

山丘区农村饮水安全供水模式初探（王祖海）

我国陆地国土面积约为960万平方千米，山丘区面积约占陆地国土面积的69%，居住着数以亿计的人口。山丘区的地理特点决定了水资源的时空分布不平衡、土地蓄水保水能力差，因此，山丘区居民饮水困难，饮水安全得不到保障是一个普遍现象。本人在湖北省秭归县水利局从事农村饮水安全工作6年，深感农村群众对饮水安全工程建设的期盼之切和饮水安全项目的实施之难。下面我以秭归县为例，对山丘区饮水安全供水模式的选择做一下初步探讨，以期抛砖引玉，共同探讨。

一、秭归县的地理、水资源、经济社会和饮水不安全特点。

秭归县辖12个乡镇，186个村，1111个村民小组，总人口38.35万人，其中农村人口35.36万人，农村劳动力19.3万人。据2004年底调查，全县农村饮水不安全人口为24.48万人。“十一五”期间全县大力实施农村饮水安全项目，解决了11.55万人。到2010年底再调查，全县除“十一五”已确定而未解决的12.93万人外，新增饮水不安全人口1.72万人，全县尚有14.65万人饮水安全问题未解决。秭归县农村饮水不安全人口数量大、成因复杂，是我国山丘区中饮水不安全的典型代表。其特点为：

一是山高坡陡，立地条件差，村民居住分散。秭归县位于湖北省西部，境内以长江河段为最低河谷地带，形成西南高，东北低的地势，山峦起伏重迭，深谷高岭相间，最高点云台荒主峰海拔2057m，最低点茅坪河口海拔65m，地势高低悬殊，地形异常复杂。据2010年调查，村民居住分布于县内大山深处，三至五户二十人以内聚居最为多见，单家独户居住亦为常见，至于20户100人以上的聚居点，除乡镇集镇外，全县仅有100多处。同村内各聚居点距离大多在3公里以上，交通极为不便。

二是水资源虽丰富，但蓄水保水能力差，调节能力低。秭归县平均降雨量950~1050mm，40年平均降水量1004.9mm，有降雨多、坡度陡、植被少、径流量大、坡面侵蚀严重的点。县境内河流水系发育，溪河网布，水资源较为丰富，长江横贯县境64km，有常流溪河135条，分别汇入长江南北的8条水系注入长江，江南有青干河、童庄河、九畹溪、茅坪河，江北有龙马溪、香溪河、吒溪河（也称良斗河）、泄滩河，形成以长江为骨干的“蜈蚣”状水系。境内河流长度247.8km，总流域面积2032.1km²，占全县总面积的83.7%，年平均径流量32.77亿m³。水资源有如下特点：1、资源总量充沛，但调节能力偏低。2、地域时空分布不均，洪涝、干旱灾害交替发生。3、水资源总体水质较好，但水污染有扩大趋势。尤其是中小河流水体受污染的威胁越来越大。

三是经济落后，水利基础薄弱，群众自筹困难。秭归县属山区农业县，自然环境恶劣，水利基础薄弱，生产力低下，是国家级贫困县。2009年全县国内生产总值437622万元，农民人均纯收入3177元。大部分农村劳力外出打工，打工收入在人均纯收入中占有30%以上的比重。在农村饮水安全项目实施过程中，群众自筹资金和投劳十分困难。

四是饮水不安全人口成因复杂。秭归县总人口385368人，其中农村人口353569人。通过逐村逐户调查，按照饮水安全评价指标，2010年底农村不安全人口14.65万人，其中，饮水水质不达标共计13996人，全县生活用水量不达标人数为22415人，农村用水方便程度不达标的人数为29403人，水源保证率不达标的农村人口为80687人。形成原因主要有四点：1、农村耕作过度施用化肥、农药而导致的农业“面源污染”。由于我县大多数水源在山区和水土流失区，水土流失作为载体在输送大量泥沙的同时，也输送了大量化肥、农药和生活垃圾。这些区域的农业面源污染造成水源污染，水体中氮磷污染物三分之一来自农业面源污染。表现为大肠菌群超标、细菌总数超标。2、水利基础薄弱导致污染水未经处理直接饮用。由于缺乏建设资金，供水工程无沉淀、过滤、消毒等水处理净化设施；即使有净化设施，但受制水成本因素影响，净化设施未能运用，形同虚设。3、农村城镇化建设和畜牧业的快速发展导致水体有机物超标。随着农村城镇化建设的不断推进，农村居民点增多，但水污染处理技术和设备跟不上，造成居民点附近水源污染。同时由于我县是农业县，畜牧业是我县大部分农民脱贫致富的主要产业，我县牲猪出栏数增很快，畜牧业的快速发展导致水源面源污染。饮用水中耗氧量高说明水中有机物量较

多，耗氧量超标。4、县内部分地区由于采煤导致水位下降和地面沉降，部分供水设施报废。如沙镇溪镇马家山村和倒座铺村，2008年已实施了饮水安全工程，建设了5处集中供水工程，现由于地下水位下降，导致3处水源枯竭，2处水池出现裂缝，不能运行。

二、秭归县在选择饮水安全供水模式上遇到的难题。

饮水安全工程建设中，供水模式分为集中供水和分散供水两种。从投资效益比上看，集中供水要比分散供水节省投资，有一定规模效益，也便于建后规范化管理。但山丘区在建集中供水工程过程中，存在下列实际困难：

1、工程选址难。秭归县现有186个村，村平均人口在1500人左右，村平均国土面积在11平方公里左右，大多数村在海拔高程在200米-1500米之间，平均高差800米，村内最大高差的达到1200米以上。对于这样的山区村，要建一个解决村内全部人口的集中供水工程，需选一处高程在1000米左右、面积为1500平方的平地建设蓄水池、水净化设施、围墙、管理站房等附属设施。而山区的平地少、山顶地表径流小、地质灾害多、无公路等因素决定了工程选址相当困难。

2、水源选择难。山区引水和供水方式以自流为主，水源只能选择溪沟水。低山区溪水较丰富，但高程低，覆盖面小，高山区覆盖面大，但溪沟水流量小，不能满足需要。秭归县有的高山区属严重缺水地区，天然降水形成地表径流流失，天晴则溪沟干涸。要选择一水量有保证、覆盖面大的水源，难度很大。

3、引供水管网铺设难。山区村民居住分散，要实现整片集中供水，必须要铺设较长的管网。以一个村1500人、上下高差800米、左右距离10公里计算，整村供水需铺设各种管径的管道20公里以上。秭归县饮水安全管材全部采用PE管，要求PE管深埋70公分以上。这么长的管道铺设要经过悬岩、山林、农田，开挖管槽的工程量大，全人工开挖，工程进度、安全、质量难以得到保证。

4、建后管理难。由于管线长、交通不便，后期管理维护困难。

秭归县在饮水安全工程建设中，曾对各种集中供水工程方案进行了比较计算。现以两河口镇薛家村为例：

秭归县两河口镇薛家村全村有5个村民小组，1226人，国土面积10.1平方公里，最高海拔1480米，最低海拔600米，人平纯收入2700元。该村水资源缺乏，村民饮水困难，群众每年都有大半年时间到处找水饮用，遇到大旱之年要到垂直距离250米以下的纸溪河拖水吃，缺水的现状严重影响了群众的生产生活。2011年，秭归县水利局为该村安排农村饮水安全项目解决1113人。该村最先设计采用建集中供水工程整村供水的方案。经设计需建集中水厂1处，建主蓄水池1口800方，分蓄水池20口400方，铺设DN50 PE100管3500米，DN40 PE100管1300米，DN20 PE100管20550米，水厂建生物慢滤池、围墙等设施，工程总投资80万元。供水工程的水源选择一个叫瓦场沟的小溪沟。经秭归县水利局技术人员现场测量，该水源正常流量仅为0.004m³/s，枯水季节流量不足0.001m³/s，且该水源点海拔为1030米，不能覆盖整个项目区域。同时因为该方案投资过大，人均投资达718元，超过了人均500元的饮水安全投资标准。最后，经县水利、发改等部门联合评审，否决了该村集中供水方案，重新制定了建联户工程9处，总投资55万元，人均投资500元的分散供水方案解决。

三、供水工程模式的选择

经过“十一五”期间的探索，秭归县在供水工程模式选择上总结了以下经验：

1、集中供水工程适用条件。①根据区域的水资源条件、用水需求、地形条件、居民点分布等进行技术经济比较，按照优水优用、便于管理、工程投资和运行成本合理的原则确定，供水规模必须达到200人以上。②水源为溪沟水和水库水，水质较好，枯水期取水量保证率严重缺水地区不低于90%，其它地区不低于95%。当单一水源水量不能满足要求时，可采取多水源或调蓄等措施。③全程以重力流方式供水，水源高于水厂，水厂高于供水区。当用水区地形高差较大或个别用水区较远时，应分压供水。④供水线路长度适宜。根据多年实践总结，农村集中供水区域水平距离以5公里以内、垂直高差以500米以内为宜。⑤尽量满足管道地理要求，避免急转弯、较大的起伏、穿越不良地段，减少穿越公路、河流等障碍物。

山丘区集中供水工程可分为管网延伸、新建水厂、水厂改造三种形式，概括为“一延二建三改”，即尽可能利用县、乡水厂和中心水厂等较大规模的已建水厂进行管网延伸；对人口居住相对集中的区域新建较大规模的水厂；对原有一定的基础、水源条件又好，但现有工程有待更新改造与续建配套的工程进行合理改造。

2、分散供水工程适用条件。①供水规模在200人以下。②水源不足或无水源区域。③取水或供水成本高，需抽、提水，或水源距离太远，供水户分散供水管网太长的区域。④因地理条件限制无法埋设供水管网的区域。

分散供水又分为联户供水和单户供水。供水人口在200人以内，居住相对集中，水源有保证率的区域，可采用引同一水源，共建一蓄水池，再分户供水的开式，是为联户模式。对于水源缺乏和居住分散的地区，通过反复试验，秭归县探索出“集雨蓄水解决水源、慢滤

处理解决水质”的单户生物慢滤工程建设模式，即“一管一池一罐”模式。单户工程在工艺流程上又分“集雨面→沉沙池→蓄水池或水窖→慢滤池（罐）→农户”流程的先蓄后滤式和水源→沉沙池→粗、慢滤池→清水池或水窖→农户”流程的先滤后蓄式两种。“先滤后蓄”式适用于有水源但水质不达标且居住分散的农户；“先蓄后滤”式适用于缺乏水源需抢洪蓄水且居住分散的农户。

四、几种供水模式在秭归的建设实例

实例一：秭归县归州集镇管网延伸工程

水源选择及水量分析

秭归县归州镇水厂供水设计规划8000人，现有供水4000人，该水厂可向香溪和老归州方向进行管网延伸，解决2849人饮水不安全问题。沿途居民住地高程在90m至250m之间，现水厂出口高程为300m，水压基本满足该村大部分供水用户自流要求，且水量充足，水质可靠。

建设主要内容

从集镇水厂向香溪和老归州方向进行管网延伸，安装Φ110PE100输水管4560米。（公称压力为1.0Mpa），安装Φ50PE100配水管网18000米，压力等级（公称压力为1.0Mpa）。

工程投资

该工程总投资62.67万元，其中建筑工程投资27.27万元，管材及设备费及安装费29.4万元，其他工程投资6万元，人平投资220元。

实例二：秭归县屈原镇新建水厂工程

屈原镇水厂工程所在地为屈原镇政府和集镇所在地，集镇现有饮水不安全人口1776人。该集镇原供水设施极其简陋，仅有一条1990年架设钢管，因锈蚀管道破损严重，无法正常供水，同时该供水系统无蓄水设施和水处理设施。随着集镇规模和居住人口的不断发展，水厂建设迫在眉睫。

水源选择及水量分析

根据屈原集镇的天然优势条件，屈原供水站工程选择从现有龙洞取水，其水源的水量充足，高程在450米左右，比水厂厂址处高100米，取水压力大。

工程设计供水人口为1776人，解决不安全饮水1776人，人均综合用水量为60-120L/d，文化集镇供水站的建设规模为200m³/d。

供水水源水量充裕，水厂设计引用流量200m³/d，而取水处最枯流量在240m³/d以上，不存在供不应求的时候。

水厂厂址的选择

屈原镇镇政府后，有一空缓坡地，地质情况良好，适宜修建水厂，该地地面标高370m，输水管道进站高程为372m，清水池地面标高为370m。有公路从水厂旁经过，交通较便利。

建设主要内容

该供水站从龙洞取水，建设取水池一口20立方米，从取水池用Φ160PE100管（公称压力为1.0Mpa）直接取水引向集镇。在屈原镇镇政府后建设规范化水厂，建初滤池和慢滤池各一口，初滤池直径3米，高3米，慢滤池直径5米，高3米，全采用钢筋混凝土结构，并完善院墙等配套设施。安装Φ160PE100输水管4000米（公称压力为1.0Mpa）。安装Φ50PE100配水管网15000米（公称压力为1.0Mpa）。

工程投资

工程总投资92.35万元，其中建筑工程投资24.8万元，管材设备及安装费59万元，其他工程投资8.55万元，人平投资520元。

实例三：秭归县梅家河集镇改造水厂工程

水源选择及水量分析

秭归县梅家河集镇水厂改造工程是为解决梅家河集镇的居民人畜饮水而建，集镇不安饮水人口921人，人均综合用水量为80-

120L/d，则水厂改造的建设规模100m³/d。

供水水源的水量：梅家河供水站的设计水源为鲁家湾沟取水。根据实测与估算分析，取水处的泉水流量在0.001~0.05m³/s之间变化，按最枯流量0.001m³/s计算，日来水量为86.4 m³/d，小于设计取水量100m³/d。按照优质水源优先保证生活用水的原则，合理安排与其它用水之间的关系，用蓄水池进行调节。

主要建设内容

该供水站一是更换原输水主管，从取水池用Φ160PE100管（公称压力为1.0Mpa）4000米引向集镇现有500方蓄水池，建初滤池和慢滤池各一口，初滤池直径3米，高3米，慢滤池直径3米，高3米，全采用钢筋混凝土结构，并完善院墙等配套设施。

工程投资

该工程总投资28.55万元，其中建筑工程投资7.95万元，管材及设备费及安装费17.6万元，其他工程投资3万元，人平投资310元。

实例四：杨林桥镇赵家山单户工程

杨林桥镇赵家山村总面积17.94平方公里，全村7个组825户2699人，全村海拔在810-1430之间，。该村是一个典型的山大人稀水资源缺乏的村，饮水不安全人口1010人。

该村在饮水安全项目实施中采用先蓄后滤式的单户工程模式，全村建单户工程334处，解决人口1010人。工程内容为：户建10方蓄水池1口，配套建设集雨场20平方，小型生物慢滤罐1个。雨水通过集雨场汇集到蓄水池，再通过生物慢滤交处理后，引水到户内饮用。全程自流，用户自管。经实际核算，这种模式的单户工程总投资2600元左右，国家补助2000元，其余群众自筹。

分散模式中的联户工程工艺流程与集中供水工程近似，只是相比集中供水工程蓄水池、生物慢滤池小型化，供水规模在20 m³/d以内，供水人口在200人以下。投资少，管理容易。

五、结论

山丘区农村饮水安全建设中，集镇和200人以上的居民点以建集中供水工程为宜，其它地区宜选择联户和单户的分散工程解决。从2005-2011年秭归的工程建设情况来看，7年共解决饮水不安全人口14.05万人，其中集中200人以上的建供水工程147处，解决6.12万人，占解决人口的43.56%；分散工程3225处，解决7.93万人，占解决总人口的56.44%，在分散解决人口中，联户工程解决4.60万人，单户工程解决3.33万人。从秭归的实际情况可得出初步结论，山丘区供水模式选择中，集中和分散模式占有同等的比重，分散供水是解决偏远山区农村饮水安全最佳选择。

来源：秭归农村饮水安全工程建设管理办公室

相关文章