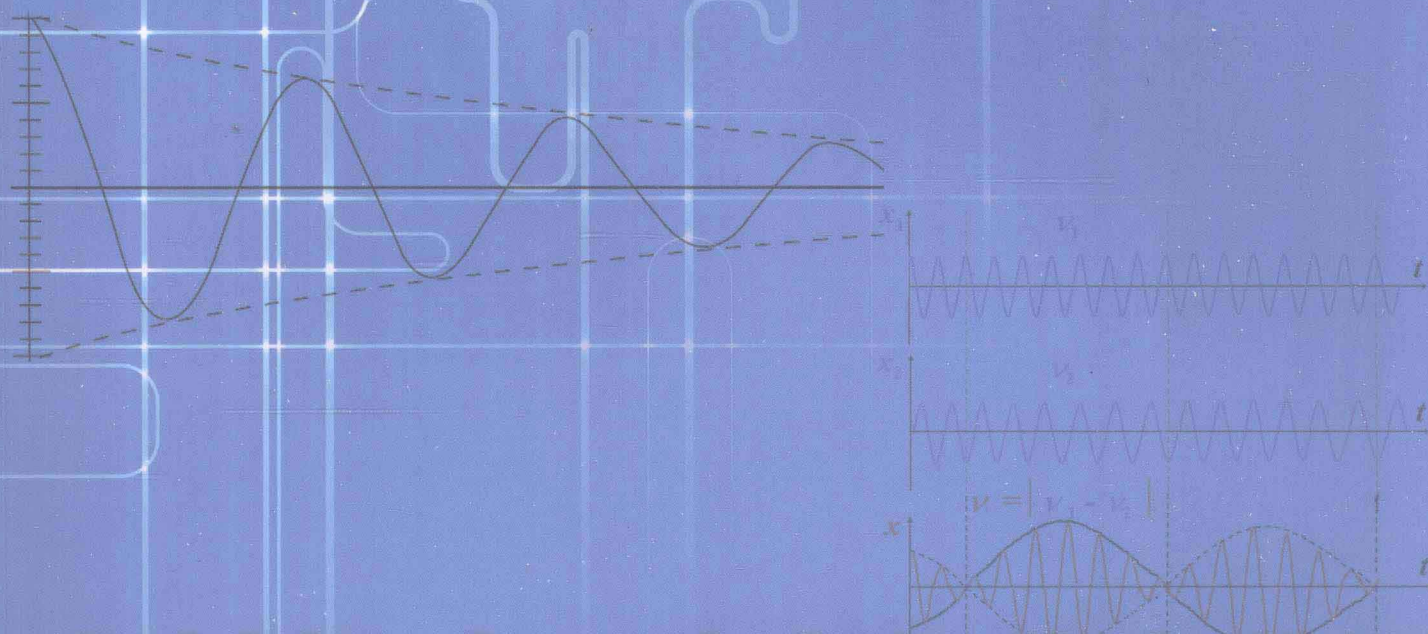




机械振动、冲击与状态监测 国家标准汇编

状态监测与诊断卷

全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会
中国质检出版社第三编辑室

编



中国质检出版社
中国标准出版社

机械振动、冲击与 状态监测国家标准汇编

状态监测与诊断卷

全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会 编
中国质检出版社第三编辑室

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编. 状态监测与诊断卷/全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会,中国质检出版社第三编辑室编. —北京:中国标准出版社,2011

ISBN 978-7-5066-5920-8

I. ①机… II. ①全…②中… III. ①机械振动-国家标准-汇编-中国②力学冲击-国家标准-汇编-中国③机械振动-状态-监测-国家标准-汇编-中国 IV. ①TH113.1-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 193589 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区复外三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

电话:(010)64275360 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 16 字数 463 千字

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月第一次印刷

*

定价 85.00 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

出版说明

机械振动与冲击是一项覆盖面很广的共性基础技术,它涉及到机械装备、仪器仪表、能源电力、船舶车辆、交通运输、航空航天、土木结构、冶金矿山、水利工程、道路桥梁、地质勘探、农林机械、电子电工、劳动保护、环境保护、公共安全、医药卫生等领域,几乎与国民经济的各个部门、社会生活的方方面面都有密切的关系。

状态监测与诊断技术是最近三十年兴起的一项综合性的高新技术。它对保证设备安全运行,有效避免重大事故发生,减少停机维修时间和费用,改善设备管理,提高运行水平和效益,提高设备运行可靠性有重要作用。还可减少能源与资源消耗,为提高我国产品在国际市场的竞争力,促进产业结构调整,引导产品升级换代,替代进口,扩大出口,提供技术支撑。有利于促进可持续发展,对坚持以人为本、构建和谐社会及国民经济和社会发展有重大技术支撑作用。

为了推进该技术领域国家标准的贯彻实施,满足广大读者对国家标准的需求,相关行业、企事业单位及学校了解与应用国家标准,全国机械振动、冲击与状态监测标准化技术委员会(SAC/TC 53)和中国质检出版社第三编辑室共同编辑了这套《机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编》。本汇编分五卷出版,包括:

机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编	基础与通用卷
机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编	振动测量与评价卷
机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编	测试仪器与设备卷
机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编	状态监测与诊断卷
机械振动、冲击与状态监测国家标准汇编	人体振动与冲击卷

状态监测与诊断卷收集了截至到2010年12月31日批准发布的有关状态监测的现行国家标准10项,包括词汇、状态监测与诊断一般指南、振动状态监测、振动数据处理、分析与描述、数据判读与诊断技术、预测、声发射、结构状态监测的性能参数以及人员培训与认证的要求等方面内容。上述国家标准都是由ISO/TC 108(机械振动、冲击与状态监测)现行的国际标准等同转化而来的。

相信本汇编的出版,对促进我国机械振动、冲击与状态监测技术水平的提高和发展,将会起到重要的推进作用。

编 者

2011年2月

目 录

GB/T 19873.1—2005	机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分:总则	1
GB/T 19873.2—2009	机器状态监测与诊断 振动状态监测 第2部分:振动数据处理、 分析与描述	43
GB/T 20471—2006	机器状态监测与诊断 基于应用性能参数的一般指南	75
GB/T 20921—2007	机器状态监测与诊断 词汇	93
GB/T 22393—2008	机器状态监测与诊断 一般指南	110
GB/T 22394—2008	机器状态监测与诊断 数据判读和诊断技术的一般指南	125
GB/T 23713.1—2009	机器状态监测与诊断 预测 第1部分:一般指南	148
GB/T 23714—2009	机械振动与冲击 结构状态监测的性能参数	167
GB/T 23718.1—2009	机器状态监测与诊断 人员培训与认证的要求 第1部分:对认证机构 和认证过程的要求	179
GB/T 23718.2—2009	机器状态监测与诊断 人员培训与认证的要求 第2部分:振动状态监 测与诊断	193
GB/T 23718.3—2010	机器状态监测与诊断 人员资格与人员评估的要求 第3部分:对培训 机构和培训过程的要求	209
GB/T 25889—2010	机器状态监测与诊断 声发射	222
GB/T 25742.1—2010	机器状态监测与诊断 数据处理、通信与表示 第1部分:一般指南	231



中华人民共和国国家标准

GB/T 19873.1—2005/ISO 13373-1:2002

机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则

Condition monitoring and diagnostics of machines—Vibration condition
monitoring—Part 1: General procedures

(ISO 13373-1:2002, IDT)

2005-08-31 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 19873《机器状态监测与诊断 振动状态监测》分为两个部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：振动数据处理、分析、诊断、显示。

本部分是 GB/T 19873《机器状态监测与诊断 振动状态监测》的第1部分。

本部分等同采用国际标准 ISO 13373-1:2002《机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则》(英文版)。

请注意本部分的某些内容有可能涉及专利。本部分的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 是资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国机械振动与冲击标准化技术委员会(SAC/TC 53)归口。

本部分起草单位：郑州机械研究所、扬子石化总公司、西安热工研究院有限公司、武汉理工大学。

本部分主要起草人：姜元峰、宋颖坚、张学延、吴青、时永华。

引 言

机器振动状态监测的主要目的是为保护机器和预知维修提供机器运行状态的信息,其作用是评价机器运行期间的振动状态。本部分的目的是提供状态监测的数据采集和评价振动测量的公认指南。

与严格用于诊断和验收的振动试验比较,状态监测包括采集一时间段内可以比较的数据,并着重于振动状态的变化而不是它本身特有的状态。

振动状态的改变,可能由以下典型的原因引起:

- 平衡变化;
- 对中变化;
- 轴颈或抗磨轴承的磨损或损伤;
- 齿轮或联轴器缺陷;
- 关键部件裂纹;
- 运行的瞬变;
- 水力机械的液流扰动;
- 电机中瞬态激励;
- 摩擦;
- 机械松动。

振动状态监测可提供用于下列目的的信息:

- 加强设备保护;
- 改善人员安全;
- 改进维修方法;
- 早期发现问题;
- 避免突然失效;
- 延长设备寿命;
- 提高运行水平。

用于状态监测的振动测量可以采取很简单到很复杂的多种形式,并包括连续的或周期的测量。它们的共同目标是精确地和可靠地评价机器状态。本部分推荐的仪器和方法将有助于达到这个目标。

本部分描述的测量方法反映了目前常用的使用惯性式和非接触式振动传感器的测量方法。然而,要认识到评价机器振动状态的其他方法正在发展中,虽然这次未包括进去,但本部分并不排除使用这些测量技术。

现在,关于机器诊断项目的新标准也正在制定中,这些标准用来提供综合监测机器“健康”的指南,包括的因素如振动、摩擦、油品和热成像等。

机器状态监测与诊断

振动状态监测 第1部分：总则

1 范围

本部分规定了为机器的振动状态监测提供振动测量和数据采集功能的一般指南,并给出了集中于旋转机械的符合实际应用的测量方法。

因为状态监测方法的多样性,本系列标准的其他部分将提出具体用于特定种类监测程序的建议。

本部分是提供一般性建议的基本文件,包括:

- 测量方法;
- 测量参数;
- 传感器选择;
- 传感器位置;
- 传感器安装;
- 数据采集;
- 机器运行状态;
- 振动监测系统;
- 信号适配系统;
- 与数据处理系统的接口;
- 连续监测;
- 周期监测。

振动状态可以用在轴承或箱体结构上的振动测量和(或)机器旋转部件的振动测量来进行监测。另外,测量可以是连续的或非连续的。本部分给出了用于连续和非连续两种方式测量的指南。

需要注意的是,本部分只给出了机器振动状态监测的方法。但在很多情况下,机器综合的状态监测和诊断也可包括其他参数,例如热成像、油样分析、铁谱、过程变化、温度和压力等。但这些非振动参数的监测方法已超出了本部分的范围。

本部分适用于旋转机器。但所包含的许多方法也能用于其他类型的机器,例如往复式机器等。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19873 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 6075.1 在非旋转部件上测量和评定机器的机械振动 第1部分:总则(GB/T 6075.1—1999, idt ISO 10816.1:1995)

GB/T 11348.1 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第1部分:总则(GB/T 11348.1—1999, idt ISO 7919.1:1996)

ISO 1925 机械振动 平衡术语

ISO 2041 振动与冲击 词汇

3 术语和定义

ISO 1925 和 ISO 2041 确立的术语和定义适用于本部分。

4 振动状态监测

4.1 概述

振动状态监测的目的是为了评定机器持续运行期间的“健康”状态。应依据被监测的机器类型和关键部件,选择一个或多个测量参数和合适的监测系统。其目标是当机器部件有某些缺陷而明显降低设备效能、减少机器预期寿命,或在设备完全失效之前,及时识别出“非健康”状态,使之有足够的时间采取补救措施,从而建立一个既经济又有效的维修计划。

下面给出几种类型的状态监测系统。根据机器、机器状态及其他因素,选择其中一种系统或者几种系统组合的方式。

4.2 振动状态监测的类型

4.2.1 概述

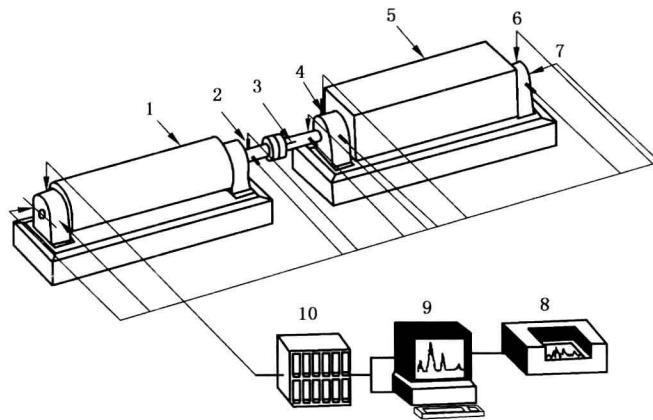
状态监测系统有多种形式,可使用永久性安装系统、半永久性系统或便携式监测系统。

应根据多个因素来决定选用合适的监测系统,例如:

- 机器运行的关键程度;
- 机器停机时间的费用;
- 机器突然失效的费用;
- 机器的费用;
- 失效模式的扩展率;
- 维修的可接近性(例如核电站或其他远程位置);
- 合适的测量位置的可接近性;
- 测量/诊断系统的品质;
- 机器的运行模式(例如转速、功率);
- 监测系统的费用;
- 安全性;
- 环境影响。

4.2.2 永久性安装的系统

这种类型的系统是传感器、信号适配器、数据处理和数据存储装置永久性安装的系统。数据采集可以是连续的或周期的。永久性安装系统通常用于昂贵的和关键的机器或者具有复杂监测任务的机器。图1表示了一种典型的永久性安装的在线系统。



- 1——驱动机；
- 2——轴位移传感器(典型的)；
- 3——相位参考器；
- 4——在固定轴承构件上的传感器(典型的)；
- 5——被驱动的工作机器；
- 6——径向；
- 7——轴向；
- 8——打印机；
- 9——具有数据存储的计算机；
- 10——信号适配器。

注：此图表示的是一种典型配置，允许用另一种系统来替代(例如以微机为基础的系统，常有在 A/D 变换之后实施积分的信号适配)。

图 1 典型的永久性安装的在线振动状态监测系统

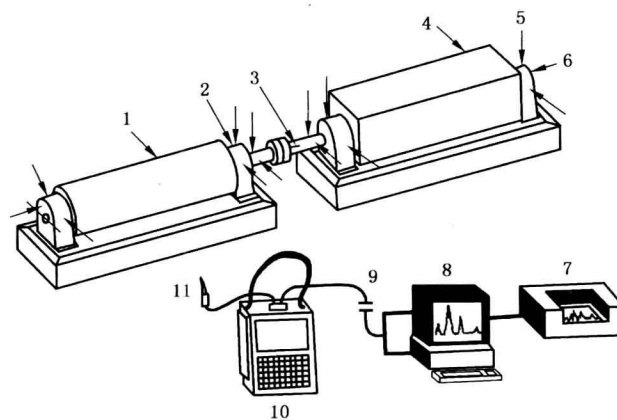
4.2.3 半永久性系统

半永久性系统是永久性系统和便携式系统之间的一种交叉。在这种类型的系统中，传感器通常是永久性安装的，而数据采集部件是间歇式连接。

4.2.4 便携式监测系统

便携式监测系统与“连续”在线系统功能类似，但较省事且较便宜。对于这种配置，采用便携式数据采集器自动或手动周期性地记录数据。这类系统如图 2 所示。

便携式监测系统比较普遍地用来在机器预先选定的位置上以一定的时间间隔(周、月等)、周期地手动记录测量结果。数据通常就地输入和存储在便携式数据采集器上，可以立即进行初步的粗略分析。然而对于更深入的处理和分析，需要把数据下载至有相应软件的电脑上进行。



- 1—— 驱动器；
- 2—— 数据测点(典型的)；
- 3—— 相位参考器；
- 4—— 被驱动的工作机器；
- 5—— 径向；
- 6—— 轴向；
- 7—— 打印机；
- 8—— 具有数据存储的计算机；
- 9—— 计算机连接环节；
- 10—— 便携式数据记录器；
- 11—— 传感器。

图 2 典型的便携式监测系统

4.3 数据采集

4.3.1 概述

数据可以连续采集或周期采集,数据分析可以由事件驱动或者由时间间隔驱动。

4.3.2 连续数据采集

连续数据采集系统是传感器永久性安装在机器关键位置上(如图 1 所示),通常在机器运行期间,连续记录和存储振动测量数据。该系统可以包括多通道自动振动监测系统,为了保证不丢失有效数据或趋势,应具有足够快的多路传输率。数据处理应能得到与以前获取的数据进行比较的宽带或谱的信息。通过设定存储数据的“报警限值”,可通知操作人员机器振动特性趋势的变化(幅值增加或减小),并据此推荐诊断方法。

连续的数据采集系统可以装在机器现场供机器操作人员直接使用,或者安装在远方现场,数据传输至中央数据分析中心。“连续”系统明显的优点是可以用于机器振动状态的实时在线监测。

在自动监测系统中,振动传感器永久性地安装在机器上,与连续监测系统几乎相同。该系统按程序自动记录和存储数据,并将最近的数据与以前存储的数据比较以便确定是否处于报警状态。

选择连续数据采集系统的决定,应在考虑 4.2.1 中列出的因素之后作出。

4.3.3 周期数据采集

周期数据采集可用永久性在线系统或便携式系统进行。在线周期系统可包括多通道的自动振动监测系统,在这种情况下,全部通道周期性地逐个扫描,当某个通道接通时,其他通道处于隔离状态。测量系统连续运行,但监测的各个测点有时间间隔,取决于被监测的通道数目和每个通道的测量周期。这些系统有时被称为“扫描”或“间歇”系统。

对于不便使用在线系统的机器,通常用便携式系统,在大多数情况下,便携式系统适用于周期性监测。

4.4 状态监测程序

在选定被监测的设备和确定合适的测量系统之后,建议制定振动状态监测程序流程图。图3给出一个典型的流程图。然而,由于每个设备、每个系统各有特点,数据流程应用户化,以取得最大效益。

采集振动数据的同时,应清楚地描述机器的运行状态,例如转速、负载或温度。至少应说明转速(r/min)和机器负载(功率、流量、压力等)以及能影响被测振动的其他运行参数。

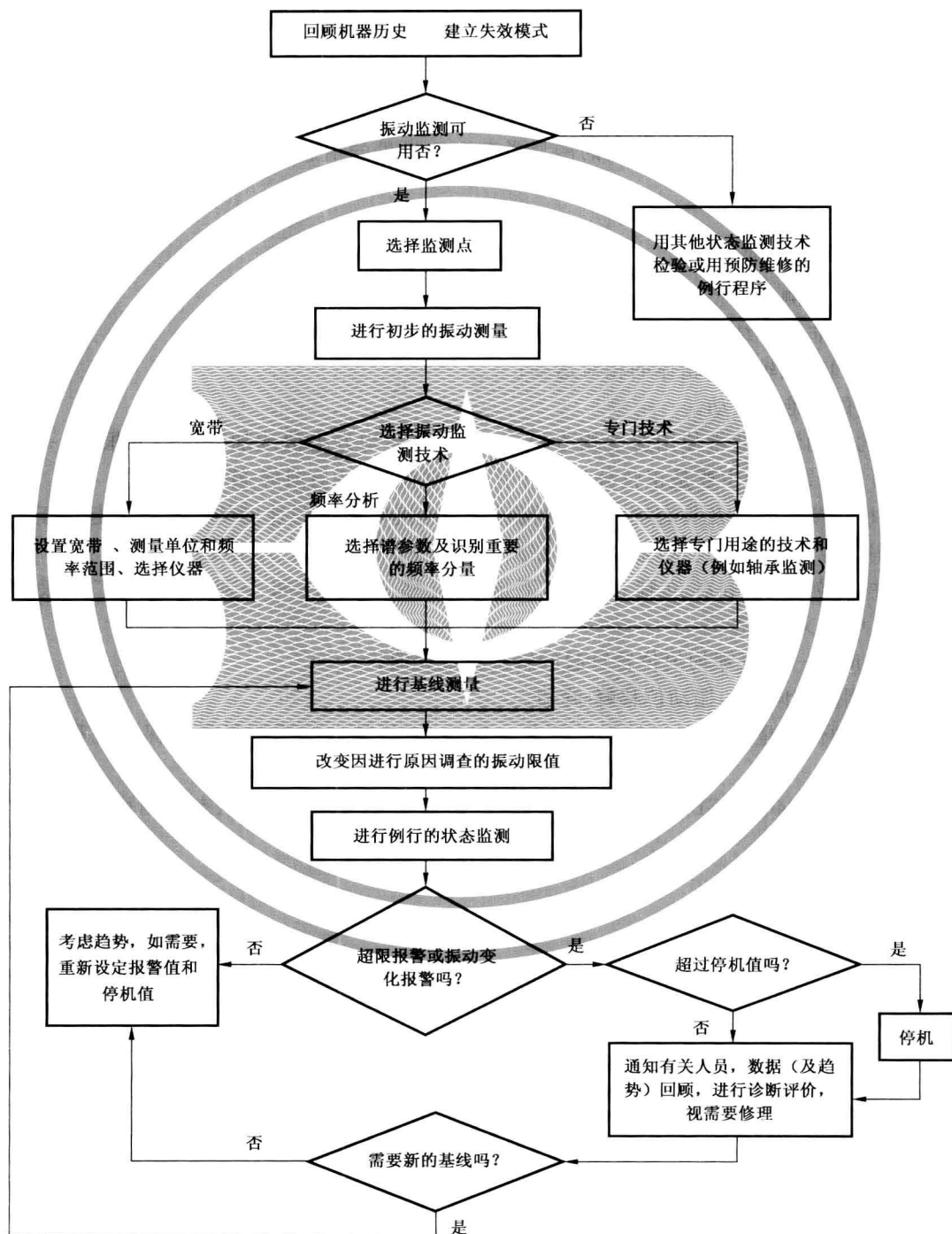


图3 振动状态监测流程图

一般来说,要特别强调在数据采集期间,运行状态应尽可能接近正常运行状态以保证数据的一致性和可比性。否则,必须充分了解机器的特性,以便评定数据的任何差异。

由于状态监测方法包括了检验振动值随运行时间变化的“趋势”过程,特别重要的是:在逐次测量期间,运行状态要保持相同,以便使这种趋势是有效的。例如,泵的振动值在正常负载和非正常负载之间会有明显变化。因此,运行状态变化引起的振动响应变化容易被误解为故障引起的变化。另外,采集数据的时间间隔不必是恒定的,正如 7.3 指出的,取决于机器当前的状态。

依据机器的复杂性和测量的目的,也可能需要采集其他状态下的数据。例如,怀疑存在不平衡、碰摩、轴裂纹或油膜涡动等问题,建议在瞬态运行时,例如启动升速和停机降速期间进行试验。

5 测量

5.1 概述

本章提供了推荐用于振动状态监测的测量类型和测量量的信息。附录 B 给出了机器测量要求记录的典型信息。

5.2 测量类型

5.2.1 概述

一般有如下 3 种测量类型可用于机器振动状态监测:

- a) 在非旋转结构上进行振动测量,例如轴承箱、机壳或机器底座上;
- b) 转子和固定的轴承或箱体的相对运动;
- c) 旋转部件的绝对振动。

结构物上的振动测量通常使用速度均方根值,常与位移均方根值或加速度均方根值一起使用(见 GB/T 6075.1)。如果振动主要是正弦分量也可使用振动位移(峰值或峰-峰值)。

对于高速机器或齿轮以及具有抗磨轴承的机器,加速度峰值常与速度均方根值一起用于监测。另外,正日益使用其他更高级的技术,能使包含在振动信号中的信息有更大用处。

旋转部件的绝对和相对位移由几种不同的位移量定义,每一种现在都广泛使用,并在 GB/T 11348.1 中定义,包括:

- $S_{\max}$ 从时间一积分零均值位置算起的轴位移最大值;
- S_{p-p} 在测量方向上的振动位移峰-峰值。

上述的每一种位移量都可用于轴振动测量。然而,应清楚地标明测量量以保证正确地解释测量结果。

应注意 GB/T 11348 和 GB/T 6075 系列标准只论述宽带测量,然而,状态监测可能包括附加的振动测量和分析,例如:

- 谱分析;
- 滤波;
- 时域波形和轨迹;
- 具有幅值和相位的矢量分析;
- 高频振动的包络分析。

5.2.2 传感器位置

用于状态监测的传感器位置取决于被测量的具体机器和规定的参数。在确定“位置”之前,首先必须确定应监测的参数,即:

- 机器壳体的绝对振动;
- 转子相对于箱体的振动运动;
- 机器运行时,轴相对于箱体的位置;
- 轴的绝对运动。

传感器一般应安装于轴承或靠近轴承的地方。然而,如果对特殊类型的机器有可用的经验,并且这样的传感器位置切实可行,把传感器安装在不是轴承的其他位置上也是可以的,如:

- a) 在最可能提供振动最大值的位置上(例如大型燃气轮机组的中间轴的跨度中间);
- b) 在固定部件和旋转部件之间间隙小、可能发生碰摩的位置上。

无论选用什么平面进行振动测量,传感器应位于最可能提供损坏和失效早期征兆的角度位置上。

5.2.3 典型机器的传感器位置

附录 A 给出了不同类型机器为获得有意义的振动数据而推荐的传感器安装位置。这些位置和方向用于靠近轴承的轴测量。

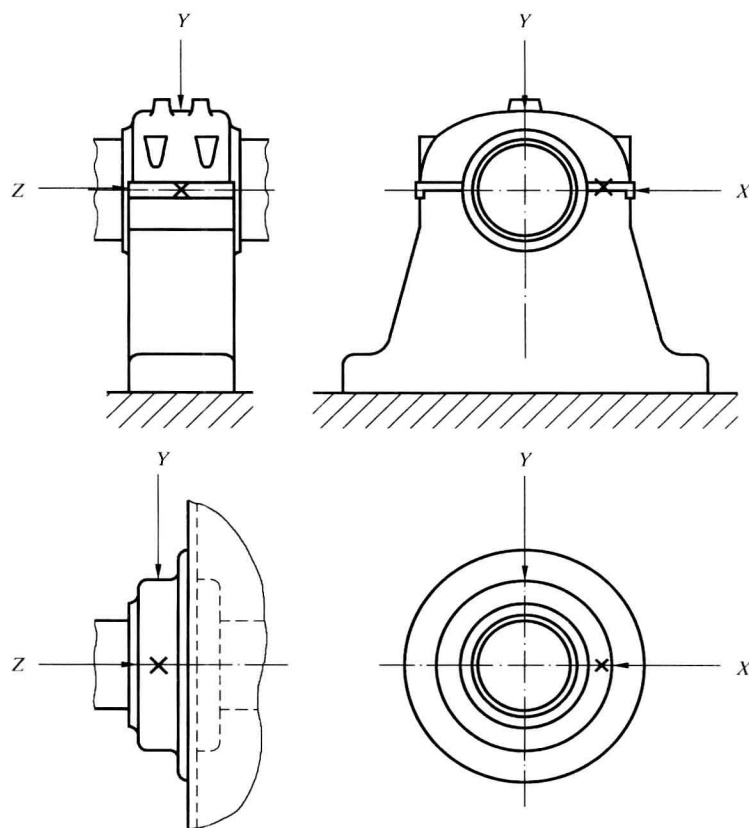
5.2.4 传感器的方位和标识

应清楚地标识传感器的位置,以保证在逐次测量期间位置的可重复性。重要的是对于设备和测点制定一个统一命名的协议。附录 D 提供了一个传感器方位和标识的典型协议的例子。

5.2.5 在非旋转结构上的测量

GB/T 6075 系列标准对不同类别的机器提供了具体方法和测量仪器,并确定振动速度均方根值(mm/s)作为优先选用的评定参数。可直接用速度传感器或具有积分电路的加速度计进行测量。

这些测量类型的典型位置,卧式机器在每个轴承箱或底板上,如图 4 所示;而对于立式机器,见图 5。



X——水平;
Y——垂直;
Z——轴向。

图 4 卧式机器振动测量的典型传感器位置示意图

5.2.6 旋转轴上的测量

5.2.6.1 概述

如同 GB/T 11348.1 中定义,优先选用的轴振动测量量是位移。下面给出用于轴测量的各种传感

器及配置。对就地信号适配和数据处理的引用也表示在图上,信号适配的讨论在 5.2.8 中给出。

注:进一步的信号处理和分析及数据显示的细节在 GB/T 19873 的第 2 部分中给出。

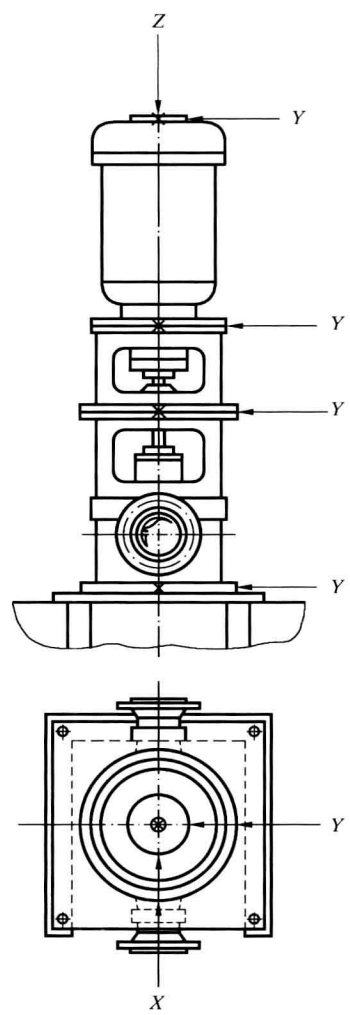
5.2.6.2 轴相对箱体的相对运动

GB/T 11348 系列标准对不同类别机器的旋转轴宽带振动位移测量提供了具体方法和仪器。

使用两个非接触式传感器可最好地测量相对振动,布置这些传感器测量在同一横向平面上旋转轴或旋转部件与固定部件之间的径向相对运动。图 6 给出了这样一种非接触式传感器系统的典型设置。

在每个轴承处,传感器通常相互垂直地安装在轴承内或尽可能靠近轴承座。有些场合,例如在有挠性轴的机器上,把传感器装在轴承以外的位置上也是适当的。

在任何情况下,传感器应该安装在对机器的动态力有足够的灵敏度的位置。虽然传感器可以设置在任何角度位置上,但普遍采用垂直和水平安装,或者采用与垂直和水平成 $\pm 45^\circ$ 安装,这取决于是否易于接近旋转轴。如果已知机器足够的信息,也可使用单个传感器。然而,这时某些分析技术就不能使用,例如轴心轨迹分析和 $S_{\max}$ 等。



X——水平;
Y——垂直;
Z——轴向。

图 5 立式机器振动测量的典型传感器位置示意图

5.2.6.3 轴的绝对运动

有些类型的机器,例如具有软的转子支承结构和/或挠性转子,或在邻近转子固有频率的转速下运