

团 体 标 准

T/CMES XXXX—2019
代替 T/CMES XXXX.4—202X

汽车涂装工艺数字化智能环保过滤分离系 统技术规范

第四部分：评价指标体系 (征求意见稿)

Technical Specification for Digital Intelligent
Environmental Protection Filtration Separation System for
Automobile Coating Process

Part 4: Evaluation Index System

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准，按《中国机械工程学会团体标准管理办法》由中国机械工程学会机械表面工程分会提出。中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

目 次	II
前 言	III
引 言	IV
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
3.1 过滤分离系统工艺和设备指标	5
3.2 过滤分离系统数字化和智能化指标	5
3.3 过滤分离系统污染物产生指标	5
3.4 过滤分离系统管理类指标	5
3.5 过滤分离系统管理类指标	6
4 评价指标体系	6
4.1 评价指标说明	6
4.2 指标基准值说明	6
4.3 指标体系	7
5 评价方法	12
5.1 指标等级划分	12
5.2 隶属函数建立	12
5.3 综合评价指数计算	12
5.4 综合评价指数计算步骤及等级评定	12
6 数据来源	13

前 言

本文件依据 GB-T 1.1-2020 给出的规则起草。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本文件所述规范为涂装车间液体过滤系统首个技术规范，填补了国内此类技术规范空白。

本文件起草单位：中国汽车工业工程有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、上海上阳流体科技有限公司牵头起草，机械工业第九设计研究院股份有限公司、肇庆学院、中国机械工程学会机械表面工程分会、中国机械总院集团武汉材料保护研究所有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、北京奔驰汽车有限公司、北京福田戴姆勒汽车有限公司、一汽-大众汽车有限公司成都分公司。

本文件起草人：王海军、尹成果、肖 宇、杨雲予、韩勇、段金弟、董雪、钟萍、韩易。

中国机械工程学会标准征订

引 言

当今科技发展日新月异，涂装车间已经全面实现自动化智能化，但在辅助工艺方面，比如前处理电泳液体过滤更换，还没有任何的自动化系统与设备，制约的产品质量的进一步提升，同时也增加了车间内废水，废液的排放。目前国际和国内有存在一些自动过滤设备，但缺少系统性的评价体系。

本章节主要是用以对涂装车间的前处理电泳系统的液体过滤系统，进行自动化水平的评估，以促进全自动过滤系统更快，更全面的进入到相关产业，全面提升行业的过滤水平，促进产品质量的提高和进一步减少废水废物的产生。

中国机械工程学会标准征询委员会

汽车涂装工艺数字化智能环保过滤分离系统技术规范

第 4 部分：评价指标体系

1 范围

本文件规定了汽车涂装工艺主要过滤分离设备和系统在数字化、智能化和环保方面的评价定级。本文件适用于汽车涂装工艺在过滤系统上进行智能化和环保升级、优化工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/CMESXX 《汽车涂装工艺数字化智能环保过滤分离系统技术规范》第一部分 总则

T/CMESXX 《汽车涂装工艺数字化智能环保过滤分离系统技术规范》第二部分：技术要求

T/CMESXX 《汽车涂装工艺数字化智能环保过滤分离系统技术规范》第三部分：废弃物处理处置要求

《涂装行业清洁生产评价指标体系》

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）（国家发展和改革委员会、环境保护部、工业和信息化部 2013 年第 33 号公告）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 过滤分离系统工艺和设备指标

在汽车涂装工艺中，过滤分离系统采用的工艺和设备的种类、性能等指标。

3.2 过滤分离系统数字化和智能化指标

在汽车涂装工艺中，过滤分离系统涉及影响自动化、数字化和智能化水平的技术指标。

3.3 过滤分离系统污染物产生指标

在汽车涂装工艺中，涉及过滤分离系统所产生的污染物的量的指标。

3.4 过滤分离系统管理类指标

在汽车涂装工艺中，对过滤分离系统所制定和实施的各类管理制度和措施的要求。

3.5 过滤分离系统管理类指标

在汽车涂装工艺中，对过滤分离智能化及环保方面有重大影响的指标，或者法律法规严格规定、相关标准强制执行的指标。

4 评价指标体系

4.1 评价指标说明

根据评价指标的性质，可分为定量指标和定性指标两种，分别为过滤分离系统工艺及设备指标、过滤分离系统数字化和智能化指标、过滤分离系统污染物产生指标、过滤分离系统管理类指标。

4.2 指标基准值说明

各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合汽车涂装工艺主要过滤分离设备和系统在智能化和环保方面要求的评价基准。在评价指标体系中，评价基准值分为Ⅰ级基准值、Ⅱ级基准值和Ⅲ级基准值三个等级。其中Ⅰ级基准值代表国际领先水平值，Ⅱ级基准值代表国内先进水平值，Ⅲ级基准值代表国内一般水平。

中国机械工程学会标准工作委员会 草稿

4.3 指标体系

涂装系统主要过滤分离设备技术规范及评价体系的评价指标、评价基准值和权重值见表 1。

表 1 评价指标项目表

序号	一级评价指标	一级指标权重	二级评价指标	单位	二级评价指标权重	一级指标基准	二级指标基准	三级指标基准
1	过滤分离系统工艺及设备指标	0.4	过滤精度	μm	0.1	≤25	25~50	≥50
			系统贝塔值	/	0.1	≥50	20~50	≤20
			预处理要求	mm	0.1	2.0~4.0	1.0~4.0	< 1.0
			过滤分离元件性能再生恢复率	/	0.2	≥99%	95~99%	< 95%
			再生物料相容性	/	0.1	工艺物料	常规使用工艺物料, 定期需要化学清洗	非工艺物料
			再生物料瞬间流量与工作流量的比例 Q_{rt}/Q_w	/	0.2	工艺物料 < 1:20	工艺物料在 1: 20~1: 10 之间	使用非工艺物料; 或使用工艺物料 > 1: 10
			过滤分离元件或材料连续使用寿命*	小时	0.2	> 4000	2000~4000	< 2000
2	过滤分离系统数字化和智能化指标	0.4	过滤分离系统的智能化自主管理技术*		0.5	(1) 控制本机工业通讯协议包括主流工业控制器的通讯协议, 如: 西门子 PLC、三菱 PLC、欧姆龙 PLC、MODBUS、OPC、DLT645、等, 同时还可以针对特殊协议提供定制化服务。针对工业设备通常配套的 PLC、HMI 人机界面等控制部件提供	1) 控制本机, 无通讯功能 (2) 信号采集, 压力, 温度, 流量等信号为模拟量信号。 (3) 与涂装工艺的互锁, 通过硬连接信号与工艺进行互锁。 (4) 警告和故障, 报警和故障的实时显示。	(1) 控制本机, 继电器有触点控制。 (2) 信号采集, 信号为开关量。 (3) 与涂装工艺的互锁, 通过硬连接信号与工艺进行互锁。 (4) 警告和故障, 报警和故障通过声光电进行提示。 (5) 动作, 根据设备警告提示是

序号	一级评价指标	一级指标权重	二级评价指标	单位	二级评价指标权重	一级指标基准	二级指标基准	三级指标基准
						<p>完备的接口。</p> <p>(2) 信号采集, 压力, 温度, 流量等信号为模拟量信号。</p> <p>(3) 与涂装工艺的互锁, 通过通讯将所有设备运行数据上传给工艺, 同时接收工艺所有的参数和指令信号。</p> <p>(4) 警告和故障, 报警和故障的实时显示, 历史报警的时间和事件记录。</p> <p>(5) 动作, 根据设备预设参数, 自动控制所有动作, 完成预设清洗程序。</p> <p>6 (权限) 具有组织架构和权限管理功能, 对历史修改进行记录保存。</p>	<p>(5) 动作, 根据设备预设参数提示是否需要清洁, 根据提示手动启动清洁程序, 自动完成清洗动作。</p> <p>6 (权限) 具有组织架构和权限管理功能</p>	<p>是否需要清洁, 根据提示手动操作完成清洁程序。</p> <p>6 (权限) 钥匙管理。</p>
			过滤分离系统与涂装工艺整体系统的工业数据交互管理协同系统		0.2	<p>(1) 与马达控制中心联锁; 与所处工艺系统的联锁开关指令;</p> <p>与中央处理系统通讯和联锁管理;</p> <p>可在主控机房设置自主 SSD 数据工作站;</p> <p>(2) 本机工业通讯协议包括主流工业控制器的通讯协议, 如:</p>	<p>(1) 与马达控制中心联锁; 与所处工艺系统的联锁开关指令;</p> <p>与中央处理系统通讯和联锁管理;</p> <p>(2) 本机工业通讯协议包括主流工业控制器的通讯协议, 如: 如: 西门子 PLC、三菱 PLC、欧姆龙 PLC、MODBUS、OPC、DLT645、S7 等。</p>	<p>(1) 与马达控制中心联锁; 与所处工艺系统的联锁开关指令;</p> <p>(2) 本机工业通讯协议包括主流工业控制器的通讯协议, 如: 如: 西门子 PLC、三菱 PLC、欧姆龙 PLC、MODBUS、OPC、DLT645、S7 等。</p>

序号	一级评价指标	一级指标权重	二级评价指标	单位	二级评价指标权重	一级指标基准	二级指标基准	三级指标基准
						西门子 PLC、三菱 PLC、欧姆龙 PLC, MODBUS、OPC、DLT645、S7 等, 同时还可以针对特殊协议提供定制化服务。针对工业设备通常配套的 PLC、HMI 人机界面等控制部件提供完备的接口。	OPC、DLT645、S7 等。针对工业设备通常配套的 PLC、HMI 人机界面等控制部件提供完备的接口。	
			数据运维管理平台系统	/	0.1	<p>(1)自主建设宿主云入网、(云组网)。</p> <p>(2)监控(云监控)可视化组态、微信客户端、地图应用、设备阈值报警、监控大屏等,</p> <p>(3)支持 Windows、Android、IOS、HarmonyOS 多平台终端。</p> <p>(4)移动监控、移动报警、移动分析</p> <p>(5)远程编程、固件升级、诊断、监控及调试等可以不断调整和增加服务内容。</p> <p>(6)大数据包括: 设备运行分析、设备管理分析、设备健康诊断、故障预测分析、优化运行分析</p> <p>(7)有组织架构和权限管理功</p>	<p>(1)监控(云监控)可视化组态、微信客户端、地图应用、设备阈值报警、监控大屏等,</p> <p>(2)支持 Windows、Android、IOS、HarmonyOS 多平台终端。</p> <p>(3)移动监控、移动报警、移动分析</p> <p>(4)大数据包括: 设备运行分析、设备管理分析、设备健康诊断、故障预测分析、优化运行分析功能。</p> <p>(5)具有组织架构和权限管理功能</p>	<p>(1)监控(云监控)可视化组态、微信客户端、地图应用、设备阈值报警、监控大屏等</p> <p>(2)支持 Windows、Android、IOS、HarmonyOS 多平台终端。</p> <p>(3)移动监控、移动报警、移动记录</p> <p>(4)具有组织架构和权限管理功能</p>

序号	一级评价指标	一级指标权重	二级评价指标	单位	二级评价指标权重	一级指标基准	二级指标基准	三级指标基准
			系统自律性管理	/	0.2	<p>能</p> <p>云平台底层采用成熟 IaaS 平台。</p> <p>云平台各服务间数据传输使用安全的 HTTPS 协议，通过安全传输层协议（TLS）对通讯中的数据提供加密保障。</p> <p>使用 128-bit SSL 加密机制，确保数据传输过程稳定无漏洞，在设备端设立 A-Key 和 B-Key 保护机制，确保远程访问设备的安全可靠。</p> <p>云平台针对具有数据保密需求的用户，可选择对数据加密后归档，用户必须将数据导出并解密后才能查看归档的数据。</p> <p>云平台服务间使用 ACL 技术进行认证，对非法请求和操作进行隔离，同时提供严格的认证机制，在充分认证用户身份的前提下，限制用户访问的数据、视图以及行为在自己的权限范围以及负责的产品范围内。</p> <p>云平台能有效抵御 XSS、挂马</p>	<p>云平台底层采用成熟 IaaS 平台。</p> <p>云平台各服务间数据传输使用安全的 HTTPS 协议，通过安全传输层协议（TLS）对通讯中的数据提供加密保障。</p> <p>使用 128-bit SSL 加密机制，确保数据传输过程稳定无漏洞，在设备端设立 A-Key 和 B-Key 保护机制，确保远程访问设备的安全可靠。</p> <p>云平台针对具有数据保密需求的用户，可选择对数据加密后归档，用户必须将数据导出并解密后才能查看归档的数据。</p> <p>云平台能有效抵御 XSS、挂马以及 SQL 注入等各种网页漏洞攻击，同时有效防御 DoS、DDoS、密码暴力破解等形式的攻击。</p>	<p>云平台底层采用成熟 IaaS 平台。</p> <p>云平台各服务间数据传输使用安全的 HTTPS 协议，通过安全传输层协议（TLS）对通讯中的数据提供加密保障。</p> <p>使用 128-bit SSL 加密机制，确保数据传输过程稳定无漏洞，在设备端设立 A-Key 和 B-Key 保护机制，确保远程访问设备的安全可靠。</p> <p>云平台能有效抵御 XSS、挂马以及 SQL 注入等各种网页漏洞攻击，同时有效防御 DoS、DDoS、密码暴力破解等形式的攻击。</p>

序号	一级评价指标	一级指标权重	二级评价指标	单位	二级评价指标权重	一级指标基准	二级指标基准	三级指标基准
						以及 SQL 注入等各种网页漏洞攻击，同时有效防御 DoS、DDoS、密码暴力破解等形式的攻击。		
3	过滤分离系统污染物产生指标	0.1	排放物回收固液分离系统的液体在线回收率	/	0.6	> 99%	95-99%	< 95%
			单位面积非工艺物料额外固废产生量	g/m ²	0.4	< 0.4	0.4~0.6	> 0.6
4	过滤分离系统管理指标	0.1	固体废物的处理处置*	/	0.8	过滤分离系统排放的固体废物采用符合国家规定的废物处置方法处置废物；一般固体废物按照 GB18599 相关规定执行；危险废物按照 GB18597 相关规定执行。		
			过滤分离智能化和环保系统运行记录	/	0.2	运行记录完整且保存 3 年以上。		

注 1：*为过滤分离系统限定性指标。

5 评价方法

5.1 指标等级划分

本评价指标体系包括一级评价指标和二级评价指标。指标集 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ ，其中 $x_i = \{x_{ij}\}$ 表示一级评价指标， x_{ij} 表示二级评价指标，其中 $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n_i$ ，例如一级指标分为过滤分离工艺及设备指标、数字化和智能化指标、污染物产生指标和管理类指标等 4 个。根据实际需要，将指标划分为三个等级，指标等级集 $G = \{g_k\} = \{g_1, g_2, g_3\}$ ，即国际领先水平、国内先进水平和国内一般水平。

5.2 隶属函数建立

不同评价指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数。记 $Y_{g_k}(x_{ij})$ 为指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数， $g_k = \{\text{Ⅰ级}, \text{Ⅱ级}, \text{Ⅲ级}\}$ ， $k=1, 2, 3$ 。若指标 x_{ij} 属于级别 g_k ，则隶属函数的值为 100，否则为 0，如公式 (1) 所示。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (1)$$

注：当某指标满足高级别的基准值要求时，该指标也同时满足低级别的基准值要求。

5.3 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 g_k 的得分 Y_{g_k} ，公式 (2) 为：

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \quad (2)$$

5.4 综合评价指数计算步骤及等级评定

本评价指标体系采用限定性指标和指标分级加权评价相结合的方法，计算汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统综合评价指数。在限定性指标达到Ⅲ级水平的基础上，采用指标分级加权的评价方法，计算综合评价指数。根据综合评价指数，确定汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统等级，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统领先企业、汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统先进企业或汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统一般企业。

第一步：将新建项目或现有企业汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统相关指标与Ⅰ级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将相关指标与Ⅰ级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 $Y_{\text{Ⅰ}}$ ，当综合指数得分 $Y_{\text{Ⅰ}} \geq 85$ 分时，可判定汽车涂装工艺过滤分离系统水平为Ⅰ级。当相关指标不满足Ⅰ级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{\text{Ⅰ}} < 85$ 分时，则进入第 2 步计算。

第二步：将新建项目或现有企业汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统相关指标与Ⅱ级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将相关指标与Ⅱ级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 $Y_{\text{Ⅱ}}$ ，当综合指数得分 $Y_{\text{Ⅱ}} \geq 85$ 分时，可判定汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统水平为Ⅱ级。当相关指标不满足Ⅱ级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{\text{Ⅱ}} < 85$ 分时，则进入第 3 步计算。

第三步：将新建项目或现有企业汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统相关指标与Ⅲ级限定性指标基准值进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与Ⅲ级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 $Y_{\text{Ⅲ}}$ ，当综合指数得分 $Y_{\text{Ⅲ}} = 100$ 分时，可判定汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统水平为Ⅲ级。当相关指标不满足Ⅲ级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{\text{Ⅲ}} < 100$ 分时，表明新建项目或现

有企业汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统未达智能化环保要求。

不同等级的汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统的综合评价指数列于表 2。

表 2 不同等级汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统综合评价指数

汽车涂装工艺智能化环保过滤分离系统水平	综合评价指数
I 级（领先企业）	$Y_{g1} \geq 85$ 且限定性指标全部满足 I 级基准值要求
II 级（先进企业）	$Y_{g2} \geq 85$ 且限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上
III 级（一般企业）	$Y_{g3} = 100$

6 数据来源

本评价指标体系所有数据为工艺设备正常生产过程中得出的数据，即不包含开班、收班、停产、维修保养、配槽、倒槽在内的数据。

7、参考文献：

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》

《国家危险废物名录(2021 版)》

《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号）

中国机械工程学会标准征求意见稿