

附件 2

涂装行业清洁生产评价指标体系

国 家 发 展 和 改 革 委 员 会
环 境 保 护 部 发 布
工 业 和 信 息 化 部

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价指标体系.....	2
5 评价方法.....	14
6 指标核算与数据来源.....	16

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，指导和推动涂装行业依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定涂装行业清洁生产评价指标体系（以下简称“指标体系”）。

本指标体系依据综合评价所得分值将清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：上海市机电设计研究院有限公司、中国环境科学研究院、中国表面工程协会涂装分会、上海涂装行业协会、天奇自动化工程股份有限公司、上海艾朗风电科技发展有限公司、北京正丰易科环保科技研究中心有限公司。

本指标体系技术起草人：陶伟民、李艳萍、吴伟玲、扈学文、林丽英、乔琦、李磊、陈健、蔡莹、雍淳、白卫南、刘继荣、贺薇、谢钰、张青玲。

本指标体系由国家发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部提出。

本指标体系由国家发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部负责解释。

1 适用范围

本指标体系适用于汽车及其零部件、机电、家具（铁质）、工程机械等行业的有序涂装生产，当建筑、木器、卷材等行业组织有序涂装生产时，可参考本指标体系执行。本指标体系规定了涂装行业清洁生产的技术要求。本指标体系将清洁生产指标分为五类，即生产工艺及设备要求、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标和清洁生产管理指标。

本指标体系适用于产品以涂装为主要工序的、在室内特定的区域内或特定设备内组织有序生产的企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，环境影响评价、排污许可证、环保领跑者等管理制度。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指标体系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指标体系。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指标体系。

GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法

GB 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

HJ/T 38 固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法

《清洁生产审核办法》（国家发展和改革委员会、国家环境保护部 2016 年第 38 号令）

《环境信息公开办法（试行）》[环境保护部（原国家环境保护总局）2007 年第 35 号令]

《国家危险废物名录》（环境保护部 2016 年第 39 号令）

《危险化学品安全管理条例》（国务院 2011 年第 591 号令）

《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

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

3.1 清洁生产

指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

3.2 涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

3.3 污染物产生指标

单位产品生产（或加工）过程中，产生污染物的量。包括废气产生量、废水产生量、固体废物产生量等指标。

注：（1）本指标体系水污染物产生是指指标指污水处理装置入口的污水量和污染物种类、单排量或浓度；固体废物产生指标是指主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统产生的固体废物的总和。

（2）本指标体系中 VOCs 污染物产生指标说明：表 3 是指处理设施处理进口前的污染物种类、单排量或浓度；其余是指废气处理装置出口的污染物种类、单排量或浓度。

3.4 挥发性有机物（VOCs）

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

注：（1）用于核算或者备案的 VOCs 则指 20℃时蒸汽压不小于 10 Pa 或者 101.325 kPa 标准大气压下，沸点不高于 260 ℃ 的有机化合物或者实际生产条件下具有以上相应挥发性的有机化合物的统称，但是不包括甲烷。

（2）以非甲烷总烃（NMHC）作为监控点以及污染物处理设施挥发性有机物去除效率的综合性控制指标。

4 指标体系

4.1 指标选取说明

本指标体系根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性进行指标选取。根据评价指标的性质，可分为定量指标和定性指标两种。

定量指标选取有代表性的、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产程度。定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划选取，用于考核企业对有关政策法规的符合性及其清洁生产工作管理实施情况。

4.2 指标基准值及其说明

在定量指标体系中，各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。本指标体系确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：凡国家或行业在有关政策、法规等文件中对该项指标已有明确要求的，执行国家或行业要求的数值；凡国家或行业

对该项指标尚无明确要求的,则选用国内涂装行业近年来清洁生产所达到的中上等水平的指标值。因此,本定量指标体系的评价基准值代表了行业清洁生产的先进水平。

在定性指标体系中,衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规,按“是”或“否”两种选择来评定。

4.3 指标体系

4.3.1 指标体系

汽车车身的具体指标体系见表 1, 其他行业按照工艺情况, 其指标体系分别见表 2~5, 所有工艺的清洁生产管理指标体系见表 6。

4.3.2 权重组合

根据表 2~6 计算得出的单项评价指数结果, 再进行权重组合计算得到清洁生产综合评价指数, 权重的组合分数见表 7。

表1 汽车车身评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值		II 级基准值		III 级基准值		
1	生产工艺及设备要求	0.53	涂装前处理	脱脂设施		-	0.10	环保 ^a 、节水 ^b 技术应用；节能技术应用 ^c		环保 ^a 、节水 ^b 技术应用			
2				转化膜、磷化设施			0.10	薄膜型转化膜处理工艺；环保 ^a 、节水 ^b 技术应用；节能技术应用 ^c		环保 ^a 、节水 ^b 技术应用；中温 ^d 磷化；节能技术应用 ^c	环保 ^a 、节水 ^b 技术应用		
3				脱水烘干			0.06	应满足以下条件之一：①无需脱水烘干；②低湿低温空气吹干法		应满足以下条件之一：①节能技术应用 ^c ；②使用清洁能源			
4			底漆	电泳		-	0.10	低温 ⁱ 固化电泳工艺；节能技术应用 ^c ；闭路节水冲洗系统；备用槽		超滤装置；备用槽			
5				烘干		-	0.06	节能技术应用 ^c ；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源		加热装置多级调节 ^f ，使用清洁能源			
6			喷涂	漆雾处理		-	0.06	有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥95%		有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥90%	有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥85%		
7				喷漆	0.05		应满足以下条件之一：①中涂、色漆使用水性漆；②使用粉末涂料；③使用光固化（UV）漆；④免中涂工艺		节能 ^e 技术应用				
					0.05		节能技术应用 ^c ；废溶剂收集、处理 ^e ；除补漆外均采用机器人喷涂		废溶剂收集、处理 ^e ；外表面采用机器人喷涂	废溶剂收集、处理 ^e			
8				烘干			0.06	节能技术应用 ^c ；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源		加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源			
9			废气处理设施	喷漆废气		-	0.08	所有溶剂型喷漆工段有 VOCs 处理设施，处理效率≥85%；有 VOCs 处理设备运行监控装置		溶剂型色漆、罩光漆有 VOCs 处理设施，处理效率≥85%；有 VOCs 处理设备运行监控装置		溶剂型罩光漆有 VOCs 处理设施，处理效率≥80%；有 VOCs 处理设备运行监控装置	
10				涂层烘干废气		-	0.08	有 VOCs 处理设施，处理效率≥98%；有 VOCs 处理设备运行监控装置		有 VOCs 处理设施，处理效率≥95%；有 VOCs 处理设备运行监控装置		有 VOCs 处理设施，处理效率≥90%	
11			原辅材	槽	脱脂	-	0.03	采用低温 ^f 脱脂剂		采用中温 ^g 脱脂剂			

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标			单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
12			料	液	磷化、转化膜	-	0.03	采用不含第一类金属污染物的磷化液、转化膜液	采用低温 ^h 、第一类重金属污 染 物 含 量≤1% 的 磷 化 液、转化膜液	采用中温 ^d 磷化液
13				底漆		-	0.03	应满足以下条件之一：①低温 ⁱ 固化电泳漆；②节能、低沉降型、无铅、无镉电泳漆	应满足以下条件之一：①电泳漆；②自泳漆	
14				中涂		-	0.03	VOCs 含量≤30%	VOCs 含量≤40%	VOCs 含量≤55%
15				色漆		-	0.03	VOCs 含量≤50%	VOCs 含量≤65%	VOCs 含量≤75%
16				罩光漆		-	0.03	VOCs 含量≤55%	VOCs 含量≤60%	VOCs 含量≤65%
17			喷枪清洗液	水性漆	-	0.02	VOCs 含量≤15%	VOCs 含量≤20%	VOCs 含量≤30%	
18	资源和能源消耗指标	0.12	单位面积取水量*			l/m ²	0.50	≤12	≤16	≤20
19			单位面积综合耗能*	乘用车	kgce/m ²	0.50	≤1.0	≤1.2	≤1.3	
	商用车	kgce/m ²		≤1.5	≤1.6		≤1.8			
20	污染物产生指标	0.25	单位面积 COD _{Cr} 产生量*			g/m ²	0.33	≤10	≤14	≤18
21			单位面积的总磷产生量*			g/m ²	0.17	≤0.3	≤0.4	≤0.6
22			单位面积的危险废物产生量*			g/m ²	0.17	≤140	≤160	≤240
23			单位面积 VOCs 产生量*	乘用车	g/m ²	0.33	≤35	≤40	≤45	
	商用车	g/m ²		≤40	≤60		≤80			
24	清洁生产管理指标	0.1	见表 6			-	1.00	见表 6		

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
注 1：表 1 仅适合汽车车身涂装线，其他涂装线按工艺分别按表 2-表 5 相关要求执行。 注 2：商用车包括重型和轻型载货车的驾驶室，不包括车厢、客车。 注 3：资源和能源消耗指标、污染物产生指标，按照电泳面积 (如乘用车面积常规为 100m²/台)进行计算。 注 4：VOCs 处理设施是作为工艺设备之一，单位面积 VOCs 产生量是指处理设施处理后出口的含量。 注 5：中涂、色漆、罩光漆 VOCs 含量指的是涂料包装物的 VOCs 重量百分比，固体份含量指的是包装物的固体份重量百分比；喷枪清洗液 VOCs 含量指的是施工状态的喷枪清洗液 VOCs 含量。 注 6：漆雾捕集效率，新一代文丘里漆雾捕集装置，干式漆雾捕集装置（石灰石法、静电法）的漆雾捕集效率均≥95%，普通文丘里、水旋漆雾捕集装置的漆雾捕集效率≥90%，新一代水帘漆雾捕集装置的漆雾捕集效率≥85%。 注 7：本表不适用于军用车等特种车辆。								
a 环保技术应用包括：采用现有的环保技术、环保工艺、环保原材料，如采用无磷磷化、低氮脱脂等措施，或其他环保的新技术应用（应用以上技术之一即可）。 b 节水技术应用包括：前处理有逆流漂洗、脱脂前预清洗（热水洗）、除油、除渣等槽液处理、水综合利用措施；湿式喷漆室有循环系统、除渣措施，干式喷漆室为节水型设备或其他节水的新技术应用（应用以上技术之一即可）。 c 节能技术应用包括：余热利用；应用变频电机等节能措施可按需调节水量、风量、能耗；喷漆室应用循环风技术；喷淋装置可按需调整喷淋的水量、范围；烘干室采用桥式、风幕等防止热气外溢的节能措施；厚壁产品、大型（重量大）产品涂层应用辐射等节能加热方式；排气能源回收利用；应用简洁、节能的工艺；应用中低温处理的药液；应用中低温固化的涂料；具有良好的保温措施；或其他节约能耗的新技术应用（应用以上技术之一即可）。 d 中温磷化温度 45-55℃；f 低温脱脂温度≤45℃；g 中温脱脂温度 45-55℃；h 低温磷化温度≤45℃；i 低温固化电泳漆温度≤160℃。 e 废溶剂收集、处理：换色、洗枪、管道清洗产生的废溶剂需要全部收集，废溶剂处理可委外处理，此废溶剂不计入单位面积的 COD_{Cr} 产生量。 j 加热装置多级调节：燃油、燃气为比例调节；电加热为调功器调节；蒸气为流量、压力调节阀；包括温度可调。 *为限定性指标。								

表 2 化学前处理评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺及设备要求	0.5	涂装前处理	脱脂设施	-	0.30	环保 ^a 、节水 ^b 技术应用；节能技术应用 ^c	环保 ^a 、节水 ^b 技术应用	
2				转化膜、磷化设施		0.30	薄膜型转化膜处理工艺；环保 ^a 、节水 ^b 技术应用；节能技术应用 ^c	环保 ^a 、节水 ^b 技术应用	
3				脱水烘干		0.2	应满足以下条件之一：①无需脱水烘干；②低湿低温空气吹干法		应满足以下条件之一：①节能技术应用 ^c ；②加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源
4			原辅材料配槽前	脱脂	-	0.10	采用低温 ^f 可生物分解型脱脂剂	采用中温 ^g 脱脂剂	
5				转化膜、磷化	-	0.10	采用不含第一类金属污染物	采用中温 ^d 、第一类重金属含量≤1%	
6	资源和能源消耗指标	0.2	单位面积取水量*		l/m ²	0.50	≤10	≤13	≤20
7			单位面积综合耗能*		kgce/m ²	0.50	≤0.33	≤0.38	≤0.44
			单位重量综合耗能*		kgce/kg		≤0.07	≤0.08	≤0.09
8	污染物产生指标	0.3	单位面积 COD _{Cr} 产生量*		g/m ²	0.34	≤6.5	≤10	≤13
9			单位面积的总磷产生量*		g/m ²	0.33	≤0.3	≤0.4	≤0.6
10			单位面积的危险废物产生量*		g/m ²	0.33	≤45	≤55	≤80
注 1：资源和能源消耗指标、污染物产生指标，按照前处理面积进行计算。									
注 2：资源和能源消耗指标分为两种考核方式：单位面积综合能耗、单位重量综合能耗；当涂装产品壁厚≥3mm，可选用单位重量综合能耗作为考核指标。									
a 环保技术应用包括：采用现有的环保技术、环保工艺、环保原材料，如采用无磷磷化、低氮脱脂等措施。或其他环保的新技术应用（应用以上技术之一即可）。									
b 节水技术应用包括：前处理有逆流漂洗、脱脂前预清洗（热水洗）、除油、除渣等槽液处理、水综合利用措施；或其他节水的新技术应用（应用以上技术之一即可）。									
c 节能技术应用包括：余热利用；应用变频电机等节能措施可按需调节水量、风量、能耗；喷淋装置可按需调整喷淋的水量、范围；烘干室采用桥式、风幕等防止热气外溢的节能措施；应用简洁、节能的工艺；应用中低温处理的药液；具有良好的保温措施；或其他节约能耗的新技术应用（应用以上技术之一即可）。									
d 中温磷化温度 45-55℃；f 低温脱脂温度≤45℃；g 中温脱脂温度 45-55℃。									
j 加热装置多级调节：燃油、燃气为比例调节；电加热为调功器调节；蒸气为流量、压力调节阀；包括温度可调。									
*为限定性指标。									

表 3 机械（物理）前处理评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级 指标 权重	二级指标		单位	二级 指标 权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺 及设备要求	0.50	涂装 前处 理	抛丸	-	0.18	有粉尘处理设备、粉尘处理效率 ≥99%；设备噪声≤90 dB(A)	有粉尘处理设备、粉尘处理 效率≥97%；设备噪声 ≤92dB(A)	有粉尘处理设备，粉尘处理效 率≥95%；设备噪声≤93 dB(A)
2				喷砂（丸）		0.18	应满足以下条件之一：①湿式喷砂； ②干式喷砂（丸），有粉尘处理处理设 备，粉尘处理效率≥99%	干式喷砂（丸），有粉尘处 理处理设备，粉尘处理效率 ≥98%	干式喷砂（丸），有粉尘处理 处理设备，粉尘处理效率≥97%
3						0.09	设备噪声≤85 dB(A)	设备噪声≤87dB(A)	设备噪声≤90 dB(A)
4				打磨	-	0.14	应满足以下条件之一：①湿式打磨； ②干式打磨，有粉尘处理处理设备， 粉尘处理效率≥99%	干式打磨，有粉尘处理处理 设备，粉尘处理效率≥98%	干式打磨，有粉尘处理处理设 备，粉尘处理效率≥97%
						0.05	设备噪声≤85 dB(A)	设备噪声≤87dB(A)	设备噪声≤90 dB(A)
5				擦拭清洁	-	0.18	使用不含苯系物、低 VOCs 的清洁剂	使用低苯系物含量、低 VOCs 的清洁剂	
6				清理	-	0.18	清理工序有除尘装置		
7	资源和能 源消耗指 标	0.15	单位面积综合耗能*	kgce/ m ²	1.00	≤0.27	≤0.33	≤0.38	
			单位重量综合耗能*	kgce/ kg		≤0.06	≤0.08	≤0.09	
8	污染物 产生指标	0.35	单位面积 VOCs 产 生量*	g/m ²	0.65	≤20	≤25	≤35	
			单位面积的危险废 物产生量*	g/m ²	0.35	≤20	≤25	≤40	
注 1：资源和能源消耗指标、污染物产生指标，按照实际处理面积进行计算。									
注 2：资源和能源消耗指标分为两种考核方式：单位面积综合能耗、单位重量综合能耗；当涂装产品壁厚≥3mm，可选用单位重量综合能耗作为考核指标。									
注 3：单位面积 VOCs 产生量是指处理设施处理进口前的含量。									
*为限定性指标。									

表 4 喷漆（涂覆）评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺及设备要求	0.6	底漆	电泳漆 自泳漆 喷漆（涂覆）	-	0.12	应满足以下条件之一：①电泳漆工艺；②自泳漆工艺；③使用水性漆喷涂；④使用粉末涂料	节水 ^b 、技术应用		
2						0.11	节能技术应用 ^c ；电泳漆、自泳漆设置备用槽；喷漆设置漆雾处理	节能技术应用 ^c ；喷漆设置漆雾处理		
3				烘干	-	0.04	节能技术应用 ^c ；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源		加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源	
4			中涂、面漆	漆雾处理	-	0.09	有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥95%	有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥85%	有自动漆雾处理系统，漆雾处理效率≥80%	
5				喷漆（涂覆） （包括流平）		0.15	应满足以下条件之一：①使用水性漆；②使用光固化（UV）漆；③使用粉末涂料；④免中涂工艺	节水 ^b 、节能 ^c 技术应用		
						0.06	废溶剂收集、处理 ^e			
6				烘干室		0.04	节能技术应用 ^c ；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源		加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源	
7			废气处理设施	喷漆废气	-	0.11	溶剂工艺段有 VOCs 处理设施，处理效率≥85%；有 VOCs 处理设备运行监控装置		溶剂型喷漆有 VOCs 处理设施，处理效率≥75%；有 VOCs 处理设备运行监控装置	
8				涂层烘干废气		0.11	有 VOCs 处理设施，处理效率≥98%；有 VOCs 处理设备运行监控装置	有 VOCs 处理设施，处理效率≥95%；有 VOCs 处理设备运行监控装置	有 VOCs 处理设施，处理效率≥90%；有 VOCs 处理设备运行监控装置	
9			原辅材料	底漆	-	0.05	VOCs≤30%		VOCs≤35%	VOCs≤45%
10				中涂	-	0.05	VOCs≤30%		VOCs≤40%	VOCs≤55%
11				面漆	-	0.05	VOCs≤50%		VOCs≤60%	VOCs≤70%
12	喷枪清洗液	水性漆		-	0.02	VOCs 含量≤5%		VOCs 含量≤20%	VOCs 含量≤30%	
13	资源和能源消耗指标	0.1	单位面积取水量*		l/m ²	0.3	≤2.5	≤3.2	≤5	
			单位面积综合耗能*		kgce/m ²	0.7	≤1.26	≤1.32	≤1.43	
			单位重量综合耗能*		kgce/		≤0.23	≤0.26	≤0.31	

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
					kg				
14	污染物产生指标	0.3	单位面积 VOCs 产生量*	客车、大型机械	g/m ²	0.35	≤150	≤210	≤280
其他				≤60			≤80	≤100	
15			单位面积 COD _{Cr} 产生量*		g/m ²	0.35	≤2	≤2.5	≤3.5
16			单位面积的危险废物产生量*		g/m ²	0.30	≤90	≤110	≤160
注 1：单位面积的污染物产生量按照实际喷涂面积计算，单位产品综合耗能按照实际总面积计算。 注 2：VOCs 处理设施是作为工艺设备之一，单位面积 VOCs 产生量是指处理设施处理后出口的含量。 注 3：底漆、中涂、面漆 VOCs 含量指的是涂料包装物的 VOCs 重量百分比，固体份含量指的是包装物的固体份重量百分比；喷枪清洗液 VOCs 含量指的是施工状态的喷枪清洗液 VOCs 含量。 注 4：资源和能源消耗指标分为两种考核方式：单位面积综合能耗、单位重量综合能耗；当涂装产品壁厚≥3mm，可选用单位重量综合能耗作为考核指标。 注 5：漆雾捕集效率，新一代文丘里漆雾捕集装置，干式漆雾捕集装置（石灰石法、静电法）的漆雾捕集效率均≥95%，普通文丘里、水旋漆雾捕集装置的漆雾捕集效率≥90%，新一代水帘漆雾捕集装置的漆雾捕集效率≥85%。									
b 节水技术应用包括：湿式喷漆室有循环系统、除渣措施，干式喷漆室为节水型设备或其他节水的新技术应用（应用以上技术之一即可）。 c 节能技术应用包括：余热利用；应用变频电机等节能措施，可按需调节水量、风量、能耗；喷漆室应用循环风技术；烘干室采用桥式、风幕等防止热气外溢的节能措施；厚壁产品、大型（重量大）产品涂层应用辐射等节能加热方式；排气能源回收利用；应用简洁、节能的工艺；应用中低温固化的涂料；具有良好的保温措施；或其他节约能耗的新技术应用（应用以上技术之一即可）。 e 废溶剂收集、处理：换色、洗枪、管道清洗产生的废溶剂需要全部收集，废溶剂处理可委外处理，此废溶剂不计入单位面积的 COD_{Cr} 产生量。 j 加热装置多级调节：燃油、燃气为比例调节；电加热为调功器调节；蒸气为流量、压力调节阀；包括温度可调。 *为限定性指标。									

表 5 喷粉评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺及设备要求	0.5	喷粉	喷粉室	-	0.33	使用静电喷粉		
2				粉尘处理		0.33	有粉尘废气处理设备，粉尘处理效率≥99%	有粉尘废气处理设备、粉尘处理效率≥98%	有粉尘废气处理设备、粉尘处理效率≥95%
3				固化		0.34	固化温度≤150℃；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源	固化温度≤170℃；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源	固化温度≤190℃；加热装置多级调节 ^j ，使用清洁能源
4	资源综合利用指标	0.25	粉回收利用率*		%	0.50	≥90	≥85	≥80
			单位面积综合耗能*		kgce/m ²	0.50	≤0.44	≤0.55	≤0.61
			单位重量综合耗能*		kgce/kg		≤0.09	≤0.10	≤0.12
5	污染物产生指标	0.25	单位面积粉尘产生量*		g/ m ²	1.00	≤35	≤40	≤45
注 1：单位面积的污染物产生量按照实际喷涂面积计算，单位产品综合耗能按照实际总面积计算。									
注 2：粉末固化的废气需收集后有序排放，并符合当地的环保要求。									
注 3：资源和能源消耗指标分为两种考核方式：单位面积综合能耗、单位重量综合能耗；当涂装产品壁厚≥3mm，可选用单位重量综合能耗作为考核指标。									
j 加热装置多级调节：燃油、燃气为比例调节；电加热为调功器调节；蒸气为流量、压力调节阀；包括温度可调。									
*为限定性指标。									

表 6 清洁生产管理评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	环境管理指标	1	环境管理	0.05	符合国家和地方有关环境法律、法规，污染物排放达到国家和地方排放标准；满足环境影响评价、环保“三同时”制度、总量控制和污染许可证管理要求		
2				0.05	一般工业固体废物贮存按照 GB 18599 相关规定执行；危险废物（包括生产过程中产生的废漆渣、废溶剂等）的贮存严格按照 GB 18597 相关规定执行，后续应交持有危险废物经营许可证的单位处置		
3				0.05	符合国家和地方相关产业政策、不使用国家和地方命令淘汰或禁止的落后工艺和装备，禁止使用“高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录”规定的内容，禁止使用不符合国家或地方有关有害物质限制标准的涂料		
4				0.05	禁止在前处理工艺中使用苯；禁止在大面积除油和除旧漆中使用甲苯、二甲苯和汽油		
5				0.05	限制使用含二氯乙烷的清洗液；限制使用含铬酸盐的清洗液		
6				0.05	已建立并有效运行环境管理体系，符合标准 GB/T 24001		
7				0.05	按照国家、地方法律法规及环评文件要求安装废水在线监测仪及其配套设施、安装 VOCs 处理设备运行监控装置		
8				0.05	按照《环境信息公开办法（试行）》第十九条公开环境信息		
9				0.05	建立绿色物流供应链制度，对主要零部件供应商提出环保要求，符合相关法律法规标准要求		
10				0.05	企业建设项目环境保护“三同时”执行情况		
11			组织机构	0.10	设置专门的清洁生产、环境管理、能源管理岗位，建立一把手负责的环境管理组织机构	设置清洁生产管理岗位，实行环境、能源管理岗位责任制，建立环境管理组织机构	设置环境管理组织机构
12			生产过程	0.10	磷化废水应当设施排放口进行废水单独收集，第一类污染物经单独预处理达标后进入污水处理站；按生产情况制定清理计划，定期清理含粉尘、油漆的设备和管道		
13			环境应急预案	0.10	制定企业环境风险专项应急预案、应急设施、物资齐备，并定期培训和演练		
14			能源管理	0.10	能源管理工作体系化；进出用能单位已配备能源计量器具，并符合 GB 17167 配备要求		
15			节水管理	0.10	进出用能单位配备能源计量器具，并符合 GB 24789 配备要求		

表 7 权重组合表

组合	汽车车身	化学前处理	机械前处理	喷漆（涂覆）	喷粉	清洁生产管理评价指标
汽车车身	1	/	/	/	/	/
组合 1	0	0.45	0	0.45	0	0.1
组合 2	0	0	0.2	0.6	0	0.2
组合 3	0	0.6	0	0	0.2	0.2
组合 4	0	0	0.4	0	0.3	0.3
组合 5	0	0	0	0.8	0	0.2
组合 6	0	0	0	0	0.5	0.5
组合 7	0	0.3	0.2	0.4	0	0.1
组合 8	0	0.3	0.2	0	0.4	0.1
组合 9	0	0.8	0	0	0	0.2
注 1：本表未包含的涂装组合，其权重分配比例以化学前处理、喷漆（涂覆）为主。						
注 2：多条生产线的权重分配按每条生产线的生产面积占总面积的比例进行分配，如 A 生产线的生产面积占有所有生产线的总面积 30%，A 生产线的权重分配为 30%。						

5 评价方法

5.1 汽车车身计算方法

5.1.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的函数。

$$Y_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (\text{公式 5-1})$$

式中， x_{ij} 表示第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标， g_k 表示二级指标基准值，其中 g_1 为 I 级水平， g_2 为 II 级水平， g_3 为 III 级水平； $Y_{gk}(x_{ij})$ 为二级指标对于级别 g_k 的函数。

如公式（5-1）所示，若 x_{ij} 属于级别 g_k ，则函数的值为 100，否则为 0。

5.1.2 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_{gk} ，如（公式 5-2 所示）。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(x_{ij})) \quad (\text{公式 5-2})$$

式中， w_i 为第 i 一级指标的权重， ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重，

其中， $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， m 为一级指标的个数； n_i 为第 i 个一级指标下二级指标的个数。

另外， Y_{g1} 等同于 Y_I ， Y_{g2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g3} 等同于 Y_{III} 。

5.2 其他组合计算方法

5.2.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的函数。

$$X_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (\text{公式 5-3})$$

式中， x_{ij} 表示第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标， g_k 表示二级指标基准值，其中 g_1 为 I 级水平， g_2 为 II 级水平， g_3 为 III 级水平； $X_{gk}(x_{ij})$ 为二级指标对于级别 g_k 的函数。

如公式（5-3）所示，若 x_{ij} 属于级别 g_k ，则函数的值为 100，否则为 0。

5.2.2 单项评价指数计算

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 X_{gk} ，如（公式 5-4 所示）。

$$X_{gk} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} X_{gk}(x_{ij})) \quad (\text{公式 5-4})$$

式中， w_i 为第 i 一级指标的权重， ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重，

其中， $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， m 为一级指标的个数； n_i 为第 i 个一级指标下二级指标的个数。

5.2.3 综合评价指数计算

通过加权求和，如（公式 5-5 所示）。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m w_i X_{gk} \quad (\text{公式 5-5})$$

式中： X_{gk} 为各单项评价指数， w_i 为各单项评价指数对应的权重。

另外， Y_{g1} 等同于 Y_I ， Y_{g2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g3} 等同于 Y_{III} 。

5.3 清洁生产企业的评定

本标准采用限定性指标和指标分级加权评价相结合的方法，计算企业的清洁生产综合评价指数。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，计算企业的清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。对涂装生产企业清洁生产水平的评价，是以其清洁生产综合评价指数为依据的，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为 I 级为国际清洁生产领先水平、II 级为国内清洁生产先进水平；III 级为国内清洁生产基本水平。

5.4 综合评价指数计算步骤

第一步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 I 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 I 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 Y_I ，当综合指数得分 $Y_I \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 I 级。当企业相关指标不满足 I 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_I < 85$ 分时，则进入第 2 步计算。

第二步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 II 级限定性指标进行对比，全部

符合要求后，再将企业相关指标与Ⅱ级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分，当综合指数得分 $Y_{II} \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为Ⅱ级。当企业相关指标不满 Y_{II} 足Ⅱ级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{II} < 85$ 分时，则进入第3步计算。

新建企业或新建项目不再参与第3步计算。

第三步：将现有企业相关指标与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，计算综合指数得分 Y_{III} ，当综合指数得分 $Y_{III} = 100$ 分时，可判定企业清洁生产水平为Ⅲ级。当企业相关指标不满足Ⅲ级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{III} < 100$ 分时，表明企业未达到清洁生产要求。

根据目前我国涂装企业的实际情况，不同等级的清洁生产企业的综合评价指数列于表8。

表8 不同等级清洁生产企业综合评价指数

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I级（国际清洁生产领先水平）	同时满足： —— $Y_I \geq 85$ ； 限定性指标全部满足Ⅰ级基准值要求
Ⅱ级（国内清洁生产先进水平）	同时满足： —— $Y_{II} \geq 85$ ； 限定性指标全部满足Ⅱ级基准值要求及以上
Ⅲ级（国内清洁生产基本水平）	同时满足： —— $Y_{III} = 100$ ；

6 指标核算与数据来源

6.1 指标核算

本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。不包括废水处理、纯水制备、公用动力等辅助设备采集的数据。

6.1.1 单位面积取水量（不包括调节气候的水耗）

取水量指企业在一定计量时间内生产单位面积需要从各种水源所取得的水量。工业生产取水量，包括取自地表水（以净水厂供水计量）、地下水、城镇供水工程，以及企业从市场

购得的其它水或水的产品（如蒸汽、热水、地热水等），不包括企业为外供给市场的水的产品（如蒸汽、热水、地热水等）而取用的水量。如果生产工序使用纯水，则以实际使用的纯水量作为取水量。调节气候水耗指在一年 12 月中，每月耗水与最低月份的耗水的差值属于调节气候的数据，不计入水耗。

单位面积取水量指企业生产每 m^2 涂装面积需要从各种水源所取得的水量。

$$V_{ui} = \frac{V_i}{Q} \times 1000 \quad (1)$$

式中：

V_{ui} ——单位涂装面积的取水量， l/m^2 产品；

V_i ——在一定计量时间内涂装生产的取水量， t ；

Q ——在一定计量时间内涂装面积总和， m^2 。

6.1.2 单位涂装面积（重量）综合能耗（不包括调节气候的能耗）

用能单位的统计报告期内实际消耗的各种能源实物量，按规定的计算方法和单位分别折算后的总和。对企业，综合能耗是指统计报告期内，主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的综合能耗总和。

企业单位涂装面积（重量）综合能耗是指在一定计量时间内，涂装 1m^2 （ 1kg ）产品的综合能耗（单位面积（重量）的综合能耗不考虑用于调节气候的能耗，只考虑工艺设备的能耗）。调节气候能耗指在一年 12 月中，每月耗能与最低月份的耗能的差值属于调节气候的数据，不计入能耗。

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q} \quad (2)$$

式中：

E_{ui} ——涂装每 m^2 （ kg ）的综合能耗（折标准煤）， kgce/m^2 ；

Q ——在一定计量时间内总的涂装面积（重量）， m^2 ；

E_i ——在一定计量时间内的综合能耗（折标准煤），可扣除余热回收的耗能， kgce 。

注： $1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 0.1229 \text{ kgce}$

6.1.3 单位面积的化学需氧量（COD_{Cr}）产生量

指生产过程中产生的废水中 COD_{Cr} 的量。

$$COD_{cr} = \frac{C_i \times V_c}{Q} \quad (3)$$

式中：

COD_{cr}——涂装 1m² 的 COD_{cr} 产生量， g/m²；

C_i——在一定计量时间内，各生产环节 COD_{cr} 产生浓度实测加权值， mg/L；

V_c——在一定计量时间内，企业生产废水产生量（纯水制备产生的浓水不计入废水产生量）， t；

Q ——在一定计量时间涂装面积总和， m²。

6.1.4 单位面积的危险废物产生量

按照《国家危险废物名录》，危险废物主要包括 HW06 废有机溶剂与含有有机溶剂废物、HW12 染料涂料废物、HW17 表面处理废物、HW23 含锌废物、HW35 废碱、HW49 其他废物。

企业涂装每 m² 工件所产生的危险废物量：

$$M_{ui} = \frac{M_i}{Q} \times 1000 \quad (4)$$

式中：

M_{ui}——涂装 1m² 的产生的危险废物量， g/m²；

M_i——在一定计量时间内涂装产生的危险废物产生量， kg；

Q ——在一定计量时间涂装面积总和， m²。

6.1.5 单位面积的 VOCs 产生量

企业涂装每 m² 工件所产生的 VOCs 量：

$$VOCs = \frac{M_{VOCs}}{Q} \times 1000 \quad (5)$$

式中：

VOCs——涂装 1m² 工件产生的 VOCs 量， g/m²；

M_{vocs}——在一定计量时间内涂装产生的总的 VOCs 量， kg；

Q ——在一定计量时间涂装面积总和， m²。

注： VOCs 净化效率， RTO（三室）、TNV 等焚烧法处理 VOCs 的效率均≥98%， RTO（两室）等焚烧法处理 VOCs 的效率均≥95%，活性炭吸附浓缩+催化燃烧等联合处理的 VOCs 的效率≥85%。

6.1.6 单位面积的总磷产生量

企业涂装每 m² 工件所产生的总磷量：

$$TP = \frac{M_{TP}}{Q} \times 1000 \quad (6)$$

式中：

TP——涂装 1m² 工件产生的总磷量，g/m²；

M_{TP}——在一定计量时间内涂装产生的总磷量，kg；

Q——在一定计量时间涂装面积总和，m²。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

企业的原辅材料和新鲜水的消耗量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以统计年报或考核周期报表为准。

所有数据均为正常生产时采集为准。

6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征指标也可以在考核周期内用实测方法取得，考核周期一般不少于一个月。

6.2.3 采样和监测

本指标污染物产生指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准监测分析方法，详见表 9。

表 9 污染物项目测定方法标准

监测项目	测定位置	方法、标准名称	方法标准编号
化学需氧量（COD _{Cr} ）	末端治理设施入口：涂装设备产生的未经处理的所有废水排出口。	水质 化学需氧量的测定 重铬酸钾法	GB 11914
总磷（TP）	末端治理设施入口：涂装设备产生的未经处理的所有废水排出口。	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	GB 11893
非甲烷总烃（NHMC）	机械处理： 处理治理设施入口 其他： 处理治理设施出口	固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ/T 38