



中文核心期刊
中国科技核心期刊
中国科学引文数据库期刊

ISSN 1000-6907
CN 42-1138/S

淡水渔业

Freshwater Fisheries



1

2017

第 47 卷 Vol.47

投稿网址: dsyy.cbpt.cnki.net

中国水产学会
中国水产科学研究院长江水产研究所 主办
中国水产科学研究院淡水渔业研究中心
科学出版社 出版

目次

研究论文

- 尼罗罗非鱼补体 C9 基因的克隆和组织表达分析 胡欣欣, 曹建萌, 卢迈新, 等 (3)
- 洪湖碘泡虫 PCR 检测方法的建立与初步应用 李 丹, 柳 阳, 翟艳花, 等 (12)
- 草鱼 D-loop 多态性与幼苗生长性状的关联分析 傅建军, 张 猛, 沈玉帮, 等 (17)
- 团头鲂 Toll 样受体 II 基因的克隆与表达分析 李 洁, 王 虹, 周 洋, 等 (22)
- 达氏鲢 *gdf11* 基因 cDNA 的克隆及组织表达特征分析 杜 浩, 冷小茜, 张书环, 等 (30)
- 基于微卫星的胭脂鱼养殖群体遗传多样性及人工放流监测的分析 胡新艳, 欧阳珊, 刘雄军, 等 (35)
- 贵州锦江翘嘴鲌的年龄、生长和资源利用研究 李忠利, 梁正其, 杨 军, 等 (42)
- 长江中游洪湖段仔鱼昼夜变化特征的初步研究 郭国忠, 高 雷, 段辛斌, 等 (49)
- 黄河干流陕西段鱼类种类组成及群落多样性 王益昌, 沈红保, 张军燕, 等 (56)
- 鲤疱疹病毒 II 型 ORF4 基因的克隆、表达与免疫学检测方法 周 勇, 范玉顶, 徐 进, 等 (61)
- 敌百虫、溴氰菊酯对大鳞副泥鳅仔鱼及多刺裸腹鲟的急性毒性实验 胡伟华, 何 辉, 袁勇超, 等 (66)
- 池塘养殖尾水经稻田生态工程净化后的浮游细菌群落特征 陶 玲, 李晓丽, 朱建强, 等 (71)
- 斑点叉尾鲷 NK-lysin 成熟肽在毕赤酵母中的表达 吴 慧, 陶 妍 (78)
- 鲢鳙放养对水体微生物碳源利用影响的围隔试验 刘其根, 孙 宇, 赵良杰, 等 (84)
- 黑尾近红鲌鱼种耗氧率和窒息点的研究 李 清, 王贵英, 白晓慧, 等 (91)
- 福瑞鲤对氨氮胁迫的生理响应 李利红, 袁宏利 (97)
- 电化水去除淡水鱼土腥味的研究 鲍 斌, 王 超, 邓棚文, 等 (101)
- 汉阳地区五个湖泊沉水植物分布及富营养化现状 刘红艳, 熊 飞, 宋丽香, 等 (107)

CONTENTS

Research Papers

- Cloning and expression analysis of complement 9 gene in *Oreochromis niloticus*
 HU Xin-xin, CAO Jian-meng, LU Mai-xin, *et al* (3)
- Development and preliminary application of PCR method for the detection of *Myxobolus honghuensis*
 (Myxosporidia: Bivalvulida) LI Dan, LIU Yang, ZHAI Yan-lua, *et al* (12)
- Associations between D-loop polymorphisms and offspring growth traits in *Ctenopharyngodon idella*
 FU Jian-jun, ZHANG Meng, SHEN Yu-hang, *et al* (17)
- Cloning and Expression of Toll-like Receptor 2 in *Megalobrama amblycephala*
 LI Jie, WANG Hong, ZHOU Yang, *et al* (22)
- Cloning and expression pattern of *gdf11* cDNA in *Acipenser dabryanus*
 DU Hao, LENG Xiao-qian, ZHANG Shu-huan, *et al* (30)
- Genetic diversity of *Myxocyprinus asiaticus* cultured population based on microsatellite molecular marker and
 analysis of the artificial release monitoring HU Xin-yan, OUYANG Shan, LIU Xiong-jun, *et al* (35)
- Age, growth and resources exploitation of *Culter alburnus* in Jinjiang River of Guizhou
 LI Zhong-li, LIANG Zheng-qi, YANG Jun, *et al* (42)
- Research of diel drifting patterns of fish larvae at Honghu section in the middle reaches of the Yangtze River
 GUO Guo-zhong, GAO Lei, DUAN Xin-hui, *et al* (49)
- Species composition and community diversity of fishes in Shaanxi section of Yellow river mainstream
 WANG Yi-chang, SHEN Hong-hao, ZHANG Jun-yan, *et al* (56)
- Cloning, expression and immunological assay of ORF 4 encoding protein of Cyprinid herpesvirus II
 ZHOU Yong, FAN Yu-ding, XU Jin, *et al* (61)
- Acute toxicity of dipterex and deltamethrin on larval *Paramisgurnus dabryanus* and *Moina macrocopa*
 HU Wei-hua, HE Hui, YUAN Yong-chao, *et al* (66)
- Characteristics of bacterioplankton communities in the outflow of ecological engineered paddy field recycling
 fishpond tail water TAO Ling, LI Xiao-li, ZHU Jian-qiang, *et al* (71)
- Expression of *Ictalurus punctatus* NK-lysin Mature Peptide in *Pichia pastoris* WU Hui, TAO Yan (78)
- Effects of stocked silver carp and bighead carp on carbon sources utilized by microbes in enclosures in Lake
 Gehu LIU Qi-gen, SUN Yu, ZHAO Liang-jie, *et al* (84)
- Studies on oxygen consumption and asphyxiant point of *Ancherythroculter nigrocauda* fingerling
 LI Qing, WANG Gui-ying, BAI Xiao-hui, *et al* (91)
- Physiological response of FFRC strain common carp to ammonia stress LI Li-hong, YUAN Hong-li (97)
- The study of freshwater fish off-flavor removal by electrochemical water
 BAO Bin, WANG Chao, DENG Peng-wen, *et al* (101)
- Distribution of submerged macrophytes and eutrophication status of five lakes in Hanyang region of Wuhan,
 China LIU Hong-yan, XIONG Fei, SONG Li-xiang, *et al* (107)

长江中游洪湖段仔鱼昼夜变化特征的初步研究

郭国忠^{1,2}, 高雷², 段辛斌², 刘绍平², 陈大庆², 唐洪玉¹

(1. 西南大学动物科技学院, 重庆 400715; 2. 农业部长江中上游

渔业资源环境重点野外科学试验站, 中国水产科学研究院长江水产研究所, 武汉 430223)

摘要: 为了解长江中游洪湖段仔鱼漂流的昼夜变化特征, 于2015年6–7月, 在该江段进行了3次昼夜连续采样调查, 共采集仔鱼101 349尾, 分属于6目8科22种, 数量以贝氏鲮最多(占93.6%), 其次是鳊(占4.3%)。仔鱼种类数和平均密度最大值均出现在20:00–22:00, 分别为18种和 (15.73 ± 2.03) ind./m³。以时间段为因素对部分仔鱼进行单因素分析检验, 结果显示贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)、鳊(*Parabramis pekinensis*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)仔鱼的漂流密度在不同时间段具有显著性差异, 而子陵吻虾虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)、鳊(*Siniperca chuatsi*)、鲤(*Cyprinus carpio*)在不同时间段差异不显著。聚类分析和非度量多维尺度排序(nMDS)结果显示, 仔鱼出现时间段可分为昼和夜两组。光照强度和种间差异可能是引起仔鱼漂流特征昼夜差异的主要原因。研究结果表明将仔鱼漂流过程分时间段研究, 对提高资源量精度评估也具有借鉴意义。

关键词: 长江中游; 洪湖; 仔鱼; 昼夜变化

中图分类号: S932.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-6907-(2017)01-0049-07

Research of diel drifting patterns of fish larvae at Honghu section in the middle reaches of the Yangtze River

GUO Guo-zhong^{1,2}, GAO Lei², DUAN Xin-bin², LIU Shao-ping², CHEN Da-qing², TANG Hong-yu¹

(1. College of Animal Sciences and Technology Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. Key Field Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment of the Middle and Upper Reaches of the Yangtze River of the Ministry of Agriculture, Yangtze River Fisheries Research Institute of Chinese Academy of Fishery Science, Wuhan 430223, China)

Abstract: To understand the diel drifting patterns of fish larvae at Honghu section of the Yangtze River, investigation was carried out over consecutive 24-h periods at Honghu from June to July in 2015. A total of 101 349 fish larvae, belonging to 6 orders, 8 families, 22 species, were collected, among which *Hemiculter bleekeri* was most in quantity (93.6%), followed by *Parabramis pekinensis* (4.3%). Both number of species and average density of fish larvae were the highest in 20:00–22:00 at night, which were 18 species and 15.73 ± 2.03 ind./m³, respectively. The average density of *Hemiculter bleekeri*, *Parabramis pekinensis*, *Hypophthalmichthys molitrix* and *Neosalanx taihuensis* larvae had significant differences among 12 different periods, but not in the average density of *Rhinogobius giurinus*, *Siniperca chuatsi* and *Cyprinus carpio* larvae. Twelve different periods can be divided into two groups, day group and night group, based on cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (nMDS). Light intensity variations and inter specific difference may be the main causes of difference in diel drifting patterns.

Key words: the middle reaches of Yangtze River; Honghu; fish larvae; diel drifting pattern

鱼类早期生活史阶段的顺水漂流是鱼类自产卵场向下游育幼场迁移的过程, 是河流鱼类重要的种

群扩散策略^[1]。不同栖息地之间的迁移能满足鱼类个体不同发育阶段的生理生态需求, 对鱼类早期

收稿日期: 2016–08–02; 修订日期: 2016–10–14

资助项目: 国家自然科学基金(51579247); 农业部项目“长江中上游重要渔业水域主要经济物种产卵场及洄游通道调查”

第一作者简介: 郭国忠(1991–), 男, 硕士, 专业方向为渔业资源学。E-mail: 1356311138@qq.com

通讯作者: 唐洪玉。E-mail: thy1970@163.com

阶段的生长、存活和种群补充有重要意义^[2]。

鱼类早期顺水漂流过程受到自然因素的外在作用和鱼类个体内在反应的相互影响,这使得不同鱼类或同种鱼类在不同河段的漂流方式都不尽相同^[3]。国内外关于鱼类早期个体漂流昼夜节律的研究表明:仔鱼的漂流密度大多存在明显的昼夜节律且一般在夜间出现较高的密度^[3-7]。但也有研究表明仔鱼在漂流过程中昼夜节律不明显^[8-10]。

本研究基于 2015 年 6-7 月的调查数据,对长江洪湖段仔鱼漂流的昼夜特征进行了初步研究。通过分析不同时间段仔鱼漂流过程中的密度变化、种类组成、群聚模式,掌握长江中游仔鱼漂流的昼夜特征,为长江鱼类早期资源的监测方法提供指导、为其资源的保护提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 采样时间和地点

2015 年 6 月 8 日-9 日、6 月 23 日-24 日、7 月 4 日-5 日,在湖北省洪湖市燕窝镇(E 114° 19' 17.7'', N 30° 4' 54.2'')进行了 3 次 24 h 连续采样调查。调查地点距离江左岸 20 m,于水表层进行采样(水深 0.5 m)。采样网具为圆锥网(孔径 0.5 mm,长 2 m,网口面积 0.19 m²),采样时间于当日 12:00 开始至次日 12:00 结束,每网采集时间约 2 小时。采样同时测量网口流速(Global Water 直读式流速仪 FP 211)、溶氧和温度(光学溶解氧测量仪 YSIProODO)。

1.2 样本采集和处理

参考文献^[11,12]中的方法对采集的样品进行现场鉴定。不能现场确定种类的样品采用无水乙醇保存,利用线粒体 DNA 细胞色素 b 基因鉴定种类^[13]。

1.3 数据处理方法

以各个时段采集样本的密度表示仔鱼的昼夜变化,密度计算公式如下:

$$D = N / (S \times V \times T)$$

式中: D——仔鱼的漂流密度; N——仔鱼的实际捕捞量; S——网口面积; V——网口流速; T——采集时间^[12]。

以不同日期相同时间段仔鱼密度的平均值分析不同时间段内的群落多样性。分析的多样性指数及其计算公式如下:

Shannon - Wiener 物种多样性公式:

$$H = - \sum [n_i / N \log_2 (n_i / N)]$$

Marglaef 种类丰富度公式: $R = (S - 1) / \log_2 N$

Pielon 物种均匀度公式: $J = H / H_{\max} = H / \log_2 S$

Berger - Parker 优势度公式: $D = N_1 / N$

式中: n_i ——某一时间段中第 i 种鱼出现的密度; N ——某一时间段仔鱼总密度; S ——某一时间段内鱼类的种类数; N_1 ——某一时间段内单一鱼类的最大密度。

建立“时间段 × 种类”的仔鱼密度矩阵(将不同日期采样结果列为 3 个重复),对仔鱼密度进行四次方根转化并标准化,以减弱数据间的大小悬殊,在 Bray - Curtis 相似性矩阵基础上,利用等级聚类(UPGMA)分类和非度量多维标度(nMDS)排序,分析调查时间段的鱼类组成特征^[14-15]。等级聚类(UPGMA)分类和非度量多维标度(nMDS)排序两种方法,都是研究群落结构格局的有效工具,具有自然互补的特点,能相互验证正确性^[16]。

以时间段为因素,对不同时间段内仔鱼密度平均值和多样性进行单因素方差分析(One - Way ANOVA)检验,显著水平 $\alpha = 0.05$ 。利用相似性分析(analysis of similarities, ANOSIM)检验各时间段鱼类群居结构的零假设(null hypothesis)^[13]。上述分析借助 SPSS21.0 和 PRIMER5.0 软件完成。

2 结果与分析

2.1 仔鱼种类组成和昼夜动态

本次调查共采集仔鱼 101 349 尾,分属于 6 目 8 科 22 种。数量以贝氏鲃最多(占总捕捞量的 93.6%),其次是鳊(占总捕捞量的 4.3%)。对各时间段的样品统计显示,仔鱼数量在 20:00 - 22:00 出现最大值,为 13 679 尾,其次是 0:00 - 2:00 为 12 568 尾。仔鱼种类在 20:00 - 22:00 最丰富,为 18 种,其次是 22:00 - 24:00,为 16 种(图 1,表 1)。

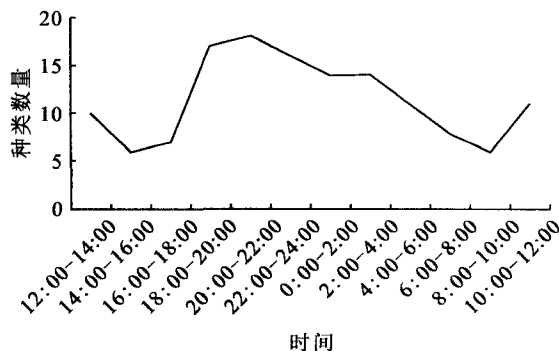


图 1 2015 年长江洪湖断面仔鱼种类数量昼夜变化
Fig. 1 The species numbers of fish larvae at Honghu section of the Yangtze River in 2015

表 1 仔鱼采集量和出现时间段
Tabl. 1 The number and activity time of different fish larvae among different periods

种类 species	尾数	比例/%	仔鱼出现的时间段及其累计种类数											
			12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00	18:00-20:00	20:00-22:00	22:00-24:00	0:00-2:00	2:00-4:00	4:00-6:00	6:00-8:00	8:00-10:00	10:00-12:00
鲤形目 Cypriniformes														
鲤科 Cyprinidae														
贝氏鲃 <i>Hemiculter bleekeri</i>	94 779	93. 517	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	4 404	4. 354	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
寡鳞鲃 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>	17	0. 017	+	+		+	+	+	+					+
华鲮 <i>Sarcocheilichthys sinensis</i>	2	0. 010	+									+		
蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>	2	0. 002			+			+						
银鲃 <i>Squalidus argentatus</i>	6	0. 006					+	+	+	+				
赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	216	0. 213					+	+	+	+	+	+	+	
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	44	0. 043			+			+	+	+	+	+		
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	2	0. 002					+	+						
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	812	0. 801	+				+	+	+	+	+	+	+	+
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	35	0. 035	+				+	+	+		+	+	+	
中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	14	0. 014	+				+	+	+					+
鳅科 Cobitidae														
花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciata</i>	52	0. 051					+	+	+	+	+	+		+
紫薄鳅 <i>Leptobotia pura</i>	17	0. 017					+	+	+	+	+			
鲇形目 Siluriformes														
鲿科 Bagridae														
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	25	0. 025					+	+	+	+	+	+		
鲈形目 Perciformes														
鲈科 Serranidae														
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	75	0. 074	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
虾虎鱼科 Gobiidae														
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	41	0. 040	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
粘皮鲇虾虎鱼 <i>Mugilogobius myxodermus</i>	3	0. 003					+	+			+			
刺鲃科 Mastacembelidae														
刺鲃 <i>Mastacembelus sinensis</i>	1	0. 001								+				
鲑形目 Salmoniforme														
银鱼科 Salangidae														
太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i>	797	0. 078	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
颌针鱼目 Beloniformes														
鱮科 Hemirhamphidae														
间下颌鱮 <i>Hemirhamphus sajori</i>	4	0. 004					+		+				+	+
鲮形目 Cpynodontiforms														
青鲮科 Oryziatidea														
青鲮 <i>Oryzias atipes</i>	1	0. 001										+		
合计	101 349	100	10	6	7	17	18	16	14	14	11	8	6	11

备注：+ 代表仔鱼出现

2.2 仔鱼密度的昼夜变化

仔鱼平均密度是 (9.17 ± 2.15) ind./m³ (Maen $\pm$ SD 下同), 在 20:00 - 22:00 时间段出现

峰值, 为 (15.73 ± 2.03) ind./m³。各种仔鱼的密度在不同时间段存在一定差异, 部分经济鱼类的漂流密度的昼夜变化分析结果见图 2。

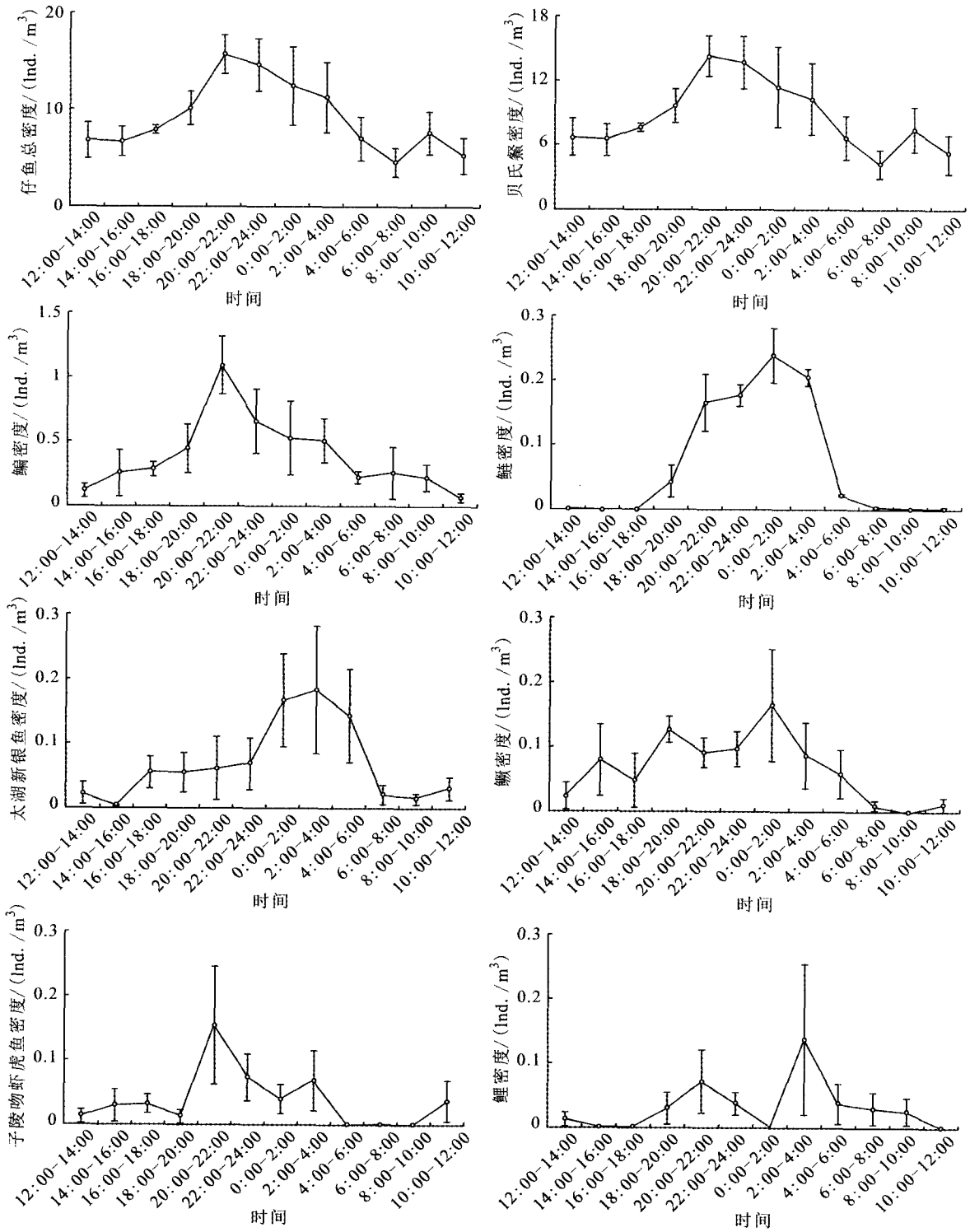


图 2 2015 年长江洪湖断面仔鱼密度昼夜变化

Fig. 2 Diel variations in drifting density of fish larvae at Honghu section of the Yangtze River in 2015

贝氏鲮日平均漂流密度为 (8.58 ± 1.99) ind./ m^3 ，在 20:00–22:00 和 8:00–10:00 时间段出现峰值，峰值分别为 (14.25 ± 1.93) ind./ m^3 和 (7.40 ± 2.07) ind./ m^3 ，20:00–22:00 峰值明显大于 8:00–10:00 的峰值。

鳊日平均漂流密度为 (0.39 ± 0.15) ind./ m^3 ，在 20:00–22:00 时间段出现峰值，峰值为 (1.10 ± 0.22) ind./ m^3 。

鲢日平均漂流密度为 (0.07 ± 0.01) ind./ m^3 ，在 20:00–次日 4:00 时间段出现峰值，峰值为 (0.24 ± 0.01) ind./ m^3 。

太湖新银鱼日平均漂流密度为 (0.07 ± 0.04) ind./ m^3 ，在 0:00–6:00 时间段出现峰值，峰值为 (0.18 ± 0.10) ind./ m^3 。

鳊日平均漂流密度为 (0.01 ± 0.00) ind./ m^3 ，在各时间段变化不大，在 14:00–16:00、18:00–20:00 和 0:00–2:00 时间段出现峰值，峰值分别为 (0.01 ± 0.01) ind./ m^3 、 (0.01 ± 0.00) ind./ m^3 和 (0.02 ± 0.01) ind./ m^3 。

子陵吻虾虎鱼日平均漂流密度 < 0.01 ind./ m^3 ，在 20:00–22:00 时间段出现峰值，峰值为 (0.02 ± 0.01) ind./ m^3 。

鲤日平均漂流密度 < 0.01 ind./ m^3 ，在 2:00–4:00 时间段出现峰值，峰值为 (0.01 ± 0.01) ind./ m^3 。

以时间段为因素对仔鱼总密度以及贝氏鲮、鳊、鲢、太湖新银鱼、鳊、鲤、子陵吻虾虎鱼 7 种仔鱼密度进行单因素分析检验，结果显示仔鱼总密度以及贝氏鲮、鳊、鲢、太湖新银鱼密度差异性显著 ($P < 0.05$)，鳊、鲤、子陵吻虾虎鱼密度差异性不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 仔鱼群聚多样性变化

Shannon–Wiener 指数变化在 $0.16 \pm 0.09 \sim 0.63 \pm 0.10$ 之间，2:00–4:00 时间段最大，10:00–12:00 时间段最小；Marglaef 指数变化在 $0.34 \pm 0.18 \sim 1.31 \pm 0.14$ 之间，20:00–22:00 时间段最大，8:00–10:00 时间段最小；Pielon 指数最小为 0.04 ± 0.02 出现在 10:00–12:00，最大为 0.14 ± 0.02 ，出现在 2:00–4:00；Berger–Parker 指数采用的是贝氏鲮和鳊的优势程度，最大值为 0.98 ± 0.00 ，最大值为出现在 12:00–14:00，最小值为 0.90 ± 0.03 ，出现在 2:00–4:00（图 3）。

2.4 仔鱼群聚的分类和排序

以“时间段×种类”的仔鱼密度矩阵为基础

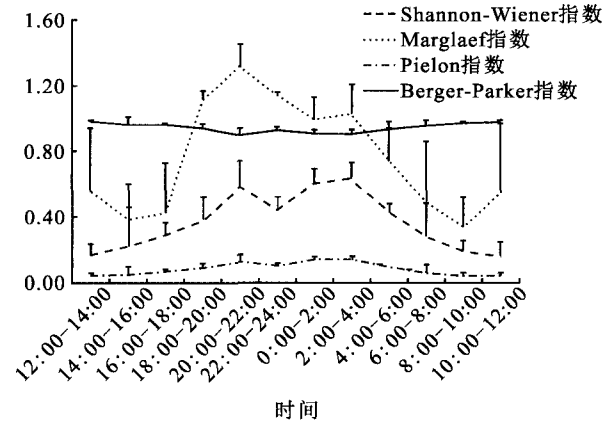


图3 长江洪湖断面仔鱼物种多样性昼夜变化
Fig. 3 Diel changes in the larvae diversity indexes at Honghu section of the Yangtze River in 2015

进行聚类分析和 nMDS 排序，结果显示，仔鱼的群聚在 70% 的相似性水平上可分成 2 个群组（图 4）。群组 1 包含的时间段在夜间，命名为夜组；群组 2 包含的时间段主要在白天，命名为昼组。昼组包含 7 个时间段，夜组包含 5 个时间段，昼组和夜组间的 ANOSIM 非参数检验呈显著性差异 ($R = 0.895$, $P < 0.01$)，nMDS 排序分析的协强系数为 0.10 小于 0.20，可以用二维点图表示^[14]。根据 SIMPER 分析结果显示，昼组和夜组组内平均相似性分别为 87.42% 和 88.07%，组间平均差异性 32.39%。贝氏鲮、鳊、太湖新银鱼、鳊、子陵吻虾虎鱼、寡鳞飘鱼等对昼组的相似性贡献较大合计为 79.81%，贝氏鲮、鳊、鲢、太湖新银鱼、鳊、花斑副沙鳅等对夜组的相似性贡献较大合计为 77.43%，贝氏鲮、鳊、赤眼鳟、花斑副沙鳅等对两组组间差异性贡献合计为 27.57%。

3 讨论

3.1 早期资源现状

表2 长江中游仔鱼种类及密度				
Table 2 The species composition and the density of fish larvae in middle Yangtze River				
年份	地点	种类数	密度/(ind./ m^3)	数据来源
1992–1993	洪湖	67	15.51(平均值)	常剑波等 ^[10]
2003–2006	监利	34		段辛斌等 ^[23]
2008	武穴	27	6.63(最大值)	黎明政等 ^[18]
2010	监利	51	4.89(最大值)	李世健等 ^[17]
2015	洪湖	22	9.17(平均值)	本次调查

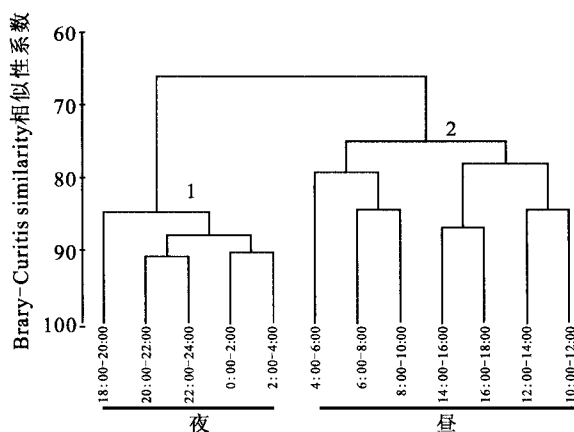


图4 2015年长江洪湖段仔鱼相似时段的聚类

Fig. 4 Cluster of the fish larvae among different periods at Honghu section of the Yangtze River in 2015

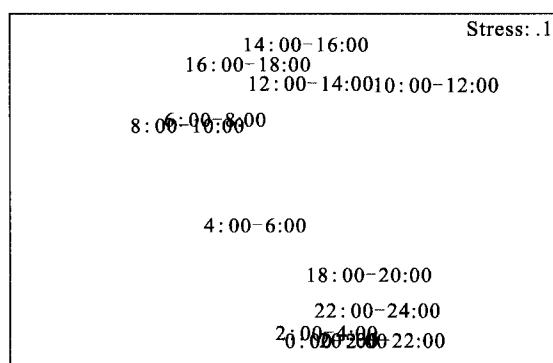


图5 2015年长江洪湖段仔鱼不同时段
非度量多维尺度排序

Fig. 5 nMDS plot for the fish larvae among different periods at Honghu section of the Yangtze River in 2015

与上世纪洪湖江段的监测结果相比,目前洪湖江段仔鱼种类和密度均明显下降,其原因可能是三峡大坝等水利工程的建设、过度捕捞等^[23],而种类偏少可能与本次调查时间较短有关(表2)。与近年来长江中游其它江段相比较,洪湖江段的仔鱼密度相对较高(表2),说明该江段是长江中游仔鱼重要栖息地。本次调查结果显示,青鱼、草鱼、鲢、鳙、铜鱼等主要经济鱼类数量明显下降,而以鮡亚科为代表的小型鱼类数量最多,与李世健^[17]、黎明政等^[18]监测结果一致都发现贝氏鲃数量最多,造成此结果的原因可能是渔民选择性捕捞个体较大的经济鱼类,而个体较小的鮡亚科鱼类容易躲过网具的捕捞,也可能是与贝氏鲃等小型鱼类繁殖条件较低、繁殖周期短、产卵期长、怀卵量大的繁殖习性有关^[11]。

3.2 仔鱼昼夜动态变化

研究表明,长江洪湖段仔鱼群聚可以分成昼(6:00-18:00)和夜(18:00-次日4:00)两组,仔鱼漂流密度存在明显的昼夜节律且在夜间出现较高的密度。这与大多数研究的结论一致^[3-7]。

光照强度是影响仔鱼漂流特征昼夜变化的重要原因^[19]。仔鱼具有一定的主动游泳能力,白天光照强仔鱼因避免紫外线伤害分布在水体底层,晚上光线减弱仔鱼游到表层,从而造成水表层昼夜分布的差异^[20]。另外,一些种类的仔鱼能够在白天发现捕捞网具而逃离,晚上则容易误入采样网具,造成仔鱼漂流特征昼夜差异^[6]。此外,仔鱼漂流特征昼夜差异还与种间差异有关。不同种类鱼类具有不同的捕食策略和生长策略,夜间漂流可以降低仔鱼被一些依靠视觉器官进食的鱼类捕食的风险^[21]。本次研究中,采集到的鱼类除青鲈外全部在18:00-次日4:00时间段出现,表现出较强的夜行性。仔鱼聚类分析和非度量多维尺度排序结果的ANO-SIM检验也表明昼组和夜组间存在显著性差异。影响两组组间差异性的仔鱼种类有差异,贡献度也不同。例如对昼组和夜组组内相似性和组间差异性贡献率排第三位的鱼类种类和数值都不同。

有研究表明仔鱼的漂流密度的昼夜差异不显著,认为昼夜漂流特征变化只是仔稚鱼垂直迁移的结果^[9]。但李世健^[17]和唐锡良^[22]等研究显示仔鱼在垂直分布上不具有显著性的差异。所以,仔鱼昼夜漂流特征可能受垂直分布的影响,但其并不是决定性因素。

4 结论与展望

目前,洪湖江段的仔鱼密度相较于历史上洪湖江段鱼类资源有所下降,且小型鱼类比例上升。故对该江段鱼类资源的研究和保护需要进一步加强。洪湖江段仔鱼的漂流具有明显昼夜节律,夜间鱼苗数量及种类均多于白天,因而在保护方面,应尽可能避免涉水工程在夜间进行施工活动,以降低对鱼苗的干扰;在资源量评估方面,应考虑鱼苗密度的昼夜差异,以提高计算的精度。本文也给出了7种常见经济鱼类仔鱼漂流昼夜特征,这些结果为长江鱼类早期资源研究和保护提供基础资料。

参考文献:

- [1] Jonsson N. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers [J]. Nord J Freshw Res, 1991, 66: 20

- 35.
- [2] Penaz M, Rouxa A. -L, Jurajda P, et al. Drift of larval and juvenile fishes in a by-passed floodplain of the Upper River Rhône, France [J]. *Folia Zool*, 1992, 41(3): 281-288.
- [3] 黎明政, 段中华, 姜伟, 等. 长江干流不同江段鱼卵及仔鱼漂流特征昼夜变化的初步分析 [J]. *长江流域资源与环境*, 2011, 20(8): 957-962.
- [4] Harvey B C. Interaction of abiotic and biotic factors influences larval fish survival in an Oklahoma Stream [J]. *Can J Fish Aquat Sci*, 2011, 48(8): 1476-1480.
- [5] Gehrke P C. Diel abundance, migration and feeding of fish larvae (Eleotridae) in a floodplain billabong [J]. *J Fish Biol*, 1992, 40(5): 695-707.
- [6] Gadomski D M, Barfoot C A. Diel and distributional abundance patterns of fish embryos and larvae in the lower Columbia and Deschutes rivers [J]. *Environ Biol Fishes*, 1998, 51(51): 353-368.
- [7] 谭细畅, 李新辉, 陶江平, 等. 西江肇庆江段鱼类早期资源时空分布特征研究 [J]. *淡水渔业*, 2007, 37(4): 37-40.
- [8] 姜伟. 长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流江段鱼类早期资源研究 [D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2009.
- [9] Schmulbach R. Downstream transport of fish larvae in a Shallow Prairie River [J]. *Trans Am Fish Soc*, 1984, 113(2): 224-230.
- [10] 常剑波, 邓中舜, 张国华, 等. 洪湖灌江纳苗的可行性及效益评价 [C] // 陈宜瑜, 许蕴轩. 洪湖水生生物及资源开发. 北京: 科学出版社, 1995: 220-231.
- [11] 曹文宣, 常剑波, 乔晔, 等. 长江鱼类早期资源 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [12] 易伯鲁, 余志堂, 梁秩桑. 葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼 [J]. *鱼类学*, 1988.
- [13] 高雷. 长江口南支鱼类早期资源多样性与时空格局研究 [D]. 北京: 中国科学院大学, 2014.
- [14] 李圣法, 程家骅, 严利平. 东海中南部鱼类群聚结构的空间特征 [J]. *海洋学报: 中文版*, 2005, 27(3): 110-118.
- [15] 周红, 张志南. 大型多元统计软件 PRIMER 的方法原理及其在底栖群落生态学中的应用 [J]. *青岛海洋大学学报: 自然科学版*, 2003, 33(1): 58-64.
- [16] Brazner J C, Beals E W. Patterns in fish assemblages from coastal wetland and beach habitats in Green Bay, Lake Michigan: a multivariate analysis of abiotic and biotic forcing factors [J]. *Classical Rev*, 2013, 62(54): 1743-1761.
- [17] 李世健, 陈大庆, 刘绍平, 等. 长江中游监利江段鱼卵及仔稚鱼时空分布 [J]. *淡水渔业*, 2011, 41(2): 18-24.
- [18] 黎明政, 姜伟, 高欣, 等. 长江武穴江段鱼类早期资源现状 [J]. *水生生物学报*, 2010, 34(6): 1211-1217.
- [19] Rechard M, Jurajda P, Ondraekovu M. The effect of light intensity on the drift of young-of-the-year cyprinid fishes [J]. *Fish Biol*, 2002, 61(4): 1063-1066.
- [20] Araujolima C A, Da S V, Petry P, et al. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. [J]. *Braz J Biol*, 2001, 61(3): 357-362.
- [21] Kindschi G A, Hoty R D, Overmann G J. Some aspects of the ecology of larval fishes in Rough River lake Kentucky [D]. Kentucky: Western Kentucky University, 1979.
- [22] 唐锡良, 陈大庆, 王珂, 等. 长江上游江津江段鱼类早期资源时空分布特征研究 [J]. *淡水渔业*, 2010, 40(5): 27-31.
- [23] 段辛斌, 陈大庆, 李志华, 等. 三峡水库蓄水后长江中游产漂流性卵鱼类产卵场现状 [J]. *中国水产科学*, 2008, 15(4): 523-532.

(责任编辑: 张红林)

《淡水渔业》编辑委员会

Editor Board for Freshwater Fisheries

主任委员 Chairman

邹桂伟 ZOU Gui-wei

副主任委员 Vice-Chairman

司徒建通 SITU Jian-tong

徐 跑 XU Pao

陈大庆 CHEN Da-qing

张红林 ZHANG Hong-lin

委 员 Members (按姓氏笔划排序)

王卫民 WANG Wei-min

戈贤平 GE Xian-ping

文 华 WEN Hua

艾晓辉 AI Xiao-hui

危起伟 WEI Qi-wei

庄 平 ZHUANG Ping

刘汉元 LIU Han-yuan

孙效文 SUN Xiao-wen

杨代勤 YANG Dai-qin

杨先乐 YANG Xian-le

李 云 LI Yun

李杰人 LI Jie-ren

李钟杰 LI Zhong-jie

肖汉兵 XIAO Han-bing

肖调义 XIAO Tiao-yi

吴凡修 WU Fan-xiu

吴淑勤 WU Shu-qin

余来宁 YU Lai-ning

邹世平 ZOU Shi-ping

汪 亮 WANG Liang

张显良 ZHANG Xian-liang

陈松林 CHEN Song-lin

陈细华 CHEN Xi-hua

柳 凌 LIU Ling

桂建芳 GUI Jian-fang

倪朝辉 NI Chao-hui

黄硕琳 HUANG Shuo-lin

常剑波 CHANG Jian-bo

曾令兵 ZENG Ling-bing

谢从新 XIE Cong-xin

解绶启 XIE Shou-qi

魏开金 WEI Kai-jin

主 编 Editor-in-chief

陈大庆 CHEN Da-qing

副 主 编 Deputy Editor-in-chief

陈细华 CHEN Xi-hua

淡 水 渔 业

DANSHUI YUYE

(双月刊 1971年创刊)

第47卷 第1期 2017年1月

FRESHWATER FISHERIES

(Bimonthly, Started in 1971)

Vol. 47, No. 1, January, 2017

主

管: 中国科学技术协会

主

办: 中国水产学会

中国水产科学研究院长江水产研究所

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

主

编: 陈大庆

编

辑: 《淡水渔业》编辑部

(湖北省武汉市东湖新技术开发区武大园一

路8号, 邮编 430223

电话: (027) 81780185

电子信箱: dsyy@chinajournal.net.cn

出

版: 科学出版社

(北京东黄城根北街16号, 邮编 100717)

印

刷: 武汉市籍缘印刷厂

国内总发行: 湖北省武汉市邮政报刊发行局

国外总发行: 中国出版对外贸易总公司(北京 782 信箱)

Responsible: China Association for Science and Technology

Sponsor: China Society of Fisheries

Yangtze River Fisheries Research Institute, CAFS

Freshwater Fisheries Research Center, CAFS

Editor in chief: CHEN Da-qing

Edited by: The Editorial Department of Journal of Freshwater Fisheries

(Address: No. 8, 1st Wudayuan Road, Donghu Hi-Tech Development Zone, Wuhan 430223, China)

Tel: (027) 81780185,

E-mail: dsyy@chinajournal.net.cn

Published by: Science Press

(16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China)

Printed by: Wuhan Jiyuan printing Co. Ltd

Domestic Distributed by: Wuhan Post Bureau, Hubei

Overseas Distributed by: China Head Office of Overseas Publishing Trade (P.O.Box 782, Beijing, China)

中国标准刊号 ISSN 1000-6907
CN 42-1138/S

国内邮发代号: 38-32

国内外公开发行

国内定价: 20.00 元

ISSN 1000-6907



9 771000 690171