

附件 3

《民用煤大气污染物排放清单 编制技术指南（试行）》

（征求意见稿）

编制说明

《民用煤大气污染物排放清单编制技术指南》编制组

二〇一六年三月

项目名称：民用煤大气污染物排放清单编制技术指南（试行）

起草单位：北京市环境保护科学研究院、中国环境科学研究院、北京市环境保护监测中心

主要起草人：潘涛、闫静、周震、薛志钢、支国瑞、李令军、钟连红、薛亦峰、杜谨宏、赵文慧、罗志云、程苗苗、姜磊、燕潇、任岩军、李金香、张蕊、张新民、张立坤、刘妍、马京华、粟京平

环保部科技标准司项目管理人：陈 胜

目 录

1 任务来源.....	27
2 指南制定的意义.....	27
3 指南编制原则与技术依据.....	28
3.1 编制原则	28
3.2 技术依据	28
4 指南主要技术内容及说明.....	29
4.1 排放源分类分级方法	29
4.2 大气污染物排放量计算方法	29
4.3 排放量计算参数获取方法	30
4.3.1 活动水平获取方法	30
4.3.2 排放系数获取方法	33
4.3.3 民用煤检测方法	40
4.4 排放清单的数据格式	41
4.5 源排放清单的评估与验证	43
5 指南实施建议.....	43
6 参考文献.....	44

《民用煤大气污染物排放清单 编制技术指南（试行）》编制说明

1 任务来源

自《环境空气质量标准》增加细颗粒物（PM_{2.5}）浓度限值监测指标以来，围绕如何深化大气环境保护工作、降低区域 PM_{2.5} 环境浓度、减少灰霾现象发生频率等开展了一系列科学研究工作。编制可靠的源排放清单，是开展污染控制决策的基础性工作。近年，农村量大面广、低空排放的散煤污染日益突出，在此背景下，环境保护部科技标准司给北京市环境保护科学研究院下达了编制《民用煤大气污染物排放清单编制技术指南》（以下简称“指南”）的任务。北京市环境保护科学研究院会同中国环境科学研究院、北京市环境保护监测中心根据项目的阶段性研究成果，开展指南编制工作。

2 指南制定的意义

（1）摸清我国民用煤排放基本情况

农村燃煤类型多样，燃煤量大面广，导致民用煤燃烧源活动水平数据获取的难度较大，且近年研究成果较少涉及民用煤大气污染物的排放。《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民用煤燃烧大气污染物排放量。

（2）促进民用煤排放控制和管理

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

开展民用煤排放清单编制工作，有助于掌握民用煤排放特征，促进对民用煤排放的科学、实用、高效管理。

(3) 促进区域环境空气质量改善

农村量大面广、粗放式散煤燃烧导致的污染日益严重，是控制的重点污染源。指南旨在推动各地区建立民用煤大气污染物排放清单，与其他污染源排放清单一起构成区域空气质量模拟的输入，有助于分析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

在确保民用煤大气污染物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。

(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，科学选择适合当地实际的源排放清单编制技术路线；随着环境信息资料的完备，不断完善和更新源排放清单。

3.2 技术依据

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》

《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）》

《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）》

4 指南主要技术内容及说明

4.1 排放源分类分级方法

根据民用煤分类相关标准、民用煤应用现状及特点，第二级分类按燃料是否经成型加工分为型煤和散煤，考虑到有些地区用兰炭和焦炭等煤化工产品作民用燃料使用，因此将这类特殊民用燃料列入其他类中；第三级分类将民用型煤细分为蜂窝煤和其他型煤，从各地用煤情况看，其他型煤主要是煤球；民用散煤按煤种细分为无烟煤和烟煤。在排放清单编制中，应根据本地区实验情况以及数据可得性优先采用第三级分类。

4.2 大气污染物排放量计算方法

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。民用煤一般按面源考虑。各类大气污染物均采用排放系数法进行核算，计算参数包括排放源活动水平及排放系数，计算公式见公式 1。

$$E = \sum_i (A_m \times EF_m) / 1000 \quad (\text{公式 1})$$

式中， E 为排放量（t）； A_m 为排放源活动水平（t）； EF_m 为排放系数（kg/t）； i 为某一种大气污染物； m 为煤的类型（蜂窝煤、其他型煤、无烟煤、烟煤、兰炭等）。

4.3 排放量计算参数获取方法

4.3.1 活动水平获取方法

民用煤活动水平（A）即燃煤量的获取途径包括统计调查法、逐村调查法、抽样调查法和卫星遥感调查四种方法。

在第一级分类上，采用统计年鉴法获取活动水平数据，即可通过当地能源统计数据或统计年鉴中的能源平衡表获取生活消费的煤炭消费总量。

更细致的第二、三级分类，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，可以采取逐村调查法和抽样调查法获取活动水平数据。

逐村调查法主要由调查区域内的各基层组织发动各家各户填写调查表。每户农户填写各自每年蜂窝煤、其他型煤、烟煤、无烟煤等的使用量，同步调查炉具类型信息，把各村得到的信息逐级汇总，并由村，镇，县，市各级逐级开展质量控制和抽样监督。

抽样调查法以村/社区作为样本单元，以户为单位进行。为保证抽样范围及数量代表性，样本抽取以县/区为总体，结合县/区内村/社区居民的生活习惯、气候差异、收入水平、人口密度等要素进行抽取，抽取量不少于总体村/社区数量 1%的样本且覆盖总家庭户数的 1%以上（与人口普查抽样调查比例一致）。可采取召集居民集中填报配合入户现场调查的方式开展问卷调查。调查表内容主要涉及调查户地址、户名、家庭人口、住房面积等基本情况，供暖面积、煤炉类型、采暖时段等相关信息，煤炭类型、用量及来源等煤炭信息等。调查表如表 1 所示。

表 1 民用燃煤使用情况调查表表样

____省 ____市 ____县/区 _____村/街		民用燃煤使用情况调查表 201_年	
一、户主姓名			
二、家庭人口	_____人		
三、住房面积	_____平方米		
四、供暖面积	_____平方米		
五、煤炉类型	_____ (1)蜂窝煤炉 (2)型煤炉 (3)无烟煤炉 (4)烟煤炉 (5)其他煤炉：		
六、购煤渠道	_____ (1)自己到矿山拉 (2)当地经销商购买 (3)政府统一销售点购买		
七、采暖时段	201_年__月__日~201_年__月__日		
八、位置信息	经度_____ 纬度_____ (精确到度分秒)		
九、房屋层数			
十、煤炭使用类别及用量	煤炭类别：(1)蜂窝煤 (2)其他型煤 (3)无烟煤 (4)烟煤 (5)其他		
	2. 用途	3. 煤类别 (选择序号)	4. 用量 (吨/年)
	炊事		
	采暖		
	其他 (请注明)		

户主：

填表人：

填表日期：201 年 月 日

卫星遥感法利用遥感与 GIS 技术获取民用燃煤平房的空间分布及面积，结合现场抽样调查估算单位平房面积的燃煤量，从而测算某地区民用煤活动水平数据。

基于卫星遥感影像，可以准确获取平房建筑面积、类型、分布等信息，结合入户调查获取的每户采暖燃煤量、采暖面积、采暖时长等信息，可以计算该户单位面积燃煤量系数，进而得到区域平均单位面积燃煤量系数。

（1）卫星数据源

目前，随着空间技术的发展，包括空间分辨率优于 1 米的甚高分辨卫星影像在内的多级别空间分辨率卫星影像都可以通过市场获取，卫星影像遥感解译技术及专业软件平台日益成熟，利用卫星遥感获取燃煤散烧活动水平切实可行。

通过遥感手段准确获得平房区建筑基底面积，实际操作上即为对平房区内的房屋建筑、院落空地及其他地物明确区分。为满足这一需求，所用遥感影像须达到甚高分辨率。

对于极小空间范围，可以全部采用甚高分辨率卫星影像直接遥感解译获取建筑基底面积，进而按照导则计算活动水平。

对于县、市及以上行政区域，空间范围广，甚高分辨率卫星影像采购成本大幅提高、遥感解译工作量倍增、工作开展难度大，导则中建议以空间分辨率在 1-5 米的高分辨率卫星对区域内所有平房建筑基底面积进行普查，以甚高分辨率卫星影像对抽样点平房建筑基底面积进行详查，计算甚高分辨率卫星影像解译的建筑基底面积与高分辨率卫星影像解译的建筑基底面积的比例，即为建筑基底面

积折算系数，依据此系数，可准确推算区域内所有平房建筑基底面积。

（2）遥感解译精度

遥感解译精度基本要求：相对于其他土地覆盖/土地利用类型，如森林、草地、耕地等，在空间尺度上，平房面积小。为保证遥感解译信息精度，建议平房遥感解译矢量数据属性判别总体精度应不低于90%，遥感解译矢量数据图斑边界勾绘精度需达到2个像元以内。

4.3.2 排放系数获取方法

民用煤排放系数的获取方法包括按附录 B 实验检测法（简称实验检测法）和文献调研法两种。

由于实验检测法具有能够反映污染源实际排放情况、所获取排放系数准确度高的优点，因此，有条件的地区应优先采用实验检测法获取排放系数，在不能通过实验检测法获得排放系数的情况下，再采用文献调研法。在排放清单编制过程中，各地方可根据当地情况，通过实验检测法、文献调研法等，对本地区所用特殊民用燃料的排放系数加以确定。

在不能通过实验检测法获得排放系数，且通过文献调研无法查到适用排放系数的情况下，可使用指南中给出的几种民用煤主要大气污染物排放系数推荐值。根据当前国内民用型煤的加工情况，表中只给出型煤综合排放系数推荐值。

指南中推荐的污染物排放系数是在大量收集国内外相关资料文献和相关科研机构检测结果的基础上，通过综合分析确定的。如果某研究机构就某类型民用煤给出了多个排放系数检测数据，则取平

均值作为该机构对这类型民用煤的研究结果。排放系数推荐值确定过程中的文献数据来源为参考文献[1] ~ [13]。

民用煤燃烧过程中的 SO_2 排放量与燃料含硫率指标密切相关，因此， SO_2 排放系数计算过程中需要代入干燥基全硫分含量 ($S_{t,d}$)，该指标可通过煤质检测获得。指南中给出的 SO_2 排放系数是未加固硫剂情况下的，如果本地区的型煤加有固硫剂，则需根据固硫情况进行核减。

在有些地区，将达到一定要求的兰炭、焦炭等煤化工产品作为民用燃料使用。国内的一些文献和检测单位给出了兰炭和兰炭制品的检测结果，本次指南编制过程对相关数据进行了收集，给出了排放系数。指南中的兰炭包括兰炭块及以兰炭为原料（不掺加原煤）加工成的兰炭制品。因国内用焦炭做民用燃料的区域较少，且缺乏检测资料与文献，所以指南中未给出焦炭排放系数。

根据文献调研，以及对实验检测结果的总结，民用煤颗粒物排放， PM_{10} 约占烟尘的 90%， $\text{PM}_{2.5}$ 约占烟尘的 75%。当文献中只给出了烟尘的排放系数时，按上述比例对 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的排放系数进行折算。

指南中给出了型煤、无烟煤、烟煤、兰炭四种燃料的排放系数推荐值，由于每种燃料涵盖的产品内容较为广泛，且产品间存在较大差异，污染物排放也存在较大差别，因此指南中建议：若某地区的某类民用煤品质差异较大，可用实验检测法对不同品质的燃料分别测定排放系数，再根据用煤量比例加权计算得到本地区此类民用煤的排放系数。

(1) SO₂排放系数推荐值确定

民用煤燃烧过程中的 SO₂排放量，取决于燃料含硫率和燃烧过程硫转化率两个指标，本指南通过收集相关资料，分析确定出不同类型民用煤的硫转化率，相关数据见表 2。

表 2 硫转化率汇总表 (kg/t-煤)

数据来源		型煤		散煤		其他
		蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
第一次全国污染源普查	城镇生活源产排污系数手册 (2008)	0.39 ^a			0.42 ^b	
	生活源产排污系数及使用说明 (2010)	0.8			0.8	
陈建华等 (2003)		0.387				
李庆等 (2016)					0.0514	0.0595
SU GE 等 (2004)		0.178	0.313			
J. Zhang 等 (2000)		0.0378	0.31			
北京环科院		0.42	0.39	0.36	0.44	
中国环科院			0.44		0.43	0.36
中科院生态中心					0.24	
中科院地球所			0.06	0.13	0.21	0.16
平均值		0.34		0.25	0.37	0.19
SO ₂ 排放系数		6.8S _{t,d}		5.0S _{t,d}	7.4S _{t,d}	3.8S _{t,d}
质量分级		A		B	A	A

注 a: 灰分按 30%考虑, 计算硫转化率。

注 b: 用“取暖面积≤60 平方米”的计算公式, 灰分按 6%考虑, 计算硫转化率。

(2) NO_x 排放系数推荐值确定

NO_x 排放系数数据汇总于表 3。

表 3 NO_x 排放系数汇总表 (kg/t-煤)

数据来源		型煤		散煤		其他
		蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
第一次全国污染源普查	城镇生活源产排污系数手册 (2008)	1.65 ^a			2.60 ^b	
	生活源产排污系数及使用说明 (2010)	2.0			2.0	
陈建华等 (2003)		0.50				
李庆、张琦等 (2015, 2016)			0.34	0.75	0.73	0.32
SU GE 等 (2004)		0.0702	0.094			
J. Zhang (2000)		0.5975	0.615			
姚渭溪等 (1984)				0.23	0.185	
周伯俞等 (1992)		0.385	0.412		0.515	
北京环科院		0.6	1.5	1.0	2.6	
中国环科院			1.55		3.06	1.07
中科院生态中心					1.5	
中科院地球所			0.65	2.26	1.61	1.42
平均值		0.8		1.1	1.6	0.9
质量分级		A		A	A	A

注 a: 取炊事 1.60 和采暖 1.70 的平均值。

注 b: 取“20 平方米<取暖面积≤60 平方米”的排放系数 2.60。

(3) CO 排放系数推荐值确定

CO 排放系数数据汇总于表 4。

表 4 CO 排放系数汇总表 (kg/t-煤)

数据来源	型煤		散煤		其他
	蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
陈建华等 (2003)	78.05				
李庆等 (2016)		96	95	198.5	104
J. Zhang (2000)	63.1	19.1			
姚渭溪等 (1984)			56.97	66.85	
周伯俞等 (1992)	0.625	38.577		44.835	
北京环科院	98.9	121.1	57.8	147.9	
中国环科院		140.0		125.5	173.3
中科院生态中心				257.1	
平均值	72.8		69.9	140.1	138.7
质量分级	A		A	A	B

(4) VOC_s 排放系数推荐值确定

VOC_s 排放系数数据汇总于表 5。

表 5 VOC_s 排放系数汇总表 (kg/t-煤)

数据来源	型煤		散煤		其他
	蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南 (试行)	0.6			0.6	
陈建华等 (2003)	1.51 ^a				
姚渭溪等 (1984)			1.80 ^a	2.35 ^a	
中科院生态中心				8.97 ^b	
平均值	1.1		1.8	4.0	
质量分级	C		C	B	

注 a: 为 CmHn, 即 THC。

注 b: 为 VOC_s (不含甲烷)。

(5) PM₁₀排放系数推荐值确定

PM₁₀排放系数数据汇总于表 6。

表 6 PM₁₀排放系数汇总表 (kg/t-煤)

来源		型煤		散煤		其他
		蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
第一次全国污染源普查	城镇生活源产排污系数手册 (2008)		1.11 ^a		9.32 ^b	
	生活源产排污系数及使用说明 (2010)		1.35 ^c		8.10 ^c	
大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南 (试行)			3.71		9.52	
陈建华等 (2003)		0.31				
李庆等 (2016)						
SU GE 等 (2004)		0.507	0.314			
陈颖军、支国瑞等 (2005, 2006, 2008, 2009, 2015)		1.34 ^d		1.02 ^d	13.83 ^d	
姚渭溪等 (1984)				5.04 ^d	43.40 ^d	
周伯俞等 (1992)			0.571 ^d		2.655 ^d	
北京环科院		0.45	1.25	0.63	7.57	
平均值		1.1		2.2	13.5	
质量分级		B		B	B	

注 a: 按干燥无灰基挥发分 $V_{daf} \leq 19\%$ 考虑, 烟尘取值 1.23, 再按 PM₁₀ 占烟尘 90% 计算。

注 b: 干燥无灰基挥发分 V_{daf} 取 37%, 则烟尘为 $0.28V_{daf}=10.36$, 再按 PM₁₀ 占烟尘 90% 计算。

注 c: 对《第一次全国污染源普查: 生活源产排污系数及使用说明》中给的烟尘排放系数范围值取平均, 再按 PM₁₀ 占烟尘 90% 进行计算。

注 d: 文献中给的是烟尘排放系数, 按 PM₁₀ 占烟尘 90% 进行计算。

(6) PM_{2.5}排放系数推荐值确定

PM_{2.5}排放系数数据汇总于表 7。

表 7 PM_{2.5}排放系数汇总表 (kg/t-煤)

数据来源		型煤		散煤		其他
		蜂窝煤	其他型煤	无烟煤	烟煤	兰炭
第一次全国污染源普查	城镇生活源产排污系数手册 (2008)		0.92 ^a		7.77 ^b	
	生活源产排污系数及使用说明 (2010)		1.13 ^c		6.75 ^c	
大气细颗粒物一次源排放清单编制技术指南 (试行)			2.97		7.35	
陈建华等 (2003)		0.10				
李庆、张琦等 (2015, 2016)			0.62	0.27	7.85	0.87
SU GE 等 (2004)		0.401	0.097			
陈颖军、支国瑞等 (2005, 2006, 2008, 2009, 2015)		1.12 ^d		0.85 ^d	11.52 ^d	
姚渭溪等 (1984)				4.20 ^d	36.17 ^d	
周伯俞等 (1992)			0.476 ^d		2.213 ^d	
北京环科院		0.38	1.08	0.53	6.68	
中国环科院			0.32		11.52	0.89
中科院生态中心					8.98	
中科院地球所			0.26	1.08	11.51	1.54
平均值		0.8		1.4	10.8	1.1
质量分级		A		A	A	B

注 a: 按干燥无灰基挥发分 $V_{daf} \leq 19\%$ 考虑, 烟尘取值 1.23, 再按 PM_{2.5} 占烟尘 75% 计算。

注 b: 干燥无灰基挥发分 V_{daf} 取 37%, 则烟尘为 $0.28V_{daf}=10.36$, 再按 PM_{2.5} 占烟尘 75% 计算。

注 c: 对《第一次全国污染源普查: 生活源产排污系数及使用说明》中给的烟尘排放系数范围值取平均, 再按 PM_{2.5} 占烟尘 75% 进行计算。

注 d: 文献中给的是烟尘排放系数, 按 PM_{2.5} 占烟尘 75% 进行计算。

4.3.3 民用煤检测方法

目前我国是采用锅炉检测方法进行民用炉污染物排放检测，由于民用煤炉的烟气排放特性与锅炉存在较大差异（见表8），因此现有检测方法非常不适用于民用炉大气污染物排放检测（见表9）。

表8 民用煤炉与锅炉烟气排放差异

项 目	锅 炉	民 用 煤 炉
工 况	为稳定、连续工况。	有加煤、封火、旺火等工况，各工况的燃烧状态差异非常大。
污染物排放	达到检测所需负荷要求情况下，排放较为稳定，变化不大。	加煤、封火、旺火各工况下的污染物排放浓度变化较大。
烟气排放	有鼓/引风系统，烟气排放速度较为稳定。	自然排风，烟气流速低，且脉动剧烈。

表9 民用煤炉与锅炉污染物排放检测差异

项 目	锅 炉	民 用 煤 炉
烟气流速测定	可准确测定。	因烟气流速过低，且脉动剧烈，无法准确测定烟气流速。
烟尘等速采样	能按测试方法要求做到等速采样。	不能按测试方法要求等速采样。
污染物排放检测准确性	因工况、流速稳定，可准确测定污染物排放。	除了不能准确测定流速和做到等速采样外。民用炉污染物随工况起伏变化大、使用周期时间长。按现有检测方法不能准确测定污染物排放。
现场采样适宜性	设计有采样口和采样测试平台，可进行再场采样。	管径不足10cm，通常不具备现场采样条件。
定电位电解法检测适宜性	燃烧较充分，CO浓度不高，可采用定电位电解法仪器检测。	燃烧不充分，CO浓度较高，采用定电位电解法仪器检测时，对SO ₂ 和NO _x 检测有严重干扰。

针对民用煤炉烟气流速低且脉动剧烈、污染物排放随工况起伏变化大的特点，除指南编制单位外，国内还有许多研究机构，使用基于稀释采样原理设计的检测平台进行民用煤污染物排放检测，如：

清华大学、中科院生态中心、北京大学、北京化工大学等。目前急需制定相关检测规范，对检测方法加以统一，以便准确掌握其污染物排放特征，并使检测结果具有可比性。

4.4 排放清单的数据格式

根据居民燃煤分级分类，结合不同时段不同类型煤炭消耗量调查结果，不同燃烧区域及不同煤炭类型多种污染物的排放系数，核算并汇总得到县（区）、市级、省级及国家居民燃煤大气污染物排放清单，排放清单的数据格式如表 10 所示。可结合排放清单时间和空间尺度的确定，进行排放量的时空分配，从而得到高分辨率居民燃煤大气污染物排放清单。

表 10 民用燃煤大气污染物排放清单数据格式

省、自治区、 直辖市	城市	县/区	煤炭类别	燃煤量(t)		全年排放量						其中：采暖季排放量					
				全年	采暖季	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	VOCs	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	VOCs	CO
			蜂窝煤														
			其他型煤														
			无烟煤														
			烟 煤														
			兰 炭														
			焦 炭														

4.5 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。

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。可以选用蒙特卡洛方法进行不确定性分析。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。

另外，可利用多种技术手段，如遥感反演、空气质量模型等方法对排放清单的准确性进行验证，开展不同空间尺度下排放清单不确定性对比分析，根据验证分析结果，研究空气质量浓度与排放清单的响应关系。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。

5 指南实施建议

(1) 民用煤大气污染物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，促进民用煤燃烧大气污染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) 根据民用煤排放源的变化及发展状况, 适时修订本指南。

6 参考文献

- [1] 陈建华, 薄以匀, 李培省, 等. 北京市民用小煤炉大气污染物排放特征研究. 第十届全国大气环境学术会议论文集, 2003: 303-307.
- [2] 张琦, 李庆, 蒋靖坤, 等. 一套民用固体燃料燃烧大气污染物排放测试系统的搭建和评测 [J]. 环境科学学报, 2015: 1-8.
- [3] 姚渭溪, 沈迪新, 李玉琴, 等. 烟煤作民用燃料可行性的探讨 [J]. 环境科学, 1984, 5(4): 83-87.
- [4] 周伯俞, 胡经政, 袁镇杰, 等. 906 型节煤炉具的研究 [J]. 煤炭加工与综合利用, 1992, 1: 29-33.
- [5] GE S, XU X, CHOW J. C, et al. Emissions of Air Pollutants from Household Stoves: Honeycomb Coal versus Coal Cake [J]. Environmental Science & Technology, 2004, 38(17): 4612-4618.
- [6] Zhang J, K.R. Smith, Ma Y, et al. Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission factors [J]. Atmospheric Environment, 2000, 34: 4537-4549
- [7] LI Q, LI X, JIANG J, et al. Semi-coke briquettes: towards reducing emissions of primary PM_{2.5}, particulate carbon, and carbon monoxide from household coal combustion in China [J]. Scientific Reports, 2016, 6: 19306.
- [8] ZHI G, CHEN Y, FENG Y, et al. Emission Characteristics of Carbonaceous Particles from Various Residential Coal-Stoves in China [J]. Environmental Science & Technology, 2008, 42(9): 3310-3315.

- [9] CHEN Y, SHENG G, BI X, et al. Emission Factors for Carbonaceous Particles and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Residential Coal Combustion in China [J]. Environmental Science & Technology, 2005, 39(6): 1861-1867.
- [10] CHEN Y, ZHI G, FENG Y, et al. Measurements of emission factors for primary carbonaceous particles from residential raw-coal combustion in China [J]. Geophysical Research Letters, 2006, 33(20): 1-4.
- [11] ZHI G, PENG C, CHEN Y, et al. Deployment of Coal Briquettes and Improved Stoves: Possibly and Option for both Environment and Climate [J]. Environmental Science & Technology, 2009, 43(15): 5586-5591.
- [12] CHEN Y, ZHI G, FENG Y, et al. Measurements of Black and Organic Carbon Emission Factors for Household Coal Combustion in China: Implication for Emission Reduction [J]. Environmental Science & Technology, 2009, 43(24): 9495-9500.
- [13] CHEN Y, ZHI G, FENG Y, et al. Increase in polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) emissions due to briquetting: A challenge to the coal briquetting policy [J]. Environmental Pollution, 2015, 204(0): 58-63.
- [14] 海婷婷, 陈颖军, 王艳, 等. 民用燃煤烟气中甲基多环芳烃的排放特征 [J]. 中国环境科学, 2013, (06): 979-984.
- [15] 陈颖军, 姜晓华, 支国瑞, 等. 我国民用燃煤的黑碳排放及控制减排 [J]. 中国科学(D辑:地球科学), 2009, (11): 1554-1559.

- [16] ZHOU Y, SHUIYUAN C, LANG J, et al. A comprehensive ammonia emission inventory with high-resolution and its evaluation in the Beijing Tianjin Hebei (BTH) region, China [J]. *Atmospheric Environment*, 2015, 106: 305–317.
- [17] ZHI G, PENG C, CHEN Y, et al. Deployment of Coal Briquettes and Improved Stoves: Possibly an Option for both Environment and Climate [J]. *Environmental Science & Technology*, 2009, 43(15): 5586–5591.
- [18] ZHANG Z, ZHANG X, GONG D, et al. Evolution of surface O₃ and PM_{2.5} concentrations and their relationships with meteorological conditions over the last decade in Beijing [J]. *Atmospheric Environment*, 2015, 108: 67–75.
- [19] XUE Y, TIAN H, YAN J, et al. Present and future emissions of HAPs from crematories in China [J]. *Atmospheric Environment*, 2016, 124, Part A: 28–36.
- [20] WORNAT M J, LEDESMA E B, SANDROWITZ A K, et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Identified in Soot Extracts from Domestic Coal-Burning Stoves of Henan Province, China [J]. *Environmental Science & Technology*, 2001, 35(10): 1943–1952.
- [21] VICENTE E D, DUARTE M A, CALVO A I, et al. Influence of operating conditions on chemical composition of particulate matter emissions from residential combustion [J]. *Atmospheric Research*, 2015, 166: 92–100.
- [22] TIAN S, PAN Y, LIU Z, et al. Size-resolved aerosol chemical

analysis of extreme haze pollution events during early 2013 in urban Beijing, China [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, 279: 452–460.

[23] SUN Y L, WANG Z F, DU W, et al. Long-term real-time measurements of aerosol particle composition in Beijing, China: seasonal variations, meteorological effects, and source analysis [J]. *Atmos Chem Phys*, 2015, 15(17): 10149–10165.

[24] SINTON J E, SMITH K R, PEABODY J W, et al. An assessment of programs to promote improved household stoves in China [J]. *Energy for Sustainable Development*, 2004, 8(3): 33–52.

[25] SHI Y, MATSUNAGA T, YAMAGUCHI Y. High-Resolution Mapping of Biomass Burning Emissions in Three Tropical Regions [J]. *Environmental Science & Technology*, 2015, 49(18): 10806–10814.

[26] SHEN G, YANG Y, WANG W, et al. Emission Factors of Particulate Matter and Elemental Carbon for Crop Residues and Coals Burned in Typical Household Stoves in China [J]. *Environmental Science & Technology*, 2010, 44(18): 7157–7162.

[27] SHEN G, XUE M, CHEN Y, et al. Comparison of carbonaceous particulate matter emission factors among different solid fuels burned in residential stoves [J]. *Atmospheric Environment*, 2014, 89(0): 337–345.

[28] SHEN G, WANG W, YANG Y, et al. Emissions of PAHs from Indoor Crop Residue Burning in a Typical Rural Stove: Emission Factors, Size Distributions, and Gas-Particle Partitioning [J].

Environmental Science & Technology, 2011, 45(4): 1206–1212.

[29] SHEN G, TAO S, WANG W, et al. Emission of Oxygenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Indoor Solid Fuel Combustion [J]. Environmental Science & Technology, 2011, 45(8): 3459–3465.

[30] SCOTT A J, SCARROTT C. Impacts of residential heating intervention measures on air quality and progress towards targets in Christchurch and Timaru, New Zealand [J]. Atmospheric Environment, 2011, 45(17): 2972–2980.

[31] RAIYANI C V, SHAH S H, DESAI N M, et al. Characterization and problems of indoor pollution due to cooking stove smoke [J]. Atmospheric Environment Part A General Topics, 1993, 27(11): 1643–1655.

[32] QIU P, TIAN H, ZHU C, et al. An elaborate high resolution emission inventory of primary air pollutants for the Central Plain Urban Agglomeration of China [J]. Atmospheric Environment, 2014, 86: 93–101.

[33] PARADIŽ B, DILARA P, HOR K J, et al. An integrated approach to assess the PCDD/F emissions of the coal fired stoves combining emission measurements and ambient air levels modelling [J]. Chemosphere, 2008, 73(1, Supplement): S94–S100.

[34] MAKONESE T, PEMBERTON–PIGOTT C, ROBINSON J, et al. Performance evaluation and emission characterisation of three kerosene stoves using a Heterogeneous Stove Testing Protocol (HTP) [J]. Energy for Sustainable Development, 2012, 16(3): 344–351.

- [35] LV B, ZHANG B, BAI Y. A systematic analysis of PM_{2.5} in Beijing and its sources from 2000 to 2012 [J]. Atmospheric Environment, 2016, 124, Part B: 98–108.
- [36] LI L Y, XIE S D. Historical variations of biogenic volatile organic compound emission inventories in China, 1981–2003 [J]. Atmospheric Environment, 2014, 95: 185–196.
- [37] LI J, HUANG X, YANG H, et al. Situation and determinants of household carbon emissions in Northwest China [J]. Habitat International, 2016, 51: 178–187.
- [38] HUANG X, LIU Z, ZHANG J, et al. Seasonal variation and secondary formation of size-segregated aerosol water-soluble inorganic ions during pollution episodes in Beijing [J]. Atmospheric Research, 2016, 168: 70–79.
- [39] GAO J, TIAN H, CHENG K, et al. The variation of chemical characteristics of PM_{2.5} and PM₁₀ and formation causes during two haze pollution events in urban Beijing, China [J]. Atmospheric Environment, 2015, 107: 1–8.
- [40] FU X, WANG S, ZHAO B, et al. Emission inventory of primary pollutants and chemical speciation in 2010 for the Yangtze River Delta region, China [J]. Atmospheric Environment, 2013, 70(0): 39–50.
- [41] EDWARDS R D, SMITH K R, ZHANG J, et al. Implications of changes in household stoves and fuel use in China [J]. Energy Policy, 2004, 32(3): 395–411.

- [42] CHOWDHURY Z, CAMPANELLA L, GRAY C, et al. Measurement and modeling of indoor air pollution in rural households with multiple stove interventions in Yunnan, China [J]. *Atmospheric Environment*, 2013, 67(0): 161–169.
- [43] CHEN Y, TIAN C, FENG Y, et al. Measurements of emission factors of PM_{2.5}, OC, EC, and BC for household stoves of coal combustion in China [J]. *Atmospheric Environment*, 2015, 109(0): 190–196.
- [44] CHEN X-L, GUO F, LIANG X, et al. Burns caused by alcohol-based fires in the household coal stove in Anhui Province, China [J]. *Burns*, 2010, 36(6): 861–870.
- [45] CHANG W, LIAO H, XIN J, et al. Uncertainties in anthropogenic aerosol concentrations and direct radiative forcing induced by emission inventories in eastern China [J]. *Atmospheric Research*, 2015, 166: 129–140.
- [46] B FVER L S, LECKNER B, TULLIN C, et al. Particle emissions from pellets stoves and modern and old-type wood stoves [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2011, 35(8): 3648–3655.