

帆式张网扩张帆布与网具性能的研究

黄洪亮 陈雪忠 程家骅

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

胡永生

(江苏省海洋渔业指挥部, 南通 226006)

摘要 通过对帆式张网模型水池试验, 研究了扩张帆布对帆式张网网具性能的影响。结果表明: (1) 扩张帆布冲角表征值为 $16.1 \sim 17.4^\circ$ 时, 网具阻力较小, 网口垂直扩张和水平扩张较大, 网具性能较好; 随着冲角表征值的变大, 网具性能有所下降。 (2) 帆式张网网口垂直扩张随扩张帆布高度增加而变高, 随流速的加大而增高幅度有所减小。 (3) 抽取中间3块扩张帆布 ($5\text{m} \times 3$), 帆布扩张力明显不足; 当流速小于 2.0 kn 时, 抽取中间1块比抽取最后第2块网具性能更好。 (4) 当流速从 $1.0 \sim 3.5 \text{ kn}$ 时, 经增加2根扩张帆布的撑杆后, 网口垂直扩张略有增加, 增加幅度为 $1.6\% \sim 2.2\%$; 水平扩张随流速的增加扩张性能提高明显, 增加幅度为 $2.5\% \sim 12.2\%$ 。

关键词 帆式张网, 扩张帆布, 冲角表征值, 装配结构, 网具性能

帆式张网的扩张帆布是维持帆式张网网口水平扩张必备的柔性构件, 其作用原理相当于单船拖网的网板, 扩张帆布的扩张性能取决于帆板的面积、流体密度、流速和冲角表征值大小^[4]。因此, 扩张帆布在帆式张网作业过程中对网具性能的影响起着举足轻重的作用, 它不仅可以保证网具具有一定的扩张, 而且对帆式张网渔具的阻力、网具的平稳起着较关键的作用。为了进一步提高帆式张网的作业性能, 拓展作业渔场, 本文对帆式张网模型进行水池试验, 研究其扩张帆布与网具性能的关系。

1 材料与方法

1.1 试验网具 基本参数见表1。

1.2 试验水池与设备

东海水产研究所渔具试验室模型试验水池内壁 $90 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, 水池2侧设观察井3个, 井内设观察窗, 观察窗的尺度为 1.2 m (长) $\times 0.55 \text{ m}$ (高)。测速系统使用光电式测速器, 拖车车速范围为 $0.1 \sim 4 \text{ m/s}$, 相对精度 $P \leq 0.1\%$ 。测力系统使用 Lu-A 型测力传感器, 量程为 100 N , 测力仪器的线性误差小于满量程的 0.05% 。网高仪采用日本制造的 FE

收稿日期: 1998-09-23

-6200 型探鱼仪,其分辨率为 30 mm。水平扩张采用水池底嵌有的永久性座标方格,观察段长 15 m,座标格为 $0.2\text{ m} \times 0.2\text{ m}$ 。

表 1 网具基本参数

Table1 Specifications of the net

网具名称	网口周长/m	网具全长/m	最大网目/mm	背腹网纲长/m	背腹网配纲系数	侧网纲长/m	侧网配纲系数	帆布宽度/m
A 网	1 000	144.83	500	60	0.24	45	0.18	2.5
B 网	800	144.59	1 000	60	0.30	50	0.25	2.5

1.3 试验方法

帆张网模型试验采用田内渔具模型试验准则,大尺度比为 1/20。试验分 5 项内容表 2),每个系列流速设置为:0.5~3.5 kn,分 7 档,每档间隔 0.5 kn。

表 2 试验项目

Table 2 Items of experiment

序号 No.	试验项目 test items	参数系列 parameter series	备注 remarks
1	冲角表征值/ $^{\circ}$	16.1、17.4、18.2、19.2、19.9、20.6	
2	帆布高度/m	35、40、45	侧网与帆布等高
3	侧网高/帆布高/m	45/30、45/40、40/35	
4	帆布撑杆数	4、6	

2 结果与讨论

2.1 扩张帆布的作业状态

模型试验观察表明:流速为 0.5~1.0 kn 时,扩张帆布基本呈垂直拉紧状态,此时帆布各部冲角表征值基本保持一致;流速为 1.0~2.0 kn 时,扩张帆布开始后坠弯曲,远离撑杆部帆布冲角略有变小,网口垂直扩张减小;流速为 2.0 kn 以上时,扩张帆布纵向拱度加大,远离撑杆部帆布冲角明显变小,下段帆布横卧于池底,上段帆布拱起。随着流速的增加,网具水平扩张宽度有所下降。

2.2 扩张帆布的冲角表征值与网具性能

扩张帆布在帆式张网中主要起水平扩张的作用,其扩张性能的好坏主要取决于帆布的冲角,帆布的冲角是由渔具纲索的夹角、帆布的撑杆与与其相连的短叉纲的夹角和长、短叉纲间的夹角以及作用在帆布后缘处网具阻力的大小及方向所决定的。但由于纲索总长度一般均达 300 m 左右,而水平扩张仅有 50 m 左右,纲索长度的改变对帆布冲角的影响微乎其微,不足 $\pm 1^{\circ}$ 。帆布的冲角主要取决于帆布的撑杆与短叉纲的夹角,其夹角取决于与撑杆相连的长、短叉纲的长度。因此,选择合适的叉纲长度是提高网具水平扩张的关键^[6]。由于在现有试验条件下无法测得水流与撑杆的实际工作冲角,本文以与扩张帆布的撑杆相连的长、短叉纲间的夹角作为冲角表征值(α),来分析扩张帆布冲角变化对网具性能的影响。

2.2.1 冲角表征值与水平扩张、网口垂直扩张 帆式张网属被动的滤过性渔具^[3],网口垂

直扩张(H)、水平扩张(Ls)的大小是判断帆式张网渔具性能的主要参数之一。网口垂直扩张、水平扩张大,滤过渔具网口的海水面积就大,有利于提高渔具的渔获产量。试验结果表明:当冲角表征值从 $16.1 \sim 17.4^\circ$ 时,水平扩张变化范围为 $49.4 \sim 49.6$ m,水平扩张达最大,而变化较小,相差仅 0.2 m;当冲角表征值从 $17.4 \sim 19.2^\circ (1.8^\circ)$ 时,水平扩张则从 49.6 m 减小到 44.9 m,相差达 4.7 m,水平扩张明显减小;当冲角表征值从 $18.2 \sim 19.2^\circ (1.0^\circ)$ 时,水平扩张为 $48.7 \sim 44.9$ m,变化最大。可见,水平扩张随冲角表征值的增大而减小(图1)。

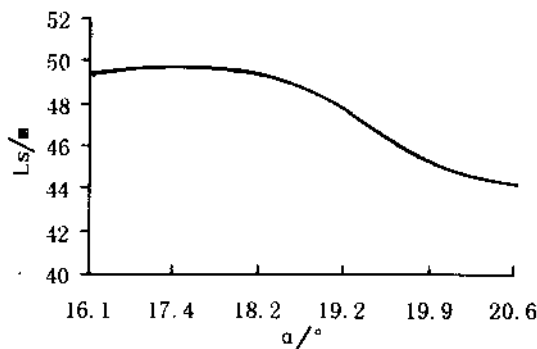


图1 冲角表征值对水平扩张的影响(2.0 kn)

Fig.1 The effect of attack angle index on horizontal spreading

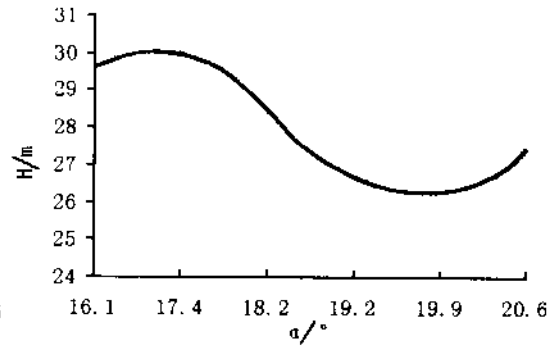


图2 冲角表征值对网口垂直扩张的影响(2.0 kn)

Fig.2 The effect of attack angle index on net vertical opening

网口垂直扩张以冲角表征值 17.4° 时最高,为 30.1 m, 19.2° 时最低,为 26.1 m,高低相差为 4.0 m,网口垂直扩张呈下降趋势;当冲角表征值从 $16.1 \sim 17.4^\circ$ 、 $19.2 \sim 20.6^\circ$ 时,网口垂直扩张分别为 $29.7 \sim 30.1$ m、 $26.1 \sim 27.6$ m,网口垂直扩张呈增高趋势。网口垂直扩张性能在冲角表征值小时优于冲角表征值大时(图2)。

2.2.2 冲角表征值与网具阻力 从图3可看出,当冲角表征值从 16.1° 调整到 20.6° 时,网具阻力(R)从 169 kN 为最小增加到 191 kN 最大,增幅为 13.0% ;当从 $16.1 \sim 20.6^\circ$ 时,每增加 1° ,网具阻力的增加率均不同;当从 $17.4 \sim 18.2^\circ$ 时,网具阻力的增加率最小为 0.6% ;当从 $18.2 \sim 19.2^\circ$ 时,增加率最大为 3.8% 。扩张帆布的冲角表征值变化与网具阻力(包括网衣阻力及扩张帆布的阻力)的变化关系为:网具阻力随冲角表征值的增加而变大。

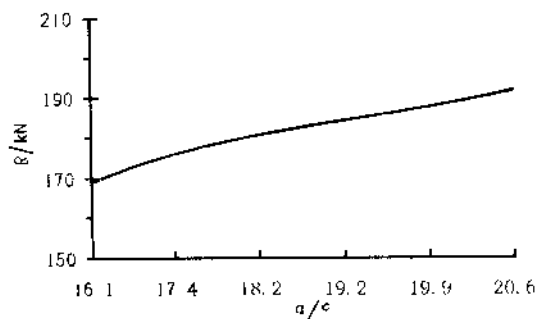


图3 冲角表征值对网具阻力的影响(2.0 kn)

Fig.3 The effect of attack angle index on net drag

由于网具水平扩张和垂直扩张性能均随着扩张帆布的冲角表征值的增大而有所下降,网衣阻力则相应下降,但网具阻力(包括网衣阻力及扩张帆布的阻力)则随着冲角表征值的增大而增大,说明此时的网具阻力主要来自于扩张帆布阻力的增加。

2.3 扩张帆布的高度与网具性能

扩张帆布在帆式张网的作业过程中,一方面起水平扩张的作用,另一方面则对网口垂直扩张起限制作用。在流速 $1.5 \sim 4.0$ kn 时,帆式张网的网口垂直扩张为扩张帆布高度的 $76.5\% \sim 48.5\%$,平均为 62% [4]。扩张

帆布高度配置越高则网口垂直扩张越高(扩张帆布的高度往往受到使用铁锚爬驻力的限制,现在帆布高度一般配置在7~9块,即35~45 m,渔场作业水深为35~60 m)。

在浮沉力配置相同的情况下,当扩张帆布高度从35 m增加到40 m,流速0.5~3.5 kn时,网具阻力增加为1.2~20.0 kN,平均增加9.2 kN,占4.8%。网具阻力以流速0.5 kn时增加幅度最大为6.8%;流速3.0 kn时,增幅最小为4.9%,平均增幅为5.4%。当扩张帆布高度从40 m增加到45 m,流速0.5~3.5 kn时,网具阻力增加为1.3~19.0 kN,平均增加9.7 kN,占4.9%。网具阻力以流速0.5 kn时增加幅度最大为6.9%;流速3.5 kn时增加幅度最小为4.6%,平均增幅为5.6%。低速区网具阻力增加幅度略大于高速区。网具阻力随扩张帆布设置高度增加而变大(表3)。

表3 扩张帆布高度变化与网具阻力的关系

Table 3 Relation between spreader height and net drag

kN

帆布高度/m height of canvas	流速/kn current velocity					
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
35	17.6	53.2	102	161	229	307
40	18.8	56.4	107	169	241	322
45	20.1	59.8	113	178	254	338

试验结果表明:扩张帆布的高度对网具的网口垂直扩张具有较大的影响(图4)。当扩张帆布高度从35增加到40 m,流速0.5 kn时,网口垂直扩张从37~42.1 m,增加5.1 m,增加幅度最大为13.8%;当流速为3.5 kn时,网口垂直扩张则从20.2~21.2 m,增加1.0 m,增加幅度最小为5.0%。当流速为0.5~3.5 kn时,网口垂直扩张平均增加2.3 m,占8.9%。当扩张帆布从40 m增高到45 m时,流速为0.5~3.5 kn时,网口垂直扩张平均增加1.8 m,占6.4%。可见,网口垂直扩张随流速的加大而增高幅度有所减小。当流速0.5~3.5 kn,扩张帆布高度为35 m时,平均网口垂直扩张为25.8 m,占扩张帆布高度的73.7%;扩张帆布高度为40 m时,平均网口垂直扩张为28.1 m,占70.3%;扩张帆布高度为45 m时,平均网口垂直扩张为29.9 m,占66.4%。说明网口垂直扩张与扩张帆布高度成正比。在流速相同的情况下,网口垂直扩张占扩张帆布高度的比例随扩张帆布高度增加而有所下降。

当帆布高度从35 m增加到45 m时,水平扩张随流速的增加呈相同的趋势下降,扩张帆布高度为45 m时的水平扩张始终比35 m时高0.8~1.2 m。水平扩张随着扩张帆布高度的增加而增加,当流速0.5 kn时,增加幅度最大为2.4%;流速为3.5 kn时,增加幅度最小为1.7%。当帆布高度从35 m增加到40 m时,水平扩张随流速的增加有明显的差别(图5):(1)当扩张帆布高度为40 m时,水平扩张随流速的增加下降趋势比35 m时明显加快。(2)当流速为2.0 kn时,2者水平扩张基本接近;当流速低于2.0 kn时,扩张帆布高则水平扩张大;当流速超过2.0 kn时,扩张帆布高则水平扩张反而有所缩小。其主要原因与扩张帆布撑杆间距分布不均,在流速较高时帆布下段所产生的垂向拱度较大,造成下段帆布横卧有关。

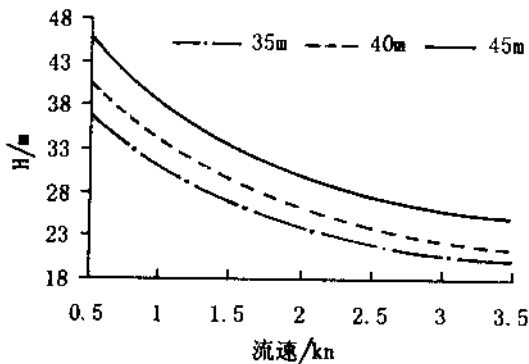


图4 扩张帆布高度与网口垂直扩张的关系

Fig.4 Relation between height of canvas spreader and vertical opening of net

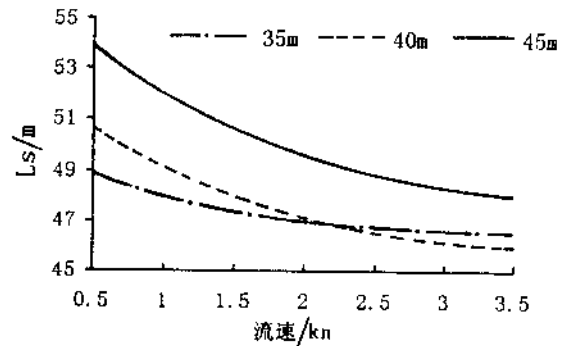


图5 扩张帆布高度与水平扩张的关系

Fig.5 Relation between height of canvas spreader and horizontal spreading of net

2.4 帆布装配结构与网具性能

目前帆式张网的扩张帆布装配是由多块帆布由上而下联接装配的,而扩张帆布在作业过程中产生的阻力占整顶网具阻力的30%^[6]。通过对扩张帆布结构的调整即侧网高度不变而帆布高度改变时(B网),试验结果表明:当流速从1.0~3.0 kn时,抽取中间3块帆布(5m×3),网具阻力减少8.0~80.0 kN,平均39.4 kN,占21.6%;网口垂直扩张提高3.7~6.0 m,平均5.12 m,占17.3%;水平扩张减少14.0~25.3 m,平均20.8 m,占44.5%,水平扩张减小将近一半,表明抽取中间3块帆布后,帆布扩张力明显不足。抽取1块帆布后,网具性能变化与帆布抽取的位置有关系,当流速为1.0 kn时,抽取中间1块和抽取最后第2块扩张帆布网具阻力分别减小10.3 kN和3.8 kN,减小幅度分别为18.2%和6.7%;网口垂直扩张分别增加4.4 m和2.7 m,增加幅度分别为12.1%和7.5%;水平扩张分别减小0.7 m和3.0 m,减小幅度分别为1.4%和6.1%。但当流速为3.0 kn时,抽取中间1块与抽取最后第2块网具性能变化基本接近(表4)。试验表明:在流速小于2.0 kn时,抽取中间1块比抽取最后第2块网具性能更好。

2.5 增加扩张帆布的撑杆数与网具性能

撑杆在网具作业过程中主要起保持帆布冲角的作用,通过试验观察,发现在撑杆附近扩张帆布的冲角保持较好,远离撑杆部扩张帆布由于受网衣对帆布的拉力及帆布自身阻力的影响,帆布冲角明显变小。

表4 帆布装配结构改变对网具阻力、网口垂直扩张和水平扩张的影响

Table 4 Effect of spreader mounting on the drag, vertical opening, and horizontal spreading of net

帆布抽取位置	R 增减/%			H 增减/%			Ls 增减/%		
	1.0	2.0	3.0 kn	1.0	2.0	3.0 kn	1.0	2.0	3.0 kn
中间3块	-14.2	-20.3	-24.2	10.2	18.8	24.0	-28.9	-47.0	-55.6
中间1块	-18.2	-10.5	-5.4	12.1	8.4	6.0	-1.4	-6.7	-9.5
最后第2块	-6.7	-5.3	-4.7	7.5	6.5	5.8	-6.1	-8.1	-9.3

经增加2根撑杆后,试验结果表明:当流速从1.0~3.5 kn时,网口垂直扩张增加0.4~0.9 m,增加幅度为1.6%~2.2%,平均增加0.6 m,占1.9%,增加幅度随着流速的增加而

变小,但变化幅度较小;水平扩张增加 1.2~4.9 m,增加幅度为 2.5%~12.2%,平均增加 3.4 m,占 7.8%,水平扩张随着流速的增加扩张性能提高明显(图 6)。当流速 1.0 kn 时,水平扩张从 40.7 m 增加到 41.6 m,增加幅度最小为 2.5%;当流速 3.5 kn 时,水平扩张从 40.3 m 增加到 45.2 m,增加幅度最大为 12.2%,流速越高水平扩张增加幅度越大。随着网具扩张性能的提高,网口作业面积变大,网具阻力也相应有所增加,增加幅度为 4.3%~5.6%,增加幅度随着流速的增加而变大,但变化较平缓。

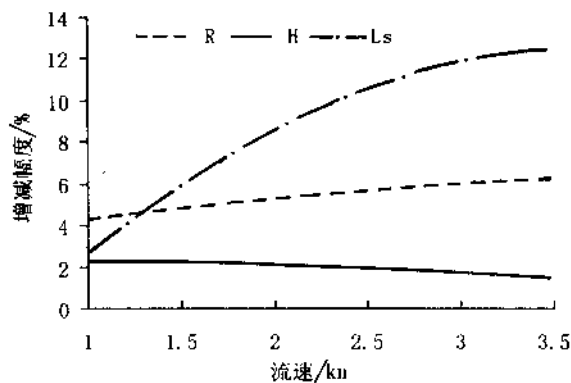


图 6 增加撑杆后对网具阻力、网口垂直扩张和水平扩张的影响

Fig. 6 Changes of drag, vertical opening and horizontal spreading of net caused by adding more supporting rods on canvas spreader

增加撑杆后,网具的综合性能有了较大的改善,其原因是由于远离撑杆处帆布的冲角表征值较好区域的总面积有所增加,帆布的垂向拱度变小,扩张力增加。建议在生产中可适当增加扩张帆布的撑杆数量,目前生产中扩张帆布的撑杆数可从 4 根增加到 5~6 根。

参 考 文 献

- 1 伍昭惠,等.拖网模型试验若干问题的研究.见:全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
- 2 陈雪忠.我国大型中层拖网网具性能分析.见:全国水产捕捞学术研讨会论文集.苏州:苏州大学出版社,1997.71~78
- 3 周松亭,江树清,胡永生.江苏省张网渔获物分析与渔业管理.见:全国水产捕捞学术研讨会论文集.苏州:苏州大学出版社,1997.313~315
- 4 胡永生,江树清.帆张网渔具的锚、网、帆板配置设计.见:全国水产捕捞学术研讨会论文集.苏州:苏州大学出版社,1997.302~309
- 5 黄锡昌.海洋捕捞手册.北京:农业出版社,1990.275~276
- 6 彭永章,孙满昌.帆张网的试验与研究.水产学报,1987,11(2):167~172
- 7 Tauti M, A relation between experiments on model and full scale of fishing nets. Nippon Suisan Gakkaishi, 1934, 3(4):171~177

Study on performance of canvas – spreader and stow net

Huang Hongliang Chen Xuezhong Cheng Jiahua

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

Hu Yongsheng

(Marine Fishery Headquarters of Jiangsu province, Nantong 226006)

Abstract The effect of canvas spreaders on the performance of anchored sow net was studied through model test in tank. (1) The attack angle index of canvas spreader at $16.1 \sim 17.4^\circ$ brought smaller net drag, better net performance as well as larger vertical opening and horizontal spreading, while the performance was poorer with the increase of the attack angle. (2) The height increasing of the canvas spreaders got down with the increase of current velocity. (3) When 3 pieces of canvas at the middle section of the spreader were removed, the horizontal spreading sharply declined. At the current velocity less than 2.0 kn, the net performance, when 1 piece in center section of the canvas was removed, was better than that when 2 pieces in center section removed. (4) With the current velocity ranging from 1.0~3.5 kn and 2 supporting rods added to the spreader, the vertical opening went up slightly and the horizontal spreading increased by 2.5% at lower velocity and by 12.2% at higher velocity.

Key words stow net, canvas spreader, attack angle, assembly structure, net performance