

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 0273.3—××××

海洋灾害风险评估和区划技术导则

第3部分：海啸

Technical directives for risk assessment and zoning of marine disaster

—Part 3: Tsunami

(报批稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 发布

# 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 工作原则.....	2
4.1 综合性.....	2
4.2 可靠性.....	2
4.3 一致性.....	2
4.4 分尺度.....	2
5 国家尺度评估与区划.....	3
5.1 资料搜集.....	3
5.2 潜在地震海啸源确定.....	3
5.3 模型建立.....	4
5.4 模型验证.....	4
5.5 海啸数值模拟计算.....	4
5.6 海啸灾害危险评估和区划.....	4
5.7 成果制图.....	5
5.8 评估报告编制.....	5
6 省尺度评估与区划.....	5
6.1 资料搜集.....	5
6.2 模型建立.....	5
6.3 海啸危险性评估与区划.....	6
6.4 承灾体脆弱性评估.....	6
6.5 海啸灾害风险评估.....	6
6.6 海啸灾害风险区划.....	6
6.7 成果制图.....	6
6.8 评估报告编制.....	6
7 市（县）尺度评估与区划.....	7
7.1 资料收集与补充调查.....	7
7.2 潜在海啸源确定.....	7
7.3 模型建立.....	7
7.4 模型验证.....	8
7.5 海啸数值计算.....	8
7.6 海啸风险评估和区划.....	8
7.7 海啸淹没风险和应急疏散分析.....	9
7.8 成果制图.....	9
7.9 评估报告编制.....	10
8 成果管理.....	10
8.1 审查与验收.....	10

8.2 成果汇总与管理.....10

8.3 更新..... 10

附录 A（资料性附录）OKADA 位错模型.....11

附录 B（资料性附录）海啸数值模型.....12

附录 C（规范性附录）海啸灾害风险评估和区划技术报告格式要求..... 14

附录 D（规范性附录）土地利用、重要及易发次生灾害承灾体脆弱性关系参考表..... 15

附录 E（规范性附录）海啸灾害淹没风险图和应急疏散图编制说明..... 18

参 考 文 献.....20

# 前 言

HY/T 0273《海洋灾害风险评估和区划技术导则》分为五个部分：

—第1部分：风暴潮；

—第2部分：海浪；

—第3部分：海啸；

—第4部分：海冰；

—第5部分：海平面上升。

本部分为HY/T 0273的第3部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC283）归口。

本部分起草单位：国家海洋环境预报中心、浙江省海洋监测预报中心。

本部分主要起草人：于福江、侯京明、原野、赵联大、王培涛、吴玮、车助镁、高义、王君成。



# 海洋灾害风险评估和区划技术导则 第3部分：海啸

## 1 范围

HY/T273的本部分规定了海啸灾害风险评估和区划的工作原则、技术方法以及成果管理等。  
本部分适用于海啸灾害风险评估和区划工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 21010—2017 土地利用现状分类

HY/T 058 海洋调查观测监测档案业务规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**海啸 tsunami**

由海底地震、火山喷发或水下塌陷和滑坡等所激起的长波形成的来势凶猛且危害极大的巨浪。

注：改写GB/T 15920—2010，定义2.5.60。

### 3.2

**局地海啸 local tsunami**

海啸源距离受海啸破坏性影响的区域约100km以内的海啸。

### 3.3

**区域海啸 regional tsunami**

海啸源距离受海啸影响的区域约1000km以内的海啸。

### 3.4

**越洋海啸 ocean-wide tsunami**

**远距海啸**

海啸源距离受海啸影响的区域超过1000km的海啸。

### 3.5

**传播时间 travel time**

海啸首波从海啸源传播到海岸固定点所需的时间。

### 3.6

**传播时间图 travel time map**

显示海啸传播等时线的图。

### 3.7

**预计到达时间 estimated time of arrival, ETA**

海啸首波从海啸源到达受影响沿岸固定地点的时间。

### 3.8

**海啸灾害承灾体 exposure of tsunami disaster**

直接受到海啸灾害影响和损害的人类及其活动所在的社会与各种资源的集合，包括沿海人口、房屋、农作物及其他植被、养殖区、船舶航运、堤防、港口码头及其他工程设施等。

[GB/T 26376—2010，定义3.1.3]

### 3.9

**海啸灾害危险性 hazard of tsunami disaster**

某海岸区域可能遭受某特定规模海啸袭击的可能性及影响程度。

注：包括海啸波幅、淹没范围和深度以及强流等致灾因素的影响。

3.10

**脆弱性 vulnerability**

社会系统应对海啸灾害的能力和遭受灾害的可能性。

注：包括社会脆弱性和物理脆弱性。

3.11

**海啸灾害风险 tsunami risk**

某一特定海岸线遭受海啸袭击的可能性及其造成的后果。

3.12

**灾害风险评估 risk assessment**

对可能发生的灾害及其造成的后果进行评定和估计。

[GB/T 26376—2010, 定义4.8]

3.13

**海啸源 tsunami source**

生成海啸的点或区域，通常是在发生地震、火山喷发、滑坡等并造成大规模快速的水体变形导致海啸的区域。

3.14

**海啸波幅 tsunami amplitude**

海啸波峰（波谷）和未受扰动海面水位高度之差的绝对值。

3.15

**潜在震源区 potential seismic source zone**

未来可能发生破坏性地震的地区。

[GB17741—2005, 定义3.14]

3.16

**震级上限 upper limit magnitude**

地震危险性概率分析中，地震带或潜在震源区内可能发生的最大地震的震级极限值。

[GB17741—2005, 定义3.18]

**4 工作原则**

**4.1 综合性**

综合考虑海啸灾害风险的自然过程、社会经济状况、成灾机制及行政边界等特点，综合评估海啸灾害损失发生的可能性及其不确定性，开展海啸灾害风险综合区划。

**4.2 可靠性**

对资料来源、数据精度及数据质量等有明确的描述，数据通过质量控制审核；对不同来源的资料应进行标准化或归一化；技术方法应采用历史资料或现场观测进行验证，保证评估精度。

**4.3 一致性**

同一尺度的海啸灾害评估区划工作所采用的评估方法应具有一致性，且不同尺度评估结果应具有总体一致性，评估结果应方便实用。

**4.4 分尺度**

分为国家尺度、省、市（县）尺度，各尺度的评估目的、评估要素、评估方法以及评估成果等应有区分而又相互衔接。

## 5 国家尺度评估与区划

### 5.1 资料搜集

#### 5.1.1 基础地理数据

全国1:1000000基础地理信息数据，包括县一级（含）以上行政界线、全国水系（入海河流3级）、重要居民点（省会城市、直辖市及沿海重要城市）、交通（铁路、高速公路、国道、沿海机场）、地貌以及岛屿、礁石、海洋注记等要素。

#### 5.1.2 海底地形和岸线数据

中国近海海底地形数据(分辨率2′)，全国沿海岸线分布。

#### 5.1.3 地震源信息资料

中国近海海啸历史资料、近现代地震信息资料；全球海底地震数据库和历史资料，重大海啸地震震源机制解资料。地震资料收集与目录编制应符合以下要求：

- a) 根据国际地震权威机构和组织、国内地震部门正式公布的地震目录和地震报告，收集相关的地震资料；
- b) 历史地震资料应包括区域内自有地震记载以来的最重要的破坏性地震事件；
- c) 主要地震参数包括：地震事件基本描述以及震中位置、发震时间、震源深度、震级、发震断层长度、宽度、滑动角、走向角、倾角、断层滑动量等。

#### 5.1.4 海啸波观测资料

在海啸影响期间的潮位站或海啸浮标连续时间序列海啸波观测资料。

### 5.2 潜在地震海啸源确定

潜在地震海啸源确定应符合以下要求：

#### a) 海底地震活动时空特征的分析：

- 1) 地震的空间分布特征；
- 2) 震源深度分布特征，区分出浅源和深源地震；
- 3) 地震活动时间分布特征；
- 4) 强震（区域5.5级以上，越洋7级以上）震源机制解分布和特征统计；

#### b) 确定潜在海啸源位置和最大震级：

根据海底断层地质构造确定潜在海啸源，潜在海啸源应覆盖越洋海啸、区域海啸和局地海啸。统计分析全球及区域历史地震数据库及有关资料，确定可能影响评估区域的典型地震的震中位置。应依据地震活动和地质构造特征等对活动断层进行分段，遵循历史重演和构造类比原则，逐段确定发震构造和潜在震级上限。对历史地震资料丰富的区域，宜系统整理地震带内历史地震的最大震级和地震构造特征，评估区域俯冲带的震级上限。

#### c) 确定计算所需的其他震源相关参数：



分析发震构造和震源机制参数的统计结果，确定海啸数值模型所需的震源参数，应包括潜在震源经度、纬度、震级上限、深度、走向角、滑动角、倾角。考虑极端情况下级联破裂的可能性，给出级联破裂源的划分结果及破裂参数。

5.3 模型建立

5.3.1 海啸初始场计算

海啸初始场计算是利用海床位移量来估算地震引起的初始水面高度，为海啸数值模型提供初始条件。前提假定条件是地震发生错动的过程是一个很短的冲击过程，可能发生在数秒内，水面变动与地震引起的地层错动同时发生，忽略断层破裂的复杂性、错位的多向性和破裂层厚度可变性。弹性错移断层模型参见附录A。

5.3.2 海啸数值模型建立

根据海啸风险评估需求，建立数值计算模型。确定模型计算的区域范围、空间网格、时间步长等参数，为模型准备必要的水深、地形等基础数据。国家尺度数值模型空间分辨率应达到6'。

海啸模型利用水动力学长波理论模拟在海洋中传播的海啸波动。海啸波传播至近岸地区时，海啸波传播特征相对于大洋传播将发生一系列变化，其主要表现为非线性效应、底摩擦效应逐步增强，对于浅水和可能发生海水淹没区域，应利用包含非线性、底摩擦项和对流项的水动力方程来模拟海啸波的传播。在海啸数值建模时，应对方程类型、底摩擦等项进行设置。海啸数值计算模型参见附录B。

5.4 模型验证

利用海啸数值模型对历史地震海啸过程进行数值计算，将计算得到的海啸波幅和海啸淹水范围与历史记录进行对比，分析数值计算方法的准确度，确保所得评估结果的合理性。对于历史地震应保证有完整可信的海啸波幅和淹水范围记录。

检验指标：历史个例检验不应小于5个，站点应具有空间代表性，历史过程站点最大海啸波幅平均误差不应大于15%。

5.5 海啸数值模拟计算

确定海啸数值计算的区域，区域应涵盖我国近海海域。根据计算需求，合理配置计算网格分辨率和时间步长，以保证计算效率与精度的平衡。采用选定的地震参数计算地震海啸初始位移场，利用建立的海啸数值模型对评估区域进行计算，通过数值计算获得海啸风险评估和区划所需的最大海啸波幅分布。空间分辨率应符合国家、省和市（县）尺度建模要求。

5.6 海啸灾害危险评估和区划

5.6.1 海啸灾害危险性评估

海啸灾害危险性依据最大海啸波幅大小分为4级，见表1。其中Ⅰ级为最高，代表该海啸致灾强度最大；Ⅳ级为最低。

国家尺度以县为基本单元，选取评估单元内所有岸段在各种地震海啸源场景下出现的最大波幅值，根据表1列出的指标进行海啸危险性等级划分。

表1 海啸灾害危险性等级划分标准

等级	最大波幅（m）	潜在影响
Ⅰ	(3.0,+∞)	大范围淹没

II	(1.0, 3.0]	局部淹没
III	(0.3, 1.0]	无淹没
IV	(0,0.3]	无威胁

5.6.2 海啸灾害危险性区划

根据表1将海啸灾害危险性区划分为高危险区（Ⅰ级）、较高危险区（Ⅱ级）、较低危险区（Ⅲ级）、低危险区（Ⅳ级）四级。危险性区划以县为基本单元，基于沿海岸段危险性等级分布，原则上选取所有岸段中的最高危险等级作为该单元区划危险性等级。

5.7 成果制图

国家尺度海啸灾害危险评估和区划图集包括：

- a) 全国海啸灾害危险性等级分布图（各地震海啸源情景集成）。以岸段为单元，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征各岸段危险性等级大小；
- b) 全国海啸灾害危险性区划图（各地震海啸源情景集成）。以沿海县级行政区为单元，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征沿海各县危险性等级大小。

5.8 评估报告编制

编制国家尺度海啸灾害危险评估与区划技术报告，报告的内容和格式见附录C。

6 省尺度评估与区划

6.1 资料搜集

6.1.1 基础地理数据

评估区域最新基础地理数据，主要包括水系（入海河流5级）、居民点（省会城市、直辖市、地级市、县、乡镇）、交通（铁路、高速公路、国道、省道、机场）、境界线（国界、省界、市界、县界、乡镇界）、管线以及地貌等要素，基础地理信息比例尺不应低于1：250 000。

6.1.2 海底地形和岸线数据

反映现状的近岸海域海底地形或水深资料，重点区域分辨率不应大于1'，全省沿海岸线分布。

6.1.3 地震源信息资料

应符合5.1.3规定。

6.1.4 海啸波观测资料

在海啸影响期间的潮位站或海啸浮标连续时间序列海啸波观测资料。

6.1.5 社会经济资料

应收集评估区域近5年内最新的社会经济资料，收集内容包括：

- a) 社会经济统计资料，包括乡镇人口、GDP分布等社会概况；
- b) 土地利用及其分布资料，所收集土地利用数据分类应符合GB/T 21010-2017要求。

6.2 模型建立

HY/T 0273.3—××××  
应符合5.3规定。省尺度数值模型空间分辨率应达到1'。

6.3 海啸危险性评估与区划

省尺度海啸灾害危险评估采用以沿海乡镇作为基本评估单元。  
省尺度海啸灾害危险评估技术路线见5.2至5.6。

6.4 承灾体脆弱性评估

以土地利用现状一级类区块单元作为脆弱性评估空间单元，根据附录D中表D.1确定一级类空间单元的脆弱性等级。根据不同一级土地利用类型斑块所占面积比例或重要承灾体等级确定沿海乡镇脆弱性等级。若评估单元内有重要的承灾体，或者有因海啸灾害产生严重次生灾害的承灾体，根据附录D中表D.2调整评估单元脆弱性等级。

6.5 海啸灾害风险评估

以乡镇为单元，选取单元内危险性最高等级岸段为该单元危险性等级，基于海啸灾害危险性等级和脆弱性等级评估结果，依据表2确定评估单元风险等级。

表 2 海啸灾害风险、危险性、脆弱性等级对应关系表

危险性	脆弱性			
	低（Ⅳ级） 值域[0.1,0.3]	较低（Ⅲ级） 值域(0.3,0.5]	较高（Ⅱ级） 值域（0.5,0.8]	高（Ⅰ级） 值域（0.8,1]
低 （Ⅳ级）	低风险 （Ⅳ级）	低风险 （Ⅳ级）	较低风险 （Ⅲ级）	较低风险 （Ⅲ级）
较低 （Ⅲ级）	低风险 （Ⅳ级）	较低风险 （Ⅲ级）	较高风险 （Ⅱ级）	较高风险 （Ⅱ级）
较高 （Ⅱ级）	较低风险 （Ⅲ级）	较高风险 （Ⅱ级）	较高风险 （Ⅱ级）	高风险 （Ⅰ级）
高 （Ⅰ级）	较低风险 （Ⅲ级）	较高风险 （Ⅱ级）	高风险 （Ⅰ级）	高风险 （Ⅰ级）

6.6 海啸灾害风险区划

依据风险评价结果，以沿海乡镇为基本单元，将海啸灾害风险区划分为高风险区（Ⅰ级）、较高风险区（Ⅱ级）、较低风险区（Ⅲ级）、低风险区（Ⅳ级）四级。

6.7 成果制图

省尺度海啸灾害风险评估和区划图集包括：

- a) 省尺度沿海海啸灾害危险性等级分布图。以岸段为单元，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征各岸段海啸灾害综合危险性等级大小；
- b) 省尺度沿海海啸灾害脆弱性等级分布图。以土地利用一级分类区块为单元，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征省域沿海海啸灾害脆弱性等级大小；
- c) 省尺度沿海海啸灾害风险区划图。以沿海乡镇级行政区为单元，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征沿海各乡镇级行政单元风险等级大小，以行政区内岸段的最大值作为本行政区的评估级别。

6.8 评估报告编制

编制省尺度海啸灾害风险评估与区划技术报告，报告的内容和格式见附录C。

## 7 市（县）尺度评估与区划

### 7.1 资料收集与补充调查

#### 7.1.1 基础地理数据

基础地理数据主要包括数字高程模型（DEM）、数字线划图（DLG）、数字正射影像图（DOM）等。上述数据精度应满足市（县）尺度风险评估的需求，数据分辨率不大于50 m。服务于政府的灾害风险管理、土地利用规划以及公众应急疏散撤离等用途的基础地理数据的比例尺不低于1:10000，高程数据均换算至国家85高程基面上。

对基础数据不完整或者不能满足精度要求的区域，应通过实地调查的方式取得数据，特别是关键地点诸如河道入海口、涵洞、水闸或地势低洼处等应进行实地测量，最大程度保证数据的完整性和精度。

#### 7.1.2 海底地形和岸线数据

市（县）一级最新岸线和海底地形测量等有关数据，数据分辨率不大于50m。

#### 7.1.3 社会经济数据

市（县）辖区内各乡镇和村级人口分布、GDP等社会概况；农业、工矿企业、交通、能源、通信等行业规模及企业数；沿海工程信息、产业布局、土地利用类型和主要海上经济活动等。土地利用类型分类按照GB/T 21010-2017的要求分类。

#### 7.1.4 重要及敏感承灾体数据

评估区域内学校、医院、电厂、石油石化企业、沿海重点防护工程、动力设施、重要通讯及交通线（等级及非等级公路、铁路、桥梁等）等；村级以上人口居民点、避灾点（包括避灾点位置、避灾点规模、可容纳居民人数等）和防灾物资储备基地；其他可能导致重大环境事故和次生灾害的敏感设施。

#### 7.1.5 防御能力资料

沿海海堤、防潮闸、泵站工程等海洋灾害防御能力资料，主要包括海堤的位置、堤防结构和材料、高程、护面结构、消浪设施、实际防御标准、设计防御标准、保护对象等。海堤高程精度应满足淹没数值计算需求，数据分辨率不应大于50m。

#### 7.1.6 地震源信息资料

应符合5.1.3规定。

#### 7.1.7 海啸波波动序列资料

应符合5.1.4规定。

### 7.2 潜在海啸源确定

应符合5.2规定。

### 7.3 模型建立

#### 7.3.1 海啸初始场计算

市（县）尺度海啸计算所需的初始场可直接利用国家尺度的数值计算结果。初始场的计算见5.3.1。

7.3.2 海啸数值模型参数

建立海啸淹没数值计算模型，近岸分辨率不应大于50m。确定模型计算的区域范围、空间网格、时间步长等参数。模型可选用基于正交网格（具备网格嵌套能力）或非结构网格的海啸数值模型。模型参数确定应符合以下要求：

a) 陆地地表粗糙度

不同土地利用类型及其设施对海啸波动的影响可利用格点平均粗糙度体现，具体采用曼宁系数, 见表3。

表 3 曼宁系数

土地使用用途	曼宁系数
居民区	0.04~0.08
工业区	0.04
农田	0.025
森林	0.03
水	0.02
其它（空闲土地，绿地等）	0.02

b) 网格分辨率

考虑局地微地形的影响，选择网格分辨率。近岸网格分辨率一般不宜大于50m。

c) 河流地形边界条件

海啸模拟中，河流地形（如流域和河床高程）和河岸高程必须格点化后体现在海啸计算网格中。

d) 天文潮

选择参考验潮站未来19年月最高高潮位的平均作为天文潮位，表征海啸波和天文潮高潮位叠加后导致的淹水范围。

e) 防潮、防波等岸防设施

确定岸防设施边界条件，设置海啸防御设施等边界条件，如防波堤、海闸等。防御设施在模型中所设置的状态应考虑到最坏的可能性，即最大可能淹没范围出现。但对于具有防震等级的、可在海啸来临之前关闭的岸防设施，或平常处于关闭的设施，模型中宜设置为关闭。

7.4 模型验证

见5.4规定。

7.5 海啸数值计算

确定海啸数值计算的区域，计算区域应涵盖评估市（县）的陆域和海域。配置计算网格分辨率和时间步长；利用选定的地震参数计算地震海啸初始位移场；利用建立的海啸淹没数值模型对评估区域进行淹没计算，获得海啸风险评估和区划所需的海啸淹没范围、淹没深度等信息。海啸波在近岸传播和淹没过程中，其流速与该区域岸形、地形等因素有密切关系，模型应输出海啸波致流速。

7.6 海啸风险评估和区划

7.6.1 海啸灾害淹没危险性评估

海啸灾害淹没危险性依据海啸淹没深度或淹没区域内海啸流速分为4级，见表4。

表 4 海啸灾害淹没危险性等级划分标准

等级（H）	淹没深度（m）	流速（m/s）
I	(3.0, +∞)	(3.0, +∞)
II	(1.2, 3.0]	(1.5, 3.0]
III	(0.5, 1.2]	(0.5, 1.5]
IV	(0.0, 0.5]	(0.0, 0.5]

7.6.2 承灾体脆弱性评估

以土地利用现状二级类区块单元作为脆弱性评估空间单元，根据附录D中表D.1确定二级类空间单元的脆弱性等级。根据不同二级土地利用类型斑块所占面积比例确定社区（村）脆弱性等级。若评估单元内有重要的承灾体，或者有因海啸灾害产生严重次生灾害的承灾体，根据附录D中表D.2调整评估单元脆弱性等级。

7.6.3 海啸灾害风险分析

依据研究区域内的海啸危险性和脆弱性分析结果，依据表2确定评估单元风险等级。

7.6.4 海啸灾害风险区划

依据风险评价结果，以沿海社区（村）为基本单元，将海啸灾害风险区划分为高风险区（I级）、较高风险区（II级）、较低风险区（III级）、低风险区（IV级）四级。

7.7 海啸淹没风险和应急疏散分析

以风险评价的栅格评估结果为基础，以社区（村）为区划单元，选取区划单元内栅格的最高等级为风险区划等级进行分析。风险图中应明确标示致灾因子强度、范围和重要承灾体分布情况（见附录E）。

应急疏散是用于灾害期间人群的紧急疏散。以受灾害影响的沿海乡镇（街道）为单元，结合避灾点分布，根据预计到达时间，确定以水平疏散或垂直疏散方式选取避灾点。对可能最大海啸淹没情景下的避灾点进行适用性评价，规划可行的最优疏散路径。针对各个可能受海啸灾害影响的乡镇（街道）制作大比例尺应急疏散图，比例尺原则应达到1:10000，资料允许情况下应达到1:5000。应急疏散图制作说明见附录E。

7.8 成果制图

市（县）尺度海啸灾害风险评估和区划图集包括：

- a) 可能最大海啸淹没范围及水深分布图。以计算网格为单元，用某色系渐变色标识表征评估区域最严重海啸灾害情景下被淹没范围及水深分布；
- b) 不同震源情景海啸淹没范围及水深分布图。以计算网格为单元，用某色系渐变色标识表征评估区域内不同等级强度海啸情景下被淹没范围及水深分布；
- c) 危险性评估图。基于可能最大淹没范围及水深分布，以计算网格为单元，用红（I级）、橙（II级）、黄（III级）、蓝（IV级）四色标识淹没区内危险性等级大小；
- d) 脆弱性评估图。以计算网格为单元，用红（I级）、橙（II级）、黄（III级）、蓝（IV级）四色标识表征评估区域内海啸灾害脆弱性等级大小；
- e) 风险评估图。以计算网格为单元，用红（I级）、橙（II级）、黄（III级）、蓝（IV级）四色标识表征评估区域可能淹没地区的风险等级大小；

f) 风险区划图。以社区（村）行政区为单元，用红（I级）、橙（II级）、黄（III级）、蓝（IV级）四色标识表征评估区域内可能淹没社区（村）行政单元的风险等级大小；

g) 应急疏散图。图中应突出避灾点、疏散路径、交通路线等要素。疏散图幅面是以街道、社区区划单元为基准。疏散挂图的幅面一般以A0或更大幅面，疏散图集以A3幅面为基准。

## 7.9 评估报告编制

编制市（县）尺度海啸灾害风险评估与区划技术报告，报告的内容和格式见附录C。

## 8 成果管理

### 8.1 审查与验收

海啸灾害风险评估和区划成果应通过专家组的技术审查和验收，专家组应由相关领域技术专家和涉灾部门管理人员组成。

### 8.2 成果汇总与管理

应对海啸灾害风险评估工作全过程中的原始资料、分析结果、技术报告与风险图等成果资料进行汇总整编，并按照HY/T058的要求进行归档。

### 8.3 更新

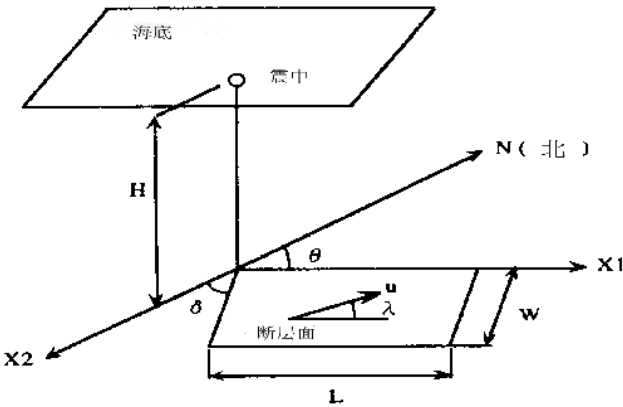
海啸灾害风险评估和区划应根据自然环境变化、社会经济发展、关键技术创新等适时进行更新，更新周期一般为5年；当评估区域内环境或经济发生重大变化应及时重新评估。

附录 A

(资料性附录)

OKADA 位错模型

OKADA 位错模型根据弹性有限断层理论，假设在半无限弹性平面中存在一个矩形断层，该断层被理想化地表示为地震发生时两个构造板块的撞击接触。断层面的滑动引起了半无限介质的变形，即被认为是地震引发了海底运动。海啸的产生是由地震引发的海底运动引起的。在 OKADA 模型中，模拟这一运动一般需要多个参数，图 A.1 是海底断层参数图。



- 图中参数说明：
- $H$ ——震源深度；
  - $L$ ——断层长度；
  - $W$ ——断层宽度；
  - $\theta$ ——断层走向角；
  - $\delta$ ——断层倾斜角；
  - $u$ ——断层滑动距离；
  - $\lambda$ ——断层滑动角度。

图 A. 1 海底断层参数图

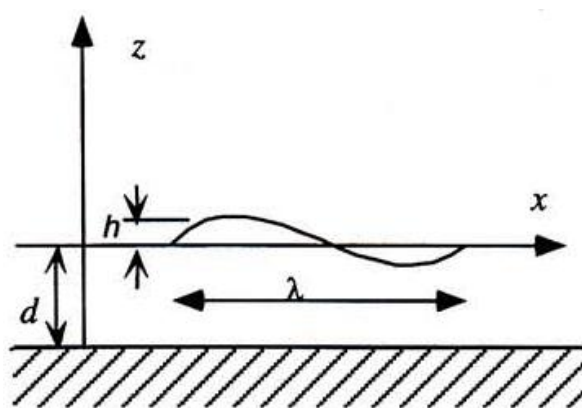


## 附录 B

## (资料性附录)

## 海啸数值模型

海啸危险分析一般用数值方程来计算。数值方程组主要包括浅水方程、布辛尼斯克方程和纳维-斯托克斯方程等。海啸波是一种长波，其数百公里的波长比大洋水深要大得多。数值模型能够模拟海啸从产生、传播到爬高的整个过程。浅水理论假设，相对于重力加速度，水粒子垂直方向的运动可以忽略不计，因此水粒子垂直方向上的运动对于压力分布没有影响，流体处于流体静力平衡状态；在垂直方向上，流体的运动速度采用平均速度。海啸灾害风险评估宜使用 COMCOT、GEOCLAW 等海啸数值模型。海啸波动特征见图 B.1。



图中参数说明：

$\lambda$ ——海啸波长；

$h$ ——海啸波幅；

$d$ ——水深。

图 B.1 海啸波形图

基于以上假设，浅水方程可表示为：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial [u(h + \eta)]}{\partial x} + \frac{\partial [v(h + \eta)]}{\partial y} = 0 \quad \text{..... (B.1)}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_x}{\rho} = 0 \quad \text{..... (B.2)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\tau_y}{\rho} = 0 \quad \text{..... (B.3)}$$

其中，公式 (B.1) 为连续方程（质量守恒方程），公式 (B.2)、(B.3) 为运动方程（动量守恒方程）。

式中：

$x$ ——横向坐标；

$y$ ——纵向坐标；

$t$ ——时间，单位为秒 (s)；

$h$ ——静止水深，单位为米 (m)；

$\eta$  —水位变化，单位为米（m）；  
 $u$  — $x$  方向上水的流速，单位为米每秒（m/s）；  
 $v$  — $y$  方向上水的流速，单位为米每秒（m/s）；  
 $g$  —重力加速度；  
 $\tau_x/\rho$ — $x$  方向上的底摩擦力；  
 $\tau_y/\rho$  — $y$  方向上的底摩擦力。  
底摩擦力可表示为以下形式：

$$\frac{\tau_x}{\rho} = \frac{1}{2g} \frac{f}{D} u \sqrt{u^2 + v^2} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\frac{\tau_y}{\rho} = \frac{1}{2g} \frac{f}{D} v \sqrt{u^2 + v^2} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：  
 $D$  —总水深（ $D=h+\eta$ ）；  
 $f$  —为摩擦系数；  
摩擦系数  $f$  与曼宁系数  $n$  有如下关系：

$$n = \sqrt{\frac{f D^{1/3}}{2 g}} \dots\dots\dots (B.6)$$

## 附录 C

### （规范性附录）

#### 海啸灾害风险评估和区划技术报告格式要求

##### C.1 封面

封面书写内容包括：

- 报告名称；
- 委托单位名称；
- 承担单位名称（盖章）；
- 报告编制日期。

##### C.2 封二

封二应书写内容包括：

- 承担单位负责人；
- 任务负责人；
- 技术负责人；
- 报告编写人员；
- 主要参与人员；
- 审核人员。

##### C.3 目录

报告应有目录页，置于前言之前。

##### C.4 前言

前言包括任务来源、任务工作背景、工作内容和主要成果等。

##### C.5 正文

技术报告正文编写内容大纲如下：

- 第1章“评估区域概况”，内容包括自然环境概述、区域社会经济概况及发展规划等；
- 第2章“资料收集整理”，内容包括自然因子、防御能力、基础地理、历史海啸资料、社会经济等资料的收集整理情况统计描述；
- 第3章“技术路线和评估流程”，内容包括海啸灾害风险评估采用的技术路线、模型建立和检验等内容；
- 第4章“海啸灾害危险性评估分析”，内容包括评估区域海啸危险性评估结果和分析；
- 第5章“脆弱性评估分析”，内容包括评估区域脆弱性评价方法及评价结果分析；
- 第6章“海啸灾害风险评估和区划”，内容包括评估区域风险评估和区划方法及结果分析；
- 第7章“海啸灾害应急疏散图编制”，内容包括应急疏散图编制方法、编制流程及疏散路径分析等；
- 第8章“对策与建议”；内容包括根据评估区域海啸风险评估和区划不同等级结果，基于评估区域目前防灾减灾现状，考虑如何减轻灾害风险，从监测预警预报能力、应急处置与救援救助能力、灾害风险转移能力等方面提出相应的对策建议；

注：不同尺度海啸灾害风险评估和区划内容可根据导则技术要求对上述章节进行删减。

##### C.6 封底

印刷版报告宜有封底。封底可放置任务承担单位的名称和地址或其他相关信息，也可为空白页。

##### C.7 报告格式

报告文本外形尺寸为A4（210mm×297mm）。

附录 D

（规范性附录）

土地利用、重要及易发次生灾害承灾体脆弱性关系参考表

土地利用现状分类按照 GB/T 21010—2017 的要求分类。

表 D.1 给出了土地利用现状与脆弱性等级范围的对应关系，表 D.2 给出了重要海啸灾害承灾体脆弱性等级。

表 D.1 土地利用现状分类与脆弱性等级范围对应关系

土地利用现状一级类			土地利用现状二级类			脆弱性等级
编码	名称	脆弱性范围	编码	名称	脆弱性范围	
01	耕地	0.1~0.2	011	水田	0.1	IV
			012	水浇地	0.2	IV
			013	旱地	0.2	IV
02	园地	0.1~0.3	021	果园	0.3	IV
			022	茶园	0.2	IV
			023	其他园地	0.1	IV
03	林地	0.1	031	有林地	0.1	IV
			032	灌木林地	0.1	IV
			033	其他林地	0.1	IV
04	草地	0.1	041	天然牧草地	0.1	IV
			042	人工牧草地	0.1	IV
			043	其他草地	0.1	IV
05	商服用地	0.6~1	051	批发零售用地	0.6~1	II~I
			052	住宿餐饮用地	0.9~1	I
			053	商务金融用地	0.8	II
			054	其他商服用地	0.6~1	II~I
06	工矿仓储用地	0.6~1	061	工业用地	0.6~1	II~I
			062	采矿用地	0.6~0.9	II~I
			063	盐田	0.6~0.9	II~I
			064	仓储用地	0.6~0.9	II~I
07	住宅用地	1	071	城镇住宅用地	1	I
			072	农村宅基地	1	I
08	公共管理与公共服务用地	0.4~1	081	机关团体用地	1	I
			082	新闻出版用地	0.8	II
			083	科教用地	1	I
			084	医卫慈善用地	1	I
			085	文体娱乐用地	0.6	II
			086	公共设施用地	0.7~0.9	II~I
			087	公园与绿地	0.4	III
09	特殊用地	0.5~1	091	军事设施用地	--	--
			092	使领馆用地	1	I
			093	监教场所用地	1	I

			094	宗教用地	1	I
			095	殡葬用地	0.5	III
			096	风景名胜设施用地	0.5	III
10	交通运输用地	0.6~1	101	铁路用地	0.6~0.9	II~I
			102	公路用地	0.6~0.8	II
			103	街巷用地	0.7~1	II~I
			104	农村道路	0.6	II
			105	机场用地	0.8~1	II~I
			106	港口码头用地	0.6~1	II~I
			107	管道运输用地	0.6~1	II~I
11	水域及水利设施用地	0.1~0.8	111	河流水面	0.1	IV
			112	湖泊水面	0.1	IV
			113	水库水面	0.2	IV
			114	坑塘水面	0.3	IV
			115	沿海滩涂 (注: 不包括滩涂农用地)	0.1	IV
			116	内陆滩涂	0.1	IV
			117	沟渠	0.1	IV
			118	沼泽地	0.5~0.8	III~II
			119	水工建筑用地	0.5~0.8	III~II
			120	冰川及永久积雪	0.1	IV
12	其他土地	0.1~0.5	121	空闲地	0.1	IV
			122	设施农用地 (注: 包括滩涂农用地)	0.2~0.5	IV~III
			123	田坎	0.1	IV
			124	盐碱地	0.1	IV
			125	沼泽地	0.1	IV
			126	沙地	0.1	IV
			127	裸地	0.1	IV
			128	裸岩石砾地	0.1	IV

表 D.2 重要及易发次生灾害承灾体脆弱性等级参考表

土地利用现状		重要承灾体示例		承灾体脆弱性范围				
编码	二级类	名称	指标.单位	0.6	0.7	0.8	0.9	1
051	批发零售用地	批发零售用地	类别	--	--	车间仓库	加油站等	各类市场
052	住宿餐饮用地	住宿餐饮用地	人口密度	--	--	--	普通区	高密区
054	其他商服用地	其他商服用地	人口密度	--	--	低密区	普通区	高密区
061	工业用地	核电厂	--	--	--	--	--	所有
		石油化工	规模	--	小型	中型	大型	特大型
		火电厂	规模 (10000kW)	--	小、中型 (25, 120]	大型 (120, 300]	特大型 ≥300	--
		其他工矿企业	规模	小、中型	大型	特大型	--	--
062	采矿用地	工矿企业规模	规模	小型	中型	大型	特大型	--

063	仓储用地	仓储用地	规模等	小型	中型	大型	危化品仓库	--
086	公共设施用地	输配电设施	电压(kV)	≤35	35~110	110~500	≥500	--
		通信设施	类型	--	地县间	省际、省间	国际、重要省际	--
101	铁路用地	铁路	等级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅰ级	--
102	公路用地	公路	等级	三、四级	一、二级	高速	--	--
103	街巷用地	街巷用地	--	村内用道	镇内用道	停车场	--	--
105	机场用地	民用机场	等级	--	--	国内一般	国内重要	国际
106	港口码头用地	江河港口	--	--	一般城市港区	中等城市港区	重要城市港区	--
		海港	--	--	一般港区	中等港区	重要港区	--
		货港	年吞吐能力(千万吨)	<10	(10,20]	(20,30]	≥30	--
		货港	年集装箱吞吐量(千万吨)	<1	(1,5]	(5,15]	≥15	--
		渔港	--	三级渔港	二级渔港	一级渔港	中心渔港	--
107	管道运输用地	油气管道	规模	--	小型	中型	大型	特大型

附录 E

(规范性附录)

海啸灾害淹没风险图和应急疏散图编制说明

E.1 海啸灾害淹没风险图

海啸灾害淹没风险图主要用于沿海海洋、渔业、水利、民政、交通等一线应急管理部门使用，风险图表现形式和内容应面向上述管理部门实际需求，便于管理者在灾前拟定实施防灾减灾措施，在灾中制定应急疏散和救援方案。淹没风险图应在显示淹没范围、传播时间图和淹没风险等级的同时，包含潜在受灾地区的人口分布、避灾点分布和容量、关键性海岸防护设施及防抗标准、交通道路分布、应急储备仓库、警察局和消防设施、地下商业区、学校、医院和易产生次生灾害的设施等重要和敏感性承灾体。此外，导致风险发生的致灾因子强度，即地震海啸源震级、位置和海啸波抵达时间等信息应在显著位置标示（表 E.1）。

表 E.1 淹没风险图应包含信息示例

	应包含信息示例
基本信息	海啸淹没深度、淹没区域、不同地震海啸源海啸抵达时间
	DEM
	海岸防护设施
	区域概览（人口聚集区分布和土地使用情况）
	应急交通路线、疏散设施和储备基地
淹没风险地图所需信息	历史海啸灾害（淹没区域和灾损情况）
	防灾指挥部、公安部门、消防队、气象水文预报部门、无线和有线通讯网络、储备仓库、自来水厂
	疏散地点，例如应急庇护所、广场、学校、体育场、公园等）
	公用设施（交通运输设施如公路、铁路、港口和飞机场等，地铁和地下商场的位置和出入口高程，发电设施，天然气管网、供水设施和管网、下水管网，学校、社区、医院、养老院、幼儿园、福利设施）
	重点防灾区域（开发区、港口、渔业码头、易产生重大次生灾害设施等）
	海岸防护设施（位置和结构、易损位置、泵站高程、闸门等）

E.2 应急疏散图

市（县）尺度风险评估和区划中主要针对受影响的乡镇，制作大比例尺的应急疏散图，比例尺不低于 1:10000。

图件编制内容：图中集成数字陆面高程、数字线划地图和数字正射影像图等信息，编制海啸灾害疏散图。图件比例尺、指北符等绘图规范性标注和示例应具备。图中正面或者背面必须以简单明确的方式表达如下信息：引发淹没风险的潜在地震海啸源情景，淹没预测信息（淹没范围、淹没深度、淹没初始

时刻)，陆地高程信息、疏散道路、避难场所，以及帮助居民疏散的避灾指南等。海啸灾害应急疏散图编制应遵循就近高海拔疏散的基本原则，避难场所的选择应考虑其容纳能力以及其遭受损害的程度。在疏散路线上的桥梁、陡坡等信息也应显著标示。应在合适位置用文字列表显示海啸淹没高风险区内的居民点等重要和敏感承灾体，便于居民明确自身所处位置和 risk。此外，不同强度海啸灾害可能造成的灾害影响应标示便于居民了解。

图件编制原则：当预计海啸波即将来袭时，疏散图应指导居民向附近高海拔公共区域或稳固建筑物上方疏散；如预计有充分疏散时间，应引导居民按照疏散路径和指定避灾点疏散。基于疏散人口数量、避灾点容量和地理位置，优化疏散策略绘制疏散最优路径。疏散路线上应充分考虑、桥梁、峭壁塌方、淹没等因素的影响，确保疏散路线安全有效。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 15920—2010 海洋学术语 物理海洋学
- [2] GB17741—2005工程场地地震安全性评价
- [3]GB/T 26376—2010自然灾害管理基本术语
- [4]国家海洋局. 风暴潮、海浪、海啸和海冰灾害应急预案[S]. 北京: 国家海洋局, 2015.
- [5]UNESCO/IOC. Tsunami Glossary[S], Paris: IOC, 2016.
- [6] Okada Y. Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space [J]. Bulletin of the Seismological Society of America, 1985, 75(4): 113-154.