

两种雀形目鸟类孵化行为对子代质量的影响

赵亮¹, 李来兴, 张晓爱

(中国科学院西北高原生物研究所, 甘肃 西宁 810001)

摘要: 对高寒草甸地面营巢的小云雀 (*Alauda gulgula*) 和灌丛筑巢的黄嘴朱顶雀 (*Acanthis flavirostris*) 繁殖方式的研究表明: 小云雀孵化异步性较弱 (1 d); 平均卵重与产卵顺序不显著相关, 但最后 1 枚卵最重; 出壳顺序与雏鸟生长率极显著正相关 ($P < 0.01$); 出壳顺序对幼鸟的雏期和离巢体重无显著影响 ($P > 0.05$)。

黄嘴朱顶雀孵化异步性较强 (2~3 d); 平均卵重与产卵顺序显著正相关 ($P < 0.05$), 最后 1 枚卵最重, 第 1 枚次之; 出壳顺序对雏鸟生长率、雏期和离巢体重均无显著影响 ($P > 0.05$)。结果分析表明, 2 种雀形目鸟类都选择了异步孵化和加强窝雏数对策的繁殖模式。

关键词: 高寒草甸; 小云雀; 黄嘴朱顶雀; 繁殖模式; 异步孵化; 削减窝雏数对策; 加强窝雏数对策

中图分类号: Q959.739; Q958.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254 - 5853(2002)01 - 0025 - 06

Effects of Hatching Behavior on Offspring Quality in Two Species Passerines

ZHAO Liang, Li Lai-xing, ZHANG Xiao-ai

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: Data were collected from small skylarks (*Alauda gulgula*) and twits (*Acanthis flavirostris*) during the reproduction seasons of 1998 - 1999 in alpine meadow in order to test and confirm their reproductive patterns. The results were showed: In the small skylarks, the level of hatching asynchrony was low (1 d); a egg mass did not consistently vary with the laying order, but the last-laid egg mass was maximal; the hatch order had a significant positive impact on the nestling growth rate ($P < 0.01$) and had little impact on the fledged mass and nestling period of young ($P > 0.05$).

In the twits, the level of hatching asynchrony was higher asynchronously (2 - 3 d); the egg mass increased significantly with the laying order ($P < 0.05$); the hatch order had little impact on the growth, fledged mass and nestling period ($P > 0.05$). The results analysis suggests that the small skylarks and twits in alpine meadow select both hatching asynchrony and brood enlarge strategy as the breeding patterns.

Key words: Alpine meadow; *Alauda gulgula*; *Acanthis flavirostris*; Breeding patterns; Hatching asynchrony; Brood reduction strategy; Brood enlarge strategy

生活史进化理论的“质”与“量”之间的权衡 (trade-off) 暗示着有机体在一次繁殖后产生的后代对亲代适合度的贡献可能是相等的, 即有机体采取的繁殖方式是“质”和“量”折衷的结果。在鸟类, 食物对繁殖过程有直接和间接的影响 (David & Lundberg, 1985; Hussel & Quinney, 1987; Martin, 1987; Nilsson, 1991; Hill & Hamer, 1994; Slagsvold *et al.*, 1995; Bukacinski *et al.*, 1998; Cotton *et al.*, 1999), 并

且亲鸟对食物资源的可利用性将对鸟类繁殖模式的选择产生重要影响 (Lack 1947; Howe, 1976, 1978; Martin, 1987; Cairns, 1987; Burger & Piant, 1990; Murphy, 1994)。对大多种鸟来说, 尤其是晚成鸟, 未来食物资源的不可预测性是影响其繁殖成功率的主要制约因子。亲鸟在产卵期间能预测食物条件的好坏, 通过卵大小的顺序变化和异步孵化 (hatching asynchrony) 两种机制形成同窝雏鸟间的不同等级,

* 收稿日期: 2001-04-27; 接受日期: 2001-09-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39670126, 39870121)

1. 通讯联系人, E-mail: lzhaol@mail.nwipb.ac.cn

最后1枚卵往往孵出较晚,个体较小,从而质量较差。遇欠年,放弃最小的或竞争力弱的个体,保证少数健康幼鸟的存活;遇丰年,喂活最大数量的后代,这种繁殖对策叫“削减窝雏数”对策(brood reduction strategy) (Pijanowski, 1992)。然而,Howe (1976, 1978)描述了一种最后孵出的、最后产的卵在同一窝中是最大的一个的对抗型模式。他把这种情况解释为提供额外资源给最后孵出的幼鸟来补偿因异步孵化造成的缺欠,最后孵出的幼体较大(或最后产的1枚卵最重)可能是为了在食物供应短期的不确定、但在短期内有望改进时,有一段忍受饥饿的能力,最终

育出最大数量的子代。采取这种方式的对策称为“加强窝雏数”对策(brood enhance strategy)。Slagsvold et al. (1984)提出了窝雏数的减少者(reductionists)和窝雏数的存活者(survivalists)两种对策,其实,这两种繁殖对策与前面两种繁殖对策是相对应的。窝雏数减少对策就是削减窝雏数对策,窝雏数存活对策就是加强窝雏数对策。两者区别与联系见表1。作者通过对高寒草甸的小云雀(*Alauda gulgula*)和黄嘴朱顶雀(*Acanthis flavirostris*)2种雀形目鸟类繁殖方式的观察和分析,为2种鸟的繁殖对策的确立提供更多的证据。

表1 窝雏数减少对策和窝雏数存活对策的特征

Table 1 The character of brood reductionist and brood survivalist strategies

特征 Character	对策 Strategy	
	窝雏数减少者 Brood reductionist	窝雏数存活者 Brood survivalist
孵化的异步性 Levels of hatching asynchrony	高 High	低 Low
卵重随产卵顺序的变化 Change of egg mass with laying order	下降 Decreases	升高 Increases
雏孵出顺序与生长率的关系 Relationship between hatch sequence and growth rate	递减 Descending	无关 No
雏鸟饥饿状态 Levels of nestling starvation	常见 Common	不常见 Uncommon
最后出壳雏的死亡率是否趋向最大 Tendency for last-hatched young to experience most mortality	是 Yes	否 No

1 材料与方法

1.1 研究地点与方法

本实验于1998~1999年4~9月在位于青海省北部的中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站进行。选择地面筑巢的小云雀和灌丛筑巢的黄嘴朱顶雀为代表种进行观察实验。发现鸟巢即进行标记和编号。产卵后,标记卵的顺序及称量鲜卵重量(用瑞士产梅特勒托里多野外用电子天平,精确至0.01g)。每天2次固定时间查看鸟巢,雏鸟出壳后用剪爪法剪趾标记雏鸟,确定出壳顺序同时称量雏鸟体重变化(体重精确至0.01g),直至雏鸟离巢。

1.2 实验参数定义

整窝雏鸟出壳时间(hatching period):指窝内第1只雏鸟出壳至最后1只雏鸟出壳所用时间长度。每个巢均按整窝雏鸟出壳时间1、2、3d分开,大于1d时异步程度强,小于1d时为弱。

最后1枚卵重量的离差百分比(%D):依据Magrath (1992)的方法计算:

$$\%D = \frac{M_f - \bar{M}}{\bar{M}} \times 100 \quad (1)$$

式中, M_f =最后孵出卵鲜重; \bar{M} =同窝卵鲜重的平均值。

体重差异百分比(percentage of weight difference, PWD):计算依据Zach (1982)方法,按最后1枚卵孵出时整窝雏鸟的体重计算,

$$PWD = \frac{W_{\max} - W_{\min}}{W_{\min}} \times 100 \quad (2)$$

其中 W_{\max} 表示窝内最重雏鸟的体重, W_{\min} 表示窝内最轻雏鸟的体重。

雏期(nestling period):以雏鸟出壳至离巢这段时间计算。

雏鸟生长率(growth rate):以Logistic生长方程拟合,用NLREG分析软件计算。

1.3 统计分析方法

数据分析用SPSS 10.0软件包。产卵顺序对鲜卵重和出壳顺序对幼鸟生长发育的影响均用单因子方差分析进行处理(One-way ANOVA), $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果

2.1 产卵顺序与鲜卵重

小云雀和黄嘴朱顶雀的卵重量(按鲜重计)与产卵顺序之间的关系示于图1~2。2种鸟的产卵顺序对鲜卵重影响极不显著(小云雀:窝卵数为3, $F_{(2,26)} = 0.736$, $P = 0.489 > 0.05$;窝卵数为4, $F_{(3,27)} =$

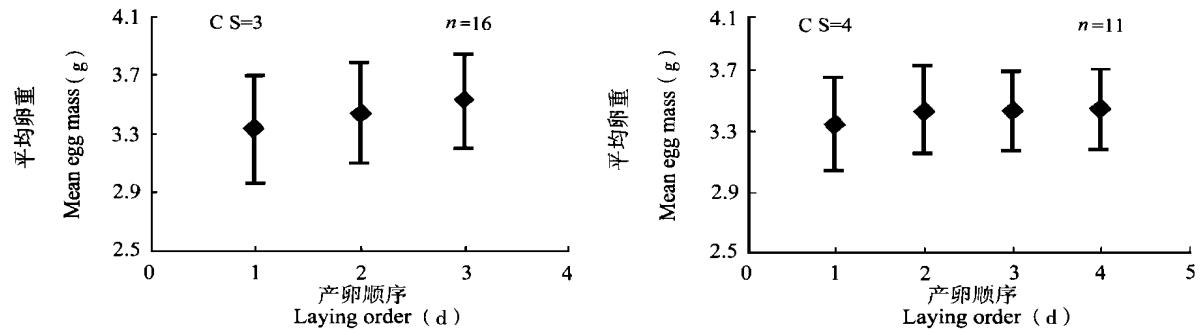


图1 小云雀的平均卵重与产卵顺序的关系

Fig. 1 The mean egg mass respect to laying order for small skylarks (*Alauda gulgula*)

CS: 穴卵数 (Clutch size); n: 观察巢数 (Number of nests observed)。

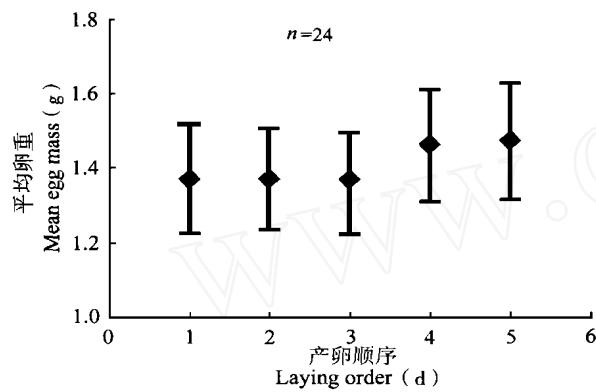


图2 黄嘴朱顶雀的平均卵重与产卵顺序的关系

Fig. 2 The mean egg mass respect to laying order for twits (*Acanthis flavirostris*)

0.351, $P = 0.789 > 0.05$; 黄嘴朱顶雀: 穴卵数为 5, $F_{(4,84)} = 1.493, P = 0.212 > 0.05$, 但都是最后 1 枚卵最重。相关性分析表明, 小云雀的产卵顺序与鲜卵重不显著相关 ($n = 55, r = 0.172, P = 0.210 > 0.05$), 而黄嘴朱顶雀显著相关 ($n = 85, r = 0.228, P = 0.036 < 0.05$)。小云雀和黄嘴朱顶雀最后 1 枚卵重量的离差百分比 (%D) 都比较大, 分别为 2.7 (穴卵数为 3) 和 4.6。

2 种鸟的最重卵的分布频率与产卵顺序之间表现出不同的变化趋势(图 3)。小云雀最重卵的分布频率随产卵顺序而增大, 最后 1 枚卵最重的占 62.5% ($n = 16$)。黄嘴朱顶雀最重卵以最后 1 枚分布频率最高, 占 50% ($n = 24$); 第 1 枚次之, 有 25% ($n = 24$) 的巢中第 1 枚卵最重; 第 2、3、4 枚最重卵的分布频率随产卵顺序而增大。2 种鸟均是最后 1 枚卵平均重量最重, 在同一窝中最重的频率也最高。

2.2 异步孵化程度

小云雀雌性成鸟在产卵期偶有孵卵的现象, 雉

鸟出壳期为 1 d (表 2)。黄嘴朱顶雀雌性成鸟在产下第 1 枚卵后即进入孵卵期, 但只在白天间断性孵卵, 孵卵时间随产卵数目的增加而延长; 在产下倒数第 2 枚卵后开始全天孵卵, 食物由雄鸟供给 (3.3 次/d), 直至雏鸟开始出壳; 多数巢的雏鸟出壳期为 2 ~ 3 d (表 2), 而且雏鸟的出壳顺序和时间间隔与雌鸟的孵化方式十分吻合。2 种鸟都是第 1 枚产下的卵最先出壳, 最后 1 枚卵出壳最晚。但出壳时间间隔不相同, 最后 2 枚卵的间隔远大于其他卵: 小云雀为 (0.328 ± 0.409) d ($n = 16$); 黄嘴朱顶雀为 (1.23 ± 0.36) d ($n = 21$)。

2.3 雏鸟体重

孵化结束后, 计算同窝雏鸟间的体重差异百分比。因小云雀在同一天内雏鸟全部出壳, 故未做计算。黄嘴朱顶雀同窝雏鸟间的体重差异百分比随出壳时间的增加而显著增加 ($P < 0.05$, t-test, $n = 21$) (表 2)。

2.4 幼鸟发育

2 种鸟不同出壳时间雏鸟的生长率、雏期和幼鸟离巢体重见表 3。单因子方差分析表明出壳顺序对小云雀的雏期 ($F_{(2,11)} = 1.400, P = 0.296 > 0.05$) 和幼鸟离巢体重 ($F_{(2,11)} = 0.062, P = 0.940 > 0.05$) 没有显著影响, 而对生长率有显著影响 ($F_{(2,11)} = 5.513, P = 0.027 < 0.05$), 且出壳顺序与雏鸟生长率呈极显著正相关 ($r = 0.712, n = 12, P = 0.009 < 0.01$); 对黄嘴朱顶雀的生长率 ($F_{(4,23)} = 0.558, P = 0.696 > 0.05$)、雏期 ($F_{(4,19)} = 2.063, P = 0.137 > 0.05$) 和幼鸟离巢体重 ($F_{(4,18)} = 0.998, P = 0.441 > 0.05$) 均无显著影响。

3 讨论

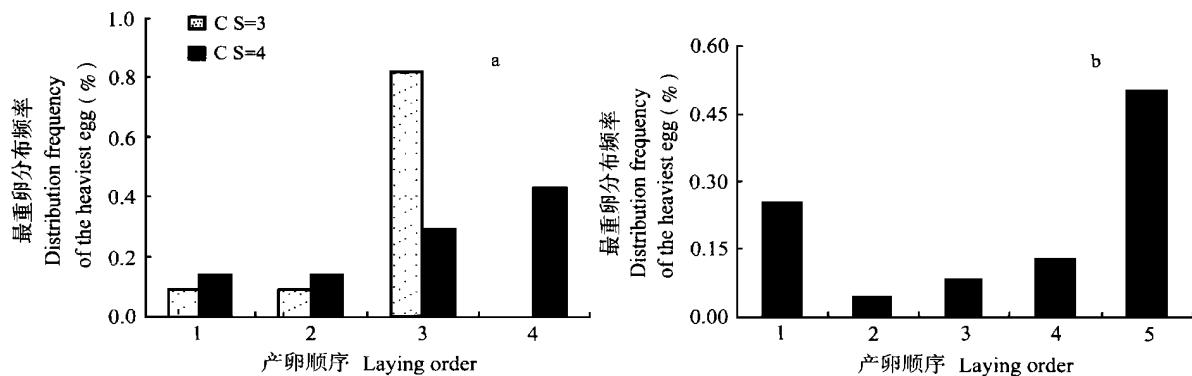


图3 小云雀和黄嘴朱顶雀最重卵的分布频率

Fig. 3 The distribution frequency of the heaviest egg in *Alauda gulgula* and *Acanthis flavirostris*a: 小云雀 (*Alauda gulgula*) ; b: 黄嘴朱顶雀 (*Acanthis flavirostris*) ; C S: 窠卵数 (Clutch size)。

表2 小云雀和黄嘴朱顶雀整窝雏鸟出壳时间和体重差异百分比

Table 2 The weight differences in relation to hatching time range within a clutch in *Alauda gulgula* and *Acanthis flavirostris*

同窝雏鸟全部出壳时间 Total hatching period in the same clutch (d)	样本数 Number of sample		不同出壳时间所占比例 Proportion of different hatching period (%)		体重差异百分比 Percentage of weight difference (%)	
	A. g.	A. f.	A. g.	A. f.	A. g.	A. f.
1	21	4	100	19.05		9.95 ±1.55
2		10		47.62		21.11 ±1.90
3		7		33.30		31.25 ±5.15

A. g. : 小云雀 (*Alauda gulgula*) ; A. f. : 黄嘴朱顶雀 (*Acanthis flavirostris*)。

表3 小云雀和黄嘴朱顶雀雏鸟的生长率、雏期和幼鸟离巢体重

Table 3 Growth rates, nestling periods, and fledgling's weight of nestlings in *Alauda gulgula* and *Acanthis flavirostris*

孵化顺序 Hatching order (d)	生长率 Growth rate		雏期 Nestling period (d)		离巢体重 Fledgling's weight (g)	
	A. g.	A. f.	A. g.	A. f.	A. g.	A. f.
1	0.47	0.4918	9.500	14.25	20.195	12.29
2	0.54	0.4805	9.000	13.75	21.615	12.05
3	0.57	0.4985	8.750	13.75	21.100	11.41
4		0.4689		13.70		11.22
5		0.4938		13.30		11.20

A. g. : 小云雀 (*Alauda gulgula*) ; A. f. : 黄嘴朱顶雀 (*Acanthis flavirostris*)。

对鸟类而言,采取什么样的孵化方式,最终的目的是使自身的繁殖力达到最大,也就是说,抚养最大数量的子代。Lack (1947) 和 Ricklefs (1965) 认为孵化的异步性和窝雏数减少(在食物短缺时饿死最小的雏)的结合是一种适应的进化现象(Haig, 1990; Forbes, 1993)。亲体能使同窝雏异步孵出是可能的,并且是由食物条件决定的(Lack, 1947; Ricklefs, 1965; Magrath, 1989; Hebert, 1993)。然而, Magrath (1990) 和 Nilsson (1993) 提出鸟类采取异步孵化原因是多样的,最公认的一个因子是捕食压(Clark & Wilson 1981; Hessel, 1985)。本文研究的小云雀和黄嘴

朱顶雀选择异步孵化,但是两者异步程度不同:前者表现出较弱的异步性(1 d 内全部出壳);而后者表现出较强的异步性(多数窝的出壳期为 2~3 d),且出壳顺序和时间间隔与雏鸟体重之间表现出明显等级。这 2 种鸟类孵化异步程度的差异可能是由所处的营巢环境决定的。小云雀的巢是地面开放巢,结构简单,易暴露,繁殖成功率低(39.39%);而黄嘴朱顶雀的巢是灌丛开放巢,结构保暖,较隐蔽,繁殖成功率高(72.89%) (张晓爱和邓合黎, 1991)。如果前者选择较强的异步孵化方式,那么巢暴露在捕食环境中的时间将延长,导致繁殖成功率降低,反之升

高,因而它选择了较弱的异步孵化程度。如果后者选择再强一点的异步孵化程度,那么育雏期延长,对食物资源依赖时间相应延长,而黄嘴朱顶雀育雏食物资源持续时间短,将会导致繁殖成功率降低。因此我们认为,在强的被捕食条件下,鸟类将选择较弱的异步孵化程度;反之,选择较强的异步孵化程度,但异步孵化程度的选择将受食物资源的限制。

作者通过分析小云雀和黄嘴朱顶雀的雏鸟体重、幼鸟发育与出壳顺序的关系,表明异步孵化对雏鸟生长发育没有影响,同窝雏鸟在孵化后所形成的体重等级,主要是由雏鸟出壳和发育时间上的差异,即主要由孵化方式引起。该结果与 Bryant (1975) 和 Zach (1982) 等人的研究一致。

小云雀和黄嘴朱顶雀选择异步孵化方式,同时,它们是否还选择了窝雏数减少对策呢?本文结果分析表明:虽然就产卵顺序与卵重量的相关性而言,小云雀不显著相关,黄嘴朱顶雀显著正相关,但是两者大部分同窝卵都是最后1枚最重(小云雀占62.5%;黄嘴朱顶雀占50%);出壳顺序对2种鸟雏鸟的生长无影响;出壳顺序对2种鸟的幼鸟离巢体重都没有影响。由于幼鸟离巢体重是判断幼鸟离巢后存活的一个重要指标,离巢体重越大,幼鸟离巢后存活的概率越大,因此出壳顺序对2种鸟的幼鸟存活率没有影响。此外,从幼鸟的死亡原因来看,多年研究均未发现因饥饿而死亡的雏鸟,天敌的捕食可能是引起死亡的最主要因子。结合表1的判断标准,我们认为高寒草甸这2种雀形目鸟类不存在“削减窝雏数对策”。与之相反,因两者同窝的最后1枚卵最重,所选择的异步孵化方式为晚出壳雏鸟提供较多营养以利于同胞雏间竞争

的平衡,而且其异步孵化对雏鸟生长发育无影响,因此两者的繁殖策略应属“加强窝雏数对策”。

经典的窝雏数减少者(Lack 1947 意义上的)采用了低预报性的、但高的临时稳定的食物供应。如果在出壳时食物供应偏低,那么最后1枚卵的食物供应也低,这枚卵不应该得到额外提供的食物,幼鸟将很快饿死。如果选择趋向最后产1枚较重的卵,那么这种鸟就必须在食物供应不足时延长产卵时间的间隔。窝雏数存活者也采用低预报性的、但稳定性比用于解释窝雏数减少者对策低的食物供应。对大多数鸟类来说,尤其是晚成鸟,未来食物资源的不可预报性是主要的制约因子,因为雌鸟可能常常进入不能预知最适窝卵数的繁殖季节。Slagsvold *et al.* (1984)认为,如果在出壳时食物缺乏,那么有可能在不久的将来变得相对丰富。在以上给定条件下,繁殖对策的选择应偏向减少早期雏受饥饿的那些特征,而较重的最后1枚卵(有高的离差% D)被推断是对不必要的雏鸟饥饿的主要防御特征。

Slagsvold *et al.* (1984)还提出大多数鸟不是被称作窝雏数的减少者就是被称作窝雏数的存活者,并认为两者可能通过同窝卵重顺序的变化方式来辨别,最后1枚卵与窝内平均卵重离差的百分比应作为预报繁殖对策的“预报器”。我们认为这两种对策的主要区别是:卵重随产卵顺序的变化;

亲鸟的孵化方式对幼鸟的生长发育的影响;死亡的雏鸟是否为最后1枚卵孵出的雏;引起雏鸟损失的主要原因是饥饿还是天敌或其他因素。总之,不管繁殖鸟采取什么样的对策,最终都反映了其对环境适应方式的多样化。

参考文献:

- Bryant D M. 1975. Breeding biology of House Martins *Delichon urbica* in relation to aerial insect abundance [J]. *Ibis*, **117**:180 - 216.
- Bukacinski D, Bukacinskai M, Spaana A L. 1998. Experimental evidence for the relationship between food supply, parental effort and chick survival in the lesser black-backed gull *Larus fuscus* [J]. *Ibis*, **140**: 422 - 430.
- Burger A E, Piant J F. 1990. Flexible time budgets in breeding common murres: buffers against variable prey abundance [J]. *Studies in Avian Biol.*, **14**:71 - 83.
- Cairns D K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies [J]. *Biol. Oceanogr.*, **5**:261 - 271.
- Clark A B, Wilson D S. 1981. Avian breeding adaptation:hatching asynchrony, brood reduction and nest failure [J]. *Q. Rev. Biol.*, **52**:253 - 273.
- Cotton P A, Wright J, Kacelnik A. 1999. Chick begging strategy in relation to brood hierarchies and hatching asynchrony [J]. *American Naturalist*, **153**:412 - 420.
- Davied N N, Lundberg A. 1985. The influence of food on time budgets and timing of breeding of the Dunnock *Prunella modularis* [J]. *Ibis*, **127**:100 - 110.
- Forbes L S. 1993. Avian brood reduction and parent-offspring "conflict" [J]. *American Naturalist*, **142**:82 - 117.
- Haig D. 1990. Brood reduction and optimal parental investment when offspring differ in quality [J]. *American Naturalist*, **136**:550 - 566.
- Hebert P N. 1993. An experimental study of brood reduction and hatching asynchrony in Yellow Warblers [J]. *Condor*, **95**:362 - 371.
- Hill J K, Hamer K C. 1994. Do great skuas *Catharacta skua* respond to changes in the nutritional needs of their chicks [J]. *Seabird*, **16**:3 - 7.
- Howe H F. 1976. Egg size, hatching asynchrony, sex, and brood reduction in the Common Grackle *Quiscalus quiscula* L. [J]. *Ecology*, **57**: 1195 - 1207.
- Howe H F. 1978. Initial investment, clutch size, and brood reduction in

- the Common Grackle (*Quiscalus quiscula* L) [J]. *Ecology*, **59**: 1109 - 1122.
- Hussel D J T. 1985. On the adaptive basis for hatching asynchrony: brood reduction, nest failure and asynchronous hatching in Snow Buntings [J]. *Omnibus Scan.*, **16**:205 - 212.
- Hussel D J T, Quinney T E. 1987. Food abundance and clutch size of Tree Swallows *Tachycineta bicolor* [J]. *Ibis*, **129**:243 - 258.
- Lack D. 1947. The significance of clutch size. Part I and II [J]. *Ibis*, **89**:302 - 352.
- Magrath R D. 1989. Hatching asynchrony and reproductive success in the Blackbird [J]. *Nature*, **339**:536 - 538.
- Magrath R D. 1990. Hatching asynchrony in altricial birds [J]. *Biol. Rev.*, **65**:587 - 622.
- Magrath R D. 1992. Role of egg mass and incubation pattern in establishment of hatching hierarchies in the Blackbird *Turdus merula* [J]. *Auk*, **109**:474 - 487.
- Martin T E. 1987. Food as a limit on breeding birds: A life-history perspective [J]. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **18**:453 - 487.
- Murphy M T. 1994. Breeding patterns of eastern phoebes in Kansas: adaptive strategies or physiological constraint [J]. *Auk*, **111**:617 - 633.
- Nilsson J A. 1991. Clutch size determination in the Marsh Tit (*Parus palustris*) [J]. *Ecology*, **72**:1757 - 1762.
- Nilsson J A. 1993. Energetic constraints on hatching asynchrony [J]. *American Naturalist*, **141**:159 - 166.
- Pijanowski B C. 1992. A revision of Lack's brood reduction hypothesis [J]. *American Naturalist*, **108**:499 - 506.
- Ricklefs R E. 1965. Brood reduction in Curve-billed Thrashers [J]. *Condor*, **67**:505 - 510.
- Slagsvold T, Sandvik T, Rofstad C, et al. 1984. On the adaptive value of intraclutch egg-size variation in birds [J]. *Auk*, **101**:685 - 697.
- Slagsvold T, Amundsen T, Dale S. 1995. Costs and benefits of hatching asynchrony in blue tits *Parus caeruleus* [J]. *J. Anim. Ecol.*, **64**:563 - 578.
- Zach R. 1982. Hatching asynchrony, egg size, growth, and fledging in tree swallows [J]. *Auk*, **99**:695 - 700.
- Zhang X A, Deng H L. 1991. Primary analysis of clutch size and breeding strategy for passerine birds in alpine meadow [J]. *Alpine Meadow Ecosystem*, **3**:189 - 197. [张晓爱, 邓合黎. 1991. 高寒草甸雀型目鸟类的窝卵数及其繁殖对策的初步分析. 高寒草甸生态系统 3: 189 - 197.]

(上接第 14 页)

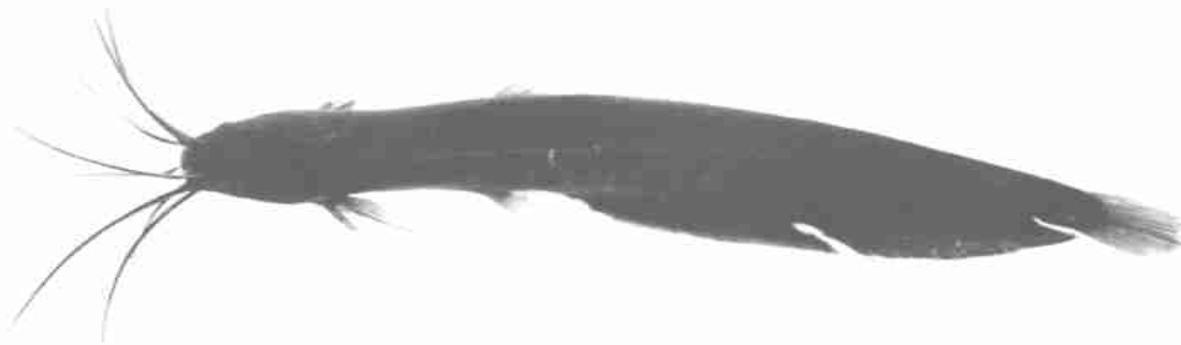


图 1 印度囊鳃鲇 *Heteropneustes fossilis* (KIZ200111001, 体长 107 mm)

Fig. 1 Stinging catfish *Heteropneustes fossilis* (KIZ200111001, 107 mm in SL)

间距 1.8 ~ 2.2 (2.0) 倍。头宽为口宽 2.0 ~ 2.6 (2.3) 倍。

体延长, 背缘接近平直, 腹缘略呈弧形。前躯短, 后躯长, 身体向后渐次侧扁。头宽钝, 极度平扁, 吻圆钝, 枕骨棘不达背鳍起点。眼小, 侧位, 眼缘不游离, 位于头部中央水平线上及前端 1/3 处, 腹视不可见。前后鼻孔相隔一段距离, 后鼻孔距前鼻孔较距眼前缘为近。前鼻孔呈短管状, 接近吻端, 后鼻孔呈一狭缝, 前缘有鼻须。颌须紧位口角两侧。口端位, 口裂小而略呈弧形, 上下颌几等长, 口裂接近鼻须起点距眼稍远。绒毛细齿密生于上颌和下颌。须 4 对, 均甚发达, 鼻须 1 对, 颌须 1 对, 颊须 2 对; 鼻须

末端接近胸鳍末端, 颌须末端伸达胸鳍末端, 外侧颏须较内侧颏须位置稍后, 末端接近胸鳍末端, 内侧颏须略短, 末端超过胸鳍基。鳃盖膜游离, 不与鳃峡相连。

背鳍小, 无硬刺, 与腹鳍起点相对。无脂鳍。臀鳍基很长, 与尾鳍几相连, 仅有一缺刻相隔。胸鳍短小, 末端尖, 胸鳍刺发达, 前后缘具弱锯齿, 基部具毒腺。腹鳍小, 左右鳍紧靠, 鳍条末端伸过臀鳍起点。尾鳍末端略圆。肛门紧靠臀鳍起点并与泄殖孔分开, 肛门外皮肤皱褶呈菊花状排列。

侧线较平直, 在身体后部略上弯而入尾柄正中, 外观呈灰白色稀疏点线, 具开口于侧线下方的侧线

(下转第 60 页)