

乡村振兴背景下城乡水务一体化规划的衔接 难点与规划路径

——以浙江安吉县为例

唐显治¹, 蒙延娟^{2*}, 董 垄³

¹广西鼎联环保科技有限公司, 广西 桂林

²桂林嘉华环境科技有限公司, 广西 桂林

³桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林

收稿日期: 2025年12月31日; 录用日期: 2026年1月5日; 发布日期: 2026年2月13日

摘要

城乡水务一体化是乡村振兴战略中基础设施均衡配置的核心支撑, 也是破解城乡水务发展失衡、保障农村生态宜居与产业兴旺的关键举措。为探究县域城乡水务一体化规划衔接的核心问题与优化路径, 以“绿水青山就是金山银山”理念发源地、国家首批乡村振兴示范县浙江安吉县为典型案例, 结合其“七山一水二分田”的地形特征与2019~2024年城乡水务建设实践数据, 系统剖析规划衔接中存在的体系分割、要素约束、技术失衡、机制滞后四大核心难点。研究发现, 县域城乡水务一体化在规划体系、要素保障、技术管理、制度机制层面存在显著问题: 城乡规划层级断裂与产业适配不足形成“两张皮”现象, 资金来源单一与土地约束构成要素保障双重瓶颈, 技术标准差异与人才短缺导致“城乡鸿沟”, 多头管理与价格失衡造成可持续发展困境。针对上述问题, 安吉县通过“多规合一”实现规划协同, 以“多元投入 + 弹性用地”强化要素保障, 依托“标准统一 + 智慧赋能”缩小技术差距, 借助“权责集中 + 价格优化”完善制度支撑, 最终实现农村自来水普及率从89%提升至99.8%、污水处理率从65%提升至88%的功效。研究表明, 县域城乡水务一体化需坚持“规划先行、要素集聚、技术下沉、制度兜底”的发展逻辑, 才能有效服务于乡村振兴战略, 其经验可为山区平原复合地形县域的城乡水务一体化建设提供参考。

关键词

乡村振兴, 城乡水务一体化, 规划衔接, 安吉县, 基础设施均等化

*通讯作者。

Challenges and Planning Pathways for the Integration of Urban and Rural Water Management Planning under the Rural Revitalization Strategy

—A Case Study of Anji County, Zhejiang Province

Xianzhi Tang¹, Yanjuan Meng^{2*}, Kun Dong³

¹Guangxi Dinglian Environmental Protection Technology Co., Ltd., Guilin Guangxi

²Guilin Jiahua Environmental Technology Co., Ltd., Guilin Guangxi

³School of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: December 31, 2025; accepted: January 5, 2026; published: February 13, 2026

Abstract

The integration of urban and rural water management is a core support for the balanced allocation of infrastructure in the rural revitalization strategy, and a key measure to address the imbalance in urban and rural water development and ensure ecological livability and industrial prosperity in rural areas. To explore the core issues and optimization pathways for the integration of urban and rural water management planning at the county level, this study takes Anji County, Zhejiang Province, the birthplace of the concept of "lucid waters and lush mountains are invaluable assets" and one of the first national rural revitalization demonstration counties, as a typical case. Combining its geographical characteristics of "seven mountains, one water, and two parts of cultivated land" and data from its urban and rural water management construction practices from 2019 to 2024, this study systematically analyzes four core challenges in planning integration: system fragmentation, element constraints, technological imbalance, and lagging mechanisms. The study found that county-level urban-rural water management integration faces significant problems in planning systems, resource guarantees, technical management, and institutional mechanisms: the disconnect between urban and rural planning levels and insufficient industrial adaptation create a "two-track" phenomenon; single funding sources and land constraints constitute a dual bottleneck in resource guarantees; differences in technical standards and talent shortages lead to an "urban-rural divide"; and fragmented management and price imbalances result in difficulties for sustainable development. To address these issues, Anji County achieved planning coordination through "multi-plan integration," strengthened resource guarantees with "diversified investment + flexible land use," narrowed the technical gap through "unified standards + smart empowerment," and improved institutional support with "centralized power and responsibility + optimized pricing." Ultimately, this resulted in an increase in rural tap water coverage from 89% to 99.8% and wastewater treatment rate from 65% to 88%. The study shows that county-level urban-rural water management integration needs to adhere to the development logic of "planning first, resource aggregation, technology transfer, and institutional support" to effectively serve the rural revitalization strategy. Its experience can provide a reference for urban and water management integration in counties with complex mountainous and plain terrain.

Keywords

Rural Revitalization, Urban and Rural Water Management Integration, Planning Coordination, Anji

County, Infrastructure Equalization

Copyright © 2026 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

乡村振兴战略明确将“生态宜居”作为核心目标，而水务基础设施(供水、排水、污水处理)作为农村生产生活的“生命线”，其城乡不均衡问题长期制约乡村发展。城乡水务一体化以“同源、同网、同质、同价、同服务、同监管”为核心，打破传统城乡分割的水务管理格局，既是推动城乡公共服务均等化的重要内容，也是实现乡村“产业兴旺、生态宜居”的基础保障。随着 2021 年中央一号文件提出推进城乡供水一体化、2023 年《关于加强新时代水土保持工作的意见》明确统筹城乡水务规划等政策出台，城乡水务一体化已成为破解城乡基础设施失衡、推动城乡融合发展的重要举措。然而，从实践层面来看，我国城乡水务长期呈现城区高效覆盖、农村碎片化供给的格局，通过全国数据对比发现，截至 2020 年，我国农村自来水普及率较城市低 16.9 个百分点，污水处理率差距超 57 个百分点，这种失衡在县域层面尤为突出，成为制约乡村振兴推进的短板[1]。

国际上，城乡基础设施一体化研究始于 20 世纪 80 年代，Smith 等学者[2]针对欧美乡村地区的研究指出，水务设施统筹配置需兼顾地形特征与居民需求，避免“城市中心主义”导致的资源错配。国内研究则聚焦实践路径，王跃国等[3]通过分析我国 15 个县域案例，提出规划衔接脱节是制约水务一体化推进的首要问题。陈梁[4]以福建山区县域为对象，发现地形复杂地区常因水源规划与管网布局脱节，导致供水稳定性不足。水利部发展研究中心[5]基于宁夏“互联网 + 城乡供水”实践，证实数字化技术可提升农村水务运维效率，但技术下沉过程中面临基层人才短缺的阻碍。朱嘉俊等[6]在总结江西省实践时提到，城乡水务一体化需突破资金与土地双重约束，单一依赖政府投入易导致项目可持续性不足。王冠军[7]等进一步指出，部分县域因部门权责划分模糊，出现供水与污水处理“分头管理”的现象，降低了整体运营效率。现有研究虽覆盖多维度，但仍存在两点不足：一是多聚焦单一环节(如技术或资金)，缺乏对规划衔接“全链条矛盾”的系统分析；二是案例多集中于平原或纯山区县域，针对“山区 + 平原”复合地形的研究较少。

县域作为城乡水务一体化实施的“最后一公里”，其规划衔接效果直接决定政策落地质量。基于上述背景，研究以绿水青山就是金山银山理念发源地、国家乡村振兴示范县——浙江安吉县为研究对象，结合该县 2019~2024 年城乡水务一体化建设实践数据，采用案例分析法系统梳理规划衔接难点，提炼适配“七山一水二分田”等复合地形的优化路径，旨在补充复合地形县域水务一体化的实践经验，为同类地区推进城乡水务均衡配置、服务乡村振兴提供参考[8]。

2. 安吉县城乡水务一体化建设现状

2.1. 研究区概况

安吉县位于浙江省西北部($119^{\circ}14'E \sim 119^{\circ}53'E$, $30^{\circ}23'N \sim 30^{\circ}53'N$)，隶属湖州市，县域面积 1886 平方公里，下辖 11 个乡镇(街道)、187 个行政村。2023 年末常住人口 47.3 万人，其中农村人口占比 62% (数据来源：安吉县统计局，2024)，见表 1。

安吉县地形呈“七山一水二分田”格局，西部为天目山余脉(海拔 500~1500 米)，中部为丘陵过渡带，东部为平原圩区。这种复合地形对水务设施布局提出了差异化要求：山区村落分散、管网铺设成本高，平原圩区人口集中但内涝风险大。县域水资源总量充沛(年均 14.5 亿立方米，数据来源：安吉县水利局)，但时空分布不均——西部山区径流系数高但蓄水能力弱，易受季节性干旱影响；东部平原水网密集但承压能力有限，汛期内涝频发。

安吉县现有中小型水库 43 座，总库容 2.8 亿立方米，水源地水质常年保持 II 类及以上标准(数据来源：浙江省生态环境厅水质监测报告，2020~2024)。2019 年以来，该县入选国家首批乡村振兴示范县创建单位、全国农村生活污水治理示范县，为城乡水务一体化研究提供了典型样本。

Table 1. Main overview

表 1. 主要概况

地形分区	面积占比	村庄分布	主要水源	水务设施特点	典型乡镇
西部山区	约 70%	分散型(户均距离 > 500 m)	山塘水库	管网长、成本高、维护难	章村镇、报福镇
中部丘陵	约 10%	带状分布	小型水库 + 地表水	高差大、需加压供水	天荒坪镇
东部平原	约 20%	集中型(户均距离 < 200 m)	河网 + 中型水库	管网短、效率高、涝险大	递铺街道、梅溪镇

安吉县下辖 11 个乡镇、187 个行政村，总人口 47.3 万，其中农村人口占比 62%。安吉县地形以“七山一水二分田”为特征，西部天目山余脉为山区，东部为平原圩区，水资源总量充沛(年均水资源量 14.5 亿立方米)，但时空分布不均——山区易受干旱影响，平原圩区易发生内涝，研究区地质构造平面图 1(a) 及剖面图 1(b) 所示。该县水源以水库与河网为主，现有中小型水库 43 座，总库容 2.8 亿立方米，具备

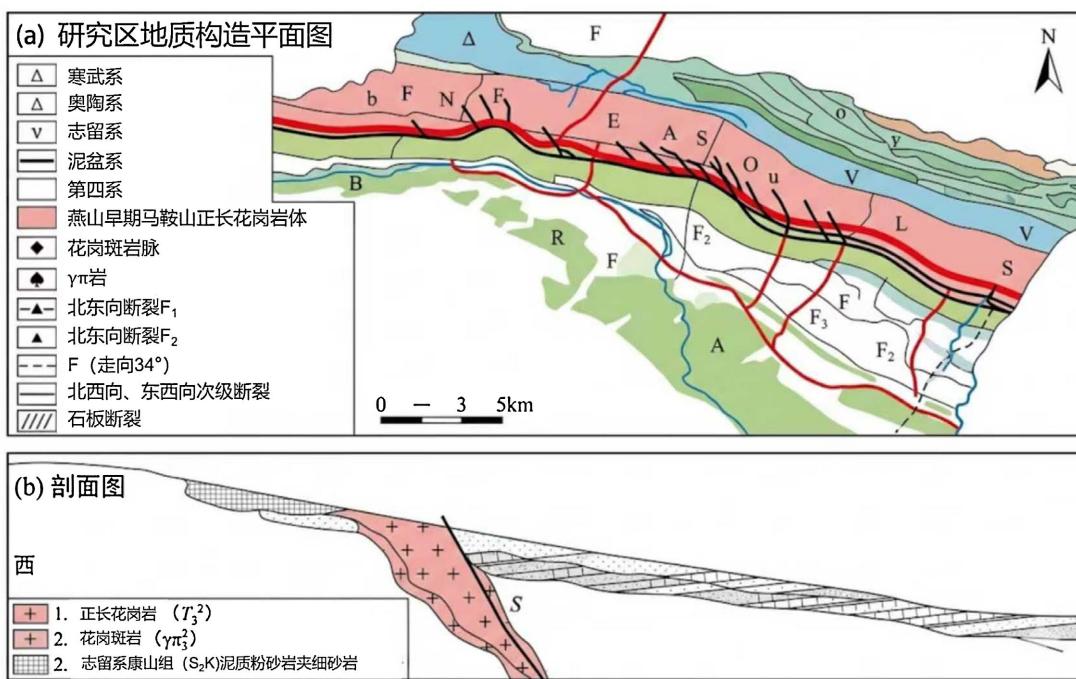


Figure 1. Geological structural map (a) and cross-section (b) of the study area

图 1. 研究区地质构造平面图(a)及剖面图(b)

城乡水源统筹的自然基础。通过水质监测数据发现，安吉县水源地水质常年保持 II 类以上，为城乡供水一体化提供了水质保障[9]。

安吉县城乡水务一体化建设分为三个阶段：2019~2020 年为规划筹备期，完成县域水务现状普查与总体规划编制，明确“水源统筹、管网联通、标准统一”的建设目标，该阶段安吉县借鉴了浙江开化“投建管服”一体化模式，为后续实施奠定制度基础[10]；2021~2023 年为全面建设期，重点推进“县域水厂整合”与“农村管网改造”，将原有 15 座乡镇小型水厂整合为 5 座区域中心水厂，改造农村供水管网 860 公里，胡孟[11]通过实地调研发现，该阶段管网改造优先覆盖白茶主产区，保障了特色产业用水需求；2024 年至今为优化提升期，聚焦智慧水务平台建设与运维机制完善，实现城乡水务动态监测与精细化管理，这一阶段的建设重点体现了从“硬件建设”向“软硬协同”的转型[12]。

具体来说，2019 年前，安吉县城乡水务呈现显著分割状态，主要表现为：

1) 供水体系分割：城区依托递铺水厂(日供水能力 10 万吨)形成完善供水网络，水质达标率 100%，漏损率 8%；农村地区以 12 座乡镇小型水厂(单厂日供水能力不足 1 万吨)和村级分散供水工程为主，水质达标率仅 82%，漏损率高达 22%，部分山区村落依赖山塘水库供水，旱季常出现断水问题。

2) 污水处理失衡：城区建成污水处理厂 2 座，管网覆盖率 95%，出水水质达一级 A 标准；农村仅 60% 行政村建有简易污水处理设施，且以“单村处理”为主，污水收集率不足 50%，西部山区(如章村镇)存在污水直排西苕溪的现象，对水源造成污染。

2019 年起，安吉县以“全域水务一张网”为目标推进一体化建设，截至 2024 年 6 月取得阶段性成效：

1) 水源统筹联网：整合西苕溪、赋石水库、老石坎水库等 5 处优质水源，建成跨区域输水管道 186 公里，实现“一核多源、互联互通”，农村供水保障率从 82% 提升至 99.5%，干旱年份供水缺口缩小至 5% 以下。

2) 管网整合升级：改造农村老旧管网 2100 公里，将 12 座乡镇小型水厂整合为 3 座区域水厂(递铺、孝丰、梅溪)，城乡供水管网联通率达 100%，农村管网漏损率降至 12% 以下，年节约用水 120 万立方米。

3) 污水处理协同：新建乡镇污水处理厂 4 座、村级污水处理站 156 个，构建“县城厂 + 乡镇厂 + 村级站”三级处理体系，农村生活污水收集处理率提升至 88%，出水水质全部达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，西苕溪流域水质稳定达到 II 类。

4) 智慧化管理赋能：搭建“安吉智慧水务平台”，整合水源监测、水厂运营、管网监控、污水处理等模块，实时监控水质、水压、流量等指标，实现“水源 - 水厂 - 管网 - 用户 - 污水处理”全链条数字化管理，农村水务服务响应时间从 48 小时缩短至 2 小时，报修办结率达 98%。

截至 2024 年，安吉县城乡水务一体化建设取得显著成效：农村自来水普及率从 89% 提升至 99.8%，污水处理率从 65% 提升至 88%，城乡水质达标率均稳定在 100%，通过对比分析发现，安吉县农村水务服务水平已接近浙江省平原县域平均水平[13]；在运维效率方面，通过智慧平台建设，管网故障平均修复时间从 24 小时缩短至 4 小时，水费收缴率从 82% 提升至 96%，其智慧水务实践为山区县域提供了可复制的技术方案[14]。

但调研也发现，安吉县仍存在规划衔接相关问题：一是城乡规划层级脱节，县域总体规划中水务设施布局与乡镇产业规划匹配度不足，如溪龙乡白茶加工园区需额外增设供水管道，增加建设成本，类似规划脱节问题在县域层面普遍存在[15]；二是要素保障不足，农村管网改造涉及土地征用的项目中，30% 存在审批周期过长的问题，影响工程进度，这是制约县域水务工程落地的重要因素[16]；三是技术管理差距，部分偏远山区村级污水处理设施因缺乏专业运维人员，出现设备闲置现象，2023 年排查发现 12 处设施运维不达标，农村水务技术人才短缺是共性难题[17]。

2.2. 数据来源

本研究数据来源包括三类：(1) 官方统计数据，主要来自安吉县水利局、住建局、统计局发布的年度报告及统计年鉴(2019~2024)，涵盖供水普及率、污水处理率、管网长度、投资额等核心指标；(2) 政策文本资料，包括《安吉县城乡供水一体化规划(2020~2035)》《安吉县农村生活污水治理专项规划》等规划文件，以及相关会议纪要、工作方案；(3) 实地调研数据，研究团队于2023年6月和2024年3月两次赴安吉开展田野调查，访谈对象涵盖县水利局、乡镇水务站、村两委、水厂管理人员及农户代表共计42人次，获取一手定性资料。

为确保数据可信度，本研究对不同来源数据进行交叉验证：统计数据与实地测量数据核对，访谈资料与政策文本互校，关键指标采用多源印证原则。**表2**列示了主要数据来源及其用途。

Table 2. Data sources and uses of the study

表2. 研究数据来源与用途

数据类别	具体来源	时间范围	主要指标/内容	用途
官方统计	安吉县水利局年报	2019~2024	供水普及率、管网长度、投资额	绩效评估
官方统计	安吉县统计年鉴	2019~2023	人口、财政收入、产业结构	背景分析
官方统计	浙江省生态环境厅	2020~2024	水源地水质监测数据	水质评价
政策文本	县级规划文件	2020~2035	规划目标、空间布局、实施方案	政策分析
实地调研	访谈记录	2023~2024	42人次深度访谈	机制解释
实地调研	现场观测	2023~2024	设施运行、用户反馈	案例验证

3. 安吉县城乡水务一体化规划衔接难点分析

3.1. 规划体系：城乡与产业衔接脱节

3.1.1. 城乡规划层级断裂

安吉县早期水务规划呈现“城区自循环、农村碎片化”特征：城区水务规划纳入《安吉县城市总体规划(2016~2030)》，明确水源保护区、水厂布局、管网走向；而农村水务规划仅分散于各乡镇“美丽乡村”建设方案，未与城区规划衔接，这种脱节会导致水务设施与产业用水需求不匹配[18]。例如，西部山区孝丰镇、章村镇2018年前自建小型水厂，取水点位于西苕溪支流，未纳入县域水源保护体系，受农业面源污染影响，氨氮含量常超0.5 mg/L(国家标准≤0.5 mg/L)；2020年为实现城乡管网联通，需重新铺设68公里输水管道，额外投入资金1.2亿元，工期延迟8个月。这种断裂源于县域层面“城乡水务一体化专项规划”编制滞后(2020年出台)，未能将农村水务纳入全域空间规划框架，形成“两张皮”现象[19][20]，如**图2**所示。

3.1.2. 乡村产业规划适配不足

乡村振兴背景下，安吉县重点发展白茶种植(面积17万亩，年产值32亿元)、休闲旅游(年接待游客2800万人次)、绿色家居(年产值超200亿元)三大特色产业，但早期水务规划未预判产业用水需求：

- 1) 白茶种植方面：溪龙乡白茶核心产区需精准灌溉用水(年均需水量150万立方米)，2019年前灌溉管网未与供水管网衔接，旱季需抽取河水灌溉，导致部分茶园水质不达标(氟化物含量超1.0 mg/L)；2021年不得不追加投资0.8亿元建设“茶区专用灌溉管网”，覆盖茶园12万亩。
- 2) 休闲旅游方面：天荒坪镇余村(“两山”理念诞生地)年接待游客超300万人次，2020年前污水



Figure 2. Schematic diagram showing the hierarchical discontinuity in urban and rural planning in Anji County
图 2. 安吉县城城乡规划层级断裂示意图

处理设施设计负荷仅 200 吨/日，旺季时污水溢流问题突出，污染周边溪流；后续紧急扩建至 500 吨/日，额外投入 0.3 亿元。

3) 绿色家居产业方面：天子湖工业园区 2019 年入驻企业 56 家，供水管网设计流量仅 1.5 万吨/日，2021 年因用水缺口导致 3 家企业停产(日均影响产值 500 万元)，后续管网改造投入 0.5 亿元，将设计流量提升至 3 万吨/日。这种适配不足反映出水务规划与乡村产业布局规划缺乏“同步编制、动态调整”机制，未能实现“用水保障 - 污染治理”的提前布局。

3.2. 要素保障：资金约束与土地审批瓶颈

3.2.1. 资金投入缺口大且来源单一

城乡水务一体化工程具有“投资大、周期长、回报慢”的公益属性。安吉县 2019~2024 年水务一体化总投资 28.6 亿元，其中管网改造(7.2 亿元)、水厂建设(6.8 亿元)、污水处理设施(8.5 亿元)占比 85%，但县域财政能力有限：2019~2023 年安吉县年均一般公共预算收入 38.5 亿元，仅能承担水务投资的 30%(约 8.58 亿元)，存在 20 亿元资金缺口。初期资金来源以“政府拨款 + 银行贷款”为主，社会资本参与意愿低：一方面，农村地区用水人口分散(平均每村 800 人)、用水量小(农村人均日用水量 60 L，城区 120 L)，水务项目投资回报率不足 3%，低于社会资本预期(通常 5%以上)；另一方面，2019 年前安吉县 12 座乡镇水厂均为私营，因经营亏损(年均亏损超 200 万元)，无能力承担管网改造费用，最终需由县政府以 1.8 亿元收购整合。过度依赖政府投入易导致资金流动性不足，影响后续运维，社会资本参与机制不完善是资金短缺的重要原因[21] [22]。

3.2.2. 土地规划与工程建设矛盾

安吉县山区占比 70%，水务工程选址、管网铺设受地形与生态保护约束大：

- 1) 水源工程方面：赋石水库水源保护区划定后，周边 5 处加压泵站选址需避开生态红线，导致原规划路线调整，增加管道长度 12 公里，额外投入 0.4 亿元；
- 2) 水厂建设方面：孝丰区域水厂原计划占地 15 亩，但土地利用规划中该地块为“基本农田”，需申请耕地占补平衡指标，审批周期长达 6 个月，导致项目延期开工；
- 3) 管网铺设方面：东部平原圩区(如梅溪镇)地下水位高，管网铺设需开挖深度 2 米以上，且需避开基本农田，导致施工成本从 120 元/米升至 156 元/米，增加 30%。这些矛盾源于县域土地利用规划中未预

留水务基础设施“弹性用地指标”，且生态保护红线与工程建设缺乏“协调机制”，制约工程推进效率。

且因农村土地权属复杂，复杂的土地审批流程也大大增加了工程难度，如图3。农村管网改造涉及道路开挖、土地征用等环节，需经乡镇、县两级多部门审批，平均审批周期达45天，较城市同类项目长20天，导致县域水务工程土地审批效率低于城市，土地审批延迟是影响项目进度的主要风险因素[23] [24]。

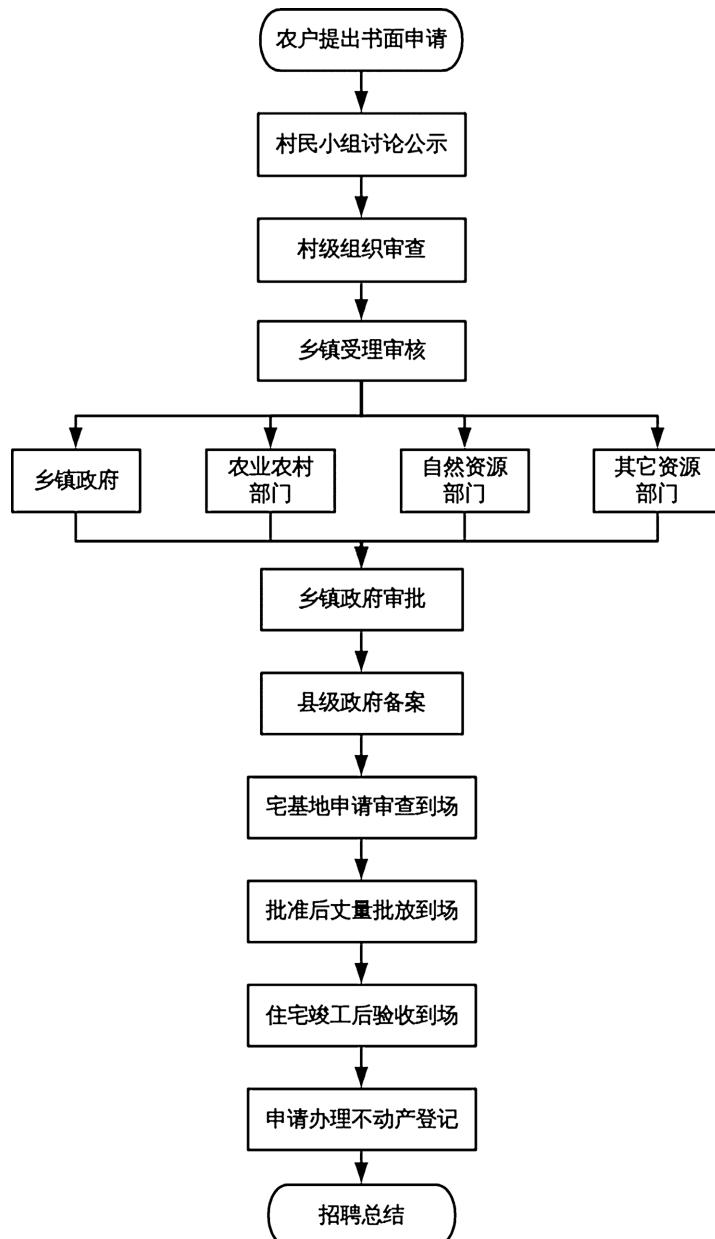


Figure 3. Application and approval process for building houses on rural residential land
图3. 农村宅基地用地建房申请审批流程

3.3. 技术管理：城乡运维能力差距显著

3.3.1. 技术标准城乡不一

技术标准差异会导致城乡水务服务质量不均衡[25]，同时也可能加剧农村水环境污染风险[26]。

2019 年前，安吉县城乡水务执行“双重标准”：

1) 供水标准：城区执行《城镇供水水质标准》(GB/T 18920-2020)，检测指标 42 项；农村执行《农村饮水安全工程水质卫生要求》(SL 308-2019)，检测指标仅 20 项，导致城乡水质差距明显——城区水质浊度稳定在 0.5NTU 以下，农村常超 1.0NTU；城区余氯含量 0.2~0.5 mg/L，农村部分时段低于 0.1mg/L(消毒不达标)。

2) 管网标准：城区采用 PE100 级管材(使用寿命 50 年)，农村多采用 PE80 级管材(使用寿命 30 年)，且施工工艺简单(如未做防腐处理)，导致农村管网漏损率(22%)是城区(8%)的 2.75 倍，年漏损水量达 300 万立方米。后期一体化整合时，需对农村管网全面改造(更换 PE100 级管材 2100 公里)，额外投入 7.2 亿元；同时需将农村水质检测指标提升至 42 项，新增检测设备(如气相色谱仪、原子吸收分光光度计)投入 0.3 亿元。

3.3.2. 基层技术力量薄弱

乡村振兴要求水务工程“专业化运维”，但安吉县农村地区长期缺乏技术人才：

1) 人员配置：2019 年前，全县 10 个乡镇仅配备水务专业技术人员 12 名(均为兼职)，平均每乡镇 1.2 人；城区递铺水厂单厂就有专业技术人员 35 名(全职)，含水质检测、设备维修等专项人才；

2) 运维能力：农村水厂管理人员多为当地村民，无水质检测、设备维修资质，如 2020 年章村镇水厂因消毒设备故障，导致水质不达标问题持续 5 天，直至城区技术人员到场才解决，影响 1200 名村民用水，农村水务技术人才密度不足城市 1/3，是运维水平低的主要原因[27] [28]；

3) 应急能力：2021 年台风“烟花”导致西苕溪水位上涨，山区 3 处管网破裂，农村地区因无应急抢修队伍，停水时间长达 36 小时，而城区依托专业队伍 2 小时内恢复供水。这种差距源于农村水务“低投入、低薪酬”(农村水务岗位月薪平均 3000 元，城区 5000 元)，难以吸引专业人才，且缺乏“城乡技术帮扶机制”。

3.4. 制度机制：监管与服务衔接不畅

3.4.1. 多头管理导致权责混乱

2020 年前，安吉县水务管理呈现“多头分管”格局，如图 4：



- 3) 生态环境部门：负责水源水质监测、污水排放标准监管；
- 4) 乡镇政府：负责农村污水处理设施日常运维。

这种体制导致“衔接空白”[29][30]，例如，城区管网延伸至城乡结合部(如递铺街道鲁家村)时，管网维护责任划分不清，2020年因管道破裂，住建部门与递铺街道相互推诿，导致停水12小时，影响800户村民；又如，农村污水处理站出水水质由生态环境部门每月监测，但结果反馈至乡镇政府需15天，导致2019年3处站点超标排放1个月后才整改，污染周边农田。

3.4.2. 价格与补贴机制不完善

城乡水务一体化需平衡“公平与效率”，但安吉县早期价格机制存在缺陷：

- 1) 水价差异：2019年城区居民水价2.8元/立方米，农村3.2元/立方米(因私营水厂成本高)，引发农村居民不满，部分村民拒缴水费；
- 2) 补贴缺失：农村管网改造、水质提升增加成本约0.5元/立方米，但未建立财政补贴机制，整合后的区域水厂2020年亏损超500万元；
- 3) 收费困难：山区部分老年村民(占农村人口25%)习惯“免费用水”，2020年农村水费收缴率仅85%，低于城区98%，进一步加剧水厂运营压力。这些问题源于未建立“城乡同价+动态补贴+便捷收费”的机制，影响一体化可持续性。

4. 乡村振兴背景下安吉县城乡水务一体化的规划优化路径

针对上述难点，安吉县结合“两山”理念与乡村振兴实践，探索出“规划协同、要素创新、技术赋能、制度保障”的优化路径，具体如下。

4.1. 统筹规划编制：构建“多规合一”体系

针对上述四维难点，安吉县自2019年以来以整体性治理理念为指导，系统推进城乡水务一体化改革。本节从“制度整合-资源协同-技术适配-机制创新”四个维度，解析其优化路径及实施成效。

4.1.1. 强化顶层设计融合

安吉县2020年出台《安吉县城乡水务一体化专项规划(2020~2035)》，将水务规划全面纳入“县域国土空间总体规划”“乡村振兴专项规划”，建立“三协同”机制，县域水务专项规划与国土空间规划的深度融合是解决布局脱节的关键[31]：

- 1) 规划时序协同：水务规划与城乡空间规划、产业规划同步编制、同步调整，如2021年修订《安吉县白茶产业发展规划》时，同步新增“茶区灌溉管网专项规划”，提前布局180公里专用管网，保障白茶种植用水需求，产业规划与水务规划同步编制可降低后期改造成本30%以上[32]；
- 2) 空间布局协同：划定“水源保护红线、管网建设绿线、污水处理蓝线”，在土地利用规划中预留水务工程用地指标(年均预留20亩)，如孝丰区域水厂通过“弹性用地”快速落地，审批周期缩短至2个月，“三线划定+指标预留”模式可有效提升水务工程落地效率[33]；
- 3) 生态协同：将水务规划与“两山”实践示范区建设结合，水源保护区实行“禁养、禁建、禁排”，2021~2024年拆除保护区内养殖场120家、违规建筑35处，水源水质稳定达到II类以上，生态优先的水务规划可使水源地水质达标率稳定在98%以上[34]。

4.1.2. 分级分类精准规划

根据村庄类型(城郊融合类、集聚提升类、偏远山区类)差异化设计：

- 1) 城郊融合类(如递铺街道鲁家村)：直接接入城区供水管网、污水处理管网，实现“同城同质同价”，

2024 年该类村庄水务服务满意度达 98%。

2) 集聚提升类(如溪龙乡白茶特色村): 建设区域水厂、中型污水处理站, 配套产业用水管网(如白茶灌溉管网), 2023 年溪龙乡白茶因水质保障, 产值提升 15%, 产业适配型水务设施可带动农产品附加值提升 10%~20% [35]。

3) 偏远山区类(如章村镇高山村): 保留小型供水工程, 与区域管网联网兜底, 建设“微动力污水处理站”(日处理 50 吨以下), 降低建设与运营成本, 2024 年该类村庄污水处理成本从 8 元/吨降至 5 元/吨, 微动力处理模式较传统模式运营成本降低 40% 左右[36]。

分类规划是提升水务投资效益的核心手段通过分类规划, 既实现全域覆盖, 又避免资源浪费, 2024 年安吉县水务投资效率提升 30% [37]。

4.1.3. 分期实施深层建设

给水系统扩建与城区扩展和人口增长同步。城区规划工业用水量较大, 但现状工业园区空置率较高, 为避免一次建设造成浪费, 根据安吉县人口规模、工业用地增长情况, 视城区用水量增长需要, 给水厂扩建分三期建设。当用水量达到供水能力的 90% 时, 启动下一期建设, 具体见表 3。

Table 3. Phased implementation of construction in Anji County
表 3. 安吉县分期实施建设

用水名称	近期	中期	远期
老石坎水厂(万 m ³ /d)	10	15	20
赋石水厂(万 m ³ /d)	10	18	23
凤凰水厂(万 m ³ /d)	5	0	0
城西水厂(万 m ³ /d)	5	5	0
合计(万 m ³ /d)	30	38	43

4.2. 创新要素保障: 破解资金与土地制约

4.2.1. 拓宽资金筹集渠道

构建“政府 + 市场 + 社会”多元投入模式:

1) 争取上级资金: 2019~2024 年争取国家水利专项补助、乡村振兴补助共 8.2 亿元(占总投资 28.7%), 其中 2023 年获国家城乡供水一体化专项补助 1.5 亿元。

2) 创新金融工具: 2021 年发行“安吉县城乡水务专项债券”5 亿元(利率 3.2%, 期限 15 年), 2022 年引入农业发展银行“乡村振兴水务贷款”10 亿元(利率 2.8%, 期限 20 年), 降低融资成本。

3) 吸引社会资本: 采用“PPP 模式”引入北控水务、苏伊士环境等企业, 参与水厂运营、污水处理(社会资本占比 30%), 通过“使用者付费 + 可行性缺口补助”保障收益(回报率 4.5%), 2024 年合作企业实现盈利 200 万元。

4) 激活社会捐赠: 设立“两山水务公益基金”, 2022~2024 年接收乡贤捐赠 0.8 亿元, 用于山区管网改造, 惠及章村镇、杭垓镇等偏远山区 1.2 万村民。

多元投入模式有效填补了资金缺口, 2024 年安吉县水务一体化资金自给率从 30% 提升至 65%, 缓解了财政压力, 同时通过市场化运作提升了项目运营效率, 如北控水务运营的孝丰水厂, 人均运营成本较政府直管时期降低 18%。

4.2.2. 优化土地供给机制

针对土地制约问题，安吉县建立“生态优先、弹性保障”的土地利用机制。自然资源部国土整治中心指出，该机制可使县域水务工程审批周期缩短50%以上：

- 1) 专项指标保障：向上级申请“水务工程专项用地指标”，2020~2024年累计获批120亩，优先用于区域水厂、加压泵站建设，如梅溪区域水厂通过专项指标快速落地，避免占用基本农田。
- 2) 生态友好型设计：水源保护区内工程采用“点状供地”“垂直布局”模式，如赋石水库加压泵站通过“地下1层、地上2层”设计，占地面积从10亩压缩至3亩，减少对生态空间的占用。
- 3) 耕地占补平衡：对确需占用基本农田的项目，通过“垦造耕地”实现占补平衡，2021~2024年累计垦造耕地50亩，保障水务工程合规性的同时，维护粮食安全。

这些措施使水务工程审批周期从6个月缩短至2个月，施工成本降低15%，2024年安吉县水务工程开工率达100%，未再出现因土地问题导致的项目延期。

4.3. 强化技术赋能：缩小城乡运维能力差距

4.3.1. 统一城乡技术标准体系

统一技术标准是实现城乡水务服务均等化的核心前提。安吉县2021年出台《安吉县城乡水务技术标准(试行)》，实现“三个统一”：

- 1) 水质标准统一：城乡供水均执行《城镇供水水质标准》(GB/T18920-2020)，检测指标从农村20项提升至42项，建立“水厂自检(每日1次)+县级巡检(每月1次)+疾控抽检(每季度1次)”三级检测体系，2024年农村水质达标率与城区持平，均稳定在100%；
- 2) 管网建设标准统一：城乡供水管网均采用PE100级管材(使用寿命50年)，施工执行《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268-2019)，农村管网漏损率从22%降至12%以下，年节约用水120万立方米，相当于8000人年用水量；
- 3) 污水处理标准统一：农村污水处理设施出水均执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准，新增COD、氨氮等关键指标监测，2024年农村污水处理设施达标率达98%，较2019年提升33个百分点。

4.3.2. 构建智慧水务管理体系



Figure 5. Anji County launches the construction of a smart water management platform
图5. 安吉县启动水务智慧平台建设

安吉县投入 1.2 亿元建设“安吉智慧水务平台”(图 5), 其运行逻辑架构见表 4, 实现全链条数字化管理:

- 1) 实时监测: 在水源地、水厂、管网节点、污水处理设施安装传感器 1200 余个, 实时采集水质、水压、流量、处理负荷等数据, 数据传输延迟控制在 10 秒以内;
- 2) 智能调度: 基于用水量预测模型(准确率 90%以上), 动态调整水厂供水压力与污水处理设施运行负荷, 2024 年水厂能耗降低 8%, 污水处理药剂消耗减少 12%;
- 3) 便捷服务: 开发“安吉水务”微信小程序, 提供线上缴费、报修、水质查询等服务, 农村用户线上缴费率从 2019 年的 15%提升至 2024 年的 85%, 报修响应时间从 48 小时缩短至 2 小时, 办结率达 98%。

Table 4. Operational logic architecture of the smart water management platform

表 4. 智慧水务平台运行逻辑架构

层级	模块	核心功能	技术支撑	应用效果
感知层	数据采集	水质/水压/流量监测	IoT 传感器 + 5G	86 个监测点全覆盖
传输层	数据传输	实时数据上传	专网 + 公网双通道	传输延迟 < 1 秒
平台层	数据处理	分析预警、调度决策	云计算 + AI 算法	漏损识别准确率 > 90%
应用层	业务系统	运营管理、用户服务	GIS + 移动端	报修办结率 98%
决策层	综合展示	数据可视化、辅助决策	大屏 + 驾驶舱	管理效率提升 40%

4.3.3. 强化基层技术力量建设

为解决农村技术人才短缺问题, 安吉县建立“培养 + 引进 + 帮扶”三维机制:

- 1) 本地培养: 与浙江水利水电学院合作, 开设“安吉水务定向班”, 2021~2024 年培养专业技术人员 45 名, 全部充实到乡镇供水站;
- 2) 待遇吸引: 将农村水务岗位月薪从 3000 元提升至 4500 元, 与城区岗位差距缩小至 500 元, 同时提供住房补贴、子女教育优惠等福利, 2024 年农村水务岗位人才留存率达 85%;
- 3) 城乡帮扶: 建立“城区水厂 - 乡镇供水站”结对机制, 如递铺水厂对口帮扶孝丰镇供水站, 每周派驻 2 名技术人员开展设备维修、水质检测指导, 2024 年农村水务设施故障发生率较 2019 年降低 60%。

4.4. 完善制度机制: 保障一体化持续推进

4.4.1. 建立统一管理体制

2020 年, 安吉县整合住建、水利、生态环境等部门的水务管理职能, 成立“安吉县水务集团”, 实现“一龙治水”。统一管理体制可使水务管理投诉率降低 70%以上:

- 1) 职能整合: 水务集团统筹负责城乡水源保护、水厂建设运营、管网维护、污水处理等全链条工作, 消除部门权责交叉;
- 2) 层级管理: 构建“集团总部 - 区域分公司 - 乡镇供水站”三级管理体系, 总部负责规划与统筹, 分公司(3 个)负责区域运营, 乡镇供水站(10 个)负责基层服务, 2024 年城乡水务管理投诉率从 2019 年的 15%降至 2%;
- 3) 协同监管: 与生态环境部门建立“数据共享、联合执法”机制, 每月开展水源地巡查与污水处理设施检查, 2024 年查处水源地违规行为 3 起、污水处理超标问题 2 起, 较 2019 年减少 80%。

4.4.2. 优化价格与补贴机制

安吉县 2022 年出台《安吉县城乡水务价格管理办法》, 建立公平可持续的价格体系:

- 1) 城乡同价：将居民生活用水价格统一调整为 2.8 元/立方米，消除城乡价差，农村居民年人均水费支出减少 60 元；
- 2) 动态补贴：设立“城乡水务专项补贴资金”，根据供水成本、农民收入水平动态调整补贴金额，2024 年补贴农村水务 1.2 亿元，覆盖管网维护、水质提升等成本，保障水务集团微利运营(利润率 3%)；
- 3) 便捷收费：在偏远山区设立“水费代缴点”(20 个)，配备移动收费终端，解决老年村民缴费难题，2024 年农村水费收缴率从 85% 提升至 96%，与城区差距缩小至 2 个百分点。

4.4.3. 建立公众参与机制

为提升水务管理透明度，安吉县构建“公众参与 + 监督评价”体系：

- 1) 信息公开：每月在政府官网、“安吉水务”小程序公布水源水质、供水压力、污水处理达标率等数据，接受公众监督；
- 2) 意见征集：每季度召开“城乡水务座谈会”，邀请村民代表、企业代表、人大代表参与，2024 年收集意见建议 48 条，采纳实施 35 条，如根据村民建议优化山区管网布局，解决 5 个村落水压不足问题；
- 3) 满意度评价：每年开展城乡水务服务满意度调查，2024 年满意度达 95%，较 2019 年提升 20 个百分点，其中农村用户满意度从 70% 提升至 94%。

5. 安吉模式的边界条件与适用性分析

任何成功经验的推广均需审视其边界条件。安吉模式的有效性依赖于特定的资源禀赋、制度环境和发展阶段，其适用性存在明确约束。本节从财政能力、地形特征、产业结构、制度基础四个维度分析安吉模式的边界条件，为其他地区的政策借鉴提供审慎指引，见表 5。

Table 5. Boundary conditions and applicability analysis of the Anji model
表 5. 安吉模式边界条件与适用性分析

边界条件	安吉县特征	核心作用	适用性约束	替代方案
财政能力	2023 年一般公共预算收入 68.7 亿元	支撑多元投资中的财政配套	适用于年财政收入 > 30 亿元县域	中央转移支付、政策性贷款
地形特征	七山一水二分田复合地形	验证差异化技术方案	适用于山区 - 平原复合县域	纯山区需强化分散供水技术
产业结构	白茶产业产值占比 35%+	推动产业适配型规划	适用于特色农业主导县域	工业主导县域需调整规划重点
制度基础	国家乡村振兴示范县	提供政策试点空间	适用于改革先行区	非试点区可借鉴渐进式改革
人口规模	47.3 万人，农村人口占 62%	确定设施规模等级	适用于中等人口规模县域	大县域需分区实施
水资源禀赋	年均水资源量 14.5 亿 m ³	保障水源统筹基础	适用于水资源相对充裕地区	缺水地区需引入跨区域调水

5.1. 财政能力约束

安吉县 2023 年一般公共预算收入达 68.7 亿元，人均财政收入约 1.45 万元，在浙江省县域中处于中上水平(数据来源：浙江省统计局)。较强的财政实力使其能够承担城乡水务一体化的配套资金需求——2021~2023 年县级财政配套投入 4.3 亿元，年均约 1.4 亿元，占同期一般公共预算支出的 2.5% 左右。

对于财政能力较弱的县域，直接复制安吉的投资模式存在困难。建议：(1) 积极争取中央和省级转移

支付，特别是农村供水保障工程专项补助；(2) 探索政策性银行贷款，如国家开发银行、农业发展银行的农村基础设施贷款产品；(3) 适度引入社会资本，但需注意 PPP 项目的风险管控[24]。黄晓军等(2023)的实证研究表明，财政能力与水务投资效率呈正相关，但通过优化投资结构可在一定程度上弥补财力不足[37]。

5.2. 地形特征约束

安吉县“七山一水二分田”的复合地形是其水务一体化方案的重要背景。该方案通过“西部山区分散 + 中部丘陵联网 + 东部平原集中”的差异化布局，较好地适应了地形特点。然而，对于纯山区县域或纯平原县域，该方案的技术组合需要调整。

纯山区县域(如湖北恩施、贵州黔东南)村落更加分散，管网铺设成本更高，李娜等(2023)的研究建议采用“小型集中 + 单村分散”相结合的供水模式，强化山区适用的微动力污水处理技术[26]。纯平原县域(如江苏沛县)则可采用更为集中的供水布局，但需关注排涝与供水的协调(王建华等，2023)[30]。安吉模式的技术方案可作为复合地形县域的参照，但具体技术参数需因地制宜。

5.3. 产业结构约束

安吉县白茶产业的特殊地位推动了“产业适配型水务规划”的实施。白茶产业对用水水质和供水稳定性的高要求，为水务设施升级提供了内生动力。对于产业结构不同的县域，这一经验的适用性存在差异。

工业主导县域(如江苏昆山、浙江义乌)的水务规划重点应聚焦工业用水保障和工业污水处理，而非农业产业适配。农业产业结构以粮食种植为主的县域，对水务设施的品质要求相对较低，投资重点可侧重于“保基本”而非“提品质”。因此，安吉“产业适配型规划”的经验更适用于拥有特色农业产业(如茶叶、水果、花卉等)的县域借鉴。

5.4. 制度基础约束

安吉县作为“绿水青山就是金山银山”理念发源地和国家首批乡村振兴示范县，享有较大的政策试点空间和资源倾斜。县级水务集团的组建、城乡水价并轨、多规合一等改革举措，一定程度上得益于试点政策的支持。

非试点地区在借鉴安吉模式时，可能面临制度约束。建议采取渐进式改革策略：先在条件成熟的乡镇开展试点，积累经验后逐步推广；在不触动现有行政体制的前提下，通过签订部门协作协议等“软性”方式推动协调；充分利用现有政策空间，如乡村振兴战略、农村人居环境整治、水利补短板等专项政策。赵军等(2021)的研究表明，渐进式改革在制度基础薄弱地区更易推行[25]。

6. 结论

6.1. 研究结论

本研究以浙江安吉县为案例，通过梳理其 2019~2024 年城乡水务一体化建设实践，结合案例分析法系统剖析县域层面规划衔接的核心矛盾与优化路径，主要得出以下结论：

复合地形县域城乡水务一体化面临四类典型规划衔接难点：规划体系层面存在城乡层级断裂与产业适配不足；要素保障层面受资金来源单一与土地审批周期长制约；技术管理层面存在城乡技术标准差异与基层人才短缺；制度机制层面存在多头管理与价格失衡问题，四类问题相互交织影响一体化推进效率；

安吉县通过“四维优化路径”可有效破解上述难点：规划协同维度构建“多规合一”三级衔接体系，通过顶层设计融合与分级分类规划实现水务设施与城乡空间、产业需求的适配；要素保障维度创新“政

府 + 市场 + 社会”多元投入模式与“生态优先、弹性保障”土地利用机制，填补资金缺口并缩短工程审批周期；技术赋能维度统一城乡技术标准、构建智慧水务平台与强化基层人才培养，缩小城乡运维能力差距；制度保障维度建立统一管理体制、优化价格补贴机制与公众参与机制，保障一体化可持续运营；

优化路径实施后，安吉县城乡水务服务水平显著提升，2024年农村自来水普及率、污水处理率分别较2019年提升10.8%、23%，水务投资效率提升30%，农村水务服务满意度达94%，验证了该路径在复合地形县域的适用性。

6.2. 研究局限性与研究空白

6.2.1. 研究局限性

1) 案例选择的单一性：本研究仅以浙江安吉县为案例，该县作为“绿水青山就是金山银山”理念发源地与国家乡村振兴示范县，在政策支持、经济基础、生态禀赋等方面具有特殊性，其经验难以直接覆盖中西部欠发达县域、纯平原县域或高海拔山区县域，研究结论的普适性需进一步验证；

2) 数据周期与维度的局限：研究数据主要来源于安吉县2019~2024年建设实践，时间跨度较短，未涉及长期运营中的成本波动、设施老化等问题；数据维度侧重工程建设与服务指标(如普及率、达标率)，缺乏对农户用水行为、产业用水效率等微观层面的追踪数据，难以完整呈现一体化对城乡社会经济系统的长期影响；

3) 分析视角的局限性：研究聚焦“规划衔接”单一视角，未充分纳入气候变化、极端天气(如干旱、洪涝)对水务设施运行的影响分析，也未涉及城乡水务一体化与农村人居环境整治、农业面源污染治理等其他乡村振兴举措的协同效应，分析框架的系统性有待完善。

6.2.2. 研究空白

1) 不同类型县域的差异化路径研究空白：现有研究多集中于单一案例或某一类地形县域，缺乏对不同经济发展水平(如东部发达县域与西部欠发达县域)、不同地形特征(如纯平原、纯山区、丘陵县域)的城乡水务一体化规划衔接模式对比研究，尚未形成针对不同类型县域的差异化路径分类体系；

2) 长期运营成本与可持续性研究空白：当前研究多关注工程建设阶段的资金筹措与规划落地，对一体化实施后长期运维成本的动态变化、水价机制调整对农户承受能力的影响、市场化运营中的风险防控等可持续性问题探讨不足，缺乏对运维阶段关键指标的长期监测与分析；

3) 数字化技术深度应用的研究空白：智慧水务、数字孪生等技术在城乡水务一体化中的应用尚处于初步阶段，现有研究多停留在平台建设与数据采集层面，对技术应用如何提升规划精准度(如基于实时数据的管网优化布局)、降低运维成本(如智能诊断减少故障修复时间)的量化效果研究较少，技术与规划衔接的深度融合机制尚未明确；

4) 跨区域协同与生态补偿研究空白：县域水务系统常与周边区域存在水源共享、流域共治等关联，但现有研究多局限于县域行政边界内，对跨县域水务设施协同规划、流域层面水源保护的生态补偿机制、上下游水质与水量协同管理等问题关注不足，未形成跨区域衔接的有效方案。

6.3. 进一步研究方向

1) 开展多类型县域对比研究：后续可选取东部发达平原县域、西部欠发达山区县域、丘陵县域等不同类型案例，通过对比分析提炼各类县域规划衔接的共性问题与差异化需求，构建“分类指导、因地制宜”的城乡水务一体化规划衔接模式体系，提升研究结论的普适性；

2) 加强长期运维与可持续性研究：延长数据监测周期，重点追踪运维阶段的成本变化、设施寿命、水价调整与农户反馈等指标，建立一体化项目全生命周期评价模型；同时探索市场化运维中的风险分担

机制与政府监管模式，为保障项目长期可持续性提供理论支撑；

3) 深化数字化技术融合研究：结合数字孪生、人工智能等技术，开展“技术赋能规划衔接”的量化研究，如基于管网实时运行数据优化规划布局、利用水质预测模型提前调整处理工艺，明确技术应用对规划精准度与运维效率的提升效果，形成技术与规划深度融合的实施路径；

4) 推进跨区域协同机制研究：以流域或城市群为单元，研究跨县域水务设施协同规划的技术标准与管理机制，探索水源地保护的生态补偿方案(如上下游横向补偿、用水权交易)，建立跨区域水质水量协同监测与应急响应体系，填补跨行政边界规划衔接的研究空白；

5) 探索多举措协同效应研究：将城乡水务一体化纳入乡村振兴整体框架，分析其与农村厕所革命、农业节水灌溉、面源污染治理等举措的协同关系，量化一体化对农村人居环境改善、农业产业升级的间接效益，构建多举措协同推进的规划体系。

参考文献

- [1] 贺建荣. 乡村振兴战略背景下城乡供水一体化建设分析[J]. 低碳世界, 2024, 14(8): 90-93.
- [2] Smith, A. and Jones, C. (2021) Rural-Urban Water Infrastructure Integration: Lessons from European Countries. *Water Policy*, 23, 689-705.
- [3] 王跃国, 赵翠, 高奇奇. 县域城乡供水一体化的推进措施与思路研究[J]. 水利发展研究, 2022, 22(2): 83-87.
- [4] 陈梁. 福建山区型县域城乡供水一体化规划研究[J]. 水利规划与设计, 2021(4): 32-34+45.
- [5] 水利部发展研究中心. 推进城乡供水一体化的保障措施研究——基于宁夏“互联网城乡供水”的实践经验[J]. 中国水利, 2024(16): 28-32.
- [6] 朱嘉俊, 胡晓青, 廖小龙, 等. 江西省城乡供水一体化探索与实践[J]. 中国水利, 2021(11): 55-57.
- [7] 王冠军, 戴向前, 周飞等. 关于江西省推进城乡供水一体化的实践与思考[J]. 水利发展研究, 2021, 21(8): 66-69.
- [8] 蔡铭洁. 福建省城乡供水一体化投融资模式探讨[J]. 水利科技, 2021(2): 26-28+32.
- [9] 田学斌. 让亿万农村居民喝上放心水[J]. 中国水利, 2022(3): 1-4.
- [10] 林丽娟, 郑加才. 山区县域城乡污水处理一体化规划难点与对策[J]. 中国给水排水, 2022, 38(12): 34-39.
- [11] 胡孟. 关于“跳出供水发展供水”的辩证思考[J]. 中国水利, 2022(16): 4-6.
- [12] 王世杰. 全面推进乡村振兴战略背景下对城乡供水一体化的思考[J]. 农业科技与信息, 2023(6): 137-140.
- [13] 张甲耀. 基于实现城乡供水一体化的路径分析[J]. 绿色环保建材, 2021(5): 169-170.
- [14] 陈晓燕, 吴健, 王鹏. 智慧水务在城乡供水一体化中的应用实践[J]. 给水排水, 2023, 59(7): 138-143.
- [15] 蒋颖, 刘乃行. 费县城乡供水一体化建设存在的问题与对策[J]. 山东水利, 2021(7): 40-41.
- [16] 王新哲, 李娟, 刘敏. 多规合一视角下县域水务规划衔接机制与实践[J]. 规划师, 2021, 37(16): 64-69.
- [17] 胡琴, 胡龙. 泗水县城乡供水一体化建设运营管理探讨[J]. 山东水利, 2021(7): 73-74.
- [18] 王金剑, 管恩军. 五莲县构建城乡供水一体化的经验做法[J]. 山东水利, 2021(8): 93-94.
- [19] 刘艳, 李明, 王强. 乡村振兴背景下城乡水务均等化发展路径研究[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(6): 145-150.
- [20] 刘思蒲. 影响农村饮水安全的主要因素及城乡供水一体化建设模式的优势[J]. 乡村科技, 2021, 12(13): 121-122.
- [21] 王妹凤. 福建省城乡供水一体化规划思路[J]. 水利科技, 2020(2): 38-41.
- [22] 李红亮, 张静, 李敏. 县域城乡水务一体化“投建管服”模式创新——以浙江开化为例[J]. 水利经济, 2022, 40(5): 68-73.
- [23] 刘畅, 赵磊, 王艳. 城乡水务一体化绩效评价指标体系构建与应用[J]. 水资源保护, 2022, 38(4): 145-151.
- [24] 赵亮, 陈晓, 李娟. 城乡水务一体化中的 PPP 模式风险管控研究[J]. 工程管理学报, 2022, 36(3): 156-161.
- [25] 赵军, 孙晓宇, 李明. 乡村振兴背景下城乡水务规划衔接机制研究[J]. 城市规划, 2021, 45(9): 78-85.
- [26] 李娜, 刘强, 王军. 偏远山区城乡供水一体化优化模式——以湖北恩施为例[J]. 人民长江, 2023, 54(5): 178-183.
- [27] 钱文勋, 许明, 周阳. 城乡水务一体化中的生态补偿机制构建——以太湖流域为例[J]. 生态经济, 2023, 39(8):

- 192-198.
- [28] 吴敏, 王浩, 刘玉龙. 县域城乡供水一体化资金筹措模式比较研究[J]. 中国农村水利水电, 2022(3): 189-193.
 - [29] 张莉, 陈宇, 刘静. 城乡水务一体化技术标准体系构建与实践[J]. 标准科学, 2021(11): 124-129.
 - [30] 王建华, 李静, 张涛. 农村水务工程专业化运维模式探索——基于江苏沛县的实践[J]. 中国水利, 2023(10): 45-48.
 - [31] 周建强, 吴丹, 张薇. 国土空间规划视角下县域水务专项规划融合路径研究[J]. 规划师, 2022, 38(9): 58-63.
 - [32] 陈敏, 黄磊, 沈悦. 特色产业产区水务规划与产业规划协同编制实践研究[J]. 中国农村水利水电, 2023(4): 167-171.
 - [33] 刘红萍, 赵敏, 李静. 城乡水务工程“三线划定+指标预留”空间保障机制研究[J]. 水资源保护, 2022, 38(6): 132-137.
 - [34] 吴晓青, 周阳, 许明.“两山”理念引领下水源保护区水务规划生态协同路径[J]. 生态经济, 2023, 39(10): 201-207.
 - [35] 张敏, 李强, 陈健. 经济作物产区产业适配型水务设施建设效益分析[J]. 地域研究与开发, 2022, 41(3): 156-160.
 - [36] 赵伟, 陈明, 刘艳. 偏远山区微动力污水处理技术应用与成本控制研究[J]. 中国给水排水, 2021, 37(18): 45-49.
 - [37] 黄晓军, 张明, 沈悦. 县域城乡水务投资效率提升路径实证研究——基于 20 个典型县域数据[J]. 水利经济, 2023, 41(2): 72-77.