

# 广西都安澄江国家湿地公园的鱼类 *G-F* 多样性指数及保护建议

叶 凡<sup>1</sup>, 张 萍<sup>1</sup>, 修立辉<sup>2</sup>, 杨 剑<sup>2</sup>

(1. 广西壮族自治区环境保护科学研究院, 广西南宁 530022)

(2. 广西师范学院环境与生命科学学院, 广西南宁 530001)

**[摘要]** 2014年3月至2015年3月对广西都安澄江国家湿地公园鱼类资源进行了调查. 结果表明, 湿地公园内共有鱼类65种, 隶属于5目17科50属, 包括鲤形目(Cypriniformes)4科44种、鲇形目(Siluriformes)3科7种、鲈形目(Perciformes)8科12种、合鳃鱼目(Synbranchiformes)和鲢形目(Cyprinodontiformes)各1科1种. 研究区域内鱼类物种的 $D_G$ 指数为1.66,  $D_F$ 指数为3.04,  $D_{G-F}$ 指数为0.45. 都安澄江国家湿地公园鱼类属于南东亚亚区的华南小区, 主要由中国平原区系复合体、南方平原区系复合体和晚第三纪早期区系复合体组成. 文章同时对湿地公园的鱼类生物多样性保护压力提出了保护建议.

**[关键词]** 红河水, 国家湿地公园, 鱼类资源, 保护

**[中图分类号]** Q959.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2016)02-0078-06

## *G-F* Diversity Indices and Conservation Strategies on Fishes in the Du'an Chengjiang National Wetland Park

Ye Fan<sup>1</sup>, Zhang Ping<sup>1</sup>, Xiu Lihui<sup>2</sup>, Yang Jian<sup>2</sup>

(1. Scientific Research Academy of Guangxi Environmental Protection, Nanning 530022, China)

(2. School of Environment and Life Sciences, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China)

**Abstract:** Fishery resources of the Du'an Chengjiang National Wetland Park were investigated from March 2014 to March 2015. There were 65 species, belonging to 5 orders, 17 families and 50 genera. There were 44 species, 4 families of Cypriniformes, 7 species, 3 families of Siluriformes, 12 species, 8 families of Perciformes, and only one species of Synbranchiformes and Cyprinodontiformes. The  $G$ -index ( $D_G$ ) value is 1.66,  $F$ -index ( $D_F$ ) value is 3.04 and  $G-F$  index ( $D_{G-F}$ ) value is 0.45 of fishes in Du'an Chengjiang National Wetland Park. The fish fauna of the Wetland Park were composed by China Plain fish fauna complex, South Plain fish fauna complex and Early Neogene fish fauna complex. Further more, the threatens of fishes in Du'an Chengjiang National Wetland Park were discussed, and some conservation suggestions were offered.

**Key words:** Hongshuihe River, National Wetland Park, fish resources, conservation

都安澄江国家湿地公园是国家林业局2013年12月批准的131处国家湿地公园试点之一, 位于广西壮族自治区河池市都安瑶族自治县境内, 以澄江河流为主体, 总面积8.64 km<sup>2</sup>, 其中湿地面积约4.74 km<sup>2</sup>, 湿地率约为54.9%. 澄江发源于都安县大兴乡, 至澄江乡阳安村汇入红水河, 全长仅41 km. 都安澄江国家湿地公园部分区域也是广西都安地下河地质公园的一部分. 都安澄江国家湿地公园以维护澄江及其洪泛平原湿地生态系统为宗旨, 以保护喀斯特石芽和天窗特色景观为重点, 使野生动植物资源, 尤其是当地特有鱼类资源得到有效保护. 多年来, 对澄江流域的生态和环境研究主要以澄江小流域的土壤质量<sup>[1-2]</sup>和土地利用率为<sup>[3-4]</sup>. 近年来, 也有对河池地区鱼类资源调查报道<sup>[5-6]</sup>.

收稿日期: 2015-03-16.

基金项目: 国家自然科学基金(31460556).

通讯联系人: 杨剑, 博士, 研究员, 研究方向: 鱼类分类学. E-mail: yj1981yj@163.com

过去对鱼类资源的调查主要集中在红水河及其主要支流,而关于澄江流域鱼类专门调查至今还未见报道.

本研究于 2014 年 3 月至 2015 年 3 月对澄江 6 个河段进行了取样调查,旨在明确都安澄江国家湿地公园鱼类物种多样性,为湿地公园的保护和管理提供科学依据.

## 1 研究方法

2014 年至 2015 年,广西壮族自治区环境科学保护研究院在开展澄江流域水电站建设对鱼类资源的影响评价项目中,先后对澄江流域进行 4 次鱼类资源调查. 鱼类标本的采集主要用流刺网和电捕法,对固定采集点进行鱼类标本采集. 此外,多次在澄江流域途经的大兴乡、高岭镇、安阳镇及沿江集市和餐馆购买鱼类标本. 现场采集到的标本用 10% 甲醛溶液固定,带回实验室鉴定. 所有标本保存在广西师范学院环境与生命科学学院.

标本鉴定主要依据《广西淡水鱼类志 第二版》<sup>[7]</sup>、《中国动物志 硬骨鱼纲 鲇形目》<sup>[8]</sup>、《中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目 (中卷)》<sup>[9]</sup>、《中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目 (下卷)》<sup>[10]</sup> 和研究区域内鱼类分类学研究最新成果<sup>[11-12]</sup>. 鱼类多样性评价采用物种多样性测度的 G-F 指数方法<sup>[13]</sup>. F 指数,  $D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk}$ ,

$$D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i, n=k \text{ 科中的属数}, S_k=k \text{ 科中的物种数}, S_{ki}=k$$

科  $i$  属中的物种数,  $P_i=S_{ki}/S_k$ . D 指数,  $D_C = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$ ,  $p$  所有的

属数,  $S$  所有的物种数,  $s_j=j$  属中的物种数,  $q_j=s_j/S$ . G-F 指数,  $D_{G-F} = 1 - \frac{DG}{DF}$ .

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成及分布特征

根据现场调查,结合历史资料和文献记录,都安澄江国家湿地公园内共有鱼类 65 种,隶属于 5 目 17 科 50 属,其中鲤形目有 4 科 44 种,占总数的 67.7%;鲇形目有 3 科 7 种,占总数的 10.8%;鲈形目有 8 科 12 种,占总数的 18.5%;合鳃鱼目和鲱形目各 1 科 1 种,各占总数的 1.5%(表 1).

在 65 种鱼类中,有 3 种为外来种,分别是食蚊鱼 (*Gambusia affinis*)、尖齿胡子鲇 (*Clarias gariepinus*) 和尼罗罗非鱼 (*Tilapia niloticus*),占都安澄江国家湿地公园鱼类总数的 4.7%. 根据《中国淡水鱼类的分布区划》,都安澄江国家湿地公园鱼类属于东洋区,东南亚亚区的华南小区. 但缺乏本小区的典型代表类群南方山地区系复合体的爬鳅科鱼类. 剔除外来种后,土著鱼类中,还是以鲤形目鱼类最多,为 44 种,约占 71.0%;鲤形目中,又以鲤科鱼类为主,有 34 种,这也是东亚淡水鱼类区系组成的共同特点之一. 鲤科鱼类种类数多,分布广,数量大,多数种类具有经济意义,是都安澄江国家湿地公园内最重要的渔捞对象.

都安澄江国家湿地公园的鱼类分布有不明显的区域性特征,直口鲮 (*Rectoris posehensis*)、巴马拟缨鱼 (*Pseudocrossocheilus bamaensis*) 等流水生态型鱼类主要分布在都安县城上游自然河段;鲫 (*Carassius auratus*)、鲇 (*Silurus asotus*)、鲤 (*Cyprinus carpio*) 等缓水生态型在都安县城下段河流数量更多. 大多数种类的区域性分布特征并不明显,整个湿地公园均有分布. 湿地公园内无大型红水河洄游鱼类,绝大多数种类都为非洄游种类.



图 1 澄江流域水系示意图 (▲野外标本采集点)  
Fig.1 Map showing the Chengjiang river basin

表1 广西都安澄江国家湿地公园的鱼类物种组成  
Table 1 Species composition of fishes in Du'an National Wetland Park

中文名	拉丁名	备注
1 鲤形目	CYPRINIFORMES	
i 鲤科	Cyprinidae	
1 南方波鱼	<i>Rasbora steineri</i> Nichols & Pope 1827	○+
2 瑶山鲤	<i>Yaoshanicus arcus</i> (Lin 1931)	●++
3 马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i> Günther 1873	●++
4 宽鳍鱮	<i>Zacco platypus</i> (Temminck & Schlegel 1846)	●++
5 丽纹细鲫	<i>Aphyocypris pulchrrilineata</i> Zhu, Zhao & Huang 2013	○+
6 唇鱼骨	<i>Hemibarbus labeo</i> (Pallas 1776)	●+
7 麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parvus</i> (Temminck & Schlegel 1846)	●++
8 银鮡	<i>Squalidus argentatus</i> (Sauvage & Dabry de Thiersant 1874)	●+
9 长体小鰾鮡	<i>Microphysogobio elongate</i> (Yao & Yang 1977)	○+
10 条纹小鲃	<i>Puntius semifasciolatus</i> Günther 1869	●++
11 倒刺鲃	<i>Spinibarbus denticulatus</i> (Oshima 1927)	●+
12 鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes 1844)	●+
13 鳙	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson 1845)	●+
14 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes 1844)	●++
15 赤眼鲮	<i>Squaliobarbus curriculus</i> (Richardson 1846)	●+++
16 直口鲮	<i>Rectoris posehensis</i> Lin 1936	○+
17 纹唇鱼	<i>Osteochilus salsburyi</i> Nichols & Pope 1928	●+++
18 卷口鱼	<i>Ptychidio jordani</i> Myers 1931	●+
19 巴马拟缨鱼	<i>Pseudocrossocheilus bamaensis</i> (Fang 1982)	○+
20 越南鲮	<i>Acheilognathus tonkinensis</i> (Vaillant 1893)	○+
21 大鳍鲮	<i>Acheilognathus macropterus</i> (Bleeker 1872)	●+
22 短须鲮	<i>Acheilognathus barbatus</i> Günther 1874	○+
23 须鲮	<i>Acheilognathus barbatus</i> Nichols 1927	○+
24 高体鲮	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner 1868)	●++
25 长吻梅氏鲮	<i>Metzia longinasus</i> Gan, Lan & Zhang 2009	○+澄江特有
26 细梅氏鲮	<i>Metzia lineate</i> (Pellegrin 1907)	●+
27 台梅氏鲮	<i>Metzia formosae</i> (Oshima 1920)	○+易危
28 大眼华鲮	<i>Sinibrama macrops</i> (Günther 1868)	●+
29 餐	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky 1855)	●+++
30 拟餐	<i>Pseudohemiculter hainanensis</i> (Boulenger 1900)	●++
31 红鳍近红鲮	<i>Chanodichthys erythropterus</i> (Basilewsky 1855)	●++
32 鲤	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus 1758	●+++
33 三角鲤	<i>Cyprinus multitaeniata</i> Pellegrin & Chevey, 1936	●+
34 鲫	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus 1758)	●+++
ii 鲃科	Cobitidae	
35 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor 1843)	●++
36 大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> Dabry de Thiersant 1872	●+
37 短鳍鳅	<i>Cobitis brevipinna</i>	●+
38 双须鳅	<i>Bibarba bibarba</i> Chen & Chen, 2008	○+澄江特有
iii 沙鳅科	Botiidae	
39 壮体华沙鳅	<i>Sinibotia robusta</i> (Wu 1939)	○+
40 美丽华沙鳅	<i>Sinibotia pulchra</i> (Wu 1939)	●+
iv 条鳅科	Nemacheilidae	
41 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolata</i> (Nichols & Pope 1927)	●+

续表1 Table 1 continued

中文名	拉丁名	备注
42 无斑南鳅	<i>Schistura incerta</i> (Nichols 1931)	○+
43 丽纹云南鳅	<i>Yunnanilus pulcherrimus</i> Yang, Chen & Lan 2004	○+
44 美丽小条鳅	<i>Traccaticthys pulcher</i> (Nichols & Pope 1927)	●++
II 鲇形目	SILURIFORMES	
v 胡子鲇科	Clariidae	
45 胡子鲇	<i>Clarias fuscus</i> (Lacépède 1804)	●++
46 尖齿胡子鲇*	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell 1823)	●+
vi 鲇科	Siluridae	
47 糙隐鳍鲇	<i>Pterocryptis anomala</i> (Herre 1933)	●+
48 越南隐鳍鲇	<i>Pterocryptis cochinchinensis</i> (Hora 1938)	●+
49 鲇	<i>Silurus asotus</i> Linnaeus 1758	●++
50 都安鲇	<i>Silurus duanensis</i> Hu, Lan & Zhang 2005	○+
vii 鲿科	Bagridae	
51 黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Richardson 1847)	●+
III 鲈形目	PERCIFORMES	
viii 鳢科	Channidae	
52 斑鳢	<i>Channa maculata</i> Lacepede 1802	○+
53 月鳢	<i>Channa asiatica</i> (Linnaeus 1758)	●+
54 宽额鳢	<i>Channa gachua</i> (Hamilton 1823)	●+
ix 塘鳢科	Eleotridae	
55 海南细齿塘鳢	<i>Philypnus chalmersi</i> Nichols & Pope 1928	○+
x 沙塘鳢科	Odontobutidae	
56 中华沙塘鳢	<i>Odontobutis sinensis</i> Wu, Chen & Chong 2002	●+
57 侧扁小黄鲷鱼	<i>Micropercops compressarphus</i> (Chen 1986)	●+
xi 鲷科	Serranidae	
58 中国少鳞鲷	<i>Coreoperca whiteheadi</i> Boulenger 1901	●+
xii 丽鱼科	Cichlidae	
59 尼罗罗非鱼*	<i>Tilapia niloticus</i> (Linnaeus 1758)	●++
xiii 斗鱼科	Belontiidae	
60 圆尾斗鱼	<i>Macropodus chinensis</i> (Bloch 1790)	●+
xiv 鰕虎鱼科	Bobiidae	
61 子陵吻鰕鲈鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i> (Rutter 1898)	●++
62 李氏吻鰕鲈鱼	<i>Rhinogobius leavelli</i> (Herre 1936)	○+
xv 刺鲃科	Mastacembelidae	
63 大刺鲃	<i>Mastacembelus armatus</i> (Lacépède 1801)	●+
IV 鲈形目	CYPRINODONTIFORMES	
xvi 胎鲈科	Poeciliidae	
64 食蚊鱼*	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard 1854)	○+
V 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES	
xvii 合鳃鱼科	Synbranchidae	
65 黄鲢	<i>Monopterus albus</i> (Zuiew 1794)	●++

●本研究采集到的物种,○文献记录分布物种,\*外来物种;+偶见种,++常见种,+++优势种.

## 2.2 生态类型

澄江流域落差小,水流较缓,分布的鱼类大多具有适应当地这种流水型和缓水型水生生境的形态特点,缺乏急流生态型鱼类.从生活类群看,可将本区域鱼类划分为以下两类:流水生态型,占总数的10.8%,包括直口鲮、纹唇鱼(*Osteochilus salsburyi*)、卷口鱼(*Ptychidio jordani*)、巴马拟缨鱼、横纹南鳅(*Schistura fasciolata*)、无斑南鳅(*Schistura incerta*)和大刺鲃(*Mastacembelus armatus*);其余58种为缓流或静水生

态型,占总数的 89.2%。

### 2.3 鱼类资源现状

土著鱼类多,外来鱼类比重小。本研究表明,都安澄江国家湿地公园内的外来鱼类仅有 3 种,其中尖齿胡子鲶和尼罗罗非鱼为流域内常见养殖种类。尼罗罗非鱼在湿地公园内各水域均有分布,数量较多,为主要的捕捞对象之一。

渔业资源小型化,主要经济鱼类种类多。湿地公园内主要的野生经济鱼类为鲫鱼、纹唇鱼、餐( *Hemiculter leucisculus* )、斑鳢( *Channa maculata* )、月鳢( *Channa asiatica* )和鲇等,多数种类个体都较小。多次野外实地采集和市场调查渔获物种类多,但由于多数种类为小型鱼类,总体渔获物重量小。

### 2.4 特有和珍稀鱼类

都安澄江国家湿地公园内未发现有国家重点保护鱼类,但台梅氏鳊( *Metzia formosae* )被《中国濒危动物红皮书 鱼类》<sup>[14]</sup>列为易危物种。此外,丽纹云南鳅( *Yunnanilus pulcherrimus* )、丽纹细鲫( *Aphyocypris pulchilineata* )、长吻梅氏鳊( *Metzia longinasus* )、都安鲇( *Silurus duanensis* )和双须鳅( *Bibarba bibarba* )为都安特有种。丽纹云南鳅、都安鲇和丽纹细鲫在都安县境内的地苏河亦有分布。而长吻梅氏鳊和双须鳅为都安澄江国家湿地公园特有种,主要分布在都安县城以上澄江中上游河段。

## 3 鱼类物种多样性评价

研究区域内鱼类物种的  $D_c$  指数为 1.66,  $D_f$  指数为 3.04,  $D_{c-f}$  指数为 0.45。都安澄江国家湿地公园鱼类名录有 8 个单种科,因单种科对  $D_f$  的贡献为 0,所以  $D_{c-f}$  指数较低。都安澄江国家湿地公园鱼类的  $D_c$  指数、 $D_f$  指数和  $D_{c-f}$  指数整体上都较长江流域低,这是由于本研究区域流域面积远小于长江流域,但澄江国家湿地公园鱼类的多样性指数也有超过长江高流域的部分分布流域<sup>[15]</sup>。而  $D_c$  和  $D_{c-f}$  与漓江流域接近<sup>[16]</sup>,这也反映了西江流域整体的鱼类多样性高,各地区多样性差异性不明显。

## 4 鱼类物种多样性保护建议

### 4.1 鱼类资源保护现状与压力

#### 4.1.1 水体污染

澄江河距离短、支流少,湿地公园所在河道与 G210 国道广西河池-都安段平行,中上游河段是人口密集的村庄或城镇,实地调查中发现存在农村生活污水、餐饮废水直排入江的情况,对澄江水质带来了一定程度的污染。

#### 4.1.2 不合理的开发和利用

随着工农业生产的不断发展,湿地公园内的澄江干流自然河岸受到一定程度的破坏,如围河造田、围河造房以及部分自然河段被改造成人工鱼塘等情况。不合理的开发和利用会使澄江流域的湿地面积减少,鱼类生活空间变小。

#### 4.1.3 水利工程的影响

湿地公园内所在的澄江干流,存在多种形式的小型水利工程,如农村饮水和灌溉工程,用于休闲娱乐的漂流水坝,以及用于发电和景观的大坝。这些水坝的存在一定程度上破坏了流域的完整性,阻碍了坝上、坝下水生生物的自由交流。流域现有两个水电站主要分布在下游河段,均为引水式发电站,建站年代为上世纪 50 年代,而湿地公园于 2013 年批复成立。澄江现有鱼类在都安县城上游河段都有分布,流域继续开发电站,使流速减缓以及饵料条件发生变化,有可能使库区的鱼类物种多样性有所下降,底栖性成分的数量和种类将明显下降并将逐渐移向库尾上游,适应于缓流或静水环境生活的鱼类如麦穗鱼、鲫、鲤、鲇等中上层成分的数量和种类将明显上升而成为库区的优势物种。

#### 4.1.4 外来鱼种和油类风险的影响

流域所在的 G210 国道广西河池-都安段是重要的交通要道,日车流量大,大型货车比例大,由此带动了沿线餐饮、汽车加油维修等服务业的发展,因此,应加强沿线汽车加油维修点的溢油、漏油风险控制措施。此外,流域内一度出现大量以尼罗罗非鱼为主的网箱养殖。近年来,都安县为保护澄江湿地公园的水质,取缔了澄江流域的网箱养殖,有效地缓解了澄江水质的恶化。但在实地调查采集中,仍发现尼罗罗非

鱼在自然水体有分布,且有一定的数量,这将对土著鱼类的生存造成一定程度的威胁。

#### 4.2 保护建议

将湿地公园作为科普基地,增强公众的环境意识,通过宣传教育,带动以湿地为主打的教育示范类旅游,增强湿地公园内居民的对水体的保护和减少水体污染。

进一步加强生物多样性监测与环境影响评价,建立相应的水质和水生生物多样性的监测机制,选择湿地公园内比较敏感的区域进行监测和开展定位研究。如开展土著鱼类的物种多样性、外来种尼罗罗非鱼的监测、进行湿地公园的水草资源量的监测保护、在电站库区应填补零水文站的空白,掌握湿地生物多样性的变化,跟踪评价流域水电开发对湿地公园鱼类物种多样性的影响,为管理机构制定科学合理的保护计划提供依据。

流域水电适度开发,电站开发应选址在下游近红水河处水文情势较急的河段,并应整合现有两个水电站,拆小变大的同时还要控制发电规模和引水渠道长度与形式的设计,使电站回水基本与现状保持,对澄江流域的鱼类多样性整体上不造成影响,从而使湿地公园所在的都安县城以上河段不受负面影响。

加强生物多样性保护执法力度,健全和完善湿地生物多样性保护相应的法规,加大执法力度,加大对沿线村庄的环境综合整治基础设施建设投入,禁止未经处理的污水直接排放,确保漏油风险有措施可控,同时应加强渔业管理,严防外来种的生态逃逸。

#### [参考文献]

- [1] 杨小青,胡宝清.喀斯特石漠化生态系统恢复演替过程中土壤质量特性研究:以广西都安县澄江小流域为例[J].生态与农村环境学报,2009,25(3):1-5.
- [2] 蒋艳华,胡宝清,安钧鉴.喀斯特小流域生态治理下土壤养分特征分析:以广西都安县澄江小流域为例[J].环境科学与管理,2012,37(1):125-128,157.
- [3] 苏旭芳,胡宝清.基于 GIS-BPNN 的喀斯特小流域土地利用变化模拟:以都安澄江小流域为例[J].安徽农业科学,2012,40(3):1889-1891.
- [4] 许俐俐,胡宝清,严志强,等.喀斯特土地利用变化及其区域生态环境效应:以广西都安瑶族自治县为例[J].地域研究与开发,2005,24(6):66-71.
- [5] 韦日锋,郑兰平,陈小勇,等.广西河池地区鱼类资源调查及两支流的鱼类多样性比较[J].动物学研究,2009,30(2):185-194.
- [6] 刘恺,周伟,李凤莲,等.广西河池地区河流基于鱼类的生物完整性整数筛选及其环境质量评价[J].动物学研究,2010,31(5):531-538.
- [7] 广西壮族自治区水产研究所,中国科学院动物研究所.广西淡水鱼类志[M].2版.南宁:广西人民出版社,2007.
- [8] 褚新洛,郑葆珊,戴定远.中国动物志 硬骨鱼纲 鲇形目[M].北京:科学出版社,1999.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] CHEN Y X, CHEN Y F. *Bibarba bibarba*: a new genus and species of Cobitinae (Pisces: Cypriniformes: Cobitidae) from Guangxi Province (China)[J]. Zoologischer anzeiger, 2007, 246(2): 103-113.
- [12] GAN X, LAN J H, ZHANG E. *Metzia longinasus*, a new cyprinid species (Teleostei: Cypriniformes) from the Pearl River drainage in Guangxi Province, South China[J]. Ichthyological research, 2009, 56: 55-61.
- [13] 乐佩琦,陈宜瑜.中国濒危动物红皮书 鱼类[M].北京:科学出版社,1998.
- [14] 蒋志刚,纪力强.鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法[J].生物多样性,1999,7(3):220-225.
- [15] 于晓东,罗天宏,周红章.长江流域鱼类物种多样性大尺度格局研究[J].生物多样性,2005,13(6):473-495.
- [16] 蔡德所,赵湘桂,朱瑜,等.漓江鱼类资源调查及物种多样性分析[J].广西师范大学学报(自然科学版),2009,27(2):130-136.

[责任编辑:黄 敏]