

防止逃鱼用的拦网和拦栅的 合理规格的研究*

陈敬存 华元渝 邓宝玲 黄尚务 谢洪高
(湖北省水生生物研究所)

提 要

目前一般较大的湖泊水库放养鱼类的回捕率颇低,逃鱼是重要原因之一。为了确定拦鱼用的网和栅所应采取的规格,测量了2,227尾(3—16厘米)鲢、鳙、草、青鱼种的全长,最大周长、头宽、颅宽的各个数值,推算出全长与最大周长、头宽、颅宽的回归方程式及它们的95%的可信限。通过实验,观察到在流水条件下,鱼种能溯水穿越较自身最大周长为小的拦网网目或较头宽为小的拦栅栅距而逃逸。作者称这种能力为“穿栏系数”(用 K_g 或 K_p 表示)。并测出在武昌东湖某些生活污水进水口处,1973年3—4月份白鲢鱼种的穿栏系数按 K_g 计算为1.5,按 K_p 计算为1.2。作者建议在静水或出水口处,设置拦鱼用的拦网的网目长度不得超过所投放鱼种的最大周长的95%的可信限的下限的1/2,各种拦栅的栅距不得超过鱼种的头宽的95%可信限的下限。而在流水条件下,在确定所应采取的拦网网目或拦栅栅距时,还应该考虑“穿栏系数”在内。

文末附有检索表,列举了鲢、鳙、草、青鱼种(3—16厘米)相应于全长值的最大周长值、头宽值、颅宽值以及它们的95%可信限的上限和下限的各个数值,供确定拦网网目和拦栅栅距的规格时参考。

解放以后,我国的淡水养殖业在党的领导下,虽有了飞跃的发展,成鱼总产量和单位面积产量都有很大的增长,但从湖泊、水库来看,则渔业生产还大有潜力可挖。据1964年湖北黄冈地区统计^[5],湖泊放养鱼类的回捕率一般不过30%,个别种类(如白鲢)只有百分之几。目前有些面积较大的湖泊、水库,回捕率继续停留在十分低的水平上。以武昌东湖为例,1973年投放的3—4寸的鲢、鳙鱼种的当年回捕率,平均不到1%^[2]。回捕率低的原因,除了凶猛鱼类的残害和疾病造成的死亡,或达不到起水规格之外,拦鱼设备存在问题,放养的鱼种大量逃逸是一个重要原因。因此针对当前我国淡水养殖业上普遍采用的拦网和拦栅(如铁栅、竹箔)两种类型的拦鱼设备,根据鱼种的大小规格和形态、生态特点,确定所应采取的拦网网目和拦栅栅距的合理规格,使其能有效地防止鱼种逃逸,从而提高放养鱼类回捕率,实现渔业高产稳产,很有必要。

1974年3月5日收到。

* 本工作承协作单位武汉市东湖养殖场党支部、革委会大力协助,该场马家全、胡友洪等同志给以指导和帮助。本所狄克、何楚华同志协助绘制和拍摄部分图片。

一、工作假设及其依据

在国内,浙江省青山水库养殖场(1971年)^[4]曾提出网目为4厘米的聚乙烯拦网能够有效地防止长度在4寸以上的鱼种逃逸¹⁾。最近(1973年)^[1]也有提出放养4寸以上的鲢鳙鱼种,以安装3厘米的网目的拦网为宜的。但他们所提出的规格的依据则未见诸报导。国外曾对捕捞用的刺网对鱼体大小的选择性问题进行过大量的研究,这方面的工作,可供我们在确定拦网的网目时参考。据 McCombie 氏和 Fry 氏(1960年)^[11]报道,早在 1913 年 Baranov 氏就提出了 $\Phi = KLm$ 的公式,其中, Φ 是半个网目的长度, Lm 是挤进网目后被网线缠住的为数最多的鱼的全长, K 是常数。1925 年 Baranov 氏又提出一个直接表达网目大小和鱼体大小之间的关系的公式,即 $4\Phi = KGm$ 。其中, 4Φ 是网目的周长, Gm 是被这种规格的网目所缠住的为数最多的鱼的周长, K 是常数。Baranov 氏发现用刺网捕里海鲱鱼和斜齿鳊,渔获量最高时,被捕获的鱼的最大周长要超过网目周长 25%。此后, Baranov 氏的工作为更多的研究者所证实和补充。McCombie 氏和 Fry 氏通过分析用刺网捕获的 *Coregonus clupeaformis* 以后,发现当网目的周长大于鱼体周长时,刺网很难捕到鱼,鱼体周长比网目周长大 26% 时,渔获量最高,超过这个数值,则渔获量下降。上野元一氏等(1965年)^[6], McCombie 氏和 Berst 氏(1969年)^[12]对被刺网捕到的鱼的周长超过网目的周长这一现象,通过实验作出解释,认为鱼在进入网目的瞬间,身体有一定程度的收缩,而网线也因弹性而有一定程度的伸长,收缩与伸长的程度取决于鱼体与网线的性质。我们认为,当鱼钻进刺网网目时,由于刺网在水中能够顺着鱼体而推移,故鱼无法穿越网目,致被缠住。至于定置的拦网,则由于网线的伸长与鱼体的收缩,即使是身体周长略大于网目周长的鱼也有可能穿过网目而逃逸。

此外,神田献二氏(1952年)^[7]研究了网目大小相同但缩结系数不同的网,对于同一规格的鱼的拦截效果不同,发现缩结系数大的网,鱼能够穿越的频率小;缩结系数小的网,鱼能够穿过的频率大。

至于拦栅的栅距和鱼体大小的关系问题,国内外都未见有报道。

根据上述情况,我们设想:1) 鱼体能否穿过网目,取决于鱼体最大周长和网目周长的比例(用 Kg 表示, $Kg = \frac{\text{鱼体最大周长}}{\text{网目周长}}$, 下同)。当鱼体的最大周长小于网目的周长,即 $Kg < 1$ 时,鱼能够穿过网目;2) 在外界因素的刺激下,鱼种奋力穿越网目,此时越过网目的鱼种的最大周长可能超过网目的周长,即 $Kg > 1$,超过的程度取决于环境条件、鱼的生理状况、网线的性质等。3) 由于拦栅与网目的几何图形不同,用 Kg 值作为判断鱼能否穿越拦栅的标准是不合适的,应该从头宽与拦栅栅距的比例(用 Kh 表示, $Kh = \frac{\text{鱼的头宽}}{\text{拦栅栅距}}$, 下同)来衡量。当鱼的头宽小于拦栅栅距时,即 $Kh < 1$,鱼能够越栅外逃。而在一定的外界因素影响下,鱼种奋力越栅,此时穿越一定栅距的鱼种的头宽可能超过栅距,即 $Kh > 1$,超过的程度取决于环境条件和鱼的生理状况,以及头部某一部分的骨骼所制约。

根据以上设想,我们就从 1) 求出四种家鱼鱼种的全长与最大周长、头宽、颅宽(指左右顶骨并列的宽度)之间的关系;2) 测定在流水条件下,鱼种越过拦网时,其最大周长与

1) 本文指的网目长度均指把网目拉直以后,两结节之间(不包括结节)的长度。

网目的关系,越过拦栅时,其头宽或颅宽与栅距之间的关系两个方面,研究防止逃鱼用的拦网与拦栅所应采取的合理规格。

二、鱼种的全长与最大周长、头宽、颅宽的关系

(一) 材料和方法

1973年6—9月,我们先后从武汉市东湖养殖场、我所试验场、武汉市洪山区风光渔业大队,取得全长3—16厘米的鲢、鳙、草、青四种家鱼鱼种共计2,227尾,这些鱼种的外形健壮正常(个别畸形标本,事先已剔除不用),鱼种捕起后,用4%福尔马林固定,并在48小时内测量完毕。对部份样品固定前后全长与最大周长、头宽、颅宽的关系,进行差异显著性的统计学检验,证明经固定的样品所测得的各个项目的数值与固定前比较,虽有差异,但并不显著($P > 0.01$)。

全长的测定,指吻端至尾鳍末端的中点。最大周长的测定装置系根据Berst氏与McCrimon氏(1961年)^[3]提出的装置简化改装而成(图1)。测定的位置是在鳃盖后缘和背鳍起点之间,由于四种家鱼的体形有差异,测量位置也各不相同(图2)。

头宽是指两侧鳃盖外缘之间的距离,用游标卡尺测量。颅宽是指剥去头部皮膜以后,测量左右并列的一对顶骨的宽度,用游标卡尺测量。

以上各个测量值读至0.1毫米,最后一位读数系目测而得。

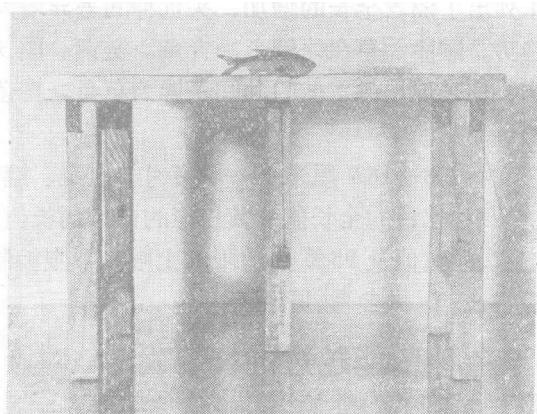


图1 测量鱼体的最大周长的简易装置

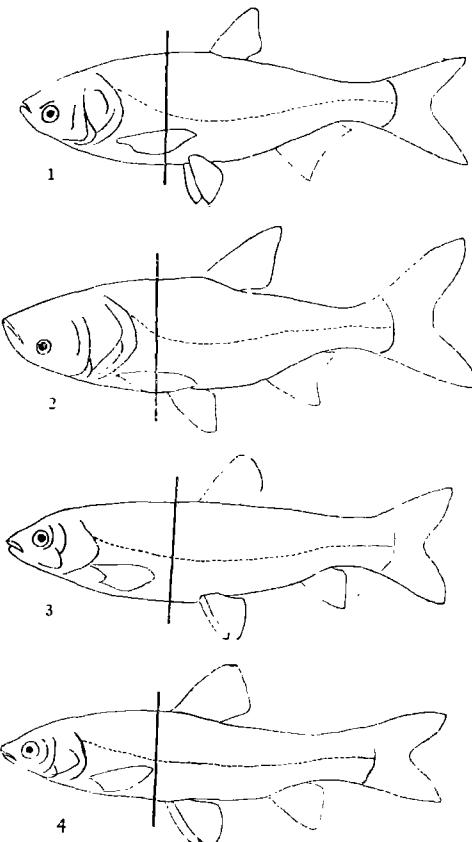


图2 四种家鱼鱼种最大周长的测量位置

1. 鲢鱼 *Hypophthalmichthys molitrix*;
2. 鳙鱼 *Aristichthys nobilis*;
3. 草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*;
4. 青鱼 *Mylopharyngodon piceus*。

根据测得的数值计算四种家鱼鱼种的直线回归方程,使用的公式为 $Y = aL + b$,其中:Y是根据方程式推算而得的相应于全长值L的最大周长值(或头宽值、颅宽值),L是鱼的全长,a、b是常数(推算法略)。

表 1 长度为 3—16 厘米的鲢、鳙、草、青鱼种的全长与最大周长、头宽、颅宽的直线迴归方程

名 称	样 品 数	相 应 于 全 长 值 的		
		最 大 周 长 值 (\hat{G})	头 宽 值 (\hat{H})	颅 宽 值 (\hat{P})
鲢 鱼	606	$0.5514L - 0.1238$	$0.1168L + 0.0513$	$0.0792L + 0.0244$
鳙 鱼	659	$0.6093L - 0.2162$	$0.1424L - 0.0297$	$0.0868L + 0.0147$
草 鱼	525	$0.5893L - 0.3445$	$0.1539L - 0.0587$	$0.1314L - 0.1860$
青 鱼	437	$0.5304L + 0.0182$	$0.1276L + 0.0105$	$0.0981L - 0.0280$

95% 的可信限的计算, 考虑到长度不一样的鱼种, 其周长或头宽、颅宽在迴归线上的离散度差别很大, 且随着长度的增大, 离散度有由小到大的趋势。如果不区分长度组来分别计算, 势必会誇大个体小的鱼种的离散度。因此, 我们抽出 3.0—3.9 厘米和 15.0—15.9 厘米两个长度组的数值, 分别求出在这两个长度组内, 在 3.0 和 15.0 厘米处直线迴归方程中的最大周长、头宽、颅宽的 95% 可信限; 然后在座标纸上准确标出它们各自的上限和下限; 把上限与上限, 下限与下限分别联结起来并延长, 以此作为样品总体的 95% 可信限; 其个别的数值则从座标纸上查出。这样推算出来的结果与实际情况大致相同。

把上限与上限, 下限与下限分别联结起来并延长, 以此作为样品总体的 95% 可信限; 其个别的数值则从座标纸上查出。这样推算出来的结果与实际情况大致相同。

(二) 结果

从对 2,227 尾鱼种测量的结果计算出来的直线迴归方程见表 1。

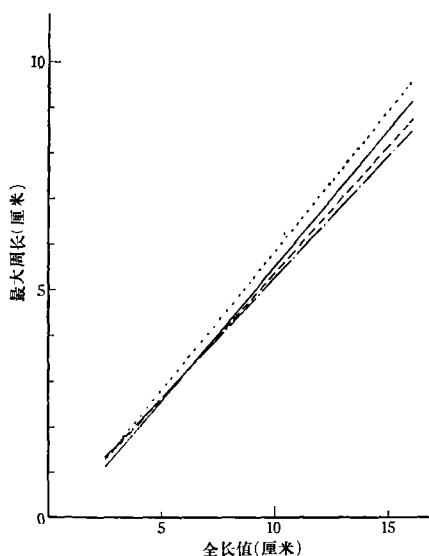
根据上列直线迴归方程式, 作图 3。

从图 3 可以看出: 在 3—16 厘米的长度组内, 四种家鱼的最大周长虽略有差异, 但并不明显, 其大小排列顺序是鳙鱼>草鱼>鲢鱼>青鱼。图 4 列出了随着全长的增加, 头宽种间差异增大的趋势, 顺序为草鱼>鳙鱼>青鱼>鲢鱼。图 5 中明显地表现出颅宽值的种间差异为草鱼>青鱼>鳙鱼>鲢鱼。

现将 3.3—16.7 厘米 (1—5 市寸) 的鲢、鳙、草、青四种家鱼的全长值及其相应的最大周长值、头宽值、颅宽值及 95% 可信限的上限和下限编制成检索表, 以供参考(见附录)。

图 3 3—16 厘米鲢、鳙、草、青鱼种的全长与最大周长的关系 (\hat{G} 表示最大周长值)

鲢鱼 $\hat{G} = 0.5514L - 0.1238$ (———);
 鳙鱼 $\hat{G} = 0.6093L - 0.2162$ (·····);
 草鱼 $\hat{G} = 0.5893L - 0.3445$ (———);
 青鱼 $\hat{G} = 0.5304L + 0.0182$ (—·—)。



三、在流水刺激条件下鱼种所能越过的网目或栅距与最大周长或头宽的关系

(一) 材料和方法

1973 年 3—6 月份, 我们在武昌东湖茶叶港和水口湖桥头两个进水口处进行实验, 湖区周围一些居民点的生活污水常年从这里流入湖内, 是东湖主要的生活污水进水口, 据养殖场工人师傅反映, 这里是逃鱼比较严重的地方(图 6)。

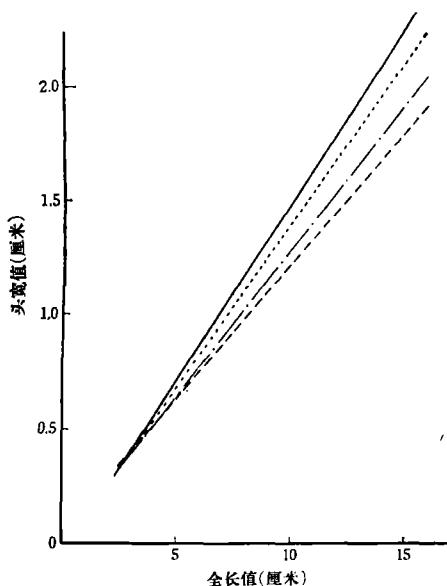


图 4 3—16 厘米鲢、鳙、草、青鱼种的全长与头宽的关系 (\hat{H} 表示头宽值)

$$\begin{aligned} \text{鲢鱼 } \hat{H} &= 0.1168L + 0.0513 \quad (\text{———}); \\ \text{鳙鱼 } \hat{H} &= 0.1424L - 0.0297 \quad (\cdots\cdots\cdots); \\ \text{草鱼 } \hat{H} &= 0.1539L - 0.0587 \quad (—); \\ \text{青鱼 } \hat{H} &= 0.1276L + 0.0105 \quad (-\cdots-). \end{aligned}$$

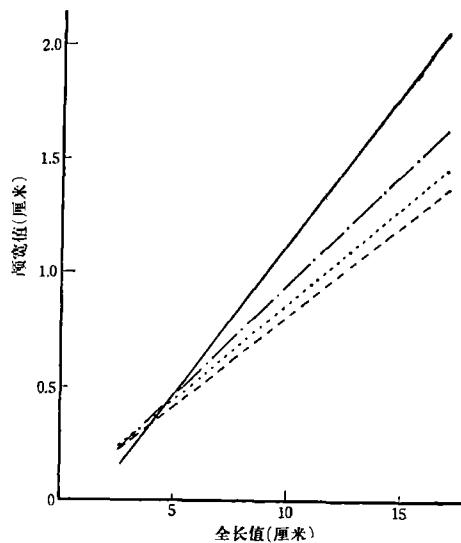


图 5 3—6 厘米鲢、鳙、草、青鱼种的全长与颐宽的关系 (\hat{P} 表示颐宽值)

$$\begin{aligned} \text{鲢鱼 } \hat{P} &= 0.0792L + 0.0244 \quad (\text{———}); \\ \text{鳙鱼 } \hat{P} &= 0.0868L + 0.0147 \quad (\cdots\cdots\cdots); \\ \text{草鱼 } \hat{P} &= 0.1314L - 0.1860 \quad (—); \\ \text{青鱼 } \hat{P} &= 0.0981L - 0.0280 \quad (-\cdots-). \end{aligned}$$

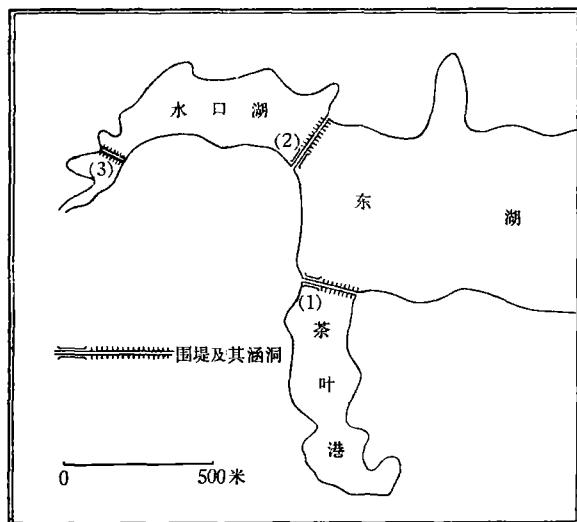


图 6 在流水刺激条件下鱼种越网越栅的实验地点
(1) 茶叶港进水口；(2) 水口湖进水口；(3) 湖北省水产试验所进水口。

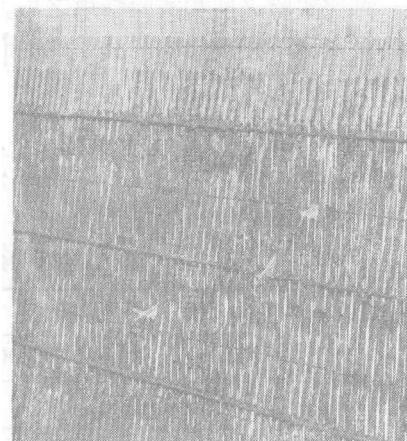


图 7 穿越铁栅时被夹住的鱼种

实验包括两个部份：1、水口湖桥头拦鱼用的铁栅外侧另安装有竹箔，铁栅与竹箔之间约有 2—4 厘米的距离。鱼种在投放入湖以后，在铁栅内侧溯水时，有些鱼身体的大部分穿过栅条间隙，但由于前面竹箔的阻挡，不能使整个身体通过而被夹在拦栅间隙中间

(图 7)。由于被夹住的鱼身体的粗大部份已越过栅条,剩下的是身体比较狭小的后部,因此可以认为,如果没有竹箔的阻挡,则鱼的整个身体必能完全穿越栅条无疑。细心取下被夹住的鱼种,测量夹住点的栅距。被夹住的鱼种的全长,从附录 2 查出这些鱼种的头宽、颅宽及其 95% 的可信限的下限。

在湖北省水产试验所养殖场的位于水口湖西面的进水口也有类似的装置和同样的现象,这里所得到的数据被用来与从水口湖进水口铁栅处得到的数据进行比较。

2. 在茶叶港进水口处,利用一个涵洞的流出水,作为水流刺激的条件,涵洞后端分别设置不同栅距的拦栅和不同网目的拦网,拦栅和拦网后面装有集鱼网箱,利用湖中原有的鱼种,溯水越过拦栅或拦网,进入集鱼网箱(图 8)。

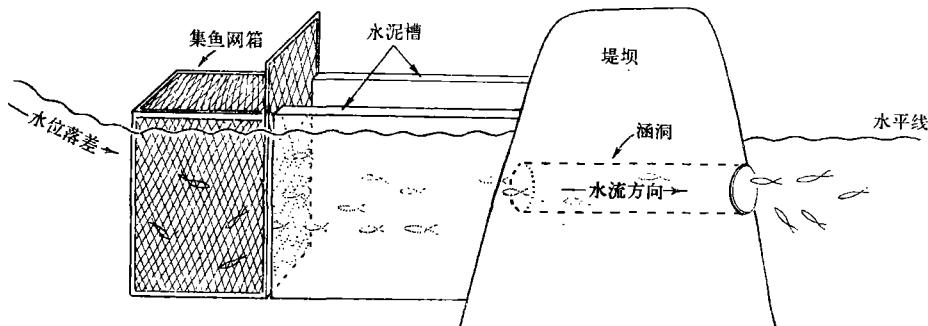


图 8 利用湖中原有鱼种穿越设置的拦网(或拦栅)实验装置示意图

拦网的网线是 3×2 聚乙烯胶丝, 拦栅的栅条是直径为 0.6 厘米的钢筋。

记录每次试验时的水温, 拦网或拦栅前的流速, 越过拦鱼设备的鱼种的种类、数量、全长, 并从附录查出鱼种相应长度的最大周长(或头宽、颅宽)的数值及其 95% 可信限的下限。每次实验之前和实验结束之后, 都严格地检查拦栅或拦网与集鱼网箱之间有无漏洞, 以防止鱼种不经规定的拦栅或拦网而进入集鱼网箱造成误差。遇有上述情况时, 该次实验的结果就摒弃不用。

(二) 结果

1. 1973 年 1 月 6、9、12、13 及 4 月 12 五天从水口湖铁栅中取下的鱼种的数量、长度及夹住点的栅距测量如表 2。

表 2 越栅时被夹住的白鲢鱼种数量及长度(水温 7℃)

鱼种长度 (厘米)	栅 距 (厘米)								合 计 (尾)
	0.71—0.80	0.81—0.90	0.91—1.00	1.01—1.10	1.11—1.20	1.21—1.30	1.31—1.40	1.41—1.50	
8.1—9.0				1					1
9.1—10.0	1		1	1	1				3
10.1—11.0	2	1	1	1	2				7
11.1—12.0	3	5		7	3			1	19
12.1—13.0	1		3	1		1	1		7
13.1—14.0			2		2	1			5
合 计	7	6	7	10	8	2	1	1	42

1973 年 1 月 9 日检查湖北省水产试验所西部的铁栅也得到类似的结果(见表 3)。

表3 越栅时被夹住的白鲢鱼种数量及长度(水温 7°C)

鱼种长度 (厘米)	栅距(厘米)					合计 (尾)
	0.81—0.90	0.91—1.00	1.01—1.10	1.11—1.20	1.21—1.30	
8.1—9.0			1			1
9.1—10.0		2	3		1	6
10.1—11.0	1	4	7	1		13
11.1—12.0		1	5	1		7
12.1—13.0			2		1	3
13.1—14.0					1	1
合计	1	7	18	2	3	31

越过铁栅的鱼种中尚有部分花鲢,但为数不多(两处共 11 尾),这里就不再列举了。

为了更清楚地表示鱼能够越过的栅距与鱼自身的头宽、颅宽的关系,作图如下(图9):由于被夹住的鱼种,其头宽和颅宽都已受到挤压而变形,故其数值系从附录查出。

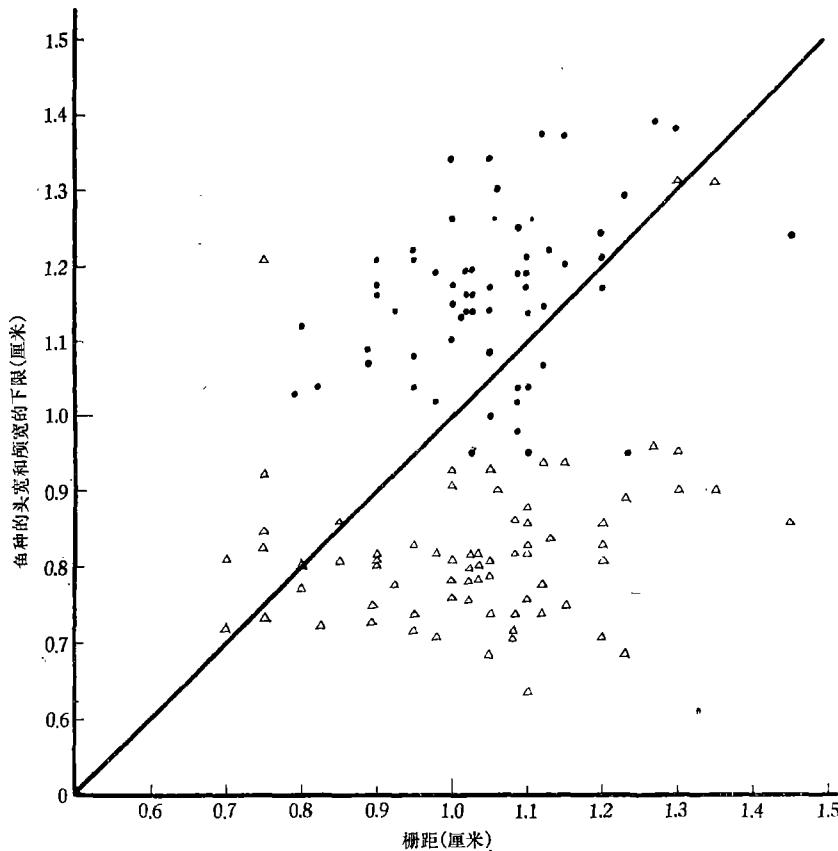


图9 穿越拦栅的鱼种的头宽(其下限用·表示)或颅宽(其下限用△表示)与栅距的关系

从图9可以看出,穿越铁栅的鱼种的头宽即使按95%可信限的下限计算,也都超过所越过的栅距,而颅宽的下限则小于或接近于栅距。

根据表2、表3的数值作超过铁栅的白鲢鱼种的头宽下限与栅距的比例(用 K_h 表示)和颅宽下限与栅距的比例(用 K_p 表示)的频率作分布图(图10)。

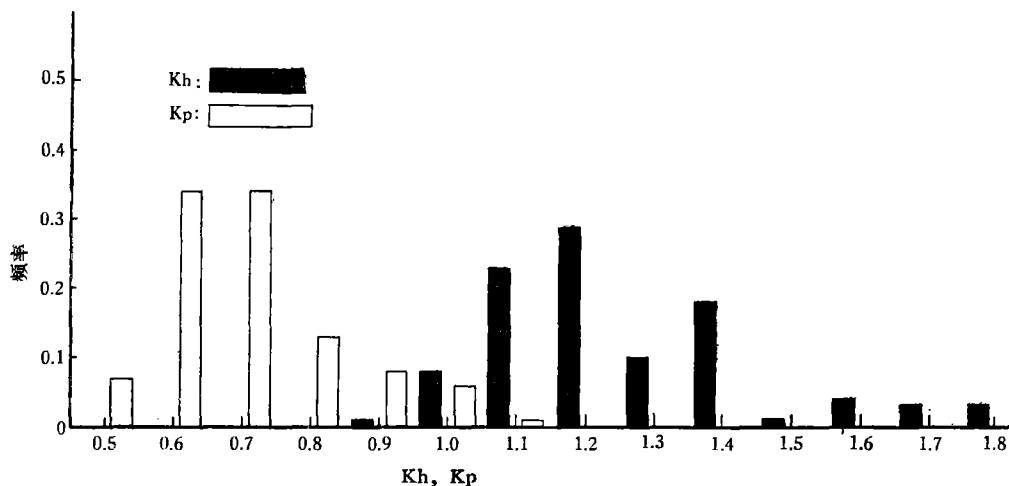


图 10 自然条件下穿越铁栅的白鲑 (8—16 厘米) 的 Kh 和 Kp 的频率分布

从图 10 可以清楚地看到能够穿越铁栅的鱼种头宽, 即使按其 95% 可信限的下限来表示, 绝大多数较所越过的栅距为大, 超过的限度由 10—30% 不等, 甚至有达到 70% 的。但如果按其颅宽的下限来计算, 则除个别标本以外, 绝大多数比所越过的栅距为小(占总体的 95% 以上)。

2. 1973 年 3—4 月鱼种穿越拦栅的实验结果如表 4。

表 4 利用湖中原有鱼种越过设置的拦栅的实验结果

水温: 15—20°C 流速: 0.4—0.6 米/秒

长 度 (厘米)	栅 距 (厘米)	种 类			鲤 鱼			鳙 鱼			草 鱼			青 鱼		
		0.6± 0.2	0.8± 0.2	1.0± 0.2												
5.1—6.0						2										
6.1—7.0	1				3											
7.1—8.0		9									2					
8.1—9.0	3	10	1			2										
9.1—10.0	5	2	10			3					1			1	2	2
10.1—11.0	11	11	15			14					1					
11.1—12.0	46	64	5	2	19					3						
12.1—13.0	35	55	3	1	1											
13.1—14.0	4	9	2									1				
14.1—15.0		2														
合 计		105	162	36	8	39					8			1	4	

注: 实验持续总时数/实验总次数 如下: 栅距 0.6 ± 0.2 厘米的为 170 小时/3 次; 栅距 0.8 ± 0.2 厘米的为 205 小时/6 次; 栅距 1.0 ± 0.2 厘米的为 80 小时/2 次。

我们假定鱼种可能是从拦栅中最大的栅距越出, 而越出的鱼又是具有最小的头宽或颅宽, 那么令

$$Kh = \frac{\text{越过栅距的鱼的可能头宽}}{\text{被鱼穿越的栅距的可能宽度}}$$

$$K_p = \frac{\text{越过栅距的鱼的可能颅宽}}{\text{被鱼穿越的栅距的可能宽度}}$$

根据表 4 所列数据, 我们作白鲢的 K_h 、 K_p 的频率分布图, 如图 11。

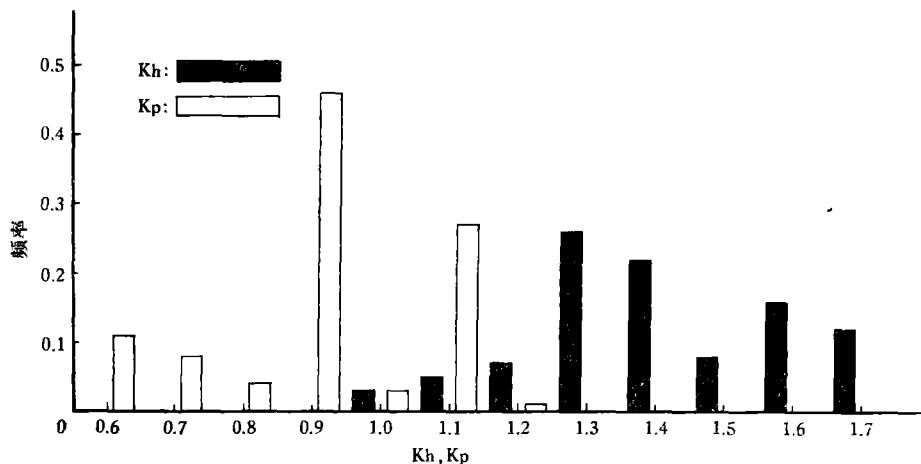


图 11 实验条件下穿越铁栅的白鲢 (8—16 厘米) 的 K_h 和 K_p 的频率分布

我们将图 10 和图 11 进行比较, 可以看出利用湖泊中原有的鱼种顶水, 不管是从东湖现有的拦栅上得到的, 或是由我们给予一定规格的拦栅上所得到的, 结果是近似的。即在流水条件下, 穿过拦栅的鱼的头宽, 大部分较栅距大 10—30%, 个别的可能达到 70%。而衡量栅距与颅宽的关系, 则看到颅宽小于或接近于栅距。

3. 1973 年 3 月 20 日至 4 月 13 日, 我们设置拦网和网箱, 让湖泊中原有的鱼种穿越拦网的网目进入网箱, 所得的结果如表 5。

在上述结果中, 我们看出利用网目长度为 2.0 ± 0.37 厘米拦网的四次实验中, 穿越网目的四种家鱼鱼种总数为 333 尾, 用 1.7 ± 0.2 厘米的网目, 则无一能穿越。这种差异, 除了因实验次数和持续总时数不同所造成以外, 网目的周长及网线的收缩程度的差异, 可能是个重要的原因。

如果我们设想穿越网目的白鲢鱼种的周长按其 95% 可信限的下限计算, 而被鱼穿越的拦网网目的周长按其最大网目来计算(例如以长度为 2.0 ± 0.37 厘米的网目计算, 其网目周长应为 2.37 厘米 $\times 2 = 4.74$ 厘米), 则穿越这种周长的网目的白鲢鱼种的 K_g 值频率分布如图 12。

根据图 12 所列, 穿越这种网目的绝大多数鱼 (80%) 的最大周长超出网目周长 20—30%, 个别可达 40—50%。应该指出的是, 穿越拦网的白鲢鱼种, 其长度组集中在 10—14 厘米之间, 而 10 厘米以下的鱼种并不多。这是因为投放入湖时, 鱼种的长度绝大多数在 10 厘米以上。实验时, 湖中 10 厘米以下的鱼种已很少, 故穿过的也不多。

在采用 2.5 ± 0.15 厘米的网目的拦网实验中, 尽管由于外界条件的影响(这一点在下面还要作进一步分析), 穿越网目的鱼不多。然而能够穿越网目的白鲢鱼种最大周长仍然较网目的周长要超过 10%。

在采用 1.7 ± 0.2 厘米的网目的拦网试验中, 持续 55 小时, 经历了晴、阴、雨各种气候

表5 利用湖中原有鱼种穿越设置的拦网实验结果

水温: 15—20℃ 流速: 0.4—0.6米/秒

项 目	拦网面 积 网目(厘米)	0.5米 ²			
		2.5±0.15	2.0±0.37	1.7±0.20	
实验次数		2	4	1	
实验持续总时数		29	104	55	
穿越网目的鱼种长度(厘米)		鲢 蒙 草 青	鲢 蒙 草 青	鲢 蒙 草 青	
7.1—8.0			3	2	
8.1—9.0			13	1	1
9.1—10.0			4	3	1
10.1—11.0			19	1	5
11.1—12.0	2	4	118	1	6
12.1—13.0	4	1	108	5	3
13.1—14.0		3	22	3	
14.1—15.0		1	2	1	1
15.1—16.0			1		
合 计		6 9	290 9 19 15		

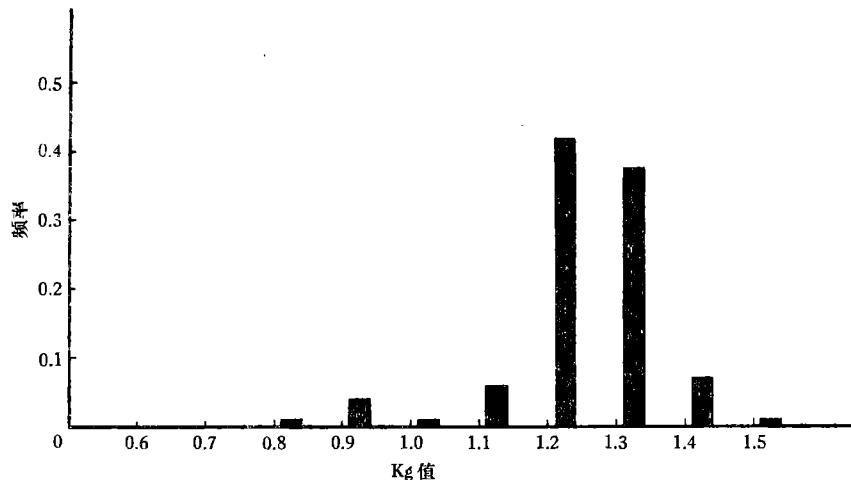


图12 实验条件下穿越拦网的白鲢(8—16厘米)的Kg的频率分布

条件,尽管在拦网前有大量鱼种溯水,但未发现有一能穿越者。

四、讨 论

(一) 影响鱼类穿越拦网或拦栅的能力的因素

影响鱼类穿越拦网或拦栅的能力的因素是多种的和综合性的。就外界条件而言,水流刺激是一个十分重要的因素。鱼种投放入湖以后的一段时间及3—4月份汛雨期间,有明显的集群性的溯水行为,虽有凶猛鱼类掠食及人为击水惊赶也无法驱散。鱼种在拦网或拦栅前溯水逡巡,遇到合适的栅距或网目,一钻而入,借助尾部力量,向前推进,使整个身

体完全穿越过拦网或拦栅。在流水刺激条件下,鱼能够不顾挤压之痛苦,奋力穿越过较自身的头宽或最大周长为小的栅距或网目(最高超过50%或70%)。

我们检查已经穿越网和栅的鱼种,大部份身体有网痕或皮肤擦破的现象,有些鱼眼睛挤瞎,甚至有的穿越后即行死亡。

水质无疑也是重要条件之一。我们进行实验观察的两个进水口,水源主要是人口稠密的城市生活污水,水质肥沃,这些地方鱼类溯水的现象也远较其他进水口处为显著。

并不是在任何情况下流水条件都能使鱼溯水奋力穿越拦鱼设备,例如,流速太大,鱼无法克服流速所造成的水流冲力而被冲向下游,或虽能克服流速所造成的水流冲力,但已不能继续克服网线的张力或挤越栅距。而流速太小则不足以形成使鱼溯水的刺激。在我们实验中,对于8—16厘米的鱼种来说,以0.4—0.6米/秒的流速为最适。

此外,气象及其他条件对鱼的溯水行为也有一定影响;在同一进水口,不同季节,溯水的鱼的数量,及上溯的能力有显著不同。从现象上看,鱼种从池塘转移到湖泊的最初期问,有显著的溯水行为,即使是水温低到5℃或高达30℃以上也是如此;而在每年3—4月份汛期开始以后,湖泊中原有的鱼种也有明显的溯水现象。

毛主席教导我们:“外因通过内因而起作用”。就内因而言,由于鱼穿越拦网或拦栅的能力,取决于鱼所能达到的最大游速,这不仅有一个种间的差异,也存在有种内的差异,它受鱼的形状、大小、体长与体重的比例,肌肉相对比例,体表的光滑度,摄食程度^[3],以及鱼对外界条件的反应等形态、生态、生理方面的影响。

我们测量的2,227尾标本中,长度相同而种类不同的鱼,其最大周长、头宽、颅宽都不一样,以最大周长而论是:青鱼<鲢鱼<草鱼<鳙鱼;以头宽论是:鲢鱼<青鱼<鳙鱼<草鱼;以颅宽而论是:鲢鱼<鳙鱼<青鱼<草鱼。

利用湖泊中原有鱼种穿越拦网或拦栅的实验中,能穿越的鱼种数目以白鲢最多,鳙鱼次之,草鱼再次,青鱼最少。为了排除放湖的鱼种数量上的差异的影响,我们把放湖的四种家鱼的数量比例作为推算理论值的依据,实际穿越拦网或拦栅的鱼作实测值进行卡方测验,如表6。

表6 1973年放湖的四种家鱼比例与实验中穿过拦鱼设备的四种家鱼比例差异显著性测验(单位:尾)

种类	理论值(C)	实测值(O)	(O-C)	$\frac{(O-C)^2}{C}$
鲢鱼	385	599	214	119
鳙鱼	277	55	-222	178
草鱼	18	29	11	0.67
青鱼	6	3	-3	1.5
合计	686	686	—	$\chi^2 = 299.17$

查 χ^2 的数值表,得知 $P < 0.01$,差异很显著。说明越网或越栅的鱼数量上的不同,并不是由于放湖鱼种种类数量上的差异,而是由于鱼种自身的形态、生态特点不同而引起的。在实验过程中,我们观察到几种鱼在溯水时,白鲢最为活跃,活动在其他种类的前阵和上方。在形态上,白鲢体形侧扁,除了最大周长较青鱼略大以外,其头宽、颅宽均较同一长度的草、鳙、青鱼为小。

当然,在设置拦网和拦栅时,网线或栅柱的弹性也必须予以考虑。

(二) 在浅水水体中的拦网或拦栅的合理规格问题。

必须根据所投放的鱼种类和规格,结合水文气象特点来确定拦网或拦栅的合理规格。当然,不可能要求一个水体投放某一种鱼就设置一种拦鱼设备,而只能采用一种对鲢、鳙、草、青四种家鱼都能起防逃作用的规格。从白鲢的形态和生态特点来分析,我们建议在确定拦鱼设备合理规格时可以白鲢的数据为标准。

1. 在出水口或静水处,拦网的网目长度不大于所投放的鱼种的最大周长的 95% 可信限的下限的二分之一。拦栅的栅距不大于所投放的鱼种的头宽的 95% 可信限的下限。采取这种规格的拦鱼设备,可以确保 95% 的白鲢不能穿越拦网或拦栅而逃逸。根据附录所列的数据,我们编制拦截各种规格的白鲢鱼种所应采用的拦网或拦栅的规格如表 7。

在每一寸间隔内,拦截某一具体规格的鱼所应采取的网目或栅距规格可参照本文附录推算。

2. 在流水条件下,穿越拦网或拦栅的鱼种,其最大周长或颅宽超过所穿越过的网目和栅距,其超过的最大程度我们称之为“穿拦系数”,分别用 K_p 或 K_g 表示。如前所述,在水口湖和茶叶港处,白鲢的穿拦系数 K_g 可达 1.5, K_p 可达 1.2, 因此,在流水条件下,设置拦网或拦栅时必须考虑这个因素在内,我们建议:

$$\text{拦网网目的长度} = \frac{\text{投放的白鲢的最大周长的 95% 可信限的下限}}{2} \times \frac{1}{1.5};$$

$$\text{拦栅的栅距} = \frac{\text{投放的白鲢的颅宽的 95% 可信限的下限}}{1.2} \times \frac{1}{1.2}.$$

表 8 列举了在流水条件下东湖拦截白鲢鱼种应采取的拦网或拦栅的规格。

表 8 在流水条件下东湖拦截白鲢鱼种应采取的拦网或拦栅的规格

表 7 拦截白鲢鱼种所应采取的拦网或拦栅的规格

投放的鱼种规格		应采取的拦网网目(厘米)	应采取的拦栅栅距(厘米)
市寸	厘米		
1.0 以上	3.3 以上	不大于 0.7	不大于 0.4
2.0 以上	6.7 以上	不大于 1.5	不大于 0.7
3.0 以上	10.0 以上	不大于 2.3	不大于 1.0
4.0 以上	13.3 以上	不大于 3.0	不大于 1.4
5.0 以上	16.7 以上	不大于 3.8	不大于 1.7

投放的鱼种规格		应采取的拦网网目长度(厘米)	应采取的拦栅栅距(厘米)
市寸	厘米		
1.0 以上	3.3 以上	—	—
2.0 以上	6.7 以上	—	—
3.0 以上	10.0 以上	不大于 1.5	不大于 0.6
4.0 以上	13.3 以上	不大于 2.0	不大于 0.8
5.0 以上	16.7 以上	不大于 2.6	不大于 1.0

在每一寸间隔内,拦截某一具体规格的鱼所应采取的网目或栅距规格可参照本文附录推算出。由于我们的实验没有测得 2 寸左右的鱼种的 K_g 值和 K_p 值,故在表中未予列出,应用时可参照实际情况,估计一个适当的 K_g 值和 K_p 值加以推算。

应当指出的是,有些人喜欢应用平均数的概念,在此是不合适的。我们这里指的拦鱼设备和鱼的规格都是指最小规格。如果拦鱼设备的某一网目或栅距,或一部分鱼达不到应有的规格,就存在着逃逸的可能性,而不取决于平均数。

(三) 在拦网或拦栅的规格太大的情况下, 逃鱼的概率计算

由于相应于鱼的全长的最大周长或颅宽, 在迴归线上的离散度呈正态分布^[10]; 如果我们设置的拦鱼设备的规格恰在最大周长值或颅宽值的 95% 可信限的下限处或更小(在有流水刺激条件下, 要把穿拦系数考虑在内, 下同), 那么将有 95% 以上的鱼不能穿越拦网或拦栅逃逸; 如果设置的拦鱼设备的规格超过鱼的最大周长值或颅宽值的 95% 可信限的上限, 则有 95% 以上的鱼有逃逸的可能; 拦鱼设备的规格在 95% 可信限内, 则有一部分鱼无穿越拦鱼设备的可能, 另一部分鱼则有逃逸的可能。其概率面积函数的计算如下式^[3]:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

在渔业生产上, 由于投放的鱼种规格太小, 拦鱼设备不能有效地发挥作用, 致使鱼种大量穿越拦鱼设备的例子屡见不鲜。现举一例如下:

1973 年 7 月 11 日、12 日, 武昌东湖养殖场投放鳙鱼鱼种 127 万尾进入该场管理的水口湖汊, 抽样 181 尾测量其全长并按比例推算总体中各种规格的鱼种数量。水口湖区安装的拦网网目的规格是 1.6 ± 0.15 厘米, 根据上式推算其中具有逃逸的可能性的鱼的数量, 并图解和列表计算如下(图 13, 表 11)。

也就是说, 这一批鱼有 70.3 万尾存在着逃逸的可能性。在实际观察中, 我们也清楚地看到鱼种能自由往返穿越过拦网。

(四) 关于提高拦鱼设备防逃效果的一些设想

由于在某些进水口有水流刺激的地方, 鱼种奋力顶水穿越拦网或拦栅的情况下, 要求设置比较小的网目或栅距的拦鱼设备, 而这又与节约投资、利于过水的要求有矛盾, 尤其在汛期, 后者更为突出。我们设想应从两个方面解决这些矛盾。

1. 因拦放鱼。根据拦鱼设备的现状, 确定放湖鱼种的合理规格。

2. 提高拦鱼设备的防逃效果。在条件允许的地方, 提高拦鱼设备的“基底”(俗称“海底”)的高度, 形成水位落差, 从根本上破坏鱼的溯水条件(图 14); 在不允许形成落差的情况下, 也要尽可能的提高“基底”的高度, 缩小断面(图 15)。还可考虑在鱼种穿越拦鱼设备能力最强的一段时间内, 临时设置适当规格的拦栅或拦网或采用新的技术措施, 如电栅、音响恫吓等。

至于在一年之中, 那一段时间鱼的溯水穿越拦鱼设备的能力最强, 影响这种能力的因

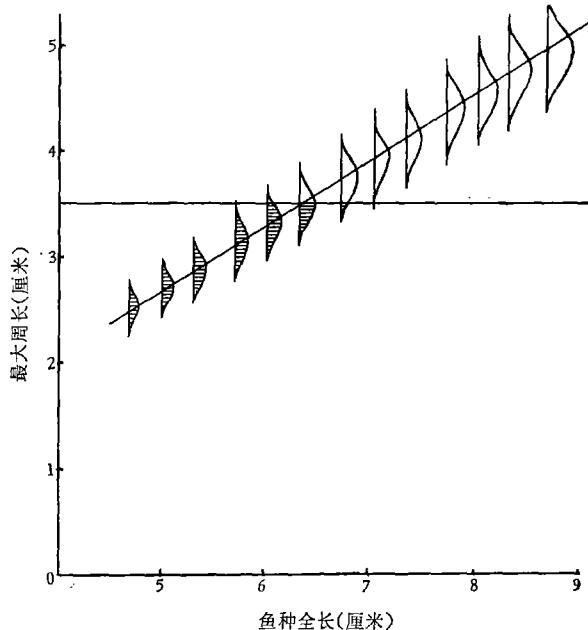


图 13 投放水口湖的鱼种可能从拦网逃逸概率的示意图
(图中横线表示网目周长, 图内阴影部分示鱼种可能逃逸的概率)

表 11 1973 年 7 月投放水口湖的鱊鱼种可能逃逸的数量推算表

放 湖 的 鱼 种			有逃逸可能性的鱼种	
规 格		比 例 (%)	数 量 (万尾)	概 率
市 寸	厘 米			数 量 (万尾)
1.4	4.7	4.4	5.6	1.0000
1.5	5.0	10.0	12.7	1.0000
1.6	5.3	8.8	11.2	1.0000
1.7	5.7	13.2	16.8	0.9965
1.8	6.0	12.2	15.5	0.9082
1.9	6.3	12.7	16.1	0.5000
2.0	6.7	14.9	18.9	0.0918
2.1	7.0	7.8	9.9	0.0228
2.2	7.3	8.8	11.2	0.0000
2.3	7.7	2.2	2.8	0.0000
2.4	8.0	1.1	1.4	0.0000
2.5	8.3	2.8	3.6	0.0000
2.6	8.7	1.1	1.4	0.0000
合 计		100.0	127.0	—
				70.3



图 14 武昌东湖茶叶港拦鱼设备(提高基底, 破坏鱼的溯水条件)

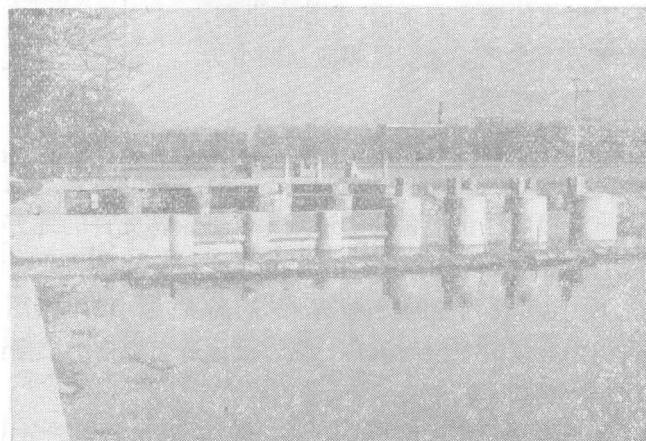


图 15 武昌东湖水科所桥头拦鱼设备(提高基底, 缩小断面, 破坏鱼的溯水条件)

素是什么,采用那些新的技术来防止逃鱼,则有待进一步研究。

五、结 论

1. 浅水水体中防止逃鱼用的拦网网目和拦栅栅距的规格,应根据投放的鱼种的规格、形态和生态特点,以及进出水口的水文气象特点来制定。

2. 在出水口和静水处设置拦栅,其栅距不得大于投放的鱼种的头宽值 95% 可信限的下限,拦网的网目长度不得大于投放鱼种的最大周长的 95% 可信限的下限的二分之一。

3. 在进水口有一定流速或其它条件影响下,鱼能穿越较自身的头宽或最大周长为小的网目或栅距,这种能力我们称为“穿拦系数”(按颅宽计算的穿拦系数用 K_p 、按最大周长计算的则用 K_g 表示)。在进水口处设置拦网或拦栅时,应考虑穿拦系数在内,采用的网目长度不大于投放的最大周长值 95% 可信的下限的二分之一乘以 K_g 值的倒数,栅距不大于投放的鱼种的颅宽值 95% 可信限的下限乘以 K_p 值的倒数。

1973 年 3—4 月份东湖的白鲢鱼种的 K_g 值最高为 1.5, K_p 值最高为 1.2。

参 考 文 献

- [1] 中国淡水养鱼经验总结委员会, 1973。中国淡水鱼类养殖学(第二版), 第 370 页, 科学出版社。
- [2] 刘伙泉等, 1973。一、二龄鲢鳙鱼种在武昌东湖中的年龄生长及放养规格问题的研究(手稿)。
- [3] 林少官, 1963。基础概率与数理统计, 第 287 页, 高等教育出版社。
- [4] 浙江省临安县青山水库党支部、革命委员会, 1971。水库养鱼大有可为, 重点省市区水产工作会议先进经验介绍材料之二十四。
- [5] 湖北省黄冈专署水产局, 1964。黄冈地区中小型湖泊渔业利用现状及实现稳产高产途径的探讨(资料)。
- [6] 上野元一, 三島清吉, 山本昭一, 1965。サケ・マスの流網獲網時における網目の伸びと魚体のくびれにつひて。Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 31(8): 606—609。
- [7] 神田献二, 1972。網地の縮結と魚群の網目の通過につひて。Bull. Jap. Soc. Sci., 18(8): 33—40。
- [8] Bainbridge, R., 1960. Speed and stamina in three fish. J. Exp. Biol., 37(1): 129—153.
- [9] Berst, A. H. & H. R. McCrimmon, 1961. An apparatus for measuring the girth of fish. Prog. Fish-Cult., 23(1): 42—43.
- [10] Kawamura, G., 1972. Gill-net selectivity curve developed from length-girth relationship. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 38(10): 1119—1129.
- [11] McCombie, A. M. & F. E. J. Fry, 1960. Selectivity of gill nets for lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Trans. Amer. Fish. Soc., 89(2): 176—184.
- [12] McCombie, A. M. & A. H. Berst, 1969. Some effects of shape and structure of fish on selectivity of gillnets. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26(10): 2681—2689.

ON THE RATIONAL NORMS FOR THE MESH SIZE OF NETTINGS AND FOR THE INTERSTICE OF FENCES INTENDED FOR PREVENTING FISH-ESCAPING

CHEN CHING-CHUN, HWA YUAN-YUI, TENG PAO-LIN

HWANG SHAN-WU AND HSIEH HUNG-GAO

(*Institute of Hydrobiology, Hupei*)

ABSTRACT

The rather low recapture rate of the implanted fish in many sizable lakes and reservoirs at present is due, for one thing, to the fleeing of the implanted fingerlings. In order to establish a set of standards on the nettings and fences to be installed for sake of preventing the fingerlings from escaping, the total length (L) and the maximal girth (MG) of the body, as well as the width of head (WH) and the width of the paired parietal bones of cranium (WP) of 2227 fingerlings of four "domestic" fish (*Hypophthalmichthys*, *Aristichthys*, *Ctenopharyngodon* and *Mylopharyngodon*), ranging from 3 to 16 cm in total length, have been measured, and therefrom the regressions of MG, WH and WP on L, together with their 95% confidence intervals, have been worked out.

It is demonstrated, experimentally, that under lotic conditions, fingerlings against the current are capable of "squeezing" through meshes of which the circumference is smaller than the MG, or through interstices of which the width is smaller than the WH. Such capability can be measured in terms of what the authors call as "penetrant coefficient", designated by either Kg or Kp.

For *Hypophthalmichthys* fingerlings, Kg was determined as 1.5, and Kp as 1.2, based upon the data obtained from some sewage-containing inlets of Lake Tung-Hu during March and April, 1973.

The authors propose that under ordinary still-water conditions, nettings to be installed for preventing escaping should have their mesh-length not longer than 1/2 the lower limit of the 95% confidence interval for the MG of the fingerlings to be stocked, and fences of all sorts should have their interstices not wider than the lower limit of the 95% confidence interval for the WH of the fingerlings to be implanted. Under running-water conditions, moreover, allowance should be made for the penetrant coefficient.

As an appendix, numerical values of the MG, WH, WP, corresponding to the L of the fingerlings for each of the four species are tabulated, and values of the upper and lower limits of their 95% confidence intervals are also given for reference.

附录*

1. 相应于各全长值的周长值及其 95% 的可信限(单位: 厘米)

全长值		鲢鱼(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)			鳙鱼(<i>Aristichthys nobilis</i>)			草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)			青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>)		
市寸	厘米	周长值	95%可信限		周长值	95%可信限		周长值	95%可信限		周长值	95%可信限	
			上限	下限		上限	下限		上限	下限		上限	下限
1.0	3.3	1.7	1.9	1.4	1.7	1.9	1.4	1.6	1.8	1.4	1.8	2.0	1.5
1.1	3.7	1.9	2.2	1.6	1.9	2.2	1.6	1.8	2.1	1.6	2.0	2.3	1.7
1.2	4.0	2.1	2.4	1.7	2.1	2.4	1.9	2.0	2.3	1.7	2.1	2.5	1.8
1.3	4.3	2.3	2.6	1.9	2.3	2.6	2.1	2.2	2.5	1.9	2.3	2.6	1.9
1.4	4.7	2.5	2.8	2.1	2.5	2.8	2.3	2.4	2.8	2.1	2.5	2.9	2.1
1.5	5.0	2.6	3.0	2.2	2.7	3.0	2.5	2.6	3.0	2.2	2.7	3.1	2.3
1.6	5.3	2.8	3.2	2.4	2.9	3.2	2.6	2.8	3.2	2.4	2.8	3.3	2.4
1.7	5.7	3.0	3.5	2.5	3.1	3.5	2.8	3.0	3.4	2.6	3.0	3.5	2.6
1.8	6.0	3.2	3.7	2.7	3.3	3.7	3.0	3.2	3.6	2.8	3.2	3.7	2.7
1.9	6.3	3.3	3.9	2.9	3.5	3.9	3.2	3.4	3.8	2.9	3.4	3.9	2.8
2.0	6.7	3.5	4.1	3.0	3.7	4.1	3.4	3.6	4.1	3.1	3.6	4.1	3.0
2.1	7.0	3.7	4.3	3.2	3.9	4.3	3.6	3.8	4.3	3.3	3.7	4.3	3.1
2.2	7.3	3.9	4.5	3.3	4.1	4.5	3.7	4.0	4.5	3.4	3.9	4.5	3.3
2.3	7.7	4.1	4.7	3.5	4.4	4.8	3.9	4.2	4.8	3.6	4.1	4.7	3.4
2.4	8.0	4.3	4.9	3.6	4.6	5.0	4.1	4.4	5.0	3.8	4.3	4.9	3.6
2.5	8.3	4.4	5.1	3.8	4.8	5.2	4.3	4.6	5.2	4.0	4.4	5.1	3.7
2.6	8.7	4.6	5.4	4.0	5.0	5.5	4.5	4.8	5.4	4.2	4.6	5.4	3.9
2.7	9.0	4.8	5.6	4.1	5.2	5.7	4.7	5.0	5.6	4.3	4.8	5.6	4.0
2.8	9.3	5.0	5.8	4.2	5.4	5.9	4.8	5.2	5.8	4.5	5.0	5.8	4.1
2.9	9.7	5.2	6.0	4.4	5.6	6.1	5.0	5.4	6.1	4.7	5.2	6.0	4.3
3.0	10.0	5.4	6.2	4.6	5.8	6.3	5.2	5.5	6.3	4.8	5.3	6.2	4.4
3.1	10.3	5.6	6.4	4.7	6.0	6.5	5.4	5.7	6.5	5.0	5.5	6.4	4.6
3.2	10.7	5.7	6.6	4.9	6.2	6.8	5.6	5.9	6.7	5.2	5.7	6.6	4.7
3.3	11.0	5.9	6.8	5.0	6.4	7.0	5.8	6.1	7.0	5.3	5.9	6.8	4.9
3.4	11.3	6.1	7.0	5.2	6.6	7.2	5.9	6.3	7.2	5.5	6.0	7.0	5.0
3.5	11.7	6.3	7.3	5.3	6.8	7.5	6.1	6.5	7.4	5.7	6.2	7.3	5.2
3.6	12.0	6.4	7.5	5.5	7.0	7.7	6.3	6.7	7.6	5.9	6.4	7.5	5.3
3.7	12.3	6.6	7.7	5.6	7.2	7.9	6.5	6.9	7.8	6.0	6.6	7.6	5.4
3.8	12.7	6.8	7.9	5.8	7.4	8.1	6.7	7.1	8.1	6.2	6.8	7.9	5.6
3.9	13.0	7.0	8.1	6.0	7.6	8.3	6.9	7.3	8.3	6.4	6.9	8.1	5.8
4.0	13.3	7.2	8.3	6.1	7.8	8.5	7.1	7.5	8.5	6.5	7.1	8.3	5.9
4.1	13.7	7.4	8.6	6.3	8.0	8.8	7.3	7.7	8.8	6.7	7.3	8.5	6.1
4.2	14.0	7.6	8.8	6.4	8.2	9.0	7.5	7.9	9.0	6.9	7.5	8.7	6.2
4.3	14.3	7.7	9.0	6.6	8.4	9.2	7.6	8.1	9.2	7.0	7.6	8.9	6.3
4.4	14.7	7.9	9.2	6.8	8.6	9.4	7.8	8.3	9.4	7.2	7.8	9.1	6.5
4.5	15.0	8.1	9.4	6.9	8.8	9.6	8.0	8.5	9.6	7.4	8.0	9.3	6.6
4.6	15.3	8.3	9.6	7.0	9.0	9.8	8.2	8.7	9.8	7.6	8.2	9.5	6.7
4.7	15.7	8.5	9.8	7.2	9.2	10.1	8.4	8.9	10.1	7.8	8.4	9.7	6.9
4.8	16.0	8.6	10.0	7.4	9.4	10.3	8.6	9.1	10.3	7.9	8.5	9.9	7.1
4.9	16.3	8.8	10.2	7.5	9.6	10.5	8.7	9.3	10.5	8.1	8.7	10.1	7.2
5.0	16.7	9.0	10.4	7.7	9.8	10.7	8.9	9.5	10.8	8.3	8.9	10.4	7.4

* 本附录各数值(厘米)采用小数点后一位, 小数点后第二位采用四舍五入法处理。

2. 相应于各全长值的头宽值及其95%的可信限(单位: 厘米)

全长值		鲢鱼(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)		鳙鱼(<i>Aristichthys nobilis</i>)		草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)		青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>)		
市寸	厘米	头宽值	95%可信限		头宽值	95%可信限		头宽值	95%可信限	
			上限	下限		上限	下限		上限	下限
1.0	3.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
1.1	3.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
1.2	4.0	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5
1.3	4.3	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5
1.4	4.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5
1.5	5.0	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6	0.6
1.6	5.3	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.6
1.7	5.7	0.7	0.8	0.6	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7
1.8	6.0	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	0.7
1.9	6.3	0.8	0.9	0.7	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7
2.0	6.7	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9
2.1	7.0	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.0	0.9	0.9
2.2	7.3	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2	0.9
2.3	7.7	1.0	1.1	0.8	1.1	1.2	1.0	1.1	1.3	1.0
2.4	8.0	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2	1.0	1.2	1.3	1.0
2.5	8.3	1.0	1.2	0.9	1.2	1.3	1.0	1.2	1.4	1.1
2.6	8.7	1.1	1.2	0.9	1.2	1.3	1.1	1.3	1.4	1.1
2.7	9.0	1.1	1.2	1.0	1.3	1.4	1.1	1.3	1.5	1.2
2.8	9.3	1.1	1.3	1.0	1.3	1.4	1.2	1.4	1.5	1.2
2.9	9.7	1.2	1.3	1.0	1.4	1.5	1.2	1.4	1.6	1.3
3.0	10.0	1.2	1.4	1.0	1.4	1.5	1.3	1.5	1.7	1.3
3.1	10.3	1.2	1.4	1.1	1.4	1.6	1.3	1.5	1.7	1.2
3.2	10.7	1.3	1.5	1.1	1.5	1.6	1.4	1.6	1.8	1.4
3.3	11.0	1.3	1.5	1.1	1.5	1.7	1.4	1.6	1.8	1.4
3.4	11.3	1.4	1.6	1.2	1.6	1.7	1.4	1.7	1.9	1.5
3.5	11.7	1.4	1.6	1.2	1.6	1.8	1.5	1.7	2.0	1.5
3.6	12.0	1.5	1.7	1.2	1.7	1.8	1.5	1.8	2.0	1.6
3.7	12.3	1.5	1.7	1.3	1.7	1.9	1.6	1.8	2.1	1.6
3.8	12.7	1.5	1.7	1.3	1.8	1.9	1.6	1.9	2.1	1.7
3.9	13.0	1.6	1.8	1.3	1.8	2.0	1.7	1.9	2.2	1.7
4.0	13.3	1.6	1.8	1.4	1.9	2.0	1.7	2.0	2.2	1.8
4.1	13.7	1.6	1.9	1.4	1.9	2.1	1.8	2.1	2.3	1.8
4.2	14.0	1.7	1.9	1.4	2.0	2.2	1.8	2.1	2.3	1.8
4.3	14.3	1.7	2.0	1.5	2.0	2.2	1.8	2.1	2.4	1.9
4.4	14.7	1.8	2.0	1.5	2.1	2.3	1.9	2.2	2.5	1.9
4.5	15.0	1.8	2.1	1.5	2.1	2.3	1.9	2.3	2.5	2.0
4.6	15.3	1.8	2.1	1.6	2.2	2.4	2.0	2.3	2.6	2.0
4.7	15.7	1.9	2.2	1.6	2.2	2.4	2.0	2.4	2.6	2.1
4.8	16.0	1.9	2.2	1.6	2.3	2.5	2.0	2.4	2.7	2.1
4.9	16.3	1.9	2.2	1.7	2.3	2.5	2.1	2.5	2.7	2.2
5.0	16.7	2.0	2.3	1.7	2.4	2.6	2.1	2.5	2.8	2.2

3. 相应于各全长值的颅宽值及其95%的可信限(单位: 厘米)

全长值		鲢鱼(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)		鳙鱼(<i>Aristichthys nobilis</i>)		草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)		青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>)		
市寸	厘米	颅宽值	95%可信限		颅宽值	95%可信限		颅宽值	95%可信限	
			上限	下限		上限	下限		上限	下限
1.0	3.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3
1.1	3.7	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3
1.2	4.0	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4
1.3	4.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4
1.4	4.7	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5
1.5	5.0	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
1.6	5.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6
1.7	5.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
1.8	6.0	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
1.9	6.3	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7
2.0	6.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7
2.1	7.0	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7
2.2	7.3	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8
2.3	7.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.8
2.4	8.0	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8
2.5	8.3	0.7	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9
2.6	8.7	0.7	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7	1.0	0.9	0.8
2.7	9.0	0.7	0.8	0.6	0.8	0.9	0.7	1.0	0.9	0.9
2.8	9.3	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9
2.9	9.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.9	0.8	1.1	1.2	1.0
3.0	10.0	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	1.1	1.2	1.0
3.1	10.3	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	1.2	1.3	1.1
3.2	10.7	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0	0.9	1.2	1.3	1.1
3.3	11.0	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.3	1.4	1.2
3.4	11.3	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.3	1.4	1.2
3.5	11.7	1.0	1.1	0.8	1.0	1.1	1.0	1.4	1.5	1.3
3.6	12.0	1.0	1.1	0.9	1.1	1.1	1.0	1.4	1.5	1.3
3.7	12.3	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2	1.0	1.4	1.6	1.3
3.8	12.7	1.0	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0	1.5	1.6	1.4
3.9	13.0	1.1	1.2	0.9	1.2	1.2	1.1	1.5	1.6	1.4
4.0	13.3	1.1	1.2	0.9	1.2	1.3	1.1	1.6	1.7	1.3
4.1	13.7	1.1	1.2	1.0	1.2	1.3	1.1	1.6	1.7	1.3
4.2	14.0	1.1	1.3	1.0	1.2	1.3	1.2	1.7	1.8	1.6
4.3	14.3	1.2	1.3	1.0	1.3	1.4	1.2	1.7	1.8	1.6
4.4	14.7	1.2	1.3	1.0	1.3	1.4	1.2	1.8	1.9	1.6
4.5	15.0	1.2	1.4	1.1	1.3	1.4	1.2	1.8	1.9	1.7
4.6	15.3	1.2	1.4	1.1	1.4	1.4	1.3	1.8	2.0	1.7
4.7	15.7	1.3	1.4	1.1	1.4	1.5	1.3	1.9	2.0	1.8
4.8	16.0	1.3	1.5	1.1	1.4	1.5	1.3	1.9	2.1	1.8
4.9	16.3	1.3	1.5	1.2	1.4	1.5	1.3	2.0	2.1	1.8
5.0	16.7	1.3	1.5	1.2	1.5	1.6	1.4	2.0	2.1	1.9