

文章编号:1003-1545(2004)02-0007-03

高强玻璃纤维增强乙烯基酯复合材料及其构件的声性能研究

张用兵¹,于德梅¹,史俊虎²

(1. 西安交通大学,陕西 西安 710049;2. 洛阳船舶材料研究所,河南 洛阳 471039)

摘要:本文对透声复合材料及其构件的声学性能进行了研究。结果表明,透声复合材料取代金属制作构件可有效降低其声反射。

关键词:复合材料;声压透射系数;声压反射系数

中图分类号:TB332 文献标识码:A

复合材料具有高比强度、高比刚度、高比韧性、低密度、耐腐蚀、抗冲击、抗疲劳和断裂、阻尼减振降噪及吸收雷达波等优点,是其他材料无法比拟的。当前,最常用的复合材料是在热固性树脂中加入玻璃纤维、凯芙拉纤维或碳纤维。由于具有良好的成形特性、透声性、非磁性,复合材料作为次要结构材料在国外先进船舶上得到了广泛的应用。国外舰船结构采用树脂基复合材料已有多年历史,而且应用部位和应用面积越来越多,其应用均取得了令人满意的效果^[1,2]。因此,本文对树脂基复合材料——透声复合材料(以下简称SGRP)及其结构的声学性能进行试验研究。

1 试验

1.1 原材料及试样制备

增强材料为 S 高强玻璃纤维皱纹布,树脂基体为 Atlac 乙烯基酯树脂。

按照设定的纤维体积含量及厚度计算出高强玻璃纤维织物的层数,按比例配好树脂胶液,然后采用低压接触手糊成型方法成型透声复合材料试板。待固化完全后将试板按声学性能测试标准要求加工成厚度分别为 10mm 和 16mm 的 $\phi 56\text{mm}$ 圆片形试样。

制作加工 $\phi 56\text{mm} \times 10\text{mm}$ 钢板试样及 $\phi 56 \times 200\text{mm}$ 圆形十字加强筋,与透声复合材料试样组合成如下 4 种复合结构。

1# 结构:10mm 钢板 + 200mm 水层 + 10mm

钢板

2# 结构:16mmSGRP + 200mm 水层 + 16mmSGRP

3# 结构:10mm 钢板 + 200mm 十字加强筋 + 10mm 钢板

4# 结构:16mmSGRP + 200mm 十字加强筋 + 16mmSGRP

1.2 测试方法

按照 GB/T 14369-1993《声学水声材料样品插入损失和回声降低的测量方法》进行声光测试。

2 结果分析与讨论

2.1 静水压力对透声复合材料声学性能影响

9mm 厚的透声复合材料在 2~20kHz 和不同压力下的声压透射系数如图 1 所示。

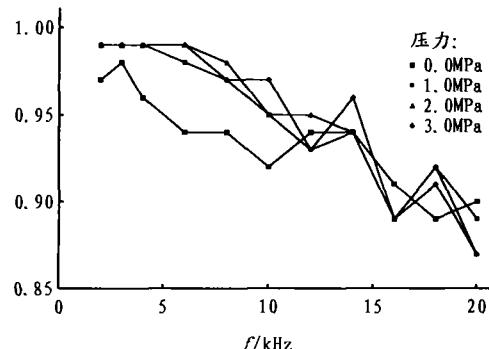


图 1 透声复合材料在不同压力下声压透射系数

由图 1 可以看出,在 2~20kHz 频率下,SGRP

声压透射系数随频率增加而逐渐下降,常压下声压透射系数与1~3MPa压力下声压透射系数基本相当,变化不大。这说明静水压力对透声复合材料的声学性能影响很小,在设计和使用时不必考虑压力对声学性能的影响。

2.2 透声复合材料与钢的声学性能比较

10mm和16mm厚SGRP与10mm厚钢板常压下的声压透射系数和回声降低值分别见表1和表2。

表1 SGRP与10mm厚钢板的声压透射系数

f/kHz	9.54mm厚	15.8mm厚	10.0mm厚	脉冲长度/ms		
	SGRP	SGRP	钢板	1#	2#	Δ ¹⁾ /dB
2	0.99	0.97	0.94	0.82	0.24	10.7
3	0.99	0.97	0.92	0.76	0.14	14.7
4	0.99	0.97	0.9	0.57	0.28	6.2
6	0.98	0.93	0.79	0.83	0.53	3.9
8	0.98	0.92	0.68	0.91	0.35	8.3
10	0.92	0.92	0.65	0.71	0.57	1.9
12	0.93	0.90	0.55	1.12	0.73	3.7
14	0.93	0.85	0.53	0.96	0.49	5.8
16	0.91	0.75	0.48	0.91	0.49	5.4
20	0.80	0.70	0.40	0.93	0.89	0.4

表2 SGRP与钢的回声降低值 dB

f/kHz	10.0mm	10.0mm	16.0mm	Δ ¹⁾	脉冲长度/ms		
	厚钢板	厚 SGRP	厚 SGRP		1#	2#	Δ ¹⁾ /dB
2	10.5	19.2	18.4	7.9	0.75	0.91	-1.7
3	8.0	17.1	15.9	7.9	0.88	0.95	-0.7
4	5.5	16.5	14.9	9.4	0.69	0.56	1.8
6	4.0	15.4	12.8	8.8	0.93	0.98	-0.5
8	3.0	12.8	9.9	6.9	0.95	0.99	-0.4
10	1.8	12.8	8.8	7.0	0.50	0.79	-4.0

注1):Δ为16mmSGRP与10mm钢板回声降低差值。

由表1可以看出,在2~20kHz频率下,SGRP和钢的声压透射系数随频率增加、厚度增加而下降。但是钢比SGRP声压透射系数下降幅度大,SGRP的透声性能明显优于钢的透声性能,而且频率越高越明显。

由表2可以看出,16mmSGRP与10mm钢板相比,在2~10kHz频率范围内,回声降低值平均增加8dB,10mmSGRP与10mm钢相比,在2~10kHz频率范围内,回声降低值平均增加近10dB。因此,单从材料本身而言,在力学性能相当的情况下,SGRP具有较大的回声降低值,用其制作的结构部件将比钢结构部件具有更低的目标强

度。

2.3 复合结构声学性能比较

由于复合结构的反射波是由前面板、十字型加强筋骨架、后面板3部分的反射叠加形成,不同的表面状态对幅度、相位均有影响,叠加情况复杂,所以试验时采用2种脉冲宽度分别测试,4种复合结构的声压反射系数及反射声压降低分贝数分别见表3和表4。

表3 1#、2#结构声压反射系数

f/kHz	脉冲长度/ms			脉冲长度/ms		
	1#	2#	Δ ¹⁾ /dB	1#	2#	Δ ¹⁾ /dB
2	0.82	0.24	10.7	0.41	0.16	8.2
3	0.76	0.14	14.7	0.47	0.16	9.4
4	0.57	0.28	6.2	0.40	0.18	6.9
6	0.83	0.53	3.9	0.60	0.32	5.5
8	0.91	0.35	8.3	0.68	0.28	7.7
10	0.71	0.57	1.9	0.78	0.38	6.2
12	1.12	0.73	3.7	0.82	0.33	7.9
14	0.96	0.49	5.8	0.89	0.36	7.9
16	0.91	0.49	5.4	0.96	0.40	7.6
20	0.93	0.89	0.4	0.90	0.69	2.3

注1):Δ为2#比1#反射声压降低分贝数。

表4 3#、4#结构声压反射系数

f/kHz	脉冲长度/ms			脉冲长度/ms		
	3#	4#	Δ ¹⁾ /dB	3#	4#	Δ ¹⁾ /dB
2	0.75	0.91	-1.7	0.77	0.85	-0.9
3	0.88	0.95	-0.7	0.85	0.86	-0.1
4	0.69	0.56	1.8	0.62	0.68	-0.8
6	0.93	0.98	-0.5	0.88	0.91	-0.3
8	0.95	0.99	-0.4	0.88	0.91	-0.3
10	0.50	0.79	-4.0	0.60	0.71	-1.5
12	1.11	0.76	3.3	0.79	0.56	3.0
14	1.01	0.71	3.1	0.93	0.66	3.0
16	1.12	0.65	4.7	0.87	0.55	4.0
20	0.58	0.31	5.4	0.88	0.63	2.9

注1):Δ为4#比3#反射声压降低分贝数。

由表3可以看出,2#结构声压反射系数明显低于1#结构声压反射系数,2#结构比1#结构回声降低值要高6~7dB。从结构角度看,用透声复合材料代替钢板,结构的声学性能十分优异,回声降低效果显著。

由表4数据可知,4#结构声压反射系数与3#结构声压反射系数在低频段相差不大,在高频

段(12~20kHz)差别明显,4#结构比3#结构回声降低值平均要高1dB,对于这2种结构,十字形加强筋板是声反射的主要因素,变换面板材料的作用不大。在特定复合结构的特殊状况下,波形叠加后,在低频时反而增大,随着尺寸和脉冲长度不同,叠加情况会或大或小。当然,由于复合结构截面直径较小,加之受测试试样尺寸的限制,十字筋截面积占整个结构截面积的40%以上,对内部加强筋的声反射影响较大。进一步减少十字筋截面积在整个结构截面积中所占的比例,可望实现3#结构对整体的声反射影响变小。

另外,测试结果中有出现声压反射系数大于1的状况,这是由于叠加作用造成的结果,脉冲长度不同,叠加的厚度也不同。3#结构在4、10、20kHz频率点上出现反射变小的现象,同样是叠加造成的。

可见,要进一步降低复合结构的声反射,还需采取补充措施,设法吸收透过复合材料面板进入结构内部的声波。

3 结论

(1)SGRP 和钢的声压透射系数随频率增加、厚度增加而下降,钢的下降幅度大。SGRP 的透声性能明显优于钢的透声性能。压力对复合材料声学性能的影响很小,不必考虑压力对声学性能的影响。

(2)从材料本身看,在力学性能相当的情况下,SGRP 具有较大的回声降低值,在2~10kHz 频率范围内,回声降低值比钢平均增加8dB 以上。

(3)从声学角度来看,SGRP 本身透声性能优异,替代钢制作复合结构可以降低结构的声目标强度。

(4)内部加强筋对复合结构整体声学性能的影响需要进一步研究。

参考文献:

- [1] Dietrich Wittekind. Reinforced plastics for submarine structures[J]. UDT, 1997; 154~158.
- [2] 黄加强. 复合材料及其在潜艇上的应用[J]. 科技与装备, 1999(3): 53~54.

Acoustic Performance of SGRP Composite and Structure

ZHANG Yong-bing¹, YU De-mei¹, SHI Jun-hu²

(1. Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. Luoyang Ship Material Research Institute, Luoyang 471039, China)

Abstract: The acoustic performance of SGRP composite and structure are investigated in this paper. The results indicate that the structure made of the composite to replace steel structure can effectively reduce acoustic reflection coefficient.

Keywords: Composite; Transmission coefficient; Reflection coefficient

★消息报道★

北京奥运场馆将采用百年防腐稀土铝合金

我国防腐攻关取得重大突破,一项可实现百年防腐的专利技术、材料——稀土铝合金于1月10日在北京首次公开展示,这项新技术将被应用到2008年北京奥运会场馆的建设中。

随着钢铁等金属材料日益广泛的应用,金属设备和材料的腐蚀问题已成为当今经济发展的严重障碍,因腐蚀而造成的各类事故直接威胁着人类的生命和财产安全。我国近年来对防腐蚀技术进行科技攻关,日前稀土铝合金这项新技术在中国昊华长源防腐(集团)有限公司诞生。经国家权威检测机构北京金属研究总院表面技术中心等实验测试,各种数据表明,这种新材料的年腐蚀率为零或几乎为零。这项专利技术、材料独特的性能使我国防腐技术、材料已达到世界领先水平。有关专家特别推荐将该技术、材料应用于国家百年大计的重点工程、标志工程等。