

生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南

(试 行)

第一章 总 则

1.1 编制目的

为贯彻落实国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》和《大气污染防治行动计划》，推进我国大气污染防治工作的进程，增强生物质燃烧污染防治工作的科学性、针对性和有效性，根据《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》、《环境空气质量标准》及相关法律、法规、标准、文件，编制《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》(以下简称“指南”)。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南明确了生物质燃烧源大气污染物排放清单编制的技术流程、技术方法、质量控制等内容。

1.2.2 本指南适用于指导生物质锅炉、户用生物质炉具、森林火灾、草原火灾、秸秆露天焚烧等生物质燃烧过程大气污染物排放清单编制工作。

1.2.3 本指南涉及的大气污染物主要包括二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、氨气(NH₃)、一氧化碳(CO)和挥发性有机物(VOCs)、可吸入颗粒物(PM₁₀)、细颗粒物(PM_{2.5})。

1.3 编制依据

《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》

《大气污染防治行动计划》

《重点区域大气污染防治“十二五”规划》

《大气细颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）》

《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）》

《大气氨源排放清单编制技术指南（试行）》。

当上述标准和文件被修订时，使用其最新版本。

1.4 术语与定义

下列术语和定义适用于本指南。

生物质燃烧：包括锅炉、炉具等使用未经过改性加工的生物质材料的燃烧过程，以及森林火灾、草原火灾、秸秆露天焚烧等。

生物质锅炉：以未经过改性加工的生物质为燃料的锅炉。

户用生物质炉具：以未经过改性加工的生物质为燃料、具有炊事或采暖功能的户用炉具。

挥发性有机物（VOCs）：在标准状态下饱和蒸气压较高（标准状态下大于13.33Pa）、沸点较低、分子量小、常温状态下易挥发的有机化合物（甲烷除外）。

可吸入颗粒物（PM₁₀）：指空气动力学当量直径小于等于10 μm 的颗粒物。

细颗粒物（PM_{2.5}）：指空气动力学当量直径小于等于2.5 μm

的颗粒物。

排放清单：指各种排放源在一定的时间跨度和空间区域内向大气中排放的大气污染物的量的集合。

活动水平：指在一定时间范围内以及在界定地区里，与大气污染物排放相关的生产或消费活动的量。

产生系数：指使用污染控制设备或措施前，单位活动水平产生的大气污染物的量。

排放系数：指使用污染控制设备或措施后，单位活动水平排放的大气污染物的量；无污染控制措施时，排放系数等于产生系数。

1.5 指导原则

1.5.1 科学实用原则：在确保排放清单编制工作的科学性与规范性的同时，增强为污染防治决策服务的针对性和可操作性；

1.5.2 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，科学选择所需数据的获取方法。随着环境信息资料的完备，不断完善和更新源排放清单。

1.6 组织编制单位

本指南由环境保护部科技标准司组织，清华大学起草编制。

第二章 生物质燃烧源的分类

根据生物质燃烧的特点，将生物质燃烧分为生物质锅炉、户用生物质炉具和生物质开放燃烧三大类（表1）。

生物质锅炉一般燃用生物质成型燃料，在本指南中不再进行

第三级分类。

对于户用生物质炉具，将其按燃料类型分为秸秆、薪柴、生物质成型燃料和牲畜粪便四大类。其中，“牲畜粪便”一般仅在畜牧业发达的地区有所应用。在统计资料具备的条件下，可进一步将“秸秆”按照作物种类分为玉米、小麦、水稻、高粱、油菜和其他等，详见表 1。在排放清单编制中，应根据数据可得性选择采用第二级或第三级分类。

生物质开放燃烧可分为森林火灾、草原火灾、秸秆露天焚烧三类。每类排放源分别按照森林植被气候带、草地类型和秸秆种类进一步细分。其中，森林火灾按照焚烧的植被带分为热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、温带、寒温带和西藏区等 8 类；草原火灾按照焚烧的草地类型分为温性草甸草原、温性草原、温性荒漠草原、温性荒漠、低地草甸、山地草甸、暖性草丛、热性草丛、高寒草甸、高寒草原等 10 类；秸秆露天焚烧按照秸秆焚烧种类分为玉米秸秆、小麦秸秆、水稻秸秆和其它秸秆。

表 1 生物质燃烧源的分类

第一级分类	第二级分类	第三级分类
生物质锅炉	生物质成型燃料	--
户用生物质炉具	秸秆	玉米秸秆
		小麦秸秆
		水稻秸秆
		高粱秸秆
		油菜秸秆
		其他秸秆
	薪柴	薪柴
	生物质成型燃料	生物质成型燃料
	牲畜粪便	牲畜粪便

生物质开放燃烧	森林火灾	热带*
		南亚热带*
		中亚热带*
		北亚热带*
		暖温带*
		温带*
		寒温带*
		西藏区
	草原火灾	温性草甸草原**
		温性荒漠草原**
		温性荒漠**
		低地草甸**
		山地草甸**
		暖性草丛**
		热性草丛**
		高寒草甸**
		高寒草原**
		温性草原**
	秸秆露天焚烧	玉米秸秆
		小麦秸秆
水稻秸秆		
其它秸秆		

注：*各气候带划分参见《中国气候区划名称与代码 气候带和气候大区(GB/T 17297-1998)》。

**草地类型划分参见《中国草地类型的划分标准和中国草地类型分类系统》(1988)。

第三章 大气污染物排放清单编制的技术流程和方法

3.1 排放源分类分级体系的确定

编制生物质燃烧大气污染物排放清单时，应首先对清单编制区域内的排放源进行初步摸底调查，明确当地排放源的主要构成，选取合适的排放源分类级别，以确定源清单编制过程中的活动水平数据调查和收集对象。

3.2 排放清单计算空间尺度的确定

点源是指可获得固定排放位置及活动水平的排放源，在排放清单中一般体现为单个企业或工厂的排放量；面源是指难以获取固定排放位置和活动水平的排放源的集合，在清单中一般体现为省、地级市或区县的排放总量。

在有详细统计信息的条件下，生物质锅炉可按点源进行计算；如果缺少生物质锅炉具体地理位置的信息，则按面源进行计算。户用生物质炉具和生物质开放燃烧一般按面源考虑，但在有条件的情况下，可以利用卫星观测的火点数据对生物质开放燃烧的排放量进行空间定位。

3.3 大气污染物排放量的计算方法

对于生物质燃烧，某一种大气污染物的排放量 $E_i(t)$ 的计算采用下面的公式：

$$E_i = \sum_{i,j,k,m} (A_{i,j,k,m} \times EF_{i,j,k,m}) / 1000 \quad (1)$$

式中， A 为排放源活动水平 (t)； EF 为排放系数 (g/kg)； i 为某一种大气污染物； j 为地区，如省（直辖市或自治区）、市、县； k 为生物质燃烧类型（生物质锅炉、户用生物质炉具、森林火灾、草原火灾、秸秆露天焚烧）； m 为燃料/植被带/草地/秸秆类型。

对于生物质锅炉，由于其规模相对较大，可安装除尘器等污染控制设施，在这种情况下，排放系数 EF 应由下面的公式计算得到：

$$EF = EF_0 \times (1 - \eta) \quad (2)$$

式中， EF_0 为污染物产生系数 (g/kg)； η 为污染控制设施的

去除效率。

根据公式(1)，计算大气污染物排放量需要确定的参数有排放源活动水平 A 和排放系数 EF。

3.4 数据调查收集

编制排放清单时，应当针对第二级或第三级排放源逐一制订活动水平调查方案，建立活动水平调查清单，确定调查流程，明确数据获取途径。

编制清单时应当明确数据获取的基准年份，活动水平调查时尽可能收集与基准年份相对应的数据。基准年份数据缺失的，可采用相邻年份的数据，并根据社会经济发展状况决定是否进行适当调整。

数据的调查收集过程应与现有数据统计体系结合，优先从环境统计、污染源普查等数据库中获取相关信息。

获得的活动水平数据应采取统一的数据处理方法和数据存储格式，保证数据收集和传递的质量。应安排专人对数据进行检查和校对，对可疑的异常数据进行核实。

3.5 活动水平数据质量控制

活动水平数据质量控制包括正确性检验、一致性检验和完整性检验三个方面。

正确性检验包括明确各排放源活动水平数据来源，确保记录和归档的正确性；校对数据，对可疑异常数据进行核实；检查数据单位是否正确。

一致性检验包括检验不同排放源活动水平调查空间和时间范围是否相同；排放量计算参数是否具有内在一致性。

完整性检验指检查活动水平调查范围是否涵盖所有排放源类型，确保不重不漏。

第四章 大气污染物排放量计算参数获取方法和途径

4.1 活动水平数据的获取

4.1.1 生物质锅炉

生物质锅炉的活动水平 A，也就是生物质燃料燃烧量，目前缺少统计数据，应自行开展调查获得。调查内容包括生物质锅炉的地理位置、所用生物质燃料的类型、年生物质燃料消费量等。

4.1.2 户用生物质炉具

户用生物质炉具的活动水平 A，也就是生物质燃料燃烧量。可从当地能源统计数据或农业统计数据中获取秸秆、薪柴和生物质成型燃料作为农村能源的消费量。如果需要更细致的第三级分类，或者在畜牧业发达地区需要获得牲畜粪便的使用量，或者无法直接从当地能源统计数据或农村统计数据中获取相关信息，可自行开展各种生物质燃料使用情况的调查分析，调查表格式可参考附表 1。当地不具备秸秆、薪柴统计数据，且没有条件开展调查时，可基于上一级行政区域的统计数据并利用农村人口密度等代用参数插值获得。具体方法是，首先从本地统计数据和上级行政区域的统计年鉴中获得本地和上级行政区域的农村人口数，计算本地农村人口占上级行政区域总农村人口的比例；用该比例乘以上级行政区域秸秆、薪柴和生物质成型燃料作为农村能源的消费量，即可估算得到本地秸秆、薪柴和生物质成型燃料作为农村能源的消费量。

4.1.3 森林火灾

森林火灾的活动水平 A ，也就是森林火灾消耗的生物量 (t)，按照下式进行计算：

$$A = AR \times D \times \eta \quad (3)$$

式中， AR 为火灾受害面积 (hm^2)、 D 为森林干生物量 (t/hm^2)， η 为燃烧率。

各地区森林火灾受害面积来源于国家林业局的年度森林火灾统计资料，森林火灾统计是按省级区域进行统计，由于不同植被气候带的生物量有所差别，按照植被气候带分配受害面积；对于一个省级区域处于 1 个气候带，则受害面积全部分配到该气候带；对于一个省级区域处于 2 个或多个气候带，将森林火灾受害面积分配到不同的气候带。不同植被带平均生物量见表 2。不同植被带的平均燃烧率选取 0.5。

表 2 各植被带森林平均地上生物量 (t/hm^2)

植被带	热带	南亚热带	中亚热带	北亚热带	暖温带	温带	寒温带	西藏区
生物量	348	178	143	98	55	157	93	121

4.1.4 草原火灾

草原火灾的活动水平 A ，也就是草原火灾消耗的生物量 (t)，按照下式进行计算：

$$A = AR \times D \times \eta \quad (4)$$

式中， AR 为火灾受害面积 (hm^2)； D 为草原干生物量 (t/hm^2)； η 为燃烧率。

各地区草原火灾过火面积来源于农业部的统计资料，草原火灾统计是按省级区域进行统计，由于不同草地类型的生物量有所

差别，按照草地类型分配受害面积；对于一个省级区域处于 1 个草地类型，则过火面积全部分配到该草地类型；对于一个省级区域处于 2 个或多个草地类型，将过火面积分配到不同的草地类型。不同草地类型的生物量见表 3。燃烧率选取 0.8。

表 3 不同草地类型的平均地上生物量 (t/hm²)

草地类型	温性草甸草原	温性草原	温性荒漠草原	温性荒漠	低地草甸
生物量	1.579	0.872	0.492	0.344	1.674
草地类型	山地草甸	暖性草丛	热性草丛	高寒草甸	高寒草原
生物量	1.617	1.643	2.643	0.882	0.268

4.1.5 秸秆露天焚烧

秸秆露天焚烧的活动水平 A，也就是秸秆露天焚烧消耗的生物量 (t)，按照下式进行计算：

$$A = P \times N \times R \times \eta \quad (5)$$

或

$$A = AR \times B \times N \times \eta \quad (6)$$

式中，P 为农作物产量 (t)；N 为草谷比，指秸秆干物质量与作物产量的比值；R 为秸秆露天焚烧比例； η 为燃烧率；AR 为秸秆露天焚烧的面积 (hm²)；B 为单位面积农作物产量 (t/hm²)。

农作物产量数据来源于农业部的统计资料；草谷比取值见表 4；燃烧率选取 0.9。秸秆露天焚烧比例在各地区差异较大，因此，在有条件的情况下，宜通过抽样调查的方法获得，调查表格式可参考附表 2。如果没有条件开展抽样调查，亦可取秸秆露天焚烧比例经验值为 20%。

表 4 各类作物平均草谷比

作物类型	水稻	小麦	玉米	其他主要作物
草谷比	1.323	1.718	1.269	1.5

4.2 排放系数获取途径

排放系数 EF 为单位干生物质燃烧的大气污染物排放量 (g/kg)。具体说来, 生物质锅炉和户用生物质炉具排放系数为燃用的单位干生物质燃料的大气污染物排放量 (g/kg)。森林/草原火灾的排放系数为森林火灾或草原火灾中消耗的单位干生物量的大气污染物排放量 (g/kg)。秸秆露天焚烧的排放系数为露天焚烧单位干物质的大气污染物排放量 (g/kg)。

生物质燃烧排放系数的获取方法包括实测法和文献调研法。排放系数获取方法优先采用污染源实测法, 如缺少可靠的实测数据, 则采用文献调研法。

实测法是指对污染源开展测试, 获取实际条件下的排放系数。实测法的优点是能够反映污染源的实际情况, 获取的排放系数准确度高; 缺点是工作量大, 需要的人力和成本较高。有条件的地区可对当地典型生物质燃烧开展实际排放系数(和污染控制设施去除率)的测试。

文献调研法是指收集整理文献中报道的排放系数, 并用于排放量计算的方法。

在缺少可靠的本地实测资料的情况下, 本指南推荐使用的生物质燃烧几种主要大气污染物排放的计算参数见表 5-表 10。生物质锅炉的污染物产生系数和主要污染控制设施的去除率如表 5 和表 6 所示。对于户用生物质炉具, 如果采用第二级分类, 宜根

据表 7 的排放系数进行计算；如果采用第三级分类，宜采用表 8 的排放系数进行计算。对于生物质开放燃烧，如果秸秆采用第二级分类，其排放系数如表 9 所示；如果秸秆采用第三级分类，其排放系数如表 10 所示。燃烧状态对生物质源排放系数影响显著，在可获取生物质源的实际燃烧状态和有实测的不同燃烧状态下排放系数的情况下，可根据不同的燃烧状态确定适合本地的排放系数。

表 5 生物质锅炉污染物产生系数汇总 (g/kg 生物质)

项目	燃料	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	VOCs	PM ₁₀	PM _{2.5}
生物质锅炉	生物质成型燃料	0.70	2.79	0.24	6.22	1.13	1.12	0.95

表 6 生物质锅炉主要污染控制设施的去除率 (%)

除尘技术	PM ₁₀ 去除率	PM _{2.5} 去除率	脱硫技术	SO ₂ 去除率	脱硝技术	NO _x 去除率
袋式除尘	95	94.5	炉内喷钙	60	低氮燃烧技术	30
湿式除尘	56.1	50	烟气脱硫	88	选择性非催化还原	40
机械式除尘	19.2	10			选择性催化还原	80
					低氮燃烧技术+选择性非催化还原	58
					低氮燃烧技术+选择性催化还原	86

表 7 户用生物质炉具排放系数汇总 (第二级分类, g/kg 生物质)

项目		SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	VOCs	PM ₁₀	PM _{2.5}
户用生物质炉具	秸秆	1.38	0.62	0.53	95.3	8.27	7.05	6.56
	薪柴	0.40	0.97	1.30	29.0	3.13	3.48	3.24
	生物质成型燃料	0.40	1.07	1.30	8.25	1.13	1.24	0.67
	牲畜粪便	0.28	0.58	1.30	19.8	3.13	8.84	8.22

表 8 户用生物质炉具排放系数汇总 (第三级分类, g/kg)

项目		SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	VOCs	PM ₁₀	PM _{2.5}
户用生物质炉具	玉米秸秆	1.33	0.83	0.68	56.6	7.34	7.39	6.87
	小麦秸秆	2.36	0.51	0.37	171.7	9.37	8.86	8.24
	水稻秸秆	0.48	0.43	0.52	67.7	8.40	6.88	6.40
	高粱秸秆	1.25	1.12	0.52	44.9	1.61	7.63	7.10
	油菜秸秆	1.36	1.65	0.52	133.5	7.97	13.73	12.77
	其他秸秆	1.36	0.72	0.52	85.2	7.97	7.69	7.15
	薪柴	0.40	0.97	1.30	29.0	3.13	3.48	3.24
	生物质成型燃料	0.40	1.07	1.30	8.25	1.13	1.24	0.67
	牲畜粪便	0.28	0.58	1.30	19.8	3.13	8.84	8.22

表 9 生物质开放燃烧排放系数汇总（秸秆二级分类，g/kg 生物质）

项目		SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	VOCs	PM ₁₀	PM _{2.5}
森林火灾	热带	0.57	1.60	2.90	104.0	8.10	9.29	9.10
	温带	1.00	3.00	2.90	107.0	5.70	13.27	13.00
草原火灾		0.35	3.90	0.70	65.0	3.40	5.51	5.40
秸秆露天焚烧		0.53	2.92	0.53	49.9	8.45	6.93	6.79

表 10 生物质开放燃烧排放系数汇总（秸秆三级分类，g/kg 生物质）

项目		SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	VOCs	PM ₁₀	PM _{2.5}
森林火灾	热带	0.57	1.60	2.90	104.0	8.10	9.29	9.10
	温带	1.00	3.00	2.90	107.0	5.70	13.27	13.00
草原火灾		0.35	3.90	0.70	65.0	3.40	5.51	5.40
秸秆露天焚烧	玉米	0.44	4.30	0.68	53.0	10.40	11.95	11.71
	小麦	0.85	3.31	0.37	59.6	7.48	7.73	7.58
	水稻	0.53	1.42	0.53	27.7	8.45	5.78	5.67
	其他	0.53	2.92	0.53	49.9	8.45	6.93	6.79

第五章 排放清单的应用与评估

5.1 排放清单的应用

(1) 用于大气污染物排放特征分析。

基于生物质燃烧源排放清单和其它污染源排放清单,分析重点排放区域、重点排放源对当地大气污染物排放总量的分担率。

(2) 用于大气污染机理与成因分析。

生物质燃烧作为一项重要的大气污染物排放源,其排放清单作为空气质量模型的输入,可进行时空连续变化的污染特征分析。特别是对于一些生物质燃烧起着重要作用的污染时段,利用空气质量模型进行污染形成过程的分析,对于理解污染形成的机理,制定有效的控制对策具有重要意义。可选用的模型有 CMAQ、NAQPMS、CAMx、WRF-Chem 等。

在将生物质燃烧源排放清单输入模型时,需对清单进行空间分配和时间分配。生物质锅炉的排放量应按照调研所得的具体地理位置进行定位。对于生物质炉灶和生物质开放燃烧,如果开展了实地调研,应按照生物质燃烧的实际发生位置(一般具体到行政村)进行空间分配;如果未开展实地调研,应根据农村人口数或农业 GDP 等代用参数对辖区内生物质燃烧的排放量进行分配。对于生物质开放燃烧(包括森林草原火灾和秸秆露天焚烧),在有条件的情况下,还可依靠卫星观测到的火点数据进行空间分配,具体方法如下:

$$E_i = \frac{FC_i}{FC_k} \times E_k \quad (7)$$

式中 FC_i 是网格 i 中的火点数, FC_k 是省份 k 中的总火点数, E_k 是省份 k 中生物质燃烧的总排放。

对于生物质炉灶,应按照模拟研究中使用的经验性时间变化系数(一般通过抽样调研获得)对排放量进行时间分配。对于生

物质开放燃烧，如果未开展实地调研，应按照经验性的时间变化系数进行分配；如果开展了秸秆露天焚烧的实地调研，应根据露天焚烧实际发生的时段对排放量进行时间分配；在有条件的情况下，生物质开放燃烧（包括森林草原火灾和秸秆露天焚烧）的排放量还可依靠卫星观测到的火点数据进行时间分配，具体方法与上述根据火点数进行空间分配的方法类似。

（3）用于大气污染物污染来源解析。

通过生物质燃烧排放清单，得到分区域排放量汇总统计，分析各区域中生物质燃烧源对当地排放总量的分担率和对浓度的贡献率。

（4）用于生物质燃烧污染控制方案的制定与预评估。

通过减排情景设计，借助空气质量模型，对政策实施效果进行预评估，明确生物质燃烧污染防治的方向，帮助制定合理有效的控制方案和达标规划。

5.2 排放清单的评估与验证

排放清单的准确性可通过不确定性分析方法评估。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。不确定性分析可用于重要污染源信息的甄别，评估排放清单的准确性。

排放清单的可靠性可通过空气质量模拟进行验证。具体方法是利用空气质量模型模拟并与同时段空气质量观测结果比较，对排放清单进行间接验证。

排放清单的可靠性还可通过钾离子、左旋葡聚糖等示踪物进行验证。具体方法是通过环境观测中钾离子、左旋葡聚糖等示踪

物的浓度，估算生物质燃烧在各类源总排放量中的贡献率，并与排放清单估算结果进行比较，从而对排放清单进行间接验证。

此排放清单中生物质开放燃烧部分也可以通过与其他方法计算所得的排放进行对比验证，如可以通过卫星所观测到的燃烧面积计算草原、森林大火等的排放。

附录

附表1 户用生物质炉具使用农作物秸秆、薪柴、生物质成型燃料和牲畜粪便情况调查表

调查地点： 市 区/县 乡/镇 村； 调查时间： 年 月 日
 户主姓名： 家庭人口数： 人

目的	农作物秸秆使用量（公斤/天）						薪柴使用量(公斤/天)	生物质成型燃料使用量（公斤/天）	牲畜粪便使用量(公斤/天)	备注
	玉米秸秆	小麦秸秆	水稻秸秆	高粱秸秆	油菜秸秆	其他秸秆				
炊事										
采暖										

注：各地可以根据实际情况进行简化

附表2 农作物秸秆露天焚烧比例调查表

调查地点： 市 区/县 乡/镇 村； 调查时间： 年 月 日； 户主姓名：

序号	农作物年产量（公斤）				各种农作物秸秆露天焚烧的比例（%）				各月份燃烧量占全年的比例（%）												备注	
	玉米	小麦	水稻	其他	玉米	小麦	水稻	其他	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						

注：各地可以根据实际情况进行简化