

# 中华人民共和国国家标准

## 大型旋转机械振动烈度 现场测量与评定

GB 11347—89

Mechanical vibration of large rotating machines with speed range from  
10 to 200 r/s—Measurement and evaluation of vibration severity in situ

本标准等效采用 ISO 3945—1985《转速范围在10~200 r/s 的大型旋转机器的机械振动——振动烈度的现场测量与评定》。

在规定评定准则时,考虑了机器的性能、机器振动引起的应力和安全运行的需要,同时也考虑了机器振动对人体的影响和对周围环境的影响以及测量仪表特性等因素,给出了机器振动的评定等级。

通常,在工业实际运行中,按本标准规定的方法进行测量,在大多数情况下都能比较可靠地作出与实际经验相一致的评价。在有特殊要求时,应同时测量其他参数(如应力或转子振动位移等)。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了大型旋转机械振动烈度的现场测量方法(包括测量仪器、测点布置、机器分类等)及评定的准则。

本标准适用于功率大于300 kW、转速为10~200 r/s(600~12000 r/min)的大型旋转机械振动烈度的现场测量与评定。

这类机器包括电动机、发电机、蒸汽轮机、燃气轮机、涡轮压缩机、涡轮泵和风机等。

按照本标准规定的方法进行测量,并在相同的条件下进行评定时,本标准规定的振动烈度的评定等级,可以作为同类机器的比较标准,也可以作为通用机器的验收标准。

本标准不适用于主要工作部件为往复运动的原动机和传动装置。

本标准不适用于测量在振动环境中的旋转机械的振动。

注:振动环境的定义见7.3条。

### 2 引用标准

GB 6075 制定机器振动标准的基础

### 3 测量参数

本标准规定在机器表面测得的频率在10到1 000 Hz 范围内振动速度的均方根值为表征机器振动状态的测量参数,在规定的测量点和规定的测量方向上测得的最大值作为机器的振动烈度。

对瞬时速度  $V(t) = V \cos \omega t$  的简谐振动( $V$  为峰值)和有几个不同频率的简谐振动迭加所组成的振动,可以用具有平方检波特性的仪器测量和直接显示机器的振动烈度。

如已测得振动速度-时间曲线,可由下式计算出振动速度的均方根值:

$$V_{rms} = \sqrt{(1/T) \int_0^T V^2(t) dt} \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $T$ ——计算时所取的某一时间间隔, s。

在进行离散数据处理时, (1)式可写作如下形式:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $N$ ——样本的数目;

$V_i$ ——速度信号经离散后的样本值, mm/s。

需要注意的是, 数据的离散化必需满足采样定理。

由频谱分析得到了角频率  $\omega_j$  时相应的加速度幅值  $\hat{a}_j$ 、速度幅值  $\hat{v}_j$  或位移幅值  $\hat{s}_j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ), 可由下式计算振动速度的均方根值:

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right) \left[ \left(\frac{\hat{a}_1}{\omega_1}\right)^2 + \left(\frac{\hat{a}_2}{\omega_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\hat{a}_n}{\omega_n}\right)^2 \right]} \\ &= \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right) (\hat{s}_1^2 \omega_1^2 + \hat{s}_2^2 \omega_2^2 + \dots + \hat{s}_n^2 \omega_n^2)} \\ &= \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right) (\hat{v}_1^2 + \hat{v}_2^2 + \dots + \hat{v}_n^2)} \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

当振动仅有两个接近的频率分量, 并形成拍振动时, 可由下式计算振动速度的均方根值:

$$V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{1}{4}\right) (V_{max}^2 + V_{min}^2)} \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $V_{max}$ ——拍腹部的峰值, mm/s;

$V_{min}$ ——拍腰部的峰值, mm/s。

当使用真均方根值指示的仪表时, 则可按下列关系近似计算拍振动速度的均方根值:

$$V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right) (R_{max}^2 + R_{min}^2)} \dots\dots\dots (5)$$

在对长期运行的关键机器进行连续监测时,将测量装置与计算机联机,就可以由计算机自动在线处理各测点的振动烈度,迅速评定机器的振动状态。

#### 4.1 性能

应考虑下述因素对测量系统的影响:

- a. 温度变化;
- b. 磁场;
- c. 声场;
- d. 电源波动;
- e. 传感器的电缆长度;
- f. 传感器的方位。

除上述因素外,也应规定其他性能的限制,如振幅的线性度范围、传感器的横向灵敏度等。测量系统的频率特性应和图1相一致。

注:直读测量仪器应能指示或记录信号的均方根值(真均方根值)。一般情况下,仅能指示正弦波的均方根值的简易仪器已不再适用。

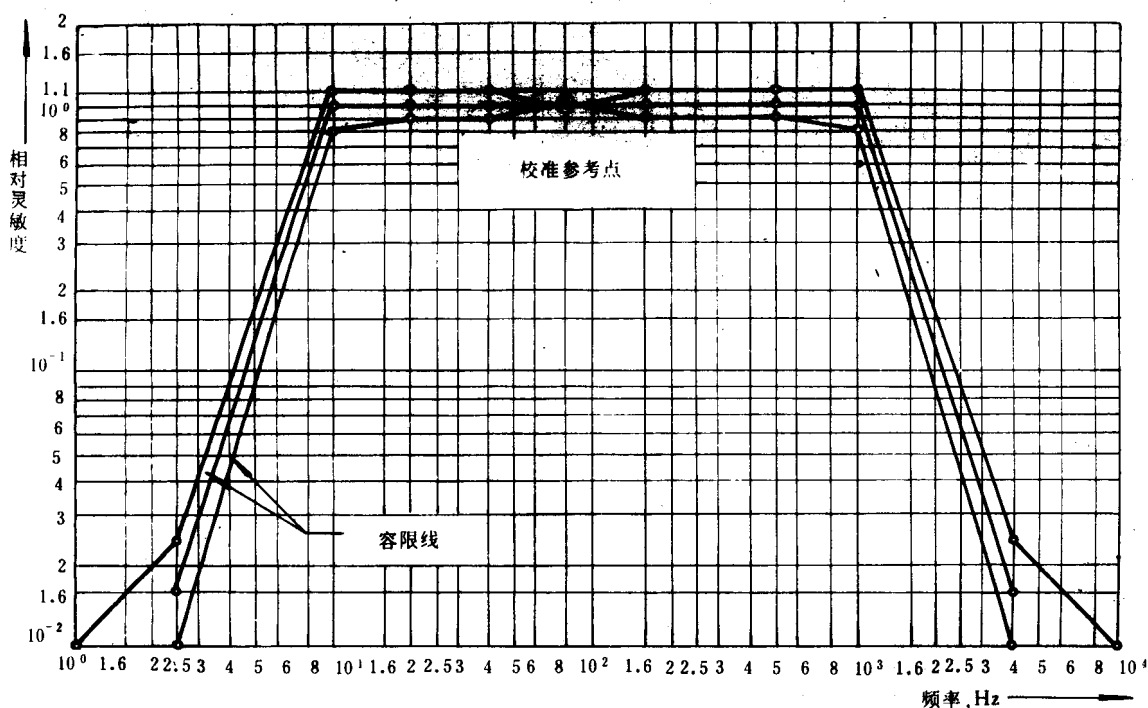


图1 振动测量系统的灵敏度-频率特性

#### 4.2 校准

必须结合机器的测量点位置考虑4.1条中的各种因素对测量系统的影响。

测量系统,包括传感器、信号适调器和指示仪表等,必须经常或定期(视使用情况而定)加以校准,以保证它具有可靠的测量结果。

校准时,应使用单向、作直线运动的简谐激振器,该激振器的振动方向与传感器的灵敏轴的方向偏差不得超过 $\pm 5^\circ$ ;其速度波形失真度不超过5%,在整个频率范围内激振速度幅值的测量误差小于 $\pm 3\%$ 。

#### 4.3 安装

必须正确地安装振动传感器,以免影响机器的振动响应特性。

#### 5 测量点布置

测量点应布置在每一主轴承或主轴承座上,并沿着主轴线的两个横向和轴向进行测量,如图2所示。

对于立式或倾斜安装的机器,测量点应布置在能得出最大振动读数的位置和规定的位置上,并将测点位置和测量值一同记录。通常在机器的表露部分上进行测量。必须注意,测量应正确地反映轴承座的振动,而不应包含任何局部共振。

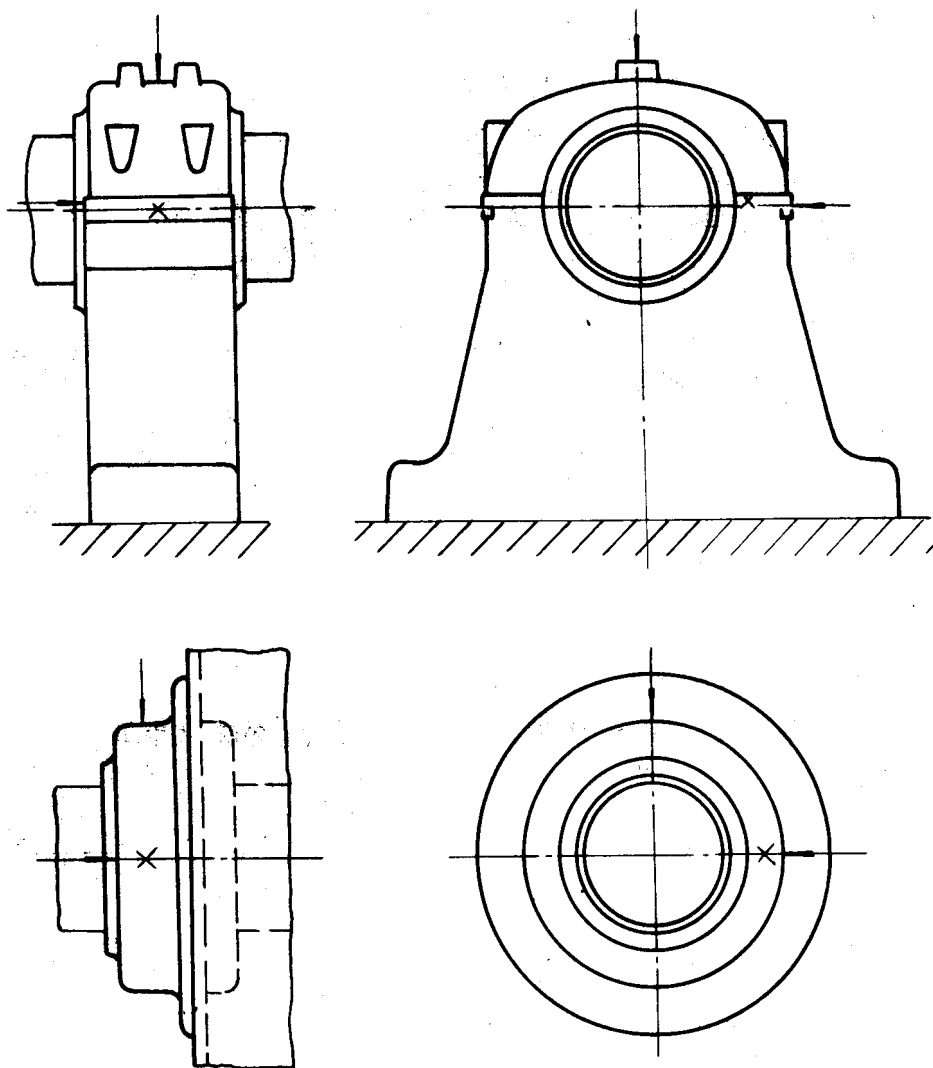


图 2 主轴承上的测点

## 6 运转条件

应在转轴和主轴承达到稳定的工作温度,同时机器又在额定条件(如额定电压、流量、压力和负荷)下运行时,进行振动测量。

当机器是定转速或定负荷运行时,应在其额定转速或额定负荷下进行测量。

当机器是变转速或变负荷运行时,除了在其额定的界限范围内,选择一些情况进行振动测量外,还应在额定条件的各种极端情况下进行测量。取其中最大的测量值代表该机器的振动烈度,同时应注明测量时的工作条件及最大测量值的测点位置。

## 7 机器-支承系统

本标准中,机器-支承系统根据在测量方向上的刚度关系可分为挠性支承和刚性支承两种支承状态。对于挠性支承,机器-支承系统的基本固有频率低于机器的工作频率;对于刚性支承,机器-支承系统的基本固有频率高于机器的工作频率。

### 7.1 分类的确定

可以通过计算来确定机器-支承系统的分类,也可以通过强迫振动或自由振动试验来确定。自由振动试验是测量机器-支承系统对一个冲击所产生的瞬态响应;强迫振动试验是测量机器-支承系统对于频率变化的激励力所产生的稳态响应。

### 7.2 按支承的分类评定振动烈度

本标准规定的振动烈度评定等级决定于机器-支承系统的支承状态。

在某些场合,某机器-支承系统,在某一测量点处的某测量方向上是刚性的,而在另一测量方向上为挠性的,在这种情况下应按照相应的分类评定机器的振动烈度。

大型电动机、泵和小型汽轮发电机组通常是刚性支承;而功率大于10 MW的燃气轮机组和汽轮发电机组,则可能是挠性支承。

### 7.3 振动环境的确定

当机器运转时,振动烈度的增加量小于机器不运转时的3倍,就可以说存在着振动环境。本标准不包括具有振动环境情况下的振动烈度分级。

### 7.4 轴向振动

轴承轴向振动的评定取决于轴承的功能和结构。

对于推力轴承,与推压力有关的轴向振动有可能引起滑动轴承的金属轴瓦的损坏,或者滚动轴承零件的损坏,这些轴承的轴向振动和径向振动的评定相同。

当轴承无轴向限制时,允许有较低的评定等级。

## 8 评定等级

下表给出了转速为10~200 r/s的大型旋转机械振动烈度的评定等级。表中相邻两级之间的比值近似为1:1.6,即相差约4 dB。

评 定 等 级

振 动 烈 度 $V_{rms}(mm/s)$	支 承 类 别	
	刚性支承	挠性支承
0.46	A	A
0.71		
1.12		
1.8		
2.8	B	B
4.6		
7.1	C	C
11.2		
18.0	D	D
28.0		
46.0		
71.0		

表中: A——新交付使用的机器;  
 B——机器可以长期运行;  
 C——机器尚可短期运行,但必须采取补救措施;  
 D——停机,不允许运行

**附加说明：**

本标准由机械电子工业部提出。

本标准由全国机械振动与冲击标准化技术委员会归口。

本标准由郑州机械研究所起草。

本标准主要起草人姜元锋、潘文峰、傅汝楫。