大气污染物排放监测中最低等效排气筒计算规律研究

朱玲
(天津市环境监测中心,天津　300191)

摘　要:通过实例分析了在排气筒组中,以不同的排气筒高度作为起点依次等效,不会影响等效排气筒污染物排放速率和等效排气筒位置的计算结果,但会对等效排气筒高度的计算产生影响。研究表明,在排气筒组中,将排气筒从高到低排列进行等效,计算出的等效排气筒高度最低,相应执行标准最严。

关键词:大气污染物;排放监测;等效排气筒;计算规律
中图分类号:X831　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1674 - 6732(2014)02 - 0030 - 03

Research on Calculation Rule of the Lowest Equivalent Exhaustpipe in the Monitoring of Atmospheric Pollutants Emission

ZHU Ling
(*Tianjin Environmental Monitoring center*, *Tianjin*, 300191, *China*)

Abstract: It is analyzed by experiment that exhaust was equivalent taking the height of exhaust tubesas start point and may not affect the calculating result of equivalent exhaust rates and sites, but may affect their heights. Research proved that, exhaust tubes calculated with their heights arranged from high to low may get a lowest equivalent height and accordingly the implement standard is tougher.

Key words: Atmospheric pollutants; Monitoring the check and accept work; Equivalent exhaustpipe; Calculation regular

中国《大气污染物综合排放标准》(GB 16297 - 1996)第 7.2 节中明确规定:“两个排放相同污染物(不论其是否由同一生产工艺过程产生)的排气筒,若其距离小于其几何高度之和,应合并视为一根等效排气筒。若有 3 根以上的近距离排气筒,且排放同一种污染物时,应以前两根的等效排气筒依次与第三、四根排气筒取等效值”[2]。同时在附录 A 中规定了等效排气筒污染物的排放速率、高度及位置的计算公式。

但在实际监测中,计算相邻排气筒的等效高度时,计算结果并不唯一。

1　现行标准存在的不足

按照《大气污染物综合排放标准》(GB 16297 - 1996)附录 A 中,等效排气筒高度 $h = \sqrt{\frac{1}{2}(h_1^2 + h_2^2)}$(公式①),$h_1$ 和 h_2 为排气筒 1 和排气筒 2 的高度。以不同高度的排气筒作为初始点来计算,其等效排气筒高度计算结果会不同。如 1#,2#,3#排气筒高度分别为 15,20,25 m,按照公式①分别以 1#,2#,3#排气筒为起点,计算后的结果分别为 20.3,21.7,19.2 m。

现从数学角度对最低等效排气筒计算规律进行推演,方法简单易行,在实际工作中能大大简化计算过程,提高效率。

2　排序法计算等效排气筒

设有排气筒 $h_1, h_2, h_3, \cdots, h_n$ 且为正数,当 $h_1 > h_2 > h_3 > \cdots > h_n$, $n \geqslant 3$ 时,求证等效排气筒公式①的等效高度为最小值。

$$\because h = \sqrt{\frac{1}{2}(h_1^2 + h_2^2)}$$

收稿日期:2012 - 11 - 28;**修订日期**:2013 - 10 - 25

作者简介:朱玲(1982—),女,工程师,硕士,从事环境监测与管理研究工作。

式中：h——等效排气筒高度；h_1，h_2——1#和 2#排气筒的高度；

$$h_{12}=\sqrt{\frac{1}{2}(h_1^2+h_2^2)} \tag{1}$$

式中：h_{12}——1#和 2#排气筒的等效排气筒高度；

$$\therefore h_{123}=\sqrt{\frac{1}{2}(h_{12}^2+h_3^2)} \tag{2}$$

式中：h_3——3#排气筒的高度；

$$\because (h_1-h_2)^2\geqslant 0 \quad \therefore \frac{1}{2}(h_1^2+h_2^2)\geqslant h_1\cdot h_2 \tag{3}$$

将(1)带入(3)，即 $h_{12}\geqslant\sqrt{h_1\cdot h_2}$

$\therefore h_{123}\geqslant\sqrt{h_2\cdot h_3}\geqslant\sqrt{\sqrt{h_1\cdot h_2}\cdot h_3}$

即 $h_{12\cdots n}\geqslant\sqrt{\sqrt{\sqrt{h_1\cdot h_2}\cdot h_3}\cdot\cdots\cdot h_n}$

令 $a=h_{12\cdots n}\geqslant\sqrt{\sqrt{\sqrt{h_1\cdot h_2}\cdot h_3}\cdot\cdots\cdot h_n}$

则 $a^{2n-1}=(h_1\cdot h_2)\cdot h_3^2\cdot h_4^4\cdot h_5^8\cdot\cdots\cdot h_n^{2n-2}$

证明，当 $n\geqslant 3$，$h_1>h_2>h_3>\cdots>h_n$ 时，$h_{12\cdots n}$ 最小

设 $n=k$ 时，$a^{2k-1}=(h_1\cdot h_2)\cdot h_3^2\cdot h_4^4\cdot h_5^8\cdot\cdots\cdot h_k^{2k-2}$

则 $n=k+1$ 时，$a^{2k}=(h_1\cdot h_2)\cdot h_3^2\cdot h_4^4\cdot h_5^8\cdot\cdots\cdot h_{k+1}^{2k-1}=a^{2k-1}\cdot h_{k+1}^{2k-1}$

当 h_{k+1} 最小，a^{2k} 最小，

$\therefore h_1>h_2>h_3>\cdots>h_n$ 时，a^{2n-1} 最小，即 a 最小，等于 $h_{12\cdots n}$ 取最小值。

通过以上论证证明，在排气筒组中，将需要等效的排气筒从高到低排列进行等效，计算出的等效排气筒高度最低；反之将排气筒从低到高排列，计算出的等效排气筒高度最高。由于等效高度所对应的执行标准值是不同的，等效高度越低，所对应的标准值越严；等效高度越高，所对应的标准值越宽。故在实际监测中，选择最低等效排气筒高度对应的标准限值，以其作为评判标准是合理的。

3　实例验证

某企业铸造车间屋顶上设立 4 个高度不同、均排放同一种污染物且距离相近的排气筒，其排放高度及设置位置见表 1 和图 1。

3.1　等效排气筒污染物排放速率

等效排气筒污染物排放速率 $Q=Q_1+Q_2$，Q_1 和 Q_2 为 1#和 2#排气筒的某污染物排放速率。无论以哪一个排气筒作为初始点，计算结果均相同。

表 1　各排气筒高度和排放污染物相距距离

排气筒编号	1#	2#	3#	4#
排气筒高度/m	15	40	26	30
排放速率/(kg·h^{-1})	0.8	1.3	2.0	2.2
排放污染物	颗粒物	颗粒物	颗粒物	颗粒物
相距距离/m	1#～3#距 5；3#～2#距 6；2#～4#距 6；4#～1#距 10；3#～4#距 8；1#～2#距 10			

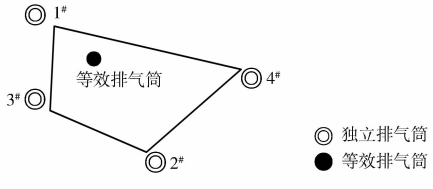

图 1　排气筒组相对位置

3.2　等效排气筒高度

等效排气筒高度见表 2。

表 2　等效排气筒高度计算结果

等效顺序	1#－2#－3#－4#	1#－2#－4#－3#	1#－3#－2#－4#	1#－3#－4#－2#	1#－4#－2#－3#	1#－4#－3#－2#
等效高度/m	29.1	28.1	31.0	33.7	29.6	33.3
等效顺序	2#－1#－3#－4#	2#－1#－4#－3#	2#－3#－1#－4#	2#－3#－4#－1#	2#－4#－1#－3#	2#－4#－3#－1#
等效高度/m	29.1	28.1	28.1	24.9	26.6	24.4
等效顺序	3#－1#－2#－4#	3#－1#－4#－2#	3#－2#－1#－4#	3#－2#－4#－1#	3#－4#－1#－2#	3#－4#－2#－1#
等效高度/m	31.0	33.7	28.1	24.9	32.5	26.6
等效顺序	4#－1#－2#－3#	4#－1#－3#－2#	4#－2#－1#－3#	4#－2#－3#－1#	4#－3#－1#－2#	4#－3#－2#－1#
等效高度/m	29.6	33.3	26.6	24.4	32.5	26.6

由表 2 可以看出，以 2#－4#－3#－1#及 4#－2#－3#－1#顺序计算后的等效高度最低，以 1#－3#－4#－2#及 3#－1#－4#－2#顺序计算后的等效高度最高。由于公式①中第一次等效时无论 h_1 在前或 h_2 在前，均不会影响第一次等效结果，故以 40m－

（下转第 44 页）

上,可识别出受道路交通噪声影响严重的大致范围,结合对各敏感点的人口调查结果,可粗略估算出受噪声直接影响的人口数量和分布。

根据《声环境质量标准》(GB 3096 - 2008),城市道路干线两侧第 1 栋建筑物执行 4a 类标准,其中学校、医院执行 2 类标准。根据敏感点监测结果,夜间噪声全部超标;因此,以昼间噪声为指标,估算出调查范围内居住区超过 70 dB(A)的户数、医院和学校超过 60 dB(A)的床位数和学生数,据统计结果,道路沿线受噪声直接影响的人口数量占敏感点总人口的 50% 以上,见表 3。

表 3　道路沿线受噪声直接影响的统计数

序号	道路名称	居住区			学校			医院		
		敏感点调查数量	总户数	受昼间噪声超过 70 dB(A)影响的户数	敏感点调查数量	师生总数	受昼间噪声超过 60 dB(A)影响的师生数	敏感点调查数量	总床位数	受昼间噪声超过 60 dB(A)影响的床位数
1	布心路	6	3 000	1 800	1	2 200	1 700	1	500	330
2	罗沙路	8	4 500	2 300	1	180	60			

3　结论

作为具有尝试性的工作,以 SoundPLAN 软件为依托,将罗湖区条城市主干道路及周边地物进行概化、建模,并根据实际监测数据调试参数,制作出罗湖区主干道路噪声分布地图,并对噪声污染严重路段防护措施进行效果模拟。由于目前法律法规的限制,以及模拟精度问题,噪声模拟结果尚不能直接用于行政执法。

[参考文献]

[1]　张延青. 城市高架快速路交通噪声的环境影响及防治对策[J]. 环境工程,1998(4):53 - 56.

(上接第 31 页)

30m - 26m - 15m 顺序计算出的等效高度最低,反之以 15m - 26m - 30m - 40m 顺序计算出的等效高度最高。

3.3　等效排气筒位置

$x = a(Q - Q_1)/Q = aQ_2/Q$,$a$ 为 1#排气筒至 2#排气筒的距离,Q,Q_1,Q_2 同 3.1。分别以每个等效排气筒为初始点来计算,所得结果一致,即等效排气筒位置不受排气筒计算初始点选择的影响,其等效排气筒位置见图 1。

4　结论

通过对最低等效排气筒高度计算规律的推演及实例验证得出,在排气筒组中,将排气筒从高到低排列进行等效,计算出的等效排气筒高度最低,反之则最高。从保护污染源周围环境大气质量出发,以及按照标准从严执行的原则,在实际大气污染物排放监测中,选择最低等效排气筒高度对应的污染物排放标准限值作为评价依据是合理的,符合大气污染物排放监测要求。

在此,建议将《大气污染物综合排放标准》(GB 16297 - 1996)附录 A 中计算最低等效排气筒的内容予以明确,即"若有 3 个以上的近距离排气筒,且排放同一种污染物时,先将其分组以保证两两排气筒距离小于其高度之和,再将各组排气筒高度从高到低排列依次计算,得最低等效排气筒作为评价依据"。依此方法,不但可以提高环保验收的实效性,也为环境管理提供重要依据。

[参考文献]

[1]　国家环境保护总局环境影响评价管理司. 建设项目竣工环境保护大气污染物排放监测培训教材[M]. 北京:中国环境科学出版社,2008:41 - 43.

[2]　GB 16297 - 1996　大气污染物综合排放标准[S].