

# 洞庭湖的调节作用对荆江径流的影响

林承坤 许定庆 吴小根

(南京大学城市与资源科学系, 南京 210093)

**提 要** 洞庭湖对荆江径流有高效率的调节作用, 根据长系列水文资料分析表明, 荆江径流经调节后, 年平均径流量、汛期径流量与汛枯期径流比分别减少了 26.3%、32.9% 与 32.4%。年平均径流量与汛期径流量均呈沿程递减, 这些在长江干流都是独一无二的。下荆江的流量最大变化幅度系数  $Q_c$  为 0.892, 在长江干流属最小。

**关键词** 洞庭湖 荆江 径流 洪道 湖泊调节作用

**分类号** P343.3 P333

荆江径流量的研究起步较早, 在 20 世纪 50 年代对荆江径流量特性作了分析<sup>[1]</sup>, 又根据史书记载与水文测验资料, 对其径流量变化作了研究<sup>[2,3]</sup>。80 年代以来, 对洞庭湖及其入湖河流的径流量及其变化也做了分析<sup>[4,5]</sup>。但对洞庭湖调节作用对荆江径流量的影响涉及甚少。本文根据长系列水文资料, 对该问题作专题研究。

## 1 荆江及其入湖洪道的径流量特性

### 1.1 荆江与入湖洪道概况及其径流特性

1.1.1 洞庭湖、荆江与三口分流洪道概况 长江中游干流从湖北省枝城至湖南省城陵矶河段称荆江, 长度为 340km, 属弯曲河道。荆江以藕池口为界, 在藕池口以上称上荆江, 藕池口以下称下荆江。1959 年调弦口堵口后荆江通过松滋口、太平口与藕池口等三个分流口向洞庭湖分泄其径流量(简称三口分流)。三口分流有 5 条洪道, 它们是松滋口的西支与东支、太平口的虎渡河、藕池口的藕池河与安乡河。洞庭湖湖泊面积为 2691km<sup>2</sup>, 洪道面积 1013km<sup>2</sup>, 属洪道型湖泊, 除西北面与北面汇集三口 5 条洪道的径流外, 在西面与南面承纳湘、资、沅、澧等四水的径流, 于城陵矶流入长江(图 1)。

1.1.2 荆江及其入湖诸洪道径流量特性的统计 为了研究洞庭湖对荆江径流的调节作用, 根据荆江及其入湖诸洪道的长系列水文资料<sup>①②</sup>, 统计出它们的年平均径流量, 汛期(每年 5—10 月)与枯水期(每年 1—3 月、12 月)径流量及其占年径流量的百分数, 计算出汛期与枯水期径流量的比值(简称汛枯期径流比)。三口 5 条洪道口门和上荆江与下荆江的水文站均有系列水文测验资料, 唯荆江进口河段枝江水文站缺少长系列水文测验资料, 但长江宜昌至枝江段仅 59km, 沿程汇入的较大河流只有清江, 而宜昌与清江搬鱼咀水文站均有长系列的水文资料, 故可用这两水文站的水文资料, 推算出荆江枝江水文站的径流量(表 1)。

• 江苏省自然科学基金(BK99019)和国家自然科学基金(49271010)项目联合资助。

收稿日期: 1999-6-23; 收到修改稿日期: 1999-12-25。林承坤, 男, 1934 年生, 教授。

① 中华人民共和国水文年鉴(第 6 卷); 1950—1986

② 水利电力部水文局. 全国主要水文特征统计, 第 2 部分, 1982

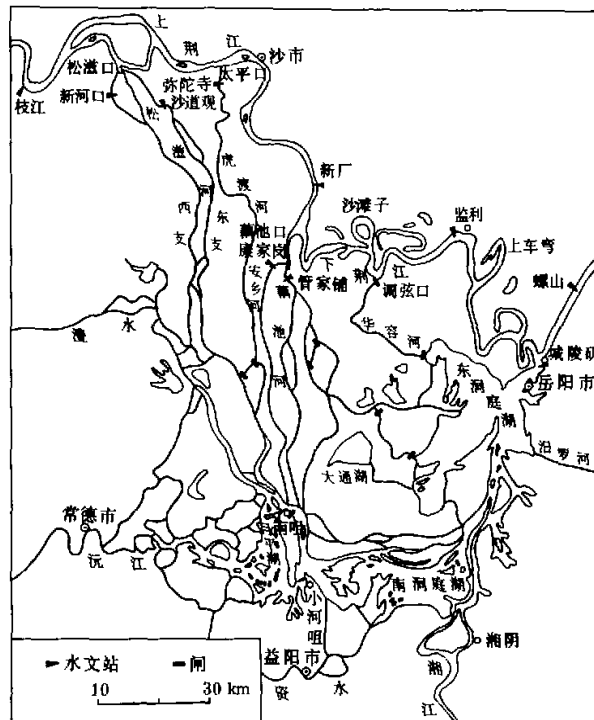


图1 洞庭湖、荆江与三口分流洪道形势图

Fig. 1 Location of Dongting Lake and the Jingjiang River and Three Diversion Flood Channels

## 2 荆江入湖水道——三口分流洪道的径流特性

### 2.1 三口诸洪道的径流量特性

三口诸分流洪道(简称三口洪道)年平均径流量与汛期流量分别为  $1119 \times 10^8 \text{m}^3$  与  $1034.7 \times 10^8 \text{m}^3$ (表1),均以松滋口为最大,分别占44.5%与44.2%;藕池口次之,分别占37.8%与38.7%;太平口最小,分别只占17.7%与17.3%。三口枯水期径流量为  $20.4 \times 10^8 \text{m}^3$ ,仍以松滋口最大占53.9%,藕池口次之占24.5%,太平口最小占21.6%。由此可见三口洪道汛期与枯水期的径流量极为悬殊,其平均汛枯期径流比达50.7。三口洪道的径流特性同分流前的荆江(枝江站)与分流后上荆江(新厂站)、下荆江(监利站)相比较,汛期径流量占年平均径流量百分数分别增大了13.9%与16.9%、20.2%;枯水期径流量占年平均径流量的百分数却分别减少了83.2%与85.5%、87.9%。平均汛枯期径流比分别是分流前荆江的6.9倍,上荆江的8.2倍,下荆江的9.8倍。由此可见三口洪道的径流量汛期显著增大,枯水期明显减少,汛枯期径流比极大,成为三口洪道径流的重要特性。所以三口水道属十分典型的洪道,洞庭

表 1 荆江与三口分流洪道的径流量及其特性并与长江干流的比较

Tab. 1 Comparison of runoff amount and its characteristics of the Yangtze River and Three Diversion Flood Channels with those in the main stream of the Yangtze River

河名	水文站	年平均		汛 期		枯水量		汛枯期 径流比	水文资料 统计年限
		径流量 /10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	径流量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	径流量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	占年径流量 /%	径流量 /10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	占年径流量 /%		
上荆江	枝江	4586.0	3650.5	79.6		490.7	10.7	7.4	1937, 1951—1959 1960—1988*
上荆江	新厂	3890.0	2987.6	76.8		482.4	12.4	6.2	1955—1969, 1971—1988
下荆江	监利	3385.0	2499.1	73.8		504.4	14.9	5.2	1951—1988**
松滋口	新江口、沙道观	498.0	454.7	91.3		11.0	2.4	38.0	1955—1988
太平口	弥陀寺	198.0	180.0	90.0		4.4	2.2	40.9	1937, 1948, 1951, 1953—1958
藕池口	管家铺、康家岗	423.0	400.0	94.6		5.0	1.6	59.1	1934—1938, 1948 1950—1988
三口	合计	1119	1034.7	92.5		20.4	1.8	50.7	
长江上游干流	万县	4130.0	3305.0	80.0		446.0	10.8	7.4	1950—1986
长江上游干流	宜昌	4384.0	3414.7	79.9		482.2	11.0	6.5	1950—1986
长江上游干流	螺山	6402.0	4801.4	75.0		832.2	13.0	5.8	1983—1988
长江上游干流	汉口	7379.0	5534.6	75.0		1033.1	14.0	5.4	1865—1986
长江上游干流	大通	8950.0	6426.1	71.8		1297.8	14.5	5.0	1950—1986

\* 枝江站 1960—1988 年水文资料, 根据长江宜昌站与清江搬鱼咀站的水文资料推算;

\*\* 监利站根据监利姚圻垱水文资料, 其中 1970—1974 年根据监利洪山站资料。

湖通过三口诸洪道对荆江的径流量进行调节, 成为洞庭湖对荆江径流量调节的特点。

## 2.2 三口洪道的断流与倒流

三口的五条洪道(藕池口的安乡河、藕池河, 太平口的虎渡河与松滋口的东支与西支)均建有水文站, 据 1951—1982 年水文资料的统计表明, 在 32 年间每年枯水期安乡河均发生断流, 断流可延续至 6 月份, 断流年数居诸洪道之首; 藕池河有 23 年发生断流, 居第 2 位; 虎渡河有 18 年断流; 东支有 10 年; 西支只有 1 年断流。由此可见三口的五条洪道均发生过断流, 但断流的年数差异较大, 主要由于造成断流的主要原因不同所致。安乡河、藕池河与虎渡河三洪道断流主要由于洪道受泥沙的淤积, 使其河床淤高, 使枯水期高于荆江的水位, 便发生断流, 所以洪道断流年数随淤积量的增加而增多。研究表明, 1955—1995 年这三条洪道均发生淤积, 其中安乡河河床淤积量最大, 藕池河次之, 虎渡河居第三<sup>[7,8]</sup>, 同其断流的年数相吻合。松滋口西支断流的最少, 断流的原因不同于上述的三条洪道, 研究表明, 西支在 1955 年以来河床均受冲刷<sup>[8]</sup>, 使枯水期河床高程常低于上荆江水位, 所以很少断流。32 年间西支只在 1979 年 4 月 5 日有过首次断流, 主要原因是当年枯水期荆江枝江水位是 32 年间最低的。32 年间东支河床时冲时淤<sup>[5,7]</sup>, 所以断流年数介安乡河等三条洪道与西支之间。

通常荆江径流由三口诸洪道流向洞庭湖, 但若遇到荆江汛期来水较迟, 使洪道进口的水位较低, 而洞庭湖四水来水量较大, 使某些洪道出口处的水位较高, 这时洪道发生倒流。1979 年 6

月 28 日安乡河进口的康家岗水位只有 35.40m(吴淞基面,下同),这时安乡河出口——洞庭湖南咀的流量为  $10700\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,比该站 1950—1986 年的 6 月份平均最大流量增加了 43.8%,水位达 35.54m,比进口水位高 0.14m,导致安乡河发生倒流,倒流持续了 4d,最大倒流流量达  $63.6\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,倒流的径流量共  $0.1592 \times 10^8\text{m}^3$ ,是 1951—1986 年三口诸洪道最大的一次倒流.此外,1967 年 5 月 9 日东支发生倒流,最大倒流流量为  $30\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .1974 年 4 月 22 日藕池河发生倒流,最大倒流流量为  $22\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

### 3 洞庭湖的调节作用对荆江的径流量与径流特性的影响

#### 3.1 对荆江的径流量与汛枯期径流比的影响

三口洪道分流前的荆江径流量以荆江的枝江水文站径流量为代表,其年平均径流量为  $4586.0 \times 10^8\text{m}^3$ ,汛期的径流量为  $3650.5 \times 10^8\text{m}^3$ ,占年平均径流量的 79.6%,枯水期的径流量为  $490.7 \times 10^8\text{m}^3$ ,占 10.7%.汛枯期径流比为 7.4(表 1).经三口洪道分流后的下荆江监利水文站,其年平均径流量为  $3385.0 \times 10^8\text{m}^3$ ,比枝江站的年平均径流量减少了  $1201 \times 10^8\text{m}^3$ ,也就是说荆江经洪道分流后年平均径流量减少了 26.3%.监利站的汛期径流量为  $2499 \times 10^8\text{m}^3$ ,占年平均径流量的 73.8%,比枝江站汛期径流量减少了  $1152 \times 10^8\text{m}^3$ ,说明了经分流后荆江的汛期径流量减少了 32.9%.监利站枯水期径流量为  $504.4 \times 10^8\text{m}^3$ ,占年平均径流量的 14.9%,比枝江站枯水期径流量增加了  $13.7 \times 10^8\text{m}^3$ ,比洪道分流前的枯水期径流量增加了 2.8%.因三口洪道分流使荆江年平均径流量与汛期径流量减少是显而易见的,但为什么分流后荆江枯水期径流量反而增加?主要原因是三口洪道在枯水期分泄荆江的径流量很少,只占年平均径流量的 1.8%.由于荆江横贯江汉平原,该平原是四周高中部低的碟形洼地,主要由第四纪沉积物组成,其中荆江沿岸全新世松散沉积物的厚度超过 30m<sup>[2]</sup>,能贮藏大量的地下水,汛期荆江水位高出沿岸平原,江水补给地下水,枯水期水位却低于沿岸平原,使沿岸平原的地下水补给荆江<sup>[9]</sup>.此外江汉平原年平均降水量为 1145mm,枯水期占年平均降水量的 15%,碟形洼地的江汉平原,有利于枯水期的降水补给荆江,也有利于枯水期降水的入渗,形成地下水补给荆江.上述原因导致枯水期下荆江径流量增加.

由于荆江汛期径流量减少,枯水期径流量增加,使监利站的汛枯期径流比只有 5.2,比枝江站减少了 32.4%.

经三口入湖洪道调节后的下荆江年平均径流量与汛期径流量同长江万县以下干流相比较(表 1),其年平均径流量与汛期径流量均为最小,说明了洞庭湖对荆江径流有较大的调节能力.洞庭湖对长江干流径流的调节作用同鄱阳湖相比较,根据鄱阳湖出口的水文站——湖口水文站长系列流量资料(1950—1991 年)的分析表明,长江是通过江流倒灌进入鄱阳湖调节其径流量,江流倒灌发生在长江水位较高,鄱阳湖水位相对较低时,每年 6—12 月均发生过倒灌,但主要发生在每年 7—9 月.每年平均倒灌为 16.14d,年平均倒灌水量为  $30.2 \times 10^8\text{m}^3$ ,最大倒灌量达  $113.9 \times 10^8\text{m}^3$ (1991 年)<sup>[9]</sup>.年平均倒灌水量只占江流倒灌前的汉口站年平均径流量的 0.4%.汛枯期径流比在江流倒灌调节前的汉口站为 5.4,倒灌调节后的大通站减少为 5.0(表 1),比调节前汛枯期径流比只减少了 7.4%.同受入湖洪道调节的荆江相比较,荆江在入湖洪道调节后的年平均径流量与汛枯期径流比分别减少了 26.3%与 32.4%.所以上述两种不同的湖泊调节方式相比较,说明了入湖分流洪道对长江径流具有更大的调节效率.

### 3.2 对荆江径流量沿程分布的影响

荆江枝江站的径流量受松滋口及太平口洪道分流后的径流量以上荆江新厂水文站为代表,其年径流量为  $3890 \times 10^8 \text{m}^3$ ,比枝江站减少了 15.2%。其中汛期与枯水期的径流量分别为  $2987.6 \times 10^8 \text{m}^3$  与  $482.4 \times 10^8 \text{m}^3$ ,比枝江站分别减少了 18.2% 与 1.7%,汛枯期径流比为 6.2,比枝江站减少了 16.2%(表 1)。又经藕池口洪道调节后的下荆江,其径流量以监利站为代表,年平均径流量为  $3385 \times 10^8 \text{m}^3$ ,比新厂站又减少了 13%,其中汛期径流量为  $2499 \times 10^8 \text{m}^3$ ,比新厂站减少了 16.4%,但枯水期径流量却增加了 4.4%,为  $504 \times 10^8 \text{m}^3$ (表 1)。由此可见荆江径流的沿程分布特点是除下荆江枯水期外,荆江的年平均径流量、汛期径流量及其占年径流量的百分数,以及上荆江枯水期径流量,均呈沿程递减。同表 1 列举的长江干流相比较,长江干流的年平均径流量,汛期与枯水期的径流量,以及汛期与枯水期径流量占年平均径流量的百分数等的沿程变化,均同荆江相反,呈沿程递增的变化。由此可见荆江径流量及其特性的沿程递减变化在长江干流是独一无二的。

### 3.3 对荆流量最大变化幅度的影响

衡量河流流量最大变化幅度( $Q_k$ )(简称流量最大变幅),设  $Q_{\max}$  与  $Q_{\min}$  分别代表河流历年最大与最小流量,则  $Q_k = (Q_{\max} - Q_{\min}) / (Q_{\max} + Q_{\min})$ ,  $Q_k$  值愈大表示年际流量变幅愈大<sup>[10]</sup>。根据荆江各水文站长系列流量资料计算出  $Q_k$  值,同时还计算出长江干流主要水文站的  $Q_k$  值以资比较,现将计算结果列于表 2,从表 2 获悉上荆江新厂站的径流经松滋,太平二口的三条入湖洪道调节后, $Q_k$  值由枝江站的 0.926 降低为 0.900, $Q_k$  值减少了 2.9%。再经藕池口二条洪道调节后的下荆江监利站, $Q_k$  值又降低为 0.892,比枝江站减少了 3.7%。由此可见随着分流入湖洪道的增加  $Q_k$  值随之减小。同表 2 列举长江干流的  $Q_k$  值相比较,荆江监利与新厂两站的  $Q_k$  值是最小的,说明了在长江干流受入湖洪道调节的下荆江与上荆江流量最大变幅是最小的。下荆江监利站的  $Q_k$  值同不受大湖调节的长江上游干流诸水文站相比较, $Q_k$  值减少了 3.7%—4.3%;同受江流倒灌入湖调节的长江下游大通站相比较, $Q_k$  值只减少了 2.3%。由此可见在长江干流入湖洪道对流量最大变幅也具有更显著的调节效应。

表 2 荆江的流量最大变幅并与长江干流的比较

Tab. 2 Comparison of maximum discharge amplitude in Jingjiang River with those in the main stream of the Yangtze River

河流名称	水文站	流 量 / $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$			流量最大变幅 / $Q_k$	水文资料 统计年限
		年平均	历年最大	历年最小		
上荆江	枝江	14540	71900	2720	0.926	1937, 1951—1959 1959—1986
上荆江	新厂	12340	55200	2900	0.900	1955—1969, 1971—1990
下荆江	监利	10900	46200	2650	0.892	1951—1959, 1967—1969, 1975—1993
长江上游干流	寸滩	11000	85800	2600	0.941	1892—1989
长江上游干流	万县	13100	74300	2660	0.932	1917—1989
长江上游干流	宜昌	14300	72000	2770	0.926	1896—1993
长江中游干流	螺山	20400	78800	4060	0.902	1954—1993
长江中游干流	汉口	23400	76100	2930	0.926	1865—1944, 1945—1993
长江下游干流	大通	28400	92600	4620	0.905	1922—1925, 1930—1931 1934—1937, 1947—1993

## 参 考 文 献

- 1 长江流域规划办公室水文处河流研究室. 荆江河道特性初步研究. 泥沙研究, 1959, 4(2): 1-19
- 2 林承坤, 陈钦密. 荆江河曲成因与演变. 南京大学学报(自然科学) 1965, 9(1): 97-122
- 3 唐日长, 俞俊, 潘庆棠. 荆江特性研究. 见: 中国地理学会 1977 年地貌学术讨论会文集. 北京: 科学出版社, 1981, 1-19
- 4 林承坤, 高锡珍. 水利工程兴建后洞庭湖径流与泥沙的变化. 湖泊科学, 1994, 6(1): 33-37
- 5 欧阳耀泰. 初论荆江与洞庭湖关系及其治理. 湖南水利, 1981, (3): 1-6
- 6 林承坤. 洞庭湖的演变与治理(上). 地理学与国土研究, 1985, 1(4): 28-35
- 7 林承坤. 洞庭湖水沙变化对洪涝灾害的影响. 南京大学学报(自然科学), 1994, 30(1): 133-144
- 8 施修端, 夏 薇, 杨 彬. 洞庭湖冲淤变化分析(1956-1995 年). 湖泊科学, 1999, 11(3): 199-205
- 9 林承坤. 古代长江中下游平原筑堤围垸与塘浦圩田对地理环境的影响. 环境科学学报, 1984, 4(2): 101-110
- 10 胡细英, 张思华, 李博之. 鄱阳湖区水资源综合开发与治理. 湖泊科学, 1997, 9(3): 269-274
- 11 林承坤, 吴小根. 长江径流量特性及其重要意义的研究. 自然杂志, 1999, 21(4): 200-205

## Regulating Effect of Dongting Lake and Impacts on Runoff in the Jingjiang Reaches of the Yangtze River

LIN Chengkun    XU Dingqing    WU Xiaogen

*(Department of Urban and Resource Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)*

### Abstract

The Dongting Lake has a high efficiency in regulating runoff of the Jingjiang Reaches of the Yangtze River. Based on the analysis of long-term hydrological data, after the regulation of runoff, the annual average runoff amount, runoff amount of flood season and ratio of runoff amount of flood season to dry season decreased by 26.3%, 32.9% and 32.4%, respectively. Annual average runoff amount and runoff amount of flood season decreased along the river. All these are quite unique in the main stream of the Yangtze River. The maximum discharge amplitude  $Q_t$  is 0.892 in the lower Reaches of the Jingjiang River which is the smallest among the main stream of the Yangtze River.

**Key Words** Dongting Lake, Jingjiang River, runoff, flood channel, regulation effect of lake