

高强度聚乙烯拖网网具性能的研究

陈雪忠 王鲁民

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要 对4顶单船中层拖网和双船底拖网的前部以高强度聚乙烯网线替代常规聚乙烯网线, 依田内渔具模型试验准则制成模型网, 进行水池对比试验。结果表明, 在其它条件不变的前提下, 应用高强度聚乙烯网线的拖网与原生产网相比, 在2.5~4.5 kn 拖速下, 网具阻力可平均下降6.5%~16.2%, 网口垂直扩张可提高0.9%~25.7%, 能耗系数下降14.5%~33.5%。

关键词 拖网, 高强度聚乙烯, 阻力, 网口垂直扩张, 能耗系数

拖网捕捞具有作业范围广、捕捞效率高的特点, 是我国乃至世界海洋渔业的主要捕捞生产方式, 其性能的优劣对捕捞生产效率有着极大的影响。在一定的渔船拖力范围内, 拖网渔具的阻力是网具设计中至关重要的因素, 在拖力和一定拖速允许的阻力值下, 提高网具的扫海面积是拖网优化设计的重要内容。70年代以来, 世界各国普遍采用放大拖网网衣前部网目尺寸的方法扩大网具规格^[1,2]。由于在拖网渔具中, 网衣是影响拖网阻力的主要因素, 尤其网具前部所用网片线面积大小对整顶拖网阻力性能的影响很大。II单丝具有较好的单丝结节性能和优异的抗张性能, 以此制成的中、粗规格网线(21股以上)可同时具备良好的抗拉强度和结节强度性

能, 能够较大范围地满足不同规格、网型拖网对各种规格网线的性能要求^[3]。

本研究以II单丝制成的不同规格高强度聚乙烯网线为基础, 在同等网线抗拉强力的条件下, 以高强度聚乙烯网线替代拖网前部常规网线。通过拖网模型水池试验, 分析高强度聚乙烯拖网的网具性能。旨在减小网线线面积以降低拖网阻力, 从而在同等渔船拖力的条件下降低作业能耗或扩大网具主尺度, 提高捕捞生产效率。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 母型网 试验采用的4种母型网及其主要

表1 母型网的网型及其主要参数

Table 1 Structure and main parameters of the trawls

编号 code	使用单位 owner of gear	网具规格/m scale of nets	浮力/N buoyancy	沉力/N sinker	(上/下)空网/m fishing line	水平扩张比 horizontal spread ratio	空网端、网板间距/m distance between fishing line or otter board
A	上海远洋渔业公司 Shanghai Distant Fishing Company	960×180.15	9 800	34 300	110/110	0.56	140.0
B	大连海洋渔业集团公司 Dalian Marine Fisheries Group Corp	456×126.89	10 200	7 840	120/120	0.45	98.8
C	福建省 Fujian Province	288×116.00	6 860	5 390	135/135	0.42	77.6
D	辽宁省长海县 Changhai County of Liaoning Province	300×107.50	9 130	5 680	150/151	0.41	92.8

收稿日期: 1998-11-30

参数见表 1。其中 A 为单船中层拖网;B、C、D 为双船底拖网。

1.1.2 试验实物网 在网型和其它参数不变的情

况下,以相同抗拉强力为前提,在拖网前部以高强度聚乙烯网线替代原使用网线。实物网网线替代对照情况见表 2。

表 2 拖网前部高强度聚乙烯网线与原使用网线对照表

Table 2 High strength and traditional polyethylene twines used in the fore - part of the trawls

A/A'		B/B'		C/C'		D/D'	
网目尺寸 mesh size	原网线/高强度 T/H	网目尺寸 mesh size	原网线/高强度 T/H	网目尺寸 mesh size	原网线/高强度 T/H	网目尺寸 mesh size	原网线/高强度 T/H
20 000	14.0/12.0	6 000	7.5/6.7	3 000	5.6/5.2	1 500	5.6/4.6
20 000	12.0/10.0	4 500	5.3/4.7	2 600	5.3/4.9	1 000	5.2/4.1
19 000	10.0/8.0	3 400	4.7/4.3	2 300	5.2/4.5	600	4.5/3.4
18 000	10.0/8.0	2 500	4.2/3.7	2 000	4.9/4.5	300	4.1/2.9
10 000	10.0/8.0	2 000	3.4/3.2	1 700	4.9/4.5	150	3.2/2.7
8 000	8.0/6.5	1 500	3.2/3.0	1 350	4.5/4.1	100	2.3/1.7
6 400	8.0/6.5	1 000	3.0/2.9	1 200	4.1/3.7	83	2.3
5 000	8.0/6.5	600	2.9/2.6	1 000	4.1/3.7	66	2.6
4 000	8.0/6.5	300	2.6	850	3.7/3.2		
3 200	8.0/6.5	150	2.4	600	3.2/2.9		
1 600	5.5	100	2.4	400	2.9/2.6		
800	4.5	84	2.6	300	2.4/2.0		
400	3.7	66	2.6	250	2.2/2.0		
200	3.2			200	2.1/1.8		
150	3.2			160	2.1/1.8		
120	3.2			120	2.1/1.8		
100	3.7			100	2.2/2.0		
				80	2.5		
				75	2.9		

注:“原网线/高强度”为原使用网线直径/高强度网线直径。

“T/H”: diameter of traditional twine/diameter of high strength twine.

1.2 试验设备

模型试验在东海水产研究所拖网模型试验水池进行。拖网模型试验水池主尺度 90 m(宽)×6 m(宽)×3 m(深);光电测速系统,拖车速度范围 0.1~4.0 m/s,相对精度 $P \leq 1\%$;Lu-A 型测力传感器,量程 200 N,非线性误差 0.04% F. S. C;网高仪采用日本制造的 FE-6200 型探鱼仪,其距离分辨率为 30 mm。

1.3 试验方法

按照田内渔具模型试验准则^[4],将高强度网线替代后的实物网和原实物网制成模型网(表 3)。在拖速为 2.5~4.5 kn 范围内,在浮力、沉力、叉纲、手纲、水平扩张相同的条件下,对高强度模型网和原模型网进行对比试验。

2 结果

2.1 A 网与 A' 网

2.1.1 阻力 在拖速 2.5~4.5 kn 范围内,A 与 A' 网的阻力曲线如图 1 所示。当拖速为 2.5 kn 时,A 网的阻力为 68.2 kN,A' 网的阻力为 58.9 kN,A' 网的阻力比 A 网小 9.3 kN。随着拖速的提高,A 与 A' 网的阻力差值增大。当拖速为 4.5 kn 时,A 网的阻力 168.0 kN,A' 网的阻力为 144.0 kN,A' 网的阻力比 A 网小 24 kN。

表 3 模型网具参数

Table 3 Structure parameters of trawl models

试验网 experimental nets	网型/mm dimension of nets	模型大尺 度比(λ) large scale of model	模型小尺 度比(λ') small scale of model
A, A'	48 \diamond ×20 000	33.33	6.25
B, B'	76 \diamond ×6 000	22.06	6.25
C, C'	96 \diamond ×3 000	16.00	6.25
D, D'	200 \diamond ×1 500	20.00	9.00

2.1.2 网口垂直扩张 图 2 为 A 与 A' 网的网口垂

直扩张试验测试曲线。从图2可知,A'网的网口垂直扩张比A网的大。在拖速2.5~4.5 kn范围内,A'网的网口垂直扩张平均比A网的大8.6%。

2.1.3 能耗系数^[5] 在试验拖速范围内,A'网的能耗系数比A网的小20.4%~21.5%,平均为20.8%(表4)。

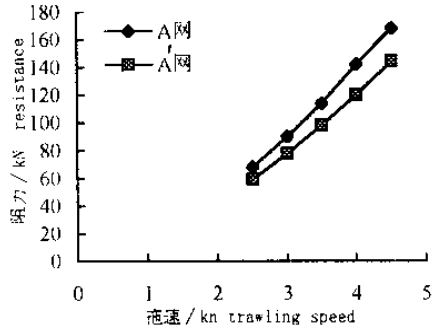


图1 A与A'网的阻力曲线

Fig.1 Resistance curves of net A and net A'

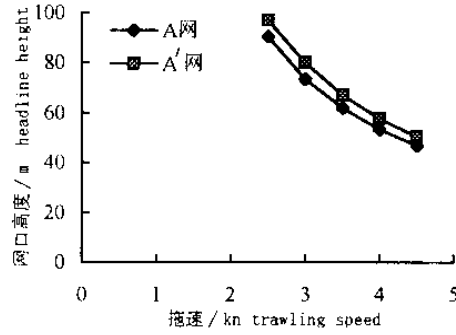


图2 A与A'网的网口垂直扩张

Fig.2 Vertical opening curves of net A and net A'

表4 实验网的能耗系数(Ce)

Table 4 Energy consuming rate of experimental nets

拖速/kn trawling speed	Ce/(kW h·10 ⁻⁴ m ⁻³)				Ce/(kW h·10 ⁻⁴ m ⁻³)				ΔCe/%			
	A	B	C	D	A'	B'	C'	D'				
2.5	0.043	0.100	0.104	0.178	0.039	0.084	0.087	0.118	-20.5	-16.0	-17.1	-33.7
3.0	0.071	0.153	0.160	0.284	0.056	0.130	0.134	0.189	-21.1	-15.0	-16.3	-33.5
3.5	0.107	0.220	0.229	0.422	0.084	0.188	0.193	0.281	-21.5	-14.5	-15.7	-33.4
4.0	0.152	0.300	0.313	0.595	0.121	0.259	0.265	0.396	-20.4	-13.7	-15.3	-33.4
4.5	0.208	0.396	0.412	0.805	0.165	0.344	0.350	0.536	-20.7	-13.1	-15.0	-33.4
平均值 average									-20.8	-14.5	-15.9	-33.5

2.2 B网与B'网

2.2.1 阻力 试验结果表明(图3),B'网的阻力平均比B网的小13.6%;B'与B网的阻力差值随着拖速的提高而增大,拖速每提高0.5 kn,阻力值增大1.5~1.7 kN。如当拖速为4.0 kn时,B'网与B网的阻力差值为11.4 kN;当拖速为4.5 kn时,B'与B网的阻力差值为13.1 kN。

2.2.2 网口垂直扩张 由图4可知,B'网的网口垂直扩张略大于B网,其差值在0.1~0.3 m之间。

2.2.3 能耗系数 尽管B'网的网口垂直扩张比B网没有明显提高,但由于B'网的阻力明显下降,因此B'网的能耗系数还是比B网小。在试验拖速范围内,B'网的能耗系数比B网小13.1%~16.0%,平均为14.5%(表4)。

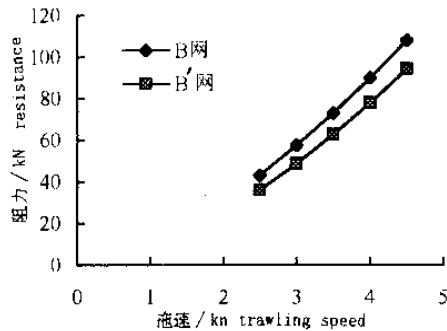


图3 B与B'网的阻力曲线

Fig.3 Resistance curves of net B and net B'

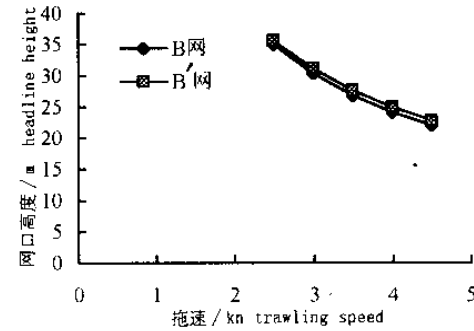


图4 B网与B'网的网口垂直扩张

Fig.4 Vertical opening curves of net B and net B'

2.3 C网与C'网

2.3.1 阻力 当拖速为 2.5 kn 时, C 网的阻力为 25.9 kN, 而 C' 网的阻力为 23.8 kN, 两者的差值为 2.1 kN; 当拖速提高到 4.5 kn 时, C 网的阻力为 64.

4 kN, 而 C' 网的阻力为 61.2 kN, 差值为 3.2 kN。也就是说, 拖速越高, C 与 C' 网的阻力差值越大。试验结果表明(图 5), 在各试验拖速内, C' 网的阻力比 C 网的阻力小 4.9%~8.1%, 平均为 6.5%。

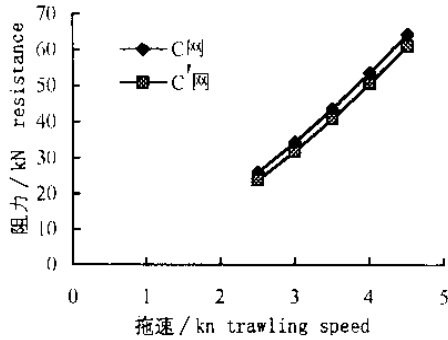


图 5 C 与 C' 网的阻力曲线

Fig.5 Resistance curves of net C and net C'

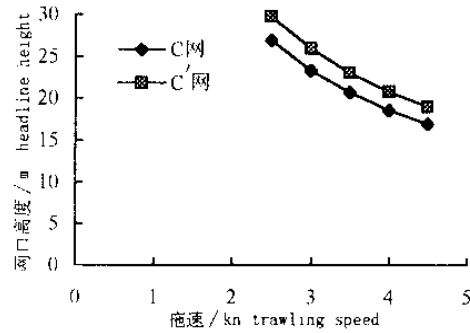


图 6 C 网与 C' 网的网口垂直扩张

Fig.6 Vertical opening curves of net C and net C'

2.3.2 网口垂直扩张 当拖速为 2.5 kn 时, C' 网的网口垂直扩张为 29.7 m, C 网的为 26.9 m, 两者的差值为 2.8 m(图 6)。随着拖速的提高, C' 与 C 网的差值变小。拖速每提高 0.5 kn, 差值缩小 0.1~0.3 m。如当拖速为 3.0 kn 时, 两者的差值为 2.6 m; 当拖速为 3.5 kn 时, 差值为 2.3 m。

拖速 2.5~4.5 kn 范围内, C' 网的能耗系数比 C 网小 15.0%~17.1%, 平均为 15.9% (表 4)。

2.4 D网与D'网

2.3.3 能耗系数 C' 网的能耗系数比 C 网小。在

2.4.1 阻力 在各试验拖速的条件下, D' 网的阻力比 D 网小 10.0~12.0 kN, 平均为 11.2 kN。D' 与 D 网的阻力曲线如图 7 所示。

2.4.2 网口垂直扩张 如图 8 所示, D' 网的网口垂

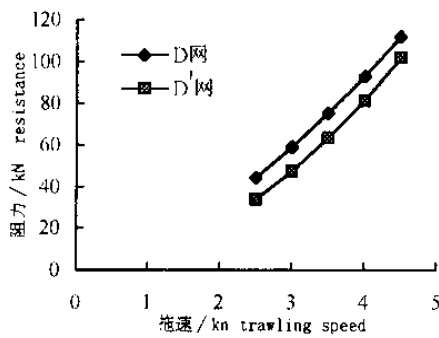


图 7 D 与 D' 网的阻力曲线

Fig.7 Resistance curves of net D and net D'

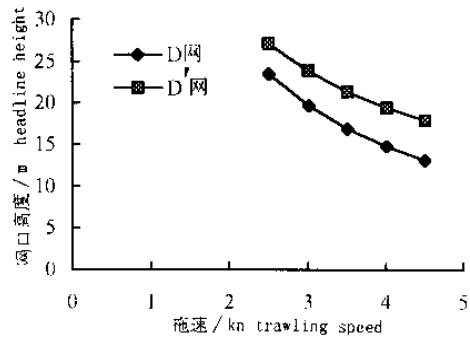


图 8 D 网与 D' 网的网口垂直扩张

Fig.8 Vertical opening curves of net D and net D'

直扩张比 D 网大 15.3%~35.6%, 平均为 25.7%。拖速越高, D' 与 D 网网口垂直扩张的差值就越大。如当拖速为 3.0 kn 时, D' 网网口的垂直扩张为 23.8

m, D 网则为 19.7 m, 其差值为 4.1 m; 而当拖速提高到 4.0 kn 时, D' 网的网口垂直扩张为 19.4 m, D 网则为 14.8 m, 其差值为 4.6 m。

2.4.3 能耗系数 在各试验拖速下, D'网的能耗系数比D网小33.4%~33.7%, 平均为33.5%(表4)。

3 讨论

3.1 由于冲角等原因, 拖网渔具线面积相同的单元, 位置越靠前, 所造成的阻力越大。本试验结果表明, 尽管网型结构不同, 但在拖网前部用高强度聚乙烯网线替代常规聚乙烯网线, 能有效地减少网线阻力面积, 从而达到减小拖网渔具阻力的目的。如上海远洋渔业公司所使用的48目×20m单船中层拖网, 在拖网前部用高强度聚乙烯网绳替代常规聚乙烯网绳后, 使网具线面积减少了18.3m², 整顶网的线面积(不包括囊网, 下同)减少了8.5%。在2.5~4.5kn的拖速条件下, 网具阻力平均下降了13.7%~14.3%。再如大连海洋渔业集团公司所使用的76目×6m双船底拖网, 在拖网前部用高强度聚乙烯网线后, 使网具线面积减少了8.2m², 整顶网的线面积减少了4.9%。在2.5~4.5kn的拖速条件下, 网具阻力平均下降了12.0%~15.4%。因此, 在拖网前部应用高强度聚乙烯材料是减小网具阻力, 扩大网具规格的有效途径。

3.2 在网具主尺度和其它作业条件不变的前提下, 在拖网前部应用高强度聚乙烯材料有利于网口垂直扩张。试验结果表明, 48目×20m单船中层拖网前部用高强度聚乙烯材料后, 在拖速2.5~4.5kn范围内, 网口垂直扩张提高了3.6~6.6m; 辽宁省长海县200目×1.5m双船底拖网的网口垂直扩张提高了3.6~4.7m。造成网口垂直扩张提高的原因

是由于使用高强度聚乙烯材料后, 网衣阻力减小, 其垂直方向的分力也相应减小。

3.3 由于拖网是一种依靠渔船动力拖曳的过滤性渔具, 因此不能单凭网具阻力、网口垂直扩张或单位时间所滤过的水体体积来判数其性能优势^[6]。能较好描述拖网捕捞效率的方法是用数值表达拖网滤过单位水体所消耗的能量。能耗系数就是表达其所消耗能量的物理量。试验结果表明, 对4种不同规格的试验网, 在网具前部用高强度聚乙烯材料后, A'比A网的网线面积减小8.5%, 能耗系数下降了20.8%; B'比B网的减少4.9%, 能耗系数下降了14.5%; C'比C网减少9.8%, 能耗系数下降了15.9%; D'比D网减少17.2%, 能耗系数下降33.5%。这充分证明, 在拖网前部应用高强度聚乙烯材料可较大幅度地提高拖网捕捞生产效率。

参 考 文 献

- 1 王明彦, 等. 双船底拖网渔具设计参数的研究. 水产学报, 1996, 20(1): 36~44
- 2 陈雪忠, 等. 我国大型中层拖网网具性能分析. 见: 中国水产捕捞学术研讨会论文集. 苏州: 苏州大学出版社, 1997. 21~28
- 3 王鲁民, 等. 高强度渔用聚乙烯材料研究. 水产学报, 1998, 22(增): 40~46
- 4 Tauti M. A relation between experiments on model and on full scale of fishing nets. Nippon Suisan Gakkaishi, 1974, 3(4): 171~177
- 5 伍贻惠, 等. 拖网模型试验若干问题的研究. 见: 中国水产捕捞学术研讨会论文集. 苏州: 苏州大学出版社, 1997. 27~36
- 6 陈雪忠, 等. 四片式中层拖网主要部件尺寸变化对其性能的影响. 水产学报, 1997, 21(1): 49~56

A study on characteristics of high strength polyethylene trawl nets

Chen Xuezhong Wang Lumin

(East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai: 200090)

Abstract The models of different trawl nets, in which the traditional polyethylene twines in the fore-part of the net were replaced with the high strength ones, were tested in towing tank. With the dimensions and shapes of the trawls unchanged, the experimental results show that the average water resistance of the high strength polyethylene trawl nets was reduced by 6.5%~16.2%; the vertical opening of net mouth increased by 0.9%~25.7%, and the energy consuming rate reduced by 14.5%~33.5%.

Key words high strength polyethylene, trawl net, resistance, vertical opening of net mouth, energy consuming rate