



中华人民共和国国家标准

GB/T 4857.23—2012
代替 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

Packaging—Basic tests for transport packages—
Part 23: Random vibration test method

2012-11-05 发布

2013-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
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/T 4857 的第 23 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 4857.23—2003《包装 运输包装件 随机振动试验方法》。

本部分与 GB/T 4857.23—2003 相比，主要技术变化如下：

- 名称按 GB/T 4857 系列统一；
- 删除了原 3.3“随机振动”、3.5“统计自由度”术语条款；
- 增加了现 3.4、3.5 的术语，并对相关术语进行了编辑；
- 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“试验报告”的部分内容；
- 将附录 A 调整为附录 C，名称修改为“国际相关随机振动标准中试验用加速度功率谱密度曲线及数据”删除了原来的图 A.3 和图 A.4，增加了 ASTM D4169—2009 标准中的图谱作为图 C.3，增加了 ISTA3A—2011 标准的图谱作为图 C.4，将 ISO13355:2001 标准中的图谱作为图 C.5；

- 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“钢簧减振卡车中国部分公路运输随机振动功率谱密度曲线及试验时间计算”,并将顺序调整为附录 A;
- 增加了附录 B“京沪铁路运输随机振动功率谱密度曲线实例。”

本部分的技术内容与 ASTM D4728—2006《运输包装件随机振动试验方法》基本一致。

本部分与 ASTM D 4728—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,本部分不做说明;
- 删除了“6 安全”章节,因相关内容已并入了具体条款中;
- 删除了“12 准确度和偏差”章节;
- 删除了“13 关键词”;
- 增加了“6.2 试验样品各部位的编号”;
- 增加了“6.7.1 记录试验场所的温湿度”;
- 增加了附录 A“钢簧减振卡车中国部分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 B“京沪铁路运输随机振动功率谱密度曲线实例”;
- 修改 ASTM D 4728—2006 的附录 X1、X2 作为附录 C“国际相关随机振动标准中试验用加速度功率谱密度曲线及数据”;
- 删除了参考文献内容。

本部分由全国包装标准化技术委员会(SAC/TC 49)提出并归口。

本部分起草单位:中国包装科研测试中心、深圳宝兴物流托盘有限公司、赛闻(天津)工业有限公司。

本部分主要起草人:韩雪山、牛淑梅、陈振强、陈志强、王仰东、杨橙双、张文宾。

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

GB/T 4857 的本部分规定了运输包装件随机振动试验设备、试验程序及试验报告等内容。

本部分适用于评定运输包装件经受随机振动时,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。

GB/T 2423.56 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fh:宽带随机振动(数字控制)和导则(GB/T 2423.56—2006,IEC 60068-2-64:1993,IDT)

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,ISO 2206:1987,IDT)

GB/T 4857.2 包装 运输包装件基本试验 第 2 部分:温湿度调节处理(GB/T4857.2—2005,ISO 2233:2000,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/T 4857.17—1992,ISO 4180/1:1980,IDT)

3 术语和定义

GB/T 4122.5 及 GB/T 2423.56 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

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特定控制点达到预定的振动要求。

3.2

功率谱密度 power spectral density; PSD

单位频率下随机振动的加速度信号的方均值。

3.3

σ 驱动信号削波 sigma drive signal clipping

用 σ 值或均方根值的倍数对驱动信号瞬时值的限制。

3.4

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。通过这一控制方式,使得输出信号或系统相应的波形无限接近于输入信号的波形。

3.5

加速度均方根值 acceleration mean square root value, g rms

在全部频率范围内 PSD 积分值的平方根值。

4 试验原理

在规定的条件下,按预定的方向和固定方式,把试验样品放到振动试验机上,在一定频率范围内,按预定强度进行一定时间的随机振动。

5 试验设备

5.1 振动试验台

振动试验台的尺寸应适宜并具有足够的强度、刚度和承载能力,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。

5.2 闭环控制系统

5.2.1 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。

5.2.2 闭环控制系统是一个自动均衡系统,操作者可以输入预定的 PSD 数值。控制系统可自动产生均衡振动系统的驱动信号以获得预定的 PSD,可根据样品和振动试验系统的特性进行自动补偿。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。为了避免试验系统或试验样品遭受瞬时高幅振动,系统可以增加驱动信号削波功能。

5.2.3 实时数字分析提供的统计自由度应大于 60,分析宽带应小于 2 Hz。

5.3 仪器

包括加速度传感器、信号调节器、频谱分析仪、数据显示器、贮存器、测量和控制振动台 PSD 设备和监控样品响应设备等。在整个试验频率范围内,仪器系统的准确度为 $\pm 5\%$ 。

6 试验程序

6.1 试验样品的准备

按照 GB/T 4857.17 的要求准备试验样品。试验样品一般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,在试验后应评价真实包装件能否通过试验。试验样品中传感器的安装应能准确进行信号传递。

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。

6.2 试验样品各部位的编号

按 GB/T 4857.1 的规定,对试验样品各部位进行编号。

6.3 试验样品预处理

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

6.4 试验时的温湿度条件

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

6.5 试验强度的选择

根据试验目的选用适当试验强度,应优先选用从流通环境中实际采集的 PSD 试验谱和加速度均方根(g rms)值,或参考选用附录 A、附录 B、附录 C 中的振动试验谱及试验时间,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随机振动谱。

6.6 设备校准

6.6.1 试验前校准

6.6.1.1 试验前应对所有仪器和设备的准确性进行校验,确保达到预定的试验强度和允差。加速度传感器应安装在样品附近或样品下面振动台背面。

6.6.1.2 振动系统的控制信号应用 5.2 中所述的控制系统进行均衡,以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。

6.6.2 随机振动试验的允差

6.6.2.1 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 ± 3 dB,当累计分析带宽为 10 Hz 时,这个误差允许达到 ± 6 dB。同时,加速度均方根的误差不能超过预定的 $\pm 15\%$ 。

6.6.2.2 带宽最大为 2 Hz,DOF 最小为 60,带宽应根据 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 ± 3 dB 之内。

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

6.7 试验步骤

6.7.1 记录试验场所的温湿度。

6.7.2 按预定的状态将试验样品置于振动台台面上。

6.7.3 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。

6.7.4 集装货载、堆码振动或单独的试验样品,通常应使用不固定方式放置,试验样品用围框围住,以免振动过程中从台上坠落。调整保护设施的位置,使试验样品的中心能在各水平方向 10 mm 范围内作无约束运动。

6.7.5 只有当试验样品包装件在实际的运输条件下需要固定时,试验时才将样品固定放置。

6.7.6 试验开始时,应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 6 dB 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。

6.7.7 继续振动直至完成预定时间的随机振动,或者直到试验样品出现预定损伤时停止试验。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 A。

6.7.8 随机振动试验应以真实的运输环境数据为基础,如果需要也可以考虑增加试验强度来缩短试验时间,但应把试验结果与真实运输效果对比来修正试验强度。

6.7.9 如果能够得到实际流通过程中的反馈信息,允许根据实际货物的破损情况来调整试验时间和PSD。实验室试验后样品破损情况与实际货物的运输损害情况不符,就可以调整。

7 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 说明试验系按本部分执行的情况;
- 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、捆扎方式及其他的防护措施;
- 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) 试验前后试验样品的照片;
- f) 试验样品预处理的温湿度和时间;
- g) 试验场所的温度和相对湿度;
- h) 标示样品的面、角、棱;
- i) 试验设备的说明;
- j) 是否添加载荷。如果加有载荷,说明所加载荷的质量(以千克计),及试验样品承受载荷的持续时间;
- k) 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;
- l) 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;
- m) 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;
- n) 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;
- o) 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;
- p) 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;
- q) 试验前样品接受的任何测试;
- r) 实验室名称和地址及用户的名称和地址;
- s) 试验报告编号、接受任务的日期和试验日期;
- t) 试验人员的姓名、签名,试验单位盖章。

附录 A
(资料性附录)

钢簧减振卡车中国部分公路运输随机振动功率谱密度曲线及试验时间计算

A.1 图 A.1 列举了钢簧减振卡车在中国部分地区公路上不同运输方式的几种不同严酷水平的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道路等级、不同载重、不同行驶速度等条件下所采集的数据,经过综合分析并经加速试验处理后得到的结果。它不代表某一特定的运输环境。如果需要具体准确的信息,应由使用者自己实际采集。

A.1.2 非等级公路及地面坑洼、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 的 PSD 数据见表 A.1。

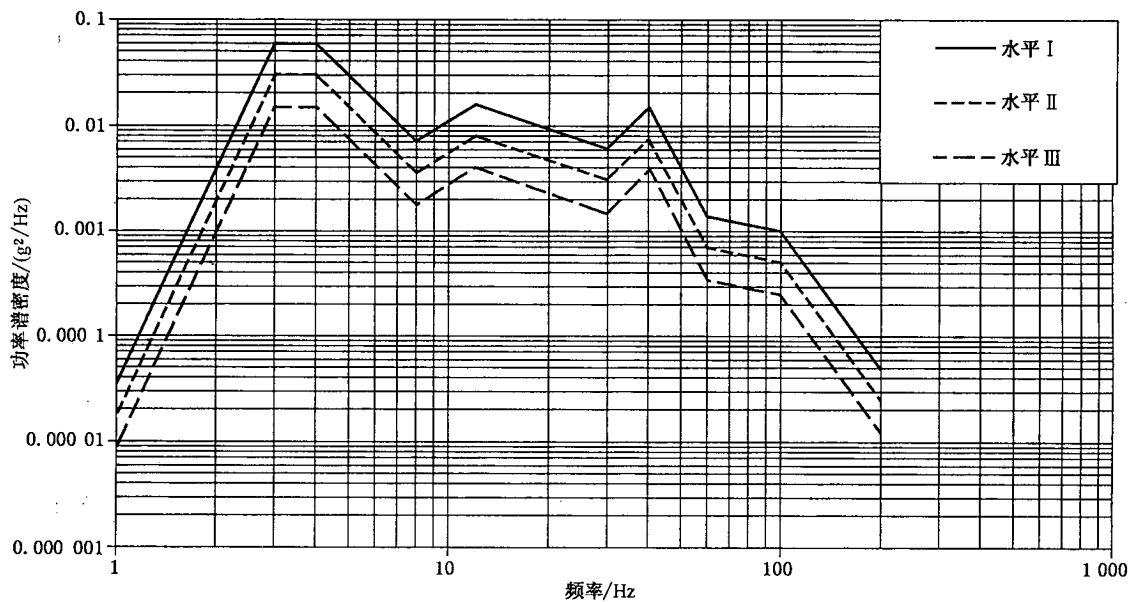


图 A.1 公路运输不同严酷水平随机振动 PSD 曲线

表 A.1 图 A.1 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g²/Hz)		
	水平 I	水平 II	水平 III
1	0.000 036	0.000 018	0.000 009
3	0.06	0.03	0.015
4	0.06	0.03	0.015
8	0.007	0.003 5	0.001 75
12	0.016	0.008	0.004
30	0.006	0.003	0.001 5
40	0.015	0.007 5	0.003 75
60	0.001 4	0.000 7	0.000 35

表 A. 1 (续)

频率/Hz	功率谱密度/(g ² /Hz)		
	水平 I	水平 II	水平 III
100	0.001	0.000 5	0.000 25
200	0.000 05	0.000 025	0.000 012 5
加速度均方根值(g rms)	0.82	0.58	0.41

A.2 应根据产品的价值,预期能够承受危害的程度、货运单元的数量、运输环境的相关信息或其他准则确定试验强度严酷水平,严酷水平 I 为强度最大,严酷水平 III 为强度最小,严酷水平 II 为一般水平,通常推荐严酷水平 II。

A.3 试验时间

A.3.1 推荐试验时间为 180 min。

A.3.2 如果已知包装件的运输总距离,也可按照式(A.1)推算试验时间。

$$t = S / K$$

.....(A. 1)

式中:

- t —— 试验时间,单位为分(min);
- S —— 运输总距离,单位为千米(km);
- K —— 试验时间估算常数, K 取 6,单位为千米每分(km /min)。

附录 B
(资料性附录)

京沪铁路运输随机振动功率谱密度曲线实例

B.1 图 B.1 是对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。

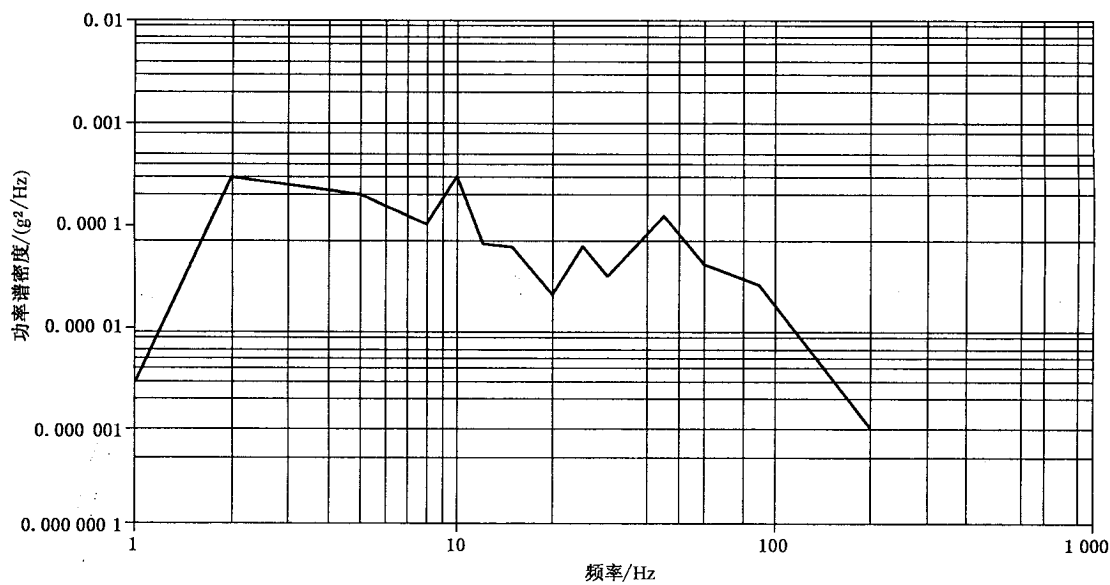


图 B.1 京沪铁路运输垂直轴向随机振动 PSD 曲线

B.2 图 B.1 的 PSD 数据见表 B.1。

表 B.1 图 B.1 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g²/Hz)
1	0.000 003
2	0.000 3
5	0.000 2
8	0.000 1
10	0.000 3
12	0.000 065
15	0.000 06
20	0.000 02
25	0.000 06
30	0.000 03
45	0.000 12
60	0.000 04
90	0.000 025
200	0.000 001
加速度均方根(g rms)	0.08

附录 C
(资料性附录)

国际相关随机振动标准中试验用加速度功率谱密度曲线及数据

C.1 图 C.1 列举了 ASTM D4728-06 不同运输方式的几种不同振动强度的加速度功率谱密度曲线。

C.1.1 图 C.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。

C.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。

C.1.3 图 C.1 曲线强度见表 C.1。

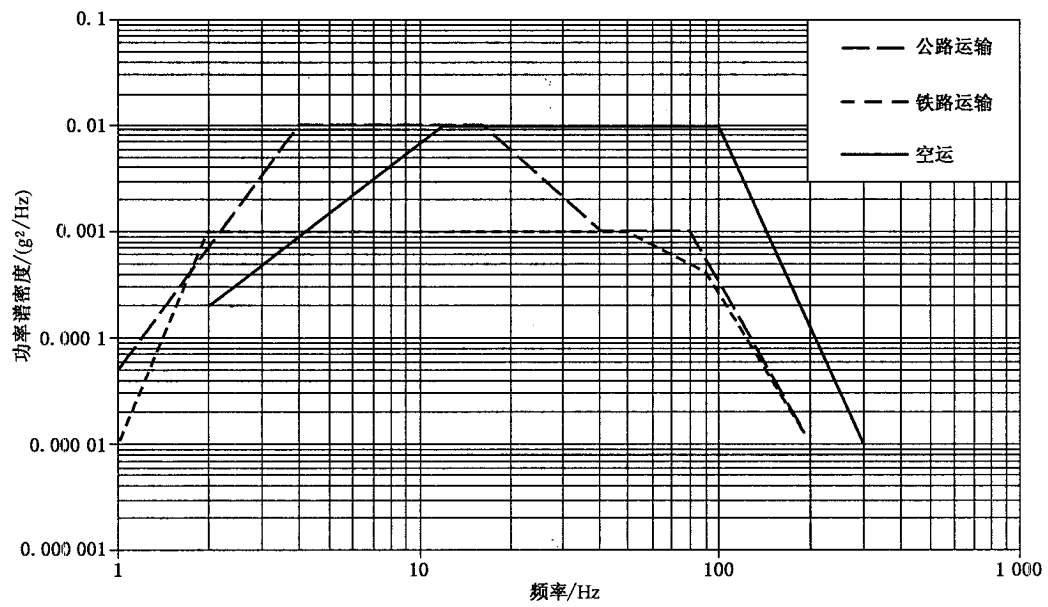


图 C.1 不同运输方式随机振动 PSD 曲线

表 C.1 图 C.1 的数据表

公路运输		铁路运输		空运	
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	0.000 05	1	0.000 01	2	0.000 2
4	0.01	2	0.001	12	0.01
16	0.01	50	0.001	100	0.01
40	0.001	90	0.000 4	300	0.000 01
80	0.001	200	0.000 01	—	—
200	0.000 01	—	—	—	—
加速度均方根 (g rms)	0.52	加速度均方根 (g rms)	0.29	加速度均方根 (g rms)	1.05

C.2 图 C.2 给出了 ASTM D4728-06 中不同减振的车辆和不同负载的车辆振动曲线。

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

C.2.2 图 C.2 曲线的数据见表 C.2。

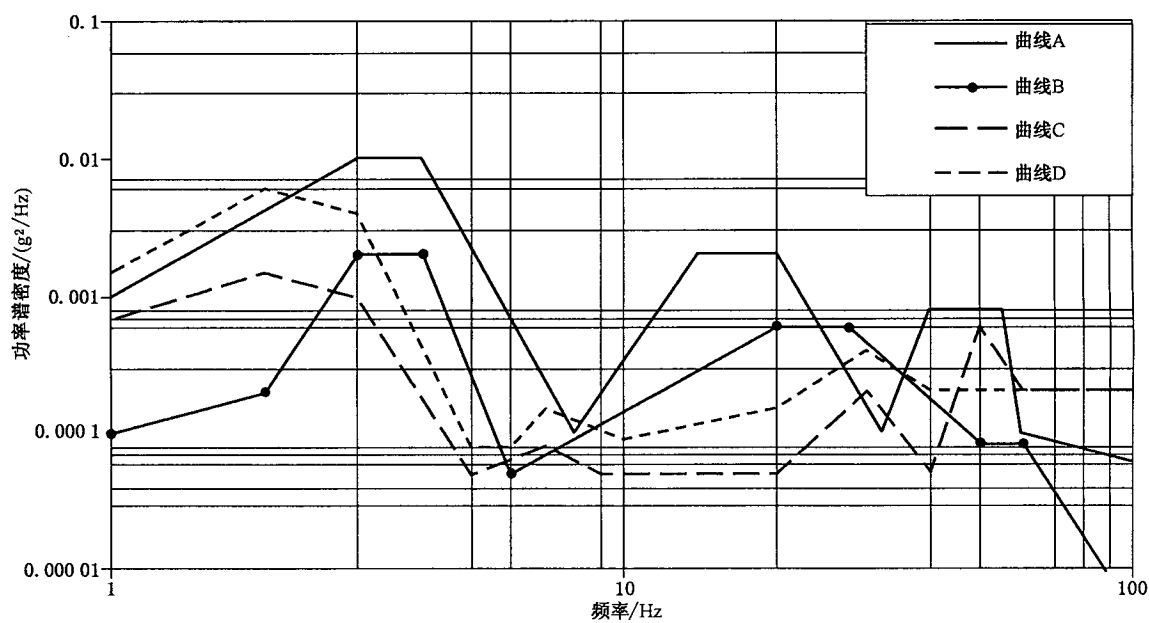


图 C.2 不同货载卡车随机振动 PSD 曲线

表 C.2 图 C.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 g²/Hz	频率 Hz	功率谱密度 g²/Hz	频率 Hz	功率谱密度 g²/Hz	频率 Hz	功率谱密度 g²/Hz
1	0.001	1	0.000 1	1	0.000 7	1	0.001 5
3	0.01	2	0.000 2	2	0.001 5	2	0.006
4	0.01	3	0.002	3	0.001	3	0.004
8	0.000 1	4	0.002	5	0.000 05	5	0.000 08
14	0.002	6	0.000 05	7	0.000 08	6	0.000 08
20	0.002	20	0.000 6	9	0.000 05	7	0.000 15
32	0.000 1	28	0.000 6	20	0.000 05	10	0.000 09
40	0.000 8	50	0.000 08	30	0.000 2	20	0.000 15
55	0.000 8	60	0.000 08	40	0.000 05	30	0.000 4
60	0.000 1	100	0.000 005	50	0.000 6	40	0.000 2
100	0.000 06	—	—	60	0.000 2	100	0.000 2
—	—	—	—	100	0.000 2	—	—
加速度均方根 (g rms)	0.26	加速度均方根 (g rms)	0.14	加速度均方根 (g rms)	0.14	加速度均方根 (g rms)	0.17
注 1：曲线 A 是钢簧减振汽车负载 9 072 kg(20 000 lb)的货物。							
注 2：曲线 B 是钢簧减振汽车负载 18 144 kg(40 000 lb)的货物。							
注 3：曲线 C 是空气减振汽车负载 2 268 kg(5 000 lb)的货物。							
注 4：曲线 D 是空气减振汽车负载 8 165 kg(18 000 lb)的货物。							

C.3 图 C.3 列举了 ASTM D4169-09 卡车随机振动不同严酷水平的加速度功率谱密度曲线。

C.3.1 图 C.3 中曲线的数据见表 C.3。

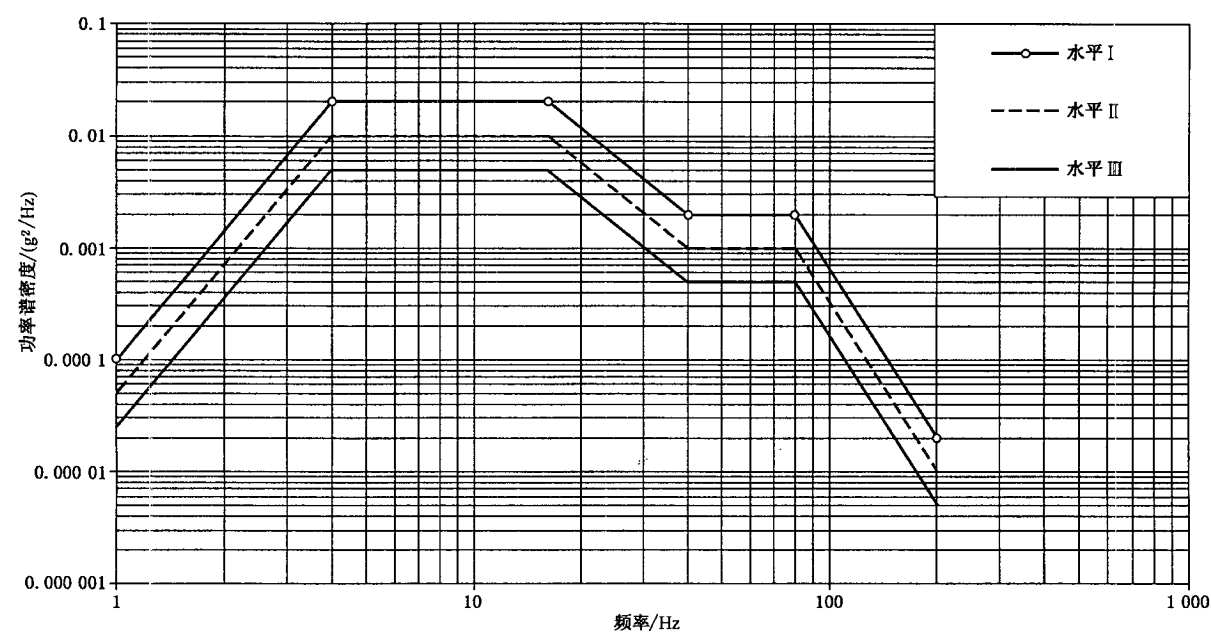


图 C.3 ASTM D4169-09 卡车随机振动 PSD 曲线

表 C.3 图 C.3 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g ² /Hz)		
	水平 I	水平 II	水平 III
1	0.000 1	0.000 05	0.000 025
4	0.02	0.01	0.005
16	0.02	0.01	0.005
40	0.002	0.001	0.000 5
80	0.002	0.001	0.000 5
200	0.000 02	0.000 01	0.000 005
加速度均方根值 (g rms)	0.73	0.52	0.37

C.4 图 C.4 列举了 ISTA 3A—2008 车辆随机振动的加速度功率谱密度曲线。

C.4.1 图 C.4 中曲线的数据见表 C.4。

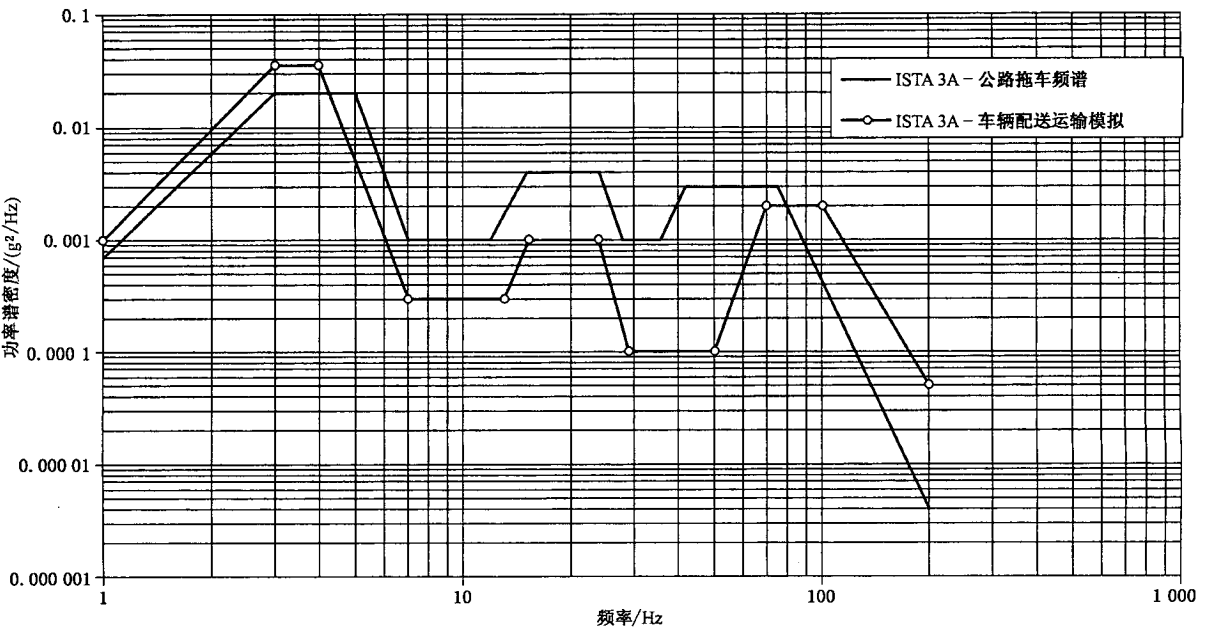


图 C.4 ISTA 3A 车辆随机振动 PSD 曲线

表 C.4 图 C.4 的数据表

ISTA 3A-公路拖车频谱		ISTA 3A-车辆配送运输模拟	
频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz	频率 Hz	功率谱密度 g ² /Hz
1	0.000 7	1	0.001
3	0.02	3	0.035
5	0.02	4	0.035
7	0.001	7	0.000 3
12	0.001	13	0.000 3
15	0.004	15	0.001
24	0.004	24	0.001
28	0.001	29	0.000 1
36	0.001	50	0.000 1
42	0.003	70	0.002
75	0.003	100	0.002
200	0.000 004	200	0.000 05
加速度均方根 (g rms)	0.53	加速度均方根 (g rms)	0.46

C.5 图 C.5 是 ISO 13355:2001 中公路随机振动 PSD 曲线。

C.5.1 图 C.5 曲线的的数据见表 C.5。

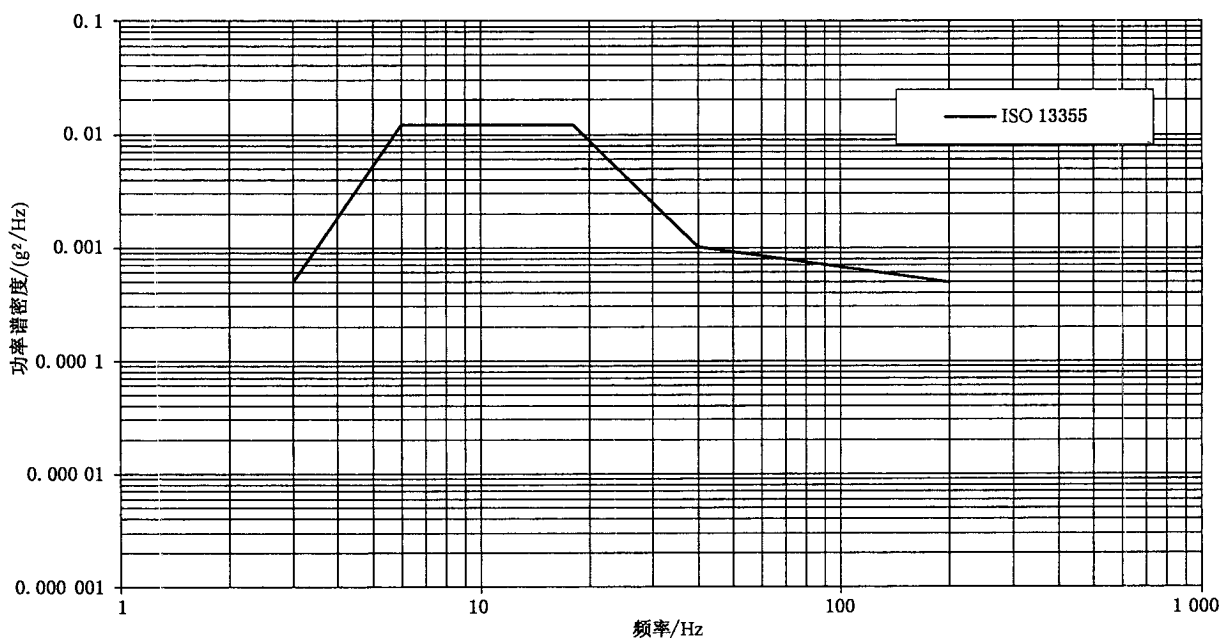


图 C.5 ISO 13355:2001 公路随机振动 PSD 曲线

表 C.5 图 C.5 的数据表

频率/Hz	功率谱密度/(g²/Hz)
3	0.000 5
6	0.012
18	0.012
40	0.001
200	0.000 5
加速度均方根值(g rms)	0.59