

团 体 标 准

T/ACEF 035—2022

工业企业挥发性有机物末端治理效果 综合评价指南

Guideline for comprehensive evaluation of volatile organic compounds
abatement effect in industrial enterprise

2022-08-05 发布

2022-08-05 实施

中华环保联合会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 评价要求	3
6 评价方法	5
7 评价报告	6
附录 A（规范性）挥发性有机物治理效果综合评价总表	7
附录 B（资料性）挥发性有机物末端治理基本信息表	8
附录 C（规范性）挥发性有机物治理去除效率评价表	9
附录 D（规范性）挥发性有机物治理能源消耗评价表	10
附录 E（规范性）挥发性有机物治理运行效率评价表	11
附录 F（规范性）挥发性有机物治理经济性评价表	12
附录 G（规范性）挥发性有机物治理二次污染物评价表	13
附录 H（规范性）挥发性有机物治理安全性评价表	14



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。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件主编单位：中国环境科学研究院、清华大学、北京市生态环境保护科学研究院、中环联合（北京）认证中心有限公司、上海市环境科学研究院、天津市生态环境科学研究院、中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会。

本文件副主编单位：江苏航天惠利特环保科技有限公司、河南天朗生态科技有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、赛默飞世尔科技（中国）有限公司、北京国环汇智环境科技有限公司、江西茂盛环境有限公司。

本文件参编单位：北京工业大学、浙江工业大学、清环智源（北京）科技有限公司、无锡爱德旺斯科技有限公司、山东省环科院环境检测有限公司、南通斐腾新材料科技有限公司、苏州仕净科技股份有限公司、河北绿之梦环保科技有限公司、恒联海航（北京）认证中心有限公司、张家港市艾尔环保工程有限公司、黄山天之都环境科技发展有限公司、青岛西子环保研究院有限公司、扬子江药业集团江苏制药股份有限公司、上海大学有机复合污染控制工程教育部重点实验室、中国科学院合肥物质科学研究院、河北科技大学、上海盛剑环境系统科技股份有限公司、上海梅思泰克环境（集团）股份有限公司、深圳盈和环境物联科技有限公司、河北中烟工业有限责任公司。

本文件主要起草人：张新民、王迪、赵文娟、邵霞、钟玲、许夏、张钢锋、席劲瑛、王亘、张玮琦、范西彩、卜梦雅、冯晶、杜雅兰、吴克食、张丽娜、张炳权、刘海、纪甜甜、齐一谨、王琪、李旭、陈卫华、郭中卫、肖治浪、沈志成、梁文俊、成卓韦、於建明、赵晴、吴琼、曹余庆、张长松、莫晓洁、马占魁、吴子豹、朱双成、董仕宏、何文、张艳芳、王栋、李南娜、蔡晓红、王月昶、龚卫虎、王健、韩万辉、郝玉东、韩世雄、李伟欣、陈鹏、焦正、颜炳君、李相贤、王欣、郭斌、张志国、荀本舟、于斌、冯春雷、王涛、王翼鹏、何爱民、阎瑾。

工业企业挥发性有机物末端治理效果综合评价指南

1 范围

本文件规定了工业企业挥发性有机物末端治理效果评价的总则、评价要求、评价方法、评价报告。

本文件适用于采用回收（吸附、吸收、冷凝、膜分离等）、销毁（催化燃烧、热力燃烧、生物降解、等离子体破坏、光催化氧化等）及其组合技术处理含挥发性有机物废气的工业企业末端治理效果评价，其他类似技术可参照执行。

本文件适用于企业的自我评价、也可用于第二方或第三方的评价，同时也适用于生态环境主管部门的挥发性有机物治理效果评价工作。

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 2589 综合能耗计算通则

GB/T 2888 风机和罗茨鼓风机噪声测量方法

HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法

HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）

HJ/T 397 固定污染源废气监测技术规范

HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法

HJ 1006 固定污染源废气 挥发性卤代烃的测定 气袋采样-气相色谱法

JB/T 8690 通风机 噪声限值

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挥发性有机物 **volatile organic compounds; VOCs**

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据有关规定确定的有机化合物。在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以TVOC表示）、非甲烷总烃（以NMHC表示）作为污染物的评价项目。

3.2

总挥发性有机物 **total volatile organic compounds; TVOC**

采用规定的监测方法，对废气中的单项VOCs物质进行测量，加和得到VOCs物质的总量，以单项VOCs物质的质量浓度之和计。实际工作中，应按预期分析结果，对占总量90%以上的单项VOCs物质进行测量，加和得出。

3.3

非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons; NMHC

采用规定的监测方法，氢火焰离子化检测器有响应的除甲烷外的气态有机化合物的总和，以碳的质量浓度计。

3.4

治理效率 abatement efficiency

反映总挥发性有机物、非甲烷总烃及关键物种治理效果的评价指标。

3.5

去除效率 removal efficiency

反映末端治理效率，并兼顾治理设备出口挥发性有机物浓度的评价指标。

3.6

能源消耗 energy consumption

挥发性有机物治理设备运行过程中所反映电、蒸汽、天然气等消耗水平的评价指标。

3.7

运行效率 operation efficiency

挥发性有机物治理设备在运行一定时间（不少于 168 h）后能反映去除效率、运行状况等随时间变化的评价指标。

3.8

治理效率变化率 variation of abatement efficiency

反映末端治理设备投入运行后，其治理效率随运行时长的变化情况。

3.9

单位处理量综合能耗 energy consumption per unit of VOCs abatement

挥发性有机物治理设备处理 1 t 挥发性有机物所消耗的以标准煤折算的综合能耗，即主要能源实物量（包括电力、天然气、蒸汽消耗等）按规定的算法和单位分别折算成标准煤后的总和。

3.10

设备投运率 utilization ratio

反映治理设备正常运行的指标，以设备正常运行时间与对应生产线或车间正常生产时间的比值计。

3.11

二次污染物 secondary pollutants

在治理含挥发性有机物废气时新产生的有毒有害气体污染物，如臭氧、二噁英、氮氧化物、硫氧化物、氯化氢、一氧化碳等。

3.12

经济性 economic performance

反映治理设备投资成本及后期运行成本的评价指标。

3.13

投资成本 investment cost

固定资产投资项目所耗费的物化劳动和活劳动的货币支出总和（以人民币计）。

注：主要包括建筑安装工程成本，设备、工具、器具购置费用等。

3.14

运行成本 operation cost

反映挥发性有机物治理设备运行一定时间（不少于 168 h）所实际投入的货币支出总和（以人民币计）。

注：主要包括配件耗材、能源消费、运行维护费用等。

3.15

回收效益 output-input ration

治理设备运行一定时间获得的经济效益（热量回用、溶剂回用等）与投资成本的比值。

3.16

单位处理量成本 specific cost

挥发性有机物治理设备在运行一定时间（不少于 168h）后投资成本和运行成本之和除以挥发性有机物总处理量。

4 总则

4.1 工业企业挥发性有机物末端治理效果综合评价的前提是以环境保护和安全生产法律、法规、制度为依据，达到国家、地方以及行业（专业）标准要求和安全运行要求。

4.2 综合评价遵循科学、客观、公正、公平的原则。

4.3 挥发性有机物治理设备的评价总分 100 分，其中，去除效率指标计 30 分、运行效率指标计 30 分、经济性指标计 15 分、能源消耗指标计 10 分、安全性指标计 10 分、二次污染物指标计 5 分，按照附录 A 执行。

4.4 经济性和能源消耗指标与社会经济发展动态相关，可依据价格体系进行相应调整。

5 评价要求

5.1 一般规定

5.1.1 挥发性有机物末端治理效果的评价应在不低于 168h 正常、连续运行的周期内进行。

5.1.2 试运行期间进行负荷适应性试验，至少包含产能满负荷、75%负荷的试验。

5.1.3 含挥发性有机物废气采样应符合 HJ 732 和 HJ 1006 的规定要求，且采样期间应确保对应生产线或生产车间处于正常生产状态；治理设备进出口的采样应尽可能实现同时进行。

5.1.4 监测和分析方法符合 HJ/T 397、HJ/T 373、HJ 38 等国家相关技术规定要求，检测项目包括：治理设备进口含挥发性有机物废气的流量、NMHC、TVOC、关键物种浓度；治理设备出口含挥发性有机物废气的流量、NMHC、TVOC、关键物种浓度；系统压降。鼓励结合行业排放特征，检测氮氧化物、二噁英、臭氧等二次产物。

5.1.5 在评价 VOCs 末端治理效果时，根据行业（地方）排放标准和环境管理要求，对应采用总挥发

性有机物（以 TVOC 表示）、非甲烷总烃（以 NMHC 表示）、关键物种进行评价。

5.1.6 治理设备进出口均安装有在线监测设备，且在线监测设备运行情况良好、在线监测数据准确，与当地环保部门实现数据联网的，优先以在线监测结果作为评价的基础数据。

5.1.7 治理设备系统风机噪声检测应符合 GB/T 2888 和 JB/T 8690 的规定要求，其他设备噪声应在距噪声源 1.0 m 处测量。

5.1.8 应收集治理设备评价之前的统计数据 and 台账资料，收集内容参见附录 B。

5.1.9 评价时间应为治理设备正常运行时长，通常应不少于 168 h。

5.2 评价技术要求

5.2.1 去除效率评价应包括治理设备进出口 VOCs 总浓度及关键物种浓度、VOCs 治理效率等指标，按照附录 C 执行。

5.2.2 VOCs 治理效率应按公式（1）计算。

$$AE = [1 - (C_2 \times Q_2) / (C_1 \times Q_1)] \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

AE——VOCs 治理效率；

C_1 ——治理设备进口 VOCs 浓度，单位为毫克每立方米（mg/Nm³）；

C_2 ——治理设备出口 VOCs 浓度，单位为毫克每立方米（mg/Nm³）；

Q_1 ——治理设备进口标干烟气量，单位为标方每小时（Nm³/h）；

Q_2 ——治理设备出口标干烟气量，单位为标方每小时（Nm³/h）。

5.2.3 能源消耗评价应包括单位处理量电能消耗量、单位处理量天然气消耗量、单位处理量蒸汽消耗量、单位处理量综合能耗等指标，按照附录 D 执行。

5.2.4 单位处理量综合能耗为每处理单位 VOCs 的电能消耗量、天然气消耗量、蒸汽消耗量等按 GB/T 2589 的要求折算为标准煤耗量之和。

5.2.5 单位处理量综合能耗应按公式（2）和公式（3）计算。

$$E = (0.1229E_1 + 1.233E_2 + pE_3) / M \dots\dots\dots (2)$$

$$M = (C_1 \times Q_1 - C_2 \times Q_2) \times t \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E——单位处理量综合能耗，单位为吨标准煤每吨挥发性有机物（tce/t VOCs）；

E_1 ——治理设备在评价时间内的总电耗，单位为千瓦时（kW·h）；

E_2 ——治理设备在评价时间内的天然气消耗量，单位为立方米（m³）；

E_3 ——治理设备在评价时间内的蒸汽消耗量，单位为立方米（m³）；

M——治理设备在评价时间内处理的挥发性有机物总量，单位为吨挥发性有机物（t VOCs）；

t——评价时间，单位为小时（h）；

0.1229、1.233——分别为电、天然气的标准煤折算系数；

p——为蒸汽的标准煤折算系数，根据蒸汽实际状态计算。

5.2.6 运行效率评价应包括治理效率变化率、设备投运率等指标，按照附录 E 执行。

5.2.7 治理效率变化率为治理设备投入运行后，其治理效率随运行时长的变化情况。

5.2.8 治理效率变化率应按公式（4）计算。

$$K_{AE} = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n (AE_j - AE_{j-1}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

K_{AE} ——治理效率变化率；

AE_j 、 AE_{j-1} ——治理设备运行第 j 和 $j-1$ 年的 VOCs 年治理效率；

n ——治理设备运行的总时长，单位为年（a）。

5.2.9 经济性评价应包括投资成本、运行成本、回收效益、单位处理量成本等指标，按照附录 F 执行。

5.2.10 单位处理成本应按公式（5）计算。

$$I = (I_1 + I_2)/M \dots\dots\dots (5)$$

式中：

I ——单位处理成本，单位为万元每吨挥发性有机物；

I_1 ——投资成本，单位为万元；

I_2 ——运行成本，包括能源、材料、运维等综合成本，单位为万元。

5.2.11 二次污染物评价应包括二次污染物种类、性质等指标，按照附录 G 执行。

5.2.12 安全性评价应包括工艺安全隐患、易燃易爆风险、安全防护距离等指标，按照附录 H 执行。

6 评价方法

6.1 评价统计

6.1.1 单项评价

单项评价为二级单项指标的评价考核，按公式（6）计算。

$$P_i = \frac{X_i}{X_{i0}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

P_i ——单项相对得分率；

X_i ——单项实际得分；

X_{i0} ——单项标准分。

6.1.2 综合评价

综合评价按公式（7）计算。

$$P = \frac{\sum_{i=1}^6 X_i}{X_0} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

P ——综合相对得分率；

X_0 ——总标准分（100分）。

6.2 综合评价结果

治理效果单项评价和综合评价结果分为“优秀”“良好”“一般”，共计三档，综合评价结果见表1。

表 1 治理效果评价结果

评价结果	单项相对得分率	综合相对得分率
优秀	$P_i \geq 80\%$	$P \geq 80\%$
良好	$80\% > P_i \geq 60\%$	$80\% > P \geq 65\%$
一般	$60\% > P_i$	$65\% > P \geq 50\%$

7 评价报告

挥发性有机物治理效果综合评价报告至少应包括：

- a) 企业和治理设备基本信息；
- b) 企业治理设备的系统流程和主要性能参数；
- c) 企业挥发性有机物排放所执行的标准；
- d) 去除效率指标；
- e) 能源消耗指标；
- f) 运行效率指标；
- g) 经济性指标；
- h) 二次污染物指标；
- i) 安全性指标；
- j) 评分表；
- k) 综合评价结论。

附录 A

(规范性)

挥发性有机物治理效果综合评价总表

挥发性有机物治理效果综合评价总表见表 A.1。

表 A.1 挥发性有机物治理效果综合评价总表

序号	一级评价指标	标准分	二级评价指标
1	去除效率	30	符合附录 C
2	能源消耗	10	符合附录 D
3	运行效率	30	符合附录 E
4	经济性	15	符合附录 F
5	二次污染物	5	符合附录 G
6	安全性	10	符合附录 H

附录 B

(资料性)

挥发性有机物末端治理基本信息表

企业挥发性有机物治理基本信息见表 B.1。

表 B.1 企业挥发性有机物末端治理效果综合评价基本信息表

序号	项目名称	具体内容	备注
1	企业名称		应用 VOCs 治理设备的企业名称
2	企业所属行业		国民经济行业分类
3	主要产品类型		评价期主要产品类型
4	VOCs 治理技术名称		活性炭吸附、等离子体、催化燃烧等及各种新兴技术
5	主要设计文件		主要设计文件、图纸及设计变更资料、技术协议；以附件形式提供
6	主要设备资料		含吸附剂、吸收剂、催化剂等，设备供应商的国别、单位、供货商等
7	监测/检测数据		在线监测、第三方检测或现场检测结果，包括治理设备进出口 VOCs 浓度、标干烟气量等
8	生产设备运行时间		年运行时间
9	能源消耗及成本		能源消耗类型、年消耗量及成本
10	投资成本		设备建设时的设备、土建与公用等总费用
11	运行成本		设备运行一定时间内所投入的总费用，不包含初期建设投资成本
12	材料费用		催化剂、活性炭、紫外灯管等材料的年使用量及费用

附录 C
(规范性)

挥发性有机物治理去除效率评价表

挥发性有机物治理去除效率评价表见表 C.1。

表 C.1 挥发性有机物治理去除效率评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	治理设备出口浓度	15	A 级, $\leq 0.5 \times$ 国家(地方)排放标准, 且满足国家(地方)排放标准中特别排放限值; B 级, $\leq 1.0 \times$ 国家(地方)排放标准; C 级, $> 1.0 \times$ 国家(地方)排放标准。对应标准分值, A 级为 15 分, B 级为 10 分, C 级为 0 分
2	治理效率	15	A 级, $\geq 90\%$, 且满足国家(地方)排放标准及特别排放限值; B 级, $\geq 80\%$, 且满足国家(地方)排放标准; C 级, $\geq 60\%$, 且低于国家(地方)排放标准 10% 以内; D 级, 其它。对应标准分值, A 级为 15 分, B 级为 10 分, C 级为 5 分, D 级为 0 分

附录 D

(规范性)

挥发性有机物治理能源消耗评价表

挥发性有机物治理能源消耗评价表见表 D.1。

表 D.1 挥发性有机物治理能源消耗评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	单位处理量综合能耗	10	根据报表统计数据,单位处理量综合能耗评价:A级,≤100吨标煤/吨VOCs;B级,≤600,且>100吨标煤/吨VOCs;C级,≤3000,>600吨标煤/吨VOCs;D级,>3000吨标煤/吨VOCs。对应标准分值,A级为10分,B级为6分,C级为2分,D级为0分

附录 E

(规范性)

挥发性有机物治理运行效率评价表

挥发性有机物治理运行效率评价表见表 E.1。

表 E.1 挥发性有机物治理运行效率评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	治理效率变化率	20	A 级, ≥ 0 ; B 级, $\geq -5\%$, 且 < 0 ; C 级, $\geq -10\%$, 且 $< -5\%$; D 级, $< -10\%$ 。对应标准分值, A 级为 $\lambda \times 20$ 分, B 级为 $\lambda \times 15$ 分, C 级为 $\lambda \times 5$ 分, D 级为 0 分
2	设备投运率	10	A 级, $\geq 100\%$; B 级, $\geq 95\%$, 且 $< 100\%$; C 级, $\geq 90\%$, 且 $< 95\%$; D 级, $< 90\%$ 。对应标准分值, A 级为 $\lambda \times 10$ 分, B 级为 $\lambda \times 6$ 分, C 级为 $\lambda \times 4$ 分, D 级为 0 分
3	时间折算系数 (λ)	-	根据统计报表和治理设备运行台账, 时间折算系数依据治理设备运行年份: ≤ 6 个月, $\lambda=0.6$; ≤ 12 个月, 且 > 6 个月, $\lambda=0.7$; ≤ 18 个月, 且 > 12 个月, $\lambda=0.8$; ≤ 24 个月, 且 > 18 个月, $\lambda=0.9$; > 24 个月, $\lambda=1$

附录 F

(规范性)

挥发性有机物治理经济性评价表

挥发性有机物治理经济性评价表见表 F.1。

表 F.1 挥发性有机物治理经济性评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	年回收效益	3	A 级, \geq 设备投资成本 5%; B 级, $<$ 设备投资成本 5%, 且 >0 ; C 级, 0。对应标准分值, A 级为 3 分, B 级为 2 分, C 级为 0 分
2	单位 VOCs 处理成本	12	A 级, ≤ 10 万元/吨 VOCs; B 级, ≤ 30 , 且 >10 万元/吨 VOCs; C 级, ≤ 50 , 且 >30 万元/吨 VOCs; D 级, >50 万元/吨 VOCs。对应标准分值, A 级为 12 分, B 级为 8 分, C 级为 4 分, D 级为 0 分

附录 G

(规范性)

挥发性有机物治理二次污染物评价表

挥发性有机物治理二次污染物评价表见表 G.1。

表 G.1 挥发性有机物治理二次污染物评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	二次污染物性质	5	根据检测报告和有毒有害物质名录，二次污染物性质：A级，无二次污染物；B级，非致癌；C级，致癌。对应标准分值，A级为5分，B级为2分，C级为0分

附录 H

(规范性)

挥发性有机物治理安全性评价表

挥发性有机物治理安全性评价表见表 H.1。

表 H.1 挥发性有机物治理安全性评价表

序号	二级评价指标	标准分	评价方法
1	易燃易爆风险	8	根据末端治理设备安装和运行情况：是否通过安全评价；是否为本质安全。对应标准分值，两项满足为 8 分，单项满足为 4 分，均不满足为 0 分
2	安全标识	2	根据现场勘察，安全标识：A 级，有安全标识；B 级，不全面或无安全标识。对应标准分值，A 级为 2 分，B 级为 0 分