

附件 7

《大气挥发性有机物源排放清单编制技术
指南（试行）》
（征求意见稿）

编制说明

项目名称：大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）

项目统一编号：

起草单位：北京大学、清华大学、华南理工大学等

主要起草人：邵敏等

北京大学项目管理人：邵敏

环保部科技标准司项目管理人：XXX

目 录

1 任务来源	4
2 指南编制的意义	4
3 指南编制原则与技术依据	4
3.1 编制原则	4
3.2 技术依据	2
4 主要编制工作过程	2
5 指南主要技术内容及说明	2
5.1 排放源分类分级方法	2
5.2 VOCs 排放量计算方法	4
5.3 排放量计算参数获取方法	5
5.4 源排放清单的应用与评估	7
6 指南实施建议	8

《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）》编制说明

1 任务来源

挥发性有机物(VOCs)是我国目前大气区域灰霾污染和光化学烟雾污染的形成均有重要贡献。目前,围绕如何深化大气环境保护工作、降低VOCs的排放、减少光化学烟雾和灰霾现象发生频率等开展了一系列科学研究工作。环境保护部科技标准司于2013年启动了环保公益科研专项重点项目“VOCs源排放控制和监管体系研究”,由北京大学承担。旨在摸清我国VOCs排放基本情况,评估其减排技术潜力,研究VOCs源排放控制和管理方法。依托该项目,环境保护部科技标准司给北京大学下达了编制《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南》的任务。北京大学、清华大学、华南理工大学等单位开展《大气挥发性有机物源排放清单指南》编制工作。

2 指南编制的意义

1) 摸清我国VOCs源排放基本情况

近年来针对我国主要大气污染物排放的研究成果主要集中在SO₂、NO_x、CO等污染物上,而较少涉及VOCs。大气挥发性有机物来源复杂,排放物种多,清单编制的难度较大。《大气挥发性有机物源排放清单指南》有助于指导城市、城市群及区域环境保护科研或管理部门以统一的方法学和数据计算VOCs排放量。

2) 促进VOCs源排放控制和管理

熟悉VOCs排放的部门分布和地域分布是开展VOCs源排放控制的前提和重要支撑。本指南指导城市、城市群及区域在仔细梳理排放源分类的基础上开展大气VOCs源排放清单编制工作,有助于加强对VOCs源排放特征的认识,促进对VOCs源排放的科学、实用、高效管理。

3) 促进区域空气质量改善,降低臭氧、SOA环境浓度

建立VOCs源排放清单是了解城市或区域臭氧和灰霾的形成及其分布等的基础之一。本指南旨在推动各地区建立VOCs源排放清单,与其他污染物排放清单一起构成区域空气质量模拟的输入,有助于理解区域或局地污染特征,制定区域空气质量改善措施。

3 指南编制原则与技术依据

3.1 编制原则

1) 科学实用原则

在确保大气挥发性有机物源排放清单编制工作的科学性与规范性的同时,应注重挥发性有机物污染来源的诊断,增强为污染防治决策服务的针对性和可操作性。

2) 标本兼治原则

既要满足城市与区域环境空气质量达标的长期需求,又要服务于重污染事件的源识别、预警与应急控制措施制定。以大气挥发性有机物源排放清单常态化工作为重点,同时加强对重污染过程污染来源的解析与验证。

3) 因地制宜与循序渐进原则

各地根据自身污染特征、基本条件和污染防治目标,结合社会发展水平与技术可行性,科学选择适合当地实际的源排放清单编制技术方法;随着源解析技术进步与环境信息资料的完备,不断完善和更新源清单结果。

3.2 技术依据

本指南编制过程中,参考了如下法律、法规、相关政策、标准等文件,具体包括:

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国大气污染防治法》

《国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见的通知》

《重点区域大气污染防治“十二五”规划》

《环境空气质量标准(GB 3095-2012)》

国家环境保护总局公告 2007 年第 4 号 关于发布《环境空气质量监测规范》(试行)的公告

4 主要编制工作过程

1) 2013 年 8 月成立编制组:依托环保公益科研专项重点项目“VOCs 源排放控制和监管体系研究”的科研团队,成立了《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南》编制组。

2) 2013 年 9 月召开大纲讨论会:收集国内外有关指南编制的资料;检索国内外最新发布的相关技术指南。编制组召开大纲讨论会,确定了指南编写大纲及工作进度安排。

3) 2013 年 10-11 月编写《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南》报审稿

5 指南主要技术内容及说明

5.1 排放源分类分级方法

《大气挥发性有机物源排放清单指南》区分了 VOCs 的五大类排放源:生物质燃烧源、化石燃料燃烧源、工艺过程排放源、溶剂使用源、移动源,考虑到不同行业所用燃料或原料类型、工业过程、处理技术等不同,依此对每大类排放源进一步细化。

5.1.1 生物质燃烧源分级

在我国，农作物秸秆除用作燃料外，有相当一部分秸秆被弃置田间直接焚烧，因此，将生物质燃烧源分为生物质燃料和生物质露天焚烧两种二级排放源。

生物质燃料的第三级分类为秸秆和薪柴；生物质露天燃烧仅有秸秆。

根据我国主要农作物与燃烧类型差异将生物质燃烧源的三级分级进一步细化到四级，为玉米、小麦、水稻、油料作物等。

5.1.2 化石燃料燃烧源分级

根据我国目前各种燃料的使用情况和现有统计数据形式，结合燃料类型和燃烧设备特征，将化石燃料燃烧源分成火力发电、供热、工商业消费、居民生活消费四个部门。

根据各部门化石燃料类型对二级分类细化至三级，包括煤、燃料油、煤气、天然气、液化石油气。

居民生活消费的四级排放源包括城市居民生活消费和农村居民生活消费。

5.1.3 工艺过程源分级

工艺过程排放源分为石油化工业和其他工艺过程两种二级排放源。

各工艺过程的VOCs排放存在很大差异，参考我国《国民经济行业分类》标准，将中类与本技术指南的第三级相对应，得到四级排放清单分类系统。对于基础化学原料制造和合成材料制造等包含物种繁多的复杂源，采用统计数据调研确定产量占90%以上的源类型细化到第四级分类。

5.1.4 溶剂使用源分级

根据主要排放过程确定溶剂使用排放源的二级分类，分为表面涂层、染色过程、农药使用、沥青铺路、以及其他。

表面涂层和染色过程的第三级对应《国民经济行业分类》中类，第四级对应小类，将这二类排放源分至第三级，然后细分至第四级。

依据农药类型，确定农药的第三级分类，包括杀虫剂、除草剂、除菌剂。

其他溶剂使用源的三级分类主要包括居民消费溶剂的使用，根据消费方式分为干洗、日用化妆品、去污脱脂，具体消费类型对应第四级。

5.1.5 移动源分级

移动源根据路径途径分为道路机动车和非道路移动源两种二级排放源。

道路机动车排放源按照与我国统计口径相对应的机动车类型划分到第三级，分轻型客车、轻型货车、重型货车、大型客车、摩托车共五种。按照汽车燃料将轻型客车、轻型货车、

重型货车分为汽油车和柴油车，作为第四级分类；大型客车则分为公共汽车和长途车；摩托车按发动机类型分至第四级，包括两冲程和四冲程摩托车。

非道路移动源的二级排放源按其用途分为飞机、铁路、轮船、农业、建筑五种。飞机源根据机型划分第四级排放源；其他三级排放源由发动机类型和燃料类型确定第四级。

5.2 VOCs 排放量计算方法

VOCs 排放量计算采用下面的公式：

$$E_{i,j,y} = \sum_{j,k} EF_{i,j,k,y} \times A_{i,j,k,y} \quad (1)$$

式中， i 为地区（县或省、直辖市、自治区）， j 为排放源， k 为技术类型， y 为年份， $E_{i,j,y}$ 为 y 年 i 地区 j 排放源的排放量。EF 为排放因子，A 为活动水平。

5.2.1 道路机动车排放源计算参数

机动车排放源的 VOCs 排放量计算方法为：

$$E_{v,t} = \sum P_{i,j,t} \times EF_{i,j,t} \times VMT_t \quad (2)$$

式中， E_v 为机动车 VOCs 排放量， i 为车辆类型， j 为省市或自治区， t 为计算年份， P 为车辆保有量，EF 为排放因子，为单位行驶里程 VOCs 排放量， VMT 为行驶里程。

5.2.2 生物质燃烧源计算参数

生物质燃烧源的排放因子 EF 为燃烧单位质量的生物质所产生的 VOCs 排放量，活动水平 A 为生物质的燃烧量。对于生物质露天焚烧源中的生物质露天焚烧量可根据农作物产量进行估算：

$$Q_m = (\sum C_{k,m} \times G_k) \times R_m \times f \quad (3)$$

式中， k 为农作物类型， m 为省、市、自治区， Q 为秸秆焚烧量， C 为农作物产量， G 为农作物谷草比， R 为秸秆露天焚烧比例， f 为秸秆焚烧效率。

5.2.3 工艺过程源计算参数

工艺过程源排放因子 EF 为生产单位产品产量的 VOCs 排放量，活动水平 A 为产品产量。

5.2.4 化石燃料燃烧源计算参数

化石燃料燃烧源排放因子 EF 为单位燃料消耗量的 VOCs 排放量，活动水平 A 为燃料消耗量。

5.2.5 溶剂使用源计算参数

溶剂使用源排放因子 EF 为单位溶剂使用量的 VOCs 排放量，活动水平 A 为溶剂使用量。

5.3 排放量计算参数获取方法

5.3.1 排放因子获取方法

排放因子获取的途径包括污染源实测法、物料衡算法、检索排放因子数据库法等。排放因子获取方法优先采用污染源实测法，如没有实测数据，则依次采用物料衡算法与检索排放因子数据库法。在实际计算过程中，第二与第三种方法可以作为第一种方法的重要补充。

测试方法成熟、测试样本量大时适合采用污染源实测法获取排放因子。如国内经常开展电厂锅炉、民用炉灶、机动车排放因子测试，测试方法与技术基本成熟，同时积攒了很多测试数据。但污染源实测法常常仅能覆盖部分排放源，或者污染源实测法样本数量较少，得到的排放因子等级较低。这时应酌情采用物料衡算法与检索排放因子数据库法。

物料衡算法是指根据质量守恒定律，由 VOCs 的投入产出估算排放量。溶剂使用源适合采用物料衡算，因此类排放源存在逸散过程，排放因子难以通过测量获得。

检索排放因子数据库法是指在排放因子库中查找相近燃料/产品、工艺技术、污染控制技术的排放因子。排放因子数据库推荐使用指南中的排放因子推荐值，该数据库综合了大量国内实测数据、以及 AP42 和 CORINAIR 中的排放因子，并对国外排放因子进行严格筛选后建立的。该方法适合不具备使用污染源实测法与物料衡算法的地区采用获取排放因子。

5.3.2 活动水平获取方法

化石燃料燃烧源中燃料的消耗量应根据当地统计局、能源局或统计年鉴尽可能获得各部门燃料消耗量。

生物质燃烧源中的秸秆和薪柴燃料使用量可由当地能源局、统计局获取。生物质露天焚烧量可以通过实地调查获取，也可根据统计局获得农作物产量，由式(3)计算得到，同时也可应用气象卫星火点识别露天焚烧的地理位置。

工艺过程和溶剂使用源的活动水平获取应根据当地工业统计数据、实地调查等途径得到，需要调查的第四级源的对应活动水平指标见表 1、表 2：

表 1 工艺过程活动水平对应的指标

子源	对应指标	子源	对应指标
洗煤	洗选煤+其他洗煤	油漆	油漆(万吨)
石油开采	原油 一次能源生产量	染料	染料(万吨)
天然气开采	天然气 一次能源生产量	碳黑	石墨及碳素制品(万吨)
植物油提炼: 溶剂	精制食用植物油(万吨)	合成橡胶	合成橡胶(万吨)

萃取			
熏肉	肉制品(万吨)	合成氨	合成氨(万吨)
面包	面包(万吨)	化学原料药	化学原料药(万吨)
饼干	饼干(万吨)	尼纶	锦纶(万吨)
制糖	制糖(万吨)	涤纶	涤纶(万吨)
白酒	白酒/酒精(万吨)	腈纶	腈纶(万吨)
啤酒	啤酒(万吨)	丙纶	丙纶(万吨)
红酒	葡萄酒(万吨)	维纶	维纶(万吨)
印染	印染布(亿米)	合成纤维	合成纤维(万吨)
皮革	轻革(亿平方米)	粘胶纤维	粘胶纤维(万吨)
人造板	胶合板(万立方米)	轮胎	轮胎外胎(万条)
牛皮纸制浆法	机制纸及纸板(万吨)	泡沫塑料	发泡剂(万吨)
炼油：生产/冷却/ 泄露/污水	原油加工量(万吨)	水泥	水泥(万吨)
炼焦：机械	机械化焦炉生产的焦炭	砖	砖(亿块)
炼焦：土法	焦炭-机械化炼焦	陶瓷	日用陶瓷(亿件)
乙烯	乙烯(万吨)	搪瓷	日用搪瓷制品(万吨)
丙烯	丙烯(万吨)	玻璃	平板玻璃(万重量箱)
丙烯腈	丙烯腈	玻璃纤维	玻璃纤维纱(万吨)
苯	苯(万吨)	沥青油毡	沥青油毡类防水卷材(万平方米)
乙苯	乙苯(万吨)	炼钢：电弧炉	电弧炉钢(万吨)
丁二烯	丁二烯(万吨)	炼钢：热轧	转炉钢(万吨)
苯乙烯	苯乙烯(万吨)	炼钢：未注明工 艺轧钢	其他钢(万吨)
聚氯乙烯(PVC)	聚氯乙烯树脂(万吨)	污水处理	城镇生活污水排放量*城镇生 活污水处理率(%)
聚苯乙烯(PS)	聚苯乙烯(万吨)	固体废物焚烧	生活垃圾 无害化处理量 焚 烧(万吨)
聚丙烯(PP)	聚丙烯树脂(万吨)	固体废物堆肥	生活垃圾 无害化处理量 堆 肥(万吨)
高密度聚乙烯	高密度聚乙烯(万吨)	固体废物填埋	生活垃圾 无害化处理量 填 埋(万吨)

低密度聚乙烯	低密度+线性聚乙烯(万吨)	加油站(泄露/加油损失)	加油站(个)*单站加油量(万吨)
油墨	油墨(万吨)	油品储存(汽油/原油)	开采量+进口量+出口量+精炼量
汽油储存	炼油量+进口量+出口量	油品运输(汽油/原油)	精炼量*车载率
汽油运输	加油量*车载率+炼油量*车载率		

表 2 溶剂使用源活动水平来源及对应调查的参数

溶剂使用源	对应参数
饮料涂层	集装箱及金属包装容器制造厂
电缆光缆涂层	电线电缆制造厂
金属家具涂层	金属家具制造厂
家电涂层	缝纫机、电视机、洗衣机、电风扇、电冰箱、录放音机、微型电子计算机、吸尘器、照相机、空调、冷冻箱
打字机	打字机
其他办公用品	文教体育用品企业数

流动源中的道路流动源活动水平获取需要得到车辆保有量、行驶里程数据。车辆保有量和行驶里程数据可以从当地交管部门获取。根据交管部门登记的车辆注册信息获取道路流动源第 3-4 级活动水平，包括燃油类型、车型分布与登记注册时间等。流动源中的非道路流动源需获取柴油消耗量，可通过统计年鉴获得。非道路车辆或器械保有量通过实际调研得到，如铁路机车通过当地铁路局获得；船舶通过当地交管部门获得；拖拉机、农用车、农用机械通过当地农业局获得；建筑机械通过当地城建委获得。

5.4 源排放清单的应用与评估

5.4.1 VOCs 源排放清单的应用

基于 VOCs 源排放清单，可以进行大气 VOCs 污染来源解析。通过 VOCs 排放空间分布及其源的贡献，可以识别出 VOCs 源排放的重点区域以及重要行业或企业。重点区域、重要行业、重点企业的识别，有利于明确 VOCs 污染防治的方向，帮助制定合理有效的控制方案。

同时，将网格化的排放清单输入到空气质量模型中，进行空气质量的模拟。模拟结果可得到臭氧、颗粒物等污染物的空间分布，帮助从空气质量的角度提出改善空气质量的减排目标。

通过减排情景设计得到减排清单，作为模型的输入，可以模拟政策实施之后的空气质量状况，并与基准情景对比，对政策实施效果进行预评估。

5.4.2 VOCs 源排放清单的评估与验证

在进一步利用排放清单进行控制策略分析之前，对排放清单的可靠性进行分析是十分重要的。用于分析排放清单可靠性的方法主要包括排放清单的不确定性分析和利用空气质量模型的模拟结果进行清单的间接验证。

其中，通过排放清单的不确定性分析，可以得到排放总量的置信区间范围，进而评估排放清单的可靠性。不确定性分析可以选用的方法是蒙特卡洛方法，评估的内容是排放总量的置信区间。

利用空气质量模型的模拟结果和观测结果，在时间变化趋势、空间分布和化学组分构成等方面进行比较，可以间接验证排放清单的准确性。

6 指南实施建议

1) VOCs 源排放清单编制技术指南应与各种污染防治政策 (包括地方标准)建立关联关系，并要具有一定的强制性，加强行政指导，促进大气挥发性有机物污染防治工作的开展。

2) 建议各地区依据本指南提出的技术路线，结合当地数据可获得性，确定一套完整的排放量计算参数的获取方案。以后进行排放清单更新时采用统一的获取途径以确保多套排放清单的可比性，如获取途径发生改变应进行说明。

3) 根据 VOCs 排放源的变化及工艺技术、污染控制技术的发展状况，适时修订本指南，吸纳各种新的排放源及新的技术，淘汰过时的技术。