

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T ×××—202×

滨海旅游区裂流灾害风险排查技术规程

Risk investigation of rip current at coastal recreational beach—Code of practice

(报批稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 排查步骤	2
5 基础资料获取	2
5.1 地理信息	2
5.2 水文数据	3
5.3 地质要素	3
6 遥感和动力分析	3
6.1 遥感和动力分析要求	3
6.2 遥感和动力分析方法	3
6.2.1 遥感影像解译分析	3
6.2.2 海滩地形动力分析	3
6.2.3 水动力数值分析	4
7 现场调查	5
7.1 现场调查要求	5
7.2 现场调查方法	5
7.2.1 飞行器及目视观测	5
7.2.2 浅滩地形测量	5
7.2.3 染料示踪	5
7.2.4 走访询问	6
7.2.5 其他方法	6
8 风险判定	6
9 成果集成	7
9.1 汇总	7
9.2 报告	7
9.3 更新	7
附录 A（资料性附录）海滩浴场基本信息调查表	8
附录 B（规范性附录）JONSWAP 波浪谱分布方程	9
参考文献	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由自然资源部提出。

本标准由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本标准起草单位：自然资源部海洋减灾中心、自然资源部南海局、自然资源部北海局、中国海洋大学、河海大学、广东海洋大学。

本标准主要起草人：张尧、王斌、陈新平、刘旭楠、国志兴、刘强、黄婉茹、赵明利、周水华、李锐、陶金波、洪晓、英晓明、陶爱峰、张继生、梁丙臣、郑金海、李志强。

滨海旅游区裂流灾害风险排查技术规程

1 范围

本标准规定了滨海旅游区裂流灾害风险排查的基础资料获取、遥感和动力分析、现场调查、风险判定、成果集成等方法及相关技术要求。

本标准适用于滨海旅游区砂质海岸的裂流灾害风险排查。

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 10202 海岸带综合地质勘察规范

GB/T 14914.2 海洋观测规范 第2部分：海滨观测

GB/T 17501 海洋工程地形测量规范

GB/T 24438.1 自然灾害灾情统计 第1部分：基本指标

GB/T 28923.2 自然灾害遥感专题图产品制作要求 第2部分：监测专题图产品

GB/T 33538 海岛及滨海型城市旅游设施基本要求

GB/T 35556 滨海景区沙滩管理要求

JTS 145 港口与航道水文规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

裂流 rip current

由海浪不均匀破碎导致的辐射应力变化和波增水压力梯度共同作用在海岸线至碎波带区域产生的射束式水流。

注：改写 GB/T 15920-2010，定义 2.3.73。

3.2

海浪 ocean wave

由风引起的海面波动现象，主要包括风浪和涌浪。

[GB/T 15920-2010，定义 2.4.1]

3.3

有效波高 significant wave height

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。

[GB/T 15920-2010，定义 2.4.36]

3.4

裂流灾害 rip current hazard

因裂流导致人员伤亡造成的灾害。

3.5

砂（砾）质海岸 sandy coast

以波浪作用为主建造的，主要由砂（砾石）构成的海岸。

[GB/T 18190-2017，定义 2.2.2.7]

3.6

碎波带 surf zone

破碎波浪的分布范围。

注：改写 GB/T 15920-2010，定义 2.4.70。

3.7

辐射应力 radiation stress

由波浪传播引起的剩余动量流。

3.8

中值粒径 (D_{50}) median diameter

一个样品的累计粒度分布百分数达到50%时所对应的粒径。

注：大于和小于该粒径的泥沙的重量各占取样总重量的50%。

4 排查步骤

滨海旅游区裂流灾害风险排查步骤如下：

- a) 基础资料获取；
- b) 遥感和动力分析；
- c) 现场调查；
- d) 风险判定；
- e) 成果集成。

5 基础资料获取

5.1 地理信息

地理信息获取应符合以下要求：

- a) 按照GB/T 24438.1的要求收集海滩浴场基本信息，包括位置、用海面积、占用岸线长度、历史事故等，具体信息参见附录A；
- b) 按照GB/T 28923.2的要求收集排查岸段的多源遥感数据资料，以及数据获取的时间、坐标、空间分辨率、光谱波段、空间范围等；
- c) 按照GB/T 17501的要求收集排查岸段的岸线数据、水深地形数据（向海-20m以浅或2km范围以内），比例尺应高于1:2000。

5.2 水文数据

按照GB/T 14914.2的要求，收集排查岸段的过去2年的潮位和海浪资料，主要包括：逐月月平均和裂流发生当日的高低潮位、大潮潮差、月平均和裂流发生当日日平均有效波高、月平均有效波周期，选择的站点应为近岸代表站或近岸浮标。

5.3 地质要素

按照GB 10202的要求，对排查岸段砂质进行采样和粒度分析，获取中值粒径（ D_{50} ）。采样的位置为岸滩形态变化的典型区域，垂直岸线方向取2~3个采样点，在距表层0.05m~0.2m深度取样，采样质量大于0.5kg。

6 遥感和动力分析

6.1 遥感和动力分析要求

在遥感影像解译分析、海滩地形动力分析、水动力数值分析3种相互独立的方法中应至少选取2种，对排查岸段开展裂流灾害风险分析，初步判断有无裂流风险并确定风险指数。

6.2 遥感和动力分析方法

6.2.1 遥感影像解译分析

选取空间分辨率优于1m的卫星遥感影像、航空遥感影像，重点排查弧形海滩岸段、周期性滩角发育岸段、海岬，辨别有无浅滩沿岸沙坝或不连续白色浪花之间的深色狭长裂流区域，提取裂流长度、宽度、影像拍摄时间、等相关信息，按照表1评估遥感影像解译分析风险指数（SA）。

表1 遥感影像解译分析风险指数

遥感影像 判别情况	发现裂流	发现裂流 沟槽地形	发现普通 沟槽地形	无任何裂 流迹象
SA	30	20	10	0

6.2.2 海滩地形动力分析

海滩地形动力分析按照以下步骤执行：

- a) 按照公式（1）和公式（2）分别计算泥沙沉降参数 Ω 和浪潮参数 RTR 。沉降参数大值代表高消散型海滩，具有较高的波浪能和精细的泥沙；其小值代表反射型海滩，有较小的波浪环境和较粗的泥沙。浪潮参数可直接区分高能海浪条件导致的沟槽海滩和潮汐控制的平坦海滩。

$$\Omega = H_b/T \cdot W_s \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H_b ——局地平均破碎浪高，单位为米（m）；

T ——平均波周期，单位为秒（s）；

W_s ——高潮位时的沙粒沉降速率，单位为米每秒（m/s）。

$$RTR = TR/H_b \dots \dots \dots (2)$$

式中：

TR ——当天或指定时间段的平均潮差，单位为米（m）；

$$W_s = \frac{g \cdot (R-1) \cdot D_{50}^2}{18 \cdot \nu} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

g ——标准重力加速度，单位为（m/s²）；

R ——沙/水比重，约为 1.65；

D_{50} ——海滩泥沙中值粒径，单位为米（m）；

ν ——水的运动粘度，取 $\nu = 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ；

$$H_b = 0.39g^{1/5}(TH_s^2)^{2/5} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

H_s ——局地有效波高，单位为米（m）。

b) 对照表2的阈值范围可将海滩分为8种类型，分别对应高、中、低三档裂流风险等级，反映了海滩对波浪、潮汐、泥沙运动等因素的综合地形动力响应。

表2 基于海滩地形动力指标分析的裂流风险等级表

海滩组别	沙粒沉降参数	潮浪参数	海滩类型	裂流风险
反射型	$\Omega < 2$	$RTR < 3$	完全反射型（R）	低
		$RTR > 7$	低潮台地型（LTT）	低
		$3 \leq RTR \leq 7$	低潮台地裂流型（LTTR）	中
中间状态型	$2 \leq \Omega \leq 5$	$RTR < 3$	沿岸沙坝型（B）	高
		$3 \leq RTR \leq 7$	低潮冲流沙坝裂流型（LTBR）	高
消散型	$\Omega > 5$	$RTR < 3$	沙坝消散型（BD）	中
		$3 \leq RTR \leq 7$	无沙坝消散型（NBD）	低
超消散型	$\Omega \geq 2$	$RTR > 7$	平缓超消散型（UD）	低

c) 按照表3评估海滩地形动力分析风险指数MD。

表3 海滩地形动力分析风险指数

风险等级	高	中	低
MD	50	20	10

6.2.3 水动力数值分析

水动力数值分析按照以下步骤：

a) 应用近岸水动力数值模型，基于滨海旅游地岸段的实际水深地形，精细化模拟推衍区域内裂流、波流相互作用等复杂水动力环境的时空变化规律，所用模型需预先验证；

b) 所采用的水动力数值模型至少为平面二维（2D）、二阶精度及以上，模拟区域空间网格间距 $dx \leq 2\text{m}$ 。按照JTS 145，参照附录B，采用标准的JONSWAP波浪谱分布的入射海浪边界条件，谱峰周期 T_p 和有效波高 H_s 范围由当地历史海浪数据推算得出，模拟时长不低于200个谱峰周期（ T_p ）；

c) 计算不同季节潮位和波浪环境下的海滩岸段裂流，提取计算稳定后至少20个谱峰周期时长的流速U和自由水面 η 计算结果平均值。对照表4，在至少满足两项指标的前提下，初步判定裂流风险等级；

表4 基于水动力指标的滨海旅游海滩裂流风险等级表

裂流最大流速 U	裂流长度 L	裂流宽度 W	裂流风险等级
------------	----------	----------	--------

$U < 0.2 \text{ m/s}$	$L < 10 \text{ m}$	$W < 3 \text{ m}$	低
$0.2 \text{ m/s} \leq U \leq 0.5 \text{ m/s}$	$10 \text{ m} \leq L \leq 30 \text{ m}$	$3 \text{ m} \leq W \leq 6 \text{ m}$	中
$U > 0.5 \text{ m/s}$	$L > 30 \text{ m}$	$W > 6 \text{ m}$	高

d) 按照表5评估水动力数值分析风险指数（NS）。

表 5 水动力数值分析风险指数

风险等级	高	中	低
NS	50	20	10

7 现场调查

7.1 现场调查要求

现场调查应符合以下要求：

a) 应综合考虑我国各滨海旅游区水文、地质、气候特点及差异。在裂流高发的大潮日、低潮、大浪期间，及时组织现场排查；

b) 在飞行器及目视观测、浅滩地形测量、染料示踪、走访问问、其他方法中至少选取 2 种，判断有无裂流风险并确定风险指数。

7.2 现场调查方法

7.2.1 飞行器及目视观测

飞行器及目视观测应符合以下要求：

a) 选择低潮时前 1h~2h，采用无人机对目标岸段进行至少 2 次视频和照片的拍摄，捕捉碎波带的裂流现象，初步判断裂流位置。若风浪较小，水面相对平静，则对水底沙槽地形进行拍摄识别。应同框拍摄参照物，估算裂流区尺寸；

b) 裂流目视识别的基本特征为：水与海滩交界处的裂流，往往伴随射束式的泥砂和泡沫；在碎浪区的裂流，通常是一处深色水面（对应水底沟槽，水深较深），沿岸方向两侧则伴随海浪破碎的白浪花（水深较浅）；碎浪区外侧，裂流冲入了相对平静的水域，散射为裂流头，也是裂流逐渐消失的位置；

c) 按照表 6 评估观测风险指数（UA）。

7.2.2 浅滩地形测量

浅滩地形测量应符合以下要求：

a) 按照 GB/T 17501 测量排查岸段的水深地形，测量高程的范围应为 2m~10m，空间探测精度应小于 0.5m，最终利用水深地形数据生成数字高程模型（DEM）；

b) 按照表6评估地形风险指数（BA）。

表 6 观测和地形风险指数

现场观测情况	发现裂流	发现裂流沟槽地形	发现普通沟槽地形	无任何裂流迹象
UA、BA	30	20	10	0

7.2.3 染料示踪

基于无人机影像拍摄的分析结果，在被排查海滩范围选取 1-3 处裂流高发位置，进行环保染料示踪试验，估算裂流尺寸及流速。染料示踪应符合以下要求：

- a) 将无人机悬停在目标位置上方，并在海滩放置已知尺寸的参照物；
- b) 在岸边向海水中倾倒环保漂浮染料，配合无人机视频拍摄；
- c) 对照视频和参照物，估算染料离岸漂流最大速度和范围，进而对照表 4 判定裂流风险等级；
- d) 按照表 7 评估染料示踪风险指数（*DY*）。

表 7 染料示踪风险指数

风险等级	高	中	低
<i>DY</i>	50	20	10

7.2.4 走访询问

按照 GB/T 33538 的要求对边防派出所等当地相关部门走访交流，按照 GB/T 35556 的要求对旅游区管理人员、海滩救生员等进行走访交流，了解裂流灾害情况以及溺水事故记录，按照表 8 评估走访询问风险指数（*FD*）。

表 8 走访询问风险指数

走访询问情况	发现裂流	不确定或未发生裂流
<i>FD</i>	20	0

7.2.5 其他方法

其他方法应符合以下要求：

- a) 采用 X 波段等测波雷达观测，利用回波反射强度高频精细解析表面流和海浪场，评估方法见 7.2.3；
- b) 利用雷达或无人机设备获取波面数字时空序列图像，处理波面信息导入高阶弥散关系波浪模型进行地形反演，评估方法见 7.2.2。

8 风险判定

风险判定应符合以下要求：

- a) 综合利用现场调查结果，对遥感和动力分析的各指数进行修正；
- b) 根据排查结果，按照公式（5）计算裂流综合风险指数（*RI*）：

$$RI = \max(MD, NS, DY) + \max(SA, UA, BA, FD) \dots \dots \dots (5)$$

式中：

- RI*——裂流综合风险指数；
MD——海滩地形动力分析风险指数；
NS——水动力数值分析风险指数；
SA——遥感影像解译分析风险指数；
UA——观测风险指数；
BA——地形风险指数；
DY——染料示踪风险指数；
FD——走访询问风险指数；

- b) 对照表 9 判定滨海旅游区裂流灾害风险等级。

表9 滨海旅游区裂流灾害风险等级

裂流风险等级	高	中	低
风险指数 RI	$RI \geq 50$	$20 < RI < 50$	$RI \leq 20$

9 成果集成

9.1 汇总

将排查获取的资料和数据进行汇总和核实，对排查数据的格式进行统一转换，对数据、照片、视频等相关调查资料进行整编。

9.2 报告

排查工作完成后编制技术报告及图件，技术报告应包括排查区域基本情况、排查过程、排查结论。

9.3 更新

滨海旅游区裂流灾害风险排查应根据自然环境变化、滨海旅游安全情况、海岸带使用和利用变化、关键技术创新等适时进行更新，更新周期不宜超过3年。

附录 A

(资料性附录)

海滩浴场基本信息调查表

表 A.1 给出了海滩浴场基本调查信息。

表 A.1 海滩浴场基本信息调查表

行政区域：省（自治区、直辖市）市

海滩浴场名称：

	指标名称	编号	计量单位	指标值	备注
海滩 浴场 基本 信息	海滩浴场地址：	01			
	管理单位：	02	--		
	其中：联系人	03	--		
	联系方式	04	--		
	海域管理号：	05	--		
	用海面积	06	hm ²		
	占用岸线	07	m		
	海滩岸线起止坐标	08			
	旺季日均游客量：	09			
	近年溺水事故数：	10			
	近年溺亡人数：	11			

填表人：

联系电话：

填表日期： 年 月 日

附录 B

(规范性附录)

JONSWAP 波浪谱分布方程

JONSWAP 波浪谱分布方程如下:

$$S(\omega) = \frac{\alpha g^2}{\omega^5} \exp(A) \cdot \gamma^\beta \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

 $S(\omega)$ ——风浪频谱 (m^2/s); α ——风系数, 0.0081~0.01; g ——标准重力加速度; ω ——角频率; A ——见式 (B.2); β ——见式 (B.3); γ ——谱峰升高因子, 通常取 3.3。

$$A = -\frac{5}{4} \left(\frac{\omega_p}{\omega} \right)^4 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

 ω ——角频率; ω_p ——谱峰角频率。

$$\beta = \exp \left[-(\omega - \omega_p)^2 / (2\delta^2 \omega_p^2) \right] \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

 ω ——角频率; σ ——见式 (B.4); ω_p ——谱峰角频率。

$$\sigma = \begin{cases} 0.07 & \omega \leq \omega_p \\ 0.09 & \omega > \omega_p \end{cases} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

 ω ——角频率; ω_p ——谱峰角频率; σ ——无纬谱宽参数。

参考文献

- [1]GB/T 15920-2010海洋学术语 物理海洋学
- [2]GB/T 18190-2017海洋学术语 海洋地质学
- [3]Masselink G, Short A D. The Effect of Tide Range on Beach Morphodynamics and Morphology: A Conceptual Beach Model[J]. Journal of Coastal Research, 1993, 9(3):785-800.