



DOI:10.14188/j.ajsh.20240507001

## 广西凌云洞穴鱼类自然保护区鱼类资源现状与保护对策

修立辉,张鹏飞,杨 剑\*

(南宁师范大学 广西山地生态系统动植物进化与保护重点实验室,广西 南宁 530001)

**摘要:** 广西凌云洞穴鱼类自然保护区始建于2008年,是中国的一个以洞穴珍稀鱼类为主要保护对象的省级自然保护区。为摸清凌云洞穴鱼类自然保护区的鱼类物种多样性现状,于2019-12—2020-12在该保护区进行了鱼类资源调查。通过5次野外调查完成了11个洞穴和4条地下河的鱼类采集。结果表明,保护区内有鱼类22种,隶属于2目6科16属,其中国家二级重点保护野生动物6种,广西重点保护野生动物3种。水环境污染、水利工程建设、高速公路建设和运行是影响该保护区鱼类生活的主要因素。建议对洞穴和地下河生境采取更严格的保护措施,在进一步优化保护区的边界范围,加强科学研究,开展社区共管等方面加强保护力度。

**关键词:** 自然保护区;洞穴鱼类;右江;喀斯特地区

中图分类号:S931.1

文献标志码:A

文章编号:2096-3491(2024)06-0605-06

## Current situation and conservation strategies of fish resources in Lingyun Cavefish Nature Reserve, Guangxi

XIU Lihui, ZHANG Pengfei, YANG Jian\*

(Key Laboratory of Wildlife Evolution and Conservation in Mountain Ecosystem of Guangxi, Nanning Normal University, Nanning 530001, Guangxi, China)

**Abstract:** Lingyun Cavefish Nature Reserve was founded in 2008. It is a provincial nature reserve with rare cavefishes as its main protection species in China. In order to find out the fish species diversity in Lingyun Cavefish Nature Reserve, several fish resource surveys were conducted in the reserve from December 2019 to December 2020. The fish samples in 11 caves and 4 underground rivers were collected from 5 field surveys. The results showed that there are 22 species of fish in the reserve, belonging to 2 orders, 6 families, and 16 genera, among which 6 species are recorded as the second-class of national key protected wild animals, 3 species are recorded as Guangxi key protected wild animals. Water pollution, water conservancy engineering construction, and highway construction and operation are the main factors affecting the fishes in the reserve. It is recommended that strict protection measures should be taken for caves and underground river habitats, the boundaries and protected areas should be further optimized, scientific research should be strengthened, and community co-management should be carried out to enhance protection.

**Key words:** nature reserve; cavefishes; Youjiang River; karst area

收稿日期:2024-05-07 修回日期:2024-11-09 接受日期:2024-12-05

作者简介:修立辉(1979-),女,高级实验师,主要从事鱼类分类学研究。E-mail:xiulihui2018@163.com

\*通讯联系人:杨剑(1981-),男,研究员,博士,研究方向为鱼类物种多样性与保护。E-mail:yj1981yj@163.com

基金项目:国家自然科学基金(31860600)

引用格式:修立辉,张鹏飞,杨剑. 广西凌云洞穴鱼类自然保护区鱼类资源现状与保护对策[J]. 生物资源, 2024, 46(6): 605-610.

Xiu L H, Zhang P F, Yang J. Current situation and conservation strategies of fish resources in Lingyun Cavefish Nature Reserve, Guangxi [J]. Biotic Resources, 2024, 46(6): 605-610.

## 0 引言

生物多样性是人类可持续发展和赖以生存的重要条件之一。中国是世界上生物多样性最丰富的国家之一<sup>[1,2]</sup>。中国积极推动建立以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地体系,71%的国家重点保护野生动植物物种得到有效保护<sup>[3]</sup>。自然保护区是指对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区、有特殊意义的自然遗迹等保护对象,依法划出一定面积予以特殊保护和管理的陆地、陆地水体或者海域。自然保护区对于生物多样性的保护至关重要,它是国家实施保护策略的基础,是阻止濒危物种灭绝的重要途径。

中国西南喀斯特地貌区是世界三大集中连片喀斯特区中面积最大且岩溶发育最强烈的地区<sup>[4]</sup>。该地区也是全球生物多样性研究和保护的关键地区和热点地区<sup>[5,6]</sup>。广西是中国西南喀斯特主要分布区之一。喀斯特地貌具有独特的喀斯特生态系统,包括较高的生物多样性、众多特有和濒危动、植物及其栖息地。喀斯特地区一个重要的特征是地下河数量众多。在地下河生物中,洞穴鱼类是最重要的组成部分。洞穴鱼类是淡水鱼类的一个特殊生态类群,其生活史在自然状态下完全离不开洞穴或地下水环境<sup>[7]</sup>。

广西凌云洞穴鱼类自然保护区是5种洞穴珍稀鱼虾的模式标本产地<sup>[8,9]</sup>,是以洞穴珍稀鱼类为主要保护对象的自然保护区,动物地理及鱼类种质资源保护地位十分重要,对水生生物多样性保护起到积极作用。2019—2020年,对凌云洞穴鱼类自然保护区主要洞穴生境和地下河进行了鱼类资源调查,旨在摸清该保护区鱼类物种多样性现状,识别鱼类面临的威胁以及为保护区的鱼类物种保护提出针对性的建议。

## 1 研究区与方法

### 1.1 保护区概况

广西凌云洞穴鱼类自然保护区始建于2008年,位于广西壮族自治区百色市凌云县境内。该保护区由一条地下河沿线区域和另外六个分散的洞穴组成,简称为“1线”和“6点”(见图1),总面积为684.0 hm<sup>2</sup>。核心区包括牛垌至甲福,总面积为280.0 hm<sup>2</sup>,占保护区总面积的40.9%。缓冲区由两部分组成,干谷至牛垌缓冲区面积为60.0 hm<sup>2</sup>,牛垌至甲福核心区的两边的缓冲区面积为140.0 hm<sup>2</sup>。缓冲区总面积

为200.0 hm<sup>2</sup>,占保护区总面积的29.3%。实验区由保护区的两端及6个点状实验区组成,水源洞至干谷实验区面积为60.0 hm<sup>2</sup>,甲福至高梁水井实验区面积为120.0 hm<sup>2</sup>;另6处实验区区域分别为卢家堡洞、安水洞、祥福消水洞、八里响水洞、海洞与风流洞、陇朗消水洞,面积均为4.0 hm<sup>2</sup>,总面积为24.0 hm<sup>2</sup>;实验区总面积为204.0 hm<sup>2</sup>,占保护区总面积的29.8%<sup>[10]</sup>。

### 1.2 调查时间与方法

2019年12月,2020年5月、7月、9月和12月,对凌云洞穴鱼类自然保护区进行了5次野外调查。调查期间实地踏勘了保护区内所有洞穴和地下河生境,通过手捞网、刺网、钓具、地笼等方式采集鱼类标本。鱼类标本鉴定依《广西淡水鱼类志》<sup>[11]</sup>和《广西洞穴鱼类》<sup>[12]</sup>。对珍稀濒危物种,现场采集、记录拍照后放归原生境。根据采集地的实地生境以及该物种在其他分布地的生境确定鱼类物种的生态类型。为进一步了解保护区鱼类受威胁因素,实地访谈了采样地周边的居民和保护区管理部门相关人员。

## 2 结果

### 2.1 保护区生境概况

对保护区及其周边的11个洞穴环境以及4个地下河环境(沙洞地下河、祥福消水洞地下河、陇朗消水洞地下河、八里响水洞地下河)进行了实地考察。11个不同的洞穴环境水体分属3条不同的河流。祥福消水洞及其地下河流入坡心河后汇入盘阳河,然后流入红水河,八里响水洞和楠竹洞水源流入布柳河后汇入红水河上游,其他洞穴和地下河均属澄碧河水系流入右江。

1)八里响水洞。八里响水洞位于玉洪乡八里村,洞口为长椭圆形,宽约10 m,高约7 m。距洞口约100 m的地方有一个较深的水潭。洞内河床干涸,底质为大石头和石砾,距洞口约300 m处为出水口,有两个深水潭,水量较大,在底层形成一条地下河。该区域落差较大,水声大,是响水洞得名的原因。在响水洞西北方向约800 m的四合头村村头有一竖洞,为楠竹洞。楠竹洞位于保护区外,是响水洞的上游,雨季楠竹洞的地下水经地面河道流向响水洞。楠竹洞为竖洞,洞口直径约为2 m,距洞口200 m左右,垂直距离80 m为一个大水潭的洞底。当地居民在枯水季节抽取楠竹洞的水作为生活用水。八里响水洞的水流向下流入布柳河,汇入红水河。

2)祥福消水洞。祥福消水洞为落水洞,位于逻

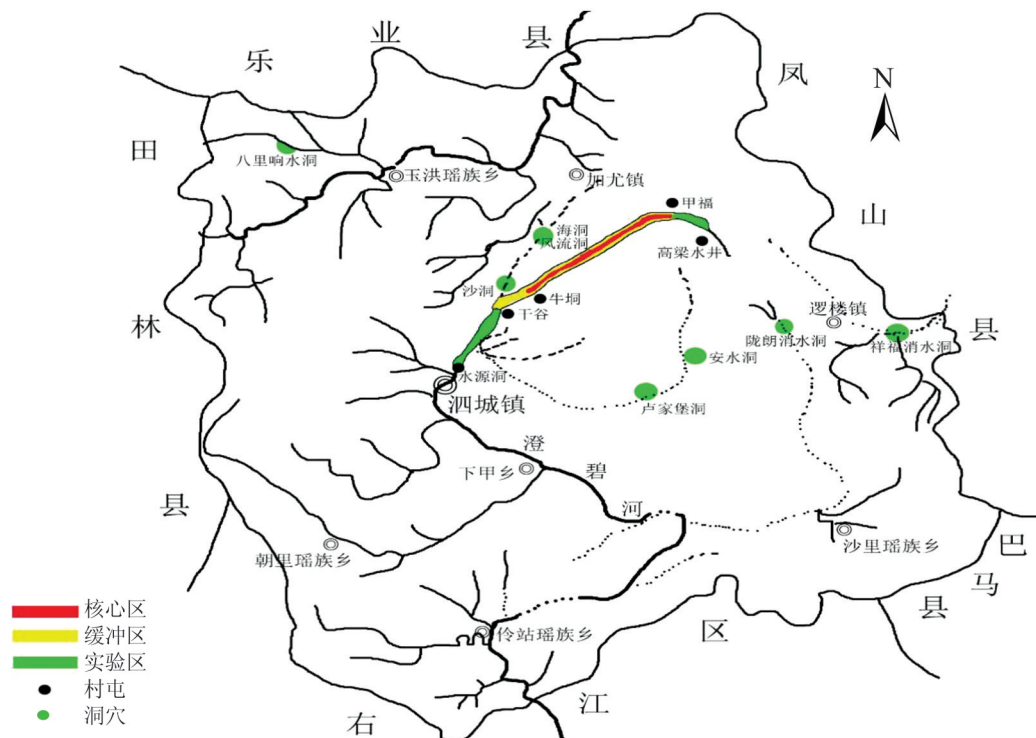


图1 凌云洞穴鱼类自治区级自然保护区功能分区

Fig. 1 Functional zones of Lingyun Cavefish Nature Reserve

楼镇祥福村。祥福消水洞周边为农田,一年中大部分时间无水流进洞,仅雨季周边的水流经河道流入该洞。距离洞口 400 m 左右,为洞穴末端一深潭。沿深潭向地下河上游约 500 m,又形成另一个深潭。祥福消水洞地下河水量大,底质为泥底,河道较浅,有小眼金线鲃的分布。该地下流水浅,但泥多,且该洞穴存在人为钓鱼的情况。祥福消水洞水历经地下河流入坡心河,向下经盘阳河汇入红水河的岩滩水库。

3) 陇朗消水洞。陇朗消水洞为落水洞,位于逻楼镇陇朗村。该洞为逻楼镇及其周边的排洪洞,连接洞口的外面为 200 m 的人工排洪隧道。河道水流经排洪隧道流入陇朗消水洞。洞内有 3 个岔道形成的支洞,入洞右侧的上游支洞为旱洞。中间的支洞与溪流的水流方向略平行,洞中间断有水分布,形成一个个大小不一的水潭。距离地下河水流方向的主洞洞口约 100 m 处有巨大泥墙,水流向下流走。陇朗消水洞经地下河汇入澄碧河,经澄碧河水库流入右江。

4) 安水洞。安水洞为竖洞,位于逻楼镇安水村,为陇朗消水洞地下河的下游。安水洞周边散布农田,地势较周边低,雨季周边农田积水可直接排入洞内。安水洞直径约有 3 m,垂直洞深约 40 m,洞壁为光滑的岩石,洞底为淤泥堆积的深水潭。安水洞的

水源为周边居民的饮用水源之一,洞边布置着抽水用的机房。安水洞经地下河途经卢家堡洞后汇入澄碧河。

5) 卢家堡洞。卢家堡洞也为竖洞,位于东和乡哥闹村,为安水洞的下游。卢家堡洞周边环境及洞穴形态与安水洞相似,其洞口直径约有 2 m,垂直洞深约 80 m,洞内为光滑的石壁,洞底为泥沙堆积的深水潭。卢家堡洞经地下河汇入澄碧河。

6) 高粱水井和牛洞。高粱水井为逻楼镇降村半山腰上一天然泉水出口,流向山下形成溪流,流入加尤镇甲福村牛洞。牛洞为落水洞,一年的大部分时间无水流进入。牛洞周边为草地,洞口处有一水潭。在雨季,牛洞周边均被水淹没。高粱水井和牛洞为澄碧河上游,经地下河流入澄碧河。

7) 海洞和风流洞。海洞与风流洞位于加尤镇央里村,为水源洞地下河系的弄桃-平林-仓洋-水源洞线地下河支流上游地带。风流洞洞口位于半山腰上,洞内空间较大,有人工修建的道路。风流洞山脚散布着多个与洞内水位线相当的出水口。周边居民有进入风流洞休闲娱乐的习俗,是当地重要的歌圩盛会举办地。海洞位于风流洞的对面山腰,其地形地貌与风流洞相似。海洞和风流洞为澄碧河上游支流,经地下河流入澄碧河。

8) 沙洞。沙洞位于泗城镇官仓村马王屯,为澄

碧河的上游地下河。洞穴上段向山体内部延伸,有间断的小水坑。下段为地下河水流方向,水流量大。沙洞地下空间大,洞内散布坍塌的土堆和巨石。沙洞洞口建有一小型引水式水电站,每年的5月—12月发电。沙洞是海洞和风流洞的地下河下游,与高粱水井和牛洞一线地下河汇合向下,在水源洞出洞穴经澄碧河流入澄碧水库。

9)水源洞。水源洞位于泗城镇百花屯,为沙洞一线的地下河出口。洞口外围河段有一个人工修建的水坝,使洞口及其周边形成一个大水塘。水源洞出口水流流入澄碧河后,经澄碧水库汇入右江。水源洞为广西凌云洞穴鱼类自然保护区地下河沿线区域的最下游,其洞口较小且被流水淹没,无法进入。

## 2.2 种类组成与分布

调查期间共采集记录到鱼类22种,隶属于3目6科16属,其中鲤形目4科20种,鲇形目和鲈形目各1科1种(见表1)。保护区内分布的金线鲃属鱼类和鳅科鱼类为洞穴鱼类,其余均为河流型鱼类。金线鲃属的6种鱼类为国家二级重点保护野生动物,条鳅科的3种鱼类为广西重点保护野生动物。

保护区内的河流型鱼类主要分布在水源洞澄碧河和陇朗消水洞地下河。凌云金线鲃(*Sinocyclocheilus lingyunensis*)是保护区分布最广的洞穴鱼类,分布在沙洞、安水洞、降村牛洞等洞穴和地下河。小眼金线鲃(*Sinocyclocheilus microphthalmus*)分布于沙洞地下河、安水洞、卢家堡洞、海洞和风流洞,保护区外的凤山县、巴马县均有分布<sup>[12]</sup>。鸭嘴金线鲃(*Sinocyclocheilus anatirostris*)分布于沙洞地下河,在保护区外的乐业县同乐镇、花坪镇也有分布<sup>[12]</sup>。田林金线鲃(*Sinocyclocheilus tianlinensis*)分布于八里响水洞和楠竹洞以及保护区外的田林县浪平乡狮子口洞。逻楼金线鲃(*Sinocyclocheilus luolouensis*)和安水金线鲃(*Sinocyclocheilus anshuiensis*)分布于安水洞。凌云高原鳅(*Triplophysa lingyunensis*)分布于沙洞地下河、安水洞。花坪高原鳅(*Triplophysa huapingensis*)分布于八里响水洞,在保护区外的乐业县花坪镇、同乐镇和田林县浪平乡也有分布。平头岭鳅(*Oreonectes platycephalus*)分布于卢家堡洞。

## 3 鱼类资源保护现状与压力

### 3.1 水污染和环境破坏

广西凌云洞穴鱼类自然保护区内大多数洞穴地势较低,周边的生活和农田污水在雨季存在直接流入洞穴的情况。实地调查发现,在祥福消水洞、陇朗

消水洞、沙洞地下河有较多生活垃圾残留物。风流洞、沙洞地下河、八里响水洞、祥福消水洞和陇朗消水洞等内部存在人为活动的痕迹;卢家堡洞和安水洞布置着人工抽水机,给水体带来了不同程度的干扰。此外,取水会减少洞穴鱼类的生存空间,特别是旱季会给洞穴鱼类的生存带来直接威胁。水体污染和人类活动是岩溶环境鱼类受到的主要压力<sup>[13]</sup>。

### 3.2 水利工程建设

沙洞及其地下河是广西凌云洞穴鱼类自然保护区重要的缓冲区和实验区。在沙洞洞口处建有一小型引水式发电站,其下泄水直接排入沙洞地下河。在发电站的运行过程中,其下泄水会改变地下河的水文特征,电站中各类污染物会泄漏进入地下河。

### 3.3 保护区基础设施建设滞后

自然保护区的宣传牌、保护设施缺乏日常维护与管理,部分设施年久失修。沙洞、八里响水洞等洞穴的保护设施出现被洪水破坏的现象。部分洞穴的保护区宣传牌存在缺损的现象,部分洞穴入口处无保护设施。

### 3.4 高速公路建设和运行

广西乐业至百色高速公路从广西凌云洞穴鱼类自然保护区的西侧边缘经过,与保护区边界的距离为100~800 m。高速公路的路面径流和附属设施外排污水,以及危险化学品事故泄漏风险均会影响保护区的地下水环境<sup>[14]</sup>。

## 4 保护对策与建议

栖息地破坏和水污染是影响鱼类多样性的重要因素<sup>[15,16]</sup>。栖息地保护是鱼类保护的关键,保留天然河道是对鱼类栖息地进行保护的最主要措施,此外,还应应对受损的鱼类栖息地进行生态修复<sup>[17,18]</sup>。广西凌云洞穴鱼类自然保护区的鱼类同样受到水环境污染和栖息地破坏的威胁。

1)加强保护区基础设施建设。保护区基础设施对于保护对象及其生境的保护非常重要。在各保护地应规范布置保护区的宣传牌,标注保护范围与保护对象。同时,应加强一些特殊洞穴防护栏的修建和日常维护与管理,对洞穴和地下河生境采取更严格的保护措施。

2)加强科学研究。加强科学研究是鱼类资源保护的重要基础<sup>[19]</sup>。制定保护区鱼类监测和研究计划,通过更详细的调研,进一步明确保护区鱼类多样性、分布和种群动态,以及重要保护对象的生物学特征。通过本调查,建议进一步优化保护区的保护范围,可以把无洞穴环境的高粱水井划出保护范围,把

表1 凌云洞穴鱼类自然保护区鱼类物种名录  
Table 1 Fish species list in Lingyun Cavefish Nature Reserve

| 目   | 科    | 种      | 拉丁名                                                           | 保护级别 |
|-----|------|--------|---------------------------------------------------------------|------|
| 鲤形目 | 鲤科   | 南方马口鱼  | <i>Opsariichthys bidens</i> Günther, 1873                     | 国家二级 |
|     |      | 鲮      | <i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky, 1856)              |      |
|     |      | 越南鲮    | <i>Acheilognathus tonkinensis</i> (Vaillant, 1893)            |      |
|     |      | 高体鲮    | <i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1868)                         |      |
|     |      | 凌云金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus lingyunensis</i> Li, Xiao & Luo, 2001     |      |
|     |      | 鸭嘴金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus anatrostris</i> Lin & Luo, 1987           |      |
|     |      | 小眼金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus microphthalmus</i> Li, 1990               |      |
|     |      | 田林金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus tianlinensis</i> Zhou, Zhang & He, 2004   |      |
|     |      | 安水金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus anshuiensis</i> Gan, Wu, Wei & Yang, 2013 |      |
|     |      | 逻楼金线鲃  | <i>Sinocyclocheilus luolouensis</i> Lan, 2013                 |      |
|     |      | 南方白甲鱼  | <i>Onychostoma gerlachi</i> (Peter, 1881)                     |      |
|     |      | 纹唇鱼    | <i>Osteochilus salsburyi</i> Nichols & Pope, 1928             |      |
|     |      | 直口鲮    | <i>Rectoris posehensis</i> Lin, 1936                          |      |
|     |      | 花鲮     | <i>Hemibarbus mculatus</i> Bleeker, 1872                      |      |
|     |      | 鲫      | <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)                     |      |
|     | 条鳅科  | 凌云高原鳅  | <i>Triplophysa lingyunensis</i> (Liao & Luo, 1997)            | 广西重点 |
|     |      | 花坪高原鳅  | <i>Triplophysa huapingensis</i> Zheng, Yang & Chen, 2012      | 广西重点 |
|     |      | 平头岭鳅   | <i>Oreonectes platycephalus</i> Günther, 1869                 | 广西重点 |
|     | 鳅科   | 泥鳅     | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor, 1842)              |      |
|     | 爬鳅科  | 秉氏爬岩鳅  | <i>Beaufortia pingi</i> (Fang, 1931)                          |      |
| 鲇形目 | 鲇科   | 鲇      | <i>Silurus asotus</i> Linnaeus, 1758                          |      |
| 鲈形目 | 虾虎鱼科 | 子陵吻虾虎鱼 | <i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter, 1898)                    |      |

楠竹洞划入保护范围。在保护区外的周边区域,还存在一些洞穴环境,有待进一步调查并根据调查结果优化调整保护区的边界。

3)开展社区共管。在保护区内各保护地周边开展保护对象及其生境保护的宣传教育,提高公众对洞穴鱼类的保护意识。保护区的成立及保护宣传等活动能够有效提高当地人的保护意识<sup>[20]</sup>。广西凌云洞穴鱼类自然保护区各保护地较为分散,周边大都为农田和村庄,容易受到人为干扰。部分洞穴过去常常是当地居民休闲娱乐和探险目的地。要积极开展保护活动并加强保护宣传,有效提高周边居民的保护意识,有条件的情况下,可在当地聘请兼职协管员,开展社区共管,有利于保护区开展有效的管理。此外,还要加强对外鱼类的管控,防止养殖逃逸;加强科普宣传,规范人们的放生行为,截断外来鱼类进入自然河流的渠道也是湿地鱼类资源保护的重要措施<sup>[21]</sup>。

## 参考文献

- [1] 王斌. 生物多样性与人类可持续发展[J]. 中国人口·资源与环境, 1996, 6(2): 8-10.
- [2] Xu H G, Wang S Q, Xue D Y. Biodiversity conservation in China: legislation, plans and measures[J]. Biodiversity and Conservation, 1999, 8(6): 819-837.
- [3] 孙金龙, 黄润秋. 加强生物多样性保护 共建地球生命共同体[J]. 中国环境监察, 2021(11): 23-27.
- [4] 宋同清, 王克林, 曾馥平, 等. 西南喀斯特植物与环境[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [5] Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities[J]. Nature, 2000, 403(6772): 853-858.
- [6] Liu J G, Ouyang Z, Pimm S L, et al. Protecting China's biodiversity [J]. Science, 2003, 300 (5623): 1240-1241.
- [7] 赵亚辉, 张春光. 洞穴鱼类: 概念、多样性及研究进展
- Wang B. Biological diversity and sustainable development [J]. China Popul Resour Environ, 1996, 6(2): 8-10.

- [J]. 生物多样性, 2006, 14(5): 451-460.
- Zhao Y H, Zhang C G. Cavefishes: concept, diversity and research progress[J]. Biodiversity Science, 2006, 14(5): 451-460.
- [8] 许秀熙. 凌云洞穴鱼类资源调查与保护建议[J]. 现代农业科技, 2009(18): 268-269.
- Xu X X. Resources and conservation suggestions of cavefishes in Lingyun County[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2009, 512(18): 268-269.
- [9] 陈萍, 韩耀全, 吴铁军, 等. 凌云洞穴鳅科鱼类新种的研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(14): 8627, 8633.
- Chen P, Han Y Q, Wu T J, *et al.* Discusses of reaching clouds cavern dorado branch fish species nova shallowly [J]. Journal of Anhui Agriculture Sciences, 2011, 39(14): 8627, 8633.
- [10] 谭伟福. 广西自然保护区[M]. 北京: 中国环境出版社, 2014.
- Tan W F. Nature reserves of Guangxi[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2014.
- [11] 广西水产研究所, 中国科学院动物研究所. 广西淡水鱼类志[M]. 南宁: 广西人民出版社, 2005.
- Institute of Guangxi Fishery Research, Institute of Zoology. Chinese Academy of Science. Fishes of Guangxi [M]. Nanning: Guangxi People Press, 2005.
- [12] 蓝家湖, 甘西, 吴铁军, 等. 广西洞穴鱼类[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- Lan J H, Gan X, Wu T J, *et al.* Cavefishes in Guangxi [M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [13] 修立辉, 王大钧, 左明鑫, 等. 广西凌云浩坤湖国家湿地公园鱼类多样性与保护对策[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2021, 34(3): 373-380.
- Xiu L H, Wang D J, Zuo M X, *et al.* Fish diversity and conservation strategies in Haokun Lake national wetland park in Lingyun, Guangxi[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2021, 34(3): 373-380.
- [14] 吴家勇, 钟光, 刘路明. 乐百高速公路建设对洞穴鱼类自然保护区的影响分析[J]. 西部交通科技, 2013(7): 116-120.
- Wu J Y, Zhong G, Liu L M. Impact analysis of lebai expressway construction on cave fish nature reserve[J]. Western China Communications Science & Technology, 2013(7): 116-120.
- [15] 孙光, 罗遵兰, 赵亚辉, 等. 康定市鱼类多样性野外调查与评估[J]. 四川动物, 2022, 41(1): 83-91.
- Sun G, Luo Z L, Zhao Y H, *et al.* Field investigation and evaluation of fish in Kangding City[J]. Sichuan Journal of Zoology, 2022, 41(1): 83-91.
- [16] 王振忠, 鲁森, 卢兵友, 等. 加强长江水生生物多样性保护的若干思考[J]. 淡水渔业, 2023, 53(1): 20-26.
- Wang Z Z, Lu M, Lu B Y, *et al.* Several speculations on strengthening protection of aquatic biodiversity in the Yangtze River [J]. Freshwater Fisheries, 2023, 53(1): 20-26.
- [17] 冯杰, 吴志强, 黄亮亮, 等. 西江来宾江段鱼类群落结构季节变化特征[J]. 四川动物, 2022, 41(6): 681-694.
- Feng J, Wu Z Q, Huang L L, *et al.* Seasonal variation characteristics of fish community structure in the Laibin section of Xijiang River[J]. Sichuan Journal of Zoology, 2022, 41(6): 681-694.
- [18] 刘猛, 张逸譞, 刘园, 等. 雅砻江锦屏大河湾鱼类多样性及群落结构的年际变化[J]. 淡水渔业, 2022, 52(2): 22-33.
- Liu M, Zhang Y X, Liu Y, *et al.* Temporal variation of fish diversity and community structure in the Jinping Bend of the Yalong River[J]. Freshwater Fisheries, 2022, 52(2): 22-33.
- [19] 何斌, 颜涛, 黄颖颖, 等. 大渡河上游鱼类资源现状[J]. 淡水渔业, 2021, 51(1): 38-45.
- He B, Yan T, Huang Y Y, *et al.* Analysis of fish resources status in the upper reaches of the Dadu River [J]. Freshwater Fisheries, 2021, 51(1): 38-45.
- [20] 王俊伟, 张丽莉, 李新红, 等. 白马雪山居民保护意识的空间差异及其影响因素[J]. 大理大学学报, 2016, 1(6): 50-56.
- Wang J W, Zhang L L, Li X H, *et al.* Spatial differences and impact factors on protection awareness of local residents in Baimaxueshan[J]. Journal of Dali University, 2016, 1(6): 50-56.
- [21] 李高俊, 赵光军, 谷圆, 等. 海口五源河国家湿地公园鱼类群落结构及多样性研究[J]. 生物资源, 2023, 45(6): 511-522.
- Li G J, Zhao G J, Gu Y, *et al.* Study on fish community structure and diversity of Wuyuan River National Wetland Park in Haikou[J]. Biotic Resources, 2023, 45(6): 511-522.

□

(编辑: 肖展春 高华)