

从松华坝流域水资源可开发利用量谈引水济昆

高 嵩

(云南省水利水电勘测设计研究院, 云南 昆明 650021)

摘要 根据昆明市流域内可供水源的水资源量,以现状唯一可挖潜的水源——松华坝流域水源的可供水量分析入手,提出加大供水能力的不同措施与方法,分析最大可开发利用量.根据昆明市用水量预测,通过水量平衡,认为本区水资源开发已不能满足昆明市经济发展需要,必须通过流域外调水来解决昆明市的用水问题,并提出在“引水济昆工程”实施之前缓解昆明市供水不足的一些对策与措施.

关键词 水资源 开发利用 引水济昆 跨流域调水 松华坝流域

中图分类号 :TV213

文献标识码 :A

文章编号 :1006-7647(2001)04-0044-03

随着昆明市城市、人口、经济的高速发展,水资源供需不足的矛盾日益突出,严重制约着昆明市经济的发展.昆明市现已被列入全国主要缺水城市之一.目前,昆明市城市供水水源主要依靠松华坝水库、滇池及少量地下水.在城市供水水源中,滇池水体由于流域水资源不足,每年可更新的水资源量难以满足城市及工农业用水的需求,其缺口主要靠滇池水的循环利用解决,滇池既是昆明市的一个重要水源,又是纳污池和循环供水池,由于纳污水量和重复利用水量迅速增加,水质恶化,全湖水质超Ⅴ类,出现严重的环境问题.滇池流域的地下水可开采量只有 3373 万 m^3/a ,但实际开采量已达 6402 万 m^3/a ,超采 79%,带来地表塌陷、地面沉降和地下水位急剧下降等环境问题.目前唯一可挖潜的水源是松华坝流域水源.

松华坝流域(松华水库断面以上)属盘龙江流域的中、上部分,流域面积 593 km^2 ,多年平均径流量 1.99 亿 m^3 .已建成的松华坝大(二)型水库距昆明 12 km,是昆明城市生活用水和工业用水的主要水源,同时也担负着城市防洪任务.现状年供水量 1.12 亿 m^3 ,城市主要河段防洪标准已达 100 年一遇.为缓解昆明市水资源供需矛盾,有必要考虑进一步开发利用昆明市本区唯一的优质水源——松华坝流域水源,提高其供水能力.

1 松华坝流域水资源量及水利工程概况

1.1 水资源量

根据水文分析计算,松华坝流域(松华坝水库断

面以上),年径流量统计参数为: $C_v = 0.45 \sim 0.55$; $C_s = 2C_v$,均值为 6.27 m^3/s .供水保证率为 5%,20%,50%,80%,95% 所对应的设计年径流量分别为 11.8,8.52,5.82,3.76,2.33 m^3/s .

1.2 水利工程现状

目前,松华坝流域目前只有大(二)型水库 1 座,即松华坝水库.该水库始建于 1958 年,主坝为心墙土坝,坝高 48 m,总库容 7000 万 m^3 ,水库运行 30 多年,对昆明市防洪、供水、灌溉均发挥了重要作用.但由于受当时历史及经济条件的制约,存在较多的水库安全隐患.1988 年开始对其进行加固扩建,1995 年 10 月正式竣工验收,扩建后的松华坝水库坝高 62 m,总库容 2.2937 亿 m^3 ,兴利库容 1.03 亿 m^3 ,防洪库容 1.26 亿 m^3 ,城市主要河段防洪标准由 20 年一遇提高到 100 年一遇.

2 松华坝流域现状供水能力分析

松华坝流域现状供水能力分析计算原则为:在保证不降低昆明城市防洪标准的前提下,尽量减少松华坝流域的汛期弃水,寻求该流域的最大供水能力.

根据《水利动能设计规范》,计算边界条件如下:城镇生活用水、工业用水保证率为 95%;农业灌溉用水保证率为 80%;工业用水最大破坏深取 0.2;农业用水最大破坏深取 0.4;农业灌溉面积 1800 hm^2 .

松华坝水库加固扩建后,根据蓄水计划安排,初期水库蓄水高程为 1964.0 m,等上游回水淹没问题解决后,终期蓄至正常蓄水位 1965.5 m 达到设计能力.

松华坝水库现状初期城镇及工业供水量

表 1 松华坝水库不同保证率供水能力计算成果

保证率 <i>P</i> /%	正常蓄水位 /m	正常库容 /万 m ³	死水位 /m	死库容 /万 m ³	兴利库容 /万 m ³	汛限水位 /m	多年平均来水量 /万 m ³	农业供水量 /万 m ³	城镇及工业供水量 /万 m ³	水库损失水量 /万 m ³	总供水 /万 m ³	水库弃水量 /万 m ³	水量利用系数	库容系数	备用机组规模 /(万 t·d ⁻¹)
95	1 965.5	10 550.0	1 928.8	446.0	10 104.0	1 963.5	19 786.6	1 550.0	11 540.1	1 064.4	13 090.6	5 530.4	0.715	0.511	0
90	1 965.5	10 550.0	1 928.8	446.0	10 104.0	1 963.5	19 786.6	1 545.8	11 712.5	1 044.7	13 258.4	5 383.4	0.723	0.511	3.5
85	1 965.5	10 550.0	1 928.8	446.0	10 104.0	1 963.5	19 786.6	1 533.0	11 835.3	1 029.8	13 368.3	5 292.4	0.728	0.511	11.3
80	1 965.5	10 550.0	1 928.8	446.0	10 104.0	1 963.5	19 786.6	1 497.8	12 294.1	971.3	13 791.8	4 944.1	0.746	0.511	22.0

11 193.5 万 m³ ;终期城镇及工业供水量 11 540.1 万 m³ .

3 提高松华坝流域城市供水能力的对策分析

3.1 适当降低供水保证率,提高水库供水能力

昆明市目前是由松华坝水源、滇池水源等供水水源组成的联合供水系统供水.因此,对单个水源如松华坝水源所要求的保证率不一定要在 95% 以上,可以根据各个供水水源的优势,确定其合适的保证率.

作为松华坝水源,由于其水体水质好,为重力流供水,水处理成本低,所以加大其供水量是十分有益的.但同时需要在其它可靠水源设置备用水厂,以便在特枯年松华坝水源供水发生破坏时,打开备用机组供水,来弥补供水缺口.松华坝水库不同保证率供水能力计算成果见表 1.

从表 1 可见,当保证率下降到 90% 以下时,所需备用机组规模呈明显加大趋势,因此保证率下限宜定为 90% ,这时可加大供水量 172.4 万 m³ /a.

3.2 抽滇池水替代水库水灌溉农田

松华坝水库原设计的供水任务中农业灌溉供水是其主要任务之一,随着昆明市城市及工业的发展,城镇生活用水及工业用水逐年加大,以及滇池水体水质恶化,用滇池水回提替代松华坝水源进行灌溉方案已实施多年,松华坝水库农业灌溉面积已由 5 133 hm² ,降低到目前的 1 800 hm² .

松华坝水库多年实际运行结果表明,农业供水量呈减小趋势,特别是进入 20 世纪 80 年代末,由于滇池抽水灌溉替代方案开始实施,农业用水减少更为明显,平均农业用水由 6 500 万 m³ 降低到 1 000 万 m³ 左右.因此,随着城市水供需矛盾日益突出,进一步利用滇池水替代水库水灌溉的可能性仍然存在.

表 2 将农业灌溉面积由现状 1 800 hm² 逐步减少为零,来分析城镇生活用水及工业用水的可加大量.由表 2 可知,当松华坝水库农业灌溉面积逐步由滇池水源替代后,城镇生活用水及工业用水量最终可增加到 1 537 万 m³ /a.

3.3 充分利用水库弃水、减少滇池供水

从表 2 可看出,水库多年平均弃水量在 5 500 万 m³ 左右,因此,适当加大以松华坝流域为水源的水处理厂规模,充分利用水库丰水年的弃水,对

加大松华坝流域水资源的可利用量将起一定的作用.

3.4 开发黄石岩水库,增加水资源控制能力,加大水资源可利用量

从松华坝流域径流成果分析,由于年径流量 C_p = 0.45 ~ 0.47,因此径流过程年际变幅非常大,且有明显的丰水年及枯水年组,与城市需求均匀供水存在着较大矛盾,要解决这一矛盾,充分利用水资源,就必须要求有较大的多年库容.由于松华水库库区淹没大,淹没线特别敏感,且防洪任务重,已没有再加坝扩容的条件,因此必须另辟途径.

松华坝流域有建库条件的地形除松华坝水库外还有黄石岩,云南省水利水电勘测设计研究院早在六七十年代就对黄石岩水库做了大量的工作,根据黄石岩水库项目建议书,黄石岩水库坝高 67 m,总库容 7 724 万 m³ ,兴利库容 5 955 万 m³ .通过两库联合调度来开发松华坝流域水资源.黄石岩水库位于松华坝水库上游,两库之间属串联,因此在水库调度时采用补偿方式.两库联合调度成果见表 3.

表 2 松华坝水库不同灌溉面积供水能力计算成果

灌溉面积 /hm ²	农业供水量 /万 m ³	城镇及工业供水量 /万 m ³	水库损失水量 /万 m ³	总供水 /万 m ³	水库弃水量 /万 m ³	水量利用系数	库容系数
1 800	1 550.0	11 540.1	1 064.4	13 090.6	5 530.4	0.715	0.511
1 333	1 148.5	11 918.5	1 060.6	13 067.0	5 558.9	0.714	0.511
667	574.3	12 468.3	1 054.5	13 042.6	5 591.6	0.712	0.511
0	0	13 077.0	1 042.6	13 077.0	5 566.1	0.714	0.511

表 3 黄石岩水库-松华坝水库联合调度供水能力计算成果

灌溉面积 /hm ²	农业供水量 /万 m ³	城镇及工业供水量 /万 m ³	水库损失水量 /万 m ³	总供水 /万 m ³	水库弃水量 /万 m ³	水量利用系数	库容系数
1 800	1 536.1	12 782.5	947.6	14 318.6	3 773.3	0.803	0.531
1 333	1 134.2	13 169.9	943.9	14 304.1	3 748.3	0.802	0.531
667	568.4	13 821.5	938.7	14 389.9	3 770.9	0.801	0.531
0	0	14 270.1	933.9	14 270.1	3 795.4	0.800	0.351

注:保证率 P = 95% ,多年平均来水量为 19 013.1 万 m³ .

由表 3 可知,开发黄石岩水库后,松华坝水库-黄石岩水库联合调度,城镇生活用水及工业用水量最终可增加到 1 200 万 m³ /a.

4 结 语

由松华坝流域可供水量分析知,即使所提出的

加大城镇生活及工业供水的对策措施全部实施,也只能在现状供水能力 $1.154 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$ 的基础上增加 2900 万 m^3 ,松华坝流域总供水量将达到 $1.444 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$,此时,水量利用系数在 0.8 以上,已接近可利用的最高值,但所增加的可供水量离昆明市国民经济发展所需增加的水量差距甚远.根据昆明市城市需水预测,2010 水平年城市需水量为 $4.24 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$,2020 水平年为 $4.76 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$;昆明市主城区 2010 水平年缺水 $2.04 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$,2020 水平年缺水 2.56 亿

(上接第 32 页)

空化数为 $1.73 \sim 2.56$,大于该种门槽的初生空化数 $0.4 \sim 0.6$,安全系数较大.门槽内涡流及脉动强度不大,对减免空蚀破坏有利,然而,门槽流速为 $24 \sim 33 \text{ m/s}$,高速含沙水流的磨损应引起重视.

b. 根据试验论证,设置通气孔后,在闸门启闭过程中,门后负压由不通气时的 -100 kPa 变化到通气后的 -3.0 kPa .通气孔尺寸经计算和试验测定,推荐以 $2 \times \varnothing 80 \text{ cm}$ 为宜.两个通气孔横向布置在门槽后顶板上.

c. 排沙底孔工作门槽采用标准门槽,选型合理.闸门底缘型式推荐为:头部小圆弧半径 $R = 0.2283 \text{ m}$, $R = 0.33T$,倾度 $\theta = 30^\circ \sim 45^\circ$,经试验验证无负压产生,正压分布较好,无空蚀发生.

d. 闸门全开时,闸门区水流脉动压强标准差为 $2.0 \sim 8.0 \text{ kPa}$,脉动压强系数 $\beta = 0.02 \sim 0.04$,脉动主频率为 $0.2 \sim 2.0 \text{ Hz}$,闸门启闭过程中,水流脉动压

m^3/a .因此,本区水资源无法满足用水要求,必须从外流域引水济昆来满足昆明市城市及工农业用水需求,以确保昆明市国民经济的可持续发展.目前,昆明市掌鸠河引水工程前期工作已全面启动,预计大量的优质水将引入昆明,届时,昆明市的用水问题有望得以解决,生态环境有望得以恢复.同时,在外流域引水济昆发挥效益之前,可以有计划地实施上述措施,将部分缓解昆明市现状用水供需不足的矛盾.

(收稿日期:1999-12-16 编辑 张志琴)

强和主频均比闸门全开时大,脉动压强标准差最大达 45 kPa ,最高主频率为 8.5 Hz ,符合一般规律.

参考文献:

[1] 金泰来.高坝闸门总体布置[M].北京:科学出版社,1994.
[2] 中国科学院水工研究室译.高速水流论文译丛(第一册)[C].北京:科学出版社,1958.
[3] 尹洪昌.泄水建筑物的破坏及防治[C].东北勘测设计院.泄水工程与高速水流.成都:成都科技大学出版社,1996.
[4] 王俊勇.矩形方角门槽内洲涡的水力特性研究[J].高速水流,1987.
[5] 夏毓常.水力计算论文[C].北京:中国水利水电出版社,1996.171~172.
[6] T·H 杜马.关于水工建筑物振动的实际经验[C].长江科学院选译.高速水流译文集.北京:水利电力出版社,1979.275~277. (收稿日期:2000-02-20 编辑 张志琴)