



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 451—2018

暴雨诱发的中小河流洪水气象风险 预警等级

**Meteorological risk warning levels of small and medium-sized rivers flood
induced by torrential rain**

2018-11-30 发布

2019-03-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 划分等级	2
4 划分方法	3
5 预警等级气象条件推求	4
附录 A(资料性附录) 气象条件推求方法	5
参考文献	9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)提出并归口。

本标准起草单位:国家气象中心、国家气候中心。

本标准主要起草人:包红军、高歌、许凤雯、狄靖月、李宇梅、湛芸、徐辉、杨寅、徐成鹏、刘海知。

暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警等级

1 范围

本标准规定了暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警的等级及划分。

本标准适用于暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警服务业务与科学研究。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

中小河流 small and medium-sized rivers

集水面积大于 200 km² 且小于 3000 km² 的河流。

2.2

气象风险 meteorological risk

气象因素诱发洪水等灾害的预期损失。

注：风险是一种可能的状态，而不是真实发生的状况。

2.3

RGB 值 RGB value

红(R)、绿(G)、蓝(B)3种基色，取值范围从0(黑色)到255(白色)。

[QX/T 180—2013, 定义 2.2]

2.4

水文特征值 hydrologic characteristic value

反映水文要素变化的特点和性质的数据。

[GB/T 50095—2014, 定义 5.2.10]

注：常用水位上的水文特征值有警戒水位、保证水位、防洪高水位、设计洪水位等。

2.5

警戒水位 warning stage

可能造成防洪工程或者防护区出现险情的河流和其他水体的水位。

[GB/T 50095—2014, 定义 6.1.16]

2.6

保证水位 highest safety stage

能保证防洪工程或防护区安全运行的最高洪水位。

[GB/T 50095—2014, 定义 6.1.17]

2.7

漫堤水位 water level over the embankment

达到河道堤防工程高度，可能发生顶部漫溢泄流的水位。

2.8

防洪高水位 upper water level for flood control

水库或者其他水工建筑物遇到下游防护对象设防洪水时，在坝前或者建筑物前达到的最高水位。

QX/T 451—2018

[GB/T 50095—2014, 定义 2.9.17.4]

2.9

设计洪水 **design flood**

符合防洪设计标准要求,以洪峰流量、洪水总量和洪水过程线等特征值表示的洪水。

[GB/T 50095—2014, 定义 7.3.1]

2.10

设计洪水位 **design flood level**

水库或者其他水工建筑物遇到设计洪水时,在坝前或者建筑物前达到的最高水位。

[GB/T 50095—2014, 定义 2.9.17.5]

2.11

校核洪水 **check flood**

工程在非常运用条件下符合校核标准的设计洪水。

[GB/T 50095—2014, 定义 7.3.2]

2.12

校核洪水位 **check flood level**

水库或者其他水工建筑物遇到校核洪水时,在坝前或者建筑物前达到的最高水位。

[GB/T 50095—2014, 定义 2.9.17.6]

2.13

漫坝水位 **water level over the dam**

达到水库坝体高度,可能发生坝顶漫溢泄流的水位。

2.14

重现期 **recurrence interval**

等于及大于(或者等于及小于)一定量级的水文要素值出现一次的平均间隔年数,由该量级频率的倒数计。

[GB/T 50095—2014, 定义 7.2.13]

2.15

流域 **valley**

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

[GB/T 20486—2017, 定义 2.1]

2.16

面雨量 **areal precipitation**

某一时段内特定区域或者流域的平均降雨量。

[GB/T 20486—2017, 定义 2.4]

3 划分等级

暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警等级分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级,分别用红、橙、黄、蓝四种颜色标示,级别含义见表1。

表 1 暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警等级、含义和颜色

预警等级	含义	表征颜色	颜色 RGB 值
I 级	气象风险很高	红色	255,0,0
II 级	气象风险高	橙色	255,126,0
III 级	气象风险较高	黄色	255,250,0
IV 级	有一定气象风险	蓝色	0,102,255

4 划分方法

4.1 有水文特征值的中小河流

4.1.1 不含水库的中小河流

不含水库的中小河流洪水气象风险预警等级,按表 2 来划分。

表 2 不含水库的中小河流洪水气象风险预警等级和级别划分标准

预警等级	划分标准	含义
I 级	达到 I 级气象条件	将导致河道水位达到或者超过漫堤水位
II 级	达到 II 级气象条件	将导致河道水位达到或者超过保证水位并低于漫堤水位
III 级	达到 III 级气象条件	将导致河道水位达到或者超过警戒水位并低于保证水位
IV 级	达到 IV 级气象条件	将导致河道水位接近警戒水位并上涨
“接近”因流域而定,一般为 0.01 m~1.0 m,本标准取 0.5 m。		

4.1.2 含水库的中小河流

含水库的中小河流洪水气象风险预警等级,按表 3 来划分。

表 3 含水库的中小河流洪水气象风险预警等级和级别划分标准

预警等级	划分标准	含义
I 级	达到 I 级气象条件	将导致水库水位达到或者超过漫坝水位
II 级	达到 II 级气象条件	将导致水库水位达到或者超过校核洪水位小于漫坝水位
III 级	达到 III 级气象条件	将导致水库水位达到或者超过设计洪水位小于校核洪水位
IV 级	达到 IV 级气象条件	将导致水库水位达到或者超过防洪高水位小于设计洪水位

4.2 无水文特征值的中小河流

无水文特征值的中小河流洪水气象风险预警等级,按表 4 来划分。

表 4 无水文特征值的中小河流洪水气象风险预警等级和级别划分标准

预警等级	划分标准	含义
I 级	达到 I 级气象条件	将导致洪峰水位(或流量)大于或等于重现期为 50 a 的洪水
II 级	达到 II 级气象条件	将导致洪峰水位(或流量)大于或等于重现期为 20 a 小于重现期为 50 a 的洪水
III 级	达到 III 级气象条件	将导致洪峰水位(或流量)大于或等于重现期为 5 a 小于重现期为 20 a 的洪水
IV 级	达到 IV 级气象条件	将导致洪峰水位(或流量)接近重现期为 5 a 的洪水
<p>根据 GB/T 50095—2014,特大洪水为重现期大于或等于 50 a 的洪水,大洪水为重现期大于或等于 20 a 且小于 50 a 的洪水,中等洪水为重现期大于或等于 5 a 且小于 20 a 的洪水,小洪水为重现期小于 5 a 的洪水;“接近”因流域而定,一般为接近重现期为 5 a 洪水洪峰水位 0.01 m~1.0 m,本标准取 0.5 m。</p>		

5 预警等级气象条件推求

暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警等级对应的气象条件,是指对于表 2 至表 4 中的某一预警等级,未来一定时效内,中小河流流域预报面雨量大于或者等于达到流域该预警等级的致洪动态临界面雨量阈值。推求气象条件的方法参见附录 A。

附录 A
(资料性附录)
气象条件推求方法

A.1 中小河流动态临界面雨量阈值推求方法

A.1.1 概述

这里以不含水库的中小河流达到Ⅲ级预警等级时的动态临界面雨量阈值为例介绍推求方法,其他预警等级动态临界面雨量阈值推求可参照推求。

A.1.2 有长序列降水、水文(流量与水位)资料流域

根据流域多场历史洪水,应用流域水文模型(率定后,达到 GB/T 22482—2008 中 6.5.5 的甲等预报方案)以流域实况降水为模型输入,驱动水文模型获取流域土壤含水量,反推出一定时效内(24 h、12 h、6 h 等)河道水位达到或者超过警戒水位并低于保证水位(水文特征值示意图见图 A.1、图 A.2)的流域面雨量值。

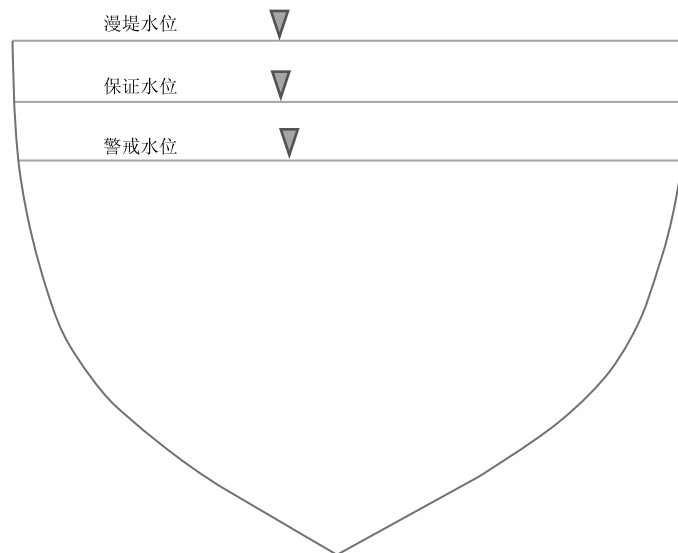


图 A.1 不含水库的中小河流水位特征值示意图

将得到的多组流域土壤含水量与面雨量值制作散点图,建立非线性判别函数(这里选用幂函数),保证最小误判准则分离出超警戒水位且未超保证水位的样本与未超警戒水位的样本。此判别函数即为考虑流域土壤含水量的该中小河流洪水气象风险预警等级(Ⅲ级)动态临界面雨量。

基于幂函数的非线性判别函数为:

$$d(z) = \omega_1 z^a + \omega_2 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$d(z)$ —— 判别函数;

z —— 样本;

a, ω_1, ω_2 —— 待定参数。

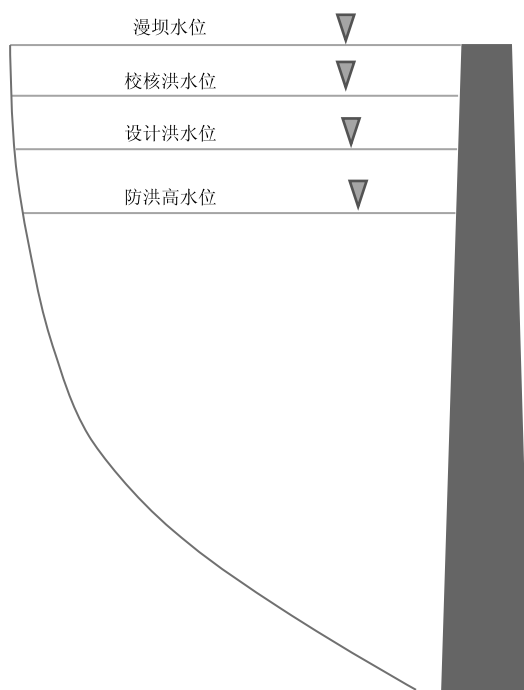


图 A.2 含水库的中小河流水位特征值示意图

在保证最小误判准则下,推求出安徽屯溪流域 24 h 时效Ⅲ级动态临界面雨量阈值(图 A.3 为安徽屯溪流域 24 h 时效Ⅲ级动态临界面雨量阈值):

$$y = -211.83x^{0.71} + 320 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- y —— 临界面雨量阈值;
- x —— 流域土壤含水量。

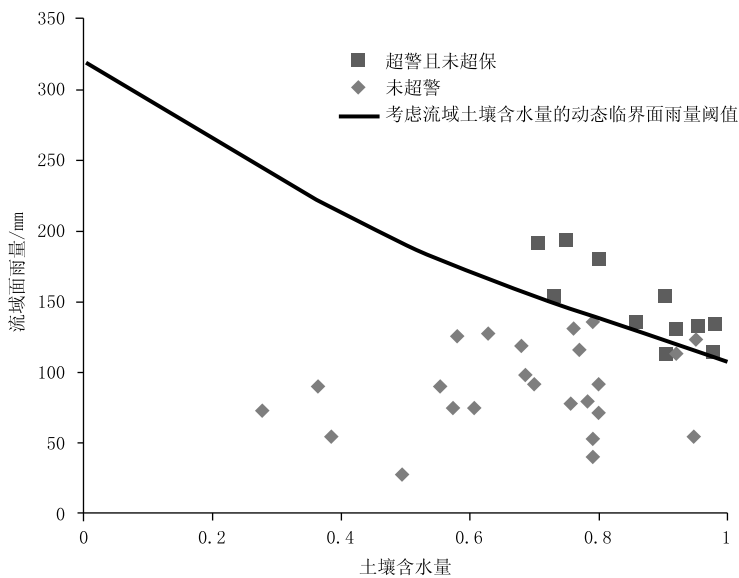


图 A.3 安徽屯溪流域 24 h 时效Ⅲ级动态临界面雨量阈值示意图

A.1.3 仅有长序列完整降水资料流域

根据流域多场历史洪水或者强降水过程,应用流域水文模型(参数由长序列降水与水文(流量与水位)资料的相似流域参数移植)以流域实况降水为模型输入,驱动水文模型获取流域土壤含水量,反推出一定时效内(24 h、12 h、6 h 等)达到表 2 至表 4 预警等级划分标准(水文特征值示意图见图 A.1、图 A.2)的流域面雨量。根据 A.1.2 推求考虑流域土壤含水量的仅有长序列完整降水资料的中小河流洪水致洪动态临界面雨量。

A.1.4 无资料与少资料流域

通过移植有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流致洪动态临界面雨量阈值,获取无资料与少资料中小河流致洪动态临界面雨量阈值。

中小河流致洪临界面雨量阈值与流域面积、流域坡度、流域土地利用类型和土壤类型存在下列关系:

$$P_t = b_1 A^{b_2} S_t^{b_3} L^{b_4} S_i^{b_5} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- P_t ——有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流致洪动态临界面雨量阈值;
- A ——有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流集水面积;
- S_t ——有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流流域平均坡度;
- L ——有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流流域陆面覆盖;
- S_i ——有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流流域土壤类型;
- $b_1、b_2、b_3、b_4、b_5$ ——待定参数。

根据公式(A.3),建立有长序列降水、水文(流量与水位)资料的中小河流致洪动态临界面雨量阈值与流域面积、流域坡度、流域土地利用类型和土壤类型关系,利用回归分析方法计算出参数 $b_1、b_2、b_3、b_4、b_5$,结合无资料与少资料流域面积、流域坡度、流域土地利用类型和土壤类型,代入公式(A.3),推求出无资料与少资料中小河流致洪动态临界面雨量阈值。

A.2 面雨量预报计算方法

A.2.1 概述

本标准宜使用算术平均法与泰森多边形法推求面雨量预报。当降水预报为网格点预报时,采用算术平均法;当降水预报为站点或者落区预报时,采用泰森多边形法。

A.2.2 算术平均法

流域内所有预报网格点的同期雨量之和,除以网格点总数。计算公式为:

$$\bar{P} = \sum_{j=1}^n P_j / n \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- \bar{P} ——流域面雨量;
- P_j ——流域内第 j 个网格点的同期雨量;
- n ——流域网格点数。

A.2.3 泰森多边形法

将流域内各相邻预报站点(如为落区预报,将落区预报转化为站点预报)用直线相连,作各连线的垂

直平分线,这些垂直平分线相交把流域划分为若干个多边形,每个多边形内都有一个雨量站。设每个雨量站都以其所在的最小多边形为控制面积,则流域面雨量为各雨量站点的雨量乘以各自的控制面积的总和除以流域的总面积。计算公式为:

$$\bar{P} = \sum_{k=1}^m P_k S_k / S \quad \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中:

\bar{P} ——流域面雨量;

P_k ——流域内第 k 个预报站点的同期雨量;

S_k ——流域内第 k 个预报站点的控制面积;

S ——流域的总面积;

m ——流域预报站点数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20486—2017 江河流域面雨量等级
- [2] GB/T 22482—2008 水文情报预报规范
- [3] GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准
- [4] QX/T 180—2013 气象服务图形产品色域
- [5] 中华人民共和国国务院. 全国山洪灾害防治规划[Z], 2006.
- [6] 国家防汛抗旱总指挥部办公室. 山洪灾害防御预案编制大纲[Z], 2005
- [7] 中国气象局. 关于印发《暴雨诱发中小河流洪水和山洪地质灾害气象风险预警服务业务规范(试行)》的通知:气减函〔2013〕34号[Z], 2013.
- [8] 中国气象局. 关于印发《暴雨诱发中小河流洪水气象风险预警业务规范(暂行)》和《暴雨诱发地质灾害气象风险预警业务规范》的通知:气减函〔2016〕65号[Z], 2016
- [9] 姜弘道, 唐洪武. 水利大词典[M]. 南京:河海大学出版社, 2015
- [10] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京:气象出版社, 2009
- [11] 周月华, 田红, 李兰. 暴雨诱发的中小河流洪水风险预警服务业务技术指南[M]//矫梅燕. 气象灾害风险预警服务业务技术指南丛书[M]. 北京:气象出版社, 2015
- [12] 水利部水文局(水利信息中心). 中小河流山洪监测与预警预测技术研究[M]. 北京:科学出版社, 2010
- [13] Georgakakos K P. Analytical results for operational flash flood guidance[J]. Journal of Hydrology, 2006, 317(1):81-103
- [14] Daniele Norbiato, Marco Borga, Silvia DegliEsposti, et al. Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions: An assessment for gauged and ungauged basins[J]. Journal of Hydrology, 2008, 362: 274-290
- [15] Norbiato D, Borga M, Dinale R. Flash flood warning in ungauged basins by use of the flash flood guidance and model-based runoff thresholds[J]. Meteorological Applications, 2010, 16(1):65-75
- [16] Clark R A, Gourley J J, Flamig Z L, et al. CONUS-wide evaluation of national weather service flash flood guidance products[J]. weather & Forecasting, 2014, 29(2):377-392

中华人民共和国
气象行业标准
暴雨诱发的中小河流洪水气象风险预警等级
QX/T 451—2018

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30千字
2019年2月第一版 2019年2月第一次印刷

*

书号:135029-6017 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301