

赣州市供水水源应急补水分析

徐珊珊

(江西省赣州市水文局,江西 赣州 341000)

摘要:赣州市中心城区现有3座常规水厂均处在章江河口段,沿岸是规划新城区的主要区域,在枯水季节以及发生水源污染时,需要研究其上游水库应急补水措施,以确保水厂取水和保护城区河道水环境。

关键词:应急补水;供水水源;赣州市;水库

中图分类号:TU991.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-4701(2017)01-0046-04

赣州市中心城区现有常规水厂3座、供水规模37万t/d,根据城市发展预测,2020年中心城区供水量为77.5万t/d,因此,需大幅度提高水厂取水规模,以满足城市发展的要求。现有3座常规水厂均处在章江河口段,在枯水季节以及发生水源污染等应急事件时,需要其上游水库应急补水,增加河道流量,确保水厂取水和保护城区河段水环境。

1 供水水源状况

1.1 取水河段枯水期来水流量不能满足河道生态流量要求

章江是赣江上游的一条重要支流,流域面积7700 km²,发源于大余岭北麓的崇义县聂都乡夹州村竹洞坳,主流由西南向东北流经大余县、南康区、章贡区,在八境台汇入贡水,主河长235 km;章江由西向东进入赣州市中心城区,城区河段长约25 km。赣州市第二水厂位于该河段上端,取水断面设在章江水轮泵站坝址上游约300 m处,集水面积7550 km²,水位受泵站大坝蓄水位控制;赣州市第三、第一水厂位于该河段中段,取水断面集水面积分别7646 km²、7680 km²,其下游建有八境湖水库,水位受该水库蓄水位影响(如图1)。三个水厂设计取水保证率均为97%。

坝上水文站地处取水河段中端,集水面积7657 km²,据分析取水河段多年平均流量195.00 m³/s,水厂取水断面95%、97%保证率年最小日平均流量分别为

11.40 m³/s、10.30 m³/s。

取水河段已建和规划的取水工程主要有第一水厂12万t/d(现状12万t/d)、第二水厂30万t/d(现状15万t/d)、第三水厂20万t/d(现状10万t/d),规划取水总规模62万t/d(现状37万t/d),规划取水流量7.18 m³/s;二是章江水轮泵站提灌面积约2000 hm²农田灌溉用水量(最大提灌流量2.44 m³/s);三是取水河段水功能区为章江赣州水源保护区,估算河道最小生态流量19.50 m³/s;分析求得取水河段最大需水流量29.12 m³/s。

综上所述,取水河段95%~97%最小日平均流量分别为11.40 m³/s和10.30 m³/s,来水流量仅可满足三个水厂规划取水流量和章泵灌区取水要求,不能满足河道生态流量要求。

1.2 取水河段存在水质超标问题

水质现状分析评价采用赣州水务集团有限责任公司水质检测中心于2014年对赣州市第三水厂取水口的水质检测结果,分析坝上站历年径流情势,以6月、3月、12月水质检测结果作为丰、平、枯水期代表时段,取水河段22项(水温、pH值除外)水质基本项目中有19项满足《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中的Ⅱ类水要求,其中化学需氧量、粪大肠菌群、氨氮3项指标部分时段超过Ⅱ类水标准;丰水期水质存在化学需氧量、氨氮超标,枯水期水质存在氨氮超标,平水期水质存在粪大肠菌群超标(详见表1)。超标项目均属可降解污染物,其中化学需氧量超标倍数低,氨氮和粪大肠菌

群超标倍数较高,但仍能达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)Ⅲ类水标准要求。

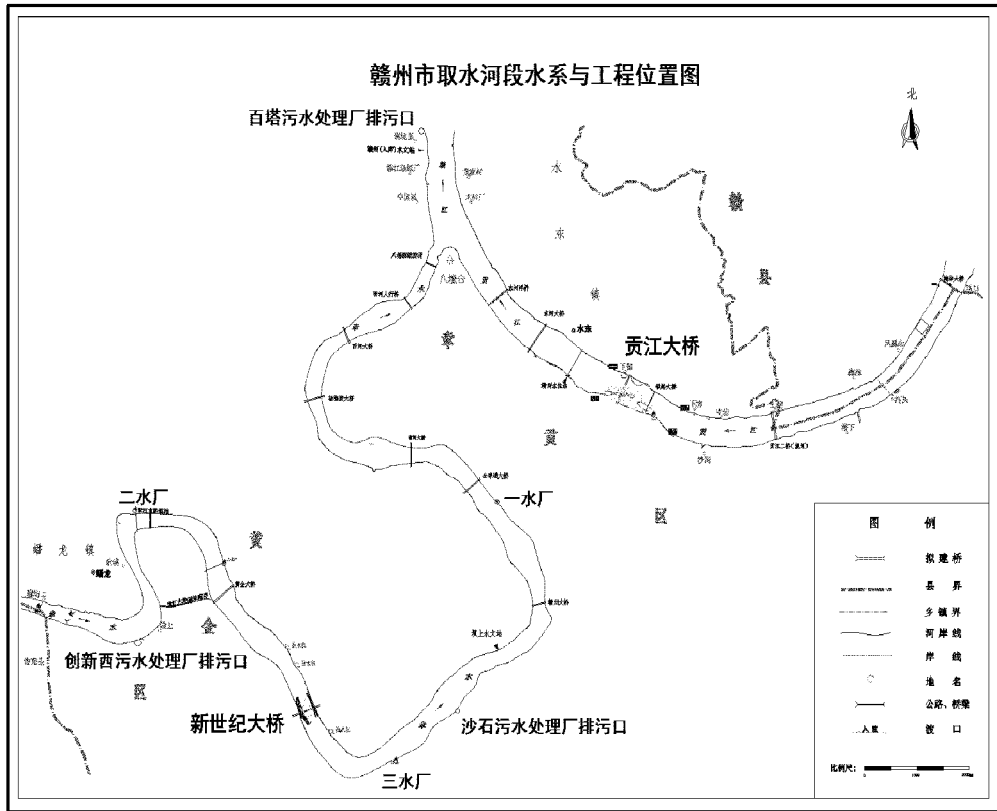


图 1 赣州市取水河段水系与工程位置图

表 1 赣州市第三水厂取水口 2014 年水质检测评价结果(超标项目)

序号	项目/分期	丰水期		平水期		枯水期	
		浓度	超标倍数	浓度	超标倍数	浓度	超标倍数
1	化学需氧量/(mg/L)	18.0	1.2	7.2	0.48	5.0	0.33
2	氨氮/(mg/L)	1.0	2.0	0.49	0.98	1.0	2.0
3	粪大肠菌群/(个/L)	200	0.10	3000	1.5	300	0.15

1.3 取水河段存在水源污染的潜在风险

取水河段存在水源污染的潜在风险主要有:一是区域人口规模大,取水河段沿岸为赣州市中心城区,右岸中端至河口为老城区,上段主要为高校创新区,左岸为章江新区和经济开发创新区,均是赣州市规划新城区的主要区域,2020 年沿岸城区人口规模将超过 65 万人;二是截污管道输送距离长,城区污水通过截污管道输送至下游的白塔污水处理厂,处理达标后排入赣江,最长输送距离达 15 km;三是规划的沙石、创新西区二个污水处理厂尾水排入章江;四是老城区排水体制仍为雨污合流。

2 应急补水方案

取水断面上游建有 3 座大(2)型水库和一些中小型水库,当取水河段来水流量小于枯水水质预警流量时,可商请有关部门要求上游水库加大下泄流量,对供水水源应急补水,增加取水河段枯水流量,提高水厂取水保证程度,同时增加取水河段的纳污能力,改善水体水质状况。

2.1 枯水水质预警流量

根据取水河段水流特点,采用河流一维模型和湖(库)均匀混合模型分别计算取水河段水域纳污能力,

分析比较后采用偏于安全的水域纳污能力成果。

河流一维模型: $C_x = C_0 \exp(-Kx/u)$;

$$M = (C_s - C_x)(Q + Q_p)$$

式中: C_0 初始断面的污染物浓度, mg/L; C_x 流经 x 距离后的污染物浓度, mg/L; C_s 水质目标浓度值, mg/L; x 沿河段的纵向距离, m; u 设计流量下河道断面的平均流速, m/s; K 污染物综合衰减系数, 1/s; M 水域纳污能力, kg/s; Q 初始断面的入流流量, m^3/s ; Q_p 废污水排放流量, m^3/s ;

湖(库)均匀混合模型:

$$C_{(t)} = (m + m_0)/K_h V + (C_h - (m + m_0)/K_h V) \exp(-K_h t);$$

其中: $K_h = Q_L/V + K$; $m_0 = C_0 Q_L$

当流入和流出湖(库)的水量平衡时: $M = (C_s - C_0)V$

式中: K_h 中间变量, 1/s; C_h 湖(库)现状污染物浓度, mg/L; m 湖(库)入流污染物排放速率, g/s; V 设计水文条件下的湖(库)容积, m^3 ; Q_L 湖(库)出流量, m^3/s ; t 计算时段长, s; $C_{(t)}$ 计算时段 t 内的污染物浓度, mg/L; 其余符号意义同前。

根据河流一维模型和湖(库)均匀混合模型分析, 取水河段 90% 保证率最枯月平均流量为 $30.6 m^3/s$ 、湖(库)容积为 2 370 万 m^3 。比较分析求得该水域纳污能力化学需氧量为 12.96 t/d、氨氮为 1.296 t/d。

根据相关规划, 除河套内老城区排水体制为雨污合流外, 其余新区规划排水体制为雨污分流。已建的白塔污水厂日处理污水 7.51 万 m^3/d , 其中收集章水沿岸区域污水约 5.00 万 m^3/d , 污水排放达到《污水综合排放标准》一级标准 B(化学需氧量: 60 mg/L, 氨氮: 15 mg/L), 尾水排入赣江。规划的沙石污水处理厂, 收集创新东南区污水 7.42 万 m^3/d , 收集峰山片区污水 1.41 万 m^3/d , 日处理污水 8.83 万 m^3/d , 污水排放达到《污水综合排放标准》一级标准 A(化学需氧量: 50 mg/L, 氨氮: 8 mg/L), 尾水排入章江; 创新西区污水厂日处理污水 4 万 m^3/d , 污水排放达到《污水综合排放标准》一级标准 A, 尾水排入章江。合计排入取水河段污水 12.83 万 m^3/d , 化学需氧量排放量 6.42 t/d, 氨氮排放量 1.03 t/d。上述三个污水处理厂收集章江沿岸污水 17.83 万 m^3/d , 按污水收集处理率 90% 计, 尚有约 2 万 m^3/d 直接排入章江城区河段, 按污水处理前水质浓度化学需氧量 120 mg/L、氨氮 30 mg/L 估算, 化学需氧量排放量 2.4 t/d, 氨氮排放量 0.60 t/d。规划实施后取水河段化学需氧量排放总量 8.82 t/d, 氨氮排放总量 1.63 t/d。

其中化学需氧量排放量占取水河段水域纳污能力的 68.1%, 氨氮排放量占取水河段水域纳污能力 125.8%, 氨氮排放量超过了取水河段水域纳污能力要求。根据水域水质达标要求, 按河流一维模型和湖(库)均匀混合模型反算比较所需流量, 并考虑一定的安全裕量, 求得枯水水质预警流量约 $45 m^3/s$ 。

2.2 补水所需调节径流量

根据坝上站 1953 ~ 2014 年实测流量资料统计, 最小年径流量出现在 1963 年, 相应年平均流量 $81.80 m^3/s$; 为保证补水所需调节径流量, 选择实测最枯年(1963 年)为典型年进行流量补偿日调节计算, 当坝上站日平均流量小于枯水水质预警流量时应由上游水库补偿达到枯水水质预警流量, 大于枯水水质预警流量时上游水库维持原方案运用、不需专门补水^[1], 累积求得各流量补偿期的补偿水量, 取其累积补水量最大值即为全年补水所需调节径流量^[2]。计算结果如表 2。

计算公式为:

$$q_{补,t} = 0 (Q_{坝,t} \geq Q_{预});$$

$$q_{补,t} = Q_{预} - Q_{坝,t} (Q_{坝,t} < Q_{预});$$

$$W_{补,t} = 8.64 q_{补,t};$$

$$W_{补} = (W_{补1} + W_{补2} + W_{补3} + \dots + W_{补t}) \max;$$

式中: $q_{补,t}$ t 日补水流量, m^3/s ; $Q_{坝,t}$ t 日坝上站来水流量, m^3/s ; $Q_{预}$ 枯水水质预警流量, m^3/s ; $W_{补,t}$ t 日补水量, 万 m^3 ; $W_{补}$ 全年各补偿期累积补水量最大值, 万 m^3 。

表 2 补水所需调节径流量成果表

枯水水质预警流量/(m^3/s)	35	40	45	50
补水所需调节径流量/万 m^3	1 876	4 613	9 278	13 981

取水河段化学需氧量排放总量达到 8.82 t/d、氨氮日排放量 1.63 t/d 时, 枯水水质预警流量约 $45 m^3/s$, 水源应急补水所需调节径流量 9 278 万 m^3 。

2.3 补水水源

上犹江水库坝址地处上犹县陡水镇铁扇关, 流域面积 2 750 km^2 , 水库正常蓄水位 198.40 m, 防洪限制水位 195.50 m, 死水位 183.00 m, 总库容 8.22 亿 m^3 , 兴利库容 4.71 亿 m^3 , 死库容 2.50 亿 m^3 , 多年平均入库径流量 25.00 亿 m^3 , 是一座以发电为主的年调节大(2)型水库。它是章江上游水库中的龙头水库, 赣州市供水水源应急补水水源宜设其中。

根据上犹江水库水位容积曲线查得, 水库容积

3.428 亿 m^3 , 相应库水位 187.10 m。水库水位 183.00 m ~ 187.10 m 其间库容(9 278 万 m^3)宜作为赣州市供水水源应急补水储备水源, 供应急补水专用, 放在水库兴利运用中的优先位置。

上犹江水库原设计虽然没有为赣州市城市供水源地应急补水的任务, 但水库建成至今已近 60 年, 时代发展必然会有新要求; 又从水库实际运用的情况看, 水库运行史上只有 5 年水库最低水位在短时间内低于 187.00 m。因此, 把上犹江水库作为赣州市供水水源应急补水储备水源, 对水库主要功能发电影响是有限的。

3 结语

章江特枯水期取水河段来水量虽可满足水厂取水和灌溉用水要求, 但存在河道生态流量不足的问题; 不同时期水质分别存在化学需氧量、氨氮和粪大肠菌群超标问题; 取水河段存在水源污染的潜在风险。一方面要

加强水环境预警监测体系建设, 充分利用取水河段坝上水文站水量、水质同步监测的有利条件, 做好水环境事故监测、预警、防范工作, 防止饮用水源污染, 保障居民生活用水安全。另一方面宜在上犹江水库设置应急补水储备水源, 一旦取水河段来水流量小于枯水水质预警流量时, 可商请有关部门要求上游水库加大下泄流量, 对供水水源应急补水, 增加取水河段枯水流量, 提高水厂取水保证程度, 同时增加取水河段的纳污能力, 改善水体水质状况。

参考文献:

- [1] 刘卫林, 王永文. 赣江中下游枯水期水量调度研究[J]. 长江科学院院报, 2013, 30(9): 11 ~ 16.
- [2] 邹俊. 赣江中下游河道枯水期水量调度探讨[J]. 人民长江, 2016, 47(6): 27 ~ 29.

编辑: 张绍付

Analysis on emergency water supplement of water supply source in Ganzhou city

XU Shanshan

(Ganzhou Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Ganzhou 341000, China)

Abstract: Ganzhou central urban area has 3 water plants in Zhangjiang estuary section, the river bank is the main area of the new urban region. We need to study the emergency supplement regulation measures from upstream reservoir to ensure water intake of water plant and protection of urban river water environment while the dry season or water pollution has happened.

Key words: Emergency water supplement; Water supply source; Ganzhou city; Reservoir

翻译: 徐珊珊

欢迎投稿 欢迎订阅