

# 江苏省重点行业挥发性有机物排放量计算暂行办法

为贯彻落实《江苏省大气污染防治行动计划实施方案》（苏政发〔2014〕1号）、《江苏省重点行业挥发性有机物污染整治方案》（苏环办〔2015〕19号）、《挥发性有机物排污收费试点办法》（财税〔2015〕71号），规范与指导我省重点行业挥发性有机物（以下简称“VOCs”）排放量计算工作，摸清VOCs排放基数，为VOCs污染防治工作提供基础数据，实现VOCs精细化管理，减少全省VOCs排放总量，不断改善大气环境质量，编制本办法。

本细则试行后，根据实施情况和反馈意见，适时修订和完善。

## 一、适用范围

本办法适用于江苏省石油化工、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业VOCs排放量计算。

本办法适用于江苏省排污收费、总量控制、排污许可、环境影响评价、污染源清单编制等大气污染防治工作中工业企业VOCs排放量计算。

本办法适用于江苏省VOCs排放工业企业或生产设施的排放管理。

本办法规定了VOCs排放量计算的基本原则、技术方法、质量控制等内容。

## 二、术语与定义

下列术语和定义适用于本办法。

### 2.1 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计算确定的有机化合物，简称VOCs。

a) 20℃时蒸汽压不小于10Pa，或者101.325kPa标准大气压下沸点不高于260℃的有机化合物；或者实际生产条件下具有以上相应挥发性

的有机化合物；但不包括甲烷。

b) 采用规定方法测定的非甲烷总烃，或者上述a)项有机化合物。

## **2.2非甲烷总烃**

采用规定的监测方法，检测器有明显响应的除甲烷外的碳氢化合物的总称（以碳计）。

## **2.3 实测法**

通过对企业排气筒或无组织排放源进行监测获取数据，并计算相应环节排放量的方法。

## **2.4 公式法**

利用公式表征生产过程物料的物理化学过程，从而计算排放量的方法。

## **2.5系数法**

通过获取重点行业或排放环节相应的活动水平信息和排放系数，从而计算出污染物排放量的方法。

## **2.6物料衡算法**

指根据物质质量的守恒原理，对生产过程中使用的物料变化情况进行定量分析，从而计算获得产生量或排放量的方法。

## **三、计算原则**

### **（1） 科学实用原则**

确保重点行业排放量计算工作的科学性与规范性，增强为污染防治决策服务的针对性和可操作性。

### **（2） 客观全面原则**

通过对重点行业各排放环节资料的全面收集，使排放量计算工作更趋全面，真实反映企业实际排放量，计算过程应当可核查、可追溯，为VOCs污染防治提供切实有效的基础数据。

### （3）分类指导原则

充分考虑各个行业生产工艺、装备、污染控制技术不同带来的排放特征差异，选用不同的计算方法，建立覆盖生产全流程的 VOCs 排放量计算体系。企业应当结合自身实际情况选用可操作性强、准确性高的计算方法。

### （4）企业主体原则

企业是 VOCs 排放量计算的主体，应按要求提供基础数据，计算方法、过程和依据，并对数据的真实性、有效性和完整性负责。

### （5）统一口径原则

在污染物减排、环境影响评价、排污许可和排污收费等工作中，同一项目应采用同一种 VOCs 排放量计算方法。

## 四、计算方法选用

4.1 石化、化工等 VOCs 原料生产行业应当分污染源项，根据企业计算条件选择实测法、公式法、物料衡算法、系数法计算 VOCs 排放量。表面涂装、印刷包装等有机溶剂使用行业应当采用生产全过程的物料衡算法计算 VOCs 排放量。

4.2 企业应优先采用实测法计算各排放环节的 VOCs 排放量，当不具备监测条件和无法获取实测数据时，可采用物料衡算法、公式法进行计算，上述方法均无法实现时，采用系数法计算。

已开展设备泄漏检测与修复（LDAR）计划的石化企业应当采用实测法、相关方程法、筛选范围法计算设备动静密封点泄漏环节 VOCs 排放量，未开展 LDAR 的企业采用平均排放系数法计算。

4.3 采用实测法进行 VOCs 计算，应将非甲烷总烃或主要特征污染物作为指标进行计算。计算过程中优先采用企业在线监测数据，其次采用手工监测数据。

(1) 在线监测数据：有组织排放VOCs在线监测数据主要以非甲烷总烃表征，以排气筒累计排放量计算该时段VOCs实际排放量；如排放的特征污染物明确，可用代表VOCs排放总量的特征污染物表征。动静密封点泄漏等无组织排放，可用实际测得TVOC或特征污染物排放量表征。

(2) 手工监测数据：排气筒未安装在线监测系统或在线监测数据无效时，采用手工监测数据计算排放量，以非甲烷总烃表征；如排放的特征污染物明确，可用代表VOCs排放总量的特征污染物表征。

(3) 监督性监测数据：环保部门监督性监测数据作为抽查比对和弄虚作假行为判定执法的依据，监督性监测数据与自动监测数据或手工监测数据比对不合格时，采用监督性监测数据计算排放量。

4.4采用物料衡算法计算的企业VOCs投用量和回收量根据符合相关规定的VOCs含量检测报告计算，如无法提供有效检测报告或数据，按本办法附件中相应比例计算。无检测报告或数据且办法附件中未列出的，投用物料中的VOCs含量按100%计，回收物料中的VOCs含量按零计。

4.5计算过程中的系数可采用以下几种方式获取：

(1) 采用本办法附件中的推荐系数，主要来自国内外已有排放系数、行业经验参数。

(2) 采用企业自测并验证可信的系数，需提供系数来源相关资料，并经县级以上环保部门核查通过。

(3) 无法采用本办法中推荐系数并且企业无自测能力的，可采用国内外其他相关文献数据，需提供相关文献材料并说明理由，并经县级以上环保部门核查通过。

4.6污染控制设施的VOCs去除量应优先采用实测法，以污染物控制

设施入口排放量与出口排放量之差表征该时段VOCs实际去除量。未对其去除量进行实测的，并且可提供资料证明VOCs污染控制设施连续、稳定、有效运行，该污染控制设施的VOCs基础去除率按产生量的30%计。有相应污染控制设施而未能提供监测数据或资料证明其正常运行的，原则上不予认定其去除量。

## 五、计算质量保证与验证

5.1 VOCs排放量计算工作应由经过专业培训的技术人员执行，确保不同行业和排放环节计算方法、系数、公式选择的正确性。

5.2 企业应确保工艺流程、原辅料物质信息、处理工艺和集气设施运行操作记录、企业货物购买合同或发票、污染防治设备运行维护记录等相关资料和数据完整性、有效性、真实性。

5.3公式法中涉及各类实测参数应提供符合国家和地方相关规定的检测报告。其中设备泄漏检测应符合《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则（HJ 733-2014）》的要求。

5.4 采用实测法进行VOCs排放量计算。监测方法应当符合国家及省有关技术规范。企业在线监控设备应当具有质监部门计量认证证书。原则上企业手工监测数据应由取得计量认证合格证书的检测机构出具，企业自送样品的委托分析结果不能作为计算依据。手工监测数据的监测频次不少于每季度1次，监测时段和条件应反映企业典型生产工况。

# 附件1 石油化工行业VOCs排放量计算方法

## 1. 适用范围

本办法适用于连续生产的石油炼制、石油化工、化学纤维制造行业，具体见表 1.1。不连续生产的有机化工、医药制造、食品饮料生产等行业可参照本办法进行核算，具体见表 1.2。

表 1.1 本办法适用行业范围

石油 化工	C2511	原油加工及石油制品制造	指从天然原油、人造原油中提炼液态或气态燃料以及石油制品的生产活动
	C2614	有机化学原料制造	指以石油馏分、天然气等为原料，生产有机化学品的工业
	C2651	初级形态塑料及合成树脂制造	包括通用塑料、工程塑料、功能高分子塑料的制造
	C2652	合成橡胶制造	指人造橡胶或合成橡胶及高分子弹性体的生产活动
	C2653	合成纤维单（聚合）体制造	指以石油、天然气、煤等为主要原料，用有机合成的方法制成合成纤维单体或聚合体的生产活动
	G5990	仓储业	指含汽油、柴油等挥发性有机液体化学品的储存活动

表 1.2 可参照本办法核算的其他行业

食品制造 与加工	1331	食用植物油加工	指用各种食用植物油料生产油脂，以及精制食用油的加工
	1495	食品及饲料添加剂制造	指增加或改善食品特色的化学品，以及补充动物饲料的营养成分和促进生长、防治疫病的制剂的生产活动
	1511	酒精制造	指用玉米、小麦、薯类等淀粉质原料或用糖蜜等含糖质原料，经蒸煮、糖化、发酵及蒸馏等工艺制成的酒精产品的生产活动
石油化工	2520	炼焦	指主要从硬煤和褐煤中生产焦炭、干馏炭及煤焦油或沥青等副产品的炼焦炉的操作活动
有机化工	2614	有机化学原料制造	
	2619	其他基础化学原料制造	
	2631	化学农药制造	指化学农药原药，以及经过机械粉碎、混合或稀释制成粉状、乳状和水状的化学农药制剂的生产活动
	2632	生物化学农药及微生物农药制造	指由细菌、真菌、病毒和原生动植物或基因修饰的微生物等自然产生，以及由植物提取的防治病、虫、草、鼠和其他有害生物的农药制剂生产活动
	2641	涂料制造	指在天然树脂或合成树脂中加入颜料、溶剂和辅助材料，经加工后制成的覆盖材料的生产活动
	2642	油墨及类似产品制造	指由颜料、联接料（植物油、矿物油、树脂、溶剂）和填充料经过混合、研磨调制而成，用于印刷的有色胶浆状物质，以及用于计算机打印、复印机用墨等的生产活动
	2643	颜料制造	指用于陶瓷、搪瓷、玻璃等工业的有机颜料及类似材料的生产活动，以及油画、水粉画、广告等艺术用颜料的制造
	2644	染料制造	指有机合成、植物性或动物性色料，以及有机颜料的生产活动
	2645	密封用填料及类似品制造	指用于建筑涂料、密封和漆工用的填充料，以及其他类似化学材料的制造
	2659	其他合成材料制造	指陶瓷纤维等特种纤维及其增强的复合材料的生产活动；其他专用合成材料的制造
266	专用化学产品制造		

	C268	日用化学产品制造	
医药制造	2710	化学药品原料药制造	指供进一步加工化学药品制剂所需的原料药生产活动
	2720	化学药品制剂制造	指直接用于人体疾病防治、诊断的化学药品制剂的制造
	2750	兽用药品制造	指用于动物疾病防治医药的制造
	2760	生物药品制造	指利用生物技术生产生物化学药品、基因工程药物的生产活动
化学纤维制造	281	纤维素纤维原料及纤维制造	
	282	合成纤维制造	指以石油、天然气、煤等为主要原料，用有机合成的方法制成单体，聚合后经纺丝加工生产纤维的活动
橡胶和塑料制品业	291	橡胶制品业	指以天然及合成橡胶为原料生产各种橡胶制品的活动，还包括利用废橡胶再生产橡胶制品的活动；不包括橡胶鞋制造
	292	塑料制品业	指以合成树脂（高分子化合物）为主要原料，经采用挤塑、注塑、吹塑、压延、层压等工艺加工成型的各种制品的生产，以及利用回收的废旧塑料加工再生产塑料制品的活动；不包括塑料鞋制造

## 2. 计算方法

石化行业VOCs排放主要来自物料生产、运输、装载、废物处理等过程，将其分为：（1）设备动静密封点泄漏，（2）有机液体储存与调和挥发损失，（3）有机液体装卸挥发损失，（4）废水集输、储存、处理处置过程逸散，（5）燃烧烟气排放，（6）工艺有组织排放，（7）工艺无组织排放，（8）采样过程排放，（9）火炬排放，（10）循环冷却水系统释放，（11）非正常工况（含开停工及维修）排放，（12）事故排放，共12个排放源项。根据石化行业VOCs排放特点，采用源项归类解析法计算VOCs排放量，VOCs排放量为各源项VOCs排放量总和，见式2-1。

不连续生产的有机化工、医药制造、食品饮料生产等行业排放主要环节包括（1）设备动静密封点泄漏，（2）有机液体储存与调和挥发损失，（3）有机液体装卸挥发损失，（4）废水集输、储存、处理处置过程逸散，（5）工艺排放环节，可参照本办法相应环节计算方法。其中（5）工艺排放环节主要参考本办法“2.5工艺有组织排放环节”计算方法。

$$E_{\text{石化}} = \sum_{i=1}^n E_{i, \text{产生}} - \sum_{j=1}^m E_{j, \text{去除}} \quad (\text{式2-1})$$

式中：

$E_{\text{石化}}$ —统计期内 VOCs 排放量，千克；

$E_{i, \text{产生}}$ —第  $i$  个源项 VOCs 的产生量，千克，具体见节 2.1-节 2.12；

$E_{j, \text{去除}}$ —第  $j$  个污染防治设备 VOCs 的去除量，千克，具体见附件 4。

### 2.1 设备动静密封点泄漏

设备密封点泄漏是指各种设备组件和连接处工艺介质泄漏进入大气的过程。设备动静密封点一般包括阀门、泵、压缩机、泄压设备、法兰及其连接件或仪表等动静密封点。计算公式如下：

$$E_{\text{设备}} = \sum_{i=1}^n (e_{\text{TOC},i} \times \frac{WF_{\text{VOCs},i}}{WF_{\text{TOC},i}} \times t_i) \quad (\text{式 2.1-1})$$

式中：

$E_{\text{设备}}$ ——密封点的 VOCs 年排放量，千克/年；

$t_i$ ——密封点  $i$  的运行时间段，小时/年；

$e_{\text{TOCs},i}$ ——密封点  $i$  的 TOCs 排放速率，千克/小时；

$WF_{\text{VOCs},i}$ ——运行时间段内流经密封点  $i$  的物料中 VOCs 的平均质量分数；

$WF_{\text{TOC},i}$ ——运行时间段内流经密封点  $i$  的物料中 TOC 的平均质量分数；

$$\frac{WF_{\text{VOCs}}}{WF_{\text{TOC}}}$$

如未提供物料中 VOCs 的平均质量分数，则  $WF_{\text{TOC}}$  按 1 计。

### 2.1.1 排放速率

排放速率可采用多种方法进行计算，准确度从高到低排序为：实测法、相关方程法、筛选范围法、平均排放系数法，其中前三种方法是基于实测或部分基于实测的计算方法，平均排放系数法不需要进行实测。

#### (1) 实测法

采用布袋法和大体积采样法对密封点进行实测，所得排放速率最接近真实排放情况，企业可选用该方法对密封点排放速率进行检测。

#### (2) 相关方程法

当密封点的净检测值小于 1 时，用默认零值泄漏速率作为该密封点排放速率；当净检测值大于 50000  $\mu\text{mol/mol}$ ，用限定泄漏速率作为该密封点泄漏速率。净检测值在两者之间，采用相关方程计算该密封点的泄漏速率，详见表 2.1-1。若企业未记录低于泄漏定义浓度限值的密封点的净检测值，可将泄漏定义浓度限值作为检测值代入计算。

$$e_{\text{TOC}} = \sum_{i=1}^n \begin{cases} e_{0,i} & (0 \leq SV < 1) \\ e_{p,i} & (SV \geq 50000) \\ e_{f,i} & (1 \leq SV < 50000) \end{cases} \quad (\text{式 2.1-2})$$

式中：

$e_{\text{TOC}}$ ——密封点的 TOC 排放速率，千克/小时；

SV——修正后的净检测值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$e_{0,i}$ ——密封点  $i$  的默认零值排放速率，千克/小时；

$e_{p,i}$ ——密封点  $i$  的限定排放速率，千克/小时；

$e_{f,i}$ ——密封点  $i$  的相关方程核算排放速率，千克/小时。

各类型密封点的排放速率按表 2.1-1 计算。

表 2.1-1 石油炼制和石油化工设备组件的设备排放速率<sup>a</sup>

密封点类型	默认零值排放速率 (kg/h/排放源)	限定排放速率 (kg/h/排放源)	相关方程 <sup>b</sup> (kg/h/排放源)
石油炼制的排放速率（炼油、营销终端和油气生产）			
阀门	7.8E-06	0.14	$2.29\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.746}$
泵	2.4E-05	0.16	$5.03\text{E}-05 \times \text{SV}^{0.610}$
其它	4.0E-06	0.11	$1.36\text{E}-05 \times \text{SV}^{0.589}$
连接件	7.5E-06	0.030	$1.53\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.735}$
法兰	3.1E-07	0.084	$4.61\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.703}$
开口阀或开口管线	2.0E-06	0.079	$2.20\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.704}$
石油化工的排放速率			
气体阀门	6.6E-07	0.11	$1.87\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.873}$
液体阀门	4.9E-07	0.15	$6.41\text{E}-06 \times \text{SV}^{0.797}$

轻液体泵 <sup>c</sup>	7.5E-06	0.62	1.90E-05×SV <sup>0.824</sup>
连接件	6.1E-07	0.22	3.05E-06×SV <sup>0.885</sup>

注：对于表中涉及的千克/小时/排放源=每个排放源每小时的 TOC 排放量（千克）。

a：美国环保署，1995b 报告的数据。对于密闭式的采样点，如果采样瓶连在采样口，则使用“连接件”的排放系数；如采样瓶未与采样口连接，则使用“开口管线”的排放系数；

b：SV 是采用规定的监测方法，检测仪器探测到的设备（泵、压缩机等）或管线组件（阀门、法兰等）泄漏点的挥发性有机物浓度扣除环境本底值后的净值（以碳计）；

c：轻液体泵系数也可用于压缩机、泄压设备和重液体泵。

### (3) 筛选范围法

筛选范围法用于核算某套装置不可达法兰或连接件的 VOCs 排放速率，需至少检测 50% 该装置的可达法兰或连接件，并且至少包含 1 个净检测值大于等于 10000μmol/mol 的点，以 10000μmol/mol 为界，分析已检测法兰或连接件净检测值可能 ≥10000μmol/mol 的数量比例，将该比例应用到同一装置的不可达法兰或连接件，且按比例计算的大于等于 10000μmol/mol 的不可达点个数向上取整，采用表 2.1-2 系数并按式 2.1-3 和 2.1-4 计算排放速率。

石油炼制工业排放速率计算公式：

$$e_{TOC} = \sum_{i=1}^n \left( F_{A,i} \times \frac{WF_{TOC,i}}{WF_{TOC,i} - WF_{甲烷,i}} \times WF_{TOC,i} \times N_i \right) \quad (\text{式 2.1-3})$$

石油化学工业排放速率计算公式：

$$e_{TOC} = \sum_{i=1}^n (F_{A,i} \times WF_{TOC,i} \times N_i) \quad (\text{式 2.1-4})$$

式中：

$e_{TOC}$ ——密封点的 TOC 排放速率，千克/小时；

$F_{A,i}$ ——密封点 i 排放系数，千克/小时/排放源，见表 2.1-2；

$WF_{TOC}$ ——流经密封点 i 的物料中 TOC 的平均质量分数；

$WF_{甲烷}$ ——流经密封点 i 的物料中甲烷的平均质量分数，最大取 10%；

$N_i$ ——密封点的个数。

表 2.1-2 筛选范围排放系数<sup>a</sup>（单位：千克/小时/排放源）

设备类型	介质	石油炼制系数 <sup>b</sup>		石油化工系数 <sup>c</sup>	
		≥10000 μmol/mol	<10000 μmol/mol	≥10000 μmol/mol	<10000 μmol/mol
法兰、连接件	所有	0.0375	0.00006	0.113	0.000081

注：a：EPA，1995b 报告的数据。

b：这些系数是针对非甲烷有机化合物排放。

c：这些系数是针对总有机化合物排放。

### (4) 平均排放系数法

未进行测试的密封点，或不可达点（除符合筛选范围法适用范围的法兰和连接件外），应采用表 2.1-3 系数（该系数适用于未开展 LDAR 的企业）并按式 2.1-3 和式 2.1-4 计算排放速率。如无密封点个数，可参考表 2.1-4 和表 2.1-5 取值。

表 2.1-3 石油炼制和石油化工组件平均排放系数<sup>a</sup>

设备类型	介质	石油炼制排放系数 (千克/小时/排放源) <sup>b</sup>	石油化工排放系数 (千克/小时/排放源) <sup>c</sup>
阀	气体	0.0268	0.00597

设备类型	介质	石油炼制排放系数 (千克/小时/排放源) <sup>b</sup>	石油化工排放系数 (千克/小时/排放源) <sup>c</sup>
	轻液体	0.0109	0.00403
	重液体	0.00023	0.00023
泵 <sup>d</sup>	轻液体	0.114	0.0199
	重液体	0.021	0.00862
压缩机	气体	0.636	0.228
泄压设备	气体	0.16	0.104
法兰、连接件	所有	0.00025	0.00183
开口阀或开口管线	所有	0.0023	0.0017
采样连接系统	所有	0.0150	0.0150

注：对于表中涉及的千克/小时/排放源=每个排放源每小时的 TOC 排放量（千克）。对于开放式的采样点，采用平均排放系数法计算排放量。如果采样过程中排出的置换残液或气未经处理直接排入环境，按照“取样连接系统”和“开口管线”排放系数分别计算并加和；如果企业有收集处理设施收集管线冲洗的残液或气体，并且运行效果良好，可按“开口阀或开口管线”排放系数进行计算。

a: 摘自 EPA, 1995b;

b: 石油炼制排放系数用于非甲烷有机化合物排放速率；

c: 石油化工排放系数用于 TOC（包括甲烷）排放速率；

d: 轻液体泵密封的系数可以用于估算搅拌器密封的排放速率。

表 2.1-4 大型石油炼制企业密封点参考计数<sup>a</sup>（单位：个）

工艺单元	阀门			泵		压缩机	安全阀			法兰			开口 管线	采样 连接
	气体	轻液 体	重液 体	轻液 体	重液 体		气体	轻液 体	重液 体	气体	轻液 体	重液 体		
原油蒸馏	204	440	498	15	14	2	7	5	12	549	982	1046	75	9
烷基化(硫酸)	192	597	0	21	0	2	13	4	0	491	1328	600	35	6
烷基化(氢氟酸)	104	624	128	13	8	1	9	11	1	330	1300	180	40	14
催化重整	310	383	84	12	2	3	8	11	0	653	842	132	48	9
加氢裂化	290	651	308	22	12	2	10	12	0	418	1361	507	329	28
加氢处理/精制	224	253	200	7	6	2	9	4	8	439	581	481	49	8
催化裂化	277	282	445	12	12	2	11	9	13	593	747	890	59	15
热裂化(减粘)	110	246	130	7	6	1	6	3	15	277	563	468	30	7
热裂化(焦化)	190	309	250	12	11	1	8	5	10	627	748	791	100	10
制氢	301	58	0	7	360	3	4	139	0	162	148	0	59	21
沥青	76	43	0	4	0	0	3	7	0	90	90	0	24	24
产品调和	75	419	186	10	10	2	9	16	6	227	664	473	24	8
硫回收	100	125	110	8	3	1	4	4	4	280	460	179	22	7
减压蒸馏	229	108	447	2	12	1	5	1	4	473	136	1072	0	7
全馏程蒸馏	160	561	73	14	2	2	7	8	2	562	1386	288	54	6
异构化	164	300	78	9	5	2	15	5	2	300	540	265	36	7
聚合	129	351	82	6	2	0	7	12	28	404	575	170	17	9
MEK 脱蜡	419	1075	130	29	10	4	33	6	18	1676	3870	468	0	7
其它润滑油工艺	109	188	375	5	16	3	8	6	20	180	187	1260	18	9

注：数据摘自美国环保署，1998a 报告 *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Benzene*。

a: 大型石油炼制企业指工作日日均产量超过(包括等于)50000 桶(约 7962 立方米)的石油炼制企业。

表 2.1-5 小型石油炼制企业密封点参考计数<sup>a</sup> (单位: 个)

工艺单元	阀			泵		压缩机	安全阀			法兰			开口 管线	采样 连接
	气体	轻液 体	重液 体	轻液 体	重液 体		气体	轻液 体	重液 体	气体	轻液 体	重液 体		
原油蒸馏	75	251	216	8	8	2	6	6	5	164	555	454	39	10
烷基化(硫酸)	278	582	34	18	10	1	12	15	4	705	1296	785	20	16
烷基化(氢氟酸)	102	402	62	13	3	2	12	13	0	300	1200	468	26	8
催化重整	138	234	293	8	5	3	5	3	3	345	566	732	27	6
加氢裂化	300	375	306	12	9	2	9	4	4	1,038	892	623	25	10
加氢处理/精制	100	208	218	5	5	2	5	3	5	290	456	538	20	6
催化裂化	186	375	450	13	14	2	8	8	7	490	943	938	8	8
热裂化(减粘)	206	197	0	7	0	0	4	0	0	515	405	0	0	4
热裂化(焦化)	148	174	277	9	8	2	7	16	13	260	322	459	13	8
制氢	168	41	0	3	0	2	4	2	0	304	78	0	8	4
沥青	120	334	250	5	8	2	5	10	9	187	476	900	16	6
产品调和	67	205	202	6	11	1	10	6	22	230	398	341	33	14
硫回收	58	96	127	6	6	3	3	88	15	165	240	345	50	3
减压蒸馏	54	26	84	6	6	2	2	5	2	105	121	230	16	4
全馏程蒸馏	157	313	118	7	4	2	5	4	6	171	481	210	20	6
异构化	270	352	64	9	2	2	7	10	1	432	971	243	7	8
聚合	224	563	15	12	0	1	10	5	3	150	450	27	5	7
MEK 脱蜡	145	1,208	200	35	39	3	10	14	4	452	1486	2645	19	17
其它润滑油工艺	153	242	201	7	5	2	5	5	5	167	307	249	60	6

注: 数据摘自美国环保署, 1998a 报告 *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Benzene*。  
a: 小型石油炼制企业指工作日日均产量小于(包括等于)50000 桶(约 7962 立方米)的石油炼制企业。

## 2.1.2 排放时间

采用中点法确定该密封点的排放时间, 即第 n 次检测值代表时间段的起始点为第 n-1 次至第 n 次检测时间段的中点, 终止点为第 n 次至第 n+1 次检测时间段的中点。发生泄漏修复的情况下, 修复复测的时间点为泄漏时间段的终止点。

## 2.2 有机液体储存与调和挥发损失

有机液体储存与调和通常采用储罐, 常见的储罐类型有: 固定顶罐(包括卧式罐和立式罐)与浮顶罐(包括内浮顶罐和外浮顶罐)。固定顶罐 VOCs 的产生主要来自于储存过程中蒸发静置损失(俗称小呼吸)和接受物料过程中产生的工作损失(俗称大呼吸)。浮顶罐 VOCs 的产生主要包括边缘密封损失、浮盘附件损失、浮盘盘缝损失和挂壁损失。其中边缘密封损失、浮盘附件损失、浮盘盘缝损失属于静置损失, 挂壁损失属于工作损失。

### 2.2.1 公式法

固定顶罐和浮顶罐的 VOCs 产生量采用公式 2.2-1 计算。

$$E_{0, \text{储罐}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{固}, i} + \sum_{i=1}^m E_{\text{浮}, i} \quad (\text{式} 2.2-1)$$

式中:

$E_{0,储罐}$ ——统计期内储罐的VOCs产生量，千克；  
 $E_{固,i}$ ——统计期内固定顶罐i的VOCs产生量，参见附录A，千克；  
 $n$ ——固定顶罐的数量，个；  
 $E_{浮,i}$ ——统计期内浮顶罐i的VOCs产生量，参见附录B，千克；  
 $m$ ——浮顶罐的数量，个

按公式法计算储罐排放量，应当考虑当地条件单独计算每一个储罐，如一组储罐具有相同的性质和物料，并且坐落的位置、容量和生产量也基本相同，这种情况下模拟的单位储罐排放量适用于该地方每一个储罐的排放量，其他情况下推荐独立计算储罐排放量。

应基于储罐储存物料的组成和蒸汽压模拟每一个储罐的排放量。对于特定物料，可采用缺省的蒸汽压和组成。必须注意的是，除非缺省参数已被严格评估并确认适合储存的液体，否则不使用这些缺省值。

## 2.3 有机液体装载挥发损失

有机液体物料在装载过程中，收料容器内的有机液体蒸汽被物料置换，产生VOCs。本办法核算范围是年装卸或分装量大于等于10吨的挥发性有机液体装载。

### 2.3.1 公式法

装载VOCs产生量按公式2.3-1计算：

$$E_{0,装载} = EF_L \times Q \quad (\text{式2.3-1})$$

式中：

$E_{0,装载}$ ——统计期内装载的VOCs产生量，千克；  
 $EF_L$ ——装载损失产污系数，千克/立方米，详见2.3.1.1节及2.3.1.2节；  
 $Q$ ——统计期内物料装载量，立方米。

#### 2.3.1.1 公路、铁路装载损失产污系数

$$EF_L = C_0 \times S \quad (\text{式2.3-2})$$

$$C_0 = \frac{P_T M}{RT} \quad (\text{式2.3-3})$$

式中：

$EF_L$ ——装载损失产污系数，千克/立方米；  
 $S$ ——饱和因子，代表排出的VOCs接近饱和的程度，见表2.3-1；  
 $C_0$ ——装载罐车气、液相处于平衡状态，将物料蒸汽视为理想气体下的物料密度，千克/立方米；见公式2.3-3；  
 $T$ ——实际装载时物料蒸汽温度，开氏度；  
 $P_T$ ——温度T时装载物料的真实蒸气压，千帕；  
 $M$ ——物料分子量，克/摩尔；  
 $R$ ——理想气体常数，8.314 焦耳/（摩尔·开氏度）。

表2.3-1 公路、铁路装载损失计算中饱和因子

操作方式	罐车种类	饱和因子
底部/液下装载	新罐车或清洗后的罐车	0.5
	正常工况(普通)的罐车	1.0
喷溅式装载	新罐车或清洗后的罐车	1.45
	正常工况(普通)的罐车	1.0

#### 2.3.1.2 船舶装载损失产污系数

(1) 船舶装载原油时：

$$EF_L = EF_A + EF_G \quad (\text{式2.3-4})$$

式中：

$EF_L$ ——装载损失排放因子，千克/立方米；

$EF_A$ ——已有排放因子，指装载前空舱中已有的蒸汽在装载损耗中的贡献，千克/立方米，见表2.3-2；

$EF_G$ ——生成排放因子，千克/立方米，指在装载过程中气化的部分，按式2.3-5计算。

表 2.3-2 装载原油时的已有产污系数  $EF_A$

船舱情况	上次装载	已有产污系数 $EF_A$ (千克/立方米)
未清洗	挥发性物质 <sup>a</sup>	0.103
装有压舱物	挥发性物质	0.055
清洗后/无油品蒸气	挥发性物质	0.040
任何状态	不挥发物质	0.040

注：a指真实蒸气压大于 10 千帕的物质。

$$EF_G = (0.064P_T - 0.42) \times \frac{MG}{RT} \quad (\text{式2.3-5})$$

式中：

$EF_G$ ——生成产污系数，千克/立方米；

$P_T$ ——温度 T 时装载原油的饱和蒸气压，千帕；

M——蒸气的分子量，克/摩尔；

G——蒸气增长因子 1.02，无量纲；

T——装载时蒸气温度，开氏度；

R——理想气体常数，8.314 焦耳/（摩尔·开氏度）。

(2) 船舶装载汽油时：

船舶装载汽油的损失产污系数  $EF_L$  见表 2.3-3。

表2.3-3 船舶装载汽油时损失产污系数 $EF_L$

舱体情况	上次装载物	油轮/远洋驳船 <sup>a</sup> (千克/立方米)	驳船 <sup>b</sup> (千克/立方米)
未清洗	挥发性物质	0.315	0.465
装有压舱物	挥发性物质	0.205	驳船不压舱
清洗后	挥发性物质	0.180	无数据
无油品蒸气 <sup>c</sup>	挥发性物质	0.085	无数据
任何状态	不挥发物质	0.085	无数据
无油品蒸气	任何货物	无数据	0.245
典型总体状况 <sup>d</sup>	任何货物	0.215	0.410

注：a：远洋驳船（船舱深度 12.2 米）表现出产污水平与油轮相似。

b：驳船（船舱深度 3.0-3.7 米）则表现出更高的产污水平。

c：指从未装载挥发性液体，舱体内部没有 VOCs 蒸气。

d：基于测试船只中 41%的船舱未清洁、11%船舱进行了压舱、24%的船舱进行了清洁、24%为无蒸气。驳船中 76%为未清洁。

(3) 船舶装载汽油和原油以外的产品时：

装载损失产污系数  $EF_L$  采用公式2.3-2 计算，饱和因子s取值见表2.3-4。

表2.3-4 船舶装载汽油和原油以外油品时的饱和因子s

交通工具	操作方式	饱和因子 s
水运	轮船液下装载(国际)	0.2
	驳船液下装载(国内)	0.5

### 2.3.2 系数法

在公式法使用条件均无法满足时，采用系数法计算装载的 VOCs 产生量，见公式2.3-6。

$$E_{0, \text{装载}} = EF \times Q \quad (\text{式2.3-6})$$

式中：

$E_{0, \text{装载}}$ ——统计期内装载 VOCs 产生量，千克；

EF——产污系数（单位体积周转物料的物料挥发损失），见表2.3-5与表2.3-6，千克/立方米；

Q——统计期内物料周转量，立方米。

表2.3-5 铁路和公路装载 VOCs 产污系数（千克/立方米）

装载物料	底部/液下装载		喷溅装载	
	新罐车或清洗后的罐车	正常工况（普通）的罐车	新罐车或清洗后的罐车	正常工况（普通）的罐车
汽油	0.812	1.624	2.355	1.624
煤油	0.518	1.036	1.503	1.036
柴油	0.076	0.152	0.220	0.152
轻石脑油	1.137	2.275	3.298	2.275
重石脑油	0.426	0.851	1.234	0.851
原油	0.276	0.552	0.800	0.552
轻污油	0.559	1.118	1.621	1.118
重污油	0.362	0.724	1.049	0.724

注：基于设计或标准中雷德蒸气压最大值计算，装载温度取 25 摄氏度。

表2.3-6 船舶装载 VOCs 产污系数<sup>a</sup>（千克/立方米）

船舶	汽油 <sup>b</sup>	原油	航空油（JP4）	航空煤油（普通）	燃料油（柴油）	渣油
远洋驳船	表2.3-3	0.073	0.060	0.00063	0.00055	0.000004
驳船	表 2.3-3	0.12	0.15	0.0016	0.0014	0.000011

注：<sup>a</sup>：排放因子基于16摄氏度油品获取，表中汽油的雷德蒸气压为69千帕。原油的雷德蒸气压为34千帕。

<sup>b</sup>：汽油损失产污系数从表2.3-3中选取。

## 2.4 废水集输、储存、处理处置过程逸散

在生产过程中产生的废水在集输、储存、处理处置过程中，废水中 VOCs 向大气中逸散。废水集输、储存、处理处置过程VOCs产生量计算方法主要包括物料衡算法和系数法。

### 2.4.2 物料衡算法

废水环节的VOCs产生量为水面油层和水中VOCs产生量的加和，见公式2.4-1。

$$E_{0, \text{废水}} = E_{\text{油相}} + E_{\text{水相}} \quad (\text{式2.4-1})$$

式中：

$E_{0, \text{废水}}$ ——统计期内废水的VOCs产生量，千克；

$E_{\text{油相}}$ ——统计期内收集系统集水井、处理系统浮选池和隔油池中油层的VOCs产生量，千克，按固定顶罐的公法法计算，详见附录 A，其中浮油真实蒸汽压需要实测，如无实测，按85千帕计算；

$E_{\text{水相}}$ ——统计期内废水收集支线和废水处理厂水相中VOCs产生量，千克，按公式2.4-2计算；

$$E_{\text{水相}} = \sum_{i=1}^n (Q_i \times (C_{\text{进水}, i} - C_{\text{出水}, i}) \times 10^{-3} \times t_i) \quad (\text{式2.4-2})$$

式中：

$E_{\text{水相}}$ ——统计期内废水的VOCs产生量，千克；

$Q_i$ ——废水收集或处理设施的废水流量，立方米/小时；

$C_{\text{进水}, i}$ ——废水收集、处理设施i进水中的逸散性挥发性有机物浓度，毫克/升，参照《水质总有机碳的测定 燃烧氧化-非分散红外吸收法》HJ501-2009中可吹脱有机碳（POC）的测试和计算方法，其中POC为总有机碳（TOC）与不可吹脱有机碳（NPOC）的差值；

$C_{\text{出水}, i}$ ——废水收集或处理设施i出水中的逸散性挥发性有机物浓度，毫克/升；

$t_i$ ——废气处理设施i的运行时间，小时/年。

#### 2.4.2 系数法

石化废水VOCs可采用如下排放系数法计算：

$$E_{0, \text{废水}} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times Q_i \times t_i) \quad (\text{式2.4-3})$$

式中：

$E_{0, \text{废水}}$ ——统计期内废水的VOCs产生量，千克；

$EF_i$ ——废水收集/处理设施i的产污系数，千克/立方米，见表2.4-1；

$Q_i$ ——废水收集/处理设施i的废水处理量，立方米/小时；

$t_i$ ——废水处理设施i的年运行时间，小时/年。

表2.4-1 废水收集/处理设施 VOCs 产污系数

生产单元	废水中石油类浓度	产污系数（千克/立方米）
未加盖油水重力分离器	大于 3500mg/L	0.6
	880-3500mg/L	0.111
	小于 880mg/L	0.0225
加盖油水重力分离器	大于 3500mg/L	0.018
	880-3500mg/L	0.0033
	小于 880mg/L	0.000675
未加盖溶气气浮或引气气浮		0.004
加盖溶气气浮或引气气浮		0.00012
生物处理设施		0.005

注：a：此处产污系数摘自环保部《石油炼制、石油化学工业 VOCs 排放量简化核算方法》

## 2.5 工艺有组织排放

工艺有组织排放是指石油化工企业的工艺装置在生产过程中除燃烧烟气污染源和火炬外通过15m以上排气筒或放空口排放VOCs的工艺过程或设备。不连续生产的有机化工、医药制造等企业可通过系数法计算工艺过程VOCs产生量。

#### 2.5.1 实测法

基于对工艺废气的流量和废气中污染物的浓度进行实测的排放量估算方法，计算方法如下：

$$E_{\text{有组织}} = \sum_{i=1}^n (Q_i \times C_i \times t_i \times 10^{-6}) \quad (\text{式2.5-1})$$

式中：

$E_{\text{有组织}}$ ——统计期内工艺有组织排放的VOCs排放量，千克；

$Q_i$ ——工艺有组织排放设施i排气筒出口实测气体流量，立方米/小时；

$C_i$ ——工艺有组织排放设施i排气筒出口实测VOCs浓度，毫克/立方米；

$t_i$ ——统计期内该工艺有组织废气排放设备i的生产小时数，小时。

#### 2.5.2 物料衡算法

没有化学反应的操作单元或过程的VOCs排放量可用式2.5-2计算：

$$\Sigma G_{\text{排放}i} = \Sigma G_{\text{进料}i} - \Sigma G_{\text{产(副)品}i} - \Sigma G_{\text{废物}i} - \Sigma G_{\text{回收}i} \quad (\text{式2.5-2})$$

式中：

$\Sigma G_{\text{排放}}$ ——单元或过程VOCs年排放量，千克/年；

$\Sigma G_{\text{进料}}$ ——单元或过程进料量，千克/年；

$\Sigma G_{\text{产(副)品}}$ ——单元或过程产品和副产品量，千克/年；

$\Sigma G_{\text{废物}}$ ——单元或过程排放液体及固体废物量，千克/年；

$\Sigma G_{\text{回收}}$ ——单元或过程回收的物料量，千克/年。

采用物料平衡法核算VOCs排放量时，需分析生产工艺过程、物料组成、产品（副产品）转化率、污染物控制指标基本运行参数。

### 2.5.3系数法

无法获得实测数据时，采用系数法计算VOCs产生量，见公式2.5-3。系数法计算结果包含工艺有组织和无组织的VOCs产生量，给出的排放系数是在未进行控制情况下的产生量系数。

$$E_{0,\text{工艺}} = E_{0,\text{炼制}} + E_{0,\text{化学}} \quad (\text{式2.5-3})$$

式中：

$E_{0,\text{工艺}}$ ——统计期内工艺生产过程的VOCs产生量，千克；

$E_{0,\text{炼制}}$ ——统计期内石油炼制工艺过程VOCs产生量，千克；

$E_{0,\text{化学}}$ ——统计期内石油化学工艺过程VOCs产生量，千克。

$$E_{0,\text{炼制}} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times Q_i) \quad (\text{式2.5-4})$$

式中：

$EF_i$ ——生产工艺i的产污系数，千克/单位原料或产品产量，见表2.5-1；

$Q_i$ ——统计期内生产工艺i的原料用量或产品产量，单位原料用量或产品产量（吨、立方米）。

表2.5-1 石油炼制工业生产工艺 VOCs 产污系数<sup>a</sup>

生产单元	系数	估算基础		备注
	单位排放强度， (总烃、以碳计 (千克))	原(物)料量或 产品产量	单位	
流化催化裂化 (FCC)	0.63	催化装置加工量	立方米	催化裂化催化剂贫氧(烟气氧浓度小于3%)再生烟气未经过一氧化碳锅炉
	可以忽略			催化裂化催化剂富氧再生(烟气氧浓度大于3%)，或再生烟气经过一氧化碳锅炉再燃烧。
生产设施吹扫	0.002 (每次)	装置原料年加工量	立方米	吹扫气送入低压瓦斯系统回收或送入火炬焚烧。若核算周期内没有检修，则不核算。若单个装置检修，按装置加工量计算。
减压蒸馏塔塔 顶冷凝器	0.14	减压塔进料	立方米	减压蒸馏塔塔顶冷凝器排出的不凝气直接排向大气。
	可以忽略			减压蒸馏塔塔顶冷凝器排出的不凝气送入加热炉、焚烧炉或低压瓦斯回收系统。
催化重整	0.0007	原料加工量	立方米	连续重整装置催化剂再生尾气有氯吸附器或尾气洗涤处理设施。
焦化装置	0.003	石油焦生产量	吨	
润滑油生产	0.077	润滑油基础油产量	立方米	有糠醛精制或酮苯精制等溶剂精制过程执行该系数。
沥青氧化	0.031	通过氧化生产的 沥青产品产量	立方米	若执行了《石油炼制工业污染物排放标准》(GB31570-2015)使用此系数。

催化汽油氧化脱硫醇	0.065	氧化脱硫醇汽油馏分产量	立方米	
芳烃抽提	0.009	苯与混合芳烃产量之和	立方米	

注:a:此处产污系数摘自环保部《石油炼制、石油化学工业 VOCs 排放量简化核算方法》

$$E_{0,化工} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times Q_i) \quad (\text{式2.5-5})$$

式中:

EF<sub>i</sub>——生产工艺i的产污系数, 千克/单位原料或产品产量, 见表2.5-2;

Q<sub>i</sub>——统计期内生产工艺i的产品产量, 吨。

表2.5-2 石油化学工业生产产品VOCs产污系数

产品名称 <sup>a</sup>	产污系数	产品名称	产污系数	产品名称	产污系数
3-氯丙烯	22.21	聚酯纤维	0.6	聚酰胺尼龙纤维	2.15
乙二醇	0.133	丙烯酸纤维	125.138	醋酸乙烯	4.705
乙苯	0.005	聚烯烃纤维	37.107	聚醚树脂	25.03
乙酐	2.753	高级芳香族聚酰胺纤维	2.15	聚酰胺树脂	0.8
乙烯	0.5	合成乳胶	2.678	制药(原料药生产)	114.14
乙酸乙酯	0.555	合成橡胶	2.603	聚酯树脂(饱和及不饱和树脂)	0.25
乙酸(以甲醇为原料)	1.814	合成纤维加工	0.36	聚氯乙烯	8.509
乙酸(以丁醇为原料)	6.35	低密度聚乙烯	3.85	醋酸纤维	145.2
乙酸(以乙醛为原料)	9.979	脲醛树脂	5.95	环己烷	0.003
乙醇	0.951	抗氧化/促进剂	1.872	环己酮	22.224
乙二胺	0.2	烷基铅	0.501	醛酸树脂	2.878
乙醛	3.239	氟碳/氟氯碳化物	7.258	邻苯二甲酐(以邻二甲苯氧化生产)	1.201
丁二烯	11.51	表面活性剂	0.983	邻苯二甲酐(以萘氧化生产)	5.006
二氯乙烷	0.108	耐冲击级聚苯乙烯	0.05	邻苯二甲酸二辛脂	0.037
二氯乙烯(直接氯化法)	0.65	苯乙烯	0.039	化妆品	0.144
二氯乙烯(氯化法)	12.05	苯	0.55	夫酸酯类	3.404
二氯乙烯	1.75	苯胺	0.1	木炭	157
三聚氰胺树脂	13.892	马来酸酐	0.001	尿素	0.006
己二酸	21.374	高密度聚乙烯	18	尿素甲醛树脂	5.95
己内酰胺	2.866	异二氰甲苯	9.661	抗(臭)氧化/促进剂	1.872
丙烯	0.5	异丙苯	0.551	氰化氢	7.008
丙烯腈	0.35	烷基苯	0.052	磷酸铵	0.015
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)	0.094	酚醛树脂	7.3	亚克力	2.972
丙烯腈-苯乙烯共聚物 (AS)	0.153	酚类	7.708	炭黑	50.255
丙烯酸及丙烯酸脂类	0.174	氯乙烯	0.056	哥罗普林	5.591
丙烯酸树脂	0.6	氯苯	1.486	氨	4.825

丙烯醇	0.326	发泡剂聚苯乙烯	1.282	接着剂	6.418
四乙基铅	3.125	硝基苯	1.35	氢氟酸	0.01
四甲基铅	96.75	氰甲烷	0.35	硫磺	1.521
四氯化碳	0.155	过氧化氢	9.429	普通级聚苯乙烯	5.55
甘油	8.87	丁酮	1.201	农药	0.001
甲基丙烯酸酯类	25.47	脂类	5.85	醚	0.08
甲醇	5.95	对苯二甲酸/二甲酯	2.039	硫酸铵	0.741
甲醛	5.95	聚丙烯	0.35	环氧树脂	2.553
合成有机纤维	5.133	聚脲树脂	0.978	其他化学品(使用或反应产生挥发性有机物)	0.021
环氧乙烷	3.9	离子交换树脂	1.175		

注:此处产污系数摘自台湾《公私场所固定污染源申报空气污染防治费之挥发性有机物行业制程排放系数》。

## 2.6 燃烧烟气排放

燃烧烟气排放指石油化工企业的工艺装置加热炉、动力站锅以及自备电站的内燃机和燃气轮机燃烧产生VOCs。

### 2.6.1 实测法

通过测定燃烧烟气的流量和浓度等数据,采用实测法计算VOCs产生量,见式2.6-1。

$$E_{0, \text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (Q_i \times C_i \times t_i \times 10^{-6}) \quad (\text{式2.6-1})$$

式中:

$E_{0, \text{燃烧}}$ ——统计期内燃烧烟气排放的VOCs产生量,千克;

$Q_i$ ——燃烧烟气排放设施*i*实测气体流量,立方米/小时;

$C_i$ ——燃烧烟气排放设施*i*实测VOCs浓度,毫克/立方米;

$t_i$ ——统计期内燃烧烟气排放设备*i*的生产小时数,小时。

### 2.6.2 系数法

燃烧烟气无实测数据时,采用系数法计算VOCs产生量,见公式2.6-2。

$$E_{0, \text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times Q_i) \quad (\text{式2.6-2})$$

式中:

$E_{0, \text{燃烧}}$ ——统计期内燃烧烟气排放的VOCs产生量,千克;

$Q_i$ ——统计期内燃料*i*的消耗量,煤(吨)、天然气(立方米)、液化石油气(立方米,液态);

$EF_i$ ——燃料*i*产污系数,千克/单位燃料消耗;

表2.6-1 燃料燃烧VOCs产污系数

燃料类型	锅炉形式	排放系数(千克/吨-煤)
烟煤和亚烟煤 <sup>a</sup>	煤粉炉, 固态排渣	0.030
	煤粉炉, 液态排渣	0.020
	旋风炉	0.055
	抛煤机链条炉排炉	0.025
	上方给料炉排炉	0.025

	下方给料炉排炉	0.650
	手烧炉	5.000
	流化床锅炉	0.025
褐煤 <sup>a</sup>	煤粉炉, 固态排渣, 切圆燃烧	0.020
	旋风炉	0.035
	抛煤机链条炉排炉	0.015
	上部给料链条炉排炉	0.015
	常压流化床锅炉	0.015
无烟煤 <sup>b</sup>	炉排炉	0.150
燃油 <sup>a</sup>	电站锅炉	0.038 (千克/吨-油)
	工业燃油锅炉	0.140 (千克/吨-油)
	工业燃馏分油锅炉	0.100 (千克/吨-油)
天然气 <sup>b</sup>	-	1.762E-04 (千克/立方米天然气)
丁烷 <sup>b</sup>	-	0.132 (千克/立方米液化石油气, 液态)
丙烷 <sup>b</sup>	-	0.120 (千克/立方米液化石油气, 液态)

注: a: 此处排放系数以总非甲烷有机物 (TNMOC) 代替 VOCs;

b: 此处排放系数以总有机化合物 (TOC) 代替 VOCs。

## 2.7 工艺无组织排放

排放系数法适用于延迟焦化装置切焦过程的 VOCs 排放量核算。

$$E_{\text{无组织}} = \sum_{i=1}^n (EF \times Flow_{\text{进料},i} \times t_i) \quad (\text{式 2.7-1})$$

式中:

$E_{\text{无组织}}$ ——延迟焦化装置切焦过程 VOCs 年排放量, 千克/年;

$Flow_{\text{进料},i}$ ——延迟焦化装置 i 的进料量, 吨/小时;

EF——VOCs 排放系数, 吨/吨-装置进料, 取 1.63E-04;

$t_i$ ——延迟焦化装置 i 的年运行时间, 小时/年。

## 2.8 采样过程排放

采样过程的排放量核算依据设备动静密封点的核算方法。

密闭式采样或等效设施的排放速率可采用相关方程法, 见式 2.1-2 和表 2.1-1。采样瓶与采样口连接的, 采用“连接件”系数核算排放量; 采样瓶不与采样口连接的, 采用“开口管线”系数核算排放量。

开口式采样的排放速率应采用平均排放系数法, 系数见表 2.1-3。采样过程中排出的置换残液或气未经处理直接排入环境的, 采用“采样连接系统”和“开口管线”系数分别核算排放量; 置换残液或气排入收集处理设施的, 采用“开口管线”系数核算排放量。

## 2.9 火炬排放

火炬系统主要用于处理石化企业工厂内正常生产以及非正常生产(包括开停工、检维修、设备故障超压等)过程中工艺装置无法回收的工艺废气、过量燃烧气以及吹扫废气中的可燃有机化合物。大多数火炬均有天然气的预燃火。火炬产生的 VOCs 通常会包括未被燃烧的碳氢化合物。

### 2.9.1 实测法

通过对进入火炬气体的成分和流量进行连续测量，计算火炬的 VOCs 产生量，见式 2.9-1。

$$E_{\text{火炬}i} = \sum_{n=1}^N [Q_n \times t_n \times C_n \times \frac{M_n}{22.4} \times (1 - F_{\text{eff}})] \quad (\text{式2.9-1})$$

式中：

$E_{\text{火炬}, i}$ ——统计期内火炬  $i$  的 VOCs 产生量，千克；

$n$ ——测量序号，第  $n$  次测量；

$N$ ——统计期内测量次数或火炬每次工作时的测量次数；当火炬非连续工作时，在火炬工作状态下应至少每3小时取样分析一次；

$Q_n$ ——第  $n$  次测量时火炬气的流量，立方米/小时；

$t_n$ ——统计期内第  $n$  次测量时火炬的工作时间，小时；

$C_n$ ——第  $n$  次测量时 VOCs 的体积分数；

$M_n$ ——第  $n$  次测量时 VOCs 的分子量，千克/千摩尔；

22.4——摩尔体积转换系数，立方米/千摩尔；

$F_{\text{eff}}$ ——火炬的燃烧效率，%；取火炬正常操作过程中  $F_{\text{eff}} > 98\%$ 。部分条件下需修正火炬排放效率，见表 2.9-1。

表 2.9-1 火炬的燃烧效率取值

火炬工况	助燃气体类型	火炬操作条件	火炬燃烧效率
正常	无助燃	A. 火炬气体的净热值 $\geq 7.45 \text{ MJ/m}^3$ ；	98%
		B. 当直径 $\geq \text{DN}80 \text{ mm}$ 、氢含量 $\geq 8\%$ (体积百分数) 时，出口流速 $< 37.2 \text{ m/s}$ 且 $< V_{\text{max}}$ ；	
		C. 出口流速 $< 18.3 \text{ m/s}$ ，但当燃烧气体的净热值 $> 37.3 \text{ MJ/m}^3$ 时，允许排放流速 $\geq 18.3 \text{ m/s}$ ，但应 $< V_{\text{max}}$ 且 $< 122 \text{ m/s}$	
	蒸汽助燃	A. 火炬气体的净热值 $\geq 11.2 \text{ MJ/m}^3$	98%
		B. 出口流速 $< 18.3 \text{ m/s}$ ，但当燃烧气体的净热值 $> 37.3 \text{ MJ/m}^3$ 时，允许排放流速 $\geq 18.3 \text{ m/s}$ ，但应 $< V_{\text{max}}$ 且 $< 122 \text{ m/s}$ ；	
		C. 蒸汽/气体 $\leq 4$	
空气助燃	A. 火炬气体的净热值 $\geq 11.2 \text{ MJ/m}^3$ ；	98%	
	B. 出口流速 $< V_{\text{max}}$		
非正常	无助燃	不满足火炬气净热值、出口流速的条件	93%
	蒸汽助燃	不满足火炬气净热值、出口流速的条件	93%
		不满足蒸汽与气体比值的条件	80%
	空气助燃	不满足火炬气净热值、出口流速的条件	93%
故障		火炬气流量超过设计值、火炬故障停用或未投用	0%

### 2.9.2 系数法

#### (1) 基于热值的系数法

依据火炬气的热值，计算火炬的 VOCs 产生量，见公式 2.9-2。

$$E_{\text{火炬}i} = \sum_{n=1}^N (Q_n \times t_n \times LHV_n \times EF) \quad (\text{式2.9-2})$$

式中：

$E_{\text{火炬}, i}$ ——统计期内火炬  $i$  的 VOCs 产生量，千克；

n——测量序数，第 n 次测量；  
 N——年测量次数或火炬每次工作时的测量次数；  
 $Q_n$ ——第 n 次测量时火炬气的体积流量，立方米/小时；  
 $t_n$ ——统计期内第 n 次测量时火炬的工作时间，小时；  
 $LHV_n$ ——第 n 次测量时火炬气的低热值，兆焦耳/立方米；  
 EF——总烃（以甲烷计）产污系数，千克/兆焦，取6.02E-05。

测量气体体积应和测定气体热值的条件相同。火炬停用或故障时，公式2.9-2应乘以  $1/(1-F_{eff})$ ，其中  $F_{eff}$  默认值取98%。当采用基于热值的公式法计算火炬VOCs产生量时，事故中的容器超压排放VOCs产生量未包含在内，需另行计算。

## (2) 基于装置的系数法

未对火炬进行实际测量时，火炬 VOCs 产生量计算，见公式2.9-3。

$$E_{火炬,i} = \sum_{n=1}^N [Q_n \times (1 - F_{eff})] \quad (\text{式2.9-3})$$

式中：

$E_{火炬,i}$ ——统计期内火炬的 VOCs 产生量，千克；  
 N——火炬排放次数，次/年；  
 n——火炬排放序数，第n次排放；  
 $Q_n$ ——统计期内第n次排放时的排入火炬的总废气量（干基），千克；  
 $F_{eff}$ ——火炬燃烧效率，取80%。

## 2.10 非正常工况（含开停工及维修）排放

在开车、停工、检维修过程中，工艺操作并非正常状态，正常不排气的工艺过程可能会有大量的排放。非正常工况（含开停工及维修）排放的 VOCs 产生量包括气相单元的产生量和液相单元的产生量。

气相单元是指开停工时泄压、吹扫等动作产生的 VOCs；液相单元是指容器内残留的积液等逸散产生的 VOCs。当非正常工况排放的 VOCs 进入火炬，且火炬 VOCs 产生量按实测法和基于热值的公式法计算时，非正常工况的 VOCs 产生量可不重复计算，除此之外均应单独计算。

### 2.10.1 公式法

气相、液相单元的 VOCs 产生量均采用公式法计算。

$$E_{0,开停工} = E_{0,容器泄压吹扫} \quad (\text{式2.10-1})$$

#### 2.10.1.1 气相工艺设备泄压与吹扫排放

如容器内没有液体物料，气体遵守理想气体定律，见公式2.10-2。

式中：

$$E_{0,气相} = \sum_{i=1}^n [10^{-6} \times \frac{P_v + 101.325}{101.325} \times \frac{273.15}{T} \times (V_v \times f_{空置}) \times C]_i \quad (\text{式2.10-2})$$

式中：

$E_{0,气相}$ ——统计期内开停工过程气相单元的 VOCs 产生量，千克；  
 $P_v$ ——泄压气体排入大气时容器的表压，千帕；  
 T——泄压气体排入大气时容器的温度，开氏度；  
 $V_v$ ——容器的体积，立方米；

$f_{\text{空置}}$ ——容器的体积空置分数，除去填料、催化剂或塔盘等所占体积后剩余体积的百分数，在容器中不存在内构件时，取1；

$C$ ——泄压气体中 VOCs 的浓度，毫克/标立方米；

$i$ ——统计期内的开停工次数。

### 2.10.1.2 液相工艺设备泄压与吹扫排放

假设在容器中剩余的液体质量远大于气相空间污染物的量，则按公式2.10-3计算产生量。

$$E_{0,\text{液相}} = \sum_{i=1}^n [V_v \times (1 - V') \times f_1 \times d \times WF \times [f_2 \times (1 - E_{\text{eff}}) + (1 - f_2)]]_i \quad (\text{式2.10-3})$$

式中：

$E_{0,\text{液相}}$ ——统计期内开停工过程的 VOCs 产生量，千克；

$V_v$ ——容器的体积，立方米；

$V'$ ——容器内填料、催化剂或塔盘等所占体积分数，在容器中不存在内构件时，取0；

$f_1$ ——容器吹扫前液体薄层或残留液体的体积分数，取值在0.1%至1%之间；

$d$ ——液体的密度，千克/立方米；

$WF$ ——容器内 VOCs 的质量分数；

$f_2$ ——液体薄层或残留液体被吹扫至火炬或其它处理设施的质量分数；

$E_{\text{eff}}$ ——火炬或处理设施的效率%，其中火炬效率可在2.9火炬排放中查找，处理设施的效率采用实测值；

$i$ ——统计期内的开停工次数。

## 2.11 冷却塔、循环水冷却系统释放

冷却水是热交换系统和冷凝器中载热介质，通过冷却塔冷却降温而循环使用。

由于热交换系统等设备管路的泄漏，有机物通常由高压一侧于裂缝中泄漏至冷却循环水中，而产生VOCs。

冷却塔、循环水冷却系统的 VOCs 产生量计算方法主要包括公式法和系数法。

### 2.11.1 物料衡算法

$$E_{0,\text{冷却塔}} = \sum_{i=1}^n [Q_i \times (C_{\text{入口},i} - C_{\text{出口},i}) \times 10^{-3} \times t_i] \quad (\text{式2.11-1})$$

式中：

$E_{0,\text{冷却塔}}$ ——统计期内冷却塔 VOCs 产生量，千克；

$Q_i$ ——统计期内冷却塔  $i$  的循环水流量，立方米；

$C_{\text{入口},i}$ ——冷却水暴露空气前逸散性挥发性有机物（EVOCs）的浓度，毫克/升；

$C_{\text{出口},i}$ ——冷却水暴露空气后逸散性挥发性有机物（EVOCs）的浓度，毫克/升。

上式假定冷却水补水与蒸发损失、风吹损失相等且冷却塔进出流量不变。

冷却水暴露空气后 EVOCs 浓度无法获取时，则认为冷却水中的EVOCs全部排放，即EVOCs 出口浓度为零。

### 2.11.2 系数法

$$E_{0,\text{冷却塔}} = \sum_{i=1}^n (EF \times Q_i) \quad (\text{式2.11-2})$$

式中：

$E_{0,\text{冷却塔}}$ ——统计期内冷却塔的 VOCs 年产生量，千克；

$Q_i$ ——统计期内冷却塔  $i$  的循环水量，立方米；

EF——产污系数，千克/立方米-循环水，取7.19E-04。

## 2.12 事故排放

工艺装置或污染控制装置发生事故或意外事故时产生的排放。事故产生的排放较正常工况会有明显升高。

主要考虑三种类型事故事件：容器超压；喷溅；控制装置未使用或未达到使用要求的事故。其中容器超压排放气体一般会被送入火炬，在火炬排放计算单元计算，因此不单独计算容器超压排放。

### 2.12.1 控制装置事故

$$E_{0, \text{装置事故}} = e_{\text{事故}, i} \times EM_i \times t \quad (\text{式2.12-1})$$

$E_{0, \text{装置事故}}$ ——事故状态或停机状态下的VOCs组分i的排放量，千克/事件；

$e_{\text{事故}, i}$ ——根据测量数据或现场的排放测试数据得出的控制状态下的VOCs组份i的排放速率，千克/小时；

$EM_i$ ——事故乘数，见表2.12-1；

$t$ ——事故持续时间，小时/事件。

表2.12-1 工艺装置的效率及事故乘数

污染源/工艺装置描述	污染物种类	工艺装置控制效率	事故乘数
催化裂化或焦化/静电除尘	VOCs、有机 HAP	0	1
催化裂化或焦化/锅炉	VOCs、多数有机 HAP	98%	50

### 2.12.2 喷溅

喷溅出的液体蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，其蒸发总量为这三种蒸发之和，采用以下公式法产生量计算。

#### (1) 闪蒸量估算

过热液体闪蒸量估算，见公式2.12-2。

$$Q_1 = \frac{F \times W_T}{t_1} \quad (\text{式2.12-2})$$

式中：

$Q_1$ ——闪蒸量，千克/秒；

$W_T$ ——液体泄漏总量，千克；

$t_1$ ——闪蒸蒸发时间，秒；

$F$ ——蒸发的液体占液体总量的比例；按公式 12-3 计算：

$$F = C_p \frac{T_L - T_b}{H} \quad (\text{式2.12-3})$$

式中：

$C_p$ ——液体的定压比热，焦耳/(千克·开氏度)；

$T_L$ ——泄漏前液体的温度，开氏度；

$T_b$ ——液体在常压下的沸点，开氏度；

$H$ ——液体的气化热，焦耳/千克。

#### (2) 热量蒸发估算

热量蒸发的蒸发速度  $Q_2$  按公式 12-4 计算：

$$Q_2 = \frac{\lambda S \times (T_0 - T_b)}{H \sqrt{\pi \alpha t}} \quad (\text{式2.12-4})$$

式中：

- $Q_2$ ——热量蒸发速度，千克/秒；  
 $\lambda$ ——表面热导系数，瓦/（米·开氏度）；  
 $T_0$ ——环境温度，开氏度；  
 $T_b$ ——沸点温度，开氏度；  
 $S$ ——液池面积，平方米；  
 $H$ ——液体气化热，焦耳/千克；  
 $\alpha$ ——表面热扩散系数，平方米/秒，见表2.12-2；  
 $t$ ——蒸发时间，秒。

表2.12-2 某些地面的热传递性质

地面情况	$\lambda$ （瓦/米·开氏度）	$\alpha$ （平方米/秒）
水泥	1.1	$1.29 \times 10^{-7}$
土地（含水 8%）	0.9	$4.3 \times 10^{-7}$
干阔土地	0.3	$2.3 \times 10^{-7}$
湿地	0.6	$3.3 \times 10^{-7}$
砂砾地	2.5	$11.0 \times 10^{-7}$

(3) 质量蒸发估算

质量蒸发速度  $Q_3$  按公式 12-5 计算：

$$Q_3 = \alpha \times P \times M / (R \times T_0) \times u^{(2-n) \times (2+n)} \times r^{(4+n) / (2+n)} \quad (\text{式2.12-5})$$

式中：

- $Q_3$ ——质量蒸发速度，千克/秒；  
 $\alpha, n$ ——大气稳定度系数，见表2.12-3；  
 $P$ ——液体表面蒸汽压，帕；  
 $R$ ——气体常数，8.314 焦耳/（摩尔·开氏度）；  
 $M$ ——分子量，克/摩尔；  
 $T_0$ ——环境温度，摄氏度；  
 $u$ ——风速，米/秒；  
 $r$ ——液池半径，米。

有围堰时，以围堰最大等效半径为液池半径；无围堰时，设定液体瞬间扩散到最小厚度时，推算液池等效半径。

表2.12-3 液池蒸发模式参数

稳定度条件	$n$	$\alpha$
不稳定 (A, B)	0.2	$3.846 \times 10^{-3}$
中性 (D)	0.25	$4.685 \times 10^{-3}$
稳定 (E, F)	0.3	$5.285 \times 10^{-3}$

(4) 液体蒸发总量计算：

液体蒸发总量按公式2.12-6计算：

$$E_{0, \text{喷溅}} = Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + Q_3 t_3 \quad (\text{式2.12-6})$$

式中：

- $E_{0, \text{喷溅}}$ ——喷溅液体蒸发总量，千克；  
 $Q_1$ ——闪蒸蒸发液体量，千克；  
 $Q_2$ ——热量蒸发速率，千克/秒；  
 $Q_3$ ——质量蒸发速率，千克/秒；

$t_1$ ——闪蒸蒸发时间，秒；

$t_2$ ——热量蒸发时间，秒；

$t_3$ ——从液体泄漏到液体全部处理完毕的时间，秒。

## 附录 A 固定顶罐总损失计算

固定顶罐总损失是静置损失与工作损失之和。

$$E_{\text{固}} = E_s + E_w \quad (\text{式A-1})$$

式中:

$E_{\text{固}}$ ——固定顶罐总损失, 磅/年;

$E_s$ ——静置损失, 磅/年;

$E_w$ ——工作损失, 磅/年。

### A.1 静置损失

静置损失是指由于罐体蒸汽空间呼吸导致的储存气相损耗。

通常不考虑地下卧式罐的静置损失, 因为地下土层的绝缘作用使得地下储罐的昼夜温差的变化较小。

固定顶罐的静置损失采用公式A-2计算。

$$E_s = 365V_v W_v K_E K_S \quad (\text{式A-2})$$

式中:

$E_s$ ——静置损失, 磅/年;

$V_v$ ——蒸汽空间容积, 立方英尺, 见公式 A-3;

$W_v$ ——蒸汽密度, 磅/立方英尺;

$K_E$ ——蒸汽空间膨胀因子, 无量纲;

$K_S$ ——外排蒸气饱和因子, 无量纲;

365——常数, 取自一年中工作天数365天, 年<sup>-1</sup>;

#### A.1.1 蒸汽空间容积 $V_v$

立式罐蒸汽空间容积按公式 A-3 计算。

$$V_v = \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) H_{v0} \quad (\text{式A-3})$$

式中:

$V_v$ ——蒸汽空间容积, 立方英尺;

$D$ ——罐径, 英尺;

$H_{v0}$ ——蒸汽空间高度, 英尺;

$$H_{v0} = H_s - H_L + H_{R0} \quad (\text{式A-4})$$

式中:

$H_s$ ——罐体(柱体)高度, 英尺;

$H_L$ ——液体高度, 英尺;

$H_{R0}$ ——罐顶折算高度, 英尺; (注: 罐顶容积折算为相等容积的罐体高度)

锥顶罐罐顶折算高度:

$$H_{R0} = 1/3H_R \quad (\text{式A-5})$$

式中:

$H_R$ ——罐顶高度, 英尺;

$$H_R = S_R R_s \quad (\text{式A-6})$$

$S_R$ ——罐锥顶斜率, 英尺/英尺; 无数据时, 取0.0625;

$R_s$ ——罐壳半径, 英尺。

拱顶罐罐顶折算高度:

$$H_{R0} = H_R \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( \frac{H_R}{R_s} \right)^2 \right] \quad (\text{式A-7})$$

式中:

$R_s$ ——罐壳半径, 英尺;

$H_R$ ——罐顶高度, 英尺;

$$H_R = R_R - (R_R^2 - R_s^2)^{0.5} \quad (\text{式A-8})$$

式中:

$R_R$ ——罐拱顶半径, 英尺;

$R_R$ 的值一般介于0.8D-1.2D之间, 其中D=2 $R_s$ 。如果 $R_R$ 未知, 则用罐体直径代替。

$R_s$ ——罐壳半径, 英尺;

由公式A-3,公式A-2简化为:

$$E_s = 365K_E \left( \frac{\pi}{4} D^2 \right) H_{v0} K_s W_v \quad (\text{式A-9})$$

如果是卧式罐, 公式A-3中的罐径D则为有效罐径 $D_E$ :

$$D_E = \sqrt{\frac{L \times D}{\frac{\pi}{4}}} \quad (\text{式A-10})$$

式中:

L——卧式罐(含封头)总长, 英尺;

D——卧式罐垂直剖面的直径, 英尺。

#### A.1.2 蒸汽空间膨胀因子 $K_E$

气相空间膨胀因子 $K_E$ 的计算取决于罐中液体的特性和呼吸阀的设置。

若已知储罐位置, 罐体颜色和状况,  $K_E$ 计算方式如下:

##### A.1.2.1 油品(如汽油、柴油)

$$K_E = \frac{\Delta T_V}{T_{LA}} + \frac{\Delta P_V - \Delta P_B}{P_A - P_{VA}} > 0 \quad (\text{式A-11})$$

式中:

$\Delta T_V$ ——日蒸汽温度范围, 兰氏度;

$$\Delta T_V = 0.72 \Delta T_A + 0.028 \alpha \times I \quad (\text{式A-12})$$

式中:

$\Delta T_A$ ——日环境温度范围, 兰氏度;

$$\Delta T_A = T_{AX} - T_{AN} \quad (\text{式A-13})$$

式中:

$T_{AX}$ ——日最大环境温度, 兰氏度;

$T_{AN}$ ——日最小环境温度, 兰氏度。

$\alpha$ ——罐漆太阳能吸收率, 无量纲, 见表A-1;

I——太阳辐射强度, 英热/(平方英尺·天)

$\Delta P_V$ ——日蒸汽压范围, 磅/平方英寸;

$$P_V = \frac{0.50BP_{VA}\Delta T_V}{T_{LA}^2} \quad (\text{式A-14})$$

式中:

B——蒸汽压公式中的常数，兰氏度，见A.1.6

$P_{VA}$ ——日平均液体表面温度下的蒸汽压，磅/平方英寸，见A1.1.6

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度，兰氏度，见公式A-19

$\Delta T_V$ ——日蒸汽温度范围，兰氏度，见公式 A-12

$\Delta P_B$ ——呼吸阀压力设定范围，磅/平方英寸；

$$\Delta P_B = P_{BP} - P_{BV} \quad (\text{式A-15})$$

式中：

$P_{BP}$ ——呼吸阀压力设定，磅/平方英寸；

$P_{BV}$ ——呼吸阀真空设定，磅/平方英寸；

如果呼吸阀门压力设定和真空设定信息缺乏，则假定 $P_{BP}$ 为0.03磅/平方英寸、 $P_{BV}$ 为-0.03磅/平方英寸。如果固定顶罐是螺栓固定或铆接的，其中罐顶和罐体是非密封的，则不管是否有呼吸阀，都设定 $\Delta P_B=0$ 。

$P_A$ ——大气压力，磅/平方英寸；

$P_{VA}$ ——日平均液体表面温度下的蒸汽压，磅 / 平方英寸，见 A.1.6；

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度，兰氏度，见 A.1.5。

表 A-1 罐漆太阳能吸收率 ( $\alpha$ )

漆罐颜色	喷漆色光	罐漆吸收率 ( $\alpha$ )	
		罐漆状况	
		好	差
银白色	高光	0.39	0.49
银白色	散射	0.6	0.68
铝罐	光面，不涂漆	0.1	0.15
米色/乳色	/	0.35	0.49
黑色	/	0.97	0.97
棕色	/	0.58	0.67
灰色	淡	0.54	0.63
灰色	中等	0.68	0.74
绿色	暗	0.89	0.91
红色	底漆	0.89	0.91
锈色	红色氧化铁	0.38	0.5
茶色	/	0.43	0.55
白色	/	0.17	0.34

#### A. 1. 2. 2 纯化学品及其混合物（如苯、对二甲苯）

$$K_E = 0.0018 \Delta T_V = 0.0018 [0.72(T_{AX} - T_{AV}) + 0.028 \alpha I] \quad (\text{式A-16})$$

式中：

$K_E$ ——蒸汽空间膨胀因子，无量纲；

$\Delta T_V$ ——日蒸气温度范围，兰氏度；

$T_{AX}$ ——日最高环境温度，兰氏度；

$T_{AV}$ ——日最低环境温度，兰氏度；

$\alpha$ ——罐漆太阳能吸收率，无量纲，见表 A-1；

I——太阳辐射强度，英热/（平方英尺·天）；

0.0018——常数，（兰氏度）<sup>-1</sup>；

0.72——常数，无量纲；

0.028——常数，兰氏度·平方英尺·天/英热。

A. 1. 3 外排蒸汽饱和因子  $K_s$

$$K_s = \frac{1}{1 + 0.053 P_{VA} H_{V0}} \quad (\text{式A-17})$$

式中:

$K_s$ ——外排蒸汽饱和因子, 无量纲;

$P_{VA}$ ——日平均液面温度下的饱和蒸气压, 磅/平方英寸(绝压), 或参照A. 1. 6 章节;

$H_{V0}$ ——蒸汽空间高度, 英尺, 见公式A-4;

0. 053——常数, (磅/平方英寸(绝压) · 英尺)<sup>-1</sup>。

A. 1. 4 蒸汽密度  $W_v$

$$W_v = \frac{M_v P_{VA}}{RT_{LA}} \quad (\text{式A-18})$$

式中:

$W_v$ ——蒸汽密度, 磅/立方英尺;

$M_v$ ——蒸汽分子质量, 磅/磅-摩尔;

$R$ ——理想气体状态常数, 10. 731磅/(磅-摩尔 · 英尺 · 兰氏度)

$P_{VA}$ ——日平均液面温度下的饱和蒸气压, 磅/平方英寸(绝压), 或参照 A. 1. 6 章节;

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度, 兰氏度, 取年平均实际储存温度, 见表A-2; 如无该数据, 或参照 A. 1. 5 章节。

表A-2 年平均储藏温度计算表

罐体颜色	年平均储藏温度, TS(华氏度)
白	$T_{AA}+0$
铝	$T_{AA}+2.5$
灰	$T_{AA}+3.5$
黑	$T_{AA}+5.0$

A. 1. 5 日平均液体表面温度  $T_{LA}$

$$T_{LA} = 0. 44 T_{AA} + 0. 56 T_B + 0. 0079 \alpha I \quad (\text{式A-19})$$

$$T_{AA} = \left( \frac{T_{AX} + T_{AN}}{2} \right) \quad (\text{式A-20})$$

$$T_B = T_{AA} + 6\alpha - 1 \quad (\text{式A-21})$$

式中:

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度, 兰氏度。

$T_{AA}$ ——日平均环境温度, 兰氏度;

$T_{AX}$ ——计算月的日最高环境温度, 兰氏度;

$T_{AN}$ ——计算月的日最低环境温度, 兰氏度。

$T_B$ ——储液主体温度, 兰氏度;

$\alpha$ ——罐漆太阳能吸收率, 无量纲, 见表 A-1;

$I$ ——太阳辐射强度, 英热/(平方英尺 · 天)。

A. 1. 6 真实蒸气压  $P_{VA}$

(1) 对于特定的石油液体出料的日平均液体表面温度下的蒸汽压按公式A-22计算。

$$P_{VA} = \exp \left[ A - \left( \frac{B}{T_{LA}} \right) \right] \quad (\text{式A-22})$$

式中:

$A$ ——蒸汽压公式中的常数, 无量纲;

B——蒸汽压公式中的常数，无量纲；  
 $T_{LA}$ ——日平均液体表面温度，兰氏度。

对于油品：

$$A=15.64-1.854S^{0.5}- (0.8742-0.3280S^{0.5}) \ln (RVP)$$

$$B=8742-1042S^{0.5}- (1049-179.4S^{0.5}) \ln (RVP)$$

对于原油：

$$A=12.82-0.9672 \ln (RVP), B=7261-1216 \ln (RVP)$$

式中：

S——10%蒸发量下 ASTM 蒸馏曲线斜率，华氏度/体积百分比；

$$S = \frac{15\% \text{ 馏出温度} - 5\% \text{ 馏出温度}}{15 - 5}$$

RVP——雷德蒸汽压，磅/平方英寸。

(2)对于纯物质(如苯、对二甲苯)的日平均液体表面蒸气压，采用安托因方程计算。

$$\lg P_{VA} = A - \left( \frac{B}{T_{LA} + C} \right) \quad (\text{式A-25})$$

式中：

A、B、C——安托因常数；

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度，摄氏度；

$P_{VA}$ ——日平均液面温度下的饱和蒸气压，毫米汞柱。

## A.2 工作损失

工作损失与储料的装卸作业相关，固定罐的工作损失按公式A-26计算。

$$E_w = \frac{5.614}{RT_{LA}} M_v P_{VA} Q K_N K_p K_B \quad (\text{式A-26})$$

式中：

$E_w$ ——工作损失，磅/年；

$M_v$ ——蒸汽分子量，磅/磅-摩尔；

$P_{VA}$ ——日平均液体表面温度下的蒸气压，磅/平方英寸（绝压），或参照 A.1.1.6 章节；

Q——物料周转量，桶/年；

$K_p$ ——工作损失产品因子，无量纲，原油  $K_p=0.75$ ，其他  $K_p=1$ ；

$K_N$ ——工作损失周转（饱和）因子，无量纲；

当周转数  $> 36$ ， $K_N = (180+N) / 6N$ ；

当周转数  $\leq 36$ ， $K_N=1$ ；

N 为年周转数量，无量纲；

$$N = \frac{5.614Q}{V_{LX}} \quad (\text{式 A-27})$$

式中：

$V_{LX}$ ——储罐的最大液体容量，立方英尺；

R——理想气体状态常数，10.731磅/（磅-摩尔·英尺·兰氏度）；

$T_{LA}$ ——日平均液体表面温度，兰氏度，见A.1.5

$K_B$ ——呼吸阀工作校正因子

呼吸阀工作时的校正因子， $K_B$ 可用式 A-28 和式 A-29 计算：

当

$$K_N \left[ \frac{P_{BP} + P_A}{P_I + P_A} \right] > 1.0 \quad (\text{式 A-28})$$

时

$$K_B = \left[ \frac{\frac{P_I + P_A - P_{VA}}{K_N}}{P_{BP} + P_A - P_{VA}} \right] \quad (\text{式 A-29})$$

式中：

$K_B$ ——呼吸阀校正因子，无量纲量；

$P_I$ ——正常工况条件下气相空间压力，磅/平方英寸（表压）； $P_I$ 是一个实际压力（表压），如果处在大气压下（不是真空或处在稳定压力下）， $P_I$ 为0；

$P_A$ ——大气压，磅/平方英寸（绝压）；

$K_N$ ——工作排放周转（饱和）因子，无量纲量，见式 A-26；

$P_{VA}$ ——日平均液面温度下的蒸气压，磅/平方英寸（绝压），或参照 A.1.6 章节；

$P_{BP}$ ——呼吸阀压力设定，磅/平方英寸（表压）。

## 附录B 浮顶罐总损失计算

浮顶罐的总损失是边缘密封、出料挂壁、浮盘附件和浮盘缝隙损失的总和, 计算式见公式B-1。但密闭的内浮顶罐或穹顶外浮顶罐(只通过压力/真空阀排气的储罐)、或边缘使用了密封材料封闭或浮盘附件已老化或被储料浸渍的情况不适用。

$$E_{\text{浮}} = E_R + E_{WD} + E_F + E_D \quad (\text{式 B-1})$$

式中:

$E_{\text{浮}}$ ——浮顶罐总损失, 磅/年;

$E_R$ ——边缘密封损失, 磅/年, 见 B-2;

$E_{WD}$ ——挂壁损失, 磅/年, 见式 B-4;

$E_F$ ——浮盘附件损失, 磅/年, 见式 B-5;

$E_D$ ——浮盘缝隙损失(只限螺栓连接式的浮盘或浮顶), 磅/年, 见式 B-8。

### B.1 边缘密封损失, $E_R$ 。

$$E_R = (K_{Ra} + K_{Rb}v^n)DP^*M_VK_C \quad (\text{式 B-2})$$

式中:

$E_R$ ——边缘密封损失, 磅/年;

$K_{Ra}$ ——零风速边缘密封损失因子, 磅-摩尔/英尺·年, 见表 B-1;

$K_{Rb}$ ——有风时边缘密封损失因子, 磅-摩尔/(迈<sup>n</sup>·英尺·年), 见表 B-1;

$v$ ——罐点平均环境风速, 迈;

$n$ ——密封相关风速指数, 无量纲量, 见表 B-1;

$D$ ——罐体直径, 英尺;

$M_V$ ——气相分子质量, 磅/磅-摩尔;

$K_C$ ——产品因子, 原油 0.4, 其它挥发性有机液体 1。

$P^*$ ——蒸气压函数, 无量纲量;

(式 B-3)

$$P^* = \frac{\frac{P_{VA}}{P_A}}{\left[1 + \left(1 - \frac{P_{VA}}{P_A}\right)^{0.5}\right]^2}$$

式中:

$P_{VA}$ ——日平均液体表面蒸气压, 磅/平方英寸(绝压), 或参照 A.1.6 章节;

$P_A$ ——大气压, 磅/平方英寸(绝压);

表 B-1 浮顶罐边缘密封损失系数

罐体类型	密封	$K_{Ra}$ (磅-摩尔/英尺·年)	$K_{Rb}$ (磅-摩尔/(迈 <sup>n</sup> ·英尺·年))	n
焊接	机械式鞋形密封			
	只有一级	5.8	0.3	2.1
	边缘靴板	1.6	0.3	1.6

	边缘刮板	0.6	0.4	1.0
	液体镶嵌式（接触液面）			
	只有一级	1.6	0.3	1.5
	挡雨板	0.7	0.3	1.2
	边缘刮板	0.3	0.6	0.3
	气体镶嵌式（不接触液面）			
	只有一级	6.7	0.2	3.0
	挡雨板	3.3	0.1	3.0
	边缘刮板	2.2	0.003	4.3
铆接	机械式鞋形密封			
	只有一级	10.8	0.4	2.0
	边缘靴板	9.2	0.2	1.9
	边缘刮板	1.1	0.3	1.5

注：表中边缘密封损失因子  $k_{ra}$ ,  $k_{rb}$ ,  $n$  只适用于风速 6.8 米/秒以下

### B.2 挂壁损失, $E_{WD}$ 。

$$E_{WD} = \frac{(0.943)QC_sW_L}{D} \left[ 1 + \frac{N_C F_C}{D} \right] \quad (\text{式 B-4})$$

式中：

$E_{WD}$ ——挂壁损失，磅/年；

$Q$ ——年周转量，桶/年；

$C_s$ ——罐体油垢因子，见表 B-2；

$W_L$ ——有机液体密度，磅/加仑；

$D$ ——罐体直径，英尺；

0.943——常数，1000 立方英尺·加仑/桶<sup>2</sup>；

$N_C$ ——固定顶支撑柱数量（对于自支撑固定浮顶或外浮顶罐： $N_C=0$ 。），无量纲量；

$F_C$ ——有效柱直径，取值 1。

表 B-2 储罐罐壁油垢因子

介质	罐壁状况（桶/1000 平方英尺）		
	轻锈	中锈	重锈
原油	0.006	0.03	0.6
其它有机液体	0.0015	0.0075	0.15

备注：储罐内壁平均 3 年以上（包括 3 年）除锈一次，为重锈；平均两年除锈一次，为中锈；平均每年除锈一次，为轻锈。

### B.3 浮盘附件损失, $E_F$ 。

$$E_F = F_F P^* M_V K_C \quad (\text{式 B-5})$$

式中：

$E_F$ ——浮盘附件损失，磅/年；

$F_F$ ——总浮盘附件损失因子，磅-摩尔/年；

$$F_F = \left[ (N_{F1} K_{F1}) + (N_{F2} K_{F2}) + \dots + (N_{Fn} K_{Fn}) \right] \quad (\text{式 B-6})$$

式中：

$N_{Fi}$ ——某类浮盘附件数，无量纲量；

$K_{Fi}$ ——某类附件损失因子，磅-摩尔/年，见式；

$n_f$ ——某类的附件总数，无量纲量；

$P^*$ ,  $M_v$ ,  $K_c$ 的定义见式 B-2。

$F_F$  的值可由罐体实际参数中附件种类数 ( $N_f$ ) 乘以每一种附件的损失因子 ( $K_F$ ) 计算。

对于浮盘附件,  $K_{Fi}$  可由式 B-7 计算:

$$K_{Fi} = K_{Fai} + K_{Fbi} (K_v v)^{m_i} \quad (\text{式 B-7})$$

式中:

$K_{Fi}$ ——浮盘附件损失因子，磅-摩尔/年；

$K_{Fai}$ ——无风情况下浮盘附件损失因子，磅-摩尔/年，见式 B-3；

$K_{Fbi}$ ——有风情况下浮盘附件损失因子，磅-摩尔/(迈<sup>n</sup>·年)，见表 B-3；

$m_i$ ——某类浮盘损失因子，无量纲量，见表 B-3；

$K_v$ ——附件风速修正因子，无量纲量（外浮顶罐， $K_v=0.7$ ；内浮顶罐和穹顶外浮顶罐， $K_v=0$ ）；

$v$  ——平均气压平均风速，迈。

表 B-3 浮顶罐浮盘附件损失系数表

附件	状态	$k_{ra}$ (磅-摩尔/年)	$k_{rb}$ (磅-摩尔/ (迈 <sup>n</sup> ·年))	m
人孔	螺栓固定盖子，有密封件	1.6	0	0
	无螺栓固定盖子，无密封件	36	5.9	1.2
	无螺栓固定盖子，有密封件	31	5.2	1.3
计量井	螺栓固定盖子，有密封件	2.8	0	0
	无螺栓固定盖子，无密封件	14	5.4	1.1
	无螺栓固定盖子，有密封件	4.3	17	0.38
支柱井	内嵌式柱形滑盖，有密封件	33	/	/
	内嵌式柱形滑盖，无密封件	51	/	/
	管柱式滑盖，有密封件	25	/	/
	管柱式挠性纤维衬套密封	10	/	/
取样管/井	有槽管式滑盖/重加权，有密封件	0.47	0.02	0.97
	有槽管式滑盖/重加权，无密封件	2.3	0	0
	切膜纤维密封（开度 10%）	12		
有槽导杆 和取样井	无密封件滑盖（不带浮球）	43	270	1.4
	有密封件滑盖（不带浮球）			
	无密封件滑盖（带浮球）	31	36	2.0
	有密封件滑盖（带浮球）			
	有密封件滑盖（带导杆凸轮）	41	48	1.4
	有密封件滑盖（带导杆衬套）	11	46	1.4
	有密封件滑盖（带导杆衬套及凸轮）	8.3	4.4	1.6
	有密封件滑盖（带浮球和导杆凸轮）	21	7.9	1.8
	有密封件滑盖（带浮球、衬套和凸轮）	11	9.9	0.89
无槽导杆	无衬垫滑盖	13	150	1.4

附件	状态	$k_{ra}$ (磅-摩尔/年)	$k_{rb}$ (磅-摩尔/ (迈 <sup>n</sup> ·年))	m
和取样井	无衬垫滑盖带导杆	25	2.2	2.1
	衬套衬垫带滑盖	25	13	2.2
	有衬垫滑盖带凸轮	14	3.7	0.78
	有衬垫滑盖带衬套	8.6	12	0.81
呼吸阀	附重加权, 未加密封件	7.8	0.01	4.0
	附重加权, 加密封件	6.2	1.2	0.94
浮盘支柱	可调式(浮筒区域)有密封件	1.3	0.08	0.65
	可调式(浮筒区域)无密封件	2.0	0.37	0.91
	可调式(中心区域)有密封件	0.53	0.11	0.13
	可调式(中心区域)无密封件	0.82	0.53	0.14
	可调式, 双层浮顶	0.82	0.53	0.14
	可调式(浮筒区域), 衬垫	1.2	0.14	0.65
	可调式(中心区域), 衬垫	0.49	0.16	0.14
边缘通气 阀	固定式	0	0	0
	配重机械驱动机构, 有密封件	0.71	0.1	1.0
楼梯井	配重机械驱动机构, 无密封件	0.68	1.8	1.0
	滑盖, 有密封件	98		
浮盘排水	滑盖, 无密封件	56		
	/	1.2		

注：表中浮盘附件密封损失因子  $k_{ra}$ ,  $k_{rb}$ , n 只适用于风速 6.8 米/秒以下。

#### B.4 浮盘缝隙损失, $E_D$ 。

螺栓固定的浮盘存在盘缝损失, 由公式 B-8 计算:

$$E_D = K_D S_D D^2 P^* M_V K_C \quad (\text{式 B-8})$$

式中:

$K_D$ ——盘缝损耗单位缝长因子, 0.14 磅-摩尔/(英尺·年);

$S_D$ ——盘缝长度因子, 英尺/平方英尺, 为浮盘缝隙长度与浮盘面积的比值, 无数据时见表 B-4;

D,  $P^*$ ,  $M_V$  和  $K_C$  的定义见式 B-2。

表 B-4 盘缝长度因子

序号	浮盘构造	盘缝长度因子
1	浮筒式浮盘	4.8
2	双层板式浮盘	0.8

### 附录 C 废气流量干基、标准状态转化

$$Q_n = Q_{act} \times [1 - (f_{H_2O})_n] \times \left(\frac{T_0}{T_n}\right) \times \left(\frac{P_n}{P_0}\right)$$

式中：

$Q_n$ ——第  $n$  次测量时的气体流量（干基），标立方米/小时；

$Q_{act}$ ——第  $n$  次测量时的气体流量，立方米；

$f_{H_2O}$ ——第  $n$  次测量时烟气的含水量，体积分数（% V）；

$T_0$ ——标准状态下温度，273.15K；

$T_n$ ——第  $n$  次测量时的温度，开氏度；

$P_n$ ——第  $n$  次测量时的平均压力，千帕；

$P_0$ ——标准状态下压力，101.325 千帕。

## 附录 D 存储物物理化参数

附表 D 存储物物理化参数（部分）

油品名称	液体密度 (吨/立方米)	温度 (°C)	真实蒸气压(千帕)	15.6°C 时油气分子量 (克/摩尔)
轻质原油	0.86	37.8	65	50
重质原油	0.86	37.8	45	50
汽油	0.77	37.8	85	68
轻石脑油	0.72	37.8	100	80
重石脑油	0.72	37.8	40	80
航煤	0.78	37.8	30	140
柴油	0.84	37.8	7	140
烷基化油	0.7	37.8	80	68
抽余油	0.67	37.8	80	80
污油	0.77	37.8	85	68
热蜡油	0.88	100	0.67	190
热渣油	0.92	100	0.39	190

注：表中的真实蒸气压取值为理论计算的最大值

附录 E 单位换算表

附表E 单位换算表

类别	单位换算
长度	1 米 = 3.2808 英尺
体积	1 立方米 = 264.1721 加仑
	1 立方米 = 6.2898 桶
	1 立方米 = 35.3147 立方英尺
质量	1 千克 = 2.2046 磅
密度	1 千克/立方米 = 0.008345 磅/加仑
	1 千克/立方米 = 0.06242 磅/立方英尺
压力	1 千帕 = 7.5006 毫米汞柱
	1 千帕 = 0.145 磅/平方英寸(绝压)
风速	1 米/秒=2.2369 英里/小时
边缘密封损失系数	1 千克-摩尔/(米·年)= 0.6720 磅-摩尔/(英尺·年)
油垢因子	1 立方米/1000 平方米 = 0.5843 桶/1000 平方英尺
太阳辐射因子	1 瓦/(平方米·天)= 0.00008 英热/(平方英尺·天)
温度	1 兰氏度=-272.59 摄氏度
	1 开氏度=-272.15 摄氏度

## 附件 2 印刷包装行业 VOCs 排放量核算方法

### 1、适用范围

适用于印刷包装过程中VOCs排放量计算，具体适用行业指C2319包装装潢及其他印刷。

### 2、计算方法

印刷包装行业 VOCs 产生主要来源于使用的有机溶剂在生产过程中挥发逸散或经由排气筒排放。VOCs 排放量计算采用全过程物料衡算法，计算公式如下：

$$E_{\text{印刷}} = E_{\text{物料}} - E_{\text{回收}} - E_{\text{去除}} \quad (\text{式 2-1})$$

$E_{\text{印刷}}$ ：统计期内 VOCs 排放量，千克；

$E_{\text{物料}}$ ：统计期内使用的所有物料中的 VOCs 量，千克；

$E_{\text{去除}}$ ：统计期内污染控制措施 VOCs 去除量，千克；

$E_{\text{回收}}$ ：统计期内使用溶剂或废弃物中 VOCs 的回收量，千克。

#### 2.1 物料中 VOCs 含量

统计期内使用的所有物料中的 VOCs 量计算见公式 2-2，计入核算量的有机溶剂包括但不限于：油墨、涂布液、润版液、洗车水、稀释剂等。

$$E_{\text{物料}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{物料}, i} \times WF_{\text{物料}, i} \quad (\text{式 2-2})$$

$W_{\text{物料}, i}$ ：统计期内所有含 VOCs 有机原辅料 i 投用量，千克，以企业原辅料购入凭证为核定依据。

$WF_{\text{物料}, i}$ ：统计期内物料 i 中 VOCs 质量百分含量，%。根据下列三种方法计算：①有资质检测机构出具的有机类原辅材料的检测分析报告中 VOCs 含量，②以供货商提供的质检报告（MS/DS 文件）为核定依据，如文件中的溶剂含量数据为百分比范围，取其范围中值，③无法获取 VOCs 含量比例的，按表 1 给出的含量比例计。

表 1 有机物料种类与 VOCs 含量参考值

行业	有机物料	VOCs 含量
印刷包装	塑料里印：白色	65%
	塑料里印：白色以外的色墨	70%
	塑料表印	60%
	纸质凹版印刷	60%
	柔版印刷	60%
	丝网印刷	45%
	金属印刷	45%
	商业轮转印刷	30%
	单张纸印刷	5%
	胶黏剂	30%
	涂布液	40%
	润版液	20%
	洗车水	17%
	稀释剂	100%

#### 2.2 VOCs 回收量

企业回收有机溶剂或废弃物种 VOCs 含量，千克。

$$E_{\text{回收}} = E_{\text{废弃}} + E_{\text{回收溶剂}} \quad (\text{式 2-3})$$

式中：

$E_{\text{回收}}$ ：统计期内使用溶剂或废弃物中 VOCs 的回收量，千克。

$E_{\text{废弃}}$ ：指统计期内回收的废弃物中 VOCs 含量，千克。

$$E_{\text{废弃}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{废弃}, i} \times WF_{\text{废弃}, i} \quad (\text{式 2-4})$$

式中：

$W_{\text{废弃}, i}$ ：统计期内废弃物  $i$  的回收量，千克，以企业委托的有资质危险废物处理公司出具发票为依据；

$WF_{\text{废弃}, i}$ ：统计期内废弃物  $i$  中 VOCs 的含量，%，以实际测试分析结果或同类物质类比参照结果为依据。

$E_{\text{回收溶剂}}$ ：指统计期内生产过程中废有机溶剂 VOCs 回收利用量，千克。

$$E_{\text{回收溶剂}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{回收溶剂}, i} \times WF_{\text{回收溶剂}, i}$$

$W_{\text{回收溶剂}, i}$ ：统计期内废有机溶剂  $i$  的回收量（不再进入企业生产系统回用的有机溶剂），千克，以企业委托的有资质危险废物处理公司出具发票、企业有机溶剂回收利用技术改造项目相关报告等为核算依据；

$WF_{\text{回收溶剂}, i}$ ：统计期内废有机溶剂  $i$  中 VOCs 的含量，%，以企业有机溶剂回收利用技术改造项目相关报告、企业委托的有资质危险废物处理公司出具的成分报告等为核算依据。

### 2.3 VOCs 去除量

VOCs去除量按VOCs污染控制设施的实测去除量或相关规定计，具体见附件4。

$$E_{\text{去除}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{去除}, i} \quad (\text{式2-5})$$

式中：

$E_{\text{去除}}$ ——统计期内污染控制设施的VOCs去除总量，千克；

$E_{\text{去除}, i}$ ——统计期内污染控制设施  $i$  的 VOCs 去除量，千克。

## 附件 3 有机溶剂使用行业 VOCs 排放量核算方法

### 1、适用范围

适用于有机溶剂使用行业VOCs排放量计算，其中印刷包装、汽车涂装等已有具体计算方法的有机溶剂行业按照已有方法计算。

表1-1 本办法适用行业范围

汽车制造	C3610	汽车制造业
	C3620	改装汽车制造
	C365	汽车车身、挂车制造
	C366	汽车零部件及配件制造
船舶工业	C3731	金属船舶制造
	C3735	船舶改装与拆除
家具制造	C211	木质家具制造
	C212	竹、藤家具制造
	C213	金属家具制造
	C214	塑料家具制造
	C219	其他家具制造
电子产品	C396	电子器件制造
	C397	电子元件制造
橡胶制品	C291	橡胶制品业
木材加工	C201	木材加工
	C202	人造板加工
	C203	木制品加工
(主要涉及设备制造、机械制造等行业)工业涂装	C242	乐器制造
	C331	结构性金属制品制造
	C333	集装箱及金属包装容器制造
	C336	金属表面处理及热处理加工
	C341	锅炉及原动设备制造
	C342	金属加工机械制造
	C343	物料搬运设备制造
	C344	泵、阀门、压缩机及类似机械制造
	C346	烘炉、风机、衡器、包装等设备制造
	C351	采矿、冶金、建筑专用设备制造
	C352	化工、木材、非金属加工专用设备制造
	C354	印刷、制药、日化及日用品生产专用设备制造

	C357	农、林、牧、渔专用机械制造
	C371	铁路运输设备制造
	C372	城市轨道交通设备制造
	C374	航空、航天器及设备制造
	C375	摩托车制造
	C376	自行车制造
	C381	电机制造
	C382	输配电及控制设备制造
	C383	电线、电缆、光缆及电工器材制造
	C385	家用电力器具制造
	C386	非电力家用器具制造
	C434	铁路、船舶、航空航天等运输设备修理

## 2、计算方法

有机溶剂使用行业 VOCs 产生主要来源于使用的有机溶剂在生产过程中 VOCs 挥发逸散或经由排气筒排放。VOCs 排放量计算采用全过程物料衡算法，计算公式如下：

$$E_{\text{有机溶剂}} = E_{\text{物料}} - E_{\text{回收}} - E_{\text{废水}} - E_{\text{去除}} \quad (\text{式 2-1})$$

$E_{\text{印刷}}$ ：统计期内 VOCs 排放量，千克；

$E_{\text{物料}}$ ：统计期内使用的所有物料中的 VOCs 量，千克；

$E_{\text{废水}}$ ：统计期内企业废水中含有的 VOCs，千克；

$E_{\text{去除}}$ ：统计期内污染控制措施 VOCs 去除量，千克；

$E_{\text{回收}}$ ：统计期内使用溶剂或废弃物中 VOCs 的回收量，千克。

### 2.1 物料中 VOCs 含量

统计期内使用的所有物料中的 VOCs 量计算见公式 4-2，计入核算量的有机溶剂包括但不限于：涂料、胶黏剂、油墨、稀释剂、固化剂、清洗剂等。

$$E_{\text{物料}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{物料}, i} \times WF_{\text{物料}, i} \quad (\text{式 2-2})$$

$W_{\text{物料}, i}$ ：统计期内所有含 VOCs 有机原辅料 i 投用量，千克，以企业原辅料购入凭证为核定依据。

$WF_{\text{物料}, i}$ ：统计期内物料 i 中 VOCs 质量百分含量，%。根据下列三种方法计算：①有资质检测机构出具的有机类原辅材料的检测分析报告中 VOCs 含量，②以供货商提供的质检报告（MS/DS 文件）为核定依据，如文件中的溶剂含量数据为百分比范围，取其范围中值，③无法获取 VOCs 含量比例的，按表 1 给出的含量比例计。其中，电子、装备制造等行业涉及到印刷包装的工艺应按照印刷包装行业中相应溶剂 VOCs 含量计算。

表 2-1 有机物料种类与 VOCs 含量参考值

	类型	VOCs 比例
涂料	溶剂型涂料	80%
	水性涂料	15%
	UV 涂料	15%
	粉末涂料	0%
	高固体份涂料	10%
油墨	溶剂型油墨	80%
	水性油墨	15%

	UV 油墨	0
胶黏剂	水性胶黏剂	15%
	溶剂型胶黏剂	80%
其他溶剂	稀释剂	100%
	固化剂	50%
	溶剂型硬化剂、处理剂、稀释剂、天那水、去渍油、清洗剂等	100%
	水性硬化剂、处理剂、清洗剂等	15%

## 2.2 VOCs 回收量

企业回收有机溶剂或废弃物中 VOCs 含量，计算公式如下：

$$E_{\text{回收}} = E_{\text{废弃}} + E_{\text{回收溶剂}} \quad (\text{式 2-3})$$

2-3)

式中：

$E_{\text{回收}}$ ：统计期内使用溶剂或废弃物中 VOCs 的回收量，千克。

$E_{\text{废弃}}$ ：指统计期内回收的废弃物中 VOCs 含量，千克。

$$E_{\text{废弃}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{废弃}, i} \times WF_{\text{废弃}, i} \quad (\text{式 2-4})$$

$W_{\text{废弃}, i}$ ：统计期内废弃物  $i$  的回收量，千克，以企业委托的有资质危险废物处理公司出具发票为依据；

$WF_{\text{废弃}, i}$ ：统计期内废弃物  $i$  中 VOCs 的含量，%，以实际测试分析结果或同类物质类比参照结果为依据。

$E_{\text{回收溶剂}}$ ：指统计期内生产过程中有机溶剂 VOCs 回收量，千克。

$$E_{\text{回收溶剂}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{回收溶剂}, i} \times WF_{\text{回收溶剂}, i}$$

$W_{\text{回收溶剂}, i}$ ：统计期内有机溶剂  $i$  的回收量，千克，该部分溶剂不再进入生产系统回用，以企业有机溶剂回收利用技术改造项目相关报告等为核算依据；

$WF_{\text{回收溶剂}, i}$ ：统计期内有机溶剂  $i$  中 VOCs 的含量，%，以企业有机溶剂回收利用技术改造项目相关报告等为核算依据。

## 2.3 废水中 VOCs 含量

企业废水中含有的 VOCs。

$$E_{\text{废水}} = \sum_{i=1}^n W_{\text{废水}, i} \times WF_{\text{废水}, i} \quad (\text{式 2-5})$$

式中：

$E_{\text{废水}}$ ：统计期内企业废水中含有的 VOCs，千克。

$W_{\text{废水}, i}$ ：统计期内企业所排放废水  $i$  的质量，千克，以企业工艺技术报告为依据；

$WF_{\text{废水}, i}$ ：统计期内企业所排废水  $i$  中 VOCs 的含量，%，以实际监测结果或类比参照结果等为核算依据。实测方法参照《水质 总有机碳的测定 燃烧氧化-非分散红外吸收法》HJ501-2009 中可吹脱有机碳（POC）的测试和计算方法，其中 POC 为总有机碳（TOC）与不可吹脱有机碳（NPOC）的差值。无法获得比例的，废水处理设施 VOCs 产污系数按 0.005 千克/立方米计算。

## 2.4 VOCs 去除量

VOCs 去除量按 VOCs 污染控制设施的实测去除量或相关规定计，具体见附件 4。

$$E_{\text{去除}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{去除}, i} \quad (\text{式 2-6})$$

式中：

$E_{\text{去除}}$ ——统计期内污染控制设施的VOCs去除总量，千克；  
 $E_{\text{去除}, i}$ ——统计期内污染控制设施 i 的 VOCs 去除量，千克。

## 附件 4 重点行业 VOCs 去除量计算方法

### 1. 适用范围

适用于各类重点工业行业经过污染防治设施处理后 VOCs 去除量的计算。其中，使用更换型活性炭、吸收塔、简易喷淋及水帘等无法连续稳定去除 VOCs 的污染处理设施，原则上不予核定去除量。

### 2. 计算方法

VOCs 去除量计算可分为实测法和公式法两种进行。优先选择实测法计算 VOCs 去除量，无法获取实测数据的情况下，采用公式法或者环保部门、相关技术规范中规定的计算方法计算。

#### 2.1 实测法

按相关规定监测方法开展排气筒排放测试，以污染物处理设施进、出口VOCs（或者非甲烷总烃）排放量的手工监测数据、通过有效性审核的在线监测数据、监督监测数据作为认定依据。实测法原则上以非甲烷总烃为表征因子，如排放特征污染物明确，可用代表VOCs排放总量的特征污染物表征，计算方法如公式5-1。

$$E_{\text{去除}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{去除}, i} \quad (\text{公式 5-1})$$

式中：

$E_{\text{去除}}$ ：污染治理设施的 VOCs 去除量，千克；

$E_{\text{去除}, i}$ ：污染治理设施 i 的 VOCs 去除量，千克。

$$E_{\text{去除}, i} = (C_{\text{进口}, i} - C_{\text{出口}, i}) \times Q_i \times t_i \times \alpha \quad (\text{公式 5-2})$$

式中：

$E_{\text{去除}, i}$ ：污染处理设施 i 的 VOCs 去除量，千克；

$C_{\text{进口}, i}$ ：污染处理设备 i 进口的 VOCs 排放浓度，千克/立方米；

$C_{\text{出口}, i}$ ：污染处理设备 i 出口的 VOCs 排放浓度千克/立方米；

$Q_i$ ：污染处理设备 i 的烟气量，立方米/小时；

$t_i$ ：全年生产时间，小时；

$\alpha$ ：去除工艺及集气设施的基础运行情况调整系数，见表 5-1；

#### 2.2 公式法

无法获取治理设施进出口浓度实测数据的情况下，污染治理设施满足国家级省内相关技术规范，且企业可提供污染治理设施正常运行的证明材料时，采用公式法进行 VOCs 去除量的计算，如公式 5-3 所示。

$$E_{\text{去除}, i} = E_{\text{产生}, i} \times 30\% \times \alpha \quad (\text{公式 5-3})$$

式中：

$E_{\text{去除}, i}$ ：污染处理设施 i 的 VOCs 去除量，千克；

$E_{\text{产生}, i}$ ：统计期内某排放环节的 VOCs 产生量，千克，产生量是指通过集气设施收集并接入末端治理设备的相应环节 VOCs 产生量，未采用集气设施收集处理的产生量不计入。

$\alpha$ ：去除工艺及集气设施的基础运行情况调整系数，见表 5-1。

表 5-1 去除效率调整系数  $\alpha$  取值

企业VOCs管理情况		A
治理设施运行台账管理	抽查数据中缺失数据占5%以下	1.00
	抽查数据中缺失数据占5-20%	0.80
	抽查数据中缺失数据大于50%	对该治理实施不予认定
治理设施运行情况	市级环保监察机构日常监察中发现集气设施或治理设施不正常运行一次	0.90
	市级环保监察机构日常监察中发现集气设施或治理设施不正常运行两次	0.80
	不正常运行超过两次	对该项设施不予认定
设施申报登记情况	未申报排污申报登记表或申报的排污申报登记表中未申报VOCs相关指标	0.80
附注:1、核算期内现有企业VOCs处理装置未按照治理工程的设计要求定期更换活性炭或者催化剂的,视为未安装任何处理装置,VOCs去除量为0。		

表 5-2 实测法技术规范

采样分析方法名称	方法来源
固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ/T 38
固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法	HJ 732
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-质谱法	HJ 734
环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644
表面涂装(汽车制造业)挥发性有机物排放标准附录-挥发性有机物监测方法	DB32/2862

表5-3 污染治理技术规范

技术规范名称	方法来源
吸附法工业有机废气治理工程技术规范	HJ2026—2013
催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范	HJ2027—2013
含多氯联苯废物焚烧处置工程技术规范	HJ2037—2013
挥发性有机物(VOCs)污染防治技术政策	公告2013年第31号
江苏省化工行业废气污染防治技术规范	苏环办(2014)3号
江苏省重点行业挥发性有机污染物控制指南	苏环办(2014)128号
江苏省化学工业挥发性有机物无组织排放控制技术指南	苏环办(2016)95号

表5-4 污染治理设施台账记录要求

类别	设施名称	应记录的操作条件
污染治理设施	冷凝设备	用电量,废气流量,气体进、出口温度,冷凝剂出口温度,冷凝液流量,制冷剂更换量及更换日期(制冷剂为冷水者,不记录)
	固定床式吸附塔(罐)	用电量,废气流量,气体进、出口温度,吸附材质名称,更换量及日期,VOCs进出口浓度
	连续式吸附-脱附,后接冷凝处理	用电量,废气流量,气体进出口温度,吸附材质名称,更换量及日期,进气VOCs浓度,冷凝剂出口温度,冷凝液流量,制冷剂更换量及更换日期(制冷剂为冷水者,不记录)
	洗涤(吸收)设备	用电量,废气流量,洗涤(吸收)液流量
	生物处理	用电量,废气流量,进口温度,出口相对湿度,pH值
	连续吸附-脱附-焚烧处理	用电量,废气流量,进口气体温度,脱附温度,吸附剂,更换数量及时间,燃烧温度
	热焚烧炉	用电量、废气流量、炉膛温度、燃料用量及热值
	催化焚烧	用电量、废气流量、催化剂种类、入口温度、出口温度
	光催化	1.用电量;2.废气流量;3.催化剂名称、更换数量及日期;4.光管名称、光源强度
	等离子体	1.用电量;2.废气流量;3.电极名称及电极源强
其他污染治理设施	应记录保养维护事项,并每日记录主要操作参数	
集气设	帷幕式气罩	用电量、抽风量、风速

施	一般气罩	用电量、抽风量、风速
	密闭负压操作	用电量、压力差、风速