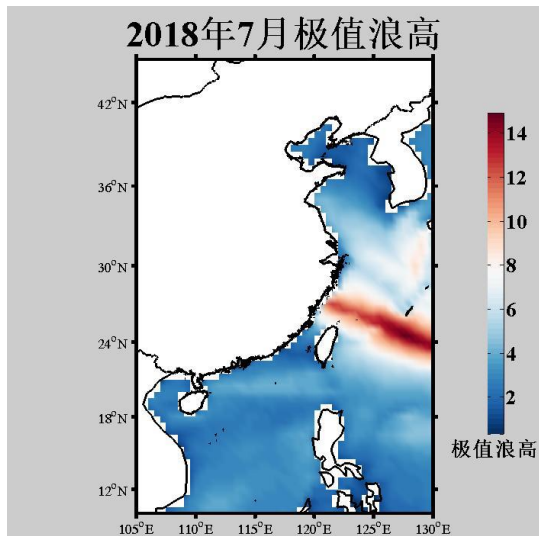
海浪灾害危险性分析流程图

海浪危险性分析模块

逐月、年有效波高分别大于4米、6米、9米的海浪发生频次的空间分布



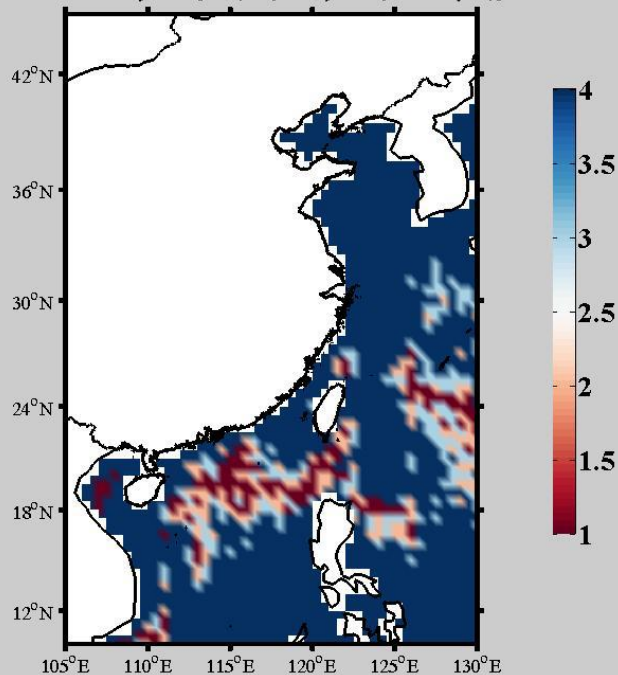
中国近海典型示范区浪高极值的时空分布特征



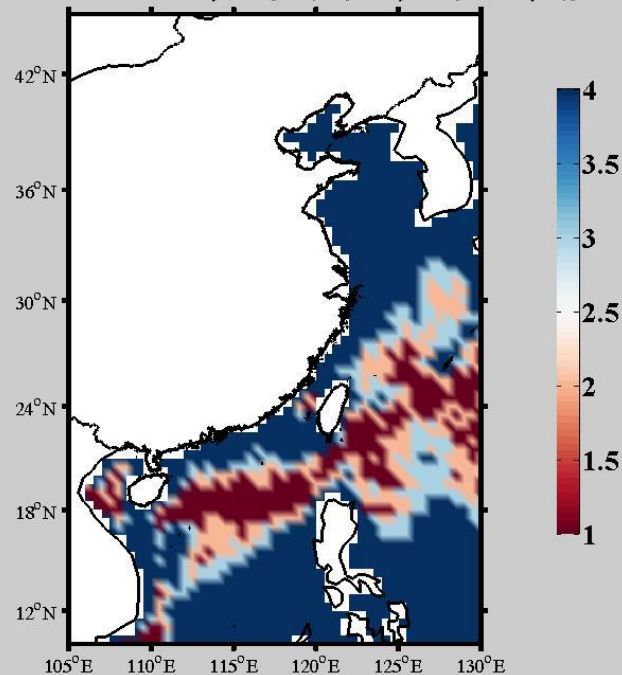
海浪危险性分析模块

逐年、某时间段内中国近海典型示范区各级海浪危险性空间分布分析

2018年海浪危险性等级



2010~2018年海浪危险性等级



风暴潮危险性分析模块

模块功能：

- 中国沿海典型示范区各级**风暴潮增水频次**的时空分布特征
- 中国沿海典型示范区**风暴潮超警戒水位**的时空分布特征
- 中国沿海典型示范区**风暴潮危险性**时空分布特征

风暴潮危险性分析模块

定义解读

- 热带气旋：** 生成于热带或副热带洋面上，具有有组织的对流和确定的气旋性环流的非锋面性涡旋的统称，包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。
- 天文潮：** 由月球、太阳等天体的引潮力所引起的潮汐。
- 风暴潮：** 由热带气旋、温带天气系统、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面振荡或非周期性异常升高（降低）现象。
- 警戒潮位：** 防护区沿岸可能出现险情或潮灾，需进入戒备或救灾状态的潮位既定值。
- 风暴增水：** 风暴潮影响过程中海面非周期性异常升高现象称为风暴增水，简称增水。
- 风暴潮危险性：** 风暴潮的变化过程或现象，可能造成人员伤亡，或造成财产损失、环境破坏，包括天文潮、风暴增水、近岸海浪及漫滩淹没等要素的危险性大小及其综合。

风暴潮危险性分析模块

算法依据

《风暴潮灾害风险评估和区划技术导则》

《全国沿海地区警戒潮位值简本》

《中国海洋观测站(点)代码》

《中国风暴潮灾害史料集》

测试数据：44站水位观测数据 2019 逐时

A.1 风暴增水等级

风暴增水依据增水大小分为：特大、大、较大、中等和一般五个级别，分别对应 I、II、III、IV、V 等 5 个级别。按照标准潮（水）位站风暴潮增水的大小划分风暴潮增水等级，具体划分如下表 A.1 所示：

表 A.1 风暴增水等级划分标准 (单位：厘米)

	等级				
	I (特大)	II (大)	III (较大)	IV (中等)	V (一般)
风暴增水	≥251	201-250	151-200	101-150	50-100

A.3 单站风暴潮灾害危险性指数

综合考虑单站历史风暴潮强度等级和风暴潮超警戒等级计算风暴潮灾害危险性指数。单站风暴潮灾害危险性指数 D_g 计算公式：

$$D_g = \frac{S_g \times 0.4 + H_g \times 0.6}{N} \quad (1)$$

式中：

S_g ——风暴潮增水指数；

H_g ——风暴潮超警戒指数；

N ——统计风暴潮增水和超警戒级别的时间序列年数；

$$S_g = S_1 \times 20 + S_2 \times 16 + S_3 \times 12 + S_4 \times 8 + S_5 \times 4 \quad (2)$$

式中：

S_1 ——单站历史出现 I 级增水等级的次数；

S_2 ——单站历史出现 II 级增水等级的次数；

$$H_g = W_1 \times 20 + W_2 \times 15 + W_3 \times 10 + W_4 \times 5 \quad (3)$$

式中：

W_1 ——单站历史出现 I 级超警戒等级的次数；

W_2 ——单站历史出现 II 级超警戒等级的次数；

.....

A.2 风暴潮超警戒等级

风暴潮超警戒等级分为：特大、严重、较重和一般四个级别，分别对应 I、II、III、IV 等 4 个级别。按照标准潮（水）位站的最高潮位达到当地警戒潮位级别进行划分。

表 A.2 风暴潮超警戒等级划分标准

	等级			
	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
超警戒级别	红	橙	黄	蓝

风暴潮危险性分析模块

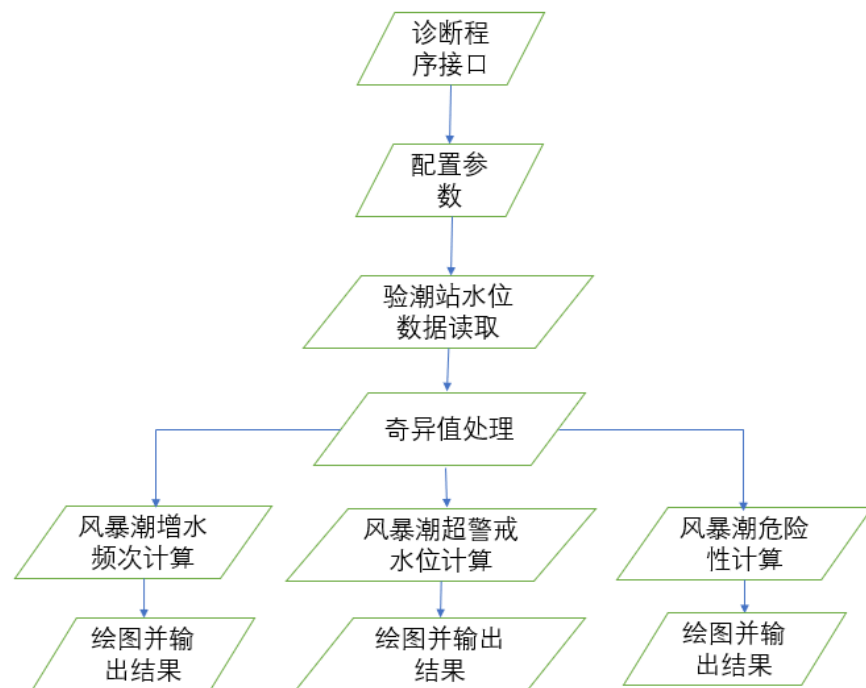
输入输出

1. 程序test_all.m

输入：所要分析的目标年、验潮站编号

计算：首先使用水位数据进行调和与分析，获得潮位和平均水位，再获得风暴潮增水数据，计算得到不同等级风暴潮增水的发生频次；由于警戒水位是验潮站自身公布，而随着时间变动，警戒水位会发生较大变化，因此，将警戒水位设定为一个变动的数值，设定为当年平均水位和最高潮潮位之和，由此计算得到不同等级超警戒水位发生频次。

输出：绘制单个验潮站不同等级风暴潮增水频次、超警戒水位频次的分布。



风暴潮灾害危险性分析流程图

风暴潮危险性分析模块

输入输出

2. 程序test_all_period.m

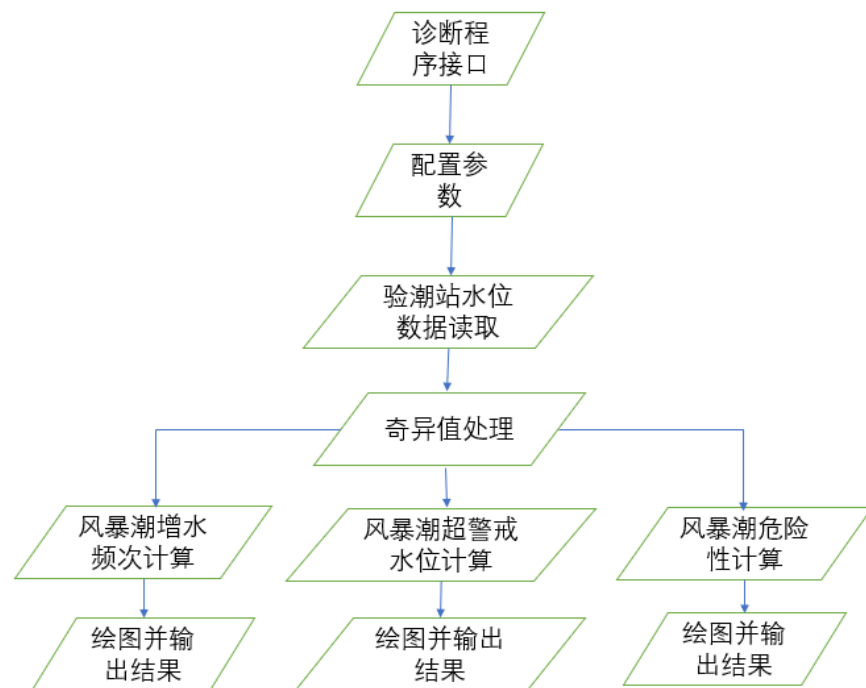
基本与主程序1一致，输出的是某一时间段的统计的结果。

3. 程序danger.m

输入： 所要分析的起止年

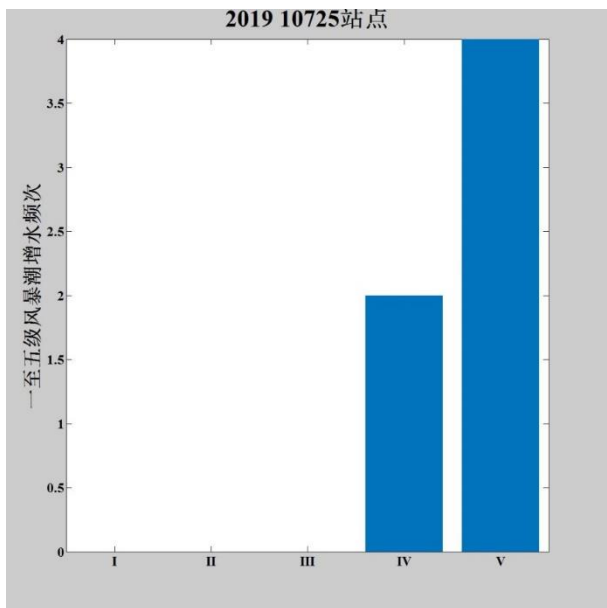
计算： 风暴潮灾害危险性指数是由风暴潮增水指数和风暴潮超警戒指数按照一定权重获得的，首先需要计算这两个指数，再获得风暴潮灾害危险性指数，然后对该指数进行均一化处理，获得不同等级的风暴潮危险性。

输出： 绘制风暴潮危险性不同等级的分布。

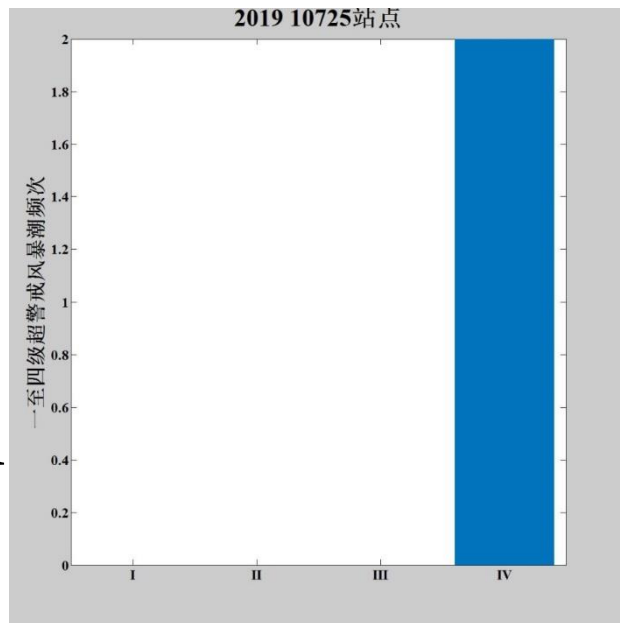


风暴潮灾害危险性分析流程图

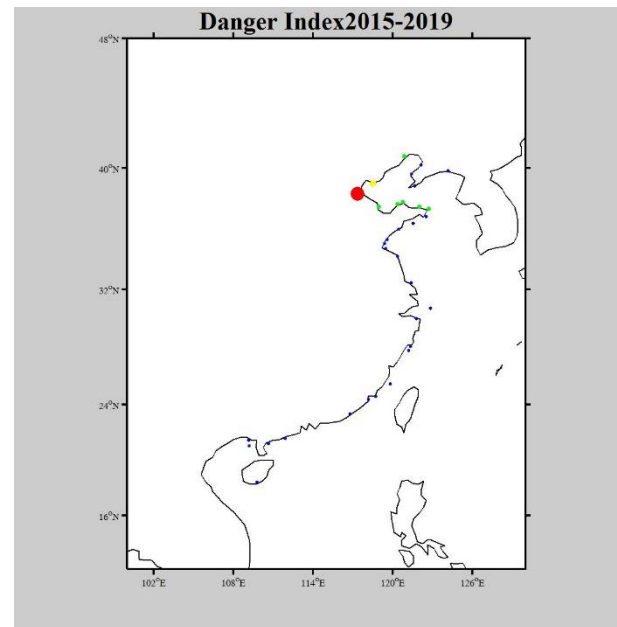
风暴潮危险性分析模块



单个验潮站不同等级风暴潮增水频次输出样例



单个验潮站不同等级超警戒水位频次输出样例



不同等级风暴潮危险性的分布输出样例产品
(红色点表示I级, 黄色点表示II级, 绿色点表示III级, 蓝色点表示IV级, I级最强)

海冰危险性分析模块

模块功能：

- 中国近海典型示范区历年海冰冰情等级
- 中国近海典型示范区历年海冰持续时间
- 中国近海典型示范区历年海冰危险性

海冰危险性分析模块

定义解读

海冰： 所有在海上出现的冰统称为海冰，除由海水直接冻结而成的冰外，它还包括来源于陆地的河冰。

严重冰期： 指严重冰日至融冰日之间的间隔天数。

海冰厚度： 指平整冰表面至冰底面的垂直距离。

海冰灾害： 由海冰引起的影响到人类在海岸和海上活动实施和设施安全运行的灾害，特别是造成生命和资源、财产损失的事件。如港口码头封冻、海上设施和海岸工程损坏、水产养殖受损等。

海冰灾害风险： 指海冰灾害发生及其造成损失的可能性。

海冰危险性分析模块

算法依据

《海冰灾害风险评估和区划技术导则》

测试数据：海冰模拟数据 1978-2008 逐日

海冰危险性等级划分标准

海冰危险性等级系在综合考虑评估海域多年平均海冰严重冰期、海冰厚度以及海冰密集度等冰情要素特征基础上，按照高（I级）、较高（II级）、一般（III级）、较低（IV级）和低（V级）5个等级进行划分。具体划分标准详见表 A.1。

表 A.1 海冰危险性等级划分标准

海冰危险等级	冰情要素特征
I（高）	严重冰期 > 35d, 或 海冰厚度 > 35cm, 或 海冰密集度 > 8成
II（较高）	35d ≥ 严重冰期 > 25d, 或 35cm ≥ 海冰厚度 > 25cm, 或 8成 ≥ 海冰密集度 > 6成
III（一般）	25d ≥ 严重冰期 > 10d, 或 25cm ≥ 海冰厚度 > 10cm, 或 6成 ≥ 海冰密集度 > 4成
IV（较低）	10d ≥ 严重冰期 > 5d, 或 10cm ≥ 海冰厚度 > 5cm, 或 4成 ≥ 海冰密集度 > 2成
V（低）	严重冰期 ≤ 5d, 或 海冰厚度 ≤ 5cm, 或 海冰密集度 ≤ 2成

海冰危险性分析模块

输入输出

1. 程序seaiice_test.m

输入： 所要分析的目标年

计算： 根据选择分析的年份，读取当年11月到次年3月的海冰密集度数据。通过选取的海冰数据，提取出初冰日和无冰日，得出当年海冰的持续时间；依照海冰的持续时间，将海冰分成5级。

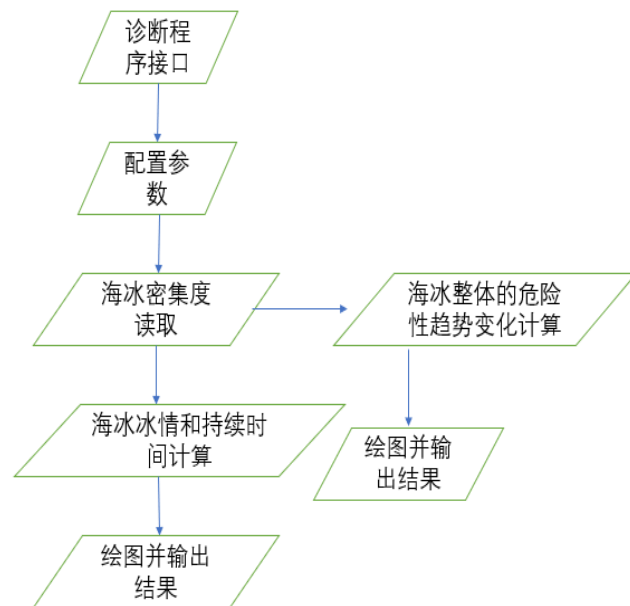
输出： 绘制海冰冰情等级、持续时间的空间分布。

2. 程序seaiice_test_4gulfs.m

输入： 所要分析的起止年

计算： 海冰密集度读取、海冰整体的危险性趋势变化计算

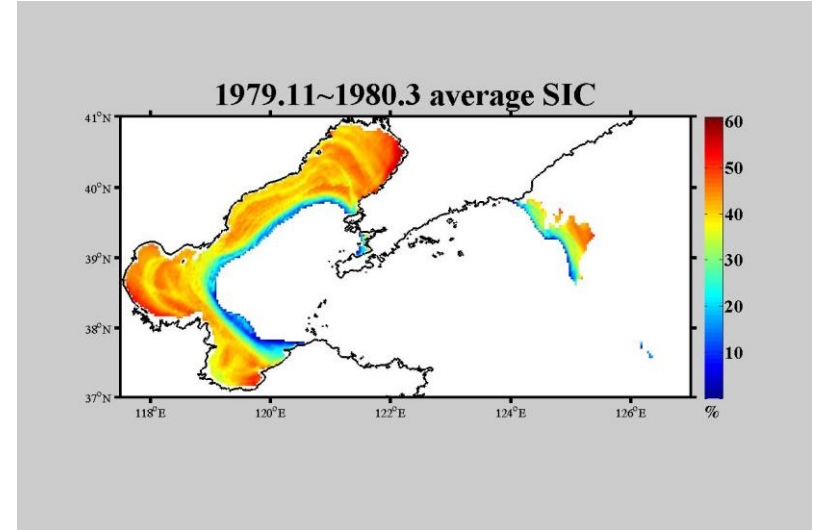
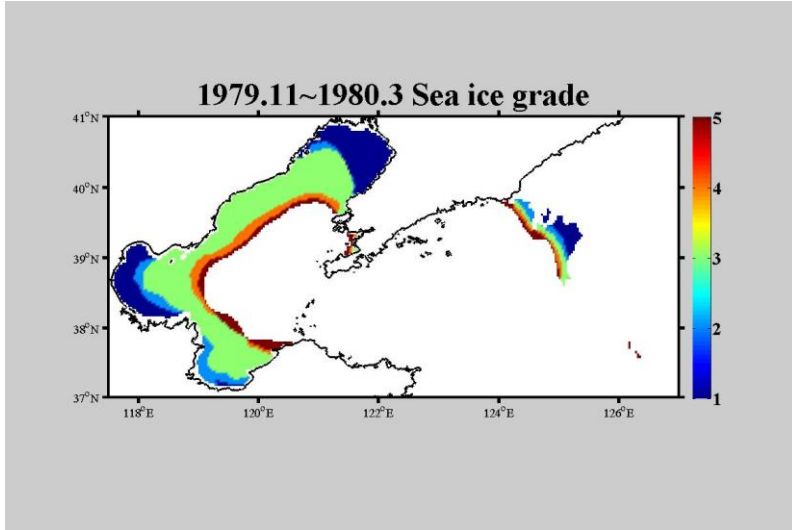
输出： 绘制某时间段内4个海湾海冰整体的危险性趋势变化。



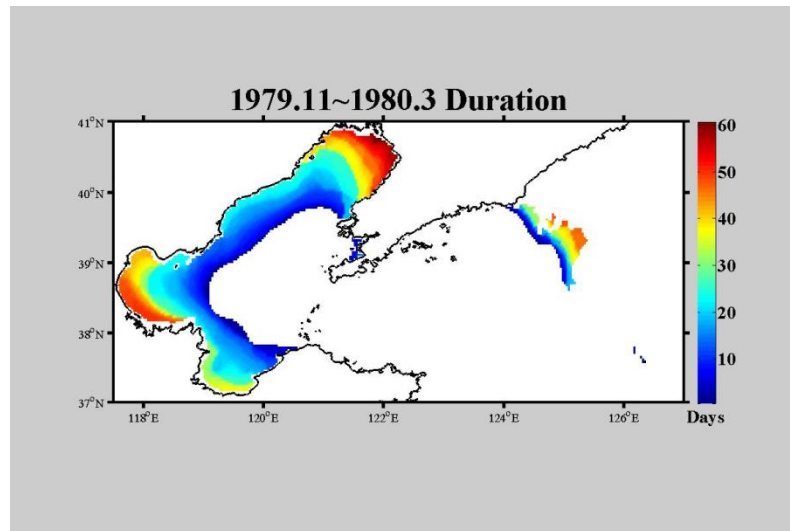
海冰灾害危险性分析流程图

海冰危险性分析模块

中国近海逐年的海冰冰情等级、海冰密集度分布

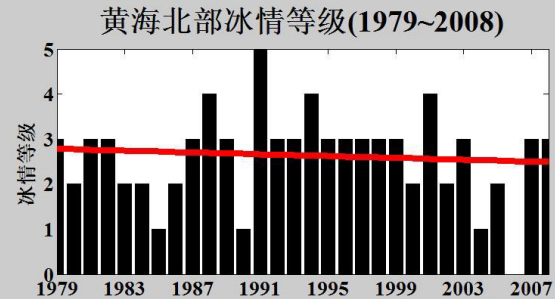
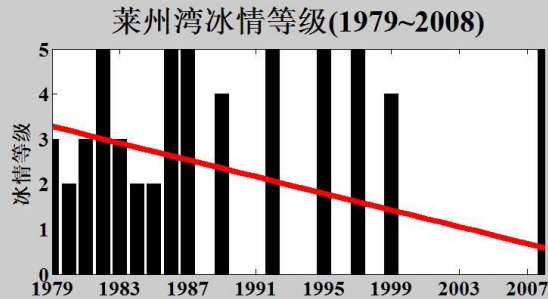
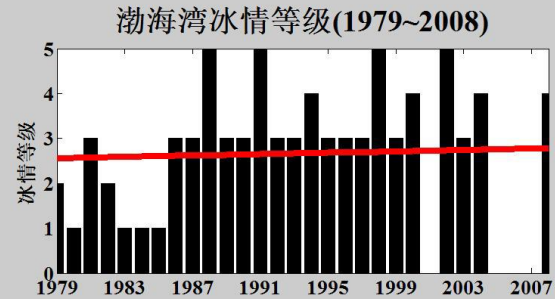
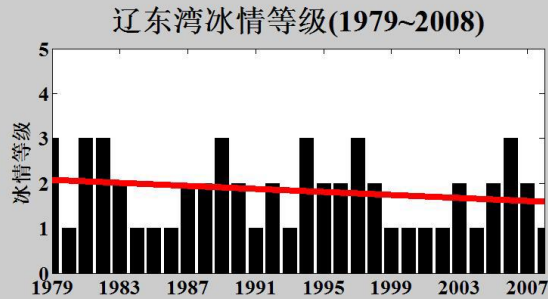


中国近海海冰持续时间分布



海冰危险性分析模块

中国近海4个海湾某时间段内海冰冰情等级及趋势



海平面变化速率分析模块

模块功能：

- 中国近海典型示范区海平面变化速率的空间分布
- 中国近海典型示范区海平面变化速率置信度区间的空间分布

海平面变化速率分析模块

定义解读

海平面： 指一段时间内的水位平均值。

海平面上升： 指在全球变暖背景下海水膨胀、极地冰盖和陆源冰川融化引起全球平均海平面的升高，以及由于气温、海温、气压、海流、季风、径流、降水以及地面沉降等的作用，导致的局地平均海平面升高。

海平面上升风险： 指在一定条件下和一定时期内海平面上升可能发生的各种结果的变动程度。

海平面变化速率分析模块

测试数据：Aviso卫星高度计数据 1993-2019 逐月

输入输出

1. 程序sealevel_example.m

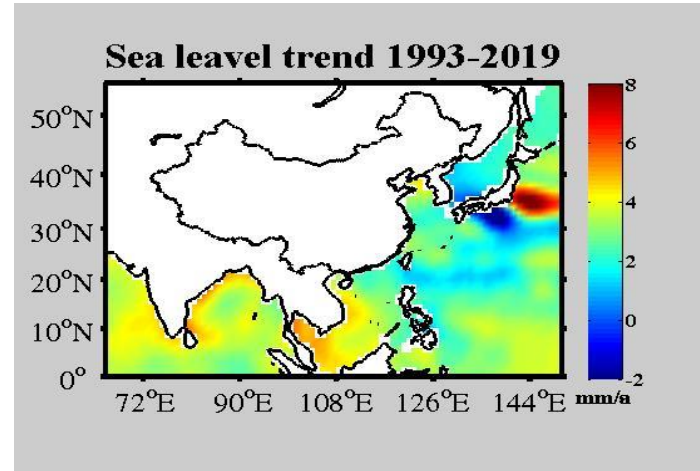
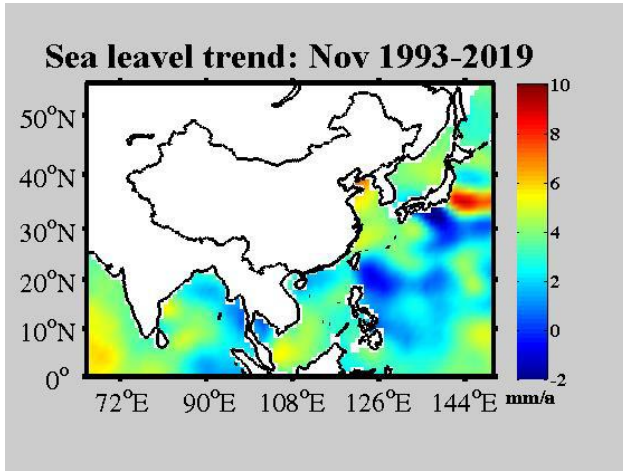
输入： 所要分析的起止年

计算： 根据选择分析的年份，读取海平面高度数据，对海平面高度数据去掉季节变化处理，再进行海平面速率和置信区间计算

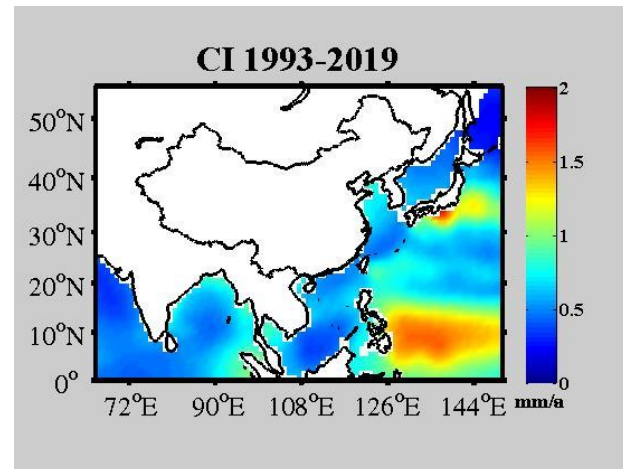
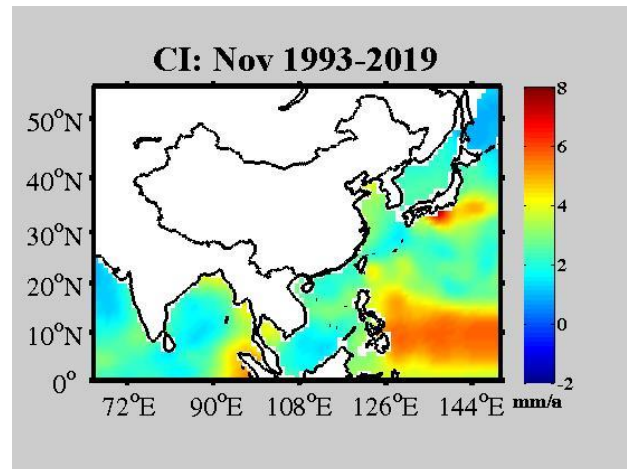
输出： 绘制海平面变化速率和置信区间的空间分布。

海平面变化速率分析模块

我国近海典型示范区海平面变化速率随空间的变化特征



海平面变化速率的可信程度



命令行操作流程

海岸带灾害风险模拟分析子系统

分系统目录： /data/luoyong/H03

子系统目录：

算法脚本目录： /data/luoyong/H03/algorithm/SEAA

输入数据目录： /data/luoyong/H03/inputdata/SEAA

输出结果目录： /data/luoyong/H03/product/SEAA

模块目录：

算法脚本目录： /data/luoyong/H03/algorithm/SEAA/\${模块缩写}

输入数据目录： /data/luoyong/H03/inputdata/SEAA/\${模块缩写}

输出结果目录： /data/luoyong/H03/product/SEAA/\${模块缩写}

目录结构

脚本文件

参数设置

命令提交

运行过程

结果查看

模块	缩写
海浪危险性分析模块	WAVE
风暴潮危险性分析模块	STID
海冰危险性分析模块	SICE
海平面变化速率分析模块	LEVL

海岸带灾害风险模拟分析子系统

各模块运行脚本：

目录结构

脚本文件

参数设置

命令提交

运行过程

结果查看

提交脚本：run_`\${模块缩写}.sh

主程序脚本：`\${模块缩写}_runmatlab.sh

```
#!/bin/bash
#source ~/.bashrc
# 判断是否传递用户配置参数文件,不存在则终止程序
if [ -z $1 ];then
    echo "未输入参数配置文件userconfig.json"
    exit 1
fi
# 程序记录开始时间
starttime=$(date '+%Y-%m-%d %H:%M:%S')
MODULE="LEVL"
MODULENAME="海平面变化速率分析"
#接收日志文件输出路径
log_file=$(cat $1 | jq .algorithmLogFile -r)
json_file=$(cat $1 | jq .resultJsonFile -r)
flow_file=$(cat $1 | jq .algorithmFlowFile -r)
#检查日志和json文件是否存在,存在则删除
if [ -f $log_file ];then
    rm $log_file
fi
if [ -f $json_file ];then
    rm $json_file
fi
if [ -f $flow_file ];then
    rm $flow_file
fi
```

```
#!/bin/bash
#source ~/.bashrc
obsdatadir=${inputDataDir}
productdir=${productDir}
strtyear=${analyseStrtYear}
endyear=${analyseEndYear}

bash /opt/matlab/bin/matlab -nodesktop -nosplash -r "addpath(genpath('/data/luoyong/H03/algorithm/SEAA/mfiles'));starty=$strtyear;endy=$endyear;inputdir='$obsdatadir';outdir='$productdir';sealevel;quit;exit;"

bash /opt/matlab/bin/matlab -nodesktop -nosplash -r "addpath(genpath('/data/luoyong/H03/algorithm/SEAA/mfiles'));starty=$strtyear;endy=$endyear;inputdir='$obsdatadir';outdir='$productdir';sealevel_everymonth;quit;exit;"
```

海岸带灾害风险模拟分析子系统

参数文件： useconfig.json

目录结构

脚本文件

参数设置

命令提交

运行过程

结果查看

```
{  
  "analyseStrtYear": 1993,  
  "analyseEndYear": 2019,  
  "modelNum": 1,  
  "modelName": "HadGEM2-ES",  
  "modelProject": "CMIP5",  
  "modelMip": "Amon",  
  "modelExp": "rcp45",  
  "modelEnsemble": "r1i1p1f1",  
  "modelGrid": "gn",  
  "modelDataDir": "/data/luoyong/H03/inputdata/common_data/",  
  "inputDataDir": "/data/luoyong/H03/inputdata/SEAA/LEVL/",  
  "productDir": "/data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/",  
  "resultJsonFile": "/data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/output.json",  
  "algorithmLogFile": "/data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/output.log",  
  "algorithmFlowFile": "/data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/outputFlow.json"  
}
```

参数名称	参数描述
analyseStrtYear	分析起始年
analyseEndYear	分析终止年
modelName	输入模式数据集名
modelProject	耦合模式计划类型
modelMip	模式时间频率
modelExp	耦合模式比较计划试验
modelEnsemble	耦合模式比较计划集合
modelGrid	耦合模式比较格点标签
modelDataDir	模式数据目录
inputDataDir	输入数据目录
productDir	输出目录
resultJsonFile	输出结果json
algorithmLogFile	输出日志json
algorithmFlowFile	输出流程json

海岸带灾害风险模拟分析子系统

目录结构

脚本文件

参数设置

命令提交

运行过程

结果查看

分析模块运行提交：

```
bash run_${模块缩写}.sh useconfig.json
```

海岸带灾害风险模拟分析子系统

分析模块运行：

目录结构

作业查看： `squeue`

脚本文件

屏幕实时打印结果

参数设置

```
(bdfx) [luoyong@login01 LEVL]$ bash run_LEVL.sh userconfig.json
```

```
2022-05-25 13:45:58 : 主程序初始化
```

```
2022-05-25 13:45:59 : 完成参数解析
```

```
2022-05-25 13:45:59 : 执行主程序算法 LEVL_runmatlab.sh
```

命令提交

```
2022-05-25 13:47:13 : 主程序算法 LEVL_runmatlab.sh 执行完毕,耗时1m14.395s
```

```
2022-05-25 13:47:13 : 输出产品路径
```

```
2022-05-25 13:47:13 : 输出json路径 /data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/output.json
```

运行过程

```
2022-05-25 13:47:13 : 输出日志路径 /data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/output.log
```

```
2022-05-25 13:47:13 : 输出算法执行流程路径 /data/luoyong/H03/product/SEAA/LEVL/outputFlow.json
```

结果查看

```
(bdfx) [luoyong@login01 LEVL]$ bash run_LEVL.sh userconfig.json
```

```
2022-05-25 13:48:42 : 主程序初始化
```

```
2022-05-25 13:48:42 : 完成参数解析
```

```
2022-05-25 13:48:42 : 执行主程序算法 LEVL_runmatlab.sh
```

```
2022-05-25 13:51:36 : 主程序算法 LEVL_runmatlab.sh 执行失败,错误详见/data/luoyong/H03/algorithm/SEAA/LEVL/LEVL_runmatlab.log
```

海岸带灾害风险模拟分析子系统

目录结构

脚本文件

参数设置

命令提交

运行过程

结果查看

分析模块运行结果：

- (1) 系统四 VirealQuick 工具
- (2) ncvview 或者其他NetCDF格式文件查看工具
- (3) 专题图直接查看

