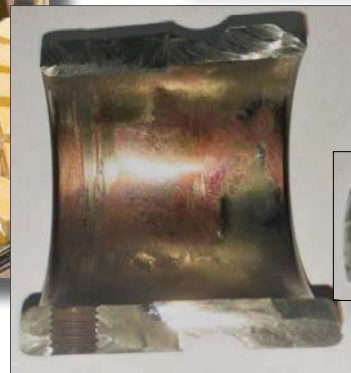
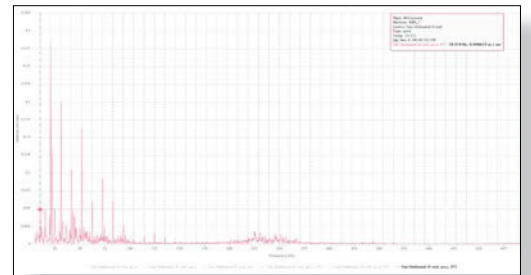




案例研究

远程监控检测轴承失效前缺陷

服务商Koontz-Wagner使用Hengstler OnSite™状态监控系统远程捕获客户工厂的轴承缺陷，避免发生灾难性故障。



案例研究

远程监控检测轴承失效前缺陷

服务商Koontz Wagner使用Hengstler OnSite™系统远程捕获客户工厂的轴承缺陷，避免发生灾难性故障。

在工业自动领域以及生活中，这虽是小事，但关系重大。如果过程关键设备失效，那么讨论生产线的运行速度和可靠性都毫无意义。这是一家大型食品制造商旗下重要工厂所面临的问题。该工厂拥有公司标志性的烧烤酱灌装线，生产车间面积高达100,000平方英尺，使用单台屋顶式鼓风机。当鼓风机失效并且此情况定期出现时，整个生产过程必须中止，直到鼓风机修好。考虑到鼓风机的重要性，工作人员必须经常对其进行监控。实际中其顶棚位置即便从最佳角度看也不便触及，而如果考虑最坏的情况，当冬季风暴引发冰雪时，这些顶棚更是触及不安全或无法触及，因此，一年只可对其检查几次。

当生产商引荐Koontz-Wagner公司的预测性维护经理Ken Patterson提高正常运行时间后，Patterson将Hengstler OnSite™在线状况监控系统安装在鼓风机上，其目的在于密切跟踪设备的健康状况。OnSite系统在安装后跟踪设备健康状态不到一个月的时间，即在鼓风机的某个轴承中检测出突现的、快速发展的缺陷（见图1）。该数据不仅在设备失效前向Patterson和食品生产商发出维修需求警告，而且帮助他们继续维持安全运行，直到设备寿命终结。工作人员在夜间对进行了更换，而未造成任何生产损失。

**“轴承不会引发任何灾难性的故障”，Patterson说道。
“客户无须在白天关停工厂生产。OnSite系统数据有助于我们提早发现问题。”**



图1：风机轴承外圈刮痕显示OnSite在线状态监控系统所检测到的各种缺陷

远程监控

在线状态监控系统并非最近才出现的事物。过去这些系统十分昂贵，而且难以安装。因此它们作为轮机等高昂设备的重要环节。烧烤酱厂鼓风机经由皮带驱动耦接交流感应电机的风机组成。风机和电机均配备相应的轴承。从成本角度看，总成设备根本不会被视为高价值的设备资产，但是鼓风机则属于关键性的设备。当鼓风机失效时，整个生产过程会被迫停止，并导致每小时损失约10,000美元。

如果问题提早发现，维修过程可能需要花费12小时。如果鼓风机轴承或其他元件发生灾难性故障，需要数周时间进行修理和维护，并耗费100百万美元或以上。同时考虑到鼓风机的位置难以触及，这样鼓风机就成为在线监控的主要对象。

然而在线监控不仅必须可调整，而且还须具有实用性。因此，Patterson转向Hengstler OnSite™在线状态监控系统。该系统包含四个模块。每个模块都配备了三轴加速度计和温度传感器（见图2）。



图2：Hengstler OnSite™在线状态监控系统配备了四个传感器。每个传感器配备了三轴加速度计和温度传感器。

自设计之初系统定位就是简单实惠。只需数分钟，整个系统便可安装完毕。Patterson在向客户展示技术前通过增加磁体和电源强化系统，从而方便搭接，使其无需壁挂电源即可工作。“我插上电源，然后就带客户去吃午饭了，这样我们可以在吃饭时开始查看各项数据，”他说道。

OnSite系统包括基于云的分析门户，使用户能够查看设备的振动频谱 (FFT)、时域波形和总RMS振动图，以及速度和温度数据（见图3）。数据可保存在本地设备或云上，以供后续访问。这是Patterson特别欣赏的功能。

“我喜欢Hengstler系统的地方首先是它是基于Web的”，他说。“而且，它不仅仅是报警器。我可以查看海量的原始数据。我可以对其进行分析，然后弄清楚设备究竟发生了什么，而无需走到设备面前查看。”

监控鼓风机

10月4日，Patterson和Hengstler团队将OnSite系统安装到鼓风机设备上。他们在电机和风机的内侧和外侧各安装了一台传感器。紧接着他们设置了触发器，然后开始收集数据。

安装完毕后，Patterson随即通过风机和电机的所有传感器查看RMS数据、时域波形和振动频谱。自一开始，频谱就显示1倍风机轴速下的高峰值，以及多谐波（见图3）。Patterson和Hengstler团队紧密合作，设置1、2、3倍风机轴转速的FFT元报警。

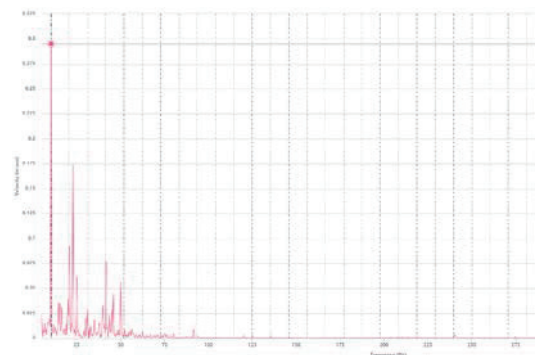


图3：风机外置轴承的振动频谱 (FFT) 显示1倍风机轴速下的高初始峰值（左侧红点）和谐波。该信息用于确定如何设置报警值。

大约在这个月的中旬，风机外置轴承开始出现缺陷，从而使振动加剧。这种情况被风机外置传感器检测出来，并显示在RMS振动图（见图4）上。

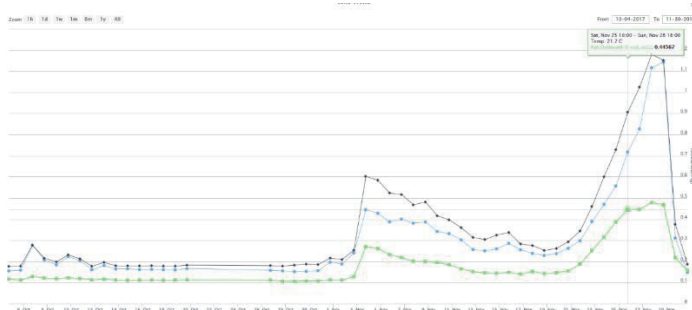


图4：10月外置风机传感器水平、垂直、轴向振动的RMS趋势显示轴承开始出现缺陷。

11月3日，仅在安装完毕后1个月内，系统便触发了RMS报警。Patterson、客户以及Hengstler均收到了通知邮件。时域波形和振动频谱概览图表明出现了1倍风机轴转速的多谐波（见图5）。其它谐波则是因轴承松动造成的。

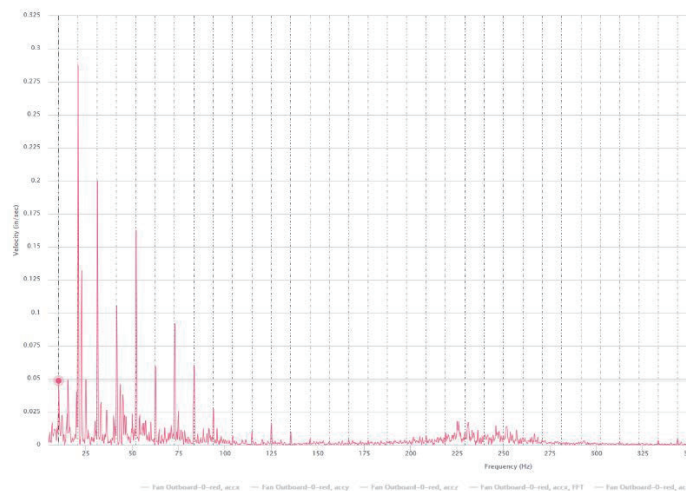


图5：11月4日提取的振动频谱显示1倍峰值下降高达98%（左侧红点），而2次和3次谐波则急剧上升。其它谐波的出现则表明轴承出现松动。

外置风机轴承加速度计的时域波形自安装后2g的峰-峰加速度演变为缺陷出现后约6g的加速度（见图6）。

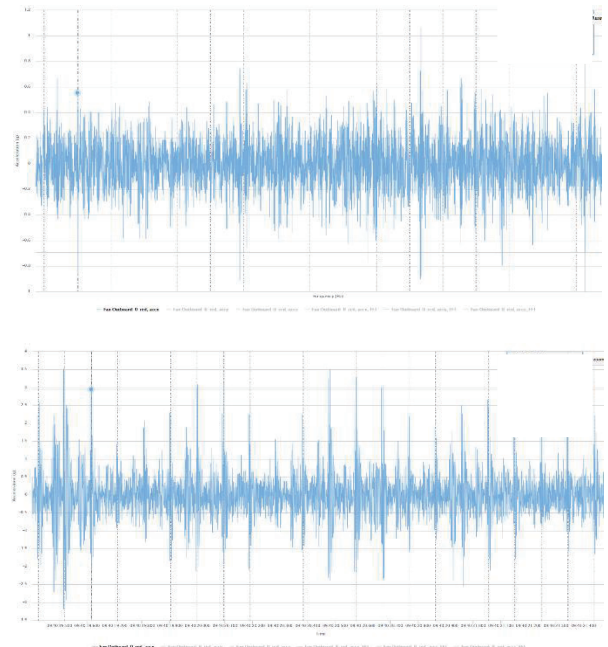


图6：缺陷出现后轴承的时域波形（底部）显示峰-峰振动加速度约为6 g，而基准处加速度约为2g（顶部）。上图垂直刻度为-1至+1.2 g，而下图垂直刻度为-3.5至4 g。

Patterson和客户获取报警通知后，他们对数据进行评估，并制定出意向决策，将维修延迟至班次结束。他们使用OnSite系统持续监控轴承，从而获悉系统在轴承状况恶化前提供预警。缺陷急剧发展，直到最后振动变得异常剧烈，声音非常明显（见图7和图8）。此时，风机会停机并需要连夜维修。

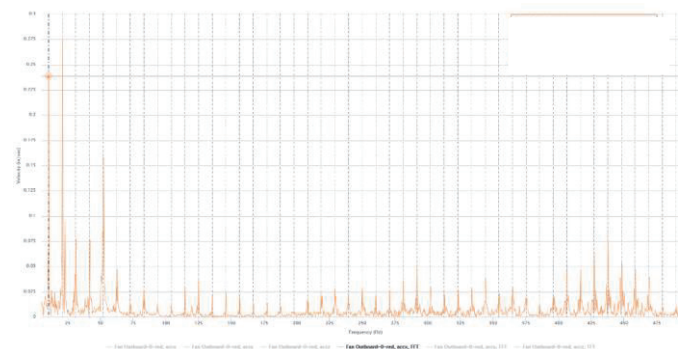


图7：风机外置轴式传感器显示了缺陷导致的轴转速多谐波。

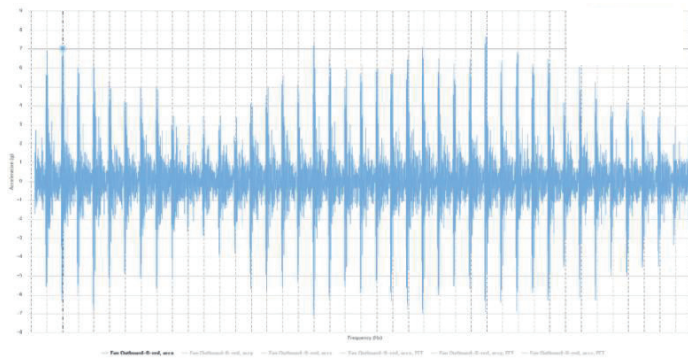


图8：外置传感器缺陷引起振动现象，经外置风机传感器检测其振动加速度达16g峰-峰值，如时域波形所示。

当剖开风机轴承时，轴承套呈现转动迹象。此外证据表明轴承与轴存在配合问题。轴承外圈和内圈以及轴承套内部出现可见的刮痕（见图9）。

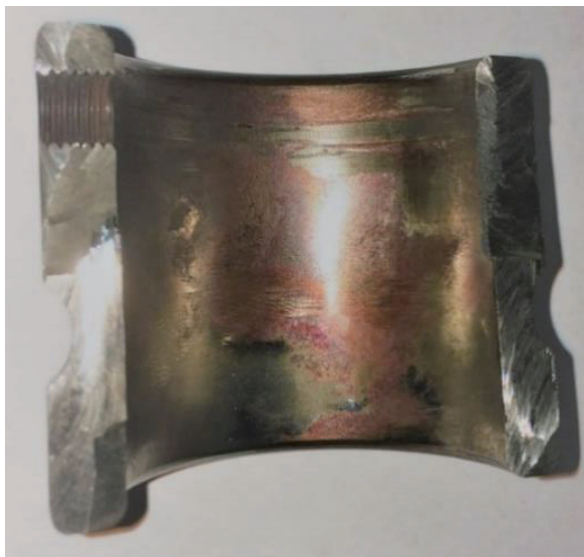


图9：拆卸后轴承剖分图显示内圈（底部）和外圈（顶部）均出现可见的损坏迹象。

希望了解更多关于振动分析以及如何创建预测性维护计划的信息？

[点击这里了解更多信息。](#)

上述问题的发现是响应式维护而非预测性维护的典型示例。借助关于鼓风机设备运行特点的更多信息，Patterson将能够完善OnSite系统的运行状况，以便发出更重要的警告信息。例如，瀑布图使得本月缺陷发展过程跟踪成为可能（见图10）。

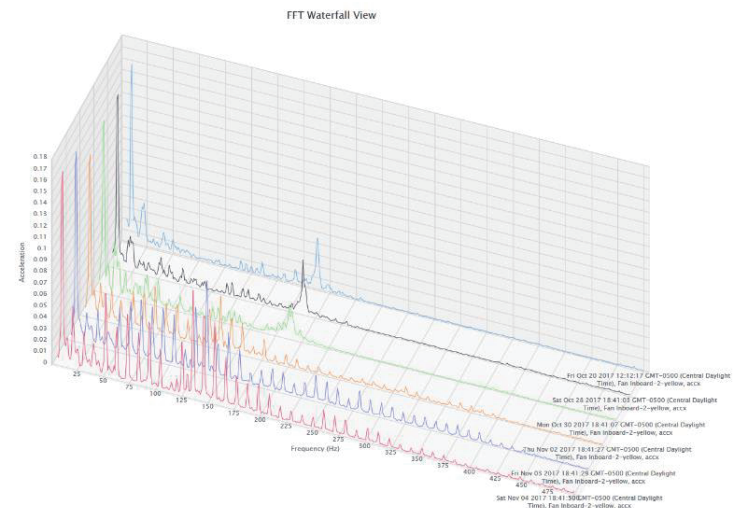


图10：频谱瀑布图突显了谐波随轴承缺陷恶化的演变迹象。数据按时间顺序从后到前进行显示。

Patterson希望未来使用该系统提高其客户的正常运行时间以及简化自己的运营过程。

“无论任何时间，一旦客户收到通知，我立马就能收到消息”，他说。“我不再需要等他们打我电话，然后跟我说，‘你好，Ken，我听到了这个噪声，设备可能需要检查哦’，取而代之的，OnSite系统直接将让我站在状态监控的至高点。我将能够在客户响应前知道他们的设备是否出现任何问题。”

Patterson已经和需要监控其锻造车间鼓风机的铸造工厂一道安装了这种设备。他还希望使用设备执行验收测试。

“如果我需要返修大型电机设备，我可以使用OnSite系统调试数周，确保客户设备不存在任何问题。我建议将其用作一种新型测试工具。**”**

持续在线状态监控系统提供了一种强大的设备健康跟踪工具。现场系统价格实惠，易于操作，这使其不仅适用于各种高昂设备，而且还适用于故障设备，以及执行关键功能的低廉设备。结合基于路径的监控和预测性维护方案，在线状态监控可减少停机时间，提升生产效率，使组织能够

根据其自己的时间进度，执行维护和修理。“**它使客户感到安心**”，Patterson说。“我告诉他们，‘你应该希望周一就知道问题，而不是周五晚上你和家人聚餐才知道这个问题吧？’借助OnSite系统，我可以让你第一时间知道这个消息，这样你就可以提前对你的维护进度进行规划。”

不要只是听我们说，欢迎去探索Hengstler OnSite™状态监控系统能为你做些什么。我们无风险的免试用产品让你能够在你自己的工厂和设备上试运行整个系统。

关于Hengstler

HENGSTLER亨士乐的历史可以追溯到170多年前。1846年，时钟制造商Johannes Hengstler开始在德国西南部的Aldingen镇生产一系列的钟表弹簧。之后数十年工控行业的经验奠定了HENGSTLER亨士乐坚实的基础，目前产品覆盖了编码器、旋转变压器、安全继电器、计时器和计时器、工业打印机和切刀等。