

## 深水围网沉降性能的测试及渔法研究\*

刘 树 椿

(上海市海洋渔业公司)

**提 要** 本文根据近几年来在较深水域的渔场探捕实践和我国机轮围网现有设备条件,设计了深水围网网具,在较深水域的渔场进行了探捕作业。在不同流速、括纲长度和绞收速度等情况下,对网具沉降速度和深度分别作了测试和分析,从而得出了上述变量与网具沉降性能的关系。结果如下:(1)围网网具各部位的自然沉降速度是不同的,取鱼部最慢,网翼中部次之,后网翼最快。在放网过程中,网具各部位都按慢—快—慢的不规则速度自然沉降的。(2)在围网作业过程中,流速愈大,愈不利于网具沉降;括纲愈长,愈有利于网具沉降;括纲绞速愈快,网具沉降深度的损失愈大,在一定流速范围内,括纲绞速对网具的沉降起主要作用。

**主题词** 沉降性能,围网,流速,括纲

目前,我国机轮围网的作业渔场已逐渐由近海向较深水域拓展。但沿用近海渔场生产作业中使用的网具和渔法不能完全适应这种要求。对此,我国在机轮围网现有设备的基础上,研究、改进网具和渔法,以提高在深水渔场捕捞作业的效益,这是我国现阶段机轮围网生产发展的重要课题之一。进行测试作业的渔场,主要在五岛、对马和日本海南部水域及东海中南部彭钧渔场。水深范围为105—145米。

深水围网的渔法,以提高网具沉降性能为依归。因此,除网具外,对流速大小、网圈形状、括纲长度和绞收速度等影响网具沉降性能的因素有必要进行研究。

近几年内,国内外曾对围网网具的沉降性能进行过测试和研究<sup>[1-4]</sup>。但这些研究,未能将一些影响网具沉降性能的因素分开测定。由于不同测试网次的变量条件有差异,致使其结果对网具沉降性能的分析就有了局限性。迄今,还未见对深水围网网具进行系统性海上测试和渔法研究的报道。对此,作者根据生产需要,设计了深水围网网具,以沪渔393为测试网组,结合对较深水域的渔场探捕,运用网位仪、潮流计等仪器,在不同流速、括纲长度和绞收速度等条件下,测试网具沉降速度和深度的变化,从而得出上述变量与网具沉降性能的关系。

从1985年3月至1986年4月期间,共测试了30多网次,选取分析所必要的测试数据共18网次(见表1)。本文报告这一测试及分析的结果。

\* 本文承滕永堃副教授审阅、修改;袁水根、孙哲同志参加部份海上测试;沪渔393号船员大力支持,在此一併致谢。

表 1 网具测试记录  
Table 1 Test records of purse seining

网次 Haul No.	日期 Date	测试部位网长 Length of the tested part at purse seine(m)	水深 Depth (m)	流速 Current speed (kts/hr)	网具全部 入水时间 Time of all purse seine push off (min)	网具最大 沉降深度 Max. sin- king depth of purse seine(m)	拖网绞绞时间 Hauling time of purse line(min)	自然沉降速度 Natural sinking speed (m/min)	绞网沉降速度 Sinking speed of purse line in hauling (m/min)	平均绞网速度 Average hauling speed of purse line (m/min)
2	1985 4.15	422	139	0.6	3.8	125	14.6	14.9	9.2	91.0
4	5.18	396	120	0.6	3.0	87	15.9	14.1	5.5	62.7
5	5.19	396	110	0.6	/	107	21.1	14.2	4.9	65.5
6	10.8	A 422 B 22	190	1.6	3.4	A 93 B 65	15.1	A 14.1 B 11.2	A 7.0 B 5.8	61.9
7	10.9	A 422 B 306	132	0.8	3.1	A 115 B 73	19.5	A 13.8 B 21.0	A 7.2 B 11.1	66.0
9	10.11	422	153	0.8	2.8	105	15.8	20.9	5.1	70.0
11	10.14	422	127	0.6	2.9	101	14.7	16.0	5.2	81.8
12	10.14	422	127	0.8	2.2	76	11.4	13.8	5.0	81.5
13	10.14	422	127	0.8	3.1	87	15.1	13.7	6.3	68.6
14	10.15	422	127	0.8	3.2	91	16.8	15.7	4.4	70.8
15	10.16	422	128	0.6	3.0	107	18.7	13.9	5.6	68.0
16	10.24	A 422 B 670	140	1.0	2.5	A 96 B 78	17.2	A 13.6 B 17.0	A 4.4 B 5.0	64.3
17	10.25	422	130	1.0	4.2	128	21.7	18.7	4.5	58.8
18	11.6	A 422 B 210	110	1.7	3.0	A 70 B 62	19.0	A 20.0 B 13.7	A 2.1 B 2.4	68.4
19	11.7	A 422 B 290	105	0.5	2.7	A 96 B 86	16.1	A 15.8 B 11.1	A 6.0 B 8.1	75.8
20	11.7	A 422 B 560	106	1.0	2.3	A 76 B 70	16.0	A 12.5 B 13.8	A 4.2 B 2.5	77.8
21	11.8	A 422 B 640	106	/	3.2	A 106 B 92	19.9	A 10.6 B 9.9	A 5.1 B 5.9	62.3
22	1986 4.4	A 422 B 822	134	0.5	3.4	A 123 B 66	17.9	A 15.8 B 20.5	A 8.1 B 6.4	68.6

## 工具与方法

**网具** 测试网具的规格:  $842 \times 283.2$  m; 主网衣为锦纶有结网片; 网目长度以 35、45 mm 为主。测试网是根据近几年来在较深水域的渔场探捕实践和我国机轮围网现有设备条件, 选择了上海地区近海渔场生产使用的  $842 \times 201.2$  m 定型标准网<sup>(1)</sup>为母型网, 按深水捕捞的要求改进设计的。测试网的网型, 设计成两端低、中间高的结构; 前网头采用方型网头、侧括纲; 底环纲为“T”型, 并采取两端长、中间短的不等长结构; 总浮力 7576 kgf; 总沉力 1764 kgf。网具结构及规格见图 1、表 2。

表 2 测试网具规格(与图 1 联系)

Table 2 Specification of the tested purse seine (Coupled with Fig. 1)

图例 Legend	材料及规格 Material & Specification	网目用量 Mesh contents
A	PA 11×3-35	3200 T×2400 N
B	PA 9×3-35	3200 T×(1600~3000)N
B <sub>1</sub>	PA 9×3-35	1200 T×(5600~6000)N
B <sub>2</sub>	PA 9×3-35	(400 T×3600 N)×7
B <sub>3</sub>	PA 9×3-35	400 T×4120 N
C	PA 6×3-35	(4000 T×3600 N)×3
C <sub>1</sub>	PA 6×3-35	(2000 T×3600 N)×4
D	PA 6×3-45	1200 T×2800 N
D <sub>1</sub>	PA 6×3-45	1600 T×2800 N
D <sub>2</sub>	PA 6×3-45	2000 T×2800 N
D <sub>3</sub>	PA 6×3-45	(3600 T×2800 N)×2
D <sub>4</sub>	PA 6×3-45	3200 T×2800 N
D <sub>5</sub>	PA 6×3-45	2800 T×2800 N
D <sub>6</sub>	PA 6×3-45	1600 T×3200 N
E	PA 9×3-45	3200 T×(2600~1200 N)
F	PA 8×3-45	(400 T×2800 N)×7
G	PA 9×3-48	(2800 T×400 N)×7
H	PE 18×3 DY-65	8.5 T×2640 N
I	PE 18×3-60	(10.5 T×2160 N)×7
I <sub>1</sub>	PE 18×3-60	10.5 T×2470 N
J	PE(18~25)×3-120	1760 T×28 N
J <sub>1</sub>	PE(18~25)×3-120	(1400 T×28 N)×7
J <sub>2</sub>	PE(18~25)×3-120	1600 T×28 N
K	PE 18×3 DY-65	25 T×1850 N
K <sub>1</sub>	PE 15×3-70	6 T×1200 N
M	PE 18×3 DY-65	50 T×150 N
N	PE 18×3-120	(150~600)T×150 N

**渔船** 测试船沪渔 393 是 1984 年从日本引进的一艘 116 GT 围网渔船(主机额定功率 1,200 马力)。该船系右舷投网, 船舶性能和机械设备适宜于深水作业。船上装有 FNZ-III 型三点式网位仪、CI-20 型潮流计、括纲数字记录器等测试仪器。

(1) 上海市水产局, 1985.  $842 \times 201.2$  m 机轮围网网具(技术指导性文件)。上海市企业标准(沪 Q/SC 15-85)。



**仪器和方法** 主要测试仪器为 FNZ-III 型三点式网位仪(日本古野产品)。测定范围为 0—240米,深度测量误差 $\pm 1\%$ 。发信器为避免起放网时受滚压和碰撞,以及调换测试位置方便,除在测试网具两端时结缚在下纲上外,测试其他部位时均采取结缚在相应部位的底环上。受信器是在围网网圈放毕、船处于停止状态时,从左舷旁投入水中,深度为船吃水加 1 米为宜。指示器固定在驾驶室,直接显示读数,并可接垂直探鱼仪,能连续显示出网具沉降的深度映象,具有准确、直观的优点。网位仪有 50、60、70 kHz 三套频率,可同时测试网具三个部位,也可分别单独使用。这一测试,一套频率发生故障,因此最多仅用了二套频率同时测试。根据网位仪沉降映象,可量得网具瞬时深度,再根据垂直探鱼仪记录纸上的时基(间隔为一分钟),即可计算出测试点的网具沉降速度等数据。

## 结果和分析

### 一、沉降性能分析

围网网具的沉降性能是网具设计和捕捞性能的主要依据。除网型结构、网材料性能、沉力配备等网具因素外,流速大小、网圈形状、括纲长度和绞收速度等渔法操作均为影响网具沉降性能的因素。

围网网具的沉降性能主要指网具沉降速度和最大沉降深度。网具沉降速度又可分为自然沉降速度和绞纲时沉降速度,两者的平均值即为平均沉降速度。

自然沉降速度和最大沉降深度是最能反映网具性能的参数,绞纲时沉降速度和提升速度则是渔法研究的重要参数。

1. 自然沉降速度 在海上网具测试中,自然沉降速度一般均以自网的下纲入水至开始绞收括纲这一段时间内沉降速度的平均值来计算。自然沉降速度与网具结构、网材料性能、沉力配备以及流速大小、括纲松放长度等有关。据测试,在一般作业条件下,本试验网的自然沉降速度,取鱼部端为 11.2 米/分(\*6 网次);中部网翼平均为 15.0 米/分;后网翼端为 21.0 米/分(\*7 网次)。即,取鱼部最慢,中部网翼次之,后网翼最快。图 2 为\*21 网次的网具测试映象。图中: $T_0$ —网入水时间; $T_{1A}$ 、 $T_{1B}$ —网位仪发信器入水时间; $T_2$ —网放毕时间; $T_3$ —网位仪受信器入水时间; $T_4$ —括纲始绞时间。A、B 分别为网具中部和网长 640 米处所测沉降深度的映象。从图中可见,网放毕后括纲停绞约 6 分钟,现将 A 自然沉降过程按不同深度斜率分二段分析,(1)  $T_{1A}$ — $T_2$  共 3.2 分钟, $T_2$  对应网高为 50 米,则沉降速度为 15.6 米/分;(2)  $T_2$ — $T_4$  共 4.6 分钟, $T_4$  对应网高 83 米,则沉降速度仅为 7.2 米/分。此外,放网初由于网大部分还堆在船上,网衣间阻力,部分抵销了网的沉降力,故此时网的沉降速度还不快,随着网入水,船上网阻力逐渐减小,网沉降速度也随之增快。即网具入水阶段是由慢到快的自然沉降。当网全部入水后,网壁在水中扩展沉降时,由于水流对网衣产生的阻力作用,又会减慢网沉降速度。由此可见,围网放网过程中,网具是按慢—快—慢的不规则速度自然沉降的。

2. 绞纲时沉降速度 在围网作业中,括纲绞收过程大致可分为绞纲时网具沉降和提升二个阶段。绞纲时沉降速度是指开始绞收括纲至网具继续沉降到最大深度一段时间内的平均速度。括纲开始绞收后,括纲绞拉力虽影响网具沉降速度,但由于网具沉降力仍大于绞拉力的垂直分力,故网能继续保持沉降到最大深度。当括纲绞拉力的垂直分力大于

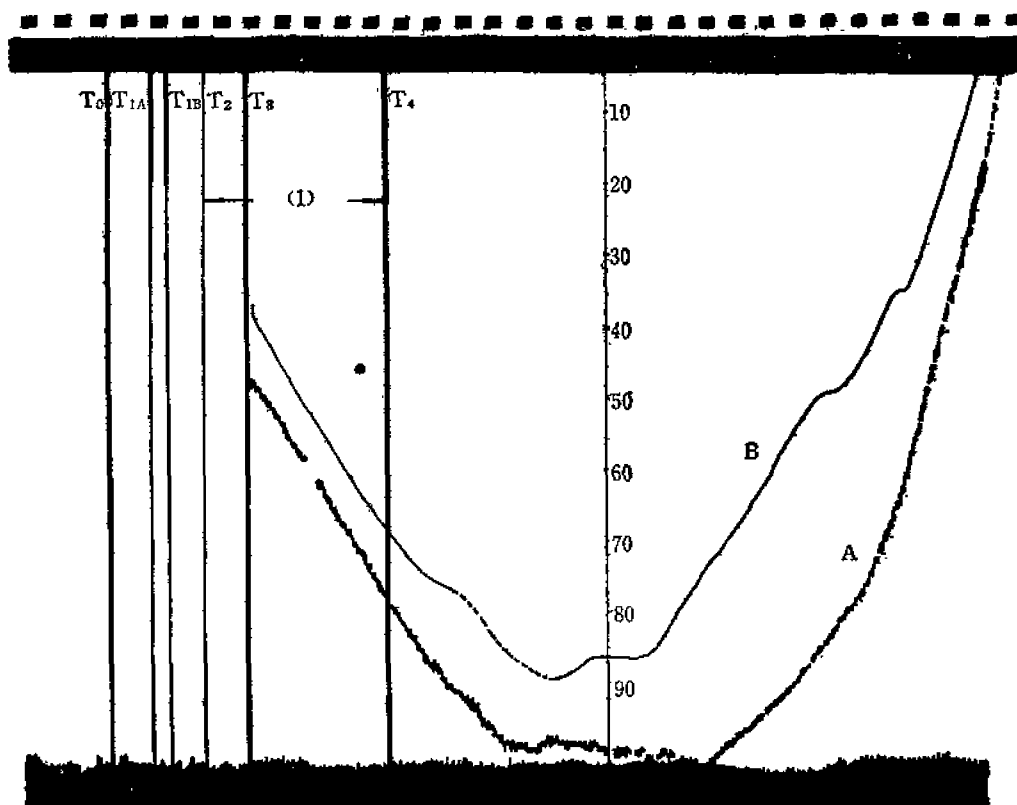


图2 第21网次的测试映象

Fig. 2 The trace of purse seining for testing of haul No. 21

(1) 括网停绞; purseline haul in stoped

网具沉降力后,则下网逐渐提升到水面。括网始绞初期,在绞收引扬网和部分松弛的括网时,虽有一段括网不受力或受力甚微,也即还未影响到网自然沉降的阶段。据东海水产研究所于本槽曾承担的围网模型试验和括网张力研究的课题中反映的,此段括网约占全部括网长度的25%。但在海上对深水围网测试时,由于测试仪器所限,以及变量因素多,因此是较难划分的,故也包括在绞网时沉降阶段内分析。据测试,括网收绞时网具各部位的沉降时间和速度均不相同。取鱼部和后网翼两端因受括网绞力大,放下网很快会提升。而中部网翼仍有数分钟时间继续沉降,但此时沉降速度已减慢。本测试网绞网时网具中部的沉降速度平均为5.7米/分,仅为自然沉降速度的30—40%左右。在网具沉降阶段,控制括网绞速是提高网具沉降速度的关键,因此,在生产实践中,鱼群栖息水层深,就尽量采取延迟括网始绞时间或减慢绞速,使网具能获得充分沉降,从而提高有效捕捞深度,这是增产的有效渔法措施。

3. 绞网时下网提升速度 绞网时下网提升速度( $V_{提升}$ )指下网从最大沉降深度逐渐提升到水面一段时间的平均速度。 $V_{提升}$ 值也是深水围网衡量网具捕捞效益的参数。 $V_{提升}$ 愈小,即下网提升慢,则网具捕捞的体积愈大;反之, $V_{提升}$ 愈大,则网具捕捞的体积愈小。 $V_{提升}$ 值的大小应视鱼情而定,主要以控制括网绞速的渔法来掌握。括网绞速慢,则下网提

升速度慢，这对捕捞栖息水层较深的稳定鱼群有利，可以提高捕获量；对捕捞栖息水层浅及活动性强的鱼群则不宜过于减小 $V_{\text{提升}}$ 值。据测试，本测试网下纲提升速度平均为9.6米/分左右。\*2、\*12测试网次的 $V_{\text{提升}}$ 值均超过了15米/分；而\*18网次 $V_{\text{提升}}$ 值为4.6米/分。

## 二、流速对网具沉降性能的影响

在围网作业中，流速对网具沉降性能的影响是显著的。前几年，上海市海洋渔业公司在9—11月份彭钩渔场捕捞鲈鱼时，由于该渔场水流较急，且上、下层流向有时不一，近海渔场生产使用的网具有效捕捞深度往往仅能达到50米左右，因此捕捞效果较差。

\*18网次的表层流速达1.7节，括纲长度虽达1300米（一般括纲放1100—1200米），平均绞速（68.4米/分）也不快，但主要由于流速较快，因此网仅沉降到70米（见表1）。

\*11和\*20测试网次是在括纲长度和绞收速度相近，但流速不同时，测得网具最大沉降深度分别为101米和76米。\*11网次（流速0.6节）网具中部的自然沉降速度为16米/分，而\*20网次（流速1.0节）仅为12.5米/分，两者流速相差0.4节，但自然沉降速度要相差3.5米/分；\*11网次的平均括纲绞速为81.8米/分，而\*20网次为77.8米/分，尽管前者绞速还快（括纲绞速愈快，愈不利于网具沉降），但主要由于流速小，其最大沉降深度仍达到101米，而后者仅为76米，两者相差25米。由此可见，流速愈大，愈不利于网具的沉降。

因此，深水围网提高网具沉降性能，除在网具结构和装配上尽量选用比重大、滤水性好的网材料以及采取加大沉力配备等措施外，在生产实践中，一些有经验的船长往往在不影响鱼情变化的情况下，尤其灯诱捕捞作业时，尽量选择平潮、流缓时放网。此外，在流速较大必须放网时，则采取放长括纲，放慢括纲绞速等渔法来弥补因流速对网具沉降深度的影响，尽量使网具能得到充分的沉降，从而提高渔获率。

## 三、括纲长度对网具沉降性能的影响

括纲是围网封闭网具下端并起下沉作用的重要部件。因此，括纲的长度也是影响网具沉降性能的因素之一。括纲长度又与网具规格、作业水深以及放网时船速、网圈形状和大小等有关。

本测试网在105—145米水深作业时，一般括纲约放1100~1200米左右，即为下纲长度（932米）的1.2~1.3倍。短于1000米为网圈小、括纲收紧的情况；长于1300米则为网圈大、括纲松放的情况。

括纲松放的长度应视作业情况而定，一般鱼群栖息水层深，则括纲应放长，反之，括纲可放短；渔场水浅，则括纲应放短些，深水渔场作业，括纲一般可放长些。括纲愈长、愈有利于网具沉降。

1. 在相同流速情况下 \*4、\*5测试网次，是在相同流速0.6节，括纲绞速（62.7米/分、65.5米/分）接近、而括纲长度（1000米和1380米）不同时，测得网具中部自然沉降速度分别为14.1米/分和14.2米/分；最大沉降深度分别为87米和107米。两者括纲长度相差380米，而网具最大沉降深度相差20米，亦即19米括纲对网具沉降深度影响1米。由

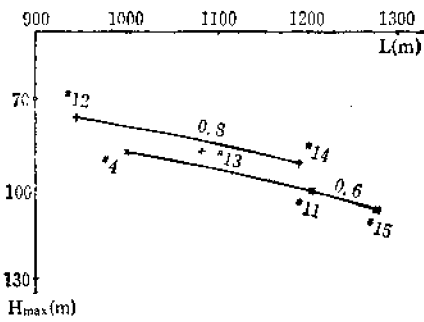


图3 Fig. 3

此可见,在深水围网作业中,如鱼群栖息水层低,则括纲放长些将有利于网具沉降深度的提高。

2. 在不同流速情况下 不同网次在 0.6 节和 0.8 节两种流速情况下,所测网具最大沉降深度( $H_{max}$ )与括纲长度( $L$ )对应关系曲线如图 3 所示。在相同括纲长度下,流速小,则网具沉降深;反之,流速大,则网具沉降浅。随着括纲长度的递增,网具沉降愈深。在两种流速下,网具的沉降深度差变化不大,这反映括纲长度在一定范围(1000

~1200米)内,主要是流速对网具沉降深度起决定作用。

四、括纲绞收速度对网具沉降性能的影响

当流速和括纲长度一定后,括纲绞收速度的快慢对网具沉降性能的影响则更为显著。这次海上网具测试中把括纲绞速列为重点,分别在相同流速和不同流速情况下进行了测试。

1. 在相同流速情况下 表 3 为\*19 和\*22 两测试网次在相同流速、括纲长度和不同括纲绞速下测试的数据(参见表 3)。图 4 为两测试网次放网及绞纲时间与网具沉降深度

表 3 第 19 网次与第 22 网次的测试数据  
Table 3 Testing data of the hauls (Nos. 19 & 22)

网次 Haul No.	19	22
流速 Current speed (kts/hr)	0.5	0.5
括纲长度 Length of purse line (m)	1228	1228
自然沉降时间 Time of natural sinking(min)	9.9	9.6
绞纲沉降时间 Sinkig time of purse line in hauling (min)	5.3	8.0
提升时间 Lifting time (min)	10.8	9.9
绞纲时间 Time of purse line in hauling (min)	16.1	17.9
自然沉降速度 Natural sinking speed (m/min)	15.8	15.8
绞纲沉降速度 Sinking speed of purse line in hauling(m/min)	6.0	8.1
提升速度 Lifting speed(m/min)	8.8	12.4
沉降深度 Sinking depth (m)	96	123



的对照情况。从图4可见,由于流速、括纲长度等条件相同, $T'_0$ 、 $T'_1$ 又接近相等,因此这段时间内两网次的自然沉降速度和沉降深度基本相同。但\*22网次的绞纲沉降时间 $T'_2$ 比\*19网次 $T'_2$ 大,也即绞纲速度放慢,则相应网沉降深,两者最大沉降深度相差约27米。绞纲提升时间,两网次相差不大,但由于\*22网次最大沉降深度大于\*19网次,故网具提升速度前者比后者约快3.6米/分。由此可见,括纲收绞时,尤其在网具沉降阶段,放慢括纲绞速或停绞对增加网具沉降深度的作用是显著的。

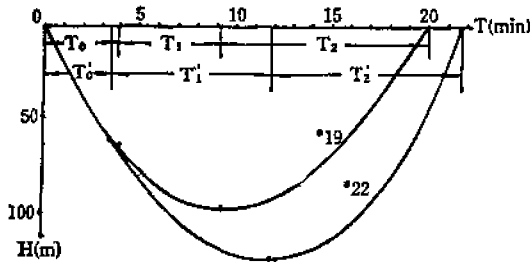


图4 Fig. 4

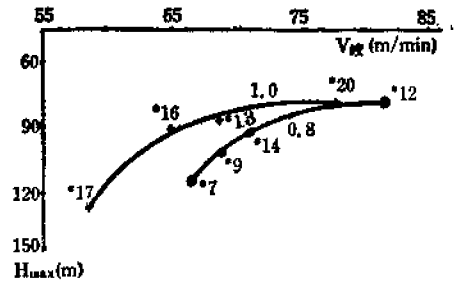


图5 Fig. 5

2. 在不同流速情况下 在0.8节和1.0节两种不同流速情况下,各网次所测网具最大沉降深度( $H_{max}$ )与不同括纲平均绞速( $V_{avg}$ )对应的关系曲线如图5所示。在相同括纲绞速情况下,随着流速的增大,网具的沉降深度减小;括纲绞速愈慢,则两者网具沉降深度的差距愈大;但在括纲绞速增快时,两者的沉降深度的差距逐渐缩小,而且沉降深度曲线上提升较快,这说明网具的沉降深度损失较大。当括纲平均绞速超过78米/分时,两者的沉降深度几乎接近,也即反映此时由于流速差距小,主要由括纲绞拉力在起作用,而流速所产生的阻力。相比之下较小。由此可见,括纲绞收速度的快慢,尤其是括纲绞收时网具沉降阶段的绞收速度,对网具沉降深度的影响极为显著。因此,深水围网作业要提高网具有效捕捞深度和范围,对括纲绞速的控制是极其重要的。

## 结 论

1. 深水围网网具各部位的自然沉降速度是不同的,取鱼部最慢,网翼中部次之,而后网翼最快。在放网过程中,网具是按慢——快——慢的不规则速度自然沉降的。
2. 流速对围网网具的沉降性能影响显著。流速愈大,愈不利于网具沉降。捕捞作业宜选择在平潮或流缓时放网。
3. 括纲长度与围网网具的沉降性能成正趋性关系,即作业时括纲松放愈长,愈有利于网具沉降。
4. 括纲绞收速度对围网沉降性能的影响极为显著。括纲绞速愈快,网具沉降深度的损失愈大。在一定流速范围内,括纲绞收速度对网具的沉降性能起着主要作用。

## 参 考 文 献

- [1] 何权斌, 1985. 鲷围网具之包围与速断特性——搭乘鲷围网训练船鹤洋丸之计测结果。台湾水产学会刊, 12 (2):87—97。

- [ 2 ] 崔建章等, 1984. 围网沉降性能测试和分析. 海洋渔业, 6(1):7—10。  
[ 3 ] 小长谷浦夫, 1966. 巾着網の研究 I, 締結速度について. 日本水产学会志, 32(6):507—510。  
[ 4 ] Department of Fisheries of FAO, 1972. *FAO Catalogue of Fishing Gear Designs*, 116—124. Fishing News (Books) Ltd.

## AN EXPERIMENTAL RESEARCH ON SINKING PERFORMANCE OF PURSE SEINE IN DEEPER WATERS OF THE EAST CHINA SEA

Liu Shuchun

(*Shanghai Marine Fishing Company*)

**ABSTRACT** According to the trial fishing practice in the deeper waters of the East China Sea and depending upon the installation conditions of our available purse seiners, a type of purse seine for operating in deepers waters was designed in recent years. The net sinking speed and net sunk depth of the purse seining method were tested and analyzed in the cases of various current speed, unequal length and different hauling speed of pursing cable, so that the relationship of these three variables to net performance was obtained. The results are summerized as follows:

1) It is different to measure the natural sinking speed of the three parts of net body. As for the comparison of their speed, the hauling end of net is at the first, the mid-part of net is the second, and the bunt is the third. The natural sink of all parts of the net body appears as fast-slow-fast irregularity.

2) During the full period of operation, the fast current speed and the quick hauling of pursing cable are more disadvantageous for net sinking, while the longer pursing cable is more advantageous for the same one. In certain speed range, the hauling speed of pursing cable plays a main role in the sinking performance of the net.

**KEYWORDS** sinking performance, purse seine, current speed, pursing cable