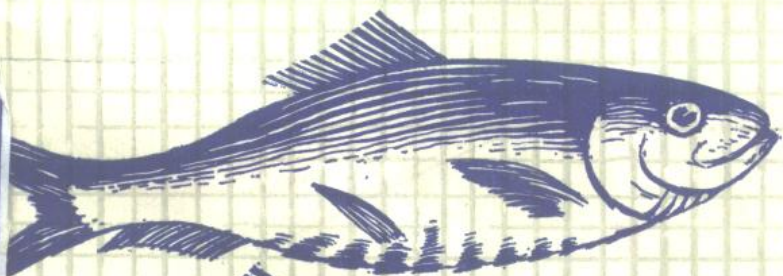




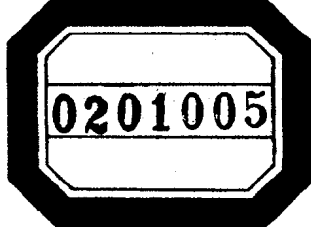
茅绍廉 编著

鱼类行动与捕鱼技术



海洋出版社





水电部
图书馆
分类号



鱼类行动与捕鱼技术

茅绍廉 编著

海洋出版社

1985年·北京

内 容 简 介

有成效的捕鱼生产必须熟悉和掌握鱼类行动的规律和特点。本书是以生产经验和科研成果为基础，系统地阐述了鱼类行动与捕鱼技术的相互关系。内容包括鱼类对外界条件的感觉与反应行动的形成及表现形式；捕鱼技术如何适应鱼类行动；应用鱼类行动的特点发展新的捕鱼技术以及捕鱼技术发展趋向及展望等方面的问题。

本书可供鱼类学者、水产科研、企业、渔业社队的生产和工程技术人员以及水产院校、渔业技术干部培训班的师生参考。

31148 / 12

责任编辑：庄一纯

责任校对：王淑香

鱼类行动与捕鱼技术

茅绍廉 编著

海洋出版社出版

(北京复兴门外海贸大楼)

海洋出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

1985年3月第1版

1985年3月第1次印刷

开本：787×1092 1/32

印张：7 1/8

字数：150千字

印数：1—4700

统一书号：13193·0332

定价：1.10元

版权所有·不得翻印

序 言

鱼是水生的脊椎动物。占地球总面积四分之三的海洋以及内陆的江河、湖泊都是鱼类栖息、繁殖、生长的场所。因此，鱼类的蕴藏量是雄厚的。据估计，全世界仅鱼类资源的蕴藏量就有二亿吨左右，它是向人类提供蛋白质的天然宝库。所以，捕鱼业历来是人们很重视的一项生产事业。

要有成效地进行捕鱼，就必须充分地了解鱼类在水中的行动习性，并掌握鱼类行动的变化规律，然后依据这些客观规律，创造出最完善的捕鱼工具和捕捞方法，实行科学捕鱼，取得最大的经济效益。

鱼类学的研究有悠久的历史，它为人类了解和利用鱼类资源提供了依据，作出了贡献。随着渔业生产的不断发展，探索和研究鱼类行动规律的应用鱼类学——鱼类行动学得到了迅速的发展。

鱼类行动学虽然是一门年轻的学科，但由于它在渔业生产中的重要作用，在本世纪五十年代初期之后，得到了很大的重视，在多次国际性或地区性的渔业会议上，都有过关于这方面问题的讨论。例如，1976年10月在丹麦哥本哈根和1977年4月在德意志联邦共和国的汉堡分别召开的国际海洋调查和工作会议上，都对渔具作用区域内的鱼类行动问题进行了专门地讨论。苏联继1953年召开的“鱼类行动与鱼群侦察问题”会议之后，于1977年2月又召开了一次研究鱼类行动问题的会议，专门讨论了鱼类行动与改进捕捞技术的问题。无疑，这些都对渔业生产和捕鱼技术的发展起了积极的作用。

解放后，我国海洋捕捞技术不断取得新的成果，渔业生产也随之得到了很大的发展。实践经验表明，每一种新渔具的创造或每一项新渔法的出现，都是进一步了解和运用鱼类行动规律的结果。反之，不掌握和运用鱼类行动的规律去捕鱼，不仅会出现生产上的盲目性，造成人力和物力的巨大浪费，而且还会破坏渔业自然资源的生态平衡。因此，今后无论是在调整近海渔业上，还是在发展远洋渔业的工作中，都应该把鱼类行动的知识 and 规律，作为制订开发和合理利用渔业资源技术措施的一个依据。

在国外，有关应用鱼类行动规律的知识去提高捕鱼技术水平，发展新的捕鱼技术，促进生产发展等方面的经验和成果，都有专门的论著或研究报告发表。在我国，应用鱼类行动规律提高捕捞技术，创制新的渔具等方面的科研成果和生产应用的经验也很丰富，对此加以总结、分析，使其不断提高和逐步完善，对发展渔业生产是十分有用的。

鱼类行动学是一门内容丰富，涉及范围广泛的科学，而本书所要讨论的鱼类行动问题仅是与捕捞技术有关的内容，特别是鱼类对渔具或人工刺激的反应行动是讨论叙述的重点。捕捞是以多种水生动物为对象的综合性生产，因此，为了使问题的讨论更加完善，在讨论叙述时，除鱼类以外，也涉及到了其他水生动物的行动问题。

根据上述任务和要求，本书内容分四部分。首先概括地阐述鱼类对外界刺激产生感觉和反应行动的形成过程，了解鱼类行动的起因和归宿；然后系统地叙述鱼类对外界刺激怎样产生反应行动，作为评价现有渔具渔法和研究新的捕鱼技术的基础和依据。在第三章中对渔具渔法如何适应鱼类行动

的问题进行了分析和评价,通过讨论可使读者掌握现有渔具渔法设计计算的基本要点以及渔具、渔法与鱼类行动的密切关系,认识到渔具渔法的属性,实质上就是其适应鱼类行动的具体表现等。对二者相互关系的客观规律的认识,又正是我们评价和改造渔具渔法的基础。第四部分是讨论应用鱼类行动特点,发展新的捕鱼技术的问题。其中着重讨论应用鱼类对声、光、电等人工刺激的反应行动特点,采用在一定范围内对鱼类有诱惑或控制作用的人工刺激,以提高鱼类在捕捞作用区或人工刺激作用区的集结率、选择性等具有高度科学性的新的捕鱼技术。最后,对今后捕捞技术的发展问题提出展望和设想供讨论。

本书承浙江水产学院院长李星颀教授热情指导、详尽的审阅和修改,特表示衷心的感谢。浙江水产学院海洋渔业系郑鹤亭、钱爱珍、陈赛斌、叶益民、尉伟民,黄宗煜等同志也参加审阅,提供宝贵意见,对此谨表深切的谢意。

由于作者水平有限,缺点、错误难免,热忱欢迎广大读者批评指正。

编著者

1982年7月于大连

目 录

第一章 鱼类的习性、感觉与反应	(1)
第一节 鱼类感觉、反应的形成和作用.....	(1)
第二节 鱼类感觉器官的综合作用.....	(11)
第三节 鱼类的神经系统在感觉和行动中 的作用.....	(14)
第四节 鱼类行动的形成和作用.....	(15)
第二章 鱼类的行动	(18)
第一节 鱼类反应行动的表现形式.....	(18)
第二节 鱼类的游泳行动.....	(22)
第三节 鱼类的结群行动.....	(38)
第四节 观测鱼类行动的仪器装备.....	(51)
第三章 捕鱼技术对鱼类行动的适应	(54)
第一节 渔具、渔法的分类与鱼类行动 的关系.....	(54)
第二节 拖网捕鱼对鱼类行动的适应.....	(56)
第三节 围网捕鱼对鱼类行动的适应.....	(74)
第四节 刺网捕鱼对鱼类行动的适应.....	(86)
第五节 定置网捕鱼对鱼类行动的适应.....	(95)
第六节 钓钩捕鱼与鱼类摄食行动.....	(107)
第七节 对虾行动特点与捕虾技术.....	(113)
第四章 应用鱼类行动特点发展新的捕鱼技术	(119)
第一节 鱼类趋光与光诱捕鱼.....	(119)
第二节 鱼声与声诱捕鱼.....	(157)
第三节 电气捕鱼.....	(175)

第四节	现代化捕鱼——无网捕鱼.....	(183)
第五章	捕鱼技术发展趋向及展望.....	(193)
第一节	海洋渔业资源及其开发利用趋势.....	(193)
第二节	世界捕鱼技术发展的动向.....	(197)
第三节	我国捕鱼技术发展的展望.....	(210)

第一章 鱼类的习性、感觉与反应

第一节 鱼类感觉、反应的形成和作用

鱼在水中索食、生殖、呼吸、游泳、聚集结群、逃避或威胁敌害等各种活动都属于鱼类的行动。有的把鱼类在生殖期间改变体色，向伴侣发出求爱信号的这类变化，也归属于鱼类的行动。

外界刺激是引起鱼类产生反应行动的条件之一。外界刺激包括自然刺激和人工刺激两方面。鱼类生活水域中的水温、水压、盐分、日照、海流运动等海洋自然环境条件的变化都属于自然刺激；电光源、化学光源发出的人工光线、电源产生的电场、音响诱鱼器发出的人工声响等则属于人工刺激。

鱼类和其他高等动物一样，也是通过眼、耳、鼻、舌、皮肤和侧线等具有视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉功能的各种感觉器官接受外界刺激信号，并且通过传入神经将刺激信号传递到中枢神经——脑，产生感觉，作出反应，然后又通过传出神经将反应信号传递到肌肉、鳍、腺体等司行动功能的行动器官，作出相应的反应行动。

概括地说，由外界刺激作用引起的鱼类反应，通过中枢神经的支配而形成的鱼类行动，一般需要经过以下几个过程（如图1-1所示）。

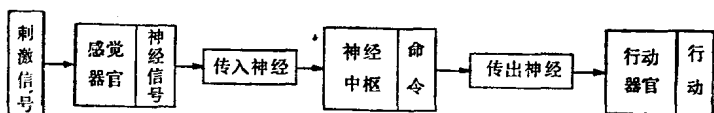


图 1-1 由外界刺激引起的反应行动过程

一、视觉的形成、作用及反应

(一) 视觉的形成及反应行动

鱼的眼睛是鱼类接受外界刺激主要而又灵敏的感觉器官之一。它和人眼一样，是由角膜、水晶体、视网膜、视神经等很多结构组成的。其中最主要的是水晶体和视网膜二部分。当外界物体的影像透过角膜和水晶体成像于视网膜上时，这个由无数视觉细胞组成的视网膜就产生相应的神经信号，神经信号沿视神经传送到大脑的视觉中枢，从而使鱼产生视觉。然后，再由大脑产生反应信号，通过运动神经传给行动器官，产生相应的反应动作。如果是由视觉引起的，无论是集群、逃避敌害、或者进行摄食、游泳等鱼类行动都是这样产生的。

(二) 视觉反应效果

众所周知，鱼的眼球也有与人的眼球不同之处，即它是圆球形的透明体。因此，外界物体在鱼眼中成像的焦距很短，这样，鱼类对外界事物的视觉就只能在很短距离内有反应效果。也就是说，鱼类大多是近视眼，这是鱼类视觉反应

的一个特点。据测定淡水鲑鱼的眼睛就只能看到距离不超过30—40厘米以内的物体。即使是大部分视距正常的鱼类，也只能清楚地识别距离在1米以内的物体。有的鱼类即使借助能够移动水晶体的肌肉调节水晶体的位置，它的视觉距离（简称视距）最多也只有15米左右。有人测定，某些鱼类的视距，即使在水透明度特别高的条件下，也不会超过30米。鱼类的视觉距离虽然很短可是对绝大部分的鱼来说，视觉器官却仍然是接受外界刺激最重要的感觉器官之一。

各种鱼类的视距远近除了与其本身视觉器官的特性有关外，还与外界物体的大小、亮度、颜色、运动速度等有关。同时也直接受水的透明度、水界的光照度等水域环境条件的影响。

如果水的透明度不同，鱼类对渔具等外界物体的视距也就不同。例如，在透明度为2.5米的水中，鳊鱼能看清1.5—2.0米范围内的渔具动态；在透明度为0.5米的混浊水中，鳊鱼就只能在0.2—0.3米范围以内看到渔具的动态。因此，在透明度较大的渔场捕鱼时，由于鱼类视距的增加，渔具的能见度问题就应该考虑。

鱼类视距的远近受水界光照度大小的影响也是很明显的。如表1-1所示。鳊鱼、银汉鱼、鲮鱼、竹筴鱼等在水域的光照度为10勒克司时，它的视距较大，而光照度高于（或低于）10勒克司时，视距的增加（或减少）相对就少得多。

水域中物体的大小对鱼的视距也有一定的影响（如表1-2所示）。一般情况下，大的渔具或粗的网线比小的渔具或细的网线容易为鱼看到。

表 1-1 同一体长的各种鱼类在不同光照下的视距(厘米)

鱼 种	光 照 度 (勒克司)				
	100	10	1.0	0.1	0.01
鳃 鱼	288	235	175	80	
银汉鱼	255	230	150	100	62
鲷	100	100	85	70	55
竹筴鱼	270	240	131	96	44

表1-2 鱼的视距与目标大小的关系

鳃 鱼 (体长5.5厘米)		竹 筴 鱼 (体长8.5厘米)	
目标大小 (厘米)	视距 (厘米)	目标大小 (厘米)	视距 (厘米)
1.5	25	1.5	65
3.0	60	6.0	200
5.5	95	7.0	250
7.5	120	8.5	270
9.0	130		
10.0	140		

渔具的颜色对鱼类视距的影响如表1-3所示。当渔具的颜色与海水颜色相似时，鱼就不容易发现它，特别是采用透明的尼龙胶丝编织的网具，鱼类要离网具很近的时候才能发

现。而不透明的物体，特别是黑色或白色物体，在表层水域中很容易为鱼类所看到，相对地说，鱼的视距就远一些，这也是设计渔具应该考虑的参数。

表1-3 (鳊)鱼对有色网片的视距

网 片 的 颜 色	视 距 (米)
蓝 绿 色	0.5—0.7
深 蓝 色	0.8—1.2
深 褐 色	1.3—1.5
灰 色 或 黑 色	1.5—2.0
白 色	2.0—2.5

鱼的视距因鱼种而异的情况是众所周知的。例如，当鳊鱼在1.5—2.0米内才能看清楚网具，则鲢鱼早在远离网具3—4米时就已经看清楚了。

从表1-4的资料表明，同一种类的鱼，它的视距还与其体长和眼的大小有关，即视距的远近随体长和眼的大小而增减。

表1-4 鱼的体长与视距的关系

鱼的体长(厘米)	眼的大小(厘米)	视距(厘米)
5.5	0.45	80—100
2.0	0.20	45
1.5	0.09	24
0.8	0.05	6—8

至于集鱼灯一类的发光体的能见度，除了与鱼眼的阈限光敏度有关外，还与水的透明度、水域的光照度等条件有关。从表1-5中可以看到，水的透明度减小一半，光源的可见距离也缩短一半。这是由于水质混浊，光的散射和吸收也显著的原因所致。另一方面，不同的光照条件也对鱼的视距有一定影响，在光照度低于 10^{-9} 勒克司（完全黑暗）的时候，鱼对水下光源的视距比光照度高的（ 10^{-4} 勒克司）条件下大得多（如表1-5所示）。

表1-5 鱼对水下光源的视距

电灯功率(瓦)	透明度(消光系数)	视 距(米)	
		完全黑暗时 10^{-9} 勒克司	在 10^{-4} 勒克司光照度时
1000	0.15	183	100
1000	0.30	84	50
100	0.15	166	88
100	0.30	76	41.5
10	0.15	150	66.0
10	0.30	69	33.0

由于鱼的视网膜是由圆柱形和圆锥形感光色素细胞所组成的，前者对低照度的光线反应最灵敏；而后者对高照度光线反应较灵敏，同时还对光线的颜色有感觉作用。通常人眼内的圆锥细胞能够感觉光量为0.03—0.1勒克司以上的光线，而鱼类的圆锥细胞却能感觉光量低于0.03勒克司的光线。这样强的感光能力是鱼类适应水域光照低，而变化又剧

烈的具体表现。

在黄昏微光下寻找和捕捉食饵的那些鱼类——江鳕，和白天活动捕食的一些鱼类——狗鱼相比，在一只同样大小的眼睛里，江鳕有260个小的圆柱细胞，而狗鱼仅有18个大的圆柱细胞，圆锥细胞的数则与此相反。深海鱼类缺少圆锥细胞，不能感觉光的色彩等都说明了鱼类视觉变化与环境相适应的一致性。

鱼类对外界光线反应的又一个特点是，由于鱼的瞳孔收缩能力微弱，从亮处进入暗处时，瞳孔的扩大往往需要1小时左右才能完成。因此，鱼类对光的明暗变化的适应能力很差。

另外根据有的试验表明，经过训练的鱼能够分辨出R和L字样的差别，这说明鱼类对物体形状感觉反应是敏锐的。

二、听觉的形成、作用及反应

（一）鱼类听觉的形成及反应行动

鱼类对外界声音刺激有否感觉的问题一直有争论。认为鱼类对声音没有感觉的说法的主要依据是鱼类没有外耳，甚至连内耳也残缺不全，没有能够选择声波的耳蜗。现在已经证明，鱼类是有听觉的。因为，鱼类内耳中，在椭圆囊（utricle）和球状囊（sacculus）的内壁上有能对声波产生敏锐感觉的听觉细胞（听斑）存在，所以鱼类的内耳还是有听觉作用的。

当外界声音的振荡在水中传到鱼体时，内耳中的内淋巴液就发生同样的振荡，这种振荡刺激椭圆囊和球状囊内壁上的听觉细胞，产生信号，再经过听神经而传递到延脑，使

鱼产生听觉。司听觉功能的中枢神经对外界刺激作出相应的反应后，再通过传出神经传递到行动器官，引起反应行动。

人耳的听觉范围为16—20000赫兹，而多数鱼耳的听觉仅能接受13—1300赫兹的声波，有些听觉灵敏的骨鳔鱼类凭借鳔和内耳间的2串小骨（惠伯氏小骨）能扩大声波振动的作用，虽然也能感应频率较高的声波，但是也不超过5000赫兹。总之，鱼类内耳的听觉功能是有限的。

（二）鱼类侧线的作用

鱼类的侧线是沟状或管状的皮肤感觉器官，它能够感受低频率的声波振荡，所以也是具有听觉的感觉器官。

侧线的感觉作用是这样形成的，当水流冲击鱼体时，裸露在体外、突出于体表面约0.1—0.7毫米的感觉顶就能感觉水的振荡。此时，掩埋在皮下的侧线管内的淋巴液也发生流动，刺激浸润在淋巴液内的感觉细胞，产生信号，传递到脑，产生听觉或触觉。

在水中，鱼类用视觉器官看不到的物体，一般都是通过侧线器官去感觉的。例如，在实验中将盲鱼的侧线切断后放入水中，用手就可以捉住它，而侧线器官完整的盲鱼就捉不住了。这就是鱼的侧线能感觉微弱水压变化的缘故。所以鱼类也往往是凭借侧线感觉微弱水压的功能去发现饵料或外界活动物体的。在试验水槽中将死鱼放在盲狗鱼的身旁，盲鱼并不去捕捉它。但是，如将死鱼在水中拖动时，盲鱼却误认为是活鱼，而去捕捉它。即使是不能吃的东西放在水中拖动，也会引起盲鱼作出摄食的反应行动。鱼群在视觉范围内看不到作业的拖网运动状态，可是它能凭借侧线感觉拖网运

动所产生的噪声振动而躲避网具。这些都是鱼类侧线感觉的反应行动。由于它能感觉微弱的水流、水压，所以它对外界物品落在水中，水底的障碍物的产生和出现都能产生灵敏的感觉。

鱼的侧线能够感觉内耳听不到的5—100赫兹的低频声波，因此，侧线在鱼类的听觉作用中有很重要的作用。此外，侧线还具有感觉水温、盐度等的触觉作用。

（三）鱼鳔的助听作用

鱼鳔虽然不是感觉器官，但它能起到辅助听觉的作用。特别是那些内耳直接与鳔连接的鱼类，当内耳接收到外界声波刺激后，由于声波引起鳔壁的振动，从而扩大了声波的振幅范围，这就进一步提高了内耳听觉的灵敏度。有的试验表明，内耳直接与鳔连接的台湾金鱼、斗鱼等鱼类，在切除鳔之前能听到2636—4699赫兹范围的声波，而切除鳔之后，就只能感觉494—659赫兹范围的低频声波了。因此，有鳔的鱼类不仅听觉灵敏，而且收听声音的范围也大。

三、嗅觉的形成、作用及反应

鱼类的鼻没有呼吸作用，仅起嗅觉作用。鱼的鼻腔是接受外界化学刺激的感觉器官。

当水流在鼻腔内从前鼻孔向后鼻孔通过时，鼻腔内嗅上皮上的嗅觉细胞接受水流中的化学刺激产生信号，通过嗅神经传送到脑而产生嗅觉。

嗅觉器官是鱼类用于寻找食饵的主要功能器官之一。对外界化学刺激产生灵敏感觉的鱼类，嗅觉器官特别发达，鼻腔内的嗅上皮颜色较深，鼻腔也较大。例如，嗅觉灵敏的鳗