

气象灾害综合风险普查技术规范
第6部分：冰雹

Specification for meteorological disaster comprehensive risk investigation
technology—Part 6: Hail

地方标准信息服务平台

2023-10-07 发布

2023-11-07 实施

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。

本文件是 DB34/T 4637《气象灾害综合风险普查技术规范》的第6部分。DB34/T 4637 已经发布了以下部分：

- 第1部分：暴雨；
- 第2部分：干旱；
- 第3部分：台风；
- 第4部分：高温；
- 第5部分：低温；
- 第6部分：冰雹。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由安徽省气象局提出并归口。

本文件起草单位：安徽省气候中心、安徽省气象灾害防御技术中心、淮河流域气象中心、安徽气象信息有限公司。

本文件主要起草人：唐为安、田红、程向阳、谢五三、刘晓蓓、王胜、吴蓉、丁小俊、戴娟、张脉惠、戴晓慧、谢党。

地方标准信息服务平台

引 言

气象灾害综合风险普查是掌握风险隐患底数、客观识别主要灾害风险水平的重要手段，为制定科学实用的气象灾害防治区划、最大程度减轻气象灾害风险、推动经济社会高质量发展提供技术支持。

DB34/T 4637 旨在规范县级行政区域以上的气象灾害风险普查工作，拟由九个部分构成。

- 第 1 部分：暴雨。目的在于规定暴雨灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 2 部分：干旱。目的在于规定干旱灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 3 部分：台风。目的在于规定台风灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 4 部分：高温。目的在于规定高温灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 5 部分：低温。目的在于规定低温灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 6 部分：冰雹。目的在于规定冰雹灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 7 部分：大风。目的在于规定大风灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 8 部分：雷电。目的在于规定雷电灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
- 第 9 部分：雪灾。目的在于规定雪灾风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。

地方标准信息服务平台

气象灾害综合风险普查技术规范 第6部分：冰雹

1 范围

本文件规定了冰雹灾害风险普查的资料收集、数据处理、致灾危险性评估和灾害风险评估。
本文件适用于冰雹灾害的风险普查。

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。

QX/T 511—2019 气象灾害风险评估技术规范 冰雹

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冰雹 hail

坚硬的球状、锥形或不规则固体降水物。

[来源：GB/T 27957—2011，2.1]

3.2

冰雹灾害 hail disaster

因冰雹造成生命、财产、社会功能和生态环境等损害。

3.3

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。

注：取整数，单位为毫米。

[来源：QX/T 511—2019，2.2]

3.4

降雹持续时间 duration of hailfall

从降雹开始至终止的持续时间。

注：单位为分钟。

[来源：QX/T 511—2019，2.3]

3.5

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。

注：单位为米每秒。

[来源：QX/T 511—2019，2.4]

3.6

承灾体 hazard-affected body
承受冰雹灾害的对象。

3.7

暴露度 exposure
承受冰雹影响的承灾体的数量和价值量。

3.8

脆弱性 fragibility
受到冰雹不利影响的倾向或趋势。

3.9

风险普查 risk investigation
收集气象灾害相关信息，经数据处理后，对致灾危险性和灾害风险进行评估。

3.10

评估单元 assessment unit
评估对象的区域范围，可为县（市、区）、乡镇（街道）。

4 资料收集

资料收集包括但不限于：

- 地面气象观测站建站以来的冰雹观测数据及相关文献资料中的冰雹发生记录，包括冰雹最大直径、降雹开始时间和结束时间、降雹时极大风速等，见附录 A；
- 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；
- 历次或历年冰雹导致的受灾人口、农作物受灾面积、直接经济损失等灾情资料，资料年限不少于 10 年；
- 行政边界矢量数据和分辨率不低于 30 弧秒的数字高程模型。

5 数据处理

5.1 气象资料

气象资料应按下列方法处理：

- a) 按照 QX/T 511—2019 中表 1 的规定，将最大冰雹直径的定性描述转换成定量数据；
- b) 根据降雹开始时间和结束时间计算得到降雹持续时间。

5.2 灾损指数

按公式（1）计算：

$$I = \frac{L}{G} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- I —— 灾损指数；
- L —— 一次冰雹灾害造成的直接经济损失，单位为 万元；
- G —— 评估单元GDP，单位为 万元。

6 致灾危险性评估

6.1 冰雹强度指数

冰雹强度指数按下列两种方法计算：

- a) 样本中同时具备最大冰雹直径、降雹持续时间、降雹时极大风速和直接经济损失 4 个要素，且样本量不少于 30 个，按照 QX/T 511—2019 中 4.1.1 的方法识别冰雹灾害致灾因子，按公式 (2) 计算：

$$I_s = \sum_{i=1}^k b_i \times h_i + b_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

I_s —— 冰雹强度指数；

k —— 识别的致灾因子个数；

h_i —— 归一化的第 i 个致灾因子的多年平均值，归一化处理方法见附录B；

b_i 和 b_0 —— 以 I 为因变量，致灾因子为自变量，构建的回归方程的回归系数。回归系数确定方法见 QX/T 511—2019 中附录C。

- b) 其它情况，按公式 (3) 计算：

$$I_s = d \times w_d + t \times w_t \dots\dots\dots (3)$$

式中：

I_s —— 冰雹强度指数；

d —— 归一化的最大冰雹直径的多年平均值，归一化处理方法见附录B；

w_d —— 最大冰雹直径的多年平均值的权重系数；

t —— 归一化的降雹持续时间的多年平均值，归一化处理方法见附录B；

w_t —— 降雹持续时间的多年平均值的权重系数。

权重系数确定方法见附录C， $w_d + w_t = 1$ 。

6.2 冰雹日数修正

对海拔大于和等于 400 米的区域，冰雹日数按公式 (4) 修正：

$$D = 15.561 \ln(E) - 68.227 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

D —— 冰雹日数，单位为天；

E —— 海拔，单位为米。

6.3 致灾危险性指数

按公式 (5) 计算：

$$H = I_s \times w_s + F_r \times w_f \dots\dots\dots (5)$$

式中：

H —— 致灾危险性指数；

I_s —— 冰雹强度指数；

w_s —— 冰雹强度指数的权重系数；

F_r —— 归一化的冰雹日数，归一化处理方法见附录B；

w_f —— 冰雹日数的权重系数。

权重系数确定方法见附录C， $w_s + w_f = 1$ 。

6.4 致灾危险性区划

采用自然断点法（见附录D）对致灾危险性指数进行分类，将致灾危险性划分为高危险、较高危险、较低危险和低危险等 4 个等级，可依据致灾危险性等级制作危险性区划图。

7 灾害风险评估

7.1 承灾体暴露度和脆弱性评估

7.1.1 指标

承灾体暴露度和脆弱性评估指标见表1。

表1 承灾体暴露度和脆弱性评估指标

承灾体	暴露度	脆弱性
人口	人口密度（ d_p ）	人口受灾率（ r_p ）
GDP	GDP密度（ d_g ）	直接经济损失率（ r_g ）
农作物	农作物播种密度（ d_c ）	农作物受灾率（ r_c ）

7.1.2 计算

7.1.2.1 人口密度按公式（6）计算：

$$d_p = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

d_p —— 评估单元人口密度，单位为 人/ km^2 ；

P —— 评估单元人口数，单位为 人；

S —— 评估单元国土面积，单位为 km^2 。

7.1.2.2 GDP 密度按公式（7）计算：

$$d_g = \frac{G}{S} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

d_g —— 评估单元GDP密度，单位为 万元/ km^2 ；

G —— 评估单元GDP，单位为 万元；

S —— 评估单元国土面积，单位为 km^2 。

7.1.2.3 农作物播种密度按公式（8）计算：

$$d_c = \frac{C}{S} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

d_c —— 评估单元农作物播种密度；

C —— 评估单元农作物播种面积，单位为 km^2 ；

S —— 评估单元国土面积，单位为 km^2 。

7.1.2.4 人口受灾率按公式（9）计算：

$$r_p = \frac{L_p}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

r_p —— 评估单元人口受灾率，单位为 %；
 L_p —— 评估单元受灾人口，单位为 人；
 P —— 评估单元人口数，单位为 人。

7.1.2.5 直接经济损失率按公式（10）计算：

$$r_g = \frac{L_g}{G} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：
 r_g —— 评估单元直接经济损失率，单位为 %；
 L_g —— 评估单元直接经济损失，单位为 万元；
 G —— 评估单元GDP，单位为 万元。

7.1.2.6 农作物受灾率按公式（11）计算：

$$r_c = \frac{L_c}{C} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中：
 r_c —— 评估单元农作物受灾率，单位为 %；
 L_c —— 评估单元农作物受灾面积，单位为 km^2 ；
 C —— 评估单元农作物播种面积，单位为 km^2 。

7.2 风险指数

7.2.1 风险指数分为以人口为承灾体的风险指数（ R_p ）、以 GDP 为承灾体的风险指数（ R_g ）和以农作物为承灾体的风险指数（ R_c ）。

7.2.2 风险指数计算前应对 H 、 d_p 、 d_g 、 d_c 、 r_p 、 r_g 、 r_c 进行归一化处理，得到 H' 、 d_p' 、 d_g' 、 d_c' 、 r_p' 、 r_g' 、 r_c' 。归一化处理方法见附录 B。

7.2.3 R_p 按公式（12）计算：

$$R_p = H'^{w_1} \times d_p'^{w_2} \times r_p'^{w_3} \dots\dots\dots (12)$$

式中：
 R_p —— 以人口为承灾体的风险指数；
 H' —— 归一化的致灾危险性指数；
 w_1 —— 致灾危险性指数的权重系数；
 d_p' —— 归一化的评估单元人口密度；
 w_2 —— 人口密度的权重系数；
 r_p' —— 归一化的评估单元人口受灾率；
 w_3 —— 人口受灾率的权重系数。
权重系数确定方法见附录C， $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ 。

7.2.4 R_g 按公式（13）计算：

$$R_g = H'^{w_4} \times d_g'^{w_5} \times r_g'^{w_6} \dots\dots\dots (13)$$

式中：
 R_g —— 以GDP为承灾体的风险指数；
 H' —— 归一化的致灾危险性指数；
 w_4 —— 致灾危险性指数的权重系数；
 d_g' —— 归一化的评估单元GDP密度；

w_5 ——GDP密度的权重系数；

r_g' ——归一化的评估单元直接经济损失率；

w_6 ——直接经济损失率的权重系数。

权重系数确定方法见附录C， $w_4 + w_5 + w_6 = 1$ 。

7.2.5 R_c 按公式（14）计算：

$$R_c = H'^{w_7} \times d_c'^{w_8} \times r_c'^{w_9} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

R_c ——以农作物为承灾体的风险指数；

H' ——归一化的致灾危险性指数；

w_7 ——致灾危险性指数的权重系数；

d_c' ——归一化的评估单元农作物播种密度；

w_8 ——农作物播种密度的权重系数；

r_c' ——归一化的评估单元农作物受灾率；

w_9 ——农作物受灾率的权重系数。

权重系数确定方法见附录C， $w_7 + w_8 + w_9 = 1$ 。

7.3 风险区划

采用自然断点法（见附录D）对风险指数进行分类，将风险划分为高风险、较高风险、中等风险、较低风险和低风险等 5 个等级，可依据风险等级制作风险区划图。

附 录 A
(资料性)
冰雹事件调查内容

冰雹事件调查内容见表A.1。

表A.1 冰雹事件调查内容

字段	记录	说明
观测站名		
站号		
经度		格式为 00° 00′ 00″
纬度		格式为 00° 00′ 00″
海拔高度/米		
降雹日期		格式为 yyyymmdd, 示例 19780101
降雹开始时间		格式为时:分, 示例 12:00
降雹结束时间		格式为时:分, 示例 12:02
降雹持续时间/分钟		
降雹时极大风速/米每秒		
最大冰雹直径/毫米		
资料来源		

地方标准信息服务平台

附录 B
(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 (B.1)：

$$x' = 5 + 5 \times \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \dots\dots\dots (B.1)$$

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。

地方标准信息服务平台

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能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。

地方标准信息服务平台

附录 D (资料性) 自然断点法

D.1 分类子集总偏差平方和计算

针对分类结果中的某一子集的数组按公式 (D.1) 计算总偏差平方和 (S_{DAM})。

$$S_{\text{DAM}} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{D.1})$$

式中:

S_{DAM} ——总偏差平方和;

$\bar{x}$ ——数组序列中所有元素的均值,按公式 (D.2) 计算;

n ——数组中元素个数;

x_i ——第 i 个元素的值。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{D.2})$$

式中:

$\bar{x}$ ——数组序列中所有元素的均值;

n ——数组中元素个数;

x_i ——第 i 个元素的值。

D.2 分类范围确定

将数据中所有 M 个元素分为 K 个子集,其中 K 个子集共有 C 种分类结果,其中一种分类结果为 $[X_1 \ X_2 \ \dots \ X_i]$, $[X_{i+1} \ X_{i+2} \ \dots \ X_j]$, $\dots$, $[X_{j+1} \ X_{j+2} \ \dots \ X_m]$ 。按公式 (D.1) 计算每种分类结果中每个子集的总偏差平方和 $S_{\text{DAM}_1}^1, S_{\text{DAM}_2}^1, \dots, S_{\text{DAM}_K}^1, \dots, S_{\text{DAM}_K}^C$,并按公式 (D.3) 求和每种分类结果的总偏差平方和 (S_{DCM}^p)。

$$S_{\text{DCM}}^p = \sum_{i=1}^K S_{\text{DAM}_i}^p \quad (\text{D.3})$$

式中:

S_{DCM}^p ——第 p 个分类结果的总偏差平方和;

K ——子集数量;

$S_{\text{DAM}_i}^p$ ——第 p 个分类结果第 i 个子集的总偏差平方和。

选择 $S_{\text{DCM}}^1, S_{\text{DCM}}^2, \dots, S_{\text{DCM}}^C$ 中最小的一个值 ($S_{\text{DCM},\min}$) 作为最优范围, $S_{\text{DCM},\min}$ 所对应的分类范围即为最佳分类。

参 考 文 献

- [1] GB/T 27957—2011 冰雹等级
-

地方标准信息服务平台