船舶机械设备的噪声及降噪技术研究

郭伟

(海装沈阳局 辽宁 沈阳 110031)

摘要:船舶机械设备是航运业中的重要交通运输工具,船舶机械的舒适性对于噪声的控制提出更多的要求。 本文主要从船舶机械设备噪声的来源以及影响出发,分析当前相关降噪技术的应用,并提出有效的降噪对策, 展望未来船舶机械设备降噪的发展趋势。旨在科学控制船舶机械噪声,提升整体运行效果。

关键词:船舶机械设备;噪声;降噪技术

0 引言

随着我国经济建设的不断加快,造船行业得到迅速发展。而现代船舶的动力逐渐增大,促使转向系统的液压冲击和流量越来越多,致使船舶转向控制的噪声有所增加,影响船舶整体动力和操纵性。因此必须对机械噪声进行有效控制,通过准确辨识噪声的来源,采用相应的降噪技术和措施,从而实现噪声降低,切实保证行船安全,提高整体航运效果。

1 船舶机械设备噪声的危害

在船舶机械设备运行状态下的噪声会产生诸多不良 影响,主要表现在以下几个方面:

- (1)由于船舶在航行期间,工作人员长时间接触机械设备,并处于噪声环境内。一旦噪声分贝较大,将会对人的听力、心血管以及神经系统等产生损害,很容易增大职业病发病概率,影响船舶上工作人员的身体健康。
- (2)对于船舶工作人员来说,在强噪声的干扰下,无法得到高质量休息,甚至出现耳鸣、睡眠质量差、记忆力减退等问题,对船舶工作效果造成较大的干扰。同时也会影响工作人员的专注力和反应能力,一旦有突发事件,则难以保持冷静状态。另外因噪声影响,工作人员的疲劳感也会增强,很容易出现违规操作而增加安全事故发生的概率。
- (3) 因为船舶机械噪声主要来源于设备振动,这种振动会对部分器件的正常运行产生不利影响,增加故障发生的概率。例如部分精密设备仪器无法正常工作、设备长期遭受交变载荷而产生疲劳损伤等,严重情况会缩短船舶的使用年限,致使出现多种安全隐患。而且船舶机械设备噪声还将会对水下环境造成较大的影响,

不利于水下生物的生存。因此研究船舶机械设备降噪技术及对策是十分重要的。

2 船舶机械设备降噪技术

2.1 被动控制技术

船舶机械设备噪声的产生主要是因为机械设备出现 振动而产生能量的传递。所以对于降噪技术的应用,则 是注重将机械振动的动能转化为其他形式的能量。所 以,可以根据船舶机械设备噪声的产生源、震源以及传 播途径等方面,采取有效的控制措施。现阶段应用相对 广泛的降噪技术是被动控制技术。被动控制技术具有设 备简单、成本投入少、无须借助外部能源的优势等特点, 可利用附加装置的阻尼或者改变结构的自身力学性能 等,实现减振降噪的效果。适用于多数船舶机械设备的 降噪处理。比如常用降噪技术有隔声技术、吸声技术 以及隔振技术等。隔声技术则是指控制声波传播,其 原理则是在机械设备的表面反射一部分声波, 并促使 另外一部分声波能够透过表面继续传播,有效降低噪声 传播。例如选用钢板进行声波反射,针对船舶舱室内 的空调通风管路进行隔声包覆,有助于降低噪声传播。 这一过程隔声面密度越大,则平均隔声量也相对越大。 吸声技术即是指利用某些具有良好特性的吸声材料或 结构,从而将噪声源发出的声波充分吸收,以此降低 混响。比如常用吸声材料有消声瓦、吸声涂层以及吸 声陶瓷、多孔皮革纤维棉板材等。隔振技术一般是利 用弹性支撑促使系统降低对外部所加激励的响应能力, 促使振源与机体之间的刚性连接改变为弹性连接,有效 降低振动能量的传递。比如采用双层隔振装置以及浮 筏隔振装置,双层隔振装置与浮筏隔振装置简图如图 1 所示。通过采用阻尼材料增加振动能量的损耗, 并将 受激振能量转为其他能量进行消耗,促使噪声减弱。

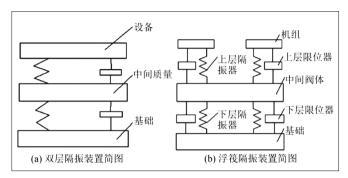


图 1 双层隔振装置与浮筏隔振装置简图

2.2 主动控制技术

采用被动控制技术对于低频声波的降噪效果不够理想,存在声衰减性能下降、效率低且材料浪费严重等情况。主动控制技术指的是反噪声降噪处理技术,是在声波叠加的原理下,通过添加与原声波频率和幅值一致且相位相差 180°的人为声波,基于人为干涉以降低噪声,反噪声技术消除噪声的原理如图 2 所示。主动控制技术能够按照设定的控制规律动态性,对系统结构进行调整,实现噪声消除。在具体实践中,则是在振动源内增加动力吸振器等,发挥电子技术主动跟踪振动源的优势,产生与其相反的振动能量,实现抵消效果。比较常用的主动动力吸振器包含可调频式及非可调频式等。反噪声技术消除噪声对于低频噪声具有比较显著的效果,在特种船舶中得到良好的应用。

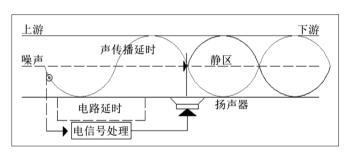


图 2 反噪声技术消除噪声的原理

2.3 混合振动控制技术

综合上述两点分析,被动控制技术主要针对高频噪声、主动控制技术主要针对低频噪声。所以单一应用任一种技术均存在局限性,需要将两种技术进行组合应用,从而实现全面降噪效果。由此在当前对于船舶机械设备噪声降低可采用混合振动控制技术,将主动控制与被动控制进行有机结合,同时应用在被控制构件中,借助被动隔振器分离高频振动,并使用作动器(主动动力吸振器)开展主动控制,能够有效衰减低频线谱振动,从而对高频和低频噪声进行良好隔离。比如在船舶机械设备降噪实践环节,按照主动和被动控制技术的相对作用大小,分为主从方式和并列方式。常见模式有结合主

动振动控制和阻尼耗能、主动振动控制与基础隔振结合等。例如在磁悬浮-气囊主被动混合隔振理论基础上,研发磁悬浮作动器,能够解决混合隔振装置的稳定性问题和冲击性不足,并具有体积小、能耗低等优势特点。在今后的发展进程中,混合振动控制技术将不断优化,有效降低船舶机械设备噪声的危害。

3 船舶机械设备降噪实践措施

3.1 发动机降噪

针对船舶机械设备的降噪实践,则需要采取针对具 体部位采取有效噪声消除对策。比如当前阶段船舶承 载力要求大幅提升,为满足航运需求,其动力系统的 柴油机功率也大幅增加,由此产生的噪声也相对较大。 为实现降噪目标,相关人员可有效处理排气门开关,基 于增加车轮增压系统,有效降低排气脉冲的低频噪声。 同时在船体安装过程中,如发生不平衡情况也会增加柴 油机的振动噪声, 在其动力系统运行的作用下, 振动能 量将会传递到发动机底座, 再到舱底, 进而传递到外 界。根据这一噪声产生和传递过程,可适当采用减振器, 如在柴油机和舱室油箱之间放置隔离器,有效降低噪 声的传递频率。除此之外,相关人员也可在舱室安装 隔音罩,促使噪声源得到分散,进而强化噪声传播屏障。 在船舶发动机设备运转期间,扁平排气管也是产生噪 声的重要来源,对其有效处理则是在科学条件下采用 隔振覆盖气管,采用聚氯丁橡胶进行包裹以减弱噪声 传递。或者将风管与法兰进行有效黏合、加装消声器等, 均可降低噪声频率。

3.2 驾驶室降噪

船舶驾驶室是产生噪声的主要来源之一,其作为机械设备的操作部分。通过实施降噪处理有利于为工作人员营造良好的环境,避免对身心健康产生不利影响,保证驾驶员的专注力和应急处理能力,尽可能消除安全风险。针对该部分实施降噪措施,则是应当合理设计驾驶室的结构,设置密封的地板、操作杆以及车窗玻璃等,有效起到隔音效果。同时对于相对较小的空腔而言,应当保证与外界形成可靠隔离,避免外部噪声经过空腔而传输到驾驶室中,尽量减少振动传递。此外,如果船舶驾驶室存在缝隙,会产生较大的噪声。因此可选用高弹性隔音材料实施密封,保证门板封闭效果良好,并加装减振器,最大限度地降低驾驶室噪声传播。

3.3 控制噪声源及传播路径

为有效实现船舶机械设备降噪,则要针对常见的噪声源进行控制。结合实际情况,主要措施如下:

- (1) 控制螺旋桨噪声。由于船舶螺旋桨噪声的产生源自尾轴的动静平衡不均匀,导致螺旋桨叶片与水流交接时,在压力变化情况下产生湍流,并在叶片自然振荡频率下与叶片形成涡流,进而出现周期性的喷射噪声。相关人员可采用预防方法对螺旋桨的噪声实施控制,如维系尾轴动静平衡校准合理等。
- (2) 控制主辅机构噪声。通过采用低噪声设备,从根本上降低船舶舱室内的噪声。同时应当改善噪声传播路径,通过屏蔽阻挡声波的传播能量,促使噪声得到衰减。比如利用声源接收器增加噪声传播距离,实现噪声影响降低。另外为控制柴油机以及发电机组的噪声,还可采用阻尼材料或隔音罩,以此阻挡噪声传播。
- (3) 控制通风空调系统调节噪声。船舶通风空调系统采用低速、低噪声风机。为减少低频噪声可在风机的出风口位置安装减振装置和消声器。并在出风道内部采用吸音材料。对于机舱出风口位置的风扇以及风管部件等,则应注重采用软连接或过渡连接,改善刚性连接增加噪声传递的效果。对于机舱送风管与配风之间则是重点应用光滑的管道进行过渡,防止粗糙材料在风力作用下产生噪声。

4 未来船舶机械设备降噪技术发展趋势

在未来发展过程中对于船舶机械设备降噪技术的核心则是应用新材料。当前很多船舶仍是采用传统材料,其阻尼较小、降噪效果较差。为改善现状,应当注重研发和应用具有良好减振降噪性能的新型材料。结合我国的研究发展趋势,负泊松比材料、声子晶体材料的应用具有良好前景。

负泊松比材料具有一定的特殊性,当其受到某一方向 的拉伸力时,垂直载荷方向的部分将会发生膨胀,具有良 好的柔性。同时负泊松比材料为多胞结构,具备优异的能 量吸收特性。在船舶机械设备降噪处理方面,通过设计内 六角蜂窝型负泊松比材料隔振基座,能够有效降低噪声。

声子晶体是一种带有声波振动禁带特性的复合材

料,在应用中具有频率可控、针对性强、尺寸小以及隔振效果优越等特征,当常规阻尼材料无法发挥降噪作用时,可利用声子晶体降噪。声子晶体利用周期性结构优势将部分相同单元或者同一连接方式等进行组合,利用声子晶体材料结构和缺陷,能够有效控制声波的传播。现阶段声子晶体材料玻璃可以应用在船舶机械设备降噪中,作为一种水下宽频强吸收材料,可以进一步降低噪声向外界传播的影响,有效在共振机理下实现对低频段噪声的有效控制。

5 结语

综上所述,船舶机械设备降噪技术是一项具有复杂性的综合工程,在造船业不断发展进步的背景下,随着各种新技术、新材料的应用,将会有效丰富降噪技术手段。如混合振动控制技术等,解决了传统单一减振降噪处理的效果不理想的问题,进而实现综合性噪声预防和治理。在实践中,相关人员需对发动机、驾驶室及其他常见噪声源进行控制,采取有效处理措施。在未来阶段注重新型降噪材料的研发,以此实现船舶机械噪声得到有效降低,提高整体运行效果。

参考文献:

- [1] 刘红梅,胡瑞.船舶动力设备机械双层混合隔振自适应控制研究[J].舰船科学技术,2018(10):88-90.
- [2] 张海涛. 船舶动力系统机械噪声辨识方法研究 [J]. 机械设计与制造工程,2019,48(9):115-119.
- [3] 王火平,王绪虎.船舶动力机械的噪声数据分析方法优化[J].舰船科学技术,2018(16):58-60.
- [4] 顾赛文,宁长青,周宇雯,等.基于数值模拟的船舶吸声材料特性[J].船舶与海洋工程,2020,36(6):56-61.

作者简介: 郭伟(1983-), 男, 汉族, 吉林柳河人, 本科, 工程师, 研究方向: 船舶动力。