

背景

1972 年，佐敦海洋涂料公司与日本石油和油脂有限公司（NOF，现为 NKM）合作，共同发布了第一代的有机锡自抛光防污涂料 Takata LLL。所有主要的涂料生产商都迅速地在市场上推出了相似的防污产品。这种新产品的主要优点是防污性能的可预测性，并且有可能延长轮船的坞修间隔，如由当时标准的 12-18 个月延长到超过 60 个月。市场反应强烈，在很短的时间内，全球 80% 的商船都改用新的有机锡防污产品。

目前的情况

— 国际海事组织（IMO）禁止使用有机锡防污涂料后，所有的海洋涂料供应商都开始提供无有机锡的防污涂料产品，宣称无有机锡防污涂料具有和有机锡防污涂料一样好的防污和自抛光性能，并且也可通过降低船体粗糙度来降低燃料消耗量。与所有供应商都拥有有机锡技术的 70 年代中期不同的是，现在所有供应商都提供价格更高的不同防污涂料技术。

佐敦公司认为，轮船业主和管理公司面临的最大挑战是，他们缺乏最新的无有机锡防污涂料产品的实际使用经验，所以在大多数情况下，他们都是根据涂料供应商宣称的涂料性能和/或价格来选择防污涂料产品。

我们认为，在目前为轮船选择防污解决方案时需要考虑以下六个重要的性能参数：

- 防污性能
- 自抛光
- 自光滑
- 不使用厚的皂化层
- 可预测性
- 专门的解决方案

防污涂料最明显的特色是使船体不沾污的能力。现在的无有机锡防污产品大都具有自光滑性能。但是，单单使船体不沾污并不能保证最好的解决方案。佐敦公司相信，我们也必须考虑产品的其它特性，这些特性对用户的轮船长期运行和维护的全部成本有很大贡献。

我们会在其它文章讨论自光滑性能在轮船燃料消耗上的应用。可预测性指涂膜抛光的线性程度。涂料的可预测性越好，用户就可以更多地相信涂膜的长期发展程度和船体的防污性能。专门的解决方案指全系列的防污涂料对不同轮船的适合程度。佐敦公司优质的防污涂料具有昔日有机锡防污涂料所具有的所有额外特性。

本文会对防污涂料系统的皂化层进行详细的阐述。

皂化层

所有的防污涂料系统都会形成皂化层，一薄涂层是不可避免的。涂料系统应该按照它自

身的性质来使用，太厚的皂化层会产生严重的后果。皂化层保证了防污涂料的自抛光性能，其厚度对涂料系统的性能至关重要。

有机锡防污产品都或多或少地具有相同的皂化层厚度。它们的共同点是，皂化层厚度不是一个需要解决的问题。无论是涂料的使用性能，还是在下次坞修时，没有成功去除皂化层可能产生的问题（如果不成功去除会产生不利的后果），皂化层厚度都没有太大的影响。

定义

皂化层是防污涂料系统表面暴露的一层，其组成不断变化。皂化层中所有水溶性组分都会溶解，剩下一层机械强度降低的多孔结构。

水解是一种化学反应，能够使防污涂膜表层中不溶于海水的树脂变得可溶于海水。该化学反应是设计自抛光、自光滑和可预测的防污涂料产品的关键。

水合是指防污涂料以某种可控的方式溶解到海水中。这些涂料产品基本上毫无例外地基于可溶于水的树脂和对水敏感的树脂的混合物。该混合物使涂膜在海水中溶解，同时也是防污涂料配方中的活性物质的传递系统。当可溶于水的树脂溶解后，不溶于水的颗粒形成皂化层。即使在这种技术里，我们也看到皂化层厚度有很大的不同。佐敦公司的水合型防污涂料是本类涂料中最好的产品之一。

业主得到的后果

有两个因素导致涂料系统的防污性能在未来几年失效：第一个因素是，使用中低质量的无有机锡防污涂料时，表面处理差导致皂化层的生成；第二个因素是，使用了质量差的防污产品。

关于皂化层有两种可能的情况

使用期间

在轮船航行期间，业主从不同的供应商那里得到的产品质量有很大的不同。

主要的挑战是：

- 防污性能的降低
- 船体粗糙度的增加

我们经常看到，当皂化层厚度增加到足够厚时，活性防污物种和皂化层表面的距离就会越远，防污涂料中的活性成分不能溶解，导致脏污在皂化层附着。

皂化层是多孔的，会增加船体粗糙度，从而增加轮船的燃料消耗。

维护和修复

我们认为，在维护和修复过程中，新的无有机锡技术增加了产生错误的可能性。目前，人们需要更多地考虑底材的表面处理质量和防污涂料的施工质量。

主要的挑战是：

- 旧的皂化层的去除
- 新涂覆的防污涂膜的开裂和/或脱落
- 新涂覆的防污涂膜的爆裂
- 船体粗糙度的增加

作为涂料供应商，佐敦公司认为，在重涂一种会形成厚皂化层的产品时，有必要提高底材的表面处理标准。

不同厚度的皂化层需要彻底的冲洗，情况较差时需要扫除，这必然会增加业主的成本。经验表明，皂化层是很难去除的，没有成功去除的皂化层会导致严重的后果，如涂膜的爆裂，开裂和由之引起的脱落。在施工时我们很少碰到涂膜脱落的情况，但到下次坞修时，高压水清洗后，涂膜会出现脱落。

涂覆新的涂料会增加总的漆膜厚度和应力，应力会导致涂膜进一步的脱落。

去除皂化层的方法有两种：

- 高压水冲洗（最小 300 巴）
- 扫除

这两种方法都会增加成本，所以最先选择一种防污涂料时，业主要考虑这种在轮船航行后的额外表面处理成本。这种额外成本大概是 3-8 欧元/平方米（欧洲）。

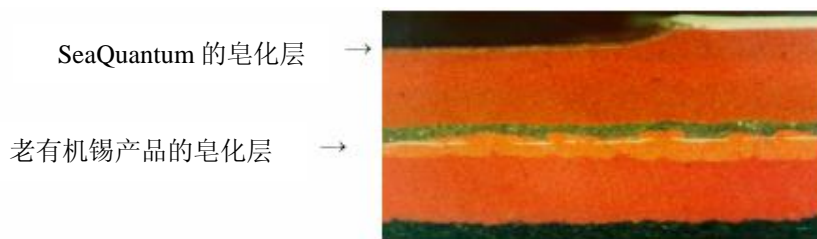
例子 1

所有的防污涂料系统都会形成某种厚度的皂化层。有机锡防污产品会或多或少地形成相同厚度的皂化层。有机锡防污产品的共同点是，皂化层的厚度不是一个我们需要考虑的问题。像 SeaQuantum 这样的水解型防污涂料会形成和有机锡防污涂料相同厚度的皂化层。

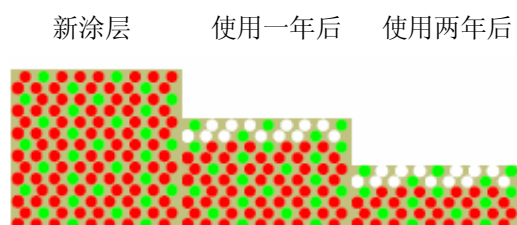
下图是 Berge Sigvald 轮船上的片状涂膜的截面图。最外层是 SeaQuantum Classic 防污涂料。从底部开始有下至上的涂层分别是老的底漆系统（黑色，红色），老的防污系统（有机锡产品，注意白色的皂化层），保护涂层和新的 SeaQuantum Classic 涂层。

为了测试涂料系统的抛光作用，我们封闭了图右边的 SeaQuantum Classic。但是，值得注意的是，图左边的皂化层具有和老的有机锡防污产品一样的厚度。

佐敦公司从所有的水解型防污涂料产品得出的经验是，每种防污涂料的皂化层厚度都有很大的不同。像 SeaQuantum 这样的真正的水解型防污涂料，形成的皂化层不会影响防污性能和重涂性能！

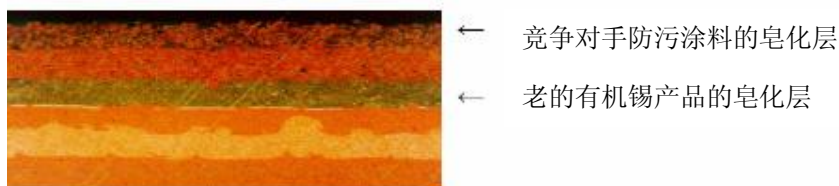


在防污系统的使用寿命期间，水解型防污涂料的皂化层厚度能够恒定在较低的水平。

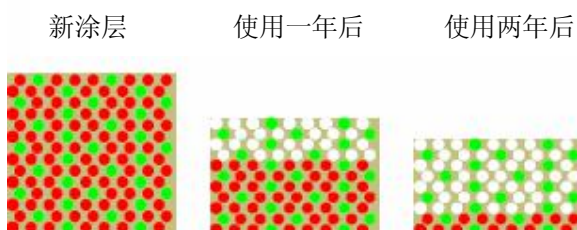


例子 2

下图是轮船在运行期间的涂膜截面图，使用了竞争对手的防污涂料。从底部开始有下至上的涂层分别是有机锡防污涂料（注意薄的皂化层），保护涂层和竞争对手的防污涂料（注意皂化层的厚度）。从该图可以清楚地看到防污涂料形成的皂化层。



竞争对手的无有机锡自抛光防污涂料



在防污涂料系统的使用寿命期间，水合型防污涂料的皂化层厚度会逐渐增加。

结论

过去 30 年来，有机锡防污涂料以优异的可预测性和防污保护性能服务于广大用户。今天，我们有两种不同的情况使得市面上的防污涂料具有十分不同的性能。

关于皂化层的问题有：

- 在当前的坞修中使用“错误的”防污涂料时，顾客能否接受其带来的涂膜爆裂、开裂和脱落的可能性？
- 在下一次的坞修中，顾客能否接受除去皂化层所带来的额外成本？
- 即使使用了特定的水压力冲洗，顾客能否确定皂化层已经完全去除？
- 最后，顾客是否愿意多付那些由于船体粗糙度的增加而引起的额外燃料费用？

如果不是的话

SeaQuantum 产品系列就是这些挑战的解决方案！

Kenneth Myrseth

技术部经理

佐敦海洋涂料公司