

# Study on Multi-Water Resources Regular Dispatching

Guoqiang Chen, Zhengde Zhang, Jian Wang, Yuliang Zhang

Yixing Water Group, Wuxi Jiangsu  
Email: 215260@qq.com

Received: May 21<sup>st</sup>, 2017; accepted: Jun. 10<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 13<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Hengshan reservoir and Youche reservoir were used as the main water source and Xijiu water was the emergency water source in Yixing city. According to the distribution of water source and waterworks, as well as the changes of water withdrawals and water quality, the judgment rule of multi-water resources switching, distribution of raw water and emergency management measure were discussion. At last, multi-water resources regular dispatching and multi-water resources emergency dispatching were formulated, which offered protection for the water security in Yixing City.

## Keywords

Multi-Water Resources, Emergency Water Source, Multi-Water Resources Regular Dispatching, Multi-Water Resources Emergency Dispatching

---

# 多水源优化调度技术研究

陈国强, 张正德, 王 剑, 张珏靓

宜兴水务集团有限公司, 江苏 无锡  
Email: 215260@qq.com

收稿日期: 2017年5月21日; 录用日期: 2017年6月10日; 发布日期: 2017年6月13日

---

## 摘 要

针对宜兴市目前以横山水库和油车水库为主水源, 西沭水作为备用水源的格局, 根据生活用水水厂和水源的分布, 并同时考虑水厂的取水量和水源水水质的变化, 探讨了不同情况下的多水源水量的切换、原水配送策略及原水应急处理措施的判断规则, 制定出多水源常规调度和多水源应急调度, 保障宜兴市的

用水安全, 为多水源供水系统的规划设计、运行管理等工作提供借鉴。

## 关键词

多水源, 备用水源, 多水源常规调度, 多水源应急调度

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

随着我国城市规模的扩大、城镇人口的不断增加和水环境的恶化, 单水源供水系统已经不能满足城市的用水需要, 目前许多城市都在加强开发多水源供水系统, 从而保障城市供水[1] [2] [3]。但是多水源水会存在水质和水量的差异[4], 因此研究水源优化调度方案十分重要。

宜兴市域内较大的湖泊有太湖、隔湖、东氿和西氿, 宜兴市范围内的太湖水质已不适宜作为城市集中式生活饮用水水源, 其他湖泊尽管水质状况相对太湖有较大的优势, 但由于上游及面源污染目前仍未得到有效控制, 亦不适宜作为城市尤其是市域区域供水水源, 河道水质状况与湖泊类似, 已经或正在丧失其作为饮用水水源的功能。仅有横山水库的水质满足生活饮用水水源水质的要求, 可作为城乡集中供水的优质水源, 由于横山水库能够提供的水量有限, 与城市发展所要求的需水量相差甚大, 为合理利用水质优良而水量有限的横山水库, 在宜兴市区域供水规划的指导下, 宜兴市进行了分质供水, 市域综合生活用水由横山水库及新建的油车水库供给, 同时将西氿源水作为备用水源, 构建多水源供水格局。

## 2. 宜兴供水现状

### 2.1. 生活饮用水水厂和水源介绍

目前宜兴市生活用水已经实现了区域供水, 供水范围约 1600 km<sup>2</sup>。主要的生活用水水厂为氿滨水厂和大贤岭水厂, 主要的水源为横山水库和油车水库, 西氿源水作为备用水源。

氿滨水厂位于宜兴市环科园竹海路西氿边, 占地 226 亩, 目前, 氿滨水厂的日制水能力达到 30 万 m<sup>3</sup>, 其中 20 万 m<sup>3</sup> 水使用常规处理工艺, 剩余 10 万 m<sup>3</sup> 水使用深度处理工艺, 工艺流程包括预处理(前臭氧 + 生物接触氧化) + 常规处理+深度处理(后臭氧 + 活性炭滤池), 氿滨水厂还配有 30 万吨/d 粉末活性炭和高锰酸钾应急投加系统用于应对突然性水污染事件。宜兴大贤岭水厂位于张渚镇以西 4 km 处的大贤岭, 大贤岭水厂制水能力为 6 万立方米/d, 均使用常规处理工艺, 另配有应急粉末活性炭和高锰酸钾投加系统。

横山水库汇水面积 154.8 km<sup>2</sup>, 总库容 1.12 亿 m<sup>3</sup>, 年平均径流量 8834 万 m<sup>3</sup>, 泄洪水位为 36 m, 此时的蓄水量为 6740 万 m<sup>3</sup>。根据资料记载, 横山水库历史最低水位为 24.33 m, 最低蓄水量为 566 万 m<sup>3</sup>, 死水位为 24 m。在蒲墅设置原水增压站, 向氿滨水厂输送原水最大日均可供水量为 25 万 m<sup>3</sup>, 横山水库常规水质监测指标包括温度、色度、肉眼可见物、臭和味、浑浊度等 16 项。横山水库原水整体水质处于平稳状态, 但还有部分水质(如总磷和总氮)指标超出范围, 其余水质常规指标基本符合 I 类水体的规定, 整体来看属于优质水源。横山水库在集水范围内降雨量不足容易造成水库水位偏低, 此时若水温适宜则容易产生藻类, 当藻类达到一定密度时, 会产生臭和味。

油车水库位于宜兴市南部山区湖滢镇，作为宜兴区域供水第二水源，总库容 3324 万  $\text{m}^3$ ，日可供水量 4.77 万  $\text{m}^3$ 。油车水库的正常蓄水位为 38.30 m，相应库容为 1945 万  $\text{m}^3$ 。水库死水位 24.54 m，死库容 100 万  $\text{m}^3$ 。油车水库常规水质监测指标包括温度、色度、肉眼可见物、嗅和味、浑浊度等 16 项。除总氮超标外，氨氮和粪大肠菌群指标部分时段达到 II 类标准，其余指标均达标 I 类标准。

东洩、团洩和西洩俗称宜兴“三洩”，三洩相邻，彼此通连呈东向西串珠状，是长三角南缘的小型浅水湖泊。以汛期水统计，西洩面积为 10.7  $\text{km}^2$ ，团洩为 3.16  $\text{km}^2$ ，东洩为 7.52  $\text{km}^2$ 。西洩进入宜兴总集水流域面积 4719  $\text{km}^2$  (包括高淳、溧水、溧阳、金坛和宜兴的降雨量)，其中境外 2473  $\text{km}^2$ ，境内 1365  $\text{km}^2$ 。历史最高水位为 1999 年的 5.29 m，最大行洪量为 620  $\text{m}^3/\text{s}$ ；建国以来，最低水位为 1978 年的 2.27 m；近 20 年来，最低水位为 1994 年的 2.67 m。西洩原水水质监测指标包括色度、肉眼可见物、嗅和味、浑浊度、pH 值、总硬度、等 15 项。西洩取水口水质指标嗅和味处于一个不稳定的状态；氨氮在一季度气温较低时处于地表水 IV，随着气温的升高逐渐下降至 III 类；总氮整体处于劣 V 类地表水；总磷一般处于 III 类地表水；耗氧量处于 III~IV 类之间。西洩可供取水的原水水量较为充裕。由于西洩是备用水源，只有在横山水库和油车水库水量不足的时候才会从西洩取水。

## 2.2. 原水取水工程现状

目前，宜兴有洩滨水厂取水工程和大贤岭水厂取水工程两个取水工程，宜兴市内各水源，水厂的位置如图 1 所示。

宜兴市取水工程现状情况总结如表 1 所示。洩滨水厂取水工程包括横山水库取水工程和油车水库取水工程。其中横山水库取水工程有两条管道，一是 2003 年初自横山水库东涵洞接出，途经西渚、张渚、鲸塘、新街、环科园，同时跨越钟(溪)张(渚)运河等 6 条河流，横穿宁杭高速、锡宜高速、104 国道、342 省道等 11 处公路，穿越 1380 m 山岗至洩滨水厂，管线全长 30.8 km，管材主要为玻璃钢夹砂管和钢筒混凝土管，管道公称直径为 DN1400 及 DN1200 两种。2009 年新增另一条横山原水管道，管道起点为横山水库西涵洞，终点为宜城洩滨水厂，全长约为 32.7 km，管径 1400 mm，其中球墨铸铁管 24.35 km，DN1400 钢管 7.67 km。工程建成投运后横山原水日输水能力已达到 25 万  $\text{m}^3$ 。油车水库取水工程包含一个管路，油车水库至洩滨水厂原水管道全长为 23.43 公里，在任墅设置原水增压站，最大可向洩滨水厂输送原水 12 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

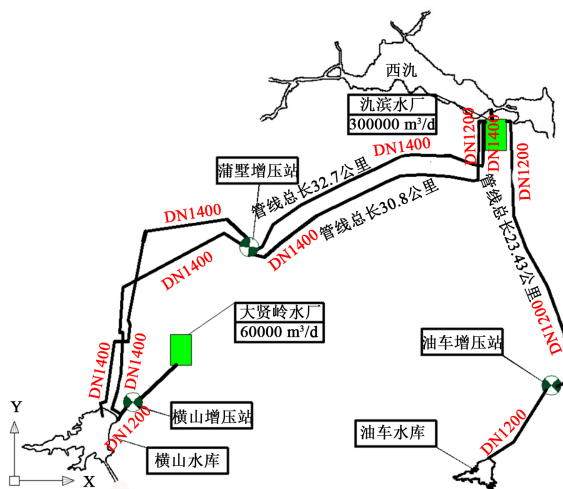


Figure 1. The diagram of source of water and waterworks in Yixing  
图 1. 宜兴多水源、水厂位置示意图

**Table 1.** The summary of current situation of water intake project**表 1.** 取水工程现状情况总结

名称	起点	中途泵站	终点	取水管概况
洮滨水厂	1. 横山水库东涵洞 2. 横山水库西涵洞	蒲墅增压站 20 万 m <sup>3</sup> /d	宣城洮滨水厂	1. 玻璃钢夹砂管和钢筒混凝土管, DN1400 及 DN1200 2. 球墨铸铁管、钢管, DN1400
大贤岭水厂	横山水库	无	大贤岭水厂	两条 DN600, 一条 DN1000 并联

大贤岭水厂所在位置地势较高(厂区地面标高 56.8 m), 因此在横山水库附近建有一座取水泵房(地面标高 21 m), 自横山水库取水, 泵房设计规模 6 万 m<sup>3</sup>/d, 共设 4 台水泵。取水泵房距离水厂 2.7 km, 起初由两条 DN600 的管道将原水送至大贤岭水厂, 后又按 5 万 m<sup>3</sup>/d 规模, 新建一条管径 DN1000 的浑水管与原浑水管并联。

### 3. 多水源优化调度方案

由于存在多个水源且不同水源水质存在差异, 为了满足各个水厂的取水需要, 并尽可能的多使用优质水源, 需合理调度水源供水。除了考虑季节变化的影响外, 还应针对不同水源可能出现的特殊污染情况制定出相应水源调度措施。多水源切换调度方案如图 2 所示。

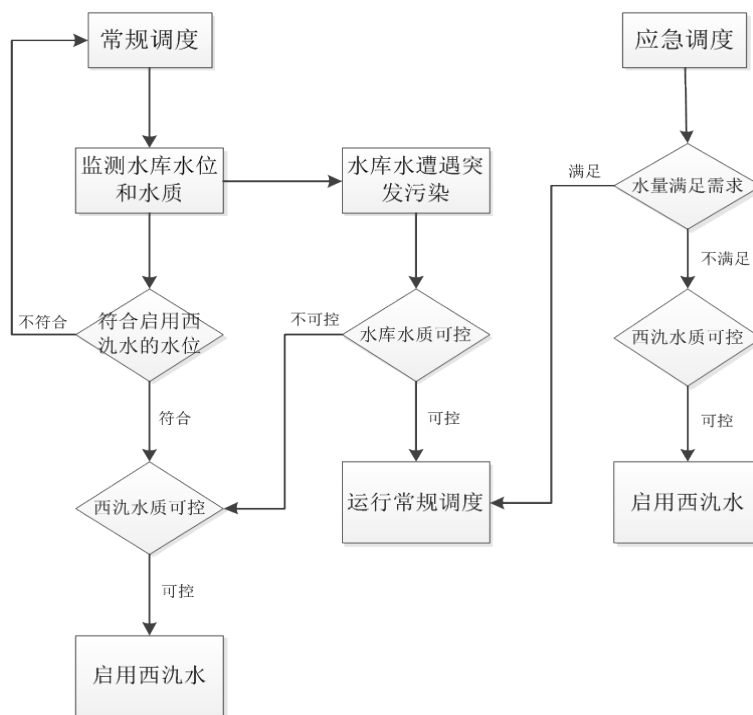
#### 3.1. 多水源常规调度

水源常规调度主要考虑水源水水量和水质的季节性变化, 同时考虑取水工程的运行成本。目前宜兴洮滨水厂和大贤岭水厂全年平均日取水量共 31 万 m<sup>3</sup>, 其中大贤岭水厂 6 万 m<sup>3</sup>/d 的原水均由横山水库提供, 横山水库的日最大输水能力为 25 万 m<sup>3</sup>, 因此洮滨水厂必须由横山水库和油车水库同时供水。在取用两个水库原水时, 应调配好两大水库相应的量, 使两水库水位差保持在 3 m 左右, 从而使水位相对平衡, 减少水库溢流, 用足优质的原水资源。此外, 由于水库到水厂存在一定的高度差, 原水供水应充分利用原水的自流, 节省电耗, 降低运行成本。当自流的原水供应量不足时, 需启用原水增压站进行补充。根据实际运行结果, 开启任墅油车增压站比蒲墅横山原水增压站更省电。因此在油车水库水量充足的情况下, 优先使用油车增压站。

西沱水作为备用水源, 在横山水库和油车水库水量不足的时候会考虑从西沱取水。根据水库的库容量、日取水量以及宜兴地区的多年平均年降雨量, 按照水库的库容量 = 有效年径流量 - 蒸发水量 - 取水量公式测算出在不同月份下启用西沱的水库水位限值。具体划分详见表 2。

西沱水启用期间, 为应对西沱突发污染和备足大贤岭水厂取水需要, 原则上横山水库不得低于 600 万 m<sup>3</sup>, 此时水库水位为 24.5 m; 油车水库不得少于 200 万 m<sup>3</sup>, 此时水库水位为 26.4 m。根据西沱原水水质条件, 在确保经处理后出厂水质可控前提下, 调节取水量, 水质较好时, 增加西沱水的比例, 反之, 减少西沱水的比例。

在环境气候适宜(春夏、夏秋之交)、水库水位偏低(横山水库低于 32 m, 油车水库低于 35 m)的情况下, 硅藻和绿藻等藻类容易大量繁殖, 水库水可能会出现不同程度的污染。遇水库原水(横山或油车)轻微污染(藻类 > 3000 万个/升, 嗅和味 ≥ 1 级)时, 通过加强水源水质预警, 强化常规工艺即可确保出厂水质达标, 洮滨水厂正常供水, 全市供水不受影响; 遇水库水原水轻度污染(藻类 > 5000 万个/升, 嗅和味 ≥ 2 级)时, 通过在进反应池前投加高锰酸钾, 强化常规工艺, 启用深度处理能达到饮用水标准。根据尽量运用优质水源的原则, 洮滨水厂适当减少取用横山水, 增加油车水, 保证全市供水基本不受影响; 遇水库水原水中度污染(藻类 > 10,000 万个/升, 嗅和味 ≥ 3 级)时, 此种情况下水质条件较差, 由于西沱水源更近, 取水成本低, 此时可以评价西沱水的水质来启动相应的水源调度方案。当西沱水的嗅和味 < 3 级



**Figure 2.** The scheme of multi-water resources dispatching in Yixing  
**图 2.** 宜兴市多水源切换调度方案

**Table 2.** The every month's control water level of source water if using Xijiu water  
**表 2.** 每月启用西沱水的水库控制水位

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
横山水位(m)	30	29	29	28	28	29	29	30	31	32	31	30
横山库容(万 m <sup>3</sup> )	2620	2100	2100	1640	1640	2100	2100	2620	3300	4000	3300	2620
油车水位(m)	33	32	32	31	31	32	32	33	34	35	34	33
油车库容(万 m <sup>3</sup> )	911	766	766	636	636	766	766	911	1073	1250	1073	911

时，根据西沱水质的总体情况，评估通过现有工艺能确保出厂水质的前提下，停止取用横山水，启用西沱备用水源，通过现有的处理工艺使出厂水质合格；当西沱水的嗅和味  $\geq 3$  级时，比较水库水和西沱水水质的总体情况及根据水库库存情况(横山水库水位 32 米)决定是否启用西沱水，同时根据现有的处理工艺，采用必要的应急手段，确保出厂水质合格。

### 3.2. 多水源应急调度

除了常规的运行情况外，有时候会出现一些突发情况，针对这类事件需制使用多水源应急调度[2]。

西沱水启用期间，如遇西沱水源突发性污染，应立即停取西沱水，恢复水库水供水。遇水库原水管道出现漏水需停水检修，或原水增压站出现故障，无法启用，导致沱滨水厂原水总量不能满足要求时，根据原水水质条件，重点根据西沱水的氨氮、耗氧量、溶解氧、嗅和味等关键指标，评估后当工艺可控前提下，立即取用西沱水补充原水不足部分。遇油车水库原水遭突发污染时，立即停用油车水，满负荷使用横山水。西沱水质评估后通过现有工艺，能确保水质合格的前提下，启用西沱水补充水量。遇横山水库原水遭受突发污染时，立即停用横山水，满负荷使用油车水。在西沱水质可控的前提下，满负荷启

用西沅水。根据当时用水量，必要时沅滨水厂进行降压供水。

#### 4. 结语

宜兴城市供水体系由单一水源横山水库供水发展为多水源联合供水，不仅改善了市区供水质量，提高了城市供水安全性、可靠性，同时也有利于水资源的可持续利用。此外，针对水源不同的水量和水质情况，制定了多水源常规调度和多水源应急调度，为多水源供水体系的运行提供了可借鉴的经验。

#### 基金项目

国家水体污染控制与治理科技重大专项(2014ZX07405002D)。

#### 参考文献 (References)

- [1] 马永胜, 惠蕾, 高小芳. 基于引汉济渭工程的水库联调系统开发与应用[J]. 陕西水利, 2016(2): 122-123.
- [2] 许龙. 中小型水库与河网联合供水模式用于某丘陵城镇[J]. 中国给水排水, 2015(12): 71-75.
- [3] 陶长生, 宋玉, 陶娜麒. 苏北运河的水源调度探索与实践[J]. 中国防汛抗旱, 2015(2): 69-73.
- [4] 陈刚, 杨霄, 顾世祥, 等. 基于河湖生态健康的滇池流域水资源总体配置[J]. 水利水电技术, 2016, 47(2): 1-8.

#### 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>

期刊邮箱: [aep@hanspub.org](mailto:aep@hanspub.org)