

文章编号: 1006-7329(1999)06-0066-04

垃圾填埋气的产生及其影响因素分析

66-69
16

彭绪亚¹ 吉方英¹ 肖波² 刘国涛¹

(1. 重庆建筑大学 城市建设学院 400045; 2. 华中理工大学 武汉 430074)

X705

摘要 通过对垃圾填埋降解过程及其影响因素的分析, 讨论了加速垃圾填埋气产生及填埋场稳定化的措施及方法。

关键词 垃圾填埋气; 产生; 影响因素; 分析

中图法分类号 X705

文献标识码 A

城市生活垃圾的无害化与资源化, 是我国城市社会经济发展中急待解决的重大社会与环境问题。垃圾卫生填埋是一种广泛应用的垃圾无害化处理手段, 我国城市生活垃圾的处理在目前及今后相当一段时间内总体上将仍以卫生填埋为主。

我国城市生活垃圾中有机物含量、特别是食品垃圾含量高, 垃圾在填埋后会产生大量填埋气(Landfill Gas)。填埋气是一种温室气体, 其主要成份为 CH_4 和 CO_2 , 特别是 CH_4 , 其温室效应作用是 CO_2 的20倍以上, 对环境有较大的危害和破坏作用。 CH_4 还是一种资源, 可以加以回收利用, 如不有效控制和利用, 还存在燃烧、爆炸的安全隐患。因此, 加强填埋气的控制与资源化利用工作, 对消除环境污染与安全隐患、提高垃圾填埋处理的资源化程度, 均具有十分重要的意义。本文拟在国内外研究工作的基础上, 对垃圾填埋气产生及其影响因素进行分析, 并就加速垃圾填埋气的产生与填埋降解的稳定化措施进行探讨, 为填埋气的利用与填埋场的科学管理提供思路与技术支持。

1 垃圾填埋降解过程与填埋气的产生

1.1 垃圾填埋降解过程

垃圾填埋后, 由于微生物的活动, 垃圾中的可降解有机成份被逐渐分解, 这一过程可大致分为五个阶段:

1) 水解/好氧降解阶段。在垃圾填埋的初期, 好氧微生物起主导作用, 好氧微生物将垃圾堆体中的氧和部分有机物转化为简单的碳水化合物、 CO_2 和水, 并放出热量。放出的热量可以使垃圾堆体的温度达到 $70\sim 90^\circ C$, 但通常由于垃圾堆体中没有足够的氧气, 垃圾堆体的温度要低于这一数值。这一阶段的主要产物是 CO_2 和 H_2O , 由于 CO_2 易溶于水而生成碳酸, 因此这一阶段的渗沥液呈弱酸性。

2) 水解/发酵阶段。随着氧的消耗, 垃圾堆体转变为厌氧环境, 厌氧微生物起主导作用。碳水化合物、蛋白质、脂肪水解为糖, 并进一步分解为 CO_2 、 H_2 、氨和有机酸。在这一阶段, 垃圾堆体的温度降为 $30\sim 50^\circ C$ 。该阶段主要的气体产物为 CO_2 和 H_2 , 其浓度组成可达到80%的 CO_2 和20%的 H_2 。

3) 酸化阶段: 在厌氧条件下, 水解产生的有机酸在微生物作用下转化为乙酸及其衍生物、 CO_2 和 H_2 。 CO_2 、 H_2 和碳水化合物在微生物作用下可直接转化为乙酸, 因此, 这一阶段中, CO_2 和 H_2 的含

收稿日期: 1999-10-20

基金项目: 国家教育部“春晖计划”资助项目

作者简介: 彭绪亚(1963-), 男, 重庆人, 副教授, 主要从事环境污染控制研究。

量开始下降, 较低的 H_2 水平将有利于甲烷菌的生长。由于有机酸的大量产生, 该阶段渗沥液的 pH 值可达 4 甚至更低, 且渗沥液中溶解了大量的金属粒子。

4) 产甲烷阶段。这一阶段是填埋气产生的主要阶段, 持续时间最长, 可达数十年甚至上百年。有机酸及其衍生物在甲烷菌的作用下, 转化为 CH_4 和 CO_2 。典型的填埋气组成为 60% 的 CH_4 和 40% 的 CO_2 。在这一阶段有两种甲烷菌非常活跃, 一种是中温甲烷菌, 其活跃的适宜温度为 30~35℃, 另一种为嗜热甲烷菌, 其活跃的适宜温度为 45~65℃。因此, 在 30~65℃ 的温度范围内, 均可产生填埋气。随着有机酸的不断转变为 CH_4 和 CO_2 , pH 值上升到 7~8。另外, H_2 和 CO_2 在微生物作用下亦可直接转化为 CH_4 和 H_2O 。因此, 在这一阶段 H_2 的浓度降到很低的水平。

5) 氧化阶段。随着垃圾堆体内各种有机酸在产生甲烷和 CO_2 的过程被耗尽, 垃圾降解进入氧化阶段, 新的好氧微生物取代厌氧微生物并建立起好氧环境, 好氧微生物将残余的 CH_4 氧化为 CO_2 和 H_2O 。

垃圾填埋降解各阶段的主要气体产物及组成见图 1。

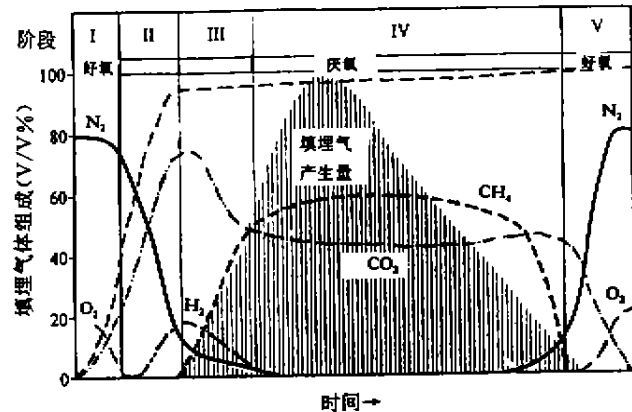


图 1 填埋降解各阶段的主要气体产物及组成

1.2 填埋气的产生

从以上垃圾填埋降解过程可以看出, 填埋气的产生是一个极为复杂的生物化学过程。尽管准确的预测填埋气的产生量无论对填埋场建设与管理, 以及填埋气的回收利用均有十分重要的意义, 但由于填埋降解过程的复杂性, 填埋气产生量的准确预测仍是一个问题^{[1][2]}。

目前国内外关于填埋气的产生量预测是采用理论分析与实测相结合的方法。国外典型城市垃圾的填埋气理论产生量为 300~500 m^3/t , 实测值为 39~390 m^3/t ^[3]。M. A. Darlax 等人研究表明, 填埋气的产生量在 77~107 m^3/t 之间^[4], 而国内文献采用的数据为 64~440 m^3/t ^[5], 如深圳城市生活垃圾的填埋气理论产量为 188.7 m^3/t ^[6]。

填埋气的产生量决定了填埋气在垃圾堆体内的压力分布以及填埋气在垃圾堆体中的迁移速度, 是填埋场工程建设和填埋气回收利用的重要基础数据。在进一步研究填埋气产生机理的基础上, 建立更为可靠和科学地预测填埋气产生量的方法, 是一个值得深入研究的课题。

2 影响垃圾填埋气产生的因素

垃圾填埋是一个以微生物为中介体的、受多种因素影响的动态生物转化过程, 其主要影响因素有:

1) 垃圾特性。垃圾中可降解的有机物的含量, 以及这些有机物中纤维素、蛋白质、脂肪的构成比例, 对填埋气的产生起着决定性的作用。其中, 易降解有机物(如食品垃圾)对填埋气的产生贡献最为直接, 且为其它有机物的降解提供了条件^[4]。此外, 较小的垃圾粒度可以增加垃圾的表面积及分布的均匀性, 有助于填埋降解过程的加速。

2) 垃圾堆体中的水份。垃圾降解过程需要水份, 水份是决定填埋气与渗沥液产生量的主要因素。垃圾中的水份主要取决于垃圾内自身的含水量、填埋区的降雨量、以及地面水和地下水的防渗措施。通常城市垃圾的含水率在 15~40% 左右, 适当补充水份有利于垃圾降解。同时水份在垃圾堆

体中的运动可以将微生物和养份输送到各处,并同时带走降解产物,从而加速降解的进行。

3) 温度。填埋气的产生与甲烷菌的活跃程度有关,如前所述,甲烷菌活跃的适宜温度在 30~65℃之间,过低或过高的温度都会使填埋气的产生明显下降。Chaiampo 等人研究了意大利一个填埋场内温度分布的状况^[7],在 1~2 m 处,堆体温度为 10~15℃,在 3~5 m 处,温度为 35~40℃,在 5~20 m 处,温度为 45~65℃。因此,在 1~5 m 处,中温甲烷菌起主要作用,而在更深的垃圾堆体中则嗜热甲烷菌起主要作用。

4) pH 值。在垃圾填埋过程中,pH 值影响各种微生物的活动,因此也就决定了垃圾降解的速度。典型填埋降解过程其初期 pH 值呈中性,在第 II、III 阶段随着有机酸的大量产生 pH 值不断降低,最低可达 4,产生的有机酸为甲烷菌的生长提供了养份,随着有机酸的不断消耗,pH 值逐渐上升。甲烷菌最适宜的 pH 值范围为 6.8~7.5,如果 pH 值高于或低于这一最佳范围,甲烷气产生都有明显下降。

5) 场地特性。垃圾填埋气的产生与厌氧环境的形成直接相关,填埋厚度超过 5 m 就会产生厌氧环境并有大量的填埋气产生,良好的覆盖和垃圾的压实也可以创造良好的厌氧环境,但另一方面,也会减少垃圾中的水量和阻碍水份的迁移,从而对填埋降解造成不利影响。

3 加速垃圾填埋降解和填埋气产生的措施

垃圾填埋降解过程漫长,过去人们将其视为一个自然降解过程,采取的工程技术措施也主要是从环境卫生角度考虑的。缓慢的降解速度,较低的产气速率,既不利于填埋场的稳定化,也不利于填埋气的利用。随着可持续发展观念的提出,不将垃圾留给下一代已成为垃圾处理的重要指导原则^[3]。因此,加快垃圾填埋的降解速度,提高土地利用效率,加强有用物质和能量(如填埋气)的回收引起了人们更为密切的关注。从以上填埋降解过程及其影响因素可以看出,采用适当的工程技术手段,改善或调整垃圾组成及特性、堆体温度、含水率、pH 等参数,将有利于加速降解与稳定化,使传统的自然降解变为人工控制降解过程,这样不仅缩短了降解时间,同时也可增大填埋库容,提高土地利用效率。具体措施及方法有:

1) 加强垃圾填埋前的预处理。通过垃圾的预处理,对垃圾中有利物质加以回收,同时对垃圾进行粉碎,增大垃圾表面积,可提高垃圾分布的均匀性和加快降解速度。我国目前绝大部分填埋垃圾没有经过预处理,这不仅浪费了垃圾中的资源,也不利于垃圾的降解。

2) 调整垃圾堆体的含水率。通常采用的是渗沥液回灌技术,对填埋场进行渗沥液回灌,能加速垃圾填埋降解和填埋气的产生,这不仅提高了填埋气的产生速率与产量,有利于填埋气的回收利用,同时加大了垃圾降解速度,提高了填埋场地的利用效率。此外,还净化了渗沥液,降低了渗沥液的处理费用^{[8][9]}。

3) 加强垃圾填埋降解过程的监控。垃圾填埋是一个序批式的动态过程,其降解过程在不同阶段呈现不同特征。因此,加强相关参数(如填埋气、渗沥液的产量、浓度,垃圾堆体温度等)的监控,把握降解过程的动态特征,并采用相应的工程手段及时调控有关参数,方可实现降解过程的有效控制,从而达到加速填埋降解过程的目的。

4 结 语

垃圾填埋气是垃圾填埋降解的伴随产物,对其进行有效收集和利用是防止二次污染和提高垃圾填埋的资源化程度的重要内容。我国垃圾填埋气利用尚处于探索阶段,目前大规模的垃圾处理工程实践急需对填埋气产生及迁移规律作系统而深入的研究。

参 考 文 献

- [1] Jium-Jyi Lay et al. Mathematical Model for Methane Production from Landfill Bioreactor[J]. *J. Environ. Eng.*, 1998, 115(6): 730 ~ 736
- [2] A. N. Fundirakis et al. Modeling Gas Production in Managed sanitary Landfills[J]. *J. Waste Mgmt. and Res.*, 1988, 6: 115 ~ 123
- [3] P. T. Williams. *Waste Treatment and Disposal*[M]. London: John Wiley & Sons, 1998, 233 ~ 236
- [4] M. A. Barloz, R. K. Ham, and D. M. Schaefer, Mass-Balance Analysis of Anaerobically Decomposed Refuse[J]. *J. Environ. Eng.*, 1989, 115(6): 1088 ~ 1102
- [5] 李俊峰, 时景丽. 城市垃圾管理国家行动方案[J]. *环境导报*, 1999, (4): 32 ~ 35
- [6] 黎青松, 郭祥信. 城市生活垃圾填埋场产气规律研究[J]. *上海环境科学*, 1999, 18(6): 270 ~ 272
- [7] F. Chairampo, et al. Morphological Characterisation of MSW Landfills[J]. *J. Res. Conver. and Recycling*, 1996, 17(2): 37 ~ 45
- [8] 王罗涛, 等. 垃圾填埋场渗滤液回灌及其影响[J]. *城市环境与城市生态*, 1999, 12(1): 44 ~ 46
- [9] T. G. Townsend, et al. Acceleration of Landfill Stabilization Using Leachate Recycle[J]. *J. Environ. Eng.*, 1996, 122(4): 263 ~ 268

Analysis of Landfill Gas Production and Its Affecting Factors

PENG Xuya¹ JI Fangying¹ XIAO Bo² LIU Guotao¹

(1. Faculty of Urban Construction Engineering, Chongqing Jianzhu University, 400045, China; 2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430074, China)

Abstract On the basis of analyzing the landfill gas production and its affecting factors, the methods for accelerating the production of landfill gas and settlement of landfill site are put forward in this paper.

Key Words landfill gas; production; affecting factor; analysis