



中华人民共和国国家标准

GB/T 6075.3—2011/ISO 10816-3:2009
代替 GB/T 6075.3—2001

机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的 振动 第3部分:额定功率大于 15 kW 额定转速在 120 r/min 至 15 000 r/min 之间的在现场测量的工业机器

Mechanical vibration—Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts—Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ

(ISO 10816-3:2009, IDT)

2011-12-30 发布

2012-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 6075《机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动》分为七个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：50 MW以上，额定转速1 500 r/min、1 800 r/min、3 000 r/min、3 600 r/min陆地安装的汽轮机和发电机；
- 第3部分：额定功率大于15 kW 额定转速在120 r/min至15 000 r/min之间的在现场测量的工业机器；
- 第4部分：具有滑动轴承的燃气轮机组；
- 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；
- 第7部分：工业用的转子动力泵(包括转轴测量)。

本部分为GB/T 6075的第3部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GB/T 6075.3—2001。本部分与GB/T 6075.3—2001的主要区别是：

- 标准名称由“在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第3部分：额定功率大于15 kW 额定转速在120 r/min至15 000 r/min之间的在现场测量的工业机器”改为“机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第3部分：额定功率大于15 kW 额定转速在120 r/min至15 000 r/min之间的在现场测量的工业机器”；
- “范围”中删去了有关泵的内容，将其放到GB/T 6075.7中。

本部分使用翻译法等同采用ISO 10816-3:2009《机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第3部分：额定功率大于15 kW 额定转速在120 r/min至15 000 r/min之间的在现场测量的工业机器》(英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 6075.1—1999 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 (idt ISO 10816-1:1995)

为了便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 将参考文献中IEC 60034-14:2003改为IEC 60034-14:2007版，并用等同采用的GB 10068—2008代替。

本部分由全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会(SAC/TC 53)提出并归口。

本部分起草单位：郑州机械研究所、杭州汽轮机股份有限公司、河南电力试验研究院。

本部分主要起草人：王义翠、马卫平、韩国明、丁旭东、罗剑斌。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 6075.3—2001。

引 言

GB/T 6075.1 是基础文件,它阐述了在非旋转部件上测量振动时对各类机器振动评价的一般要求。GB/T 6075 的本部分对评估在工业机器轴承、轴承座或支座上现场测量振动烈度提供了专门的准则。

评估机器的振动有两条准则,第一条准则是考虑振动的量值,第二条准则是考虑振动量值的变化。然而,必须注意不要把这两条准则作为判定振动烈度的唯一依据。对于有些类型的机器,用测量转轴的振动进行判定也是比较普遍的,轴振动测量及准则见 ISO 7919-1^[1]和 ISO 7919-3^[2]。

机械振动 在非旋转部件上测量评价机器 的振动 第3部分:额定功率大于 15 kW 额定转速在 120 r/min 至 15 000 r/min 之间的在现场测量的工业机器

1 范围

GB/T 6075 的本部分给出了现场测量时评估振动水平的准则,该准则适用于功率大于 15 kW、运行转速在 120 r/min 至 15 000 r/min 的机组。

本部分所涵盖的机器为:

- 功率不大于 50 MW 的汽轮机;
- 汽轮机组功率大于 50 MW、但转速低于 1 500 r/min 或高于 3 600 r/min(即不包括 ISO 10816-2 中涵盖的机组);
- 旋转式压缩机;
- 功率不大于 3 MW 的工业燃气轮机;
- 发电机;
- 各种类型的电动机;
- 鼓风机或风机。

注:本部分的振动准则通常仅适用于额定功率大于 300 kW 的风机或非柔性支承的风机。当条件允许时,准备推荐其他类型的风机,包括那些采用轻型薄金属板结构的风机。在此以前,制造厂与用户可根据以前的运行经验结果来商定双方所接受的振动分类,参见 ISO 14694^[4]。

下列机器不属于本部分的范围:

- 功率大于 50 MW 陆地安装的汽轮发电机组,其转速为 1 500 r/min、1 800 r/min、3 000 r/min、3 600 r/min(见 ISO 10816-2);
- 功率大于 3 MW 的燃气轮机(见 ISO 10816-4);
- 水力发电厂和泵站机组(见 ISO 10816-5);
- 与往复式机器联接的机器(见 ISO 10816-6);
- 包含集成电动机的转子动力泵,例如,叶轮直接安装在电动机轴上或与其刚性连接(见 ISO 10816-7);
- 回转压缩机(例如螺杆压缩机);
- 往复式压缩机;
- 往复泵;
- 潜水电动泵;
- 风力涡轮机。

本部分的振动准则适用于额定工作转速内、稳定运行状况,在机器轴承、轴承座或机座上现场进行的宽频带振动测量。它们涉及到验收试验及运行监测。本部分的评价准则用于连续与非连续监测情况。

本部分包含带齿轮或滚动轴承的机器,但不涉及这些齿轮或滚动轴承状态的诊断评价。

本部分仅适用于由机器本身产生的振动,而不适用于由外界振源传递到机器的振动。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 496 驱动机器和被驱动机器 轴高(Driving and driven machines—Shaft heights)

ISO 2954 对振动烈度仪的要求(Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery—Requirements for instruments for measuring vibration severity)

ISO 10816-1 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第1部分:总则(Mechanical vibration—Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts—Part 1: General guidelines)

3 测量方法与运行工况

3.1 总则

应采用在 ISO 10816-1 中所述的通用测量方法,其内容如下所述。

3.2 测量仪器

测量仪器应该具有测量振动宽频带均方根(r. m. s)值的能力,根据 ISO 2954 的要求,测量仪器的平坦响应范围至少为 10 Hz~1 000 Hz。根据振动准则可以要求进行位移或速度或者这二者结合在一起的测量(见 ISO 10816-1)。但对于转速接近或低于 600 r/min 的机器,其平坦通频响应范围下限应不高于 2 Hz。

注:如测量仪器也用于诊断目的,频率上限可能需要超过 1 000 Hz。

应保证测量系统不受以下环境因素的影响,如:

- 温度变化;
- 磁场;
- 声场;
- 电源波动;
- 传感器电缆长度;
- 传感器方向。

应特别注意,保证正确地安装振动传感器,使其不会降低测量准确度。

3.3 测量位置

通常在容易接近的机器暴露部分进行测量。应保证测量能合理地表示轴承座的振动,而不包括任何局部的共振或放大。振动测量的位置与方向必须对于测量机器的动态力要有足够的灵敏度。典型情况下,需要在每一个轴承盖或轴承座二个相互正交的径向位置进行测量,如图 1(水平安装的机器)与图 2(垂直安装的机器)所示。

注:图 2 取自于 GB 10068—2008^[2],表示一个电机在轴延长线中心位置用钻孔垂直安装在坚固的钢板或(例如被驱动机器的)法兰上。该图的主要用途是标识垂直机器的测点。

传感器可放置在轴承座或机座上任意角度位置。对水平安装的机器通常放在垂直和水平方向。对垂直或倾斜的机器,能得到最大的振动读数的位置(通常在弹性轴的方向)应作为传感器放置的一个方向。有些情况下,建议同时也对轴向振动进行测量(见 5.2.4)。在测量时应记录具体的位置与方向。

如果已知能对机器振动量值提供足够的信息,可在轴承盖或轴承座上用单个传感器代替一对正交

放置的传感器。但宜注意观察评价单个的传感器测量面上的振动,因为此测量方位未必接近该平面上振动最大值。

3.4 连续及非连续监测

通常对于大型或重要机器,在关键测点安装仪器对振动值进行连续在线监测。对一些小型或小功率机器则没有必要进行连续监测。使用固定安装或手持式仪器进行定期测量,能够可靠地检测到不平衡、轴承性能与对中等的变化。目前越来越普遍地使用计算机进行趋势分析及故障报警。

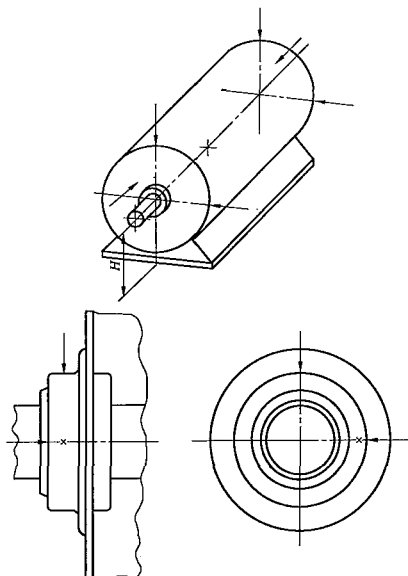
3.5 运行工况

测量应在转子及主轴承已达到正常的稳定运行温度,且机器处在规定的运行状态(如处于额定转速、电压、流量、压力及载荷)下进行。

对于转速或载荷变化的机器,应对机器要求运行周期较长的所有工况进行测量。在这些工况中的最大测量值应当作为机器的振动烈度。

如所测振动大于准则允许接受范围并且怀疑受到背景振动干扰过大,宜将机器停机进行测量以确定外界影响的程度。如机器静止时所测的振动值超过运行时的 25%,必须进行修正以减少背景振动对测量结果的影响。

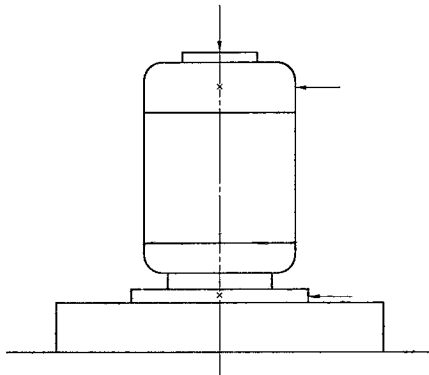
注:在某些情况下通过频谱分析或消除外界干扰振源来去除背景振动的影响。



说明: H ——轴高。

注: 测量应在轴承座上进行,如无法实现,则测量应尽可能在靠近轴承座且能够为机器的动态力提供足够敏感性的位置进行。

图 1 水平安装机器的测点



注：测量应在轴承座上进行，如果无法实现，则测量应尽可能在靠近轴承座且能够为机器的动态力提供足够敏感性的位置进行。

图 2 垂直安装机器的测量点

4 机器分类

4.1 总则

本部分中振动烈度按照下述参数分类：

- 机器类型；
- 额定功率或轴高；
- 支承系统柔度。

4.2 按机器类型、额定功率或轴高分类

由于设计、型号或轴承及支承结构的显著区别将机器分类成两组(轴高 H ，见 ISO 496)，这两组机器可具有水平、垂直及倾斜轴并且可安装在刚性或柔性基础上。

1 组：额定功率大于 300 kW 的大型机器；轴高 ≥ 315 mm 的电机。

这类机器通常具有滑动轴承。运行或额定转速范围相对较宽，从 120 r/min 至 15 000 r/min。

2 组：额定功率大于 15 kW，小于或等于 300 kW 中型机器；轴高 $160 \text{ mm} \leq H < 315$ mm 的电机。

这类机器通常具有滚动轴承并且运行转速超过 600 r/min。

注 1：ISO 496 定义的机器的轴高 H 是机器交货时测量轴中心至机器自身基础面的距离(参见图 1)。

注 2：对于没有基座的机器、具有垫高的基座的机器、任何立式机器，其轴高应当取为在同样基础框架但为水平轴基座安装类型的机器轴高。当机架未知时，可采用机器直径的一半作为轴高。

4.3 按支承柔度分类

通常对指定方向上的支承部件柔度分类，有两种状态：

- 刚性支承；
- 柔性支承。

这些支承条件取决于机器与基础柔度之间的关系。如在测量方向上机器与支承系统组合的最低固有频率至少大于主激励频率(大多数情况下为旋转频率)25%,则支承系统在该方向上可看作刚性支承。其他所有的支承系统都可看作柔性支承系统。

作为典型的例子,大中型电动机在低转速时通常具有刚性支承,而功率大于10 MW的透平发电机或压缩机以及立式机器装置通常具有柔性支承。

在某些情况下,支承部件可能在某一测量方向上为刚性而在其他方向为柔性。例如在垂直方向第1阶固有频率可能大于主激励频率,而水平方向固有频率明显低于主激励频率,则可认为系统在垂直面为刚性而在水平面为柔性,在这种情况下振动宜按照相应测量方向上的支承种类来评价。

如机器支承系统分类不能通过图纸及计算很容易地确定,则可通过试验来确定。

5 评价

5.1 总则

ISO 10816-1 描述了用振动烈度评估各种类型机器振动的两项准则。第I项准则考虑宽频带振动的量值,第II项准则考虑振动量值的变化,无论它们是增加还是减少。

5.2 准则I:振动量值

5.2.1 总则

本准则规定了振动量值的限值,该限值是按照轴承允许承受的动载荷及振动通过支承结构与基础传至周围环境的允许值确定的。在每一轴承或基座上测量到的最大振动量值,对照由经验建立的支承种类评价区域进行评价。

5.2.2 评价区域

下列评价区域的确定可对给定机器振动作定性的评价,并对可能采取的措施提供指南。

区域 A:新交付的机器的振动通常落在该区域。

区域 B:机器振动处在该区域通常认为可无限制长期运行。

区域 C:机器振动处在该区域一般不适宜作长时间连续运行,通常机器可在此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:机器振动处在该区域通常认为其振动烈度足以导致机器损坏。

指定的区域边界值并不专门作为验收规范,验收规范应由机器制造商与用户之间的协议决定。然而,这些数据作为指南可避免过大的缺陷或不切实际的要求。在某些情况下机器可能有特殊性能,要求采用不同的区域边界值(更高或更低),在这种情况下,通常要求机器制造商必须说明其理由,并且要特别确保机器在较高振动值下运行不会损坏。

5.2.3 评价区域界限

表 A.1 和表 A.2 中给出的评价区域界限是基于用两个正交径向方向安装的传感器测得的最大宽频带速度值和位移值。因此,使用此表时应取在每一测量面的二个传感器所测得的较大值。当将速度及位移的最大测量值与表 A.1 和表 A.2 中的对应值进行比较时,应采用最具限制性的烈度区域。

5.2.4 轴向振动

在连续运行监测时对主要受径向载荷的轴承通常不作轴向振动测量。这种测量主要用于周期性振动检查或作为诊断目的。很多故障更容易通过轴向振动测量发现。具体的轴向振动准则只是在有推力

轴承的情况下给出,其与轴向振动相关联的轴向跳动可能引起轴向载荷作用面的损坏。表 A.1 和表 A.2 中的准则适用于所有轴承的径向振动及推力轴承的轴向振动。

5.3 准则Ⅱ:振动量值变化

本准则提出了相对于以前运行所建立的基准值的振动量值变化的评价。宽频带振动量值可能出现明显的变化,即使未达到准则Ⅰ的区域 C,也应采取某些措施。这些变化能够瞬间产生或随时间而逐渐发展,并且可能预示早期的损害或一些其他问题。准则Ⅱ是以稳定运行工况下、宽频带振动量值的变化为基础来规定的。稳定运行状态宜理解为包括机器功率或运行工况的小改变。

应用准则Ⅱ时,被比较的振动测量应在相同的传感器位置及方向,并在大致相同的机器运行工况下进行。宜对偏离正常振动值的明显变化(无论总的振动值为多少)加以研究,可以避免危险情况发生。当振动量值变化超过表 A.1 和表 A.2 中的区域 B 上限值的 25% 时,这些变化宜认为是显著的,特别是如果它突然发生时。此时宜开始进行诊断研究查明变化的原因,并确定下一步适当的措施。

注:25% 这数值只是作为振动量值显著变化的一般指南,对于具体的机器根据经验也可采用其他数值。

5.4 运行限值

为了长期运行,通常设定运行振动限值,这些限值采用报警值和停机值的形式。

报警值:警告振动已达到规定的值或显著的变化已发生,可能需要采取补救措施。通常发生报警情况,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的原因并制定补救措施。

停机值:规定某一振动量值,超过该值机器继续运行可能会引起损坏。如超过停机值应立即采取措施以减小振动或停机。

不同的运行限值反映不同的动载荷和支承刚度,可用于不同的测量位置和方向。

5.4.1 报警值设定

不同机器的报警限值可能上、下变动较大,通常是相对于基线值来设定,而基线值是由具体机器的测量位置或方向的经验来确定的。

建议设定的报警限值比基线值高出区域 B 上限的 25%。如基线值较低时,则报警值可能在区域 C 之下。

如果没有建立基线值,例如对一台新机器,初始报警值设定宜以其他类似机器的经验为基础,或以同意的验收值为基准。经过一段时期,建立稳态基线值后再相应调整报警值。

建议报警限值通常不超过区域 B 上限的 1.25 倍。

如果稳态基线值变化(例如机器检修后),宜相应地修改报警值。

5.4.2 停机值设定

停机值一般与机器的机械完整性有关,并且取决于能使机器承受异常动载荷的特定设计性能。因此,对于所有同样设计的机器的停机值一般都相同,并且通常与设定报警值的稳态基线值无关。

但是,对于不同设计的机器停机值会有差异,不可能给出绝对的停机值指南。通常,停机值在区域 C 或区域 D 内。建议停机值不应超过区域 C 上限的 1.25 倍。

5.5 辅助方法和准则

轴振动测量和评价准则 ISO 7919-3^[2]可作为本部分的补充。要清楚地认识到不能用简单的方法来确定轴承座振动与轴振动之间的关系,反之亦然。轴的绝对振动测量与轴的相对振动测量之差与轴承座的振动有关,由于相位角不同,二者在数值上并不一定相等。因此,当本部分与 ISO 7919-3^[2]的准则一起用于机器振动的评价,应当进行互不相关的轴和轴承座(或基座)振动的测量。假如不同准则的应

用引起对机器振动烈度的不同评价,则应考虑采用二者中更严格的区域等级。

5.6 振动矢量信息的评价

本部分的评价只限于考虑宽频带振动而没有涉及频率分量和相位,对验收试验与运行监测的大多数情况是能满足的。然而,对于长期监测及进行故障诊断,应用振动矢量信息对发现与确定机器的动态特性变化特别有用。某些情况下,仅使用宽频带振动测量可能不能发现这些变化(参见 GB/T 6075.1 的例子)。

和相位与频率有关的振动信息越来越多地用于监测与诊断目的。但制定这些准则已超出本部分的范围。

附 录 A
(规范性附录)
评价区域界限

对于相当广泛的机器类别和运行速度范围,振动区域界限值可用振动速度来表征。因此采用综合的振动速度的均方根值(r. m. s)作为主要的评价量。

注:在很多情况下习惯于采用振动速度刻度为峰值读数而不是均方根值的仪器来测量振动。

如果振动波形是基于单个正弦曲线组成,则在峰值与均方根值之间存在简单变换关系并且表中区域的边界可以很容易地乘上 $\sqrt{2}$ 后表示为单峰值或乘上 $2\sqrt{2}$ 后表示为峰-峰值,相反地测量所得的振动单峰值除以 $\sqrt{2}$ 再以表 A. 1 和表 A. 2 中的均方根值作为准则进行评价。

对很多机器通常其振动是以机器运行频率为主。对只有单一频率出现,并且测量的振动值采用峰值而不是均方根值,可建立与表 A. 1 和表 A. 2 等效的表,这些表的区域的边界值乘以系数 $\sqrt{2}$,生成以振动烈度峰值进行评价的等效表。

使用单个振动速度值而不考虑频率可能会导致振动位移大得无法接受,特别在机器处于低转速而振动以一倍频分量为主的时候。同样对速度恒定的准则当机器处于高转速运行或者主要的振动能量集中在高频率范围时会导致无法接受的高的加速度值。理想情况,可接受的准则应当按位移、速度及加速度提出并取决于转速范围和机器类型。但现在振动区域边界值仅按速度及位移给出。对应本部分包括的两组机器在表 A. 1 和表 A. 2 中以一般形式给出。

表 A. 1 振动烈度区域分类 第 1 组机器:额定功率大于 300 kW 并且小于 50 MW 的
大型机器;转轴高度 $H \geq 315$ mm 的电机

支承类型	区域边界	位移均方根值/ μm	速度均方根值/(mm/s)
刚性	A/B	29	2.3
	B/C	57	4.5
	C/D	90	7.1
柔性	A/B	45	3.5
	B/C	90	7.1
	C/D	140	11.0

表 A. 2 振动烈度区域分类 第 2 组机器:额定功率大于 15 kW 小于等于 300 kW 的
中型机器;转轴高度 $160 \text{ mm} \leq H < 315$ mm 的电机

支承类型	区域边界	位移均方根值/ μm	速度均方根值/(mm/s)
刚性	A/B	22	1.4
	B/C	45	2.8
	C/D	71	4.5
柔性	A/B	37	2.3
	B/C	71	4.5
	C/D	113	7.1

振动速度与位移的宽频带均方根值的频率范围限值从 10 Hz 至 1 000 Hz,或者对于转速低于 600 r/min 的机器为 2 Hz 至 1 000 Hz。在大多数情况下仅对振动速度的测量就可满足要求。如估计的振动频谱中包含有低频分量,则应当将速度及位移二者的宽频带测量都作为基础进行评价。

所有的机组可安装在刚性或柔性支承上。二者不同的评定区域值在表 A.1 和表 A.2 中已列出。在第 4 章中给出了支承分类的指南。

注 1：这些值适用于当机器在额定转速或规定的转速范围处于稳定运行工况时，机器所有的轴承、轴承座或机座上
进行径向振动测量以及推力轴承的轴向振动测量。但不能用于机器处于瞬态工况下（例如转速或载荷变化
时）测量。

注 2：对于特殊的机器或特殊的支承及运行工况可以允许不同的和/或较高的振动值。所有这些情况应当得到制造
商与用户的同意。

注 3：目前在一般应用中不对机器的加速度值进行监测。欢迎积累和交流对这些机器加速度值监测的经验。

参 考 文 献

- [1] ISO 7919-1, Mechanical vibration of non-reciprocating machines—Measurements on rotating shafts and evaluation criteria—Part 1; General guidelines
 - [2] ISO 7919-3, Mechanical vibration—Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts—Part 3; Coupled industrial machines
 - [3] ISO 8579-2, Acceptance code for gears—Part 2; Determination of mechanical vibrations of gear units during acceptance testing
 - [4] ISO 14694, Industrial fans—Specifications for balance quality and vibration levels
 - [5] GB 10068—2008 轴中心高为 56 mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机械振动 在非旋转部件上测量评价机器
的振动 第3部分:额定功率大于15 kW
额定转速在120 r/min至15 000 r/min
之间的在现场测量的工业机器
GB/T 6075.3—2011/ISO 10816-3:2009

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2012年2月第一版 2012年2月第一次印刷

*

书号:155066·1-44283 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 6075.3-2011