

# TB

## 中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3058—2002

idt IEC 61373:1999

---

### 铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验

Railway applications—Rolling stock equipment  
Shock and vibration tests

2002-05-17 发布

2002-12-01 实施

---

中华人民共和国铁道部 发布

## 目 次

前 言 .....	III
IEC 前言 .....	IV
1 范 围 .....	1
2 引用标准 .....	2
3 定 义 .....	2
4 总 则 .....	2
5 试验次序 .....	3
6 试验站需要的其他信息 .....	3
6.1 被试设备的安装和定位 .....	3
6.2 参考点和控制点 .....	3
6.3 试验中的机械状态和功能 .....	4
6.4 随机振动试验的可再现性 .....	4
6.5 测量容差 .....	5
6.6 恢 复 .....	5
7 试验前的测量和准备 .....	5
8 随机振动试验条件 .....	5
8.1 试验严酷等级和频率范围 .....	5
8.2 功能性振动试验的持续时间 .....	5
8.3 试验中的功能 .....	6
9 提高随机振动量级的模拟长寿命试验 .....	6
9.1 试验严酷等级和频率范围 .....	6
9.2 加速振动试验的持续时间 .....	6
10 冲击试验条件 .....	6
10.1 脉冲波形和容差 .....	6
10.2 速度变化 .....	6
10.3 安 装 .....	6
10.4 重复频率 .....	6
10.5 试验严酷等级、脉冲波形和方向 .....	6
10.6 冲击次数 .....	7
10.7 试验过程中的功能 .....	7
11 运输和装卸 .....	7
12 最终测量 .....	7
13 验收标准 .....	7

14	试验报告	7
15	试验证书	8
16	试品的处置	8
图 1	1类—A级—车体安装—ASD 频谱	9
图 2	1类—B级—车体安装—ASD 频谱	10
图 3	2类—转向架安装—ASD 频谱	11
图 4	3类—车轴安装—ASD 频谱	12
图 5	累计 PDF 容差范围	13
图 6	冲击试验容差范围—半正弦脉冲	14
附录 A(提示性附录)	关于运行测量、测量位置、记录运行数据的方法、运行数据的汇总以及 从所得运行数据推出随机试验量级的方法的解释	15
附录 B(提示性附录)	从随机振动试验数据导出设计量级的指南	19
附录 C(提示性附录)	铁路机车车辆上设备一般位置示意图及其试验类别图	23
附录 D(提示性附录)	型式试验证书的示例	24

## 前 言

本标准等同采用国际电工委员会 IEC 61373:1999《铁路应用 机车车辆 冲击和振动试验》。

本标准的试验方法采用近代的随机振动试验,代替了传统的正弦振动试验,能更准确地模拟机车车辆设备振动的环境条件,从而使试验结果更真实地反映机车车辆设备的实际运行情况。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 都是提示的附录。

本标准由株洲电力机车研究所提出。

本标准由株洲电力机车研究所归口并负责起草。

本标准起草人:毛远琪、言武、姜志新。

本标准为首次制定并发布。

## IEC 前言

本标准包括了安装在铁路机车车辆上的机械、气动、电气和电子设备或部件(以下均简称为设备)的随机振动和冲击试验要求。随机振动是验证设备(或部件)的唯一方法。

本标准中的试验主要用于验证被试设备在铁路机车车辆正常环境条件下承受振动的能力。为了使之具有代表性,本标准采用了全世界各个机构提供的现场实测数据。

本标准不适用于特殊应用场合下因自感应产生的振动。

在执行和解释本标准时需要有工程判断能力和经验。

本标准用于设计和验证,但并不排除采用其他方式(如正弦扫频)来保证机械和操作上的可靠性满足预期要求。为便于按本标准进行产品设计,在附录 B 中列出了指南,可供与设计时采用的其他方法进行比较。

被试品的试验量级仅仅取决于其在车上的位置(即车轴、转向架或车体安装)。

值得注意的是,为了获得随机振动时与产品性能有关的设计信息,试验可在样机上进行。但为了对设备进行验证,则必须从正常产品中抽取样品进行试验。

# 中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3058—2002

idt IEC 61373:1999

## 铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验

Railway applications—Rolling stock equipment  
Shock and vibration tests

### 1 范 围

本标准规定了对安装在铁路机车车辆上的机械、气动、电气和电子设备或部件(以下简称为设备)进行的随机振动和冲击试验的要求。由于铁路环境的影响,设备将承受振动和冲击。为了保证设备的质量,必须模拟设备使用期限内的环境条件对其进行一段时间的试验。

可采用一系列方法进行模拟长寿命试验,这些方法都各有其优缺点,最常用的方法有:

- a) 幅值增强法:增强幅值,缩减时间;
- a) 时基压缩法:保留实际幅值而缩短时间;
- c) 幅值截取法:去除幅值较小(低于规定值)的时间段。

本标准采用以上 a) 所述的幅值增强法,与第 2 章中的引用标准一起,规定了对用于铁路机车车辆上的设备进行振动试验时的默认试验步骤。但是,制造商和用户也可根据事先达成的协议采用其他一些标准。在这种情况下,可不按本标准进行验证。若能获得现场信息则可采用附录 A 的方法获取现场信息与本标准进行比较。

本标准主要适用于固定式轨道系统上的铁路机车车辆,但也适用于其他场合。对于采用空气轮胎或诸如无轨电车之类的其他运输系统,由于冲击和振动水平明显不同于固定式轨道系统,供货商和用户可在招标时就试验量级达成协议。建议按附录 A 中的指南来决定频谱和冲击时间及幅值。对于未按本标准的量级进行试验的项目,不得按本标准要求发放证书。

无轨电车就是其中一例,车体安装的设备可按本标准的 1 类设备进行试验。

本标准适用于单方向试验。多方向试验不在本标准的范围内。

根据设备在车上的位置,本标准采用的试验工况分为三类。

#### 1 类 车体安装

A 级 车体上(或下部)直接安装的柜体、组件、设备和部件。

B 级 车体上(或下部)直接安装的箱体内部的组件、设备和部件。

注:当设备安装位置不明时,应采用 B 级。

#### 2 类 转向架安装

安装在铁路机车车辆转向架上的柜体、组件、设备或部件。

#### 3 类 车轴安装

安装在铁路机车车辆轮对装置上的组件、设备或部件。

注:对于安装在仅有一系悬挂的机车车辆(如棚车和敞车)上的设备,除非招标时另有协议,否则,车轴安装的设备应

按 3 类进行试验,所有其他设备按 2 类试验。

试验费用取决于被试项目的重量、形状和复杂程度,所以在招标时供货商可提出符合本标准要求的、更为经济有效的方法。采用一致同意的替代方法后,供货商有责任向用户或其代表证明其被试项目达到本标准的要求。一旦采用替代方法,则不得按本标准要求发放证书。

本标准用于评估安装在机车车辆主结构上的设备(或其上安装的部件),不适用于对组成主结构的设备本身进行试验。在很多情况下,用户可能提出要做一些附加或特殊的振动试验,如:

- a) 安装或连接在已知的可能产生固定频率振动的振源上的设备。
- b) 牵引电机、受电弓、受电靴、设计用于传递力和(或)力矩的悬挂部件和机械零件等设备,可能要按它们的特殊要求进行试验以确定它们能应用于铁路机车车辆上。在这些情况下,所有需要进行的试验都应在招标时一一协定。
- c) 在用户指定的特殊环境下使用的设备。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.11—1997 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fd:宽频带随机振动 一般要求

GB/T 2423.12—1997 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Eda:宽频带随机振动 高再现性

GB/T 2423.13—1997 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Edb:宽频带随机振动 中再现性

GB/T 2423.14—1997 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fdc:宽频带随机振动 低再现性

GB/T 2423.43—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 元件、设备和其他产品在冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc 和 Fd)和稳态加速度(Ca)等动力学试验中的安装要求和导则

## 3 定 义

本标准采用 GB/T 2423.11,GB/T 2423.12,GB/T 2423.13,GB/T 2423.14 的定义。

## 4 总 则

本标准目的在于揭示产品潜在的缺陷(或错误)。在铁路机车车辆上已知的振动和冲击环境下工作时,这些缺陷或错误可能导致故障。本标准不用于全寿命试验,然而,试验条件足以在某种程度上证明设备在现场使用时具有规定的寿命。

试验之后,只要不产生机械损坏或性能降低,就可以认为符合本标准。

本标准中的试验量级是参照附录 A 中的方法从环境试验数据推导出来的。这些数据由负责收集现场环境振动量级的机构提供。

根据本标准,必须进行以下试验:

功能性随机振动试验量级 施加的最小试验量级,用于证明在铁路机车车辆上可能的环境条件下使用时,被试设备能正常工作。

在试验进行之前,制造商和最终用户应就功能正常发挥的程度达成协议(见 6.3.2)。功能性试验要求详见第 8 章。

功能性试验不适用于在模拟的使用条件下进行全面的性能评估。

- 模拟长寿命试验量级** 该试验目的是证实增强的环境条件下设备机械结构的完好性。在此条件下不必检查设备的功能。模拟长寿命试验的要求详见第9章和第10章。
- 冲击试验** 冲击试验目的是模拟使用过程中的偶然情况。在此试验过程中不必检查设备的功能,然而,有必要证明工作状态未曾改变,也没有产生机械位移或损坏。这些情况应该在最后的试验报告中清楚地说明。

## 5 试验次序

可以按以下次序进行试验:

首先做增强随机振动量级的垂向、横向和纵向模拟长寿命试验;其次做垂向、横向和纵向冲击试验;然后(仅当指明或协议时)做运输和装卸试验;最后做垂向、横向和纵向功能性随机试验。

注:运输和装卸试验不是本标准所要求的,因此不包括在本标准中。

试验次序可以改动,以避免重复。改动后的试验次序应记录在试验报告中。在模拟长寿命试验之前和之后,应按6.3.3进行性能试验,并将传递函数进行比较,以检查在模拟长寿命试验之后是否发生变化。

试验大纲中应该指明振动的位置和方向,并记录在试验报告中。

## 6 试验站需要的其他信息

注1:一般信息参见GB/T 2423.11,GB/T 2423.12,GB/T 2423.13,GB/T 2423.14。

注2:部件安装的一般情况参见GB/T 2423.43。

### 6.1 被试设备的安装和定位

应该按实际要求(包括弹性安装),直接或通过夹具将被试设备安装在试验装置上。

由于安装方式对结果有较大的影响,试验报告中应详细记录实际安装方式。

除非另有协议,应按设备的正常工作方位进行试验,试验时不能采取特殊防护措施来消除电磁干扰、发热或其他因素对被试设备的使用和性能产生的影响。

夹具在试验的频率范围内应尽可能不产生共振,无法避免时,应分析共振对被试设备性能的影响,并在试验报告中说明。

### 6.2 参考点和控制点

应在参考点、有时是控制点(相对于设备的固定点而言)进行测量,以确定是否满足试验要求。

当设备的很多小零部件安装在同一个夹具上试验时,且如果安装夹具的最低共振频率高于试验频率的上限,则选取夹具和振动台的固定点作为参考点和(或)控制点,而不选取试验样品和夹具的固定点作为参考点和(或)控制点。

#### 6.2.1 固定点

固定点是被试设备与夹具或振动试验台面相接触的那一部分,是实际使用时固定被试设备的点。如果设备上的安装机构本身作为夹具,则应将安装机构而不是被试设备作为固定点。

#### 6.2.2 控制点

控制点一般来说就是固定点,它应该尽可能靠近固定点,并且其控制用传感器一定要与固定点刚性连接。只有或少于四个固定点时,每个点都用作控制点。这些点的振动不应低于规定下限。试验报告中应详细说明所有的控制点。如果设备的零件较小、重量较轻、机械结构不太复杂而不必采用多个控制点时,应在试验报告中说明控制点的数目和位置。

#### 6.2.3 参考点

参考点是证实试验要求是否满足而选取的一个点,以便测量参考信号。参考点能代表被试设备的运动情况,它可以是控制点或者是对各控制点信号进行手工或自动处理得出的虚拟点。

对于采用虚拟点进行计算的随机振动,参考信号的频率谱定义为各控制点信号的加速度谱密度(ASD)的算术平均值。此时,参考信号的总方均根值等于各控制点信号方均根值的方均根。

$$\text{参考点总的方均根值} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_c} (\text{r.m.s.}_i)^2}{n_c}}$$

式中:

$n_c$ ——控制点的数目。

试验报告应该对采用点的情况及选用的原因进行说明。对于大型、复杂设备,建议采用虚拟点。

注:确认总的方均根加速度时,允许采用扫描技术对控制点信号进行自动处理构成虚拟点,但未修正分析仪器的带宽、采样时间等误差时,不能用于确认 ASD 的量级。

#### 6.2.4 响应点(测量点)

响应点是被试设备上的指定位置,用于试验时采集数据以检查被试设备的振动响应特性。此项工作在制定本标准的试验之前就已经完成(见第 7 章)。

### 6.3 试验中的机械状态和功能

#### 6.3.1 机械状态

被试设备安装在机车车辆上以后,如果长时间保持的机械状态不止一种,那么要选取两种机械状态进行试验,其中至少要选取一种最恶劣的状态(如接触器紧固力最小的机械状态)。

当状态多于一个时,对于选取的每种状态,对被试设备做振动和冲击试验的时间应该一样长,量级分别在第 8 章和第 10 章中规定。

#### 6.3.2 功能性试验

如有必要,制造商应该在试验进行之前拟出功能性试验大纲并与用户达成协议。功能性试验应该在振动试验时按本标准第 8 章的量级进行。

功能性试验是为了验证设备工作能力,以证实被试设备在实际使用时能正常工作,不应与性能试验混淆。

注 1:冲击试验时不做功能性试验,除非制造商和用户之间事先达成了协议。

注 2:如果功能性试验有所更改,应该在试验报告中详细说明。

#### 6.3.3 性能试验

在试验之前以及所有试验完成之后,应该进行性能测试。制造商应该给出性能测试大纲,其中应该有允许的极限误差。

### 6.4 随机振动试验的可再现性

随机振动信号在时域内是不可重复的,在同样长的时间,随机信号发生器不可能产生两个完全相同的样本。尽管如此,还是可以说明两个随机信号的相似性,并在它们的特性曲线上给出其容差范围,因此有必要对随机信号给出定义,便于以后能按相似的振动条件由其他试验机构或在其他试品上再次进行试验。应该注意,以下的公差中包括仪器误差,但不包括其他误差如随机(统计)误差和系统误差。测量在控制点或参考点进行。

#### 6.4.1 加速度谱密度(ASD)

ASD 容差应该小于给定 ASD 量值的  $\pm 3$  dB(范围从  $1/2 \times \text{ASD}$  到  $2 \times \text{ASD}$ ),参见相应的图 1~图 4。起止斜率不得小于图 1~图 4 中的数值。

#### 6.4.2 方均根值(r.m.s.)

在给定的频率范围内,参考点的加速度方均根不应超出图 1~图 4 中规定值的  $\pm 10\%$ 。

注:频率较低时,很难达到  $\pm 3$  dB,在这种情况下,只需将试验值记录在试验报告中。

#### 6.4.3 概率密度函数(PDF)

除非另有说明,对于每个响应点,所测加速度的时间序列 PDF 应该呈近似的高斯分布且峰值因数(即峰值与 r.m.s. 值之比)至少为 2.5。

注:图 5 示出了累积 PDF 的容差范围。

#### 6.4.4 持续时间

每个轴向上,进行上述随机振动的总时间不得少于规定值(见 8.2 和 9.2)。

#### 6.5 测量容差

振动容差应符合 GB/T 2423.12—1997 中 5.3 的规定。

#### 6.6 恢复

试验前和试验后的测量应在同样的条件(如温度)下进行。如有必要,试验之后应该稍等一段时间再进行测量,以确保被试设备达到试验前测量时相同的条件。

### 7 试验前的测量和准备

试验之前,应按 6.3.3 进行性能测试。如果此类测试超出了试验站的能力范围,经用户同意后,由制造商进行,并提供书面证明,即在按本标准进行振动和冲击试验之前,被试设备符合性能试验要求。制造商有责任确定响应点的位置,并在试验报告中清楚指明。

传递函数应该按制造商给出的参考点和响应点上获取的随机信号来计算。为了进行检查或安装仪器而取下的盖板,在试验中应该复原。

对于 2、3 类设备和 1 类设备,应该分别在第 8 章和第 9 章的试验条件下取得传递函数。

测量的相干系数至少应达到 0.9,如果不可能达到,则最少要取 120 个不重叠频谱的平均值(或 240 个统计自由度的线性平均值)。

### 8 随机振动试验条件

#### 8.1 试验严酷等级和频率范围

应按表 1 给出的相关 r.m.s. 值和频率范围对设备进行试验。在设备的实际取向不明确或未知的情况下,应该在三个方向上按垂直方向的 r.m.s. 值进行试验。

表 1 功能性随机振动试验的严酷等级和频率范围

类别	取向	r.m.s. m/s <sup>2</sup>	频率范围
1 A 级 车体安装	垂向	0.75	见图 1
	横向	0.37	
	纵向	0.50	
1 B 级 车体安装	垂向	1.00	见图 2
	横向	0.45	
	纵向	0.70	
2 转向架安装	垂向	5.4	见图 3
	横向	4.7	
	纵向	2.5	
3 车轴安装	垂向	38	见图 4
	横向	34	
	纵向	17	

注:这些试验数据代表了附录 A 的典型使用数据,这是施加在被试设备上的最小试验量级。有实际的测量数据时,可按附录 A 中的方法增强功能性振动试验条件。这些数值是施加在被试设备上的最小试验量级。

#### 8.2 功能性振动试验的持续时间

功能性振动试验的持续时间应该足够长,以保证完成所有规定的功能试验。

注 1:本试验是为了证实被试设备不受所施加的、代表实际使用情况的试验量级的影响。

注 2:试验时间通常都不少于 10 min。

### 8.3 试验中的功能

功能性随机振动试验中,应该进行与用户商定的功能性试验(见 6.3.2)。

## 9 提高随机振动量级的模拟长寿命试验

### 9.1 试验严酷等级和频率范围

在设备的实际取向不明确或未知的情况下,应该按表 2 中垂向的试验量级在三个方向上进行试验。

表 2 试验严酷等级和频率范围

类 别	取 向	r.m.s.(试验 5h) m/s <sup>2</sup>	频 率 范 围
1 A 级 车体安装	垂向	5.90	见图 1
	横向	2.90	
	纵向	3.90	
1 B 级 车体安装	垂向	7.90	见图 2
	横向	3.50	
	纵向	5.50	
2 转向架安装	垂向	42.5	见图 3
	横向	37.0	
	纵向	20.0	
3 车轴安装	垂向	300	见图 4
	横向	270	
	纵向	135	

### 9.2 加速振动试验的持续时间

各类设备都应该经受总共 15h 的试验,一般可以在三个互相垂直的方向分别做 5h。如果在此期间设备出现过热(如橡胶件的振动等),可以将试验暂停一段时间,使设备恢复正常,然而,必须注意总试验时间达到 5h。试验暂停情况应该记录在试验报告中。

注 1:试验过程中不必让设备工作。

注 2:如果事先达成了协议,可以减少振动的幅值,但试验时间必须按附录 A 中的方法相应延长。建议尽量不用,且只限于 3 类车轴安装的设备。由于采用该方法超出了本标准的要求,因此不得按本标准发放证书。

## 10 冲击试验条件

### 10.1 脉冲波形和容差

对被试设备,按 GB/T 2423.5 施加一系列持续时间为  $D$ 、峰值为  $A$  的单个半正弦脉冲( $D$  和  $A$  的值见图 6)。

横向振动不应超过 GB/T 2423.5 规定方向上标称脉冲峰值加速度的 30%。

图 6 示出了脉冲波形和容差范围。

### 10.2 速度变化

实际的速度变化不应该超过图 6 所示标称脉冲相应值的  $\pm 15\%$ 。

当速度变化用图示实际脉冲的积分求出时,应该按图 6 的积分时间计算。

### 10.3 安 装

被试设备应按 6.1 的要求连接到试验装置上。

### 10.4 重复频率

为了使被试设备从共振效应中恢复,两次冲击之间应该相隔足够长的时间。

### 10.5 试验严酷等级、脉冲波形和方向

数值见表 3。

表 3 试验严酷等级、脉冲波形和方向

类 别	取 向	峰值加速度 $A$	标称持续时间 $D$
		$m/s^2$	ms
1 A级和B级 车体安装	垂向	30	30
	横向	30	30
	纵向	50	30
2 转向架安装	全部	300	18
3 车轴安装	全部	1 000	6
注:脉冲波形详见图 6。			

### 10.6 冲击次数

按 GB/T 2423.5 的规定,应对被试设备施加 18 次冲击(三个正交平面上正向和反向各三次)。试验应对 6.3.1 中的每种机械状态都重复进行。

### 10.7 试验过程中的功能

试验过程中,设备不必工作。然而某些设备应该保持功能的完整性,而且,除非在相关产品标准中另有规定,应按制造商或用户在试验大纲中的要求进行验证。

## 11 运输和装卸

用户专门提出的运输和装卸试验应符合 GB/T 2423.5 的规定。

## 12 最终测量

试验完成之后,应该按 6.3.3 对设备进行性能测试。由于此类测试可能超出了试验站的能力范围,在这种情况下,即在按本标准进行振动和冲击试验之后,应该由制造商进行性能测试,并提供被试设备符合性能测试要求的书面证明。

传递函数应该按制造商给出的参考点和响应点上获取的随机信号来计算。为了进行检查或安装仪器而取下的盖板,在试验中应该复原。

对于 2、3 类设备和 1 类设备,应该分别在第 8 章和第 9 章的试验条件下取得传递函数。

测量的相干系数至少应达到 0.9,如果不可能达到,则最少要取 120 个不重叠频谱的平均值(或 240 个统计自由度的线性平均值)。

传递函数或其他测量数据发生变化时,应该进行分析并在试验报告中说明。

## 13 验收标准

所有试验完成之后,如果达到了以下要求,则可认为通过了该试验:

- 6.3.3 的性能在规定范围以内;
- 6.3.2 的功能在规定范围以内;
- 外观和机械结构没有发生变化。

## 14 试验报告

在试验、最终测量和功能性检查全部或部分完成之后,试验站应该向用户提供一份完整的试验报告。报告中应该说明试验过程、设备所受的影响以及:

- 试验过程中发生的变化,并标明系列号或标识号;
- 有必要地,应该能够提供所使用的仪器和试验步骤的详细记录,可以但不是必须将其列入试

验报告中;

- c) 试验报告中应按 6.1 的规定记录安装方法;
- d) 采用的试验方法和次序,报告中应该有图示说明所有的控制点和测量位置;
- e) 所进行的功能性试验以及试验前、后性能测试的数据;
- f) 控制、参考位置的试验数据和按预期要求、验收标准得出的观察结果。报告中应该包括按图 1~6 格式的所有控制点的图示。报告中还应该有容差范围,以证明该试验在本标准容差范围之内;
- g) 应该提供振动试验的功能测试数据和(或)冲击试验的功能验证结果。

注:试验报告中可以记录所进行的、超出本标准范围的特殊试验。

## 15 试验证书

试验证书应该包含以下信息:

- 关于被试设备的说明;
- 制造商名称;
- 设备型号和出厂/更改情况;
- 设备的系列号;
- 试验站报告编号;
- 报告日期;
- 产品试验大纲。

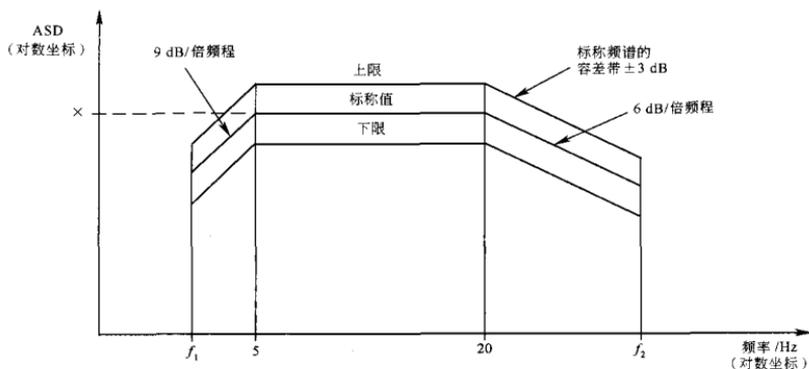
该证书应该由试验站和制造商授权的代表签署。

注:作为示例,附录 D 列出了一个常见的型式试验证书。

## 16 试品的处置

对于满足试验要求和验收标准的设备,可以按制造商和最终用户之间协定的标准进行修整并投入使用。

为了更好地跟踪了解有关信息,对于已按本标准进行过试验的所有设备,制造商有责任给出明确的标志。



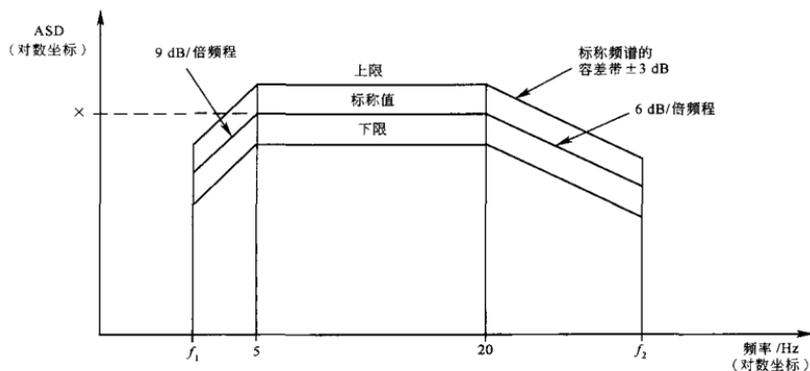
当重量 < 500 kg 时:  $f_1 = 5 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 150 \text{ Hz}$

当  $500 \text{ kg} < \text{重量} < 1\,250 \text{ kg}$  时:  $f_1 = (1\,250/\text{重量}) \times 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = (1\,250/\text{重量}) \times 60 \text{ Hz}$

当重量 > 1 250 kg 时:  $f_1 = 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 60 \text{ Hz}$

	垂 向	横 向	纵 向
功能试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	0.016 4	0.004 1	0.007 3
r.m.s. 值(5 Hz~150 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	0.75	0.37	0.50
长寿命试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	1.034	0.250	0.452
r.m.s. 值(5 Hz~150 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	5.9	2.9	3.9
注 1: 对于试验频率低于 5 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该高于上述值。 注 2: 对于试验频率低于 150 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该低于上述值。 注 3: 如果 $f_2$ 以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6 dB/倍频程衰减线与要求的最大频率相交可以得到其幅值。这种情况下, r.m.s. 量值将增加。			

图 1 1 类—A 级—车体安装—ASD 频谱



当重量 < 500 kg 时:  $f_1 = 5 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 150 \text{ Hz}$

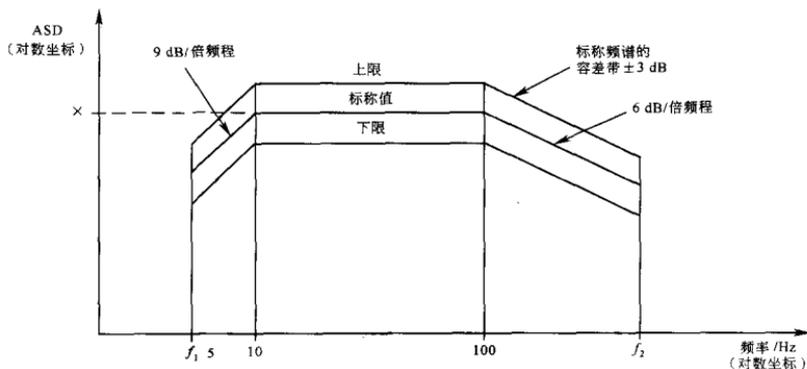
当  $500 \text{ kg} < \text{重量} < 1250 \text{ kg}$  时:  $f_1 = (1250/\text{重量}) \times 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = (1250/\text{重量}) \times 60 \text{ Hz}$

当重量 > 1250 kg 时:  $f_1 = 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 60 \text{ Hz}$

	垂 向	横 向	纵 向
功能试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	0.029 8	0.006 0	0.014 4
r.m.s. 值(5 Hz~150 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	1.00	0.45	0.70
长寿命试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	1.857	0.366	0.901
r.m.s. 值(5 Hz~150 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	7.9	3.5	5.5

注 1: 对于试验频率低于 5 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该高于上述值。  
 注 2: 对于试验频率低于 150 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该低于上述值。  
 注 3: 如果  $f_2$  以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6 dB/倍频程衰减线与要求的最大频率相交可以得到其幅值。这种情况下, r.m.s. 量值将增加。

图 2 1 类—B 级—车体安装—ASD 频谱



当重量 < 100 kg 时:  $f_1 = 5 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 250 \text{ Hz}$

当  $100 \text{ kg} < \text{重量} < 250 \text{ kg}$  时:  $f_1 = (250/\text{重量}) \times 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = (250/\text{重量}) \times 100 \text{ Hz}$

当重量 > 250 kg 时:  $f_1 = 2 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 100 \text{ Hz}$

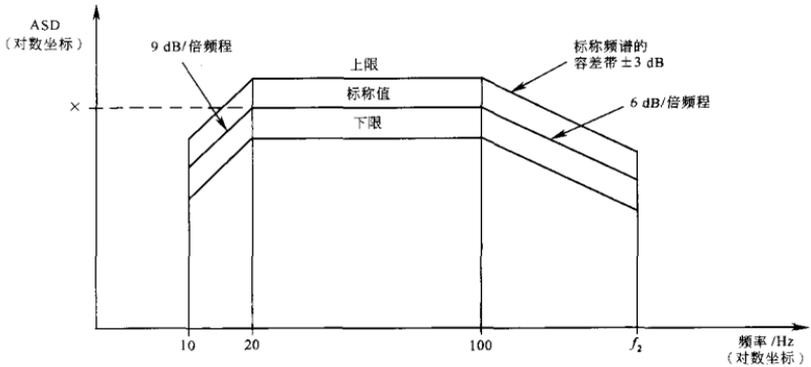
	垂 向	横 向	纵 向
功能试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	0.190	0.144	0.041 4
r.m.s. 值(5 Hz~250 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	5.4	4.7	2.5
长寿命试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	11.83	8.96	2.62
r.m.s. 值(5 Hz~250 Hz) $\text{m}/\text{s}^2$	42.5	37.0	20.00

注 1: 对于试验频率低于 5 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该高于上述值。

注 2: 对于试验频率低于 250 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该低于上述值。

注 3: 如果  $f_2$  以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6 dB/倍频程衰减线与要求的最大频率相交可以得到其幅值。这种情况下, r.m.s. 量值将增加。

图 3 2 类—转向架安装—ASD 频谱



当重量 < 50 kg 时:  $f_2 = 500$  Hz

当  $50 \text{ kg} < \text{重量} < 125 \text{ kg}$  时:  $f_2 = (150/\text{重量}) \times 200$  Hz

当重量 > 150 kg 时:  $f_2 = 200$  Hz

	垂 向	横 向	纵 向
功能试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	8.74	7.0	1.751
r.m.s. 值(5 Hz~500 Hz) $\text{m/s}^2$	38	34	17
长寿命试验 ASD 量级 ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ) <sup>2</sup> /Hz	545.2	441.2	110.3
r.m.s. 值(5 Hz~500 Hz) $\text{m/s}^2$	300	270	135

注 1: 对于试验频率低于 500 Hz 的设备, 其 r.m.s. 量值应该低于上述值。

注 2: 如果  $f_2$  以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6 dB/倍频程衰减线与要求的最大频率相交可以得到其幅值。这种情况下, r.m.s. 量值将增加。

图 4 3 类一车轴安装—ASD 频谱

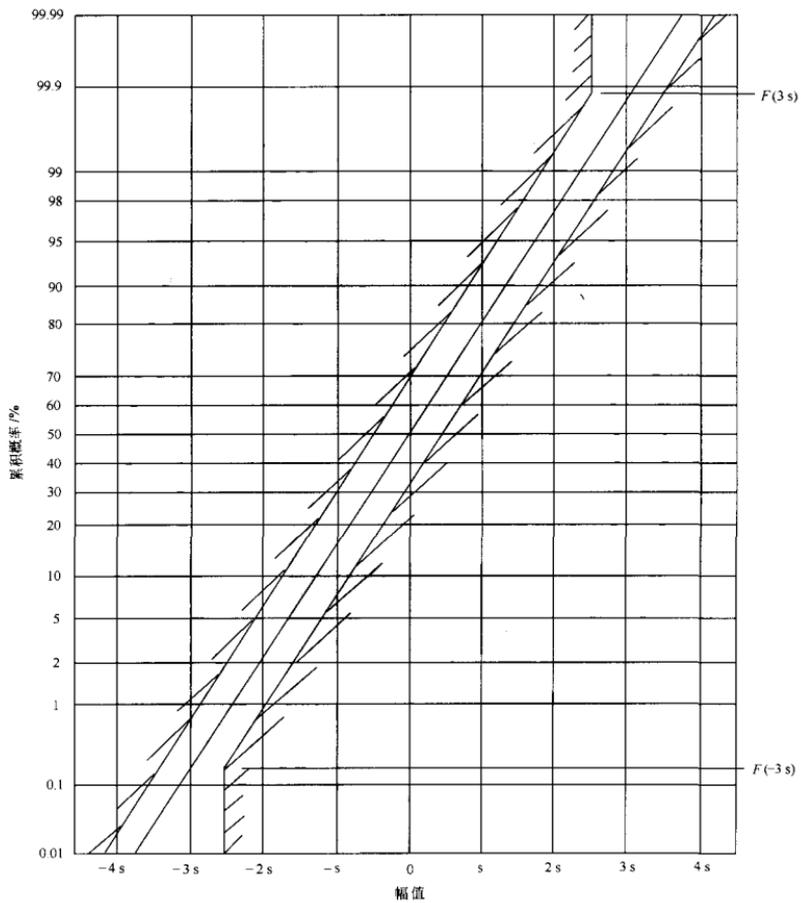
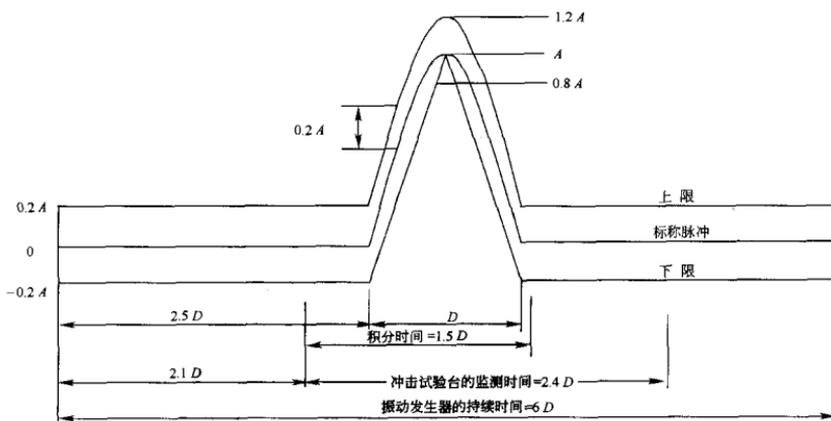


图5 累计PDF容差范围



类别	取向	峰值加速度 A	标称持续时间 D
		$m/s^2$	ms
1	垂向	30	30
A级和B级	横向	30	30
车体安装	纵向	30	30
转向架安装	全部	300	18
车轴安装	全部	1 000	6

注:某些有特殊用途的1类设备可能需要额外增加峰值加速度为  $30 m/s^2$  和脉冲宽度为 100ms 的冲击试验。在这种情况下,应在试验前就这些要求的试验量级取得一致意见。

图6 冲击试验容差范围—半正弦脉冲

附 录 A  
(提示性附录)

关于运行测量、测量位置、记录运行数据的方法、运行数据的汇总  
以及从所得运行数据推出随机试验量级的方法的解释

铁道机车车辆的冲击和振动与车辆速度、铁路/轨道条件及其他环境因素有关。为评估铁道机车车辆上安装的设备能否满意地无故障工作一定年限,需要有设计/试验规范。

为建立实用的试验规范,必须获得所测的运行数据,并根据这些数据,得到试验量级。为此使用下面的数据和方法:

- 对三种安装类别:车轴、转向架及车体,采用的标准测量位置(见第 A.1 章所示);
- 用两页问卷向铁路工作人员及设备制造人员取得的运行数据(见第 A.2 章所示);
- 所得运行数据的汇总(见第 A.3 章所示);
- 从所得运行数据推出随机试验量级采用的方法(见第 A.4 章所示);
- 采用第 A.4 章的方法从运行数据得到的试验量级(见第 A.5 章所示)。

注:当运行数据是从实际铁道机车车辆/线路上得到时,试验量级可用第 A.4 章所示的方法计算得到。

A.1 对三种安装类别:车轴、转向架及车体采用的标准测量位置(图 A.1)

A:相对于垂向、横向和纵向坐标轴的车轴的测量位置

F:相对于垂向、横向和纵向坐标轴的构架(转向架)的测量位置

B:相对于垂向、横向和纵向坐标轴的车体的测量位置

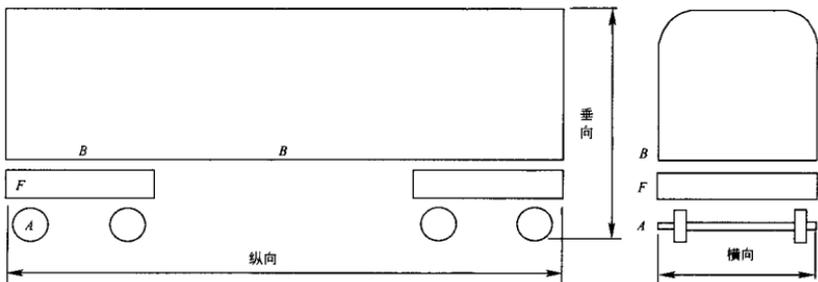


图 A.1 车轴、转向架(构架)及车体采用的标准测量位置

A.2 铁路运营部门和设备制造商填写的两页运行数据

应对每个测量位置填写表 A.1。

表 A.1 试验参数/条件的环境数据询问汇总

测量位置 测量方向	
试验参数/条件 (问 题)	注 释 (回 答)
总 则	
1 测量振动级别的理由	.....
2 铁路系统的位置	.....
3 被测车辆的类型	.....
4 特定试验或正常运行	.....
5 车辆速度	.....
主要条件	
6 气候条件[温度(℃)、相对湿度(%)、雨、雪]	.....
7 被测车辆的轴重	.....
8 钢轨型号(UIC 分级)	.....
9 轨道基础(轨枕、道碴)	.....
10 钢轨接合类型(焊接、接缝)	.....
附加条件	
11 车轮条件、断面、圆锥度	.....
12 轨道条件(垂向 r.m.s. 振幅)	.....
13 用于测量的轨道长度	.....
14 弯曲半径和数量	.....
15 过道叉数和位置	.....
16 其他专有事件(桥梁、隧道)	.....
17 列车配置和总重量	.....
18 牵引力(仅动车)	.....
记 录	
19 记录仪类型(FM, DR, PCM, DAT)	.....
20 频率范围(下限及上限)	.....
21 振幅范围(最大和最小)	.....
时域分析	
22 时域分析的带宽	.....
23 采样频率	.....
24 采样的总次数或所有记录的总时间	.....
25 最大加速度( $m/s^2$ , 正)	.....
26 最小加速度( $m/s^2$ , 负)	.....
27 方均根值	.....
28 振幅分辨率	.....
29 基于谱密度函数的 r.m.s. ( $m/s^2$ )	.....
频谱分析(对车体、转向架和轴推荐带宽都为 500 Hz)	
30 频谱分析带宽/抗混滤波器截止频率	.....
31 相应于时间记录的采样频率	.....
32 频率的分辨率( $\Delta f$ )或频率线数	.....
33 数据采集时的采样次数(信息组长度)	.....
34 低频极限	.....
35 采集/分析时的时间窗的类型及记录长度	.....
36 平均次数(时间记录)	.....
37 采样的重叠( $0 \leq Or < 1$ )和总次数	.....
38 ADC 分辨率(动态范围)	.....
39 仪器固有的噪声级别	.....
40 基于 PSD 的总 r.m.s. ( $m/s^2$ )	.....
需要的图片	
41 用于频域分析的功率谱密度	.....
42 用于时域分析的功率谱密度分布	.....

## A.3 所得运行数据的汇总

见表 A.2 所示。

表 A.2 从问卷得到的 r.m.s 加速度量级的汇总

类别	r.m.s. 最大级 m/s <sup>2</sup>	r.m.s. 平均级 m/s <sup>2</sup>	标准偏差	该值的次数
1				
车体垂向	1.24	0.49	0.26	19
车体横向	0.43	0.29	0.08	15
车体纵向	0.82	0.30	0.20	8
2				
转向架垂向	7.0	3.1	2.3	14
转向架横向	7.0	3.0	1.7	10
转向架纵向	4.1	1.2	1.3	9
3				
车轴垂向	43	24	14	19
车轴横向	39	20	14	17
车轴纵向	20	11	6	9

注:采用第 A.4 章所示的方法得到第 A.5 章中的试验量级。

## A.4 从所得运行数据推出随机试验量级采用的方法

为缩短试验时间,本标准选择增加振幅的方法,为进行模拟长寿命随机振动试验,假定损坏正比于应力的某个指数乘以循环的次数。

$$\text{损坏} \propto \sigma^m N_f$$

式中:

$N_f$ ——循环次数;

$\sigma$ ——应力量级;

$m$ ——指数(典型值为 3~9)。

这个关系与加速度量级有关,并假定它与运行寿命和试验寿命间具有同一常数,于是

$$T_s A_s^m = T_t A_t^m$$

式中:

$T_s$ ——运行寿命/时间;

$T_t$ ——试验时间;

$A_s$ ——运行加速度;

$A_t$ ——试验加速度。

将上面等式转换成加速度的比例关系,得到

$$\frac{A_t}{A_s} = \left( \frac{T_s}{T_t} \right)^{1/m}$$

设加速度系数 = 时间因子,则:

$$\text{时间因子} = \left( \frac{T_s}{T_t} \right)^{1/m}$$

因而,当  $T_s = 25\%$  正常寿命 = 25 年寿命  $\times 300$  天/年  $\times 10$  时/天  $\times 25\% = 18\,750$  h 运行时间

$T_t = 5$  h 试验时间

$m = 4$  (典型为金属)

则 加速度系数 =  $\left(\frac{18\ 750}{5}\right)^{1/4} = 7.83$

为了本规范进行了环境的调查, 所得数据按 r.m.s. 量级和不同类别的标准偏差等级汇总, 见表 A.2。

#### 类别 1, 车体 B 级

功能性随机试验量级 = 平均运行等级 + 2 个标准偏差

#### 所有其他类别

功能性随机试验量级 = 平均运行级 + 1 个标准偏差

模拟长寿命随机试验量级 = 功能性随机试验量级 × 加速度系数 (见表 A.3 所计算的试验值)

### A.5 采用第 A.4 章的方法, 从运行数据得到的试验量级

见表 A.3 所示。

表 A.3 采用第 A.4 章的方法从运行数据得到的试验量级

r.m.s. 加速度量级 m/s <sup>2</sup>				
类别	功能性随机试验量级 FRTL		模拟长寿命随机试验量级 SLLRTL	
	A 级	B 级	A 级	B 级
1				
车体垂向	0.75	1.01	5.9	7.9
车体横向	0.37	0.45	2.9	3.5
车体纵向	0.50	0.70	3.9	5.5
2				
转向架垂向	5.4		42.5	
转向架横向	4.7		37.0	
转向架纵向	2.5		20.0	
3				
车轴垂向	38		300	
车轴横向	34		270	
车轴纵向	17		135	

AS——平均运行量级

STD——标准偏差

RTL——随机试验量级

FRTL——功能性随机试验量级

SLLRTL——模拟长寿命随机试验量级

A 级 类别 1, 直接与车体结构相连的车体安装设备

B 级 类别 1, 安装在直接与车体结构相连的设备内的总组件/部件

示例: 采用第 A.4 章的方法计算试验量级

车体垂向

AS = 0.49 (从表 A.2)

STD = 0.26

FRTL = AS + STD = 0.75                      A 级

SLLRTL = FRTL × 加速度系数 = 5.90        A 级

## 附录 B

(提示性附录)

## 从随机振动试验数据导出设计量级的指南

## B.1 引言

设计过程中,有必要采取措施来防止振动试验或以后正常运行时,设备/部件出现故障。

本附录提供了设计振动激振振幅的公式,以及怎样根据标准选择随机输入值的指南,结尾时示出一工作实例,最后以通用形式给出该基本公式。本附录根据单自由度系统(SDOF)导出了近似计算的公式。

因而设计工程师有责任选择临界的振动模式(SDOF 系统)来评估设计的机械完善性。

本附录描述的计算过程供参考,不作为合同的要求。

评估机械强度要求一定程度的工程判断力,供货商和采购商都应充分认识到这一点,本附录不排除用于追加的试验研究,以便适用于专用合同或环境要求,以满足其设计需要。

## B.2 目的

计算机械强度时,相应于设备运行工作时的振动程度的信息是非常重要的,在这样的信息缺少时,本指南提供根据本标准导出设计振动激振数据的替换方法。这样,设计工程师就能计算应力、力或加速度响应以达到疲劳损坏。但处理特殊设计方法不是本标准的范围。

本附录未讨论冲击计算,但推荐设计工程师考虑本标准的冲击激振量级。

## B.3 定义

波峰因数:时域上振动的峰值对 r.m.s. 值的比率。

疲劳损坏过程:在设备/部件上的固定点施加振动力,在它内部所产生的积累损坏效应。

量值设计:设备/部件最大允许的振动响应效应(例如,过量可导致损坏或误动作)。

冲击设计:设备/部件最大允许的瞬变响应效应(例如,过量可导致损坏或误动作)。

单自由度系统:为一简单的弹簧/阻尼器系统,能用简单的二次微分方程来描述。

## B.4 符号

$A_{d(f_0)}$ ——谐振时设计模型疲劳损坏的稳定正弦振动激振幅值( $m/s^2$ )。

$A_{d(m_0)}$ ——设计模型谐振时基于稳定正弦振动激振幅值的量值( $m/s^2$ )。

$ASD_{25}$ ——从本标准图 1~图 4 选择的指示 25% 寿命的试验激振加速度谱密度 [ $(m \cdot s^{-2})^2/Hz$ ]。

$ASD_{100}$ ——100% 寿命的设计激振加速度谱密度 [ $(m \cdot s^{-2})^2/Hz$ ]。

$CF_r$ ——试验中使用的波峰因数。

$f$ ——作为单自由度系统(SDOF)的设备/部件的谐振频率(Hz)。

$N_d$ ——SDOF 系统的设计响应循环次数(cs)。

$N_{II}$ ——SDOF 系统寿命极限时响应循环次数(通常认为是平缓的 S-N 曲线上的一个点,等于耐疲劳度极限  $\sigma_{d1}$ )(cs)。

$\nu$ ——峰值/r.m.s. 值—SDOF 系统的响应值。

$\nu_l$ —— $\nu$  的低端界限。

$\nu_u$ —— $\nu$  的高端界限。

$Q$ —— $1/(2\xi) =$  谐振的放大系数。

$T_{ri}$ ——随机试验持续时间(s)。

$\xi$ ——临界阻尼的比值。

$\sigma_{el}$ ——耐疲劳度极限(Pa)。

## B.5 假 设

本附录中的公式作如下假设：

- 当所激振的设备/部件考虑为 SDOF 系统时,在各个可能的谐振点上,公式(B.8.1)的疲劳损坏正弦振动激振幅值  $A_{d(f)}(m/s^2)$  与设计相应的随机振动激振量级  $ASD_{100}[(m \cdot s^{-2})^2/Hz]$  有同样的疲劳损坏过程；
  - 当激振的峰值因数限制到 2.5、且相应随机振动响应 3 倍于其 r.m.s. 值时,公式[(B.8.2)——接近  $3.0\sigma$ ]中的基于正弦振动激振幅值  $A_{d(mg)}(m/s^2)$  在每个可能谐振点上产生相同的最大响应幅值；
- 注:  $3.0\sigma$  近似值是指试验时,随机振动加速度响应量级的波峰因数为 3.0,见第 B.6 章。
- 设备/部件的动态特性可认为是线性的；
  - 设备的重量对它的支持结构的比率是非常小的,因而可忽略动态的相互作用效应；
  - 存在着一个或几个设备/部件的显著的谐振频率；
  - 疲劳损坏过程基于 Miner 损坏模型；
  - 一次负荷循环所增加的疲劳损坏与 SDOF 系统的响应振幅的  $1/4$  次方( $m=4$ )成正比；
  - $N_{ij}$  次循环的耐疲劳度极限是存在的；
  - 若忽略波峰因数对疲劳损坏过程的影响,只要留一点裕量即可(本标准要求留给波峰因数的裕量  $< 5\%$ )；
  - SDOF 系统的随机振动响应幅值假设是按瑞利(Rayleigh)分布的。

## B.6 设计步骤

设计计算相应的振动参数可有几种方法,这里介绍的步骤是基于任何相关用户定义的动力模型,由本标准引用的模拟长寿命试验(5 h, 25% 的寿命)的相应 ASD 谱导出的振动量级激振,而模拟长寿命试验的相应 ASD 谱是根据附录 A 的运行数据导出的。

此外,还推荐设计工程师进行冲击计算时,对 GB/T 2423.5—1995 附录 B 的冲击响应谱及按本标准选择的冲击输入激振数据一起考虑。

设计条件如下所述：

在评估机械强度时,设计工程师既要考虑试验,又要考虑运行工作。本指南涉及的设计条件首先对应于试验条件。本指南提供的振动激振量级供评估疲劳和量级设计时使用。

由本标准选择(按比例适用 100% 寿命)的模拟长寿命试验相应的试验 ASD 谱导出的振动激振量级适用疲劳损坏过程,其疲劳损坏过程应对照疲劳损坏判据来进行评估。

基于设计的量值是用相对于试验时的最大响应幅值来评估的。这些计算适用于随机振动试验中由于压缩试验时间、增加随机振动幅值而可能发生各种严酷情况,但这种激振量级并不一定反映在实际运行情况中。

试验时随机振动激振的量级值由其 r.m.s. 值及试验设备使用的实际峰值因数来定义。该波峰因数按本标准必须至少为 2.5。因而设计工程师应注意试验时的实际波峰因数。因此,当根据试验设备考虑设计时,高于 2.5 的波峰因数将用于重要设计量级的补偿。而且,本指南涉及的[见公式(B.8.2)及第 B.5 章]响应波峰因数趋于比试验激振的波峰因数有更高的值(见公式 B.10.2)。

注:亦即若试验激振的波峰因数为 2.5,则本指南中基于正弦设计激振的幅值宁可按 3 倍试验响应的 r.m.s. 值计

算。

铁路运行工作中,存在着各种振动、碰撞和冲击幅值,因而峰值因数可以考虑高于 2.5,而运行中的振动量值是不易确定的。

### B.7 从本标准导出设计激振的精确方法

如果设计工程师对于此类分析已使用过计算机工具,则设计时建议采用从随机试验激振量级转换到随机设计激振量级的方法。

#### B.7.1 随机激振使用的疲劳计算

从本标准的图 1~4 选择 ASD<sub>25</sub>量级,它与长寿命试验量级等同。疲劳损坏过程计算用的设计 ASD<sub>100</sub>谱[(m·s<sup>-2</sup>)<sup>2</sup>/Hz]可从下式得到:

$$ASD_{100} = 2 \times ASD_{25} \dots\dots\dots (B.7.1)$$

式中系数 2 补偿从试验时 25% 寿命到设计中 100% 寿命引起的损坏增加(ASD<sub>100</sub> = ASD<sub>25</sub>√4)。

#### B.7.2 随机激振使用的量值计算

设计中基于应力、力或加速度计算的量级[表示为(m·s<sup>-2</sup>)<sup>2</sup>/Hz],其振动量级一般取:

$$ASD_{25} \dots\dots\dots (B.7.2)$$

### B.8 从本标准导出设计激振的近似方法

根据第 B.5 章中的假定,近似的正弦设计激振幅值可作为随机激振的一种替换。

#### B.8.1 正弦激振使用的疲劳计算

近似的疲劳损坏过程正弦振动激振幅值 A<sub>d(t)</sub>(m/s<sup>2</sup>)可从下式得到:

$$A_{d(t)} = 1.7 \left[ \sqrt{\left( \frac{\pi}{2} \right) \times f \times ASD_{100} / Q} \right] \times [T_{rr} / (N_{rr} / f)]^{1/4} \dots\dots\dots (B.8.1)$$

#### B.8.2 正弦激振使用的量值计算

基于正弦振动激振幅值 A<sub>d(mg)</sub>(m/s<sup>2</sup>)的近似量值由下式得到(接近 3.0σ):

$$A_{d(mg)} = 3.0 \sqrt{\left( \frac{\pi}{2} \right) \times f \times ASD_{25} / Q} \dots\dots\dots (B.8.2)$$

### B.9 举 例

问题:

部件安装在列车下方的箱体,箱体自身直接安装在车体的主结构上,承受本标准适用的振动环境。试计算相应的垂向激振加速度的设计幅值。

#### B.9.1 精确的方法

解:首先从本标准图 2.1 类 B 级车体安装的设备(垂向)一栏中找到随机试验振动数据,选择 ASD 量级(读正常量级),代入公式(B.7.1)求得疲劳损坏计算的设计 ASD 谱量级:

$$ASD_{100} = 2 \times 1.9 = 3.8 \quad (m \cdot s^{-2})^2 / Hz$$

[相应的总疲劳设计 r.m.s. 值:r.m.s.<sub>d</sub> = 7.9 × √2 = 11.2(m/s<sup>2</sup>)]

所选的值直接适用于按 B.7.2 计算的量值。

$$ASD_{25} = 1.9(m \cdot s^{-2})^2 / Hz$$

注:公式的一般形式见第 B.10 章所述。

#### B.9.2 近似的方法

解:从本标准图 2(读正常量级)车体安装的设备 1 类 B 级选择垂向随机振动试验数据,计算设计 ASD<sub>100</sub>谱(见 B.9.1)并假定输入数据如下:

$$T_{rr} = 5h = 18\,000s, N_{rr} = 10^7cs, Q = 10, f = 20Hz$$

代入公式(B.8.1),得到相应疲劳损坏计算的设计正弦幅值  $A_{d(ft)}$ :

$$A_{d(ft)} = 1.7 \left[ \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right) \times 20 \times 3.8/10} \right] \times [5 \times 3\,600 / (10^7/20)]^{1/4} = 2.56 \quad (\text{m/s}^2)$$

把 ASD<sub>25</sub>量级代入公式(B.8.2),得到相应量级设计的设计正弦幅值  $A_{d(mg)}$ :

$$A_{d(mg)} = 3.0 \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right) \times 20 \times 1.9/10} = 7.33 \quad (\text{m/s}^2)$$

检查试验的量级对设计的疲劳损坏计算幅值的比例:

$$A_{d(mg)} / A_{d(ft)} = 7.33 / 2.56 = 2.86$$

于是在按本标准设计计算机械强度时,对安装在列车下方箱体中的部件应考虑幅值为 2.56 m/s<sup>2</sup> 的持续正弦振动量级来模拟其疲劳过程。同样用幅值为 7.33 m/s<sup>2</sup> 的正弦激振模拟试验中的最大响应量级,在本例中它高达 2.86 倍。见表 B.1。

表 B.1 为本例所有三个方向的激振设计量级。

表 B.1 本例所有三个方向的激振设计量级

车体安装 1类 B级 ( $\xi=0.05 \Rightarrow Q=10$ )												
设计激振量级												
频率 $f$ Hz	随机(B.7.1) ASD <sub>100</sub> (m·s <sup>-2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz			随机(B.7.2) ASD <sub>25</sub> (m·s <sup>-2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz			正弦(B.8.1) $A_{d(ft)}, N_1 = 10^7 \text{cs}$ m/s <sup>2</sup>			正弦(B.8.1) $A_{d(mg)}, 3.0\sigma$ m/s <sup>2</sup>		
	垂向	横向	纵向	垂向	横向	纵向	垂向	横向	纵向	垂向	横向	纵向
20	3.8	0.74	1.8	19	0.37	0.9	2.56	1.13	1.76	7.33	3.23	5.04

## B.10 用于导出近似设计激振所使用的方程式的一般形式

这些方程式的简化形式在第 B.8 章中给出。

### B.10.1 疲劳计算

近似的疲劳损坏过程的正弦振动激振幅值(m/s<sup>2</sup>)一般从下式得到:

$$A_{d(ft)} = \left[ \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right) \times f \times \text{ASD}_{100}/Q} \right] \times [T_n / (N_1/f)]^{(1/m)} \left[ \int v_{\omega} v^{(m+1)} \times e^{-v^{2/2}} \partial v^{(1/m)} \right] \quad (\text{B.10.1})$$

公式(B.10.1)的第一项表示一个 SDOF 系统的 r. m. s. 响应幅值(m/s<sup>2</sup>)除以  $Q$ , 它是由本标准(按比例覆盖 100% 寿命)模拟长寿命试验中的相应 ASD 谱的平直部分选择的宽带随机振动输入激振的。

第二项是由随机试验的时间  $T_n$ (s) 与设计要求在  $f$ (Hz) 频率下达到  $N_1$ (cs) 次的时间不同引起的系数。

第三项是正比于参与疲劳过程所有循环加权积分的系数, 假定 SDOF 系统的响应振幅是按“瑞利”(Rayleigh)分布的。

因子  $m$  是一个指数, 它取决于 S-N 曲线的斜率, 本标准中选择  $m = 4$ 。

### B.10.2 量级计算

基于正弦振动激振幅值(m/s<sup>2</sup>)的近似量级一般从下式得到:

$$A_{d(mg)} = (CF_r + 0.5) \times \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right) \times \text{ASD}_{25}/Q} \quad (\text{B.10.2})$$

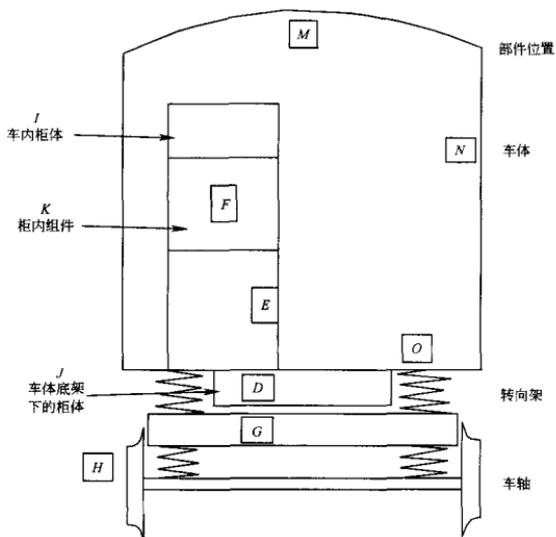
公式(B.10.2)的第一项表示试验的波峰因数(受试验机械限制)加一常数 0.5, 该常数用于补偿 SDOF 系统的响应波峰因数比激振波峰因数高的趋势。

第二项表示 SDOF 系统的 r. m. s. 响应幅值(m/s<sup>2</sup>)除以  $Q$ , 它是由本标准模拟长寿命试验相应的 ASD 谱的平直部分选择的宽带随机振动输入激振的。

附录 C  
(提示性附录)

铁路机车车辆上设备一般位置示意图及其试验类别图

注：本分类不适用于仅有一系悬挂的车辆。



类别	位置	设备位置描述
1 A级	MNO I和J	直接安装在车体上方或车体下方的部件
1 B级	D	安装在固定于车体底架下箱体内的部件
1 B级	K和E	安装在固定于车体上的大箱体内的部件
1 B级	F	安装在固定于车体上的柜体内组件中的部件
2	G	安装于铁道机车车辆转向架上的柜体、组件、设备及部件
3	H	安装于铁道机车车辆车轴总组件上的组件、设备及部件或总组件

图 C.1 机车车辆上设备的位置示意图

附录 D  
(提示性附录)  
型式试验证书的示例

下列设备已通过 IEC 61373《铁道应用—机车车辆设备—冲击和振动试验》要求的试验

设备说明

设备型号

制造厂名

出厂/更改状态

生产序号

检验站报告编号

报告日期

产品试验大纲编号:

备注:

1) 检验站(代表)

职务

日期

2) 制造商(代表)

职务

日期

# 关于发布《铁道客车非金属材料的阻燃要求》 等5项铁道行业标准修改单的通知

铁道部科技技函[2004]64号

各铁路局,青藏铁路公司:

现发布《铁道客车非金属材料的阻燃要求》、《轨道电路通用技术条件》、《铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验》、《铁道客车车厢用灯 第1部分:卧铺车厢用 ELD 地灯》、《弹条 I 型扣件 第五部分:弹条 I 型、II 型扣件挡板座》等5项铁道行业标准修改单予以发布。修改内容自发布之日起生效。

以上面铁道行业标准修改单不另印刷单行本,可登录铁道技术监督网站查询,网址:hppt://www.qts-railway.com.cn。

二〇〇四年七月三十日

## TB/T2402-1993《铁道客车非金属材料的阻燃要求》第1号修改单

### 修改内容

一、标准中“4.4 玻璃钢及其制品:氧指数  $OI \geq 30\%$ ;  $45^\circ$ 角燃烧通过难燃级。”修改为:“4.4 玻璃钢、塑料制品:氧指数  $OI \geq 30\%$ ;  $45^\circ$ 角燃烧通过难燃级。”

## TB/T2852-1997《轨道电路通用技术条件》第1号修改单

### 修改内容

一、“4.3 在最不利条件下,用  $0.06 \Omega$  (驼峰轨道电路取  $0.5 \Omega$ ) 电阻在轨道电路内的任何一处轨面可靠分路时,均应使受端端的接收设备可靠地停止工作。”修改为:

4.3 在最不利条件下,用  $0.06 \Omega$  (1 500 Hz~3 000 Hz 频段的轨道电路分路电阻取  $0.15 \Omega$ ; 驼峰轨道电路取  $0.5 \Omega$ ) 电阻在轨道电路内的任何一处轨面可靠分路时,均应使受端端的接收设备可靠地停止工作。

## TB/T3058-2002《铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验》第1号修改单

### 修改内容

一、前言第一句修改为:“本标准等同采用国际电工委员会 IEC61373:1999 《铁路应用 机车车辆设备冲击和振动试验》。”

二、6.2.3 中公式(第4页第3行)修改为:

$$\text{参考点总的方均根值} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_e} (\text{r.m.s.}_i)^2}{n_e}}$$

三、标准第7页14b)“试验报告”中“有必要地,应该能……”改为“有必要时,应该能……”

四、标准第13页图5中纵坐标名称“累积概率/%”改为“累积概率 %”。

五、标准第14页图6中表第二栏修改为:

类别	取向	峰值加速度 A m/s <sup>2</sup>	标称持续时间 D ms
1	垂向	30	30
A级和B级	横向	30	30
车体安装	纵向	50	50

六、标准中17页表A.2中表头名称“表A.2从问卷得到的 r.m.s 加速度量级的汇总”改为“表A.2从问卷得到的 r.m.s.加速度量级的汇总”

## TB/T 3085.1-2003《铁道客车车厢用灯

### 第1部分:卧铺车厢用 ELD 地灯》第1号修改单

#### 修改内容

一、“5.18 场致发光屏的寿命试验”条文“地灯的……最终亮度值。最终亮度值应不小于初始亮度值。”修改为:

#### 5.18 场致发光屏的寿命试验

地灯的场致发光屏的寿命试验采用改变频率加速老化的试验方法进行,先对地灯的场致发光屏施加 AC 220 V/50 Hz 的电源电压,通电 10 min 后用亮度计测量初始亮度值。然后在电源电压不变的情况下,将电源频率逐步增加至 1 000 Hz 并开始记录初始时间(此时地灯的表面亮度会明显提高),保持这种状态 100 h 后用亮度计测量最终亮度值。最终亮度值应不小于初始亮度值的 70%。

## TB/T 1495.5-2003《弹条 I 型扣件

### 第5部分:弹条 I 型、II 型扣件挡板座》第1号修改单

#### 修改内容

一、标准中“4.1.3 弯曲强度不小于 70 MPa。”修改为“4.1.3 弯曲强度不小于 70 MPa (干态)。”