Duan M J, Lin X R, Guo H Y, *et al*. Fish community structure and its spatiotemporal dynamics in Suzhou Creek, Shanghai [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2026, 50(7): 072612. [段明杰, 林熙戎, 郭弘艺, 等. 上海苏州河鱼类群落结构及其时空动态 [J]. 水生生物学报, 2026, 50(7): 072612.]

上海苏州河鱼类群落结构及其时空动态

段明杰[1] 林熙戎[2] 郭弘艺[1, 3] 张 亚[1, 3] 吴阿娜[2*] 唐文乔[1, 3*]

(1. 上海海洋大学海洋动物系统分类与进化上海高校重点实验室, 上海 201306; 2. 上海市环境监测中心, 上海 200235; 3. 上海海洋大学水产科学国家级实验教学示范中心, 上海 201306)

摘要: 为评估上海苏州河环境整治过程中鱼类物种多样性的变化状况, 于2024年7月(夏季)和10月(秋季)对苏州河14个断面的鱼类进行了系统样本采集和物种多样性与群落结构分析。2次采集共获鱼类样本5845尾, 经鉴定有55种, 隶属于9目19科45属。在分类群上以鲤形目(占63.64%)和鲈形目(占20.00%)占优势, 在生态类型上以杂食性(占56.36%)、中上层(占52.72%)和中小型(占61.81%)鱼类为主。5个上游断面、5个下游断面和4个支流断面分别有39种、30种和48种。物种优势度存在明显的季节和空间差异性, 鲫(*Carassius auratus*)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、兴凯鱊(*Acanthorhodeus chankaensis*)和达氏鲌(*Culter dabryi*)为苏州河全年的优势种。全河流夏季的Margalef丰富度指数(*D*)、均匀度指数(*J'*)和Shannon-Wiener多样性指数(*H'*)均大于秋季, 优势集中性指数(*C*)则相反。*ABC*曲线显示苏州河鱼类群落结构总体上受扰动程度较低, 特别是下游夏秋两季的W值均显著为正(0.162和0.124), 群落趋于稳定状态。聚类分析将14个断面分成3组, 组内平均相似度为64.20%, 组间相异性在43.65%—48.55%。与2019年相比, 2024年的种类数从45种增加到55种, 每断面平均物种数从17.3种增加到22.0种, 特别是下游断面由平均10.0种显著上升到18.8种。优势种由似鳊(*Pseudobrama simoni*)、鲫和兴凯鱊演变为鲫、兴凯鱊、麦穗鱼和达氏鲌, 上游与下游断面的鱼类群落结构已逐渐趋同。但河口鱼类和植食性鱼类的占比更低, 反映出苏州河水生态系统更封闭、水生植被更萎缩、渠化现象更严重的趋势。建议苏州河进一步的环境整治要在增加水体连通性、营造生境多样性、改善底质环境和构建“水下森林”等方面采取措施。

关键词: 苏州河; 鱼类多样性; 群落结构; 时间动态; 空间动态

中图分类号: S932.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2026)07-072612-12

doi: 10.3724/1000-3207.2026.2026.0030 CSTR: 32229.14.SSSWXB.2026.0030

太湖是我国重要的淡水湖泊, 其湖盆轮廓大致在距今约5000年前的地质沉降过程中形成。发源于太湖瓜泾口的苏州河(原称吴淞江), 在宋代以前承担着太湖向东泄流与通航入海的主干功能, 明代发生了水系袭夺, 至清初成为黄浦江的支流。晚清至民国时期, 苏州河经历了前后16次以清淤拓浚为主的人工整治, 河道形态逐渐窄深化, 演变为一条高度渠化的航运水道[1]。苏州河上海段长53.1 km, 宽度一般为50—70 m, 横贯上海12个区的两千余条中小河道, 流域面积855 km^2[2], 被誉为上海的“母亲河”。

苏州河上海段自20世纪20年代起出现水质恶化现象, 至50年代污染程度加剧, 发展到70年代末, 整个上海段已陷入全线污染状态, 市区段更是常年黑臭。自1988年起, 上海市坚持“以治水为中心, 全面规划, 远近结合, 突出重点, 分步实施”的治理方针, 相继实施了四期苏州河环境综合整治工程, 累计投入超过400亿元[3]。长期的治理取得了成效, 流域黑臭现象于2000年基本消除; 至2023年, 全线监

收稿日期: 2026-01-28; **修订日期:** 2026-03-20

基金项目: 上海市环境监测中心项目(2024)资助 [Supported by the Project Funding (2024) from the Shanghai Environmental Monitoring Center]

作者简介: 段明杰(1999—), 男, 硕士研究生; 主要从事鱼类物种多样性研究。E-mail: 943097864@qq.com

通信作者: 吴阿娜(1980—), 女, 博士, 正高级工程师; 主要从事生态环境监测与评价工作。E-mail: 5041427@qq.com 唐文乔(1964—), 男, 博士, 教授; 主要从事鱼类学与保护生物学研究。E-mail: wqtang@shou.edu.cn *共同通信作者

©The Author(s) 2026. This is an open access article under the CC-BY 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

测断面水质已达到Ⅲ类水平, 实现水质系统性提升与生态系统的有效修复, 被列为生态环境部第三批美丽河湖优秀案例[4]。河流水生态系统的监测与评估同步展开, 如浮游植物、底栖动物和着生生物等群落结构与水质参数之间的响应规律等[5—7]。

鱼类是水域生态系统中对环境变化最敏感、最具资源价值的生物类群之一, 是评价水环境治理成效的重要指标。21世纪以前, 仅《上海鱼类志》[8]对苏州河鱼类有一些记载。21世纪后, 伴随苏州河环境整治的深入, 对鱼类物种多样性的跟踪调查日益增多。2001年, 夏建宏等[9]发现苏州河由20世纪60年代上海自然博物馆记载的62种下降到44种。2006年, 陈小华等[10]在苏州河2个上游断面采集到鱼类30种。2011—2012年, 张锦平等[11]在苏州河的10个断面记录鱼类仅21种。2019年, 余宏昌等[12]在苏州河的13个断面共采集鱼类45种。为评估苏州河环境综合整治的生态修复成效, 本文对14个断面的鱼类样本作了系统采集, 旨在从物种多样性和群落结构时空变化的角度评价苏州河水域生态系统的健康状况, 也为上海市物种资源的保护提供基础资料。

1 采样方法

1.1 采样断面的设置

根据《全国河流健康评估指标、标准与方法》中对河流健康评估指标取样调查位置或范围的说明, 以及苏州河自身的特点, 同时结合水文、水质、生物指标监测要求, 共设置了14个监测断面, 其中干流10个、支流4个, 具体地理坐标如下(表1和图 1)。

1.2 鱼类样本采集方法

2024年7月21日—8月1日(夏季)和2024年10月14—22日(秋季), 在14个采样断面的河道进行2次采集, 采集期间, 气温、天气和风力等较为接近, 以消除天气对采样的影响。采样包括定量采集和定性采集, 定性样本仅用于补充鱼类物种的组成, 定量样本数据则用于其他物种多样性及群落结构的分析。采样网具由岸边人员与采样船上人员协同布放, 采样船同时负责安全警戒。采样一般在2:00—12:30完成, 尽量避开苏州河游船运营的影响。

定量样本 用三层刺网和地笼网进行采集。三层刺网主要采集中上层鱼类, 规格为网长30 m、网高1.5m, 网目内层20 mm、外层60 mm, 在每个断面的缓流区斜向布设6—10条。地笼网主要采集下层鱼类, 由中间14节笼体和2个尾梢组成, 每节笼体长宽高均为0.5 m, 尾梢长各1.5 m, 拉伸后长度为10 m; 笼体两条底纲加石子坠; 笼体和尾梢的网目均为10 mm; 在离岸4—5 m的水域, 间隔20 m平行放置3—4条。采集时间8—10h。

定性样本 为弥补定量采集的物种遗漏, 采用小型地笼网(中间10节笼体的长宽高各为0.35 m, 底部加石子坠, 尾梢长各0.5 m, 全网拉伸长4.5 m, 网目10 mm)及拖刺网(网长15 m、网高1 m, 网目内层20 mm、外层60 mm)在定量区域外的小生境作定性采集。地笼网每断面设3—4个, 留置6—8h; 拖刺网以约1.5 km/h匀速拖行, 单次拖距约250 m, 每断面重复4次。

1.3 样本处理和测量

将采集的定性和定量样本洗净体表血污和泥沙后, 小个体直接用10%的福尔马林浸泡固定; 较大个体则于背部肌肉和腹腔内注入适量15%福尔马林, 再以10%福尔马林浸泡固定并保存。每个采样断面、每种网具的定量和定性样本分别保存, 集中带回实验室鉴定和测量。

物种鉴定主要依据《中国鱼类系统检索》[13]《中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(中卷)》[14]《中国动物志·硬骨鱼纲·鲇形目》[15]《江苏鱼类志》[16]《上海鱼类志》[8]等。鉴定后的标本用电子天平称量体重至0.01 g, 游标卡尺或量鱼板测量体长至1 mm。记录每个采样点、每种网具的鱼类种类、数量和重量。

1.4 生态特征确定

生态类型、栖息水层、食性类型依据《江苏鱼类志》《上海鱼类志》《太湖鱼类志》[17]等文

表 1 上海苏州河鱼类采样断面概况

Tab. 1 Overview of fish sampling sections in Suzhou Creek, Shanghai

河段 Reach	代号 Code name	断面 Section	经度(°E) Longitude	纬度(°N) Latitude
上游 Upper reaches	S1	赵屯	121.105768	31.281738
	S2	白鹤	121.167258	31.281982
	S3	黄渡	121.223881	31.265913
	S4	封浜河口	121.317867	31.234833
	S5	北新泾	121.378142	31.227713
下游 Lower reaches	S6	中山西路桥	121.406409	31.226376
	S7	武宁路桥	121.432755	31.240062
	S8	昌化路桥	121.452191	31.256011
	S9	成都路桥	121.466479	31.245332
	S10	外白渡桥	121.493446	31.249646
支流 Tributary	S11	彭越浦	121.448195	31.280104
	S12	西虬江	121.314128	31.278786
	S13	新槎浦	121.369207	31.312514
	S14	新通波塘	121.231467	31.204206

献, 体型大小依据唐文乔等[18]的划分方法, 即初次性成熟体长不足20 cm的为小型鱼类、20—50 cm的为中型鱼类、超过50 cm的为大型鱼类。

1.5　多样性参数

物种优势度　采用相对重要性指数(Index of Relative Importance, IRI)确定某一物种在鱼类群聚中的优势度, 公式:

$$\mathrm{IRI} = (W_i + N_i) \times F_i$$

式中, W_i为某一物种的重量比(%), N_i为该物种的数量比(%), F_i为该物种在样本中的出现率(%), 定义IRI≥1000的物种为优势种, 100≤IRI<1000的物种为常见种, 10≤IRI<100的物种为一般种, IRI<10的物种为少见种。

鱼类多样性指数　选用Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Margalef丰富度指数、Simpson优势集中性指数[19]。

(1) Shannon-Wiener多样性指数

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} N_i \ln N_i$$

(2) Pielou均匀度指数

$$J' = H' / \ln S$$

(3) Margalef丰富度指数

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

(4) Simpson优势度指数

$$C = \sum (N_i)^2$$

式中, S为物种数, N为样本的总个体数, N_i为第i种的数量占比(%)。

1.6　丰度−生物量曲线

用丰度−生物量曲线(Abundance-Biomass Curve, 简称*ABC*曲线)表征群落结构的稳定性[20], 公式:

$$W = \sum_{i=1}^{s} \frac{(W_i - N_i)}{50 \times (S-1)}$$

式中, W_i和N_i代表*ABC*曲线中种类序号所对应的生物量和丰度的累积百分比, S为出现的物种数。

1.7　鱼类物种群落结构

对14个断面采集物种的丰度做原始矩阵, 用Bray-Curtis相异性系数对样本进行聚类分析, 并结合非度量多维标度分析 (Non-metric Multidimensional Scaling, NMDS)对群落结构进行分组, 通过stress值评估排序结果可靠性 (stress<0.05表示极好, 0.05—0.1表示好, 0.1—0.2表示可用)[21]。用SIMPER相似性可确定在同一群落组内的平均相似性贡献率和不同群落组间的平均相异性贡献率[22]。所有分析均在PRIMER5软件中完成, 保持默认参数设置以确保结果的可比性。通过比较聚类分析与NMDS排序结果的一致性, 验证群落格局的可靠性。

2　结果

2.1　苏州河鱼类区系组成

分类学组成　2次采集共获鱼类样本5845尾, 经鉴定有55种, 隶属于9目19科45属, 鲤形目(Cypriniformes)含2科26属35种, 占总种数的63.64%; 鲈形目(Perciformes)含9科11属11种, 占总种数的20.00%;

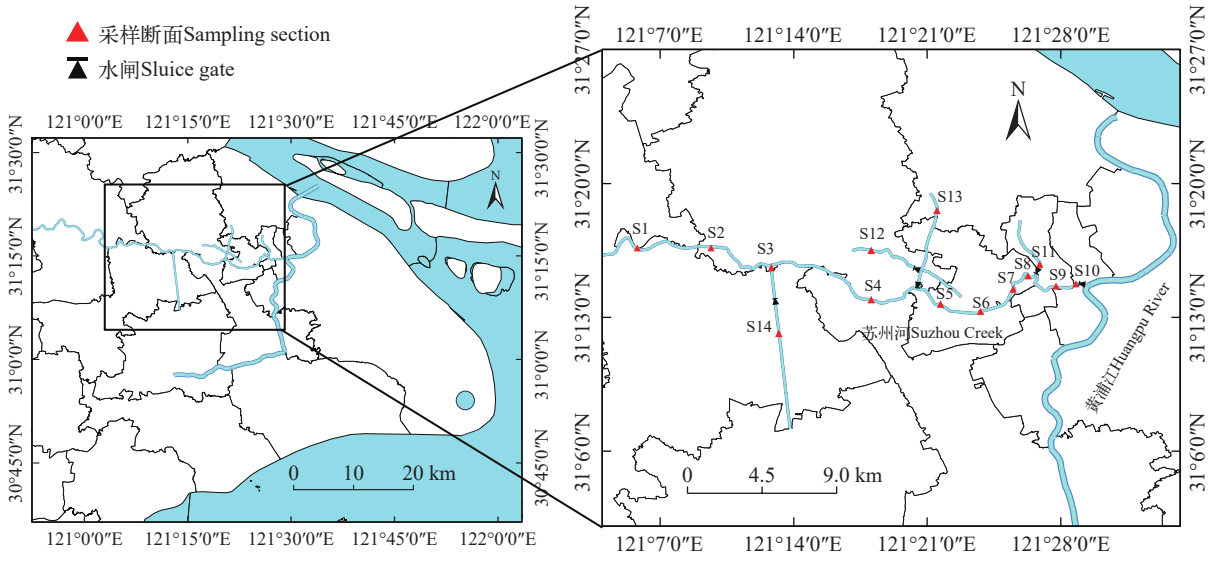

图 1　上海苏州河采样断面示意图

Fig. 1　Location of fish sampling sections in Suzhou Creek, Shanghai

鲇形目(Siluriformes)含2科2属3种, 占总种数的5.45%; 其余6目各1种, 合计占总种数的10.91% (图 2a)。

鲤科(Cyprinidae)有33种, 占总种数的60.00%; 鲿科(Bagridae)、鳅科(Cobitidae)、沙塘鳢科(Odontobutidae)、虾虎鱼科(Gobiidae)均为2种, 各占5.45%; 其余14科各1种。另外, 还采集到3种外来物种, 分别是蓝鳃太阳鱼(*Lepomis macrochirus*)、血鹦鹉鱼(*Amphilophus citrinellus*)和麦瑞加拉鲮(*Cirrhinus molitorella*)。

生态类型组成 从生态类型看, 洄游性有2种, 即刀鲚(*Coilia nasus*)和暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*), 占3.64%; 河口性4种, 即窄体舌鳎(*Cynoglossus gracilis*)、鲻(*Mugil cephalus*)、中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)和间下鱵(*Hyporhamphus intermedius*), 占7.27%; 其余49种均为淡水鱼类, 占89.10%。

从营养结构看, 以杂食性和肉食性为主, 有31种和21种, 分别占56.36%和38.18%; 植食性鱼类为3种, 占5.45%。

从栖息水层看, 中上层鱼类有29种, 占52.72%; 中下层鱼类有7种, 占12.73%, 底层鱼类有19种, 占34.55%。

从体型看, 小型鱼类有34种, 占61.81%; 中型鱼类有16种, 占29.10%; 大型鱼类有5种, 仅占9.10% (图 2b)。

2.2 物种优势度组成

表 2列出了*IRI*大于100的优势种和常见种, 可见全年14个断面合计的优势种有鲫、麦穗鱼、兴

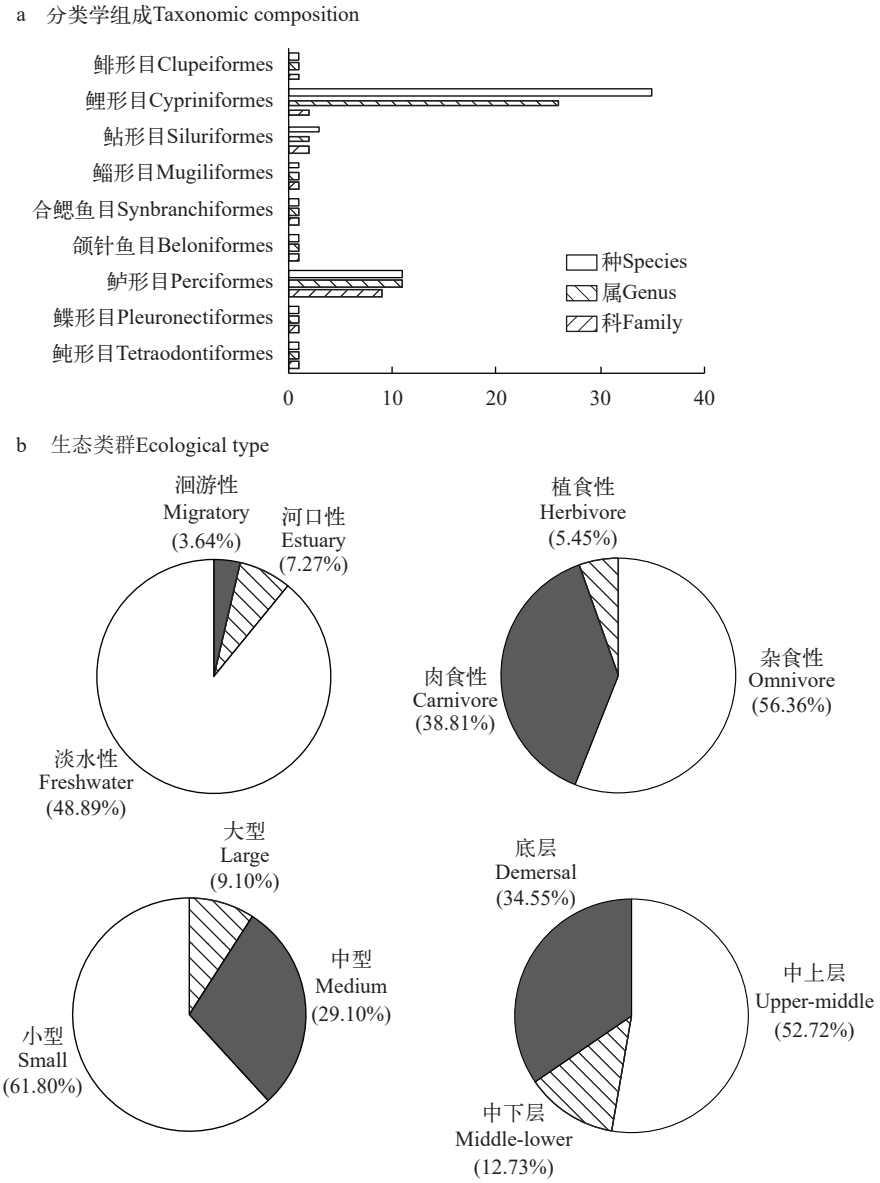

图 2 上海苏州河鱼类组成及群落特征

Fig. 2 Taxonomic composition and ecological trait structure of the fish community in Suzhou Creek, Shanghai

凯鲴和达氏鲌4种, 占总物种数的7.27%; 常见种有20种, 占总物种数的36.36%。

按季节分析, 夏季的优势种有鲫、鳘(*Hemiculter leucisculus*)、大鳍鲴(*Acheilognathus macropterus*)、麦穗鱼等4种, 占比为8.00%; 常见种有15种, 占比30.00%。秋季的优势种仅鲫1种, 占比2.00%; 常见种增至18种, 占比36.00%。

按河段分析, 干流上游河段的优势种有鲫、贝氏鳘(*Hemiculter bleekeri*)、兴凯鲴、达氏鲌、鳘和似鳊等6种, 占比15.38%; 常见种有21种, 占比53.85%。下游的优势种有鲫、鳘、乌鳢、贝氏鳘和麦穗鱼等5种, 占比16.67%; 常见种有13种, 占比43.33%。4个支流断面的优势种有7种, 分别是鲫、麦穗鱼、高体鳑鲏(*Rhodeus ocellatus*)、中华鳑鲏(*Rhodeus sinensis*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、达氏鲌和鳙(*Aristichthys nobilis*), 占比14.58%; 常见种有14种, 占比29.17%。

2.3　α多样性指数的时空变化

从时间上看(图 3), 夏季Shannon-Wiener指数(*H'*)和Margalef指数(*D*)的平均值分别为2.46(2.08—2.88)和4.03(3.26—5.08), 明显高于秋季的1.97(1.36—2.67)和2.82(1.53—4.39), 表明夏季的鱼类群落结构更复杂多样, 物种丰富度更高。而夏季的Simpson指数(*C*)的平均值为0.12(0.07—0.20), 明显小于

表 2　上海苏州河鱼类优势种和常见种

Tab. 2　Dominant and common species of fish in Suzhou Creek, Shanghai

物种Species	全年IRI	上游IRI	下游IRI	支流IRI
刀鲚*Coilia nasus*	160.1	301.9		
贝氏鳘*Hemiculter bleekeri*	766.7	1838.1	1117.5	471.3
鳘*Hemiculter leucisculus*	895.6	1066.5	1697.1	561.2
翘嘴鲌*Culter alburnus*	454.2	741.5	284.1	212.2
达氏鲌*Culter dabryi*	1114.7	1454.7	247.5	1066.1
蒙古鲌*Culter mongolicus*		117.0		
红鳍原鲌*Cultrichthys erythropterus*	204.5	422.4		113.9
鳊*Parabramis pekinensis*	177.7			569.6
鲂*Megalobrama skolkovii*				125.7
圆吻鲴*Distoechodon tumirostris*				187.2
似鳊*Pseudobrama simoni*	294.6	1033.2		110.8
鳙*Aristichthys nobilis*	225.2	165.3		1013.9
鲢*Hypophthalmichthys molitrix*	470.9			1083.6
花鲭*Hemibarbus maculatus*		293.5		
似刺鳊鮈*Paracanthobrama guichenoti*		156.2		
麦穗鱼*Pseudorasbora parva*	1203.5	589.6	1091.4	1746.7
黑鳍鳈*Sarcocheilichthys nigripinnis*	153.1	533.3	444.2	
棒花鱼*Abbottina rivularis*	124.0	210.3		
长蛇鮈*Saurogobio dumerili*		228.2		
大鳍鲴*Acheilognathus macropterus*	897.7	651.9	914.9	715
兴凯鲴*Acanthorhodeus chankaensis*	1139.6	1475.8	576.8	899.3
方氏鳑鲏*Rhodeus fangi*	183.1	321.5	621.1	125.7
高体鳑鲏*Rhodeus ocellatus*	800.0	587.4	725.8	1388.6
中华鳑鲏*Rhodeus sinensis*	733.5	124.5		1116.8
鲤*Cyprinus carpio*	238.2		297.3	418
鲫*Carassius auratus*	3927.3	2833.9	6407.3	4946.3
泥鳅*Misgurnus anguillicaudatus*			381.0	
大鳞副泥鳅*Paramisgurnus dabryanus*	120.6	110	193.2	
黄颡鱼*Pseudobagrus fulvidraco*	132.1	137.6	299.2	168.9
光泽黄颡鱼*Pseudobagrus nitidus*		207.3		
鲇*Silurus asotus*		318.4	160	
河川沙塘鳢*Odontobutis potamophila*	370.6	534.9	103.3	523.2
乌鳢*Channa argus*	137.3	188.2	1182	

秋季的0.21(0.09—0.41), 说明鱼类群落中夏季占据绝对优势的种类更少。夏秋两季的Pielou指数(J')的平均值为0.83(0.73—0.94)和0.76(0.58—0.93)差异并不明显, 但具体断面存在季节性波动。

从空间上看(图 3), 支流的Margalef指数均值最高(4.97), 均高于上游(4.21)与下游(3.91); 支流的Pielou指数均值最低(0.71), 而上游与下游相对较高(分别为0.77和0.84); 三者的Shannon-Wiener指数均值非常接近(2.46—2.49), Simpson指数均值下游最低(0.11), 表明其优势集中程度最弱, 而上游(0.14)与支流(0.13)则略高。

2.4 ABC曲线分析

ABC曲线显示不同河段的鱼类群落受扰动程度和稳定性呈现空间差异。上游河段(S1—S5)夏季的生物量曲线虽大部分位于丰度曲线上方(W=0.046)但有交叉, 反映群落受轻度干扰仍维持相对稳定; 而秋季生物量曲线整体下移至丰度曲线下方(W= –0.078)且交叉增多, 稳定性显著下降。下游河段(S6—S10)夏秋两季的生物量曲线持续稳定在丰度曲线(W值分别为0.162和0.124)上方, 表明该区域已形成由大型鱼类主导的稳态结构。支流区域(S11—S14)则呈现亚稳态特征, 生物量曲线主体位于丰度曲线上方, 但频繁的交叉暗示群落持续受到中度环境扰动, 稳定性相对较弱(图 4)。

2.5 物种的空间分布及群落结构差异

由图 5可见, 干流上游断面的物种数平均25.0种, 最高的黄渡(S3)有31种, 最低的北新泾(S5)有18种。下游断面的物种数相对较少, 平均18.8种。与干流相比, 支流断面的物种数高于其他河段, 平均34.0种, 彭越浦(S11)、西虬江(S12)、新槎浦(S13)和新通波塘(S14)分别为23、38、35和38种。

聚类分析显示(图 6), 在55.73%的Bray-Curtis相似性水平上可将14个水体分为3组, 上游赵屯S1和白鹤S2与支流西虬江S12至新通波塘S14为组 Ⅰ, 上游黄渡S3至北新泾S5与下游中山西路桥S6至外白渡桥S10为组 Ⅱ, 支流彭越浦S11为组 Ⅲ。经ANOSIM检验, 分组间的差异极显著(R=0.751, P=0.001)。平均胁强系数为0.14, 表明结果可信。

SIMPER分析显示(表 3): 组 Ⅰ 内各断面物种的平均相似性为64.15%, 主要特征种包括鲫、麦穗鱼、兴凯鱊等; 组 Ⅱ 内各断面物种的平均相似性为64.25%, 主要特征种包括鲫、鲿、贝氏鲿和麦穗鱼等; 组 Ⅲ 为单水体, 无组内相似性。

组 Ⅰ 和组 Ⅱ 之间的主要分歧种包括高体鳑鲏、贝氏鲿、中华鳑鲏、方氏鳑鲏(*Rhodeus fangi*)等, 组间相异性43.74%; 组 Ⅰ 和组 Ⅲ 之间的主要分歧种包括中华鳑鲏、高体鳑鲏、鲤和麦穗鱼等, 组间相异性48.55%; 组 Ⅱ 和组 Ⅲ 之间的主要特征种包括中华鳑鲏、鲤(*Cyprinus carpio*)、麦穗鱼和鳊(*Parabramis pekinensis*)等, 组间相异性43.65%。

3 讨论

3.1 苏州河历年鱼类物种变化

图 7a展示了苏州河历年调查的鱼类物种数, 从20世纪60年代的62种下降到2001年[9]的44种和

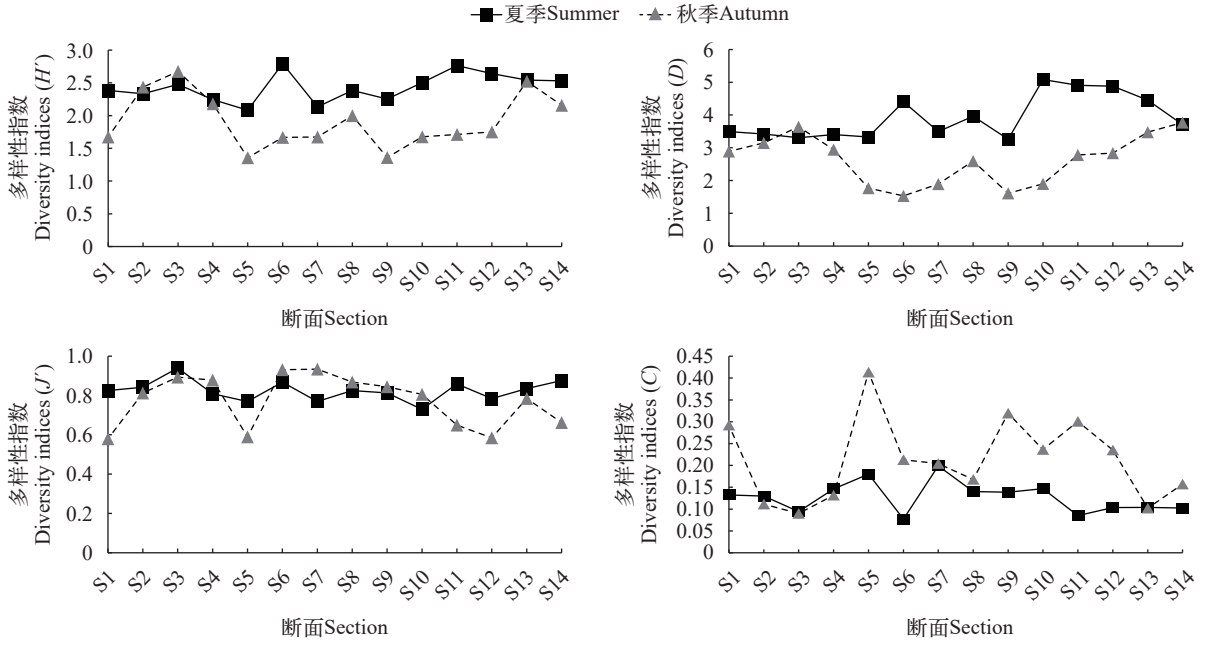

图 3 上海苏州河鱼类多样性指数的季节差异

Fig. 3 Seasonal variation in fish diversity indices across reaches of Suzhou Creek, Shanghai

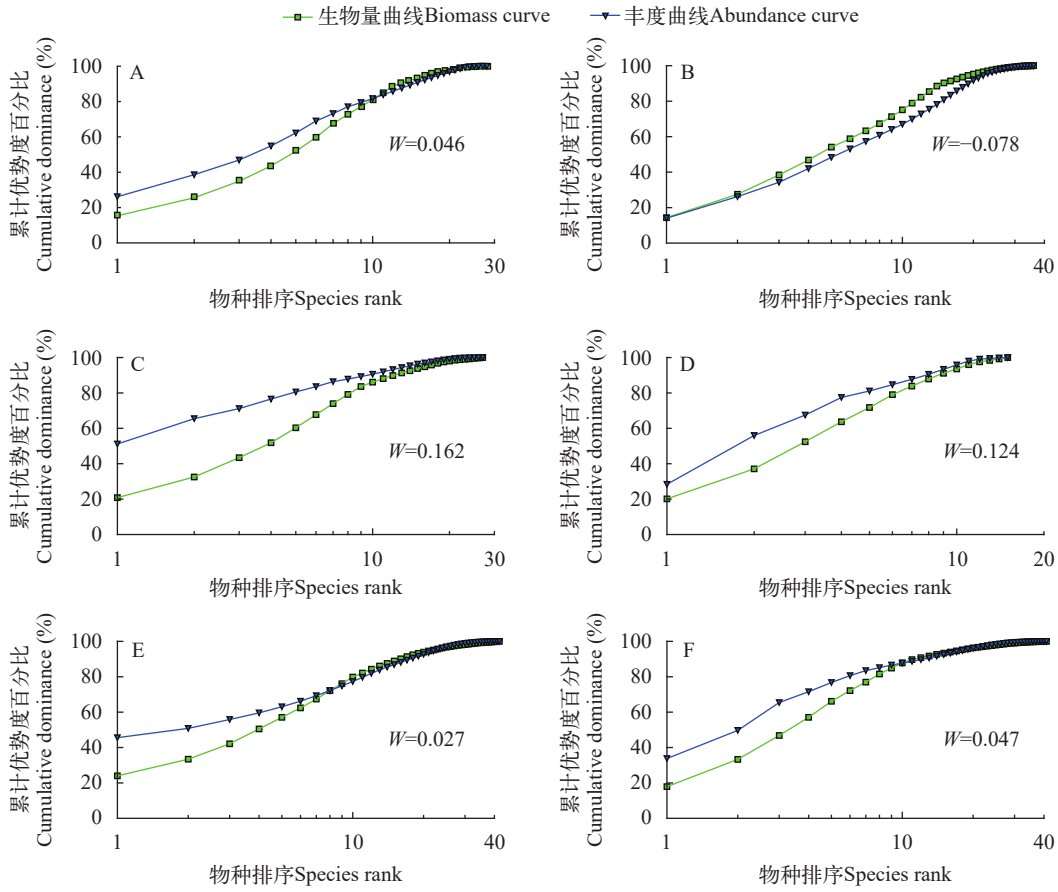

图 4　上海苏州河鱼类群落的丰度生物量(*ABC*)曲线及其统计量(*W*)

Fig. 4　Abundance–biomass comparison (*ABC*) curves and *W* statistic for fish communities in Suzhou Creek, Shanghai by reach and season

A. 上游夏季; B. 上游秋季; C. 下游夏季; D.下游秋季; E. 支流夏季; F. 支流秋季

A. Upper reaches, summer; B. Upper reaches, autumn; C. Lower reaches, summer; D. Lower reaches, autumn; E. Tributary, summer; F. Tributary, autumn

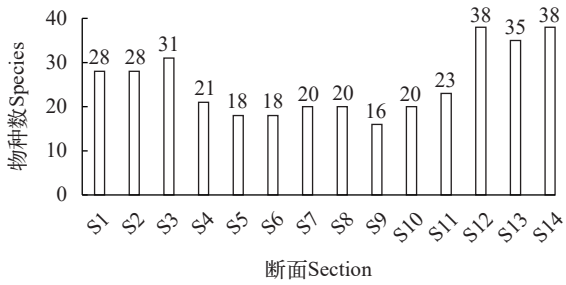

图 5　上海苏州河鱼类物种的空间分布

Fig. 5　Spatial distribution of fish species richness across sections of Suzhou Creek, Shanghai

断面代号见表 1

Section codes follow Tab. 1

2006年[10]的30种, 再到2011—2012年[11]的仅21种, 半个世纪内鱼类物种数迅速下降41种, 特别是21世纪最初十年减少了23种。这些变化反映了这一历史时期, 苏州河水域生态系统从较为自然状态向严重受损状态演变的剧烈过程, 也反映了上海市实施的前三期苏州河环境综合整治工程(1998—2002年、2003—2005年, 2006—2011年)水质虽有所改善[23], 但鱼类物种多样性下降的趋势还未遏制。到了2019年, 本课题组在苏州河共记录了鱼类45种, 鱼类物种数才恢复至21世纪初的水平。2019年启动的第四期苏州河环境综合整治力度更大, 更注重生态环境质量的提升。本次调查鱼类物种数增加到了55种, 河口性鱼类虽由2001年[9]统计的11种降至4种, 但其他大部分物种都已恢复, 环境综合整治取得明显成效。比较发现, 作为一条从自然河流演变而来的渠化河道, 目前苏州河的鱼类物种数仍比同等规模的上海人工河流丰富[24]。

从最近5年干流断面的物种数变化看(图 7b), 断面平均物种数从2019年的17.3种增至2024年的22.0种, 增幅显著。下游断面(S6—S10)平均物种数从2019年的10.0种增至2024年的18.8种, 表明水生态系统改善显著。但上游断面(S1—S5) 5年间的平均物种数提升并不明显, 甚至个别断面的物种数反而

有所下降(S4断面由27种降至21种)。这表明下游河段的鱼类生境在整治工程实施后有较大改观, 但上游河段的恢复较为缓慢, 预示着进一步同类型环境整治对苏州河鱼类物种多样性的改善效果已不明显。

3.2 最近5年苏州河鱼类群落结构的变化

从优势种组成看, 2019年为较耐污的似鳊、鲫和兴凯鱊, 2024年演变为鲫、兴凯鱊、麦穗鱼和达氏鲌, 后两者需要比较清洁的水域生境, 表明苏州河水质已有明显提升, 也预示着苏州河鱼类群落正从耐污型主导的“受损生态”朝耐污型与清洁型共同主导的生态演变[24, 25]。

Cluster聚类和NMDS排序分析[26]将苏州河2019年的鱼类群落分为上游及其支流与下游断面2个组, 而2024年则分为3个组, 其中的组Ⅱ由上游的3个断面(S3—S5)及下游的5个断面(S6—S10)组成, 且组内的平均相似性达到64.25%。这表明上游断面与下游断面的鱼类群落结构正在逐渐趋同。

从营养结构看, 苏州河鱼类群落结构正在从2019年的以肉食性(占57.78%)和杂食性(占31.11%)为主, 向2024年的以杂食性(占56.36%)和肉食性(占38.18%)鱼类为主的营养结构演变, 显示苏州河为鱼类提供了更加多样化的食物来源和栖息生境。但植食性鱼类的占比, 反而由2019年的11.11%下降到2024年的5.45%, 反映了苏州河水生态系统中植物性食物更加匮乏, 也预示着苏州河的水生植被仍在萎缩, 且渠化现象更为严重。

从ABC曲线看, 苏州河鱼类群落由2019年的全江段总体上受扰动较大, 结构不稳定, 转变为2024年的扰动程度总体较低, 趋于稳定。特别是下游夏秋两季的*W*值均显著为正(0.162和0.124), 且生物量曲线稳定高于丰度曲线, 表明已趋于由较大型物种(如鲫、乌鳢、鲌类)占主导的稳态结构[27]。但上游河段秋季的*W*值则由2019年的正值(0.088)转为2024年的负值(–0.078), 群落稳定性反而有所下降, 这可能由第四期苏州河环境综合整治工程主要集中在上游所导致。本研究的现场调查也发现, 采样时段在苏州河上游有较大范围的河岸挡墙工程, 施工在一定范围内破坏了河床底质和河岸形态, 并导致水体悬浮物浓度升高, 影响水质和栖息生境, 短期内加剧了扰动, 造成鱼类群落稳定性下降。

3.3 苏州河环境综合整治工程刍议

21世纪初, 苏州河入口处建设了瓜泾口水利枢纽, 与黄浦江汇入处建设了河口水闸, 各条支流也都建有泵站或水闸, 苏州河干流已成为一条封闭的、可完全人工调节的河流。由于苏州河河口水闸常年采用“涨潮关闸、落潮开闸”的运行模式, 这使得分布在黄浦江下游及河口的鱼类已难于随潮流进入苏州河干流, 河口性鱼类的减少已不可避免。

与上海其他主要内陆水体相比[24], 目前苏州河的草食性鱼类显著偏低(12.7%对5.45%), 这反映了苏州河水生态系统中植物性食物更为匮乏。在苏州河更加渠化的同时, 适度保留河岸滩地、修复水生植被, 或在水流平缓的开阔河段构建一些人工绿岛及人工湿地[28], 可在一定程度上恢复植物性食物来源, 改善鱼类的群落结构。

与支流相比, 整个干流都未采集到鱤(*Elopichthys bambusa*)、蒙古鲌(*Culter mongolicus*)、中华刺鳅(*Mastacembelus sinensis*)、鳜(*Siniperca chuatsi*)、圆尾斗鱼(*Macropodus chinensis*)和暗纹东方鲀等鱼类, 这些种类均需要水质良好的水体及较稳

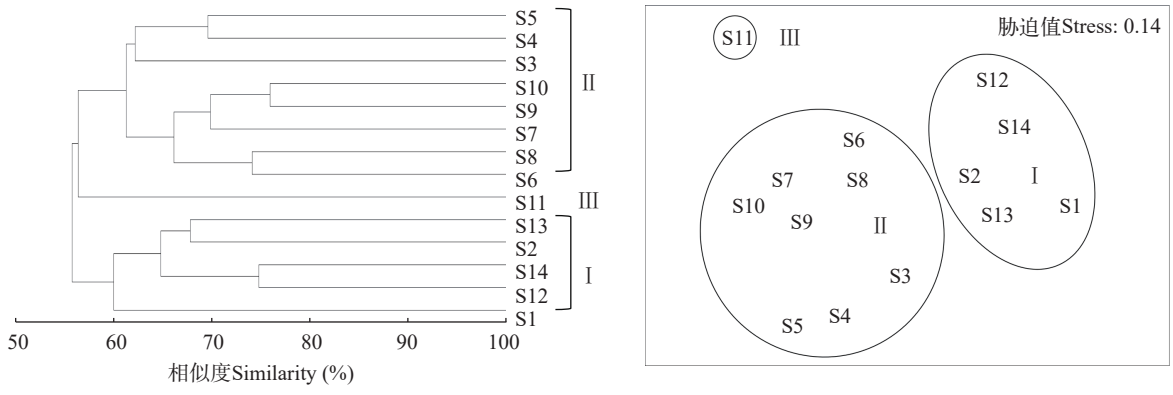

图 6 上海苏州河鱼类群落聚类分析和非度量多维标度排序(NMDS)图

Fig. 6 Hierarchical cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (NMDS) ordination of fish communities across sections of Suzhou Creek

断面代号见表 1

Section codes follow Tab. 1

定的栖息生境。尽管苏州河干流的水质指标已经达到三类[4], 但也显示出苏州河干流的水质状况不够稳定或生境扰动程度较大。

相较于上游, 苏州河下游缺乏迁移能力较弱、主要依赖味觉和触觉摄食、需要清洁底质的底层鱼类, 如棒花鱼(*Abbottina rivularis*)、长蛇鮈(*Saurogobio dumerili*)、花鳈(*Hemibarbus maculatus*), 以及喜食小鱼、小虾的小黄黝鱼(*Micropercops swinho-*

表 3　各分组平均相似性和组间相异性贡献率之和占90%以上的特征种和分歧种

Tab. 3　The characteristic and divergent species that collectively contribute to over 90% of the total variance in both average similarity and inter-group dissimilarity

群组Group	平均相似性Average similarity (%)		组间相异性Inter-group dissimilarity (%)		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ—Ⅱ	Ⅰ—Ⅲ	Ⅱ—Ⅲ
刀鲚*Coilia nasus*			1.25	2.06	1.56
贝氏鳌*Hemiculter bleekeri*	3.25	6.89	2.44	2.72	1.45
鳌*Hemiculter leucisculus*	3.98	7.29	1.53	0.76	1.06
翘嘴鲌*Culter alburnus*	1.13	2.96	1.06	1.08	
达氏鲌*Culter dabryi*	3.29	2.89	1.41	1.44	
蒙古鲌*Culter mongolicus*			0.49		
红鳍原鲌*Cultrichthys erythropterus*	1.60		1.22	0.75	1.31
鳊*Parabramis pekinensis*			0.70	1.13	1.89
圆吻鲴*Distoechodon tumirostris*			0.79	0.80	
似鳊*Pseudobrama simoni*	2.09	1.61	1.77	0.73	1.10
鳙*Aristichthys nobilis*			0.75	0.60	0.95
鲢*Hypophthalmichthys molitrix*					
花鳈*Hemibarbus maculatus*					
似刺鳊鮈*Paracanthobrama guichenoti*			0.74	0.55	
麦穗鱼*Pseudorasbora parva*	5.28	5.30	1.68	2.89	2.28
黑鳍鲹*Sarcocheilichthys nigripinnis*	1.74	3.29	1.12	0.92	0.95
华鲹*Sarcocheilichthys sinensis*			0.51		
棒花鱼*Abbottina rivularis*	1.78		1.51	1.56	
长蛇鮈*Saurogobio dumerili*	1.13		0.73	0.67	0.57
大鳍鱊*Acheilognathus macropterus*	4.02	4.97	1.02	0.75	1.23
方氏鳑鲏*Rhodeus fangi*	1.51	5.29	1.89	0.56	1.49
高体鳑鲏*Rhodeus ocellatus*	4.53	2.28	2.95	3.19	1.65
中华鳑鲏*Rhodeus sinensis*	2.37		2.40	4.11	6.37
兴凯鱊*Acanthorhodeus chankaensis*	5.11	4.23	1.98	2.44	1.13
鲤*Cyprinus carpio*			0.66	2.96	2.81
鲫*Carassius auratus*	6.61	8.15	1.54	0.93	1.27
飘鱼*Pseudolaubuca sinensis*				1.29	1.34
泥鳅*Misgurnus anguillicaudatus*	1.30	1.82	1.05	0.88	1.52
大鳞副泥鳅*Paramisgurnus dabryanus*	0.93	1.43	0.64	0.55	0.54
黄颡鱼*Pseudobagrus fulvidraco*	1.35		0.77	0.96	0.72
光泽黄颡鱼*Pseudobagrus nitidus*	0.79		0.74		0.91
鲇*Silurus asotus*	0.80		0.66	0.57	0.51
黄鳝*Monopterus albus*			0.55		
鳜*Siniperca chuatsi*				1.22	1.34
河川沙塘鳢*Odontobutis potamophila*	3.92		1.83	2.67	1.25
乌鳢*Channa argus*			0.88	0.96	1.11
暗纹东方鲀*Takifugu obscurus*				0.81	0.95

注: Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ表示14个水体的鱼类群落聚类为3组; 表中空白处为不属于前90%幅度内的物种

Note: Groups Ⅰ, Ⅱ, and Ⅲ represent fish community clusters from 14 water bodies; The blank space in the table indicate species not belong to the top 90% range

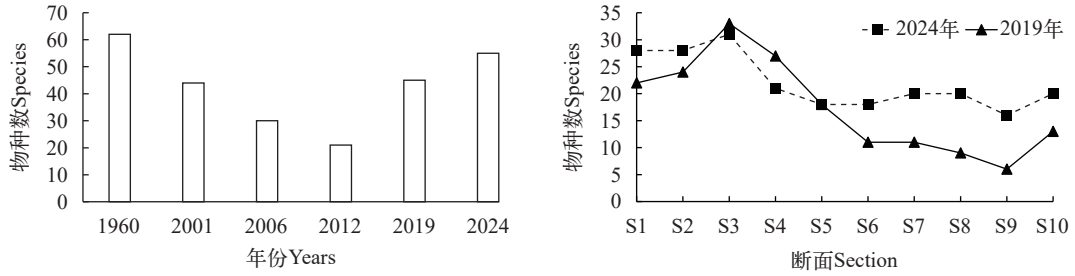

图 7 上海苏州河历年采集的物种数(a)及最近5年间干流断面的物种数变化(b)

Fig. 7 Temporal changes in fish species richness in Suzhou Creek, Shanghai (left) and comparison of species richness at main-stem sections between 2019 and 2024 (right)

nis)和子陵吻虾虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)等鱼类, 这表明苏州河干流下游的底质状况与底部生境总体较差。尽管三期工程(2006—2011年)对苏州河市区段进行了大规模的底泥疏浚, 但底泥成分复杂, 主要由生活垃圾降解、腐烂而成的耗氧性有机物构成, 同时含有铜、铅、锌、镉等重金属, 并夹杂有麻布包、碎煤渣、塑料袋等杂物[29], 目前还未满足这些底层鱼类的生存要求。

作为中国最早被严重污染的河流之一, 上海苏州河经历了“50年代淘米洗菜、60年代洗衣灌溉、70年代全线污染、80年代市区段终年黑臭、鱼虾绝代”[30]的历史, 经过持续整治, 昔日以黑臭闻名的城市河流重现水清岸洁、鱼类成群的蓬勃生机。但苏州河在整治过程中, 也显示出河流更封闭、河道更渠化的现象, 严重阻碍了鱼类在苏州河与外围水体之间以及干流与支流之间的迁移和交流, 也导致水生植被极度萎缩、栖息生境单一的严重后果[31]。夏熙等[32]在对吴淞江(江苏段)整治工程的研究中发现, 修复受损的底栖生境, 构建合理的生态栖息地, 是恢复河道水生生物群落的关键。为促进苏州河鱼类多样性及水生态系统恢复, 建议采取以下措施: (1)优化苏州河河口水闸调度, 增加春季涨潮期的开闸频次, 增加水体连通性, 促使外围鱼类随潮流进入苏州河; (2)在局部河段改造河道形态、河床地貌和水流条件, 营造生境多样性; (3)疏浚下游河道淤泥、改善底质环境; (4)在河道凹口及拐角处实施“人工鱼巢−水草床”等生态工程[33], 提供幼鱼栖息和觅食场所; (5)在缓流岸滩及修复后的浅水区, 积极恢复沉水植物群落, 构建“水下森林”, 增加鱼类庇护所和植物性食物来源。

(作者声明本文符合出版伦理要求)

致谢:

感谢赵振官老师、薛华、王凤池、胡治颖、丰硕参加样本采集, 陈敬琛、谭诗怡、姚倩倩、邹宇涵、郑慧琳、郝亚轩和何沐言参加样本分析。

参考文献:

[1] Jiang X X, Gu M. Study on ancient idea of flood control in Taihu watershed [J]. *Water Resources Protection*, 2005, **21**(2): 65-68. [蒋小欣, 顾明. 古代太湖流域治水思想的探讨 [J]. 水资源保护, 2005, **21**(2): 65-68.]

[2] Shanghai Water Authority. 2025 Shanghai River (Lake) Report [R]. Shanghai: Shanghai Water Authority, 2025. [上海市水务局. 2025上海市河道(湖泊)报告 [R]. 上海: 上海市水务局, 2025.]

[3] Ji Y X, Liu S Q. Review and prospect of Suzhou Creek water environment treatment in 20 years [J]. *Water Resources Protection*, 2020, **36**(1): 25-30. [季永兴, 刘水芹. 苏州河水环境治理20年回顾与展望 [J]. 水资源保护, 2020, **36**(1): 25-30.]

[4] Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Public announcement on the list of excellent cases for the third batch of Beautiful Rivers and Lakes [R/OL]. (2024-12-04) [2026-01-15]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/ssthjbh/swrgl/202412/t20241204_1097929.shtml. [中华人民共和国生态环境部. 关于第三批美丽河湖优秀案例名单的公示 [R/OL]. (2024-12-04) [2026-1-15]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/ssthjbh/swrgl/202412/t20241204_1097929.shtml.]

[5] Pan B N, Li W X, Xu L G, *et al*. Construction of phyto-plankton index of biotic integrity and evaluation of water ecological health of lake and river systems in Suzhou City [J]. *Journal of Hohai University* (Natural Sciences), 2025, **53**(5): 73-80. [潘伯宁, 李文轩, 徐力刚, 等. 苏州河湖系统浮游植物完整性指数构建及水生态健康评价 [J]. 河海大学学报(自然科学版), 2025, **53**(5): 73-80.]

[6] Liu B X, You W H. Changes in community structure of macrozoobenthos in Suzhou Creek, Shanghai, China [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2006, **22**(3): 23-28. [刘宝兴, 由文辉. 苏州河大型底栖动物群落结构变化 [J]. 生态与农村环境学报, 2006, **22**(3): 23-28.]

[7] Liao Z H, Gu Y J. The relationship between changes of periphyton community structure and water quality in Suzhou Creek [J]. *Journal of Eastchina Normal University* (Natural Science), 2003(3): 109-112. [廖祖荷, 顾泳洁. 苏州河着生生物群落结构的变化与水质的关系 [J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2003(3): 109-112.]

[8] East China Sea Fishery Research Institute, Chinese

Academy of Fishery Sciences. Fishes in Shanghai [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1990: 207-213. [中国水产科学研究院东海水产研究所. 上海鱼类志 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 207-213.]

[9] Xia J H, Lu J F, Zhou B C, *et al*. A preliminary study on fish communities in Suzhou Creek, Shanghai [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2009, **21**(4): 538-546. [夏建宏, 陆剑锋, 周保春, 等. 上海苏州河鱼类群落的初步研究 [J]. 湖泊科学, 2009, **21**(4): 538-546.]

[10] Chen X H, Li X P, Cheng X. Spatial-temporal distribution of fish assemblages in the upstreams of Huangpu River and Suzhou Creek [J]. *Biodiversity Science*, 2008, **16**(2): 191-196. [陈小华, 李小平, 程曦. 黄浦江和苏州河上游鱼类多样性组成的时空特征 [J]. 生物多样性, 2008, **16**(2): 191-196.]

[11] Zhang J P, Tang L, Chen Y Q, *et al*. Special Study on Main Fish Communities in Shanghai [M]. Shanghai: Shanghai Environmental Monitoring Center, 2015. [张锦平, 汤琳, 陈亚瞿, 等. 上海市主要鱼类群落专项研究 [M]. 上海: 上海市环境监测中心, 2015.]

[12] Yu H C, Bi B S, Tang W Q, *et al*. Changes in fish diversity and assemblage during comprehensive restoration of the Suzhou River in Shanghai [J]. *Biodiversity Science*, 2021, **29**(1): 32-42. [余宏昌, 毕宝帅, 唐文乔, 等. 上海苏州河治理中鱼类多样性及群落结构变化 [J]. 生物多样性, 2021, **29**(1): 32-42.]

[13] Cheng Q T, Zheng B S. Systematic Synopsis of Chinese Fishes [M]. Beijing: Science Press, 1987. [成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.]

[14] Chen Y Y. Fauna Sinica: Osteichthyes: Cypriniformes Ⅱ [M]. Beijing: Science Press, 1998. [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.]

[15] Zheng B S, Dai D Y. Fauna Sinica: Osteichthyes: Siluriformes [M]. Beijing: Science Press, 1999. [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.]

[16] Ni Y, Wu H L. Fishes of Jiangsu Province [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. [倪勇, 伍汉霖. 江苏鱼类志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.]

[17] Ni Y, Zhu C D. Fishes of the Taihu Lake [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2005. [倪勇, 朱成德. 太湖鱼类志 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.]

[18] Tang W Q, Zhu T J, Chen J K, *et al*. Resources and conservation valuation of fishes of Jiuduansha wetland in Changjiang River estuary [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2003(3): 193-200. [唐文乔, 诸廷俊, 陈家宽, 等. 长江口九段沙湿地的鱼类资源及其保护价值 [J]. 上海水产大学学报, 2003(3): 193-200.]

[19] Yang M, Sheng P, Zhang Y P, *et al*. Characteristics of fish assemblages of Poyang Lake at the initial stage of the fishing ban [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2022, **46**(10): 1569-1579. [阳敏, 盛漂, 张燕萍, 等. 禁捕初期鄱阳湖鱼类群落的结构特征 [J]. 水生生物学报, 2022, **46**(10): 1569-1579.]

[20] Warwick R M, Pearson T H, Ruswahyuni F. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method [J]. *Marine Biology*, 1987, **95**(2): 193-200.

[21] Clark K, Warwick R. Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation [M]. 2nd ed. Plymouth, UK: Plymouth Marine Laboratory, 2001: 1-168.

[22] Li Y, Liu Q, Chen L, *et al*. A comparison between benthic gillnet and bottom trawl for assessing fish assemblages in a shallow eutrophic lake near the Changjiang River estuary [J]. *Journal of Oceanology and Limnology*, 2018, **36**(2): 572-586.

[23] Zhao M H, Gong Y W. Review and achievements on the management of Suzhou River in Shanghai during past two decades [J]. *China Flood & Drought Management*, 2018, **28**(12): 38-41. [赵敏华, 龚屹巍. 上海苏州河治理20年回顾及成效 [J]. 中国防汛抗旱, 2018, **28**(12): 38-41.]

[24] Chen Z F, Tang W Q, Zhao Z G, *et al*. Fish background investigation and community structure analysis of five backbone artificial rivers in Shanghai [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2023, **47**(3): 399-411. [陈振锋, 唐文乔, 赵振官, 等. 上海5条骨干人工河流鱼类本底调查及群落结构分析 [J]. 水生生物学报, 2023, **47**(3): 399-411.]

[25] Zhang Y, Tang Z, Guo H Y, *et al*. Heavy metal content and health risk assessment of common fish in the Huangpu River system [J]. *Environmental Monitoring in China*, 2024, **40**(4): 153-165. [张亚, 唐振, 郭弘艺, 等. 上海黄浦江水系常见鱼类重金属含量及健康风险评价 [J]. 中国环境监测, 2024, **40**(4): 153-165.]

[26] Liu F, Liu D M, Yuan D C, *et al*. Interannual variations of fish assemblage in the Chishui River over the last decade [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2020, **44**(1): 122-132. [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 [J]. 水生生物学报, 2020, **44**(1): 122-132.]

[27] Li S, Jiang W, Li B, *et al*. Fish community structure and diversity below Gezhouba Dam in Yangtze River [J]. *Journal of Hydroecology*, 2024, **45**(3): 121-130. [李莎, 姜伟, 李博, 等. 长江葛洲坝坝下江段鱼类群落结构及多样性 [J]. 水生态学杂志, 2024, **45**(3): 121-130.]

[28] Wang Y K, Zheng K, Li H Z, *et al*. Study on rhizosphere microbial diversity of plants in artificial floating wetlands in the Yangtze River Estuary [J/OL]. *Marine Fisheries*, 2025-11-27 [2026-01-21]. https://doi.org/10.13233/j.cnki.mar.fish.20251127.001. [王悦恺, 郑科, 李海洲, 等. 长江口人工漂浮湿地植物根际微生物多样性研究 [J/OL]. 海洋渔业, 2025-11-27 [2026-01-21]. https://doi.org/10.13233/j.cnki.mar.fish.20251127.001]

[29] Yu L Z. Witnessing the Remediation of Suzhou Creek—Shang Guan [J]. *Liberation Daily*, 2017-02-17(1). Available at: https://www.jfdaily.com/news/detail?id=449

86. [俞立中. 亲历苏州河治理——上观 [J]. 解放日报, 2017-02-17(1). Available at: https://www.jfdaily.com/news/detail?id=44986.]

[30] Zhang G Q, Zhang M X, Han Z H, *et al*. The research on the Suzhou River water quality for the latest 20 years [J]. *Environmental Monitoring in China*, 2009, **25**(2): 39-44. [张广强, 张明旭, 韩中豪, 等. 苏州河近20年水质状况研究 [J]. 中国环境监测, 2009, **25**(2): 39-44.]

[31] Zhao L, Zhao W G, Cheng J, *et al*. Habitat characteristics and optimization of proliferation and releasing points for rare and endemic fish resources in the upper reaches of the Yangtze River [J]. *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, 2025, **42**(3): 68-75. [赵亮, 赵文贵, 成江, 等. 长江上游珍稀特有鱼类资源的栖息地生境特征及增殖放流点优化 [J]. 长江科学院院报, 2025, **42**(3): 68-75.]

[32] Xia X, Zhu L, Yu J Z, *et al*. Study on optimum design of river section in the open water surface of Wusongjiang river (Jiangsu section) regulation project [J]. *Water Resources Planning and Design*, 2022(10): 125-128. [夏熙, 朱林, 于建忠, 等. 吴淞江(江苏段)整治工程水域开阔段河道断面优化设计研究 [J]. 水利规划与设计, 2022(10): 125-128.]

[33] Wang J H, Jiang W, Gao Y, *et al*. Use of artificial fish nests and incubators in Three Georges Reservoir to conserve fish species with adhesive eggs [J]. *Journal of Hydroecology*, 2018, **39**(5): 116-120. [王军红, 姜伟, 高勇, 等. 人工鱼巢及孵化暂养槽在三峡水库产粘性卵鱼类资源保护中的应用 [J]. 水生态学杂志, 2018, **39**(5): 116-120.]

FISH COMMUNITY STRUCTURE AND ITS SPATIOTEMPORAL DYNAMICS IN SUZHOU CREEK, SHANGHAI

DUAN Ming-Jie[1], LIN Xi-Rong[2], GUO Hong-Yi[1, 3], ZHANG Ya[1, 3], WU A-Na[2] and TANG Wen-Qiao[1, 3]

(1. *Shanghai Universities Key Laboratory of Marine Animal Taxonomy and Evolution*, *Shanghai Ocean University*, *Shanghai* 201306, *China*; 2. *Shanghai Environmental Monitoring Center*, *Shanghai* 200235, *China*; 3. *National Experimental Teaching Demonstration Center for Fisheries Science*, *Shanghai Ocean University*, *Shanghai* 201306, *China*)

Abstract: Suzhou Creek has undergone extensive ecological rehabilitation over recent decades, yet systematic assessments of fish community recovery remain limited. To evaluate changes in fish diversity following remediation, we surveyed fish at 14 sections of the creek in July (summer) and October (autumn) 2024 and analyzed species diversity and community structure across seasons and reaches. A total of 5845 individuals representing 55 species, 45 genera, 19 families, and 9 orders were collected. Cypriniformes was the dominant order, comprising 63.64% of all species, followed by Perciformes (20.00%). The assemblage was dominated by omnivorous species (56.36%), pelagic and mid-water species (52.72%), and small-to medium-bodied fishes (61.81%). Species richness was 39 in upstream sections, 48 in tributary sections, and 30 in downstream sections. Dominant species varied with season and reach. Across the creek as a whole, *Carassius auratus*, *Pseudorasbora parva*, *Acanthorhodeus chankaensis*, and *Culter dabryi* were the dominant species. Margalef's richness index (*D*), Pielou's evenness index (*J'*), and the Shannon–Wiener diversity index (*H'*) were all higher in summer than those in autumn, whereas Simpson's dominance index (*C*) showed the reverse pattern. Abundance–biomass comparison (*ABC*) curves indicated generally low disturbance across the fish community. *W* values in downstream sections were positive in both seasons (0.162 in summer; 0.124 in autumn), suggesting relatively stable community structure. Cluster analysis grouped the 14 sections into three clusters, with a mean within-group similarity of 64.20% and between-group dissimilarities of 43.65%–48.55%. Compared with the 2019 survey, total species richness increased from 45 to 55, and mean species richness per section increased from 17.3 to 22.0; the increase was most pronounced in downstream sections, where the mean rose from 10.0 to 18.8. The dominant species shifted from *Pseudobrama simoni*, *C. auratus*, and *A. chankaensis* in 2019 to *C. auratus*, *A. chankaensis*, *P. parva*, and *C. dabryi* in 2024, and fish communities in upstream and downstream sections became more similar in composition. Nevertheless, the low proportions of estuarine and herbivorous species indicate that Suzhou Creek remains a relatively isolated, highly channelized system with limited aquatic vegetation. Future restoration should prioritize improving hydrological connectivity and habitat heterogeneity, enhancing benthic substrate conditions, and re-establishing submerged macrophyte communities.

Key words: Suzhou Creek; Fish diversity; Community structure; Temporal variation; Spatial variation

附录 S1　上海苏州河2024年采集的鱼类及其分布

Appendix S1　Fish species recorded in Suzhou Creek, Shanghai during the 2024 survey, with occurrence in upper reaches, lower reaches and tributary

种名Species	上游Upper reaches	下游Lower reaches	支流Tributary
鲱形目Clupiformes			
鳀科Engraulidae			
刀鲚*Coilia nasus*	+	+	+
鲤形目Cypriniformes			
鲤科Cyprinidae			
赤眼鳟*Squaliobarbus curriculus*		+	
鳢*Elopichthys bambusa*			+
贝氏鳌*Hemiculter bleekeri*	+		+
鳌*Hemiculter leucisculus*	+	+	+
翘嘴鲌*Culter alburnus*	+	+	+
达氏鲌*Culter dabryi*	+	+	+
蒙古鲌*Culter mongolicus*			+
红鳍原鲌*Cultrichthys erythropterus*	+	+	+
鳊*Parabramis pekinensis*	+		+
鲂*Megalobrama skolkovii*		+	+
圆吻鲴*Distoechodon tumirostris*	+		+
似鳊*Pseudobrama simoni*	+	+	+
鳙*Aristichthys nobilis*	+		+
鲢*Hypophthalmichthys molitrix*	+	+	+
花鲭*Hemibarbus maculatus*	+		+
似刺鳊鮈*Paracanthobrama guichenoti*	+		+
麦穗鱼*Pseudorasbora parva*	+	+	+
华鲮*Sarcocheilichthys sinensis*	+		+
黑鳍鲮*Sarcocheilichthys nigripinnis*	+	+	+
棒花鱼*Abbottina rivularis*	+		+
长蛇鮈*Saurogobio dumerili*	+		+
大鳍鱊*Acheilognathus macropterus*	+	+	+
斜方鱊*Acheilognathus rhombeus*	+		+
兴凯鱊*Acheilognathus chankaensis*	+	+	+
方氏鳑鲏*Rhodeus fangi*	+	+	+
高体鳑鲏*Rhodeus ocellatus*	+	+	+
中华鳑鲏*Rhodeus sinensis*	+	+	+
鲤*Cyprinus carpio*		+	+
鲫*Carassius auratus*	+	+	+
飘鱼*Pseudolaubuca sinensis*			+
麦瑞加拉鲮*Cirrhinus molitorella**	+		
青鱼*Mylopharyngodon piceus*	+		
草鱼*Ctenopharyngodon idellus*		+	
鳅科Cobitidae			
泥鳅*Misgurnus anguillicaudatus*	+	+	+
大鳞副泥鳅*Paramisgurnus dabryanus*	+	+	+
鲽形目Pleuronectiformes			
舌鳎科Cynoglossidae			
窄体舌鳎*Cynoglossus gracilis*			+

续表 S1

种名Species	上游Upper reaches	下游Lower reaches	支流Tributary
鲇形目Siluriformes			
鲿科Bagridae			
黄颡鱼*Pseudobagrus fulvidraco*	+	+	+
光泽黄颡鱼*Pelteobaggrus nitidus*	+	+	+
鲇科Siluridae			
鲇*Silurus asotus*	+	+	+
鲻形目Mugiliformes			
鲻科Mugilidae			
鲻*Mugil cephalus*			+
合鳃鱼目Synbranchiformes			
合鳃鱼科Synbranchidae			
黄鳝*Monopterus albus*	+	+	+
颌针鱼目Beloniformes			
鱵科Hemiramphidae			
间下鱵*Hyporhamphus intermedius*	+		
鲈形目Perciformes			
慈鲷科Cichlidae			
血鹦鹉鱼*Amphilophus citrinellus**		+	
刺鳅科Mastacembelidae			
中华刺鳅*Mastacembelus sinensis*			+
狼鲈科Moronidae			
中国花鲈*Lateolabrax maculatus*		+	+
真鲈科Percichthyidae			
鳜*Siniperca chuatsi*			+
沙塘鳢科Odontobutidae			
小黄黝鱼*Micropercops swinhonis*	+		+
河川沙塘鳢*Odontobutis potamophila*	+	+	+
虾虎鱼科Gobiidae			
子陵吻虾虎鱼*Rhinogobius giurinus*	+		+
纹缟虾虎鱼*Tridentiger trigonocephalus*			+
斗鱼科Belontiidae			
圆尾斗鱼*Macropodus chinensis*			+
鳢科Channidae			
乌鳢*Channa argus*	+	+	+
棘臀鱼科Centrarchidae			
蓝鳃太阳鱼*Lepomis macrochirus**	+		
鲀形目Tetraodontiformes			
鲀科Tetraodontidae			
暗纹东方鲀*Takifugu obscurus*			+

注: *外来种; +存在该物种
Note: *alien species; + species present