

文章编号: 1000- 0615(2003)03- 0251- 07

北部湾二长棘鲷生长和死亡参数估计

陈作志^{1,2}, 邱永松¹

(1. 中国水产科学院南海水产研究所, 广东 广州 510300; 2. 上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘要: 根据上世纪 90 年代及 60 年代的生物学资料, 运用体长频率分析法估算二长棘鲷的生长和死亡参数。von Bertalanffy 生长方程的主要参数 $L_{\infty} = 27.3\text{cm}$, $K = 0.45$, $t_0 = -0.34$; 体重的生长拐点为 2.12 龄; 瞬时总死亡率 (Z)、瞬时自然死亡率 (M) 和瞬时捕捞死亡率 (F) 分别为 2.825, 1.045 和 1.78。当前开发率为 0.63, 资源处于过度利用状态。根据等渔量曲线图分析, 当前的捕捞强度过高, 而开捕年龄和开捕体长过低, 资源出现衰竭现象。综合考虑当前的捕捞强度和社会经济效益, 建议北部湾二长棘鲷的最适开捕年龄大于 1 龄, 开捕体长大于 120mm。

关键词: 生长; 死亡; 二长棘鲷; 北部湾

中图分类号: S931.1 文献标识码: A

Estimation of growth and mortality parameters of *Parargyrops edita* Tanaka in Beibu Bay

CHEN Zuozhi^{1,2}, QIU Yong song¹

(South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China
2. Ocean College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on length-frequency data of crimson sea bream *Parargyrops edita* collected in Beibu Bay in the 1990's and 1960's growth and mortality parameters were estimated using ELEFAN II technique in FiSAT. The estimated parameters for von Bertalanffy growth equation was $L_{\infty} = 27.3\text{cm}$, $K = 0.45$, $t_0 = -0.34$; the turning point on body weight growth curve of the stock was situated at $t = 2.12$; the instantaneous rate of total mortality (Z) was $Z = 2.825$, and the instantaneous natural (M) and fishing mortality (F) rates were 1.045 and 1.78 respectively. The exploitrate in recent years was 0.63, and is in a state of over exploitation. According to the curve of equal catch, the fishing intensity was too high but the catch age and body-length were too low, so the stocks declined. Considering fishing effort and social-economical benefit, this paper suggests that the optimum catch age should be above one year and body length above 120mm.

Key words: growth; mortality; *Parargyrops edita*; Beibu Bay

二长棘鲷 *Parargyrops edita* Tanaka 为暖温性近底层鱼类, 分布于太平洋西部的中国、朝鲜、日本、越南和印度尼西亚等海域。我国产于南海和东海, 其中在南海北部和东海南部数量较多, 经济价值较高,

收稿日期: 2002-08-30

资助项目: 广东省重大科技兴海项目(A200099E01)

作者简介: 陈作志(1978-), 男, 湖北孝感人, 上海水产大学 2000 级硕士研究生, 专业方向为渔业资源评估。E-mail: zz.chen_2000@

eyou.com

在南海北部,二长棘鲷的主产区在北部湾,一直都是北部湾底拖网渔业的主要捕捞对象^[1-4]。张其永等对台湾海峡和北部湾二长棘鲷种群进行过研究,指出闽南-台湾浅滩与牛山-澎湖群体间关系密切,都属于同一地方种群,称为台湾海峡地方种群;由于相距较远,且有地理隔离,北部湾群体则属于异地分布的不同地方种群,称为北部湾地方种群,其幼鱼和成鱼只在湾内进行深浅洄游移动^[5]。李辉权也曾报道大陆架的二长棘鲷的基本渔业生物学^[6],而有关北部湾二长棘鲷的生长和死亡情况则没有报道。根据20世纪90年代两次北部湾渔业资源监测的调查资料,结合20世纪60年代的生物学数据,利用电子体长频率分析法 ELEFAN II (electronic length frequency analysis II),估算了二长棘鲷的生长和死亡参数,拟合了生长方程,在此基础上评价了目前资源的利用率,为进一步了解其资源状况,合理利用和管理该鱼种资源的提供科学依据。

1 材料和方法

研究所用的资料主要为南海水产研究所1992-1993、1997-1999年两次南海北部底拖网渔业资源调查统计数据,并使用了20世纪60年代调查的生物学资料。其中,20世纪60年代采样为每月进行,而20世纪90年代则按季进行。采样方法按《海洋调查规范 GB13763》进行,1992-1993年为春、秋两季,1997-1999按春、夏、秋、冬4季分别进行。北部湾地区的采样点见图1。

渔获的二长棘鲷在实验室进行生物学测定和数据处理。生物学测定项目包括体长、体重、胃饱满度、性别和性成熟度等。原则上每站捕获尾数大于50尾时测定50尾,不足50尾时全部测定,1997-1999年测得1120尾,1992-1993年为680尾,60年代为2500尾。数据处理与分析借助微机进行。主要使用Excel、FiSAT等软件对数据进行处理。90年代和60年代的数据分别进行体长和体重回归,进行方差分析,然后综合估算生长参数,拟和生长方程。其中:生长描述使用 von Bertalanffy 生长方程,生长参数应用 FiSAT 中的 ELEFAN II 求取 (SCORE 可作为拟合优度的一个估计量,其值分布在 0 与 1 间)。减小或增大 L_{∞} 和 K 的初选值,直到 SCORE 达到最大值,选择 SCORE 达到最优(即最大且其相应的生长参数在生物学上能被接受)的参数组为生长参数的估算结果。

总死亡系数采用体长变换渔获曲线法和 B-H 总死亡估算模式^[7]计算:

其中 B-H 模式为:

$$Z = K(L_{\infty} - L_m) / (L_m - L') \quad (1)$$

式中: L_m 为样品的平均体长, L' 为最小开捕体长

自然死亡系数用下列三个公式来计算:

Pauly^[8]:

$$\ln M = -0.066 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T \quad (2)$$

根据公式: $M = a + b/t_{\lambda}$, 詹秉义等^[7]推导出:

$$M_z = -0.0021 + 2.5912/t_{\lambda} \quad (3)$$

$$\text{Alverson 和 Carney}^{[7]}: t_{\lambda} \times 0.25 = (1/k) \ln[(M_A + 3k)/M_A] \quad (4)$$

其中: L_{∞} (全长, cm) 和 K 分别为渐近体长值和生长系数, T 为该鱼种栖息水层的平均温度($^{\circ}\text{C}$), t_{λ} 为最大年龄。

由于(2)式中的 L_{∞} 为全长,故需将本文所使用的体长生长参数的 L_{∞} 换算为全长。为此我们根据调查数据选取了150尾二长棘鲷体长(BL)和全长(TL)的数据拟和得到以下直线方程:

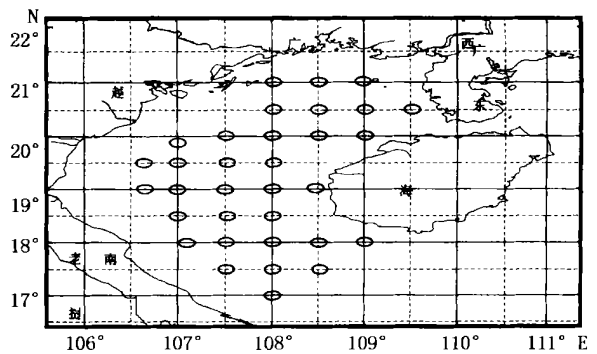


图1 北部湾采样站点示意图

Fig. 1 Sketch maps of sampling sites in Beibu Bay

$$TL = 1.2645BL - 1.8991 \quad (r = 0.946) \quad (5)$$

由于二长棘鲷的渔获率有季节差异, 最高为春季, 其次为冬季, 夏、秋季较少。因此, 栖息水层的平均温度 T ($^{\circ}\text{C}$) 采用各季节水温和渔获率进行加权平均。

开发率(E)指捕捞死亡占总死亡的比例:

$$E = F / Z \quad (6)$$

2 结果与讨论

2.1 体重对体长的回归

经点图分析, 二长棘鲷体长与体重呈幂函数增长关系, 可用 $W = aL^b$ 来表示(图2)。根据体长和相应的总体重回归分析得:

$$W_{61} = 2.994 \times 10^{-5} L^{3.072} \quad (R^2 = 0.934 \quad n = 1120) \quad (7)$$

$$W_{97} = 3.045 \times 10^{-5} L^{3.054} \quad (R^2 = 0.977 \quad n = 470) \quad (8)$$

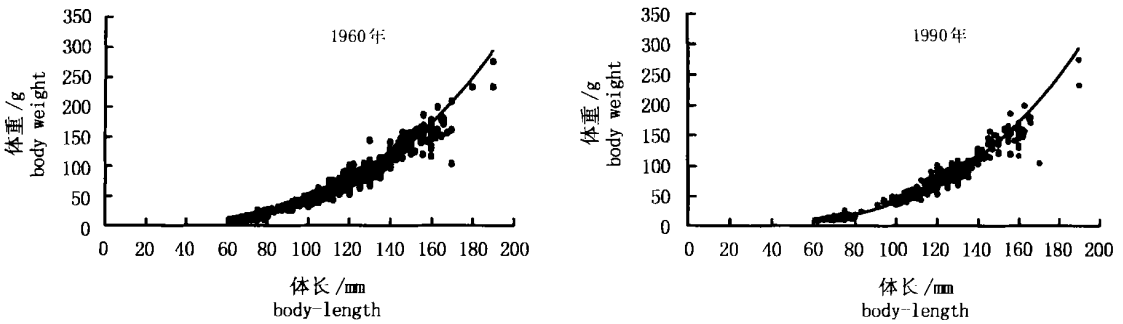


图2 不同年代的体长和体重关系曲线

Fig. 2 The curve of relation between body length and body weight in different years

对不同年代二长棘鲷的体长对体重的回归方程的显著性进行方差分析检验。与方差分析有关的数据列于表1。其中, 调查的二长棘鲷的最小渔获物体长为 5.5cm, 最大体长为 24.5cm, 以 5.5cm 为起点进行取样, 组间差距 1cm, 各组距分别取 10 尾。体重是依(7)(8)分别计算的理论值。与方差分析的有关数据列于表2。

表1 二长棘鲷体重对体长回归分析数据

Tab. 1 Regressive analysis data of body weight against body length of *P. edita*

年代 years	n	\bar{X}	$\sum X^2$	\bar{y}	$\sum Y^2$	$\sum XY$
1990s	200	1.8864	604.5642	0.7251	126.395	253.144
1960s	200	1.8543	596.3578	0.6238	96.268	201.325

对不同年代二长棘鲷的体长体重相关进行显著性检验:

$$F_{1961} = 9452.23, \quad P < 0.01$$

$$F_{1999} = 6718.36, \quad P < 0.01$$

根据方差分析的结果, 不同年代二长棘鲷体长和体重关系的方程没有显著性差别。

2.2 生长和生长方程

2.2.1 von Bertalanffy 生长参数的估算

由于二长棘鲷为等速生长的鱼类 ($b \approx 3$), 因此, 用 von Bertalanffy 来描述它的生长规律。根据

ELEFAN II 求得其 20 世纪 90 年代的生长参数为:

$$L_{\infty} = 25.8 \text{ cm}, K = 0.25, t_0 = -1.02 \text{ 年}$$

二长棘鲷的生长方程为:

$$L_{99} = 25.8 [1 - e^{-0.25(t + 1.02)}] \quad (\text{SCORE} = 0.94) \quad (9)$$

同样, 20 世纪 60 年代的生长方程分别为:

$$L_{61} = 27.0 [1 - e^{-0.43(t + 0.34)}] \quad (\text{SCORE} = 0.977) \quad (10)$$

从方程(9)、(10)中可看出, 根据 90 年代资料拟和的生长方程的结果偏小, 其渐进体长值(L_{∞}) 小于 20 世纪 60 年代。原因在于渐进体长值(L_{∞}) 与最大体长关系密切(鱼的最大体长一般为渐进值的 90~95%^[9])。自 20 世纪 70 年代后, 渔获物就主要以幼鱼和 1 龄鱼为主, 缺乏 2 龄以上成鱼的数据, 导致用 ELEFAN II 拟和 20 世纪 90 年代的生长方程不太理想。由于不同年代的体长和体重的回归关系没有差别, 在以后的调查中也不大可能采到 2 龄以上成鱼, 且 20 世纪 60 年代调查的资料比较全面, 因此, 在当前的情况下, 以 20 世纪 60 年代的样品为主, 结合 20 世纪 90 年代的生物学资料进行综合推算其生长方程具有十分现实的意义。

综合两个年代的生物学资料推出的生长方程为:

$$L = 27.3 [1 - e^{-0.45(t + 0.32)}] \quad (\text{SCORE} = 0.99) \quad (11)$$

$$W = 3.016 \times 10^{-5} L^{3.058}, (R^2 = 0.987) \quad (12)$$

通过不同年代综合推导的生长方程的参数选优值为 0.99, $L_{\infty} = 27.3 \text{ cm}$, $K = 0.45$, $t_0 = -0.32$, 拐点年龄 $t_r = t_0 + \ln 3 / k = 2.12$ 年。上述参数可视为二长棘鲷的最佳参数值。通过方程(11, 12) 求得的计算体长、体重值, 基本上与实测值相符(表 2), 表明该方程可以描述二长棘鲷的生长规律。二长棘鲷的体长、体重生长曲线(见图 3、4)。

表 2 北部湾二长棘鲷的体长和体重的理论值和实测值

Tab. 2 Estimate and real value of length and weight of *P. edita* in Beibu Bay

		0	I	II	III	IV	V
平均体长 (mm)	实测体长 experimental length	40.8	124.4	150.4	210.3	225.3	243.8
	计算体长 calculate length	37.4	122.3	176.8	211.7	233.9	248.0
平均体重 (g)	实测体重 experimental weight	22.9	68.1	195.0	366.4	498.3	295.0
	计算体重 calculate weight	18.4	67.5	207.1	358.3	485.3	579.9

2.2.2 生长速度和生长加速度

二长棘鲷体长生长曲线不具拐点(图 3), 开始上升快, 随着年龄的增长, 逐步趋向渐进值。体重生长曲线为不对称的 S 型曲线(图 4), 拐点年龄 $t_r = 2.12$, 拐点处的体重为拐点体重(= 68g)。将体重生长方程对 t 求一阶和二阶导数, 即得体重的生长速度和生长加速度(图 5、6) 可见, 体重生长速度曲线是一条随年龄的增加经历了由小一大一小的变化过程, 最终趋于零的单峰型曲线。由大到小的折点即是拐点, 此时生长速度最大。拐点前的生长速度随着年龄的增加而递增, 拐点之后生长速度随着年龄的增加而递减。表明年龄 2.12 年以后, 是体重的递减阶段, 其生长已进入衰老期。

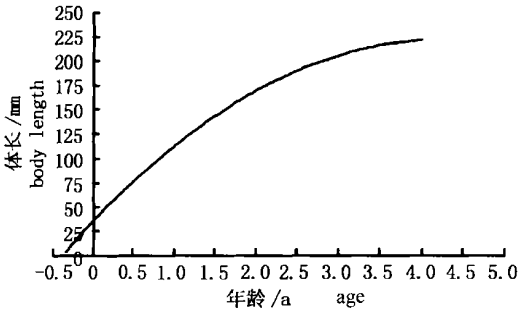


图 3 二长棘鲷的体长生长曲线

Fig. 3 The growth curve in the body length of *P. edita*

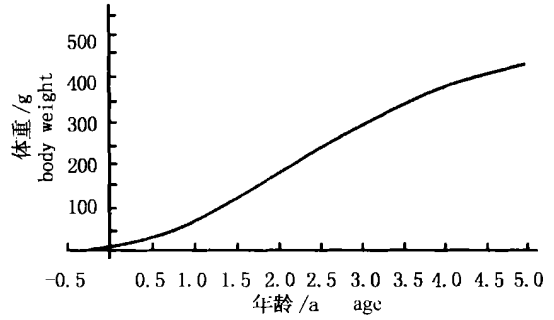


图 4 二长棘鲷的体重生长曲线

Fig. 4 The growth curve in the body weight of *P. edita*

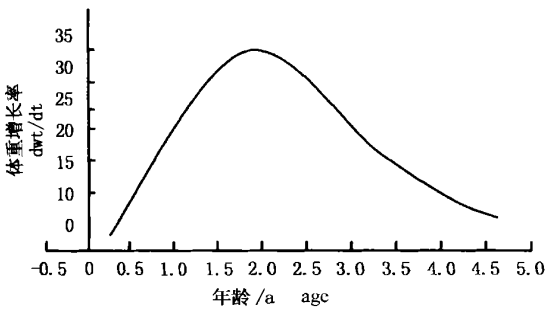


图 5 体重生长速度曲线

Fig. 5 The growth rate in the body length

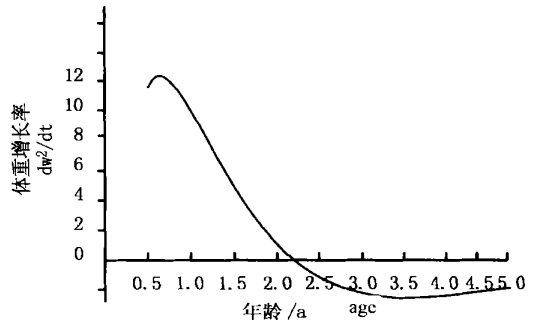


图 6 体重生长加速度曲线

Fig. 6 The acceleration curve in the body weight

2.3 死亡

2.3.1 总死亡系数

根据变换曲线法, 选 10 个点(黑点)作线性回归, 拟合直线方程为 $Y = 10.41 - 2.778x$, $r = 0.969$ 。方程的斜率为 -2.778 , 故总自然死亡系数为 $Z_C = 2.778$ 。根据 B-H 分析模式, 将 $L_m = 11.5\text{cm}$, $L' = 8.0\text{cm}$ 代入公式(5)求得: $Z_B = 2.872$, 采用平均数, 即 $Z = 2.715$ 。由于这两者相差不大, 故取平均值, 即 $Z = 2.825$ 。

2.3.2 自然死亡系数

将 $L_\infty = 27.3\text{cm}$ 代入(5)式中, 求得渐进全长 = 32.6cm 。

根据渐进全长 32.6cm , $K = 0.45$, $T = 21.62^\circ\text{C}$, $t_{\lambda} = 5^{(1)}$, 代入方程(1~3)得,

$$M_p = 1.045; M_z = 0.511; M_A = 1.653$$

上面结果相差较大, 而北部湾属于热带、亚热带海湾, 生物资源特点为种类多、个体小、寿命短, 自然死亡率较适合用 Pauly 公式进行估算。因此, 本文采用 M_p , 即 $M = 1.045$ 。

2.3.3 捕捞死亡系数

总死亡系数为自然死亡和捕捞死亡系数之和, 故捕捞死亡系数 $F = Z - M = 1.78$ 。

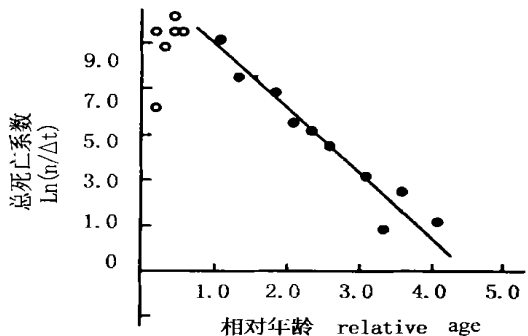


图 7 根据变换体长渔获曲线法估计总死亡系数

Fig. 7 The estimation of mortality from length converted catch curve

2.3.4 开发率

根据公式(5), 推出90年代二长棘鲷的开发率 $E = Z - M / Z = 0.63$ 。

从表3可看出, 同20世纪60年代相比, 当前资源开发力度已大大的加强了。本次调查中, 2^+ 以上的鱼基本上没有捕到, 而2龄以上的鱼在60年代的资源调查中占36.0%^[1]。由于过度捕捞, 二长棘鲷群体结构简单化, 性成熟提前, 幼鱼、补充群体已成为渔业生产的主要捕捞对象。按照Gulland(1971)提出的关于一般鱼类最适利用率为0.5来判断^[10], 则目前二长棘鲷群体的捕捞死亡系数过高, 资源处于过度利用状态。

表3 北部湾不同时期死亡参数和开发率的比较

Tab.3 A comparison of mortality parameters and exploitation rates in different years in Beibu Bay

年份 year	Z	M	F	E
1961	2.07	1.045	1.025	0.50
1992	2.48	1.045	1.435	0.58
1999	2.825	1.045	1.78	0.63

3 结语与建议

二长棘鲷是一种生长快, 资源利用程度较高的经济鱼类, 一直是北部湾底拖网渔业的主要捕捞对象。80年代以后, 由于持续不断的过度捕捞, 资源日益衰退。近年来, 实行了伏季休渔等保护资源的措施后, 资源状况有所恢复, 在2000年我国专属经济区渔业资源调查中, 二长棘鲷的平均渔获率居北部湾底拖网的首位。目前, 北部湾二长棘鲷的资源开发率过高, 从本次调查的样品来看, 幼鱼、1龄鱼为渔获物的主要对象, 2^+ 以上的没有发现, 长期下去极易造成资源的补充型捕捞过度, 致使资源枯竭。因此从保护资源的角度来讲, 提出建议:

从生长速度来讲, 二长棘鲷为阶段性生长。在拐点年龄2龄左右生长最快, 拐点之后生长逐步减慢, 若单从生长角度来保护资源, 应该在生长最快阶段过去之后在大量捕捞, 运用Beverton-Holt动态综合模型计算的二长棘鲷的最适开捕年龄为1.25龄 ($F = 1.78$), 其对应的开捕体长为12.6cm, 开捕体重为68g(图8)。但长期以来, 夏季渔汛为捕捞该鱼种的主汛期, 鱼汛期间的作业渔船以捕捞当年出生的、体长为7.0~10.0cm的幼鱼为主, 明显低于该群体的最适开捕体长。因此, 应通过实施最小开捕体长和拖网渔具网目尺寸标准, 对1龄以下的鱼进行保护。

从捕捞强度看, 按照Gulland提出的一般鱼类最适利用率为0.5来判断二长棘鲷的最适捕捞强度 $F = 1.045$, 而1992-1993和1997-1999年的捕捞死亡系数为1.435、1.78, 分别是最适捕捞强度的1.37和1.70倍。另外, 开发率也发生了深刻的变化, 60年代的开发率为0.50, 资源已得到充分利用, 而90年代初期和末期分别达到0.58、0.63, 是60年代的1.16和1.26倍, 处于过度捕捞态势, 渔获物小型化、低值化明显。因此, 应采取措施, 降低捕捞强度, 确保该种群资源的恢复并达到最大可持续产量。

作者以为既要保护好该资源, 又要进行合理利用, 其实保护的也正是为了更好的开发利用。综合该鱼生长快、成熟早、繁殖力低等特点, 为了兼顾生产者与消费者的双方利益, 提出二长棘鲷以1龄以上为开始开发利用年龄, 体长为12.0cm以上, 体重68g以上, 在捕捞时保护小于此年龄和规格的幼鱼。

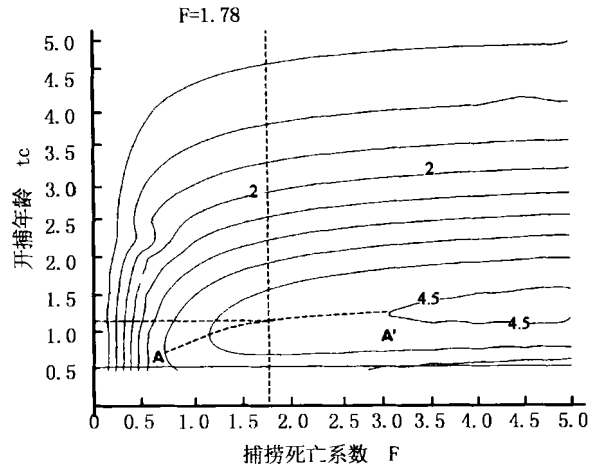


图8 改变开捕年龄和捕捞强度的等渔获量曲线

Fig.8 The curve of equal catch at different first capture age and with different fishing mortality coefficient

参考文献:

- [1] Zhao C Y, Liu X S, Zeng B G, et al. Marine fishery resources of China[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1990. 55-56. [赵传烟, 刘效舜, 曾炳光, 等. 中国海洋渔业资源[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990. 55- 56.]
- [2] Liu X S, Zhang J S, Ding R F, et al. Marine fishery divisions of China[M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1990. 170. [刘效舜, 张进上, 丁仁福, 等. 中国海洋渔业区划[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990. 170.]
- [3] Zeng B G, Zhang J S, Chen G X, et al. Fishery resources survey and regional fishery development planning of South China Sea[M]. Guangzhou: Guanglong Science and Technology Press, 1989. 122. [曾炳光, 张进上, 陈冠贤, 等. 南海区渔业资源调查和区划[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1989. 122.]
- [4] Chen Z C, Liu J X. Economical fishes of south China Sea [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1982. 172- 178. [陈再超, 刘继兴. 南海经济鱼类[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1982. 172- 178.]
- [5] Zhang Q Y, Cai Z P. Population identification of rear fin *Pargo*, *Parargyrops edata* Tanaka, in Taiwan Strait and Beibu Bay[J], Oceanol et Limnol Sin, 1983, 14, (6): 511- 521. [张其永, 蔡泽平. 台湾海峡和北部湾二长棘鲷种群鉴别研究[J]. 海洋和湖沼, 1983, 14(6): 511- 521.]
- [6] Li H Q. A preliminary study on fisheries biology of main commercial fishes in the continental shelf to the South- West of Nansha Islands[J]. J Fish Sci China, 1995, 3(1): 27- 31. [李辉权. 南沙群岛西南陆架海区主要经济鱼类渔业生物学特性的初步研究[J]. 中国水产科学, 1995, 3(1): 27- 31.]
- [7] Zhan B Y. Fishery resources assessment[M]. Beijing: Agriculture Press, 1995. 92- 112. [詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 农业出版社, 1995. 96- 112.]
- [8] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks [J]. J Cons Int Explor Mer, 1980, 39(2): 175-192.
- [9] Fei H N, Zhang S Q. Study of fisheries resources[M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1990. 259. [费鸿年, 张诗全. 水产资源学[M]. 北京: 中国科学技术出版社. 1990. 259.]
- [10] Gulland J A. Fish stock assessment: a manual of basic methods[M]. FAO/ Wiley Ser 1, New York, 1985. 223.