

The Effects of Temperature and Salinity on the Hatching of Fertilized Eggs of *Diodon holocanthus*

Cheng Yang, Yanfeng Yue*, Shiming Peng, Lianjun Xia, Quanxin Gao

East China Sea Fisheries Research Institute, China Academy of Fishery Sciences, Shanghai
Email: 378707438@qq.com, *492431429@qq.com

Received: Aug. 13th, 2019; accepted: Aug. 28th, 2019; published: Sep. 4th, 2019

Abstract

The effects of temperature and salinity on the hatching of the fertilized eggs of *Diodon holocanthus* were studied. The temperature (A) was set at 21°C, 24°C, 27°C, 30°C and 33°C. The salinity (B) was set as 5 gradients of 18, 22, 26, 30 and 34, and three repetitions were set for each group. Each has parallel 100 fertilized eggs. The results showed that the incubation time decreased gradually with the increase of temperature. When the temperature was between 24°C and 33°C, the incubation time gradually decreased with the increase of salinity, and the incubation time at 18°C was significantly higher than that of other experimental groups. When the salinity was 26 - 34, the hatching rate gradually decreased with the increase of temperature, and the hatching rate at 24°C was significantly higher than that in other experimental groups ($P < 0.05$). When the temperature was 24°C - 27°C, the incubation rate was significantly higher than that of other experimental groups when the salinity was 30°C. When the temperature is 30°C - 33°C, the hatching rate decreases with the increase of salinity. The survival rate first increased and then decreased with the increase of temperature. When the temperature is 24°C - 27°C, the survival rate first increases and then decreases with the increase of salinity, and the survival rate of the 30 groups is higher than that of other groups. At the temperature of 30°C, there was no significant difference between the experimental groups, but at the temperature of 33°C, the survival rate decreased significantly with the increase of salinity. In terms of single factor, temperature and salinity have extremely significant effects on hatching time, hatching rate and survival rate of the fertilized eggs of *Diodon holocanthus* ($P < 0.01$), and the interaction between salinity and temperature has extremely significant effects on hatching and survival rate of the fertilized eggs of *Diodon holocanthus* ($P < 0.01$). In conclusion, the optimal incubation temperature for the fertilized eggs of the *Diodon holocanthus* is about 27°C, and the optimal incubation salinity is between 26°C and 30°C.

Keywords

Diodonholocanthus, Temperature, Salinity, Fertilized Eggs

*通讯作者。

温度和盐度对六斑刺鲀受精卵孵化的影响

杨程, 岳彦峰*, 彭士明, 夏连军, 高权新

中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部东海渔业资源开发利用重点实验室, 上海
Email: 378707438@qq.com, 492431429@qq.com

收稿日期: 2019年8月13日; 录用日期: 2019年8月28日; 发布日期: 2019年9月4日

摘要

研究了温度和盐度对六斑刺鲀受精卵孵化的影响, 实验选用了质量在600 g以上, 体长20 cm以上的六斑刺鲀, 将温度(A)设置为21℃, 24℃, 27℃, 30℃, 33℃五个水平; 盐度(B)设置成18, 22, 26, 30, 34五个梯度, 每组设三重复。每个平行100粒受精卵。结果表明: 孵化时间随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势; 当温度在24℃~33℃时, 孵化时间随着盐度的升高逐渐降低, 且在盐度为18时孵化时间显著高于其他实验组。当盐度在26~34时, 孵化率随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势, 且温度为24℃时的孵化率显著高于其他实验组($P < 0.05$); 在温度为24℃~27℃时, 孵化率在盐度30时显著高于其他实验组; 在温度为30℃~33℃时, 孵化率随着盐度的升高呈现下降的趋势。成活率随着温度的升高呈现先上升后下降的趋势; 在温度为24℃~27℃时, 成活率随着盐度的升高呈现先上升后下降的趋势, 且盐度为30实验组的成活率要比其他组高。在温度为30℃时, 各实验组无明显差异, 但是在温度为33℃时, 成活率随着盐度的升高而显著降低。从单一因子而言, 温度与盐度对六斑刺鲀受精卵孵化时间、孵化率以及成活率均具有极显著效果($P < 0.01$), 而且盐度与温度两者的交互作用在六斑刺鲀受精卵孵化和成活率方面也表现出了极显著性($P < 0.01$)。综上所述, 六斑刺鲀受精卵孵化最适温度在27℃左右, 适宜孵化盐度在26~30。

关键词

六斑刺鲀, 温度, 盐度, 受精卵

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

六斑刺鲀(*Diodon holocanthus*)隶属于鲀形目, 二齿鲀科, 刺鲀属(*Diodon*), 俗名气瓜仔、刺规等。热带海洋性底层鱼类, 仔、稚鱼时期随着大洋漂流生活, 成鱼后则栖息于岩礁区之浅水域, 不善游泳, 行动缓慢[1][2], 肉食性, 坚硬的颌齿可咬碎贝类、棘皮动物及螃蟹等无脊椎动物为食。六斑刺鲀肉质鲜美, 鱼皮富含丰富的胶原蛋白, 深受市场欢迎, 最高时可达200~240元/公斤, 市场潜力巨大。目前六斑刺鲀来源全部为海上捕捞, 资源量也随着渔民过度捕捞成锐减趋势[3]。近年来, 刺鲀越来越受到关注, 具有食用、药用及观赏价值。六斑刺鲀资源群体数量不稳定, 具有明显的季节性捕获量, 所以总的渔获产量并不高, 市场也就供不应求。

温度和盐度是影响海水鱼类受精卵孵化以及生长的重要环境因子,不同的海水鱼类对水温及盐度两个环境因子的适应范围会有较大差异。国内外关于温度和盐度对海水鱼类发育的影响已有不少报道[4] [5] [6],但目前尚未有对在六斑刺鲀受精卵孵化期间,不同的温度和盐度对其孵化影响的研究,而且国内对六斑刺鲀人工养殖和繁育技术研究还是空白。本研究通过在海南谭门码头收获亲本,通过人工驯化并通过一系列方法促进其性腺发育,成功获得受精卵,选择其中一批优质受精卵,用于开展不同温度和盐度对其受精卵孵化时间,孵化率及成活率影响的试验,以期为这一新兴养殖品种的工厂化养殖提供技术参考。

2. 材料与方法

2.1. 受精卵来源

试验所用六斑刺鲀受精卵为海捕的野生亲鱼经后期人工驯养稳定后自然产卵。六斑刺鲀亲鱼挑选体质量在 600 g 以上,体长 20 cm 以上,健康活力好的优质人工驯化的野生六斑刺鲀,繁殖前水质要求为盐度 28~32,温度 28℃~30℃,pH 7.2~8.5,溶氧保持 > 5 mg/L,流水饲养,流速 50~80 L/min。当亲鱼自然产卵于亲鱼池中后,用抄网即时捞出浮在水面上的受精卵,经过显微镜下观察,选择已进入 2 细胞分裂的受精卵进行实验。

2.2. 试验设计

不同温度和盐度双因子试验设计为:温度(A)为 21℃, 24℃, 27℃, 30℃, 33℃五个水平;盐度(B)为 18, 22, 26, 30, 34 五个梯度,按表 1 双因子 5 * 5 的组合分为 25 组,每组设三重复。每个平行 100 粒受精卵,放置于 1000 ml 的烧杯中,微充气,水温采用电热棒控温。温度~盐度组合如表 1 所示。

Table 1. Cross test design of temperature and salinity factors

表 1. 温度、盐度双因子交叉试验设计

因子	B1	B2	B3	B4	B5
A1	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
A2	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5
A3	A3B1	A3B2	A3B3	A3B4	A3B5
A4	A4B1	A4B2	A4B3	A4B4	A4B5
A5	A5B1	A5B2	A5B3	A5B4	A5B5

2.3. 试验记录

试验过程中定期检查受精卵的孵化情况,及时捞出未孵化的死卵,记录各处理的初孵仔鱼出膜时间,最后统计孵化率以及初孵仔鱼出膜后 24 h 的成活率。用 SPSS13 统计软件分析数据, $P < 0.05$ 视为有显著差异。

3. 试验结果及分析

表 2 示温度和盐度差异对六斑刺鲀孵化时间的影响。由表 2 可以得出,孵化时间随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势,且温度为 24℃时孵化时间显著高于其他实验组($P < 0.05$);当温度在 24℃~33℃时,孵化时间随着盐度的升高逐渐降低,且在盐度为 18 时孵化时间显著高于其他实验组。

Table 2. Effect of temperature (A) and salinity (B) on hatching time of the fertilized eggs
表 2. 温度(A)盐度(B)差异对六斑刺鲀受精卵孵化时间(h)的影响

温度 temperature	盐度 salinity 18	22	26	30	34
21°C	0 ^a				
24°C	193.05 ± 0.45 ^{Dc}	162.65 ± 1.85 ^{Cc}	154.05 ± 1.45 ^{Bc}	137.65 ± 1.35 ^{Ae}	136.95 ± 1.55 ^{Ae}
27°C	158.35 ± 0.85 ^{Ed}	122.55 ± 1.05 ^{Dd}	109.4 ± 1.1 ^{Cd}	90.05 ± 1.45 ^{Bd}	73.5 ± 2 ^{Ad}
30°C	133.95 ± 1.55 ^{Cc}	112.85 ± 2.65 ^{Bc}	63.4 ± 1.9 ^{Ac}	60.75 ± 0.75 ^{Ac}	58.05 ± 0.45 ^{Ac}
33°C	82.55 ± 0.45 ^{Cb}	59.15 ± 0.85 ^{Bb}	56.1 ± 1.9 ^{Bb}	51.15 ± 1.15 ^{Ab}	50.1 ± 1.1 ^{Ab}

注：同一列中数据中肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)；同一行中数据中肩标相同大写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$)；孵化时间单位为 h (小时)。

表 3 示温度和盐度差异对六斑刺鲀孵化率的影响。由表 3 可以得出，当盐度在 26~34 时，孵化率随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势，且温度为 24°C 时的孵化率显著高于其他实验组($P < 0.05$)；在温度为 24°C~27°C 时，孵化率在盐度 30 时显著高于其他实验组；在温度为 30°C~33°C 时，孵化率随着盐度的升高呈现下降的趋势。

Table 3. Effect of temperature (A) and salinity (B) on hatchability of the fertilized eggs
表 3. 温度(A)盐度(B)差异对六斑刺鲀孵化率的影响

温度 temperature	盐度 salinity 18	22	26	30	34
21°C	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
24°C	64.38% ± 0.87 ^{Ab}	67.34% ± 0.51 ^{Abc}	80.87% ± 0.33 ^{Bd}	87.92% ± 2.2 ^{Cd}	83.95% ± 0.69 ^{Bd}
27°C	64.97% ± 0.15 ^{Ab}	66.43% ± 1.11 ^{ABb}	68.66% ± 0.36 ^{Bc}	85.44% ± 0.92 ^{Dd}	82.31% ± 1.05 ^{Cd}
30°C	70.55% ± 0.69 ^{Bc}	69.71% ± 0.94 ^{Bcd}	66.92% ± 0.60 ^{Bc}	61.99% ± 2.12 ^{Ac}	61.61% ± 1.29 ^{Ac}
33°C	77.81% ± 0.31 ^{Dd}	71.91% ± 0.45 ^{Dd}	53.21% ± 3.52 ^{Cb}	45.26% ± 0.06 ^{Bb}	13.83% ± 1.77 ^{Ab}

注：同一列中数据中肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)；同一行中数据中肩标相同大写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

表 4 示温度和盐度差异对六斑刺鲀成活率的影响。由表 3 可以得出，成活率随着温度的升高呈现先上升后下降的趋势；在温度为 24°C~27°C 时，成活率随着盐度的升高呈现先上升后下降的趋势，且盐度为 30 实验组的成活率要比其他组要高。在温度为 30°C 时，各实验组无明显差异，但是在温度为 33°C 时，成活率随着盐度的升高而显著降低，原因可能是在高温而且较高的盐度情况下迫使其体内代谢加快，渗透压也发生明显的变化，初孵仔鱼本身体质就比较弱，体内的代谢酶及调节酶功能还不够完善，所以在高温而且盐度又不断升高情况下，导致成活率下降。

Table 4. Effect of temperature (A) and salinity (B) on the survival rate
表 4. 温度(A)盐度(B)差异对六斑刺鲀成活率的影响

温度 temperature	盐度 salinity 18	22	26	30	34
21	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
24	41.79% ± 0.47 ^{Ab}	48.18% ± 1.83 ^{ABb}	54.13% ± 1.01 ^{B^c}	72.45% ± 0.99 ^{Dd}	61.32% ± 5.0 ^{Cb}
27	53.27% ± 2.03 ^{Ac}	54.28% ± 1.94 ^{Ac}	61.99% ± 0.41 ^{Bd}	62.35% ± 0.3 ^{Bc}	58.17% ± 1.58 ^{ABb}
30	60.64% ± 0.76 ^d	60.78% ± 0.43 ^d	60.44% ± 0.56 ^d	60.94% ± 0.71 ^c	54.17% ± 4.32 ^b
33	59.49% ± 0.81 ^{Ed}	43.65% ± 2.28 ^{Db}	21.04% ± 1.17 ^{Cb}	9.26% ± 1.38 ^{Bb}	0 ^{Aa}

注：同一列中数据中肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)；同一行中数据中肩标相同大写字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)，不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

温度和盐度对六斑刺鲀受精卵孵化的交互作用分析结果见表5。由表5可以得出,从单一因子而言,温度与盐度对六斑刺鲀受精卵孵化时间、孵化率以及成活率均具有极显著效果($P < 0.01$),而且在盐度与温度两者的交互作用在六斑刺鲀受精卵孵化和成活率也表现出了极显著性($P < 0.01$)。

Table 5. The effects of temperature and salinity on the hatching and survival rate of the fertilized eggs of *Diodonholocanthus*
表 5. 温度和盐度对六斑刺鲀受精卵孵化和成活率的双因素分析

项目 Item	温度 temperature		盐度 salinity		温度 × 盐度 temperature × salinity	
	F	P	F	P	F	P
孵化时间 Incubation time	10,684.754	0.000**	1287.282	0.000**	147.017	0.000**
孵化率 Hatching rate	3705.223	0.000**	37.202	0.000**	150.995	0.000**
成活率 Survival rate	1201.89	0.000**	17.705	0.000**	63.657	0.000**

注: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ 。Note: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ 。

4. 讨论

在海洋生态系统中,温度和盐度决定了海洋鱼类的分布和存活[7]。鱼类的生活习性和地理分布也影响对温度和盐度的耐受力,同时温度和盐度也是影响鱼类受精卵孵化的重要环境因子,因此掌握六斑刺鲀受精卵孵化所需的最适温度和盐度是十分必要的,可为六斑刺鲀的人工育苗技术提供数据参考。

温度是影响鱼类受精卵孵化的一个重要因子。有研究表明,温度对鱼类受精卵的孵化有显著影响[8][9][10][11],低温和高温均会影响鱼类受精卵孵化。六斑刺鲀是热带海洋性底层鱼类[2],所以本实验表明当温度为21℃时,六斑刺鲀的受精卵是不孵化的,有可能说明温度在21℃左右时是六斑刺鲀受精卵孵化的临界温度;当温度在24℃到33℃时,孵化时间随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势,说明受精卵胚胎发育随温度的升高而速度加快;当盐度在26~34时,孵化率随着温度的升高呈现逐渐降低的趋势,说明温度的提升对受精卵胚胎发育速度是有显著影响的,且温度为24℃时的孵化率显著高于其他实验组,且温度为33℃时的孵化率显著高于其他实验组,而成活率随着温度的升高呈现先上升后下降的趋势,原因可能是较高的水温加速了水中细菌的滋生,使六斑刺鲀受精卵受到细菌的感染而死亡,也可能是较高的水温对六斑刺鲀胚胎的正常发育是不利的。说明六斑刺鲀受精卵孵化最适温度在27℃左右。

盐度对鱼类受精卵孵化的影响已有较多的报道,国内外学者研究了杂交石斑鱼[12]、杂交东方鲀[13]、新吉富罗非鱼[14]、菊黄东方鲀[15]等不同盐度下对鱼类受精卵孵化的影响。这些结果表明,盐度对鱼类受精卵孵化会产生显著影响。在本实验研究中,当温度在24℃~33℃时,孵化时间随着盐度的升高逐渐降低,且在盐度为18时孵化时间显著高于其他实验组;当温度在24℃~27℃时,孵化率在盐度30时显著高于其他实验组;在温度为30℃~33℃时,孵化率随着盐度的升高呈现下降的趋势。在温度为24℃~27℃时,成活率随着盐度的升高呈现先上升后下降的趋势,且盐度为30实验组的成活率要比其他组要高。高盐度和低盐度对六斑刺鲀的胚胎发育都是不利的,所以本实验六斑刺鲀的适宜孵化盐度在26~30,这与陈林[15]研究的菊黄东方鲀适宜最适孵化盐度20~25有一定的差距,可能不同品种鱼类的受精卵对适宜孵化盐度有所不同,但是与黄建盛[12]研究的石斑鱼适宜孵化盐度24~36相近。

温度和盐度双因子交互作用在鱼类受精卵孵化的研究也已有较多的报道[16][17][18][19][20],本研究中发现,从单一因子而言,温度与盐度对六斑刺鲀受精卵孵化时间、孵化率以及成活率均具有极显著效果,而且盐度与温度两者的交互作用在六斑刺鲀受精卵孵化和成活率方面也表现出了极显著性。在高温而且较高的盐度情况下迫使其体内代谢加快,渗透压也发生明显的变化,初孵仔鱼本身体质就比较弱,

体内的代谢酶及调节酶功能还不够完善,所以在高温而且盐度又不断升高情况下,导致成活率下降;低温低盐环境对六斑刺鲃的胚胎发育以及体内的各种代谢酶活性可能有抑制作用,造成胚胎发育减缓或者发育停止,导致后期成活率也显著降低。

本实验只考察了温度和盐度对六斑刺鲃受精卵孵化的影响,但在实际生产中,如溶氧、PH值、遗传变异等各种内外环境因子对六斑刺鲃的繁殖也存在影响,因此需要进一步加强研究,更好地为实际生产提供科学依据。

基金项目

中央级公益性科研院所基本科研业务费(2189-2019)。

参考文献

- [1] 中国科学院中国动物志委员会. 中国动物志硬骨鱼纲鲃形目海蛾鱼目喉盘鱼目鮫鱈目[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 286-287.
- [2] 朱元鼎, 许成玉. 中国鲃形目鱼类的地理分布和区系特征[J]. 动物学报, 1965, 17(3): 320-333.
- [3] Folleesa, M.C., Mulas, A., Porcu, C., et al. (2009) First Record of *Chilomycterus reticulatus* (Osteichthyes: Diodontidae) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, **74**, 1677-1681. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02229.x>
- [4] 刘汝建. 盐度和温度胁迫对卵形鲳鲹选育群体生理机能的影响[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海海洋大学, 2013.
- [5] 崔前进, 尚胜男, 蔡忠璐, 陈冰, 曹玥, 郝佳琳, 周雪丽, 姜晨. 盐度、温度和体质量对钝吻黄盖鲈幼鱼排氨率和耗氧率的影响[J]. 上海海洋大学学报, 2018, 27(1): 64-72.
- [6] 郭黎. 大菱鲆在不同温度、盐度及其交互作用下机体生理生化指标[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海海洋大学, 2012.
- [7] Rea, D., Diaz, F., Sierra, E., et al. (2005) Effect of Salinity and Temperature on Thermal Tolerance of Brown Shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). *Journal of Thermal Biology*, **30**, 618-622. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.09.004>
- [8] 刘艳超, 刘海平, 刘书蕴, 刘孟君. 温度对尖裸鲤胚胎发育及其仔稚鱼生长性状的影响[J]. 动物学杂志, 2018, 53(6): 910-923.
- [9] 杨志强, 李潇轩, 马行空, 霍春林, 梁政远. 温度对锦鲤受精卵孵化和仔鱼活力的影响[J]. 水产科技情报, 2018, 45(2): 81-84.
- [10] 曹祥德, 张根玉, 乔燕平, 李雪松. 温度对美国鲟鱼受精卵孵化和仔鱼活力的影响[J]. 水产科技情报, 2016, 43(2): 79-82.
- [11] 甘小平. 温度对稀有鮈鲫(*Gobicypris rarus*)繁殖、胚胎发育和仔鱼生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2012.
- [12] 黄建盛, 陈刚, 张健东, 王忠良, 汤保贵, 周晖. 盐度对杂交石斑鱼受精卵孵化和卵黄囊仔鱼形态及活力的影响[J]. 中国水产科学, 2017, 24(3): 507-515.
- [13] 张年国, 李洁, 蒋家信, 潘桂平, 周文玉. 盐度对杂交东方鲃(菊黄♀×暗纹♂)受精卵发育及仔鱼生长的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(26): 31-34.
- [14] 王茂元, 钟全福, 黄洪贵, 赖铭勇, 樊海平, 齐巨龙, 秦志清. 盐度对新吉富罗非鱼受精卵孵化和仔稚鱼活力的影响[J]. 动物学杂志, 2012, 47(5): 88-92.
- [15] 陈林, 周文玉, 潘桂平. 盐度对菊黄东方鲃受精卵孵化和仔鱼生长的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2012, 32(4): 73-77.
- [16] 黄贤克, 单乐州, 闫茂仓, 柴雪良, 胡利华, 邵鑫斌. 黄姑鱼胚胎发育及其与温度和盐度的关系[J]. 海洋科学, 2017, 41(7): 44-50.
- [17] 张世奎. 不同温度、盐度对潍河银鱼受精卵孵化率的影响[J]. 潍坊学院学报, 2015, 15(2): 26-27.
- [18] 詹炜, 楼宝, 耿智, 李三磊, 毛国民, 程国宝, 徐冬冬, 史会来. 水温和盐度对黄姑鱼受精卵孵化的影响[J]. 水生生态学杂志, 2012, 33(1): 71-74.

-
- [19] 菅玉霞, 潘雷, 胡发文, 高凤祥, 张少春, 王雪, 李莉, 郭文. 温度、盐度对斑点鱒发眼卵孵化的影响[J]. 海洋科学, 2014, 38(9): 47-52.
- [20] 彭俊, 王辉, 强俊, 李瑞伟, 王海贞. 温度和盐度对吉富品系尼罗罗非鱼受精率和孵化率的联合影响[J]. 中国水产科学, 2011, 18(4): 847-856.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1443, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojfr@hanspub.org