

# 郎溪县钟桥水库建设方案研究

李结华<sup>1</sup>, 杨 勇<sup>1</sup>, 王丽君<sup>1</sup>, 邢少佳<sup>2</sup>

(1.南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210006; 2.南京市水务局, 江苏 南京 210036)

**摘 要:** 拟建钟桥水库为小(1)型水库, 对工程建设的必要性、任务进行分析, 提出库区土方开挖、回填方式减小工程用地, 通过用地、泥沙淤积、水工布置、供水、防洪及投资等多个因素比选, 确定水库的特征水位, 可为其他地区同类水库建设提供参考。

**关键词:** 郎溪县; 钟桥水库; 防洪; 供水

**中图分类号:** TV877

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2022)03-0093-04

## 0 引 言

水库是人们为了防洪除害、蓄水兴利, 建大坝将流水截留聚集形成的人工湖泊, 上世纪 50~70 年代是我国水库兴建的高潮, 全国现有 8 万多座水库绝大部分建于该时期<sup>[1]</sup>。当前, 随着经济社会的快速发展, 对防洪减灾、供水保障、水环境保护的要求不断提高, 水库建设是重要工程手段之一, 受工程技术、用地、移民及投资等多因素影响, 确定合理的水库建设方案极为关键。本文以钟桥水库为例, 综合考虑多个因素, 分析确定工程建设方案。

## 1 基本情况

郎溪县隶属于安徽省东南部宣城市, 北与南京市高淳区、常州市溧阳市毗邻, 东、西、南与宣城市广德县、宣州区接壤, 县域总面积 1 104.8 km<sup>2</sup>。郎溪县属长江流域水阳江、太湖两大水系, 县城位于水阳江最大支流郎川河北岸第一联合圩上半部。钟桥河为郎川河支流, 发源于郎溪东北部的伍牙山, 流经凌笪乡、建平镇后在吼儿桥汇入郎川河, 全长 38.8 km, 集水面积 225 km<sup>2</sup>, 集水区内共有 14 座水库, 总库容 3 211.9 万 m<sup>3</sup>, 兴利库容 1 622.5 万 m<sup>3</sup>, 其中, 中型水库 1 座——龙须湖水库, 小型水库 13 座。钟桥水库坝址位于钟桥河上游三宝殿~蒋家湾之间, 距离县城约 7 km, 坝址以上控制来水面积 145.71 km<sup>2</sup>(其中, 龙须湖汇水面积 25 km<sup>2</sup>), 见图 1。



图 1 钟桥水库位置图

## 2 水库建设必要性

### 2.1 防洪减灾的需要

钟桥河中游南岸为郎溪县城, 下游沿岸分布有第一、第二联合圩及歌场圩, 随着县城范围不断扩大, 社会经济快速发展, 防洪保护对象的重要性日益提高, 根据《郎溪县县城防洪规划》<sup>[2]</sup>, 县城防洪标准 50 a 一遇, 农业圩区防洪标准 20 a 一遇。经过多年水利工程建设, 钟桥河已初步形成堤防挡洪、水库拦蓄相结合的防洪工程体系, 但上游未按照规划建设控制性工程, 现状流域防洪能力仍不足 20 a 一遇, 不能满足区域经济社会发展要求。因此, 有必要根据相关规划建设水库拦蓄上游洪水, 削减洪峰流量, 确保下游河道防洪安全。

### 2.2 增加供水的需要

目前, 郎溪县城生活、生产水源全部依赖龙须湖水库, 该水库来水面积相对较小, 可供水量极为有限。随着郎溪县城的范围不断扩大, 特别是钟桥河北部经济开发区建设进程的加快和一大批工业企业相继落

收稿日期: 2021-06-02

作者简介: 李结华(1986—), 男, 硕士, 工程师, 从事水利规划设计工作。

户,水资源供需矛盾日益突出,县城“没水喝、没水用”已成为限制区域经济社会发展的瓶颈。

钟桥河多年平均径流量约 9 800 万 m<sup>3</sup>, 区域水资源较为丰富,约 20%用于农业灌溉外,其余部分多以洪水形式下泄,间接导致雨洪资源的浪费。因此,在钟桥河上新建水库拦蓄来水,适度开发利用区域地表水资源,能够减轻县城供水压力,支撑区域社会经济发展。

2.3 改善水生态环境的需要

钟桥河是郎溪县城范围内的重要生态廊道之一,流域以低山、丘陵为主,受季节性丰枯变化影响,中上游河道非汛期水量较少,难以维持正常水生态环境,同时,县城内部水系缺少可靠水源,水环境容量较小,水动力条件差。为保证钟桥河及县城内部水系水量,通过新建钟桥水库适时向河道内补水,可改善区域水生态环境。

3 工程建设任务

钟桥水库是一座具有供水、防洪、灌溉及生态功能的综合性利用工程。水库拦蓄钟桥河约 65%集水面积来水,削峰控制下泄流量使郎溪县县城防洪标准达到 50 a 一遇,其他圩区 20 a 一遇。

水库建成后,为郎溪县城供水 1 500 万 m<sup>3</sup>(供水保证率 95%),新增及改善灌溉面积 1.0 万亩,供水量 467 万 m<sup>3</sup>(供水保证率 80%),缓解县城水资源供需矛盾,优化全县用水格局。

通过向水库下游河道县城内水系进行生态补水,补水量 664 万 m<sup>3</sup>,改善周边的生态环境及钟桥河沿岸水环境。

4 库区处理方案

钟桥水库库区及周边现状地面高程 11.0~17.0 m,直接建坝蓄水将淹没大面积土地,为此,结合县城路网规划,采取“西侧建坝、中部挖土、四周填高”的方式建设水库,具体为:在规划锦富东路、纬一路、经一路之间,沿现状地面 14.5 m 高程线,以 1:10.0 缓坡开挖至高程 12.5 m,12.5~13.0 m 之间形成地形较缓的平台,再从开挖后的 12.5 m 高程线以 1:10.0 缓坡开挖至高程 10.5 m,14.5 m 以上地面高程采用土方回填方式抬高至 17.5 m,边坡采用草皮防护。开挖土方除回填库区外,多余部分可用于库区以外低洼地区的地形填高(见图 2),库容曲线见表 1。

经计算,通过土方挖填比维持现状地形建设水

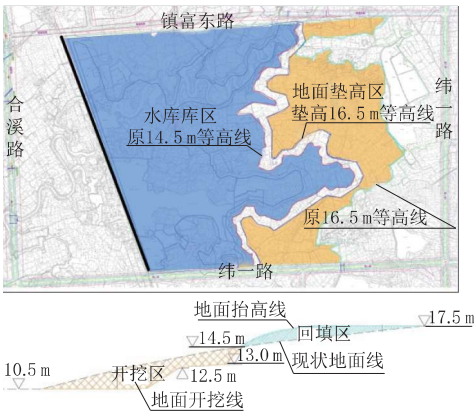


图 2 水库平面及挖填断面示意图

表 1 水库水位~面积~库容曲线

| 水位 /m | 维持现状                                   |                                        | 库区挖填                                   |                                        |
|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|       | 面积 / (10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> ) | 库容 / (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ) | 面积 / (10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> ) | 库容 / (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ) |
| 10.0  | 16.99                                  | 0                                      | 16.99                                  | 0                                      |
| 10.5  | 21.64                                  | 9.63                                   | 75.38                                  | 21.36                                  |
| 11.0  | 28.77                                  | 22.19                                  | 81.41                                  | 60.55                                  |
| 11.5  | 35.59                                  | 38.25                                  | 87.44                                  | 102.75                                 |
| 12.0  | 44.56                                  | 58.25                                  | 93.47                                  | 147.97                                 |
| 12.5  | 51.82                                  | 82.32                                  | 99.48                                  | 196.2                                  |
| 13.0  | 66.62                                  | 111.85                                 | 135.73                                 | 254.77                                 |
| 13.5  | 99.48                                  | 153.11                                 | 145.2                                  | 324.99                                 |
| 14.0  | 127.12                                 | 209.61                                 | 154.67                                 | 399.94                                 |
| 14.5  | 164.13                                 | 282.23                                 | 164.13                                 | 479.63                                 |
| 15.0  | 189.19                                 | 370.49                                 | 167.36                                 | 562.5                                  |
| 15.5  | 213.56                                 | 471.11                                 | 170.59                                 | 646.99                                 |
| 16.0  | 229.45                                 | 581.84                                 | 173.82                                 | 733.09                                 |
| 16.5  | 245.33                                 | 700.51                                 | 177.04                                 | 820.8                                  |
| 17.0  | 273.97                                 | 830.27                                 | 183.76                                 | 911                                    |
| 17.5  | 284.52                                 | 969.89                                 | 188.11                                 | 1 003.96                               |

库,在相同高程情况下,对应占地面积减少,而库容增加,如高程 15.5 m、17.0 m 时能够分别减少占地 42.97 hm<sup>2</sup>、90.21 hm<sup>2</sup>,相应库容增加 175.88 万 m<sup>3</sup>、80.73 万 m<sup>3</sup>。

5 水库特征水位

5.1 死水位

钟桥水库死水位的选择主要取决于各用水部门的用水要求、泥沙淤积以及工程布置方案等。

水库坝址以上多年平均悬移质输沙量 2.03 万 t,多年平均推移质输沙量 0.2 万 t,年总输沙量 2.23 万 t,淤积物容重 1.2 t/m<sup>3</sup>。水库泥沙淤积大部分发生在汛期,汛期悬移质输沙量占全年总输沙量 85%,水库泄洪闸底板高程 10.5 m,除作为汛期泄洪通道外,还能够将部分泥沙排至下游河道,排沙量约占汛期输沙量 60%左右。因此,水库年泥沙淤积量  $V_{淤泥}=2.03-$

$2.03 \times 85\% \times 60\% + 0.2 = 1.19$  万 t,按水库正常使用 50 a 后泥沙淤积总量为 49.6 万  $\text{m}^3$ ,查水库水位~库容曲线,对应水位为 10.86 m。

钟桥水库兼顾防洪、灌溉、供水功能,在满足防洪的前提下,应尽可能地充分利用该河段的水资源。综合考虑水库泥沙淤积、建筑物(泄洪闸、放水涵等)布置及兴利库容要求,拟定水库的死水位为 10.91 m,相应死库容为 52.83 万  $\text{m}^3$ 。

5.2 汛限水位

汛限水位是水库汛期允许蓄水的上限水位,其设置的目的是协调水库运行管理中防洪与兴利之间的矛盾。根据钟桥水库下游河道对防洪库容需求,并考虑水库承担的兴利供水任务,初拟汛限水位 13.0 m、13.5 m、14.0 m、14.5 m 等 4 个方案(见表 2)。

表 2 不同汛限水位方案计算成果表

| 汛限水位<br>/m | 防洪库容<br>/万 $\text{m}^3$ | 防洪高水位<br>/m | 淹没面积<br>/亩 | 年弃水量<br>/万 $\text{m}^3$ |
|------------|-------------------------|-------------|------------|-------------------------|
| 13.0       | 502                     | 16.06       | 2 613      | 2 697                   |
| 13.5       | 446                     | 16.12       | 2 618      | 2 611                   |
| 14.0       | 384                     | 16.17       | 2 623      | 2 530                   |
| 14.5       | 315                     | 16.22       | 2 628      | 2 456                   |

由表 2 中可以看出,在 4 种方案下汛限水位每提高 0.5 m,防洪库容减小约 60 万  $\text{m}^3$ ,在相同下游安全控泄流量 574  $\text{m}^3/\text{s}$  时<sup>[2]</sup>,防洪高水位增加约 0.05 m,库区淹没范围增加 0.33  $\text{hm}^2$ ,水库多年平均弃水量减少约 80 万  $\text{m}^3$ ,则汛限水位抬高对水库防洪影响较小,但对汛期雨洪资源利用及汛后水库蓄水影响相对较大。综合考虑,水库汛限水位取 14.0 m。

5.3 兴利水位

拟定 14.0 m、14.5 m、15.0 m、15.5 m、16.0 m 等 5 个兴利水位方案,从工程技术、水库淹没影响、工程投资及效益差别等方面进行综合比较,确定水库兴利水位。

(1)工程技术

在不同方案下,钟桥水库坝址及库区地质条件均可以满足的要求,大坝枢纽的工程规模、工程量基本相同。随着兴利水位的抬高,水库回水长度、上游河道两岸高程及跨河建筑物规模均增加。在兴利水位 15.0、15.5 m 时土方基本达到平衡,兴利水位 14.0 m、14.5 m 时会产生大量弃土,兴利水位 16.0 m 时需要外购土方。不同正常蓄水位方案工程技术比较见表 3。

(2)水库淹没

在兴利水位 14 m、14.5 m 时,水库淹没对象为耕

表 3 不同正常蓄水位方案工程技术比较

| 类型                    | 兴利水位 /m |       |       |         |       |
|-----------------------|---------|-------|-------|---------|-------|
|                       | 14.0    | 14.5  | 15.0  | 15.5    | 16.0  |
| 弃土 / 万 $\text{m}^3$   | 140     | 103   | 33    | 0       | 0     |
| 外购土方 / 万 $\text{m}^3$ | 0       | 0     | 0     | 0       | 61    |
| 回水长度 /km              | 4.0     | 4.2   | 4.3   | 4.4     | 6.2   |
| 河岸高程 /m               | 15      | 15.5  | 16    | 16.5    | 17    |
| 桥梁跨度 /m               | 63      | 65.5  | 68    | 70.5    | 73    |
| 投资 */ 万元              | 2 200   | 2 394 | 3 047 | 3 194.5 | 4 403 |

\* 投资包括由于兴利水位增加而导致的工程量变化,不含大坝投资。

地、园地、林地和草地,不含农村居民点;在兴利水位 15 m、15.5 m 和 16 m 时,若不做任何防护措施,淹没对象含农村居民点,为减少移民,需在水库上游河道两岸采取防护措施(地面垫高、修建撇洪沟等)以保护村庄。

随着兴利水位的提高,水库永久、临时征地面积也增加,每增加 0.5 m,永久征地面积约增加 11.5 亩,临时征地面积更为明显。兴利水位每增加 0.5m,投资增加约 60~70 万元。钟桥水库正常蓄水位方案淹没指标见表 4。

表 4 钟桥水库正常蓄水位方案淹没指标表

| 类型                   | 兴利水位 /m |       |       |       |       |
|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 14.0    | 14.5  | 15.0  | 15.5  | 16.0  |
| 永久征地 / $\text{hm}^2$ | 9.47    | 10.20 | 11.00 | 11.73 | 12.53 |
| 临时征地 / $\text{hm}^2$ | 13.13   | 24.20 | 45.47 | 55.67 | 74.70 |
| 投资 / 万元              | 550     | 614   | 697   | 757   | 836   |

(3)工程投资及效益

当水库兴利水位在 14.0~15.5 m 时,多年平均供水量随兴利水位的提高逐渐增加,而工程投资增加幅度较小,当超过 15.5 m 时,多年平均供水量增加有限,工程投资增加幅度较大,在 14.5 m 时单位兴利库容增加量投资最低,15.5 m 次之,16.0 m 最高。当兴利水位为 14.0 m 时,农业灌溉、城区补水保证率分别为 75.0%、61.5%,当兴利水位为 14.5 m 时,农业灌溉、城区补水保证率分别为 80.0%、71.1%,供水保证率均达不到设计要求。钟桥水库兴利水位经济比较见表 5。

综合(1)~(3)分析结果,采用 15.5 m 作为水库兴利水位。

5.4 设计水位和校核水位

钟桥水库泄洪建筑物包括泄洪闸、溢流坝,溢洪闸闸底板高程 10.5 m,闸门总净宽 33 m,溢流坝顶高程 14.0 m,堰顶宽 30 m,堰上设 1.5 m 高闸门,汛期放倒泄洪。在 50 a 一遇标准洪水下,水库控制安全



表 5 钟桥水库兴利水位经济比较表

| 项目                           | 兴利水位 /m |       |       |       |       |
|------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
|                              | 14.0    | 14.5  | 15.0  | 15.5  | 16.0  |
| 兴利库容 / 万 m <sup>3</sup>      | 347     | 427   | 510   | 593   | 680   |
| 供水量 * / 万 m <sup>3</sup>     | 2 468   | 2 506 | 2 531 | 2 578 | 2 598 |
| 工程投资 / 万元                    | 2 751   | 3 008 | 3 744 | 3 953 | 5 239 |
| 兴利库容投资 / (元·m <sup>3</sup> ) | 0       | 3.23  | 6.09  | 4.89  | 7.47  |

注:以汛限水位按 14.0 m 为例。

泄量为 574 m<sup>3</sup>/s。

洪水调度方式:(1)当水库水位达到 14.0 m、低于 14.3 m 时,泄洪闸不开启,溢流坝自由下泄;(2)当水位等于或大于 14.3 m,低于 14.5 m 时,溢流坝自由下泄,泄洪闸开启并控制闸门最大下泄流量不超过 150 m<sup>3</sup>/s;(3)当水位等于或大于 14.5 m,低于 15.0 m 时,溢流坝自由下泄,泄洪闸控制最大下泄流量不超过 300 m<sup>3</sup>/s;(4)当水位等于或大于 15.0 m,若低于 16.17 m(防洪高水位),溢流坝自由下泄,泄洪闸控制最大下泄流量不超过 489 m<sup>3</sup>/s(闸坝总下泄流量不超过 574 m<sup>3</sup>/s),若高于 16.17 m,水库闸门全开敞泄,直到水位降落至汛限水位 14.0 m。

通过调洪演算,钟桥水库 50 a 一遇设计水位为 16.17 m,300 a 一遇校核水位 17.13 m,见图 3。

6 结 语

水库建设方案的确定涉及用地、泥沙淤积、水工

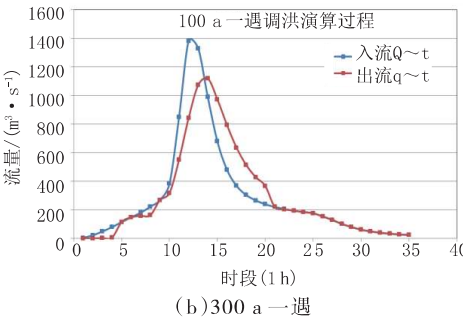
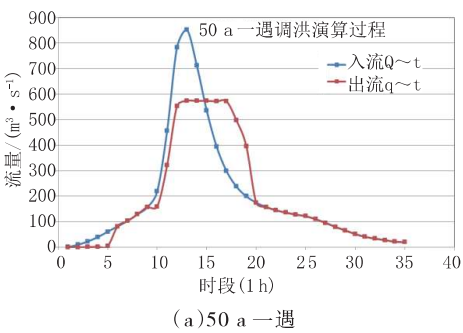


图 3 水库调洪演算过程图

布置、供水、防洪、投资等诸多因素,建设规模不同其功能、投资、效益均有差异,在实际工程中需要综合考虑。

参考文献:

[1] 张庆锋.论我国的水库建设及其作用[J].管理工程师,2015,20(3): 8-11.

[2] 郎溪县水务局.郎溪县县城防洪规划[R].南京:南京市水利规划设计院股份有限公司,2013.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: [cdq@smedi.com](mailto:cdq@smedi.com)