



中华人民共和国国家标准

GB/T 4857.23—××××

代替GB/T4857.23-2003

包装 运输包装件基本试验 第 23 部分：随机振动试验方法

Packaging – Basic tests for transport packages -

Part 23: Random vibration test method

(ASTM D4728 - 2006 Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2011 年 10 月)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫局

中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

GB/T 4857《包装 运输包装件基本试验》分为以下部分：

- 第 1 部分：试验时各部位的标示方法；
- 第 2 部分：温湿度调节处理；
- 第 3 部分：静载荷堆码试验方法；
- 第 4 部分：采用压力试验机进行的抗压和堆码试验方法；
- 第 5 部分：跌落试验方法；
- 第 6 部分：滚动试验方法；
- 第 7 部分：正弦定频振动试验方法；
- 第 9 部分：喷淋试验方法；
- 第 10 部分：正弦变频振动试验方法；
- 第 11 部分：水平冲击试验方法；
- 第 12 部分：浸水试验方法；
- 第 13 部分：低气压试验方法；
- 第 14 部分：倾翻试验方法；
- 第 15 部分：可控水平冲击试验方法；
- 第 17 部分：编制性能试验大纲的一般原理；
- 第 18 部分：编制性能试验大纲的定量数据；
- 第 19 部分：流通试验信息记录；
- 第 20 部分：碰撞试验方法；
- 第 21 部分：防霉试验方法；
- 第 22 部分：单元货物稳定性试验方法；
- 第 23 部分：随机振动试验方法。

本部分为 GB/T4857 的第 23 部分

本部分修改采用美国材料与试验协会标准 ASTM D4728-2006《运输包装件随机振动试验方法》，

本部分与 ASTM D4728-2006 相比主要差异如下：

- 删除了“4 用途和意义”因为这一部分属于对随机振动试验的原理性解释，本标准不作说明。
- 删除了“6 安全”章节；
- 删除了“8.4.2”章节；
- 删除了“12 准确度和偏差”章节；
- 删除了 13 关键词；
- 增加了 5.2 试验样品各部位的编号
- 增加了 5.6.1 记录试验场所的温湿度

保留了原标准两个推荐性附录的内容，作为本标准的资料性附录。其中原 ASTM 标准附录 X1、X2 作为本标准的资料性附录 A，同时在附录 B 中补充了我国随机振动功率谱密度试验数据实例。

本部分与 GB/T 4857.23-2003 相比主要变化如下：

- 名称按 GB/T 4857 系列统一；
- 增加了 3.5、3.6、3.7、3.8 的术语，并对相关术语进行了编辑；

GB/T ××××—××××

- 删除了国标准中已有的“随机振动”术语；
 - 删除了 4.2.2 试验设备中的开环控制系统；
 - 删除了原 4.3 流通环境频谱记录设备；
 - 修改了“试验样品的预处理”中对试验样品温、湿度预处理的要求；
 - 删除了“随机振动试验的允差”有关开环控制方法的描述；
 - 修改了附录 B，由原来的“中国天津外环线随机振动功率谱密度曲线实例”修改为“中国公路运输随机振动功率谱密度曲线及试验时间计算”；
 - 增加了附录 C “中国京沪铁路运输随机振动功率谱密度曲线实例。”
- 本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 均为资料性附录

本部分由全国包装标准化技术委员会（SAC/TC49）提出并归口。

本部分主要起草单位：中国包装科研测试中心等

本标准主要起草人：

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 4857. 23-2003；

包装 运输包装件基本试验 第 23 部分：随机振动试验方法

1 范围

本标准规定了运输包装件、集装单元进行随机振动试验时所用试验设备的主要性能要求，试验程序及试验报告的内容。

本标准适用于评定运输包装件、集装单元经受随机振动时，内外包装的强度、包装箱的封合强度和包装对内装物的保护能力。它既可以作为单项试验，也可以作为一系列试验的组成部分。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4122.5 包装术语 第5部分 检验与试验

GB/T 4857.1 包装 运输包装件 试验时各部位的标示方法 (GB/T 4857.1-1992, ISO2206-1987: IDT)

GB/T 4857.2 包装 运输包装件 温湿度调节处理 (GB/T4857.2-2005,ISO2233: 2000, MOD)

GB/T 4857.17 包装运输包装件编制性能试验大纲的一般原理 (GB/T4857.17-1992,ISO4180/1-1980: IDT)

3 术语和定义

GB/T4122.5确立的术语以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

均衡 equalization

在整个预定频率范围内的每一个特定频率段上，对随机振动输入信号进行不同程度的修正或调整，从而使振动台面或试验样品上的某一点达到预定的振动要求。

3.2

功率谱密度(PSD) power spectral density

用于量化随机振动强度的术语，表示为单位频率的加速度均方值，单位： g^2/Hz 。

3.3

σ 驱动信号削波 sigma drive signal clipping

用 σ 值或均方根值(rms)的倍数对振动系统的振动或输出信号的最大振幅进行限制的情况。

3.4

统计自由度(DOF) statistical degrees of freedom

统计自由度与PSD计算有关，是对PSD估算的统计准确性的度量。DOF的数据由被分析带宽和采样时间而决定的。其公式为：

$$DOF=2 \times BT$$

B——频谱分析中的频率分辨率 (Hz)

T——记录时间 (s)。

3.5

带宽 bandwidth

频率带的上下限之差 (用 Hz 来表示)。本标准中，带宽被认为等同于频谱分析中的频率分辨率。

3.6

闭环 closed-loop

输入的信号会被输出的信号或系统的响应修正的一种控制方式。

3.7

分贝(dB) decibel

两个 PSD 强度比值的常用对数再乘以 10 的形式表示该比的单位。如果两个 PSD 强度比值为 2，那么它们相差 3dB。如果两个 PSD 强度比值为 0.5，那么它们相差-3dB。

3.8

加速度总均方根值(g rms) acceleration mean square root value

PSD 在全部频率范围内积分值的平方根值。

4 试验设备

4.1 振动试验机

振动试验机应有一个具有足够的强度、刚度和承载能力的尺寸适宜的振动台，能产生单轴向的振动，并能在预定频率范围内产生连续变化的振幅。

4.2 控制系统

控制系统应能有效地控制振动台，使试验样品附近产生预定的PSD的驱动输入信号。

4.2.1 闭环控制系统

闭环控制是一个自动均衡系统，操作者可以输入预定的 PSD 数值。控制系统能使振动台面上试验样品附近自动产生预定 PSD 的随机振动信号。典型的系统应包括读取反馈信号的模数转换器、产生驱动信号的数模转换器、实时数字分析处理器、随机振动控制软件、曲线显示终端、打印机和数据存储器。

注：典型的随机振动系统产生一个呈正态分布的驱动信号。为了避免试验样品遭受瞬时高幅振动，系统可以增加 σ 驱动信号削波功能。

4.2.2 实时数字分析提供至少60的统计自由度和最大2Hz的分析宽带。

4.3 仪器

加速度传感器、信号调节器、频谱分析仪、数据显示器、存贮器、振动台PSD测量设备和监控试验样品响应的设备等。在整个试验频率范围内这些设备的准确度应为 $\pm 5\%$ 。

5 试验程序

5.1 试验样品的准备

按照GB/T 4857.17的要求准备试验样品。试验样品应与实际运输的包装件相同（相同的包装和真实的产品）。在不影响试验结果的情况下，可以使用有缺陷的产品或次品，这些情况需要在试验报告中说明。若产品有危险或很昂贵，也可以使用模拟内装物，在试验后必须评价真实包装件能否通过试验。

如果需要对产品进行观测，可以在外包装上不重要的位置开观测孔。

5.2 试验样品各部位的编号

按GB/T 4857.1标准的规定，对试验样品各部位进行编号。

5.3 试验样品预处理

按GB/T 4857.2标准的规定，选定一种条件对试验样品进行温、湿度预处理。

5.4 试验时的温湿度

试验应在与预处理相同的温湿度条件下进行。如果达不到预定处理条件，则必须在试验样品离开预定处理条件5min之内开始试验。

5.5 试验强度的选择

根据试验目的选用适当试验强度值,应优先选用从流通环境中实际采集的PSD和加速度总均方根(g rms)值,或参考选用附录中的数值,或从公开发表的PSD资料中选择一个适用的试验强度。如果可能,应把试验结果与真实运输效果对比来修正试验强度。

5.6 设备校准

5.6.1 试验前校准

5.6.1.1 试验前要对所有仪器和设备的准确性进行校验,保证达到预定的试验强度和允差。加速度传感器应直接安装在振动台上测量反馈信息。它应放置在样品附近或样品下面振动台背面。

5.6.1.2 振动系统的控制信号应用 4.2 中所述的控制系统进行均衡,来补偿振动台面对试验样品的驱动力,试验系统的传递功能和控制系统的传递功能。

5.6.2 随机振动试验的允差

5.6.2.1 随机振动所产生的 PSD 强度误差在整个试验频率范围内的任意一个频率分析段上都不能超过±3dB,当累计分析带宽为 10Hz 时,这个误差允许达到±6dB。同时,加速度总均方根值的误差不能超过预定的±15%。

5.6.2.2 均衡器的分析带宽需要小于 2Hz,应根据 PSD 曲线上每段线段的斜率而变化。斜率越大使用的频谱分析带宽越小,应使带宽两端的 PSD 值控制在±3dB 之内。

5.6.2.3 在使用 σ 驱动信号削波时, σ 驱动信号处理水平不能低于 3σ 。

5.7 试验步骤

5.7.1 记录试验场所的温湿度。

5.7.2 按预定的状态将试验样品置于振动台台面上。

5.7.2.1 试验样品的重心要尽量接近台面的中心,保证预期的振动(水平或垂直)能够传送到外包装上。

5.7.2.2 集装货载、堆码振动或单独的包装件样品既可采取安全方式固定,也可使用不固定方式放置,包装件用围框围住,以免它在振动过程中从台上坠落。调整保护设施的位置,使试验样品在任意水平方向上有大约 10mm 的活动空间。

5.7.2.3 只有当包装件在真实的运输条件下需要固定时(如平板货车),试验时才将样品固定放置。

5.7.3 刚开始试验时,必须保证其强度不能超过选择的 PSD 曲线强度。试验应以至少低于预定 PSD 6dB 开始起振动,然后分一步或几步增加强度直到达到预定值,使闭环控制系统在较低的试验强度下完成均衡。

注1:在试验过程中试验样品可能产生强烈的机械响应。因此栅栏、保护物等都要有足够的强度和安全性。在操作时应始终警惕潜在的危险并事先采取安全措施。如有危险发生请立刻停止试验。

注2:试验开始前,务必确定紧固部件牢固可靠,试验开始后也需要定期检查紧固部件是否牢固可靠。

5.7.4 试验时间

5.7.4.1 继续振动直至完成预定时间的随机振动,或者直到包装件出现损伤时停止试验。这段时间的振动完全是在预定强度下完成的,振动强度调节时间不计在内。试验时间请参考附录 B。

5.7.4.2 可以增加试验强度来缩短试验时间,也可以降低试验强度来延长试验时间,但必须提供缩短或延长试验时间所采用的技术规范或标准信息。

5.7.4.3 在能够得到实际流通过程反馈信息的情况下,允许根据实际破损率来调整试验时间和 PSD。例如:实验室的试验没有产生实际的运输损害水平,就可以调整。

6 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a. 应用本标准及参考标准的情况;
- b. 试验样品的数量、质量(以千克计)、放置状态;在测试组合包装件时,还应描述它的总质量、堆码高度、组合方式等;

- c. 详细说明包装容器的名称、尺寸、质量、结构和材料规格、附件、缓冲衬垫、支撑物、固定方法、封口、捆扎方式及其他防护措施；
- d. 详细说明内装物的名称、规格、型号、质量（以千克计）、数量及任何相关的细节；如果使用的是模拟内装物，应予以详细说明；
- e. 试验样品预处理的温湿度和时间；
- f. 试验场所的温度和相对湿度；
- g. 标示样品的面、角、棱；
- h. 试验设备的说明；
- i. 是否添加载荷。如果加有载荷，说明所加载荷的重量（以千克计），及试验样品承受载荷的持续时间；
- j. 固定措施，是否使用了低围框或高围框，是否固定在振动台面及固定方式；
- k. 随机振动 PSD 曲线的选择依据，包括对测量和测试技术分析细节的描述；
- l. 试验方法的细节，包括试验强度的频谱分析带宽、DOF、驱动信号处理方式和试验时间；
- m. 试验方法准确性的核对，包括真实输入的 PSD 振动曲线或任何偏差的描述；
- n. 对所有有助于正确理解试验结果的共振现象的描述，以及有利于改进内、外包装和产品的观察叙述；
- o. 试验结果：应详细记录观察到的任何可以帮助正确解释试验结果的现象；
- p. 实验室名称和地址及用户的名称和地址；
- q. 试验报告编号、接受任务的日期和试验日期；
- r. 试验人员的姓名、职称、签名，试验单位盖章。

附录 A
(资料性附录)
美国随机振动功率谱密度曲线及数据

A.1 图A.1 列举了不同运输方式的几种不同振动强度的功率谱密度曲线。

A.1.1 图A.1中的振动强度是在不同载重、不同减振系统、不同路面情况、不同的天气和行驶速度等条件下所采集的振动强度的平均值。它不代表某一特定的运输环境。具体准确的信息要由使用者通过这种方法自己采集。

A.1.2 地面坑洼、轨道接口和运输工具制动/起动引起的振动没有在图A.1中反映。

A.1.3 图A.1曲线强度列在表A.1中。

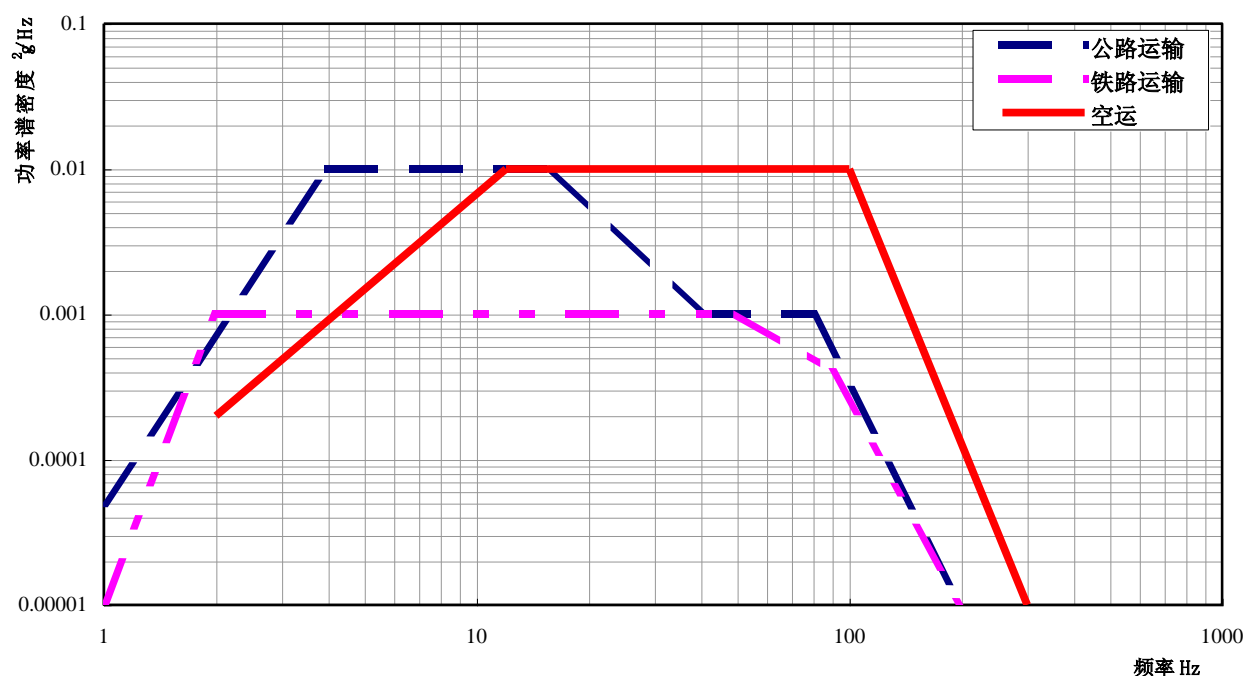


图 A.1 不同运输方式随机振动 PSD 曲线

表 A.1 图 A.1 的数据表

公路运输		铁路运输		空运	
频率 Hz	强度 g^2/Hz	频率 Hz	强度 g^2/Hz	频率 Hz	强度 g^2/Hz
1	0.00005	1	0.00001	2	0.0002
4	0.01	2	0.001	12	0.01
16	0.01	50	0.001	100	0.01
40	0.001	90	0.0004	300	0.00001
80	0.001	200	0.00001		
200	0.00001				
加速度均方根 g rms	0.52		0.29		1.09

A.2 图A.2给出了不同减振的车辆和不同负载的车辆振动曲线。

A.2.1 图A.2中这些曲线是卡车在美国州际高速公路以88.5千米/小时速度行驶时的振动情况。

A.2.2 图A.2曲线的的数据列在表A.2中。

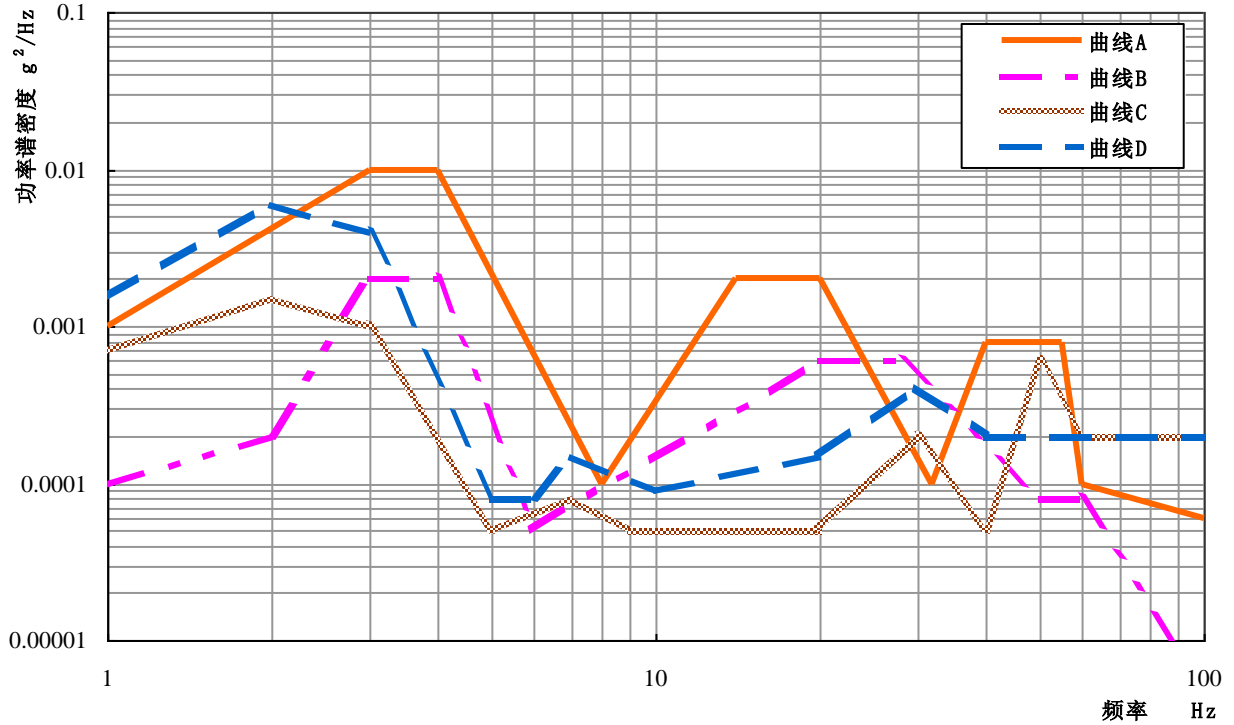


图 A.2 不同货载卡车随机振动 PSD 曲线

表 A.2 图 A.2 的数据表

曲线A		曲线B		曲线C		曲线D	
频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz	频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz	频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz	频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz
1	0.001	1	0.0001	1	0.0007	1	0.0015
3	0.01	2	0.0002	2	0.0015	2	0.006
4	0.01	3	0.002	3	0.001	3	0.004
8	0.0001	4	0.002	5	0.00005	5	0.00008
14	0.002	6	0.00005	7	0.00008	6	0.00008
20	0.002	20	0.006	9	0.00005	7	0.00015
32	0.0001	28	0.0006	20	0.00005	10	0.00009
40	0.0008	50	0.00008	30	0.0002	20	0.00015
55	0.0008	60	0.00008	40	0.00005	30	0.0004
60	0.0001	100	0.000005	50	0.006	40	0.0002
100	0.00006			60	0.0002	100	0.0002
				100	0.0002		
加速度 均方根 g rms	0.26		0.14		0.14		0.17

- 注 1: 曲线A是弹簧减振汽车负载9,072kg (20,000磅) 的货物。
 注 2: 曲线B是弹簧减振汽车负载18,144kg (40,000磅) 的货物。
 注 3: 曲线C是空气减振汽车负载2,268kg (5,000磅) 的货物。
 注 4: 曲线D是空气减振汽车负载8,165kg (18,000磅) 的货物。

A.3 图A.3 列举了弹簧减振卡车负载 18,144 千克 (40,000 磅) 的货物, 以 88.5 千米/小时的速度行驶在混凝土州际高速公路上的XYZ三个轴向振动强度曲线。

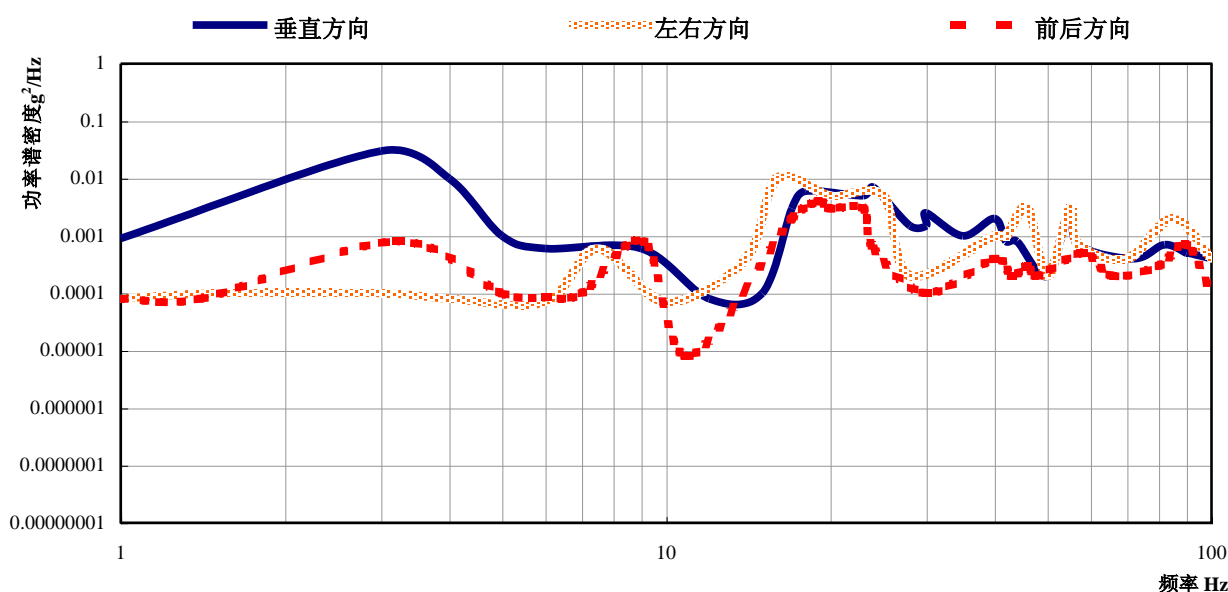
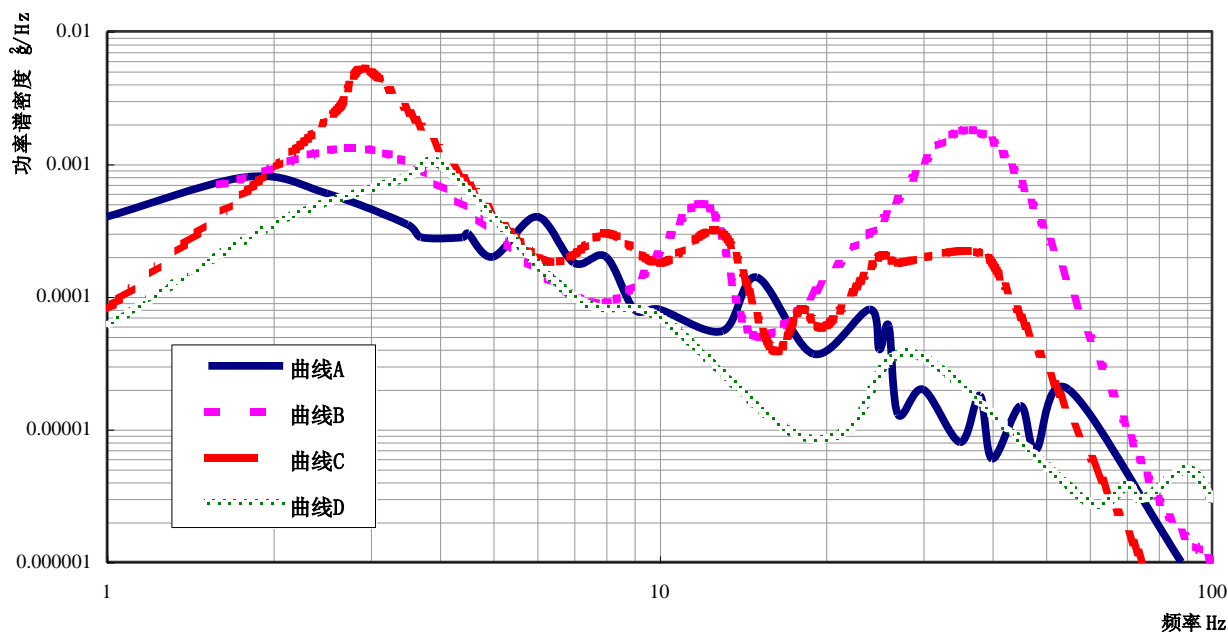


图 A.3 卡车 XYZ 三个轴向随机振动 PSD 曲线

A.4 图A.4 列举了用不同类型铁路运输时的不同振动强度曲线。它们是在不同的路途、不同的旅程、以不同速度运输时采集的振动强度平均值。



图A.4 不同铁路运输方式随机振动PSD曲线

- 注 1: 曲线A是标准牵引货车在中部测量的结果。

GB/T ××××—××××

注 2: 曲线B是铰链连接集装箱车 (COFC, 单层堆码、五个单元)。

注 3: 曲线C是铰链连接平板车 (TOFC, 五个单元)。

注 4: 曲线D是27米长的平板车。

附录 B (资料性附录)

中国公路运输随机振动功率谱密度曲线及试验时间计算

B.1 图 B.1 列举了钢簧减振卡车行驶在中国地区公路上垂直轴向不同严酷等级的振动强度的功率谱密度曲线。

B.1.1 图 B.1 中的振动强度是在不同道路等级、不同载重、不同行驶速度等条件下所采集的振动强度综合分析并经加速试验处理的结果。

B.1.2 曲线强度列在表 B.1 中。

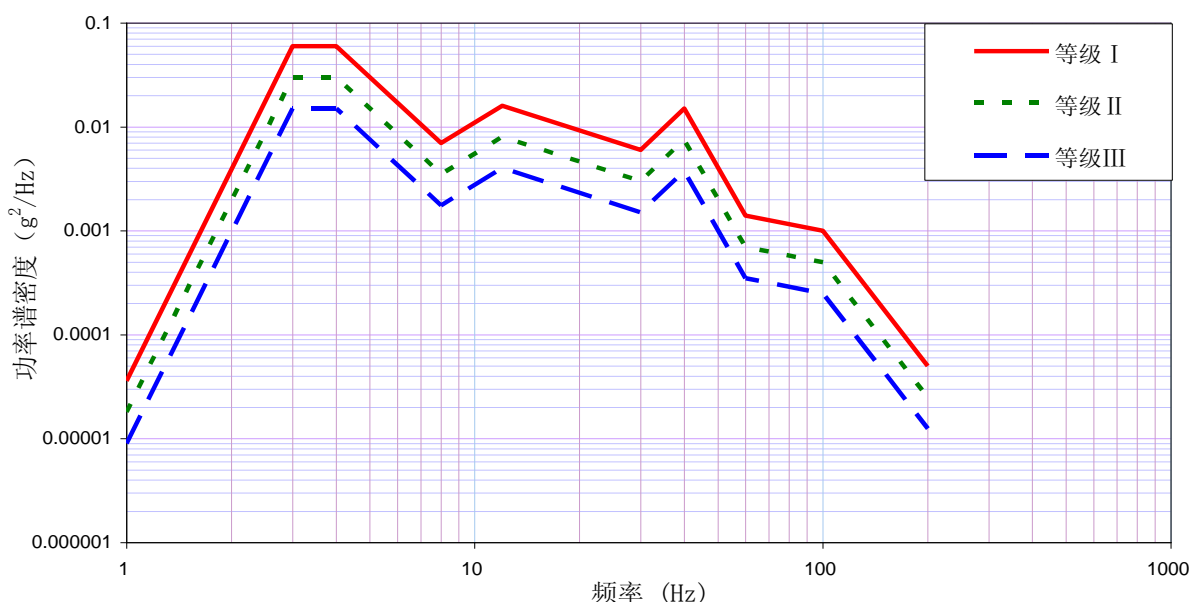


图 B.1 中国公路运输不同严酷等级随机振动 PSD 曲线

表 B.1 图 B.1 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g ² /Hz)		
	等级 I	等级 II	等级 III
1	0.000036	0.000018	0.000009
3	0.06	0.03	0.015
4	0.06	0.03	0.015
8	0.007	0.0035	0.00175
12	0.016	0.008	0.004
30	0.006	0.003	0.0015
40	0.015	0.0075	0.00375
60	0.0014	0.0007	0.00035
100	0.001	0.0005	0.00025
200	0.00005	0.000025	0.0000125
加速度均方根 (grms)	0.82	0.58	0.41

B.2 严酷等级选择

应预先根据产品的价值,预期能够承受危害的程度、货运单元的数量、运输环境的资料或其它准则确定

试验强度等级，该等级对应三个已经明确的严酷等级之一。除非另有规定，推荐严酷等级选择Ⅱ级。Ⅰ级比Ⅱ级的试验要求更加严酷，Ⅲ级的试验要求比Ⅱ级低。当所有的情况是已知的，该严酷等级在试验方案之间可以有更多的选择余地。

B.3 试验时间计算

估计预期的包装件运输总距离，然后按照以下公式确定测试时间：

试验时间(分钟)=总距离(千米)÷6。

例如：如果估计距离是1000千米，则测试时间为167分钟。(ISTA 3E)

在缺乏详细运输资料和试验经验的情况下，推荐试验持续时间为180分钟。(ASTM D 4169)

附录 C
(资料性附录)

中国京沪铁路运输随机振动功率谱密度曲线实例

- C.1 图 C.1 是对中国京沪铁路上铁路行李车进行实际振动数据采集, 得到垂直轴向的振动强度曲线。
C.2 曲线强度列在表 C.1 中。

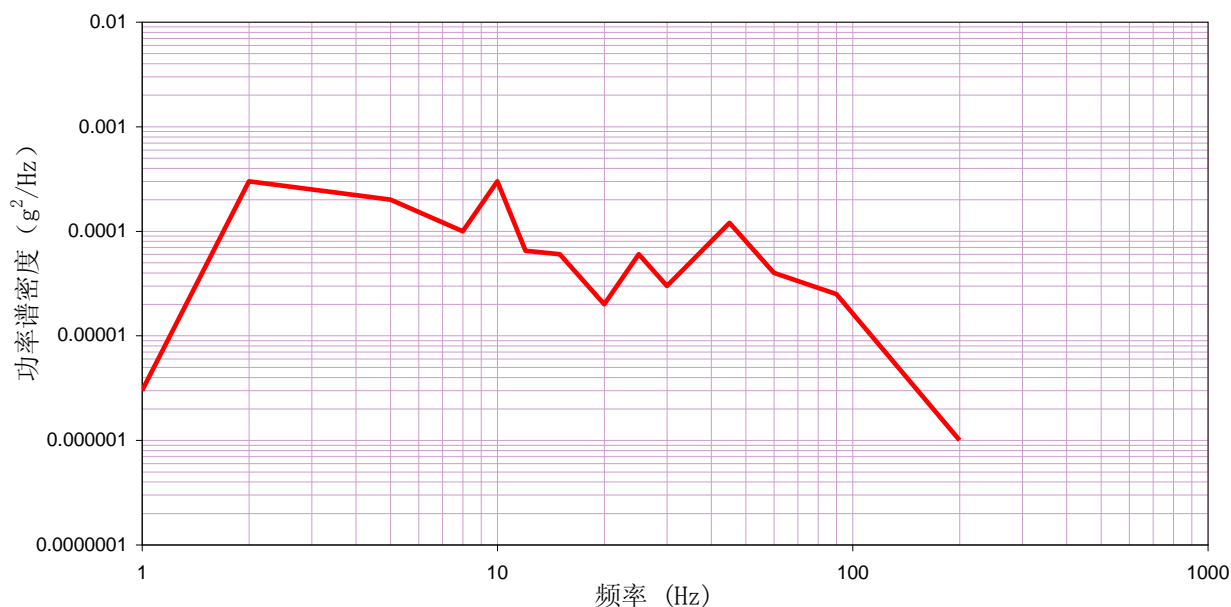


图 C.1 中国京沪铁路运输垂直轴向随机振动 PSD 曲线

表 C.1 图 C.1 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g ² /Hz)
1	0.000003
2	0.0003
5	0.0002
8	0.0001
10	0.0003
12	0.000065
15	0.00006
20	0.00002
25	0.00006
30	0.00003
45	0.00012
60	0.00004
90	0.000025
200	0.000001
加速度均方根 (grms)	0.08

附录 D

(资料性附录)

本部分章条编号与 ASTM D4728 - 2006 章条编号对照一览表

表D. 1给出了本部分章条编号与ASTM D4728-2006章条编号对照一览表。

表 D.1 本部分章条编号与 ASTM D4728 -2006 章条编号对照

本部分章条编号	对应的ASTM标准章条编号
1	1.1、1.2、1.3
2	2.1、2.2
3	3.1~3.2.3、3.2.5~3.2.9、3.2.12、3.2.14~3.2.15、 3.2.17
3.1	3.2.4
3.2~3.3	3.2.10~3.2.11
3.4	3.2.13
3.5	3.2.16
删除	4
4	5
4.1	5.1
4.2	5.2
4.2.1	5.2.1
4.2.2	5.2.2
4.3	8.2
4.4	5.3
5 试验程序	7试验样品
5.1	7.1
删除	7.2
5.2增加	-
5.3	9
5.4	8.2
5.5	8
5.5.1	8.1、8.3和8.4
5.5.2	8.4.1、8.4.3~8.4.5修订
删除	8.4.2
5.6	10
5.6.1	-
5.6.2	10.1
5.6.3和5.6.4.2注1	10.2
5.6.4.1	10.2.1
5.6.4.2	10.2.2
5.6.4.2注2	6
5.6.5.1	10.3
5.6.5.2	10.4
5.6.5.3	10.5

6	11
删除__	12
删除__	13
附录A.1和附录A.2	附录X1
附录A.3和附录A.4	附录X2

