

汉江支流任河上游鱼类多样性现状与保护对策

刘飞^{1, 2} 张富斌^{1, 2} 常涛² 林鹏程² 刘焕章²¹

(1. 西华师范大学 环境科学与工程学院, 四川 南充 637009;

2. 中国科学院水生生物研究所, 湖北 武汉 430072)

【摘要】: 根据 2016~2018 年任河上游 4 次鱼类资源调查数据, 对该地区的鱼类物种组成、分布格局、物种多样性和群聚结构等进行了分析。调查期间, 18 个调查样点共采集鱼类 36 种, 其中土著鱼类 34 种, 外来鱼类 2 种。34 种土著鱼类隶属于 3 目 9 科 30 属, 其中国家二级重点保护野生动物有多鳞白甲鱼 1 种, 重庆市重点保护鱼类有汉水扁尾薄鳅和峨眉后平鳅 2 种, 列入《中国脊椎动物红色名录》的易危(VU)鱼类有多鳞白甲鱼、齐口裂腹鱼和细体拟鲮 3 种。尖头大吻鲃、嘉陵颌须鲃、宽鳍鱲和峨眉后平鳅等小型山溪急流性鱼类在调查水域分布较为广泛, 同时也是鱼类群聚中的主要优势种类。鱼类物种多样性整体呈现出随河流梯度向下游延伸而逐渐增加的趋势。与历史调查资料相比, 任河上游鱼类资源明显衰退, 主要表现为物种数量减少、部分种类分布范围缩小和小型化趋势加剧等。为促进任河上游鱼类多样性保护与恢复, 建议严格控制水电开发强度、加强渔政管理和实施生态修复。

【关键词】: 任河 鱼类 多样性 保护对策

【中图分类号】: S932.4 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2021)11-2651-08

任河是长江左岸一级支流汉江上游的最大支流, 发源于重庆城口、巫溪和陕西镇坪三县交界的大燕山, 流经重庆城口、四川万源和陕西紫阳三地, 在大巴山北麓的紫阳县汇入汉江, 干流全长 211.4km, 流域面积 4871km²。根据河流地形地貌特征, 任河可以划分为上、中、下游, 其中城口县所辖江段为上游, 万源市所辖江段为中游, 紫阳县所辖江段为下游^[1]。任河流域是国家南水北调中线工程丹江口水库重要水源涵养地, 其所处的大巴山地区还是《中国生物多样性保护行动计划(2011-2030)》列出的我国 35 个生物多样性优先保护区域之一以及世界自然基金会确定的全球 233 个热点生态区之一, 在区域水土保持、水源涵养和生物多样性保护等方面发挥着重要作用。重庆市城口县所辖的任河上游江段地处大巴山腹地, 境内山峦叠嶂, 水系发达, 河网密布, 生物多样性尤高, 具有重要的生态价值, 亟需加强研究和保护^[2]。

鱼类作为河流生态系统的主要消费者, 是反映河流健康状况的重要指示物种^[3]。受非生物因素(如水温 and 海拔等)、生物因素(如竞争和捕食等)以及人类活动(如水电开发和捕捞等)影响, 鱼类多样性以及群落结构通常表现出一定的时空差异, 这些因素在不同的时间和空间尺度上影响着鱼类多样性以及群落结构^[4]。上世纪 60~80 年代, 四川师范学院等单位对任河流域的鱼类资源进行过多次零星调查, 其中上游城口县范围内的东安、高观和复兴 3 个江段记录有鱼类 40 种^[5,6]。近几十年来, 任河上游的水域生态环境发生了明显的变化, 但是有关鱼类多样性的变化特征缺乏持续的跟踪调查, 这在一定程度上限制了相关保护措施的实施。在此背景下, 本研究于 2016~2018 年对任河上游的鱼类物种组成、分布格局、物种多样性和群聚结构等进行了 4 次调查,

作者简介: 刘飞(1984~), 男, 副研究员, 主要研究方向为鱼类生态学. E-mail:liufei@ihb.ac.cn;刘焕章, E-mail:hzzliu@ihb.ac.cn

基金项目: 国家自然科学基金(31400359);中国生物多样性监测与研究网络-内陆水体鱼类多样性监测专项网

旨在全面掌握该地区的鱼类多样性现状，进而为相关保护与修复措施的制定提供本底资料和科学依据。

1 材料与方法

1.1 样点设置与采样方法

根据任河上游的水系特征，共设置了 18 个调查样点，基本覆盖了任河上游干流江段及其主要支流(图 1)。于 2016 年 9 月、2017 年 7 月、2017 年 11 月和 2018 年 7 月对上述采样点的鱼类多样性现状进行了 4 次调查，每次调查时间长约 20d。经当地渔政部门批准后，使用小型背负式电鱼机进行鱼类标本采集，采样工作一般在白天进行，由 2 名调查人员从采样点的下游逆流而上进行捕捞，每个调查样点采样河段长约 100m, 尽量涵盖急流、浅滩、深潭和缓流等不同的生境类型^[7]。

参照《中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(中卷)》^[8]、《中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(下卷)》^[9]和《四川鱼类志》^[10]等文献资料，对采集到的所有鱼类标本当场进行种类鉴定，逐尾测量全长(精确至 1mm)、体长(精确至 1mm)和体重(精确至 0.1g)等生物学指标，并现场记录采样点经纬度、采样时间和捕捞河段长度等基本信息。对于能够当场鉴定种类的鱼类个体，在测量完相关生物学指标之后，放归到原采集地点；而对于不能当场鉴定种类的鱼类个体，以 10%福尔马林溶液保存固定，带回实验室作进一步鉴定^[7]。综合 20 世纪 60~80 年代调查结果整理任河上游鱼类名录^[5,6]。鱼类物种名参照《中国内陆鱼类物种与分布》^[11]和 Fishbase(www.fishbase.org)；鱼类濒危等级参照《中国脊椎动物红色名录》^[12]。

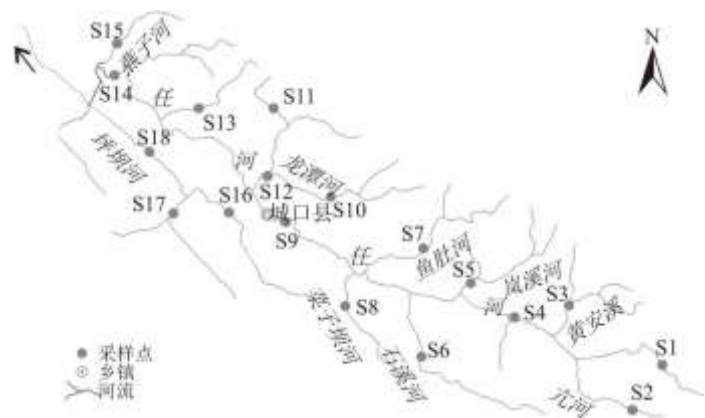


图 1 任河上游鱼类多样性调查样点设置图

1.2 数据处理与分析

1.2.1 物种多样性分析

采用 Margalef 物种丰富度指数(D)^[13]、Shannon-Weiner 多样性指数(H')^[14]和 Pielou 均匀度指数(J')^[15]分析调查区域的鱼类物种多样性，各指数的计算公式如下：

$$D = (S-1) / \ln N \tag{1}$$

$$H' = - \sum (P_i \ln P_i) \tag{2}$$

$$J' = H' / \ln S \tag{3}$$

式中：S 为样本中鱼类物种总数；N 为样本中鱼类个体总数；Pi 为鱼类 i 的个体数 (n_i) 与总个体数 (N) 的比值 (n_i/N)。

1.2.2 优势度分析

采用百分比相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI) 确定鱼类群聚的优势种类，计算公式如下^[16]：

$$IRI\% = \left(\frac{(W_i\% + N_i\%) \times F_i\%}{\sum_{i=1}^n (W_i\% + N_i\%) \times F_i\%} \right) \times 100 \quad (4)$$

式中：W_i% 为鱼类 i 在渔获物中所占的重量百分比；N_i% 为鱼类 i 在渔获物中所占的尾数百分比；F_i% 为鱼类 i 在不同样点的出现率。

2 结果

2.1 鱼类物种组成

2016~2018 年调查期间，任河上游 18 个样点共采集到鱼类 1627 尾，鉴定种类 36 种，其中包括 34 种土著鱼类和 2 种外来鱼类(附录 1)。

34 种土著鱼类隶属于 3 目 9 科 30 属，其中国家二级重点保护野生动物，即多鳞白甲鱼和重庆市重点保护鱼类 2 种，分别为汉水扁尾薄鳅和峨眉后平鳅；列入《中国脊椎动物红色名录》的易危 (VU) 物种 3 种，分别为多鳞白甲鱼、齐口裂腹鱼和细体拟鲢。

从目级分类水平来看，鲤形目物种数量最多，有 25 种，占土著鱼类物种总数的 73.5%；其次为鲇形目，有 6 种，占土著鱼类物种总数的 17.6%；鲈形目物种数量最少，仅 3 种，占土著鱼类物种总数的 8.8%；从科级分类水平来看，鲤科物种数量最多，有 18 种，占土著鱼类物种总数的 52.9%；其次为鲿科，有 5 种，占土著鱼类物种总数的 14.7%；其它科鱼类物种数量较少。

2.2 物种空间分布

任河上游鱼类分布表现出一定的空间差异。尖头大吻鲿、嘉陵颌须鲈、宽鳍鱮和峨眉后平鳅等山溪急流性鱼类在任河上游分布较为广泛，其中尖头大吻鲿在除坪坝河之外的基本所有样点均有分布，嘉陵颌须鲈、宽鳍鱮、马口鱼和峨眉后平鳅则广泛分布于除部分干支流源头样点之外的所有样点。唇鲮、花鲮、斑鳅、鳊、汉水扁尾薄鳅、虾虎鱼科和鲿科种类主要分布于城口县以下干流江段，较少见于支流样点。多鳞白甲鱼和齐口裂腹鱼等适应激流或者低温环境的较大型鱼类呈现出明显的点状分布特征，仅见于部分干支流源头样点。

2.3 多样性时空格局

任河上游鱼类物种多样性整体呈现出随河流梯度向下游延伸而逐渐增加的趋势，但是季节变化特征不明显。部分支流样点仅采集到尖头大吻鲿 1 种鱼类，而随着河流向下游延伸，鱼类物种数逐渐增加，干流江段的鱼类物种数量由源头的 1 种逐渐增加至 10 种；Margalef 物种丰富度指数和 Shannon-Weiner 多样性指数表现出相似的变化特征，且以城口县城以下干流样点较高。Pielou 均匀度指数以干流以及支流黄溪河和坪坝河下游样点较高(表 1)。

2.4 群聚结构

任河上游鱼类群聚结构以适应山溪急流生活的小型鱼类占明显优势(表 2)。尖头大吻鲿的重量百分比、尾数百分比、出现率和 IRI%均位列第一；多鳞白甲鱼由于个体相对较大、重量百分比相对较高，IRI%位列第二；嘉陵颌须鲈、峨眉后平鲈和宽鳍鱲等小型鱼类在鱼类群聚中也占有一定的相对优势度。

表 2 任河上游鱼类群聚结构(仅列出 IRI%>1%的种类)

鱼名	W (%)	N (%)	F (%)	IRI (%)
尖头大吻鲿	34.84	50.09	69.23	68.36
多鳞白甲鱼	18.77	8.36	30.77	9.71
嘉陵颌须鲈	8.54	8.11	38.46	7.45
峨眉后平鲈	2.60	10.02	46.15	6.77
宽鳍鱲	7.85	5.90	27.69	4.43
银鲈	5.79	6.08	7.69	1.06

2.5 捕捞规格

目前，任河上游主要优势种类的捕捞规格普遍较小(表 3)。其中，尖头大吻鲿、嘉陵颌须鲈、峨眉后平鲈、宽鳍鱲、银鲈、中华花鲈、红尾副鲈和汉水扁尾薄鲈的平均体重均在 10g 以下；多鳞白甲鱼和鳊的平均体重在 10~20g 之间；仅齐口裂腹鱼的平均体重大于 50g。

表 3 任河上游主要优势种类的平均体重(仅列出尾数百分比>1%的种类)

鱼名	均重(g)	鱼名	均重(g)
尖头大吻鲿	3.93	齐口裂腹鱼	86.99
多鳞白甲鱼	12.68	鳊	11.98
嘉陵颌须鲈	5.95	中华花鲈	4.22
峨眉后平鲈	1.47	子陵吻虾虎鱼	1.46
宽鳍鱲	7.51	红尾副鲈	5.95
银鲈	5.37	汉水扁尾薄鲈	2.25

3 讨论

3.1 鱼类资源变化特征

2016~2018 年调查期间,任河上游共采集鱼类 36 种,其中土著鱼类 34 种,外来鱼类 2 种。综合历史调查资料可知,任河上游分布有土著鱼类 50 种,隶属于 4 目 11 科 41 属(附录 1)。其中,国家二级重点保护野生动物 3 种,分别为多鳞白甲鱼、重口裂腹鱼和青石爬鮡;重庆市重点保护鱼类 3 种,分别为汉水扁尾薄鳅、峨眉后平鳅和四川华吸鳅;列入《中国脊椎动物红色名录》的濒危(EN)物种 2 种,分别为重口裂腹鱼和青石爬鮡;列入《中国脊椎动物红色名录》的易危(VU)物种 4 种,分别为多鳞白甲鱼、齐口裂腹鱼、紫薄鳅和细体拟鲢。比较发现,任河上游鱼类物种多样性明显高于汉江上游其它支流,如褒河、渭水河、子午河、堵河和南河等^[17,18]。此外,由于毗邻长江上游嘉陵江和大宁河等水系,任河上游的鱼类组成表现出汉江与长江上游混合的特点,其鱼类组成不仅包括一些汉江水系的特有鱼类(如汉水扁尾薄鳅),同时也包含一些主要分布于长江上游地区的特有鱼类(如嘉陵颌须鮡、裸腹片唇鮡、长江孟加拉鲮、齐口裂腹鱼、异唇裂腹鱼、短体副鳅、四川华吸鳅和青石爬鮡等)。因此,任河上游在鱼类多样性保护以及鱼类生物地理学研究等方面具有重要意义。

但是,与历史调查资料相比,任河上游鱼类资源明显衰退,主要表现在以下方面:

(1) 鱼类物种数量减少

2016~2018 年调查期间,任河上游采集到了~~鱖~~、棒花鱼、长江孟加拉鲮、中华花鳅、大鳞副泥鳅、黄颡鱼、白边拟鲢、大鳍鱮、鲃和波氏吻虾虎鱼等 10 个新纪录土著种^[8]。这些物种的增加与本研究调查范围扩大和调查强度增加等有关。尽管如此,中华细鲫、伍氏华鳊、鲃、吻鮡、宜昌鳅鮡、异唇裂腹鱼、重口裂腹鱼、贝氏高原鳅、紫薄鳅、四川华吸鳅、犁头鳅、凹尾拟鲢、南方鲃、中华纹胸鮡、青石爬鮡和黄鳝等 16 个历史记录种在本调查中没有出现^[5]。这些种类多为适应流水生活的敏感性鱼类,如吻鮡、宜昌鳅鮡、异唇裂腹鱼、重口裂腹鱼、贝氏高原鳅、紫薄鳅、四川华吸鳅、犁头鳅、中华纹胸鮡和青石爬鮡等,其中重口裂腹鱼、青石爬鮡和紫薄鳅还是列入国家重点保护对象或《中国脊椎动物红色名录》的受威胁鱼类^[12]。

(2) 部分物种分布范围缩小

与 20 世纪 60~80 年代调查资料相比,任河上游部分鱼类的分布范围明显缩小。例如,多鳞白甲鱼曾是任河的主要优势种类,在不同江段均有分布,并且维持较大种群规模^[6];而本调查显示,目前多鳞白甲鱼仅局限分布于任河上游青龙峡以上江段以及鱼肚河、岚溪河、龙潭河和黄溪河等部分支流样点,而在任河干流城口县以下江段已基本绝迹;此外,齐口裂腹鱼目前也仅局限分布于任河源头以及岚溪河、石溪河和龙潭河等支流的部分江段,并且种群规模非常小。

(3) 小型化趋势加剧

20 世纪 60~70 年代,任河上游鱼类群聚中的优势种类主要为中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、裂腹鱼类、多鳞白甲鱼和南方鲃等大型鱼类,体重多在 0.5~1.0kg^[6]。而本次调查显示,目前江段鱼类群落的优势种类主要为尖头大吻鲃等小型鱼类,中华倒刺鲃、裂腹鱼类和南方鲃等大型经济鱼类已经基本从渔获物中消失,鱼类低龄化和小型化趋势进一步加剧。

3.2 鱼类资源变化原因

综合现场踏勘和走访调查可知,造成任河上游鱼类资源衰减的原因是多方面的,主要包括以下几个方面:

(1) 水电工程建设

任河上游水系发达,河网密布,水能资源丰富。目前,任河上游干流江段已建有蹇家湾水电站和巴山水电站 2 座大型水电

站，黄安溪、鱼肚河、石溪河、菜子坝河和龙潭河等主要支流也已基本开发完毕。据不完全统计，任河上游城口县范围内已建成各级水电站 50 余座。这些水电站多为引水式电站，电站引水使得坝下大面积脱水，河流栖息地片段化、破碎化严重，鱼类洄游通道阻断。目前，黄安溪、鱼肚河和龙潭河下游已基本干涸，干流蹇家湾和巴山水电站下游减水河段均超过 10km。此外，坝上静水环境的形成使得吻鮠、宜昌鳅鲃、紫薄鳅、犁头鳅和多鳞白甲鱼等喜急流性鱼类的适宜栖息地严重压缩。产漂流性卵鱼类由于需要涨水过程刺激，并且受精卵的孵化发育对河流的流量、流态、流速和流程等均要求较高，更容易受到水电梯级开发的不利影响^[19]。目前吻鮠、宜昌鳅鲃、紫薄鳅和犁头鳅等产漂流性卵鱼类已从任河上游消失。

(2) 过度捕捞

由于渔政执法能力薄弱和宣传不到位等原因，任河上游电鱼和毒鱼等非法捕捞行为一度非常猖獗，对鱼类等水生生物资源造成了极大地破坏^[6]。调查期间，调查人员多次目睹了黄溪河等支流遭人为毒杀后的惨状，大量的死鱼遍布河底，触目惊心，其中包括多鳞白甲鱼等国家重点保护对象。由于持续的过度捕捞，目前任河上游鱼类资源的低龄化和小型化现象十分严重，中华倒刺鲃、裂腹鱼类和南方鲇等大型经济鱼类已经基本从渔获物中消失^[6]。

(3) 水体污染

任河上游水质整体较好，特别是源头和部分支流由于发源于原始森林，基本没有受到人类活动干扰。但是，部分城镇江段由于生活污水和矿区矿渣尾水未经处理直接倾倒入河，使得河流水域生态环境受到了严重的破坏，水生生物多样性也因此而面临严重威胁。调查发现，受洗煤厂尾水排放和锰废渣渗漏影响，坪坝河支流汪家河水质污染严重，河底几乎完全被煤灰和其它矿废物覆盖，鱼虾基本绝迹。此外，随着城镇化建设的加快，城口县污水处理设施严重超荷，生活污水直排现象非常严重，位于城口县城葛城街道下游约 5km 处的蹇家湾水电站库区由于接纳了大量的城市生活污水，水质状况堪忧。

(4) 其它涉水工程建设

任河上游喀斯特地貌发育，暗河和溶洞甚多，这些暗河和溶洞历史上均与河流自然连通。多鳞白甲鱼和齐口裂腹鱼等鱼类正是通过暗河与地表河流之间的迁移来完成生活史过程，主要表现为寒露至立冬前后进入这些暗河溶洞越冬，翌年春分至立夏涌出泉洞摄食繁殖，形成所谓的“鱼泉”。据杨顺成等^[20]报道，任河上游曾分布有鱼泉 40 余个，其中东安鱼泉在 20 世纪 60 年代中期的年鱼产量就达上万公斤。然而，由于沿河公路建设和河道整治等原因，这些鱼泉基本被堵死，进而造成鱼类资源下降^[6]。

3.3 鱼类资源保护对策与建议

(1) 控制水电开发强度，保障下泄生态流量

调查表明，受水电梯级开发影响，任河上游鱼类资源破坏严重。多鳞白甲鱼和齐口裂腹鱼等珍稀濒危鱼类的分布范围明显缩小，呈现点状分布；而吻鮠、宜昌鳅鲃、紫薄鳅和犁头鳅等产漂流性卵鱼类已经在任河上游消失。因此，建议严格控制水电开发强度，对已建电站实施统一调度，保证足够的下泄生态流量；同时，科学评估这些水电工程对鱼类等水生生物的影响，对一些效率低下、生态危害较大的小型水电站予以拆除，恢复河流自然生境^[21]。

(2) 加强渔政管理，严厉打击非法捕捞

目前任河上游部分江段电鱼和毒鱼等非法捕捞行为仍然非常猖獗。建议渔政部门加强渔政管理，与公安、林业、环保等相关部门建立联合巡查机制，严厉打击非法捕捞行为；同时，借鉴东安镇的经验，积极引导各乡镇和各村建立村规民约，鼓励群众参与护鱼。此外，在青龙峡等鱼类多样性较高或者重点保护对象集中分布的江段建立鱼类自然保护区，以保护多鳞白甲鱼和齐口裂

腹鱼等鱼类的自然增殖。

(3) 划定生态红线，实施生态修复

任河上游地处大巴山生物多样性优先保护区，同时也是长江上游重要生态屏障和国家南水北调重要水资源储备库。然而，由于长期的不合理开发，水域生态环境遭受到了严重破坏，鱼类等水生生物的多样性受到严重威胁。建议相关部门树立红线思维，深入贯彻落实 2018 年 10 月 15 日国务院办公厅发布的《关于加强长江水生生物保护工作的意见》，从流域的角度统一划定生态保护红线，严格控制水资源开发利用总量、水体纳污总量和水资源利用效率。同时，积极修复水域生态环境，针对前文提到的明显受到水电开发、水体污染和河道整治等人类活动影响的重点区域实施生态修复。

参考文献：

- [1]紫阳县志编纂委员会. 紫阳县志[M]. 西安：三秦出版社，1989.
- [2]何宗苡，袁兴中，卢虹宇，等. 渝东北生态屏障建设探讨——以城口县为例[J]. 三峡生态环境监测，2017, 2(2):28-33.
- [3]KARR J R. Assessment of biotic integrity using fish communities[J]. Fisheries, 1981, 6(6):21-27.
- [4]雷娟，梁阳阳，隋晓云，等. 长江上游支流老河沟鱼类群落结构的时空格局[J]. 长江流域资源与环境，2015, 24(7):1126-1132.
- [5]夏志良，王旭，邓其祥. 任河鱼类调查报告[J]. 四川动物，1991, 10(1):34-35.
- [6]曾明侯. 任河上游的鱼类资源及渔业 [M]// 四川省农业区划委员会，《四川江河鱼类资源与利用保护》编委会. 四川江河鱼类资源与利用保护. 成都：四川科学技术出版社，1991:140-144.
- [7]刘飞，杨光辉，刘定明，等. 习水河鱼类资源现状与保护对策[J]. 淡水渔业，2019, 49(5):36-43.
- [8]陈宜瑜. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目（中卷）[M]. 北京：科学出版社，1998.
- [9]乐佩琦. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目（下卷）[M]. 北京：科学出版社，2000.
- [10]丁瑞华. 四川鱼类志 [M]. 成都：四川科学技术出版社，1994.
- [11]张春光，赵亚辉. 中国内陆鱼类物种与分布 [M]. 北京：科学出版社，2016.
- [12]蒋志刚，江建平，王跃招，等. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性，2016, 24:500-551.
- [13]SHANNON C E, WIENER W. The mathematical theory of communication [M]. University of Illinois Press, Urbana, 1949.
- [14]MARGALEF R. Information theory in biology[J]. General Systems Yearbook, 1958, 3:36-71.

-
- [15]PIELOU E C.Ecological diversity [M]. John Wiley and Sons, New York, 1975.
- [16]MORATO T, SANTOS R S, ANDRADE J P. Feeding habits, seasonal and ontogenetic diet shift of black tail comber, *Serranus atricauda* (Pisces: Serranidae), from the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 2000, 49(1): 51-59.
- [17]许涛清, 陈景星, 张卫. 陕西省汉江鱼类区系研究[J]. *四川动物*, 1988, 7(4): 16-20.
- [18]田凯, 汪正祥, 雷耘, 等. 鄂西北六个自然保护区鱼类群落结构及多样性比较[J]. *长江流域资源与环境*, 2017, 26(3): 384-393.
- [19]曹文宣. 水利工程与鱼类资源的利用和保护[J]. *水库渔业*, 1983(1): 10-21.
- [20]杨顺成, 曾明侯. 泉涌鱼跃的城口鱼泉[J]. *中国水利*, 1989(3): 43-44.
- [21]曹文宣. 长江上游水电梯级开发的水域生态环境保护问题 [M]// 张楚汉, 王光谦. 中国学科发展战略研究·水利科学与工程前沿. 北京: 科学出版社, 2017: 284-301.