

文章编号:1001-4179(2013)09-0088-05

生态水工建筑物——鱼道的建设及研究进展

王 珮¹, 杨文俊², 陈 辉²

(1. 河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098; 2. 长江科学院, 湖北 武汉 430010)

摘要:水利工程的建设将不可避免地影响河流的自然属性,破坏鱼类的生存环境,而在我国一直存在着重水利开发,轻鱼类保护的现状。为了促进我国鱼道的建设和研究,根据国内外已建的鱼类保护设施,从鱼类游泳能力、水工模型试验、数值模拟、实际观测等方面,分析总结了我国水利工程鱼道建设及研究的现状,探讨了鱼道建设方面存在的问题。在此基础上,提出了我国未来鱼道建设研究的方向。

关键词:水利工程; 鱼道建设; 模型试验; 数值模拟; 研究方向

中图分类号: TV135 文献标志码: A

1 概述

我国水资源的治理和开发已进入一个全新阶段,越来越多的隔流建筑物严重影响了河流系统的能量流动、物质循环等^[1-2]。近年来,随着社会的发展,同时兼顾经济建设与环境保护,正成为人们的共识。一般而言,隔流建筑物的修建会改变鱼类栖息地环境,如对鱼类活动产生不利影响,进而鱼类洄游或其他活动延迟或终止、鱼类通过坝体建筑物或水轮机时易受伤害等。这些影响可能导致鱼类种群遗传多样性丧失,经济鱼类品质退化,甚至直接导致某些溯河洄游鱼类种群灭绝。为保护鱼类资源、恢复河流生物多样性,对过鱼设施的研究和建设十分必要。

2 鱼道定义及结构分类

鱼道是供鱼类洄游通过水闸或大坝的人工水槽。鱼道中通常设有隔板将上下游水位差分为若干级,利用水垫、沿程摩阻及水流对冲、扩散来改善池内流态。按隔板过鱼孔的形状及位置,鱼道分为溢流堰式、淹没孔口式、竖缝式以及组合式等(图1)。

对溢流堰式鱼道,鱼类翻过堰顶上溯,此类鱼道水流平稳,适用于在水流表层活动和有跳跃习性的鱼类,国外早期使用较多,如英国的特鲁因姆鱼道及卡拉格鱼道。淹没孔口式鱼道主要依靠水流扩散来消能,孔

口布置在鱼道的中低层,适用于生活需要一定水深的中、大型鱼类^[3]。淹没孔口式通道孔口的直径视不同过鱼种类而异,如英国1954年修建的皮特罗基里鱼道,其潜孔直径为0.83 m,孔中流速为2.4 m/s。我国采用淹没孔口式鱼道的有江苏团结河闸鱼道、洋口北闸鱼道等,均为长方型孔口;为了控制适当的流速和流态,相邻隔板上的孔口采取交叉布置形式,取得了很好的效果。竖缝式鱼道水流消能效果比堰式和淹没孔口式更充分,且较能适应上下游水位变化,一般适用于大、中型鱼类,且常用于施工期和天然障碍处过鱼^[4]。国外对这类鱼道隔板作了较多的研究,其中以加拿大弗雷塞河上的鬼门峡鱼道最为著名^[5]。组合式鱼道是以上3种形式鱼道(溢流堰式、淹没孔口式及竖缝式)的组合,较好地综合了各种鱼道水力特性的优势,但结构较复杂,设计难度大。

3 国内外鱼道发展

鱼道这一概念最早出现在17世纪的西欧。原始的鱼道是在礁石、急滩等天然障碍中开凿过鱼的洄游线路。1662年法国贝阿尔恩省颁布法规,要求在堰坝上建造供鱼过坝的通道。1909年,比利时工程师丹尼尔设计了排列紧密的阻板和底坎鱼道,称为“丹尼尔型鱼道”。1913年,美国和加拿大共同建造了著名的赫尔斯门鱼道。1938年美国西部哥伦比亚河上建成

的帮维尔坝,拥有大规模现代的过鱼建筑物,也是世界上第一座带集鱼系统的过鱼建筑物。据不完全统计,至 20 世纪 60 年代初期,美国和加拿大有过鱼设施 200 座以上,西欧各国 100 座以上,前苏联 18 座以上,主要为鱼道。至 20 世纪末,鱼道数量明显上升,北美有近 400 个,日本则有 1 400 余个。目前,世界上最高、最长的鱼道分别是美国的北汉坝鱼道(提升高度 60 m,全长 2 700 m)和帕尔顿鱼道(提升高度 57.5 m,全长 4 800 m)。



(a) 溢流堰式鱼道



(b) 竖缝式鱼道



(c) 孔口和堰组合式鱼道

图 1 3 种典型的鱼道

国外鱼道一般针对鲑鱼和鳟鱼等具有较高经济价值的洄游性鱼类。这些鱼类通常生活在纬度较高的地区(如北美、北欧、俄罗斯、日本北部、我国东北的黑龙江和吉林两省的人海河流),在海水里生长,在淡水里产卵孵化。这些鱼类个体较大,逆流洄游克服流速的能力强,对复杂流态的适应性也较好^[6]。

国内鱼道过鱼对象一般为珍贵鱼类、鲤科鱼类和虾蟹幼苗。1958 年,富春江七里垅水电站规划开发时,首次涉及鱼道并进行了一系列的科学实验研究。1960 年,黑龙江兴凯湖新开流鱼道建成,初期运行效果较好,1962 年又建成了鲤鱼港鱼道。1966 年建成的江苏省斗龙岗鱼道,也取得很好的效果。至 20 世纪 80 年代,相继建成了 40 余座鱼道。

自葛洲坝水利枢纽建设增殖放流站解决中华鲟等珍稀鱼类的保护问题以来的 20 多年,我国对于鱼道的建设及研究进入了停滞期。尽管中华鲟人工繁殖取得了一定成效,但问题依旧存在。有关资料表明:葛洲坝 3 个船闸的下游是鱼类聚集最多的地方,说明鱼类上溯洄游的本能并未改变。

进入 21 世纪,我国水利水电资源开发逐步加快,天然渔业资源退化严重,甚至危及到国家级自然保护区珍稀特有鱼类。随着社会生态环境保护意识的加强,过鱼设施的研究和建设重新受到重视,一批过鱼设施已建成运行或正在建设之中。

4 鱼道研究现状

对鱼道的研究涉及洄游鱼类的游泳能力及适合鱼类上下行的鱼道结构形式。

4.1 鱼类游泳能力的研究

建设鱼道首先要确定其鱼类保护对象,并对它们的生态习性和游泳能力进行研究。我国内陆水域面积广阔,淡水鱼类资源丰富,有 709 种和 58 个亚种纯淡水鱼类,64 种洄游性淡水鱼类^[7-8]。典型洄游性鱼类主要有中华鲟、大麻哈鱼(鲑鱼)、刀鲚、鲥鱼、鳊鱼以及青、草、鲢、鳙四大家鱼等,其生态习性及其游泳能力见表 1(表中鳊鱼的游速为相对于水流的游速,其余均为鱼类的绝对速度)。

表 1 我国典型洄游鱼类生态习性及其游泳能力

名称	主要分布区域	活动水层	溯水能力	
			持久游泳速度/ (m·s ⁻¹)	爆发游泳速度/ (m·s ⁻¹)
中华鲟	长江流域	底层	1.0~1.2	1.5~2.5
大麻哈鱼	乌苏里江、黑龙江等	表层	1.3~1.4	5
刀鲚	长江下游	中下层	0.2~0.5	0.4~0.7
鲥鱼	长江流域	中下层	0.4~0.9	>1.0
青鱼	长江以南平原地区	中下层	0.6~1.0	1.3~1.5
草鱼	平原地区江河湖泊	中下层	>1.0	1.1~1.3
鲢鱼	全国各大水系	上层	0.9~1.0	1.2~1.9
鳙鱼	长江流域下游地区	中层	<0.8	1.2~1.9
鳊鱼	黄河、长江、岷江、珠江等	中层	溯水能力强,除去水流影响,游速可达 0.2~0.3m/s	

针对不同鱼道,近几十年来,国内外采用水工模型

试验、数值模拟、原型试验等方法对鱼道内水流的水力特性进行了研究,获得了适合鱼类上溯的水流条件,为鱼道的结构优化提供了科学依据。由于竖缝式鱼道结构简单,消能充分,且适应上下游水位变动的能力较强,对其开展的研究较多。

4.2 水工模型实验

1986年,加拿大Albert大学的N. Rajaratnam等人对7种形式的同侧竖缝式鱼道进行了模型试验研究。研究发现:无量纲流量 Q^* 与相对水深 h_0 之间存在线性关系, $Q^* = \frac{Q}{\sqrt{gsb_0^5}}$, $h_0 = \frac{y}{b_0}$,式中 s 为池室坡度, b_0 为竖缝宽度, y 为池室平均水深,并且池室内存在可供鱼类休息的回流区^[9]。

1992年,N. Rajaratnam等人在之前研究的基础上,又对11种型式的鱼道进行了更加深入的研究,并得出结论:当鱼道的长度与宽度分别为 $10b_0$ 和 $8b_0$ 时,池室内水流较有利于鱼类上溯^[10]。

1999年,S. Wu对坡度分别为5%、10%及20%的竖缝式鱼道进行了分析研究,提出了池室内单位体积水流消能率计算公式,并获得以下成果:当坡度为5%时,水流二维特征明显,主流两侧可形成占池室体积73%的回流区;当坡度为10%和20%时,水流三维特征明显,挡板附近可形成占池室体积38%的回流区;竖缝处的水流可粗略看做平面射流^[11]。

2004年,美国土木工程协会的Puertas对有、无墩头两种型式的竖缝式鱼道进行了模型试验研究,并对Rajaratnam的成果进行了验证,证实了无量纲流量与相对水深存在线性关系。他还指出在坡度一定的情况下,池室内任何一点的流速都是独立的,消能效果是鱼类成功上溯的重要因素^[12]。L. Pena对设有底坎的竖缝式鱼道进行了三维水流观测分析,分析了不同坎高及流量时池室内水流情况,发现:竖缝处的流量与水深呈线性关系,且与坎高成正比;流速的垂直分量远小于水平分量。但其在流态的发展中起到重要作用;竖缝平均流速基本恒定,且与流量和底坎无关^[13]。

2006年,Liu Minnan等利用ADV开展了实验研究,对坡度为5.06%和10.12%的竖缝式鱼道的水流和紊动结构进行了分析,发现两种坡度对应着两种不同的水流形态,每种形态又都可分为射流区和回流区,且主要紊动特征与平面射流差别较大^[14]。D. G. Sanagiotto利用ADV测试了竖缝式鱼道池室内流速、紊动动能及雷诺剪切力,发现水流可分为流速、紊动动能和雷诺剪切力均较大但紊动强度很小的主流区,和与其水力特性相反的休息区;池室内最大平均流速为

$\sqrt{2g\Delta h}$ ^[15]。孙双科对北京上庄新闸竖缝式鱼道进行了水工1:2.5比尺水工试验,试验结果表明,竖缝式鱼道仅设隔板无法获得理想的水流流态,而增设导板可能显著改善池室内水流流态^[16]。

2008年,Laurent Tarrade对同侧竖缝式鱼道进行了模型试验研究,测量了3个坡度、3个流量和4个池宽时鱼道内水流的水力特性。研究表明,长宽比较小的池室内存在弯曲的射流主流区,主流两侧存在大范围的回流区;长宽比较大时池室内主流得不到充分发展,最终撞击边墙;鱼道内流速与紊动随着坡度的增大而增大^[17]。董志勇通过对同侧、异侧竖缝式鱼道的研究,指出紧靠竖缝的断面流速呈正态分布,稍远处则呈壁面射流形态;横向流速分布几乎不随流量而变化;异侧竖缝式鱼道主流轨迹呈S形曲线^[18]。

2009年,R. W. Wang利用PIV观测鱼道瞬态流场,发现竖缝式鱼道池室内存在周期性变化的不稳定水流流态,且不稳定水流由高频波动和低频移动组成;另外,竖缝处水流紊动剧烈^[19]。

2010年,陆芳春对感潮河口溢流堰和潜孔口组合式鱼道的水力特性进行了水工模型试验。研究表明:长度固定的鱼道中,不同鱼类上溯的水头不同;对于同种鱼类,长度不同的鱼道满足其上溯要求的运行水头不同^[20]。R. W. Wang对同侧竖缝式鱼道进行研究,发现坡度和长宽比显著影响流量系数,并得出主流区与回流区的分界点^[21]。

2011年,刘志雄对异侧竖缝式鱼道的水力特性进行了模型试验,并得出结论:异侧竖缝式鱼道不同水深的平面流速主流曲线几乎重合,水流具有明显的二维特征;主流流速与竖缝平均流速的比值较稳定^[22]。吕海艳通过水工模型试验,得出结论:鱼道进口设施可直接影响过鱼效果,需设置诱鱼及拦鱼设施;鱼道出口须适应上游水位变化,并远离泄水建筑物进口^[23]。

2012年,郭维东利用ADV对同侧竖缝式鱼道水流的水力特性进行了研究,研究表明:同侧竖缝式鱼道主流曲线呈反S形;主流从竖缝进入池室后,流速先逐渐增大,至最大值后,开始减小,在接近下一池室竖缝时达到极小值;竖缝断面至上而下流速先增后减,最大流速靠近池底^[24]。

4.3 数值模拟

2002年,Fujihara Masayuki应用Godunov格式的二维浅水模型计算了2种同侧和1种异侧竖缝式鱼道水流的水力特性,研究表明:池室内最大流速出现在竖缝下游而不是在竖缝处;相同情况下,同侧竖缝式低流速区范围较异侧式更大^[25]。

2003年, Barton A. F 利用 Fluent 软件 RNG 紊流模型分析了同侧竖缝式鱼道内水流的水力特性,验证了 S. Wu 之前的物理模型试验结果^[26]。

2006年, S. Hermerl 采用 FENFLOSS 分析了溢流堰-竖缝组合鱼道的三维水流,指出该类型鱼道池室内回流区和主流区与单一的竖缝式鱼道内水力特性有明显差异^[27]。

2007年, L. Ceal 应用混合长度模型、 $k-\varepsilon$ 模型和代数应力模型对竖缝式鱼道水流的水力特性进行分析研究,并将计算数据与水工模型试验结果进行了比较,发现两者吻合较好^[28]。L. J. Alvarez - Vazquez 利用二维潜水模型,优化了竖缝式鱼道的结构^[29]。

2008年, Fujihara Masayuki 采用三维紊流模型及 VOF 自由水面处理方法分析溢流堰-潜孔组合式鱼道水力特性,结果表明三维的 VOF 模型能较好地模拟鱼道内三维水力特性^[30]。

2009年,徐体兵利用 Fluent 软件 RNG $k-\varepsilon$ 模型,对竖缝式鱼道内水流水力特性进行分析,研究了不同长宽比及不同隔板墩头布置形式对池室内水流结构的影响。研究表明:长宽比对竖缝式鱼道流态影响较大,当长宽比在 10:8 左右时,水流流态较好;隔板墩头对水流结构影响有限^[31]。

2010年,曹庆磊分别采用 RSM 模型和 $k-\varepsilon$ 模型对同侧竖缝式鱼道内水流流场进行三维数值模拟,指出 RSM 模型的计算结果与水工模型试验更为贴近^[32]。罗小凤利用 Fluent 软件模拟了竖缝式鱼道的二维流场。研究表明:不考虑边壁阻碍时,竖缝导角越大,主流衰减越迅速,且主流轨迹弯曲程度越大,更容易撞到边壁;导板长度对主流的扩散和衰减基本没有影响^[33]。

2012年,张国强利用 Fluent 软件 $k-\varepsilon$ 模型对不同 b/B (b 为竖缝宽度, B 为池室宽度) 值的竖缝式鱼道内流场进行了分析,并指出:当 b/B 为 0.1~0.25 时,主流区基本位于池室中央,两侧回流区大致对称,主流区流速沿程衰减显著,水流消能效果较好;竖缝宽度对竖缝处流速影响明显,过宽则横向流速过大,过窄则径向流速分布不均匀,竖缝宽度宜为池室宽的 0.15~0.20 倍^[34]。

5 我国鱼道建设中存在的问题

(1) 社会对鱼类保护意识淡漠,鱼道建设过程中往往只将其作为水利工程中的一个附属部分,未给予充分重视。

(2) 基础研究和资料累计匮乏。鱼道是用于保护鱼类的水工建筑物,但我国大多数鱼道的建设并未对

鱼类的生态习性进行深入研究,导致有些建成的鱼道不能完全满足鱼类的上溯要求。

(3) 管理不善,维修经费缺乏。以我国湖南洋塘鱼道为例,该鱼道建成于 1980 年 3 月,初期过鱼效果良好,但受洪水影响,致使鱼道淤塞、闸门锈蚀,加之经费不足,年久失修,从 1987 年起一直处于停用状态^[35];

(4) 对鱼类下行的研究鲜有涉及。我国现存鱼道往往只考虑鱼类过坝上溯,却并未涉及鱼类的下行,生态阻隔依旧存在,鱼道的研究任重道远。

6 我国鱼道建设研究展望

在今后较长时间内水利科技工作者和鱼类专家需要联合科研攻关,对鱼道开展如下研究:① 过鱼设施的建设及规划布局,包括对已建鱼道的改建和新建鱼道工程的布置;② 过坝鱼类的生理特性及其适宜的鱼道池室流态;③ 鱼道的科学运行及管理,鱼道内流量控制调节及有利于鱼类上溯的水库运行调度方式;④ 鱼类的下行通道及其相关问题,在一定程度上减轻生态阻隔影响。

参考文献:

- [1] 杨军严. 初探水利水电工程阻隔作用对水生生物资源及水生态环境影响与对策[J]. 西北水力发电, 2006, 4(22): 22-29.
- [2] 龙笛, 潘巍. 河流保护与生态修复[J]. 水利水电科技进展, 2006, 2(26): 21-26.
- [3] 罗小凤, 李嘉. 竖缝式鱼道结构及水力特性研究[J]. 长江科学院院报, 2010, 27(10): 50-54.
- [4] 南京水利科学研究所. 鱼道[M]. 北京: 电力工业出版社, 1982.
- [5] 王兴勇, 郭军. 国内外鱼道研究与建设[J]. 水利水电科学研究院学报, 2005, 3(3): 222-228.
- [6] 中村俊六. 日本现有鱼道设计参考资料的概况[J]. 水利渔业, 1990, (4): 15-19.
- [7] 涂志英, 袁喜, 韩京成, 等. 鱼类游泳能力研究进展[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(1): 59-64.
- [8] 张建江, 范翠红. 我国鱼类资源知多少[J]. 渔业致富指南, 2006, (1): 4.
- [9] Nallamuthu Rajaratnam, Gary Van der Vinne, Christos Katopodis. Hydraulics of vertical slot fishways[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1986, 112(10): 909-927.
- [10] N. Rajaratnam, C. Katopodis, S. Solanki. New designs for vertical slot fishways[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1992, 118(3): 402-414.
- [11] S. Wu, N. Rajaratnam, C. Katopodis. Structure of flow in vertical slot fishways[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1999, 125(4): 351-360.
- [12] Puertas J, Pena A, David L. Experimental approach to the hydraulics of vertical slot fishways[J]. Hydraulic Engineering, 2004, 130(1): 10-23.

- [13] L. Pena, L. Cea, Puertas, T. Teijeiro. An experimental study of velocity fields and flow patterns in aligned deep slot fishways[J]. River Flow, 2004, (2), 1359 - 1364.
- [14] Liu Minnan, N. Rajaratnam, Z. David, M. Zhu. Mean flow and turbulence structure in vertical slot fishways[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 132(8): 765 - 777.
- [15] D. G. Sanagiotto, J. Z. Coletti, G. Marquesm. Velocity and hydraulic turbulence on a vertical fishway[C]//Hydropower 2006 International Conference, 2006: 1056 - 1064.
- [16] 孙双科, 邓明玉, 李英勇. 北京市上庄新闻竖缝式鱼道的水力设计研究[C]//水电 2006 国际讨论会. 2006, 951 - 957.
- [17] L. Tarrade, A. Tixier, L. David, M. Larinier. Topologies and measurements of turbulent flow in vertical slot fishways[J]. Hydrobiologia. 2008, 609: 177 - 188.
- [18] 董志勇, 冯玉平, Alan Ewine. 同侧竖缝式鱼道水力特征及放鱼试验[J]. 水力发电学报, 2008, 27(6): 121 - 125.
- [19] Wang RW, D. Calluaud, G. Pineau, M. Larinier, A. Texier, D. David. Study of unsteady flow in a vertical slot fish pass[C]//33rd IAHR Biennial Congress: Water Engineering for a Sustainable Environment, Vancouver, Canada, 2009.
- [20] 陆芳春, 陆国鑫. 感潮河口鱼道水力特性实验研究[J]. 中国农村水利水电, 2010, (2): 117 - 120.
- [21] Wang R W, L. David, M. Larinier. 2010. Contribution of experimental fluid mechanics to the design of vertical slot fish passes[C]//Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem, [s. l.]: 396, 02.
- [22] 刘志雄, 刘东, 周赤. 异侧竖缝式鱼道水力特性研究[J]. 人民长江, 2011, 42(15): 66 - 68.
- [23] 吕海艳, 徐威, 叶茂. 鱼道水力学实验研究[J]. 水电站设计, 2011, 27(4): 102 - 109.
- [24] 郭维东, 孙磊, 高宇, 等. 同侧竖缝式鱼道水力特性研究[J]. 水电能源科学, 2012, 30(3): 81 - 83.
- [25] Fujihara Masayuki, Fukushima Tadao, Tachibana Kazuko. Numerical modeling of flows in vertical single - slot fishways[C]//13rd IAHR - APD Congress Advances in Hydraulics and Water Engineering Aug 6 - 8, Singapore, 2002: 1019 - 1024.
- [26] Barton A F, Keller R J. 2003. 3D free surface model for a vertical slot fishway[C]//X X X IAHR Congress. Vol. 2. ATh, Thessaloniki, Greece. 2003: 409 - 416.
- [27] S. Hermerl, M. Hegmeyer, B. Kohler. Explaining flow structure in a pool - type fishway fishway[J]. International Journal on Hydropower and Dams, 2006, 13(4): 74 - 81.
- [28] L. Ceal, L. Pena, J. Puertas, et al. Application of several depth - averaged turbulence models to simulate flow in vertical slot fishways[J]. Hydraulic Engineering, 2007, 133(2): 160 - 172.
- [29] L. J. Alvarez - Vazquez, A. Martinez, C. Rodriguez, et al. Optimal shape design for fishways in rivers[C]//Mathematics and Computers in Simulation, [s. l.]: 2007, (76): 218 - 222.
- [30] Fujihara Masayuki, Akimoto Mai, Izumi Mattashi. 3D flow simulation of an Ice - Harbor Fishway[C]//Proceedings of 16th IAHR - APD Congress and 3rd Symposium of IAHR - ISHS, Hohai University, Nanjing, China, 2008: 2241 - 2246.
- [31] 徐体兵, 孙双科. 竖缝式鱼道水流结构的数值模拟[J]. 水利学报, 2009, 40(11): 1386 - 1391.
- [32] 曹庆磊, 杨文俊, 陈辉. 同侧竖缝式鱼道水力特征的数值模拟[J]. 长江科学院院报, 2010, 27(10): 26 - 30.
- [33] 罗小凤, 李嘉. 竖缝式鱼道结构及水力特性研究[J]. 长江科学院院报, 2010, 27(10): 50 - 54.
- [34] 张国强, 孙双科. 竖缝宽度对竖缝式鱼道水流结构的影响[J]. 水力发电学报, 2012, 31(1): 151 - 156.
- [35] 郭坚, 芮建良. 以洋塘水闸鱼道为例浅议我国鱼道的有关问题[J]. 水力发电, 2010, 4(4): 8 - 11.

(编辑: 常汉生)

Construction and research progress of ecological fish - way of hydraulic structure

WANG Bei¹, YANG Wenjun², CHEN Hui²

(1. College of Water and Conservancy Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

Abstract: The construction of water conservancy project will inevitably influence the natural features of rivers and destroy the survival environment of fish. At present, the situation of paying attention to water resources exploitation, but ignoring fish protection is still existed in China. In order to promote the research and construction of fish - way in China, based on the built fish protection facilities, the research situation of fish - way of water conservancy project in China is analyzed and summarized from the aspects of fish swimming ability, hydraulic model test, numerical simulation and practical measuring. The existed problems in fish - way construction are discussed. On the basis of analysis, the direction of future fish - way construction and research are put forward.

Key words: water conservancy project; fish - way construction; model test; numerical simulation; research direction