

doi: 10.7541/2016.127

## 基于Matlab的鱼类游泳动力学分析

柯森繁<sup>1</sup> 高柱<sup>1</sup> 刘国勇<sup>1</sup> 王继保<sup>1</sup> 刘德富<sup>1,2</sup> 石小涛<sup>1</sup> 朱海峰<sup>1</sup> 林晨宇<sup>1</sup>

(1. 三峡大学, 三峡库区生态环境教育部工程研究中心, 宜昌 443002; 2. 湖北工业大学资源与环境学院, 武汉 430068)

**摘要:** 鱼类游泳动力学分析研究对解决鱼道等工程应用中水力学设计方面的关键问题有着重要的意义, 利用计算机技术对鱼类游泳动力学进行分析有助于研究目标鱼类的生理特性、游泳能力及其与水力环境因子的响应关系。基于MATLAB软件对我国特有鱼类鲢幼鱼进行游泳动力学分析, 借助鲢幼鱼游泳时的摆尾行为, 得到不同水流速度下鲢幼鱼的摆尾频率、摆尾幅度、游泳速度和加速度; 对比人工计数和手动跟踪分析方法, 从实际操作复杂程度和实验数据准确性的角度, 分析各数据采集方法的优劣性。结果表明基于Matlab软件采用跟踪鱼的身体中线的思路能更高效的获取大量的运动参数, 比如摆尾频率、摆尾幅度、游泳速度和加速度等指标。文章介绍了一种基于Matlab开发的鱼类游泳动力学分析方法, 有助于为以后鱼类游泳动力学研究提供依据。

**关键词:** 鱼类游泳行为; 摆尾行为; 游泳速度; 视频分析; 计算机科学

**中图分类号:** Q142.8      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3207(2016)05-0985-07

水利工程的建设及运行对社会的发展做出了巨大贡献, 但同时也给生态环境造成了不可避免的影响。就鱼类而言, 大坝等拦河建筑物阻断了鱼类的洄游通道, 导致鱼类资源大幅度减少。水电工程背景下的鱼类行为学研究重要性日益凸显。结合水工建筑物如鱼道的水力学设计特征, 利用计算机软件对鱼类行为进行分析, 找到鱼类行为与水力因子的响应关系, 是解决鱼道等工程应用中水力学设计方面的关键节点。胡运燊等<sup>[1]</sup>利用FishXing软件对鲢幼鱼通过水流速度障碍进行模拟; Sanagiotto等<sup>[2]</sup>采用ADV对鱼道的流场、紊动能的等值线图、紊动强度、雷诺应力的试验结果进行分析, 得出流场特性研究有助于分析不同紊动强度对鱼类的生物学响应。Goettel等<sup>[3]</sup>通过在一个宽浅的水槽中增减壁面处障碍物的厚度, 来改变水槽中的水流流态, 将不同的水流因子分布场与视频录像中的鱼类轨迹叠加, 讨论了鱼类对水流因子的行为响应。在各项研究中, 鱼类游泳动力学参数是重要的基础

数据。

鱼类游泳时的摆尾频率和幅度是鱼类游泳动力学分析中的重要指标。针对摆尾频率和摆尾幅度的计算目前主要采用的方法包括视频软件分析, 跟踪定位以及人工计数等方法<sup>[4, 5]</sup>。不同方法各有利弊, 其中通过计算机软件进行视频分析是一种较高效的方法, 在动物行为学研究中发挥着重要的作用。但是目前的行为学软件暂不能高效获取鱼类行为学指标, 尤其是摆尾频率和摆尾幅度。例如LoggerPro, Swistrack行为学软件。因此行为学分析方法还需进一步探究。基于Matlab条件下的鱼类游泳动力学身体跟踪程序(简称Fish Trajectory), 主要采用跟踪鱼的身体中线的思路, 高效获取鱼类在游泳过程中的摆尾频率、摆尾幅度、速度和加速度等数据。本文借助鲢幼鱼游泳时的摆尾行为, 拟比较Fish Trajectory与其他几种方法在分析摆尾频率、摆尾幅度、游泳速度和加速度时的优劣性。

**收稿日期:** 2015-10-19; **修订日期:** 2016-03-05

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(51409151, 51579136, 51179096); 水利部公益性行业科研专项(201201030); 水利部工程生态效应与生态修复重点实验室开放基金项目(2013002); 三峡库区生态环境教育部工程研究中心开放基金项目(KF2013-03)资助 [Supported by the National Natural Science Foundation of China (51409151, 51579136, 511790-96); Non-profit Industry Financial Program of MWR (201201030); Ecological Effects of Water Engineering of Ministry of Water Resources and Ecological Restoration Laboratory Fund Project (2013002); Fund Project of Engineering Research Center of Eco-environment in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education (KF2013-03)]

**作者简介:** 柯森繁(1992—), 男, 湖北黄梅人; 硕士研究生; 主要从事生态水利及鱼类行为学方面研究。E-mail: 574048802@qq.com

**通信作者:** 石小涛(1981—), 男, 湖北红安人; 博士; 主要从事鱼类过坝技术研究。E-mail: sxtshanghai@163.com

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料及暂养

试验用的白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)均由湖北宜都渔场提供。试验用鱼通过充氧水包运至三峡大学生态水工实验室,暂养3d后进行试验。暂养期间水温控制在 $(20.0\pm 1.0)^{\circ}\text{C}$ , 24h持续充氧。每2天换暂养水的30%, 每天吸粪便、残渣1次, 正式试验前禁食24h, 试验水温 $(20.0\pm 2.0)^{\circ}\text{C}$ 。溶解氧保持在 $6.0\text{ mg/L}$ 左右。

### 1.2 试验方法

实验使用的是长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $111\text{ cm}\times 22\text{ cm}\times 22\text{ cm}$ 的封闭水槽。试验鱼选择鲢幼鱼叉长为 $(9.2\pm 0.8)\text{ cm}$ 。将试验鱼放置试验水槽适应区, 适应30min后进行试验。试验分三组, 分别在水流速度为 $19.13$ 、 $32.18$ 和 $45.97\text{ cm/s}$ 进行试验, 每组十条, 每一条鱼录制视频2h, 白天采用自然光, 晚上使用红外光。试验装置的顶部放置红外摄像头记录试验鱼的游泳行为。摄像头采用的是型号为HB771S的汉邦高科高清红外枪型网络摄像机, 它能根据需要调整摄像机的帧率, 从而更好的观察鱼的游泳行为。试验装置如图1所示。试验进行过程中, 用遮光布将试验水槽四周围住, 避免外界光的干扰; 禁止在试验水槽周围活动, 避免声音的干扰。使用摄像头进行录像, 每条鱼选择5个1min视频片段, 分别采用人工计数、手动跟踪、视频跟踪和Fish Trajectory程序方法采集鲢幼鱼游泳过程中的速度、加速度、摆尾频率和振幅, 并比较各数据采集方法的优劣性。人工计数方法是将拍摄的实验视频导入到专业的视频播放软件中, 通过逐帧图像回放, 对目标鱼类进行人眼观察计数, 获得鱼游泳动力学数据; 手动跟踪是将拍摄的实验视频导入到手动跟踪分析软件中, 再进行实验参数的设置, 在实验视频中建立起坐标系, 通过连续手动点击, 跟踪鱼尾的运动轨迹, 建立参考坐标系, 对鱼类游泳动力学数据进行收集; 视频跟踪是将载入的视频通过视频跟踪软件进行分析解码, 用背景图对比视频画面, 剪掉静止不变的背景画面, 标出运动的物体, 通过像素点的移动, 获取运动物体的轨迹来采集数据; Fish Trajectory程序是基于Matlab软件平台专门开发的一个观察动物运动行为的程序包, 能够在MATLAB软件平台上针对鱼类身体中线进行自动跟踪, 描绘出运动物体如鱼类身体中线的运动轨迹, 再通过程序计算获取游泳动力学数据, 从而实现鱼类行为测试(图2)。通过输入校正值、头部、尾部参数和中线平滑值, 由系统内部的MATLAB运算工具进行运算处

理, 将结果以列表和图形的形式输出, 分别能得到鱼的运动学数据, 如头部和尾部运动轨迹、速度、加速度和鱼的身体中线跟踪轨迹图等。

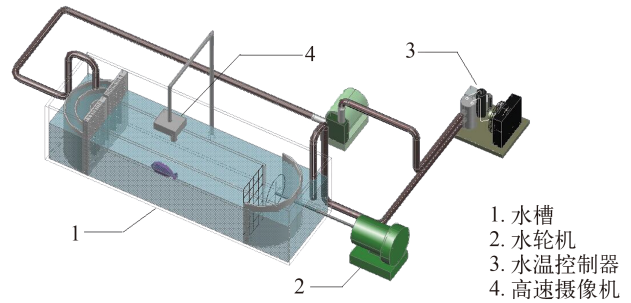


图1 试验装置图

Fig. 1 Schematic of the experimental setup

用Fish Trajectory程序进行分析的时候, 首先需对视频的挑选有一定要求, 视频比较模糊会使得到鱼类摆尾数据产生很多非正常值。因此在挑选视频时, 尽量选取清晰度较高视频。试验记录水流速度 $(\text{cm/s})$ 、体长 $(\text{BL})$ 、摆尾频率 $(\text{Hz})$ 、摆尾幅度 $(\text{cm})$ 、游泳速度 $(\text{cm/s})$ 和加速度 $(\text{cm/s}^2)$ 。摆尾频率指的是1s内鱼摆尾的次数, 鱼尾摆到最高点开始到下一次摆到最高点计为一次。摆尾幅度指的是鱼尾侧向摆动的振幅。为了比较各种方法的优劣, 引入效率值指标。根据实际操作复杂程度和操作经验, 对不同的分析方法, 以分析视频所用时间占总时间的百分比和实验数据的准确性作为标准进行打分, 满分100分。

### 1.3 数据分析

实验数据采用SPSS 18.0进行分析, 统计值用平均数 $\pm$ 标准差 $(\text{Mean}\pm\text{SD})$ 描述, 用Oneway-ANOVA分析差异性。

## 2 结果

在不同水流速度下, 通过对鱼类摆尾频率和摆尾幅度的数据分析表明, 视频处理方法对试验结果有显著影响。鲢的摆尾频率在应用人工计数、手动跟踪和Fish Trajectory分析过程中, 未产生显著性差异 $(P>0.05)$ , 表1), 鲢的摆尾幅度在应用人工计数分析时与手动跟踪和Fish Trajectory分析比较差异较大 $(P<0.05)$ , 表1), 运用手动跟踪软件能准确地描述出鱼类摆尾随着时间的变化趋势(图3), 而Fish Trajectory程序通过一步步的操作, 最终可以将鱼尾部、头部的轨迹甚至是身体中线的变化等都表示出来(图4—6), 通过数据的计算和分析得到鱼的摆尾频率和摆尾幅度。

从效率值的比较表明, Fish Trajectory程序在分

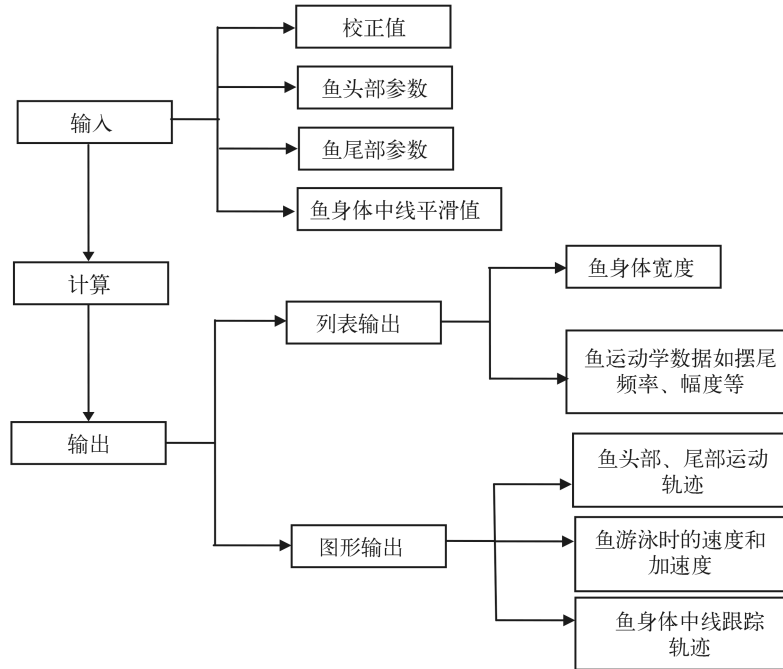


图 2 Fish Trajectory技术路线

Fig. 2 Flow chart of Fish Trajectory technical route

表 1 鲢幼鱼游泳时的摆尾行为

Tab. 1 The tail-beat behaviour of fish swimming

分析方法 Method	水流速度Flow velocity (cm/s)					
	19.13		32.18		45.97	
	摆尾频率 Tail beat frequency (Hz)	摆尾振幅Tail amplitude (cm)	摆尾频率 Tail beat frequency (Hz)	摆尾振幅Tail amplitude (cm)	摆尾频率 Tail beat frequency (Hz)	摆尾振幅Tail amplitude (cm)
人工计数	3.93±0.41 <sup>a</sup>	0.95±0.06 <sup>b</sup>	4.92±0.67 <sup>a</sup>	0.97±0.06 <sup>b</sup>	6.17±0.41 <sup>a</sup>	0.96±0.07 <sup>b</sup>
手动跟踪	3.96±0.41 <sup>a</sup>	0.83±0.04 <sup>a</sup>	4.95±0.40 <sup>a</sup>	0.83±0.08 <sup>a</sup>	6.23±0.54 <sup>a</sup>	0.83±0.05 <sup>a</sup>
视频跟踪	0	0	0	0	0	0
Fish Trajectory	3.95±0.43 <sup>a</sup>	0.82±0.15 <sup>a</sup>	4.94±0.67 <sup>a</sup>	0.89±0.15 <sup>a</sup>	6.24±0.55 <sup>a</sup>	0.78±0.11 <sup>a</sup>

注: 同一列不同上标字母表示存在显著差异( $P \leq 0.05$ ); 下同

Note: Different superscripts indicate mean significant difference in the same column at level of  $P \leq 0.05$ ; the same applies below

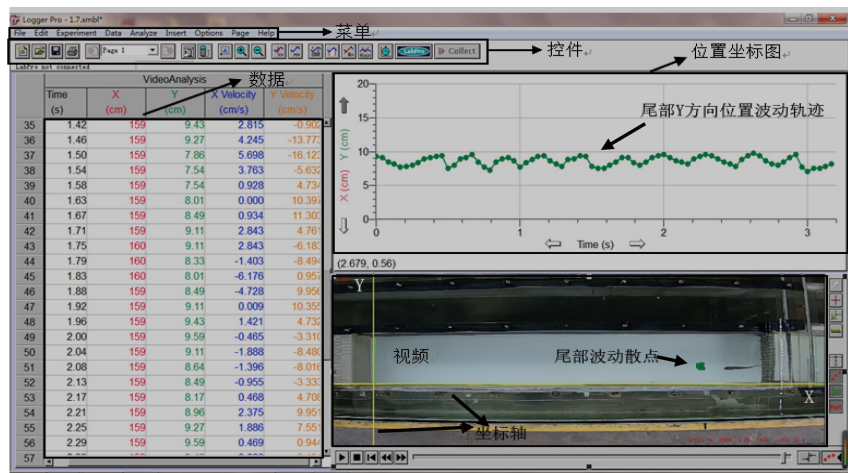


图 3 手动跟踪软件记录鱼游泳时摆尾轨迹示意图

Fig. 3 Illustration of fish swimming route by manual tracking software

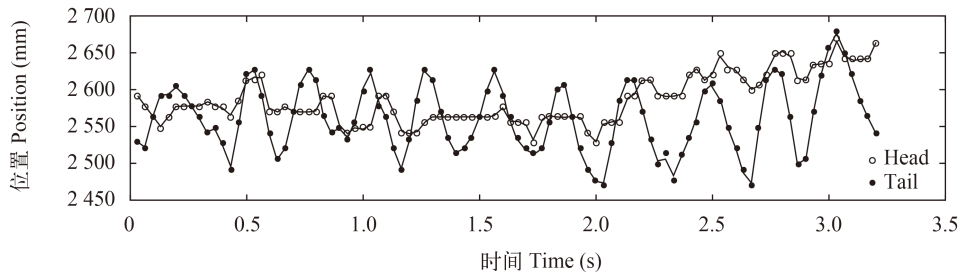


图4 Fish Trajectory程序分析鱼游泳时头部和尾部轨迹示意图

Fig. 4 Illustration of head and tail when fish swimming by Fish Trajectory program



图5 运用Fish Trajectory程序定点跟踪分析鱼类身体中线

Fig. 5 The finite-precision trace analysis of fish midline by Fish Trajectory program

析鱼类游泳时的摆尾行为方面表现出很好的效果。水流速度与摆尾频率和摆尾幅度关系图表明,随着水流速度的增加摆尾频率呈现增大的趋势但摆尾幅度变化不大(图6)。

不同水流速度下,通过对鱼类速度和加速度的数据分析表明,鲢在顶流加速的过程中,应用手动跟踪和Fish Trajectory分析时未产生显著差异性( $P>0.05$ ,表2),而应用人工计数和视频跟踪各项值均为零。

从效率值的比较表明,Fish Trajectory程序在分析鲢幼鱼时的加速行为仍然表现出很好的效果。

### 3 讨论

近年来,鱼类行为学研究在各种高科技的软件支持下取得了巨大的发展,特别是对鱼类游泳时相关运动学和水力学数据的采集,涌现出了多种前沿技术。如利用DIDSON双频识别声呐技术来追踪鱼的轨迹,通过数字化粒子成像技术(DPIV)可以分析

鱼的摆尾对流场的干扰作用<sup>[6,7]</sup>。但是,上述各种技术对成本的要求较高,而且操作难度比较大,不易广泛推广。因此,有必要寻找成本较低,操作简单且便于广泛推广的技术。目前,通过鱼类的视频分析,提取鱼类轨迹,并分析其运动学指标的方法有效的推动了鱼类行为学的研究。如石小涛等<sup>[8]</sup>运用免费的计算机软件Swis Track分析鲢幼鱼游泳行为,徐盼麟等<sup>[9]</sup>基于单摄像机视频对鱼类进行三维自动跟踪,杜秋菊等<sup>[10]</sup>2014年建立了一个鱼类行为在线预警系统,通过计算机视觉方法提取活鱼运动轨迹并计算活鱼的游泳速度及位置方面来表征活鱼对水环境变化产生的行为的改变,2010年Butail等<sup>[11]</sup>用椭球体来模拟活鱼,并用曲率参数化的形式来表征鱼体形状的变化,用曲率作为活鱼游泳转弯的参考参数。但是,鱼类行为学研究技术仍没有得到广泛应用,主要原因就是成本比较高,操作难度大。

本文将Fish Trajectory程序灵活应用于鱼类研

究,获得了很好的鱼类行为学数据。与人工视频处理方法、手动跟踪方法相比较, Fish Trajectory具有高效、指标量多的特点。鲢的摆尾幅度在应用人工计数分析时与其他分析方法相比差异性显著,主要原因是在进行人工计数分析时,只能通过肉眼去观察摆动的幅度,误差较大。采用视频跟踪所得到的摆尾频率和摆尾幅度均为零,主要原因是光与水面有反射现象,不能正确识别像素变化是运动物体还是反射现象,从而无法计算摆尾频率和摆尾幅度。应用人工计数和视频跟踪分析鲢在顶流加速过程中速度时,各项值为零,主要原因是人工计数

无法用肉眼来观察鱼的游泳速度和加速度,而视频跟踪则是由于不能正确识别像素变化是由于运动物体还是由于反射现象而不能获取正确值。因此 Fish Trajectory轨迹分析方法在分析鱼类游泳动力学中,优于人工计数、手动跟踪和视频跟踪等方法,克服了人工视频处理和手动跟踪方法的复杂性和单一性。同时 Fish Trajectory轨迹分析方法在应用中也有一些不足,比如当水面出现振动和波纹时, Fish Trajectory程序分析方法对数据的分析将会产生误差,需要特别注意。

鱼类在游泳过程中的动力学行为是反应鱼类

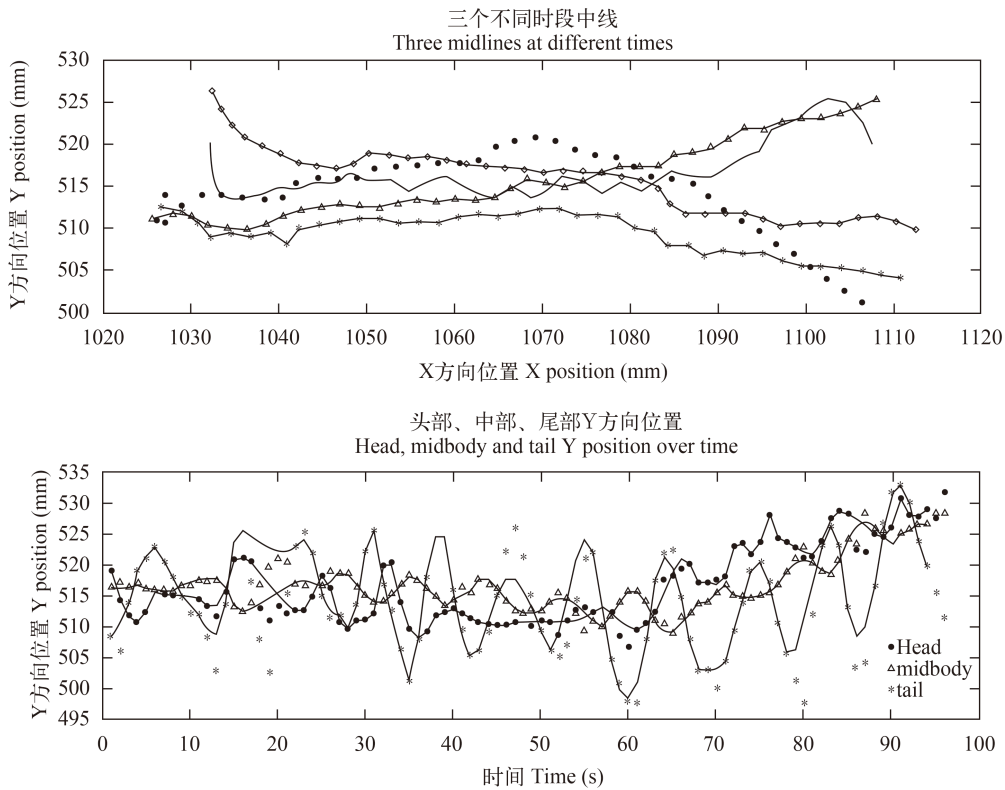


图 6 Fish Trajectory程序分析鱼游泳时不同时刻身体中线的位置和头部、尾部、身体中线的轨迹示意图

Fig. 6 Illustration of midlines at different times and Head, midbody and tail position over time when fish swimming by Fish Trajectory program

表 2 鲢幼鱼游泳时的逆流加速行为

Tab. 2 The acceleration behaviour of fish swimming

分析方法 Method	水流速度Flow velocity (cm/s)						效率值 Efficiency	效果 Effect
	19.13		32.18		45.97			
	游泳速度 Swimming speed (cm/s)	绝对加速度 Absolute acceleration (cm/s <sup>2</sup> )	游泳速度 Swimming speed (cm/s)	绝对加速度 Absolute acceleration (cm/s <sup>2</sup> )	游泳速度 Swimming speed (cm/s)	绝对加速度 Absolute acceleration (cm/s <sup>2</sup> )		
人工计数	0	0	0	0	0	0	0	很差
手动跟踪	7.70±5.48 <sup>a</sup>	28.69±16.46 <sup>a</sup>	20.02±3.16 <sup>a</sup>	57.00±24.95 <sup>a</sup>	17.37±10.95 <sup>a</sup>	76.15±58.45 <sup>a</sup>	60	一般
视频跟踪	0	0	0	0	0	0	0	很差
Fish Trajectory	7.60±3.48 <sup>a</sup>	28.32±15.53 <sup>a</sup>	20.26±2.14 <sup>a</sup>	57.33±25.01 <sup>a</sup>	17.23±10.80 <sup>a</sup>	76.75±58.55 <sup>a</sup>	95	好

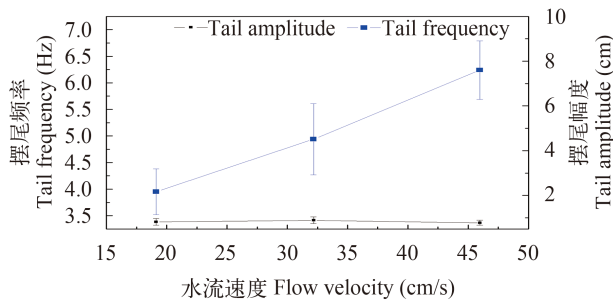


图7 水流速度与摆尾频率、摆尾振幅的关系

Fig. 7 The relationship of flow velocity, tail-beat frequency and amplitude

应对不同水流条件的一种重要特征。在各种鱼类游泳行为中,分析鱼类尾部的运动受到国内外广泛关注,在研究鱼类游泳动力学中发挥着重要的作用。鱼通过持续的摆尾,来保持身体的平衡,也能通过摆尾产生向前的推力,提供动力来源。不同鱼的身体形态,会产生不同的摆尾形式和推进形式。如鳗行式鱼类,身体非常灵活,从头到尾振幅一致;鳃行式鱼类,尾部近似片状,有较明显的波状振幅<sup>[12]</sup>。VIDELER<sup>[13]</sup>在1981年通过人工手动跟踪方法分析了鱼的暴发滑行式游泳,得到在爆发阶段的摆尾幅度比平稳游泳时大很多,这也解释了暴发滑行式的游泳需要通过大的摆幅,才能获得更多的能量,产生大的推力,使鱼能顺利地向前游。Liao<sup>[14]</sup>在2007年通过视频跟踪方法分析了鱼在卡门漩涡中的运动情况,结果发现当水流速度增大时,摆尾频率会加快;当流场中存在卡门漩涡时,鱼会根据自身的调整,从漩涡中吸收能量,减小摆尾频率。张沙龙等<sup>[15]</sup>在长丝裂腹鱼的游泳能力和游泳行为研究中得到当游泳速度增加时摆尾频率呈现线性增长,但摆尾幅度的变化不显著,这与本文得到的结论基本一致。本文用到的Fish Trajectory轨迹分析方法相比上述研究获取数据的方法能够更加高效的获取摆尾频率和幅度,将在以后的鱼类游泳动力学研究中发挥重要作用。

本文基于Matlab开发的鱼类游泳动力学分析方法能高效获取鱼的游泳动力学指标,比如鱼的摆尾频率、摆尾幅度、速度、加速度和身体中线的移动,将有助于为以后鱼类游泳动力学研究提供依据。

#### 致谢:

Eric D. Tytell教授对Fish Trajectory程序提供了共享平台,对实验数据处理给予了帮助。

#### 参考文献:

[1] Hu Y S, Shi X T, Chen Q W, *et al.* The simulation of sil-

ver carp crossing through velocity barriers [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, **35**(8): 2652—2658 [胡运桑, 石小涛, 陈求稳, 等. 鲢幼鱼通过水流速度障碍的模拟. 生态学报, 2015, **35**(8): 2652—2658]

- [2] Sanagiotto D G, Coletti J Z, Marques M G. Velocity and Hydraulic Turbulence on a Vertical Slot Fishway [A]. China Society for Hydropower Engineering. Hydropower 2006 International Symposium Book [C]. 2006 [Sanagiotto D G, Coletti J Z, Marques M G. 竖缝式鱼道流速和水力紊动特性研究. 中国水力发电工程学会. 水电2006国际研讨会论文集. 2006]
- [3] Goettel M T, Atkinson J F, Bennett S J. Behavior of western blacknose dace in a turbulence modified flow field [J]. *Ecological Engineering*, 2015, **74**: 230—240
- [4] Castro-Santos T, Haro A. Fish Guidance and Passage at Barriers. In: Fish Locomotion: An Eco-ethological Perspective [M]. Science Publishers. 2010, 62—89
- [5] Loher T. Homing and summer feeding site fidelity of Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) in the Gulf of Alaska, established using satellite-transmitting archival tags [J]. *Fisheries Research*, 2008, **92**(1): 63—66
- [6] Boswell K M, Wilson M P, Cowan J H, *et al.* A semiautomated approach to estimating fish size, abundance, and behavior from dual-frequency identification sonar (DIDSON) data [J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2008, **28**(3): 799—807
- [7] Müller U K, Stamhuis E J, Videler J J. Hydrodynamics of unsteady fish swimming and the effects of body size: Comparing the flow fields of fish larvae and adults [J]. *The Journal of Experimental Biology*, 2000, **203**(2): 193—206
- [8] Shi X T, Hu Y S, Wang B, *et al.* Using free software Swistrack to learn swimming behavior of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2014, **38**(3): 588—591 [石小涛, 胡运桑, 王博, 等. 运用免费计算机软件Swis Track分析鲢幼鱼游泳行为. 水生生物学报, 2014, **38**(3): 588—591]
- [9] Xu P L, Han J, Tong J F. Preliminary studies on an automated 3D fish tracking method based on single video camera [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2012, **36**(4): 623—628 [徐盼麟, 韩军, 童剑锋. 基于单摄像机视频的鱼类三维自动跟踪方法初探. 水产学报, 2012, **36**(4): 623—628]
- [10] Du Q J. The Research of on-line biological early warning technique for water quality based on fish tracking and behavior analysis [D]. Thesis for Master's Degree of Science. Ningbo University, Zhejiang. 2014 [杜秋菊. 基于鱼群跟踪和行为分析的在线生物水质预警技术研究. 硕士学位论文, 宁波大学, 浙江. 2014]
- [11] Butail S, Paley D A. 3D reconstruction of fish schooling kinematics from underwater video [A]. 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation Anchorage Convention District [C]. 2010

- [12] Bing G T, Li X Z, Jian Y C. Hydrodynamic analysis of fish propulsion performance and its morphological adaptation [J]. *Hydrodynamics of Fish Swimming*, 1993, **18**(3—4): 719—728
- [13] Videler J J. Swimming movements, body structure and propulsion in cod *Gadus morhua* [J]. *Symposia of the Zoological Society of London*, 1981, **48**: 1—27
- [14] Liao J C. A review of fish swimming mechanics and behaviour in altered flows [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2007, **362**: 1973—1993
- [15] Zhang S L, Hou Y Q, Wang L T, et al. Swimming performance and swimming behavior of *Schizothorax dolichonema* Herzenstein [J]. *Freshwater Fisheries*, 2014, **44**(5): 32—37 [张沙龙, 侯轶群, 王龙涛, 等. 长丝裂腹鱼的游泳能力和游泳行为研究. 淡水渔业, 2014, **44**(5): 32—37]

## THE ANALYSIS OF FISH SWIMMING DYNAMICS BASED ON THE MATLAB

KE Sen-Fan<sup>1</sup>, GAO Zhu<sup>1</sup>, LIU Guo-Yong<sup>1</sup>, WANG Ji-Bao<sup>1</sup>, LIU De-Fu<sup>1,2</sup>,  
SHI Xiao-Tao<sup>1</sup>, ZHU Hai-Feng<sup>1</sup> and LIN Chen-Yu<sup>1</sup>

(1. *Engineering Research Center of Eco-environment in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, China Three Gorges University, Yichang 443002, China*; 2. *College of Resources and Environmental Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China*)

**Abstract:** The analysis of fish swimming dynamics is of great significance to solve key hydraulic problems in engineering application such as fishway design. Using computer technology to analyze fish swimming dynamics benefits the understanding of the physiological characteristics and swimming ability of fish and its relation to the hydraulic factors. This study analyzed the swimming dynamics of silver carp using MATLAB, with emphasis on the tail-beat. The indicators included tail-beat frequency, tail-beat amplitude, swimming speed and acceleration. Compared to manual counting and manual tracking analysis method in the perspective of actual operation complexity and accuracy on the experimental data, the method of matlab on tracking fish body center line got data more effectively in accuracy and speed by analyzing the pros and cons of each method. Thus, a method of analyzing fish swimming kinetics based on Matlab will provide a powerful technique for future researchers.

**Key words:** Fish swimming; Tail-beat; Speed; Video analysis; Computer science