

### 土方机械 轮胎式装载机路谱测量方法

Earth-moving machinery—Test method for road spectrum of wheel loader

地方标准信息服务平台

2014 - 05 - 21 发布

2014 - 08 - 21 实施



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 测量原理 .....	2
5 测量仪器 .....	2
6 测量条件 .....	2
7 测量方法 .....	3
8 测量结果评估 .....	3
9 测试报告 .....	5

地方标准信息服务平台



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由厦门市质量技术监督局提出。

本标准由福建省土方机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家场（厂）内机动车辆质量监督检验中心、厦门厦金机械股份有限公司、厦门市盖克工程机械有限公司、厦门市立藤工程机械有限公司、厦门市标准化协会、厦门威迪思汽车设计服务有限公司。

本标准主要起草人：庄鹏、黄志强、郑伟巍、俞明欢、韩锋钢、陈良、庄鸿辉、刘鑫鑫、沈光伟、陈远山、张建平。

地方标准信息服务平台



# 土方机械 轮胎式装载机路谱测量方法

## 1 范围

本标准规定了轮胎式装载机路谱测量方法的术语和定义、测量原理、测量仪器、测量条件、测量方法、测量结果评估和测试报告等内容。

本标准适用于轮胎式装载机路谱的测量方法。

本标准未包括测试过程中的安全注意事项。本标准的使用者应根据测试需要制定适当的安全和健康规程。

## 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 7031-2005 机械振动 道路路面谱测量数据报告

GB/T 8498-2008 土方机械 基本类型 标识、术语和定义

GB/T 21152 土方机械 轮胎式机器 制动系统的性能要求和试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 8498-2008 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 功率谱密度 power spectral density

信号在单位频率范围内的功率谱有限均方值。对于单边谱，在X-Y线性坐标下功率谱密度函数的积分值应该等于原信号在其频率分布范围内的方差（ $\sigma^2$ ）。若仅统计0~ $\infty$ 频率范围内的谱，由于谱的对称性，则谱值乘2。

### 3.2

#### 路面不平度 road roughness

是指测试路面表面相对于理想平面的偏离，具有影响轮胎式装载机动力性、行驶性能和路面动力载荷的数值特征。路面不平度一般以路面不平度曲线表示。路面不平度曲线是以测量距离为横轴，以不断变化的路面垂直高度为纵轴的二维曲线（相当于等距离间隔的路面纵向剖面曲线）。

### 3.3

#### 路谱 road spectrun

是路面不平度的功率谱密度曲线，可采用位移功率谱密度或加速度功率谱密度来描述。一般使用位移功率谱密。

### 3.4

#### 混淆 aliasing

信号频谱分布应在0到1/2采样频率之间。如果原始信号频谱分布超过1/2采样频率，当进行信号采样时，超过1/2采样频率的频谱将折回叠加到信号频谱的低频部分，即过高的频率成份将混叠到低

频成份中。

### 3.5

#### 防混滤波器 anti-aliasing filter

一种低通滤波器，用于抑制原始路谱信号中超过 1/2 采样频率的部分。

## 4 测量原理

轮胎式装载机除了用于物料的铲装外还兼有物料的短途运输作业功能，因此轮胎式装载机所历经的路谱对其整体结构的可靠性及操作的舒适性具有很大的影响。本标准采用基于惯性基准的方法，在沿着惯性平台加速度方向上，测量基准惯性平面和试验路面的距离，得到初步的路面不平度数据，经信号的毛刺剔除、趋势项提取、分段测试数据平滑过渡连接等预处理，得到有效路面不平度数据，通过计算其功率谱密度，进而得到轮胎式装载机的路谱。对路谱数据进行适当的滤波可以得到相应波长的路谱信息。

## 5 测量仪器

### 5.1 加速度计

宜采用压电式加速度计测量惯性基准的加速度。应根据轮胎式装载机和试验路面的情况选择加速度计的灵敏度和量程。加速度计常用的灵敏度和量程有：10mV/g，500g；100mV/g，50g；500mV/g，10g。加速度计工作频率范围应不小于 10Hz~3000Hz。

### 5.2 位移传感器

用于实时测量加速度测量点和路面之间的距离。位移传感器的采样间距应连续可调，垂直分辨率应不大于 0.1mm。

### 5.3 行驶距离传感器

用于测量轮胎式装载机的行驶距离。行驶距离传感器的采样间距应连续可调，距离分辨率宜不大于 1mm。

## 6 测量条件

### 6.1 环境条件

实际工况动态测试应在符合要求的试验场地或道路上进行，具体要求应符合轮胎式装载机试验方法的规定。测试时环境温度应为 0℃~40℃、湿度≤90%RH，测试现场范围应无强振动、强冲击和强磁场等影响仪器正常使用的干扰因素。

### 6.2 轮胎式装载机要求

6.2.1 试验用轮胎式装载机应不需要进行较大的结构改造就能够容纳测量仪器。仪器应不影响轮胎式装载机连续平稳的行驶能力。轮胎式装载机的内部环境应满足仪器和操作人员的工作要求。

6.2.2 轮胎式装载机应按制造商的推荐值，对轮胎充气至规定值，应加注符合规定的冷却液、制动液、燃油、液压油和润滑油等。制动系统的性能应符合 GB/T 21152 的要求。

6.2.3 测试前轮胎式装载机应处于运行状态，使发动机和液压系统处于正常的作业温度。发动机转速应满足规定的额定转速要求。



6.2.4 液压系统应按制造商的推荐值，调整并保持工作回路压力。

#### 6.2.5 传感器的安装

6.2.6 测量传感器应安装于轮胎式装载机的轮侧。

6.2.7 加速度计的灵敏轴应与路面垂直。

6.2.8 位移传感器的测量轴应与路面垂直、与加速度计的灵敏轴平行。

#### 6.2.9 安全措施

轮胎式装载机及其所有附件应符合国家相关安全标准。试验过程中应遵守法律、规章制度所规定的安全措施。

## 7 测量方法

### 7.1 一般要求

7.1.1 测试之前应开启测量系统的电源使仪器稳定。

7.1.2 在平坦的路面上，启动轮胎式装载机但不行驶，测量系统的输出应无异常。

7.1.3 路面不平度的采样间距应在 25mm~150mm 之间，应根据被测路面的状况在此范围内选择适当的采样间距。

### 7.2 行驶速度

7.2.1 轮胎式装载机在测试期间的行驶速度应控制在 5km/h~25km/h 之间，应根据被测路面的状况在此范围内选择适当的行驶速度。

7.2.2 轮胎式装载机在测试期间的行驶速度应保持恒定。

### 7.3 路面标记

被测路面应包含起始标记、结束标记及试验所需的特征标记。

### 7.4 数据采集

7.4.1 应记录被测路面和测量条件的有关信息。

7.4.2 轮胎式装载机进入被测路面前应达到稳定的行驶速度。

7.4.3 进行数据采集时，应选用适当的采样频率。当折叠频率（1/2 采样频率）接近路谱所关注频率的上限时，应采用防混滤波器。在计算路谱之前，应对加速度计信号和位移测量信号使用相同的防混滤波。滤波器的上限频率由路谱的预期用途决定。

7.4.4 对被测路面的测量次数应不少于 3 次。

### 7.5 数据有效性的现场判断

如果同一段路面的两次测量结果有明显差异、且这种差异不是由行驶路径的不同所引起时，表明仪器发生故障，测量结果无效。

## 8 测量结果评估

### 8.1 评估指标

测量结果采用路面不平度的测量重复性和测量误差进行评估。

## 8.2 重复性

8.2.1 测量重复性表征了同一段路面多次重复测量所得路面不平度的一致程度。

8.2.2 测量重复性为路面不平度在被测路面上所有采样点的测量值的标准偏差的算术平均值，按公式(1)进行计算：

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\bar{S}$ ——路面不平度测量值的标准偏差的算术平均值（即重复性），单位为毫米（mm）；

$s_i$ ——第  $i$  个采样点的路面不平度测量值的标准偏差，单位为毫米（mm）；

$n$ ——被测道路上所有采样点的数量，单位为无量纲（个）。

8.2.3 第  $i$  个采样点的路面不平度测量值的标准偏差按公式(2)进行计算：

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (z_j^{(i)} - \bar{Z}^{(i)})^2}{m-1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$z_j^{(i)}$ ——第  $i$  个采样点的第  $j$  次路面不平度测量值，单位为毫米（mm）；

$m$ ——测量次数，单位为无量纲（次）；

$\bar{Z}^{(i)}$ ——第  $i$  个采样点的路面不平度测量值的平均值[按公式(3)进行计算]，单位为毫米（mm）。

$$\bar{Z}^{(i)} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_j^{(i)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

8.2.4 评估重复性时，应保证每次测试时路面的长度、采样点的数量和位置、轮胎式装载机行驶方向、司机和测量人员始终一致。

8.2.5 评估重复性时，被测路面的长度应不小于 500m，路面不平度采样间距应不大于 0.2m，测量次数应不少于 10 次。

## 8.3 误差

8.3.1 测量误差表征了路面不平度的测量值与标准值的偏差。

8.3.2 路面不平度测量误差按公式(4)进行计算：

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z^{(i)} - Z_0^{(i)}| \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\bar{e}$ ——各个采样点测量误差的绝对值的平均值(即路面不平度测量误差)，单位为毫米（mm）；

$Z_0^{(i)}$ ——第  $i$  个采样点的路面不平度标准值（即约定真值），单位为毫米（mm）。

8.3.3 路面不平度标准值（约定真值）应采用固定基准的方法进行测量（如采用水平仪、光线、直梁或直尺作为固定基准的测量方法）。

8.3.4 评估误差时，应保证每次测量时被测路面的长度、采样点的数量和位置、轮胎式装载机行驶方向、司机和测量人员始终一致。

8.3.5 评估误差时，被测路路面的长度应不小于 500m，路面不平度采样间距应不大于 0.2m，测量次数应不少于 10 次。

## 9 测试报告

测试报告的编写宜按照 GB/T 7031-2005 的规定。测试报告应包含以下信息：

- a) 测量目的与要求；
- b) 使用仪器型号、状态及仪器联接方框图（必要时）；
- c) 轮胎式装载机外形图（必要时）；
- d) 测量点分布图、编号图；
- e) 测量条件如下：
  - 1) 天气条件：温度、湿度、风力及风向；
  - 2) 被测道路的位置和描述；
  - 3) 路面描述：道路的类型和条件；
  - 4) 载荷状态；
  - 5) 行驶速度；
  - 6) 测量选项，例如滤波器频率、采样间隔及分辨率等。
- f) 轮胎式装载机的下列名称或参数：
  - 1) 制造厂名称；
  - 2) 型号和规格（含额定载重量等主要技术参数）；
  - 3) 液压回路工作压力或安全压力；
  - 4) 转向和驱动类型；
  - 5) 机器状态（新出厂机器、在用机器或改装机器）。
- g) 路面不平度曲线和路谱；
- h) 测量结果的说明和分析；
- i) 测量日期、测量时段、测量人员。

地方标准信息服务平台

福建省地方标准  
土方机械 轮胎式装载机路谱测量方法

DB35/T 1430—2014

\*

2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷