

控制长江口北支咸潮倒灌支持南水北调

陈美发

(上海市水务局, 上海 200040)

摘要:对上海市原水供应的形势和长江口咸潮入侵的态势进行分析.结果表明,在枯水季节,长江口水源地易受咸潮入侵影响,入侵路径为南支咸潮直接入侵和北支咸潮倒灌间接入侵(水文测验数据表明,后者影响较大);南水北调工程尤其是东线工程建成后,在枯水季节运行将减小长江口径流量,降低长江口水位,从而加剧咸潮入侵长江口水源地.为了既保护长江口南支河段淡水资源,又支持南水北调工程上马,上海市水务局已立项对控制北支咸潮倒灌的工程措施以及合理调度和配置长江水资源的非工程措施进行专题研究.

关键词:长江口;海水入侵;潮汐;南水北调;水源地

中图分类号:TV882.2

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2003)03-0017-02

我国北方地区水资源紧缺,尤其是京津地区已影响到饮用水的正常供应,党中央和国务院决定兴建西线、中线、东线南水北调工程,这是缓解北方地区水资源紧缺的战略决策.上海市自来水原水供应量增加和水质改善将有待于长江口水源地的开发利用,南水北调工程,尤其是东线工程实施后可能对长江口水源地带来一定的负面影响.

1 上海市原水供应的形势

上海市现有两大饮用水水源地:黄浦江上游松浦大桥水源地,长江口陈行水库水源地.前者供应原水总量的80%,水质类别为地表水Ⅳ类;后者供应原水总量的20%,水质类别为地表水Ⅱ类.

目前,黄浦江是上海市主要的供水水源地,上游松浦大桥取水口取水规模500万 m^3/d ,约占黄浦江一般年份来水量的18%,此外,中上游闵行江段取水67万 m^3/d ,两者之和已达黄浦江供水的极限能力,若进一步扩大,下泄径流将不足以维持黄浦江稳定的河势.

近年来,由于太湖已发展成富营养型湖泊,加上受黄浦江上游邻省水系污染水体下泄以及黄浦江下游污染水体上溯的影响,黄浦江水源地水质经常处于地表水Ⅳ类水标准,2000年6月初甚至发生水质劣于Ⅴ类水标准的情况.为了提高自来水原水水质,上海市将斥巨资对黄浦江上游原水进行生物预处理,这在大型城市供水史上是前所未有的.

随着城乡一体化的不断发展,上海市自来水原水需求量将进一步增加,根据上海市供水系统专业规划,预测至2020年原水增量为258万 m^3/d .不仅原水增量需要依靠开发长江口水源来解决,而且为了提高原水水质,也需要适当加大利用长江口优质原水的比例.因此,从长远看上海市的原水供应将越来越依赖于长江口淡水资源的开发利用.

2 长江口咸潮入侵的态势

长江口在枯水季节易受咸潮入侵的影响,出现较长时间的氯化物超标现象.长江口南支河段受到南支咸潮入侵、北支咸潮倒灌的双重影响,北支水体含氯度一般是南支水体含氯度的十几倍,吴淞口以上南支水域的含氯度分布是受北支咸潮倒灌控制的.由于北支上口不断的淤浅、围垦,使北支分流比从25%下降到1.3%,北支已呈上段淤积、下段局部冲刷的态势,由此导致北支涌潮现象加剧,使北支咸潮倒灌日趋严重,直接威胁南支水源地水质安全.

为了掌握长江口咸潮入侵规律,尤其是北支咸潮倒灌南支的规律,2002年3月1~10日上海市水务局组织了长江口南北支水域水沙盐原型观测.同步测验断面布置图如图1所示.上海市原水股份有限公司、长江水利委员会长江口水文水资源勘测局、上海市水文总站联合编写的《长江口南北支水域水沙盐原型观测水文测验工作报告》指出:

a. 从北支青龙港站点大、中潮期氯度维持在

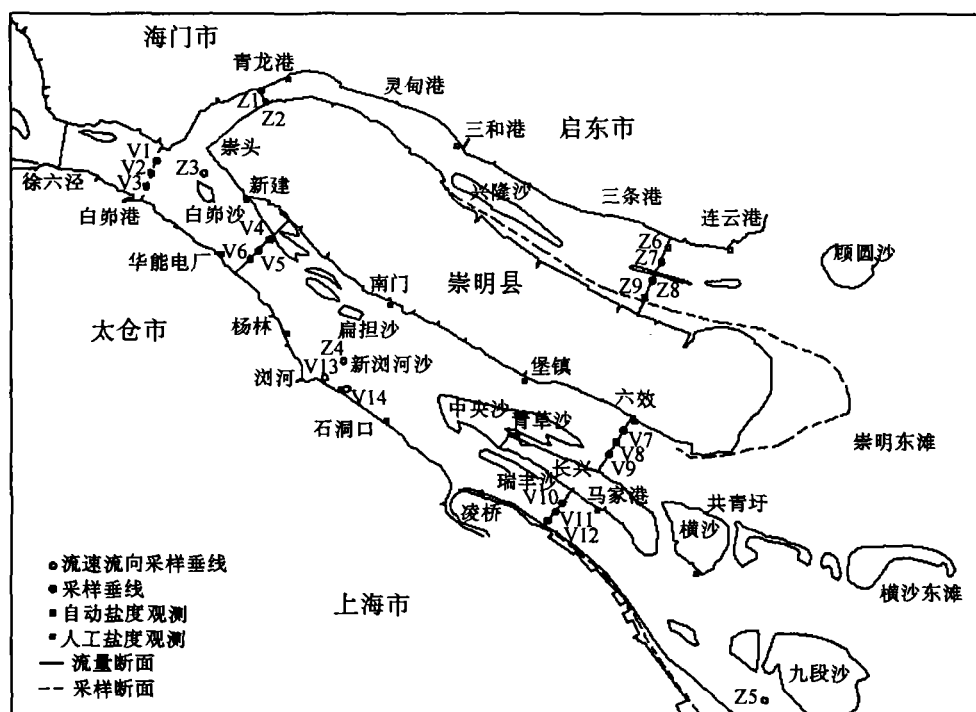


图1 同步测验断面布置示意图

12000 mg/L 以上,小潮期氯度变幅 2400 ~ 14000 mg/L,而南支中浚站点氯度随潮变化、变幅为 1009 ~ 9236 mg/L 来看,北支青龙港受外海盐水入侵的影响程度大于南支中浚。

b. 在一个朔望周期中,南支崇头的高盐度区出现在大潮期,盐峰高于北港六效和南港马家港,证明崇头直接受北支外海盐水入侵的影响,北支海水倒灌是影响崇头盐度超标的唯一入侵源。

c. 北港六效、南港马家港的高盐度区均出现在小潮期,说明六效、马家港直接受外海盐水入侵影响的程度有限。从六效、马家港与崇头的氯度过程线相位差以及盐度峰值看,可以判定南支崇头高盐水下移,可致使六效、马家港盐度超标。说明北支盐水入侵的范围已扩展到南、北港。

d. 长江口南支陈行(宝山钢铁公司)水库取水口以及青草沙水域的高盐度区均出现在中潮期,说明南支崇头是该水域盐水入侵的主要入侵源,盐峰传播时间大约需要 3 ~ 4 d。

值得注意的是,自 1999 年枯季长江口发生 20 年来最严重的咸潮入侵情况以来,2001 年汛期的 8 月和 10 月中旬长江口发生两次含氯度超标的情况。因此,对北支咸潮倒灌的危害性务必高度重视。

3 控制北支咸潮倒灌支持南水北调

长江口深水航道工程实施后,咸潮沿人工航槽易于上溯,加大了南支咸潮入侵的范围,对南支水源地有一定的负面影响。

南水北调工程的实施也将对南支水源地产生一定的负面影响。长江口来水量减少,导致长江口涨潮流增强,加剧南支咸潮入侵和北支咸潮倒灌。特别是东线工程取水口距长江口水源地仅 300 km,调水量以及大通以下沿江省份取水量 50% 以上发生在长江口咸潮入侵严重的枯季,对长江口咸潮入侵影响更为明显。根据对实测资料的初步分析,当大通流量在 10000 m³/s 左右,青龙港潮差在 3.1 m 时,东线调水 1000 m³/s 后,长江口上海市陈行水库含氯度超过 250 mg/L 的持续时间将由调水前的 11.5 d 增加至 17.4 d。因此,南水北调工程实施后对上海市长江口水源地的供水带来的影响应予以高度重视。

为应对南水北调工程对长江口淡水资源的不利影响,需研究对策措施,既支持南水北调工程实施,又保护长江口淡水资源。

a. 工程措施。既然北支咸潮倒灌直接威胁到南支水源地水质安全,就应采取工程措施控制北支咸潮倒灌。工程措施方案大体上有 4 类:北支束窄工程;北支上段疏浚工程;北支上段拓宽工程;北支下段建挡盐闸工程。束窄北支,有利于北支水土资源的综合开发利用,符合长江口北支治理规划的指导思想。疏浚、拓宽北支上段,既能抑制涌潮,又能改善通航条件。经初步分析,如果北支实施束窄工程,以及在束窄的基础上再实施上段疏浚、拓宽工程,北支咸潮倒灌将得到减缓;如果在北支束窄的基础上再在下段建挡盐闸,在枯季大潮咸潮严重入侵时临时关闸,北支咸潮倒灌将基本得到控制。(下转第 33 页)

3 计算实例

几年来,我们在工程实践中广泛使用上述数学模型推算水面线,验证了该方法的正确性.为说明验证一般河床断面情况下该数学模型的应用情况,以下举一具体实际算例进行说明,并与现行由上而下推求水面线方法的成果进行对照.

长江抚河李家渡水文站分别在其上游 3 km 和 7.3 km 处有两个水位站.1982 年 6 月该水文站实测最大洪峰流量 $8480 \text{ m}^3/\text{s}$,其相应上游水位站的水位为 34.98 m(吴淞基面——下同),相应的下游水位站水位为 33.99 m.上游水位站至水文站河段基本无区间水加入.1985 年曾在上下水位站间的河段布设施测了 8 个横断面.利用上述模型对该河段本次洪水进行了水面线分析,其基本计算步骤为:

a. 确定计算基本条件:①上游控制水位、流量的实测资料;②输入河道纵断面资料与河段长资料;③确定河段综合糙率.

b. 水面线计算.起始河段水面线推求,两水位站共分 8 个小河段由上而下逐段推求水面线,起始河段发生该流量的上游水位为 34.98 m,根据河道坡降大致假设起始河段的下游水位为某一值,得到一假定的上下断面水位差 ΔZ ,由已知的流量 Q 、糙率 n 、河段长 ΔL 、断面资料及已知的上游水位和假定的下游水位可由式(5)计算得到 $\Delta Z'$,比较 ΔZ 与 $\Delta Z'$,若两者的差值大于给定的误差限,则用计算出的 $\Delta Z'$ 作为假设下游水位的依据,仍利用该数学模型和上述资料计算得 $\Delta Z''$,再比较 $\Delta Z''$ 和 $\Delta Z'$ 是否在给定的误差限内.直到计算到上下游断面的假定

水位差与计算水位差在规定的误差限内,该河段的水面线计算结束.以此类推,逐河段进行试算,就可以得到两水位站间整个河段的水面线.

利用现行的水面线计算方法分析计算该河段的水面线,起算水位采用下游水位站该次洪水位,由下向上逐河段推求水面线,其采用的计算基本条件如糙率、河段长及断面资料与上述的计算条件完全相同,比较两种方法所推求的同一河段的水面线成果,除其计算方法与计算河段的顺序不同外,计算成果几乎是完全一致的.

4 结 语

由以上分析可知,只要具备目前现行水面线推求计算的基本条件,利用该数学模型就可以由上游控制水位直接由上向下推求河道水面线.这为河道水面线的推求提供了一种新的试算方法,对控制水位在上游的河段,利用该法计算水面线能更迅速准确地得到水面线的计算成果.

参考文献:

- [1] 郑邦民,赵昕.计算水动力学[M].武汉:武汉大学出版社,2001.142~183.
- [2] 李家星,赵振兴.水力学[M].南京:河海大学出版社,2001.280~294.
- [3] Maidment D R. Handbook of Hydrology[M]. New York: McGraw-Hill, Inc, 1993.
- [4] Anderson M G. Hydrological forecasting[M]. UK: Mathematical Composition, 1985.437~454.

(收稿日期:2003-03-17 编辑:熊水斌)

(上接第 18 页)江苏省南通市的通州、启东、海门三市与长江口北支相邻,长期以来通州、启东、海门三市地区的供水主要取自徐六泾以上的南通河段,供水线路长、成本高,而且沿途的污染导致内河水质恶化.北支束窄工程,北支上段疏浚工程,北支上段拓宽工程,尤其是挡盐闸工程,不仅有利于解决上海市原水供应问题,而且有利于江苏省通州、启东、海门三市地区就近开发利用北支上段的淡水资源.然而,各类工程措施总是有利也有弊,束窄北支,会使北支两岸潮位有所抬高,南岸束窄会使北岸滩涂有所冲刷;拓宽北支上段,退田还江,会有动拆迁问题;建挡盐闸,会有闸下淤积问题,以及生态环境变化问题.

b. 非工程措施.对长江水资源进行合理调度和配置,包括三峡水库径流调节,沿江省份节制取水,南水北调错开长江口枯季咸潮入侵高峰期等,能有效地遏制长江口盐水入侵,保护南支淡水资源.

综上所述,上海市水务局已在水利部和上海市科委立项,开展“长江口北支咸潮倒灌控制工程和南支水源地建设专题研究”,将会同水利、交通、环保部门和江苏省有关单位对一系列问题开展深入研究,提出控制北支咸潮倒灌的工程措施和保护南支淡水资源的非工程措施.

(收稿日期:2002-06-18 编辑:张志琴)

