

# 台风洪涝灾害风险评估空间要素内容与指标技术规定

Technical regulations for spatial element content and index of typhoon flood disaster risk assessment

(报批稿)

(本草案完成时间：2023年2月24日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施



# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 选取原则 .....	2
5 支撑数据 .....	2
6 表征方法 .....	3
附录 A（规范性） 规范化处理方法 .....	8
附录 B（规范性） 加权综合评价法 .....	9
附录 C（规范性） 自然断点分级法 .....	10
附录 D（规范性） 分布密度计算方法 .....	11
参考文献 .....	12

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由广东省应急管理厅提出并组织实施。

本文件由广东省安全生产标准化技术委员会（GD/TC 81）归口。

本标准起草单位：北京师范大学、广东省安全生产科学技术研究院、广东省气候中心。

本标准主要起草人：宫阿都、万婧、陈清光、殷启元、郑璟、包文轩、徐灏、冯少真、李博艺、黄智卿、巴婉茹、王海涵、付泽昕。

## 引 言

广东是台风洪涝灾害多发地区。随着全球气候变化不稳定性的加剧，台风洪涝灾害的极端性、突发性、不可预见性更加明显，严重威胁城乡人民群众生命财产安全。为贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾“两个坚持、三个转变”的指示精神，规范台风洪涝灾害风险评估的空间要素内容与指标，科学指导台风灾害风险评估，特制定本文件。



# 台风洪涝灾害风险评估空间要素内容与指标技术规定

## 1 范围

本文件规定了广东省台风洪涝灾害风险评估空间要素内容与指标的选取原则、支撑数据和表征方法。

本文件适用于广东省灾害管理部门、科研机构 and 高校等单位开展台风洪涝灾害风险评估工作。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**台风洪涝灾害 typhoon flood disaster**

因台风引发的江河洪水、山洪泛滥以及渍涝等，对人类生命财产、社会功能和生态环境等造成损害的自然灾害。

### 3.2

**风险 risk**

不确定性对目标的影响。

[来源：GB/T 23694 2.1]

### 3.3

**自然灾害风险 natural disaster risk**

以自然变异为主因导致的未来不利事件发生的可能性及其损失。

[来源：MZ/T 027 3.3]

### 3.4

**自然灾害风险评估 natural disaster risk assessment**

对可能发生的自然灾害及其造成的后果进行评定和估计。

[来源：MZ/T 027 4.3]

### 3.5

**孕灾环境 disaster forming environment**

由自然与人文环境所组成的综合地球表层环境以及在此环境中的一系列物质循环、能量流动以及信息与价值流动的过程—响应关系。

[来源：MZ/T 027 3.4]

### 3.6

**致灾因子 disaster causing factor**

可能造成人员伤亡、财产损失、资源与环境破坏、社会系统混乱等导致灾害直接发生的异变因子。

[来源：MZ/T 027 3.5]

### 3.7

**承灾体 disaster bearing body**

承受灾害的对象。

[来源：MZ/T 027 3.6]

注：包括人类自身在内的物质文化环境。

### 3.8

**防灾减灾能力 disaster prevention and mitigation capabilities**

应对自然灾害的工程和非工程措施。

### 3.9

**临界致灾雨量 critical disaster causing rainfall**

可能诱发洪涝灾害的降雨量级或强度的阈值。

### 3.10

**暴雨过程降雨量 rainstorm process rainfall**

暴雨过程中的总降雨量。

## 4 选取原则

### 4.1 以需求为导向

分析国家和广东省重大战略和发展规划的需求，综合考虑各个行业在规划、管理等日常业务工作中对台风洪涝灾害风险评估的需求，并确定具体要求。

### 4.2 以成果为基础

分析现有的台风洪涝灾害数据内容和生产技术方法，寻找其与常态化风险评估需求之间的异同，确定需派生、拓展或补充的内容和指标。

### 4.3 以适用为目的

综合考虑应急管理、气象、水文、测绘等部门的专业特长和长期开展工作的业务化要求，相关信息的采集、存储、分析、和应用应具备可操作性。

## 5 支撑数据

### 5.1 基础地理信息数据

国家基础地理信息中心或各地测绘部门发布的坡度、坡向、水系、居民地及设施、交通、境界与政区、植被与土质等空间分布数据。数字高程模型，即测绘部门发布的以规则格网点的高程值表达地面起伏的数据集。土地利用图，即规划与自然资源部门发布的评估区域的土地利用现状图。

### 5.2 规范化处理数据

所有指标数据集进行规范化处理，以消除不同数据集之间的量纲差异。

### 5.3 气象数据

多年台风灾害数据，包括台风事件名称、台风登陆时间/强度、影响开始和结束时间、台风登陆点、台风路径、过程最大风速、过程累积雨量、过程最大日雨量、过程暴雨日数。



#### 5.4 灾情数据

多年台风洪涝灾害的灾情普查数据（受灾人口、受灾面积、直接经济损失等）。

#### 5.5 水文数据

水文站点特征数据，包括流量、水位等。

#### 5.6 水利水电工程数据

水利水电工程是指为防治水害和开发利用水资源而修建的工程，包括水库工程、水电站工程、水闸工程、泵站工程、引调水工程、堤防工程等调度运用数据。

#### 5.7 社会经济数据

省市县统计局多年出版的统计年鉴，采用以县（区）为单元的行政区域土地面积、国民生产总值（GDP）、年末总人口、耕地面积、人均可支配收入、防洪除涝面积、防洪堤坝数量等数据。

### 6 表征方法

#### 6.1 层次结构表征

台风洪涝灾害风险由孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性、防灾减灾能力四部分构成，各部分的空间要素内容与指标见表1。各一级、二级指标均处于格网尺度、其权重值根据评估区域实际情况结合专家打分确定，各一级指标指数及台风洪涝灾害风险指数由加权综合评价法（见附录B）计算得出，台风洪涝灾害风险分级区划利用自然断点分级法（见附录C）结合专家意见得出。

表1 台风洪涝灾害风险评估层次结构

一级指标	二级指标
孕灾环境敏感性	地形
	水系
	植被覆盖度
	不透水层覆盖度
致灾因子危险性	暴雨强度
承灾体易损性	地均GDP
	地均人口
	耕地面积比重
防灾减灾能力	地均可支配收入
	防洪除涝面积比重
	地均防洪堤坝长度

#### 6.2 孕灾环境敏感性分析

孕灾环境敏感性包括地形、水系、植被、不透水层四个二级指标。

##### 6.2.1 地形

地势越低、地形变化越小的平坦地区越不利于台风导致的洪水的排泄，容易形成涝灾。其中地势采用高程表示，可直接从DEM数据中提取；地形变化采用高程标准差表示，对地理信息系统（GIS）中某一格网，使用不低于1:25万基础地理数据并采用网格计算其与周围8个格网的高程标准差获得。根据专家打分给出的高程和高程标准差的不同组合赋值，高程越低、高程标准差越小，影响值越大，表示越有利于形成涝灾。地形因子赋值见表2。

表2 地形因子赋值表

地形高程 (m)	高程标准差 (m)		
	一级 (≤1)	二级 (1-10)	三级 (≥10)
一级 (≤100)	0.9	0.8	0.7
二级 (100-300)	0.8	0.7	0.6
三级 [300-700)	0.7	0.5	0.5
四级 (≥700)	0.6	0.4	0.4

### 6.2.2 水系

主要考虑河网密度和距离水体的远近。河网越密集，距离河流、湖泊、大型水库等越近的地方遭受台风洪涝灾害的风险可能性越大。格网内河流的总长度作为该格网的河网密度。距离水体远近的影响应以河道中心线为边界计算缓冲区来判断，其中河流应按照一级河流和二级河流、湖泊水库应按照水域面积来分别考虑，可分为一级缓冲区和二级缓冲区，原则是一级河流和大型水体的一级缓冲区内赋值最大，二级河流和小型水体的二级缓冲区赋值最小，表3和表4给出了参考值。河网密度和缓冲区影响经规范化处理后，各取权重0.5，采用加权综合评价法求得水系影响指数。

表3 湖泊和水库缓冲区等级和宽度的划分标准

水域面积/km <sup>2</sup>	缓冲区宽度/km	
	一级缓冲区	二级缓冲区
(0.1-1]	0.5	1
(1-10]	2	4
(10-20]	3	6
>20	4	8

表4 河流缓冲区等级和宽度的划分标准

缓冲区宽度/km			
一级河流		二级河流	
一级缓冲区	二级缓冲区	一级缓冲区	二级缓冲区
8	12	6	10

### 6.2.3 植被覆盖度

植被覆盖度是指有植被的面积占土地总面积的百分比，植被对于减缓洪涝风险有一定的影响，植被覆盖度越大，遭受洪涝风险的可能性越小。

#### 6.2.4 不透水层覆盖度

不透水层覆盖度是指有不透水层的面积占土地总面积的百分比。不透水层对地表径流有着一定的影响，导致强度增加，因此，不透水层覆盖度越大，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越大。

#### 6.2.5 指数计算

孕灾环境敏感性指数计算步骤如下：

- a) 对每个孕灾环境敏感性评价指标进行规范化处理。
- b) 根据专家打分法得到每个孕灾环境敏感性评价指标的权重。
- c) 根据加权综合评价法计算各格网孕灾环境敏感性指数。

### 6.3 致灾因子危险性分析

致灾因子危险性包括台风引起的暴雨强度一个二级指标。

#### 6.3.1 暴雨强度

台风会带来强降雨，暴雨强度的分级标准以及权重确定如下所述，其中暴雨均为台风引起的暴雨。暴雨强度越大，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越大。

a) 临界致灾雨量的初步确定：

- 1) 统计研究区历年各气象台站1天、2天、3天、……10天（含10天以上）暴雨过程降雨量。
- 2) 将研究区所有台站的暴雨过程降雨量作为一个序列，建立不同时间长度的10个降雨过程序列。
- 3) 分别计算不同序列的第98百分位数、第95百分位数、第90百分位数、第80百分位数、第60百分位数的降雨量值，该值即为初步确定的临界致灾雨量。利用不同百分位数将暴雨强度分为5个等级，具体分级标准为：60%~80%位数对应的降雨量为1级，80%~90%位数对应的降雨量为2级，90%~95%位数对应的降雨量为3级，95%~98%位数对应的降雨量为4级，大于等于98%位数对应的降雨量为5级。

b) 临界致灾指标的验证与修定：

1) 利用本地的灾情资料进行比对。按照初步确定的各级台风暴雨灾害致灾临界指标，分别统计1~10天各级台风暴雨强度发生次数，然后将不同时间长度的各级台风暴雨强度次数相加，从而得到各级台风暴雨强度发生次数，绘制全省台风暴雨强度频次空间分布图。根据广东省灾情资料的情况，进行单站次数或空间分布特征的对比分析，以及对临界致灾指标的验证与修定。

2) 利用土壤最大蓄水量估算方法，对区域1级暴雨强度的临界值进行验证。首先选取研究区域历史上前期十分干旱（久旱无雨过程中，认为土壤含水量接近0），后期普降暴雨但未产生洪涝灾害（蓄满未产流）的个例，计算每个降雨过程雨量，然后将所有个例的降雨量平均，其均值就是土壤最大蓄水容量，将该值与1级暴雨强度致灾临界雨量进行对比分析，进行适当调整。

#### 6.3.2 指数计算

致灾因子危险性指数计算步骤如下：

- a) 对台风暴雨致灾因子危险性评价指标进行规范化处理。
- b) 根据台风暴雨强度等级越高，对灾害形成所起的作用越大的原则，确定台风暴雨致灾因子权重。台风暴雨强度5、4、3、2、1级权重分别为5/15、4/15、3/15、2/15、1/15。
- c) 根据加权综合评价法计算不同等级台风暴雨强度权重与各站不同等级台风暴雨强度频次规范化后的乘积之和，进而得出各格网致灾因子危险性指数。

## 6.4 承灾体易损性分析

承灾体易损性包含发生地的GDP、地均人口、耕地面积比重三个二级指标。

### 6.4.1 地均 GDP

根据社会经济统计数据得到地均GDP承灾体易损性评价指标。地均GDP越多，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越大。

### 6.4.2 地均人口

根据社会经济统计数据得到地均人口（人口密度）承灾体易损性评价指标。地均人口越多，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越大。

### 6.4.3 耕地面积比重

根据社会经济统计数据得到耕地面积比重承灾体易损性评价指标。耕地面积比重越大，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越大。

### 6.4.4 指数计算

承灾体易损性指标计算步骤如下：

- a) 对每个承灾体易损性评价指标进行分布密度计算。
- b) 对每个承灾体易损性评价指标进行规范化处理。
- c) 根据专家打分法得到每个承灾体易损性评价指标的权重。
- d) 根据加权综合评价法计算各格网承灾体易损性指数。

## 6.5 防灾减灾能力分析

考虑到防灾减灾能力有关的工程和非工程措施必须要有当地政府的经济支持，主要考虑了人均可支配收入，另外根据数据收集情况，尽可能考虑到抗灾因素，例如防洪除涝面积、防洪堤坝长度等。

### 6.5.1 地均可支配收入

根据区县统计年鉴数据得到地均可支配收入防灾减灾能力评价指标。地均可支配收入越多，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越小。

### 6.5.2 防洪除涝面积比重

根据区县统计年鉴数据得到防洪除涝面积比重防灾减灾能力评价指标。防洪除涝面积比重越大，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越小。

### 6.5.3 地均防洪堤坝长度

根据区县统计年鉴数据得到地均防洪堤坝长度防灾减灾能力评价指标。地均防洪堤坝长度越大，表示一个地方遭受台风洪涝灾害的风险越小。

### 6.5.4 指数计算

防灾减灾能力指标计算步骤如下：

- a) 对每个防灾减灾能力评价指标进行分布密度计算。
- b) 对每个防灾减灾能力评价指标进行规范化处理。

- c) 根据专家打分法得到每个防灾减灾能力评价指标的权重。
- d) 根据加权综合评价法计算各格网防灾减灾能力指数。

## 6.6 综合风险表征

在得到台风洪涝灾害孕灾环境敏感性指数、致灾因子危险性指数、承灾体易损性指数、防灾减灾能力指数后，即可对台风洪涝灾害风险指数进行计算，并根据该指数得到风险分级结果。

a) 对各项孕灾环境敏感性数据、致灾因子危险性数据、承灾体易损性数据、防灾减灾能力数据进行规范化处理。

b) 对孕灾环境敏感性指数、致灾因子危险性指数、承灾体易损性指数、防灾减灾能力指数进行计算。

c) 根据专家打分法得到孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性、防灾减灾能力的权重。

d) 根据加权综合评价法计算各格网台风洪涝灾害风险指数。

e) 利用自然断点分级法结合专家意见将台风洪涝灾害风险指数按5个等级划分（高风险、次高风险、中等风险、次低风险、低风险）。

附 录 A  
(规范性)  
规范化处理方法

在分项指数计算前，将所有指标按照正向指标（即指标值越高风险越大）与逆向指标（即指标值越高风险越小），并采用以下公式进行规范化处理：

对于正向指标：

$$X'_{i,j} = \frac{X_{i,j} - X_{i,\min}}{X_{i,\max} - X_{i,\min}} \dots\dots\dots (A. 1)$$

对于逆向指标：

$$X'_{i,j} = \frac{X_{i,\max} - X_{i,j}}{X_{i,\max} - X_{i,\min}} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

$X'_{i,j}$ ——归一化处理前评估指标*i*的第*j*个值；

$X_{i,j}$ ——归一化处理后评估指标*i*的第*j*个值；

$X_{i,\min}$ ——评估指标*i*的最小值。

$X_{i,\max}$ ——评估指标*i*的最大值。

附 录 B  
(规范性)  
加权综合评价法

加权综合评价法综合考虑各个具体指标对评价因子的影响程度，是把各个具体指标的作用大小综合起来，用一个数量化指标加以集中，计算公式为：

$$V = \sum_{i=1}^n W_i \cdot D_i \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中：

$V$ ——评价因子的值；

$W_i$ ——指标 $i$ 的权重；

$D_i$ ——指标 $i$ 的规范化值；

$n$ ——评价指标个数。

权重 $W_i$ 的确定可由各评价指标对所属评价因子的影响程度重要性，根据专家意见，结合当地实际情况讨论确定。

附录 C  
(规范性)  
自然断点分级法

自然断点分级法用统计公式来确定属性值的自然聚类。公式的功能是减少同一级中的差异、增加级间的差异。其公式为：

$$SSD_{i-j} = \sum_{k=i}^j (A[k] - mean_{i-j})^2 \dots\dots\dots (C. 1)$$

式中：

$A$ ——数组（数组长度为N）；

$mean_{i-j}$ ——每个等级中的平均值。



**附 录 D**  
**(规范性)**  
**分布密度计算方法**

将各个行政单元的GDP、年末总人口、耕地面积、人均可支配收入、防洪除涝面积、防洪堤坝数量平均分布于特定的土地利用类型中，以估算行政区划单元中各地块的各要素分布密度：

a) 各类要素分布密度

为简化计算，假设各要素在相关的土地利用类型中呈均质化分布，并采用如下方法计算：

$$D_i = \frac{I_{ij}}{LA_j} \dots\dots\dots (D. 1)$$

式中：

$D_i$ ——特定行政单元中*i*类要素密度；

$I_{ij}$ ——特定行政单元中与*j*类土地利用对应的*i*类要素总量；

$LA_j$ ——特定行政单元中*j*类土地利用的总面积，单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

b) 特定行政单元中特定土地利用类型面积

将行政单元区划图与土地利用图叠加，统计各行政单元各土地利用类型的面积。具体方法是：

——采用拓扑叠加方法，将行政区划矢量图与土地利用矢量图融合生成新的矢量图层；

——统计各个行政区划单元中各种土地利用类型的面积；

——特定行政区划单元土地利用面积采用如下模式计算：

$$LA_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} \dots\dots\dots (D. 2)$$

式中：

$r_{ij}$ ——特定行政区划单元中*j*类土地利用*i*地块的面积，单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 13923-2006 基础地理信息要素分类与代码
  - [2] GB/T 24438.1-2009 自然灾害灾情统计 第1部分：基本指标
  - [3] MZ/T 031 自然灾害风险分级方法
  - [4] MZ/T 041-2013 暴雨型洪涝灾害灾情预评估方法
  - [5] DB50/T 583.1-2015 气象灾害风险评估技术规范 第1部分：暴雨
  - [6] 史培军. 中国自然灾害系统地图集[M]. 北京：科学出版社, 2003.
  - [7] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4):6-14.
  - [8] 史培军. 论灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1991(11):37-42.
  - [9] 路京选, 李小涛, 李琳, 曲伟, 雷添杰. 台风暴雨洪涝灾害全链路遥感动态监测方法与示范[J]. 卫星应用, 2019(11):23-28.
  - [10] 国务院办公厅关于印发国家自然灾害救助应急预案的通知:国办函(2016)25号[EB/OL]. (2016-03-10).
  - [11] 中共中央 国务院关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见:中发(2016)35号[EB/OL]. (2017-01-10).
  - [12] 广东省减灾委员会关于印发广东省综合防灾减灾规划(2017-2020年)的通知:粤减灾委发(2017)2号[EB/OL]. (2017-12-27).
  - [13] 中共广东省委 广东省人民政府关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的实施意见:粤发(2018)1号[EB/OL]. (2018-01-22).
  - [14] 广东省应急管理厅关于印发《广东省应急管理厅关于安全风险分级管控办法(试行)》的通知:粤应急规(2019)1号[EB/OL]. (2019-01-23).
-