

辽河盘山闸鱼道设计研究

王 明 磊

(辽宁省水利水电勘测设计研究院, 辽宁 沈阳 110006)

摘要:盘山闸作为辽河最下游的水利枢纽,阻隔了河口水生物的洄游通道,改变了水生态环境,破坏了河口地区水生生物的生态平衡。为了缓解水利工程对水生态环境带来的不利影响,拟在闸址处增设鱼道。对盘山闸鱼道的过鱼对象、鱼道型式与布置以及垂直竖缝式鱼道主要设计参数进行了分析讨论,最终选择布置紧凑、占地范围小、诱鱼效果好、施工容易、运行管理方便、工程投资省的“S”型鱼道。所选鱼道正在施工建设中,可为类似鱼道设计运行借鉴参考。

关 键 词:鱼道;竖缝设计;盘山闸;辽河

中图法分类号:TV66

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.10.005

辽河是我国七大江河之一,发源于内蒙古克什克腾旗芝瑞镇,流经河北、内蒙古、吉林、辽宁 4 省区,至盘锦市注入渤海,全长 1 383 km。辽河流域位于我国东北地区西南部,东西横跨经度 9° ,南北纵贯纬度 $4^{\circ}30'$,全流域面积 19.19 万 km^2 。

辽河河口自然保护区鱼类资源相当丰富,淡水鱼类 38 种,主要有鲤鱼、草鱼、鲢鱼等;海洋鱼类 41 种,主要有小黄鱼、带鱼、白姑鱼等;海、淡水间洄游鱼类 16 种,主要有鲈鱼、梭鱼、凤鲚、刀鲚等。在河口鱼类及水生动物种类中,溯河产卵的主要经济种类有凤鲚、刀鲚、大银鱼、有明银鱼、暗纹东方鲀等;降河产卵的种类有日本鳗鲡、中华绒螯蟹;河道内洄游产卵的种类有白鲢、翘嘴红鲌、鳊、鲂、银鲴、赤眼鲮等。

盘山闸始建于 1966 年,位于盘锦市东郊,它建在感潮河段的末端,是辽河最下游的枢纽建筑物,闸址距河口 57.3 km,是辽河下游防洪体系的一个重要组成部分。枢纽工程的主要作用是抬高闸上水位,防海潮倒灌,改善水质,调蓄水量,保证盘锦地区农业、工业用水以及城市居民用水,为盘锦地区的开发建设发挥了极其重要的作用,取得了明显的社会效益和经济效益。但盘山闸等水利工程的建设,也阻隔了洄游生物进入

辽河的通道和河海间的营养交换、物种交换,切断了辽河与渤海长期稳定的生态联系,导致河口水产资源日益减少,个别水生生物种甚至绝迹。

随着河流连续系统理论的发展^[1],河流内部环境和连续的水体在生态多样性和抗冲击性上的优势日益受到重视。鱼道作为一种生态补偿工程,以其本身固有的特点,满足了人们恢复水生生态系统的要求^[2]。为了尽量减少水利工程对辽河水生态环境的不利影响,改善河道生态环境,保护珍稀水生物种,逐步恢复河口区水产资源,维护生物多样性,促进辽河三角洲湿地生态系统的平衡和辽东湾水域生态的良性循环,计划在盘山闸处增设鱼道。

1 过鱼对象

据统计,盘山闸建闸后闸址区共有鱼类 55 种,隶属 11 目 24 科,其中河口性及洄游性鱼类居多^[3]。通过实地考察、走访当地的渔业从业者,结合中国环境科学研究院的最新调查结果^[4],确定了 7 种主要过鱼对象(见表 1),包括刀鲚、凤鲚、中华绒螯蟹、暗纹东方鲀、鲈鱼、鳊鱼、鲴鱼。这些鱼类体型均较小,洄游时间主要集中在每年 4~7 月。

表 1 主要过鱼对象统计

名称	习性	体长/	游泳	洄游时	保护级别
		cm	能力	间/月	
刀鲚	近海溯河性经济鱼类,通常在近海和河口咸淡水生活,亦能上溯几百千米生活于淡水中。海区越冬,溯河产卵,适应性强,可终生生活于湖泊中	18	一般	4~6	辽宁省重点保护野生动物
凤鲚	河口洄游性鱼类,春夏之交从海洋游向河口咸淡水域产卵,亲体产卵后顺流入海。仔、稚鱼在河口一带摄食,秋季入海越冬	10	一般	5~7	辽宁省重点保护野生动物
中华绒螯蟹	蟹苗由河口顺着江河溯江而上,进入湖泊等淡水水域生长发育,在淡水中生长发育成的成蟹,从淡水降到河口附近的半咸水水域中繁殖后代	2	较强	6~7	辽宁省重点保护野生动物
暗纹东方鲀	沿海近岸底栖性鱼类,可进入淡水或定居于河、湖内。筑坝建闸阻断产卵洄游是资源衰败的主要原因之一	12	一般	5~6	渤海重要保护品种
鲈鱼	生活于浅海河口的广盐性、广温性鱼类。5月产卵,6~7月幼鱼多从海区游向河口索饵,有时溯河向上很远的距离	20	较强	5~6	渤海重要保护品种
鳊鱼	栖息于浅海或河口咸淡水交汇处。鱼苗对低盐度的水有明显趋流性,可捕捞天然苗种或开闸纳苗	22	较强	6~7	渤海重要保护品种
鲟鱼	春季幼鱼开始从沿海溯河索饵,进入咸淡水或淡水区域生长,双台子河口附近水域是其重要的索饵场,秋季海区产卵。喜栖息于河口咸淡水,也能生活于淡水	26	较强	4~6	渤海重要保护品种

2 鱼道类型选择

鱼道按其结构型式及水力特征大体可分为原生态式鱼道、槽式鱼道、横隔板式鱼道等。原生态式鱼道接近天然河道情况,鱼类在池中休息条件良好,适应通过的鱼类范围广,但适用水头小、占地面积大。槽式鱼道适用于克流能力较强的鱼类,鱼道占地面积小,但适应上下游水位差较小、加糙部件结构复杂,不便维修,水流掺气、紊动剧烈。横隔板式鱼道可适用于多种洄游性鱼类,也是国内应用最为广泛的结构型式。结合该工程场地受限、上下游水位变动范围较大、河水含沙量较大、过鱼对象体型较小、游泳能力较弱、对水流条件要求较高等特点,最终选择了使用范围广泛的横隔板式鱼道。隔板型式采用能适应上下游较大水位变幅的垂直竖缝式(见图 1)。

3 鱼道设计

3.1 确定鱼道主要参数

(1) 设计流速。通过前期对盘山闸处水生动物习性的调查与试验,得到主要过鱼对象的极限流速为0.8~1.3 m/s。为使游泳能力相对较弱的鱼类通过鱼道,

设计流速应选择下限,即 0.8 m/s。
(2) 设计水头差。考虑过鱼季节有可能出现的最大设计水头差发生在上游设计高水位与下游设计低水位同时出现时,最大水头差确定为 3.8 m。

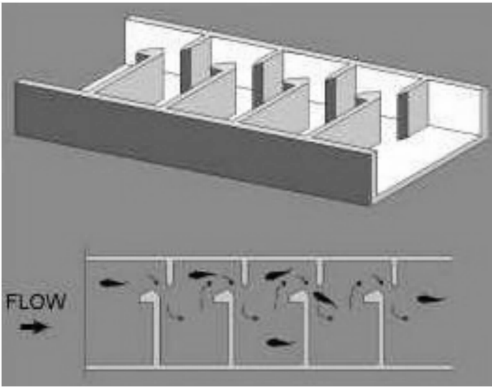


图 1 垂直竖缝式隔板鱼道

(3) 鱼道净宽。鱼道净宽尺寸越大,鱼道内的平均流速就越小,有利于鱼类的通过,但净宽越大,鱼道投资也就越高。考虑到过鱼对象的习性,并参考国内外已建工程的经验,认为鱼道净宽取为 2 m,既能满足过鱼要求,又能节省工程投资。

(4) 池室长度。池室长度应根据鱼道类型和流速控制水平确定。池室长度越短,鱼道流速越大,而池室长度越长,鱼道总长就越长,相应的占地面积就越大,鱼道造价也就越高。通过多个池长方案的经济、技术比较,最终确定池室长度为 2.5 m。

(5) 鱼道深度。鱼道越深,需要的鱼道进、出口数量就越少,相对减少了建设进、出口的投资和施工难度;但鱼道深度增加的同时,不仅增大了鱼道流量,还增加了建设鱼道主体的投资。所以该工程通过对过鱼对象的习性、鱼道流量、进出口布置以及工程总投资等多方面因素综合分析后,最终确定鱼道深度为 2.6 m。

(6) 竖缝宽度。鱼道竖缝的宽度应根据过鱼对象、池室尺寸、鱼道流量等因素确定。考虑该工程过鱼对象体长较小,池室尺寸较小,故竖缝宽度确定为 0.3 m。

(7) 鱼道总长度。鱼道总长度根据池室长度、数量并计入鱼道进出口及休息池长度确定。考虑鱼类上溯途中要设置一定的休息场所,每隔 10 个池室设一个休息室,其长度为 5 m。最终确定鱼道总长度 300 m。

(8) 鱼道流量。通过计算,鱼道最低过流流量为 0.93 m³/s。

3.2 鱼道位置选择

根据鱼道的布置原则,结合工程现状,鱼道的位置只有如下 3 种选择。

方案 1。鱼道布置于主河槽左岸,现有船闸左侧,

鱼道呈“S”型,直线长度 160 m,轴线长度 300 m。鱼道进口布置于闸下游 90 m 处,出口布置于闸上游 70 m 处。

方案 2。鱼道布置于主河槽左岸,现有船闸左侧,鱼道呈“L”型,轴线长度 300 m。鱼道进口布置于闸下游 210 m 处,出口布置于闸上游 60 m 处。

方案 3。鱼道布置于主河槽左岸,现有船闸与水闸左边墩之间,鱼道呈双“S”型,直线长度 145 m,轴线长度 300 m。鱼道进口布置于闸下游 65 m 处,出口布置于闸上游 80 m 处。

综合上述分析,方案 2 诱鱼效果较差,占地范围大,且工程投资最大,相比其他方案优势较小。方案 3 虽诱鱼效果最佳,但其施工导流难度大、施工作业空间小、施工难度大,施工对已有建筑物扰动较大,故也不合适。相比之下,方案 1 鱼道布置紧凑,占地范围小,诱鱼效果好,施工方便,运行维护较易,工程投资最省,故最终选择了方案 1 的布置方式。

3.3 鱼道进口设计

鱼道入口必须易被鱼类所发现,有利于鱼类集结。多数鱼道将入口布置在电站尾水口上方,利用电站泄水诱鱼,或布置在溢洪道侧旁。鱼道进口宜敞露在自然光照射下,不宜封闭成管道。进口不应低于河床,以免泥沙淤积进口。进口区域水流宜平稳顺直,不应有较强的漩涡、回流、死水区。

综合考虑以上因素,同时兼顾经济合理、运行管理方便,鱼道设置 1 个进口,布置于泄水闸下游,可以利用泄水闸的下泄流量进行诱鱼。进口处诱鱼水流流速控制在 0.3 ~ 0.6 m/s。

3.4 鱼道出口设计

鱼道出口宜傍岸布置,出口外水流应平顺,流向明确,流速不宜大于 0.5 m/s。同时出口宜为开敞式,并

适当远离泄水流道,以免进入上游的鱼类被下泄水流带回下游。出口上游一定范围内不宜有妨碍鱼类继续上溯的环境条件。

为便于运行管理,该工程鱼道设置 1 个出口,布置于上游主河槽左岸,出口处水流平稳,流速较低。

3.5 观鱼室设计

观鱼室布置于鱼道左侧,为 4 层钢筋混凝土框架结构,底层为鱼道观测室,主要用来放置水下摄像机、电子计数器等设备。鱼道侧壁的玻璃观察窗、水下摄像机、电子计数器等设备可以很好地反映鱼类的洄游情况,不仅可以为今后洄游生物生活习性和洄游规律的研究提供依据,更可为其他鱼道的设计工作提供参考。上层为水生物科普室,可让游客在了解洄游生物的同时提高环保意识。

4 结 语

鱼道不同于其他水利工程,它是一项既简单又复杂的工程。说它简单,是因为它本身结构简单;说它复杂,是因为它是集环境学、生物学、水力学、结构力学等多学科的综合性工程。目前,盘山闸鱼道正在施工建设,建成运行后建议加强观测。希望通过设计和运行观测资料的总结,为鱼道的推广应用提供技术支撑。

参考文献:

[1] 王庆礼,蔡庆华,邓红兵.流域生态学——新学科、新思想、新途径[J].应用生态学报,1998,89(4):443-449.

[2] 杨宇,严忠民,陈金生.鱼道的生态廊道功能研究[J].水利渔业,2006,26(3):65-67.

[3] 周玉峰.盘锦地区苇塘及河口鱼类调查[J].沈阳师范学院学报:自然科学版,1995,(3).

[4] 刘斌,张远,渠晓东,等.辽河干流自然保护区鱼类群落结构及其多样性变化[J].淡水渔业,2013,(3).

(编辑:徐诗银)

Study of design of fishway at Panshan sluice on Liaohe River

WANG Minglei

(Investigation and Design Institute of Water Resources and Hydropower Liaoning Province, Shenyang 110006, China)

Abstract: As the last hydro-junction in the lower reach of Liaohe River, Panshan sluice blocks the migratory path of aquatic organisms in the estuary, changes the aquatic environment, and damages the ecological balance there. In order to mitigate the adverse effects of the hydraulic projects on the aquatic environment, it is proposed to build a fishway at the site of the sluice. The passing fishes, fishway structure and arrangement as well as the main designing parameters of a vertical slot fishway are analyzed and discussed. The S shape fishway is chosen because of the advantages such as tight layout, less land occupied, fish luring effect, easy construction, convenient operation and cost-efficient investment. The selected fishway is now under construction, which provides references for the design and operation of similar fishways.

Key words: fishway; vertical slot; Panshan sluice; Liaohe River