



中华人民共和国国家标准

GB/T 4797.5—2017/IEC 60721-2-2:2012
代替 GB/T 4797.5—2008

环境条件分类 自然环境条件 降水和风

**Classification of environmental conditions—Environmental conditions
appearing in nature—Precipitation and wind**

(IEC 60721-2-2: 2012, Classification of environmental conditions—Part 2-2:
Environmental conditions appearing in nature—Precipitation and wind, IDT)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
环境条件分类

自然环境条件 降水和风

GB/T 4797.5—2017/IEC 60721-2-2:2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2017年12月第一版

*

书号: 155066 · 1-59320

版权专有 侵权必究

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	1
4.1 一般说明	1
4.2 降水	1
4.3 风	1
5 特征参数	2
5.1 降雨	2
5.2 冰雹	2
5.3 雪	3
5.4 风	3
6 分类	3
6.1 概述	3
6.2 正常降雨	4
6.3 大风雨	4
6.4 结冰	4
6.4.1 概述	4
6.4.2 霜	4
6.4.3 雾凇	4
6.4.4 纯洁冰	4
6.4.5 雨凇	4
6.4.6 结冰过程	4
6.5 冰雹	5
6.6 雪载	5
6.7 吹雪	5
6.8 风力	5
参考文献	6
表 1 雨的特征(长期的平均值)	2
表 2 冰雹特性	3

前 言

GB/T 4797 包括以下 8 个部分：

- GB/T 4797.1 环境条件分类 自然环境条件 温度和湿度；
- GB/T 4797.2 环境条件分类 自然环境条件 气压；
- GB/T 4797.3 电工电子产品自然环境条件 生物；
- GB/T 4797.4 环境条件分类 自然环境条件 太阳辐射与温度；
- GB/T 4797.5 环境条件分类 自然环境条件 降水和风；
- GB/T 4797.6 环境条件分类 自然环境条件 尘、沙、盐雾；
- GB/T 4797.7 电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 地震振动和冲击；
- GB/T 4797.8 电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 火灾暴露。

本部分为 GB/T 4797 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 4797.5—2008《电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 降水和风》。

本部分与 GB/T 4797.5—2008 相比主要变化如下：

- 标准名称改为《环境条件分类 自然环境条件 降水和风》；
- 原标准第 3 章、第 5 章、5.4 悬置段内容分别增加标题；
- 修改简化“降水”和“风”描述内容(见 4.2 和 4.3)；
- 修改式(1)~式(4)；
- 修改表 1 内容,增加表 2 注释,删除表 3、表 4、图 1~图 5；
- 删除附录 NA。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60721-2-2:2012《环境条件分类 第 2-2 部分:自然环境条件 降水和风》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 4796.1—2017 环境条件分类 第 1 部分:环境参数及其严酷程度(IEC 60721-1:2002, IDT)

本部分做了下列编辑性修改：

- 为了与我国现有标准系列统一,本部分的名称改为《环境条件分类 自然环境条件 降水和风》；
- 6.6 增加了注。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位:中国电器科学研究院有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、福建省新能海上风电研发中心有限公司。

本部分主要起草人:刘鑫、黄开云、郭志佳、李颖。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 4797.5—1992、GB/T 4797.5—2008。

环境条件分类

自然环境条件 降水和风

1 范围

GB/T 4797 的本部分规定了与电工电子产品相关的降水和风环境条件的基础特性、定量描述以及分类。

本部分的目的是为产品应用选择适当的降水和风相关参数的严酷度提供背景资料。

当为产品应用选择适当的降水和风相关参数的严酷度时,宜选用 IEC 60721-1 规定的值。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

IEC 60721-1 环境条件分类 第1部分:环境参数及其分类(Classification of environmental conditions—Part 1: Enviromental parameters and their severities)

3 术语和定义

无。

4 概述

4.1 一般说明

地球上的大气层在不断运动中,局部会受热、受冷和变湿。由此在密度上会出现梯度,产生高压区和低压区。由于地球自转的科里奥利力的作用,风并不会由高压区直接吹向低压区。

空气的连续水平运动,促使在广大地区产生缓慢的上升运动,或者地表增热,引起热空气局部上升。空气的上升运动使气压和温度下降,当两者降低得足够多,就会形成降水。例如,在 20 °C 时,空气的最大水蒸气含量为 17.3 g/m³,如果降至 0 °C,空气中的最大水蒸气含量仅为 4.8 g/m³。

4.2 降水

具体的降水类型有雨、冰雹或者雪,都是云层发生复杂变化的结果。

形成雨滴还是冰晶取决于各种条件,例如,垂直气流、温度分布以及水滴或冰晶在云层内的合成过程。

4.3 风

风是指地球大气由高压区向低压区的横向运动。

风常是根据强度和风吹来的方向来表示。阵风是短时间的高速风。持续长时间的风根据他们的平均强度有不同的名称,例如,微风、大风、风暴、飓风、台风。风的形成规模也有很大差异:持续几十分钟

GB/T 4797.5—2017/IEC 60721-2-2:2012

雷暴,到由地表增热引起的持续数小时的局部微风,以及由气候带之间太阳吸收能量差造成的全球风。大气环流的两个主要原因是从赤道到两极间的热量差别,以及地球的自转。

5 特征参数

5.1 降雨

降雨一般通过以下参数描述:

- 降雨强度(水平表面上累积的降雨高度),单位为毫米每小时(mm/h);
- 雨滴尺寸分布:典型数值是直径1 mm~2 mm,在雷暴中,雨滴尺寸可能到5 mm~8 mm;
- 降落速度分布:典型数值为2 m/s~12 m/s;
- 雨滴温度。

在这里不考虑如由于空气污染溶解的杂质、海盐等的其他参数,尽管这些参数可能对产品有较大的影响。

表1给出了不同类型雨的参数^[1]。

表1 雨的特征(长期的平均值)

降水类型	最大降雨强度 mm/h
细雨	0.25
小雨	1.0
中雨	4.0
大雨	16
暴雨	50
大暴雨	>50

一般情况下,雨滴温度与通风干湿表的湿球温度相同,但也有可能发生偏差,例如在以冰晶形态构成的雨或者在降雨的初期阶段。

5.2 冰雹

冰雹一般通过以下参数描述:

- 直径:典型数值5 mm~15 mm;
- 密度:典型大冰雹会大于800 kg/m³,而小冰雹会小于此数值;
- 降落速度;
- 冲击能量;
- 典型阻尼系数(C_d)为0.6,但是冰雹的尺寸、形状的不规则和表面粗糙度会影响其数值^[2]。

本部分仅考虑直径较大的冰雹,因为它们具有破坏作用,但是最经常发生的还是直径较小的冰雹^[1]。

冰雹的降落速度由式(1)计算:

$$v = \sqrt{\frac{2 \times W}{C_d \times \rho_0 \times A}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

v ——降落速度,单位为米每秒(m/s);

W ——重量(质量乘以重力加速度),单位为牛顿(N);

C_d ——阻尼系数;

ρ_0 ——大气密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

A ——截面积,单位为平方米(m^2)。

海平面上 15 °C 时,干空气的标准大气密度 $\rho_0 = 1.225 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

冲击能量,通过质量(直径,密度)和降落速度计算。

冲击能量由式(2)计算:

$$E = \frac{m \times v^2}{2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

E ——冲击能量,单位为焦耳(J);

m ——冰雹的质量,单位为千克(kg);

v ——降落速度,单位为米每秒(m/s)。

表 2 给出了直径 20 mm 及以上冰雹的特性。

表 2 冰雹特性

直径 mm	质量 g	降落速度 m/s	碰撞能量 J
20	4	18	1
50	59	28	24
60	102	31	49
70	162	34	91
80	241	36	155
90	344	38	248
100	471	40	378

注:表中的数值是经过圆整以后的数据。

下列数值应用于表 2: $C_d = 0.6$; $\rho = 900 \text{ kg}/\text{m}^3$ (冰雹)。

5.3 雪

雪是由水滴以雪晶形式冻结形成的。如果被强风吹,雪晶会破碎成小颗粒。新降落的雪的密度范围为 $70 \text{ kg}/\text{m}^3 \sim 150 \text{ kg}/\text{m}^3$,陈雪的密度一般为 $400 \text{ kg}/\text{m}^3 \sim 500 \text{ kg}/\text{m}^3$,甚至高达 $910 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。如果雪的密度超过 $910 \text{ kg}/\text{m}^3$,则视为冰。实雪的密度通常为 $600 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。风破坏雪花的形状导致雪的密度增加,温度也会增加雪的密度。由于沉积作用,雪的密度也会增加^[1]。

5.4 风

风速受地面以上局部地貌和海拔的影响很大。地表越不平坦,靠近地面的风速被降低的程度越大,因此,地面附近的风速和远离地面的风速通常差别较大。

6 分类

6.1 概述

雨雪、冰雹和风对产品产生不同影响,单独影响,综合影响,或者跟其他环境因素综合影响。

下面给出了单个以及综合参数的例子。

6.2 正常降雨

降雨强度随纬度、气候和季节的变化差别较大。一般来说,最大的降雨强度出现在热带的暴风雨以及飓风类的暴风雨中。

一般降雨包括不同尺寸和速度的雨滴。雨滴的特性主要取决于大气的温度和水分含量,这些特性会使得降落中的雨滴部分或者全部汽化,一般来讲,在较高的地面温度和较高的相对湿度下,雨滴的直径中值较大。因此,热带地区雨滴的直径一般比例如北欧地区的要大。

6.3 大风雨

大风雨是风和雨的组合。风使雨滴在降落速度上又增加了一个水平的速度,还可能会给封装件造成负压。由于雨水低温的冷却作用,降雨本身也会形成负压。

6.4 结冰

6.4.1 概述

雨水降落到 0 °C 以下的表面上(例如,由于向晴夜天空的辐射),或者过冷雨滴的碰撞,会形成结冰。

6.4.2 霜

当湿润空气接触到 0 °C 以下的表面并凝华时会形成霜,当风速比较低的时候往往会形成霜。霜由针状结晶体组成,表面的附着力比较低。

6.4.3 雾凇

雾凇是通过风携带的过冷水滴反复地跟物体碰撞和结冰形成的,由于附着在物体上的点非常小而且迎风生长,非常典型的外观特征呈现“虾尾”状,呈白色,粒状结构。雾凇可能会与雪同时发生,导致物体大面积被雪覆盖。

6.4.4 纯洁冰

当过冷水滴在某表面上结冰时会形成纯洁冰。坚硬透明或不透明。它可以形成中间有小气孔的层状结构。纯洁冰一般没有特定的结构。纯洁冰结构紧凑,密度较大,附着力较强。当温度较低风速较高时,会形成纯洁冰。

6.4.5 雨凇

由过冷却雨降落到物体表面,在结冰之前形成水膜,则会产生雨凇。雨凇的密度和附着力都比较大,没有气泡。

6.4.6 结冰过程

结冰类型主要取决于:

- 空气温度;
- 风速;
- 过冷水滴的直径;
- 液态水含量。

圆柱表面的结冰取决于:

- 圆柱半径；
- 风速；
- 水滴尺寸。

6.5 冰雹

在世界大部分地区都会发生直径在 20 mm 以下的冰雹,直径超过 50 mm 的冰雹发生的概率较小。

6.6 雪载

最大雪载一般出现在冬季比较寒冷时的南方地区(对于北半球而言,南半球正好相反),特别是海洋性气候区域。这些地区的雪载强度一般为 2 kPa,相当于高度为 2 m 的新降雪或者 0.7 m 的陈雪。在山区雪载强度可能达到 10 倍之多。

注:此上所列的气候条件是世界范围,不适合我国国情。

6.7 吹雪

吹雪是风和雪的综合作用。此条件下的雪可能含有非常细的颗粒,足以侵入到产品的狭缝和接口。雪的水平流量随着离地面高度的增加而降低。吹雪会在物体的背风面形成。消除吹雪的一种方式,是建立一个防雪栅栏。防雪栅栏的效力决定于栅栏的高度以及与保护对象的距离。

6.8 风力

作用在物体上的风力取决于平均风速、物体的尺寸和形状。风力可以通过式(3)计算:

$$F = \frac{C_d \times \rho_0 \times v^2 \times A}{2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- F —— 风力,单位为牛顿(N);
- C_d —— 阻尼系数;
- ρ_0 —— 空气密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- v —— 平均风速,单位为米每秒(m/s);
- A —— 物体面积,单位为平方米(m^2)。

C_d 由物体的形状和表面决定。例如,对于立方体来说, C_d 值约为 1.05,但对于电线电缆,则为 1.0~1.3。

空气的密度 ρ_0 ,在标准大气压,温度为 20 °C 时,为 1.204 1 kg/m^3 。

阵风会产生短时力的冲击,在某些情况下,可能是周期性的,当与物体固有响应频率相同时,会引起大的振幅。这类阵风的频率一般低于 1 Hz。

一个特殊的现象是,迎风的圆柱体,由于风力的作用,后方释放出双排涡旋,它作为一种周期性的力反作用在垂直风向的圆柱上,这种现象通过 Strouhal 数(斯特鲁哈尔数)描述。Strouhal 数是一个无量纲数,用于描述振荡流机制,是雷诺数的函数。该力的频率通过式(4)计算:

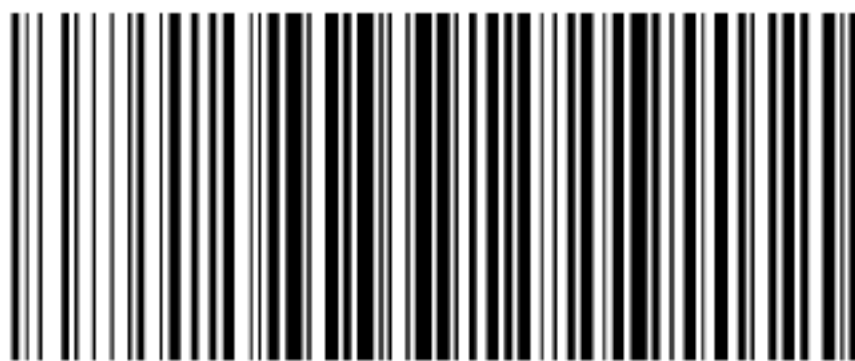
$$f = S_t \frac{v}{d} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- f —— 频率,单位为赫兹(Hz);
- S_t —— Strouhal 数,对广泛雷诺数约为 0.2^[3];
- v —— 风速,单位为米每秒(m/s);
- d —— 圆柱体直径,单位为米(m)。

参 考 文 献

- [1] GLICKMAN, Todd S., Glossary of Meteorology, American Meteorological Society, Second Edition (<http://amsglossary.allenpress.com/glossary>)
- [2] DENNIS, Arnett S., Weather Modification by Cloud Seeding, International Geophysics Series, Vol. 24.
- [3] MITOpenCourseWave 2.22 Design Principles for Ocean Vehicles (13.42). Data from LIENHARD (1966) and ACHENBACH and HENECKE (1981). $S \sim 0,21 (1-21/Re)$ for $40 < Re < 200$, from Roshko (1955)
-



GB/T 4797.5-2017

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-59320