

1508032018-陈力-固废-蔬菜废弃物处理

2019 年 1 月 16 日

目录

1 绪论	1
1.1 固体废物	1
1.2 厌氧消化	2
1.3 数学模型	2
2 举例-多哥共和国	2
2.1 经济表现	2
2.2 潜力	3
2.3 沼气池	3
2.4 菠萝废物产生的沼气	4
3 收获	5
4 致谢	5

1 绪论

1.1 固体废物

固体废物主要在传统市场中产生，包括水果和蔬菜废物，这些废物主要在 + 市政土地填埋场或倾倒场所处置。由于它们的性质和 + 组成，它们会相当快地降解并导致污垢 + 气味。在一些水果和蔬菜废物（FVW）和食物

+ 废物 (FW) 样品中, 挥发性固体 (VS) 含量为 $80\% \pm 90\%$, 水含量为 $75\% - 95\%$ 。在城市固体废物 (MSW) 的收集, 运输和土地填埋过程中, 高浓度的有机物和水含量是造成重气味 + 和大量渗滤液的主要原因。考虑到 + 高水分和有机物含量, 这些废物在生物处理 (如厌氧消化) 中比其他技术 (如焚烧或堆肥) 更有效地处理 [SSP13]

1.2 厌氧消化

厌氧消化是一种生物化学过程, 其中微生物在没有氧气的情况下将生物可降解材料分解成生物气 (甲烷和二氧化碳) [nui84]。那些生化过程非常复杂, 难以在最佳条件下运行, 因为必须考虑许多参数并进行 + 控制 [DS10]。另外, 由于技术或经济上的限制, 一些参数难以估计, 即, 基板消耗测量是昂贵的, 需要三个小时并且离线完成 [CHSB09]。在这方面, 数学 + 电子建模和计算机模拟是一个很好的工具。

1.3 数学模型

各种数学模型已经构建了用于 + 厌氧消化的过程。自 20 世纪 60 年代后期安德鲁斯 JF (1968) 和 Graef SP (1974) 的初始动态数学消化模型以来, 已经开发了更多和更复杂的模型来解释显着的微生物相互作用和抑制 [YW13]。这些模型包括具有更详细的抑制动力学和各种底物的额外过程。然而, 由于其涉及几组细菌的复杂动态过程, 实现有效动力学常数的任务是困难的。这里报告的研究目的是介绍水果和蔬菜废物的厌氧消化模拟, 并从提出的数学模型中确定一些未知参数 [DBMM⁺11]。将 P. Sosnowski 等提出的简化模型应用于本研究, 以获得模拟确切条件的数学模型。

2 举例-多哥共和国

2.1 经济表现

多哥最近的经济表现相对强劲, 过去五年国内生产总值平均增长 5.5% 。这种经济发展需要稳定的能源供应; 然而, 该国的电气化率仍然很低, 电力供应不可靠。2014 年, 多哥 46% 的人口 (农村地区只有 16%) 获得电力, 主

要通过火力发电厂，尼日利亚和加纳的进口以及一些水电站供电。虽然可再生能源在总能源消耗中所占的比例相对较高，为 72.8%，但这包括超过 50% 的传统固体生物质不可持续使用（世界银行，2018 年）。

2.2 潜力

尽管如此，多哥（或其他西非国家）在分散可再生能源方面的潜力仍然很大。重点是从菠萝固体废物中开发简单而有效的沼气生产技术，这将成为多哥常用能源的可持续替代品，如进口重质燃料油或天然气。目标是找到导致最大沼气生产的条件，并开发一种具有低投资和运营成本的可靠技术，这些技术可在发展中国家使用。根据 [ABA11] 等人的说法，2011 年在加纳安装了大约 100 个不同蒸煮器尺寸在 $10m^3$ 和 $30m^3$ 之间的工厂。在这些植物中，输入材料由动物养殖的液体和固体残余物，人类排泄物，农业残余物和厨房垃圾组成。[ABA11] 等人。还指出，一般来说，只采用三种主要的消化池类型 - 固定式穹顶消化池，浮筒消化池和浦新消化池 - 并且沼气主要用于不需要气体净化的烹饪用途。其原因在于生产电力，其中气体纯度至关重要 ([GAR17])，沼气升级，沼气合成网络 (Čuček 等，2017)，或其他，在讨论的条件下，更先进的技术通常难以实施。至于输出侧的生物浆料，通常将其用作肥料。更重要的是，[ABA11] 等人提到的 100 种植物中有一半。这些作者已经访问过，他们指出只有一半（即 25 个）完全没有技术问题。Amigun[ASvB08] 等人详细描述了非洲沼气生产设施故障的问题和原因。如下：

- 沼气池设计和施工不良，操作不当，缺乏维护。
- 传播策略不佳以及发起人缺乏项目监督和后续行动。 •
- 用户的所有权责任不佳。
- 政府未能通过专注的能源政策支持沼气技术。

2.3 沼气池

关于在埃塞俄比亚传播沼气池的驱动因素和障碍的详细研究由 Kamp 和 BermúdezForn ([KF16]) 提供。在他们的论文中，他们指出，在过去二

十年中,安装了 2.5 立方米到 200 立方米的沼气池的 1000 个沼气生产厂中,只有大约 40%仍在运营。在乌干达, Walekhwa[[WMD09]] 等人调查了与采用沼气生产作为烹饪和照明的可持续燃料来源相关的社会经济,人口和政治主题。(2009 年)。这项研究提到家庭大小的消化器,主要使用牛粪和其他来自农业的有机废物,显示出很大的潜力,但并没有像它们那样广泛传播。这种沼气池似乎在印度,尼泊尔和中国的农村地区有更强烈的应用,其中不同的沼气池类型以其本地产地或发明者命名。有关其操作的应用和优化的文献可用 - 例如, [[Kal88]] 比较了先进沼气厂类型和传统固定圆顶类型的沼气产量,没有任何移动部件,也称为 Janata 模型。给出了整个系统的施工细节,其中包括 1988 年的约 500 美元的材料投资。在进行所讨论的研究的地方,平均温度低于 20°C,西非气候的表现将非常有趣。[Red04] (2004) 描述了印度农村社区中一个运行良好的小型沼气生产厂的例子。整个社区为牛粪做贡献,作为奖励,人们以实惠的价格获得烹饪和照明的沼气,以及由电动泵提供的饮用水。电力由柴油发动机产生,发电机由柴油和生产的沼气的混合物提供燃料。[RAT12] 提出了世界不同地区使用的沼气池类型的总体情况。针对这些类型中的每一种给出了优点,缺点,构造细节和成本估计。描述了使用沼气的可能性,并且再次强调,消化器的仔细操作对于成功生产沼气至关重要。马来西亚,作为世界第二大棕榈油生产国, [nul18] 等人。(2017 年) 讨论了农村地区棕榈油厂废水产生的沼气,可以有效地用作替代能源。仅就水果和蔬菜废物生产沼气而言,混合水果废物比混合水果蔬菜废物提供 10%的沼气产量。同一篇论文还讨论了一种可扩展的方法,使用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 将生产的沼气中的甲烷含量提高到 70%以上,以满足巴基斯坦的能源需求,同时可持续管理城市固体废物的有机部分。从所有这些研究以及许多其他研究中可以清楚地看出,常用的技术足以达到可接受的沼气产量;但是,在可靠性和维护方面,仍有很大的改进空间。这就是开发一种简单,可靠和高效的低维护技术的重要原因。

2.4 菠萝废物产生的沼气

多哥菠萝的季节性加工主要发生在分散的中小型企业。2016 年,多哥的菠萝产量为 1,908 吨。典型的企业加工 1-2 吨/天的新鲜菠萝。生产的菠萝

产品是干果和果汁，主要出口。得到的菠萝废物与鲜重相关约 40%，即通常 400-800kg / d 可用于生产沼气。可生物降解的有机废物包括果皮，核心，茎，冠废物和高含水量的废弃水果。由于菠萝废物富含木质素，纤维素，半纤维素和其他碳水化合物，因此适合利用厌氧消化。然而，这些化合物形成稳定的结壳，基本上通过水解使有机物质的生物分解变得复杂，因此推荐在将废物送入蒸煮器之前通过压碎进行预处理。虽然生产的沼气主要用作可再生能源的分散来源，但它也可以用作水果干燥过程的燃料。此外，上述废物产生的沼气有助于改善废物管理，从而有助于减少发展中国家的环境污染。鉴于典型的非洲气候，液体消化物直接使用，但就气候较少的发展中国家而言，通过各种蒸发方法增稠 ([MVP16] 等, 2016) 可能是有益的。主要目标是通过水解，产酸，产乙酸和产甲烷作为尽可能有效，稳定和安全的菠萝废物微生物转化为富含能量的沼气。讨论了影响该过程的参数，例如由 Baranowski ([LKJZ17])。为了探究它们如何影响沼气生产的性能，在本研究的第一阶段进行了实验室规模的实验。

3 收获

这是我第一次尝试动手模仿专业论文的写作，以前虽然天天看 wg21 上的 papers，但是却从未思考过其排版，非常惭愧。通过这次练习，我熟练掌握了运用 bibtex 来管理文献，通过谷歌学术来更为精确的定位文献。最重要的是激起了我向 ISO:wg21 提交 proposal 的勇气。

4 致谢

- GNU Emacs – 如果没有 Emacs 这个世界上最强大的编辑软件的帮助下，我无法这么快速的完成论文任务
- Google Scholar – 最好用的学术搜索网站
- \LaTeX – linux 下没有好用的排版软件，花了半天的功夫学习了下 tex，因为对 mathjax/html/katex/emacs 比较熟悉，所以还是比较容易上手的。

- org-ref – 比起纯手写 *LaTeX*, 我更喜欢先在 Emacs 的 org-mode 中完成写作与排版, 剩下的 tex 格式转换交给 xelatex 或者 pandoc 等, 但是后者自带的文献 reference 功能比较薄弱, 而在 org-ref 这个 elisp 包的帮助下, 使用 bibtex 来进行文献 reference 从未如此简单!
- ctex – 由于 tex 的先天设计缺陷, 其对 cjk 字体的支持非常不完善, 所幸现在有 ctex 了。
- pyim – 一个 Emacs 中的拼音输入法, 如果没有 pyim, 我无法完成这篇中文论文。
- git – 本文在书写中使用 git 来进行版本控制, 虽然大部分 push 等操作都是通过 emacs 的 magit 来完成的。好处是可以回滚至任一 commit, 且能备份防灾。

参考文献

- [ABA11] Richard Arthur, Martina Francisca Baidoo, and Edward Antwi. Biogas as a potential renewable energy source: A ghanaian case study. *Renewable Energy*, 36(5):1510–1516, May 2011.
- [ASvB08] B. Amigun, R. Sigamoney, and H. von Blottnitz. Commercialisation of biofuel industry in africa: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(3):690–711, 2008.
- [CHSB09] S. Carlos-Hernandez, E.N. Sanchez, and J.F. Béteau. Fuzzy observers for anaerobic wwtp: Development and implementation. *Control Engineering Practice*, 17(6):690–702, 2009.
- [DBMM⁺11] Andres Donoso-Bravo, Johan Mailier, Cristina Martin, Jorge Rodríguez, César Arturo Aceves-Lara, and Alain Vande Wouwer. Model selection, identification and validation in

- anaerobic digestion: a review. *Water Research*, 45(17):5347–5364, 2011.
- [DS10] Dieter Deublein and Angelika Steinhauser. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. []. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010.
- [GAR17] Sakhmetova G., Brener A., and Shinibekova R. Scale-up of the installations for the biogas production and purification. *Chemical Engineering Transactions*, 61:1453–1458, Oct 2017.
- [Kal88] Anjan K. Kalia. Development and evaluation of a fixed dome plug flow anaerobic digester. *Biomass*, 16(4):225–235, 1988.
- [KF16] Linda Manon Kamp and Esteban Bermúdez Forn. Ethiopia s emerging domestic biogas sector: Current status, bottlenecks and drivers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60(nil):475–488, 2016.
- [LKJZ17] Cucek L., Hjaila K., Klemes J.J., and Kravanja Z. Onion diagram implementation to the synthesis of a biogas production network. *Chemical Engineering Transactions*, 61:1687–1692, Oct 2017.
- [MVP16] Vondra M., Masa V., and Bobak P. The potential for digestate thickening in biogas plants and evaluation of possible evaporation methods. *Chemical Engineering Transactions*, 52:787–792, Oct 2016.
- [nul84] null. Biogas production and utilization. *Solar Energy*, 33(5):472–473, 1984.
- [nul18] null. Biophysical characterization of palm oil mill effluent from adapalm, imo state nigeria. *Journal of Environmental Studies*, 4(1):01–04, 2018.

- [RAT12] Karthik Rajendran, Solmaz Aslanzadeh, and Mohammad J. Taherzadeh. Household biogas digesters-a review. *Energies*, 5(8):2911–2942, 2012.
- [Red04] Amulya K.N. Reddy. Lessons from the pura community biogas project. *Energy for Sustainable Development*, 8(3):68–73, 2004.
- [SSP13] Berlian Sitorus, Sukandar, and Seno D. Panjaitan. Biogas recovery from anaerobic digestion process of mixed fruit - vegetable wastes. *Energy Procedia*, 32(nil):176–182, 2013.
- [WMD09] Peter N. Walekhwa, Johnny Mugisha, and Lars Drake. Biogas energy from family-sized digesters in uganda: Critical factors and policy implications. *Energy Policy*, 37(7):2754–2762, 2009.
- [YW13] Liang Yu and Pierre Christian Wensel. Mathematical modeling in anaerobic digestion (ad). *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, s4(nil):nil, 2013.