

# SKF测振笔操作说明

## (CMVP 50/CMVP 40)

2005年10月  
第一版

**SKF Reliability Systems**

斯凯孚可靠性系统

email: [rs.china@skf.com](mailto:rs.china@skf.com)

## SKF 测振笔

### 概述

#### 多参数监测功能

测振笔的多参数监测功能，为监测机器的运行状态提供了多种途径，它能早期检测机器的某些特定故障，并为监测机器状态的变化趋势提供了多种途径。

测量时，对每个测点，测振笔将传感器的输入信号处理为两个参量：

- 速度总值（符合 ISO 标准）
- 加速度包络值

测振笔的液晶屏同时显示两种测量值，根据测点所在的机器部位和类型，一种或两种测量值都有监测意义。

#### 速度总值（ISO 3945/DIN 45666 标准）

##### 低频段振动（10Hz~1kHz）

判断机器转动部件或结构性故障的最好参数，是 10 到 1kHz 频段的速度总值，这些故障包括不平衡、不对中、共振、松动和部件结构应力等。

很多机械故障会造成机器的低频振动值过大。机械松动、不平衡、机器软脚、不对中、转子弯曲、共振或叶片缺失等故障，都可以通过测量机器的 ISO 速度总值来监测。

测量机器、部件或基础的速度振动总值，并与机器的“正常”值（或者 ISO 2372/VDI 2056 标准）比较，就可判断机器的运行状况并可监测状态变化趋势。

#### 注意：

低频段速度总值不能检测出轴承或齿轮问题。

## 加速度包络

### 轴承/齿轮的高频振动（10kHz~30kHz）

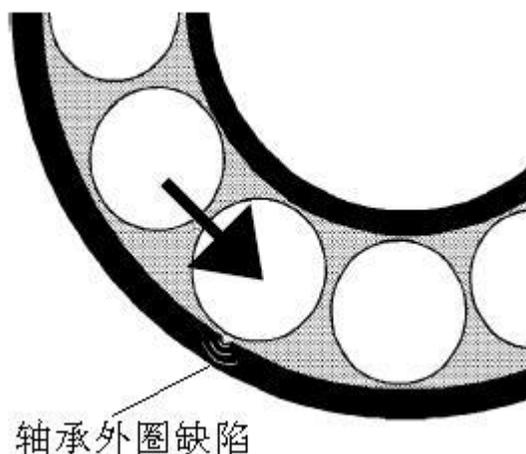
加速度包络测量的是由轴承或者齿轮啮合问题引起的冲击能量的幅值。这些冲击能量产生宽频带的振动频谱，测振笔通过对从 10kHz 到 30kHz 频段的振动信号进行特殊处理和测量，能够监测到局部缺陷造成的冲击能量幅值的变化。加速度包络的平均峰值，能早期探测到轴承和齿轮啮合问题。

对滚动轴承和齿轮啮合，由缺陷造成的小幅值振动信号易被机器的旋转或结构振动噪声所掩盖，这时，加速度包络监测特别有效。

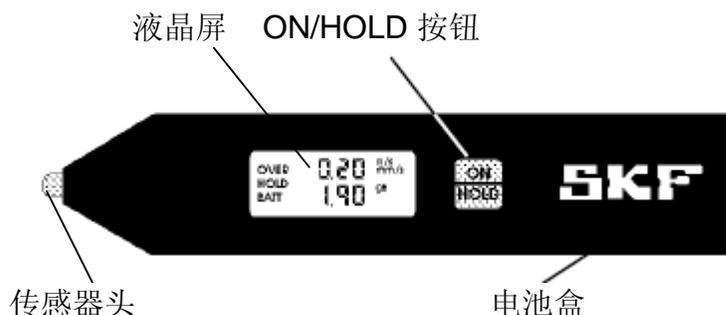
如下图所示，滚动轴承外滚道上有个缺陷。滚动体滚动时，都能撞击到该缺陷，因此产生一个小的、重复性的、高频振动信号。这个振动信号的幅值太低，所以用普通的 ISO 振动测试方法测量时，它会“消失”在机器的其它旋转或结构振动信号中。

#### 注意：

由于滤波器(10kHz~30kHz)的滤波作用，加速度包络不能探测由不平衡引起的低频旋转或者结构振动问题。



## SKF 测振笔部件说明

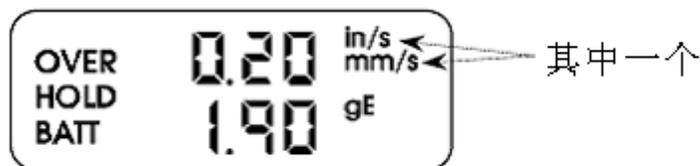


### ON/HOLD 按钮—

- 打开电源。注意：按下 ON 按钮后，电源维持两分钟左右即自动关闭。
- 保持当前测量值。此时，HOLD 指示符会显示在测振笔液晶屏上。（电源打开时，按下 HOLD 按钮，电源自此刻起再维持两分钟）。

**传感器头—** 测量时，按压在机器的特定测点处。

**液晶屏—** 出厂时已经设置为同时显示振动速度总值（mm/s RMS 值或者 in/s 峰值）和加速度包络值（gE, E 表示加速度包络）。



液晶屏左侧显示三个指示符：

**OVER—** 测量值超过测振笔量程时显示该字符。超量程测量的数据不准确。

**HOLD—** 保持当前测量值。

**BATT—** 电池电量低时出现该字符。此时需要立刻更换电池。

**电池盒—** 内装两块锂电池。

## SKF 测振笔操作步骤

### 振动笔测量步骤:

1. 按下 ON/HOLD 按钮，打开振动笔电源。
2. 将测振笔传感器头按在机器测点上。（按压方法要正确，参见后述指导）。
3. 读数稳定时，再按一下 ON/HOLD 按钮，保持当前读数。这时，液晶屏上显示出 HOLD 指示符。
4. 记录测量值。
5. 要释放 HOLD 的保持功能，再次按下 HOLD 按钮即可。这时，液晶屏上的 HOLD 指示符消失，测振笔进入正常测量状态。

### 注意:

释放 HOLD 的保持功能，测振笔清空保持值和开始下个测量，需要大约 3 秒钟的时间。

## SKF 测振笔

### 最佳测量状况

在机器正常操作状况下测量。例如，转子和主轴承的温度已经稳定，机器在额定状态下运行（额定电压，额定流量，额定压力和额定负荷）。当机器变速或变载荷运行时，除了测量特定的中间状况，还要测量所有的极端状况。

### 重要!

#### 传感器的安装位置和测量技巧

正确放置和使用传感器对测振笔读数是否准确非常关键。

测振笔始终进行两种参数的测量。对这两种测量，传感器的使用方法类似，但其放置位置不同:

速度总值要在围绕机器部件的三个不同方位测量。（水平、垂直和轴向）。

**加速度包络测量**，要求将传感器放置在最大承载区，或者尽可能地放置在所测轴承或者齿轮箱的最大承载区。

### 速度总值测量技巧

选择最佳测点。要避免在表面不洁（如有油、脂、水或油漆）、轴承的非承载区、壳体的剖分面或结构间隙处测量。

当用手持式传感器进行振动测量时，在读数稳定后才读取数据，注意传感器的安放位置、与测点的接触角度和接触压力，这些因素对测量是否准确非常关键。

接触角—时刻保持与接触面垂直（ $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ ）。

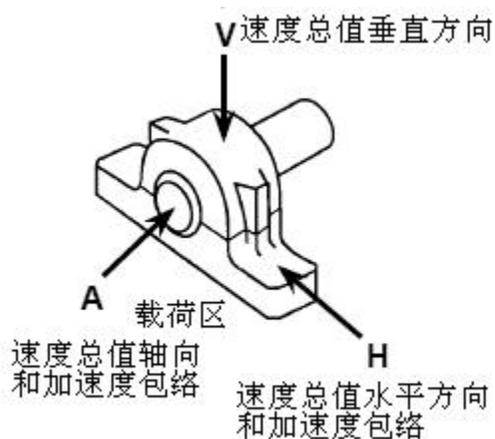
压力—手部用力要均匀恒定（要用力，但不能用力过大，以免使振动幅值人为衰减）。

尽可能地选择平整表面放置传感器。为便于比较振动趋势，要在同一个位置进行测量（位置仅仅改变几英寸，就可能使测量值产生可观的变化）。为确保在同一个精确位置测量，可在测点上做标记、钻小圆锥孔或使用 SKF 高可靠性测量粘结块。

### 传感器位置

不仅轴承和齿轮箱，其它旋转机械有问题时，振动总值也会过大。而且，每种故障或缺陷导致的振动都有其独特性。因此，我们能通过研究振动的“方式”，识别振动产生的原因并采取适当的维修措施。

速度总值的测量，其对造成振动过大的原因的解釋，与测量时测振笔传感器的放置方位，即水平、垂直或者轴向，三个方向中的一个有关：



水平方向— 通常，不平衡趋于引起径向的振动（水平和垂直，具体哪个方向振动大，取决于机器的支撑结构）。

垂直方向— 垂直方向振动过大，预示机器有松动或者平衡问题。

轴向— 过大的轴向振动往往是不对中的强烈征兆。

必须注意，以上这些仅仅是对水平轴振动特性的定性解释，要对振动过大的原因做出准确解释，必须对设备背景知识有深入了解并确保测量的方法正确。

### 加速度包络测量技巧

加速度包络的测量技巧与速度总值的测量技巧相同。也要避免在表面不洁（如有油、脂、水或油漆）、轴承的非承载区、壳体的剖分面或结构间隙处测量。

选择最佳的测点位置（特别要避免轴承的非承载区），传感器的位置、接触角度（始终保持  $90^\circ$ ）和接触压力要一致。

## 传感器位置

加速度包络值对传感器的位置非常敏感。最佳的测量位置是尽可能靠近轴承或者齿轮箱的承载区（距离最近、传递面最少）。

再次强调一下，传感器的安放位置决定了测量的准确度。对加速度包络测量来说，如果传感器不在承载区或者离轴承、齿轮箱太远，所测量振动信号的振幅会降低，从而使所测得的包络值减小（错误读数）。因此，在确定测点和为评价机器状态而要确定使用哪些读数时，要结合设备的背景知识，进行仔细考虑。

例如，在一个水平轴剖分式的轴承座上进行测量时，若有可能，要在轴承座的底部（承载区）进行测量，这样就能同时、准确地测量出速度总值和加速度包络值。对悬臂轴，如果能在轴承的承载区进行垂直方向的测量，则也能同时、准确地测量出速度总值和加速度包络值。



## SKF 测振笔测量结果评估

SKF 测振笔 plus 是非常有用的状态监测工具，它能监测旋转设备故障和轴承、齿轮啮合问题引起的振动幅值的变化。

强烈推荐每次测量时，对每个测点进行多次测量，取多次测量的平均值作为最终的测量值。

通常使用以下三种方法来评估速度总值：

**振动历史趋势**—将同一测点的当前值和以往的历史数据进行比较。由于人的因素（传感器的放置技巧）和机器运行状态（例如，转速、介质，负载）的不同，在评估测振笔的读数时，一定要依据速度总值和加速度包络值的历史趋势进行。

**ISO2372 标准**—将速度总值和 ISO2372 标准规定的报警值进行比较。使用振动烈度等级卡来进行比较。

**与相似设备比较**—与操作状况相同、类型相似的设备进行比较，通过比较，来评估测量数据。

如果可能，要全面使用这三种方法来评估机器的状况。而振动历史趋势的比较是必须要使用的。

### 速度总值和加速度包络历史趋势的比较

评估振动严重程度的最有效和最可靠的方法是将同一测点最近的测量值与以往的历史数据进行比较，这种方法使你清楚看到测点振动值是如何随时间发展的。

#### 注意：

转速恒定设备的振动趋势图是准确的，但应注意，40%的转速变化能使振动值加倍！

将每次的测量值都标在一个“趋势图”上，就能非常容易地将当前值与历史值进行比较。用图示的方法，趋势图简化了这种比较。使用 SKF 状态监测系统的 Machine Analyst 软件，能很容易地手动输入测振笔读数，并自动绘出精确的趋势图。

精确的趋势图对状态监测项目能否成功起非常关键的作用。它能帮助探测早期故障的发生，并能确定恰当的维修时间，以使设备保持最佳效率和最大程度地降低维修费用。

机器的历史记录数据，应该包含一个基准线数据（设备完好时的数据）。基准线数据是在设备检修后或者其它参数显示设备完好时测量所得到的振动数据。将随后的测量值与该基准线数据相比较，判断机器状态的变化。

## 速度总值

### ISO 2372 标准

SKF 测振笔 plus 的振动烈度等级卡依据 ISO2372 标准对设备的振动状况进行快速评估。该标准的适用范围是操作转速为 10~200Hz (600~12000RPM) 的机器。

典型的这类设备包括：小型直联式电机和泵，通用电机，中型电机，发电机，蒸汽透平，透平压缩机，离心泵和风机。部分机器使用刚性或柔性联轴器联结，或者通过齿轮箱联结。旋转轴可以是水平、垂直或者倾斜任意角度放置。

机器分类如下：

**I 类机器**—在正常运行条件下，与整机连成一体的发动机或机器的单独部件（15kW 及以下功率的电动机是这类机器的典型例子）。

**II 类机器**—无专用基础的中型机器（典型机器如 15~75kW 的电动机）、刚性安装的发动机以及安装在专用基础上的机器（功率可达 100kW）。

**III 类机器**—振动测量方向上相对刚度较大的重型基础上安装的大型原动机和其它大型旋转机械。

**IV 类机器**—振动测量方向上相对刚度较小的基础上安装的大型原动机和其它大型旋转机械（如透平发电机组，特别是轻型结构基础上的透平机组）。

#### 注意：

该ISO标准，对主要工作部件是往复运动的原动机和被驱动机不适用。

#### 注：

下述表格列出了典型的 II 类机器振动速度的ISO评定标准。

状态 \ 范围	ISO 速度值
良好	0 - 1.12 mm/s 0 - 0.06 In/s
满意	1.12 - 2.80 mm/s 0.06 - 0.16 In/s
不满意	2.80 - 7.10 mm/s 0.16 - 0.39 In/s
不可接受	7.10 - 71.0 mm/s 0.30 - 3.95 In/s

\* ISO 2372 振动评估标准的完整表格见附件。

## 总结

### 如何确定设备状态已经恶化

由于机器类型、安装方式、负载和转速的不同，ISO 标准不能提供一个达到该值即表示机器或部件就存在问题的一个确切值。

相反，更应该将测量到的振动值看作一个比较量。尽可能地将测量值与下述值进行比较：

- **历史数据**（使用趋势图）。将机器的当前测量值与以往的历史数据进行比较。（准确记录测量值非常重要）。历史数据中应当包含一个在机器运行状态良好时测量到的振动数据（基准线值）。
- **在相似设备上的测量值。**
- **ISO 标准值。**

**变化量**—和历史数据相比，速度总值改变了，就该怀疑机器或部件是否有问题，因而就应该进行更密切的监测（例如缩短两次测量的时间间隔）。如果加速度包络值改变了，就该怀疑轴承或者齿轮箱是否有问题并进行更密切的监测。

### 注意：

加速度包络测量的是包络峰值。由于新缺陷高冲击因素的影响，新缺陷的包络值高。而随着时间的增长，缺陷会逐步“完善”（平滑），这会降低冲击的程度，从而使包络值减小。因此，加速度包络值的减小和升高一样，都要得到重视，因为它的减小表明缺陷在磨损。SKF 推荐的加速度包络 **gE** 值评估标准见附件。

### 速度极限值

ISO 2372

				28.00	Velocity RMS值 mm/s								
		不可接受		18.00									
				11.20									
		不满意		7.10									
				4.50									
				2.80									
		满意		1.80									
				1.12									
		良好		0.71									
				0.45									
				0.28									
第一类 引擎和机器的独立部分 <15kW电机 小型机器	第二类 15kW<P<75kW电机 <300kW无特殊底座的柴油机等 中型机器	第三类 转动质量在测量方向上 为刚性支撑的大型牵引机 大型机器（刚性支撑）	第四类 转动质量在测量方向上 为弹性支撑的大型牵引机 大型机器（弹性支撑）	机器类型									
<table border="0"> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;">A</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4CAF50; color: white;">B</td> <td>满意</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFEB3B; color: white;">C</td> <td>不满意</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #F44336; color: white;">D</td> <td>不可接受</td> </tr> </table>						A	良好	B	满意	C	不满意	D	不可接受
A	良好												
B	满意												
C	不满意												
D	不可接受												

### 加速度包络 gE 值

转轴直径与速度			强度
转轴直径：200mm—500mm 并且转速<500RPM	转轴直径：50mm—300mm 500RPM<转速<1000RPM	转轴直径：20mm—150mm 转速在1800RPM或3600RPM	gE峰—峰值
	良好		0.10
			0.30
	满意		0.50
			0.75
	不满意		1.00
			2.00
	不可接受		4.00
			10.00
			18.00
			20.00

A	良好
B	满意
C	不满意
D	不可接受