

# 未来长江口流量和潮位变化 及其对河口水质的影响

杨 桂 山

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

**提 要:** 本文通过长江口实测氯度与流量和潮位资料的相关分析, 预估了未来河口水质的变化。计算表明, 当大通站下泄流量不足 $13 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ 时, 未来东线调水及海平面上升, 将使长江口南支河段水质严重恶化; 三峡水库建成后, 枯季1—3月增加下泄水量虽可抵消东线调水的影响, 但在水库蓄水的10月遇枯水年份, 水质将大幅度下降。

**主题词:** 流量 潮位 河口水质 氯度 盐水入侵距离

外海高盐度水体随涨潮流侵入河口地区, 使河口河段水体含氯度升高、水质恶化, 成为河口水质污染的主要影响因素之一。长江口是一个丰水、多沙、中等潮汐强度、有规律分汉

的三角洲河口, 口门宽达90km, 水域极为辽阔, 河口水文特性和河床演变都十分复杂(图1)。该地区人口密集、经济发达, 同时又是我国最大的工业和外贸港口城市——上海市所在地, 每天需要大量的优质供水。然而, 作为该地区主要供水水源地的长江南支河段, 自70年代初以来, 每年都遭受不同程度的盐水入侵危害。特别是每年12—3月份的枯水季节, 水体含氯度经常超过公共给水水质标准<sup>1)</sup>, 严重影响该地区的工农业生产和人

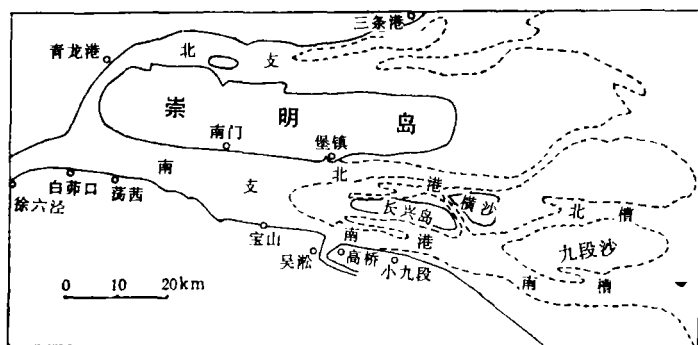


图 1 长江河口示意图  
The Changjiang Estuary

本文1991年4月22日收到, 12月29日收到修改稿。

1) 一般给水标准规定, 在河口地区, 当水体氯度超过 $100 \text{mg/l}$ 时, 就表明水质已受到盐水入侵的污染; 当氯度达到 $200 \text{mg/l}$ 时, 已不符合大多数工业用水要求; 居民生活用水则要求水中含氯度不超过 $250 \text{mg/l}$ ; 农业水稻育秧期要求灌溉水中含氯度低于 $600 \text{mg/l}$ , 氯度大于 $1100 \text{mg/l}$ 时, 水稻将无法生长。

民生活用水。拟议中的长江东线南水北调工程和三峡水利枢纽工程建设以及气候变暖引起的全球海平面上升等,都不同程度地改变了长江下泄流量和河口潮位这两个影响盐水入侵强度的主要因素,从而引起河口水质的变化。预测未来长江口地区流量和潮位的变化及对河口水质的可能影响,对该地区及早采取预防措施以减轻危害,具有重要的意义。

## 一、影响长江口盐水入侵的因素

河口地处河流与海洋的连接地带,因而河口盐水入侵强度必然与河流下泄流量、河口地形、河床阻力、河口潮汐、口外海水含盐度以及沿海海流等河流与海洋情势的变化密切相关。此外,河口地区的风力与风向等因素对其也有一定的影响。其中,影响最大的是河流下,泄入海流量和河口潮汐两个因素。

1. 长江下泄入海流量 流量是控制长江口盐水入侵强度的主导因素。长江水量巨大,年内丰、枯水季节明显,每年6—9月是长江丰水季节,其径流量约占全年河川径流总量的50%,大通站各月平均流量均在 $40 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上,径流十分丰富,长江口基本为淡水所控制,南支吴淞口多年平均洪季日均氯度大于 $100 \text{ mg/l}$ 的机率不足1%,南支河段基本没有盐水入侵问题;12—3月为长江枯水季节,径流量只占全年的15%,枯季多年平均流量仅 $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右,吴淞日均氯度大于 $100 \text{ mg/l}$ 的机率可达40%以上;其余4个月为丰、枯水交替季节,其流量和盐水入侵强度均介于丰、枯季之间。根据吴淞1974—1987年共14年资料,可以看出,吴淞月均氯度随大通站下泄流量的减少而呈指数递增,其相关方程为:

$$Cl = 781.6 \exp(-1.9Q_i/\bar{Q}) \quad (1)$$

相关系数达0.97,式中:

Cl为吴淞月均含氯度( $\text{mg/l}$ );  $Q_i$ 为大通站前月月均流量( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $\bar{Q}$ 为大通站多年平均流量,取值 $29200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2. 河口潮汐 长江口潮汐为非正规半日潮,一天之中有两次高潮和两次低潮,与此相对应,河口氯度变化在一天之中也出现两次高值和两次低值,且具有明显的日不等现象,与潮位过程线十分相似,只是氯度峰谷值一般出现在涨憩和落憩时刻,与潮位过程线间存在一定的相位差(图2)。一月之中,潮位对河口氯度变化的影响与大通站下泄流量多少密切相关,在大通站流量接近枯季多年平均流量情况下,氯度变化与潮位过程线间也具有较好的对应关系,只是氯度过程线与潮位过程线之间的相位差更大(图3)。

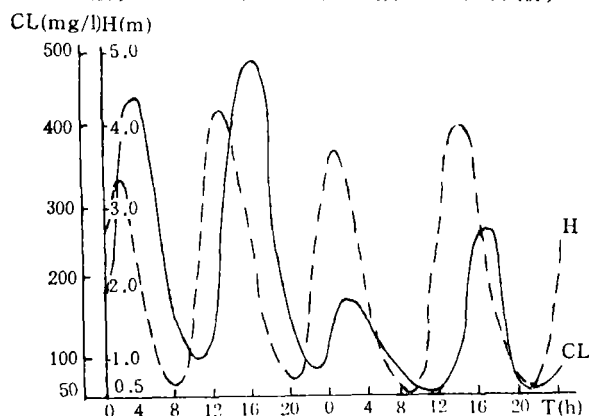


图2 高桥站氯度与潮位过程线(1984年2月17—19日)

The Process line of chlorinity and tidal level  
at Gaoqiao station

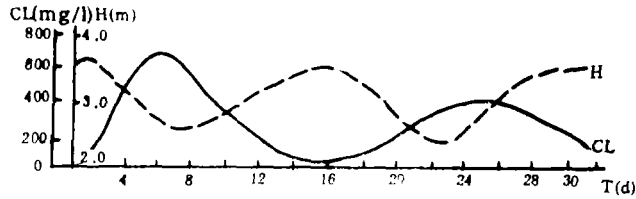


图 3 吴淞站氯度与平均高潮位逐日过程线 (1978年12月)

The daily process line of chlorinity and mean high tidal level at Wusong station

## 二、未来影响长江口盐水入侵的主要因素

长江是我国第一大河，其丰富的水量和水能蕴藏量均居全国各江河之首。充分合理地开发利用长江丰富的水资源，不仅可以满足本流域工农业生产和人民生活用水的需要，而且对缓和我国水资源的地区分布不均匀也具有重大意义。规划的东线南水北调工程，是以长江水北调解决华北地区干旱缺水问题为重点，使长江、淮河、黄河和海河流域联成一个统一的水资源调配系统，常年抽引江水 $1000\text{m}^3/\text{s}$ ，年调水量 $30 \times 10^9\text{m}^3/\text{s}$ 左右，约占长江多年平均径流总量的3%。该调水方案，在长江丰水季节，调水 $1000\text{m}^3/\text{s}$ ，仅占该时段大通站多年平均流量的2.5%，调水引起的流量变化相对较小；丰、枯水交替季节，大通站各月平均流量在 $23 \times 10^3 - 34 \times 10^3\text{m}^3/\text{s}$ 之间，调水后各月平均流量仍保持在 $20 \times 10^3\text{m}^3/\text{s}$ 以上；而在枯水季节，大通站各月平均流量均不足 $16 \times 10^3\text{m}^3/\text{s}$ ，调水 $1000\text{m}^3/\text{s}$ ，约占其多年平均流量的7.7%，枯季最小月月均流量的10%。在大通站1950—1987年枯季月均流量系列资料中，调水引起的不同流量值出现的机率变化十分明显（表1）。

表 1 调水前后大通站枯季不同流量出现的机率 (%)

Probability appearing in dry season of different discharge at Datong station before and after water transfer from south to north (%)

月 份	1		2		3		12	
项 目	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
$Q \leq 9000\text{m}^3/\text{s}$	30	60	23	47	3	10	3	10
$Q \leq 11000\text{m}^3/\text{s}$	67	87	57	67	27	33	10	33
$Q \geq 13000\text{m}^3/\text{s}$	13	7	27	17	63	50	60	43
$Q \geq 15000\text{m}^3/\text{s}$	3	3	10	3	43	39	27	20

长江三峡水利枢纽工程是以三峡水库为核心，具有防洪、发电和航运等综合效益的大型水利工程，其调度运用将采用“蓄清排浑”的方式，汛期降低坝前水位泄洪排沙，腾出库容防洪，汛后蓄水发电，以延长水库的使用寿命。规划的蓄水方案有150m、160m和180m3种。以正常蓄水位160m的中方案为例，通过水库调蓄将使枯季1—3月份大通站月均下泄流量增加 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 左右；6—9月的洪季，则视洪峰流量的大小调节下泄流量，当入库流量小于

56700m<sup>3</sup>/s时，水库正常泄水，当入库流量大于56700m<sup>3</sup>/s时，水库拦洪以削减洪峰；10月份为水库蓄水期，大通站下泄流量平均减少5000m<sup>3</sup>/s左右；其余4个月大通站下泄流量仍与天然情况大致相当。

近一个世纪以来，由于人类活动中大量矿物燃料（主要是煤和石油）的燃烧以及破坏森林、疏干沼泽和土壤侵蚀等改变土地利用方式而引起的有机物质和土壤中碳的氧化作用，使得大气中CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>和CFC<sub>s</sub>等微量气体的含量急剧增加，导致气温明显升高，从而引起全球性海平面上升。在过去100年中，全球平均气温已升高了0.5℃±0.1℃，全球理论海面平均上升10—15cm。大量研究表明，未来全球海平面仍将持续上升，而且有加速上升的趋势。

长江口地区位于我国东部新构造运动沉降区，同时也是我国大量超采地下水导致地面下沉最严重的地区之一，因而该地区相对海平面上升速率远远超过全球平均值。大多数研究者认为，到下一世纪中叶，该地区相对海平面上升幅度在0.5—1.0m之间。表2列出了长江口二个代表站2050年平均高潮位估计值，表中现状平均高潮位值均系两站1960—1988年共27年枯季12—3月份平均高潮位的平均值。2050年低、中、高三个方案分别为在现状值基础上加上0.5、0.8和1.0m。从目前研究状况来看，到2025年海平面上升高限一般不会超过2050年的低方案；2050年海平面上升高限也不会超过1.0m很多。

表 2 2050年长江口平均高潮位估计 (m)  
The estimation of mean high tidal level of the Changjiang Estuary in the year 2050 (m)

站 名	现状	2050年		
		低方案	中方案	高方案
吴 淞	3.0	3.5	3.8	4.0
青龙港	3.2	3.7	4.0	4.2

三、未来长江河口水质变化预估

长江河口水质污染主要包括枯季外海高盐度海水内侵造成的自然污染和沿岸工业生产过程中污水排放引起的人为污染两部分。由于长江径流量巨大，且河口具有强大的潮流，水体稀释自净能力很强，因而工业排放的污水除造成排污口附近河段的局部污染外，对整个长江河口水质影响相对不大。枯水季节严重的盐水入侵则是影响河口水质的最主要因素。本文选取长江口地区主要供水水源地的长江南支河段，通过河口实测盐水入侵强度资料与长江大通站流量和吴淞（或青龙港）站潮位三者之间的相关计算，着重分析了在流量和潮位变化情况下，未来吴淞口水体日均含氯度和枯季不同氯度值出现的时间以及南支河段盐水入侵距离的变化趋势。

(一) 吴淞口日均含氯度的变化

吴淞口河段的水质好坏，直接关系到上海市的城市供水。根据长江不同水文年枯季大通站流量变化特点，选取1978年12月至1979年1月和1983年1月至2月两个大通站流量变化有代表性的时段，分析吴淞口日均含氯度（Cl）、青龙港站7天前日均高潮位（H）和大通站7天前日均流量（Q<sub>i</sub>）与相应代表年份枯季平均流量（ $\bar{Q}$ ）的比值（Q<sub>m</sub>）之间的关系，得如下相关方程：

$$Cl = 8.3 \exp(1.17H/Q_m) \quad (2)$$

$$Cl = 4.3 \exp(0.68H/Q_m) \quad (3)$$

相关系数均达0.9左右。其中,方程(2)适用的流量变幅为 $7 \times 10^3 - 12 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $\bar{Q}$ 相当于大通站特枯水年( $P=90\%$ )枯季平均流量,取值 $8830 \text{ m}^3/\text{s}$ ;方程(3)适用的流量变幅为 $13 \times 10^3 - 17 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $\bar{Q}$ 相当于大通站平水年( $P=50\%$ )枯季平均流量,取值 $13250 \text{ m}^3/\text{s}$ 。选用青龙港站和大通站相应7天前的资料是因为北支倒灌的高氯度水体及大通站下泄的流量影响到吴淞口河段约需6—8天时间。据此可计算出未来不同流量和潮位情况下,吴淞口日均氯度的变化(表3)。

表 3 2050年吴淞口日均氯度变化预测 (mg/l)  
The calculation of the changes of mean daily chlorinity at  
Wusong station in the year 2050 (mg/l)

流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 平均 高潮位 (m)	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000
3.2	338	234	171	134	40	34	30
3.7	601	391	276	206	57	47	40
4.0	848	534	365	267	70	58	48
4.2	1066	656	441	317	81	65	55

计算表明,东线南水北调工程实施后,在非枯水季节的4—11月份调水 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ,大通站月均下泄流量仍在 $20 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上,调水及海平面上升对吴淞口日均氯度变化的影响甚微,该时段内吴淞口水质完全能满足上海城市供水的要求。在枯水季节,当大通站下泄流量超过 $15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,调水 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ,在现状海平面状况下,吴淞日均氯度变化不大;即使未来海平面上升1.0m,吴淞口日均氯度也不超过 $65 \text{ mg/l}$ ,对上海市供水威胁不大。当大通站下泄流量不足 $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,海平面上升0.5m,调水就将使吴淞口日均氯度大大超过沿岸工业用水的氯度上限;若未来海平面上升量大于0.8m,水厂将无法取水而被迫停产。特别是当大通站下泄流量小于 $11 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,海平面上升达到1.0m或大通站下泄流量不足 $10 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,海平面上升大于0.5m,调水甚至造成吴淞口日均氯度超过农业水稻育秧期的灌溉用水标准,对该地区工农业生产和人民生活用水危害极大。三峡水库的建设,在1—3月份增加下泄的水量,可抵消东线调水对吴淞氯度的影响,而对改善其他月份吴淞口水质则不起作用。在水库大量蓄水的10月份,加上调水 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ ,将使该月大通站下泄流量平均减少 $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ ,在一般年份,不致引起水质恶化,但若遇1959年型枯水,未来两项工程建成后,该月大通站下泄流量将降至 $11 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下,以海平面上升0.8m的中等方案计算,将使未来吴淞口氯度由原来的 $40 \text{ mg/l}$ 增加到 $390 \text{ mg/l}$ ,导致该月水质严重污染。

## (二) 枯季吴淞口不同氯度值出现时间的变化

根据一般给水标准,结合长江口地区用水实际情况,取 $100 \text{ mg/l}$ 、 $200 \text{ mg/l}$ 、 $250 \text{ mg/l}$  3个

特征氯度值, 分别统计1975—1985年枯季吴淞口逐时含氯度大于上述3个氯度值出现的时间( $T_n$ )、吴淞站枯季平均高潮位( $H$ )和大通站枯季平均流量( $Q_1$ )与多年枯季平均流量( $\bar{Q}$ )的比值( $Q_m$ ), 并进行相关分析, 得下列相关方程:

$$T_{100} = 209 [H/L^{0.4} Q_m]^{0.3} \quad (4)$$

$$T_{200} = 16.4 \exp[2.10H/(L^{0.4} Q_m)] \quad (5)$$

$$T_{250} = 8.4 \exp[2.38H/(L^{0.4} Q_m)] \quad (6)$$

相关系数均达0.94。式中,  $Q_m = Q_1/\bar{Q}$ ,  $Q_1$ 变幅为 $9-16 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $\bar{Q}$ 取 $13250 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $L$ 为与北支盐水倒灌强度有关的地形参数, 计算中取历年实测的南北支分汉口附近-10m等深线的长度值<sup>1)</sup>。根据相关方程(4) — (6), 并假定未来 $L$ 值的大小随长江下泄流量变化的关系不变, 计算中仍取对应的现状实测值, 可估算出未来吴淞口枯季逐时含氯度大于上述3个特征值时间的变化(表4)。

表 4 2050年吴淞枯季不同氯度持续时间的变化 (hr.)  
The changes of lasting hours of different chlorinity at Wusong  
in dry season of the year 2050 (hr.)

流量 (m <sup>3</sup> /s)	平均高潮位 (m)	氯度大于100mg/l				氯度大于200mg/l				氯度大于250mg/l			
		3.0	3.5	3.8	4.0	3.0	3.5	3.8	4.0	3.0	3.5	3.8	4.0
10000	2491	全季			1988	全季			1930	全季			
11000	1609	2556	全季		1037	2070	全季		923	2021	全季		
12000	1180	1875	2399	2798	690	1287	1871	2491	582	1180	1833	2332	
13000	794	1260	1612	1881	434	750	1040	1294	344	639	926	1183	
14000	437	695	889	1037	241	376	492	589	176	293	397	483	
15000	226	359	460	536	142	203	252	291	97	146	186	219	

从表中可以看出, 当大通站平均流量超过 $15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 调水 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , 现状海平面状况下, 吴淞口枯季氯度大于100、200和250mg/l的持续时间分别仅比调水前增加211、99和79小时, 海平面上升1.0m, 枯季吴淞口氯度大于上述3个特征氯度的持续时间也分别仅占枯季总历时数(2904小时)的36%、20%和17%, 不致引起吴淞口水质的恶化。当大通站平均流量在 $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 调水 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , 未来海平面上升0.5m, 就将使吴淞口枯季逐时含氯度大于100mg/l的时间由现状占枯季总历时数的27%上升到35%; 若海平面上升1.0m, 则几乎整个枯季吴淞口水质都受到盐水入侵的影响, 枯季氯度大于250mg/l的水厂不可取水时间将由现状344小时上升到2392小时。特别是当大通站流量为 $12 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ , 海平面上升超过

1) 据韩乃武(水利部南京水利科学院河港研究所)。

0.8m, 或大通站流量不足  $11 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ , 海平面上升0.5m时, 调水将使吴淞口整个枯季逐时含氯度超过  $250 \text{mg/l}$  的居民生活用水标准, 对上海城市供水危害极大。未来三峡工程上马, 枯季1—3月增加下泄的水量虽可基本抵消东线调水的影响, 但海平面上升, 在大通站流量不足  $13 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$  时, 仍将使吴淞口枯季遭受盐水入侵危害的时间大大延长。在水库蓄水的10月份, 若遇长江枯水年份, 将使吴淞口氯度大于  $250 \text{mg/l}$  的不可取水时间提前至该月出现。

### (三) 南支河段盐水入侵距离的变化

南支河段是长江口地区唯一稳定可靠的水源, 据长江口纵向水文同步测量资料分析, 南支落憩1‰和5‰等盐度线 (分别相当于  $550 \text{mg/l}$  和  $2770 \text{mg/l}$ ) 的入侵上溯距离 (距口门引水船) 与观测期间吴淞站平均潮位 ( $H_i$ ) 和大通站观测前7天日均流量 ( $Q_i$ ) 之间存在下列对数关系:

$$S_1 = 70.7 \log(H_i/\bar{H} \cdot \bar{Q}/Q_i) + 36.5 \quad (7)$$

$$S_2 = 57.8 \log(H_i/\bar{H} \cdot \bar{Q}/Q_i) + 29.6 \quad (8)$$

相关系数均达0.90, 式中,  $S_1$  和  $S_2$  分别为1‰和5‰等盐度线入侵至口门引水船的距离(km),  $\bar{H}$  为吴淞站多年平均潮位, 取2.1m;  $\bar{Q}$  为大通站多年平均下泄流量, 取  $29.2 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_i$  变幅在  $7.8—48.5 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$  之间, 基本能代表长江流量的丰枯变化。

计算表明, 在长江丰水季节, 各月平均下泄流量均达  $40 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ , 即使未来海平面上升1.0m, 调水后南支落憩1‰和5‰等盐度线最远也仅能分别上溯到距引水船39.6km和32.1km处, 仍不超出南北槽河段。非丰水季节的10—5月份, 当大通站平均流量超过  $15 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$  时, 未来海平面上升1.0m, 调水后两等盐度线最大可分别入侵到高桥 (距引水船约70km) 河段和小九段 (距引水船约59km) 河段。在大通站平均下泄流量不足  $13 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ 、海平面上升1.0m或流量不足  $11 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$ 、海平面上升0.5m时, 调水  $1000 \text{m}^3/\text{s}$ , 两等盐度线将分别入侵到吴淞口 (距引水船约76km) 和高桥以上河段, 对南支供水产生严重影响。不同流量时, 流量和潮位变化引起的南支盐水入侵距离的变化见表5。表中盐水入侵距离增加量均为调水后不同海平面上升幅度时的盐水入侵距离与现状盐水入侵距离的差值。三峡水库建成后, 以海平面上升0.8m的中方案计算, 在枯季1—3月份增加下泄的水量, 将使南支落憩1‰和5‰等盐度线的入侵距离分别下移2.6—1.8km和2.2—1.6km, 可消除东线南水北调工

表5 2050年南支河段盐水入侵距离的变化 (km)

The changes of the distance of salt water intrusion in the South  
Branch of the Changjiang Estuary in the year 2050 (km)

海平面上 升量 (m) 流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	调水后1‰等盐度线入侵距离的增加量			调水后5‰等盐度线入侵距离的增加量		
	0.5	0.8	1.0	0.5	0.8	1.0
9000	10.2	13.5	15.6	8.3	11.1	12.7
11000	9.4	12.8	14.8	7.7	10.5	12.1
13000	9.0	12.4	14.4	7.4	10.1	11.8
15000	8.9	11.9	14.0	7.1	9.8	11.5

程的影响; 10 月份水库大量蓄水, 若遇 1959 年型枯水, 该月平均流量将降至  $11 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  以下, 即使海平面仅上升 0.5m, 1‰ 等盐度线上溯距离也将增加 13.6km, 到达吴淞口附近, 影响十分显著; 其他月份对南支盐水入侵距离的影响甚微。

此外, 南支河段每年接纳沿岸工业和生活污水量达  $1.6 \times 10^9 \text{ m}^3$ , 其中上海市经黄浦江汇集吴淞口入长江及西区和南区两个污水干线排污口排放的废水约占 98% 以上。由于长江干流水体稀释自净能力较强, 因而除局部江段受排污口污水影响, 水体中 BOD、Hg、Cu 等污染指标降至三级以外, 南支大部分河段水体在非枯水季节仍能达到国家地面水质二级标准。未来长江下泄流量的减少和河口潮位的升高, 造成长江冲污稀释能力的减弱和潮流顶托作用的加强, 引起污水回流倒灌, 加重南支河段的水质污染, 可能造成黄浦江江水黑臭时间的延长。

## 四、结 语

1. 枯季长江口水质状况主要受盐水入侵强度的影响。由于未来全球气候变暖引起的海平面上升, 预估下一世纪中叶长江口地区的相对海平面将上升 0.5—1.0m; 若东线南水北调工程常年抽引江水  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , 则长江年入海径流量每年减少  $30 \times 10^9 \text{ m}^3$ ; 三峡水库的建设, 仅在 1—3 月份平均下泄流量比常年增加  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  左右, 10 月份水库蓄水, 反而使该月流量平均减少  $5000 \text{ m}^3/\text{s}$  以上。因此, 未来长江口潮位将趋于上升, 而入海流量则趋于减少, 必将导致河口水质污染的加重。

2. 当长江大通站下泄流量超过  $15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  时, 流量和潮位变化引起的河口水体含氯度增加对该地区供水不构成威胁。严重的危害将主要发生在大通站下泄流量不足  $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  的情况下。从大通站多年下泄流量资料来看, 枯季月均流量不足  $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  的机率可达 60% 以上, 而大于  $15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  的机率则不足 19%, 因此, 对未来流量及潮位变化引起的枯季河口水质污染加重必须予以足够的重视。

3. 为减轻河口水质污染加重对长江口地区工农业生产和人民生活的危害, 必须尽快采取将城市取水口上移和建立边滩调蓄水库等预防措施; 同时在黄浦江等河流入江口段建立挡潮闸, 也能有效地防止枯季河口盐水进一步内侵造成的内河湖网水质污染。

4. 影响长江口流量和潮位变化的因素很多, 除上述人类活动的影响外, 还受其他许多自然因素的影响。特别是未来大气中  $\text{CO}_2$  等微量气体含量增加引起的全球性气候变暖, 不仅会导致海平面上升, 而且也会导致地表温度和大气降水的数量和分布等一系列环境因子的改变, 这类影响十分复杂, 今后还有待于进行更深入全面的研究。

## 参 考 文 献

- [1] 任美锷. 全球气候变化及海平面上升问题研究的现状与发展趋势. 地理科学, 1990, 10 (1): 196-207
- [2] 唐青蔚. 东线南水北调对黄浦江水质的影响. 地理研究, 1983, 2(1): 108-113
- [3] 韩乃斌. 南水北调对长江口盐水入侵影响的预测. 地理研究, 1983, 2(2): 99-106
- [4] 沈惠漱等. 三峡水库的修建对长江口盐水入侵影响的初探. 人民长江, 1987, 18: 28-31



## THE CHANGES OF DISCHARGE AND TIDAL LEVEL IN FUTURE AND THEIR IMPACTS ON WATER QUALITY IN THE CHANGJIANG ESTUARY

Yang Guishan

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, the Chinese Academy of Sciences)

**Subject terms:** discharge, tidal level, water quality of the estuary,  
chlorinity, the distance of salt water intrusion

### Abstract

Water pollution by salt-water intrusion is primary influence factor of water quality in the Changjiang Estuary, and its intensity is mainly controlled by river discharge and tidal level in the estuary. The construction of the projects of water transfer from south to north and the Changjiang Gorges Reservoir will change the discharge of the Changjiang River, meanwhile, global climatic warming will cause relative sea-level rise of 0.5-1.0m in this region in the middle of next century. By correlative analysis of discharge, tidal level and chlorinity, the distance of salt water intrusion etc., the changes of water quality in the South Branch of the Changjiang Estuary in future have been estimated by the changes of discharge and tidal level. As a result, serious harm will appear in dry season of dry year of discharge less than  $13 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$  at Datong station. The construction of the Changjiang Gorges Reservoir will improve water quality of the Changjiang Estuary to some extent from Jan. to Mar., but it will aggravate water pollution of the estuary in October of dry year. When discharge more than  $15 \times 10^3 \text{m}^3/\text{s}$  at Datong station, the effects of the changes of discharge and tidal level in future on water quality of the estuary is very small.