

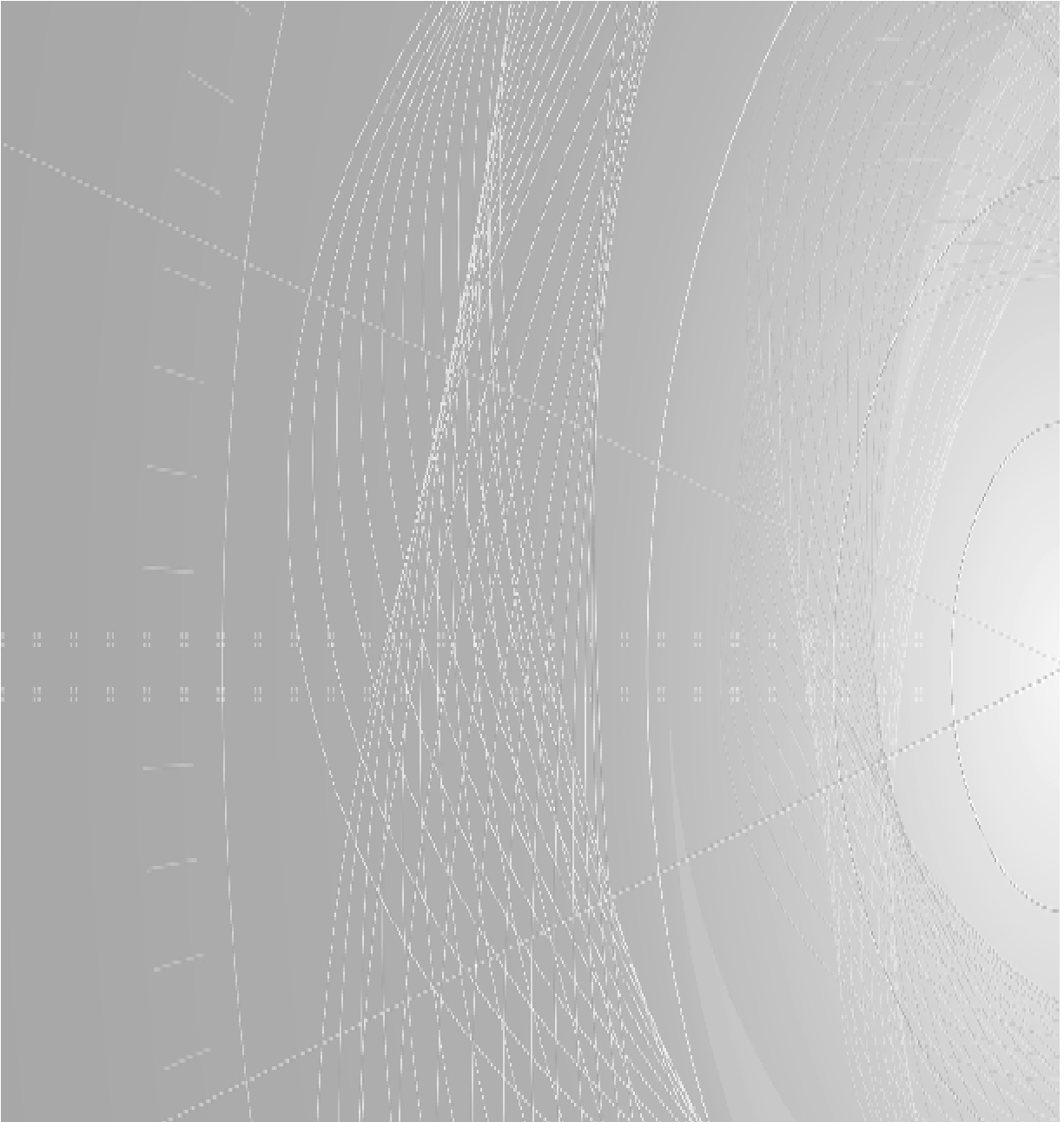


国际标准

IEC 61373
2010-05 第二版

内标颜色 

铁路应用—机车车辆设备—冲击和振动试验





出版刊物归瑞士日内瓦©2010 IEC版权所有

版权所有不得翻印。除非另有规定，否则未经IEC或IEC国家委员会成员的书面许可，本标准中的任何部分都不能以任何形式或任何理由进行电子的或机械形式的复制或使用，包括影印和微缩拍摄。

如果你对IEC版权问题有异议或者要询问有关获得本出版刊物的附加权利等问题，可按下列地址进行联系或与你当地的IEC国家委员会成员联系，以获得更多信息。

IEC 总部

3, rue de Varembe

CH-1211 Geneva 20

瑞士

Email: inmail@iec.ch

网站: www.iec.ch

IEC

国际电工技术委员会(IEC)是编制和发行所有电气、电子及相关技术性国际标准的全球性组织。

IEC出版刊物

IEC发行刊物的技术含量由IEC审核后保持不变。请确保你已经拥有最新出版的版本、勘误表或更正版。

*** IEC出版刊物目录:** www.iec.ch/searchpub

你可以根据标准的文本检索、技术委员会和出版日期等各种形式，进入IEC网站在线搜索发行刊物目录。也可了解到计划发行的刊物、撤销的和重做的刊物信息。

*** IEC 正在发行的刊物:** www.iec.ch/online_news/justpub

有关所发行刊物的最新摘要信息，每月两次刊登的所有正在发行的刊物信息，都可通过IEC网站在线搜索或也可以email的形式联系。

*** Electropedia:** www.electropedia.org

具有世界领先地位的电子和电气术语的在线字典含有20,000多条英文和法文术语和定义，这些术语和定义与附加语言的术语含义相同。也可通称为国际电工技术词汇在线。

*** 客户服务中心:** www.iec.ch/webstore/custserv

如果你希望给我们一些有关本标准的反馈意见或需要得到更多帮助的话，请与客户服务中心联系：

Email: csc@iec.ch

电话: +41 22 919 02 11

传真: +41 22 919 03 00



IEC 61373
2010-05 第二版

铁路应用—机车车辆设备—冲击和振动试验

国际电工委员会

价格代码 **V**

ICS45.060

ISBN 978-2-88910-944-9

目录

前言.....	6
引言.....	8
1. 范围.....	9
2. 参考资料.....	10
3. 术语和定义.....	10
4. 总则.....	11
5. 试验次序.....	12
6. 试验室需要的参考信息.....	12
6.1 试验设备的安装和方位.....	12
6.2 参考点和控制点.....	12
6.2.1 固定点.....	12
6.2.2 控制点.....	12
6.2.3 参考点.....	13
6.2.4 响应点（测量点）.....	13
6.3 试验时的机械状态和功能.....	13
6.3.1 机械状态.....	13
6.3.2 功能性试验.....	13
6.3.3 性能试验.....	13
6.4 随机振动试验的可重复性.....	14
6.4.1 加速度频谱密度（ASD）.....	14
6.4.2 均方根值（r.m.s.）.....	14
6.4.3 概率密度函数（PDF）.....	14
6.4.4 持续时间.....	14
6.5 测量误差.....	14
6.6 恢复.....	14
7. 试验前的测量和准备.....	14
8. 功能随机振动试验条件.....	15
8.1 试验条件和频率范围.....	15
8.2 功能振动试验持续时间：.....	15
8.3 试验时的功能：.....	15
9. 加大随机振动级下的模拟长使用寿命试验.....	15
9.1 试验条件和频率范围：.....	15
9.2 加速振动试验时间：.....	16
10. 冲击试验条件：.....	16
10.1 脉冲波形和容差.....	16
10.2 速度变化.....	16
10.3 安装.....	16
10.4 重复频率.....	16
10.5 试验严酷等级、脉冲波形和方向.....	17
10.6 冲击次数.....	17
10.7 试验过程中的功能.....	17
11. 运输和装卸.....	17
12. 最终测量.....	17
13. 验收标准.....	17
14. 试验报告.....	18

15. 试验证书.....	18
16. 试验样品的处置.....	18
附录 A（资料性附录）关于运行测量、测量位置、记录运行数据的方法、运行数据的摘录以及根据所得的运行数据推算随机试验等级所用方法等的解释.....	25
附录 B（资料性附录）标识设备在铁道机车车辆上一般位置及它们的试验类别图.....	31
附录 C（资料性附录）型式试验证书的实例.....	32
附录 D（资料性附录）通过 ASD 值或等级来计算 RMS 值的导则.....	33
图 1—高斯分布.....	11
图 2：1 类—A 类—车身安装—ASD 频谱.....	19
图 3：1 类—B 类—车身安装—ASD 频谱.....	20
图 4：2 类—转向架安装—ASD 频谱.....	21
图 5：3 类—车轴安装—ASD 频谱.....	22
图 6：累积 PDF 容差范围.....	23
图 7：冲击试验容差范围—半正弦脉冲.....	24
图 A.1：车轴、转向架（车架）和车身的标准测量位置.....	25
图 A.2- 典型的疲劳强度曲线图.....	28
图 B.1- 机车车辆上设备的一般位置.....	31
图 D.1- ASD 频谱.....	34
表 1：功能随机试验的试验仪器和频率范围.....	15
表 2：试验条件和频率范围.....	16
表 3-试验严酷等级、脉冲波形和方向.....	17
表 A.1 有关试验参数/条件的环境数据的询问摘要.....	26
表 A.2 从问卷得到的 r.m.s.加速度等级的总计.....	27
表 A.3 – 采用 A.4 的方法从运行数据中获得的试验等级.....	30

国际电工委员

铁路应用—机车车辆设备 —冲击和振动试验

前言

1) 国际电工委员会 (IEC) 是由各国电工委员会 (IEC 国家委员会) 组成的世界性标准化组织。IEC 的目标是促进电工与电子标准化领域的国际合作。为此目的以及其他方面的需要, IEC 出版国际标准、技术规范、技术报告、公开可用规范 (PAS) 和导则 (以下简称“IEC 出版物”)。标准的制订委托技术委员会进行: IEC 国家委员会如对所涉及的问题感兴趣, 均可参与制订: 与 IEC 有联系的国际组织、官方组织和非官方组织也可参与。IEC 和国际标准化组织 (ISO) 按照彼此之间的协议密切合作。

2) 由所有感兴趣的国家委员会组成的技术委员会对技术问题做出的 IEC 正式决定或协议, 尽可能地表达了国际上对该问题的一致意见。

3) IEC 出版刊物为国际应用的参考标准, 并且被 IEC 国家委员会明确接受。当努力确保 IEC 出版刊物具有精确的技术含量的时候, IEC 不会追究其终端用户之使用方法和错误判断的责任的。

4) 为了促进国际统一, IEC 的各国家委员会应尽可能地在其国家标准和区域性标准中采用 IEC 国际标准。IEC 标准和相应的国家标准或区域性标准之间若有差异, 应在后者中明确指出。

5) 对于声称符合某一标准的装置, IEC 没有提供标志程序以示认可, 故对此不承担责任。

6) 所有用户应确认使用的是本出版物的最新版。

7) 使用本出版物或其他 IEC 出版物, IEC 或其理事、工作人员、公务员、代理包括独立专家、技术委员会成员、IEC 国家委员会均不承担人身伤害、财产损失及其他任何自然损坏, 无论是直接还是间接、开销 (包括法律费用) 和出版物价格上涨等。

8) 注意, 本国际标准引用了规范性参考文件, 使用这些参考资料对正确应用本国际标准是不可缺少的。

9) 注意, 本国际标准的某些部分可能涉及专利, IEC 不负责识别此类专利。

国际标准 IEC61373 业经 IEC 技术委员会 9: 铁道电气设备委员会编就。

第二次出版的版本撤销并代替了与 1999 年发行的第一版本, 并进行技术性修订。

本版本与以前版本相比。有以下重大技术变化:

- 通过更改加速比的计算方法来获得延长使用寿命的 ASD 模拟值, 这种加速比可应用于函数 ASD 值中;
- 添加针对本标准的认证内容;
- 由于添加加速比的新的计算方法, 因而删除第一版中附件 B 的内容;
- 添加通过运行数据计算函数 RMS 值或通过图 2~5 的 ASD 值计算 RMS 值的导则内容。

本国际标准IEC61373以下列文件为依据：

FDIS	表决报告
9/475/FDIS	9/509/RVD

有关本标准的投票表决的全部内容可查阅上表所列的表决报告。

本出版刊物内容经委员会决议后将不进行改动,直至IEC网站 “ <http://webstore.iec.ch>” 显示保修结果日期达到有关特定出版刊物的数据。在此日期时，出版刊物将进行：

- 重新确认
- 撤销
- 由修订版代替，或
- 修正

重要提示 – 本刊物封面标有“内标颜色”的标志，表示加颜色部分的内容对正确理解此部分含义有帮助，用户应该采用彩色打印机进行打印。

引言

铁路车辆所配置的机械设备/元件、气动设备/元件、电气和电子设备/元件（以下统称为设备）都要经过振动试验和冲击试验，本标准规定了这类随机振动和随机冲击试验项目的各种要求。随机振动试验室设备/元件验收所采用的唯一方法。

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，本标准采用的是全世界各个机构提供的现场实测数据。

本标准不包括特定应用场合下因自感应而产生的振动情况。

在执行和解释本标准时需要有关工程技术上的判断能力和经验。

本标准适用于设计和论证，但不排除采用其他方式（如正弦振动），以确保机械设备及其操作性能的安全性，为使产品设计符合本标准要求，可参阅附录 B 的指南，并与设计时采用的其他方法进行比较。

对于被测设备的试验等级，仅于它在车上的位置（即车轴、转向架或车身安装）有关。

值得注意的是，为了获得随机振动时与产品性能相关的设计信息，这些试验可在样机上进行。但为了取得试验证书，则必须在标准产品设备上进行。

铁路应用—机车车辆设备 —冲击和振动试验

1. 范围

本国际标准规定对设备执行各项试验的要求，这些设备安装在铁路机车车辆上，由于铁路特定工作环境的影响，将会承受振动和冲击。为了确保设备的运行质量，必须模拟设备使用期限内实际工作的环境条件，对其进行适当的持久性试验。

可采用一系列方法进行模拟延长使用寿命试验，方法很多，不同方法具有其内在优缺点，最常用的方法有下列几种：

- a) 幅值增强方法：增强幅值，缩减时间；
- b) 时基压缩方法：保留实际幅值二缩短时间；
- c) 幅值截取方法：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 条中的引用标准一起，规定了对用于铁路机车车辆设备上的设备进行振动试验时的默认试验步骤。但是，厂家和用户也可根据事先达成的协议采用其他一些标准，在此情况下，可不按照本标准进行验证。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。对于采用充气轮胎或诸如无轨电车之类的其他运输系统，由于冲击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。建议按照附录 A 中的导则来决定频谱和冲击时间（幅值）。对于未按照本标准的量级进行试验的项目，不得发放符合本标准要求的证书。

无轨电车就是其中一例，车身安装的设备可按照本标准的 1 类设备进行试验。

本标准适用于单向试验，对于多方向试验而言，以超出了本标准的范围。

根据设备在机车上的位置，本标准的试验值可分为三类：

1 类：车身装设备

A 级：直接安装在车身上（或下部）操纵台、机组、设备和零件。

B 级：直接安装在车身上（或下部）的设备机柜中的任何设备。

注意：当设备安装位置不明确时，应采用 B 级。

2 类：转向架装设备

装在铁路车辆转向架上的机柜、组件、设备和零件。

3 类：车轴装设备

装在铁路车辆轮辐总成上的组件、设备和零件或部件。

注意：在设备安装于具有一个吊挂高度的车辆（如篷车和蔽篷车）的情况下，除非投标阶段另有协定，否则轴装设备应按照第 3 类试验，其他设备均安装第 2 类试验。

试验费用与被测设备的重量、形状及其复杂程度有关。因此投标时，供货方可提出另一种证明符合本标准要求的成本效果分析方法。如果同意采用此类分析方法，供货方则应向其用户或其代表论证符合本标准要求。如果同意

采用这种评估方法，则试验设备不能被证明是符合本标准要求的。

本标准旨在用来评估装在车辆主要构件上的设备（和/或部件），而不适用于与主要构件形成一体的设备。在很多情况下，用户可提出附加振动试验或特种振动试验要求，例如：

- a) 装在或连在试验设备上，已知会产生固有激振频率的设备。
- b) 有些设备，像用来传递力和/或力矩的牵引电机、受电弓、履带齿轮、悬挂部件和机械零件，皆可按期在铁路车辆上使用的特殊要求进行试验。在这些情况下，所有试验均应在投标时分别协商解决。
- c) 在用户规定要求的特殊操作环境中使用的设备。

2. 参考资料

下列标准经本标准引用而构成了本国际标准的条款。对于注明日期的标准，其后续的补充或修订版本不适用于本标准中。然而，以本国际标准为基础签订协议的各方，应该考虑采用下列最新版本标准的可能性。对于未注明日期的标准，其最新版本适用于本标准。IEC 和 ISO 成员国都有当前有效的国际标准明细表。

IEC60068-2-27: 2008, 环境试验—第 2-27 部分：试验—Ea 试验和导则：冲击。

IEC60068-2-47: 2005, 环境试验—第 2-47 部分：试验—振动、冲击和类似动态试验用试件的安装。

IEC60068-2-64: 2008, 环境试验—第 2-64 部分：试验—Fh 试验：振动、宽频带随机（数控）和导则。

ISO 3534-1: 2006, 统计—词汇和符号—第 1 部分：概率和通用的统计学术语。

3. 术语和定义

本标准采用 IEC60068-2-64 和 ISO 3534-1 中给出的定义和术语，同时采用下列所描述的术语和定义。

3.1 随机振动

不能准确地预测任意已知瞬时时间的振动瞬时值。

3.2 高斯分布；正态分布

高斯或正态情况下，其分布有一个概率密度函数，等于（见图1）：

$$P_x(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$

其中：

c 是 r.m.s 值；

x 是瞬时值；

$\bar{x}$ 是 x 的平均值。

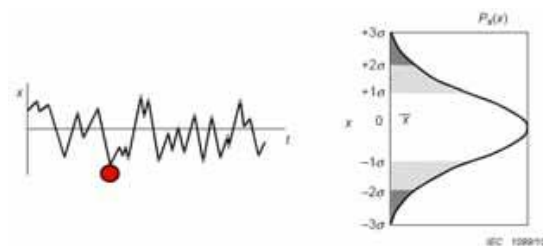


图 1—高斯分布

注意：根据图 1，瞬时加速值在 $\pm a$ 之间的概率与密度概率曲线 $P_x(x)$ 的范围相等。瞬时加速值的平均值在下述范围内：

* 0 和 1σ 代表 68.26%的时间

* 1σ 和 2σ 代表 27.18%的时间

* 2σ 和 3σ 代表 4.30%的时间

3.3 加速度谱密度ASD

经过窄波段的中心频率过滤器的加速信号的均方值，每单位带宽，极限状态为带宽接近零并且平均时间接近无穷大。

3.4 零部件

位于箱内侧的气动、电气或电子部件。

3.5 箱体

整体设备，包括机械部件和特殊结构、（例如转换器、逆变器等）合成的安装组件。

4. 总则

本标准的宗旨主要在于通过试验检查铁路车辆设备在使用过程中，由于振动和冲击所暴露出来的缺点/问题。虽然这并非代表全部的寿命试验，但通过这些试验都可以确保设备使用寿命不低于额定寿命。

如果满足标准中第 13 项的要求，就可认为符合本标准要求。

本标准所用的试验量级是按环境试验数据中推导出来的，参阅附录 A。这些数据由负责收集使用环境振动量级的机构提供。

根据本标准要求必须执行以下各项试验：

随机功能试验量级 施加的最小试验量级，用于证明在铁路机车车辆可能出现的环境条件下使用时，试验设备能否正常运行。

在试验之前，厂家和终端用户应就设备的功能要求取得一致性意见（见第 6.3.2 条）。

功能试验的要求详见第 8 条。

功能试验并非是对模拟工况下的全性能评定。

模拟长使用寿命试验量级 该试验目的是在环境条件增强的情况下对设备的机械结构进行试验。不必检查

在此条件下设备的功能。模拟长使用寿命试验的要求详见第 9 条。

冲击试验

冲击试验主要是模拟罕见恶劣工况条件，不必验证试验条件下的功能。但要验证操作状态是否出现变化，是否出现机械位移或机械损伤。这些应在最终试验报告中加以明确说明。有关冲击试验的要求详见第 10 条。

5. 试验次序

较适用的试验次序如下文所述：

首先做增强随机振动量级的垂向、横向和纵向的模拟长使用寿命试验；其次是做垂向=横向和纵向的冲击试验；然后是做运输和装卸试验（仅当指明或协定时）；最后作垂向、横向和纵向的功能性随机试验。

注意：运输和装卸试验不是本标准所要求的，因此不在本标准的范围内。

试验次序可以改变，尽量减少重装次数。试验次序应该在试验报告中注明，在模拟长使用寿命试验前后均应按第 6.3.3 条做性能试验，模拟长使用寿命试验期间应做长期变化功能试验，以确定经过长期试验是否有变化，以便进行比较。

激振方位和方向应在试验技术要求中加以说明，并记入试验报告中。

6. 试验室需要的参考信息

注意 1：其他的一般性资料可参见 IEC60068-2-64。

注意 2：部件安装的一般情况参见 IEC60068-2-47。

6.1 试验设备的安装和方位

应该通过标准的附属装置采用直接连接或通过夹具连接的方式将受测设备连接到试验机器上，附属装置包括弹性支架。

由于安装方法对试验结果影响较大，因而在试验报告中应详细记录实际安装方式。

除非另有协定，否则应按设备的实际位进行试验，不应采取任何特殊的防护措施，以消除电磁干扰、发热或其他因素对被测设备的使用和性能产生的影响。

无论何处都应尽可能避免在试验频率范围内引起夹具共振，如果无法避免共振时，则应在试验报告中加以分析和说明共振对试验设备性能的影响情况。

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。

如果大量小设备安装在同一个夹具上，则试验期间的参考点和/或控制点可以相对于夹具而非固定点，并规定负载夹具的最低共振频率应高于试验频率的上限。

6.2.1 固定点

固定点是被测设备与夹具或振动试验表面相接触的那一部分，是实际使用是用于固定被测设备的。

6.2.2 控制点

一般来说控制点就是固定点，它应该尽可能靠近固定点，并且一定要与固定点进行刚性连接。如果有 4 个或不足

4 个固定点时，则各点均可定义为控制点，这些点的振动频率不应低于规定的最低频率。所有控制点都应在试验报告中加以标明。如果是小设备，无论其尺寸、重量和机械结构的复杂性都不值得多点控制时，试验报告中应说明有多少控制点和它的位置。

6.2.3 参考点

参考点是为证实试验要求是否满足而选取的一个点，以便于测量参考信号。参考点能代表被测设备的运行情况，它可以是控制点或是对各控制信号进行手工或自动处理而得出的虚拟点。

随机振动如果采用的是虚拟点，则应把参考信号频谱定义为所有控制点信号的加速度频谱密度（ASD）的各频率的算术平均值。在这种情况下，参考信号的总均方根值（r.m.s.）等于各控制点信号的 r.m.s.值的均方根。即：

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

式中 n_c 是控制点的数量。

试验报告应说明所用点的数量以及选取情况，对于大型和/或复杂设备而言，建议采用虚拟点。

注意：允许用扫描技术自动处理控制点信号以确定总 r.m.s.加速度，但不允许用以确定 ASD 的大小，否则，必须对分析仪频宽及取样时间等造成的误差加以修正。

6.2.4 响应点（测量点）

响应点即被测设备上用来测定数据、分析设备振动响应特性的一个特定位置，要在执行本标准所述的各项试验之前设定出这一测量点（见第 7 条）。

6.3 试验时的机械状态和功能

6.3.1 机械状态

被测设备安装在铁路车辆上之后，如果能长期保持的机械状态不止一种时，则试验时就应选 2 种机械状态进行试验。至少要选 1 种最恶劣的状态（例如有 1 个接触器的情况下，其紧固力最小的机械状态）。

当状态多于一种时，对于选取的每种状态，对被测设备进行振动和冲击试验的时间应该相同，其量级分别在第 8 条、第 9 条和第 10 条中有规定。

6.3.2 功能性试验

如果有必要，功能性试验应该由厂家在试验进行之前进行拟定并且必须由厂家和用户达成协议。功能性试验应该在振动试验时按照本标准第 8 条所述的量级执行。

功能性试验的目的是为了验证设备运行能力的。以证实被测设备在实际使用时能否正常运行，不应与性能试验混淆。

注意 1：如果生产商和用户之间事先未达成协议，则在执行冲击试验时不做功能性试验。

注意 2：如果功能性试验有所改动，应该在试验报告中详细说明。

6.3.3 性能试验

应该在所有规定的试验开始前和全部完成之后执行性能试验，有关性能试验的要求应由生产商确定而且还应包括

误差范围。

6.4 随机振动试验的可重复性

随机振动信号在时域中是不可重复的；在同样长的时间内，随机信号发生器不可能产生 2 个完全相同、相互重叠的样品。但仍能对 2 个随机信号的相似性加以说明并设定其特性误差范围。有必要对随机信号给出定义，以确保以后能按相似的激振条件在不同试验场所或不同设备项目上执行重复试验。但要指出的是，以下所述的公差中包括有仪器误差，但不包括其他误差，特别是随机误差（统计性）和偏置误差。测量位置在控制点/参考点上。

6.4.1 加速度频谱密度（ASD）

ASD 应该小于规定的 ASD 量级的 $\pm 3\text{db}$ （范围从 $1/2 \times \text{ASD}$ 到 $2 \times \text{ASD}$ ），参见相应的图 2~图 5。起始斜率和终止斜率不得小于图 2~图 5 中的数值。

6.4.2 均方根值（r.m.s.）

在规定频率范围内，参考点的加速 r.m.s.值，应该是图 2~图 5 规定值的 $\pm 10\%$ 。

注意：对于低频来说，达到 $\pm 3\text{db}$ 恐怕是困难的，在这种情况下，重要的是要把这种试验值在试验报告中注明。

6.4.3 概率密度函数（PDF）

如果没有其他说明，每个响应点测量加速后的时间系列应该按照 PDF 分布，接近于高斯分布并至少有 2, 5 波峰系数（峰值到 r.m.s.值的比率）。

注意：图 6 表示 PDF 累积的误差带。

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（见第 8.2 和第 9.2 条）。

6.5 测量误差-

振动误差应符合 IEC60068-2-64 中第 4.3 条的规定。

6.6 恢复

应在相同条件下（如相同温度下）进行初始测量和最终测量，如果有必要的话，应允许试验后稍等一段时间再进行最终测量，以确保被测设备与初始测量时的条件相同。

7. 试验前的测量和准备

试验之前，应按照第 6.3.3 条进行性能试验，如果此类试验超出了试验室的范围，则应该由生产商执行此项试验并提供书面证明，即在按照本标准进行振动和冲击试验之前，被测设备符合性能试验要求。生产商有责任确定响应点的位置，病灶试验报告中清楚指明。

传递函数应该按照生产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，应该在第 8 条的试验条件下取得传递函数。1 类设备，应该第 9 条的试验条件下取得传递函数。

测量的相干系数至少应该达到 0.9，如果不能达到的话，则最少应取 120 个 0%重叠的频谱平均值（或 240 个统计

自由度的线性平均值)。

8. 功能随机振动试验条件

8.1 试验条件和频率范围

设备应该按表 1 所列适当的 r.m.s.值和频率范围进行试验。如果设备的应用方位不清楚或未知时，则应该按垂直平面所给的 r.m.s.值在 3 个平面上进行试验。

表 1：功能随机试验的试验仪器和频率范围

类别	方位	均方根值 (rms) m/s ²	频率范围 (见图)
1 A 级 车身装	垂向	0,750	图 2
	横向	0,370	
	纵向	0,500	
1 A 级 车身装	垂向	1,01	图 3
	横向	0,450	
	纵向	0,700	
2 车身装	垂向	5,40	图 4
	横向	4,70	
	纵向	2,50	
3 轴装	垂向	38,0	图 5
	横向	34,0	
	纵向	17,0	

注意1: 这些试验值代表附录A所指的典型运行值，也是作用在试验设备上的最小试验量级，如果有实际测量数据，则下列振动试验条件可用附录A所示方法和附录D所示方程式增强，引用的值被认为是试验设备应加的最低试验量级。

注意2: 通过使用附录A所述的方法和附录D所示的方程式，实际测量数据有助于功能试验量级低于附录A所列的最低试验量级。这些低试验量级可应用于正执行生产商和用户事先协商好的试验的设备中。在这种情况下不能完全验证被测设备是否符合本标准的要求。可对被测设备进行部分验证（仅在功能试验值低于或等于试验报告中规定值的运行条件时进行验证）。

8.2 功能振动试验持续时间：

注 1：该试验的目的在于证明试验设备不受所用的试验级影响。所用的试验级表示实际应用中预计会存在的等级。

注 2：根据观测，这些试验一般不能少于 10 分钟。

功能振动试验的时间应足以使所有规定的功能试验全部做完。

8.3 试验时的功能：

凡是用户同意做的功能试验（见 6.3.2）均应在功能随机振动试验时进行。

9. 加大随机振动级下的模拟长使用寿命试验

9.1 试验条件和频率范围：

当设备应用方位不清楚或不知道时，设备应在表 2 所述的 3 个轴向上承受垂直试验级试验。

表 2：试验条件和频率范围

类别	方位	均方根值 5 小时试验周期 m/s ²	频率范围（见图）
1 A 级 车身装	垂直 横向 纵向	4.25 2.09 2.83	图 2
1 B 级 车身装	垂直 横向 纵向	5.72 2.55 3.96	图 3
2 转向架装	垂直 横向 纵向	30.6 26.6 14.2	图 4
3 轴装	垂直 横向 纵向	144 129 64.3	图 5
注意：如果其功能试验值是由实际测量数据生成的，通过应用附录 A 算得的加速度比率来获得长使用寿命试验值。			

9.2 加速振动试验时间：

各类设备均应总共经受 15 小时的准备时间。一般将其分成 5 小时为一时段，分别供 3 个互相垂直的轴进行调整。如果试验时发现设备发热有问题（如橡胶件振动等），则允许停止试验一段时间，使设备恢复。但必须注意，总振动时间不得小于 5 小时。如果试验停止，则应在试验报告中注明。

注 1：试验过程中设备不需要工作。

注 2：如果事先达成了协议，可以相应减少振动的振幅，然而试验时间必须按照附录 A 中的方法进行相应的延长。建议尽量不用，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 IEC 60068-2-27 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 值见图 7）

横向运动不应超过 IEC 60068-2-27 规定方向上标称脉冲峰值加速度的 30%。

图 7 显示出了脉冲波形和容差范围。

10.2 速度变化

实际的速度变化应该在图7所示的标称脉冲相应值的±15 %的范围内。

通过图中所示的实际脉冲积分来确定速度变化，并应该按图 7 所示的积分时间间隔内进行计算。

10.3 安装

被测设备应该按第 6.1 条的要求连接到试验装置上。

10.4 重复频率

为了使被测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

其数值见表 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 m/s ²	正规取向 D ms
1 A 级和 B 级 车身装	垂直	30	30
	横向	30	30
	纵向	50	30
2 转向架装	全部	300	18
3 轴装	全部	1000	6
注意 1：脉冲波形详见图 7。			
注意 2：对于重型设备，试验台不能满足其尺寸要求来执行冲击试验，经生产商和用户事先协商之后，会采取适当的试验条件（减少加速度峰值）来进行试验。			

10.6 冲击次数

按 IEC60068-2-27 的规定，应该对被测设备施加 18 次冲击（三个正交平面上正向和反向各三次）。应该对第 6.3.1 条中的每种机械状态都重复进行试验。

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，可以按生产商或用户在试验大纲中的要求进行验证。

11. 运输和装卸

终端用户专门提出的运输和装卸试验应该符合 IEC60068-2-27 的规定。

12. 最终测量

试验完成之后，应该按第 6.3.3 条对设备进行性能测试。此类测试可能超出了试验室的范围，在这种情况下，应该由生产商执行试验，并提供书面证明，即在按本标准进行振动和冲击试验之后，被测设备符合性能试验要求。传递函数应该按生产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，应该在第 8 条的试验条件下取得传递函数。1 类设备，应该在第 9 条的试验条件下取得传递函数。

测量的相关系数至少应达到 0.9，如果不能达到时，则最少要去 120 个 0%重叠的频谱平均值（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，则可认为通过了该项试验：

- a) 第 6.3.3 条的性能在规定的范围之内；
- b) 第 6.3.2 条的性能在规定的范围之内；
- c) 外观和机械结构没有发生变化。

要求具有工程技术判断力。

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，试验室应该向用户提供一份全面的试验报告。报告中应该说明试验过程、设备所受的影响，以及：

- a) 试验过程中发生的变化并标明系列号或标识号；
- b) 有必要时，应该能够提供所使用的仪器和试验步骤的详细记录，可以但并不是必须将其列入试验报告中；
- c) 试验报告中应该按第 6.1 条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控制点和测量位置；
- e) 所进行的功能性试验以及试验前、后测得的数据；
- 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 2~图 7 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。

注意：试验报告中应该记录所进行的、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：

- 关于被测设备的说明；
- 生产商的名称；
- 设备类型和出厂更改情况；
- 设备的系列号；
- 试验室报告编号；
- 报告日期；
- 产品试验大纲。

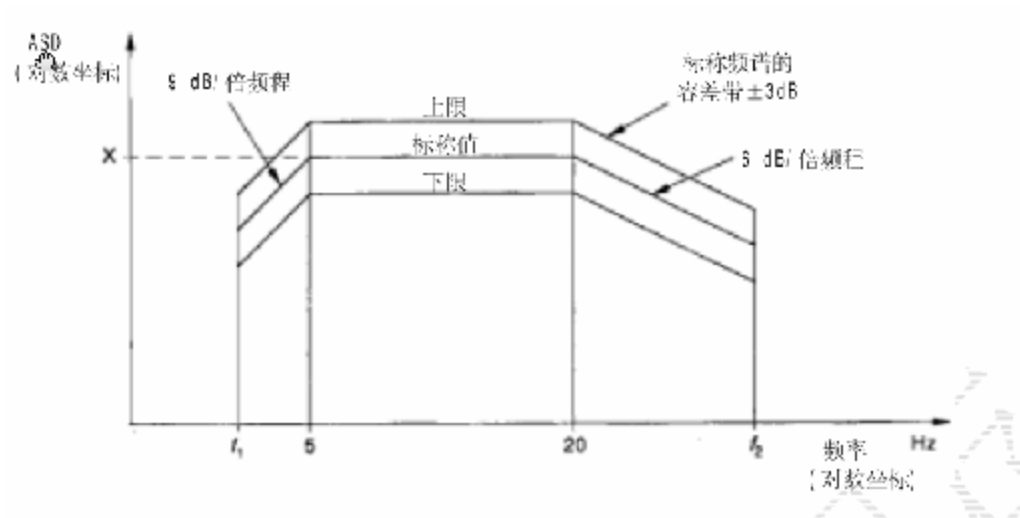
该证书应该由试验室和生产商授权的代表签署。

注意：作为示例，附录 C 列出了一个常见的型式试验证书。

16. 试验样品的处置

对于满足试验要求和验收标准的设备，可以按生产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，对于按本标准进行过试验的所有设备，厂家有责任给出明确的标志。



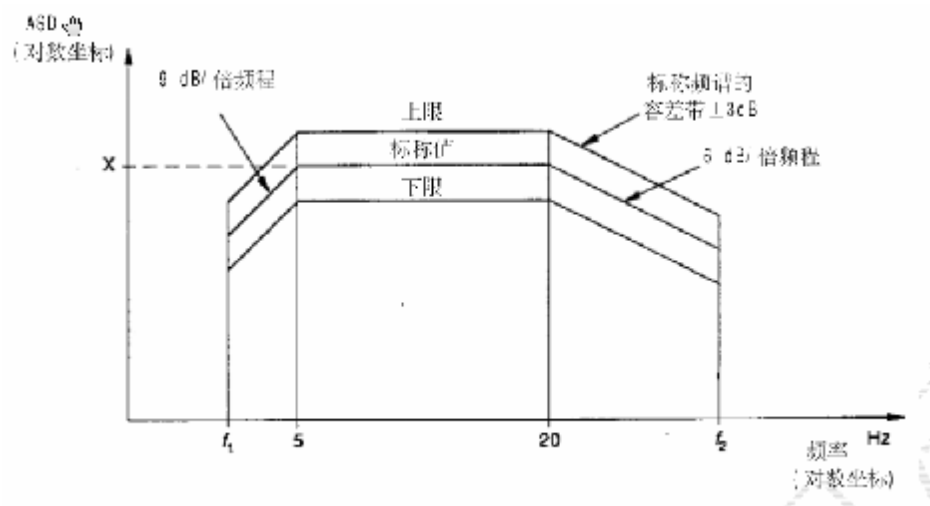
当质量 $\leq 500\text{kg}$ 时: $f_1=5\text{Hz}$ $f_2=150\text{Hz}$

当质量 $>500\text{kg}\leq 1250\text{kg}$ 时: $f_1=(1250/\text{质量})\times 2\text{Hz}$ $f_2=(1250/\text{质量})\times 60\text{Hz}$

当质量 $>1250\text{kg}$ 时: $f_1=2\text{Hz}$ $f_2=60\text{Hz}$

	垂向	横向	纵向
功能测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	0.0166	0.0041	0.0073
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	0.750	0.370	0.500
长使用寿命测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	0.532	0.131	0.234
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	4.25	2.09	2.83
注意 1: 对于试验频率低于 2Hz 的设备,其 r.m.s.量级应该高于上述值。 注意 2: 对于试验频率低于 150Hz 的设备, 其 r.m.s.量级应该低于上述值。 注意 3: 如果 f_2 以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6dB/10 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.量级将增加。			

图 2: 1 类—A 类—车身安装—ASD 频谱



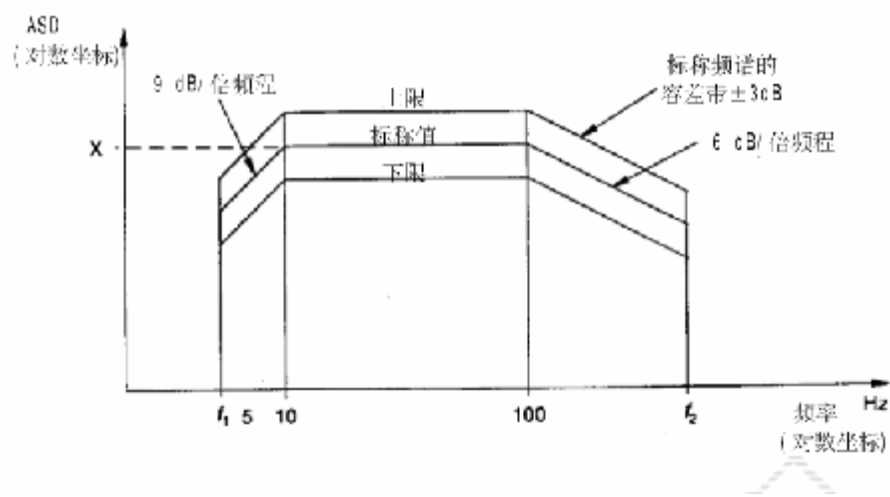
当质量 $\leq 500\text{kg}$ 时: $f_1=5\text{Hz}$ $f_2=150\text{Hz}$

当质量 $>500\text{kg}\leq 1250\text{kg}$ 时: $f_1=(1250/\text{质量})\times 2\text{Hz}$ $f_2=(1250/\text{质量})\times 60\text{Hz}$

当质量 $>1250\text{kg}$ 时: $f_1=2\text{Hz}$ $f_2=60\text{Hz}$

	垂向	横向	纵向
功能测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	0.0301	0.0060	0.0144
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	1.01	0.450	0.700
长使用寿命测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	0.964	0.192	0.461
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	5.72	2.55	3.96
注意 1: 对于试验频率低于 2Hz 的设备,其 r.m.s.量级应该高于上述值。 注意 2: 对于试验频率低于 150Hz 的设备, 其 r.m.s.量级应该低于上述值。 注意 3: 如果 f_2 以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6dB/10 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.量级将增加。			

图 3: 1 类—B 类—车身安装—ASD 频谱



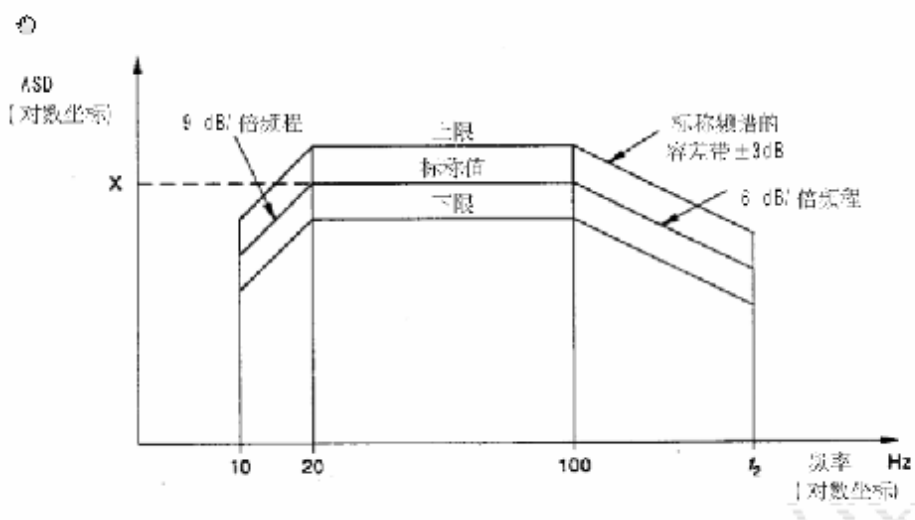
当质量≤100kg 时： $f_1=5\text{Hz}$ $f_2=250\text{Hz}$

当质量>100kg≤250kg 时： $f_1= (250/\text{质量}) \times 2\text{Hz}$ $f_2= (250/\text{质量}) \times 100\text{Hz}$

当质量>250kg 时： $f_1=2\text{Hz}$ $f_2=100\text{Hz}$

	垂向	横向	纵向
功能测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	0.190	0.144	0.0414
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	5.4	4.70	2.50
长使用寿命测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	6.12	4.62	1.32
RMS 值 m/s^2 2Hz~150Hz	30.6	26.6	14.2
注意 1: 对于试验频率低于 2Hz 的设备,其 r.m.s.量级应该高于上述值。 注意 2: 对于试验频率低于 250Hz 的设备, 其 r.m.s.量级应该低于上述值。 注意 3: 如果 f_2 以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6dB/10 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.量级将增加。			

图 4： 2 类—转向架安装—ASD 频谱



当质量 $\leq 50\text{kg}$ 时:

$$f_2=500\text{Hz}$$

当质量 $>50\text{kg}\leq 125\text{kg}$ 时:

$$f_2=(125/\text{质量})\times 200\text{Hz}$$

当质量 $>125\text{kg}$ 时:

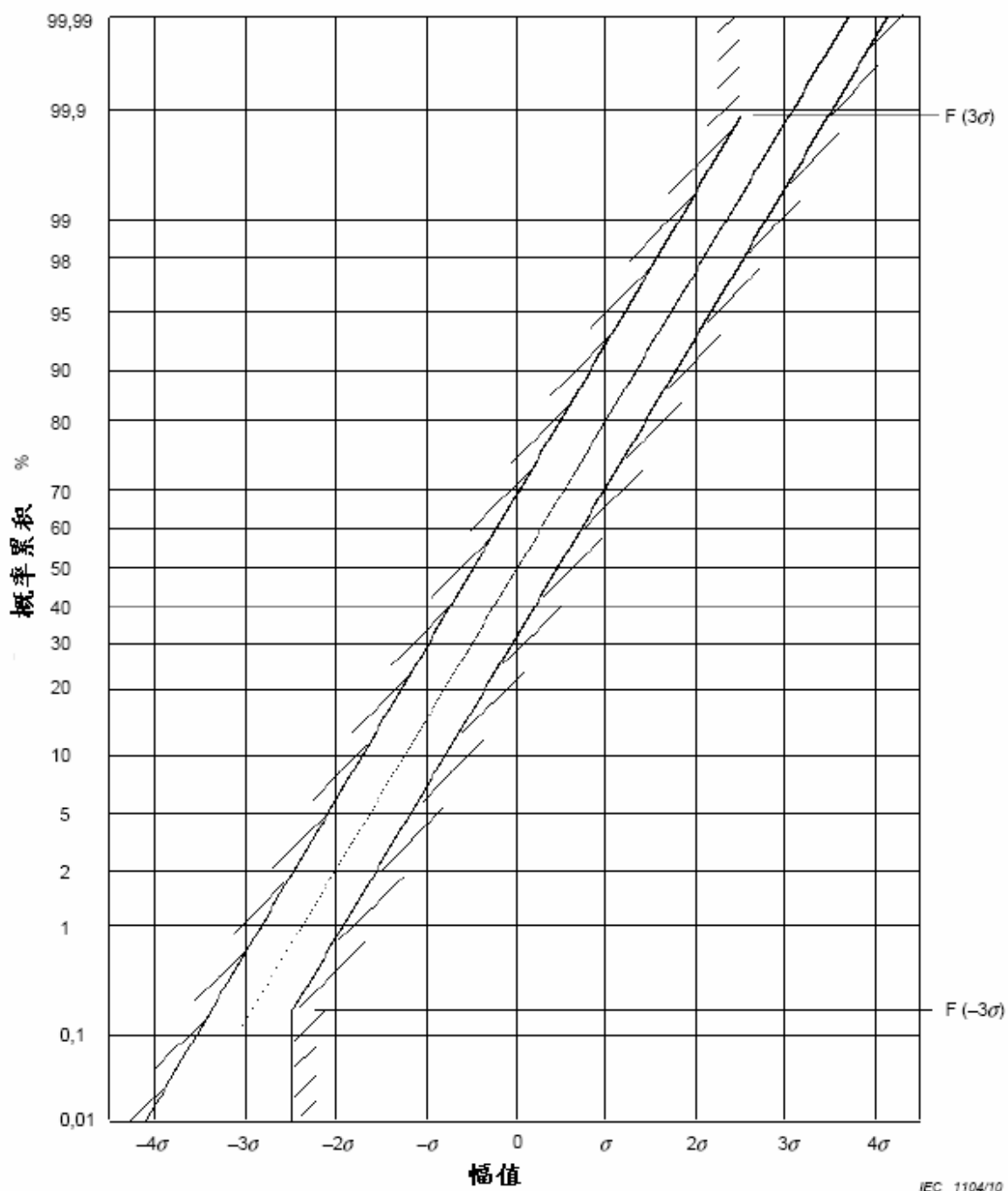
$$f_2=200\text{Hz}$$

	垂向	横向	纵向
功能测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	8.74	7.0	1.751
RMS 值 m/s^2 10Hz~500Hz	38.0	34.0	17.0
长使用寿命测试 ASD 量级 (m/s^2) ² /Hz	124.9	100.2	25.02
RMS 值 m/s^2 10Hz~500Hz	144	129	64.3

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

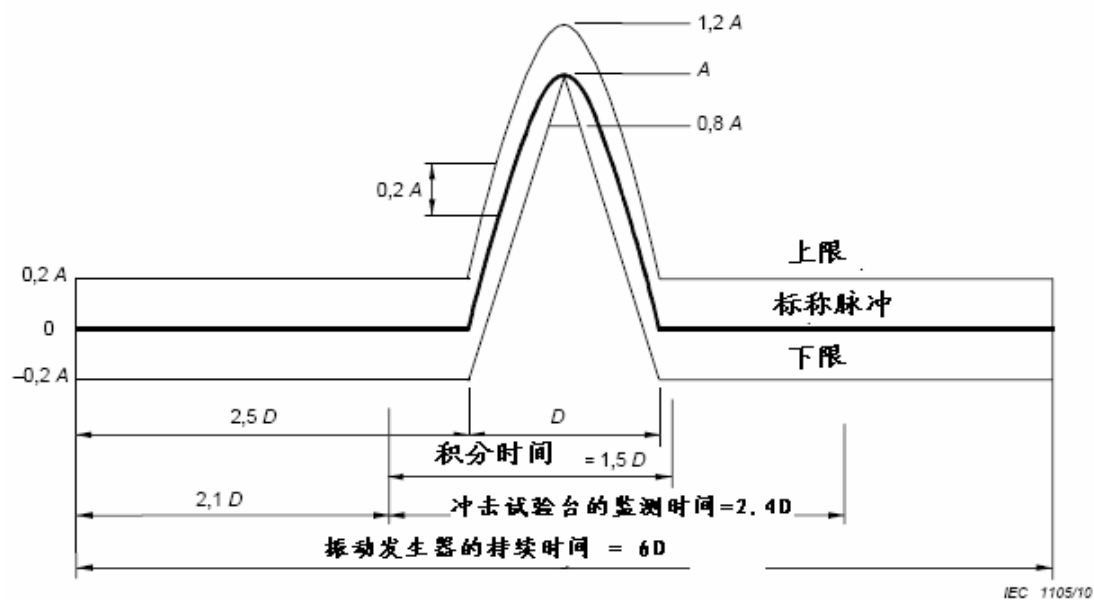
注意 2: 如果 f_2 以上的频率存在, 则应该包括在内, 通过延长 6dB/10 倍频程衰减线与要求的最大频率相交可以得到其幅值。这种情况下, r.m.s.量级将增加。

图 5: 3 类--车轴安装—ASD 频谱



IEC 1104/10

图 6: 累积 PDF 容差范围



类别	取向	峰值加速度 A m/s ²	正规取向 D ms
1 A 级和 B 级 车身装	垂直	30	30
	横向	30	30
	纵向	50	30
2 转向架安装	全部	300	18
3 车轴装	全部	1000	6
注意：某些特殊用途的 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，应在试验之前就这些要求的试验量级取得一致意见。			

图 7：冲击试验容差范围—半正弦脉冲

附录 A（资料性附录）关于运行测量、测量位置、记录运行数据的方法、运行数据的摘录以及根据所得的运行数据推算随机试验等级所用方法等的解释

A.1 总则

铁道机车车辆的冲击和振动的变化情况与车辆速度、铁路/轨道条件及其它环境等因素有关。为评估铁道机车车辆上安装的设备能否满意地工作，就需要有一个设计/试验技术标准。

要编制一本实用的试验标准，就要有运行测量数据，并根据这些数据，得到试验等级。为此采用下面的数据和方法：

--对车轴装、转向架装和车身装等这三种安装类别所采用的标准测量位置（见 A.2）。

--由列车驾驶员和设备生产商提供的 2 页调查运行数据（见 A.3）。

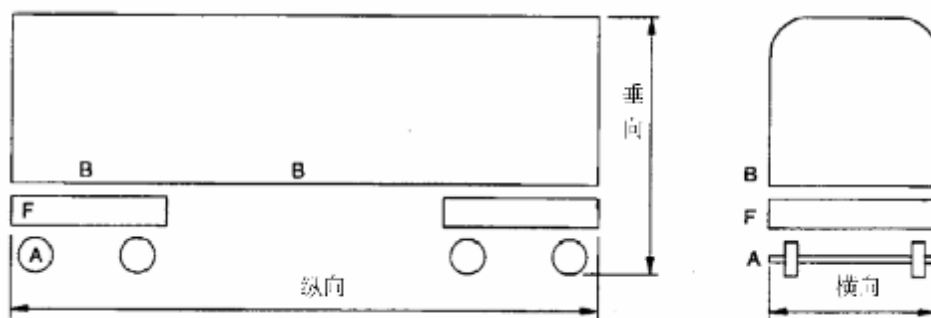
--所得运行数据的总计（见 A.4）。

--根据获得的运行数据制定随机试验等级所采用的方法（见 A.5）。

--根据 A.5 的方法并按运行数据得到的试验等级（见 A.6）。

注意：当运行数据对实际铁路机车车辆/网络是可用时，试验等级可用到运行数据可用，则可用图 A.5 中的方法计算试验等级。

A.2 车轴装、转向架装及车身装等三种安装类别所采用的标准测量位置（图 A.1）



关键词

A：垂向、横向和纵向坐标轴的车轴测量位置

F：垂向、横向和纵向坐标轴的车架（转向架）测量位置

B：垂向、横向和纵向坐标轴的车身测量位置

图 A.1：车轴、转向架（车架）和车身的标准测量位置

A.3 由列车驾驶员和设备生产商提供的 2 页调查运行数据

应对表 A.1 的每个测量位置都要分别填写。

表 A.1 有关试验参数/条件的环境数据的询问摘要

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. 铁道基础（轨枕、道碴） 10. 钢轨接合类型（焊接、接缝）	
附加条件 11. 轮子条件、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. 弯曲半径和数据 15. 过道叉数和位置 16. 其它专用事件（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）	
试验参数/条件（问题）	注释（回答）
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. 均方根值 28. 振幅分辨率 29. 基于谱密度功能的 RMS m/s ²	
频谱分析 30. 频谱分析带宽/防混淆截止频率 31. 相应于时间记录的采样频率 32. 频率的分辨率（Δf）或频率线的数量 33. 数据获取时的采样次数（信息组长度） 34. 低频极限 35. 获取/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≤Ot<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. 用于时域分析的谱密度分布概率	

A.4 所得运行数据的总计

见表 A.2。

表 A.2 从问卷得到的 r.m.s.加速度等级的总计

类别	最大级 m/s ² r.m.s.	平均值 m/s ² r.m.s.	标准偏差	该值的次数
1				
车身垂向	1.24	0.49	0.26	19
车身横向	0.43	0.29	0.08	15
车身纵向	0.82	0.30	0.20	8
2				
车身垂向	7.0	3.1	2.3	14
车身横向	7.0	3.0	1.7	10
车身纵向	4.1	1.2	1.3	9
3				
车身垂向	43	24	14	19
车身横向	39	20	14	17
车身纵向	20	11	6	9
注意：采用 A.5 所示的方法得到 A.6 中的试验等级。				

A.5 根据获得的运行数据制定随机试验等级所采用的方法

为缩短试验时间，本标准选择增强振幅的方法。为进行模拟长使用寿命随机振动试验，将采用下列假设情况：

- a) 加速度与产生的应力之间有一个比例关系（ $\sigma = M\gamma/S$ ：式中 σ 为应力、M为质量、 γ 为加速度、S为截面积）。
- b) 损坏与循环次数乘以应力等级的几次方成正比。

通过假设a) 可知，利用损坏和应力范围之间的关系可获得模拟长使用寿命试验等级，也就是长使用寿命试验直至功能试验的加速度比率值。通过假设b) 可得到下列表达式：

$$\text{损坏}=\alpha \cdot \Delta\sigma^mN_f$$

式中：

N_f 为循环次数

$\Delta\sigma$ -为应力等级

m-为幂（一般为 3~9）

α -为常数

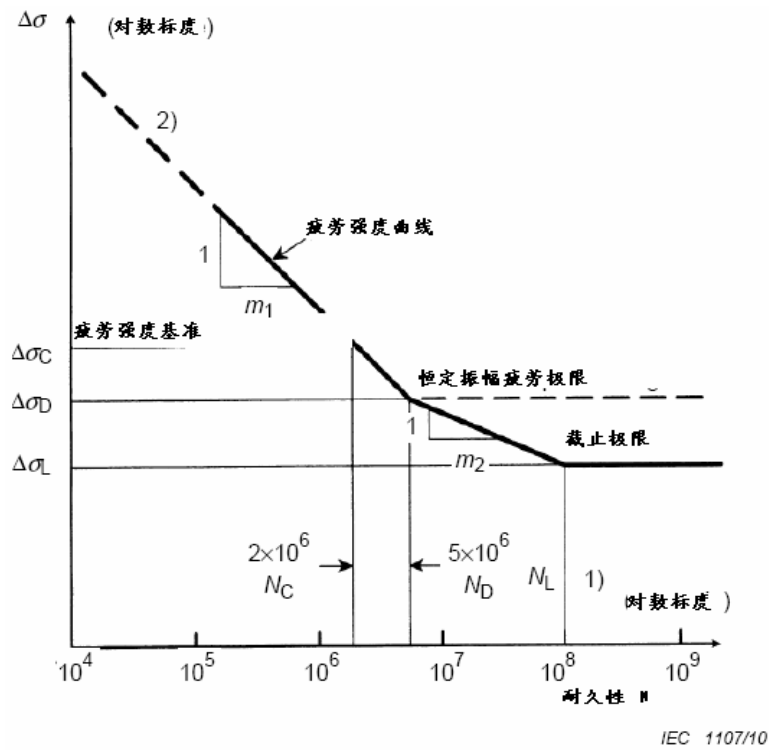


图 A.2- 典型的疲劳强度曲线图

这个关系是从疲劳强度公式中得出的：

$$N \leq 5 \times 10^6 : \log(N) = \log(a) - m_1 \log(\Delta\sigma)$$

$$5 \times 10^6 \leq N \leq 100 \times 10^6 : \log(N) = \log(b) - m_2 \log(\Delta\sigma)$$

这一疲劳强度公式可用下列形式表达：

$$N \leq 5 \times 10^6 : N = \frac{10^{\log(a)}}{\Delta\sigma^{m_1}}$$

$$5 \times 10^6 \leq N \leq 100 \times 10^6 : N = \frac{10^{\log(b)}}{\Delta\sigma^{m_2}}$$

$$N \leq 5 \times 10^6 : \alpha_1 N \Delta\sigma^{m_1} = 1$$

$$5 \times 10^6 \leq N \leq 100 \times 10^6 : \alpha_2 N \Delta\sigma^{m_2} = 1$$

应力范围低于截止极限：在 100×10^6 循环时的 $\Delta\sigma_L$ (见图A.2)，相应的循环次数为无穷大。其平均应力范围低于截止极限时不会造成任何损坏。

在使用寿命期限内，持续试验5个小时期间，为了获得相同的损坏等级，一定要将函数ASD的值扩大。

按一年300天计算，若每天运行10小时的话，车辆的使用寿命应该为25年。相当于运行 75×10^3 小时或 270×10^6 秒钟。函数ASD曲线中规定的最小频率为2 Hz (1类和2类)或10 Hz (3类)，与使用寿命相对应的最小循环次数 N_s (1类和2类应循环 540×10^6 次；3类将循环 $2,700 \times 10^6$ 次)将高于循环截止极限 100×10^6 的值。其使用寿命应该与应力范围相关： $\Delta\sigma_s$ 是 $\Delta\sigma_L$ 并且使用寿命与循环次数相关： N_s 是 100×10^6 循环次数。

试验的持续时间为5小时= 18,000秒。函数ASD曲线中规定的最小频率为2 Hz (1类和2类)或10 Hz (3类)。与试验持续时间相对应的最小循环次数 N_t $0,036 \times 10^6$ 循环次数 (1类和2类)或 0.18×10^6 循环次数 (3类)。试验与应力范围相关： $\Delta\sigma_t$ 在疲劳曲线中的第一部分位置处。

加速度比率可应用于函数ASD值中，以便获得模拟长使用寿命命ASD的值，加速度比率可通过下列表达式得出：

$$\text{加速度比率} = \frac{\Delta\sigma_t}{\Delta\sigma_s} = \frac{(\alpha_2 N_s)^{(1/m_2)}}{(\alpha_1 N_t)^{(1/m_1)}}$$

依据循环 5×10^6 次时的恒定振幅疲劳极限 $\Delta\sigma_D$ ，其 α_1 和 α_2 可以表示为：

$$\alpha_1 = \frac{1}{N_D \Delta\sigma_D^{m_1}} = \frac{1}{5 \times 10^6 \Delta\sigma_D^{m_1}} \quad \text{及} \quad \alpha_2 = \frac{1}{N_D \Delta\sigma_D^{m_2}} = \frac{1}{5 \times 10^6 \Delta\sigma_D^{m_2}}$$

$$\text{加速度比率} = \frac{\left(\frac{N_s}{5 \times 10^6 \Delta\sigma_D^{m_2}} \right)^{(1/m_2)}}{\left(\frac{N_t}{5 \times 10^6 \Delta\sigma_D^{m_1}} \right)^{(1/m_1)}} = \frac{(5 \times 10^6)^{(1/m_1)} N_s^{(1/m_2)}}{(5 \times 10^6)^{(1/m_2)} N_t^{(1/m_1)}}$$

式中 $m_1 = 4$ (典型为金属)：

1类和3类加速度比率为：5.66；

3类加速度比率值为：3.78。

为了本规范进行了环境的调查。所得数据按 r.m.s.等级和标准偏差等级汇总。见表 A.2。

类别 1，车身，B 级

功能性随机试验等级=平均运行等级+2 个标准偏差。

所有其它类别

功能性随机试验等级=平均运行等级+1 个标准偏差。

模拟长使用寿命命随机试验等级=基本随机试验等级×加速度比例（见表 A.3 所计算的试验值）。

A.6 根据 A.5 的方法并按运行数据得到的试验等级

见表 A.3.

表 A.3 – 采用 A.4 的方法从运行数据中获得的试验等级

RMS 加速度等级 m/s ²				
类别	功能性RTL		模拟长使用寿命RTL	
	A级	B级	A级	B级
1 车体垂向 车体横向 车体纵向	0,750 0,370 0,500	1,01 0,450 0,700	4,25 2,09 2,83	5,72 2,55 3,96
2 转向架垂向 转向架横向 转向架纵向	5,40 4,70 2,50		30,6 26,6 14,2	
2 轴垂向 轴横向 轴纵向	38,0 34,0 17,0		144 129 64,3	

AS =平均运行等级。

STD =标准偏差。

RTL =随机试验等级。

FRTL =功能性随机试验等级。

SLLRTL =模拟长使用寿命随机试验等级。

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组件/ 元器件

例：例采用 A.5 的方法计算试验等级

车体垂向

AS = 0.49（从表 A.2）

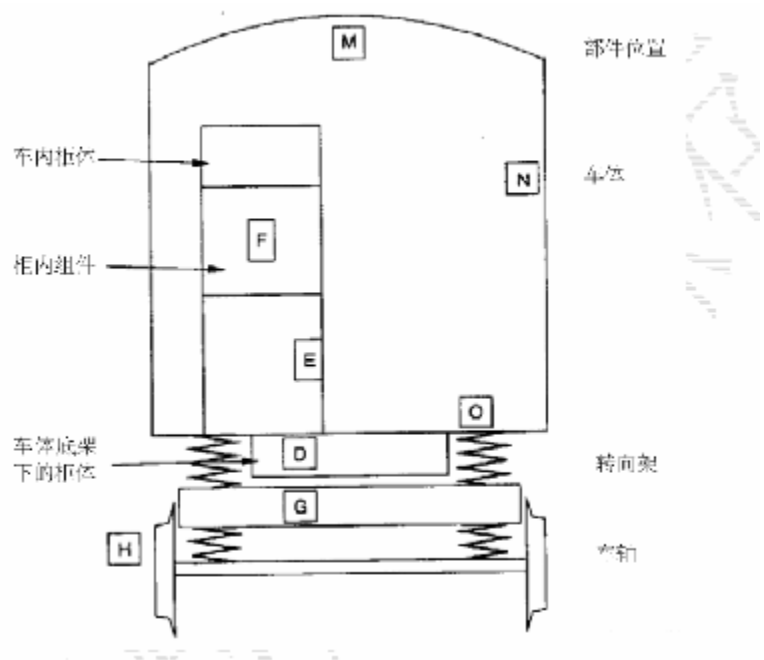
STD = 0.26

FRTL = AS+STD = 0.750 A 级

SLLRTL = FRTL+ 加速度比例 = 4.25 A 级

附录 B （资料性附录） 标识设备在铁道机车车辆上一般位置及它们的试验类别图

注意- 这些分类不适用于仅有一层悬吊架的车辆。



分类	位置	设备位置描述
1 A 级	MNO I 和 J	直接安装在车身上方或车身上方的零部件
1 B 级	D	安装在固定于车身底架下方箱体内的零部件
1 B 级	K 和 E	安装在固定于车身上方大箱体内的零部件
1 B 级	F	安装在固定于车身上方柜体内子组件的零部件
2	G	安装在铁路机车车辆转向架上的柜体、子组件、设备及零部件
3	H	安装在铁路机车车辆转向架上的子组件、设备及零部件或组件

图 B.1- 机车车辆上设备的一般位置

附录 C（资料性附录）型式试验证书的实例

下列设备已按照 IEC61373（铁道应用—机车车辆设备—冲击和振动试验）大纲的需求执行了试验。

设备描述

设备型号-----生产商名称-----

出厂/调整状态-----生产序号-----

试验室报告编号-----报告日期-----

产品试验规范编号：

注释：

1) 试验室-----职务-----日期-----

2) 生产商-----职务-----日期-----

附录 D（资料性附录）通过 ASD 值或等级来计算 RMS 值的导则

D.1 概要

本附录将根据运行数据提供计算函数 RMS 值的方程式并且将根据图 2~图 5 所呈现的 ASD 等级提供计算功能试验或长使用寿命试验 RMS 值的方程式。

运行数据是在频率范围 (f_1 - f_2) 内测得的 ASD 值 ($(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$)。

D.2 符号

ASD_i 测量数据编号 “i” 的 ASD 值 ($(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$)

f_i 测量数据编号 “i” 的频率值 (Hz)

D.3 依据运行数据对函数 RMS 值进行的计算

假设：在 A.1 条中规定的标准测量位置所测得的运行数据包括 “ n_1 ” 测量值：(f_i ; ASD_i)。

其相应的 RMS 测量值可以用下式表示：

$$\text{RMS} = \sqrt{\sum_{i=2}^{n_1} \left[\frac{(\text{ASD}_i + \text{ASD}_{i-1}) \times (f_i - f_{i-1})}{2} \right]} \quad (\text{D.1})$$

通过 “ n_2 ” RMS 测量值，利用附录 A 的下列方程式计算出函数 RMS 值：

$$\text{AS} = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} \text{RMS}_i}{n_2} \quad (\text{D.2})$$

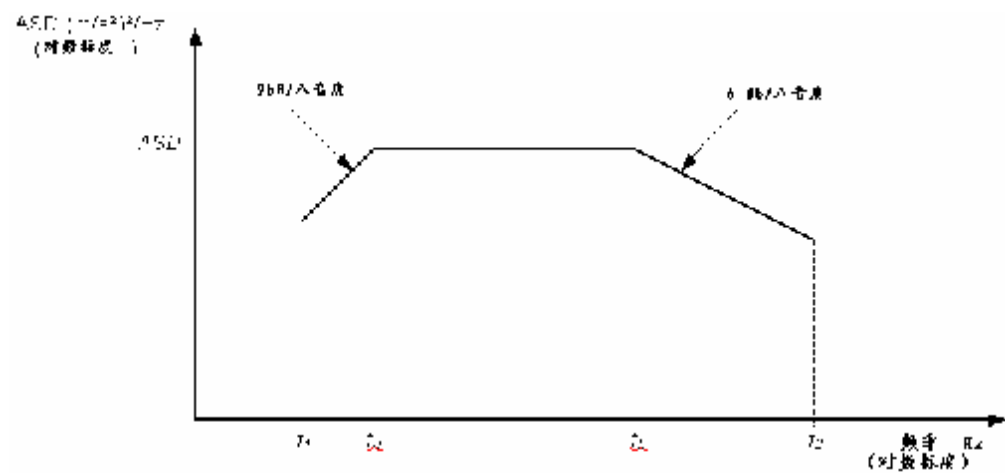
$$\text{STD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_2} (\text{RMS}_i - \text{AS})^2}{n_2}} \quad (\text{D.3})$$

对于 1A 类、2 类和 3 类：函数 RMS 值 = AS + STD (D.4)

对于 1B 类：函数 RMS 值 = AS + (2 × STD) (D.5)

D.4 通过图 2~图 5 的 ASD 等级计算 RMS 值

功能或延长使用寿命试验的 RMS 值等于相应 ASD 频谱表面的平方根（见图 D.1）。



图D.1- ASD频谱

可用下列方程式计算RMS的值： (D.6)

$$RMS = \sqrt{\frac{ASD \times f_a^{\left(\frac{-0.9}{\log(2)}\right)} \times \left(f_a^{\left(\frac{0.9}{\log(2)}+1\right)} - f_1^{\left(\frac{0.9}{\log(2)}+1\right)}\right)}{\frac{0.9}{\log(2)}+1} + ASD(f_b - f_a) + \frac{ASD \times f_b^{\left(\frac{0.6}{\log(2)}\right)} \times \left(f_2^{\left(\frac{-0.6}{\log(2)}+1\right)} - f_b^{\left(\frac{-0.6}{\log(2)}+1\right)}\right)}{\frac{-0.6}{\log(2)}+1}}$$