

# Water Resources Allocation on Heishangu Tourism Park in Wansheng District

Lei Cao<sup>1,2</sup>, Miaolin Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chongqing Jiaotong University, Chongqing

<sup>2</sup>Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Upper Yangtze River, Bureau of Hydrology, CWRC, Chongqing  
Email: 154450831@qq.com, wangmiaolin@163.com

Received: Jul. 25<sup>th</sup>, 2017; accepted: Aug. 8<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 17<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Currently, Heishangu Tourist Park's water supplies mainly rely on mountain spring and Liyu River. As the rapid development of tourism economy and real estate, the present water supply projects are not sufficient to meet the growing regional water demand. Through water resources allocation plans cooperation, the Yangheping Reservoir and south Liyu River combined water project is the most optimal solution. Though higher operation costs, the operating cost water price and whole-cost water price of this allocation project is still optimal, for its larger water supply, as well as the lower influence to the core scenic spots of Heishangu Tourist Park.

## Keywords

Tourist Park, Water Resource Allocation, Reservoir, Liyu River Pumping Project

---

# 万盛黑山谷旅游园区水资源配置规划研究

曹磊<sup>1,2</sup>, 王渺林<sup>2</sup>

<sup>1</sup>重庆交通大学, 重庆

<sup>2</sup>长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局, 重庆  
Email: 154450831@qq.com, wangmiaolin@163.com

收稿日期: 2017年7月25日; 录用日期: 2017年8月8日; 发布日期: 2017年8月17日

---

## 摘要

万盛黑山谷旅游园区目前供水主要依靠山泉水和鲤鱼河河道水, 随着区域内旅游经济和旅游地产的飞速发展, 作者简介: 曹磊(1983-), 男, 山东济宁人, 工程师, 主要从事水文测绘和水资源研究工作。

现有的供水工程规模已经远远不能满足当前的用水需求。通过对比分析,本文提出将羊喝坪水库和南部鲤鱼河提水工程共同作为可靠的供水水源,较好地解决了各片区用水需求;该方案虽然运行费用较高,但由于供水水量较大的缘故,其运行成本水价和总成本水价反而最优,并且新建羊喝坪水库对黑山谷核心景区影响甚微。

## 关键词

旅游园区, 水资源配置, 水库, 鲤鱼河提水工程

Copyright © 2017 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

## 1. 引言

随着流域经济社会发展和城市化进程的加快,水资源已成为事关全局的战略性资源。目前由于水资源的日益缺乏及地区之间分布不均,局部地区污染严重,已严重影响到流域的可持续发展。为适应经济社会和水资源供求状况的变化,必须对水资源实行合理配置、科学管理。水资源配置是实现水资源在不同区域和用水户之间的有效公平分配,从而达到水资源可持续利用的重要手段[1]。通过水资源配置可以实现对流域水循环及其影响的自然与社会诸因素进行整体调控。水资源配置最初主要是针对水资源短缺地区的用水竞争性问题而提出,以后随着可持续发展概念的深入,其含义不仅仅针对水资源短缺地区,对于水资源丰富的地区也应该考虑水资源合理配置问题。从最初的水量分配到目前协调考虑流域和区域经济、环境和生态各方面需求进行有效的水量调控。水资源配置研究日益受到重视。目前水资源开发利用和人类活动结合日趋紧密,影响因素逐渐增多,导致其结构更趋复杂[2]。区域水资源配置模型的研究始于20世纪50年代中期,线性规划、多目标规划、群决策和大系统理论被广泛应用[3] [4] [5] [6]。

万盛经开区地处重庆市南部,万盛黑山谷旅游园区是目前重庆地区最大的、原始生态保护最完好的自然生态风景区。黑山谷旅游园区目前供水主要依靠山泉水和鲤鱼河河道水,随着区域内旅游经济和旅游地产的飞速发展,现有的供水工程规模已经远远不能满足当前的用水需求。因此,需要对黑山谷旅游园区水资源进行科学配置与合理规划,在保证景区生态环境不受影响的同时满足景区用水需求。

## 2. 工程概述

万盛经开区地处重庆市南部入黔北门户,周边与重庆南川、綦江和贵州省桐梓县接壤,距重庆主城区89 km,是重庆市唯一的“旅游新区和旅游经济试验区”。区内旅游资源丰富,拥有万盛黑山谷、龙鳞石海国家“AAAAA”级旅游景区,以及黑山谷国家森林公园、奥陶纪省级风景名胜区、九锅箐森林公园等景区景点。万盛黑山谷旅游园区是目前重庆地区最大的、原始生态保护最完好的自然生态风景区。

黑山谷旅游园区目前供水主要依靠山泉水和鲤鱼河河道水,随着区域内旅游经济和旅游地产的飞速发展,现有的供水工程规模已经远远不能满足当前的用水需求。因此,需要对黑山谷旅游园区水资源进行科学配置与合理规划,在保证景区生态环境不受影响的同时满足景区用水需求。规划区域内供水主要为居民生活用水,根据相关规范要求,供水保证率取95%。本次规划具体范围为:观音寺片区、八角片区、河沟片区、苦草堂片区、天籁谷片区、江流坝片区、朝阳沟片区、百花美丽山乡、奥陶纪景区、椅子台片区、罗家箐片区和九锅箐片区,总面积约为27.72平方公里,规划总人口20.12万人。规划拟定基准水平年为2012年,规划水平年为2020年。万盛黑山谷水系现状如图1所示。

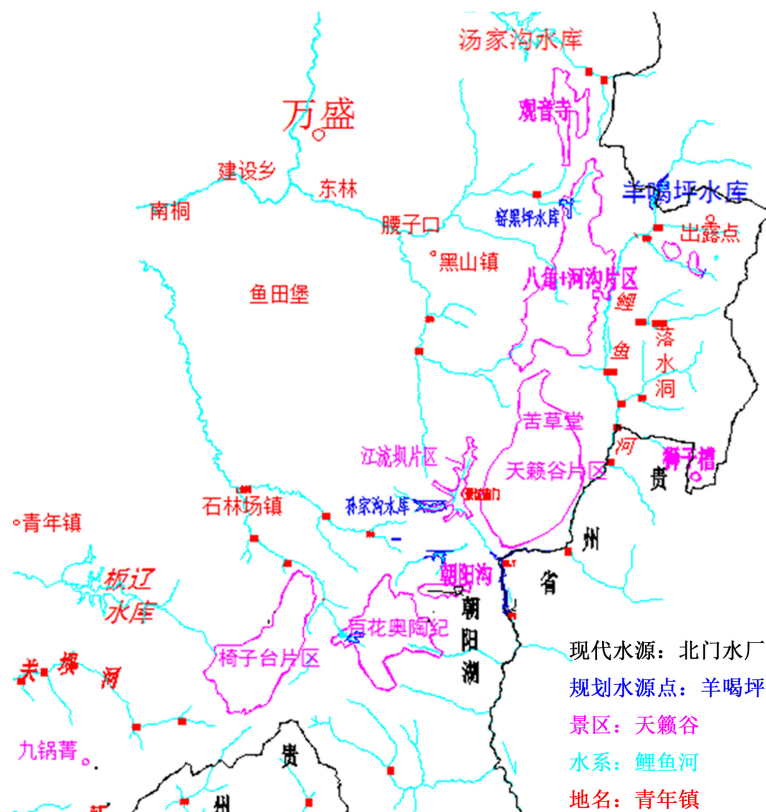


Figure 1. Water system status map of Heishan tourism park  
图 1. 万盛黑山谷水系现状

### 3. 规划区水资源详情

#### 3.1. 区域水资源分布情况

规划区内主要涉及鲤鱼河、清溪河和藻渡河及其支流。其中鲤鱼河规划区内长度约 28km，属綦江二级支流，多年平均径流量 10,598 万 m<sup>3</sup>；清溪河(腰子河)多年平均径流量 4942 万 m<sup>3</sup>，清溪河下游右岸有一条小支沟——清溪沟，多年平均径流量 945 万 m<sup>3</sup>；藻渡河(规划区西南部)河口多年径流量 8.6 亿 m<sup>3</sup>。

#### 3.2. 区域水资源利用现状

目前规划区内仅有小(2)型水库 1 座，即羊喝坪水库。水库坝址以上集雨面积 7.753 km<sup>2</sup>，总库容 49.53 万 m<sup>3</sup>，多年平均来水量 514 万 m<sup>3</sup>，其中 5~10 月多年平均来水量 392 万 m<sup>3</sup>。另有山坪塘 2 处(杨家沟和眼镜湖)，其中眼镜湖集雨面积太小，不宜作为水源点；杨家沟山坪塘集雨面积 0.246 km<sup>2</sup>，总库容约 1.5 万 m<sup>3</sup>。

黑山谷旅游园区内目前有供水站 3 座，总净水能力为 2500 t/d。其中北门供水站水源主要为羊喝坪水库，同时以老黑山谷地下水作为补充，净水能力为 1000 t/d，现供水区域主要为八角、河沟片区；百花供水站水源为朝阳湖，净水能力为 1000 t/d，现供水区域主要为百花片区；木鱼洞供水站水源为木鱼洞地下水，净水能力为 500 t/d，现供水区域主要为江流坝片区。

#### 3.3. 水资源配置面临的主要难题

目前景区上游有羊喝坪小(2)型水库一座，可通过除险加固等整治措施，使之成为景区上游重要供水水源。但羊喝坪水库来水量及调蓄功能有限，不能完全满足整个景区供水需求。而鲤鱼河干流水量充足，水质良好，

可作为景区的主要供水水源，但鲤鱼河是黑山谷旅游园区的生态之本，是景区的灵魂所在。因此，需要对黑山谷旅游园区及周边区域水资源进行重新配置，在保证景区生态环境不受影响的同时满足景区供水需求。

规划区多属岩溶地区，地质条件相当复杂，各潜在水源点均有可能存在地质问题。此外，规划区各景点大多高程较高，而水源点(特别是鲤鱼河)多位于河谷，高程较低，提水高度较大，成本相对较高。

## 4. 水资源配置方案研究

### 4.1. 水资源配置思路与模型

为进行水资源配置方案模拟计算，将区域地表水源、水利设施、用水户等组合成水资源系统，根据水系分布、水资源分区、水力联系，并充分考虑对水资源配置有影响的水源工程、水系连通工程等，将系统概化成由重要河流、主要水库、用水片组成的供水系统节点网络图，构建水资源配置模型，并以此为平台进行水资源供需分析及配置方案计算。

水资源配置系统中的用水户主要分为城镇用水户、农业用水户。系统中的河流概化为具有水流方向的矢量线段。城镇用水户以及农业用水户通过这些矢量线段将其联系在一起，形成具有水力联系的供水网络。

模型输入包括社会经济发展指标、拟定的用水定额、天然来水等，其边界条件包括水利设施特征指标、调度要求、与其他水源的水力联系等。模型输出包括用户需水、供水、缺水量及其过程、保证程度等。模型中按照每一个用水户的需水、依据供水概化网络图中的水利联系，对其不同水源供水组成进行长系列调节计算，以期达到用水户的供水保证率要求，对于各配置方案进行长系列的水资源供需平衡模拟。通过方案的比选，确立水资源合理配置的推荐方案。经实践表明，采用方法较为合理。

### 4.2. 水资源供需关系分析

根据计算，规划区内 2020 年 5~10 月高峰期常驻人口将达到 20.12 万人，居民最高日生活用水定额 150 L/人/d，公共建筑、管网漏损、消防及其他用水量按生活用水的 25% 计(其中，公共建筑用水量占生活用水量的 10%，管网漏损及其他水量占前两项之和的 15%)，最高日需水总量 37,725 m<sup>3</sup>；5~10 月总需水量平均为 688.0 万 m<sup>3</sup>。

区域内目前有三座供水站，总供水规模为 2500 t/d；水利工程仅朝阳沟片区内有朝阳湖、椅子台片区内有杨家沟两座山坪塘。经分析，本次规划区内 5~10 月可供水量为 28.4 万 m<sup>3</sup> (未计入羊喝坪水库)，可供人口 1.03 万人，缺水人口 19.09 万人，5~10 月总缺水量 645.4 万 m<sup>3</sup>。

另外除各片区内的现有水源外，鲤鱼河上游羊喝坪水库目前已在为北门供水站供水，且该水库正在规划整治，因此也将其纳入可供水量与承载力分析。羊喝坪水库 5~10 月可供水量为 178.3 万 m<sup>3</sup>，即便如此依然有 481.7 万 m<sup>3</sup> 的供水缺额。

### 4.3. 配水方案比选

据对各片区的供水现状及潜在水源分析，在尽可能地做到既有利于当前开发，促进地方经济发展，又保证生态环境不受影响，旅游资源得到有效保护的发展的指导思想和目标的前提下，提出了三套水资源配置方案：

方案一(羊喝坪小(2)型 + 鲤鱼河提水)：将北部羊喝坪水库和南部鲤鱼河提水工程共同作为供水水源，其中羊喝坪水库解决观音寺、八角 + 河沟部分片区的供水要求，鲤鱼河提水工程解决其他片区的用水需求。

方案二(羊喝坪小(1)型)：加大羊喝坪水库规模为小(1)型水库，提高可供水量，将主要片区联通，全部采用羊喝坪水库作为供水水源。

方案三(羊喝坪小(2)型 + 当地挖潜)包含多种组合方案如下所述：

组合一：规划区北部以羊喝坪小(2)型水库和河沟片区的窑黑坪水库为供水水源，供应观音寺、八角 + 河沟、苦草堂、天籟谷、江流坝等片区的用水；南部以徐瓦房水库为水源并接纳观音岩借水，供应朝阳沟、椅子

台、百花奥陶纪等片区的用水。

组合二：规划区北部以羊喝坪小(2)型水库和茶园屋基水库为供水水源，供应观音寺、八角+河沟、苦草堂、天籁谷、江流坝等片区的用水；南部以徐瓦房水库为水源并接纳观音岩借水，供应朝阳沟、椅子台、百花奥陶纪等片区的用水。

组合三：规划区北部以羊喝坪小(2)型水库和江流坝片区的孙家沟水库为供水水源，供应观音寺、八角 + 河沟、苦草堂、天籁谷、江流坝等片区的用水；南部以徐瓦房水库为水源并接纳观音岩借水，供应朝阳沟、椅子台、百花奥陶纪等片区的用水。

组合四：组合一的基础上增加孙家沟水库作为水源点，并与江流坝景区的供水干管联通，共同对江流坝景区供水。

组合五：组合一与组合二的结合，即将江流坝景区用水交由茶园屋基水库供给，缩减苦草堂水厂的规模为 3500 t/d。

组合六：增加孙家沟水库和茶园屋基水库为水源供应江流坝景区，富余水量与羊喝坪水库一起供应苦草堂和天籁谷景区，其中羊喝坪水库单独供应观音寺、八角、河沟片区。

组合七：前述各方案的融合，即将所有潜在水源点均利用起来，共同为片区供水，具体为：窑黑坪水库为观音寺和河沟片区供水，羊喝坪为八角 + 河沟片区、苦草堂 + 天籁谷片区供水，孙家沟和茶园屋基为江流坝景区供水，徐瓦房水库(含观音岩借水)为椅子台、百花奥陶纪供水。

上述各方案水量平衡关系见表 1，可以看到，各方案实施后，仅有方案一从水量上满足区域内规划人口用水需求。方案二与方案三各组合均有不同程度的缺水情况，保证率为 95% 情况下年缺水量均在 139.9~312.9 万 m<sup>3</sup> 之间。

各方案主要经济技术指标见表 2，可以看到方案一虽然运行费用较高，但由于其供水水量较大，因此其运行成本水价和总成本水价反而最优。综合考虑供水能力及主要经济技术指标，将方案一作为黑山谷旅游园区水资源配置规划的最终推荐方案。

#### 4.4. 羊喝坪水库对景区生态用水的影响评估

鉴于鲤鱼河对黑山谷旅游园区的重要性，推荐方案的核心供水源之一的新建羊喝坪水库(小(2)型)对鲤鱼河及核心景区生态用水的影响需要纳入考量范围之中，故而在羊喝坪水库下游至黑山谷景区南门附近的鲤鱼河干

Table 1. Water distribution balance table of each water distribution scheme

表 1. 各配水方案水量平衡关系表

方案	5~10 月需水量(万 m <sup>3</sup> )		5~10 月可供水量(万 m <sup>3</sup> )		余缺水量(万 m <sup>3</sup> )	
	居民生活	生态(平均)	平均	95%	平均	95%
方案一	668.0	473.0	3143.6	1206.1	2475.6	538.1
方案二	668.0	78.4	496.1	399.0	-171.9	-269.0
组合一		104.5	721.4	437.2	53.4	-230.8
组合二		102.9	634.4	389.7	-33.6	-278.3
组合三		97.4	587.6	355.1	-80.4	-312.9
方案三	668.0	113.4	778.4	474.3	110.4	-193.7
组合四		118.9	807.2	490.9	139.2	-177.0
组合五		111.8	691.4	426.8	23.4	-241.1
组合六		127.8	864.2	528.0	196.2	-139.9
组合七						

**Table 2.** Comparison of main economic indicators of each water distribution scheme  
**表 2.** 各配水方案主要经济指标对比表

方案	投资(万元)	运行费用(万元)	总供水量(万 m <sup>3</sup> )	运行成本水价(元)	总成本水价(元)	
方案一	31723.25	3266.96	688.00	4.75	8.87	
方案二	35051.90	1807.68	399.00	4.53	11.93	
组合一	30118.40	1822.68	437.20	4.17	10.03	
组合二	28676.70	1777.39	389.70	4.56	10.84	
组合三	26817.70	1697.19	355.10	4.78	11.23	
方案三	组合四	32679.40	1911.45	474.30	4.03	9.88
组合五	33862.40	2022.88	490.90	4.12	9.99	
组合六	32606.60	2221.48	426.80	5.20	11.77	
组合七	36297.30	2112.88	528.00	4.00	9.84	

**Table 3.** Analysis on Yangheping reservoir section  
**表 3.** 羊喝坪水库计算断面分析表

编号	断面	多年平均径流量(m <sup>3</sup> /s)					
		建前	建后			减少量	减幅(%)
			区间径流量	羊喝坪下泄	建后合计		
A	漂流坝址	1.809	1.176	0.0347	1.211	0.599	33.08
B	景区北门	2.179	1.618	0.0347	1.652	0.527	24.19
C	仰天窝	4.155	3.764	0.0347	3.799	0.356	8.57
D	中猪喉	5.102	4.751	0.0347	4.785	0.316	6.20

流段设四个水文计算断面，分别计算以分析羊喝坪水库的修建对鲤鱼河流量的影响。从上游至下游四个计算断面分别为：**A**：上段漂流坝址；**B**：景区北门断面；**C**：中段仰天窝断面；**D**：下段中猪喉断面。

各计算断面流量变化关系见表 3，可以看到，四个计算断面中，漂流坝址的影响最大，多年平均径流量减幅达三分之一；景区北门断面次之，影响幅度为 24.19%；其余 C、D 断面减幅均小于 10%，影响甚微，越往下游影响越小。故而从流量上分析，羊喝坪水库的修建对于黑山谷核心景区影响较小。

## 5. 结论及建议

本文针对万盛黑山谷旅游园区出现较大供水缺额的问题，提出了多种解决方案并最终选择了将北部羊喝坪水库和南部鲤鱼河提水工程共同作为供水水源的供水方案，该方案水量充足、供水保证率高，经济指标相对较优，并且新建羊喝坪水库对黑山谷核心景区影响甚微。

建议进一步勘察其他潜在水源点是否具有成库条件或借水条件，判断其是否可作为可靠水源。建议研究黑山谷旅游园区内中水回用的可能性。

## 参考文献 (References)

- [1] 王浩. 我国水资源合理配置的现状和未来[J]. 水利水电技术, 2006, 37(2): 7-14.  
WANG Hao. Current status and future trend of rational allocation of water resources in China. *Water Resources and Hydro-power Engineering*, 2006, 37(2): 7-14. (in Chinese)
- [2] 王浩, 游进军. 水资源合理配置研究历程与进展[J]. 水利学报, 2008, 39(10): 1168-1175.  
WANG Hao, YOU Jinjun. Advancements and development course of research on water resources deployment. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2006, 37(2): 7-14. (in Chinese)
- [3] 张万顺, 方攀, 鞠美勤, 等. 流域水量水质耦合水资源配置[J]. 武汉大学学报(工学版), 2009, 42(5): 577-581.  
ZHANG Wanshun, FANG Pan, JU Meiqin, et al. A coupled water quantity and quality model for water resources allocation. *Engineering Journal of Wuhan University*, 2009, 42(5): 577-581. (in Chinese)
- [4] HAIMES, Y. Y. Hierarchical analysis of water resources systems: Modeling and optimization of large scale systems. McGraw Hill, New York, 1977.
- [5] HAIMES, Y. Y., HALL, W. A. and FREDMAND, H. T. Multiobjective optimization in water resources systems: The surrogate worth trade off method. Elsevier, New York, 1997.
- [6] SALEWICS, K. A., LOUCKS, D. P. Inter active simulation for planning, managing, and negotiating. IAHS Publication, Oxfordshire, 1989.