

一种适于内陆水域生态实验用的浮式围隔*

李德尚 熊邦喜 李琪 袁峻峰

(青岛海洋大学水产学院 266003)

提要 本围隔由浮体、围隔袋、底盘、内网和搅水机等5部分组成。围隔袋呈圆筒形,由聚乙烯编织布缝合而成,高5.7m,容水量 14.3m^3 。底盘是围隔的底部。内网与围隔袋相套合,供检查鱼和捕鱼之用。搅水机的动力是90W的电动机,其作用是定时搅水,以保持围隔内水的混合与围隔外大水体基本一致。灌水采用“沉下提上法”,每灌一个围隔只需10余分钟。使用结果证明,本围隔性能良好,操作简便而又牢固安全。

关键词 内陆水域生态 浮式围隔

现场围隔实验是一种新兴的水域生态学研究方法(Menzel et al., 1977)。围隔的设计和性能是这一方法成败的关键。已见报道的实验围隔有多种设计,但在结构、管理和性能等方面都不同程度地存在一些缺陷。作者1990年在研究水库对投饵网箱养鱼的负荷力问题中¹⁾,自行设计和使用了一种新式的围隔,在这些方面有很大改进。

1 围隔的结构

围隔由浮体、围隔袋、底盘、内网和搅水机等5个部件组成(图1a)。

1.1 浮体 浮体是保持围隔上口露出水面、整个围隔悬浮于水中的部件,由浮架和浮子装配而成(图1b)。

浮架,由 $20 \times 4\text{mm}^2$ 的扁钢和直径10mm的圆钢焊接而成,高0.7m。顶部是一个周长6m由内外两层扁钢构成的顶圈,两层扁钢由钉螺固定在一起。顶圈的功用为撑开和夹住内网和围隔袋的上口。基部是位于同一平面上的内圈和外圈。内圈的大小与顶圈相同,外圈的周长为7.88m。内外圈的间距为0.30m,用于安装浮子。外圈用来抵御船只的碰撞,起保护围隔的作用。以上3个圈等距离地用圆钢支架相互焊接使成为一个整体。

浮子由塑料制成,直径28cm,浮力为10kg,空心球形,全围隔共用18个,均匀系牢于浮架的内外圈之间。

1.2 围隔袋 围隔袋是围隔的主体(参看图1a),由高密度涂塑聚乙烯编织布缝合而成,呈圆筒形,高5.7m(水下5m,水上0.7m),周长6m,圆面积为 2.86m^2 ,容水量为 14.3m^3 。袋的上口为浮架顶圈所夹固并撑开;下端夹固在底盘上,并为底盘所封闭。在袋上部0.7m高的一段互相对称的两处各缝合一条0.6m长的尼龙拉链,以便于注排水。围隔周边等距离地加4根力纲,上端固定在浮架内圈上,下端联结底盘,以增大围隔袋的抗拉

* 国家水利部水利技术开发基金资助,管 H8905号。

收稿日期:1991年9月7日,接受日期:1991年9月7日。

1) 该研究结果将在水生生物学报17卷2,3期刊出。

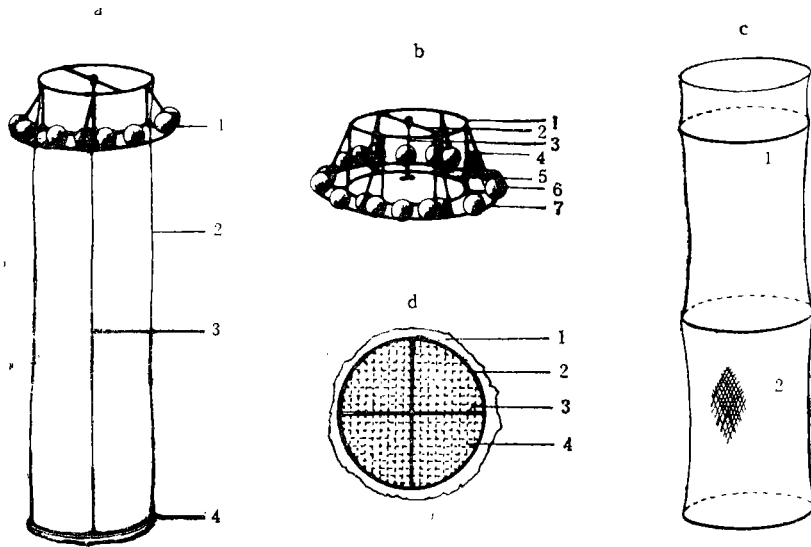


图1 围隔结构

Fig. 1 Structure of the enclosure

a. 整体简图: 1.浮体, 2.围隔袋, 3.力纲, 4.底盘; b. 浮体和搅水机: 1.顶圈, 2.搅水机横梁, 3.搅水机, 4.支架, 5.内圈, 6.浮子, 7.外圈; c. 内网: 1.力圈, 2.网衣; d. 底盘: 1. 编织布, 2. 边圈, 3. 角钢, 4. 铁丝网。

力。

1.3 内网 内网设置于围隔内,用于检查鱼和捕鱼,网目 3cm,为一圆筒形网袋(图 1c),周长略小于围隔袋。从水面到网底等距离地装配 3 个圆钢力圈,以使内网在水中保持张开状态。内网上口固定在浮架顶圈上,下端搁置在底盘上。

1.4 底盘 底盘为一面积与围隔相同的圆盘(图 1d),以扁钢做圈,圈内用 8 号铁丝编织成网。盘底面十字形地焊接两根角钢,以增大强度。角钢的两端各钻一小孔,用以系结围隔袋的力纲。底盘上铺有一层聚乙烯编织布,布的周边与围隔袋一起夹固在底盘的边圈上。底盘是围隔袋的底部,并能起重力作用使围隔袋在水中保持正常形状。

1.5 搅水机 搅水机是用于模拟库水的自然涡动与混合的。该机系用长 1m 的铝合金管轴将 90W 的微型电动机和直径 0.25m 的塑料叶轮相互联结而成(参看图 1b)。电动机固定在浮架上口的角钢横梁上,使用时加防雨罩。搅水机以 220V 的照明电为动力,用 3 000V 的调压变压器控制转速。

2 围隔的运用方法

2.1 排灌水方法 采用先将围隔下沉而后提起的直接灌水的办法(简称沉下提上法)。灌水前先在浮架顶圈上等距离系 3 根 6m 长的拉绳,在底盘上同样系上 3 根等长的定深绳。利用 3 只作业船,每船 3 人操作: 1 人划船,1 人控制定深绳,另一人操纵拉绳。灌水时,将尚未装备浮子和搅水机的围隔上部的拉链拉开,浮架与底盘叠放在一起抬到水面上;将拉绳和定深绳同时缓缓放出,使叠在一起的围隔逐渐下沉到水下 5m 处,固定定深绳,而后再用 3 根拉绳缓缓上提浮架,直至露出水面。于是水库中一个 5m 高的水柱即被完整地灌入围隔内。此后即安装浮子,并将定深绳上端固定到浮架外圈上,以备排水时再

次使用;最后拉上拉链,装上搅水机,灌水过程即告结束。每灌一个围隔只需十余分钟。

排水时,同样用 3 只船作业:先拆掉搅水系统、内网和浮子,拉开围隔袋上部的拉链;然后拉住定深绳,使浮体及围隔袋自然下沉,再用 3 根定深绳将底盘从一侧向上拉起;先收底盘,再收围隔袋,最后收上浮架;至此围隔即被排空而收到了船上。

2.2 设置和固定 设置围隔群的地址应选在库(湖)底平坦处,水深至少要大于围隔高度 1m。此外,还应尽量避开水流通道、航道及水上娱乐区等地段。将已灌满水的各围隔在选定的地段上,按一定的间距排成方形或长方形围隔阵,用直径 10mm 的聚乙烯绳连接各围隔的浮体外圈,使全部围隔连成一个整体;而后在围隔阵的四角上及 4 边(或两长边)的侧面分别加铁锚固定。锚的总重视围隔多少而定。固定 30 个围隔,共用 20kg 的铁锚 10 个,经受了 8—9 级大风的考验,安全无事故。

2.3 搅水 专门进行的观测证明,每天 9:00 之前,围隔内外水温的垂直变化差别极小。显然这是由于夜间密度流造成了水的垂直混合。另外,在有 3—4 级以上大风的天气,由于风浪促成围隔颠簸摇动,围隔内外水柱的垂直混合也基本一致。只有无风或小风天气的中午和下午,围隔内外才出现水温垂直分布的差别(表 1),围隔内表层水温较高,显示水的分层较显著。

表 1 无风天气下午围隔外及围隔内搅水前后水温的垂直变化(°C)¹⁾

Tab. 1 Vertical variation of water-temperature outside the enclosure and inside it before and after water stirring in the after noon with calm weather

水深(m)		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
围 隔 外		29.1	29.0	28.3	28.0	27.6	27.4
围 隔 内	搅水前	29.6	29.3	28.5	28.2	27.7	27.6
	搅水后	29.2	28.9	28.5	28.1	27.7	27.5

1) 1990 年 7 月 12 日 15:20—16:22 观测。

专门实验证明,当搅水机的工作电压为 80V 时,开机 50min 即可消除围隔内外水分层的差别(表 1)。此时叶轮的转速为 88r/min。因此在正式使用中,每逢无风或小风天气,即于上午 10:00 和下午 15:00 各开机 50min。

3 围隔的效果

3.1 围隔的遮光率 在一次为期 34d 的实验中,以水库水柱为对照测量了实验开始和实验结束时的围隔内照度,计算了遮光率。结果表明,实验开始时不同水层的最大遮光率为 26.7%,结束时为 33.3%(表 2)。结束时之所以增大是实验期间围隔壁上生长了附生生物的缘故。上述测定值比 Grice 等(1980)报道的 48%,以及 Takahashi 等(1977)报道的 50% 都要小很多。这表明,本围隔的透光性是较好的。在实验中对照组叶绿素的浓度基本稳定,与实验开始时无显著变化(表 3),这也说明围隔中的照度对浮游植物的生长无不良影响。

表 2 围隔的遮光率
Tab. 2 Light shading rate of the enclosure inside

水深 (m)		0	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	
实验开始	照 度 ($\times 100 \text{ lx}$)	围隔	360	330	280	70	60	25	10	5	1	0.5	0.2
		水库	380	360	310	80	80	34	10	5	1	0.5	0.2
	遮光率(%)		5.2	8.3	9.6	12.5	25.0	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
实验结束	照 度 ($\times 100 \text{ lx}$)	围隔	270	270	210	60	50	25	7	5	1	0.5	0.2
		水库	370	350	270	90	75	30	10	5	1	0.5	0.2
	遮光率(%)		27.0	22.9	22.2	33.3	33.3	16.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 3 对照围隔叶绿素浓度的变化
Tab. 3 The variation of chlorophyll concentration in the controlled enclosure

观测日期 ¹⁾	1	5	12	19	25	33
叶绿素 ($\mu\text{g/L}$)	4.50	3.27	7.53	7.00	5.60	3.30

1) 指实验开始后的天数。

3.2 使用结果 用这种围隔进行的水库对网箱养鱼负荷力的实验(另文发表),证明其性能是令人满意的。在两期实验中所观测因子的变化都很规律,各因子说明的问题互相吻合,而且两期的实验结果(水库对网箱养鱼的负荷力)非常接近——一期为 3 096 kg/ha,另一期为 2 934kg/ha。

4 讨论

4.1 关于围隔的搅水 围隔内风浪作用小,因而水的涡动和混合会与围隔外的天然水体有所差别。这种差别会影响围隔实验的代表性和真实性。这一点以往很多学者(陈其焕等,1988;Boyce,1974;Schelske, 1984; Steele at al., 1977;Thomas et al., 1977)都曾论及,都认为这是围隔实验的一大缺陷。本围隔设计为此加了微型搅水机,使用结果证明基本上克服了这一缺陷。

4.2 关于围隔的灌水方法 前人报道的围隔灌水方法主要有潜水员提袋灌水和水泵灌水两种。前一种方法主要用于大型围隔,要雇用专业潜水员;后一种方法工效低、耗时长,而且不能保证所灌水均衡地来自水柱的各层。对于大围隔群实验,灌水时间过长是个严重问题,因为各围隔灌水的时间不同,所灌水的水质及水质变化的进程也就不同,降低了围隔间的可比性。

我们所设计的“沉下提上法”适用于中、小型围隔。该法要求条件低,操作简便,取水均衡,而且工作效率高。

4.3 本围隔设计存在的问题 本围隔设计未加底泥(沉积物),对于一个完整的生态系统来说,这是一个缺陷。但经专门试验查明,这种围隔加底泥会带来一些干扰: 其一是遇到大风天气围隔内水质易浑浊;其二是各围隔所加底泥不能保证均质,因而会造成水质的本底不均等。

第二个问题是,围隔上部会生长附生生物,影响围隔内的水化学和生物学条件,对实验有一定的干扰。对此,作者建议用定期人工刷除或配养附生生物食性鱼类的办法加以解决。

参 考 文 献

- 陈其焕、吴省三、庄亮钟,1988,重金属对海洋围隔生态系中初级生产力的影响,海洋学报,10(2): 222—227。
- Boyce, F. M., 1974, Mixing within experimental enclosure: a cautionary note on the limnocorral. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 31: 1400—1405.
- Grice, G. D., et al., 1980, Large scale enclosed water column ecosystems An overview of food web I. The final cepeox experiment, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 60: 401—414.
- Menzel D. W. and Case, J., 1977, Concept and design: Controlled ecosystem pollution experiment, *Bull. Mar. Sci.*, 27: 1—7.
- Schelske, S. L., 1984, In situ and natural phytoplankton assemblage bioassays, *In Algae as Ecological Indicators*, ed by Shubert, Academic Press (London), pp. 38—39.
- Steele, J. H., et al., 1977, Circulation and temperature structure in large marine enclosure, *J. Fish. Res. Board. Can.*, 34: 1095—1104.
- Takahashi, M. and Whitney, F. A., 1977, Temperature, salinity and light penetration structure: controlled ecosystem pollution experiment, *Bull. Mar. Sci.*, 27: 8—16.
- Thomas, W. H., et al., 1977, Controlled ecosystem pollution experiment: effect of mercury on enclosed water column III. phytoplankton population dynamics and production, *Mar. Sci. Comm.*, 3: 331—354.

A FLOATING ENCLOSURE DEVICE SUITABLE FOR INLAND WATER ECOLOGICAL EXPERIMENTS

Li Deshang, Xiong Bangxi, Li Qi, Yuan Junfeng

(College of Fisheries, Ocean University of Qingdao 266003)

ABSTRACT

The device was designed and applied in 1990 to study the carrying capacity of reservoirs for feeding-cage-culture of fish. Two successful batches of experiments proved the device is reliable and convenient for operation.

The device consists of five parts: a steel framed buoyant body equipped with plastic floats; a cylindrical polyethylene coated with density plastic woven cloth enclosure bag, 5.7 m in height, 6 m in girth, 2.86 m² in area and 14.3 m³ in capacity; a steel framed, plastic woven cloth covered basal plate which is the bottom of the enclosure; an inner net inside the enclosure bag; an inner net inside the enclosure bag, used to catch/examine experimental fish, and a 90 W motor operated water stirrer fixed at the center of the bag mouth, used to stir the water in the bag periodically to keep the water mixing inside the bag equal to that outside it.

To fill the enclosure a "sinking and rising" method is used. In this method first the enclosure is made depressed so as to keep the buoyant body (with no floats at the time) resting directly on the basal plate and sunk to the 5 m depth; then the buoyant body is pulled up out of the water surface with the basal plate left unmoved by its weight, so that the enclosure is filled with a water column equal to that outside it. The enclosure is equipped with floats and anchored on the chosen site at last.

The water stirrer operated for 50 min at 10:00 a.m. and 15:00 p.m. whenever the weather is calm or nearly calm. Observations showed that this was enough to keep water mixing inside the enclosure equal to that outside it.

The maximum light shading rate of the enclosure was about 26.7% at the beginning and 33.3% in the end. The chief problem was the periphyton (especially epiphyton) which propagate on the inner surface of the enclosures, interfering with the illumination and water quality of the enclosures. The authors suggest manually brushing it off periodically or stocking certain fish which feed on periphyton in them as measures to solve it.

Key words Inland water ecology Floating enclosure