

投饵网箱养鱼促进温杖子水库渔业 高速增产的生态经济效益分析

尹孟杰 谢建军 鲁双庆

刘树平 陈向峰 于泉忠

(中国科学院长沙农业现代化研究所, 410125)

(辽宁省凌源市水利局水产站, 122500)

摘 要 温杖子水库按养鱼水面单位面积承受 2200kg/ha 网箱鱼的负载量设置网箱, 建立以网箱养鱼为重要环节的水库新型渔业生产结构体系。三年中, 水库水面鱼产量(含网箱鱼产量)由 145.5kg/ha 上升到 2667.1kg/ha, 年总产量增长 18.3 倍; 渔业投入资金年利润率达 71.9%; 网箱养鱼的投入总能量转换效率提高了 6.03—6.36%。合理开发和保护了水库渔业资源, 促进了温杖子水库渔业的高速增产。

关键词 网箱养鱼, 水库渔业, 生态经济效益

水库渔业生产发展受库区生态环境、生物资源、土地资源、社会经济条件条件的制约, 并涉及与其他部门(农、林、牧、副)协调一致对资源、劳力、资金等发展生产共同性资源的保护和合理开发等复杂问题[尹孟杰, 1989]。然而水库渔业的核心最终归结于水库水体渔业资源的开发利用。而水库鱼类生存空间资源的开发利用是目前水库渔业生产中的薄弱环节, 加强开发应是迅速增加水库鱼产量的关键所在。

水库中适度地设置投饵网箱养鱼, 集资源环境、社会经济、技术条件诸因素于一体, 是开发水库鱼类生存空间资源并增强水库鱼类饵料资源开发力度, 高速增加鱼产量的有效措施。

现以温杖子水库为例, 分析投饵网箱养鱼促进水库渔业高速增产的生态经济效益。

1 温杖子水库渔业生产现状及评价

温杖子水库是以防洪灌溉为主的小(一)型水库, 位于辽宁省凌源市东南部 54 公里, 北纬 40°50'50", 东经 119°50'20", 属努鲁儿虎山系低山侵蚀丘陵半湿润半干旱的过渡地带, 年平均降雨 477.5 毫米, 降雨量偏少, 但高度集中于 7 月中旬至 8 月中旬降雨, 因而便于水库蓄水, 常年养鱼水面能保持 6.7ha, 平均水深 10m, 水质清新, 溶氧 8mg/L 以上, pH 值 7—8, 水库集雨区植被覆盖率较差, 无工业及大型生活污染源, 浮游植物量仅 1.13mg/L, 属贫营养型水库。

一年中日平均气温稳定通过 10℃, 持续 175 天, 4—9 月的日平均气温为 20.4℃, 年积温 3450.3℃, 积温高而集中, 雨热同季, 日照长, 昼夜温差大。

粮、油作物加工的副产品资源丰富, 饲料源供应充足。但是, 1990 年以前, 该水库渔业生产几乎是一片空白, 随后我们因地制宜, 在温杖子水库建立以网箱养鱼为重要环节的水库新型渔业生产结构体系, 合理开发水库渔业资源, 实现高速增产的目的。总之, 该水库发展温水性经济鱼类集约化饲养具备了优良的生态环境条件。

2 温杖子水库新型渔业生产结构体系设计

网箱养鱼是人工调控下利用鱼类密集群体开发水库生态系统的水体空间,接受系统外大量商品饲料等物质和能量的输入,然后从中输出大量鱼产品的产品转换过程。从商品生产的角度来衡量,它是一种独立的集约化渔业生产方式;然而从水库生态系统角度来观察,由于产品转换过程中鱼群充分利用了系统内温、光、气资源,并将大量的代谢产物及废弃物排入水库生态系统之中,成为水库大水面鱼类增产的物质基础,伴随着物质能量的流动,对该水库渔业生产产生了极重要的影响。大量研究表明,在外源营养物质输入量较大的条件下,高密度的鱼群可加速水体富营养化的进程[阮景荣等,1993];亦有证明,在投饵网箱养鱼的水库配养鲢鱼能抑制浮游植物繁殖,延缓水体富营养化的过程,提高单位水面养鱼的负荷力[熊邦喜等,1993]。温杖子水库适度地设置网箱,利用投饵网箱养鱼加速水体富营养化进程中有益因素——营养盐类的输入,较快地改善和提高贫营养型水库营养物质的丰度,与此同时,又在水库网箱外适量投放鲢、鳙鱼等滤食性鱼类,将网箱养鱼可能引起水体富营养化流失的能量进行“截流回收”,使其转化为鲢、鳙鱼产品,从而可以减弱或阻止因网箱养鱼导致水体富营养化的可能,两相对立的措施共处于水库生态系统之中,相辅相成,网箱精养,箱外粗养,促使网箱养鱼成为该水库渔业中的一个重要环节,形成了一种新型的水库渔业生产结构体系(见图1)。这不仅在水库生态系统中充分发挥网箱养鱼高投入、高产出、高效益的特色,而且借助网箱养鱼对水库生态系统的影响力,有力地促进水库渔业生产结构系统整体功能的提高,鱼产量激增,成本降低,经济效益增多,对水库生态系统平衡也起着积极的调节作用。

3 实施与结果

3.1 确定网箱养鱼数量的依据

水库中设置投饵网箱养鱼将有大量营养盐和有机物流入水中,对水库环境产生强烈影响。水库水体具有一定的自净能力,对网箱养鱼亦具有一定的负荷能力,适量网箱养鱼有利于水库渔业迅速增产;但过量网箱养鱼将污染水体破坏水库生态平衡。

水体中磷浓度是评价水体富营养化水平及预测其发展趋势的重要指标之一。测定水库水体总磷浓度,再根据 Dillon 和 Rigler[1974]提出磷负荷和总磷浓度之间的数量关系模型:

$$[P] = \frac{L(1-R)}{\bar{Z}\rho}$$

式中, $[P]$ —总磷浓度(g/m^3); L —磷负荷($g/m^2 \cdot yr$); \bar{Z} —水库平均深度(m); R —磷沉积物贮留率(%); ρ —水库水交换率(倍数/yr);

$$(R) = 1 - \frac{q_o[P]_o}{\sum q_i[P]_i}$$

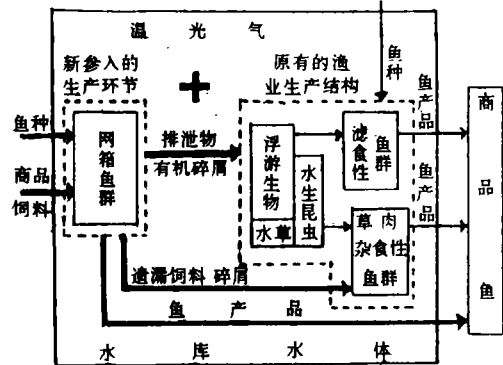


图1 温杖子水库新型渔业生产结构体系示意图
Fig.1 A diagram of new style of fishery production construction system in Wenzhangzi Reservoir

式中, q_0 —水库排水量(m^3/yr); q_i —水库流入水量(m^3/yr);

计算出水库试验前的磷负荷值 L ; 同时参考 Vollenweider [1968] 提出防止富营养化可允许磷负荷的最大值 $[L_i]$ 和危险值(见表 1)。将 $[L_i]$ 与 $[L]$ 值之差, 视为该水库发展网箱养鱼所增加的磷负荷的允许值 $[L_c]$, 即: $L_c = L_i - L$ 。

求得该水库发展网箱养鱼磷负荷的允许值 $[L_c]$ 后, 在规划网箱养鱼时, 参考已有的实验数据预算出网箱鱼单位产量所消耗饲料量中的含磷量 $[P_E]$ 、单位产量鲜鱼中的含磷量 $[P_F]$ 、及饲料系数 $[K]$, 从而可以求出网箱养鱼每生产一个单位的鱼产量所流失到水体中的含磷量 $[P_L]$, 即: $[P_L] = K \cdot P_E - P_F$ 。

水库发展网箱养鱼磷负荷允许值 $[L_c]$ 的总量 $[L_{cp}]$ (即 L_c 与水库总面积的乘积) 与单位鱼产量流失磷含量 $[P_L]$ 的比值, 即为该水库可承受网箱养鱼单位鱼产量的“单位”总个数 $[G]$, 即: $L_{cp}/P_L = G$ 。

从鱼产量的“单位”总个数 $[G]$ 与每个单位的鱼产量数的乘积就可得出该水库可以承受的网箱鱼的总产量。

为防止富营养化的产生, 网箱养鱼磷的流失总量只能小于或等于发展网箱鱼磷负荷允许值的总量。已知该水库可承受网箱鱼的总产量

数, 便可根据水库总水面换算成在限定磷水平条件下每公顷水面网箱养鱼的负载量。然后算出该水库可以设置网箱养鱼数量幅度的参考数据。在实施过程中以国家渔业水质标准 (GB11007-89) 对水库水质主要项目指标进行监测, 从而验证推算数据的可靠性。

根据计算, 该水库网箱养鱼的负载量为 $2200 kg/ha$ 。按此设置网箱, 并观测网箱养鱼物质能量的投入与产出及对水库生态环境的影响。

3.2 网箱养鱼技术的实施

网箱鱼种有丰鲤、建鲤、尼罗罗非鱼及草鱼, 在长、宽、高为 $5m \times 5m \times 2.5m$, 网目 $3cm$ 双层全封闭式网箱中投喂自制全价颗粒饲料, 饲养管理及防病措施均严格按网箱养鱼技术操作规程进行。箱外按网箱鱼种量的 20% (1991 年大于此比例) 投放鲢、鳙鱼种。箱外养鱼除加强巡视防逃外, 不另实施其他技术措施。

3.3 网箱内外鱼产量及箱外鱼获物分析

该水库试验前后鱼产量情况及箱外鱼获物分析见表 2。

3.4 浮游生物量的观测

采用水生生物常规调查方法[“全国主要湖泊水库富营养化研究”课题组, 1987], 每年 5 至 9 月末定点测定浮游植物和浮游动物生物量, 并以每年实测值之和的平均值代表浮游生物的生物量。

表 1 防止富营养化的磷最大允许与危险负荷量
Table 1 The maximum phosphorus loadings permitted for preventing eutrophication

平均水深(Z) (m)	允许负荷量 (g/m^3)	危险负荷量 (g/m^3)
5	0.07	0.13
10	0.10	0.20
50	0.25	0.50
100	0.40	0.80
150	0.50	1.00
200	0.60	1.20

表2 温杖子水库网箱内、外鱼产量及箱外鱼获物分析
Table 2 The analysis of fish production both inside and outside cages as well as fishery harvesting outside cages

年 份	网 箱 养 鱼				箱 外 水 库 养 鱼								网箱内外合计鱼产量 Kg	箱内外鱼产量之比		
	网箱面积 m ²	占水库总面积 (%)	投 鱼 种 Kg	鱼 产 量 Kg	水库水面负 载网箱鱼 Kg/ha	投 放 鱼 种 Kg	捕捞鱼产量		抽样测定鲢、鳙鱼年龄结构及平均体重							
							总 产 量 Kg	鲢 占 重 (%)	2 龄 体 重 (%) Kg/尾	3 龄 体 重 (%) Kg/尾	4 龄以上 体 重 (%) Kg/尾					
1988—1990						350	970									
年平均																
1991	75	0.11	752	4999	748.5	450	2200	82.6	3.4	0.25	46.0	0.75	50.6	1.2	7199	2.2:1
1992	275	0.41	3208	14602	2190.0	650	5450	80.2	4.7	0.30	64.3	0.92	31.0	1.5	20052	2.6:1
1993	250	0.37	3520	12540	1881.0	700	5241	81.4	3.1	0.32	76.5	0.95	20.4	1.7	17781	2.3:1
三年累计	600		7480	32041			12891								45032	

根据李德尚[1993]浮游生物丰度指数[B_{Li}]公式: $B_{Li} = \frac{B_{pi}}{\bar{B}_p} + \frac{B_{zi}}{\bar{B}_z}$

式中, B_{pi}—浮游植物年平均生物量; B_{zi}—浮游动物年平均生物量; \bar{B}_p —浮游植物生物量四年平均生物量之和的平均值; \bar{B}_z —浮游动物生物量四年平均生物量之和的平均值。

则求出水库当年的浮游生物丰度指数[B_I]进行比较(见表3)。

表3 温杖子水库浮游生物年平均生物量及丰度指数

Table 3 The richness indices of annual average plankton biomass in the reservoir

年 份	浮游植物生物量平均值		浮游动物生物量平均值		浮游生物丰度指数 BI
	B _{pi} (mg/L)		B _{zi} (mg/L)		
1990	1.13±0.74		0.52±0.02		0.64
1991	2.51±0.67		1.24±0.45		1.48
1992	5.46±0.97		2.43±0.97		3.05
1993	4.94±0.64		2.25±0.84		2.79

3.5 水质化学性状的观测

我们选定评价水体营养水平和预测其发展趋势的化学耗氧量[COD]、总氮[TN]、总磷[TP]、溶解氧[DO]四个主要指标,每年7—9月末定点采样(与浮游生物量测定同步进行),并按常规方法测定,结果见表4。

为检验网箱养鱼后对水库下游一公里内饮水井有机污染情况,于1993年9月实测了5口水井的化学耗氧[COD_i]、氨氮[NH₃-N_i]、溶氧[DO_i](每日上、下午两次实测的平均值)等指标,利用水质有机污染综合评价[A]的计算公式[陆鼎言,1988]

$$A = \frac{COD_i}{COD_0} + \frac{NH_3-N_i}{NH_3-N_0} \frac{DO_i}{D_0}$$

式中, *i* 是实测值; *o* 是该项参数地面水质的卫生要求值。

当 $A \geq 1$ 时表示水质已受到有机污染。分类标准值见表 5[陆鼎言,1988]。实测值计算结果见表 6。

除 2 号井受附近生活污水污染外,其余 4 口井的水质有机污染综合评价(A)均 < 1 。

表 4 温杖子水库网箱养鱼前后主要水化学指标测定结果

Table 4 The results of primary water quality determinations both before and after fish culture in cage in the reservoir

测定日期(年.月)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
1990.8	8.74±0.65	3.05±0.15	0.416±0.184	0.002±0.001
1991.7	8.32±1.10	4.03±0.79	0.748±0.087	0.059±0.021
1991.8	8.97±0.45	4.51±0.68	0.864±0.141	0.061±0.012
1991.9	7.94±0.73	4.94±0.83	0.852±0.104	0.072±0.024
1992.7	7.83±0.47	4.82±0.02	0.907±0.161	0.097±0.013
1992.8	7.65±0.56	5.24±0.81	1.126±0.213	0.087±0.017
1992.9	7.74±0.74	4.93±0.21	1.149±0.182	0.073±0.041
1993.7	8.01±0.14	4.87±0.97	1.114±0.216	0.082±0.011
1993.8	7.88±0.27	5.15±0.32	1.131±0.134	0.087±0.018
1993.9	7.67±0.39	4.76±0.12	1.127±0.147	0.074±0.023

表 5 有机污染综合评价标准

Table 5 The indices of integrative evaluation of organic contamination

有机污染综合评价(A)	<-1.5	-1.5-1.0	1.0-3.5	3.5-6.0	>6.0
污染程度分级	I	II	III	IV	V

表 6 水井有机污染综合评价(A)实测计算结果

Table 6 The calculated results of determined values of integrative evaluation of organic contamination in nearby wells

水井编号	1	2	3	4	5
有机污染综合评价(A)	0.94	1.15	0.83	0.91	0.87

4 生态效益分析

4.1 提高了渔业生产结构系统的整体功能

4.1.1 网箱养鱼投入总能量转换效率提高

在原有的水库渔业生产结构中加入网箱养鱼这一新的生产环节,通过配合饲料→网箱鱼群→排泄物、废弃物→浮游生物→鲢、鳙鱼群新的食物链(网)关系(见图 1)。在水库生态系统中形成了一支更为复杂的能量流,从而有效地提高了网箱养鱼总投入能量的转换效率(见表 7)。表 7 表明:1992、1993 年网箱鱼投入总能量分别为 82084 兆卡和 83151 兆卡,网箱养鱼能量转换率分别为 20.75%和 17.71%,能量的投产比分别为 4.78:1 和 5.64:1,除网箱鱼群代谢消耗部分能量外,大部分能量流失进入水库生态系统中,通过浮游生物等水生生物、微生物的富集转化,1992、1993 年分别有 5264 兆卡和 5018 兆卡能量,占网箱鱼投入总能量的 6.36%和 6.03%以鲢、鳙鱼产品的形式进行了“截流回收”,从而提高了网箱鱼投入总能量的转换效率。

4.1.2 水库鱼产量的迅速增长

温杖子水库设置适量网箱养鱼三年中,最显著的变化是商品鱼产量迅速增长。试验第一年仅设 75m³ 网箱,水库鱼总产量增长 7.42 倍;第二年增设 275m³ 网箱,鱼总产比试验前增长 20.6 倍;第三年 250m³ 网箱,总产比试验前仍增 18.3 倍。

1991~1993年温杖子水库鱼产量均由网箱养鱼和水库箱外养鱼两部分产量构成,前后二者鱼产量之比平均为2.5:1,水库养鱼单位水面网箱鱼的负载量为2190kg/ha。

三年来,温杖子水库除设置一定数量网箱养鱼与适量增加箱外鲢、鳙鱼种的投放量外,并未实施其他大水面养鱼措施,而水库箱外鱼产量比试验前增长5.6倍,主要是网箱养鱼促进水库大水面养鱼的结果。

表7 温杖子水库网箱内外养鱼物质投产情况及能量转换效率*(单位:千克、日、兆卡)

Table 7 The convertable energy efficiency, the investments and the outputs both inside and outside cages (kg · d · Mcal)

年 份		1988—1990 年平均值		1991	1992	1993	
投入部分	网箱饲料投入量	重 量		7896	17541	17625	
		能 量		34458	76548	76915	
投入部分	化 肥 投 入	重 量	1000				
		能 量	1800				
投入部分	鱼种投入	箱 内	重 量	766	3208	3520	
			能 量	900	3769	4136	
		箱 外	重 量	350	450	650	700
			能 量	411	528	760	819
投入部分	劳力投入	箱 内	劳动日(个)	400	776	700	
			能 量	1200	2328	2100	
		箱 外	劳动日(个)	50	50	50	50
			能 量	150	150	150	150
产出部分	网箱鱼总产量	重 量		4999	14602	12540	
		能 量		5873	17157	14734	
	箱外水库 鱼总产量	重 量	970	2200	5450	5241	
		能 量	1139	2585	6403	6157	
		比1990年增产 部分的鱼产	能 量		1445	5264	5018
		占网箱投入 量折合能量 总能量(%)		3.94	6.36	6.03	
网箱鱼投入能量的转换率(%)			16.06	20.75	17.71		

* 能量换算率是根据《中国饲料成分及营养价值表》(农业出版社,1984)和《食物成分表》(人民卫生出版社,1980),《农业技术手册》(湖南科技出版社,1980)计算得出折能系数。饲料能包括原料能及机械加工能等。

4.1.3 水库渔业资源的利用率

试验前,温杖子水库鱼类饵料生物资源严重匮乏,单位面积鱼产量仅145.5kg/ha,水库鱼类生存空间资源的利用几乎处于荒芜状态。引进适量的网箱养鱼,不仅直接开发了水库中优良的鱼类生存空间资源,使水体中温、光、气资源得到合理的利用,同时通过网箱养鱼流失的物质和能量迅速改善了水库水体的营养状况,浮游生物量增加,鲢、鳙鱼生长也加速了。在开发水体空间资源的同时激发了该水库鱼类饵料资源的开发。因此,适量的网箱养鱼参与水库生态系统的物质能量流,更加完善优化了该水库渔业生产结构体系,从而促进该体系整体功能的提高。

4.2 对水库生态环境的影响

通过对水库生态环境主要指标进行监测的结果,反映了适量网箱养鱼对水库生态系统产生了良好的影响。该水库水体营养类型已由1990年前贫营养型发展到中—富营养型,pH值

7~7.5, 透明度保持在 80cm 以上。

虽然总氮、总磷在原贫营养型水体的基础上增长幅度较大, 速度较快, 但只要适量调控网箱养鱼数量和箱外鲢、鳙的配养量, 总氮和总磷的负荷量基本上能稳定在一定范围以内。如表 4 所示。这表明温杖子水库逐步朝着有利渔业生产的方向发展。

表 8 温杖子水库实施网箱养鱼前后渔业生产五项经济指标比较
Table 8 The comparison of five economic indices of fishery production
between before and after the fish culture in cage

年 份		1988~1990 年平均值	1991 年	1992 年	1993 年	三年累计
鱼总产量(万千克)	箱 内		0.499	1.460	1.254	3.209
	箱 外	0.097	0.220	0.545	0.524	1.289
	合 计	0.097	0.719	2.005	1.778	4.494
	比 90 年增产(倍)		7.8	20.6	18.3	
总产值(万元)	网 箱 鱼		3.499	10.721	10.210	
	箱 外 鱼	0.2	0.66	1.64	1.60	
	合 计	0.2	4.15	12.35	11.81	28.30
总成本(万元)	网 箱 鱼		2.23	6.96	6.70	
	箱 外 鱼	0.28	0.11	0.17	0.17	
	合 计	0.28	2.34	7.14	6.87	
总利润(万元)	网 箱 鱼		1.261	3.754	3.510	
	箱 外 鱼	-0.08	0.55	1.46	1.43	
	合 计	-0.08	1.81	5.22	4.94	11.97
投入资金利润率(%)	网 箱 鱼		56.3	52.7	52.3	
	总利润率(%)		77.1	73.1	71.9	

注: 总成本包括劳动力、鱼种、饲料、药品、还贷款利息、工具、(网具、船只折旧)、电能和运输等费用。

5 经济效益分析

作者采用了衡量渔业经济效益指标体系中的五项具体指标的实测值, 对温杖子水库 1990~1993 年的渔业经济效益进行比较(见表 8)。从表 8 看出, 1993 年比 1990 年仅三年时间, 温杖子水库网箱内外鱼的总产量增长 18.3 倍, 平均单位水面鱼产量由 145.5kg/ha 上升到 2667.1kg/ha。年总利润由 1990 年的负值增至 4.9 万元。水库渔业投入资金利润率, 独立核算的网箱养鱼达 52.3%, 加上网箱外鲢、鳙的经济效益, 投入资金年利润率高达 71.9%。

试验三年累计产鱼 4.5 万公斤, 总产值 28.3 万元, 总盈利 11.97 万元。经济效益十分显著。

6 讨论与小结

水库中过量设置网箱养鱼, 大量外源营养物质输入, 超出水库自净能力, 将会严重破坏水产资源; 适量的网箱养鱼, 同样由于外源营养物质的输入, 可以较快地提高贫营养型水库营养物质的丰度, 有利于水库养鱼迅速增产。因此, 在水库中设置网箱养鱼应因地制宜, 严格调节控制发展数量。

针对不同类型的水库, 在人工调控下适量设置网箱养鱼, 实行网箱内、外精养粗养结合的措施, 具有促进中、小型水库渔业迅速增产的功效。同时还可提高网箱养鱼投入能量的转换效率和经济效益。

根据建设水库的不同功能和目的,实施网箱养鱼应有区别,以城市生活、工业供水及旅游为主要目的的水库,网箱养鱼应少养或不养;以防洪、灌溉、养鱼为主要目的的水库,可以根据各水库具体情况进行规划。

笔者认为,设置网箱的面积可控制在水库养鱼总水面的 0.1—0.45%以内;水库单位养鱼水面网箱鱼负载量为 1881—2190kg/ha,与李德尚[1992]推荐值基本一致;水库箱外鲢、鳙鱼产量与网箱鱼产量之比以 1:2.5—1:3 为宜。

参 考 文 献

- [1] “全国主要湖泊水库富营养化研究”课题组,1987. 湖泊富营养化调查规范,142—209. 中国科学出版社(京)。
- [2] 尹孟杰,1989. 丘岗农区观山村渔业生产结构优化及生态效益分析. 生态学报,9(3): 193—200.
- [3] 阮景荣等,1993. 罗非鱼对微型生态系统浮游生物群和初级生产力的影响. 应用生态学报,4(1): 65—73.
- [4] 李德尚,1992. 水库对投饵网箱养鱼负荷力的研究方法. 水利渔业,(3): 3—5.
- [5] 李德尚等,1993. 山东省大中型水库鱼产量的综合评估. 水产学报,17(2): 95—97.
- [6] 陆鼎言,1988. 小型水库综合养殖对环境和水质的影响及其对策研究. 水利渔业,(3): 27—30.
- [7] 熊邦喜等,1993. 配养滤食性鱼对投饵网箱养鱼负荷力的影响. 水生生物学报,17(2): 131—143.
- [8] Dillon, P. J. & F. H. Rigler, 1974. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 31(11): 1771—1778.
- [9] Vollenweider, R. A., 1968. Paris Rep. OECD, DAS/CSI. 68(27): 192.

ANAYSIS OF ECO-ECONOMIC EFFICIENCY OF RAISING FISH PRODUCTION BY FEEDING CAGE FISH CULTURE IN WENZHANGZE RESERVOIR

Yin Mengjie, Xie Jianjun and Lu Shuanqing

(Changsha Institute of Agricultural Modernization, Academia Sinica, 410125)

Liu Shuping, Chen Xiangfeng and Yu Quanzhing

(Fisheries Station of Water Conservancy Bureau of Lingyuan City, Liaoning Province 122500)

ABSTRACT This article mainly expounds the issue of raising the total fishery production by fish culture in the cage with pellets in Wenzhangzi reservoir. In this experiment, the final fish loading in water area was designed according to 2,200kg/ha, and a new structure system of fishery production with fish culture in the cage as a key link was established. Within three years period, the fish crop has risen from 145.5kg/ha to 2,667.1kg/ha (including the fish crop in the cage), the total fish yield has increased by 18.3 times, the annual interest rate of the investment has reached 71.9%, and the conversion ratio of energy investment has gone up as high as 6.03—6.36%. The system not only has greatly promoted the fishery production, but also has rationally exploited and protected the fishery resources in the reservoir.

KEYWORDS cage fish culture, reservoir fishery, eco-economic efficiency