

# 垃圾填埋场臭气评价方法研究

邹梓<sup>1,2</sup>, 林剑<sup>1\*</sup>, 陈娟<sup>1,2</sup>, 唐从国<sup>1</sup>, 王宁<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 本论文通过对生活垃圾填埋场填埋气体臭气物质组分及其含量的分析, 依据现行的国家恶臭污染物的居住区、工作场所和场界浓度的标准限值, 根据臭气浓度和强度的关系式, 转化为该气体臭气强度, 并给出环境影响评价标准值。最后以黔西县城生活垃圾卫生填埋处理工程为实例, 验证该标准的实用性。将该标准值应用于恶臭污染物的环境影响评价, 能科学、直观地反应出恶臭污染物对大气环境的影响。采用臭气强度标准对恶臭污染物进行评价是一种针对性、可操作性、比较实用的评价方法, 该方法为产生恶臭物质项目的臭气评价提供了借鉴。

**关键词:** 生活垃圾填埋气; 臭气强度; 臭气强度标准

**中图分类号:** X82   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1672-9250(2010)01-0075-04

恶臭作为一种嗅觉公害, 已成为世界上七种典型公害之一, 且仅次于噪声而居第二位, 引起了世界各国对恶臭污染问题的重视。自然界人类可感觉到的恶臭物质有 4000 多种。根据成分的不同, 恶臭气体按其组成可分成 5 类: ①含硫化合物, 如  $H_2S$ 、硫醇、硫醚等; ②含氮化合物, 如氨气、胺类、酰胺、吡啶等; ③卤素及衍生物, 如氯气、卤代烃等; ④烃类及芳香烃; ⑤有机物如醇、酚、醛、酮、有机酸等<sup>[1]</sup>。目前对恶臭监测和评价方法还在不断发展之中<sup>[2]</sup>。现阶段国内对恶臭污染物的评价中, 大多采用物质浓度、臭气浓度进行评价, 但很少直接针对臭气的强度对人类生活的影响进行评价。恶臭的臭气浓度排放标准主要是以人的嗅觉为基准制定的排放标准。由于臭味是人的一种感官体验, 而不是严格规定的科学特性。臭味概念的定量采用两条途径: 一是采用科学仪器对臭气进行分析。二是对臭气进行嗅觉试验。在环境影响评价实践中恶臭物质的强度在国内一般参照日本环境厅六级恶臭强度分级规定, 详见表 1。

由表 1 可知, 1~2 级为嗅阈值和认知值, 只感到微弱气味, 这种条件虽理想, 但对产生恶臭的工厂

表 1 臭气强度分级

Table 1 the classification of odor strength

强度等级	强度	感觉强度描述
0	无臭	无气味
1	检知	勉强感觉到气体(检测阈值)
2	认知	稍感觉到微弱气味(能辨认气味性质, 认定阈值)
3	明显	感觉到明显气味
4	强臭	较强的气味, 嗅后使人不快
5	剧臭	强烈的气味

及场所不易达到, 而 4~5 级已为较强的和强烈的臭味, 人们在这样的环境中生活不能忍受。只有将无组织排放的臭气强度设定在 3 级左右较为合理<sup>[3]</sup>。环境臭气标准一般采用厂界环境的臭气强度, 其下限为 2.5 级, 上限为 3.5 级<sup>[4]</sup>, 但该方法并没有明确给出不同臭气受体环境执行什么臭气强度级别。为此, 从环境影响评价角度看, 需要建立一套不同恶臭物质的臭气强度标准, 以便于对受体的影响程度作出定量评价。为此, 本论文针对生活垃圾填埋场中臭气物质的组份及其含量, 确定其臭气强度标准, 并将该标准运用于生活垃圾填埋场的恶臭污染物评价; 该方法的思路也可用于其他行业臭气的评价。

收稿日期: 2009-09-13; 改回日期: 2010-01-08

第一作者简介: 邹梓(1982-), 男, 硕士研究生, 主要从事环境科学研究。E-mail: zzwansui@163.com.

\* 通讯作者: 林剑, 男, 研究员, E-mail: linjian1967@263.net

# 1 恶臭物质的识别

对于臭气强度的评价, 首先需识别出恶臭物质。填埋垃圾在好氧和厌氧发酵过程均会产生一定量的填埋气体, 该气体为混合气体, 含量最大的为甲烷(CH<sub>4</sub>)和二氧化碳(CO<sub>2</sub>), 其中主要的恶臭物质为氨(NH<sub>3</sub>)、硫化氢(H<sub>2</sub>S)、甲硫醇(CH<sub>3</sub>SH)等3项<sup>[5]</sup>, 均为强刺激性气体, 具有恶臭味。

# 2 臭气强度标准的确定

针对评价对象产生的臭气物质, 依据现有的相关标准及研究成果, 确定臭气强度标准。对于生活垃圾填埋场产生的恶臭物质 NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S 和 CH<sub>3</sub>SH, 相关标准中其在居住区<sup>[6]</sup>、工作场所<sup>[7]</sup>、场界<sup>[8]</sup>的物质浓度标准, 见表2。

表2 居住区和工作场所臭气物质浓度限值

Table 2 the concentration limits of odor in the residential

恶臭因子	居住区 工作场所		恶臭污染物场界浓度限值				
	有害物 质接触 浓度限 值	有害物 质接触 浓度限 值	二级		三级		
			新扩建	现有	新扩建	现有	
NH <sub>3</sub>	0.20	20	1.0	1.5	2.0	4.0	5.0
H <sub>2</sub> S	0.01	10	0.03	0.06	0.1	0.32	0.6
CH <sub>3</sub> SH	0.0007	1	0.004	0.007	0.01	0.02	0.035

在实际评价过程中, 对臭气强度的计算, 国内外常采用韦伯-费希纳(Weber-Fecher)公式<sup>[1,9]</sup>。韦伯-费希纳(Weber-Fecher)公式是表明物质浓度和臭气强度之间关系的定律, 即为了描述连续意义上物质浓度和臭气强度的关系, 德国物理学家费希纳提出了一个假定: 把最小可觉差(连续的差别阈限)作为臭气强度的单位, 即每增加一个差别阈限, 臭气强度增加一个单位, 这样可推导出如下经验公式<sup>[1,9]</sup>(见图1<sup>[9]</sup>所示):

$$y = k \cdot \lg x \quad (1)$$

式中:  $y$  —— 臭气强度;  
 $x$  —— 臭气浓度;

$k, a$  为参数, 对不同的恶臭物质  $k$  和  $a$  的取值是不同的。

由公式(1)可以看出, 当  $x = 1$  时, 无论  $k$  为何值, 臭气强度  $y = 0$ 。而此时实际的臭气强度  $y$  值应等于 1, 计算值与实际值明显不符。因此应在公式(1)基础上加一个常数, 加以校正, 国内常用的臭气浓度与臭气强度的关系式见表3<sup>[10]</sup>。

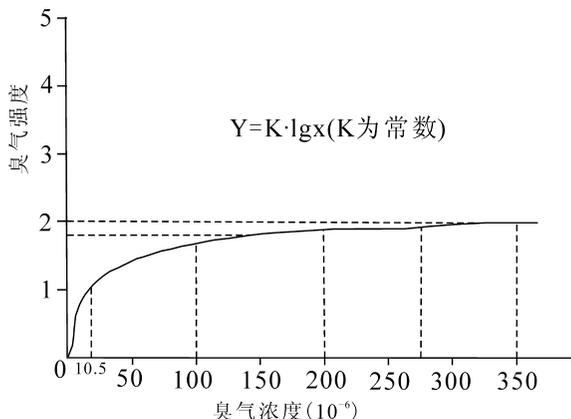


图1 物质浓度和臭气强度之间关系<sup>[9]</sup>

Fig. 1 the relationship between odor concentrations and strength<sup>[9]</sup>

表3 臭气物质浓度与臭气强度的函数关系  
Table 3 functional relationship between odor concentrations and strength

物质名称	臭气强度 $y$ 和物质浓度 $x$ 的函数关系( $x$ 的单位为 ppm)
NH <sub>3</sub>	$y = 1.671g x + 2.38$
H <sub>2</sub> S	$y = 0.951g x + 4.14$
CH <sub>3</sub> SH	$y = 1.251g x + 5.99$

根据表2中我国 NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S 和 CH<sub>3</sub>SH 的物质浓度标准限值, 采用表3的公式可推算出居住区、工作场所、场界对应的臭强度值, 本研究中将其作为评价臭气强度的评价标准值, 计算结果见表4。

表4 居住区、工作场所场界臭气强度标准

Table 4 The standard of odor strength in the residential district and workplace

恶臭因子	居住区 有害物 质接触 浓度限 值	工作场 所有害 物质接 触浓度 限值	恶臭污染物场界浓度限值				
			二级		三级		
			新扩建	现有	新扩建	现有	
NH <sub>3</sub>	1.4	4.8	2.6	2.9	2.6	3.1	3.7
H <sub>2</sub> S	2.1	4.9	2.5	2.8	3	3.5	3.8
CH <sub>3</sub> SH	1.6	5.6	2.6	2.9	3.1	3.5	3.8

# 3 恶臭污染物臭气强度评价方法

恶臭气体臭气强度评价采用标准指数法, 计算公式如下:

$$S_i = C_i / C_s$$

式中:  $S_i$  —— 某恶臭污染物的臭气强度标准指数;

$C_i$  —— 恶臭污染物臭气强度;

$C_s$  —— 恶臭污染物臭气强度标准;

标准指数 > 1, 表明该恶臭物质的臭气强度超过

了规定的臭气强度标准, 已经不能满足要求。

## 4 案例分析

### 4.1 项目概况

该项目名称为黔西县城生活垃圾卫生填埋处理工程, 项目建设单位是黔西县城建设投资建设发展有限责任公司。项目建设拟选地点为黔西县甘棠乡大寨村罗家田坝。建设规模为日平均处理生活垃圾 170 t/d, 渗滤液处理规模 60 m<sup>3</sup>/d, 总库容: 94.4 万 m<sup>3</sup>。服务人口 18 万人。处理对象符合《生活垃圾填埋场污染物控制标准》中填埋废物入场要求的县城居民生活垃圾、商业垃圾、企事业单位生活垃圾、街道清扫垃圾及混杂在其中的少量建筑垃圾。

### 4.2 评价区气象特征

黔西县属中亚热带湿润季风气候区, 县城多年平均气温 13.8℃, 一月均温 3.3℃, 七月均温 23℃, ≥10℃的积温 4500℃, 年无霜期 264 天; 多年平均降水量 1005.2 mm (城关), 降雨季节分布明显, 属夏

雨型, 5~10 月为雨季, 降雨量 818.4 mm, 占全年降雨量的 81.52%。夏季多暴雨, 最大 1 小时降雨量达 38 mm, 最大 6 小时降雨量 120 mm, 最大 12 小时降雨量 120 mm, 24 小时最大降雨量 165.5 mm。年日照时数为 1348.9 h, 全年主导风向为 NE 风, 夏季主导风向为 S 风, 静风频率 37%, 平均风速 1.8 m/s。

### 4.3 恶臭物质浓度预测方法及结果

该项目恶臭污染物浓度采用面源扩散模式:

$$c(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right)\right]$$

恶臭物质浓度预测采用宁波环境科学院制作的大气环评助手 EIAA 的 2.7 进行预测, 获得的浓度最大值见表 5。

### 4.4 恶臭物质臭气强度评价

将预测的臭气物质浓度转化为臭气强度, 利用臭气强度标准值, 计算出标准指数, 就能对该恶臭物质的臭气强度作出评价。其中保护目标以恶臭污染物浓度值最大值进行臭气强度评价。

表 5 案例臭气强度评价  
Table 5 the case of odor strength evaluation

排放工况	关心点	项目	单位	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	CH <sub>3</sub> SH
正常 排放	场界	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.065	0.06	0.0067
		臭气强度	级	0.6	0.5	0
		臭气强度场界标准	级	2.9	2.8	2.9
		标准指数		0.2	0.2	0
		达标情况		达标	达标	达标
	村寨	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.0433	0.0037	0.000047
		臭气强度	级	0	0	0
		臭气强度居住区标准	级	1.4	2	1.6
		标准指数		0	0	0
		达标情况		达标	达标	达标
	工作场所	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.083	0.166	0.012
		臭气强度	级	0.8	1.3	3.2
		臭气强度工作场所标准	级	4.8	4.9	5.6
		标准指数		0.2	0.2	0.3
		达标情况		达标	达标	达标
非正常 排放	场界	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.08	0.13	0.0126
		臭气强度	级	1	1.8	0
		臭气强度工作场所标准	级	2.9	2.8	2.9
		标准指数		0.34	0.64	0
		达标情况		达标	达标	达标
	村寨	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.0434	0.0039	0.000063
		臭气强度	级	0	0	0
		臭气强度居住区标准	级	1.4	2	1.6
		标准指数		0	0	0
		达标情况		达标	达标	达标
	工作场所	浓度最大值	mg/m <sup>3</sup>	0.111	0.221	0.016
		臭气强度	级	1	3.3	3.3
		臭气强度工作场所标准	级	4.8	4.9	5.6
		标准指数		0.2	0.7	0.6
		达标情况		达标	达标	达标

具体评价结果见表5,从表中可知在正常排放和非正常排放情况下,恶臭污染物的臭气强度在居住区、工作场所和场界均达到臭气强度标准,对人类生活影响小。

## 5 结论

(1)定量评价恶臭污染物对环境空气质量的影响,除了要评价恶臭污染物的浓度达到相应标准外。而且,人们对不同臭气浓度的嗅觉感觉程度也不一样,因此,除了评价其物质浓度对环境的影响外,还要评价其臭气强度的影响。

(2)通过对生活垃圾填埋气臭气物质组分及其含量,依据现行的国家恶臭污染物的居住区、工作场

所和场界浓度的标准限值为依据,给出环境影响评价标准值,将该标准值应用于恶臭污染物的环境影响评价,能科学、直观地反应出恶臭污染物对人们嗅觉感觉的影响。采用臭气强度标准对恶臭污染物进行评价是一种针对性强、可操作性好、比较实用的评价方法。

(3)通过对垃圾填埋场的恶臭污染物臭气强度评价方法及思路,可用于其它行业的恶臭污染物对臭气环境影响的定量评价。

(4)制定评价臭气强度标准的关键是确定臭气物质浓度与臭气强度的相关关系,但目前关于这方面的资料太少,还没有一套成熟的理论和方法,还需进一步研究、完善、细化。

## 参 考 文 献

- [1] 严方,李静,田宇,等.城市生活垃圾填埋场恶臭污染及卫生防护距离的探讨[J].科技创业月刊,2008(4):135-137
- [2] 张荣贤,许树振.恶臭、恶臭测定与评价标准[J].燕山石化,1993(4):231-235
- [3] 杨光壁,王延吉,王鸿志.制定空气中恶臭物质的臭气浓度控制标准的技术路线探讨[J].环境科学研究,1992,5(1):25-29
- [4] 刘炳智.环境臭气的评价与测定[J].环境保护科学,1990,16(4):22-29
- [5] 洪燕峰,潘顺昌,邵强,等.垃圾卫生填埋场卫生防护距离标准研究[J].重庆环境科学,1994,(4):22-29
- [6] 《工业企业设计卫生标准》(TJ36-97)[S].北京:中国环境科学出版社,2005
- [7] 《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2002)[S].北京:中国环境科学出版社,2005
- [8] 《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)[S].北京:中国环境科学出版社,2005
- [9] 臭网.韦伯-费希纳(Weber-Fecher)定律及在恶臭治理中的应用解释.[EB/OL].<http://s-control.cn/Out.asp?aid=8e50184e5483697e#>,2009-10-15
- [10] 李应芝.恶臭气体污染与评价[J].山东环境,1996,70(1):16-18

## A study on Methodology for Landfill Gas Evaluation

ZOU Zi<sup>1,2</sup>, LIN Jian<sup>1</sup>, CHEN Juan<sup>1,2</sup>, TANG Cong-guo<sup>1</sup>, LIN Qing-hua<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract** This paper dealt with the evaluation standards of environmental effects on the basis of analyzing the material constitution and percentage of daily life landfill gas in line with present national standard limitation of smelly pollutants in residential and working areas. It is also taken in consideration the transformation formula from density and intensity of odor gas. Our standards were verified with fieldwork involved in Qianxi County's daily landfill gas evaluation. The standards also can be applied for environmental evaluation of odor gas pollutants which could cause too much damage to the atmosphere. The way by which we adopt odor intensity standards for pollutants is a very scientific objective way for practical use. This method provides good reference for odor evaluation of odor material project.

**Key words** daily landfill gas; intensity of odor gas; standard of odor gas intensity