

山东省海洋渔船结构配比的线性规划

宋协法 邱天霞 焦志刚 高清廉 周玉光

(青岛海洋大学水产学院, 266003)

季万方 辛荣民

(山东省海洋与水产厅, 济南 250013)

摘 要 通过对山东省海洋捕捞渔船现状的分析, 运用灰色系统理论对 2000 年的渔捞努力量进行预测, 并在此基础上对山东省海洋捕捞渔船结构配置进行了优化。研究结果表明: 总努力量应控制在 73.5×10^4 kW 以内; 压缩 14 kW 以下、16~44 kW 和 88~146 kW 渔船; 稳定 15 kW 渔船; 发展 45~87 kW、147~293 kW 和 441 kW 以上级别渔船。

关键词 渔船, 配比, 优化

渔船作为渔业生产的第一要素, 在水产业的发展中起着举足轻重的作用, 而渔船的结构配置则直接影响渔船的经济效益和渔业生产的产量。近几年^[5], 渔船的盲目发展造成了渔业资源的急剧衰退, 也给海洋捕捞业的持续发展带来了隐患。本文根据对近十几年来山东省渔船发展情况的调查分析, 采用灰色系统理论对其未来发展进行预测, 同时对各级别渔船的结构配置进行优化。

1 材料与方方法

1.1 资料来源

取自山东省水产局 1984 年以来的水产统计资料以及山东省海洋渔业结构调整课题组自 1994~1995 年在山东省各主要沿海城市收集的资料。山东省各档次渔船的统计情况如表 1 所示。

1.2 方法

根据上述资料, 运用灰色系统理论建立数学模型, 对山东省 2000 年渔船总捕捞努力量及各档次渔船的努力量进行预测, 同时采用非全人工变数单纯形法给出线性规划目标函数的极大值和极小值。所谓单纯形法是指该线性规划中的每一个可行解是由 1 组基所组成, 从最初的 1 组基开始, 通过将各基的线性相关与其它变量进行替换, 从而产生 1 组新的基, 这组新基导致得到 1 个新的较好的目标函数可行解, 如此反复进行, 直到求得最优解为止。

收稿日期: 1997-01-31

表 1 1985~1995 年山东省海洋捕捞机动渔船情况表

Table 1 Data on marine motor fishing vessels in Shandong from 1985~1995

级别 class		年份/a year										
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
< 15 kW	艘数 sum	14112	17012	21072	24352	26314	27610	28480	28203	31750	36142	35661
	吨位/t ton	120337	169901	157731	165248	160760	154893	161161	123530	142780	182780	198219
	功率/kW power	144474	177100	195088	212847	223729	218813	222684	219335	250123	270862	283379
16~44 kW	艘数 sum	1625	2429	2744	3148	4185	4762	5694	6250	7528	8181	8136
	吨位/t ton	26761	42284	44722	53331	77904	88165	110216	129388	142627	141337	153012
	功率/kW power	48697	72425	81277	98339	131829	152897	184635	202424	232969	265084	267793
45~146 kW	艘数 sum	1892	2105	2088	2359	2590	2735	2958	2931	2854	2243	2942
	吨位/t ton	10682	117063	113549	148891	144345	148068	160566	159945	151508	151035	167367
	功率/kW power	179009	207711	210346	226538	258883	269758	294927	289193	275375	222133	280275
147~293 kW	艘数 sum	135	123	118	107	100	118	173	251			
	吨位/t ton	16066	14127	13464	12225	11224	12466	18249	26979			
	功率/kW power	23154	21052	19985	18036	16652	19625	30762	49379			
>294 kW	艘数 sum	145	179	189	205	227	237	268	294			
	吨位/t ton	36201	49323	53205	60881	65897	68664	81850	91115			
	功率/kW power	61398	80549	97960	106948	112110	133493	145610				

如: 给定目标函数^[2] $f(X) = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n = \text{Max}$

给定约束条件 $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1;$

$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$

在上述条件下, 给出取得最大值时的各约束量的值。

2 结果与分析

2.1 山东省各档次渔船发展情况分析

根据表 1 各档次渔船的变化情况分别作图 1~5。从图 1 可看出, 15 kW 以下的机动渔船 1985~1991 年的数量和功率呈现逐年上升趋势, 但增长速度逐年下降, 如 1986~1987 年增长率为 24%, 1990~1991 年增长率为 3%, 从 1992 年开始又出现了迅速发展的势头。从图 2 可看出, 16~44 kW 机动渔船, 从 1985~1994 年总数量与总功率呈同步增长趋势, 其中 1985~1986 年、1988~1989 年、1992~1993 年增长幅度较大, 分别为 50%、33%、21%。图 3 示 45~146 kW 渔船的变化情况, 总艘数和总功率的发展在 1993~1995 年间出现波动, 而总吨位则基本上呈现稳步上升趋势。图 4 示 147~293 kW 渔船从 1985~1989 年, 总艘数、

总功率和总吨位都呈直线下降趋势,说明此间该档次渔船逐年减少,从1989年开始又呈现迅速发展趋势,且总吨位的增长速度大于总功率和总艘数的增长速度,说明该阶段该档次大功率渔船增长较快。图5示294 kW以上机动渔船从1985~1992年总体呈增长趋势,其中1985~1986年和1990~1992年增长较快。

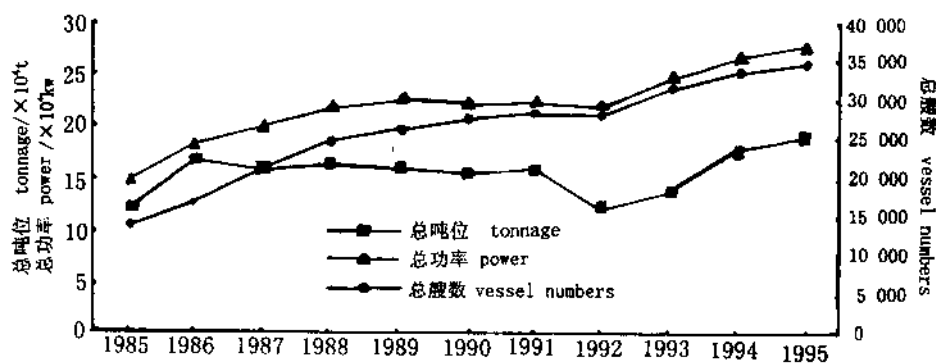


图1 15 kW以下机动渔船的变化

Fig.1 The variation of motor vessels below 15 kW

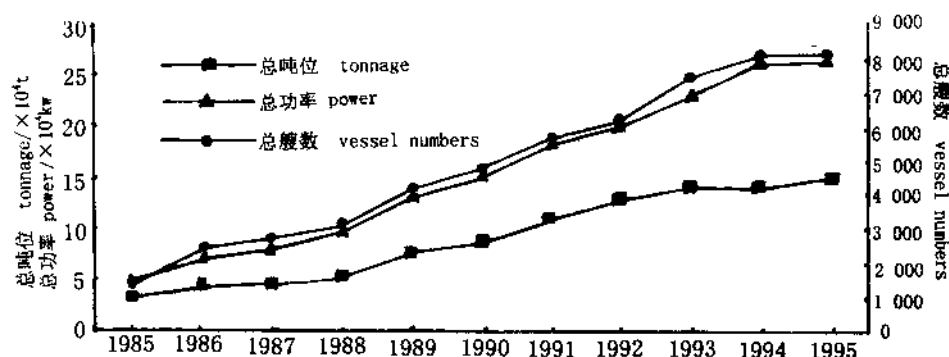


图2 16~44 kW 机动渔船的变化

Fig.2 The variation of motor vessels from 16~44 kW

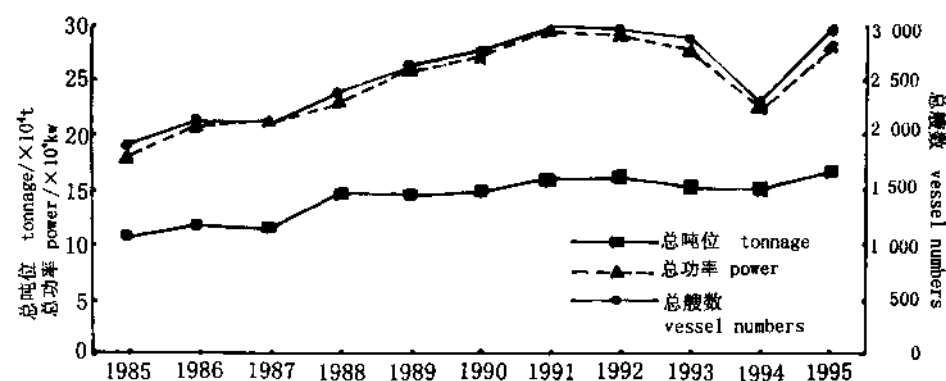


图3 45~146 kW 机动渔船的变化

Fig.3 The variation of motor vessels from 45~146 kW

总之,以上各档次渔船的发展基本都呈上升趋势,但某一档次渔船在某一阶段出现迅速发展

或迅速下降趋势,这种变化一方面受市场渔价波动的影响,还受到渔场资源情况变化的影响,并不是行政主管部门统一调控的结果。

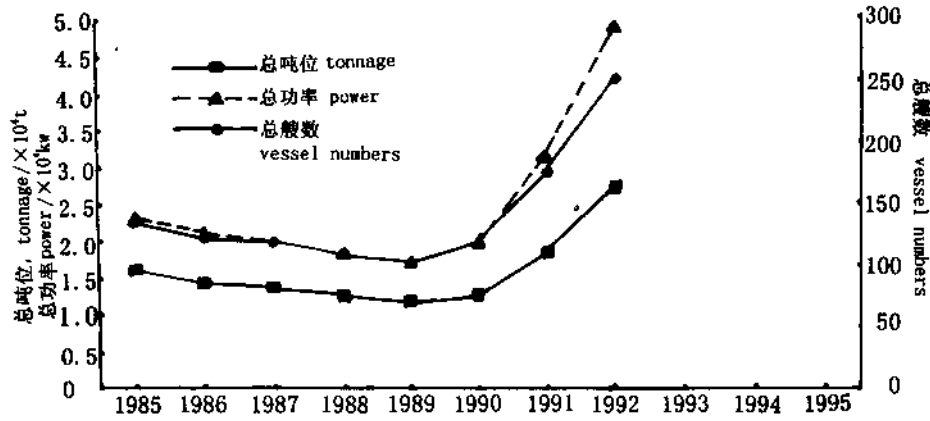


图4 147~293kW 机动渔船的变化

Fig.4 The variation of motor vessels from 147~293 kW

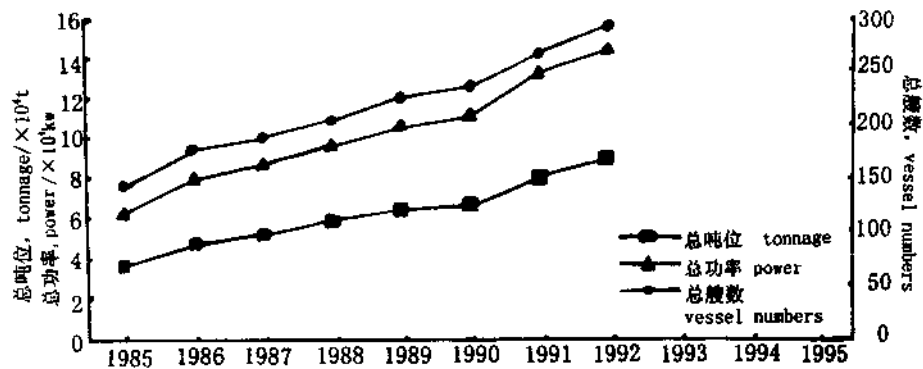


图5 294 kW 以上机动渔船的变化

Fig.5 The variation of motor vessels above 294 kW

2.2 山东省海洋捕捞渔船的灰色预测^[3]

按功率将海洋捕捞渔船分为 15 kW 以下, 16~44 kW, 45~87 kW, 88~146 kW, 147~293 kW, 294~440 kW, 441 kW 以上 7 个档次, 分别选取它们 1986~1992 年的捕捞努力量为原始数据(表 2), 建立 GM(1,1) 灰色模型, 预测各档次渔船 2000 年的预期捕捞努力量, 如表 3 所示(注: 为便于计算, 本部分功率单位采用马力)。

其各级别捕捞努力量对时间的相应方程如下:

$$\leq 14 \text{ kW} \quad X'(t+1) = -708.235 4e^{-0.031 3t} - 726.912 3$$

$$15 \text{ kW} \quad X'(t+1) = 89.727 4e^{-0.053 3t} - 85.655 3$$

$$16 \sim 44 \text{ kW} \quad X'(t+1) = 275.744 6e^{-0.084 3t} - 255.773 9$$

$$45 \sim 87 \text{ kW} \quad X'(t+1) = 121.282 5e^{0.050 1t} - 166.168 2$$

$$88 \sim 146 \text{ kW} \quad X'(t+1) = 695.120 3e^{0.416 0t} - 668.110 7$$

$$147 \sim 293 \text{ kW} \quad X'(t+1) = 7.423 8e^{0.094 1t} - 109.791 4$$

$$\geq 441 \text{ kW} \quad X'(t+1) = -346.233 9e^{-0.043 8t} + 362.417 0$$

表 2 灰色预测的原始值和拟合值

		Table 2 Original and fitted values of gray estimation							$\times 10^4 \text{Hp}$		
级别		年份/a year									
class		1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<19 Hp	原始值 ov	16.29	18.58	23.16	21.56	19.84	19.72	19.25			
	拟合值 fv		19.02	21.62	21.53	20.23	19.63	19.36			
20 Hp	原始值 ov	4.07	4.64	5.79	5.35	5.93	6.23	6.48			
	拟合值 fv		4.78	5.39	5.60	5.86	6.22	6.45			
21~59 Hp	原始值 ov	9.64	10.57	13.06	16.85	19.97	24.46	26.31			
	拟合值 fv		9.86	12.89	17.23	19.01	22.57	25.73			
60~119 Hp	原始值 ov	4.17	4.67	5.11	6.20	6.85	6.98	7.20			
	拟合值 fv		4.56	4.98	6.09	6.72	7.01	7.14			
120~199 Hp	原始值 ov	21.78	22.48	25.59	26.69	27.00	30.14	31.09			
	拟合值 fv		21.83	25.12	25.96	26.34	29.59	30.85			
200~399 Hp	原始值 ov	2.85	2.72	2.36	2.25	2.19	3.86	6.36			
	拟合值 fv		2.67	2.42	2.26	2.62	4.07	5.79			
400~599 Hp	原始值 ov	2.78	3.12	3.47	3.93	4.48	5.27	7.01			
	拟合值 fv		3.26	3.78	4.05	4.83	5.27	7.01			
>600 Hp	原始值 ov							16.18	14.40	14.09	13.37
	拟合值 fv							14.77	13.99	13.47	

注: ov 为 original value; fv 为 fitted value 之缩写

表 3 灰色预测值

		Table 3 Values of gray estimation					$\times 10^4 \text{Hp}$	
级别		年份/a year						
class		1995	1996	1997	1998	1999	2000	
<19 Hp		17.25	16.98	16.46	15.95	15.46	14.98	
20 Hp		7.64	8.06	8.50	8.97	9.47	9.99	
21~59 Hp		32.94	95.78	38.85	42.18	45.18	49.75	
60~119 Hp		8.41	8.84	9.29	9.77	10.27	10.80	
120~199 Hp		34.91	36.40	37.95	39.56	41.24	42.99	
200~399 Hp		9.54	11.79	14.57	18.01	22.26	27.25	
400~500 Hp		11.84	14.78	18.07	21.61	25.11	29.52	
>600 Hp			12.91	12.36	11.83	11.33	10.85	
合计 total			145.54	156.05	167.88	180.95	196.37	

2.3 山东省海洋渔船结构配比的线性规划

2.3.1 目标确定^[1] 本规划选取反映经济效益指标—利润最大为目标函数,求得各级别渔船在预测的功率范围内取得最大经济效益的海洋捕捞努力量。

2.3.2 变量设置 选取各级别渔船的捕捞努力量为决策变量,以 14 kW 以下,15 kW,16~44 kW,45~87 kW,88~146 kW,147~293 kW,294~440 kW,以及 441 kW 以上的 8 个级别的参数为决策变量。

2.3.3 约束条件设置 根据灰色预测,依模型惯性,2000 年海洋捕捞努力量将达到 144.3

$\times 10^4$ kW, 但根据产量模型评估, 其最高持续渔产量的捕捞努力量仅为 64.1×10^4 kW。如果既要维持产业的适度发展, 又要在资源的承受力和可持续利用的条件下, 采用总功率控制和分级别船只功率控制作为双约束参数指标, 总努力量应控制在 73.5×10^4 kW 以内, 分级别努力量约束见表 4。

2.3.4 系数的选择^[6] 本研究采用的效益系数是指目标函数中各决策变量的系数, 此处是指万马力利润。现以 1994 年各级别渔船的万马力利润作为参考效益系数(表 5)。

表 4 分级别渔船约束参量

Table 4 Restrain parameters of different classes of fishing vessels								Hp
参数 parameter	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
级别 class	<19	20	21~59	60~199	120~199	200~399	400~599	>600
2000 年	≤10	20~25	5~10	≤20	≥10	5~10	≤5	15~20

表 5 不同级别渔船效益系数表

Table 5 Benefit coefficients of different classes of fishing vessels				
级别 class	产值/万元 output	成本/万元 cost	成本:产值/% cost/output	利润/万元 profit
<19 Hp	3 845	1 346	35.01	2 497
20 Hp	4 794	1 538	32.08	3 256
21~59 Hp	4 657	1 845	39.62	2 812
60~119 Hp	2 398	858	35.78	1 540
120~199 Hp	5 207	3 145	60.39	2 062
200~399 Hp	4 548	4 439	97.60	109
400~599 Hp	3 562	3 559	99.91	3
>600 Hp	4 068	3 670	90.21	398

2.3.5 线性规划模型的建立^[4] 山东省分级别海洋渔船的 2000 年灰色线性规划模型为:

$$Y_{\max} = 2\,497X_1 + 3\,256X_2 + 2\,812X_3 + 1\,540X_4 + 2\,061X_5 + 109X_6 + 3X_7 + 398X_8$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \leq 100; \quad X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \leq 40$$

$$X_1 \leq 10, \quad X_2 = [20, 25], \quad X_3 = [5, 10], \quad X_4 \leq 20$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 \geq 0$$

2.3.6 计算结果 由于规划数值是个概数, 故计算结果通过 4 舍 5 入取整数如下($\times 10^4$ Hp):

$$X_1 = 10, X_2 = 25, X_3 = 5, X_4 = 20, X_5 = 10, X_6 = 10, X_7 = 5, X_8 = 15$$

以上优化模型运算结果表明, 在总渔捞努力量控制在 73.5×10^4 kW 条件下, 应压缩 14 kW 以下、16~44 kW 和 88~146 kW 渔船; 稳定 15 kW 渔船; 发展 45~87 kW、147~293 kW 和 441 kW 以上渔船, 使近海水域船只功率增大, 适应外海和远洋渔业发展的要求。

参 考 文 献

- 1 史为良, 等. 辽宁省水库鲢鳙渔产量的评估. 中国水产科学, 1996, 3(3): 48~61
- 2 李得尚, 等. 山东省大中型水库鱼产量的综合评估. 水产学报, 1993, 17(2): 95~104
- 3 焦念志. 山东省渔业产量的灰色预测. 齐鲁渔业, 1993(3): 33~37
- 4 焦念志, 等. 水库鱼产量评价标准与模型的研究. 海洋与湖沼, 1993, 24(1): 79

- 5 鹿叔铎. 我国海洋渔业资源的变动及捕捞对策. 齐鲁渔业, 1994(2): 3~5
- 6 郑培迎. 海洋产业优化模式. 北京: 海洋出版社, 1991. 10~25
- 7 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 上海: 华中理工大学出版社, 1992. 5~13

Linear optimization of marine fishing vessel distribution in Shandong province

Song Xiefa Qiu Tianxia Jiao Zhigang Gao Qinglian Zhou Yuguang

(Fisheries College, Ocean University of Qingdao, 266003)

Ji Wanfang Xin Rongmin

(Shandong Ocean and Aquatic Products Department, Jinan 250031)

Abstract The situation of marine fishing vessels in Shandong province was analysed and the fishing effort in 2000 was estimated by using the theory of gray system. The distribution of the marine fishing vessels was optimized. The total fishing effort should be controlled below 73.5×10^4 kW. The powers of fishing vessels should be reduced to 14 kW below, 16~44 kW and 88~146 kW. The fishing vessels of 15 kW should be maintained. The fishing vessels of 3 classes (45~87 kW, 147~293 kW, over 441 kW) should be developed.

Key words fishing vessels, distribution, optimization