

文章编号:1000-582x(2001)05-0142-03

# 垃圾填埋场的温室气体控制

王敏,王里奥,刘莉

(重庆大学环境与化学化工学院,重庆 400044)

**摘要:**垃圾填埋场是温室气体产生的一个重要来源,有资料表明美国的填埋场温室气体排放占了所有温室气体排放总量的40%~50%,笔者分析计算了填埋场的温室气体产量,气体产生的主要垃圾成分;提出了减少温室气体排放的几个途径,并指出今后的研究方向。

**关键词:**垃圾填埋场;温室气体;产气量

**中图分类号:**X705

**文献标识码:**A

长期以来人们普遍认为温室效应大部分是由于化石燃料的燃烧、天然气及石油系统、农业活动、煤炭矿业、汽车燃料等人类活动引起的,但是近年来越来越多的科学家认为垃圾填埋场比以上几种来源对大气中的甲烷和二氧化碳贡献大得多,据美国环保局统计,在美国自1990年至1997年,填埋场的温室气体排放是其余十二种来源的总和,占了总温室气体的40-50%<sup>[1]</sup>,可见填埋场气体的排放应该引起注意。

而近年来全世界的垃圾排放量正不断上升,每年排放的固体废弃物约为8~10 Gt,仅美国每年产生的固体废物就达3 Gt,我国每年的垃圾排放量约为0.5 Gt,其中城市固体废物占主要<sup>[2]</sup>。而目前对于排放量日益增加的城市垃圾的处理方法主要有填埋、堆肥和焚烧三种。相对于焚烧和堆肥,填埋处置方式有着投资少、处理费用低、处理量大、操作简便、能处理处置多种类型的废物,且能回收沼气、恢复利用土地等优点<sup>[2]</sup>。因此,填埋处置目前在大多数国家已成为固体废物处置的主要方法,在美国就有数万个垃圾填埋场。而中国是发展中国家,经济实力较弱,垃圾热值较低,

填埋是现阶段我国城市生活垃圾处理的主要方式,约占全部处置量的70%以上,几乎每个大中城市均设有垃圾填埋场,但99%以上的填埋场都没有布设气体利用设施,而是将气体直接排放,这样既造成大气污染,又浪费能源。

## 1 垃圾填埋场的温室气体产生

垃圾填埋场气体是垃圾在厌氧条件和产甲烷菌作用下的分解产物,其主要产物是CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>气体,以及H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>等微量气体。

### 1.1 甲烷气体的产生

垃圾进入填埋场后在甲烷菌等微生物的厌氧分解下经过三阶段的反应,最后生成CH<sub>4</sub>和CO<sub>2</sub>为主的气体。其中,CH<sub>4</sub>占总气体量的50%以上,是垃圾填埋场气体的主要成分。Dr. Barlaz等经过两年的实验<sup>[1]</sup>,得出各种垃圾成分的CH<sub>4</sub>产生量(其中CH<sub>4</sub>的氧化率以10%<sup>[1]</sup>计算),见表1。

表1 各种垃圾成分的产CH<sub>4</sub>量(ml/干g)

种类	报纸	纸板	废弃食品	草	树叶	树枝	混合物
CH <sub>4</sub> 量	0.29	0.537	0.335	0.214	0.166	0.170	0.273
未氧化率	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
净CH <sub>4</sub> 量	0.26	0.48	0.30	0.19	0.15	0.15	0.25

### 1.2 二氧化碳的产生

二氧化碳的量可以从3个方面来计算:

1)垃圾分解产生:Dr. Barlaz<sup>[1]</sup>通过实验室模拟垃

圾填埋场条件,将分解完后的垃圾测量出剩余的碳含量,从总量中减去剩余的碳含量,得出垃圾产生的CO<sub>2</sub>量;各种垃圾成分的碳削减量见表2。

• 收稿日期:2001-09-12

作者简介:王敏(1975-),女,四川内江人,重庆大学硕士。主要研究方向为环境检测及污染控制技术

表2 垃圾组分的碳削减量

种类 A	干组分碳削减量 B (gm C/ dry gm)	干湿比率 C	D = B × C (gm C/wet gm)	湿组分碳削减量 (MTEC* /wet ton)
报纸	0.42	0.94	0.39	0.36
纸板	0.34	0.94	0.32	0.29
废弃食品	0.08	0.30	0.02	0.02
草	0.32	0.4	0.13	0.14
树叶	0.54	0.8	0.43	0.39
树枝	0.38	0.6	0.23	0.21
混合物	0.22	0.8	0.18	0.16

\* MTEC: metric tons equivalent carbon (等值碳)

2)一部分 CO<sub>2</sub> 是由垃圾填埋气体中的 CH<sub>4</sub> 分解而产生的,其分解率一般认为大约在 10%左右。

### 1.3 垃圾运输车辆排放的温室气体

每天由垃圾运输车辆排放出大量的温室气体,其

值大约为 0.01MTEC/ton(垃圾)<sup>[1]</sup>。

### 1.4 垃圾填埋场气体产生的温室气体总量:

将几种产量迭加即得到各种垃圾成分的温室气体产量,其结果见表 3:

表3 各种垃圾成分的温室气体产量

A 种类	B CH <sub>4</sub>	C 碳削减量 (MTEC/wet ton)	D 运输产生的 CO <sub>2</sub> (MTEC/wet ton)	E = B + C + D 总的温室 气体量 (MTEC/wet ton)
报纸	0.26	-0.36	-0.12	
纸板	0.48	-0.29	0.01	0.20
废弃食品	0.30	-0.02	0.01	0.29
草	0.19	-0.14	0.01	0.06
树叶	0.15	-0.39	0.01	-0.23
树枝	0.15	-0.21	0.01	-0.05
混合物	0.25	-0.16	0.01	0.10

从以上表中可以看出温室气体产生的主要贡献是垃圾中的食品垃圾和纸类,而我国也由于居民生活水平的提高,垃圾中食品、纸类等易产气的有机物含量增高;同时,城市能源结构的变化,使垃圾中的煤灰等无机物含量大大降低,某些城市的垃圾有机物含量已提高到 70%左右,这种变化使得单位重量的垃圾填埋释放气体量提高。

### 1.3 影响填埋场气体产量的因素:

填埋场气体的产量受到许多因素的影响,如垃圾组成、含水量、可利用养分及毒素、温度和 pH 等。除了废物的有机组成是气体产量的主要决定因素外,含水量或湿度也是影响填埋场气体产量的最重要因素。当含水量高时,微生物、营养物和被降解废物之间接触程度大,促进了微生物的代谢,填埋场气体的产量提高<sup>[3]</sup>。当湿度为 55%时,产生的气体明显比湿度为 33%时的多,只有当湿度大于 50%时,才能满足甲烷生成的需要,但也不是湿度越高越好,当湿度过高时,气体的产量又会降低。

此外,微生物生长需要一定的温度和 pH 值,因

此,填埋场的 pH 和季节性温度变化都对垃圾的气体产量有影响。一般在一个封闭好的垃圾样品中,甲烷产生的最优温度是 40℃,此温度条件下的甲烷产生速率是 30℃时的 3 倍,当温度升至 55℃时,甲烷产生速率却几乎停止。pH 值的高低也影响甲烷的产生量,最宜于城市生活垃圾发酵的 pH 值位于 6.8-7.2 之间或 7.0 及稍高于 7.0<sup>[4]</sup>。

另外,许多毒素对微生物的生长不利,因而会降低填埋样品的产气量。

## 2 减少垃圾填埋场温室气体排放的主要措施:

垃圾填埋场气体如不采取适当的导排系统进行收集处理,则会在填埋场累积,并通过填埋覆盖层或侧壁向场外释放,不但产生温室效应,而且对周围环境和人类健康也会造成很大的危害。但是垃圾填埋场气体又是一种可回收利用的能源,具有很高的热值,约 19 MJ/m<sup>3</sup><sup>[5]</sup>,与城市煤气<sup>[6]</sup>的热值接近,是天然气热值(37.19 MJ/m<sup>3</sup>)的一半,每立方米填埋场气体中所含的能量大约相当于 0.45 L 柴油、0.6 L 汽油的能量。因此,世界上许多国家如美国、英国、德国、澳大利亚等早已对其进行利用。

而我国由于城市垃圾的卫生填埋起步较晚,符合卫生填埋标准的填埋场非常有限,除杭州及鞍山,几乎还没有一个填埋场对其释放气体进行利用。

为了减少温室气体的排放,同时又节约资源,通常可采取以下几方面的措施:

1)降低工农业生产过程中垃圾(主要是有机垃圾)的外排量,可以通过目前提倡的清洁生产(工业)和净菜进城(农业)等技术得以实现;

2)充分利用有机垃圾产生的沼气在蒸汽锅炉中燃烧用于室内供热和工业供热;

3)通过内燃机发电;

4)作为运输工具的动力燃料;

5)经脱水净化处理作为管道燃气;

6)制造商业  $\text{CO}_2$ ;

7)制造甲醇。

以上几种利用方法目前国内还几乎没有得到应用,且这方面的研究做得还很少,需进一步深入的和广泛的研究。

#### 4 结论

由于我国城市垃圾产量剧增,所含可堆腐物量提高,以及处置方式已由分散的填坑变为集中填埋。填埋场排放的温室气体对环境的危害日益突出,已成为一个急待解决的环境问题。对填埋气体进行控制、减

少垃圾填埋场气体对环境的危害,充分回收并利用其能源,将是我国城市垃圾填埋处置的趋势。因此应该在这方面投入一定的人力、财力和物力进行研究和开发,一方面减少温室效应,另一方面节约能源。

#### 参考文献:

- [1] GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM MANAGEMENT OF SELECTED MATERIALS IN MUNICIPAL SOLID WASTE FINAL REPORT [EB/OL]. Prepared for the U. S. Environmental Protection Agency under EPA Contract No. 68 - W6 - 0029. <http://www.epa.com>, 1998 - 09.
- [2] 聂永丰,白庆中.中国有害废物处理处置的现状与展望 [R]. 1994.
- [3] BOGNER JE. Anaerobic burial of refuse in landfills: Increase atmospheric methane and implications for increased carbon storage [J]. *Ecol. Bull.*, 1992, 20: 601 - 605.
- [4] 张淑娟,李雁.填埋场内部甲烷浓度与环境因子之间关系的初探 [J]. *环境与卫生* 1998, 3: 19 - 22.
- [5] DOORM M, PACEY J, AUGENSTEIN D. Landfill Gas Energy Utilization Experience: Discussions of Technical and Non-technical Issues [EB/OL]. Solutions and Trends, Project Summary, EPA/600/SR - 95/035. <http://www.epa.com>, 1995 - 05.
- [6] 中国市政工程西南设计院.给水排水设计手册(第一册) [M].北京:中国建造工业出版社,1986.

## Greenhouse Gas Control for Landfill

WANG Min, WANG Li-ao

(College of Resource & Environmental Science Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Landfill site is one of the most important sources of greenhouse gas emissions. The available information shows that greenhouse gas emissions from the landfill sites are 40%-50% of the total greenhouse gas emissions in America. The greenhouse gas output is computed in the text and the conclusion that the main components of yielding gas are food and paper is made. Some measures of cutting greenhouse gas yielding are suggested. At last it points out that some research about these measures should be made in the future in China.

**Key words:** landfill site; greenhouse; gas generation

(责任编辑 张小强)