应用生态学报 2009年8月 第20卷 第8期
Chinese Journal of Applied Ecology, Aug. 2009,20(8):1952-1957

徐家河水库翘嘴鲌的个体生殖力*

覃 亮 熊邦喜** 吕光俊
(华中农业大学水产学院，武汉 430070)

摘 要 2008年4—6月,在徐家河水库采集性成熟翘嘴鲌雌鱼,取鳞片鉴定年龄(A),测量其体长(L)、体质量(M)和性腺质量(M_o)等形态指标,用称量法计数个体绝对生殖力(F),据此计算体长相对生殖力(F_L)、体质量相对生殖力(F_M)、成熟系数(GSI)和肥满度(CF)等指标,对徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与形态指标的关系进行了分析. 结果表明:调查样本由2^+~5^+龄组成,个体绝对生殖力与体长、体质量和年龄分别呈幂函数、幂函数和直线相关,体长相对生殖力与体长、体质量和年龄也分别呈幂函数、幂函数和直线相关,而体质量相对生殖力与各形态指标的相关性不显著. 多元逐步回归分析结果表明,研究区翘嘴鲌个体绝对生殖力与体质量和性腺质量密切相关,体长相对生殖力与性腺质量、肥满度和成熟系数密切相关,而体质量相对生殖力仅与成熟系数相关.

关键词 翘嘴鲌 个体生殖力 徐家河水库
文章编号 1001-9332(2009)08-1952-06 **中图分类号** S931.1 **文献标识码** A

Individual fecundity of *Culter alburnus* in Xujiahe Reservoir of China. QIN Liang, XIONG Bang-xi, LÜ Guang-jun (*College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan* 430070, *China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2009, **20**(8): 1952-1957.

Abstract: In April - June 2008, the matured female *Culter alburnus* specimens were collected from the Xujiahe Reservoir of China. Their ages were identified by the scales, and their body length, body mass, gonad mass, and other morphological indices were measured. Counted with gravimetric method, the individual absolute fecundity was obtained, and used for calculating the relative fecundity per centimetre, relative fecundity per gram, maturity, relative fatness, and other indices. Based on these measurements and calculations, the relationships between the individual fecundity and the morphological indices of *C. alburnus* in the Reservoir were studied. The ages of the specimens ranged from 2^+ to 5^+ years old, and the individual absolute fecundity and relative fecundity per centimetre were exponentially correlated with body length and body mass, and linearly correlated with age. No significant correlations were observed between the relative fecundity per gram and these morphological indices. Multi-regressive analyses showed that the individual absolute fecundity was significantly correlated with body mass and gonad mass, the relative fecundity per centimetre was significantly correlated with gonad mass, relative fatness and maturity, while the relative fecundity per gram was only correlated with maturity.

Key words: *Culter alburnus*; individual fecundity; Xujiahe Reservoir.

翘嘴鲌(*Culter alburnus*)隶属于鲤形目、鲤科、鲌亚科、鲌属,是东亚特有鱼类,我国除青藏高原和新疆外,从黑龙江到珠江以及海南省的各江河、湖泊、水库等水系中均有分布[1-4]. 翘嘴鲌是天然水域中能自然增殖的食鱼性鱼类,一般在每年4月下旬逐渐进入性成熟阶段,5—7月为生殖盛期,8月上旬产卵结束. 翘嘴鲌具有明显的溯河产卵习性,产卵场多数在水库上游或湖泊上风近岸带,产卵的水温一般在20 ℃~30 ℃,适宜水温25 ℃,适宜水流流速0.1~1.5 $m \cdot s^{-1}$,卵呈粘性,产后粘附在水域近岸浅滩的水生植物、砾石或硬泥上,经过约48 h孵化出仔鱼. 翘嘴鲌因生长快、个体大、肉味鲜美而深受广大消费者的青睐. 目前,国内一些学者对其年龄与生长[5-6]、胚胎发育[7]、人工繁殖与苗种培育[8]、养殖技术[9]、营养和需求[10-11]以及生态效应[12-13]等方面开展了一些研究工作,但对翘嘴鲌个体生殖力的研究尚未见专题报道. 2008年4—6月,采用常规

* 湖北省"十一五"重大科技攻关计划项目(2006AA203A03-03)和国家"十一五"科技支撑计划项目(2006BAD03B02-04)资助.
** 通讯作者. E-mail: bangxix8@mail.hzau.edu.cn
2009-01-06 收稿,2009-05-29 接受.

生物学方法研究了翘嘴鲌的个体生殖力及其与形态指标的关系，旨在为种群资源的保护和可持续发展提供参考.

1　研究地区与研究方法

1.1　研究区概况

徐家河水库(31°31′N，113°36′E)位于湖北省广水市境内，于1959年2月建成蓄水，水库承雨面积749 km^2，可养殖水面38.13 km^2. 该水库平均水深6.00 m，最大水深40.00 m，总库容7.78×10^8 m^3，是一座以灌溉为主，结合防洪、发电、养鱼、航运、旅游等多种功能的湖泊型水库.

1.2　研究方法

2008年4—6月，每月2次固定从徐家河水库长岭、马坪、关庙、城郊4个码头的渔民刺网渔获物中，选取性腺发育处于Ⅳ期的健康新鲜翘嘴鲌雌鱼75尾. 对样本体长、体质量进行测定后，取鳞片作为年龄鉴定材料，然后解剖分离性腺和内脏，并称取净体质量和性腺质量. 用称量法计数生殖力，即在卵巢的前、中、后部各取1 g，计数所有已沉积卵黄的卵粒数，取平均值计算个体绝对生殖力和相对生殖力. 各形态指标计算公式如下：

成熟系数(GSI) = 性腺质量/净体质量 ×100%

肥满度(CF) = 体质量/体长 ×100%

个体绝对生殖力(F) = 单位卵巢质量所含卵粒数 × 卵巢总质量

体长相对生殖力(F_L) = 个体绝对生殖力/体长

体质量相对生殖力(F_M) = 个体绝对生殖力/净体质量

1.3　数据处理

用Microsoft Excel软件进行数据统计，用Statistica 13.0软件对翘嘴鲌生殖力与各形态指标的关系进行回归分析.

2　结果与分析

2.1　徐家河水库翘嘴鲌年龄、体长和体质量状况

由表1可以看出，用于测定生殖力的翘嘴鲌样本由2^+~5^+龄4个年龄组组成，主要为2^+龄组和3^+龄组个体，分别占总数的37.3%和48%. 同一年龄段的个体间体长和体质量有较大差异，尤其是低龄组个体.

2.2　徐家河水库翘嘴鲌生殖力的分布

研究区89.33%的翘嘴鲌个体绝对生殖力(F)分布在1.0×10^5 ~ 3.5×10^5粒，平均为2.1874×10^5粒；77.33%的体长相对生殖力(F_L)分布在2500 ~ 5500 粒·cm^{-1}，平均为4627.5 粒·cm^{-1}；70.67%的体质量相对生殖力(F_M)分布在225 ~ 265 粒·g^{-1}，平均为237 粒·g^{-1}(图1). 相对来说，翘嘴鲌 F 和 F_L 分布较为集中，而 F_M 比较分散.

表1　研究区翘嘴鲌的年龄、体长和体质量特征

Tab.1　Charcacteristics of age, body length and body mass of *Culter alburnus* in the study area

年龄组 Age group	标本数 Sample number	体长 Body length (cm) 范围 Range	体长 Body length (cm) 平均值±标准差 Mean±SD	体质量 Body mass (g) 范围 Range	体质量 Body mass (g) 平均值±标准差 Mean±SD
2^+	24	36.2 ~ 46.5	40.0 ± 2.3	492 ~ 850	683 ± 114
3^+	39	42.5 ~ 53.8	46.5 ± 3.0	870 ~ 1500	1091 ± 188
4^+	7	50.8 ~ 55.0	52.5 ± 1.6	1510 ~ 1800	1677 ± 98
5^+	5	56.3 ~ 60.3	58.0 ± 1.5	1980 ~ 2550	2216 ± 232

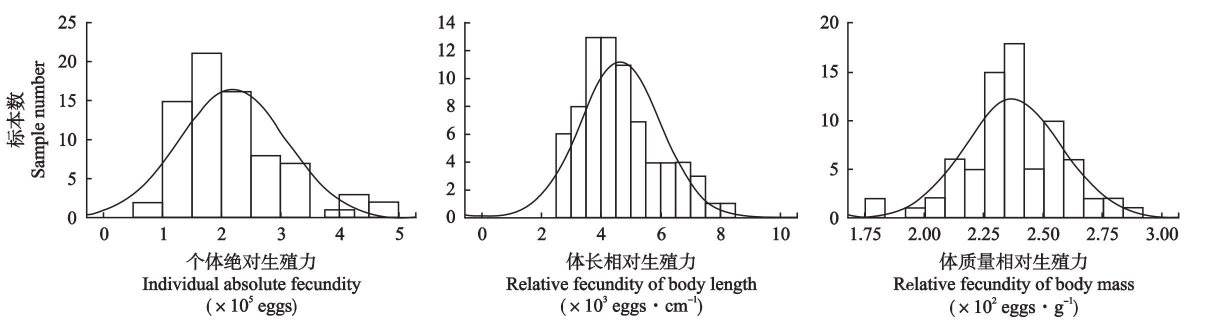

图1　研究区翘嘴鲌个体生殖力的分布

Fig.1　Distribution of *Culter alburnus* individual fecundity in the study area.

2.3 徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与年龄的关系

从表 2 可以看出，F 和 F_L 均随翘嘴鲌年龄的增长而逐渐提高，而 F_M 则在 176.2 ~ 288.4 粒 · g^{-1} 范围内稳定式波动，均值为 236.9 粒 · g^{-1}. 对翘嘴鲌 4 个年龄组的生殖力进行单因素方差分析表明，各龄之间的 F_M 均无显著性差异 ($F_{(3,71)} = 1.743$, $P = 0.166 > 0.05$)，说明其与年龄相关不显著；而各龄之间的 F ($F_{(3,71)} = 112.898$, $P < 0.001$) 和 F_L ($F_{(3,71)} = 86.623$, $P < 0.001$) 则存在极显著差异.

2.4 徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与体长和体质量的关系

从图 2 可以看出，研究区翘嘴鲌 F 和 F_L 与体长和体质量拟合度最好的方程均为幂函数，且 F 分别与体长和体质量的相关性均高于 F_L，F 和 F_L 与体质量的相关性均高于 F 和 F_L 与体长的相关性. 由此可以判定翘嘴鲌体质量与个体绝对生殖力的关系比较密切，当体质量增加时，个体绝对生殖力也相应增大.

2.5 徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与单一形态指标的关系

将研究区 75 尾翘嘴鲌的个体生殖力 (F、F_L、F_M) 与体长、体质量等 7 个形态指标分别用 8 种数学模型进行拟合，筛选出拟合度极显著的函数关系 ($P < 0.01$). 由表 3 可以看出，翘嘴鲌 F 和 F_L 与性腺质量的拟合度最高，其次是与体质量，而 F_M 只与成熟系数相关，且复相关系数仅为 0.4508. 翘嘴鲌 F 和 F_L 与体质量的相关性均比与净体质量更密切.

个体生殖力与各形态指标除表 3 中所列的最适相关式外，还可用多种数学模式表达，并且都呈显著相关. 体长、体质量和年龄是生物学研究中最常见的 3 个重要指标，表 4 列出了 F 和 F_L 与这 3 个指标相关系数稍低的几种模式 ($n = 75$, $P < 0.01$). 从中可以看出，F 和 F_L 分别与体长、体质量和年龄的另外 3 种表达式的相关性均较显著，且彼此之间相差不大. 总体上看，翘嘴鲌 F 和 F_L 分别与体质量的相关性最高，体长次之，与年龄的相关性最低.

2.6 徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与各形态指标的多元回归分析

将研究区 75 尾翘嘴鲌的个体生殖力 (F、F_L、F_M) 分别与体长、体质量和年龄等 7 个指标进行多元逐步回归分析. 个体绝对生殖力 (F) 与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为：

$$F = 31098.232 + 955.570M_o + 69.908M$$
$$(R^2 = 0.981, P < 0.01)$$

性腺质量 (M_o) 和体质量 (M) 与 F 均呈正相关，其偏相关系数分别为 0.701 和 0.457.

翘嘴鲌个体相对生殖力 (F_L) 与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为：

$$F_L = 134.524 + 18.961M_o + 1781.437\ C_F + 5346.004GSI$$

表 2 研究区翘嘴鲌不同年龄的个体生殖力

Tab. 2 Individual fecundity of *Culter alburnus* at different ages in the study area

年龄组 Age group	标本数 Sample number	个体生殖力 Individual fecundity F ($\times 10^4$ eggs) 范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	体长生殖力 Fecundity of body length F_L (eggs · cm^{-1}) 范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	体质量生殖力 Fecundity of body mass F_M (eggs · g^{-1}) 范围 Range	平均值 ± 标准差 Mean ± SD
2^+	24	9.54 ~ 17.41	13.50 ± 2.62	2509.6 ~ 4106.5	3352.8 ± 491.8	206.5 ~ 259.0	229.9 ± 13.2
3^+	39	14.53 ~ 34.31	22.06 ± 4.45	3379.1 ~ 6862.8	4713.1 ± 719.0	176.2 ~ 288.4	240.2 ± 24.4
4^+	7	28.34 ~ 40.95	34.12 ± 3.69	5513.8 ~ 7499.4	6481.5 ± 584.8	226.7 ~ 276.7	244.8 ± 16.2
5^+	5	37.97 ~ 48.64	43.49 ± 4.23	6744.9 ~ 8066.3	7482.5 ± 542.7	226.2 ~ 242.1	233.3 ± 6.5

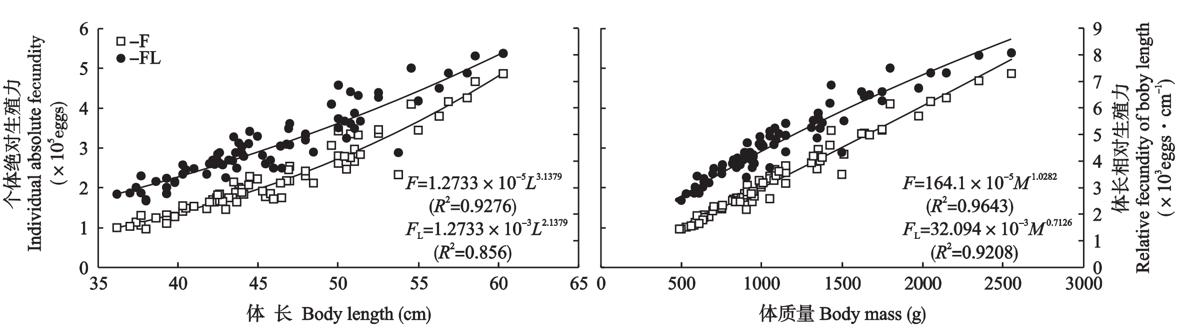

图 2 研究区翘嘴鲌个体生殖力与体长和体质量的关系

Fig. 2 Relationship between individual fecundity and body length, body mass of *Culter alburnus* in the study area.

表 3　研究区翘嘴鲌个体生殖力与各单一指标的回归方程

Tab. 3　Regressive equations between individual fecundity and single index of *Culter alburnus* in the study area

指标 Index	个体生殖力 Individual fecundity		
	F(eggs)	F_L(eggs · cm^{-1})	F_M(eggs · g^{-1})
体长	$F=1.2733L^{3.1379}$	$F_L=1.2733L^{2.1379}$	–
Body length (L,cm)	$R^2=0.9276$	$R^2=0.856$	
体质量	$F=164.1M^{1.0282}$	$F_L=32.094M^{0.7126}$	–
Body mass (M,g)	$R^2=0.9643$	$R^2=0.9208$	
净体质量	$F=172.73{M_n}^{1.0462}$	$F_L=33.568{M_n}^{0.7237}$	–
Net body mass (M_n,g)	$R^2=0.953$	$R^2=0.9065$	
年龄	$F=99889A-71604$	$F_L=1432.5A+463.78$	–
Age (A)	$R^2=0.8189$	$R^2=0.7795$	
体长×体质量	$F=46.793(L\times M^{1.5593})^{\frac{1}{2}}$	$F_L=13.771(\mathrm{L}\times \mathrm{M}^{1.0762})^{\frac{1}{2}}$	–
L×M	$R^2=0.9617$	$R^2=0.9108$	
性腺质量	$F=1444.3\ M_o+50317$	$F_L=406.4\ {M_o}^{0.5178}$	–
Gonad mass (M_o,g)	$R^2=0.9763$	$R^2=0.9528$	
成熟系数	$F=7.0\times10^6 GSI^{1.6605}$	$F_L=57540GSI^{1.2013}$	$F_M=69.238\ln GSI+384.42$
Mature coefficient(GSI,%)	$R^2=0.6785$	$R^2=0.706$	$R^2=0.4508$

表 4　研究区翘嘴鲌个体生殖力与体长、体质量和年龄的回归方程

Tab. 4　Regressive equations between individual fecundity and body length, body mass and age of *Culter alburnus* in the study area

指标 Index	F(eggs)	R^2	F_L(eggs · cm^{-1})	R^2
体长	$F=-480053+15268L$	0.9099	$F_L=-5325.5+217.46L$	0.8543
Body length (L,cm)	$F=-126628+162.39L^2$	0.9219	$F_L=-263.13+2.2996L^2$	0.8555
	$F=9360.3e^{0.0671L}$	0.9194	$F_L=549.52e^{0.0457L}$	0.8468
体质量	$F=-160.89+200.8M$	0.9631	$F_L=1504.7+2.8646M$	0.9071
Body mass (M, g)	$F=121356+0.0704M^2$	0.9024	$F_L=-18615+3358.5\ln M$	0.9108
	$F=-1.0\times106+230963\ln M$	0.9307	$F_L=2348.5e^{0.0006M}$	0.8518
年龄	$F=81878+15007A^2$	0.8158	$F_L=2689.3+212.52A^2$	0.7572
Age (A)	$F=-84839+294804\ln A$	0.7756	$F_L=220.1+4280\ln A$	0.7566
	$F=53129A^{1.2972}$	0.7850	$F_L=1760A^{0.9002}$	0.7517

$(R^2=0.958,P<0.01)$

M_o、肥满度(C_F)和成熟系数(GSI)与 F_L 均呈正相关，其偏相关系数分别为 0.925、0.387 和 0.254.

翘嘴鲌个体相对生殖力(F_M)与与筛选出有统计显著性的指标所得标准化回归方程为：

$$F_M=165.815+587.309GSI$$

$(R^2=0.450,P<0.01)$

GSI 与 F_M 呈正相关，其偏相关系数为 0.671.

3　讨　　论

3.1　徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力的特征

徐家河水库翘嘴鲌的个体绝对生殖力为 $9.54\times10^4\sim48.64\times10^4$ 粒，平均 21.87×10^4 粒，少于巢湖翘嘴鲌(个体绝对生殖力为 $5.2\times10^4\sim82.1\times10^4$ 粒，平均约 30×10^4 粒)[14]，与兴凯湖翘嘴鲌(个体绝对生殖力为 $10\times10^4\sim45\times10^4$ 粒)[15]相近，这种差异可能是由于翘嘴鲌生活的水域温度高低、食物的丰歉、生长的快慢以及资源的兴衰等不同所致. 与同属的丹江口水库蒙古鲌(*Culter mongolicus*，个体绝对生殖力为 $1.85\times10^4\sim41.71\times10^4$ 粒，平均为 12.53×10^4 粒)[16]相比较，徐家河水库翘嘴鲌的个体绝对生殖力较大，这是由于翘嘴鲌本身比蒙古鲌个体大，产卵更多. 从相对生殖力来看，徐家河水库翘嘴鲌(体长相对生殖力为 2509.6 ~ 8066.3 粒 · cm^{-1}，体质量相对生殖力为 176.2 ~ 288.4 粒 · g^{-1})比丹江口水库蒙古鲌(体长相对生殖力为 828.0 ~ 8511.8 粒 · cm^{-1}，体质量相对生殖力为 153.9 ~ 333.7 粒 · g^{-1})的变幅小，这既表明两种鱼的种属特性不同，相对生殖力存在差异，又说明徐家河水库翘嘴鲌的生存环境和食物来源较丹江口水库蒙古鲌优越而稳定.

3.2　徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与各形态指标的关系

鱼类个体生殖力作为种群动态的重要指标，不仅与生物学特征、外界环境条件、营养状况有关，还与形态指标存在显著相关. 徐家河水库翘嘴鲌的 F

和 F_L 与体长、体质量、性腺质量等指标密切相关，F_M 只与成熟系数相关，与其他指标的相关性不显著，这与蒙古鲌(*Culter mongolicus*)、细鳞鲴(*Xenocypris microlepis*)、青梢鲌(*Culter dabryi*)等鱼类个体生殖力随形态指标变化的研究结论基本一致[16-18]. 徐家河水库翘嘴鲌的 F 和 F_L 随年龄增长而逐渐增大，而 F_M 却与年龄不相关(表 2).

有的鱼类个体绝对生殖力与体长和体质量呈直线关系，如胡子鲇(*Clarias fuscus*)[19]、裂腹鱼(*Schizothorax urvifrons*)[20]、鲂(*Megalobrama skolkovii*)[21]、长丝异鳃鲶(*Heterobranchus longifilis*)[22]和角鲨(*Squalus acanthias*)[23]等. 也有的与体长和体质量呈幂函数相关，如黑斑刺盖太阳鱼(*Pomoxis nigromaculatus*)[24]和银鲇(*Chrysichthys nigrodigitatu*)[25]等. 因此，本文用多种相关式拟合徐家河水库翘嘴鲌个体生殖力与各形态指标间的关系，结果显示个体生殖力与体长、体质量等指标用多种数学模式拟合均表现为显著相关，其中，F 和 F_L 与体长、体质量和年龄拟合度最好的分别为幂函数、幂函数和直线相关. 多元回归分析表明，徐家河水库翘嘴鲌 F 和 F_L 与多个形态指标协同相关，F_M 只与成熟系数呈正相关. 由于各指标之间的关系错综复杂，从单一指标本身看，可能均与个体生殖力关系密切，但当多元逐步回归方程中入选的指标与个体生殖力的相关性更显著时，该单一指标可被忽略. 如从 F 与各形态指标的多元回归方程看，体质量和性腺质量是反映 F 的重要指标，可代替体长、年龄等指标，但当不考虑性腺质量时，入选的指标则是体质量和成熟系数，而成熟系数与 F 的相关性不显著，却与性腺质量和净体质量显著相关. 这说明徐家河水库翘嘴鲌 F 随体质量的增加而增加，当体质量一定时，成熟系数越大，F 值越大. 在分析个体生殖力与各形态指标的关系时，除考虑单一指标外，还需进行多元回归分析，以说明其间的本质联系.

根据个体生殖力与鱼体各形态指标的关系，可快速计算出个体生殖力，这对预测种群的繁殖能力、指导渔业生产具有重要作用. 徐家河水库翘嘴鲌的 F 和 F_L 与性腺质量的相关程度均高于其他指标，F 与性腺质量的相关性也比 F_L 密切，从多元回归分析中也发现个体生殖力均与性腺质量密切相关，因而可用性腺质量与生殖力的关系来预测翘嘴鲌的个体绝对生殖力.

3.3 徐家河水库翘嘴鲌的资源保护措施

翘嘴鲌是徐家河水库中的一种重要经济鱼类，市场价格不菲. 在水库中保持合理的翘嘴鲌种群数量，可将水体中未被利用的小型鱼类转化为经济价值高的鱼产品，这对于增加渔业经济效益、维持种间平衡具有十分重要的意义. 近年来，随着市场价格的不断提高，常年过度捕捞使徐家河水库翘嘴鲌资源遭到严重破坏. 研究区翘嘴鲌渔获物主要由 2^+ 和 3^+ 龄组成(表 1)，这表明在生殖群体中，低龄的个体较多，刚进入生殖高峰阶段的个体大量被捕捞，使种群繁殖能力大大减弱，数量得不到足够和补充. 针对徐家河水库翘嘴鲌资源的现状，需制定相应的保护措施：1)为了保护翘嘴鲌和补充群体数量，建议捕捞规格限制在 4 龄以上；2)要加强渔政管理，在翘嘴鲌的繁殖盛期(4—6 月)需在产卵场实行禁渔期和禁渔区，以保证翘嘴鲌的正常繁衍；3)严格限制网具的网目大小和有害渔具的使用，严厉打击炸鱼、电打、偷鱼等违法捕鱼方式，以保证幼鱼和亲鱼能够正常生长和繁殖.

参考文献

[1] Yi B-L (易伯鲁), Zhu Z-R (朱志荣). Research on the *Culter* and *Erythroculter* in China. *Acta Hydrobiologica Sinica* (水生生物学报), 1959(2): 170-199 (in Chinese)

[2] Wu X-W (伍献文). China Cyprinidae Ichthyography. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1964 (in Chinese)

[3] Luo Y-L (罗云林). Some clarifications on the cultrinae fishes of China. *Acta Hydrobiologica Sinica* (水生生物学报), 1994, **18**(1): 45-49 (in Chinese)

[4] Chen Y-Y (陈宜瑜). China Fauna. Beijing: Science Press, 1998 (in Chinese)

[5] Xu P-C (许品诚). The biology of the *Erythroculter ilishaeformis* and the significance for propagation in Taihu Lake. *Journal of Fisheries of China* (水产学报), 1984, **8**(4): 275-287 (in Chinese)

[6] Zhan P-R (战培荣), Zhao J-W (赵吉伟), Dong C-Z (董崇智), *et al*. Growth characteristics of sky gazer *Culter alburnus* in Xingkai Lake. *Oceanologia et Limnologia Sinica* (海洋与湖沼), 2005, **36**(2): 146-151 (in Chinese)

[7] Huang Y-L (黄玉玲), Peng M (彭　敏), He A-Y (何安尤), *et al*. Embryonic development of *Culter alburnus*. *Journal of Guangxi Academy of Sciences* (广西科学院学报), 2005, **21**(3): 24-28 (in Chinese)

[8] Cheng P (程　鹏), Fan Q-X (樊启学), Chen N-L (陈年林), *et al*. Study on the technology of artificial reproduction and larvae rearing of *Culter alburnus* in Chidong Lake. *Reservoir Fisheries* (水利渔业), 2007, **27**(1): 22-23 (in Chinese)

[9] Hu T-J (胡廷尖), Zhang W-M (章文敏), Zhao J-Y (赵静永), *et al*. The biological characteristics and cul-

ture technology of *Erythroculter ilishaeformi*. *Fisheries Science & Technology Information*(水产科技情报),2002,**29**(4):170-172 (in Chinese)

[10] Yu H(于 辉),Li H(李 华),Liu W-M(刘为民). Analysis on meat quality of three *Culter* in Liangzi Lake. *Acta Hydrobiologica Sinica*(水生生物学报),2005,**29**(5):502-506 (in Chinese)

[11] Zhang X-G(张小谷),Xiong B-X(熊邦喜). The biological characteristics and breeding prospect of *Culter alburnus*. *Hebei Fisheries*(河北渔业),2005(1):27-36 (in Chinese)

[12] Lu W-M(陆伟民),Tong H-Y(童合一). On the roles of *Erythroculter ilishaeformis* and *Erythroculter mongolicus* in the fishery of Taihu Lake. *Journal of Shanghai Fisheries University*(上海水产大学学报),1995,**4**(3):231-237 (in Chinese)

[13] Liu E-S(刘恩生),Wu L-K(吴林坤),Cao P(曹萍),*et al*. Variation rules and ecological effect analysis of *Culter* in Taihu Lake. *Reservoir Fisheries*(水利渔业),2007,**27**(3):70-73 (in Chinese)

[14] Yao W-Q(姚闻卿),Hu J-Y(胡菊英),Wu X-C(吴先成). The propagation of white fish(*Erythroculter ilishaeformi*) in Chaohu Lake. *Journal of Fisheries of China*(水产学报),1987,**11**(2):101-109 (in Chinese)

[15] Zhao C-X(赵春霞),Wang X-N(王秀娜). The study about biological traits and breeding of *Culter alburnus* Basilewsky. *Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University*(黑龙江八一农垦大学学报),2006,**18**(5):48-50 (in Chinese)

[16] Cao K-J(曹克驹),Huang X-C(黄学才),Gao G-Q(高贵琴),*et al*. A study on the individual fecundity and problem of population utilization of *Erythroculter mongolicus* in Danjiangkou Reservior. *Freshwater Fisheries*(淡水渔业),1990(3):13-16 (in Chinese)

[17] Wang Y-D(王银东),Xiong B-X(熊邦喜),Ma X-F(马徐发),*et al*. Study on fecundity of *Xenocypris microlepis* in Daoguanhe Reservior,Hubei Province. *Journal of Lake Sciences*(湖泊科学),2004,**16**(2):178-184 (in Chinese)

[18] Wang Y-D(王银东),Xiong B-X(熊邦喜),Ma X-F(马徐发),*et al*. Fecundity of *Culter dabryi* in Daoguanhe Reservior,Wuhan,China. *Oceanologia et Limnologia Sinica*(海洋与湖沼),2007,**38**(2):180-186 (in Chinese)

[19] Pan J-H(潘炯华),Zheng W-B(郑文彪). Study on the morphology,reproductive capacity and the change of maturity coefficient in annual cycle of *Clarias fuscus*. *Journal of Fisheries of China*(水产学报),1983,**7**(4):353-363 (in Chinese)

[20] Shyan S,Subla BA. On the fecundity of *Schizothorax urvifrons* Heckel from River Jhelum,Kashmir. *Journal of Indian Institute of Science*,1984,**65**:31-36

[21] Huang D-M(黄道明),Lin Y-T(林永泰),Wan C-Y(万成炎),*et al*. Reproductive biology of the fish,*Megalobrama skolkovil* in Fuqiaohe Reservoir. *Acta Hydrobiologica Sinica*(水生生物学报),1997,**21**(1):15-22(in Chinese)

[22] Anibeze CIP,Inyang NM. Oocyte structure,fecundity and sex ratio of *Heterobranchus longifilis* in Idodo River basin with comments on the breeding biology. *Journal of Aquatic Sciences*,2000,**15**:59-62

[23] Avsar D. Age,growth,reproduction and feeding of the spurdog(*Squalus acanthias* Linnaeus,1758) in the south-eastern Black Sea. *Estuarine,Coastal and Shelf Science*,2001,**52**:269-278

[24] Steve CB,Roy CH. Individual and relative fecundity of Black Crappie(*Pomoxis nigromaculatus*) in Baldwin Cooling Pond. *Transaction of the Illinois State Academy of Science*,1994,**87**:145-150

[25] Ekanem SB. Some reproductive aspects of *Chrysichthys nigrodigitatus* from Cross River,Nigeria. *Naga:The ICLARM Quarterly*,2000,**23**:24-28

作者简介 覃 亮,男,1983 年生,硕士研究生. 主要从事渔业生态和水产养殖学研究,发表论文 2 篇. E-mail:shuichan672@ yahoo. com. cn

责任编辑 杨 弘