



中华人民共和国国家标准

GB/T 3449—2011
代替 GB/T 3449—1994

声学 轨道车辆内部噪声测量

Acoustics—Measurement of noise inside railbound vehicles

(ISO 3381:2005, Railway applications—Acoustics—Measurement of noise
inside railbound vehicles, MOD)

2011-12-30 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量的量 4

5 测量仪器 4

6 试验条件 4

7 测试方法 7

8 测试报告 8

附录 A (资料性附录) 钢轨粗糙度测量技术要求 10

附录 B (资料性附录) 包括轨道动力学在内影响轨道噪声的主要参数 14

附录 C (资料性附录) 本标准与 ISO 3095:2005 技术性差异及其原因 15

参考文献 16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准修改采用 ISO 3381:2005《轨道应用 声学 轨道车辆内部噪声测量》。

为了方便比较,在资料性附录 C 中列出了本国家标准章条编号与 ISO 3381:2005 章条编号的对照一览表。

本标准与 ISO 3381:2005 的技术差异已编入正文,并在他们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 C 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本标准代替 GB/T 3449—1994《铁路机车车辆内部噪声测量》。

本标准与 GB/T 3449—1994 相比,主要技术变化如下:

本标准主要修改内容如下:

——扩大了适用范围,包括了常规噪声测试;

——若名词和术语与 GB/T 3947—1996《声学名词术语》的名词术语不一致,则采用 GB/T 3947—1996 的定义;

——根据我国的国情,将附录 A 由规范性附录改为资料性附录;

——删除了 ISO 3381 的引言部分。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本标准起草单位:中国科学院声学研究所、中国铁道科学研究院节能环保劳卫研究所、同济大学、上海市环境科学研究院、北京市劳动保护研究所。

本标准主要起草人:程明昆、吕亚东、马筠、毛东兴、孙成龙、辜小安、李孝宽、周裕德、祝文英、尹铤、徐欣、彭锋。

声学 轨道车辆内部噪声测量

1 范围

本标准规定了铁路车辆或其他各种轨道车辆内部噪声级和频谱的测量条件,以便获得可再现和可比较的测量结果。但不包括运行中的轨道维护车辆。

本标准适用于:

- 型式试验;
- 周期性监督检查;
- 常规噪声测试。

结果可用于:

- 表征这些车辆的内部噪声;
- 比较特定轨道路段不同车辆的内部噪声。

本标准规定的测试方法一般为工程级(2级,准确度为 ± 2 dB),其中加速或减速测试规定的方法为简易级。按 GB/T 19052 的规定,工程级是作为噪声公示优先采用的等级。

本标准描述了诸如启动、加速、减速和定置等不同运行条件下的测试。所选运行条件由相关授权机构或列车所属单位或运行单位决定,不要求在所有条件下进行测试。

本标准不涉及次声和语言信息可懂度。

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 3240 声学测量中的常用频率 (ISO 266:1975,NEQ)
- GB/T 3241—2010 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器 (IEC 61260:1995,MOD)
- GB/T 3785.1—2010 电声学 声级计 第1部分:规范 (IEC 61672-1:2002,IDT)
- GB/T 3947—1996 声学名词术语
- GB/T 5111—2011 声学 轨道机车车辆发射噪声测量 (ISO 3095:2005,MOD)
- GB/T 15173—2010 电声学 声校准器 (IEC 60942:2003,IDT)
- GB/T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求 (ISO/IEC 17025:2005,IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轨道车辆噪声发射的型式试验 type test for noise emission of railbound vehicles

检验生产厂家交付的车辆是否符合噪声技术指标的测量。

型式试验 type test

3.2

轨道车辆噪声发射的监督检查 monitoring test for noise emission of railbound vehicles

从交货的一批车辆中抽取一辆或几辆来检验噪声是否达到规定的限值,或者检查车辆由于初期运

输或改装之后噪声是否已经发生变化而进行的测量。

监督检验 monitoring test

3.3

轨道车辆噪声发射的常规测试 normal test for emission of railbound vehicles

型式试验和监督检验之外的轨道车辆噪声测量。

常规测试 normal test

3.4

粗糙度 roughness

r

在行驶方向(纵向台面)上一根钢轨波状表面幅值变化的均方根值,单位为 μm 。

3.5

粗糙度级 roughness level

L_r

粗糙度级的表达式见式(1):

$$L_r = 10 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

L_r ——粗糙度级,单位为分贝(dB);

r ——粗糙度均方根值,单位为微米(μm);

r_0 ——参考粗糙度, $r_0 = 1 \mu\text{m}$ 。

本定义适用于按 m 计算的波长谱或中心波长为 λ 的特定波段的测量值。

3.6

声压 sound pressure

$p(t)$

有声波时,媒质中的压力与静压的差值,单位为 Pa。

[GB/T 3947,定义 2.21]

3.7

声压级 sound pressure level

L_p

声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘以 2,单位为贝[尔],B。但通常用 dB 为单位,基准声压必须指明。

注:基准声压为: $20 \mu\text{Pa}$ (空气中)。

[GB/T 3947,定义 13.6]

3.8

A 计权声压级 A-weighted sound pressure level

L_{pA}

用 A 计权网络测得的声压级。

[GB/T 3947,定义 13.6]

3.9

AF 计权最大声压级 AF-weighted maximum sound pressure level

L_{AFmax}

在测量时间段 T 内,用时间计权 F(快挡)确定的 A 计权声压级最大值(参见 GB/T 3785.1—2010),单位为 dB。

3. 10

等效连续 A 计权声压级 A-weighted equivalent continuous sound pressure level $L_{Aeq,T}$

在规定的时间内,某一连续稳态声的 A 计权声压,具有与时变的噪声相同的均方 A 计权声压,则这一连续稳态声的声级就是此时变噪声的等效声级。单位为贝[尔],B。但通常用 dB 为单位。

注 1: 等效声级的表达式见式(2):

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$L_{Aeq,T}$ ——等效声级,单位为分贝(dB);

$t_2 - t_1$ ——规定的时间间隔,单位为秒(s);

$p_A(t)$ ——噪声瞬时 A 计权声压,单位为帕(Pa);

p_0 ——基准声压, $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

注 2: 当 A 计权声压用 A 声级 L_{pA} (dB)表示时,则如式(3)所示:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0.1L_{pA}} dt \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

[GB/T 3947, 定义 13.7]

3. 11

短时等效连续 A 计权声压级 A-weighted short-term equivalent continuous sound pressure level $L_{Aeq,1s}$

测量时间段 T 为 1 s 的等效连续 A 计权声压级。单位为 dB(A)。

3. 12

等效连续 A 计权脉冲声压级 A-weighted equivalent continuous impulsive sound pressure level $L_{Aeq,T}$

用时间计权 I(脉冲挡)(参见 GB/T 3785.1—2010)测定的等效连续 A 计权声压级,表达式见式(4):

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_{AI}^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$L_{Aeq,T}$ ——等效连续 A 计权脉冲声压级,单位为分贝(dB);

T ——测量时间段,单位为秒(s);

$p_{AI}(t)$ ——用时间计权 I(脉冲挡)测得的 A 权计瞬时声压,单位为帕(Pa);

p_0 ——基准声压, $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

3. 13

具有脉冲特性的噪声 noise with impulsive character

包含一个孤立事件或一系列这种事件的噪声。如果 $L_{Aeq,T}$ 和 $L_{Aeq,T}$ 之差大于 3 dB,则通常认为具有脉冲特性。

3. 14

具有有调特性的噪声 noise with tonal character

含有可听到的有调声的噪声。

4 测量的量

4.1 概述:

在型式试验和监督检验中,在所有传声器位置上需要测量的参数规定如下。

4.2 型式试验应做频谱分析,但在监督检验中,频谱分析属于非必要的测试项目。根据 GB/T 3240,典型的 1/3 倍频带的频率范围为 31.5 Hz~8 kHz。重要的是,低频限的选择应保证最窄频率带宽与信号持续时间的乘积大于 1。

4.3 当噪声可能存在脉冲特性时,应测量 $L_{Aeq,T}$ 和 $L_{Aeq,T}$ 。如果两者之差大于 3 dB,则通常可确定是具有脉冲特性的噪声。

4.4 当噪声可能存在有调特性时,建议在每个传声器位置按照 4.2 的要求进行频谱分析测量。

4.5 匀速行驶列车的测量量是等效连续 A 计权声压级 $L_{Aeq,T}$ 。

此外,还可以测量短时 A 计权等效连续声压级 $L_{Aeq,1s}$ 。

4.6 对定置车辆进行测量时,若噪声可能存在脉冲特性,则建议在每个传声器位置做两个测量,一个是用时间计权 S(慢挡),另一个是用时间计权 I(脉冲挡)(参见 GB/T 3785.1—2010)。

4.7 加速或制动试验的测量参数是 AF 计权最大声压级 L_{AFmax} 和等效连续 A 计权声压级 $L_{Aeq,T}$ 。测量时间段 T 的定义见第 7 章。

5 测量仪器

包括传声器、电缆和记录设备在内的仪器系统,应满足 GB/T 3785.1—2010 中 1 级设备的要求。

传声器在自由场中要有平直的频率响应。

1/3 倍频程滤波器应满足 GB/T 3240 中的 1 级要求。

传声器一定要佩戴风罩。

每一系列测量前后,应使用符合 GB/T 15173—2010 标准的 1 级准确度声校准器套在传声器上,以测试频率范围内的某个或多个频率对整个测量系统进行校准。如果前后两次校准值之差大于 0.5 dB,则测量结果无效。

每年至少对校准器进行一次检定,检查其是否符合 GB/T 15173—2010 的要求。每年至少对仪器系统进行一次检定,检查其是否符合 GB/T 3785.1—2010 的要求。

要记录最后一次送检的日期。

6 试验条件

6.1 与必要条件的偏差

每次测试规定的条件都要尽可能保持一致。与规定的条件有稍许偏差是允许的,但要在试验报告中说明。通常这种偏差会降低再现性。

6.2 测试环境

6.2.1 声学环境

以户外行驶为主的车辆测试场地,应保证车内噪声仅是由车辆辐射并通过轨道反射的声音,而不是由轨道之外的建筑物、墙面或类似的大型物体产生的反射声。

在隧道中行驶的车辆(如地铁),应在实际运行的条件下进行测量。

紧靠轨道处不应有附加的吸声覆盖物或雪。

6.2.2 气象条件

传声器高度处的风速应小于 5 m/s。

气象条件应无降雨、降雪。测试报告应描述测试时的温度、湿度、气压、风速、风向(如有可能,给出它们的测量数据)。

6.2.3 背景声压级

应注意确保其他声源的噪声(如其他车辆或工业厂矿)不会对测量造成明显的影响。

对于型式试验,A 计权背景声压级至少应比有背景噪声存在情况下所测的被检车辆噪声 A 计权声压级低 10 dB。频谱分析时,各频带的差值至少也应是 10 dB。

对于监督检验和常规测试,上述之差至少应为 5 dB,如果差值小于 10 dB,测量结果要按表 1 进行修正。

注:如果上述差值小于 5 dB,则测量不可能达到工程级(2 级)。

表 1 监督检验的背景噪声修正

有背景噪声存在时,被检车辆内 A 计权声压级与 A 计权背景声压级之差值/dB	有背景噪声存在时,测量车辆内部噪声 所获得的 A 计权声压级的修正值/dB
≥ 10	0
6~9	-1
5	-2

6.3 传声器位置

6.3.1 概述

车辆内部测量的声压级可能随着测点位置不同而变化。

特别是车辆地板之下有轮对或有辅助设备的位置,其声级可能会更高。因此,选择的测量点数应使车内的声级分布具有充分的代表性。

通常,包含列车中部和两端在内有 5~7 个测点即可。要在平面图上标明传声器的确切位置。实例如图 1 所示。

单位为米

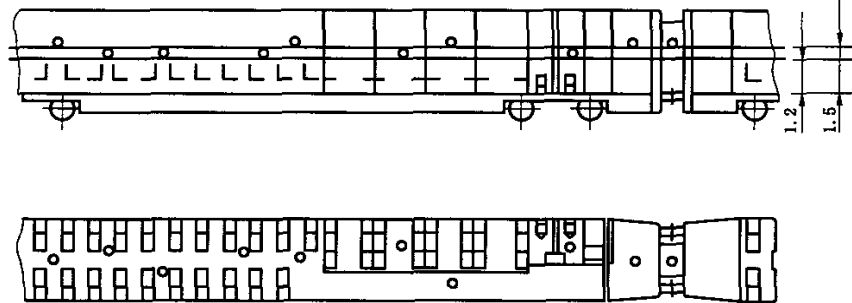


图 1 传声器通常的位置

6.3.2 坐姿位置

传声器置于封闭包厢的中部、敞开的车厢中心线和两排座位中间,距车厢地板 1.2 m 高的位置。

6.3.3 站姿位置

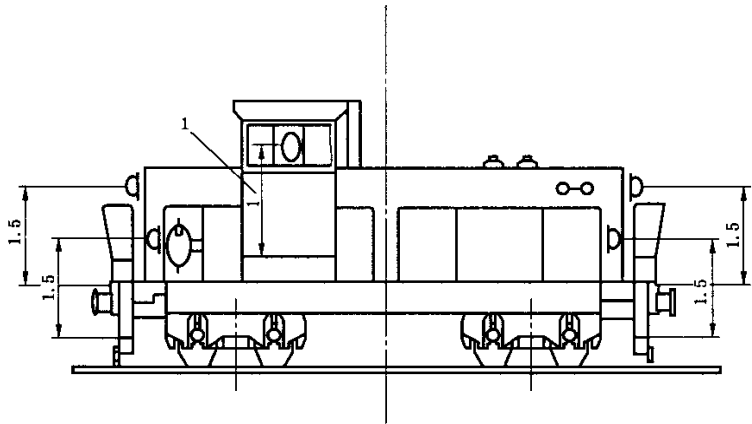
传声器置于站立乘客可到达的区域中心、距地板 1.5 m 高的位置。

6.3.4 工作位置

传声器置于:

- a) 车厢内作为工作位置使用的隔间中央、地板之上 1.5 m 高;
- b) 在人耳高度位置上,距离司机或通常待在司机室内的其他人员最受暴露的人耳 0.1 m 处;这种情况下,不限制传声器的朝向;
- c) 附加的位置(见图 2)。

单位为米



1——人耳高度位置。

图 2 调车机车中附加的传声器位置

6.3.5 卧姿位置

在卧铺和卧铺车厢,应有一个传声器置于枕头之上 0.2 m。

6.4 车辆条件

6.4.1 概述

车辆应处于正常运行状态。对匀速试验,在正常运营的轨道上其车轮至少要在正常工况条件行驶过 3 000 km(有轨电车或地铁至少应 1 000 km);对于带有踏面制动和盘形制动的车辆应处于已磨合条件(滑块和踏面本身已经充分磨合的试车状态)。车轮踏面尽可能避免出现异常,如变扁平。

在测量拖车时,应确保测量不受列车其他部分(如与被测车辆相邻的动力单元)噪声的影响。

6.4.2 负荷条件

车辆除乘务员外,不能载物或载人。动力单元(如机车)应是正常工况下的负载。

6.4.3 门、窗、附属设备,可拆换的室内陈设

测量期间,车辆之间的过道门、车辆的入口门、中间门和车窗应保持关闭,除非为了研究它们对车辆内部声压级的影响。

测试期间,正常运行的测试车辆上的辅助设备应处于工作状态。但是,如果辅助设备的噪声仅偶尔出现,且时间很短(小于工作时间的2%),并对来自其他声源的声压级的影响小于5 dB,则测量时可不予考虑。

应在测试报告中描述辅助设备在测试过程中的状态。

如果可以改变车辆内陈设的摆置,如卧铺车厢的铺位,则应对每个不同状态下的车内陈设进行重复测量。

6.5 轨道条件

6.5.1 概述

应在碎石道床和木枕或钢筋混凝土轨枕或列车常用的轨道上进行常规车辆的测量。轨道应干燥、无冻结。应在特定轨道路段上采用通用的钢轨横截面和轨枕设计进行上述试验,如果其他轨道的设计与被测车辆运行视为一体,则也宜纳入试验。

轨道应保养良好,线路坡度最大不应超过3‰,轨道曲线半径 r 为:

- a) $r \geq 1\,000\text{ m}$, 车速 $v \leq 70\text{ km/h}$;
- b) $r \geq 3\,000\text{ m}$, 车速 $70\text{ km/h} < v \leq 120\text{ km/h}$;
- c) $r \geq 5\,000\text{ m}$, 车速 $v > 120\text{ km/h}$ 。

测量路段的钢轨应为连续焊接钢轨,钢轨表面无明显缺陷,诸如没有烧损或由钢轨和车轮之间外来物挤压造成的凹凸等,不宜有由焊缝或松动的轨枕造成的可听的撞击噪声。

对隧道中的测试,要在报告中说明轨道类型以及隧道的类型和横截面积。

注:铁路车辆产生的噪声受到轨头的表面粗糙度和轨道动态特性的影响。必要时可按本标准的附录A测量路段的轨道粗糙度,如果1/3倍频带波段的粗糙度级在整个测试路段均满足附录A的要求,则可认为钢轨的条件适合型式试验。而轨道动态特性还处在研究之中(见附录B)。

6.5.2 特殊条件

对于非常规的车辆测试,如客运专线铁路工程竣工验收动态检测,在专门的轨道上测试非常规的车辆时,应在测试报告中对轨道结构和线路条件加以说明。

7 测试方法

7.1 概述

对型式试验,至少应进行3次测量。每组测量的算术平均值作为测试结果,并修约为最近的整数分贝值。如果相同测量条件下该组读数之最大差值超过3 dB,则应重新进行测量。

对监督检验,做一次测量即可。

7.2 匀速行驶列车的测量

对匀速行驶列车的每个测点和每个测量状态的测量时间段 $T \geq 20\text{ s}$ 。最短的测量时间 T 不能小于5 s,并应在测试报告中说明理由。

测试速度将由铁路车辆的所有者和规定测量的职能部门协商确定,如果需要附加的测试,最好在下列

面规定的一个或更多的速度下进行:20 km/h,40 km/h,60 km/h,80 km/h,100 km/h,120 km/h,140 km/h,160 km/h,200 km/h,250 km/h,300 km/h,320 km/h,350 km/h。

在测试进行的阶段,被测车辆应在所选速度下运行,并稳定在 $\pm 5\%$ 。要用准确度优于 3% 的仪表对速度进行测量。如果列车的速度表是经过校准且准确度优于 3% 时,也可以使用。

7.3 从定置状态开始加速的列车测量

应在列车以最大牵引力加速并且车轮无滑动状态下进行从定置状态到加速的测量。如果被测车辆不是固定的配置,则要规定其荷载。荷载应代表正规运行的状态。

测量时间段 T 规定为从静止状态达到 30 km/h 时所需的时间。

7.4 减速车辆的测量

减速列车的测量要在列车车速为 30 km/h 开始按常规停车制动时进行测量。测量时间段 T 规定为从制动到列车停止的时间。

7.5 定置车辆的测量

对所有定置车辆的测试,不要求每个位置连续测量 3 次。

所有定置车辆的测量时间段 T 至少要求 20 s。但最大声级测量除外。如果噪声源的最大声级不可能维持 20 s,此时的测量时间段 T 最小可以减少为 5 s。测试中应对测量时间段的减少做出规定并在测试报告中说明理由。

如下情况适用于定置车辆的测量:

- a) 客车、货车和电力动力单元:能够在列车定置状态下运转的所有设备,包括相关的主要牵引设备都要运转。辅助设备应以最大负荷运转。
- b) 内燃机动力单元:
 - 1) 由发动机带动辅助设备空转,冷却风扇处在最小转速,辅助设备处于最小负荷,如果可能,压缩机不工作;
 - 2) 由发动机带动辅助设备空转,冷却风扇转速足以维持稳定的发动机温度,辅助设备按正常负荷工作,压缩机工作;
 - 3) 如果要求发动机以可能的最大速度(由调速器给定)无负载运行,则风扇以最大转速运转,并尽可能让辅助设备按正常负荷工作,压缩机运行。
- c) 涡轮机和其他发动机动力单元:应按照上述规定的工况进行测试。要在测试报告中说明工况。

8 测试报告

测试报告应包含对本标准的引用和涉及的所有相关细节:

- a) 测试类别、日期、地点、进行测试的单位名称及地址(见 GB/T 27025—2008);
- b) 测试场所、几何图形(沿轨道的剖面 and 位置)、植被、轨道类型(包括轨枕、轨垫、扣件和钢轨几何形状、类型及性能);对型式试验,必要的话,包括钢轨粗糙度;
- c) 具有最近送检日期的测量设备和传声器型号;
- d) 背景声压级;
- e) 车辆和序号,牵引系统和测试期间的车速;对代表某一批特定车辆的被测车辆的描述;
- f) 测试期间的运行状况;
- g) 辅助设备及其工况;
- h) 传声器位置;

- i) 第4章中描述的测量参数,对应的测量时间 T ;
- j) 是否有脉冲噪声或有调噪声;
- k) 车辆的荷载;
- l) 气象条件:环境温度、湿度、气压、风速及风向;
- m) 任何其他有用的信息。

附录 A
(资料性附录)
钢轨粗糙度测量技术要求

A.1 测量位置和规程

A.1.1 轨头上横向位置

车轮在直线轨道上运行,会留下一条清晰可见的带状轨迹,它通常接近轨顶的中心。带状轨迹可能宽至 60 mm(旧轨),亦可能窄至 10 mm(新轨)。

钢轨粗糙度的测量应在这条带状轨迹的中心线上进行。

如果带状轨迹足够宽,则还要在带状轨迹中心线两侧等距的两条平行附加线上进行测量。带状轨迹中心线与附加测量线之间的距离取决于带状轨迹的宽度:

- a) 带状轨迹宽度=10 mm: 1 条测量线;
- b) $10\text{ mm}<\text{带状轨迹宽度}\leq 20\text{ mm}$: 3 条测量线,5 mm 等间距;
- c) 带状轨迹宽度 $>20\text{ mm}$: 3 条测量线,10 mm 等间距。

应在不同的测试点断面上对带状轨迹的宽度和位置进行核对,以符合测试轨道的沿线变化。

A.1.2 沿轨道的位置

A.1.2.1 背景信息

对于车内的噪声测量,应对在上面进行噪声测量的那部分轨道的粗糙度做测定。

轨道测量规程的目的是去表述轨道某个路段的钢轨粗糙度特性,而不用详细测量全部轨道的粗糙度。因此,轨道按照一定间隔分成多个路段,如图 A.1 所示。

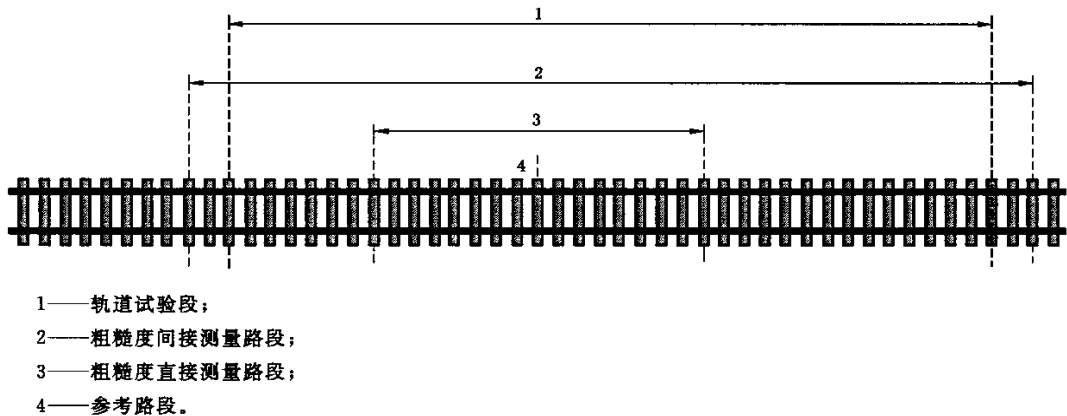


图 A.1 粗糙度轨道路段测量示意图

粗糙度测量有两种选择:

- a) 粗糙度直接测量(针对短距离的车内噪声测量);
- b) 结合粗糙度直接测量的粗糙度间接测量(针对较长距离的车内噪声测量)。

第二种选择提供了一种通过参考路段的粗糙度直接测量与整个测试轨道的粗糙度间接测量相结

合,从而得到沿整条测试轨道获取直接测量样本的替代方法。在这个方法中,进行粗糙度直接测量的路段作为参考路段。粗糙度间接测量也可以通过轨头的振动来实现。

A. 1. 2. 2 粗糙度直接测量

到目前为止,尚无粗糙度测试仪的标准,因此应在报告中给出所用仪器的规格,特别是仪器类型、传感器类型、波长范围、幅值范围、数据处理技术(软件名称和版本号)以及最近的校准日期。

这里描述的规程摘自针对轨道车辆外部噪声测量的 GB/T 5111。因此在这里并不需要该标准中有关外部传声器的所有参考资料,但是该标准可以为怎样选择钢轨粗糙度测量的长度和位置提供指南。

在参考路段上进行粗糙度的直接测量。该路段长度正比于惯用的距离(GB/T 5111 中传声器距轨道的距离) $r=25\text{ m}$,并且相对于参考路段的中心(即噪声测量传声器放置的位置)从 $-2r\sim 2r$ 变化。

钢轨粗糙度要在整个参考路段上每条钢轨的 1 条或 3 条线上(取决于带状轨迹的宽度)进行测量,所用的测量仪器要能覆盖列车所测速度下与测量频率范围相对应的波长。推荐的测量范围是:

- a) 1/3 倍频带波长范围为 $0.008\text{ m}\sim 0.500\text{ m}$;
- b) 1/3 倍频带波段粗糙度的幅值范围是 $-20\text{ dB}\sim +30\text{ dB}$ (粗糙度参考值为 $1\text{ }\mu\text{m}$)

可以用只能测量有限长度 l (最小 $l=1\text{ m}$)的仪器设备按图 A. 2 给出的规程进行测量。可测量的波长下限仅取决于仪器特性,而上限取决于测量的长度 l 。例如,当 $l=1\text{ m}$ 时,波长的测量结果只能达到 0.100 m 左右。粗糙度是在每个剖面上长为 l 的每段钢轨的 3 条平行线上(如果带状轨迹宽度 = 10 mm ,则为 1 条线)进行采样,总共给出 36 个测量结果(如果带状轨迹宽度为 10 mm ,则为 12 个结果)。

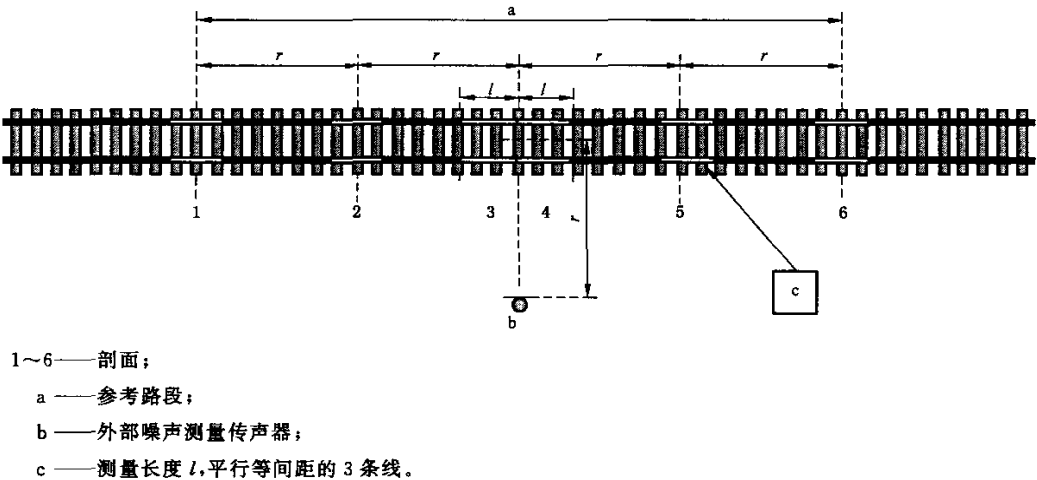


图 A. 2 用长度有限的设备进行钢轨粗糙度采样的图示

A. 1. 2. 3 粗糙度间接测量

在与参考路段不同的轨道路段上进行车内噪声测量时,对能用于车内噪声测量的轨道路段也必须进行粗糙度直接测量。

另一种方法是,对所选的测试轨道全都进行粗糙度的间接测量,而只对其中包含的参考路段进行粗糙度直接测量。

粗糙度间接测量可以通过轴箱拾振器或安装在列车下面或者安放在客车内的传声器进行振动或噪声的测量来实现。为了使车轮粗糙度的影响最小,宜采用盘式或烧结闸瓦式制动器,使列车车轮始终保

持光滑。如有可能,应当直接测量车轮的粗糙度。

应沿着噪声测量的整条线路记录间接粗糙度的信号,包括已做了粗糙度直接测量的参考路段。

A. 2 粗糙度数据的处理

A. 2. 1 粗糙度直接测量数据

根据每条线测得的粗糙度结果计算 1/3 倍频程粗糙度波长谱。参考轨道路段的有效平均直接粗糙度谱是所有算得的粗糙度谱的能量平均。

注 1: 不同的数据处理方法可以导致粗糙度级很大的差异。一般轨头缺陷引起的凹痕或尖突超过一定的深度和宽度,会造成车轮相应的振动。数据处理时忽略对这些凹凸的修正,则会人为地引起过高的粗糙度级,从而导致无效的分析数值,并可能会因为该测试轨道超出粗糙度限值而被拒绝使用。可以用来去除这些凹痕或尖突的方法尚未标准化(见参考文献[1]~[3],[5])。

注 2: 考虑距试验路段不同距离的粗糙度影响的方法尚在研究之中(见参考文献[3])。

A. 2. 2 粗糙度间接测量数据

对每条所选的测试路段的间接测量信号分别进行分析并进行能量平均。

从所选的测试路段测得的间接数据中减掉参考路段测得的间接测量数据,其差值与参考路段直接测量的粗糙度谱的平均值相加并与粗糙度谱限值相比较。

用式 $\lambda=v/f$ 将频谱转换成波长谱,其中 λ 的单位为 m, v 是记录的列车平均速度,单位为 m/s, f 单位为 Hz。

注: 为了测量频带高到 10 kHz 时能够覆盖 0.01 m~0.1 m 的波长范围,间接测量时最大的允许车速为 350 km/h。

对于波长低于 0.01 m(低到 0.002 5 m)的评估,列车最大限速为 90 km/h。

A. 3 测试路段的核定

将平均直接粗糙度谱与图 A. 3 给出的粗糙度谱限值相比较。GB/T 5111—2011 的附录 C 给出了获得轨道粗糙度谱限值的方法。

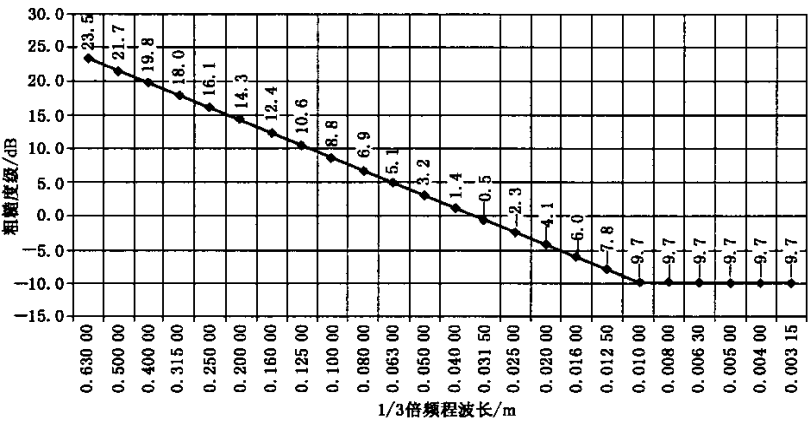


图 A. 3 粗糙度谱限值

对测试轨道均匀性的要求意味着沿轨道不同路段测得的粗糙度级都不宜超过粗糙度谱的限值,但

是,由于小的变化不可避免,因此出现部分超出粗糙度谱时,可以使用如下的判据。

如果满足下面的判据,则测试路段被认可:

对每一路段及 1/3 倍频程波段,中心波长在 1 cm~8 cm 的 1/3 倍频程波段平均粗糙度谱级在单个波段情况下,峰值不应超过糙度谱限值 6 dB;或者在该波长范围内 3 个相邻波段的情况下,峰值最大不能超过 3 dB;或者两者兼有。

只允许一个波段或 3 个相邻波段或两者兼有的一种情况超过限值。

图 A.4 示例给出判据的应用。

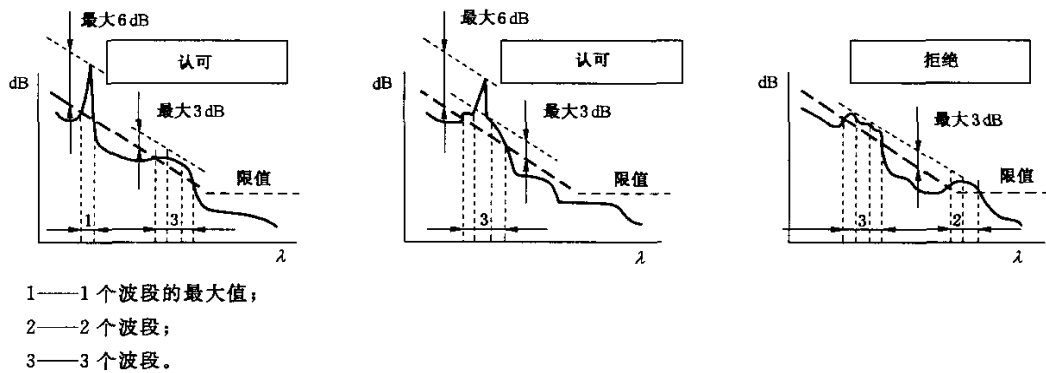


图 A.4 钢轨粗糙度谱符合判据的示例

A.4 数据表达

粗糙度谱要用钢轨粗糙度级作为 1/3 倍频程波段的波长函数,按降序来表示,同时给出谱的限值。

波长范围应至少包含中心波长在 0.1 m 和 0.008 m 之间的 1/3 倍频程波段。

横轴与纵轴之比应为 3 : 4 (1 倍频程 : 10 dB), 波长标示数值应符合 GB/T 3240 标准推荐的频率。

附 录 B
(资料性附录)

包括轨道动力学在内影响轨道噪声的主要参数

虽然车轮和轨道的粗糙度是滚动噪声的主要影响因素,但与轨道动力学有关的其他参数也对滚动噪声有影响。表 B.1 列出了一系列影响参数及它们对轨道辐射噪声的潜在影响。如果轨道噪声变化,则会影响总噪声级。表 B.1 中给出的数据源于特定的研究,是指导性的,对常规的轨道系统有效。

对某一具体位置,轨垫及扣件的特性值会不同于标称值,其差值取决于定位、年限及保养等调整引起的局部变化。同样,钢轨温度(由于热辐射作用,它可能不同于气温)也会影响轨垫的温度,继而影响轨垫的刚度和阻尼。

正如表 B.1 中所示,轨垫和扣件对轨道噪声影响很大,可能导致轨道辐射噪声的变化达 6 dB。

因此要求清楚地描述任何型式试验中使用的轨垫和扣件。第 8 章中规定的轨道参数信息是最基本的,并且应当包括轨道动力学参数的任何有用的附加信息。

在测量的噪声级与其他轨道的测量数据相比较时特别需要这个数据。

表 B.1 轨道噪声的主要影响参数

参 数	最小噪声级的 参数值	最大噪声级的 参数值	最小与最大参数值的 声级差/dB
轨道类型	UIC 54E1	UIC 60E1	0.7
扣件弹性垫板刚度	5 000 MN/m	100 MN/m	5.9
轨垫损耗因子	0.5	0.1	2.6
轨枕种类	Bi-bloc 轨枕	木枕	3.1
轨枕距离	0.4 m	0.8 m	1.2
道碴刚度	100 MN/m	30 MN/m	0.2
道碴损耗因子	2.0	0.5	0.2
车轮偏心	0 m	0.01 m	0.2
钢轨偏移	0 m	0.01 m	1.3
车轮粗糙度	最光滑	最粗糙	8.5
无腐蚀轨道粗糙度	最光滑	最粗糙	0.7~3.9
列车速度	80 km/h	160 km/h	9.4
轴荷载	25 t	10 t	1.1
气温	10 ℃	30 ℃	0.2

附 录 C
(资料性附录)

本标准与 ISO 3095:2005 技术性差异及其原因

本标准与 ISO 3095:2005 技术性差异及其原因见表 C.1。

表 C.1 本标准与 ISO 3095:2005 技术性差异及其原因

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
1	增加了“——常规噪声测试;”	结合我国国情,扩大了本标准的适用范围
2	如果国际标准已经转化为国家标准的,则引用采用国际标准的我国标准,而非国际标准	以适应我国国情
3	3.6~3.8、3.10 引用了 GB/T 3947 中的定义	我国有 GB/T 3947 《声学名词术语》标准

参 考 文 献

- [1] RR-SPS-97-012 (Issue 1, 27 March 1997)
 - [2] ERRI Report C163/RP21 railway rolling noise modelling. Description of the TWINS model and validation of the model vs. experimental data
 - [3] D. J. Thompson. Wheel-rail noise generation, Part 1. Journal of sound and vibration, 1993, 616, 387-400
 - [4] D. J. Thompson, B. Hemsworth, N. Winsent. Experimental validation of the TWINS prediction program for rolling noise, part 1: description of the model and method. Journal of sound and vibration, 1996, 193, 123-135
 - [5] D. J. Thompson, P. Fodiman, H. Mahé. Experimental validation of the TWINS prediction program for rolling noise, part 2: results. Journal of sound and vibration, 1996, 193, 137-147
 - [6] GB/T 3240 声学测量中的常用频率
 - [7] GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量
 - [8] GB/T 19052—2003 声学 机器和设备发射的噪声 噪声测试规范起草和表述的准则
 - [9] GB/T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求
 - [10] GB/T 3222.1—2006 声学 环境噪声的描述、测量与评价 第1部分:基本参量与评价方法
-