我国城乡生活污水沼气潜力比较研究

徐朝婷　荆珺妍　梁锦坤　曾文俊
（江苏师范大学科文学院　江苏徐州　221116）

摘　要：我国每年会产生巨量的城乡生活污水，给环境带来巨大的压力。城乡生活污水的沼气化利用不仅可以减少环境污染，更是温室气体减排的优良途径。选取两种快速估算方法对我国生活污水的沼气潜力进行了估算，结果显示：基于国家排放快速估算法我国生活污水沼气潜力为181.65亿m^3；基于污泥产气比值法我国生活污水沼气潜力为15.76亿m^3；两种估算方法的研究结果差距较大，其主要原因是研究范围和模型参数的差异。未来如何更好的引导城乡生活污水的沼气化利用是值得重点关注的社会问题。

关键词：生活污水；沼气潜力；快速评估方法

引言

城市污水一般含有0.02~0.03%的固体，可以作为沼气生产的原料，且近年来我国的生活污水及其COD排放量呈逐年增加的趋势(陈利洪，2015)。此外，我国农村地区也居住了大量的人口，每年也会产生巨量的生活污水，这些生活污水比较分散且难收集，相关处理设施不完善则容易造成水环境污染进而影响当地村民的饮用水安全(赵慧敏，2019)。从减少环境污染的角度，我国城乡生活污水的排放需要经过有效的处理才能减轻对环境的压力。

生活污水中通常含有大量的有机物质，这些有机废弃物通过发酵可以用于沼气的生产。目前已经有大量的研究证明了沼气具有很好的温室气体减排效果。程序等(2011)更是指出沼气是所有现代能源中独一无二的温室气体负净排放能源。因此，生活污水的沼气化利用不仅可以减少环境污染，更具有良好的温室气体减排效果。

小范围的生活污水的沼气生产潜力可以通过实验进行研究，大范围的尤其是针对省级乃至国家层面的生活污水的沼气生产潜力则只能通过宏观方法进行估算。本文将选取两种快速评估方法对我国的生活污水的沼气生产潜力进行估算和比较。

1 数据和研究方法

1.1 数据来源

本文选取的数据为2017年的数据，主要参考自《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》。

1.2 研究方法

1.2.1 国家排放的快速估算法

国家排放快速估算法为IPCC推荐方法[1,4]，如公式1所示：

$$CH_{4\ waste\ water-potential}=P\times D\times SBF\times EF\times FTA\times 365\times 10^{-12} \quad 式(1)$$

式中，$CH_{4\ waste\ water-potential}$：生活污水中甲烷的年排放量(Tg)；

P：地区人口数(人)；

D：人均生化需氧量中有机物含量[g BOD/(人·d)，缺省值为60g BOD/(人·d)]；

SBF：易于沉积的BOD比例，缺省值为0.5；

EF：排放因子(g CH_4/g BOD)，缺省值为0.6；

FTA：废水中无氧降解的BOD比例，缺省值为0.8。

1.2.2 污泥产气比值法

参考沈振寰等[5]的中丹可再生能源发展项目成果：污泥产率按1.6吨DS/万m^3计。根据北京高碑店污水处理厂运行结果，当污泥浓度为94%时，1m^3污泥产沼气12m^3左右。沈振寰等的项目成果显示2009年371.2129亿m^3城市污水可以最大生产11.88亿m^3沼气，即相当于每31.25m^3城市污水可以最大生产1m^3沼气，且该研究中对2020年、2030年、2050年等未来城市生活污水的沼气产量进行预测时均采用了31.25的系数。本文将采用这一比例对我国的城市污水沼气潜力进行大致估算。

2 研究结果与讨论

2.1 研究结果

2.1.1 基于国家排放的快速估算法的我国生活污水沼气潜力

2017年，我国城乡生活污水的甲烷潜力值729.8万t，约为101.72亿m^3CH_4，折合含56%甲烷的沼气181.65亿m^3。根据国家排放快速估算模型，生活污水沼气潜力的大小主要与常住人口的数量有着密切联系。其中，常住人口数量较多的广东、山东和河南三省的生活污水沼气潜力值位居前列，分别为14.61亿m^3、13.09亿m^3、12.5亿m^3。

2.1.2 基于污泥产气比值法的我国生活污水沼气潜力

2017年我国城市生活污水的沼气总潜力为13.68亿m^3，其中广东最高，年生活废水的沼气潜力达到了2.28亿m^3，接下来是江苏和山东省，其生活污水的沼气潜力均超过了1亿m^3。上海市的生活污水排放量和沼气潜力跟浙江省接近，但其单位面积的生活污水排放量领先全国。总体上，我国城市污水排放总量最多的地方依然是我国经济发展最好的区域，经济水平高、人口聚集也带动了生活污水排放总量的提升。

2.2 讨论

(1)针对生活污水沼气潜力评估方法：国家排放快速评估方法和基于生活污水污泥法的沼气潜力评估都是IPCC推荐方法。利用国家排放的快速估算方法，使用缺省参数可以快速检验一个地区或国家的生活污水的生物燃气潜力(马占云等，2011)。该方法与常住人口数量息息相关，很难区分生活水平的差异，因此在准确度上可能会低于基于污泥的计算方法，但其优点是充分考虑了农村部分的生活污水。

(2)针对两种估算方法的结果：研究结果显示国家排放快速

(下转第146页)

(2)完善垃圾分类法律法规

我国目前在垃圾分类方面的法律法规总体尚处于初级阶段。虽然有一些关于资源综合利用、污染预防等方面的规定,但细致、可操作的实质性规定并不多。未来我国须尽快制订并完善相关法律法规,增加相关的垃圾分类内容,明确并细化参与垃圾分类各方的责任,尤其注重强化企业在垃圾分类方面的责任。2019 年 7 月 1 日,《上海生活垃圾管理条例》正式实施,标志着上海生活垃圾分类进入实质操作层面,为全国其他省市开了一个好头。

(3)加强顶层设计,完善管理体系

垃圾分类的普及和固化需要一个长期过程,在此过程中,需建立自上而下的管理体系,逐步建立在各级政府领导下的垃圾分类管理部门,来督导垃圾分类管理工作。一是完善垃圾分类基础设施,加大资金、人力、物力的投入,全面提升垃圾分类回收效率;二是要明确政府、企事业单位、公众的责任边界,使得各参与主体能够权责明确、各司其职;三是要对垃圾分类管理的监督办法进行创新,如通过志愿者、网格员等人员的监督,形成多方面的城市生活垃圾回收监督管理体系。

(4)采取适当的奖励措施

在计量收取垃圾费的基础上,对于可回收物的分类回收,可对实现垃圾回收与利用的用户采取建立基金发放补贴的做法[4]。在公众掌握了回收与利用的基本方法,可通过垃圾回收利用补贴制度对其行为进行物质鼓励,促进垃圾回收与利用行为成为民众的生活习惯。目前,有些地方政府已经联合企业在社区等公共场所设置了垃圾分类回收及兑换设备,居民可通过分类垃圾的投放积累积分并兑换相应物品。

(5)充分利用社会资源

在生活垃圾的运输和处理环节应积极吸引社会力量的加入,加强对参与垃圾分类回收企业的政策支持和奖励力度,加大对从事垃圾回收技术研发企业的资金支持,扶持私营企业参与社会公共事业建设,充分发挥市场在垃圾分类回收处理过程中的促进作用,从而健全生活垃圾分类管理的体系。

结语

严格实行垃圾分类管理,最大限度地实现垃圾资源利用,可减少垃圾处置量,降低处理成本,减少土地资源的消耗,改善生态环境质量,具有社会、经济、生态三方面的效益。

参考文献

[1] 叶基霖,等.日本垃圾分类经验对浙江省垃圾分类的启示[J].现代商业,2019(06),177-178.

[2] 曾玉竹.德国垃圾分类管理经验及其对中国的启示[J].经济研究导刊,2018(30),159-160.

[3] 刘梅.发达国家垃圾分类经验及其对中国的启示[J].西南民族大学学报(人文社会科学版),2011(10):98-101.

[4] 李娜.国外垃圾分类回收的经验借鉴[N].西安日报,2017-05-09(009).

(上接第 144 页)

估算方法的估算结果约为污泥法沼气潜力的 11.5 倍。国家排放快速估算方法的最突出问题是忽视了地区间的经济水平差异,而大量利用缺省值进行评估。一般而言,农村地区的人均生活废水量会低于城市,且农村地区的生活废水收集比例也会远低于城市。因此,基于国家排放快速评估法的研究结果可能会比实际值偏高。当然,基于污泥法的估算模式也存在一些问题,由于统计资料的缺失会漏掉农村地区的生活污水排放量情况;其次相关部门或单位上报污水排放总量时有可能会人为的调低污水排放总量,致使城市污水量的公开数据有可能偏小。因此,用污泥法的估算结果可能会比实际值偏低。

结语

(1)基于国家排放的快速估算法的我国生活污水沼气潜力为 181.65 亿 m^3,广东、山东和河南排在我国前三位,该方法估算下的生活污水潜力主要受常住人口和各缺省计算值的影响;污泥产气比值法的我国生活污水沼气潜力为 15.76 亿 m^3,其中广东最高,年生活废水的沼气潜力为 2.28 亿 m^3,接下来是江苏和山东省,该方法估算下的生活污水潜力主要与城市污水排放量有关,但受公开统计数据制约,该方法忽略了乡村生活污水部分。

(2)随着我国经济的不断发展,城乡生活污水及其 COD 的排放量还在不断增加,如何处理和利用好城乡生活污水涉及到城乡生活环境和居民健康。沼气的温室气体减排效果非常显著,如何更好的引导城乡生活污水的沼气化利用是值得重点关注的社会问题。

参考文献

[1] 陈利洪.中国生物质废弃物资源空间分布及其燃气潜力[M].北京:中国农业出版社,2015.

[2] 赵慧敏.农村生活污水绿色处理技术研究[J].资源节约与环保,2019(4):107.

[3] 程序,朱万斌.产业沼气——我国可再生能源家族中的“奇兵”[J].中外能源,2011,16(1):37-42.

[4] 马占云,高庆先.废弃物处理温室气体排放计算指南[M].北京:科学出版社,2011.

[5] 沈振寰,徐海云,李长生,张玮,静华,李珊.中国沼气产业发展现状报告[R].北京:轻工业环境保护研究所,2011.

作者简介:

徐朝婷(1999.7-),女,江苏扬州,本科,从事房地产和环境相关研究工作。

基金项目:

大学生创新创业训练计划项目“我国城乡生活污水沼气潜力比较研究”(编号:kw2019002)。