

团 体 标 准

T/ FSI 137—2024

二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指 标体系

Evaluation Index System for Dimethylsiloxane Clean Production

2024-03-31 发布

2024-04-30 实施

中国氟硅有机材料工业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国氟硅有机材料工业协会提出。

本文件由中国氟硅有机材料工业协会标准化委员会归口。

本文件起草单位：合盛硅业股份有限公司、浙江新安化工集团股份有限公司、湖北兴瑞硅材料有限公司、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、江西蓝星星火有机硅有限公司、唐山三友硅业股份有限公司、
、中蓝晨光化工研究设计院有限公司、中蓝晨光成都检测技术有限公司。

本文件主要起草人：兰永平、罗焯栋、孟令富、李书兵、赵静、胡应如、倪志远、陶再山、张彦君、陈敏剑、郜健、颜昌锐、瞿龙学。

本文件版权归中国氟硅有机材料工业协会。

本文件由中国氟硅有机材料工业协会标准化委员会解释。

本文件为首次制定。

二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系

1 范围

本文件规定了二甲基硅氧烷生产企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产分为五类，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、清洁生产管理指标。

本文件适用于二甲基硅氧烷生产企业清洁生产审核、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、环保领跑者等环境管理制度。

本文件所指的二甲基硅氧烷生产企业是指生产甲基氯硅烷单体、水解物及有机硅环体的工业产业，主要包括以硅块、甲醇、氯化氢（或以硅块、氯甲烷）为原料生产水解物、线性体和环体的企业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 12452 企业水平衡测试通则
- GB/T 15587 工业企业能源管理导则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 18484 危险废物焚烧污染控制标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 20435 八甲基环四硅氧烷
- GB/T 21534 工业用水节水术语
- GB/T 23331 能源管理体系要求
- GB/T 23953 工业用二甲基二氯硅烷
- 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
- GB/T 26719 企业用水统计通则
- GB 30530 有机硅环体单位产品能源消耗限额
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- 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 549 环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法
- HJ 617 企业环境报告书编制导则
- HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

《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）

3 术语和定义

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）所界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清洁生产 Clean Production

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） Contaminant Index Before Final Treatment

即产污系数，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）。

3.3

限定性指标 Definitive Index

指对清洁生产有重大影响或法律法规明确规定必须严格执行、在对二甲基硅氧烷进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。本指标体系将限定性指标确定为：气体收集系统和净化处理装置、有机硅环体单位产品综合能耗、单位水解物 COD 产生量、环境法律法规标准执行情况、环境污染事故预防、危险废物安全处置指标。

3.4

生产装备配置率 Production Device Percentage

指有机硅行业某生产工序符合本指标体系规定的某种规格的生产装备（台/套）数占企业该生产工序的各种规格的生产装备（台/套）总数的百分比。

3.5

粗单体 Crude Monomer

指氯甲烷与硅粉在流化床中进行气固相催化反应生产甲基氯硅烷单体（合成气），经过干法湿法除尘后干净的合成气经过冷凝，冷凝液再经过粗单体塔将氯甲烷进行分离，从粗单体塔塔釜得到的物料。

3.6

水解物 Hydrolyzed Dimethylpolysiloxane

指二甲基二氯硅烷在盐酸中进行水解、再经过精制得到的产品，主要成分为以八甲基环四硅氧烷(D4)为主的环硅氧烷和羟基封端的聚二甲基硅氧烷。

3.7

线性体 Dimethylpolysiloxane Linear

指精制后的水解物经过精馏，分离出环体后，制得以羟基封端的聚二甲基硅氧烷为主的产品。

3.8

二甲基硅氧烷 Dimethylpolysiloxane Mixture

指水解物、线性体和二甲基硅氧烷混合环体。

3.9

生产用新鲜水量 Industrial Water

指企业厂区内用于生产的新鲜水量，它包括企业从城市自来水取用的水量和企业从地表水体（江、河、湖、库）和水井（深水井、浅水井）取用的水量。

3.10

高沸物 High Boiling Point Dimethylpolysiloxane Mixture

指在有机硅单体分离的过程中，产生的沸点高于二甲基二氯硅烷的混合物。

3.11

低沸物 Low Boiling Point Dimethylpolysiloxane Mixture

低沸物是在有机硅单体分离的过程中产生的沸点在40℃以下的混合物，其主要组分为低沸点有机氯硅烷和碳氢化合物。

3.12

废触体 Spent Silicon Contact Mass

指甲基氯硅烷合成过程中排出的富含硅、铜、碳的废渣。

3.13

浆渣 Slurry

一种指带有少量触体（硅渣）的高沸物，称为水解前浆渣；另外一种指含有水分的废触体，称为水解后浆渣。

注：统计方式分为两种，一种统计方式为在有机硅单体合成中从洗涤塔釜排出的渣液经闪蒸工序后排至浆渣罐的浆渣，称为水解前浆渣；另一种统计方式为浆渣罐的浆渣通过水解后外卖的渣，称为水解后浆渣。

3.14

氯资源回收率 Recycling Rate of Chlorine Resources

年度内用于生产二甲基氯硅烷的氯甲烷中氯总量，扣除从有机硅工艺装置以外以盐酸、氯化氢、氯硅烷或氯甲烷等形式补入的氯总量，加上外卖单体产品（二甲基氢一氯硅烷、一甲基氢二氯硅烷、四氯化硅、三甲基一氯硅烷、一甲基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷）损失的氯总量占年度消耗氯甲烷中氯总量的百分比。

注：界区是指有机硅生产系统，一般由以下几个单元：硅粉制备单元、氯甲烷合成单元、单体合成单元、单体精馏单元、单体水解单元、盐酸脱析单元、水解物裂解生产DMC单元以及相关的三废处理单元。

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 指标基准值及其说明

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，则选用国内重点大中型二甲基硅氧烷生产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。因此，本定量评价指标体系的评价基准值代表了二甲基硅氧烷清洁生产的先进水平。

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。

I级（国内清洁生产领先水平）：同时满足 $Y_I \geq 85$ 及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 $Y_{II} \geq 85$ 及限定性指标全部满足II级基准值要求。

III级（国内清洁生产合格水平）：满足 $Y_{III}=100$ 。

4.3 指标体系

二甲硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系各评价指标、评价基准值和权重值见表 1。

表1 二甲硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系各评价指标项目、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	指标基准值		
						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	0.2	单体合成装置配置率	%	0.2	单套甲基硅氧烷单体生产装置规模≥10万吨/年，配置率 100%		
2			单体合成技术	%	0.4	氯甲烷单程转化率≥52%，粗单体中二甲基二氯硅烷平均含量≥87% 粗单体中氯甲烷单程转化率≥30%，粗单体中二甲基二氯硅烷平均含量≥84%		
3			余热回收装置		0.1	有余热回收装置		
4			*气体收集系统和净化处理装置		0.1	按照 GB31571 对大气产生污染的生产工艺和装置必须设立局部或整体气体收集系统和净化装置		
5			硅粉加工系统污染控制		0.1	硅粉加工系统实现全封闭，厂房配备通风除尘装置		
6			自动监控设备		0.1	安装烟气自动监控设备，并经过环保部门检查合格、正常运行		
7	资源能源消耗指标	0.3	单位二甲硅氧烷硅粉消耗量	t/t	0.25	≤0.43	≤0.49	≤0.53
8			单位二甲硅氧烷甲醇消耗量	t/t	0.25	≤0.98	≤1.10	≤1.25
9			单位二甲硅氧烷取水水量	m ³ /t	0.2	≤8.3	≤15.0	≤20.0
10			*二甲硅氧烷的单位产品综合能耗	tce/t	0.3	≤0.65	≤0.75	≤1.00

表1 二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系各评价指标项目、权重及基准值（续）

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
11	资源综合利用指标	0.15	高沸物回收利用	0.33	0.33	有回收装置（鼓励企业自行回收再利用）		
12			低沸物回收利用	0.33	0.33	有回收装置（鼓励企业自行回收再利用）		
13			氟资源回收率	%	0.34	≥90	≥80	≥70
14			单位二甲基硅氧烷废水产生量	m ³ /t	0.25	≤0.8	≤1.9	≤4.0
15			* 单位二甲基硅氧烷COD产生量	kg/t	0.25	≤1.0	≤1.8	≤3.0
16	污染物产生指标	0.2	水解前	kg/t	0.25	≤22	≤38	≤50
			* 单位二甲基硅氧烷浆渣产生量					
17			水解后	kg/t	0.25	≤70	≤100	≤150
			单位二甲基硅氧烷废触体产生量					
18	清洁生产管理指标	0.15	*产业政策执行情况		0.05	≤15.0	≤21.0	≤35.6

生产规模符合产业结构调整指导目录（2019年本）。不采用国家禁止、限制、淘汰类的生产工艺、装备，不生产国家限制、淘汰类的产品

表1 二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系各评价指标项目、权重及基准值（续）

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
19			优先控制化学品管控		0.05	符合《水污染防治法》《大气污染防治法》相关要求		
20	清洁生产管理指标	0.15	*环境法律法规标准执行情况		0.1	符合国家和地方相关产业政策，未采用国家和地方明令禁止和淘汰的生产工艺、装备；企业污染物排放浓度、污染物排放总量及能源消耗总量满足国家和地方政府相关规定要求；符合国家和地方有关环境法律、法规；污染物排放应达到国家或地方排放标准、总量控制和排污许可证管理要求；建设项目环评、“三同时”制度执行率达到100%；生产过程中涉及的危险化学品应严格遵照《危险化学品安全管理条例》（国务院令 第591号）相关规定进行管理		
21			建立健全环境管理体系		0.05	<p>建立有 GB/T24001 环境管理体系，并取得认证，能有效运行；全部完成年度环境目标、指标和完成年度环境目标、指标和环境持续改进的要求；环境管理手册、程序改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效</p> <p>建立有 GB/T24001 环境管理体系，并取得认证，能有效运行；全部完成年度环境目标、指标和完成年度环境目标、指标和环境持续改进的要求；环境管理手册、程序改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效</p>		

表1 二甲硅氧烷生产企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（续）

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
22			*危险废物安全处置		0.05	根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 2016 年第 39 号）对企业是否涉及危险废物进行鉴别、梳理，并建有相关管理制度，台账记录，转移联单齐全。危险废物的贮存应符合 GB 18597 相关规定，应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。危险废物安全处置无害化处理和综合利用率达到100%		
23	清洁生产管理指标	0.15	*危险化学品管理		0.05	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求；符合《水污染防治法》《大气污染防治法》相关要求		
24			*污染物监测		0.05	按照排污许可证规定的自行检测方案自行或委托第三方检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		

表1 二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系各评价指标项目、权重及基准值（续）

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
30	清洁生产管理指标 0.15	0.15	能源管理		0.1	有健全的能源管理机构、管理制度有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分明，各成员单位及主管人员职责分明，并有有效发挥作用；建立有能源管理体系并有有效运行；建立有能源管理体系并有有效运行；	有健全的能源管理机构、管理制度有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分明，各成员单位及主管人员职责分明，并有有效发挥作用；建立有能源管理体系并有有效运行；	有健全的能源管理机构、管理制度有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分明，各成员单位及主管人员职责分明，并有有效发挥作用；建立有能源管理体系并有有效运行；
31			环保设施稳定运转率		0.05	净化处理装置与对应的生产设备同步运转率100%，确保颗粒物等大气污染物达标排放		
32			排污口规范化管理		0.05	排污口设置符合《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环境保护部（原国家环保局）环监 1996 年第470号）相关要求		
33			企业计量器具配备管理		0.05	符合国家标准 GB 17167 与 GB 24789 的要求		
34			环境信息公开		0.05	按照《环境信息公开办法（试行）》第十九条要求公开环境信息。按照 HJ 617《企业环境报告书编制导则》编写企业环境报告书		

*限定性指标。

*选择一种统计方式即可。

部分指标参考《有机硅行业清洁生产评价指标体系》。

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。

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

式中：

x_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标；

g_k ——二级指标基准值，其中 k 为 1, 2, 3, g_1 为 I 级水平, g_2 为 II 级水平, g_3 为 III 级水平；

$Y_{gk}(x_{ij})$ ——二级指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数。

如公式 (1) 所示，若指标 x_{ij} 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、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 g_k 的得分 Y_{gk} 如公式 (2) 所示。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m \left(\omega_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(x_{ij}) \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ω_i ——第 i 个一级指标的权重；

ω_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重；

其中 $\sum_{i=1}^m \omega_i = 1$, $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$, 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_1 (一级水平综合评价指数得分)， Y_{g2} 等同于 Y_2 (二级水平综合评价指数得分)， Y_{g3} 等同于 Y_3 (三级水平综合评价指数得分)。

当有机硅企业实际生产过程中某类一级指标项下某些二级指标不适用于该企业时，需对该类一级指标项下二级指标权重进行调整，调整后的二级指标权重值计算公式 (3) 为：

$$\omega'_{ij} = \frac{\omega_{ij}}{\sum \omega_{ij}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ω'_{ij} ——调整后的二级指标权重；

ω_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重；

$\sum \omega_{ij}$ ——参与考核的指标权重之和。

5.3 综合评价指数计算步骤

第 1 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 2 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 3 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 二甲基硅氧烷生产企业清洁生产水平判定表

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I 级 (国内清洁生产领先水平)	——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
III 级 (国内清洁生产合格水平)	——满足 $Y_{III} = 100$ 。

6 指标核算与数据来源

6.1 指标核算

6.1.1 氯甲烷单程转化率

由氯甲烷与硅粉反应生成粗单体的过程中,氯甲烷的单程转化率。氯甲烷单程转化率=氯甲烷单耗×粗单体量/总氯甲烷进气量。

$$L = \frac{n \times m}{g} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- L——氯甲烷单程转化率, %;
- n——在统计期内单位粗单体消耗的氯甲烷量,单位为吨每吨 (t/t);
- m——在统计期内粗单体量,单位为吨 (t);
- g——在统计期内氯甲烷总进气量,单位为吨 (t)。

6.1.2 粗单体中二甲基二氯硅烷平均含量

由氯甲烷与硅粉反应生成的粗单体中二甲基二氯硅烷的含量。

$$C = \frac{a}{b} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- C——粗单体中二甲基二氯硅烷的含量, %;

a——在统计期内企业生产的二甲基二氯硅烷数量，不含副产品产生的二甲基二氯硅烷数量，单位为吨（t）；

b——在统计期内企业生产的粗单体的数量，由单体合成工段粗单体塔釜出料流量计计量，单位为吨（t）。

注：不同工厂，洗涤塔控制上存在差异，如果洗涤塔将高沸大量除去，且高沸不计入粗单体产量中，那么二甲得率会高。

6.1.3 单位二甲基硅氧烷硅粉消耗量

指每生产一吨二甲基硅氧烷消耗的硅粉数量。硅粉数量指在统计期内企业生产过程中实际消耗的数量（不包括回收利用量）。

$$S = \frac{h}{p} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

S——单位二甲基硅氧烷硅粉消耗量，单位为吨每吨二甲基硅氧烷（t/t）；

h——在统计期内消耗的硅粉数量，单位为吨（t）；

p——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.1.4 单位二甲基硅氧烷甲醇消耗量

指每生产一吨二甲基硅氧烷消耗的甲醇数量。甲醇数量指在统计期内企业生产过程中实际消耗的数量加外购氯甲烷折算的甲醇消耗数量（外购氯甲烷*0.645）（不包括回收利用量）。

$$J = \frac{f}{p} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

J——单位二甲基硅氧烷甲醇消耗量，单位为吨每吨二甲基硅氧烷（t/t）；

f——在统计期内消耗的甲醇数量含外购氯甲烷折算的甲醇消耗量，单位为吨（t）；

p——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.1.5 单位二甲基硅氧烷取水量

指每生产一吨二甲基硅氧烷消耗的新鲜水取水量。新鲜水取水量是指所有平摊到有机硅装置（硅粉装置，氯甲烷合成装置，流化床装置，精馏装置，水解装置、裂解精馏装置）的新鲜水量。

$$W = \frac{g}{p} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

W——单位二甲基硅氧烷取水量，单位为立方米每吨二甲基硅氧烷（m³/t）；

g——在统计期内平摊到有机硅装置上的新鲜水取水量，单位为立方米（m³）；

p——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.1.6 二甲基硅氧烷单位产品综合能耗

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \times p_i + \sum_{j=1}^m e_j \times p_j}{p} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

e——报告期内二甲基硅氧烷单位产品综合能耗，单位为吨标准煤每吨(tce/t)；

p——二甲基硅氧烷产量(p)以合格的水解物、环体和线性体成品产量计。外售的二甲基二氯硅烷产品，按当期二甲基硅氧烷产品折算为二甲基硅氧烷产量并计入产量(p)；

注：用于生产环体或线体的水解物不重复计入二甲基硅氧烷的产量(p)；

c_i ——报告期内生产装置消耗的第*i*种能源实物量；

e_j ——报告期内辅助生产系统和附属生产系统消耗的第*j*种能源实物量；

p_i ——第*i*种能源折标准煤系数；

p_j ——第*j*种能源折标准煤系数。

6.1.7 氯资源回收率

按年度总量上报，氯资源回收率是年度内用于生产有机硅单体的氯甲烷中氯总量，扣除从有机硅工艺装置以外以盐酸、氯化氢、氯硅烷或氯甲烷等形式补入的氯总量，加上外卖单体产品（二甲基氢一氯硅烷、一甲基氢二氯硅烷、四氯化硅、三甲基一氯硅烷、一甲基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷）损失的氯总量，除以年度消耗氯甲烷中氯总量，乘以100%。

$$C = \frac{p-d+m}{p} \times 100 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

C—氯资源回收率；

p—*p*在统计的年度内用于生产有机硅单体的氯甲烷中的氯总量，单位为吨(t)；

d—*d*在统计的年度内从有机硅工艺装置以外以盐酸、氯化氢、氯硅烷或氯甲烷等形式补入的氯总量，单位为吨(t)；

m—*m*外卖单体产品（二甲基氢一氯硅烷、一甲基氢二氯硅烷、四氯化硅、三甲基一氯硅烷、一甲基三氯硅烷、二甲基二氯硅烷）损失的氯总量，单位为吨(t)。

6.1.8 单位二甲基硅氧烷废水产生量

均按照装置年度总量上报，工艺区（硅粉装置，氯甲烷合成装置，流化床装置，精馏装置，水解装置、裂解精馏装置）废水总量/二甲基硅氧烷产量。废水不含清净下水。

$$v_{ci} = \frac{v_c}{p} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

v_{ci} ——单位二甲基硅氧烷废水产生量，单位为立方米每吨二甲基硅氧烷(m^3/t)；

v_c ——在统计期内企业生产废水产生量，单位为立方米(m^3)；

p——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨(t)。

6.1.9 单位二甲基硅氧烷 COD 产生量

均按照装置年度总量上报，工艺区（硅粉装置，氯甲烷合成装置，流化床装置，精馏装置，水解装置、裂解精馏装置）COD产生总量除以二甲基硅氧烷产量。

$$COD_c = \frac{c_i \times v_c \times 10^{-3}}{p} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

COD_c ——单位二甲基硅氧烷COD产生量，单位为千克每吨二甲基硅氧烷（kg/t）；

c_i ——在统计期内，各生产环节COD产生浓度实测加权值，单位为毫克每升（mg/L）；

v_c ——在统计期内企业生产废水产生量，单位为立方米（ m^3 ）；

p ——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.1.10 单位二甲基硅氧烷浆渣产生量

按照年度总量上报，甲基氯硅烷合成车间从洗涤塔塔釜排出的渣液产生总量或浆渣罐的浆渣通过水解后外卖的渣除以二甲基硅氧烷产量。

$$R = \frac{d}{p} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

R ——单位二甲基硅氧烷浆渣产生量，单位为千克每吨二甲基硅氧烷（kg/t）；

d ——在统计期内甲基氯硅烷合成车间从洗涤塔塔釜排出的渣液产生总量或浆渣罐的浆渣通过水解后外卖的渣，单位为千克（kg）；

p ——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.1.11 单位二甲基硅氧烷废触体产生量

按照年度总量上报，废触体产生总量除以二甲基硅氧烷产量。

$$F = \frac{k}{p} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

F ——单位二甲基硅氧烷废触体产生量，单位为千克每吨二甲基硅氧烷（kg/t二甲基硅氧烷）；

k ——在统计期内废触体产生总量，单位为千克（kg）；

p ——在统计期内二甲基硅氧烷的产量（水解物产品、线性体产品及二甲基硅氧烷混合环体（DMC、D3、D4、D5、D6产品）），单位为吨（t）。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

企业的原材料和新鲜水的消耗量、重复用水量、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 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

本指标体系中污染物产生指标的监测和采样按照相关法律法规、技术规范执行，并采用国家或行业标准进行监测分析，部分法律法规、技术规范及标准如表3所示。

表 3 污染物项目测定方法标准

监测项目	方法标准名称	方法标准编号	监测点位
化学需氧量 (COD)	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	HJ 828	废水处理站入口
	高氯废水 化学需氧量的测定 碘化钾碱性高锰酸钾法	HJ/T 132	
大气污染物排放	石油化学工业污染物排放标准	GB 31571	排气口
污水产生量	石油化学工业污染物排放标准	GB 31571	工艺区排放口或污水处理设施入口
危险废物焚烧污染	危险废物焚烧污染控制标准	GB 18484	排气口
	环境空气和废气 氯化氢测定离子色谱法	HJ 549	

参考文献

- [1] 《环境信息公开办法(试行)》（原国家环境保护总局）令 2007 年第 35 号）
- [2] 《危险化学品安全管理条例》（国务院令 第 591 号）
- [3] 《有机硅行业清洁生产评价指标体系》（公告-2017年 第7号 附件4）
- [4] 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2019 年第 29 号）
- [5] 《国家危险废物名录（2021年版）》（环境保护部令 2020 年第 15 号）



中国氟硅有机材料工业协会

团体标准

二甲基硅氧烷生产企业清洁生产评价指标体系

T/FSI 137—2024

中国氟硅有机材料工业协会

北京朝阳区北三环东路 19 号蓝星大厦 6 层

(100029)

网址: <http://www.sif.org.cn> 联系电话: (010) 64443598

邮箱: cafsi@sif.org.cn

开本: 880×1230 1/20 印张 0.5 字数: 10.8 千字

2024 年 3 月第一版 2024 年 3 月第一次印刷

氟硅协会内部发行, 供会员使用

如有印装差错 由氟硅协会调换

版权所有 侵权必究

举报电话: (010) 64443598