



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 511—2019

---

## 气象灾害风险评估技术规范 冰雹

Technical specifications for meteorological disaster risk assessment—Hail

2019-12-26 发布

2020-04-01 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 资料收集与处理 .....	1
4 评估方法 .....	3
附录 A(资料性附录) 归一化处理 .....	4
附录 B(资料性附录) Pearson 相关系数 .....	5
附录 C(资料性附录) 回归系数确定方法 .....	6
附录 D(资料性附录) 百分位数法 .....	7
参考文献 .....	8



## 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:安徽省气候中心、国家气候中心。

本标准主要起草人:田红、唐为安、高歌、卢燕宇、谢五三。



# 气象灾害风险评估技术规范 冰雹

## 1 范围

本标准规定了冰雹灾害风险评估的资料收集与处理、评估方法。  
本标准适用于冰雹灾害风险评估。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

#### 冰雹 hail

坚硬的球状、锥形或不规则的固体降水物。

[GB/T 27957—2011,定义 2.1]

### 2.2

#### 最大冰雹直径 diameter of the maximum hail

一次降雹过程中观测到的最大冰雹的最大直径。

### 2.3

#### 降雹持续时间 duration of hailfall

从降雹开始至终止的持续时间。

### 2.4

#### 降雹时极大风速 extreme wind speed during hailfall

降雹过程中出现的最大瞬时风速值。

### 2.5

#### 冰雹致灾因子 hail hazard

造成冰雹灾害的自然异变因素,多指造成冰雹灾害的最大冰雹直径、降雹持续时间、降雹时极大风速等。

### 2.6

#### 灾损指数 disaster loss index

评估区域内冰雹灾害造成的经济损失与当年该区域国内生产总值(GDP)的比值。

### 2.7

#### 风险指数 risk index

冰雹灾害预期损失的量化评估指标。

## 3 资料收集与处理

### 3.1 资料收集

#### 3.1.1 一般要求

收集评估区域内不少于 30 个同时具备最大冰雹直径(单位为毫米(mm),取整数)、降雹持续时间

(单位为分钟(min),取整数)、降雹时极大风速(单位为米/秒(m/s),取1位小数)和直接经济损失(单位为万元,取1位小数)4个要素的样本。

3.1.2 气象资料

评估区域内气象站建站以来地面气象月报表、气象灾害年鉴、气象志、地方志及相关文献资料中的冰雹发生记录,包括最大冰雹直径、降雹持续时间及降雹时极大风速。

3.1.3 经济发展资料

由政府部门发布的市、县(区)历年GDP,以万元为单位。

3.1.4 灾情资料

由政府部门发布的有冰雹过程的历次风雹灾害直接经济损失。

3.2 资料处理

3.2.1 冰雹记录的定量化转换

将历史记录中最大冰雹直径的定性描述转换成定量数据,转换依据见表1。

表1 最大冰雹直径转换表

单位为毫米(mm)

最大冰雹定性描述	转换直径
拳头	60~70
鸡蛋	50
乒乓球	40
鹌鹑蛋	20
花生米	10
绿豆	5

3.2.2 归一化处理

对最大冰雹直径、降雹持续时间、降雹时极大风速进行归一化处理,方法参见附录A。

3.2.3 灾损指数确定

以评估区域内一次冰雹灾害造成的直接经济损失除以当年该区域的GDP,得到灾损指数(式(1)):

$$I = D/E \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $I$  ——灾损指数;
- $D$  ——直接经济损失,单位为万元;
- $E$  ——当年GDP,单位为万元。



## 4 评估方法

### 4.1.1 冰雹致灾因子识别

使用 Pearson 相关系数计算方法,分别计算灾损指数与归一化处理后的最大冰雹直径、降雹持续时间、降雹时极大风速的相关系数,选取通过显著性检验( $\alpha = 0.05$ )的因子作为冰雹灾害致灾因子。Pearson 相关系数计算方法参见附录 B。

### 4.1.2 风险评估模型构建

冰雹灾害风险评估模型按式(2)构建:

$$\hat{I} = \sum_{i=1}^k b_i h_i + b_0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $\hat{I}$  —— 风险指数;
- $k$  —— 识别的致灾因子个数;
- $h_i$  —— 第  $i$  个致灾因子的归一化值;
- $b_i, b_0$  —— 回归系数,确定方法参见附录 C。

### 4.1.3 风险指数序列完整构建

对于历史记录中只有冰雹而无灾损的个例,利用式(2)估算出风险指数( $\hat{I}$ ),将已有的灾损指数( $I$ )视同为风险指数( $\hat{I}$ ),两者构成一个完整的风险指数序列。

### 4.1.4 风险等级划分

基于 4.1.3 完整构建的风险指数序列,采用“百分位数法”(参见附录 D),将冰雹灾害风险划分为轻度、中度、重度及特重 4 个等级(表 2),并按照百分位数区间推算得到相应的风险指数阈值。每过 5 年应把新资料加入序列中,重新推算风险指数阈值。

表 2 冰雹灾害风险等级

风险指数百分位数( $R$ )区间	$R \leq 60\%$	$60\% < R \leq 80\%$	$80\% < R \leq 95\%$	$R > 95\%$
风险等级	轻度	中度	重度	特重

### 4.1.5 风险评估结果确定

对每次降雹过程进行风险评估,将观测或预报的致灾因子代入式(2),计算得到风险指数( $\hat{I}$ ),然后按照风险指数阈值确定评估结果。

附 录 A  
(资料性附录)  
归一化处理

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。计算公式为:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

$x'$  ——归一化后的数据;

$x$  ——样本数据;

$x_{\min}$  ——样本数据中的最小值;

$x_{\max}$  ——样本数据中的最大值。

**附 录 B**  
(资料性附录)  
**Pearson 相关系数**

Pearson 相关系数是描述两个随机变量线性相关的统计量,一般简称为相关系数或点相关系数,用  $r$  来表示。它也作为两总体相关系数  $\rho$  的估计。

设有两个变量

$$x_1, x_2, \dots, x_n \text{ 和 } y_1, y_2, \dots, y_n \quad \dots\dots\dots(\text{B. 1})$$

相关系数计算公式为:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \dots\dots\dots(\text{B. 2})$$

式中:

- $r$  ——变量  $x$  和  $y$  的相关系数;
- $x_i$  ——变量  $x$  的第  $i$  个值;
- $y_i$  ——变量  $y$  的第  $i$  个值;
- $\bar{x}$  ——变量  $x$  的样本均值;
- $\bar{y}$  ——变量  $y$  的样本均值;
- $n$  ——样本容量。

在给定显著性水平下,对计算出的相关系数根据相关系数检验表进行显著性检验。

**附 录 C**  
(资料性附录)  
回归系数确定方法

设因变量  $y$  与自变量  $x_1, x_2, \dots, x_m$  有线性关系,那么建立  $y$  的  $m$  元线性回归模型:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon \quad \dots\dots\dots(C. 1)$$

式中:

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$  ——模型系数;

$\varepsilon$  ——服从正态分布  $N(0, \delta^2)$  的随机误差。

在实际问题中,对  $y$  与  $x_1, x_2, \dots, x_m$  作  $n$  次观测,即  $y_t, x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt}$ , 即有:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_m x_{mt} + \varepsilon_t \quad \dots\dots\dots(C. 2)$$

由观测值确定模型系数  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$  的估计  $b_0, b_1, \dots, b_m$ , 得到  $y_t$  对  $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt}$  的线性回归方程:

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + \dots + b_m x_{mt} + e_t \quad \dots\dots\dots(C. 3)$$

式中:

$\hat{y}_t$  ——  $y_t$  的估计;

$b_0, b_1, \dots, b_m$  ——回归系数;

$e_t$  ——误差估计或称为残差。

根据最小二乘法,要选择这样的  $b_0, b_1, \dots, b_m$ , 使残差平方和(式(C. 4))达到极小。

$$Q = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - b_0 - b_1 x_{1t} - \dots - b_m x_{mt})^2 \quad \dots\dots\dots(C. 4)$$

式中:

$Q$  ——残差平方和。

为此,将  $Q$  分别对  $b_0, b_1, \dots, b_m$  求偏导数,并使得:

$$\frac{\partial Q}{\partial b_i} = 0 \quad \dots\dots\dots(C. 5)$$

得到关于  $b_0, b_1, \dots, b_m$  正规方程组,解方程组即可得到回归系数  $b_0, b_1, \dots, b_m$ 。

**附 录 D**  
(资料性附录)  
百分位数法

百分位数又称为百分位分数,是数据统计中一种常用的方法。具体定义为把一组统计数据按其数值从小到大顺序排列,并按数据个数 100 等分。在第  $p$  个分界点(称为百分位点)上的数值,称为第  $p$  个百分位数( $p=1,2,\dots,99$ )。在第  $p$  个分界点到第  $p+1$  个分界点之间的数据,称为处于第  $p$  个百分位。百分位数计算公式如下:

$$P_m = L + \frac{(m/100) \times N - F_h}{f} \times i \quad \dots\dots\dots(D.1)$$

或

$$P_m = U + \frac{N(1 - m/100) - F_n}{f} \times i \quad \dots\dots\dots(D.2)$$

式中:

- $P_m$  —— 第  $m$  个百分位数;
- $N$  —— 总频次;
- $L$  ——  $P_m$  所在组的下限;
- $U$  ——  $P_m$  所在组的上限;
- $f$  ——  $P_m$  所在组的次数;
- $F_h$  —— 小于  $L$  的累积次数;
- $F_n$  —— 大于  $U$  的累积次数;
- $i$  —— 组距。

参 考 文 献

- [1] GB/T 27957—2011 冰雹等级
  - [2] MZ/T 027—2011 自然灾害风险管理基本术语
  - [3] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003
  - [4] 章国材. 自然灾害风险评估与区划原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2014
-



中华人民共和国  
气象行业标准  
气象灾害风险评估技术规范 冰雹  
QX/T 511—2019

\*

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

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字  
2020年1月第1版 2020年1月第1次印刷

\*

书号:135029-6102 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