

县域农村生活污水治理专项规划分析与思考

——以西安高新区为例

刘云¹, 高云天¹, 邵薇², 李青青²

¹西安市生态环境局高新技术产业开发区分局, 陕西 西安

²悉地(苏州)勘察设计院有限公司, 江苏 苏州

Email: tjnxyly@126.com

收稿日期: 2021年5月16日; 录用日期: 2021年6月17日; 发布日期: 2021年6月25日

摘要

经过对西安高新区农村生活污水治理工程专项规划进行现状充分调研, 对农村居民的用水定额、人口、农村生活污水处理工艺等进行了详细分析, 结合国家和地方的政策要求, 制定了规划目标, 为工程建设的实施提供了切实可行的方案。

关键词

农村生活污水, 专项规划, 截污纳管

Thought of Rural Sewage Treatment Planning

—Taking the Xi'an High-Tech Industries Development Zone as an Example

Yun Liu¹, Yuntian Gao¹, Wei Shao², Qingqing Li²

¹The High-Tech Industries Development Zone Branch of Xi'an Ecology and Environment Bureau, Xi'an Shaanxi

²CCDI (Suzhou) Exploration & Design Consultant Co., Ltd., Suzhou Jiangsu

Email: tjnxyly@126.com

Received: May 16th, 2021; accepted: Jun. 17th, 2021; published: Jun. 25th, 2021

Abstract

Through investigating the status quo of special plan for rural domestic sewage treatment project

in the Xi'an High-Tech Industries Development Zone, the water quota of rural residents, population and the treatment technology of rural domestic sewage were analyzed in detail. Combined with the national and local policy requirements, the planning objectives have been formulated, providing a practical program for the implementation of the project construction.

Keywords

Rural Domestic Sewage, Planning, Sewer Network

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态环境保护和生态文明建设,是我国持续发展最为重要的基础。全面推进农村生活污水治理既是人居环境治理、保护生态环境、促进农村节能减排、提高农民生活品质的重要途径,又是深化美丽乡村建设、提升农民群众生活品质的必要措施。但全国农村污水治理起步较晚,存在重工程,轻规划,污水处理终端运行维护和质量监管工作不到位等问题[1] [2] [3]。

因此,农村生活污水治理专项规划工作必要且迫切,我们要在完成农村生活污水治理集中任务的基础上,着眼长远、立足长效,深化农村生活污水治理,巩固和提升集中攻坚的建设成果,不断提高农村生活污水治理自然村覆盖率与农户受益率,全面消除农村生活污水无序排放对环境污染的影响[4] [5]。

2. 规划总则

该规划的规划范围为西安高新区的 12 个镇街的现状村,行政村 160 个,人口约 36.82 万人。规划期限设为近期 2020~2023 年,远期 2024~2030 年。

该规划近期目标:到 2023 年,西安高新区托管范围内(除其中两个镇街)农村生活污水收集系统及污水处理设施应实现所有农村应建尽建,农村生活污水治理基本实现全覆盖;远期目标:到 2030 年,建有处理设施的农户污水应接尽接,满足入厂纳管条件的农村生活污水能纳则纳。

3. 研究背景

3.1. 国外研究

国外发达国家较早开始注重农村分散生活污水的处理和控制,在处理技术的研究和应用方面早于我国。

美国早在 19 世纪中叶,就开始建设农村污水处理设施[6],从最初的简单户外污水坑、化粪池演变到目前改良的化粪池系统、高负荷厌氧处理、人工湿地、土壤处理系统等[7] [8] [9] [10]。美国国家环保局根据建设的污水处理设施类型及各自的特点,于 2002 年发布了《污水就地处理系统手册》,2005 年发布了《分散式污水处理系统管理手册》,为各地建造污水处理系统提供指导,因此,美国的污水处理系统不但建造时间早,而且建造类型多样,对控制农村生活污水起到重要作用。

日本农村污水处理协会设计了 JARUS 模式的 15 种不同型号污水处理装置,主要采用物理、化学与生物措施相结合的处理过程,这 15 种不同型号的处理装置可分为两大类,一类采用生物膜法,另一类是采用浮游生物法,两类装置都取得了很好的处理效果[11]。

法国和智利根据蚯蚓具有提高土壤通气透水性能和促进有机物质的分解转化等生态学功能而设计出了蚯蚓微生物生态滤池处理技术[12]，该技术同人工湿地都属于利用生态处理技术，不仅具有普通人工湿地具有的处理效果好、能源消耗低的特点，而且使用蚯蚓还能大幅度降低污泥处置的成本。

3.2. 国内研究

中国从 20 世纪 80 年代开始开展生活污水分散处理技术的开发和研制工作，针对农村地区基本特点提出了多种分散处理技术。

3.2.1. 生物处理技术

生物处理技术包括生物膜处理法、生物滤池、SBR 工艺、KOT 生物处理、A²O 工艺等。生物膜法的实质是室微生物附着在滤料或某些载体上生长繁育，并在其上形成膜状生物污泥 - 生物膜，利用生物膜上的微生物进行污水处理的一种方法。

生物接触氧化法是生物膜的一种形式，是在生物滤池的基础上，从接触曝气法改良演变而来的，实际上是生物滤池和曝气池的综合体，由池体、填料及支架、进出水装置，曝气系统及排泥放空管道组成。该技术类型处理效果较好，出水能够达到国家二级排放标准[13]。

生物滤池方法是利用有碎石或塑料制品填料作为生物处理构筑物，污水与填料表面上生长的微生物膜间隙接触，使污水得到净化，生物滤池是以土壤自净原理为依据，在污水灌溉的实践基础上，经较原始的间歇砂滤池和接触滤池而发展起来的人工生物处理技术。该技术抗冲击负荷能力强，处理效果好[14]。

3.2.2. 生态处理技术

生态处理技术是指运用生态学原理，采用设施学手段对污水进行治理与水资源利用相结合的方法，是把污水有控制地投配到土地上，利用土壤 - 植物 - 微生物复合系统的物理、化学、生物学和生物化学特征对污水中的水、肥资源加以回收利用，对污水中可降解污染物进行净化的工艺技术，是污水土地处理系统的进一步发展[15]。

人工湿地是一个综合的生态系统，易受人为监控，是在一定长宽比及地面坡度的洼地上由土壤、沙、石等混合成的填料床，在床底上种植具有处理性能好、成活率高、抗水性强、生长期长、美观且具有经济价值的植物，如芦苇和凤眼莲等，在水中、填料中生存的动物、微生物所组成的独特生态环境，污水流经床体表面和床体填料缝隙时，通过过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解等实现对污水的高效净化[16]，过程包括沉积作用，过滤作用，吸附作用，生物降解，硝化和反硝化作用[17]。按照设施设计和水体流态的差异，人工湿地污水处理系统主要可以分为：表面流湿地、潜流湿地和垂直流湿地。人工湿地对于氮磷的处理效果比较明显，对氮的处理率能达到 50%左右，对磷处理率从 40%到 90% [18] [19] [20]，但还存在容易受到气候变化影响的特点。

4. 现状分析

4.1. 开展现状调研

西安高新区位于西安市西南部，包含 12 个镇街，辖区面积 1079 平方公里。周边污水收集系统、污水处理站极少，现状农户污水大多采用渗井、直排、户内化粪池收集并定期清运方式消除污水，个别村庄周边有污水处理站，临近村庄污水就近排入污水收集系统。

4.2. 存在问题

- 1) 重终端轻管网，接户不完善

农户污水接入不全，雨污分流不清，漏损率高；管网施工质量参差不齐，管道管径选择不合适、管道铺设回填质量差路面下陷、检查井或清扫井选型较不便清掏；检查井设置不够，不方便检查和维修等普遍性问题。

2) 雨、污水分流不清

部分村庄技术力量薄弱，缺乏污水治理专业技术力量，把房前屋后的雨水(屋雨水、地坪水)都引入污水处理管网中，这样造成雨天污水处理量增大，生活污水在处理系统中停留时间短，对终端造成较大冲击负荷，造成处理效果不理想等问题。

3) 农村污水收集系统不完善，污水收集率低

大部分村庄尚未建立完善的污水收集系统，少部分村庄建有排水渠，大量生活污水道路散乱排放，严重影响农村居民的生产和生活环境。同时，现状排水渠普遍存在不同程度的损坏、堵塞现象，造成雨水污水排水不畅。

5. 规划要点

5.1. 用水指标

农村污水主要以居民的生活污水为主，根据农村居民用水状况、改厕进展、生活习惯、经济条件等因素综合确定。

高新区农村经济相对较好，农村地区生活污水排放量结合当地经济发展状况、卫生设施水平和排水系统等因素综合考虑。经实地查勘，辖区内各农村运水分三个方面：一般农村生活用水、城镇化农村生活用水和城镇化且具有农家乐设施的生活用水，各村供水方式以集中供水为主，全日供水、室内有给水、卫生设施较齐全。

采用区域单位人口综合用水量指标法，结合《室外给水设计标准》(GB50013-2018)和《村镇供水工程技术规范》(SL310-2019)，本次用水定额近期采用 100 L/(人·d)，远期采用 110 L/(人·d)。

5.2. 治理方式选择

农村生活污水治理遵循“资源利用、接管优先、因地制宜”的原则，采取集中与分散相结合的方式，宜集中则集中，宜分散则分散，主要通过管道重力流收集、尽量避免使用污水提升泵站、倒虹吸等设施，最终设计三种模式，按优先次序选择。

1) 纳管治理模式

纳管治理模式是根据效率优先原则，将距离市政污水管网或城镇污水处理厂较近、且具备施工条件的农村生活污水接入市政管网系统统一收集管理。即村庄内所有污水经污水管道集中收集后，统一接入邻近市政污水管网，利用城镇污水处理厂统一治理。

2) 集中治理模式

集中治理模式主要针对具有一定人口数量、居住相对集中的中心村、集居区或自然村，建设配套污水管网收集系统，将农户产生的生活污水进行集中收集，统一建设污水处理设施治理村庄生活污水。

3) 分散治理模式

分散治理模式针对无法进行污水集中处理的自然村落或不适宜建设污水管网收集的个别农户，采用小型污水处理设备或生态处理的形式进行单独处理的模式。

5.3. 设施布局选址

1) 布局原则

合理利用现有设施；分区分重点规划；统筹城乡发展、优先纳厂。

2) 污水处理站站址选择原则

结合污水管道系统布置即出水口位置，污水处理站的位置选择应与污水管道系统布局统一考虑。从污水自流排放出发，宜选在城市低处，沿途尽量不设或少设提升泵站；此外，宜结合出水口位置选择，污水处理站设在接纳污水的水体附近，便于处理后的出水就近排入水体，减少排放渠道的长度。

3) 污水处理站宜设在水体附近以便于排水，但又要考虑到不受洪水的威胁。

4) 必须有满足污水处理工艺所需的土地保证。

5.4. 污水收集系统建设

1) 排水体制的确定

本次规划范围内农村生活污水应采用分流制，其中经济较好的城郊村、重点乡镇周边村、重点村等应采用完全分流制，一般村则根据自身条件可采用不完全分流制。

2) 污水管网设计原则及指导思想

排水管道敷设应与服务区域内道路情况相结合，规划道路下的污水管道应与道路同步建设；管道敷设应充分利用现状地形条件，较少埋深，应尽量避免穿越障碍物，村庄巷道内管道埋深尽量控制在 3.5 m 内；排水管网敷设，尽量采用重力自留形式，少设或者不设置提升泵站，必须设置泵站时应设在距离村落较远的荒地或难以利用的位置，以减少泵站内散发的臭味对周边居民的影响。

5.5. 污水处理技术工艺选择

1) 污水处理技术工艺选择原则

鼓励优先选择氮磷资源化与尾水利用的技术手段或途径；应根据村庄自然地理条件、居民分布、污水治理规模、排放标准、经济水平等因素，选择事宜当地的污水处理技术工艺；尽量采用低成本、低能耗、易维护、高效率的污水处理技术，有条件的地区，可采用人工湿地、氧化塘等无动力或微动力处理工艺；农家乐、农家院等农村餐饮服务点、民宿等需配备隔油池(器)，对污水进行预处理。

2) 处理流程

本次规划集中收集治理模式下，农村生活污水处理流程主要分为三级：一级处理、二级处理、三级处理。

一级处理：主要是为了减少固定废弃物、油脂等进入管道，缓解管道堵塞问题，减轻管道养护；二级处理：除接管纳厂处理的处理终端外，主要有 A²/O、A/O、A³/O-MBBR、MBR、SBR 等；三级处理：主要是处理二级处理以后的废水，提高出水水质，主要有人工湿地和土地渗滤。

5.6. 运行维护

农村生活污水治理运维管理可采用价格三种模式：委托第三方运维管理模式、乡镇统筹运维管理模式、村级自我运维管理模式。

根据目前区县运维现状来看，委托第三方运维管理模式是一种较为有效的，也是应当倡导的运维管理模式。运维管理的实施应包括处理设施和配套管网系统。

5.7. 效益分析

加强农村生活污水治理、推进污水再生利用，是跳出“经济越发展、用水量越多、排水量越大、污染越严重”的恶性循环怪圈，促进水资源高效利用与水污染防治的必要途径，对于发展循环经济、增强可持续发展具有重要意义。同时，加强农村生活污水收集、处理与资源化设施建设，可避免因生活污水

直接排放而引起的农村水体、土壤和农产品污染,对于提升农村水环境、农村人居环境质量与农村居民的生活品质具有十分重要的意义。

尤其是广大的农村地区,不同村庄位于河流的上游,农村生活水的排放对供水水源的安全,居民生活质量的提升以及居住环境的美化都有着极大的影响,因此,从整个高新区的全局出发,加强农村生活污水处理,将是实现改善环境和保证饮用水质量的重要措施,对高新区水环境质量和整体自然环境、社会环境的改善都具有非常重要的意义。

6. 结语

农村生活污水治理是乡村振兴工作的重要内容,加强规划引领,统筹推进县域农村生活污水治理,编写专项规划具有重要意义。本文以西安高新区农村生活污水治理专项规划为案例,讨论了农村生活污水治理专项规划工作的基本思路、工作重点和主要内容,为其他县域专项规划编制的科学性、合理性和可操作性提供支撑。并经充分分析后,采用 100~110 L/(人·d)的用水定额,纳管、集中和分散的污水收集模式,结合现状污水处理设施进行污水处理设施规划,为工程建设的实施提供了切实可行的方案。

参考文献

- [1] 林青, 寸黎辉, 董佳斌. 对农村污水治理的开发利用研究[J]. 中国集体经济, 2019(25): 20-22.
- [2] 曾龙海. 我国农村污水处理的情况分析和相应对策[J]. 环境与发展, 2017, 29(10): 92, 94.
- [3] 陈小攀, 张峰, 王泽群, 等. 农村污水治理技术综述[J]. 浙江化工, 2020, 51(1): 36-40.
- [4] 王洪臣. 探索农村污水治理的中国之路——浅议农村污水处理设施的规划、建设与管理[J]. 给水排水, 2018, 44(5): 1-3.
- [5] 曲蕙, 郭雄伟, 张立保. 我国农村污水处理现状及关键技术[J]. 农业工程, 2019(9): 53-55.
- [6] 严岩, 孙宇飞, 董正举, 等. 美国农村污水管理经验及对我国的启示[J]. 环境保护, 2008(15): 65-67.
- [7] USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (1997) Response to Congress on Use of Onsite and Decentralized Wastewater Treatment Systems. Office of Wastewater Management and Office of Water, Washington DC.
- [8] USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2005) Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized). Wastewater Treatment Systems, EPA/832-B-05-001. Office of Water, Washington DC, 66 p.
- [9] Green, W. and Ho, G. (2005) Small Scale Sanitation Technologies. *Water Science & Technology*, **51**, 29-38. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0348>
- [10] 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.
- [11] 曾令芳. 简评国外农村生活污水处理新方法[J]. 中国农村水利水电, 2001(9): 30-31, 33.
- [12] 王树乾, 杨健, 陆雍森. 蚯蚓微生物生态滤池处理城镇生活污水研究[J]. 环境导报, 2002(5): 14-15.
- [13] 李冀. 生物接触氧化工艺技术处理湖南省农村生活污水的效果研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.
- [14] 李汝琪, 孔波, 钱易. 曝气生物滤池处理生活污水试验[J]. 环境科学, 1999, 20(5): 69-71.
- [15] 龚德昌. 农村生活污水处理技术与展望[J]. 绿色科技, 2009(5): 41-42.
- [16] Kadlec, R.H. (1999) Chemical, Physical and Biological Cycles in treatment Wetlands. *Water Science & Technology*, **40**, 37-44. <https://doi.org/10.2166/wst.1999.0132>
- [17] Wyn, T.M. and Liehr, S.K. (2001) Development of a Constructed Subsurface-Flow Wetland Simulation Model. *Ecological Engineering*, **16**, 519-536. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00115-4](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00115-4)
- [18] 张荣社, 李广贺, 周琪, 等. 潜流湿地中植物对脱氮除磷效果的影响中试研究[J]. 环境科学, 2005, 26(4): 83-86.
- [19] 杨敦, 周琪. 人工湿地脱氮技术的机理及应用[J]. 中国给水排水, 2003, 19(1): 23-24.
- [20] Kern, J. and Idler, C. (1999) Treatment of Domestic and Agricultural Wastewater by Reed Bed Systems. *Ecological Engineering*, **12**, 13-25. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(98\)00051-2](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(98)00051-2)