

工業捕魚

(刺繡類漁具)

技術科學副博士 尼·米·薩布林科夫 編
副 教 授
專 · 家 辦 公 室 譯

III

上海水產學院

一九五九年十一月

目 录

第三篇 刺网类渔具

第一章 刺网捕鱼理论

第一节 捕鱼原理	3-1
第二节 关于刺网的渔获性能(巴拉諾夫教授 的理論)	3-3
第三节 網粗度在刺网漁获率中的意义	3-38
第四节 网片的網張力对刺网漁获率的影响	3-42
第五节 刺网色澤对漁获率的影响	3-45

第二章 刺网設計

第六节 計算的一般特徵	3-48
第七节 普通单层刺网的設計例子	3-49
第八节 三层刺网的設計例子	3-51
第九节 槓型刺网的設計例子	3-54
第十节 流网設計例子	3-58
第十一节 制造刺网的勞力消耗定额	3-60

第三章 流网捕鱼技術的某些理論問題

第十二节 決定流网的投放速度	3-63
第十三节 張網帶网網張力的測定	3-65
第十四节 決定張網帶网網的长度	3-66
第十五节 流网張網各段之張力	3-67
第十六节 決定流网帶网时的漂流速度	3-68
第十七节 裝有混合索或西桑尔麻張網的流网閘列 計算	3-69
第十八节 流网下沉的原因	3-70
第十九节 关于 A·B·扎索塞夫的答案論文“北大 西洋刺魚的流网捕捞技術研究”的主要 結論	3-73
第二十节 流网的定向漂流	3-76

第四章 流网捕捞过程的机械化

第二十一节	張網絞收机械化装置	3-100
第二十二节	起网机械化設備	3-104
第二十三节	振网及盘网机械化装置	3-111

第三部分 刺网类渔具

刺网类渔具在渔业上具有很大意义。在最近年来的确由於普遍採用了拖网、围网等那些威力较大的渔具，使刺网类渔具的比重显著地下降。这与刺网作业中的某些缺点也有关系，即：作业时的劳动力很强（特别是取下掛刺在网上的魚），魚品的质量较差（由於在捕获时魚的挤压，以及从网眼中取下时而造成的）以及漁获率比较低。

第一章 刺网捕鱼理論

第一节 捕鱼原理

刺网的捕鱼原理是这样的：将网片橫拦在魚类的通路上，当魚类碰到网片时，即被刺入网上，或者是被网片纏絡住。

苏联根据使用方法将刺网分为定置刺网和浮刺网。浮刺网往往可分为河川刺网和海洋刺网（即流网）。日本是根据网具安置位置来分类的，即分为上层刺网、底层刺网、流网和旋刺网。

鳃盖网（“刺网”按俄文原义即为“鳃盖网”——譯註）这个名称並不完全符合其作用原理，因为絕大部份魚类並非凭借鳃盖而被捕获，而是魚类拼命想穿过网目时，网眼嵌入了魚体和网眼緊圍着魚体外皮被捕获的。因此将这类渔具称为刺网类渔具是比较正确的，最近均普遍採用这个名称，而且也很通俗。

使用得最普遍的刺网的主要捕鱼方法是使魚类的背部被掛刺住（掛住鳃盖与网目一直滑到背鳍处的情况是少見的）。魚类纏絡在网上不是必然的，而在有大量漁获物时，这种情况是不理想的。

有些网具主要的还是靠纏絡（如橈网、三层网等）。三层网係捕捞横断面较大的魚类（如比目魚）和其他目的物（如蟹）。

因此刺网同样也可分为刺入和纏絡两种。

魚类以背还是以鳃盖刺入网目，这将决定於魚体的尺寸適合於某种网目大小的魚类都是以鳃盖和背鳍前端之間部份刺入网眼的，比较大的魚类則刺在鳃盖上。

現来研究当魚类捕获时的力的相互作用，假設圖1是魚的垂向縱剖平面，当魚力爭穿过网眼时，发生两組力：

1) 垂直於网目平面上的縱向力，其合力等於魚体自己發洩的力量；

3-2 工业捕鱼（刺网类渔具）

2) 分佈在网目平面上的力，該力向魚体的表面发生挤压作用。

在网目的 O 点上作用着纵向力 OA ，使网目向左移动。网眼对魚体表面的压力 OB 以及魚体表面的反作用力 OT 。如果网衣对魚体表面和其挤压的摩擦力都可忽略不计，並使 OA 和 OB 两力的合力 OC 垂直於魚体表面，那末該部份的力处于平衡。按照魚体本身发洩出的 OA 力，使压缩魚体表面的压力方向愈来愈离开 OO_1 ，趋向於垂綫 OC ；如果其压力方向超过了垂綫 OC 位置，那么我們所研究的单元网目将进一步在魚体上滑动。



图 1.

根据压力值 $OC = \frac{OA}{\sin \alpha}$ ，也就是 OA 为定值时 α 角愈小（即魚体形状愈接近圆柱体）， OC 力愈大，这样虽則 OA 力较小，但魚体仍能继续刺入网目。魚体刺入网目的力（ OB ）随着 α 角的增加反而縮小，到某一角度时，使魚体刺入网目的力就不够了。

因此当 OA 为定值， α 角有两个极限值 α_1 和 α_2 ，若 $\alpha < \alpha_1$ ，則 OB 力太大，魚体表面将被压缩而可穿过网目。如果 $\alpha > \alpha_2$ ，則 OB 力太小，魚体不能刺入网目，可以向后逃逸。如果 α 角是处于这两极限之間（即 $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$ ），这样才能使魚的背部刺上。很显然在这些数值中間，总有这么一个使魚能最理想地刺入网眼中的角度 α_0 ，愈接近 α_1 和 α_2 的极限值，捕获量也就愈低。魚体的形状最好不用 α 角来表示，而用“魚体倾斜性” B 来表示比较恰当。（参阅图 2）

$$B = \frac{S_2 - S_1}{C}$$

式中 S_2 —— ee_1 剖面上的
魚体周徑
 S_1 —— oo_1 剖面上的
魚体周徑
 C —— S_2 与 S_1 之間
的短距

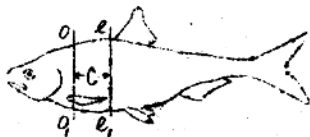


图 2

在鱼体各剖面上的 β 值都不一样，但捕获能力决定於掛刺在网眼那部份的鱼体切面 β 值。

刺网捕获能力（即渔获率）首先 决定於正确地选择网目大小、网眼粗度和网片的色彩，在刺网捕鱼理論上的所有这些問題和一些問題，都是由В.Н. 巴拉諾夫教授在1914年发表的。並从此創立了这方面的理論基础[1, 2]。他的学生也曾进一步研究了这些問題。

第二节 關於刺网的漁获性能（巴拉諾夫教授的理論）

由於本身作用原理的關係，每一种刺网只适宜於捕撈某一大小的魚類，在捕各种大小的魚類时它的效率是不同的。

为了决定魚的大小与捕撈它的最适宜网目間的數字關係以及为了决定非适宜网目捕魚的或然率，就必需分析用各种不同网目的刺网的捕撈結果。

这时所採用的方法的实质如下：

在分析漁获物时要研究漁获物組成曲綫，群体組成曲綫与相对漁获率曲綫。（最后一曲綫的縱座标是以百分数表示的相对或然率）。

这些曲綫都有一定的關係，故如已知其中之二条曲綫，就能定出第三条曲綫。例如，在图3中曲綫A是群体組成，曲綫B是刺网的相对漁获率，而曲綫C表

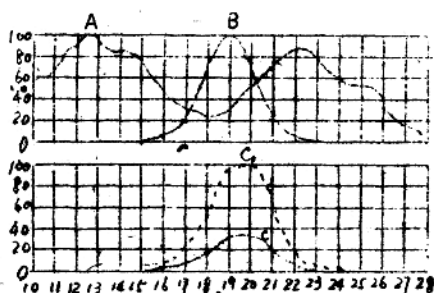


圖 3

示漁获物組成。曲綫C是由曲綫A與B求得的；它的縱座標是該二曲綫的乘積。（它的橫座標是魚的長度，縱座標表示各種長度的魚的百分率關係）例如18公分的魚相當於曲綫A中縱座標22%，相當於曲綫B中的70%。於是在曲綫C中得到相應的縱座標值為 $0.22 \cdot 0.70 = 0.15$ 或15%。虛綫曲綫 C_1 的縱座標是相應地被增大的了，即使其最大值達到100%；一般漁获物組成的曲綫是這種形式的，它與曲綫A和B不相像。

但根據試驗，我們只能得到漁获物組成曲綫；群體組成曲綫和漁获率曲綫為未知。因此不得不採用簡捷的方法來決定對某種刺網最適宜的魚的尺寸以及網的相對漁获率。

在研究網目大小與被捕的魚大小之間的關係時，首先應注意，各種大小的網目（尤其是結構相同時）是幾何相似的。同樣，同一種類的魚也是幾何相似的因而自然可認為魚墜入各種網目時的過程也是相似的。

自上述情況可認為，魚之刺植於網中嚴格地受制於力學原理與力學定律。我們如果不計魚的慣性力，則相似將得以成立，因為我們取用，魚的力量與其重量成比例（精確一些即與體長的立方成正比），任一魚的體表面彈性相同，網的硬度與網目成正比。

因此在研究網目尺寸相差不大的刺網的漁获物時可認為所研究的現象是幾何相似的，這對我們來說足足夠了。

現在研究二片網目不同的刺網的漁获物，它們的長與高相同，並同時安設在條件相同的地点。比較了它們的漁获物組成曲綫後，我們將發現，有一種大小的魚在該二片刺網中的捕獲量是相同的，也就是相應於它們的漁获物曲綫的交點。測定了這種魚的尺寸後，根據力學相似的原則得知，魚的最適宜的大小與網目尺寸成正比，這樣我們就能將求解最佳尺寸的問題變為簡單的代數計算。

有了最適宜的魚體大小，並從漁获物組成中知道了對第一片刺網最適宜的大小的魚有多少尾墜入該二片刺網後，我們即能決定該大小的魚墜入第二片刺網的相對或然率，並可進一步求出網具的相對漁获率曲綫。因此我們可能在知道了群體組成後求算漁获物組成或相反，從而也就能徹底地解決網目尺寸與所捕獲的魚的大小之間的關係問題。

這就是巴拉諾夫在上述論文〔1〕中所引用的求解問題的方法。

下面将引述求解該問題的詳細过程。

正規的分佈曲綫

我們首先必需比較各片刺網所捕獲的某一种大小的魚的數量。这时我們遇到了下列困难，为了作比較，將所有的漁獲物，分成若干群体，它們的长度差別不大（例如差5毫米），之后我們分析一个魚的數量不多的群体，如其中仅2~3尾魚。显然，在这种条件下，就不能仅仅將相应群体中的魚的數量作比較。因为这时偶然地錯放一尾魚，或偶然的測量上的錯誤就会影响結論的正确性。因此在作这种比較时就必需採用一种能判断漁獲物曲綫一般形状的方法，要尽可能地消除这偶然的偏差。

在实验科学中，常常能遇到關於某些數值对平均值的偶然偏差的分佈問題，而这些偏差在各不同的現象中是受制於某一种規律的，这一規律在或然率理論中完全用理論的方法求得。根据这一規律，或然率理論指出了一种根据經驗資料来制作与其相符的正規偏差分佈曲綫（高斯曲綫）的方法。

現表示： N_1 ——魚的測量尾數。

l ——各別魚的长度

e ——自然对數底 ($e = 2.718$)

L ——漁獲物中魚的平均长度，計算式为 $L = \frac{\sum l}{N_1}$

r ——均方差， $r = \sqrt{\frac{\sum (L-l)^2}{N_1-1}}$

Δ ——个别魚的长度对平均长度 L 的偏差。

$d\Delta$ ——偏差的微增量

这时在漁獲物組成中存在着偏离 L 而位於 Δ 与 $\Delta + d\Delta$ 之間的个体，则表示或然率（小數）的正規分佈曲綫方程式之形式为：

$$P = \frac{1}{\sqrt{N_1} \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta}{\sqrt{N_1} r}\right)^2} d\Delta$$

如增量 $d\Delta = 1$ 毫米，則我們將直接进一步求出偏离平均长度 L 为 Δ 毫米的魚尾數 n 这时其方程式为：

$$n = \frac{N}{\sqrt{N_1} \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta}{\sqrt{N_1} r}\right)^2}$$

式中 N 表示漁获物中魚的数量, 一般而言, 它不等於魚的測量數。

高斯曲线对自己的最大纵坐标是对称的; 該曲线的半支載於图 4。

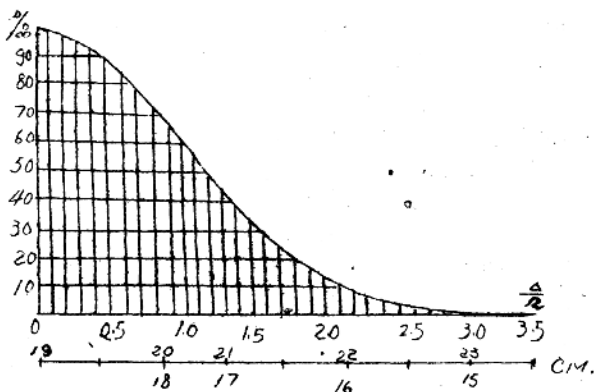


图 4.

曲线中的水平轴是以假设比例(运算获得)表示的偏离平均值的数值, 而垂直轴是以百分数表示的这些偏差的相对频率。

如假定(以后尚需明确说明)刺网的相对漁获率符合於正规的分佈规律, 则任何一刺网的漁获率曲线, 只要适宜地选择了水平轴的比例, 均可用图 4 表示。因而问题就归结於如何决定此比例的划分; 具体做法将叙述於下面。

对一定尺寸刺网的最适宜的魚的大小

假定, 我們在完全相同的条件下安設了二片网目不同而大小相等的刺网, 並测定了它們的漁获物, 获得了 L , r 与 N 。並以 1 表示大网目网, 以 2 表示小网目网。

$$\text{則 } n = \frac{N_1}{r_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta}{r_1 \sqrt{2}}\right)^2}$$

$$n = \frac{N_2}{r_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta}{r_2 \sqrt{2}}\right)^2}$$

式中 R 与 Δ 为未知数。我们的任务是要决定当 $N_1 = N_2$ 时的鱼的长度，将此长度以 L_0 表示，则：

$$L_0 = L_1 + \Delta_1 = L_2 - \Delta_2$$

由此 $\Delta_2 = L_2 - L_1 - \Delta_1 = K - \Delta_1$ 式中 $K = L_2 - L_1$

将 Δ_1 与 Δ_2 值代入方程式，并比较 $N_1 = N_2$ ，则得方程式：

$$\frac{N_1}{r_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta_1}{r_1 \sqrt{2}}\right)^2} = \frac{N_2}{r_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{K - \Delta_1}{r_2 \sqrt{2}}\right)^2}$$

取上式之对数：

$$\lg \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{\lg e}{2} \left(\frac{\Delta_1^2}{r_1^2} - \frac{K^2 - 2K\Delta_1 + \Delta_1^2}{r_2^2} \right)$$

$$\text{或 } \Delta_1^2 + \frac{2Kr_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \Delta_1 - \frac{2r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} + \frac{r_1^2 K^2}{r_2^2 - r_1^2} = 0$$

$$\text{最后 } \Delta_1 = -b \pm \sqrt{b^2 + C}$$

$$\text{式中 } b = \frac{K r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \text{ 和 } C = \frac{2r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} + \frac{K r_1^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$\text{或 } C = 4.605 \frac{r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} + K b$$

决定了 Δ_1 值后，可很容易地按公式求出

$$L_0 = L_1 + \Delta_1$$

上述大小的鱼刺入两片网的概率是相同的。

从公式 $\Delta_1 = -b \pm \sqrt{b^2 + C}$ 中一般获得两个 Δ_1 值，相应于分布曲线的两个交点。其中符合我们要求的只是以根号前为正号而算得的那个值，另一个值则在所研究的范围以外。随着 b 值的减小，该二值相接近，当 b 值等于 0 时，也就是当 $L_1 = L_2$ 时 Δ 如下式所示：

$$\Delta_1 = \pm \sqrt{4.605 \frac{r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1}}$$

这时曲线的支茎相互对称，这种情况是会影响计算的正确性的。

当 $r_1 = r_2$, 算式 b 与 c 的分子为无穷大, 则第一个方程式将采取下述形式:

$$N_1 e^{-\left(\frac{\Delta_1}{r\sqrt{2}}\right)^2} = N_2 e^{-\left(\frac{K-\Delta_1}{r\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$\text{或 } \frac{N_1}{N_2} = e^{\left(\frac{\Delta_1}{r\sqrt{2}}\right)^2 - \left(\frac{K-\Delta_1}{r\sqrt{2}}\right)^2} = e^{\frac{2K\Delta_1 - K^2}{2r^2}}$$

由此取对数: $\lg \frac{N_1}{N_2} = \frac{2r^2}{\lg e} (2K\Delta_1 - K^2)$

$$\text{最后 } \Delta_1 = \frac{K}{2} + 2.3 \frac{r^2}{K} \lg \frac{N_1}{N_2}$$

以 a_1 表示大目网衣的网目大小, m_1 表示对该网最适宜的鱼的长度, $X_1 = L_0 - M_1$; 而以 $a_2 \cdot M_2$ 与 $X_2 = M_2 - L_0$ 表示另一片网的相应的数值(图 5)

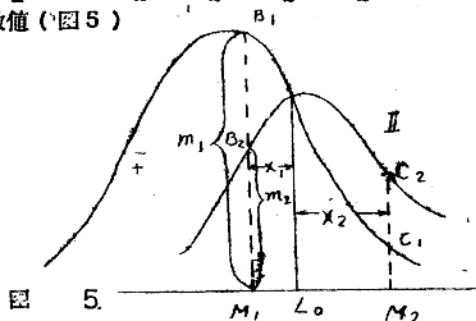


图 5.

这时根据力学相似原则得:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{L_0 - X_1}{L_0 + X_2} = \frac{a_1}{a_2} \quad \text{和} \quad \frac{X_1}{X_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\text{或 } X_1 = \frac{a_1 X_2}{a_2} \quad \text{由此得 } X_2 = \frac{L_0 (a_2 - a_1)}{2a}$$

将 X_2 值代入算式

$$M_2 = L_0 + X_2$$

$$M_1 = L_0 - X_1 = L_0 - \frac{a_1 X_2}{a_2}$$

可求出计算 M_1 与 M_2 数值的最终公式:

$$M_1 = \frac{L_0(a_2 + a_1)}{2a_2}$$

$$M_2 = \frac{L_0(a_2 + a_1)}{2a_1}$$

因此，如前所指出的，这裡的问题就在於用实验法求解 L_0 。

相对渔获率曲线

在求解刺网的相对渔获率之前，先来研究分佈曲线的构造。

假设在分佈曲线的方程式中

$$n = \frac{N}{r\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\Delta}{r\sqrt{2}}\right)^2} d\Delta$$

$\Delta = 0$ ，将得渔获物中长为 L_1 的魚的数量：

$$n_0 = \frac{N}{r\sqrt{2\pi}} d\Delta$$

可看出，該数值同时尚決定於 r ，問題在於，在漁獲物中与分佈曲线面积相适应的魚的总量等於 N ，因而如 r 愈小和曲线在水平方向愈紧密，則在同一 N 值下，平均纵座标 N_0 应愈大。但如我們計算 $\frac{n}{n_0}$ 的比例，則可看出，它已不決定於 r 而決定於 $\frac{\Delta}{r}$ 之比值。

$$\frac{n}{n_0} e^{-\left(\frac{\Delta}{r\sqrt{2}}\right)^2}$$

因而如在垂直軸上安置 $\frac{n}{n_0}$ 的百分比，水平軸上 — $\frac{\Delta}{r}$ ，即能作出总的分佈图。(图4)。

以前已提起过，当我们只知道漁獲物中魚的分佈而不知群体组成时，則漁获率曲线也不能決定。但如像我們已成功地决定了最适宜的魚的大小 M_1 和 M_2 那样，可利用以相同数量刺入两网的魚的尺寸的那些关系和刺入二片网中最适宜的数量 M_1 与 M_2 等諸关系来决定相对漁获率曲线的一个点。

因此在求解刺网的相对漁获率曲线时(根据二片刺网漁获物曲线的比较)我們只可能获得一个点，故不得不使該曲线或多或少地具有某些假设性。(註)但根据問題的实质可看出，該曲线即使不与高

新曲线相符,至少也是与它非常接近的。在任何情况下,该曲线应由二个支葉组成,因为随著鱼体长度对最适宜的长度的偏离,鱼刺入的或然率减小;同时该曲线也是对称的,因为我们没有任何相反假设。因此,如通过该曲线以前所定出的点作一高斯曲线,我们可看出,如果原先的曲线与我们所作的高斯曲线有所差异的话,那么实际上这种差别是没有什么意义的。

因此与前相同,假定我们已知在同样条件下的二片刺网的渔获物曲线,并得到了 M_1 与 M_2 , 则利用以前的符号我们能按照相应的曲线算出刺入第一片网的最适宜长度 (M_1) 的鱼数量 m_1 , 以及长度也是 M_1 的刺入第二片网的鱼数量 m_2 (见图5)。比较这些数值,我们看出如第一片网最适宜的鱼体长为 M_1 , 刺入量为 m_1 , 而刺入第二片网的数量为 m_2 [但对第二片网而言, M_1 已不是它的最适宜的鱼体长度, 该长度与其最适宜长度偏离 ($M_2 - M_1$) 毫米] 或为 $\frac{100 \cdot m_2}{m_1}$ % (这就是第二片网对长 M_1 的鱼的相对渔获率), 则根据曲线图可找出 $\frac{100 \cdot m_2}{m_1}$ % 与 $\frac{\Delta}{r} = C$ 的怎样的比值相符合, 於是根据方程式 $M_2 - M_1 = C \cdot r$ 可找出相应於第二片网的 r 值

$$r = \frac{M_2 - M_1}{C}$$

由此而可定出第二片网的渔获率曲线。同理,如取 M_2 为原数, 则可定出第一片网的渔获率曲线。

如果不用图解来作这些计算, 而直接根据曲线分佈方程式求算, 则我们将採用下式作为最終的计算公式:

$$r = \pm (M_2 - M_1) \left[\left(\frac{L_2 - M_1}{r_2} \right)^2 - \left(\frac{L_1 - M_1}{r_1} \right)^2 + 4.605 \lg \frac{M_2 r_1}{M_1 r_2} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

现以小鱈的渔获物作例子来说明决定正规分佈曲线比例的規則 (图6)。根据上述方法, 算得对28毫米刺网最适宜的小鱈鱼长为19公分, 而对32毫米的网为21公分, 从图6可看出, 32毫米的网捕获了长21公分的鱼41尾, 而28毫米的网只捕到了10尾同样长的鱼。因此28毫米网对21公分长的小鱈的相对渔获

註:一般可这样来作实验, 使有可能将一顶刺网的渔获物与很多片刺网相比较, 这样就可以求出完整的渔获率曲线。

率为 $\frac{10}{41} = 0.24$

或 24%。

据图 5 与相对频率 24% 相符合的水平轴的点是 1.7。

在该情况下，对 28 毫米的网而言，与鱼偏离适宜长度 21-19=公分相适应的是水平比例 1.7 个单位，或 1 个单位等於

$$\frac{20}{1.7} = 12 \text{ 毫米。}$$

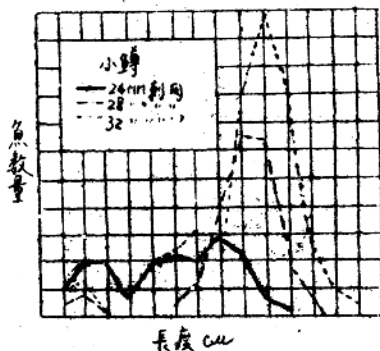


图 6

这使我们可能制定 28 毫米刺网渔获率图解中具体的水平比例，即图 5 中的水平轴。

这时得知，高斯曲线中水平比例的一个单位等於 $\frac{1.2}{1.9}$ ，约为鱼的适宜长度的 0.06 或 6%。

试捕的要求

在进行试捕时必须注意下列各点：

1. 各刺网的网目应尽可能均称，网目应用同一材料制成，在相比较的刺网中网目差别不应过大或过小（约 15%）。
2. 网具的安置应完全相同；最好将不同网目的网片交错装置，当网具纠缠或安置不正确时，则该网具的渔获物不予分析。
3. 在进行试捕时应使用长高相同的刺网，最好在试捕时能使网具遮拦自水面至水底的整个水层，这样就能消除各刺网安置水层不一的现象。
4. 在试捕时小网目刺网应多於大网目刺网（至少要多 2 倍）

分析方法例子

下表 1 列出了 26 毫米、29 毫米与 40 毫米刺网（网片数量

相同) 鲱鱼渔获量的比较, 並按經 10 毫米划分一群体。测量的原始資料載於表 2。

表 1.

魚的长度(毫米)	刺网的漁获物中魚的数量		
	26毫米	29毫米	40毫米
190 - 199	2	-	-
200 - 209	-	-	-
210 - 219	8	4	-
220 - 229	6	8	-
230 - 239	18	16	-
240 - 249	6	18	-
250 - 259	8	16	-
260 - 269	4	16	1
270 - 279	4	6	2
280 - 289	-	6	2
290 - 299	-	-	9
300 - 309	-	-	7
310 - 319	-	-	6
320 - 329	-	-	1
330 - 339	-	-	2
340 - 349	-	-	1

換算程序如下。

如表 2 所示, 先将一种尺寸的刺网(如 26 毫米)漁获物中魚的測量数沿第一直項記下, 然后算出这些測量的和为 6638 毫米, 繼而算出漁获物中魚的平均长度 L_1 。

$$L_1 = \frac{6638}{28} = 237 \text{ 毫米}$$

然而在第二直項中記下与平均长度 237 毫米的偏差数 Δ 。在第三直項中以 Δ^2 表示这些偏差的平方值, 再求出其總数和均方差

$$r = \frac{2 \cdot 9934}{27} = 368; \quad r = 19.2 \text{ 毫米}$$

工业捕鱼(刺网类渔具)

3-13

表 2

2 6 毫米刺网			2 9 毫米刺网			4 0 毫米刺网		
长	Δ	Δ^2	长	Δ	Δ^2	长	Δ	Δ^2
248	11	121	283	34	1156	278	23	259
235	2	4	248	1	1	345	44	1936
223	14	126	265	16	256	300	1	1
215	22	484	235	14	196	300	1	1
230	7	49	231	18	324	285	16	256
270	33	1089	275	26	676	330	29	841
257	20	400	255	6	36	295	6	36
210	27	729	266	17	289	310	9	81
232	5	25	231	18	324	295	6	36
238	1	1	265	16	256	305	4	16
237	0	0	266	17	289	305	4	16
256	19	361	258	9	81	312	11	121
228	9	81	240	9	81	292	9	81
271	34	1156	265	16	256	291	10	100
248	11	121	266	17	289	310	9	81
262	25	625	245	4	16	325	24	576
256	19	361	250	1	1	302	1	1
195	42	1764	225	24	576	266	35	1225
252	15	225	230	19	361	295	6	36
240	3	9	250	1	1	310	9	81
235	2	4	230	19	361	310	9	81
235	2	4	252	3	9	307	6	36
213	24	576	234	15	225	290	11	121
231	6	36	245	4	16	290	11	121
260	23	529	255	6	36	310	9	81
210	27	729	224	25	625	276	25	625
231	6	36	224	25	625	305	4	16
220	17	289	283	34	1156	297	4	16
2638		9934	224	25	625	330	29	841
			235	14	196	285	16	256

270	21	441	295	6	36
263	14	196	9346		3286
252	3	9			
240	9	81			
247	2	4			
240	9	81			
286	37	1369			
258	9	81			
218	31	961			
215	34	1.156			
240	9	81			
267	18	324			
248	1	1			
236	13	169			
272	23	529			
11207		14822			

对 2.9 毫米与 4.0 毫米的刺网作同样的计算后, 再算出同样数量网片的渔获物总量, 可得下表:

网别	L	r^2	r	N
2.6 毫米	237 毫米	368	19.2	56
2.9 " "	249 " "	337	18.4	90
4.0 " "	301 " "	276	16.6	31

现在我們已掌握了計算所需的全部資料。

先來分析 2.6 毫米与 2.9 毫米刺网。

$$K = L_2 - L_1 = 249 - 237 = 12 \text{ 毫米}$$

$$b = \frac{K r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} = \frac{12 \cdot 368}{337 - 368} = -142$$

$$C = 4.60 \frac{r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \lg \frac{N_1 r_1}{N_2 r_2} + K \cdot b$$

$$\text{或 } C = 4.60 = 4.60 \frac{368 \cdot 337}{337 - 368} \lg \frac{56 \cdot 18.4}{90 \cdot 19.2} - 12 \cdot 142 = 2440$$