



中华人民共和国国家标准

GB/T 27694—2011

工业车辆安全 振动的测量方法

Safety of industrial trucks—Test methods for measuring vibration

2011-12-30 发布

2012-06-01 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

目 次

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 引言 | IV |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 测量参数 | 2 |
| 5 试验仪器 | 2 |
| 6 振动测量的方向和位置 | 3 |
| 7 装配和装备 | 4 |
| 8 测量程序和有效性 | 7 |
| 9 试验报告包含的项目 | 8 |
| 10 振动辐射值的报告书 | 8 |
| 11 振动辐射值的验证 | 9 |
| 附录 A (资料性附录) 越野工业车辆——类型 6 试验指南 | 10 |
| 附录 B (资料性附录) 振动数据报告指南 | 11 |
| 附录 C (资料性附录) 特殊类型工业车辆试验方法的开发程序 | 12 |
| 参考文献 | 13 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准与 EN 13059:2002+A1:2008《工业车辆安全 振动的测量方法》的技术内容完全一致。

与本标准中规范性引用文件的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 15619 机械振动与冲击 人体暴露 词汇(ISO 5805)。

本标准做了下列编辑性修改：

——规范性引用文件 EN 292-1 和 EN 292-2 增加了条文脚注,说明其与 EN ISO 12100-1 和 EN ISO 12100-2 的关系以及与我国标准 GB/T 15706.1 和 GB/T 15706.2 的对应关系；

——删除了 EN 13059:2002+A1:2008 引言中有关协调标准和欧盟指令的内容；

——删除了 EN 13059:2002+A1:2008 的附录 D(资料性附录)“ETRTO(欧洲轮胎轮辋标准化组织)的信息”、附录 ZA(资料性附录)“本欧洲标准与欧盟指令 98/37/EC 基本要求的关系”和附录 ZB(资料性附录)“本欧洲标准与欧盟指令 2006/42/EC 基本要求的关系”。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业车辆标准化技术委员会(SAC/TC 332)归口。

本标准负责起草单位:安徽合力股份有限公司、北京起重运输机械设计研究院。

本标准参加起草单位:浙江诺力机械股份有限公司、厦门厦工机械股份有限公司。

本标准主要起草人:马庆丰、王英、王军、陈先成、陶佳红、周学军、李蔚苹。

引 言

本标准是 EN 1070 中规定的 C 类标准。

本标准的目的是提供一种测量工业车辆传递到操作者的全身振动的方法,以满足机械指令的信息要求。本标准意在用获得的测量结果对同一类型的工业车辆或者对同一工业车辆但配备不同的座椅、轮胎等进行一个对比。本标准不适用于实际作业中对操作者的日常振动负荷测量。

为了进行测量,车辆应配备由制造商在车辆标准配置参数表上规定的装备(起升装置、蓄电池等)。

型式试验要求有精确并可重复的结果。不同的试验机构在规定的范围内取得可比的结果是很重要的。这就要求对机械的测量过程和试验方法加以准确的规定。这一过程可以重复机械在正常运行使用中典型的全身振动值。

对于工业车辆,有三种主要的操作模式:运行、起升和发动机怠速。这三种模式中,只有运行模式将操作者暴露于严重的全身振动。因此,按照 EN 1032,全身振动的试验基于运行模式。

研究表明车辆方向盘或控制杆上的手臂振动加速度值通常都小于 2.5 m/s^2 。因此,没有手臂振动的试验方法。

实际上,日常工作的振动值是三种模式的混合,并且平均振动值通常比本标准给定的振动值低。工业车辆安装不同的座椅、更换轮胎等都会引起不同的振动值。然而,由于工业车辆的特殊操作性,现有的 EN 1032 不能直接用来测量其振动值,因此需要制定本标准。

尽管研究表明,在人工试验跑道上试验越野工业车辆可获得可重复的、有代表性的试验结果,但这一系列车辆按附录 A 处理,原因是:一辆工业车辆在一年两个不同时间里做试验时,发现测得的振动值有大约 20% 的差异无法解释。当有更多的数据可以利用时,应进一步考虑将越野工业车辆包括在本标准的正文部分中。

对于测量验证,不确定度应规定为按照 EN 12096 报告的振动辐射值的 0.3 倍。当从不同地方获得的振动辐射数据可以利用时,应进一步考虑修订此不确定度范围。

工业车辆安全 振动的测量方法

1 范围

本标准规定了在给定条件下,测量传递给工业车辆操作者的全身振动值的试验方法。它不包括手臂振动。

本标准适用于 GB/T 6104—2005 所列的机动工业车辆和未列入 GB/T 6104—2005 中的其他机动工业车辆,如伸缩臂式叉车和低起升拣选车等。附录 A 适用于越野工业车辆。

注:本标准对在用的工业车辆也有参考意义。

本标准不适用于 GB/T 6104—2005 中 3.1.3.2.3、3.1.3.1.11 所定义的非堆垛用低起升跨车和堆垛用高起升跨车。

试验结果不适用于全身振动负荷的判定。

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 6104—2005 机动工业车辆 术语(ISO 5053;1987)

ISO 2041 机械振动、冲击和状态监测 词汇(Mechanical vibration, shock and condition monitoring—Vocabulary)

ISO 5805 机械振动与冲击 人体暴露 词汇(Mechanical vibration and shock—Human exposure—Vocabulary)

EN 292-1¹⁾ 机械安全 基本概念 一般设计原则 第 1 部分:基本术语、方法(Safety of machinery—Basic concepts, general principles for design—Part 1: Basic terminology, methodology)

EN 292-2²⁾ 机械安全 基本概念 一般设计原则 第 2 部分:技术原则(Safety of machinery—Basic concepts, general principles for design—Part 2: Technical principals and specifications)

EN 1032:1996 机械振动 移动机械全身振动辐射值的判定试验 总则(Mechanical vibration—Testing of mobile machinery in order to determine the wholebody vibration emission value—General)

EN 1070 机械安全 术语(Safety of machinery—Terminology)

EN 12096 机械振动 振动辐射值的声明和验证(Mechanical vibration—Declaration and verification of vibration emission values)

3 术语和定义

GB/T 6104、ISO 2041、ISO 5805 和 EN 1070 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

- 1) EN 292-1:2000 已被 EN ISO 12100-1:2003《机械安全 基本概念 一般设计原则 第 1 部分:基本术语、方法》所代替,而 ISO 12100-1:2003 已被等同采用为我国标准 GB/T 15706.1—2007。
- 2) EN 292-2:2000 已被 EN ISO 12100-2:2003《机械安全 基本概念 一般设计原则 第 2 部分:技术原则》所代替,而 ISO 12100-2:2003 已被等同采用为我国标准 GB/T 15706.2—2007。

3.1

车辆系列 truck family

影响振动辐射的主要部件相同的一类车辆。

3.2

车轮直径 wheel diameter

承载轮外径的算术平均值。如车辆有部分车轮的直径为 D_1 ，部分车轮的直径为 D_2 ，部分车轮的直径为 D_3 ，其车轮的平均直径等于 $(D_1 + D_2 + D_3) / (\text{各类尺寸车轮数量总和})$ 。

外径 D 是作业时的最大直径，引自 ETRTO(欧洲轮胎轮辋技术组织)手册中使用轮胎的尺寸和类型。如果某类型轮胎没有列出，可以向制造商咨询。

3.3

轮胎 tyre

轮胎可以是充气轮胎或实心轮胎。在实心轮胎中，又有聚氨酯实心轮胎和橡胶实心轮胎。

橡胶实心轮胎能够安装在圆柱型的或圆锥型的轮辋上(如轮箍实心轮胎)或充气轮胎轮辋上(如超弹性轮胎)。

3.4

座椅底座 seat base

固定座椅及其悬浮装置(若有)的基座。

3.5

座椅面 seat pan

操作者坐的座椅表面。

4 测量参数

需要测量的参数如下。

4.1 $a_{w,z}$:符合 EN 1032 中全身振动的垂直方向频率加权加速度均方根值。

4.2 $\bar{a}_{w,zf}$:对于站驾式车辆,在操作者的站立地板上、由一系列有效试验所测得的垂直方向频率加权加速度均方根值的均值。

4.3 $\bar{a}_{w,zs}$:对于坐驾式车辆,在两个不同体重的操作者的座椅面上、由一系列有效试验所测得的垂直方向频率加权加速度均方根值的均值。

4.4 车辆在试验跑道上运行的平均速度。可以通过测得车辆经过试验路段的时间或使用 5.2 中的测量器具获得。

4.5 应检查的充气轮胎气压。

4.6 环境温度。

5 试验仪器

5.1 全身振动

5.1.1 总则

EN 1032:1996 中的 5.1 给出了测量全身振动仪器的规格。

5.1.2 传感器

EN 1032:1996 中的 5.2 给出了振动传感器安装的一般要求。在座椅面上进行测量时,传感器应按

EN 1032:1996 中 5.2 的规定安装在一个半刚性的圆盘内。

在座椅底座或站立平台上测量时,传感器应使用磁铁或粘合剂等固定在车辆的刚性部件上。

注:对于站驾式车辆,建议将传感器安装在操作者双脚站立的轻型钢板上。

5.1.3 频率加权

频率加权和带通滤波器的参数应符合 EN 1032:1996 中 5.3 的规定。

5.1.4 时间积分

每次运行时,加速度均方根值应是一个完整试验过程(见 8.2)中的线性积分平均值。

5.2 车辆速度

车辆在试验跑道上的运行速度应使用精度为 $\pm 5\%$ 的测量平均速度的测量仪来测定。

注:另一个可选方法是测量车辆通过整个试验路段的时间。根据试验路段的长度和运行时间可以计算出车辆的平均速度。

6 振动测量的方向和位置

6.1 测量方向

测量应在垂直(Z)方向上进行。

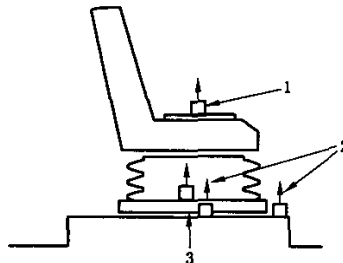
6.2 测量位置

当暴露的人员坐在座椅上时,装在半刚性圆盘内的传感器应放在座椅表面上,以便使传感器位于坐着的人的坐骨关节中间。基于舒适性角度的考虑,允许圆盘中心放在坐骨关节前一点(最多 50 mm)(见图 1)。

当在座椅底座上测量时(见 7.2),传感器应安装牢固,最好安装在座椅底座中心位置;如果无法实现,应安装在座椅底座外,具有同座椅底座相同水平面的、垂直于运行方向的车辆侧面的刚性件上(见图 1),并应尽可能接近座椅中心。

当暴露的人员是站立在驾驶或工作平台上时,传感器(见 5.1.2)应安装在最接近操作者落脚点的地方(最好在两脚之间)。

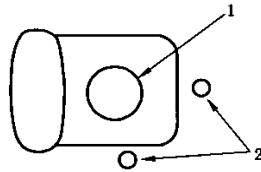
注:当驾驶员站立的位置可能影响测量结果时,应明确驾驶员的预期位置。



说明:

- 1——座椅面;
- 2——可选测量位置;
- 3——最佳测量位置。

图 1 全身振动——加速度方向



说明:

- 1——面朝前的座椅;
- 2——面朝侧的座椅。

图 1 (续)

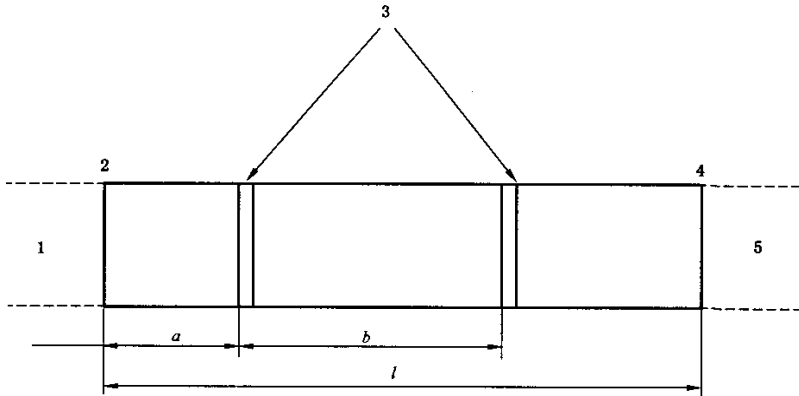
7 装配和装备

7.1 总则

试验车辆应按照轮胎类型和车轮平均直径分类。试验跑道主要由两个障碍块构成。更详细的说明应见表 1、图 2 和图 3。

表 1 车辆类型和相关试验条件

| 类型 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|-------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|
| 车辆 轮胎 | 轮胎* 类型 | 聚氨酯实心轮胎 | 聚氨酯或圆柱形/锥形根部的橡胶实心轮胎 | 橡胶实心轮胎或充气轮胎 | | |
| | 车轮平均直径 ϕ /mm | $\phi \leq 200$ | $\phi > 200$ | $\phi \leq 645$ | $645 < \phi \leq 1\ 200$ | $1\ 200 < \phi \leq 2\ 000$ |
| 试验 跑道 | 车辆类型 (示范性) | 平台搬运车、乘驾式车辆等 | 前移式叉车、铰接式车辆等 | 跨车、平衡重式叉车等 | | |
| | 试验跑道长度 l /m | 15 | 25 | | | |
| | 障碍块高度 h /mm | 5 | | 8 | 10 | 15 |
| | 障碍块间距 a, b /m | 4 和 6 | 5 和 10 | | | |
| | 运行速度/(km/h) | 5 | 7 | 10 | | |
| * 轮胎: 见 3.3。 | | | | | | |



说明:

- 1——加速区;
- 2——起始线;
- 3——障碍块;
- 4——终止线;
- 5——减速区。

图 2 试验跑道特性(见表 1)

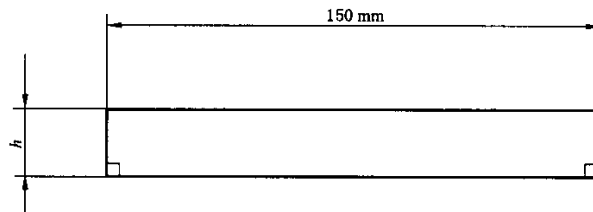


图 3 障碍块特性(见表 1)

7.2 试验跑道

试验跑道为一条平直的路线,长度为 l ,其表面设置两个宽 150 mm,截面为矩形的刚性障碍块(如硬质木材、金属等),横跨试验路段。障碍块材料的变形可以忽略不计。图 2 和图 3 列出了试验跑道和障碍块。试验跑道的长度(l)和两障碍块的高度应从表 1 中选取。此外,试验跑道的总长度应包括两端的一段足够长的距离,使得在测量段真正开始时能将车辆加速到所需速度,以及在测量段结束时能够减速并掉头。试验跑道的表面应由坚硬的材料组成,如停机坪用材料、混凝土等。试验跑道表面应平坦,这样,当车辆驶过没有障碍块的试验跑道时,在座椅底座或站立平台上测得的全身振动的垂直方向频率加权加速度均方根值($a_{w,z}$)小于车辆驶过障碍块时相同位置测得值的 50%。有无障碍块的测量条件应相同。在测量开始前,应扫除试验跑道路面杂物等。障碍块需固定在试验跑道表面。

注 1: 在有无障碍块的情况下,座椅上的测量值一般要小于座椅底座上的测量值。

注 2: 如果车辆装备有低频悬浮驾驶室(共振频率低于 10 Hz),推荐测量底盘上尽可能靠近座椅中心正下方的一个测点(见 6.2)。

注 3: 如果通过障碍块时,座椅底座或站立平台上测得的振动值小于 0.5 m/s^2 ,则 50% 的要求可以被忽略。

7.3 装备和车辆条件

7.3.1 车辆

试验应在保养完好的新车上进行。当以测量的某一台车代表该车的系列车型时,其所配备的装置应符合制造商提供的标准车数据清单(起升装置、蓄电池等)。有特殊装备需单独试验时,应列出特殊装备的清单。

7.3.2 载荷

类型 1、2、3、4 的车辆(见表 1)试验时,应在额定载荷中心距处装载 $60_{-10}^{+5}\%$ 的额定载荷。类型 5 车辆因为实际原因,试验时应无载。

托盘车试验时支撑载荷的货叉应起升。

7.3.3 轮胎

车辆应使用新轮胎。充气轮胎应根据制造商的说明充气。试验前后都应及时测量轮胎气压值。当试验前后的气压值偏差超过 10% 时,应重新进行试验。

如果车辆能够换装不同类型的轮胎(如充气轮胎、弹性实心轮胎、轮箍实心轮胎或聚氨酯实心轮胎),则每种类型的轮胎至少应做一组试验。

注:如果已知轮胎和车辆的相关动力学特性,只需对某一类型轮胎车辆进行测量,装配其他类型轮胎的振动值可以通过计算得出。

7.3.4 装有驾驶室的车辆

对于有可以安装悬浮装置或无悬浮装置的驾驶室的车辆,两种情况均应进行试验。

如果驾驶室的位置能够水平移动,应在驾驶室移动到各个最大极限位置后进行试验,并记录最大振动值(见第 9 章)。如果驾驶室的位置可以垂直移动,应在驾驶室移动到最低位置后进行试验。

7.3.5 坐驾式车辆

座椅应调整到驾驶员能够舒适进行必要操作的位置。如果车辆装备悬浮式座椅,悬浮装置应调整到适合操作者的体重,并尽量避免位于座椅悬浮装置的顶部和底部。如果车辆能够装备不同型式的座椅,则每种型式的座椅均应进行试验。

7.4 操作者

7.4.1 站驾式车辆操作者

试验应配备一名体重为 75_{-10}^{+5} kg 的操作者。

7.4.2 坐驾式车辆操作者

如果安装在试验车辆上的座椅已经通过座椅试验室试验准则(参见 EN 13490)的测试,试验时应配备一名体重为 75_{-10}^{+5} kg 的操作者。

如果座椅制造商不能证明座椅通过了座椅试验室试验准则的测试,则应分别由体重为 55_{-5}^{+5} kg 和 98_{-5}^{+5} kg 的操作者进行试验。

7.5 环境参数

试验应在环境温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的范围内进行。

8 测量程序和有效性

8.1 车速

车辆在试验跑道的平均车速应符合表 1 的规定,公差范围应不超过±10%。

注 1: 操作者在试验跑道上应保持稳定的车速。经验表明,稳定的车速可以通过诸如限制加速踏板行程并要求操作者在这种条件下全速前进来实现。

注 2: 对操作者来说,能毫无困难(如方向盘颤动)地操作车辆是很重要的。

注 3: 如果制造商规定的最大车速小于表 1 中推荐的车速,车辆应以制造商规定的最大空载车速的 80% 进行试验。

注 4: 建议车辆在允许的速度公差范围内,以不同的速度进行试验,以消除或最大限度减少共振的影响。

8.2 试验程序

为了测试,车辆、轮胎和座椅悬浮装置(如果配备有),应处于正常运行温度(车辆带载运行,至少预热 10 min)。

对于每一类型的设备(轮胎组、驾驶室类型和座椅类型),每一个操作者都应做一组试验。一组试验应包括在试验跑道上的 N 次有效运行。 N 是满足 8.3 的试验要求应有的有效试验次数(N 的最小次数为 5)。操作者驾驶车辆向前,以规定的稳定车速(见 8.1)通过试验路段。振动测量应在车辆前轮通过起始线开始,到前轮通过终止线结束(见图 2)。

8.3 试验的有效性

测量全身振动的垂直方向频率加权加速度均方根值时,同一系列测量应由每个驾驶员连续地进行,直到获得有效的试验系列为止。在 N 次连续测量后,当偏差系数 C_V (见 8.4)的值小于 0.15 时,可以停止测量,否则应继续进行,直至 C_V 的值小于 0.15。

对于一个有效的试验系列,平均值可从式(1)获得:

$$\bar{a}_{w,z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_{w,z} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\bar{a}_{w,z}$ ——系列试验中的振动加速度平均值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

$a_{w,z}$ ——振动加速度的测量值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

N ——有效测量次数。

8.4 偏差系数

偏差系数 C_V 为一系列测量值的标准偏差和振动加速度平均值的比率:

$$C_V = \frac{S_{N-1}}{\bar{a}_{w,z}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

S_{N-1} 为标准偏差。

$$S_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_{w,z} - \bar{a}_{w,z})^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

8.5 振动报告值

8.5.1 站驾式车辆

对于站驾式车辆,全身振动的报告值 $\bar{a}_{w,z}$ 为:在操作者站立的地板上、由一系列有效试验所测得的

N 次垂直方向频率加权加速度均方根值的均值(见 8.3)。

8.5.2 坐驾式车辆

如果安装在试验车辆上的座椅通过了相应车辆类型(见 7.4.2)的座椅试验室试验准则(见 EN 13490)的测试,全身振动的报告值 $\bar{a}_{w,zs}$ 为:在由一个操作者进行的有效试验系列中,操作者座椅面上测得的 N 次垂直方向频率加权加速度均方根值的均值。

如果座椅制造商不能证明座椅通过了座椅试验室试验准则的测试,则全身振动的报告值 $\bar{a}_{w,zs}$ 为:在由两个不同体重的操作者进行的有效试验系列中,操作者座椅面上 N 次测得的 $\bar{a}_{w,zs1}$ 和 $\bar{a}_{w,zs2}$ 的平均值(见 8.3):

$$\bar{a}_{w,zs} = \frac{1}{2}(\bar{a}_{w,zs1} + \bar{a}_{w,zs2}) \dots\dots\dots(4)$$

8.5.3 站驾/坐驾兼用式车辆

报告值为:

$\bar{a}_{w,zr}$ ——根据 8.5.1,在站驾式车辆操作者站立平台上测得;

$\bar{a}_{w,zs}$ ——根据 8.5.2,在坐驾式车辆操作者坐下的座椅上测得。

9 试验报告包含的项目

试验报告应包含下列详细资料:

- 引用本标准;
- 试验车辆详细说明(制造商、商标、商品名称、序列号)和车辆类型;
- 属具的描述;
- 操作者位置;
- 轮胎类型(类型、外径、气压);
- 驾驶室类型(如果有);
- 座椅型式(如果有)和座椅有效振动传递值(SEAT)(如果知道);
- 气候条件(温度);
- 车辆通过试验跑道的车速;
- 试验载荷;
- 振动测量仪器(制造商和型号);
- 试验跑道类型;
- 测量机构,测量日期,试验责任人姓名;
- 振动值(见 8.5)。

附录 B 给出了振动数据报告的指导。

注:尽管本标准的制定已经包括了大多数类型工业车辆,但是很可能在市场出现新的类型。在这种情况下,建议采用附录 C 给出的程序。

10 振动辐射值的报告书

振动报告书应明确地阐述振动辐射值是按照本标准和 EN 12096 的要求获得的。

振动辐射值报告书应包括下列详细资料:

- 全身振动的垂直方向频率加权加速度均方根值是在站驾式车辆底板上($\bar{a}_{w,zr}$)或坐驾式车辆

座椅上($\bar{a}_{w,zs}$)测量的。如果是站驾/坐驾兼用式车辆, $\bar{a}_{w,zr}$ 和 $\bar{a}_{w,zs}$ 均应写明。

——按第 11 章测量的不确定度。

报告的振动值应在按照 8.5 和 EN 12096 的要求获得的结果基础上,精确到 0.1 m/s²。

11 振动辐射值的验证

振动值应进行公告,以便可以依据 EN 12096 对其进行验证。验证应使用与先前的振动辐射值评价同样的程序和操作条件。不确定度根据 EN 12096 选定在:

$$K = 0.3\bar{a}_{w,z} \dots\dots\dots (5)$$

附录 A
(资料性附录)

越野工业车辆——类型 6 试验指南

越野工业车辆设计为刚性底盘或枢轴转向,其可以装备门架或吊臂。越野工业车辆一般装备大型的充气轮胎,前后胎可以不同。

由于各种原因(见注),越野工业车辆尚未列入本标准的正文部分。尽管如此还是在本附录中提出采用一种类似于本标准正文部分的试验方法。

人工试验跑道的特性在 7.2 和表 A.1 中有说明。试验车辆应装载 60%~100% 的额定载荷。对于带伸缩臂的车辆,应在吊臂缩回时施加额定载荷。在振动试验前后应立即检测轮胎气压。如果试验前后轮胎气压偏差超过 10% 时,试验应重做。试验应在 5℃~20℃ 的温度范围内进行。

注:振动测试表明测量的结果受很多因素影响,例如车速、轮胎类型、轮胎气压、轮胎温度、座椅类型、总质量、质量分布等。然而,在应用本标准规范性要素中提出的试验方法时,同一辆车在同一天由不同的操作者在相同的试验条件下进行连续试验,其测量结果可以获得很好的可重复性。

比较在野外的试验或应用本标准正文部分中提出的试验方法或其他由 7 个 50 mm 或 70 mm 高的障碍块(左右轮相继驶过)组成的人工试验跑道的测量结果表明,对于不同的试验车辆,有相似的分类结果。测试还表明其测量结果对于作业环境具有代表性,因为人工试验跑道的特性(障碍块高度)选择使测得的振动值相当于其在实际条件下测得的数值。在当年的不同时间、不同环境温度下进行重复试验时,可能出现不同的试验结果,一般可解释为轮胎的动力学响应和气压的变化。

尽管环境温度和轮胎气压相同,对于一年中在两个不同时间进行试验的车辆,还是发现其振动值中有大约 20% 的差异无法得到解释。因此,当更多数据适用这些车辆时,应进一步考虑在本标准的正文部分中包含越野工业车辆。

表 A.1 越野工业车辆的试验条件

| 类 型 | | 6 |
|-------------|-------------------|--------|
| 车辆轮胎 | 轮胎* 类型 | 充气胎 |
| | 轮胎平均直径 ϕ /mm | 所有 |
| 试验跑道 | 车辆类型 | 越野工业车辆 |
| | 试验跑道长度 l /m | 25 |
| | 障碍块高度 h /mm | 30 |
| | 障碍块间距 a, b /m | 5 和 10 |
| | 运行速度/(km/h) | 10 |
| * 轮胎:见 3.3。 | | |

附录 B
(资料性附录)
振动数据报告指南

试验结果应以频率加权加速度均方根值(m/s^2)表示。

B.1 站驾式车辆

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|---|---|-----|---|------------------|-------|--|
| 驾驶员 = _____ kg | 加速度/(m/s^2) | | | | | | | |
| 测量位置 | 试验次数 | | | | | $\bar{a}_{w,zf}$ | C_v | |
| | 1 | 2 | 3 | ... | N | | | |
| 站立平台上的全身振动($a_{w,zf}$) | | | | | | | | |

B.2 坐驾式车辆

B.2.1 座椅通过试验室试验准则的测试

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---|---|-----|---|------------------|-------|--|
| 驾驶员 = _____ kg | 加速度/(m/s^2) | | | | | | | |
| 测量位置 | 试验次数 | | | | | $\bar{a}_{w,zs}$ | C_v | |
| | 1 | 2 | 3 | ... | N | | | |
| 座椅上的全身振动($a_{w,zs}$) | | | | | | | | |

B.2.2 座椅没有通过试验室试验准则的测试

| | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---|---|-----|---|-------------------|-------|--|
| 重驾驶员(1) = _____ kg | 加速度/(m/s^2) | | | | | | | |
| 测量位置 | 试验次数 | | | | | $\bar{a}_{w,zs1}$ | C_v | |
| | 1 | 2 | 3 | ... | N | | | |
| 座椅上的全身振动($a_{w,zs1}$) | | | | | | | | |
| 轻驾驶员(2) = _____ kg | 加速度/(m/s^2) | | | | | | | |
| 测量位置 | 试验次数 | | | | | $\bar{a}_{w,zs2}$ | C_v | |
| | 1 | 2 | 3 | ... | N | | | |
| 座椅上的全身振动($a_{w,zs2}$) | | | | | | | | |

$$\text{总的平均加权值} = \frac{1}{2}(\bar{a}_{w,zs1} + \bar{a}_{w,zs2}) = \bar{a}_{w,zs} = \dots\dots\dots$$

B.3 站驾/坐驾兼用式车辆

报告格式同 B.1 和 B.2。

附录 C

(资料性附录)

特殊类型工业车辆试验方法的开发程序

尽管本标准涵盖了很多类型的车辆,但是在市场上可能出现不在表 1 范围内的新型车辆。

在这种情况下,建议采用下列程序开发出合适的试验方法:

- a) 收集车辆在运行工况时,座椅底座和座椅面上测得的振动信息:
 - 收集车速信息:制造商给出的最大车速,在实际条件下的实际车速。
 - 收集实际作业时路面品质的信息(障碍块特性,例如门槛、下水道盖、坡度、裂缝等)。
- b) 选取座椅底座上的目标加速度值,它相当于该特殊种类的大多数车辆在实际作业时测得的加速度的平均值:
 - 为该特殊类型的大多数车辆选取尽可能小的速度范围(但应保证车辆在试验跑道上正常行驶),但速度要足够大,对实际作业要有现实意义。对于一个特殊类型的车辆建议只选取一种车速。
- c) 确定试验跑道的特性(见表 1、图 2 和图 3):
 - 障碍块的特性应调整到使得座椅底座上的平均振动值接近 b) 确定的目标加速度值。试验跑道应尽可能短,但是应有足够的长度以便能进行振动分析以及试验结果能达到合理的可重复性(见 8.3)。
 - 试验跑道表面的平坦性应使得车辆在通过没有障碍块的试验跑道时在车辆座椅下测得的加速度小于有障碍块时测得的加速度的 50%(见 7.1)。
 - 选取较低车速和较大的障碍块对于满足上述条件可能较为有利。
- d) 检查试验的可重复性并分析变化的原因(车速的变化、轮胎气压的变化、松散的碎石路面等),以分析减少其影响的可能性。
- e) 组织不同测量场所的对比试验。

参 考 文 献

[1] prEN 12937 Safety of machinery—Technical principles and specifications for mobility and for lifting

[2] EN 13490 Mechanical vibration—Industrial trucks—Laboratory evaluation and specification of operator seat vibration
