

# 梦湖水资源平衡分析

王永文<sup>1</sup> 欧阳球林<sup>1</sup> 喻中文<sup>2</sup> 关兴中<sup>2</sup>

(1. 南昌工程学院 江西 南昌 330099 ; 2. 江西省水文局 江西 南昌 330002)

**摘要** 采用参证站连续水文资料,对无资料地区梦湖水资源进行平衡分析。为开发梦湖风景区,充分发挥梦湖在抚州市美化环境的作用,提高梦湖水资源的保证率提出了建议:湖区应进行防渗处理,雨、污分流,避免污水进入湖区等。

**关键词** 梦湖;水资源;平衡分析

**中图分类号** :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2006)06-0031-04

## Water resources balance analysis of Menghu Lake

WANG Yong-wen<sup>1</sup>, OUYANG Qiu-lin<sup>1</sup>, YU Zhong-wen<sup>2</sup>, GUAN Xing-zhong<sup>2</sup>

(1. Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China; 2. Hydrology Bureau of Jiangxi, Nanchang 330002, China)

**Abstract** According to the successive hydrological data from reference station, the balance of water resources of Menghu Lake was analyzed. In order to maximize its scenical contribution to the environment of Fuzhou City and to improve the guarantee rate of water resources during the development of Menghu Lake, some suggestions were made, including seepage prevention techniques in the lake, separate system of storm water and sewage, and sewage interception for the lake.

**Key words** Menghu Lake; water resources; balance analysis

抚州市临川区的城西乡政府驻地及附近区域,地处凤港河与抚河汇合口以上,是一低洼盆地,每年汛期受临水洪水顶托,经常产生严重内涝。《江西省临川市城市防洪项目可行性研究报告》将该地域确定为洪水蓄积区。

为了解决该地域洪涝问题,抚州市委、市政府决定在此开发建设梦湖工程,将该区域建设成为集防洪排涝、休闲娱乐、旅游、商住于一体的城市新区。梦湖工程的兴建对于推进抚州市的城市化进程、美化城市环境、增加城市生态景观效益、提高城市品位、改善投资环境、推动经济和社会全面发展都具有重要的意义。

### 1 流域概况

抚州市梦湖位于抚州市临川区的凤港河出口附近,梦湖水来自凤港河。凤港河流域位于抚河与抚河最大支流临水之间,为横跨抚州市城区的内河,属临水支流。凤港河发源于黄坊董家村,河流蜿蜒曲折

汇入临水。全流域总面积 119.3 km<sup>2</sup>。流域内有耕地面积约 2700 hm<sup>2</sup>,其灌溉水源主要来自抚河一级支流小江上的中型水库和 10 余座小型水库和山塘。

### 2 气象概况

抚州市属亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量丰沛,阳光充足,无霜期长。受季风气候影响,春夏季节多雨,秋冬季节雨量较少。

凤港河流域范围内无气象、雨量站,在流域四周分布有廖家湾、娄家村水文站和洪坊、河埠雨量站。廖家湾站实测多年平均年降水量 1 648.6 mm;娄家村站实测多年平均年降水量 1 731.5 mm。

据抚州气象站及娄家村水文站实测水面蒸发资料统计:抚州市多年平均蒸发量 970.9 mm(E601),最大年蒸发量 1 219.0 mm 出现在 1978 年,最小年蒸发量 719.2 mm 出现在 1993 年;最大月蒸发量 226.4 mm 发生在 1978 年 7 月,最小月蒸发量 17.3 mm 发生在 1990 年 2 月。

### 3 参证站径流分析计算

凤港河流域内无水文观测站,在临近的抚河干、支流上分别设有国家基本水文站廖家湾站、娄家村站、桃陂站,均有 30 a 以上的实测资料。由于廖家湾站、娄家村站与凤港河的集水面积相差太大,故不宜作为设计参证站<sup>[1]</sup>。

桃陂水文站控制集水面积 1 611 km<sup>2</sup>,具有 1959 ~ 2003 年共 45 a 的连续实测资料,精度满足水文测验规范要求,满足水利工程水文设计的需要。经分析,桃陂流域与凤港河设计流域的气候特征相同,产汇流特征相近,因此选取桃陂站作为推求梦湖径流的设计参证站,按水文比拟法推求凤港河的年、月径流,经合理性分析后确定采用成果。

### 4 梦湖径流系列推求

#### 4.1 计算方法

梦湖的年、月、旬径流以桃陂站为设计参证站进行推求,由于桃陂流域降水量丰富,加之地处山区,植被覆盖率高,地下水补充丰富。因此在分析计算梦湖径流时,除考虑流域面积修正外,还需考虑降水、产汇流、地下水补充等条件的影响<sup>[2]</sup>。

$$Q_{\text{设}} = \alpha Q_{\text{参}} (F_{\text{设}} / F_{\text{参}}) (P_{\text{设}} / P_{\text{参}}) \quad (1)$$

式中: $Q_{\text{设}}$ 、 $Q_{\text{参}}$ 为设计代表断面和参证站的流量; $F_{\text{设}}$ 、 $F_{\text{参}}$ 为设计代表断面和参证站以上流域的面积; $P_{\text{设}}$ 、 $P_{\text{参}}$ 为设计代表断面和参证站以上流域的平均降水量; $\alpha$ 为综合修正系数。

#### 4.2 流域平均降水量计算

##### 4.2.1 凤港河流域的平均降水量

凤港河流域范围内无雨量观测站,在流域周围分别有廖家湾、娄家村水文站和洪坊、河埠雨量站,按泰森多边形面积加权平均法<sup>[1-2]</sup>推求凤港河流域逐月、逐年平均降水量。

$$\bar{P} = (F_1 P_1 + F_2 P_2 + \dots + F_n P_n) \quad (2)$$

式中: $\bar{P}$ 为流域平均降水量; $P_i$ 为各雨量站实测降水量; $F_i$ 为各雨量站权重系数。

经分析计算,求得凤港河流域 1959 ~ 2003 年的多年平均降水量为 1 664.3 mm。最大年降水量 2 552.5 mm(1998 年),最小年降水量 1 066.2 mm(1986 年),最大月降水量 953.8 mm(1998 年 6 月)。

##### 4.2.2 桃陂流域平均降水量

桃陂水文站以上流域及周围有桃陂、新丰、黄陂等 10 个雨量站,按式(2)计算,得到桃陂流域逐年、逐月平均雨量,经统计,1959 ~ 2003 年平均降水量为 1 737.1 mm。最大年降水量出现在 1970 年为 2 412.3 mm,最小年降水量发生在 2003 年为 1 117.4 mm。

### 4.3 梦湖年、月径流系列

采用式(1),以桃陂水文站为参证站,推求出梦

湖 1959 ~ 2003 年逐月平均流量及年平均流量(表 1)。

表 1 梦湖多年平均月径流及年内分配

| 时期 | 流量/<br>(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | 占全<br>年/% | 时期   | 流量/<br>(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | 占全<br>年/% |
|----|---|-----------|------|---|-----------|
| 1月 | 1.72                                      | 4.0       | 8月   | 2.62                                      | 6.0       |
| 2月 | 2.59                                      | 5.9       | 9月   | 1.98                                      | 4.5       |
| 3月 | 3.97                                      | 9.1       | 10月  | 1.62                                      | 3.7       |
| 4月 | 6.21                                      | 14.2      | 11月  | 1.83                                      | 4.2       |
| 5月 | 6.87                                      | 15.8      | 12月  | 1.45                                      | 3.3       |
| 6月 | 8.74                                      | 20.0      | 全年平均 | 3.64                                      |           |
| 7月 | 4.07                                      | 9.3       |      |   |           |

### 4.4 梦湖径流特性及合理性分析

#### 4.4.1 梦湖径流特性

梦湖流域的径流由降水形成,径流量较丰富,径流的年际年内分配与降雨分配基本一致。梦湖多年平均径流深 988.9 mm;年际变化大,最大年径流量 2.334 亿 m<sup>3</sup>(1998 年),最小年径流量 0.486 亿 m<sup>3</sup>(1963 年),相差 4.81 倍,径流量年内分配不均匀,主汛期 4 月 ~ 6 月占全年总量的 49.9%,而 7 月 ~ 9 月仅占全年总量的 19.8%。经频率分析计算,梦湖出口断面多年平均流量 3.64 m<sup>3</sup>/s,  $C_v$  为 0.35,  $C_s$  为 2.0  $C_v$ ,  $P$  为 10% 的年平均流量为 5.34 m<sup>3</sup>/s,  $P$  为 50% 的年平均流量为 3.49 m<sup>3</sup>/s,  $P = 90%$  的年平均流量为 2.13 m<sup>3</sup>/s,见图 1。

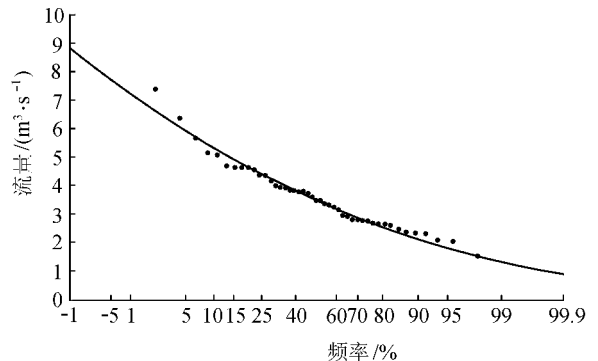


图 1 年平均流量频率曲线

#### 4.4.2 梦湖径流合理性

桃陂站 1959 ~ 2003 年多年平均径流深 1 092.1 mm,梦湖流域 1959 ~ 2003 年多年平均径流深为 988.9 mm。在《江西省水资源》<sup>[3]</sup>中的江西省多年平均径流深等值线图上,桃陂站以上流域多年平均径流深为 1 000 mm,梦湖流域的多年平均径流深为 935 mm。本次推求的桃陂站和梦湖流域的多年平均径流深均大于《江西省水资源》中等值线图查算成果,其原因是该等值线图是用 1979 年以前径流资料经地区综合分析平衡后绘制的。而在抚河流域 1980 年以后出现多个丰水年。从降水量分析,凤港河流域 1959 ~ 2003 年的多年平均降水量为 1 664.3 mm,而 1959 ~ 1979 年的平均年降水量仅为 1 624.0 mm,1980 ~ 2003

年的平均年降水量为 1684.0 mm。从径流深分析 桃陂站 1959~1979 年平均径流深为 1001.6 mm 与等值线图所查值 1000 mm 相同。1980~2003 年平均径流深为 1171.3 mm,大于等值线图查算值;凤港河流域 1959~1979 年平均径流深 929.3 mm,与等值线图查算成果 935 mm 接近,其相对误差为 0.6%,1980~2003 年平均径流深 1041.1 mm,大于等值线图查算成果。

按皮尔逊 III 型曲线适线,推求的梦湖年径流变差系数  $C_v$  为 0.35,在江西省 1956~1979 年  $C_v$  等值线图上查得凤港河流域的  $C_v$  为 0.35。从上述诸方面看,本次推求的凤港河(梦湖)径流系列是合理的、径流成果是可靠的。

#### 4.5 梦湖径流频率分析及设计代表年选择

利用梦湖 1959~2003 年 45 a 的径流系列资料,分别对年径流量、非汛期的 8 月至次年 2 月径流量、枯水季节(7 月~12 月)径流量和水面蒸发量大的时段(7 月~9 月)径流量按经验频率进行分析,采用皮尔逊 III 型曲线进行频率适线。

梦湖的开发建设是集防洪排涝、休闲娱乐、旅游及养殖为一体的综合性工程,以利于提高城市品位、改善投资环境,故梦湖需要较为稳定的景观水位,枯季水资源保证率取为 85%。

从梦湖年径流量看,系列中最枯年份 1963 年的年径流量 4856 万  $m^3$ ,远大于梦湖的有效蓄水容量 240.5 万  $m^3$ ,因此梦湖每年蓄满是不成问题的。但是,由于径流量在年内分配极不均匀,为准确分析梦湖供需(补损)关系,水资源平衡分析的典型年选择应同时考虑枯季径流量和年径流量的频率计算结果,且重点考虑枯季径流频率计算结果。选择枯季径流量频率接近 85% 的 1963 年、1966 年作为梦湖水资源平衡分析的设计枯水代表年,选择 1959 年和 1996 年作为设计平水年(正常年份,设计保证率为 50%)的代表年。在 1959~2003 年 45 a 径流系列中,1978 年、2003 年枯季来水量少,2003 年 7 月~9 月和 7 月~12 月天然来水量的频率均为 95.7%,1978 年各时段径流的频率分别在 93.5%~97.8%,而在 1959~2003 年的蒸发量系列中,1978 年的蒸发量为最大值,为全面评价梦湖的水资源保证程度,将 1978 年、2003 年作为特枯典型年,进行水资源平衡分析。选择 1970 年作为设计丰水年( $P=10\%$ ),其年径流和枯季(7 月~12 月)径流的频率分别为 8.7%和 10.9%。

## 5 梦湖水资源平衡分析

### 5.1 基本资料

梦湖水资源平衡分析的基本资料主要有:梦湖典型年旬径流过程,抚州气象站旬蒸发量,梦湖水位

容积关系。

### 5.2 湖泊水量损失计算

梦湖的水量损失主要有蒸发损失和渗漏损失。抚州气象站的蒸发量是由 E20 型蒸发皿观测得到,娄家村水文站的蒸发量是 E601 型蒸发皿观测的,根据《江西省水资源》抚州地区 E20 对 E601 的折算系数为 0.74, E601 型对大水体的折算系数为 0.96。

梦湖湖区原为陆面,梦湖开发成后湖区 1.2  $km^2$  变为水面,其增加的蒸发损失量<sup>[14]</sup>

$$E = \Delta eF \quad (3)$$

$$\Delta e = KE_{水} - (P - R) \quad (4)$$

式中: $E$  为湖区陆面变成水面引起的蒸发增加量,即蒸发损失量; $\Delta e$  为水库水面与陆面蒸发的差值; $E_{水}$  为  $E_{601}$  蒸发皿测得的蒸发量; $K$  为由蒸发皿数字折算成大面积蒸发量的折算系数; $P$  为梦湖流域年平均降水量; $R$  为梦湖流域年平均径流深; $F$  为湖水面积。

经计算,梦湖各设计代表年的水面蒸发损失为 145.7~621.8 mm,梦湖的水面按 1.20  $km^2$  计算,梦湖各代表年的年水量损失为 17.5~74.6 万  $m^3$ ,最大年损失量 74.6 万  $m^3$  出现在 1978 年,最小年损失量 17.5 万  $m^3$  出现在 1996 年。

梦湖区由陆面变成水面后会产生渗漏损失,工程应对其进行必要的防渗处理,由于缺乏渗漏资料,其渗漏损失参照有关工程和文献按经验确定。根据文献[5],梦湖渗漏损失量按中等水文地质条件情况考虑,各月渗漏损失按蓄水容积的 1.5% 估算。为充分考虑湖体的渗漏损失量,在水资源平衡分析中,同时还考虑了“不良(透水性大)”的水文地质情况,即按蓄水容积 3% 估算梦湖各月渗漏损失。

### 5.3 水资源平衡分析原则

从既有利于景观又利于汛期防洪排涝,增加汛期调蓄容积考虑,根据抚河洪门、廖坊水库防洪调度的防汛限制时间要求和凤港河的洪水特性,3 月~4 月梦湖景观水位拟定为 37 m,5 月~7 月上旬梦湖景观水位拟定为 36 m,7 月中旬至次年 2 月梦湖景观水位在 36~38 m。

凤港河流域天然来水量的各年径流分配变化大,难以用某一典型年的径流过程来代表,故本次平衡分析采用多个典型年的实际径流过程进行。

由于梦湖枯季来水量较少,当梦湖建成蓄水后,水面蒸发量、湖体渗漏量的影响较大,枯水季节、特别是枯水年的枯水期水资源是否有保障,需分别对平、枯、特枯年的来水量,以旬为时段进行平衡计算。

推求的梦湖径流成果为流域天然入流量,经调查分析在凤港河上游有 10 余座小型水库和山塘拦蓄径流,灌溉农田约 667  $hm^2$ ,故梦湖水资源平衡时

应考虑灌溉用水对梦湖枯季补水的影响,灌溉流量参照《江西省廖坊水利枢纽初步设计报告库区工程》中的灌溉定额进行计算。

#### 5.4 梦湖水资源平衡计算

选择设计枯水年 1963 年、1966 年,设计平水年 1959 年、1996 年和特别枯水年 1978 年、2003 年,设计丰水年 1970 年,共 7 个典型年,根据各典型年的来水量、蒸发损失量、渗漏损失量,以旬为时段进行水量平衡计算。

$$\pm \Delta V = W_{\lambda} - (E + D + W_{\text{出}})$$

式中: $\pm \Delta V$ 为湖泊蓄水量变化量,万  $\text{m}^3$ ;  $W_{\lambda}$ 为入湖水量,万  $\text{m}^3$ ;  $E$ 为湖泊水面的蒸发损失量,万  $\text{m}^3$ ;  $D$ 为湖体渗漏损失量,万  $\text{m}^3$ ;  $W_{\text{出}}$ 为出湖水量,万  $\text{m}^3$ 。

对各设计代表年均按两种方案进行平衡计算。方案一:水面蒸发损失量按式(3)(4)计算,各代表年的年蒸发水量损失为 17.5~74.6 万  $\text{m}^3$ ,湖体渗漏损失量按各月蓄水量的 1.5% 估算。方案二:蒸发和渗漏损失都按最不利情况计算,即水面蒸发损失量按最不利的情况,取 1959~2003 年资料系列中年蒸发量最大的 1978 年的蒸发资料,直接计算出梦湖的蒸发损失量为 140.4 万  $\text{m}^3$ ,湖体渗漏损失按“不良(透水性大)”的水文地质情况估算,取各月蓄水量的 3%。

##### 5.4.1 设计平水年水资源平衡计算

1959 年和 1996 年作为设计平水年的代表年,进行平衡计算,结果为:对于设计平水年的梦湖水位各月在 36~38 m 条件下运行,1996 年的两种方案各时段均有弃水量,即有活水从梦湖流出,方案一的最小弃水量 45.8 万  $\text{m}^3$ ,方案二的最小弃水量 42.1 万  $\text{m}^3$ 。1959 年的两种方案均有 4 个时段无弃水(即无活水放出湖),分别是 7 月中、下旬和 9 月中、下旬。两方案连续无弃水时间均为 21 d。

##### 5.4.2 设计枯水年水资源平衡计算

设计枯水年方案一的平衡结果,2 个设计代表年均能使梦湖各月的水位维持在 36~38 m,1963 年 9 月上旬无弃水;1966 年的 7 月中旬至 8 月上旬、9 月中旬至 10 月上旬无弃水,连续无弃水的最长时间为 31 d。方案二的平衡结果,1963 年 8 月下旬至 9 月上旬无弃水;1966 年的 7 月中旬至 8 月上旬、9 月中旬至 10 月上旬无弃水,连续无弃水最长时间为 31 d。

##### 5.4.3 特别枯水年水资源平衡计算

1978 年是 7 月~12 月梦湖径流最枯年份,2003 年是 7 月~12 月梦湖径流次枯年份,1978 年蒸发量在系列中为最大值,为全面评价梦湖的水资源保证程度,将 1978 年和 2003 年作为特别枯水典型年,进行水资源平衡分析。方案一的平衡结果:1978 年有 7 月中旬、8 月中旬、9 月中旬、12 月中旬无弃水;2003 年从 7 月 11 日~8 月 20 日、9 月 1 日~9 月 20 日无弃水,连续无弃水的最长时间为 41 d。方案二

的平衡结果:1978 年的 7 月中旬至 8 月底连续 51 d 无弃水,2003 年的 7 月中旬至 9 月底连续 82 d 无弃水。

由于梦湖集水面积 116  $\text{km}^2$ ,湖的有效容积仅 240.5 万  $\text{m}^3$ ,而丰水年的径流量较丰富,年内各月、旬的来水量都可将梦湖从 36 m 蓄至 38 m,各月均有弃水,故对丰水年的水资源平衡计算不再详述。

## 6 结论与建议

上述方案是考虑了凤港河上游小型水库、山塘等引流灌溉的计算成果,其计算成果是符合实际情况的,如 2003 年 7 月中旬至 12 月流域天然径流为 0.38~2.1  $\text{m}^3/\text{s}$ ,考虑灌溉引流后的入湖流量为 0~1.5  $\text{m}^3/\text{s}$ ,旬平均流量 0~0.36  $\text{m}^3/\text{s}$  的时间在 3 个月以上,与当年凤港河基本断流 3~4 个月的实际情况相吻合。

通过对梦湖的设计平水年 2 个代表年、设计枯水年 2 个代表年以及特别枯水年(保证率为 95%~98%)的水资源平衡分析。按照湖泊生态需水量计算方法,梦湖的换水周期为 30 d,认为在设计保证率(85%)以上年份,梦湖的水资源量是基本有保证的,其换水时间和换水量基本满足湖泊生态需水量的要求,梦湖工程的兴建是可行的。

对于枯水年和特别枯水年的枯水期(7~9 月)湖水位虽可维持在 36 m 以上,但是换水率和换水时间达不到生态需水的要求,2003 年连续 41 d(方案一)和连续 82 d(方案二)无水换。

为了充分发挥梦湖美化环境的作用,提高梦湖水资源的保证程度,提出如下建议:①在梦湖的建设中对湖区进行适当的防渗处理,以减少渗漏损失;②梦湖城区的设计、建设应按雨、污分流考虑,将雨水排入湖中,避免污水进入湖区,既保证湖水的清洁又避免入湖水资源的减少;③遇枯水年和特别枯水年的 7 月~9 月,当湖水位在 37 m 以下、连续 30 d 以上无换水时,则应采取临时措施,从抚河干流提取部分水量补充梦湖,以保证梦湖生态环境需水量和水质的要求。

### 参考文献:

- [1] 詹道江,叶守泽.工程水文学[M].3版.北京:中国水利水电出版社,2000.
- [2] 芮孝芳.水文学原理[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [3] 江西省水文总站.江西省水资源[M].南昌:江西高校出版社,1985.
- [4] 唐德善.水资源综合规划[M].南昌:江西高校出版社,1995.
- [5] 长江流域规划办公室水文处.水利工程实用水文水利计算[M].南昌:江西高校出版社,1980.

(收稿日期 2006-02-22 编辑 舒建)