

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 150—2024

海上风力发电机组钢制塔筒防腐吸波涂料

Anti-corrosive absorbing coating for offshore wind power steel structures of tubular foundations



2024 - 05 - 24 发布

2024 - 07 - 01 实施

中国船舶工业行业协会 发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 2

5 技术要求 2

6 试验方法 4

7 检验规则 5

8 标志、包装、运输和贮存 7



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会提出并归口。

本文件起草单位：上海蓝天阳海洋工程装备有限公司、苏州邦得纳米涂层科技有限公司、浙江原邦材料科技有限公司、上海天阳钢管有限公司、万邦船舶重工(舟山)有限公司、上海吉伟杰智慧海洋科技有限公司、南通泰胜蓝岛海洋工程有限公司、同济大学、上海研途船舶海事技术有限公司、苏州邦得新材料科技有限公司、上海荣胜船舶设计有限公司、宏华海洋油气装备(江苏)有限公司、江苏金研激光科技(集团)有限公司、上海振华重工启东海洋工程股份有限公司、福建船政交通职业学院。

本文件主要起草人：何建忠、王振中、苗珍录、黄书成、田城华、方玉川、庄国栋、吉雨冠、刘剑军、朱军、张伦伟、牛亮、张圣洁、苗国华、苏亮荣、刘贤振、余远峰、李博、陈长军、王东生、孙敏锋、王秋松、田云、刘学强。



海上风力发电机组钢制塔筒防腐吸波涂料

1 范围

本文件规定了海上风力发电机组钢制塔筒防腐吸波涂料（以下简称防腐吸波涂料）的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于防腐吸波涂料的制造和检验。其他海上构筑物钢结构防腐吸波涂料也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 38469 船舶涂料中有害物质限量
- GB 30981 工业防护涂料中有害物质限量
- GB/T 14616 机舱舱底涂料通用技术条件
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1731 漆膜、腻子膜柔韧性测定法
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 8923.2 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第2部分：已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级
- GB/T 9271 色漆和清漆 标准试板
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10834 船舶漆 耐盐水性的测定 盐水和热盐水浸泡法
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 13491 涂料产品包装通则
- GB/T 33423 沿海及海上风电机组防腐技术规范
- GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度
- HG/T 2458 涂料产品检验、运输和贮存通则
- JC/T 2499 建筑材料吸收电磁波性能测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防腐吸波涂料 anti-corrosive absorbing coating

用树脂或改性树脂为主要成膜物质，加入纳米吸波剂和（或）其他助剂，并经过特殊工艺加工的一种具有防腐蚀和吸波性能的涂料。

3.2

单频点防腐吸波涂料 single frequency absorbing coating

具备吸收1~40 GHz频段范围内单一频点电磁波性能的涂料。

3.3

多频段防腐吸波涂料 multi-spectrum compatible wave absorbing coating

具备吸收1~40 GHz频段范围内多频段电磁波性能的涂料。

4 分类

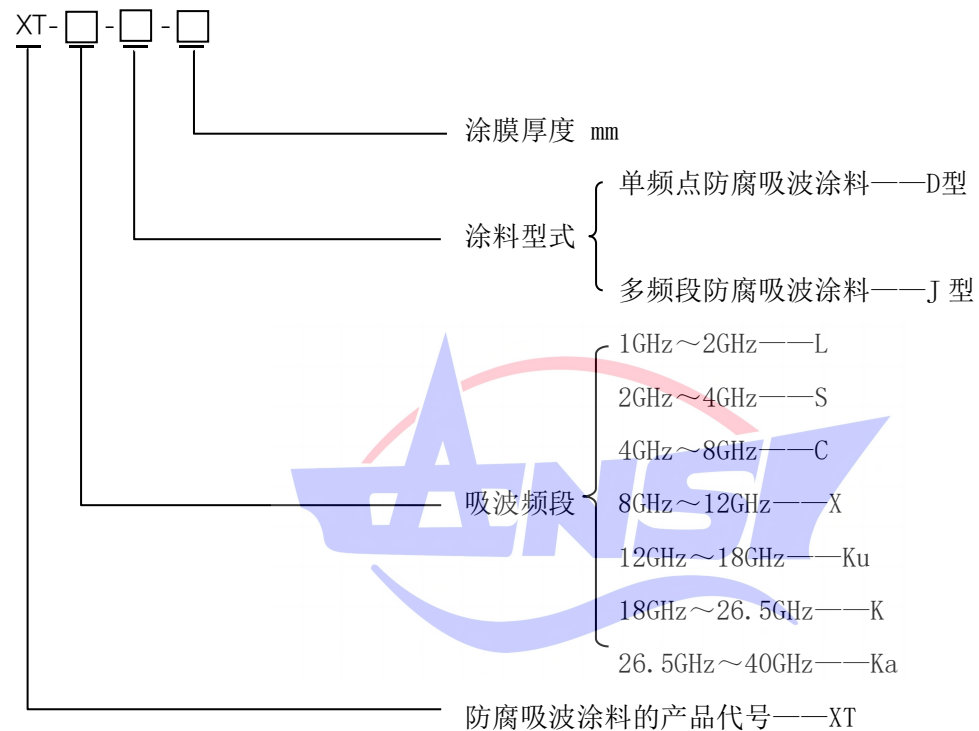
4.1 型式

防腐吸波涂料按吸波性能分为：

- a) 单频点防腐吸波涂料——D 型；
- b) 多频段防腐吸波涂料——J 型。

4.2 型号命名

防腐吸波涂料的型号命名规定如下：



示例：

吸波频段为L、涂料型式为D型、涂膜厚度2.0 mm，标记为：

T/CANSI 150—2024 XT-L-D-2.0

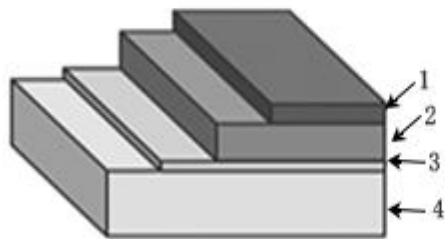
吸波频段为L、X、Ka多种，涂料型式为J型、涂膜厚度2.5 mm，标记为：

T/CANSI 150—2024 XT-LXKa-J-2.5

5 技术要求

5.1 结构

防腐吸波涂料涂覆的钢结构物涂层示意图 1。



标引序号说明：
1——表面涂层； 2——防腐吸波涂层； 3——防锈涂层； 4——钢结构物基板

图 1 防腐吸波涂层示意图

5.2 涂料外观

- 5.2.1 防腐吸波涂料在容器中搅拌时，应均匀无硬块。
- 5.2.2 防腐吸波涂料的涂膜外观应丰满有光泽。
- 5.2.3 防腐吸波涂料的涂膜外观应无起泡、无气孔、无龟裂、无开裂、无剥落。

5.3 固体含量及有害物质含量

- 5.3.1 防腐吸波涂料的固体含量应满足 GB/T 14616 技术指标要求。
- 5.3.2 防腐吸波涂料的挥发性有机化合物 (VOCs) 和其他有害物质含量不应超出 GB 38469 列明的限量。

5.4 机械性能

- 5.4.1 防腐吸波涂料的涂膜柔韧性应不大于 2 mm。
- 5.4.2 防腐吸波涂料的涂膜附着力应不小于 11 MPa。
- 5.4.3 防腐吸波涂料的涂膜铅笔硬度应不小于 5 H。
- 5.4.4 防腐吸波涂料的涂膜耐磨性应不大于 0.050 g；
- 5.4.5 防腐吸波涂料的涂膜耐冲击性高度应不小于 50 cm，用 4 倍放大镜观察无裂纹、皱纹及剥落。

5.5 防腐性能

- 5.5.1 防腐吸波涂料涂膜按 GB/T 1766—2008 要求综合老化度等级为 1 级；
- 5.5.2 防腐吸波涂料耐腐蚀性试验后，涂膜应符合 GB/T 33423；
- 5.5.3 防腐吸波涂料的涂膜耐盐水 (5% NaCl, 60D) 应符合 GB/T 33423；
- 5.5.4 防腐吸波涂料的涂膜耐酸 (10% H₂SO₄, 30D) 应符合 GB/T 33423；
- 5.5.5 防腐吸波涂料的涂膜耐碱 (20%NaOH, 20D) 应符合 GB/T 33423；
- 5.5.6 防腐吸波涂料的涂膜耐 4 000 h 盐雾应符合 GB/T 33423。

5.6 干燥时间

- 防腐吸波涂料在温度 (23±2) °C，相对湿度 (50±5)% 的环境条件下的干燥时间如下：
- a) 表干：应不大于 1 h；
 - b) 实干：应不大于 24 h。

5.7 吸波性能

防腐吸波涂料的反射损耗及各波段的吸波性能符合表1要求。

表 1 各波段吸波性能

序号	涂膜厚度 mm	涂膜面密度 kg/m ²	吸波能力		反射损耗 dB
			代号	波 段	
1	≤2.4	≤3.4	L	1GHz~2GHz	≤-5
2	≤2.0	≤3.0	S	2GHz~4GHz	≤-8
3	≤1.5	≤2.5	C	4GHz~8GHz	≤-10
4	≤1.2	≤2.2	X	8GHz~12GHz	≤-20
5	≤1.0	≤2.0	Ku	12GHz~18GHz	≤-20
6	≤0.7	≤1.7	K	18GHz~26.5GHz	≤-20
7	≤0.5	≤1.4	Ka	26.5GHz~40GHz	≤-20

6 试验方法

6.1 涂料外观

- 6.1.1 目测防腐吸波涂料在容器中搅拌后的状态。
- 6.1.2 目测防腐吸波涂料的涂膜外观丰满有光泽。
- 6.1.3 目测防腐吸波涂料的涂膜外观无起泡、无气孔、无龟裂、无开裂、无剥落。

6.2 有害物质含量

- 6.2.1 防腐吸波涂料的固体物含量按 GB/T 1725 试验，其结果应满足 5.2.1 的要求。
- 6.2.2 防腐吸波涂料的有害物质含量按 GB 30981 试验，VOCs 和其他有害物质含量值应满足 5.2 的要求。

6.3 机械性能

- 6.3.1 按 GB/T 1731 试验涂料的柔韧性，其结果应符合 5.4.1 的要求。
- 6.3.2 按 GB/T 5210 试验涂料的附着力，其结果应符合 5.4.2 的要求。
- 6.3.3 按 GB/T 6739 试验涂料的铅笔硬度，其结果应符合 5.4.3 的要求。
- 6.3.4 按 GB/T 1768 试验涂膜的耐磨性，其结果应符合 5.4.4 的要求。
- 6.3.5 按 GB/T 1732 试验涂膜的耐冲击性，其结果应符合 5.4.5 的要求。

6.4 防腐性能

- 6.4.1 按 GB/T 1865 方法 1 循环 A 检测涂料的涂膜老化度等级，其结果应符合 5.5.1 的要求。
- 6.4.2 按 GB/T 10125 试验涂料的耐腐蚀性，其结果应符合 5.5.2 的要求
- 6.4.3 按 GB/T 10834 试验涂料的耐盐水性，其结果应符合 5.5.3 的要求
- 6.4.4 按 GB 9274 甲法试验涂膜的耐酸性，其结果应符合 5.5.4 的要求
- 6.4.5 按 GB 9274 甲法试验涂膜的耐碱性，其结果应符合 5.5.5 的要求
- 6.4.6 按 GB/T 1771 试验涂膜的耐盐雾性，其结果应符合 5.5.6 的要求

6.5 干燥时间

按GB/T 1728试验涂料的干燥时间。

6.6 吸波性能

依据防腐吸波涂料的材料属性，按JC/T 2499检测涂膜的吸波性能。其结果应符合5.6的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 组批规则

产品以同工艺、同配方、同原料且同一涂料搅拌釜所生产的产品为一批。

7.3 取样和制样

7.3.1 取样

按照GB/T 3186的规定取样。

7.3.2 试验环境

适用时间参照具体试验方法加以规定，制备好的样板应按GB/T 9278的规定进行测试。

7.3.3 试验样板

7.3.3.1 马口铁片

涂膜外观、涂膜附着力、涂膜耐冲击性、涂料干燥时间试验用板，试板尺寸为120 mm×50 mm，厚度为0.2~0.3 mm,其表面处理按GB/T 9271的规定进行。

7.3.3.2 钢板

涂膜外观、涂膜附着力、涂膜耐冲击性、涂料干燥时间、涂膜厚度、涂料固体含量、涂膜柔韧性、涂膜铅笔硬度、涂膜耐磨性、涂膜老化等级、涂膜耐腐蚀性、涂膜耐盐水性、涂膜耐酸性、涂膜耐碱性、涂膜耐盐雾性试验用板，试板尺寸为：150 mm×70 mm，厚度为0.8~1.2 mm，其表面处理按GB/T 9271的规定进行。除锈等级应达到GB/T 8923.2规定的Sa2.5级，粗糙度不小于50 μm。

7.3.4 试验样板的制备

试板的类型、尺寸、涂膜厚度依据GB/T 13452.2及养护时间按表3,其中涂膜厚度应依据GB/T 13452.2的方法确定。

表 2 试板类型、尺寸、涂膜厚度及养护时间

序号	检验项目	试板类型	试板尺寸 mm	试板厚度 mm	涂膜厚度 mm	养护时间 h
1	涂膜厚度	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	24
2	涂膜外观	马口铁片	120×50	0.2~0.3	0.625~2.500	24
		钢板	150×70	0.8~1.2		
3	涂料固体含量	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
4	涂料有害物质含量	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
5	涂膜柔韧性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	48
6	涂膜附着力	马口铁片	120×50	0.2~0.3	0.625~2.500	48
		钢板	150×70	0.8~1.2		
7	涂膜铅笔硬度	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
8	涂膜耐磨性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
9	涂膜耐冲击性	马口铁片	120×50	0.2~0.3	0.625~2.500	48
		钢板	150×70	0.8~1.2		
10	涂膜老化等级	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
11	涂膜耐腐蚀性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
12	涂膜耐盐水性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
13	涂膜耐酸性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
14	涂膜耐碱性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168

表 2 试板类型、尺寸、涂膜厚度及养护时间 （续）

序号	检验项目	试板类型	试板尺寸 mm	试板厚度 mm	涂膜厚度 mm	养护时间 h
15	涂膜耐盐雾性	钢板	150×70	0.8~1.2	0.625~2.500	168
16	涂料干燥时间	马口铁片	120×50	0.2~0.3	0.625~2.500	—
		钢板	150×70	0.8~1.2		

7.4 型式检验

7.4.1 检验时机

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定或定型时；
- b) 产品转厂生产时；
- c) 工艺、材料和配方的改变足以影响性能时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有差异时；
- e) 主管监督机构提出要求时。

7.4.2 型式检验的项目和要求按表 3。

7.4.3 全部型式检验项目符合要求时，则判定该批规格产品型式检验合格。

7.4.4 若其中任一项目检验不符合要求时，则判定该批规格产品型式检验不合格。

7.5 出厂检验

7.5.1 产品出厂检验按 7.2 的要求组批，随机抽取样品进行出厂检验。

7.5.2 出厂检验项目和要求按表 4。

7.5.3 所有出厂检验项目的检验结果均达到本文件要求时，判定该批次产品合格。

7.5.4 出厂检验如有项目不合格，应取双倍数量的试样进行重复检验，重复检验结果全部合格，则判定该批次产品合格；若重复检验结果中仍有试样不合格，则判定该批次产品不合格。

表 3 检验项目和要求

序号	检验项目	每批取样数量	型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	涂膜外观	1	●	●	5.2	6.1
2	涂料固体含量	1	●	—	5.3.1	6.2.1
3	涂料有害物质含量	1	●	●	5.3.2	6.2.2
4	涂膜柔韧性	1	●	—	5.4.1	6.3.1
5	涂膜附着力	1	●	—	5.4.2	6.3.2
6	涂膜铅笔硬度	1	●	—	5.4.3	6.3.3
7	涂膜耐磨性	2	●	—	5.4.4	6.3.4
8	涂膜耐冲击性	2	●	—	5.4.5	6.3.5
9	涂膜老化等级	1	●	—	5.5.1	6.4.1
10	涂膜耐腐蚀性	2	●	—	5.5.2	6.4.2
11	涂膜耐盐水性	2	●	—	5.5.3	6.4.3
12	涂膜耐酸性	2	●	—	5.5.4	6.4.4
13	涂膜耐碱性	2	●	—	5.5.5	6.4.5
14	涂膜耐盐雾	2	●	—	5.5.6	6.4.6
15	涂料干燥时间	1	●	●	5.6	6.5
16	吸波性能	2	●	—	5.7	6.6
注：“●”为必检项目，“—”为不检验项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

按照GB/T 191的规定，在检验合格的每批防腐吸波涂料包装容器上做标记，标记内容如下：

- a) 生产厂家的名称或标志；
- b) 本文件编号；
- c) 分类型号；
- d) 贮存期；
- e) 合同中约定的其他标识。

8.2 包装

8.2.1 应符合 GB/T 13491 规定的二级包装要求。

8.3 运输和贮存

8.3.1 防腐吸波涂料的运输、贮存应符合 HG/T 2458 规定。

8.3.2 防腐吸波涂料应避开热源和火源。

