

## 长江口中华绒螯蟹亲体捕捞量现状及波动原因\*

刘凯, 段金荣, 徐东坡, 张敏莹, 施炜纲\*\*

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081)

**摘要:**对1997-2005年长江口亲蟹汛期渔获规格和捕捞量进行了研究,并对资源量和最大持续产量进行了估算.亲蟹平均壳长、壳宽和体重分别为61 mm、66 mm和142 g,雌雄个体比例为1:2.16;同期亲蟹年均捕捞量为2.03 t,最大持续产量参考值为1.06 t.研究期内亲蟹个体规格差异过大,捕捞量变动剧烈且时间分布有前移趋势,捕捞量相关因子的年间变动没有显著规律.此外,插网作业方式应予以禁止或限制,九段沙附近水域的捕捞强度也应得到有效控制.

**关键词:**长江口;中华绒螯蟹;资源量;最大持续产量

### Studies on current resource and causes of catch fluctuation of brooders of mitten crab in estuary of the Changjiang River

LIU Kai, DUAN Jinrong, XU Dongpo, ZHANG Minying, SHI Weigang

(Freshwater Fisheries Research Center of the Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, P. R. China)

**Abstract:** Studies on capture sizes and catch in fishing season of brooders of mitten crab in estuary of the Changjiang River were carried out during 1997-2005, and at the same time current resource and MSY were estimated. Mean values of carapace length, width and body weight were 61 mm, 66 mm and 142 g respectively, and the proportion between female and male was 1:2.16. In the corresponding period, average yield was 2.03 tons and MSY evaluated by model of schaefer was 1.06 tons. In research time, yield fluctuated exquisitely and catch percentage of November rose evidently. Besides, exorbitant differences of capture sizes in individuals and irregular fluctuation of correlative factors could also be found. To protect resource of mitten crab, immovable net fishing should be forbidden or restricted, and more attention should be paid to control the fishing intensity around the Jiuduwan alluvion. In conclusion, certain proposals are put forward. Further studies should be taken on spawning habits and trend of catch fluctuation of brooders of mitten crab in Changjiang River estuary. Integrated protect system may establish as soon as possible. At last, to strengthen management and insist on secure artificial propagation is required.

**Keywords:** Estuary of the Changjiang River; mitten crab; resource; MSY

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)隶属于十足目、方蟹科、绒螯蟹属,我国南自24°N,北到42-43°N,东自124°E的鸭绿江口,西至112°E的湖北沙市均有分布,其中心位于江淮之间,以长江种群产量最高、种质最优<sup>[1-3]</sup>.中华绒螯蟹在长江流域淡水湖泊、河流中生长发育,当性腺发育至IV期后开始向河口区咸淡水交汇水域进行生殖洄游,从而在长江中下游至长江口形成捕捞汛期,历史上长江中下游四省一市年捕捞量曾高达 $3 \times 10^4$  t<sup>①</sup>.上世纪90年代以后,一方面长江中下游水系的工程建设对其洄游的不利影响仍在延续,水环境恶化也日趋严重;另一方面对资源长期过度利用(亲蟹、幼蟹和蟹苗三重捕捞),长江中华绒螯蟹资源急

\* 国家科技基础条件平台项目/长江中下游水产种质资源标准化整理、整合与共享(2004DKA30470)资助. 2006-03-15收稿;2006-06-14收修改稿. 刘凯,男,1980年生,助理研究员;E-mail:liuk@ffrc.cn.

\*\* 通讯作者;E-mail:shiwg@ffrc.cn.

① 张列士,朱传龙,杨杰等.长江口中华绒螯蟹及蟹苗资源变动的研究.上海水产研究所研究报告,1989(3):1-14.

剧衰退,中下游蟹汛逐渐消失,现仅有长江口尚能形成亲蟹冬汛. 近期关于中华绒螯蟹的研究多集中于种质性状与生长发育等方向<sup>[4-8]</sup>,有关其天然资源的报道很少. 本文对长江口亲蟹资源现状进行研究,对近期捕捞量大幅度波动的原因进行了分析,并对其资源增殖保护提出了具体意见.

## 1 材料与方法

### 1.1 监测站点及监测参数

研究期内每年在长江南支如图 1 所示的 A-B-C、D-E-F、G-H-I 和 J-K-L 等 4 处水域内设置蟹拖网监测船 4 艘(50HP,20t,挂网袋 16 个,单个网袋宽 2.3 m,高 1 m);监测频率:捕捞量监测:汛期内每天进行,相关渔获规格指标监测:每船每汛期监测 3 次,每次随机抽取样本 15 只.

### 1.2 资源变动

根据各年汛期采样样本进行渔获规格指标测定,其中雌雄比例根据汛期所有渔获个体统计;根据各年监测船汛期单船捕捞量数据统计单位捕捞努力量渔获量(CPUE),从上海市渔政部门获取各年捕捞量,由捕捞量和汛末瞬时资源量估算长江口亲蟹资源量.

### 1.3 汛末瞬时资源量及最大持续产量估算

根据监测船汛末单网平均捕捞量及相应的扫江面积,根据公式 $(Y \times P) / (Q \times K)$ 估算汛末瞬时资源量<sup>[9]</sup>. 其中:Y 为汛末单网平均捕捞量(kg);P 为亲蟹分布的水域面积(km<sup>2</sup>);Q 为监测船汛末拖捕面积(km<sup>2</sup>);K 为捕捞系数(水平和垂直捕捞系数=0.5×0.8)<sup>[10]</sup>.

以总捕捞量和单位捕捞努力量渔获量数据对各年亲蟹汛期捕捞努力量进行标准化,应用 Schaefer 模式<sup>[11]</sup>估算亲蟹最大持续产量(MSY)与相应捕捞努力量(fmsy).(因外部因素对 2005 年捕捞量急剧变化有较大影响,因此未纳入汛末瞬时资源量和最大持续产量估算).

### 1.4 数据处理

使用 Excell 和 Spss 软件进行数据统计.

## 2 结果

### 2.1 亲蟹资源量

2.1.1 捕捞量变动 研究期内监测船单船全汛捕捞量最低为 15.29 kg,最高为 262.20 kg,平均为 60.69 kg;总捕捞量最低为 0.50 t,最高为 10.65 t,平均为 2.03 t;汛末瞬时资源量最高为 76.39 t,最低为 1.99 t,平均为 19.17 t(表 1). 1997-2003 年间前两项指标均在小范围内波动,2004 年开始单船全汛捕捞量出现显著上升,总捕捞量也相应大幅增长.

根据捕捞参数无显著变更、作业区域和作业方式基本不变的两艘监测船(沪宝渔 22430 和沪宝渔 22435)捕捞量数据对亲蟹汛期捕捞量分布的变动进行分析,分别统计 1998-2005 年监测船 11-12 月的捕捞量并计算各月份捕捞量百分数. 结果显示 11 月份捕捞量百分数呈上升趋势,12 月份则呈下降趋势(图 2);比较各年 11 月份和 12 月份单船日捕捞量指标:研究期内两者均呈上升趋势,但从 1999 年开始,11 月份指标上升速度超过 12 月份,自 2002 年起其数值超过 12 月份并保持至今(图 3). 上述结果表明,研究期内长江口亲蟹汛期捕捞量分布呈现出前移的趋势.

2.1.2 捕捞强度因子相关性 以 1997 至 2005 年亲蟹监测船单位捕捞努力量渔获量为标准对各年捕捞努力

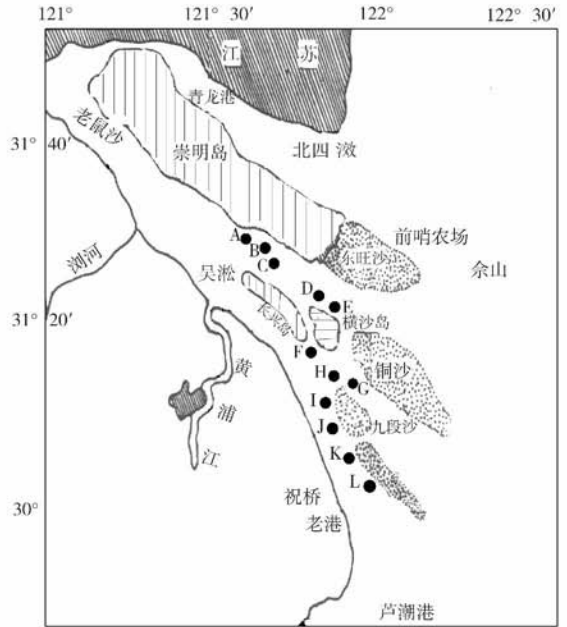


图 1 监测站点示意图

Fig. 1 Sketch of investigating station

量进行标准化: 捕捞努力量 = 总捕捞量 / 单位捕捞努力量渔获量 (表 2)。统计捕捞强度因子相关性, 结果显示: 单位捕捞努力量渔获量和总捕捞量之间存在极显著的线性相关 ( $r = 0.99, t = 20.66$ ); 捕捞努力量和总捕捞量之间不存在显著的线性关系 ( $r = 0.33, t = 0.92$ ); 捕捞努力量和单位捕捞努力量渔获量之间不存在显著的线性关系 ( $r = 0.22, t = 0.60$ )。

表 1 亲蟹汛期资源量变动

Tab. 1 Resource changing in fishing season of brooders of mitten crab

年份	总捕捞量(t)	汛末瞬时资源量(t)	资源量(t)	资源变动率(%)	捕捞强度
1997	0.81	1.99	2.80	-87.13	0.29
1998	0.80	2.14	2.94	4.81	0.27
1999	1.20	3.46	4.66	58.50	0.26
2000	0.90	19.37	20.27	334.98	0.04
2001	0.86	8.80	9.66	-52.34	0.09
2002	0.77	16.67	17.44	80.54	0.04
2003	0.50	76.39	76.89	340.88	0.01
2004	1.83	24.55	26.38	-65.69	0.07
2005	10.65	—	—	—	—

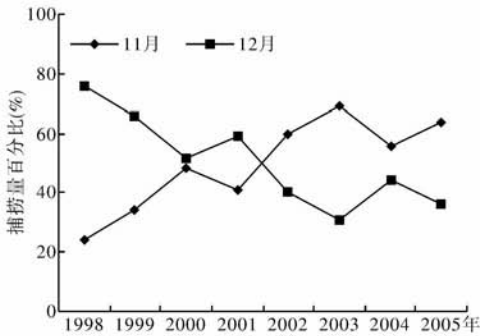


图 2 亲蟹汛期捕捞量分布

Fig. 2 Distribution of catch in fishing season of brooders of mitten crab

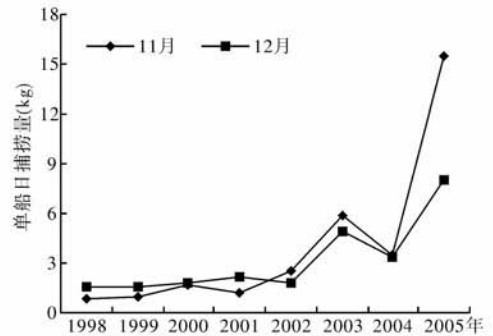


图 3 亲蟹汛期单船日均捕捞量

Fig. 3 Average daily catch in fishing season of brooders of mitten crab

表 2 亲蟹汛期捕捞量统计参数

Tab. 2 Correlative statistics parameters of catch in fishing season of brooders of mitten crab

年份	总捕捞量(t)	单位捕捞努力量渔获量(kg)	捕捞努力量(ind)
1997	0.81	15.29	53
1998	0.80	40.02	20
1999	1.20	37.73	32
2000	0.90	45.10	20
2001	0.86	37.52	23
2002	0.77	23.49	33
2003	0.50	16.67	30
2004	1.83	68.16	27
2005	10.65	262.20	41

2.1.3 最大持续产量估算 考虑到2005年亲蟹捕捞量的大幅度上升受到众多外部因素的影响,因此仅根据1997-2004年的捕捞量-捕捞努力量参数(表2),应用Schaefer模式估算长江口亲蟹最大持续产量.首先对两参数间的二次多项式回归关系进行检验,结果显示  $F = 0.10 < F_{0.05}$ , 捕捞量和相应捕捞努力量之间的二次多项式回归关系不显著.因此依照上述数据估算最大持续产量存在较大的误差,仅为中华绒螯蟹资源现状研究提供参考.

模式方程:  $Y = F(B_{\infty} - F/k) [Y - \text{渔获量 } B_{\infty} - \text{种群最大资源量 } F - \text{捕捞死亡系数 } k - \text{模式参数}]$ ; 由  $F = q \times f [f - \text{捕捞努力量 } q - \text{可捕系数}]$ ,  $Y = q \times f \times B_{\infty} - q^2/k \times f^2$ ; 令  $a = q \times B_{\infty}$ ,  $b = q^2/k$ ; 平衡状态下对  $f$  求导,有  $f = a/2b$ ,  $Y = a^2/4b$ , 根据连续的  $Y$  和  $f$  数据拟合出  $a = 0.0618$ ,  $b = 0.0009$ ; 因此应用 Schaefer 模式估算长江口亲蟹最大持续产量(MSY)为 1.06t, 相应捕捞努力量( $f_{msy}$ )为 34.3 艘(图4).

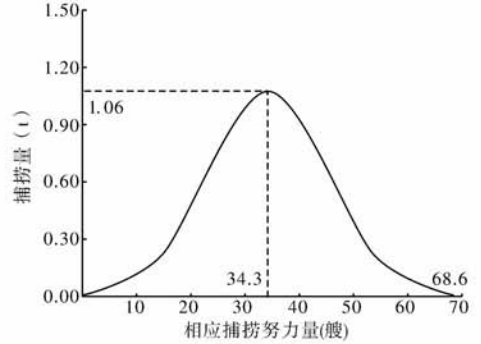


图4 亲蟹汛期最大持续产量理想曲线  
Fig.4 Ideal curve of MSY in fishing season of brooders of mitten crab

2.2 亲蟹汛期渔获规格

2.2.1 渔获规格和性比 研究期内亲蟹平均壳长为  $61 \pm 11$  mm, 平均壳宽为  $66 \pm 11$  mm, 平均体重为  $142 \pm 64$  g, 雌雄个体比例为 1:2.16(表3). 分别拟合壳长、壳宽和体重三指标间的相关方程: 壳长与壳宽呈显著的线性相关, 关系式为  $L_{壳宽} = 1.0238 \times L_{壳长} + 3.8965 (r = 0.9829)$ ; 壳长、壳宽与体重分别呈显著的幂函数相关, 关系式分别为  $W = 0.0045 \times L_{壳长}^{2.5046} (r = 0.9309)$  和  $W = 0.0023 \times L_{壳宽}^{2.6156} (r = 0.9362)$ .

表3 亲蟹汛期平均渔获规格

Tab.3 Average capture sizes in fishing season of brooders of mitten crab

年份	平均壳长(mm)	平均壳宽(mm)	平均体重(g)	雌:雄
1997	54	61	113	1:3.50
1998	54	58	96	1:1.12
1999	60	64	145	1:1.36
2000	67	72	160	1:1.86
2001	62	67	155	1:3.21
2002	60	65	140	1:2.51
2003	63	70	168	1:3.61
2004	62	67	145	1:1.92
2005	62	68	145	1:2.19

研究期内亲蟹个体壳长范围为 34-96 mm, 优势组为 50-72 mm(占样本总数的 70.65%); 壳宽范围为 36-102 mm, 优势组为 55-77 mm(占样本总数的 68.68%); 体重范围为 25-400 g, 优势组为 78-206 g(占样本总数的 67.08%)(表4).

2.2.2 渔获规格年间波动 各项渔获规格指标自1999年起波动上升, 壳长和壳宽的高点出现于2000年, 体重高点出现于2003年; 对所有样本进行方差分析,  $F_{壳长} = 10.69$ ,  $F_{壳宽} = 10.58$ ,  $F_{体重} = 8.21$ , 差异均极显著; 运用 Duncan 新复极差法对各年指标进行多重比较, 结果显示显著差异分别出现于1997-1998年及2003年, 其它各年间无显著差异. 雌雄个体比例最大为 1:1.12(1998年); 最小为 1:3.61(2003年), 各年波动幅度较大, 无显著变动规律. 将各年壳长、壳宽和体重数据分别以 10 mm 和 50 g 为间隔划分成组并进行年间比较, 结果显示研究期内中等规格个体所占比例上升且趋于稳定, 小规格个体则呈波动下降趋势, 大规格个体波动幅度较大, 变动趋势尚不明显.

表4 亲蟹汛期渔获规格区间

Tab. 4 Range of capture sizes in fishing season of brooders of mitten crab

壳长分布(mm)	百分比(%)	壳宽分布(mm)	百分比(%)	体重分布(g)	百分比(%)
$L < 40$	0.99	$L < 40$	0.25	$L < 50$	4.19
$40 \leq L < 50$	16.03	$40 \leq L < 50$	8.01	$50 \leq L < 100$	22.44
$50 \leq L < 60$	25.28	$50 \leq L < 60$	17.76	$100 \leq L < 150$	28.24
$60 \leq L < 70$	34.77	$60 \leq L < 70$	33.17	$150 \leq L < 200$	24.54
$70 \leq L < 80$	18.13	$70 \leq L < 80$	29.84	$200 \leq L < 250$	12.70
$80 \leq L < 90$	4.07	$80 \leq L < 90$	8.88	$250 \leq L < 300$	5.80
$L \geq 90$	0.74	$L \geq 90$	2.10	$L \geq 300$	2.10

### 3 讨论

#### 3.1 长江口亲蟹资源现状及存在问题

研究期内亲蟹壳长、壳宽和体重指标与施炜纲的报道(分别为  $58 \pm 3$  mm,  $63 \pm 3$  mm 和  $131 \pm 19$  g, 雌:雄 = 1:0.92) 相比均有不同程度的回升,但仍不稳定,且个体差异显著增大,渔获群体中雄性个体所占比例大幅上升。1997-2003 年间捕捞量在极低的水平波动,2004 年捕捞量开始大幅回升,由于单船全汛捕捞量和捕捞船只数量均大幅度上升,2005 年捕捞量更是急剧上升,已经接近八十年代的捕捞水平。但如果将 2005 年数据纳入统计,1997-2004 年间捕捞量均值为 0.96 t,仅为 1986-1990 年间捕捞量均值的 8.80%。研究期内各年单船全汛捕捞量、总捕捞量和汛末瞬时资源量均波动剧烈,且无明显的变动趋势,捕捞努力量和单船全汛捕捞量之间不存在显著的线性关系,捕捞汛期有前移趋势。因此虽然近期捕捞量显著回升,但综合评价亲蟹资源仍十分严峻,此外两个外部因素的不利影响有可能加剧其资源的不稳定性:(1)作业方式的改变;2003-2004 年部分渔民使用插网作业,但由于网具不易获得,使用的渔民较少。2005 年网具问题解决后,多数渔民均以插网作业,部分渔民兼用两种网具(大潮时由于插网易被冲坏而使用拖网,小潮时则使用插网)。插网的普遍使用使得捕捞量大幅上升而作业成本显著下降,而且其对捕捞船只的要求明显降低,如 203-206 号浮筒附近水域众多小马力渔船均使用插网作业,有的船只捕捞量甚至高于拖网产量;(2)九段沙附近水域捕捞强度高:由于九段沙附近水域为中华绒螯蟹繁殖场,其资源密度相对较大,捕捞量相比其他水域高 1 倍以上,因而目前捕捞船只多数集中于圆沙-53 号浮筒-中浚和横沙-铜沙西-铜沙东水域作业,传统作业水域如南六淤-奚家港、马家港-圆沙和铜沙-东旺沙夹道的捕捞船只数量很少。近 3 年来,该水域实际作业船只数量基本维持在 40 艘以上(其中长兴岛渔船大约 10-15 艘,江苏渔船大约 30-40 艘,多数为无证捕捞),此情况在插网普遍使用后将有可能进一步加剧,这对中华绒螯蟹产卵群体的负面影响不容忽视。

#### 3.2 近期亲蟹捕捞量大幅回升的原因分析

近期亲蟹捕捞量显著回升,2005 年更是异常上升,分析其原因可能有以下几点:(1)中华绒螯蟹增殖放流。2004 年长江口进行的两次大规模中华绒螯蟹增殖放流行动(4 月 1 日放流 40 万只蟹苗,12 月 20 日放流 2.5 万只亲蟹)有可能对其资源增殖产生了积极效果,放流群体有效扩增了中华绒螯蟹天然群体的数量;(2)捕捞网具的变化:2003 年开始出现的插网捕捞作业于 2005 年被普遍使用。插网作业使捕捞量大幅上升,以沪宝渔 22430 为例,2005 年插网作业日均捕捞量为 43.4 kg,而拖网作业仅为 9.7 kg,前者为后者的 447.82%;(3)长江口淡水锋面可能向口内移动。据长江三峡工程对生态环境的影响论述<sup>[12]</sup>,其对长江口盐水入侵的不利影响主要表现为:盐水入侵时间提前,历时加长,总的受咸天数增加,且 10 月份水库蓄水后 25 等盐线距口门距离将减少 10-26 km,30 等盐线距离将减少 14-35 km。届时中华绒螯蟹产卵群体会因为对盐度的适应性而内移,从而增大被捕捞几率。实际上三峡正式蓄水后的 2003 年汛期九段沙附近监测船单船捕捞量的大幅上升已经表现出异常(相比 2002 年大幅增加 232.64%),但由于 2003 年鳃苗网桩严重影响

蟹拖网作业使得作业船只数量很少,因而无法从当年捕捞量得到证实.此外2005年底至2006年初长江口发生了严重的盐潮入侵,2005年捕捞量的急剧上升是否与之相关目前还无法确定.

### 3.3 资源保护措施

作为整个长江中下游曾经的主捕种类,从七十年代四省一市千艘作业船只、年捕捞量300-500t萎缩到目前仅上海市的30-50艘作业船只、年均捕捞量不足1t,中华绒螯蟹正经历着类似鲟鱼和暗纹东方鲀资源衰败的相同过程,而且外界条件特别是环境因素和资源利用强度尚未得到改善,如果仍不实施有效保护,极有可能重蹈覆辙.针对其生活、繁殖习性现提出几点保护意见:(1)对中华绒螯蟹(亲蟹、幼蟹和蟹苗)实施3-5年的禁捕,同时加强科研调查,确切掌握当前长江口生态环境下亲蟹繁殖群体的产卵时间和产卵场位置,在相应水域建立中华绒螯蟹繁育保护区,并根据其生态习性在保护区内实行禁渔区和禁渔期制度;(2)加强渔政管理,严厉打击偷捕船只,规范长江口亲蟹捕捞作业,严格控制捕捞期和捕捞区,取缔插网作业,保障资源合理有序利用;对九段沙上下水道附近的捕捞强度应当合理控制,保证繁殖群体的数量;(3)在亲本种质得到有效保障的前提下,加强人工增殖放流力度,可将禁渔期内于中游通江湖泊中放流大规格蟹种和于河口放流亲蟹、蟹苗相结合,从而迅速扩大种群数量;(4)建立中华绒螯蟹种质评价标准,加强养殖业特别是育苗业的种质监控力度,防止种质混杂和退化.

## 4 参考文献

- [1] 谷孝鸿,赵福顺.长江中华绒螯蟹的资源与养殖现状及其种质保护.湖泊科学,2001,13(3):267-271.
- [2] 徐兴川.关于中华绒螯蟹品质保持问题的探讨.水产科技情报,1991,18(1):17-19.
- [3] 李应森,李思发,徐广友等.长江水系和辽河水系网围养殖中华绒螯蟹生长性能的比较.上海水产大学学报,2000,9(3):189-193.
- [4] 李思发,王成辉,赵乃刚.湖泊放养长江水系中华绒螯蟹的性成熟规律研究.水生生物学报,2001,25(4):350-357.
- [5] 许加武,任明荣,李思发.长江,辽河,瓯江中华绒螯蟹种群的形态判别.水产学报,1997,21(3):269-274.
- [6] 张列士,姜治忠,李 军.日本绒螯蟹与不同水系中华绒螯蟹的形态比较.上海水产大学学报,2002,11(2):110-113.
- [7] 李晨虹,李思发,邢益于等.池养长江蟹、辽河蟹生长性能及其遗传-环境交互作用分析.水生生物学报,2002,26(4):335-341.
- [8] 应雪萍,张永普,杨万喜.中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)成熟蟹、抱卵蟹、流产蟹肝胰腺脂肪酸组成的比较研究.海洋与湖沼,2004,35(2):141-148.
- [9] 尼科里斯基 Г В 主编.鱼类种群变动理论.北京:中国农业出版社,1982:391.
- [10] 施炜纲,周 昕,杜晓燕.长江中下游中华绒螯蟹亲体资源动态研究.水生生物学报,2002,26(6):641-647.
- [11] 叶昌臣,黄 斌等.渔业生物数学.北京:中国农业出版社,1990:111-121.
- [12] 陈国阶.三峡工程对生态及环境的影响及对策研究.北京:科学技术出版社,1995:118-129.