

# 《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》

## 编制说明

标准编制组

二零二三年十月七日

# 目 录

1、任务的来源	1
2、标准修订的必要性	1
3 生活垃圾焚烧现状情况	2
4 行业污染控制技术分析	4
5 标准修订的基本原则	8
6、标准修订的主要技术内容	9
6.1 适用范围	9
6.2 规范性引用文件	9
6.3 术语和定义	9
6.4 大气污染控制技术要求	9
6.4.1 选择要求	9
6.4.2 焚烧废物要求	9
6.4.3 焚烧炉	9
6.4.4 污染物排放控制要求	10
6.5 运行管理要求	22
6.6 环境监测要求	23
6.7 实施与监督	23
7 技术经济可达性分析	23



## 1、任务的来源

2023年9月上海市市场监督管理局下达2023年度第四批上海市地方标准制修订项目计划的通知，由同济大学承担《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》DB31/768-2013的修订工作。

承担单位组织成立修订工作小组，对最新的国内外生活垃圾焚烧大气污染物排放标准进行调研梳理，并对上海市当前的生活垃圾焚烧装置及大气污染控制情况进行了调研，与部分生活垃圾焚烧厂运营企业进行了交流讨论，2023年9月提交了《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》修订稿初稿。2023年9月与生态环境局有关管理部门进行汇报和讨论，明确了修订内容，完成了目前的《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》修订征求意见稿。

## 2、标准修订的必要性

上海《生活垃圾焚烧大气污染物排放标准》DB31/768-2013的大气污染物排放限值要求均严于现行国家《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）（尽管未规定颗粒物的日均值限值，但DB31/768-2013的小时均值限值已严于国家标准的日均值限值），自2014年1月1日实施以来，对规范管理上海市的生活垃圾焚烧的大气污染物排放起到有力的支撑作用。

近10年，国家陆续发布大气污染物新的监测方法标准，同时基于在线监测技术的发展及对污染物在线监测要求的提高，对重金属类污染物的管控力度加大，国家2019年发布了《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）修改单，主要是对定义术语，监测方法和要求等方面进行了更新，对重金属监测频次要求提高到每月1次（DB31/768-2013目前要求是每季度1次）。同时2019年11月生态环境部发布《生活垃圾焚烧发电厂自动监测数据应用管理规定》，要求2020年1月1日起，生态环境主管部门可以利用自动监控系统收集环境违法行为

证据，自动监测数据可以作为判定垃圾焚烧厂是否存在环境违法行为的证据。近 10 年，国内在生活垃圾焚烧烟气在线监测技术的制造、安装和使用方面的水平和经验不断提高，对生活垃圾焚烧烟气排放管理要求越来越系统化和科学化，2021 年发布《排污单位自行监测技术指南 固体废物焚烧》HJ 1205-2021，对于生活垃圾焚烧设施的自行监测提出了更加系统科学的要求。基于以上因素，DB31/768 -2013 有必要在这些方面进行细化提升，同时完善在线监测数据作为执法依据的条款说明，从而与国家对生活垃圾焚烧大气污染排放不断提高和细化的管理要求更加契合。

近 10 年我国的垃圾焚烧及烟气污染控制技术进步很大，部分省市近几年来出台了更加严格的生活垃圾焚烧大气污染排放标准要求，同时本市空气质量仍然有提升的需求，因此也有必要通过调研分析，基于技术经济合理的原则调整生活垃圾焚烧大气污染的排放限值和要求。

通过标准修订，可以使本市的生活垃圾焚烧大气污染管理要求更好地对接近年来不断调整完善的国家生活垃圾焚烧污染控制管理体系，消除本市现行生活垃圾焚烧大气污染物排放标准与一些国家新提出的管控要求不协调问题，并根据这几年本市生活垃圾焚烧和污染控制技术进步和发展情况，完善原有标准的限值指标和管理控制要求。

### 3 生活垃圾焚烧现状情况

近年来我国的生活垃圾焚烧发电企业数量快速增长，焚烧处理能力稳步提高，环境管理水平显著提升。截止 2022 年，全国共有 930 家生活垃圾焚烧发电企业，2046 条生活垃圾焚烧线，104.53 万吨/日的处理能力，对于生活垃圾的有效无害化处理、处置提供有力支持。具体情况如图 1 所示。

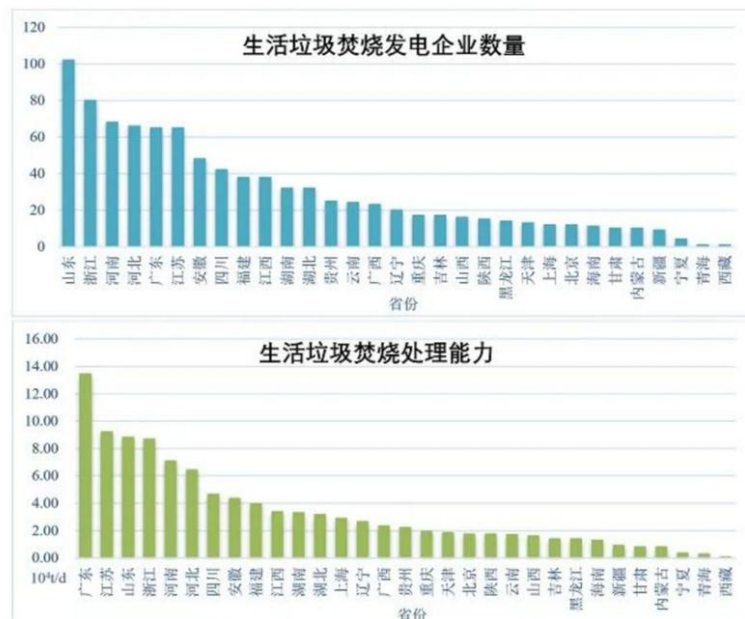


图 1 我国生活垃圾焚烧发电企业基本情况

截止2022年，上海市已建成和在运行的生活垃圾焚烧处置厂15家，总处理能力28000吨/日，具体如表1所示。

表1 上海生活垃圾焚烧企业基本情况

序号	处置厂名称	设计能力 (吨/日)	焚烧线规模及数量
1	江桥焚烧厂	1500	500吨/日, 3条
2	老港焚烧厂一期	3000	750吨/日, 4条
3	老港焚烧厂二期	6000	750吨/日, 8条
4	金山焚烧厂一期	1000	500吨/日, 2条
5	金山焚烧厂二期	500	500吨/日, 1条
6	黎明焚烧厂	2000	500吨/日, 4条
7	松江天马焚烧厂一期	2000	500吨/日, 4条
8	松江天马焚烧厂二期	1500	750吨/日, 2条
9	奉贤焚烧厂一期	1000	500吨/日, 2条
10	奉贤焚烧厂二期	1000	500吨/日, 2条
11	嘉定焚烧厂	1500	500吨/日 3条
12	崇明焚烧厂一期	500	250吨/日, 2条
13	崇明焚烧厂二期	500	500吨/日, 1条
14	宝山再生能源中心	3000	750吨/日, 4条

15	浦东海滨再生能源中心	3000	750 吨/日，4 条
合计		28000	46 条

2022 年，上海全市生活垃圾清运量为1129.3 万吨，其中干垃圾598.6 万吨，湿垃圾291.5 万吨（含餐厨垃圾83.7 万吨），可回收物219.4 万吨，有害垃圾0.06 万吨，废油脂8.6 万吨、大件垃圾11.1 万吨。生活垃圾无害化处理率100%，其中焚烧处理量678.3 万吨，基本实现原生垃圾全焚烧。

#### 4 行业污染控制技术分析

生活垃圾焚烧过程中产生的废气主要产生于焚烧（发电）、装卸贮存以及渗滤液处理站等环节。生活垃圾焚烧过程的大气污染物主要包括焚烧烟气，垃圾接受、储存、预处理和焚烧进料等环节中的恶臭气体，渗滤液处理过程产生的恶臭气体，其他还有生产中使用物料在接受、储存、使用和焚烧灰渣处理过程的扬尘污染及部分化学品暴露挥发产生的气体污染物。其中最主要的污染源是焚烧烟气。

焚烧产生的烟气根据污染物性质的不同，可将其分成烟尘、酸性气体、重金属、有机污染物和 CO 等不完全燃烧产物类型。表 2 为生活垃圾焚烧烟气中的污染物类型。

**表 2 生活垃圾焚烧烟气中污染物的种类**

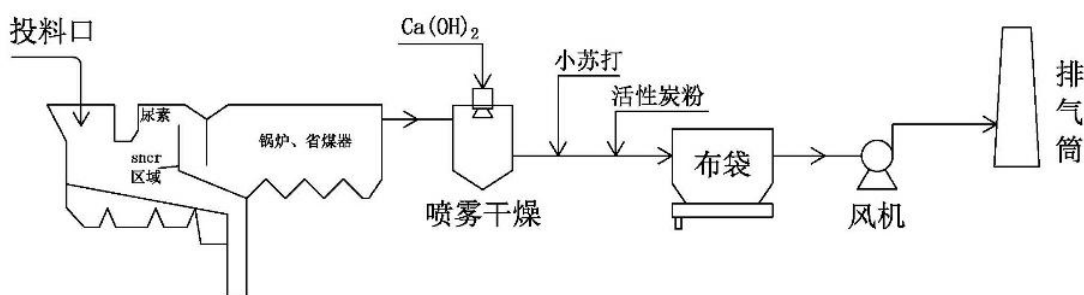
序号	类别	污染物名称	表示符号
1	飞灰	烟尘	PM
2	酸性气体	氯化氢	HCl
		硫氧化物	SO <sub>x</sub>
		氮氧化物	NO <sub>x</sub>
3	重金属类	汞及其化合物	Hg
		铊、镉及其化合物	TL+Cd

		锑、砷、铅、铬、钴、铜、锰，镍及其化合物	Sb+As+Pb+Cr+Co +Cu+Mn+Ni
4	有机类	二噁英	PCDDs (Dioxin)
		呋喃	PCDFs (Furan)
		其他有机物	TVOC
5	不完全燃烧产物	一氧化碳	CO

生活垃圾焚烧烟气净化系统由除尘、除酸、脱硝、除二噁英类和重金属等单元优化组合而成。

上海生活垃圾焚烧烟气处理系统由最初的减温塔+喷雾干燥半干法脱酸+活性炭粉喷射+布袋除尘，经过近 20 年的演变进化，目前形成如下几种主要的烟气净化工艺：

A 型：SNCR +半干法消石灰+干法（碳酸氢钠）+活性炭喷射+布袋，工艺流程图如图 2 所示。



换热（热侧降温）+洗涤塔+换热（冷侧受热），排放的烟气温度为 125℃，工艺流程图如图 3 所示。通过布袋后增设湿法洗涤，大大强化了烟气净化系统的脱酸的能力。

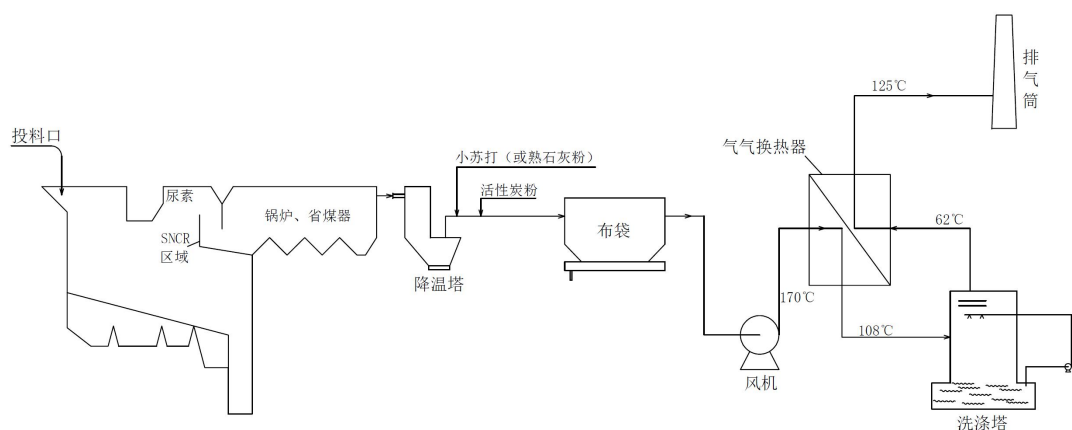




图 3 B 型生活垃圾焚烧烟气净化系统

烟气净化工艺为：SNCR+减温塔+干法脱酸+活性炭喷射+布袋+换热（热侧降温）+洗涤塔+换热（冷侧受热）+蒸汽加热+SCR，排放的烟气温度为 190℃，工艺流程图如图 4 所示。与 B 型焚烧烟气净化工艺相比，C 型工艺在 B 型基础上配置了烟气加热和 SCR，提升了系统的 NO<sub>x</sub> 净化能力。

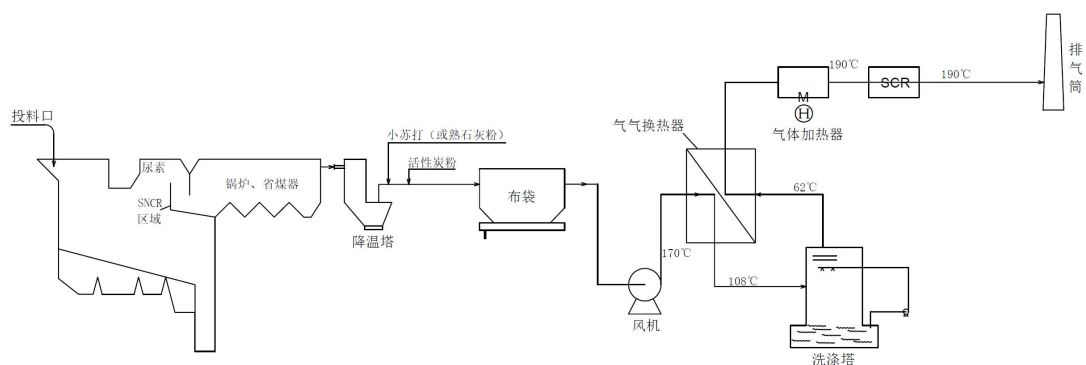


图 4 C 型生活垃圾焚烧烟气净化系统

D 型烟气净化系统为：SNCR +半干法消石灰+干法（碳酸氢钠）+活性炭喷射+布袋+风机+换热（热侧降温）+洗涤塔+换热（冷侧受热）+加热 +SCR，排放的烟气温度为 190℃，工艺流程图如图 5 所示。D 型焚烧烟气净化系统几乎集成了目前焚烧烟气净化的所有单元组合，对烟气污染物的控制水平最高，但投资及运行成本也相应较高。

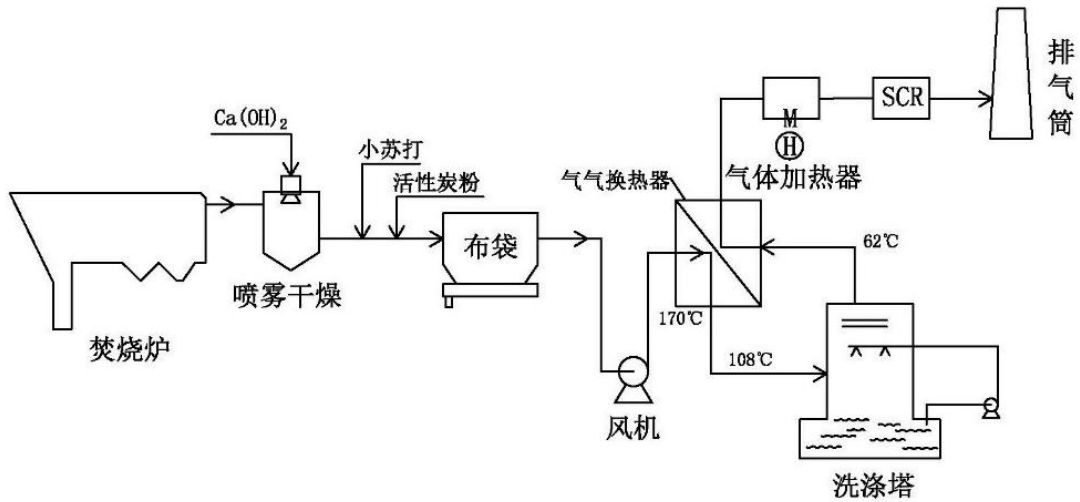


图5 D型生活垃圾焚烧烟气净化系统

烟气净化系统类型	设计处理能力占比 %	备注
A	7.15	
B	28.6	湿法脱酸

E型烟气净化系统为：SNCR +PNCR（备用）+半干法消石灰+干法（碳酸氢钠）+活性炭喷射+布袋+烟气加热+SCR，工艺流程图如图6所示。E型为A型增加了烟气加热及SCR系统。

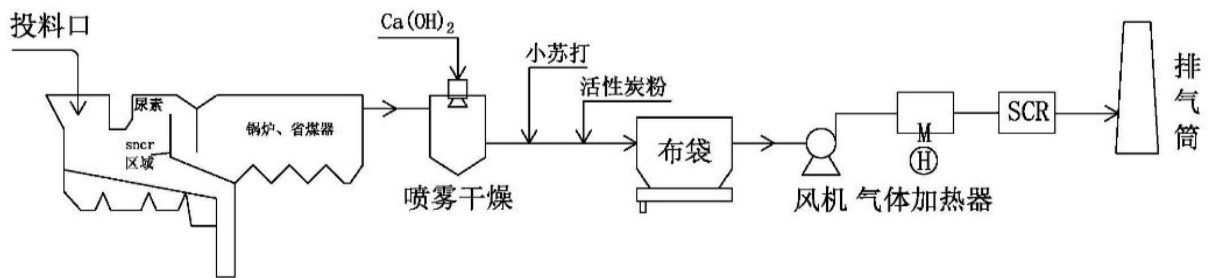


图6 E型生活垃圾焚烧烟气净化系统

按设计焚烧能力计，上海现有生活垃圾焚烧设施烟气净化各类型工艺的占比情况如表3所示。

表3 上海生活垃圾焚烧各类烟气净化工艺占比情况

C	21.4	湿法脱酸、配 SCR
D	35.7	湿法脱酸、总体已配 SCR，其中 5.4%预留 SCR 场地
E	7.15	配 SCR

总体而言，目前上海生活垃圾焚烧主流烟气污染物治理技术路线为“选择性非催化还原（SNCR）脱硝，干法+半干法脱酸，活性炭粉喷射去除二噁英类及重金属+布袋除尘器除尘”，大多数企业在主流技术路线基础上，增加了湿法脱酸，SCR 脱硝等深度治理措施，个别企业还配备了活性炭固定床强化二噁英类及重金属类污染物的净化。配备湿法脱酸设置的焚烧线的焚烧能力占比合计 85.7%，目前已配备 SCR 设置的焚烧线的焚烧能力占比合计 58.8%。

## 5 标准修订的基本原则

本标准的修订遵循以下基本原则：

（1）以保障人体健康，实现经济、社会的可持续发展为目标，以国家和上海市环境保护相关法律、法规、规章、政策和规划为根据，通过修订标准，促进环境效益、经济效益和社会效益的统一。

（2）提高与国家和上海市2013年以来发布的相关法律、法规、规章、政策和规划的协调配套性

（3）保证制定标准的技术可行性。根据国内外生活垃圾焚烧污染物的控制可行技术，充分考虑上海的具体情况，并参照国外相关标准和技术法规的相关规定，制定切实可行的污染物排放限值，保证标准执行过程的可操作性。同时，考虑到生活垃圾焚烧系统的复杂性和对象的特殊性，通过对日均值限值的收严实现污染物排放总量控制的目的，而考虑到焚烧物料特性的波动性，对于小时均值限值的收严程度适当宽松。

（4）提高修订标准的经济合理性。在综合考虑环境特点和各种经济因素的基础上，确定生活垃圾焚烧大气污染控制指标和管理方法相结合的最佳方案。

## 6、标准修订的主要技术内容

### 6.1 适用范围

《控制污染物排放许可实施方案》（国办发〔2016〕81号）要求，排污许可证应根据污染物排放标准等，依法合理确定许可排放的污染物种类、浓度。因此，修订的标准适用范围中增加“排污许可证核发及其投产后的大气污染物排放管理”。

### 6.2 规范性引用文件

增加了排污单位自行监测技术指南 等文件，更新和补充了污染物监测方法标准。

### 6.3 术语和定义

本部分对照GB18485-2014和GB18484-2020 对术语和对容易引起歧义的术语进行定义。与现行标准DB31/768-2013 相比，增加了基准氧含量排放浓度，24小时均值的定义，修改了烟气停留时间、焚烧设施、焚烧处理能力、测定均值、1小时均值、日均值的术语和定义。

### 6.4 大气污染控制技术要求

#### 6.4.1 选址要求

本节对生活垃圾焚烧厂的选址要求进行了一般规定，要求焚烧厂的选址不应选在国务院和国务院有关主管部门及上海市人民政府划定的生态保护红线区域、永久基本农田和其他需要特别保护的区域内。焚烧设施厂址应与敏感目标之间设置一定的防护距离，防护距离应根据厂址条件、焚烧处置技术工艺、污染物排放特征及其扩散因素等综合确定，并应满足环境影响评价文件及审批意见要求。

#### 6.4.2 焚烧废物要求

总体没有变化，应急状态下共处置医疗废物时，修改为需严格按国家 2020 年颁布的 GB 39707 医疗废物处理处置污染控制标准及 HJ 177 中相关要求执行。

#### 6.4.3 焚烧炉

要求垃圾储运，焚烧设施均为负压状态下运行，配置集成烟气在线自动监测、

运行工况在线监测等功能的运行监控装置。焚烧烟气净化装置至少应具备除尘、脱硫、脱硝、脱酸、去除二噁英类及重金属类污染物的功能。

#### 6.4.4 污染物排放控制要求

##### 6.4.4.1 焚烧设施大气污染物排放限值

综合考虑生活垃圾焚烧处置技术和烟气污染物控制技术进步情况及本市生活垃圾焚烧炉的建成年份及实际运行情况，生活垃圾焚烧设施污染排放限值修订情况如下：

##### (1) 颗粒物

对5类不同烟气处理工艺类型焚烧线的2022年全年有效在线监测数据中的颗粒物排放数据的统计分析结果如表4所示。颗粒物日均值中最高值为5.5mg/m<sup>3</sup>，年平均值中的最高值为3.7mg/m<sup>3</sup>，表明上海市的生活垃圾焚烧烟气净化系统的除尘效果已非常好，已实现对颗粒物排放总量的有效控制。

表4 5类焚烧线全年颗粒物排放统计情况

焚烧线类 型编号	颗粒物浓度日均值mg/m <sup>3</sup>			颗粒物浓度1小时均值mg/m <sup>3</sup>		
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值
A	3.7	5.5	1.6	3.7	36.2	0.004
B	1.88	3.81	0.77	1.88	5.17	0.39
B-1	3.42	4.54	2.12	3.42	37.96	1.59
B-2	1.54	2.5	0.57	1.54	4.1	1.08
C	0.93	1.68	0.66	0.93	2.29	0.12
C-1	0.74	2.55	0.45	0.75	4.65	0.33
D	0.26	1.27	0.08	0.26	10.19	0
D-1	0.24	1.21	0.11	0.24	4.93	0
E	1.77	9.16	0.29	1.7	50.4	0.17
E-1	1.19	9.95	0.59	1.2	21.9	0.06

表5 5条焚烧线烟气中颗粒物浓度值分布情况

焚烧线类	颗粒物浓度日均值分布占比%	颗粒物浓度1小时均值分布占比%
------	---------------	-----------------

型编号	>10mg/ m <sup>3</sup>	>8mg/m <sup>3</sup>	>5mg/m <sup>3</sup>	>10mg/m <sup>3</sup>	>8mg/m <sup>3</sup>	>5 mg/m <sup>3</sup>
A	0	0	7	0.08	0.145	11.38
B	0	0	0	0	0	0.024
B-1	0	0	0	0.1	0.11	0.18
B-2	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
C-1	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0.012	0.024	0.024
D-1	0	0	0	0	0	0
E	0	0.35	2.14	0.43	0.85	3.18
E-1	0	0.30	1.2	0.27	0.56	1.38

由表4和表5可见，本市各类焚烧炉颗粒物排放浓度年平均值最高为3.7 mg/m<sup>3</sup>，最低仅0.26 mg/m<sup>3</sup>，其中采用干法/半干法净化工艺焚烧设施的排放浓度相对较高。A类线颗粒物日均浓度为3.7mg/m<sup>3</sup>，日均浓度最高值为5.5mg/m<sup>3</sup>，全年颗粒物小时均值超过10mg/m<sup>3</sup>数值占比为0.08%，超过8mg/m<sup>3</sup>限值占比0.145%，超过5mg/m<sup>3</sup>限值占比11.4%；B，C类线日均浓度最高值均小于5mg/m<sup>3</sup>，全年颗粒物小时均值均小于10mg/m<sup>3</sup>；D类线日均浓度最大值仅1.27mg/m<sup>3</sup>，全年颗粒物小时均值仅一个数据大于10mg/m<sup>3</sup>，占比0.012%。E线全年颗粒物浓度均值为1.7mg/m<sup>3</sup>，颗粒物日均浓度大于8mg/m<sup>3</sup>占比0.36%，小时均值超过10mg/m<sup>3</sup>数值占比为0.439%，超过8mg/m<sup>3</sup>限值占比0.85%，超过5mg/m<sup>3</sup>限值占比3.18%。由于垃圾焚烧的进料具有批次进料的特征及袋式除尘器批次清灰的特性等因素，排放颗粒物的小时浓度最大值与平均值的比率达2-40倍，部分类型焚烧线在小时尺度上的颗粒物排放浓度存在较大的波动，但小时最高浓度超过10mg/m<sup>3</sup>限值的占比最高也不大于0.43%。

按上海680万吨/年的焚烧量计，即使将A，B，E三类焚烧线的颗粒物排放平均浓度在现有基础上平均下降1mg/m<sup>3</sup>，全年颗粒物的减排量效益约为15吨，2021年度上海颗粒物排放量9780吨，由此可见，进一步通过将颗粒物排放的限值收严从而要求企业进行净化设备升级以进一步降低颗粒物排放总量的管理措施已无明显的环保效益。考虑到目前各类焚烧线的颗粒物排放总量较小，短时段的小时

浓度在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以内的有限升高对周边环境的颗粒物小时浓度的影响影响不大，因此本次修订标准中1小时均值保持不变，为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，同时按国家标准的格式增加了24小时均值或日均值的排放限值 $8\text{mg}/\text{m}^3$ 。该限值在目前的国内外生活垃圾焚烧排放标准中仍然属于较严格的水平。

## (2) CO

对5类不同烟气处理工艺类型焚烧线的2022年全年有效在线监测数据中的CO排放数据的统计分析结果如表6所示，5类线的CO数值分布区间情况如表7所示。

**表 6 5 条不同烟气净化类型焚烧线全年 CO 排放统计情况**

焚烧线类 型编号	CO浓度日均值 $\text{mg}/\text{m}^3$			CO浓度1小时均值 $\text{mg}/\text{m}^3$		
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值
A	1.6	12.0	0.011	1.6	81.3	0
B	5.85	38.77	0.86	5.85	62	0.089
B-1	2.36	11.42	0.12	2.36	164	0
B-2	11	57.2	2.7	10.9	94	0
C	3.3	13.18	0.62	3.3	90.62	0
C-1	4.76	117	0.36	4.7	340.5	0
D	1.02	8.13	0.03	1.02	73.62	0
D-1	2.68	76.21	0.51	2.52	813	0.26
E	1.87	25.44	0.01	1.87	135	0
E-1	2.09	9.87	0.09	2.1	84	0

由表 6 和表 7 可见，所有类型焚烧线的 CO 年度平均值均小于  $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，日均值的最高值总体低于  $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，日均值最高值与平均值的比率在 4-13 之间。但 CO 小时均值的波动较大，最高值与平均值的比率在 10 到 70 倍的范围波动，这与生活垃圾焚烧设施的批次式进料方式特征对燃烧过程的影响有关。9 条焚烧线中，6 条焚烧线的 CO 浓度日均值全部小于  $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，其余 3 家企业 CO 浓度日均值超过  $30\text{mg}/\text{m}^3$  的比率分别为 0.29%，0.28%和 0.87%。9 条件的 CO1 小时均值波动较大，大于  $50\text{mg}/\text{m}^3$  的小时数占比小于 0.1%有 2 条，小于 0.3%有 6 条，仅 E 类焚烧线的 CO 浓度 1 小时均值波动最频繁，需要改进焚烧线的运行操作。

表 7 5 条焚烧线烟气中 CO 浓度值分布情况

焚烧线类 型编号	CO浓度日均值分布占比%			CO浓度1小时均值分布占比%		
	>30mg/m <sup>3</sup>	>20mg/m <sup>3</sup>	>10mg/m <sup>3</sup>	>80mg/m <sup>3</sup>	>50mg/m <sup>3</sup>	>30 mg/m <sup>3</sup>
A	0	0	0.3	0.016	0.19	0.5
B	0.29	0.86	7.5	0	0.0238	0.76
B-1	0	0	0.3	0.05	0.217	0.408
B-2	1.2	6.5	53.6	0.09	1.02	2.64
C	0	0	0.3	0.012	0.12	0.91
C-1	0.28	0.56	2.52	0.08	0.21	1.49
D	0	0	0	0	0.048	0.29
D-1	0.87	1.2	2.0	0.14	0.23	0.47
E	0	0.36	0.36	5	13.9	17.7
E-1	0	0	0	0.014	0.25	1.26

标准DB31/767-2013的CO小时均值限值为100mg/m<sup>3</sup>，日均值限值为50mg/m<sup>3</sup>，修订为1小时均值限值50mg/m<sup>3</sup>，主要目的是促进通过优化投料操作工序等实现垃圾焚烧线稳定燃烧，减少燃烧过程波动从而降低不完全燃烧的出现机率。CO的24小时均值限值相应调整为30mg/m<sup>3</sup>。

### (3) SO<sub>2</sub>

对5类不同烟气处理工艺类型焚烧线的2022年全年有效在线监测数据中的SO<sub>2</sub>排放数据的统计分析结果如表7所示。B|C、E三类采用湿法脱酸工艺焚烧线的SO<sub>2</sub>排放浓度平均值非常低，均在小于15mg/m<sup>3</sup>。半干法脱酸工艺的A，E类焚烧线SO<sub>2</sub>排放平均浓度也均在30mg/m<sup>3</sup>以下，按680万吨年焚烧量计，生活垃圾焚烧过程SO<sub>2</sub>年排放量约为311吨，表明目前生活垃圾焚烧厂SO<sub>2</sub>排放的总量控制得较小，占上海市2021年度SO<sub>2</sub>排放总量5766吨的5.4%。2022年上海环境空气中SO<sub>2</sub>的浓度仅为6 μg /m<sup>3</sup>，与SO<sub>2</sub>相关的二次污染物PM<sub>2.5</sub>的环境空气质量浓度为25 μg/m<sup>3</sup>，根据2022年《上海市生态环境公报》，自2017年以来，臭氧已取代PM<sub>2.5</sub>成为上海大气治理领域的首要污染物。2022年47个污染日中，首要污染物为臭氧的有41天，占比高达87.2%。其次才是PM<sub>2.5</sub>，首要污染物为PM<sub>2.5</sub>的有6天，占12.8%。因此SO<sub>2</sub>的



排放控制已不是目前本市大气污染排放控制的主要需求。

但从表8中可见，生活垃圾焚烧烟气排放的SO<sub>2</sub>的1小时均值的波动较大，这与焚烧垃圾的含硫物质的占比有关及焚烧炉批次性进料等有关。5类线的SO<sub>2</sub>浓度数值分布区间情况如表9所示，可见SO<sub>2</sub>浓度高值出现的比率是非常低的。由于焚烧烟气脱酸环节中的HCL与SO<sub>2</sub>存在竞争关系，HCL总体效率要高于SO<sub>2</sub>，同时，由于SO<sub>2</sub>气体的特性，焚烧烟气中的干法和半干法脱酸对SO<sub>2</sub>的净化性能一般，因此一旦SO<sub>2</sub>入口浓度波动，会对整个净化系统的脱酸性能产生影响，造成短时间的较大波动。

表8 5条焚烧线全年SO<sub>2</sub>排放统计情况

焚烧线类 型编号	SO <sub>2</sub> 浓度日均值mg/m <sup>3</sup>			SO <sub>2</sub> 浓度1小时均值mg/m <sup>3</sup>		
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值
A	13.45	27.5	4.03	13.4	77.7	0
B	4.75	17.1	0.12	4.75	64.1	0.02
B-1	9.97	26.74	1.87	9.97	188.5	0.05
B-2	5.7	17.1	0.81	5.7	61.3	0.01
C	4.41	19.21	0.54	4.41	30.7	0
C-1	13.5	26.6	5.3	13.5	49	0.05
D	7.81	17.05	1.76	7.81	97.18	0.9
D-1	5.27	13.61	0.97	5.25	183.2	0.08
E	25.1	42.53	9.16	25.1	238	0.15
E-1	25.4	46.5	3.38	25.4	307	0

表9 5条焚烧线烟气中SO<sub>2</sub>浓度值分布情况

焚烧线类 型编号	SO <sub>2</sub> 浓度日均值分布占比%			SO <sub>2</sub> 浓度1小时均值分布占比%		
	>30	>20	>10	>50	>40	>30
A	0	3.1	82.2	0.145	0.79	3.42
B	0	0	32	0.048	0.059	0.19
B-1	0	0.62	50.3	0.076	0.14	0.45
B-2	0	0	13.9	0.09	0.11	0.26

C	0	0	9.1	0	0	0.012
C-1	0	5.6	75.8	0	0.12	0.78
D	0	0	0	0.048	0.12	0.3
D-1	0	0	5.5	0.035	0.12	0.28
E	28.2	75.4	96.2	2.86	11.3	32
E-1	32.5	74.4	94	3.9	14.9	37

标准DB31/767-2013的SO<sub>2</sub>小时均值限值为100mg/m<sup>3</sup>，日均值限值为50mg/m<sup>3</sup>。本次修订考虑到在无废城市推进过程中，生活垃圾焚烧厂可能会承担部分一般工业废物的处置，SO<sub>2</sub>的发生浓度可能会产生较大波动，因此1小时均值限值适当收严到40mg/m<sup>3</sup>，日均值和24小时均值收严到30mg/m<sup>3</sup>，仍然是从总量上控制生活垃圾焚烧设施的SO<sub>2</sub>排放总量。

#### (4) NO<sub>x</sub>

对5类不同烟气处理工艺类型焚烧线的2022年全年有效在线监测数据中的NO<sub>x</sub>排放数据的统计分析结果如表10所示。不同企业，NO<sub>x</sub>浓度日均值还是有较大差距，与其配置的脱硝系统配置和运行操作参数等有关。C、D、E型焚烧线配置了SCR，NO<sub>x</sub>平均浓度总体小于100mg/m<sup>3</sup>，而只配置了SNCR的A，B类焚烧线，NO<sub>x</sub>平均浓度总体在110-165mg/m<sup>3</sup>。按年焚烧量680万吨，垃圾焚烧量基本按设计能力比例分配，目前上海市生活垃圾焚烧厂的NO<sub>x</sub>年排放量3575吨，如果本次提标到日均限值120mg/m<sup>3</sup>，可减少生活垃圾焚烧过程的NO<sub>x</sub>排放总量262吨，该情景无需对A，B类焚烧线进行改造，主要通过强化SNCR等进行净化效率的小幅提升；若提标到日均限值80mg/m<sup>3</sup>，可减少生活垃圾焚烧过程的NO<sub>x</sub>排放总量1008吨，需要对A，B类型焚烧线及2条D类增设SCR装置，其它类型设备适当技改或更换催化剂，净化系统投资约3亿元，年运行费用增加5000万元，折合每吨NO<sub>x</sub>减排费用7-8万元。2021年上海NO<sub>x</sub>排放量135700吨（其中机动车109056吨，工业源21481吨），按减排1008吨计，从总量上减排了0.74%，从工业固定源计减排了4.69%。

表 10 5 条焚烧线全年 NO<sub>x</sub> 排放统计情况

焚烧线类 型编号	NO <sub>x</sub> 浓度日均值mg/m <sup>3</sup>			NO <sub>x</sub> 浓度1小时均值mg/m <sup>3</sup>		
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值

A	111.9	169.5	65.3	111.9	214.6	0
B	130	162.2	78.4	130	277.1	0.5
B-1	165	181	146	165	311	26.19
B-2	139.8	165.4	86.6	139.8	202.6	0.1
C	62	158.4	40.7	62	188.3	0.4
C-1	63.6	155.6	40.9	63.5	194.6	0.1
D	98.1	152.7	49.7	98.1	200.8	5.48
D-1	108.5	161	45.3	108.3	234	14.3
E	67.1	141	27.23	67	182	0.6
E-1	75.2	168.5	32.3	75.2	199	0.21

5条焚烧线的NO<sub>x</sub>数值分布区间情况如表11所示。

表 11 5 条焚烧线烟气中 NO<sub>x</sub> 浓度值分布情况

焚烧线类 型编号	NO <sub>x</sub> 浓度日均值分布占比%			NO <sub>x</sub> 浓度1小时均值分布占比%		
	>150	>120	>80	>200	>150	>120
A	4.3	26.9	96.8	0.016	9.7	39.5
B	8.6	78.4	99.7	0.024	14.9	72.8
B-1	99	100	100	0.04	86.3	99.3
B-2	22.2	96.2	97.4	0.012	30.5	87
C	2.4	8.2	9.6	0	3.4	8.3
C-1	1.68	8.68	9.8	0	3.1	7.4
D	0.85	23.2	67	0.012	4.15	24.9
D-1	2.9	41.3	78.3	0.023	10.2	38.9
E	0	5.4	21.1	0	1.4	7.4
E-1	1.8	6.3	34.3	0	3.6	11.5

标准DB31/767-2013的NO<sub>x</sub>小时均值限值250mg/m<sup>3</sup>，日均值限值200 mg/m<sup>3</sup>，考虑到自2017年以来，臭氧已取代PM<sub>2.5</sub>成为上海大气治理领域的首要污染物，而NO<sub>x</sub>又是臭氧污染的前驱物等因素，本次修订将NO<sub>x</sub>的1小时均值限值收严到150mg/m<sup>3</sup>，24小时均值限值收严为80mg/m<sup>3</sup>。排放限值取值的总体思路仍然是通

过日均值控制排放总量，但同时考虑到垃圾焚烧的复杂性及焚烧过程影响因素众多，对1小时均值设定为日均值的2倍左右。

### (5) HCl

对5类不同烟气处理工艺类型焚烧线的2022年全年有效在线监测数据中的HCl排放数据的统计分析结果如表12所示。上海现有生活垃圾焚烧烟气中HCl浓度的年平均值很低，年排放总量约75吨，减排空间非常有限。从表12可见，HCl浓度1小时均值的存在波动，尤其是干法/半干法的A，E焚烧线类型，最高值和平均值的比率达到20-40倍，但从表13所示的5类线的HCl浓度数值分布区间情况可见，小时浓度的高值时段占比均非常小。HCl的1小时均值浓度大于30mg/m<sup>3</sup>的时段占比总体小于0.1%，最高占比0.12%；大于20mg/m<sup>3</sup>的时段占比也基本小于0.1%，只有E类的两条线占比为0.23%和0.37%，可通过优化脱酸过程的操作参数等方式减少小时排放浓度的波动。

表 12 5 类焚烧线全年 HCl 排放统计情况

焚烧线类 型编号	HCl浓度日均值mg/m <sup>3</sup>			HCl浓度1小时均值mg/m <sup>3</sup>		
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值
A	2.95	6.82	0.527	2.95	62.4	0
B	1.51	3.78	0.39	1.53	54.8	0
B-1	3.53	7.62	0.72	3.5	84	0.06
B-2	2.44	4.29	0.63	2.44	25.9	0
C	1.19	3.27	0.04	1.19	18.04	0
C-1	0.7	2.87	0.01	0.7	36.01	0
D	3.12	5.83	0.03	3.12	24.79	0
D-1	2.5	8.07	0.16	2.49	70.68	0.04
E	2.5	7.75	0.43	2.5	113	0.07
E-1	2.12	9.01	0.01	2.2	102.8	0

表 13 5 条焚烧线烟气中 HCl 浓度值分布情况

焚烧线类 型编号	HCl浓度日均值分布占比%		HCl浓度1小时均值分布占比%		
	>10	>8	>30	>20	>10
A	0	0	0.048	0.064	0.273

B	0	0	0.024	0.035	0.19
B-1	0	0	0.064	0.09	0.25
B-2	0	0	0	0.05	0.14
C	0	0	0	0	0.036
C-1	0	0	0.012	0.023	0.082
D	0	0	0	0.012	0.11
D-1	0	0.29	0.023	0.07	0.223
E	0	0	0.07	0.23	1.3
E-1	0	0.6	0.12	0.37	1.55

基于以上考虑，对标准DB31/767-2013中的HC1限值适当收严，24小时或日均值限值由10mg/m<sup>3</sup>收严到8mg/m<sup>3</sup>。小时均值限值由50mg/m<sup>3</sup>收严到20mg/m<sup>3</sup>。

#### (6) 重金属及其化合物

本次修订对重金属及其化合物的三项排放限值指标保持不变。

#### (7) 二噁英类

本次修订对二噁英类的排放限值保持不变。

### 6.4.4.2 与国内外相关标准限值情况的比较

近 10 年我国的垃圾焚烧及烟气污染控制技术装备水平提升较快，部分省市近几年来出台了更加严格的生活垃圾焚烧大气污染物排放标准要求。国外由于生活垃圾焚烧行业发展的相对早，相关的标准主要都是 10 年前发布的，其中欧盟的 2010/75/EU 工业源排放导则是最严格的标准之一。2019 年，欧盟在《Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration》中给出了废弃物焚烧烟气污染物排放指导值，对于可在线监测的污染物指标仅给出日均值，实际上关注的是污染物的排放总量，契合排污许可的管理思路。表 13 为国内外部分生活垃圾焚烧大气污染物排放标准及指导文件的排放限值比较情况。

表 13 国内外部分生活垃圾焚烧大气污染物排放标准限值比较表

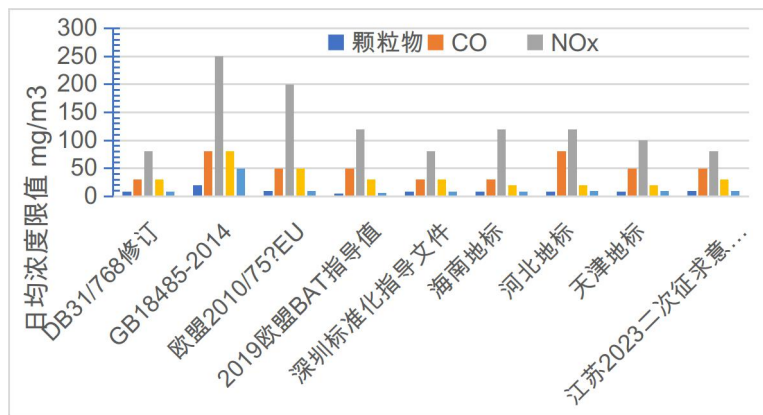
项目 (mg/m <sup>3</sup> )		欧盟 半小时 97%	欧盟 半小时 100%	欧盟 BAT指 导值	国家 生活 垃圾 焚烧 标准	上 海 地 方 标 准	上 海 地 方 标 准 修 订	海 南 省 地 方 标 准	深 圳 市 标 准 化 指 导 性 技 术 文 件	江 苏 省 地 方 标 准  (2023 二 次 征 求 意 见 稿)	河 北 地 方 标 准	天 津 市 地 方 标 准
					GB18 485-2 014	DB 31/ 768 -20 13	DB31/ 768-2 0XX		SZDB  /Z 233— 2017	DB32/X  XX— XXXX	DB 13/ 532 5— 202 1	DB1 2/ 110 1— 202 1
颗粒 物	小时 均值	10	30		30	10	10	10	10	10	10	10
	日均 值		10	2-5	20	/	8	8	8	/	8	8
CO	小时 均值		100		100	100	50	50	50	50	100	100
	日均 值		50	10-50	80	50	30	30	30	/	80	50
NOX	小时 均值	200	400		300	250	150	150	80	80	150	150
	日均 值		200	50-12 0, 50 SCR 且废 物中 不含 高氮 物质, 不采 用	250	200	80	120	80	/	120	100

				SCR 时最 高达 180								
SO2	小时 均值	50	200		100	100	40	30	30	30	40	40
	日均 值		50	5-30	80	50	30	20	30	/	20	20
HCL	小时 均值	10	60		60	50	20	10	8	10	20	20
	日均 值		10	2-6	50	10	8	8	8	/	10	10
HF	小时 均值	2	4		/	/	/	/	2	/		
	日均 值		1	<1	/	/	/	/	1	/		
NH3	小时 均值				/	/	/	/		8	8	8
	日均 值				/	/	/	/		/		
汞及 其化 合物	测定 均值		0.05	0.005 -0.02	0.05	0.0 5	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
镉、铊 及其 化合 物	测定 均值		0.05	0.005 -0.02	0.1	0.0 5	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
铍、 砷、 铅、 铬、 钴、 铜、 锰、 镍, 及 其化 合物	测定 均值				1	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
TVO	小时 均值	10	20				/					

C	日均值		10	< 3--10			/					
TOC	小时均值						/	20	10			
	日均值						/	10	10			
二噁英类 (TEQ ng/m <sup>3</sup> ) <sup>*</sup>	测定均值		0.1	0.01 - 0.06 (0.08)	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1

大气污染物排放标准的限值服务于环境空气质量的需求，由于污染物排放浓度限值基本在 150mg/m<sup>3</sup> 以下，大多数要求在 50mg/m<sup>3</sup> 以下，因此大气污染物的排放造成急性伤害的概率也就非常低了，对大气污染物的管控重点应该是控制总量以保持区域污染物排放总量小于环境容量。同时，由于在线监测技术的广泛应用，对于污染源已可以实现全时段的监控。污染物的日均浓度是大气污染源排放总量的控制的基础，因此欧盟等国家在已实现污染物排放在线监测的领域，均强化的污染物日均值的管控。

修订后的 DB31/768 针对上海市大气污染控制目标的需求，契合排污许可管理思路，着重控制受严涉及污染物排放总量的日均值限值指标。由图 7 可见，就烟气污染物日均浓度排放限值而言，远较 GB18485-2014 和欧盟 2010/75 EU 的排放限值要求严格，在现有国内外生活垃圾焚烧大气污染物排放标准中位于要求严格的行列。





注：图中 2023 江苏地标二次征求意见稿为小时均值，实际对日均值的要求应更为严格

## 图 7 国内外生活垃圾焚烧标准可在线监测污染物日均值排放限值比较

图 8 所示为国内外生活垃圾焚烧标准主要污染物小时均值排放限值比较情况。本市新修订的标准中，基于通过日均浓度控制污染物排放总量，同时考虑到垃圾焚烧过程的波动性，污染物的小时浓度的限值适当收严，处于国内排放标准中限值标准的平均偏严水平，但远较 GB18485-2014 和欧盟 2010/75 EU 的排放限值要求严格。

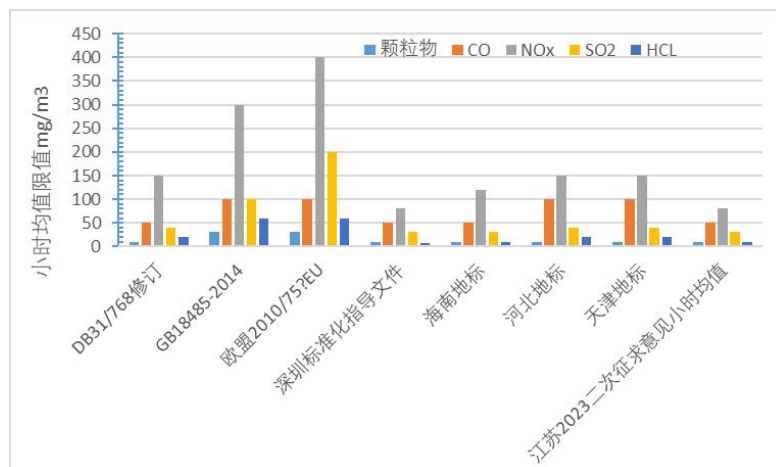


图 8 国内外生活垃圾焚烧标准部分污染物小时均值排放限值比较

### 6.4.4.3 其他大气污染物（项目）排放控制要求

生活垃圾焚烧设施排放恶臭污染物和颗粒物及挥发性有机物和其它气态污染物适用于相应的国家和上海地方的《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822，《大气污染综合排放标准》DB31/933, 和《恶臭污染物排放标准》DB 31/1025。

## 6.5 运行管理要求

现行标准中关于运行管理要求相关内容比较简要，归纳于现行 DB31/768-2013 的 4.5 中。考虑到该部分内容在生活垃圾焚烧大气污染全过程管理控制方面的重要意义，修订标准中单独设立了 6 运行环境管理要求，细化了与过程污染控制相关的关键内容，以便于生活垃圾焚烧过程的有效管控。相关内容涉及焚烧设施的档案、运行台账、焚烧设施的包括启动、停炉、故障和正常运

行时的管理要求和规定。

## 6.6 环境监测要求

生活垃圾焚烧厂应按照有关法律和《环境监测管理办法》、HJ 819 和 HJ1205 等的规定，建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及其对周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

焚烧设施安装污染物排放自动监控设备，应依据有关法律和《污染源自动监控管理办法》的规定执行。

对生活垃圾焚烧厂运行企业排放废气的采样，应按照 HJ1205 的要求执行。烟气中二噁英类监测的采样按 HJ77.2、HJ916 的有关规定执行；其它污染物监测的采样应按 GB/T 16157、HJ/T 397 或 HJ 75 的规定进行。与 DB31/768-2013 对于重金属类及二噁英类等污染物的监测方案要求相比，HJ1205 的规定更加科学合理。

对于大气污染物分析方法，更新和增补了 DB31/768-2013 实施后国家发布的污染物监测方法标准。

完善了对于在线监控的要求。

## 6.7 实施与监督

明确了生活垃圾焚烧厂运营企业是否符合排放标准的依据。

各级生态环境主管部门在对生活垃圾焚烧设施进行监督性检查时，对于大气污染物，可以采用手工监测并按照监测规范要求测得的任意 1 小时平均浓度值，作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关生态环境保护管理措施的依据。

除标准文件 6.2.4 规定的条件外，在线自动监测的日均值数据可作为判定排污行为是否符合排放标准的依据；炉膛内热电偶测量温度未达到标准文件 6.2.5 要求，且一个自然日内累计超过 5 次的，参照《生活垃圾焚烧发电厂自动监测数据应用管理规定》等相关规定判定为“未按照国家有关规定采取有利于减少持久性有机污染物排放措施”，并依照相关法律法规予以处理。

## 7 技术经济可达性分析

本次修订，主要是标准适用范围中增加“排污许可证核发及其投产后的大气

污染物排放管理”；增加了基准氧含量排放浓度，24小时均值的定义；修改了烟气停留时间、焚烧设施、焚烧处理能力、测定均值、1小时均值、日均值的术语和定义；完善了焚烧设施运行管理要求；增加了颗粒物日均值排放限值要求，收严了NO<sub>x</sub>，CO，SO<sub>2</sub>、HCl部分排放限值要求；增加了除生活垃圾焚烧炉外的其他生产设施的大气污染物排放控制要求；调整了生活垃圾焚烧设施排放大气污染物的监测要求；补充完善了生活垃圾焚烧设施在线自动监测装置要求及运行要求。总体上是为了与国家标准系统及近年来的环境保护管理要求更加契合，技术经济更加可行。

关于排放限值收严方面，除NO<sub>x</sub>外，其余限值均为根据现有设施运行情况进行适当收严，大多数焚烧线已能满足限值要求，部分焚烧线需要通过技改或生产工艺参数的优化调整，减少波动，实现达标排放。

关于NO<sub>x</sub>排放限值，上海58.4%左右的焚烧线已配备SCR脱硝措施，现有焚烧烟气低温SCR系统在足够投氨及反应温度稳定维持在180℃的情况下，可以实现1小时均值150mg/m<sup>3</sup>和日均值80mg/m<sup>3</sup>的限值要求。其余41.6%未配备SCR装置的焚烧线，需要进行烟气净化系统的升级。从经济上看，对A，B类型焚烧线增设SCR装置，对部分C，D，E类型烟气净化进行技术改造或催化剂升级，上海地区生活垃圾焚烧线需投资约3亿元，年运行费用增加4500万元，预计可年减排NO<sub>x</sub>1008吨，折合每吨NO<sub>x</sub>减排费用7-8万元。以2021年上海NO<sub>x</sub>排放量135700吨（其中机动车109056吨，工业源21481吨）计，从总量上减排了0.74%，从工业固定源计减排了4.69%。