

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 10398—XXXX

代替 GB/T 10398-2008

## 通用汽油机 振动评级和测试方法

General gasoline engines — Evaluation and measurement of vibration

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 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 振动评级 .....	1
4.1 振动等级 .....	2
4.2 振动等级评定 .....	2
5 测试方法 .....	2
5.1 测量仪器 .....	2
5.2 测试环境 .....	3
5.3 安装条件 .....	3
5.4 测量工况 .....	3
5.5 振动烈度测量 .....	3
6 测量结果记录与计算 .....	5
6.1 振动烈度测量与计算 .....	5
6.2 当量振动烈度计算 .....	6
6.3 数据记录 .....	6
7 测试报告 .....	6
7.1 测试报告内容 .....	6
7.2 测试报告格式 .....	6
附录 A (资料性) 发动机振动测试报告 .....	7
图 1 立式发动机测点位置示意图 .....	4
图 2 卧式发动机测点位置示意图 .....	4
图 3 V 型发动机测点位置示意图 .....	5
表 1 发动机振动评定等级 .....	2
表 A.1 振动测试报告 .....	7
表 A.2 振动测试记录表 .....	8

## 前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 10398—2008《小型汽油机 振动评级和测试方法》，与GB/T 10398—2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围；
- b) 更改了测试方法，简化了测试工装；
- c) 增加了测试支架的安装要求；
- d) 修订了振动品质分级的转速划分范围；
- e) 更改了测试报告内容；
- f) 更改了数据记录要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国内燃机标准化技术委员会（SAC/TC 177）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1989年首次发布为 GB/T 10398—1989《小型汽油机 振动测试方法》和 GB/T 10399—1989《小型汽油机 振动评级》；

——2008年第一次修订时，合并为 GB/T 10398—2008《小型汽油机 振动评级和测试方法》；

——本次为第二次修订。

# 通用汽油机 振动评级和测试方法

## 1 范围

本文件规定了通用汽油机振动品质的评级，描述了振动测试方法。

本文件适用于功率在30kW以下的通用汽油机和其他点燃式发动机的测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2298 机械振动、冲击与状态监测 词汇

GB/T 7184—2023 往复式内燃机 振动评定方法

GB/T 14412 机械振动与冲击 加速度计的机械安装

GB/T 11349.3 振动与冲击 机械导纳的试验确定 第3部分：冲击激励法（GB/T 11349.3—2006, ISO 7626-5:1994, IDT）

GB/T 13824 旋转与往复式机器的机械振动 对振动烈度测量仪的要求

JB/T 5135.1—2025 通用汽油机 第1部分：技术规范

JB/T 5135.2—2025 通用汽油机 第2部分：台架性能试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 2298 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**振动烈度 vibration severity**

诸如极大值、平均值、均方根值或其他描述振动参数的一个或一组数值，涉及多个瞬态值或多个平方值。

注：振动烈度是一种通称，过去在涉及振动速度时经常使用，现在也用于位移和加速度等。

[来源：GB/T 7184—2023, 3.1]

### 3.2

**当量振动烈度 vibration severity equivalent**

描述通用汽油机振动状态的一个综合特性参数，用“ $V_s$ ”表示，作为振动评级的基础。

### 3.3

**频率响应函数 frequency-response function**

与频率相关的线性系统运动响应的傅里叶变换与激励力的傅里叶变换之比，简称频响函数，用FRF表示。

## 4 振动评级

#### 4.1 振动等级

通用汽油机（以下简称“发动机”）当量振动品质按当量振动烈度 $V_s$ 值的大小分为A、B、C、D四级。A级振动最小，D级振动最大。

#### 4.2 振动等级评定

发动机振动等级的评定值见表1。

表1 发动机振动评定等级

当量振动烈度 $V_s$ 范围 /mm/s	界限值/mm/s		振动品质的评定等级	
			额定转速/r/min	
	大于	小于或等于	大于 5000	小于等于 5000
0.28	0.18	0.28	A	A
0.45	0.28	0.45		
0.71	0.45	0.71		
1.12	0.71	1.12		
1.8	1.12	1.8		
2.8	1.8	2.8		
4.5	2.8	4.5		
7.1	4.5	7.1		
11.2	7.1	11.2		
18	11.2	18		
28	18	28	B	B
45	28	45		
71	45	71	C	C
112	71	112		
180	112	180	D	D
280	180	280		

注：发动机当量振动烈度的连续分段范围具有1:1.6的比例。

#### 5 测试方法

##### 5.1 测量仪器

###### 5.1.1 通则

包括传感器、电缆在内的测量系统应满足GB/T 13824的要求。加速度计应满足GB/T 14412的要求。如测量系统不能完全满足GB/T 13824的要求，但测量结果能满足GB/T 13824的要求，则测量系统可认为是满足GB/T 13824的要求的等效测量系统。

### 5.1.2 功能及范围要求

振动测量系统应该具有测量振动宽频带均方根值的功能，或后处理软件具有计算振动宽频带均方根值的功能。仪器测量频率范围为10Hz～1000Hz。上述有效值可以从微分型或积分型传感器上获得。应正确地安装振动传感器，使其不会降低测量准确度。

注：传感器和被测物体的连接方法对测量的精确度有影响。频率响应及振动的测量值也受传感器连接方式的影响。

当振动剧烈时，保持传感器在机体上被测点的良好安装尤为重要。

### 5.1.3 检定

除非国家法规另有规定外，包括传感器、电缆在内的测量系统的检定周期为1年。

## 5.2 测试环境

测试环境的温度、磁场、声场等环境条件应满足测试仪器使用环境的要求。测试发动机静止状态下的环境振动值，采集测功机系统在发动机额定转速下的背景值，若其超过测量工况运行时的25%时，应采取措施降低环境振动值。

## 5.3 安装条件

### 5.3.1 与测功机连接方式

采用弹性联轴器将输出轴与测功设备进行连接，将发动机安装在台架上。

### 5.3.2 支撑方式

发动机与测功机平台应采用刚性连接，并保证整个试验装置的固有频率与发动机的旋转频率或任何显著的谐振频率不重合。采用测试频响函数的方式确认是否重合，频响函数测试按GB/T 11349.3的测试方法执行，提取频响函数峰值对应的频率，与发动机的旋转频率比较。另外，试验装置不应引起任何主要共振频率的实质变化。如增加支撑需额外说明。

注：此项要求确保了试验安装的整体在主要激励方向的频响函数峰值对应的频率，不会出现在下述范围：

- a) 发动机旋转频率的±15%；
- b) 二倍旋转频率的±5%；
- c) 一倍和二倍电网频率的±5%。

## 5.4 测量工况

### 5.4.1 台架测量时，发动机应按JB/T 5135.1规定的额定净功率及相应转速稳定运转。

### 5.4.2 发动机应按JB/T 5135.2规定处于稳定状态时进行测量。

## 5.5 振动烈度测量

### 5.5.1 通则

#### 5.5.1.1 进行振动烈度测量时，测量频率范围为10Hz～1000Hz。

#### 5.5.1.2 测得的量为被测发动机规定位置处（如图1～图3）三个方向（X、Y、Z）上的振动值。

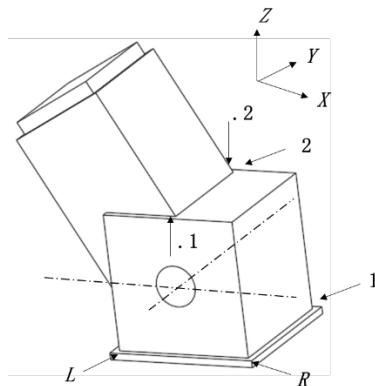
### 5.5.2 测点位置

5.5.2.1 典型发动机测点位置如图1~图3所示，其他型式的发动机可采用类似的测点。

5.5.2.2 应在被测发动机以输出轴为中心的三个方向上至少布置8个传感器。

5.5.2.3 根据需要，也可增加传感器位置（如根据经验预测的较大振动烈度位置、零件的支撑位置和附件支架的连接位置等）。

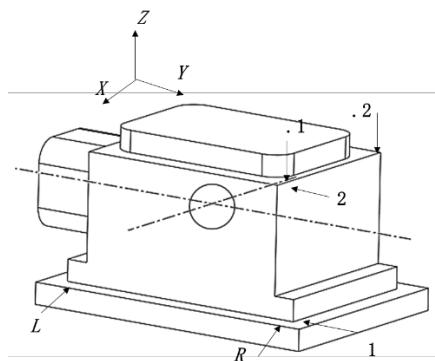
5.5.2.4 应根据发动机的实际结构布置传感器。传感器应牢固固定在发动机机体上，如受安装限制应就近选择位置。



#### 标引说明：

测量端面	L 面向联轴节法兰时左侧 R 面向联轴节法兰时右侧
测量平面	1 发动机箱体底部 2 发动机缸体和箱体连接处
测量切面	.1 输出端 .2 非输出端

图1 立式发动机测点位置示意图



#### 标引说明：

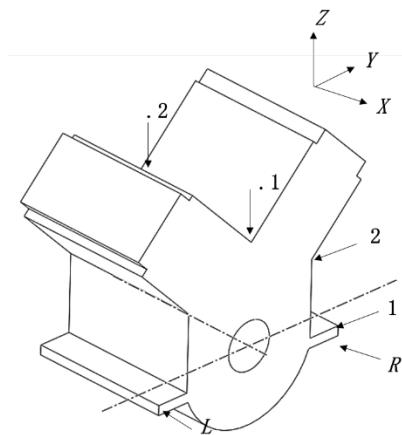
测量端面	L 面向联轴节法兰时左侧 R 面向联轴节法兰时右侧
测量平面	1 发动机箱体底部 2 发动机箱体顶部

### 测量切面

## 1.1 输出端

## 2 非输出端

图2 卧式发动机测点位置示意图



### 标引说明:

## 测量端面

L 面向联轴节法兰时左侧

R 面向联轴节法兰时右侧

测量平面

## 1 发动机缸体

## 2 发动机箱体曲轴截面

## 测量切面

### 1.1 输出端

2 非输出端

图3 V型发动机测点位置示意图

## 6 测量结果记录与计算

## 6.1 振动烈度测量与计算

6.1.1 根据第5章的测试要求和测试方法，按选定测点测量振动信号，计算得出振动烈度。每次测试时长不少于10s，每个测点连续测量不少于3次，取平均值。测试过程中如出现读数波动过大，应取其稳定时间段值进行记录。

注：由于目前测试时经常采用加速度或位移类型传感器，可利用加速度信号积分或位移信号微分得到振动速度的均方根值，但积分和微分方法的计算值与振动速度直接测试值误差不大于5%。

6.1.2 按照公式1对三个方向(X、Y、Z)的值进行合成，得出其中一个测点的振动烈度 $V_i$ 。发动机当量振动烈度Vs按式(1)进行计算：

式中：

$V_i$  ——第  $i$  点得振动烈度,  $i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \dots N$ ;

$v_x$  ——x 轴测得的振动烈度;

$v_y$  ——y 轴测得的振动烈度;

$v_z$  ——z 轴测得的振动烈度。

## 6.2 当量振动烈度计算

发动机当量振动烈度Vs按式 (2) 进行计算:

式中：

$v_1, v_2, \dots, v_N$  为每一个测点的振动烈度。 $N$  为测点数量。

## 6.3 数据记录

应将各测量点振动烈度数据及发动机当量振动烈度值记录至附录A中表A.2测试记录表中。

7 测试报告

## 7.1 测试报告内容

下列内容如适用，应包含在测试报告中。

- a) 发动机基本信息:
    - 1) 发动机型号、规格、编号、制造商;
    - 2) 燃料类型;
    - 3) 发动机连接方式;
    - 4) 发动机额定净功率、转速。
  - b) 实验室环境  
实验室大气压、温度和相对湿度。
  - c) 测量设备及仪器
    - 1) 名称、型号和制造商;
    - 2) 其他信息。
  - d) 振动数据
    - 1) 测量工况;
    - 2) 各测点各方向振动烈度值;
    - 3) 当量振动烈度;
    - 4) 振动等级。
  - e) 其他  
测量日期、地点和人员。

## 7.2 测试报告格式

发动机振动测试报告格式见附录A中表A. 1。

附录 A  
(资料性)  
发动机振动测试报告

表A.1振动测试报告

发动机基本信息		测试条件				
型号		发动机附件				
缸径×行程		发动机总质量				
标定功率		标定转速		r/min		
最大扭矩		实验室环境	气压	MPa		
最大扭矩转速			气温	℃		
本体外形尺寸			湿度	%		
制造厂		出厂编号				
出厂日期						
测试设备及仪器	名称	型号	制造厂			
测量地点						
测量日期						
测量人员						
振动等级						
备注						

表A. 2 振动测试记录表

测点	方向	振动烈度 $v_{rms}$ (mm/s) 3 次测量值			3 次测量值的平均值 $v_{x/y/z} = \frac{v_a + v_b + v_c}{3}$	三个方向合成值 $V_i = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2},$ $i = 1, \dots, N$
		1 ( $v_a$ )	2 ( $v_b$ )	3 ( $v_c$ )		
1 ( $V_1$ )	R1. 1 (X)					
	R1. 1 (Y)					
	R1. 1 (Z)					
2 ( $V_2$ )	R1. 2 (X)					
	R1. 2 (Y)					
	R1. 2 (Z)					
3 ( $V_3$ )	R2. 1 (X)					
	R2. 1 (Y)					
	R2. 1 (Z)					
4 ( $V_4$ )	R2. 2 (X)					
	R2. 2 (Y)					
	R2. 2 (Z)					
5 ( $V_5$ )	L1. 1 (X)					
	L1. 1 (Y)					
	L1. 1 (Z)					
6 ( $V_6$ )	L1. 2 (X)					
	L1. 2 (Y)					
	L1. 2 (Z)					
7 ( $V_7$ )	L2. 1 (X)					
	L2. 1 (Y)					
	L2. 1 (Z)					
8 ( $V_8$ )	L2. 2 (X)					
	L2. 2 (Y)					
	L2. 2 (Z)					

发动机当量振动烈度 Vs=

mm/s