

卷烟厂异味气体源强核算与环境影响预测研究

The Research on Emission Concentration Calculation and Environmental Impact Prediction of Peculiar Smell Gas of Cigarette Factory

覃东棉,覃海春,梁静,冯波,陈婷

QIN Dong-mian, QIN Hai-chun, LIANG Jing, FENG Bo, CHEN Ting

(广西壮族自治区环境保护科学研究院,广西南宁 530022)

(Scientific Research Academy of Guangxi Environmental Protection, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要:【目的】解决卷烟厂异味气体对周围环境影响无法量化评价的难题。【方法】拟从臭气浓度测定原理出发,对广西某卷烟厂臭气浓度进行源强核算,在此基础上进行理论预测,并结合臭气浓度实际监测结果进行分析。【结果】该卷烟厂异味气体排放对排放源下风向地面轴线距离 200~400m 范围内的影响最大,预测结果与实际臭气浓度的监测结果一致。【结论】提出的卷烟企业异味气体源强核算与环境影响预测方法可以满足类似烟厂企业排放臭气的大气环境影响评价要求。

关键词:卷烟厂 臭气浓度 环境影响评价

中图分类号:X512 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2014)03-0202-06

Abstract:【Objective】For the unquantifiable of atmospheric environmental impact of a cigarette factory.【Methods】The emission concentration of odorous pollutants of a cigarette factory in Guangxi was calculated by the principle of odor concentration determination in the paper.【Results】The maximum environmental impact of peculiar smell gas in the distance of 200m to 400m was predicted by the theoretical prediction, which consisted with actual odor monitoring data.【Conclusion】With theoretical prediction and odor concentration monitoring, an effective method of emission concentration accounting and environmental impact prediction of peculiar smell gas was proposed.

Key words:cigarette factory, odor concentration, environmental impact assessment

【研究意义】烟草行业在我国的国民经济中占有重要的地位,卷烟产销量一直保持稳定增长的态势,烟草产业大力发展的同时,烟草加工过程产生的异味气体对厂区周围大气环境产生较大的影响^[1,2]。烟草异味气体的主要成分为醛类、烃类、酚类、酸类、醇类等多种有机物质^[3~6]。这些异味气体首先给人的感觉是不适,心情不愉快,继而对人的呼吸系统、循环系统、消化系统、精神状态等都会带来危害,同

时还可能对人体呼吸器官、皮肤、黏膜、眼睛等造成刺激和伤害^[7]。因此,研究卷烟厂异味气体对周围环境的影响具有重要意义。【前人研究进展】由于烟草异味气体是多成分的混合气体,气体中各组分及含量难以测定,因此烟草异味气体的强度均以无量纲臭气浓度表示。目前,国内外研究提出的大气环境影响预测模式只适用于单一物质或是已知质量浓度的气体扩散预测,因此卷烟厂异味气体的产生量及对周围环境影响评价方法大都是定性分析或进行环境臭气浓度监测,仅马彩霞等^[8]以无量纲的臭气浓度作为污染物直接进行气体浓度扩散,从而得出烟厂异味气体的影响范围在下风向 650m 以内。

收稿日期:2013-12-20

修回日期:2014-01-20

作者简介:覃东棉(1985-),女,工程师,主要从事环境影响评价研究。

【本研究切入点】根据导则推荐模式的适用性,直接以无量纲臭气浓度作为预测源强不尽合理。因此,本文拟通过对广西某卷烟厂排放的异味气体的产生源强进行核算,采用导则^[9]推荐的模式进行气体扩散预测,并与实测臭气浓度数据进行对比,提出一种企业异味气体大气源强核算与环境影响预测的有效方法。**【拟解决的关键问题】**为解决类似卷烟企业排放异味气体环境影响评价领域无量纲臭气浓度的预测问题找到可行的途径。

1 材料与方法

1.1 材料

主要以广西某卷烟厂的异味气体对周围大气环境的影响作为研究对象。广西某卷烟厂生产规模为年产40万箱卷烟,该厂于2003年搬迁至现址,现址位于城市建成区,周围居民分布较为密集,烟草异味气体对周围大气环境的影响较大,因此研究其烟草异味气体对周围大气环境的影响尤为重要。

卷烟生产工艺基本分为制丝工段和卷接包工段等两大工段,其中异味气体来源主要分为两大部分:

1.1.1 制丝工段的异味气体

制丝工段异味主要来源于制丝工段各散尘点逸散的烟草粉尘以及膨胀烟丝干燥膨胀工段产生的废气中所夹带的异味。制丝工段散尘点的异味气体主要为各个散尘点废气夹带的烟草粉尘所产生的异味气体,这些烟草粉尘主要来源于切丝机、烘丝机、干燥机、管式膨胀机、梗丝分离机等设备工作时产生的粉尘逸散。制丝工段不同异味气体产生点的含尘尾气经脉冲扁袋式布袋收尘系统处理后由管道汇总至同一根排气筒外排。烟丝膨胀生产线的异味气体主要来源于浸渍后的烟丝干燥膨胀过程产生的含烟草粉尘的尾气所夹带的异味气体,这部分烟草粉尘的含水率、含尘率较高,因而异味气体的臭气浓度较大,这些烟草粉尘经过旋风收尘器的收尘处理后进行燃烧处理,燃烧尾气经由21m排气筒排放。

1.1.2 卷接包工段的异味气体

卷接包工段的异味气体主要为各个散尘点废气夹带的烟草粉尘所产生的异味气体,这些烟草粉尘主要来源于风力输送、梗签收集、卷包机组除尘及清扫、滤棒机组除尘及清扫、车间除尘集灰等过程产生的粉尘飘逸,卷接包工段不同异味气体产生点的含尘尾气经脉冲扁袋式布袋收尘系统处理后分别经由5个排气筒排放。

1.2 研究方法

1.2.1 异味气体源强核算方法

卷烟生产过程各异味气体产生点的气量根据风机额定风量的80%确定,臭气产生浓度(无量纲)通过与南京卷烟厂的实际臭气浓度监测结果^[10]进行类比获得。

由于国家标准将臭气浓度定义为无量纲,目前还无法进行无量纲臭气浓度的大气扩散预测,因而需将无量纲的臭气浓度转换成质量浓度进行大气扩散预测,根据《空气质量恶臭的测定 三点比较式臭袋法》(GB/T14675-93)^[11~13]稀释方法,在3L无臭袋中注入1mL臭气样品,此时稀释倍数为3000;若此时刚好无臭,则原臭气样品的臭气浓度为3000(无量纲)。由此可以得出单位体积的某种臭气的初始质量浓度 C_0 (mg/m^3)、稀释倍数 T_d (数值上等于无量纲臭气浓度)及嗅阈值浓度 C_{th} (mg/m^3)三者之间的关系为:

$$\frac{C_0}{T_d + 1} = C_{th} \quad (1)$$

卷烟生产过程排放的烟草粉尘的主要成分为醛类、烃类、酚类、酸类、醇类等多种有机物^[14],由于这些有机物的嗅阈值浓度较难获取,本次研究以甲醛的嗅阈值浓度 $0.065\text{mg}/\text{m}^3$ 作为烟草异味气体的嗅阈值浓度进行换算。

1.2.2 预测方法

(1) 预测模式

本研究采用导则^[9]推荐的预测模式——SCREEN3估算模式分别对该卷烟厂各个排放源排放的异味进行环境影响预测,并考虑按距离进行浓度的叠加。模式选用的参数见表1。

表1 模式计算选用参数

Table 1 The parameters for the model

名称 Name	数值 Numerical 0~360°
正午反照率 Noon albedo	0.2075
BOWEN	1.625
粗糙度 Roughness	0.4

(2) 预测标准

臭气浓度厂界标准采用《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)^[15]二级标准的要求,即臭气浓度厂界标准值为20,根据公式(1)换算后臭气的排放浓度标准为 $1.365\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(3) 气象资料

模式中采用的预测气象资料来源于烟厂所在地气象站提供的主要气候统计资料,项目所在区域年

均气温: 21.1℃, 年均风速: 1.6m/s, 最大风速: 9.5m/s, 极端最高气温: 39.0℃, 极端最低气温: -0.3℃, 年平均相对湿度: 73%, 年均降水量: 1498.9mm, 年最大降水量: 2298.1mm, 年最小降水量: 921.6mm, 年平均日照时数: 1516.5h, 卷烟厂所在地的月平均温度、月平均风速和风频统计结果见表2和表3。

表2 烟厂所在地月平均温度、平均风速统计结果

Table 2 The monthly mean temperature and wind speed at the factory location

月份 Month	温度 Temperature(°C)	风速 Wind speed(m/s)
1	10.6	1.6
2	13.1	1.6
3	15.8	1.6
4	21.4	1.6
5	25.3	1.7
6	27.6	1.7
7	29.0	1.9
8	29.1	1.6
9	27.3	1.5
10	23.2	1.6
11	18.1	1.4
12	13.1	1.4

1.2.3 臭气浓度监测方法

采样时间: 2012年10月24日~25日的8:00、10:00、14:00、16:00; 2013年1月30日~31日的8:00、11:00、15:00、18:00。

采样及分析方法: 本文臭气浓度监测采用的采

表4 烟厂异味气体产生节点及排放情况一览表

Table 4 The emission segment and concentration of odorous gas

异味气体产生环节 Emission segment	气量 Volume (m ³ /h)	排放臭气浓度 (无量纲) Emission concentration (dimensionless)	换算后排放浓度 Conversion emission concentration (mg/m ³)	换算后排放速率 Conversion emission rate (kg/h)	排放方式 Emission mode	排气筒高度 Height of exhaust funnel(m)
制丝工段 Filiforming	制丝工段各散尘点 Powder dust	200000	673	43.81	8.76	15
	膨胀烟丝生产线 Expanded tobacco Production line	39000	550	35.75	1.4	21
	风力输送过程 Pneumatic conveying	24100	1639	106.60	2.57	有组织排放 Organized discharge 15
卷接包工段 Cigarette	梗签收集过程 Stems collecting	15900	1581	66.19	1.05	15
	卷包机组除尘及清扫过程 Cigarette packing unit dedusting and cleaning	109500	883	57.46	6.29	15
	滤棒机组除尘及清扫过程 Filter unit dedusting and cleaning	28700	831	54.08	1.55	15
	车间除尘集灰过程 Workshop dedusting	20900	506	32.96	0.69	15

注: 膨胀烟丝生产线臭气产生浓度为55000(无量纲), 燃烧法臭气去除率为99%。

Note: Concentration of odor produced from the cut tobacco expansion production line is 55000(dimensionless), the removal rate of odor by burning method is 99%.

样及分析方法按照《空气和废气监测分析方法》^[16]进行。

监测方法: 本文臭气浓度监测方法为三点比较式臭袋法, 监测依据为《空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》(GB/T 14675-1993)^[11]。

表3 烟厂所在地风频统计结果

Table 3 The wind frequency at the factory location

风向 Direction	年平均风频 Frequency(%)	风向 Direction	年平均风频 Frequency(%)
N	8	SSW	4
NNE	5	SW	3
NE	9	WSW	1
ENE	4	W	5
E	3	WNW	3
ESE	2	NW	6
SE	3	NNW	10
SSE	4	C	22
S	9		

2 结果与分析

2.1 异味气体源强核算结果

以南京卷烟厂实际臭气浓度监测结果为类比, 根据公式(1)和甲醛的嗅阈值浓度, 核算出本项目异味气体的排放浓度和排放速率, 具体见表4。从表中可以得出, 卷接包工段的卷包机组除尘机清扫过程异味气体的排放速率较最大。

2.2 异味气体环境影响预测结果与分析

根据导则推荐的预测模式以及臭气浓度厂界标准,该卷烟厂异味气体环境影响预测结果见表 5,臭气浓度(无量纲)随距离的变化见图 1。由叠加后的预测结果可知,臭气小时平均浓度首先随着异味气体排放源下风向地面轴线距离的增加而增加,紧接着减小,其臭气小时浓度最大值为 0.749mg/m³(折算无量纲臭气浓度 11.0),出现在距离异味气体排放源下风向地面轴线 300m。因此,该卷烟厂异味气体排放造成异味气体排放源下风向地面轴线距离在 200~400m 范围内的影响最大。根据各个排放源的预测结果,卷接包工段中的卷包机组除尘及清

扫过程产生的异味气体的浓度预测值占叠加值的 57.46%,影响最为严重。

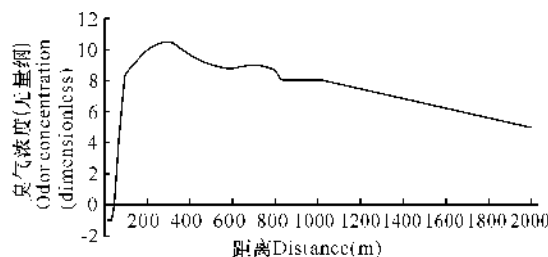


图 1 臭气浓度随距离的变化

Fig. 1 The variation of odor concentration with distance

Table 5 The theoretical prediction results

距离 Distance(m)	制丝工段 各散尘点 Powder dust	膨胀烟丝 生产线 Expanded tobacco Production line	风力输 送过程 Pneumatic conveying	梗签收 集过程 Stems col- lecting	卷包机组除尘 及清扫过程 Cigarette pack- ing unit dedust- ing and clean- ing	滤棒机组除尘 及清扫过程 Filter unit de- dusting and cleaning	车间除尘 集灰过程 Workshop dedusting	叠加值 Added value
10	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
10	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
20	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
30	0.0003	0.0000	0.0008	0.0000	0.0020	0.0005	0.0000	0.0036
40	0.0003	0.0000	0.0114	0.0001	0.0280	0.0069	0.0000	0.0467
50	0.0003	0.0000	0.0355	0.0009	0.0869	0.0214	0.0001	0.1451
60	0.0003	0.0000	0.0647	0.0029	0.1583	0.0390	0.0004	0.2655
70	0.0003	0.0002	0.0921	0.0057	0.2253	0.0555	0.0009	0.3799
80	0.0003	0.0004	0.1141	0.0088	0.2793	0.0688	0.0016	0.4733
90	0.0003	0.0009	0.1325	0.0115	0.3242	0.0799	0.0025	0.5517
100	0.0003	0.0015	0.1466	0.0137	0.3589	0.0884	0.0034	0.6127
200	0.0005	0.0087	0.1680	0.0178	0.4112	0.1013	0.0070	0.7145
300	0.0018	0.0086	0.1759	0.0188	0.4304	0.1061	0.0074	0.7490
400	0.0037	0.0087	0.1618	0.0181	0.3959	0.0976	0.0071	0.6929
500	0.0053	0.0087	0.1519	0.0167	0.3717	0.0916	0.0066	0.6526
600	0.0065	0.0084	0.1468	0.0213	0.3593	0.0885	0.0065	0.6372
700	0.0071	0.0080	0.1494	0.0246	0.3656	0.0901	0.0084	0.6533
800	0.0074	0.0075	0.1428	0.0263	0.3495	0.0861	0.0099	0.6296
825	0.0074	0.0093	0.1326	0.0269	0.3245	0.0800	0.0109	0.5914
900	0.0073	0.0107	0.1321	0.0269	0.3233	0.0797	0.0114	0.5914
1000	0.0071	0.0115	0.1316	0.0266	0.3220	0.0793	0.0115	0.5896
1100	0.0067	0.0121	0.1281	0.0256	0.3135	0.0773	0.0115	0.5747
1200	0.0063	0.0124	0.1235	0.0246	0.3024	0.0745	0.0114	0.5551
1300	0.0060	0.0126	0.1185	0.0234	0.2899	0.0714	0.0112	0.5330
1400	0.0058	0.0126	0.1132	0.0233	0.2770	0.0683	0.0109	0.5111
1500	0.0056	0.0126	0.1079	0.0234	0.2640	0.0651	0.0106	0.4891
1600	0.0053	0.0126	0.1027	0.0233	0.2513	0.0619	0.0102	0.4674
1700	0.0051	0.0125	0.0977	0.0231	0.2391	0.0589	0.0099	0.4463
1800	0.0049	0.0123	0.0929	0.0228	0.2275	0.0561	0.0100	0.4264
1900	0.0051	0.0121	0.0885	0.0224	0.2165	0.0533	0.0100	0.4078
2000	0.0053	0.0119	0.0842	0.0219	0.2061	0.0508	0.0100	0.3902
最大值 Max	0.0074	0.0126	0.1759	0.0269	0.4304	0.1061	0.0115	0.7490

2.3 监测结果

对该烟厂周边环境敏感点的臭气浓度监测结果见表6和表7,不同距离臭气小时浓度的预测值(质量浓度)通过公示(1)换算成无量纲的臭气浓度见表6和表7。根据表6和表7中的实际臭气浓度监测值和理论预测值的对比结果,烟厂周围环境臭气浓度的监测结果与本研究的理论预测结果基本吻合,其中4#厂界北面11时的臭气浓度的监测值与理论预测值有较大差异的原因是该厂界受到城市污水在干渠发酵产生的异味的的影响较大。

表6 项目周边小区臭气浓度监测结果

Table 6 Odor concentration by monitoring of the village around

名称 Name	监测时刻 Monitoring time	臭气浓度 Odor concentration 2012. 10. 24	臭气浓度 Odor concentration 2012. 10. 25	理论预测值 Theoretical prediction results
A小区(距离排放源最近距离80m) Village A (About 80m from the emission source)	8:00	<10	<10	6.9
	10:00	<10	<10	
	14:00	<10	<10	
	16:00	<10	<10	
B小区(距离排放源最近距离350m) Village B (About 350m from the emission source)	8:00	<10	<10	11.0
	10:00	<10	<10	
	14:00	11	12	
	16:00	11	11	
C小区(距离排放源最近距离800m) Village C (About 800m from the emission source)	8:00	<10	<10	8.6
	10:00	<10	<10	
	14:00	10	10	
	16:00	10	<10	

注:该烟厂每日上午8:00~11:00设备维护。

Note:Equipment maintenance at 8:00am to 11:00am everyday.

3 结论

本文从臭气浓度测定规范出发,根据广西某卷烟厂生产过程排放臭气浓度的特性,以甲醛的嗅阈值浓度 $0.065\text{mg}/\text{m}^3$ 作为臭气的嗅阈值浓度进行换算,计算得出该卷烟厂臭气排放的质量浓度为 $32.96\sim 106.60\text{mg}/\text{m}^3$ 。采用导则推荐的预测模式对该卷烟厂各个排放源排放的异味气体进行理论预测,并考虑按距离进行臭气浓度的叠加,叠加后的预测结果显示该卷烟厂异味气体排放造成异味气体排放源下风向地面轴线距离在 $200\sim 400\text{m}$ 影响最大。根据叠加后的理论预测值与实际臭气浓度的监测值的对比结果,烟厂周围环境臭气浓度的

表7 项目周边小区臭气浓度监测结果

Table 7 Odor concentration by monitoring of the village around

名称 Name	监测时刻 Monitoring time	臭气浓度 Odor concentration 2013. 1. 30	臭气浓度 Odor concentration 2013. 1. 31	理论预测值 Theoretical prediction results
1#厂界东面(距离排放源最近距离20m) 1# East boundary (About 20m from the emission source)	8:00	<10	<10	<0
	11:00	<10	<10	
	15:00	<10	<10	
2#厂界南面(距离排放源最近距离150m) 2# South boundary (About 150m from the emission source)	8:00	<10	<10	9.2
	11:00	<10	<10	
	15:00	<10	<10	
3#厂界西面(距离排放源最近距离170m) 3# West boundary (About 170m from the emission source)	8:00	<10	<10	9.5
	11:00	<10	<10	
	15:00	<10	<10	
4#厂界北面(距离排放源最近距离10m) 4# North boundary (About 10m from the emission source)	8:00	<10	<10	<0
	11:00	13	11	
	15:00	<10	<10	
	18:00	<10	<10	

注:该烟厂每日上午8:00~11:00设备维护。

Note:Equipment maintenance at 8:00 am to 11:00am everyday.

监测结果与本研究的理论预测结果基本吻合。因此,本项目所采用的异味气体源强计算方法基本合理,采用的预测模式合理,理论预测结果与实际臭气浓度的监测结果吻合。因而,本研究提出的烟厂异味气体源强核算方法以及采用的大气环境影响预测方法基本可以满足类似烟厂企业排放臭气的大气环境影响评价要求,为解决类似卷烟企业排放异味气体环境影响评价领域无量纲臭气浓度的预测问题找到了可行的途径。

参考文献:

- [1] 任民,郭文生.烟草科学与技术[M].北京:中国农业科技出版社,1997.
Ren M, Guo W S. Tobacco science and technology [M]. Beijing:China Agricultural Science and Technology Press,1997.
- [2] 方一丰.卷烟厂技改项目的异味气体治理工程[J].环境工程,2012,30(4):70-72.
Fang Y F. Peculiar smell gas treatment of technical reform project of a cigarette factory [M]. Environment engineering,2012,30(4):70-72.

- [3] Zagustina N A, Krikunova N I, Kulikova A K. Composition of the air emission from a tobacco factory and development of the biocatalyst for odour control[J]. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2010, 85(3): 320-327.
- [4] 韩智强, 范多青, 王海涛, 等. 烟气化学成分对吸味品质的影响关系研究[C]//中国烟草学会, 中国环境科学学会. 2003年烟草生产与人体健康和环境保护协调发展研讨会暨中外烟草环保科技展示会法规、专题报告论文集, 2003.
Han Z Q, Fan D Q, Wang H T, et al. Research on the effects of smoking quality by reducing the chemical composition of the smoking gas[C]//China Tobacco Society, China Society of Environmental Sciences. Tobacco production and human health and environmental protection coordinated development seminar and foreign tobacco Environmental Technology Exhibition Regulations/special report of 2003.
- [5] 夏炳乐, 李敏莉, 肖厚荣, 等. 烟草加工厂的环境若干问题与防治对策[C]//中国烟草学会, 中国环境科学学会. 2003年烟草生产与人体健康和环境保护协调发展研讨会暨中外烟草环保科技展示会法规、专题报告论文集, 2003.
Xia B L, Li M L, Xiao H R, et al. Environment problems and Countermeasures of tobacco factory[C]//China Tobacco Society, China Society of Environmental Sciences. Tobacco production and human health and environmental protection coordinated development seminar and foreign tobacco Environmental Technology Exhibition Regulations/special report of 2003.
- [6] 李竖, 竹涛, 豆宝娟, 等. 低温等离子体技术处理烟草臭气[J]. *环境工程*, 2008, 26(1): 44-45.
Li S, Zhu T, Dou B J, et al. Treatment tobacco odor with cryogenic plasma technology[J]. *Environment engineering*, 2008, 26(1): 44-45.
- [7] 鲍永征, 李琳. 烟厂异味气体处理技术[J]. *企业技术开发*, 2011, 60(3): 60-61.
Bao Y Z, Li L. The processing technology of odor gas for cigarette factory[J]. *Technological Development of Enterprise*, 2011, 60(3): 60-61.
- [8] 马彩霞, 张朝能, 王飞羽, 等. 卷烟企业异味对大气环境的影响分析[J]. *昆明理工大学学报*, 2007, 32(2): 90-94.
Ma C X, Zhang C N, Wang F Y, et al. Impact of cigarette factory odor on environment[J]. *Journal of Kunming University of Science and Technology*, 2007, 32(2): 90-94.
- [9] 环境保护部. HJ2. 2-2008 环境影响评价技术导则 大气环境[S]. 2008-12-31.
Environmental Protection Department. HJ2. 2-2008 Technical guidelines for environmental impact assessment-Atmospheric environment[S]. 2008-12-31.
- [10] 王瑞珍, 郝世林, 武克涛. 浅谈一种烟草异味气体的净化方法[J]. *科技情报开发与经济*, 2010, 20(30): 186-195.
Wang R Z, Hao S L, Wu K T. Talking about a method for purifying Tobacco's malodorous gases[J]. *Sci-Tech Information Development & Economy*, 2010, 20(30): 186-195.
- [11] 国家环境保护局. GB/T 14675-93 空气质量恶臭的测定 三点比较式臭袋法[S]. 1993-09-18.
Environmental Protection Department. GB/T14675-93 Air quality-determination of odor-triangle odor bag method[S]. 1993-09-18.
- [12] 冯霞, 吴以中, 宗良纲, 等. 无量纲臭气浓度大气扩散预测方法研究[J]. *环境科学与技术*, 2009, 32(2): 172-174.
Feng X, Wu Y Z, Zong L G, et al. Air diffusion prediction method of dimensionless odor concentration[J]. *Environment Science and Technology*, 2009, 32(2): 172-174.
- [13] 肖琦, 庞晓明, 范辉, 等. 影响三点比较式臭袋法测定臭气浓度的因素及其解决途径[J]. *广西科学院学报*, 2006, 22(S): 497-498.
Xiao Q, Pang X M, Fan H, et al. Discussion of influencing factors and resolvents of odor determination by triangle odor bag method[J]. *Journal of Guangxi Academy of Sciences*, 2006, 22(S): 497-498.
- [14] 张宁娟, 温忠涛. 浅谈室内装修带来的环境污染及预防措施[J]. *中小企业管理与科技(上旬刊)*, 2012, 9: 201-203.
Zhang N J, Wen Z T. Environmental pollution and prevention measures of indoor decoration brings[J]. *Management & Technology of SME*, 2012, 9: 201-203.
- [15] 国家环境保护局. GB14554-93 恶臭污染物排放标准[S]. 1993-07-19.
Environmental Protection Department. GB14554-93 Emission standards for odor pollutants[S]. 1993-07-19.
- [16] 《空气和废气监测分析方法》编委会. 空气和废气监测分析方法[M]. 第4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
Editorial board of monitoring and analysis methods of air and exhaust gas. Monitoring and analysis methods of air and exhaust gas[M]. The fourth edition. Beijing: China Environmental Sciences Press, 2003.