

**浙江省重点行业 VOCs 污染排放源
排放量计算方法
(1.1 版)**

浙江省环境保护科学设计研究院
浙江环科环境研究院有限公司

2015 年 11 月

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

编 制 组

编制成员： 顾 震 宇 （教授级高工）
滕 富 华 （高级工程师）
陆 建 海 （工 程 师）
董 事 壁 （工 程 师）
刘 楠 （高级工程师）

审 核： 顾 震 宇 （教授级高工）
朱 剑 秋 （高级工程师）

审 定： 韦 彦 斐 （教授级高工）

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

目 录

一、有机溶剂使用行业的 VOCs 排放量计算.....	1
1.1 物料衡算法（适用于所有有机溶剂使用行业）	1
1.2 排放系数法（适用于橡胶、塑料、印染行业）	4
二、化工、化纤行业的 VOCs 排放量计算.....	8
2.1 生产过程排放.....	8
2.2 工艺废水站 VOCs 排放.....	12
2.3 储罐排放	13
三、石化、储运行业的 VOCs 排放量计算.....	13
附件 1 废水处理过程 VOCs 排放量计算	14
附件 2 石油化工行业 VOCs 排放量计算办法.....	17

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

一、有机溶剂使用行业的 VOCs 排放量计算

有机溶剂使用行业包括：涂装、合成革、印刷、印染、橡胶和塑料制品、木业、制鞋（橡塑制造部分可采用排放系数法）、电子信息 8 个行业。其中，印染（不含涂层）和塑料制品两个行业，也可在责任地市摸排排放系数后，再计算企业的 VOCs 排放量。

1.1 物料衡算法（适用于所有有机溶剂使用行业）

年度 VOCs 排放量 (kg) = 年度 VOCs 总产生量 - 有机溶剂回收处理总量 - 进入废水的 VOCs 量 + 工艺废水站 VOCs 排放量 - 废气处理设施削减量。

(1) 年度 VOCs 总产生量：即含有机物料（特别是有机溶剂）年度净使用量 × 物料的有机溶剂总含量。可计算出该物料的 VOCs 产生量，将所有物料的 VOCs 产生量加和，计算出 VOCs 年度总产生量。

(2) 有机溶剂回收处理总量：仅统计不回用于生产的量。即统计通过外售或委托有资质单位处理等途径，以危废或有机溶剂等形式离开生产系统的含 VOCs 的量。

(3) 进入废水的 VOCs 量：统计进入工艺废水中的 VOCs 的量（不包括生活废水）。企业如有具体特征污染物的监测数据，优先按照监测数据计算。如没有监测数据，也可参考以下公式： $\text{原水 COD (mg/L)} \times \text{年度废水实际处理总量 (m}^3/\text{a)} \times 0.3 \times 10^{-3}$ 计算，单位为 kg。

(4) 工艺废水站 VOCs 排放量：指工艺废水站的 VOCs 排放量，仅有生活废水的无需统计，计算方法见附件 1。

(5) 废气处理设施削减量：

注：如通过冷凝、吸附再生等方式回收废气中的溶剂，则该废气处理设施产生的削减量已计入 (2) 计算项，故不计入本计算项。

涂装及其他含类似工艺行业产生的废气，各工段产生 VOCs 的比例以实测为准。一般情况下，采用喷涂方式的企业，喷漆工段的 VOCs 产生量大于烘干过程的 VOCs 产生量。

① 监测法（优先选择）

废气处理设施 VOCs 削减量 (kg) = [该处理装置进口 VOCs 平均浓度 (mg/m³) - 该处理装置出口 VOCs 平均浓度 (mg/m³)] × 该处理装置排风量 (Nm³/h) × 处

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

理装置年运行时间 (h) ×10⁻⁶

废气处理装置进口、出口平均 VOCs 浓度按照企业在线监控数据、环保部门监督性监测数据、第三方监测数据或环保三同时验收监测数据中的数值进行取值。监测工况需接近统计年度的正常工况，处理装置的进出口 VOCs 浓度为各种 VOCs 污染指标（含 VOCs 特征因子、部分综合指标）浓度的加和。

其中，印染行业的定型机油烟监测指标与 VOCs 具有相关性，参考比例关系暂定为油烟比 VOCs 取 1:0.3(待本次调查积累数据后，再行修正)，即排放了 1kg 油烟视同排放了 0.3kg VOCs，下面文中也按此规定执行。并且，建议企业在核算依据中标明油烟排放量，其折算 VOCs 的计算过程单列。

非甲烷总烃是指除甲烷以外所有碳氢化合物的总称，包括烷烃、烯烃、芳香烃和含氧烃等组分。如果企业采用“非甲烷总烃”数据计算削减量，则烷烃、烯烃、芳香烃或含氧烃等特征因子的数据可不计，以免重复计算。

②核定法（无相应监测数据的情况下采用）

废气处理设施 VOCs 削减量=废气收集工段的 VOCs 产生量×VOCs 收集效率×VOCs 净化效率。

如采用一次性活性炭吸附抛弃法，可直接将“活性炭年更换量×15%”作为废气处理设施 VOCs 削减量。计算结果须对照“废气收集工段的 VOCs 产生量”进行复核，避免削减量大于产生量。

如采用吸附浓缩-冷凝回收法，则回收的物料已回用于生产，或以第（2）项“有机溶剂回收处理总量”的形式在 VOCs 排放量计算中予以扣除，不应计入“废气处理设施 VOCs 削减量”，以免重复计算。

计算削减量时应注意废气实际收集的工段，未收集或已收集但未处理的 VOCs 不计入本计算公式的“废气收集工段的 VOCs 产生量”项。

VOCs 收集效率见表 1-1，净化效率见表 1-2。

表 1-1 VOCs 认定收集效率表

收集方式	收集效率%	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
设备废气排口直连	80~95	设备有固定排放管（或口）直接与风管连接，设备整体密闭只留产品进出口，且进出口处有废气收集措施，收集系统运行时周边基本无 VOCs 散发。
车间或密闭间进行密闭收集	80~95	屋面现浇，四周墙壁或门窗等密闭性好。收集总风量能确保开口处保持微负压（敞开截面处的吸入风速不小于 0.5m/s），不让废气外泄。
半密闭罩或通风橱方式收集（罩内或橱内操作）	65~85	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于某一数值（喷漆不小于 0.75m/s，其余不小于 0.5m/s）
热态上吸风罩	30~60	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.5m/s。热态指污染源散发气体温度≥60℃。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

收集方式	收集效率%	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
冷态上吸风罩	20~50	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.25m/s。冷态指污染源散发气体温度 < 60°C。
侧吸风罩	20~40	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.5m/s，且吸风罩离污染源远端的距离不大于 0.6m。

表 1-2 VOCs 认定净化效率表

处理工艺名称	净化效率	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
直接燃烧法	60~95%	燃烧温度不低于 820°C
锅炉热力焚烧	60~95%	燃烧温度不低于 820°C，且锅炉（如导热油、热电锅炉）运行时间与生产同步
直接催化燃烧法	50~85%	催化燃烧温度不低于 300°C
蓄热式燃烧法 RTO	两室 60~85%	燃烧温度不低于 760°C
	三室/多室 70~90%	
蓄热式催化燃烧 法 RCO	两室 50~80%	燃烧温度不低于 300°C
	三室/多室 60~85%	
活性炭吸附抛弃 法	——	直接将“活性炭年更换量×15%”作为废气处理设施 VOCs 削减量，并进行复核。
吸附浓缩-催化燃 烧法	50~80%	纤维状吸附剂气体流速不高于 0.15m/s，颗粒吸附剂气体流速不高于 0.5m/s，蜂窝吸附剂气体流速不高于 1m/s，催化燃烧温度不低于 300°C
吸附浓缩-冷凝回 收法	——	已回用于生产或以“有机溶剂回收处理总量”的形式从 VOCs 排放量计算中予以扣除。
静电法（仅用于除 油烟）	50~75%	前端设水喷淋等冷却装置（如是高温废气），清洗电极等关键组件每年不少于 6 次。
低温等离子法（电 晕放电）	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
低温等离子法（介 质阻挡放电）	20~60%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
光催化法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，灯管连续使用不超过 4800h
臭氧法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置
喷淋法	10~70%	主要污染物需为水溶性。如喷淋液饱和后去废水站，则喷淋法的削减量可不计，只需计算废水中的 VOCs 即可
生物法	20~70%	适用于含氧烃或芳香烃类（如醇、醛、酮、醚、有机酸、苯系物、苯乙烯等），且停留时间不小于 30s
	20~60%	适用于酚类，含 N、Cl 烃类，烯烃类等其他 VOCs：停留时间不小于 30s

注：如企业委托有资质的第三方监测机构对废气处理设施进行监测，监测指标基本包括企业所有的 VOCs 特征指标，并同时监测进出口浓度，一个年度内累计监测 2 次或以上，则企业废气处理设施的净化效率可以参照监测数据进行取值。——有进出口监测数据的尽量按监测数据直接计算削减量。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

例 1-1：某涂装企业排放量计算

某涂装企业的含有机溶剂物料使用情况如下：2014 年净使用聚氨酯漆 10000kg（有机溶剂含量 30%），稀释剂 15000kg（有机溶剂含量 100%），固化剂 5000kg（有机溶剂含量 20%）。企业烘干废气密闭间负压收集，经直接催化燃烧法处理；其余废气未收集处理。该企业无溶剂回收、无工艺废水。计算该企业的废气排放量？

年度 VOCs 产生量： $10000\text{kg} \times 30\% + 15000\text{kg} \times 100\% + 5000\text{kg} \times 20\% = 19000\text{kg}$ 。

废气处理设施削减量：无监测数据按核定法计算。烘干工段的 VOCs 产生量按总 VOCs 产生量的 30% 计算，即 $19000\text{kg} \times 30\% = 5700\text{kg}$ 。收集效率按 95%，处理效率按 85%，则处理设施削减量为： $5700\text{kg} \times 95\% \times 85\% = 4603\text{kg}$ 。

该企业 2014 年的废气排放量为： $19000\text{kg} - 4603\text{kg} = 14397\text{kg}$

例 1-2：某合成革企业排放量计算

某合成革企业的含有机溶剂物料使用情况如下：2014 年净使用 PU 浆料 2000t（DMF 含量 60%），DMF 溶剂 500t（DMF 含量 100%）。企业对生产线采取了整体密闭，将产生的无组织废气收集，并与有组织废气混合后采取了两级逆流喷淋吸收处理 DMF 废气，废气经吸收后精馏回用于生产，精馏过程密闭。企业 2014 年回收溶剂中委托外单位处理 20t（主要成分 DMF、二甲胺）。工艺废水站实际处理日处理量 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ，COD 为 $500\text{mg}/\text{L}$ ，无加盖处理设施，年运行 300d。计算该企业的废气排放量？

年度 VOCs 产生量： $2000\text{t} \times 60\% + 500\text{t} \times 100\% = 1700\text{t}$ 。

有机溶剂回收总量：即委托外单位处理的量 20t。

进入废水的 VOCs 量： $500\text{mg}/\text{L} \times 300000\text{m}^3/\text{a} \times 0.4 \times 10^{-3} = 60000\text{kg}$ ，即 60t。

工艺废水站 VOCs 排放量： $500 \times 300 \times 2.4 \times 500 \times 10^{-5} = 1800\text{kg}$ ，即 1.8t。

废气处理设施削减量：水喷淋吸收废气后，吸收液精馏回收 DMF 然后回用于生产，不计入废气削减量。未吸收的废气无其他处理手段，因此无废气削减。

该企业 2014 年的废气排放量为： $1700\text{t} - 20\text{t} - 60\text{t} + 1.8\text{t} = 1621.8\text{t}$ 。

1.2 排放系数法（适用于橡胶、塑料、印染行业）

（1）橡胶行业中使用有机溶剂的浸胶工艺，须参照“物料衡算法”进行计算 VOCs 排放量。其余工序的 VOCs 排放参考美国 AP42 排放系数，按以下公式计算：

年度 VOCs 排放量 (kg) = 年度 VOCs 总产生量 - 废气处理设施削减量。

年度 VOCs 总产生量：某工段的 VOCs 产生量 = 胶种年度用量 × 排放系数，计算出各工段的 VOCs 产生量后加和，计算得年度 VOCs 总产生量。胶种分类见表 1-3，排放系数见表 1-4。

废气处理设施削减量：废气处理设施 VOCs 削减量 = 废气收集工段的 VOCs 产生量 × VOCs 收集效率 × VOCs 净化效率。VOCs 收集效率见表 1-1，净化效率见表 1-2。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

注：轮胎制造企业优先按轮胎部件（编号 1-7）选取对应工序的排放系数，其中硫化按表 1-5 选值，无对应类型的选择相近轮胎类型或按最大值选取；天然橡胶为原料的橡胶制品排放系数参照所列胶种或轮胎部件对应工序最小值选取；其他橡胶为原料的橡胶制品排放系数参照所列胶种或轮胎部件对应工序最大值选取；开炼工序排放系数按照所列密炼工序 3 倍值选取。

(2) 塑料制品行业中，采用包括但不限于 PP、PE、PVC、ABS 等塑料，通过挤塑、延压、造粒等工序，制作粒子、布、膜、袋、皮、板、管材等产品的生产过程，VOCs 排放参考台湾地区的 VOCs 行业排放系数。按以下公式计算：

$$\text{年度 VOCs 排放量 (kg)} = \text{年度 VOCs 总产生量} - \text{废气处理设施削减量}。$$

年度 VOCs 总产生量：某工段的 VOCs 产生量=塑料年度用量×排放系数，计算出各 VOCs 产生量后加和，得年度 VOCs 总产生量。排放系数见表 1-7。

废气处理设施削减量：废气处理设施 VOCs 削减量=废气收集工段的 VOCs 产生量×VOCs 收集效率×VOCs 净化效率。VOCs 收集效率见表 1-1，净化效率见表 1-2。

注：其余使用含 VOCs 物料的工序仍须参照“物料衡算法”计算 VOCs 排放量。

(3) 印染行业中，除使用染料的染色、印花等工序外，涂层、植绒等其他工序仍参照“物料衡算法”计算。使用染料，且含有高温定型的染色、印花工序，VOCs 排放参考《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南(试行)》中的 VOCs 排放系数。按以下公式计算：

$$\text{年度 VOCs 排放量 (kg)} = \text{年度 VOCs 总产生量} - \text{废气处理设施削减量}。$$

年度 VOCs 总产生量：某工段的 VOCs 产生量=染料年度用量×81.4 (kg/t 染料)，计算出各工段的 VOCs 产生量后加和，计算得年度 VOCs 总产生量。

废气处理设施削减量：废气处理设施 VOCs 削减量=废气收集工段的 VOCs 产生量×VOCs 收集效率×VOCs 净化效率。VOCs 收集效率见表 1-1，净化效率见表 1-2。

注：使用含丙烯酸、丙烯酸酯类、苯乙烯等易聚合 VOCs 成分的胶水，进行粘结后进行高温烘干的企业，原则上认为这些 VOCs 成分在聚合后，残留并挥发的单体占胶水中总溶剂量的比例不低于 1%（如：VOCs 产生量=胶水用量×溶剂比例×1%），并以此为依据通过“物料衡算法”计算 VOCs 排放量。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

表 1-3 23 类橡胶制品类型对照表

编号	胶种或轮胎部件	编号	胶种或轮胎部件	编号	胶种或轮胎部件
1	内衬层	9	过氧化物硫化的三元乙丙橡胶 (EPDM)	17	乙烯丙烯酸甲酯橡胶
2	胎体帘布层(NR / SR)	10	不填充炭黑、硫黄硫化的三元乙丙橡胶 (EPDM)	18	氢化丁腈橡胶
3	带束层(NR)	11	氯丁橡胶(CRW 型)	19	硅橡胶
4	胎面基部 / 胎侧(NR / BR)	12	氯丁橡胶(CRG 型)	20	聚丙烯酸酯橡胶
5	三角胶(NR)	13	丁腈橡胶/聚氯乙烯共混胶	21	氯化聚乙烯
6	胎面(SBR / BR)	14	丁腈橡胶	22	丁苯橡胶
7	胶囊(IIR)	15	氯磺化聚乙烯橡胶	23	氯醚橡胶
8	硫黄硫化的三元乙丙橡胶 (EPDM)	16	氟橡胶		

表 1-4 橡胶制品行业的排放系数, kg/kg

(按胶种或轮胎部件各工序选取, 无对应值的选择相近胶种或按其他类型最大值选取)

工序/胶种	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
混炼(密炼)	6.17 E-05	3.91 E-05	1.36 E-04	3.88 E-05	2.15 E-04	3.86 E-05	1.22 E-04	1.47 E-05	2.91 E-05	2.91 E-04	3.28 E-05	1.54 E-05	2.28 E-04	2.30 E-04	9.39 E-06	8.16 E-05	4.44 E-04	6.50 E-05	2.76 E-05	7.52 E-06	1.57 E-04	1.23 E-04	3.07 E-05
热炼	/	1.10 E-04	1.13 E-04	8.37 E-05	/	/	/	/	/	/	/	4.97 E-07	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
挤出	/	/	/	5.67 E-06	/	1.23 E-05	/	/	1.24 E-05	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	8.30 E-06	/
压延	/	5.59 E-05	/	/	/	/	/	/	/	/	/	4.62 E-06	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
硫化	蒸汽 硫化	/	/	1.49 E-04	1.56 E-04	1.29 E-04	/	6.65 E-05	2.47 E-04	/	6.21 E-05	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.83 E-04	8.68 E-05	/
	热空 气硫化	/	/	/	9.37 E-04	/	/	8.25 E-04	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2.94 E-03	/

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

工序/胶种	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
平板硫化机	8.27 E-04	4.04 E-04	1.04 E-03	/	5.87 E-04	/	2.36 E-04	/	1.75 E-03	8.66 E-04	2.40 E-04	6.66 E-04	1.42 E-03	5.30 E-04	8.08 E-04	6.23 E-03	1.75 E-03	/	6.68 E-03	6.13 E-04	/	4.78 E-04	2.8 3E-04

注：E-02 表示 $\times 10^{-2}$ 。

表 1-5 轮胎硫化工序的排放系数，kg/kg

轮胎硫化	OEM 205/70	High Performance 205/70	OEM 195/75	Replacement 195/75
VOCs	1.80E-04	2.11E-04	3.10E-04	1.94E-04

表 1-6 打磨工序的排放系数，kg/kg

打磨	胶带	骨架	翻新轮胎	侧壁/白胎壁轮胎
VOCs	1.78E-03	5.21E-04	2.43E-04	1.59E-02

表 1-7 塑料行业的排放系数，kg/t

过程	单位排放系数 (kg/t 原料)
塑料布、膜、袋等制造工序	0.220
塑料皮、板、管材制造工序	0.539
其他塑料制品制造工序	2.368

注：使用含 VOCs 的原辅料，其中含有的 VOCs 会全部挥发，即按含量的 1:1 直接进行计算。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

二、化工、化纤行业的 VOCs 排放量计算

化工、化纤行业的 VOCs 排放包括生产过程排放、工艺废水站 VOCs 排放、储罐排放等。

方法一：连续性密闭化生产的化工、化纤企业，在计算年度 VOCs 排放量时，优先参照石化行业的计算方法。原则上该类企业的年度 VOCs 排放量应包括设备动静密封点泄漏，有机液体储存与调和挥发损失，有机液体装卸挥发损失，废水集输、储存、处理处置过程逸散，工艺有组织排放，火炬排放，非正常工况（含开停工及维修）排放等 7 类源项，如无相应源项也可不计。

方法二：非连续性密闭化生产的化工、化纤企业，计算生产过程排放 VOCs 排放量的过程中，物料衡算的数据依据企业单个产品实际使用和产出的数量。

即：年度 VOCs 排放量=生产过程排放 VOCs 排放量+工艺废水站 VOCs 排放量+储罐排放量。

2.1 生产过程排放

生产过程 VOCs 排放量=年度 VOCs 总产生量-进入固废（危废）中的 VOCs 量-进入废水的 VOCs 量-废气处理设施削减量。

（1）年度 VOCs 总产生量：通过物料衡算获得。需收集数据包括了含 VOCs 原辅料的年度使用量及成分，产品、副产品的年度产量及成分，各原辅料的反应效率等。并注意应扣除随产品带走的 VOCs 量。

（2）进入固废（危废）中的 VOCs 量：固废（危废）如果为纯挥发性有机溶剂，则该种固废（危废）的量全部统计为 VOCs 的量。如果为含挥发性有机溶剂的物料，则根据挥发性有机溶剂含量进行折算。

（3）进入废水的 VOCs 量：统计进入工艺废水的 VOCs 量（不包括生活废水）。

①监测法（优先选择）：

进入废水的 VOCs 量（kg）=原水中 VOCs 浓度（mg/L）×年度工艺废水处理总量（m³/a）×10⁻³

VOCs 浓度为的各种 VOCs 特征因子浓度的加和。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

②理论算法（进水 COD 由单一有机物组成的时候采用）

进入废水的 VOCs 量 (kg) = 原水 COD (mg/L) × 年度废水处理总量 (m³/a) × 折算系数 × 10⁻³

折算系数为 COD 与有机物浓度的折算系数，根据物质的分子式计算（见例 2-1），若废水中有还原性无机物导致 COD 值失真，折算系数应适当调低。

例 2-1：甲醇废水 VOCs 量计算

某企业的甲醇废水，COD 为 1000mg/L，日处理废水 100 m³/d，年运行 300d，计算其进入工艺废水的 VOCs（甲醇）的量？

甲醇分子式为 CH₄O，分子量为 32。1mol 甲醇完全氧化为 CO₂ 与 H₂O 公式为 CH₄O+1.5O₂=CO₂+2H₂O，消耗了 1.5mol 氧气，即 48g 氧。1mol 甲醇的质量为 32g，则甲醇浓度/COD 的折算系数为 32g/48g=0.67。

进入废水的 VOCs 量为 1000mg/L × 30000m³/a × 0.67 × 10⁻³=20100kg。

③系数法（进水 COD 由混合有机物组成的时候采用）

进入废水的 VOCs 量 (kg) = 原水 COD (mg/L) × 年度工艺废水处理总量 (m³/a) × 0.3 × 10⁻³

(4) 废气处理设施削减量

注：如通过冷凝、吸附再生等方式回收废气中的溶剂，直接回用于生产、外售或以危废形式委托处理，则该废气处理设施产生的削减量不计入本计算项。

①监测法（优先选择）

废气处理设施 VOCs 削减量(kg)=[该处理装置进口 VOCs 平均浓度(mg/m³)-该处理装置出口 VOCs 平均浓度 (mg/m³)]×该处理装置排风量 (Nm³/h) × 处理装置年运行时间 (h) × 10⁻⁶

处理装置进口、出口平均 VOCs 浓度按照企业在线监控数据、环保部门监督性监测数据、第三方监测数据或环保三同时验收监测数据中的数值进行取值。监测工况需接近统计年度的正常工况，处理装置的进出口 VOCs 浓度为各种 VOCs 污染指标（含 VOCs 特征因子、部分综合指标）浓度的加和。

其中，化纤行业的纺丝油烟监测指标与 VOCs 具有相关性，参考比例关系暂定为油烟比 VOCs 取 1:0.3（待本次调查积累数据后，再行修正），即排放了 1kg 油烟视同排放了 0.3kg VOCs，下面文中也按此规定执行。并且，建议企业在核算依据中标明油烟排放量，其折算 VOCs 的计算过程单列。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

非甲烷总烃是指除甲烷以外所有碳氢化合物的总称，包括烷烃、烯烃、芳香烃和含氧烃等组分。如果企业采用“非甲烷总烃”数据计算削减量，则烷烃、烯烃、芳香烃或含氧烃等特征因子的数据可不计，以免重复计算。

②核定法（无相应监测数据的情况下采用）

废气处理设施 VOCs 削减量=废气收集工段的 VOCs 产生量×VOCs 收集效率×VOCs 净化效率。

如采用一次性活性炭吸附抛弃法，可直接将“活性炭年更换量×15%”作为废气处理设施 VOCs 削减量。计算结果须对照“废气收集工段的 VOCs 产生量”进行复核，避免削减量大于产生量。

如采用吸附浓缩-冷凝回收法，则回收的物料已回用于生产，或以第（2）项“进入固废（危废）中的 VOCs 量”的形式在 VOCs 排放量计算中予以扣除，不应计入“废气处理设施 VOCs 削减量”，以免重复计算。

计算削减量时应注意废气实际收集的工段，未收集或已收集但未处理的 VOCs 不可计入本计算公式的“废气收集工段的 VOCs 产生量”项。

VOCs 收集效率见表 2-1，净化效率见表 2-2。

表 2-1 VOCs 收集效率表

收集方式	收集效率%	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
设备废气排口直连	80~95	设备有固定排放管（或口）直接与风管连接，设备整体密闭只留产品进出口，且进出口处有废气收集措施，收集系统运行时周边基本无 VOCs 散发。
车间或密闭间进行密闭收集	80~95	屋面现浇，四周墙壁或门窗等密闭性好。收集总风量能确保开口处保持微负压（敞开截面处的吸入风速不小于 0.5m/s），不让废气外泄。
半密闭罩或通风橱方式收集（罩内或橱内操作）	65~85	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.5m/s
热态上吸风罩	30~60	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.5m/s。热态指污染源散发气体温度≥60℃。
冷态上吸风罩	20~50	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.25m/s。冷态指污染源散发气体温度<60℃。
侧吸风罩	20~40	污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于 0.5m/s，且吸风罩离污染源远端的距离不大于 0.6m。

表 2-2 VOCs 净化效率表

处理工艺名称	净化效率	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
直接燃烧法	60~95%	燃烧温度不低于 820℃
锅炉热力焚烧	60~95%	燃烧温度不低于 820℃，且锅炉（如导热油、热电锅炉）运行时间与生产同步

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

处理工艺名称	净化效率	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
直接催化燃烧法	50~85%	催化燃烧温度不低于 300°C
蓄热式燃烧法 RTO	两室 60~85%	燃烧温度不低于 820°C
	三室/多室 70~90%	
蓄热式催化燃烧法 RCO	两室 50~80%	燃烧温度不低于 300°C
	三室/多室 60~85%	
活性炭吸附抛弃法	——	直接将“活性炭年更换量×15%”作为废气处理设施 VOCs 削减量，并进行复核。
吸附浓缩-催化燃烧法	50~80%	纤维状吸附剂气体流速不高于 0.15m/s，颗粒吸附剂气体流速不高于 0.5m/s，蜂窝吸附剂气体流速不高于 1m/s，催化燃烧温度不低于 300°C
吸附浓缩-冷凝回收法	——	已回用于生产或以“进入固废（危废）中的 VOCs 量”的形式从 VOCs 排放量计算中予以扣除。
低温等离子法（电晕放电）	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
低温等离子法（介质阻挡放电）	20~60%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
光催化法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，灯管连续使用不超过 4800h
臭氧法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置
喷淋法	10~70%	主要污染物需为水溶性如喷淋液饱和后去废水站，则喷淋法的削减量可不计，只需计算废水中的 VOCs 即可
生物法	20~70%	适用于含氧烃或芳香烃类（如醇、醛、酮、醚、有机酸、苯系物、苯乙烯等），且停留时间不小于 30s
	20~60%	适用于酚类，含 N、Cl 烃类，烯烃类等其他 VOCs：停留时间不小于 30s

注：如企业委托有资质的第三方监测机构对废气处理设施进行监测，监测指标基本包括企业所有的 VOCs 特征指标，并同时监测进出口浓度，一个年度内累计监测 2 次或以上，则企业废气处理设施的净化效率可以参照监测数据进行取值。——有进出口监测数据的尽量按监测数据直接计算削减量。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

例 2-2：某化工企业 EPS 项目 VOCs 排放计算

某化工企业的 EPS 塑料合成项目，2014 年原辅料及产品产量数据如下：原辅料苯乙烯 435t，戊烷 38t，增塑剂（有机物）1t；产品 EPS 产量为 470t。该项目产生不产生固废（危废），产生废水进入废水站，废水 COD 浓度为 1500mg/L，年度废水总量为 1000t。工艺废气经冷态上吸风罩收集，光催化法处理。计算该项目的 VOCs 排放量？

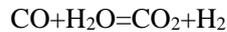
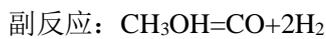
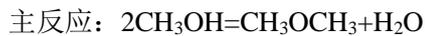
年度 VOCs 产生量：通过有机物料的衡算得到 VOCs 产生量 $435t+38t+1t-470t=4t$ ，即为 4000kg

进入废水的 VOCs 量： $1500mg/L \times 1000m^3 \times 0.3 \times 10^{-3}=450kg$ 。

废气处理设施削减量：无监测数据，按核定法计算。废气收集工段的 VOCs 产生量为 $4000kg-450kg=3550kg$ ，收集效率按 50%，处理效率按 40%。削减量为 $3550kg \times 50\% \times 40\%=710kg$ 。

例 2-3：某化工企业二甲醚项目 VOCs 排放计算

某化工企业以甲醇为原料生产二甲醚，产品二甲醚与过量的甲醇精馏，甲醇回收后作为原料回用，主要发生的主副反应如下。



2014 年原辅料及产品产量数据如下：原料甲醇用量 7250t，产品二甲醚产量 4700t，二甲醚的精馏收率为 98%。该项目产生不产生固废（危废），产生废水进入废水站，废水 COD 浓度为 2000mg/L，年度废水总量为 3000m³。工艺废气直接收集后，进入 RTO 装置（两室）处理。计算该项目的 VOCs 排放量？

年度 VOCs 产生量：二甲醚的精馏收率为 98%，因此总二甲醚产量为 $4700t/98\%=4795.9t$ ，二甲醚的损失量为 95.9t；生产 4795.9t 的二甲醚理论上需甲醇 $4795.9t \div 46g/mol \times 32 g/mol \times 2=6671.3t$ 。原料甲醇用量为 7250t，则有 $7250t-6671.3t=578.7t$ 的甲醇未反应为目标产品，其中一部分通过副反应转化为无机物，该部分按厂家估算为 20%，其余在精馏过程损失或反应为甲烷排放，共 $578.7t \times 0.8=463.0t$ 。年度 VOCs 产生量即为二甲醚损失量与甲醇的损失量，共 $95.9t+463.0t=558.9t$ 。

进入废水的 VOCs 量： $2000mg/L \times 3000m^3 \times 0.55 \times 10^{-3}=3300kg$ （3.3t）。

废气处理设施削减量：无监测数据按核定法计算。废气收集工段的 VOCs 产生量为 $558.9t-3.3t=555.6t$ ，收集效率按 95%，处理效率按 85%。削减量为 $555.6t \times 90\% \times 85\%=421.4t$ 。

该项目 2014 年的废气排放量为： $558.9t-3.3t-421.4t=134.2t$ 。

2.2 工艺废水站 VOCs 排放

指工艺废水站的 VOCs 排放量，废水站 VOCs 排放量计算见附件 1。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

2.3 储罐排放

➤ 方法①、实测法

见附件 2 第二章

➤ 方法②、公式法

见附件 2 第二章

➤ 方法③、tanks 软件计算

软件及使用说明下载地址：<http://www.epa.gov/ttn/chief/software/tanks/>

将调查软件中的相关数据填入 tanks 软件中，计算获得储罐的排放量。

➤ 方法④、其他相关软件

使用其他相关软件计算获得储罐排放量数据，软件计算方法应以《石油库设计节能导则》或以“方法②”中的公式为依据。

三、石化、储运行业的 VOCs 排放量计算

石化、储运行业的 VOCs 排放量计算建议参考：《挥发性有机物排污收费试点办法》（财税[2015]71 号）中的《石油化工业 VOCs 排放量计算办法》（即附件 2）。

石化行业的排放量计算需包括：设备动静密封点泄漏；有机液体储存与调和挥发损失；有机液体装卸挥发损失；废水集输、储存、处理处置过程逸散；燃烧烟气排放；工艺有组织排放；工艺无组织排放；采样过程排放；火炬排放；非正常工况（含开停工及维修）排放；冷却塔、循环水冷却系统释放；事故排放等 12 类源项。

储运行业的排放量计算需包括：有机液体储存与调和挥发损失；有机液体装卸挥发损失 2 类源项。其余源项由企业根据实际情况，参照《石油化工业 VOCs 排放量计算办法》自行增加。

储罐排放量也可按 2.3 中的方法③和④进行计算。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

附件 1 废水处理过程 VOCs 排放量计算

适用于本次调查 10 个行业（石化行业、储运行业除外）的工艺废水处理单元排放量计算。

废水处理过程 VOCs 无组织排放量为各废水处理单元 VOCs 无组织排放量之和，各废水处理单元 VOCs 无组织排放量计算公式如下：

$$E_{\text{废水}} = COD_{\text{in}} \times T \times \delta \times EF_{\text{废水}} \times 10^{-5}$$

式中： $E_{\text{废水}}$ —废水处理单元 VOCs 无组织排放量，kg；

COD_{in} —废水处理单元进口 COD 值，mg/L；

T —废水处理设施年运行天数

δ —行业修正系数，取值见表 1

$EF_{\text{废水}}$ —处理单元的 VOCs 排放系数，与废水处理池的敞口面积（分别以 $S_{\text{曝气池}}$ 、 $S_{\text{非曝气池}}$ ）有关；计算公式如下：

$$EF_{\text{废水}} = S_{\text{曝气池}} \times \kappa_1 \times (1 - ER_1) + S_{\text{非曝气池}} \times \kappa_2 \times (1 - ER_2) + (S_{\text{曝气池}} \times \kappa_1 \times ER_1 + S_{\text{非曝气池}} \times \kappa_2 \times ER_2) \times (1 - \eta)$$

$S_{\text{曝气池}}$ —好氧池之前的所有曝气池（包括气浮池等）表面积之和， m^2 。

$S_{\text{非曝气池}}$ —好氧池之前的所有非曝气池（包括调节池、沉淀池等）的表面积之和， m^2 。

注：曝气池与非曝气池只统计到第一段好氧池之前，即所有好氧池以及好氧池后段的废水池不列入统计。

κ_1 —曝气池的排放系数，取值为 3。

κ_2 —非曝气池的排放系数，取值为 1。

ER_1 —曝气池的 VOCs 收集效率，计算方法为： $\frac{\text{曝气池加盖面积}}{\text{曝气池总表面积}} \times 90\%$ ，

如所有曝气池全面加盖，收集效率为 90%；如所有曝气池都未加盖，收集效率为 0。

ER_2 —非曝气池的 VOCs 收集效率，计算方法为： $\frac{\text{非曝气池加盖面积}}{\text{非曝气池总表面积}} \times 90\%$ ，

如所有非曝气池全面加盖，收集效率为 90%；如所有非曝气池都

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

未加盖，收集效率为 0。

η — 废水站废气处理效率，%，取值见表 2。

注：若企业废水的实际水量与设计水量相差较大，可按比例折算，折

算后的 VOCs 排放量为： $E_{\text{废水}} \times \frac{\text{实际日处理废水量}}{\text{设计日处理废水量}}$ 。

表 1.1-1 不同行业废水处理单元 VOCs 修正系数 δ

序号	排放行业	修正系数 δ
1	涂装	6
2	合成革	2.4
3	印刷	5
4	纺织印染	0.4
5	橡胶和塑料制品	0.1（橡胶）
		0.2（塑料）
6	木业	0.5
7	制鞋	5
8	电子信息	0.5
9	化工	7
10	化纤	2.8

表 1.1-2 VOCs 净化效率表

处理工艺名称	净化效率	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
直接燃烧法	60~95%	燃烧温度不低于 820℃
锅炉热力焚烧	60~95%	燃烧温度不低于 820℃，且锅炉（如导热油、热电锅炉）运行时间与生产同步
直接催化燃烧法	50~85%	催化燃烧温度不低于 300℃
蓄热式燃烧法 RTO	两室 60~85%	焚烧燃烧温度不低于 820℃
	三室/多室 70~90%	
蓄热式催化燃烧法 RCO	两室 50~80%	焚烧燃烧温度不低于 300℃
	三室/多室 60~85%	
活性炭吸附抛弃法	——	如采用一次性活性炭吸附抛弃法，可直接将“活性炭年更换量×15%”作为废气处理设施 VOCs 削减量。计算结果须对照 $COD_m \times T \times \delta \times (S_{\text{曝气池}} \times \kappa_1 \times ER_1 + S_{\text{非曝气池}} \times \kappa_2 \times ER_2) \times 10^{-5}$ 进行复核，避免削减量大于该计算值。

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

处理工艺名称	净化效率	达到上限效率必须满足的条件，否则按下限计
吸附浓缩-催化燃烧法	50~80%	纤维状吸附剂气体流速不高于 0.15m/s，颗粒吸附剂气体流速不高于 0.5m/s，蜂窝吸附剂气体流速不高于 1m/s，催化燃烧温度不低于 300℃
吸附浓缩-冷凝回收法	50~80%	纤维状吸附剂气体流速不高于 0.15m/s，颗粒吸附剂气体流速不高于 0.5m/s，蜂窝吸附剂气体流速不高于 1m/s，不凝气回吸附进气端。 如回收的溶剂回用于生产，则可不计入削减量。
低温等离子法（电晕放电）	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
低温等离子法（介质阻挡放电）	20~60%	后端至少增加一级吸收装置，清洗电极组件每年不少于 6 次
光催化法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置，灯管连续使用不超过 4800h
臭氧法	10~40%	后端至少增加一级吸收装置
喷淋法	10~70%	主要污染物需为水溶性。
生物法	20~70%	适用于含氧烃或芳香烃类（如醇、醛、酮、醚、有机酸、苯系物、苯乙烯等），且停留时间不小于 30s
	20~60%	适用于酚类，含 N、Cl 烃类，烯烃类等其他 VOCs：停留时间不小于 30s
注：如企业委托有资质的第三方监测机构对废气处理设施进行监测，监测指标基本包括企业所有的 VOCs 特征指标，并同时监测进出口浓度，一个年度内累计监测 2 次或以上，则企业废气处理设施的净化效率可以参照监测数据进行取值。——有进出口监测数据的尽量按监测数据直接计算削减量。		

文件名称：浙江省重点行业 VOCs 污染排放量计算方法	版本：1.1
编制单位：浙江省环境保护科学设计研究院/浙江环科环境研究院有限公司	日期：2015 年 11 月 09 日

附件 2 石油化工行业 VOCs 排放量计算办法

本办法所涉及监测和检测方法应符合相关标准规范要求。

石化行业的 VOCs 排放源分为：设备动静密封点泄漏；有机液体储存与调和挥发损失；有机液体装卸挥发损失；废水集输、储存、处理处置过程逸散；燃烧烟气排放；工艺有组织排放；工艺无组织排放；采样过程排放；火炬排放；非正常工况（含开停工及维修）排放；冷却塔、循环水冷却系统释放；事故排放等 12 类源项。