J. Lake Sci.(湖泊科学), 2026, 38(2):000-000
DOI 10.18307/2026.0232

赤水河下游鱼类资源时空分布特征*

涂永康[1,2]，韩　毓[2]，葛红梅[1**]，刘　飞[2]，李学华[3]，王春伶[2]，林鹏程[2**]**
（1：湖北工业大学河湖健康智慧感知与生态修复教育部重点实验室，武汉 430068）
（2：中国科学院水生生物研究所，武汉 430072）
（3：长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区云南管护局，昭通 657000）

摘　要：于 2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月，结合网捕调查和水声学方法对赤水河下游鱼类资源的时空分布特征进行了分析研究。结果显示，赤水河下游鱼类组成以银鮈（*Squalidus argentatus*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*）等底层鱼类为主，赤水市江段和合江江段鱼类群落结构存在显著差异，先市镇和切角垭水域的网捕密度最大；水声学调查结果显示，鱼类平均目标强度为-56.43、-58.83、-61.14 和-57.37 dB，估算的平均全长分别为 12.1、6.1、5.5 和 8.1 cm，呈现出 2 月＞10 月＞6 月＞8 月的变化趋势；鱼类密度也存在时间差异，表现为 6 月（10.61 ind/1000m^3）＞8 月（8.80 ind/1000m^3）＞10 月（5.07 ind/1000m^3）＞2 月（1.65 ind/1000m^3）。水平分布上，鱼类密度在真龙镇、先市镇和复兴镇 3 个城镇附近的水域较高，平均密度分别为 16.12 ind/1000m^3、21.16 ind/1000m^3 和 17.46 ind/1000m^3。垂直分布上，鱼类主要集中于底层。结合 ArcGIS 空间统计分析，估算出 2 月、6 月、8 月和 10 月赤水河下游（复兴镇至河口段）的鱼类资源量约分别为 12.1、6.1、5.3 和 8.7 t。结果表明，赤水河下游鱼类资源的空间分布呈现明显的斑块化，分布特征与河道水深和蜿蜒度有关。与历史资料相比，赤水河鱼类资源有一定的恢复。研究结果为赤水河的禁渔效果评估提供了基础数据，同时建议将水声学方法纳入赤水河鱼类资源的常态化监测中。

关键词：赤水河；渔业水声学；鱼类时空分布；禁渔

Spatiotemporal distribution characteristics of fish resources in the lower reaches of Chishui River*

Tu Yongkang[1,2], Han Yu[2], Ge Hongmei[1**], Liu Fei[2], Li Xuehua[3], Wang Chunling[2], Lin Pengcheng[2**]
(*1: Key Laboratory of Intelligent Health Perception and Ecological Restoration of Rivers and Lakes, Ministry of Education，Hubei University of Technology, Wuhan, 430068, P.R.China*)
(*2: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072, P.R.China*)
(*3: Yunnan Management and Conservation Bureau of National Nature Reserve of Rare and Endemic Fishes in the Upper Reaches*

* 2024-12-30 收稿;2025-05-09 收修改稿。
国家重点研发计划（2022YFB3206905）、科技部科技基础资源调查专项（2022FY100400）、湖北工业大学河湖健康智慧感知与生态修复教育部重点实验室开放研究基金项目（HGKFYBP10）和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网（E42P100201 ）联合资助
** 通信作者;Email: gehongmei@hbut.edu.cn, linpc@ihb.ac.cn

of Yangtze River, Zhaotong, 657000, P.R.China)

Abstract: Seasonal hydroacoustic surveys combined with net fishing data were used to investigate the spatiotemporal distribution of fish resources in the lower Chishui River in 2023. The results revealed that the fish communities were predominantly composed of demersal species such as *Squalidus argentatus*, *Pelteobagrus vachelli*, *Pseudobrama simoni* and *Spinibarbus sinensis*. Significant variations in the composition of the fish communities were observed between the Chishui and Hejiang reaches. The highest net fishing density was observed in the waters around Xianshi Town and Qiejiaoya. Hydroacoustic results showed that the mean target strength (TS) of the fish was -56.43 dB, -58.83 dB, -61.14 dB and -57.37 dB respectively, with an estimated mean total length of 12.1 cm, 6.1 cm, 5.5 cm and 8.1 cm respectively. This showed a trend of February > October > June > August. Furthermore, temporal variation in fish density was observed, with the highest mean density (10.61 ind/1000 m³) in June, followed by August (8.80 ind/1000 m³), October (5.07 ind/1000 m³) and February (1.65 ind/1000 m³). The horizontal distribution showed higher densities in Zhenlong, Xianshi, and Fuxing towns, with average densities of 16.12, 21.16, and 17.46 ind/1000 m³, respectively. In terms of vertical distribution, fish density was primarily concentrated in the lower layers. ArcGIS spatial statistical analysis estimated fish resources to range from 5.3 t in August to 12.1 t in February, exhibiting a patchy distribution related to water depth and channel morphology. Compared to historical data, our results indicated an initial recovery of fish communities following the implementation of the '10-year fishing ban' policy in the Chishui River. We recommend integrating acoustic methods into routine fish resource monitoring.

Keywords: Chishui River; hydroacoustics; spatial and temporal distribution of fish; Fishing ban

揭示鱼类资源的时空分布特征是淡水生态学的一个重要主题，相关研究不仅有助于理解鱼类与环境之间的关系，也为确认鱼类关键栖息地，制定鱼类资源管理和保护策略提供科学依据[1]。

鱼类资源的监测方法有多种，包括网捕、水声学和水下光学视频等[2]。其中，水声学方法是一种可重复且无创的研究水体鱼类大小、丰度和空间分布的方法[3]。随着技术的不断发展和完善，运用水声学研究鱼类资源及其动态过程在国内外得到了广泛关注与应用[4][5]。史银魁[6]等依托水声学和网捕方法分析了长江中游宜昌至城陵矶江段禁渔后不同时期鱼类资源的变化。Kerschbaumer[7]等采用水声学和电捕同步调查的方法分析了多瑙河奥地利河段鱼类的分布特征及生境利用，结果显示，基于两种方法评估的鱼类相对丰度具有相似的时间特征。

赤水河是长江上游右岸的一级支流，也是长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区的重要组成部分，在长江上游珍稀特有鱼类保护方面具有不可替代的作用[8]。1993-1995 年的水生生物资源调查显示，赤水河分布有鱼类 108 种；2011-2013 年，黎良[9]等对赤水河赤水市江段的鱼类资源进行了调查，采集到鱼类 58 种，其中唇鲹（*Hemibarbus labeo*）、中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*）、蛇鮈（*Saurogobio dabryi*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、大鳍鱊（*Hemibagrus macropterus*）等 13 种鱼类为该江段的优势种类，大部分种类的平均体长小于 20 cm，平均体重多在 100g 以下，与 20 世纪 90 年代相比，赤水河鱼类资源衰退明显。2016 年 12 月 30 日，农业部网站发出《关于赤水河流域全面禁渔的通告》，决定从 2017 年 1 月 1 日起，在赤水河流域实施全面禁渔 10 年。经过近 6 年的禁捕，赤水河鱼类资源的现状如何，其分布有哪些特征表现，均需要开展阶段性的调查与评估工作。在此背景下，本研究采用水声学探测和网捕调查相结合的方法对赤水河下游鱼类资源时空分布特征进行调查和分析，为赤水河禁渔效果评估和后续管理提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 调查时间和区域

研究区域位于赤水河下游河段，属长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区。具体调查范围为赤水市复兴镇（北纬 28°30′，东经 105°44′）至合江县河口段（北纬 28°48′，东经 105°50′），长约 71.4 km，面积为 11.34 km^2（图 1）。区间跨越 6 个乡镇，依次是赤水市的大同镇、复兴镇和合江县的车辋镇，先市镇，真龙镇和符阳街道。研究区域丘陵起伏，东南部有少量山地，两岸河谷较宽，间有台地，河岸植被以多年生草本为主、乔木和灌木数量相对较少。

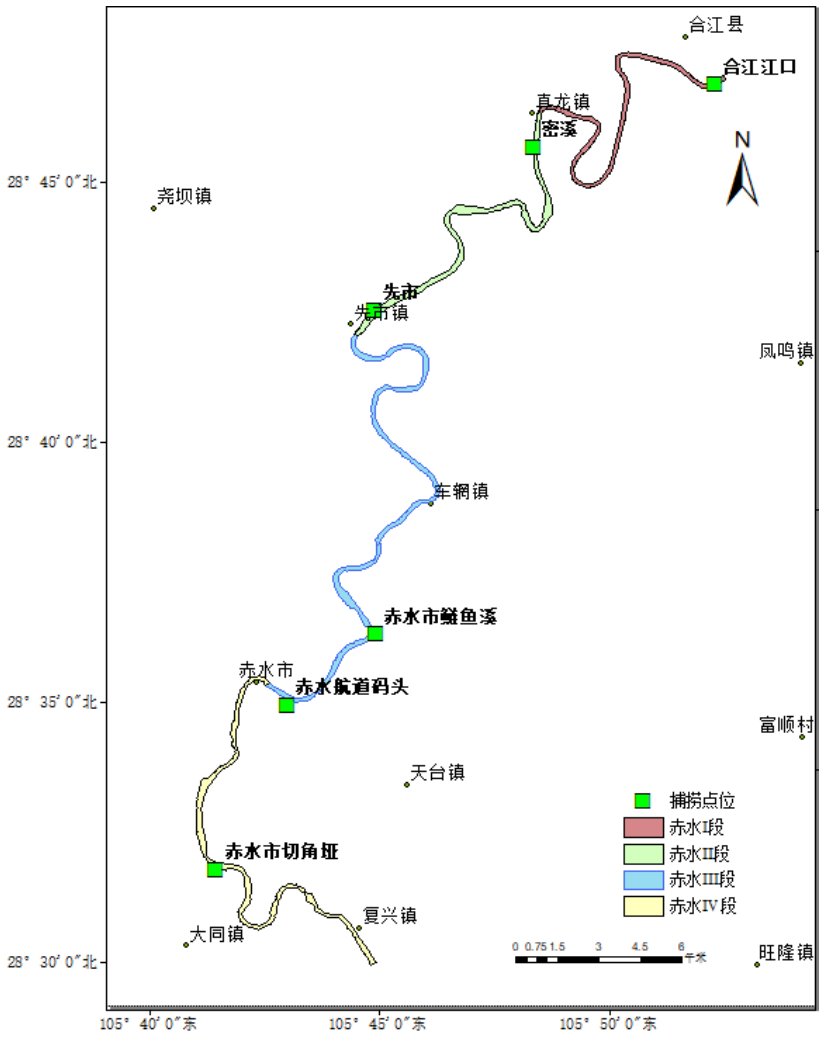

图 1 赤水河下游调查河段示意图

Fig.1 Sampling area in the lower reaches of the Chishui River

1.2 鱼类网捕调查

在获取赤水河科研特许捕捞许可的前提下，于 2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月，在赤水河下游赤水市水域（切角垭、航道码头和鲢鱼溪）和合江水域（先市镇、密溪和赤水河河口）进行网捕调查（图 1）。采用网具为刺网（网长 100 m，网高 1.5 m，网目 4-12 cm 各一张）、定置延绳钓和虾笼。每天 18:00 左右下网，次日 6:00 左右收网。每月调查时间 7-10 天（表 1）。对收集到的鱼类样本进行计数并测量体重、

全长。采集鱼类在测量后放归原采集水域，外来物种视情况制为标本或进行无害化处理。鱼类物种鉴定以及栖息水层的偏好参考《四川鱼类志》等志书和文献资料。

表 1 捕捞调查信息统计表

Tab.1 Statistics of Statistics of fishing survey information

调查时间	调查点位	调查网具				
		定置刺网			虾笼	延绳钓
		网长	网高	网目	数量	钩数
2 月 16 日-23 日	先市镇、密溪和赤水河河口	100m	1.5m	4cm、5cm、10cm、12cm 各一张	0	0
2 月 9 日-13 日	切角垭、航道码头和鲢鱼溪				0	0
6 月 24 日-30 日	先市镇、密溪和赤水河河口				8	300
6 月 11 日-22 日	切角垭、航道码头和鲢鱼溪				6	500
8 月 9 日-17 日	先市镇、密溪和赤水河河口				8	0
8 月 17-24 日	切角垭、航道码头和鲢鱼溪				4	0
10 月 12 日-21 日	先市镇、密溪和赤水河河口				8	400
10 月 23 日-31 日	切角垭、航道码头和鲢鱼溪				6	0

1.3 水声学调查

于 2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月对赤水河下游进行了 4 次水声学调查，每次调查持续两日，时间都在 8:00-18:00 进行。其中，2023 年 2 月因赤水河水位处于枯水期，为保证行船安全，只探测真龙镇以下河段。探测工作根据天气预报，尽量选择在天晴无风的天气条件下进行。

仪器设备：使用 Simarad EY60 裂波束回声探测仪，换能器设置为 200 kHz，半功率角为 7°。

数据采集：声学数据采集由 Simmrad ER60 软件（版本 2.4.0）控制。同时，GPS（Garmin 72H）记录巡航路线和坐标。换能器通过支架安装在船只右侧中部，入水深度 0.5 m，垂直向下，以“之”字形进行走航式探测。调查船舶为渔政快艇，探测时航速为 8-10 km/h，并根据水文条件等实际情况进行调整。探测前，使用钨铜金属球对目标强度（Target strength，TS）标准值进行实地校准。

按照 Aglen 覆盖率公式[10]计算 4 次水声学调查的覆盖率，以评估调查强度的有效性：

$$D_c = \frac{L}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

其中，L（m）为水声学调查航程，A（m^2）为水面面积，Dc 为水声学调查覆盖率。本研究中，声学覆盖率在 11 以上，达到了 Aglen 提出的覆盖率应在 6 以上的标准[10]，表明调查强度具有代表性，声学分析结果可信（表 2）。

1.4 数据处理与分析

1.4.1 *鱼类群落分析* 采用 Pinkas（1971）提出的相对重要性指数（*IRI*）[11]计算鱼类的优势度，并将 *IRI*≥1000 的鱼类定义为优势种[12]。

$$IRI = (N + W) \times F \quad (2)$$

其中，N 表示某一种鱼类的尾数占鱼类总尾数的比例；W 表示某一种鱼类的重量占鱼类总重量的比例；F 表示某一种鱼类的出现频率。

采用置换多元方差分析(Permutational multivariate analysis of variance, PERMANOVA)检验不同江段/时间鱼类群落组成的差异性。相关分析在 R 4.4.1 软件中使用“vegan”程序包在完成。

1.4.2 *水声学数据分析* 水声学数据使用 Sonar5-Pro 软件（版本 606.16）进行转换和分析[13]。首先，最小目标强度（TS）阈值为−70 dB，接收回波长度为发射脉冲长度的 0.5-1.8 倍，最大波束补偿为 3 dB。对河底进行自动识别和人工修正，并设置 0.5 m 的隔离区，以避免河底干扰。水体中的杂音信号使用自带的消噪工具手动去除。对鱼体信号进行自动追踪，同时对每条轨迹进行人工检视，以确保轨迹在波束截面上是沿同一运动方向上的连续回声信号。最后将鱼体信号结果保存为 Excel 文件以进行后续分析。

查阅赤水河下游鱼类资源相关的历史文献[9]，得知该流域鱼类多为鲤科鱼类，故鱼类目标强度（*TS*）与全长的换算参考 Foote 提出的喉鳔鱼类经验公式[14]：

$$TS = 20\log_{10} TL - 71.9 \quad (3)$$

其中，*TL* 为单个鱼体的全长（cm）。

鱼类密度（ρ）的计算公式如下：

$$V = \frac{1}{2} \times h^2 \times \tan\frac{\theta}{2} \times L \quad (4)$$

$$\rho = \frac{N}{V \times 1000} \quad (5)$$

其中，*V* 为探测水域的水体积（m^3），θ 为回声探测仪的角度，*h* 为探测位置的水深（m），ρ 为鱼类体积密度（ind/1000m^3），*N* 为回声计数得到鱼类回声信号个数，*L* 为航程（m）。

利用 SPSS 软件对本调查中网捕结果的鱼类全长、鱼类目标强度转换后全长进行单因素 ANOVA 检验和显著性分析后得知，本调查数据均不符合正态分布且方差不齐，故采用 Kruskal-Wallis 非参数检验[15]。

采用 ArcGIS 10.2 软件空间统计模块中的克里金插值进行鱼类空间分布的建模[16]，绘制鱼类密度水平分布图。同时，按照行政区域将调查河段划分为 I 区（合江口到真龙镇）、II 区（真龙镇到先市镇）、III 区（先市镇到赤水市）、IV 区（赤水市到复兴镇），以探讨其水平分布特征。为分析鱼类在垂直方向的分布规律，将鱼类信号对应的水深按比例划分为上层、中层和下层。其中，0%-33%水深为上层，33%-66%水深为中层，66%-100%水深为下层[17]。

将航程和水深数据导入至 ArcGIS 10.2。根据河道面积和探测水体的水深以及鱼类密度，计算各个月份的赤水河下游的鱼类总数，再结合各月份水声学数据换算的平均全长以及网捕调查中鱼类全长和体重的拟合关系，估算求得其平均体重[18]，进而评估不同月份探测区域的鱼类资源量。拟合公式如下：

$$W = a \cdot TL^b \quad (6)$$

其中，*W* 为单个鱼体的体重（g）。

1.4.3 *鱼类资源与河道环境的关联分析* 河道蜿蜒度在一定程度上反映了河流生境的异质性。为探讨河道生境与鱼类资源的关系，本研究将探测河段沿中心线以每段 1 km 划分，计算每一段的河道蜿蜒度。计算公式[19]如下：

$$B = \frac{S}{L_m} \quad (7)$$

式中，*S* 为弯曲河段的弯曲弧线长度（m），L_m 为蜿蜒波形波长（m）。

利用多元非线性回归探讨鱼类密度与河道蜿蜒度、水深等环境因子的关系，数据分析在 Origin 2019 中完成。

表 2 赤水河下游水声学调查基本信息

Tab.2 Basic information of hydroacoustic survey in the lower reaches of the Chishui River

日期	调查河段	航程距离（km）	平均水深（m）	覆盖率	河道蜿蜒度
2023 年 2 月 8 日	真龙镇-河口	20.42	6.18	11.82	1.106±0.190
2023 年 6 月 17 日	复兴镇-河口	79.71	5.26	25.17	
2023 年 8 月 18 日	复兴镇-河口	88.92	5.90	26.79	
2023 年 10 月 22 日	复兴镇-河口	80.21	5.87	23.47	

2 结果

2.1 鱼类组成及群落结构

2023 年在赤水河下游 2 月、6 月、8 月和 10 月累计调查到鱼类 85 种，隶属 4 目 12 科 57 属，合计 25274 尾，1968.15 kg。其中，鲤科鱼类最多，56 种，占总种数的 65.9%；其次是鲿科和花鳅科，各有 7 种，

各占总种数的 8.2%；爬鳅科和鲿鲈科各 3 种，各占总种数的 3.5%；鲟科和鲇科各 2 种，各占总种数的 2.4%；虾虎鱼科、钝头鮠科、鳢科、鲈科和胭脂鱼科各 1 种，各占总种数的 1.2%。

结果显示，赤水河下游鱼类优势物种为瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）、银鮈（*Squalidus argentatus*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*），尾数比和重量比分别是 11.38%和 9.86%、19.49%和 12.06%、12.63%和 0.95%以及 3.71%和 15.51%。2 月优势种有瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、白甲鱼（*Onychostoma sima*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）、吻鮈（*Rhinogobio typus*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*），尾数比和重量比分别是 7.15%和 3.94%、3.67%和 16.08%、14.09%和 4.87%、21.88%和 10.26%以及 6.05%和 26.19%。在 6 月，光泽黄颡鱼（*Pelteobaggrus nitidus*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）和银鮈（*Squalidus argentatus*）为优势种，尾数比和重量比分别是 7.40%和 3.55%、11.13%和 14.41%、25.26%和 22.99%以及 17.00%和 1.64%。在 8 月，粗唇鮠（*Leiocassis crassilabris*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、唇鲭（*Hemibarbus labeo*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）和银鮈（*Squalidus argentatus*）为优势种，尾数比和重量比分别是 13.34%和 16.84%、17.38%和 20.21%、7.71%和 9.55%、7.79%和 5.07%以及 20.72%和 2.80%。10 月优势种为瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、厚颌鲂（*Megalobrama pellegrini*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*）为优势种，尾数比和重量比分别是 11.31%和 7.06%、3.76%和 8.30%、18.06%和 7.07%以及 5.49%和 18.17%（附表 I）。

空间上，赤水市江段的优势种有光泽黄颡鱼（*Pelteobaggrus nitidus*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、白甲鱼（*Onychostoma sima*）、吻鮈（*Rhinogobio typus*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*），尾数百分比和重量百分比分别是 14.99%和 3.74%、10.47%和 5.74%、3.34%和 19.48%、21.17%和 12.74%以及 3.10%和 23.81%；合江江段的优势种有粗唇鮠（*Leiocassis crassilabris*）、瓦氏黄颡鱼（*Pelteobagrus vachelli*）、似鳊（*Pseudobrama simoni*）和银鮈（*Squalidus argentatus*）和中华倒刺鲃（*Spinibarbus sinensis*），尾数百分比和重量百分比分别是 6.04%和 5.25%、11.64%和 11.60%、24.59%和 16.83%、14.08%和 1.06%以及 3.88%和 12.03%（附表 II）。PERMANOVA 结果显示，赤水市江段和合江江段的鱼类群落存在显著的空间差异（$F = 3.038$，$P < 0.05$）。

2.2 **鱼类个体大小**

网捕结果显示，6 月鱼类全长范围为 2.0-63.8 cm，平均全长为 14.6 cm；8 月鱼类全长范围为 2.6-64.0 cm，平均全长为 13.8 cm；10 月鱼类全长范围为 3.0-92.0 cm，平均全长为 17.3 cm；2 月鱼类全长范围为 5.5-70.0 cm，平均全长为 18.7 cm。月份之间鱼类平均全长的比较结果为 2 月＞10 月＞6 月＞8 月。Kruskal-Wallis 非参数检验分析结果显示，鱼类全长在 8 月和 10 月之间以及 8 月和 2 月之间存在极显著差异（$P < 0.01$），其余月份间无显著性差异（$P > 0.05$）。

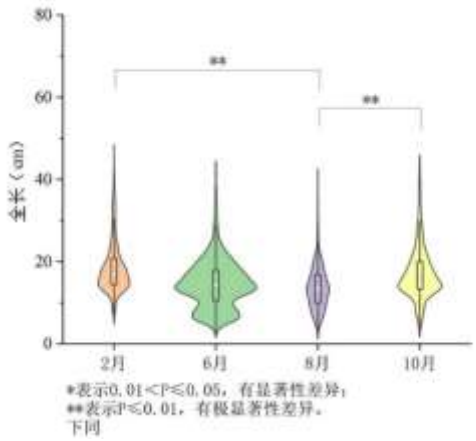

图 2 基于网捕调查的赤水河下游鱼类全长分布

Fig.2 Distribution of fish total length in the lower reaches of the Chishui River based on net fishing

水声学结果显示，2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月赤水河下游鱼类平均目标强度分别为-56.43±10.19 dB、-58.83±6.47 dB、-61.14±7.14 dB 和-57.37±7.86 dB。根据换算公式，2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月赤水河下游的鱼类平均全长分别为 12.1±16.0 cm、6.1±6.2 cm、5.5±8.0 cm 和 8.1±8.6 cm（图 3）。Kruskal-Wallis 非参数检验分析结果显示，鱼类全长在 2 月和 8 月、6 月和 8 月、6 月和 10 月以及 8 月和 10 月间均存在极显著性差异（$P < 0.01$），其余月份间无显著性差异（$P > 0.05$）。

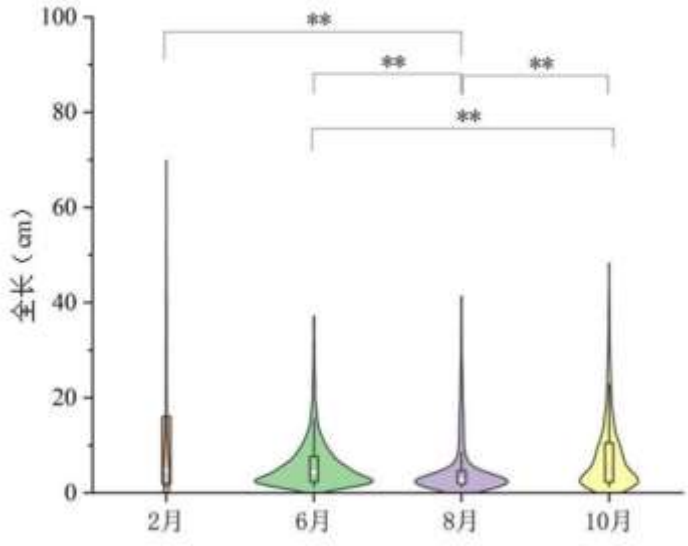

图 3 基于水声学数据的赤水河下游鱼类水声学分析全长分布

Fig.3 Distribution of fish total length in the lower reaches of the Chishui River based on hydroacoustics

2.3 鱼类分布格局

2.3.1 水平分布 网捕结果显示，2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月赤水河下游鱼类的平均密度分别为 15.86 ind/1000 m^2·h、27.98 ind/1000 m^2·h、28.87 ind/1000 m^2·h 和 8.93 ind/1000 m^2·h。6 月和 8 月的鱼类密度大于 2 月和 10 月。2 月和 6 月，均为先市镇的网捕鱼类密度最高，分别为 30.18 ind/1000 m^2·h 和 50.32 ind/1000 m^2·h，8 月和 10 月，网捕鱼类密度最高值的点位均为切角垭，分别为 50.46 ind/1000 m^2·h 和 19.47 ind/1000 m^2·h（图 4）。

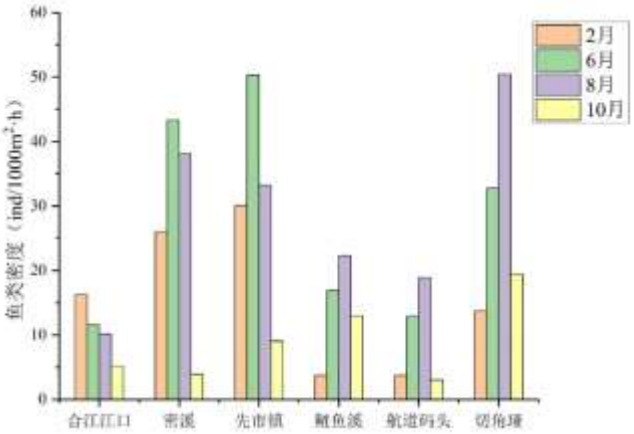

图 4 基于网捕调查的赤水河下游鱼类密度

Fig.4 Fish density in the lower reaches of Chishui River based on net fishing

水声学结果显示，2023 年 2 月、6 月、8 月和 10 月赤水河下游鱼类的平均密度分别为 1.65 ind/1000m^3、10.61 ind/1000m^3、8.80 ind/1000m^3 和 5.07 ind/1000m^3，表明 6 月和 8 月的鱼类密度大于 2 月和 10 月。2 月，鱼类密度最高值出现于 II 段，为 10.58 ind/1000m^3，6 月鱼类密度最高值出现于 II 段，值为 59.43 ind/1000m^3，8 月和 10 月的鱼类密度最高值均出现于 IV 段，分别为 40.67 ind/1000m^3 和 97.35 ind/1000m^3（图 5）。总体上，网捕调查与水声学探测反映出的鱼类密度的时空格局基本一致。

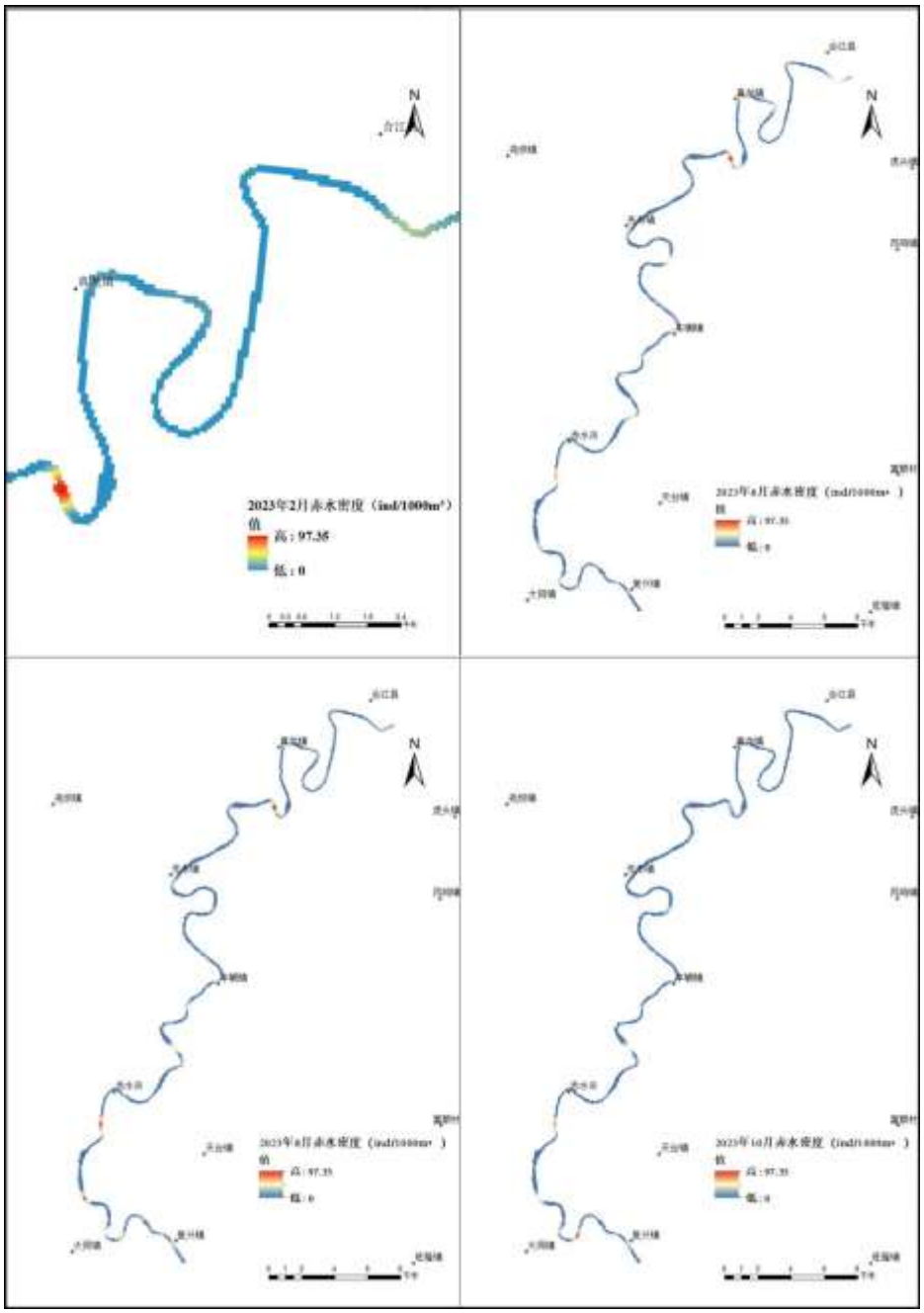

图 5 基于水声学数据的赤水河下游鱼类密度分布

Fig.5 l Distribution of fish densities in the lower reaches of the Chishui River based on hydroacoustics

2.3.2 垂直分布 网捕数据显示，赤水河下游优势种以底层鱼类为主，鱼类尾数占比均表现为中下层大于上

层（图 6a）。水声学数据显示，2 月鱼类目标深度为 8.9±4.0 m，6 月为 8.0±2. 9 m，8 月为 8.9±3.3 m，10 月为 9.8±3.3 m。具体表现为 2 月鱼类密度中层＞底层＞表层，其余月份鱼类密度为底层>中层>表层（图 6b）。

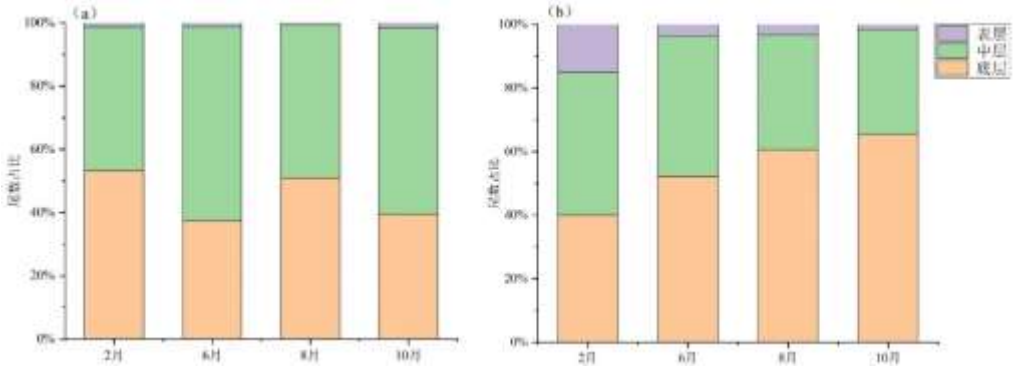

图 6 赤水河下游基于网捕调查（a）和水声学数据（b）的鱼类垂直空间分布

Fig.6 Vertical distribution of fish in the lower reaches of the Chishui River based on net fishing (a) and hydroacoustics (b)

2.4 鱼类资源及其影响因素

根据网捕调查结果，分别拟合得到 2 月（公式 8）、6 月（公式 9）、8 月（公式 10）和 10 月（公式 11）的鱼类体重和全长的关系式：

$$W = 0.0372TL^{2.81226} \quad (8)$$

$$W = 0.0180TL^{2.91621} \quad (9)$$

$$W = 0.0681TL^{2.50351} \quad (10)$$

$$W = 0.0399TL^{2.70306} \quad (11)$$

根据各个月份鱼类平均全长（2 月 12.1 cm，6 月 6.1 cm，8 月 5.5 cm，10 月 8.1 cm）以及公式 8、公式 9、公式 10 和公式 11，推算出 4 个月份的鱼类平均体重分别为 41.3 g、3.5 g、4.9 g 和 11.5 g，结合鱼类密度分布和对应的水体体积，估算出赤水河下游 2 月的鱼类资源约为 2.94×10^5 尾，约 12.1 t，6 月约为 1.72×10^6 尾，约 6.1 t，8 月约为 1.08×10^6 尾，约 5.3 t，10 月约为 7.55×10^5 尾，约 8.7 t。

多元非线性回归拟合结果显示，河道水深、蜿蜒度与鱼类密度之间存在显著关系（$F=34.00195$，$P<0.05$）（图 7）。拟合结果为：$z=-0.17911-6.33433*x+3.07553*y+1.41751*x^2-0.11307*y^2$（$R^2=0.38373$）。其中，z 为鱼类密度，x 为河道蜿蜒度，y 为水深深度。

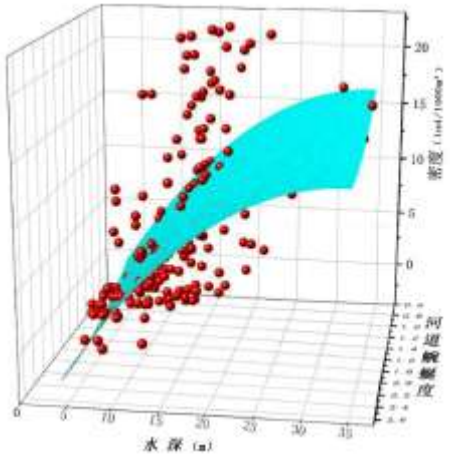

图 7 鱼类密度与环境变量的多元非线性回归模型

Fig.7 Multiple nonlinear regression model to fit the relationships between fish densities and environmental factors

3 讨论

3.1 鱼类资源时空变化及其影响因子

2023 年，赤水河下游鱼类密度的时间格局为 6 月＞8 月＞10 月＞2 月。胡飞飞[20]等在向家坝水库进行水声学调查时发现，5 月鱼类密度（0.60 ind/1000m^3）大于 11 月（0.46 ind/1000m^3），本研究与上述结果类似。赤水河 6 月的鱼类密度最高，其原因可能与鱼类的产卵活动有关。已有的研究显示，在长江上游及赤水河，银鮈、蛇鮈、瓦氏黄颡鱼、紫薄鳅等鱼类从 4 月开始陆续产卵，5-6 月进入繁殖盛期[21]。通过繁殖，水体中的仔稚鱼数量大量增加，因此 6 月的鱼类密度最高，且目标强度降低。2 月，随着河道水温逐渐降低，鱼类因越冬习性向深水区或长江干流聚集，从而导致冬季鱼类密度最低。

空间上，鱼类分布与河道形态、水文、水质等因素有关。Lin[22]等在木洞河段中的水声学调查中发现，鱼类密度在高蜿蜒度的河道显著高于顺直的河道；杜浩[23]等对长江江口至浈市段的水声学调查显示，较小规格的鱼喜好选择较缓的流速和较宽的流速范围；较大规格的鱼趋向于选择较急的流速和较窄的流速范围，并且鱼类分布密度较高的区域往往是在深水区。在本研究中，河道更为蜿蜒曲折的 I、IV 段鱼类密度更高，与上述结果相似。研究表明，蜿蜒河道一方面增加了生境异质性，另一方面减缓的流速或回水区有利于悬浮颗粒的沉积，食物丰度相对较高[24]；此外，鱼类密度分布较高的区域往往是在深水区。深水水域在鱼类生长中起着重要作用，深水区较慢的流速和较稳定的基质允许食物积累和增加底部食物资源。赤水河底栖性鱼类占比较高，深水区可提供相对稳定的水域环境和更大的容纳空间[25]。

在垂直方向上，影响鱼类垂直分布的因素与特定水域的鱼类组成及其空间生态位差异以及水温、溶解氧、饵料生物等因素有关[26]。李慧峰等[17]在鄱阳湖的水声学研究结果显示，春季中上层鱼类密度大于底层，而秋季和冬季均表现为底层和中层密度大于表层。该分布特征与鄱阳湖的鱼类组成有一定关系。网捕调查显示，鄱阳湖春冬季的优势种为鲂、翘嘴鲌和寡鳞飘鱼等偏好中上层水体的种类，其占比可达 53.77%，而秋冬季由于湖水退落，水面收缩，鱼类多到深水处越冬，中下层鱼类占比大于 65%，导致秋冬季鄱阳湖的鱼类密度呈现底层大于表层的结果。本研究中，赤水河下游鱼类密度均表现出中下层大于表层的格局，该现象可能与赤水河下游鱼类的空间生态位为底层鱼类有关，如银鮈和瓦氏黄颡鱼等，其相对丰度各占总数量的 12.6%和 11.4%。

3.2 禁捕背景下网捕调查和水声学监测的互补性

本研究运用经验公式对水声学监测到的鱼类目标强度进行换算，得出鱼类全长的时间分布为：2 月＞10 月＞6 月＞8 月。这一结果与网捕调查所呈现的时间格局一致。在水层空间分布上，水声学数据显示中下层的鱼类密度明显高于上层，与网捕调查到的鱼类多为中下层栖息的种类一致。这些结果在一定程度上验证了水声学监测的可信度。然而，值得注意的是，网捕调查所得到的鱼类平均全长明显高于水声学监测的结果。鱼类资源调查中，刺网作为被动性渔具，具有一定的网具选择性，倾向于捕获大个体鱼类，得到的数据无法全面代表鱼类资源的真实现状。水声学作为当前鱼类资源评估常用的技术，其无差别的探测可包括更多的小个体鱼类，能为网捕调查结果补充更多的信息，这也是本研究和其他研究中水声学换算的鱼类平均全长小于网具调查的原因之一[4][20][27]。此外，在水声学巡航探测过程中，船只扰动对表层鱼类的驱逐效应可能会导致鱼类密度和垂直分布等结果与真实情况存在一定的差异。一方面，需要根据具体水域的鱼类组成及其生态习性进行综合判断[28]-[30]，另一方面，多方向的定点探测可以提供表层鱼类分布特征的相关信息，弥补船只巡航探测对鱼类行为的干扰[31]。因此，网捕调查和多方位水声学探测结合有助于更全面的反映禁捕背景下鱼类资源的变动特征。在数据分析过程中，建立准确的鱼类目标强度与全长或体长的换算公式一直是水声学评估中的关键与难点。本研究由于缺乏赤水河特定鱼类的 TS-TL 经验公式，故采用 Foote 建立的鲤科鱼类经验公式[14]，也建议后续研究中加快建立赤水河鱼类目标强度与全长或体长的换算模型。

3.3 赤水河下游鱼类资源结构变化和禁捕效果评估

长江禁捕前，赤水市河段（2011-2013 年）的优势种为唇鲷、蛇鮈、瓦氏黄颡鱼、银鮈、大鳍鳠和中华倒刺鲃等。以中华倒刺鲃和白甲鱼为例，其数量比和重量比分别为 3.23%、13.69%和 0.23%、0.51%[9]；

合江县河段（2013-2016 年）优势种为银鮈、子陵吻虾虎鱼、蛇鮈、鲫、瓦氏黄颡鱼和似鳊等[32]。禁捕前赤水河鱼类群落的变化特征主要体现为鱼类小型化趋势加剧以及部分特有鱼类资源量严重下降。本次调查显示，赤水市河段的中华倒刺鲃和白甲鱼的数量比和重量比 3.71%和 15.51%以及 0.96%和 7.16%。与历史数据相比，目前中华倒刺鲃和白甲鱼等鱼类在渔获物中的比例有所提高，甚至在本次调查的 2 月和 10 月为优势种，可见这些物种的资源恢复较为明显；而禁渔前相对丰度较低的物种（如伦氏孟加拉鲮等特有鱼类）在禁渔后无显著增加，一方面可能是因为这些物种的种群结构恢复缓慢或者是禁渔后优势鱼类种群的迅速恢复对这些物种形成了竞争压力[33]；另一方面，可能与这些鱼种的关键栖息地萎缩或丧失有关。以圆口铜鱼为例，该物种的产卵场主要分布于金沙江中下游和雅砻江下游。金沙江下游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝等水电梯级实施后，区域内圆口铜鱼产卵场基本消失，仅在金沙江攀枝花江段和雅砻江下游还残存部分产卵场，其野生资源的下降与其产卵场的丧失密不可分[34]。

与禁捕初期赤水河下游河段的水声学数据对比显示，2023 年 6 月的水声学结果相较于 2019 年 6 月的鱼类密度（6.00 ind/1000m^3）和平均全长（5.3 cm）均有所提高（内部资料）。同年 5 月，三峡库区秭归到木洞水域水声学探测的干流鱼类密度为 5.52 ind/1000m^3，12 月鱼类密度为 3.26 ind/1000m^3[27]，本研究显示的赤水河下游鱼类密度略高于前者。

赤水河为长江上游南岸的重要支流，当前保持自然连通状态，下游河道蜿蜒、水流急缓交错、滩潭均有分布，生境异质性高[35]，是鱼类理想的栖息地场所之一。历史资料也显示，近年来赤水河鱼类物种多样性稳步提升，异鳔鳅鲀、红唇薄鳅、细鳞鲴、光唇蛇鮈等消失多年的鱼类重新在赤水河出现。圆筒吻鮈、黑尾近红鲌、厚颌鲂等主要分布于赤水河河口江段的特有鱼类已经向上扩散至中游土城镇江段，在赤水河有繁殖活动[8]。总体上，长江十年禁渔措施率先在赤水河实施，有效降低了赤水河鱼类繁殖群体遭受的捕捞压力，保护了仔稚鱼的自然生长，使得赤水河的鱼类资源有所增加，群落结构有所恢复。此外，本研究还采集到杂交鲟、湘云鲫和梭鲈等外来鱼类或养殖品种，建议加强对外来鱼类的防控。综上，本研究结果显示禁捕后赤水河下游鱼类资源有所恢复，并建议继续加强保护和跟踪监测，科学评估赤水河十年禁渔效果。

4 参考文献

[1] Cooke, S.J., Martins, E.G., Struthers, D.P. *et al*. A moving target—incorporating knowledge of the spatial ecology of fi sh into the assessment and management of freshwater fish populations. *Environ Monit Assess*, 2016, **188**(4): 239. DOI: 10.1007/s10661-016-5228-0.

[2] John S, David M. Fisheries Acoustics: Theory and Practice: Second edition. *Blackwell Publishing*, 2005. DOI: 10.1002/9780470995303.

[3] Muška, M., Tušer, M., Frouzová, J. *et al*. Real-time distribution of pelagic fish: combining hydroacoustics, GIS and sp atial modelling at a fine spatial scale. *Sci Rep*, 2018, **8**(1): 5381. DOI: 10.1038/s41598-018-23762-z.

[4] Xiang LL, Qing Q, Zeng J *et al*. Fish resource assessment in the Peng'an section of the middle Jialing River based o n hydroacoustic surveys. *Journal of Hydroecology*, 2022, **43**(4): 95-102. DOI: 10.15928/j.1674-3075.202108020264. [向伶俐, 秦强, 曾燏等. 基于水声学方法的嘉陵江中游蓬安段鱼类资源研究. 水生态学杂志, 2022, **43**(4): 95-102.]

[5] Riley A. Pollom and George A. Rose. A global review of the spatial, taxonomic, and temporal scope of freshwater fis heries hydroacoustics research. *Environmental Reviews*, 2016 **24**(3): 333-347. DOI: 10.1139/er-2016-0017.

[6] Shi YK, Yu LX, Zhou X *et al*. Spatial-temporal distribution characteristics of fishresuorces in Yichang-Chenglingji rive r section of the Yangtze River in the early period of fishing ban. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2024, **48**(4): 546-557. DOI:10.7541/2024.2023.0173. [史银魁, 俞立雄, 周雪等. 禁渔初期长江宜昌-城陵矶江段鱼类资源时空分布特征. 水生生物学报, 2024, **48**(4): 546-557.]

[7] Kerschbaumer P, Tritthart M, Keckeis H. Abundance, distribution, and habitat use of fishes in a large river (Danube, Austria): mobile, horizontal hydroacoustic surveys vs. a standard fishing method. *ICES Journal of Marine Science*, 202 0 **77**(5): 1966-1978. DOI: 10.1093/icesjms/fsaa081.

[8] Liu F, Liu HZ. Effectiveness and challenges of aquatic ecological restoration of Chishui River in upper Yangtze River. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, **38**(12): 1883-1993. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230905006. [刘飞, 刘焕章. 长江上游赤水河示范区水生态修复的成效与挑战. 中国科学院院刊, 2023, **38**(12): 1883-1893.]

[9] Li L, Yuan WL, Liu F. Status of fishery resources in Chishui section of the Chishui River. *Resources and Environmen t in the Yangtze Basin*, 2015, **24**(11): 1884-1890. DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201511011. [黎良, 袁维林, 刘飞. 赤水河赤水市江段鱼类资源现状. 长江流域资源与环境, 2015, **24**(11): 1884-1890.]

[10] Aglen A. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. *Fao Fishe ries Report*, 1983.

[11] Pianka ER. Ecology of the Agamid Lizard Amphibolurus isolepis in Western Australia. *Copeia*, 1971, **1971**(3): 527-53 6. DOI: 10.2307/1442450..

[12] Guo PJ, Jiang XQ, Yu CG *et al*. Analysis of the fish community structure in the spring and autumn of the Zhoushan coastal fishing grounds. *Progress in Fishery Sciences*, 2020, **41**(4): 1-11. DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20190311001. [郭朋军, 江新琴, 俞存根等. 舟山沿岸渔场春秋季鱼类群落结构特征分析. 渔业科学进展, 2020, **41**(4): 1-11.]

[13] Trenkel V, Martignac F, Jean-Luc B *et al*. Efficiency of automatic analyses of fish passages detected by an acoustic c amera using Sonar5-Pro. *Aquatic Living Resources*, 2021, **34**(22). DOI: 10.1051/alr/2021020.

[14] Foote KG. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1987, **82**(3): 981-987. DOI: 10.1121/1.395298.

[15] Shen XP, Qi HP, Liu XN *et al*. Implementation of two-factor nonparametric variance analysis in SPSS. *Chinese Journ al of Health Statistics*, 2013, **30**(6): 913-914. DOI: CNKI:SUN:ZGWT.0.2013-06-042. [申希平, 祁海萍, 刘小宁等. 两因素非参数方差分析在 SPSS 中的实现. 中国卫生统计, 2013, **30**(6): 913-914.]

[16] Tao JP, Ai WM, Gong YT *et al*. Assessment of fishabundance and distribution using fisheries acoustics and GIS mode ling in the Nanxi River of Wenzhou City. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, **30**(11): 2992-3000. DOI: CNKI:SUN:STXB.0.2 010-11-023. [陶江平, 艾为明, 龚昱田等. 采用渔业声学方法和 GIS 模型对楠溪江鱼类资源量及空间分布的评估. 生态学报, 2010, **30**(11): 2992-3000.]

[17] Li HF, Wang K, Yu XJ *et al*. Hydroacoustic surveys on spatial-temporal distribution of fishes during early fishing ban period in Poyang Lake. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2023, **47**(1): 147-155. DOI: 10.7541/2023.2022.0163. [李慧峰, 王珂, 余绪俊等. 禁渔初期鄱阳湖鱼类时空分布特征. 水生生物学报, 2023, **47**(1): 147-155.]

[18] Song D, Du X, Jin X *et al*. The characteristics of spatial-temporal distributions of fish resources in Lake Jingpo based on hydroacoustic assessment. Journal of Lake Sciences. 2022, **34**(6): 2095-2104. DOI: 10.18307/2022.0630. [宋聃, 都雪, 金星等. 基于水声学探测的镜泊湖鱼类时空分布特征及资源量评估. 湖泊科学, 2022, **34**(6): 2095-2104.]

[19] Liu YX, Zhang J, Zhao JY *et al*. Statistical analysis of geomorphological parameters in meandering sections of Chishu i River. *Journal of Hydroecology*, 2022, **43**(3): 44-50. DOI: 10.15928/j.1674-3075.202010190301. [刘一漩, 张晶, 赵进勇等. 赤水河弯曲河段地貌特征参数统计分析. 水生态学杂志, 2022, **43**(3): 44-50.]

[20] Hu FF, Zhu TB, Gong JL *et al*. Acoustic study of fish resources in Xiangjiaba Reservoir in the lower reaches of Jins ha River during the early period of ten-year fishing ban. *Journal of Fisheries of China*, 2023, **47**(2): 233-244. DOI: 1 0.11964/jfc.20220913687. [胡飞飞, 朱挺兵, 龚进玲等. 十年禁渔初期金沙江下游向家坝水库鱼类资源变化的水声学研究. 水产学报, 2023, **47**(2): 233-244.]

[21] Wu JM, Wang QQ, Liu F *et al*. Fish resources of early life in Chishui section of the Chishui River. *Resources and E nvironment in the Yangtze Basin,* 2010, **19**(11): 1270. [吴金明, 王芊芊, 刘飞等. 赤水河赤水段鱼类早期资源调查研究. 长江流域资源与环境, 2010, **19**(11): 1270.]

[22] Lin PC, Chen L, Gao XC *et al*. Spatiotemporal distribution and species composition of fish assemblages in the transiti onal zone of the Three Gorges reservoir, China. *Water*, 2020, **12**(12): 3514. DOI: 10.3390/w12123514.

[23] Du H, Ban X, Zhang H *et al*. Preliminary observation on preference of fish in natural channel to water velocity and depth:case study in reach of Yangtze River from Jiangkou Town to Yuanshi Town. *Journal of Yangtze River Scientific*

Research Institute, 2010, **27**(10): 5. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5485.2010.10.015. [杜浩, 班璇, 张辉等. 天然河道中鱼类对水深、流速选择特性的初步观测——以长江江口至豌市段为例. 长江科学院院报, 2010, **27**(10): 5.]

[24] X.-F, Garcia, I *et al*. Complex hydromorphology of meanders can support benthic invertebrate diversity in rivers. *Hydrobiologia*, 2011, **685**(1): 49-68. DOI: 10.1007/s10750-011-0905-z.

[25] M. Vašek, M. Prchalová, M. Říha *et al*. Fish community response to the longitudinal environmental gradient in Czech deep-valley reservoirs: Implications for ecological monitoring and management. *Ecological Indicators*, 2016, **63**: 219-230. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.11.061.

[26] Brandt BS ,Gerken M ,Hartman JK *et al*. Effects of hypoxia on food consumption and growth of juvenile striped bass (Morone saxatilis). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2009, **381**: S143-S149. DOI: 10.1016/j.jembe.2009.07.028.

[27] He SW, Ni DF, Xie W *et al*. Characteristics and changes of fish distribution in the mainstem of the Three Gorges reservoir area at the beginning of the ten-year fishing ban. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2025, **49**(2): 13-25. DOI: 10.7541/2024.2024.0187. [何仕文, 倪达富, 谢伟等. 十年禁渔初期三峡库区干流鱼类分布特征及变化. 水生生物学报. 2025, **49**(2): 13-25]

[28] Warner DM, Rudstam LG, Klumb RA. In situ target strength of alewives in freshwater. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2002, **131**(2): 212-223. DOI: 10.1577/1548-8659(2002)131<0212:ISTSOA>2.0.CO;2

[29] Rudstam LG, Parker SL, Einhouse DW *et al*. Application of in situ target-strength estimations in lakes: examples from rainbow-smelt surveys in Lakes Erie and Champlain. *Ices Journal of Marine Science*, 2003, **60**(3): 500-507. DOI: 10.1016/S1054-3139(03)00046-8.

[30] Lin DQ, Zhang H, Li JY *et al*. Target strength of four freshwater cultured fish species and a variance analysis. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2017, **24**(1): 1-10. DOI: 10.3724/SP.J.1118.2017.16261. [蔺丹清, 张辉, 李君轶等. 4 种常见淡水养殖鱼类目标强度测定与差异分析. 中国水产科学, 2017, **24**(1): 1-10.]

[31] Roman B, Petr B, Martin Č *et al*. New way to investigate fish density and distribution in the shallowest layers of the open water. *Fisheries Research*, 2021, **238**. DOI: 10.1016/J.FISHRES.2021.105907.

[32] Liu F, Liu DM, Yuan DC *et al*. Interannual variations of fish assemblage in the Chishui River over the last decade. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2020, **44**(1): 122-132. DOI: 10.7541/2020.015. [刘飞, 刘定明, 袁大春等. 近十年来赤水河不同江段鱼类群落年际变化特征. 水生生物学报, 2020, **44**(1): 122-132.]

[33] Lu WK, Zhu ZS, Liu F *et al*. Evaluation of fishing ban effect in the Chishui River based on body length structure analysis. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2024, **48**(8): 1433-1442. DOI: 10.7541/2024.2023.0369. [鲁文楷, 朱忠胜, 刘飞等. 基于体长结构分析的赤水河鱼类禁渔效果评估. 水生生物学报, 2024, **48**(8): 1433-1442.]

[34] Yang HL, Shen L, He FY *et al*. Status of aquatic organisms resources and their environments in the Yangtze River system (2017—2021). *Journal of Fisheries of China*, 2023, **47**(2): 029301. DOI: 10.11964/jfc.20220913677.[杨海乐, 沈丽, 何勇凤等. 长江水生生物资源与环境本底状况调查 (2017—2021). 水产学报, 2023, **47**(2): 029301.]

[35] Zhang DC, Wang M, Li F *et al*. Impact of comprehensive planning of Chishui River basin on fish resources and protection countermeasures. *Environmental Science and Management*, 2021, **46**(9): 35-40. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1212.2021.09.010. [张登成, 王孟, 李斐等. 赤水河流域综合规划对鱼类资源的影响及保护对策研究. 环境科学与管理, 2021, **46**(9): 35-40.]

附表 I 赤水河下游不同月份鱼类群落结构及优势度

Attached Tab.I Fish community structure and dominance in different months in the lower reaches of the Chishui River

鱼类	2 月					6 月					8 月					10 月				
	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
鲟科 *Acipenseridae*																				
长江鲟 *Acipenser dabryanus*	30.3	278.2	1.08	2.26	200	37.1	435.8	0.31	2.37	103	37.6	517.4	0.14	1.65	81	28.7	206.0	3.91	7.20	489
杂交鲟（品种）						54.5	1168.7	0.01	0.16	1	61.0	1064.2	0.03	0.68	6					
鲤科 *Cyprinidae*																				
马口鱼 *Opsariichthys bidens*						6.0	8.1	0.08	0.01	1										
宽鳍鱲 *Zacco platypus*						13.5	50.8	0.02	0.02	1	10.1	14.2	0.03	0.01	0					
草鱼 *Ctenopharyngodon idella*	39.5	1936.6	0.11	1.68	48	48.3	2715.6	0.02	0.76	6	19.5	326.5	0.19	1.46	30	37.8	1318.2	0.11	1.27	22
青鱼 *Mylopharyngodon piceus*																45.8	2215.5	0.02	0.43	2
高体近红鲌 *Ancherythroculter kurematsui*	16.3	117.3	2.36	1.66	215	15.0	67.5	2.85	2.48	430	12.2	29.1	0.57	0.37	60	14.9	49.3	5.21	2.11	615
黑尾近红鲌 *Ancherythroculter nigrocauda*	21.0	154.0	3.09	3.12	290	18.2	98.7	1.07	1.86	192	14.3	54.9	1.04	1.26	147	18.8	104.6	2.72	2.55	316
汪氏近红鲌 *Ancherythroculter wangi*	20.7	121.2	0.02	0.02	0	21.1	128.3	0.02	0.04	0	18.1	69.2	0.03	0.04	1	22.0	137.7	0.09	0.11	3

鱼类	2月					6月					8月					10月				
	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
达氏鲌 *Chanodichthys dabryi dabryi*						18.6	110.3	0.12	0.23	8						19.1	133.9	0.04	0.05	0
蒙古鲌 *Chanodichthys mongolicus*	19.1	110.1	0.66	0.55	81	12.9	79.9	0.61	0.86	90	16.4	137.1	0.55	1.75	125	16.7	68.0	0.91	0.55	64
翘嘴鲌 *Culter alburnus*	21.0	100.3	0.48	0.36	51	17.5	94.8	0.26	0.44	40	14.9	40.9	0.30	0.29	32	23.9	237.7	0.30	0.64	34
红鳍原鲌 *Cultrichthys erythropterus*						17.8	81.2	0.07	0.10	3	7.1	4.6	0.19	0.02	6	20.1	114.6	0.15	0.15	5
贝氏鳘 *Hemiculter bleekeri*						11.4	22.7	0.03	0.01	1	11.1	15.3	0.11	0.04	5	11.5	16.0	0.35	0.05	5
鳘 *Hemiculter leucisculus*						10.3	16.3	0.03	0.01	1	8.8	5.1	0.03	0.00	0	11.4	12.2	0.02	0.00	0
张氏鳘 *Hemiculter tchangi*	19.8	95.3	0.53	0.38	48	14.2	45.6	0.34	0.27	33	18.0	65.8	0.08	0.13	6	20.4	92.1	0.67	0.55	64
长体鲂 *Megalobrama elongata*	16.0	57.6	0.09	0.04	3	15.0	52.1	0.04	0.04	1			0.00	0.00		15.6	58.0	0.11	0.06	2
厚颌鲂 *Megalobrama pellegrini*	18.1	179.2	4.70	6.36	885	14.7	99.0	1.14	1.99	229	23.8	461.7	0.57	6.20	431	20.2	246.8	3.76	8.30	1061
寡鳞飘鱼 *Pseudolaubuca engraulis*						14.1	28.2	0.23	0.11	8										
飘鱼 *Pseudolaubuca sinensis*	21.2	63.9	0.14	0.07	7	19.6	71.0	2.53	3.13	479	20.9	66.2	0.49	0.76	68	18.2	44.4	2.18	0.87	207
伍氏华鳊						15.4	81.0	0.32	0.45	9										

鱼类	2 月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	6 月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	8 月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	10 月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
Sinibrama wui 圆吻鲴	22.0	183.6	0.99	1.37	141	20.4	182.8	0.40	1.30	112						21.8	184.8	1.62	2.68	275
Distoechodon tumirostris 似鳊	13.8.	72.6	14.09	4.87	1264	13.8	161.6	25.26	22.99	4083	12.1	41.3	7.79	5.07	1052	13.6	58.2	18.06	7.07	2312
Pseudobrama simoni 银鲴						17.2	80.2	0.01	0.01	0						22.6	194.1	0.04	0.07	1
Xenocypris argentea 黄尾鲴	25.5	286.3	0.23	0.50	24	20.3	177.9	0.48	1.51	115	21.1	140.8	0.33	1.08	51	25.7	277.0	0.89	2.19	148
Xenocypris davidi 细鳞鲴	29.7	437.3	0.02	0.08	1	18.9	115.5	0.09	0.18	8						25.1	261.6	0.28	0.66	26
Xenocypris microlepis 鳙	39.0	1056.0	0.02	0.18	1	34.1	702.9	0.01	0.10	0						7.0	5.0	0.02	0.00	0
Aristichthys nobilis 鲢	26.4	338.5	0.18	0.47	17	19.9	134.7	0.21	0.51	19	15.5	61.0	0.08	0.12	2	27.9	409.4	0.04	0.16	2
Hypophthalmichthys molitrix 兴凯鱊																5.6	3.4	0.02	0.00	0
Acheilognathus chankaensis 无须鱊											4.7	2.4	0.08	0.00	2					
Acheilognathus gracilis 大鳍鱊						8.0	11.9	0.06	0.01	1										
Acheilognathus macropterus 高体鳑鲏						4.1	2.8	0.33	0.01	9						3.7	1.4	0.06	0.00	1
Rhodeus ocellatus																				

鱼类	2 月					6 月					8 月					10 月				
	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
中华鳑鲏 *Rhodeus sinensis*						3.7	1.5	0.03	0.00	0						3.4	1.0	0.13	0.00	1
棒花鱼 *Abbottina rivularis*						5.3	4.0	0.03	0.00	0	4.1	4.0	0.03	0.00	0	6.3	5.2	0.04	0.00	0
铜鱼 *Coreius heterodon*	32.9	460.6	0.18	0.64	22											30.8	377.9	0.02	0.07	0
唇鲭 *Hemibarbus labeo*	16.9	80.7	6.46	3.85	894	15.3	69.6	3.55	4.17	712	14.0	63.5	7.71	9.55	1255	17.0	82.0	4.37	3.20	696
花鲭 *Hemibarbus maculatus*	16.7	78.5	0.27	0.16	20	14.6	56.2	0.02	0.02	0	9.8	13.7	0.03	0.01	0	16.2	73.3	0.37	0.24	24
裸腹片唇鮈 *Platysmacheilus nudiventris*						6.0	3.4	0.32	0.02	17	6.5	4.5	0.60	0.06	36	6.6	4.6	0.02	0.00	0
麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*						4.1	1.5	0.07	0.00	1										
圆筒吻鮈 *Rhinogobio cylindricus*	26.4	199.7	0.60	0.90	70	23.7	177.0	0.19	0.59	27	22.8	144.6	0.03	0.09	1	23.0	123.9	0.02	0.02	0
吻鮈 *Rhinogobio typus*	21.1	201.0	21.88	10.26	2786	20.8	105.3	2.14	3.51	413	20.8	116.9	0.19	0.52	26	20.7	100.6	4.24	3.21	536
华鳡 *Sarcocheilichthys sinensis sinensis*	12.4	43.6	0.32	0.11	17	11.8	39.7	0.34	0.24	20	10.6	24.2	0.38	0.22	33	12.5	45.1	0.43	0.17	17
蛇鮈 *Saurogobio dabryi dabryi*	16.4	58.7	6.76	2.31	725	12.6	26.5	1.95	0.91	263	12.3	23.5	2.87	1.13	327	15.0	36.5	3.14	0.98	379

鱼类	2月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	6月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	8月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	10月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
光唇蛇鮈 *Saurogobio gymnocheilus*											12.0	19.5	0.25	0.11	16					
斑点蛇鮈 *Saurogobio punctatus*	17.2	84.8	5.71	2.30	694	16.9	60.5	1.50	1.50	231	16.0	40.7	0.79	0.60	89	16.9	54.8	1.36	0.67	122
银鮈 *Squalidus argentatus*	9.0	15.1	2.47	0.21	161	7.4	11.6	17.00	1.64	1865	7.7	24.3	20.72	2.80	2351	7.6	6.8	3.89	0.24	314
宜昌鳅鮀 *Gobiobotia filifer*						8.7	13.9	0.01	0.00	0										
鲫 *Carassius auratus auratus*	18.1	202.0	0.92	1.40	154	14.1	121.5	0.73	1.56	167	9.2	49.8	2.76	2.68	445	13.9	107.0	3.24	3.10	482
湘云鲫（品种）						17.3	161.9	0.01	0.02	0						19.0	186.1	0.02	0.04	0
鲤 *Cyprinus carpio*	27.1	771.8	0.25	1.47	92	13.8	397.5	0.14	1.00	35	11.2	124.9	0.38	1.12	96	25.6	532.9	0.30	1.44	42
岩原鲤 *Procypris rabaudi*	16.7	123.9	1.95	1.82	277	13.6	109.6	1.44	2.74	402	12.2	51.6	2.08	2.51	417	16.8	179.9	4.00	6.43	834
宽口光唇鱼 *Acrossocheilus monticola*	12.3	39.0	0.11	0.03	3	12.2	44.1	0.34	0.25	30	11.4	28.3	0.08	0.05	2	13.8	60.6	0.06	0.04	1
白甲鱼 *Onychostoma sima*	25.0	591.6	3.67	16.08	1185	23.9	512.2	0.31	2.79	143	23.3	734.9	0.14	2.35	68	28.6	623.2	0.84	4.70	332
大鳞鲃 *Barbus capito*											20.5	106.9	0.03	0.07	1					
中华倒刺鲃 *Spinibarbus sinensis*	24.9	573.1	6.05	26.19	3009	12.7	171.9	2.51	6.93	835	14.6	151.5	2.79	6.59	767	21.7	370.3	5.49	18.17	2177

鱼类	2月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	6月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	8月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	10月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
伦氏孟加拉鲮 *Bangana rendahli*	30.4	888.5	0.11	0.77	24	23.4	406.0	0.07	0.51	9						27.6	626.7	0.22	1.21	17
鲮 *Cirrhinus molitorella*	20.5	450.3	0.05	0.16	3	22.4	250.0	0.01	0.03	0						16.0	181.6	0.09	0.14	4
墨头鱼 *Garra pingi pingi*	22.7	241.4	0.02	0.04	0															
胭脂鱼科 *Catostomidae*																				
胭脂鱼 *Myxocyprinus asiaticus*	26.0	435.3	0.32	1.05	46	20.5	259.1	0.13	0.61	29	31.2	650.7	0.03	0.42	4	25.4	449.3	0.52	2.08	104
花鳅科 *Cobitidae*																				
泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*											9.0	5.3	0.08	0.01	3	10.0	10.7	0.19	0.02	2
大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus*																8.7	6.7	0.06	0.00	0
中华沙鳅 *Botia superciliaris*						8.6	10.7	0.01	0.00	0	9.1	14.2	1.59	0.44	129	9.6	10.4	0.02	0.00	0
长薄鳅 *Leptobotia elongata*						16.8	52.0	0.01	0.01	0	18.6	63.3	0.05	0.08	2					
紫薄鳅 *Leptobotia taeniops*											13.6	30.9	0.03	0.02	0					
双斑副沙鳅 *Parabotia bimaculata*						15.2	52.8	0.01	0.01	0	16.1	62.6	0.03	0.04	1					
花斑副沙鳅						17.1	76.3	0.04	0.05	1						17.0	59.3	0.02	0.01	0

鱼类	2月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	6月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	8月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	10月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
Parabotia fasciata																				
爬鳅科 *Balitorinae*																				
短身金沙鳅 *Jinshaia abbreviata*	7.4	6.2	0.11	0.01	3	8.1	8.2	0.01	0.00	0						7.4	5.5	0.04	0.00	0
西昌华吸鳅 *Sinogastromyzon sichuangensis*	6.9	6.5	0.02	0.00	0	5.1	2.4	0.01	0.00	0	4.9	4.1	0.05	0.01	1					
四川华吸鳅 *Sinogastromyzon szechuanensis*	6.5	6.0	0.14	0.01	5	6.4	6.8	0.03	0.00	0						5.8	4.4	0.28	0.01	7
钝头鮠科 *Amblycipitidae*																				
拟缘鮡 *Liobagrus marginatoides*											7.2	4.3	0.03	0.00	0					
鲇科 *Siluridae*																				
鲇 *Silurus asotus*						22.6	181.3	0.15	0.48	24	21.2	155.6	0.36	1.29	105	43.7	2961.7	0.06	1.72	21
南方鲇 *Silurus meridionalis*						16.1	58.1	0.04	0.04	2										
鲿科 *Bagridae*																				
大鳍鳠 *Hemibagrus macropterus*	22.3	91.0	0.82	0.57	74	17.7	67.3	3.29	3.84	604	16.0	54.5	4.84	5.09	812	20.5	80.7	3.55	2.56	391
粗唇鮠	18.5	71.2	1.12	0.60	104	16.9	76.4	4.24	4.75	865	17.2	88.4	13.34	16.84	3018	16.5	59.3	4.58	2.43	617

鱼类	2月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	6月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	8月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	10月 平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
Leiocassis crassilabris 长吻鮠											11.3	19.8	0.03	0.01	0	22.4	147.3	0.02	0.03	0
Leiocassis longirostris 黄颡鱼						14.8	67.9	0.08	0.09	5	9.4	24.9	0.19	0.11	14	14.7	59.5	0.17	0.09	5
Pelteobagrus fulvidraco 光泽黄颡鱼	13.6	34.8	3.14	0.69	358	13.3	42.7	7.40	3.55	1095	12.7	24.2	4.89	2.77	766	13.7	28.1	2.81	0.71	310
Pelteobaggrus nitidus 瓦氏黄颡鱼	17.5	74.8	7.15	3.94	1035	17.4	91.0	11.13	14.41	2555	15.5	80.4	17.38	20.21	3759	17.3	72.5	11.31	7.06	1763
Pelteobagrus vachelli 切尾拟鲿						8.6	9.7	0.43	0.07	25	11.8	21.0	0.22	0.11	12	11.2	18.1	0.06	0.01	1
Pseudobagrus truncatus **鮨鲈科 *Percichthyidea***																				
鳜 *Siniperca chuatsi*	16.4	110.7	0.44	0.36	48	14.1	66.4	1.05	1.22	218	14.9	82.8	0.49	0.95	131	12.5	62.3	0.91	0.51	74
大眼鳜 *Siniperca knerii*	15.9	94.4	0.14	0.10	6	15.7	82.9	0.05	0.07	1						14.9	89.0	1.23	0.98	124
斑鳜 *Siniperca scherzeri*						21.0	220.0	0.01	0.03	0										
鲈科 *Percidae*																				
梭鲈 *Lucioperca lucioperca*						45.5	1376.1	0.01	0.19	1										
虾虎鱼科 *Gobiidae*																				
子陵吻虾虎鱼						5.8	5.2	2.22	0.15	182	5.8	9.0	1.89	0.17	131	5.3	2.3	0.22	0.00	4

鱼类	2 月					6 月					8 月					10 月				
	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI	平均全长/cm	平均体重/g	数量比/%	重量比/%	IRI
Rhinogobius giurinus																				
鳢科 *Channidae*																				
乌鳢																				
Channa argus											16.8	61.7	0.03	0.04	1					

附表 II 赤水河下游鱼类群落的空间变化

Attached Tab.II Spatial changes of fish communities in the lower reaches of Chishui River

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
鲟科 *Acipenseridae*																		
长江鲟 *Acipenser dabryanus*	1.83	3.58	0.39	3.13	0.14	1.68	4.86	9.56	379	0.05	0.85							1
杂交鲟（品种）			0.01	0.22	0.03	0.69			1									
鲤科 *Cyprinidae*																		
马口鱼 *Opsariichthys bidens*			0.1	0.01					0									
宽鳍鱲 *Zacco platypus*			0.01	0.01	0.03	0.01			0			0.07	0.07					0
草鱼 *Ctenopharyngodon idella*	0.2	3.24	0.02	1	0.2	1.49	0.11	1.31	34							0.11	1.15	1
青鱼							0.03	0.57	0									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
Mylopharyngodon piceus 高体近红鲌																		
Ancherythroculter kurematsui 黑尾近红鲌	3.85	3.15	0.84	0.81	0.56	0.35	3.14	1.31	226	0.33	0.07	10.29	7.7	0.87	1.52	13.75	4.55	667
Ancherythroculter nigrocauda 汪氏近红鲌	5.36	6.03	1.32	2.35	1.07	1.29	3.36	3.33	430			0.15	0.33			0.11	0.15	2
Ancherythroculter wangi 达氏鲌	0.04	0.04			0.03	0.05	0.11	0.14	1			0.07	0.15					0
Chanodichthys dabryi dabryi 蒙古鲌			0.15	0.3			0.05	0.07	3									
Chanodichthys mongolicus mongolicus 翘嘴鲌	0.95	0.61	0.63	1.08	0.56	1.79	1.13	0.73	113	0.27	0.49	0.52	0.17					14
Culter alburnus 红鳍原鲌	0.75	0.67	0.3	0.54	0.31	0.29	0.38	0.85	61	0.11	0.04	0.11	0.11					2
Cultrichthys erythropterus 贝氏鳌			0.09	0.13	0.2	0.02	0.19	0.21	5									
Hemiculter bleekeri			0.04	0.02	0.11	0.04	0.43	0.07	3									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
鰲 *Hemiculter leucisculus*			0.04	0.01	0.03	0			0							0.11	0.01	0
张氏鰲 *Hemiculter tchangi*	0.79	0.7	0.38	0.33	0.08	0.13	0.83	0.73	60	0.16	0.04	0.19	0.11					4
长体鲂 *Megalobrama elongata*	0.16	0.08	0.05	0.05			0.13	0.07	2									
厚颌鲂 *Megalobrama pellegrini*	7.5	10.48	1.29	2.46	0.59	6.31	4.22	9.68	818	0.87	1.94	0.6	0.5			1.88	4.05	107
寡鳞飘鱼 *Pseudolaubuca engraulis*			0.29	0.15					2									
飘鱼 *Pseudolaubuca sinensis*	0.24	0.13	3.11	3.99	0.51	0.78	2.53	1.04	303			0.41	0.44			0.78	0.35	17
伍氏华鳊 *Sinibrama wui*									0			1.49	1.87					12
圆吻鲴 *Distoechodon tumirostris*	1.23	2.11	0.51	1.72	0	0	1.37	2.89	173	0.65	0.57					2.66	2.02	21
似鳊 *Pseudobrama simoni*	23.77	9.16	31.92	30.14	8.04	5.17	21.33	8.75	4068	0.87	0.26	0.56	0.56			4.55	1.92	75
银鲴 *Xenocypris argentea*			0.01	0.01			0.05	0.1										0
黄尾鲴 *Xenocypris davidi*	0.4	0.96	0.31	1.44	0.34	1.1	1.07	2.83	127			1.12	1.74			0.11	0.23	14

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
细鳞鲴 *Xenocypris microlepis*	0.04	0.15	0.11	0.23			0.35	0.87	14									
鳙 *Aristichthys nobilis*	0.04	0.35	0.01	0.13			0.03	0	1									
鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*	0.32	0.91	0.26	0.66	0.08	0.12	0.05	0.21	17			0.04	0.03					0
兴凯鱊 *Acheilognathus chankaensis*							0.03	0	0									
无须鱊 *Acheilognathus gracilis*					0.08	0			0									
大鳍鱊 *Acheilognathus macropterus*			0.07	0.02					0									
高体鳑鲏 *Rhodeus ocellatus*			0.42	0.01			0.08	0	4									
中华鳑鲏 *Rhodeus sinensis*			0.04	0			0.16	0	0									
棒花鱼 *Abbottina rivularis*			0.03	0	0.03	0	0.05	0	0			0.04	0.01					0
铜鱼	0.32	1.23					0.03	0.1	3									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
Coreius heterodon 唇鮈 *Hemibarbus labeo*	6.83	5.04	3.05	3.38	7.96	9.72	4.19	3.31	840	5.97	2.58	5.41	6.64			5.1	2.88	724
花鮈 *Hemibarbus maculatus*	0.24	0.15			0.03	0.01	0.32	0.24	5	0.33	0.18	0.07	0.06			0.55	0.24	7
裸腹片唇鮈 *Platysmacheilus nudiventris*			0.37	0.02	0.62	0.06	0.03	0	10			0.11	0.01					0
麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*			0.09	0					0									
圆筒吻鮈 *Rhinogobio cylindricus*	1.03	1.74	0.2	0.63	0.03	0.09	0.03	0.03	22			0.15	0.49					3
吻鮈 *Rhinogobio typus*	4.05	4.1	0.99	1.76	0.2	0.53	1.29	1.29	211	46.26	16.86	6.42	9.02			16.41	9.06	2331
华鲮 *Sarcocheilichthys sinensis sinensis*	0.48	0.19	0.12	0.07	0.4	0.22	0.51	0.22	17	0.11	0.02	1.16	0.76			0.11	0.03	16
蛇鮈 *Saurogobio dabryi dabryi*	8.93	3.06	2.07	0.86	2.96	1.15	2.58	0.86	416	3.8	1.51	1.49	1.04			5.43	1.35	328
光唇蛇鮈 *Saurogobio gymnocheilus*					0.25	0.11			1									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
斑点蛇鮈 *Saurogobio punctatus*	0.71	0.31	0.52	0.55	0.79	0.58	0.64	0.34	66	12.53	4.44	5.15	4.51	0.87	1.66	4.32	1.66	947
银鮈 *Squalidus argentatus*	0.4	0.03	19.05	1.73	20.63	2.77	3.82	0.23	1243	5.31	0.41	9.4	1.37	23.48	4.03	4.21	0.26	740
宜昌鳅鮀 *Gobiobotia filifer*			0.01	0					0			0	0					
鲫 *Carassius auratus auratus*	0.99	1.69	0.89	1.94	2.85	2.73	3.92	4	415	0.81	1.08	0.11	0.37			0.44	0.33	24
湘云鲫（品种）			0.01	0.03			0.03	0.05	0									
鲤 *Cyprinus carpio*	0.16	1.16	0.17	0.61	0.4	1.14	0.38	1.91	58	0.38	1.8	0.04	2.22					31
岩原鲤 *Procypris rabaudi*	3.02	2.21	0.96	1.95	1.75	2.15	2.23	3.04	316	0.49	1.41	3.25	5.21	12.17	21.75	11.31	16.81	861
宽口光唇鱼 *Acrossocheilus monticola*	0.16	0.06	0.1	0.05	0.08	0.06	0.05	0.02	3	0.05	0.01	1.23	0.88			0.11	0.08	31
白甲鱼 *Onychostoma sima*	0.4	0.29	0.15	0.9	0.14	2.39	0.75	4.61	97	8.13	33	0.9	8.72			1.22	4.95	1283
大鳞鲃 *Barbus capito*					0.03	0.07			0									
中华倒刺鲃 *Spinibarbus sinensis*	6.59	24.78	2.91	4.65	2.88	6.71	5.59	14.62	1534	5.31	27.7	1.04	14.09			5.1	29.04	1598

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
伦氏孟加拉鲮 *Bangana rendahli*			0.02	0.15			0.05	0.2	1	0.27	1.59	0.26	1.65			0.89	4.29	56
鲮 *Cirrhinus molitorella*			0.01	0.05			0.11	0.19	1	0.11	0.32							1
墨头鱼 *Garra pingi pingi*	0.04	0.08							0									
胭脂鱼科 *Catostomidae*																		
胭脂鱼 *Myxocyprinus asiaticus*	0.52	1.79	0.17	0.81	0.03	0.42	0.62	2.7	77	0.05	0.26					0.11	0.18	1
花鳅科 *Cobitidae*																		
泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*					0.08	0.01	0.24	0.02	1									
大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus*							0.08	0.01	0									
中华沙鳅 *Botia superciliaris*			0.01	0	1.64	0.44	0.03	0	6									
长薄鳅 *Leptobotia elongata*			0.01	0.01	0.06	0.08			0									
紫薄鳅 *Leptobotia taeniops*					0.03	0.02			0									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
双斑副沙鳅 *Parabotia bimaculata*					0.03	0.04			0			0.04	0.03					0
花斑副沙鳅 *Parabotia fasciata*			0.02	0.03					0			0.11	0.13			0.11	0.05	1
爬鳅科 *Balitorinae*																		
短身金沙鳅 *Jinshaia abbreviata*	0.2	0.01					0.05	0	0			0.04	0					0
西昌华吸鳅 *Sinogastromyzon sichuangensis*	0.04	0	0.01	0	0.06	0.01			0									
四川华吸鳅 *Sinogastromyzon szechuanensis*	0.24	0.01	0.04	0.01			0.13	0.01	2							0.89	0.02	1
钝头鮠科 *Amblycipitidae*																		
拟缘鮕 *Liobagrus marginatoides*					0.03	0			0									
鲇科 *Siluridae*																		
鲇 *Silurus asotus*			0.09	0.49	0.37	1.32	0.05	0.03	13			0.37	0.44			0.11	6.86	34
南方鲇 *Silurus meridionalis*			0.05	0.05					0									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
鲿科 *Bagridae*																		
大鳍鱊 *Hemibagrus macropterus*	1.43	1.1	3.76	4.36	4.99	5.18	4.33	3.35	674			1.57	2.24			0.33	0.11	33
粗唇鮠 *Leiocassis crassilabris*	1.87	1.14	4.71	5.76	13.49	17.02	5.32	3.05	1088	0.11	0.03	2.54	1.58	8.7	7.05	1.55	0.53	168
长吻鮠 *Leiocassis longirostris*					0.03	0.01	0.03	0.04	0									
黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco*			0.07	0.1	0.2	0.11	0.21	0.12	6			0.11	0.08					0
光泽黄颡鱼 *Pelteobaggrus nitidus*	4.33	1.05	2.13	1.21	3.84	2.19	2.47	0.67	370	1.52	0.32	26.93	10.89	37.39	33.54	4.21	0.83	1814
瓦氏黄颡鱼 *Pelteobagrus vachelli*	8.89	5.9	10.45	15.13	17.44	20.05	11.18	7.72	2282	4.77	1.84	13.69	12.17	15.65	28.44	11.86	5.03	1570
切尾拟鲿 *Pseudobagrus truncatus*			0.52	0.09	0.23	0.11	0.08	0.01	13			0.07	0.01					0
鮨鲈科 *Percichthyidea*																		
鳜 *Siniperca chuatsi*	0.48	0.36	0.83	1.13	0.48	0.93	0.75	0.35	105	0.38	0.37	1.83	1.51	0.87	2.02	1.55	0.99	160
大眼鳜 *Siniperca knerii*	0.24	0.19	0.06	0.09			1.53	1.3	30									
斑鳜			0.01	0.04					0									

鱼类	合江									赤水								
	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI	2 月		6 月		8 月		10 月		IRI
	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%		数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	数量比/%	重量比/%	
Siniperca scherzeri																		
鲈科 *Percidae*																		
梭鲈 *Lucioperca lucioperca*			0.01	0.25					0									
虾虎鱼科 *Gobiidae*																		
子陵吻虾虎鱼 *Rhinogobius giurinus*			2.58	0.17	1.95	0.17	0.27	0.01	90			0.86	0.07					11
鳢科 *Channidae*																		
乌鳢 *Channa argus*					0.03	0.04			0									

5