ICS 25.220.20
CCS A 29

团 体 标 准

T/CS 280—2025

自动化喷漆设备

Automated painting equipment

2025－12－30 发布　　2025－12－30 实施

中国商品学会　　发 布

目　　次

前　　言 II
引　　言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 分类与命名规则 1
4.1 分类 1
4.2 命名 2
5 技术要求 2
5.1 一般要求 2
5.2 性能要求 2
5.3 安全要求 2
5.4 结构要求 3
6 试验方法 4
6.1 基本要求 4
6.2 性能试验 4
6.3 安全性能试验 4
6.4 结构强度试验 4
7 检验规则 4
7.1 出厂检验 4
7.2 型式检验 4
7.3 合格判据 5
7.4 抽样检验 5
8 标志、标签、包装、运输和贮存 5
8.1 标志 5
8.2 标签 5
8.3 包装 6
8.4 运输 6
8.5 贮存 6
参　考　文　献 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专利的责任。

本文件由扬州烨春涂装成套设备有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：扬州烨春涂装成套设备有限公司、扬州华达涂装成套设备有限公司、扬州先博信息科技有限公司、扬州菁添勤科技有限公司、江苏亚新电梯工程有限公司、北京联合利来企业管理有限公司。

本文件主要起草人：王天喜、王兴忠、樊学军、谈家彬、刘伟、范金余。

引　言

随着工业自动化技术的快速发展，自动化喷漆设备在汽车制造、家具生产、电子产品等领域的应用日益广泛。传统人工喷漆方式存在效率低、质量不稳定、环境污染严重等问题，而自动化喷漆设备通过精确控制喷涂参数、优化工艺流程，显著提高了生产效率和产品质量。然而，当前市场上自动化喷漆设备的技术水平参差不齐，缺乏统一的技术规范和质量标准，这也造成设备制造商缺乏明确的技术指导，产品开发存在盲目性；用户难以准确评估设备性能，采购决策缺乏依据；监管部门缺少统一的评价准则，市场监管难度大。这些问题制约了行业的健康发展，亟须制定统一的技术标准来规范市场秩序，提升行业整体技术水平。

本文件参考了 GB/T 5226.1、GB/T 15706 等国家标准，结合行业最佳实践，规定了自动化喷漆设备的分类与命名规则、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、标签、包装、运输和贮存要求，为设备的设计、制造、检验和使用提供了技术依据。

本文件主要适用于自动化喷漆设备的设计制造商、系统集成商、终端用户以及第三方检测机构。设计制造商可依据本文件规范产品开发流程，确保设备性能达标；系统集成商可参考本文件进行设备选型和系统配置；终端用户可利用本文件评估设备性能，指导采购决策；检测机构可依据本文件开展设备检测认证工作。

本文件的实施将产生显著的经济和社会效益：通过统一技术标准，可降低设备研发成本，缩短产品开发周期；规范的市场环境有利于优质企业脱颖而出，促进行业良性竞争；用户可获得性能稳定、质量可靠的设备，降低使用风险；同时，严格的环保要求有助于减少挥发性有机物排放，推动行业绿色可持续发展。

自动化喷漆设备

1 范围

本文件规定了自动化喷漆设备的分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、标签、包装、运输和贮存。

本文件适用于工业生产中使用的各类自动化喷漆设备的设计、制造和检验。

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 2828.1 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2893.1 图形符号 安全色和安全标志 第1部分：安全标志和安全标记的设计原则

GB 2894 安全色和安全标志

GB/T 4879 防锈包装

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

GB/T 13306 标牌

GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动化喷漆设备 automated painting equipment

通过程序控制实现自动喷涂作业的机电一体化设备。

注 1：自动化喷漆设备包含喷涂机械臂、供漆系统及控制系统等核心部件，通常用于汽车制造、家具生产等工业领域，可实现复杂曲面的均匀喷涂。

注 2:喷涂机械臂是具有多自由度运动机构的执行装置，末端配备喷枪实现三维空间精准定位喷涂。

注 3:供漆系统是由储漆罐、输漆管路、压力调节装置等组成的闭环流体输送系统。

4 分类与命名

4.1 分类

4.1.1 按结构形式分类

自动化喷漆设备按结构形式可分为悬挂式、地面式和机器人式三大类：

a） 悬挂式设备主要用于大型工件的喷涂作业，具有覆盖面积大、喷涂效率高的特点；

b） 地面式设备适用于中小型工件的喷涂，具有操作灵活、占地面积小的优势；

c） 机器人式设备采用工业机器人作为执行机构，具有高精度、高柔性的特点。

4.1.2 按控制方式分类

按控制方式划分，自动化喷漆设备可分为手动控制、半自动控制和全自动控制三类：

a） 手动控制设备应要人工操作喷枪进行喷涂；

b） 半自动控制设备由人工设定参数后自动执行喷涂；

c） 全自动控制设备则通过程序控制实现全过程自动化喷涂。

4.2 命名

自动化喷漆设备的命名规则采用三段式结构，分别为：

a） 设备类型代号用大写字母表示，H 代表悬挂式，D 代表地面式，R 代表机器人式；

b） 控制方式代号用数字表示，1 代表手动控制，2 代表半自动控制，3 代表全自动控制；

c） 规格参数主要包括喷涂宽度、喷涂高度等关键尺寸参数。

基本命名编码结构见图1。

X-X-XXXX

图 1 基本命名编码结构

示例：H-3-2000 表示悬挂式全自动控制喷漆设备，喷涂宽度为 2000 mm。

对于特殊用途的自动化喷漆设备，可在基本命名规则的基础上增加后缀标识。这些特殊标识应统一标注在设备铭牌和产品说明书中。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 自动化喷漆设备的设计与制造应确保设备在正常使用条件下能够安全、稳定、高效地运行。设备应具备良好的环境适应性，能够在规定的温度、湿度和粉尘条件下正常工作。

5.1.2 喷涂系统应具备自动清洗功能，便于维护和保养。喷枪应具备自动调节角度和距离的功能，确保喷涂质量。输送系统应平稳运行，输送速度可调，且速度波动不超过设定值的±1%。

5.1.3 设备制造商应提供完整的技术文件，包括但不限于使用说明书、维护手册、电气原理图和机械结构图。技术文件应清晰、准确。设备的所有零部件应采用耐腐蚀、耐磨损的材料制造，关键部件应具有可更换性。

5.1.4 自动化喷漆设备的控制系统应具备人机交互功能，操作界面应简洁明了，便于操作人员快速掌握。控制系统应具备故障诊断和报警功能，能够实时显示设备运行状态和故障信息。

5.2 性能要求

5.2.1 喷涂厚度偏差不超过±10 μm，喷涂均匀性偏差不超过 5%。设备应具备稳定的喷涂速度，喷涂速度范围应覆盖 0.5 m/s 至 2.0 m/s，且速度波动不超过设定值的±2%。

5.2.2 自动化喷漆设备单次喷涂面积不低于 10 m^2/min。喷涂质量应满足表面无流挂、无橘皮、无颗粒等缺陷的要求。设备应具备自动调节功能，能够根据工件形状和尺寸自动调整喷涂参数。

5.2.3 自动化喷漆设备的能耗应符合节能环保要求，单位面积喷涂能耗不超过 0.5 kWh/m^2。设备应具备废气收集或处理功能，减少 VOCs 排放，降低操作人员接触风险，废气排放应符合国家环保标准。

5.3 安全要求

5.3.1 一般要求

自动化喷漆设备的安全设计应符合机械安全通用要求，所有运动部件应设置防护装置，防止操作人员接触危险区域。设备应具备紧急停止功能，紧急停止按钮应设置在易于操作的位置，且标识清晰。

5.3.2 安全防护

自动化喷漆设备的安全防护应符合下列要求：

a） 设备应具备防止机械伤害、电气伤害、化学伤害和火灾爆炸等风险的安全防护措施；

b） 所有安全防护装置的设计应遵循“本质安全”原则，即在设备出现故障时能自动进入安全状态；

c） 设备的安全防护系统应包括但不限于：紧急停止装置、安全联锁装置、防护装置、安全距离控制、过载保护装置和故障报警系统。紧急停止装置应能在紧急情况下快速切断设备动力源，使设备立即停止运行。安全联锁装置应确保在防护装置未关闭时设备无法启动，或在防护装置打开时设备立即停止。

自动化喷漆设备安全防护装置安全技术要求应符合表1的规定。

表 1　自动化喷漆设备安全防护装置安全技术要求

安全装置类型	技术要求	响应时间要求
紧急停止装置	红色蘑菇头按钮，双回路控制	≤0.5 s
安全联锁装置	机械/电气双重保护	≤1 s
防护装置	固定式/可移动式，强度≥500 N	N/A
过载保护装置	自动切断动力源	≤2 s
故障报警系统	声光报警，远程监控接口	持续报警

5.3.3　电气安全

自动化喷漆设备的电气安全应符合下列要求：

a） 电气系统应符合防爆区域划分要求，所有电气设备应满足相应防爆等级；
b） 在喷涂区域内的电气设备应至少达到IP54防护等级，在易燃易爆环境中应使用防爆型电气设备；
c） 电气控制系统应设置过流、过压、欠压、短路和接地故障保护装置；
d） 设备的主电源开关应能切断所有带电导体，并具有明显的断开位置指示；
e） 控制电路应采用安全电压（不超过50 V交流或120 V直流）或采取其他等效安全措施；
f） 所有裸露的带电部件都应设置防护罩，防护罩的打开应导致设备立即断电。

5.3.4　化学防护

自动化喷漆设备化学防护应符合下列要求：

a） 应设置有效的通风系统，确保喷涂作业区域的溶剂蒸气浓度低于爆炸下限的25%；
b） 通风系统应具备联锁功能，当通风系统故障时，喷涂作业应自动停止；
c） 设备应设置溶剂蒸气浓度监测报警装置，报警阈值不应超过爆炸下限的50%；
d） 喷涂室应采用不产生火花的材料建造，内表面应光滑易清洁；
e） 设备应设置漆雾过滤装置，过滤效率不应低于95%；
f） 废漆和溶剂收集系统应密闭设计，并设置防静电接地装置；
g） 操作人员接触化学品的部位应设置局部排风装置。

5.3.5　机械安全

自动化喷漆设备的机械安全应符合下列要求：

a） 运动部件应设置固定式或可移动式防护装置，防止人员接触危险区域；
b） 防护装置应能承受500 N的静态力而不产生永久变形；
c） 设备的活动部件如机械臂、输送链等应设置限位装置，防止超出安全行程；
d） 设备的动力系统应设置防坠落装置，确保在动力失效时不会造成危险；
e） 所有液压和气动系统应设置压力释放装置，防止超压危险；
f） 设备的基础应稳固，振动幅度不应超过0.1 mm。设备运行时各部位的噪声等级不应超过85 dB(A)。

5.3.6　安全标识

自动化喷漆设备应在显著位置设置永久性安全警示标识，标识内容应包括但不限于：高压危险、高温表面、旋转部件、化学危险等。所有安全标识应符合GB/T 2893.1和GB/T 2894的要求，使用规范的安全色和安全符号。

设备应设置清晰的操作说明和安全注意事项标识，标识应使用中文并采用耐久材料制作。紧急停止装置、急停开关等关键安全控制元件应有醒目标识。设备的不同功能区域应设置明显的分区标识。

5.4　结构要求

5.4.1　自动化喷漆设备的结构设计应合理，确保设备在运行过程中稳定可靠。设备框架应采用高强度材料制造，具有足够的刚性和抗振性能。关键连接部位应采用防松措施，防止因振动导致松动。

5.4.2　自动化喷漆设备的外观应整洁美观，表面处理应符合防腐要求。设备颜色应采用行业通用色系，便于识别和区分。

6 试验方法

6.1 基本要求

试验应在设备安装调试完成并达到稳定运行状态后进行，试验环境温度应保持在 5 ℃～40 ℃范围内，相对湿度不超过 85%。

试验前应检查设备各部件是否安装牢固，电气连接是否正确，安全防护装置是否齐全有效。试验过程中应记录各项参数，包括但不限于喷涂压力、喷涂速度、喷涂均匀度、漆膜厚度等关键指标。试验数据应真实、准确、完整，并形成试验报告。

6.2 性能试验

自动化喷漆设备的性能试验应符合下列要求：

a） 喷涂精度试验，应采用标准测试板进行，测试板表面应平整无缺陷，喷涂后测量漆膜厚度均匀性；

b） 喷涂效率试验，应记录单位时间内完成喷涂的面积，并与设备标称值进行对比；

6.3 安全性能试验

安全性能试验应按照 GB/T 5226.1 和 GB/T 15706 的要求进行，重点测试内容包括：

a）电气安全试验包括绝缘电阻测试、接地连续性测试和耐压测试；

b）机械安全试验应检查设备运动部件的防护措施是否到位，紧急停止装置是否灵敏可靠；

c）防护装置有效性试验应模拟异常情况，验证防护装置能否及时触发并有效保护操作人员安全。

6.4 结构强度试验

自动化喷漆设备的结构强度试验应包括以下内容：

a） 静态负载试验应在设备最大工作负载条件下进行，持续 24 h，检查设备各部件是否有变形、松动或异常声响；

b） 动态运行试验应在设备额定工作状态下连续运行 8 h，记录设备运行参数和状态，评估设备稳定性和可靠性。

7 检验规则

7.1 出厂检验

出厂检验的项目应包括但不限于以下内容：

a）设备外观；

b）电气安全；

c）基本功能；

d）喷涂精度。

7.2 型式检验

7.2.1 一般要求

型式检验通常在以下情况下进行：

a）新产品定型时；

b）产品结构或材料有重大变更时；

c）停产一年以上恢复生产时；

d）国家质量监督机构提出要求时。

7.2.2 检验项目

型式检验的项目应包括以下内容：

a）性能测试主要验证设备的喷涂效率、喷涂质量和能耗指标；

b）安全测试包括电气安全、机械安全和防护装置有效性测试；

c）环境适应性测试验证设备在不同温湿度条件下的运行稳定性；
d）耐久性测试则通过长时间连续运行，评估设备的可靠性和寿命。
自动化喷漆设备检验项目及要求应符合表 2 的规定。

表 2　自动化喷漆设备检验项目及要求

检验类别	检验项目	技术要求	检验方法
出厂检验	外观检查	表面无划痕、变形，部件安装牢固	目视检查
	电气安全测试	绝缘电阻≥10 MΩ，接地电阻≤0.1 Ω	绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪
	基本功能测试	启动、停止、喷涂功能正常	实际操作验证
	喷涂精度测试	喷涂均匀性偏差≤5%，覆盖范围符合设计要求	标准样板喷涂测量
型式检验	性能测试	喷涂效率≥90%，能耗≤额定值 110%	标准工况下连续运行测试
	安全测试	所有安全防护装置有效，急停功能正常	功能测试和模拟故障测试
	环境适应性测试	在-10 ℃～40 ℃、湿度 30%～85%条件下正常运行	环境试验箱测试
	耐久性测试	连续运行 500 h 无故障	长时间运行测试

7.3　合格判据

检验结果的判定分为合格和不合格两种。

出厂检验中，所有项目应全部合格，否则不允许出厂；型式检验中，任一项目不合格即判定为不合格产品。

对于不合格产品，生产厂家应进行原因分析并采取纠正措施，重新检验合格后方可出厂或销售。检验记录应至少保存三年，以备查验。

7.4　抽样检验

抽样检验规则适用于批量生产的自动化喷漆设备。对于同一批次产品，抽样数量按照 GB/T 2828.1 的规定执行。抽样检验的项目包括所有出厂检验项目和部分型式检验项目，具体由质量监督部门根据实际情况确定。

检验设备和工具应经过计量检定或校准，并在有效期内使用。检验人员应经过专业培训，熟悉检验标准和方法，确保检验结果的准确性和可靠性。检验环境应符合设备正常运行的要求，避免外界因素对检验结果造成干扰。

8　标志、标签、包装、运输和贮存

8.1　标志

标志的制作应符合 GB/T 13306 的要求，应在明显位置设置产品标志，采用耐腐蚀、耐磨损的材料，确保在设备使用寿命期内清晰可辨。

标志内容应包括以下信息：

a）　产品名称；
b）　型号规格；
c）　制造商名称；
d）　生产日期；
e）　执行标准编号等。

8.2　标签

产品标签应符合下列要求：

a）　应包括技术参数标签和安全警示标签，内容应完整、准确；
b）　技术参数标签应标明设备的主要技术参数，如工作电压、额定功率、喷涂范围等；
c）　安全警示标签应标明设备操作过程中的安全注意事项，如高压危险、禁止触摸等；
d）　标签应采用中英文对照，文字清晰可读。

8.3 包装

自动化喷漆设备的包装应符合下列要求：

a） 应符合 GB/T 4879 的要求，采用防锈、防潮、防震的包装材料，应牢固可靠；
b） 包装箱内应放置产品合格证、使用说明书、装箱单等随机文件；
c） 包装箱外部应标明产品名称、型号、数量、重量、体积以及 GB/T 191 规定的储运图示标志，如向上、防潮、小心轻放等。

8.4 运输

运输过程中应采取必要的防护措施，避免剧烈震动、碰撞和雨淋。设备应固定在运输工具上，防止滑动和倾倒。对于精密部件，应采取额外的防震措施，确保运输过程中不受损坏。

8.5 贮存

自动化喷漆设备的贮存应符合下列要求：

a） 贮存环境应干燥、通风良好，避免阳光直射和高温高湿；
b） 贮存期间应定期检查设备状态，防止锈蚀和部件老化。长期贮存时，应对设备进行必要的防护处理，如涂抹防锈油、覆盖防尘罩等；
c） 对于特殊环境下的运输和贮存，如高温、高湿或腐蚀性环境，应采取额外的防护措施。运输和贮存过程中应避免与化学品、易燃易爆物品混放，确保安全；
d） 自动化喷漆设备的包装、运输和贮存记录应完整保存，包括包装日期、运输条件、贮存环境等信息。

参 考 文 献

[1] GB 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
[2] GB/T 11186.3—1989 涂膜颜色测量方法 第三部分：色差计算
[3] GB 37822—2019 挥发性有机物无组织排放控制标准