

农村生活污水治理模式浅析

苑宏超 丁楠 刘丽丛

内蒙古自治区固体废物与土壤生态环境技术中心 内蒙古 呼和浩特 010011

摘要：农村生活污水治理是改善农村人居环境、推进乡村振兴的重要环节。本文分析农村生活污水水质复杂、水量波动大、排放分散等特点，以及治理中存在的设施建设滞后、运维难度大等难点；梳理纳管型转移处理、村落集中处理、农户分散处理、户收村运定点处理及资源化利用等多元化治理模式；探讨与模式适配的分散式、集中式及资源化利用技术路线；最后展望智能化信息化、资源化利用及城乡一体化的发展趋势，为农村生活污水治理实践提供参考。

关键词：农村；生活；污水；治理；模式

引言：随着乡村振兴战略推进，农村人居环境整治成为重要任务，其中生活污水治理是改善生态质量、提升村民生活品质的关键短板。与城市相比，农村生活污水因人口居住分散、经济条件差异大、基础设施薄弱等，治理难度显著更高，传统城市污水处理模式难以直接套用。并立足农村污水水质水量特点及治理难点，系统梳理当前主流治理模式，分析不同模式的技术路线适配性，并结合时代发展趋势，探讨农村生活污水治理的优化方向，旨在为构建符合农村实际的高效治理体系提供理论与实践借鉴。

1 农村生活污水特点及治理难点

1.1 水质特点

农村生活污水的水质受村民生活习惯、经济水平及产业结构影响显著，呈现成分复杂且波动性强的特点。与城市污水相比，农村污水中有机物（如COD、BOD）、氮磷含量较高，这与农户多使用农家肥、生活中富含洗涤剂的废水直接排放有关；同时，部分地区因散养畜禽，污水中还夹杂大量粪便、饲料残渣，悬浮物浓度偏高。此外，农村缺乏完善的雨污分流系统，雨季时雨水混入会进一步稀释或污染污水，导致水质指标波动幅度大，增加了处理难度。

1.2 水量特点

农村生活污水的水量呈现时空分布不均、总体规模小但分散的特征。从时间上看，水量受日常生活规律、季节变化影响明显：白天用水量较大，夜间显著减少；雨季因雨水混入水量骤增，旱季则水量锐减，部分偏远地区甚至出现间歇性排放。从空间上看，农村居民点布局分散，单户或单村的污水排放量远低于城市集中社区，通常单村日排放量仅几十至几百立方米，且不同村落因人口数量、聚居密度差异，水量差异显著。这种分

散性和波动性，对污水处理设施的规模设计、运行稳定性提出了特殊要求。

1.3 治理难点

农村生活污水治理面临多重挑战，设施、经济、运维等问题相互交织。一是基础设施薄弱，多数农村缺乏统一的污水收集管网，尤其是老旧村落，管网铺设需改造现有道路、宅基地，成本高且协调难度大。二是经济支撑不足，农村地区集体经济薄弱，农户付费意愿低，而治理设施的建设、维护需要持续资金投入，易出现“建得起、用不起”的困境。三是运维管理滞后，农村缺乏专业技术人员，设施运行中易出现故障无人修、参数调节不当等问题，导致部分处理设施闲置或低效运行。此外，不同地区自然条件、生活习惯差异大，难以套用统一治理模式，需因地制宜制定方案，进一步增加了治理复杂性^[1]。

2 农村生活污水主要治理模式

2.1 纳管型转移处理模式

纳管型转移处理模式是内蒙古自治区农村生活污水治理的重要路径之一，其核心在于将符合条件的村庄污水通过管网接入城镇污水处理厂进行统一处理。该模式适用于距离城镇污水处理厂较近（一般3-5公里范围内）、地形条件利于污水重力自流或提升输送的村庄。其优势显著：依托城镇污水处理厂成熟的技术和设施，可确保出水水质稳定达标；统一管理降低了农村地区的运维成本和技术门槛，如包头市部分村庄通过纳管模式，将污水接入城镇管网后，运维成本较分散处理降低40%以上。然而，该模式对地形和管网建设要求较高，部分偏远或地形复杂村庄难以实施，且初期投资较大，需政府与社会资本协同投入。内蒙古自治区在“十四五”规划中明确，对沿黄流域、“一湖两海”周边等重点区

域优先推广纳管模式,截至2023年,已通过该模式完成数百个行政村治理任务,出水水质普遍达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准。

2.2 村落集中处理模式

村落集中处理模式是内蒙古自治区农村生活污水治理中针对人口相对集中、污水产生量较大村庄的典型方案。该模式通过在村内或周边适宜位置建设集中式污水处理设施,将各户污水经管网收集后统一处理。其技术选择注重因地制宜与经济实用。部分村庄结合当地地形,利用稳定塘进行自然净化,通过水生植物吸收、微生物降解等作用去除污染物,实现低成本运维。该模式优势突出,集中处理可实现规模效益,提高处理效率与达标率,且便于专业团队统一管理维护。但前期需投入资金建设管网与处理设施,对村庄经济实力有一定要求。内蒙古自治区通过“以奖代补”政策,引导村庄采用此模式,并建立“区、市、县”三级运维监管体系,确保设施长效运行。目前,该模式已在多个旗县广泛应用,有效改善了农村水环境质量。

2.3 农户分散处理模式

农户分散处理模式是内蒙古自治区农村生活污水治理中适用于居住分散、地形复杂或污水产生量较小村庄的重要方式。该模式以户为单位,在农户庭院内或周边建设小型处理设施,对生活污水进行就地处理与资源化利用。技术选择上,强调简单实用与生态友好。常见采用三格式化粪池对黑水进行无害化处理,处理后的粪渣可作为有机肥料还田;灰水则通过小型人工湿地、生态沟渠或土壤渗滤系统净化,出水用于庭院绿化或牲畜饮水。例如,赤峰市部分牧区结合当地气候特点,采用“太阳能增温沼气池+生态塘”组合工艺,利用太阳能提升沼气池温度,提高冬季产气效率,同时生态塘进一步净化污水,实现污水零排放。该模式投资小、运维简便,村民可自主管理,但处理效果受农户操作规范性影响较大。内蒙古自治区通过开展技术培训、编制简易运维手册等方式,提升村民管理水平,并建立“村规民约”约束随意排放行为。

2.4 户收集、村运输、定点处理模式

户收集、村运输、定点处理”模式是内蒙古自治区针对偏远分散农村地区生活污水治理的创新实践,有效破解了管网铺设成本高、集中处理难度大的难题。该模式以户为单位设置污水收集容器,农户将日常生活产生的灰水、黑水分类收集至专用储罐;村委会组建运输队伍,配备吸污车等设备,定期将各户污水转运至村内或邻近区域建设的定点处理站;处理站采用“预处理+生态

净化”工艺,如“格栅沉淀+人工湿地”组合,通过物理过滤与生物降解去除污染物,出水达标后用于农田灌溉或林地养护。其优势在于灵活适配地形复杂、人口分散的村庄,投资成本较集中处理模式降低约40%,且运维管理理由村集体统筹,便于监督。

2.5 资源化利用模式

资源化利用模式是内蒙古自治区农村生活污水治理的创新且环保之举,契合农村生态与生产实际。该模式遵循“源头分类、分质处理、循环利用”原则。对于黑水,经三格式化粪池或沼气池处理,产生的沼气可用于炊事、照明,实现能源再利用;沼渣、沼液是优质有机肥,能直接施用于农田、果园,提升土壤肥力,减少化肥使用量。灰水则通过生态沟渠、人工湿地等自然净化系统处理,处理后的水可用于庭院绿化、牲畜饮水或农田灌溉,实现水资源的循环利用。此模式优势显著,投资成本相对较低,运维管理简便,村民可自主参与。同时,将污水转化为资源,既改善了农村水环境,又促进了农业绿色发展。不过,要实现高效资源化利用,需加强宣传教育,提高村民资源化利用意识,完善相关技术标准与规范,确保资源化利用的安全性与有效性,推动农村污水治理向生态化、可持续化迈进^[2]。

3 农村生活污水治理模式的技术路线分析

3.1 分散式处理技术路线

内蒙古自治区分散式处理技术路线以“低成本、易维护、生态化”为核心,适用于居住分散、污水排放量小的农村地区。技术路线强调“黑灰分离+生态净化”,黑水通过三格式化粪池或沼气池进行无害化处理,灰水经隔油沉淀后进入人工湿地、稳定塘或土壤渗滤系统。例如,巴彦淖尔市采用“单户化粪池+房前屋后小菜园”模式,利用土地渗滤系统净化污水,出水用于灌溉,实现污水零排放。该路线技术优势显著:投资成本低(户均约3500-4500元)、运维简便(村民可自行清掏沉渣)、资源化利用率高(可达80%以上),且与农村庭院经济结合紧密,适用于地形复杂、管网建设困难的地区。

3.2 集中式处理技术路线

内蒙古自治区集中式处理技术路线以“规模化、标准化、高效化”为导向,适用于人口密集、污水排放量大的中心村或聚集区。技术路线采用“预处理+生物处理+生态净化”组合工艺:预处理单元(格栅、调节池)平衡水质水量,生物处理单元(A²/O、生物接触氧化池)去除氮磷,后端结合人工湿地或稳定塘进一步净化。该路线技术成熟、处理效果好,但需配套完善的污水收集管网,投资成本较高(单村约50-100万元)。未来需加强

智能化监控,通过物联网技术实时监测设备运行状态,降低运维成本,同时探索“城乡一体化运维”模式,提升管理效率。

3.3 资源化利用技术路线

内蒙古自治区资源化利用技术路线以“污水减量、循环利用、生态友好”为目标,强调“分类收集、分质处理、就地利用”。技术路线分为黑水与灰水分流处理:黑水经化粪池或沼气池发酵后,固态粪便转化为有机肥,液态部分用于农田灌溉;灰水通过生态沟渠、人工湿地或土壤渗滤系统净化后,用于庭院绿化或景观补水。例如,鄂尔多斯市推广“州统筹+村组织”模式,利用房前屋后空地建设生态池,种植菖蒲、美人蕉等植物吸附氮磷,实现污水零排放。该路线技术优势突出:减少化肥使用量、改善土壤质量、降低农业面源污染,且与农村生产生活紧密结合,村民接受度高。

4 农村生活污水治理模式的发展趋势

4.1 智能化与信息化发展趋势

在科技飞速发展的当下,农村生活污水治理正朝着智能化与信息化方向迈进。智能化方面,借助物联网、大数据、人工智能等技术,实现对污水处理设施的远程监控与智能调控。例如,通过传感器实时采集污水处理设备的运行参数,利用智能算法分析设备状态,提前预警故障,提高设备运行的稳定性和效率。信息化层面,构建农村生活污水治理信息管理平台,整合污水排放数据、治理设施信息、运维记录等,实现数据的可视化展示与分析。这不仅有助于管理部门全面掌握治理情况,科学决策,还能公众提供监督渠道,增强治理透明度。智能化与信息化融合,将推动农村生活污水治理向精细化、高效化、科学化发展,提升整体治理效能。

4.2 资源化利用趋势

农村生活污水资源化利用是未来治理的重要趋势。农村生活污水含有氮、磷、钾等营养元素,经过适当处理后可用于农业灌溉、林地施肥等,实现水资源的循环利用和养分回收。一方面,这能有效缓解农村水资源短缺问题,减少对清洁水源的依赖;另一方面,可降低化

肥使用量,减少农业面源污染,改善土壤质量。例如,将处理后的污水用于农田灌溉,既能满足农作物生长需求,又能促进生态循环。未来,随着资源化利用技术的不断进步和推广,将有更多适合农村的简单、高效、低成本资源化利用方式出现,推动农村生活污水治理从“末端治理”向“资源回收”转变。

4.3 城乡一体化治理趋势

城乡一体化发展是大势所趋,农村生活污水治理也不例外。过去,城乡在污水处理方面存在较大差距,农村治理相对滞后。如今,随着城乡融合发展的推进,农村生活污水治理将逐步纳入城乡整体规划和管理体系。这意味着在治理标准、技术选择、设施建设、运维管理等方面,农村将与城市接轨,实现统一规划、统筹建设、协同管理。例如,在城市周边农村,可依托城市污水处理厂进行纳管处理;在偏远农村,也可借鉴城市成熟的治理技术和经验,结合农村实际进行改进应用。城乡一体化治理有助于整合资源,提高治理效率,缩小城乡环境差距,促进城乡共同繁荣,实现农村生态环境与经济社会的可持续发展^[3]。

结束语

农村生活污水治理是改善农村人居环境、推进乡村振兴的关键一环。纳管型转移、村落集中、农户分散、户收集村运输定点处理以及资源化利用等模式,各有其适用场景与独特优势,为不同地区提供了多样化的选择。在实际治理中,需综合考量农村的地理条件、经济水平、人口分布等因素,因地制宜地选择合适的治理模式或组合模式。

参考文献

- [1]鞠昌华,张卫东,朱琳,孙勤芳.我国农村生活污水治理问题及对策研究[J].环境保护,2021,44(06):49-52.
- [2]马北琳,鲁珊珊.农村生活污水治理现状及对策分析[J].山东工业技术,2021(06):262.
- [3]石卉琳.临安市农村生活污水长效治理的影响因素及其对策研究[J].浙江农林大学,2022.154-156