

利用振动频带进行有效状态监测

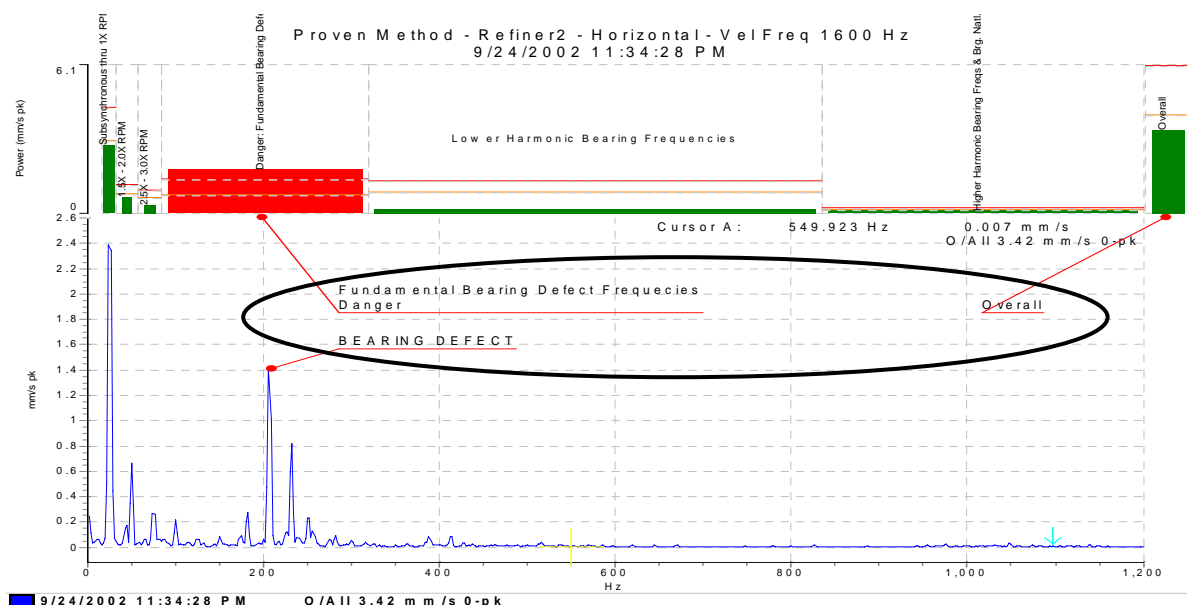
摘要：本文论述了细化监测参数在状态检修中的重要性，通过遵循一定的原则和经验对振动频谱的频带报警设定，可以使状态监测系统对设备故障的反应更灵敏，使状态监测工作更规范化和更有效。而选择合适的软件则使这个工作变得很容易。

关键词：状态监测，振动频带报警，状态监测软件

1. 引言—频带的优势

监测参数和报警的设定在状态监测系统的建立中是至关重要的。一旦确定了被监测设备，就要决定最能反映其运行状态的参数，通常振动、油液、温度、超声、电流等被认为是重要的设备状态信息载体和物理参数。监测参数必须进行明确地定义，对振动来说细分为位移、速度、加速度及高频能量，它们的幅值，相位和频谱，以及分析的频率范围等；要根据需监测的故障类型合理选择最灵敏的参数和数据表示方式，以能够提早准确地感知到故障状态。根据设定的监测参数（或测量定义）采集到机器数据后，一个有效的监测系统必须对设备状态进行准确评估。

首先需确定机器是否有问题，然后必须诊断问题的根源并确定其严重程度。有效的报警设定是状态监测的致胜法宝，但也是最困难的部分之一，既不要“误”报警，又不能“漏”报警。一般振动监测系统中，通常设定总振动值报警，频谱包络报警和频谱频带报警，它们各有什么优缺点呢？总值报警简单、直接和容易理解，并有各种标准可以参照，但它们容易遗漏潜在的机器问题，有时诸如轴承劣化、齿轮、电器等问题仅仅依赖于总值报警是不能被发现的，例如一个轴承失效频率可能增加了4倍，但总振值却几乎没有任何变化！频谱包络报警考虑到了整个频率范围内的每个频率成分，但其设定起来比较麻烦，另外，当某个成分报警时我们并不知道它所代表的意义。频带报警则兼具二者的优点并克服了其缺点，将整个频率范围分为几个有意义的频带进行监测和跟踪，它实际上简化了频谱，将几百个数据简化成几个数据，对每个数据设置报警，并且当报警产生时我们能大概判断问题的性质。



将频谱分为6个频带，总振动值正常，但基本轴承失效频率危险报警

2. 如何设置频带

如何进行有意义频带划分使我们能够监测和判断故障的发生和发展呢？针对特定的机器，要进行有效测量定义及其频带设置需要了解设备结构和运行等多方面信息，还要

具备各种设备故障振动频谱特征的知识 and 经验。这正如一个合格的大夫需要对病人的一些病征开列检查和化验单一样，首先要知道某个疾病的诊断由哪个（些）征兆和指标来确定。因此，设置报警频带是一个高等级的工作，必须由振动分析工程师来完成。

例如，对一般滚动轴承的机器，设置测量频率范围 40xRPM，除了监测 1x, 2x, 3x 这些反映转子平衡、对中、松动等故障的频带外，还要监测滚动轴承特征频率频带，以及轴承频率谐频和共振频率频带。对一般油膜滑动轴承的机器，设置测量频率范围 20xRPM，还需要监测亚同步（油膜涡动等）频带。对齿轮箱的监测，测量频率范围需低频和高频分别进行，高频监测频率范围 3.25xGMF，分别监测齿轮啮合状态。对交流感应电动机，也要分低频和高频测试，低频 200Hz 范围用于识别转子转动频率周围的电动机极通过频率边带；高频监测频率范围包括转子笼条通过频率的 2 倍以判断转子断条状态。对于带有叶片的离心风机和泵，还有考虑设置叶片通过频率频带。

通过这些设定，使我们的状态监测更加细化，能够监测跟踪机器的各种类型故障的发生和趋势，而不仅仅是总振动值是否超标。

3. 如何设置频带报警

设备异常或故障的严重性等级由报警限确定，一般分为正常、警告（引起注意）、报警和危险四个级别。对机器总振动值，报警限的设定可参照 ISO2372 和 ISO10816 标准；而对频带报警则相对复杂。

为了解决这个问题，状态监测领域著名的美国北卡州 Technical Associates of Charlotte 公司 James E. Berry 先生建立了”The Proven Method”（证实的方法），它指导对一般过程和辅助设备的振动测量数据设置监测频带和速度谱频带能量报警，已成功地应用于泵、风机、冷却机、球磨机、机床传动、高速离心空压机、中速轧机传动等各种设备并得到长期验证。

“证实的方法”首先对不同类型的设备制定总振动值报警参考标准，然后根据设备部件和结构参数以及运行速度设定六段频带报警。

Item	0 - 2.694	2.694 - 4.49	4.49	6.735
MOTOR/GENERATOR SETS				
Belt-Driven	0 - 4.939	4.939 - 7.633	7.633	12.123
Direct Coupled	0 - 3.592	3.592 - 5.388	5.388	8.082
CHILLERS				
Reciprocating	0 - 4.49	4.49 - 7.184	7.184	10.776
Centrifugal (Open-Air) - Motor & Compressor Separate	0 - 3.592	3.592 - 5.388	5.388	8.082

“证实的方法”设备类型及其报警等级

The screenshot shows the 'The Proven Method' software interface. It displays a table for 'CASE G TYPE 1. Driven Centrifugal Component with Known Number of Vanes (or Blades) and Rolling Element Bearings'. The table has columns for ITEM, BAND 1, BAND 2, BAND 3, BAND 4, BAND 5, and BAND 6. Below the table, there are checkboxes for 'Create at axes' (Horizontal, Vertical, Axial, Radial) and a button for 'Create Alarm Bands and Measurement(s)'.

ITEM	BAND 1	BAND 2	BAND 3	BAND 4	BAND 5	BAND 6
BAND LOWER FREQ	5 Hz	15 Hz	27.5 Hz	135 Hz	165 Hz	800 Hz
BAND UPPER FREQ	15 Hz	27.5 Hz	135 Hz	165 Hz	800 Hz	1600 Hz
ALERT	4.849 mm/sec rms	1.616 mm/sec rms	1.886 mm/sec rms	3.233 mm/sec rms	1.886 mm/sec rms	1.078 mm/sec rms
DESCRIPTION	Subsynchronous thru 1X RPM	1.5X - 2.0X RPM	2.5X - Funda. Bearing Defect Frequencies	BPF +/- 1X Sidebands	Lower Harmonic Bearing Freq. & BPF Harmonics	Higher Harmonic Bearing Freqs. & BPF Natl. Freqs.

“证实的方法”设定六段频带报警

“证实的方法”可设置的设备部件包括：一般用途（滚动轴承，滑动轴承），齿轮箱（已知齿数，未知齿数），感应电动机（笼条状态测点，电气状态测点），离心式压缩机、风机和泵（已知和未知叶片，滚动和滑动轴承），直流电动机（全波整流，半波整流，电气波动），机床主轴等。它们各自有不同的频谱特征和监测频带设定。

“证实的方法”频带报警值的设定也是一个经验值，一般是总振动参考标准的百分比数。值得指出的是，按国际标准和按“证实的方法”设置的任何报警只作为一种初始参考设定，较为符合实际的报警限一般在采集了 6 次数据以上可以用统计法生成。

4. 具有经验的软件

设备、测点、位置、监测参数、报警确定的过程就是状态监测数据库建立的过程，衡量一个状态监测软件的优劣首先要看数据库建立是否容易。除了编辑功能（增加，拷贝，调整，删除等）操作是否方便之外，最重要的是考察软件利用一些已有原则或经验指导用户建立数据库的各个构件，使用户参与的程度（或需要用户的知识程度）越小则越好。相当于软件是一个振动分析专家为您建立数据库或监测方案，你只需输入必要的数据库。

VB 振动分析系列 ASCENT 软件具备了这种能力，它实现了 ISO2372、ISO10816 和“证实的方法”的自动应用，通过简单的鼠标点击选择和输入机器转速（或齿轮齿数、叶轮叶片数等）即可建立速度谱测点参数、总值报警和频带报警。当用 VB 振动分析仪按路径方式采集了设备的状态数据并将数据回放到数据库后，即可利用设置的报警限检查设备的报警状态，并形成异常报告。当积累了一定量的数据后，ASCENT 可以用统计方法对报警限进行调整，使报警更加有效。

5. 频带监测的实施—两级监测系统

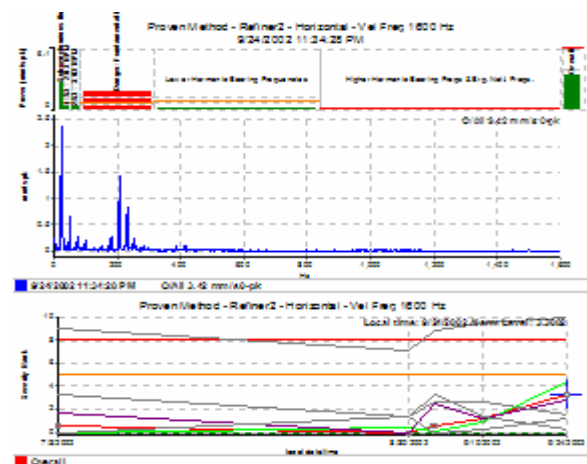
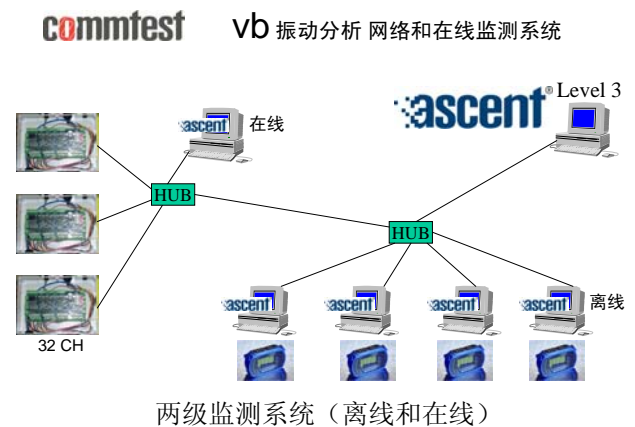
状态监测在企业中的成功实施涉及管理和技术两个方面的因素，一方面状态监测应当与日常设备运行管理结合起来，设备运行管理人员要参与监测并利用监测的成果；另一方面企业应具备建立、维护和调整数据库，解释疑难问题，进行精密诊断的能力作为实施状态监测的核心。

因此在监测系统上分两级或两个层次比较合理，车间（装置）级和工厂级。

车间级负责采集数据并监测设备报警状态，工厂级设定数据库参数和调整报警限，培训指导车间人员，并对报警的设备进行深入分析和诊断，提供维修建议。

6. 结论

软件通过利用“证实的方法”设置频带报警可以使状态监测立竿见影。没有经验或没有历史数据的用户，可在做基线（初次）测量之前对工厂的成百台设备设置有效的频带报警；有些用户虽然对大量设备采集了数年的数据，但是由于不知道如何合理设置而从未使用过频带报警，他们可首次设置频带报警；富有经验的用户，已经使用了频带报警，现在可以与经验标准进行比较，评价期现有设置的有效性。



频带报警及频带趋势