

T 54/T 60 舰船用阻尼涂料 在舱内舾装工艺中的合理应用

黄微波 刘东晖 杨宇润 王宝柱 陈酒姜 徐德喜

(化工部海洋化工研究院)

摘 要 “T 54/T 60 舰船用阻尼涂料”以其优异的阻尼性、工艺性和实用性,彻底解决了传统阻尼材料(如阻尼橡胶板、阻尼钢板、溶剂型阻尼涂料,水性阻尼涂料等)在造船行业存在的诸多不足,已在 40 余艘海军主力舰艇、出口船和民用船舶上广泛应用,均取得了显著的减振降噪效果,受到船东、设计院所、造船厂的欢迎和高度评价。本文结合该阻尼涂料的特点和舱内敷设绝缘材料、甲板敷料的实际,介绍了我们的设计布局和施工工艺,使舱内阻尼涂料、绝缘材料、甲板敷料达到了有机的统一,取得了满意结果。

主题词 阻尼、减振降噪、涂料、绝缘材料、甲板敷料、舾装

1 前 言

在我国造船行业,为降低结构振动和噪声,大量使用阻尼材料已有十余年历史了。这期间,我国的船用阻尼材料得到了迅猛发展,品种从早期的单一橡

胶型片材,发展到今天门类齐全、性能各异的阻尼材料(见表 1);在阻尼结构上也从单一的自由阻尼向阻尼效果更好的约束阻尼方向发展;同时还开发了阻尼钢板、阻尼合金等新材料,这些材料为舰船的减振降噪提供了广阔的选材余地。

表 1 船用阻尼材料一览表

	牌号、名称	研制、生产单位	阻尼方式
型 材	D - 801、D - 803 阻尼胶板	天津橡胶研究所	自由、约束
	SA - I 阻尼橡胶	洛阳船总第 725 研究所	自由、约束
	H F 91- 04 阻尼胶板	湖北麻城降噪材料厂	自 由
	S - 2 阻尼钢板	上海钢铁研究所	约 束
涂 料	SB - II 阻尼涂料	洛阳船总第 725 研究所	约 束
	H F 91- 02 阻尼膏	湖北麻城降噪材料厂	自 由
	S Z T 水性阻尼涂料	吉林省劳动保护研究所	自 由
	T 54/T 60 阻尼涂料	青岛化工部海洋化工研究院	约 束

随着各类船用阻尼材料在舰船上的不断应用和实船考核,陆续暴露出不少工艺和性能问题。例如:阻尼胶板和薄型尼钢板在粘贴前,要求将钢板表面的防锈底漆全部打光,粘贴时需用木撑、砂袋、弓形夹等外力固定,粘贴强度低,使用时常出现虚粘、开胶、脱落、返锈等现象;溶剂型阻尼涂料含有大量有机溶剂,毒性大、易燃易爆;水性阻尼涂料干燥速度慢,易产生开裂、脱落现象;厚型阻尼钢板在焊接时易烧坏中间的阻尼夹层,且焊接工艺较复杂……。针

对国内阻尼材料在舰船应用中存在的上述实际问题,我院从 1986 年开始,相继承担了国家“七、五”、“八、五”科技攻关项目——舰船用阻尼涂料的研制,历时 10 余年,研制成功无溶剂阻燃型“T 54/T 60 舰船用阻尼涂料”。经专家鉴定:其综合性能居国内领先地位,达到国际先进水平。目前,该涂料已在 40 余艘海军主力舰艇、出口船及民用船舶上应用^[1],均取得了显著的减振降噪效果,受到用户高度评价。

T 54/T 60 舰船用阻尼涂料采用约束阻尼结构

(见图 1、图 2), 由两种型号组成, 即 T54 型和 T60 型, 二者在阻尼层上是相同的, 均为无溶剂双组份聚氨酯涂料。区别在于约束层, 约束层主体材料由无溶剂双组份环氧树脂涂料组成, 在 T54 型约束层中含

有钢丝网, 适合于地板、船底板等平整部位的施工; 而在 T60 型约束层中不含钢丝网, 适合于围壁等较复杂物面的施工。在阻尼性能上(见表 2), T54 型略优于 T60 型。

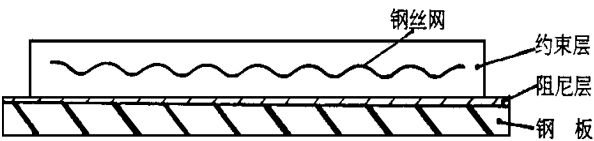


图 1 T54 型约束阻尼结构

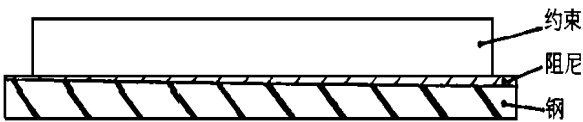


图 2 T60 型约束阻尼结构

表 2 T54/T60 阻尼涂料主要技术指标

项 目	指 标		测 试 方 法
	T54 型	T60 型	
材料自身损耗因子 $\tan\delta(-20\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.75~1.90	0.75~1.90	GJB 981- 90
复合损耗因子 η $(-10\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C})$	0.15~0.35	0.1~0.25	GB 16406- 96
毒 性	无 毒		GJB 11- 84
阻燃性(氧指数)	> 35		GB 2406- 80
附 着 力	100%		GB 9286- 88
冲击强度 Nm	4 9		GB 1732- 79
耐海水(6 个月)	无锈蚀、不起泡、不脱落		GB 1763- 79
耐盐雾(小时)	> 10000		GB 1771- 79
耐 0# 柴油(8 个月)	无锈蚀、不起泡、不脱落		GB 1734- 79

该阻尼涂层总厚度(阻尼层+ 约束层)通常为钢板厚度的 1.7~ 2.0 倍, 施工采用刮涂工艺[2]: 在涂有防锈底漆的钢板表面, 先刮涂阻尼层, 只涂一道, 厚度为 1mm; 约束层采用多道刮涂, 每道可刮涂 4~6mm。同以往阻尼材料相比, “T54/T60 舰船用阻尼涂料”具有以下特点:

- 1 采用约束阻尼结构, 阻尼温域宽, 与钢板复合后的损耗因子高, 减振降噪效果显著[3];
- 2 常温固化, 可厚涂, 施工不受气候条件限制, 固化时间短, 施工速度快。
- 3 涂料不含有机溶剂, 无毒, 无易燃易爆问题, 且阻燃, 在进行施工时, 不受其它明火作业影响。
- 4 与多种防锈底漆配套性好, 对底材处理要求不高, 通用性很强。
- 5 施工工艺简单易学, 工人能很快掌握并独立操作, 施工质量有保证。

该阻尼涂料在舱内舾装中, 常与绝缘材料、甲板敷料配合使用, 我们结合其施工工艺, 针对舱内舾装的实际, 总结出一套切实可行的方法, 使舱内阻尼涂料、绝缘材料、甲板敷料达到了有机的统一。

2 与绝缘材料配套

国内造船行业对舱内绝缘材料的安装基本上采取以下三种方式:

2.1 尼龙碰钉

该工艺过程为: 先在船体钢板上用强力聚氨酯胶粘剂把 50~ 80mm 长的尼龙碰钉粘牢, 再将绝缘材料穿挂在碰钉上, 最后用尼龙垫片锁紧, 见图 3A, 采用此工艺的有西江造船厂、桂江造船厂、青岛造船厂等。

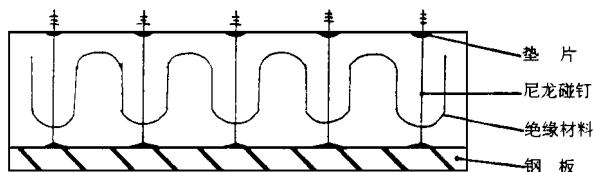


图 3A 尼龙碰钉固定绝缘材料

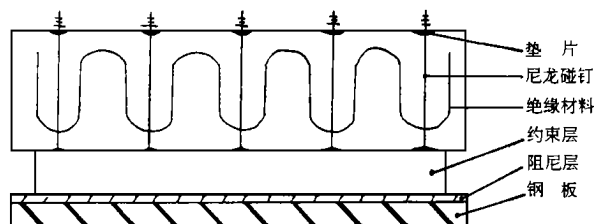


图 3B 阻尼涂料与尼龙碰钉配合固定绝缘材料

2.2 铜碰钉

该工艺过程为: 先在船体钢板上用碰钉枪把 80 ~ 120 mm 长的铜碰钉点焊在钢板上, 再将绝缘材料穿挂在碰钉上, 最后用垫片压紧, 使碰钉前端弯转 90° 将绝缘层固定, 见图 4A, 采用这种工艺的厂家较多, 如中华造船厂、沪东造船厂、武昌造船厂、青山造船厂、靖江造船厂等。

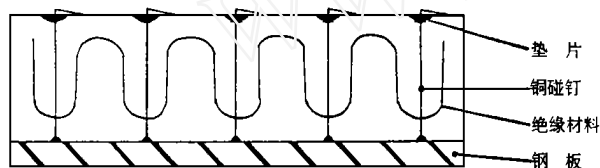


图 4A 铜碰钉固定绝缘材料

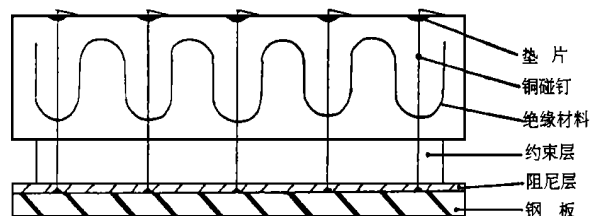


图 4B 阻尼涂料与铜碰钉配合固定绝缘材料

2.3 胶粘剂

该工艺过程为: 先在船体钢板上均匀涂刷胶粘剂后, 将包有白色粗布的绝缘材料粘上, 见图 5A, 采用这种工艺的厂家较少, 如江南造船厂。

针对各造船厂对绝缘材料安装的上述三种方法, 结合“T54/T60 舰船用阻尼涂料”施工工艺, 我

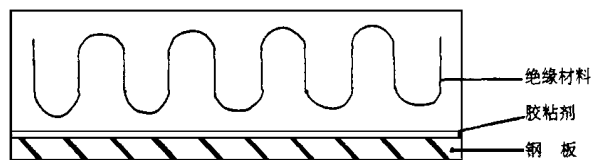


图 5A 胶粘剂固定绝缘材料

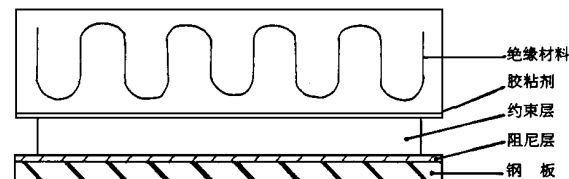


图 5B 阻尼涂料与胶粘剂配合定绝缘材料

们总结出以下具体配套方案:

1. 尼龙碰钉法

先在钢板表面按图 2 结构施工完 T60 型阻尼涂料, 并要求在最后一道约束层表干 2 小时内, 将涂有胶粘剂的尼龙碰钉粘在其表面, (若超过 2 小时, 应将约束层表面打毛后再粘), 待碰钉粘牢后, 再安装绝缘材料, 见图 3B。这种工艺的优点是: 钢板表面预先无碰钉等阻挡物, 施工阻尼涂料时十分方便; 缺点是: 尼龙碰钉对被粘面要求较平整, 且应在约束层表干 2 小时内粘接, 否则不易粘牢。

通过实践我们发现: 可以在最后一道约束层施工后, 利用涂层自峰的粘性, 立即将尼龙碰钉底座压入涂层中, 通过涂层的固化作用, 将碰钉牢牢粘住, 达到图 3B 的效果, 此方法具有方便、快捷、实用等特点, 建议推广。

2 铜碰钉法

先在钢板表面按图 2 结构施工完 T60 型阻尼涂料, 再将绝缘材料固定于碰钉处, 见图 4B。这种工艺的优点是: 约束层施工结束后的任何时间, 都可安装绝缘材料; 缺点是: 钢板表面预先焊有碰钉, 对刮涂工艺有阻挡作用, 给阻尼涂料施工造成不便。

3 胶粘剂法

先在钢板表面按图 2 结构施工完 T60 型阻尼涂料, 并要求在最后一道约束层表干 4 小时内, 将胶水均匀地涂刷在约束层表面, 再按粘接工艺要求, 将包有白粗布的绝缘材料粘上, 见图 5B。该工艺的优点与尼龙碰钉法的相同; 但缺点是: 胶水涂刷量较多, 有害气体挥发量大, 对工人健康有害。

实际施工中我们发现: 可以在最后一道约束层

施工后, 利用其自身的粘性, 立即将包有白粗布的绝缘材料粘在约束层表面, 即图 5B。由于“T 54/T 60 舰船用阻尼涂料”本身不含有机溶剂, 故采用本方法来粘接绝缘材料具有(1)节省了大量胶粘剂, (2)改善了舱内施工环境, 有益于工人身心健康, (3)经济、快捷、方便、实用等优点, 值得在各造船厂推广。

3 与甲板敷料配套

舰船舱内地板通常需敷设 10~ 15mm 厚的甲板敷料, 用于钢地板表面的找平和装饰(见图 6A)。虽然阻尼涂料也有一定的找平和装饰作用, 但与甲板敷料相比, 还有不少差距。为此, 我们建议二者配合使用, 这样做既能起到很好的减振降噪作用, 又能对钢地板表面进行找平和装饰。

以通常 6mm 船用钢地板为例, 若只用甲板敷料进行找平时, 敷料厚度一般在 12~ 15mm。根据 T 54/T 60 阻尼涂料的降噪特点, 涂层厚度为 9mm

(其中阻尼层 1mm, 约束层 8mm)。施工后再用 6~ 9mm 甲板敷料找平, 具体施工程序是: (1)先在钢地板表面按图 1 结构施工完 T 54 型阻尼涂料, (2)在最后一道约束层施工后, 立即在其表面均匀铺撒 20 目左右的砂粒, 利用约束层的粘性将砂粒粘牢后, 扫除未粘实的砂粒, 再进行甲板敷料的施工(见图 6B)。注意: (1)对于 HH- 2 型重质甲板敷料, 可直接使用干料中的细砂粒作为铺撒用砂, 不必过筛; (2)对于 HQ- 1 型轻质甲板敷料, 须先将干料通过 20 目筛网, 把未过筛的较大颗粒作为铺撒用砂; (3)为提高粘接强度, 配制敷料时应使用乳胶液拌和; (4)为确保甲板敷料与阻尼涂料粘接质量, 要求砂粒粘实后 24 小时内(表面不得有人员走动及污损), 尽快进行甲板敷料的施工。

为进一步降低成本, 经过试验, 我们发现: 可以将约束层厚度降至 5~ 6mm, 同时, 适当增加甲板敷料的厚度, 通常要求甲板敷料厚度不少于 9mm。

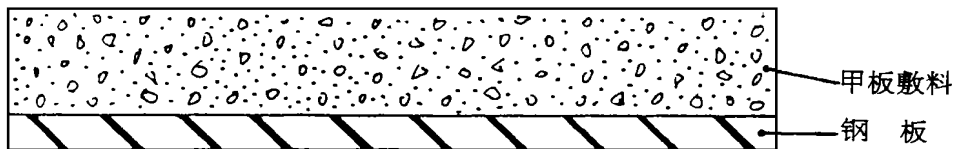


图 6A 单独使用甲板敷料

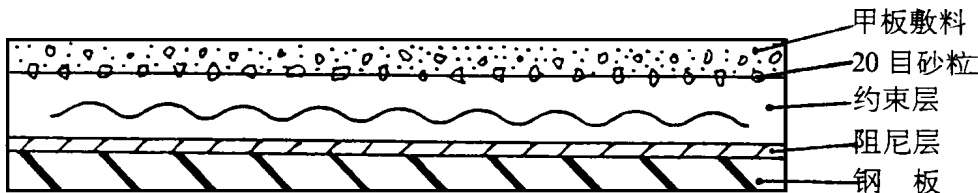


图 6B 阻尼材料与甲板敷料配合使用

主要参考文献

1 上海中华造船厂、武汉青山船厂等 30 余单位, “T 54/T 60 舰船用阻尼涂料”使用报告, 1993~ 1998

2 刘东晖、黄微波等, “T 54/T 60 阻尼涂料在舰船减振降噪工作中的应用”《船舶》1997, No. 4, P40~ 46
3 Huang Weibo et al J. Appl Polym. Sci, 1993, Vol 50, P277.

Abstract: The paper presents a new type of safety system composed of Intelligent type electroshock and leakage protector and microwave alarming device. The new system has the features of highly safe, reliable, easy for management and wide safe protection range.

Key Words: Leakage protection pre-alarming range safety system

OUTFITTING/SPECIAL EQUIPMENT

- A method to calculate the keyless connection of the rudder stock and pintle cone *Liu Gang* (28)

Abstract: Starting from theoretic calculation procedure, the paper presents a method for calculating the keyless connection of the rudder stock and pintle cone.

Key Words: Rudder stock Rudder pintle Keyless connection of cone Calculation method

SOFTWARE APPLICATION/CAD

- Some ideas and method for developing technical document CAD *Yang Yong* (32)

Abstract: The paper introduced how to use the word processing and data linking functions of WORD and EXCEL to create ship's technical document such as calculation book for classification.

Key Words: WORD EXCEL CAD

NOISE & VIBRATION

- Rational Application of "T54/T60 Vibration Damping Coating for Naval and Merchant Ships" in Outfitting of Shipbuilding

..... *Huang Weibo Liu Donghui Yang Yurun Wang Baozhu Chen Jiujiang Xu Dexi* (35)

Abstract: "T54/T60 Vibration Damping Coating for Naval and Merchant Ships" characterized in excellent vibration damping property, application technology and practicality has been widely used in more than 40 naval and merchant ships at home and abroad. Meanwhile, it has been set high value by shipowners, designers and shipyards. Combination with the outfitting technology of insulation and deck covering, we describe how to apply the coating rationally.

Key Words: Noise and Vibration damping Coating Insulation Deck covering

SHIP DESIGN HANDBOOK

- General performance design of catamaran *Song Guohua* (39)
- Ship Lines design *Qian Wenhao* (47)

Sponsor:	Marine Design & Research Institute of China (MARIC)
Publisher:	Editorial Office of Chuan Bo
Date of Issue:	April 1998
Address:	1688 Xizang Road, Southern, Shanghai, 200011
Tel:	+ 86 21 63788098 ext 8203
Fax:	+ 86 21 63779744