

# 25000DWT 甲板运输船生活区噪声问题研究

韩晨健

(中国船级社舟山办事处, 浙江 舟山 316000)

**摘要:** 船舶噪声问题在《船上噪声等级规则》生效后受到越来越多的关注, 特别是针对甲板船的船上建、艇机舱的布置形式, 特别容易引起生活区舱室噪声超标的问题。本文首先对《船上噪声等级规则》进行了解读, 再从实船噪声问题出发, 结合具体船型的具体实例, 对解决方案进行了选优, 为解决该类船舶建造中碰到的噪声问题起到了一定的参考价值。

**关键词:** 甲板船; 噪声; 降噪

**中图分类号:** TP391

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2021) 11—0118—03

## 1 引言

船舶噪声问题, 主要目标是改善船舶乘客及船员居住和工作的舒适度, 近年来受到越来越多的关注。噪声来源于振动, 但其更容易被设计方和制造方忽略。为了给船员提供可接受的工作、居住环境, 海安会在 2012 年通过了 MSC.337(91) 提案——《船上噪声等级规则》(以下简称《规则》), 并于 2014 年 7 月 1 日正式生效<sup>[1]</sup>。规则生效后, 对 1600 总吨以上的新船噪声问题做了相关规定, 是新造船检验中须注意的一项新内容。某 25000DWT 甲板船, 采用了船上层建筑、尾机舱的布置方式, 在试航中进行噪声检测时发现部分舱室噪声超标。结合该船实例, 本文对规范要求、噪声超标原因及

解决方案进行了分析, 为解决此类船舶在建造中碰到的噪声问题起到了一定的参考作用。

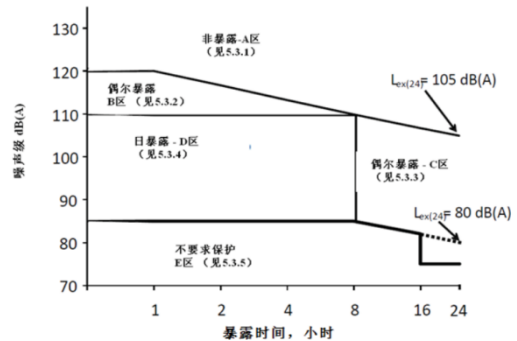


图1 许可的每日和偶尔工作区

综上所述, 船舶废气排放控制处理以安装后置式船舶废气脱硫设备为主, 但船舶废气脱硫系统电气控制方案多种多样, 本系统采用工业 PCL 解决方案, 设备组成简单, 造价相对低廉, 但功能强大, 运行稳定。为今后船舶废气脱硫系统与船舶废气脱硝系统的整合奠定了基础。

参考文献:

- [1] 郑路, 朱庆焱. 对基于 DCS 的船舶废气脱硫系统电气控制方案探讨 [J]. 自动化应用, 2019(07):10-11+14.
- [2] 王伟, 刘雪雷. 基于 DCS 的船舶废气脱硫系统电气控制方案 [J]. 船舶工程, 2018, 40(S1):230-232.
- [3] 刘城君, 苏玉栋, 王飞, 张文涛. 船舶废气开环脱硫系统的应用研究 [J]. 内燃机与配件, 2021(13):22-23.

[4] 张剑, 王在忠. 船舶废气脱硫设备的应用管理 [J]. 中国海事, 2021(06):64-66.

[5] 王兴, 刘真斌. 船舶废气混合式脱硫系统的改装经验 [J]. 科技与创新, 2021(10):65-66.

[6] 朱江. 船舶脱硫塔改造电气设计 [J]. 船舶物资与市场, 2021, 29(04):13-14.

[7] 郭志强, 詹波. 脱硫改装的电气设计 [J]. 船舶标准化工程师, 2021, 54(01):28-34.

[8] 贾荣强, 朱杰, 杜占海. 船舶脱硫系统的改装和调试 [J]. 中国修船, 2020, 33(06):8-11.

[9] 孙鑫祥. 船舶脱硫塔改造电气设计分析 [J]. 船舶物资与市场, 2020(01):28-29.

[10] 陆国华, 陆乐. 船舶脱硫塔改造电气设计 [J]. 船舶物资与市场, 2019(11):72-73.

## 2 噪声规范的要求

《船上噪声等级规则》(MSC.337(91))于2014年7月1日生效,1600总吨以上的新造船需满足该规则的要求。《规则》从噪声的测量、舱室噪声限值、人员在噪声中的暴露限值、居住处所材料的隔声指数、听力的警告和保护等五个方面对船上出现具有潜在危险的噪声提供标准,并为船员可接受的环境提供标准<sup>[2]</sup>。《规则》对测试环境、测试设备、测点等都做了明确要求,并提出了船员的噪声连续暴露限制——即在每天或24h期间内,等效连续噪声暴露不超过80dB(A),如图1所示,并要求在85dB(A)以上的工作区域设置保护措施。

在材料隔声特性中,规则要求材料的空气隔声特性应根据ISO 10140-2:2010要求,由实验室试验确定,并使主管机关满意。对部分装设有疑义的材料应选取有代表性的位置根据ISO140-1998的要求进行船上现场测量。

## 3 实船案例分析

### 3.1 实船测试

某25000载重吨甲板船试航噪声检测时,参照《规则》中的噪声级限值,起居甲板及以上有90%舱室噪声超标,驾驶甲板100%噪声超标,其典型超标舱室如表1所示。

表1 典型舱室噪声测试对比

序号	甲板	测试位置	限值 dB(A)	修改前		修改后
				测量值 dB(A)	超标率 (%)	测量值 dB(A)
1	驾驶甲板	桥翼左	70	89.9	28.43	78.9
2		驾驶室左	65	67.5	3.85	59.5
3		无线电间	60	68.9	14.83	59.9
4		驾驶室右	65	68.7	5.69	59.7
5		桥翼右	70	94.2	34.57	75.2
6	船长甲板	引冰员室	55	68.2	24.00	54.8
7		厨童室	55	68.6	24.73	55.0
8		医务室	55	66.5	20.91	54.0
9		备员间	55	68.8	25.09	55.0
10	起居甲板	甲板办公室	55	57.2	4.00	50.2
11		船员餐厅	60	63.2	5.33	58.2

### 3.2 噪声源分析

现场核查了船上所用的防火门、天花板和耐火舱壁板的隔声试验检测报告,并且隔声能力是满足《规则》和《空气隔声分布图》,因此可以排除是由于采用了不合适的装饰材料导致的噪声超标。根据艙上层建筑船型的布置特点,如图2所示,上层建筑位于艙部,机舱位于尾部,机舱棚与上建在同一位置,因此船舶主机和锅炉的排气管道从机舱横跨整个货舱区域才能够到达出口位置。这点与大部分上层建筑位于尾部的船有明显的不同。

由于主机排气管从船尾要穿过大部分的船体结构

才到船首的烟囱排出,根据声音在狭长管内的传播理论,当声音通过一段狭长管道时,声音的自有频率集中在管道本身的固有频率范围内,会引发管道的谐振,对声音有放大作用。排气管内壁的光滑程度、管径的突变以及管路走向改变等因素都会影响到声音的传播,在管路内产生絮乱的流场,都会引起额外噪声的产生<sup>[3]</sup>。主机排气管长度越长,使主机排气所需背压越高,从源头上增大了噪音的产生。最后,根据船上布置,如图2所示,驾驶室直接位于排气管道出口下方,其余甲板上噪声大量超标的舱室也均位于机舱棚两侧。排气口正对货物区域,在船舶航行时,主甲板上可以听到明显的噪音。因此本船上舱室噪声超标的主要原因是由于多种因素集中而形成的。

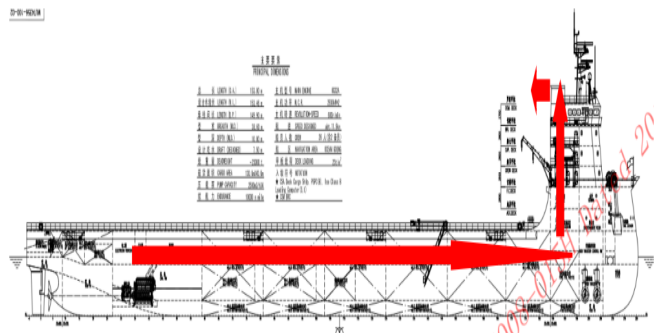


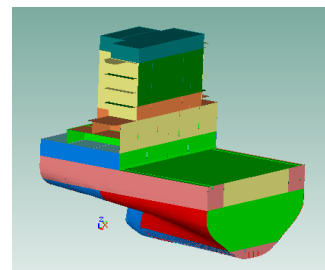
图2 总布置图

### 3.3 降噪处理方案

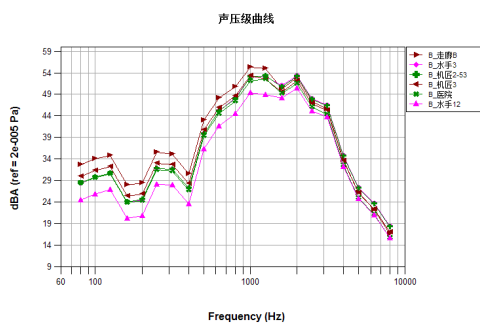
船舶噪声的控制应该是在全船生命周期都需要进行控制的工作,从设计阶段开始,就需要考虑隔声、减震;到主机的选型和整体布置;现场材料的使用及建造的精细程度;营运期间的维护保养,都决定了船舶噪声的程度。

#### 3.3.1 船舶设计期间的噪声计算

船舶噪声的控制绝不仅仅是造船链尾端才开始处理的问题,应该同船舶振动问题一样,在船舶设计初期就加以考虑。国内也出现过很多客船建造完成后噪声过大需要返修的案例。目前已有计算机软件能够通过仿真算法设定不同结构的声学模型,以及模拟各类噪声源,实现对舱室噪声的预报。如图3所示,是对某2200TEU集装箱船进行的噪声预报计算<sup>[4]</sup>。



(a) 噪声仿真模型



(b) 舱室噪声预报结果

图3 舱室噪声的计算机仿真

但是对于目前软件的作用来说,还主要停留在趋势预报,对于噪声数值无法做到精确预报。对于国内一些中小型设计院,还无法在设计阶段就把船舶结构与布置和噪声预报结合起来,对噪声没有具体的定量要求,航行发现问题后,才委托专业人士解决。但《规则》实施后,从保护船员工作生活舒适度角度出发,极易发生噪声检测超标的问题,因此如EEDI一样增加前期计算预报的工作是有益的。

### 3.3.2 主机的选用和布置

由于甲板船独特的布置特性,决定了主机排气管的长度相比一般尾上层建筑的船舶要长,因此更应提前考虑到主机和排气管的适配问题,使排气管中保持合适的背压。另外,采用电推方法可以完美解决船舶噪音问题,但相比柴油机推进,电推主机成本巨大,一般中小企业难以负担。

根据声音在空气中的衰减理论,声音在传播过程中由于距离增加而引起的几何发散衰减与声音固有的频率无关,从排气管道传递的声音可看作是点声源向空气传递声音能量,可用公式(1)来描述点声源随传播距离增加引起的衰减值。

$$A_{ar}V = 10 \lg [1 / (4\pi r^2)] \quad (1)$$

式中:  $A_{ar}V$ ——距离增加产生衰减值, dB;

$r$ ——点声源至受声点的距离, m;

通过公式换算得到声音的距离—衰减曲线如图4所示,可见在前10m的距离内,声音已衰减30%的能量,当距离增大至100m时,声音衰减了50%能量,可见声音强度的减弱主要集中在声音传递的前段路径中。因此,在船舶舱室的布置方面,应尽量使船员居住舱室布置远离烟道,避免产生过大的噪声。

### 3.3.3 船用消音器降噪

在主机排气管道上加装消音器能够达到物理降低排气管噪音的作用。船用消音器主要采用多级节流降压结构,当高温废气在消声器内经过一次控流后进入降压体经大容积扩压后,从而形成低压气体后排出,在此过程中,气流内能部分转化成某种频率的声能,其噪声大为削弱。在一个消声壳体内,集中布置2~4个消能

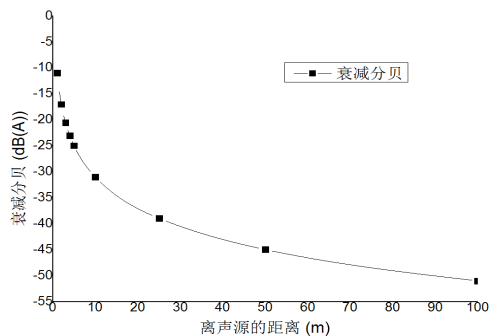


图4 声音衰减与距离的关系

抑声内胆,内胆壳体之间可以作垂直与水平的移动以吸收排气管道的热膨胀,在降压体外设计了一只双层结构的阻声罩<sup>[5]</sup>。主机排气管安装消音器后理论上能降低25dB(A)的噪声,现场安装后也发现效果较好,但需注意另一问题,本身排气管道过长已经产生了较大的背压,安装消音器后,消音器与主机间的背压进一步增大,需要考虑系统的承压能力。

本船最终也采用此种方式进行了降噪处理。经过二次试航测试后,之前超标的舱室噪声已在限制范围内,如表1所示,驾驶室两翼由于暴露在外端,接近排气管出口,噪声值仍然超标,参照《规则》,此处噪声值未超过80dB(A),也是满足在工作场所船员保护的要求的。

## 4 结语

振动和噪声问题是同源的,它们的产生都是由于船舶航行中主机二阶不平衡力矩以及螺旋桨旋转力矩两者激励源的存在,可以说噪声问题是最终的表现形式,振动问题则是引起噪声问题的先决条件。《规则》的实施从造船链尾端对船舶噪声进行管控,促使船舶设计和建造等上游开始重视和寻求解决方案,有利于造船技术的提高。本文首先对《规则》进行了解读,再从实船噪声问题出发,结合具体船型的具体实例,对解决方案进行了选优,为解决该类型船舶建造中碰到的噪声问题起到了一定的参考价值。

### 参考文献:

- [1] 张捷,郑天祥,姜伟.新的噪声规则对舱室布置设计的影响[J].船舶设计通讯,2019(S1):36-45.
- [2] 万忠.船舶舱室噪声分析与降噪设计研究[D].上海交通大学,2018.
- [3] 朱棋锋,石海威.70000吨半潜船机舱主机排气管降噪的优化设计[J].广船科技,2018,38(03):19-23.
- [4] 傅斌,陈景昊,韩晨建,吴卫国.中小型集装箱船噪声快速预报与测试研究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2017,41(05):811-815.
- [5] 何万国,华志刚,周少伟,阮新异.船用排气消音器声学及气动性能研究[J].船舶工程,2011,33(S2):79-81.