

农村饮水安全工程设计实践与反思

——基于秦巴山区旬阳市农村供水

陈 谊

旬阳市水利水电水保生态勘测设计院 陕西旬阳 725700

摘要：农村饮水安全是巩固脱贫攻坚成果、推进乡村振兴的基础性民生工程。陕西省旬阳市作为秦巴山区典型的“八山一水一分田”地貌市，农村供水长期受地形破碎、水源分散、管理薄弱等因素制约。本文基于旬阳市2021-2024年农村饮水安全工程实践数据，结合实地调研与官方统计《旬阳市水资源公报（2023年）》，系统梳理当地农村饮水安全工程的设计实践特征，总结“因地制宜、分类施策”的典型经验，反思设计过程中存在的技术适配性不足、群众参与深度不够、长效管护机制缺位等问题，并提出针对性优化建议，为同类山区县农村饮水安全工程高质量发展提供参考。

关键词：饮水安全；工程设计；对策建议

引言

旬阳市位于陕西省东南部，地处秦巴山脉东段，汉江横贯其中，境内80%以上为山地，最高海拔2358.4米，最低海拔185米，地形高差达2173.4米。受地形与气候（年均降水量735-900毫米，且70%集中在7-9月）影响，农村供水长期面临“水源不稳定（季节性缺水）、水质难保障（微生物与重金属风险并存）、工程难管护（分散运维成本高）”三大核心问题。“十三五”以来，旬阳市累计投入资金9.8亿元，建成农村供水工程2843处，农村集中供水率达92.3%、自来水普及率达90.1%，基本解决了“有水吃”的问题。但随着乡村振兴战略推进，群众对“水质更安全、水量更稳定、取水更便捷”的需求日益增长，工程设计如何从“保基本”转向“提质量”，成为当前亟待解决的关键课题。本文结合旬阳市近年典型工程设计实践，总结经验、反思不足，探索符合山区实际的优化路径。

一、旬阳市农村饮水安全工程设计的现实基础

（一）地形与水源特征：分散性与季节性叠加

旬阳市“两山夹一川”的地貌决定了农村供水必

须“依山就势、就地取材”。全市农村供水水源主要包括四类：①山涧溪流（占比41%），主要分布于海拔800-1500米的低中山区，特点是流量随季节剧烈波动；②岩溶裂隙水（占比33%），集中于海拔500-800米的浅山丘陵区，通过天然泉眼或浅井取水，但易受农业面源污染；③地下水窖（占比19%），分布在海拔1000米以上的高山区域，依赖雨季蓄水；④汉江沿岸取水（占比7%），如段家河、蜀河沿岸村落直接取用河道水。

（二）需求特征：从“有水吃”到“喝好水”的分层诉求

通过2023-2024年旬阳市水利局“农村供水满意度调查”（覆盖21个镇102个行政村，问卷有效率94%，涉及农户4276户）发现，群众需求呈现明显分层（表1）：

典型案例：构元镇羊山村（海拔1250米）的留守老人王某反映：“夏天泉水够用，冬天泉眼结冰，希望水窖能保温”；棕溪镇王院村（海拔420米）的民宿老板李某则提出：“旅游旺季（4-10月）游客多，现有水管水压小，二楼洗澡没水”。

表1

需求层级	具体内容	关注比例 (%)	核心群体
基础层	“全年不断水，取水距离≤300米”（水量稳定）	92.1	高山散居户（占比31%）、留守老人（占比28%）
保障层	“烧开无沉淀，洗衣服不发黄”（水质安全）	86.3	有儿童/老人的家庭（占比45%）、返乡创业者（占比8%）
提高层	“水压够洗澡，冬天水管不冻”（使用便利）	61.7	年轻家庭（占比29%）、民宿经营者（占比3%）
拓展层	“缴费透明，坏了有人修”（管护可靠）	57.2	村民代表（占比15%）、村两委干部（占比22%）

二、旬阳市农村饮水安全工程设计的实践探索

(一) 典型设计案例：因地制宜的分类解决方案

针对不同地形、水源与需求特征，旬阳市近年重点推进了12个代表性工程设计（2019-2023年实施），形成了“集中为主、分散兜底、分类优化”的实践模式：

案例1：低山丘陵区“集中供水+水质提升”工程（金寨镇郭家湾村）

背景：该村海拔400-750米，有农户230户1053人，原依靠3处岩溶泉眼取水（分散供水），但泉水受下游农田化肥渗透影响，大肠杆菌群超标。

设计方案：整合2处山溪水源，在地势较高的位置建设“截水坝+过滤池”取水+粗滤设施，铺设dn32-dn63PE主管道15.3km，覆盖全村；配套建设小型净（配）处理厂（处理规模15m³/h，含絮凝、沉淀、过滤、消毒工艺），重点去除浊度与微生物。

成效：工程于2019年10月投用后，末梢水浊度稳定 $\leq 0.5\text{NTU}$ （国标 $\leq 1\text{NTU}$ ），微生物指标100%达标，群众满意度达96%；通过“阶梯水价+村集体补贴”模式（基础水价2元/m³，贫困户1.5元/m³），年运行成本约4.5万元。

案例2：中高山区“季节性调蓄+多水源互补”工程（构元镇林相村）

背景：该村海拔1100-1400米，有农户189户612人，原依赖1条季节性溪流（枯水期断流3-4个月），冬季需靠水窖蓄水。

设计方案：①挖掘2处常年不干的岩溶裂隙水（流量合计3m³/h），作为主水源；②在溪流上游修建500m³的钢筋混凝土调蓄池（雨季蓄积地表水，补充枯水期缺口）；③配套建设20m³的圆形水窖（每院落1个，采用C25混凝土+防水涂料防渗），通过管道将调蓄池与水窖连通。

成效：工程2019年8月投用后，枯水期日均供水量从原0.5m³/户提升至2.5m³/户（满足基本生活需求），水窖水质浑浊度从50NTU降至10NTU以下（经简易过滤）；群众反映“冬天不用挑水了，水窖里的水也清亮了”。

案例3：汉江沿岸“河道取水+预处理”工程（蜀河镇闫关村）

背景：该村位于汉江支流蜀河岸边（海拔330米），有农户215户826人，原直接抽取河道水（汛期泥沙含量高，枯水期水位低于水泵吸程）。

设计方案：①在蜀河右岸（远离排污口）建设大口井1座（大口井外侧及底部设过滤料），通过DN80钢管

将水加压抽送至村内高位水池（容积200m³）；②配套建设“平流过滤池”（去除泥沙与悬浮物），再经二氧化氯消毒后进入管网；③管网采用PE管，关键节点设置排气阀与排泥阀。

成效：工程2020年5月投用后，汛期原水浊度从800mg/L降至5NTU以下，枯水期供水稳定，群众反映“水不再发黄，洗衣机也不堵了”。

(二) 共性经验：符合山区实际的设计逻辑

上述案例反映出旬阳市农村饮水安全工程设计的三大核心经验：

1. “地形适配”优先：根据海拔高差合理利用重力流，对高差不足区域，采用“低扬程水泵+变频控制”降低运行成本。

2. “水源组合”保障：针对季节性缺水问题，采用“稳定水源（岩溶水/地下水）+调蓄设施（调蓄池/水窖）+应急水源（邻近村共享）”的多水源模式，确保枯水期不断水。

3. “需求分级”响应：对高山散居户保留改良水窖，对聚居村落推广集中供水（配套水质净化设施），对特殊群体（如留守老人、民宿户）定制化设计（如入户支管加装减压阀、院落内增设接水点），临近各集镇的村组，实施乡村供水一体化，将农村供水纳入集镇供水范围（配套智能水表）。

三、设计实践中的反思：问题与挑战

(一) 技术适配性不足：部分工程“标准符合但实际难用”

案例：某高山村集中供水工程（海拔1300米）设计时按《农村饮水安全评价准则》的最低水量标准（20L/人·天）确定规模，但未考虑冬季取暖用水（农户烤火需额外用水5-10L/人·天），导致12月至次年2月日均供水量缺口达30%，群众需夜间储水。

根源：设计中对山区“季节性用水峰谷”（如夏季农业灌溉、冬季生活用水增加）与“隐性需求”（如牲畜饮水、庭院清洁）调研不足，仅满足“底线指标”而忽视实际使用场景。

(二) 群众参与深度不够：需求传导与技术决策脱节

案例：某村集中供水工程设计方案中，设计单位将取水点选在村庄上游2公里的溪流（技术上符合“远离污染源”要求），但该溪流是村民传统的洗衣、灌溉水源（群众认为“取水点迁移后生活不便”），导致施工时遭遇阻工，最终调整方案增加管道长度300米，增加投资约10万元。

根源：设计前期仅通过村委会收集“是否需要供水”的笼统意见，未深入农户了解“对取水位置、水压要求、水质感官偏好”等具体需求；群众参与多停留在“方案公示后签字”，缺乏对技术方案的实质性影响。

（三）长效管护机制缺位：工程“建得起、用不好”

数据：旬阳市2023年农村供水工程运行调查显示，分散供水工程（水窖、小集中）闲置率11%（主要因管护责任不清），集中供水工程中12%存在“季节性停水”（因消毒设备故障未及时维修）；全市村级管水员中，接受过专业培训的仅占38%（多数为村两委干部兼任）。

案例：某村集中供水工程（服务120户）的消毒设备（二氧化氯发生器）因操作复杂（需定期添加原料），管水员未按规程使用，导致2022年枯水期水质微生物超标（大肠杆菌群检出），群众投诉后被迫停用整改。

根源：设计阶段未充分考虑“谁来管、怎么管”，对管护成本（如消毒剂费用、管道维修费）、技术难度（如设备操作）缺乏预判；工程移交后，村集体与用水户的责任划分不明确，群众“重使用、轻维护”意识普遍。

四、优化旬阳市农村饮水安全工程设计的对策建议

（一）强化“需求导向”的精准设计

深化前期调研：组建“水利干部+技术专家+村民代表”的联合调研组，通过“逐户走访+用水日记记录”，掌握群众“不同季节的用水量变化（如冬季取暖、夏季浇灌）、对水质的感官偏好（如是否接受消毒水味）、取水习惯”等细节需求。

动态调整标准：在满足《农村饮水安全评价准则》底线指标的基础上，结合旬阳实际增加“冬季保供水量（建议35L/人·天）”“水质感官指标（如浊度 \leq 1NTU、无肉眼可见物）”等地方性标准，确保工程设计“既达标又实用”。

（二）构建“深度参与”的协同机制

推广“参与式设计”：在方案编制阶段召开“村民设计听证会”，通过“图纸讲解+模型演示”让群众理解技术参数（如管道直径与水压的关系、消毒设备的作用），重点征求“取水点位置、入户管道走向、特殊群体需求”的意见；对争议较大的问题（如水源选择、管材类型），通过“投票+专家论证”确定最优方案。

建立“需求清单”管理制度：将群众提出的具体需求（如“水压需保证二楼用水”“外露管道需增加保温棉”）整理成清单，作为设计输入条件（技术团队需逐一

回应并说明可行性），最终方案需经村民代表会议表决通过后方可实施。

（三）完善“建管一体”的长效机制

前置管护设计：在工程设计中同步编制《管护手册》（明确管护主体、经费来源、操作流程），例如：集中供水工程配套建设“管理用房+消毒间”，预留管护经费（从水费中提取10%–15%）；分散供水工程推广“联户管护小组”（3–5户共用1个水窖，轮流负责清洗与维护）。

加强能力建设：对村级管水员开展“理论+实操”培训（每年至少2次），重点培训“水质简易检测（如浊度、余氯测试）、设备操作（消毒设备、水泵）、应急维修（管道漏水处理）”等技能；推行“管护绩效奖励”（对水质达标率、群众满意度高的村集体给予运维补贴倾斜）。

创新管护模式：探索“政府监管+市场运营”模式（如将规模化水厂委托给专业水务公司运营，分散供水工程由用水户协会自治），通过“水费收入+财政补贴”保障运维资金；推广“智能监测”（在集中供水工程安装流量计、水质在线监测仪，实时预警异常情况）。

结论

旬阳市农村饮水安全工程设计的实践表明，山区农村供水必须立足“地形破碎、水源分散、需求多元”的实际，通过“因地制宜的技术方案、深度参与的群众协同、长效管护的机制设计”，才能实现从“有水吃”到“喝好水”的跨越。未来需进一步总结“旬阳经验”，为秦巴山区乃至全国同类地区提供可复制的“精准设计、共建共享”模式，切实筑牢农村饮水安全的民生底线。

参考文献

- [1] 旬阳市水利局. 旬阳市农村饮水安全工程典型案例集（2021–2023）[R]. 旬阳：旬阳市水利局，2024.
- [2] 旬阳市人民政府. 旬阳市巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接实施方案（2021–2025年）[Z]. 旬阳：旬阳市人民政府，2021.
- [3] 陕西省水利厅. 陕西省农村供水高质量发展规划（2021–2025年）[Z]. 西安：陕西省水利厅，2021.
- [4] 王浩，等. 秦巴山区农村饮水安全工程难点与对策[J]. 水利发展研究，2022，22（6）：45–50.