

ICS 13.040.40

Z 60

备案号: 15513-2004

**DB**

# 北京市地方标准

DB11/ 237-2004

---

## 冶金、建材行业及其它工业炉窑 大气污染物排放标准

Emission standards of air pollutants for metallurgical industry, building materials  
industry and other industrial furnaces

2004-06-15 发布

2005-01-01 实施

北京市环境保护局  
北京市质量技术监督局 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 区域与时段划分 .....	2
4.1 区域划分 .....	2
4.2 时段划分 .....	3
5 排放限值 .....	3
5.1 冶金行业大气污染物排放限值 .....	3
5.2 建材行业大气污染物排放限值 .....	6
5.3 其它行业（不含化工）工业炉窑大气污染物排放限值 .....	8
5.4 最高允许排放速率 .....	8
6 排气筒高度、工艺管制和操作规程、燃料有害物控制标准和其它规定 .....	8
6.1 排气筒高度 .....	8
6.2 工艺管制和操作规程 .....	9
6.3 燃料有害物控制标准 .....	9
6.4 对北京市环境空气质量一类区的特殊规定 .....	9
7 监测 .....	9
7.1 排气筒大气污染物排放浓度监测 .....	9
7.2 排气筒不透光率监测 .....	10
7.3 连续自动监测要求 .....	10
7.4 炼焦炉无组织排放监测 .....	11
7.5 厂界外监测 .....	11
8 标准实施 .....	11
附录 A .....	12
附录 B .....	13
附录 C .....	14

## 前 言

为控制冶金、建材行业及其它工业炉窑的大气污染物排放，实现《北京市“十五”时期环境保护规划》和举办2008年奥运会确定的环境空气质量目标，根据《中华人民共和国大气污染防治法》第七条之规定，制定本标准。

本标准第5条、第6条和第7条为强制条文。自标准实施之日起，北京市冶金、建材行业及其它工业炉窑不再执行国家 GB9078—1996《工业炉窑大气污染物排放标准》、GB4915—1996《水泥厂大气污染物排放标准》、GB16171—1996《炼焦炉大气污染物排放标准》和 GB16297—1996《大气污染物综合排放标准》。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录。

本标准由北京市环境保护局提出。

本标准起草单位：中国环境科学研究院环境标准研究所、北京市环境保护监测中心。

本标准主要起草人：周扬胜、张国宁、胡厚钧。

本标准由北京市环境保护局负责解释。

# 冶金、建材行业及其它工业炉窑大气污染物排放标准

## 1 范围

本标准规定了冶金、建材行业生产过程，以及其它行业（不含化工）工业炉窑的大气污染物排放浓度限值（包括无组织排放）、不透光率限值和最高允许排放速率要求，同时还规定了排气筒高度要求、工艺管制和操作规范、燃料有害物控制标准。

本标准适用于对现有源的大气污染物排放管理，以及对新建、改建、扩建项目的环境影响评价、设计、竣工验收及其建成后的大气污染物排放管理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 252 轻柴油
- GB 11174 液化石油气
- GB / T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB 17820 天然气
- HJ / T 40 固定污染源排气中苯并（a）芘的测定 高效液相色谱法
- HJ / T 42 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法
- HJ / T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
- HJ / T 44 固定污染源排气中一氧化碳的测定 非色散红外吸收法
- HJ / T 45 固定污染源排气中沥青烟的测定 重量法
- HJ / T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- HJ / T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
- HJ / T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
- HJ / T 67 大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法
- 环发[2001]37号 国家环境保护总局《关于划分高污染燃料的规定》
- 北京市环境保护局《北京市固定源大气污染物排放连续监测验收技术规范》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### 标准状态

指温度为 273K，压力为 101325Pa 时的状态，简称“标态”。本标准规定的大气污染物排放浓度均指标准状态下干烟气中的数值。

### 3.2

#### 最高允许排放浓度

指处理设施后排气筒中污染物任何 1 小时浓度平均值不得超过的限值；或指无处理设施排气筒中污染物任何 1 小时浓度平均值不得超过的限值。

3.3

**烟气不透光率**

入射光线通过烟气介质, 光线被吸收及散射后强度衰减的百分率。

3.4

**无组织排放**

指大气污染物不经过排气筒的无规则排放。

低矮排气筒的排放属有组织排放, 但在一定条件下也可造成与无组织排放相同的后果, 因此在执行“无组织排放监控点浓度限值”指标时, 由低矮排气筒造成的监控点污染物浓度增加不予扣除。

3.5

**无组织排放监控点浓度限值**

指监控点的污染物浓度在任何 1 小时的平均值不得超过的限值。

3.6

**排气筒高度**

指自排气筒 (或其主体建筑构造) 所在的地平面至排气筒出口计的高度。

3.7

**最高允许排放速率**

指一定高度的排气筒任何 1 小时排放污染物的质量不得超过的限值。

3.8

**工业炉窑**

指在工业生产中用燃料燃烧或电能转换产生的热量, 将物料或工件进行冶炼、焙烧、烧结、熔化、加热等工序的热工设备。

3.9

**过剩空气系数**

燃料燃烧时实际空气消耗量与理论空气需要量之比值。

3.10

**掺风系数**

指冲天炉加料口等处进入的风量与炉窑鼓风量之比值。

3.11

**高污染燃料**

根据国家环境保护总局发布的《关于划分高污染燃料的规定》(环发[2001]37号), 高污染燃料系指: 原(散)煤、煤矸石、粉煤、煤泥、燃料油(重油和渣油)、各种可燃废物和直接燃用的生物质燃料(树木、秸秆、锯末、稻壳、蔗渣等), 以及可排放硫含量 $>0.3\%$ 的固硫蜂窝型煤、硫含量 $>30\text{mg}/\text{m}^3$ 的人工煤气等。

3.12

**高污染燃料禁燃区**

指市人民政府根据《北京市实施〈中华人民共和国大气污染防治法〉办法》第十三条, 划定的禁止燃用高污染燃料的范围。

北京市高污染燃料禁燃区的范围为城近郊区、北京经济技术开发区和市人民政府划定的其它区域。

在上述范围内, 不得新建、改建和扩建燃用高污染燃料的设施; 现有燃用高污染燃料的设施必须在规定的期限内改造使用清洁燃料。

**4 区域与时段划分**

**4.1 区域划分**

本标准将北京市划分为 A、B 两个区域：

A 区：指城近郊区、北京经济技术开发区和郊区、县的城区（城关镇），以及市人民政府划定的其它高污染燃料禁燃区域；

B 区：除 A 区以外的其它地区。

#### 4.2 时段划分

4.2.1 现有污染源按 I、II 两个时段，分别执行相应的标准限值。

第 I 时段：指本标准实施之日起至 2006 年 12 月 31 日止；

第 II 时段：指自 2007 年 1 月 1 日起。

4.2.2 自本标准实施之日起，新建、改建、扩建项目按现有污染源第 II 时段的标准执行。本标准实施之日前已经办理环境保护行政审批在建尚未投产验收的项目，按现有污染源管理。

### 5 排放限值

#### 5.1 冶金行业大气污染物排放限值

冶金行业生产过程中，通过设备（车间）排气筒排放的颗粒物和气态污染物的最高允许排放浓度、烟气不透光率，以及无组织排放监控点浓度限值，不得超过表 1 规定的限值。

表1 冶金行业大气污染物排放限值

受控工艺或设备		区域	设备排气筒颗粒物排放浓度 (mg/Nm <sup>3</sup> )		设备排气筒烟气不透光率 (%)		设备排气筒气态污染物排放浓度 (mg/Nm <sup>3</sup> )		无组织排放监控点浓度限值 (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段
原料场及其它露天作业场所无组织排放 ——监控点：周界外空气中粉尘浓度最高点 <sup>12)</sup>		A区	—		—		—		1.0 <sup>12)</sup>	禁排
		B区	—		—		—		1.0	0.5
烧结	原料及成品矿处理输送系统；烧结机冷却段	A区	30	禁排	7%	禁排	—		—	
		B区	30		7%		—		—	
	烧结机机头	A区	80	禁排	20%	禁排	SO <sub>2</sub> : 400	禁排	—	
		B区	80	50	20%	15%	SO <sub>2</sub> : 400	SO <sub>2</sub> : 100	—	
	烧结机机尾卸矿	A区	50	禁排	15%	禁排	—		—	
		B区	50		15%		—		—	
	装煤；推焦；熄焦；焦炭的破碎、筛分、贮运	A区	30	禁排	7%	禁排	—		—	
		B区	30		7%		—		—	
炼焦	炼焦炉无组织排放 ——监控点：炼焦炉炉顶煤塔侧第1至第4孔炭化室上升管旁	A区	—		—		—		颗粒物： 2.0 苯可溶物：0.50 苯并(a)芘： 0.002	禁排
		B区	—		—		—		颗粒物： 2.0 苯可溶物：0.50 苯并(a)芘： 0.002	颗粒物： 1.0 苯可溶物：0.25 苯并(a)芘： 0.001
	焦炉烟囱	A区	10	禁排	3%	禁排	SO <sub>2</sub> : 50	禁排	—	
		B区	10		3%		SO <sub>2</sub> : 50		—	
	原料准备及上料系统；高炉出铁、出渣作业；炉渣处理过程；铸铁机	A区	30	禁排	7%	禁排	—		—	
		B区	30		7%		—		—	
炼铁	热风炉	A区	10	禁排	3%	禁排	—		—	
		B区	10		3%		—		—	

受控工艺或设备		区域	设备排气筒颗粒物排放浓度 (mg/Nm <sup>3</sup> )		设备排气筒烟气不透光率 (%)		设备排气筒气态污染物排放浓度 (mg/Nm <sup>3</sup> )		无组织排放监控点浓度限值 (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			I 时段	II 时段	I 时段	II 时段	I 时段	II 时段	I 时段	II 时段
炼钢	转炉一次烟气放散	A区	80	禁排	15%	禁排	—	—	—	—
		B区	80	50	15%	10%	—	—	—	—
	铁水转运和预处理作业；转炉车间二次除尘	A区	30	禁排	7%	禁排	—	—	—	—
		B区	30		7%		—	—	—	—
	电炉一次、二次烟气排放(可合并处理)	A区	20	禁排	5%	禁排	—	—	—	—
		B区	20		5%		—	—	—	—
	二次精炼；连铸钢坯或浇铸钢锭	A区	10	禁排	3%	禁排	—	—	—	—
		B区	10		3%		—	—	—	—
轧钢	火焰清理机、机械清理机；冷、热轧机；酸洗；镀(涂)层作业	A区	10	禁排	3%	禁排	—	—	—	—
		B区	10		3%		—	—	—	—
	加热炉；热处理炉(退火、淬火、回火等)	A区	10	禁排	3%	禁排	SO <sub>2</sub> : 50	禁排	—	—
		B区	10		3%		SO <sub>2</sub> : 50		—	—
铁合金	物料处理输送过程	A区	30	禁排	7%	禁排	—	—	—	—
		B区	30		7%		—	—	—	—
	封闭式矿热还原电炉	A区	20	禁排	5%	禁排	—	—	—	—
		B区	20		5%		—	—	—	—
	敞口式、半封闭式矿热还原电炉；精炼(明弧)电炉；其它炉窑(熔炼炉、焙烧炉等)	A区	50	禁排	10%	禁排	—	—	—	—
		B区	50	30	10%	7%	—	—	—	—
	铁合金车间环境除尘排气筒	A区	20	禁排	5%	禁排	—	—	—	—
		B区	20		5%		—	—	—	—
铸造 <sup>3)</sup>	冲天炉	A区	禁排		禁排		禁排		—	—
		B区	50	30	10%	7%	CO: 1000		—	—
	其它熔化炉；型砂作业	A区	30	禁排	7%	禁排	—	—	—	—
		B区	30		7%		—	—	—	—
	铸造车间环境除尘排气筒	A区	20	禁排	5%	禁排	—	—	—	—
		B区	20		5%		—	—	—	—

注1：周界外空气中粉尘浓度最高点一般应设于排放源下风向的单位周界外10m范围内。如预计无组织排放的最大落地浓度点超出10m范围，可将监控点移至该预计浓度最高点，详见附录A。以下同。

注2：扣除参考值，参考点的设置见附录A。以下同。

注3：也适用于其它行业的铸造作业。



## 5.2 建材行业大气污染物排放限值

建材行业生产过程中,通过设备(车间)排气筒排放的颗粒物和气态污染物的最高允许排放浓度、烟气不透光率,以及无组织排放监控点浓度限值,不得超过表2规定的限值(其中水泥生产企业还包括吨产品排放量指标)。

表2 建材行业大气污染物排放限值

受控工艺或设备		区域	设备排气筒颗粒物排放浓度 (mg/Nm³)		设备排气筒烟气不透光率 (%)		设备排气筒气态污染物排放浓度 (mg/Nm³)		无组织排放监控点浓度限值 (mg/Nm³)		
			I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段	
水泥	水泥窑	A区	50 (0.15)	禁排	15%	禁排	SO <sub>2</sub> : 100 (0.30) NO <sub>x</sub> : 800 (2.40) 氟化物: 10 (0.03)	禁排	监控点: 水泥及水泥制品厂、石灰厂、石膏厂、耐火材料厂、砖瓦厂周界外空气中粉尘浓度最高点  A区 I时段: 1.0 A区 II时段: 禁排		
		B区	50 (0.15)	30 (0.09)	15%	10%	SO <sub>2</sub> : 100 (0.30) NO <sub>x</sub> : 800 (2.40) 氟化物: 10 (0.03)	SO <sub>2</sub> : 30 (0.09) NO <sub>x</sub> : 500 (1.50) 氟化物: 2 (0.006)	B区 I时段: 1.0 B区 II时段: 0.5		
	烘干机; 冷却机; 煤磨	A区	50 (0.15)	禁排	10%	禁排	—				
		B区	50 (0.15)	30 (0.09)	10%	7%	—				
	破碎、粉磨、包装、贮运及其它需要通风除尘的过程	A区	50 (0.04)	禁排	10%	禁排	—				
		B区	50 (0.04)	30 (0.024)	10%	7%	—				
	石灰	物料处理输送过程	A区	50	禁排	10%	禁排	—			
			B区	50		10%		—			
石灰煅烧窑		A区	100	禁排	20%	禁排	—				
		B区	100	50	20%	10%	—				

受控工艺或设备		区域	设备排气筒颗粒物排放浓度		设备排气筒烟气不透光率		设备排气筒气态污染物排放浓度		无组织排放监控点浓度限值	
			(mg/Nm <sup>3</sup> )		(%)		(mg/Nm <sup>3</sup> )		(mg/Nm <sup>3</sup> )	
			I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段	I时段	II时段
石膏	物料处理输送过程；石膏炒制；石膏制品生产	A区	50	禁排	10%	禁排	—			
		B区	50		10%		—			
耐火材料	物料处理输送过程；成型过程	A区	50	禁排	10%	禁排	—			
		B区	50		10%		—			
	耐火原料煅烧窑；耐火制品烧成窑	A区	80	禁排	15%	禁排	SO <sub>2</sub> : 700 F: 6	禁排		
		B区	80	50	15%	10%	SO <sub>2</sub> : 700 F: 6			
砖瓦	物料处理输送过程；成型过程	A区	50	禁排	10%	禁排	—			
		B区	50		10%		—			
	砖瓦干燥、烧成窑	A区	130	禁排	25%	禁排	SO <sub>2</sub> : 700 F: 6	禁排		
		B区	130	80	25%	15%	SO <sub>2</sub> : 700 F: 6			
玻璃	原料制备与上料系统	所有区域	30		7%		—		—	
	玻璃熔窑	A区	30		7%		SO <sub>2</sub> : 300 F: 6		—	
		B区	50		10%		SO <sub>2</sub> : 700 F: 6			
	原料制备车间环境除尘排气筒	所有区域	20		5%		—		—	
陶瓷	坯釉(色)料制备；成型；施釉与上色	所有区域	30		7%		—		—	
	陶瓷的素烧及烧成	A区	50		10%		SO <sub>2</sub> : 300 F: 6		—	
		B区	80	50	15%	10%	SO <sub>2</sub> : 700 F: 6		—	
	作业车间环境除尘排气筒	所有区域	20		5%		—		—	
沥青	沥青防水材料制造、沥青混凝土搅拌及其它沥青加热使用工艺	A区	禁排		禁排		禁排		禁排	
		B区	40 <sup>注2</sup>		10%		苯并(a)芘: 0.1×10 <sup>-1</sup>		生产过程不得有可见无组织排放存在	

注1: 括号中数字为吨产品排放量, kg / t。  
注2: 监测项目为沥青烟。

注1: 括号中数字为吨产品排放量, kg/t。

注2: 监测项目为沥青烟。

## 5.3 其它行业（不含化工）工业炉窑大气污染物排放限值

其它行业（不含化工）工业炉窑排气筒中的颗粒物和  $\text{SO}_2$  最高允许排放浓度、烟气不透光率，不得超过表 3 规定的限值。

表3 其它行业（不含化工）工业炉窑大气污染物排放限值

受控工艺或设备	区域	颗粒物排放浓度 ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )		烟气不透光率 (%)		$\text{SO}_2$ 排放浓度 ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	
		I 时段	II 时段	I 时段	II 时段	I 时段	II 时段
其它行业（不含化工）工业炉窑	A 区	50	30	10%	7%	700	300
	B 区	80	50	15%	10%	700	

## 5.4 最高允许排放速率

排气筒中污染物排放除应符合表 1、表 2 和表 3 规定的最高允许排放浓度、不透光率限值（对水泥生产企业还应包括吨产品排放量）外，还应同时满足表 4 规定的排气筒高度对应的最高允许排放速率要求。

表4 污染物最高允许排放速率

烟囱高度 m	最高允许排放速率 ( $\text{kg}/\text{h}$ ) <sup>注1、注2</sup>						
	颗粒物	沥青烟	$\text{SO}_2$	$\text{NO}_x$	CO	氟化物	苯并(a)芘 ( $\times 10^{-3}$ )
15	3.5	0.18	2.6	0.77	16	0.10	0.050
20	5.9	0.30	4.3	1.3	26	0.17	0.085
30	23	1.3	15	4.4	88	0.59	0.29
40	39	2.3	25	7.5	150	1.0	0.50
50	60	3.6	39	12	230	1.5	0.77
60	85	5.6	55	16	330	2.2	1.1
70		7.4	77	23	460	3.1	
80		10	110	31	630	4.2	
90			130	40	810		
100			170	52	1000		

注1：若某排气筒的高度处于表4所列出的两个值之间，其执行的最高允许排放速率以内插法计算，内插法的计算式见附录B；

注2：当某排气筒的高度大于表6所列出的最大值时，以外推法计算其最高允许排放速率，外推法计算式见附录B。

注3：除CO外，其它污染物与《大气污染物综合排放标准》表2规定的最高允许排放速率相同。

## 6 排气筒高度、工艺管制和操作规范、燃料有害物控制标准和其它规定

## 6.1 排气筒高度

设备（车间）排气筒不得低于 15m，并需高出周围 200m 半径范围内的建筑物 3m 以上。

水泥厂回转窑、立窑、烘干机、烘干磨、煤磨、冷却机的排气筒高度还应符合表 5 中的规定。

表5 水泥厂设备排气筒最低允许高度

生产设备名称	回转窑				立窑		烘干机、烘干磨 煤磨及冷却机		
单机生产能力, t/d	≤240	>240 —700	>700 —1200	>1200	>120 —240	>240	≤500	>500 —1000	>1000
最低允许高度, m	30	45	60	80	30	35	20	25	30

## 6.2 工艺管制和操作规范

6.2.1 炼焦生产必须采用机械化炼焦炉，应外购经过洗选并达到规定粒度的炼焦煤；装煤、推焦、熄焦操作必须采取收尘措施；焦炉煤气应脱硫后使用。

6.2.2 焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气以及封闭式铁合金电炉煤气应全部回收。煤气因品质或事故等原因不能收集、利用时，应充分燃烧后排放。

6.2.3 自2006年1月1日起，水泥生产禁止使用立窑、干法中空窑、立波尔窑和湿法回转窑。自II时段起，禁止在北京市五环路区域内从事预拌混凝土和混凝土预制件的生产。

6.2.4 禁止石灰土窑生产。

6.2.5 禁止陶瓷（搪瓷）、玻璃（含玻璃纤维）生产使用煤炭。

6.2.6 禁止砖瓦生产使用土窑、简易轮窑；禁止生产实心粘土砖。

6.2.7 生产车间敞开的天窗、门窗等处不得有可见无组织排放存在。

6.2.8 散状物料的加工、运输、贮存应当密闭；装卸过程应当采取污染控制措施。

6.2.9 露天生产场地要采取洒水、清洁、地面硬化等措施，防止扬尘。

## 6.3 燃料有害物控制标准

冶金、建材行业及其它工业炉窑使用的燃料，其有害物含量应低于表6规定的限值。

表6 燃料有害物控制标准

燃料分类			燃料中有害物含量	
			A区 II时段	A区 I时段及B区
煤炭			禁止使用	含硫量小于 0.5%，灰分小于 10% <sup>注1</sup>
重油、渣油			禁止使用	含硫量小于 0.5%，灰分小于 0.1%
煤制气	发生炉煤气		禁止使用	禁止新、改、扩建煤气发生炉项目；现有煤气发生炉必须使用含硫量小于 0.5%，灰分小于 10%的低硫低灰分煤
	焦炉煤气	民用	总硫含量小于 30 mg / Nm <sup>3</sup> ，灰分含量小于 10 mg / Nm <sup>3</sup>	
		工业自用	总硫含量小于 150 mg / Nm <sup>3</sup> ，灰分含量小于 20 mg / Nm <sup>3</sup>	
轻柴油			符合国家标准GB 252	
液化石油气			符合国家标准GB 11174	
天然气			符合国家标准GB 17820	
注1：水泥生产用煤的灰分和硫分指标不受本条规定限制。				

注1：水泥生产用煤的灰分和硫分指标不受本条规定限制。

## 6.4 对北京市环境空气质量一类区的特殊规定

在北京市环境空气一类功能区内，禁止新建、改建、扩建任何冶金、建材及其它工业炉窑项目；位于该区域内的现有冶金、建材生产企业以及其它工业炉窑，自II时段起禁止大气污染物排放。

## 7 监测

### 7.1 排气筒大气污染物排放浓度监测

7.1.1 新、改、扩建设备排气筒应设置永久采样孔和采样测试平台。

7.1.2 排气筒中颗粒物或气态污染物的监测采样应按 GB/T 16157 执行。

7.1.3 对于日常监督性监测,采样期间的工况应与当时正常工况相同。排污单位人员和实施监测人员不得任意改变当时的运行工况。建设项目环境保护设施竣工验收监测的工况要求按国家环境保护总局制定的建设项目环境保护设施竣工验收监测办法执行。

7.1.4 污染物分析方法按国家环境保护总局规定执行。二氧化硫分析方法执行 HJ/T 56 或 HJ/T 57。氮氧化物分析方法执行 HJ/T 42 或 HJ/T 43。一氧化碳分析方法执行 HJ/T 44。沥青烟分析方法执行 HJ/T 45。苯并(a)芘分析方法执行 HJ/T 40。氟化物分析方法执行 HJ/T 67。

7.1.5 工业炉窑实测污染物浓度,应换算为规定的掺风系数或过量空气系数时的数值:

——冲天炉(冷风炉,鼓风温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ )掺风系数规定为 4.0;

——冲天炉(热风炉,鼓风温度 $> 400^{\circ}\text{C}$ )掺风系数规定为 2.5;

——炼焦炉、玻璃熔窑、陶瓷(搪瓷)窑,以及其它使用燃油、燃气的加热炉、热处理炉、干燥炉等过量空气系数规定为 1.2;

——冶炼炉、烧结机(炉)、水泥窑按实测浓度计(水泥窑排放的氮氧化物以  $\text{NO}_2$  计,此  $\text{NO}_2$  排放限值指烟气中  $\text{O}_2$  含量为 10% 状态时的数值);

——其它工业炉窑过量空气系数规定为 1.7。

折算公式如下:

$$C = C' \times \frac{\alpha'}{\alpha} \quad (1)$$

式中:

$C$  ——折算后的大气污染物排放浓度,  $\text{mg} / \text{Nm}^3$ ;

$C'$  ——实测大气污染物排放浓度,  $\text{mg} / \text{Nm}^3$ ;

$\alpha'$  ——实测的过量空气系数;

$\alpha$  ——规定的过量空气折算系数。

## 7.2 排气筒不透光率监测

可采用目测判烟或经北京市环境保护局核准的不透光率监测设备(包括手动监测设备、连续在线监测设备、激光雷达遥测设备)。目测判烟和激光雷达遥测暂时按《大气固定源的采样和分析》(中国环境科学出版社,1993.12)第十五章暗度“一、固定源排放物暗度的目视测定”和“二、激光雷达遥测固定源排放物的暗度”的有关规定执行,手动监测设备和连续在线监测设备暂时按附录C执行,待国家标准正式公布后,执行国家标准。

在烟道中监测不透光率数值,需折算至排放口处,折算公式如下:

$$\log(1 - Op2) = (L2/L1) \cdot \log(1 - Op1) \quad (2)$$

式中:

$Op1$  ——  $L1$  光径之不透光率, %;

$Op2$  ——  $L2$  光径之不透光率, %;

$L1$  ——监测系统光径长度, m;

$L2$  ——排放口径长度, m。

不透光率监测不适用于湿法洗涤排烟净化装置后的排气筒。

## 7.3 连续自动监测要求

烟气排放量在  $40,000\text{m}^3 / \text{h}$  及以上的排气筒,应当安装烟气连续自动监测设备。

烟气连续自动监测设备需满足北京市环境保护局《北京市固定源大气污染物排放连续监测验收技术规范》的要求。

#### 7.4 炼焦炉无组织排放监测

机械化炼焦炉无组织排放的监测点位于焦炉炉顶煤塔侧第1至第4孔炭化室上升管旁。采样应在正常工况下进行，采用中流量采样器（无罩、无分级采样头），在焦炉炉顶连续采样时间为4h/次。

污染物分析方法按国家环境保护总局规定执行。

#### 7.5 厂界外监测

对水泥及水泥制品厂、石灰厂、耐火材料厂、砖瓦厂，以及其它需要进行周界外粉尘浓度监测的企业，执行附录A以及HJ/T 55的规定。

### 8 标准实施

本标准由北京市各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

本标准规定的冶金行业A区II时段“禁排”要求，如果与国家关于首钢石景山厂区有污染的涉钢生产系统的搬迁计划不一致，自2007年1月1日起至搬迁完成之日前，其大气污染物排放限值按冶金行业B区II时段执行。

附录 A  
(规范性附录)  
无组织排放监控点与参考点的设置

A.1 由于无组织排放的实际情况是多种多样的,故本附录仅对无组织排放监控点、参考点的设置进行原则性指导,实际监测时应根据情况因地制宜设置监控点、参考点。

A.2 监控点和参考点的设置必须遵循以下原则:

A.2.1 在无组织排放源的上风方设参考点,下风方设监控点。

A.2.2 监控点通常设于排放源下风向的单位周界外10m范围内。如预计无组织排放的最大落地浓度点超出10m范围,可将监控点移至该预计浓度最高点。

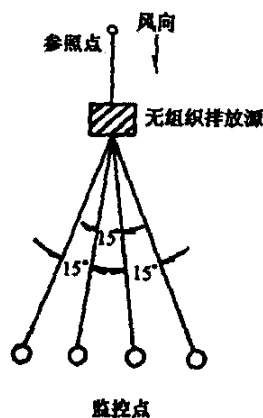
A.2.3 如果现场条件不允许(例如周界沿河岸分布),可将监控点移至周界内侧。

A.2.4 为了确定浓度最高点,监控点最多可设置4个。

A.2.5 参考点应以不受被测无组织排放源影响,可以代表环境背景浓度为原则。参考点只设1个。

A.2.6 监控点和参考点距无组织排放源最近不应小于2m。

A.3 当具有明显风向和风速时,可参考图A.1设点。



图A.1

A.4 按上述参考方案的监测结果,以4个监控点中的浓度最高点测值与参考点浓度之差计值。

## 附录 B

## (规范性附录)

## 确定某排气筒最高允许排放速率的内插法和外推法

B.1 某排气筒高度处于表列两高度之间,用内插法计算其最高允许排放速率,按下式计算:

$$Q=Q_a+(Q_{a+1}-Q_a)(h-h_a)/(h_{a+1}-h_a) \quad (\text{B.1})$$

式中:

$Q$ ——某排气筒最高允许排放速率,  $\text{kg/h}$ ;

$Q_a$ ——比某排气筒低的表列限值中的最大值,  $\text{kg/h}$ ;

$Q_{a+1}$ ——比某排气筒高的表列限值中的最小值,  $\text{kg/h}$ ;

$h$ ——某排气筒的几何高度,  $\text{m}$ ;

$h_a$ ——比某排气筒低的表列高度中的最大值,  $\text{m}$ ;

$h_{a+1}$ ——比某排气筒高的表列高度中的最小值,  $\text{m}$ 。

B.2 某排气筒高度高于本标准表列排气筒高度的最高值,用外推法计算其最高允许排放速率。按下式计算:

$$Q=Q_b(h/h_b)^2 \quad (\text{B.2})$$

式中:

$Q$ ——某排气筒最高允许排放速率,  $\text{kg/h}$ ;

$Q_b$ ——表列排气筒最高高度对应的最高允许排放速率,  $\text{kg/h}$ ;

$h$ ——某排气筒的几何高度,  $\text{m}$ ;

$h_b$ ——表列排气筒的最高高度,  $\text{m}$ 。



附录 C  
(规范性附录)  
排气筒烟气不透光率监测规范

C.1 规范内容与原理

C.1.1 内容: 本规范规定了烟气不透光率监测设备的规格、性能、安装要求及其确认程序。

C.1.2 原理: 以光学原理测量烟气不透光率, 测量时由光源投射光线穿过烟道气, 光线受烟气吸收及散射后强度因而衰减, 该衰减百分率即为不透光率。

C.2 定义

C.2.1 烟气不透光率监测设备: 可手动或连续在线监测排气筒烟气不透光率的整体设备, 包括采样探头 (Sample Interface)、污染物分析器 (Pollutant Analyzer) 和数据记录器 (Data Recorder) 三部分。

C.2.2 透光仪 (Transmissometer): 监测设备的一部份, 包括采样探头及分析器。

C.2.3 透光率 (Transmittance, Tr): 入射光线通过烟气介质的百分率。

C.2.4 不透光率 (Opacity, Op): 入射光线经过烟气介质后衰减的百分率。

C.2.5 光密度 (Optical Density, D): 入射光线衰减量的对数值,  $D = \log(1 - O_p)$ 。

C.2.6 最大吸收峰 (Peak Spectral Response): 透光仪光谱响应曲线上最大的光谱响应值。该值即为透光仪最大灵敏度相对应的波长。

C.2.7 平均光谱响应 (Mean Spectral Response): 透光仪有效光谱响应曲线上所有光谱响应值之算术平均值 (即相对应的波长平均值)。

C.2.8 检视角度 (Angle of View): 由分析仪之光学检测器, 所检视出的最大辐射角度 (辐射强度应大于2.5%最大吸收峰值)。

C.2.9 投射角度 (Angle of Projection): 由分析仪灯泡组投射出的最大辐射角度 (辐射强度应大于2.5%最大吸收峰值)。

C.2.10 满量程值 (Span): 监测设备测量范围内所能输出的最大不透光率值。

C.2.11 校正误差 (Calibration Error): 监测设备测量的不透光率值与校正用衰光器的不透光率读数之差。

C.2.12 零点偏移 (Zero Drift): 在不作定期维护及修理情况下, 连续正常操作一段时间后, 零点读出值与前次零点校正值之差。

C.2.13 满量程值偏移 (Span Drift): 在不作定期维护及修理情况下, 连续正常操作一段时间后, 满量程值读出值与前次满量程值读出值之差。

C.2.14 响应时间 (Response Time): 监测系统产生不透光率变化后, 至记录器显示讯号达到最终数值95%的时间间隔。

C.2.15 操作测试期间 (Operational Test Period): 不进行维修及调整状况下, 依操作规范操作168小时之期间。

C.2.16 光径长度 (Path Length): 介于接受器至单向透光仪 (single-pass Transmissometer) 之间光柱所经过的距离; 或介于透光接受器 (Transceiver) 至双向透光仪 (double-pass transmissometer) 之反射器间光柱所经过的距离。

C.2.17 监测光径长度 (Monitor Path Length): 监测设备安装位置处的光径长度。

C.2.18 排放口光径长度 (Emission Outlet Path Length): 烟囱或排气筒出口处的光径长度。其排放口若为非圆型, 光径长度计算方式如下:

$$De = 2L \cdot W / (L + W) \quad (C.1)$$

式中:

De——排放口光径长度;

L——出口长度;

W——出口宽度。

### C.3 安装规范

C.3.1 透光仪安装位置: 应安装于足以取得具代表性数据的位置, 其设置要求如下:

C.3.1.1 在所有颗粒物控制设备的下游位置;

C.3.1.2 在烟气紊流段下游四倍直径距离以外;

C.3.1.3 在烟气紊流段上游二倍直径距离以外;

C.3.1.4 不得在水汽会凝结的位置;

C.3.1.5 不受周遭光线干扰的位置;

C.3.1.6 在容易进行维修、保养或操作的位置。

C.3.2 测量光径: 测量光径须选择在烟气混合良好、浓度均匀的位置。混合良好的要素包括紊流混合及足够的混合时间。监测设备的测量光径, 应通过占烟道截面积25%的中央区域内 (与烟道截面几何相似形之同心区域)。另外, 测量光径还应遵循如下额外要求或修正:

C.3.2.1 透光仪位置在弯曲烟道下游垂直段四倍直径距离以内, 其测量光径须位于该弯曲烟道中心曲线所在的平面上, 如图C.1。

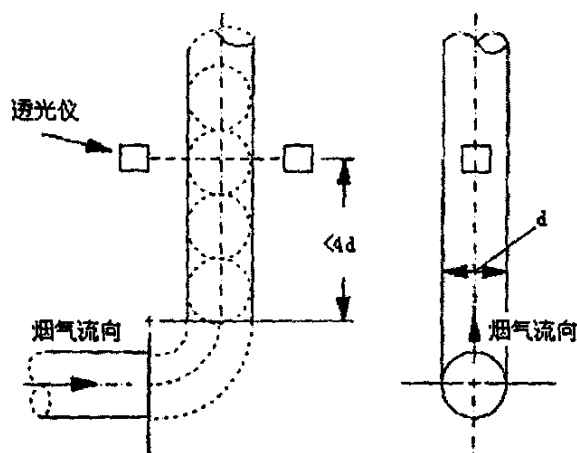


图 C.1 透光仪位于弯曲烟道下游垂直段四倍直径距离以内

C.3.2.2 透光仪位置在弯曲烟道上游垂直段四倍直径距离以内, 其测量光径须位于该弯曲烟道中心曲线所在的平面上, 如图C.2。

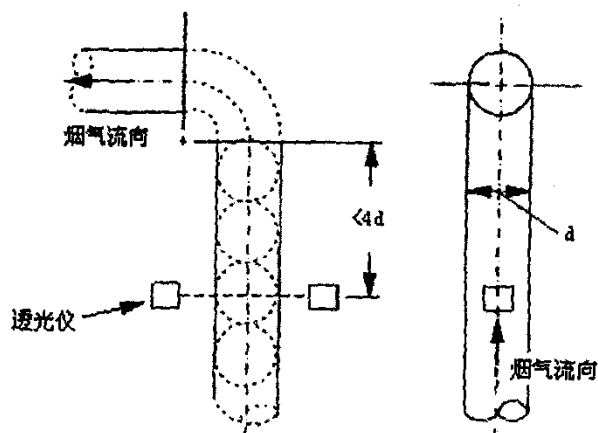


图 C.2 透光仪位于弯曲烟道上游垂直段四倍直径距离以内

C.3.2.3 透光仪位置在一个弯曲烟道下游垂直段四倍直径距离以内，并在另一个弯曲烟道上游一倍直径距离以内，其测量光径须位于其上游弯曲烟道中心曲线所在的平面上，如图C.3。

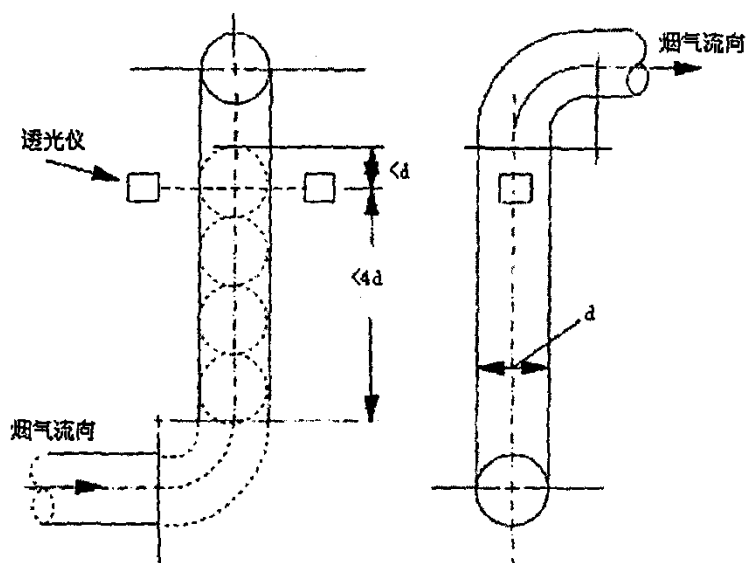


图 C.3 透光仪位于两个弯曲烟道之间的垂直段

C.3.2.4 透光仪位置在弯曲烟道下游水平段四倍直径距离以外，其测量光径须位于在距下端管壁1/2至1/3直径范围内的水平面上，如图C.4。

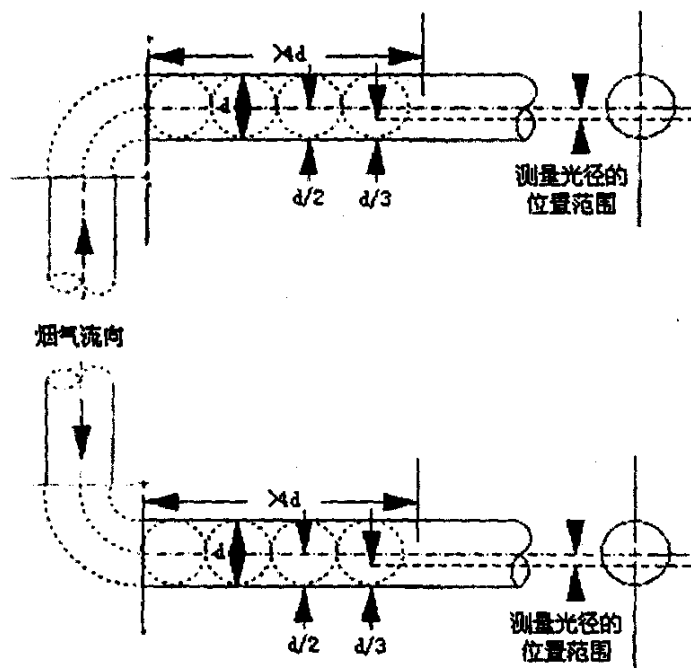


图 C.4 透光仪在弯曲烟道下游水平段四倍直径距离以外

C.3.2.5 透光仪位置在弯曲烟道下游水平段四倍直径距离以内，若烟道气为向上流者，其测量光径须位于在距下端管壁1/2至2/3直径范围内的水平面上；烟道气为向下流者，测量光径须位于在距下端管壁1/2至1/3直径范围内的水平面上，如图C.5。

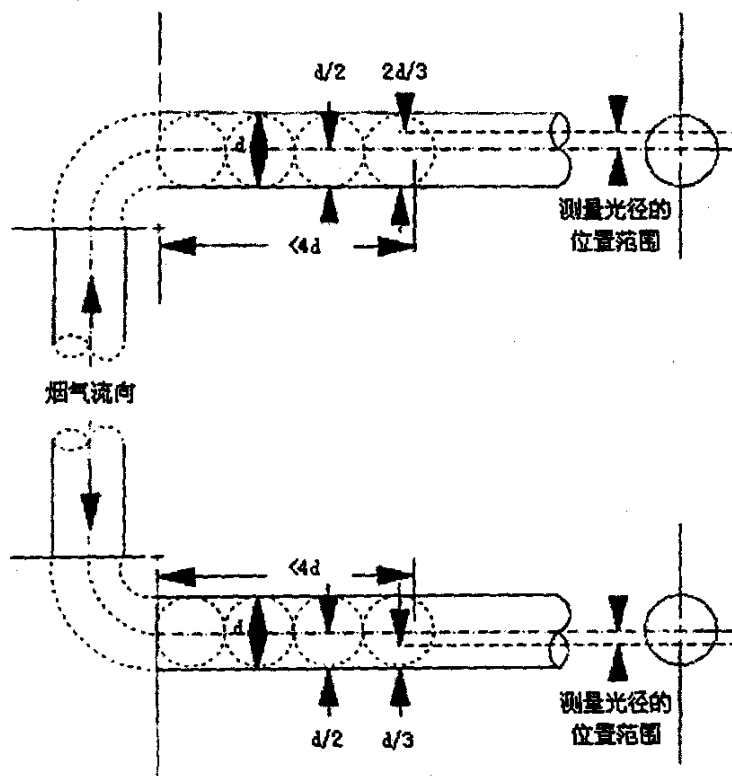


图 C.5 透光仪在弯曲烟道下游水平段四倍直径距离以内

C.3.3 替代光径的选择：无法于前述位置装设监测设备的污染源，经报请主管机关同意后，可选择替代位置，该替代位置与前述规定位置所测得的不透光率平均值，其差距应在 $\pm 10\%$ 以内；或在两位置上所测得的不透光率的绝对差值小于不透光率2%。

#### C.4 设备规格

##### C.4.1 透光仪

C.4.1.1 最大吸收峰、平均光谱响应：波长必须在400nm至700nm之间，任何波长小于400nm或大于700nm的响应强度不得大于最大吸收峰的10%。

C.4.1.2 检视角度：检视角度必须小于5度。

C.4.1.3 投射角度：总投射角度必须小于5度。

C.4.1.4 光学准线 (Optical Alignment Sight)：每一分析器需具有光学准线对准的检查方法，该方法于8m的光径，若光学准线未对准可感应+2%不透光率的变化。若分析仪器在实际操作中可自动检查零点，且其测量及校正时光学准线维持不变，则不必符合上述规定。

C.4.1.5 模拟零点及满量程值校正系统：校正偏移必须检查零点与满量程值两点，此两点若无法校正，则须征得主管机关同意后以低值（10%以下不透光率值）及高值（满量程值之80%~100%）两点取代之。每一分析器必须具备校正系统，模拟零点和模拟满量程值不透光率值，以提供透光仪在操作中的零点及周期性校正检查，该校正系统至少可用来检查分析器内部的光学参数，以及灯泡、光感应器等电子电路。

C.4.1.6 外部光学表面的清洁：每一分析器的光学表面必须能够在不移动监测设备及不需重新校正光学准线的情况下进行清洁工作。

C.4.1.7 自动零点补偿 (Compensation) 指示器：若监测设备的光学表面受灰尘污染后，透光仪应具备零点补偿功能，在补偿累积超过4%不透光率时，可在指示器上显示出。该指示器应位于方便操作的位置，并应以自动控制或手动方式记录每24小时的零点补偿，以决定其24小时零点偏移。

C.4.2 记录器：数据记录器的输入讯号强度范围，须适配于分析仪器的输出讯号。

C.4.3 校正用衰光器 (Calibration Attenuators)：校正用衰光器至少要有三个，该衰光器必须为中性光谱特性的滤光器或筛光器，其规格及校正程序如下述C.5.2.2和C.5.2.3。

C.4.4 校正用光谱仪的规格如表C.1。

表 C.1 校正用光谱仪的规格

参 数	规 格
光波长范围	400~700nm
检测角度	$<10^\circ$
准确度	$<0.5\%$

C.4.5 监测设备的性能规格如表C.2。

表 C.2 监测设备的规格

参 数	规 格
1. 校正误差	$\leq 3\%$ 不透光率
2. 响应时间	$\leq 10$ 秒
3. 操作测试时间	$\geq 168$ 小时
4. 零点偏移 (24 小时)	$\leq 2\%$ 不透光率
5. 满量程值偏移 (24 小时)	$\leq 2\%$ 不透光率
6. 记录器分辨率	$\leq 0.5\%$ 不透光率

## C.5 设备规格确认程序

### C.5.1 监测设备的设备规格确认程序

C.5.1.1 光谱响应：由仪器制造商取得检测器响应 (Detector Response)、光源照射率 (Lamp Emissivity) 及滤光器透光率 (Filter Transmittance) 的规格数据，并以透光仪制作波长与光谱响应的关系校正曲线，从该曲线上决定最大吸收峰波长、平均光谱响应波长以及低于400nm和高于700nm的最大响应 (以最大吸收峰响应值百分率表示)。

C.5.1.2 检视角度：依仪器说明书设定接收器 (Receiver)，画一个半径3m的水平圆弧，在圆弧上距接收器中心线两侧30cm范围内，以每次5cm间隔，测定接收器对不定向光源 (小于3cm) 的响应强度。在垂直方向重复上述步骤，并计算水平与垂直方向各检视角度下的响应，制作检视角度与响应的关系曲线 (半径3m的圆弧，弧长26cm的夹角为五度)。

C.5.1.3 投射角度：依制造商提供的手册设定投射器，在水平方向画一个半径3m的圆弧，在圆弧上距投射器中心线两侧30cm的范围内，每次5cm间隔，以光电检测仪 (小于3cm) 测定光线强度；在垂直方向依同一方法测量，并计算水平与垂直两方向各投射角的响应，制作投射角与响应的关系曲线，进而得到投射角度 (半径3m的圆弧，弧长26cm的夹角为五度)。

C.5.1.4 光学准线：依仪器说明书将监测设备组合好，并把测量光径设定8m，在此光径中插入一个10%衰光器，缓慢转动投射器 (projector) 直到记录器上得到正负2%不透光率的变化，再依仪器说明书的指示检查该仪器是否偏移。

### C.5.2 监测设备的性能规格确认程序

在安装不透光率监测设备于烟囱前，应在相关设施上或实验室中进行此项测试。

#### C.5.2.1 装置准备

- 依制造商提供的说明书设置监测设备的测量光径位置并校正之。
- 校正前必须实际测量透光器及接收器 / 反射器之间的距离。
- 监测设备若有自动调整测量光径长度的功能，则依说明书将分析器的输出讯号调至排放口的光径长度。
- 设定仪器与数据记录器的测量范围 (零点及满量程值)。
- 在模拟光径上进行零点及满量程值校正检查，并调整仪器方位直至最大响应值产生 (例如转动反射镜所在主轴直至最大响应值产生)。
- 依仪器说明书指示，在模拟光径上检查模拟零点与实际零点是否相符，再测量满量程值校正用衰光器，并记录满量程值不透光率值，该不透光率测量范围必须大于排放标准值。

C.5.2.2 校正衰光器的选择：以满量程值为基准，利用表C.3选择三个以上校正衰光器 (低、中和高范围)。利用下式 (式C.2) 计算所需衰光器的光密度值。

表 C.3 校正用衰光器规格标准

满量程值 (不透光率)	校正衰光器的光密度, D <sub>2</sub> (括号内为相对应的不透光率)		
	低	中	高
4 0	0.05 (11)	0.1 (20)	0.2 (37)
5 0	0.1 (20)	0.2 (37)	0.3 (50)
6 0	0.1 (20)	0.2 (37)	0.3 (50)
7 0	0.1 (20)	0.3 (50)	0.4 (60)
8 0	0.1 (20)	0.3 (50)	0.6 (75)
9 0	0.1 (20)	0.4 (60)	0.7 (80)
1 0 0	0.1 (20)	0.4 (60)	0.9 (87.5)

$$D1 = D2 \cdot (L1 / L2)$$

(C.2)

式中:

D1——所需的衰光器光密度值;

D2——表 C.3 中依满量程值所列的衰光器光密度值;

L1——测量光径长度;

L2——排放口光径长度。

#### C.5.2.3 衰光器校正

- a) 选择符合表 C.1 的校正用光谱仪, 校正所需的滤光器或筛光器, 校正时的波长间隔应小于 200nm, 并在衰光器不同位置检查数次。
- b) 衰光器制造者必须说明该衰光器的稳定期限、使用方式及储存方法以加强其稳定性。
- c) 为确认其稳定性, 于稳定期限内每三个月应检查其稳定性一次, 必要时可使用另一个高品质实验室用光谱仪做辅助检查, 但每次检查稳定性时所使用的光谱仪应一致。
- d) 衰光器的衰光值改变大于正负 2% 不透光率以上时, 则必须重新校正衰光器或更换新的衰光器。
- e) 上述检查过程或更换过程都必须记录。

#### C.5.2.4 校正误差测试

- a) 将校正衰光器 (低、中、高范围) 置入透光仪测量光径的中间位置, 该衰光器必须置于测量烟流浓度的一点, 但不可置于仪器内部 (Instrument Housing), 除非仪器商可证明置于仪器内部仍可得到正确的数据, 方可采用后述的方法。
- b) 在衰光器插入后, 须确定整束光柱通过衰光器时不受到任何反射光的干扰。
- c) 以三个衰光器 (低、中、高范围) 测量监测设备输出的不透光率值, 每一个衰光器取五次非连续测量的读数并记录, 共可得到十五个数据。
- d) 若光径不须修正, 将每个衰光器测量五次的数据, 分别减去衰光器真实的不透光率值, 即为不透光率的差值; 若光径须经修正, 则先利用 C.6 的公式 C-6 及 C-7 修正测量值, 再将此修正值减去衰光器真实的不透光率值, 即为不透光率的差值。
- e) 计算上述不透光率差值的算术平均值、标准偏差及置信系数 (式 C-2, C-3 及 C-4), 再计算差值算术平均值的绝对值及置信系数绝对值之和, 即为校正误差。

C.5.2.5 系统响应时间测试: 将高值的校正衰光器置入透光仪光径五次, 记录监测设备输出值达到衰光器真实值 95% 的时间; 再以低值衰光器同样记录五次, 计算上述十次记录的平均值。

C.5.2.6 实地调整: 依制造商提供的操作指南及 C.3 的规定将监测设备安装于污染控制设备下游烟道或烟囱上。污染源相关设备未操作前, 依制造商提供的操作指南, 将透光仪的投射光柱对准光检测器或反射器, 以光学准线来确认其对准情况。依 C.5.2.1 的规定, 在干净的烟道中确认模拟零点与真实零点是否符合, 于必要时调整其零点准线。污染源相关设备开机后且烟气达到正常操作温度时, 再检查其光学准线, 若产生偏移则应予调整。

#### C.5.3 操作测试期间的性能规格确认程序

C.5.3.1 监测设备经实地调整后, 需进行暖机调整, 再进行 168 小时的操作测试。

C.5.3.2 操作测试期间, 除了仪器的零点及满量程值校正检查, 监测设备必须分析烟气的不透光率值并记录输出讯号。

C.5.3.3 此期间不得进行非例行的保养、修理或调整。

C.5.3.4 零点及满量程值校正检查及调整、光学表面清洁及光学准线修正, 必须每 24 小时进行一次, 进行程序详如 C.5.3.7 及 C.5.3.8 所述。

C.5.3.5 操作测试期间, 任何调整、透镜重组及镜面清洁事项皆应记录。

C.5.3.6 操作测试期间内污染源因异常而停机,则在重新启动后,继续完成168小时的操作测试;若监测设备故障,则在修护后进行一次168小时的操作测试。

#### C.5.3.7 零点偏移测试

- 记录起始模拟零点及满量程值的不透光率值,每24小时检查并记录零点校正检查值(清洁光学表面及调整前)。
- 零点及满量程值偏移检查、光学表面清洁及光学准线修正,必须每24小时进行一次。
- 零点偏移在性能规格限值以内,则记录该零点值作为下一个24小时检查的起始值;零点偏移若在性能规格限值以外则须调整,调整后记录该零点值作为下一个24小时检查的起始值。
- 监测设备若具有自动零点补偿功能,在零点补偿后方可进行零点校正偏移检查,并记录零点补偿值做为最后零点值(在此值后加一括号记录补偿后零点的读数)。
- 操作测试期间的起始零点及终止零点值,以式C-2、C-3及C-4计算其算术平均值、标准偏差及95%置信系数,并以式C-5计算其算术平均值的绝对值与置信系数绝对值之和,即为24小时的零点偏移值。

#### C.5.3.8 满量程值偏移测试

- 零点校正检查及调整之后,检查并记录模拟满量程值校正值。
- 满量程值偏移在性能规格限值以内,则记录该满量程值作为下一个24小时检查的满量程值起始值;满量程值偏移若在性能规格限值以外则须调整,并记录调整后满量程值作为下一个24小时检查的起始值。
- 操作测试期间的起始满量程值及终止满量程值,以式C-2、C-3及C-4计算其算术平均值、标准偏差及95%置信系数,并以式C-5计算其算术平均值的绝对值与置信系数绝对值之和,即为24小时的满量程值偏移值。

### C.6 公式

#### C.6.1 算术平均

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (C.3)$$

#### C.6.2 标准偏差

$$sd = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (C.4)$$

#### C.6.3 置信系数

$$CC = t_{0.975} \frac{sd}{\sqrt{n}} \quad (C.5)$$

式中:

CC——置信系数 (Confidence Coefficient);

$t_{0.975}$ ——t 检定值 (如表C.4)。



表 C.4 t 值

n	t	n	t	n	t
2	12.706	7	2.447	12	2.201
3	4.303	8	2.365	13	2.179
4	3.182	9	2.306	14	2.160
5	2.776	10	2.262	15	2.145
6	2.571	11	2.228	16	2.131

注：n 为数据组数

C.6.4 误差：包括校正误差、零点偏移及校正偏移之计算

$$Er = |\bar{X}| + |CC| \tag{C.6}$$

式中：

$|\bar{X}|$ ——调整或校正前后差值平均值之绝对值。

C.6.5 监测设备测量光径长度转化成排放口径长度：当监测设备测量光径不等于排放口径内径，以下式进行换算

$$\log(1 - OP2) = (L2 / L1) \cdot \log(1 - OP1) \tag{C.7}$$

$$D2 = (L2 / L1) \cdot D1 \tag{C.8}$$

式中：

- Op1——L1 光径之不透光率；
- Op2——L2 光径之不透光率；
- L1——监测系统光径长度；
- L2——排放口径长度；
- D1——L1 光径之烟气光密度(Optical Density)；
- D2——L2 光径之烟气光密度(Optical Density)。