

桂林市雁山新城区供水工程

成官文 严启坤 于浩然 王芳 刘一善

(桂林工学院) (桂林市委投资中心) (中科院岩溶地质研究所) (桂林市自来水公司) (桂林市水力电力局)

1996年12月,经国务院批准,桂林市郊区更名为雁山区,新城区址设在雁山镇桂阳公路西侧会仙路口至六塘路口之间,距市中心24km,面积12.24km²,规划发展规模为近期(1997~2005年)2万人、中期(2006~2015年)5万人、远期(2016~2025年)12万人,并逐步发展成为一个集旅游、科技、商业、行政、居住为一体的卫星城。解决供水问题,是新城区建设基础工程之一。根据雁山新城发展规划,拟定供水工程规模:近期1万m³/d、中期5万m³/d、远期9万m³/d。

1 水源

1.1 地表水

1.1.1 良丰河 该河由南向北穿过雁山新城区。据良丰水文站资料(该站汇水面积218km²,实测流量相当于雁山新城上游来水量),良丰河属雨源型河流,迳流年内水量分配不均(表1、2),暴涨暴落,易造成内涝与干旱,且全年枯水期长。由于上游大江水库拦蓄,冬季地下水补给明显减弱,导致冬季河水很小甚至断流。1968年至1993年有5次断流,出现频率19%,最枯月平均流量<0.5m³/s的年份有19年,出现概率73%。近10年来,几乎每2年出现一次断流,枯水期水量严重不足,不宜作为雁山新城区的供水水源。

1.1.2 大江水库(群) 位于良丰河上游南边山狮子口,距雁山新城区17km。当水库水位达到248.7m高程时,大江水库与小江水库水面相连,形成联合运行水库群。

大江水库汇水面积60.22km²,多年平均迳流总量7136万m³,按枯水频率 $P=95\%$ 设计入库水量4489.6万m³,设计洪水位255.60m,设计正常水位252.00m,死水位220.0m,设计总库容4160万m³,有效库容2982万m³。小江水库汇水面积21.50km²,多年平均迳流总量2548万m³,按枯水频率 $P=95\%$ 设计入库水量1630.5万m³,设计洪水位254.80m,设计正常水位252.00m,死水位233.0m,设计库容859万m³,有效库容600万m³。

大江水库群设计灌溉面积4.4万亩,近年实际灌溉1600公顷(hm²)。灌区干、支、斗渠长分别为2.34km、20.56km和25.58km,1996年实测灌区干、支、斗渠水利用系数分别为0.899、0.802、0.596,渠系利用系数为0.43。根据灌区试验站多年来的灌溉试验资料,年净灌水量为7554m³/hm²,泡田年用水1812m³/hm²,年净用水9354m³/hm²,灌溉毛用水量21750m³/hm²。若以多年灌溉平均值2400hm²作为计算参数,年灌溉用水5220万m³。

大江水库群年入库水量6120(4489.6+1630.5)万m³,扣除农业灌溉用水后剩余897万m³。当计入库损时,采用近期供水1万m³/d,经水量调节,年末时段水库余水294万

1998年1月21日收稿,5月21日改回。

第一作者简介:成官文,男,19 出生,讲师,环境工程专业。

m³，能保证近期供水水量。据 1969 年至 1996 年共 28 年水文资料，大江水库群平均来水量 9881 万 m³扣除灌溉用水后剩余 4661 万 m³。若将水库大坝加高，变年调节水库为多年调节水库，并将渠系水泥三面抹光，将渠系水利用系数由 0.43 提高到 0.56，将灌溉毛用水降止 16704m³/hm²，灌区年总灌溉用水降到 4008 万 m³，该水库群能满足雁山新城区中、远期供水需求。此外，该水库高出雁山新城区 90 多米，水能自流进入雁山新城；水库水质优良，基本达到饮用水标准，经过滤、消毒后能作为饮用水。

表 1 良丰河迳流年内分配

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	汛期 3—8	枯季 9—2
良丰水文站月 平均流量/m ³ ·s ⁻¹	2.7	2.3	3.1	16.5	26.5	17.9	12.8	9.9	4.9	3.7	2.7	2.9	14.5	3.3
占全年水量/%	2.5	2.2	2.9	15.6	25.0	16.9	12.1	9.4	4.6	3.5	2.5	2.7	81.9	18.1

表 2 良丰河水文情况一览

站名	集水面积 /km ²	年迳流量 /m ³	年平均流量 /m ³ ·s ⁻¹	最大流量 /m ³ ·s ⁻¹	最小流量 /m ³ ·s ⁻¹	历史最高水位 /m	历史最低水位 /m	多年平均水位 /m
良丰站	218	2.86×10 ⁸	9.07	345	0.20	148.82	139.61	140.64

1. 1. 3 漓江 为雨源型河流，枯水期长（9～2 月）。据桂林水文站资料，多年平均流量 128m³/s，27 年中枯水期流量小于 30m³/s（游船航行困难的临界流量）的年均天数为 96 天，其中 1989 年枯水期长达 6 个月，水量小于 30m³/s 的天数有 100 多天，水量小于 15m³/s 的天数有 41 天，最枯流量仅 7.3m³/s。而到 2000 年桂林市城市供水将达到 42.8 万 m³/d，高峰期仅生活取水一项就从漓江取水 5m³/s。漓江作为旅游黄金通道也存在水资源紧张问题。

漓江的竹江码头距雁山新城 17.5km，有简易公路，并具有较好的取水条件，但枯水期水量少。为了保证旅游黄金通道通畅，投资数千万元的青狮潭一期工程使漓江补水到 30m³/s 以上，因而中、远期不宜从漓江取水。

1. 2 地下水

表 3 岩溶地下水天然补给量计算成果^①

雁山新城附近地域岩溶发育。据岩溶地质研究所调查，该区域存在纯碳酸盐岩和不纯碳酸盐岩 2 种类型含水岩组。理论计算表明，该区岩溶地下水天然补给量和集中开发地段地下水可采资源量见表 3、4，其地下水资源丰富。其中思上桥、司马田、黄家庄（含大白岩）的岩溶地质条件、开采条件较好，可采水资源量较大，水量分别为 1.2、0.96 和 1.44 万 m³/d，水质为 HCO₃⁻-Ca

单元块段		分 数 分 区			地下水天然补给量	
名 称	面积 /km ²	名称	面积 /km ²	平均降水 入渗系数	年补给量 /m ³	日补给量 /10 ⁴ m ³
草底—陶家	91	峰丛区	32	0.485	2265.14	6.21
		平原区	59	0.276	2376.65	6.51
司马田—留田	63	峰丛区	25	0.485	1769.64	4.85
		平原区	38	0.276	1530.72	4.19
何家峰	32	峰丛区	13	0.485	920.21	2.52
		平原区	19	0.276	965.36	2.09
刘家庄—六塘	241	山区	70	0.298	3044.52	8.34
		平原区	171	0.223	5565.51	15.25
秦村	95	峰丛区	30	0.409	1790.81	4.91
		平原区	65	0.309	2931.41	8.03
合 计	522				22959.97	62.90

型水, 矿化度为 112~241.5mg/L, 属微硬水, pH 值 7.61~8.08, 水温 17~21℃, 水质清纯无异味, 符合饮用水标准要求, 能满足近期供水需求。由于水量不足, 不能作为未来主水源, 加上其分散供水, 提升泵站与管网投资较大、运行管理困难, 宜作为工农业和旅游业就近调节水源。

1.3 桂林市自来水

桂林市自来水公司现有 4 个水厂, 设计供水能力 32.8 万 m³/d, 其中最高日用水量 27.3 万 m³/d、南水西调 2.4 万 m³/d、往琴潭区送水 1 万 m³/d, 尚余 2.1 万 m³/d 自来水。2000 年该公司扩建东江水厂、新建 5 万 m³/d 的城北水厂, 预计 2010 年尚余 2.5 万 m³/d 自来水。桂林市自来水水质综合合格率连年在 98% 以上, 完全符合国家生活饮用水标准, 供水安全性与保证率高。目前, 桂林市供水管网南端末梢 DN500 管已达二塘, 离雁山新城 9.5km, 水压 0.3MPa, 能保证近期供水 1.0 万 m³/d 的要求。离雁山新城最近的瓦窑水厂 (15.3km), 水量大, 能保证近、中期向雁山供水 2~3 万 m³/d。

从桂林市供水管网引水, 雁山新城区不需建水厂和取水泵站, 各种附属设备少, 管网距离较短, 员工需求少, 施工管理方便, 水质水量安全性与保证率高, 且充分利用了富余水量, 因而成为近期水源的首选。

2 水源评价

根据水源情况, 对大江水库、桂林市自来水、地下水的供水条件综合比较 (表 5), 可以得出: 桂林市自来水宜作近期、中前期雁山新城的供水水源, 大江水库 (群) 宜作中后期、远期雁山新城的供水主水源, 地下水拟作新城区工农业调节水源。

3 供水工程方案

3.1 近期 (1 万 m³/d) 供水工程方案

近期 (1998~2005 年) 雁山新城处于基本建设阶段, 城市规模小, 用水量小 (1 万 m³/d)。从桂林市供水管网引水, 输水距离短 (二塘至雁山新城区 9.5km)、运行管理方便、安全, 经济技术合理。

从桂林市供水管网二塘 DN500 管网末梢接 DN500 水泥管向雁山新城供水 1 万 m³/d, 沿程水头损失 11.02m, 由于桂林市南端 DN500 铸铁管网末梢水压为 0.15MPa, 到雁山新城进水点尚存 0.04MPa 水头, 途中及新城区各设加压泵一座。工程投资 1402.50 万元, 其中

表 4 集中开发地段地下水可采资源量估算结果统计

单元块段 名称	集中开发 地段名称	地下水可采资源量		
		m ³ /h	10 ⁴ m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a
草底— 陶家	思上桥	500	1.20	438
	龙头山	350	0.84	306.6
司马田— 留田	司马田	400	0.96	350.4
	明星桥	200	0.48	175.2
	留田	250	0.60	219
何家村	牛鼻圩—大桥	340	0.82	299.3
秦村	白芬大村	250	0.60	219
刘家庄— 六塘	冯家	250	0.60	219
	东田村	350	0.84	306.6
	黄家庄	200	0.48	175.2
	大白岩	400	0.96	350.4
	刘家庄	200	0.48	175.2
合 计		3690	8.86	3233.9

输水工程 783. 20 万元，加压泵站及附属设施 619. 30 万元。

表 5 雁山新城区供水水源条件比较

水源名称	高雁山新城区距离	水 量	水 质	取水工程	输水工程	水厂	加压系站	能耗药耗	施工、占地与环境保护等	水源综合利用	比较结果
大江水库水源	约 17.5km	远期工程处理后可满足 5 万 m ³ /d 供水要求	满足饮用水卫生标准，只需消毒、过滤即可。	水自流	管网长度约 21km（近期可接六塘明渠，管网长约 9km）	需建简易水处理厂	无（水自流）	均低	施工较方便，占地少	可兼顾工业和农业用水	宜作中后期供水水源
地下水水源	4~9km	能满足近期用水要求，但允许开采量需勘探后确定	岩溶水、微硬	近期设一个大口井群，中期共设二个大口井群，也可就地分散供水	近期管网长度约 4.5km，中期管网长度共 17~18km	建简易水处理厂	一座	能耗高，药耗较低	分散供水，施工较复杂，长期开采，可能导致局部塌陷。	可兼顾工业与农业用水	可作为调节水源
桂林自来水	近期 9.5 km；中期 15.3km	能满足近期 1 万 m ³ /d 要求；中期 3 万 ³ /d 有可能满足要求，枯水期水量较为紧张	供水水质综合合格率在 98% 以上		近期 9.5 km；中期 15.3km		设一座备用泵站和一座加压泵站	均较高	施工方便，占地较少，不能兼顾工农业用水	不能兼顾工农业用水	宜作近期、中前期供水水源

3. 2 中期供水工程方案

3. 2. 1 中前期自来水方案 该方案从桂林市瓦窑水厂接 DN 800 水泥输水管，引水 2.0 万 m³/d，管长 15. 3km，起点水压 0. 18MPa，终点水压 0. 01MPa，水头损失 17. 0m，为提高供水安全性，中途需要增加加压泵一台，雁山新城区也要增加供水加压设施。工程投资 2633. 20 万元，其中输水工程 2376. 20 万元，加压设备及附属设施 257. 00 万元。
3. 2. 2 大江水库（群）供水工程方案 该方案从大江水库（群）供水 2. 4 万 m³/d，其中 0. 4 万 m³/d 供六塘镇生活用水，2. 0 万 m³/d 供雁山新城区。

由于大江水库（群）有些年份水量不足，拟采用水力电力局提出的“对干渠、支渠、斗渠进行防渗处理和大坝溢洪道建翻极闸”的方案，使渠系水利用系数达到 0. 52 以上，年节约灌溉用水 730 万 m³；使大江水库调洪水位由现在的 252m 升至 253m，增蓄水量 230 万 m³。两项工程投资 550 万元，年增蓄水量 960 万 m³，足以满足雁山新城中期供水需求，中后期供水工程投资 2805. 59 万元，其中输水工程 1479. 49 万元，水库及渠系改造 550. 00 万元，水厂及附属设施 776. 10 万元。

此外，地下水拟作工农业和旅游业用水的调节水源，中期拟开发思上桥地段，设计供水量 1. 2 万 m³/d，离雁山新城 4. 2km。地下水开发工程投资原则上由开发单位自己承担，雁山新城区主要是负责地下水开发的审批、管理与水资源利用的协调，使地下水资源得到合理、充分利用。地下水开发工程投资为 975. 50 万元。

3.3 远期供水工程方案

根据远期供水量预测, 远期还需增加 $4.0 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 供水。为了确保大江水库(群)成为远期雁山新城区主水源, 需增加水库蓄水能力, 对大江水库主坝和小江水库副坝分别加高 4m , 增蓄库容 1000 万 m^3 , 同时改变水库性质(变农业灌溉为主为生活饮用水为主), 推广农业节水灌溉技术, 减少农业灌溉用水, 并搞好附近小水库建设, 确保农业灌溉用水。此外, 远期还可就近开发司马田段地下水源 ($0.96 \text{ 万 m}^3/\text{d}$), 作为工农业和旅游业的调节水源。

鉴于大中城市卫星城发展都具波动性和滞后性, 雁山新城区远期城市发展规模和速度也具有不确定性, 其远期方案及工程投资估算待中期实施再进行估算。

4 结论与建议

(1) 雁山新城区供水规模为近期 $1 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 、中期 $5 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 、远期 $9 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。

(2) 供水工程方案: 近期从桂林市自来水管网末端二塘接 $\text{DN}500$ 干管向雁山新城区引水 $1 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 投资估算为 1402.5 万元; 中前期从桂林市瓦窑水厂接 $\text{DN}800$ 输水管, 向雁山新城供水 $2\sim3 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 工程投资估算 2633.02 万元; 中后期从大江水库引水 $2.4 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ (其中 $0.4 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 供六塘镇), 工程投资 2805.59 万元。此外, 地下水开发亦需 975.50 万元。远期需再从大江水库(群)引水 $3\sim4 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 其工程投资待中后期方案实施后再另行计算。

(3) 大江水库(群)是雁山新城区远期供水主水源, 因而必须搞好渠系防渗、推广农业节水灌溉, 就近建设小水库, 并对原有水库进行改造建设, 协调好城镇供水与农业灌溉用水的矛盾, 同时要近快开展大江水库水坝加高改造的可行性研究和水库多年调节水量平衡计算, 为雁山新城远期供水工程概预算计算及方案实施提供科学依据。

(4) 进行地下水详细勘探与抽水试验以确定允许开采量, 并进行地下水规模性开采的环境影响评价。

(5) 抓紧进行雁山新城建设对良丰河水环境的影响评价, 弄清良丰河地表水与地下水的时空转化关系, 为充分、合理与就近利用良丰河的水资源(尤其是丰水期)和地下水资源提供科学依据。