

中华人民共和国国家标准

汽车平顺性随机输入行驶试验方法

GB/T 4970—1996

Method of random input running test
—Automotive ride comfort

代替 GB 4970—85

1 主题内容与适用范围

本标准规定了汽车平顺性随机输入行驶试验方法。
本标准适用于各种类型汽车。

2 引用标准

GB/T 13441 人体全身振动环境的测量规范
GB/T 12534 汽车道路试验方法通则
GB 7031 车辆振动输入 路面平度表示方法

3 试验条件

3.1 道路

试验道路应平直,纵坡不大于1%,路面干燥,不平度应均匀无突变,长度不小于3km,两端应有30~50m的稳速段。

试验道路包括两种:

- a. 沥青路,其路面等级应符合GB 7031规定的B级路面;
 - b. 砂石路,其路面等级应符合GB 7031规定的C级路面;
- 砂石路为越野车、矿用自卸车优选路面,沥青路为其余类型汽车优选路面。

3.2 风速

不大于5m/s。

3.3 汽车技术状况

3.3.1 汽车各总成、部件、附件及附属装置(包括随车工具与备胎)必须按规定装备齐全,并装在规定的位置上。调整状况应符合该车技术条件的规定。

3.3.2 轮胎气压应符合汽车技术条件的规定,误差不超过 $\pm 10\text{kPa}$ 。

3.4 汽车的载荷

汽车的载荷均为额定最大装载质量,根据需要可增作半载或空载。载荷物均匀分布且固定牢靠,试验过程中不得晃动和颠离,亦不应因潮湿、散失等情况而改变其质量。

3.5 人-椅系统的载荷

3.5.1 测试部位的载荷应为身高 $1.70\pm 0.05\text{m}$ 、体重为 $65\pm 5\text{kg}$ 的自然人。

3.5.2 非测试部位的载荷应符合GB/T 12534中表1的有关规定。

3.6 人的乘坐姿势

测试部位的乘员应全身放松,两手自然地放在大腿上,其中驾驶员的两手自然地置于方向盘上,在

试验过程中应保持乘坐姿势不变。一般情况,乘员自然地靠在靠背上,否则应注明。

3.7 试验车速

试验车速至少有包括大于常用车速、小于常用车速以及常用车速在内的三种车速。试验时,应使用常用档位。

3.7.1 沥青路

- a. 轿车:40,50,60,70,80,90,100km/h,常用车速为70km/h;
- b. 其它类型汽车:40,50,60,70,80km/h,常用车速为60km/h。

3.7.2 砂石路

- a. 轿车:40,50,60,70km/h,常用车速为60km/h;
- b. 其它类型汽车:30,40,50,60km/h,常用车速为50km/h。

3.7.3 车速偏差

车速偏差为试验车速的 $\pm 4\%$ 。

4 试验仪器

平顺性测试用仪器系统应包括有加速度传感器、放大器、磁带记录仪或数据处理器。其中,磁带记录仪的信噪比应优于40dB。测试系统的性能应稳定可靠,测人-椅系统的频响为0.1~100Hz,测货厢的频响为0.3~500Hz。

5 试验方法

5.1 加速度传感器安装在下述测试位置:

- a. 轿车:左侧前排和后排座椅上;
- b. 客车:驾驶员座椅、左侧后轴上方座椅和最后一排座椅上;
- c. 其它类型汽车:驾驶员座椅上,车厢底板中心及距车厢边板、车厢后板各300mm处。

安装在座椅上的加速度传感器应能测三个方向的振动,以测量垂直振动(即Z轴向的直线振动)、横向振动(即左右方向Y轴向和前后方向X轴向的直线振动)的加速度时间历程。传感器应与人体紧密接触,并且在人体与座椅间放入一安装传感器的垫盘,其底盘推荐采用如附录B(参考件)所示的结构型式。

5.2 试验时,汽车在稳速段内要稳住车速,然后以规定的车速匀速驶过试验路段。在进入试验路段时启动测试仪器以测量各测试部位的加速度时间历程,同时测量通过试验路段的时间以计算平均车速。

5.3 样本记录长度不短于3min。

6 平顺性评价

6.1 评价指标,对于人体振动的评价用加权加速度均方根值 a_w ,并分别用 a_{zw} 、 a_{yw} 、 a_{xw} 表示垂直方向、左右方向和前后方向振动的加权加速度均方根值。或用三轴向加权加速度均方根的矢量和即总加权加速度均方根值,用 a_{wo} 表示。对货车车厢振动的评价用加速度均方根值 $a_{r.m.}$ 和加速度功率谱密度函数。评价指标的意义与计算按附录A(补充件)。

注:若测得的人体振动评价指标为等效均值时,应按附录A(补充件)给出的公式换算成加权加速度均方根值。

6.2 汽车平顺性以评价指标与车速的关系曲线——车速特性评价。

6.3 根据需要亦可只用常用车速的评价指标来评价平顺性。

7 数据处理的要求

7.1 对人-椅系统采用下列参数:

- a. 截断频率 $f_c=100\text{Hz}$;

- b. 采样时间间隔 $\Delta t = 0.005\text{s}$;
- c. 分辨带宽 Δf 和独立样本个数 q : $\Delta f = 0.1953\text{Hz}$, $q \geq 25$;
- d. 使用窗函数。

7.2 对货车车厢,建议截断频率 $f_c = 500\text{Hz}$,其它参数亦作相应改变。

8 试验报告内容

试验报告应包括下述内容。

- 8.1 汽车型号、发动机号、底盘号、制造厂。
- 8.2 试验日期。
- 8.3 汽车参数:
 - a. 最大总质量、轴载质量(前轴、后轴);
 - b. 轮胎型式和尺寸;
 - c. 轮胎气压(前轮、后轮);
 - d. 轴距;
 - e. 悬架型式;
 - f. 座椅型式。
- 8.4 人体参数:
 - a. 性别;
 - b. 体重;
 - c. 身高;
 - d. 乘坐姿势的描述。
- 8.5 测试仪器型号及性能指标。
- 8.6 试验场地及路面、气候条件描述。
- 8.7 试验结果及分析。试验结果,应注明窗函数名称。
- 8.8 试验参加者及报告人。
- 8.9 报告日期。

附录 A
平顺性评价指标的意义与计算
(补充件)

A1 加权加速度均方根值

加权加速度均方根值是按振动方向,根据人体对振动频率的敏感程度而进行加权计算的,是人体振动评价指标。

A1.1 单轴向加权加速度均方根值 a_w 。

a. 由等带宽频谱分析得到的加速度自功率谱密度函数 $G_a(f)$ 计算 a_w 。

先按下式计算 1/3 倍频带加速度均方根谱值:

$$a_j = \left[\int_{f_{i_j}}^{f_{u_j}} G_a(f) df \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A1)$$

式中: a_j ——中心频率为 f_j 的第 j ($j=1,2,3,\dots,20$) 个 1/3 倍频带加速度均方根谱值, m/s^2 ;

f_{i_j}, f_{u_j} ——分别是 1/3 倍频带的中心频率为 f_j 的下、上限频率(见表 A1), Hz;

$G_a(f)$ ——等带宽的加速度自功率谱密度函数, m^2/s^3 。

然后,再按下式计算 a_w :

$$a_w = \left[\sum_{j=1}^{20} (w_j \cdot a_j)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A2)$$

式中: a_w ——单轴向加权加速度均方根值, m/s^2 ;

w_j ——第 j 个 1/3 倍频带的加权系数,见表 A2。

另外,亦可由 $G_a(f)$ 直接积分而计算 a_w :

$$a_w = \left[\int_{0.9}^{90} W^2(f) \cdot G_a(f) df \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A3)$$

式中: $W(f)$ ——频率加权函数:

$$Z \text{ 轴方向 } W(f) = \begin{cases} 0.5f^{1/2} & (0.9 > f \leq 4) \\ 1.0 & (4 > f \leq 8) \\ 8/f & (8 > f) \end{cases}$$

$$X, Y \text{ 轴方向 } W(f) = \begin{cases} 1.0 & (0.9 < f \leq 2) \\ 2/f & (2 < f) \end{cases}$$

b. 对于记录的加速度时间历程,通过符合频率加权函数 $W(f)$ 或表 A2 规定的频率加权滤波网络得到加权加速度时间函数 $a_w(t)$,按下式计算:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A4)$$

式中: $a_w(t)$ ——加权加速度时间历程, m/s^2 ;

T ——统计持续时间, s。

c. 由 1/3 倍频带均方根谱值计算 a_w :

若数据处理设备对所记录的加速度时间历程经过处理后,能直接得到 1/3 倍频带加速度均方根谱值 a_j ,则可直接按(A2)式计算 a_w 。

A1.2 总加权加速度均方根值 a_{wo}

总加权加速度均方根值 a_{wo} 按下式计算:

$$a_{wo} = [(1.4a_{xw})^2 + (1.4a_{yw})^2 + a_{zw}^2]^{1/2} \dots\dots\dots (A5)$$

式中： a_{xw} ——前后方向(即 x 轴向)加权加速度均方根值, m/s^2 ;
 a_{yw} ——左右方向(即 y 轴向)加权加速度均方根值, m/s^2 ;
 a_{zw} ——垂直方向即 Z 轴向加权加速度均方根值, m/s^2 。

A2 等效均值与加权加速度均方根值换算

按下式换算

$$L_{eq} = 20 \cdot \lg \frac{a_w}{a_0} \dots\dots\dots (A6)$$

式中： L_{eq} ——一定测量时间内的加权加速度均方根对数值, 即等效均值, dB;
 a_0 ——参考加速度均方根值, $a_0 = 10^{-6} m/s^2$ 。

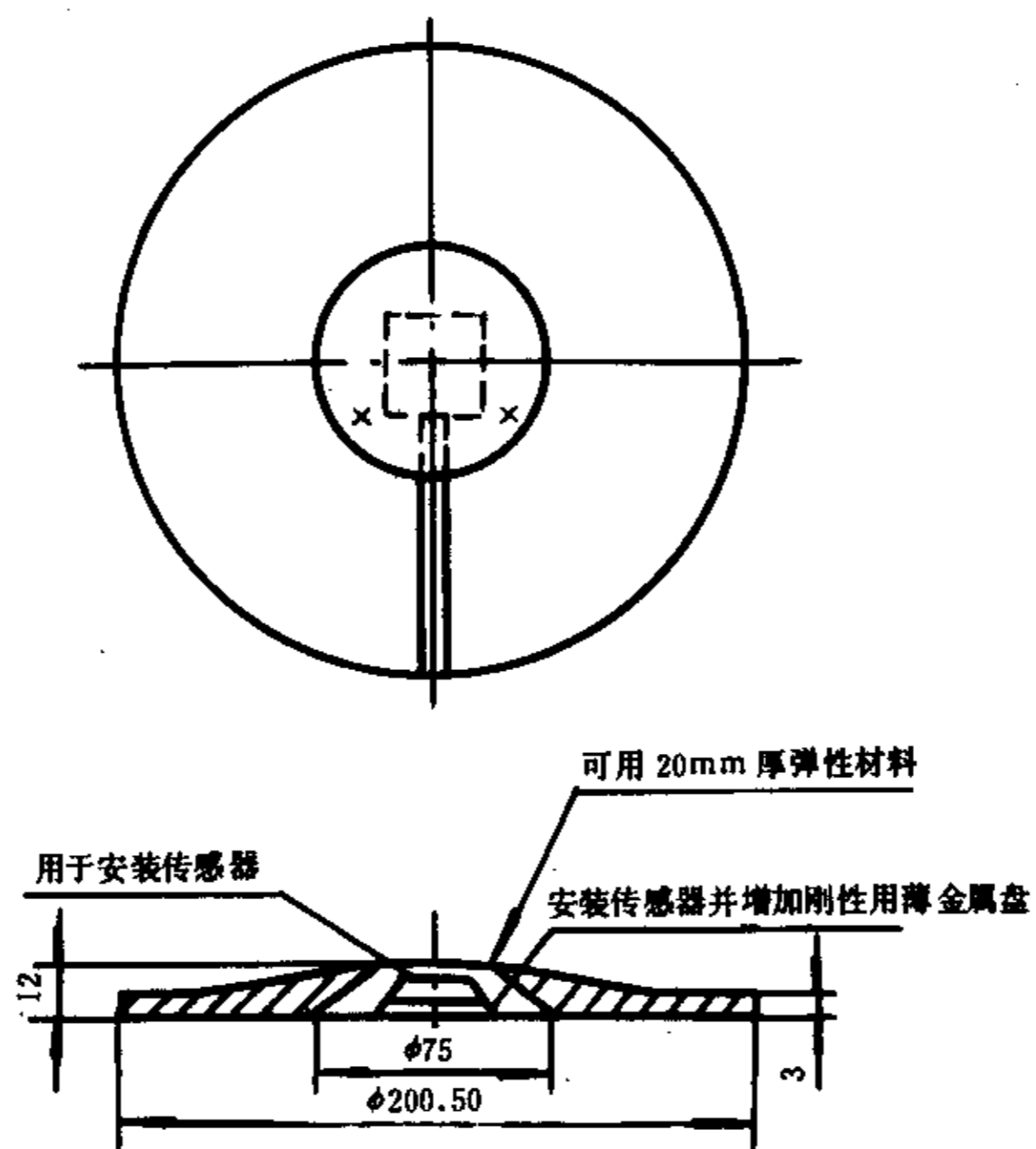
表 A1

1/3 倍频带中心频率 f_j, Hz	f_j 的下限频率 f_{lj}, Hz	f_j 的上限频率 f_{uj}, Hz
1.0	0.9	1.12
1.25	1.12	1.4
1.6	1.4	1.8
2.0	1.8	2.24
2.5	2.24	2.8
3.15	2.8	3.55
4.0	3.55	4.5
5.0	4.5	5.6
6.3	5.6	7.1
8.0	7.1	9
10.0	9	11.2
12.5	11.2	14
16.0	14	18
20.0	18	22.4
25.0	22.4	28
31.5	28	35.5
40.0	35.5	45
50.0	45	56
63.0	56	71
80.0	71	90

表 A2

1/3 倍频带中心频率 f_j , Hz	1/3 倍频带的加权系数 W_j	
	垂直振动, Z 轴向	横向振动, X, Y 轴向
1.0	0.50 = -6dB	1.00 = 0dB
1.25	0.56 = -5dB	1.00 = 0dB
1.6	0.63 = -4dB	1.00 = 0dB
2.0	0.71 = -3dB	1.00 = 0dB
2.5	0.80 = -2dB	0.80 = -2dB
3.15	0.90 = -1dB	0.63 = -4dB
4.0	1.00 = 0dB	0.50 = -6dB
5.0	1.00 = 0dB	0.40 = -8dB
6.3	1.00 = 0dB	0.315 = -10dB
8.0	1.00 = 0dB	0.25 = -12dB
10.0	0.80 = -2dB	0.20 = -14dB
12.5	0.63 = -4dB	0.16 = -16dB
16.0	0.50 = -6dB	0.125 = -18dB
20.0	0.40 = -8dB	0.10 = -20dB
25.0	0.315 = -10dB	0.08 = -22dB
31.5	0.25 = -12dB	0.063 = -24dB
40.0	0.20 = -14dB	0.05 = -26dB
50.0	0.16 = -16dB	0.04 = -28dB
63.0	0.125 = -18dB	0.0315 = -30dB
80.0	0.10 = -20dB	0.025 = -32dB

附录 B
人-椅系统安装传感器用的垫盘结构图
(参考件)



附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会归口。

本标准由长春汽车研究所负责起草。

本标准主要起草人马广发、赵六奇、卢士富。