

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2015.02.016

浙江省入海河口建闸对环境的影响

蓝雪春, 章宏伟, 王 军, 许继良

(浙江省水利水电勘测设计院, 浙江 杭州 310002)

摘要: 分析浙江省入海河口建闸对环境的影响。结果表明, 河口建闸具有防洪御潮、增加可利用水资源量、改善闸内河道通航条件、改善城市水环境景观等正效益, 但同时也会带来河口地区河床泥沙淤积、区域排涝能力降低、水质下降、水生态平衡破坏和渔业资源衰退等负效益。建议从减轻入海河口建闸不利影响的角度对不同闸址方案、工程布置以及调度运行方式进行比选, 力求入海河口建闸的社会效益、经济效益和环境损失达到最大程度的统一。

关键词: 入海河口; 建闸; 环境影响; 浙江省

中图分类号: X820.3

文献标志码: A

文章编号: 1004-6933(2015)02-0079-05

Environmental impacts of building sluice on river estuary of Zhejiang Province

LAN Xuechun, ZHANG Hongwei, WANG Jun, XU Jiliang

(Zhejiang Design Institute of Water Conservancy & Hydro-electric Power, Hangzhou 310002, China)

Abstract: The author of this paper analyzed the environmental impacts of building sluice on the river estuary of Zhejiang Province. The results show that building sluice on river estuary has such positive effects as controlling flood, resisting tide, increasing the amount of available water resources, improving the navigation conditions of inner river, better the city water environment landscape, etc. But in the meantime it can bring about some negative effects such as sediment accumulation in estuary area, reduction of regional drainage capacity, degradation of water quality, damage of the ecological balance and decline of fishery resources, etc. The author of this paper suggested that we should make comparison and selection to different schemes about sluice location, methods of engineering distribution and dispatching operation from the angle of reducing the adverse effects of building sluice on the river estuary, achieving the greatest degree of unification in social benefits, economic benefits and environmental loss of building sluice on the river estuary.

Key words: river estuary; sluice-building; environmental impacts; Zhejiang Province

河口是人类经济活动的热点地区, 蕴藏着丰富的自然资源, 是生态保护重点区域^[1]。河口地区环境敏感, 生态系统复杂且脆弱, 一旦遭受破坏将难以恢复, 因此, 全面分析入海河口建闸对河口环境的影响具有十分重要的现实意义。

1 浙江省入海河口建闸现状

浙江省入海河流众多, 自北而南较大的河流有钱塘江、甬江、椒江、瓯江、飞云江和鳌江, 中部的三

门湾还集中分布有白溪、清溪和海游溪等, 河口周边分布着杭州、绍兴、宁波、台州、温州等经济发达地区。钱塘江、甬江、椒江、飞云江以及鳌江六大河口地区的国内生产总值已占浙江省全省的 70% 以上。2009 年 6 月, 被誉为“中国第一河口大闸”的曹娥江大闸建成蓄水。该闸的建成使得曹娥江两岸防洪潮能力从 50~100 年一遇标准提高至 100 年一遇标准以上, 同时利用闸上形成的河道型水库, 使可用水量增加 6.9 亿 m³。曹娥江大闸具有防洪、御

基金项目: 浙江省水利厅 2011 年重大科技项目 (RA1106)

作者简介: 蓝雪春 (1975—), 男 (畲族), 高级工程师, 主要从事水利水电工程环境影响研究。E-mail: lanxuechun@163.com

潮、治涝、水资源利用、航运、改善平原河网环境等综合效益。曹娥江大坝的建成及由此产生的巨大的社会效益、经济效益和环境效益,在浙江省掀起一股研究河口建闸的热潮。目前,甬江、三门湾、椒江、楠溪江、飞云江以及鳌江等均已列入河口建闸的前期论证。浙江省入海河口规划建闸位置见图1。



图1 浙江省入海河口规划建闸位置

2 入海河口建闸产生的主要环境影响

2.1 有利的影响

2.1.1 产生防洪御潮效益

浙江省地处我国东南沿海,台风频繁,风暴潮常造成河口地区人员伤亡和社会经济的重大损失。河口建闸可以发挥大坝的挡潮功能,消除外海潮位对上游洪水的顶托作用,减轻甚至避免风暴潮对河口地区的危害。据分析,三门湾建闸后,结合堤防建设,可使河口地区整体防洪潮能力达到50~100年一遇,可基本消除外海潮位顶托对三门、宁海、象山县域排涝的不利影响。鳌江河口堤防长约69.24 km,目前达到50年一遇标准的堤防(海塘)仅有23.79 km长,20年一遇标准的堤防长约23.55 km,尚有13.9 km岸线未建堤或仅建有低标准土堤。在鳌江河口建闸并结合堤防建设,可使河口地区整体

防洪潮能力达到50~100年一遇,江堤防潮能力可提升1~2个等级。据测算,甬江河口不同建闸方案可能带来的年均效益为1.11亿~2.72亿元,可见河口建闸产生的防洪御潮效益十分可观。

2.1.2 增加可利用水资源量

在河口建闸,闸内形成河道型水库,咸水变成淡水,使可利用水资源量大大增加。据测算,在甬江河口外侧建闸,50%保证率下可增加河网环境用水7742万 m^3 ,一般工业用水3208万 m^3 ,因而缓解上游姚江的调水压力,产生农业用水效益9979万元/a,环境用水效益11146万元/a,一般工业用水效益为12190万元/a。三门湾建闸后,形成130 km^2 的闸内水库,其控制集雨面积约1400 km^2 ,使开发利用三门湾径流资源成为可能。椒江河口建闸后,形成48 km^2 闸内水库,可新增两岸平原农业灌溉用水及一般工业用水2.43亿 m^3 /a,置换水库优质水源0.73亿 m^3 /a。飞云江建闸后,形成50 km^2 的闸内水库,可向两岸平原供水2.5亿 m^3 /a,满足农业灌溉用水及一般工业用水需求。可见,河口建闸可有效解决河口地区水资源短缺的问题。

2.1.3 改善闸内河道通航条件

据调查,甬江河口因河床淤积已致姚江大坝至三江口段难以通航。为维持甬江三江河道正常通航,有关部门每年都投入大量资金对主航道进行疏浚。飞云江上的瑞安港因上游珊溪水利枢纽和赵山渡引水工程建成后减少了洪水对下游的冲刷,其码头及航道均有一定程度的淤积,造成港前水深浅、吞吐量小、泊位等级低等问题。鳌江河口目前因河床淤积抬高使得龙港第一码头一带水深从4 m变成最浅处不足1 m,港口吞吐能力明显下降,而河口建闸后,闸内河道不再受海域来沙的影响,淤积量将明显减少,河道有效水深将加大,从而有利于提高闸内河道的航运保证率和通航等级。据曹娥江河口建闸后的运行资料,杭甬运河曹娥江段9 km长500 t级航道通航保证率从建闸前的50%左右提高到建闸后的95%以上。可见,河口建闸能改善闸内河道通航条件。

2.1.4 改善城市水环境景观

浙江省河口泥沙由陆域来沙和海域来沙2部分组成,主要是海域来沙。据调查,甬江河口平均含沙量达0.27~2.16 kg/m^3 ,椒江河口含沙量高达9~12 kg/m^3 ,楠溪江河口平均含沙量达2~3 kg/m^3 。含沙量大,江水浑浊,直接影响沿江城市的水环境景观。建闸后,河口地区不再受海域来沙的影响,闸内形成河道型水库,有利于上游来沙沉降,闸内江水变清,水位抬高,水位变幅趋小,水环境景观明显改善,沿江两岸土地将升值(据研究,甬江河口建闸后两岸

房地产用地土地升值可达 216.49 亿元^[2])。曹娥江河口建闸后吸引了大量游客来大闸观光旅游,目前大闸区已被批准为国家级水利旅游风景区。

2.2 不利的影响

2.2.1 河床泥沙淤积

潮汐河口建闸后,河床尤其是闸下河床将普遍发生大量的泥沙淤积^[3]。对浙江省各可能建闸的河口海湾建立浙江近海二维水沙数学模型,进行潮位、流速计算。结果表明,受河口周边海域地形的影响,甬江、椒江、楠溪江建闸后闸下附近的高潮位较工程前普遍抬高,低潮位降低,潮差增大;而三门湾、飞云江和鳌江建闸后,闸下附近高潮位不变或略有所降低,低潮位普遍有所抬高,潮差减小。各河口、海湾建闸后,闸址两侧均出现单侧流速增大或减小,且正对闸址流速减幅最大的现象,如三门湾闸址东侧流速增大约 6%、西侧流速减小 4% 左右、正对闸址处流速减小 85%~89%,而椒江闸址东北侧流速增大 1%~22%、西南侧流速减小 1%~22%、正对闸址处流速减少 87%。正是由于水动力条件发生上述变化,各河口、海湾建闸后均出现正对闸址处闸下淤深最大、离闸越远淤深越小的现象。建闸后极端条件下最大淤深甬江为 2.28 m,飞云江为 0.99 m,三门湾为 0.81 m。

泥沙淤积所带来的主要影响之一是闸下航道和周边港口水深变浅,出海通航和港口靠泊船舶吨位将减小,影响港口城市海运业的发展。泥沙淤积所带来另一主要影响是对闸址下游河道两岸的防洪排涝不利,这一不利影响更多的是出现于在河口内建闸的情况中^[3],如楠溪江河口建闸后,闸下泥沙淤积可能导致瓯江河口段河床和水位相应抬高,而降低瓯江两岸防洪排涝能力。

2.2.2 区域排涝能力降低

河口建闸对区域排涝的影响具有两面性,一方面可以消除外海潮流顶托的影响,但另一方面也会对区域排涝造成不利影响。建闸后,受拦河建筑物阻水的影响,闸址上游河道洪水水位会有一定程度的壅高,此时若再遭遇外海风暴潮的影响,则大闸的排涝能力将大大降低,涝水外排的时间延长,并加剧区域受淹的程度。这也是 2013 年第 23 号“菲特”强台风造成余姚水灾的原因之一。

2.2.3 对水质的不利影响

2.2.3.1 对闸上河道水质的影响

一般说来,河口受外海潮波和径流共同作用的影响,掺混作用强烈,对水污染物的扩散和输移有利。河口建闸后,因水闸的挡潮作用,闸内水流变缓,有利于水体中悬浮物的沉降,但同时使外海潮波

对闸内水体不再有掺混稀释作用,导致闸内水体交换能力减弱,自净能力趋于下降,因而污染物浓度上升。以甬江为例,根据水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心对甬江口建闸的数值模拟成果^[2],在干流 90% 和 75% 来水保证率的条件下,不同闸址方案的闸内水体中 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的浓度均出现不同程度上升,这直接导致甬江河口段的水环境容量下降,其中 COD 下降 20.1%~23.9%、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 下降 40%~52.6%。浙江省入海河流氮、磷含量较高。氮、磷是引起水体富营养化现象的重要营养物质。河口建闸后,闸内河道易出现“水华”的现象,尤其在高温少雨的夏秋季节,出现藻类暴发风险的可能性大大增加。

2.2.3.2 对闸下河口(海域)水质的影响

近几年的调查监测显示,浙江各主要河口水质已呈严重污染状态。根据 2008 年的监测评价结果,海水中首要污染物是无机氮,其次为活性磷酸盐,劣四类水质的海域主要分布在杭州湾、甬江口、象山港、椒江口、瓯江口和鳌江口等港湾和河口海域。据统计,当年全省海域共发生赤潮 29 次,累计面积约 10 725 km^2 。其中超过 1 000 km^2 的大面积赤潮有 3 次。严重的海域污染与沿海城市人口密集、社会经济发展、陆源污水大量排放直接相关。根据邢文刚等^[4]的预测,2010 年,鳌江河口段仅平阳县排入的污水就达 2 611 万 t, COD 13 861 t, 分别占到当年全流域排放量的 35% 和 40% (这还不包括南岸苍南县的排污量)。

河口或海湾内建闸后,使得原本充分利用涨落潮潮流来稀释污染物的水动力条件发生了变化。在河口或海湾内建闸,越靠近闸址的地方,纳潮量和潮流流速减少的越多,稀释能力越弱,水质污染程度越严重。而在河口外建闸,其潮流流场及纳潮量的变化较河口内建闸更为复杂,不同区域纳潮量和水体流速也有增有减,对污染物的扩散稀释能力也有大有小。可见,在入海河口建闸对河口地区的产业布局 and 排污去向所产生的影响,应作具体分析。

2.2.4 对水生生态环境的影响

2.2.4.1 对浮游生物的影响

河口建闸后,大闸挡咸蓄淡,使得闸上游水体和底泥的盐度逐渐降低,水流流速下降,水生生物群落结构和生物多样性将发生显著变化。浮游植物、浮游动物群落将由咸水、半咸水型向淡水型、“动水型”向“静水型”演替。流速下降使得水体对底泥的扰动减小,悬浮物浓度下降,水体透明度增加,这有利于浮游植物的光合作用,部分浮游植物的种类及丰度将增加。蓝藻、绿藻数量将进一步上升,硅藻数

量将下降,可能会出现“水华”现象。闸上河段的底栖生物,除少量河口种外,绝大多数海水和半咸水种类将因为水体盐度的降低而消失,淡水种的数量将增加。浮游生物中,绝大部分的咸水、半咸水种类将消失,代之出现大量淡水种类。随着闸下河口水体由半咸水变为咸水,只有少数广盐性水生生物能继续在闸下生存,而淡水、半咸水种将逐渐减少,咸水种将占主导位置。

2.2.4.2 对河口及洄游性水生生物的影响

据调查,浙江省共有河口、洄游性鱼类 39 种;洄游性鱼类 13 种,主要有中华鲟、鲟鱼、刀鲚、香鱼、鳗鲡、松江鲈鱼及银鱼科部分种类;近海河口鱼类 26 种,主要有鲻鱼、梭鱼、鲈鱼及鰕虎鱼科、舌鳎科和鲀科部分种类^[5]。甬江有浅海河口性鱼类 28 种,过河性洄游鱼类 10 种;椒江有包括带鱼在内的 12 种浅海河口及洄游性鱼类;楠溪江至少有香鱼、花鳗鲡等 5 种洄游性鱼类;飞云江有包括香鱼、花鳗鲡在内的河口洄游性鱼类 24 种;鳌江 68 种鱼类中有过河口性鱼类 10 种,咸淡水鱼类 19 种^[6]。

素有“淡水鱼之王”的香鱼是我国名贵的经济鱼类,在浙江省的椒江、楠溪江、飞云江和鳌江以及象山港和三门湾的主要支流均有分布^[7-9]。每年 3—5 月,当河水水温逐渐上升到 10~15℃,接近于海水的温度时,在海里越冬的香鱼幼鱼(体长 2~3 cm)便进入河口上溯育肥生长;每年 9 月水温开始下降时,香鱼陆续降河进行产卵洄游。瓯江河口、飞云江口是温州地区日本鳗鲡由海入江的主要通道,每年冬春季鳗鲡溯河生长育肥,也有部分鳗鲡在龙湾、瑞安和苍南一带沿海育肥。除香鱼、鳗鲡外,鲻鱼、鲈鱼和中华绒螯蟹等均属洄游性生物,其成体一般在秋冬季及早春降河游到深海、近海或海湾内产卵,春季或初夏幼苗则会离开海域,溯河游向上游淡水区域。

谢起浪等^[9]认为,珊溪水利枢纽工程的建成对飞云江香鱼资源的影响是不可逆的。飞云江香鱼的洄游路线受阻于珊溪水库和赵山渡水库大坝,因此飞云江香鱼的栖息生长范围仅限于赵山渡水库大坝至垟湾产卵场之间约 5 km 长的水域。曹克驹等^[7]的研究同样发现,长潭水库建成后,灵江流域的香鱼已绝迹,而平阳县南雁荡山处的蒲潭,因建坝后坡陡水急,香鱼上溯困难,香鱼也近乎绝迹。为保护渔业资源,近年来地方渔业部门在楠溪江、椒江、飞云江和鳌江的上游支流放流香鱼、中华绒螯蟹等,使鱼类资源得到一定程度的恢复^[10]。但河口建闸的阻隔效应将使过河口的洄游性鱼类产卵、索饵路线受阻,并影响其幼鱼入海越冬和育肥上溯,同时也影响放

流鱼类资源的保护和增殖效果。

2.2.5 对渔业资源的影响

2.2.5.1 对浙江近海渔业资源的影响

每年 5—10 月,受沿岸径流、台湾暖流、外海深层上升流和黄海冷水团等多种流系在近海交汇的影响,浙江近海出现水温层化和盐度梯度现象。伴随着径流和上升流带来的丰富营养盐,海域饵料生物大量生长,吸引了众多鱼群栖息、洄游,形成了舟山渔场、大陈渔场、洞头渔场和南麂渔场。这些渔场盛产大黄鱼、小黄鱼、银鲳、银姑鱼、海鳗、龙头鱼、凤鲚等主要经济鱼类。据调查,龙头鱼在浙江的温州、台州沿海产量较多,其产卵场在近岸水域,索饵场在产卵场外侧宽敞水域。三门湾是小黄鱼和龙头鱼产卵的重要海域。蔡萌等^[11]的研究发现,每年 6 月因饵料生物增加,吸引了大量成鱼从外海入三门湾产卵繁殖,9 月以后这些成鱼又向外海水域开始越冬洄游。椒江口银姑鱼的产卵场主要在东海禁渔线以西水域的海湾、河口和浅滩,索饵场和越冬场则分布在浙江中部和南部近海。部分在东海沿岸产卵的银姑鱼就近索饵,到了冬季,就近在禁渔线外侧越冬。凤鲚一般于 4 月下旬开始进入瓯江口水域产卵,进行生殖洄游。瓯江口北支及其沿海领域是凤鲚最主要的产卵场之一。凤鲚产卵期在每年 4—6 月,当年孵化的仔幼鱼在产卵场外侧的浅海及邻近海域育肥,秋后 10—11 月移向温州近海渔场海域越冬。

河口或海湾建闸除了对洄游性鱼类产生阻隔效应外,还将改变入海径流的时空分布,若考虑建闸蓄淡引水,则还会减少入海径流量,进一步引起海域盐度和水温发生变化。与水闸同步配套建设的围堤,除了占用近海养殖滩涂外,还将引起近岸海域的潮流流场、冲淤环境等发生一系列改变。这些变化不仅影响饵料生物的生长繁殖,切断鱼类的部分洄游通道,还可能会改变鱼类产卵场、索饵场的水文环境,影响河口、海湾地区的水生生态系统平衡,最终可能对近海渔业资源带来不利影响。2010 年,温、台近海主要经济鱼类产量同比下降 40%。对此,渔业资源专家分析认为,除了与以往捕捞过度有关外,还与当年雨量偏少、大陆径流冲淡水不足、沿海地区未受台风或热带风暴的明显影响、海水垂直交换不足等有直接关系。

2.2.5.2 对海水养殖的影响

浙江省海岸线绵长、曲折。岸线漫长、泥质滩涂广阔、饵料丰富等生态环境特点决定了浙江省海水养殖以滩涂贝类为主导地位的格局。浙江省滩涂贝类的养殖主要集中在温州、台州地区,滩涂贝类养殖产量一直占浙江省海水养殖总产量的 70% 左右。

三门湾、乐清湾沿岸是以南美白对虾、青蟹、缢蛏、泥蚶、泥螺等名优水产品为主的高效生态养殖基地,温岭、玉环、瑞安、乐清、苍南是以紫菜、海捕鱼虾、甲壳素为主的水产品精深加工出口基地。浙江省的海水养殖已形成了以内塘养殖为主、内塘养殖与自然海域养殖并重的产业特色。河口和海湾建闸后,使得原本适合养殖的内塘、滩涂、浅海由于工程征占地、水深增加、水体盐度降低、水文动力条件改变、冲淤变化而可能变得不再适合进行水产养殖,导致产量下降,养殖户的收入大大减少,进而引发社会问题。

3 结 语

河口建闸能够带来巨大的社会效益,但对环境的不利影响和造成的生态损失也是显而易见的。此外,河口建闸还可能会对江道河势稳定、沿海地下水水位抬高、地面沉降、海岸线扩张等带来不利影响。在河口建闸方案的前期研究中,除了关注河口建闸单一的环境影响,还应重视不同环境影响因子叠加和累积后所带来的长期影响,从减轻不利影响的角度进行不同闸址方案、工程布置和调度运行方式的比选,力求建闸后社会效益、经济效益和环境损失得到最大程度的统一。

参考文献:

[1] 朱山涛. 我国河口管理亟待立法[J]. 水利发展研究, 2008(3):17-19. (ZHU Shantao. Management for estuary area of China needs urgent legislation [J]. Water Resources Development Research, 2008 (3): 17-19. (in Chinese))

[2] 唐洪武. 甬江建闸工程关键技术问题研究[R]. 南京: 水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心, 2011.

[3] 冯利华, 鲍毅新. 甬江建闸的环境影响分析[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(6): 88-91. (FENG Lihua, BAO Yixin. On environmental effect of constructing tidal gate of the Yongjiang River[J]. Journal of Natural Disasters, 2004, 13(6): 88-91. (in Chinese))

[4] 邢文刚, 张国华, 俞双恩, 等. 鳌江平阳段纳污能力分析及其总量控制预测[J]. 水资源保护, 2007, 23(1): 73-76. (XING Wengang, ZHANG Guohua, YU Shuang'en, et al. Analysis of water environment capacity and total quantity control prediction in Pingyang section of Aojiang River[J]. Water Resources Protection, 2007, 23(1): 73-76. (in Chinese))

[5] 葛亚非. 浙江省珍稀水生动物生物多样性及其保护对策[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2006, 25(1): 78-85. (GE Yafei. The current situation and conservation measures of the rare aquatic animal resources in Zhejiang Province [J]. Journal of Zhejiang Ocean University;

Natural Science, 2006, 25(1):78-85. (in Chinese))

[6] 蓝雪春, 章宏伟. 鳌江河口建闸对生态环境的影响探讨[J]. 环境污染与防治, 2013, 35(增刊2):17-20. (LAN Xuechun, ZHANG Hongwei. Analysis of adverse environmental impacts caused by barrage constructed on estuary area of Aojiang [J]. Environmental Pollution & Control, 2013, 35(S2):17-20. (in Chinese))

[7] 曹克驹, 李星云. 浙江香鱼的地理分布及其开发利用的初步意见[J]. 动物学杂志, 1983(5):27-30. (CAO Keju, LI Mingyun. Geographic distribution of sweetfish (*Plecoglossus altivelis*) and initial suggestion for its development and utilization in Zhejiang Province [J]. Chinese Journal of Zoology, 1983 (5): 27-30. (in Chinese))

[8] 仇建标, 陈少波, 黄丽, 等. 浙江香鱼资源现状与衰退原因分析[J]. 渔业现代化, 2009, 36(6):63-65. (QIU Jianbiao, CHEN Shaobo, HUANG Li, et al. Analysis on current situation and degeneration reasons of sweetfish (*Plecoglossus altivelis*) resource in Zhejiang Province [J]. Fishery Modernization, 2009, 36 (6): 63-65. (in Chinese))

[9] 谢起浪, 陈少波, 单乐州, 等. 飞云江香鱼资源的调查与分析[J]. 东海海洋, 2003, 21(1):47-54. (XIE Qilang, CHEN Shaobo, SHAN Lezhou, et al. An investigation and analysis on the resource of sweetfish (*Plecoglossus altivelis*) in Feiyun River [J]. Donghai Marine Science, 2003, 21(1):47-54. (in Chinese))

[10] 周志明. 鳌江的鱼类区系及资源利用意见[J]. 动物学杂志, 1987, 22(1):17-17. (ZHOU Zhiming. Ichthyofauna and resource utilization views of Aojiang [J]. Chinese Journal of Zoology, 1987, 22 (1): 17-17. (in Chinese))

[11] 蔡萌, 徐兆礼. 浙江三门湾冬夏季鱼类种类组成和数量变化[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(2):198-205. (CAI Meng, XU Zhaoli. Species composition and density of fishes in the Sanmen Bay [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2009, 18(2):198-205. (in Chinese))

(收稿日期:2014-01-14 编辑:彭桃英)

