

海河河口生态需水量研究

郑建平¹, 王芳², 华祖林¹, 褚君达¹

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 中国水利水电科学研究院水资源所, 北京 100044)

摘要: 分析了河口淡水对盐度乃至生物产生的影响. 以海河河口及近岸海域为对象, 通过建立入海径流与盐度的回归关系, 用 20 世纪 80 年代中期以前的多年平均盐度值作为盐度控制标准, 以计算得到的该标准下的入海径流 21.6 亿 m^3 作为海河河口生态需水量. 对海河流域年内过程和各水系的生态需水进行了分配. 在与现状生态用水比较后可知, 大部分年份均不能满足生态需水要求, 应加强人工调控, 保证入海水量需求.

关键词: 海河; 河口; 生态需水

中图分类号: P333

文献标识码: A

文章编号: 1000-1980(2005)05-0518-04

1 背景概况

河口生态需水量是指为保持河口稳定、河口与近岸海域生物多样性及生态系统完整性所需的淡水入流量. 由于入海水量的减少和河口建闸, 海河河口水沙平衡关系改变, 造成河口泥沙淤积, 泄洪能力大为降低. 淡水入流的减少, 致使近海盐度升高, 破坏了近岸海域及过河口生物的生境和产卵场环境, 加上日益严重的污染以及过度捕捞, 使渤海湾的大黄鱼等优良鱼种基本消失, 依存于河口并在咸淡水混合区产卵的蟹类生物已经绝迹, 河口区生态环境遭到根本性破坏. 因此, 本文以河口及近岸海域维持生物多样性和生态系统完整性所需的水量作为河口总的生态需水量, 对海河流域年内过程和各水系的生态需水量进行了分配.

海河水系是渤海湾的主要入海水系之一, 包括蓟运河、潮白河、永定河、大清河、子牙河以及漳卫南运河 6 条主要河流. 过去, 海河的各主要河流于天津汇合后经海河干流入海, 受海潮影响, 海河干流原为感潮河道. 1959 年海河口建防潮闸, 后续建二道闸, 使海河干流由潮汐水道变为以蓄水为主的具有泄洪、航运、供水等多功能的河道. 1964 年, 随着“根治海河”治水方针的实施, 开展了河口整治, 包括开挖扩建子牙新河、独流减河、永定新河、潮白新河、漳卫新河、捷地减河等新河、减河, 形成了分流入海的格局. 因此, 现在的海河河口事实上是各支流入海口的总称. 海河的入海水量逐年减少, 从 20 世纪 50 年代至 90 年代, 年均入海水量依次为 163.8 亿, 101.8 亿, 59.1 亿, 11.15 亿, 26.9 亿 m^3 , 80 年代最少. 从 1980 ~ 1998 年, 海河年均入海水量为 18.5 亿 m^3 , 其中, 海河南系仅 5.8 亿 m^3 , 入海水量主要是污水和汛期洪水.

2 原理和方法

2.1 理论依据

入海淡水量的多少, 直接影响河口与近岸海域生态系统的物理环境, 主要是盐度和营养盐通量, 即无机环境和有机环境. 这就意味着入海水量的多少会改变河口与近岸海域生物的生境和基础食物, 从而引起生物的演替. Longley^[1]指出, 淡水入流减少造成的影响, 主要是增加水体的盐度和垂向分层, 使盐楔向更远的上游渗透并导致河口种类的捕食者和寄生虫的入侵, 增加底栖厌氧条件, 减少河口种类用到的营养盐和有机物质, 减少代表性物种和有经济价值的海产食品. 同时, 由于泥沙通量减少, 三角洲地区的侵蚀增加.

2.1.1 入海水量减少引起河口与近岸海域盐度增加

盐度是海水特性最重要的参数之一, 海洋中许多现象的发生均与盐度的分布和变化紧密相关. 海水盐度的分布及变化主要取决于入海河川的径流、蒸发、降水、海流强弱以及结冰和融冰等因素.

降水和入海径流是淡水的补给源,是决定盐度变化的关键因素.从天津塘沽海域的情况来看,近 30 年来,盐度升高了大约 3 (见图 1),但相应海域的降水量不仅没有减少,还略有增加,约 80 mm 左右(见图 2)^[2].而海河的入海水量从 20 世纪 50 年代到 90 年代减少了 70%,近 30 年减少约 50%.入水量减少的趋势与海水盐度增加的趋势一致,其中 20 世纪 80 年代入水量最少,其间盐度也最高,见图 3.

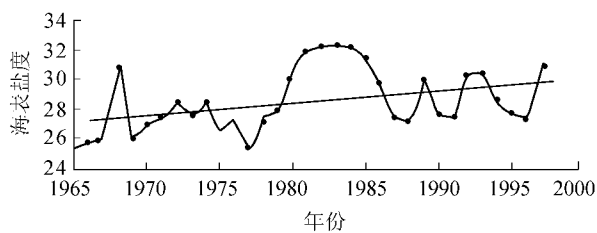


图 1 塘沽观测站近 30 a 海表盐度变化趋势

Fig.1 Variation trend of sea surface salinity for Tanggu observation station in recent 30 years

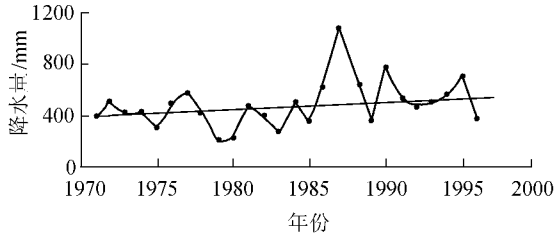


图 2 塘沽海洋站近 26 a 降水量的变化趋势

Fig.1 Variation trend of precipitation for Tanggu ocean station in recent 26 years

2.1.2 盐度增加对近岸海域生物有直接影响

盐度对河口生命体的分布有着意义深远的影响.河口和近岸海域的低盐度区域是稚鱼和无脊椎动物的育苗场,还是洄游鱼类重要的产卵场,因此盐度升高,会破坏栖息地和产卵场环境.一些河口稚鱼和无脊椎动物种正是由河口的盐度梯度引导进入河口,而淡水入流的减少会减弱河口口门外以及沿河口的盐度梯度^[3,4].研究认为,河口的盐度状态是确定许多动植物分布的基础,可以作为生物分布的“控制因子”^{①②}.

包括渤海湾在内的整个渤海区,自 1984 年以来,黄河、海河等年径流量和输沙量均进入迅速下降期,断流加剧,盐度升高,加之水质污染和过度捕捞,河口区生态环境日趋恶化,鱼类种类数量有减少的趋势,河口和近岸海域淡水种和半咸水种有消失的迹象,洄游性鱼种日本鳊和达氏鲟在该海域基本绝迹.近期的调查资料还发现,重要经济种鱼真鲷和带鱼分布数量急剧减少,已成为稀有种.

2.2 计算方法

基于上述分析,盐度是河口和近岸海域生境最敏感的环境因子,对河口淡水和半咸水生物有重要的影响,而且这种影响从时间上来说,基本上是瞬时的.河口与近岸区盐度的变化受控于河道淡水的补给,因此可以利用生物对盐度的适应能力作为控制条件来计算河口淡水的需求量.

本文采用以生境为主的简单相关分析方法.首先利用河口的年入水量与相应海域的盐度资料进行回归分析,建立二者的相关关系,然后根据盐度测站地理位置的生物类型及其适应盐度能力,计算相应的水量,即生态需水量.由于生物对盐度的敏感性具有季节变化的特点,需要进一步给出合理的年内水量分配过程.利用水文学上的典型年法,找出与生态总需水量接近、自然状态下(指没有建立河口闸等工程之前)的 1 个或几个年份的月水量分配过程或过程均值.这里需要指出的是,虽然近 40 a 海河水系入海的形式变化了,但是上游所有的入水量依然汇集在渤海湾,对研究水量与近岸海域盐度的关系并无太大影响,选择建闸前的流量过程来进行生态需水量的年内过程分配主要是考虑到更接近未受干扰状态下生物适应条件.整体研究思路见图 4.

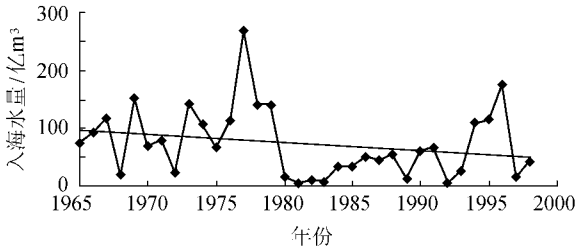


图 3 海河入海水量变化趋势

Fig.3 Variation trend of ocean freshwater inflow of Haihe River

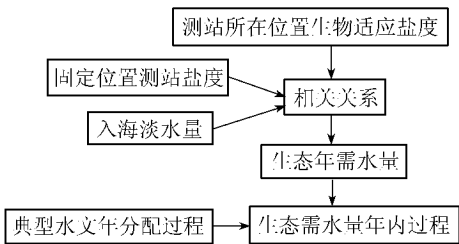


图 4 相关关系分析框图

Fig.4 Schematic diagram of correlation analysis

① BINNIE BLACK, VEATCH. Determining the fresh water flow needs of estuaries. TR W113, ISBN SO-7/98-B-BAXV. 1998.
② BINNIE BLACK, VEATCH. Quality control manual for computational estuarine modelling. TR W168, ISBN BCXH. 1998.

3 结果分析

3.1 选用资料及相关计算

根据我国海洋长期观测站位分布情况,选择天津塘沽观测站作为研究对象.该站位于海河口附近,其盐度变化能够代表渤海湾近岸的盐度变化.塘沽站有 1965 ~ 1997 年的长系列观测资料.由于冬季结冰无测量数据,其盐度资料年均值是 4 ~ 11 月 8 个月的平均值.入海水量引用“海河流域水资源基本评价”^①中关于海河水系入海水量的数据,资料系列为 1965 ~ 1997 年.

用以上资料建立回归关系:

$$y = - 1.386 \ln x + 32.494$$

式中: x ——入海水量,亿 m^3 ; y ——海表盐度.相关系数 $R = 0.823$ 相关程度较高,见图 5.

为了进一步验证入海水量对近岸盐度的影响,对考虑降水情况的入海水量与盐度的关系进行计算.用不同面积降水量试算,当加入各年 500 km^2 范围内的降水量,相关系数为 0.828 时,相关性相对最好,比该面积大或小的范围内的降水,相关性均下降.这一结果可以说明,近岸海域的盐度主要取决于入海水量.

影响相关性的原因有二:(a)潮汐的影响;(b)盐度的年均值为 4 ~ 11 月的均值,而入海水量是全年的总和,时间上并不完全对应.

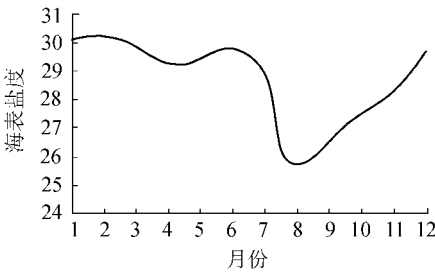


图 6 塘沽观测站表层 1955 ~ 1982 年
平均盐度年内变化

Fig.6 Monthly mean surface salinity of
Tanggu observation station for 1955—1982

3.2 盐度控制标准

在塘沽观测站位置附近,没有关键生物种类适应盐度能力的试验研究成果.盐度的年内季节变化很大,一般冬季 2 月达到全年的最高值,8 月落回到全年的最低值.1955 ~ 1982 年均值见图 6^[5].考虑到塘沽观测站 20 世纪 80 年代盐度最高,将 1955 ~ 1982 年的径流均值看作是可接受的入海水量,取 4 ~ 11 月的盐度均值 28.23 作为盐度控制标准,这是因为这个时间段的水量和盐度变化比较小,相对与自然状态比较接近,受人工干扰较小,可以认为生物已经适应了这样的生境.

3.3 生态需水量

将盐度控制标准值代入回归方程,计算年生态需水量为

21.6 亿 m^3 .其年内过程和各水系生态需水量的分配如下.

3.3.1 生态需水量的年内过程

鉴于目前海河入海河流基本为人为控制,无法反映自然状态,因此,选择海河大规模兴修水利的 1958 年之前年份的平均值作为天然过程.以平原区各水系近海主要控制站的年内过程均值作为年内各月需水量的分配依据,按比例关系逐月分配生态需水量,见表 1.在此需要指出,虽然海河的人为控制已有数十年的历史,生态的相应变化也已成为事实,但生态需水量研究的前提是基于生态系统结构完整即稳定状态来确定生态保护目标的,即需要从未受干扰之前的天然状态来确定.至于实际工作中不同水平年生态用水量的调控,是按照不同标准进行阶段控制和逐步生态恢复的.

3.3.2 生态需水量在各水系之间的分配

考虑各支流独流入海河口形成始于 1964 年,用 1965 ~ 1998 年各水系平均入海水量作为分配比例(表 2).

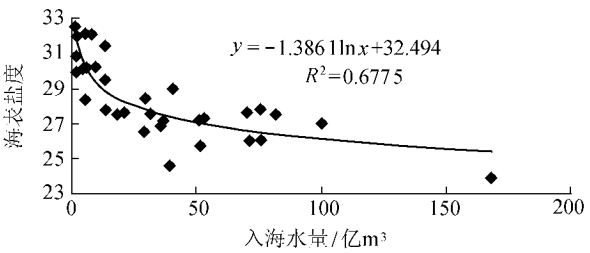


图 5 塘沽海域海表盐度与海河入海水量关系

Fig.5 Correlation between sea surface salinity of
Tanggu station and freshwater inflow of Haihe River

表 1 塘沽观测站生态需水量月过程

Table 1 Monthly process of ecological water
requirement of Tanggu observation station

月份	生态需水量/亿 m^3	分配比例/%	月份	生态需水量/亿 m^3	分配比例/%
1	0.9	4.3	7	3.2	14.9
2	1.0	4.5	8	5.3	24.7
3	1.2	5.5	9	3.1	14.2
4	0.7	3.4	10	1.9	8.6
5	0.6	2.9	11	1.4	6.3
6	1.2	5.4	12	1.2	5.3

① 水利部海河水利委员会,河北省水文水资源勘测局.海河流域水资源基本评价.2000.

3.4 现状生态用水量与生态需水量的对比分析

海河流域 1990~1998 年各水系入海水量见表 3。
河口历年总生态用水量占生态需水量的比例变化范围很大,最低仅为生态需水量的 7%,最高为生态需水量的 2.4 倍,来水量极不均匀,大部分年份都不能满足生态需水量的需求。针对这种情况,只有加强人工调控,保证一定入海水量,才能维持河口及渤海湾的生物多样性、生态系统完整性,防止河口淤积、海水入侵。

表 2 入海生态需水量在各水系之间的分配

Table 2 Allocation of estuary ecological water requirement in each water systems 亿 m ³			
水系		年均入海水量	入海生态需水量
海河 北系	潮白河、蓟运河	12.97	7.99
	永定河、金钟河	4.90	3.02
	独流减河	8.34	5.14
海河 南系	子牙新河	2.75	1.69
	捷地减河	2.17	1.34
	漳卫新河	3.93	2.42

表 3 海河各水系现状入海水量

Table 3 Ocean freshwater inflow of each water system of Haihe River in recent years

年份	海河北系/亿 m ³			海河南系/亿 m ³					合计/ 亿 m ³	占生态需水量 的比例/%
	潮白、蓟运河	永定、金钟河	小计	独流减河	子牙新河	捷地减河	漳卫新河	小计		
1990	7.56	3.26	10.82	0.14	0.13	0.88	1.50	2.65	13.47	64
1991	12.20	2.99	15.19	1.90	0.58	0.15	0.72	3.35	18.54	86
1992	0.63	0.13	0.76	0.64	0.18	0.23	0.20	1.25	2.01	9
1993	0.48	0	0.48	0.87	0.19	0.02	0.04	1.12	1.60	7
1994	23.80	3.52	27.32	2.39	0	0.02	0.22	2.62	29.94	139
1995	25.90	5.92	31.82	18.10	0.60	0.40	1.01	20.11	51.93	240
1996	35.40	6.97	42.37	24.00	17.00	1.15	15.50	57.65	100.02	463
1997	3.17	0	3.17	1.78	0.50	0	0.19	2.47	5.64	26
1998	16.10	0.71	16.81	2.48	0	0	0.30	2.78	19.59	91

参考文献：

[1] LONGLEY W L. Freshwater inflows to Texas Bays and estuaries : ecological relationships and methods for determination of needs[M]. Texas : Water Development Board and Texas Parks and Wildlife Department , 1994. 386—387.
[2] 万国洪,王凯,郭丰义,等.近 30 年渤海水文和气象状况的长期变化及其相互关系[J].海洋与湖沼,2002,33(5):515—525.
[3] ODUM W E. Insidious alteration of the estuarine environmen[J]. Trans Am Fish Soc , 1970 , 88 : 836—847.
[4] GRANGE N , WHITFIELD A K , ED VILLIERS C J , et al. The response of two South African east coast estuaries to altered river flow regimes[J]. Aquatic Conservation and Fresh Water Ecosystems , 2000 ,(10): 155—177.
[5] 傅肃性. 京津地区生态环境地图集[M]. 北京: 科学出版社,1990. 124—125.

Research on ecological water requirement of Haihe River Estuary

ZHENG Jian-ping¹ , WANG Fang² , HUA Zu-lin¹ , CHU Jun-da¹

(1. College of Environmental Science and Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;
2. Department of Water Resources , IWHR , Beijing 100044 , China)

Abstract :The impact of estuarine freshwater inflow on the salinity and organism was analyzed. With the Haihe River Estuary and the nearshore area taken as objectives for study and the perennial average salinity before the middle of the 1980s as the salinity control standard , a regression relationship between ocean freshwater inflow and the salinity was developed , and the volume of ocean freshwater inflow of 2.16 billion cubic meters was calculated under such a control standard. With the calculated result taken as the ecological water requirement of the estuary , the monthly process of ecological water requirement of the Haihe River Basin was derived , and the ecological water requirement for each water system was allocated. Compared with the current ecological water consumption , the calculated result can 't satisfy the ecological water requirement in most years. It is suggested that reasonable regulation and control should be strengthened to ensure the requirement of ocean inflow.

Key words :Haihe River ; estuary ; ecological water requirement