

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD 03-2009

中 国 船 级 社

船舶结构防腐蚀检验指南

2009

人民交通出版社
China Communications Press



指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD 03-2009

中 国 船 级 社

船舶结构防腐蚀检验指南

2009

2009 年 7 月 1 日起实施

北 京
Beijing

目　　录

第1章　通则
1.1　目的
1.2　适用范围
1.3　定义
1.4　附加标志

第2章　防腐蚀设计、施工、检查的机构和人员
2.1　一般要求
2.2　机构认可的一般程序
2.3　防腐蚀设计的机构和人员
2.4　防腐蚀施工的机构和人员
2.5　涂层检查的机构和人员

第3章　涂料
3.1　一般要求
3.2　涂料的通用要求
3.3　车间底漆
3.4　水线以下用防锈涂料
3.5　防污涂料
3.6　压载舱涂料
3.7　饮用淡水舱涂料
3.8　货舱涂料
3.9　舱室内部用饰面涂料
3.10　阳极屏涂料

第4章　船舶结构保护涂层的通用要求
4.1　适用范围
4.2　一般要求
4.3　涂层防腐蚀区域的结构设计
4.4　环境条件
4.5　钢材表面预处理
4.6　钢材二次表面处理
4.7　涂装工艺
4.8　涂装程序
4.9　涂层检查
4.10　健康和安全

第5章　船舶特定处所的保护涂层
5.1　适用范围
5.2　通则

5.3 涂层性能
5.4 涂层系统认可
5.5 涂层检查要求
5.6 验证要求
5.7 替代系统

第6章 船舶特定处所保护涂层技术资料的审查
6.1 一般要求
6.2 三方检查协议的审查
6.3 涂装规格书的审查
6.4 涂层检查情况的核查
6.5 涂层技术文件（CTF）的审查

第7章 阴极保护
7.1 一般要求
7.2 图纸资料
7.3 牺牲阳极
7.4 牺牲阳极布置
7.5 牺牲阳极的安装
7.6 外加电流保护的一般要求
7.7 外加电流保护装置
7.8 外加电流装置的布置
7.9 阴极保护系统检查

第8章 防腐蚀系统的维护和修理
8.1 一般要求
8.2 涂层检查
8.3 涂层修理前的表面处理
8.4 涂层的修理
8.5 阴极保护装置的检查

附录 A 检查日志和不合格报告（样本）
附录 B 干膜厚度测量
附录 C 牺牲阳极保护的计算
附录 D 外加电流阴极保护的计算
附录 E 旧涂层缺陷评估与表面处理方法选择
附录 F ISO标准和GB标准对照表

第 1 章　通　　则

1.1 目的

1.1.1 为有效控制船舶钢结构的腐蚀损坏，延长结构使用寿命，防止因防腐蚀措施不当导致结构失效，特编制《船舶结构防腐蚀检验指南》(以下简称“本指南”)。

1.1.2 本指南的目的在于对船舶钢结构防腐蚀的设计、施工和检验提供指导。

1.1.3 本指南为船旗国政府强制实施和船东自愿申请实施 IMO 有关船舶特定处所涂层保护相关技术要求提供操作指导。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于本社规范要求和/或受委托进行的船舶钢结构的涂料涂装、牺牲阳极保护、外加电流保护所涉及的设计、施工和检验。

1.2.2 本指南也可供海上设施、船用产品和其他工业产品的钢结构防腐蚀参考使用。

1.3 定义

1.3.1 本指南采用定义如下：

(1)涂装：将涂料涂覆于基体表面，形成具有保护、装饰或特定功能涂层的过程。

(2)基底：底材的表面，此表面或无覆盖层或有覆盖层。

(3)露点：空气中所含潮气饱和时的温度。

(4)表面预处理：建造前对钢板或型材以机械方法或化学方法除去钢材表面氧化皮、铁锈和异物并涂装车间底漆的工艺过程。

(5)二次表面处理：对涂有车间底漆(或其他涂层)的表面，因热影响或机械原因引起原涂层损伤而返锈的部位，再次进行表面处理的过程。

(6)灰尘：由喷射清理或其他表面处理工艺产生，或因环境作用而致留在待涂装表面上的松散颗粒物质。

(7)抛(喷)射处理：利用磨料的高速冲击作用，清理和粗化基底表面的工艺过程。

(8)动力工具清理：利用动力工具除去基底表面锈蚀和异物的工艺过程。

(9)名义干膜厚度：通常用“NDFT”表示；设计规定涂层干燥或固化成膜后应达到的标称涂层厚度。

(10)车间底漆：为在生产过程中保护金属材料表面，而在加工前涂在钢材表面的保护涂层。该涂层的喷涂通常是在自动化车间内进行。

(11)底漆：涂层系统中在车间底漆后的第一道涂层。

(12)硬涂层：指在固化过程中发生化学变化的涂层或在空气中干燥而无化学变化的涂层。这些涂层用于维护目的，类型可为无机也可为有机。

(13)预涂：为保证良好的涂料附着力和恰当的涂层厚度，对关键区域结构边缘、焊缝和不易喷涂的部位进行额外附加涂层的涂装工作。

(14)涂层的目标使用寿命：在涂层设计中确定涂层寿命的目标值，以年计。

(15)涂层技术文件：通常用“CTF”表示，系指与涂层系统、以及涂装过程、涂层维护和修理有关的，能表明整个船舶寿命期内涂层质量和性能的说明书、施工记录、检验报告等文件。

(16)涂料产品说明书：常用“TDS”表示，即涂料生产商的产品技术说明书，包含涂料及其涂装有关的详细技术性说明和资料。

(17)涂装规格书：系指涂层系统的技术规格，包括涂层系统类型、钢板处理、表面处理、表面清洁度、环境条件、涂装程序、验收标准和检查要求等内容。

(18)化学品安全技术说明书：常用“MSDS”表示；为化学物质及其制品提供了有关安全、健康和环境保护方面的各种信息，并能提供有关化学品的基本知识、防护措施和应急行动等方面的资料。

(19)阴极保护：通过电化学方式相对降低被保护金属腐蚀电位，使之成为腐蚀电池中的阴极，从而获得防腐蚀效果的保护方法。

(20) PSPC：保护涂层性能标准的英文缩写，作为船舶特定处所涂装的附加标志。

(21)阳极：在腐蚀电池中，直流电流经其流入电解液的电极。

(22)牺牲阳极：依靠自身的腐蚀产生电流，使与之耦合的阴极获得保护的电极。

(23)外加电流阴极保护：由外部电源提供保护电流的阴极保护。

(24)保护电流密度：使被保护物体电位维持在保护电位范围内所需要的极化电流密度。

(25)保护电位范围：使金属腐蚀速率达到预定保护要求的极化电位值的区间。

1.4 附加标志

1.4.1 根据船东申请，按本指南有关要求进行涂装的涂层系统，经检验确认满足本指南的相关要求，可按涂装的处所分别授予下列附加标志：

(1) 专用海水压载舱 PSPC(B)；

(2) 散货船的双舷侧处所 PSPC(D)；

(3) 原油船的货油舱处所 PSPC(C)；

(4) 船舶的空舱 PSPC(V)。

1.4.2 具有涂装附加标志的船舶，在船舶营运期间应按 CCS 对不同船型的检验要求对与附加标志相关特定部位的涂层进行年度检验、中间检验和特别检验。涂层应保持在不低于本指南第 8 章有关涂层状态中的“尚好”状态。在特别检验时，还应核查相关文件，验证涂层得到了良好的维护。若涂层进行过修理，则应有相关记录表明修理是按船上的涂装技术文件的规定进行。

1.4.3 当检查发现涂层状态评定为“差”时，该部位涂层应予以及时修复，否则将取消相关所处的附加标志。

第 2 章　防腐蚀设计、施工、检查的机构和人员

2.1　一般要求

2.1.1　凡从事船舶钢结构防腐蚀设计、施工或涂层检查的独立第三方机构应按本章所要求取得相应资质。

2.1.2 凡从事钢结构涂层检查的人员应符合本章的有关规定。

2.2　机构认可的一般程序

2.2.1 凡拟取得本社认可的船舶结构防腐蚀设计、施工或检验的机构，应向本社提出申请，并提供下列资料：

(1)机构名称、地址(如是大机构中的某个部分，则可注明)；

(2)机构资质；

(3)申请认可的项目；

(4)总人数和相关技术人员的数量、资历和资格；

(5)满足本章 2.3 要求的相关资料。

2.2.2 本社在接到申请后，根据申请的内容，核实其实际能力。申请机构在审核合格并获得本社颁发的认可证书后，方可从事与证书内容相符的钢结构防腐蚀设计和/或施工。

2.3 防腐蚀设计的机构和人员

2.3.1 从事钢结构防腐蚀设计的机构，应至少具备如下基本条件：

(1)至少两名能够从事防腐蚀系统设计，并能指导防腐蚀施工的技术人员；

(2)一套完整的质量管理体系。(如 ISO 9000 体系认证)；

(3)成套的设计办公设备(软件和硬件)；

(4)至少一套与申请内容相符且可供实际使用的设计资料(案例)。

2.3.2 拟从事钢结构防腐蚀设计的人员应具有以下基本条件：

(1)大专以上文化程度并经专门培训；

(2)具有金属腐蚀和钢结构防腐蚀设计的经验和能力；

(3)了解结构物的腐蚀特点和防腐蚀要求；

(4)熟悉相关的规范和标准。

2.4　防腐蚀施工的机构和人员

2.4.1 从事钢结构防腐蚀施工的机构，应至少具备如下基本条件：

(1)至少两名能够从事指导和监督结构防腐蚀施工的技术人员和至少两名经培训合格的质量检验人员；

(2)一套完整的质量管理体系(如 ISO9000 体系认证)和完整的安全生产管理体系；

(3)符合施工需要的全部设备(包括固定租用的设备)；

(4)施工质量检查所需要的全部检测仪器；

2.4.2 拟从事钢结构防腐蚀施工管理的人员应具备以下基本条件：

(1)具有丰富的防腐蚀施工工作经验，能按施工工艺要求组织施工；

(2)掌握工艺标准，正确理解施工工艺说明书，并能对生产操作进行指导；

(3)经过安全培训，了解安全操作要领，并具有较丰富的现场安全生产管理经验。

2.5　涂层检查的机构和人员

2.5.1 从事涂层检查的机构，至少应具备如下基本条件：

(1)至少两名具有 CCS 承认的相应涂层检查员资格(如：CCMCIC-II、NACE-II、FROSIO-III 或等效资格)的人员；

(2)一套完整的质量管理体系(如 ISO9000 体系认证)和完整的涂层检查管理体系；

(3)符合检查需要的全部仪器和设备(包括固定租用的设备)；

2.5.2　从事涂层检查并签发检查报告的人员应获得本社承认的II级或以上涂层检查员资格。

2.5.3　编写和/或批准涂装检查程序，或决定对不合格项进行纠正的措施的涂层检验员至少要获得本社承认的II级或以上涂层检查员资格并具有至少两年涂层检验的经历。

2.5.4　协助涂层检查员工作的助理检查员应符合以下要求：

(1) 应经由检查员、船厂或涂料生产厂培训机构或检验设备生产商主持的培训，具有使用测量设备的能力及具有表面处理和涂层品质判断能力和相应要求的测量知识。

(2) 有关的培训应有记录，并经主持培训的检查员或机构签署。相关培训和工作记录应使其协助的检查员满意。

(3) 助理涂层检查员应在涂层检查员的监督下完成部分检查工作。

第 3 章 涂　　料

3.1　一般要求

3.1.1 本章规定适用于船舶及海上设施不同场合下应用涂层防护的涂料的选择。

3.1.2 用于船舶和海上设施的涂料应能适应在海洋腐蚀环境中使用，涂料生产商应经本社工厂认可（认可要求参见 CCS《产品检验指南》涂料篇）。

3.1.3　涂料生产商应提供成文的、有满意性能记录和产品说明书（TDS）的产品。生产商应具有提供适当技术帮助的能力。

3.1.4　每种涂料产品均应提供其化学品安全技术说明书（MSDS)。

3.2　涂料的通用要求

3.2.1 涂料与基底、各涂层之间应有良好的附着力。一般附着力应不小于 3MPa，对于涂覆于镀锌层上的底漆附着力一般不小于 1MPa。

3.2.2 涂层干燥后仍具有易燃性的涂料(如硝基漆)不应使用于船舶和海上设施。

3.2.3 除非已经过相应试验证明所用的涂料不会增加诱发火花的危险，对于油船在货油蒸气可能积聚之处不应使用含铝的涂料。对于含铝量以重量计低于 10%的涂层，不必做试验。

3.2.4 应尽可能避免使用含铅颜料(如：红丹等)、苯、乙二醇醚类有害污染溶剂。

3.2.5 尽可能采用低有机挥发物(VOC)含量的涂料；推荐使用厚膜型、少溶剂或无溶剂涂料。

3.2.6 涂层总干膜厚度的最小值和每道涂层的最大值应依据涂料生产商的建议。

3.3 车间底漆

3.3.1 车间底漆的成份应不影响以后的焊缝质量，也不至于在以后的焊接工作中产生重大的有害影响。

3.3.2 车间底漆应与以后使用的结构防腐蚀系统有关油漆或涂料相适应。

3.3.3 车间底漆的涂装厚度应符合涂料厂商提供的产品说明书中的推荐值。通常含锌底漆以 15~20μm，不含锌底漆以 20~25μm 为宜，如有特殊需求应遵循厂家说明书的要求。在实际施工中，车间底漆厚度不应超过推荐值的 2 倍。

3.4 水线以下用防锈涂料

3.4.1 船舶和海上设施暴露于海水中的部位(水线以下区域)使用的防锈涂料应具有优良的耐海水性，在海水长期浸泡下，不会起泡和脱落。

3.4.2 水线以下用防锈涂料应为非易皂化型且能与阴极保护措施相适应。在长期处于相对于 $Cu/CuSO_4$ 参比电极的电位不负于-1.10 伏的条件下，涂膜应不起泡和脱落。

3.4.3 水线以下用防锈涂层的膜厚应根据设计所要求的防腐寿命年限的规定，由涂料厂商推荐。涂层防腐寿命至少应大于 3 年。

3.5　防污涂料

3.5.1 船舶和海上设施水线以下用防污涂料应能抑制海生物的附着。防污涂料老化或破损，需进行复涂或修复时应与原涂层亦有良好的附着力。

3.5.2 防污涂层的膜厚，通常应根据涂料厂商推荐值结合船舶坞检周期确定。

3.5.3 防污涂料使用的防污剂不应对非目标生物或人类健康有过度潜在不利影响。禁止使用有机锡化合物、滴滴涕作为防污剂。

3.6 压载舱涂料

3.6.1 用于压载舱的涂料应具有优良的耐海水和干湿交替的性能。在阳光曝晒甲板下面或在加热舱室周围的舱壁上应用的涂料应具有耐反复加热和/或冷却而不变脆的性能。

3.6.2 压载舱涂料应为非易皂化型且能与牺牲阳极保护相适应。

3.6.3 压载舱涂料应作 2 层或多层涂装，每层使用的涂料颜色应有区别，其面层涂料应为浅色。含有焦油(沥青)类的涂料应当禁止使用。

3.6.4 压载舱涂层系统一般应为环氧体系，膜厚一般应不小于 320μm。如采用其他体系应根据设计要求，由涂料厂商推荐并经试验验证。

3.6.5 压载舱涂层系统的目标使用寿命应达到 15 年。

3.6.6 和压载舱主涂层配合使用的车间底漆应进行合格证明预试验。如车间底漆未通过合格证明预试验的，施工时完整底漆至少要去除 70%，达到 Sa 2。

3.7 饮用淡水舱涂料

3.7.1 用于饮用淡水舱的涂料应具有优良的耐水性和良好的施工性能。

3.7.2 饮用淡水舱涂料不应对装载的饮用淡水质量有影响，以少溶剂或无溶剂类型涂料为宜。

3.8 货舱涂料

3.8.1 用于散装货船(包括矿/散/油船)货舱的涂层应具有一定的韧性和耐磨性；用于货物/海水交替装(压)载的货舱涂层还应具有优良的耐海水性能。

3.8.2 用于装载谷物货舱的涂料应不会污染谷物。

3.8.3 如货舱需装载危险品货物，涂料生产商应提供技术指导。

3.9 舱室内部用饰面涂料

3.9.1 舱室内部用饰面涂料系指用于机舱和上层建筑内部的涂料，其底漆应具有较好的防锈性能，且与基底有良好的附着力，而面漆应具有较好的装饰性能。

3.9.2 舱室内部用面层涂料干燥成膜后应具有低播焰性，在失火条件下应不会产生过量的烟或其他有毒物质。

3.10 阳极屏涂料

3.10.1 阳极屏涂料的组合和配套体系由生产厂商提供。

3.10.2 阳极屏涂料应具有良好的耐腐蚀和耐电位能力。

第 4 章　船舶结构保护涂层的通用要求

4.1　适用范围

4.1.1　本章适用于新造船舶钢结构表面处理和涂装的通用要求。船舶特定处所的保护涂层应满足本指南第 5 章的有关要求。

4.1.2　其他钢结构的表面处理和涂装可参照应用本章的有关规定。

4.2　一般要求

4.2.1 船舶建造前，船东、船厂和涂料生产商应就涂层类型、表面处理、涂装、验收标准和检查等协商一致后达成一个涂装规格书，按照该涂装规格书的要求进行保护涂层的施工和检查。

4.2.2 涂层类型根据拟涂装的区域、船舶结构材料和应用的其他腐蚀防护系统，如阴极保护或其他替代措施，予以选择。

4.3　涂层防腐蚀区域的结构设计

4.3.1　船舶设计阶段应采取措施以提高涂层的性能，如减少挖孔、采用圆顺的外形、避免复杂的几何结构，确保结构形状允许工具容易进入，方便涂装区域的清洁、排水和干燥。

4.3.2　船舶设计阶段尽可能避免在使用过程中无法进入且无需使用的中空构件或窄小空间。如无法避免时可考虑采用焊接或其他可靠的永久性密封方法对该中空构件或窄小空间予以永久封闭。

4.3.3　应用保护涂层的舱室，在使用过程中经常遇到液体冲刷的部位应采取适当的措施，如加装挡板或适当增加底板厚等，予以保护。

4.4　环境条件

4.4.1　采用抛(喷)射处理和车间底漆涂装流水线进行钢材表面预处理的车间，抛(喷)射处理作业区与涂装作业区应保持良好的分隔。涂装作业区应保持环境清洁，空气流通。

4.4.2　在抛(喷)射处理开始前、涂装开始前、天气发生突变和钢材表面存在结露可能性时，应测量钢材表面温度、相对湿度和露点，并记录。在满足下列情况下才可以进行抛(喷)射处理或涂装：

（1）相对湿度不超过 85%；

（2）钢材的表面温度至少高于露点 3℃；

（3）满足涂装规格书的规定。

4.5　钢材表面预处理

4.5.1　抛(喷)射处理前钢材表面应相对清洁，钢材上的油、油脂和其他污染物应在抛(喷)射处理前尽可能的去除。

4.5.2　钢材表面预处理可采用抛(喷)射等处理方法。

4.5.3　抛(喷)射处理用磨料的质量应由船厂进行控制，包括磨料类型、磨料尺寸、磨料中污染物和磨料循环使用中的有害物质等。

4.5.4　表面预处理后钢材的表面清洁度和表面粗糙度应满足涂装规格书的要求。

4.5.5　表面预处理后的钢材应立即按涂装规格书要求涂装车间底漆。

4.6　钢材二次表面处理

4.6.1　钢材待涂表面应尽量去除毛边、焊接飞溅物，尽可能的去除油、油脂和其他可见的表面污染物，并适当打磨焊道，以使涂层能够均匀涂覆，达到所要求的膜厚和具有足够的附着力。

4.6.2　二次表面处理通常采用抛(喷)射处理、动力工具打磨、手工除锈等方法。

4.6.3　二次表面处理的工艺和要求应满足表 4.6.3 的要求。

二次表面处理工艺和要求　　表 4.6.3

范围	工艺	一般要求
焊缝区	a)抛(喷)射处理 b)动力工具打磨	a)除去焊道两侧烧焦、起泡、变色的涂层及周围 30～50mm 范围内底层已受热损伤的涂层； b)除去焊道表面及两侧的黑皮、黄锈。
烧损区	a)抛(喷)射处理 b)动力工具打磨	a)除去烧焦、起泡、变色的涂层及周围 30～50mm 范围内底层已受热损伤的涂层； b)涂层膜厚大于 50μm 时，上述区域周围 25～30mm 范围内的涂层处理成斜坡状。
自然锈蚀区及机械损伤区	a)抛(喷)射处理 b)动力工具打磨	a)除去锈蚀区/机械损伤区及周围 20～25mm 范围内涂层与黄锈； b)涂层膜厚大于 50μm 时，上述区域周围 25～30mm 范围内的涂层处理成斜坡状。
车间底漆完好区	a)抛(喷)射处理 b)动力工具打磨	a）轻度抛(喷)射处理或用动力工具轻度打磨，除去车间底漆表面的白锈； b）轻度打毛与表面清理； c）特殊部位根据有关涂料的技术要求处理。
型钢的反面、角隅、边缘等作业困难区	a)抛(喷)射处理 b)动力工具打磨 c)手工除锈	尽可能的去除表面黑皮及黄锈，对防腐蚀要求较高的部位应消除尖锐边缘。

4.6.4　二次表面处理后待涂钢材表面状况应满足涂装规格书的要求。二次表面处理完成后应及时涂上规定的底漆。

4.7　涂装工艺

4.7.1　涂装通常采取刷涂、辊涂、有气喷涂和无气喷涂等方法。

4.7.2　配用的涂料在施工前应充分调和、熟化。调配好的涂料应在其适用期内使用完毕。如使用稀释剂，应限于涂料生产商推荐的类型和用量。

4.7.3　对于某些防腐蚀要求较高的处所中难以保证膜厚或不易喷涂到的区域，在喷涂以前(或以后)进行预涂。

4.7.4　涂装时应按照涂装规格书规定的涂层类型和干膜厚度进行施工。每道涂层最大干膜厚度应符合涂料生产商的推荐，避免涂膜过厚。为了得到合适的干膜厚度，必要时可测量湿膜厚度。

4.7.5　应根据涂料生产商的推荐，控制涂料干燥或固化过程的环境条件，使涂料适当地干燥或固化。

4.7.6　多道涂层涂装时，应注意复涂间隔时间，确保每一道涂层在下一道涂层涂装前适当的干燥或固化，并在下一道涂层涂装前尽量清除表面污染物。超过最大复涂间隔时间，涂层表面应做拉毛处理。

4.7.7　涂层出现缺陷(如针孔、气泡、露底等)的区域，应做标记，并采取适当的措施修补。

4.7.8　涂装过程中应注意对待涂或涂层未干区域的保护，如临时保护栏杆、警告牌，待涂或涂层未干区域的流水孔进行适当临时封堵、引流或围堵等。

4.8　涂装程序

4.8.1 分段涂装应在结构完整性交验和预舾装工作完成后进行。在液舱边界上的所有角焊缝、除自动焊之外的熔透焊缝和分段合拢焊缝应在渗漏试验之后再进行涂装。涂装前对暂不涂装的区域可采用粘贴胶带或其他适当的措施进行保护。

4.8.2 当船舶采用外加电流保护方法时，应先在辅助阳极区涂装阳极屏或安装阳极屏，再进行涂层涂装。

4.8.3 分段涂装结束后，应在涂层适当干燥或固化之后才能启运。对分段中非完全敞开的舱室，应测定溶剂气体浓度，在确认达到规定的合格范围后，才能启运。

4.8.4 底部分段必须在外板的涂层适当干燥或固化之后才能上船台。上船台时，墩木处宜采用耐溶剂性能好的软性材料衬垫。

4.8.5 如果船舶下水后不再进坞，则水线以下的区域(包括水线水尺)应在船舶下水前涂装完整。如船底与船台墩木或支柱接触的区域不能先期完成涂装，则应采取适当措施，保证船舶下水前这些区域涂层的完整。

4.8.6 下水后处于水下部位的液舱内部的涂层，应在下水前结束修补涂装。否则应采取通风、除湿等措施，在钢材表面温度至少高于露点 3℃的条件下做修补涂装。

4.8.7 新造船舶交船前进坞，进行外板涂装时，应先用高压水冲洗，除去污泥、杂物。若有油脂玷污，则应用溶剂或化学清洗剂洗净。如果与外板直接接触的舱内存留有水，这些水因温差可能会造成外板结露时，应将舱内存水放尽，以免影响涂装。

4.9 涂层检查

4.9.1 涂层检查员应检查整个涂装过程的表面处理和涂装施工。检查重点应放在表面处理和涂装施工的起始，因为不恰当的工作在以后的涂装过程中很难更改。应尽量采用非破坏性方法检查代表性构件的涂层厚度。检查员应证实所进行的全部测量过程是恰当的。

4.10 健康和安全

4.10.1 船厂/承包商负责执行相关的国家标准，确保劳动者的健康和安全，减少火灾和爆炸的危险。

4.10.2 涂装施工场所应具有良好的照明、牢固脚手架等安全装置。

4.10.2 说明：良好的安全装置是为了保障工人安全。

4.10.3 整个涂装过程中和涂装完成后的一段时间内，应根据涂料生产商的推荐，予以充足的通风，确保可燃性气体浓度在安全范围内。

4.10.4 涂料在储存、运输、使用等各个环节都要有切实的防火设施。涂装作业时，船厂应禁止警戒范围内的一切明火作业，并防止静电产生。

4.10.5 对涂料废弃包装的处理应符合国家的有关规定。

第 5 章　船舶特定处所的保护涂层

5.1　适用范围

5.1.1 申请本指南第1章中保护涂层附加标志的船舶，其特定处所的保护涂层应满足本章要求。

5.1.2 本章所述的特定处所系指：

（1）专用海水压载舱：不小于 500 总吨的各种海上国际航行船舶中，使用海水进行压载的专用舱柜，不包括计入 1969 年国际船舶吨位丈量公约净吨位计算的压载舱和客船中可兼用装载灰水的压载舱。

（2）散货船双舷侧处所：满足 CCS《钢质海船入级规范》的具有 double side skin 附加标志的散货船的双舷侧处所。

（3）散货船和油船的空舱处所：系指在油船的货物区域或散货船的货物长度区域内部或前方，位于舱壁甲板以下的封闭（无通道和无通风）处所，“货物区域”和“货物长度区域”定义见 A.744（18）决议。但不包括专用海水压载舱、货物装载处所、物料(包括燃油、淡水、备品等)处所、机械(包括货泵、压载泵、首侧推器等)安装处所、一般有人使用的处所，以及散货船的双舷侧处所。

（4）原油船液货舱：MARPOL 73/78 公约附件 1 中定义的原油船的液货舱。

5.2　通则

5.2.1 涂层系统达到其目标使用寿命的能力取决于涂层系统的类型、钢材处理、涂装和涂层检查及维护。所有这些方面对涂层系统的优良性能都有影响。

5.2.2 船舶建造前，应由船东、船厂和涂料生产商就表面处理和涂装过程的检查协商一致后达成一个协议，该协议由船厂提交给CCS审查。如有必要，CCS可参与到协议过程中。这些检查的依据应有报告，记录在涂层技术文件（CTF)中。三方检查协议应至少包括：

（1）检查过程，包括检查范围、检查由谁执行、涂层检查员的资格和符合资格的涂层检查员的任命（负责验证涂层按要求进行涂装）。如使用 1 名以上涂层检查员，应明确各自的职责范围（如多个施工现场）。

（2）对文件使用语言的规定。

5.2.3 为达到本章规定的涂层性能应考虑下列因素：

（1）为了防止涂层系统过早破损和/或老化，船厂有必要在涂装作业中严格执行涂装规格书、涂装程序、各种不同的施工步骤（包括，但不限于表面处理）；

（2）船舶设计阶段应采取措施以提高涂层的性能，如减少挖孔、采用圆顺的外形、避免复杂的几何结构，确保结构形状允许工具容易进入，方便涂装区域的清洁、排水和干燥。

（3）本章规定的涂层性能要求是基于涂料生产商、船厂和船舶营运者的经验；并不意味着排斥其他合适的涂层系统，只要能证明该涂层的性能至少不低于本章规定的涂层性能。替代涂层系统的验收标准见本指南5.7。

5.2.4 船舶特定处所的涂装规格书、船厂和船东的涂装工作记录、涂层系统选择的详细标准、工作规范、检查、维护和修理均应形成文件记入“涂层技术文件”，涂层技术文件应由CCS审查。

（1）在新船建造阶段，涂层技术文件由船厂提交CCS审查，应至少包括下列项目：

a.涂料的符合证明或认可证书的副本；

b.产品说明书副本，至少包括：

产品名称，识别标记和 / 或编号；

涂层系统的材料，成份和组成，颜色；

最小和最大干膜厚度；

涂装的方式，工具和/或机械；

涂装前的表面状况（除锈等级、清洁度、粗糙度等）；

环境限制条件（温度和相对湿度）。

c.化学品安全技术说明书（MSDS）；

d.涂装规格书，至少包括：

施工范围；

涂层系统类型；

钢材处理；

表面处理；

表面清洁度；

环境条件；
涂装程序；
验收标准和检查。

e.船厂的涂装作业工作记录，至少包括：
每个舱室涂装的真实空间和面积（平方米计）；
涂装的涂层系统；
涂装的时间、厚度、道数等等；
涂装时的周围环境条件；
表面处理的方式。

f.船舶建造期间涂层系统的检查和修补程序；

g. 涂层检查员签署的检查结果（检查日志和不合格报告样本见附录 A），声明涂层依照涂装规格书涂装，已得到涂料生产商代表的认可，并详细说明与涂装规格书的差异；

h.船厂核实的检查报告，至少包括：
检查完成日期；
检查结果；
备注（如有时）；
检查员签名。

i.营运期内涂层系统的维护和修理程序；

j.三方检查协议。

(2) 应按照本指南第8章有关规定将维护、修理和局部重涂事项记录在涂层技术文件中，应注意考虑海水专用压载舱和散货船双舷侧处所中永久性检验通道的涂层维护。

(3) 如果全面重涂，应将第5.2.4(1)规定的项目记录在涂层技术文件中。

(4) 涂层技术文件在船舶寿命期内应保存在船上并及时补充有关内容。

5.2.5 相关健康和安全应符合本指南4.10的相关要求。

5.3 涂层性能

5.3.1 本章规定的涂层性能要求是基于涂层达到15年的目标使用寿命，这是从最初的涂装开始，涂层系统维持“良好”（定义见本指南表8.2.3）状态的持续时间。涂层的实际使用寿命是变化的，取决于很多的变化因素，包括在使用中遇到的实际情况。

5.3.2 本指南规定的特定处所的涂装范围如下：

（1）专用海水压载舱；

（2）散货船双舷侧处所；

（3）原油船货油舱应至少在以下区域涂装保护涂层，如图 5.3.2 所示。

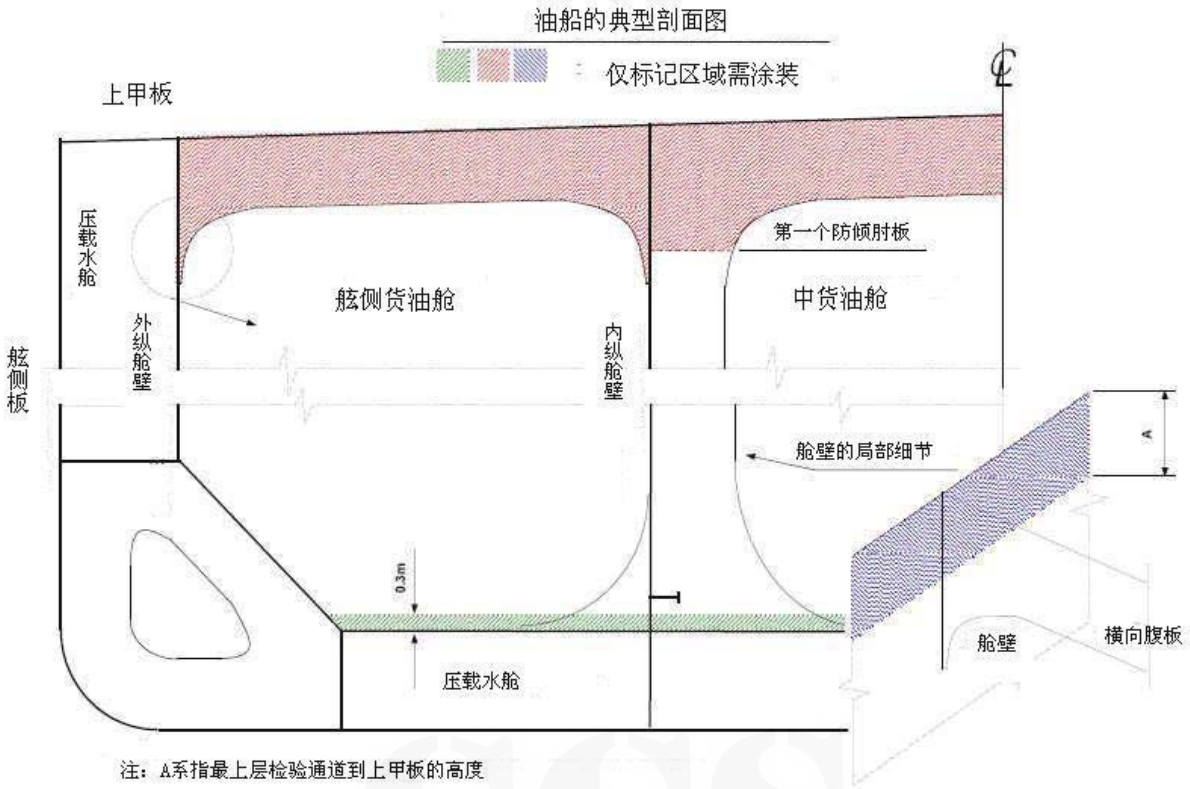


图 5.3.2 原油船货油舱的涂装区域

a.整个甲板内部结构，包括甲板与纵横舱壁的连接肘板；对于环框架结构的货油舱，从甲板下的横向框架向下涂至上层面板下的第一个防倾肘板；

b.纵横舱壁应涂至最上层检验通道，该通道及其支撑肘板应全部涂装；

c.无最上层检验通道的货油舱舱壁，应向下涂至中心线处舱深的 10%，但距甲板不必超过 3 米；

d.整个内底板及从底板往上0.3m的所有结构。

（4）散货船和油船的空舱处所按表 5.3.2 分为三类。

散货船和油船的空舱处所分类　　表 5.3.2

	油船	散货船
I 类	双舷侧（DSS）空舱，包括保护货油舱的空边舱、底部/双壳空舱处所。	货物区域顶边空舱处所、底边空舱处所和双层底空舱处所
II 类	.1 首部隔离空舱/分隔艏尖舱与货舱的隔离空舱； .2 货物区域的隔离空舱/分隔不兼容货品的隔离空舱； .3 尾部隔离空舱； .4 箱型龙骨/管隧； .5 舱壁底凳； .6 舱壁顶凳。	.1 双层底管路/管隧； .2 位于槽型舱壁底部封槽板或挡货板背后的小型空舱，全封闭处所除外； .3 货舱内其他小型空舱，全封闭处所除外； .4 横舱壁底凳，全封闭处所除外； .5 横舱壁顶凳，全封闭处所除外；
III 类	.1 位于槽型舱壁底部封槽板或挡货板背后的全封闭处所，以及液货舱里其他小型全封闭处所； .2 全封闭的横舱壁底横凳； .3 全封闭的横舱壁顶横凳； .4 换能器空舱； .5 本表 I 和 II 类未特别提及的任何空舱处所。	

表 5.3.2 中散货船和油船的 I 类空舱处所应按照专用海水压载舱和散货船双舷侧处所的要求涂装；散货船和油船的 II 类空舱处所应按散货船和油船空舱处所的要求涂装；散货船和油船的 III 类空舱处所的保护

涂层本章没有要求。

5.3.3 本章覆盖了船舶特定处所钢结构保护涂层的要求，而特定处所内舾装件的腐蚀防护应满足如下要求：

（1）作为结构整体部分的永久性检验通道，应按照该永久性检验通道所在处所的要求进行涂装。

（2）作为非结构整体部分的永久性检验通道，建议使用热浸镀锌法作为腐蚀防护的主要方法。热浸镀锌应按照 ISO 1461：1999 的规定进行。热浸镀锌后，工件应至少按照 ISO 12944-5：2007 或涂料生产商的推荐进行涂装。涂层类型的选择应按照涂料生产商的推荐，考虑与镀锌表面的相容性。

（3）作为非结构整体部分的永久性检验通道，如仅使用涂层作为腐蚀防护措施，应尽可能按照该永久性检验通道所在处所要求进行涂装。此时，其保护涂层应至少遵照所在处所涂装要求中关于工作规范、涂层类型（环氧基）和总的名义干膜厚度的要求。

（4）建议管子、测量装置等支撑件参照5.3.3（2）和（3）对非结构整体部分构件的要求进行腐蚀防护。

5.3.4 船舶特定处所保护涂层在建造时的表面处理和涂装要求见表5.3.4。

（1）涂料生产商应提供满足表5.3.4所列要求的保护涂层的产品说明书；

（2）CCS应审查产品说明书和保护涂层的符合证明或认可证书；

（3）船厂应依据CCS审查的涂装规格书、产品说明书和工厂的涂装程序涂装保护涂层。

船舶特定处所保护涂层在建造时的表面处理和涂装要求　　表5.3.4

<table>
<tr><td colspan="2">特定处所</td><td>专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所</td><td>原油船货油舱</td><td>散货船和油船的Ⅱ类空舱处所</td></tr>
<tr><td colspan="5">1　涂层系统的设计</td></tr>
<tr><td rowspan="2">.1</td><td rowspan="2">涂层系统的选择</td><td>涂层系统的选择应由各有关方面结合涂层的使用条件和有计划的保养加以考虑。应考虑其中的下列事项：
.1　与受热面相邻的舱室位置；
.2　压载和排压载水作业的频率；
.3　要求的表面条件；
.4　要求的表面清洁度和干燥程度；
.5　辅助阴极保护装置，如果有。（涂层应与辅助阴极保护系统相容）。</td><td>涂层系统的选择应由各有关方面结合涂层的使用条件和有计划的保养加以考虑。应考虑其中的下列事项：
.1　与受热面相邻的舱室位置；
.2　原油装卸的频率；；
.3　要求的表面条件；
.4　要求的表面清洁度和干燥程度；
.5　辅助阴极保护装置，如果有。（如果涂层有辅助的阴极保护，涂层应与辅助阴极保护系统相兼容）；
.6　涂层的耐渗透性，对惰性气体和酸的抵抗性；
.7　适当的机械性能（柔韧性、抗冲击强度）。</td><td>涂层系统的选择应由各有关方面结合涂层的使用条件和有计划的保养加以考虑。应考虑其中的下列事项：
.1　与受热面相邻的舱室位置；
.2　要求的表面条件；
.3　要求的表面清洁度和干燥程度；
.4　相对湿度；
.5　涂装过程和维护；
.6　机械通风。</td></tr>
<tr><td colspan="3">涂层生产商应提供成文的、有满意性能记录和产品说明书的产品。生产商应具有提供适当技术帮助的能力。性能记录、产品说明书和技术帮助(如有)应在涂层技术文件中记录。
在阳光曝晒甲板下面或在加热舱室周围的舱壁上应用的涂料应具有耐反复加热和／或冷却而不变脆的性能。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">.2</td><td rowspan="2">涂层类型</td><td colspan="3">环氧基或等效涂层类型，应具有CCS相应产品认可证书。
建议多道涂层系统，每道涂层的颜色要有对比。
面涂层应为在手电筒光线下能容易与锈蚀区分的浅颜色系，如浅灰色、浅黄色、白色、泳池兰或泳池绿等，以便于营运中检查。</td></tr>
<tr><td>—</td><td>应考虑在与泵的连接处和加热管处使用增强型涂料。
应考虑辅助阴极保护装置可能会产生电流。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>.3</td><td>工作规范</td><td>应至少进行两道预涂和两道喷涂。仅在焊缝区如能证明涂层可满足NDFT要求的范围内，可减少第二道预涂，以避免不必要的涂层过厚。</td><td colspan="2">应至少进行一道预涂和一道喷涂。热切割自由边和小孔处应预涂。</td></tr>
</table>

特定处所		专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所	原油船货油舱	散货船和油船的Ⅱ类空舱处所
		任何减少第二道预涂的范围都应详细地全部记录在CTF中。 预涂应采用刷涂或辊涂的方法。预涂应生成具有连贯而良好形态的涂层，没有明显的缺陷。预涂方法应确保需要预涂的所有区域可用刷涂或辊涂适当涂装。辊涂可用于流水孔和过焊孔，但不可用于边缘和焊缝。		
		应根据涂料生产商的建议，使每一道主涂层在下一道主涂层涂装前适当固化。表面污染物如锈、油脂、灰尘、盐、油等污染物应该在涂装前根据涂料生产商的建议采用适当的方法去除。应去除埋在涂层中的磨料嵌入物。工作规范应包括涂料生产商规定的涂层复涂时间间隔和可踩踏时间间隔。		
4	名义总干膜厚度（NDFT）[①②]	NDFT应不小于CCS相应产品认可证书中的涂层干膜厚度，且不小于320μm。		NDFT应不小于CCS相应产品认可证书中的涂层干膜厚度，且不小于200μm。
		环氧基涂层的干膜厚度应符合90/10规则，其他类型涂层系统根据CCS相应产品认可证书。 每道涂层最大干膜厚度应符合涂料生产商的推荐。应小心避免涂膜过厚。涂装中应按规定测量湿膜厚度。 稀释剂应限于使用涂料生产商推荐的类型和用量。		
2 表面预处理				
.1	抛（喷）射处理和粗糙度[③④⑤]	Sa 2 ½级，粗糙度介于30～75 μm。D级钢材不适用于船舶特定处所的建造。 在下列情况下不应进行抛（喷）射处理： .1 相对湿度超过85%；或 .2 钢材的表面温度高于露点温度少于3℃。 在表面处理结束时，在进行车间底漆涂装前，应依据涂料生产商的建议检查钢材表面的清洁度和粗糙度。		

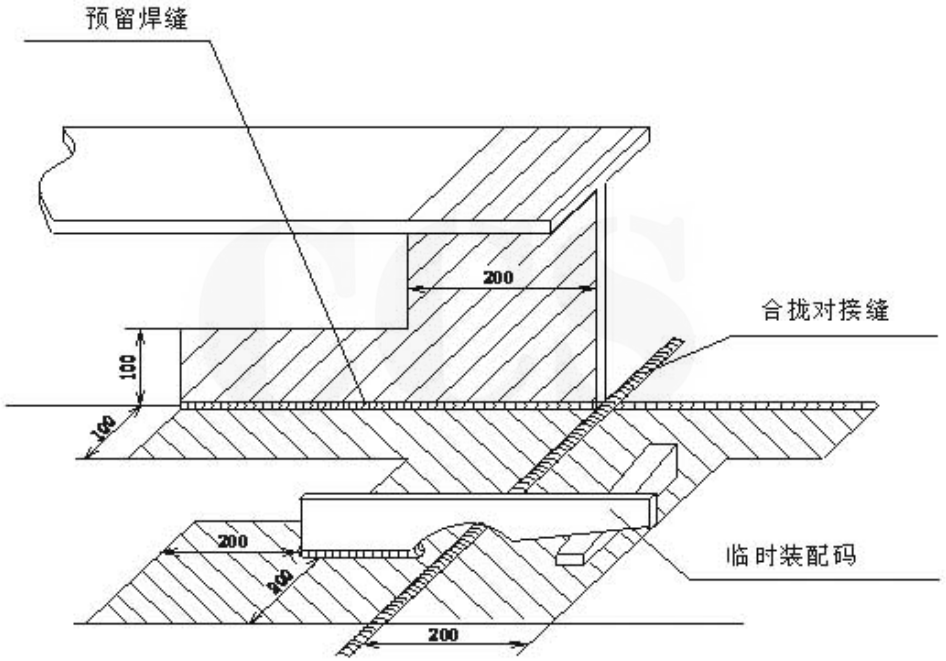
① 测厚仪的类型和校准参考标准 SSPC-PA2：2004 涂层涂装规范 No.2。
② 90/10 规则指所有测量点的 90%测量结果应不小于 NDFT，其余 10%测量结果不小于 0.9×NDFT。
③ 表面清洁度的测定参照标准 ISO 8501-1:1988/Suppl:1994 涂装前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定。
④ 表面粗糙度的测定参照标准 ISO 8503-1/2:1988 涂覆涂料前钢材表面处理—喷射清理后的钢材表面粗糙度特性。
⑤ 钢材等级参照标准 ISO 8501-1:1988/Suppl:1994 涂装前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定。

特定处所		专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所	原油船货油舱	散货船和油船的Ⅱ类空舱处所
.2	水溶性盐限制（相当于氯化钠）[6]	≤ 50 mg/m^2 NaCl		
.3	车间底漆	无缓蚀剂的含锌硅酸锌基涂料或等效的涂料。 与主涂层系统的相容性应由涂料生产商确认。		
3 二次表面处理				
.1	钢材状态[7]	钢材表面应加以处理，去除毛边，打磨焊道，去除焊接飞溅物和任何其他的表面污染物，以使选择的涂层能够均匀涂覆，达到所要求的NDFT和有足够的附着力。		
		涂装前边缘应处理成半径至少为2mm的圆角，或经过三次打磨，或至少经过等效的处理。当采用专用成形打磨工具时，一次打磨可以认为是等效的处理。	涂装前边缘应处理光滑，或经过一次打磨，或至少经过等效的处理。	
.2	表面处理[3]	破损的车间底漆和焊缝处达到Sa2½。	破损的车间底漆和焊缝处达到Sa2或St3。	
		如CCS的产品认可证书证明该车间底漆与待涂的主涂层相容时，可保留完整的车间底漆。保留的车间底漆应用扫掠式喷砂、高压水洗或等效的方法清洁。否则，完整底漆至少要去除70%，达到Sa 2。		
.3	合拢后的表面处理[3]	对合拢缝区域为St 3，或更好，或可行时为Sa 2½。	对合拢缝区域为St 3，或更好，或可行时为Sa 2。	

[6] 水溶性盐含量的测定参照标准 ISO 8502-6 和 ISO 8502-9：1998 测量钢材表面水溶性水溶性盐的电导率，与规定当量的 NaCl 电导率作比较，小于或等于即为通过。

[7] 参照标准 ISO 8501-3:2001（P2 等级）涂覆涂料前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定。

[3] 表面清洁度的测定参照标准 ISO 8501-1:1988/Suppl:1994 涂装前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定。

特定处所		专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所	原油船货油舱	散货船和油船的Ⅱ类空舱处所
		合拢缝区域通常为以合拢焊缝为中心，两侧各不超过200mm的带状区域。因合拢造成的反面烧损也可归为合拢缝区域。如为分段间桁材或骨材对接而预留的未焊接角焊缝，则以该焊缝为中心四周各100mm的范围可归为合拢缝区域。见图5.3.4所示。如果液舱边界水密舱壁的角焊缝因需进行渗漏试验而在分段阶段未涂装涂层，则此时该角焊缝可归为合拢缝区域。  图5.3.4 合拢缝区域示意图		

<table>
<tr><td colspan="2">特定处所</td><td>专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所</td><td>原油船货油舱</td><td>散货船和油船的Ⅱ类空舱处所</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td>当涂层破损面积不超过计量涂装总面积的2%时，破损区域应允许处理至St 3。当涂层破损面积超过计量涂装总面积的2%，或相邻涂层破损总面积超过25m^{2}时，涂层破损区域应至少处理至Sa 2½。
破损区域是指破损至车间底漆或钢材表面的区域。</td><td>对货油舱内底板，当涂层破损面积不超过计量涂装总面积的 20%时，破损区域应允许处理至 St 3。当涂层破损面积超过计量涂装总面积的 20%，或相邻涂层破损总面积超过 25m^2 时，涂层破损区域应至少处理至 Sa 2½。
对甲板下部区域，当涂层破损面积不超过计量涂装总面积的3%时，破损区域应允许处理至St 3。当涂层破损面积超过计量涂装总面积的3%，或相邻涂层破损总面积超过25m^{2}时，涂层破损区域应至少处理至Sa 2½。
破损区域是指破损至车间底漆或钢材表面的区域。</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">破损区域系指破损至车间底漆或钢材表面的区域。
相邻涂层破损系指各破损区域之间的最短距离小于100mm的涂层破损。
破损面积比例计算应为不计及合拢缝区域时，涂装的结构分段合拢后，在修补时计及的破损面积与当时舱室的总面积之比。
破损面积可由涂层检查员判定。当有争议时，对大面积破损可采用照片划线法判定，对线性破损则直接测取长度。</td></tr>
<tr><td colspan="3">涂层搭接处表面应处理成斜坡状。</td></tr>
<tr><td>.4</td><td>粗糙度要求[④]</td><td colspan="3">全面或局部喷射处理后粗糙度应为30～75 μm，其他处理按涂料生产商的推荐。</td></tr>
</table>

[④] 表面粗糙度的测定参照标准 ISO 8503-1/2：1988 涂覆涂料前钢材表面处理—喷射清理后的钢材表面粗糙度特性。

特定处所		专用海水压载舱、散货船双舷侧处所和散货船和油船的Ⅰ类空舱处所	原油船货油舱	散货船和油船的Ⅱ类空舱处所
.5	灰尘[⑧]	颗粒大小为“3”、“4”或“5”的灰尘等级为1级。 如不用放大镜，在待涂表面目视可见的更小的灰尘颗粒也应去除。更小的灰尘颗粒系指颗粒大小在“3”以下的微尘，当微尘积聚至肉眼可见时应予以去除。		颗粒大小为“3”、“4”或“5”的灰尘等级为2级。
.6	喷砂/打磨后水溶性盐限制（相当于氯化钠）[⑥]	≤ 50 mg/m^2 NaCl		≤ 100 mg/m^2 NaCl
.7	油污	无油污。		
4 其他				
.1	通风	为使涂料适当地干燥或固化，应予以充足的通风。应根据涂层生产商的建议，在整个涂装过程中和涂装完成后的一段时间内保持通风。		
.2	环境条件	应按照涂装规格书，在控制湿度和钢材表面状况下进行涂装。此外，下列情况下不应进行抛（喷）射处理或涂装： （1）相对湿度超过 85%；或 （2）钢材表面温度高于露点小于3℃。		
.3	涂层检查[①]	应尽量避免破坏性检查。 为了质量控制，每道涂层干膜厚度都要进行测量。最后一道涂层涂装后应使用适当的测厚仪测定总干膜厚度。		
.4	修补	涂层出现缺陷(如针孔、气泡、露底等)的区域，应做标记，并采取适当的措施修补。所有这类修补应再次检查并文件记录。		

[⑧] 灰尘评定参照标准 ISO8502-3:1993 涂覆涂料前钢材表面处理—表面清洁度的评定试验。

[⑥] 水溶性盐含量的测定参照标准 ISO 8502-6 和 ISO 8502-9：1998 测量钢材表面水溶性水溶性盐的电导率，与规定当量的 NaCl 电导率作比较，小于或等于即为通过。

[①] 测厚仪的类型和校准参考标准 SSPC-PA2：2004 涂层涂装规范 No.2。

5.4 涂层系统认可

5.4.1 应用于船舶特定处所的涂层系统应经CCS认可的实验室进行相关试验，试验结果以文件形式记录。如结果令人满意，可向CCS申请符合证明或认可证书。

5.5 涂层检查要求

5.5.1 从事船舶特定处所涂层检查的涂层检查员的资格应满足本指南第2章有关规定。

5.5.2 涂层检查应符合本指南4.9.1的相关要求。作为最低要求，应至少进行5.5.4中的检查项目。检查重点应放在表面处理和涂装施工的起始，因为不恰当的工作在以后的涂装过程中很难更改。应尽量采用非破坏性方法检查代表性构件的涂层厚度。检查员应证实所进行的全部测量过程是恰当的。

5.5.3 涂层检查员签署的检查结果（检查日志和不合格报告样本见附录A），声明涂层依照涂装规格书涂装，已得到涂料生产商代表的认可，并详细说明与涂装规格书的差异，检查结果放入CTF中。

5.5.4 涂层检查项目见表5.5.4。

涂层检查项目　　表5.5.4

建造阶段		检查项目
表面预处理	1	在抛(喷)射处理开始前、天气发生突变和表面存在结露可能性时，应测量钢材表面温度、相对湿度和露点，并记录。
	2	表面预处理后，车间底漆涂装前，应测量钢材表面粗糙度和表面水溶性盐含量并检查油、油脂和其他污染物。 手工处理的钢材每块应至少测一点表面水溶性盐含量。 自动化处理的钢材，涂层检查员如确认自动化处理的质量控制体系包括如下程序，则可免除钢材表面预处理的检查： （1）磨料管理程序，包括盐含量和污染物的控制； （2）记录钢材表面温度、相对湿度、露点的程序； （3）控制或监测钢材表面清洁度、粗糙度、油脂、灰尘和其它污染物的程序； （4）记录/测量钢材表面水溶性盐含量的程序； （5）验证车间底漆厚度和固化情况符合涂装规格书规定值的程序。 （6）以上程序每月至少进行一次。
	3	车间底漆涂装过程中应监控钢材表面的清洁度。
	4	应确认车间底漆的材料满足要求。
厚度		如证明硅酸锌车间底漆与主涂层体系相容，则应确认车间底漆厚度和固化情况与规定值一致。
分段组装	1	分段建造完成后，二次表面处理开始前，应目视检查钢材表面处理，包括检查边缘的处理。 去除任何的油、油脂或其他可见的污染物。
	2	喷砂/打磨/清洁后，在涂装前应目视检查处理后的表面。 完成喷射、清洁后，系统第一道主涂层涂装前，应测量钢材表面残留水溶性盐含量，每个分段至少测一点。
	3	每道涂层涂装前，均应检查前一道涂层表面油、油脂或其他可见污染物，检查前一道涂层的固化质量。
	4	在涂层涂装和固化阶段，应监控钢材表面温度、相对湿度和露点，并记录。
	5	应按涂装过程的步骤进行检查。
	6	应按附录B的规定和列出的要求进行干膜厚度测量，验证涂层达到了规定的厚度。每道涂层干膜厚度都要进行测量。最后一道涂层涂装后应由涂层检查员使用适当的测厚仪检查总干膜厚度，并报告是否满足要求。报告中可包括所有干膜厚度测量的概要，通常包括最小和最大干膜厚度、测量次数、大于和小于NDFT的百分比。最终的干膜厚度应予以计算并确认是否符合90/10规则。
合拢	1	目视检查钢材表面状况，表面处理情况，验证其他要求是否达到，达成一致的规定是否得到执行。
	2	涂装前和涂装中应按规定测量钢材表面温度、相对湿度和露点，并做记录。
	3	应按涂装过程的步骤进行检查。

5.6 验证要求

5.6.1 在审查涂层技术文件之前，应由CCS进行下列工作：

（1）核查产品说明书和符合证明或认可证书符合本章要求；

（2）核查代表性包装桶上的涂料标识与产品说明书和符合证明或认可证书标识的涂料是否一致；

（3）审查涂层检查员的资格；

（4）核查检查员关于表面处理和涂层涂装的报告，表明与涂料生产商的产品说明书和符合证明或认可证书的一致性；

（5）对检查员使用三方检查协议（经CCS审查过）中所述的设备、技术和报告方法的情况进行检查，以监督涂层检查要求的执行。

5.7 替代系统

5.7.1 本章中所有根据表5.3.4涂装的非环氧基涂层系统都定义为替代系统。

5.7.2 本章涂层性能要求是基于公认的和常用的涂层系统。这并不意味着排斥其他证明具有等效性能的可供选择的系统，如非环氧基系统。

5.7.3 接受其他涂层系统需要有材料证明其腐蚀防护性能至少与本章涂层性能要求等效。

5.7.4 文件证明材料应至少包括涂层系统相当于本章5.3所述的令人满意的涂层性能，目标使用寿命为15年，或者经5年实际暴露试验后涂层状况不低于“良好”（定义见本指南表8.2.3）或者通过CCS认可的实验室试验。

第 6 章　船舶特定处所保护涂层技术资料的审查

6.1　一般要求

6.1.1 本章适用于CCS验船师在新船建造阶段对申请第1章中附加标志的特定处所的保护涂层技术资料进行审查。

6.2　三方检查协议的审查

6.2.1　船舶建造前，应由船东、船厂和涂料生产商就表面处理和涂装过程的检查协商一致后达成一个协议，该协议由船厂提交 CCS 审查。CCS 根据本指南 5.2.2 规定的内容进行审查。

6.2.2　为便于三方检查协议的审查，船厂应提供下列资料：

（1）涂装规格书；

（2）涂料的符合证明或认可证书的副本。

6.2.3 如发现检查协议与本指南的任何偏差均应向船厂提出，船厂负责纠正措施的确认和实施。

6.2.4 在所要求的全部纠正措施落实并使 CCS 满意前，不应开始表面处理和涂装施工。

6.3　涂装规格书的审查

6.3.1 船厂应提供满足本指南表5.3.4涂层性能要求的涂装规格书。

6.3.2 涂装规格书应至少包括：

（1）施工范围；

（2）涂层系统类型；

（3）钢材处理；

（4）表面处理；

（5）表面清洁度；

（6）环境条件；

（7）涂装程序；

（8）验收标准和检查。

6.4　涂层检查情况的核查

6.4.1　CCS应按本指南5.6的要求核查。

6.4.2 如发现任何偏差均应向涂层检查员提出，该涂层检查员负责纠正措施的确认和实施。

6.4.3 如果纠正措施未被CCS接受或纠正措施没有落实，则应通知船厂。

6.4.4 在所要求的全部纠正措施落实并使CCS满意前，不得签发船级证书。

6.5　涂层技术文件（CTF）的审查

6.5.1 船厂负责以纸面或电子格式或二者结合的方式编制涂层技术文件（CTF），并提交 CCS 审查。

6.5.2 涂层技术文件（CTF）应至少包括本指南 5.2.4 规定的项目。

6.5.3　CCS 应根据本指南 5.2.4（1）规定的项目进行审查。

6.5.4 在审查过程中发现的任何偏差均应向船厂提出，船厂负责纠正措施的确认和实施。

6.5.5 在所要求的全部纠正措施落实并使 CCS 满意前，不得签发船级证书。

第 7 章　阴 极 保 护

7.1　一般要求

7.1.1 本章规定适用于船舶水下部位和结构内部浸水表面(如压载水舱)的阴极保护。

7.1.2 阴极保护通常用于经常有液体腐蚀介质存在的环境中。阴极保护分为牺牲阳极保护和外加电流保护两类。外加电流保护不应用于封闭处所的场所。

7.1.3 船舶水上建造和维修过程中，应采取有效措施防止杂散电流对船体的腐蚀。

7.1.4 船舶需要进行阴极保护时，可根据本指南附录 C 和 D 的计算方法进行阴极保护的设计，也可采用有限元阴极保护设计软件进行阴极保护的设计。阴极保护所需保护电流密度可参见表 7.1.4。

阴极保护电流密度　　表 7.1.4

序号	保护部位	环境介质	保护方式	保护电流密度 mA/m^2	备注
1	船体外板(水下)	海水	牺牲阳极	8~18	有保护涂层
2	船体外板(水下)	海水	外加电流	30~50	有保护涂层
3	压载水舱	海水	牺牲阳极	3～10	有保护涂层
4	海上设施(水下)	海水	外加电流	30~40	有保护涂层
5	舵	海水	牺牲阳极/外加电流	100~150	有保护涂层
6	螺旋桨	海水	牺牲阳极	300~400	无保护涂层
			外加电流	500	无保护涂层
7	裸钢	静海水	牺牲阳极/外加电流	80~100	无保护涂层
8	裸钢	流动海水	牺牲阳极/外加电流	100~150	无保护涂层

7.1.5 阴极保护装置，如牺牲阳极、恒电位仪、参比电极和辅助电极应由本社认可，对于外加电流保护系统也可以整个系统的形式申请认可。

7.1.6　对于具有明显电极电位差的材料(如碳钢和奥氏体不锈钢或铝合金)相连接时，应考虑适当的绝缘措施，以降低其电偶腐蚀。

7.1.7　在船舶开工前，应至少将 7.2 中的资料提交本社报备。

7.2　图纸资料

7.2.1 阴极保护系统的设计资料至少应提交下列资料包括：

(1)阴极保护设计计算书；

(2)牺牲阳极布置图，或；

(3)外加电流阴极保护布置图；

7.2.2 阴极保护设计计算书应包括下列内容：

(1)阴极保护方式的选择；

(2)被保护部位(区域)的面积；

(3)保护电位范围、保护电流密度和保护电流总量；

(4)当采用牺牲阳极保护时，牺牲阳极材料、大小、形式、重量、电容量、发生电流、使用寿命和设计使用数量，计算方法可参考附录 C；

(5)当采用外加电流保护时，恒电位仪的型号、辅助阳极的型号、数量和重量、参比电极型号和螺旋桨及舵接地装置型号，计算方法可参考附录 D。

7.2.3 牺牲阳极布置图应符合建造说明书的要求，牺牲阳极布置图应包含以下内容：

(1)牺牲阳极的材质和型号；

(2)牺牲阳极的尺寸；

(3)牺牲阳极的安装形式和安装要求；

(4)牺牲阳极布置的坐标位置。

7.2.4 外加电流阴极保护布置图应符合建造说明书要求，并包括以下内容：

(1)恒电位仪、辅助阳极、参比电极的型号、尺寸及座标位置；

(2)螺旋桨接地装置和舵接地装置的座标位置；

(3)阳极屏材质和施工要求；

(4)外加电流保护系统的安装技术要求。

7.3 牺牲阳极

7.3.1 牺牲阳极应装有钢芯，钢芯应使阳极在蚀耗中仍能保持住阳极。牺牲阳极应有足够的刚度，以避免与其支座发生共振。

7.3.2 海上船舶和设施使用的牺牲阳极的电化学性能应满足以下要求：

牺牲阳极电化学性能　　表 7.3.2

牺牲阳极类型		开路电位 V	工作电位 V	实际电容量 Ah/kg	消耗率 $kg*(A*a)^{-1}$	电流效率 %	溶解性能
锌铝镉合金牺牲阳极		-1.09~-1.05	-1.05~-1.00	≥780	≤11.23	≥95	表面溶解均匀，腐蚀产物容易脱落
铝-锌-铟系合金牺牲阳极	1 型	-1.18~-1.10	-1.12~-1.05	≥2400	≤3.65	≥85	
	2 型	-1.18~-1.10	-1.12~-1.05	≥2600	≤3.37	≥90	

注 1：参比电极——饱和甘汞电极。

注 2：介质——海水介质采用人造海水或天然海水。

注 3：2 型为铝-锌-铟-镁-钛阳极，其他为 1 型阳极。

7.3.3 牺牲阳极工作表面应无氧化渣、毛刺、飞边、裂纹等或油污、涂层等影响性能的缺陷。每个牺牲阳极的重量偏差为±3%，但总重量不应出现负偏差。

7.3.4 船舶牺牲阳极一般应使用铝合金阳极或锌合金阳极，不推荐使用镁合金阳极。

7.4 牺牲阳极布置

7.4.1 船体外板的牺牲阳极可根据建造说明书的要求在全船布置，也可仅在艉部布置；船体外板所需的牺牲阳极沿舭龙骨和舭龙骨前后的流线均匀对称地布置。

7.4.2 螺旋桨和舵所需的牺牲阳极应均匀地布置在艉部船壳板及舵叶。但是距螺旋桨叶梢 300mm 范围内的船壳板上和单螺旋桨船的无阳极区不应布置牺牲阳极(见图 7.4.2)。

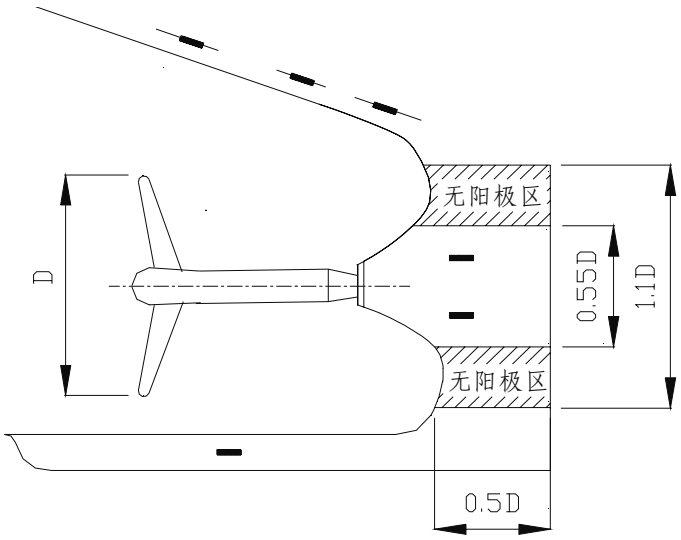


图 7.4.2 船体无阳极区示意图

7.4.3 海底阀箱、冷凝器、侧推导流筒、声纳换能器阱所需的牺牲阳极应布置在箱、水室或阱的内部，对于螺旋桨导管则应将牺牲阳极布置在导管外壁。

7.4.4 靠近首部的阳极布置时应考虑避免船舶收放锚对阳极的损坏。
7.4.5 液舱内的牺牲阳极应合理布置在底部和舱内构件上。铝合金阳极允许在装油的液舱中使用，但仅限于势能不超过 275J 的部位。铝合金阳极一般不应设在液货舱口和洗舱机开口下面。镁和镁合金阳极仅允许在专门作为水压载舱中使用。锌合金阳极使用位置可不受上述限制。
7.4.6 用于液舱内保护的牺牲阳极，一般应布置于在液舱低液位时仍可被浸没的位置上，均匀布置。
7.4.7 舱内牺牲阳极不得固定在船壳板上；牺牲阳极的两端也不得固定在可能发生相对位移的分开构件上；牺牲阳极应固定在扶强材上或与平面舱壁扶强材相对应的位置上。
7.4.8 阳极不能分布于分段缝（横跨两边），端部距离分段缝至少 300mm，阳极与舾装件的距离至少在 40mm 以上。

7.5 牺牲阳极的安装

7.5.1 紧贴构件表面安装的牺牲阳极，在安装前应在紧贴构件一面的阳极上涂覆厚度不低于 150μm 的环氧系涂层，或在阳极下垫一块橡胶垫片。对于用螺栓锚固的阳极，螺栓拧紧后，应用腻子封闭螺栓，将阳极上的螺栓孔封闭。
7.5.2 阳极与被保护结构可采用下列的方式进行可靠的连接。牺牲阳极安装后，其与铁脚间的接触电阻应不大于 0.001Ω：
(1)钢芯以足够尺寸的连续焊与结构连接；
(2)钢芯用螺栓连接到用连续焊接于结构上的支座上，每个支座上至少应有 2 只带防松螺母的螺栓；
(3)其他经认可的机械夹紧装置。
7.5.3 对焊接更换牺牲阳极可能影响相邻舱室时(油舱区域外板处等)，通常采用钢芯螺栓联接。
7.5.4 钢芯或支座与主要构件焊接时，应避开肘板趾端及类似的应力集中处。当钢芯或支座与不对称扶强材焊接时，应与其腹板连接，且焊缝距腹板边缘的距离至少 25mm；当扶强材或桁材具有对称面板时，则钢芯或支座可连接到腹板或面板的中心线上，但应避开自由边缘。牺牲阳极应尽可能不安装在高强度钢纵骨的面板上。

7.6 外加电流保护的一般要求

7.6.1 船体外板外加电流阴极保护设计中，其保护电位范围通常应达到-0.80V~-1.00V(相对于 Ag/AgCl 参比电极，下同)。特殊情况下，当阳极布置位置受到限制时，保护电位范围可为-0.75V~-1.00V。
7.6.2 外加电流保护系统应有足够的容量，以确保在任何工况下都能提供设计要求的保护电流。

7.7 外加电流保护装置

7.7.1 外加电流保护系统所采用的恒电位仪应具有下列性能：
(1) 能在环境为 -10℃～55℃，空气相对湿度不大于 95％的条件下可靠工作；
(2) 能适应船舶横倾、横摇 22.5°，纵倾、纵摇 10°的工作条件；
(3) 电位被控制在误差不大于 0.02V 的范围内；
(4) 电位在给定范围内连续可调，调节精度不低于 0.01V;
(5) 具有限流或过流保护；
(6) 输入阻抗不小于 1MΩ;
(7) 具有金属结构外壳。外壳防护型式不低于 IP23。
7.7.2 辅助阳极应具有下列性能：
(1)导电性好、输出电流大、寿命长；
(2)安装后阳极体或导电杆与阳极填料函或水密罩之间的绝缘电阻在干燥状态下（即阳极结构安装完毕没有试水压前）应大于 1MΩ；
(3)阳极结构的密性，在 0.2MPa 的压力下，历时 15min 应不渗水或漏气；
7.7.3 参比电极应具有下列性能：
(1)极化性小、性能稳定、寿命长；
(2)安装后参比电极或导电杆与船体之间的绝缘电阻在干燥状态下应大于 1MΩ；
(3)参比电极结构的水密性，在 0.2MPa 的压力下，历时 15min 应不渗水或漏气；
7.7.4 辅助阳极的阳极屏应具有下列性能：
(1)附着力应不小于 10MPa；
(2)在 3J 落锤冲击后阳极屏应无裂纹或剥落现象；
(3)经 1000h 盐雾试验，达到 1 级要求；
(4)经-3.50V±0.02V(Ag/AgCl 参比电极)的电位 30 天试验无起泡、剥落和粉化现象；

7.7.5 外加电流系统中采用的电缆应满足下列要求：

(1)外加电流阴极保护系统所用的电缆应是船用电缆。

(2)辅助阳极电缆的导体截面应足够大，使其从恒电位仪到阳极接线端的线路电压降小于 2V，并使各阳极的线路电压降尽量接近。

(3)阴极接地电缆的电压降应小于 0.1V。

(4)参比电极的电缆应采用屏蔽电缆。

7.8 外加电流装置的布置

7.8.1 恒电位仪通常应布置在机舱或其他容易观察与控制的场所内。如船舶设置多台恒电位仪，则应在机舱或驾驶室内设有恒电位仪集中观察与控制装置。

7.8.2 对于船长超过 200m 的船舶，除在艉部布置一套外加电流保护系统，通常还可在艏部增加一套外加电流保护系统。

7.8.3 辅助阳极的布置应使船体各部位电位满足 7.6.1 的规定。辅助阳极应左右对称地布置在从重载水线到船底中心线弧长约 1/3 处，但必须在船舶轻载水线或海上设施低潮位线下方 0.5m 以下。当全船布置 4 个辅助阳极时，则应在船艏再左右对称的各布置一个，布置于艏部时，应避开抛锚可能损坏电极的区域。。

7.8.4 参比电极应与辅助阳极布置在同一个平面上，具体位置可按厂家推荐布置。建议如果全船安装两个参比电极，则左右舷对称布置。如果安装 4 个参比电极，原则上船的前后部各配置两个，左右舷分开。但参比电极不应设置在辅助阳极的阳极屏范围之内，布置于艏部时，应避开抛锚可能损坏电极的区域。。

7.8.5 每个辅助阳极区域应考虑设置阳极屏，阳极屏范围内应无管子开孔和凸出标志等外物。阳极屏的材料选用、尺寸规格及厚度应符合设备制造厂的推荐要求。

7.8.6 在舵机舱内用截面积不小于 25mm^2 单芯船用软电缆使舵杆与船体短路，接地电阻应小于 0.02Ω。

7.8.7 螺旋桨接地装置由导电环、电刷、刷握与支承架组成，应安装于主机轴上干燥、无油污、便于观察和维护的部位。安装后，螺旋桨与船体的电位差应小于 0.1V。

7.8.8 对电缆穿过船壳板的密封装置的布置应使其包围在一个小的隔离空间内，应尽可能位于机舱或空舱内。连接阳极的电缆不得通过载运低闪点油的油舱。当电缆通过油船的隔离空舱或清洁压载舱时，应将其封闭在厚度不小于 10mm 的坚实的钢管内，位于水舱时，应设置水密的电缆管、或采用防水电缆。

7.9 阴极保护系统检查

7.9.1 阴极保护系统安装完毕后应核查安装的各类电极(牺牲阳极、辅助阳极和参比电极)。其数量、型号、安装位置应符合牺牲阳极布置图和/或外加电流阴极保护布置图。

7.9.2 检查各类电极表面，电极表面应无裂纹和污物。

7.9.3 对采用焊接方法固定的牺牲阳极应检查焊缝的质量；对采用螺栓方法固定的牺牲阳极应确认已用防松装置固定，且电连接可靠。

7.9.4 外加电流阴极保护系统的各设备之间的电连接应可靠;舵和螺旋桨的接地应满足本指南 7.8.6 及 7.8.7 的要求。

7.9.5 辅助阳极和参比电极的连接电缆应适当保护并可靠固定。

7.9.6 外加电流阴极保护系统应在试航阶段进行效用试验。测定的保护电位值应符合阴极保护设计计算书的要求。

第 8 章　防腐蚀系统的维护和修理

8.1　一般要求

8.1.1 本章适用于营运中的船舶的防腐蚀系统的检查、维护以及修缮。涂装过程中涂层缺陷的修补也可参照采用。

8.1.2 船舶应按本社有关规范的要求在规定的期限内对防腐蚀系统的有效性进行状态检验。

8.1.3 在进行涂层维护和修理时，原船如具有相关的涂层技术文件，则修理应按原涂层技术文件进行。若原船无相应的涂层技术文件时，则应考虑新涂料与原涂层的相容性，同时提交新涂层的相关技术文件。为方便防腐蚀系统的维护和修理，船东或业主应尽可能向修理厂提供原防腐蚀系统设计的有关资料。

8.1.4 修理或当重涂或修理需要改变原防腐蚀系统设计时，应将新的设计资料与施工工艺提交本社审核。完工后，工厂应将完工文件交业主备查。

8.1.5 对于具有涂层附加标志的船舶，将营运中的维护、修理和局部重涂事项记录在涂层技术文件中。如果全面重涂，应按本指南 5.2.4 要求项目记录在涂层技术文件中。

8.1.6　对于申请附加标志的特定处所的涂层，其涂层状况应至少达到“尚好”。

8.1.7 规范要求部位涂层的修理，应由涂层检查员对这些部位的表面清理和最终涂层进行检查及确认。

8.2　涂层检查

8.2.1 检查涂层状态前，应对待查表面进行清理。通常可用高压水冲洗结构表面的积尘、污泥和附着海生物等，必要时可用机械工具清理。

8.2.2 对于一般处所的涂层进行检查时，可按照附录 E 计算出相应的缺陷评价系数，评定腐蚀状况。

8.2.3 对于特定处所的涂层检查，可按照下表将其划分为若干区块进行状况评定，其他部位可参照此法进行评定。涂层状况分为：“良好”、“尚好”、“差”三种状态。

涂 层 状 况　　表8.2.3

	良好	尚好	差
涂层剥落或锈蚀面积（1）	＜3%（仅有点状锈斑）（3）	3～20%	＞20%
锈层面积（1）	—	＜10%	≥10%
在边缘或焊缝处的锈蚀及涂层剥落（2）	＜20%	20～50%	＞50%
注： （1）%系指占区域内的面积百分比。 （2）%系指占区域内的边缘或焊缝长度百分比。 （3）点状锈斑，即斑点锈蚀但涂层无可见的失效。			

8.2.4 用肉眼对涂层进行外观检查。特别注意以下部位的涂层状况：

(1)结构凹陷易于积水的位置；

(2)液舱内部；

(3)外加电流保护装置的辅助阳极附近的区域；

(4)其他在使用过程中易于产生涂层损坏的区域。

8.2.5 当发现以下现象，可根据涂层损坏程度予以局部维护、修补、整新或全面重新涂装：

(1)水线以下区域的涂层表面有海生物较大面积附着时；

(2)结构表面出现较大面积锈蚀；或个别锈斑的面积较大时；

(3)涂层出现明显剥离、起泡、龟裂、老化等现象时；

(4)在使用过程中产生涂层磨损、碰坏、拉伤时；

(5)在涂装过程中出现流挂、缩边、龟裂、气孔、层间剥离、涂层粉化等影响涂层性能的缺陷时。

8.3　涂层修理前的表面处理

8.3.1 对于需要进行外板涂层修理的船舶，进坞后应排除液舱内的水，以防外板结露。同时为不使泄水孔排出的污水污染外板，应用木栓塞住或另设临时落水管。

8.3.2 修缮涂装前，可根据涂层损坏的类型和程度采用动力工具打磨、超高压水喷射（压力达到 70MPa 或

更高）或喷砂等方式进行表面处理，表面处理后应尽快施涂底漆，防止钢材返锈等状况的发生。
8.3.3 在喷砂及高压水冲洗船壳的过程中，应对保护阳极、参比电极及阳极屏蔽层进行妥善保护以避免损坏。
8.3.4 如确定原有涂层可以部分保留并再重新复涂的区域，应用扫砂或动力工具打磨的方式作比较完整的拉毛处理。
8.3.5 当进行局部除锈或清除损坏涂层时，应视涂层的厚度，按图 8.3.5 所示要求，在除锈区周边 50～100mm 范围内用动力工具的方式作斜坡式的拉毛处理。

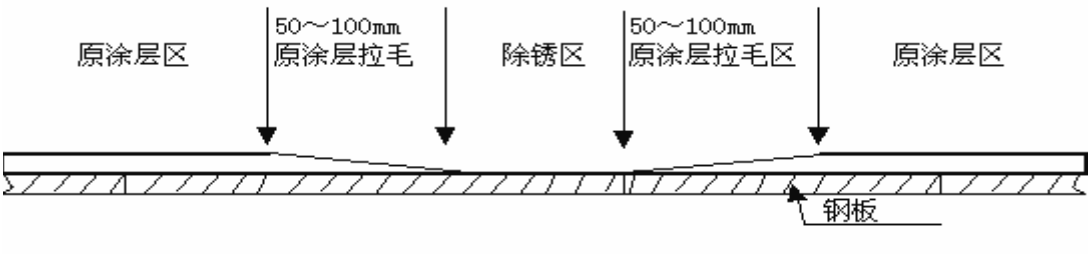


图 8.3.5　　拉毛处理示意图

8.3.6 涂装前，对于一般处所的涂层修理应按照附录 E，按不同的缺陷当量值选择合适的表面处理方法。
8.3.7 涂装前，对于特定处所的涂层修理，待涂装表面应保持清洁，其表面状态应符合表 8.3.7 的要求。

待涂表面状况的要求　　表 8.3.7

涂层状况	良好	尚好	差
预清理	除去污泥、油和油脂，淡水进行冲洗，干燥；预清理过程中应对临近破损区的完整涂层采取适当的保护措施。		
处理方法	打磨	打磨或喷砂	喷砂
表面清洁度	St3 或按照涂料厂商的推荐进行施工	St3 或 Sa 2½	Sa 2½
表面盐分	不大于 80mg/m^2		
表面温度	钢板表面温度应高于露点以上 3℃		
表面粗糙度	应根据涂层技术文件或厂家推荐值进行施工		

8.4 涂层的修理
8.4.1 修理用涂料原则上应使用与原涂层系统配套的种类，新涂层与原涂层的配套性应由船东与涂料商确认。
8.4.2 当清理后的表面出现钢板裸露时，在裸露部位应及时涂装一道与周围涂层系统相容的底漆。
8.4.3 修理用涂料的涂装工艺要求可参照本指南第 4 章或第 5 章的有关规定。
8.4.4 对装载成品油或化学品的液货舱，其涂层的修理应按涂料生产厂建议的方法进行。
8.4.5 对于符合第 5 章所规定的特定处所内的涂层修理应根据 8.2.3 所确定的不同的涂层状况及不同的目标使用寿命进行如下修理工作，对于在上述部位中的永久检验通道也可参照表 8.4.5 要求进行。

涂 层 要 求　　表 8.4.5

涂层状况的评定	涂料系统	干膜厚度（DFT）
良好	应采用具有 CCS 相应产品认可证书的环氧基涂料或涂料厂商推荐的涂料类型。	中期（10 年目标寿命）： 干膜厚度不低于 250μm 至少 2 道预涂两道统涂 长期（大于 10 年的目标寿命）： 干膜厚度不低于 320μm 至少 2 道预涂两道统涂
尚好		
差		

8.4.6 涂层修理后应按要求对修补的区域进行外观检查和膜厚测定。涂层的外观和膜厚应满足修理涂装设计的要求。

8.5 阴极保护装置的检查

8.5.1 船舶的阴极保护系统投入运行之后，对阴极保护的效果应进行定期检查。测量和评价阴极保护的效果可采用下列方法：

(1)测量被保护构件的电位。被保护构件的电位应符合阴极保护设计计算书的要求；

(2)直观检查。进坞检查或潜水员水下目测检查。

8.5.2 阴极保护系统交付使用后，应对其运行的可靠性进行定期检查：

(1)对牺牲阳极保护系统，应检查阳极溶解状况、机械损伤情况等。这种检查通常在坞修时进行；

(2)外加电流阴极保护系统，电源设备运行状况，如输出电流(包括各辅助阳极分路的电流)和保护电位等；辅助阳极、电缆和参比电极的工作状况，应在坞修时进行检查。

8.5.3 检查发现有下列情况时，应对阴极保护系统进行维修：

(1)牺牲阳极、辅助阳极和参比电极在使用过程中已脱落，应选用与原设计相同或相近的阳极或电极重新安装；

(2)牺牲阳极严重耗蚀、钝化而无法保证在下一次坞修前继续保持防护效果时，应换新牺牲阳极；

(3)牺牲阳极、辅助阳极和参比电极的固定装置有明显腐蚀或松动迹象时，应重新加以固定；

(4)辅助阳极已超过规定使用年限或参比电极已失准时，应予以更换；

(5)外加电流保护系统电源设备输出失常时，应予以维修或更换。

附录 A　检查日志和不合格报告（样本）

检查日志　　**编页号：**

<table>
<tr><td colspan="10">船名　　舱/柜编号　　数据库</td></tr>
<tr><td colspan="10">结构部位：</td></tr>
<tr><td colspan="10">表面处理</td></tr>
<tr><td colspan="10">处理方法：　　面积(m^2)
磨料类型：　　颗粒度：
表面温度：　　大气温度：
相对湿度(最大值)：　　露点：
达到的标准：
边缘圆度：</td></tr>
<tr><td colspan="10">检查意见：</td></tr>
<tr><td colspan="10">工作编号：　　日期：　　签名：</td></tr>
<tr><td colspan="10">涂层涂装
方法：</td></tr>
<tr><td>涂料编号</td><td>系统</td><td>批号</td><td>日期</td><td>气温</td><td>表面温度</td><td>相对湿度</td><td>露点</td><td>测得的
干膜厚度*</td><td>规定值</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10">*测得的最小和最大干膜厚度，干膜厚度的读数应附在检查日志后</td></tr>
<tr><td colspan="10">检查意见：</td></tr>
<tr><td colspan="10">工作编号：　　日期：　　签名：</td></tr>
</table>

不合格报告 **编页号：**

船名	舱/柜编号	检查日期
结构部位：		
检查发现应纠正问题的描述		
发现情况的描述：		
参考文件(检查日志)：		
采取的措施：		
工作编号：	日期：	签名：

附录 B　干膜厚度测量

干膜厚度测量点的选取：

.1　平整的表面区域每 5m^2 测量一个数据；

.2　尽可能靠近舱室的边界，但距边界线不小于 15mm，每间隔 2～3m 测量一个数据；

.3　对纵向和横向扶强材：

应按下图要求（沿该构件）每间隔 2～3m 测量一组数据，在主要支撑构件之间至少测量两组数据；

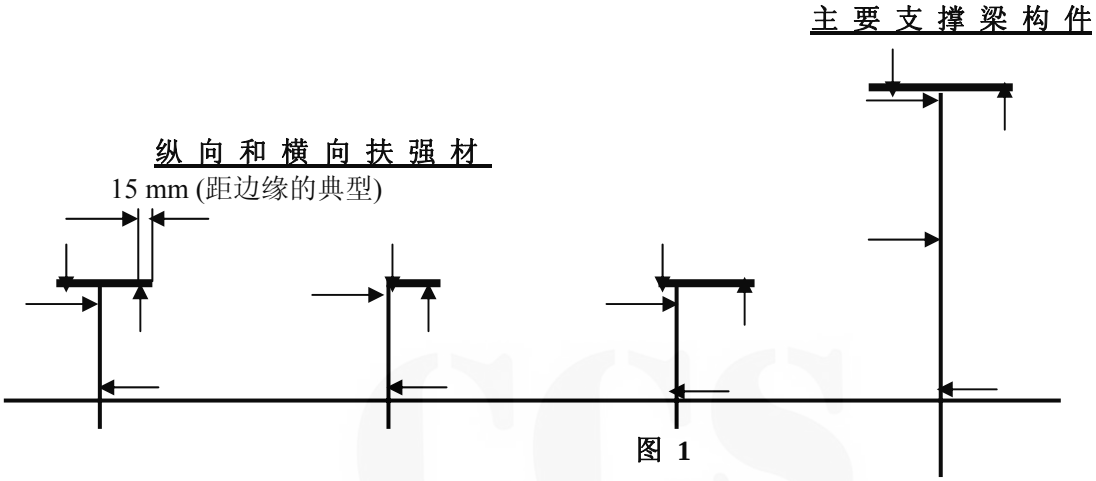


图 1

注：图示箭头指示的关键区域，应理解为指示两侧。

.4　如上图所示，对主要支撑构件一组是指测点中选测 3 个数据，对其他构件一组是选测 2 个数据；

.5　对主要支撑构件（纵桁和横材），按如图 1 所示，每间隔 2～3m 测量一组数据，且不得少于 3 组；

.6　开口周围，每一面测一个数据；

.7　在复杂区域（如主要支撑构件的大肘板），每平方米测五个数据，且不得少于三个数据；

.8　涂层检查员对认为必要的任何区域可额外取点以验证涂层厚度。

附录C　牺牲阳极保护的计算

C1 牺牲阳极的发生电流量一般可从有关标准中查得。对有些特殊规格或特别设计的阳极，其发生电流量I_f可通过下式估算：

$$I_f = \frac{\Delta E}{R} \times 1000 \qquad \text{mA}$$

式中：I_f----牺牲阳极的发生电流量，mA；

ΔE----牺牲阳极的驱动电位，V，对锌合金阳极取 0.20，或按厂家具体产品标称值；对铝合金阳极取 0.25，或按厂家具体产品标称值；

R----牺牲阳极的接水电阻，Ω。

C2 接水电阻应根据不同的阳极形状，按不同的计算方法进行计算。

C2.1 对与被保护物之间不接触的长条形阳极，当 L≥4r 时，其接水电阻 R 可按下式计算：

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}(\ln\frac{4L}{r} - 1) \qquad \Omega$$

当 L＜4r 时，其接水电阻可用下式计算：

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}\left[\ln\left\{\frac{2L}{r}\left(1+\sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right)\right\} + \frac{r}{2L} - \sqrt{1+\left(\frac{r}{2L}\right)^2}\right] \qquad \Omega$$

注：以上两公式适用于阳极体离被保护体表面距离不小于 30cm 的情况，如阳极体距离被保护体在 15－30cm 之间应对此公式取修正系数 1.3，即用以上公式计算结果乘以 1.3

式中：ρ----海水电阻率，Ω.cm，通常取值为 25；

L----牺牲阳极的长度，cm；

r----牺牲阳极的当量半径，cm，可按下式取值：

$$r = \frac{C}{2\pi} \qquad \text{cm}$$

式中：C----牺牲阳极的横截面周长，cm。

C2.2 对紧贴被保护体安装的长条形（长度与宽度或厚度之比，均应大于等于 1）平板状阳极，其接水电阻 R 可按下式计算：

$$R = \frac{\rho}{2S} \qquad \Omega$$

式中：ρ----海水电阻率，Ω.cm，通常取值为 25；

S----牺牲阳极当量长度，cm，可按下式取值：

$$S = \frac{L+B}{2} \qquad \text{cm}$$

式中：L----牺牲阳极的长度，cm；

B----牺牲阳极的宽度，cm。

C2.3 对紧贴被保护体安装的其他尺寸的平板状阳极或圈状牺牲阳极的接水电阻还可采用下式进行计算：

$$R = \frac{0.315\rho}{\sqrt{A}} \qquad \Omega$$

式中：ρ----海水电阻率，Ω.cm,通常取值为 25；

A----牺牲阳极的暴露面积,cm^2。

C3 在选取阳极型号的过程中，应用如下公式对单块阳极的寿命进行校验：

$$t = \frac{m * Q * 1000 * K}{I_m * 8760 * p} \qquad \text{Y}$$

式中：t----牺牲阳极的使用寿命，Y；

m----单块牺牲阳极的质量，kg；

Q----牺牲阳极的实际电容量，Ah/kg；

I_m----牺牲阳极的平均发生电流量，mA，对保护年限较长的海上设施取（0.5~0.55）I_f；对一般船舶可取为（0.6~0.7）I_f；

K----牺牲阳极的利用系数，从表 C1 中选取；

p----压载率。对长期浸没于液体中的结构，取为 100%；

对压载舱可取为 50%～60%，或以实际设计书为准。

牺牲阳极的利用系数　　表 C1

牺牲阳极的类型	牺牲阳极利用系数
L≥4r 的与被保护物之间不接触的长条形阳极	0.90
L＜4r 的与被保护物之间不接触的长条形阳极	0.85
长度与宽度或厚度之比，均大于等于 1 的紧贴被保护体安装的平板状阳极	0.85
紧贴被保护体安装的其他尺寸的平板状阳极或圈状阳极	0.80

C4 牺牲阳极总质量可按下式计算：

$$M_z = \frac{I_i * S_i * t * 8760 * p}{K * Q * 1000} \quad \text{kg}$$

式中：t----牺牲阳极的使用寿命，Y；

M_z----牺牲阳极的总质量，kg；

Q----牺牲阳极的实际电容量，Ah/kg；

I_i----需要的保护电流密度，mA/m^2，见表 7.1.4

S_i----被保护部位的面积，m^2；

K----牺牲阳极的利用系数，从表 C1 中选取。

p----压载率。对长期浸没于液体中的结构，取为 100%；

对压载舱可取为 50%～60%，或以实际设计书为准。

C5 牺牲阳极的用量可按以下公式计算：

$$N_1 = \frac{I_i S_i}{I_m} \quad \text{块}$$

式中：N_1----被保护部位所需的阳极块数；

I_i----需要的保护电流密度，mA/m^2；

S_i----被保护部位的面积，m^2；

I_m----牺牲阳极平均发生电流量，mA。对保护年限较长的海上设施取（0.5~0.55）I_f；对一般船舶可取为（0.6~0.7）I_f

I_f----牺牲阳极的初始发生电流量，mA。

$$N_2 = \frac{M_z}{m} \quad \text{块}$$

式中：N_2----被保护部位所需的阳极块数；

M_z----牺牲阳极的总质量，kg；

m----单块牺牲阳极的质量，kg。

最终选取的阳极的数量为 N_1 与 N_2 中的大值。

如被保护范围包括几个部位，则应根据公式分别计算出各部位需要的牺牲阳极数量。

附录 D　外加电流阴极保护的计算

D1:船体浸水面积

D1.1 可按线型图精确计算。

D1.2 船体浸水面积也可按下式计算：

$$S_1=1.7TL_{wJ}+\nabla/T$$

式中：S_1----船体浸水面积，m^2；

T ----满载吃水，m；

L_{wJ}----满载水线长，m；

∇----满载排水体积，m^3

D2 螺旋桨表面积可按下式计算：

$$S_2=\frac{\pi*n}{2}d_1^2\eta+n\pi d_2L$$

式中：S_2----螺旋桨表面积，m^2；

n----螺旋桨数量；

d_1----螺旋桨直径，m；

η----螺旋桨展开盘面比；

d_2----轴毂直径，m；

L----轴毂长度，m。

D3 舵或其他附体按实际尺寸分别计算面积 S_3、S_4。

D4 保护电流密度与船体的材质、表面涂装状况、船舶在航率、航速、坞修间隔以及水质状况等因素有关。设计时，通常按表 7.1.4 选取保护电流密度。对于特殊船，可视其工作条件和允许进坞间隔的长短，适当提高保护电流密度。

D5 全船所需总保护电流量可按下式计算：

$$I=i_1*S_1+i_2*S_2+i_3*S_3+i_4*S_4$$

式中：　I----全船所需总的保护电流，A；

i_1----船体的保护电流密度，A/m^2；

i_2----螺旋桨的保护电流密度，A/m^2；

i_3----舵的保护电流密度，A/m^2；

i_4----其他附体的保护电流密度，A/m^2；

S_3----舵的面积；

S_4----其他附体的面积。

附录 E　旧涂层缺陷评估与表面处理方法选择

E1 旧涂层缺陷评估

对于无船级附加标志的涂层，修缮涂装前，可根据旧涂层损坏类型、程度和范围对涂层缺陷作出评估。涂层缺陷程度以缺陷当量 Q 表征：

$$Q=\Sigma(Fi\times Si)$$

式中：Q----缺陷当量，数值为 0～25；
Fi----缺陷系数，表示旧涂层损坏类型和程度，见表 E1；
Si----面积系数，缺陷占所评定面积的比例，见表 E2。

缺陷系数　Fi　　表 E1

缺陷种类 / 缺陷系数	锈蚀	起泡（mm）		开裂	剥离
		面漆	底漆		
1		＜ϕ1		涂层表面浅开裂	
2		＜φ3			仅是面漆的小块剥离
3	薄锈	＜φ5	＜φ1	能见到底漆的较深开裂	仅是面漆的大块剥离
4		≥φ5	＜φ3		底漆的层间剥离
5	厚锈		≥φ3	能见到被涂表面的深开裂	被涂面开始大块剥离

面积系数 Si　　表 E2

面积系数 Si	缺陷占被评定面积的比例
1	≤5%
2	>5%~≤15%
3	>15%~≤30%
4	>30%~≤50%
5	>50%~≤100%

E2 表面处理方法选择

根据评定的缺陷当量，可按表 E3 的推荐，选择适当的表面处理方法。

表面处理方法的选择　　表 E3

缺陷当量		表面处理的方式	处理面的状态
环氧系与改性环氧系涂料	油性、氯化橡胶、乙烯系涂料		
20 以上	40 以上(一种缺陷 20 以上)	喷射法清理	旧涂层、锈蚀应完全除去，裸露金属本色(Sa2 级以上)
10~19	25~39(一种缺陷 15 以上)	喷射法清理或喷射清扫	保留完全附着的旧涂层，完全除去锈蚀和附着不牢的旧涂层(Sa2 级)
5~9	13~24(一种缺陷 10 以上)	喷射清扫或动力工具打磨	保留完全附着的旧涂层，完全除去锈蚀和附着不牢的旧涂层(St3 级或 Sa2)
4 以下	5~12	动力工具打磨	除去锈蚀和附着不牢的旧涂层，其余涂层保留(St2~3 级)
	4 以下	铲刀或钢丝刷并用	除去附着不牢的旧涂层，其余则保留(St2 级)

附录 F　ISO 标准和 GB 标准对照表

为方便本指南在中国国内的应用，制定本指南中引用 ISO 标准与相应 GB 标准的对照表，见表 F1。因本指南中相关标准为强制性标准，所以表 F1 中的对照 GB 仅供参考使用。

ISO 标准与 GB 标准的对照表　　表 F1

ISO 标准	GB 标准
ISO 8501-1:1988 涂覆涂料前钢材表面处理—表面清洁度的目视评定	GB 8923-1988 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级
ISO 8503-1:1988 涂装涂料前钢材表面处理—喷射清理后的钢材表面粗糙度特性	GB/T 13288.1-2008 涂覆涂料前钢材表面处理—喷射清理后的钢材表面粗糙度特性
ISO 8503-2:1988 涂装前钢材表面粗糙度等级的评定（比较样块法）	GB/T 13288-1991 涂装前钢材表面粗糙度等级的评定（比较样块法）
ISO 8502-6 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 第 6 部分：可溶性杂质的取样 Bresel 法	GB/T 18570.6-2005 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 第 6 部分：可溶性杂质的取样 Bresel 法
ISO 8502-9：1998 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 第 9 部分：水溶性盐的现场电导率测定法	GB/T 18570.9-2005 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 第 9 部分：水溶性盐的现场电导率测定法
ISO8502-3:1993 涂覆涂料前钢材表面处理　表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法）	GB/T 18570.3-2005 涂覆涂料前钢材表面处理　表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法）