

ICS 25. 220. 01

CCS U 80

团 体 标 准

T/ZJSHIP 007—2025



船用智能喷涂装备

Marine intelligent spraying equipment

2005.8

2025-04-23 发布

2025-05-01 实施

浙江省船舶行业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品示意图	2
5 技术要求	3
6 试验方法	5
7 检验规则	7
8 使用说明	8
9 标志、包装、运输和贮存	8



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专利的责任。

本文件由万邦船舶重工（舟山）有限公司提出。

本文件由浙江省船舶行业协会归口管理。

本文件起草单位：万邦船舶重工（舟山）有限公司、浙江国际海运职业技术学院、荣成市友通船舶工程有限公司、浙江省联合船舶行业技术中心、杭州市公路与港航管理服务中心、浙江风神海洋工程技术有限公司。

本文件主要起草人：方玉川、顾星、许志向、夏玉宝、刘在良、陈国祥、刘春霞、汤志臣、王杰。



船用智能喷涂装备

1 范围

本文件规定了船用智能喷涂装备（以下简称“智能喷涂装备”）的产品示意图、技术要求、试验方法、检验规则、使用说明、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于大、中型船舶外壳涂装作业过程中的智能喷涂装备。

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/T 191 包装储运图示标志

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 7932-2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 9969 工业产品使用说明书总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 14253-2008 轻工机械通用技术条件

GB 15760 金属切削机床 安全防护通用技术条件

GB/T 26155.1-2010 工业过程测量和控制系统用智能电动执行机构 第1部分：通用技术条件

GB/T 26155.2-2012 工业过程测量和控制系统用智能电动执行机构 第2部分：性能评定方法

QB/T 1588.1-2016 轻工机械 焊接件通用技术条件

QB/T 1588.2-2015 轻工机械 切削加工件通用技术条件

QB/T 1588.3-2015 轻工机械 装配通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能喷涂装备 intelligent spraying equipment

用于大、中型船舶修造喷涂作业，由运动载体和喷漆机构（包括距离传感器、运动装置、机械臂及底座、漆雾回收装置、油漆喷枪、控制器）组成，集成激光定位、自动测距、自动喷涂等一项或多项功能的装备。

3.2

机械臂 mechanical arm

由多个关节和连杆组成，由伺服电机驱动的可进行六个以上自由度动作的装置。

3.3

运动装置 motion device

为机械臂提供高速直线运行的动力轨道。

3.4

漆雾回收装置 paint mist recovery device

喷涂作业时，用于漆雾遮挡和回收处理的装置，包含回收罩、回收管、真空泵和处理单元。

3.5

距离传感器 distance sensor

使用激光技术测量至作业面距离的传感器。

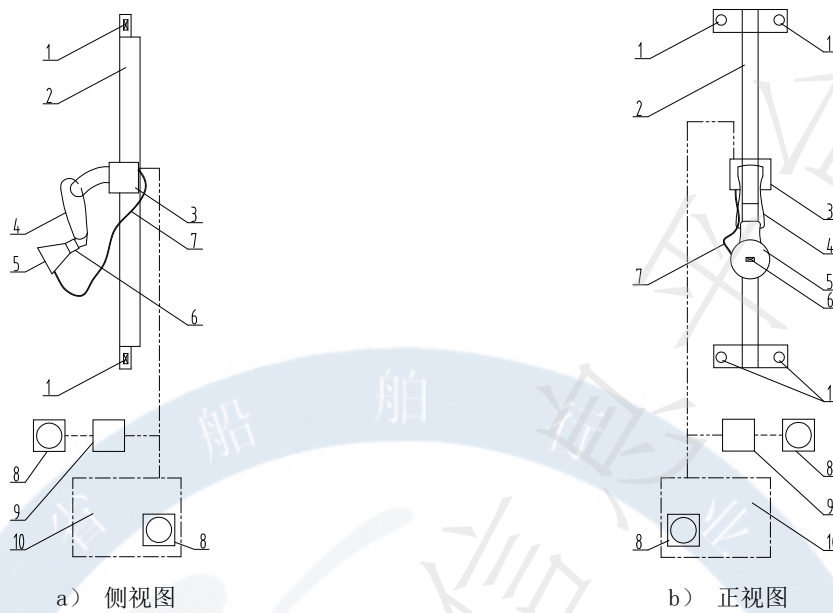
3.6

机械臂底座 mechanical arm base

用于连接机械臂和动力轨道的支座。

4 产品示意图

智能喷涂装备产品示意图，如图 1 所示。



标引序号说明:

1-距离传感器

2-运动装置

3-机械臂底座

4-机械臂

5-漆雾回收装置

6-油漆喷枪

7-漆雾回收管

8-急停器

9-控制器

10-运动载体

图 1 智能喷涂装备产品示意图

5 技术要求

5.1 外观质量

5.1.1 智能喷涂装备组件、附件的门、盖周边缝隙应均匀，间隙应不大于 5 mm。

5.1.2 智能喷涂装备装配的沉孔螺钉应不突出于零件表面，也不应有明显的中心偏移。

5.1.3 紧固螺栓尾端应略突出于螺母端面，外露轴端应突出于包容件的端面，突出值应为倒角值。

5.1.4 油漆表面不应有起皱、流挂、剥落和锈蚀等缺陷。

5.2 材料、加工和装配质量

5.2.1 焊接件应符合 QB/T 1588.1-2016 中 4.1 的规定。

5.2.2 切削加工件应符合 QB/T 1588.2-2015 中 3.2 和 3.3 的规定。

5.2.3 装配应符合 QB/T 1588.3-2015 中 7.4 和 7.7 的规定。

5.3 基本功能

5.3.1 自诊断功能

开机自行诊断，并对智能喷涂装备运行过程中出现如碰撞、测距超标等故障，进行诊断和分级处置措施。

5.3.2 组态功能

通过控制器操作装置，智能喷涂装备可实现设定和调整自动喷漆功能的启停、喷漆区域长度、喷漆长度的间隔值、喷漆方向、漆膜厚度等功能。

5.4 性能

5.4.1 智能控制

5.4.1.1 实时采集油漆喷枪位置信息，自主调节油漆喷枪与作业面的距离。

5.4.1.2 可实现运动载体和喷漆机构联动，自动实现喷涂连续作业。

5.4.2 喷枪作业距离

智能喷涂装备油漆喷枪至作业面的距离，范围为 0 mm ~ 500 mm。

5.4.3 作业性能

5.4.3.1 智能喷涂装备的喷漆机构移动速度应可调，最大移动速度应大于 30 m/min。

5.4.3.2 智能喷涂装备的喷漆作业效率应不小于 10 m²/min。

5.4.3.3 智能喷涂装备作业时，喷漆膜厚偏差应在 ±10% 之内。

5.4.3.4 智能喷涂装备作业时，漆雾回收率应在 60% 以上。

5.5 气动系统

5.5.1 智能喷涂装备应在系统的有关部位设置压力减压阀，防止压力超值。

5.5.2 智能喷涂装备气动系统的进气口处应安装过滤器，减少水汽含量。

5.5.3 智能喷涂装备控制阀的供气压力不应超过最大刻度值的 65%，压力为 0.5 MPa ~ 0.8 MPa。

5.6 电气安全

5.6.1 紧急停止

5.6.1.1 智能喷涂装备应在控制器和运动载体上设置急停器，以便特殊情况下使用。

5.6.1.2 急停器应采用手掌或拳（例如蘑菇头式）触及操动的按钮装置。

5.6.1.3 智能喷涂装备一旦紧急停止，所有紧急停止命令复位后才允许重新启动。

5.6.2 保护接地电路连续性

智能喷涂装备接地电阻应不大于 0.1Ω 。

5.7 安全防护

5.7.1 智能喷涂装备可接触的外露部分不应有可能导致人员伤害的锐边、尖角和开口。

5.7.2 智能喷涂装备各管线布置排列应合理、无障碍，防止产生绊倒等危险。

5.7.3 智能喷涂装备有可能造成缠绕、吸入或卷入等危险的运动部件和传动装置（齿轮、蜗杆、轴）应予以封闭或设置安全防护装置。

6 试验方法

6.1 外观质量检验

按照 GB/T 14253-2008 中 7.2 的规定，目视检验智能喷涂装备外观质量。

6.2 材料、加工和装配质量检验

6.2.1 试验样机应按使用说明书的要求进行安装调整，使其处于工作状态位置，按照 GB/T 14253-2008 中 7.3 的规定，在额定工况时进行空转，运转时间不少于 1 h，观察并记录样机的运行状态。

6.2.2 其余项目采用目视检验。

6.3 基本功能试验

6.3.1 按照 GB/T 26155.2-2012 中 3.3.1.1 的规定，进行负荷运行试验。

6.3.2 按照 GB/T 26155.2-2012 中 3.3.1.2 的规定，通过控制器，就地设定和调整智能喷涂装备的参数，目视检查其输出是否有相应的变化。

6.3.3 按照 GB/T 26155.2-2012 中 3.3.1.3 的规定，通过控制器，目视检查智能喷涂装备是否能就地，或远距离设置，或读取执行机构的非测量管理信息。

6.3.4 按照 GB/T 26155.2-2012 中 3.3.1.4 的规定，检查控制单元是否符合 GB/T 26155.1-2010 中 5.2.4 a) 的规定。

6.3.5 目视检验移动单元是否满足产品的相关要求。

6.4 性能试验

6.4.1 通过模拟典型作业面形状及运动状态变化，观察智能喷涂装备能否通过实时位置反馈自主维持恒定作业距离，重点验证动态调节的响应逻辑与距离保持稳定性，其结果应符合 5.4.1.1 的规定。

6.4.2 通过控制运动载体执行变速、变向及复合轨迹运动，观察喷漆机构能否协同调整姿态与出漆参数，实现无中断连续喷涂，重点验证多系统协同控制逻辑与作业连贯性保障能力，其结果应符合 5.4.1.2 的规定。

6.4.3 使喷枪由原点位置行走至最远位置，采用钢卷尺测量最远位置与原点位置之间的距离，其结果应符合 5.4.2 的规定。

6.4.4 喷漆作业工况下，将喷漆机构的移动速度调至最大，采用卷尺或激光测距仪测量移动距离，采用秒表测量移动时间，移动速度为距离除以时间，其结果应符合 5.4.3.1 的规定。

6.4.5 喷漆作业工况下，采用卷尺测量喷漆作业一个循环的作业长度与宽度，并计算作业面积，采用秒表测量一个循环的作业时间，作业效率为面积除以时间，其结果应符合 5.4.3.2 的规定。

6.4.6 试验样机在钢材表面进行喷涂作业，用漆膜仪测量漆膜厚度，其结果应符合 5.4.3.3 的规定。

6.4.7 在相同时间内同一作业场景下，采用同种油漆进行钢材表面喷涂作业，分别对启用和未启用漆雾回收装置的过滤装置进行称重，计算两者重量之差，除以喷漆过程油漆消耗量减去钢材表面油漆量，其结果应符合 5.4.3.4 的规定。

6.5 气动系统试验

6.5.1 按照 GB/T 7932-2017 中 5.4.7.1 的规定，采用压力表进行测量工作压力。

6.5.2 其余项目按 GB/T 7932-2017 的规定进行目视检验。

6.6 电气安全试验

6.6.1 按照 GB/T 5226.1-2019 中 9.2.3.4、10.7.1、10.7.2 的规定，目视检验智能喷涂装备的紧急停止。

6.6.2 按照 GB/T 5226.1-2019 中 18.2.2 的规定，采用最大空载电压为 24V 的独立电源，电流 10A 测量 PE 端子和各保护联结电路部件的有关点之间的电阻，其结果应符合 5.6.2 的规定。

6.7 安全防护试验

按照 GB 15760 的规定进行目视检验。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 智能喷涂装备的出厂检验项目按表 1 进行。

7.2.2 智能喷涂装备应逐台进行出厂检验，经公司品质部门检验合格并签发合格证书后方可出厂。

7.2.3 判定规则：当出厂检验的所有项目全部合格时，判定该智能喷涂装备出厂检验合格。若有项目不合格，可整改后按原要求复验，复验结果符合要求，则判定该智能喷涂装备出厂检验合格。若仍不符合要求，则判定该智能喷涂装备出厂检验不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 智能喷涂装备有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或定型产品的结构、工艺、材料等更改对产品性能有影响时，第一台产品应做型式试验；
- b) 当设计、工艺、材料有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 停产一年后，恢复生产时；
- d) 国家质量监督机构提出型式检验的要求时。

7.3.2 智能喷涂装备的型式检验项目按表 1 进行。

7.3.3 在出厂产品中随机抽取一台进行型式检验。

7.3.4 判定规则：当型式检验的所有项目全部合格时，判定型式检验合格。当受检样品某一项检验项目不合格时，可经过整改后按原要求复验，若整改影响其他试验结果，则应重新进行相关试验。复验合格，则判定智能喷涂装备型式检验合格。若复验仍不合格，则判定智能喷涂装备型式检验不合格。

表 1 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观质量	5.1	6.1	●	●
2	材料、加工和装配质量	5.2	6.2	●	●
3	基本功能	5.3	6.3	-	●
4	性能	5.4	6.4	-	●
5	气动系统	5.5	6.5	●	●
6	电气安全	5.6	6.6	●	●
7	安全防护	5.7	6.7	●	●

注：“●”为必检项目，“-”为不检项目。

8 使用说明

智能喷涂装备使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的规定，内容应包含运动载体、喷漆机构、控制系统以及相关配套部件的维护和保养要求。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 标志应包括产品铭牌、电气标牌、安全警告标志和操作标志。其中安全警告标志的位置、内容和形式应醒目。

9.1.2 每台智能喷涂装备产品上应在明显部位设置铭牌，铭牌应按 GB/T 13306 的规定制作。

9.1.3 铭牌应包含有以下内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 出厂编号、日期；
- c) 制造厂名称、地址；
- d) 产品主要参数。

9.1.4 铭牌与各种标志应清晰，其固定位置应正确、牢固，不倾斜。

9.2 包装

9.2.1 零件、部件、附件和备件的外露加工表面在包装前必须进行防锈处理。

9.2.2 包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191 的规定选择使用。

9.2.3 智能喷涂装备宜采用木箱包装，木箱应坚实牢固，便于起吊，适合长途运输。

9.2.4 出厂的包装箱内应随机提供以下技术文件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用（维修）说明书；
- c) 装箱清单（含备品备件、附件明细）；
- d) 操作手册。

9.3 运输和贮存

9.3.1 运输过程中，应按规定的起吊位置起吊，包装箱应按规定朝向安置，应有防雨、防尘、防潮、防剧烈震动及防机械损伤的措施。

- 9.3.2 包装后的智能喷涂装备不应暴晒或淋雨，应存放于通风、干燥、无腐蚀性介质的仓库内。
- 9.3.3 包装后的智能喷涂装备应放置平稳，防止因堆放、碰撞和跌落等原因造成机械损伤。
- 9.3.4 贮存期间应保证包装箱标志清晰可见。

