

中华人民共和国国家标准

小型汽油机 振动测试方法

GB 10398—89

Measuring method of vibration for
small gasoline engine

1 主题内容与适用范围

本标准规定了小型汽油机振动测试方法。

本标准适用于工作转速范围为 600~12 000 r/min, 功率 12 kW 以下的往复式单缸小型汽油机, 也适用于旋转式单缸小型汽油机。

2 引用标准

GB 2298 机械振动、冲击名词术语

GB 7184 中小功率柴油机 振动测试方法

GB 10399 小型汽油机 振动评级

GB 1105.1~1105.3 内燃机台架性能试验方法

3 术语及解释

3.1 振动烈度: 描述汽油机平板系统振动状态的一个综合特性参数。用振动速度的方均根值作为衡量汽油机平板系统振动烈度的量标。

从测量振动速度对时间历程的记录, 振动速度的方均根值 v_{rms} 可由式(1)计算:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \dots\dots\dots (1)$$

式中: $v^2(t)$ ——振动速度函数;

T ——振动周期。

根据记录的频谱分析得各谱次振动幅值 $\hat{v}_1, \hat{v}_2, \dots, \hat{v}_n$, 表征运动特性的方均根速度 v_{rms} 由式(2)求得:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} (\hat{v}_1^2 + \hat{v}_2^2 + \dots + \hat{v}_n^2)} \dots\dots\dots (2)$$

3.2 当量振动烈度: 描述汽油机振动状态的一个综合特性参数, 并用来作为振动评级的基础。

4 试验台

4.1 试验台由刚性平板、汽油机固紧装置、弹簧支座、弹簧等组成(见图 1)。

4.2 平板及弹簧的结构尺寸及技术条件见附录 A。汽油机固紧装置的质量不得超过 15 kg。

5 机器安装

汽油机刚性安装在平板中央, 且曲轴主轴中心线的投影与平板 X 轴重合(见图 1)。

中华人民共和国机械电子工业部 1989-01-25 批准

1990-01-01 实施

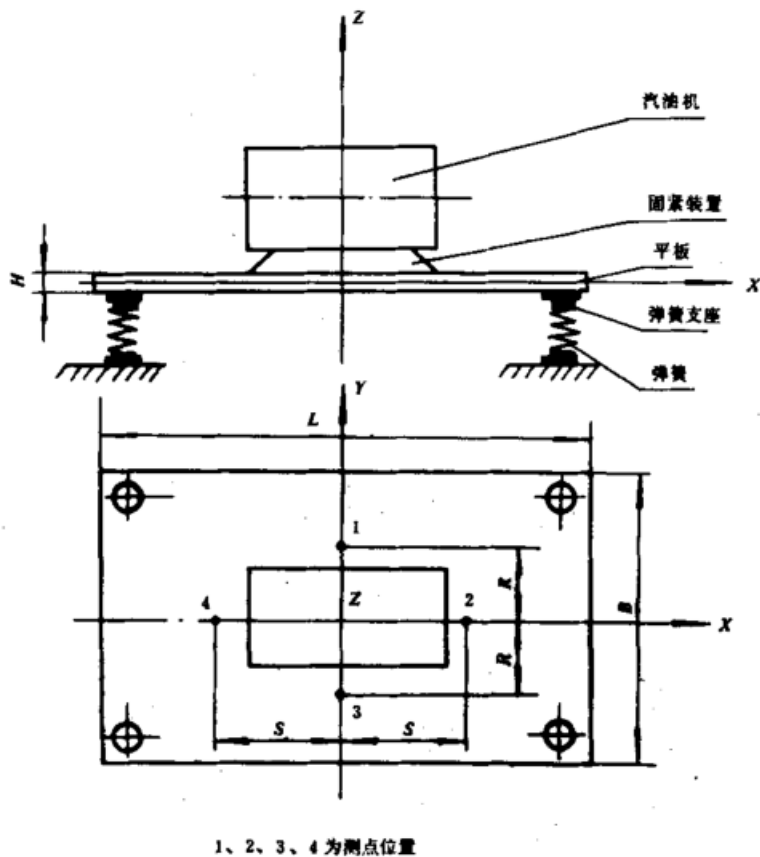


图 1

6 测点布置

测点布置在平板的 X 、 Y 轴上,要求与平板中心对称,测点数四个(见图 1)。每个测点记录三个方向振动。

7 测量工况

7.1 汽油机在铭牌上所标明的标定转速下空载运行(如铭牌上标示两种以上的标定转速时,则取常用的一种),工况稳定后进行测量。必要时可在其他转速下进行测量,并在报告中说明。

7.2 汽油机试验规范、测试设备及其精度,应符合 GB 1105.1~1105.3 中有关规定。

8 测量仪器

测量仪器系统应满足下列要求。

8.1 振动烈度测量仪器的频率范围是 $10 \sim 1\,000$ Hz。

8.2 测量仪器系统通常包括图 2 所示基本部分。

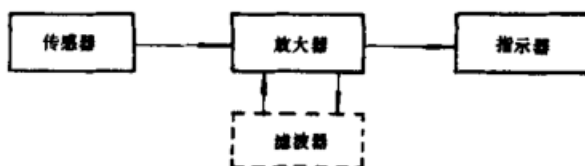


图 2

8.3 测量频率范围内的灵敏度,允许偏离 80 Hz 时基准灵敏度的偏差,应符合表 1 和图 3 的要求。

表 1 在频率区间 1~10 000 Hz 内,相对于 80 Hz 基准
灵敏度的相对灵敏度和允许偏差极限值

频 率 Hz	相 对 灵 敏 度		
	基 准 值	最 小 值	最 大 值
1	—	—	0.01
2.5	0.016	0.01	0.025
10	1.0	0.8	1.1
20	1.0	0.9	1.1
40	1.0	0.9	1.1
80	1.0	1.0	1.1
160	1.0	0.9	1.1
500	1.0	0.9	1.1
1 000	1.0	0.8	1.1
4 000	0.016	0.01	0.025
10 000	—	—	0.01

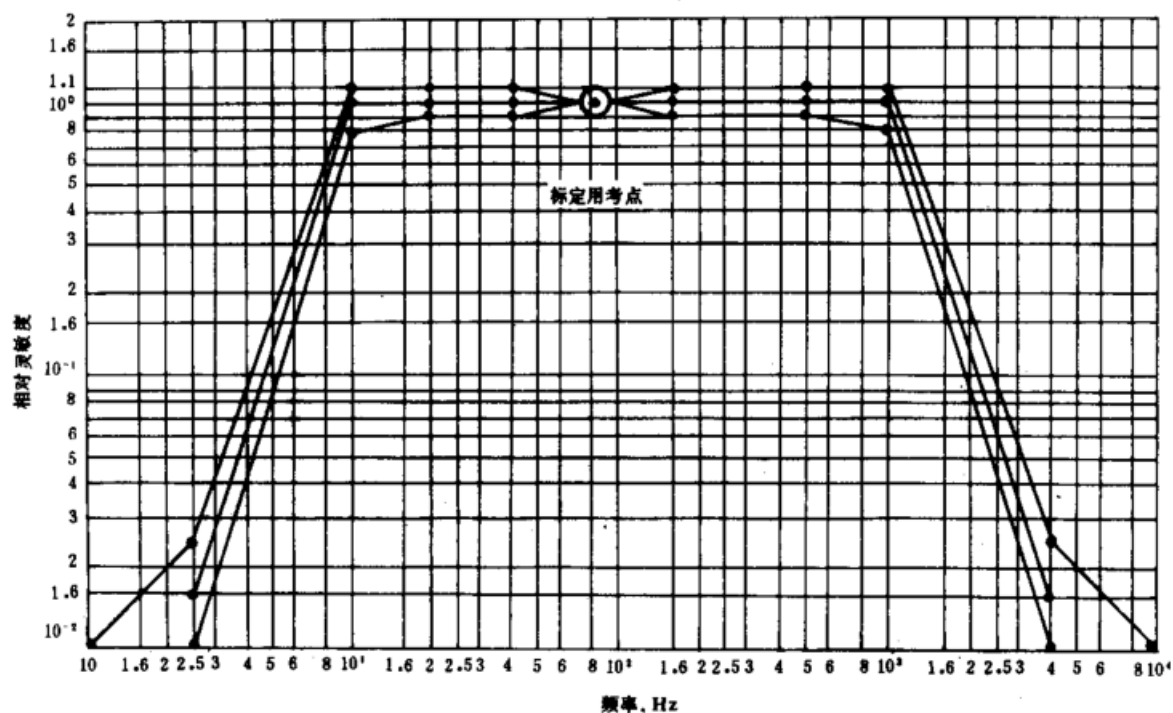


图 3 振动测量系统的灵敏度-频率特性

8.4 测量仪器的误差是由与 8.3 条相一致的频率误差和基准频率为 80 Hz 时的灵敏度的绝对误差所组成。测量误差的最大值为指示值的 $\pm 10\%$,其中包括在满刻度值 80% 的校准误差。

8.5 仪表指示量程的选择应使得测量振动烈度的最低级的指示至少是满刻度值的 30%。

8.6 传感器和连接电缆

8.6.1 传感器与被测物体应通过刚性机械连接。在工作范围内刚性机械附件或探头不应出现共振。

8.6.2 对于所有固定形式传感器的横向灵敏度比,在整个频率测量范围内应小于5%,其最大振动速度级的线性响应,至少应为感受方向满刻度偏转振动速度的三倍。

8.6.3 传感器的有效质量应不影响被测物体的振动特性。

校验传感器质量的大小可采用下述方法:通过一附加质量使传感器的总质量加倍。如果新指示值与原读数的偏差大于12%,则传感器的质量相对于被测物体太大,不能采用。

8.6.4 传感器的幅值和频率范围应足够宽,以避免超出8.4条中规定的允许测量误差。

8.6.5 传感器应在所有方向经得起至少是它规定的最大振动输入三倍的振动而不改变它的特性。

8.6.6 传感器及其连接电缆应适合于被测部位的环境温度、湿度、防腐、防爆和磁场条件的要求。

8.6.7 传感器与仪器匹配的连接电缆,应按规定固定连接于传感器和放大器之间,避免电缆抖动而影响测量精度。

8.6.8 传感器和显示仪器之间的连接电缆长度至少为1m,需延长时,应不影响8.4条中的测量允差。

8.7 指示器

8.7.1 指示器可以是指针式仪表、图象记录仪或数据显示装置。

8.7.2 指示器应能指示出实际的振动速度的方均根值。

8.7.3 仪器校正误差小于满刻度值的±2.5%。

8.8 测量仪器系统必须在国家机关认可的有关计量单位定期进行校验,应附有校验证书和有效使用期。

9 数据整理

9.1 全部测量数据应填入振动测试报告表中(见附录B)。

9.2 按选定测点测量振动速度的方均根值,取三次以上的平均值。

9.3 汽油机当量振动烈度按式(3)计算:

$$V_s = \sqrt{\frac{m_1}{m} u_p^2 + \frac{I_x}{m} \Omega^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$V_p = \sqrt{\left(\frac{u_{1x} + u_{2x} + u_{3x} + u_{4x}}{4} \right)^2 + \left(\frac{u_{1y} + u_{2y} + u_{3y} + u_{4y}}{4} \right)^2 + \left(\frac{u_{1z} + u_{2z} + u_{3z} + u_{4z}}{4} \right)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Omega = \left(\frac{V_{1z} + V_{3z}}{2} - \frac{V_{2z} + V_{4z}}{2} \right) / R \dots\dots\dots (5)$$

式中: V_s ——汽油机当量振动烈度, mm/s;

u_p ——汽油机-平板系统的平动振动速度, mm/s;

Ω ——汽油机-平板系统的摆动角速度, 1/s;

m_1 ——汽油机平板系统质量(包括推荐平板、弹簧座、汽油机固紧装置及汽油机质量), kg;

m ——汽油机质量, kg;

I_x ——汽油机-平板系统绕X轴转动惯量(见附录C), $\text{kg} \cdot \text{mm}^2$;

u_{ix} ——第*i*点X方向振动速度有效值, mm/s;

u_{iy} ——第*i*点Y方向振动速度有效值, mm/s;

u_{iz} ——第*i*点Z方向振动速度有效值, mm/s;

$i=1, 2, 3, 4$

R ——测点1(或3)至平板中心距离, mm。

10 振动测试报告

振动测试报告的格式见附录B。

附 录 A
平板及弹簧的结构尺寸与技术条件
(补充件)

A1 平板的结构尺寸与技术条件,按图 A1 所示。

A2 弹簧的结构尺寸与技术条件,按图 A2 所示。

弹簧数为 4。

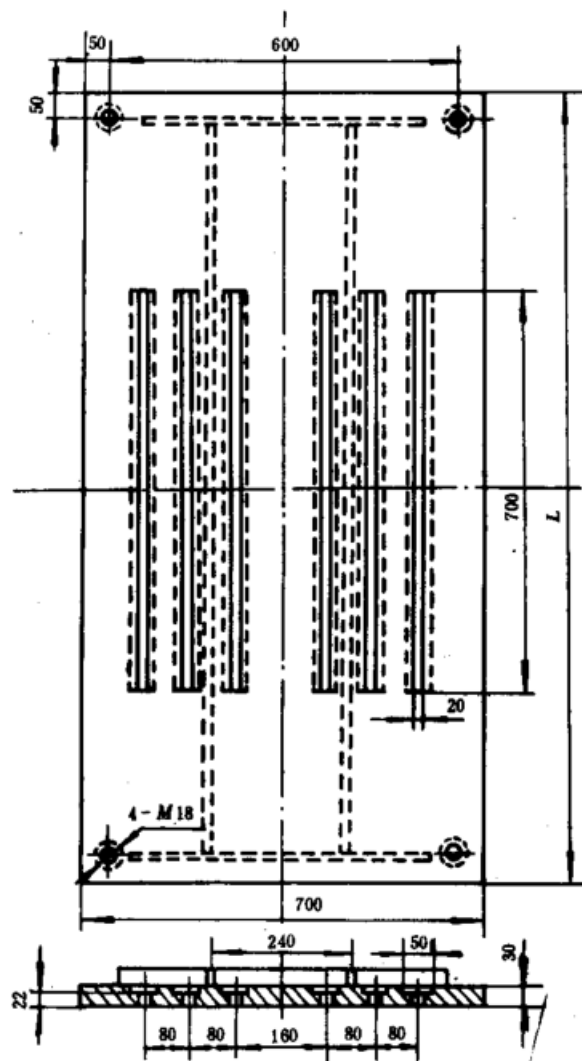


图 A1

技术要求:

- a. 平板质量为 200 ± 2.5 kg; b. 材料为低碳钢,加筋为 30×6 扁钢;
- c. 平板长 L 的确定应保证平板的质量不超过 ± 2.5 kg 的误差。

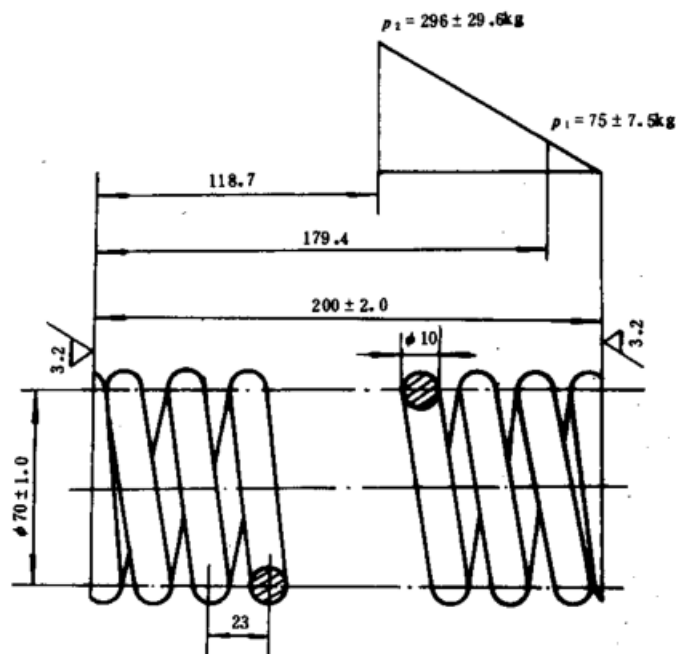


图 A2

技术要求:

a. 材料: 60 Si₂Mn; b. 材料长度: 2 200mm; c. 工作圈数: 8; d. 总圈数: 10 ± 0.25 ; e. 旋向: 右向; f. 表面处理: 涂漆; g. 端面型式: YI; h. 节距: $t = 23 \text{ mm}$; i. 螺旋升角: $\alpha = 6^\circ$; j. 热处理: 43~48 HRC。

附录 B

振动测试报告格式

(补充件)

- B1 封面格式, 按表 B1 所示。
- B2 测试对象及条件, 按表 B2 填写。
- B3 测试记录, 按表 B3 填写。
- B4 测试结果分析, 按表 B4 填写。

表 B1

振 动 测 试 报 告

机 型 _____
制造厂 _____
编 制 _____
校 对 _____
审 核 _____
批 准 _____

年 月 日

表 B2

汽油机主要技术参数				测 试 条 件		
型 号				汽油机附件		
型 式						
缸径×行程	mm			汽油机总质量		
缸 数				固紧装置质量		
标定功率	kW			汽油机—平板 系统自振频率		Hz
标定转速	r/min					
最大扭矩	N·m			实 验 室 环 境	气 压	MPa
最大扭矩转速	r/min				气 温	℃
本体外形尺寸	mm				湿 度	%
出厂编号						
出厂日期						
测 试 设 备 及 仪 器	名 称	型 号	制 造 厂		备 注	
测量地点						
测量日期						
测量人员						
备 注						

表 B3

测 量 次 数		1	2	3	
实 测 转 数					
测 点	实 测 值	v_{rms} mm/s	v_{rms} mm/s	v_{rms} mm/s	v_{rms} 平均 mm/s
1	横 向 (X)				
	纵 向 (Y)				
	垂 向 (Z)				
2	横 向 (X)				
	纵 向 (Y)				
	垂 向 (Z)				
3	横 向 (X)				
	纵 向 (Y)				
	垂 向 (Z)				
4	横 向 (X)				
	纵 向 (Y)				
	垂 向 (Z)				
汽油机当量振动烈度 $V_e =$					mm/s

表 B4

测试结果及结论：

附录 C

汽油机平板系统绕 X 轴的转动惯量 I_x 的计算

(参考件)

C1 平板绕 X 轴转动惯量的计算

计算方法见式(C1):

$$I_{1x} = \frac{m_1}{12} (B^2 + H^2) \dots\dots\dots (C1)$$

式中: m_1 ——平板及其附件质量, kg; B, H ——平板的截面尺寸(见图 C1), mm。C2 汽油机绕曲轴中心线 X_0 转动惯量的计算

计算方法见式(C2):

$$I_{2x_0} = \frac{m}{12} (B'^2 + H'^2) + mR_1^2 \dots\dots\dots (C2)$$

式中: m ——汽油机质量, kg; B', H' ——汽油机本体的外形尺寸(见图 C1), mm; R_1 ——汽油机形心至曲轴中心线的距离(见图 C1), mm。

C3 汽油机平板系统绕 X 轴的转动惯量的计算

计算方法见式(C3):

$$I_x = I_{1x} + I_{2x_0} + mR_2^2 \dots\dots\dots (C3)$$

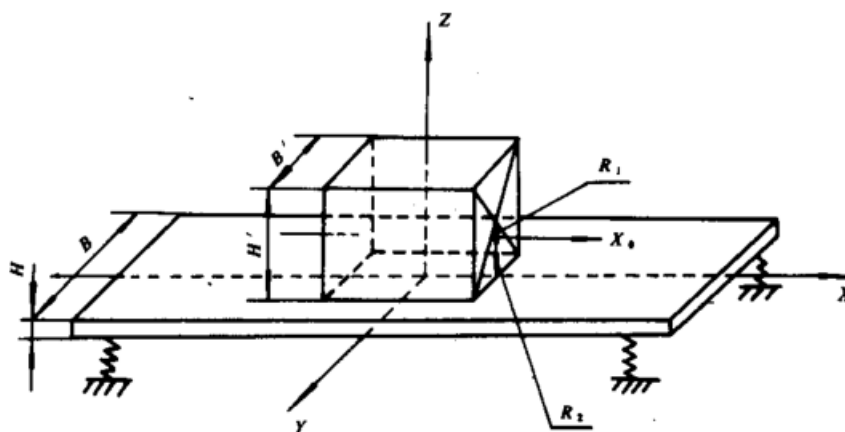
式中: R_2 ——汽油机的曲轴中心线至 X 轴的距离(见图 C1), mm。

图 C1

附加说明:

本标准由天津内燃机研究所归口并负责起草。

本标准主要起草人陈锦祥、舒歌群、薛远、林建生、刘志康。