

# Analysis of the Design of Drinking Water Security Project in Zhaojun Town of Xingshan County

Gang Xu<sup>1</sup>, Zhangyu Qin<sup>2</sup>, Hongyan Wang<sup>3</sup>, Yun Wang<sup>1</sup>, Donglin Yang<sup>2</sup>, Jianxiong Kang<sup>2</sup>, Yongzheng Ren<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Xingshan County Water Supply CO. LTD., Yichang Hubei

<sup>2</sup>School of Environmental Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan Hubei

<sup>3</sup>Wuhan Jiangxia City Construction Civil Public Design Institute, Wuhan Hubei

Email: \*245177797@qq.com

Received: Jul. 12<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 26<sup>th</sup>, 2016; published: Jul. 29<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

---

## Abstract

For the optimizing design of drinking water project in Zhaojun Town of Xingshan County, we chose the water resources and determined supplying two towns' water by Gufu town's waterworks. The water from water purification plant is delivered to Zhaojun town's distribution waterworks by gravity, and then the waterworks supplies the town. The pipe length is 17,868 m, and pipe is laying along the reservoir, river shoal and 312 provincial highway. The total engineering investment is 12.6949 million yuan, and the unit operating cost is 0.27 yuan/m<sup>3</sup>.

## Keywords

Drinking Water Project, Water Supply Project, Distribution Waterworks, One Waterworks' supply for Two Towns

---

# 兴山县昭君镇安全饮水工程设计分析

许刚<sup>1</sup>, 覃章誉<sup>2</sup>, 王洪艳<sup>3</sup>, 王云<sup>1</sup>, 杨东临<sup>2</sup>, 康建雄<sup>2</sup>, 任拥政<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>兴山县自来水有限责任公司, 湖北 宜昌

<sup>2</sup>华中科技大学环境科学与工程学院, 湖北 武汉

\*通讯作者。

文章引用: 许刚, 覃章誉, 王洪艳, 王云, 杨东临, 康建雄, 任拥政. 兴山县昭君镇安全饮水工程设计分析[J]. 土木工程, 2016, 5(4): 163-169. <http://dx.doi.org/10.12677/hjce.2016.54022>

<sup>3</sup>武汉市江夏城建市政公用设计院, 湖北 武汉  
Email: \*245177797@qq.com

收稿日期: 2016年7月12日; 录用日期: 2016年7月26日; 发布日期: 2016年7月29日

## 摘要

在兴山县昭君镇饮水工程优化设计中,我们比选了可利用水源,确定了古夫镇净水厂一厂供两镇的方案。净水厂出水通过重力自流输送至昭君镇配水厂,再对昭君镇进行供水,管道长度17,868 m,沿途敷设经过水库,河滩及312省道,工程建设决算投资为1269.49万元,单位经营成本为0.27元/m<sup>3</sup>。

## 关键词

饮水工程, 供水工程, 配水厂, 一厂供两镇

## 1. 引言

昭君镇位于兴山县中部偏南,是古代四大美女之一王昭君的故乡,为三峡水库的淹没区,2003年以后为配合三峡库区建设,县城整体搬至深渡河上游约16 km的古夫镇,原址拆除重建,经过十余年的建设,昭君镇形成了以新的177平台为主建设区的新格局,随着地区人口的增长、集镇规模的不断扩大和人们生活水平的提高,集镇饮水安全问题越来越引起社会的广泛关注。根据国家《城市供水行业2010年技术进步发展规划及2020年远景目标》的要求,兴山县人民政府决定建设兴山县昭君镇安全饮水工程,对昭君镇的饮水现状进行改善。

## 2. 工程概况

昭君镇是兴山县原县城所在地。东距宜昌市夷陵区165公里,南距香溪河口22公里,西距神农架林区松柏镇148公里,北距兴山县新县城古夫镇16公里。昭君镇地处香溪河河谷,山高谷深,属山地地形。辖区属北亚热带季风型气候,年平均气温17.1℃,境内主要地表水系有香溪河和古夫河两大水系,其中香溪河支流耿家河从昭君集镇贯穿而过,其项目位置关系见图1。

### 2.1. 供水现状

昭君集镇位于耿家河与香溪河的交汇处,迁建前老水厂水源地位于香溪河上,水厂向两河四岸统一供水,由于三峡工程建成蓄水后,原水厂被拆迁淹没,为了保证居民生产生活用水和移民搬迁施工用水,昭君镇人民政府在耿家河修建了临时水厂,铺设临时供水管网,基本保证了集镇搬迁过渡时期居民生活和迁建施工用水。

### 2.2. 存在问题

耿家河上游是煤矿产出区域,植被的破坏以及多年的采煤业使耿家河水资源逐渐枯竭,水质遭受污染,水量、水质已不能满足昭君集镇的用水需求。

兴山县昭君镇城镇总体规划的发展目标是把昭君集镇建设成为旅游服务业和轻工业为主的小城镇,集镇供水工程建设,是镇区经济社会发展的基础,是满足人民生产生活的根本大计。

因此,保证昭君集镇居民生活用水和工业用水的水量水质,提高供水安全性是十分重要,新水源的选择和集镇安全饮水工程的建设势在必行。

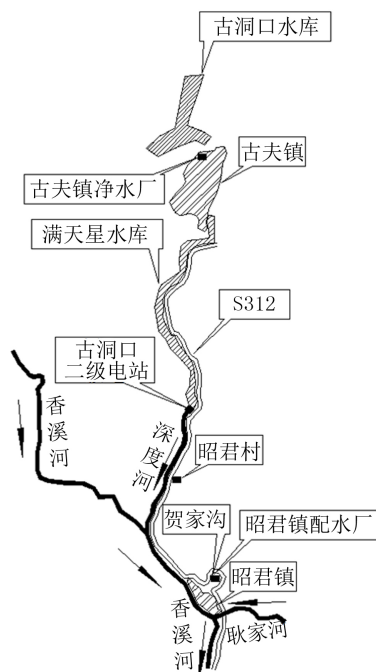


Figure 1. Location map of project  
图 1. 项目区位置图

### 3. 工程设计

本工程主要为昭君镇集镇提供符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)的居民生活用水及当地工业用水。主要内容包括：配水厂工程和输水管网。

#### 3.1. 工程规模

工程建设主要包括供水范围、设计年限、供水人口、需水量预测四个方面：

##### 3.1.1. 供水范围

本工程主要供水范围为昭君镇镇区、镇郊村组以及古夫镇至昭君镇公路沿线村组的居民生产生活用水。

##### 3.1.2. 设计年限

设计年限按远期设计，服务到 2030 年。

##### 3.1.3. 供水人口

依据《兴山县昭君镇城镇总体规划》，预测到 2030 年昭君镇镇区人口将达到 16,000 人，考虑到供水工程要向镇郊供水，镇郊人口按 4000 人计算，因此，确定供水人口为 2.0 万人。

##### 3.1.4. 需水量预测

给水标准采用人均综合用水量指标[1]：远期 2030 年取 248 L/cap·d，远期用水普及率均为 100%，服务人口 2.0 万人。结合供水范围内的实际情况，本工程的日变化系数取 1.3。确定供水规模为 5000 m<sup>3</sup>/d。

#### 3.2. 配水厂工程

##### 3.2.1. 水源选择

昭君集镇现采用临时供水设施，水源为耿家河，由于耿家河丰水期最大流量只能满足 2000 m<sup>3</sup>/d 的供

水量, 水量不充足, 且上游是煤矿产出区域, 水质遭受污染, 不宜作为永久水源。

香溪河因三峡大坝蓄水, 水位变幅较大, 达到 40 余米, 蓄水期间库内回水区域增多、面积增大, 水流速度变缓, 水体自净能力减弱, 每年均出现不同程度的“水华”现象。并且取水、制水、供水几乎全部要用动力, 能耗大, 单位供水成本高, 增加居民用水负担, 水质也不能得到 100% 保证。

古洞口水库现为兴山县县城(古夫镇)的饮用水水源。县城净水厂设计规模为 2 万  $\text{m}^3/\text{d}$ , 目前县城需水量仅为 6000  $\text{m}^3/\text{d}$ , 1.4 万  $\text{m}^3/\text{d}$  的富余供水能力能够满足昭君集镇的用水需求; 另外, 古夫镇净水厂清水池出水高程为 294 m, 昭君镇大部分地区高程处于为 177~210 m 范围内, 输水距离约为 18 km, 可通过重力作用自流至昭君集镇供水, 不需要设加压设备, 减少投资。另外, 还能解决古夫至昭君镇公路沿线的农村居民安全饮水问题。

综上所述, 本项目最终从兴山县古夫镇净水厂直接引水到昭君集镇, 将一厂供二镇作为最佳供水方案。

### 3.2.2. 消毒方式

消毒的目的是杀灭对人体健康有害的病原, 抑制细菌在管网中的繁殖。通常来说, 自来水余氯量随着清水在管道中停留时间增加而减少。古夫镇净水厂清水池至昭君镇配水厂清水池相距约 18 km, 水力停留时间约 6.1 h。另外, 在配水厂新建清水池后, 增加了停留时间约 4.8 h, 管网的余氯在进入配水厂时基本消耗殆尽。为保证细菌含量和余氯量符合国家《生活饮用水卫生标准》的规定, 在配水厂增加补消毒工艺。

### 3.2.3. 净水厂设计

原水直接取自古夫镇净水厂的清水池, 考虑兴山县古夫镇净水厂至昭君镇距离较远, 为了供水安全稳定, 调节用水量的变化, 在昭君集镇贺家沟新建一座配水厂, 配水厂内设置二次消毒设施和起调节作用的清水池。配水厂工艺流程见图 2。

配水厂总供水规模 5000  $\text{m}^3/\text{d}$ , 总占地约 873  $\text{m}^2$ 。厂址位于昭君集镇贺家沟, 古夫至昭君镇公路旁, 交通方便; 厂址周边环山, 为山谷地形, 有一定的高差, 地质状况良好, 地势较高, 平均高程 219 m, 可以对集镇实行重力供水, 水厂出水管接入现状管道; 附近居民较少, 水厂的建设和运行不会对周围居民造成不良影响。主要构筑物及设备参数见表 1。

## 3.3. 输水管网工程

### 3.3.1. 方案选择

根据实际, 古夫镇净水厂通过重力作用自流输水, 线路从县城净水厂沿古夫至昭君镇公路至贺家沟昭君镇配水厂。同时, 本输水工程还顾及到了管道沿线的农村居民用水。昭君镇建筑多在 3 层以下, 结合地形, 水压按照服务水头 16 m 设计。根据《输水线路工程地质条件评价报告》, 输水管道沿线为地形地质

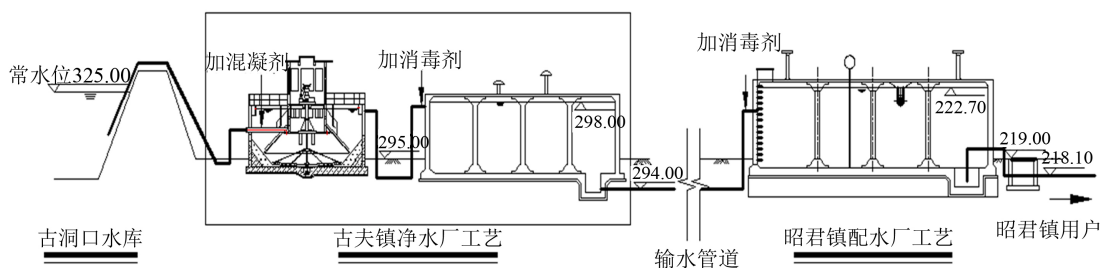


Figure 2. Diagram: A process flow of designed water plant

图 2. 配水厂工艺流程图

条件复杂区,有诸多的工程地质问题。近几年采取了一系列工程措施,古洞口水库二级电站至昭君镇地段已达到稳定状态,而古洞口水库段总体稳定,但小型岩块崩落时有发生。设计考虑两种方案:(表 2)。

方案一部分路段较窄,管道只能在道路敷设,对道路交通造成较大影响,并且经过部分居民住宅,造成一定的施工难度,几乎不可能实施。方案二要求将水库库容放空,也有一定难度,但相比方案一可行性更强。因此经过综合比较,设计选取方案二为最终方案。

方案二在实施中,受到了水电企业的抵触,但是到 2013 年后,转机出现了,沪蓉高速即将建成通车,兴山县决定建设沪蓉高速连接线,为避免开山炸石、破坏生态,全长 10.9 公里的古夫镇至昭君大桥公路,有 4.4 公里建在三峡库区香溪河和古洞口二级电站满天星水库之上,该公路于 2015 年 8 月份通车,被称为是中国最美水上公路。在连接线项目建设期间也必须排空水库库容,从而为该项目从水库底部施工创造了难得机会。该施工方案最终经过近 1 年的奋战于 2014 年 5 月完工。

### 3.3.2. 工程设计

从古夫镇净水厂清水池引出,最后将清水送至昭君镇配水厂,输水距离 17,876 m。古夫镇净水厂清水池出水高程为 294 m,昭君镇配水厂厂平高程为 219 m,高差为 75 m。

由于设计中河边管道居多,管径较小,考虑到防锈、综合造价等因素,通过对球墨铸铁管、钢管等进行管道比选,输水管道采用 PE 管,可降低工程造价且维护成本较低。不同管径对应水头损失见表 3,其中局部水头损失由于敷设线路复杂,确定为沿程水头损失的 30%。设计管道大部分为输水管道,仅对沿途小部分居民及配水厂供水,且昭君镇后有一座调节池,其有效容积为昭君镇水厂清水池容积的 20%,调蓄容积较大,故时变化系数取 1.3 [2],小于时变化系数计算公式计算所得。经过水力计算, DN250 mm 的管道水头损失是可利用水头的 2.4 倍, DN400 mm 管道富余水头过多,而 DN300 mm 的管道可以充分利用位置水头而减小管径,因此最终确定输水管管径为 DN300 mm。

输水管网设计可分为三段:

#### 1) 满天星水库段

此段河段的砂卵石厚度大,属稍密~中密状态,承载力较高,具强透水性,表部松散,水库常年蓄水发电,河道比较稳定,不存在洪水季节的冲刷。

因此,设计采用倒虹的方式穿过满天星水库,河床底管道埋深 1 米,每 10 米现浇一个桩基础,桩基

Table 1. The main structures and equipment parameters

表 1. 主要构筑物及设备参数

构筑物及设备	设计参数	备注
清水池	尺寸为 18.6 m × 15.6 m × 4.15 m, 有效容积为 1000 m <sup>3</sup>	1 座
综合用房	尺寸为 13.2 m × 6.0 m × 4.4 m	1 座, 内设加药间、配电间、仓库、办公室、卧室等
二氧化氯发生器	有效氯产量 100 g/h, 配电功率 2 kW	2 台

Table 2. The schemes of water pipeline supply project

表 2. 输水管网工程方案

方案	方案一	方案二
概括	管道沿着 312 省道从古夫镇敷设至昭君镇配水厂	管道先在满天星水库底部敷设,再沿着深渡河河边敷设,最后回到 312 省道敷设至昭君镇配水厂
优点	管线维护简单	管线敷设相对简单,对交通影响小
缺点	因路段较窄,部分路段敷设需要对住户进行搬迁,并需占用兴发集团的运矿通道,影响交通	处于水库底部的管道维护检修相对复杂,需要将水库库容放空,需得到相关部门批准。

埋深 2.5 米，管线横断面见图 3。

2) 古洞口二级电站 - 昭君村段

古洞口水库中的倒虹吸管道在二级电站处结束，管线翻过电站后沿着深渡河河床边敷设，管道埋深 1.0 m，最后管线一直敷设至昭君村处，管线横断面见图 4。

3) 昭君村 - 配水厂段

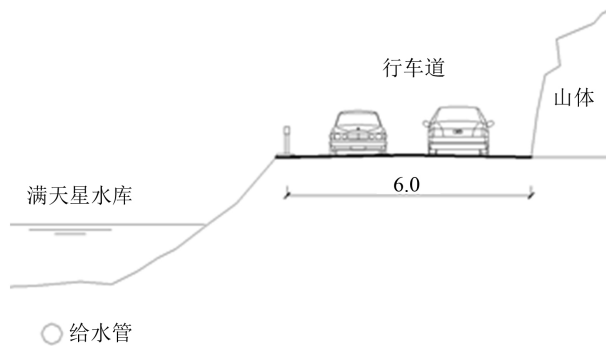
昭君村至配水厂段右侧存在一定宽度富余，且道路此段在香溪河左岸有一条辅路，不会直接影响交通，因此敷设输水管道方便。管线利用已建的涵洞穿过道路，再沿着 312 省道敷设至昭君镇配水厂，管道埋深 1.0 m，管线横断面见图 5。

考虑到输水距离较长，在输水管的管坡顶点设排气阀，管坡低处设泄水阀，排气阀一般以每公里设一个为宜[3]，在管线起伏处应适当增加。

输水管沿线横向支沟达 20 余条，其中规模较大的有 3 条，暴雨时洪水携带土石下泄具有一定的破坏性，直接利用已建的涵洞、桥梁或倒虹方式跨越这些横向支沟。

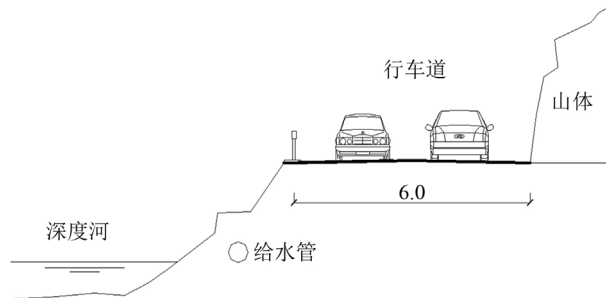
**Table 3.** Corresponding head loss of pipeline of different diameters  
**表 3.** 不同管径对应水头损失

管径(mm)	总水头损失(m)
DN250	181.0
DN300	74.5
DN400	18.3



**Figure 3.** Cross-section graph of pipelines of Mantianxing reservoir

**图 3.** 满天星水库段输水管横断面图



**Figure 4.** Cross-section graph of the pipelines from Gudongkou secondary power station to Zhaojun town

**图 4.** 古洞口二级电站-昭君村段输水管横断面图



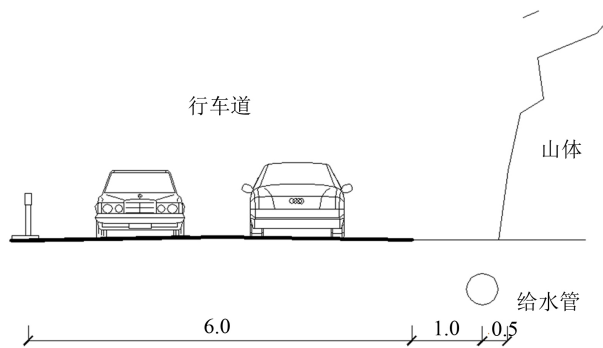


Figure 5. Cross-section graph of the pipelines of Zhaojun town to designed water plant

图 5. 昭君村-配水厂段输水管横断面图

### 3.4. 工程投资及运行分析

项目的投资由土建工程、设备工程与安装工程三部分组成，项目投资概算 1257.75 万元，其中输水管道敷设费用 911.58 万元，占整个项目投资的 72%。项目建成后工程建设投资决算 1269.49 万元，其中输水管道敷设费用 949.9 万元，较初期预算增加 38.32 万元，这与管道施工的难度较大有关，但总造价只增加了 11.74 万元，在投资控制的范围内。

该项目厂区部分 2014 年 1 月完工，管网部分 2014 年 5 月建成，经过调试于 6 月向昭君镇供水，日供水量  $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，水质和水压满足设计要求，解决了困扰昭君镇近十年的安全饮水问题。实际用水量比较符合预测的结果，随着部分区域的建设完成及人口增长，多余的水量为未来的水量增长预留了空间。整个供水系统采用重力供水方式，节省运行成本，经过近一年多的运行数据统计，平均单位水处理总成本  $0.58 \text{ 元}/\text{m}^3$ ，单位经营成本为  $0.27 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

## 4. 结论

- 1) 本工程总供水规模  $5000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，建设的主要内容包括配水厂工程、输水管网和集镇配水管网工程。其中管道穿越了河道、水库及国道，施工难度较大。
- 2) 水厂选址于昭君集镇贺家沟，占地  $2400 \text{ m}^2$ 。水源取自古夫镇净水厂清水池的出水，可重力流入配水厂，输水管为 DN300 PE 管，输水距离 17,876 m。
- 3) 工程建设预算与决算投资基本相符，平均单位水处理总成本  $0.58 \text{ 元}/\text{m}^3$ ，单位经营成本为  $0.27 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

## 参考文献 (References)

- [1] SL 687-2014. 村镇供水工程设计规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.
- [2] GB 50282-1998. 城市给水工程规划规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [3] GB 50013-2006. 室外给水设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2006.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>