

中国航海学会团体标准
《船闸钢结构涂装防腐技术规程》
(征求意见稿)
编制说明

标准编写组

2024年2月

目 录

一、工作简况.....	1
二、编制原则、主要内容依据.....	6
三、已开展的试验验证情况.....	9
四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系.....	10
五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析.....	11
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	11
七、废止现行有关标准的建议.....	11
八、标准性质的建议说明.....	11
九、涉及专利的有关说明.....	11
十、其他应予说明的事项.....	11

一、工作简况

（一）任务来源

根据中国航海学会文件《关于印发中国航海学会 2023 年度第一批团体标准立项的通知》（航学发〔2023〕 94 号），批准《船闸钢结构涂装防腐技术规程》立项。《船闸钢结构涂装防腐技术规程》由华设设计集团股份有限公司、江苏省交通运输厅港航事业发展中心、常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室、东南大学、海洋化工研究院有限公司、江苏省交通工程集团有限公司共同起草。

（二）背景、目的和意义

水运工程作为国家综合交通运输体系和水资源综合利用的重要组成部分，近年来发展迅速，为经济社会发展提供了强有力的水路运输支撑。而船闸是克服河流上水头差的通航建筑物，是水运工程的重要节点，船闸工程的建设质量和工程品质直接影响到建设成果的应用和建设效益的发挥，影响到船闸通航能力和服务水平的提升。

船闸闸门、阀门等金属结构，一方面由于其工作环境恶劣，腐蚀影响因素复杂，另一方面由于防腐配套方案的针对性不强，防腐涂料的技术性能良莠不齐，防腐施工措施不当或工程质量控制不严等原因，造成实际防腐效果与品质工程“长寿命耐久”的目标要求还有差距，船闸金属结构的耐久性往往是影响船闸大修周期的主要因素之一，在一定程度上制约着工程使用寿命的延长。

因此，在相关系统性科研工作的基础上，立足于科研成果落地，切实服务于工程建设，特制定本规程，旨在进一步明确船闸钢结构防腐涂层的技术性能指标，规范施工工艺流程及施工质量管控，并提出质量检验的方法、指标及工程验收的要求，以作为实际工程应用时质量检测的依据。具体来说，本规程编制的目的和意义主要如下：

1) 填补船闸工程领域金属结构涂装防腐设计行业规范的空白。

目前针对于指导金属结构防腐设计与施工的现行规范主要有：《水工金属结构防腐蚀规范》（SL 105-2007）——主要针对于水利水电工程中的金属结构防腐设计与施工；《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》（JTS 153-3-2007）——主要

针对于海港工程中的钢结构防腐设计与施工；《建筑钢结构防腐技术规程》（JGJ/T 251-2011）——主要针对于建筑钢结构防腐设计与施工等。对于水运工程中金属结构防腐设计与施工等尚无专业全面的规范指导，而在船闸金属结构专业设计指导标准——《船闸闸阀门设计规范》中，仅指出闸门和阀门应该根据自然环境介质与运行情况采取涂料保护或者金属喷涂等有效防腐蚀措施，但对具体的防腐措施及性能指标等均未进行明确说明。因此，本规程的提出将填补针对船闸工程领域金属结构防腐设计行业规范的空白，以对水运工程中的船闸金属结构防腐设计、施工及质量检验方面进行规范。

2) 响应国家政策性的要求及行业发展的趋势。

① 符合“平安百年品质工程”的目标要求。

2017年《中共中央国务院关于开展质量提升行动的指导意见》（中发【2017】24号）明确要求，要确保重大工程建设质量，建设百年工程。2018年，交通运输部印发《“平安百年品质工程”建设研究推进方案》（交办安监[2018]147号，以下简称《方案》），《方案》要求以交通强国、质量强国建设为统领，以品质工程建设为基础，大力提升公路水运基础设施使用寿命和耐久性，研究建设“平安百年品质工程”。2019年，交通运输部安全与质量监督管理局印发《“平安百年品质工程”建设研究推进方案水运共同行动计划（2019-2021年）》（交安监水函[2019]7号，以下简称《计划》），《计划》要求遵循“理论与实践结合、成本效益平衡、对标对表国际、立足成果落地”的原则，查找影响水运工程质量耐久性提升的瓶颈制约问题，推动相关问题的系统研究和技术验证，保障推荐方案顺利、高效实施，并明确了江苏承担“平安百年品质工程”——船闸工程的建设研究。为了更好地贯彻落实交通运输部“平安百年品质工程”精神，将船闸品质工程建设研究与交通强国试点建设相结合，《船闸工程建设质量与工程品质提升关键技术研究》（以下简称《研究》）由江苏省交通运输厅科技处列为2020江苏省交通运输科技重大专项，并列入《交通强国建设江苏十大样板 2020年亮点工作任务》积极推进。

其中，为通过研究提出适用于船闸工程金属结构使用工况的环保、耐久、施工性好的防腐配套体系，以提高钢结构的耐久性，减少环境污染和后期养护工作量，将《提升船闸钢结构防腐性能关键技术研究》列为《研究》的子课题之一，

并将课题研究依托于交通运输部“平安百年品质工程”示范项目和江苏省交通强国品质工程样板项目——魏村枢纽扩容改建工程展开。

② 符合绿色、环保的行业发展方向。

传统船闸钢结构“喷锌+底漆+中间漆+面漆”的配套防腐方案，也取得了一定的防腐效果，但喷锌属于重污染工艺，无论是有色金属生产阶段还是防腐施工阶段均对环境和人员健康造成不利影响，随着国家对工程建设的环保要求越来越严格，需要采用更加环保的防腐方式。另外，目前所采用的防腐方案，针对性不强，对腐蚀机理、特性要求的差异性等方面也未进行深入研究，根据使用情况来看，整体取得了一定的防腐效果，但是局部位置腐蚀较严重。

本规程以环保、耐久、施工性好的无溶剂环氧涂料、聚氨酯涂料、玻璃鳞片涂料作为防腐涂装涂料，针对闸阀门的使用工况采取不同的防腐面漆，解决了目前船闸金属结构防腐方案针对性差与环保性差的两大问题，提高了金属结构的耐久性，减少了环境污染和后期养护工作量，降低了全寿命周期成本，符合交通水运行业绿色、环保的发展方向，规范了船闸金属结构的防腐设计、施工及质量检验工作，具有较强的推广价值。

3) 以科研课题研究成果指导实际工程应用。

本规程基于课题研究成果，针对于船闸金属结构涂装防腐方案设计方面，明确了设计原则、涂装体系组成与技术指标，可作为船闸金属结构涂装防腐设计的指导依据。基于研究成果，设计了具有环保、耐久、施工性好等特点的新型涂装防腐体系：以无溶剂环氧涂料作为底漆、以聚氨酯涂料作为闸门面漆、以玻璃鳞片涂料作为阀门面漆。同时提出了无溶剂环氧涂料、聚氨酯涂料、玻璃鳞片涂料的技术指标，可以作为原材料选取的执行标准，能够降低原材料性能对涂装防腐质量的影响。

本规程基于课题研究成果，针对于涂装施工方面明确了具体的施工工艺流程及相关性能指标，可作为船闸金属结构涂装防腐施工的指导依据。据统计，金属防腐涂料涂层的腐蚀破坏，75%是由于基体处理不当引起的，因此加强施工工艺质量管理十分重要。本规程针对金属结构表面预处理与涂装、施工条件与管理等提出了一系列的要求，能够为新型防腐体系在船闸工程建设和养护改造过程中金属结构防腐应用提供指导依据，有助于新型防腐体系的进一步推广。

本规程基于课题研究成果，针对于质量检验标准则提出了预处理质量、涂装质量、工程验收等方面的具体检验标准与检验方法，可作为船闸金属结构涂装防腐检验的指导依据。

（三）起草单位和主要起草人及所做工作

为了保证本规程能够按照交通运输部和中國航海学会标准编制要求，高质量按时推进，华设设计集团股份有限公司、江苏省交通运输厅港航事业发展中心、常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室、东南大学、海洋化工研究院有限公司、江苏省交通工程集团有限公司专门成立了标准起草组。由王仙美、饶志刚、刘步景、蔡建国负责整体编制内容和有关组织、协调各参编单位及调研等工作，把握本规程的主要内容。由杨有军、毛宁、嵇旭红、陈光林、沈旭鸿、李江江、奚宪章负责总体技术指导及成果审核工作，其他人员负责标准具体各个细节讨论和修订，全体标准核心人员参与标准需求分析和内容研讨，对标准内容进行总体编写。

表 1 主要起草人及分工

序号	姓名	单位名称	项目分工
1	王仙美	华设设计集团股份有限公司	主编单位项目负责人，负责整体编制内容和有关组织、协调各参编单位及调研
2	饶志刚	常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室	参编单位项目负责人，负责整体编制内容和有关组织、协调各参编单位及调研
3	刘步景	江苏省交通运输厅港航事业发展中心	参编单位项目负责人，负责整体编制内容和有关组织、协调各参编单位及调研
4	杨有军	华设设计集团股份有限公司	总体技术指导及成果审核
5	毛宁	江苏省交通运输厅港航事业发展中心	总体技术指导及成果审核
6	嵇旭红	常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室	总体技术指导及成果审核
7	陈光林	常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室	总体技术指导及成果审核
8	沈旭鸿	华设设计集团股份有限公司	总体技术指导及成果审核
9	蔡建国	东南大学	参编单位项目负责人，负责整体编制内容和有关组织、协调各参编单位及调研
10	戴振华	华设设计集团股份有限公司	标准编制
11	季立	江苏省交通运输厅港航事业发展中心	标准编制
12	吕义港	江苏省交通运输厅港航事业发展中心	标准编制

13	虞冬冬	常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室	标准编制
14	储诚	常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室	标准编制
15	李江江	海洋化工研究院有限公司	参编单位项目负责人，总体技术指导及成果审核
16	奚宪章	江苏省交通工程集团有限公司	参编单位项目负责人，总体技术指导及成果审核
17	黄可璠	华设设计集团股份有限公司	标准编制
18	杜彩霞	华设设计集团股份有限公司	标准编制
19	周详	华设设计集团股份有限公司	标准编制
20	曹增	江苏省交通工程集团有限公司	标准编制

（四）主要工作过程

为顺利完成本规程的编制及修订工作，标准编写组在立项前就开展了标准的编制工作，主要工作过程如下：

2022年9月，华设设计集团股份有限公司、江苏省交通运输厅港航事业发展中心、常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室、东南大学、海洋化工研究院有限公司、江苏省交通工程集团有限公司开始就《船闸钢结构涂装防腐技术规程》进行研究，正式成立编写组。

2022年10月-2023年3月，编写组在广泛搜集、阅读、分析船闸钢结构行业相关的法律法规、学术文献的基础上，结合课题研究成果，起草了《船闸钢结构涂装防腐技术规程》草稿，并提交至中国航海学会。

2023年6月，根据《中国航海学会团体标准管理办法》相关要求，经第四十九次理事长办公会审议通过，发布了《关于印发中国航海学会2023年度第一批团体标准立项的通知》（航学发〔2023〕94号），《船闸钢结构涂装防腐技术规程》被准予立项。

2023年7月，编写组召开多次会议，对本规程的编制进行了明确的分工。

2023年7月-2024年1月，各编写单位针对职责范围内的内容进行深入研究、修订。同时，编写组定期召开研讨会，就本规程内容进行深入交流，形成《船闸钢结构涂装防腐技术规程》（征求意见稿），并提交至中国航海学会。

二、编制原则、主要内容依据

（一）标准编制原则

1.规范性

本规程起草过程中严格按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T1.1—2020）的规定进行，文本内容符合编写规定。

2.实用性

本规程充分参考国内外相关法律法规，基于华设设计集团股份有限公司的技术经验、结合东南大学的科研经验、以江苏省交通运输厅港航事业发展中心与常州市三级航道网整治工程建设指挥部办公室的管理实践经验为指导，参考江苏省交通工程集团有限公司的实际操作经验进行编制。能够为船闸钢结构涂装防腐设计、施工及质量检验提供指导依据。

3.协调性

本规程的起草与现行有效文件之间相互协调，没有重复，遵循现有的法律法规、公约等文件的规定。

4.一致性

本规程的表述与现有的法律法规、公约等文件保持一致，同时，文件内部各部分结构和章节的表述也保持一致。

（二）标准主要内容依据

本规程的结构要素依据GB/T 1.1-2020，包括7个章节和附录：第1章范围、第2章规范性引用文件、第3章术语和定义、第4章设计、第5章表面预处理与涂装、第6章施工条件与管理、第7章质量检验、附录A（规范性附录）防腐涂料技术指标、附录B（规范性附录）露点计算。具体条款说明如下：

1. 标准名称

本规程名称为“船闸钢结构涂装防腐技术规程”，相关英文名称为“Technical Regulations for Coating Anti-Corrosion of Ship Lock Steel Structures”。

2. 范围

本规程规定了船闸钢结构涂装防腐的设计、表面预处理与涂装、施工条件与管理、质量检验等方面的技术要求。

本规程范围明确只适用于指导船闸钢结构的涂装防腐设计、施工与质量检验，包括船闸新建工程与船闸大修工程中的钢结构涂装防腐。

3. 术语和定义

为便于对本规程后续条款的解读和应用，本部分条款对后续条款涉及的专业术语进行了规定或说明，包括耐久性、防护涂料体系、表面预处理、喷射磨料清理、水喷射、高压水喷射、干膜厚度、挥发性有机化合物、无溶剂环氧涂料、玻璃鳞片涂料、聚氨酯面漆、附着力、适用期等。

4. 设计

(1) 条款4.1

本部分规定了防腐设计的原则。包括防腐蚀保护体系的选择、防腐设计的考虑因素、防腐设计的内容等。

(2) 条款4.2

本部分以课题试验为基础，针对船闸闸、阀门钢结构的不同的工作环境及使用要求，分别规定了底漆涂料及特性、闸门面漆涂料及特性、阀门面漆涂料及特性，并对闸门、阀门、检修闸门、检修阀门、浮式系船柱的防腐蚀涂装保护体系的涂料具体组成与漆膜厚度进行了规定。

5. 表面预处理与涂装

(1) 条款5.1

本部分对船闸钢结构涂装防腐前的表面预处理方式及技术要求进行了规定，参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第3.2部分中对于表面预处理施工的规定。

(2) 条款5.2

本部分对船闸钢结构涂装防腐的前期准备及过程进行了规定。包括涂装前的表面预处理质量检验、不涂装部位的遮蔽、涂装环境的要求、涂装过程中的操作及检查、涂装完的防护等。

6. 施工条件与管理

(1) 条款6.1

本部分对涂装防腐施工条件进行了规定。包括工作环境的湿度与温度要求、天气要求、遮盖保护要求等，以确保涂层施工质量。还应采取相应措施以降低涂装施工对环境造成的有害影响。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第4部分中对于涂料保护的规定。

(2) 条款6.2与条款6.3

本部分对涂装防腐施工管理及涂料的贮存进行了规定。包括对涂料生产厂家进行管理、对涂料性能进行检验，以确保涂料质量。对基材表面预处理质量进行检验、对涂装层数及厚度进行检查、对施工人员进行培训，以确保涂装施工质量。对工人进行安全教育做好安全防护、对环境进行安全检测、对工具进行安全检查，以确保施工人员的安全。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第4.3部分中对于涂装施工的规定。

7. 质量检验

(1) 条款7.1

本部分对表面预处理质量检验进行了规定。包括表面清洁度与表面粗糙度的评定方法要求及评定指标。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第3.3部分中对于表面预处理质量检验的规定。

(2) 条款7.2

本部分对涂装质量检验进行了规定。包括涂装质量检验方法的规定及质量检验指标要求。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第4.4部分中对于涂膜质量检验的规定。

(3) 条款7.3

本部分对工程验收进行了规定。包括验收环节、验收内容及验收提交的资料要求等。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》第7部分中对于防腐验收的规定。

附录A 防腐涂料技术指标

本附录列出了无溶剂环氧涂料、聚氨酯涂料、环氧玻璃鳞片涂料三种涂料的具体技术指标。

附录B 露点计算

本附录给出了在不同空气温度和相对湿度下的露点温度计算公式，同时列出了部分空间温度和相对湿度下的露点计算取值。参考SL 105-2007《水工金属结构防腐蚀规范》附录A中对于露点计算的规定。

三、已开展的试验验证情况

本规程撰写前期已基于课题，针对设计的 9 种涂层体系及其中涉及到的 11 种涂料，开展了防腐性能的试验研究。针对①环保性；②耐久性；③施工性三项技术指标要求，设计试验内容，主要包括四大类试验，即环保性试验、常规力学性能试验、耐久性试验与施工性能试验。

其中，环保性能试验针对涂料开展，包括不挥发物含量、体积固体含量、挥发性有机化合物含量、石棉含量及有害物质含量的测定。

常规力学性能试验从分析涂料自身性能对涂层耐久性的影响，主要包括弯曲试验和耐冲击试验，分别测定涂层的弯曲韧性和抗冲击韧性，表征涂层对结构物受力变形的适应性及在可能发生的冲击荷载作用下的柔韧性。

耐久性试验分析外在环境因素对涂层耐久性的影响，包括耐磨性试验、附着力实验、耐盐雾、耐湿热、耐水性、耐老化试验及耐久性试验后的二次附着力试验等。

施工性能试验针对采用双组分涂料，即本体与固化剂结合后，通过化学交联反应形成防腐膜的涂料；试验内容主要包含涂料的黏度测试和适用期测试。

经试验结果验证，无溶剂环氧底漆与聚氨酯面漆的配套体系在常规力学性能、环保性、耐久性以及施工性能等方面综合表现最为优异，无明显缺陷。所采用的无溶剂环氧底漆具有良好的力学性能且与底材的附着力强度较高；聚氨酯面漆则提供了良好的耐候性，该面漆具有很好的保光保色性能。船闸闸门包含大气区、水位变幅区和全浸区等不同使用区域，需要防腐涂料具有优异的综合防腐性能，因此，无溶剂环氧底漆与聚氨酯面漆的配套体系防腐方案适用于闸门防腐。

无溶剂环氧底漆与玻璃鳞片面漆的环保性和耐久性等指标也较好，与无溶剂环氧底漆与聚氨酯面漆的配套体系对比，其耐磨性更加优异，主要原因是该配套所采用的玻璃鳞片面漆比聚氨酯面漆具有更高的耐磨特性，且涂层在低表面处理条件下仍能保持较高的附着力和较好的耐久性能。阀门不受阳光直射、输水过程中受高速水流冲刷的使用特点，相较于闸门要求面漆具有更好的耐磨特性，因此阀门防腐推荐采用无溶剂环氧底漆与玻璃鳞片面漆的配套体系方案。

上述试验验证了本规程规定的涂装体系的可行性，为本规程的起草提供了实践基础。

四、与有关现行法律、法规和强制性国家标准、配套推荐性标准的关系

本规程无违反相关法律法规及强制性标准的条款。

本规程主要参考了《水工金属结构防腐蚀规范》（SL 105-2007）、《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》（JTS 153-3-2007）、《水运工程质量检验标准》（JTS 257）、《船闸工程施工规范》（JTS 218）、《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》（GB/T 8923）、《涂覆涂料前钢材表面处理表面处理方法磨料喷射清理》（GB/T 18839.2-2002）、《钢结构防护涂装通用技术条件》（GB/T 28699）、《色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》（GB/T 30790）、《无溶剂环氧液体涂料的防腐蚀涂装》（GB/T 31361-2015）、《涂装作业安全规程涂漆前处理工艺安全及其通风净化》（GB 7692）、《涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化》（GB 6514）、《涂装设备通用技术条件》（JB/T 10394）等标准。

其中，与以上参考标准相比，本规程针对水运专业船闸工程金属结构涂装防腐设计、施工与质量检验编制，指明了船闸工程金属结构涂装防腐设计的设计原则、涂装体系组成与相关技术指标，针对船闸闸、阀门的使用工况、工作环境特点，底漆推荐采用无溶剂环氧涂料、工作闸门面漆推荐采用聚氨酯面漆、工作阀门面漆推荐采用玻璃鳞片涂料，并对涂料的基本特性及技术指标提出了具体的指标标准；并从表面预处理与涂装、施工条件与管理、质量检验等几个方面进一步细化了船闸工程金属结构涂装防腐设计、施工、管理与质量检验的具体流程。

五、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的比对分析

本规程与国际现行船闸钢结构防腐相关标准相接轨，且技术要求更为严格，未采标。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

目前，在本规程编写过程中未见重大分歧意见。

七、废止现行有关标准的建议

无

八、标准性质的建议说明

建议本规程性质为团体标准。

九、涉及专利的有关说明

无。

十、其他应予说明的事项

无。