

船闸兼做过鱼设施的研究进展及应用

王承恩¹, 杨桥培¹, 李英文²

(1. 重庆航运建设发展有限公司, 重庆 401121; 2. 重庆师范大学生命科学学院, 重庆 400331)

摘要:随着环保理念的增强和新环保法的实施,大多数新建的水利水电枢纽需增设过鱼设施,而船闸过鱼作为新型的过鱼设施日益受到重视。实测和研究表明:船闸过鱼是可行的,是实际存在的。船闸兼做过鱼设施不仅节约投资,鱼类不受伤害而且还适合各种鱼类过坝,具有实现鱼类双向通行等优势。

关键词:低水头;船闸;过鱼设施;进展;应用

中图分类号:[TV691];U641;U643.2

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2015)04-0078-03

1 概述

随着社会经济的进步和水电资源的开发,水电建设发展对水生生物影响的必然性和对水生生物保护的紧迫性矛盾日益突出。为解决该矛盾,人们提出了众多保护措施,如修建过鱼设施、开展人工增殖放流、建造人工产卵场、实施水库生态调度、建立鱼类保护区等。我国目前采取的主要保护措施是进行人工增殖放流。但是,长期的实践表明:人工增殖放流存在一定弊端,如放流效果不明显、种群多样性下降、不能完全代替鱼类自然过坝等。因此,过鱼设施的研究和发展又被高度重视起来。

过鱼设施是指让鱼类通过障碍物的人工通道和设施。最早的过鱼设施是开凿河道中的礁石、疏浚急滩等天然障碍以沟通鱼类的洄游路线。过鱼设施主要分为溯河鱼类通过设施和降河鱼类通过设施,溯河鱼类通过设施分为仿生生态式自然通道、斜坡式鱼槽、阶梯式鱼梯、垂直升降式升鱼机与索道式鱼道、船闸式鱼闸、集运鱼设施、特殊鱼道等类型。降河鱼类过坝通道主要有水轮机流道、幼鱼旁侧通道、溢洪道过鱼、水表面通道等方式。

我国过鱼设施的研究和建设大致经历了初步发展期、停滞期、二次发展期三个时期。1958年在规划开发富春江七里垄水电站时首次提及鱼道,1960年在兴凯湖附近首先建成了新开流鱼道;至今,我国先后建成了70余座鱼道。如北京上庄水库鱼道、西藏狮泉河水电站导墙式鱼道、雅

鲁藏布江藏木水电站鱼道、赣江石虎塘航电枢纽组合隔板式鱼道、松花江依兰航电枢纽仿自然结合竖缝式鱼道、乌江彭水水电站集运渔船、湘江长沙综合枢纽竖缝横隔板式鱼道、珠江长滩枢纽鱼道等。

鉴于鱼道修建困难、费用高、运行管理经验不足而导致效果甚微的事实,有必要研究新的过鱼设施及方法。船闸是以保证船舶顺利通过航道上集中水位落差的厢形水工建筑物,是应用最广的一种通航建筑物。船闸具有大体积联通水体,从而使其具有成为鱼类通道的可能性,因此,有必要对船闸的过鱼能力进行研究,从而分析并探讨其代替鱼道成为鱼类过坝通道的可行性。

2 船闸过鱼的可行性

船闸过鱼的研究由来已久,美国、法国、澳大利亚的相关研究已表明船闸能过鱼,并且一定程度上允许大坝上下游鱼类自由通行,具有一定的双向通过潜力。

1970年,Monan et al.^[1]对美国哥伦比亚河 Bonneville 坝船闸过鱼开展调查,其研究表明:有洄游鱼类通过船闸。1992年,Travade 和 Larinier 对法国 Rhone 河道内的 Beaucaire 船闸运行的49个循环期间进行研究,发现有10 000多尾美洲西鲱经过该船闸。美国南卡罗来纳州 Pinopolis^[2,3]大坝船闸的下游是鱼类聚集最多的地方。我国的西津航运梯级水电站建成后,亦发现有部分小型鱼可通过船闸上溯。

我国学者对船闸的过鱼能力也进行过初步的探讨和专门研究。国内的研究始于2008年,中国

收稿日期:2015-03-08

长江三峡集团公司开展了“鱼类过坝技术与工程实验研究”项目(2008~2010年),对葛洲坝船闸的过鱼能力与过鱼效果进行过评估,项目要求研制一套用于提高船闸过鱼效率的技术措施,建立一套调查鱼类时空分布和迁移活动的技术体系。高勇^[4]通过在船闸内安装鱼探仪和录像机观测到葛洲坝一号船闸330 min内上行鱼类有28个体,下行鱼类有11个体,初步评估并确定船闸具有过鱼能力。

在葛洲坝船闸的历次检修工作中,均可发现大量滞留闸底的不同鱼类,说明鱼类可以适应船闸内的环境并在闸室内外存活。即使是三峡工程的双线五级船闸,在其初期运行检修时也有一定数量的鱼滞留闸室内^[5]。

三峡大学水利与环境学院王从锋教授的团队对船闸过鱼进行了更为深入的研究,实际监测并分析了葛洲坝枢纽水电站船闸过鱼,系统分析了鱼类活动规律;主持了水利部公益基金项目“中低水头水利枢纽船闸过鱼能力及其改进措施”(2012~2014年),详细研究了船闸过鱼;为提高鱼类通过船闸的数量和种类,王从锋教授还对船闸进行了改进或增设了一些诱驱鱼措施,申请了许多专利。

向经文^[5]硕士继续深入研究了船闸过鱼,详细分析、研究了葛洲坝船闸的过鱼能力及改进措施。通过实测,总结了船闸过鱼时空特性和船闸过鱼的影响因素,明确提出了船闸过鱼改进措施。

陈大庆在^[6]《大坝与过鱼设施》中也明确将船闸过鱼作为上行过鱼实施,同样认为船闸过鱼具有可行性。

3 船闸过鱼的原理

船闸主要由闸室、闸首和引航道等三个基本部分及相应的设备组成。在闸首设有工作闸门、检修闸门、船闸阀门、启闭机械及信号、通讯等设备。引航道内设有导航建筑物和靠船建筑物等。船闸的闸室是固定在一个位置、用注入或排除水来控制闸室内的水位高度,闸首是将闸室和上、下游引航道隔开的挡水建筑物,位于上游的被称为上闸首,位于下游的被称为下闸首。闸室是上、下两闸首和两侧闸墙组成的空间。船只通过船闸并在此空间暂时停泊。引航道是保证船只进出、交错避让和暂时停靠的一段航道。

船闸的过鱼方式与鱼闸过鱼或船只过闸类似。溯河鱼类过闸,关闭上游闸门,打开下游闸门,将闸室水位降到与下游水位齐平,利用诱鱼措施,引诱鱼类进入闸室间隔一定的时间,关闭下闸室,向闸室充水,待闸室内水位与上游水位齐平后开启上游闸门,启动驱鱼装置,驱赶鱼类离开闸室,进入大坝上游。下行鱼类操作与其相反。

王从锋教授在专利中和向经文^[5]在论文中提出了船闸兼做过鱼设施需要增设诱鱼和驱鱼措施的必要性。由于设计时仅为船只通航考虑,其闸前水流较缓,天然情况下吸引鱼类较少,尚达不到过鱼建筑物的过鱼效率,因此,为解决船闸鱼类不主动进、出闸室的难题,可以采用诱鱼设备或技术诱鱼进入船闸,采用驱鱼设备或技术驱赶闸室的鱼出闸室。高欣指出通过一种微波性质的探测、控制和吸引鱼类技术,让将要过坝的鱼类聚集在某个轮船周围,尽可能在利用船闸让轮船通过的同时,也能让鱼类安全地通过大坝。洪峰和陈金生报道了如果在闸门上、下游放置诱鱼设施,如翻水花器、变频发声器、香精散发器和光导等配合诱鱼水流的流速和流态变化可增大过鱼量。诱驱鱼措施按照对鱼类影响因子的不同,主要可分为水流、声音、光照、电流等诱驱鱼方式。

4 船闸过鱼的应用

位于澳大利亚东南部的墨累河上,Euston 坝的船闸在改变闸口流速时吸引鱼类过坝的数量是船闸正常运行模式下的56倍;在美国北卡罗莱纳州的Cape Fear河,美洲鲟通过船闸过坝的比例为18%~61%^[7]。

广东省潮州供水枢纽工程采用了流域联合调度方案、船闸改造兼作鱼闸、加强渔政管理等措施,并增设了诱鱼和驱鱼措施。国家环保部组织了对该项目环境影响进行后评价验收,验收组认为该枢纽利用船闸过鱼及下游开闸纳苗的措施基本可行。

广东省曲江县北江濠里水电站是北江干流韶关至英德河段梯级规划中的第二个梯级,为日调节径流式水电站。经过设计单位及当地人民政府组织专家评审论证,项目采取船闸兼做过鱼设施和增殖放流的补救措施。

广东省龙川县龙潭水电站为一座以发电为主、兼顾航运等的低水头、无调节、径流式水电站,

配套建设有闸坝、船闸、变电站、发电厂房等设施。项目未建设专门的过鱼通道,但项目业主专门委托广东省水利电力勘测设计研究院编制了《广东省龙川县龙潭水电站船闸兼做过鱼通道可行性分析报告》,研究论证船闸过鱼。2014年7月,广东省环境保护厅对龙川县龙潭水电站进行了竣工环境保护验收并顺利通过验收。

向经文^[5]硕士在不同季节对葛洲坝船闸进行了24 h昼夜持续监测,实测到很多不同种类鱼类通过葛洲坝船闸上行和下行。经分析估算,一号船闸上行年过鱼数量为26万尾,下行为31万尾;二号船闸上行年过鱼数量为12万尾,下行为23万尾。

5 潼南航电枢纽船闸兼做过鱼设施的研究

正在建设中的潼南航电枢纽工程^[8]位于潼南县城区涪江大桥下游约3 km处,为低水头径流式电站,开发任务是以航运为主、兼顾发电,修复涪江干流潼南县城段水生态系统,枢纽主要建筑物从左至右依次为左岸土坝连接段、发电厂房、泄水闸、船闸与右岸土坝连接段。

水库正常蓄水位高程为236.5 m,死水位高程为235.5 m,船闸布置于右岸,为V级船闸,船舶吨位按300 t设计,闸室有效尺寸为120 m×12 m×3 m(长×宽×门槛水深),为整体式结构,船闸前沿总长度为30 m。上游最高通航水位高程236.5 m,下游最高通航水位高程235.99 m,上游最低通航水位高程235.5 m,下游最低通航水位高程227.5 m。考虑到本枢纽为河床式工程,汛期敞开闸门泄洪,基本恢复天然状态。枢纽最大水头仅为9 m,非常洪水条件下,上、下游水位差为1.05 m。上下游水位落差很小。

该枢纽所处江段属于长江二级支流,具有长江上游鱼类群落组成特点^[9]。原本适应流水或激流生活、底栖生活并以底栖无脊椎动物为主要食物的鱼类种类最多,占有很大比例,也是长江干流众多大型洄游性鱼类的索饵育肥场所。近年来,随着水文条件的变化,涪江潼南段鱼类的构成也发生了剧烈的变化。在历年调查中发现,底栖、喜激流生活的鱼类逐渐减少,而适应静水及敞水面生活的草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鲇、大鳍#等地方定居性鱼类及增殖放流的鱼类资源量大大增加。

综合考虑潼南航电枢纽工程水头低、投资大、

效益差、公益性强,坝址处的地理环境限制多以及过鱼种类及生活习性,专门为潼南航电枢纽工程修建过鱼设施其过鱼效果可能不会太理想。但为了保护鱼类繁殖和生存,做好生态保护,业主单位不仅投资了几千万元建设增殖放流站,还积极探索新的过鱼通道,主动筹划实施船闸过鱼,论证船闸过鱼的可行性,增设诱鱼和驱鱼等设施,优化船闸调度设计方案和运行方案,从而为保障船闸过鱼做好了充分的论证和准备。

6 船闸过鱼的利弊

船闸兼做过鱼设施具有众多优势,其可以利用枢纽原有结构,不需额外投资;而鱼道等专门的过鱼设施则需另外修建且造价昂贵;船闸常年使用,有专人管理和维护;而鱼道等过鱼设施还需要请专人管理维护;船闸口和闸室内的流速缓慢,便于调节;鱼类在鱼闸中凭借水位上升可以不过度耗费体力过坝,基本不会造成伤害;可以实现鱼类上、下行双向通行;过鱼通道较宽敞;适合各种鱼类过坝。

船闸过鱼也存在一定的不足之处。船闸内流速太低,鱼类因找不到方向而在船闸和引航道内徘徊,需要设置诱鱼装置和驱鱼装置;增加了人力资源和运行成本;船闸过闸运行时,产生了较大的机械振动、嘈杂喧闹进而影响鱼类。过鱼设施要求的船闸运行方法与通航所要求的船闸运行方法可能存在一定的矛盾;过鱼不连续;机动设备多,维修费用大。目前大部分船闸设计的调度方式只考虑了过船的需求,船闸闸室内和上下游水流缓慢,常为准静水状态,对鱼类吸引力较弱,船闸自然通过的鱼类数量不大,对于这些,均需进行改造。

7 结语

实测和研究表明:船闸兼做过鱼设施可行,并非噱头。随着研究的深入,只要认真落实相关措施,增加诱鱼和驱鱼设施,合理安排调度运行,优化船闸建设方案、增添设施、设备,船闸成为具有通航和过鱼双重功效的新型建筑物必将逐步被大众认可,进而可以改变过鱼设施过不了鱼、乃至废弃的尴尬局面,促进经济社会健康发展。

参考文献:

- [1] Larinier, M. Environmental issues, dams and fish migration [J]. Dams Fish & Fisheries Opportunities Challenges & Conflict Resolution. 2001:31-61. (下转第84页)

