

中国对虾在低频脉冲电场中的趋向性*

顾晓红 王圣义

(中国科学院海洋研究所)

鱼类在单向脉冲电场中明显地趋向阳极,称为趋阳反应。这是目前国内外广泛采用的电渔法的生物学依据⁽¹⁾。在甲壳类动物中,有些具有与鱼类一致的趋向性,有些则正好相反⁽³⁾。而国内电捕虾则是根据趋阳性设计的⁽²⁾。至于中国对虾 (*Penaeus orientalis*) 在脉冲电场下的趋向性,至今尚未见报道。

随着国内对虾养殖业的迅速发展,对养殖技术提出了越来越高的要求。为了探索在养虾池内用电场进行对虾集群、驱赶以及鱼、虾分群的可能性,并为电捕虾提供可靠的生物学依据,本文对中国对虾在脉冲电场中的趋向性进行了探讨。

材料与方 法

实验材料是从胶州湾捕获的中国对虾 (*penaeus orientalis* Kishinoucy); 实验装置如图1。

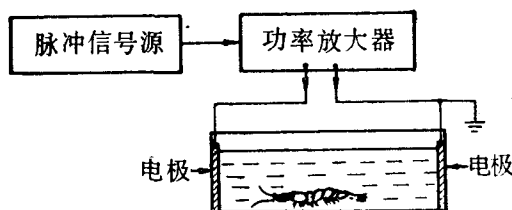


图1 实验系统

Fig.1 The experiment system

信号发生器(XD 5型超低频信号发生器)产生脉冲信号,经FDS-4型功率放大器放大后加到石墨电极极板上。电极极板平行地置于有机玻璃水槽两端。当外加脉冲电场时,电位沿

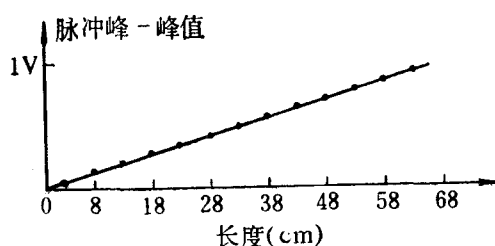


图2 水槽内电位沿长度方向的分布
Fig.2 The longitudinal distribution of the electric potential in the tank

长度方向是线性变化的。测量结果如图2。

实验时的水温为10—15℃,海水电导为34—38mV/cm。

两个实验水槽的尺寸分别为70×13×20cm³和60×40×40cm³。

结果与讨论

对虾在受到一定强度的电击时会产生弹跳反应。对于一定的刺激电波形,在不同朝向的情况下,反应的阈值也不同。共用四种不同波形的电脉冲,在功放输出端测量其波形如图3所示。

当对虾头朝阳极时,将电场强度从零逐渐增加。当电场强度恰好等于或稍高于其弹跳反应阈值时,对虾猛然跳起。此时若减小外加电场强度,则对虾又恢复到平静状态。若不改变

*中国科学院海洋研究所调查研究报告第1231号。中国科学院海洋研究所郝斌、孙海宝,山东海洋学院生物系童莹亮、申钧等同志对本文的工作给予热情指导和帮助,在此表示感谢。

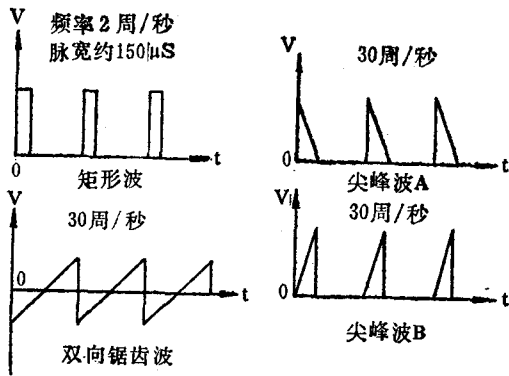


图3 脉冲波形
Fig.3 The pulse wave shapes

电场强度，则对虾或者继续弹跳，直到疲劳后随外加电场全身抽搐；或者在弹跳中调转180°，使头朝阴极，然后平静下来。在其朝向阳极后，继续增加电场强度到一定数值，对虾又会产生弹跳反应。如果对虾在开始时头朝阴极，当外加场强达到反应阈值时再使其改变朝向（即头朝阳极），其弹跳及抽搐反应更加剧烈。

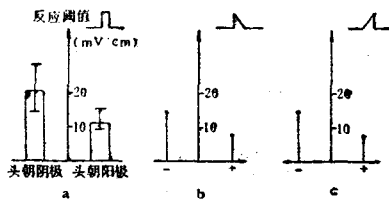


图4 单向脉冲电场下的反应阈值
Fig.4 The reaction threshold in the unidirection pulse electric field

对虾头朝阴极和头朝阳极时的反应阈值如图4。

图4a中直方柱高度为30个实验样本的平均值。两短线之间为置信度 $\alpha = 0.05$ 的置信区间。图4b和4c分别取单个样本的实验数据。

由图可见，头朝阴极的反应阈值明显高于头朝阳极者。在0.1—100Hz和0.1—1ms的范围内改变脉冲频率和波宽，这种规律没有改

变。

我们用一个较大的水槽，使对虾可以在里面自由活动。在水槽中放入六条成体虾，加矩形脉冲电场。当电场强度达到一定数值时，头朝阳极的虾都有弹跳反应并调整身体的方向。有的使身体倒转180°后平静下来，有的则使身体的纵轴垂直于电场方向；而原来头朝阴极或垂直于电场的虾则无反应。继续增加电场强度，头朝阴极的虾亦有弹跳反应，并使身体垂直于电场后平静下来。继续增加电场强度，则所有的虾（这时均已垂直于电场）都有弹跳反应。

当电脉冲为双向锯齿波时，两个电极极性交替变化。在这种电场中，对虾在朝向不同时仍具有不同的反应阈值。对图3中所示的双向

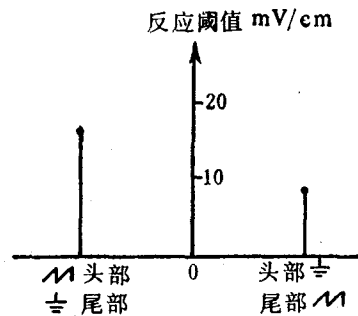


图5 在双向锯齿波电场中的反应阈值
Fig. 5 The reaction threshold in the double direction sawtooth-shaped EF

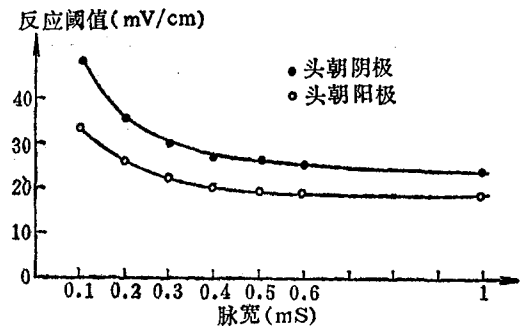


图6 反应阈值与脉冲宽度的关系
Fig. 6 The relationship between the reaction thresholds and the pulse wave widths

锯齿波脉冲,我们发现,对虾头朝接地端时反应阈值较低,反之则较高(见图5)。

对虾的反应阈值与脉冲宽度有关。测量结果如图6。

波宽与反应阈值的关系曲线,其形状与神经肌肉反应的时间-强度曲线相似。这说明电流是直接作用在神经肌肉上。很明显,头朝阳极时的阈值总是低于头朝阴极的阈值,且波宽较窄时,这种差别就越大。

表1给出3cm左右的幼虾在不同朝向时的反应阈值。电脉冲是波宽为0.1ms,频率为

表1 幼虾的弹跳反应阈值
Table 1 The bouncing reaction thresholds of the larvae

编号	头朝阳极	头朝阴极
1	35mV/cm	141mV/cm
2	35	106
3	35	153
4	41	100
5	47	141

1Hz的矩形脉冲。可以看出,幼虾的反应阈值明显地高于虾的反应阈值,且不同朝向时反应阈值的差值也较大。

用体长8.5cm左右的周氏新对虾(*Metapenaeus, joyneri*)重复上述实验,证明它与中国对虾具有同样的趋向性。表2是周氏新对虾在不同朝向时的反应阈值。

表2 周氏新对虾的弹跳反应阈值
Table 2 The bouncing reaction threshold of *metapenaeus joyneri*

编号	头朝阳极	头朝阴极
1	9.4mV/cm	25.9mV/cm
2	11.8	23.5
3	7.6	26.8
4	9.4	27.0

以上实验可得到以下结论:(1)中国对虾在低频脉冲电场中表现为趋阴反应,与鱼类相反。(2)对虾在电场中的反应阈值与脉冲宽度有关。其关系曲线与神经肌肉标本的时间-强度曲线相似。(3)周氏新对虾和中国对虾一样具有趋阴反应。

在我们的实测中,成体对虾的反应阈值为10mV/cm量级。在这样强的电场下,对虾的反应实际上是“强制性运动”^[2]。目前鱼类在强电场下的反应机理尚不清楚^[2],对虾在电场中的反应机理亦有待进一步探讨。

主要参考文献

- [1] 钟为国,1979.电渔法基本原理 讲座。淡水渔业 7:22-26; 8:24-27; 9:23-31。
- [2] 顾嗣明,1980.直流电拖虾实验。淡水渔业 2:26-28。
- [3] L. PARDI, F. PAPI. 1961. Kinetic and Tactic Responses. The Physiology of Crustacea, Edited by T.H Waterman. (II)391. Academic Press, New York and London.

THE GALVANOTAXIS OF *PENAEUS ORIENTALIS* IN LOW FREQUENCY PULSE ELECTRIC FIELD

Gu Xiaohong Wang Shengyi

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

The galvanotaxis of *Penaeus orientalis* in low frequency pulse electric field is discussed in this paper. The experiment result shows that the galvanotaxis of *Penaeus orientalis* in unidirectional pulse electric field is cathodetaxis, opposed to that of fishes. The bouncing reaction threshold depends on the width of the pulse wave, and their relation curves are much similar to the strength-duration curves of nerve-muscle response. It indicates that the current stimulates the nerve and muscle directly. The *Metapenaeus* has the same cathodetaxis as the *Penaeus orientalis*.