

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1810—2024

煤制甲醇行业 清洁生产评价指标体系

Assessment Indicator System of Cleaner Production for Coal to Methanol Industry

2024 - 04 - 03 发布

2024 - 05 - 03 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言..... II

1 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..... 1

附录 A （规范性） 评价方法..... 5

附录 B （资料性） 指标解释与数据来源..... 7

参 考 文 献..... 13

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专利的责任。

本文件由陕西省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省环境科学研究院、陕西省环境科学学会、华陆工程科技有限责任公司。

本文件起草人：汪雁、张振东、贯晓一、王永平、郭胜男、张振文、宋曦梅、于清、张宇翔、王雅洁、杨龙。

本文件首次发布。

本文件由陕西省生态环境厅解释。

联系信息如下：

单位：陕西省环境科学研究院

电话：029-85365526

地址：陕西省碑林区长安北路49号

邮编：710061

煤制甲醇行业 清洁生产评价指标体系

1 范围

本文件构建了煤制甲醇清洁生产的评价指标体系。

本文件适用于煤制甲醇清洁生产审核、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。环境影响评价、环保领跑者等环境管理制度参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中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，仅注日期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 338 工业用甲醇
- GB/T 534 工业硫酸
- GB/T 2449.1 工业硫磺 第1部分：固体产品
- GB 29436.1 甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分：煤制甲醇
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB/T24001 环境管理体系要求及使用指南
- GB/T23331 能源管理体系要求及使用指南

3 术语和定义

《清洁生产评价指标体系编制通则》（GB/T 43329-2023）所确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤制甲醇 coal to methanol
以煤为原料生产甲醇的技术。

3.2

综合评价指数 comprehensive assessment index of cleaner production 评价指标按照分级加权方法，将评价结果数量化形成的概括性指数。

3.3

限定性指标 restrictive indicators 指对清洁生产有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行、在对煤制甲醇企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。

4 评价指标体系

4.1 指标分类

清洁生产评价指标由9类一级指标和26项二级指标组成。

4.2 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。

4.3 指标基准值

清洁生产评价基准值分为Ⅰ级基准值、Ⅱ级基准值和Ⅲ级基准值三个等级，其中Ⅰ级代表国际领先水平，Ⅱ级代表国内先进水平，Ⅲ级代表国内一般水平。

4.4 指标体系

企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。

4.5 评价方法

评价方法见附录A，指标解释与数据来源见附录B。

表1 煤制甲醇行业清洁生产评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标 指标项	一级指标 权重值	二级指标指标项	单位	二级指标 权重值	I 级基准值	II 级基准值	III级基准值
1	生产工艺与装备	0.28	*原料煤、燃料煤（煤炭）储运方式	/	0.15	封闭储存，封闭皮带通廊等方式输送，且配备抑尘措施		
2			生产规模	万t/a	0.15	≥180	≥100	≥60
3			*碳转化率	%	0.28	≥98.5	≥97	≥96
4			冷煤气效率	%	0.20	≥76	≥75	≥72
5			挥发性有机物无组织排放控制措施	/	0.22	满足GB37822相关要求		
6	能源消耗	0.10	*单位产品综合能耗 ¹	kgce/t甲醇	1	≤1400		≤1800
7	水资源消耗	0.05	*单位产品耗新鲜水量	t/t甲醇	0.61	≤8		≤10
8			工业废水综合利用率	%	0.39	≥94	≥90	≥70
9	原/辅料资源消耗	0.05	单位产品原料煤耗 ¹	kgce/t甲醇	1	≤1250	≤1300	≤1400
10	资源综合利用	0.17	硫回收装置硫回收率	%	0.23	≥99		≥98
11			气化细渣综合利用率	%	0.29	100	≥80	≥60
12			*危险废物安全处置率	%	0.23	100		
13			二氧化碳综合回收利用率	%	0.11	≥20	≥5	-
14			生化污泥综合利用方式	/	0.14	进气化炉或锅炉焚烧利用		合规处置
15	污染物产生与排放	0.15	*单位产品废水产生量	t/t甲醇	0.55	≤1.1	≤1.2	≤1.4
16			单位产品固体废物产生量	t/t甲醇	0.45	≤0.25	≤0.3	≤0.55
17	温室气体排放	0.05	单位产品碳排放量	tCO ₂ /t 甲醇	1	2.6	3.0	3.6
18	产品特征	0.05	甲醇产品质量	/	0.83	满足GB/T 338要求		
19			副产品质量	/	0.17	满足GB/T 2449.1或GB/T 534		

表 1（续）

序号	一级指标 指标项	一级指标 权重值	二级指标指标项	单位	二级指标 权重值	I 级基准值		
20	清洁生产管理	0.10	*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。		
21			*产业政策符合性	/	0.18	生产规模符合国家和地方相关产业政策，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。		
22			*环境管理机构和人员	/	0.10	设有专门的环保管理机构，配备 1-3 名环境保护及相关专业的技术人员；配备必要的环境监测仪器设备	设有环保管理机构，配备 1-3 名环境保护及相关专业的技术人员	
23			污染物排放监测	/	0.12	满足国家相关监测技术规范要求；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。		
24			建立健全环境管理体系及能源管理体系	/	0.13	按照 GB/T 24001 和 GB/T23331 建立并运行环境管理体系和能源管理体系，并取得认证，实施节能改造项目完成率≥90%。	按照 GB/T 24001 和 GB/T23331 建立并运行环境管理体系和能源管理体系，并取得认证，实施节能改造项目完成率≥70%。	按照 GB/T 24001 和 GB/T23331 建立并运行环境管理体系和能源管理体系。完成年度环境目标、指标和环境管理方案≥80%，实施节能改造项目完成率≥50%。
25			*清洁生产审核	/	0.14	制订清洁生产审核工作计划，按期开展清洁生产审核，中、高费方案实施率≥100%		制订清洁生产审核工作计划，按期开展清洁生产审核，中、高费方案实施率≥80%
26			*应急预案和演练	/	0.13	编制企业突发环境事件应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，有完善的环境风险事故防范措施，无重大环境污染事故发生。		
注1：指标值考虑我省企业实际，煤种为烟煤。								
注2：标注*的指标项为限定性指标。								

附录 A
(规范性)
评价方法

A.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。

$$Y_{gk}(X_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_{ijk} \\ 0, & x_{ij} \notin g_{ijk} \end{cases} \quad \text{..... (1)}$$

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 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数。

A.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。

$$Y_{gk} = \sum_{i=1}^m (\omega_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{gk}(X_{ij})) \quad \text{..... (2)}$$

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 ——一级指标的个数；
- n_i ——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} 。

企业在实际评价过程中，当某类一级指标项下的二级指标项少于该行业规定的项数时，应对该类一级指标项下各二级指标分权重值进行调整。调整后的二级指标分权重值计算如公示（3）所示

$$\omega'_{ij} = \omega_{ij} \times (1 / \sum_{j=1}^n \omega_{ij}) \quad \text{..... (3)}$$

式中： ω'_{ij} ——调整后的二级指标项分权重值， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega'_{ij} = 1$ ；

ω_{ij} ——原二级指标分权重值

ω_{ij}'' ——实际参与考核的该一级指标项下的二级指标分权重值

i ——一级指标项数；

j ——二级指标项数， $j=1,2, \dots, n$ 。

A.3 煤制甲醇行业清洁生产企业的评定

本标准采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。从产业政策、法律法规、标准规范及节能减排等方面综合考虑设定了11个限定性指标。在限定性指标全部达到Ⅲ级水平的基础上，采用指标分级加权评价方法，计算行业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，具体如表A.1所示：

表 A.1 煤制甲醇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： （1） $Y_I \geq 85$ ； （2）限定性指标全部满足 I 级基准值要求； （3）非限定性指标全部满足 II 级基准值要求。
II 级（国内清洁生产先进水平）	同时满足： （1） $Y_{II} \geq 85$ ； （2）限定性指标全部满足 II 级基准值要求； （3）非限定性指标全部满足 III 级基准值要求。
III 级（国内清洁生产一般水平）	满足 $Y_{III} = 100$ 。

附 录 B
(资料性)
指标解释与数据来源

B.1 指标解释与计算方法

B.1.1 冷煤气效率

气化生成煤气的化学能与气化用煤的化学能之比，按公式（4）计算

$$\eta_{CG} = \frac{(E_{CO} + E_{H_2} + E_{CH_4})}{Q_{coal} \times m_{coal}} \times 100\% \quad \text{.....} \quad (4)$$

$$E_{CO} = Q_{CO} \times V \times \varphi(CO) \quad \text{.....} \quad (5)$$

$$E_{H_2} = Q_{H_2} \times V \times \varphi(H_2) \quad \text{.....} \quad (6)$$

$$E_{CH_4} = Q_{CH_4} \times V \times \varphi(CH_4) \quad \text{.....} \quad (7)$$

式中： η_{CG} ——表示冷煤气效率， %；

E_{CO} 、 E_{H_2} 、 E_{CH_4} ——分别表示粗煤气中CO、 H₂、 CH₄的化学能， kJ；

Q_{coal} ——表示原料煤的收到基恒容低位发热量， kJ/kg；

m_{coal} ——表示原料煤收到基的质量， kg；

Q_{CO} ——表示CO的低位热值， 12634 kJ/m³；

Q_{H_2} ——表示H₂的低位热值， 10800 kJ/m³；

Q_{CH_4} ——表示CH₄的低位热值， 35 880 kJ/m³；

V ——表示粗煤气中的合成气量， m³；

$\varphi(CO)$ 、 $\varphi(H_2)$ 、 $\varphi(CH_4)$ ——分别表示合成气中CO、 H₂、 CH₄的体积分数， %。

B.1.2 碳转化率

气化过程中单位质量煤生成煤气中的碳占单位质量煤中碳的百分率，按公式（8）计算。

$$\eta_c = \frac{Q_{\text{sysg}} \times (X_{\text{CO}} + X_{\text{CO}_2} + X_{\text{CH}_4}) / 22.4}{Q_{\text{coal}} \times Cd / 12 + Q_{\text{CO}_2} / 22.4} \times 100\% \quad (8)$$

式中： η_c ——表示气化过程中碳转化率，%；

Q_{sysg} ——表示一定时间内干基合成气流量，KNm³/hr；

Q_{coal} ——表示同一计量时间内，干基原煤流量，kg/hr；

Q_{CO_2} ——表示同一计量时间内，输送CO₂流量，KNm³/hr；

X_{CO} ——表示同一计量时间内，干合成气中CO含量，%；

X_{CO_2} ——表示同一计量时间内，干合成气中CO₂含量，%；

X_{CH_4} ——表示同一计量时间内，干合成气中CH₄量，%；

Cd ——表示同一计量时间内，空气干燥基煤中碳含量，%。

B.1.3 单位产品原料煤耗

生产吨甲醇消耗原料煤量，按公式（9）计算。

$$M = \frac{m}{Q} \times 100\% \quad (9)$$

式中： M ——表示单位产品原料煤耗，kgce/t；

m ——表示一定时间内，企业煤制甲醇生产过程消耗原料煤量（折标），kgce；

Q ——表示同一计量时间内，企业煤制甲醇生产量，t。

B.1.4 吨产品耗新鲜水量

生产吨甲醇的取水量，按公式（10）计算。

$$V_1 = \frac{V}{Q} \times 100\% \quad (10)$$

式中： V_1 ——表示吨煤制甲醇耗新鲜水量，t/t；

V ——表示一定时间内，企业煤制甲醇生产过程中新鲜水量,t；

Q ——表示同一计量时间内，企业煤制甲醇产量,t。

B.1.5 煤制甲醇综合能耗

煤制甲醇综合能耗计算方法参考《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分:煤制甲醇》(GB 29436.1), 详见GB 29436.1-2012中5.2.1节, 按公式(11)计算:

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) - \sum_{j=1}^m (E_j \times k_j) \quad (11)$$

式中: E ——表示甲醇综合能耗, 单位为千克标准煤, kgce;

n ——表示输入的能源种类数量;

E_i ——表示甲醇生产过程中输入的第*i*种能源实物量, 单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m^3);

k_i ——表示输入的第*i*种能源的折标系数, 单位为千克标准煤每吨(kgce/t)或千克标准煤每千瓦[kgce/(kW·h)]或千克标准煤每立方米(kgce/ m^3);

m ——表示输出的能源种类数量;

E_j ——表示甲醇生产过程中输出的第*j*种能源实物量, 单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m^3);

k_j ——表示输出的第*j*种能源的折标系数, 单位为千克标准煤每吨(kgce/t)或千克标准煤每千瓦[kgce/(kW·h)]或千克标准煤每立方米(kgce/ m^3)。

B.1.6 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗计算方法参考《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分:煤制甲醇》(GB 29436.1), 详见GB 29436.1中5.2.3节, 按公式(12)计算:

$$e = \frac{E}{P} \quad (12)$$

式中: e ——甲醇单位产品综合能耗, 单位为千克标准煤每吨, kgce/t;

E ——报告期内甲醇综合能耗, 单位为千克标准煤, kgce;

P ——报告期内甲醇产量, 单位为吨, t。

B.1.7 工业废水综合利用率

整个煤制甲醇生产流程中, 生产过程中回用水量(包括工业回用和绿化回用)比回用水量与污水外排量之和, 按公式(13)计算。

$$\eta = \frac{W_{\text{回}}}{W_{\text{回}} + W_{\text{外}}} \times 100\% \quad (13)$$

式中： η ——表示污水综合回用率，%；

$W_{\text{回}}$ ——表示一定时间内，污水回用量，包括工业回用和绿化回用水量， m^3 ；

$W_{\text{外}}$ ——表示同一计量时间内，外排污水量， m^3 。

B.1.8 硫回收装置硫回收率

(1) 酸气潜硫量

硫回收装置的酸气潜硫量，按公式（14）计算。

$$S_{\lambda} = S_{H_2S} \times Q_{\text{标}} \times 1.52 \times 0.94 \quad \text{..... (14)}$$

式中： S_{λ} ——为酸气潜硫量， kg/h ；

$Q_{\text{标}}$ ——为标准状态下酸气流量， Nm^3/h ；

S_{H_2S} ——为酸气中 H_2S 的浓度，%（v）；

1.52——为标准状况下 H_2S 的比重， kg/m^3 ；

0.94——为 H_2S 中S的含量，94%。

(2) 焚烧炉废气总硫量

焚烧炉废气总硫量，按公式（15）计算。

$$S_{\text{出}} = (C_{SO_2} \times 0.5 + C_{H_2S} \times 0.94 + C_{CS_2} \times 0.842) \times Q_{\text{出}} \times 10^{-6} \quad \text{..... (15)}$$

式中： $S_{\text{出}}$ ——为焚烧炉废气总硫量， kg/h ；

$Q_{\text{出}}$ ——为标准状态下焚烧炉废气流量， Nm^3/h ；

C_{SO_2} ——为焚烧炉废气中的 SO_2 浓度， mg/m^3 ；

C_{H_2S} ——为焚烧炉废气中的 H_2S 浓度， mg/m^3 ；

C_{CS_2} ——为焚烧炉废气中的 CS_2 浓度， mg/m^3 ；

0.5——为 SO_2 中S的含量，50%；

0.94——为 H_2S 中S的含量，94%；

0.842——为 CS_2 中S的含量，84.2%。

(3) 硫回收率

硫回收装置的硫回收率，按公式（16）计算。

$$R_s = \frac{S_{\lambda} - S_{\text{出}}}{S_{\lambda}} \times 100\% \quad \text{..... (16)}$$

式中： R_s ——为硫回收率；

S_{λ} ——为酸气潜流量，kg/h；

$S_{\text{出}}$ ——为焚烧炉废气总硫量，kg/h。

B.1.9 气化细渣综合利用率

煤制甲醇生产过程中气化细渣的综合利用率，按公式（17）计算。

$$R_Q = \frac{M_L}{M} \quad \text{..... (17)}$$

式中： R_Q ——为气化细渣利用率，%；

M_L ——表示一定时间内，利用的气化渣量，t；

M ——表示同一计量时间内，产生的气化渣总量。

B.1.10 二氧化碳综合回收利用率

甲醇生产过程中二氧化碳的综合利用率，按公式（18）计算。

$$R_{CO_2} = \frac{M_{LCO_2}}{M_{CO_2}} \quad \text{..... (18)}$$

式中： R_{CO_2} ——表示CO₂利用率，%；

M_{LCO_2} ——表示一定时间内，CO₂的利用量，t；

M_{CO_2} ——表示同一计量时间内，CO₂的产生量，t。

B.1.11 单位产品废水产生量

生产一吨甲醇所产生的废水量，按公式（19）计算。单位产品废水产生量中的废水只包含甲醇生产过程中工艺废水的产生情况，不包括其他工程废水产生。

$$W = \frac{W_{\text{水}}}{P} \quad \text{..... (19)}$$

式中： W ——表示单位产品废水产生量，t/t；

$W_{\text{水}}$ ——表示一定时间内废水产生量，t；

P ——表示同一计量时间内甲醇产量，t。

B.1.12 单位产品固体废物产生量

生产一吨甲醇产生的固体废物量，按公式（20）计算。单位产品固体废物产生量中固体废物只包含工艺过程中的固废产生。

$$G = \frac{G_{\text{固}}}{P} \dots\dots\dots (20)$$

式中： G ——表示单位产品固体废物产生量，t/t；

$G_{\text{固}}$ ——表示一定时间内固体废物产生量，t；

P ——表示同一计量时间内甲醇产量，t。

B.1.13 单位产品碳排放量

生产一吨甲醇的二氧化碳排放量，按公式（21）计算。

$$e_{\text{碳}} = \frac{E_{\text{碳}}}{P} \dots\dots\dots (21)$$

式中： $e_{\text{碳}}$ ——表示单位产品碳排放量，tCO₂/t

$E_{\text{碳}}$ ——表示一定时间内产品碳排放量，tCO₂

P ——表示同一计量时间内甲醇产量，t。

B.2 数据来源

B.2.1 统计

企业的原材料及能源使用量、产品产量、废水和固体废物产生量及相关技术经济指标等，以年报或考核周期报表为准。

B.2.2 核算

污染物产生指标是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。

参 考 文 献

- [1] 环办〔2015〕111号 现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）
 - [2] 发展和改革委员会令第29号 产业结构调整指导目录（2019年本）
 - [3] 中国工业和信息化部 2015.8.7 煤制烯烃行业规范条件
 - [4] 发改产业〔2021〕1609号 高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021年版）
 - [5] 发改环资〔2021〕13 号 关于推进污水资源化利用的指导意见
 - [6] 工信部联节〔2021〕213号 工业废水循环利用实施方案
 - [7] 发改运行〔2022〕559号 煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022年版）
 - [8] 国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部公告 2019年8号 污水处理及其再生利用行业清洁生产评价指标体系
 - [9] T/CCECTA 0104-2023 现代煤化工行业碳排放基准
-