

附件 2

环氧树脂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..... | III |
| 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..... | 7 |
| 6 指标核算与数据采集..... | 8 |

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》，指导和推动环氧树脂企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，制定环氧树脂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企业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：中国环境科学研究院、中国石油和化学工业联合会、南通星辰合成材料有限公司、江苏扬农锦湖化工有限公司、南亚电子材料（昆山）有限公司、长春化工（江苏）有限公司、宏昌电子材料股份有限公司、国都化工（昆山）有限公司、江苏三木化工股份有限公司、中国石化集团资产经营管理有限公司巴陵石化分公司环氧树脂事业部、廊坊诺尔信化工有限公司。

本指标体系起草人：吴刚、李艳萍、周建军、扈学文、姜晓燕、庞小琳、阙河铭、江胜宗、贺涛、杨颖、吕彦林、周波。

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

本评价指标体系规定了环氧树脂生产企业（生产线）清洁生产的一般要求。本评价指标体系将清洁生产评价指标分为六类，即生产工艺装备指标、资源能源利用指标、产品质量指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、清洁生产管理指标。

本指标体系适用于环氧树脂生产企业（生产线）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。

本体系适用于采用双酚 A、环氧氯丙烷为原料生产基础液体环氧树脂，以基础液体环氧树脂添加双酚 A 生产固体树脂企业的清洁生产的水平评价、考核。

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文件。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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 31572-2015 合成树脂工业污染物排放标准

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB/T 12998 水质 采样技术导则

GB/T 13097 工业用环氧氯丙烷

GB/T 13657-2011 双酚 A 型环氧树脂

GB/T 1630.1-2008 塑料 环氧树脂 第 1 部分：命名

GB/T 16157-1996 采用固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 28113-2011 工业用双酚 A

HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定

HJ/T 70 高氯废水 化学需氧量的测定 氯气校正法

HJ/T 132 高氯废水 化学需氧量的测定 碘化钾碱性高锰酸钾法

HJ/T 399 水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）（国家发展改革委、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

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 污染物产生指标（末端处理前）

指单位产品的生产（或加工）过程中，产生污染物的量（末端处理前）。

3.2 环氧树脂

分子中至少含有两个反应性环氧基团的双酚 A 二缩水甘油醚树脂化合物。

3.3 挥发性有机物

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。

3.4 老化树脂

主要成份是长链，即聚合度大于 140、分子量在 40000 以上的固态环氧树脂。

4 评价指标体系

4.1 评价指标的选取

根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行本评价指标体系的指标选取。根据评价指标的性质，分为定量指标和定性指标两类。

定量指标选取了具有代表性、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产水平。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等选取，用于考核企业执行相关法律法规和标准政策情况。

4.2 指标基准值及其说明

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。

在定量评价指标中，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。本评价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、规划等文件中对该项指标已有明确要求的就执行国家要求的数值；凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则选用国内重点环氧树脂行业企业近年来清洁生产所实际达到的中上等以上水平的指标值。

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

4.3 指标体系

环氧树脂行业企业清洁生产评价指标体系的各评价指标、评价基准值和权重值见表 1。

表 1 环氧树脂行业企业指标项目、权重及基准值

| 一级指标 | 一级指标权重 | 序号 | 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 | |
|-----------|--------|----|-------------------|-------------|-------------|--------|----------------------------|------------------------|----------|-------|
| 生产工艺与装备要求 | 0.15 | 1 | 生产过程控制水平 | | | 0.2 | 采用集散型控制系统(DCS)进行生产控制和管理 | | | |
| | | 2 | 环氧树脂 ECH 废水处理装置 | | | 0.2 | 废水经过精馏装置汽提并回收利用 | | | |
| | | 3 | 环氧树脂 VOC 尾气系统处理装置 | | | 0.2 | 各种 VOC 尾气经过回收处理装置回收利用并达标排放 | 各种 VOC 尾气经过处理装置处理后达标排放 | | |
| | | 4 | 环氧树脂 ECH 尾气系统处理装置 | | | 0.2 | 配套建设 ECH 尾气系统处理装置，并达标排放 | | | |
| | | 5 | 除盐 | | | 0.2 | 配套建设有稳定运行的除盐装置或盐水资源利用 | | | |
| 资源能源利用指标 | 0.25 | 6 | *单位产品综合能耗 | 液体环氧树脂 | EP01431 310 | kgce/t | 0.2 | ≤100 | ≤230 | ≤250 |
| | | | | | EP01441 310 | kgce/t | | ≤95 | ≤190 | ≤240 |
| | | | | | EP01451 310 | kgce/t | | ≤85 | ≤120 | ≤220 |
| | | | 固体环氧树脂 | EP01661 310 | kgce/t | 0.5 | ≤45 | ≤51 | ≤51 | |
| | | | | EP01671 310 | kgce/t | | ≤45 | ≤51 | ≤51 | |
| | | | 除盐回收装置综合能耗 | 液体环氧树脂 | kgce/t 盐 | 0.1 | ≤128 | ≤164 | ≤180 | |
| | | 7 | 单位产品 ECH 消耗 | 液体环氧树脂 | EP01431 310 | kg/t | 0.3 | ≤545 | ≤565 | ≤568 |
| | | | | | EP01441 310 | kg/t | | ≤540 | ≤544 | ≤550 |
| | | | | | EP01451 310 | kg/t | | ≤502 | ≤520 | ≤530- |
| | | 8 | 单位产品 BPA 消耗 | 液体环氧树脂 | EP01431 310 | kg/t | 0.2 | ≤677 | ≤679 | ≤680 |
| | | | | | EP01441 310 | kg/t | | ≤680 | ≤681 | |
| | | | | | EP01451 310 | kg/t | | ≤698 | | ≤699 |

| 一级指标 | 一级指标权重 | 序号 | 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 |
|----------|-----------------|--------|--------------------|-------------|-------------------|--------|--|--------|---------|
| | | | 固体环氧树脂 | EP01661 310 | kg/t | 0.5 | ≤235 | | |
| | | | | EP01671 310 | kg/t | | ≤289 | | |
| | | 9 | *单位产品甲苯耗用量 | 液体环氧树脂 | kg/t | 0.2 | ≤2 | ≤5 | ≤10 |
| 产品质量指标 | 0.05 | 10 | 产品质量管理 | | | 1.0 | 有严于国家标准，符合客户要求的企业标准，通过ISO9001质量体系认证 | | |
| 污染物产生指标 | 0.25 | 11 | 单位产品废水产生量 | 液体环氧树脂 | m ³ /t | 0.3 | ≤0.6 | ≤1.6 | ≤2 |
| | | | 固体环氧树脂 | | | | | | |
| | | 12 | *单位产品化学需氧量产生量 | 液体环氧树脂 | kg/t | 0.1 | ≤0.6 | ≤1.6 | ≤2 |
| | | | | 固体环氧树脂 | | | | | |
| | | 13 | *单位产品VOC产生量 | 液体环氧树脂 | kg/t | 0.3 | ≤20 | ≤30 | |
| 固体环氧树脂 | 0.6 | | | | | | | | |
| 14 | 单位产品老化树脂产生量（干基） | 液体环氧树脂 | kg/t | 0.3 | ≤1 | ≤7 | ≤10 | | |
| 资源综合利用指标 | 0.20 | 15 | 水重复利用率 | 液体环氧树脂 | % | 0.4 | ≥99 | ≥98 | |
| | | | | 固体环氧树脂 | % | 1 | | | |
| | | 16 | *单位产品氯化钠回收量 | 液体环氧树脂 | kg/t | 0.6 | ≥330 | ≥320 | ≥300 |
| 清洁生产管理指标 | 0.10 | 17 | *环境法律法规标准及产业政策执行情况 | | | 0.2 | 符合国家和地方有关环境法律、法规，废水、废气等污染物排放符合国家和地方排放标准；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求；生产规模符合国家和地方相关产业政策，不使用 | | |

| 一级指标 | 一级指标权重 | 序号 | 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 |
|---|--------|----|-----------|--------|--|--|---------|
| | | | | | 国家和地方明令淘汰的落后工艺和装备 | | |
| | | 18 | 环境污染事故控制 | 0.1 | 按照国家相关规定要求，建立健全环境管理制度及污染事故防范措施，杜绝重大环境污染事故发生 | | |
| | | 19 | 环境管理体系 | 0.1 | 建立有 GB/T 24001 环境管理体系，并取得认证，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效 | | |
| | | 20 | 清洁生产审核情况 | 0.2 | 通过了清洁生产审核 | 按清洁生产审核办法，制订有清洁生产审核工作计划 | |
| | | 21 | *危险废物管理 | 0.2 | 对老化树脂等危险废物，贮存应符合 GB 18597 相关规定，应交由有资质的单位进行处理；应按国家或地方危险废物相关规定进行管理执行国家危险废物管理规定 | | |
| | | 22 | 控制废气无组织排放 | 0.1 | 建立设备管线与组件泄漏检测与修复管理体系，并有效运行 | | |
| | | 23 | 计量器具配备管理 | 0.1 | 计量器具配备率符合 GB 17167、GB 24789 三级计量要求，并制定定量考核制度 | 计量器具配备率符合 GB 17167、GB 24789 二级计量要求，并制定定量考核制度 | |
| <p>注 1：带*的指标为限定性指标。</p> <p>注 2：单位产品综合能耗包括环氧树脂主装置用电量、蒸汽量，不包括废水除盐、污水处理、公用工程的能耗。</p> <p>注 3：除盐回收装置综合能耗包括除盐回收装置用电量、蒸汽量。</p> <p>注 4：以基础环氧树脂添加 BPA 生产固体环氧树脂，BPA 的消耗不包括液态环氧树脂生产消耗的 BPA。</p> <p>注 5：未注明牌号的指标项对各牌号均适用。</p> | | | | | | | |

5 评价方法

5.1 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，则隶属函数的值为 100，否则为 0，如公式 (5-1) 所示。

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

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。

5.2 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_{g_k} ，如公式 (5-2) 所示。

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

式中， w_i ——第 i 个一级指标的权重， 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 为——第 i 个一级指标下二级指标的个数。

Y_{g_1} ——等同于 Y_{I} ， Y_{g_2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g_3} 等同于 Y_{III} 。

5.3 清洁生产水平评定

对新建环氧树脂企业或项目、现有环氧树脂企业清洁生产水平的评价，是依据其清洁生产综合评价指数为依据，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为国内清洁生产领先水平、国内清洁生产先进水平和国内清洁生产基本水平。

根据目前我国环氧树脂行业的实际情况，企业不同等级的清洁生产综合评价指数列于表 2。

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 $Y_{\text{I}} \geq 85$ 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 $Y_{\text{I}} < 85$ 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 Y_{II} ，当综合指数得分 $Y_{\text{II}} \geq 85$ 当综分时，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。

表 2 环氧树脂行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

| 清洁生产企业等级 | 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（国内清洁生产一般水平） | ——满足 $Y_{III} = 100$ 。 |

6 指标核算与数据来源

6.1 指标核算

6.1.1 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗等于考核周期内的企业综合能耗除以同期产出的各种合格产品数量。综合能耗包括环氧树脂主装置用电量、蒸汽量，不包括废水除盐、污水处理、公用工程的能耗。

$$U_{dk} = \frac{U_q}{\sum N_{gh}} \quad (6-1)$$

式中：

U_{dc} ——单位产品综合能耗，kgce/t；

U_q ——企业综合能耗，kgce；

$\sum N_{gh}$ ——各种合格品产量，t。

6.1.2 单位产品废水产生量

每生产单位合格产品生成的废水量，包括与生产有直接或间接关系的各种外排废水（不包括热电站排水、直流冷却海水、生活污水、循环水排水量）。其计算公式为：

$$PW_{dk} = \frac{W_m}{N_{gh}} \quad (6-2)$$

式中：

PW_{dc} ——单位产品废水产生量，t/t；

W_m ——考核周期内废水量, t;
 N_{gh} ——考核周期内合格品产量, t。

6.1.3 单位产品化学需氧量产生量

每生产单位合格产品生成的废水中的 COD 量。其计算公式为:

$$PC_{dk} = \frac{C_m}{N_{gh}} \quad (6-3)$$

式中:

PC_{dc} —— 单位产品化学需氧量产生量, kg/t;
 C_m ——考核周期内废水中 COD 产生量, kg;
 N_{gh} ——考核周期内合格品产量, t。

6.1.4 工业水重复利用率

考核产品的重复利用水量占总用水量的百分比。其计算公式为:

计算公式为:

$$R = \frac{V_r}{V_r + V_i} \times 100\% \quad (6-4)$$

式中:

R ——重复利用率, %;
 V_r ——在一定的计量时间内, 考核产品的重复利用水量, m³;
 V_i ——在一定的计量时间内, 考核产品的取水量, m³。

6.1.5 单位产品老化树脂产生量(干基)

$$L_{dc} = \frac{L_m}{N_{gh}} \times (1 - H_w) \times 100\% \quad (6-5)$$

式中:

L_{dc} ——单位产品老化树脂产生量(干基), kg/t;
 L_m ——考核周期内老化树脂产生量, kg;
 N_{gh} ——考核周期内合格品产量, t。
 H_w ——挥发物含量, %。

6.1.6 单位产品 VOC 产生量

通过生产车间排气筒排放的 VOC, 各类挥发性有机物的总和, 不包括无组织排放量。

$$VCO_{dc} = \frac{M_{voc} \times F_q \times T_m}{N_{gh}} \times 10^{-6} \quad (6-6)$$

式中:

VOC_{dc} ——单位产品 VOC 产生量, kg/t;
 M_{voc} ——各类挥发性有机物排放浓度总和, mg/m³;

- F_q ——风量, m^3/h ;
 T_m ——考核周期内累计排放时间, h ;
 N_{gh} ——各种合格品产量, t 。

建有两个以上排气筒的环氧树脂企业, 其单位产品挥发性有机物产生量为各排气筒挥发性有机物排放量的叠加值与相应时间内环氧树脂产量的比值。

6.2 数据采集

6.2.1 统计

企业的原材料、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等, 以月报或考核周期报表为准。

6.2.2 实测与检测

污染物产生的指标通过实测方法取得, 具体采样和监测按照 GB 31572-2015 等国家标准监测方法进行。

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。

对污染物浓度的测定采用表 3 的方法标准。

表 3 污染物浓度测定方法标准

| 序号 | 污染物项目 | | 监测点位 | 测试方法 | 标准编号 |
|----|-------------|---------------|----------|--|-----------|
| 1 | 水污染物: 化学需氧量 | | 污水处理装置入口 | 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 | GB/T11914 |
| | | | | 水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法 | HJ/T399 |
| | | | | 高氯废水 化学需氧量的测定 氯气校正法 | HJ/T70 |
| | | | | 高氯废水 化学需氧量的测定 碘化钾碱性高锰酸钾法 | HJ/T132 |
| 2 | 废气污染物: VOC | 甲苯、二甲苯、乙苯、丙酮等 | 废气处理装置入口 | 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱法, 测定装置中使用的各挥发性有机物的浓度 | HJ734 |
| | | 环氧氯丙烷 | | 气相色谱法 《空气和废气监测分析方法》国家环保总局 2003 年 (第四版) 6.5.1.1 | |
| | | 单个排气筒 | | 计算排气筒内上述挥发性有机物浓度总和 | |

6.3 能源及主要耗能工质折算系数取值原则

6.3.1 能源折算系数取值

能源折算系数应以企业在报告期内实测的各种能源的热值为基准, 转化标准单位 (kJ 或 $kgce$, 其中 $1 kgce = 7000 kcal = 29307.6 kJ$)。未实测的和没有实测条件的, 采用附录 A 中提供的各种能源折算系数推荐值。

6.3.2 主要的耗能工质的折算系数取值原则

- 实测耗能工质生产转换系统消耗的实物量。电力折算系数当量取值, 实物量以电力当量值折算系数转换得到耗能工质当量值折算系数;
- 未实测的和没有实测条件的, 采用附录 A 中提供的各种能源折算系数推荐值。

附录 A

(规范性附录)

各种能源折算成标煤的系数

| 能源名称 | 国际单位制下的折算系数 | 折标准煤系数 |
|---|-------------------------|----------------------------|
| 原煤 | 20934kJ/kg | 0.7143kgce/kg |
| 无烟煤 | 25102kJ/kg | 0.8571kgce/kg |
| 动力煤 | 20934kJ/kg | 0.7143kgce/kg |
| 燃料油 | 41869kJ/kg | 1.4286kgce/kg |
| 汽油 | 43123kJ/kg | 1.4714kgce/kg |
| 煤油 | 43123kJ/kg | 1.4714kgce/kg |
| 柴油 | 42704kJ/kg | 1.4571kgce/kg |
| 液化石油气 | 50242kJ/kg | 1.7143kgce/kg |
| 重油 | 41869kJ/kg | 1.4286kgce/kg |
| 天然气 | 35588kJ/ m ³ | 1.2143kgce/ m ³ |
| 焦炉煤气 | 16746kJ/m ³ | 0.5714kgce/m ³ |
| 高炉煤气 | 3139kJ/ m ³ | 0.1071kgce/ m ³ |
| 蒸汽 (中压) | 3042kJ/kg | 0.1038kgce/kg |
| 蒸汽 (低压) | 2866kJ/kg | 0.0978kgce/kg |
| 电力 (当量) | 3062kJ/(kw·h) | 0.1229kgce/(kw·h) |
| 氮气 | 495kJ/ m ³ | 0.4000kgce/ m ³ |
| 氧气 | 2350kJ/ m ³ | 0.4000kgce/ m ³ |
| 新水 | 1213kJ/kg | 0.0857kgce/kg |
| 软水 | 5539kJ/kg | 0.4857kgce/kg |
| 注：单位 kgce 与单位 kJ 的转换系数为 29307.6，即 1 kgce=29307.6 kJ | | |