

再生橡胶行业 清洁生产评价指标体系

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

目 次

前 言.....	1
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.....	6
6 指标解释与数据来源.....	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》，指导和推动再生橡胶生产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，制定再生橡胶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级代表国际清洁生产领先水平，Ⅱ级代表国内清洁生产先进水平，Ⅲ级代表国内清洁生产一般水平。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：中国橡胶工业协会、中国环境科学研究院、石油和化学工业橡胶及再生产品质量监督检验中心、济南市莱芜福泉橡胶有限公司、南通回力橡胶有限公司、上海肖友橡胶有限公司、江苏中宏环保科技股份有限公司、焦作市弘瑞橡胶有限责任公司、四川省隆昌海燕橡胶有限公司、江西亚中橡塑有限公司、仙桃市聚兴橡胶有限公司。

本指标体系主要起草人：刘增元、杨奕、郑健红、毛国红、李艳萍、刘家宏、施兆丰、肖平忠、黄祥洪、陈庆海、舒智勇、罗亚中、关兴章、曹庆鑫、祁学智、张青玲。

本指标体系由国家发展改革委、生态环境部会同工业和信息化部联合提出。
。本指标体系由国家发展改革委、生态环境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再生橡胶生产企业（生产线）清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产评价指标分为六类，即生产工艺及装备指标、资源能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标。

本指标体系适用于再生橡胶生产企业（生产线）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制度，也适用于环境影响评价、排污许可证、环保领跑者等环境管理制度。

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 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 24789	用水单位水计量器具配备和管理通则
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 11742	居住区大气中硫化氢卫生检验标准方法 亚甲蓝分光光度法
GB/T 16157	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
HJ 828	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
HJ/T 38	固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法
HJ/T 637	水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法
《危险化学品安全管理条例》(国务院令第 591 号)	

《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）

《废旧轮胎综合利用行业规范条件》（工业和信息化部 2020 年 第 21 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 再生橡胶行业

从事将废旧的和磨损的橡胶制品为原材料回收加工成能重新使用的橡胶产品（硫化橡胶粉和橡胶原

材料)的生产和设备制造经营单位或者个体的组织结构体系。

3.2 粉碎

将废旧橡胶加工成更小尺寸(粒径)的加工工艺。

3.3 微细粉碎硫化橡胶粉

用特定的工艺制取的粒径大于 120 目系列粉体。

3.4 脱硫

用不同加热方式或其它传能及相应设备,使硫化橡胶粉在再生剂的作用下获得具有类似生胶性能的化学物理降解过程。

3.5 再生工艺

弹性粒子经过物理化学反应后制得塑性粒子的过程。

3.6 捏炼成型

对再生后的塑性胶粒进行重复剪切、挤压,使粒子细腻的加工过程。

4 评价指标体系

4.1 指标选取说明

本评价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。

定量指标选取了有代表性的、能反映“节能”、“降耗”、“减排”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实施情况。

4.2 指标基准值及说明

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。在行业清洁生产评价指标体系中,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级基准值代表国际清洁生产领先水平,Ⅱ级基准值代表国内清洁生产先进水平,Ⅲ级基准值代表国内清洁生产一般水平。

4.3 指标体系

再生橡胶行业清洁生产评价指标体系的评价指标、评价基准值和权重值见表1。

表 1 再生橡胶行业清洁生产评价指标项目表

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	生产工艺及装备指标	0.30	粉体制备	废轮胎解体预制	——	0.07	0.00 ^b	一步法双轴切割		多步法切割工艺			
2				骨架材料和橡胶分离	——	0.08	0.00 ^b	密闭变距切割搓丝系统		滚筒式挤压剪切			
3				粉碎	——	0.15	0.00 ^b	盘式剪切或切割工艺		开放式滚筒粉碎			
4						0.09 ^a	0.00 ^b						
5				低温微细粉碎 ^a	——	0.06 ^a	0.00 ^b	液氮浸渍针盘粉碎					
6			再生工艺	脱硫	——	0.25	0.52 ^b	密闭连续、无水工艺		其它方法工艺			
7				捏炼成型	——	0.25	0.48 ^b	程序化控制		联动控制			
8			运输车辆“国五”的比例		%	0.05		100%		≥90%		≥80%	
9	资源与能源消耗指标	0.18	*新鲜水消耗量		m³/t	0.12		≤0.20		≤0.50		≤0.75	
10			*橡胶粉综合能耗		kgce/t	0.30	0.00 ^b	≤33	0 ^b	≤38	0 ^b	≤43	0 ^b
11			*再生橡胶综合能耗		kgce/t	0.58	0.88 ^b	≤110	≤57 ^b	≤116	≤59 ^b	≤122	≤61 ^b
12	资源综合利用指标	0.02	*水重复利用率，%		——	0.20	1.00 ^b	≥99		≥95		≥90	
13			废橡胶回收利用率，%		——	0.60	0.00 ^b	100		≥97		≥95	
14			钢丝回收利用率，%		——	0.10	0.00 ^b	≥99		≥97		≥95	
15			纤维回收利用率，%		——	0.10	0.00 ^b	≥99		≥97		≥95	
16	污染物产生指标	0.25	*粉碎	颗粒物	mg/m³	0.12	0.00 ^b	≤100		≤220		≤240	
17			单位产品废气产生量		Nm³/t	0.10	0.00 ^b	≤20000		≤60000		≤80000	
18			单位产品废水产生量		m³/t	0.08	0.00 ^b	≤0.08		≤0.10		≤0.13	
19			*脱硫	硫化氢含量	mg/m³	0.15	0.30 ^b	≤0.09		≤0.32		≤0.60	

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
20				COD 含量	mg/L	0.15	0.18 ^b	≤100	≤150	≤200
21				石油类含量	mg/L	0.10	0.12 ^b	≤10	≤20	≤30
22			*捏炼成型	非甲烷总烃含量	mg/m ³	0.20	0.24 ^b	≤70	≤100	≤150
23				甲苯及二甲苯合计量	mg/m ³	0.10	0.16 ^b	≤15	≤25	≤50
25	产品特征指标	0.10	*产品合格率，%		——	0.50		≥99	≥98	≥96
26			包装		——	0.50		整洁		
27	清洁生产管理指标	0.15	*产业政策符合性		——	0.10		符合国家和地方相关产业政策，技术、装备和工艺企业应符合国家工信部 2020 年颁布的《废旧轮胎综合利用行业规范条件》要求，使用节能、环保、清洁、高效、智能的新技术、新工艺，选择自动化效率高、能源消耗指标合理、密封性好、污染物产排量少、本质安全和资源综合利用率高的生产装备及辅助设施，采用先进的产品质量检测设备。		
28			*环保法律法规执行情况		——	0.20		符合国家和地方有关环境法律、法规，企业污染物排放总量及能源消耗总量满足国家及地方政府相关标准，满足环评批复、环保“三同时”制度、总量控制和排污许可证管理要求。		
29			清洁生产管理		——	0.10		按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；资源、能源、环保设施运行统计台账齐全；建立、制定环境突发性事件应急预案（预案要通过相应环保部门备案）并定期演练。按行业无组织排放监管的相关政策要求，加强对无组织排放的防控措施，减少生产过程无组织排放。VOCs 无组织排放按照 GB 37822 或相关行业标准。涉及土壤污染隐患的应参照国家有关技术规范，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。		
30			清洁生产审核		——	0.10		按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，

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
						生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%。	作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%。	原料及生产全流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%。
31			节能管理	——	0.10	按国家规定要求,组织开展节能评估与能源审计工作,实施节能改造项目完成率≥90%；	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥70%；	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率≥50%；
32			*危险化学品管理	——	0.10	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求。		
33			污染物监测	——	0.10	按照排污许可证规定的自行监测方案自行或委托第三方监测机构开展监测工作，安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析，公开自行监测信息。		
34			计量器具配备情况	——	0.10	计量器具配备满足符合国家标准 GB 17167、GB 24789 三级计量配备要求。		
35			固体废物处理处置	——	0.10	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 GB 18599 相关规定执行；危险废物按照 GB 18597 相关规定执行。对一般工业固废进行妥善处理并加以循环利用。应制定并向当地环保主管部门备案危险废物管理计划，申报危险废物产生种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。制定意外事故防范措施预案，并向当地环保主管部门备案。“根据《危险废物规范化管理指标体系》综合评估，危险废物规范化管理情况为“达标”。		
注 1：*为限定性指标。								
注 2：在二级指标权重中，标注 a 的为低温微细粉碎硫化橡胶粉产品选取的评价指标值。当计算某一产品权重之和不为 1 时，用数学分率重新计算修正权重值。								
注 3：在二级指标权重中，标注 b 的为外购硫化橡胶粉生产再生橡胶企业的权重值。								

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

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

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 $k=1、2、3$ ， g_1 为I级水平， g_2 为II级水平， g_3 为III级水平；即 Y_{g_1} 等同于 Y_I ， Y_{g_2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g_3} 等同于 Y_{III} ； $Y_{g_k}(x_{ij})$ 为二级指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数。

如公式 5-1 所示，若 x_{ij} 指标属于级别 g_k ，则隶属函数的值为 100，否则为 0。

5.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层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 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， m 为一级指标的个数；

n_i ——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} 。

5.2.1 硫化橡胶粉生产企业

硫化橡胶粉生产企业分为常温粉碎硫化橡胶粉和微细粉碎硫化橡胶粉两种。

对于常温粉碎硫化橡胶粉企业一级指标下的二级指标全项数，选取标注^a评价指标值，按公式5-2进行计算。

若一级指标下的二级指标（表1）少于表1中二级指标项数，需对该类二级指标各项权重值进行调整，调整后的权重值 ω'_{ij_a} 按照公式5-3进行计算。

$$\omega'_{ij_a} = \omega_{ij_a} / \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij_a} \quad (5-3)$$

式中， ω_{ij_a} ——为硫化橡胶粉生产企业（表1）的二级指标项的原权重值。

通过计算调整后的二级指标权重值 ω'_{ij_a} ，并逐层加权平均，评价硫化橡胶粉生产企业不同级别 g_k 的得分 Y_{g_k} ，按公式 5-4 进行计算。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij_a} 'Y_{g_k}(x_{ij_a})) \quad (5-4)$$

5.2.2 再生橡胶生产企业

对于再生橡胶企业一级指标下的二级指标全项数，按公式5-2进行计算。

若一级指标下的二级指标（表1）少于表1中二级指标项数，需对该类二级指标各项权重值进行调整，调整后的权重值 ω_{ij_a}' 按照公式5-3进行计算。

式中， ω_{ij_a} 为再生橡胶生产企业（表1）的二级指标项的原权重值。

通过计算调整后的二级指标权重值 ω_{ij_a}' ，并逐层加权平均，评价再生橡胶生产企业不同级别 g_k 的得分 Y_{g_k} ，按公式 5-4 进行计算。

5.3 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 Y_{II} ，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 行业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（国内清洁生产一般水平）	满足 $Y_{III} = 100$

6 指标解释与数据来源

6.1 指标解释及计算

6.1.1 单位产品新鲜水消耗量

指生产每吨产品所耗的新鲜水量，不包括循环水量。

$$W_{tl} = \frac{W_1}{P} \quad (6-1)$$

式中：

W_{tl} —单位产品新鲜水用量，t；

W_1 —统计期内取水量，t；

P —统计期内产品产量，t。

6.1.2 水重复利用率

水的重复利用率，按公式（6-2）计算：

$$\omega = \frac{W_2}{W_2 + W_{tl}} \quad (6-2)$$

式中：

ω —水的重复利用率，%；

W_2 —统计期内回收再利用量，t；

W_{tl} —统计期内新鲜水用量，t。

6.1.3 单位产量硫化橡胶粉（常温、微细粉碎）综合能耗

统计期内生产硫化橡胶粉（常温、微细粉碎）所需直接能耗和间接能耗之和与生产合格硫化橡胶粉产量之比，按照公式（6-3）进行计算。

$$E_{tl} = \frac{E_1}{Q_1} \quad (6-3)$$

式中：

E_{tl} —单位产量硫化橡胶粉（常温、微细粉碎）综合能耗，kgce/t；

E_1 —统计期内生产硫化橡胶粉（常温、微细粉碎）所需直接能耗和间接能耗之和，kgce；

Q_1 —统计期内生产合格硫化橡胶粉量（常温、微细粉碎），t。

6.1.4 单位产量再生橡胶综合能耗

统计期内生产再生橡胶所需直接能耗和间接能耗之和与生产合格再生橡胶产量之比,按照公式(6-4)进行计算。

$$E_{i2} = \frac{E_2}{Q_2} \quad (6-4)$$

式中:

E_{i2} —单位产量再生橡胶综合能耗, kgce/t;

E_2 —统计期内生产再生橡胶所需直接能耗和间接能耗之和, kgce;

Q_2 —统计期内生产合格再生橡胶产量, t。

6.1.5 污染物产生量

单位产品污染物产生量包括水污染物和废气污染物产生量。分别按公式(6-5)(6-6)(6-7)(6-8)计算:

$$D_{\text{废水}} = \frac{V_{\text{废水}}}{M} \quad (6-5)$$

式中:

$D_{\text{废水}}$ —单位产品废水产生量, m³/t 产品;

$V_{\text{废水}}$ —报告期内废水产生总量, m³;

M —报告期内单位产品产量, t。

$$D_{\text{废水中某种污染物}} = D_{\text{废水}} \times \omega_{\text{某种污染物}} \quad (6-6)$$

式中:

$D_{\text{废水中某种污染物}}$ —单位产品产生的废水中某种污染物产生量, g/t 产品;

$D_{\text{废水}}$ —单位产品废水产生量, m³/t 产品;

$\omega_{\text{某种污染物}}$ —废水中某种污染物浓度, mg/L。

$$D_{\text{废气}} = \frac{V_{\text{废气}}}{M} \quad (6-7)$$

式中:

$D_{\text{废气}}$ —单位产品废气产生量, Nm³/t 产品;

$V_{\text{废气}}$ —报告期内废气产生总量, Nm³;

M—报告期内单位产品产量，t。

$$D_{\text{废气中某种污染物}} = D_{\text{废气}} \times \omega_{\text{某种污染物}} \times 10^{-3} \quad (6-8)$$

式中：

$D_{\text{废气中某种污染物}}$ —单位产品产生的废气中某种污染物产生量，g/t 产品；

$D_{\text{废气}}$ —单位产品废气产生量，Nm³/t 产品；

$\omega_{\text{某种污染物}}$ —废气中某种污染物浓度，mg/m³。

废水中的污染物包括 COD；废气中的污染物包括颗粒物。

6.1.7 水重复利用率

指铁合金生产过程中工业重复用水量占工业总用水量的百分比。

$$W = \frac{W_r}{W_r + W_n} \times 100\% \quad (6-9)$$

式中： W ——水重复利用率，%；

W_r ——年生产铁合金产品过程中的重复用水量，m³；

W_n ——年生产铁合金产品过程中的取水量，m³。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

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

6.2.2 核算

污染物产生指标系指末端处理之前的指标，以监测的年日均值进行核算。处理后的污染物排放指标以有资质的检测机构提供的近期（不超过三个月）检测报告为准。

6.2.3 采样和监测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用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。

本指标体系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 3。

表 3 污染物控制项目测定方法标准及监测

序号	污染物项目	测定方法标准名称	标准编号	污染物产生及采样监测点位
1	硫化氢含量	居住区大气中硫化氢卫生检验标准方法 亚甲蓝分光光度法	GB/T 11742	综合治理前 采集口
2	非甲烷总烃 (NHMC)	固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ/T 38	
3	颗粒物	固体污染源排气中颗粒物测定与气态 污染源采样方法	GB/T 16157	
4	化学需氧量 (COD)	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	HJ 828	沉降池前端 进水口
5	石油类含量	水质 石油类和动植物油类的测定 红 外分光光度法	HJ/T 637	