

**《民用燃煤污染防治可行技术指南》  
编制说明**

标准编制组  
二〇二〇年十月

# 目录

## 1 项目背景

1.1 任务来源

1.2 工作过程

## 2 指南制订的必要性分析

2.1 国家及环保主管部门的相关要求

2.2 民用燃煤污染物排放现状

## 3 民用燃煤行业概况和污染物控制可行技术分析

3.1 民用燃煤行业概况

3.2 民用燃煤污染物控制可行技术

## 4 指南主要技术内容及相关说明

4.1 指南主要内容

4.2 指南适用范围

4.3 指南与其他政策文件的关系

4.4 术语和定义

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

本任务来源于国家重点研发计划重点专项大气污染成因与控制技术研究“典型面源排放标准评估和制修订的技术方法体系研究”所属课题“民用燃煤大气污染物全过程控制及相关标准研究”，北京全华环保技术标准研究中心为承担单位。

## 1.2 工作过程

### 1.2.1 第一阶段

任务承担单位接受任务后，立即成立了《民用燃煤污染控制可行技术指南》编制组。

2016年7月启动，民用燃煤大气污染物排放现状调查，考虑到我国不同区域的自然地形、生活生产特征、能源可获得性和经济基础等各方面的差异，在选取调研区域时应体现地区差异性，选取的典型民用燃煤污染源能够体现民用燃煤大气污染整体现状。

基于以上原则，考虑南方与北方、山区与平原之间在民用燃煤使用上的差异较大，本课题拟选取京津冀区域和长三角区域作为调研区域。在对上述区域的排放源进行初步摸底调查的基础上，明确当地排放源的主要构成，选取合适的排放源分类级别，以确定污染源排放的数据调查和收集对象。

### 1.2.2 第二阶段

2017年7月—2018年6月，对民用燃煤污染源进行分类，并调研燃煤消耗量。根据民用燃煤的特点，第二级分类按燃料型式分为型煤、原煤和其他，第三级分类按燃料类型细分为蜂窝煤、其他型煤、无烟煤原煤、烟煤原煤、兰炭、焦炭等。

民用燃煤消耗总量数据的获取可采用统计调查法；更细致的第二、三级分类数据，在无法直接从当地能源统计数据或农村统计数据中获取时，可采用逐村调查法、抽样调查法或卫星遥感法获取不同时段（采暖季、非采暖季）各类型民用燃煤的消耗量数据。本研究拟采用抽样调查法为主，其他调查法为辅的综合调查方法。

调查内容：组织调查的各家各户填写统一的调查表，填写各类型民用燃煤全年及采暖季用煤量，同步调查炉具类型等信息。主要涉及民用燃煤的种类、用途、用量等使用情况，炉具类型及炉具热效率等，以及农户的家庭人口、住房面积、采暖期长短等用户信息。

调查方法：采用现场调查的方式，即通过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。问卷填写方式可采取调查员询问调查对象并填写，或由调查对象直接填写后再经调查员审核。

### 1.2.3 第三阶段

2018年7月一至今，编制组对我国典型民用煤使用区域进行重点调研，根据污染物对环境 and 人体健康的影响、污染防治技术，筛选并确定污染物控制项目、控制指标以及排放限

值，进一步修改完成《民用燃煤污染控制可行技术指南》及其编制说明。

## 2 指南编制的必要性分析

### 2.1 国家及环保主管部门的相关要求

#### 2.1.1 《关于加强环境保护重点工作意见》

国务院于2011年10月17日发布《关于加强环境保护重点工作意见》（国发〔2011〕35号）。意见中指出要进一步加强主要污染物总量减排，完善减排统计、监测和考核体系，鼓励各地区实施特征污染物排放总量控制；在大气污染联防联控重点区域开展煤炭消费总量控制试点。

#### 2.1.2 《“十三五”生态环境保护规划》

2016年，国务院发布了《“十三五”生态环境保护规划》。规划中要求大幅减少冬季散煤使用量，尤其是重点区域如京津冀、山东、长三角及珠三角等，需严格控制煤炭消费总量。强化源头防控，夯实绿色发展基础；深化质量管理，大力实施三大行动计划；实施专项治理，全面推进达标排放与污染减排。

#### 2.1.3 《大气污染防治行动计划》

《大气污染防治行动计划》要求控制煤炭消费总量，推进煤炭清洁利用，实行目标责任管理；加快洁净能源替代利用，全面整治燃煤小锅炉，加大天然气、煤制天然气、煤层气供应；加快推进集中供热、“煤改气”、“煤改电”工程建设；提高能源使用效率，积极发展绿色建筑，严格落实节能评估审查制度。

#### 2.1.4 《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》

2013年，环境保护部发布了《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》。该公告表示为进一步加强大气污染防治工作，根据国务院批复实施的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（以下简称《规划》）的相关规定，在重点控制区的火电、钢铁、石化、水泥、有色、化工等六大行业以及燃煤锅炉项目执行大气污染物特别排放限值。重点控制区内各级环保部门要严格按照大气污染物特别排放限值要求，审批所有新建项目，按照“三同时”制度进行管理，确保满足特别排放限值要求；现有火电、钢铁企业不能达到大气污染物特别排放限值要求的，应根据超标情况制订限期治理措施，确保在规定时间内达到特别排放限值要求。限期治理后仍不能达标的，应限产限排或关停，并按相关规定进行处罚。

## 2.2 民用燃煤污染物排放现状

### 2.2.1 民用燃煤污染物排放源分类

根据民用煤分类相关标准、民用煤使用现状及特点，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分为一类；另一类是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。

### 2.2.2 主要污染物排放系数的确定

民用煤排放系数的获取方法主要分为实验检测法和文献调研法 2 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，因此相关研究机构均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。通过查阅权威机构发布数据，总结了民用煤燃烧过程中不同煤种的污染物排放因子如表 1。

表 1 不同煤种的污染物排放因子 单位：万吨

煤种	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC <sub>s</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
型煤	6.8St, d	0.8	72.8	1.1	1.1	0.8
无烟煤	5.0St, d	1.1	69.9	1.8	2.2	1.4
烟煤	7.4St, d	1.6	140.1	4	13.5	10.8

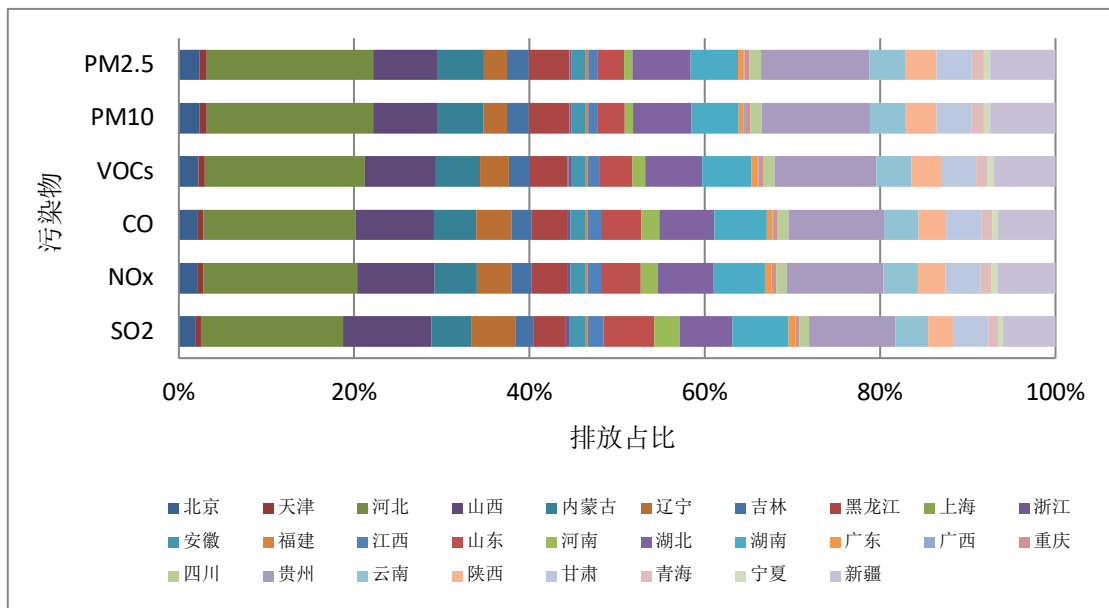
### 2.2.3 民用燃煤主要污染物排放量的估算

采用上述参数进行计算，全国民用燃煤的 SO<sub>2</sub> 的排放量为 66.51 万吨/年；NO<sub>x</sub> 的排放量为 13.35 万吨/年；CO 的排放量为 1155.61 万吨/年；VOC<sub>s</sub> 的排放量为 30.74 万吨/年；PM<sub>10</sub> 的排放量为 95.24 万吨/年；PM<sub>2.5</sub> 的排放量为 75.75 万吨/年。2017 年我国及各省的民用燃煤污染排放量如表 2 及其所占比例如图 1。

表 2017 年我国及各省的民用燃煤污染排放量 单位：万吨/年

省份 \ 污染物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC <sub>s</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
北京	1.25	0.28	24.08	0.68	2.24	1.78
天津	0.43	0.10	8.29	0.24	0.77	0.61
河北	10.80	2.34	201.38	5.61	18.08	14.40
山西	6.71	1.18	102.95	2.49	7.01	5.55
内蒙古	2.98	0.65	55.65	1.55	4.99	3.98
辽宁	3.34	0.52	46.32	1.02	2.55	2.01
吉林	1.36	0.30	25.91	0.73	2.38	1.90
黑龙江	2.43	0.55	46.88	1.33	4.36	3.47
上海	0.03	0.01	0.53	0.02	0.05	0.04
浙江	0.27	0.04	3.91	0.09	0.24	0.19
安徽	1.22	0.23	19.80	0.50	1.47	1.17
福建	0.17	0.04	3.19	0.09	0.30	0.24
江西	1.21	0.20	17.53	0.40	1.06	0.84
山东	3.86	0.61	53.44	1.17	2.92	2.30
河南	1.93	0.27	23.75	0.45	0.90	0.70
湖北	3.97	0.84	72.52	1.99	6.35	5.06
湖南	4.28	0.79	68.76	1.73	5.10	4.05
广东	0.49	0.09	8.06	0.21	0.62	0.49

广西	0.06	0.01	1.10	0.03	0.10	0.08
重庆	0.30	0.07	5.79	0.16	0.54	0.43
四川	0.73	0.16	13.88	0.39	1.27	1.01
贵州	6.55	1.47	126.21	3.58	11.73	9.35
云南	2.47	0.52	44.98	1.24	3.94	3.13
陕西	1.88	0.42	36.14	1.02	3.34	2.66
甘肃	2.71	0.54	46.89	1.24	3.84	3.05
青海	0.73	0.16	14.04	0.40	1.30	1.04
宁夏	0.39	0.09	7.36	0.21	0.68	0.54
新疆	3.96	0.89	76.27	2.17	7.09	5.65
全国	66.51	13.35	1155.61	30.74	95.24	75.75



### 3 民用燃煤行业概况和污染物控制可行性技术分析

#### 3.1 民用燃煤行业概况

##### 3.1.1 民用燃煤使用现状

据官方统计，受我国能源结构影响，煤炭是北方农村的主要生活用能来源，占生活能源消耗的 55%，也是当前燃煤污染的重要来源。尽管生活消费领域的煤炭消费量占煤炭消费总量的比例不足 3%，但由于农村地处偏僻、远离城区，农户在采暖季采用的普遍方法是燃烧散煤起火后再添加型煤，采暖炉接近 95% 都不具备除尘、脱硫功能。同时受煤泥和原煤粒度大小不均匀和炉具燃烧条件限制，炉内供氧不均匀，燃烧不充分，造成灰渣含碳量高，热量损失大，污染物排放量大。因此，散煤治理成为治污降霾的重点。

我国历年来民用燃煤消费量如图 2，可以看出在 1995-2000 年间，燃煤消费量呈下降趋

势。继2000-2005年间呈现小幅度上升之后,2005-2010年间又出现下降现象。但是2010-2017年间,我国民用燃煤消费量趋于平稳,所以选用2017年的民用燃煤消费量作为本次减排分析的数据基础。

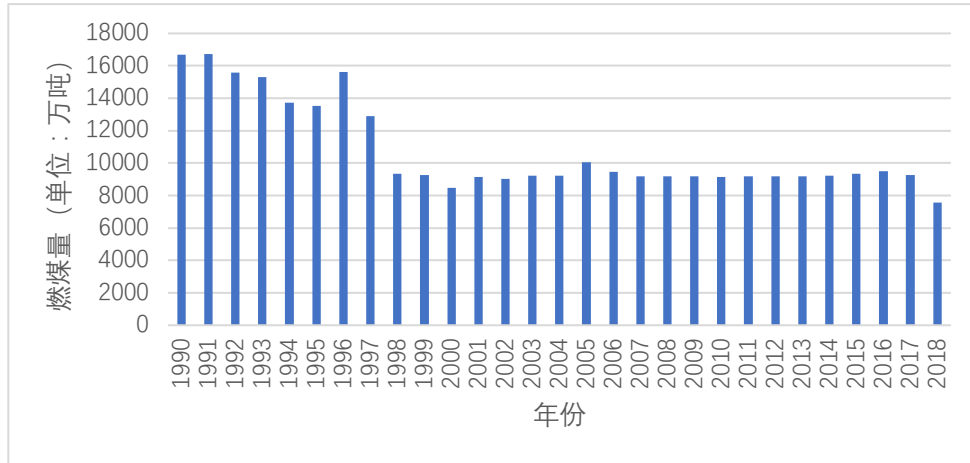


图2 历年民用燃煤消费量

### 3.1.2 中国民用炉具普遍落后

由于经济发展水平限制,中国民用炉具普遍落后。在过去的几十年里,烟囱炉仍在广泛使用,甚至无烟囱的炉子仍大量存在。依据2016年在云南省宣威和富源县的随机调查,不带烟囱的煤炉占比13%,这些不带烟囱的炉具在燃烧时污染物先排放到室内,严重影响居民的健康。通过烟囱将固体民用燃料排放的污染物移出室外是减少室内污染的主要方式,但炉具本身会泄漏一部分污染物到室内环境中,而且污染物的排放和热效率(th)都没有明显的改进。中国众多炊事炉具的th低于10%,燃烧产生的高污染排放已引起广泛的关注。为提高炉具的th、减少污染物排放,我国自19世纪80年代早期开始实施多项专项计划革新民用炉具,主要是更换th低于20%的炉具。炊事炉具先后经历了没有炉箅和烟囱的手工砖炉(1980年以前)、烟囱炉(19世纪80年代)和炉灶分离的生物质气化炉(19世纪90年代中后期)。炉灶分离的生物质气化炉在使用过程中不仅存在安全隐患,还会产生过多的焦油和废水,污染环境。之前“先进”的烟囱炉在过去的几十年里仍被广泛使用。

## 3.2 民用燃煤污染物控制可行技术

我国大气污染防治形势严峻,农村实施分散供热,农户使用高硫、高挥发分的劣质煤和传统炉具,热效率低。因此,我国民用燃煤污染可从以下几个方面进行控制,具体包括:洁净煤替代,清洁炉具的推广,煤改电、煤改气和煤改生物质燃料等清洁能源替代技术,建筑节能,集中供热或发展协同替代模式技术,比如“洁净煤+节能炉具配套”模式、“集中供热+清洁能源”模式,通过两种治理技术的结合,提高资源的利用效率,有效控制燃煤污染情况。

### 3.2.1 洁净煤替代

目前，民用煤原煤的原料包括低变质烟煤和无烟煤。大部分无烟煤挥发分和含硫量都较低，都能达到环保对燃煤污染物的排放指标，然而低阶劣质烟煤因具有价格低、易着火、燃烧效果好等特点，所以其消耗量占民用散烧原煤的比重最大，因其挥发分和含硫量均较高，导致了其污染物排放量占民用燃煤污染物排放的绝大部分。所以，根据“优质煤替代原则”，民用煤原料应优先选用低硫，低灰的优质无烟煤和兰炭。而在暂时不能供应优质无烟煤和兰炭的地区，也应选用低硫，低灰的优质烟煤作为民用煤。

### 3.2.2 节能环保型燃煤采暖炉具替代

我国农村使用传统采暖炉具采暖的情况十分普遍。但由于传统炉具技术落后，散煤挥发分高/含硫量高和灰分高等因素，导致散煤在传统炉具中燃烧不完全，会释放出大量的颗粒物、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等污染物。因此洁净炉具的推广与使用是解决大气污染的重要举措。

目前，民用燃煤炉具多采以正烧和反烧技术，两种技术分别对应以无烟煤和烟煤作为燃料，虽然炉具使用中的热效率和炉具封火能力较高，但对于燃烧过程中的污染物控制及末端烟气治理并未安装相应的处理装置。因此需要通过传统民用炉具的技术升级和改造，设计适合洁净型燃料使用工况的新型炉具，从而降低民用燃煤污染物的排放。通过对洁净型炉具与传统的燃煤炉具对比可看出，在热效率提高和减少污染物排放方面，洁净型炉具远高于传统燃煤炉具。如表3为洁净型炉具与普通燃煤炉具技术指标对比。

表3 洁净型炉具与普通燃煤炉具技术指标对比

指标	洁净型炉具	普通燃煤炉具	GB 1271-2014 重点区域排放限值
热效率/%	≥65	20~50	——
颗粒物/(mg·m <sup>-3</sup> )	15~30	158~195	≤30
(SO <sub>2</sub> )/(mg·m <sup>-3</sup> )	31~95	258~499	≤200
(NO <sub>x</sub> )/(mg·m <sup>-3</sup> )	85~146	120~341	≤200

### 3.2.3 清洁能源替代

#### 3.2.3.1 “煤改气”

在经济较富裕且燃气供应配套设施较为完备、燃气供应量充足的地区普及清洁能源天然气，即使用燃气采暖热水炉（炉具热效率不低于85%），以天然气为燃料，通过温控装置控制加热温度，将直接来自管道的冷水加热，进入采暖散热系统。可以通过开关调节按需供暖，在保证舒适度的同时避免了热量的浪费，也可有效减少燃煤量，减少污染物排放量。

#### 3.2.3.2 “煤改电”

鼓励使用热泵技术，逐步减少使用直接电热式采暖技术。热泵技术包括低温空气源热风热泵、低温空气源热水热泵、地源热泵和水源热泵。寒冷地区宜采用低温空气源热风热泵、低温空气源热水热泵进行供暖，在环境温度高于-20° C 时，系统可正常运行且能效比不低



于 1.8，制热季节能效比不低 2.0。在推行电采暖替代时，应先加强配套电网改造，保证每户电力供应增量不少于 8 千瓦。鼓励和引导利用低谷电量进行电采暖，发挥电力调峰的作用。

### 3.2.3.3 “煤改生物质能”

生物质锅炉供热是绿色低碳清洁经济可再生供热方式，适合中小工业园区供热和城镇供暖。用于替代民用燃煤的生物质能包括沼气、生物质成型燃料等。减少居民用生物质直接燃烧，鼓励采用生物质转换技术将生物质转化为低排放的固体、气体燃料后加以使用。大型养殖场及周边地区可利用畜禽粪便和生物质建设规模化沼气集中供气采暖系统。生物质资源丰富和生物质成型燃料技术成熟的地区，可利用生物质成型燃料进行集中供暖。

### 3.2.4 集中供热

在有条件的且居住方式以集中的楼房为主的村镇、城乡结合部、城中村以及城市化进程比较完善、发展集中供热，鼓励实施热电联产和工业余热利用，鼓励对现有热电联产机组实施技术改造，扩大供热范围，鼓励开发利用地热、太阳能、生物质能、天然气等清洁能源。集中供热锅炉必须符合国家 and 地方对锅炉准入的相关规定，燃煤锅炉必须安装脱硫、除尘等污染治理设施，低氮燃烧无法满足排放要求的还应安装脱硝设施，20 蒸吨及以上锅炉配套大气污染物自动在线监测设施，并与当地环保部门联网，大气污染物排放满足国家和地方排放标准、总量控制及排污许可要求。

### 3.2.5 建筑节能

农村居住建筑节能设计应与地区气候相适应，农村地区建筑节能气候分区应符合《民用建筑热工设计规范》(GB 50176-93) 规定。严寒和寒冷地区农村居住建筑宜采用保温性能好的围护结构形式，热工性能应达到现行国家标准《农村居住建筑节能设计标准》(GB/T50824) 规定的限值要求，并且节能投资成本增量不宜超过 20%。鼓励农村采用被动式太阳能采暖，被动式技术集成设计应符合现行行业标准《被动式太阳能建筑技术规范》(JGJ/T267) 的有关规定。

### 3.2.6 协同替代技术

#### 3.2.6.1 “洁净煤+节能炉具配套”技术

采用“洁净煤+节能炉具配套”技术，可成为散煤治理行动的重要组成部分。在全国范围内推广一体化清洁取暖技术模式，也是控制污染排放的一剂猛药。鼓励企业结合当地居民取暖需求，探索洁净煤与环保炉具的配套使用效益，研发出高效率、低污染、价格优、性能稳的“洁净煤+节能炉具配套”一体化组合系列产品，实现技术、创新一体化；政府严格把控洁净煤与环保炉具的质量，引导企业合理生产，避免了取暖效果不理想导致的煤+炉质量责任归结问题，实现生产、责任一体化；建立完整的监控机制并完善配送流程，建议生产企业与流通企业联动，实现配送、服务一体化；合理推进财政补贴，加强宣传指导，提高居民的使用积极性，实现补贴、使用一体化。

#### 3.2.6.2 “集中供热+清洁能源”技术

在村镇因地制宜地实行“集中供热+清洁能源”技术，不仅提高能源利用效率，还能缓

解环境压力，有效控制燃煤污染情况。综合考虑村镇经济发展、空气质量状况、供热需求及居民收入情况等，建议乡镇及新型农村社区选择此种协同技术模式。一种供热方式为生物质锅炉，这种方式基础设施建设成本和供热运营成本适中，生物质成型燃料可就地取材；另一种供热方式为天然气锅炉，该方式建设运行成本较高，在经济能力强、节能建筑比例较高的地区可以考虑。

南方供暖具有供暖期短，热负荷小，负荷波动大的特点，因此不能照搬北方城市或其他南方城市集中供热方式。且必须充分结合自身地区的气候特点、资源禀赋、建筑特性等因素因地制宜。随着我国综合国力的增强，清洁能源技术得到了迅猛发展，其中清洁能源多能互补等新技术的研发和应用为南方集中供热提供了思路。对此，国家有政策明确要求，根据地区资源条件和能源供应状况，除电厂余热和工业废热外，清洁能源多能互补热源主要有江水源热泵、污水源热泵、天然气集中能源站等。所以，在南方城市推行“集中供热+清洁能源”技术模式是十分适宜的。

## 4 指南主要技术内容及相关说明

### 4.1 指南主要内容

本指南的内容共四部分。1 项目背景，介绍此指南的任务来源、作用、制订部门、起草单位及工作过程等信息。2 指南制订的必要性分析，简要介绍国家及环保主管部门的相关要求和民用燃煤污染物排放现状。3 民用燃煤行业概况和污染物控制可行技术分析，简要概述了民用燃煤使用现状和中国民用炉具普遍落后的情况，并详细介绍了民用燃煤污染物控制可行性技术包括单一替代技术，比如洁净煤替代、节能环保型燃煤采暖炉具替代、清洁能源替代、集中供热、建筑节能，以及协同替代模式，比如“洁净煤+节能炉具配套”模式和“集中供热+清洁能源”模式。4 指南主要技术内容及相关说明。对指南主要内容、指南适用范围、指南与其他政策文件的关系、术语和定义。

### 4.2 指南适用范围

本指南旨在为相关部门选择民用燃煤进行污染控制管理选择防治可行技术提供参考；适用于法律允许的污染物排放行为；新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，依照《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》等法律、法规和规章的相关规定执行。

### 4.3 指南与其他政策文件的关系

本指南是依据国家和地方环境法规和污染物排放标准，按民用燃煤污染防治全过程所采用的清洁技术、达标排放的污染控制技术等技术规定。

污染控制可行技术指南是环境技术管理体系的重要组成部分，是环境技术管理体系的支撑层。通过制订和发布污染控制可行性技术指南，使其成为企业和环保部门选择清洁技术、

污染达标排放技术的主要依据，成为环保管理、技术部门开展环境监督执法、环境标准制、修订等工作的技术依据。

#### **4.4 术语和定义**

本指南定义了商品煤、民用煤、民用原煤、民用型煤、无烟煤、烟煤、兰炭、焦炭、挥发性有机物（VOCs）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）、民用水暖煤炉、节能环保型燃煤采暖炉具、正烧、反烧等 21 个术语。