

文章编号: 1000-0615(2005)03-0392-06

鱿钓船水上集鱼灯的光照度分布及钓捕效果分析

钱卫国, 陈新军, 田思泉

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘要: 根据 2003 年 10 月在印度洋鸢乌贼渔场中鱿钓船周围某一断面水中光照度的实测数据和渔获生产统计数据, 对金属卤化物灯和高压钠灯的光照度分布及其钓捕效果进行了比较分析。在 120 盏×2 kW 金属卤化物灯作用下, 在距船舷 3.0 m 的垂直断面, 其水深 5 m 内的光照度多在 100 lx 以上, 10 lx 的等光照度曲线在 20 m 水层左右, 0.01 lx 的等光照度曲线在 55 m 水层附近。但在 20 盏×500 W 高压钠灯作用下, 在距船舷 3.0 m 的垂直断面, 其海面的平均光照度为 3 lx 左右, 0.01 lx 的等光照度曲线在 20 m 水层附近。以一些头足类的适宜光照度(0.01~10 lx)为例, 其在该照度范围内的水体体积仅为 120 盏×2 kW 金属卤化物灯作用下的 1/5 左右。这说明采用高压钠灯可以使鱿鱼聚集密度增大, 钓捕深度变浅, 从而提高渔获效率, 且其平均产量比采用高压钠灯前高 1~3 倍。另外, 研究表明大型专业鱿钓船钓捕鸢乌贼时的最适集鱼灯功率为 112~160 kW, 鸢乌贼的最适光照度为 0.01 lx 左右。

关键词: 鱿钓船; 集鱼灯; 鸢乌贼; 适宜光照度; 钓捕效果

中图分类号: S972.6 文献标识码: A

Analysis on intensity of illumination distribution of gathering fish lamp and its fishing efficiency in the squid jigging boat

QIAN Wei-Guo, CHEN Xin-Jun, TIAN Si-Quan

(Ocean College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: On-the-spot experiments of different kinds of gathering-fish lamps were carried out in the fisheries studies of the *Symlectoteuthis oualaniensis* fishing ground in the north-west of Indian Ocean in October 2003. According to the dimension of the ship and the products, the illumination distribution of gathering-fish lamp and the fishing efficiency were studied. When the output of metal halide lamps is 240 kW, in the above 5 m water layer the illuminations are more than 100 lx, the iso-illumination curve of 10 lx is in the depth of 20 m, the iso-illumination curve of 0.01 lx is in the depth of 55 m. When the output of high pressure sodium lamps is 10 kW, the average illumination on the sea surface is 3 lx, the iso-illumination curve of 0.01 lx is in the depth of 20 m. According to the suitable illumination from 0.01 lx to 10 lx of some squids, the ratio of water volume of high pressure sodium lamps and gathering-fish lamps is 1:5. When using high pressure sodium lamps, the density of squid will increase, the fishing layer will be shallower, the fishing efficiency will be higher, and the average product will be 3 times as much as before. It also shows that the total power output of the large squid jigging boat should be 112 to 160 kW in fishing *Symlectoteuthis oualaniensis*, and the suitable illumination for *Symlectoteuthis oualaniensis* is about 0.01 lx.

Key words: squid jigging boat; gathering-fish lamp; *Symlectoteuthis oualaniensis*; suitable illumination; fishing efficiency

集鱼灯是光诱鱿钓作业中重要的辅助设备, 国外学者在鱿钓集鱼灯的有效利用、小型鱿钓船集鱼灯在海面与海中光照度分布以及集鱼灯在鱿

钓作业中的应用等方面作了研究^[1-3], 但是在大型专业鱿钓船集鱼灯的光照度分布及其合理利用方面, 特别是金属卤化物灯和高压钠灯的比较分

收稿日期: 2004-04-26

资助项目: 农业部公海渔业资源探捕调查项目“印度洋鸢乌贼资源调查”(03-42); 上海市教委重点学科建设项目(02-185)

作者简介: 钱卫国(1977-), 男, 浙江象山人, 博士研究生, 主要从事渔具渔法选择性研究。Tel: 021-65711814, E-mail: qian-weiguo@

析, 则没有相应地研究。我国鱿钓渔业始于 1989 年, 鱿钓船主要由 8154 型拖网改装船和大型专业鱿钓船组成, 其集鱼灯总功率分别为(100~ 120) 盏 × 1 kW 和 120 盏 × 2 kW 左右, 在集鱼灯的应用方面做了一些初步的研究^[4,5], 但在鱿钓船周围光照度分布及其合理利用方面未作研究。本文根据 2003 年 10 月在印度洋鸢乌贼渔场对大型专业鱿钓船周围光照强度分布的实测数据, 结合调查船的特征尺度和实际生产统计数据, 对水上集鱼灯(包括金属卤化物灯和高压钠灯)的光照度分布及其使用效果进行初步的比较和分析, 以便为

提高灯光的使用效率提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 测定海域和时间

测定海域为 15° ~ 16° N, 60° ~ 61° E。测定时间为 2003 年 10 月 13 日至 10 月 31 日。

1.2 试验船与集鱼灯

试验船 试验船为浙江省远洋渔业公司普陀分公司的“新世纪 61 号”(图 1)。该船长 49.7 m, 型宽 8.5 m, 总吨位为 581 t, 主机功率为 441 kW, SE-58 型钓机 37 台, 船员人数 28 名。

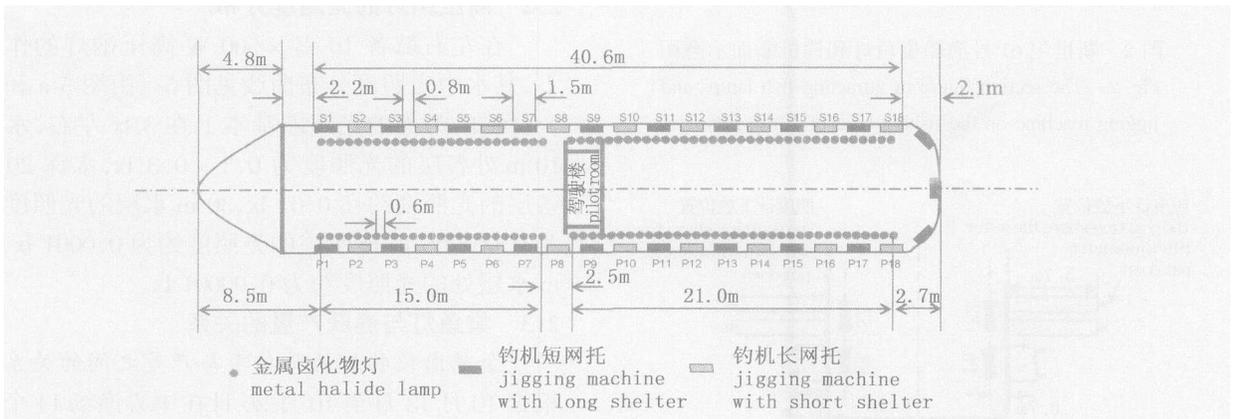


图 1 新世纪 61 号渔船集鱼灯和钓机布置俯视图

Fig. 1 The platform of attracting-fish lamp and jigging machine on the fishing boat of Xinshiji No. 61

集鱼灯种类及其布置 集鱼灯有金属卤化物灯和高压钠灯两种, 其功率分别为 120 盏 × 2 kW 和 20 盏 × 500 W, 均匀布置在两舷。其中右舷 60 盏新的金属卤化物灯由上海嘉宝协力电子有限公司提供, 左舷 60 盏金属卤化物灯为日本进口, 已使用一段时间。相邻两个金属卤化物灯的平均间距为 0.6 m, 而高压钠灯一般间隔 5~ 7 盏金属卤化物灯安装 1 盏, 左右舷各 10 盏。集鱼灯离甲板平均高度为 3.0 m, 集鱼灯与船舷的水平距离为 1.0 m, 两列集鱼灯间距为 6.5 m(图 2)。

1.3 测光设备

测光仪器为日本石川产业株式会社制造的水下光照度计, 型号为 IU-2B。照度测定范围为 0~ 200 000 lx, 测光精度为 0.1 lx。水下测光的极

限深度为 50 m。

1.4 测定方法和数据处理

测定水中光照度时, 左右舷双号钓机(图 1), P2、P4、S2、S4 等为双号钓机, 共 18 台。近船艏方向的长网托架滚轮处(图 3), 与船舷的水平距离为 3.0 m, 即 $3.7\text{ m} \times \cos 35^\circ$, 其中, 3.7 m 为网托架长度, 35° 为网托架的水平夹角, 垂直下放测光传感器。金属卤化物灯的测定水层为 0、2、5、10、15、20、25 及 30 m, 而高压钠灯的测定水层为 0、2、5 及 10 m。

利用上述测定的数据, 拟合指数衰减曲线。同时使用 Surfer 7.0 软件绘制水中 0~ 100 m 层的光照度理论等值曲线图。

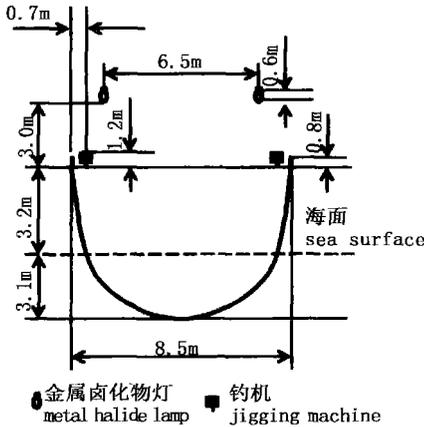


图2 新世纪61号渔船集鱼灯和钓机断面示意图
Fig.2 The section figure of attracting-fish lamps and jigging machine on the fishing boat of Xinshiji No. 61

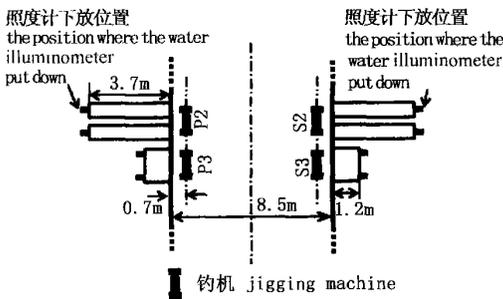


图3 新世纪61号渔船光照度测量示意图
Fig.3 The figure of measuring light about attracting-fish lamps on the fishing boat of Xinshiji No. 61

1.5 产量统计

使用金属卤化物灯时的产量统计 以2~4h为一单位分别统计4~8台钓机和4~8名手钓人员的渔获情况。

使用高压钠灯时的产量统计 以1~2h为一单位分别统计4台钓机和4名手钓人员的渔获情况。同时,统计使用高压钠灯期间的手钓、机钓渔获产量,以及日总渔获量。

2 结果

2.1 金属卤化物灯的光照度分布

图4为金属卤化物灯全开时距离左(右)船舷3.0m处垂直断面的水中光照度分布。由图4可知,5m以内水层的光照度多在100lx以上,20m水层的光照度在10lx左右,35m水下层的光照度约为1lx,45m水层的光照度约为0.01lx,55m水层的光照度约在0.01lx,95m水层的光照度约为0.001lx。比较图4-a和图4-b,左舷各水层的光照度要比右舷同水层的光照度要稍低一些。

2.2 高压钠灯的光照度分布

在左右舷各10盏×500W高压钠灯的作用下,其水中光照度分布曲线见图5。由图5-a和图5-b可知,海面的光照度基本上在3lx左右,水下10m处各层的光照度为0.1~0.3lx,水深20m各层的光照度约在0.01lx,30m水层的光照度约为0.001lx,40m水层的光照度约为0.0001lx,98m水层处的光照度约为0.00001lx。

2.3 集鱼灯与渔获产量的关系

金属卤化物灯的总功率与产量之间的关系 根据10月13日至10月26日在中心渔场14个站次的渔获统计,结果表明灯光总功率在112~160kW时,均能获得较好的产量,平均日产量达6.80t,其中最低产量为5.13t(此时灯光总功率为120kW),最高产量为8.90t(此时灯光总功率为152kW)。从图6可知,当灯光总功率在114kW时,单位功率每小时渔获量为最大,为5.6kg·(kW·h)⁻¹;当灯光总功率在160kW时,单位功率每小时渔获量最小,为2.99kg·(kW·h)⁻¹。

高压钠灯的钓捕效果 在鸬鹚钓捕生产中,于凌晨前后关闭金属卤化物灯改用高压钠灯作业时,钓获效果较好。从表1可知,高压钠灯开始时间一般为03:00或04:00左右(当地时间),但最晚应不超过04:30。高压钠灯使用后,由于光照度明显降低,诱鱼范围缩小并更加趋近于鱿钓船周围,因此机钓作业水层也显著变浅,从140m下降为100m;手钓的渔获水层也明显变浅,从60m降为20m。

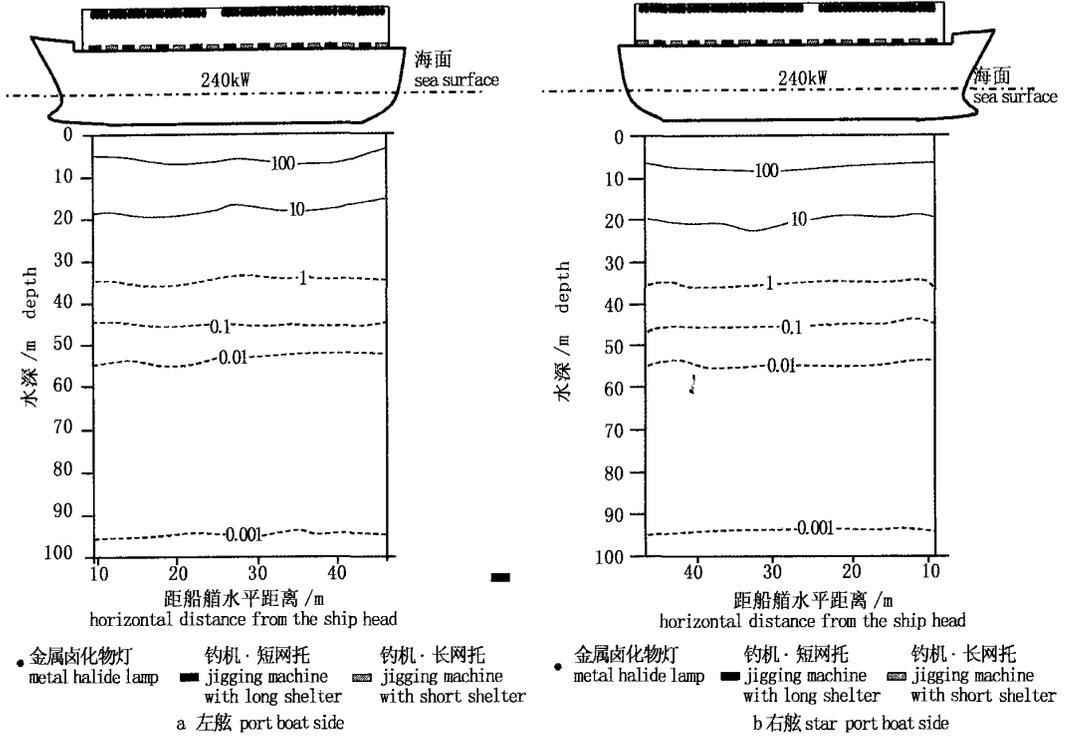


图 4 金属卤化物灯在左右舷侧的水中等光照度曲线

Fig. 4 The illuminance contours underwater on the left and right side when the metal halide lamps are turned on

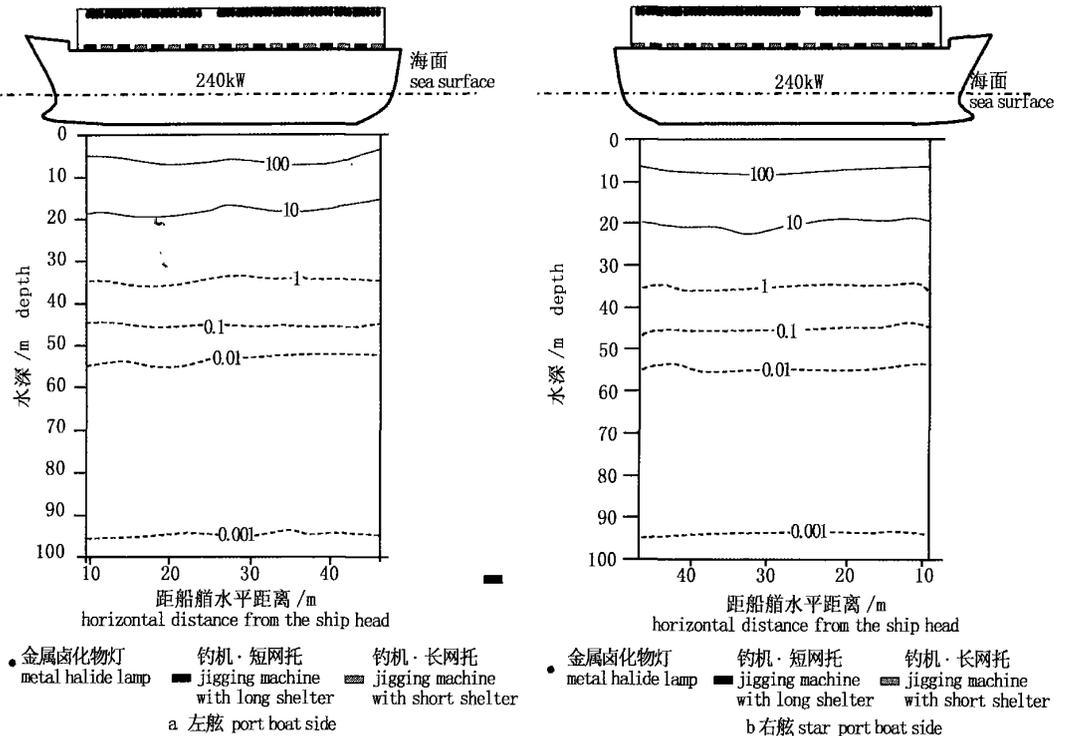


图 5 高压钠灯在左右舷侧的水中等光照度曲线

Fig. 5 The illuminance contours underwater on the left and right side when the high pressure sodium lamps are turned on

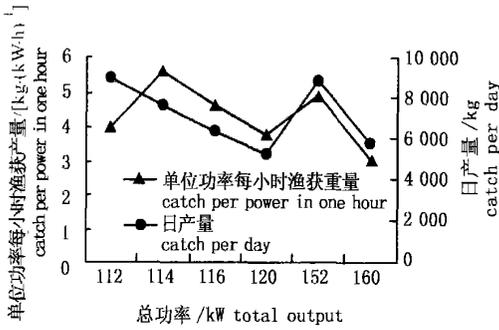


图6 金属卤化物灯总功率与日产量、单位功率每小时产量的关系

Fig. 6 The relationship between the total power of metal halide lamps and catch per day and catch per power in one hour

从图 7a 可知, 采用高压钠灯作业的时数在历次作业总时数中所占的比例一般为 15% 以下, 而其作业产量却占该次总产量的 30% 左右。

从图 7-b 可知, 采用高压钠灯前(即仅使用金属卤化物灯)渔获量为 25~ 630 kg·h⁻¹, 平均值为 360 kg·h⁻¹; 采用高压钠灯后(此时金属卤化物灯已关闭)平均渔获量为 50~ 2500 kg·h⁻¹, 平均值为 900 kg·h⁻¹, 很显然, 采用高压钠灯后的平均产量明显要比采用高压钠灯前高 1~ 3 倍。

3 结论与分析

(1) 金属卤化物灯与高压钠灯虽然都是高强度气体放电灯, 但因为其工作物质不同, 发光效率也不同。金属卤化物灯是一种高强度气体放电灯, 通过气体放电过程, 激发金属元素的特征谱线而发光^[6]; 而高压钠灯的工作物质是钠, 钠在被激发电时, 其辐射的谱线主要集中在钠原子的特征谱线 589 nm 和 589.6 nm 附近, 这一波长的谱线正是可见光的黄光波段^[6]。

表 1 高压钠灯作用下的渔获效果统计

Tab. 1 The fishing efficiency when using high pressure sodium lamps

日期 date	作业时段 fishing period	采用高压钠灯时段 fishing period of high-pressure sodium lamps	机钓作业深度(m) depth of machine jigging		手钓作业深度(m) depth of hand jigging		总产量 (t) total product	使用后产量 (t) product after using	总作业时数(h) total fishing time	高压钠灯作业时数(h) fishing time of high-pressure sodium lamps
			使用前 before using	使用后 after using	使用前 before using	使用后 after using				
10-14	17: 20- 05: 20	04: 15- 05: 30	100- 140	80- 100	60- 70	10- 20	5. 31	0. 80	11. 5	1. 25
10-16	18: 00- 05: 20	04: 40- 05: 30	100- 140	80- 100	50- 80	15- 40	3. 50	1. 00	9	1. 5
10-17	17: 10- 05: 20	04: 40- 05: 30	100- 140	80- 100	25- 50	10- 15	7. 25	1. 10	12	0. 83
10-18	17: 00- 05: 20	04: 40- 05: 30	100- 140	80- 100	30- 70	10- 15	6. 11	1. 00	12	0. 83
10-19	17: 00- 05: 40	04: 30- 05: 30	120- 140	80- 100	30- 50	10- 15	5. 75	0. 90	12	1
10-20	17: 10- 05: 20	04: 10- 05: 30	100- 140	60- 100	40- 70	5- 15	8. 90	2. 00	12	1
10-21	17: 10- 05: 30	04: 40- 05: 30	100- 140	60- 100	30- 60	5- 15	9. 06	2. 10	12	0. 83
10-22	17: 10- 05: 30	03: 40- 05: 30	100- 140	60- 100	30- 60	5- 15	6. 26	1. 40	12	1. 83
10-24	17: 10- 05: 30	02: 45- 05: 30	100- 140	80- 100	25- 40	10- 20	8. 65	3. 00	12	2. 01
10-25	17: 10- 05: 30	02: 40- 05: 30	100- 140	80- 100	15- 40	10- 20	7. 84	2. 80	12	2. 83
10-26	17: 10- 05: 30	02: 45- 05: 10	100- 140	80- 100	50- 80	10- 20	2. 66	0. 60	11. 5	2. 41
10-27	17: 10- 02: 30	02: 00- 02: 30	90- 140	80- 100	15- 40	10- 20	0. 44	0. 10	6. 5	0. 5
10-28	20: 30- 04: 00	02: 00- 04: 00	90- 140	80- 100	20- 50	10- 20	0. 25	0. 10	7. 5	2
10-29	17: 30- 05: 30	03: 35- 05: 30	100- 140	80- 100	20- 50	10- 20	1. 08	0. 60	12	1. 91
10-31	22: 50- 05: 00	03: 05- 05: 30	100- 140	80- 100	20- 40	10- 20	0. 40	0. 30	6	1. 91

在 120 盏× 2 kW 金属卤化物灯作用下, 在距船舷 3.0 m 处的垂直断面, 其水深 5 m 内的光照度多在 100 lx 以上, 10 lx 的等光照度曲线在 20 m 水层左右, 0.01 lx 等光照度曲线则分布在 55 m 水层附近。在 20 盏× 500 W 高压钠灯作用下, 在距船舷 3.0 m 处的垂直断面, 其海面的平均光照度为 3 lx 左右, 0.01 lx 的等光照度曲线约在 20 m

水层附近。

以一些头足类的适宜光照度 0.01~ 10 lx^[7,8] 为例, 经过初步概算, 20 盏× 500 W 高压钠灯下适宜光照度的水体仅为 120 盏× 2 kW 金属卤化物灯作用下的 1/5, 在同一鱿鱼群体下, 适宜光照度范围的减少, 就导致鱿鱼聚集密度的增加, 同时也促使钓捕深度的变浅, 从而提高渔获效率。在莺

乌贼的生产实践中, 其平均产量比采用高压钠灯前高 1~ 3 倍。这种诱集技术在捕捞日本海太平洋褶柔鱼中也经常使用^[4, 9]。因此, 我们如何发

挥两种不同集鱼灯的特点, 有效地提高诱集效果, 是今后鱿钓渔业中一个重要的研究课题。

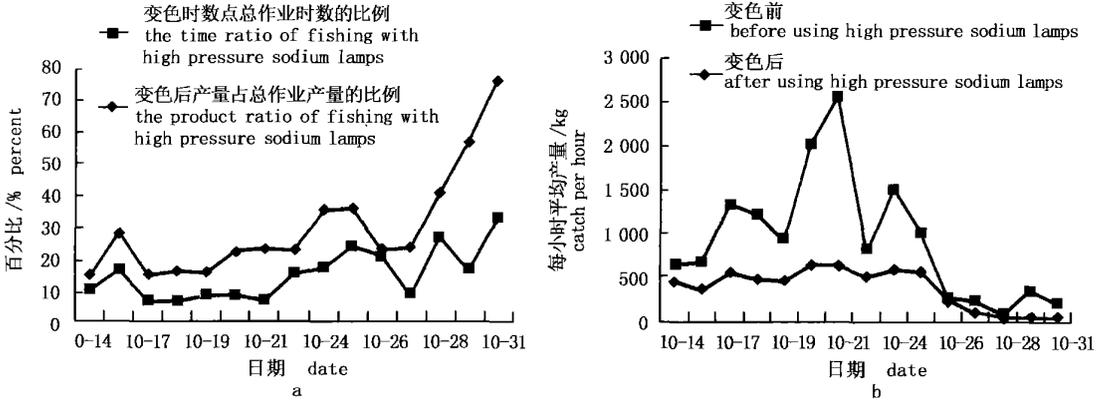


图 7 使用金属卤化物灯和高压钠灯的钓捕产量及其渔获效率比较

Fig. 7 The comparison of catch with fishing efficiency using metal halide lamps and high pressure sodium lamps

(a) 作业时数和作业产量, (b) 每小时平均产量
(a) fishing times and product, (b) average catch per hour

(2) 生产实践表明, 鸬乌贼的钓捕效率并不与集鱼灯总功率成正比, 而是在 112~ 160 kW 时, 能够获得较好的产量, 平均日产量达 6.80 t。当集鱼灯总功率在 114 kW 时, 单位功率的每小时渔获量为最大, 达到 $5.6 \text{ kg} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ 。以小仓通男为代表的一些学者进行了“鱿钓渔业中集鱼灯的适合光强与渔获率的研究”, 其主要的研究对象是太平洋褶柔鱼, 主要围绕“光强与渔获量(渔获效率)的关系”、等来进行探讨, 得出不同中、小型鱿钓渔船的适合光强^[10]。从中可以看出, 鸬乌贼的最适光照度比太平洋褶柔鱼的低。

(3) 据钓捕鸬乌贼时的手钓作业水层, 我们可初步推测鸬乌贼的最适光照度。在使用 120 盏 \times 2 kW 金属卤化物灯时, 其手钓作业水层为 60 m 左右, 此时光照度约为 0.01 lx (图 4 a, b)。而在使用 20 盏 \times 500 W 高压钠灯时, 其手钓水层上升到 20 m, 此时光照度也约在 0.01 lx 左右 (图 5)。这说明鸬乌贼的最适光照度约为 0.01 lx。

(4) 本文通过对船侧水下的照度实测和理论推导, 对金属卤化物灯和高压钠灯两种集鱼灯的光照度进行分析和比较, 并对鸬乌贼的适宜光照度

进行了推测。但由于受到测量条件的限制(如分光光度计等), 没有从多个断面和层次对鱿钓船周围的光照度及其光谱进行实测, 因此需要在今后的研究中得到进一步深入。

参考文献:

[1] 崔 浙珍, 中村善彦, 有远贵文. 集鱼灯による小型イカ釣り漁船周辺の海面照度分布[J]. 日本水产学会誌, 1997, 63(2): 160-165.

[2] 荒川久幸, 崔 浙珍, 有远贵文, 等. 小型イカ釣り漁船の集魚灯光の海中放射照度分布[J]. 日本水产学会誌, 1996, 62(3): 420-427.

[3] 稻田博史, 小仓通男. イカ釣り渔业における集魚灯の変化[J]. 东京水产大学渔业报告, 1998, (24): 189-207.

[4] 倪谷来. 我国鱿钓业中集鱼灯应用的现状[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(1): 38-42.

[5] 钱卫国, 孙满昌. 水下灯在鱿钓作业中的集鱼效果[J]. 渔业现代化, 2000, (6): 10-11.

[6] 周太明. 光源原理与设计[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2004. 15-275.

[7] 何大仁, 肖金华, 罗会明, 等. 杜氏枪乌贼趋光行为的研究[J]. 厦门大学学报, 1979, 3: 99-103.

[8] 郑美丽, 肖金华, 郑微云, 等. 曼氏无针乌贼的趋光特性[J]. 厦门大学学报(自然科学学报), 1980, 19(3): 91-99.

[9] 曾岳祥. 日本海鱿钓作业技术初探[J]. 浙江水产学院学报, 1994, 13(2): 99-103.

[10] 小仓通男, 有远 贵文, 三次 信辅等. イカつり渔业用集魚灯——その有効利用について[A]. 全国综合大型いかつり渔业协会, 1982, 52-58.