

# 四川黑龙滩水库渔业利用优化模式研究<sup>\*</sup>

胡传林 林永泰 邬红娟 高汉姣  
常秀玲 黄道明 杨汉运 张庆\*\*

水利部 水库渔业研究所, 武汉 430073  
中国科学院

**提要** 报道了1991~1995年对面积为1693hm<sup>2</sup>的黑龙滩水库渔业利用优化模式研究的结果, 主要内容有: 水生生物种类组成和现存量调查、浮游植物初级生产力测定、渔获物统计和鱼生产力估算; 水体理化性状和水位变化对鱼产量和浮游生物群落结构的影响, 网箱养殖鲤、草鱼的高产试验结果; 多功能水库生态系统的渔业利用优化模式初步探讨。经三年努力, 水库鱼产量由622t上升到1255.1t, 平均单产750kg/hm<sup>2</sup>。为了对水库的渔业功能有更深入的了解和合理的生态管理, 总结提出了水库渔业功能与灌溉、防洪发电, 大库鱼类增殖与网箱鱼类养殖、一般鱼类养殖与名贵鱼类养殖、特别强调渔业发展必须兼顾环境的生态管理原则。

**关键词** 渔业利用模式 水生生物 网箱养鱼 黑龙滩水库

黑龙滩水库位于四川省仁寿县境内, 属都江堰灌区, 于1972年建成, 是一个以引蓄灌溉为主, 兼有防洪、发电、渔业、供水、旅游、航运的大型多功能山谷型水库。按水位升到484.3m高程时最大库容量为 $3.6 \times 10^8 \text{m}^3$ , 正常蓄水 $3 \times 10^8 \text{m}^3$ , 有效库容 $2.36 \times 10^8 \text{m}^3$ , 农田灌溉面积 $5 \times 10^4 \text{hm}^2$ , 养鱼水面1693hm<sup>2</sup>。水库最大水深47m, 平均水深11.2m, 一般年水位变化10~13m, 库水年交换系数1.1, 水库约有2/3的水量由都江堰东风渠引蓄, 形成蓄水期的冬季水位最高, 灌溉期的6月至7月初的夏季水位最低的特点。

1991年10月起开展了“八五”攻关项目研究课题《大型多功能水库渔业利用优化模式研究》, 一方面为了对水库的功能有更深入的了解, 另一方面为了合理的生态管理。四年来针对黑龙滩水库不同功能的特点, 分别采取相应的渔业对策, 在保证水库其他功能前提下, 水库的渔业功能得到最大程度的展现, 使水库的多种功能得到充分协调和发展<sup>①</sup>。

## 1 研究方法

水体理化性状、浮游植物、浮游动物、底栖动物和悬浮有机碎屑的采集测定均在共同设置的8个点(断面)上进行, 底栖动物的每个采集断面设采集点5~7个(图1), 采集测定方

\* 国家“八五”科技攻关项目课题(85-14-01-04)。

\*\* 参加工作的还有万月华, 胡兴跃等同志。

来稿日期: 1995-05-12; 接受日期: 1996-02-27。

作者简介: 胡传林, 男, 1935年生, 研究员。1958年毕业于复旦大学生物系动物学专业。现主要从事湖泊生态与渔业生物学方面的研究, 已发表有关论文50余篇。

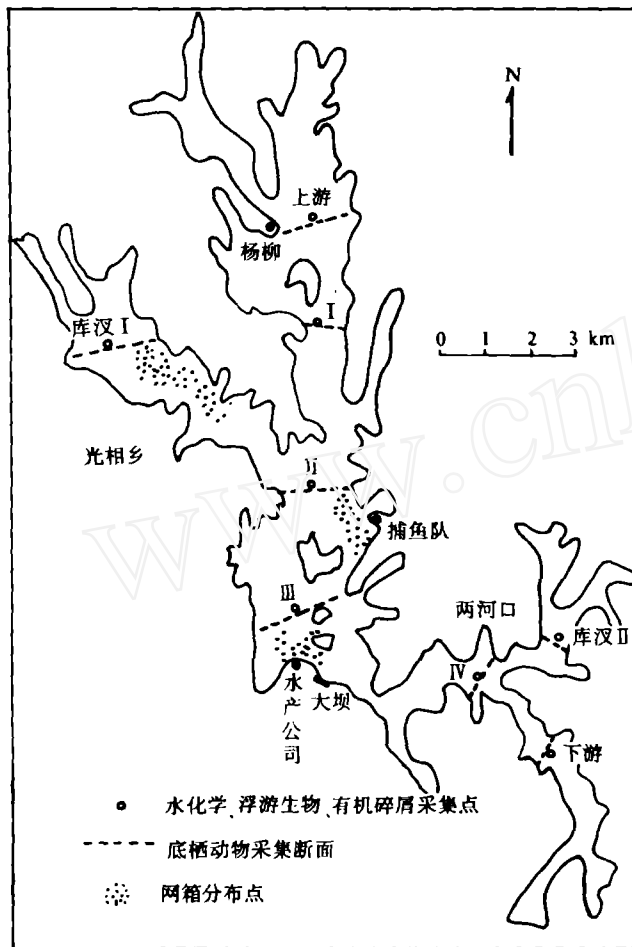


图 1 黑龙滩水库采集断面和网箱分布点

Fig. 1 The map of Sampling Station and net-cage distribution in Hei Long Tan Reservoir

量为 32%，鱼种饲料蛋白质含量为 37%~38%，饲料质量由国家饲料质量测试中心检验符合试验要求。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要水生生物种类组成, 现存量 and 初级生产力及其产鱼潜力

**2.1.1 浮游植物** 据初步鉴定, 黑龙滩水库浮游植物有 58 种(属), 隶属 7 个门, 常见种类有颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、小环藻(*Cyclotella* sp.)、曲壳藻(*Achnanthes* sp.)、微小四角藻(*Tetraedron minimum*)、四尾栅藻(*Scenedesmus guqdricana*)、四角角星藻(*Staurastrum tetracerem*)、镰形纤维藻(*Amkinstrodesmus falcatus*)、项圈藻(*Anabaenopsis* sp.)、隐藻(*Cryptomonas* sp.)、蓝隐藻(*Chroomonas* sp.)、单角盘星藻(*pediastrum Simplex*)和束丝藻(*Aphanizomenon* sp.)。

浮游植物优势种的季节变化, 在春季为硅藻门的小环藻和曲壳藻, 夏季为蓝藻门的束丝

法均为常规方法<sup>[2,3]</sup>, 每季度采集测定一次, 时间在 3 月、6 月、9 月和 12 月。浮游植物的多样性是根据 Margalef 多样指数  $d = S - 1 / \ln S$  公式计算的。鱼类资源的调查主要按季节进行, 用特制的刺网捕捞, 渔获物统计主要来自于捕捞队逐日统计资料。气象水文水位资料由水库大坝管理站提供。

水库成鱼产量由大库捕捞产量和网箱养殖产量两部分组成。大库捕捞产量由水库管理处水产公司统计整理, 社会捕捞量没有统计在内。网箱养殖成鱼产量主要是成鱼网箱生产, 其次为鱼种网箱生产。鱼种网箱的鱼种经过逐级饲养筛选, 大小分箱养殖, 这样当年鱼种约有 50% 的个体可达 360g 以上并作为成鱼销售。

网箱养鱼网体规格一般为 5m × 5m × 2.7m。试验鱼类有鲤、草鱼和鲂 (*Megalobrama skolkovii* Dybowski)。投放鱼种的规格为 50~250g。养鱼饲料全部为配合颗粒饲料, 由水产公司饲料厂(年产 3000t 能力)生产。成鱼饲料粗蛋白质含

藻和席藻(*Phormidium*),秋季为蓝藻门的平裂藻(*Merismopedia* Sp.)和蓝纤维藻(*Dactylocoecopsis*),冬季种类较多但无明显优势种。

**2.1.2 浮游动物** 经鉴定浮游动物中有原生动动物 28 种,轮虫 28 种、枝角类 16 种、桡足类 2 大类。常见种类有侠盗虫(*Strombolidium*)、淡水筒壳虫(*Tintinnidium fluviatile*)、似铃壳虫(*Tintinnopsis*)、裂痕龟纹轮虫(*Anuraeopsis fissa*)、暗小异尾轮虫(*Trichocerca pusilla*)、圆尾轮虫(*T. Cylindrica*)、对棘同尾轮虫(*Diurella Stylata*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthravtrigla*)、梳状疣毛轮虫(*Synchaeta pectinata*)、长额象鼻溇(*Bosmina Longirotris*)和短尾秀体溇(*Diaphanosoma brachyurum*)。

浮游动物优势种类的季节变化,在夏季为原生动动物中的淡水筒壳虫、愈游虫(*Strombidium*)、似铃壳虫和针簇多肢轮虫,夏季原生动动物和轮虫较多,甲壳动物中主要是长额象鼻溇和桡足类。秋季轮虫较多,冬季主要是甲壳动物但无优势种。

**2.1.3 底栖动物** 经初步鉴定底栖动物有 35 种(属),其中寡毛类 9 种,水生昆虫 21 种(属),软体动物 2 种,其他 3 种。其中霍甫水丝蚓(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、前突摇蚊(*Procladius* sp.)、异腹鳃摇蚊(*Chironomus insoeita*)、羽摇蚊(*Chironomus plumosus*)和指突隐摇蚊(*Crytochironomus digitatus*)等 5 种是优势种类。

底栖动物种类的季节变化,无论从数量和生物量上来看,一年四季均以寡毛类为优势,其中又以霍甫水丝蚓占绝对优势。

**2.1.4 有机碎屑** 黑龙滩水库有机碎屑主要由外源性的非生物悬浮物和内源性生物悬浮物组成。根据 1992 年 6 月~1993 年 3 月季度测定分析有机碎屑总量年平均值为  $6.23\text{mgL}^{-1}$ ,以夏季 6 月最高为  $8.62\text{mgL}^{-1}$ ,秋季次之为  $7.64\text{mgL}^{-1}$ ,春季最低为  $3.90\text{mgL}^{-1}$ 。在有机碎屑总重量中随水源补给带进来的外源性有机碎屑年平均值为  $5.58\text{mgL}^{-1}$ ,占总量的 89.57%,而由水库内浮游生物转化而来的有机碎屑量为  $0.65\text{mgL}^{-1}$ ,只占总重量的 10.5%(表 1)。

从表中可以看出黑龙滩水库的浮游植物和外源性有机碎屑在有机营养物质中占有较大的比例,而这两类有机营养物正是鲢、鳙鱼的主要饵料来源。

表 1 黑龙滩水库主要水生生物及有机碎屑测定值

Tab. 1 Hydrobilos and organic detritus in Hei Long Tan Reservoir

项 目		年平均值	季节平均值变幅范围
浮游植物	数量( $10^4$ 个 $\text{L}^{-1}$ )	209.8	68.7~346.5
	生物量( $\text{mgL}^{-1}$ )	3.15	0.94~6.07
	叶绿素 a 含量( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	1.99	1.04~3.45
	初级生产力( $\text{gO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ )	2.86	0.4~5.12
浮游动物	数量(个 $\text{L}^{-1}$ )	11780	745~29959
	生物量( $\text{mgL}^{-1}$ )	0.87	0.42~2.96
底栖动物	数量(个 $\text{m}^{-2}$ )	1763	1340~2309.5
	生物量( $\text{mgm}^{-2}$ )	6555.1	4885.8~9332.4
	总重量( $\text{mgL}^{-1}$ )	6.23	3.90~8.62
有机碎屑	无生命悬浮颗粒碎屑( $\text{mgL}^{-1}$ )	5.58	3.65~7.99
	浮游生物屑( $\text{mgL}^{-1}$ )	0.65	0.25~1.40

**2.1.5 鱼类资源和渔获物统计** 黑龙滩水库现有鱼类 11 科 29 属 34 种,其中鲤科鱼类 22 种,占总数的 64.70%。水库中除天然鱼类外,还有人工放养的鲢、鳙、草、青、团头鲂和鲂,其中鲢和鳙是构成水库中最主要的渔业产量。1992 年大库捕捞的经济鱼产量中,鲢占 46.38%,鳙占 47.16%,鲤占 5.72%,草鱼和青鱼共占 0.74%。水库中有凶猛鱼类和温和肉食性鱼类 10 种,占鱼类总数的 29.4%,它们是乌鳢、鳊、大口鲶、近红鲌、青梢红鲌、鲇、黄颡鱼、大鳍鱮和馬口鱼,其中乌鳢、青梢红鲌和馬口鱼的种群数量较大。

因水库水位变化的特殊性以及渔政和过渡捕捞原因,水库中天然鱼类种群已在种类组成和种群个体两个方面表现出小型化。在 34 种鱼类中有小型鱼类 15 种,占总数的 44%。在天然鱼类中除鲤鱼有一定产量外,其他鱼类均没能形成群体产量,如鲂、团头鲂、近红鲌、鳊、鳅、大口鲶等种群数量很少,青梢红鲌虽然种群数量大些,但大多数为小型个体,即使能形成一定产量的鲤鱼,其捕捞平均个体仅 650g,大多数为 0<sup>+</sup>和 1<sup>+</sup>龄的小龄个体。

黑龙滩水库成鱼产量由大库捕捞鲢、鳙产量和网箱养殖鲤、草鱼产量两部分组成(表 2)。在 1990~1993 年的 4 年间,成鱼总产量由 626.2t 上升到 1255.1t,年增长率分别为 9.55%、8.45%和 68.7%,其中网箱养殖产量由 511.2t 上升到 1065.2,年增长率分别为 8.08%、4.71%和 84.13%。大库捕捞产量由 115t 上升到 189.9t,年增长率分别为 16.09%、23.97%和 14.74%。1993 年全库成鱼总产量中,大库捕捞产量占 15.13%,网箱养殖产量占 84.86%,可见网箱养鱼在黑龙滩水库渔业生产中占有十分重要地位。1993 年全库共有网箱 360 只,总面积 9220m<sup>2</sup>,总产成鱼和鱼种 1313t,平均单位面积产量为 142.41kg/m<sup>2</sup>,其中成鱼 1065.2t,占 81.13%,鱼种 247.8t,占 15.13%。

1993 年全库养殖水面 1693hm<sup>2</sup>,平均单产 750kg/hm<sup>2</sup>,与 1990 年 369.75kg/hm<sup>2</sup> 相比产量翻了一番。

表 2 黑龙滩水库 1990~1993 年成鱼产量统计  
Tab. 2 fish yield in Hei Long Tan Reservoir in 1990~1993

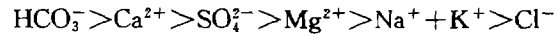
年 份	总产量(t)	其 中			
		大库捕捞产量(t)	(%)	网箱养殖产量(t)	(%)
1990	626.2	115	18.36	511.2	81.64
1991	686.0	133.5	19.46	552.5	80.54
1992	744.0	165.5	22.24	578.5	77.76
1993	1255.1	189.9	15.13	1065.2	84.87

根据黑龙滩水库浮游植物、浮游动物、底栖动物和有机碎屑的年生产量测定数据,应用有关估算鱼产潜力的计算方法<sup>[2-4]</sup>,估算出黑龙滩水库的鱼产潜力。以往在估算水库鱼产潜力时只考虑浮游生物和底栖动物的供饵能力,而较少考虑有机碎屑的作用,现在如按以往估算方法,则黑龙滩水库年产鱼能力为 266t,其中浮游植物的产鱼能力最大为 175t,占总产量的 65.79%。但是近年来许多研究资料表明,水库中的有机碎屑量很大,而且是鲢鳙鱼的重要饵料来源,因此应考虑有机碎屑的营养作用,用水体浮游植物总有机碳量估算出鲢、鳙产鱼潜力为 473.4t,这样全库总鱼产潜力可达 491.9t。

## 2.2 黑龙滩水库的水质水文状况及其与渔业关系的研究

**2.2.1 水体的理化性状及其环境评价** 全库透明度变动范围 10~235cm,最低值为 1993

年度夏季枯水期,最高值在冬季丰水期,平水期均值为 139cm,pH 值较为稳定,变动于 7.2~8.9,偏弱碱性,水体缓冲能力较强。电导率在夏秋季较高,硬度在 4.48~7.62 德国度范围内,属软水。钙镁含量较丰富,范围在 3~4:1。库水碱度以  $\text{CaCO}_3$  计,在 93.59~130.13  $\text{mgL}^{-1}$  之间,使水库具有很好的缓冲能力。化学耗氧因秋冬两季库水交换,故其水平在秋冬两季高于春夏两季,水中主要离子当量数排列顺序为:



按 O·A·阿列金天然水分类法,水库为  $\text{C}_1^2$  型水。水库中主要营养元素  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  的总体水平较高,给浮游植物提供了丰富的“营养源”,夏秋季高于其他两季,说明在水生生物活动的高峰期,有机氮的分解速度较快,分解的中间产物  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  含量不高,表明水库自净作用正常进行。水库正磷酸盐含量不高,夏季最高 0.0436  $\text{mgL}^{-1}$ ,秋季最低,变动于 0.0026~0.0436  $\text{mgL}^{-1}$  之间。

总体上分析,黑龙滩水库属中营养型水体,有利于鱼类生长与渔业利用。

**2.2.2 水位落差等因子对鱼产量的影响** 黑龙滩水库水位的明显特征是冬季水位高夏季水位低,当夏季水位低时则出现年水位落差大。通过对水库 1980~1992 年水库鱼产量(不包含网箱养殖产量)的变化与年水位落差和消落区面积差等因子的相关分析,得出它们之间有明显的负相关,而与年降雨量和年入库流量关系则不明显。

鱼产量( $Y, 10^4 \text{kg}$ )与水位落差( $x, \text{m}$ )的回归相关式:

$$Y = 26.13 - 1.34x \quad r = -0.7168 \quad P < 0.01$$

鱼产量( $Y, 10^4 \text{kg}$ )与消落区面积差( $x, 10^3 \text{hm}^2$ )的回归相关式:

$$Y = 27.96 - 135.45x \quad r = -0.7146 \quad p < 0.01$$

### 2.3 黑龙滩水库网箱养殖名优鱼类试验

**2.3.1 网箱养鲤当年育成商品成鱼高产试验** 黑龙滩水库网箱养鱼是以单养鲤为主,其产量占总产量的 95%。网箱成鱼产量由两部分构成,一是成鱼网箱放大规格鱼种养成成鱼,这是主体部分;二是网箱鱼种一成鱼配套养殖,采用配套养殖目的是为满足网箱养鲤所需的全部大规格鱼种,同时还利用鱼种网箱当年育成大批商品成鱼,缩短生产周期,提高经济效益。

鱼种网箱网目有 1cm、1.5cm、2cm、2.5cm、3cm 和 3.5cm,以 1cm、2cm 和 3cm 网目为主。鲤鱼种在 4~5 月间于池塘培育至全长 4~5cm 时,出塘进入 1cm 网目的网箱养殖,投喂配合饲料。从 6 月开始采取筛大留小,及时分箱,逐级养殖(一般分为 3 级养殖)的方法。当年鱼种养至 10 月,约有 50% 的个体重可达 350g 以上,作为成鱼销售,未达商品成鱼规格的则作为大规格鱼种于翌年育成成鱼。1993 年水库管理处水产公司的鱼种一成鱼配套养殖的网箱 107 只(其中养鲤网箱 98 只),网箱总面积 2895  $\text{m}^2$ ,总产量 265490kg,平均 91.71kg/ $\text{m}^2$ ,其中生产鱼种 132810.5kg,当年育成的商品成鱼 132679.5kg,占总产量的 50%。

**2.3.2 网箱养草鱼高产试验** 试验用 25  $\text{m}^2$  的网箱 3 个,于 1993 年 3 月 5 日投放经免疫、平均体重为 39.7g 的草鱼种 155 尾/ $\text{m}^2$ ,总放养重量 460.9kg。经 8 个月饲养于 10 月 25 日至 11 月 21 日全部出箱,成活率达 95.08%,平均尾重为 1138.5g。3 个网箱产鱼量分别为 3882kg、4031kg 和 4663kg,总净产量 12115kg,平均净产 161.5kg/ $\text{m}^2$ 。草鱼群体净增倍数为 26.3<sup>[5]</sup>。

饲料日投喂率和投喂次数随水温上升而增加,在 13~20℃ 时为 1%~2.5%,20~25℃

时为 2.5%~4%, 25~30℃时为 4%~5.5%。日投喂次数则由 2 次增加到 4 次。配合饲料由公司自己生产, 蛋白质含量为 32.1%, 总共投喂配合颗粒饲料 26210kg, 饲料系数为 2.16。草鱼总产值 83001.6 元, 总支出 62901.2 元, 获税利 20100.4 元, 平均获税利 268 元/m<sup>2</sup>, 投入产出比为 1:1.32。

**2.3.3 网箱养鲂鱼种试验** 鲂鱼苗于 1992 年 6 月 31 日来自湖北省, 池塘培养至全长 4.5cm、体重 0.88g 后于 7 月 14 日放进网箱饲养。网箱规格为 25m<sup>2</sup>, 共 2 个, 按放养后 10 天计算, 放养密度为 1379 尾/m<sup>2</sup>, 放养重量为 1213.52g/m<sup>2</sup>, 总放养重量为 60.676kg。翌年 3 月 4 日出箱, 体重分别为 12.8g 和 15.2g, 平均体重为 14.1g, 总产量为 972kg, 单位面积产量分别为 16.22kg/m<sup>2</sup> 和 22.66kg/m<sup>2</sup>, 平均产量为 19.44kg/m<sup>2</sup>, 平均净产量 17.33kg/m<sup>2</sup>。鲂鱼种群体净增倍数为 14.28, 成活率达 100%, 投喂配合饲料, 饲料系数 2.23。

**2.3.4 网箱养鱼鱼病防治研究** 黑龙滩水库网箱养鱼始于 1986 年, 在养殖期间往往由于鱼病发生, 使网箱养鱼受到严重危害。仅 1991 年, 由于鲤患烂鳃等鱼病, 死鱼达 100t, 治病药费达 28 万元, 我们于 1992~1993 年对鱼病进行了调查研究, 发现网箱养鱼鱼病有 33 种, 其中流行普遍、危害最为严重的有 14 种, 它们是细菌性烂鳃病、肠炎病、赤皮病、疖疮病、白头白咀病、水霉病、打印病、鲤鱼传染性水肿病、鲤鱼出血病、鲤鱼黄疸病、草鱼出血病、三代虫病、粘孢子虫病和白皮病。

通过对 76 个鱼种网箱和 72 个成鱼网箱的调查分析, 其鱼病发生发展有一定规律性。大体分为 3 个阶段: 第一阶段在鱼种进网箱后的 3 月底至 6 月, 主要鱼病为细菌性病, 1992 年 6 月初鲤鱼种发生烂鳃病、疖疮病, 感染率达 80%, 病情严重的网箱中, 每天死鱼 100kg 以上; 第二阶段 7~9 月高温期, 是鱼病流行高峰期, 主要为病毒性病和原生动物侵袭性鱼病; 第三阶段是 10 月至翌年 3 月低温期, 鱼病相对减少, 主要是水霉病。鱼病产生原因: ①鱼种携带病原体; ②鱼体受伤; ③水温水质变化; ④饲料配方质量问题。

为了防治鱼病, 应尽量减少鱼体受伤外, 采取了如下措施: ①免疫预防。1993 年采用腹腔注射草鱼出血病灭活疫苗, 试验鱼种规格为 10~20cm, 每尾注射 10<sup>-2</sup> 浓度疫苗 0.5mL, 共注射 10000 尾, 分 3 个网箱(规格为 5m×5m×2.7m) 饲养, 结果取得净产草鱼 161.5kg/m<sup>2</sup>, 成活率达 95.08%。1994 年网箱养草鱼免疫工作得到推广, 免疫尾数达 30 万尾, 成活率比未免疫的高一倍以上。②药物防治。鱼种投放前用食盐、呋喃唑酮和敌百虫进行消毒, 放养后定期泼洒生石灰、强氯精和漂白粉。发现鱼病时采用药物治疗。③生态防病。网箱区选在水质好、透明度高、溶氧充足的水域, 并对网箱区水质进行监控, 发现溶氧不足时及时调整网箱位置, 每隔 1~2 年作一次地点移动, 并重新安排网箱布局, 把双排式网箱改为单排式。

通过综合防治措施, 基本上控制了鱼病危害。1993 年网箱养鲤、草、鲂产量(包括鱼种) 达 1313t, 成鱼成活率达 90% 以上, 鱼种存活率达 80%。鱼病药费支出比 1991 年 28 万元减少 75%, 从而保证了网箱养鱼的顺利进行。

## 2.4 黑龙滩水库渔业利用优化模式探讨

**2.4.1 渔业与灌溉、防洪和发电相协调** 从渔业角度来看, 水库在夏季的水位要高, 有利于鱼类生长, 而冬季的水位要低, 有利于鱼类捕捞和清野除害。在长江中下游的绝大部分湖泊和水库, 它们的水位都是夏高冬低, 这与渔业要求是一致的。然而黑龙滩水库的水位则是夏低冬高, 每年从 3 月开始排水用于农田灌溉、发电、防洪, 至 6~7 月达最低水位, 8 月以后开

始蓄水至 10 月达正常水位。这种夏低冬高的水位对于鱼类生长是不利的。研究资料还表明,黑龙滩水库在夏季水位越低,其年水位落差就越大,水库鱼产量与水位落差呈明显负相关( $y=26.13-1.34x$ ),即夏季水位越低,水库鱼产量也低,此时浮游动物和浮游植物数量生物量均呈减少趋势。为了使渔业功能与农田灌溉等功能相协调,采取了现代化的集约型网箱养鱼措施,这样既使渔业增产,又保证了夏季农田灌溉等功能的正常运行。另外,在尽可能不影响农田灌溉等功能正常运转前提下,建议适当提高夏季水位将有助于浮游生物数量的增加和鱼类的生长。

**2.4.2 鱼类增殖与网箱鱼类养殖的协调** 黑龙滩水库在网箱养鱼开展前的 6 年间,大库鱼类增殖产量年平均值为 95.99t。在网箱养鱼开展后的 8 年间,大库鱼类增殖产量(不包括网箱养殖产量)年平均值为 122.14t。通过网箱养鱼,全库鱼产量大幅度上升,连同网箱养殖产量一起,1993 年达 1255.1t,其中网箱养殖产量占总产量的 84.87%,处于绝对优势地位。

在水库中开展网箱养殖也有利于大库天然鱼类和放养鱼类的生长,根据池塘投饲养鱼经验,每生产 1kg 鲤鱼等吃食性鱼类,其残饵和粪便可附带生产鲢鳙等鱼类 0.15~0.30kg。1993 年全库网箱养鲤净产 1148.8t,如按附带生产鱼 15% 计算,则可增产鲢鳙鱼类 172t,实际上 1993 年大库鲢鳙等鱼产量为 189.9t,但与大库没有开展网箱养鱼年平均产量 96t 相比较则提高了一倍,这与网箱养鱼的作用是分不开的。为了更有效地发挥网箱与大库增殖相并举的作用,看来有必要增加大库鲢鳙鱼类的放养量。再从大库鱼产潜力估算结果来看,只考虑浮游生物和底栖动物的供饵能力,就可产鱼 266t,说明大库还有一定生产潜力。如果将有机碎屑的产鱼能力估算在内,大库的产鱼能力还很大。因此逐年增加鲢鳙鱼放养量,发挥天然饵料和网箱养鱼残余饵料的产鱼能力,是今后提高水库鱼产量的措施,会收到明显效果。

**2.4.3 一般鱼类养殖与名优特鱼类养殖的协调** 鲢鳙是水库中主体鱼类,这两种鱼均滤食水库中丰富的天然浮游生物和悬浮有机碎屑,其饵料成本低,但其肉质差,商品价格低。鲤、草鱼、鲂、鳊等名优特鱼类的肉质好,商品价格高,虽然其饲料成本高,但它们适合在水库网箱中高密度集约型养殖,因此养殖经济效益较高。试验表明,网箱养草鱼平均产量 167.7kg/m<sup>2</sup>,折算 1677kg/hm<sup>2</sup>,每公顷产值 1106.85 万元。网箱养鲤的产量还要高,水产公司生产的 97 只网箱面积 2425m<sup>2</sup>,平均产鲤 207.23kg/m<sup>2</sup>,折算 3108.45kg/hm<sup>2</sup>。为充分利用水库中天然饵料资源和水库中优越的水域环境,提高单位面积经济效益,继续发展传统的一般性鱼类养殖同时,着重发展名优特鱼类是水库渔业发展的重要内容。

**2.4.4 渔业发展与环境保护的协调** 由于集约化养鱼需投入大量的营养饲料,使水体受到一定程度的污染。它的污染程度主要取决于投入饲料的多少和鱼类排出粪便数量,以及库容量的大小和水库自净能力。通过对网箱区水质的监测,发现在网箱区的水已受到局部污染。为了减轻水体污染压力,有必要控制网箱养鱼盲目发展,制定出网箱养鱼的适度规模指标。根据 1993 年全库网箱养鱼面积的统计,网箱面积为 9220m<sup>2</sup>(0.92hm<sup>2</sup>),体积为 2900m<sup>3</sup>,占全库面积的 0.54‰,全库容积的 0.69‰,远未达到有些学者提出的网箱养鱼面积以占水库面积的 1%~2% 为佳的指标<sup>[6]</sup>,也未超过渔业主管部门对水库网箱养鱼(投饵式)的面积不得超过水库养鱼面积的 3% 的规定。但在网箱密集区,总氮含量比一般水域要高些,库底沉积物增厚,水深 4m 以下溶氧较低。因此,采取网箱布局点分散措施,可减少污染程度。另外,值得提出的是网箱养鱼饲料的投入量主要集中在 7~9 月,而此时正是黑龙滩水库水位

回升,库容量较大的时期,也会大大减轻养鱼造成的污染程度。按照黑龙滩水库目前网箱养殖鲤、草鱼单位面积产量已达  $125\text{kg}/\text{m}^2$  水平的情况来看,初步提出网箱养鱼面积在投饲量平均值为  $300\text{kg}/\text{m}^2$  的情况下,以不超过水库面积的 0.78% 为宜。

### 参 考 文 献

- 1 Kent W Thornton *etc.* Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. New York: A Wiley-Inter Science Publication John Wiley & Sons Inc, 1990
- 2 刘建康. 东湖生态学研究. 北京:科学出版社,1994
- 3 章宗涉、黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京:科学出版社,1991
- 4 黄祥飞、胡传林. 保安湖饵料生物动态及产鱼潜力估算. 保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集,1991,99~112
- 5 林永泰等. 黑龙滩水库网箱养草鱼高产试验. 水利渔业,1994(3):6~9
- 6 熊邦喜等. 我国水库综合养鱼的发展前景. 湖泊科学,1994,6(1):78~83

## STUDY ON COMPREHENSIVE FISHERY EXPLOITATION OF HEI LONG TANG RESERVOIR IN SICHUAN PROVINCE

Hu Chuanlin Lin Yongtai Wu Hongjuan Gao Hanjiao  
Chang Xiulin Huang Daoming Yang Hanyun Zhang Qing  
(Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of  
Water Resources & Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430073)

### Abstract

Experiments in Comprehensive fishery exploitation were conducted in Hei Long Tan Reservoir ( $1693\text{hm}^2$ ) from 1991 to 1995. The major results are as follows; determination of aquatic biological productivity and fishery resources and estimation of maximum potential fish production, effect of water physi-chemical properties and water level change on fish yield and plankton community structure, intensive culture of carp, grass carps and bream in net-cages, and discussion of the comprehensive fishery exploitation of large-scale reservoirs of multiple function. As a result, the total fish yield of the reservoir has increased from 622000kg to 1255 000kg, and the average fish yield gone up to  $750\text{kg}/\text{hm}^2$ .

**Key Words** Comprehensive fishery exploitation, hydrobios, intensive culture in net-cages, Heilongtan Reservoir