

文章编号: 1004-7271(2007)06-0580-06

集鱼灯灯光分布及茎柔鱼钓捕效果分析

钱卫国, 陈新军, 郑波

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

摘要:根据2006年4-6月我国鱿钓船在智利外海茎柔鱼渔场实际测定的灯光分布和生产统计资料,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。经测定分析和模型拟合,金属卤化物灯和高压钠灯的灯光衰减曲线符合指数模型,金属卤化物灯和高压钠灯的衰减系数分别为0.199 8和0.635 3。在180盏×2 kW金属卤化物灯情况下,在距船舷2 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18 m水层左右,0.01 lx的等光照度曲线在40 m水层附近。在30盏×500 W高压钠灯情况下,在距船舷2 m的垂直断面,其海面的平均光照度为10 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估算,30盏×500 W高压钠灯适宜照度的水体体积仅为180盏×2 kW金属卤化物灯的1/8左右。研究还表明,钓捕茎柔鱼时的金属卤化物灯适宜总功率为260~274 kW。

关键词:集鱼灯;灯光分布;茎柔鱼;钓捕效果

中图分类号:S 937.3 文献标识码:A

Analysis on intensity of illumination distribution of gathering-fish lamp and its fishing efficiency in the squid jigging of *Dosidicus gigas*

QIAN Wei-guo, CHEN Xin-jun, ZHENG Bo

(College of Marine Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: On-the-spot experiments of different kinds of gathering-fish lamps were carried out in the fishing ground of *Dosidicus gigas* in the high sea waters off Chile from April to June in 2006, and the illumination distribution of gathering-fish lamp and the fishing efficiency were studied. The results indicated that the illumination intensity is fitted by the Exponent model, and the declining coefficients of metal halide lamp and high pressure sodium lamp are estimated to 0.199 9 and 0.635 3 respectively. When the output of metal-halide lamps is 360 kW, for the vertical section leaving to 2 m of shipside, the intensity of illumination above 5 m water is more than 100 lx, the iso-illuminance curve of 10 lx is in the depth of 18 m, and the iso-illuminance curve of 0.01 lx is in the depth of 40 m. When the output of high pressure sodium lamps is 15 kW, the average intensity of illumination on the sea surface is about 10 lx, and the iso-illuminance curve of 0.01 lx is in the depth of 20 m. According to the suitable intensity of illumination from 0.01 lx to 10 lx for oceanic squids, the ratio which is the dimension of suitable attracting squid of high pressure sodium lamps to that of metal halide fish lamps is 1 : 8. It also shows that the suitable total power should be 260 to 274 kW for

收稿日期:2006-10-27

基金项目:农业部公海渔业探捕项目“东南太平洋(智利外海)柔鱼类资源探捕”;上海市捕捞重点学科(T1101)资助(06-65)

作者简介:钱卫国(1977-),男,浙江象山人,博士,讲师,主要从事远洋鱿钓渔业方面的研究。E-mail:wgqian@shfu.edu.cn

通讯作者:陈新军, E-mail:xjchen@shfu.edu.cn

fishing *Dosidicus gigas*.

Key words: gathering-fish lamp; intensity of illumination distribution; *Dosidicus gigas*; fishing efficiency

集鱼灯是光诱鱿钓作业中重要的辅助设备,其集鱼灯的种类、功率和布局等直接影响到诱集鱿鱼的效果^[1]。国内外学者在集鱼灯灯光有效利用、使用技术以及水下灯使用效果等方面作了研究^[2-8],钱卫国等对在印度洋西北公海海域作业的大型专业鱿钓船集鱼灯光照度分布进行了初步分析,同时对金属卤化物灯和高压钠灯的灯光分布进行了比较^[9-11]。不同鱿鱼类具有不同的趋光特性,同时不同的海况条件(如海水光学特性)也对鱿鱼的趋光特性产生外部影响^[4]。因此,灯光鱿钓作业中,选择合适强度的灯光是鱿钓作业中一个重要研究内容。本文根据 2006 年 4-6 月我国鱿钓船对智利外海茎柔鱼(*Dosidicus gigas*)资源探捕期间所获得的生产数据,并通过海上现场测定集鱼灯灯光强度,分析其灯光使用的合理性以及茎柔鱼对灯光的趋光特性,为节约生产成本和提高诱捕效果提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验海域和时间

试验海域为 78°30' ~ 84°W、37°30' ~ 41°S 和 76° ~ 78°W、28° ~ 30°S。试验时间为 2006 年 4 月 21 日-6 月 24 日。

1.2 探捕渔船

探捕渔船为“新世纪 52 号”鱿钓渔船(图 1),总长 71.5 m,型宽 11.0 m,型深 5.5 m;总吨 1 336 t,舱容 1 000 t;主机功率 1 691 kW,副机功率 320 kW × 3 台 + 200 kW × 2 台,速冻能力 38 t/d;SE-UT01 型钓机 22 台;手钓船员 40 人。

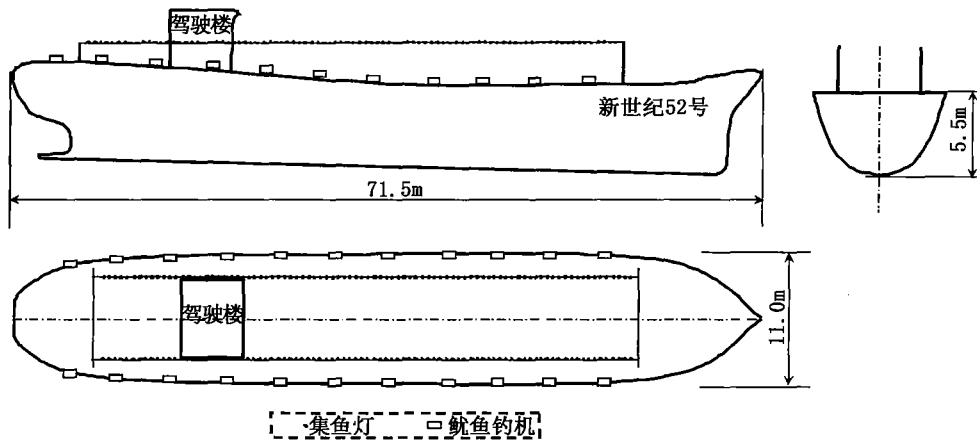


图 1 新世纪 52 号渔船集鱼灯和钓机布置俯视图

Fig. 1 The platform of gathering-fish lamp and jigging machine on the fishing boat of Xinshiji No. 52

集鱼灯有金属卤化物灯和高压钠灯两种,其功率分别为 180 盏 × 2 kW 和 30 盏 × 500 W,均匀布置在两舷(图 1)。相邻两个金属卤化物灯的平均间距为 0.5 m,高压钠灯则每间隔 5~7 个金属卤化物灯安装 1 个,左右舷各 15 盏。集鱼灯离海面的平均高度为 6.5 m,集鱼灯与船舷的水平距离为 1.5 m,两列集鱼灯间距为 8.0 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灯光照度计,其型号为 IU-2B。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。

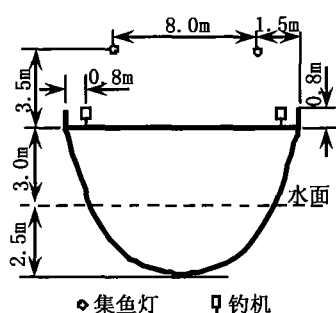


图2 集鱼灯布置断面示意图

Fig. 2 The section figure of gathering-fish lamps

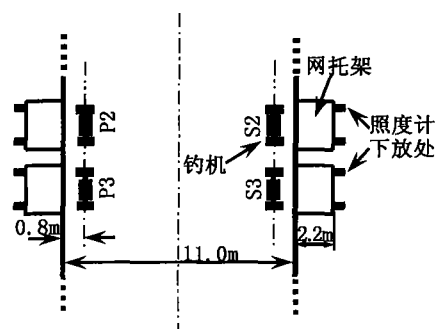


图3 光照度测量示意图

Fig. 3 The figure of measurement light

1.4 测量方法和数据处理

测量水中光照度时,在右舷各台钩机近船艏方向的网托架滚轮处(见图3),垂直下放测光传感器(测光时流速为1.5节,下放的电缆基本与海面垂直)。该位置与船舷的水平距离为2.0m,即 $2.2\text{ m} \times \cos 35^\circ$,其中2.2m为网托架长度, 35° 为网托架的水平夹角。

金属卤化物灯(2kW集鱼灯)的测定水层为0m、2m、5m、10m、15m、20m、25m及30m。由于高压钠灯灯光强度弱,其测定水层为0~10m,每间隔1m进行测定。

利用上述测定的数据,拟合指数衰减曲线^[11],公式为 $I = a \cdot e^{-b \cdot h}$,式中: I 为各水深的灯光强度,单位lx; h 为水深,单位m; a 和 b 为常数。同时使用Surfer 7.0软件绘制水中0~100m层光照度理论等值曲线图。

1.5 渔获情况统计方法

以1~2h为单位分别统计4台钩机和4名手钓人员的渔获情况、当次作业的日总渔获量及作业水层,统计时段分为使用高压钠灯前、后两个时期。

2 结果

2.1 金属卤化物灯的水下照度分布

当金属卤化物灯总功率360kW时,利用指数衰减曲线进行拟合,其参数 a 为351.30, b 为0.2010。根据已建立的模型,推算得到30~100m各水层的光照度值,绘制成水中灯光照度分布图(图4a)。在该集鱼灯功率情况下,离船舷水平距离为2.0m处垂直断面的水中光照度分布为:舷侧下方表层光照度在400~500lx间,5m以内水层的光照度多在100lx以上,18m水层的光照度基本在10lx左右,30m水层的光照度约为1lx,40m水层的光照度约为0.1lx,50m水层的光照度约在0.01lx,95m水层的光照度约为0.001lx(图4a)。

当金属卤化物灯总功率240kW时,利用指数衰减曲线进行拟合,其参数 a 为239.04, b 为0.1969。计算得到30~100m各水层的光照度值,绘制水中灯光照度分布图(图4b)。在该集鱼灯功率情况下,离船舷水平距离为2.0m处垂直断面的水中光照度分布如下:100lx等照度曲线在3m左右,16m水层的光照度基本在10lx左右,25m水层的光照度约为1lx,35m水层的光照度约为0.1lx,45m水层的光照度约在0.01lx,90m水层的光照度约为0.001lx(图4b)。

将图4(a)和图4(b)相比较可知,尽管总功率相差120kW,但水深40m以下的水中照度相差很小,近表层40m以内照度差值则较大。

2.2 高压钠灯的水下照度分布

当高压钠灯总功率15kW时,利用指数衰减曲线进行拟合,系数 a 为38.46,系数 b 为0.6353。根

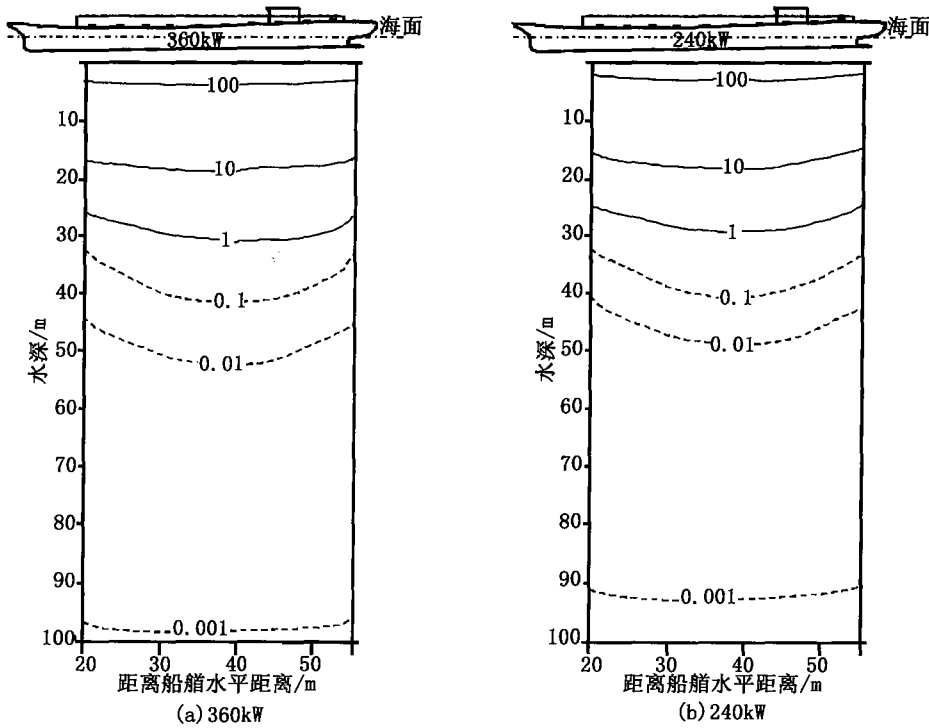


图4 金属卤化物集鱼灯不同总功率时的水下照度分布

Fig. 4 The illuminance contours underwater of the metal halide lamps with different power

据已建立的模型,推算得到 10 ~ 100 m 各水层的光照度值,并绘制水中灯光照度分布图(图 5)。在高压钠灯总功率 15 kW 情况下,距离右船舷 2.0 m 处垂直断面的水中光照度理论分布曲线如下:船舷下方海面 0 ~ 3 m 的光照度基本上在 10 lx 左右,水下 10 m 处各层的光照度约为 0.1 lx,水深 20 m 各层的光照度约为 0.01 lx, 30 m 水层的光照度约为 0.001 lx, 60 m 水层的光照度约为 10^{-5} lx, 90 m 水层处的光照度约为 10^{-7} lx(图 5)。

2.3 集鱼灯与渔获产量关系

(1)金属卤化物灯总功率与产量之间的关系

探捕期间,共钓获茎柔鱼 500.8 t,平均日产量为 7.83 t/d。试验表明,在同一作业渔场,不同集鱼灯功率下钓捕产量也不同(图 6)。

统计显示,当金属卤化物灯总功率在 258 kW 时,其平均日产量为最低,为 1.15 t(不包括凌晨 02:00 以后采用高压钠灯后的产量,下同);当总功率在 266 kW 时,其平均日产量为最高,达到 7.0 t/d(图 6)。

从单位功率的渔获量分析,在总功率为 244 kW 时,其值为最低,为 1.37 kg/kW · h;当总功率为 272 kW 时,其值为最高,达到 4.36 kg/kW · h。通过综合分析,初步判断集鱼灯总功率在 260 ~ 274 kW

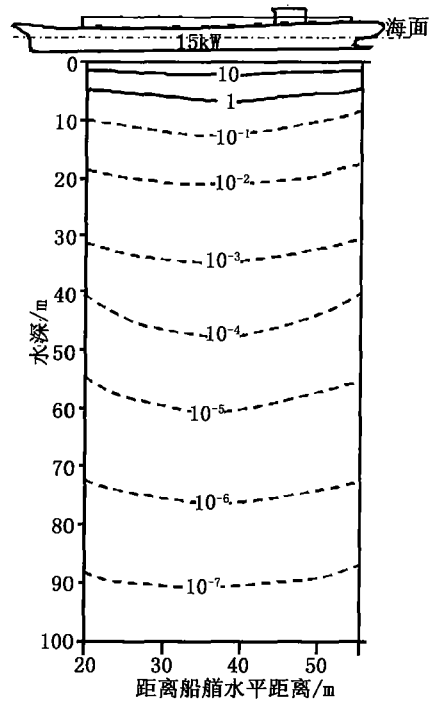


图5 高压钠灯作用下水中照度分布

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

时,对茎柔鱼的钓捕效果较好。

(2) 高压钠灯的钓捕效果

凌晨时段,打开高压钠灯关闭金属卤化物灯(通常称之为变色作业,以下简称“变色”),目的是将已经由金属卤化物灯引诱在渔船四周的鱿鱼,聚集到渔船较近的地方。经统计分析,本次探捕期间有效作业总时数为 631.5 h,其中变色时数为 175 h,占总时数的 27.7%,但变色后产量为 225.5 t,占总产量的 45.0%。在各次作业中,变色后单位时间的平均渔获尾数比变色前高 1~3 倍。可见,采用高压钠灯后,钓捕效果十分明显。

以 2006 年 4 月 25 日手钓生产为例(日产量 26.7 t),其平均渔获尾数随时间变化有较大的差异,18:30 - 20:00(当地时间)时段,平均渔获尾数波动较小,但基本上呈上升趋势,一般在 30 尾/h;20:00 - 22:00 时段有一个渔获高峰;22:00 - 次日 02:00 时段出现小幅度下降,平均渔获尾数变化不大,一般为 20 尾/h;02:55 开始关闭金属卤化物灯开启高压钠灯,渔获尾数大幅度增加,最高可达 60 尾/h,通常可维持 2~3 h;黎明时,由于鱿鱼下沉,渔获尾数又迅速下降(图 7)。

从作业水层变化来看,刚开始作业(18:30 - 20:00)时段,作业水层较深,为 80~100 m。随时间推移,作业水层逐渐变浅;23:00 以后,作业水深基本在 60 m 以浅;但采用高压钠灯后,作业水层更为变浅,一般在 5~30 m 水层;天亮后,作业水层变深。

生产实践表明,变色时间可选择在当地时间 02:00 - 04:00,其中以 02:00 - 03:00 时段为好。具体生产中,应根据当时的渔况条件作出调整。

3 结论和分析

(1) 根据实际测定的数据,分别获得金属卤化物灯总功率为 360 kW 和 240 kW,以及高压钠灯总功率为 15 kW 时的灯光强度衰减模型,即公式分别为 $I = 351.30 e^{-0.2010 \cdot h}$, $I = 239.04 e^{-0.1969 \cdot h}$ 和 $I = 38.46 e^{-0.6353 \cdot h}$ 。分析认为,调查海域金属卤化物灯衰减系数约为 0.1998,高压钠灯衰减系数为 0.6353,其灯光衰减远比金属卤化物灯快,照射范围远比金属卤化物灯小。而在印度洋西北海域,金属卤化物灯衰减系数为 0.1653,高压钠灯衰减系数为 0.4608^[9]。这说明灯光衰减系数与海水特性等有关。

(2) 经现场灯光测定和模型计算,在 180 盏金属卤化物灯(总功率 360 kW)情况下,舷侧下方表层光照度在 400~500 lx 间,5 m 以内水层的光照度多在 100 lx 以上,18 m 水层的光照度基本在 10 lx 左右,30 m 水层的光照度约为 1 lx,40 m 水层的光照度约为 0.1 lx,50 m 水层的光照度约在 0.01 lx,95 m 水层的光照度约为 0.001 lx。而当集鱼灯总功率为 120 盏 \times 2 kW 时,40 m 层以浅的光照度差异较大,而 40 m 以下水层的光照度差异很小。

在 30 盏 \times 500 W 高压钠灯情况下,船舷下方海面 0~3 m 的光照度基本上在 10 lx 左右,水下 10 m 处各层的光照度约为 0.1 lx,水深 20 m 各层的光照度约为 0.01 lx,30 m 水层的光照度约为 0.001 lx,60 m 水层的光照度约为 10^{-5} lx,90 m 水层处的光照度约为 10^{-7} lx。

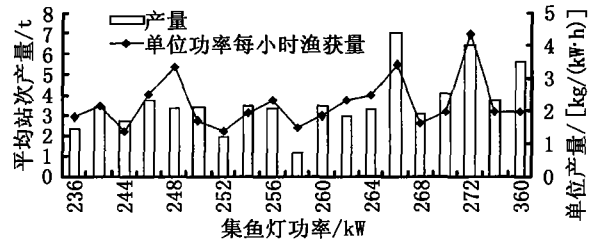


图 6 金属卤化物灯在不同总功率时的钓捕效果

Fig. 6 The fishing efficiency with different total power of metal halide lamps

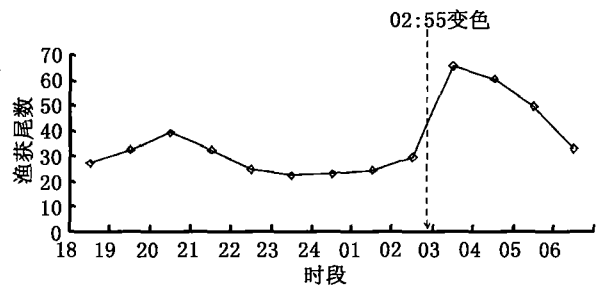


图 7 手钓作业平均渔获尾数随时间变化曲线

Fig. 7 The change curve of average number of squid by handed-jigger with time

以一些头足类的适宜照度 0.01 ~ 10 lx 为例,经初步估算,30 盏 × 500 W 高压钠灯下适宜照度区域的水体体积约为 180 盏 × 2kW 金属卤化物灯作用下的 1/8。因而,在同一鱿鱼群体下,适宜光照强度范围的缩小,将导致鱿鱼聚集密度的增加,同时也促使钓捕深度变浅,从而提高渔获效率。在智利外海茎柔鱼钓捕中,采用高压钠灯后单位时间渔获尾数大为增加。这一诱集技术在钓捕印度洋西北海域鸢乌贼、日本海太平洋褶柔鱼中也被使用^[9,12]。变色灯技术与鱼类的视觉紧密相关,在以后的工作中尚需加强该方面的研究。

(3)生产统计和试验表明,钓捕智利外海茎柔鱼时,金属卤化物灯总功率在 236 ~ 360 kW 间均取得了一定的产量。从不同灯光功率与渔获产量关系分析,当总功率在 266 kW 时,其平均日产量为最高;从单位功率渔获产量分析,当总功率为 272 kW 时,其值为最高,达到 4.36 kg/kW·h。因此,在实际生产中,建议采用集鱼灯总功率为 260 ~ 274 kW,其钓捕效果可能会较好。而在钓捕印度洋鸢乌贼时,当集鱼灯功率为 112 ~ 160kW 时渔获效果较好^[11]。从中可以看出,茎柔鱼适宜光照度要高于印度洋鸢乌贼。

参考文献:

- [1] 陈新军,钱卫国,郑奕. 鱿钓船灯光有效利用的初步研究[J]. 上海水产大学学报,2004,13(2):176-179.
- [2] 崔浙珍,中村善彦,有元贵文,等. 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.
- [3] 荒川久幸,崔浙珍,有元贵文,等. 小型イカ釣り漁船の集鱼灯光の海中放射照度分布[J]. 日本水产学会誌,1996,62(3):420-427.
- [4] 稻田博史,小仓通男. イカ釣り漁業における集鱼灯の変化[R]. 东京水产大学渔业报告,1998,(24):189-207.
- [5] 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.
- [6] 陈新军. 北太平洋海域白天利用水下灯钓捕大型柔鱼的试验报告[J]. 上海水产大学学报,2000,9(2):172-174.
- [7] 陈新军. 白天使用水下灯钓捕大型柔鱼的初步试验[J]. 中国水产科学,2000,7(2):119-120.
- [8] 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.
- [9] 钱卫国,孙满昌,张健. 高压钠灯在阿拉伯海鸢乌贼钓捕中的应用效果[J]. 海洋水产研究,2004,25(6):35-40.
- [10] 钱卫国,陈新军. 两种集鱼灯的光照度分布及其钓捕效果比较[J]. 上海水产大学学报,2005,14(2):211-215.
- [11] 钱卫国,陈新军,田思泉. 鱿钓船上集鱼灯的光照度分布及钓捕效果分析[J]. 水产学报,2005,29(3):392-397.
- [12] 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.