

船舶设备异常振动检测系统的介绍

～预防维护用异常振动检测系统的可行性～

1. 前言

在支撑着日本经济的进出口贸易方面，国际海上运输占到了进出口货物总量的90%以上，船舶运输是国际贸易中非常重要的手段。随着世界经济的发展和贸易壁垒的消失，在复杂关联的全球化风险日益显现的趋势下，海运事业始终是风险相随，为实现杜绝重大事故的目标，确保运输日程和安全运输，在维持和管理船舶的安全航行之外，还需要从各个观点出发采取确保安全航行及保护海洋环境的措施。

维持船舶安全航行的基本，在于高级海员实施的适当监视及考虑到气象、海况的最佳航线选择等，机械室中有着为船舶提供推进力的主发动机、发电机及各种水泵、鼓风机、马达等辅助机械，这些对航运至关重要的设备由轮机员负责状态监视，进行预防维护管理。对于安装在机械室内的各种机械、设备类，为防止重大损伤于未然，在每天巡视检查运行状态的过程中发现异常，并进行开放维护等早期应对非常重要。过去，船舶中搭载设备的监视装置只有最低限度的必要装备，在机械室内巡视检查时主要依靠人的感觉来应对。最近，随着温度、压力、振动传感器等技术的提高，配备了能自动监视多个检查项目，在发生异常时会进行警报的系统，但目前的实际情况是，对于船上装备的所有设备的细微状态变化和异常振动等问题，尚无法实现完完全全的自动监视。此次为大家介绍的是由商船三井技术贸易株式会社与株式会社华尔卡合作开发的可检测设备异常振动的便携式系统。

2. 以设备的预防维护为目标的举措

2-1) 船上搭载设备的状态监视

对于船上搭载的主机、发电机、锅炉等主要设备，通过以下方法以防止出现对航海造成影响的问题、及发生重大设备损伤。具体方法如下：通过随时监视各部分的温度、压力、转速等运行状态，用机械控制室内装备的数据记录仪进行定时记录，同时，发现异常后不分昼夜地立即发出警报，并进行自动减速或紧急停止，对具有后备功能的设备自动启动后备设备。

然而，对于用来驱动鼓风机、水泵等的马达及小型旋转设备等，没有配备用于监视运行状态的传感器等，在马达轴承损耗引起的发热、异响、振动等问题方面，需要轮机员在定期巡视时通过触诊或使用听音棒等依赖人的感觉进行检查。如果未能及时发现异常，可能会由于轴承部的损伤引起马达烧毁等情况，因此目前采用的方法是对船上搭载的主要设备，以运行时间为基础的定期开放维护等作业进行预防维护。

2-2) 船上大数据的运用

最近，通过利用卫星线路，可以在岸上对状态监视中获得的庞大数据利进行随时监视，我们正致力于将这些数据与气象和海况数据相结合，开展将其运用到减轻船体和推进机负担的最佳航线选择和最佳自动操舵等的完善安全运行方面的工作。近来，汽车厂商等纷纷在开展自动驾驶技术开发，船舶方面的自主航行船舶(无人驾驶船舶)的技术开发也已启动，预计将在2020年初进行试航以进行实践验证，气象、海况信息、乃至航海仪器(雷达、撞击预防装置、电子海图)信息和机械室内设备的状态监视信息等，各种大数据在推进自主航行方面将发挥越来越重要的作用。

然而，目前尚无法自动监视船上搭载的所有设备，因此需要能够测量设备状态、确认和判断是否存在异常的工具。

特别是由于船用设备与安装在岸上的设备不同，其安装位置本身可能发生晃动，或者受到其它安装设备的振动影响等，因此对单个设备的异常振动等进行测量和监视是非常困难的。而基于各设备处于这样的一种环境这一点而新开发的“船用设备异常振动检测系统”是一款简易监视工具，它具有干扰消除功能，能在无需对船舶上搭载的各种设备进行改造施工的情况下，即可消除那些非测量对象设备上发生的干扰振动，同时，它还带有无线检测等功能，可对安装在危险位置或高处等出入受限场所的设备进行无线远程测量，因此不仅仅是船舶上所搭载的设备，即便是在陆上产业设备、工厂成套设备等相关设备的预防维护上，也可广泛运用该套系统。

3. 振动检测维护系统的概要

3-1) 振动检测维护系统的功能与特点

本系统目前正在实际船舶上进行验证。如上所述，作为一款无需改造施工即可对设备状态进行监视，且可在不受晃动导致的振动影响的情况下对设备振动进行测量监视的系统，目前它正在进行实际的验证。

Figure1,2所示为振动检测维护系统的外观，Table1所示为系统主体的主要参数。

用于检测振动的传感器部采用了氟树脂，且考虑到了100℃环境下的耐热性，确保能在泵等高温场所中使用。采用可轻松安装的胶带或磁铁固定方式，不受设备形状限制。

远处的平板终端可通过无线扩展坞接收来自传感器的信号，并且可以以经时变化的方式对异常与否进行确认。还可用电线直接连接传感器和平板终端以进行测量。

在功能方面，还搭载了可将船舶和设备的晃动及晃动大小模式作为振动频率加以分析的功能。

它能在减轻因船舶摇晃产生的振动影响(干扰振动)，并与设备自身的振动相区别开来的情况下，连续地对设备单体进行振动监视。



Figure1 振动检测维护系统外观
左：平板终端
右上：传感器(约2cm见方)
右下：无限扩展坞(放大器)



Figure2 薄膜氟树脂有机压电元件子

Table1 系统主体的主要参数

显示部	10inch 平板终端(触摸屏)
Ch数	4ch or 2ch / 放大器 最大 12ch(无线连接 4台放大器)
输出	SD卡槽(支持SDHC 最高 32GB)
防水等	相当于 IP54
使用范围	-10℃~ 50℃、90% RH以下(不结露)
大小重量	40(H)x275(W)x188(D)mm, 1200g(包括 Li-ion 电池 280g)
[预定]	无线电法批准(欧洲、美国、中国、日本) CE标识、WEEE指令、 中国版 RoHS

3-2)降低干扰振动的相关验证实验示例

对于航行时的风浪状态等航行环境对船上测量的影响(干扰振动),以实验性方法进行了验证。

利用振动装置作为干扰振动源,通过将马达安装在振动台上,对能否区别干扰振动和马达振动进行了确认。振动装置为IMV公司制造的i240SA3M,在5Hz,5mmp-p条件下,振动方向为Z轴方向(上下振动)。使用Super Line单相马达(SC-KR-100W-4P-100V),在1720rpm(28.7 Hz)的条件下,马达旋转轴垂直于振动方向进行安装固定。测量结果如Figure3、4所示。

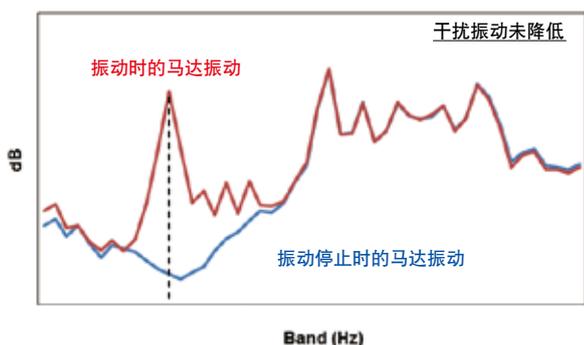


Figure3 受到振动机振动的影响的马达振动频带

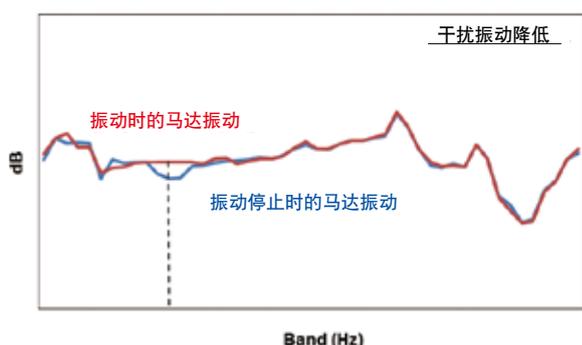


Figure4 降低了振动机振动的影响时的马达振动频带

根据Figure3可知,马达振动受到干扰振动的影响,作为振动条件的5Hz信号强度上升,与振动器停止时相比,振动水平出现较大变化(约50dB)。另一方面,降低了干扰振动时,可以确认5Hz的振动强度上升被缩小到了5dB以内(Figure4)。同样地,改变了振动振幅时(5Hz: 5,7, 10mmp-p)、改变了振动频率时(75Hz :

0.03,0.05mmp-p、200Hz : .005, 0.007mmp-p)的测量结果,在任一条件下,干扰振动的影响均在5dB以内。这昭示了降低航行时的波浪影响的可行性。

3-3)实际船舶上的测量示例

Figure5所示为商船三井技术贸易株式会社的国内航线供油船(Techno Star)的冷却海水泵的测量结果示例。可以发现时间性的信号强度变化。以正式的实证试验为目标,预定还将在加入干扰振动影响的同时进行继续测量。

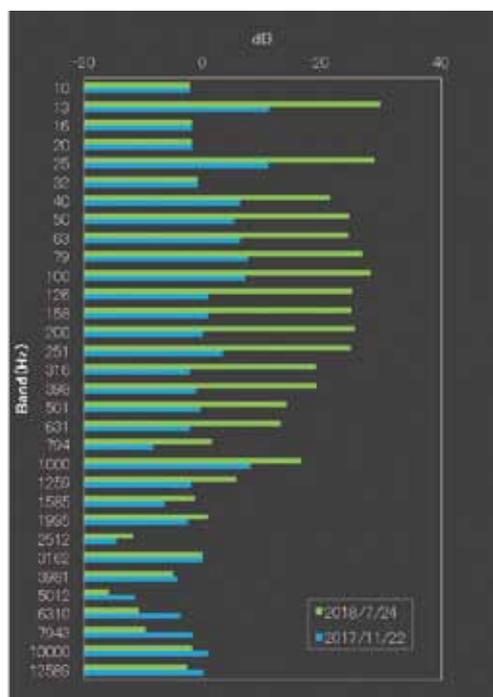


Figure5 实际船舶上的振动测量结果示例(冷却海水泵)

4. 总结

在已开发的系统中,通过实验室级的验证实验,确认到了干扰振动的降低。此外,在实际船舶的测量中,确认到了时间性的信号强度差异。但是,在实际的航行中,需要在主机输出和出航/返航时的载荷条件、周边设备的运行状况等周边环境不断变化的状态下测量振动状态。以正式的实证试验为目标,今后要解决的课题是在确认和考虑多种多样的干扰振动的影响的同时,检测设备振动的状态变化,设定适当的阈值。

5. 结语

掌握不同设备的问题和易发故障，推进包括维护零件的保管方法等在内的妥善的维护管理，对于在远离陆地

的海上航行的船舶非常有效。我们将通过继续推进实证试验，使之作为能让健全状态与异常状态可视化，并具有预测维护效果的系统，对不管是海上还是陆上的广大产业界的安全和安心作出贡献。



羽根田 诚
商船三井技术贸易株式会社
常务董事



佐藤 央隆
研究开发本部 第1商品开发部



米田 哲也
研究开发本部 第1商品开发部



油谷 康
研究开发本部 先行技术开发部