

东海水产研究所研究报告

SCIENTIFIC REPORTS

OF THE EAST CHINA SEA FISHERIES RESEARCH INSTITUTE

第 1 集

目 录

- 拖网渔具模型试验与渔具设计改进…………… 黄锡昌 王明彦 薛继一 傅荫恣 (1)
- 声纳侦鱼技术的研究…………… 顾嗣明 陈冠镇 (23)
- 东黄海渔业资源今昔…………… 林新濯 (47)
- 判别分析在渔情预报中的应用…………… 刘树勋 韩士鑫 魏永康 高崇义 徐荣 (53)
- 东海群带鱼资源的最大持续渔获量MSY估算…………… 许永明 浦仲生 (75)
- 杭州湾渔场环境质量评价的初步研究…………… 朱启琴 杨鸿山 (85)
- 鱼类等对石油的回避试验反应…………… 戴国樑 (97)
- 鱼油的食用价值…………… 卢菊英 (103)
- 海龟甲胶的化学组成及其药用价值…………… 邹胜祥 施惠群 (113)
- 淀山湖鱼类的区系演替与资源增殖…………… 王幼槐 倪 勇 (121)

国 家
水 产 总 局

东 海 水 产 研 究 所

一 九 八 一 年

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE EAST CHINA SEA FISHERIES
RESEARCH INSTITUTE

CONTENTS

Model Tests of Fishing Gears as Related to the Design and Improvement for the Trawl Gears	
.....Huang Xichang, Wang Mingyan, Xue Juyi and Fu Yingque (1)	
A Study on the Techniques for the Fish Detection with Sonar.....	
.....Gu Siming and Chen Guanzhen (23)	
The Past and Present Status of the Fish Resources of the East China Sea and the Yellow Sea.....	
.....Lin Xinzhuo (47)	
The Application of the Discriminatory Analysis to the Fishery Forecast	
..... Liu Shuxun, Han Shuxin, Wei Yongkong, Gao Chonggyi and Xu Rong (53)	
Studies on the Computation of MSY of the Population of the Hairtail, <i>Trichiurus haumela</i> Forskál, in the East China Sea Region.	
..... Xu Yongming and Pu Zhongsheng (75)	
Preliminary Study on the Assessment of the Environmental Situation of the Fishing Ground in Hangzhou Bay	
.....Zhu Qiqin and Yang Hongshan(85)	
The Avoidance Reaction of Fish to Petroleum.....	
.....Dai Quoliang (97)	
Fish Oils as Food	
..... Lu Juying (103)	
The Chemical Composition of the Turtle-Shell Glue and Its Pharmaceutical Potentiality	
..... Zou Shengxiang and Shi Huiqun (113)	
Notes on the Ichthyofauna Succession and Fish Propagation of the Dianshan Lake, Shanghai.....	
..... Wang Youhuai and Ni Yong (121)	

渔具模型试验与拖网渔具的 设计和改进*

黄锡昌 王明彦 薛继一 傅荫恣

提 要

以相似理论为基础的模型试验方法，对拖网渔具的设计和改造，有着直接意义。本文报导了多次网具模型水池试验和网板模型风洞试验的情况、结果，得到如下结论：

1. 实践证明应用渔具模型试验，可作为设计和改进拖网渔具的方法，并已取得较好效果。
2. 根据渔具设计和改进的主要目的，进行拖网网具和网板的系列模型试验，可以比较容易达到试验要求。
3. 拖网模型试验以静水水池试验的效果较好，它不仅与实际拖网作业，有着更为相似的条件，同时测试精确度也高。如采用田内准则试验，模型不应小于实物的1/20。
4. 网板模型试验方法的成熟程度，优于网具模型试验，这是由于网具模型试验的相似准则，还不完善等原因造成。试验结果表明， $R = KV^{1.5}$ ，而田内、巴拉诺夫、狄克逊和克立司登生在准则推导过程中，把阻力与速度指数作为平方关系来处理，也必然会由此而造成误差。更完善的网具模型试验的相似准则，尚需今后继续研究。

前 言

自牛顿的相似理论建立以后，经过许多学者的不断实践和发展，模型试验早已成为设计和研究船舶、飞机和水工建筑物必不可少的一种方法。但是采用模型试验的方法来分析、研究渔具，则是在最近数十年的事。

早在五十年代，我们与有关单位，就开展了拖网模型水槽(池)试验，和拖网网板模型风洞试验工作，收到了良好效果，以后又陆续进行多次试验。最近几年，我所在执行“拖网渔具技术性能研究”科研项目和有关“网板标准图纸”等制订工作中，分别与大连、烟台、青岛、上海、宁波、南海、湛江、北海渔业(水产)公司、辽宁、黄海、南海水产研究所、大连、上海、湛江水产学院、南京林产工业学院等单位共同协作，又开展了几

* 本文曾于1978年6月，在中国水产学会恢复大会暨综合性学术讨论会上交流过，现略作增改。参加过该项试验工作的，尚有本所沈宝楨、胡世英、梁建华、邵岳峰、王明彦等同志。

次较大规模的拖网网具、网板模型试验,以及海上实物渔具测试等工作,为拖网渔具的设计和进步,提供了不少依据和资料,也发现了一些问题。本文系根据历次试验资料、经验体会和对有关参考资料等综合分析研究后写成,有些观点可能也有错误,恳请批评指正。在本文写作中,还引用了部分历次模型试验报告等资料,而有些报告是与上述兄弟单位的有关同志共同努力完成的,特此说明和致谢。

渔具模型试验的作用和方法

(一) 渔具模型试验的作用

渔具模型试验,就是将设计的渔具(网具或网板等构件),按有关的相似准则,复制成小尺度的代表物(模型),在渔具作业环境相似或近似的条件下,分析研究这些渔具模型的受力和展开形状等情况,用来推测设计的实物渔具在实际作业中可能发生的现象。因此,通过渔具模型试验的方法,有可能分析研究新设计的渔具是否合乎要求,并能确定出某些因素(如拖速、渔具浮沉力大小等),在整个捕捞作业中所起的影响;还能揭露并研究实物渔具中进行观测时所察觉不到的现象;并且还可能对设计新渔具时所根据的理论和技术的进步进行验证。它的另一个作用是把目前生产上已在应用的渔具,复制成模型后进行试验,从中可以观察和测定渔具在不同情况下的网形展开情况和有关数据(如网口高度、拖网阻力等),作为今后改进渔具的依据和参考。

(二) 渔具模型试验的相似准则

渔具及构件的种类和形状多样,如网具、网板等,因此在进行模型试验时,可根据试验物体的结构和主要作用力,也可直接选用雷诺(Reynold)定律或佛劳德(Froude)定律等。但在进行网具模型试验时,要使网具的模型与实物保持全几何相似也是困难的,因此在网具进行模型试验时,必须选用特殊的相似准则。目前世界上比较普遍采用的有田内(Tauti. M)^[7]、巴拉诺夫(Баранов)^[10]、狄克逊(Dickson)^[8]和克立司登生(Chris tense-n)^[9]网具模型试验相似准则,其中田内和狄克逊准则的应用较普遍。各准则之间有一定的差别,并均有一定的局限性和不完善处。

我们历次进行的网具模型试验时,都采用田内准则,而对其它准则也作了分析比较。渔具模型试验的各相似准则的换算公式见表1。

(三) 渔具模型试验种类、方法和设备

由于渔具的种类和结构多样,以及试验设备的不同,有关渔具模型试验的种类和方法也各异,以拖网具模型试验为例,其种类和方法可归纳为下列三大类:

1. 网渔具模型水槽(池)试验由于使用的设备不同,一般又分为静水池试验和动水池试验二种;
2. 网板模型(或浮子等部件)风洞试验;

表 1 渔具模型试验的各相似准则的换算公式

准 则 项 目	佛 劳 德	雷 诺	田 内	巴 拉 诺 夫	狄 克 逊	克 立 司 登 生
大尺度比 $\lambda = \frac{L_1}{L_2}$	不受限制	不受限制	不受限制	不受限制	$\lambda \leq 8$	$\lambda = \sqrt{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)\left(\frac{\rho_2}{d_1}\right)} \lambda_d$ λ 不大于 10~15
小尺度比 λ'	$\lambda'_a = \frac{a_1}{a_2}$ $\lambda'_d = \frac{d_1}{d_2}$	$\lambda = \lambda'$	$\lambda' = \lambda'_a = \lambda'_d$	$\lambda' = \lambda'_a = \lambda'_d$	$\lambda'_a \leq 4$ $\lambda'_d \leq 4$	$\lambda'_a = \lambda'_d$
速度比 $V_r = \frac{V_1}{V_2}$	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$	$\frac{1}{\lambda}$	$\sqrt{\lambda' \frac{(\gamma_1 - 1)}{(\gamma_2 - 1)}}$	$\sqrt{\lambda' \frac{(\gamma_1 - 1)}{(\gamma_2 - 1)}}$	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$
时间比 $T_r = \frac{t_1}{t_2}$	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$	λ^2	$\lambda \frac{V_2}{V_1}$	—	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$	$\lambda^{-\frac{1}{2}}$
力的比例 $R_r = \frac{R_1}{R_2}$	λ^3	1	$\lambda^2 \lambda' \frac{(\gamma_1 - 1)}{(\gamma_2 - 1)}$	$\lambda^3 \frac{(\gamma_1 - 1)}{(\gamma_2 - 1)}$	λ^3	$\frac{\rho_1}{\rho_2} \lambda^3$
浮(沉)力比 $F_r = \frac{F_1}{F_2}$	—	—	$\lambda^2 \lambda' \frac{(\gamma_1 - 1)}{(\gamma_2 - 1)}$	—	λ^3	$\frac{\rho_1}{\rho_2} \lambda^3$
纲索直径比 $d'_r = \frac{d'_1}{d'_2}$	—	—	$\sqrt{\lambda' \lambda \frac{(\gamma'_2 - 1)}{(\gamma'_1 - 1)}}$	—	—	$\sqrt{\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)\left(\frac{A'_2}{A'_1}\right)} \cdot \lambda^{\frac{3}{2}}$
浮(沉)子直径比 $d''_r = \frac{d''_1}{d''_2}$	—	—	$\sqrt{\lambda' \lambda \frac{(\gamma''_2 - 1)}{(\gamma''_1 - 1)}}$	—	—	$\frac{\gamma''_2 - 1}{\rho_2 - 1} \cdot \lambda$ $\frac{\gamma''_1 - 1}{\rho_1 - 1}$

*狄克逊准则中缺关于纲索、浮(沉)子直径比的换算公式,但有对实物和模型网网线在水流中的投影面积 A_1 、 A_2 之比,即 $\frac{A_1}{A_2} = \frac{Ld}{\lambda^2 Ld} = \frac{1}{\lambda^2}$ 的关系式。

表中: λ 、 λ' 分别为模型网和实物网的大小尺度比;
 L_1 、 L_2 分别为实物网和模型网的线尺度;
 a_1 、 a_2 分别为实物网和模型网的网目脚长度;
 d_1 、 d_2 分别为实物网和模型网的网线直径;
 λ'_a 、 λ'_d 分别为实物网和模型网的网目脚尺度比、网线直径尺度比,简称小尺度比;
 γ_1 、 γ_2 分别为实物网和模型网的网线材料比重;
 ρ_1 、 ρ_2 分别为实物网和模型网作业中的流体密度;
 d'_1 、 d'_2 分别为实物网和模型网的纲索直径;
 d''_1 、 d''_2 分别为实物网模型网的浮(沉)子直径;
 γ'_1 、 γ'_2 分别为实物网和模型网的纲索比重;
 γ''_1 、 γ''_2 分别为实物网和模型网的浮沉子比重;
 A_1 、 A_2 分别为实物网和模型网的网线应力/形变公式中的常数;
 A'_1 、 A'_2 分别为实物网和模型网的纲索应力/形变公式中的常数;
 V_1 、 V_2 分别为实物网和模型网的运动速度;
 t_1 、 t_2 分别为实物网和模型网的作业时间;
 R_1 、 R_2 分别为实物网和模型网的阻力(张力);
 F_1 、 F_2 分别为实物网和模型网的浮(沉)力。

3. 天然水域大尺度模型试验。

有关前二类的拖网渔具(包括网板等部件)模型试验,我们已进行过多次,在试验设备的安装和试验方法上,也不断改进和提高,因此历次试验中均能收到较大成效。第三类的试验,目前世界有关国家亦在开展中,由于设备、试验场地等受到一定的限制,还未达到较成熟的程度。

我们历次拖网渔具模型试验的应用的主要设备有:

1. 动水水池 该水池是华东水利学院河流动力学实验室的设备,水池的主要技术特性如下:

水池长度:	25米;
水池宽度:	1.5米;
试验段长度:	7.5米;
流量范围:	60~300公升/秒;
流速范围:	0.2~0.78米/秒。

2. 静水水池 该水池是南京林产工业学院水工室的设备,除了进行船模试验外又多次进行过拖网模型试验和网片阻力测试。在进行拖网模型试验时,需要在拖车上加装装置模型网的导流杆、测网口高度等设备。该水池的主要技术特性如下:

水池总长度:	60米;
水池有效长度:	50米;
水池宽度	5米;
水池深度	2米;
拖车运行速度:	0.04~3.0米/秒;
拖车重量:	3吨左右,电动机功率4千瓦×4。

3. 低速风洞 该风洞是南京航空学院空气动力学实验室的设备,风洞的主要技术特性如下:

风洞试验段截面:	椭圆形,长轴1.2米,短轴0.8米;
试验段长度:	1米;
测力设备:	三分力天秤;
风速范围:	最小5米/秒,最大35米/秒。

(四) 拖网渔具的设计和改进行模型试验的关系

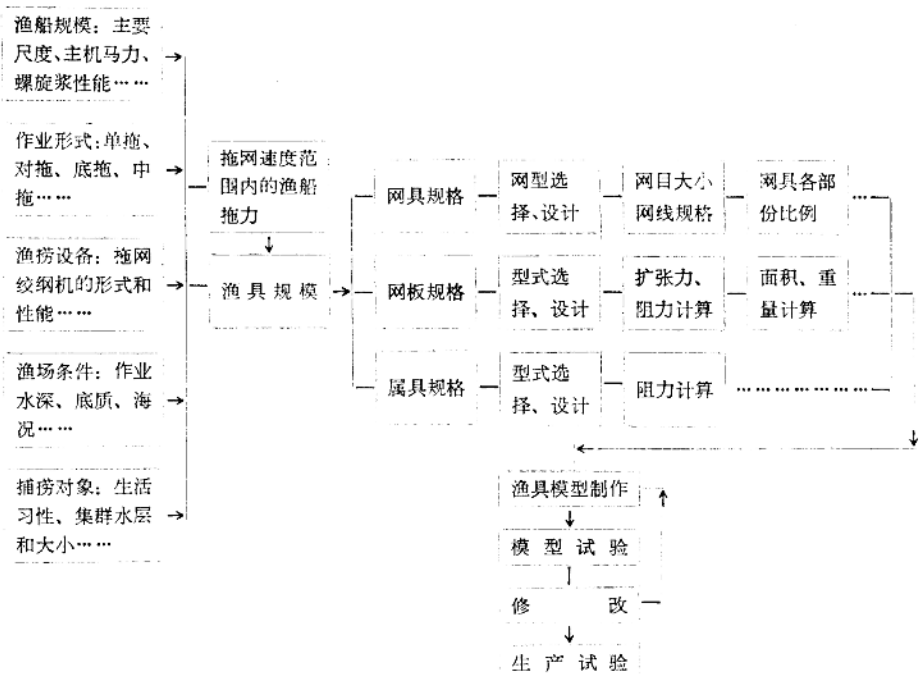
在拖网渔具设计时,对渔具的型式、尺度等数据的确定,主要根据渔船规模,作业形式、渔捞设备、渔场条件(包括作业水深、海况特点)、捕捞对象的生活习性等因素。拖网是过滤式运动渔具,渔获量的高低,与渔船的拖力、网具规格的大小有着直接的关系。因此,对于拖网渔具的设计,首先根据设备的条件和捕捞对象的特点确定拖网速度,然后计算在拖网速度范围内的渔船拖力。拖网渔具(包括网具、网板)规格的选定,必须使渔具作业状态下的总阻力与渔船拖力相适应。关于渔船拖力的确定,主要和主机输出功率、船型、螺旋桨(直径、螺距、盘面比)、船舶作业时的纵倾有关。

为了扩大捕捞效果,在一定的渔船拖力范围内(对渔具设计来讲,这个数值就是设计

渔具允许的最大阻力值), 如何选定和设计网具、网板等部件, 是一项非常复杂细致的工作。总的原则是尽可能改进网具、网板的结构性能以减小阻力, 使渔船的有限拖力, 用于拖曳较大规格的渔具, 这是拖网渔具设计和改进中的中心问题。

拖网渔具设计的顺序和相互关系见表2。

表 2 拖网渔具设计顺序和相互关系



1. 关于拖网网型的选择和设计 主要决定于捕捞对象和作业海区的特点, 例如以捕捞底层鱼类时, 网具的水平张开比垂直张开重要。所以低网口的二片式、四片式网衣结构的网型使用得比较普遍。由于底层鱼类集群状况的不同, 我国南海和东、黄海地区, 就是有比较明显的差异。因此, 同样是底拖网, 网型规格大小和结构特点就有明显的区别。南海的底拖网结构特点, 是以适当捕捞比较分散的鱼群和拖网速度要求较高为主。因此, 除了网目规格较大外, 整个网具的规格也较小。东、黄海底拖网的结构特点, 是以适应捕捞集群较大的鱼群和拖网速度要求较低为主。因此, 对网具规格要求也大。为了捕捞离海底有一定距离, 或鱼群密集程度较大, 对网口高度要求较高时, 可采用高网口结构的拖网网型。不论那一种拖网结构, 为使网具在海底或海中具有更好的捕鱼性能, 都必须正确的选定网具各部份的长、宽度比例、剪裁方式、网目大小以及纲索和网片的缩结系数等。由于目前拖网的阻力计算尚缺乏正确的计算公式, 而网具在作业中展开形状和有关部位的受力情况, 在实际生产上亦无法观察和了解。因此, 更需要通过网具模型试验, 从中分析研究新设计的渔具是否合乎要求, 也有可能找出如何进一步改进的有效途径。

2. 关于拖网网板的选择和设计 由于拖网网板是单船拖网(又称网板拖网)张开网

口宽度的主要部件，它的阻力一般占渔具总阻力的10~15%左右。因此，如何选择和设计网板，亦是直接关系到捕鱼效率的提高。一般对新网板的设计要求有下列几点：

- (1)要求网板在一定的拖速范围内，使网具水平扩张保持不变或少变；
- (2)在作业中具有最大的扩张力，而同时具有最小的阻力；
- (3)作业中稳定，能适应不平坦海底或软泥海底曳行；
- (4)操作要方便，加工要简单，要经济耐用。

拖网网板的主要计算公式如下：

$$\text{网板展弦比} \quad \lambda = \frac{l^2}{S}$$

$$\text{矩形网板展弦比} \quad \lambda = \frac{l}{b}$$

$$\text{网板扩张力} \quad R_y = C_y \frac{1}{2} \rho V^2 S (\text{公斤})$$

$$\text{网板水阻力} \quad R_x = C_x \frac{1}{2} \rho V^2 S (\text{公斤})$$

$$\text{网板效率} \quad K = \frac{R_y}{R_x} = \frac{C_y}{C_x}$$

式中： l —— 网板翼展，与水流方向垂直的网板最大尺度；

b —— 网板翼弦，与水流方向平行的网板最大尺度；

S —— 网板面积(米²)；

C_y —— 网板扩张力系数；

C_x —— 网板阻力系数；

ρ —— 海水密度，取104；

V —— 网板对水流的运动速度 (米/秒)。

从上述的计算公式看出，网板效率的高低，主要决定于 C_y 、 C_x 系数值。所谓网板的水动力学性能的优劣，主要是指 C_y 、 C_x 的数值大小。网板 C_y 、 C_x 数值的大小，是与网板的几何形状，即不同的展弦比和翼型剖面等因素有直接关系。而对网板 C_y 、 C_x 等系数值的求算，在目前的情况下，尚缺乏理论的计算公式，一般只能应用模型试验的方法求得。为了合理选择和设计新的拖网网板，模型试验是必不可少的步骤和方法。同时由于模型试验又具有试验周期短、经费省、效果好等优点。因此，拖网渔具的设计和改进行，与模型试验有着非常密切的关系。

网具模型水池试验的情况和结果

自五十年代以来,我们曾多次在动水和静水水池中,进行了拖网网具模型试验。最主要的有下列几次:

(1).1964年对七种主要网型的试验^[2],网型的种类和网具规格等见表3。

表3 1964年试验网具的网型种类和网具规格

编号	网型种类	使用单位和时间	使用渔轮马力	实物网规格	备注
1	尾拖网(棉)	上海市海洋渔业公司 现在应用	250	844目×114.3毫米/47.12米*	双船作业
2	尾拖网(尼)	上海市海洋渔业公司 现在应用	250	844目×114.3毫米/47.12米	..
3	尾拖网(尼)	青岛水产公司现在应用	250	972目×100毫米/47.34米	..
4	旧式对拖网	上海市海洋渔业公司 1955年以前应用	210	910目×63.5毫米/83.37米	..
5	改良式对拖网	上海市海洋渔业公司 1955~1957年应用	210	862目×63.5毫米/86.41米	..
6	苏联35米拖网	苏联拖网船现在应用	1000~1900	400目×130毫米/30米	单船作业
7	苏联37.7米拖网	..	1900	434目×140毫米/31.2米	..

* 网具规格的代表法系指网口网目数×网口网目大小(毫米)/结网衣部分的上纲长度(米),下同。

模型网按田内准则换算,为实物网的1/50,本次试验系在动水水槽中进行。

(2)1976年对沿海主要渔业公司应用的二十种拖网网具的试验^[4],网具的规格见表4。

表4 1976年拖网模型试验的实物网规格

编号	网型种类	使用单位	使用渔轮马力	实物网规格	备注
1	二片式	大连海洋渔业公司	200	860目×100毫米/42.01米	双船作业
2	"	..	250	1200目×83.3毫米/47.34米(虾网)	..
3	"	..	250	920目×117毫米/47.352米	..
4	"	..	250	1000目×100毫米/47.352米	..
5	"	..	400增压	1100目×117毫米/53.665米	..
6	"	..	600	1200目×117毫米/58.659米	..
7	"	青岛海洋渔业公司	250	920目×117毫米/45.954米	..
8	"	..	400增压	1100目×117毫米/53.665米	..
9	"	..	600	1200目×117毫米/58.667米	..
10	"	烟台海洋渔业公司	250	920目×110毫米/46.76米	..
11	"	..	400增压	1090目×110毫米/54.0米	..
12	"	..	600	1260目×110毫米/65.58米	..
13	"	上海海洋渔业公司	250~350	844目×114.3毫米/37.04米(短袖)	..
14	"	..	250~350	844目×114.3毫米/47.1米(长袖)	..
15	"	..	400	1004目×114.3毫米/45.64米(短袖)	..
16	"	..	600	1044目×114.3毫米/45.64米(短袖)	..
17	"	宁波海洋渔业公司	250	766目×150毫米/40.3米	..
18	"	湛江海洋渔业公司	600	560目×115毫米/30.7米	单船作业
19	"	南海水产公司	600	430目×160毫米/31.2米	..
20	"	..	250	516目×160毫米/37.6米	双船作业

模型网按田内准则换算,为实物网的1/20,本次试验系在静水水池中进行。

(3)1977年对“网目尺寸变动”、“天井网长度变动”、“身网长度变动”、“网口周长变动”四个系列十八种拖网的试验^[6],网具的规格见表5。

表5 1977四个系列十八种拖网网具主要规格

网具类别	系列	型号	编号	网具规格	袖、天井、身网I网目(毫米)	天井网长度	身网长度	网口周长	网具总长度	上纲长度	下纲长度	浮沉比	网口周长	
													网具总长度	下纲
母型网			1	1200目×117毫米	117	6.49	69.99	140.40	98.60	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
网目尺寸系列			2	780目×160毫米	180	6.57	70.50	140.40	98.78	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
			3	876目×160毫米	160	6.48	70.33	140.2	98.56	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
			4	1002目×140毫米	140	6.51	70.30	140.3	98.5	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
			5	1404目×100毫米	100	6.45	70.31	140.40	98.46	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
			6	1686目×83.3毫米	83.3	6.45	70.33	140.40	98.52	58.659	66.658	0.553	1.42	0.87
天井网长度系列			7	1200目×117毫米	117	5.55	70.35	140.40	98.60	60.811	66.658	0.563	1.42	0.91
			8	1200目×117毫米	117	7.55	70.35	140.40	98.60	56.258	66.658	0.553	1.42	0.84
			9	1200目×117毫米	117	8.48	70.35	140.40	98.60	54.156	66.658	0.553	1.42	0.81
			10	1200目×117毫米	117	10.00	70.35	140.40	98.60	50.679	66.658	0.553	1.42	0.76
身网长度系列			11	1200目×117毫米	117	6.49	80.35	140.40	108.6	58.659	66.658	0.553	1.29	0.87
			12	1200目×117毫米	117	6.49	75.35	140.40	103.6	58.659	66.658	0.553	1.35	0.87
			13	1200目×117毫米	117	6.49	65.35	140.40	93.6	58.659	66.659	0.553	1.50	0.87
			14	1200目×117毫米	117	6.49	60.30	140.40	88.6	58.659	66.659	0.553	1.58	0.87
网口周长系列			15	1284目×117毫米	117	6.49	75.65	150.23	98.60	59.502	67.427	0.553	1.52	0.88
			16	1114目×117毫米	117	6.49	70.35	130.34	98.60	57.867	65.867	0.553	1.32	0.87
			17	1028目×117毫米	117	6.49	70.35	120.28	98.60	57.075	65.063	0.553	1.21	0.87
			18	944目×117毫米	117	6.49	70.35	110.45	98.60	56.396	64.212	0.553	1.12	0.87

注：除注明者外，长度单位均为米。

上述三次试验的目的要求略有不同。第一、二次主要是系统的观察和测定在不同的拖速，不同的L/S比值(即空纲端间距/浮子纲长度+空纲长度)时，各种拖网网型的张开情况，以及其他有关参数如网具阻力、网口高度等；同时对比各渔业公司主要网型展开的形状和特点。第三次主要是系统地测定各系列拖网的力学性能，探求网具阻力、网口高度与拖网速度、L/S比值之间的关系；确定影响拖网阻力及网型的主要因素；摸索拖网阻力计算方法；同时根据各系列的试验特点，探求拖网合理设计和改进的途径。

试验拖速自2.0~5.0海里/时，共分7次，L/S比值由0.35~0.55共分2~3次(第一次试验则略有不同)。因此，在一般的正常试验情况下，同一顶模型网需要进行数十次的反复测试。在试验过程中，除了测定有关数据(如拖速、网口高度、网具阻力等)外，还对网形的展开情况，进行水平和侧向观察，有时还进行摄影记录。

测试数据经过整理后，绘制出每一种网具的不同L/S比值下的拖网阻力R-拖速V-网口高度H的有关曲线图表。由于试验的网具总数达数十种，限于本刊篇幅不可能全部列出曲线图(下同)。图1为1976年试验时编号12拖网的阻力R-拖速V-网口高度H的有关曲线。从图中可以清楚的看出：(1).网具阻力与拖速成指数关系上升，随着拖速的增加，网具阻力有明显的上升；同时随着L/S值的增大，网具阻力也随之增大。(2).在浮子浮力和L/S值不变和变化时，网口高度随着拖速的增大而降低；同时在相同的拖速和浮力的配备下，当L/S值增大后，网口高度也随着下降。

在系列模型试验时，可以根据同一系列模型网的测试数据，绘制同一L/S比值下，本系列网的拖网阻力R-拖速V-网口高度H，或其他关系的曲线图表。图2、3为“网目尺寸变动”系列的二张图表。图4、图5为“网口周长变动”系列的二张图表。

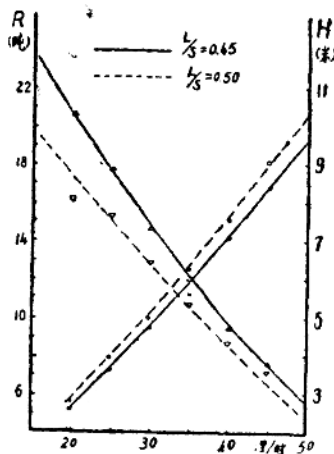


图1 编号12拖网的R-V-H曲线

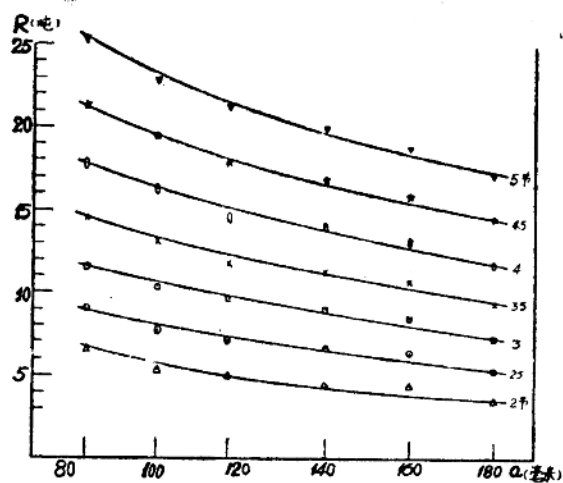


图2 网具阻力与网目尺寸的关系曲线 $L/S=0.5$

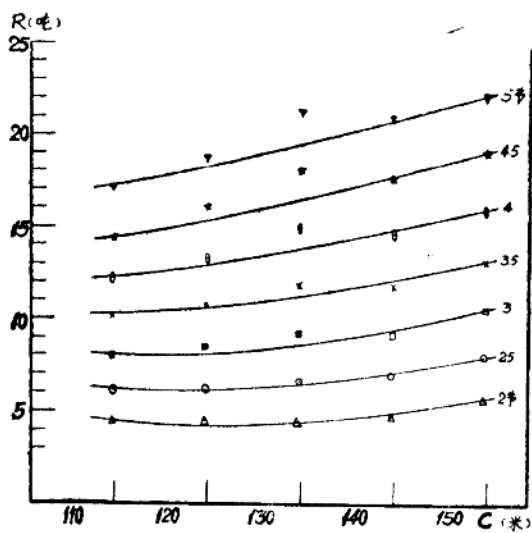


图3 网具阻力与网口周长的关系曲线 $L/S=0.5$

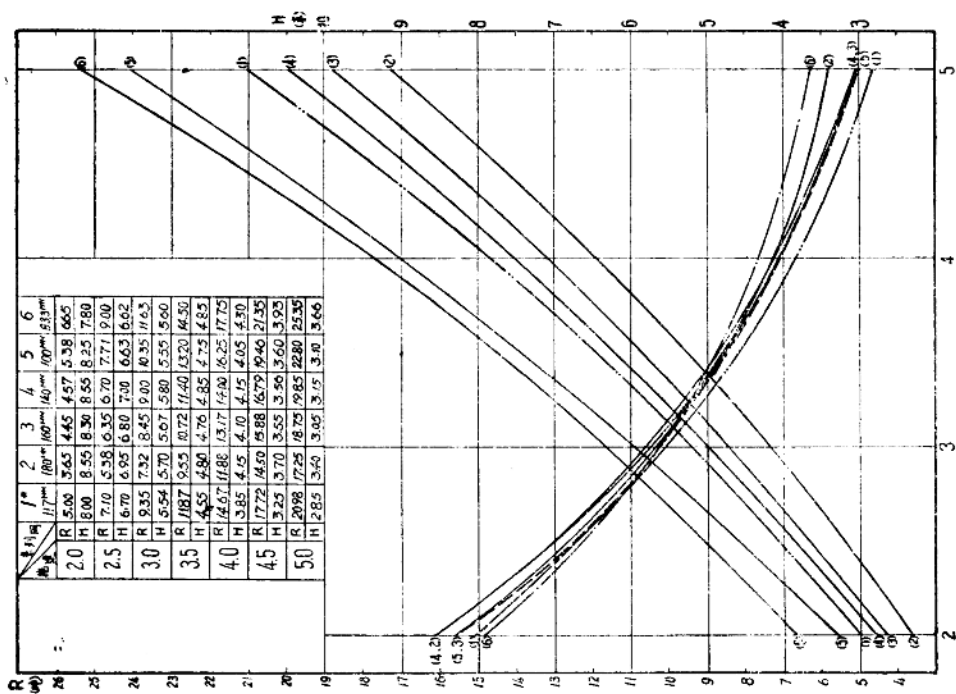


图5“网目尺寸变动”系列的R-V-H曲线(L/S=0.5)

图中网具规格代号见表5

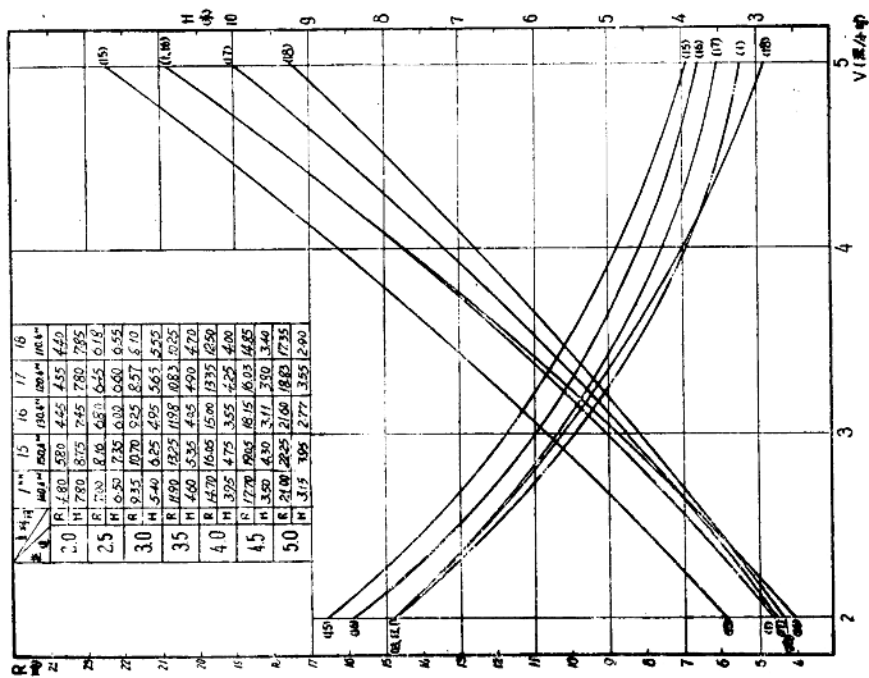


图4“网口周长变动”系列的R-V-H曲线(L/S=0.5)

图中网具规格代号见表5

根据我们多次拖网模型的动水和静水水池试验,得到下列的试验结果:

1.拖网渔具是过滤式运动渔具,由于网具尺度较大,又是由网线、纲索等柔性材料组成的柔性体。网具在海底或海中作业过程中的受力和形状的变化规律,目前还缺乏全面的直接观察手段和计算方法。为此更需要借助于模型试验方法进行分析研究,为拖网渔具的设计和进步提供依据。通过试验证明这种方法是有效的。

2.通过试验看出,在不同的条件下,各种网具受力和形状变化规律基本相似,但在具体数值上,则随着网目大小、网线粗细和网具结构的不同而有较大的差异,有关网具阻力、网口高度等共同性结论如下:

(1).网具阻力和拖速成指数关系上升,随着拖速的增加,网具阻力有显著上升的规律,即 $R = KV^n$ 。通过多次模型试验说明, n 为1.5左右。同时当拖速不变时,阻力随 L/S 值的增大而上升。模型网的阻力,一般较实物网在海上的实测阻力略有偏大。

(2).在浮力不变的情况下,网口高度随着拖速、 L/S 值中的任一数值的增大而降低,其中变化幅度最大的是拖速。模型网的网口高度,基本上与海上实测数值一致。

(3).当拖速不变时,网具的阻力随着浮力的增加而增加,浮力大幅度增加,将导致阻力的更快增长。同时通过试验说明,一项拖网上的基本浮力配置后,如需要再增加浮力以提高网口高度时,可采用将增加的浮力,平均分布于二条上袖纲和一条上中纲上,可则以达到有利于减小网具阻力,和最大限度的扩大网口高度。

3.通过模型试验过程中的网形展开情况观察和有关参数测定表明,由于网具结构型式的不一样,网具的性能也各异。例如过去曾使用过的四片式网衣结构的对拖网,袖网长度占网具总长度的60%,网目规格又小,因此阻力很大。它的外型曲线不够光滑,特别是袖网为直翼式,身网为箱形结构,除了网口部份的网衣受力不均外,网口的张开也受到很大限制;袖网网衣有明显的绉褶现象,除了增加网具变形外,导鱼性能亦较差。由于天井网较短,掩盖作用不够显著。当拖速增加后,网具变形更为严重,也充分说明这种网型结构,根本不能适应较快拖曳的要求。

1976和1977年所进行试验的网型结构,其袖网由上、下袖网缝合而成,都是纵目使用,并剪裁成斜梯形,袖网向外伸展形成拱弧形,导鱼性能良好。身、囊网均由二片相同形状的网衣缝成,它的总长度占网具总长度的70%左右。上、下袖网的缝边边缘,和身网第一段缝边边缘的剪裁方式,完全相同或相似,使作业过程中整个网具的外型曲线光滑。又由于网具部份的网目规格较大,袖网又短,网具的滤水性能较好,因此网具阻力较小。在较快速度拖曳时,除了网口高度发生较大变化外,基本网型的变形不大。这种网型结构特点,基本上能适应我国目前作业渔场的生产要求。

虽然1976年所进行试验的各渔业公司的网型结构基本相同,但在局部结构和网目规格上均不相同,通过水池试验看出,有的网具部份结构比较合理,有的尚可进一步改进。如上纲部份网衣的剪裁方式,应尽可能适应作业中所形成的曲线形式;袖端的燕尾结构是合理的;放大网口前部的网目尺寸,可以减轻拖网阻力,以提高拖速或扩大网口截面积等等。

4.通过对改变“网目大小”、“身网长度”、“天井网长度”、“网口周长”四个系列十八种网具的试验看出:影响拖网渔具阻力及网形的因素尽管很多,但是网目大小和网口周

表7 1976年试验的模型网板规格

编号	网板类型	翼展(l) (米)	翼弦(b) (米)	展弦比	面积(S)(米 ²)		结构特征
					实物	模型	
01	双叶片椭圆形网板	0.244	0.48	0.65	2.3	0.092	铁木结构
02	全金属双叶片椭圆形网板	0.264	0.444	0.75	"	"	
03	全金属椭圆形弧面网板	0.284	0.413	0.87	"	"	
04	"V"形网板	0.236	0.422	0.60	"	"	
05	"	0.246	0.406	0.65	"	"	
06	"	0.264	0.374	0.75	"	"	
07	"	0.272	0.362	0.80	"	"	
08	"	0.288	0.34	0.90	"	"	
09	"V"形网板(开直缝)	0.246	0.406	0.65	"	"	缝口宽度为800毫米
10	"	0.246	0.406	0.65	"	"	" 670 "
11	"	0.246	0.406	0.65	"	"	" 540 "
12	" (开斜缝)	0.246	0.406	0.65	"	"	缝口离网板前缘710毫米
13	"	0.246	0.406	0.65	"	"	" 630 "
14	"	0.246	0.406	0.65	"	"	" 550 "
15	"V"形网板(开直缝装斜叶片)	0.254	0.404	0.65	"	"	
16	蛋形"V"形网板	0.244	0.480	0.65	"	"	斜缝斜叶片
17	"	0.254	0.464	0.70	"	"	"
18	"	0.268	0.442	0.77	"	"	"
19	"	0.280	0.420	0.85	"	"	"
20	"	0.268	0.442	0.77	"	"	" (缘铁凸出)
21	平凸型机翼形网板	0.332	0.280	1.2	"	"	
22	"	0.371	0.250	1.5	"	"	
23	"	0.407	0.228	1.8	"	"	
24	"	0.429	0.217	2.0	"	"	
25	"	0.449	0.207	2.2	"	"	
26	弧面机翼形网板	0.371	0.249	1.5	"	"	R=0.8b
27	"	0.371	0.249	1.5	"	"	R=0.9b
28	"	0.371	0.249	1.5	"	"	R=b
29	"	0.371	0.249	1.5	"	"	R=1.1b
30	"	0.371	0.249	1.5	"	"	R=1.2b
31	弧面机翼形中层拖网网板	0.434	0.214	2.0	"	"	R=b

两次试验的模型规格，均为实物的1/5，试验在南京航空学院空气动力学实验室的风洞中进行。各种代表性网板的结构见图6~11。

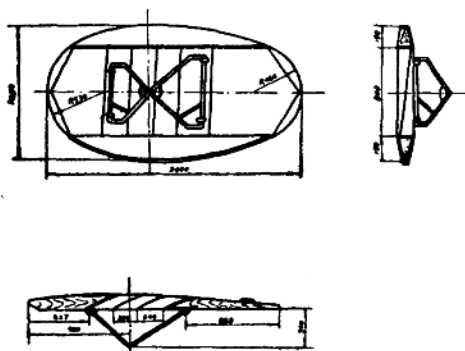


图6 双叶片椭圆形网板

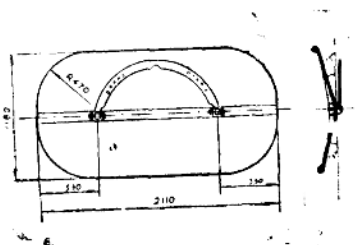


图7 无缝“V”形网板

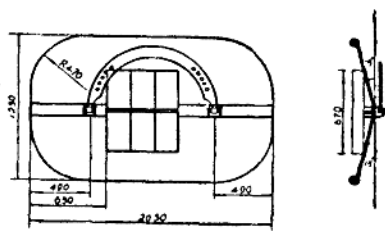


图8.开直缝“V”形网板

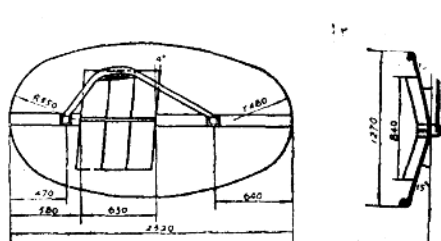


图9 蛋形“V”形网板

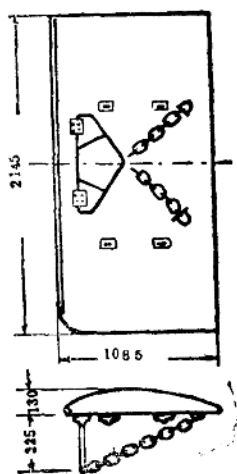


图10.平凸型机翼形网板

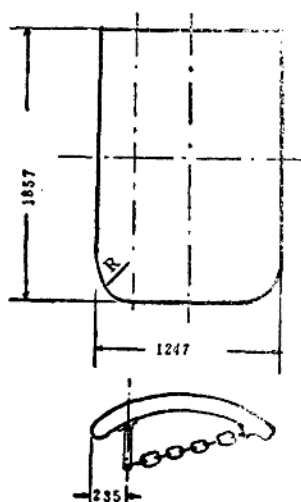


图11 弧面机翼形网板