

水下新光源的光场测试 及在灯光围网作业中应用的探讨

上海市水产研究所渔捞研究室 山东海洋学院物理系 上海灯泡一厂八车间

在周总理的亲切关怀和指示下,机轮灯光围网渔业近年来得到迅速发展,初步取得了开发利用中上层鱼类资源的可喜成绩。为了密切为围网生产服务,加强光诱技术的研究,我们在青岛海洋水产研究所、青岛海洋渔业公司的大力支持和协助下,在胶州湾内进行了一次金属卤素汞灯水下新光源的测试工作。现将初次测试结果小结如下,供参考:

一、新光源的特性 无产阶级文化大革命开展以来,我国电光源技术又有了新的、迅速的发展,目前已研制了几十种不同类型的新光源,其中金属卤素灯作为水下诱鱼灯已投入海上生产性试验。在这次试验中,测试上海灯泡一厂试制的四种新光源:以绿光为主的碘化铊汞灯、以兰绿光为主的碘化铊加碘化铟灯、以兰光为主的碘化铟灯和以红色为主的碘化铯灯。

这些金属卤素灯与原来的水下白炽钨丝灯相比,具有发光效率高、色调好的优点。例如,碘化铊灯发光率高达 65~80 流明/瓦,而钨丝灯只有 15~20 流明/瓦,也就是说消耗同样的功率(瓦),发出的光,碘化铊灯比钨丝灯,光效高 4~5 倍。另外,根据元素的光谱特性知道,铊的光谱主峰在 5350Å°,呈绿色;铟在 4511Å°,呈兰色;铯在 6708Å°,呈红色。根据这些特性及不同的需要,可以做出不同颜色的诱鱼灯,这种色灯的光效,比以前用有色玻璃做的彩色钨丝灯更要高许多倍。

二、海上测试方法和结果 为了在水下进行定距离测量,我们做了一个有效长度为 17 米的水下光具架,架上事先定好 1 米、3 米、5 米、11 米、17 米的距离。照度计和灯分别用支架固定在光具架上,为减小光具反射光的影响,使灯和照度计距离架 70 厘米。

光具架用二根小吊杆吊起,并伸出船舷外约 3 米处,以减小船体反射光的影响。在测试过程中,为减小海面反射光的影响,我们把光具架放在水深 5 米处,而灯和照度计则在水下约 6 米处,同时用控制光具架两端吊绳长度的方法,使光具架在水中倾斜某一角度。这样,在架上另一处的照度计就和始终保持垂直向下的灯中心线形成某一角度。从而测得了灯在不同角度(0°、30°、60°、90°)和距离的配光曲线。

在进行光场测试工作的同时,我们应用山东海洋学院研制的透明度仪,对海水的透明度进行了测量。表 1 是 3 次海水透明度测试结果。

从表 1 可看出,海水透明度随涨落潮变化很大,为了更好地比较新光源碘化铊灯和白炽灯,把这二灯架装在一起,并排的挂在光具架上,同时进行测量,以减小透明度变化的影响。

测试工作在青渔 403 轮的密切配合下,于 1974 年 7 月 11~13 日在青岛胶州湾内进行三个夜晚,天气阴到多云,无月光,风浪小,锚地水深 32 米。通过测试,获得了碘化铊、碘化铊铟、碘化铟、碘化铯以及 1500 瓦白炽钨丝灯等五种灯在距离为 3 米、5 米、11 米、17 米以及角度为 0°、30°、60°、90°条件下的照度数据,这些数据分别见图 1、2、3、4、5。

在测试中,我们还使用了分光计,对水下灯的光色进行了观察。

表 1 海水透明度测量记录

测 试 时 间	透 明 度 T	光 波 段					
	深 度	红	黄	绿	兰	紫	白
1974 年 7 月 12 日 18:45	5 米	33.5	36.5	37.0	34.0	31.0	36.0
	10 米	30.9	33.4	34.6	33.7	29.4	33.5
	15 米	30.3	33.2	33.4	32.6	28.5	32.3
	20 米	29.0	31.5	31.0	30.7	26.0	30.4
	25 米	21.6	22.7	24.3	20.0	18.0	23.4
1974 年 7 月 13 日 19:00	5 米	41.0	47.5	50.0	48.4	37.0	48.5
	10 米	41.0	43.8	46.3	45.2	38.9	45.2
	15 米	34.0	38.5	41.5	40.0	31.0	37.0
	20 米	26.0	22.0	26.0	24.0	22.0	26.5
1974 年 7 月 14 日 01:00	5 米	18.0	18.6	19.7	17.6	15.0	18.1
	10 米	17.5	19.8	19.5	18.6	15.1	18.4
	15 米	15.0	16.3	18.5	18.5	14.0	15.8

注: $T_{\text{透}} = e^{-\alpha}$ $\frac{1}{\alpha} = L$ (衰减长度)

三、新光源的光场分析 由于测试地点海水的透明度变化较大,因此,在分析时,以并排基本上同时测量的白炽灯和碘化铊灯进行重点分析比较,通过初步分析,可见:

1. 本身只消耗 340 瓦电功率的碘化铊新光源和功耗 1500 瓦的白炽灯的光强比较时,在各种距离和角度上,碘化铊光场分布的照度都能达到或超过上述白炽灯,而且越在较远距离(即低照度范围)新光源的光强越大于白炽灯,证明碘化铊新光源传播较远(见图 6)。

2. 在此次测试中,光在水中从 1 米到 3 米范围内,光照度大幅度下降,测试结果表明,光通过这 2 米后,光照度(约从 2 至 5 衰减长度)减少了 92% 左右。光源的照度减低成为一个很小的数量(见图 7)。

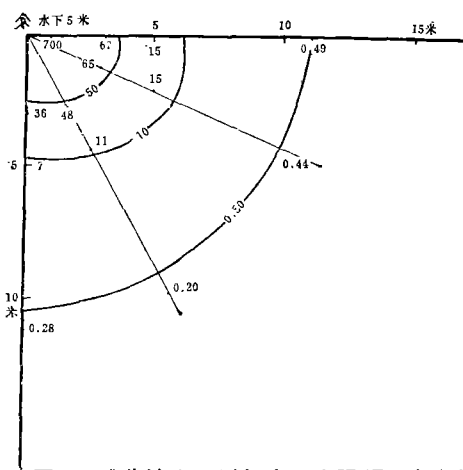


图 1 碘化铊高压汞灯水下光强(Lux)分布示意图

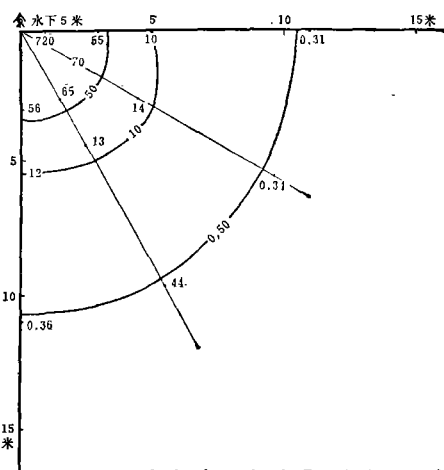


图 2 白炽灯水下光强(Lux)分布示意图

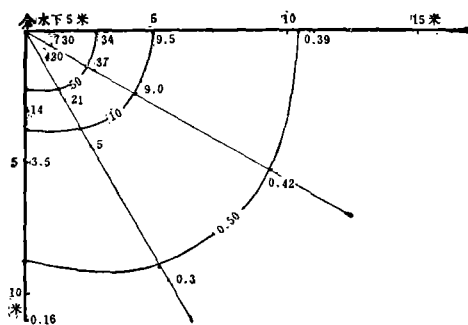
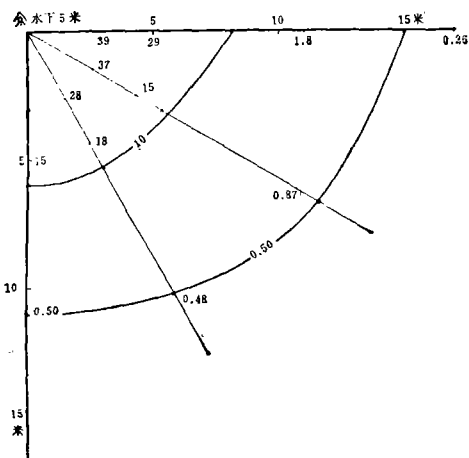


图3 碘化铊碘化铟高压汞灯水下光强(Lux)分布示意图 图4 碘化铟高压汞灯水下光强(Lux)分布示意图

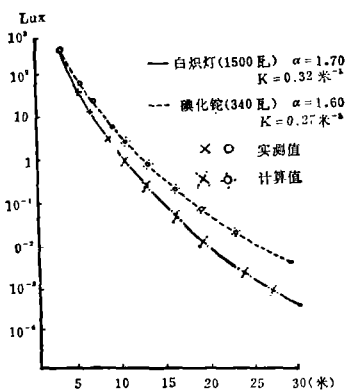
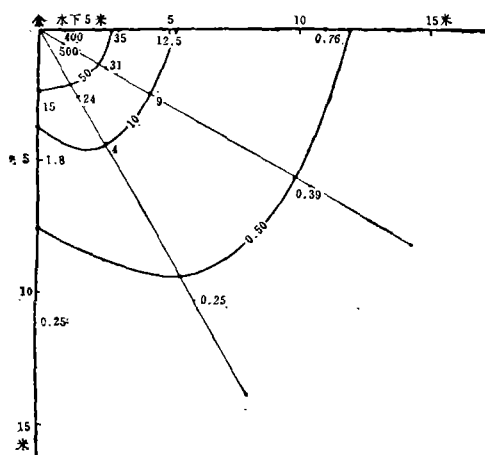


图5 碘化锂高压汞灯水下光强(Lux)分布示意图

图6 碘化铊、白炽灯水下光强(Lux)衰减曲线

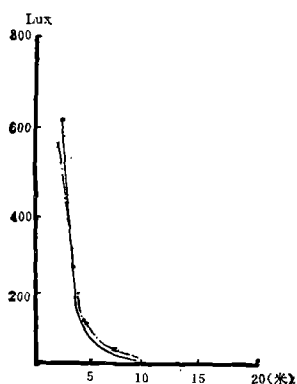


图7 照线衰减曲线图

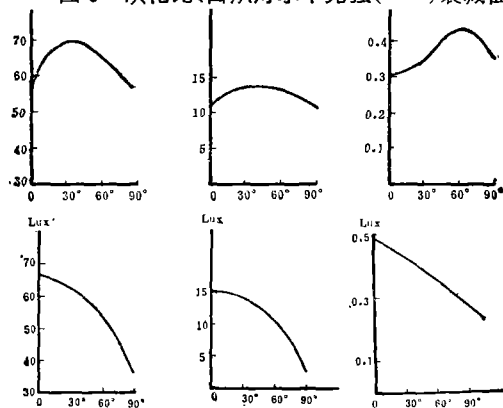


图8 白炽灯、碘化铊水下等距离光强分布

3. 实验中测出约在3米距离之内的光照度中,包括单程照度与多程照度两部份。3米之外主要是散射产生的多程照度发挥作用,所以在前阶段减弱较快,后阶段减弱较慢,并随透明度变化较小时,衰减形式可以下式表示:

$$A_r = A_r^0 + A_r^* = \frac{I}{r^2} e^{-\alpha r} + 2.5 (1 + 7e^{-kr}) \frac{Ik}{4\pi r} e^{-kr}$$

式中:

A_r 、 A_r^* 、 A_r^* 分别代表 r 距离处总照度、单程照度、多程照度。

α 、 k 代表衰减系数及散射系数

4. 从图 4 还可以看出,绿色的碘化铊灯光,在水中的衰减比白炽灯为慢,它的衰减系数分别为 $\alpha_{\text{铊}} = 1.63 \text{米}^{-1}$, $k_{\text{铊}} = 0.27 \text{米}^{-1}$,而白炽灯的衰减系数为 $\alpha_{\text{白炽}} = 1.7 \text{米}^{-1}$, $k_{\text{白炽}} = 0.32 \text{米}^{-1}$ 。

5. 新光源在同一距离上,以水平方向灯光为最强、随着角度的增加,有所下降,这可能与灯蕊管形结构有关,也与海面对光的反射水层中透明度的变化等有关。白炽灯由于灯蕊是平面形的,这现象不太明显,但是总的看来光场随角度变化不大,可以认为光场分布基本为球形对称(见图 8)。

6. 以分光计在水上观察可见,现有新光源虽然放在水下一定距离后,水面表现色泽有所改变,但各种灯还包括了一些其它的可见光谱,不过某一光色偏大而已。例如,在水下 6 米时,碘化铊灯从水面观察表现色调为暗绿色,但光谱中除包含较宽的绿色频带外,还有红棕色频带与微弱的紫色带;铟灯表现为兰紫色,光谱中包含红黄频带及兰的窄带和分离的紫带,它的绿带极弱;锂灯在水下 6 米表现为银白色,它的光谱与在空气中的白炽灯光谱基本相似;白炽灯表现色调为绿色,但它的光谱仍然包含红、黄、绿与紫的频带及兰带,只是绿带稍强。

四、改进光诱技术的探讨 通过对水下新光源的测试和分析,我们认为,下列几点值得在今后光诱工作中引起注意或加以改进的:

1. 节省诱鱼电功率 从发光能力的角度看,新光源发光效率高,经济性能好。总功率为 600 瓦(加上 200 瓦左右的限流灯)左右的新光源碘化铊灯可超过 1500 瓦的白炽灯于水中产生的光强。也就是说,在一定距离要求达到同样的光强,新光源可比白炽灯降低功耗约 1.5 倍。这对群众渔业中发电量较小的小艇灯诱,尤为有利。

2. 扩大诱集鱼群的范围 从光谱特性来看,新光源碘化铊灯以绿光为主。由于绿光在海水中(特别在外海)衰减较小,传播较远,所以能发挥诱鱼效用的光照范围相应增大,诱鱼效率可能提高,诱鱼速度也会较快。但因光照范围较大,鱼群一般离光源较远,分布较散,使用本船垂直式探鱼仪,对外围的鱼群有时会探不到或探不全,这点生产试验中应予以注意。

3. 利用光在水中衰减的特点,改进灯光的配置形式 由于水下灯在几个衰减长度内(此次实验相当 3~5 米)光强大幅度下降,以后当距离增大时衰减相对较慢。灯光围网渔业需要的并非很强的光场,而是适应于鱼类习性的弱光场(一般资料认为是 $0.1 \sim 0.001 \text{Lux}$ 范围)。从测试及公式计算可知:当衰减系数 $\alpha = 1.7 \text{米}^{-1}$, 散射系数 $k = 0.32 \text{米}^{-1}$ 时,以白炽灯为例,1500 瓦的大功率灯, $0.1 \sim 0.001 \text{Lux}$ 的光场在 13.5 米至 26.0 米之间,而功率小 10 倍即 150 瓦的灯, $0.1 \sim 0.001 \text{Lux}$ 的光场却在 8.5 米至 19.5 米之间。两者相差仅 5~6.5 米。所以为增大有效诱鱼范围,在相同电功率的情况下,应采用数量较多、分布面广的小功率灯为宜。最好把灯按一定间距和深度,顺次放出,以形成一个较合理的光场,提高诱鱼效果。

4. 为色光诱鱼试验提供条件 过去曾用有色玻璃白炽灯进行诱鱼试验,因有色玻璃消耗大量能量,致使光照区很小,无实用价值。如今,可制作以某种色泽为主的发光效率较高的新光源,这对进一步开展鱼类趋光习性的研究,提供了有利的条件。

5. 利用公式计算光场分布 通过这次测试证实,所测各种光源的光场分布与所用计算公式的计算结果是符合的。因此,今后在没有条件实测的情况下,则可利用上述公式,根据渔场(下转 16 页)

苗,如短齿蛤(当地称蚶仔),密集繁殖在蚶苗场上,直接妨碍泥蚶的呼吸和摄食。因此,在养殖过程中必须做好除害和防护工作。

四、蚶苗产量波动原因

什么原因导致蚶苗产量波动呢?有许多说法。有的说,海水变咸了;有的说“蚶仔”长多了;还有的说养蚝多了影响蚶的生长等等。究竟那一种说法正确呢?我们带着这个问题到黄埠、大洲、铁冲等地作实际调查,通过召开各种调查会、观测海况等,认为有如下几个原因:

(1) 亲蚶养殖数量减少。从1960年起,国营和集体养殖场已先后放弃了泥蚶的养殖生产,从1959年的3029担下降到1966年的13担。亲蚶数量大大减少,直接影响到蚶苗的数量。

(2) 对组织生产、劳动分配、经济政策不够落实,没有集体采捞蚶苗,单靠个体自发性生产种苗,苗源供应不稳定,生产受到极大限制。

(3) 海水比重变化。据各有关单位和群众说,由于港湾河冲口筑起大小水库共15个,总容量1737万立方,尤其在非雨季,海水比重增高,对蚶苗繁殖生长也带来一定影响。

五、对大洲港蚶苗繁殖和发展泥蚶养殖的建议

(1) 做好蚶苗的繁殖保护工作。对天然幼苗和蚶苗场的保护是提高蚶苗产量的一个重要措施。因此,必须做到定期开采,在蚶苗发生季节里,一般要到肉眼能看到幼苗后10~15天才能进行采苗,这样可避免对小种苗的残害,以及发生水质浑浊而影响蚶苗生活。同时在蚶苗发生的滩涂里,在八月至翌年二月,应严禁入内捕鱼虾和放牧三鸟等,以保护天然苗在平坦的滩涂里顺利繁殖生长。

(2) 对于私人采捞蚶苗和养蚶生产,必须采取措施,目前最多一户养蚶面积多达20亩,共有私养蚶面积500亩,是群众自发进行,实质是单干,既影响了集体生产,滋长了资本主义自发势力,同时资源也得不到充分利用。为此,建议养殖场及沿海社队党委采取措施,有组织有领导地发展群众性采捞蚶苗和养殖亲蚶生产。

(3) 积极开展泥蚶人工孵化试验。根据外地经验,为发展生产,建议惠东养殖场开展人工孵化试验,以增加泥蚶的苗种来源。

(4) 加强领导,调动广大群众积极性。对积极保护资源,搞好集体泥蚶养殖的社队和群众应给予鼓励和支持,推动泥蚶养殖事业的发展。

(上接20页)

的透明度数值及衰减系数等,推算现场水下光场分布情况,为合理布置灯光和研究鱼类的趋光习性,提供参考。

五、存在的问题和今后努力方向 由于缺乏经验和水平所限,这次测试工作还存在不少缺陷,如近岸测试,因海水透明度变化大,而使各次测试数据难以对比、分析,近岸水与外海水衰减系数等不一样,使这次测得的 α 、 k 系数,不能直接用于外海渔场计算。另外,还有的灯造得光色不够纯,试验光具架刚性不够等,对测试也有一定影响。

我们的工作离开光诱渔业发展和海洋光学研究的要求,距离是很大的。今后应积极创造条件,深入渔场,进行现场光场测定、研究生产海区的光学特性、测量各种波段的辐射照度等,为我国的渔业生产发展和海洋光学研究,继续做出新的努力。