

鄱阳湖区水资源安全问题分析

张双虎 蒋云钟 刘晓志 王浩 张忠波

(中国水利水电科学研究院水资源研究所)

摘要 本文分析了鄱阳湖流水资源及湖区水位的特征及其演变规律,研究了鄱阳湖区存在的水资源安全问题,计算了三峡水库初期运行和正常运行对鄱阳湖区水资源开发利用的影响,得出了鄱阳湖流域天然水资源情势未发生趋势性变化,湖区“高水湖相,低水河相”特征造成枯水季节湖区用水困难和三峡水库蓄水期间鄱阳湖出湖流量增加使用水困难加剧等认识。

关键词 鄱阳湖 水资源 安全

1 引言

鄱阳湖位于江西省北部,长江中游南岸,承纳赣江、抚河、信江、饶河、修水等五大水系,以及博阳河等支流来水,经调蓄后由湖口注入长江,是一个过水型、吞吐性和季节性的湖泊。湖泊水面面积为 4497km²,湖体容积为 355 亿 m³(相应于星子水位 22.5m,吴淞高程,下同)。鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊,是长江水系及其生态系统的重要组成部分,也是长江洪水重要的调蓄场所,在长江流域治理、开发和保护中占有十分重要的地位。受湖侧五河来水和长江干流来水的双重影响,湖区“高水是湖、低水似河、枯水成沟,洪水一片、枯水一线”特征明显,湖区水位年内、年际变化较大,给湖区水资源开发利用带来了一定的困难,制约了还湖区社会经济可持续发展。如何兴利除弊,合理开发利用水资源,推动湖区又好又快发展,引起社会各界高度关注。

2 鄱阳湖流域水资源演变趋势及湖区水位分析

鄱阳湖流域位于东亚季风区,水资源总量丰富,但水资源的年际、年内变化较大。进入 21 世纪以来,鄱阳湖流域及长江干流来水持续偏枯,枯水期湖区水位屡创新低,严重影响了环湖区的供水安全。

2.1 鄱阳湖流域天然径流量变化趋势分析

鄱阳湖流域多年平均天然径流量为 1513 亿 m³,其中年径流量最大值为 2448 亿 m³,最小值为 632 亿 m³,极值比为 3.87;丰水期 6 个月来水是枯水期 6 个月来水的两倍。长江流域“98”大水年之后,鄱阳湖流域来水持续偏枯,1998~2008 年平均天然径流量为 1281 亿 m³,与多年平均相比减少了 232 亿 m³,减少幅度高达 15%。图 1 为 1956~2008 年鄱阳湖流域天然径流量系列、五年滑动平均以及趋势线图。从长系列来看,鄱阳湖天然年径流量有缓慢增长的趋势,应用无参数的肯德尔秩次检验对增长趋势的显著性进行检验,增长趋势未通过显著性检验。图 2 为鄱阳湖流域 1956~2008 年天然径流系列差积曲线,表 1 为 1962~1968 年、1984~1991 年和 2003~2008 年 3 个枯水系列特征

值统计。从图 2 及表 1 可知，鄱阳湖流域历史上曾出现 2 段类似于 2003~2008 年的连续枯水年，分别是 1962~1968 年和 1984~1991 年，且 1962~1968 年系列比 2003~2008 年系列更枯。

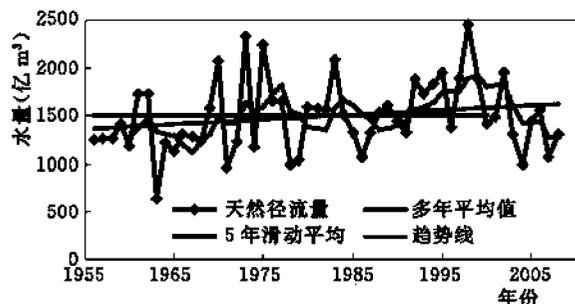


图 1 鄱阳湖流域天然径流量系列、5 年滑动平均及趋势线

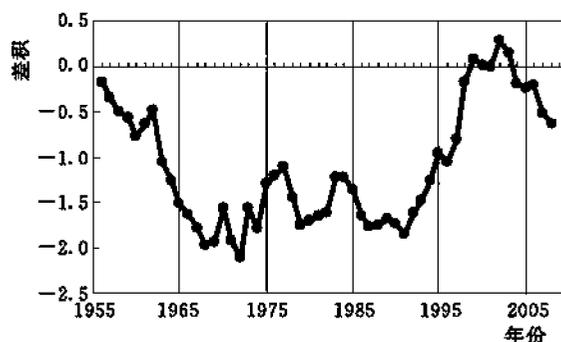


图 2 鄱阳湖流域天然径流量差积曲线

表 1 鄱阳湖流域 3 个枯水系列特征值统计

连续枯水年	天然年径流量最大值 (亿 m ³)	出现年份	天然年径流量最小值 (亿 m ³)	出现年份	平均值 (亿 m ³)
1962~1968 年	1734	1962	632	1963	1222
1984~1991 年	1606	1989	1069	1986	1340
2003~2008 年	1562	2006	988	2004	1281

通过上述分析可以看出：鄱阳湖流域天然径流量没有显著的趋势性变化，2003~2008 年鄱阳湖流域持续偏枯属于长系列水文丰枯交替现象中的枯水段，以后仍有可能出现。

2.2 湖区水位分析

湖区水位的高低受湖侧五河来水和长江干流顶托双重影响，每年的 3~4 月份，湖侧五河来水逐渐增多，水位开始缓慢上升；5~9 月份，受五河来水逐渐增多和长江干流来水顶托影响，湖区水位较高；10 月份~次年 2 月份，湖侧五河和长江干流来水减少，湖口出流大于湖侧总入流，湖区水位持续降低。图 3 为 2001 年 1 月 1 日~2002 年 12 月 31 日湖区 4 个不同站点水位过程线。由图 3 可见：四站水位涨落过程基本一致；低水位时，同一时刻湖区四站水位相差较大，说明低水位时鄱阳湖具有河道特征；高水位时，同一时刻湖区四站水位相差较小，当湖区星子水位在 15m 以上时，湖区四站水位基本一致，表明鄱阳湖具有湖泊特征。

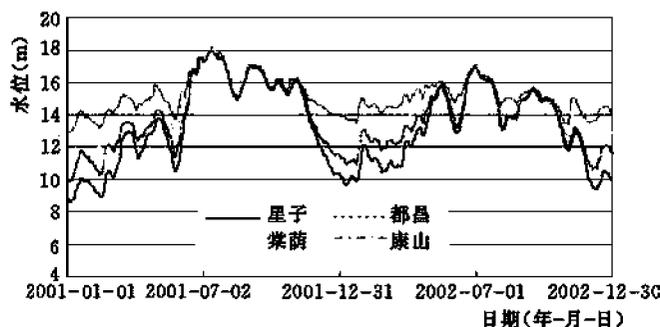


图 3 典型年鄱阳湖四站水位过程线对比

表 2 为湖区代表站星子站水位特征值。实测星子站日最高水位 22.50m，日最低水位 7.12m，相差 15.38m，相应库容差 350 亿 m³；从湖区星子水位年内各月分布情况来看，月最高平均水位

17.69m, 月最低平均水位 9.03m, 相差 8.66m, 相应库容差 147 亿 m³, 湖区水位年内、年际相差较大。

表 2 湖区星子站水位特征值 单位: m

项 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均	9.03	9.63	11.13	12.97	14.79	16.09	17.69	16.75	16.08	14.54	12.17	9.79
日最高	14.56	13.94	17.52	17.76	19.87	21.84	22.47	22.50	21.56	19.38	17.5	13.92
日最低	7.22	7.12	7.22	7.52	9.52	10.66	12.83	10.62	9.56	8.62	8.14	7.29
极值差	7.34	6.82	10.30	10.24	10.35	11.18	9.64	11.88	12.00	10.76	9.36	6.63

3 鄱阳湖区水资源安全问题

单从鄱阳湖流域水资源总量和水资源开发利用率来看, 滨湖区 (直接以鄱阳湖为水源地的地区) 并不缺水, 但由于降水时空分布不均, 供水设施建设滞后, 水资源调蓄能力不足, 特别是受湖区“高水湖相、低水河相”特征的影响, 湖区水位变幅较大, 使得滨湖区存在季节性和区域性缺水, 缺水类型属于工程型缺水。

3.1 供水能力与湖区水位关系分析

供水能力是指现状供水设施在一定时间内、一定来水频率下的最大可供水量, 与取水水源的来水状况、取水水源和供水对象的相对对应

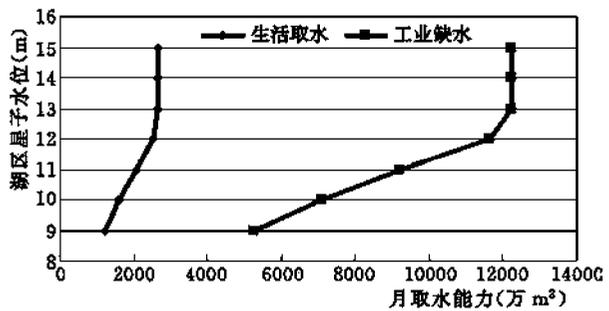


图 4 湖区星子水位与生活、工业供水设施取水能力关系

置关系、供水对象的需水特性、供水工程的规模和运行调度方式等因素有关。图 4 根据最新调查成果绘制的湖区星子水位与湖区工业和生活供水能力关系图, 表 3 为湖区星子水位与农业供水能力关系。从现状供水设施供水能力及湖区需水情况来看, 当湖区星子水位高于 14m 时, 滨湖区生产生活取水不受水位的影响; 若水位低于 14m, 滨湖区农业取水受到一定影响, 若水位低于 13m 时, 工业和生活取水会受到一定的影响。

表 3 湖区星子水位与农业供水设施取水能力关系 单位: 万 m³

星子水位 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
$h < 9$	145	145	242	338	4352	6286	8704	10348	10638	6770	193	193
$9 \leq h < 10$	242	242	403	564	7253	10477	14507	17247	17731	11283	322	322
$10 \leq h < 11$	338	338	564	790	10155	14668	20310	24146	24823	15796	451	451
$11 \leq h < 12$	459	459	766	1072	13781	19907	27563	32769	33688	21438	613	613
$12 \leq h < 13$	604	604	1007	1410	18133	26193	36267	43117	44326	28208	806	806
$13 \leq h < 14$	741	741	1236	1730	22244	32130	44487	52891	54374	34601	989	989
$h \geq 14$	900	900	1500	2100	26998	38998	53997	64196	65996	41997	1200	1200

3.2 滨湖区现状及未来缺水分析

对星子站 1951~2008 年日水位进行统计, 在滨环湖区用水高峰期 5~11 月, 特别是汛后 10 月、11 月分别有 38.5% 和 83.6% 的时段水位低于 14m, 分别有 20.7% 和 66.4% 的时段水位低于 13m,

造成滨湖区农业灌溉保证率普遍较低，农田灌溉保证率一般只有 50%~75%。湖区水位变化影响滨湖区的水利工程效益的正常发挥。

以 2007 年（来水频率 75%~80%）为典型年进行滨湖区缺水分析。2007 年由于五河入湖径流减少和长江九江段水位比历史同期水位低，导致全年 152 天星子水位低于 10m，约占全年总时段数的 40%，给沿湖地区居民生活、生产供水造成困难。2007 年滨湖区总需水为 39.7 亿 m³，根据本文调查统计星子水位与滨湖区取水能力关系，初步估算 2007 年滨湖区总供水量约为 34.31 亿 m³，缺水量 5.39 亿 m³，缺水率为 15.8%，其中农业缺水 3.7 亿 m³，工业缺水 1.4 亿 m³，生活缺水 0.28 亿 m³。滨湖缺水主要是农业缺水，约占总缺水的 50%。

滨湖区目前存在的供水安全问题，随着经济社会发展，人民生活水平提高，特别是鄱阳湖区作为我国百亿斤粮食增产基地，需水量还将持续增长。一方面，鄱阳湖上游水系未来用水将进一步增加，导致入湖水量还将减少；另一方面，湖区自身用水量增加，对湖区水位的依赖性更强，未来供水安全形势将更加严峻。结合《长江流域水资源综合规划》的研究，预计到 2030 水平年，50%来水频率年鄱阳湖上游水系需水量将比 2004 年基准年增长约 31.1 亿 m³，若需水全部得到满足，相应减少入湖水量 14.2 亿 m³；2020 年水平年，75%来水频率年，滨湖区总需水量约为 47.9 亿 m³，比 2007 年现状年多 8.2 亿 m³，若按 2007 年供水能力供水，滨湖区将缺水 9.5 亿 m³，缺水率达 20%。

4 三峡水库运行对鄱阳湖区水资源安全的影响

三峡水库运用后，一方面是清水下泄，河道冲刷，造成同流量下湖口水位降低，另一方面是汛后集中蓄水，使得汛后 10~11 月长江干流来水小于天然流量，两方面作用使得三峡水库蓄水期间鄱阳湖出湖流量增加，水位下降加快，湖区提前进入枯水期，加剧了枯水期湖区用水困难。

4.1 三峡水库运行对枯水期湖区水位的影响

采用一维河网模型计算三峡水库初期运行（2006~2008 年）对湖区水位的影响。2006~2008 年三峡水库运行初期，10~11 月日最大降低湖口水位 1.76m，降低星子水位 1.37m；10 月份平均（2006~2008 年平均）降低湖口水位 0.73m，降低星子水位 0.62m；11 月份平均降低星子水位 0.29m，降低湖口水位 0.25m。有无三峡水库情景下，湖口星子水位对比见表 4。

表 4 三峡水库初期运行对湖区水位的影响

年 份	2006		2007		2008	
	10	11	10	11	10	11
降低星子水位	-0.87	-0.14	-0.38	-0.07	-0.60	-0.55

表 5 为三峡水库运行 20 年后，三峡水库可能对湖区水位造成的影响。三峡水库正常运行 20 年，若只考虑清水下泄河道冲刷，汛后 10 月份湖口水位平均降低 1.12m；若考虑清水下泄河道冲刷和汛后集中蓄水双重影响，汛后 10 月份湖口水位平均降低 1.37m。

表 5 三峡水库运行 20 年后对湖区水位的影响

运行条件	只考虑清水下泄河道冲刷				考虑清水下泄河道冲刷和汛后集中蓄水			
	1986 年 (枯)	1991 年 (平)	2000 年 (丰)	平均值	1986 年 (枯)	1991 年 (平)	2000 年 (丰)	平均值
降低星子水位	-1.22	-1.18	-0.95	-1.12	-1.45	-1.44	1.23	-1.37

4.2 三峡水库运行湖区供水安全的影响

三峡水库运行对滨湖区水资源开发利用影响以 2007 年和 2020 年（接近三峡水库运行 20 年）

两个典型年进行分析,其中2020年滨湖区需水按2020水平年75%来水年份考虑。2020年星子水位按相同来水频率2007年水位近似代替。两个典型年份的主要区别在于滨湖区的需水不一样,所以三峡水库对滨湖区水资源开发利用的影响也不一样。

2007年10月滨湖区总需水4.86亿 m^3 。三峡水库正常运行,将加大滨湖区的取水压力,若只考虑三峡水库汛后蓄水对滨湖区水资源影响,将增加滨湖区缺水0.7亿 m^3 ,滨湖区10月份缺水量1.81亿 m^3 ,缺水率高达37%;若考虑三峡水库汛后蓄水和河道冲刷双重影响,将增加滨湖区缺水0.87亿 m^3 ,滨湖区10月份缺水量1.95亿 m^3 ,缺水率高达40%。

2020年75%来水频率年份滨湖区总需水47.80亿 m^3 。无三峡水库情况下滨湖区总缺水9.20亿 m^3 ,其中10月份缺水1.47亿 m^3 ;若考虑三峡水库运行,2020年滨湖区总缺水为10.30亿 m^3 ,其中10月份缺水2.5亿 m^3 。由于三峡水库运行,2020年75%来水年将增加滨湖区缺水约1亿 m^3 。

5 结语

鄱阳湖丰富的水资源和特殊的气候地理条件孕育了丰富的生物多样性,为区域经济社会发展提供了优越的自然条件。但由于降水时空分布不均,水利基础设施建设滞后,特别是湖区水位变幅较大,使得滨湖区存在不同程度的水资源安全问题,在一定程度上阻碍了对湖区水资源的合理有效利用,制约了当地经济社会稳定发展。通过以上研究,取得如下初步认识:

(1) 鄱阳湖流域天然水资源情势未发生趋势性变化,湖区“高水湖相,低水河相”特征明显,制约了湖区水资源有效利用。

(2) 近年来鄱阳湖上游用水增加,五河入湖流量减少,枯水季节湖区用水困难,存在工程型缺水问题。

(3) 三峡水库运用后,造成长江中下游河道冲刷、水位下降,鄱阳湖蓄水量减少。三峡水库蓄水期间鄱阳湖出湖流量增加,加剧了枯水期湖区用水困难。

参 考 文 献

- [1] 中国水利水电科学研究院. 鄱阳湖水利枢纽关键技术研究. 2010. 9.
- [2] 水利部长江水利委员会. 长江流域水资源综合规划报告. 2007. 6.
- [3] 江西省水利厅. 江西省水资源及开发利用调查评价报告. 2008. 3.
- [4] 长江勘测规划设计研究有限责任公司,江西省水利规划设计院. 鄱阳湖区综合规划. 2009. 9.
- [5] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院,江西省水利规划设计院. 鄱阳湖水利枢纽项目建议书. 2009. 1.
- [6] 江西省水利科学研究院. 三峡工程运用后对鄱阳湖及江西“五河”的影响研究. 2009. 12.
- [7] 江西省水文局. 鄱阳湖生态水利枢纽工程对湖区防洪、泥沙、水质、枯水期水量补充的影响及对策研究. 2008. 10.

作者简介:张双虎(1976—),男,山西阳城人,博士,高级工程师,主要从事水资源调度技术研究,联系电话:010-68785503, E-mail: SXSLZSH@163.com

基金项目:中国水利水电科学研究院科研专项(资集1046);“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAB29B08)。