

强制性国家标准《船舶涂料中有害物质限量》  
(报批稿)

编制说明

中海油常州涂料化工研究院有限公司

二〇一五年十二月

## （一）工作简况

### 1.1 任务来源

中国造船业的飞速发展极大地促进了船舶涂料工业的快速发展；同时，船舶在制造、营运、维修、拆解等过程中直接或间接把一些物质或能量引入海洋环境，产生一系列诸如损害生物资源、妨碍包括渔业在内的各种海洋活动，破坏海水水质等环境问题。

近年来，我国相继颁布了 7 个强制性涂料标准，涉及到内墙(GB18582)、外墙(GB24408)、玩具(GB24613)、汽车(GB24409)、水性木器漆(GB18582)、溶剂型木器漆(GB18581)、建筑钢结构(GB30981)等诸多涂料应用领域，然而，作为涂料工业中重要品种——船舶涂料还没有对有害物质进行限量。

目前，我国船舶涂料的生产和应用还存在诸多环保问题：（1）一些含铅、铬等重金属元素的防锈颜料（如红丹、铅酸钙、锌铬黄等）的传统船舶涂料品种，由于其防锈性能好价格低廉，还有很大市场；（2）由于没有挥发性有机化合物（VOC）排放法规或强制性标准的限制，VOC 含量较高的产品还占据较大份额；（3）由于市场竞争激烈，一些企业为了降低成本，往往用价格较低的高毒溶剂替代低毒溶剂作为涂料用稀释剂；（4）一些禁用的生物杀伤剂仍然在违规使用。

以上问题的解决一方面需要人们环保意识的提高，另一方面也迫切需要制定《船舶涂料有害物质限量》强制性标准，限制含有毒有害重金属防锈颜料、高毒性溶剂、高 VOC 含量的高污染船舶涂料产品的生产和使用，促进水性、无溶剂、高固体分等环境友好型船舶涂料品种发展，从而规范船舶涂料市场。

为了更好的保护人体健康、生态环境，推动船舶涂料向低污染方向发展，完善我国涂料安全标准体系，2014 年 5 月全国涂料标准化技术委员会向国家标准化管理委员会提出了制定强制性国家标准《船舶涂料中有害物质限量》的建议。并于 2014 年 12 月得到国家标准化管理委员会批准（国标委综合[2014]89 号，项目编号 20141808-Q-606）要求于 2015 年 12 月底前完成标准报批工作。

### 1.2 主要工作过程

在接到上级主管部门的标准项目批准文件后，标委会即着手标准制定的前期准备工作。为使起草的标准与国际先进标准接轨，缩小与国际标准和国际先进标准的差距，对船舶涂料可能会涉及到的对有害物质（包括 VOC、重金属、限用溶剂、生物杀伤剂等）进行限制的国内外标准与法规进行了全面的查询，检索了国内外有关上述涂料的论文与相关资料，了解这些涂料的发展状态。在对目前国内外市场上船舶涂料的主要品种、技术水平及发展趋势进行分析的基础上，编写了标准制定工作方案，同时与部分在船舶涂料生产和使用领域有影响力和代表性的单位联系并邀请其共同参加标准制定工作。

标准制定方案完成后，标委会和本标准的主要起草单位中海油常州涂料化工研究院有限公司组织相关人员对方案进行了认真讨论，初步确定了检测项目和技术指标及试验方法，编制了工作组讨论稿和编制说明。

2015 年 3 月 19 日，标委会秘书处组织标准制定工作组成员在江苏常州举行了第一次工作会议，来自 11 家单位的 23 位专家参加了会议。会上对工作组讨论稿进行了讨论，确定了标准的制定原则、使用范围、控制范围及相关试验方法等内容，确定呢工作进度。经过讨论，达成对工作组讨论稿的修改意见：1）参照 IMO、CCS、中国造船协会等相关组织对船舶涂料的定义，修改强制性要求所适用的范围；2）对涉及船舶涂料的分类细化挥发性有机化合物的限值，控制值有待数据统计；3）鉴于甲苯的高毒性，增加对“甲苯”的单独限值控制，控制值根据

试验数据统计结果后确定；4) 项目中“乙二醇醚酯”控制与 GB30981 保持一致；5) 增加对“沥青”的推荐性要求限制；6) 部分控制项目的试验方法直接引用国家标准方法；7) 文本进行编辑性修改；8) 编制说明进行编辑性修改。

2015 年 5 月 20 日，标委会秘书处派人参加了中海油总公司、中国石油学会海洋石油分会在广州主办的《防腐蚀涂料年会》，出席的会议的有来自船舶制造企业、船级社、船舶涂料生产企业、研究机构、地方涂料协会等单位的 203 名代表。标委会秘书处在会上进行了船舶涂料中有害物质限量的标准制定介绍，会议期间组织部分专家进行了《船舶涂料中有害物质限量》标准讨论，提出了一些建议：1) 建议 VOC 控制与上海地标 DB31《船舶工业大气污染物排放标准》的涂料分类基本一致；2) 删除二甲苯限值要求；3) 删除推荐性内容，改为全文强制；4) 文本进行编辑性修改；5) 编制说明进行编辑性修改。

2015 年 6 月中旬将 59 份征求意见稿发送给全国涂料和颜料标准化技术委员会 涂料产品及试验方法分会和基础标准分会的各委员及总会的一部分委员以及工作组成员征求意见。标委会秘书处分别于 7 月 14 日和 7 月 13 日将标准征求意见稿和编制说明挂在“全国涂料和颜料标准化技术委员会”的网站 <http://www.chinacoat.org.cn> 以及国家标准化管理委员会的网站 <http://www.sac.gov.cn> 征求意见；截止 7 月中旬共收到 55 个单位的反馈意见，其中有 7 个单位提出了意见，其余单位均表示同意，有 4 个单位没有回函。经对这些意见认真讨论研究后提出了处理意见，于 10 月上旬编写了国家标准送审稿。

2015 年 11 月将送审稿交标委会年会审查，标委会于 12 月 2 日~3 日在南京召开了标委会年会。12 月 3 日召开了《船舶涂料中有害物质限量》标准审查会，参加标准审查的 SC9 分会委员共 26 名（参与起草的委员 4 名不参与投票），代表们本着严谨认真的态度对标准送审稿进行了仔细的讨论和研究，并提出了修改意见（见审查会议纪要附件 4），到会委员对修改后的标准送审稿进行投票，共 18 票赞成、4 票赞成附意见，同意票数超过全体委员的四分之三，审查结果为“通过”。根据审查会上专家的建议和意见，编制组对送审稿进行了修改，于 2015 年 12 月 30 日前完成了本标准的报批稿，上报全国涂料和颜料标准化技术委员会（TC5）。

## （二）标准编制原则和标准主要内容

### 1 船舶行业及船舶涂料概述

#### 1.1 船舶行业

船舶工业属于劳动力密集、资金密集、技术也密集的产业，是我国重加工工业中唯一能走在世界前列，与世界先进水平较量的行业。和发达国家比，中国劳动力成本低；和其他发展中国家比，中国的技术、资金和工业基础比较雄厚，从近十年中国船舶制造业占世界造船市场份额的变化可以看出，中国船舶制造业在全球市场上所占的比重正在明显上升，2009 年全年中国船厂的新接订单量达 2600 万载重吨，首次超过韩国跃居世界第一。但受国际金融危机的影响，近年来国际航运市场与造船市场持续低迷，我国船舶工业也正经历着重重考验，并处于化解产能过剩矛盾、实施结构调整转型升级的行业调整中。

从目前世界造船业竞争格局来看，欧洲造船业已经处于明显的颓势。克拉克松预测，2015 年欧洲造船业产能将在 2009 年的基础上萎缩 70%。

日本造船业近年来发展相对平稳，能力扩张幅度小，骨干船厂的手持订单已排至 2013 年左右。虽然在规模总量上日本已经落后于中国和韩国，其份额由可能还将进一步下降，但是日本在综合技术水平方面的优势仍然存在。

韩国造船业和中国造船业产业规模相当，在危机中受到的冲击也基本类似。

一方面韩国船企加强了散货船、油船等常规船舶营销力度，另一方面中国造船业也在积极拓展高技术船舶及海洋工程装备市场。中韩争霸将成为今后一段时期内世界造船格局的一个重要特征。

对于一些新兴造船国家，越南、印度等由于受到金融危机的严重冲击，发展势头已经明显放缓，而巴西和俄罗斯等国家开始采取措施大力发展本国造船业。虽然这些国家在中短期内难以对世界造船竞争格局产生实质性影响，但是其快速成长无疑将势世界造船业的竞争格局进一步多元化。

## 1.2 船舶涂料的作用

船舶一词包含的内容十分广泛，一般日常生活中的船舶是指能够用作水上运输或其他水上作业，具有一定流线形状的水上浮动物具及水上运输工具。凡是具备船舶形状能在水上或水中航行的运输工具均为船舶，包括航行于江河湖泊、航洋的一切船舶。船舶一词在法律上的定义与日常生活中的定义有较大的不同，一般受到法律所调整对象、范围的不同而产生差异。在国际立法中，一般都将军事船舶、政府公务的船舶不视为法律意义上的船舶。依据中华人民共和国最高人民法院（关于审理船舶碰撞和触碰案例财产损失和赔偿的规定）：船舶是指用作或能够用作水上运输工具的各类船筏，包括非排水船和水上飞机，但是用于军事的和政府公务的船舶除外。依据中华人民共和国海上交通安全法：船舶为排水或非排水的船、筏、水上飞机、潜水器和移动式平台。GB/T7727.1-2008《船舶通用术语第1部分：综合》中船舶的定义为：能航行、停泊于水域，从事运载、作战、作业、科研等的构造物。

摘自上海沪东船厂汪国平老师编著的中国化工出版社出版的《船舶涂料与涂装技术》上的船舶涂料定义，即涂装于船舶内外各部分，以延长其使用寿命和满足其特性要求的各类涂料的统称。GB12900-91《船舶通用术语船用材料》中第2.4.2节船舶涂料的定义为：涂于船舶各部位，能防止海水、海洋大气腐蚀和海生物附着及满足船舶特种要求的各种涂料的统称。

钢铁制成的船舶，长年累月的航行在茫茫大海或江河湖泊之中，会不同程度的受到各种腐蚀介质的侵蚀，会发生不同程度的腐蚀。腐蚀会对船舶带来很大的危害，会降低船舶结构的强度，某种意义上讲，船舶涂料最主要的特点就是耐腐蚀性，是最重要的防腐涂料品种之一，提供有效、长期的防腐蚀保护成了船舶结构使用寿命长短至关重要的环节，而在船舶上涂覆涂料则是保护船舶最经济有效的方法，也是国内外船舶业最广泛采用的方法。

同时船舶涂装有其自身的特点，因此船舶涂料也应具备一定的特性：1）船舶的庞大决定了船舶涂料必须能在常温下干燥，需要加热烘干的涂料一般不作为船舶涂料；2）船舶涂料的施工面积大，因此涂料应适用于高压无气喷涂；3）船舶的某些区域施工比较困难，往往需要厚膜型涂料；4）船舶的水下部位往往需要进行阴极保护，水下漆需要较好的耐电位性、耐碱性；5）船舶从防火安全出发，要求机舱内部和上层建筑内部的涂料不易燃烧，且一旦燃烧也不会放出过量的烟。

## 1.3 船舶涂料的使用

船舶涂装工艺流程包括以下工序：

- 1) 原材料抛丸流水线预处理；
- 2) 涂装车间底漆；
- 3) 钢材落料、加工、装配；
- 4) 分段预舾装；

- 5) 分段二次除锈;
- 6) 分段涂装;
- 7) 船台合拢、舾装;
- 8) 船台二次除锈;
- 9) 二次涂装;
- 10) 船舶下水;
- 11) 码头二次除锈、涂装;
- 12) 交船前坞内涂装。

不同的涂装方法, 不同的施工水平, 不同的涂装材料, 产生的挥发性有机化合物亦有所不同。

#### 1.4 船舶涂料的产品类型和漆基品种

依据 GB/T 2705-2003《涂料产品和命名》, 船舶涂料作为工业涂料的一个重要品种, 主要产品类型有: 船壳及上层建筑物漆、船底防锈漆、船底防污漆、水线漆、甲板漆、船壳漆、内舱涂料(压载舱漆、饮水舱漆、油舱漆、货舱漆)、其他船舶漆等, 主要成膜物类型有: 聚氨酯、醇酸、丙烯酸酯类、环氧、乙烯类、酚醛、氯化橡胶、沥青等树脂。

国际标准ISO 12944《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》主要为钢结构防腐保护涂层体系制定。标准文本分为8个部分, 该标准虽然是针对所有钢结构而非专指船舶涂料体系, 但从腐蚀等级的划分方式和环境类型的描述以及船舶涂料的应用场合, 该系列标准对船舶涂料的标准制定是很有借鉴的地方。

在 ISO 12944-2:1998《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第2部分:环境分类》中对不同气候、不同水质和不同土壤的腐蚀环境进行了分类, 定义了C1~C4以及C5-I和C5-M共6种大气腐蚀等级。

大气腐蚀性等级和典型环境示例

腐蚀性等级	单位面积质量损失/厚度损失 (经过第一年曝晒后)				温和气候下典型的环境示例 (仅供参考)	
	低碳钢		锌		外部	内部
	质量损失 g/m <sup>2</sup>	厚度损失 μm	质量损失 g/m <sup>2</sup>	厚度损失 μm		
C1 很低	≤10	≤1.3	≤0.7	≤0.1	—	清洁大气环境下的保温建筑物, 例如: 办公室、商店、学校、旅馆。
C2 低	>10~ 200	>1.3~ 25	>0.7~5	>0.1~ 0.7	大气污染较低, 如大多数乡村地区。	可能发生凝露的不保温建筑物, 例如: 仓库、体育馆。
C3 中等	>200~ 400	>25~50	>5~15	>0.7~ 2.1	城市和工业大气, 中度二氧化硫污染, 低盐度的沿海地区。	高湿度和存在一定空气污染的生产场所, 例如: 食品加工厂、洗衣房、酿酒厂、牛奶场。
C4	>400~	>50~80	>15~30	>2.1~	工业区和中盐	化工厂、游泳

高	650			4.2	度的沿海地区。	池、沿海船舶和造船厂。
C5-I 很高 (工业)	>650~ 1500	>80~ 200	>30~60	>4.2~ 8.4	高湿度和侵蚀性大气的工业区。	凝露和高污染持续存在的建筑物或地区。
C5-M 很高 (海洋)	>650~ 1500	>80~ 200	>30~60	>4.2~ 8.4	高盐度的沿海和近海地区。	凝露和高污染持续存在的建筑物或地区。

注 1: 用于腐蚀性等级的损失值与 GB/T 19292.1—2003 中给出的一致。

注 2: 在炎热、潮湿的沿海区域, 质量或厚度损失值有可能超过 C5-M 等级的范围, 因此为这些区域使用的结构选择涂料防护体系时必须采取特别的预防措施。

查阅相关资料目前国内船舶涂料的主要品种如表1所列。

**表 1 我国目前常用船舶涂料的漆基品种**

底漆	中间漆	面漆
硅酸乙酯树脂	醇酸树脂	醇酸树脂
醇酸树脂	环氧树脂	丙烯酸树脂
氯化橡胶	氯化橡胶	环氧树脂
氯化聚烯烃树脂	氯化聚烯烃树脂	氯化橡胶
环氧树脂		氯化聚烯烃树脂
		聚氨酯, 脂肪族或芳香族
		高性能树脂(氟碳、聚硅氧烷等)

表 1 列出的漆基品种主要为溶剂型, 随着技术的进步, 上述品种中某些树脂已实现了水性化和高固体分化, 如以环氧树脂为漆基的底漆、中间漆、面漆, 以聚氨酯树脂为漆基的底漆和面漆等; 无溶剂涂料如粉末涂料也已用于船舶材料上。

### 1.5 船舶涂料中的防锈颜料品种

防锈颜料按其作用可以分为两类: 物理性防锈和化学性防锈, 其中化学性防锈颜料又可以分为缓蚀性和电化学作用型两种。物理性防锈颜料如氧化铁红、云母氧化铁、铝粉、玻璃鳞片等。常用的化学缓蚀颜料有铅系颜料(如红丹、铅酸钙、碱式硅铬酸铅等), 铬酸盐颜料(如锌铬黄、四盐基锌黄、锆铬黄等), 磷酸盐颜料(如磷酸锌), 钼酸盐颜料(如钼酸锌)等。起电化学作用的防锈颜料最主要是锌粉。

由上述介绍可知, 铅系、铬酸盐系化学缓蚀性防锈颜料均含有对人体有毒有害的铅、六价铬元素, 而常用的防腐底漆——富锌底漆, 因使用了大量的锌粉, 也不可避免地含有对人体有毒有害的铅、镉元素。据悉在生产黄色面漆时, 国内仍较多的使用铬黄颜料。

### 1.6 船舶涂料中的溶剂品种

目前大部分仍以溶剂型涂料为主, 且有些漆基品种如氯化橡胶、氯化聚烯烃树脂等必须使用芳烃类溶剂。据了解国内某些企业为了满足施工方快干的要求亦为了降低成本, 还使用对人体和环境危害更大的卤代烃溶剂, 如三氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、1,2-二氯丙烷等。

## 2、国内外简况

### 2.1 国际海事组织(IMO)对船舶涂料的相关要求

国际海事组织(IMO)是联合国系统中负责海上安全防止船舶污染及相关技术合作的专门机构, 其宗旨: 在清洁的海洋上安全、保安和高效航运。环境保护

是国际海事组织（IMO）关注的热点之一，制定了 2001 防污底公约、2004 压载水管理公约、拆船公约、国际防止船舶造成环境污染公约等。IMO 的决议对造船界通常是强制执行的标准，会引起各国政府，航运组织、船舶漆生产商、各国船级社、船舶涂料试验和检测机构的高度重视。

下面重点介绍拆船公约和防污底公约。

### 2.1.1 国际安全与环境无害化拆船公约

拆船相关公约自 1998 年提出，经过近十多年的讨论，最终形成国际安全与环境无害化拆船公约，于 2009 年 5 月在香港外交大会上获得通过。拆船公约并不是仅仅涉及到拆船，更多的是在造船和设备制造业，主要内容包括：禁止和/或限制被列明的有害材料初步确定为被禁止和/或限制的有害材料为：石棉、消耗臭氧物质、多氯联苯、有机锡化合物。需要列入清单中的物质：重金属（镉、铬、铅、汞）及其化合物、多溴联苯类、多溴二苯醚、多氯萘、放射性物质、某些短链氯化石蜡。列入清单中的物质不被公约禁止使用，但是需要按照公约的规定在有害材料清单证书附录中加以记录，以便维护和拆船时予以特别注意。

欧洲议会和理事会 2013 年 11 月 23 日通过的第 1257/2013 号欧盟法规，又称欧盟拆船公约。

“香港公约”附录1所列的4种有害物质，见表2：

表2 “香港公约”附录1所列的4种有害物质及限值要求

序号	有害物质	限值要求
A-1	石棉/Asbestos	无阈值
A-2	消耗臭氧物质/Ozone depleting substances (ODS)	无阈值
A-3	多氯联苯/Polychlorinated biphenyls (PCBs)	无阈值
A-4	含有机锡化合物作为杀生物剂的防污底系统/Anti-fouling systems containing organotin compounds as a biocide 【三丁基锡 (TBT)，三苯基锡 (TPT)，氧化三丁基锡 (TBT0)】	锡总量:2500 mg/kg干漆膜

“香港公约”附录2所列的9种有害物质，见表3：

表3 “香港公约”附录2所列的9种有害物质及限值要求

序号	有害物质	限值要求
B-1	镉和镉化合物 /Cadmium and cadmium compounds	100mg/kg
B-2	六价铬和六价铬化合物/Hexavalent chromium and hexavalent chromium compounds	1000mg/kg
B-3	铅和铅化合物/Lead and lead compounds	1000mg/kg
B-4	汞和汞化合物/Mercury and mercury compounds	1000mg/kg
B-5	多溴联苯/Polybrominated biphenyl (PBBs)	1000mg/kg
B-6	多溴二苯醚 /Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs)	1000mg/kg
B-7	多氯化萘（超过3个氯原子）/Polychlorinated naphthalenes (more than 3chlorine atoms)	无阈值
B-8	放射性物质/Radioactive substances	无阈值
B-9	某些短链氯化石蜡（烷烃类，C10-C13，氯代）/Certain shortchain chlorinated paraffins(alkanes, C10-C13, chloro)	1%

欧盟法规第1257/2013号中新增的2种有害物质，见表4：

表4 Regulation (EU) No. 1257/2013中新增的2种有害物质及限值要求

序号	有害物质	限值要求
C-1	全氟辛烷磺酸（PFOS）及其衍生物/Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and its derivatives	暂时无具体要求
C-2	溴系阻燃剂（六溴环十二烷）/Brominated flame retardant (HBCDD)	暂时无具体要求

### 2.1.2 防污底系统公约 (AFS)

2001 年 10 月 5 日, IMO 通过了《国际控制船舶有害防污底系统公约》(简称 AFS 公约), 该公约是对船舶防污漆影响最大的一个国际性标准。该公约要求:2003 年 1 月 1 日开始, 所有船舶不允许再施涂或重新施涂含有 TBT 物质(有机锡)的防污漆; 2008 年 1 月 1 日, 对于已经涂有含有 TBT 漆的现有船舶, 要么将有害防污漆一次性清除, 要么在原有的有害防污漆表层上涂上一层封闭漆形成封闭层, 然后再涂上无 TBT 物质的防污漆, 完全禁止防污漆中有机锡防污剂的存在。

### 2.2 生物杀伤剂的国内外法律法规

#### 2.2.1 斯德哥尔摩公约 (POPs 公约)

持久性有机污染物是人类生产合成或伴随人类生活和工业生产产生的一类化学物。由于其难降解、毒性大、可长距离迁移等特点, 其生产、使用和排放对人民群众健康和生态环境构成严重威胁, 成为全球关注的环境污染物。为避免环境和人类健康受到持久性有机污染物危害, 国际社会于 2001 年 5 月共同通过了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》(简称“《斯德哥尔摩公约》”或“公约”), 决定全球携手共同应对持久性有机污染物这一顽敌。2004 年 11 月 11 日对我国正式生效。

2009 年 4 月 16 日, 环境保护部会同发展改革委等 10 个相关管理部门联合发布公告宣布自 2009 年 5 月 17 日起, 禁止在我国境内生产、流通、使用和进出口滴滴涕、氯丹、灭蚁灵及六氯苯(滴滴涕用于紧急情况下病媒防治可接受用途除外), 兑现了我国关于 2009 年 5 月停止特定豁免用途、全面淘汰杀虫剂类持久性有机污染物的履约承诺。

初期《公约》规定限制和禁止 12 种化学物质的生产和使用。其中有包括滴滴涕、氯丹、灭蚁灵等在内的 8 种有机氯杀虫剂; 还有包括多氯联苯在内的 2 种工业化学品以及包括二噁英在内的 2 种工业生产或燃烧产生的副产品。2010 年修订增加九种化学物质包括: 六氯环己烷 (alpha hexachlorocyclohexane)、乙型六氯环己烷 (beta hexachlorocyclohexane)、开蓬杀虫剂 (chlordecone)、六溴联苯 (hexabromobiphenyl)、六溴二苯醚 (hexabromodiphenyl ether)、林丹 (lindane)、五氯苯 (pentachlorobenzene)、全氟辛烷磺酸 (perfluorooctane sulfonic acid) 及五溴二苯醚 (pentabromodiphenyl ether)。

#### 2.2.2 中国用于防污漆生产的滴滴涕替代项目

在全球环境基金 (GEF) 赠款以及中央和地方财政配套资金支持下, 国家环保总局和联合国开发计划署紧密合作, 正在组织实施“中国用于防污漆生产的滴滴涕替代项目”, 将通过不含滴滴涕和有机锡的新型防污漆来淘汰滴滴涕在防污漆中的应用, 从而为保护海洋环境和人类健康作出贡献。

中国船级社近来对目前国内注册认可的防污漆中主要杀生物剂进行风险评估, 并依据评估结果, 建立杀生物剂的禁用、限用物质以及限值清单。

#### 2.2.3 欧盟 BPD 指令和 BPR 法规

1993 年, 欧盟委员会提案: 在对杀生物剂功效、以及杀生物剂对人体和环境风险评估的基础上, 建立统一的产品授权体系。欧盟委员会在此背景下于 1998 年出台了 98/8/EC 指令, 即杀生物剂产品指令

(Biocidal Products Directive), 简称 BPD 指令, 并于 2000 年 5 月 14 日正式生效, 对欧盟市场内流通的生物杀灭剂类产品进行监管。该指令的适用范围很广, 涵盖了 23 类不同类型的产品, 其中防污涂料用防污剂归在第 21 类, 目



前已登记在册的杀生物剂有 11 种，分别是：吡啶硫酮锌（ZPT）、4，5-二氯代-2-正辛基-4-异噻唑啉-3-酮（DCOIT）、2-甲基硫代-4-丁胺基-6-环丙胺-S-三嗪（CDMTD）、灭钉螺剂（Tralopyril）、吡啶硫酮铜（CuPT）、苯氟磺胺（Dichlofluanid）、甲苯氟磺胺（Tolyfluanid）、硫氰酸亚铜（CuSCN）、Cu<sub>2</sub>O、Cu、代森锌（zineb）。

2008 年 10 月，欧盟委员会对 98/8/EC 的实施情况和有效成分评审进程做了总结报告，在此基础上，2012 年 7 月 17 日出台了杀生物剂产品法规

（Biocidal Products Regulation），简称 BPR 法规，并于 2013 年 9 月 1 日起正式实施，取代 BPD 指令，对欧盟市场的杀生物剂产品及经其处理过的物品进行统一监管。BPD 指令先前已批准的杀生物剂仍然可以继续上市，直到登记许可过期。新法规加强了对欧盟范围内杀生物剂市场的管理，并提高了对环境和人类的保护力度。今后，欧盟杀生物剂登记的要求将趋于严格，杀生物剂的监管将更加严厉，安全门槛抬高。欧盟委员会将在 2014 年 1 月 1 日将杀生物剂的管理移交欧盟化学品管理署（ECHA），第一次实现由 ECHA 对欧盟市场的杀生物剂进行统一管理。新法规将在欧盟范围内强制执行，过去选择监管松懈的成员国授权方式和“搭便车”的行为将不再可行，一旦某个杀生物剂产品被发现不合规，相关企业将受到严厉制裁。新法规进一步拓展了安全保护覆盖范围，经杀生物剂处理过的物品只能使用经认可的杀生物剂处理，且须附上警告标签，以便让消费者根据这些资料作出选择，保障儿童和有过敏症患者的健康。

#### 2.2.4 环境标志

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，减少船舶防污漆在生产和使用过程中对环境和人体健康的影响，保护环境，由环境保护部科技标准司组织制订了 HJ2515-2012《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》，在该标准的资料性附录 A 中列举了目前中国认可的船舶防污漆低风险活性物质清单，分别是：Cu<sub>2</sub>O、CuPT、DCOIT、ZPT、Zineb、CuSCN、辣椒素（Capsaicin）。

对船舶防污漆中的活性物质，该标准明确提出禁止使用滴滴涕（DDT）、汞，同时要求锡的总含量不得大于 1500mg/kg 干油漆样品，铜离子渗出率（稳定状态）不得大于 25μg/cm<sup>2</sup>·d。要求产品中的活性物质应为低风险物质，并列出了具体清单，要求企业在使用不在清单范围内的活性物质时比进行评价。虽然此次出台的标准是非强制性的，但希望企业积极采用，以便使船舶防污漆在防止生物附着的同时避免污染环境。

#### 2.3 VOC 的国内外简况

近年来，我国频繁发生大规模持续雾霾天气，挥发性有机物（VOC）作为 PM<sub>2.5</sub> 中重要的二次颗粒物，对雾霾形成和区域分布具有重大贡献。

涂料行业是大气污染防治计划中的重点行业，其 VOC 排放是形成 PM<sub>2.5</sub> 的重要来源。加大涂料产品中 VOC 的控制力度，对于大气污染治理至关重要。

##### 2.3.1 美国涉及船用涂料的 VOC 国家标准

美国环境保护署 40 CFR Part 59 建筑涂料挥发性有机化合物释放的国家标准是由美国环境保护署于 1998 年 9 月发布，适用于 1999 年 9 月 13 日以后生产的、包括在哥伦比亚和所有美国地区在内的地区销售和分配的建筑涂料产品，是依据空气清洁条例（CAA）第 183（e）部分制定的。该标准对各类建筑用涂料中 VOC 限量进行了规定，生产商和进口商必须将其产品的 VOC 含量限制在 VOC 限量要求内，其中某些涂料品种也用于船舶材料。

表 5 各种船用涂料有害空气污染物排放国家标准

涂料种类	克/升涂料（减去水和	VOHAP 限度（克/升固体）
------	------------	-----------------

	豁免的组分)	t $\geq$ 4.5℃	t<4.5℃
一般涂料	340	571	728
专用涂料	——	——	——
空气瓶涂料	340	571	728
天线涂料	530	1439	——
防污涂料	400	765	971
耐热涂料	420	841	1069
高光泽涂料	420	841	1069
高温涂料	500	1237	1597
富锌涂料	340	571	728
军用外表面	340	571	728
黏油	610	2235	——
导航设备涂料	550	1597	——
防滑涂料	340	571	728
核能涂料	420	841	1069
有机锌涂料	360	630	802
预处理磷化底漆	780	11095	——
修理, 维护用热塑性涂料	550	1597	——
橡胶伪装涂料	340	571	728
热喷铝封闭剂	610	2235	——
特殊标记漆	490	1178	——
专用室内涂层	340	571	728
粘结层	610	2235	——
水下武器系统	340	571	728
预处理锌粉底漆	650	2885	——

### 2.3.2 2004/42/EC 号欧盟指令对色漆和清漆的最大 VOC 限量规定

该指令由欧洲议会和理事会于 2004 年 4 月发布, 对各类色漆和清漆进行了 VOC 限量值规定, 分两个阶段实施。考虑到环境方面的原因, 只要技术上或经济上可行, 色漆、清漆中的 VOC 含量应尽量降低。其中某些涂料品种也用于船舶, 见下表。

表 6 2004/42/EC 中 VOC 含量限量

产品分类	类型	第一阶段限值 (g/l) (从2007年1月1日起)	第二阶段限值 (g/l) (从2010年1月1日起)
外墙无机底材涂料	水性	75	40
	溶剂型	450	430
木材或金属内外用贴框 或包覆物涂料	水性	150	130
	溶剂型	400	300
底漆	水性	50	30
	溶剂型	450	350
粘合底漆	水性	50	30
	溶剂型	750	750
单组分功能涂料	水性	140	140
	溶剂型	600	500
特殊用途(如地板)用双 组分反应性功能涂料	水性	140	140
	溶剂型	550	500
装饰性涂料	水性	300	200
	溶剂型	500	200

### 2.3.3 日本积极行动减少船舶涂装中 VOCs 的排放

日本油漆生产者协会（JPMA）积极开展活动，以减少 VOCs 的排放，如收集涂料行业的统计数据，收集 IMO、ISO 的意见和规则，无锡防污漆的注册登记，制订自愿执行和强制执行的 VOCs 限量标准，开发共同的未来技术等。

为了减少 VOCs 的排放，JPMA 要求达到：

（1）强制执行的，对于排气量超过 100,000m<sup>3</sup>/h，VOCs 排放控制在要低于 700ppmC；

（2）由行业自愿控制的，目标是在 2010 年要比 2000 减少 30%。

日本油漆生产者协会（JPMA）建议，以 2000 年为基准，各种典型船舶 VOCs 减少百分比如表 6 所示。

表 6 日本各种典型船舶 VOCs 减少百分比

典型船舶类型	VOCs 减少%（以 2000 年为基准）			
	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
超大型油轮 VLC（300000DWT）	2	11	21	21
集装箱船（7500TEU）	3	4	10	10
成品油船	2	2	11	11
大型轿车卡车专用船 PCTC	1	1	2	2
液化天然气船 LNG	1	5	8	8
货船	3	5	14	14
油船	1	4	11	11
水泥船	0	4	7	7

### 2.3.4 韩国船舶制造业限制船舶涂装作业中 VOCs 的排放

韩国政府自 2004 年开始就船舶涂料 VOCs 限值制定的内容与涂料生产厂商开始谈判。2014 年，韩国出台了有关船舶涂料的相关法规，计划于 2015 年 1 月 1 日起实施。表 7 给出了不同船用涂料的 VOCs 限值。

表 7 韩国船用涂料 VOCs 含量限值（单位：g/L）

涂料类型	2015 年限值	2020 年期望限值
防污漆	500	400
污损释放型防污漆	450	400
单组份底漆	550	450
双组份底漆	550	350
单组份面漆	500	400
双组份面漆	500	380
通用底漆	400	300
无机硅酸锌底漆（不含车间底漆）	600	450

法规中要求，油漆罐外面应注明最大的稀释比例。法规中的 VOCs 含量限值应为包括了稀释剂使用的即用状态限值。同时，韩国还规划于 2016 年在 2012 年的基础上，实现 VOCs 削减 30%。

### 2.3.5 我国香港特别行政区船舶涂料 VOCs 含量管制规定

产品分类名单及其挥发性有机化合物含量限值是参考美国加利福尼亚州的规定而制订的。对于钢质船舶制造，建议管制的船舶涂料有 18 大类，天线涂料、防污涂料、含有 15%或更多天然或合成橡胶的橡胶粘合剂、高光涂料、极高光涂料、耐热涂料、耐高温涂料、低活性内部涂料、金属耐热涂料、导航辅助设备涂料、预处理磷化底漆、修理及保养热塑性涂料、热喷铝封闭剂、特殊标志涂料、溶剂型无机锌涂料、封闭剂、水下武器系统涂料以及其他船舶涂料。分两期实施。这些涂料的 VOCs 含量限值与美国标准 NESHAPS 的规定基本一致。

表 8 建议管制的船用涂料 VOCs 含量的限值

受规管船用涂料类别	于即用状态下 <sup>1</sup> 挥发性有机化合物含量的最高限值 (以每公升漆料含有多少克挥发性有机化合物, 减 去水分及减去豁免化合物来表述)
	第一期: 2010 年 1 月 1 日
(1) 天线涂料	530
(2)橡胶粘合剂含 15%或以上(按重量计)的	730
(3) 极高光涂料	490
(4) 耐热涂料	420
(5) 高光涂料	340
(6) 耐高温涂料	500
(7) 低活性内部涂料	420
(8) 船只保养涂料	450
(9) 金属耐热涂料	530
(10) 导航辅助涂料	340
(11) 预处理底漆	550
(12) 预处理蚀洗底漆	780
(13) 修理及保养热塑性涂料	550
(14) 铝喷涂用密封剂涂料	610
(15) 防锈底漆	700
(16) 溶剂性无机锌涂料	650
(17) 特殊标志涂料	490
(18) 过渡涂料	610
(19) 容缸内层涂料	500
(20) 水底武器系统涂料	340
(21) 其他船只涂料 <sup>2</sup>	340
第二期: 2012 年 4 月 1 日	
(22) 防污涂料	400
(23) 防污封固底剂涂料	420

### 2.3.6 GB4286《船舶工业污染物排放标准》修订

我国于 1984 年 5 月 18 日发布了国家《船舶工业污染物排放标准》(GB 4286-84), 1985 年 3 月 1 日起实施。至今已有 26 年, 且从未进行过修订。该标准的废水部分主要对船舶工业排放的电镀废水进行控制。但经过几十年的发展, 船舶工业的生产模式发生了很大的变化, 骨干造船企业已向总装化造船模式发展, 船舶中间产品已从造船作业主流程中分离, 造修船企业的电镀工艺多已实现外包, 其自身生产过程中多已无电镀废水排放。因此, GB 4286-84 对目前的造修船企业来说, 已形同虚设。

1996 年《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 发布后, 代替了 GB4286-84 的废气部分。但该标准是一个综合性的排放标准, 并不能体现造修船工艺中废气排放的特点, 对除锈和涂装过程中的无组织排放并没有给出特定的管理控制要求。

我国船舶工业正在经历跨越式发展, 修订船舶工业污染物排放标准对促进我国船舶工业的可持续发展, 保护生态环境具有重要意义。按照环境保护部的要求, 上海环境科学研究院联合涂装技术指导组对《船舶工业污染物排放标准》进行修订, 由于种种原因, 最终 GB4826《船舶工业污染物排放标准》难产。

### 2.3.7 上海地标 DB31 《船舶工业大气污染物排放标准》

为深入推进上海市清洁空气行动计划，改善环境质量，保障群众健康要求，上海市环保局于 2013 年 6 月下达了制定上海市《船舶工业大气污染物排放标准》的计划任务，由上海市环境科学研究院负责制定。目前已经完成征求意见稿阶段。其中该标准也对船舶涂料中 VOC 进行了控制，同时对大气污染排放物（苯、甲苯、二甲苯、苯系物）进行了规定。

表 9 污染物排放限值建议

编号	涂料类别	VOC 限值 (g/L, 即用状态)
1	防污涂料	500
2	不沾污涂料	300
3	底漆	550
4	面漆	500
5	通用底漆	400
6	车间底漆	650
7	其他涂料	500

表 10 企业排气筒对应排放速率限值

序号	污染物	适用工艺	排放限值 (mg/Nm <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)
1	苯	预处理/室内涂装	1	0.2
2	甲苯	预处理/室内涂装	3	0.6
3	二甲苯	预处理/室内涂装	25	4
4	苯系物	预处理/室内涂装	45	8
5	非甲烷总烃	预处理	50	1.5
		室内涂装	70	14
6	颗粒物	预处理/室内涂装	20	4

2013 年，由中国制造企业协会、中央国情调查委员会等举办的“2013 年中国船舶行业二十强”中，上海 5 家船舶企业入榜，并全部位于前十名。其中，上海外高桥造船有限公司在 2013 年的新接订单突破 1000 万载重吨，约占全球市场份额的 11%。按载重吨计，其新接订单量和手持订单量跃居全球造船企业第一位。同期，该公司造船完工量为 565.95 万载重吨，继续位居全国第一、全球第三。

所以，上海 DB31 的制定对本次强制性国家标准的制定，奠定了很好的基础。

### 2.3.8 关于对电池 涂料征收消费税的通知

1 月 26 日，国家财政部联合税务总局联合发文称，为了促进节能环保，自 2 月 1 日起，在生产、委托加工和进口环节对涂料征收消费税，适用税率均为 4%。对施工状态下，VOC 含量低于 420g/L(含)的涂料免征消费税。

### 2.3.9 ISO 12449-5 《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 5 部分:防护涂料体系》

在国际标准 ISO 12944-5:2007 《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 5 部分:防护涂料体系》中则依据腐蚀环境等级及不同涂层的耐用年限，对钢结构涂料配套体系中各道涂层的类型、涂装次数和最低膜厚作了具体规定。该标准还强调，新技术在不断发展，各国环保法规在不断强化，因此在涂料品种选择时不必局限于标准所给出的体系，但仍应充分衡量新涂料体系实际应用时的表现。该标准还就常见涂料类型的 VOC 含量及降低的可能性给出了参考表。

表11 ISO 12449-5给出的常见涂料类型中的VOC含量

常见涂料类型	典型VOC范围g/L	是否可水性替代	是否可高固体替代	是否可无溶剂替代
聚氯乙烯共聚物	>500	是	否	否
氯化橡胶	>500	否	否	否
丙烯酸树脂	>500	是	否	否
醇酸树脂	330~500	是	是	否
聚氨酯（芳香族）	0~500	是	是	是
聚氨酯（脂肪族）	0~500	是	是	是
环氧树脂	0~700	是	是	是
硅酸乙酯树脂	350~650	是	是	否
<sup>a</sup> 100%固体/不含挥发分				

注：水性涂料也含 VOCs，典型含量范围为（0~120 ）g/L。

## 2.4 我国相关的法律、法规及标准

### 2.4.1 中华人民共和国船舶和海上设施检验条例

为了保证船舶、海上设施和船运货物集装箱具备安全航行、安全作业的技术条件，保障人民生命财产的安全和防止水域环境污染，制定该条例。条例的第二章第八条：“中国籍船舶所使用的有关海上交通安全的和防止水域环境污染的重要设备、部件和材料，须经船舶检验机构按照有关规定检验”。

### 2.4.2 限制涂料生产企业污染物排放的标准

为推动“资源节约型、环境友好型社会”的建设，国家环境保护总局科技标准司下达了制定《国家涂料工业污染物排放标准》的任务，以进一步加强行业污染控制，规范行业环境保护管理工作，要求其在2006年完成，是必须强制执行的标准。标准将规定涂料生产企业废水、废气和固体废物处置（控制）的污染物排放限值、监测和实施监督，适用于我国行政管辖范围内的一切涂料生产企业所生产的废水、废气和固体废物处置（控制）排放管理，但不适用于使用涂料的企业涂装过程中废水、废气、固体废物和噪声等的控制，分别制定了水污染物排放标准和大气污染物排放标准。标准实施时根据建设项目分两个阶段，以2008年1月1日为界，针对现有企业和新、扩、改建企业分别制定污染物排放标准，但给予现有污染源2-3年的过渡期，过渡期后仍执行统一的标准。

### 2.4.3 国家环保总局（SEPA）2008年第一批“高污染、高环境风险”产品名录

2008年2月26日，国家环保总局（SEPA）对外公布了2008年第一批“高污染、高环境风险”产品名录（简称“双高”产品名录），共涉及6个行业的141种“双高”产品。其中列入的涂料品种：聚乙烯醇缩甲醛树脂的腻子与涂料、酸催化高含量三聚氰胺—甲醛树脂的木材涂料、高含量高羟甲基三聚氰胺—甲醛树脂交联的涂料、含乙二醇醚及醚酯的聚酯树脂涂料、含乙二醇醚及醚酯的聚酯树脂涂料、含乙二醇醚及醚酯的聚酯树脂涂料、含乙二醇醚及醚酯的丙烯酸酯树脂涂料、含乙二醇醚及醚酯的聚氨酯树脂涂料、含乙二醇醚及醚酯的环氧树脂涂料、含有机锡防污涂料、含氧化亚铜防污涂料、VOC含量超75%的硝基纤维素涂料、VOC含量超75%的热塑性丙烯酸涂料、VOC含量超75%的氯化树脂涂料、高温热熔融成膜的不粘锅氟树脂涂料、高温热熔融成膜的厨具用防粘氟树脂涂料、高温热熔融成膜的食品机械防粘氟树脂涂料、冷轧钢板表面钝化含铬处理剂、镀锌钢板表面钝化含铬处理剂、四氧化三铅、氧化铅PbO、镉黄、镉红。该目录将成为今后控制“双高”产品出口的依据，同时针对名录中目前还享有出口退税的农药、涂料、电池及有机砷类39种产品，环保总局向财政部、税务总局提出了取

消其出口退税的建议，并向商务、海关等部门提出了禁止其加工贸易的建议。环保总局表示，此番公布“双高”产品目录，意为产业结构调整、改变贸易增长方式奠定基础。制定该名录，不仅是限制“双高”产业和保护公众健康的迫切需求，也是我国履行国际环保义务的实际行动。

#### 2.4.4 《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》标准

为减少船舶防污漆在生产使用过程中对环境和人体健康的影响，环境保护部日前首次发布了 HJ2515-2012《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》标准，该标准于 2012 年 10 月 1 日正式实施。该标准对船舶防污漆中的禁用物质、有害物质限量和使用说明书作出了要求，该标准列出了船舶防污漆中禁用的物质，包括乙二醇醚及其酯类、烷烃类、酮类、卤代烃类、醇类（甲醇）、硅酸盐类（石棉类）等六大种类的具体禁用物质。其对挥发性有机化合物（VOC）、甲苯+二甲苯+乙苯、苯以及可溶性重金属等有害物质的限量也进行了明确规定，详见下表。

表 12 《环境标志产品技术要求 船舶防污漆》有害物质限量

项目		限值
挥发性有机化合物（VOC），g/L		≤ 450
甲苯+二甲苯+乙苯，%		≤ 25
苯，%		≤ 0.05
可溶性 重金属	铅（Pb）含量/（mg/kg），	≤ 90
	镉（Cd）含量/（mg/kg），	≤ 75
	铬（Cr）含量/（mg/kg），	≤ 60
	汞（Hg）含量/（mg/kg），	≤ 60

#### 2.4.5 我国对涂料中有害物质限量强制性国家标准

在关注资源、关注环境、关注生态的大背景下，与国民经济关系密切的涂料工业的污染状况已经成为行业和社会关注的重点，开发健康环保型涂料已属涂料行业面临的当务之急，更是顺应世界性潮流的必然之选，而建立一套涂料安全标准体系是实现上述目的的重要技术和法规基础。以下为已颁布实施的我国对涂料中有害物质限量强制性国家标准。

表 13 有害物质限量强制性国家标准

标准号及名称	适用范围	规定及重金属限量值
GB 24613-2009 玩具用涂料中有害物质限量	玩具涂料	铅含量、可溶性元素含量（锑、砷、钡、镉、铬、铅、汞、硒）邻苯二甲酸酯含量、挥发性有机化合物（VOC）含量、苯含量、甲苯、乙苯和二甲苯总量
GB 18581 — 2009 室内装饰装修材料 溶剂型木器涂料中有害物质限量	溶剂型木器涂料	挥发性有机化合物（VOC）含量，苯、甲苯、乙苯和二甲苯总量，游离二异氰酸酯、甲醇、卤代烃、可溶性铅（Pb），可溶性镉，可溶性铬，可溶性汞。
GB 18582 — 2008 室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量	内墙涂料	挥发性有机化合物（VOC）含量，苯、甲苯、乙苯和二甲苯总量，可溶性铅（Pb），可溶性镉，可溶性铬，可溶性汞。
GB 24408-2009 建筑用外墙涂料中有害物质限量	各类水性外墙涂料和溶剂型外墙涂料	挥发性有机化合物（VOC）含量、苯、甲苯、乙苯和二甲苯总量、游离甲醛、游离二异氰酸酯（TDI 和 HDI）总和、乙二醇醚及醚酯总和、重金属铅（Pb），镉（Cd），铬（Cr），汞（Hg）总量。
GB 24410-2009 水性木器涂料中有害物质限量	水性木器漆	挥发性有机化合物（VOC）含量、苯、甲苯、乙苯和二甲苯总量、游离甲醛、游离二异氰酸酯（TDI 和 HDI）总和、乙二醇醚及醚酯总和、可溶性铅（Pb），可溶性镉，可溶性铬，可溶性汞。
GB 24409-2009 汽车涂料中有害物质限量	各类汽车涂料	挥发性有机化合物（VOC）含量，限用溶剂含量苯，甲苯、乙苯和二甲苯总量，乙二醇甲醚、乙二醇乙醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯总量，重金属铅（Pb），镉（Cd），铬（Cr），汞（Hg）总量。
GB30981-2014 建筑钢结构防腐涂料中有害物质限量	适用于建筑物和构筑物钢结构表面进行防护和装饰的溶剂型和水性防腐涂料。	挥发性有机化合物（VOC）的限量要求；有害溶剂的限量要求；有害重金属含量的推荐性要求

### 3 制定标准的原则和依据

- 1) 通过对国内外相关标准和法规的分析和讨论，根据国内船舶涂料产品的主要功能，确定标准的适用范围。
- 2) 根据船舶涂料产品的用途，参考国内外相关标准和法规，确定涂料产品的分类，对严重影响人体健康和污染环境的有害物质规定限量要求。
- 3)、充分考虑船舶涂料产品未来的发展要求，提高标准的技术水平和适用性，制定出标准适用范围明确、项目设置合理，测试方法可操作性强，能反映目前国内船舶涂料主流产品技术水平、便于实际操作的安全标准并能起到引导行业向更高水平方向发展的作用。
- 4)、本标准尽量采用国内或国外普遍采用的试验方法，有选择性参考其他行业的试验方法。

### 4 标准的主要内容

#### 4.1 范围

本标准规定了船舶涂料对人体和环境有害的物质容许限量的术语和定义、产品分类、要求、测试方法、检验规则和包装标志等内容。



GB/T7727.1-2008《船舶通用术语第1部分：综合》按照船体材料的分类，将船舶分为钢质船（steel ship 用钢材作为船体结构主要材料的船）、木质船（wooden vessel 用木材作为船体结构主要材料的船）、轻合金船（light alloy ship 用轻合金作为船体结构主要材料的船）、玻璃钢船（艇）（fiberglass 用玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）作为船体结构主要材料的船（艇））。

根据我国的《国民经济行业分》类（GB/T 4754-2011），3731 为金属船舶制造下的“金属船舶制造”，3735 为船舶修理及拆船下的“船舶修理及拆船”，3514 为海洋工程装备下的“海洋工程专业设备制造”。目前，我国海洋工程装备行业发展也较快。海洋工程装备指用于海洋资源勘探、开采、加工、储运、管理及后勤服务等方面的大型工程装备和辅助性装备。国际上通常将海洋工程技术装备分为三大类：海洋油气资源开发装备；其他海洋资源开发装备；海洋浮体结构物。海洋油气资源开发装备是目前海洋工程装备的主体，包括各类钻井平台、生产平台、浮式生产储油船、卸油船、起重船、铺管船、海底挖沟埋管船、潜水作业船等。由于钻井平台、生产平台等海洋工程装备制造工艺与造船工艺相近，因此本标准中将海洋工程装备纳入控制范围。

另外防火涂料等有专门的国家部门管理，本标准也不涉及。

船舶制造中各类零部件用涂料，一般是涂装后安装到船舶上，而且由于品种太多，无法进行验证试验和统一指标，本次标准制定时不涉及船舶制造中各类零部件用涂料中 VOC 的控制，仅对其重金属、石棉等有害物质含量进行控制。

因此，本标准适用于本标准适用于钢材、轻合金、玻璃钢等作为船体主要材料制造的船舶用各类船舶涂料。不适用于船舶用防火涂料。

## 4.2 主要内容

目前我国传统涂料中需控制的有害物质一般分为三类：（1）挥发性有机化合物（VOC）含量；（2）有直接伤害及有致癌、致畸可疑化学物质：如芳烃类、乙二醇及醚类、卤代烃类等；（3）有害元素及其化合物：如铅、镉、铬（六价铬）、汞等。从上面介绍的船舶涂料的组成可知，该类涂料中就含有需控制的三大类有害物质，同时结合石棉以及防污漆的生物杀伤剂的违禁品种。因此在现行技术可行的条件下，如何逐步减少这类化合物对环境、人体的危害，又能促进行业的技术进步，就是本标准要解决的问题。

综合国内外相关的要求，结合我国船舶涂料的发展现状，需要强制的内容主要如下（送审稿）：

1.1 溶剂型涂料产品中挥发性有机化合物（VOC）含量应符合表 14 的限量要求。该要求仅限钢质船用船舶涂料。不包括船舶制造中各类零部件用涂料产品。

表 14 挥发性有机化合物（VOC）的限量要求

产品类型		限量值/(g/L)
车间底漆	≤	650
底漆 <sup>a</sup>	≤	550
面漆 <sup>b</sup>	≤	500
通用底漆 <sup>c</sup>	≤	400
防污漆	I 型和 II 型	≤ 500
	III 型	≤ 450
其他涂料 <sup>d</sup>	≤	500
注：按产品明示的配比和稀释比例混合后测定。如稀释剂的使用量为某一范围时，应按照推荐的最大稀释量稀释后进行测定。		
<sup>a</sup> 指应用于压载舱之外船舶目标区域（包括但不限于栏杆、外部船体、甲板、机舱、甲板室和内部区域）底材的防腐涂料。		

<sup>b</sup>指应用于非浸水区域起美化作用的表面涂料。  
<sup>c</sup>指应用于包括压载舱在内的各种舱室部位的底材的防腐涂料。  
<sup>e</sup>指不属于上述产品类型的船舶涂料。

1.2 船舶涂料产品中限用溶剂、重金属、生物杀生剂、石棉等有害物质含量应符合表 15 的限量要求。包括船舶制造中各类零部件用涂料产品。

表 15 限用溶剂、重金属、生物杀生剂、石棉等有害物质的限量要求

项目		限量值
限用溶剂含量 <sup>a</sup> /%	甲苯（限溶剂型涂料）	≤ 15
	苯	≤ 1
	甲醇（限无机类涂料）	≤ 1
	卤代烃总和 <sup>b</sup>	≤ 1
	乙二醇醚及醚酯总和 <sup>c</sup>	≤ 1
重金属含量 <sup>d</sup> （限色漆）/(mg/kg)	铅（Pb）	≤ 1000
	镉（Cd）	≤ 100
	六价铬（Cr <sup>6+</sup> ）	≤ 1000
	汞（Hg）	≤ 1000
生物杀生剂含量（限 I 型和 II 型防污漆）/(mg/kg)	有机锡 <sup>d</sup>	不得使用 <sup>e</sup>
	滴滴涕 <sup>a</sup> （DDT）	不得使用 <sup>f</sup>
石棉含量 <sup>a</sup> （限色漆）		无阈值 <sup>g</sup>

<sup>a</sup>溶剂型涂料按产品明示的配比和稀释比例混合后测定，如稀释剂的使用量为某一范围时，应按照推荐的最大稀释量稀释后进行测定。水性涂料不考虑稀释配比。  
<sup>b</sup>包括二氯甲烷、三氯甲烷、二氯乙烷、三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯化碳。  
<sup>c</sup>包括乙二醇甲醚、乙二醇乙醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯。  
<sup>d</sup>按产品明示的配比（稀释剂无须加入）混合各组分样品，并制备厚度适宜的涂膜。在产品说明书规定的干燥条件下，待涂膜完全干燥后，对干涂膜进行测定。  
<sup>e</sup>按照 GB/T 26085 方法检测到的锡总量≤2500 mg/kg，可认为没有添加有机锡。  
<sup>f</sup>按照 GB/T 25011 方法检测到的滴滴涕含量≤1000 mg/kg，可认为没有添加滴滴涕。  
<sup>g</sup>无阈值指产品不得含有，检出限为 0.1%。

### （三）验证试验、推广應用和预期达到的经济效益

#### 1 验证试验和技术指标的确定

##### 1.1 VOC 含量

VOC 部分主要结合韩国有关船舶涂料的相关法规和 DB31 的要求进行控制。

国外船舶相关的标准或法规中的船用涂料中 VOCs 限值中，涂料分类各异。美国、香港等标准中的分类与本标准的分类差别较大，难以开展比较。鉴于本编制说明的第（二）章《标准编制原则和标准主要内容》中第 1 节船舶行业及船舶涂料概述的第 1.1 船舶行业的分析，中韩竞争将成为今后一段时期内世界造船格局的一个重要特征，当前作为世界第一和第二的造船大国，VOC 监管应该基本一致。还有上海造船业为中国最主要地区，DB31 已经做了很多工作。因此，比较了韩国标准和上海地标 DB31。从指标情况来看，除车间底漆和其他涂料与上海地标 DB31 限值要求基本一致外，其余涂料的 VOCs 限值与韩国标准 2015 年限值要求基本一致。由于溶剂型涂料（包括常规溶剂型、高固体份型、无溶剂型）是船舶涂料的主要品种，其对环境的 VOC 贡献最大，水性涂料份额很小，VOC 限量仅限溶剂型涂料。同时，由于我国的船舶制造主要是钢质船，木质、轻合金、玻璃钢等作为船体主要材料制造的船舶相对较少，同时这些船舶所使用的船舶涂料的使用量也很少，可供参考或验证的数据较少，本次制定时，也暂不考虑。

表 16 本标准涂料限值与 DB31 和韩国标准的比较（单位：g/l）

本标准	上海 DB31	韩国标准
-----	---------	------

涂料类型	限值	涂料类型	限值	涂料类型	2015 年限值	2020 年期望限值
防污漆（I 型和 II 型）	500	防污涂料	500	防污漆	500	400
防污漆（III 型）	450	不沾污涂料	300	污损释放型防污漆	450	400
底漆	550	底漆	550	单组份底漆	550	450
				双组份底漆	550	350
面漆	500	面漆	500	单组份面漆	500	400
				双组份面漆	500	380
通用底漆	400	通用底漆	400	通用底漆	400	300
车间底漆	650	车间底漆	650	无机硅酸锌底漆（不含车间底漆）	600	450
其他涂料	500	其他涂料	500			

为使确定的限量值更有代表性，符合实际现状，正值国家消费税的实施，自 2015 年 2 月以来国家涂料质量监督检验中心接受了近几千份样品，其中船舶涂料也有很多。对近期送至国家涂料检测中心检测的船舶涂料的 VOC 含量（按送检时标明的配比混合后的测定值）和甲苯含量进行了统计分析，在综合分析上述各种数据，提出了技术要求中的 VOC 限量值，无需进行验证试验。

表 17 国家涂料检测中心近期船舶涂料的 VOC 含量数据和甲苯数据

编号	样品品种	VOC 含量（%）					甲苯含量（%）			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4
1	无机硅酸锌车间底漆	685	640	582	609	/	未检出	未检出	未检出	未检出
2	环氧含锌车间底漆	643	490	627	644	632	1	20	13	9
3	环氧铁红底漆	670	533	519	/	/	/	/	/	/
4	沥青船底防锈漆	546		/	/	/	/	/	/	/
5	醇酸调和漆	420	397	391	378	450	未检出	1	未检出	2
6	氯化橡胶类船底防锈漆	531	539	547	466	489	10	7	14	23
7	环氧富锌底漆	550	523	547	514	476	15	9	1	20
8	溶解型沥青防污漆	450	423	325	297	/	4	10	7	14
9	醇酸面漆	544	510	419	400	406	未检出	1	1	未检出
10	丙烯酸面漆	523	483	567	466	493	6	17	15	2
11	环氧树脂面漆	479	452	468	423	411	13	15	1	21
12	氟碳树脂类	556	488	414	477	/	5	未检出	未检出	12
13	硅氧烷树脂类	321	287	399	/	/	未检出	未检出	未检出	未检出
结论		VOC 设置基本合理					甲苯设置基本合理			

## 1.2 甲苯含量

考虑到甲苯是绝大多数的船舶涂料品种的常用溶剂，由于甲苯的挥发性和高毒性，以及易制毒性，在现行技术可行的条件下，对严重危害人体健康的甲苯规定了限量值，为使确定的限量值更有代表性并符合现状，对近期送至国家涂料检测中心检测的船舶涂料的甲苯含量（按送检时标明的配比混合后的测定值）进行了分析（见表 17），在综合分析上述各种数据，提出了技术要求中的甲苯限量值，无需进行验证试验。

### 1.2 限用溶剂含量

考虑到船舶涂料和建筑钢结构防腐涂料很多情况下是相互通用的，并都是一种工业涂料，并根据它的品种特点和工业级溶剂的规格，在现行技术可行的条件下，对严重危害人体健康的苯、甲醇、卤代烃、乙二醇醚类溶剂直接规定了限量值，同时，与 GB30981-2014《建筑钢结构防腐涂料中有害物质限量》中苯、甲醇、卤代烃、乙二醇醚类溶剂的限量要求完全一致，无需进行验证试验。

### 1.3 重金属含量、生物杀生剂含量、石棉含量

考虑到船舶运营的国际性，特别是《拆船公约》实施的日夜临近和全球推进的执法力度，以及我国贯彻《期德哥尔摩公约》中滴滴涕的禁止使用，重金属含量、生物杀生剂含量（有机锡）、石棉含量限量值的确定完全要依据《拆船公约》指标确定，滴滴涕含量的确定依据最新制定的 GB/T6822-2014《船体防污防锈漆体系》中滴滴涕的限值要求，所以这几项均无需进行验证试验。

## 2 推广应用

经济的发展科技的进步，人类健康和环境质量越来越受到关注。在当今对环境的保护日益重视的大环境下，世界各国和各个国际组织也不再单单将经济发展作为唯一目标，鉴于航运发展所带来的一系列环境问题，国际海事组织（IMO）等国际组织不断针对这些环境问题制定出相关的公约、规则并不断的进行发展更新、修订等，世界各国也相应的加强了本国各项环境保护的相关立法，以限制和减少航运业对环境带来的压力，保护我们人类和生物所赖以生存的环境，力求达到环境保护和经济可持续发展的双赢效果。船舶涂料中有害物质限量强制性国家标准的制定实施，将进一步限制涂料生产、施工以及船舶航运过程中有害物质的排放对人类和环境造成的不利影响，进一步促进船舶漆的技术水平的提升，迫使绝大多数涂料的生产制造及应用企业及公司不得不进行技术创新、采用新技术、新工艺开发和研究低污染型的船舶涂料，使船舶涂料产业健康发展。

## 3 预期达到的经济效果

该标准颁布实施将作为国家质检总局、国家工商总局以及各地方质量监督部门组织监督抽查的依据，也将为各船级社认证、渔检认证提供技术保障。

该标准的发布产生的经济效益和社会效益是不可估量的。

### （四）采用国际标准和国外先进标准情况

本标准是根据国内船舶涂料产品的技术水平，同时参考了相关的国际标准、欧美发达国家的标准与法规、我国国家标准等国内外多个标准的基础上制定的，所采用的试验方法均为国际通用方法，因此标准整体水平达到国际一般水平。

### （五）与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准符合现行法律、法规和规章的要求，与其它相关标准之间不存在矛盾之处。本次标准的制定会进一步推动船舶涂料行业的技术进步和引导船舶涂料行业健康发展。

### （六）重大分歧意见的处理经过和依据

有两家外资单位提出“型式检验的频次应由二年改为四年”的重大分歧。

处理经过：

1、目前在中国境内已经颁布的涉及有害物质限量的绝大多数的强制性国家标准中对“型式检验频次”的规定：均为每年一次！这些标准不仅包括属于全国涂料和颜料标准化技术委员会归口的 7 个涂料产品强制性标准；还有其他行业归口制定的强制性标准，如：

- 1) 全国轻质与装饰装修建筑材料标准化技术委员会归口的建筑防水涂料标准；
- 2) 全国皮革工业标准化技术委员会归口的皮革和毛皮标准；
- 3) 国家家具标准化技术委员会归口的塑料家具标准和木家具标准；
- 4) 全国造纸标准化技术委员会归口的壁纸标准；
- 5) 全国塑料制品标准化技术委员会归口的 PVC 卷材标准和 PVC 人造革标准；
- 6) 全国地毯标准化技术委员会归口的地毯标准；
- 7) 全国胶黏剂标准化技术委员会归口的胶黏剂标准；
- 8) 全国水泥制品标准化技术委员会归口的混凝土标准；
- 9) 全国建材行业联合会归口的建筑材料标准

2、型式检验频次为两年，是根据 12 月 3 日在南京举办的全国涂料和颜料标准化技术委员会《船舶涂料中有害物质限量》报批稿的讨论会定下的结论，从尊重参会代表和委员的角度，我们也不宜简单的对“型式检验频次”进行修改，何况，未经全体代表的投票通过，轻易修改不太符合标准制修订章程。

3、标准的制修订周期一般 5 年，如果型式检验改为四年，标准的制修订就失去了意义，而且也不利于质检部门的年度检查或市场监管部门的日常管理。

4、从外资在整个中国的船舶涂料市场占有率来计算，我们认为这也是符合市场规律的，也符合质检部门对行业的监管要求的。

#### **（七）标准性质的建议说明**

本标准内容是针对船舶涂料中对人体和环境有害的物质进行限量，其目的是减少有害物质对人体的危害和环境的污染，因此标准属性为强制性国家标准。

#### **（八）贯彻标准的要求和措施建议**

本次标准的制定会进一步推动船舶涂料的技术进步和引导船舶涂料行业的健康发展，可供各检验机构、涂料用户和生产厂家参考和使用。因此对于本标准应积极推广和应用，真正发挥标准的功能和应用价值，规范船舶涂料产品的市场。

#### **（九）废止现行有关标准的建议**

本标准是新制定的产品标准，所以不涉及废止现行相关标准的建议。

#### **（十）其他应予说明的事项**

无。