

山洪气象风险区划等级

Meteorological Risk Zoning Level for Flash Floods

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025-3-28）

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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 山洪气象风险区划等级资料 2

5 山洪气象风险区划等级 2

6 暴雨致灾危险性指标及危险性计算方法 2

 6.1 暴雨致灾危险性指标 2

 6.2 暴雨致灾危险性指数（H）计算 3

7 孕灾环境敏感性指标及敏感性计算方法 3

 7.1 孕灾环境敏感性指标 3

 7.2 孕灾环境敏感性指数（S）计算 4

8 承灾体易损失指标及易损失计算方法 4

 8.1 承灾体易损失指标 4

 8.2 承灾体易损失指数（V）计算方法 4

9 山洪气象风险区划等级计算方法 5

附录 A（资料性） 反距离插值方法 6

附录 B（资料性） 层次分析法 7

附录 C（资料性） 专家打分法 8

附录 D（资料性） 归一化处理办法 9

参考文献 10

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。

本文件由辽宁省气象局提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省气象灾害监测预警中心、营口市气象局。

本文件主要起草人：耿世波、聂哲、严俊、胡鹏宇、才奎志、于增华、肖光梁、程攀、朱宪龙。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：沈阳市和平区常德街69号，联系电话：024-83862064。

标准起草单位通讯地址：沈阳市和平区长白南路388号，联系电话：024-23996377。

山洪气象风险区划等级

1 范围

本文件规定了山洪气象风险等级的评估指标、计算方法及等级的划分。

本文件适用于全省各级气象部门、水利部门等开展山洪气象风险等级的评估、预警预报和科学研究等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 28592—2012 降水量等级
- GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准
- GB/T 20486—2017 江河流域面雨量等级
- QX/T 470—2018 暴雨诱发山洪灾害风险普查规范 山洪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

降雨量 rainfall

从天空降到地面上的雨，未经蒸发、渗透、流失而在水平面上积聚的深度。注：以毫米（mm）为单位，取一位小数。

[来源：GB/T 28592—2012，定义2.1]

3.2

山洪 flash flood

历时很短而洪峰流量较大的山区骤发性洪水。

[来源：GB/T 50095—2014，定义 2.3.24.5]

3.3

山洪沟 flash flood ditch

容易发生山洪的山丘区小流域。

注：流域面积一般小于200km²。

[来源：QX/T 470—2018，定义3.2]

3.4

流域 valley

河流的集水区域。流域的四周为分水线，分水线由山岭或高地的脊线组成，分水线所包围的区域即是河流的集水区域。

[来源：GB/T 20486—2017，定义2.1]

3.5

山洪灾害风险 flash flood disaster risk

山洪对影响区域生命、财产、社会经济等造成危害的可能性。

[来源：QX/T 470—2018，定义3.3]

3.6

承灾体 hazard-affected body

承受山洪灾害的对象。

3.7

暴露度 exposure

承受山洪影响的承灾体的数量和价值量。

3.8

脆弱性 fragility

受到山洪不利影响的倾向或趋势。

4 山洪气象风险区划等级资料

- 地面气象观测站逐小时降水量等；
- 人口数、国土面积、国内生产总值（GDP）、主要农作物（小麦、水稻、玉米、大豆）播种面积等的最新承灾体资料；
- 山洪沟数据，包括沟口高程、沟床比降、河网密度等数据；
- 行政边界矢量数据和分辨率不低于 30 米的数字高程模型。

5 山洪气象风险区划等级

山洪气象风险区划等级由低到高分为一至四级，见表1。

表 1 山洪气象风险区划等级

等级	风险	风险区划等级指数（D）
一级	低风险	$D < 1.20$
二级	中风险	$1.20 \leq D < 1.30$
三级	高风险	$1.30 \leq D < 1.35$
四级	极高风险	$1.35 \leq D$

6 暴雨致灾危险性指标及危险性计算方法

6.1 暴雨致灾危险性指标

选取6 h暴雨强度和频率的综合指标进行暴雨致灾危险性评估，对辽宁省自动气象站连续6 h降水量大于50 mm降水按照第98、第95、第90、第80、第60百分位数分别确定其对应的雨量阈值，得到6 h暴雨

量的分级强度，结果如表2所示，绘制GIS空间暴雨强度及暴雨频率的分布，采用反距离插值法，详见附录A。

表 2 暴雨强度（R）的划分

一级	二级	三级	四级	五级
$R \geq 147.4$	$120.1 \leq R < 147.4$	$101.6 \leq R < 120.1$	$84.4 \leq R < 101.6$	$68.4 \leq R < 84.4$

6.2 暴雨致灾危险性指数（H）计算

$$H = \sum_{i=1}^5 \omega_i R_{tDi} R_{ni} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
H——暴雨致灾危险性系数；
 ω_i ——分级权重系数，1—5 级分别取 5/15、4/15、3/15、2/15、1/15 为权重系数；
 R_{tDi} ——标准化分级暴雨；
 R_{ni} ——分级暴雨频次。
其中 R_{tDi} 标准化分级暴雨计算公式如下：

$$R_{tDi} = \frac{R_{ti} - R_{tmini}}{R_{tmaxi} - R_{tmini}} (R_{nmaxi} - R_{nmini}) + R_{ni} \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 R_{ti} ——6h暴雨量平均值；
 R_{tmaxi} ——6h暴雨量最大值；
 R_{tmini} ——6h暴雨量最小值；
 R_{nmaxi} ——年平均6h分级暴雨频次的最大值；
 R_{nmini} ——年平均6h分级暴雨频次的最小值。

7 孕灾环境敏感性指标及敏感性计算方法

7.1 孕灾环境敏感性指标

主要选择山洪沟沟口位置海拔高度、沟床比降、河网密度等指标，沟口海拔高度越低、沟床比降越大，发生山洪可能性越大，河网密度越大，汇水能力越强，发生山洪可能性越大，沟口海拔高度、沟床比降主要与山洪沟地形有关，标准统称为地形因子。地形因子指标计算，采用层次分析法，详见附录B，得到山洪沟地形地貌特征地形因子（见表3）。

表 3 暴雨诱发山洪地形影响因子赋值

沟口高程/m	沟床比降 (≤ 0.5)	沟床比降 ($0.5-5.0$)	沟床比降 ($5.0-15.0$)	沟床比降 ($15.0-35.0$)	沟床比降 (≥ 35.0)
≤ 100	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
100-200	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
200-300	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
300-400	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
≥ 400	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

河网密度（ R_d ）计算方式如下：

$$R_d = \frac{l}{a} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 R_d ——河网密度；
 l ——每条河流或河段的长度；
 a ——每条河流或河段的面积。

7.2 孕灾环境敏感性指数（S）计算

$$S = T_e \omega_1 + R_d \omega_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 S ——孕灾环境敏感性指数；
 T_e ——地形因子；
 R_d ——河网密度；
 ω_1 和 ω_2 ——对应的权重系数， $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ，权重系数确立详见附录C。

8 承灾体易损失指标及易损失计算方法

8.1 承灾体易损失指标

本标准易损性指标主要选取人口密度和与GDP密切相关的耕地面积比例两个指标，承灾体暴露度风险指数（ V_e ）计算方式如下：

$$V_e = P \omega_1 + C \omega_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 V_e ——承灾体暴露度风险指数；
 P ——归一化后人口密度；
 C ——归一化后耕地面积比例系数，数据归一化公式详见附录D；
 ω_1 和 ω_2 ——对应的权重系数， $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ，权重系数确立详见附录C。

8.2 承灾体易损失指数（V）计算方法

$$V = V_e V_d \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 V ——承灾体易损失指数；
 V_e ——承灾体暴露度风险指数；
 V_d ——承灾体灾损敏感系数，系数确定按照如下规则：
容易发生山洪灾害地方，越容易造成人员伤亡、农田冲毁和渍涝，根据统计历史山洪灾害发生频率，构建灾损敏感系数 V_d （见表4）。

表 4 暴雨诱发山洪承灾体灾损敏感系数赋值

	63a山洪次数 (=0)	63a山洪次数 (1-2)	63a山洪次数 (3-5)	63a山洪次数 (6-8)	63a山洪次数 (≥9)
灾损敏感系数 V_d	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

9 山洪气象风险区划等级计算方法

山洪气象风险区划等级指数（D）：

$$D = (10H)^{\omega_3} (10S)^{\omega_4} (10V)^{\omega_5} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
D——山洪气象风险区划等级指数；
H——归一化后的致灾危险性指数；
S——归一化后的孕灾环境敏感性指数；
V——归一化后的易损性指数，数据归一化公式详见附录D；
 ω_3 、 ω_4 和 ω_5 为依次相应指标的权重系数， $\omega_3+\omega_4+\omega_5=1$ ，权重系数确立详见附录C。

附 录 A
(资料性)
反距离插值方法

反距离插值法 (Inverse Distance Weighting, IDW) 是一种基于距离加权的空间插值方法, 假设待插值点的值主要由其周围已知点的值决定, 且已知点的贡献随距离增加而减小。
反距离插值计算公式如下:

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:
 z_0 ——待插值点的估计值;
 z_i ——第*i*个已知点的观测值;
 d_i ——待插值点与第 *i* 个已知点之间的距离 (通常为欧氏距离);
 p ——幂参数 (通常取 $p=2$, 即反距离平方加权);
 n ——参与计算的已知点数量 (可通过设置搜索半径或最近邻点数限制)。

附 录 B

(资料性)

层次分析法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称AHP), 是一种简便、灵活又实用的对定性问题进行定量分析的多准则决策法。它是通过建立复杂问题中各个因素间相互联系的有序层次, 使复杂问题条理化。应用AHP方法计算各指标的权重系数, 实际上是构建有序的指标系统, 通过指标间两两比较对系统中各指标予以优劣评判, 并利用这种评判结果通过建立矩阵模型来计算各指标的权重系数。

附 录 C

(资料性)

专家打分法

专家打分法也称为德尔菲法(Delphi)，是指通过匿名方式征询有关专家的意见，对专家意见进行统计、处理、分析和归纳，客观地综合多数专家经验与主观判断，对大量难以采用技术方法进行定量分析的因素做出合理估算，经过多轮意见征询、反馈和调整，来确定各因子的权重系数。

该方法确定的权重系数较好的反映出实际情况各致灾因子在灾害形成过程的作用，但存在一定的主观因素。

附 录 D
(资料性)
归一化处理方法

归一化是将有量纲的数值经过变换，化为无量纲的数值，进而消除各指标的量纲差异。归一化计算方法见公式：

$$X' = 0.5 + 0.5 \frac{X - X_{min}}{X_{man} - X_{min}} \dots\dots\dots (D. 1)$$

- 式中：
- X' ——样本数据归一化后数值；
 - X ——样本数据；
 - X_{man} ——样本数据的最大值；
 - X_{min} ——样本数据的最小值。

参 考 文 献

- [1] 耿世波, 聂哲, 王瀛等. 2022. 辽宁暴雨诱发山洪灾害风险区划的研究. 气象与环境学报. 38(4):153-160.
- [2] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京:气象出版社, 2012:12 - 20.
- [3] 高展, 许剑勇, 王胜, 等. 黄山风景区暴雨山洪灾害风险区划研究[J]. 暴雨灾害, 2015, 34(3):281 - 285.
- [4] 朱卫浩, 陈霞, 邵丽芳, 等. 基于格网的河北省精细化暴雨洪涝灾害风险区划[J]. 中国农学通报, 2016, 32(23):142 - 147.
- [5] MZ/T 031-2012 自然灾害风险等级分级方法
- [6] DB34/T 4637.1—2023 气象灾害综合风险普查技术规范 第1部分: 暴雨
-