

前 言

本标准是在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动系列标准的第 1 部分。该系列标准总题目为“在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动”，它由以下各部分组成：

第 1 部分：总则

第 2 部分：50 MW 以上陆地安装的大型汽轮发电机组

第 3 部分：功率超过 15 kW 转速范围为 120~15 000 r/min 在现场测量的工业机器。

第 4 部分：不包括航空器类的燃气轮机驱动的机组

第 5 部分：水力发电厂和泵站机组

第 6 部分：100 kW 以上的往复式机器

本标准等同采用国际标准 ISO 10816-1:1995《机械振动 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第 1 部分：总则》。

本标准在技术内容上和 ISO 10816-1:1995 相同，编写方法完全相对应。

本标准代替 GB/T 6075—1985。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 都是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国机械振动与冲击标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：郑州机械研究所。

本标准主要起草人：潘文峰、万宝英、吉德和。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由各国标准化团体(ISO 成员团体)组成的世界性联合会。制订国际标准的工作通常由 ISO 的技术委员会完成,各成员团体若对某技术委员会已确立的标准项目感兴趣,均有权参加该委员会的工作。与 ISO 保持联系的各国际组织(官方的或非官方的)也可参加有关工作。在电工技术标准化方面 ISO 与国际电工委员会(IEC)保持密切合作关系。

由技术委员会正式通过的国际标准草案在被 ISO 理事会批准为国际标准之前,提交各成员团体表决。根据 ISO 程序,国际标准需取得至少 75%参加表决的成员团体的同意才能正式通过。

国际标准 ISO 10816-1 是由国际标准化组织 ISO/TC 108 机械振动与冲击技术委员会第二分技术委员会(SC2)(应用于机械、车辆和结构的机械振动与冲击的测量与评定)制定。

本标准第一版取消并代替已在技术上修订过的 ISO 2372:1974 和 ISO 3945:1985。

ISO 10816 在总题目《机械振动 在非旋转部件上测量和评价机器振动》下面,由以下各部分组成:

第 1 部分:总则

第 2 部分:50 MW 以上陆地安装的大型汽轮发电机组

第 3 部分:功率超过 15 kW 转速范围为 120~15 000 r/min 在现场测量的工业机器

第 4 部分:不包括航空器类的燃气轮机驱动的机组

第 5 部分:水力发电厂和泵站机组

第 6 部分:100 kW 以上的往复式机器

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、和附录 F 仅供参考。

引 言

本标准是基础技术文件。它确立了在整机的非旋转(或非往复)部件如轴承座上进行测量时机器机械振动测量和评价的总则。有关专门类型的机器所推荐的测量和评价准则,在本系列标准的其他部分给出。

对于许多机器,在非旋转部件上测量足以描述无故障工作的运行状况。但对于像包含有挠性转子的一些机器,在非旋转部件上测量不是非常合适。在这种情况下,有必要在旋转和非旋转两种部件上测量,或者单独在旋转部件上测量来监测机器。对于此类机器,ISO 10816 这一部分表述的总则由 ISO 7919-1 给出的轴振动总则来补充。如果两标准的方法都可使用,那么通常应使用限制更严的一个。

振动测量能用于多种目的,包括日常运行监测、验收测试、诊断和分析研究。本标准仅提供运行监测和验收测试的总则。

本标准规定了三种基本测量参数(位移、速度、加速度),并给出了它们的限值。总则的附录,在大多数情况下能确保满意的工作。

中华人民共和国国家标准

在非旋转部件上测量 和评价机器的机械振动 第1部分:总 则

GB/T 6075.1—1999
idt ISO 10816-1:1995
代替 GB/T 6075—1985

Mechanical vibration—Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts— Part 1: General guidelines

1 范围

本标准规定了在整机的非旋转或非往复部件上测量和评价机器振动的通用条件及方法。本标准说明了振动幅值和振动变化与运行监测和验收测试的关系。本标准的提出首先考虑机器安全可靠的长期运行,同时也考虑将对相关设备的有害影响减至最小。本标准规定了运行限值。

本评价准则仅与机器本身产生的振动有关,而与外部传递给它的振动无关。

本标准不适用于扭转振动。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 11348.1—1999 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第1部分:总则

3 测量

本章推荐了评价机器振动的测量方法和运行条件,允许按第5章的评价准则和规定评价振动。

3.1 测量参数

3.1.1 频率范围

振动测量应是宽带,以便充分覆盖机器频谱。

频率范围应依据所考虑的机器类型确定(例如评定使用滚动轴承机器的频率范围应比仅使用滑动轴承的具有更高的频率)。

各专门类型机器的测量仪器频率范围将在本系列标准的其他部分给出。

注:以前振动烈度与10~1 000 Hz 范围宽带振动的速度[mm/s(均方根值)]有关。对不同类型的机器,本标准可用不同的频率范围和测量量。

3.1.2 测量量

使用以下测量量:

- a) 振动位移,以微米(μm)为单位;
- b) 振动速度,以毫米每秒(mm/s)为单位;
- c) 振动加速度,以米每二次方秒(m/s^2)为单位。

这些量的应用及限制在第5章论述。

一般说来,振动的宽带加速度、速度和位移之间,峰值(O-P)、峰-峰值(P-P)、均方根值和平均值之间没有简单的关系式。附录A(提示的附录)简要论述了理由。当振动谐波分量已知时,附录A规定了以上量的关系式。

为了避免混淆并保证说明正确,在所有时候都应明确测量单位〔例如: μm (峰-峰值), mm/s (均方根值)〕。

3.1.3 振动幅值

用满足第4章要求的仪器所做测量的结果称作指定测量位置和方向上的振动幅值。

当评价旋转机器的宽带振动时,根据经验通常考虑振动速度的均方根值,因为该值与振动能量有关。其他的量如位移、加速度和代替均方根的峰值也可以选用。在这种情况下需要另外的准则,它们与以均方根值为基础的准则未必有简单的联系。

3.1.4 振动烈度

通常在各个测量位置的两个或三个测量方向上进行测量以得到一组不同的振动幅值。在规定的机器支承和运行条件下,所测的宽带最大幅值定义为振动烈度。

对于大多数类型的机器,振动烈度值表示了该机器的振动状态。但是对有些机器采用这种方法是不适当的,应在若干测点上对测量位置分别进行振动烈度评定。

3.2 测量位置

应该在轴承、轴承支座或者其他对动力有明显响应并能表示机器整体振动特性的结构部件上进行测量。图1到图5表明了典型的测量位置。

为确定每一测量位置上的振动特性,有必要在三个相互垂直的方向上进行测量。图1到图5所示位置的全部测量一般仅是对验收测试的要求。对运行监测通常在一个或二个径向方向上测量(即在水平——横向和/或垂直方向上)。这些测量可由轴向振动测量补充。很明显,在推力轴承位置上轴向振动传递直接的轴向动态力。

对于专门类型机器,测量位置将在本系列标准其他部分中给出。

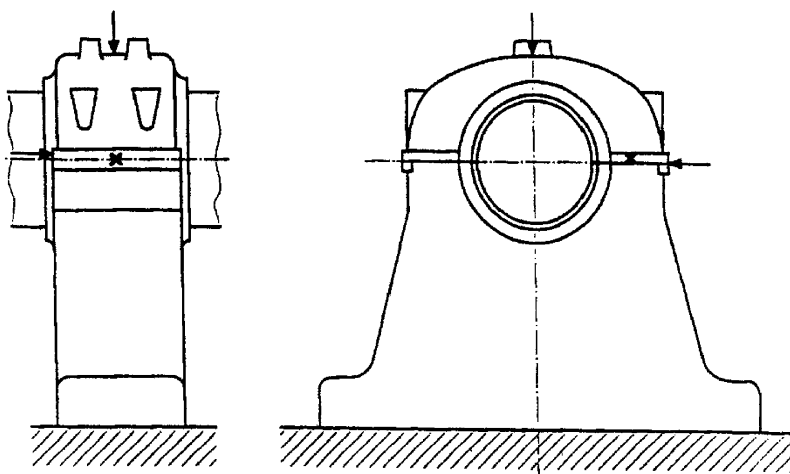


图1 支座轴承测量点

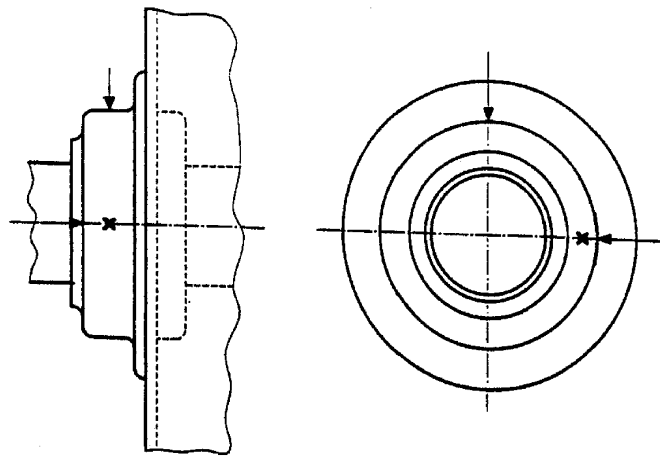


图 2 端盖轴承测量点

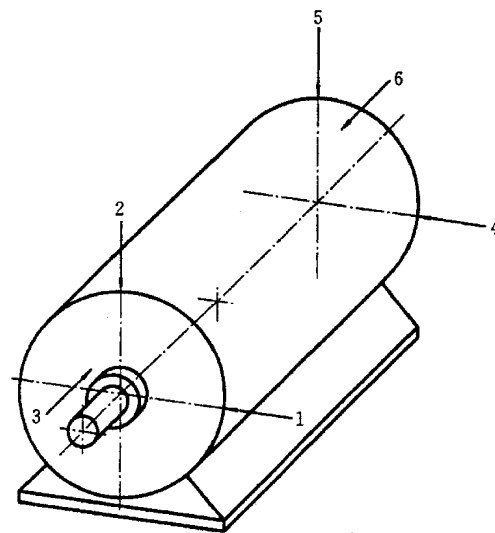


图 3 小型电机测量点

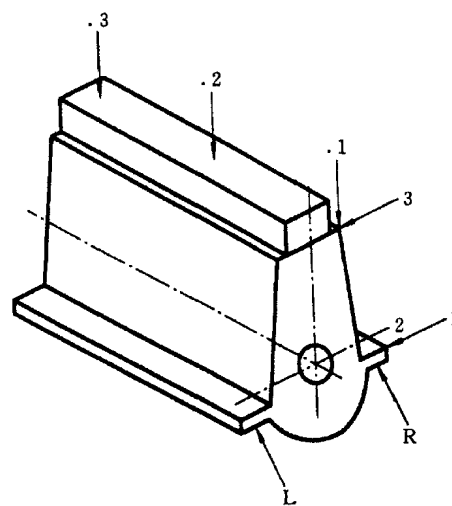


图 4 往复式机器测量点

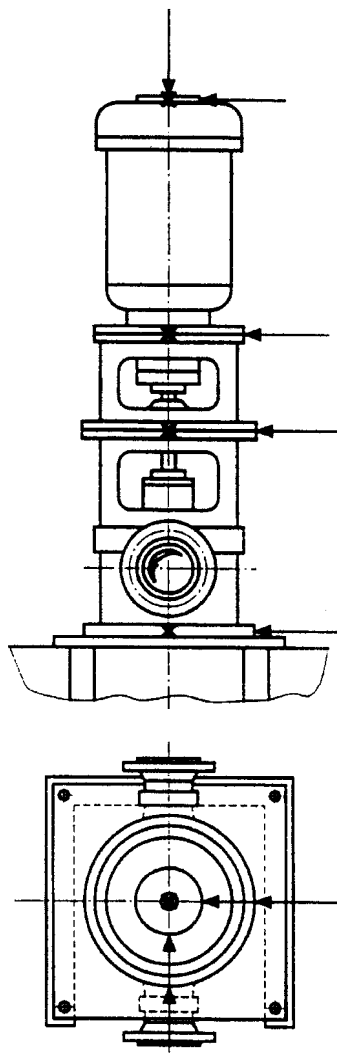


图5 立式机组测量点

3.3 验收测试的机器支承结构

3.3.1 现场测试

当验收测试在现场进行时,支承结构应对机器提供支承。在这种情况下进行测试,重要的是确保所有机器的主要部件和结构安装好。

应该注意,在不同的基础或基础底层上的同类机器,只有基础具有相似的动力特性,才能进行有效的振动比较。

3.3.2 试验台测试

对于多种机器,因为经济或其他原因,验收测试在试验台上进行。试验台可能具有与现场测试不同的支承结构特性。这种支承结构会明显影响所测的振动,应保证试验装置的固有频率同机器的旋转频率或任何显著的谐振不相重合。

如果在机座或在靠近轴承支承或定子座的基架上,在水平方向和垂直方向测量振动幅值,不超过在该轴承的相同方向测得振动值的50%,则试验装置通常满足这些要求。另外,试验装置不应引起任何主要共振频率的实质变化。

如果在验收测试中存在有显著的支承共振并且不能被消除,振动验收测试就必须在现场已安装好的机器上进行。

对于有些类型的机器(例如小型电机),可在弹性支承系统下进行验收试验。在这种情况下,支承系统上机器所有的刚体模态频率应该小于机器最低有效激振频率的一半。通过将机器安装在弹性支承基盘上或者自由悬挂在软弹簧上就能够实现适宜的支承条件。

3.4 运行监测的机器支承结构

运行监测是在现场已安装好的机器上(即在它们最终的支承结构上)进行。

3.5 机器运行状况

振动测量应该在规定的正常运行状况下进行。在其他状况下可以采取另外的振动测量,但不适合于用第5章进行评价。

3.6 环境振动评价

如果所测振动值超过推荐限值,可能有必要停机进行环境振动测量,以保证其对所测振动不构成明显影响。如果环境振动值大于推荐限值的 $1/3$,在可能情况下应采取措施减小环境振动值。

4 仪器

所用仪器在其使用的环境中应能满意地工作,例如需考虑到温度、湿度等。应该特别注意保证振动传感器正确安装并且不影响机器的振动响应特性。

目前普遍用来监测宽带振动的两种仪器系统都是可以采用的,即:

- a) 有均方根检测电路并且显示均方根值的仪器;
- b) 既有均方根又有平均值的检测电路,但刻度读峰-峰值或峰值的仪器。该刻度以均方根值、平均值、峰-峰值和峰值之间假定的正弦关系式为基础。

如果振动评价以多个测量量(即位移、速度、加速度)为基础,那么所用仪器应能表明全部相关量的特征。

要求测量系统应有指示仪器的在线校准措施,另外要具有合适的数据输出接口,允许作进一步分析。

5 评价准则

5.1 概述

本章规定了评价机器振动的一般原理和准则。评价准则关系到运行监测和验收测试,并且它们仅适用于机器本身产生的振动,不适用于从外部传递的振动。对于一定类型的机器,本标准表述的准则由 GB/T 11348.1—1999 中转轴振动的准则来补充。如果两个标准的方法都可使用,通常应使用限制更严的一个。

对于不同类型机器的专门准则,将在本系列标准其他部分给出。

5.2 准则

两个评价准则用于评定各类机器的振动烈度。准则 I 考虑所测量的宽带振动幅值;准则 II 考虑振动幅值的变化,不管它们是增加还是减少。

5.3 准则 I: 振动幅值

这一准则关系到确定绝对振动幅值的限值,它应与轴承可接受的动载荷及支承结构和可接受的振动相符合。在每一轴承或支座上观察到的最大振动幅值,对照由经验建立的四个评价区域进行评定。所测振动的最大幅值定义为振动烈度(见 3.1.4)。

5.3.1 评价区域

定义以下典型评价区域,以便对给定的机器进行定性的振动评定,并提供可操作的指南。可用不同的分类和若干评价区域对应于本系列标准其他部分包括的专门类型的机器。区域边界的暂定值在附录 B(提示的附录)中给出。

区域 A: 新交付使用的机器的振动通常属于该区域。

区域 B:通常认为振动值在该区域的机器可不受限制地长期运行。

区域 C:通常认为振动值在该区域的机器不适宜于长期持续运行。一般来说,该机器可在这种状态下运行有限时间,直到有采取补救措施的合适时机为止。

区域 D:振动值在这一区域中通常被认为振动剧烈,足以引起机器损坏。

这些区域限值不作为验收规定,验收规定由机器制造厂商与用户协商确定。然而这些值提供了指南,以避免整体的缺陷和不切合实际的要求。在某些情况下,会涉及到特定机器的特点,要求使用不同的区域限值(较高或较低)。通常需要解释理由,并且特别应确认机器以较高的振动值运行不会被损坏。

5.3.2 评价区域界限

特定机器的振动取决于其体积、振动体和安装系统的特性和设计用途。因此,对不同类型的机器规定振动测量范围时,需要考虑到各种用途和有关条件。对几乎所有机器,不考虑所用轴承的类型,在结构件如轴承座上测量宽带振动速度均方根值,一般能充分地说明旋转轴组件无故障运行的工作状况。

在大多数情况下振动速度足以表示机器在工作转速较宽范围内振动的烈度。但只使用单一速度值,不考虑频率,会导致不可接受的大的振动位移值。特别对低速运转的机器,基频占主导时更是如此。同样,恒定速度准则对高速运行的机器,或由机器组件产生的高频振动,会导致不可接受的加速度。因此,以速度为基础的验收准则将采取图 6 的通用形式。图 6 指出了上、下频率限值 f_u 和 f_l ,并表明在小于规定的频率 f_x 和大于规定的频率 f_y 区间,允许的振动速度是振动频率的函数[见附录 C(提示的附录)]。振动频率在 f_x 和 f_y 之间,则可使用恒定速度准则。在附录 B 中所列的均方根速度值就参照了这一恒定速度区。对于专门类型的机器,验收准则的精确特性和 f_l 、 f_u 、 f_x 和 f_y 值将在本系列标准的其他部分给出。

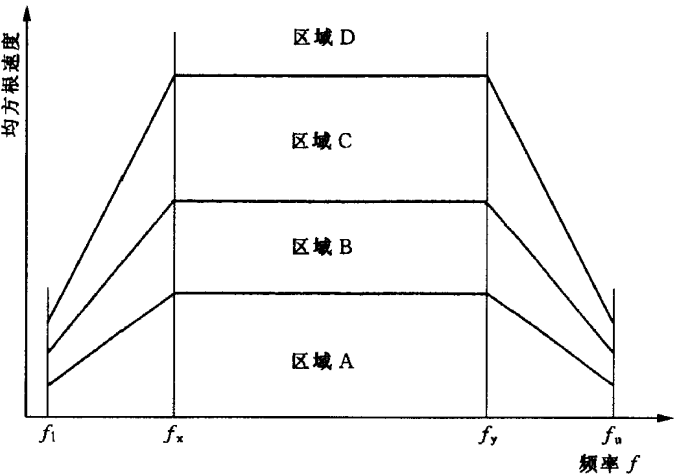


图 6 振动速度验收准则的通用形式

对于许多机器,宽带振动主要是由单一频率分量(通常为轴旋转频率)构成。在这种情况下,由图 6 可得到相应频率下的允许振动速度。

凡是图 6 中转折点 f_x 和 f_y 以外有显著振动能量处,对不太通用的机器,可能有若干不同的方法。举例如下:

a) 当小于 f_x 有显著振动能量时,除了常用的宽带速度,还可测量宽带位移。同样,当大于 f_y 有显著振动能量时,也可测量宽带加速度。允许的振动位移和加速度应该同相应于图 6 中倾斜部分的速度一致。

b) 在整个频谱内每一显著分量的速度、位移或加速度可使用频率分析仪来确定。对于那些频率小于 f_x 或大于 f_y 的分量,在使用与图 6 相一致的适当加权系数后,用方程 A2 就能得到等效宽带速度。然

后将该值相对于 f_x 和 f_y 之间的恒定速度进行评价。应该注意,除了宽带振动主要是由单一频率分量组成的情况外,直接把频谱分量与图 6 曲线比较会导致错误的结果。

c) 包含整个频谱的复合宽带测量可使用含有与图 6 形状相符的加权网络的仪器来进行。然后将该值相对于 f_x 和 f_y 之间的恒定速度进行评价。

专门类型机器的评价准则将在本系列标准其他部分给出。附录 C 提供了补充指南。对于一定类型的机器,有必要进一步规定超出图 6 所描述的准则(例如见 5.6.3)。

5.4 准则 I: 振动幅值的变化

本准则提供了用振动幅值偏离预先确定的参考值的变化进行评定。即使未达到准则 I 的区域 C,宽带振动幅值显著增加或减少时,也应采取措施。这些变化或为瞬时的或随时间而发展,也可能指示已经发生损坏或紧急故障或有其他事故的警告。准则 II 是以稳态运行条件下宽带振动幅值的变化为基础来规定的。

当应用准则 II 时,被比较的振动测量应在同样传感器位置和方向上并在大致相同的机器运行状态下进行。应该对偏离正常振动幅值的显著变化加以研究,以避免危险情况发生。

用于监测目的的宽带振动变化的评定准则在本系列标准其他部分给出。应该注意,只有监测离散频率分量(见 5.6.1)才会发现有些变化。

5.5 运行限值

为了长期运行,通常对一些类型的机器设定运行振动限值。这些限值采用报警和停机形式。

报警:警告规定的振动值已经达到或显著变化已经发生,需要采取补救措施。一般来说,如果报警情况发生,机器可继续运行一段时间,同时应进行研究以确定振动变化原因并制定出补救措施。

停机:规定一振动幅值,超过该值机器继续运行可能会引起损坏。如果超过停机值应采取紧急措施减少振动或停机。

不同的运行限值反映出动载荷和支承刚度的差异,可相对于不同的测量位置和方向进行规定。

相应地,对专门类型机器规定的报警和停机准则指南,在本系列标准其他部分给出。

5.5.1 报警设定

报警值对于不同机器可能上、下变化很大。对于特定机器的测量位置和方向,所选的值通常依据经验确定的基线值来设定。

推荐报警值应该比基线高出某个值,其大小等于区域 B 上限值的某个比例数。如果基线低,那么报警值可能低于区域 C。专门类型机器的总则在本系列标准其他部分给出。

如果没有建立基线,例如对一新机器,则初始报警值设定应该以其他类似机器的经验为基础,或者以同意的验收值为基准。经过一段时间后,建立起稳态基线值,相应地调整报警值。

如果稳态基线值变化(例如在机器大修之后),相应地应修改报警值。机器上的轴承不同,报警值的设定可以不同,它反映了动载荷和轴承支承刚度上的差异。

5.5.2 停机设定

停机值一般与机器的机械完整性有关,并取决于能使机器经受住异常载荷而要求的特定设计性能。因此,对所有同样设计的机器的停机值一般是相同的,并且通常与用于设定报警值的稳态基线值没有关系。

但是,对于不同设计的机器会有差异,并且不可能给出绝对的停机值指南。一般说来,停机值将在区域 C 或区域 D 内。

5.6 其他因素

5.6.1 振动频率和矢量

本标准所考虑的评价限于宽带振动,未涉及到频率分量或相位。在大多数情况下,这对于验收测试和运行监测是合适的。但在有些情况下,一定类型机器的振动评定要使用矢量信息。

矢量变化信息对检测和确定机器动态变化是特别有用的。在有些情况下,用宽带振动测量不能检测

出这些变化。这证明于附录 D(提示的附录)中。

对矢量变化准则的规定超出了本标准的范围。

5.6.2 机器对振动的灵敏度

特定机器上所测的振动对稳态运行状况的变化可能是敏感的。在大多数情况下并不重要。在有些情况,尽管在一定稳态条件下测量该特定机器的振动幅值已令人满意,但是如果条件发生改变,则会变得不如人意了。

如对机器振动灵敏度有异议,制造厂与用户之间应该就任何测试方法或理论上评定的必要性及范围达成协议。

5.6.3 对于滚动轴承的专门技术

继续研究和发展除宽带振动测量以外的其他方法,以评定滚动轴承状况。这在附录 E(提示的附录)中作了进一步的讨论。对这些方法评价准则的规定已超出本标准的范围。

附 录 A
(提示的附录)
振动波形关系

测量均方根速度以表示各种类型机器的宽范围的振动响应特性是成功的,而且仍然在这样使用。对于简单的交变波形,它们由一些离散的幅值和相位的谐振分量组成,并不包含显著的随机振动或冲击分量,通过傅里叶分析,用严格确定的数学关系式,可以说明各种基本的量(如位移、速度、加速度、峰值、均方根值、平均值等等)。以下概括了几个有用的关系式。

由所测的作为时间函数的振动速度记录,速度均方根值可由下式计算:

$$V_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt} \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: $V(t)$ ——与时间有关的振动速度;

$V_{r.m.s.}$ ——相应的速度均方根值;

T ——采样时间,它比组成 $V(t)$ 的任何主频率分量的周期长。

对于不同频率($f_1, f_2, \dots, f_n$)的加速度、速度和位移的幅值(分别为 $a_j, V_j, S_j; j=1, 2, \dots, n$),可由记录的谱分析确定。

如果振动的峰-峰位移值($s_1, s_2, \dots, s_n$,以微米为单位)、速度均方根值($v_1, v_2, \dots, v_n$,以毫米每秒为单位)、加速度均方根值($a_1, a_2, \dots, a_n$,以米每二次方秒为单位)、频率($f_1, f_2, \dots, f_n$,以赫兹为单位)已知,则表示运动的有关速度均方根值由下式给出:

$$V_{r.m.s.} = \pi \times 10^{-3} \sqrt{\frac{1}{2} [(s_1 f_1)^2 + (s_2 f_2)^2 + \dots + (s_n f_n)^2]} =$$

$$\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2} = \frac{10^3}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{a_1}{f_1}\right)^2 + \left(\frac{a_2}{f_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{a_n}{f_n}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (A2)$$

如果振动仅有两个显著的给出均方根值的拍的频率分量,即 $V_{\min}$ 和 $V_{\max}$,那么 $V_{r.m.s.}$ 可近似由以下公式计算:

$$V_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{1}{2} (V_{\max}^2 + V_{\min}^2)} \quad \dots\dots\dots (A3)$$

仅对单一频率谐振分量进行振动加速度、速度或位移值的变换,可使用图 A1。如果已知单一频率分量的振动速度,那么峰-峰位移可由下式计算:

$$S_i = \frac{450 V_i}{f_i} \quad \dots\dots\dots (A4)$$

式中: S_i ——峰-峰位移值, μm ;

V_i ——频率为 f_i 的分量的振动速度均方根, mm/s ;

f_i ——频率, Hz 。

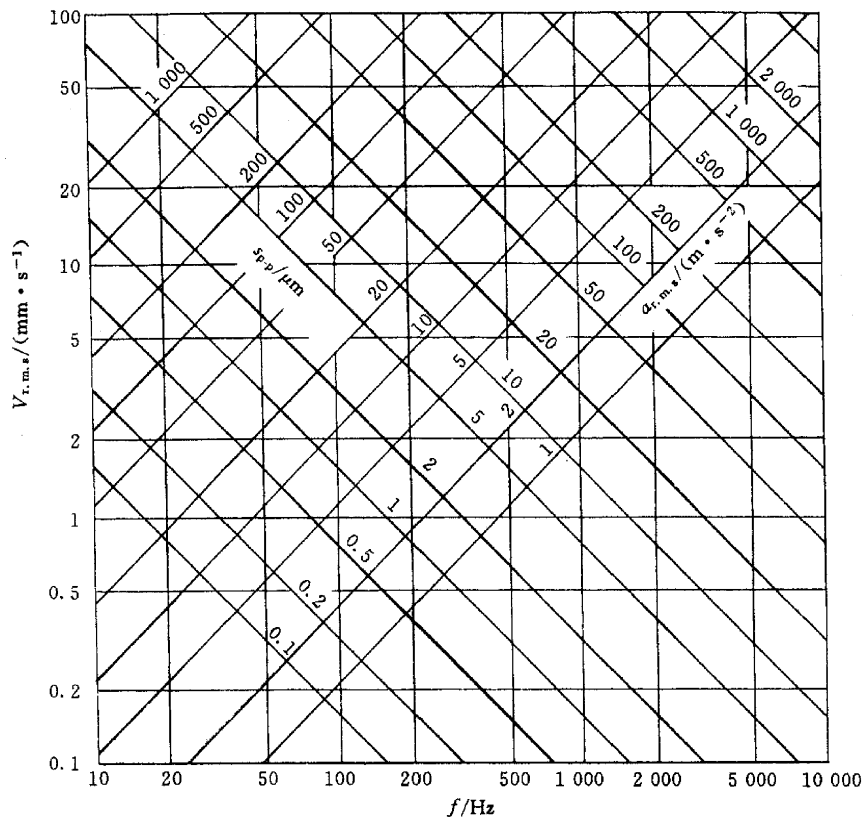


图 A1 对于单一频率谐波分量加速度、速度和位移之间的关系

附录 B
(提示的附录)
专用机组暂定宽带振动准则

本附录提出了在非旋转部件上测量和评价机器机械振动的通用准则。对专用类型机器的评价准则将在本系列标准的其他部分给出。作为临时措施,表 B1 提供了有限的评价准则。对于以下规定的机器分类,所给的值分别用于区域 A 到区域 C(见 5.3.1)的上限值。因此重要的是在使用这些值以前,应核实它们还未被本系列标准其他部分代替。当所有这些系列标准发布后,取消本附录。

机器分类如下:

I 类:发动机和机器的单独部件。它们完整地联接到正常运行状况的整机上(15 kW 以下的电机是这一类机器的典型例子)。

II 类:无专门基础的中型机器(具有 15~75 kW 输出功率的电机),在专门基础上刚性安装的发动机或机器(300 kW 以下)。

III 类:具有旋转质量安装在刚性的重型基础上的大型原动机和其他大型机器,基础在振动测量方向上相对是刚性的。

IV 类:具有旋转质量安装在基础上的大型原动机和其他大型机器,其基础在振动测量方向上相对是柔性的(例如输出功率大于 10 MW 的汽轮发电机组和燃气轮机)。

表 B1 典型区域边界限值

振动速度均方根值 mm/s	I 类	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅳ类
0.28	A	A	A	A
0.45				
0.71				
1.12	B	B	B	B
1.8				
2.8	C	C	C	C
4.5				
7.1	D	D	D	D
11.2				
18				
28				
45				

附 录 C
(提示的附录)
对准则规定所用的通用指南

图 6 所示的速度准则可用以下一般方程表述：

$$V_{r.m.s.} = V_A \cdot G \cdot (f_z/f_x)^k (f_y/f_w)^m \dots\dots\dots (C1)$$

式中： $V_{r.m.s.}$ ——允许的速度均方根,mm/s；
 V_A ——恒定的速度均方根,mm/s,对于区域 A 适用于 f_x 和 f_y 之间；
 G ——区域边界系数(例如区域 A 的界限可通过设 $G=1$ 得到,区域 B 的界限可通过设 $G=2.56$,区域 C 的界限可通过设 $G=6.4$)；这一系数可以是机器转速或任何其他相关机器运行参数(例如载荷、压力、流量)的函数；
 f_x 和 f_y ——规定的频率,HZ；在其间应用了恒定速度准则(见 5.3.2)；
 $f \leq f_y$ 时 $f_w=f_y$
 $f > f_y$ 时 $f_w=f$
 $f < f_x$ 时 $f_z=f$
 $f \geq f_x$ 时 $f_z=f_x$
 f ——频率,HZ,相对于 f 确定 $V_{r.m.s.}$ ；
 k,m ——对于给定类型的机器所规定的常数。
对于专门分组的机器,可规定单一速度的均方根值代替图 6 所示类型曲线。
注：图 6 所示频率 f_u 和 f_l 是宽带测量的上、下频率界限。

附录 D

(提示的附录)

振动变化的矢量分析

引言

评价准则依据宽带振动的正常稳态运行值和这些稳态值所发生的任何变化加以规定。后者具有局限性,因为有些变化只有通过单个频率分量的矢量分析才可识别。除了同步振动分量以外的这一技术仍处于发展阶段,目前本标准不能规定准则。

D1 概述

在机器上所测的宽带稳态振动信号在本质上是复杂的,并且由许多不同的频率分量组成。每一分量是由其频率、幅值和相对于已知基准的相位所规定的。常用的振动监测设备测量总的复合信号的幅值,不区分单个频率分量。但是,现代诊断设备能够分析复合信号,识别每一频率分量的幅值和相位。它便利了对不正常振动状况可能发生的原因进行诊断。

单个频率分量的变化也许很显著,但宽带振动中未必反映出同样程度。因此以宽带振动幅值变化为基础的准则需要补充相位测量。

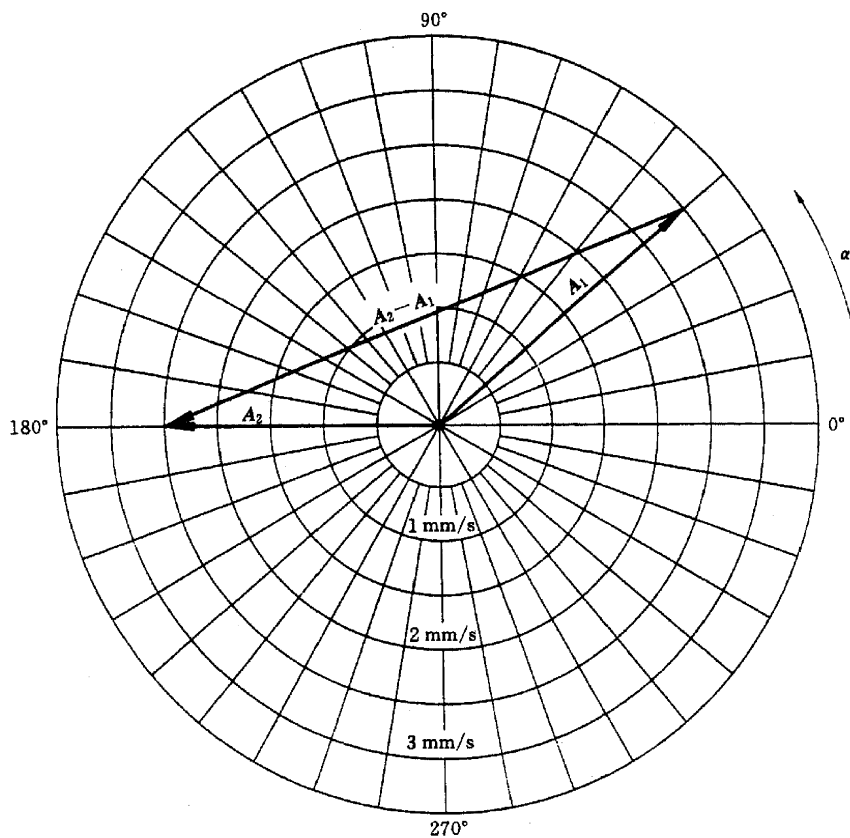
D2 矢量变化的重要性

图 D1 是极坐标图,以矢量形式来显示复杂振动信号某一频率分量的幅值和相位。

矢量 A_1 描述了初始稳态振动状况,即在这一状况下,振动幅值是 3 mm/s (均方根值);相位角 40° 。矢量 A_2 描述了机器发生变化后的稳态振动状况,即振动幅值是 2.5 mm/s (均方根值),相位角 180° 。虽然振动幅值从 $3 \sim 2.5 \text{ mm/s}$,减少了 0.5 mm/s (均方根值),但是矢量 $A_2 - A_1$ 表示了振动的真实变化,其幅值为 5.2 mm/s (均方根值)。振动矢量变化量比仅用振幅比较的差值大 10 倍以上。

D3 监测矢量变化

上述例子清楚地说明识别振动信号矢量变化的重要性。必须认识到,宽带振动信号是由许多单个频率分量组成的,每一频率分量可显示一矢量变化。而且一特别频率分量不可接受的变化,对于另一频率分量来说,会在可接受的限值之内。因此,目前不可能对单个频率分量的矢量变化规定出与本标准内容一致的准则,本标准主要目的是用于非振动专家进行宽带振动的正常运行监测。



初始稳态矢量: $|A_1| = 3 \text{ mm/s}$ (均方根值), $\alpha = 40^\circ$

变化后的稳态矢量: $|A_2| = 2.5 \text{ mm/s}$ (均方根值), $\alpha = 180^\circ$

振动幅值变化: $|A_2| - |A_1| = -0.5 \text{ mm/s}$ (均方根值)

矢量变化: $|A_2 - A_1| = 5.2 \text{ mm/s}$ (均方根值)

图 D1 对于离散频率分量幅值变化和矢量变化的比较

附录 E

(提示的附录)

检测使用滚动轴承问题的专门测量与分析技术

引言

在滚动轴承座上作宽带测量通常能提供足够的轴承的工作状况的信息。但是这种单一技术不是在所有环境下都是成功的。特别是在测量频率范围内轴承或轴承座有明显的共振作用,或者是由其他振源如齿轮啮合产生的振动信号传递到轴承时,评价可能会产生误差。

因此发展了可供选择的测量设备和各种分析技术,在有些情况下,它们对于识别使用滚动轴承问题更为适用。这些仪器或技术未被证明在所有情况下都是成功的。例如不是所有类型的轴承故障能由任何一种技术识别。一种特殊技术对于识别一种机器的主轴承问题是非常满意的,而它对于其他设备则可能完全不适用。在所有情况下,振动特性和形式主要取决于轴承类型和结构、仪器甚至信号处理。应了解这些情况,才能客观地评价轴承。

选择专门使用的合适技术要求具有该专业技术及所应用的机器这两方面的专业知识。

E1 至 E4 简要叙述了一些有效的测量设备和分析技术,在所选应用中已获得一些成功。但还没有合适的评价准则的充足资料,因此不能把它们编入本标准。

E1 原始数据分析(总振动测量)

为了诊断使用滚动轴承的故障,对原始振动信号宽带加速度均方根的测量提出选择要求。

这些选择是:

- a) 加速度峰值的测量;
- b) 加速度峰值对均方根值比例(峰值系数)的测量;
- c) 加速度均方根值和峰值测量乘积的计算。

E2 频率分析

复合振动信号的单个频率分量能用多种滤波装置或由谱分析识别。如果对于特定的轴承有足够多的有效数据,就能够计算出多种故障的特征频率,并能与振动信号的频率分量比较。因此,这不仅能判断轴承运行情况,而且能识别故障的性质。

在高背景振动存在情况下,为了清晰地识别出同轴承有关的频谱,可使用如相干平均、自适应噪声删除或是谱减量法的处理技术。波形包络线谱分析技术是由检波和平滑高通滤波振动信号(或高频范围内的带通滤波)后产生的。这样,低频背景振动被抑制,并且显著降低了再现小脉冲的灵敏度。

谱分析方法的一种有用变化是考虑轴承基本特征频率的边频带(和与差频率)而不是基本频率本身。倒频谱分析(定义为功率谱对数的功率谱)虽然主要用于测定齿轮啮合故障,也可用来识别边带效应。

E3 冲击脉冲技术

许多商用仪器是有效的,它们依据的事实是滚动轴承故障产生短的脉冲(通常称为冲击脉冲)。

冲击脉冲的尖锐度包含有很高的频率分量。用仪器检测高频分量并使用专门技术处理,就可得到与轴承状况有关的值。

一种可选择的技术是原始冲击脉冲包络线的谱分析。

E4 可供选择的技术

振动测量以外的几种有效技术可用来诊断使用滚动轴承的故障,包括声学噪声分析、温度记录法和磨屑分析(铁粉记录法)。但是没有一种技术能保证在所有情况下或应用在一些实例中都会成功。

附 录 F (提示的附录) 参 考 资 料

- [1] GB/T 2298—1991 机械振动与冲击 术语
- [2] GB/T 13824—1992 对振动烈度测量仪的要求
- [3] GB/T 11348.2—1997 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第2部分:陆地安装的大型汽轮发电机组