

涂装行业 清洁生产评价指标体系 编制说明

《涂装行业清洁生产评价指标体系》编制课题组

2016 年 4 月

目录

1 前言.....	1
1.1 指标体系编制出台的背景	1
1.2 涂装行业概况	1
1.3 指标体系编制的必要性与紧迫性	3
2 编制过程.....	3
3 适用范围.....	5
4 指标体系编制原则、依据.....	5
4.1 指导思想	5
4.2 编制原则	6
4.3 编制依据	6
5 编制方法和技术路线.....	6
5.1 编制方法	6
5.2 编制技术路线	7
6 指标内容的确定.....	8
6.1 指标体系框架的确立	8
6.2 一级指标权重值的确定	8
6.3 二级指标分权重值的确定	8
6.4 相关指标内容确定	11
6.5 综合评价指数	13
7 指标体系实施的可行性分析.....	14
8 指标体系实施的节能减排潜力分析.....	14
9 指标体系实施建议.....	14

1前言

1.1 指标体系编制出台的背景

节约能源、降低能耗，减少污染物排放是转变发展思路、创新发展模式、提高发展质量、加快经济结构调整、彻底转变经济增长方式的重要途径，为此“十二五”期间单位GDP能耗要降低16%、单位GDP二氧化碳排放要降低17%、化学需氧量和二氧化硫排放总量要减少8%、氨氮和氮氧化物排放量要减少10%。

循环经济是对传统经济发展观念、资源利用模式和环境治理方式的重大变革，有利于提高经济增长质量、节约资源能源和改善生态环境，是建设资源节约型、环境友好型社会，落实科学发展观、实现可持续发展的必然要求。循环经济要求在生产、流通和消费过程中遵循减量化、再使用和资源化原则，其直接效应就是节能、降耗、减排。

清洁生产是实现循环经济的主要方法，是21世纪工业生产的方向，也是我国工业实现可持续发展的重要保证。企业要实现清洁生产，必须有一个努力目标和判断标准。清洁生产评价指标体系中的指标就是企业努力的目标，也是企业是否实现清洁生产的判断标准。《涂装行业清洁生产评价指标体系》的制定可以促进我国涂装行业走清洁生产的道路，为企业开展清洁生产提供技术导向，也可以为企业清洁生产绩效公告提供依据。

1.2 涂装行业概况

1.2.1 涂料行业发展概况

我国是制造业大国，在工业生产过程中，涂装工艺涉及的行业众多，包括涉及到涂装过程的所有行业，如机动车制造与维修、家具、家用电器、金属制品加工、彩钢板、集装箱、造船、电器设备、管业等等。

10年来涂料产量增加了4.63倍，从世界排名第六，到超过美国（2009年）而成为世界第一。其发展是与国民经济同步的。

涂料行业属于新材料领域。环保涂料包括：水性涂料、粉末涂料、辐射固化涂料和高固体分涂料等。由于环保涂料等尚处于研发初期，一些关键技术问题还远没有解决。因此溶剂涂料使用量占涂料总量的50-60%。由于近年来发展非常快，平均以15%速度在增长，在2012年的产量达到1200万吨以上（进出口量可以忽略不计），其中工业涂料约占70%，即840万吨左右，以此计算的VOCs排放量约在600万吨（含涂装时使用的稀释剂）的VOCs在涂料的使用过程中挥发到大气中（仅二甲苯就有数十万吨）。成为目前我国工业VOCs排放的最大来源，对我国工业VOCs排放的影响最大。

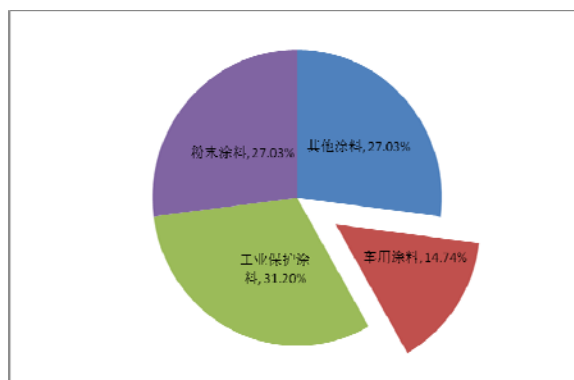


图1 全国不同类型涂料及其所占比例

从事涂装行业的大中小企业繁多，工艺装备参差不齐，资源能源消耗很大、产排污没有得到有效控制，涂装行业能耗和污染的体量很大。目前没有相应法规要求涂装企业进行强制清洁生产，自愿参与清洁生产评价、审核的企业有限。因此开展清洁生产评价、审核的潜力很大。

1.2.2涂装生产工艺

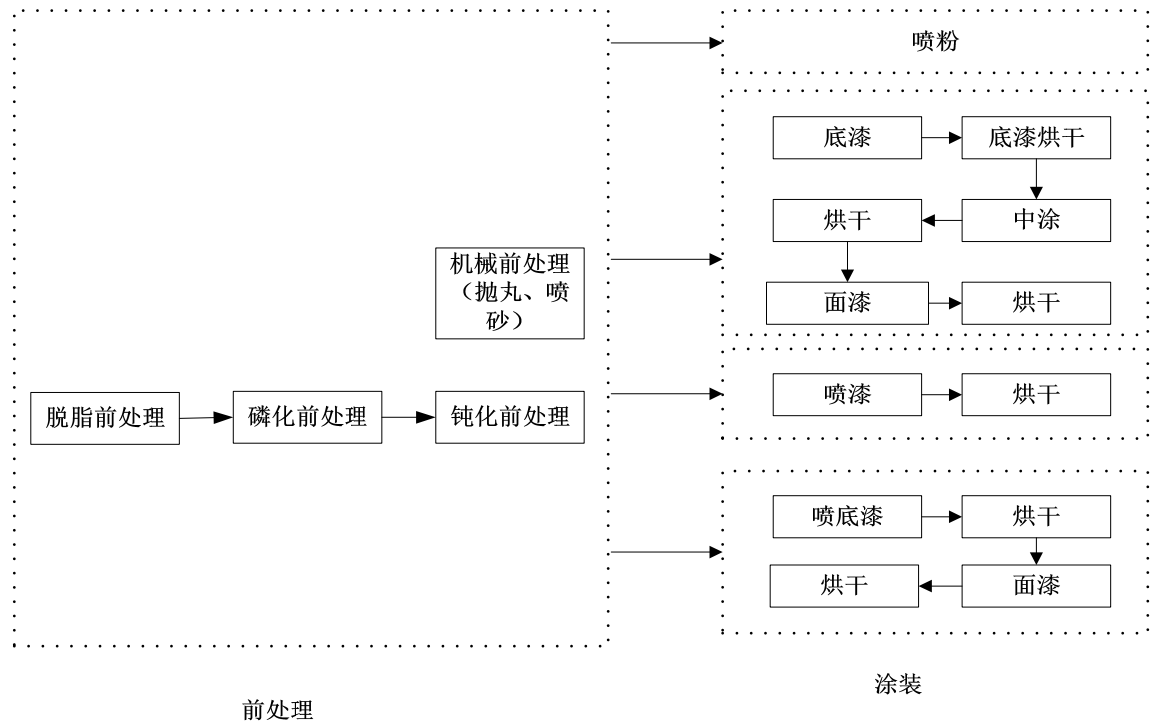


图2 主要涂装生产流程图

1.2.3涂装生产污染物产排现状

完整的涂装生产过程一般为前处理+涂装。其中前处理主要包括两种方式，化学前处理和机械前处理。化学前处理一般包括脱脂、磷化、钝化。目前脱脂剂一般采用无磷脱脂剂，主要成分是 Na_2CO_3 、 NaOH 、 Na_2SiO_3 、表面活性剂等，磷化剂一般采用磷酸二氢锌、亚硝酸钠(催化剂)、镍系磷酸盐等。由于磷化膜是一种多孔性的膜层，对涂层质量要求高的需进行钝化处理。目前一般采用无铬钝化剂进行钝化处理，其主要成分为锆酸盐。化学前处理需要用水、纯水清洗，产生清洗废水，同时磷化过程会产生磷化废渣，磷化废渣为危险废物。机械前处理一般采用抛丸或者喷砂，过程中会产生含颗粒物的废气。

涂装前处理后进行涂装。底漆一般为阴极电泳工艺和喷漆工艺，中涂、面涂为喷漆、喷粉工艺。涂装生产产生的污染物包括废水，废渣、涂装废气。生产废水主要来自涂装前处理，主要是在生产过程产生的脱脂废水、磷化废水、清洗废水、电泳后清洗废水，另外还有喷漆室循环水、雪橇冲洗废水的排放。废气主要包括喷漆及烘干过程产生的漆雾、VOCs。危险废物主要包括磷化废渣、涂漆废渣、废油漆桶、废过滤纤维、废活性炭等。危险废物应委托有资质单位处置。

1.3 指标体系编制的必要性与紧迫性

1.3.1 为政府主管部门提供涂装行业清洁生产管理手段

政府主管部门需要了解涂装行业清洁生产水平状况、评估企业清洁生产绩效、设置涂装行业节能减排导向目标；以及需要制定涂装产业发展政策，促进涂装行业实施清洁生产，进而规范和指导涂装行业清洁生产持续有效地向前发展，在涂装企业中建立并形成长期有效的清洁生产机制。

1.3.2 涂装行业节能减排形式越来越严峻

涂装行业的资源能源消耗很大，如汽车制造业四大工艺（车间）中，汽车涂装耗能占整车四个工艺（车间）总能耗的70%，涂装行业的产排污现状也令人担忧，有废气、废液、废渣等排放，对环境的影响较大。

涂装是机械设备、汽车、机电、家具、建构物等表面防腐及装饰工程中的一个重要环节，从事涂装行业的大中小企业繁多，大型企业的工艺装备较好，中小型企业的工艺装备参差不齐，因没有相应法规，部分对节能减排、清洁生产没有重视、没有投资，部分企业按环保要求投资了相应装备，但没有正常运行，对环境的影响很大，只有建立长效监督机制，才能杜绝此类现象。因此在涂装行业内部分推行强制清洁生产势在必行。

为推动涂装企业实施清洁生产，持续减少资源与能源消耗、减少污染物的产生与排放就成为紧迫的任务。如何判断涂装企业清洁生产水平，如何判断涂装企业清洁生产方面存在的潜力和机会，如何推动涂装企业自觉实施清洁生产，迫切需要由国家政府主管部门出台一部涂装行业清洁生产评价指标体系，提出导向目标，规范涂装企业行为，引领涂装企业实施清洁生产。

2 编制过程

本指标体系编制工作根据环境保护部办公厅《关于下达2009年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》要求，于2014年7月启动，2016年**月底完成指标体系，具体编制过程见下表。

表2 清洁生产评价指标体系编制过程

序号	工作内容	完成时间
1	参加统编工作会议	2014.10
2	成立清洁生产评价指标体系编制工作小组，编制开题报告及编制说明	2014.10-2014.11
3	清洁生产评价指标体系开题论证会	2014.12
4	资料收集、企业数据调研，编制标准征求意见稿	2014.12-2015.4
5	标准征求意见稿论证会	2015.10
6	标准征求意见	2015.10-2015.11
7	清洁生产评价指标体系送审稿评审	2016.4
8	清洁生产评价指标体系报批稿评审	2016.**

2.1 在标准制定的过程中，查阅的资料

2.1.1 我国涂装行业基本情况：主要涉及的行业，各个行业有代表性的企业、生产规模、工艺过程、能源消耗、污染物产排情况、发展趋势等。

2.1.2 国内外涂装行业污染物控制方法及相关污染物排放标准限值。

2.1.3 国内外涂装行业清洁生产工艺技术以及污染物相关处理技术。

本标准调研工作采用了到生产企业实地调研及发放《涂装企业清洁生产水平调查表》相结合的方式。并将编制动态、征求意见表及时上传到中国表面工程协会涂装分会的网站、微信、杂志。

2.2 调研内容

2.2.1 中国涂料总规模

据国家统计局最新统计数据显示,2014 年 6 月全国涂料产量(按规模以上 1 327 家企业计)190.90 万 t,较上年同期的 133.12 万 t 同比上升了 13.4%; 1-6 月累计产量 771.16 万 t,较上年同期的 699.22 万 t 同比增长了 10.3%。1-6 月累计产量居前 3 位的是广东、上海和江苏,分别达 153.98 万 t、91.05 万 t 和 90.31 万 t,同比分别增长了 5.5%、19.6%和 2.1%。

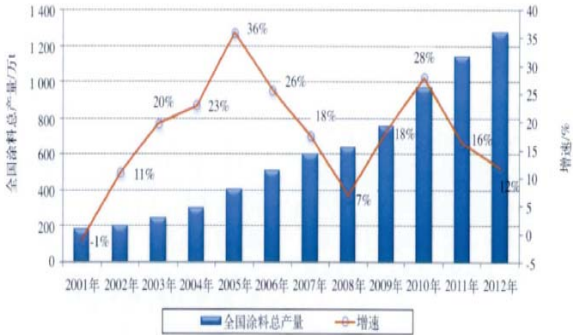


图 3 我国历年涂料市场规模分析图

2.2.2 中国涂料的应用

2.2.2.1 汽车类涂料：

汽车涂料下游最主要的应用领域是汽车行业。

新材料新技术在涂料领域的运用、原有汽车涂装线的升级或技术革新以及其新增的产能，都将推动新型汽车涂料的快速增长。2014 年上半年我国汽车产销双双再次突破千万辆，即 1 178.34 万辆和 1 168.35 万辆。而 2013 年上半年汽车产销分别是 1 075.17 万辆和 1 078.22 万辆。随着与日俱增国内汽车保有量，含有新材料新技术的汽车修补涂料、汽车原厂涂料的市场需求将会上升，以新材料为原料的汽车涂料市场空间依旧很大。

农业机械、工程机械、摩托车、汽车零部件等金属五金件也都使用汽车涂料。中国作为全球最大的制造业王国，其涂料市场需求很大。



图 4 我国历年车用涂料分析图

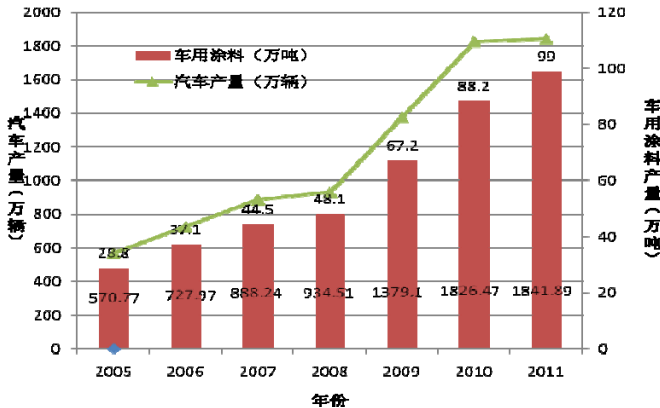


图 5 我国历年车用涂料和汽车产量对比分析图

2.2.2.2 家电类涂料

目前，我国已成为全球最大的轻工零部件制造和出口国，该行业产品多、需求大、市场好。白

色家电的金属零部件以及五金件都要用到阴极电泳涂料，如冰箱及空调的制冷压缩机壳体、紧固件、金属骨架和金属网笼以及冰箱散热器和蒸发器等，这样会显著地拉动相应涂料市场的需求。家电类涂料估计占整个涂料的 11.3%，随着未来发展会有进一步扩大的趋势。

2.2.3 生产工艺

重点调研了涂装生产所采用的工艺过程、生产规模、原辅材料、生产装备、资源能源消耗情况。

2.2.4 污染物产生情况

对涂装生产企业的生产工艺流程进行现场考察，了解工艺流程、污染物产生及排放情况、清洁生产管理水平等情况，对涂装生产全过程的污染物的产生节点、产生量及主要污染物、污染物排放去向等进行了重点调研。尤其针对废水、COD、BOD₅、总磷、、苯系物、VOCs、一般固体废物和危险废物等情况进行调研。

2.2.5 污染物处理现状

对调研企业现有污染物处理装置的处理工艺流程、运行原理、污染物去除效果、主要设备及投资费用、处理费用、污染物排放去向进行了调查研究。

2.2.6 水质、废气监测状况

对企业水质、废气监测能力、监测项目、监测方法、主要仪器仪表、设备及人员配备情况进行了调查研究。

2.2.7 清洁生产管理状况

对企业的环境管理体系执行情况、清洁生产审核情况、能源计量器具配备情况、固体废物处理处置情况、污染物总量控制执行情况、应急预案等进行了调查研究。主要调研了社团、科研、汽车、零部件、家电、家具、大型机械 7 个行业 16 家企业。

3 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、环境领跑者等管理制度。

4 指标体系编制原则、依据

4.1 指导思想

本指标体系遵循“科学、合理、易操作”的原则进行编制。指标体系的编制体现了产品生命周期分析、生产全过程预防控制和源头削减的思想。本指标体系框架及定量、定性指标内容的确定，充分依据现行的《产业结构调整指导目录》，并充分考虑了国内外已有的清洁生产技术成果和成功

的清洁生产管理经验、涂装行业未来的发展趋势等信息内容。指标体系中指标的选取考虑了涂装生产特点和指标的典型性、代表性、统计指标数据容易获得等因素，使编制的指标体系具有可操作性。

4.2 编制原则

4.2.1依据清洁生产相关法律、法规、标准进行编制；

4.2.2满足政府主管部门评判企业清洁生产水平，引导和推动涂装企业实施清洁生产，鼓励先进企业，淘汰落后企业的要求；

4.2.3满足政府环保主管部门对涂装企业新扩改建项目环评审批的要求和实施排污许可证管理的要求；

4.2.4满足政府主管部门对涂装企业开展自愿与强制清洁生产审核的管理要求；

4.2.5满足政府主管部门对涂装企业实施环境准入管理要求；

4.2.6反映涂装行业特点；

4.2.7促进涂装行业清洁生产和技术进步；

4.2.8促进现有涂装企业完善清洁生产长效机制，持续提升涂装企业清洁生产水平。

4.3 编制依据

本指标体系内容引用了下列文件中的条款。凡不注明日期的引用文件，其有效版本适用于指标体系。

GB18597 危险废物贮存污染控制标准

GB18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

GB/T17167 用能单位能源计量器具配备和管理导则

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）（中华人民共和国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）

《清洁生产审核暂行办法》（中华人民共和国国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令 第16号）

《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第591号）

《环境信息公开办法（试行）》（国家环境保护总局令 第35号）

5编制方法和技术路线

5.1 编制方法

本指标体系在编制过程中具体采用以下方法：

5.1.1资料收集法

为编制本指标体系，课题组先后收集了《产业结构调整指导目录》、现行的涂装行业排放标

准、行业产排污系数、《中国涂料年鉴》、《涂装车间设计手册》等大量资料，作为编制本指标体系的支撑性资料。

5.1.2标准框架法

针对涂装行业生产流程特点，根据《清洁生产评价指标体系编制通则（征求意见稿）》、国家清洁生产与循环经济研究中心《我国清洁生产技术规范整合研究报告》等有关编制要求，确定了本指标体系框架。

5.1.3指标值确定法

本指标体系定性指标内容的确定，主要是参照《产业结构调整指导目录》、《中国涂料年鉴》、《涂装车间设计手册》等文件，以及涂装相关单位的统计数据。

5.2 编制技术路线

本指标体系按以下编制技术路线组织编写工作，有关编制技术路线内容详见下图。

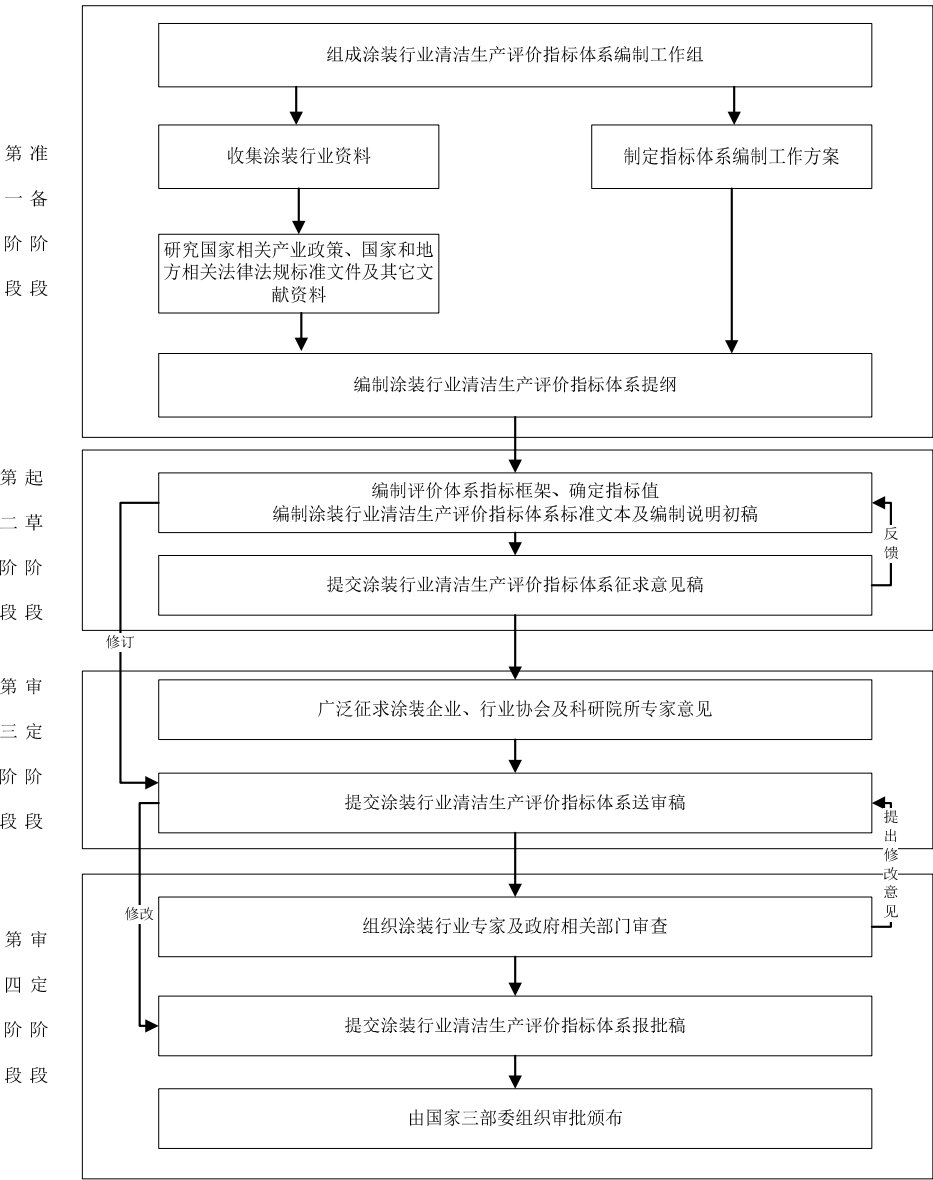


图6涂装行业清洁生产评价指标体系编制技术路线图

6 指标内容的确定

6.1 指标体系框架的确立

本指标体系评价指标体系框架的确立，主要依据《我国清洁生产技术规范整合研究报告》和《清洁生产评价指标体系编制通则（征求意见稿）》两个文件，并结合涂装行业生产特点，吸收采纳了已颁布或已编制完成的清洁生产标准的研究成果予以确定。

6.2 一级指标权重值的确定

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，这五大类清洁生产一级指标当中，生产工艺与装备指标是通过调查国内外同行业的先进生产工艺与装备水平，在满足国家产业政策要求的基础上，采用资源消耗低、污染排放少的清洁生产工艺、装备和制造技术。

资源能源消耗指标为行业常用的经济指标。该指标目的是促进企业采用节能、节水、节材、生态设计技术工艺和装备，最大限度降低资源、能源的消耗，提高资源能源利用效率。

资源综合利用指标的目的在于促进企业采取综合利用措施，具体内容包括余热利用、水综合利用系统、槽液净化等。与生产工艺装备等指标内容有重叠，不再独立考核。

污染物产生指标是根据总量控制要求以及国家和地方污染物排放要求，结合涂装行业的污染特征而确定的，其目的是从源头上采取有效措施，减少重点污染物的产生。

清洁生产管理水平是影响各行业清洁生产绩效的重要因素。清洁生产管理指标要求企业从清洁生产审核制度执行、清洁生产部门设置和人员配备、清洁生产管理制度、强制性清洁生产审核政策执行情况、环境管理体系认证等管理环境中对环境影响大的方面，根据各行业的具体情况提出规范性要求。

根据各类指标对涂装企业清洁生产水平评价中所起的作用和影响程度大小，确定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、清洁生产管理指标的权重。

6.3 二级指标分权重值的确定

考核基准值的选取，既要考虑一定的驱动性，也要考虑当前的实际情况。因此，在选取考核基准值时，根据建立体系的指导思想，按照国家现行产业发展、环境保护政策和行业发展规划的要求，选取部分有代表性的条目，如基本要求：（1）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）一般工业固体废物贮存按照 GB18599 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 GB18597 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）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）禁止在前处理工艺中使用苯；禁止在除油和除旧

漆中使用甲苯、二甲苯和汽油。(5) 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。

此外，对于国家或行业等有关管理部门目前已有明确要求的，应按国家或行业等的具体要求值选取；对于国家或行业等目前尚无具体要求的，综合考虑企业现状后适当选取，这些数值既考虑具有足够的激励性，又考虑实现指标的可操作性。考虑到涂装企业因在生产工艺过程上的不同而呈现在上述清洁生产最终目标各方面的差异，本评价指标体系对涂装企业按照行业结合工艺进行一定的分类，并分别选取考核指标及基准。

清洁生产是一个相对概念，它将随着经济发展和技术更新而不断完善，达到新的更高、更先进的水平。因此清洁生产评价指标的考核基准值，也应视行业技术进步趋势和企业发展情况进行不定期调整，调整周期最长不应超过 5 年。

清洁生产评价指标的权重值反映了该指标在整个清洁生产评价指标体系中所占的比重。它原则上是根据该项指标对涂装企业清洁生产实际效益和水平的影响程度大小及其实施的难易程度来确定的。

一级指标的权重之和为 1，二级指标的权重之和为 1。

对于隶属于一级指标的二级指标分权重值的确定，主要根据各二级指标在涂装生产过程中对清洁生产的贡献多少，影响程度大小而定，二级指标权重值越大的指标说明其对清洁生产贡献越大、影响程度越大。各二级指标权重值的赋值情况见指标体系文本表 1-表 6。

6.3.1 生产工艺及设备要求

通过对涂装企业的调研，在工艺装备方面一般涂装企业目前的装备水平如下：

6.3.1.1 化学前处理

(1) 脱脂

脱脂过程有自动的温控系统，有脱脂液维护与管理设施（如油水分离器、磁性分离器等），可以有效减少脱脂废水的排放，降低能耗。

◆ 采用膜过滤技术再生清洗水循环利用

涂装是耗水大户，涂装 1 台轿车车身耗水量，技术先进的要几百升，落后的以吨计。采用 RO、UF、NF 膜过滤再生清洗水循环利用技术已趋向成熟普及。如用 PT—RO 和 ED—RO 分别再生前处理和电泳后清洗最终一道循环纯水洗液(约 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$)，制成滤液(<10 $\mu\text{S}/\text{cm}$)替代纯水，可节省 50% 左右的新鲜纯水，浓缩液返到前道工序使用，提高水和药品、CED 涂料的利用率，削减了污水排放量。采用 NF 或 UF 过滤再生前处理脱脂和磷化后的清洗水。还有采用陶瓷超滤(UF)等技术的装置作为脱脂液的油水分离器，回收脱脂液和降低脱脂处理液中的含油量，延长脱脂液的使用寿命。

(2) 磷化

磷化过程有自动的温控系统，磷化液维护与调整设施（如磷化液除渣设施等），可以有效减少磷化废渣的产生，减少磷化废水的排放，降低能耗。

◆ 环保型无磷涂装前处理工艺（硅烷处理）：

近年来，硅烷处理、锆盐处理或者两者复合的环保型无磷化涂装前处理工艺发展很快。有机硅烷表面处理工艺是最具有发展潜力的一种，处理液中不含 Ni 等第一类金属污染物；常温下处理，处理时间短至 30~90 s，约为磷化处理时间的一半；薄膜（纳米级）、转化膜重量 0.1 g/m²（约为磷化膜重的 1/20）、沉渣比磷化减少 90%左右或无渣，单耗大大降低；还具有简化工艺（取消表调和钝化工序）和适应多种底材（如冷轧钢板、镀锌钢板、铝材、铜合金等）共线处理的特点。

6.3.1.2 机械处理（抛丸、喷砂）

含颗粒物废气采用二级除尘（旋风除尘+过滤式除尘）的高效处理装置。

6.3.1.3 底漆

电泳底漆过程有自动补加装置、有自动温控系统、有电泳漆回收、利用系统。

6.3.1.4 中涂

中涂包括自动漆雾处理系统、静电喷涂、废溶剂有效收集及处理、VOCs 有机废气处理装置。

6.3.1.5 面漆

面漆包括自动漆雾处理系统、静电喷涂、废溶剂有效收集及处理、VOCs 有机废气处理装置。

6.3.1.6 喷涂工艺：

常规的喷涂工艺是 3C2B 涂装体系：中涂→烘干→底色漆→预烘干→罩光漆→烘干。

3C1B 涂装体系：中涂→晾干（或预烘干）→底色漆（BC1+BC2）→预烘干→罩光漆→烘干。与 3C2B 涂装体系相比，取消了中涂烘干、打磨和涂面漆前的准备工序。

免中涂工艺（或称节能、环保型工艺）：底色漆 1（BC1 兼有一定的中涂功能）→底色漆（2BC2）→预烘干→罩光漆→烘干。与 3C2B 相比，取消了中涂线。

3C1B、免中涂工艺在简化工艺、节省投资、节能减排、降成本方面，较原工艺（3C2B）具有较大的优势。

6.3.1.7 干式漆雾捕集新技术（装置）——干式喷漆室：

涂装线常用的大型上供风下排风喷漆室，一直配用水洗式漆雾捕集装置，因而称为湿式喷漆室，它需用大量的水，并需加化学药品（絮凝剂）；排放出来含漆渣的污水，加重环保负荷。欧美国家开始限用水洗式漆雾捕集装置，已形成干式喷漆室如德国的干式漆雾捕集 Eco DryScrubber 和静电漆雾捕集 E Scrub 技术装备的干式喷漆室替代湿式喷漆室之势。采用干式分离技术除净喷漆室排风中的漆雾，不产生特殊的垃圾，分离过程完全自动化，分离不用水和化学药品，过滤介质（粘漆雾滤料，filterelements）是白色的石灰石粉，可再生利用。通过干粉末吸滤漆雾捕集装置的喷漆室排风，不需追加过滤可直接再循环使用，仅需补供 5%~20%新鲜空气。两种新的漆雾捕集技术装备的干式喷漆室在节能减排、节水省投资、废弃物处理、排风循环利用等方面与湿式喷漆室相比有较大优势。

6.3.1.8 喷漆室排风再循环利用技术：

喷漆室是涂装车间能耗最大的设备，占车间总能耗 50%左右，其中空调能耗又占四成，因而成为节能减排的革新对象。如能将喷漆室排风循环利用，是最大的节能减排措施，近年来取得成功。Eco DryScrubber 型干式喷漆室排风在全自动喷漆场合直接循环利用，排风利用率 80%~95%，仅补充 5%~20%的新鲜空气。湿式喷漆室也有相应的排风再循环利用技术。

6.3.2 资源和能源消耗指标

在涂装企业，单位产品的物耗、能耗、水耗差异较大。在本标准中核算的基准为单位涂装面积。本评价指标体系的资源和能源消耗指标共有 2 项，包括单位面积水耗、单位面积（重量）综合能耗。各指标项目的基准值根据对涂装企业调研的数据核算出来的。

6.3.3 污染物产生指标

涂装企业产生的污染物主要包括废水、废气和危险废物。污染物产生二级指标一共有 4 项，本评价指标体系中废水指标设定 COD_{Cr} 产生量、总磷产生量 2 个指标，废气指标设定 VOCs 产生量一个指标产生量，固废指标设定危险废物产生量 1 个指标，指标为污染物产生车间或装置出口，或者进入末端处理设施之前测得。

6.3.4 清洁生产管理指标（公共指标）

清洁生产管理二级指标共 6 项，本评价指标体系将涂装企业的清洁生产管理指标细分为组织机构、生产过程、环境风险、环境应急预案、能源管理、节水管理 6 个方面。管理类二级指标内容的确定主要是依据涂装行业的特点；国家相关清洁生产法律、法规、政策；国家有关节能减排要求；清洁生产示范企业活动等管理要求予以确定的。

6.4 相关指标内容确定

6.4.1 数据采集

本项目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。

6.4.2 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%。

6.4.3 调节气候

单位面积水耗、单位涂装面积（重量）综合能耗，不包括调节气候所消耗的水耗和能耗。即在一年 12 月中，每月耗水、耗能与最低月份的耗水、耗能的差值属于调节气候的数据，不计入水耗、能耗。

6.4.4 取水量

企业在一定计量时间内生产单位产品需要从各种水源所取得的水量，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。

6.4.5 加热装置多级调节、节能措施

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。

节能措施：进出口有防止热能外溢的措施，如桥式烘干室、风幕、门（节拍式）等。

6.4.6 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。

6.4.7 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 $\geq 95\%$ ，普通文丘里、水旋漆雾捕集装置的漆雾捕集效率 $\geq 90\%$ ，新一代水帘漆雾捕集装置的漆雾捕集效率 $\geq 85\%$ 。

6.4.8 VOCs 净化效率

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

6.4.9 危险废物

干式漆雾捕集装置（石灰石法）产生的固废，不作为危废处置。

6.4.10 末端治理设施入口

末端治理设施入口指的是涂装设备产生的未经处理的所有废水排出口。

6.4.11 节能技术应用

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；喷漆室应用循环风利用技术；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。

6.4.12 节水、环保措施

节水措施包括：前处理有逆流漂洗、脱脂前预清洗（热水洗）、有除油、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。

环保措施包括：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、水性漆、免中涂等措施。

6.4.13 单位面积 VOCs 产生量

单位面积 VOCs 产生量通过物料平衡计算。

6.5 综合评价指数

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隶属函数。

$$Y_{gk}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (\text{公式 6-1})$$

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（6-1）所示，若 x_{ij} 属于级别 g_k ，则函数的值为 100，否则为 0。

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 6-2 所示）。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(x_{ij})) \quad (\text{公式 6-2})$$

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，

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

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

根据目前我国涂装企业的实际情况，结合企业的综合评价指数得分，不同等级的清洁生产企业的综合评价指数列于表 4。

表 4 清洁生产指标总体评价分值水平

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： —— $Y_{III} = 100$ ；

考虑到清洁生产最终目的和现行环境保护政策法规要求，凡参评企业被地方环保主管部门认定为主要污染物排放未“达标”（指总量未达到控制指标或污染源排放超标）的，则该企业不能被评定为“I 级”、“II 级”或“III 级”生产企业。

经过对涂装企业的实际测算，本指标体系基本上能够反映企业清洁生产的实际水平，具有一定的可行性。

7指标体系实施的可行性分析

7.1经济合理性

本指标体系颁布后对推动涂装企业提高清洁生产水平将有积极的促进作用，通过推动涂装企业节能、降耗、减污、增效，进一步改善环境质量，提高经济效益。

7.2指标体系的可操作性

本指标体系的提出是从清洁生产与环境保护的角度出发，客观真实地反映涂装企业清洁生产水平。在该评价指标体系定量、定性指标的确定参考了有代表性涂装企业的调研统计数据、《产业结构调整指导目录》、行业协会生产技术经济指标和环保指标数据。因此，本指标体系在技术上是可行的。

7.3对涂装企业节能、降耗、减污、增效的推动

本指标体系规定了适用范围，针对涂装生产过程提出了定量与定性的清洁生产要求，本指标体系所提出的清洁生产指标基准值、清洁生产工艺技术装备以及环保与清洁生产管理要求，均来自涂装企业的生产实践，并被实践证明是行之有效的成功经验。本指标体系的出台必将推动涂装企业提升生产工艺技术装备水平、减少资源与能源消耗、减少污染物的产生与排放、提高产品合格率和成材率，促进资源综合利用与循环利用，改进和完善环保与清洁生产管理，促进涂装企业的可持续发展。

8指标体系实施的节能减排潜力分析

本指标体系提出了适合我国涂装行业的清洁生产定量与定性指标内容，将有助于我国涂装企业提升生产工艺技术装备水平，从生产硬件建设上为节能减排奠定了基础。我国大多数涂装企业实施清洁生产走的是生产工艺技术升级改造和技术进步的道路，并且也收到了节能、降耗、减污、增效的效果，但忽视了运用管理手段来全面地、系统地、自觉地对本企业涂装生产过程资源与能源消耗、污染物的产生和排放进行有效地控制，大多数涂装企业没有能够有效地建立起清洁生产领导机构和管理制度、清洁生产审核活动，需要政府推动，借助咨询机构来完成，而不能自主、自觉地开展清洁生产审核活动。为解决这一问题，本指标体系特别提出了在涂装企业建立清洁生产领导机构和管理(奖励和考核)制度，建立完善清洁生产考核指标体系，定期开展清洁生产审核活动，从而推动涂装企业建立并形成清洁生产长效机制，使开展清洁生产活动成为企业自觉主动、持续有效的行为。

9指标体系实施建议

本指标体系由各级人民政府发展与改革委员会、工业与信息化、环境保护等行政主管部门负责监督实施。

建议在实施过程中前二年为试运行期，本指标体系的 II 级水平相当于 I 级水平；III 级水平相当于 II 级水平，III 级清洁生产综合评价指数 ≥ 60 ，且限定性指标 50%满足的相当于 III 级水平。