

82000 载重吨散货船噪音超标舱室改进方案

向文

(舟山长宏国际船舶修造有限公司, 浙江 舟山 316052)

摘 要: 82000 载重吨散货船为公司承接的续建船舶, 本文就新规范引起的噪音控制改进的技术研究开发, 通过舱室噪声与 MSC.337(91) 噪声规范限制值对比, 分析该船型的主要噪声源, 进而对舱室噪声预报分析找出主要噪声源, 采用经验公式以及隔声数值试验进行模拟计算, 对比分析发现总共超标舱室共 7 个, 为满足新规范的要求, 只能通过增加舱室绝缘和特殊的甲板敷料等手段来降低噪声指标。

关键词: 82000 载重吨散货船; 限制值; 噪声源; 计算方法

中图分类号: U662 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 08—0108—03

82000 载重吨散货船为某公司承建的续建船的订单, 更换场地进行续建的方式, 同时, 通过突破续建船建造中的技术难点和关键工艺, 进一步提升公司应对续建船舶建造难点的能力, 克服图纸缺乏、经验欠缺等困难, 用极短的时间完成船舶的交付, 82000 载重吨散货船舱室噪音控制改进为续建过程中技术难点之一。

1 舱室噪声与噪声规范限制值对比

对比基于母型船的噪声报告和最新 MSC.337(91) 规范完成, 核实母型船的噪音试航报告注意到器舱室名称和相关布置有局部不同, 尤其是 D 甲板和驾驶甲板的布置不一致, 导致对比工作造成一定困扰, 按照目前的布置实质上噪声是不会存在超标问题, 为了避免二次试航的风险, 确保船舶试航成功, 对系列船的报告反复确认, 并征求船级社意见, 最后通过对比发现共存在超标舱室 7 个, 包含医务室 - 超标值 3.1dB、甲板办公室超标值 1.3 dB、轮机办公室超标值 0.8 dB、甲板船员更衣室超标值 0.3 dB、苏伊士运河间超标值 2.7 dB、健身房超标值 2 dB, MSC337(91) 新规范要求舱室和医院限制值为 55dB, 餐厅、娱乐间、办公室限制为 60Db, 经过内部分析研究方案, 最终采用增加舱室绝缘敷料和甲板敷料等手段来降低噪声指标, 看似简单的手段实质上很难降低噪音的分贝, 尤其是医务室超出了 3.1 Db, 另外, 包含甲板敷料的选型也是非常重要, 如下为噪声超标舱室与 MSC.337(91) 噪声规范限制值对比:

		Sound level Leq	MSC.337(91)	diff
UPPER DECK				
1	HOSPITAL<101>	58.1	55	3.1
2	DECK OFFICE<102>	61.3	60	1.3
3	ENGINE OFFICE<103>	60.8	60	0.8
6	DECK CREW CHANGING ROOM <107>	60.3	60	0.3
8	SUEZ CREW 6P<128>	57.7	55	2.7
A DECK				
13	GYMNASIUM/HOBBY CUM GAME ROOM<202>	62	60	2
B DECK				
30	CREW B<310>	57.9	55	2.9
D DECK				
61	4th/ENG. <50B>	55.5	55	0.5
NAV. DECK				
66	PILOT<607>	55.5	55	0.5

图 1 噪声超标舱室与 MSC.337(91) 噪声规范限制值对比

2 舱室噪声主要噪声源预报分析

本文主要考虑主辅机、发电机、空调等振动噪声源。振动噪声源以加速度谱或速度谱形式施加, 其加速度参数或速度参数度参数应由设备厂商提供实测值, 或依照相同类型船舶已使用的噪声源的加速度或速度数据 (可由试验测试获得), 若以上两种途径均不能获得, 可参考相关文献采用经验公式计算获得振动噪声源的加速度或速度参数; 空气噪声源以辐射声功率或声压级形式加载, 输入数据应由厂商提供, 若提供数据不全, 则参考相关经验公式进行计算。主机的空气噪声和振动噪声数据已由设备厂商提供, 发电机振动噪声与空气噪声由于缺乏厂商数据, 因此参考经验公式获得。参考声压级, 参考声功率级, 参考加速度级, 参考速度级, 以上参考值, 若未作特殊说明均保持不变。

2.1 由设备厂商提供的噪声源数据

由设备商提供的主机空气噪声声压级 / 振动速度级如表 1 所示。

表 1

频率 /Hz	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_p /dB	97.6	96.3	97.3	96.7	96.8	98.1	99	94.1	85.9
L_v /dB	76.4	74.4	71.6	69.6	67.6	62	55.8	47.6	40.9

2.2 参考经验公式计算的噪声源数据

2.2.1 发电机的振动噪声估算

发电机的振动加速度级估算公式为：

$$L_a = A + B \times \lg(p_e/250) + C_a$$

公式中： L_a 为发电机的振动加速度级；A、B 为与额定转速有关的频次程参数，数据详见下表； p_e 为发电机的额定功率，KW； C_a 为发电机振动的倍频程修正值， C_a /dB 见表 2。

表 2

倍频程的中心频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A (600~1000r/min)	81	77	76	77	69	70	68	63
B (600~1000r/min)	5	4	9	2.5	18	13	10	10
C_a /dB	6	12	18	24	30	36	42	48

该船的发电机位于机舱 A 平台，其额定功率为 616kW，额定转速为 900rpm，其振动加速度级如表 3。

表 3

频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
振动加速度级 /dB	97.0	100.6	107.5	113.0	121.1	129.1	131.9	132.9

2.2.2 发电机的空气噪声估算

发电机的辐射功率级估算公式为：

$$L_w = 57 + 10 \times \lg(p_e/1.36) + C_w$$

式中： L_w 为发电机的辐射声功率级 Kw； C_w 为发电机空气噪声的倍频程修正值， C_w /dB 见表 4。

表 4

倍频程的中心频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
C_w /dB	24	26	24	26	25	23	19	13

该船的发电机位于机舱 A 平台，其额定功率为 616kW，额定转速为 900rpm，其辐射声功率级如表 5。

表 5

频率/Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
辐射声功率级 /dB	108	110	108	110	109	107	103	97

3 计算方法、流程

采用半解析半经验的房间声学理论，计算病房的舱

室噪声。其中所需的甲板敷料与内装木作壁板天花的隔量，采用 VA One 软件进行模拟模型试验计算插入损失，结合对照相关厂商数据进行取值。

3.1 主甲板 Fr29-Fr35 的超标舱室 (以病室 hospital 为例)

病房舱室噪声按照原始图纸的内装布置计算结果为 59.8dB，相比原测试数据 58.1dB 属于可接受范围，但明显不满足 MSC.337(91) 规范要求的 55dB。相比于其他几个超标舱室，病室 (Hospital) 超标情况最严重，因此以该舱室为对象进行改进，其余舱室改进方案也应按照病室的改进方案进行。

(1) 将原有的浮动地板换成以下形式，多层结构对于减振及隔声的效果明显好于原来的浮动地板。

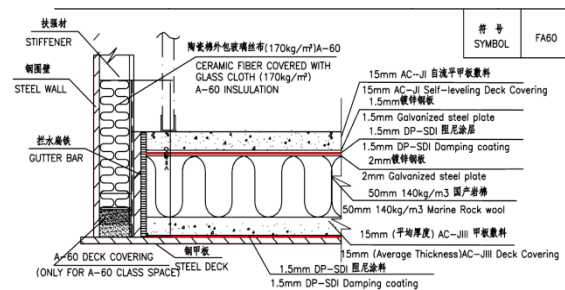


图 2 改进后的浮动地板截面图

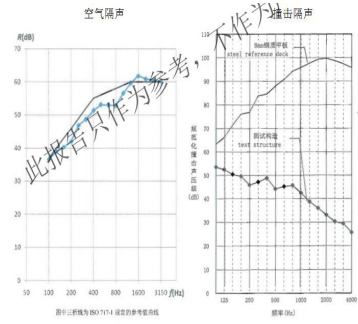


图 3 改进后的浮动地板厂商提供的隔声数据

最终船上的浮动地板降噪效果，不低于图中对应数值。需要特别注意的是：该浮动地板的高度约为 87mm，而医务室开门处钢结构门槛只预留 50mm，此处结构专业对门槛进行修改提高到 100mm 以上。

(2) 在主甲板 Fr35 处的钢壁板 (上层建筑前壁板) 敷设 12-15mm 厚度的阻尼敷料 (材料性能参照 Air++3109)。保证所选的阻尼敷料应针对中低频段的结构噪声有较好的降噪效果。

改进以后，再次带入计算，主甲板病室 (Hospital) 舱的噪声等级为 52.4dB。在理论计算上，满足 MSC.337 (91) 规范中小于 55dB 的要求。需要注意的是，在改

进后的计算过程中,改进的浮动地板的隔声量是根据 VA One 软件模拟试验计算结果,结合图中厂商数据来模拟,因此在最终结果上有可能有一定误差。

主甲板 Fr29-Fr35 的其他噪声超标舱室(甲板部办公室、轮机办公室、甲板部更衣室),均按照以上两条方案进行改进。地面敷设浮动地板,钢制舱壁上敷设阻尼敷料。

3.2 主甲板苏伊士工人舱

由于苏伊士工人舱位置与机舱棚相邻,共用一道纵壁。由于距离发电机噪声源位置太近,理论上发电机传入苏伊士工人房间的振动噪声与辐射噪声难以降低至规范要求的 55dB。但根据首制船实测数据,苏伊士工人房间噪声水平为 57.7dB,超标 2.7dB,超标量级与病室(Hospital)类似因此,与病室类似地设计方案。①将原有的浮动地板改换成浮动地板;②在房间四周围壁上敷设 12-15mm 阻尼材料(材料性能参照 Air++3109);③在靠近机舱棚一侧的纵壁,在原有 50mm A60 绝缘的基础上,再加一层 50mm 的隔声岩棉;④将靠近机舱棚一侧的内装木作岩棉壁板与钢制舱壁之间的距离扩大至 150mm,但由于苏伊士船员舱室位置距离发电机噪声源太近,即使在上述四项措施全部实施的情况下,也无法保证测试时该房间的噪声水平一定能达到 55dB 的规范要求。

3.3 A 甲板健身房舱

健身房原始内装布置使用了一般的甲板敷料,更换成浮动地板(可使用原来主甲板 FA60 的浮动地板),并在该舱室 Fr35 处的纵壁敷设阻尼敷料,以降低传至该舱室的结构声。

3.4 B 甲板机匠 2 舱

该舱室在前制船的测试中噪声水平达到 57.9dB,超过标准限值 2.9dB。该舱室周围并没有明显噪声源,并且其周围舱室噪声水平均未超过 55dB,因此怀疑首制船实测数据在该位置属于特殊情况,在计算中不可控。故在此报告中无法予以考虑。

3.5 C 甲板学员 2 舱

该舱室对应的前制船对应位置缺少实测值。该舱室位置在风机室以及机舱棚正后方,并且有甲板连接到机舱棚和风机室,该甲板会形成声桥,造成声短路(机舱棚和风机室的结构噪声会通过该甲板传递到上层建

筑,该舱室受其影响明显)。同时,由于距离机舱棚和风机室距离太近,风机室中机舱风机产生的空气噪声会影响该舱室的噪声水平。由于缺少实测数据,按照经验此舱室很容易超过 55dB 的规范限制,因此提出补充方案,根据经验对该舱室内装绝缘材料以及甲板敷料进行改进:①该舱室的甲板敷料做成浮动地板;②在舱室天花板(D 甲板)处,敷设 75mm 隔声岩棉;③在该舱室靠近机舱棚一侧的纵壁(上建后端壁)在原有绝缘材料基础上,再加一层 50mm 的岩棉作为隔声材料;同时,将该处的内装木作隔板与钢制舱壁的间距从原有的 250mm,扩大到 300mm,并加上 12-15mm 阻尼材料(材料性能参照 Air++3109);④将该房间原有的舷窗换成双层玻璃的高隔声窗,以防止机舱风机的空气噪声在窗户处隔声量不足产生漏声。

4 结论

本文通过对 82000 载重吨散货船噪声超标舱室改进,总结了如何改进的方法,根据限制值对噪声超标的房间分别选用不同的材料进行敷设,例如隔音棉、阻尼以及复合型甲板敷料等材料,最终在试航过程中测试的数据完全符合 MSC337991) 规则的要求,并得到船东、船级社的认可,避免了船舶二次试航。同时,攻破续建船舶建造的技术难点,为续建船舶的建造能顺利交付奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 陈克安,马远良.自适应有远噪声控制.西北工业大学出版社,1993.
- [2] 郭乃春.船舶舱室噪声污染的控制,2013.
- [3] 李艳华,郑超凡,崔晓兵,田华安.舰船舱室噪声总体综合控制技术.舰船科学技术 2015.

