



•研究报告•

赣江水系大型底栖动物多样性与受胁因子初探

邢 圆^{1,4} 吴小平² 欧阳珊² 张君倩¹ 徐 靖³ 银森录³ 谢志才^{1*}

1 (中国科学院水生生物研究所水生生物多样性与资源保护研究中心, 武汉 430072)

2 (南昌大学生命科学与食品工程学院, 南昌 330000)

3 (中国环境科学研究院, 北京 100012)

4 (中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 赣江是长江的第七大支流, 孕育了极为丰富的大型底栖动物多样性, 而相关的研究明显不足。基于文献调研和2016–2017年现场调查, 本研究系统评估了赣江水系大型底栖动物多样性及其受胁因素。共记录底栖动物5门10纲27目95科204属330种(历史记录138种, 2016–2017年记录267种)。历史记录中国特有软体动物计48种(腹足类17种, 双壳类31种), 目前记录32种。优势种主要是一些耐污种和广布种。中游支流的密度、生物量和丰富度指数要高于赣江干流、上游支流和下游支流。典范对应分析结果表明, 底栖动物的分布主要受海拔、基质、流速、浊度、挖沙等环境因子以及不同尺度空间因子的驱动。偏CCA结果显示, 环境过滤对群落结构的影响高于空间过程。本研究结果可为赣江流域水生生物的保护和管理提供科学依据。

关键词: 赣江; 大型底栖动物; 群落结构; 生物多样性; 典范对应分析

Assessment of macrobenthos biodiversity and potential human-induced stressors in the Ganjiang River system

Yuan Xing^{1,4}, Xiaoping Wu², Shan Ouyang², Junqian Zhang¹, Jing Xu³, Senlu Yin³, Zhicai Xie^{1*}

1 Center for Aquatic Biodiversity and Resource Conservation, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072

2 School of Life Sciences and Food Engineering, Nanchang University, Nanchang 330000

3 Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012

4 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: The Ganjiang River is the seventh-largest first-level tributary of the Yangtze River, and knowledge is limited about the river's macrobenthos assemblages. Here, we carried out a comprehensive assessment of macrobenthos species diversity in the river system, and then identified the potential drivers of the observed community patterns based on combined datasets of available historical records and field investigations from 2016–2017. A total of 330 species have been recorded to date, including 138 from the historical record and an additional 267 from the 2016–2017 investigations. In particular, this river network harbors a high array of mollusk diversity, with 17 gastropods and 31 bivalves endemic to China while 32 molluscs endemic to China were recorded in the 2016–2017 investigations. The dominant species in the Ganjiang River can tolerate pollutants. The density, biomass and richness index of branches of midstream were all higher than those of main stream, branches of the upstream and branches of the downstream. The canonical correspondence analysis (CCA) showed that five environmental factors (substrate, sand-excavating, altitude, turbidity, velocity) and four spatial factors (PCNM1, PCNM11, PCNM12, PCNM15) were the key drivers structuring macrobenthos community variation. The variation partitioning analysis indicated that the environmental factors had a stronger effect on macrobenthos communities than the spatial factors. This study provides useful information to enhance the conservation of benthic biodiversity in the Ganjiang River.

Key words: Ganjiang River; macrobenthos; community structure; biodiversity; canonical correspondence analysis

收稿日期: 2018-11-05; 接受日期: 2019-04-24

基金项目: 环境保护部生物多样性保护专项(2017HB2096001006)、国家自然科学基金(41571495)、科技部科技基础专项(2015FY110400-4)和中国科学院重点部署项目(ZDRW-ZS-2017-3-2)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zhcxie@ihb.ac.cn

赣江是长江重要的支流之一,且与国际重要的鄱阳湖湿地相连,得天独厚的地理位置孕育了极为丰富的生物多样性。刘以珍等(2010)记录赣江河岸带种子植物708种;刘足根等(2012)记录流域内浮游植物312种;在赣江源地区还有国家Ⅱ级重点保护动物14种,珍稀濒危药用植物28种(徐艳琴等, 2010; 毛毳等, 2016)。赣江独特的古地理环境导致其受第四纪冰川影响较小,保存了较多的软体动物特有种(胡自强, 2005; 舒凤月等, 2014)。鉴于此,舒凤月等(2014)建议将其列为长江流域内急需关注和保护的关键地区。然而随着经济的发展和城镇化进程的加快,赣江流域的生物多样性正面临严重的威胁。近年来赣江流域内建筑用地面积显著增加,湿地面积显著减少(陈昌春等, 2014)。流域内水质污染情况也较为严重,大部分河段属于轻度、中度污染,其中城市附近(赣州、南昌等)污染较为严重(彭刚华和伍恒赞, 2001; 王鹏等, 2015)。但是人类活动对赣江生物多样性影响的研究却比较匮乏。

底栖动物是河流生态系统的重要类群,在物质循环和能量流动中发挥着重要作用(蒋小明等, 2011; 李斌等, 2013)。底栖动物具有生命周期长、迁移能力弱、分布范围广和对环境变化敏感等特点,是环境监测的重要指示生物。目前关于我国河流水生生物多样性的研究仍然不足,底栖动物尤甚。基于此,原环境保护部(现更名为生态环境部)开展了“赣江水系大型底栖动物多样性调查与评估”工作,以赣江为试点,旨在掌握赣江水系的底栖动物本底情况,为生物多样性保护及管理提供数据支撑;探索和完善我国河流底栖动物多样性调查、研究和评估的行业规范和标准,为长江经济带水生态保护工作提供科学依据。

本研究基于历史数据收集和2016–2017年的全流域调查,系统评估赣江水系底栖动物物种多样性,从空间尺度上描述赣江底栖动物群落的组成和结构,并首次甄别了环境和空间因子在驱动赣江底栖动物群落空间格局变化的相对作用大小,探索人类活动对赣江底栖动物群落的影响,以期对赣江流域生物多样性的保护提供参考。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

赣江发源于江西省石城县(116°22' E, 25°57' N),

流经47个县(市),于永修县吴城镇(116°01' E, 29°11' N)注入鄱阳湖,主河道长760 km。赣江流域水系发达,赣州以上为上游,属山区性河流,为典型的辐射状水系,落差较大,水力资源丰富。自赣州市至吉安市新干县为中游,东西两岸均有较大的支流汇入,干流水流一般较为平缓,河床多为粗、细砂及红砾石岩,部分穿切山丘间的河段则多急流险滩。在新干县以下为下游,江水流经辽阔平原,地势平坦,河面宽阔,两岸傍河筑有堤防。赣江流域属中亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量丰沛,四季分明,霜冻期短^①。

1.2 采样设置和样品采集

本研究在赣江干流上设置17个采样点,10条重要支流上设置25个样点,共42个样点(图1),分别于2016年10月、2017年1月、5月和8月开展了4次调查。

定量采集使用彼得生采泥器(Peterson, 1/16 m²)和索伯网(Surber Sampler, 网径40目,面积0.09 m²)进行,彼得生采泥器主要采集水体中较深的样点,索伯网采集浅水处的样点。定性采集用D型网和拖

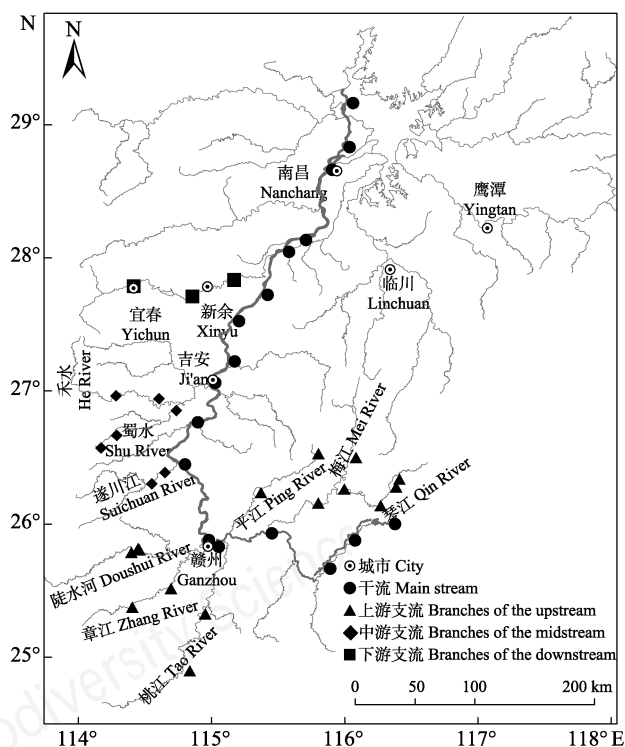


图1 赣江水系大型底栖动物调查样点分布示意图

Fig. 1 Distribution of sampling sites for macrobenthos in Ganjiang River system

① 丛明 (2011) 赣江流域底栖动物生态学研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

网。每个样点采集2–3个定量样品和1个定性样品。样品经40目分样筛筛洗后,置入封口袋中,带回室内进行分拣。标本用75%乙醇固定,参考刘月英等(1979)、Morse等(1994)、Epler (2001)进行鉴定,最后计数和称重。

1.3 环境指标的测定

现场用YSI多参数便携式水质分析仪测定水温、pH值和电导率等物理因子。海拔和地理坐标用手持式Garmin GPS-76测定。流速用LJD-10流速仪测定。底质类型划分为5类,即淤泥和粘土、沙、砾石、鹅卵石、大石,现场目测估算每一类型的百分比(Barbour et al, 1999)。采集500 mL水样2瓶(表层水下30 cm处),一瓶水样加浓硫酸进行固定(pH < 2),低温保存后带回实验室,测定化学需氧量、总氮、氨氮、亚硝态氮、硝态氮、总磷和正磷酸盐。另一瓶水样用于测定碱度和硬度。水化学指标的测定依据《水和废水监测分析方法(第四版)》。挖沙强度采用有无数据,即采样点有挖沙的记为“1”,没有挖沙的记为“0”。

1.4 历史数据收集和整理

本研究通过文献调研(方红亚等, 2011; 张方方等, 2011; 丁建华等, 2012; 余飞等, 2012; 肖晋志, 2012^①; 李文浩, 2016^②),整理了历史记录的底栖动物物种名录,将同物异名的进行合并,归纳总结出赣江共记录底栖动物4门8纲19目39科81属138种(附录1)。

1.5 数据处理

将4次调查的密度数据汇总后平均,在Primer 6.0中计算各类生物多样性指数,计算公式如下:

(1)物种丰富度指数(Downing, 1986):用物种数(S)来表示;

(2) Shannon-Wiener 多样性指数(Shannon, 1948):

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

(3) Simpson优势度指数(Simpson, 1949):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2$$

(4) Pielou均匀度指数(Pielou, 1975): $J = H'/\ln S$ 其中, P_i 为物种*i*在样本中的相对丰度。

测量的理化因子均不满足正态分布和方差齐性,故采用非参数检验(nonparametric tests)比较不同河段间环境参数的差异。选用Kruskal-Wallis检验来检测多个理化因子的分布是否存在显著差异。非参数检验在SPSS 13.0软件中完成。用单因素方差分析(one-way ANOVA)解析不同河段间底栖动物丰度和多样性指数的差异,单因素方差分析在SPSS 19.0中完成。本研究中,将密度百分比大于5%的定义为优势种(Bunn et al, 1986; 熊晶等, 2012)。

选用主轴邻距法(principal coordinates of neighbor matrices, PCNM)定量刻画样点间的空间变量(Borcard & Legendre, 2002)。将PCNM 1–4、PCNM 5–9、PCNM 10–15分别定义为大尺度、中尺度和微尺度的空间因子(赖江山, 2014)。PCNM分析在R语言vegan程序包内的pcnm函数中实现。

运用束缚型排序(constrained ordination)解析群落结构与环境和空间因子间的关系。首先对群落数据进行除趋势对应分析(detrended correspondence analysis, DCA)。DCA结果显示非线性模型gradient length > 4 standard,更适合群落与环境因子关系的解析(Leps & Smilauer, 2003),因此本研究采用典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)。群落数据进行log(x + 1)转化,具有高相关性($r > 0.80$)及波动因子(inflation factor)大于20的环境因子均被剔除,并在分析中降低了稀有物种的权重。用前选法(forward selection)和Monte Carlo置换检验确定对群落变异具有重要且独立作用的最小变量组合。DCA和CCA在Canoco for Windows 4.5软件中完成。

用偏CCA分割环境和空间因子对群落变异的贡献。先计算所有因子的解释率,然后以环境因子为主变量,空间因子为协变量,计算出环境因子的贡献率,再用同样的方法计算出空间因子的贡献率,最后计算出环境和空间因子的交互作用。偏CCA在Canoco for Windows 4.5软件中完成。

2 结果

2.1 环境因子的空间分布

电导率、河宽、海拔、基质、浊度、矿化度、总氮、硝态氮、亚硝态氮、正磷酸盐、COD和硬度

① 肖晋志 (2012) 鄱阳湖国家级自然保护区及周边河流大型底栖动物群落结构及多样性研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

② 李文浩 (2016) 江西仙女湖流域大型底栖动物群落结构及水质评价. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

表1 赣江水系不同河段环境因子的均值和标准差
Table 1 Mean value and standard deviation of local environmental variables in Ganjiang River system

	干流 Main stream	上游支流 Branches of the upstream	中游支流 Branches of the midstream	下游支流 Branches of the downstream	卡方检验 Chi-square test (χ^2)	P
水温 Water temperature (°C)	23.0 ± 6.4	22.8 ± 5.4	20.3 ± 6.4	22.3 ± 7.1	6.00	0.111
电导率 Conductivity (μs/cm)	116.7 ± 44.7	92.4 ± 49.4	98.5 ± 69.8	249.2 ± 33.3	45.34	<0.001*
河宽 Channel width (m)	608.40 ± 437.20	114.12 ± 65.66	82.71 ± 52.51	92.58 ± 28.02	61.25	<0.001*
流速 Current velocity (m/s)	0.28 ± 0.25	0.35 ± 0.31	0.45 ± 0.36	0.29 ± 0.38	6.71	0.082
海拔 Altitude (m)	75.76 ± 66.37	188.87 ± 36.57	303.00 ± 251.12	53.00 ± 21.86	83.48	<0.001*
基质 Substrate	8.00 ± 4.73	10.00 ± 5.41	12.57 ± 5.44	9.67 ± 6.51	12.12	0.007*
浊度 Turbidity (NTU)	15.18 ± 8.76	20.06 ± 32.33	10.14 ± 6.94	9.47 ± 5.62	8.69	0.034*
矿化度 Mineralization (mg/L)	75.61 ± 28.68	59.03 ± 33.34	51.55 ± 33.51	161.33 ± 21.82	50.56	<0.001*
溶氧 Dissolved oxygen (mg/L)	9.03 ± 1.45	9.10 ± 1.26	9.49 ± 1.00	8.68 ± 1.41	2.63	0.452
pH	6.34 ± 0.84	6.20 ± 1.07	6.26 ± 0.77	6.31 ± 0.90	0.37	0.946
总氮 Total nitrogen (mg/L)	1.71 ± 0.88	1.33 ± 1.03	1.47 ± 0.98	2.34 ± 1.35	17.54	0.001*
硝态氮 Nitrate (mg/L)	1.25 ± 0.51	0.90 ± 0.86	0.67 ± 0.24	1.18 ± 0.52	40.14	<0.001*
氨氮 Ammonia nitrogen (mg/L)	0.10 ± 0.15	0.08 ± 0.13	0.06 ± 0.08	0.07 ± 0.08	1.81	0.613
亚硝态氮 Nitrites (mg/L)	0.05 ± 0.15	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.14	0.07 ± 0.08	28.96	<0.001*
总磷 Total phosphorus (mg/L)	0.23 ± 0.25	0.18 ± 0.24	0.18 ± 0.21	0.18 ± 0.18	5.81	0.121
正磷酸盐 Phosphate (mg/L)	0.06 ± 0.06	0.05 ± 0.07	0.05 ± 0.03	0.06 ± 0.03	11.71	0.008*
化学需氧量 (Chemical oxygen demand, COD) (mg/L)	2.86 ± 1.51	2.32 ± 0.69	3.41 ± 3.39	3.16 ± 0.53	12.52	0.006*
硬度 Hardness (mg/L)	44.87 ± 14.92	36.42 ± 16.04	41.71 ± 26.28	106.07 ± 12.88	48.99	<0.001*

* $P < 0.05$

在4个河段间差异显著($P < 0.05$)(表1)。干流的河宽明显大于支流。上游支流的浊度较高;中游支流多位于山区,海拔较高,底质以砾石和卵石为主;下游支流的电导率、矿化度和硬度要高于其他3个河段。总氮、硝态氮、亚硝态氮和正磷酸盐均是干流和下游支流偏高,中游支流的COD最高。

2.2 群落组成和结构

本次研究记录底栖动物267种,其中线形动物1种,扁形动物2种,环节动物39种,节肢动物160种,软体动物65种。历史记录底栖动物138种,包括线形动物1种,环节动物18种,节肢动物37种和软体动物82种。二者结合,赣江共记录底栖动物330种,隶属5门10纲95科204属,其中线形动物1种,扁形动物2种,环节动物50种,节肢动物185种和软体动物92种(附录1)。

本次记录中国特有软体动物32种(腹足类11种,双壳类21种),历史记录43种(腹足类15种,双壳类28种),共记录中国特有软体动物48种(腹足类17种,双壳类31种)。新记录的特有物种有5种,16种历史记录的未采集到(附录1)。根据舒风月等(2009)对长江

中下游淡水贝类濒危状况的评估结果,目前赣江受威胁的软体动物有31种(附录1)。

全流域底栖动物群落的密度为668.73 ind./m²,生物量为107.25 g/m²。支流的密度和生物量明显高于干流。单因素方差分析结果显示,上游支流和中游支流的密度明显高于干流,而中游支流的生物量明显高于干流和上游支流($P < 0.05$)(图2a, b)。

单因素方差分析结果显示,赣江各河段的丰富度指数有明显差异,中游支流的丰富度指数明显高于干流和上游支流($P < 0.05$)(图2c),而Shannon-Wiener多样性指数、Simpson优势度指数和Pielou均匀度指数则无明显差异($P > 0.05$)(图2d, 2e, 2f)。

各河段的优势种主要是一些耐污种和广布种(表2)。这些物种一般为R对策者或是机会主义者,具有耐有机污染、个体相对较小、适应能力强等特点。

2.3 底栖动物群落与环境因子和空间因子的关系

CCA结果表明,海拔、基质、流速、浊度、挖沙、大尺度的PCNM1和中小尺度的PCNM11、PCNM12以及PCNM15是影响底栖动物分布的关键环境和空间因子(表3, 图3)。CCA的前4轴均达到显

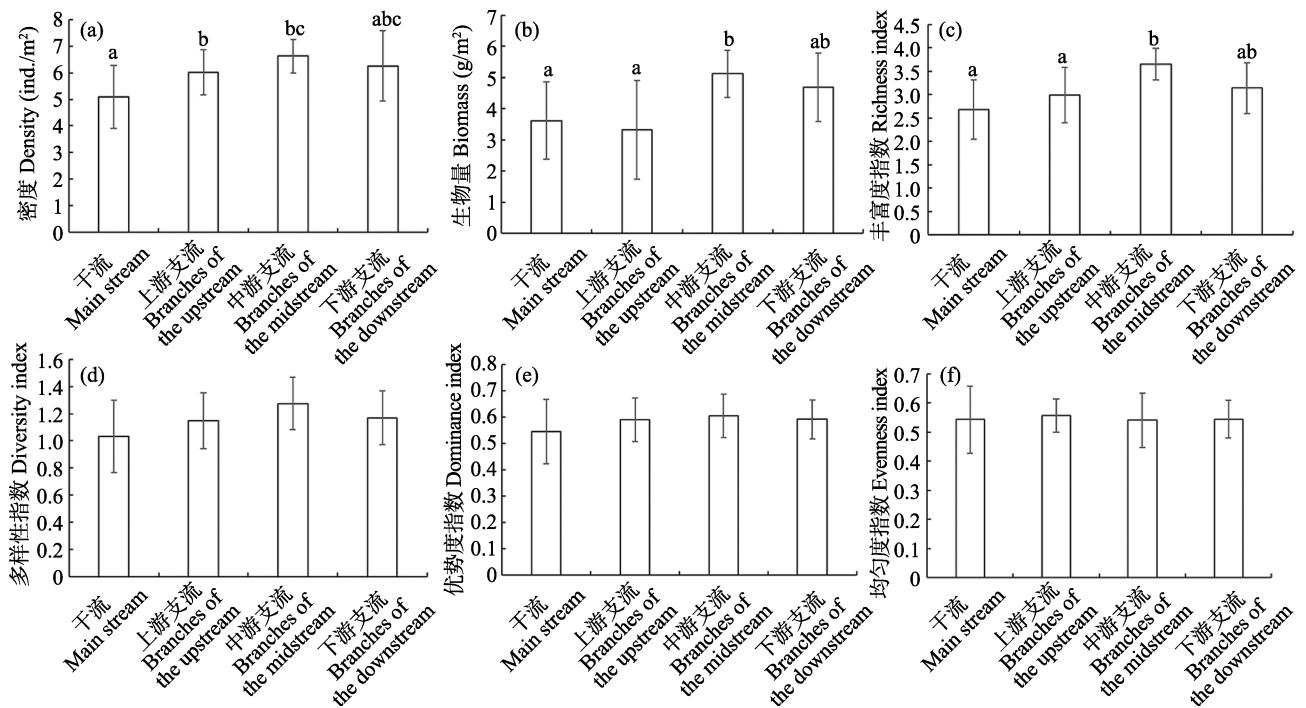


图2 赣江水系各河段大型底栖动物群落密度(a)、生物量(b)、丰富度指数(c)、Shannon-Wiener多样性指数(d)、Simpson优势度指数(e)和Pielou均匀度指数(f)

Fig. 2 Density (a), biomass (b), richness (c), Shannon-Wiener diversity index (d), Simpson dominance index (e) and Pielou evenness index (f) of macrobenthos communities in different reaches in Ganjiang River system

表2 赣江水系不同河段大型底栖动物群落优势种的密度百分比

Table 2 The density percentage of dominant species in each reaches of Ganjiang River system

	全流域 Ganjiang River (%)	干流 Main stream	上游支流 Branches of the upstream	中游支流 Branches of the midstream	下游支流 Branches of the downstream
多毛管水蚓 <i>Aulodrilus pluriseta</i>	—	—	—	10.40	—
霍甫水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	14.17	18.69	—	20.24	6.32
梯形多足摇蚊 <i>Polypedilum scalaenum</i>	—	7.74	—	—	—
瓦莱直突摇蚊 <i>Orthocladius vaillanti</i>	—	—	—	—	10.12
三带环足摇蚊 <i>Cricotopus trifascia</i>	5.98	—	—	—	20.63
狭溪泥甲属一种 <i>Stenelmis</i> sp.	5.31	—	5.45	5.28	8.84
缺纹石蛾属一种 <i>Potamyia</i> sp.	—	—	13.33	—	—
管石蛾科一种 <i>Psychomyiidae</i> sp.	—	—	5.03	—	—
环棱螺属一种 <i>Bellamya</i> sp.	—	—	—	—	10.23
方格短沟蜷 <i>Semisulcospira cancellata</i>	—	—	—	—	6.13
湖沼股蛤 <i>Limnoperna lacustris</i>	—	6.61	—	6.90	—
河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	6.11	8.92	8.35	8.16	—

著水平($P < 0.05$), 共解释了19.69%的群落变异(分别解释了6.69%、4.66%、4.28%和4.06%)。偏CCA显示, 环境过滤和空间过程共解释了31.6%的群落变异, 其中, 前者的解释率为16.1%, 后者为11.6%, 两者的交互作用为3.9%。

3 讨论

3.1 物种多样性

本研究是目前对赣江大型底栖动物调查最充分的一次, 历时一年, 调查范围覆盖整个赣江流域,

表3 赣江水系大型底栖动物群落结构与环境因子及空间因子关系的典范对应分析(CCA)结果
Table 3 Canonical correspondence analysis (CCA) relating macrobenthos communities to environmental and spatial factors

	F	P	第1轴 Axis 1	第2轴 Axis 2	第3轴 Axis 3	第4轴 Axis 4
环境因子 Environmental factors						
基质 Substrate	2.12	0.001	0.374	0.028	0.006	0.176
挖沙强度 Sand-excavating	1.6	0.001	0.267	-0.322	0.579	0.681
海拔 Altitude	1.52	0.004	0.295	0.283	-0.093	0.597
浊度 Turbidity	1.43	0.011	-0.275	-0.001	-0.150	-0.013
流速 Velocity	1.36	0.046	0.270	-0.802	0.291	-0.696
空间因子 Spatial factors						
微尺度 PCNM11	1.67	0.002	-0.237	-0.351	-0.211	0.133
大尺度 PCNM1	1.63	0.001	-0.147	0.384	0.676	-0.480
微尺度 PCNM15	1.48	0.015	0.148	0.256	-0.311	0.306
微尺度 PCNM12	1.37	0.018	0.081	-0.274	0.291	0.004

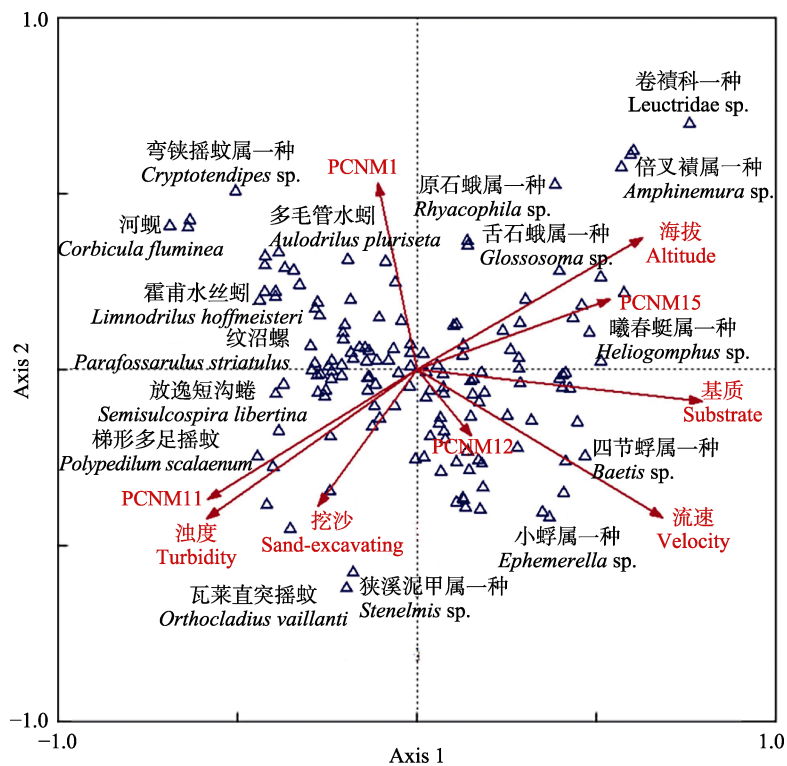


图3 赣江水系大型底栖动物群落分布与关键环境因子及空间因子的典范对应分析(CCA)排序图
Fig. 3 Canonical correspondence analysis (CCA) ordination plots showing the relationship between macrobenthos communities and significant environmental and spatial factors in the Ganjiang River system

鉴定底栖动物267种。本次调查显示赣江的优势种多为寡毛类和摇蚊类幼虫，而根据以往的调查研究，赣江的主要类群为软体动物(丛明, 2011^①; 余飞等, 2012; 丁建华等, 2012), 表明赣江流域的底栖动物

群落，尤其是软体动物正经历明显的退化过程。赣江流域进化出了极为丰富的软体动物多样性(欧阳珊等, 2011; 肖晋志, 2012^②; 徐亮, 2013; 舒凤月等, 2014)。然而，与历史数据相比，赣江的软体动物，尤其是特有软体动物，不论是在数量上还是种类上都面临威胁，目前赣江水系受威胁的软体动物有31种(附录1)。赣江的建坝以及不断的挖沙作业严重破坏了软体动物的栖息地，给软体动物的生存带来威

① 丛明 (2011) 赣江流域底栖动物生态学研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.
② 肖晋志 (2012) 鄱阳湖国家级自然保护区及周边河流大型底栖动物群落结构及多样性研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

胁(欧阳珊等, 2011; 肖晋志, 2012^①)。此外, 近年来赣江枯水期不断延长, 也严重危害了软体动物的生存。

多种过程和机制共同驱动和维持赣江流域较高的底栖动物多样性。首先, 在长江干流的纵向维度上, 一些海洋和低海拔起源的物种可通过海水侵蚀等过程, 扩散到鄱阳湖和赣江水系。这些物种在赣江流域定居、繁衍、扩散和物种分化。突出的证据如在鄱阳湖发现了一些海洋起源的线虫、纽形动物和多毛类(Wu et al, 2000; Gibson & Wang, 2002), 而鄱阳湖口也是这些海相动物在长江流域分布的上限, 为长江中下游的合理分界提供了生物学证据(Xie et al, 2003)。其次, 在长江干流的横向维度上, 赣江流域位于古北区和东洋区的交界带, 赣江已发现的92种软体动物中, 既有东洋区的物种, 如耳河螺(*Rivularia auriculata*), 也有跨两界的物种, 如潮沼股蛤(*Limnoperna lacustris*)。第三, 赣江水系独特的地形地貌为其丰富的底栖动物多样性提供了可能, 赣江通过鄱阳湖注入长江, 增加了流域内的环境异质性, 鄱阳湖也为海相物种向赣江扩散提供了缓冲区(Wu et al, 2000; Xie et al, 2003; 徐亮, 2013)。赣江中下游地区, 尤其是入湖口水域辽阔, 河道发育良好, 底质营养丰富, 适宜软体动物的生存和生长, 良好的自然环境还有利于特有种的形成和保存(徐亮, 2013; 舒凤月等, 2014)。第四, 赣江水系较高的生产力支撑了极为丰富的动物多样性。赣江属于亚热带湿润季风气候, 气候温和, 雨量充足, 流域内拥有较高的初级生产力^{②③}, 在大区域尺度上, 随着生产力的增加, 区域内各个地点的物种间差异也增大, 生产力与生物多样性呈正线性关系(Jonathan & Mathew, 2002)。

3.2 群落结构与环境和空间因子的关系

多种环境因素驱动赣江底栖动物的分布格局。海拔通过影响一个地区光照和温度等环境因子的变化, 间接影响底栖动物的群落结构(任海庆等, 2015)。Astorga等(2011)认为海拔与底质异质性密切相关, 对水生昆虫的丰度有显著影响(Vinson &

Hawkins, 2003)。赣江海拔较高的地区, 水生昆虫的数量和种类也明显增加。基质的粒径大小、异质性和稳定性等对底栖动物组成有着明显的影响(任海庆等, 2015)。一般而言, 基质的异质性和稳定性越高, 群落的多样性也就越高。赣江中上游的基质类型中有一些以石块为主, 为底栖动物提供了生存空间, 以及产卵、捕食和避难场所(Ormerod & Edwards, 1987), 提高了底栖动物的物种多样性。流速是影响底栖动物分布的重要因子(Nelson & Lieberman, 2002)。郑文浩等(2011)认为底栖动物对流速的偏好是其摄食方式、生活型、体型和对氧气需求等的响应。蜉蝣目、毛翅目和襁翅目一般生活在水流湍急的区域, 而寡毛纲一般生活在水流缓慢的地带(任海庆等, 2015)。赣江中上游流速较大, 蜉蝣目、毛翅目和襁翅目的密度也相对较高。浊度主要通过光抑制、污染物以及悬浮物质的迁移等来影响底栖动物(Lawler et al, 2006)。如浊度可通过影响藻类生长来影响底栖动物的食物来源(蒋万祥等, 2008)。李斌等(2013)认为前突摇蚊(*Procladius* sp.)常易在浑浊的水体中形成优势种。挖沙对底栖动物的影响主要表现在两方面: 直接挖走和对生境的破坏, 这均导致大量物种消亡(Newell et al, 1998)。赣江干流和部分支流的挖沙业极其猖獗, 严重影响软体动物和海相物种(如寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia*)的分布和种群动态。Meng等(2018)的研究显示, 人类对沙资源的肆意掠夺是引起长江中下游水体底栖动物资源衰退的主要因素之一。

空间过程影响赣江底栖动物的分布格局(Cottenie, 2005)。扩散能力强的类群(如毛翅目和摇蚊类)主要受大尺度空间因子的影响, 而扩散能力弱的类群(如寡毛类和软体动物)主要受微尺度空间因子的影响。偏CCA结果显示, 环境因子解释了16.1%的群落变化, 而空间因子则解释了11.6%, 表明环境因子对赣江底栖动物的分布有着更重要的影响, 这与世界范围内许多河流底栖动物群落聚合的研究结果相似(Heino et al, 2015; Jiang et al, 2016)。局域和区域过程共同作用于群落结构和物种组成, 但扩散能力会影响空间过程和环境作用的相对重要性(Heino, 2013)。赣江底栖动物群落结构受局域环境因子的影响更大, 这可能与赣江的优势类群为毛翅目和摇蚊类幼虫等扩散能力强的类群有

① 肖晋志 (2012) 鄱阳湖国家级自然保护区及周边河流大型底栖动物群落结构及多样性研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

② 丛明 (2011) 赣江流域底栖动物生态学研究. 硕士学位论文, 南昌大学, 南昌.

③ 郎宇 (2013) 基于 CASA 模型的江西省赣江流域植被 NPP 估算研究. 硕士学位论文, 长安大学, 西安.

关, 这些类群受环境过滤的影响更显著。

总之, 赣江孕育了丰富和独特的底栖动物多样性, 其独特性主要表现在软体动物上(占长江流域特有种的23.9%)。人类的强烈干扰已导致赣江底栖动物格局发生变化, 优势种以耐污种和广布种为主, 独特性快速丧失。保护赣江流域的底栖动物多样性已刻不容缓。

致谢: 感谢中国环境科学研究院的李俊生研究员, 以及中国科学院水生生物研究所张鹤研究员和刘国祥研究员在课题实施过程中给予的帮助。感谢中国科学院水生生物研究所的李正飞、王军、孟星亮和南昌大学的谢广龙、武瑞文、刘雄军、李科等在野外采集和室内工作中给予的支持和帮助。

参考文献

- Astorga A, Heino J, Luoto M, Muotka T (2011) Freshwater biodiversity at regional extent: Determinants of macroinvertebrate taxonomic richness in headwater streams. *Ecography*, 34, 705–713.
- Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB (1999) *Rapid Bioassessment for Use in Streams and Wadeble Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, 2nd edn. US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Borcard D, Gillet F, Legendre P (translated by Lai JS) (2014) *Numerical Ecology with R*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [赖江山 (译) (2014) 数量生态学: R语言的应用. 高等教育出版社, 北京.]
- Borcard D, Legendre P (2002) All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbor matrices. *Ecological Modelling*, 153, 51–68.
- Bunn SE, Edward DH, Loneragan NR (1986) Spatial and temporal variation in the macroinvertebrate fauna of streams of the northern jarrah forest, Western Australia: Community structure. *Freshwater Biology*, 16, 67–92.
- Chen CC, Zhang YQ, Xiang Y, Wang LC (2014) Study on runoff responses to land use change in Ganjiang basin. *Journal of Natural Resources*, 29, 1758–1769. (in Chinese with English abstract) [陈昌春, 张余庆, 项瑛, 王腊春 (2014) 土地利用变化对赣江流域径流的影响研究. 自然资源学报, 29, 1758–1769.]
- Cottenie K (2005) Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. *Ecology Letters*, 8, 1175–1182.
- Ding JH, Yang W, Jin XW, Deng DG, Ge Q, Liu ZG (2012) Community structure of macrozoobenthos and biological evaluation of water quality in lower reaches of Ganjiang River. *Journal of Lake Sciences*, 24, 593–599. (in Chinese with English abstract) [丁建华, 杨威, 金显文, 邓道贵, 葛茜, 刘足根 (2012) 赣江下游流域大型底栖动物群落结构及水质生物学评价. 湖泊科学, 24, 593–599.]
- Downing JA (1986) A regression technique for the estimation of epiphytic invertebrate populations. *Freshwater Biology*, 16, 161–173.
- Epler JH (2011) *Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina*. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, St. Johns River Water Management District, Palatka, FL.
- Fang HY, Zhang FF, Zhang M, Chen HW, Li HM, Liu ZG (2011) Community structure of macrozoobenthos and biological evaluation of water quality in Yuanhe River of Ganjiang River basin. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 39, 2254–2257. (in Chinese with English abstract) [方红亚, 张方方, 张萌, 陈宏文, 李惠民, 刘足根 (2011) 赣江流域袁河底栖动物群落结构及其水质生物学评价. 安徽农业科学, 39, 2254–2257.]
- Gibson R, Wang HZ (2002) A new genus and species of freshwater monostiliferous hoplonemertean (Nemertea, Eno-pla) from the People's Republic of China. *Hydrobiologia*, 489, 185–196.
- Heino J (2013) Does dispersal ability affect the relative importance of environmental control and spatial structuring of littoral macroinvertebrate communities. *Oecologia*, 171, 971–980.
- Heino J, Melo AS, Bini LM, Altermatt F, Al-Shami SA, Angeler DG, Bonada N, Brand C, Callisto M, Cottenie K, Dangles O, Dudgeon D, Encalada A, Gothe E, Gronroos M, Hamada N, Jacobsen D, Landeiro VL, Ligeiro R, Martins RT, Miserendino ML, Md Rawi CS, Rodrigues ME, Roque FD, Sandin L, Schmera D, Sgarbi LF, Simaika JP, Siqueira T, Thompson RM, Townsend CR (2015) A comparative analysis reveals weak relationships between ecological factors and beta diversity of stream insect metacommunities at two spatial levels. *Ecology and Evolution*, 5, 1235–1248.
- Hu ZQ (2005) Geographical distribution of endemic species of Chinese freshwater bivalves. *Chinese Journal of Zoology*, 40(6), 80–83. (in Chinese with English abstract) [胡自强 (2005) 中国淡水双壳类特有种的地理分布. 动物学杂志, 40(6), 80–83.]
- Jiang WX, Cai QH, Tang T, Wu NC, Fu XC, Li FQ, Liu RQ (2008) Spatial distribution of macroinvertebrates in Xiangxi River. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 19, 2443–2448. (in Chinese with English abstract) [蒋万祥, 蔡庆华, 唐涛, 吴乃成, 傅小城, 李凤清, 刘瑞秋 (2008) 香溪河大型底栖无脊椎动物空间分布. 应用生态学报, 19, 2443–2448.]
- Jiang XM, Cheng JL, Xiong J, Zhang E, Xie ZC (2011) Macroinvertebrate community structure and bioassessment of water quality in Pohe Stream, one of the headwater streams of Huanggai Lake water-network. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 20, 1040–1046. (in Chi-

nese with English abstract) [蒋小明, 程建丽, 熊晶, 张鄂, 谢志才 (2011) 黄盖湖水系河源区—幡河大型无脊椎动物群落与水质评价. 长江流域资源与环境, 20, 1040–1046.]

- Jiang XM, Xiong J, Xie ZC (2016) Longitudinal and seasonal patterns of macroinvertebrate communities in a large undammed river system in Southwest China. *Quaternary International*, 440, 1–12.
- Jonathan MC, Mathew AL (2002) Spatial scale dictates the productivity–biodiversity relationship. *Nature*, 416, 427–430.
- Lawler DM, Petts GE, Foster IDL, Harper S (2006) Turbidity dynamics during spring storm events in an urban headwater river system: The Upper Tame, West Midlands, UK. *Science of the Total Environment*, 360, 109–126.
- Leps J, Smilauer P (2003) *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. University of Cambridge Press, Cambridge.
- Li B, Shen HL, Zhang M, Cai QH, Shao ML (2013) Changes of macrobenthos community and their relationships with environmental factors along cascading reservoirs of Xiangxi River Basin, China. *Chinese Journal of Ecology*, 32, 2070–2076. (in Chinese with English abstract) [李斌, 申恒伦, 张敏, 蔡庆华, 邵美玲 (2013) 香溪河流域梯级水库大型底栖动物群落变化及其与环境的关系. 生态学杂志, 32, 2070–2076.]
- Liu YY, Zhang WZ, Wang YX, Wang EY (1979) *Freshwater Mollusk: Economic Fauna of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [刘月英, 张文珍, 王跃先, 王恩义 (1979) 中国经济动物: 淡水软体动物. 科学出版社, 北京.]
- Liu YZ, Ge G, Xu YH, Lei P (2010) Floristic characteristics of seed plant in riparian of Gan River. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 19, 1256–1261. (in Chinese with English abstract) [刘以珍, 葛刚, 徐燕花, 雷平 (2010) 赣江河岸带种子植物区系特征. 长江流域资源与环境, 19, 1256–1261.]
- Liu ZG, Zhang Z, Zhang M, Fang HY, Gong XF (2012) Classification of functional groups and community structure of phytoplankton in the Ganjiang River. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 21, 375–384. (in Chinese with English abstract) [刘足根, 张柱, 张萌, 方红亚, 弓晓峰 (2012) 赣江流域浮游植物群落结构与功能类群划分. 长江流域资源与环境, 21, 375–384.]
- Mao C, Liao N, Wang XJ (2016) Survey on the resources of wild vertebrates in Jiangxi Shicheng Ganjiangyuan National Wetland Park. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 44, 14–16. (in Chinese with English abstract) [毛霖, 廖宁, 王晓佳 (2016) 江西石城赣江源国家湿地公园野生脊椎动物资源调查. 安徽农业科学, 44, 14–16.]
- Meng XL, Jiang XM, Li ZF, Wang J, Cooper KM, Xie ZC (2018) Responses of macroinvertebrates and local environment to short-term commercial sand dredging practices in a flood-plain lake. *Science of the Total Environment*, 631/632, 1350–1359.
- Morse JC, Yang LF, Tian LX (1994) *Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality*. Hohai University Press, Nanjing.
- Nelson SM, Lieberman DM (2002) The influence of flow and other environmental factors on benthic invertebrates in the Sacramento River, USA. *Hydrobiologia*, 489, 117–129.
- Newell RC, Seiderer LJ, Hitchcock DR (1998) The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the seabed. *Oceanography and Marine Biology*, 36, 127–178.
- Ormerod SJ, Edwards RW (1987) The ordination and classification of macroinvertebrate assemblages in the catchment of the River Wye in relation to environmental factors. *Freshwater Biology*, 17, 533–546.
- Ouyang S, Qi T, Xiao JZ, Xu L, Han YY, Wu XP (2011) Species diversity and abundance of freshwater mollusks in the middle reaches of Gan River and the surrounding branches. *Journal of Nanchang University*, 33, 1–6. (in Chinese with English abstract) [欧阳珊, 祁涛, 肖晋志, 徐亮, 韩莹莹, 吴小平 (2011) 赣江中游及支流的淡水贝类多样性和丰度. 南昌大学学报, 33, 1–6.]
- Peng GH, Wu HY (2001) The current situation and pollution feather analysis of water quality of Ganjiang River. *Jiangxi Hydraulic Science & Technology*, 27, 250–252. (in Chinese with English abstract) [彭刚华, 伍恒赞 (2001) 赣江水质现状及污染特征分析. 江西水利科技, 27, 250–252.]
- Pielou EC (1975) *Ecological Diversity*. Wiley, New York.
- Ren HQ, Yuan XZ, Liu H, Zhang YW, Zhou SB (2015) The effects of environment factors on community structure of benthic invertebrate in rivers. *Acta Ecologica Sinica*, 35, 3148–3156. (in Chinese with English abstract) [任海庆, 袁兴中, 刘红, 张跃伟, 周上博 (2015) 环境因子对河流底栖无脊椎动物群落结构的影响. 生态学报, 35, 3148–3156.]
- Shannon CE (1948) A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423.
- Shu FY, Wang HJ, Pan BZ, Liu XQ, Wang HZ (2009) Assessment of species status of mollusca in the mid-lower Yangtze lakes. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 33, 1051–1058. (in Chinese with English abstract) [舒凤月, 王海军, 潘保柱, 刘学勤, 王洪铸 (2009) 长江中下游湖泊贝类物种濒危状况评估. 水生生物学报, 33, 1051–1058.]
- Shu FY, Wang HJ, Cui YD, Wang HZ (2014) Diversity and distribution pattern of freshwater molluscs in the Yangtze River basin. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 38, 19–26. (in Chinese with English abstract) [舒凤月, 王海军, 崔永德, 王洪铸 (2014) 长江流域淡水软体动物物种多样性及其分布格局. 水生生物学报, 38, 19–26.]
- Simpson EH (1949) Measurement of diversity. *Nature*, 16, 688.
- Vinson MR, Hawkins CP (2003) Broad-scale geographical patterns in local stream insect genera richness. *Ecography*, 26, 751–767.
- Wang P, Qi SH, Chen B (2015) Influence of land use on river

- water quality in the Ganjiang basin. *Acta Ecologica Sinica*, 35, 4326–4337. (in Chinese with English abstract) [王鹏, 齐述华, 陈波 (2015) 赣江流域土地利用方式对河流水质的影响. *生态学报*, 35, 4326–4337.]
- Wu JH, Somerfield PJ, Austen MC, Liang YL (2000) The free living nematode genus *Parodontophora* Timm 1963 (Nematoda: Axonolaimidae) is not exclusively marine: *Parodontophora limnophila* sp. nov. from freshwater in China. *Hydrobiologia*, 431, 205–210.
- Xie ZC, Liu RQ, Cai QH (2003) Comparative studies of macroinvertebrate communities between the Poyang Lake, the largest freshwater lake in China, and neighboring reaches of the Changjiang (Yangtze) River. *Supplementa ad Acta Hydrobiologica*, 5, 75–83.
- Xiong J, Jiang XM, Wang CM, Xie ZC, Ao HY, Liu JT (2012) Community variation of macrozoobenthos and bioassessment of Dongqian Lake, Ningbo. *Research of Environmental Sciences*, 25, 282–289. (in Chinese with English abstract) [熊晶, 蒋小明, 王丑明, 谢志才, 敖鸿毅, 刘剑彤 (2012) 宁波东钱湖大型底栖动物群落动态及水质生物学评价. *环境科学研究*, 25, 282–289.]
- Xu L (2013) Species Diversity of Freshwater Mussels in Poyang Lake and Five Rivers of Jiangxi Province and Its Response to Changing Water Level. PhD dissertation, Nanchang University, Nanchang. (in Chinese with English abstract) [徐亮 (2013) 江西鄱阳湖及五河干流淡水贝类多样性格局及对水位变化的响应. 博士学位论文, 南昌大学, 南昌.]
- Xu YQ, Hu SF, Liu Y, Lai XW, Liu QH, Ge F (2010) Investigation and exploitation of rare and endangered and rich medicinal plant resources in Ganjiang River Source Nature Reserve of Jiangxi Province. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 32, 1218–1223. (in Chinese with English abstract) [徐艳琴, 胡生福, 刘勇, 赖学文, 刘庆华, 葛菲 (2010) 江西赣江源自然保护区珍稀濒危和优势药用植物资源调查. *江西农业大学学报*, 32, 1218–1223.]
- Yu F, Ding GJ, Zheng LP, Mu L, Zhang M (2012) Distribution characteristics of macrobenthos in wet season in upper Ganjiang River basin. *Journal of Shanghai University*, 18, 419–424. (in Chinese with English abstract) [余飞, 丁国际, 郑乐平, 穆莉, 张明 (2012) 赣江上游流域丰水期大型底栖动物群落的分布特征. *上海大学学报*, 18, 419–424.]
- Zhang FF, Zhang M, Liu ZG, Chen HW, Qi SH (2011) A health assessment using a benthic-index of biotic integrity in Ganjiang River Basin. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 35, 963–971. (in Chinese with English abstract) [张方方, 张萌, 刘足根, 陈宏文, 齐述华 (2011) 基于底栖生物完整性指数的赣江流域河流健康评价. *水生生物学报*, 35, 963–971.]
- Zheng WH, Qu XD, Zhang Y, Meng W (2011) Habitat suitability of macroinvertebrates in the Taizi River basin, Northeast China. *Research of Environmental Sciences*, 24, 1355–1363. (in Chinese with English abstract) [郑文浩, 渠晓东, 张远, 孟伟 (2011) 太子河流域大型底栖动物栖境适宜性. *环境科学研究*, 24, 1355–1363.]

(责任编辑: 吴纪华 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 赣江大型底栖动物物种名录

Appendix 1 List of macrobenthos in Ganjiang River

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2018296-1.pdf>

附录 1 赣江大型底栖动物物种名录

Appendix 1 List of macrobenthos in Ganjiang River

物种 Species	历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
线形动物门				
线虫纲				
杆形目				
小杆科				
1.小杆线虫属一种	+	+		
扁形动物门				
涡虫纲				
2.涡虫纲一种 1		+		
3.涡虫纲一种 2		+		
环节动物门				
多毛纲				
沙蚕目				
齿吻沙蚕科				
4.寡鳃齿吻沙蚕		+		
叶须虫目				
鳞沙蚕科				
5.鳞沙蚕属一种	+			
寡毛纲				
颤蚓目				
仙女虫科				
6.椎实毛腹虫		+		
7.豹行仙女虫		+		
8.简明仙女虫		+		
9.仙女虫属一种	+			
10.多突瓣皮虫		+		
11.尖头杆吻虫		+		
12.指鳃尾盘虫		+		
13.钝缘尾盘虫		+		
14.尾盘虫属一种		+		
15.叉形管盘虫		+		
16.印西头鳃虫	+	+		
17.珍琴吻盲虫		+		
18.等毛吻盲虫		+		
颤蚓科				
19.多毛管水蚓		+		
20.皮氏管水蚓		+		
21.管水蚓属一种		+		

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
22.颤蚓属一种	<i>Tubifex</i> sp.	+			
23.正颤蚓	<i>Tubifex tubifex</i>	+	+		
24.奥特开水丝蚓	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	+			
25.霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	+	+		
26.克拉泊水丝蚓	<i>Limnodrilus claparedianus</i>	+	+		
27.巨毛水丝蚓	<i>Limnodrilus grandisetosus</i>		+		
28.水丝蚓属一种	<i>Limnodrilus</i> sp.	+			
29.坦氏泥蚓	<i>Ilyodrilus templetoni</i>		+		
30.癩颤蚓属一种	<i>Spirosperma</i> sp.		+		
31.泥氏癩颤蚓	<i>Spirosperma nikolskyi</i>		+		
32.苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	+	+		
带丝蚓目	Lumbriculida				
带丝蚓科	Lumbriculidae				
33.夹杂带丝蚓	<i>Lumbriculus variegatus</i>		+		
34.带丝蚓科一种	Lumbriculidae sp.		+		
单向蚓目	Haplotaxida				
巨蚓科	Megascolecidae				
35.环毛蚓属一种 1	<i>Pheretima</i> sp.1		+		
36.环毛蚓属一种 2	<i>Pheretima</i> sp.2		+		
37.巨蚓科一种	Megascolecidae sp.		+		
线蚓科	Enchytraeidae				
38.中线蚓属一种	<i>Mesenchytraeus</i> sp.		+		
蛭纲	Hirudinea				
吻蛭目	Rhynchobdellida				
舌蛭科	Glossiphoniidae				
39.静泽蛭	<i>Helobdella stagnalis</i>		+		
40.泽蛭属一种	<i>Helobdella</i> sp.	+	+		
41.宽体舌蛭	<i>Glossiphonia lata</i>		+		
42.舌扁蛭	<i>Glossiphonia complanata</i>	+			
43.淡色舌蛭	<i>Glossiphonia weberi</i>		+		
44.扁蛭属一种	<i>Glossiphonia</i> sp.	+			
45.宽身水蛭	<i>Whitmania pigra</i>	+	+		
46.蚌蛙蛭	<i>Batracobdella kasmiana</i>		+		
47.舌蛭科一种	Glossiphoniidae sp.		+		
48.喀什米亚拟水蛭	<i>Hemiclepsis kasmiana</i>	+			
无吻蛭目	Arhynchobdellida				
石蛭科	Herpobdellidae				
49.八蛭	<i>Barbronia weberi</i>		+		
50.石蛭科一种	Herpobdellidae sp.		+		

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
51.石蛭属一种	<i>Herpobdella</i> sp.	+			
医蛭科	Hirudinidae				
52.日本医蛭	<i>Hirudo nipponica</i>	+			
53.医蛭属一种	<i>Hirudo</i> sp.	+			
节肢动物门	Arthropoda				
昆虫纲	Insecta				
蜻蜓目	Odonata				
虻科	Coenagrionidae				
54.虻科一种	Coenagrionidae sp.	+	+		
蜻科	Libellulidae				
55.黄翅蜻	<i>Brachythemis contaminata</i>		+		
56.蓝小蜻属一种	<i>Diplacodes</i> sp.		+		
57.玉带蜻	<i>Pseudothemis zonata</i>		+		
58.蜻科一种	Libellulidae sp.	+			
色虻科	Calopterygidae				
59.色虻属一种	<i>Calopteryx</i> sp.		+		
伪蜻科	Corduliidae				
60.弓蜻属一种	<i>Macromia</i> sp.		+		
腹鳃虻科	Euphaeidae				
61.腹鳃虻科一种	Euphaeidae sp.		+		
丝虻科	Lestidae				
62.丝虻科一种	Lestidae sp.		+		
大蜓科	Cordulegastridae				
63.大蜓属一种	<i>Cordulegaster</i> sp.		+		
64.圆臀大蜓属一种	<i>Anotogaster</i> sp.		+		
春蜓科	Gomphidae				
65.春蜓属一种	<i>Comphus</i> sp.	+			
66.春蜓科一种	Gomphidae sp.	+			
67.凶猛春蜓	<i>Labrogomphus torvus</i>		+		
68.弗鲁戴春蜓	<i>Davidius fruhstorferi</i>		+		
69.戴春蜓属一种	<i>Davidius</i> sp.		+		
70.纤春蜓属一种	<i>Leptogomphus</i> sp.		+		
71.环尾春蜓属一种	<i>Lamelligomphus</i> sp.		+		
72.浙江长足春蜓	<i>Merogomphus vandykei</i>		+		
73.曦春蜓属一种	<i>Heliogomphus</i> sp.		+		
74.东方春蜓属一种	<i>Orientogomphus</i> sp.		+		
75.长节扩腹春蜓	<i>Stylurus amicus</i>		+		
76.缅甸春蜓属一种	<i>Burmagomphus</i> sp.		+		
蜉蝣目	Ephemeroptera				

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
蜉蝣科	Ephemeridae				
77.蜉蝣属一种	<i>Ephemera</i> sp.	+			
短丝蜉科	Siphonuridae				
78.短丝蜉科一种	Siphonuridae sp.	+			
79.短丝蜉属一种	<i>Siphuriscus</i> sp.		+		
四节蜉科	Baetidae				
80.四节蜉属一种 1	<i>Baetis</i> sp.1	+	+		
81.四节蜉属一种 2	<i>Baetis</i> sp.2		+		
82.四节蜉属一种 3	<i>Baetis</i> sp.3		+		
83.花翅蜉属一种	<i>Baetiella</i> sp.		+		
细裳蜉科	Leptophlebiidae				
84.宽基蜉属一种	<i>Choroterpes</i> sp.		+		
85.柔裳蜉属一种	<i>Habrophlebiodes</i> sp.		+		
86.细裳蜉科一种	Leptophlebiidae sp.		+		
扁蜉科	Heptageniidae				
87.似动蜉属一种	<i>Cinygma</i> sp.		+		
88.扁蜉科一种	Heptageniidae sp.		+		
89.扁蜉属一种	<i>Heptagenia</i> sp.		+		
河花蜉科	Potamanthidae				
90.河花蜉属一种	<i>Potamanthus</i> sp.		+		
细蜉科	Caenidae				
91.细蜉属一种	<i>Caenis</i> sp.		+		
小蜉科	Ephemerellidae				
92.小蜉属一种	<i>Ephemerella</i> sp.		+		
93.锐利蜉属一种	<i>Ephacerella</i> sp.		+		
94.锯形蜉属一种	<i>Serratella</i> sp.		+		
95.宝加带肋蜉	<i>Cincticostella boja</i>		+		
96.带肋蜉属一种	<i>Cincticostella</i> sp.		+		
97.弯握蜉属一种	<i>Drunella</i> sp.		+		
等蜉科	Isonychiidae				
98.等蜉属一种	<i>Isonychia</i> sp.		+		
新蜉科	Neoephemeridae				
99.小河蜉属一种	<i>Potomanthellus</i> sp.		+		
襁翅目	Plecoptera				
石蝇科	Perlidae				
100.石蝇科一种	Perlidae sp.	+	+		
卷襁科	Leuctridae				
101.卷襁科一种	Leuctridae sp.		+		
网襁科	Perlodidae				

物种 Species	历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
102.网襴科一种	Perlodidae sp.	+		
叉襴科	Nemouridae			
103.倍叉襴	Amphinemura sp.	+		
双翅目	Diptera			
大蚊科	Tipulidae			
104.朝大蚊属一种	Antocha sp.	+		
105.大蚊属一种	Tipula sp.	+		
106.黑大蚊属一种	Hexatoma sp.	+		
107.大蚊科一种	Pilaria sp.	+		
摇蚊科	Chironomidae			
108.高波摇蚊	Potthastia longimana	+		
109.盖波摇蚊	Potthastia gaedii	+		
110.寡角摇蚊属一种	Diamesa sp.	+		
111.微刺菱跗摇蚊	Clinotanypus microtrichos	+		
112.菱跗摇蚊属一种	Clinotanypus sp.	+		
113.粗腹摇蚊属一种	Pelopia sp.	+		
114.流粗腹摇蚊属一种	Rheopelopia sp.	+		
115.美丽前突摇蚊	Procladius bellus	+		
116.花翅前突摇蚊	Procladius choreus	+		
117.前突摇蚊属一种	Procladius sp.	+	+	
118.五脉摇蚊属一种	Ablabesmyia sp.		+	
119.那塔摇蚊属一种	Natarsia sp.		+	
120.壳粗腹摇蚊属一种	Conchapelopia sp.		+	
121.流水长跗摇蚊属一种	Rheotanytarsus sp.	+	+	
122.中国长足摇蚊	Tanypus chinensis		+	
123.长足摇蚊属一种	Tanypus sp.	+	+	
124.拟长跗摇蚊属一种	Paratanytarsus sp.		+	
125.裂片长跗摇蚊	Paratarsus lobatifrons		+	
126.长跗摇蚊属一种	Paratarsus sp.		+	
127.台湾长跗摇蚊	Tanytarsus formosanus		+	
128.长跗摇蚊属一种	Tanytarsus sp.	+		
129.枝长跗摇蚊	Tanytarsus gracilistylus		+	
130.渐变长跗摇蚊	Tanytarsus mendax		+	
131.肛齿摇蚊属一种	Neozavrelia sp.		+	
132.倒毛摇蚊属一种	Microtendipes sp.		+	
133.内摇蚊属一种	Endochironomus sp.	+		
134.结合隐摇蚊	Cryptochironomus conjugens		+	
135.指突隐摇蚊	Cryptochironomus digitatus		+	
136.隐摇蚊属一种	Cryptochironomus sp.	+		

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
137.喙隐摇蚊	<i>Cryptochironomus rostratus</i>		+		
138.凹铗隐摇蚊	<i>Cryptochironomus defectus</i>		+		
139.弯铗摇蚊属一种	<i>Cryptotendipes</i> sp.		+		
140.梯形多足摇蚊	<i>Polypedilum scalaenum</i>		+		
141.多足摇蚊属一种	<i>Polypodilum</i> sp.	+	+		
142.黄色多足摇蚊	<i>Polypodilum flavum</i>		+		
143.云集多足摇蚊	<i>Polypedilum nubifer</i>		+		
144.白角多足摇蚊	<i>Polypedilum albicorne</i>		+		
145.齿斑摇蚊属一种	<i>Stictochironomus</i> sp.		+		
146.小摇蚊属一种	<i>Microtendipes</i> sp.		+		
147.哈摇蚊属一种	<i>Harnischia</i> sp.		+		
148.二叉摇蚊属一种	<i>Dicrotendipes</i> sp.		+		
149.异腹腮摇蚊	<i>Einfeldia insolita</i>		+		
150.羽摇蚊	<i>Chironomus plumosus</i>	+			
151.摇蚊属一种 1	<i>Chironomus</i> sp.1	+	+		
152.摇蚊属一种 2	<i>Chironomus</i> sp.2		+		
153.猛摇蚊	<i>Chironomus acerbiphilus</i>		+		
154.直突摇蚊属一种	<i>Orthocladius</i> sp.	+	+		
155.冷水直突摇蚊	<i>Orthocladius frigidus</i>		+		
156.瓦莱直突摇蚊	<i>Orthocladius vaillanti</i>		+		
157.直突摇蚊属一种	<i>Orthocladius carlatus</i>		+		
158.克拉直突摇蚊	<i>Orthocladius clarkei</i>		+		
159.双线环足摇蚊	<i>Cricotopus bicinctus</i>		+		
160.三带环足摇蚊	<i>Cricotopus trifascia</i>		+		
161.环足摇蚊属一种	<i>Cricotopus intersectus</i>		+		
162.环足摇蚊属一种	<i>Cricotopus</i> sp.	+			
163.光滑环足摇蚊	<i>Cricotopus politus</i>		+		
164.短距真开氏摇蚊	<i>Eukiefferiella brevicealcar</i>		+		
165.翘叶真开氏摇蚊	<i>Eukiefferiella brehmi</i>		+		
166.细真开氏摇蚊	<i>Eukiefferiella gracei</i>		+		
167.真开氏摇蚊属一种	<i>Eukiefferiella</i> sp.		+		
168.趋流摇蚊属一种	<i>Rheocricotopus</i> sp.		+		
169.红裸须摇蚊	<i>Prosilocerus akamusi</i>		+		
170.毛突摇蚊属一种 1	<i>Chaetocladius</i> sp.1		+		
171.毛突摇蚊属一种 2	<i>Chaetocladius</i> sp.2		+		
蠓科	Ceratopogonidae				
172.蠓科一种	Ceratopogonidae sp.		+		
173.库蠓属一种	<i>Culicoides</i> sp.		+		
蚋科	Simuliidae				

物种 Species	历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
174. 蚋属一种	<i>Simulium</i> sp.	+		
虻科	Tabanidae			
175. 虻科一种	Tabanidae sp.	+		
水蝇科	Ephydriidae			
176. 水蝇科一种 1	Ephydriidae sp.1	+		
177. 水蝇科一种 2	Ephydriidae sp.2	+		
舞虻科	Empididae			
178. 舞虻科一种	Empididae sp.	+		
179. 短角亚目一种	Brachycera sp.	+		
食蚜蝇科	Syrphidae			
180. 食蚜蝇科一种	Syrphidae sp.	+		
鞘翅目	Coleoptera			
龙虱科	Dytiscidae			
181. 龙虱属一种	<i>Hydaticus</i> sp.	+		
182. 龙虱科一种	Dytiscidae sp.	+		
溪泥甲科	Elmidae			
183. 狭溪泥甲属一种	<i>Stenelmis</i> sp.	+		
184. 溪泥甲科一种	Neoelmis sp.	+		
185. 溪泥甲科一种 1	Elmidae sp.1	+		
186. 溪泥甲科一种 2	Elmidae sp.2	+		
圆泥甲科	Georyssidae			
187. 圆溪泥甲属一种	<i>Optioservus</i> sp.	+		
扁泥甲科	Psephenidae			
188. 扁泥甲科一种	Psephenidae sp.	+		
泥甲科	Dryopidae			
189. 泥甲科一种	Dryopidae sp.	+		
步行虫科	Carabidae			
190. 步行虫科一种	Carabidae sp.	+		
水龟甲科	Hydrophilidae			
191. 水龟甲科一种	Hydrophilidae sp.	+		
沼甲科	Scirtidae			
192. 沼甲科一种	Scirtidae sp.	+		
193. 鞘翅目一种	Coleoptera sp.	+		
鳞翅目	Lepidoptera			
螟蛾科	Pyalidae			
194. 水螟亚科一种	<i>Potamomusa</i> sp.	+		
195. 筒水螟属一种 1	<i>Parapoynx</i> sp.1	+		
196. 筒水螟属一种 2	<i>Parapoynx</i> sp.2	+		
草螟科	Crambidae			

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
197.草蜉科一种	<i>Neoschoenobia</i> sp.		+		
毛翅目	Trichoptera				
原石蛾科	Rhyacophilidae				
198.原石蛾属一种	<i>Rhyacophila</i> sp.		+		
纹石蛾科	Hydropsychidae				
199.纹石蛾属一种	<i>Hydropsyche</i> sp.		+		
200.缺纹石蛾属一种 1	<i>Potamyia</i> sp.1		+		
201.缺纹石蛾属一种 2	<i>Potamyia</i> sp.2		+		
202.短脉纹石蛾属一种 1	<i>Cheumatopsyche</i> sp.1		+		
203.短脉纹石蛾属一种 2	<i>Cheumatopsyche</i> sp.2		+		
204.纹石蛾科一种	Hydropsychidae sp.	+	+		
等翅石蛾科	Phitopotamidae				
205.缺叉等翅石蛾属一种	<i>Chimarra</i> sp.		+		
小石蛾科	Hydroptilidae				
206.小石蛾科一种	Hydroptilidae sp.		+		
207.丰满小石蛾	<i>Plethus</i> sp.		+		
径石蛾科	Ecnomidae				
208.径石蛾科一种	Ecnomidae sp.		+		
管石蛾科	Psychomyiidae				
209.管石蛾科一种	Psychomyiidae sp.		+		
舌石蛾科	Glossosomatidae				
210.舌石蛾属一种	<i>Glossosoma</i> sp.		+		
211.角石蛾属一种	<i>Stenopsyche</i> sp.		+		
长角石蛾科	Leptoceridae				
212.长角石蛾科一种	Leptoceridae sp.		+		
螯石蛾科	Hydrobiosidae				
213.螯石蛾属一种	<i>Apsilochorema</i> sp.		+		
瘤石蛾科	Goeridae				
214.瘤石蛾属一种	<i>Goera</i> sp.		+		
毛石蛾科	Sericostomatidae				
215.毛石蛾属一种	<i>Gumaga</i> sp.		+		
多聚石蛾科	Polycentropodidae				
216.多聚石蛾科一种	Polycentropodidae sp.	+			
拟石蛾科	Phryganopsychidae				
217.拟石蛾属一种	<i>Phryganopsyche</i> sp.		+		
广翅目	Megaloptera				
鱼蛉科	Corydalidae				
218.鱼蛉科一种	Corydalidae sp.		+		
219.星齿蛉属一种	<i>Protohermes</i> sp.		+		

物种 Species	历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
220.斑鱼蛉属一种	<i>Neochauiodes</i> sp.	+		
半翅目	Hemiptera			
盖蝽科	Aphelocheiridae			
221.盖蝽科一种	Aphelocheiridae sp.	+		
负蝽科	Belostomatidae			
222.负蝽科一种	Belostomatidae sp.	+		
划蝽科	Corixidae			
223.划蝽科一种	Corixidae sp.	+	+	
224.划蝽	<i>Corixa substriata</i>	+		
仰泳蝽科	Notonectidae			
225.仰泳蝽科一种	Notonectidae sp.	+		
弹尾目	Collembola			
水跳虫科	Poduridae			
226.水跳虫	<i>Podura aquaticus</i>	+		
软甲纲	Malacostraca			
等足目	Isopoda			
227.栉水虱亚目	Asellota	+		
十足目	Decapoda			
匙指虾科	Atyoidae			
228.新米虾属一种	<i>Neocaridina</i> sp.	+		
229.锯齿新米虾	<i>Neocaridina denticulate</i>	+		
230.中华米虾	<i>Caridina denticulate sinensis</i>	+		
231.米虾属一种	<i>Caridina</i> sp.	+	+	
长臂虾科	Palaemonidae			
232.沼虾属一种	<i>Macrobrachium</i> sp.	+		
233.日本沼虾	<i>Macrobrachium nipponensis</i>	+		
234.中华小长臂虾	<i>Palaemonetes sinensis</i>	+		
溪蟹科	Potamidae			
235.华溪蟹属一种	<i>Sinopotamon</i> sp.	+		
端足目	Amphipoda			
螺赢蜚科	Corophiidae			
236.大螯蜚属一种	<i>Grandidierella</i> sp.	+		
钩虾科	Gammaridae			
237.钩虾属一种	<i>Gammarus</i> sp.	+		
蛛形纲	Arachnida			
蜱螨目	Acarina			
水蛛科	Argyronetidae			
238.水蜘蛛	<i>Argyroneta aquatica</i>	+		
软体动物门	Mollusca			

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
腹足纲	Gastropoda				
中腹足目	Mesogastropoda				
田螺科	Viviparidae				
239. 中国圆田螺	<i>Cipangopaludina chinensis</i>	+	+		
240. 中华圆田螺	<i>Cipangopaludina cathayensis</i>	+		+	
241. 卵河螺	<i>Rivularia ovum</i>	+	+	+	+
242. 耳河螺	<i>Rivularia auriculata</i>	+	+	+	+
243. 球河螺	<i>Rivularia globosa</i>	+		+	
244. 长河螺	<i>Rivularia elongata</i>	+		+	
245. 河湄公螺	<i>Mekongia rivularia</i>	+	+		
246. 铜锈环棱螺	<i>Bellamya aeruginosa</i>	+	+	+	
247. 梨形环棱螺	<i>Bellamya purificata</i>	+	+	+	
248. 方形环棱螺	<i>Bellamya quadrata</i>	+	+		
瓶螺科	Ampullariidae				
249. 大瓶螺	<i>Pila gigaa</i>	+	+		
250. 带瓶螺	<i>Pila tischbeini</i>	+			
盖螺科	Pomatiopsidae				
251. 卵圆仿雕石螺	<i>Lithoglyphopsis ovatus</i>		+		
豆螺科	Bithyniidae				
252. 大沼螺	<i>Parafossarulus eximius</i>	+	+	+	
253. 纹沼螺	<i>Parafossarulus striatulus</i>	+	+		
254. 中华沼螺	<i>Parafossarulus sinensis</i>	+		+	
	<i>Parafossarulus</i>				
255. 曲旋沼螺	<i>anomalospiralis</i>	+	+	+	
256. 长角涵螺	<i>Alocinma longicornis</i>	+		+	
257. 赤豆螺	<i>Bithynia fuchsianus</i>	+		+	
拟沼螺科	Assimineidae				
258. 绯拟沼螺	<i>Assiminea latericea</i>		+	+	
狭口螺科	Stenothyridae				
259. 光滑狭口螺	<i>Stenothyra glabra</i>	+	+		
260. 狭口螺属一种	<i>Stenothyra</i> sp.	+			
肋蜷科	Pleuroseridae				
261. 方格短沟蜷	<i>Semisulcospira cancellata</i>	+	+		
262. 放逸短沟蜷	<i>Semisulcospira libertina</i>	+	+		
263. 塔锥短沟蜷	<i>Semisulcospira henriatae</i>	+	+	+	
264. 色带短沟蜷	<i>Semisulcospira erythrozona</i>		+		
265. 多瘤短沟蜷	<i>Semisulcospira peregrinorum</i>	+	+	+	+
266. 格氏短沟蜷	<i>Semisulcospira gredleri</i>	+	+	+	+
267. 多棱短沟蜷	<i>Semisulcospira jacquetiana</i>	+	+		

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
268.黑龙江短沟蜷	<i>Senisulcospira amurensis</i>	+			
269.较小短沟蜷	<i>Semisulcospira minor</i>		+	+	
跑螺科	Thiaridae				
270.瘤拟黑螺	<i>Melanoide tuberculata</i>	+	+		
基眼目	Basommatophora				
椎实螺科	Lymnaeidae				
271.卵萝卜螺	<i>Radix ovata</i>	+	+		
272.椭圆萝卜螺	<i>Radix swinhoei</i>	+	+		
273.折叠萝卜螺	<i>Radix plicatula</i>	+	+		
274.耳萝卜螺	<i>Radix auricularia</i>	+	+		
275.狭萝卜螺	<i>Radix lagotis</i>	+			
276.梯旋萝卜螺	<i>Radix latispira</i>	+			
277.小土蜗	<i>Galba pervia</i>	+	+		
膀胱螺科	Physidae				
278.尖膀胱螺	<i>Physa acuta</i>	+	+		
279.泉膀胱螺	<i>Physa fontinalis</i>	+			
扁蜷螺科	Planorbidae				
280.光亮隔板螺	<i>Segmentina nitida</i>	+			
281.凸旋螺	<i>Gyraulus convexiusculus</i>	+	+		
282.扁旋螺	<i>Gyraulus compressus</i>	+	+		
283.大脐圆扁螺	<i>Hippeutis umbilicalis</i>	+	+		
284.尖口圆扁螺	<i>Hippeutis cantori</i>	+			
双壳纲	Bivalvia				
贻贝目	Mytiloida				
贻贝科	Mytilidae				
285.湖沼股蛤	<i>Limnoperna lacustris</i>	+	+	+	
真瓣鳃目	Eulamellibranchia				
蚌科	Unionidae				
286.圆顶珠蚌	<i>Unio douglasiae</i>	+	+		
287.中国尖嵴蚌	<i>Acuticosta chinensis</i>	+	+	+	+
288.卵形尖嵴蚌	<i>Acuticosta ovata</i>	+	+	+	+
289.射线裂脊蚌	<i>Schistodensmus lampreyanus</i>	+	+		+
290.棘裂脊蚌	<i>Schistodensmus spinosus</i>	+	+	+	+
291.扭蚌	<i>Arconaia lanceolata</i>	+	+	+	+
292.圆头楔蚌	<i>Cuneopsis heudei</i>	+	+	+	+
293.微红楔蚌	<i>Cuneopsis rufescens</i>	+	+	+	+
294.鱼尾楔蚌	<i>Cuneopsis pisciculus</i>	+	+	+	+
295.矛形楔蚌	<i>Cuneopsis celtiformis</i>	+	+	+	+
296.巨首楔蚌	<i>Cuneopsis captiata</i>		+	+	+

物种 Species		历史 History	2016– 2017	软体动物中国特 有种 Molluscs endemic to China	软体动物濒危种 Endangered species of molluscs
297.三角帆蚌	<i>Hyriopsis cumingii</i>	+	+	+	+
298.真柱矛蚌	<i>Lanceolaria eucylindrca</i>	+	+	+	+
299.短褶矛蚌	<i>Lanceolaria grayana</i>	+	+		+
300.剑状矛蚌	<i>Lanceolaria gladila</i>	+	+		+
301.三型矛蚌	<i>Lanceolaria triformis</i>	+	+	+	+
302.橄榄蛭蚌	<i>Solenia oleivora</i>	+	+	+	+
303.龙骨蛭蚌	<i>Solenia carinatus</i>	+	+	+	+
304.河蛭蚌	<i>Solenia rivularis</i>	+		+	
305.三角蛭蚌	<i>Solenia triangularis</i>	+		+	
306.洞穴丽蚌	<i>Lamprotula caveata</i>	+	+	+	
307.猪耳丽蚌	<i>Lamprotula rochechouarti</i>	+	+	+	+
308.刻裂丽蚌	<i>Lamprotula scripta</i>	+		+	
309.背瘤丽蚌	<i>Lamprotula amprotulaleai</i>	+	+		+
310.多瘤丽蚌	<i>Lamprotula polysticta</i>	+		+	
311.巴氏丽蚌	<i>Lamprotula bazina</i>	+		+	
312.绢丝尖丽蚌	<i>Aculamprotula fibrosa</i>	+		+	
313.失衡尖丽蚌	<i>Aculamprotula tortuosa</i>		+	+	+
314.环带尖丽蚌	<i>Aculamprotula zonata</i>	+		+	
315.天津尖丽蚌	<i>Aculamprotula tientsinensis</i>	+		+	
316.球形无齿蚌	<i>Anodonta globosula</i>	+	+	+	+
317.光滑无齿蚌	<i>Anodonta lucida</i>	+	+	+	+
318.椭圆背角无齿蚌	<i>Anodonta woodiana elliptica</i>	+	+		+
319.圆背角无齿蚌	<i>Anodonta woodiana pacifica</i>	+	+		+
	<i>Anodonta woodiana</i>				
320.背角无齿蚌	<i>woodiana</i>	+	+		
321.河无齿蚌	<i>Anodonta fluminea</i>		+	+	+
	<i>Anodonta arcaeformis</i>				
322.蚌形无齿蚌	<i>arcaeformis</i>	+	+		+
	<i>Anodonta arcaeformis</i>				
323.黄色蚌形无齿蚌	<i>flavotincta</i>	+			
324.舟形无齿蚌	<i>Anodonta euscaphys</i>		+		+
325.褶皱冠蚌	<i>Cristaria plicata</i>	+			
326.高顶鳞皮蚌	<i>Lepidodesma languilati</i>	+		+	
327.翼鳞皮蚌	<i>Lepidodesma languilati</i>	+		+	
328.蚌科一种	<i>Rectidens lingulatus</i>		+		
蜆科	Corbiculidae				
329.河蜆	<i>Corbicula fluminea</i>	+	+		
330.拉氏蜆	<i>Corbicula nitens</i>	+			

邢圆, 吴小平, 欧阳珊, 张君倩, 徐靖, 银森录, 谢志才. 赣江水系大型底栖动物多样性与受胁因子初探. 生物多样性, 2019, 27 (6): 648–657. <http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2018296>

* “软体动物中国特有种”和“软体动物濒危种”的评估结果参考舒凤月等(2009)《长江中下游湖泊贝类物种濒危状况评估》

* The assessment of “Chinese endemic species” and “Endangered” according to Shu et al (2009) *Assessment of Species Status of Mollusca in the Mid-lower Yangtze Lakes*.