

翘嘴鲌的资源现状和生物学特征综述

黄艳飞, 段国旗, 彭林平 (湖南文理学院生命与环境科学学院, 湖南省水产高效健康生产协同创新中心, 湖南常德 415000)

摘要 翘嘴鲌(*Culter alburnus*)是我国重要的大型经济鱼类,对于维持水体生态平衡具有重要作用。长江中下游是翘嘴鲌的主要分布区,湖泊和水库是其最佳栖息地。目前湖泊种群资源已显著下降,但在大坝形成的水库中种群呈现增长趋势,但缺少对生物学特征的了解。对翘嘴鲌的分布、资源现状、生长特性的时空差异、繁殖特征和早期发育等进行了综述。

关键词 翘嘴鲌;资源现状;种群结构;繁殖特征

中图分类号 S917.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)19-0010-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.19.004



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Reviews on the Resource Status and Biological Characteristics of *Culter alburnus*

HUANG Yan-fei, DUAN Guo-qi, PENG Lin-ping (Collaborative Innovation Center of the Aquatic Efficient Health Production in Hunan Province, College of Life and Environmental Sciences, Hunan University of Arts and Science, Changde, Hunan 415000)

Abstract *Culter alburnus* is an important economical large-size fish species in China, and plays an important role in maintaining the ecological balance of water bodies. *C. alburnus* is the dominant species in the middle and lower reaches of the Yangtze River, and prefers the lotic habitats in lakes and reservoirs. Fishery resources have significantly declined in lakes and rivers nowadays, but the populations in the reservoirs impounded by the dams has showed the increasing trend, but we are lack of the knowledge about the biological characteristics of *C. alburnus*. This paper reviewed the distribution, resources status, the temporal and spatial differences of growth characteristics, reproductive characteristics and early development of *C. alburnus*.

Key words *Culter alburnus*; Resource status; Population structure; Reproductive characteristics

翘嘴鲌(*Culter alburnus*)隶属鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)鲌亚科(Cultrinae)鲌属,是我国重要的经济鱼类,在我国淡水捕捞渔业中占有重要的地位^[1]。翘嘴鲌肉质鲜美,营养丰富,具有较高的经济价值,是兴凯湖、太湖、丹江口水库等水体重要的名贵经济鱼类;此外,翘嘴鲌是大型肉食性鱼类,能摄食水体中的小型鱼类,控制其种群的发展,减轻小型鱼类对水体浮游生物的压力,在水生态系统中具有重要的作用^[2-3]。翘嘴鲌分布广,适应能力强,在我国各大水系的支流、干流和湖泊都有分布,可生活在急流、缓水和静水生境^[4]。受到不同纬度地区和不同生境环境因子的影响,翘嘴鲌可能会演化不同的生活史特征。由于过度捕捞、环境污染等因素导致的各水系野生翘嘴鲌资源下降,生物学特征同时也改变。笔者对不同纬度地区、不同生境、不同历史时期翘嘴鲌的生活史特征进行了比较,旨在揭示翘嘴鲌的资源现状和适应机制,并提出将来的研究方向。

1 翘嘴鲌的分布和资源现状

翘嘴鲌在我国分布范围广,从台湾、珠江、长江、黄河、淮河一直到黑龙江等各大水系都有分布。翘嘴鲌主要盛产于我国中部地区的长江干流、支流和附属湖泊,是长江干流下游和附属湖泊的优势种,在长江下游、巢湖、鄱阳湖、洞庭湖支流,翘嘴鲌的相对重要性指数位居所有种类的前10位^[5]。同时,翘嘴鲌也是黑龙江兴凯湖渔业的主要捕捞对象,历史上占总渔获量的比例高达90%^[6]。在淮河、黄河水系的一些河流和水库,翘嘴鲌是当地的重要经济鱼类^[7]。在

南部地区(如珠江水系),翘嘴鲌是常见种或偶见种,资源量占总渔获量的比例较低^[8]。翘嘴鲌属于湖泊定居性鱼类,位于水域的中上层,缓水和静水水体是其适宜生境,是湖泊、水库和河口区水域的优势种,种群数量大;翘嘴鲌是河流干流和支流的常见种或偶见种鱼类,种群较小^[1]。这主要是因为敞水性区域更适合翘嘴鲌捕食,并具有更多饵料资源。

自20世纪80年代以来,翘嘴鲌种群衰退严重,资源量明显下降,种群低龄化、小型化。其中,天然湖泊和河流中翘嘴鲌的资源量下降最严重。在兴凯湖,翘嘴鲌产量由1975年的1046 t下降到2011年的58 t,占总渔获量的比例由80%下降到11.8%^[3,6];在巢湖,翘嘴鲌的资源量虽然波动不大,但湖鲚、银鱼的产量持续增加,导致渔业总产量上升了2.5倍,翘嘴鲌产量占总渔获量的比例由20世纪的26.6%下降到现在的不到10%^[9];在湖泊洞庭湖、鄱阳湖、太湖、淀山湖和水库丹江口、福建山美水库等,翘嘴鲌资源量显著下降^[4,10-14];在长江中下游及其支流(如汉江、沅水、资江、澧水等),翘嘴鲌资源量也呈下降趋势,汉江中游翘嘴鲌产量占总渔获物量的比例从1976年的2.42%下降到2003年的1.1%^[15-16]。随着资源量的下降,兴凯湖、洞庭湖及其支流、鄱阳湖、山美水库等河流和湖泊的翘嘴鲌呈现严重的小型化、低龄化现象,1~3龄个体构成了渔获物的主要部分,个体生长速度减慢,种群的平均体长和体重都有所下降^[5,10-11,17-19]。

与天然湖泊与河流的翘嘴鲌资源量下降相反,在由水利工程建设形成的大坝水库翘嘴鲌的种群呈增长趋势或者以新增物种的形式进入^[20]。由于三峡大坝的蓄水带来丰富的营养物质,库区的饵料资源增加,促进种群的增长,翘嘴鲌成为三峡库区不同支流的优势种类。比如,翘嘴鲌在三峡大坝建立以后进入香溪河,目前已成为优势种^[20]。在洞庭湖支

基金项目 湖南文理学院博士科研启动项目(17BSQD22);国家级大学生创新训练项目(201810549009)。

作者简介 黄艳飞(1981—),女,广西河池人,讲师,博士,从事鱼类生态学研究。

收稿日期 2019-05-08

流沅水最大的大坝五强溪形成的水库中,翘嘴鲌的资源量呈上升趋势,库区的资源量大于大坝下干流的资源量^[18];在河北的黄壁庄水库,翘嘴鲌是 2010 年以后水库的新种类之一^[21]。

由此可见,翘嘴鲌虽然是广布种,但主要分布于我国中部地区的长江水系,是湖泊、水库等缓静水生境的优势种。天然湖泊内翘嘴鲌种群已经严重衰退,河流的翘嘴鲌也呈下降趋势,在由水利工程建设形成的水库翘嘴鲌的种群数量呈上升趋势。这可能是因为大坝拦截的营养物质留在库区,导致库区饵料资源增长,再加上库区水位加深,水流变缓,很适合翘嘴鲌的索饵和生长,促进了种群的增长。

2 翘嘴鲌生长特性的时空差异

鱼类的体长和体重在整个生活史经历 3 个生长阶段,即生长迅速阶段、生长稳定阶段和生长衰老阶段^[22]。鱼类的生长过程通常用体长与年龄、体重与年龄形成的生长曲线来表示,生长速度的变化导致生长曲线出现一个拐点,通常生长率在拐点前迅速增加,在拐点处达到最大值,此后下降^[23]。鱼类的生长受到环境条件水温、饵料丰度等的影响,会随着纬度、生境、时代而发生改变,生长拐点也会随之而变^[20]。翘嘴鲌体长和年龄的曲线光滑,不具拐点,性成熟之前体长生长迅速,此后缓慢下来,生长迅速阶段随着不同的水体而改变。翘嘴鲌在锦江、太湖的生长迅速期是 2 龄以前,在澄湖、八汊水库是 3 龄以前,在兴凯湖、鲇鱼山水库是 4 龄以前^[1,7,22,24-25]。翘嘴鲌体重和年龄的生长曲线呈 S 型,具有一个拐点,拐点之前是体重的生长迅速阶段,时间可以延

续到性成熟之后,体重的生长拐点随着纬度、生境和年代而发生改变。表 1 列出了不同纬度地区、不同生境类型和不同年代翘嘴鲌种群的年龄范围、优势组年龄、生长系数(K 值)和生长拐点的年龄,包括从北部的兴凯湖、松花江到中部地区鲇鱼山水库、鄱阳湖、锦江等和东部地区淀山湖、山美水库等 15 个采样点,生境类型分为河流、湖泊和水库,研究资料从 20 世纪 80 年代开始记录。翘嘴鲌的年龄都是用鳞片来确定的,只有在锦江利用耳石确定,鳞片上年轮的形成为 4—7 月,主要在 6—7 月份形成^[11]。年龄组成中最低龄是 0 龄和 1 龄,最高龄随着纬度的不同而发生变化,纬度最高地区兴凯湖的最高龄可达 11 龄,其次是纬度较高的中部地区南湾、鲇鱼山、八汊水库最高龄达 7、8 龄,其他较低纬度的中部和东部地区最高龄达 4~6 龄^[5,7,24]。各水系的种群都以 1~3 龄个体为主,优势年龄组没有随纬度的变化而变化^[24-31];最大年龄和优势年龄组在不同生境没有明显的变化;从年代来看,兴凯湖最大年龄和优势年龄组已经下降,与 20 世纪 80 年代相比,最大年龄由 11 龄降到 7、8 龄,优势年龄组由的 4、5 龄变为现在的 1~3 龄^[5]。生长系数 K 值在不同生境和纬度地区没有表现出明显的变化规律^[24-31],也没有随着年代而发生明显的改变,1982 年、1998 年和 2005 年兴凯湖生长系数相似^[5,32-33]。生长系数和生长拐点具有明显关系($P < 0.05$),生长拐点($A_{拐}$)随着生长系数的增加呈幂指数下降($K = 0.96A_{拐}^{-0.96}$, $n = 16$, $R^2 = 0.94$)。这说明生长得越快,进入衰老的年龄越早,寿命就越短。

表 1 不同纬度、生境和年代翘嘴鲌的年龄范围、优势年龄、生长系数(K 值)和生长拐点比较

Table 1 The comparison of age range, dominant age, growth coefficient (K value) and growth at the flection point of *C. alburnus* populations with different latitudes, habitats and years

年份 Year	采样点 Sampling sites	年龄范围 Age range	优势组 Dominant age	K 值 K value	生长拐点 Age at flection point	参考文献 Literature
1980	巢湖 (117.49°E, 31.54°N)	1~4	1~2			[26]
1981	太湖 (120.11°E, 31.21°N)	1~6	1~2			[27]
1982	兴凯湖 (132.90°E, 44.96°N)	1~11	4	0.117 3	7.99	[5]
1988	四明湖水库 (112.07°E, 29.93°N)			0.101 0	10.28	[28]
1988	八汊水库 (114.01°E, 31.09°N)	2~7	3~5	0.296 5	3.67	[29]
1993	监利 (114.01°E, 31.09°N)	1~5	2	0.270 0	3.51	[23]
1998	武湖 (114.48°E, 30.81°N)	1~6	2~3	0.100 0	11.10	[30]
1998	兴凯湖 (132.90°E, 44.96°N)	1~11	1~2	0.126 2	8.39	[5]
2000	松花江 (125.07°E, 45.40°N)			0.086 2	12.74	[32]
2001	南湾水库 (114.01°E, 32.10°N)	0~8	0~2	0.166 1	5.30	[24]
2002	山美水库 (118.14°E, 25.20°N)	1~6	3	0.091 3	10.40	[11]
2002	牛山湖 (114.53°E, 30.36°N)	1~5	2			[31]
2004	澄湖 (120.83°E, 31.21°N)	1~5		0.155 6	7.80	[22]
2005	鄱阳湖 (116.24°E, 29.17°N)	0~4	0~1	0.166 7	6.96	[2]
2005、2007	兴凯湖 (132.90°E, 44.96°N)	1~7	1~3	0.111 7	10.42	[25, 32]
2007	鲇鱼山水库 (115.34°E, 31.74°N)	1~7	1~3	0.233 1	5.14	[7]
2008	徐家河水库 (113.62°E, 31.57°N)	0~5	1~3	0.089 9	11.00	[34]
2016	淀山湖 (120.96°E, 31.11°N)	1~6	2~3	0.135 7	7.27	[14]
2015	锦江 (109.47°E, 27.17°N)	1~6	2~3	0.167 1	6.68	[1]

以上分析结果表明,翘嘴鲌的最高龄主要受纬度和年代的影响,与生境类型几乎不相关;优势年龄组除了在兴凯湖随着年代而下降外,在其他地区没有表现随着时代的变化而

变化,并且不同纬度地区和生境类型的优势年龄组都很相似,主要由低龄鱼组成。鱼类的年龄组成受纬度和资源状态的影响,翘嘴鲌的年龄组成以低龄鱼为主,说明资源量下降

严重。巢湖和太湖翘嘴鲌资源量从20世纪60年代就开始下降,因此20世纪80年代年龄组成就以低龄鱼为主。其他水系的翘嘴鲌从20世纪80年代起资源遭到破坏,到90年代及其以后年龄组成主要有低龄鱼组成。因此,低龄的优势年龄组说明不同纬度地区 and 不同年代的翘嘴鲌都处于相似的资源衰退。影响鱼类生长的主要因素包括理化因子和饵料食物资源,翘嘴鲌的生长系数和生长拐点与纬度关系不大,说明了纬度形成的水温差异对生长系数的影响不大。生长系数和生长拐点并不随着生境类型和年代而发生改变,说明影响翘嘴鲌生长的因素很复杂,除了受理化因子和生物资源的影响外,可能还与所在水体的生物关系、捕捞强度等相关,需要进行综合分析和研究,仅从生境类型和纬度无法判定鱼类的生长情况。

3 翘嘴鲌的繁殖特征和早期发育

翘嘴鲌的繁殖生物学已在我国中部地区巢湖、太湖、锦江、淀山湖和徐家河水库等开展了研究。性腺组织切片分析表明翘嘴鲌是进行分批产卵的,一个繁殖季节产2次卵,相隔15 d左右,属于短期分批产卵类型^[34-35]。翘嘴鲌的性腺发育呈周期性变化,从9月至次年3月性体指数一直很低,从4月份起性体指数上升,6—7月达到最大值,8月开始下

降,因此翘嘴鲌的繁殖期为5—8月。各水体的繁殖期都相似,但繁殖高峰期稍有差异,例如巢湖、锦江和太湖繁殖高峰期在6—7月,徐家河水库繁殖盛期在5—6月份^[27,34,36-37]。翘嘴鲌雌雄的性成熟初始年龄不同,一般雄性初次性成熟早于雌性,不同水系的性成熟初始年龄存在差异。巢湖、淀山湖、徐家河水库翘嘴鲌具有相似的初次性成熟年龄,雄性1龄开始性成熟,3龄全部性成熟,雌性2龄开始性成熟,3龄大部分个体性成熟;锦江翘嘴鲌雌性和雄性的初次性成熟年龄分别为4龄和3龄,比其他水系都要晚一些,这可能与锦江跟其他水系推算的方法不一样相关,锦江的性成熟年龄是利用公式推算出来,而其他水系主要是基于比例确定的^[34-38]。翘嘴鲌的绝对繁殖力和相对繁殖力与体长、体重具有明显的正相关,随着体长和体重的增加而增加。不同水系相似年龄的翘嘴鲌的绝对繁殖力和相对繁殖力比较如表2所示,翘嘴鲌在锦江(4~6龄)的个体绝对繁殖力和相对繁殖力明显小于在淀山湖和徐家河水库(2~5龄)^[34,37-38]。翘嘴鲌在支流的繁殖力低于在水库的繁殖力,这可能与流水和静水生境的饵料丰富程度不同相关,河流生境营养比较贫瘠,而湖泊和水库营养丰富,具有充足的饵料资源,有利于亲体的生长和繁殖,产下更多的后代^[39]。

表2 不同水系翘嘴鲌绝对繁殖力和相对繁殖力的比较

Table 2 The absolute fecundity and relative fecundity comparison of *C. alburnus* in different water systems

水系 Water systems	绝对繁殖力 Absolute fecundity// $\times 10^3$ 粒		相对繁殖力 Relative fecundity//粒/g		年龄 Age	参考文献 Literature
	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean		
徐家河水库 Xujiahe Reservoir	100.000~350.000	218.74	225~265	237	2~5	[34]
锦江 Jinjiang River	25.067~54.274	40.30	24~37	32	4~6	[38]
淀山湖 Dianshan Lake	22.764~737.76	134.90	104~554	234	2~5	[14]

翘嘴鲌的成熟卵为黏性或无黏性,人工培育下的黄河、太湖翘嘴鲌的成熟卵为沉黏性卵,兴凯湖翘嘴鲌的成熟卵为非黏性^[40-42]。成熟卵受精后吸水膨胀,卵径增大,成为漂流性卵,兴凯湖、汉江地区庙湖和巢湖受精卵为微黏性的漂流性卵^[43]。翘嘴鲌可在静水和流水中产卵,但在湖泊和水库中翘嘴鲌具有生殖洄游的习性,通常到与水库和湖泊相连的河流中产卵,产卵后受精卵和仔鱼顺水漂流而下到水库、湖泊生长,洄游距离可达支流的中上游,产卵场从上游一直分布到河口区。巢湖内的翘嘴鲌到丰乐河中产卵,兴凯湖的翘嘴鲌向上洄游到白鱼滩繁殖,庙湖的翘嘴鲌到汉江繁殖,徐家河水库的翘嘴鲌向上洄游到主河道上游繁殖^[27,34,36,43-44]。翘嘴鲌的产卵活动与水位、流速、流量等水文因子密切相关。在巢湖、太湖和徐家河水库,翘嘴鲌在暴雨后造成的洪峰过后产卵,洪水导致的水位上升和流速加快有利于翘嘴鲌的产卵。翘嘴鲌产卵的要求和位置在不同生境不同,比如翘嘴鲌在巢湖水流急、流态复杂的通湖支流弯曲处产卵,在太湖洪水造成的有急流的湖滩地带或河口区产卵,在徐家河水库的入库主河道洄水区的浅滩处产卵。翘嘴鲌产卵的要求是水温达18℃,pH为6~7,具有一定的流速,不同生境产卵的基本条件存在一些差异^[34]。长江中下游翘嘴鲌仔鱼丰度与水温 and 径流量相关^[45-47]。

翘嘴鲌早期个体发育过程已进行了大量研究,描述了黄河、汉江、太湖和兴凯湖翘嘴鲌的胚胎发育过程^[40-44]。来自黄河、汉江和太湖翘嘴鲌这些地区的人工孵化的受精卵,在相似的水温条件下,经历相似的胚胎发育过程,比如受精后2 h进入卵裂,卵裂属于典型的盘状卵裂,囊胚期和原肠胚期分别在受精后4和7 h完成,神经胚期、肌节出现期、眼囊期、尾鳍出现期、心脏出现期、心跳期大约分别在受精后8、9、11、12、15和23 h出现。但出膜时间和大小在不同地区具有差异,仔鱼在大部分地区大约在受精后25 h左右出膜,而在汉江地区的仔鱼在受精后21 h出膜,在兴凯湖大约在受精后28 h出膜。兴凯湖、黄河和太湖初孵仔鱼的全长范围为4.1~4.7 mm,汉江地区初孵仔鱼的全长为3.1~3.8 mm,初孵长度可能与出膜时间相关^[42]。黄河和汉江地区翘嘴鲌早期个体发育过程的重要事件发生在相似的时间,比如卵黄囊耗尽发生在孵化后第4天,脊索末端上翘发生在孵化后第6天等。翘嘴鲌仔鱼的主要鉴别特征是肌节45(25+20)对,与鳊仔鱼相似,但眼睛较小^[40-42]。目前,对翘嘴鲌早期资源的发生过程、生长和食性的研究较少。任鹏^[45]和郭国忠^[46]研究发现长江中下游翘嘴鲌早期资源的出现时间为5—9月;朱其产等^[47]描述了三峡水库翘嘴鲌幼鱼的生长率和孵化日期。

4 小结与展望

过度捕捞和大坝建设是翘嘴鲌面临的重要威胁。过度捕捞已导致兴凯湖、太湖、鄱阳湖、巢湖等天然湖泊翘嘴鲌资源量严重下降,种群表现小型化、低龄化现象,河流的种群也呈现下降的趋势。大坝建设对翘嘴鲌的影响过程尚缺少基本的了解,由于水库和湖泊中的翘嘴鲌的主要产卵场在支流中,鱼类繁殖和早期发育与水流密切相关,因此支流的生境特征和水文流态对翘嘴鲌的繁殖和早期资源补充起到重要的作用。但支流已建有很多的大坝和梯级电站,水文流态和生境特征已发生改变,必定会影响翘嘴鲌的繁殖和早期生活史阶段的生长和存活。但目前尚缺乏相关的研究,因此有必要研究支流中翘嘴鲌早期资源发生、分布、生长、摄食和存活,以了解大坝对翘嘴鲌资源补充的影响。

另外,在大坝形成的库区里有很多小型定居性鱼类(如蛇鲰、银鲰、贝氏鲮、鲮等),它们是翘嘴鲌重要的潜在饵料资源,有利于翘嘴鲌的生长和摄食,促进种群在库区的增长,比如翘嘴鲌成为三峡水库、五强溪水库的优势种鱼类。但目前对于水库翘嘴鲌生物学的研究较少,缺乏对鱼类生活史特征的了解,不利于大坝库区渔业资源的管理和利用,因此研究翘嘴鲌的年龄、生长、繁殖生物学和早期生活史特征应是将来的重点内容。

该文从分布、资源状况、年龄和生长、繁殖特征和习性、胚胎发育过程等方面对翘嘴鲌的生物学进行分析和总结,并提出了翘嘴鲌早期生活史特征和大坝库区生物学特征研究2个未来研究方向。

参考文献

- [1] 李忠利,梁正其,杨军,等. 贵州锦江翘嘴鲌的年龄、生长和资源利用研究[J]. 淡水渔业,2017,47(1):42-48.
- [2] 张小谷,熊邦喜. 翘嘴鲌的生物学特性及养殖前景[J]. 河北渔业,2005(1):27-36.
- [3] 王红卫,高士杰,尹海富. 兴凯湖翘嘴鲌的研究进展[J]. 渔业经济研究,2009(4):19-22.
- [4] 吕帅帅,管卫兵,何文辉. 太湖翘嘴鲌的生物学特性和条件状况研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):196-199.
- [5] 尹家胜,夏重志,徐伟,等. 兴凯湖翘嘴鲌种群结构的变化[J]. 水生生物学报,2004,28(5):490-495.
- [6] 徐慧东,苗畅齐,韩英. 兴凯湖翘嘴鲌的生物学研究与养殖概况[J]. 水产学杂志,2014,27(5):59-64.
- [7] 高志鹏. 鲌鱼山水库翘嘴鲌生长特性与种群管理研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008:1-47.
- [8] 杨子拓. 珠江流域三种鲌亚科鱼类的遗传结构及遗传多样性分析[D]. 广州:华南农业大学,2016:20-33.
- [9] 过龙根,谢平,倪乐意,等. 巢湖渔业资源现状及其对水体富营养化的响应研究[J]. 水生生物学报,2007,31(5):700-705.
- [10] 李杰钦,王德良,丁德明. 洞庭湖鱼类资源研究进展[J]. 安徽农业科学,2013,41(9):3898-3900.
- [11] 黄永春,黎中宝,水兴勇,等. 福建泉州山美水库翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaefomis*)生长特性、资源评估与合理利用[J]. 海洋与湖沼,2014,45(4):864-872.
- [12] 伦峰,李峥,周本翔,等. 丹江口水库(河南辖区)鱼类资源调查[J]. 河南农业科学,2016,45(2):150-155.
- [13] 方春林,陈文静,周辉明,等. 鄱阳湖鱼类资源及其利用建议[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):233-243.
- [14] 吕大伟,周彦锋,葛优,等. 淀山湖翘嘴鲌的年龄结构与生长特性[J]. 水生生物学报,2018,42(4):762-769.

- [15] 刘良国,王文彬,杨春英,等. 洞庭湖水系湘江干流鱼类资源现状调查[J]. 南方水产科学,2014,10(2):1-10.
- [16] 李修峰,黄道明,谢文星,等. 汉江中游鱼类资源现状[J]. 湖泊科学,2005,17(4):366-372.
- [17] 刘良国,杨品红,杨春英,等. 湖南境内澧水鱼类资源现状与多样性研究[J]. 长江流域资源与环境,2013,22(9):1165-1171.
- [18] 刘良国,杨春英,杨品红,等. 湖南境内沅水鱼类资源现状与多样性分析[J]. 海洋与湖沼,2013,44(1):148-158.
- [19] 张燕萍,吴斌,方春林,等. 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌(*Culter alburnus*)的生物学参数估算[J]. 渔业科学进展,2015,36(5):26-30.
- [20] 赵莎莎,叶少文,谢松光,等. 三峡水库香溪河鱼类资源现状及渔业管理建议[J]. 水生生物学报,2015,39(5):973-982.
- [21] 朱会苏. 黄壁庄水库鱼类构成及变化情况[J]. 河北渔业,2019(1):45-47.
- [22] 凌去非,谭夕东,许爱国. 澄湖翘嘴鲌的生长与资源保护[J]. 水利渔业,2006(4):30-32.
- [23] 路福泉. 老江河蒙古红鲌和翘嘴红鲌的生长[J]. 水利渔业,1995(1):29-33.
- [24] 冯建新,常东州,惠筠,等. 南湾水库翘嘴红鲌的生长及种群控制的研究[J]. 水利渔业,2003(6):26-27.
- [25] 韩英,王昕阳,尹海富. 兴凯湖翘嘴红鲌生长式型的研究[J]. 大连水产学院学报,2005,20(3):218-221.
- [26] 姚闻卿,胡菊英. 巢湖翘嘴红鲌的生物学及其资源变动的研究[J]. 生物学杂志,1983(2):4.
- [27] 许品诚. 太湖翘嘴红鲌的生物学及其增殖问题的探讨[J]. 水产学报,1984,8(4):275-286,359.
- [28] 邵力,郑国生,卢建伟,等. 四明湖水库翘嘴红鲌年龄和生长的研究[J]. 浙江水产学院学报,1990,9(2):95-102.
- [29] 龚世园,陈远富,陈晨. 八叉水库翘嘴红鲌的生长及种群控制的研究[J]. 水利渔业,1990(1):23-26,33.
- [30] 胡秋元,陶仁勇,龚世园,等. 武湖翘嘴红鱼白年龄和生长的研究[J]. 水利渔业,2000(2):46-47.
- [31] 冯广朋,叶少文,李钟杰,等. 牛山湖翘嘴鲌和红鳍原鲌的年龄与生长[J]. 淡水渔业,2007(1):39-42.
- [32] 黄权,刘春力,赵静,等. 松花江水系翘嘴红鱼白生长模型的研究[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(1):105-106.
- [33] 寻明华,于洪滨,聂文龙,等. 中国兴凯湖鱼类资源调查及保护策略研究[J]. 野生动物,2009,30(1):30-33.
- [34] 覃亮. 徐家河水库翘嘴鲌年龄与生长和繁殖生物学研究[D]. 武汉:华中农业大学,2009:1-44.
- [35] 郑国生,邵力,周小仙,等. 四明湖水库翘嘴红鲌卵巢周年变化[J]. 浙江水产学院学报,1993,12(2):107-116.
- [36] 姚闻卿,胡菊英,吴先成. 巢湖翘嘴红鲌的繁殖[J]. 水产学报,1987,11(2):101-109.
- [37] 李忠利,冉辉,杨马,等. 锦江翘嘴鲌的繁殖生物学特征[J]. 动物学杂志,2017,52(2):263-270.
- [38] 吕大伟,周彦锋,葛优,等. 淀山湖翘嘴鲌繁殖力研究[J]. 大连海洋大学学报,2017,32(6):708-712.
- [39] CLOSS G P, HICKS A S, JELLYMAN P G. Life histories of closely related amphidromous and non-migratory fish species: A trade-off between egg size and fecundity[J]. Freshwater biology, 2013,58(6):1162-1177.
- [40] 张晓光,陈惠,孙书清,等. 兴凯湖翘嘴红鲌人工授精胚胎发育初步观察[J]. 水产学杂志,1998,11(2):29-33.
- [41] 顾志敏,朱俊杰,贾永义,等. 太湖翘嘴红鲌胚胎发育及胚后发育观察[J]. 中国水产科学,2008,15(2):204-214.
- [42] 董学斌,孟庆磊,安丽,等. 黄河翘嘴鲌胚胎发育观察[J]. 长江大学学报(自然科学版),2017,14(6):36-39.
- [43] 邵建春,刘春雷,秦芳,等. 汉江地区翘嘴鲌胚胎及仔鱼发育观察[J]. 华中农业大学学报,2016,35(6):111-116.
- [44] 辛玉文,李育东. 兴凯湖翘嘴鲌的生物学特征及其资源保护[J]. 现代化农业,2015(8):53-54.
- [45] 任鹏. 长江下游鱼类早期资源的分布与周年动态的研究[D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所,2016:65-78.
- [46] 郭国忠. 长江中游洪湖湖段鱼类早期资源研究[D]. 重庆:西南大学,2017:11-30.
- [47] 朱其广,王健,杨少荣,等. 三峡库区木洞江段翘嘴鲌早期生长特征研究[J]. 水生生物学报,2015,39(5):983-988.