

DOI: 10.5846/stxb201910182186

洪迎新, 施文卿, 陈宇琛, 刘东升, 马宏海, 朱昊或, 陈求稳. 水电梯级开发进程中澜沧江干流鱼类群落演变特征. 生态学报, 2021, 41(1): 235-253.
Hong Y X, Shi W Q, Chen Y C, Liu D S, Ma H H, Zhu H Y, Chen Q W. Succession of fish community in the mainstream of Lancang River during cascade hydropower development. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(1): 235-253.

水电梯级开发进程中澜沧江干流鱼类群落演变特征

洪迎新^{1,2}, 施文卿², 陈宇琛², 刘东升², 马宏海², 朱昊或^{1,2}, 陈求稳^{2,*}

1 重庆交通大学河海学院, 重庆 400074

2 南京水利科学研究所, 南京 210029

摘要: 澜沧江水能资源丰富, 水电梯级开发盛行。研究结合历史数据搜集和现状调查, 通过对比分析, 揭示了水电梯级开发进程对澜沧江干流鱼类群落影响及其机制。结果表明, 梯级水电站建设进程中, 澜沧江渔业产量逐步增加, 与水电装机容量呈极显著正相关关系 ($r=0.936$, $P<0.01$), 截至目前, 已增长了约 8 倍, 达到 53930 t; 鱼类多样性在水电开发初期因土著鱼类的消失而明显下降, 但随着外来鱼类进入鱼类多样性水平出现回升。鱼类多样性指数 D_{G-F} 在梯级开发之前 (<1990)、之后 (2008—2013) 与当前 (2018—2019) 分别为 0.67、0.47 和 0.67。在水电梯级开发进程中, 鱼类生境类型由急流型为主逐渐演变为以缓流型为主, 产卵类型由以产沉性卵为主逐渐演变为以产粘性卵为主, 植食性、滤食性营养类型鱼类占比逐渐增加。水电站建设后, 河流流速变缓、营养物质沉降富集为浮游植物生长繁殖提供了适宜的静水条件和丰富的物质基础, 促进了鱼类生物量增加。生态环境变化协同外来鱼类胁迫导致鱼类生态类型发生变异。本研究初步为水电梯级开发生态环境效应评估和鱼类多样性保护提供了理论基础。

关键词: 澜沧江; 水电开发; 鱼类群落; 生态类型

Succession of fish community in the mainstream of Lancang River during cascade hydropower development

HONG Yingxin^{1,2}, SHI Wenqing², CHEN Yuchen², LIU Dongsheng², MA Honghai², ZHU Haoyu^{1,2}, CHEN Qiuwen^{2,*}

1 College of Hehai, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

2 Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China

Abstract: Due to rich hydropower resources, Lancang River has been intensively dammed for hydropower production. In this study, we investigated variations of fish communities in the mainstream of Lancang River during cascade hydropower development and explored the underlying mechanisms by collecting historical data and conducting field surveys. The results demonstrated that, as cascade hydropower developed, fishing production gradually increased and exhibited a significantly positive relationship with installed hydropower capacity ($r = 0.936$, $P < 0.01$), which has increased by approximately eight times until now, reaching 53930 ton. However, fish diversity significantly decreased at the beginning of hydropower development due to the disappear of native fish, but then recovered to the initial level due to exotic fish invasion. The fish diversity index of D_{G-F} was 0.67, 0.47 and 0.67 before 1990, 2008—2013, and 2018—2019, respectively. During cascade hydropower development, the main ecological types of fish gradually changed from riffle to slow current, and from demersal eggs to adhesive eggs; the proportion of herbivorous and filter feeder also gradually increased. After hydropower dam constructions, the flow velocity decrease and nutrient settlement created favorable conditions for phytoplankton

基金项目: 国家自然科学基金项目 (91547206); 国家重点研发计划 (2016YFC0502205); 江苏省博士后基金 (2018K098B)

收稿日期: 2019-10-18; **网络出版日期:** 2020-11-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qwchen@nhri.com

proliferations, which contributed to fish abundance increase. The change of ecological environment and stress from invasive fish caused the shift of fish ecological types. This study will benefit the evaluation of ecological impacts of hydropower exploitation and fish diversity protection in dammed rivers.

Key Words: Lancang River; hydropower development; fish community; ecological types

澜沧江发源于青藏高原唐古拉山北麓,自北向南先后流经中国的青海、西藏和云南三省以及缅甸、老挝、泰国、柬埔寨和越南五国^[1-2],出境后称为湄公河,是一条重要的国际河流。澜沧江—湄公河从河源至河口,流经了寒带、寒温带、温带、暖温带、亚热带、热带等多种气候带,穿越了冰川、草甸、高原、高山峡谷、中低山宽谷、冲积平原等多个地理单元^[3]。由于流经区域多样的气候和地理环境,澜沧江—湄公河孕育了丰富的淡水鱼类,多样性极高,鱼类物种数在世界大江大河中排名第二,仅次于南美的亚马逊河^[4-5]。迄今为止,已有记录的澜沧江河段鱼类物种数已近 200 余种^[6],且以地方特有种居多^[7]。同时,鱼类是本流域内居民蛋白质重要来源^[8-9],关系到此流域国家的粮食安全^[10-12]。

为应对全球能源危机和气候变暖,世界各国大力优化能源结构、推进水电开发^[13]。澜沧江—湄公河水能资源丰富,开发条件优越,70%的水能资源都集中在我国云南河段,是我国十三大水电基地之一。自 1993 年至今已建成并运行 11 个水电站,预计到 2030 年将有 21 个水电站建成运行^[14],梯级电站建设导致河流生境剧烈变化,河流形态由河相转为了河相—湖相交替形式,复杂生境变成了“岛屿”片段生境^[15-16],对澜沧江—湄公河鱼类群落产生了潜在影响。研究表明,电站建设后澜沧江—湄公河鱼类多样性出现了显著下降^[3,17-18],鱼类群落均质化^[19],鱼类区系的分类和系统发育在时空上也表现出异质性^[16]。同时,由于电站阻碍鱼类洄游^[20-21],破坏产卵栖息地,鱼类生产力受到影响,渔业出现减产^[11-12,22]。但是,在水电梯级开发进程中,鱼类群落演变特征尚不清晰。本研究以澜沧江水电梯级开发集中的云南境内河段为研究对象,通过搜集历史数据与开展现状调查,分析水电梯级开发进程中鱼类群落演变特征,以揭示水电梯级开发进程对鱼类群落结构的影响及其机制,为评估水电梯级开发生态环境效应和鱼类多样性保护提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究区域

本研究区域为澜沧江云南境内中路乡至关累河段,河段总长 930 km,天然落差 1140 m。迄今为止,区域内已修建运行了 9 个梯级电站,总装机容量高达 19 GW(表 1)。我们选择梯级电站以及中路乡、橄榄坝、关累作为场地边界,将研究区域自上而下划分为 11 个部分:中路乡—黄登、黄登—大华桥、大华桥—苗尾、苗尾—功果桥、功果桥—小湾、小湾—漫湾、漫湾—大朝山、大朝山—糯扎渡、糯扎渡—景洪、景洪—橄榄坝、橄榄坝—关累(图 1)。这 11 个区域既涵盖了澜沧江不同类型的鱼类栖息地^[3],也囊括了渔业生产的主要区域^[23]。

1.2 数据收集

1.2.1 鱼类历史数据搜集

鱼类历史数据收集于已公开发表的论文^[3,6,17-18,24-26]、专业书籍^[7,15,27-29]以及在线数据库 FishBase(www.fishbase.org),并根据《世界鱼类》^[30]和《云南鱼类名录》^[31]进行同物异名的一致性修订。此外,为量化鱼类群落的时间变化特征,将数据归纳为三个时期,分别对应历史:梯级开发之前(1990 年以前)、梯级开发之后(2008—2013 年)和当前(2018—2019 年)的鱼类采样。

捕捞产量数据收集于 1990—2018 年的《云南统计年鉴》和地方《渔业统计年报》。虽然云南的 8 个地级市(迪庆、怒江、大理、丽江、保山、临沧、普洱、西双版纳)都部分或全部位于研究流域中,但考虑到渔业捕捞在迪庆、怒江、丽江处于较低水平,而保山又存在怒江的跨流域捕捞干扰^[23]。因此在本研究系统中,我们将大理、临沧、普洱、西双版纳以及保山的隆阳区、昌宁县的捕捞产量合算为研究区域的捕捞总量(图 1)。

表 1 云南澜沧江梯级电站

Table 1 Cascade power stations in the Lancang River within Yunnan

电站 Power stations	库容/ 10^8 m^3 Storage capacity	装机容量/ 10^6 kW Installed capacity	坝高/m Dam height	水库类型 Regulation type	运行时间/year Operating date
黄登	14.18	1.9	203	季调节	2018
大华	2.93	0.92	106	周调节	2018
苗尾	6.6	1.4	139.8	周调节	2017
功果桥	3.5	0.9	105	日调节	2011
小湾	149.1	4.2	292	多年调节	2009
漫湾	5	1.5	132	季调节	1993
大朝山	9.4	1.35	115	季调节	2001
糯扎渡	237	5.85	261.5	多年调节	2012
景洪	11.4	1.75	108	季调节	2008

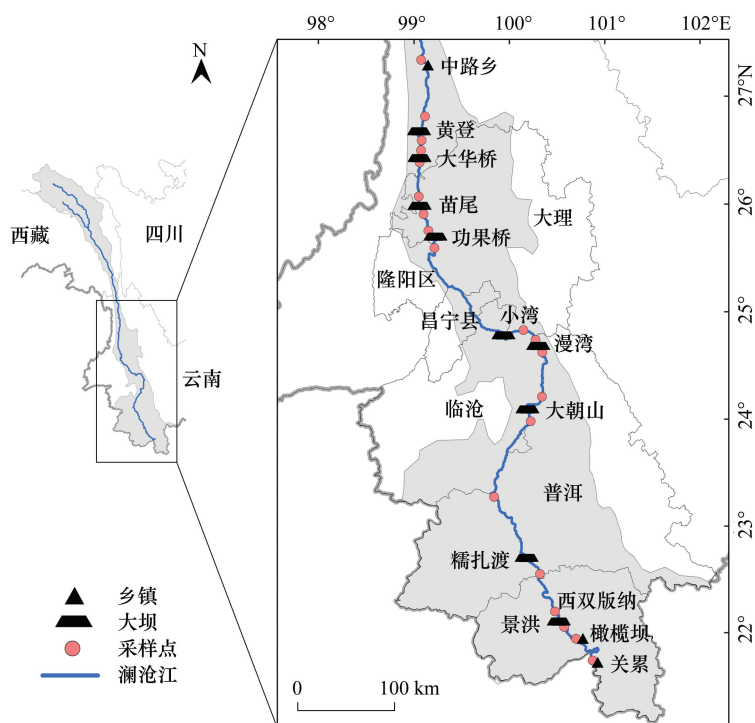


图 1 研究区域及采样河段示意图

Fig.1 The location of study area and sampling sites

1.2.2 鱼类现状调查

本研究采用渔获物监测和渔民走访调查相结合的方式进行现状调查。调查时间为 2018 年 9—11 月、2019 年 1 月、3—4 月,调查江段共计 20 个。调查江段由上至下分别为:黄登库尾、黄登库中、大华桥库尾、大华桥库中、苗尾库尾、苗尾库中、功果桥库尾、功果桥库中、小湾库尾、漫湾库尾、漫湾库中、大朝山库尾、大朝山库中、糯扎渡库尾、糯扎渡库中、景洪库尾、景洪库中、景洪坝下、橄榄坝、关累(图 1)。在本研究系统中,各梯级库区均分库尾流水江段和库中静水江段开展调查,小湾库中因未获得入库授权而未进行调查。

监测渔具以定置刺网和虾笼为主,辅以饵钩、撒网等。采样过程中,为了捕获到不同水层及不同大小鱼类,采用了多种规格渔具,其中刺网的网目大小 3—15 cm、网高为 2—15 m、网长为 20—150 m、地笼长宽高分别为 10—20 m、50 cm、50 cm;每个监测江段联系 1—3 位当地渔民,监测时间为 3—5 d。采集到的鱼类进行现

场拍照、称重、测量,依据相关文献进行鉴定^[24,27-28,32],对于个别没有在现场鉴定到种的鱼类,用 10% 福尔马林溶液浸泡后,带回实验室进行二次鉴定。渔民走访调查以问卷调查的形式为主,辅以鱼类影像资料收集。澜沧江沿岸多高山峡谷、地理条件复杂,导致走访调查存在一定的难度,因此在实际走访过程中各研究区域的样本容量控制在 15—30 位之间。

1.3 数据处理与分析

1.3.1 渔业资源丰度

本研究中,以鱼类年捕捞产量衡量渔业资源丰度^[33],单位为 t。

1.3.2 多样性指数

由于澜沧江鱼类历史记录缺乏各物种个体数量、重量的定量数据,因此本研究采用 $G-F$ 指数^[34]来评估鱼类多样性:

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk} = - \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (1)$$

$$D_G = \sum_{j=1}^p D_{Gj} = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j \quad (2)$$

$$D_{G-F} = 1 - D_G / D_F \quad (3)$$

式中, D_F 为科多样性(F 指数), D_G 为属多样性(G 指数); $p_i = s_{ki}/s_k$, s_{ki} 为 k 科 i 属中物种数, s_k 为 k 科中物种数, n 为 k 科中属数, m 为鱼类科数; $q_j = s_j/s$, s_j 为 j 属中物种数, s 为鱼类物种数, p 为鱼类属数。

1.3.3 群落相似度

采用 Jaccard 相似性指数^[35]分析鱼类群落相似度变化:

$$q = c/(a + b - c) \quad (4)$$

式中, c 为共有物种数, a 和 b 分别为各自物种数。当 q 在 0—0.25 范围时为极不相似;0.25—0.50 范围时为中等不相似;0.50—0.75 范围时为中等相似;0.75—1.00 范围时为极相似。

1.3.4 鱼个体生态学指数

采用鱼个体生态学指数^[36]分析鱼类生态类型变化:

$$R = T \times A/n \quad (5)$$

式中, T 为鱼类群落矩阵, A 为鱼类个体生态类型矩阵, n 为鱼类种类数, R 为鱼类群落对环境需求因子的需求程度。参考每种鱼类栖息地要求、生活史、食性偏好、产卵条件的生物学特征^[34,37],本研究依据流速偏好、水深偏好、底质偏好、产卵类型、营养类型以及口位类型等 19 个生态指标建立鱼类个体生态学矩阵(附表)。当某种鱼类某些生态特征不明确时,则它的该项特征在矩阵中取平均值。此方法可以避免因随机抽样带来的数量差异影响,对鱼类功能群整体进行分析,尤其能对鱼类资源历史调查资料信息充分利用^[38]。

2 结果与分析

2.1 鱼类种类数及变化

2018—2019 年现场监测共采集到渔获物 41186 尾、985.36 kg,隶属于 8 目 25 科 74 属 101 种;对沿江渔民的走访调查共计 243 人次,收集鱼类捕获记录影像资料 744 份,结合现场监测数据,共计录到鱼类 121 种(图 2),隶属于 10 目 31 科 92 属(附表)。其中,鲤形目 6 科 57 属 72 种,占 59.5%;鲇形目 9 科 19 属 27 种,占 22.3%;鲈形目 8 科 9 属 14 种,占 11.6%;合鳃鱼目 2 科 2 属 2 种,占 1.7%;鲴形目、鲟形目、鳊形目、脂鲤目、胡瓜形目和鲢形目均为 1 科 1 属 1 种,各占 0.8%。

梯级电站建设后,澜沧江鱼类物种数逐渐减少,但减少速度有所放缓。梯级电站建设前(1990 年以前),研究河段鱼类种类数为 158 种,在 2008—2013 年降为 134 种,减少了 15.2%,2018—2019 年进一步降为 121

种,较上一时期减少了 9.7%(图 2)。梯级电站建设后,澜沧江消失的鱼类均为土著鱼类,其中,原缨口鳅属(*Vanmanenia*)、原爬鳅属(*Balitoropsis*)、荷马条鳅属(*Homatula*)、南鳅属(*Schistura*)、波鱼属(*Rasbora*)、鲃属(*Danio*)、鱲属(*Raiamas*)、异齿鳅属(*Oreoglanis*)、青鳉属(*Oryzias*)、结鱼属(*Tor*)的种类减少的最为明显(附表)。此外,鱼类物种数减少的数量在不同江段也有所不同。总体上,越往下游鱼类物种数减少越多(图 3)。另一方面,梯级电站建设后澜沧江外来鱼类种类数逐渐增加,且增加速度逐渐加快。外来鱼类种类数由 1990 年以前的 1 种增加到 2008—2013 年的 22 种,2018—2019 年的 37 种,在鱼类物种总数占比分别为 0.6%、16.4%、30.6%。

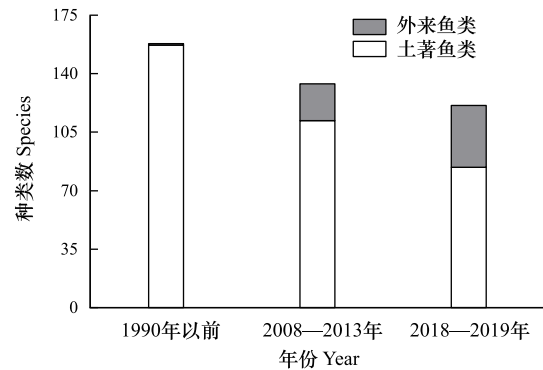


图2 澜沧江干流鱼类物种总数随时间变化特征

Fig.2 Temporal variation of total fish species in the mainstream of Lancang River

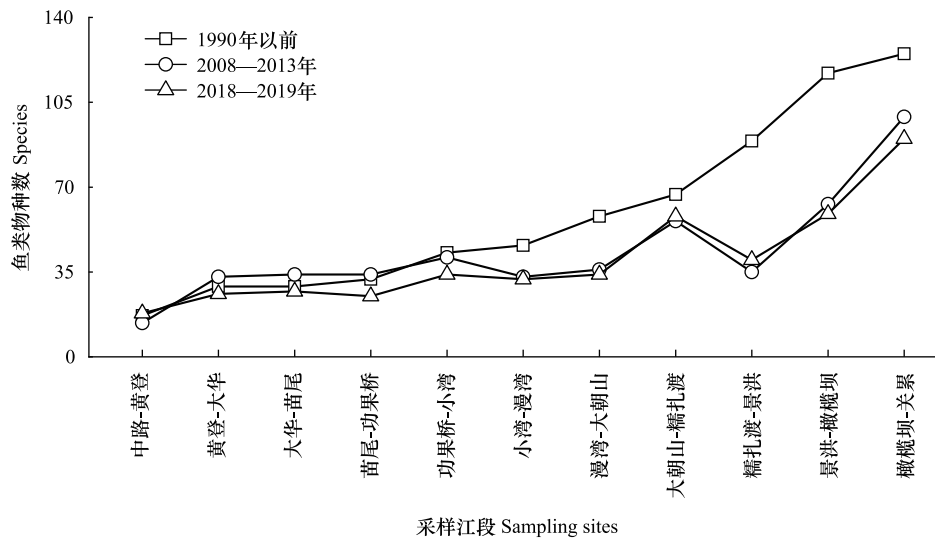


图3 澜沧江干流各河段鱼类物种数时空变化特征

Fig.3 Spatial and temporal variation of Fish Species in the mainstream of Lancang River

2.2 鱼类资源丰度

梯级电站建设后,澜沧江年捕捞总量增长了约 8 倍,由电站建设前 1992 年的 6701 t 增长至 2017 年的 53930 t。1989—1998 年期间,年捕捞总量较为稳定,维持 6000 t 左右,此后开始持续增长,且增长速率呈现加快趋势。1999—2008 年期间,年均增长率为 6.4%,由 6465 t 增至 11828 t;2009—2017 年期间,年均增长率为 14.5%,由 12869 t 增至 53930 t(图 4)。将年捕捞总量与总装机容量进行 Pearson 相关性分析后发现,二者呈现极显著正相关($r = 0.936, P < 0.01$)。渔获物组成方面,2018—2019 年调查发现,在新建水库以及自由河段中(如,苗尾、大华桥和关累、橄榄坝等),渔获物以土著鱼类为主,而在库龄较高的水库中(如,景洪、糯扎渡、大朝山等),外来鱼类在渔获物中占比较高(图 4)。研究发现,水库库龄与外来鱼类在渔获物中占比呈现显著正相关($r = 0.537, P < 0.01$)。

2.3 鱼类群落结构

梯级电站建设后,澜沧江鱼类群落结构发生了显著变化。鲤形目种类数占比逐渐减少,由 1990 年以前的 72.2%,逐步下降至 2008—2013 年的 64.2%,2018—2019 年的 59.5%;鲈形目、鲇形目种类数占比逐渐增大,分

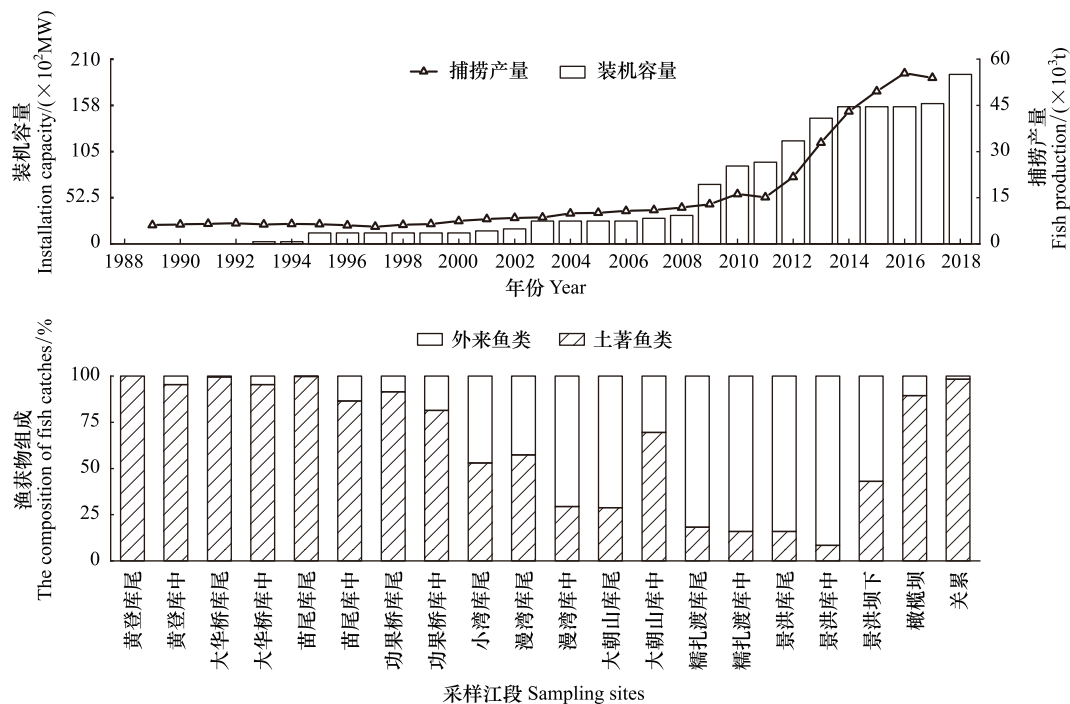


图4 澜沧江渔业产量变化情况

Fig.4 Variation of fishing production in the Lancang River

别由1990年以前的4.4%和19.0%上升至2018—2019年的11.6%和22.3%(图5)。鱼类多样性方面,1990年以前鱼类群落 D_f 指数为12.51, D_c 指数为4.18, $G-F$ 指数为0.67;2008—2013年鱼类群落 D_f 指数为8.25, D_c 指数为4.38, $G-F$ 指数为0.47,科多样性水平显著下降;而2018—2019年鱼类群落 D_f 指数为13.43, D_c 指数为4.42, $G-F$ 指数为0.67,科数目较2008—2013年鱼类群落显著上升,鱼类多样性水平有所上升。此外,鱼类群落相似性分析表明,2008—2013年鱼类群落较1990年以前为中等相似($q=0.63$);而2018—2019年鱼类群落较1990年以前为中等不相似($q=0.44$)。

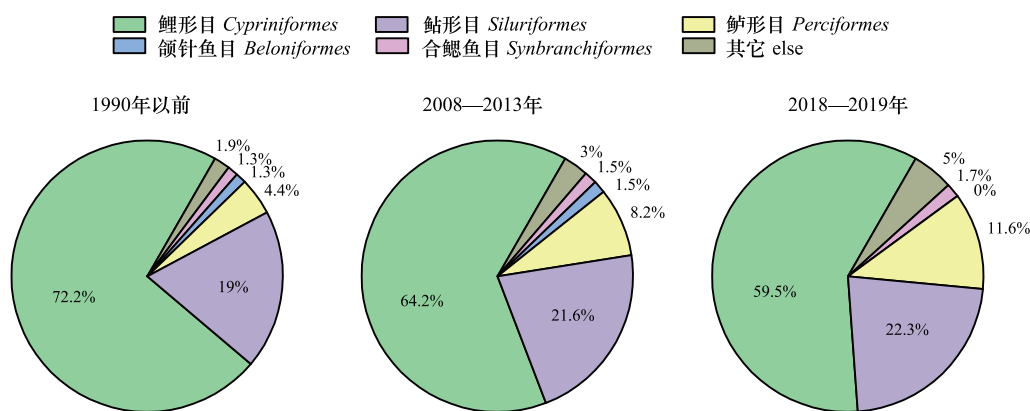


图5 澜沧江干流鱼类群落结构变化

Fig.5 Temporal variation of fish community in the mainstream of Lancang River

2.4 鱼类生态类型

梯级电站建设之前,澜沧江鱼类以杂食性($R=0.65$)、口下位($R=0.77$)、底层栖息($R=0.62$)、喜沙砾\卵石底质($R=0.75$)、产沉性卵($R=0.42$)、急流型($R=0.58$)为主。梯级电站建设后,底层栖息、喜沙砾\卵石底

质、急流型水体鱼类逐渐减少,中上层栖息、喜泥质\水草底质、缓流型水体鱼类逐渐增多;产沉性卵鱼类逐渐减少,产粘性卵鱼类逐渐增多;杂食性鱼类逐渐减少,植食性、滤食性鱼类逐渐增多;口下位鱼类逐渐减少,口端位鱼类逐渐增多(图6)。而在这些生态类型变化中又以流速偏好及产卵类型变化最为显著。2018—2019年调查结果显示,澜沧江鱼类已由急流型($R=0.44$)为主转变为以缓流型($R=0.55$)为主,由产沉性卵($R=0.30$)为主转变为产粘性卵($R=0.35$)为主。

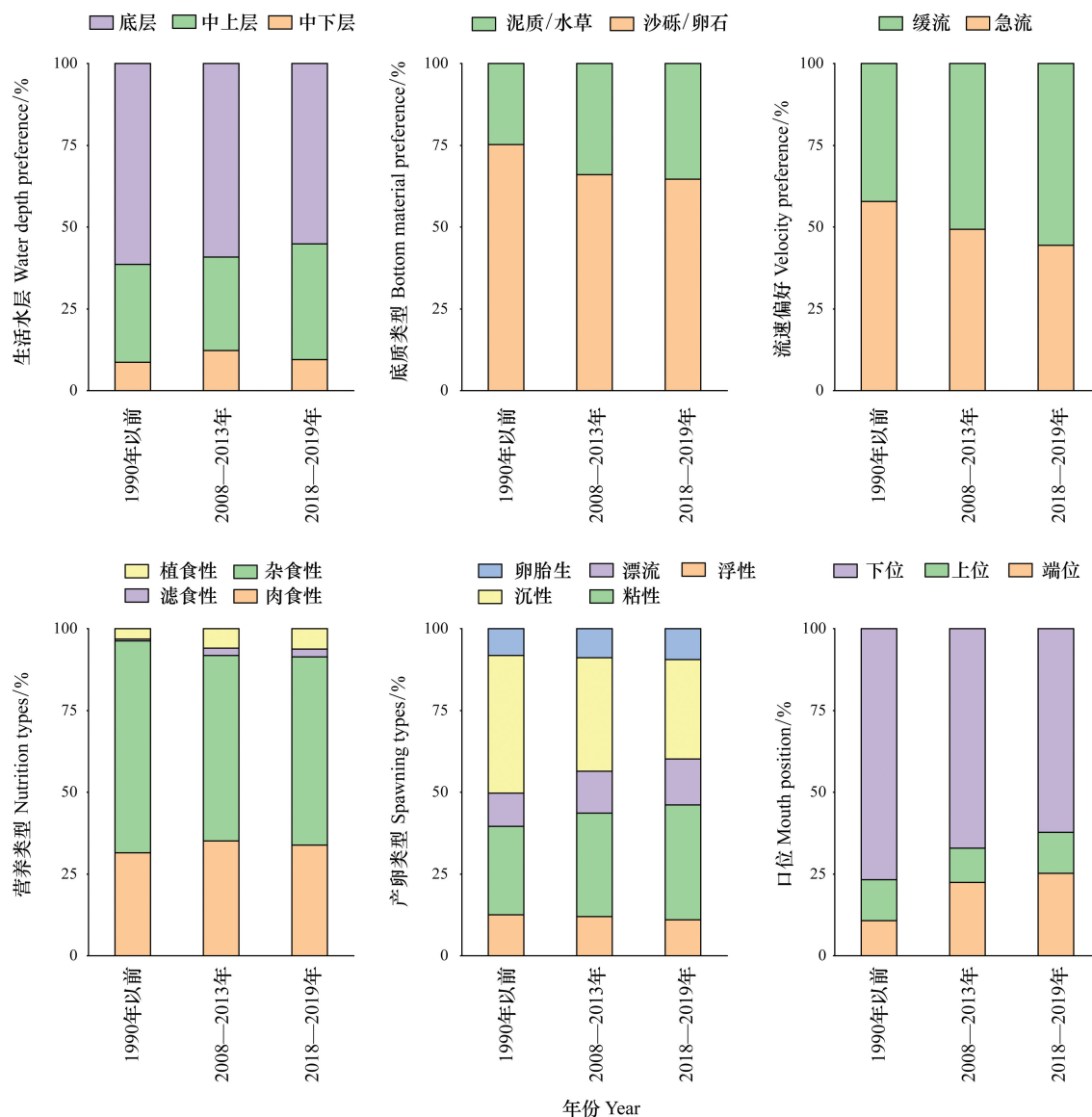


图6 澜沧江干流鱼类生态类型变化特征

Fig.6 Temporal variation of fish ecological types in the mainstream of Lancang River

3 讨论

水电梯级开发作为中国西南地区水能资源开发利用的主要方式,对河流生态系统产生了较大影响^[39]。水电站建设阻碍鱼类洄游,水位上升淹没鱼类产卵场而不利于鱼类生长繁殖,进而影响了渔业产量^[9,11-12,20-21]。而本研究发现,澜沧江梯级电站建设运行后,渔业产量却逐年递增,相比于梯级电站建设前,渔业增产达到8倍,为流域内居民提供了充足的蛋白质来源。研究表明,浮游植物是水生态系统中最重要

级生产者,在能量流动和物质循环中扮演着重要角色,其生物量与水体鱼产力不仅关系密切,且在一定阈值内,通常与滤食性鱼类生物量呈正相关^[40-41]。水电站建设后,河流由河相状态转变为湖相状态,为浮游植物生长繁殖提供有利的静水条件;水流变缓引起营养物质在水库内沉降、富集,为浮游植物生长繁殖提供丰富的物质基础^[42]。因此,电站建设后浮游植物种类和生物量往往大幅上升。例如,长江三峡电站建设运行后,多数库湾(如香溪河库湾)浮游植物生物量就显著增加^[43]。初级生产力的提高导致饵料资源量增加,为渔业发展提供了饵料基础。另一方面,为了控制水体的富营养化,电站建设后通常放流鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Hypophthalmichthys nobilis*)等滤食性鱼类以改善水质^[44]。本研究区域仅景洪库区在2013—2015年间放流鲢、鳙鱼类就高达140万尾。速生鱼种的引入为渔业的迅速增长创造了条件。因此,澜沧江渔业产量与装机容量表现出了极高的相关性($r=0.936$, $P<0.01$)。

澜沧江梯级电站建设后,虽然渔获量明显提升,但鱼类多样性及物种丰富度大幅下降,尤其是土著鱼类。近年来随着外来鱼类物种数的增加,群落多样性水平开始回升,但外来鱼类的引入将给土著鱼类带来生态风险。研究表明,在争夺食物和生存空间方面,外来鱼类相对土著鱼类优势明显^[45-46];而水库蓄水后水体营养动力学的改变,通常也更利于外来种的生存^[47]。因此,外来鱼类在进入水库后种群规模迅速扩大,并成为优势种群。随着梯级电站建设运行,外来鱼类逐渐成为各梯级水库渔获物的主要成分(图4)。另一方面,外来鱼类会吞食土著鱼类的鱼卵,造成以砾石为产卵和活动场所的土著鱼类数量急剧下降,一些物种甚至濒临灭绝^[15,46]。如云南泸沽湖分布的3种裂腹鱼类由于引入的麦穗鱼等小鱼类吞食其鱼卵而造成了绝迹^[48]。本次调查在澜沧江下游新发现的外来鱼类下口鲈(*Hypostomus plecostomus*),其繁殖力非常强,此种类不仅摄食藻类及其它饵料生物,也大量吞食土著鱼类的卵^[47],这必将给下游喜沙砾、卵石底质,产粘沉性卵的条鳅属、南鳅属、爬鳅属鱼类带来较高的生存压力;在梯级库区发现的捕食性鱼类乌鳢(*Channa argus*)、大口鲈(*Silurus meridionalis*)、云斑鲴(*Ameiurus nebulosus*)、大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)等对土著鱼类也具有明显的捕食压力。可以预见,研究区域多达37种的外来鱼类,将导致澜沧江土著鱼类种群规模和种类数量的进一步降低,甚至给整个生态系统造成严重影响,这也是澜沧江鱼类研究下一步需重点关注的地方。

在自然生态系统中,群落的生态特征通常是由生境多样性、地理、土地利用和水化学等因素共同决定^[49],而鱼类作为水生生态系统最高级的动物,对生态环境变化反应极为敏感。因此,在澜沧江梯级电站建设给区域生态环境带来剧烈变化后,其河流鱼类生态类型也相应转变。如,由于河流形态由河相转为了河相-湖相交替形式导致急流浅滩型生境锐减,急流型鱼类较梯级电站建设前减少了42种;由于水流速度减缓、水深增加、泥沙沉降等不利于产沉性卵鱼类生存^[45,50],产沉性卵鱼类比例逐渐减少;由于浮游植物等饵料增加,营养类型中植食性、滤食性鱼类比例逐渐增大(图6)。类似的现象也发生在珠江^[51],研究表明,珠江梯级电站建设运行后,流水型鱼类比例下降显著,静水型鱼类比例大幅增加;产卵类型中原本占多数的产粘沉性鱼类比例下降则更为明显。可以看出,河流生态环境与鱼类群落生态特征联系密切,梯级电站建设引起的整个河流生态环境变化成为了鱼类群落演替的内在驱动力。

总而言之,澜沧江干流梯级电站建设与运行提高了渔获量,但降低了土著鱼类多样性;且在鱼类群落演变过程中,生态环境变化产生了关键的推动作用。近年来,基于“干流开发,支流保护”水电发展理念,支流生态环境修复对保护土著鱼类成效显著^[52-54]。本研究区域支流小水电众多,可通过拆除这些小水电,恢复鱼类栖息地环境,实现对澜沧江土著鱼类的保护;另外,澜沧江仍存在一些受人类活动干扰较小的支流,如罗梭江、南阿河等,可继续加强对这些支流保护力度,以维持土著鱼类多样性。

参考文献(References):

- [1] 靳长兴, 周长进. 关于澜沧江正源问题. 地理研究, 1995, 14(1): 44-49.
- [2] 何大明, 汤奇成. 中国国际河流. 北京: 科学出版社, 2000.
- [3] 康斌, 何大明. 澜沧江鱼类生物多样性研究进展. 资源科学, 2007, 29(5): 195-200.
- [4] WWF. First Contact in the Greater Mekong: New Species Discoveries. Washington: World Wildlife Fund, 2008.

- [5] Mekong River Commission. Fisheries Programme. Vientiane: Mekong River Commission, 2004.
- [6] 郑兰平, 陈小勇, 杨君兴. 澜沧江中下游鱼类现状及保护. 动物学研究, 2013, 34(6): 680-686.
- [7] 杨岚, 李恒, 杨晓君. 云南湿地. 北京: 中国林业出版社, 2010: 479-521.
- [8] Mekong River Commission. State of the Basin Report 2010. Vientiane: Mekong River Commission, 2010.
- [9] Dugan P J, Barlow C, Agostinho A A, Baran E, Cada G F, Chen D Q, Cowx I G, Ferguson J W, Jutagate T, Mallen-Cooper M, Marmulla G, Nestler J, Petrere M, Welcomme R L, Winemiller K O. Fish migration, dams, and loss of ecosystem services in the Mekong basin. AMBIO, 2010, 39(4): 344-348.
- [10] UNEP. Blue Harvest: Inland Fisheries as an Ecosystem Service. Penang, Malaysia: WorldFish Center, 2010.
- [11] Ziv G, Baran E, Nam S, Rodríguez-Iturbe I, Levin S A. Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(15): 5609-5614.
- [12] Stone R. Dam-building threatens Mekong fisheries. Science, 2016, 354(6316): 1084-1085.
- [13] Hu Y N, Cheng H F. The urgency of assessing the greenhouse gas budgets of hydroelectric reservoirs in China. Nature Climate Change, 2013, 3(8): 708-712.
- [14] Fan H, He D M, Wang H L. Environmental consequences of damming the mainstream Lancang-Mekong River: a review. Earth-Science Reviews, 2015, 146: 77-91.
- [15] 何大明, 冯彦, 胡金明. 中国西南国际河流水资源利用与生态保护. 北京: 科学出版社, 2007: 179-197.
- [16] Zhang C, Ding C Z, Ding L D, Chen L Q, Hu J M, Tao J, Jiang X M. Large-scale cascaded dam constructions drive taxonomic and phylogenetic differentiation of fish fauna in the Lancang River, China. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2019, 29(4): 895-916.
- [17] 刘明典, 陈大庆, 段辛斌, 王柯, 刘邵平. 澜沧江云南段鱼类区系组成与分布. 中国水产科学, 2011, 18(1): 156-170.
- [18] Zhang C, Ding L Y, Ding C Z, Chen L Q, Sun J, Jiang X M. Responses of species and phylogenetic diversity of fish communities in the Lancang River to hydropower development and exotic invasions. Ecological Indicators, 2018, 90: 261-279.
- [19] Li J P, Dong S K, Peng M C, Yang Z F, Liu S L, Li X Y, Zhao C. Effects of damming on the biological integrity of fish assemblages in the middle Lancang-Mekong River basin. Ecological Indicators, 2013, 34: 94-102.
- [20] Ngor P B, Legendre P, Oberdorff T, Lek S. Flow alterations by dams shaped fish assemblage dynamics in the complex Mekong-3S river system. Ecological Indicators, 2018, 88: 103-114.
- [21] Brownell Jr R L, Reeves R R, Thomas P O, Smith B D, Ryan G E. Dams threaten rare Mekong dolphins. Science, 2017, 355(6327): 805.
- [22] Orr S, Pittock J, Chapagain A, Dumaresq D. Dams on the Mekong River: lost fish protein and the implications for land and water resources. Global Environmental Change, 2012, 22(4): 925-932.
- [23] Kang B, He D M, Perrett L, Wang H Y, Hu W X, Deng W D, Wu Y F. Fish and fisheries in the Upper Mekong: current assessment of the fish community, threats and conservation. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2009, 19(4): 465-480.
- [24] Che Z Y, Qin T, Chen X Y. A new genus record of *Yasuhikotakia* Nalbant, 2002 (Teleostei Botiidae) and a new species record of *Brachydanio* Weber et de Beaufort, 1916 (Teleostei Cyprinidae) to China. Biodiversity Journal, 2017, 8(2): 719-724.
- [25] 郭祖锋, 李林, 贺伟平, 李华良. 澜沧江上游鱼类资源研究. 现代农业科技, 2014, (14): 228-228, 237-237.
- [26] 雷春云. 澜沧江干流水电站建设对鱼类的影响及保护——以景洪水电站、小湾水电站、功果桥水电站为例[D]. 昆明: 云南大学, 2012.
- [27] 褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(上册). 北京: 科学出版社, 1989.
- [28] 褚新洛, 陈银瑞. 云南鱼类志(下册). 北京: 科学出版社, 1900.
- [29] 刘邵平, 刘明典, 张光耀, 曹特. 澜沧江水生生物物种资源调查与保护. 北京: 科学出版社, 2016: 114-167.
- [30] Nelson J S. Fishes of the World. 4th ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 2006.
- [31] 陈小勇. 云南鱼类名录. 动物学研究, 2013, 34(4): 281-343.
- [32] 朱松泉. 中国条鳅志. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989.
- [33] 熊飞, 刘红艳, 段辛斌, 刘绍平, 陈大庆. 长江上游宜宾江段渔业资源现状研究. 西南大学学报: 自然科学版, 2015, 37(11): 43-50.
- [34] 陈国柱, 仇玉萍, 李丽萍. 塔里木盆地鱼类入侵及区系演变趋势. 生态学报, 2017, 37(2): 700-714.
- [35] 杨志, 唐会元, 朱迪, 刘宏高, 万力, 陶江平, 乔晔, 常剑波. 三峡水库 175m 试验性蓄水期库区及其上游江段鱼类群落结构时空分布格局. 生态学报, 2015, 35(15): 5064-5075.
- [36] Suen J P, Herricks E E. Investigating the causes of fish community change in the Dahan River (Taiwan) using an autecology matrix. Hydrobiologia, 2006, 568(1): 317-330.
- [37] 李婷, 唐磊, 王丽, 安磊, 王骏, 莫康乐, 陈求稳. 水电开发对鱼类种群分布及生态类型变化的影响——以溪洛渡至向家坝河段为例. 生态学报, 2020, 40(4): 1473-1485.
- [38] 万安, 曹莉, 潘伟, 陶峰, 李家磊, 张晓可, 余世金, 安树青. 低头坝养鱼对鱼类局域栖息地环境的影响——基于鱼类个体生态矩阵的分

- 析. 安徽农学通报, 2015, 21(7): 122-126.
- [39] 王超. “西南水电高坝大库梯级开发的生态保护与恢复”研究构想. 工程科学与技术, 2017, 49(1): 19-26.
- [40] 赵睿智, 王晓奕, 赵红雪, 邱小琮. 星海湖水生生物群落结构及鱼产力评估. 渔业现代化, 2018, 45(3): 34-40.
- [41] 杨姣姣, 过龙根, 尹成杰, 陈晓希, 倪乐意. 富营养化初期湖泊放养鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)控藻生态效果的初步评估. 湖泊科学, 2019, 31(2): 386-396.
- [42] 周虹, 郭军, 杨小庆, 程晓陶, 郑瑾莹, 袁玉兰, 杨会臣, 王永旭, 张垚, 王晓, 张炬. 大坝与生态. 科学世界, 2016, (8): 12-41.
- [43] 周广杰, 况琪军, 胡征宇, 蔡庆华. 香溪河库湾浮游藻类种类演替及水华发生趋势分析. 水生生物学报, 2006, 30(1): 42-46.
- [44] 冯超群, 徐东坡, 陈永进, 徐跑, 单峻峰. 鲢鳙放流对太湖三国城水域浮游植物的影响. 大连海洋大学学报, 2018, 33(5): 666-673.
- [45] 许秀贞, 闫峰陵, 阮娅. 浅析乌东德水电站建设对鱼类资源的影响. 人民长江, 2016, 47(24): 17-20.
- [46] Ding C Z, Jiang X M, Xie Z C, Brosse S. Seventy-five years of biodiversity decline of fish assemblages in Chinese isolated plateau lakes: widespread introductions and extirpations of narrow endemics lead to regional loss of dissimilarity. Diversity and Distributions, 2017, 23(2): 171-184.
- [47] 巴家文, 陈大庆. 三峡库区的入侵鱼类及库区蓄水对外来鱼类入侵的影响初探. 湖泊科学, 2012, 24(2): 185-189.
- [48] 陈银瑞, 杨君兴, 李再云. 云南鱼类多样性和面临的危机. 生物多样性, 1998, 6(4): 272-277.
- [49] Comte L, Cucherousset J, Boulêtreau S, Olden J D. Resource partitioning and functional diversity of worldwide freshwater fish communities. Ecosphere, 2016, 7(6): e01356.
- [50] Zeng Q H, Hu P, Wang H, Pan J G, Yang Z F, Liu H. The influence of cascade hydropower development on the hydrodynamic conditions impacting the reproductive process of fish with semi-buoyant eggs. Science of the Total Environment, 2019, 689: 865-874.
- [51] 陈锋, 雷欢, 郑海涛, 王文君, 方艳红, 杨钟, 黄道明. 珠江干流梯级开发对鱼类的影响与减缓对策. 湖泊科学, 2018, 30(4): 1097-1108.
- [52] Ding C Z, Jiang X M, Wang L E, Fan H, Chen L Q, Hu J M, Wang H L, Chen Y F, Shi X T, Chen H, Pan B H, Ding L Y, Zhang C, He D M. Fish assemblage responses to a low-head dam removal in the Lancang River. Chinese Geographical Science, 2019, 29(1): 26-36.
- [53] 宋一清, 成必新, 胡伟. 黑水河鱼类优先保护次序的定量分析. 水生态学杂志, 2018, 39(6): 65-72.
- [54] 杨青瑞, 陈声威, 何建宽, 祁文龙. 支流生境替代保护效果评价指标体系与评价方法研究. 中国水利水电科学研究院学报, 2015, 13(6): 408-413, 420-420.

附表 澜沧江鱼类名录及个体生态学矩阵
Appendix List of fish species and autecology matrix in the Lancang River

鱼种 Fish Species	1990 — 2008— 2013 — 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position				
		中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位	
I 鲶形目 MYLIOBATIFORMES																					
(1) 魮科 <i>Dasyatidae</i>																					
老挝魮 <i>Dasyatis laosensis</i>	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
II 鲟形目 ACIPENSERIFORMES																					
(2) 鲟科 <i>Acipenseridae</i>																					
杂交鲟 <i>Acipenser schrenckii</i> ♀ × <i>A. baeri</i> ♂ *	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	0	1
III 鳊鲃目 CYPRINIFORMES																					
(3) 鳊鲃科 <i>Anguillidae</i>																					
二色鳊 <i>Anguilla bicolor</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
IV 鲤形目 CYPRINIFORMES																					
(4) 双孔鱼科 <i>Gyrinocheilidae</i>																					
双孔鱼 <i>Gyrinocheilus aymonieri</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(5) 沙鲈科 <i>Botiidae</i>																					
长腹华沙鲈 <i>Sinibotia longiventralis</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
斑鲈连翘沙鲈 <i>Synbranchia beauforti</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
黑线安巴沙鲈 <i>Ambastatia nigrolineata</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
勒氏安彦鲈 <i>Yasuhikotakia leoniei</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
(6) 鲃科 <i>Cobitidae</i>																					
马头鲈 <i>Acanthopsis dialuzona</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
伯氏似鳞头鲈 <i>Lepidocephalichthys berdmorei</i>	1	1	0	0	1	1	0	1/2	1/2	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
赫氏似鳞头鲈 <i>Lepidocephalichthys hasselti</i>	1	0	0	0	1	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
拟长鲈 <i>Acanthopsoides gracilis</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	0	1
泥鲈 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
大鳞副泥鲈 <i>Paramisgurnus dabryanus</i> *	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(7) 爬鲈科 <i>Balitoridae</i>																					
湄公河原缨口鲈 <i>Vanmananenia serrilineata</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
原缨口鲈待定种 <i>Vanmananenia</i> sp.	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
鄧原缨口鲈 <i>Vanmananenia striata</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层 中下层 底层			砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
澜沧江爬鮡 <i>Balitora lancangjiangensis</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
长体间吸鮡 <i>Hemimyzon elongatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
彭氏间吸鮡 <i>Hemimyzon pengi</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
张氏间吸鮡 <i>Hemimyzon tchangi</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
原爬鮡 <i>Balitoropsis vulgaris</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
云南原爬鮡 <i>Balitoropsis yunnanensis</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
(8) 条鮡科 <i>Nemacheilidae</i>																						
尖头荷马条鮡 <i>Homatula acuticephala</i>	1	0	0	0	0	1	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
拟鳃荷马条鮡 <i>Homatula anguillioides</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
多鳞荷马条鮡 <i>Homatula pycnolepis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
无量荷马条鮡 <i>Homatula wuliangensis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
南方翅条鮡 <i>Pteronemacheilus meridionalis</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
拉奥游鰻条鮡 <i>Physoschistura raoi</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
双江游鰻条鮡 <i>Physoschistura shuangjiangensis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
宽斑南鳅 <i>Schistura amplizona</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
版纳南鳅 <i>Schistura bannaensis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
短头南鳅 <i>Schistura breviceps</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
鼓颊南鳅 <i>Schistura bucculenta</i>	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
锥吻南鳅 <i>Schistura conirostris</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
隐斑南鳅 <i>Schistura cryptofasciata</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
横纹南鳅 <i>Schistura fasciolata</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
渭南南鳅 <i>Schistura kengtungensis</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
克氏南鳅 <i>Schistura kloetzi</i>	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
宽纹南鳅 <i>Schistura latifasciata</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
大头南鳅 <i>Schistura macrocephalus</i>	1	0	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
棒状南鳅 <i>Schistura perlica</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
密带南鳅 <i>Schistura poculi</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
波托斯南鳅 <i>Schistura portos</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	
多鳞南鳅 <i>Schistura schultzei</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	1	

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
六斑南鳅 <i>Schistura sexnubes</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
瓦氏南鳅 <i>Schistura waltoni</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
异颌棱唇条鳅 <i>Sectoria heterognathos</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
短尾高原鳅 <i>Triplophysa breicauda</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	1	1	0	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/2	0	1/2	0	0	0	1	
(9) 鲤科 Cyprinidae																						
黑背波鱼 <i>Rasbora atridorsalis</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
北方波鱼 <i>Rasbora septentrionalis</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
小鲃 <i>Danio apopyris</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
布朗鲃 <i>Danio browni</i>	1	0	0	1/3	1/3	1/3	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
金线鲃 <i>Danio chrysotaeniatius</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
条纹裸鲃 <i>Gymnodanio strigatus</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
玫瑰短鲃 <i>Brachydanio rosea</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
长嘴鳅 <i>Reiomas guttatus</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
斑尾低线鳅 <i>Barilius caudicellatus</i>	1	1	0	1	0	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
泰国低线鳅 <i>Barilius koratensis</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
丽色低线鳅 <i>Barilius pulchellus</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
高体鲃 <i>Rhodeus ocellatus</i> *	0	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
刺鳍鲃 <i>Rhodeus spinalis</i> *	0	1	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
短须鲃 <i>Acheilognathus barbatulus</i>	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
罗碧鱼 <i>Paralabuca barroni</i>	1	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
线纹梅氏鳅 <i>Metzia lineata</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
大鳞半鳅 <i>Hemiculterella macrolepis</i>	1	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
鳅 <i>Hemiculter leuciscus</i> *	0	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
大鳍鱼 <i>Macrochirichthys macrochirtus</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i> *	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i> *	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
红鳍原鲃 <i>Cultrichthys erythropterus</i> *	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference		底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types			产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position					
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i> *	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i> *	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
元江鲃 <i>Gobiobotia yuanjiangensis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i> *	0	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idella</i> *	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
丁鲷 <i>Tinca tinca</i> *	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> *	0	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
鳙 <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> *	0	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
侧带结鱼 <i>Tor lateralis</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
多鳞结鱼 <i>Tor polylepis</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
中国结鱼 <i>Tor sinensis</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
野结鱼 <i>Tor tambra</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
似野结鱼 <i>Tor tambroides</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
鳊结鱼 <i>Folger brevifilis</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
裂峡鲃 <i>Hampala macrolepidota</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0
条纹小鲃 <i>Puntius semifasciolatus</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
异斑小鲃 <i>Puntius ticto</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
南方白甲鱼 <i>Onychostoma gerlachi</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
少鳞舟齿鱼 <i>Scaphiodonichthys acanthopterus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
小盘齿鲃 <i>Discherodontus parvus</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
短须圆唇鱼 <i>Cyclocheilichthys repasson</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
红鳍方口鲃 <i>Cosmocheilus cardinalis</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
南腊方口鲃 <i>Cosmocheilus nanlaensis</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
镰鳍鲤 <i>Puntioplites falcifer</i>	1	0	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
爪哇鲃鲤 <i>Puntioplites waandersi</i>	1	1	1	0	0	1	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
梭吻孔鲃 <i>Poropuntius carinatus</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
云南吻孔鲃 <i>Poropuntius huangchuieni</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1
河口吻孔鲃 <i>Poropuntius krempfi</i>	1	1	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
爪哇无名肥 <i>Barbonymus gonionotus</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
短头梭鲃 <i>Luciobarbus brachycephalus</i> *	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
黄尾短吻鱼 <i>Sikukia flavicaudata</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
短吻鱼 <i>Sikukia gudgei</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
长须短吻鱼 <i>Sikukia longibarbat</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
细尾长臀鲃 <i>Mystacoleucus lepturus</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
长臀鲃 <i>Mystacoleucus marginatus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
大鳞高须鱼 <i>Hypsibarbus vernayi</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
细纹似鲃 <i>Luciocyprinus striolatus</i>	1	1	0	0	1	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0	
后背鲴 <i>Percocypris retrodorsalis</i>	1	1	1	1	0	0	1/2	1/2	1/2	1/2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
短吻孟加拉鲃 <i>Bangana brevirostris</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
脂孟加拉鲃 <i>Bangana lippa</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
云南孟加拉鲃 <i>Bangana yunnanensis</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
朱氏孟加拉鲃 <i>Bangana zhui</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
皮氏野鲮 <i>Labeo pierrei</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
麦瑞加拉鲃 <i>Cirrhinus mrigala</i> *	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
网纹穗唇鲃 <i>Crossocheilus reticulatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
单吻鱼 <i>Henicorhynchus lineatus</i>	1	0	0	0	0	1	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
舌唇鱼 <i>Lobocheilus melanotaenia</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
长背鲃 <i>Labiobarbus leptochaeta</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	1	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
鲮 <i>Cirrhinus molitorella</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
斑尾墨头鱼 <i>Garra fasciatauda</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
柬埔寨墨头鱼 <i>Garra cambodgiensis</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
缺须墨头鱼 <i>Garra imberbaimberba</i> Garman	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
奇颌墨头鱼 <i>Garra mirifrons</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
澜沧洲公鱼 <i>Mekongina lancangensis</i>	1	0	0	1	0	1	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
澜沧裂腹鱼 <i>Schizothorax lamsangensis</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
光唇裂腹鱼 <i>Schizothorax lissolabatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
裸腹裂腹鱼 <i>Schizothorax nudiventris</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
鲫 <i>Carassius auratus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
V 脂鲤目 CHARACIFORMES																						
(10) 脂鲤科 Characidae																						
短盖肥脂鲤 <i>Piaractus brachypomus</i> *	0	0	1	0	1	0	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
(11) 鲮脂鲤科 Prochilodontidae																						
条纹鲮脂鲤 <i>Prochilodus lineatus</i> *	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
VI 鲮形目 SILURIFORMES																						
(12) 甲鲮科 Loricariidae																						
下口鲮 <i>Hypostomus plecostomus</i> *	0	1	1	0	0	1	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
(13) 胡子鲇科 Clariidae																						
塘胡子鲇 <i>Clarias batrachus</i> *	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
胡子鲇 <i>Clarias fuscus</i>	1	1	1																			
(14) 鲮科 Bagridae																						
瓦氏黄鲮鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i> *	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
丝尾鲮 <i>Hemibagrus wyckioides</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
长吻鲮 <i>Leiocassis longirostris</i> *	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
(15) 鲮科 Siluridae																						
鲮 <i>Silurus asotus</i> *	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
大口鲮 <i>Silurus meridionalis</i> *	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
渭南细丝鲮 <i>Micronema moorei</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0	
滨河亮背鲮 <i>Phalacrotonotus bleekeri</i>	1	1	1	0	1	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0	
叉尾鲮 <i>Wallago attu</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0	
湄公半鲮 <i>Hemisilurus mekongensis</i>	1	0	0	0	0	1	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
(16) 锡伯鲮科 Schilbiidae																						
长臀鲮鲮 <i>Clupisoma longianalis</i>	1	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
中华鲮鲮 <i>Clupisoma sinense</i>	1	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
(17) [鱼芒] 科 Pangasiidae																						
贾巴[鱼芒] <i>Pangasius djambal</i>	1	1	1	0	0	1	1/2	1/2	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
短须[鱼芒] <i>Pangasius micronemus</i>	1	1	1	0	0	1	1/2	1/2	1	0	0	0	1	0	0	1/5	1/5	1/5	0	0	1	
长丝[鱼芒] <i>Pangasius sanitwongsei</i>	1	0	0	0	0	1	1/2	1/2	1	0	1	0	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1	0	0	
(18) 鲶科 <i>Ictaluridae</i>																						
云斑鲶 <i>Ameiurus nebulosus</i> *	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
斑点叉尾鲶 <i>Ictalurus punctatus</i> *	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
(19) 鲶科 <i>Sisoridae</i>																						
鲃 <i>Bagarius bagarius</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
巨鲃 <i>Bagarius yarrelli</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	1
德钦纹胸鲃 <i>Glyptothorax deqingensis</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
纺锤纹胸鲃 <i>Glyptothorax fuscus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
老挝纹胸鲃 <i>Glyptothorax laosensis</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
长须纹胸鲃 <i>Glyptothorax longinema</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
大斑纹胸鲃 <i>Glyptothorax macromaculatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
无斑褶鲃 <i>Pseudoheneis immaculatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
似黄斑褶鲃 <i>Pseudoheneis sulcatoides</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
短腹鲃 <i>Pareuchiloglanis abbreviatus</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
细尾鲃 <i>Pareuchiloglanis gracilicaudata</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
兰坪鲃 <i>Pareuchiloglanis myzostoma</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
长背鲃 <i>Pareuchiloglanis prolisodorsalis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
长胸异鲃 <i>Creteuchiloglanis longipectoralis</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
景东异齿鲃 <i>Oreoglanis jingdongensis</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
穗缘异齿鲃 <i>Oreoglanis setiger</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
(20) 粒鲃科 <i>Akysidae</i>																						
短须粒鲃 <i>Akysis brachybarbatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	1
中华粒鲃 <i>Akysis sinensis</i>	1	1	0	0	0	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1	1
VII 胡瓜鱼目 <i>OSMERIFORMES</i>																						
(21) 银鱼科 <i>Salangidae</i>																						
太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i> *	0	1	1	1	0	0	1/2	1/2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
VIII 颌针鱼目 <i>BELONIFORMES</i>																						

续表

鱼种 Fish Species	1990 年以前	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position			
				中上层 中下层 底层			砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位
(22) 怪颌鲋科 <i>Adrianichthyidae</i>																						
小青鲮 <i>Oryzias minutillus</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
中华青鲮 <i>Oryzias sinensis</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
IX 鲮形目 <i>CYPRINODONTIFORMES</i>																						
(23) 胎鲮科 <i>Poeciliidae</i>																						
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i> *	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
X 合鳃鱼目 <i>SYMBRANCHIFORMES</i>																						
(24) 合鳃鱼科 <i>Synbranchidae</i>																						
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
(25) 刺鲃科 <i>Mastacbelidae</i>																						
大刺鲃 <i>Mastacembelus armatus</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
XI 鲈形目 <i>PERCIFORMES</i>																						
(26) 丽鱼科 <i>Cichlidae</i>																						
莫桑比克罗非鱼 <i>Oreochromis mossambica</i> *	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis nilotica</i> *	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
奥利亚罗非鱼 <i>Oreochromis aureus</i> *	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
马拉瓜丽体鱼 <i>Cichlasoma managuense</i> *	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
(27) 沙塘鳢科 <i>Odontobutidae</i>																						
小黄[鱼幼]鱼 <i>Microperops suinhonis</i> *	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
(28) 鰕虎鱼科 <i>Gobiidae</i>																						
波氏吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i> *	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> *	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
颈斑吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius maculicervix</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
(29) 攀鲈科 <i>Anabantidae</i>																						
攀鲈 <i>Anabas testudineus</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
(30) 斗鱼科 <i>Belontiidae</i>																						
叉尾斗鱼 <i>Macropodus opercularis</i>	1	1	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
线足鲈 <i>Trichogaster trichopterus</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	
(31) 太阳鱼科 <i>Centrarchidae</i>																						

续表

鱼种 Fish Species	1990 — 2013	2008— 2013	2018— 2019	水深偏好 Water depth preference			底质类型 Bottom types		流速偏好 Velocity preference		营养类型 Nutrition types				产卵类型 Spawning types				口位 Mouth position				
				中上层	中下层	底层	砂砾/ 卵石	泥质/ 水草	急流	缓流	肉食性	杂食性	滤食性	植食性	浮性	粘性	漂流	沉性	卵胎生	端位	上位	下位	
大口黑鲈 <i>Micropterus salmoides</i> *	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0		
(32) 鲢科 <i>Channidae</i>																							
乌鲢 <i>Channa argus</i> *	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
宽额鲢 <i>Channa gachua</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0	
线鲢 <i>Channa striata</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
带鲢 <i>Channa lucius</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
(33) 塘鲢科 <i>Eleotridae</i>																							
云斑尖塘鲢 <i>Oxyeleotris marmorata</i> *	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	0	1	0	
XII 鲈形目 <i>TETRAODONTIFORMES</i>																							
(34) 鲈科 <i>Tetraodontidae</i>																							
湄公河草孔鲈 <i>Monotretes turgidus</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	1/2	1/2	1	0	0	0	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	0	0	

注: * 代表外来鱼类, 鉴定标准参照文献^[3,15,16]; 生态类型属性数据来源于书籍^[27,28,32]和在线数据库 FishBase(www.fishbase.org), 少数鱼类由于缺乏资料记录或生态环境偏好不明显的取平均数; 各时期鱼类种类记录列: I 代表记录到, 0 代表没有记录