

Discussion on the Selection and Operation Status of Rural Sewage Treatment Process

Leiyang Chen Runxi Zhao

Beijing Expressway Traffic Engineering Co., Ltd., Beijing, 101102, China

Abstract

The application scenario of miniaturized sewage treatment facilities in China is basically around the rural areas, scenic spots, expressways and other remote areas far away from the municipal drainage pipe network, which also increases the difficulty of the operation and management of the sewage treatment system. Taking Beijing, China as an example, in order to ensure the high standard effluent quality, on the one hand, the process is single, a large number of MBR process to ensure that the effluent water is selected, on the other hand, a large number of carbon sources, phosphorus remover and other agents are used to ensure the emission of total nitrogen and phosphorus. Under such operating conditions, it is bound to lead to poor process applicability and high operating costs. This paper takes the most representative rural sewage treatment facilities among the miniature sewage treatment facilities as an example, comprehensively analyzes the process and operation situation, and discusses how to develop the sustainable sewage treatment and management mode in the future.

Keywords

miniaturization; rural sewage; operation mode; beautiful countryside construction

浅谈农村污水处理工艺选择及运营现状

陈镭阳 赵润熹

北京市高速公路交通工程有限公司, 中国·北京 101102

摘要

小型化污水处理设施在中国应用场景基本围绕着农村、景区、高速公路等远离市政排水管网的偏远地段展开,这也增加了污水处理系统运营管理的难度。以中国北京市为例,为了保障高标准出水水质,一方面工艺选择单一,大量的MBR工艺以保障出水被选用;另一方面大量使用碳源、除磷剂等药剂来保障总氮、总磷的达标排放。在这样的运营条件下,势必导致工艺适用性较差、运营成本偏高等问题。论文以小型化污水处理设施中,最具代表性的农村污水处理设施为例,对工艺及运营情况进行综合分析,并对未来如何发展可持续性的污水处理建管养模式进行探讨。

关键词

小型化;农村污水;运营模式;美丽乡村建设

1 引言

小型化污水处理设施建设地点均存在无法纳入城市排污管网处的现状,其应用场景包括农村、景区、农家乐、高速公路服务区及集宿地等。由于地处偏远,交通不便,在现阶段工艺及配套的管理模式下,这些应用场景均存在不同程度的管理困境和运营问题。其中,以农村污水处理最具有代表性,应用数量也相对较多。

自中共中央办公厅、国务院办公厅印发《农村人居环境整治提升五年行动方案(2021—2025年)》以来,以建设宜居宜业美丽乡村为导向,全面提升农村人居环境质量的建设思想也愈加深入人心,农村生活污水治理作为亟待加强

的领域而备受关注。在生态文明建设进程不断加快这样的宏观条件下,农村污水处理项目建设也不断加速。农村污水处理在运营问题上存在着能耗高,吨水处理费用高,运营专业技术性强,运维专业人员不足等客观现象。如何做好“十四五”美丽乡村建设,提升农村人居环境,需要更加对症下药的工艺和因地制宜的运营方案。

2 其他国家农村污水处理设施建设及运营情况

2.1 美国农村污水处理现状

自1970年起,美国开始在一些小城镇建设集中型污水处理设施,并采用三级处理工艺。但由于运行费用较高,当地居民拒付污水处理费,设备时常出现因运行费用而停止运行的情况。为改变这一困境,在1990年前后,美国将建设类型转变为分散型污水处理,兴建了相当数量的处理设施,同时配备相应的运维管养系统。到1998年,美国已有近

【作者简介】陈镭阳(1995—),中国湖北蕲春人,助理工程师,从事污水处理研究。

2000 万个农村污水处理设施,并仍在持续增长。其中绝大部分工艺采用的是化粪池+土地渗滤(OWTS)。到2008年,美国分散污水处理设施人口覆盖率已达25%。

但美国农村污水处理工作也存在着不同程度的问题。最主要的一个问题是,由于对工艺选择采取“一刀切”,OWTS工艺推广过多,在相当一部分地区工艺适用性较差。同时缺乏专业技术人员进行后期维护,导致OWTS工艺处理设施建成后运行时出现管路堵塞、处理效果差和化粪池渗漏等各种问题。在1998年美国环保署的国家水质量目录中将“分散污水处理系统(OWTS)列为第二大水污染源”。在1997年EPA的调查研究也证明,分散污水处理系统的失效率为10%~20%^[1]。

2.2 日本农村污水处理现状

20世纪中期,随着日本经济的高速发展,环境问题也日渐突出。自1960年起,为了防止水污染造成的相关问题,日本政府出台了一系列的相关政策。在农村污水方面,日本主要采用净化槽方式进行处置。净化槽可按不同处理量进行集中处理或分散化处理。至2013年,净化槽在日本污水处理领域已覆盖1121万人口,其中在5万人以下的村庄,覆盖率达18.3%。日本的净化槽技术作为分散型处理的代表产品,解决了相当一部分的农村污水处理问题。

1985年,日本还出台了《下水道法》和《净化槽法》等相关法律,其中《净化槽法》作为分散型污水处理设施的运行管理依据,为污水治理提供了有力支撑。2011年,修编后的《净化槽法》中,规定在污水管线收集范围外的居民应安装合并式净化槽,从此单独式净化槽不再被批准安装建设^[2]。

2.3 韩国农村污水处理现状

韩国农村污水处理主要由私人污水处理设施组成,小部分为公共农村污水处理设施。其中公共农村污水处理设施的管理分为政府自管和委托第三方专业机构管理,由于韩国出台了《污水处理法》,对第三方专业机构形成了较为完备的监管体系。但同时建设部门过多,缺乏管理人员等问题也一直困扰着韩国农村污水处理工作^[3]。其中,生物膜法是韩国农村污水处理工艺中的最常用工艺。但同样也存在着缺乏相应专业技术人员管理,导致出水水质不佳的情况。

3 北京市农村污水处理设施建设及运营情况

北京作为中国政治中心、文化中心、国际交往中心、科技创新中心,小型化污水处理覆盖率相对较高。北京市共有农村数量3690个,截至2021年,共建有农村污水处理设施2559座,农村污水处理覆盖率已达69%。预计到2025年底,生活污水处理率将达到75%。在出水水质标准上,北京市目前排放标准大大高于国家标准,最高可达地表水Ⅳ类水体标准。按照生态文明建设大方针,可预见北京的污水处理

建设将起到全国发展的龙头导向作用,因此以北京市现阶段农村污水为例来分析,切合未来发展趋势。

3.1 污水处理规模

北京市农村污水通常排放点分散,污水量总体偏小。按正常生产生活方式,农村污水呈间歇性排放状态。一般在早、中、晚各有一个高峰时段,夜间排水量小,甚至存在断流情况。而当该村落存在旅游风景区、农家乐时,又会随着节假日、旅游旺季等发生水量突增的情况。针对这种进水特征,北京市农村污水通常以村为单位,采取污水集中收集处理方式,村落污水总处理量通常在50~300m³/d。

3.2 污水处理工艺情况

2015年前,大部分农村污水建设工艺效仿城镇污水处理工艺,多为传统的AO、A²O或其改良工艺。同时为了应对地方标准的高标准出水,常常选用MBR工艺进行水质保障。2019年实地调查结果表明,北京市680座农村污水处理设施中,51.3%的处理站仍然在采用MBR工艺,且这些设施主要分布在运营管理难度较大的山区。例如,在密云区和怀柔区,超过86.6%的农村集中式污水处理设施采用了MBR工艺^[4]。

MBR工艺应用在大型城镇污水处理厂时,作为高效的核心处理工艺,耐冲击负荷高,可确保出水水质优质稳定。但应用于农村污水处理时,如果不进行详细踏勘,为了出水水质盲目追求MBR工艺,带来的副作用也显而易见:

MBR工艺对运维要求相对较高,需要配置专业技术人员,而位于偏远地区的污水处理设施无法得到良好的持续性的运行维护。此外,MBR膜组需要较高的曝气量以防止堵塞,这也将增加吨水电量消耗,同时带来更高的溶解氧。此外,由于农村污水水量偏小,经常出现来水不足的情况,从而导致MBR膜暴露于空气中,对膜组件造成极大的损伤,后续带来设备更换频率增加、出水水质不达标等一系列的问题。

3.3 污水处理运营现状

由于农村污水处理设施数量多,分布散,考虑到商业化运营及人员成本,通常无法做到每个处理站配备专人值守。运营模式常常采用片区或划片统一管理的方式,污水站一旦发生紧急情况或故障,运维人员需要一定的响应时间,无法及时处理。所以在专业技术人员管理的同时,通常也会委托本地村民作为劳务人员进行配合管理。但由于委托人员缺少相应的专业知识,也未建立健全有效的管理机制,缺乏系统的监管措施,导致部分污水处理设施存在“有人管,无人守”的状态,在深山区的污水处理设施这种现象更为普遍。

受限于小型化污水处理设施的水质水量特点,在工业化模式批量建设的情况下,部分污水处理设施没有充足的调试时间,为了出水水质达标而广泛采用水处理药剂进行处理。这不仅提高了运维成本,同时也对整个系统正常运行造成了阻碍。

4 农村污水处理发展建议

4.1 处理模式

通过总结其他国家农村污水处理发展历史和分析北京农村污水处理现状,可以发现未来农村污水处理模式,无论是以分划片区做集中型还是以家庭为单位做分散型处理,最重要的一点是应当因地制宜,合理规划,最大限度保证污水处理设施得到长效运营管理。

在平原及方便铺设管网,经济发展程度较高的地区,通过集中处理可以有效保证水量,这对后续工艺选择也提供了更多的选项。在山区及交通不便的地区,采用分散型处理可节约大量运行成本。前期可由政府提供一定补贴政策,在民众心中树立起环保理念,否则将难以持续。

通过对新建设施进行设计优化,对老旧设施进行赋能改造,实施统一决策部署,统一运营管理,杜绝“一刀切”建设模式,严防“无人管”运维情况,将最大程度提高污水处理现有效率,保证污水处理设施良好运行。

4.2 工艺选择

由于农村污水的水量变化较大,且多为低碳氮比的水质,导致传统 A^2O 工艺的脱氮效果差,总氮、总磷出水常年不达标现象严重。目前除北京、天津、上海等地设置污水排放标准外,其他区域则遵循GB18918—2002《城镇污水综合排放标准》中一级A标准。在新的项目实施建设时,如果仅考虑以国标一级A为出水排放标准选择工艺,在未来随着出水指标提升时,将又迎来一大批污水处理设施提标改造。这在建设项目时,也是需要综合考察的一个维度,以发展、辩证的思维去建设项目,也是实现可持续发展的重要方式。

北京市在小型化污水处理设施中采用最多的MBR工艺,虽然具有出水水质稳定,占地面积小,耐冲击负荷高等优点,但同时也需要更复杂及完善的运维条例,并不完全适用于农村污水处理。在污水处理中,关键的两点就是实现脱氮除磷。兼顾最终运营成本和运行环境因素,针对脱氮除磷需求,最合适的仍然是生物处理。例如,可通过改造传统 A^2O 工艺,添加不同生物填料,根据不同的进水水质,选择培养最合适的优势种群,通过合理调试达到最终稳定出水,同时实现低成本运营的目标。或根据不同村庄环境条件,在旅游风景区选择采用人工湿地污水处理技术,充分利用自然植物微生物,提高区域内环境容量,还可提供良好的景观效果,打造可持续性生态发展空间。

4.3 运营维护

早期建设的部分农村污水处理设施,一部分设施的整

个污水处理系统并未选择合适的处理工艺,又未得到合理的调试,最终只能依赖于添加碳源、除磷药剂等维持出水水质。更有甚者采取使用“COD去除剂”这类障眼法药剂,为了避免违法出水而进行违法操作。随着越来越多地区的排放指标提升,水处理药剂产能限制及原材料上涨等多方面因素,2021年水处理药剂价格上涨幅度最高甚至近一倍。依靠外碳源进行提升脱氮效果,除了增加成本外,还会导致COD超标,引起非丝状菌膨胀等问题。大量添加除磷药剂,将增加污泥产量,造成池体污泥浓度升高,同时降低污泥活性,絮凝性和沉降性能指标将大大变差。在农村小型化污水处理上,依靠化学药剂进行达标排放最终将得不偿失,带来一系列的运营问题。

面对因运维不到位导致污水站停运的问题,则需要的是完善健全的管理机制和有效的运行监督。在建立管理条例时,也应综合处理模式及工艺选择,实施“一站一规”的理念,兼顾到不同地区运营人员的综合素质,配合实际,建立合理而切实有效的方案。当第三方运营团队人力不足以全天候保障专业技术时,应选择机械设备更少、运行更稳定可靠的工艺,才能从源头保证污水处理设施良好运行。如果仅靠强硬的规定进行监管,最终将使环保流于形式主义,背离建设绿水青山的初衷。

5 结语

结合中国和其他国家农村污水建设历史及运营现状,可以发现在未来农村污水发展方向上,需要把握最关键的一点是因地制宜、量体裁衣。一方面在技术层面选用合适的工艺,达到节能高效的目标;另一方面在政策层面加强管理,通过合理的监管保证持续健康的运营。从设计到建设,从运营到管理,政府、设计、运营单位、使用单位等应多方联合,完善环保监管协作机制,达到环境综合治理和生态文明建设的有机结合。

参考文献

- [1] 郝晓地,张向萍,兰荔.美国分散式污水处理的历史、现状与未来[J].中国给水排水,2008,24(22):1-5.
- [2] 赵利.日本分散型污水处理技术的启示及应用[J].现代农业科技,2016(5):219-220.
- [3] 周律,李秉浩,李佳璘.韩国农村排水系统的建设和管理[J].环境污染与防治,2009,31(6):89-91.
- [4] 刘俊新.因地制宜,构建适宜的农村污水治理体系[J].给水排水,2017,53(6):1-3.