



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4797.9—2021/IEC 60721-2-9:2014

---

## 环境条件分类 自然环境条件 贮存、运输和使用过程中测得的冲击和 振动数据

**Classification of environmental conditions—Environmental conditions appearing  
in nature—Measured shock and vibration data during storage,  
transportation and in-use**

(IEC 60721-2-9:2014, Classification of environmental conditions—  
Part 2-9: Environmental conditions appearing in nature—Measured  
shock and vibration data—Storage, transportation and in-use, IDT)

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围和目的 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 总则 .....	1
4 冲击和振动数据 .....	3
5 方法说明 .....	3
附录 A (资料性附录) 案例 .....	7
附录 B (资料性附录) 环境描述谱的平滑和包络方法 .....	9
参考文献 .....	13
图 A.1 曲线 1-5、包络线 7 和 95/50NTL 曲线 6 的比较 .....	8
图 B.1 数据的 95/50NTL 包络线 .....	9
图 B.2 95/50NTL 包络数据,包括 1/3 倍频程平均数据 .....	10
图 B.3 标准斜率 1/3 倍频程平均 .....	11
图 B.4 包络线和 NTL 曲线(含不同正态容差因子 $C$ ) 的比较 .....	12
表 1 正态容差因子 $C$ .....	4
表 A.1 5 条随机振动假设曲线的示例 .....	7
表 A.2 5 条假设曲线的计算结果 .....	8



## 前 言

GB/T 4797 包括以下部分：

- 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 4797.9 环境条件分类 自然环境条件 贮存、运输和使用过程中测得的冲击和振动数据。

本部分为 GB/T 4797 的第 9 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60721-2-9:2014《环境条件分类 第 2-9 部分：自然环境条件 测量的冲击和振动数据 贮存、运输和使用》。

本部分做了下列编辑性修改：

- 为与我国标准体系一致，将标准名称改为《环境条件分类 自然环境条件 贮存、运输和使用过程中测得的冲击和振动数据》。

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：芜湖赛宝信息产业技术研究院有限公司、重庆赛宝工业技术研究院、工业和信息化部电子第五研究所、深圳市优瑞特检测技术有限公司、北京航空航天大学、安徽工业大学、天津航天瑞莱科技有限公司、西安光麒科技有限公司、西安捷盛电子技术有限责任公司、广家院威凯(上海)检测技术有限公司、长城汽车股份有限公司、广州赛宝腾睿信息科技有限公司、上海阿泰可检测技术有限公司、西安融军通用标准化研究院有限责任公司。

本部分主要起草人：侯卫国、阳川、纪春阳、梅礼光、吴飒、叶建华、余晓流、高文斌、白西刚、徐明鸽、沈晓媛、崔战团、吴焕、余天刚、杨朋、严婷婷、王妙、史晓雯、辛荣。

## 引 言

GB/T 4797 的本部分旨在提供一种策略,用以根据产品在贮存、运输、有气候防护场所或无气候防护场所使用过程中测得的数据制定环境剖面。测得的数据通常以加速度-时间历程形式记录。之后从 IEC 60068-2 系列<sup>[1]</sup>选择适当严酷度的振动和冲击试验方法,应用 IEC 60721-3<sup>[2]</sup>中给出的环境水平,并根据本部分描述的策略更新环境水平。

更多详细信息可从专业的文献资料中获得,参考文献列出了部分资料。

# 环境条件分类 自然环境条件

## 贮存、运输和使用过程中测得的冲击和 振动数据

### 1 范围和目的

GB/T 4797 的本部分旨在提供一种策略,用以根据产品寿命周期中测得的数据制定环境剖面。

其目的是定义冲击和振动的基本参数和量值,作为确定产品在其寿命周期内贮存、运输和使用过程中预期承受机械环境严酷度的基础。

### 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。

无。

### 3 总则

#### 3.1 概述

在贮存、运输平台和使用地点测得的冲击和振动信号从基本的正弦特征到纯随机特征各不相同。随机信号可能是正态分布,也可能是非正态分布。如果是后者,可以合理地假设该过程是以一种复杂方式混合不同幅度的正态分布随机信号的叠加。

真实环境很少能够被简单地归类为正弦振动环境,通常,与旋转机械、航空发动机、螺旋桨等离散激励机制相关联,并且与相关的随机振动过程相混合。产品相关规范需明确是仅进行随机振动试验还是进行混合模式试验。

冲击环境与产品寿命周期每一阶段的振动环境密切相关,在特定的环境中往往会产生更高量级的加速度。如果在运输过程中将包装产品牢固地固定在运输平台基座上,包装产品不会“跳动”,通常这些冲击信号包含的频率在 0Hz 至 200Hz 带宽内。当然,在使用过程中可能出现更高频率(也许在 kHz 范围),这也取决于实际的使用环境。

鉴于随机振动试验是最常见的试验方式,下文给出了随机振动环境的处理方法。基于随机过程的处理方法可以代表其他过程,例如,冲击环境下冲击响应谱的处理,以及加速度谱密度(ASD)的处理。它也同样适用于处理加速度-频率形式的正弦数据。但是,需要特别注意这些数据取决于所涉及的初始过程,即加速度值、均方根值或异常频率的离散值。

在此过程中要考虑的其他因素包括:

- a) 随机谱的因子可能取决于测试的最终目的,例如鲁棒性、鉴定级等;
- b) 环境的统计学特征;
- c) 产品的统计学特征;
- d) 时间-寿命周期剖面。

本条介绍产品在贮存、运输和使用阶段的一些典型特征。

## 3.2 贮存

产品在贮存阶段长时间放置,在此期间不使用。贮存位置可能是有气候防护、有部分气候防护或无气候防护场所。在贮存期间,产品会经历搬运,所受冲击及振动强度取决于装卸设备和存储架的类型。产品在搬运时受到机器或过往车辆的影响,所引起的振动和冲击强度从微弱到强烈不尽相同。特别当其存放位置靠近重型机器和输送带时,产品可能承受更为强烈的冲击和振动。

## 3.3 运输

### 3.3.1 道路运输

产品在道路运输阶段始终处于冲击和振动环境。影响这种环境幅值和频率范围的主要因素:

- 运输车辆的结构设计;
- 车辆的行驶速度;
- 路况;
- 产品在车辆中的位置;
- 振动测量的参考轴线方向相对于车辆轴向的关系,一般垂直方向是最恶劣的;
- 产品可能对车辆响应特性的影响;
- 车辆的载荷分布。

早期实验室采用正弦振动来模拟道路运输环境。现在通常采用随机振动模拟,本部分中阐明的方法适用于该技术。因道路运输和搬运冲击的状况差异比较大,故在试验方案中一般两者同时包含。如有必要,相关规范需详细说明是否有这种需求。

### 3.3.2 轨道运输

轨道环境取决于列车悬挂系统设计,现代化列车悬挂系统以空气悬挂为主。当然,并不是所有的列车都是现代化的,特别是货运列车,会出现高强度、宽频率的振动冲击环境。空气悬挂系统的环境非常平稳,通常是低强度的低频环境。转轨冲击可能产生明显更高等级的加速度,这取决于缓冲设计。影响这种环境幅值和频率范围的主要因素有:

- 列车车厢悬挂系统的类型;
- 铁轨路况;
- 产品在列车车厢中的位置;
- 缓冲类型和转轨时的撞击速度。

### 3.3.3 空中运输

#### 3.3.3.1 概述

空中运输可以采用喷气式、螺旋桨式飞机或旋翼式飞机。不同运输方式间的环境差异很大。

#### 3.3.3.2 喷气式飞机

喷气式飞机的环境特性是随机的,冲击和振动的幅值和频率特性根据货舱内的位置而变化,频率上限可达 2 000 Hz。

#### 3.3.3.3 螺旋桨式飞机

螺旋桨式飞机的环境主要由发动机转子产生的正弦分量、螺旋桨通过频率及其谐波和随机背景组成。这些频率随着飞机的不同而变化,但通常集中在 200 Hz 的频率范围内。基于这种情况,随机叠加

正弦模拟比较适合。但是,随着与旋转激励源距离的增加,正弦特征逐渐减弱。在这种情况下,随机叠加随机模拟更合适,或者用更简单的方法,采用具有间隔离散频率特征的随机模式来模拟较高振幅处的情况。螺旋桨之间区域的正弦分量通常非常大,产品如果对这些频率敏感,应避免将产品放置于该区域。

### 3.3.4 水上运输

水上环境是发动机和螺旋桨产生的正弦分量与海况激励(洋流)、货舱在船上位置和货物在货舱内位置产生的随机分量的叠加。影响这种环境幅值和频率范围的主要因素有:

- 船只的大小;
- 船只的行驶速度;
- 货舱在船上的位置;
- 港口货物装卸搬运的恶劣程度。

### 3.4 使用

产品在寿命周期使用阶段环境变化很大,会受到一系列因素影响,如安装方式、安装位置以及安装位置与振源的距离。使用过程不仅限于安装在室内的产品,还涵盖了产品在设计和工作模式下使用的所有情况。

产品在其寿命周期使用阶段针对气候条件可能采用防护或不采用防护,使产品处于不同因素组合的环境。与其他阶段相比,主要的不同之处在于在使用阶段产品通常需要在频谱更宽的环境中实现功能、完成作业。

换句话说,使用阶段面临的环境对产品的影响大多是最轻微的,即通常在运输阶段有可能会经历更严酷的环境。

为了清晰地制定试验方案和确定环境类型,需要对产品的使用方式进行深入了解,进而确保产品在其性能许可的范围内使用。

## 4 冲击和振动数据

在现场测量期间通过加速度计和测量仪器测得加速度-时间历程数据,该数据可以是模拟量或数字量,可多次分析处理。

数据通常处理成下列形式之一,具体形式取决于数据的性质:

- 正弦数据的加速度幅值谱;
- 冲击数据的冲击响应谱;
- 随机数据的加速度谱密度(ASD)。

本部分所采用的原则可适用于上述形式的数据处理。

## 5 方法说明

### 5.1 概述

为了增强策略的灵活性,这里给出了两种方法,第一种比较简单,第二种采用统计方法。参考文献提供了更多的方法。选择的方法宜在相关规范中予以说明。

### 5.2 加速度谱密度包络法

获取加速度谱密度包络极限的最常用方法是将所有测量数据的功率谱密度曲线绘制在一张图上,

在每个频率分辨带宽上取所有频谱的最大值,然后将这些点绘制成曲线。这样得到的包络线是不光滑的,可以使用一系列直线进行平滑。为保持一定的一致性,通常将直线的斜率规定为(0、±3或±6)dB/oct。

该方法的主要优点是易于使用。其缺点是直线平滑过程主观性大,包络线因人而异。

其他缺点如下:

- a) 所需包络功率谱的分辨率不同会导致结果上的差异;
- b) 无法保证包络谱在给定频率上涵盖平台上其他位置点上的响应谱。

### 5.3 正态容差限

对于获取运输平台上结构响应谱的保守界限,较为权威的方法是在预期频谱曲线的每个频率分辨带宽上计算正态容差限。

正态容差限仅适用于正态分布随机变量。运输平台对于稳态、非稳态和瞬态动力学载荷的响应谱数据是不同的,其变化也往往不服从正态分布。但是,还是有相当多的证据<sup>[3]</sup>证明谱值的对数近似服从正态分布。因此,通过公式(1)转换:

$$y = \log_{10} x \quad \dots\dots\dots(1)$$

可以得到正态容差限的预计值。具体地说, $y$ 的正态容差限(NTL)定义为:对于 $y$ 的所有可能取值,在 $\gamma$ 置信度下,能够覆盖集合 $y$ 的 $100\beta\%$ 数据的置信上限,并且由公式(2)给出:

$$NTL_y = \tilde{y} + CS_y \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $\tilde{y}$  —— 样本平均值;
- $S_y$  —— 样本标准差;
- $C$  —— 正态容差因子,其值从表1中选取。

原始量纲(工程单位) $x$ 的正态容差限可以通过公式(3)计算得到。

$$NTL_x = 10^{NTL_y} \quad \dots\dots\dots(3)$$

注:如果频谱数据不是对数正态分布,也有其他统计方法得到对应分布的容差限,甚至可以不必参考特定的分布<sup>[3]</sup>。

附录A给出了两种方法的案例。对于正态容差限法,推荐使用95/50上限(表1中的1.78),即:在50%置信度下,该上限值将超过运输平台上至少95%的测试点的响应谱值。然而,如果需要使用更保守的值,则可以计算其他容差限。宜注意的是,当从95/50上限(表1中的1.78)转变为95/90上限(表1中的3.4)时,量级增加大约7.8dB,相关规范需要证明这种增加是合理的。

表1 正态容差因子C

$n^a$	$\gamma^b=0.50$			$\gamma=0.75$			$\gamma=0.90$		
	$\beta^c=0.90$	$\beta=0.95$	$\beta=0.99$	$\beta=0.90$	$\beta=0.95$	$\beta=0.99$	$\beta=0.90$	$\beta=0.95$	$\beta=0.99$
3	1.50	1.94	2.76	2.50	3.15	4.40	4.26	5.31	7.34
4	1.42	1.83	2.60	2.13	2.68	3.73	3.19	3.96	5.44
5	1.38	<b>1.78</b>	2.53	1.96	<b>2.46</b>	3.42	2.74	<b>3.40</b>	4.67
6	1.36	1.75	2.48	1.86	2.34	3.24	2.49	3.09	4.24
7	1.35	1.73	2.46	1.79	2.25	3.13	2.33	2.89	3.97
8	1.34	1.72	2.44	1.74	2.19	3.04	2.22	2.76	3.78
9	1.33	1.71	2.42	1.70	2.14	2.98	2.13	2.65	3.64

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/787061022043006126>