

## 附件 2

# 广东省制鞋行业挥发性有机化合物 排放系数使用指南

## 1. 总则

为贯彻落实国家《大气污染防治行动计划》、《广东省珠江三角洲清洁空气行动计划——第二阶段（2013 年-2015 年）》（粤环〔2013〕14 号）和《关于珠江三角洲地区严格控制工业企业挥发性有机物（VOCs）排放的意见》（粤环〔2012〕18 号）提出的加强对重点 VOCs 排放源进行监管的工作要求，我省开展了广东省工业源挥发性有机化合物排放系数研究，获得广东省制鞋行业的挥发性有机化合物排放系数，为统计制鞋行业的 VOCs 排放清单和典型企业排放量提供参考依据。

## 2. 编制原则

指南编制主要遵循以下原则：

2.1 实用性原则：该指南说明了系数的来源、系数的适用范围、系数的分类以及系数的使用方法，并给出了排放量的计算公式、计算过程，且以具体案例进行举例分析。

2.2 使用简便原则：排放系数主要用于指导行业、企业 VOCs 排放量计算，便于环保部门掌握行业、企业的 VOCs 排放水平。以便获取活动水平数据为原则，对于无法获得的数据，如治理设施的治理效率给出参考值以供参考。

### 3. 适用范围

本指南适用于广东省含胶粘工艺的制鞋企业行业，胶粘工艺是通过胶粘剂将鞋帮、内底、外底连接在一起的工艺方法，如皮鞋、运动鞋、休闲鞋等，不包括缝绉工艺、模压工艺和注塑工艺。

本指南所指原辅材料系指生产过程中使用的含 VOCs 原辅材料，包括胶粘剂、处理剂、硬化剂和清洗剂。

胶粘剂：包括油性胶粘剂和水性胶粘剂。油性胶粘剂以有机溶剂作为溶剂，应满足《鞋和箱包用胶粘剂》(GB19340-2003)及《环境标志产品技术要求 胶粘剂》(HJ/T 220-2005)中关于鞋用胶粘剂规定，按较严者执行，如 PU 胶、黄胶、粉胶、生胶、万能胶、喷胶及其他类。水性胶粘剂指以水作为溶剂，VOCs 含量在 15% 以下。

处理剂：刷胶前对鞋材进行处理，包括油性处理剂和水性处理剂。油性处理剂以有机溶剂作为溶剂，如橡胶处理剂、PU 处理剂、TR/TPR 处理剂、EVA 处理剂、ABS 处理剂、油皮处理剂、PVC 处理剂、UV 处理剂、人造皮处理剂、尼龙处理剂及其他类。水性处理剂指以水作为溶剂，VOCs 含量在 10% 以下。

硬化剂：用于调配胶粘剂，包括油性硬化剂和水性硬化剂。水性硬化剂指 VOCs 含量在 25% 以下。

清洗剂：用于对鞋材进行清洗或处理，包括甲苯、白电油、快干、去渍油、天那水、二氯甲烷及其他有机溶剂。

## 4. 使用方法

### 4.1 VOCs 排放系数

排放系数主要用于估算 VOCs 排放清单，根据排放量计算方式的不同，将排放系数分为企业排放系数和行业排放系数。企业排放系数以单位原辅材料 VOCs 排放量(kgVOCs/kg 原辅材料)给出，根据企业含 VOCs 原辅材料用量计算单个企业的 VOCs 排放量，便于自下而上统计行业 VOCs 排放量。行业排放系数以单位产量或单位产值 VOCs 排放量给出 (gVOCs/单位产品或 gVOCs/万元)，亦可自上而下宏观估算区域内行业 VOCs 排放总量。制鞋企业和行业的 VOCs 排放系数，见表 4.1-1，表 4.1-2。

表 4.1-1 制鞋企业 VOCs 排放系数

序号	原辅材料名称	VOCs 产污系数 $f$	治理效率 (%)	VOCs 排污系数 $f'$
制鞋	水性胶(即用状态下)	0.008kg VOCs /kg 水性胶	$\eta$	$f(1-\eta)$
	PU 胶 (即用状态下)	0.83 kg VOCs /kgPU 胶		
	黄胶	0.73 kg VOCs /kg 黄胶		
	粉胶	0.865 kg VOCs /kg 粉胶		
	生胶	0.875 kg VOCs /kg 生胶		
	白胶	0 kg VOCs /kg 白胶		
	油性处理剂	0.93 kg VOCs /kg 油性处理剂		
	水性处理剂	0.02 kg VOCs /kg 水性处理剂		
	油性硬化剂	0.8 kg VOCs /kg 油性硬化剂		
	水性硬化剂	0.17 kg VOCs /kg 水性硬化剂		
	甲苯、快干、白电油、去渍油、清洗剂、天那水、稀释剂	1kg VOCs /kg		

注明：成型中段使用的胶水需要加入 3%-5%硬化剂，使用量较少，企业即使给出硬化剂用量，PU 胶粘剂排放系数仍按 0.83 kg VOCs/ kg PU 胶，水性胶粘剂排放系数仍按 0.008 kg VOCs/ kg 水性胶计。若企业胶粘剂类型不在上述范围内，可参考上述排放系数合理取值。

表 4.1-2 制鞋行业 VOCs 排放系数

	系数类型	产污系数	类型权重 (%)	行业产污系数 $F$	治理设施权重 (%)	行业排污系数 $F'$ (g/双)
制鞋	水性胶使用企业	8.96g/双	$\varepsilon_1$	$\sum_{i=1}^n 8.96 \times \varepsilon_1 + 44.32 \times \varepsilon_2$ (单位:g/双)	$\sigma_j$	$\sum_{j=1}^m F(1-\eta_j)\sigma_j$
	油性胶使用企业	44.32g/双	$\varepsilon_2$			
		$\eta$ 指某一种治理设施的治理效率，无治理设施时取 0; $\sigma_j$ 错误! 未找到引用源。指行业类，采用同一类治理技术的企业的产量(产值)占行业总产量(总产值)的权重。 $\varepsilon$ 错误! 未找到引用源。指行业类，采用同一类原辅材料的产量(产值)占行业总产量(总产值)的权重。				

## 4.2 活动水平数据获取

活动水平是用于估算 VOCs 排放量的基础数据，根据排放系数的类别不同，活动水平数据分为两类：

4.2.1 计算企业排放量所需活动水平数据：主要为含 VOCs 原辅材料的用量，包括胶粘剂、处理剂、硬化剂、清洗剂等，其中胶粘剂需注明油性和水性。其次是治理设施的类型及治理设施的效率。

4.2.2 估算行业排放量所需活动水平数据：主要指制鞋行业产量，以环境统计数据或统计年鉴数据为基础。其次是使用同一类胶粘剂（主要分为油性胶粘剂和水性胶粘剂两大类）的生产企业产量所占的权重、使用同一类治理设施的生产企业产量所占的权重及治理效率。

### 4.3 企业 VOCs 排放量的计算

制鞋企业 VOCs 产污系数见表 4.1-1，VOCs 主要来源于胶粘剂、处理剂、硬化剂、清洗剂等含 VOCs 原辅材料的使用。因此根据含 VOCs 原辅材料用量即可得企业 VOCs 产生量，由治理设施的治理效率可得企业 VOCs 排放量。

制鞋企业 VOCs 排放量计算公式如（4.3-1）所示。

$$P = \sum_{j=1}^n m_j \times f' = \sum_{j=1}^n m_j \times f(1-\eta) \quad (4.3-1)$$

式中： $P$ ——企业 VOCs 排放量，kg；

$m_j$ ——企业某一含 VOCs 原辅材料用量，kg；

$n$ ——企业含 VOCs 原辅材料种类数；

$f'$ ——企业排污系数，kgVOCs/kg 原辅材料；

$f$ ——企业产污系数，kgVOCs/kg 原辅材料；

$\eta$ ——治理设施的治理效率，%，可通过实测获得，若条件有限不能通过实测获得，可参考表 4.3-1 所示值。

表 4.3-1 常见治理设施治理效率

治理技术	治理效率 (%)	
	治理设施正常运行	无治理设施或治理设施不正常运行
活性炭吸附	45	0
低温等离子体	10	0

备注：治理设施运行不正常包括但不限于以下几种情况：1、车间未能有效密封，存在大量无组织排放；2、未能按要求及时更换活性炭；3、治理设施未运行；4、生产车间大，治理设施设计风量不够，工作点没有明显的正压或负压。

当存在两种或两种以上治理设施联合治理时，治理效率可按照式 4.3-2 进行计算。

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) \times \dots \times (1 - \eta_i) \quad (4.3-2)$$

式中  $\eta_i$  ——某种治理设施的治理效率。

[案例 1]某制鞋企业生产凉鞋、皮鞋、靴子等，年产量为 320 万双，含 VOCs 原辅材料年使用量分别为：PU 胶 6 吨，水性胶 24 吨，675 黄胶 3 吨，393 黄胶 2 吨，176 黄胶 4 吨，505 黄胶 5 吨，158PU 胶 3 吨，95NPU 胶 1 吨，甲苯 1 吨，快干 2 吨，废气统一收集经活性炭吸附塔净化后排放，估算该企业 VOCs 年排放量。

计算过程：

① 若活性炭吸附塔设计风量足够，生产过程中正常运转且定期更换活性炭，参考表 4.3-1，治理设施的治理效率为 45%。各原辅材料的用量分别为：PU 胶用量 6+3+1=10 吨，黄胶用量

3+2+4+5=14 吨，水性胶用量 24 吨，甲苯 1 吨，快干 2 吨。企业 VOCs 年排放量为：

$$\begin{aligned} P &= \sum_{j=1} m_j \times f(1-\eta) \\ &= [10 \times 0.83 + 14 \times 0.73 + 24 \times 0.008 + 1 \times 1 + 2 \times 1] \times (1 - 45\%) \\ &= 11.94 \text{吨} \end{aligned}$$

② 若活性炭吸附塔设计风量不够，存在大量的无组织排放或者活性炭长期未更换，则可认定治理设施的治理效率为 0。企业 VOCs 年排放量为：

$$\begin{aligned} P &= \sum_{j=1} m_j \times f(1-\eta) \\ &= 10 \times 0.83 + 14 \times 0.73 + 24 \times 0.008 + 1 \times 1 + 2 \times 1 \\ &= 21.71 \text{吨} \end{aligned}$$

#### 4.4 行业 VOCs 排放量的计算

制鞋行业 VOCs 产污系数如表 4.1-2 所示。

排放量估算步骤如下：

- ① 确定区域内使用同一类原辅材料企业的产量占行业总产量的权重  $\varepsilon$ 。
- ② 根据单位产量产污系数及类型权重，得出行业 VOCs 产污系数  $F$ 。
- ③ 确定区域内采用同一类治理设施企业的产量占行业总产量的权重  $\sigma_j$  及不同治理设施的治理效率  $\eta_i$ 。
- ④ 根据行业 VOCs 产污系数  $F$  及治理设施效率、权重统计行

业 VOCs 排污系数  $F'$ 。

⑤ 采用公式 4.4-1 估算区域 VOCs 排放量。

$$P_0 = a \times F' \quad (4.4-1)$$

式中： $P_0$ ——行业 VOCs 排放量，kg；

$a$  ——行业活动水平；

$F'$  ——行业 VOCs 排污系数；

[案例 2]某市共有 48 家制鞋企业(均是胶粘工艺)，年产量为 10570 万双，其中有 9 家采用水性胶，年产量为 2474 万双，39 家采用油性胶，年产量为 8096 万双。48 家制鞋企业中有 6 家采用活性炭吸附治理设施，年产量为 1625.3 万双，其余为无组织排放。估算该市制鞋行业的 VOCs 排放量。

计算过程：

① 水性胶和油性胶使用企业的产量分别占总产量的权重

使用水性胶企业类型权重： $\varepsilon_1 = 2474/10570 = 0.234$

使用油性胶企业类型权重： $\varepsilon_2 = 8096/10570 = 0.766$

② 由水性胶和油性胶使用企业的产污系数 8.96g/双、44.32g/

双及类型权重得制鞋行业产污系数

$$F = 8.96 \times 0.234 + 44.32 \times 0.766 = 36.05\text{g/双}$$

③ 计算具有同一治理设施的企业产量占总产量的权重

活性炭吸附治理设施权重： $\sigma_1 = 1625.3/10570 = 0.154$

无治理权重： $\sigma_2 = 1 - 0.154 = 0.846$

④ 计算制鞋行业 VOCs 排污系数

$$\begin{aligned} F' &= \sum_{j=1}^m F(1-\eta_j)\sigma_j \\ &= 36.05 \times [(1-45\%) \times 0.154 + (1-0) \times 0.846] \\ &= 33.55\text{g/双} \end{aligned}$$

某市制鞋行业 VOCs 排放量为：

$$P_0 = a \times F' = 10570\text{万双} \times 33.55\text{g/双} = 3546\text{吨}$$