

中国水产学会第四次全国会员代表大会暨学术年会论文

变位底拖网研究

王贤德 陆佰依 汤雪怀 陈永鸿

(上海市水产局)

中国水产学会

一九八七年十月

变位底拖网研究

王贤德 陆伯依 汤雪怀 陈永鸿

(上海市水产局)

提 要

拖网是世界性的重要渔具,也是我国海洋渔业的主要渔具之一。但鉴于底拖网是一种杀伤幼鱼较为严重的作业,因此其捕捞效果与社会效益、生态效益诸方面均存在着尖锐矛盾,它的发展与提高受到了越来越严重的挑战。如何使捕捞效益与经济效益,生态效益,社会效益诸方面得到同步的提高,已引起了水产界人士的广泛关注。

变位底拖网是在不改变现在双船底拖网网身结构的基础上,运用吊纲绳、侧空纲等装置,根据不同的海况,不同的捕捞对象,不同的捕捞时限,使拖网能在一定的幅度内有效地调整网位,满足捕捞选择性要求,提高捕捞效果,在底拖网捕捞技术方面属国内首创。

《变位底拖网研究课题》,在项目下达之前,先经过一年多的可行性试验研究工作,在取得了预期效果之后,才开题、立项。在项目下达之后,又经过两年,海上16个航次,290网次的各个水层实船对比试验,以及随后的推广使用证明:变位底拖网捕捞带鱼,起到了保护资源的作用。既能提高渔获物质量,降低幼鱼比例,又能减少网具损耗,减轻劳动强度,具有较显著的经济效益,生态效益和社会效益。同时,由于变位底拖网可在原有双船底拖网技术和装备条件下进行改革,便于推广,因此深受渔民的欢迎,形成了自行推广的局面。

变位底拖网的研究成功,突破了双船底拖网调整网位的技术难关,赋予了拖网渔业新的含义。

一、变位底拖网设计宗旨

多种海洋经济鱼类,随着光照强度的不同以及海况的变化,往往改变其栖息水层并作垂直移动。带鱼栖息水层变化与渔获物的相应关系表

时 间	鱼群记录位置	观 察 结 果	渔 获
0130~0330	分布在中层以上	渔探机无明显反映	几乎没有
0430~0700	分布在离底6--10米	小散 分群	很 差
0840~1000	分布在离底2--6米	密集 下降	良 好
1100~1300	近底,贴底	厚度2—5米很浓	很 好
1400~1600	分布在离底2米以上	厚度3米密集开始上升	良 好
1700~1930	分布在离底4—10米	小群 分散	差
2030~2330	分布在中层以上	渔探机无明显反映	很 差

直移动；我国的几种主要经济鱼类如大、小黄鱼、带鱼等都有这种习性，底拖网作业发现，昼夜渔获量有明显的差别，鱼类栖息水层的变化，是造成这种结果的一项重要原因。现举某次对带鱼渔探机观察及渔捞记录说明带鱼栖息水层的变化以及与渔获物的相应关系（表1），（图1）。

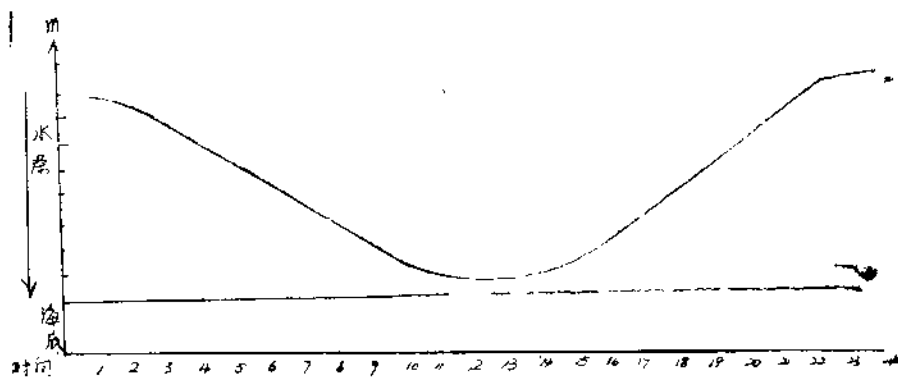


图1 带鱼栖息水层变化图

从图1可以看出，从上午8点到下午4点，是底拖网作业具有较佳捕捞效果的时限，其中上午10点至下午2点，则具有最佳的捕捞效果（亦即人们所称的拖网黄金时刻）而其它时间则为底拖网作业的非捕捞经济时限，设法延长捕捞经济时限，缩短非捕捞经济时限，从而达到提高捕捞效果之目的，是拖网渔业革新提高的重要标志之一。

变位底拖网的设计宗旨是：从我国拖网渔业的现状出发，在现有双船底拖网作业的渔具、渔法以及渔船机械设备不作太大变动的情况下，根据不同的作业渔场，不同的海况，不同的渔获对象及其栖息水层的不同，有选择地升高网位，提高网口高度，以达到延长捕捞经济时限，提高捕捞效果之目的。与此同时，应尽可能多地使幼小鱼在拖曳过程中自然地逃逸，以解决提高捕捞效果与保护资源，提高生态效益之间的矛盾。

二、变位底拖网技术关键

在以往的双船底拖网中，当遇到天气，海况的变化，鱼群栖息水层较高的情况下，通常是以调整网具沉力和浮力的比值或缩短两船的拖曳间距，来达到提高网口高度，捕捞离底鱼群之目的。但由于运用上述方法来提高网口高度是非常有限的，且往往因为提高了网口的纵向高度而缩小了网口的横向宽度，网口的总展开度并没有增加，因此其捕捞效果并不明显。

在夜间，双船底拖网为了捕到离底更高的鱼群，往往还采取缩短曳纲，即单放钢丝绳，不放混合纲的方法，来达到提高网口高度的目的。但由于在缩短了曳纲相当长度的情况下，此时网的沉子纲是离底的，它使整顶网具悬浮在水中，网具就不能按原来沉子纲贴底时的形状在水中正常展开。所以在拖曳过程中，两船间距越来越短，拖至一定时间后，两船自然拖曳间距即处于最低值。显然，这时的网位尽管可能处于鱼群栖息的水层，但仍无法达到预期的捕捞效果。

变位底拖网的技术关键是：使拖网沉纲仍然与海底接触，以保持网具原来在水中的展开

形状,同时又使网位能有选择地进行升高变位,以满足选择性捕捞之目的。变位底拖网的作业示意图如(图2)。

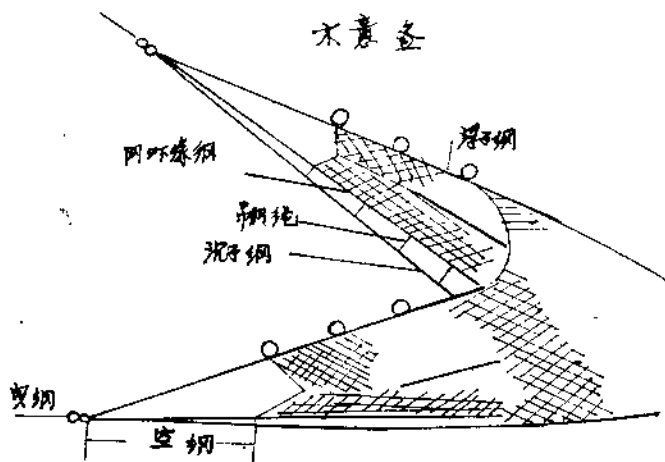


图2 变位底拖网的作业示意图

三、各项技术参数测试

变位底拖网研究课题进行了静水池网模试验,海上对比试捕,在拖曳过程中对网口高度、曳纲张力进行了测定。

(一) 静水池网模试验

静水池网模试验在南京林业大学水产研究室静水池进行。模型网规格及其测算要求按日本田内森三郎模型试验准则,经中间网模算,网模长度=实物网长度/ λ (大尺度比) $\lambda = 20$ (小尺度比) $\lambda' = 5.38$,模型网上、下中纲、网袖缩结系数与实物网一致。试验结果见图(3~5)。

网模试验结果表明以下几点:

- (1) 网位升高后,网的各部均能正常地展开,整顶网离开水底呈圆筒形在水中拖曳着。
- (2) 在浮沉比为98%的情况下(原拖网浮沉比)吊纲绳长度与网位升高高度不成正比,吊纲绳3米时,其伸展高度(即网位升高高度)约为吊纲绳长度的80%左右,但在同等的工况条件下,吊纲绳5米与吊纲绳3米网口高度仅相差0.6~0.8米,这就是说吊纲绳越长它的伸长率越低。

(3) 吊纲绳弯曲度与浮力成反比,浮力增大,吊纲绳弯曲度明显减少,当浮沉比从98%调整至139%时,5米长的吊纲绳的网口高度约增加2米左右。

(4) 各部位吊纲绳的伸展状况以中大纲处为最佳,越向网袖端两侧延伸,吊纲绳的弯曲度越明显。说明以中大纲开始向袖端两侧延伸,吊纲绳长度应约为5%递减,

(5) 吊纲绳弯曲度还与拖速有关,加大拖速、阻力增大,吊纲绳的弯曲度也增大,网口高度随之减少,袖端网呈现20—30度内倾现象,这与原拖网加大拖速、降低网口高度的情况是一致的。

(6) 网位升高高度还与空纲的装配有关,当中间的一根空纲改用短空纲时,网口下降了0.7~2米,说明三根空纲的装配技术是合理的。

(7) 静水池试验证实137.5 $\times$ 87米—550目母型网性能最佳,128 $\times$ 94米—640目母

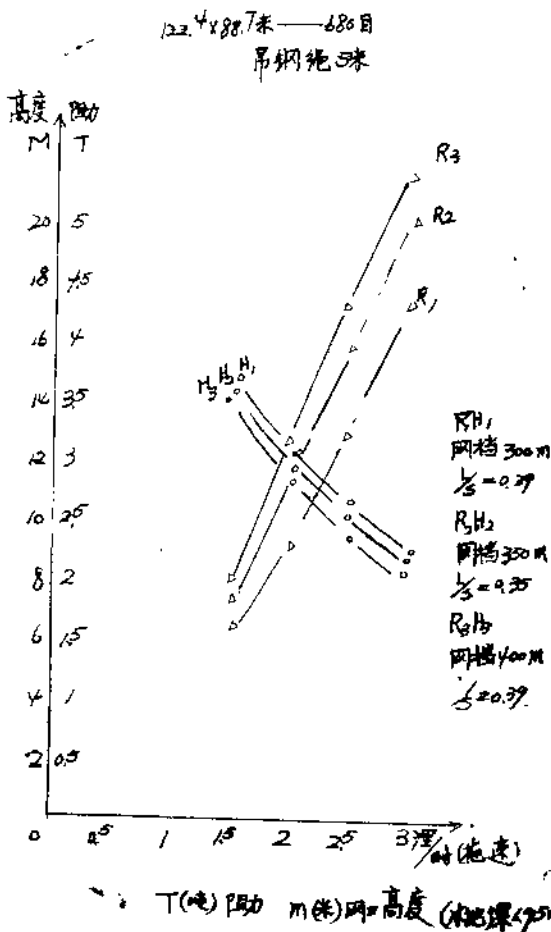


图 3

型网性能次之。122.4 × 88.7米—680目母型网性能最差，这为我们今后选择机帆船双船拖网母型网提供了极为有用的资料。

(二) 张力测定

曳纲张力测定使用无锡光学仪器厂的SZZ—5吨水下张力仪一架，测定点在空纲前端与曳纲连接处；相对拖速以劳兰定位仪测定，测定结果表明，网位升高后的曳纲张力稍大于不升高网位时的曳纲张力。无吊纲绳、网口低，网具在水中阻力小于有吊纲绳网具阻力，5米吊纲绳阻力大于3米吊纲绳阻力，其原因：吊纲绳在拖曳中，纵剖面受水流冲击，网具阻力相应增大，因而变位底拖网吊纲绳增长，网位升高，水阻力增大，曳纲张力随之增大，这是

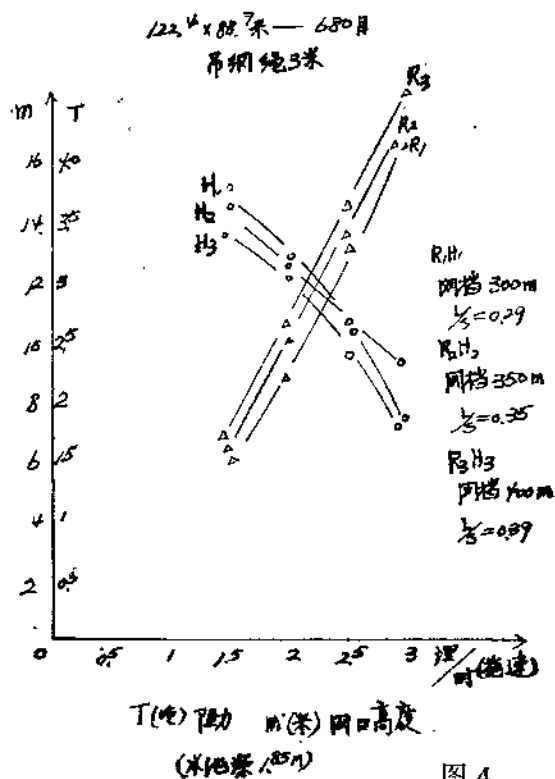


图 4

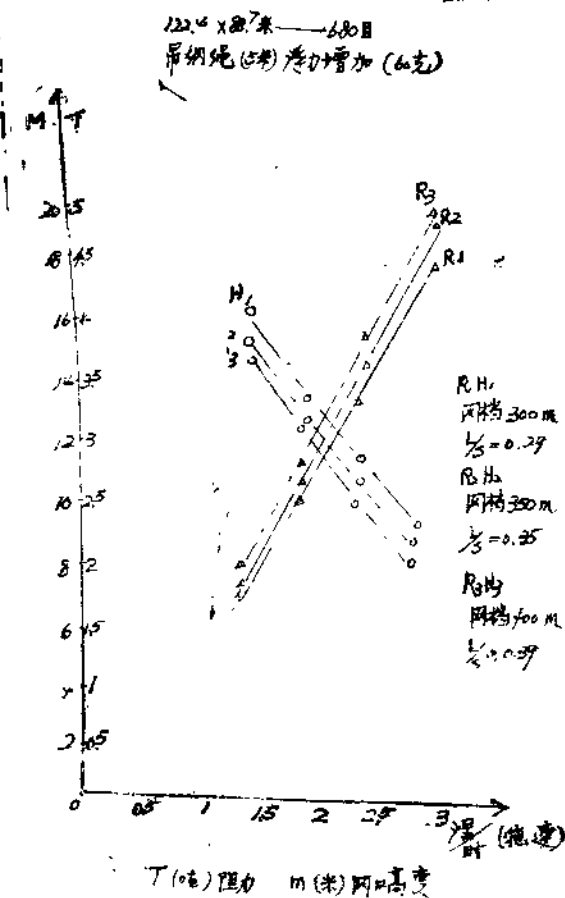


图 5

正常的现象。张力测定数据见(表2)。

表2

曳力测定表

测定时间	网 档 (米)	拖 速 (节)	风 向	风 力 (级)	吊纲绳度 (米)	水 深 (米)	产 量 (公斤)	曳纲张力 (吨)
85年9/26	300~350	2.5~3	NE	6-7	3	34~36	350	2.31
9/27	"	2~2.5	NE-E	4-5	3	36~38	2500	1.66
9/28	"	2.5~3	NE-E	6-7	3	48~60	2750	2.034
86年9/10	"	2~2.5	NE-E	5	3	32~36	700	1.7350
9/11	"	"	NW	4-5	0	42~48	3500	1.6278
9/12	"	"	N	4-5	5	42~48	175	1.8676
9/12	"	"	N	4-5	5	39~34	200	1.8676

(三) 网口高度测定

网口高度测定,使用东方红67—3型垂直探鱼仪在试验网拖曳时,由对比船从网档中央进行航测,三次测定的高度不很一致,这与当时的作业水深,风浪情况及测定时的操作技术有关;所测定的数据与静水池网模试验所测到的升高网位3米时10—12.3米的网口高度基本相符。测定数据见(表3)。

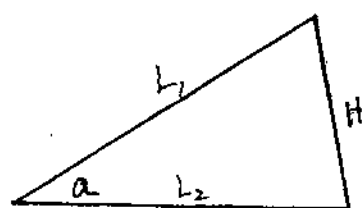
表3

网口高度测定表

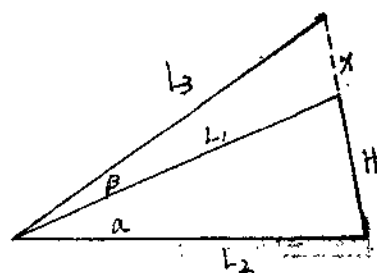
测定时间	网 档 (米)	拖 速 (节)	水 深 (米)	升高网位 (米)	测得网口高度 (米)
85年9月20日	300~350	2~2.5	42—48	3	10
10月8日	"	"	37—46	3	9
86年9月11日	"	"	49	3	12

(四) 变位底拖网的吊纲绳、空纲与网位高度关系如下:

1. 从水池网模试验中看到,吊纲绳与空纲组成的是一只近似直角形的三角形。如(图A)



图A



图B

H—吊纲绳高度

L_1, L_2 —侧空纲

根据余弦定律 $H^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2\cos a$

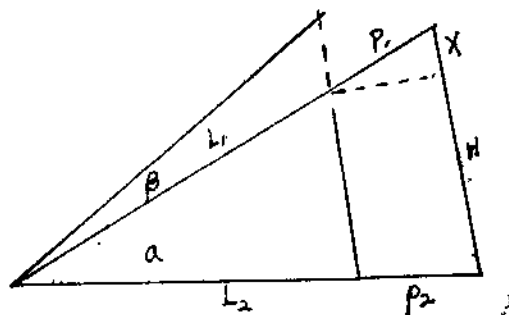
如果吊纲绳由3米高度增至5米。

如(图B)

$$\text{则 } (H+X)^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2\cos(a+B)$$

要求网位升高的数值与吊纲绳高度增长的数值保持相对的一致性, 必须使吊纲绳的对应角即 $(H+X)$ 的对应角 = H 高度的对应角, 即 $\angle a$ 值不变。

如(图C)



图C

从上图看到当吊纲绳 H 升高时, 要保持对应角 a 不变则必须加长空纲,

在吊纲绳由3米调高至5米模拟试验中看到, 由于空纲没有作相应的调整, 而网位升高度无法与吊纲绳增长长度保持一致。

$$\cos a = \frac{(L_1 + P_1)^2 + (L_2 + P_2)^2 - H^2}{2(L_1 + P_1)(L_2 + P_2)}$$

$$\cos a = \frac{L_1^2 + L_2^2 - H^2}{2L_1L_2}$$

2. 从三角形几何结构看, 当一边长度发生变化, 欲保持与原有形状相似的结构图形关系, 则其相邻的二边必须作相应的变化, 否则就无法保持与原有形状相似的图形结构。

3. 当吊纲绳从3米伸长至5米, 则流体对吊纲绳的投影的作用力, 随着投影的增大而增加, 吊纲绳的拱度也因之增大。5米吊纲绳的拱度大于3米吊纲绳的拱度。

假设 流力 F 对3米吊纲绳的投影为 P

则流力 F 对5米吊纲绳的投影为 $P + \Delta P$

从以上三点关系看出, 当吊纲绳从3米长度增至5米长度时, 欲使网口高度达到预期的效果, 必须作到以下几点:

(1) 通过计算, 放长空纲长度, 这样使空纲的夹角保持原有的值。

(2) 根据本船的主机功率, 增加浮力, 调整浮沉比, 使网位升至预期的高度。

从水池试验中, 当我们把浮沉比由98%调整至139%浮沉比时, (空纲保持原有的长度), 在同一测试条件下, 则网口的高度, 后者比前者网位升高2.2米, 吊纲绳拱度也随之减小。

四、网位升高对比试捕

网位升高对比试捕是在金山县山阳渔业队《沪金机7111—7112》《沪金机7117—7118》两对机动渔船进行的。网位分别升高2米、3米、5米、6米, 四个层次。试验结果表明:

(一) 在捕捞带鱼的季节里, 小型机动渔船底拖网网位升高三米最为理想, 其原因如下:

1. 渔获中的经济鱼类比重尽管略低于网位升高 5 米和 6 米, 但已明显大于原拖网。
2. 小鱼比例尽管稍大于网位升高 5 米, 但已明显低于原拖网。
3. 渔获物质量已大大优于原拖网。
4. 吊纲绳长度适中。

总之, 网位升高 3 米, 经济效益、生态效益和社会效益都能得到充分的体现。

(二) 网位升高蟹的产量减少得最为明显。网位升得越高, 蟹的网获量就越小, 网位升高 5 米以上, 蟹几乎没有。蟹的进网率与网位升高高度成反比。对于这个结果, 应作如下两种分析:

1. 蟹栖息的水层较一般经济鱼类栖息的水层低。
2. 蟹有遇网即向下逃逸的习性。

(三) 网位升高, 渔获物中小鱼比例明显下降, 网位升得越高, 比例下降越大; 小鱼下降比率与网位升高成正比。这表明, 在正常的情况下, 大多数经济鱼类的幼体鱼的活动能力要低于成年鱼。因此, 它们的栖息水层一般要比成鱼栖息水层低。当网位升高后, 一部分幼体鱼自然地网的下部逃逸, 这是幼小鱼比例明显下降的必然结果。

(四) 网位升高了, 梅子和黄鲫不但不少于原拖网, 有时在夜间甚至还多于原拖网, 表明这两种鱼类栖息水层是比较高的, 特别是梅子在夜间能集群地上浮。

五、研究成果

底拖网是一种杀伤小鱼较为严重的捕捞工具。如秋汛, 东海区底拖网作业的幼小鱼比例要占总渔获量的三分之一以上。因此, 它首当其冲地要受到最严格的限制。这样, 提高底拖网作业的捕捞效果, 势必与资源保护, 提高生态效益形成了尖锐的矛盾。

底拖网作业的渔获质量是各种海洋捕捞作业中质量最低劣的一种。同时由于处理渔获物过程中的各种因素, 致使鱼体鳞片磨损, 鲜度大大下降, 特别是象带鱼之类的无硬鳞鱼类、断头丢尾, 外观失色、体无完肤要占相当大的比重。渔获量越高, 处理渔获物的时间越长, 渔获物的质量就越差。因此, 往往出现渔获量与渔获物质量成反比的状况。渔船到港后, 再经过一道起卸鱼货的工序直至到了市场出售, 质量更是极大地下降。为此, 其社会效益和经济效益都呈直线下降的趋势。据估计秋汛拖网渔获物的上市率仅占总渔获量的三分之二左右。而上市鱼货中, 也仅有二分之一左右达到了国家鱼货鲜度标准。

再之, 由于底拖网作业的网具是在贴着海底拖曳的, 因此网具的损坏率是其它各种作业网具损坏率最高的一种。底拖网作业网具的损坏率, 除了与网具在水中的拖曳时间成正比外, 还与作业水域的底质、障碍物等密切相关。在渔用物资价格昂贵的情况下, 网具损坏率的增大与降低成本, 提高经济效益又形成了矛盾。

我们本着有所发明、有所创造、有所前进的精神, 并遵循探索、求新、求实的科研原则。经过三年 16 个航次 290 网次的反复对比试验的结果表明: 我们所构思的变位底拖网理论是能够成立的, 所设计的变位底拖网结构是合理的, 变位底拖网赋予了拖网渔业新的含义。

变位底拖网研究成果表现在以下诸方面：

（一）探索了提高捕捞效果的新途径

拖网作业也与其它作业一样，其渔具渔法处于不断地改革，提高之中。中层拖网，疏目拖网等改革成功，都曾为提高拖网渔业的捕捞效果作出了历史性贡献。然而就双船拖网而言，要像单拖那样进行变水层作业，现阶段尚未取得理想的成果。

变位底拖网的特点在于：从我国双船拖网的现状出发，根据天气、海况、渔获对象，鱼群栖息水层的变化等不同情况，机动灵活地调节网位，以达到延长捕捞经济时限，提高捕捞效果，满足选择性捕捞之目的。

在捕捞带鱼的季节里，在天气、海况正常的情况下，一般来说，白天鱼群比夜间较为贴底，要求拖网网具能在近底或贴底进行拖曳，但就是在白天，鱼群也总是作逐步下沉与上浮的移动。在鱼群上下移动的过程中，网位适当离底，其捕捞效果要比贴底拖曳为好。在双船拖网无法用网板来调节网位升降的情况下，变位底拖网已突破了这个技术关键。

在天气、海况反常，白天鱼群也栖息在较高水层的情况下，升高网位其捕捞效果就更为明显。如在1985年8月8日至12日的这航次对比试捕，由于鱼群栖息水层偏高，试验网升高网位3米，12网总产15,650公斤，平均网产1,301.5公斤，原拖网12网总产7,700公斤，平均网产641.5公斤，试验网比原拖网产量增长了一倍多。

由于试验船只能进行单开网作业（即一条船连续放网）故我们的试验对比一般都在固定的水层内进行，很少在一天内进行不同层次的网位调节。如果是双开网的渔船（即两船轮流起放网）在不影响作业时间的情况下，中午一网调节网位贴底，那么增产的幅度将更为明显。

（二）缓和了提高捕捞效果与资源保护的矛盾

对于杀伤幼小鱼类较为严重的底拖网作业来说，提高捕捞效果的过程即意味着加剧资源破坏的过程。变位底拖网尽管在某些季节（如东海区的秋汛），在某些作业场所（如长江口、吕泗渔场），在某些渔获对象（如带鱼）的幼体鱼占较大比重的情况下，网位升高后也能捕到一定数量的幼体鱼，但其比例却明显地下降了。

在1985、1986两年的对比试捕中，试验网幼小鱼类分别仅占总渔获量的14.48%和9.8%，而原拖网幼小鱼类却分别占总渔获量的33.45%和46.73%，试验网的幼小鱼类比例比原拖网分别下降了66.7%和79%。（幼小鱼类包括小带鱼，梅子，小什鱼及其它幼小鱼类）。

现代渔政管理的一项重要课题是保护水产资源，提高生态效益。可以设想，在秋汛，规定渔船在幼小鱼类密集区进行底拖网作业时，要升高一定高度的网位才能进行作业，要比目前所实施的单一的幼鱼比例检查更有实际意义。

（三）开辟了提高渔获物质量新的领域

海洋生产的渔获物质量主要包括两个方面的内容：第一是，渔获物中经济鱼类的比重对于低质鱼应占优势。第二是，鱼体的鲜度及完好率应占绝对优势。

提高渔获物质量，使有限的渔获物能达到最大的上市率，从而获得最好的社会效益。

七十年代渔船隔热舱的试验成功，目前推广使用的保温渔箱，以及有现代化速冻设备的渔轮投产，都为提高渔获物质量创造了良好的条件。变位底拖网的试验成功，为提高渔获质量开辟了新的领域。

在1985、1986两年的对比试捕中，以12个航次计算，试验船的渔获物组成比是：带鱼69.7%（其中大条带鱼14.67，中条带鱼51.1，小条带鱼4）其它（鲳鱼、黄鲫、白姑等）为

21.31%，蟹2.92%，幼小鱼9%，带鱼占绝对优势。而原拖网带鱼53.67%（其中：大条带鱼5.62，中条带鱼29.92，小条带鱼18.13）其它（鲳鱼、黄鲫、白姑等）10.59%，蟹15.99%（其中幼蟹1.25，沙蟹3.37，蟹11.1）、幼鱼19.75%，试验网带鱼比原拖网提高29.99%。

在捕捞带鱼的季节里，影响带鱼鲜度和鱼体完好率的除了与渔获物进入囊网后在海底长时间拖曳受磨损有关外，还与渔获中的混合什物，处理渔获物时间的长短诸因素有关，而蟹是影响带鱼鱼体鲜度和完好率的主要因素，试验网渔获物中蟹的比重仅是原拖网的四分之一以下，这是试验网带鱼鱼体鲜度和完好率，大大高于原拖网的带鱼鱼体鲜度和完好率的关键之所在。

在1985、1986年的对比试捕中，试验网渔获物平均每公斤售价是1.3元，而原拖网是1.07元，试验网的平均售价比原拖网增长21.4%。这里必须说明的是：目前由于商业体制的关系，其价格仅以鱼的品种和规格为标准，至于鲜度与完好率并没有对售价有多大影响，如果一旦实行优质优价，则价格差距就会更大。

（四）增添了提高经济效益的渠道

产值与成本是衡量渔业生产经济效益好坏的重要指标。变位底拖网由于提高了捕捞效果，增加了经济鱼比重，特别是提高了渔获物质量，因此，其产值也得到了相应的增加。1985和1986两年的对比试捕，（以对比10个航次计算）试验网的总产值为164,270.69元，而原拖网的总产值是：117,328.94元，试验网比原拖网产值加增了40%。

变位底拖网由于除了沉网以外，网具的其它部位均被升高离底，因此大大减少网衣与海底磨擦，网具的损坏率大大地降低了，在一般的情况下，变位底拖网的网具损坏率仅是原拖网的三分之一左右。在作业渔场底质不好或遇障碍物的情况下，原拖网的网具损坏率是很大的，甚至还逃脱不了整顶网丢掉的厄运。而变位底拖网在这种情况下除了沉子网损坏率大些，网具的其它部位就不受多大影响。

（五）减轻了渔民的劳动强度

底拖网作业由于要经常吹风、日晒、浪打的情况下长时间修理网具和处理渔获物，从而增添了渔工、渔民海上捕鱼生活的艰苦性。变位底拖网如前所述，由于渔获物清爽，垃圾什质少，鱼体鲜度高，幼鱼比例小；特别在捕捞带鱼季节，很少有蟹和带鱼混什在一起，因此处理渔获物时间比原拖网处理渔获时间大为减少。在1984年一次对比试捕中，试验网产量1,250公斤，处理渔获物时间仅化了一个多小时，就全部下舱完毕，而原拖网产量3,000公斤，处理到后来，产量也只剩下1,250公斤左右，然而它却化了四个多小时才处理完毕。

变位底拖网由于具有上述各项优势，因此深受渔民的欢迎。在我们的试验工作还没有束结，鉴定会还没有召开，还未进入推广阶段以前，去年山阳渔业队的所有13对渔船以及漕泾渔业队的部分渔船，都先后运用变位底拖网技术进行生产，收到了明显的效果，形成了自行推广的局面。

Controllable trawl

Wang Xian De Lou Bei Yi Tang Xue Hui Chen Yong Hong

(Shanghai aquatic products bureau)

Abstract

Trawl is an important fishing gear & world and a main marine gear of China too.

But the trawl that can injure with the juvenile fish seriously.

& the catch rate in contradiction with social beneficial result and ecological rate.

This operation of development and enhance come to bat all the more.

The controllable trawl sets on the basis of trawl net.

We the nets and line length according to different sea condition fish school catch time adjustable to net position can increase catch rate.

The controllable trawl technique is the first one of China.

It got through with 16 trips 290 haul at different depth comparison with pair Trawl.

Controllable trawl catch hairtail fish either increase catch per haul or conservation of aquatic resources and labor saving.

This fishing method contrasts to trawl with a new significance.