

浅谈垃圾填埋场填埋气的收集与利用

杨华明, 李彩东, 韩根深

(中国船舶重工集团公司第七〇三研究所无锡分部, 江苏 无锡 214151)

摘要:指出了垃圾填埋场填埋气利用项目具有可观的经济效益和环境效益,随着垃圾填埋场填埋气利用技术的日益成熟,填埋气利用在国内有着广泛的应用前景。介绍了垃圾填埋气的产生以及变化过程、垃圾填埋场产气量的预测方法以及填埋气的收集导排系统设计,探讨了垃圾填埋气的利用方式并对其进行应用前景进行了研究。

关键词:垃圾填埋气;填埋气产生;产气量预测;收集;利用

中图分类号:X799.1

文献标识码:A

文章编号:1674-9944(2013)07-0200-03

1 引言

我国是垃圾生产大国,仅生活垃圾的年产量就约2亿t,垃圾对大气、水体、土壤造成污染,从而影响生态环境及人们的生存环境。

目前国内外垃圾处理方式有:垃圾填埋、垃圾堆肥、制造衍生燃料、焚烧等。我国大部分生活垃圾采用填埋处理,填埋垃圾产生的大量沼气就地排放至大气中,不仅污染了空气,而且资源化利用率很低。根据生活垃圾填埋处理的工艺特点,垃圾填埋场将产出大量的沼气。沼气是一种清洁卫生的生物燃气,是一种燃烧值较高的绿色能源。但它又是一种不易输送和储藏的易燃易爆危险气体,如果不及时合理地处理和利用,不仅会造成不必要的浪费,也会带来一系列的安全隐患。而大量的生物沼气流入空气中,对环境有较大的影响,增加大气的温室效应。而与此同时,垃圾在填埋、污水处理过程中也需要消耗大量的电能和热能。利用垃圾填埋场填埋气在保护环境、减少大气污染的同时,能够化废为宝。利用垃圾填埋场填埋气也是一项资源综合利用的项目。开展资源综合利用,是我国一项重大的技术经济政策,也是国民经济和社会发展中一项长远的战备方针。

2 垃圾填埋气的产生

垃圾在填埋一段时间后,由于厌氧微生物的作用,会产生浓度较高,一定数量的填埋气体,其主要成分为甲烷(CH_4)、二氧化碳(CO_2),同时还含有不少于1%的挥发性有机物(VOC)。

填埋场产生的气体往往需要几个月才能达到一个稳定的量。在填埋的最初几个星期或几个月内,场内进行好氧的反应,主要产生 CO_2 ,渗入堆场的水及堆物的沉降将挤走垃圾空隙中的空气,这样,好氧阶段释放出的气体仍然含有 O_2 和 N_2 。当堆场变成厌氧时, O_2 的释放量降到几乎为零, N_2 为低于1%的基本量。厌氧过程主要的气体终产物为 CO_2 和 CH_4 。当甲烷菌增殖时, CH_4 产量的聚集相当缓慢。气体的最终比率通常为甲烷占55%,二氧化碳占45%。该百分比因不同填埋场

的条件会有很大变化。同时存在的微量的 N_2 、 H_2S 及乙烷、辛烷、庚烷等气态碳氢化合物。一般垃圾填埋后要经历以下4个阶段(图1)。

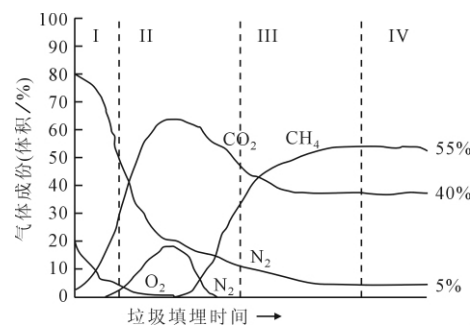


图1 填埋场气体成分随时间的变化规律

I 好氧期:持续时间为几天到数周,产生的主要气体是 CO_2 ; II 厌氧、不产甲烷期:厌氧分解开始,产生大量的 CO_2 和 H_2 ; III 厌氧、产甲烷不稳定期:出现甲烷, CO_2 的产生量减少, H_2 被耗尽; IV 厌氧、产甲烷稳定期:气体的成分趋于稳定,通常要达到厌氧稳定状态需1~2年的时间。

由于国内大部分城市填埋垃圾均未分拣和压实,垃圾容重为 $340\text{kg}/\text{m}^3$,垃圾中水分、易腐蚀的有机物含量高,导致填埋垃圾产气时间短、产量变化幅度大、气体热值较低。根据国内现有的研究数据,填埋垃圾在填埋后的1~2年内就开始产气,并且迅速达到产气高峰,在随后的几年中又迅速下降,整个产气周期不超过15年。

3 填埋场产气量预测

国外对沼气量产生总结出了较为成熟的计算模式。这里主要介绍的计算方法是根据CDM方法学ACM0001(09.1版)及相应工具“Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site”,事先计算出项目的减排量(tCO_2e) (采用的是垃圾降解一级模型),再除以甲烷的全球增温潜势,得到填埋气的产生量。

收稿日期:2013-05-21

作者简介:杨华明(1978—),男,江苏无锡人,工程师,主要从事热能与动力工程专业方面的研究工作。

计算公式如下:

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \Phi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{k_j(y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

式中: $BE_{CH_4,SWDS,y}$:项目活动开始到 y 年末,因避免生活垃圾填埋处置而避免的甲烷产量(tCO_2e)。

φ :模型不确定性校正因子; f :填埋气收集后用于火炬燃烧、焚烧或其他用途的甲烷百分比; GWP_{CH_4} :甲烷全球增温潜值(tCO_2e/tCH_4); OX :填埋场甲烷氧化因子。采用2006 IPCC 缺省值; F :填埋气中甲烷含量(体积比)。采用2006 IPCC 缺省值; DOC_f :可降解有机碳(DOC)百分比。采用2006 IPCC 缺省值; MCF :甲烷校正因子。采用2006 IPCC 缺省值; $W_{j,x}$:第 x 年末填埋的 j 成分有机垃圾的量(tons); DOC_j : j 成分垃圾中可降解有机碳的百分比(质量比)。采用2006 IPCC 缺省值; k_j : j 成分垃圾的降解速率。采用2006 IPCC 缺省值; j :垃圾种类; x :减排计入期,从第一个减排计入期第一年($x=1$)到计算减排的第 y 年($x=y$); y :计算甲烷排放的年份。

$$\text{其中: } W_{j,x} = W_x \cdot \frac{\sum_{n=1}^x P_{n,j,x}}{Z}$$

式中: $W_{j,x}$:第 x 年末填埋的 j 成分有机垃圾的量(tons); W_x :第 x 年末填埋的有机垃圾的总量(tons); $P_{n,j,x}$:第 x 年收集的样本 n 中 j 成分有机垃圾的重量比; Z :第 x 年收集的样本数量。

在任何情况下,总是有一部分生产的填埋气体是难以收集的。

①困在中间粘土层的填埋气体无法到达集气井;②如果没有完全覆盖,一部分填埋气体会从表面逸出。填埋气收集率的确定考虑到了如下表格的因素(表1)。

表1 填埋气收集率计算

	基准采集率/%	改进	最大捕获率/%
填埋气最大捕获率	80		80
无顶层覆盖	-25~-20	设置顶层覆盖	-10~-5
存在中间粘土层	-10~-5	钻孔穿特粘土层	-5
集气井运行不正常	-15~-10	替换部分集气井	-5
总填埋气体采集率	45~25		65~60

根据表1,收集率以60%计。由公式和垃圾量,可计算得产甲烷量和甲烷收集量。

4 填埋气的收集技术

填埋场气体收集系统需合理设计和建造,以保证填埋场气体的有序收集和迁移而不造成填埋场内不必要的气体高压。填埋气收集和导出通常有两种形式:竖向收集导出和水平收集导出方式。其中竖向收集导出方式应用较广,其填埋气收集系统主要包括随垃圾填埋逐渐建造的垂直收集井以及以每个竖井为中心,向四周均匀敷设多根水平导气支管。随着垃圾填埋作业的推进,填埋气井将以有效地收集、导排、处理和利用填埋气。

水平收集系统以每个收集井为中心,向四周均匀敷设多根水平导气支管。导气水平收集支管敷设在浅层

碎石盲沟内,盲沟内填64~100 mm 碎石。如果库区堆高大的话,水平收集系统在高度方向上,可以每6m 设置一层。

收集井顶部设置集气装置,并采用HDPE管与集气站相连后通过集气干管连着至输送总管,最终送至贮器容器或用户。

5 填埋气的利用

填埋气体的利用方法取决于其处理程度。未处理的填埋气体热值是天然气的1/2。填埋气体的低位热值约17MJ/m³。处理程度影响应用的经济性,为适合气体的最终使用需要,填埋气体预处理系统更改了填埋气体的组成。经不同处理可以进行不同的利用,进而得到不同产品。国内外常见的填埋气体利用方式有如下几种。

5.1 用于发电

利用填埋气体作为燃料,或者利用填埋气体燃烧产生的热烟气或锅炉蒸汽来带动发电机发电。这种利用方式投资少,工艺技术和设备成熟,需要对填埋气体进行冷却脱水处理,是比较常用的一种填埋气体利用方式。

我国已建成多个垃圾填埋气发电电站,其中目前亚洲最大的垃圾填埋气发电项目上海老港垃圾填埋气发电项目(建设规模为15MW级燃气内燃机发电机组)已经正式并网。该项目的并网标志着上海老港填埋场将逐渐由单一的无害化处理基地向资源回收与循环利用的费固基地转变。

5.2 用于锅炉燃料

这种利用方式是用填埋气体作为锅炉燃料,用于采暖和热水供应。这是一种比较简单的利用方式,这种利用方式不需要对填埋气体进行净化处理。设备简单,投资少,适合于附近有热用户的地方。

5.3 用于民用燃气

该种方式是将填埋气体净化处理后,用管道输送到居民用户,作为生活燃料。此种利用方式需要对填埋气体进行比较细致的处理,包括去除CO₂、少量有害气体、水蒸汽以及颗粒物等。这种利用方式投资大。技术要求高。适合于大规模的填埋场气体利用工程。

5.4 生产压缩天然气

此种方式是将填埋气体净化后,压缩成液态天然气,罐装储存,用作汽车燃料。这种方法需要对填埋气体施加高达20MPa的压力,工艺设备复杂,不易推广。

5.5 其他利用方式

最近国外对填埋气体又开发了一些新的用途,主要有:用于填埋气体制造燃料电池,用填埋气体制造甲醛产品以及制造轻柴油等。这些利用方案均在研究和开发中,离实际应用尚有一定的距离。

6 结语

垃圾填埋气的收集与利用不仅解决了垃圾处理问题,同时提高了垃圾填埋场的资源利用率,减少填埋场填埋气直接排放对温室效应的影响,是实现城市垃圾资源化、减少环境污染的重要途径,具有良好的经济效益。

河南省污泥处理处置探讨与实践

李淑展

(郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要: 分析了河南省对城市污水污泥的处理与资源化处置, 从政策法规和技术实践上对河南省污泥处理进行了探讨与实践。

关键词: 污泥; 处理处置; 政策; 实践

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1674-9944(2013)07-0202-02

1 引言

污水处理事业的快速发展, 对城市水环境的改善和再生水的利用发挥了重要作用, 但随之产生的污泥如果未能及时得到合理的处置, 不仅不能充分发挥消除污染、保护环境的作用, 反而会大大弱化污水净化的功能。为污泥寻找可靠和经济的出路, 已成为整个社会与自然界面临的亟待解决的大问题。

河南省污水处理逐渐完善。截止 2010 年底, 河南省已经投入运行的城镇污水处理厂共 146 座, 设计污水处理规模为 646 万 t/d, 在这些项目中大多采用了氧化沟工艺, 这意味着污泥的产量也在大幅增加, 2010 年污泥量产生约 116.6 万 t (含水率 80% 左右)。随着城镇污水处理厂新建、扩建及提标改造工作的持续开展, 预计 2015 年河南省污泥产生量将达到 5900t/d, 污泥处理处置工作面临的形式将更加严峻。河南省针对污泥的处理与资源化处置从政策法规和技术实践上也进行了不懈的探讨与实践。

2 政策扶持与法规的重视

政策的扶持与相关法规的完善是污泥处理与资源化产业发展的首要前提与基础。目前我国还没有一个综合的污泥环境管理体系, 污泥处理处置相关指导性标准的空缺将导致其技术路线选择、方案制定、工程设计、施工、验收等阶段都无法保证污水处理工程的实际效果。同时, 也导致了相关部门进行监督管理的政策依据的缺失, 这是目前国内急待解决的问题。

国家计委、建设部、国家环保总局《关于推进城市污水、垃圾处理产业化发展的意见》拉开了污泥产业化发

展的序幕, 并为各项具体政策的制定提供了依据。河南省对于污泥处置问题也越来越重视, 颁布了许多相关的法规。例如《郑州市 2008 年整治违法排污企业保障群众健康环保专项行动工作方案》的通知规定: 对城镇污水处理厂超标排污的, 未对污泥进行无害化处理的, 拒报或者谎报排污申报登记事项的, 未安装自动监测设备或者未与环保部门联网的, 要严格按照《中华人民共和国水污染防治法》的规定对其运营单位进行处罚。《河南省城镇污水处理厂污水污泥检验监测管理办法(试行)》规定: 省建设厅负责全省城镇污水处理厂污水、污泥检验监测的监督管理工作。各市、县建设(市政)行政主管部门负责组织监督、检查本区域内各城镇污水处理厂污水、污泥的检验监测工作。这一系列法规的出台, 为河南省污泥的处理处置奠定了法治基础, 强化了污泥处置的责任落实, 有力的推动了技术研究的进展和实践设施的完善。

3 污泥处理处置的技术实践探讨

河南省各地区针对污泥处理与处置问题, 结合各地实际情况进行了多种多样的技术研究与实践探索。

3.1 污泥填埋

污泥填埋处理具有投资少、容量大、见效快等优点, 是目前污水处理厂主要的污泥处置方法。以郑州为例, 目前郑州市共有 3 座污水处理厂, 即王新庄厂、五龙口厂和马头岗污水处理厂。其中王新庄、五龙口两厂每天共收集和处理 50 万 t 污水, 产生污泥约 250t, 每年两厂共产生 9 万 t 污泥。据专业人士估算, 待马头岗污水处理厂投入运营后, 郑州市的污水处理率将达到 85%, 而

收稿日期: 2013-05-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 51008283)资助

作者简介: 李淑展(1979—), 女, 河南洛阳人, 讲师, 博士, 主要从事市政工程方面的研究工作。

参考文献:

- [1] 郑 详. 中国城市垃圾填埋场沼气发电潜力分析[J]. 环境保护, 2009(28): 19~22.
- [2] 石 磊. 垃圾填埋沼气的收集、净化与利用综述[J]. 中国沼气, 2004(22): 14~17.
- [3] 垃圾填埋场填埋气竖井收集系统设计优化[J]. 环境污染治理技

术与设备, 2003, 4(3): 6~8.

- [4] Attal A, Akunna J, Camacho P, et al. Anaerobic digestion of municipal wastes in landfill[J]. Water Sci Tech, 1992(25): 243~2531.
- [5] 林 胜. 垃圾填埋场沼气发电新技术(译文)[J]. 山东环境, 2001(5): 23.