

文章编号: 1004-7271(2000)02-0119-06

有关捕捞能力量化统计方法的探讨

周应祺, 陈新军, 张相国

(上海水产大学, 上海 200090)

摘要: 文章介绍了在我国渔业统计资料中,与捕捞能力相关的项目,以及在渔业管理实践中,对捕捞能力进行宏观控制的主要指标:渔船数、主机总功率和总吨位等,还介绍了我国近海渔业中单一和复合渔业捕捞能力的量化方法,并对各种作业方式中影响捕捞能力的主要因素进行了分析,提出在量化计算时应注意的问题。本文以东、黄海底拖网渔业为实例进行捕捞能力的修正。由于影响捕捞能力的因素很多,文章还初步得出利用灰色系统理论建立捕捞能力的综合指数的设想和可行性,以便较为全面地反映和统一量化不同渔船或多种渔业的捕捞能力,供渔业管理参考。

关键词: 捕捞能力;量化;渔业管理

中图分类号: 9975 **文献标识码:** A

Study on the measurement of fishing capacity in Chinese fisheries

ZHOU Ying-qi, CHEN Xin-jun, ZHANG Xiang-guo

(Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: In this paper, the authors described the items related to the fishing capacity in the statistics data of Chinese marine fishery and indicated that the key items used for monitoring and controlling of fishing capacity are total number of fishing vessels, total engine power, total tonnage and etc. in the common practice of Chinese fisheries management. The methods for standardization of fishing effort used by Chinese fisheries scientists determining fishing capacity of the major fisheries of single and multi-species in the Chinese coastal water has been described. The key parameters affecting the fishing capacity of varied fishing methods, have been analyzed in general and notices about measuring fishing capacity have been pointed out. The exercises of standardization and calculation of the fishing capacity on the bottom trawling fishery in the East China Sea and Yellow sea have been presented. Under the considerations for standardization across varied size vessels and across fisheries a comprehensive index for reflecting to the fishing capacity of varied fisheries has been proposed based on the gray system theory.

Key words: fishing capacity; measurement; fisheries management

中国是一个渔业大国,自1989年以来,水产品产量一直居世界前列,1998年达3906万吨,其中海洋捕捞产量为1498万吨^[1],占总产量的38.3%。中国具有悠久的捕捞作业历史,近海捕捞业的作业方式和类型繁多,主要有拖网、围网、张网、定置网、钓、流刺网等。其中,拖网又有大型中层拖网、对拖网、臂架式虾拖网和桁拖网等。从事生产的单位有国营渔业公司、集体渔业公司、个体股份制渔业和个体渔

收稿日期:1999-12-08

作者简介:周应祺(1943-),男,教授,上海水产大学校长,博士生导师,从事渔具力学、鱼类行为学、渔业资源经济与管理、高等教育学等方向的研究。

业,采用不同规格的渔船。因此,多样化的作业方式和众多的生产者,以及近海渔业资源的衰退,都使实施中国近海捕捞能力的度量和控制增大了难度。70年代后期以来,中国近海主要经济鱼类,如带鱼、大黄鱼、小黄鱼和墨鱼等的资源出现了较大的衰退,目前维持高产量的是以小型、低值鱼类或在食物链处于位置较低鱼虾为主,为了恢复和养护我国近海渔业资源,必须要大力减少从事近海生产的渔船数量和捕捞能力。因此,在中国的近海渔业中开展捕捞能力的研究工作具有很重要的意义。

1 中国渔业主管部门对捕捞能力的统计方法

目前中国渔业主管部门对捕捞能力的统计指标主要有三个,即作业渔船数、渔船的总吨位和主机功率数。对中国近海的渔业来说,这三个指标具有一定的代表性,并在渔业管理中起到了一定的效果。此外,从对捕捞能力的控制指标来看,则主要是渔船数和主机功率。例如,1987年实行了渔船功率控制政策,1997年实行渔船数量与功率双指标控制政策,1999年停止新增近海渔船和功率。

2 捕捞能力的定义及影响捕捞能力的因素

“捕捞能力”是渔业管理中一个新的概念,到目前为止,对捕捞能力还没有一个统一的定义和度量方法。有些文献中,认为捕捞能力是单位时间内的捕捞努力量^[2],FAO技术报告^[3]认为,捕捞能力是在一定资本投入下,渔船或船队能够产出努力量或渔获量的能力。但是,从渔业经济管理学角度分析,捕捞能力的概念是从工业企业经济中延伸而来,其目的是使渔业资本在生态、经济、社会等方面达到合理的利用,渔业投入的各种生产要素(包括渔业资源)达到合理配置和最佳组合。捕捞能力不同于捕捞努力量,捕捞努力量是以渔船的自然特性(如吨位、功率)或渔船作业特性(如出海天数、投网次数)来度量。而捕捞能力则是所有影响渔船渔获量或捕捞能力因素的一个综合特征值,并且是一个动态的概念,将会随着作业方式、作业海域、作业水平、管理方式、技术水平等不同而改变。

影响渔船捕捞能力的主要因素有作业时间、捕捞技术的条件和设备、资源量水平以及其它投入。现分述之。

(1)作业时间。作业时间类型可分为最大(或潜在)作业时间、最适作业时间和实际作业时间。从宏观管理来看,应采用最大(潜在)作业时间。因为在给定的渔业管理条件下,扣除禁渔期等受到限制的作业时间外,是一个相对固定值。最适合作业时间是为了确保渔业管理目标实现的允许作业时间,它是一个时间范围,并随着管理目标、资源状况等条件的变化而变动。实际作业时间是对渔业资源产生的实际压力,例如,一艘空闲的渔船就没有捕捞能力。在中国计算捕捞能力一般统计渔船的实际作业时间。实际上,作业时间由生产性时间和非生产性时间组成。生产性时间包括鱼群的探测、中心渔场的寻找和捕获时间,其时间的分配取决于作业方式和类型。例如在捕鲸业中,捕获时间相当短,主要是寻找鲸鱼的时间;而在底拖网作业中,探索到中心渔场以后,几乎所有的时间都用于拖曳作业。类似的作业方式还有延绳钓、鱿鱼钓等;对于围网渔业,捕获时间变化较大。在延绳钓、刺网、拖网、鱿鱼钓等作业中,作业时间与渔获量基本上呈正比关系。但是,在计算作业时间时,应根据作业特点而采用不同的方法。如拖网捕获的渔获量,是与每捕捞小时或每投网次数紧密联系的。如果每网次拖曳的时间是恒定的,则投网次数是度量捕捞能力的指标。为了进一步深入进行研究,了解和分析各种渔业的作业时间分配,以便推导出一个比较完善的捕捞时间指数,建议作业时间最好是以天数或小时作为基本单位,在航海日志或渔捞统计上应详细记录探索中心渔场、整理渔具、实际捕捞和渔获物处理等所花费的时间。

(2)捕捞技术和仪器设备的改进。众所周知,科技发展对捕捞能力的影响是巨大的。特别是对主动性较大的渔具,如拖网、围网等,其捕捞能力随渔船或渔具改进而变化。随着工业的发展,船舶的吨位和功率在不断增加,捕捞效率也越来越高,捕捞能力随之增大。在围网作业中,采用高速渔船以及先进的探鱼设备,如卫星遥感、声纳等,增加了渔船活动范围和探测中心渔场的能力,从而提高渔获量。在鱿钓作业中,温盐探仪和鱿鱼专用探鱼仪的采用能够迅速找到中心渔场,水下灯设备的应用延长了作业时

间,提高了渔获量。但是,对被动性渔具,仪器设备对捕捞能力的影响相对较小,如定置渔具中的陷阱网、延绳钓等,捕捞能力的提高主要是通过携带更多的笼数或钓钩来实现,它们的基本单位变化不大。

(3)资源量及其分布。由于在作业渔场中鱼类资源分布的不均匀,渔船的分布是不均匀的。在资源量最好的情况下,影响实际捕捞能力的主要因素是渔船和渔具的性能及捕捞技术。而当资源量是低水平的情况下,影响实际捕捞能力的主要因素则是鱼类的资源量,因此,给定时间内,鱼类资源的水平是影响渔船或船队捕获量最重要因素之一。但是,应看到因一些海域的鱼类资源衰退,渔民会将捕捞能力转移到资源没有衰退的海域进行作业,故尽管总的资源量在下降,作为单个渔船仍能维持一定水平的渔获量。

(4)可变资本的投入。可变资本的投入包括燃油、劳动力、冰和饵料等因素。即使作业天数保持稳定不变,但现固定投入相关的可变投入水平及其组合是可能变化的。在给定的捕捞时间内,有可能通过增加其中一部分可变投入来增加某一渔船的渔获量。例如,在我国鱿钓渔业中,船员的手钓产量约占总产量的60%以上,船员的多少直接影响到每天渔获产量的高低。另外,部分固定资产如冷冻设备也能保持渔船的捕捞能力发挥,冷冻能力强和鱼仓容量大的渔船具有较长的在海上有效生产时间,特别是汛期期间影响更大。另外,应看到,当某些条件受到限制时,投入的组合将会变化,相应增加不受限制的投入数量,从而提高捕捞能力。

(5)船长等的技术水平。船长的水平主要体现在捕捞的掌握、中心渔场的寻找、船员的管理等各方面,它们直接或间接地影响到渔获量的高低和捕捞能力的大小。

(6)作业海域海况和渔业管理。作业海域的海况条件会直接影响有效的生产时间。在不同的作业海域,渔业资源水平和管理条件也不同。渔船在不同作业海域内进行流动,使捕捞能力得到了更大的发挥。

3 捕捞能力的度量方法及其实例分析

捕捞能力统计方法有“以投入为基础”和“以产出为基础”两种。传统的和较容易的度量方法是以投入为基础的捕捞能力计量方法。但是,其度量的方法和计量单位有多种,一般采用与实际捕捞效率呈正相关的计量单位作为捕捞能力的单位,如投入的劳动力、渔船数、海上的作业天数、总功率数等。但是,计量捕捞能力应是一项复合指标,因为影响的因素很多,单一因素难以表达具有综合性的捕捞能力。例如,以“渔具使用次数”为计算单位时,因船的大小、网具类型和规格的不同,其捕捞性能和效率也就不同,对渔业资源的利用率和所产生的捕捞能力也不同。在对拖网渔船,其“捕捞作业小时数乘以主机功率数”可能是一个较为合适的单位。但是,在一个渔场中,往往存在多种渔具作业。如东海带鱼渔业中,有拖网、围网、钓具和定置网等多种作业方式。多种因素的影响和复合性渔业的存在都增加了捕捞能力度量的难度。

在我国近海渔业中,捕捞能力的度量并没有对单一渔船、单一船队或单一渔业进行单独计算和分析,因为这样的度量方法会有很大的难度和困难。如上所述,影响的因素很多,并且有一些因素是难以量化,如船长的技术和管理水平。因此,在实践中,一般采用参照系的方法,即选取某一具有代表性的渔具类型或某一船队作为捕捞能力量化的参照标准,其它渔具或渔业都以此参照系为标准,进行比较和量化。常用的方法有两种,如下述。

3.1 单一作业方式的捕捞能力计算

从作业渔船来看,其捕捞能力是指某一类渔船的捕鱼能力,其大小受到渔船的类型、吨位、功率、网具的性能和捕捞技术等因素的影响。如拖网渔船,功率大,船型和网具性能好,其捕捞能力就大。捕鱼效率高,其单位作业时间内的渔获量或单位作业次数渔获量就高,相反就低,在一定程度上,捕捞能力与单位作业时间内的渔获量或作业次数的渔获量(CPUE)是成正相关关系的。因此,可以用CPUE换算为捕捞能力。换算系数为在相同渔场、相同资源密度、相同捕捞作业时间的条件下,某一渔船与所选定标

准船的 CPUE(单位网次产量或单位时间产量)的比值。假定有 A、B、C 等三种类型的渔船在同一海区作业,且每一类中所有渔船的捕捞能力都相同,而各类渔船的捕捞能力都不相同。现假设 A 类渔船为标准,则各类渔船与 A 类渔船的换算系数为 K_A 、 K_B 、 K_C ,则投入的该海区总标准捕捞能力为

$$F_{\text{总}} = F_A + F_B K_B + F_C K_C$$

3.2 复合型渔业的捕捞能力计算

在同一渔场中,有多种作业方式捕捞同一资源的群体时,难以用相同的单位来表示所有作业方式的捕捞能力,因而也难以直接获得总的捕捞能力。为此,可采用简化的捕捞能力计算方法。将某一具有代表性作业方式的船队单位数作为标准,并以其捕捞能力作为计算指标,则总捕捞能力的推算公式为:

$$\text{总捕捞能力} = \text{船队(A)的捕捞能力} \times \text{总渔获量} / \text{船队(A)的渔获量}$$

在实际计算中,选取具有代表性的作业方式作为捕捞能力的标准计量单位是最重要的一步。假如在同一渔场捕捞同一资源群体有两个或更多的捕捞船队(或不同作业方式),应先分别求出每一船队的 CPUE 数值并逐年比较其变动趋势,应选取其中最合适、又最方便的统计资料的船队或作业方式作为标准,估算其总捕捞能力。

例如,黄海鲱渔业是一种复合性渔业,主要作业类型有机轮拖网、机轮围网、机帆船拖网、机帆船围网以及沿岸各种定置网。其中,机轮拖网的产量占优势,约占总产量的 50%,并且还具有投网次数多、作业范围广、渔汛期间网具数量和类型变化不大的特点。叶昌臣等^[4]选用鲱的主要渔汛期(1月-3月),各类机轮拖网渔船每 100 网投网次数作为一个捕捞能力统计单位。并利用上述方法对黄海鲱渔业的捕捞能力进行标准化。如 1972 年黄海鲱的总渔获量为 175000 吨,1 月-3 月份平均每 100 网次的渔获量为 323.6 吨,则估算该渔业在 1972 年所投入的总捕捞能力的标准单位数为: $175000 / 323.6 = 540$ 个单位捕捞能力。这种估算方法是将机轮拖网、机帆围网、机帆拖网以及沿岸各种定置网都换算成机轮拖网的捕捞能力单位。

3.3 捕捞能力的修正

由于船、渔具、作业时间和技术水平等对捕捞能力会产生影响,顾惠庭等^[5]对东、黄海底拖网渔业的捕捞能力的计算进行研究时,提出修正办法。考虑到下列因素可能会对捕捞能力的测定带来偏差:①船和网具等的影响。从 1960 年以来渔轮的功率从 73.5 ~ 183.8kW 发展到 1987 年的 183.8 ~ 441.0kW 使用的网具也从 560 目 × 11.43 厘米 ~ 756 目 × 11.43 厘米发展到 844 目 × 11.43 厘米 ~ 1200 目 × 11.43 厘米,从 1978 年开始使用 20 × 40 厘米的疏目大网;②渔获对象的

专捕或兼捕;③技术进步和熟练程度;④网次的拖曳时间。1960 年一对对拖船组中,每艘每作业天平均放网 2.59 次,每次拖网时间平均为 2.5 小时左右,到 1985 年只有 1.44 次,每次拖曳时间延长到 4.5 小时。为此,设定了三个修正系数,分别是船只修正系数(F_1)、拖曳时间修正系数(F_2)和网具改进修正系数(F_3),总修正系数 $F = F_1 \times F_2 \times F_3$ 。利用 1960-1985 年的统计资料,分别计算出各年度的修正系数,对各年度的捕捞能力进行修正(见图 1),经修正后的捕捞能力较符合实际情况。

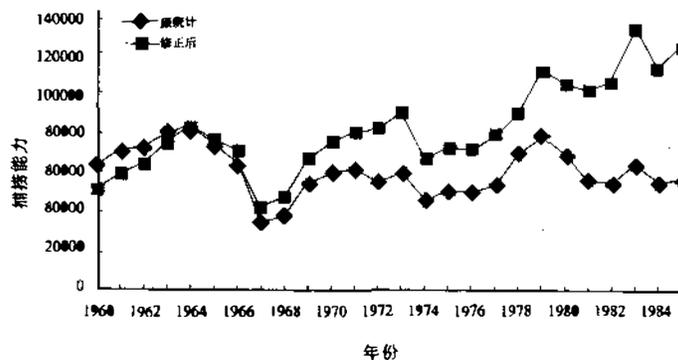


图 1 修正后捕捞能力和未修正捕捞能力的比较

Fig.1 The comparison between corrected and primitive fishing capacity

4 利用灰色理论建立捕捞能力综合指标的可行性

正如上述分析的那样,影响捕捞能力的因素很多,各种作业方式和类型的主要和次要因素也不相同,因此需要建立一个度量捕捞能力的综合性指标,首先列出所有影响捕捞能力的因素,然后按作业方式的不同分别找出主要的影响因素,并加以排列,求出各种因素对捕捞能力影响的权重。本文打算利用灰色理论^[6]分析和比较影响捕捞能力的因素,并初步建立捕捞能力的综合性指标。

4.1 主次因子的分析

通过各影响因子对捕捞能力的关联度分析,比较影响因素主次,以便找到度量捕捞能力更合适的单位。计算公式如下:

初始化后的母序列与初始化后的子序列之间的灰色关联系数为 $L_{0i}(K)$

$$L_{0i} = \frac{\Delta_{\min} + \lambda \Delta_{\max}}{\Delta_{0i} + \lambda \Delta_{\max}}$$

式中, $\Delta_{0i}(K)$ 为 K 时刻两个序列差值的绝对值,即

$\Delta_{\max}, \Delta_{\min}$ 分别为所有比较序列各个时刻绝对差中的最大值与最小值;

λ 为分别系数,取值范围为 $(0, 1)$,本文中取 $\lambda = 0.5$

$$\Delta_{0i}(K) = |X_0(K) - X_i(K)|$$

各子序列与母序列的关联度为

$$R_{0i} = \frac{1}{N} \sum_{K=1}^N L_{0i}(K)$$

式中, R_{0i} 为子序列 i 与母序列 0 的关联度;

N 为比较序列的数据个数

以 1981 - 1985 年上海海洋渔业公司的各季度 441kW 拖网的投网次数、作业天数和到港渔获量,比较不同作业时间的计量单位(投网次数和作业天数)对捕捞能力的影响,分析“以投网次数”和以作业天数”两因素中,哪一因素作为捕捞能力的度量单位较为合理。

根据上述计算, $R_{01} = 0.5162$ (作业天数与渔获量的关联度), $R_{02} = 0.5757$ (投网次数与渔获量的关联度)。由此可知,以投网次数作为捕捞能力的度量单位更为合理。

4.2 综合因子的建立

通过因子分析法建立捕捞能力的综合因子,根据上述数据,可求得综合指标 (Z) 为

$$Z = 0.3454X_1 + 0.50284X_2$$

式中, X_1 为作业天数; X_2 为投网次数

5 讨论

(1) 单一作业方式和复合型渔业的捕捞能力计算方法较为简单,但是这种计量方法不太完善,仅采用渔船的数量和自然特性来度量船队的捕捞能力和判断捕捞能力是否过剩,在实用中局限性很大。因为标准渔船、标准网具类型的捕捞能力本身是变动的,即使是以作业天数或作业网次为标准单位,实际的捕捞能力也是不同的。只局限于利用渔船或船队的自然特性和可利用捕捞时间,来计算捕捞能力,并不能作为船队在渔获量或其效率的准确指标。因此全面分析和掌握船队所产生的渔获量,各种投入的变化和组合,对评估捕捞能力是极为重要的。

(2) 捕捞能力的影响因素中,种群的资源状况是非常重要的一个参数。不同的资源水平,表达的实际捕捞能力就不大相同。例如,在鱿钓渔业中,同样一艘大型鱿钓船,装备 50 台钓机,在北太平洋钓捕柔鱼时,全部钓机投入作业,在盛渔期的最高日产量只有 10 多吨。而在资源丰富的阿根廷外海渔场,在阿根廷滑柔鱼盛渔期,仅 4~5 台钓机作业,日产量高达 40~50 吨,若全部钓机都投入作业,则渔获量将

大大增加。此时影响或限制捕捞总渔获量的主要因素已是渔船加工能力和日速冻能力。

(3)在多种作业方式中,度量船队的捕捞能力是最困难的,一个船队的总捕捞能力不等于其船队中各渔船捕捞能力的简单相加,往往是大于其简单相加之和。原因是,以船队形式作业时,会比单独一艘渔船作业更容易找到中心渔场,渔情信息的交流提高了生产效率。当然渔船作业产生的外部不经济性可能会影响船队的捕捞能力。此外,船队的补给船为作业渔船解决了燃油供给、淡水和食物补给以及渔获运输等,大大延长了渔船的作业时间。

(4)影响捕捞能力的另外一个重要因素是,船队可变的投入如燃油和劳动力等,替代固定投入的能力,可变投入的变化及其组合将随着生物、经济和管理条件的变化而变化,不可控制的投入水平也将随之变化,因此,船队潜在的或最适的捕捞能力可能也变化。

(5)捕捞能力是一个动态概念,是一个变动的范围而不是一个特定的水平。当资源量水平、投入、产出的价格、技术条件随时间变化时,同样船队的能力也将变化。最为明显的,一艘渔船的捕捞能力会随着探鱼设备、渔具的技术进步而增大,同时也会随着渔船的损耗而降低。因此,捕捞能力需要定期进行修正,以便更为正确地反映捕捞能力的实际大小。

总之,研究捕捞能力的量化是为了控制对渔业资源产生的压力,达到可持续发展和提高宏观经济效益。因此,在宏观管理上,不能局限于对具体某一条渔船的实际捕捞能力,只能按统计的平均水平来考虑某一种渔船或作业方式的捕捞能力;同时为了简化问题和有利于实际操作,在诸多的因素中应找出一个或几个影响捕捞能力的主要特征参数。例如,拖网渔业可采用功率数,或复合因素进行控制。另一方面,为了较精确地控制和限制捕捞能力的增长,又必须考虑资源水平、海况等多项因素,故建议按渔区进行统计量化。特别是不同国家之间,应有不同的计量标准,而且,该计量标准是动态的,随科技发展、渔业资源水平等变化而变。为了较确切地了解掌握捕捞能力,结合21世纪渔业行动计划,应建立渔业生产信息收集体系和数据化库。同时,建立国际研究小组,对几个典型的、有代表性的地区或国家的渔业进行比较研究。

参考文献:

- [1] 农业部渔业局计划处. 1998年全国渔业统计年报分析[J]. 中国水产, 1999, (5): 5-6.
- [2] Dan Hollad, Jon G Sutine. Draft guidelines on fishing capacity[Z]. The technical working group on the management of fishing capacity. California, La Jolla, United States: 1998, 15-18.
- [3] FAO. Report of the technical working group on the management of fishing capacity[R]. Rome: FAO Fisheries Report No. 586, 1998, 15-18.
- [4] 叶昌臣, 唐启升, 秦裕江. 黄海鲱鱼和黄海鲱鱼渔业[J]. 水产学报, 1980, (4): 339-352.
- [5] 顾惠庭, 尤红宝. 东海和黄海拖网渔业捕捞努力量修正的探讨[J]. 海洋科学, 1987, (4): 43-46.
- [6] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1996. 19-31.