

《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》

（征求意见稿）

编制说明

《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》编制组

目 录

1	项目背景.....	3
1.1	项目来源.....	3
1.2	工作过程.....	3
2	行业概况.....	3
3	标准制订的必要性分析.....	4
4	国内外船舶防污漆相关标准对比.....	4
5	船舶防污漆的环境影响分析.....	5
5.1	所用原材料.....	6
5.2	产品使用说明书.....	11
6	标准的编制原则.....	11
7	标准主要技术内容.....	11
7.1	前言.....	11
7.2	标准名称.....	11
7.3	适用范围.....	12
7.4	术语和定义.....	12
7.5	基本要求.....	12
7.6	技术内容.....	12
7.7	检测方法.....	19

《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》编制说明

1 项目背景

1.1 项目来源

环境保护部（原环境保护总局）《“十一五”国家环境保护标准规划》（环发[2006]20号），将《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》列入国家标准制修订项目计划。项目名称为《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》，项目统一编号为 1292.11，由环境保护部环境发展中心承担该标准项目的编制工作。参编单位由环境保护部环境保护对外合作中心、海洋化工研究院等单位组成。

1.2 工作过程

2009 年初环境保护部环境发展中心成立了《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》编制组，编制组首先收集了船舶防污漆的主要环境行为以及污染控制的技术文献，国内的相关标准、环保法规和政策等资料，进而展开了调查和开题论证工作。

（1）开题论证会

2009 年 4 月 29 日国家环境保护部科技标准司在北京召开了开题论证会。参加会议的有国家环境保护部科技标准司、环境保护部 POPs 公约履约办、北京工业大学、清华大学、北京矿业大学、中国涂料工业协会、北京因维索孚科技有限公司的代表，并组成了专家组。经专家论证确定了标准编制的主导思想、基本原则、技术路线和主要工作内容等。会上专家组认为船舶防污漆环境标志产品技术要求对于船舶防污漆的环境行为具有重要的指导意义，技术内容的设定参考了国内外标准的环境保护要求，考虑了产品的研究开发方向，对于推动国内船舶防污漆企业的环境保护具有重要意义，会议通过了开题报告。

（2）专家讨论会与现场考察

2009 年 6 月 7 日至 2009 年 6 月 9 日，编制组深入青岛海洋化工研究院进行调研。调研包括两种形式：召开讨论会以及在现场考察。本次考察听取了业内专家和企业对标准制订开题报告的意见。

（3）上交征求意见稿及编制说明

在上述工作基础上，编制组根据各方专家意见，综合考虑船舶防污漆的生产工艺、企业环境管理水平、和国家产业政策导向等因素，并参考国外与船舶防污漆环境行为相关的法规标准的发展趋势，标准编制组于 2009 年 8 月中旬完成了《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》以及编制说明（征求意见稿），并上报环境保护部。

2 行业概况

20 世纪八九十年代，世界造船和修船行业完成了向东亚的转移，至本世纪初东亚占世界造船市场 80%以上的份额。预计 2010 年造船吨位将达到 2000 多万吨，将赶上或超过韩国、日本成为世界第一造船大国。相应的船舶涂料生产开始向东亚尤其是中国转移。我国船舶涂料进入高速成长的黄

金时期，成为涂料行业发展最快，与国际接轨最早，工业涂料市场份额最大的领域之一，预计未来5~10年间我国船舶涂料将呈现快速发展趋势。

船舶涂料发展总的趋势是：高性能、易施工、经济、环保、节能。其中无毒、低毒、长效、环保，多功能、高固体份、无溶剂、水性化将是船舶涂料发展的主流。

3 标准制订的必要性分析

防污漆是涂装于船底和海洋水下设施的一种特殊涂料，一般涂料装在船底防锈漆之上，处于最外层。它的主要作用是通过漆膜中毒料的渗出、扩散或水解等方式逐步释放毒料，达到防止海洋附着生物附着于船底或海洋水下设施的目的。

在早先时候，在船体外壳涂以石灰、含砷涂漆，到如今随着现代化学工业的发展，诞生了含金属化合物的高效防污漆。这些化合物可以滤入海水中，杀死藤壶和其他附着海洋生物。但是研究发现，这些化合物降解缓慢，在海水中会长期残留，对海洋环境造成危害，并有可能侵入食物链。毒性较大，对海洋环境及人类健康都会造成较大的危害。目前，我国各类舰船及潜艇的防腐涂料还大多采用传统溶剂型涂料，含有铬或铅等重金属化合物，

油漆作业火灾危险性很大，近年来，修造船行业在使用油漆过程中发生了多起爆燃、爆炸、火灾事故。因油漆中毒，造成修船工人死伤事件也屡见不鲜。油漆易燃易爆，不但增加了施工难度，同时存在着巨大的安全隐患。考虑船舶油漆施工安全，及减少VOC对大气的影响，水性涂料也开始应用在船舶上。

船舶涂料市场的发展带动了产业的提升。为了提高质量，节省劳动成本，实现环境保护，未来船舶涂料的发展主要有三大趋势，即：无锡防污涂料、高性能涂料和水性涂料。

随着各国保护生态环境法规的不断出台、完善，船舶涂料的开发已不再像传统型涂料只注重防护性。21世纪，人类将对海洋进行空前规模的开发，也对船舶涂料技术提出了新的要求。开发高性能、节省资源及生态环境适应性涂料。发展绿色环保型涂料已经成为涂料行业发展的必然趋势，日益严格的环保法规对于亚洲船舶涂料市场来说机遇要大于挑战。作为全球第二大造船国，目前中国造船企业新承接船舶订单在载重百万吨数量级以上的就达8家之多，但国内相关船舶防污漆的环保标准几乎是空白。因此本标准的制定对于船舶涂料技术的发展、海洋资源的开发、社会的可持续发展起到巨大的促进作用。

4 国内外船舶防污漆相关标准对比

强制性产品认证的管理规定：

2003年1月1日实施的《中华人民共和国清洁生产促进法》

目前国内外专门针对船舶防污漆制定环境标志标准主要如下：

(1) AFS公约（《国际管制船舶有害防污系统公约》）的主要内容

《国际管制船舶有害防污系统公约》要求自2008年1月1日起，从事国际航行的400总吨及以上的船舶禁止使用含有TBT（Tri Butyl Tin）防污漆。该公约目前已拥有不少于全世界商船

总吨位 25%的 25 个国家无条件签约并将于 2008 年 9 月 17 日正式生效，中国是 25 个签约国之一。

为符合本公约附则 1，如果有机锡化合物在一个对涂层不产生杀生物作用的标准中出现，可允许少量起化学催化作用（如：单基和二基代有机锡化合物）的有机锡化合物存在。从实际看，如果作为催化剂来使用，有机锡化合物在每公斤干漆中的锡总含量不应超过 2500mg/kg。

该公约适用于签约国所属和所操作船舶，以及其他国家所属船舶进入签约国的港口或海域码头时。运营者须保证船舶的防污系统不含 TBT 否则将无法通过检查，并面临扣船、罚款等处罚。

目前欧盟已开始执行《国际管制船舶有害防污系统公约》，自 2008 年 1 月 1 日开始，在欧盟境内欧盟籍船舶使用 TBT 属非法行为，任何船旗国船舶继续使用 TBT 防污涂料将面临不准进入欧盟港口的可能。在希腊，违反公约的最高罚金是 90000 欧元。其他履约国家也已经以国家立法形式来执行《国际管制船舶有害防污系统公约》。

(2) GB 18581-2001 室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量

2001 年颁布的溶剂型涂料国家标准（GB 18581-2001）除限制 VOC、游离甲苯二异氰酸酯和可溶性重金属/外，对苯及苯系物做出了限制。

(3) GB 18582-2008 室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量

2008 年颁布的内墙涂料国家标准（GB 18582-2008）对有害物质 VOC、苯系物、游离甲醛和可溶性重金属做出了限量要求。

(4) GB/T 6822-2007 船体防污防锈漆体系主要内容：

要求油漆产品不含有石棉的颜料、汞化合物、DDT 以及国家有关部门禁用的化学物质。防污漆中锡总含量应小于 2500mg/kg 干油漆样品，允差范围为±500mg/kg 干油漆样品。

(5) HJ/T 201-2005 水性涂料

本标准对水性涂料中挥发性有机化合物（VOC）、甲醛、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、卤代烃、重金属及其它有害物提出了限制加入与限量要求。

其中不得人为添加邻苯二甲酸酯类、乙二醇醚类、卤代烃、苯、甲苯、二甲苯、乙苯等对人体有害的物质。

(6) HJ/T 414-2007 室内装饰装修用溶剂型木器涂料

本标准规定了室内装饰装修用溶剂型木器涂料中对乙二醇醚及其酯类、邻苯二甲酸酯类、正己烷、异佛尔酮、卤代烃类、苯、甲醇要求禁止使用。并对 VOC、苯、苯系物（甲苯、乙苯、二甲苯）、可溶性重金属、游离甲苯二异氰酸酯、甲醇等有害物进行限量的要求。

5 船舶防污漆的环境影响分析

本标准建立在对船舶防污漆产品生命周期分析的基础上，通过参考《国际管制船舶有害防污系统公约》和 GB/T 6822-2007 船体防污防锈漆体系等相关标准制定的思路，并综合产品的生产工艺

流程、国内外相关的环保要求来制定。本标准对船舶防污漆所用原材料、产品中有害物质限量、产品使用说明书和防污漆中活性物质海洋环境风险评估方法提出了要求。

5.1 所用原材料

船舶防污漆组成：基料 + 防污剂 + 助剂 + 溶剂。

其中基料主要有乙烯共聚体树脂、氯化橡胶、松香树脂、煤焦沥青、丙烯酸铜（锌）树脂、（甲）硅烷丙烯酸树脂、有机硅树脂等；

防污剂主要有 DDT、有机锡、氧化亚铜、辅助防污剂等；

助剂主要有有机土、硬脂酸铝等流变助剂；

溶剂主要有二甲苯、乙酸乙酯、正己烷、乙二醇醚类、卤代烷烃等。

通过对产品原料环境危害性分析，可发现产品防污剂和溶剂是其环境危害的主要来源。其中防污剂中 DDT、有机锡为国内外相关法规明令禁止物质；溶剂中苯系物如二甲苯、正己烷、乙二醇醚类、卤代烷也是众多环保标准禁止使用物质。

滴滴涕（DDT）：

DDT 为 2, 2-双(4-氯苯基)-1, 1, 1-三氯乙烷(2, 2-bis(4-Chlorophenyl)-1, 1, 1-trichloroethane)。极微量的 DDT 在进入生物界的食物链之后，沿着食物链的方向进行着富集，一般来说，食物链中的物质传递时逐级递减的，捕食者从被捕食者获得的物质大部分损失掉，只留下极少的一部分构建自己的躯体。然而 DDT 因其特殊的结构而得以存在于生物体的脂肪组织之中，并不能通过代谢排出体外，于是，再次生物被捕食后，捕食者也就将他体内的 DDT 全数接受了。因此，越是位于食物链高端的生物体内的 DDT 含量就越高，终将会超出 DDT 对生物体无害的的极限而危害其生存。最终 DDT 地接受者无疑是位于食物链顶端的高级生物人类。

另外当初令人称道的稳定性成了它的另一个杀手锏，DDT 可以经过分解转化其他无害的物质。但这是一个极其漫长的过程，在人体内 3 年间转化成 DDE 的 DDT 还不到 20%。， DDT 在土壤环境中消失缓慢，一般情况下，约需 10 年。

鸟类因 DDT 存在于体内，钙的代谢受到影响，使其卵壳的硬度下降，孵化率降低，鸟类家族最明显的受害者就是美国的标志动物，猎鹰（似乎不是）。尔后的一些资料表明，DDT 对人类的健康危害也十分的显著，人们甚至在母乳之中监测到 DDT 的存在。早产，青春期提前等一些症候直接和 DDT 有关。

有机锡：

有机锡化合物是锡和碳元素直接结合所形成的金属有机化合物。通式 R_nSnX_{4-n} ($n=1-4$, R 为烷基或芳香基)。有烷基锡化合物和芳香基化合物两类。其基本结构有一取代体、二取代体、三取代体和四取代体（指 R 的数目）。锡产量中的 10-20%用于合成有机锡化合物。

主要用途有：用作农用杀虫剂、杀菌剂（如二丁基锡、三丁基锡、三苯基锡）及日常用品的涂料和防霉剂等。在自然环境中，这些化合物与热、光、水、氧、臭氧等的作用，会迅速分解。进入

生物体后，小肠或皮肤易吸收，特别是三取代体最易被吸收，分布在肝、肾和脑部。体内以肝为主的微粒体药物代谢酶系统脱烷基、脱芳香基的速度很快。三取代体的生物学半衰期为 3-11 天，经脱烷基化成为二取代体、一取代体而难以通过脑-血液关卡，在脑内留存时间稍长。三丁基锡和三苯基锡对昆虫、细菌、藻类、等的毒性大。三甲基锡和三乙基锡对哺乳动物毒性大。碳元素增多其毒性降低，故三丁基锡和三苯基锡常用于船舶防污剂，增大了向环境的释入量。

有机锡化合物对生物体的主要损害为：中枢神经系统会造成脑白质水肿、细胞能量利用中氧化磷酸化过程受障、胸腺和淋巴系统的抑制作用、细胞免疫性受妨害、激素分泌抑制引起糖尿病和高血脂病等。对人的毒性，局部对皮肤、呼吸道、角膜的刺激作用，通过皮肤或脑水肿会引起全身中毒，甚至死亡。1958 年法国因用含三乙基锡的药剂治疗皮肤病而造成 10% 的死亡率。

铜：

为预防海洋微生物对船底的污损，常在船底涂装含有氧化亚铜防污剂的防污涂料。在防污防污涂料中所用的毒剂缓慢释放，既起杀灭海洋微生物的作用，也是海水的污染物。我国防污涂料超过 2 万吨/年，每年以 20% 以上的速度增长；每年使用氧化亚铜等毒剂数百吨，全部释放到海水中，对海洋尤其是近海造成严重的污染。

Cu_2O 迄今仍然是防污涂料中的主要防污剂。其生物存储作用可能是这样发生的： Cu_2O 在海水中会逐渐氧化， $Cu^+ \rightarrow Cu^{2+}$ ，释放出 Cu^{2+} 。 Cu^{2+} 渗出后与海洋贝类等生物接触，进入这些海生物的幼虫或孢子躯体内。 Cu^{2+} 对于氨基酸有很强的螯合能力，形成氨基酸络铜沉淀，存储在贝类动物脏器内。另一方面，也可能部分是通过贝类的食物链。一般认为，船舶防污涂料层刚下海时，先是某些低等的海洋微生物和藻类生长，等它们长到一定程度时，贝类动物就以这些受铜和锌污染的低等动物为食，并黏着在涂料层上生长繁衍，处在“生物存储”的较高顶端。

铜是人们身体所需要的重要微量元素，在正常人体内铜含量 1.0 mg/g，人们对铜的日需要量为 5 mg。然而，据报道，当铜超过人体需要量的 100-150 倍时，可引起坏死性肝炎和溶血性贫血。人体铜中毒最早报告见于 1785 年，一位 17 岁女性，因食含铜化合物食品过多而致死。表现为腹痛，皮疹、腹泻、呕吐，呕吐物为绿色，不久死亡。受污染海洋贝类体内铜含量 ($\mu g/g$) 以千计，若人们误食这些海鲜，引起铜锌中毒的几率很大。铜在海洋贝类等动物内脏中的严重“生物存储”，因此，控制减排海洋重金属污染物势在必行。

苯系物：

苯系物（包括苯、甲苯、二甲苯等）为无色具有特殊芳香气味的液体。经皮肤接触和吸收引起中毒，会造成嗜睡、头痛、呕吐等。苯系物被国际癌症研究机构确认为有毒致癌物质。

苯是一种气味芳香的无色液体混合物，易燃，在常温下极易挥发，甲苯、二甲苯属于苯的同系物。苯和苯系物常可用作化学试剂、水溶剂或稀释剂。在工业生产中，涂料业等行业均广泛使用。

苯于 1993 年被世界卫生组织（WHO）确定为致癌物。苯是一种易燃而且毒性很高的物质。由于苯的挥发性很强，因此使用苯或含苯材料或家具，可以使大量苯蒸气散入环境中，通过呼吸被吸入体内。由于苯的溶剂具有脂溶性的特点，可以通过完好无损的皮肤进入人体。浓度很高的苯蒸气具

有麻醉作用，短时间内可使人昏迷、发生急性苯中毒，甚至可导致生命危险。

长期吸入一定高浓度的苯蒸气，可损害造血系统和神经系统而发生慢性苯中毒。由于初期症状不明显，往往容易被忽视，继而症状逐渐加重，以产生严重后果。慢性苯中毒患者主要表现为头痛、头晕、疲倦、睡眠不好、食欲不振，白血球（白细胞）减少，若病情进一步加重皮肤可有出血现象，严重者可发生再生障碍性贫血或白血病。

一般认为苯毒性的产生是通过代谢产物所致，也就是说苯须先通过代谢才能对生命体产生危害。

苯可以在肝脏和骨髓中进行代谢，而骨髓是红细胞、白细胞和血小板的形成部位，故苯进入体内可在造血组织本身形成具有血液毒性的代谢产物。长期接触苯可引起骨髓与遗传损害，血象检查可发现白细胞、血小板减少，全血细胞减少与再生障碍性贫血，甚至发生白血病。

曾经有人对低浓度苯接触工人健康状况进行调查，结果表明：外周血白细胞数虽在正常值范围之内，但非常显著低于对照组；经常性苯接触工人淋巴细胞微核率分布高于非苯接触组，且制苯车间观察人群的淋巴细胞微核率与对照组比较差异有显著性；随作业环境苯浓度的增高，白细胞数有降低趋势，淋巴细胞微核率有增加的趋势。这些均证明低浓度苯对作业人群的健康有损害，尤其要注意对人体遗传物质的损伤作用。

吸入 4000ppm 以上的苯短时间除有黏膜及肺刺激性外，中枢神经亦有抑制作用，同时会伴有头痛、欲呕、步态不稳、昏迷、抽痉及心律不整。

吸入 14000ppm 以上的苯会立即死亡。

甲苯、二甲苯的危害

甲苯主要来源于一些溶剂、香水、洗涤剂、墙纸、粘合剂、油漆等，在室内环境中吸烟产生的甲苯量也是十分可观的。

甲苯进入体内以后约有 48%在体内被代谢，经肝脏、脑、肺和肾最后排出体外，在这个过程中会对神经系统产生危害，自愿者实验证明当血液中甲苯浓度达到 $1250\text{mg}/\text{m}^3$ 时，接触者的短期记忆能力、注意力持久性以及感觉运动速度均显著降低。

二甲苯来源于溶剂、杀虫剂、聚酯纤维、胶带、粘合剂、墙纸、油漆、湿处理影印机、压板制成品和地毯等。

据报告，三名工人吸入浓度为 $43.1\text{g}/\text{m}^3$ 的二甲苯，18.5 小时后一名死亡，尸检可见肺淤血和脑出血，另两名工人丧失知觉达 19-24 小时，伴有记忆丧失和肾功能改变。此外，吸入高浓度的二甲苯可使食欲丧失、恶心、呕吐和腹痛，有时可引起肝肾可逆性损伤。同时二甲苯也是一种麻醉剂，长期接触可使神经系统功能紊乱。

正己烷：

正己烷，是石油馏分与天然气分离过程中得到的六碳化合物。常态下为液体，主要用作溶剂。正己烷虽属低毒类化学物，但因其挥发性和脂溶性高，在人体内可蓄积，特别是对神经系统具有毒性，故应考虑为高性毒物。

从 20 世纪 60 年代，意大利、日本等国曾有大量职业性正己烷中毒的病例报道。近 10 年来，我

国在工业粘接配制、制鞋、制球、印刷、家具制造及电器制造、涂料等领域中广泛应用正己烷，中毒事故不断发生。

正己烷主要经呼吸道进入人体，其代谢产物 2,5-己二酮具有周围神经毒性，可引起以感觉运动型多发性周围神经病为主要临床表现的慢性中毒。

职业性慢性正己烷中毒是指劳动者在职业活动中长期接触正己烷所致的以周围神经损害为主的疾病，起病隐匿，患者常先感觉食欲不振、四肢乏力，继而出现四肢对称性的感觉异常，如发麻、刺痛，并出现感觉迟钝。检查会发现，患者四肢的触觉、痛觉、震动觉和位置觉等均减退，并且以远端为重。重者可出现垂腕和垂足、站立和行走困难以及肌肉萎缩、手足皮肤温度降低、跟腱反射消失。

甲醇

甲醇又称木醇，是一种无色透明、易燃烧的液体，容易挥发，气味与乙醇相似，多用作化学助剂，可经呼吸道、胃肠道和皮肤吸收而致中毒。

甲醇吸收至体内后，可迅速分布在机体各组织内，其中，以脑脊液、血、胆汁和尿中的含量最高，眼房水和玻璃体液中的含量也较高，骨髓和脂肪组织中最低。甲醇在肝内代谢，经醇脱氢酶作用氧化成甲醛，进而氧化成甲酸。本品在体内氧化缓慢，仅为乙醇的 1/7，排泄也慢，有明显蓄积作用。未被氧化的甲醇经呼吸道和肾脏排出体外，部分经胃肠道缓慢排出。推测人吸入空气中甲醇浓度 39.3~65.5g/m³，30~60 分钟，可致中毒。人口服 5~10ml，可致严重中毒；一次口服 15ml，或 2 天内分次口服累计达 124~164ml，可致失明。有报告，一次口服 30ml 可致死。甲醇主要作用于神经系统，具有明显的麻醉作用，可引起脑水肿。甲醇的麻醉浓度与 LC 较接近，故危险性较大。对视神经和视网膜有特殊的选择作用，易引起视神经萎缩，导致双目失明。甲醇蒸气对呼吸道粘膜有强烈刺激作用。甲醇的毒性与其代谢产物甲醛和甲酸的蓄积有关。以前认为毒性作用主要为甲醛所致，甲醛能抑制视网膜的氧化磷酸化过程，使膜内不能合成 ATP，细胞发生变性，最后引起视神经萎缩。近年研究表明，甲醛很快代谢成甲酸，急性中毒引起的代谢性酸中毒和眼部损害，主要与甲酸含量相关。甲醇在体内抑制某些氧化酶系统，抑制糖的需氧分解，造成乳酸和其他有机酸积聚以及甲酸累积，而引起酸中毒。一般认为，甲醇的毒性是由其本身及其代谢产物所致的。

乙二醇醚类：

乙二醇醚及其酯类的毒性越来越受到人们的关注，乙二醇醚类溶剂在体内经代谢后会形成剧毒的化合物，对人体的血液循环系统和神经系统造成永久性的损害，会影响男性 X 染色体，会导致雌性不育，及胎儿中毒、畸形胎、胚胎消溶、幼儿成活率低及先天低智能等病状，长期接触高浓度的乙二醇醚类溶剂会致癌。国外研究业已表明，部分乙二醇醚及其酯类对人体有害，严重的可引起血液病变和胎儿畸形。另外，乙二醇醚类溶剂会对女性的生殖系统造成永久性的损害，造成女性不育。目前，这类物质常用于涂料的慢干溶剂，存在一定的环境危害，水性涂料的涂装中，乙二醇醚及其酯类助溶剂大部分会挥发至空气中，造成涂装生产环境和大气污染。乙二醇醚及其酯类助溶剂挥

发基本无治理，属无组织排放。

卤代烷烃：

卤代烷属低毒类物质，但具有高挥发性、高脂溶性，并有蓄积和迅速的窒息作用。高浓度吸入可引起定向障碍、恶心、呕吐、麻醉作用、心律紊乱、低血压，甚至死亡。毒性主要为对中枢神经系统的轻度抑制作用，对皮肤粘膜的刺激作用。长期接触可致多发性周围神经病变。60年代末，卤代烷中毒成为西欧各国继苯之后的另一重大职业卫生问题，仅氯代烷引起的中毒性肝病，即达数百人。同时卤代烷也是环境破坏物质。

挥发性有机化合物（VOC）：

据不完全统计在我国油漆行业每年向大气排放约 300 万吨有机挥发物，直接对大气环境造成污染，破坏人类生存环境，损害人体健康，造成巨大的资源浪费。

VOC 产生的毒害作用多样。几乎所有的 VOC 都是原发性皮肤刺激物，对皮肤、呼吸道粘膜和眼结膜具有不同程度的刺激作用；能引起中枢神经系统的非特异性抑制、周围神经疾患和全身麻醉作用。其中 VOC 可特异性地作用于周围神经系统、肺脏、心脏、肝脏、肾脏、血液系统和生殖系统，造成特殊的损害，有的甚至具有致癌或潜在的致癌作用。

目前所用防污漆大多为溶剂型。其含有大量的有机挥发物，在配漆和施工过程中，大量 VOC 排向大气，造成污染。同时施工人员在施工过程中不可避免地会吸入部分 VOC。

因此，世界上主要的涂料生产国纷纷出台了限制 VOC 排放的法规。生产低 VOC 对环境友好的防污漆已是大势所趋。通常实现低 VOC 的途径有 3 种：①用水代替挥发性有机溶剂；②提高固含量；③发展粉末涂料。

石棉颜料：

通常人们所称的石棉是 6 种具有商业用途天然纤维矿物的总称。青石棉等毒性最大的石棉制品已经基本上退出了历史舞台，在大多数目前还在生产和使用石棉的国家里，都只剩下温石棉是唯一合法的石棉。温石棉占整个石棉家族的 95%，如何界定温石棉的危害及程度，对石棉行业的命运具有决定性作用。半个世纪前，医学界就发现石棉可引起癌症，研究人员通过对患者的免疫系统中发现的巨噬蛋白质进行分析，认为正是这些巨噬蛋白质导致了纤维的毒性和致癌性。此外，研究人员发现灰尘粒子和纤维对巨噬蛋白质具有激活作用，而巨噬蛋白质提高了细胞对原子团的敏感性。当人周期性的吸入石棉灰尘的时候，活性的氧原子团不断添充肺。这些氧原子团能使正常的肺细胞死亡，或者发生变异，从而导致癌症的发生。由于石棉导致的皮间瘤潜伏期可达 20 至 40 年，这意味着未来会出现越来越多的发病病例。

不久前在巴黎召开的法国癌症研究论坛公布的一项数据显示，作为“职业癌症”，大多数肺癌与人们过去暴露在用石棉材料装修的环境中有关。55 岁以上肺癌患者中，12% 的人都与石棉有关。

汞化合物：

汞在工业上用途较广，在生活中也有很多接触机会。汞及其化合物有相似的毒性，进入人体过量即可引起中毒。汞中毒是较常见的职业病之一。

汞及汞化合物对人体的损害与进入体内的汞量有关。汞对人体的危害主要累及中枢神经系统、消化系统及肾脏，此外对呼吸系统、皮肤、血液及眼睛也有一定的影响。

急性汞中毒：数小时至数日内可出现头晕、全身乏力、发热、口腔炎以及恶心、腹痛、腹泻等症状。严重时可导致急性肺水肿和急性肾衰（近曲小管坏死）。

慢性汞中毒：长期接触低浓度汞及汞化物引起的职业性中毒为慢性汞中毒。

重金属：

人体摄入重金属过多，会造成慢性中毒。重金属影响儿童的生长发育，特别是对儿童智力发育造成不良影响，部分重金属可在脑部及内脏器官中残留，对肝、肾等造成永久性伤害。

邻苯二甲酸酯类增塑剂：

此类增塑剂是挥发性油漆中用量最大、用途最为广泛的增塑剂，过去相当一段时间内人们认为其对人体没有毒害，但根据欧美最新的研究表明，此类增塑剂对成人健康没有明显的不良作用，主要造成儿童性早熟，所以最近欧美标准中，已明确规定在儿童玩具中禁用此类增塑剂。

综上所述，对以上有毒有害控制对于减少环境污染，保护人体健康，具有重要意义。

5.2 产品使用说明书

船舶防污漆的环境危害不仅存在于原材料采购及生产过程中，还涉及产品标志、包装、运输、贮存、涂装等过程。对产品标志、包装、贮存、涂装等过程的任何疏忽，都会对环境和人体健康造成巨大危害。因此对企业要求提供相关说明书是十分必要的。

6 标准的编制原则

本标准在制定过程中充分考虑了船舶防污漆产业实施本标准的技术能力和可行性，同时考虑了依据本标准对船舶防污漆环境标志产品进行监督和检验的能力。

标准中技术条款和要求与国际或国家通行的技术法规尽量保持一致，同时在确定标准中的技术要求、技术指标和加严程度上，充分考虑了我国经济发展水平和船舶防污漆产业的生产水平、技术能力和产品现状。

根据我国船舶防污漆产业的发展状况、船舶防污漆产品的技术进步、国家保护环境和人体健康的要求以及国家相关标准的制定发布情况，对今后本标准的技术要求在范围和加严程度等方面做出适时修改和调整提供了空间。

7 标准主要技术内容

本标准的修订，通过深入走访和调研，广泛征求了船舶防污漆行业内专家、管理部门、龙头企业的意见，结合行业内的生产实际情况而制定，体现了标准的先进性和导向性。

7.1 前言

标准的前言说明了本标准制定的目的、意义和整体内容等，并说明了本标准适合于中国环境标志产品认证。

7.2 标准名称

标准名称：环境标志产品技术要求 船舶防污漆。

7.3 适用范围

本技术要求适用于各类材料的船舶设计水线以下的防污防锈漆体系，也包括船体水线部位的防污防锈漆体系。但不适用于军用船舶防污漆。

本标准的适用范围参考 GB-T 6822-2007 船体防污防锈漆体系标准中相关内容。

7.4 术语和定义

7.4.1 船舶防污漆（Ship anti-fouling paints）：指用于船舶控制或防止不利生物附着的涂料。

本标准中“船舶防污漆”为行业通用名称，其定义与 AFS 公约（《国际管制船舶有害防污系统公约》）相一致，由于 AFS 为国内企业均能了解的通用规则，而行业尚未颁布类似标准，因此本标准采取 AFS 公约中的相关定义。

7.4.2 活性物质（Active substances）：特指防污漆中对有害生物能起到普遍的或具体作用的有机化合物。

7.4.3 环境风险评估（Environmental risk assessment）：通过检查化学品排放和/或释放造成的暴露以及这种暴露对生态系统结构和作用的影响，定量或者定性地提出该物质对环境潜在影响。

本标准中“活性物质”和“环境风险评估”的定义参考了欧洲议会和理事会关于生物杀灭制品投放市场的指令 98/8/EC 中相关内容。

7.5 基本要求

7.5.1 产品质量要求

中国环境标志产品标准的制定原则是：获得环境标志的产品必须是质量符合相应的质量标准、环境行为优的产品。由于环境标志一向倡导的“绿色消费”的核心内容是：在保证消费者利益的前提下——即在相同的质量要求下，引导广大消费者购买对环境有益的环保产品。因此，如果环境行为优越的产品，质量却不合格，就像丧失其使用价值，损耗消费者利益，背离了绿色消费概念的前提；反之，产品质量合格，但加重环境负荷的产品，就丧失了其环境价值，对生态环境造成破坏，违反了绿色消费的主旨。只有质量合格、环境行为优的产品，才符合环境标志产品标准的制定原则，有资格成为环境标志产品；因此，要求符合环境标志产品的船舶防污漆质量必须符合各自产品质量标准（国家标准或行业标准）的要求。

7.5.2 生产企业污染物的排放要求

生产环境标志产品的企业污染物的排放必须达到国家或地方污染物排放标准。开展环境标志工作的目的之一也是为了促进企业在生产中减少污染物的排放，保护工人的身体健康，保证使用者不受到伤害，同时也要起到保护环境，减缓气候变化的作用。因此，本标准将生产企业污染物排放符合国家或地方规定的污染物排放标准作为基本要求。

7.6 技术内容

7.6.1 对船舶防污漆有毒物禁用和限量要求

本标准对船舶防污漆中有毒物质要求为：产品中不得人为添加表 1 中所列的物质。

表 1 产品中禁用物质

禁用种类	禁用物质 ^注
乙二醇醚及其酯类	乙二醇甲醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯
邻苯二甲酸酯类	邻苯二甲酸二辛酯 (DOP)、邻苯二甲酸二正丁酯 (DBP)
烷烃类	正己烷
酮类	3,5,5-三甲基-2-环己烯基-1-酮 (异佛尔酮)
卤代烃类	二氯甲烷、二氯乙烷、三氯甲烷、三氯乙烷、四氯化碳
醇类	甲醇
硅酸盐类 (石棉类)	温石棉、青石棉、铁石棉、直闪石棉、阳起石棉、透闪石棉
注：禁用物质详细信息见附录 A。	

本标准对船舶防污漆中有毒物质限量要求为：产品中有害物质限量应符合表 2 要求。

表 2 产品中有害物质限量

项目 ^注		限值	
		水性	溶剂
挥发性有机化合物 (VOC), g/L	≤	250	450
苯+甲苯+二甲苯+乙苯质量分数, %	≤	0.3	25
苯质量分数, %	≤	0.05	
可溶性重金属	铅 (Pb), mg/kg	≤	90
	镉 (Cd), mg/kg	≤	75
	铬 (Cr), mg/kg	≤	60
	汞 (Hg), mg/kg	≤	60
锡总含量, mg/kg	≤	3000	
铜总质量分数, %	≤	25	
滴滴涕 (DDT), mg/kg	≤	1.0	
注：苯、甲苯、二甲苯、乙苯、滴滴涕详细信息见附录A。			

烷烃类

近年来由于石油精炼技术的发展，生产高纯度正己烷的成本降低，加上人们对苯危害的认识不断加深，所以各地相关企业使用正己烷的范围与量大大增加，均用正己烷或含正己烷的溶剂汽油（白电油）取代苯系物，使正己烷中毒成为了这几年发生人数最多的职业中毒。

在对企业调研中发现为增加对树脂和橡胶的溶解，防污漆中一般加入 5-10%的烷烃油用作油漆的稀释剂，其主要成分为烷烃，这其中也包括大量正己烷。鉴于正己烷对人体健康和环境的危害，HJ/T 457—2009《环境标志产品技术要求 防水涂料》等标准要求禁用正己烷。因此本标准将正己烷列为禁用物质。

卤代烃类

1973 年 10 月，西欧各国在汉堡召开会议，正式将卤代烃类有机溶剂中毒的治理及研究列入工作议题。近年来，我国一些企业，尤其是小型民营企业中，因防护不周已发生多例职业性卤代烃中毒事件。

依据《蒙特利尔议定书》和《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质国家方案》的内容，为了保护臭氧层，国内外环境标志标准均提出禁用含有卤元素的溶剂。因此本标准也禁止添加卤代烃作溶剂。但是在企业调研发现，这类溶剂价格较高，企业不大可能选用。但是为了保证企业将来不选择此类产品。特提出此类要求。由于本产品作为溶剂，需要较大量的加入才能起到效果，因此仅需通过现场检查即可判定。这也与国外环境标志标准中通常采用禁止添加的方式一致。

甲醇

根据对企业调研，发现企业并未使用甲醇作为溶剂，但鉴于甲醇的危害较大，本着预防的目的，参照 HJ/T 414—2007《环境标志产品技术要求 室内装饰装修用溶剂型木器涂料》标准要求，本标准对其做禁用要求。

酮类

由于异佛尔酮具有较高的沸点、很低的吸湿性、微小的蒸发速度，已成为重要的酮类溶剂，该产品溶解力强，分散性好，流平性好，是高分子材料的良好溶剂，可溶解硝化纤维素、丙烯酸酯树脂、醇酸树脂、聚酯、环氧树脂等。异佛尔酮用途广泛，除作溶剂外，异佛尔酮可用作环氧树脂固化剂等许多方面。

在美国环保署“家具制造业中有害气体散发的国家标准”和欧盟“修订内用涂料生态标志准则的决议”中均规定禁止使用异佛尔酮。目前国内 HJ/T 457—2009《环境标志产品技术要求 防水涂料》标准对此也作了要求。

我们在对企业的调研中发现，由于现阶段企业产品开发主要所使用的溶剂为芳香烃类和酮类溶剂，在企业检查中基本不使用异佛尔酮，而国外标准中也是采用禁用方式进行种类限制，本标准明确规定禁止使用异佛尔酮。

邻苯二甲酸酯类

考虑到邻苯二甲酸二辛酯（DOP）、邻苯二甲酸二正丁酯（DBP）作为增塑剂经常在溶剂性涂料

中使用，因此对这两种物质需要控制。通过对目前的国际法律法规调研，2005年欧盟部长理事会议通过法案，禁止在儿童玩具和儿童用品中使用六种增塑剂：邻苯二甲酸二丁酯（DBP）、邻苯二甲酸丁苄酯（BBP）、邻苯二甲酸二异辛酯（DEHP，国内简称DOP）、邻苯二甲酸二异壬酯（DINP）、邻苯二甲酸二异癸酯（DIDP）、邻苯二甲酸二正辛酯（DNOP）。其中前三种被禁止在所有儿童玩具和用品中使用，后三种被禁止在3岁以下儿童有可能被嘴吮吸的儿童玩具和用品中使用。另外，从2005年10月份开始，欧洲的一些经销商，包括我国台湾，已对我国出口的PVC人造革（用于沙发、手提包、鞋类等）、PVC涂膜布（用作箱包、雨披、帐篷、太阳伞、沙滩座椅等），甚至连五金工具（如老虎钳、链条锁外的塑料套）都提出不含六种邻苯二甲酸酯的要求（小于0.1%）。在比利时布鲁塞尔召开的增塑剂2006年会上，与会代表重申了REACH法案（欧盟委员会新化学品政策法规和相关文件），对那些引起高度关注的化学品要进行授权，DEHP（DOP）、DBP首先被列入黑名单，欧盟完全有可能在更多的范围内提前禁用邻苯二甲酸酯类增塑剂。在企业调研中，防污漆中未发现加增塑剂，但考虑到DOP、DBP的危害及预防等因素，本标准禁用DOP、DBP。

硅酸盐类（石棉类）

石棉一般作为颜料加入防污漆中，在涂装和使用中释放到环境中危害人体健康和环境。

1974年，国际劳工组织率先在其职业癌症协定（No. 139）关于空气污染的条例中对石棉作为一种可能导致癌症的物质做出了规定。

1977年，世界卫生组织的附属机构国际癌症研究所（IARC）将石棉列为一类致癌物质（即确知对人类致癌的物质），声明它是最重要的职业性致癌物之一，所造成的死亡占职业性癌症所致死亡的一半左右。

1984年，国际劳工局颁布《石棉的安全使用业务守则》，确定了国家一级的石棉政策和相关原则。两年后，在1986年6月的第七十二届劳工大会上，国际劳工组织通过了专门针对“石棉安全使用”的第162号公约：《石棉使用安全条约》。

1997年，加拿大蒙特利尔科学会议得出重要结论：温石棉在粉尘低排放浓度情况下造成的危害，引起的疾病死亡率为十万分之一。

1998年，世界卫生组织重申纤维状石棉的致癌效应，特别是导致间皮瘤的风险，继续呼吁使用替代品。同时还声明，“没有认定任何门槛，在此水平之下石棉粉尘不致产生癌症风险”。

2003年11月，《鹿特丹公约》[1]正式将青石棉列入限制出口清单。

2006年6月，国际劳工组织发布《石棉决议》，明确声明：“安全使用石棉”这种事情是不存在的。石棉水泥的普遍使用，切、碎和锯石棉的工人无法避免严峻的健康挑战。更不用说拆除业的工人，接触到石棉的机会更大。在能够找到安全替代物的21世纪，没有理由再使用石棉。

美国在1989年开始禁用。到1995年，日本政府开始禁止使用两种高致癌性的石棉（日本禁止青石棉和铁石棉），2004年10月又把部分产品列入“黑名单”，并于2008年全面禁止石棉使用。欧洲国家已从2005年开始禁止进口石棉，并计划用不同的安全合成纤维来代替天然石棉。在亚洲，1998年，越南禁止进口和使用角闪石石棉。中国则自2002年7月1日淘汰角闪石石棉，

2006年7月亚洲石棉会议通过了“曼谷宣言”，督促所有国家全面禁止使用石棉。

实际上当石棉固定在成型的石棉制品中，它们是无害的，但当石棉纤维成游离状并悬浮于能够使人易于吸收的环境中，如空气、水中就会危及人体健康。考虑到防污漆中石棉会进入水中，引发水体中生物和环境污染，从而给人类造成巨大的危害，因此本标准将石棉颜料作为禁用物质。

乙二醇醚及其酯类

乙二醇醚及醚酯主要包括乙二醇甲醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯。聚酯树脂涂料乙二醇醚及其酯类是大量使用的一种水性涂料助溶剂，用量一般占水性涂料的4~10%。乙二醇醚及其酯类在水性涂料中用量一般不到10%，往往被人们忽视，但它是一种“高毒”化学品，如果缺乏正确认识，在水性涂料的生产与使用中将给人们造成很大危害。发达国家和地区已开始部分限制某些乙二醇醚及其酯类的生产与使用，尤其是乙二醇甲（乙）醚在国外消费量逐年减少，而采用危害性较小的丙二醇醚类替代。因此有必要禁止使用。

法国公共卫生最高委员会建议禁用5种乙二醇醚类化合物，同时委员会建议，乙二醇醚在产品中的允许浓度降到原来的1/10至1/100，使含量微乎其微直至完全禁用。同时在美国环保署—“家具制造业有害气体散发的国家标准”和欧共体—“修订内用涂料生态标志准则的决议”中均规定禁止使用二乙二醇甲醚、乙二醇醚类。

国家环境保护部公布的141种“高污染、高环境风险”的产品也包括二醇醚类化合物。国内HJ/T 201—2005《环境标志产品技术要求 水性涂料》、HJ/T 457—2009《环境标志产品技术要求 防水涂料》等标准也分别禁用乙二醇醚类助溶剂。

在对企业的调研中发现，由于现阶段企业产品开发主要所使用的溶剂主要为芳香烃类和酮类溶剂，而且要求迅速固化和成膜，因此一般不需要添加慢干剂。在企业检查中证实基本不用乙二醇醚及其酯类，国内企业基本达到该要求。考虑在国外标准中对此予以禁用，本标准也明确禁止使用乙二醇醚及其酯类。

芳香烃

芳香烃作为价廉、良好的溶剂。被大多数船舶防污漆企业所用。但鉴于芳香烃类化合物巨大的毒性和环境污染，各国纷纷限制此类物质使用，因此对此类物质禁用十分必要。

HJ/T 457—2009《环境标志产品技术要求 防水涂料》中规定溶剂型防水涂料中苯(g/kg) ≤ 0.5；苯类溶剂(g/kg) ≤ 50-80。

HJ/T 414—2007《环境标志产品技术要求 室内装饰装修用溶剂型木器涂料》中规定溶剂型涂料中苯(g/kg) ≤ 0.5；苯+甲苯+二甲苯+乙苯质量分数(%) ≤ 5-25。

HJ/T 201—2005《环境标志产品技术要求 水性涂料》中规定水性涂料中苯、甲苯、二甲苯、乙苯的总量/(mg/kg) ≤ 500。

但对于溶剂型防污漆加入一定量芳香烃作为溶剂时必须的（一般在30%以下。考虑到企业实际情况，本标准对芳香烃中最毒的苯单独作禁用和限量要求（苯质量分数/% ≤ 0.05）；同时考虑标准制定的先进性，并对总芳香烃含量做限量（水性和溶剂型防污漆中苯+甲苯+二甲苯+乙苯质

量分数/ % ≤ 0.3 ; 25)。

有机锡类

含有机锡防污涂料为预防海洋微生物对船底的污损，常在船底涂装防污涂料。防污涂料中所用的毒剂缓慢释放，既起杀灭海洋微生物的作用，也是海水的污染物。有机锡化合物有 4 种类型：四烷基锡化合物(R_4Sn)、三烷基锡化合物(R_3SnX)、二烷基锡化合物(R_2SnX_2)和一烷基锡化合物($RSnX_3$)，

对于有机锡化合物的限制，欧盟之前已经先后发布过 89/677/EEC、1999/51/EC 和 2002/62/EC，规定有机锡混合物用作游离缔合的涂料 (free association paint) 中的生物杀灭剂时，不能在市场上销售。

《国际管制船舶有害防污系统公约》要求自 2008 年 1 月 1 日起，从事国际航行的400总吨及以上的船舶禁止使用含有 TBT (Tri Butyl Tin) 防污漆。并于2008 年 9 月 17日正式生效，中国是签约国之一。同时为符合本公约附则1，如果有有机锡化合物在一个对涂层不产生杀生物作用的标准中出现，可允许少量起化学催化作用（如：单基和二基代有机锡化合物）的有机锡化合物存在。从实际看，如果作为催化剂来使用，有机锡化合物在每公斤干漆中的锡总含量不应超过2500mg/kg。

因此本标准参照《国际管制船舶有害防污系统公约》要求，对有机锡 (TBT) 分别作禁用和限量要求（考虑到测量当中 ± 500 mg/kg 的误差，规定锡总含量/ mg/kg ≤ 3000 ）。

DDT

在防污涂料中添加少量杀灭海洋微生物的毒剂，如滴滴涕 (DDT)。其缓慢释放，既起杀灭海洋微生物的作用，也是海水的污染物。1969 年，美国开始限用 DDT 等农药，1973 年，美国正式禁用 DDT，中国也开始上个世纪 80 年代禁用 DDT。DDT 已被列入 12 种严重危害人类、生物和环境的禁用化学物质。

相关环境标准有：

中国 (TJ36) 车间空气中有害物质最高容许浓度 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

中国 (GB5749) 生活饮用水水质标准 $1\ \mu\text{g}/\text{L}$ 。

中国 (GB11607) 渔业水质标准 $0.001\text{mg}/\text{L}$ 。

中国 (GB3097-1997) 海水水质标准 (mg/L) I 类 0.00005 II 类 0.0001 III 类 0.0001 IV 类 0.0001。

中国 (GHZB1-1999) 地表水环境质量标准。

I、II、III 类水域有机化学物质特定项目标准值 $0.001\text{mg}/\text{L}$ 。

联合国规划署 (1974) 保护水生生物淡水中农药的最大允许浓度 $0.002\ \mu\text{g}/\text{L}$ 。

中国 (GB15618-1995) 土壤环境质量标准 (mg/kg) 一级: 0.05、二级: 0.5、三级: 1.0。

因此本标准参照以上要求，对 DDT 作禁用和限量要求 (DDT/ mg/kg ≤ 1.0 , 参照土壤质量标准三级的值)。

挥发性有机化合物 (VOC)

鉴于 VOC 的严重危害，世界各国纷纷出台法规和标准，限制其在涂料中的使用。如欧洲对建筑涂料产品的 VOC 限制要求——欧共体的指南如表 3 所示。

表 3 欧共体指南中对 VOC 的限制要求

产品名称	类型	VOC 限制 I (g/L)	VOC 限制 II (g/L)
		2007 年 1 月 1 日执行	2010 年 1 月 1 日执行
内墙无光和天花板水性 (光泽<25 / 60°)	水性	75	30
	溶剂型	400	30
内墙有光和天花板水性 (光泽>25 / 60°)	水性	150	100
	溶剂型	400	100
外墙	水性	75	40
	溶剂型	450	430
内外门窗(木底材)	水性	150	130
	溶剂型	400	300
装饰性木器水性清漆和瓷漆	水性	150	130
	溶剂型	500	400
木器着色剂	水性	150	130
	溶剂型	700	700
双组分地板漆	水性	140	140
	溶剂型	550	500

VOC 限制最严格的是美国南加州，其溶剂型装饰涂料的限量为 350g / L。

本标准参考了已经颁布的溶剂型木器涂料(450-550g/L)对挥发性有机化合物的要求，并对产品进行了剖析，国内企业防污漆多以溶剂型为主，其有机溶剂含量一般在 55%以下。在参考国内外涂料环境标志标准的限值基础上，参照企业实际情况，同时体现环境标志产品标准的先进性，确认了标准 VOC 的含量限值为 450g/L。

铜总含量

根据调查，企业生产防污漆中氧化亚铜的含量为 20-40%不等。为了缓解铜的污染，其中重要的途径之一就是减少含铜防污漆的使用量，或者开发新型无毒长效不含铜化合物的防污涂料。应海洋环境保护委员会要求，氧化亚铜作毒剂是过渡性措施，只能使用到 2012 年前。参照企业实际情况，同时体现环境标志产品标准的先进性，确认了标准铜的含量限值为 25%。

可溶性重金属

重金属化合物主要来源于涂料生产用原材料中的颜料及某些助剂。众所周知，重金属(镉、铅、铬(VI)、汞、砷)及其化合物是常见的有毒污染物，其可溶性物质对人体有明显的危害，它可经呼吸道和皮肤粘膜侵入人体引起中毒，而且其毒性具有累积性。也就是说：每次吸入微量的该类物质后，能逐渐存于体内，到一定程度，就会出现中毒现状。这类物质引起中毒时，会损害肝脏、脾脏、肾脏、神经系统、肺部等。此外，铅对生殖功能、胚胎、胎儿及出生后的发育也有不良影响。

近来，各国都在控制或禁止重金属及其化合物的使用，如欧盟生态标准 99/10/EC 规定：不准使用镉、铅、铬(VI)、汞、砷及其化合物；德国“蓝色天使”标准 RAL-UZ 12a (Low-Pollutant Paints

and Varnishes. Edition March 2008) 规定：不得使用含铅、镉、铬（VI）及其化合物。作为原料中引入的杂质，镉、铬（VI）含量不得超过 0.01%、铅含量不得超过 0.02%。

在企业调研中了解到，企业在使用有机锡作为防污剂的同时，也在配方中加入氧化汞作为防污剂，这对人体健康和环境造成极大危害，因而对汞作为防污剂应坚决禁止，并对带入性的汞做一定限量。

故本技术要求中规定：不得人为添加重金属（镉、铅、铬（VI）、汞）及其化合物，并限定作为原材料的杂质带入的重金属的含量。同时参考《环境标志产品技术要求 水性涂料》、《环境标志产品技术要求 室内装饰装修用溶剂型木器涂料》等标准对重金属的要求，确定本标准限值。

7.6.2 对产品使用说明书要求

由于船舶防污漆中含大量有机溶剂及有毒物质。不仅在生产过程中对其提出要求，还应对产品标志、包装、运输、贮存、涂装等过程中，进行规定。因产品标志、包装、贮存、涂装等过程的任何疏忽，都会对环境和人体健康造成巨大危害，由于贮运过程不当引起的事故时有发生。因此对企业要求提供相关说明书是十分必要的。

7.6.3 防污漆中活性物质海洋环境风险评估方法

由于防污剂在防污漆中的重要作用及所占比重较大，其对环境及人体健康造成危害也较大，以往总是在其对环境和人体健康造成危害显现后，才采取必要措施加以控制，这就造成危害处理及防范措施的滞后性。同时面对大量不断新出现防污剂，其环境特性的判定也是一项艰巨的工作。因此本标准制定过程中考虑到上述方面的因素，通过建立一个针对防污漆中活性物质的海洋环境风险评估方法，给出防污漆中活性物质环境风险结论，根据环境风险结果，在产品设计过程中考虑防污剂的环境风险，减少防污剂选择的盲目性，从而降低防污剂对环境和人类的危害。

本方法主要针对防污漆中活性物质的海洋环境风险评估制定。目前化学物质环境风险评估主要采用预测环境浓度/预测无影响浓度（PEC/PNEC）定量评估法，该方法通过暴露评估获得 PEC，危害评估获得 PNEC，将 PEC/PNEC 比值作为风险表征的定量指标，采用 MAMPEC2.0 软件计算 PEC（此软件为国际通用软件，国内有售）。但是防污漆中有些活性物质可能会积累在海洋环境的部分区域对海洋环境产生影响，这种影响将长期存在，难以逆转。而保护海洋的原生态环境是人类所关注的，此时产生的影响无法仅通过 PEC/PNEC 定量评估法预测。因而海洋环境评估方法还应该包含对化学物质的持续性、蓄积性和毒性（PBT）的评定法。当活性物质满足下列三个条件时，其在海洋环境中为相对低风险：（1）持久性：活性物质为“易生物降解”或最快半衰期 ≤ 60 天或“降解过程中杀生活性降低”；（2）生物蓄积性：活性物质的 $\lg(Kow) \leq 4$ 或者最高 $BCF \leq 500$ ；（3）毒性： $PEC/PNEC < 1$ ，且 $Kp \leq 2000$ 。具体内容见附录 B。

7.7 检测方法

7.7.1 技术内容 5.2 中有害物质水性漆苯+甲苯+二甲苯+乙苯质量分数、可溶性重金属和甲醇的检测按照 GB 18582-2008 《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》中规定的方法进行。

7.7.2 技术内容 5.2 中有害物质苯质量分数、溶剂型漆 VOC 和溶剂型漆苯+甲苯+二甲苯+乙苯

质量分数的检测按照 HJ/T 414-2007 《室内装饰装修用溶剂型木器涂料》中规定的方法进行。技

7.7.3 技术内容 5.2 中有害物质 VOC 的检测依据 HJ/T 201—2005 《水性涂料》中规定的方法进行。

7.7.4 技术内容 5.3.2 中锡总含量的检测按照 GB/T 6822-2007 《船体防污防锈漆体系》中规定的方法进行。

7.7.5 技术内容 5.3.2 中铜总含量的检测按照 ASTM D6632-2001 《防污漆铜总量测定方法》中规定的方法进行。

7.7.6 技术内容 5.3.2 中 DDT 含量的检测按照 GB14550-2003《土壤中六六六和滴滴涕测定的气相色谱法》中规定的方法进行。

7.7.7 技术内容 5.4 中防污漆活性物质评价按照附录 B 《防污漆中活性物质海洋环境风险评估方法》中规定的方法进行。

7.7.8 技术内容中其他指标通过文件审查结合现场检查的方式来验证。