

述评与讨论

南宁市城市供水水源系统布局与思考

贝德光, 罗莹, 许谦, 蒋菱

(广西绿城水务股份有限公司, 广西南宁 530031)

摘要: 结合南宁市的水源特点和实际情况,提出以左、右江作为主水源,水库水作为辅助水源及应急备用水源的“两江为本,西水东输,多库为辅,联合调度”的供水布局,这样布局不但能为南宁市提供更加优质的原水,而且还显著提高了南宁市抵御水质污染事故的能力,最重要的是将原临江取水点的饮用水源保护区解放出来,非常有利于城市的可持续发展。通过建立南宁市城市供水水源系统,找到适合南方丰水城市多水源供水的有效途径,并提出了有益的思考和建议。

关键词: 城市供水水源; 多水源供水; 联合调度

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0005-05

Layout and Thinking of Urban Water Supply Source System in Nanning

BEI De-guang, LUO Ying, XU Qian, JIANG Ling

(Guangxi Nanning Water Co. Ltd., Nanning 530031, China)

Abstract: Based on the characteristics and actual situation of water sources in Nanning, the layout of “left river and right river as the foundation, west-to-east water transfer, multi-reservoir as the auxiliary water source and emergency reserve water source, joint operation” was put forward. This layout not only provided higher quality raw water for Nanning, but also significantly improved the ability of Nanning to resist water pollution accidents. The most important thing was to liberate the original drinking water source protection area of the original water intake point near river, which was very beneficial to the sustainable development of the city. Through the establishment of the urban water supply system in Nanning, the effective ways of multi-source water supply suitable for the southern water-rich cities were found, and some useful thoughts and suggestions were put forward.

Key words: urban water supply source; multi-source water supply; joint operation

城市供水水源的布局是影响城市总体布局、城市重大工程项目选址、城市的可持续发展战略的关键,也是合理开发利用、科学管理和有效保护城市水资源的需要^[1-2]。所以,建立健全城市供水水源系统是每个城市供水企业所面临的问题。

南宁市中心城区共有6座自来水厂,设计日供水能力为 $150 \times 10^4 \text{ m}^3$,占南宁中心城区日供水量的95%,包括陈村水厂 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、中尧水厂 $12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、西郊水厂 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、三津水厂 $20 \times$

$10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、河南水厂 $60 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 、凌铁水厂 $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,6座水厂均就近邕江取水;采用非邕江水源的主要有天雹水厂、龙潭水厂、老虎岭水厂、峙村河水厂、大沙田水厂,占全市供水总量的5%。

1 南宁市供水水源现状

南宁市是广西壮族自治区的首府,总面积为 $22\,112 \text{ km}^2$,位于广西南部,地处亚热带,母亲河郁江(南宁段称邕江)是流经南宁市的主要河流,自西向东贯穿南宁,邕江段全长为 116.4 km ,流域面积

为 73 728 km², 多年平均径流量为 418×10^8 m³, 年平均径流量为 1 290 m³/s, 最大流量为 20 600 m³/s, 邕江水量充沛, 水质优良, 多个监测断面水质满足Ⅱ类水体和Ⅲ类水体指标。

邕江由发源于越南的左江及发源于云南杨梅山的右江在南宁市宋村下游 1.3 km 处汇合而成, 左江全长 539 km, 多年平均天然径流量为 209×10^8 m³, 年平均径流量为 544 m³/s (合 $4\,700 \times 10^4$ m³/d), 最大径流量为 8 410 m³/s; 右江干流全长为 707 km, 多年平均天然径流量为 172×10^8 m³, 年平均径流量为 267 m³/s (合 $2\,307 \times 10^4$ m³/d), 最大径流量为 5 920 m³/s, 左、右江南宁段水质满足Ⅱ类水体标准。南宁市南郊约 20 km 处有大王滩水库, 为Ⅲ类水体水质, 有效库容为 1.24×10^8 m³, 距三津水厂和陈村水厂 10 km 范围内分别有龙潭水库和天雹水库, 其中龙潭水库有效库容为 900×10^4 m³, 天雹水库有效库容为 $2\,000 \times 10^4$ m³。

2015 年—2017 年间南宁市中心城区总用水量分别为 $46\,433.6 \times 10^4$ 、 $48\,111 \times 10^4$ 、 $50\,095 \times 10^4$ m³/a, 即各年的平均用水量分别为 127×10^4 、 131×10^4 、 137×10^4 m³/d, 每年用水量稳步增长。根据

《南宁市城市供水专项规划(2013—2030)》, 至规划 2030 年, 南宁市中心城区人口为 533 万人, 最高日城市综合用水指标为 550 L/(人·d), 城市需水总量为 295×10^4 m³/d。

2 南宁市城市供水水源系统布局的提出

现阶段南宁市供水水源面临的最主要问题: 一是供水水源过于单一, 如果邕江南宁段发生突发性水质污染事故而无法取水, 有可能造成大面积停水; 二是邕江南宁段下游的仙葫开发区牛湾半岛处的邕宁水利枢纽的建设, 使得邕江南宁段变为库区, 水流速度明显变缓, 水质存在变差的风险; 三是现有取水点的饮用水源保护区已经制约了邕江两岸南宁市区的发展建设。

南宁市针对如何布局供水水源进行了多次论证, 提出了多种方案: 方案一为从起源于云南省曲靖市的红水河长距离引水; 方案二为从左江和右江上游分别引水, 将现状邕江取水口上移至左、右江交汇处上游的葫芦村和大滩新村附近; 方案三为凤亭河、屯六、大王滩水库联合调度长距离引水; 方案四为维持现状取水口, 周边水库水(天雹水库和龙潭水库)作为城市应急备用水源。四种方案比较见表 1。

表 1 水源布局方案对比

Tab. 1 Comparison of water source distribution schemes

项 目	方案一	方案二	方案三	方案四
水源模式	双水源供水、1 用 1 备。即维持现状就近邕江取水, 红水河作为备用水源	左江、右江双水源, 互为备用。即在邕江上游的左江和右江分别建设取水泵站, 可互为备用	双水源供水、1 用 1 备。即维持就近邕江取水, 三水库水作为备用	主水源单一。即维持就近邕江取水, 周边水库水作为应急备用水源
可引水量	红水河多年平均流量为 2 112 m ³ /s, 引水可确保全市 100% 用水量	左江、右江多年平均流量分别为 544、267 m ³ /s, 引水可确保全市 100% 用水量	凤亭河、屯六、大王滩水库总库容达 13.89×10^8 m ³ , 可以满足南宁市 100% 供水量	采用邕江水及周边水库联合供水可以满足南宁市 100% 的用水量
输水距离及输水安全性	需敷设大口径输水管 160 km, 多级提升, 安全性差	需敷设大口径输水管 32 km, 安全性一般	长距离输水 80 km, 多次提升, 安全性较差	最长输水距离为 9 km, 重力自流, 安全性好
水质	多个断面为Ⅱ类水体	左江、右江南宁段为Ⅱ类水体	凤亭河及屯六水库为Ⅱ类水体, 大王滩水库为Ⅲ类水体	邕江为Ⅱ~Ⅲ类水体
抵御水质污染能力	邕江及红水河分属不同发源地, 有较强的污染抵抗能力	两江发源地不同, 可以互为备用, 有较强的污染抵抗能力	三库均为独立源头, 有较强的抵抗水质污染能力	邕江发生污染后, 其他水库联合供水不能完全满足南宁市 100% 供水需求
施工难易程度	最难	较难	难	简单
对周边环境的影响	最大	较小	较大	最小
系统维护管理	最难	较难	难	简单
投资估算/亿元	180	70	90	2

3 南宁市城市供水水源系统的建立

南宁市主要供水企业广西绿城水务股份有限公司,同上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司共同研究,结合南宁市的南方丰水城市特点、现阶段的供水现状和发展趋势、城市建设中长期发展规划,充分考虑南宁市周边水源地的分布状况,并从供水安全性、水质的优良性、环境影响、维护管理及工程投资等方面综合考虑,提出采用以方案二、方案三与方案四相结合的“两江为本,西水东输,多库为辅,联合调度”的供水水源系统布局。

3.1 两江为本,西水东输

“两江为本”是指在邕江上游发源于越南的左江大滩新村处和发源于云南杨梅山的右江葫芦村处分别建设水源取水点,向南宁市的三津、石埠(拟建)、陈村、中尧、河南、凌铁、西郊水厂输送优质原水,做到优质的西水东输。南宁市供水水源以“两江为本”的原因有:①江河水源丰富的水资源是城市建设与可持续发展的坚强后盾。②江河水的自然运动规律,决定了发生突发性污染时江河水对污染物具有很强的稀释能力和降解能力。③左江、右江都位于邕江上游,水质优于邕江水,可以为南宁市市民提供更加优质的原水。④左江和右江起源地不同,两者可以互为备用,极大地提高了南宁市抵御水质污染事故的能力。

3.2 多库为辅

“多库为辅”是就近以大王滩水库作为供水水

源,向拟建的五象水厂输送 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的原水,并以三津水厂、陈村水厂 10 km 范围内的天雹水库、龙潭水库作为水厂的应急备用水源。具体做法如下:①以大王滩水库为水源,敷设约 20 km 的原水管道向拟建的五象水厂输送原水,以服务南宁市不断向东发展的五象片区、良庆区和邕宁区。②以三津水厂、陈村水厂 10 km 范围内的天雹水库、龙潭水库作为水厂的应急备用水源。龙潭水库可通过改造现有农灌渠将水库水引入三津水厂;从天雹水库敷设 DN2 000 原水管至陈村水厂。

3.3 联合调度

① 正常情况下,以左江和右江作为主要水源同时取水,大王滩水库作为次要水源为五象水厂供水,可以满足南宁市供水专项规划提出的 2030 年 $295 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的供水需求。

② 当左江或者右江发生突发性水质事故时,由未发生水质事故的江河单独供水,也可满足南宁市 100% 供水需求。

③ 当左江和右江同时发生极小概率的突发性水质事故或原水主输水管发生爆管事故时,由大王滩水库持续为五象水厂供水,由天雹水库及龙潭水库应急为陈村和三津水厂供水,供水量为 $90 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,可以满足应急状态下 533 万人的需水量,完全满足《南宁市城市供水应急预案》提出的 105 L/(人·d) 的要求。南宁市城市供水水源系统布局如图 1 所示。

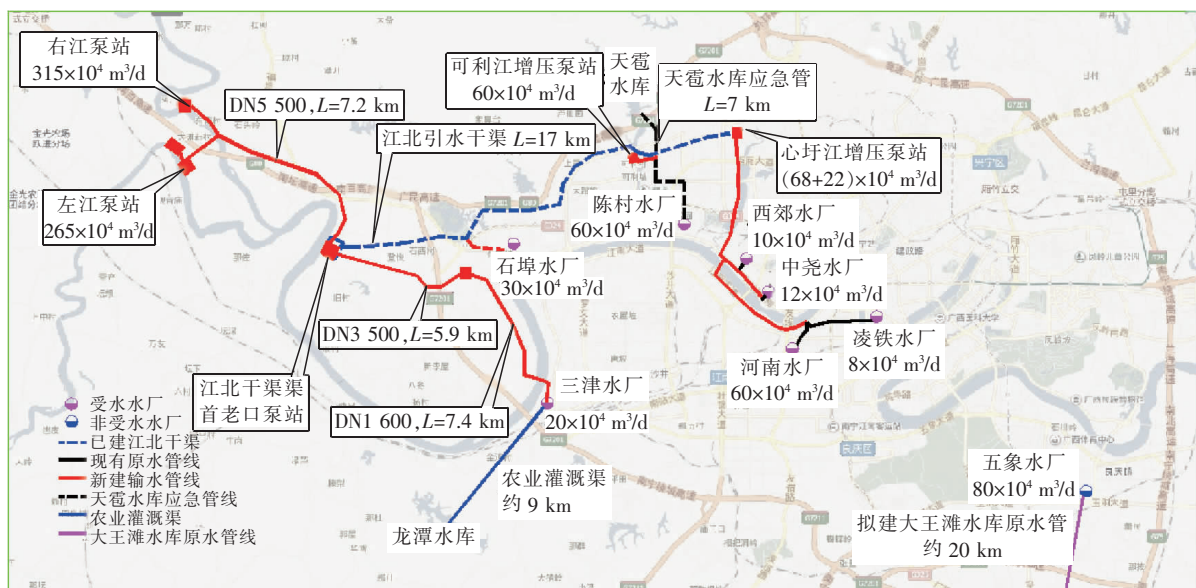


图1 南宁市城市供水水源系统布局

Fig.1 Layout of urban water supply source system in Nanning

4 工程实施情况

4.1 邕江上游引水工程

为适应城市水量的增长和变化情况,工程分两期建设:一期工程在江北引水干渠渠首新建老口泵站,在可利江和心圩江新建可利江泵站和心圩江泵站,先由老口泵站将邕江水抽至已建成的江北引水干渠,利用江北引水干渠作为输水通道,将原水引入可利江泵站和心圩江泵站,再由可利江泵站为陈村水厂供水,心圩江泵站为西郊、中尧、河南、凌铁水厂

供水。二期工程再将江北引水干渠取水点上移至左江、右江上游葫芦村和大滩新村,实现左、右江同时取水,互为备用。

上海市工程设计研究总院(集团)有限公司为《南宁市邕江上游引水工程》做了大量卓有成效的工作,可研报告于2017年9月完成并获得批复,一期工程施工图已于2017年12月完成。目前,老口泵站、心圩江泵站、可利江泵站及相应管道均在施工中。一期工程示意图2。

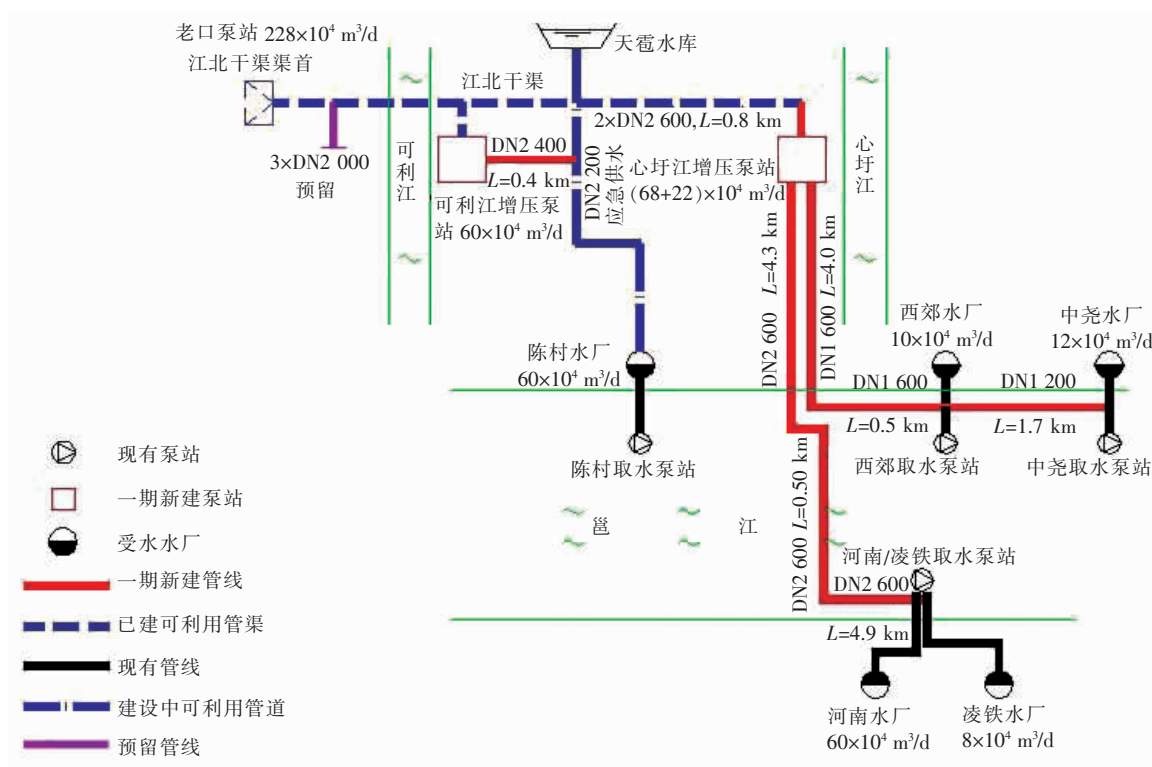


图2 邕江上游引水工程一期工程示意

Fig.2 Schematic diagram of the first phase of the diversion project in Yongjiang River upstream

4.2 水库水引水工程

① 笔者公司负责开展五象水厂的选址和大王滩至五象水厂原水管线路由的选择工作,有关部门针对大王滩水库为五象水厂供水进行规划论证。

② 龙潭水库至三津水厂约9 km长的农业灌溉渠计划全面维修,而天雷水库至陈村水厂约7 km长的DN200原水管大部分已敷设完毕,以确保应急状态下正常供水。

5 思考及建议

建立城市供水水源系统,是每一座城市可持续发展所必须解决的问题,各城市应结合自身实际情况,寻找符合自身实际的解决办法,没有哪种解决办

法是最好的,只有最合适的。南宁市城市供水水源系统的建立,为各城市供水企业提出了以下几方面的思考及建议:

① 对于有贯城河通过的南宁市而言,就近临江取用邕江水输送距离最短,维护管理是最简单的,但其制约了邕江两岸土地的开发利用,而且下游邕宁水利枢纽的建设也使邕江有水质变差的风险。因此,将邕江现有饮用水源取水口上移至左江和右江交汇点上游大滩新村和葫芦村附近,不但有效释放了邕江两岸的土地用于城市建设,更可以保证取水点的水质不受城市发展的影响,而且左江和右江不同源头的特点,可以真正做到两江互为备用,极大提

高了南宁市水源系统的安全保障能力。

② 采用水库水作为另一个供水水源,成为南宁市城市供水水源系统布局的一个重要组成部分,改变了南宁市原来单一的水源格局。而采用龙潭水库和天雹水库作为应急备用水源,也可以使南宁市在一些极端的水质事故中保证市民的最低生活用水需求。

③ 作为南宁市供水水源的大王滩水库,以及作为南宁市应急备用水源的龙潭水库和天雹水库,如何解决农田灌溉用水与城市生活用水之间的矛盾,应引起足够的重视。

④ 加强左江和右江饮用水源的保护力度,如禁止一级水源保护区网箱养鱼、捞沙、种菜等,并对左、右江饮用水源保护区周围的自然村和工业区排污的改造势在必行。

⑤ 加强左江和右江上游水源监控,提早发现水污染,提前做好准备,启动应急水源输水系统并明确启动应急措施及手段。

⑥ 组建专门队伍对平时几乎不用的应急输水管线及设备进行维护管理,确保遇到应急情况可马上投入使用。

⑦ 工程建成后,相关部门对原取水泵站是保留还是停用尚未有定论。原取水泵站是否予以保留,作为应急备用泵站或者考虑采用这些取水泵站为南宁市内河补水,从而将江北引水干渠所承担的补水量置换出来,达到将干渠全部用作输送生活原水的目的,是值得研究的问题。

邕江上游引水工程完工后,将彻底改变南宁市的供水格局,但也必须注意一些问题:a. 江北引水干渠原设计为心圩江、可利江、石埠河、石灵河等内河补水之用,其设计的水力坡降仅为0.01%,这就意味着渠内水流速度缓慢,加上邕江原水含沙量较高,工程完工投入使用后,如何按照生活饮用水源的要求进行清淤,多长时间进行清淤,值得研究;b. 心圩江泵站承担着中尧、西郊、凌铁、河南四大中心水厂的原水供应任务,如何在四个水厂输水距离不同、水量需求不同的情况下通过调流阀调整流量,是在日后生产调度过程中需要不断研究改进的问题;c. 一期工程对球墨铸铁管和钢管进行了详细比选,最后考虑到大口径的球墨铸铁管的安装简单方便、安全可靠,不像大口径钢管那样对焊接有着很高的要求,

选择了球墨铸铁管,从目前的施工进度看,使用球墨铸铁管确实提高了工程的施工速度,保证了施工的质量,值得其他长距离输水管工程借鉴;d. 该工程输水距离长而且管道直径大,一期工程大部分输水管均为单管运行,管道安全十分重要,所以除了做好管道自身的防护外,相关部门还应应对这些输水管进行立法保护。

6 结语

城市供水水源系统布局,关系到一个城市的可持续发展战略,是每一座城市必须慎重考虑的问题,南宁市结合自身实际,充分利用南方城市江河水系发达、水库众多的特点,建立了多水源安全供水系统,为南方丰水城市水源的布局提供了切合实际可行的实例。

参考文献:

- [1] 陆华理. 关于南宁市第二水源建设方案的探讨[J]. 人民珠江,2012,33(4):17-20.
Lu Huali. Discussion on the construction scheme of the second water source in Nanning City[J]. Pearl River, 2012,33(4):17-20(in Chinese).
- [2] 林莹,陆华理. 南宁市城市供水水源规划探讨[J]. 水利规划与设计,2010(4):18-19,44.
Lin Ying, Lu Huali. Discussion on urban water supply planning in Nanning[J]. Water Resources Planning and Design,2010(4):18-19,44(in Chinese).



作者简介:贝德光(1965—),男,广西南宁人,大学本科,教授级高级工程师,广西绿城水务股份有限公司总工程师,长期从事市政供水、污水处理规划设计、建设、运营管理工作。

E-mail:bdg6666@126.com

收稿日期:2019-06-12