

● 中国科学院“七·五”重大研究课题



洪湖水体生物生产力综合开发 及湖泊生态环境优化研究

● 中国科学院水生生物研究所洪湖课题研究组 著

海洋出版社

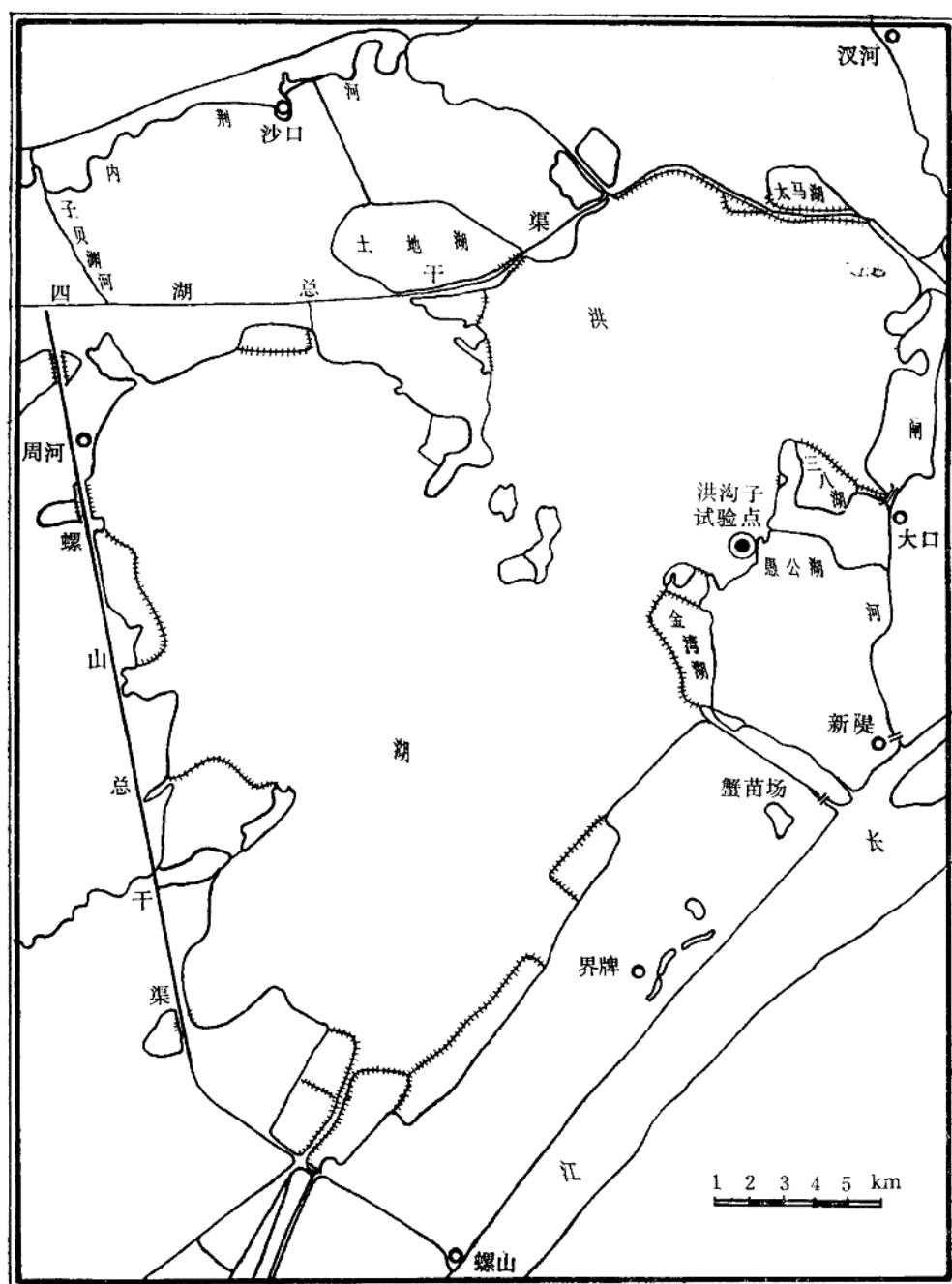
序

“洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究”是中国科学院“七·五”重大研究课题。几年来，经过课题研究组的艰苦试验和当地群众的共同努力，取得了巨大的经济效益和明显的社会与生态效益，圆满地完成了研究任务和达到了预期目标。这项成果对于推动我国淡水湖泊水生生物资源的开发、利用和保护，建立淡水生态系统的良性循环，防治浅水湖泊的沼泽化，无疑将起到积极的作用和产生良好的效应。

洪湖是长江中下游一个大型浅水湖泊，也是江汉平原上最大的湖泊。由于不合理的开发利用和自然力的作用，洪湖沼泽化日趋严重，生物多样性明显下降，鱼类资源面临衰竭的危险。“拯救洪湖”已成为大众的呼声。洪湖的问题，不仅是提高一个湖泊的鱼产量问题，而且是关系到长江中下游两万平方公里的浅水湖泊未来开发利用的方向和途径的问题。在某种意义上说，这还涉及到发展我国淡水渔业的重大战略决策问题。湖泊要开发，资源得保护，环境须优化，水利、水产、水运应协调发展，这些都是当前提高我国大型浅水湖泊生物生产力亟待解决的问题。本书作者们通过亲身实践，撰写出具有针对性的一系列文章，为我们提供了诸多良好的范例，大大丰富和发展了我国淡水生态学的内容和理论。它的问世标志着我国湖沼学的研究进入了一个新的阶段。有鉴于此，我乐于推荐本书的出版，以飨读者。

刘建康

1990年12月1日



洪 湖 概 图

目 录

洪湖水体生物生产力开发及环境优化对策.....	陈宜瑜 曹文宣 (1)
依靠科技进步发展洪湖渔业——《洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究》评估.....	张业玉 (11)

洪湖围圈与拦网养鱼

洪湖围圈养鱼技术的研究.....	
.....李恒德 熊远辉 王 勇 黄中桂 许蕴珩 苗志国 (13)	
洪湖围圈养鱼试验.....	
.....许蕴珩 苗志国 李恒德 熊远辉 何引玲 曾继参 邓志松 (17)	
洪湖草食性鱼类容纳量研究.....	苗志国 许蕴珩 (27)
洪湖围圈养鱼捕捞技术.....	熊远辉 李恒德 曾继参 邓志松 苗志国 (39)
洪湖子湖养鱼新模式及其生态原理.....	
.....陈英鸿 谢巧雄 朱心玲 黄中桂 曾继参 何引玲 肖业富 (45)	
洪湖经济鱼类自然繁殖保护圈试验.....	
.....李恒德 熊远辉 邓志松 曾继参 许蕴珩 苗志国 王圣海 (60)	

洪湖野菰的开发利用

野菰的生物学.....	王业勤 (65)
野菰的营养潜力.....	王业勤 冯 勃 谭德清 (68)
野菰叶作为草食性鱼饲料的评价.....	王业勤 冯 勃 谭德清 (72)

洪湖虾蟹的养殖

虾、蟹育苗适口饵料藻类的选育和培养.....	
.....张宪孔 刘其芳 刘 梅 王后乐 樊家荣 谢春模 (77)	
小环藻的光强适应.....	潘俊敏 张宪孔 (81)
谷皮菱形藻的耐盐适应性.....	刘 梅 张宪孔 (85)
饵料藻类培养中亚硝酸盐的调控.....	刘 梅 张宪孔 (88)
中华绒螯蟹幼蟹培育试验.....	李恒德 余光明 樊家荣 王后乐 刘 梅 (93)
内陆地区河蟹人工咸水育苗中几个问题的探讨.....	
.....李恒德 樊家荣 熊远辉 何引玲 张宪孔 刘 梅 王后乐 刘其芳 (99)	
罗氏沼虾养殖初探.....	王后乐 张宪孔 樊家荣 王伙平 李恒德 (104)
河蟹育苗场综合利用繁育罗氏沼虾的试验.....	
.....王后乐 张宪孔 王伙平 樊家荣 李恒德 (109)	
罗氏沼虾的养殖推广试验.....	
.....胡貽智 谭德清 王后乐 谢家荣 唐会元 郭右津 (113)	

洪湖水位调控与沼泽化

洪湖渔农矛盾解决之途径.....	蔡述明	张晓阳	(117)
洪湖沼泽化与成土过程及其开发利用方向.....	蔡述明	易朝路	张晓阳 (123)
洪湖挺水植物生物量的遥感影像估算.....	张晓阳	蔡述明	(133)
应用遥感技术分析洪湖沼泽化与挺水植物的动态变化.....	张晓阳	蔡述明	(141)

洪湖鱼类资源

洪湖鱼类资源小型化现象的初步探讨.....	曹文宣	张国华	马 骏	喻达辉 (148)
洪湖黄颡鱼生物学的研究.....			马 骏	(153)
洪湖鲫鱼种群的研究.....			张国华	(162)
洪湖红鳍鲌生物学的研究.....			喻达辉	(172)

述 评

洪湖生态系统优化措施及效果的初步分析(英文稿).....	刘建康	许蕴珩	(179)
------------------------------	-----	-----	-------

CONTENTS

- Exploitation of the aquatic biological productivity and strategy for the environmental improvements in Lake Honghu.....
*Chen Yiyu and Cao Wenxuan* (1)
- Development of fisheries in Lake Honghu based on the achievements of science and technology: a commentary on "Studies on comprehensive exploitation of aquatic biological productivity and improvement of ecological environment in Lake Honghu".....*Zhang Yeyu* (11)

Fish Pen Farming in Lake Honghu

- Study on techniques for fish pen farming in Lake Honghu
*Li Hengde, Xiong Yuanhui, Wang Yong, Huang Zhonggui, Xu Yungan and Miao Zhiguo* (13)
- Experiments on the pen farming of fish in Lake Honghu
*Xu Yungan, Miao Zhiguo, Li Hengde, Xiong Yuanhui, He Yinling, Zeng Jishen and Deng Zhisong* (17)
- Study on carrying capacity for herbivorous fishes in Lake Honghu.....
*Miao Zhiguo and Xu Yungan* (27)
- Fishing techniques for fish pen farming in Lake Honghu.....
*Xiong Yuanhui, Li Hengde, Zeng Jishen, Deng Zhisong and Miao Zhiguo* (39)
- A new modality of fish pen farming in the cove of Lake Honghu and its ecological principles.....
*Chen Yinghong, Xie Qiaoxiong, Zhu Xinling, Huang Zhonggui, Zeng Jishen, He Yinling and Xiao Yefu* (45)
- Experiments on the natural propagation of commercial fishes in the spawning ground reserve in Lake Honghu.....
*Li Hengde, Xiong Yuanhui, Deng Zhisong, Zeng Jishen, Xu Yungan, Miao Zhiguo and Wang Shenghai* (60)

Exploitation and Utilization of the wild

Indian rice in Lake Honghu

- Biology of the wild Indian rice, *Zizania latifolia*.....*Wang Yeqin* (65)
- Nutritive potentiality of *Zizania latifolia*.....
*Wang Yeqin, Feng Bo and Tan Deqing* (68)
- Evaluation of the leaves of *Zizania latifolia* as feedstuff for herbivorous fishes.....*Wang Yeqin, Feng Bo and Tan Deqing* (72)

Culture of Shrimp and Crab in Lake Honghu

- Selection and culture of algae as food for the larvae of shrimps and crabs
Zhang Xiankong, Liu Qifang, Liu Mei, Wang Houle, Fan Jiarong and Xie Chunmo (77)
- Adaptation to the intensity of illumination by the diatom *Cyclotella* sp.
 strain HP3Pan Junmin and Zhang Xiankong (81)
- Adaptability of the diatom *Nitzschia palea* to salinity.....
Liu Mei and Zhang Xiankong (85)
- Regulation of nitrite concentration in the culture of algae as food for
 the larvae of shrimps and crabs.....Liu Mei and Zhang Xiankong (88)
- Experiments on the culture of young mitten crab (*Eriocheir sinensis*)....
Li Hengde, Yu Guangming, Fan Jiarong, Wang Houle and Liu Mei (93)
- On the problems in the culture of the mitten crab larvae in artificial
 sea water in inland area.....
Li Hengde, Fan Jiarong, Xiong Yuanhui, He Yinling, Zhang Xiankong, Liu Mei, Wang Houle and Liu Qifang (99)
- On the culture of *Macrobrachium rosenbergii*.....Wang Houle, Zhang Xiankong, Wang Huoping, Fan Jiarong and Li Hengde (104)
- An experiment of comprehensive utilization of the crab hatchery for the
 propagation of *Macrobrachium rosenbergii*.....Wang Houle, Zhang Xiankong, Wang Huoping, Fan Jiarong and Li Hengde (109)
- Extension experiments on the farming of the shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*).....Hu Yizhi, Tan Deqing, Wang Houle, Xie Jiaxin, Tang Huiyuan and Guo Youjin (113)

Water Level and Swamping Process in Lake Honghu

- Coordination of the developments of fishery and agriculture in the Honghu
 Basin.....Cai Shuming and Zhang Xiaoyang (117)
- Swamping and soil formation process in Lake Honghu with reference to
 the exploitation of the lake
Cai Shuming, Yi Zhaolu and Zhang Xiaoyang (123)
- Estimation of the emergent vegetation biomass in Lake Honghu by means
 of remote sensing.....Zhang Xiaoyang and Cai Shuming (133)
- Analysis of the swamping process and the dynamic change in emergent
 vegetation on the basis of remote sensing data.....
Zhang Xiaoyang and Cai Shuming (141)

Fish Resources in Lake Honghu

Preliminary studies on the phenomenon of size diminution of the fish resources in Lake Honghu.....	
.....Cao Wenxuan, Zhang Guohua, Ma Jun and Yu Dahui	(148)
On the biological features of the catfish (<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>) in Lake Honghu.....	
.....Ma Jun On the biology of the crucian carp (<i>Carassius auratus auratus</i>) in Lake Honghu.....	(153)
Study on the population of the crucian carp (<i>Carassius auratus auratus</i>) in Lake Honghu.....	
.....Zhang Guohua	(162)
Studies on the biology of <i>Culter erythropterus</i> Basil. in Lake Honghu.....	
.....Yu Dahui	(172)

Commentary

Measures for the optimization of the Honghu Lake ecosystem and a preliminary analysis of their effectiveness.....	
.....Liu Jiankang and Xu Yungan	(179)

洪湖水体生物生产力开发 及环境优化对策

陈宜瑜 曹文宣

(中国科学院水生生物研究所)

洪湖是湖北省最大的湖泊,也是长江中下游的大型浅水湖泊之一,曾以红色革命根据地和富饶的鱼米之乡而闻名全国,是我国重要的淡水渔业基地。目前,作为江汉平原的“水袋子”,洪湖每年还要承担着汇集来自四湖地区的 $8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的调蓄水量,为排渍防洪保证农业生产作出较大贡献。然而近30年来,由于自然环境的变迁和人为的影响,洪湖的自然资源未能得到合理的利用,生态平衡遭受破坏,草荒鱼少,水产品产量显著下降。自1959年开始,中国科学院水生生物研究所、湖北省荆州地区水产科学研究所和洪湖县水产技术推广站等科研单位,曾多次对洪湖的水生生物资源进行过比较详细的调查,为开发洪湖水体生物生产力积累了大量的基础资料。为了进一步合理开发利用洪湖的自然资源,并取得最佳的经济、社会和生态效益,中国科学院于1986年向水生生物研究所下达了“洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化的研究”项目。30余位科技人员经过5年的辛勤劳动,本项研究已取得了初步成果,现综合报告于下。

一、洪湖资源环境的主要问题

洪湖横跨湖北省的洪湖、监利两个市县,中心位置约位于 $29^\circ 49' \text{ N}$ 、 $113^\circ 17' \text{ E}$,是长江和汉水支流东荆河之间的一个洼地壅塞湖。洪湖原为通江湖泊,水位随长江水位涨落,一般水位约在吴淞基面以上27m,面积约 760 km^2 (114万亩)。新中国成立后,按照农业水利规划,于1955年修建了洪湖隔堤,拦住了汉水东荆河下泄的洪水,1958年又建成了新滩口节制闸,阻断了洪湖与长江的通道,防止江水倒灌,使洪湖湖区得以大面积围垦,现存面积约 355 km^2 (53万亩),东西长23.4km,南北宽20.8km。洪湖湖底高程为22.5—22.8m。据1981年6月至1982年5月实测,全湖平均水深1.35m,最大水深2.32m,最小水深0.4m。1980年丰水年份最高水位26.92m,最低水位23.20m,年水位差达3.72m。洪湖冬排夏蓄,是一个以调蓄为主,兼具灌溉、渔业、航运、饮水等多种功能的湖泊,在长江中下游浅水湖泊中具有代表意义。

长江中下游浅水湖泊一般寿命均较短,在自然条件下,往往随江河泛滥冲积而成,又由于植被的演替和泥沙淤积而消失。沧海桑田,自然调节。随着近代人类生产活动的发展,这类自然的变动受到了限制,长江已不可能任意肆虐,新的壅塞湖难以出现,原有的湖泊却在垦殖活动中加速消亡,所剩余的湖体势必要承受加倍的蓄洪任务。至70年代,洪湖已成了四湖地区最主要的调蓄湖泊,承接约 12120 km^2 的集雨面积的来水。为了保证蓄洪和降低湖周低湖田的水位,每年冬季力求将湖水排空,一般水位约为海拔23.8m,最低曾低至23.23m,相应水面仅40万亩,平均水深不及1m。夏汛期间,长江水位猛涨,洪湖

则需关闸蓄水,水位升高程在2m以上。洪湖的开发方针一直是“调蓄为主,渔农兼顾”,然而实际上它却几乎成了一个专司调蓄功能的湖泊,在政策上长期是重水(利),就农(业),不管渔(业)。在这种情况下洪湖在国土资源利用和环境整治上存在着两大主要问题。

(一) 生物多样性下降,水产资源衰竭

水体面积的锐减,鱼类江湖洄游通路的阻断,周年水位的猛涨大落,使洪湖生态系统受到干扰。加之十年动乱期间的渔政管理松弛,全年酷鱼滥捕,冬季竭泽而渔,鱼类资源受到严重破坏。洪湖未阻隔前的野生鱼类种类未曾有过准确的记录,仅据其他通江湖泊的资料推测,应不下100种。江湖阻隔后的1964年,尚有74种。但在1981—1982年调查时,仅发现54种。在这54种鱼类中,有23种明显是1981年5、6月间灌江时纳入的半洄游性种类的少量个体,实际上湖内生息的鱼类已只有31种,仅为自然区系的三分之一。从鱼产量统计上看,洪湖年平均鱼产量在50年代约为 $10 \times 10^6 \text{ kg}$,至60年代为 $7.4 \times 10^6 \text{ kg}$,而到70年代只有 $5.33 \times 10^6 \text{ kg}$,20年内下降了50%。70年代最低年成的1979年为 $2.84 \times 10^6 \text{ kg}$,仅为最高年成1954年 $14.8 \times 10^6 \text{ kg}$ 的1/5。在80年代初,每年的产量也大体徘徊在 $3.0 \times 10^6 - 4.0 \times 10^6 \text{ kg}$ 之间。

更为严重的是,在鱼类多样性下降的同时,出现了明显的鱼类资源小型化的现象。“鱼类资源小型化”在这里是指性成熟年龄较迟,个体较大的大、中型经济鱼类在区系组成中所占的比重明显下降,甚至绝迹,而一些性成熟周期短、长不大的小型鱼类逐步在生态系统中占据了统治地位。据1981—1982年的统计资料,在洪湖的渔获物中,体重不到100g的鲫鱼(*Carassius auratus*)、黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)和红鳍鲌(*Culter erythropterus*)分别占总产量的35%、27%、25%,加上约占总产量9%的乌鳢(*Channa argus*),这4种鱼的产量竟占总渔获量的96%。与此同时,还出现了种群结构小型化,渔获物中体重20g左右的低龄鱼又占了绝大多数,生物生产力的质量受到了显著的影响。小型化在长江中下游的中、大型湖泊中是一个普遍存在的生态学问题。

(二) 水面缩小,水位年变幅增大,湖泊沼泽化日趋严重

洪湖形成于2500年前,约相当于我国春秋战国时期。此后,历经两次沼泽化时期和两次相间成湖期。距今400多年前,洪湖达到鼎盛时期,然后又日见干涸,逐步为沼泽所代替,19世纪以后湖面又一度扩大。本世纪以来,由于人类活动的影响,滨湖地带逐渐演替为沼泽。50年代以前,洪湖是一个通江吞吐型湖泊。汛期长江水自新滩口倒灌入湖,洪泛区可达3200km²。60—70年代,由于围湖垦殖不断,出现了大片的沼泽地和沼泽土。调查表明,50年代沼泽化面积增加107km²,60年代为215km²,70年代为83km²。1975年,洪湖周围隔堤建成后,洪湖面积固定在355km²左右。

由于围堤垦荒,湿生植物带趋于消失,以莎草科为主的苔草群丛和禾本科的芦荻群丛面积显著缩小。水面缩小,水位年变化幅度增大,莲、芡、菱等有显著经济价值的挺水、浮叶或浮水植物难以适应,生长受到抑制,而沼泽化的先锋植物菰(*Zizania latifolia*)群丛却得到发展。1983年其面积已达151.5km²,占全湖面积的42.6%,目前正以每年1.92km²的速度向湖心扩延。菰丛地下茎生长迅速,纵横交错阻滞泥沙形成“浮岛”,腐烂茎叶淤积湖底,使洪湖年淤积速度达0.11cm。同样,沉水植物的植被也因水位涨幅过大而发生了变化。生物量的优势种由1960年的马来眼子菜(*Potamogeton malainus*)、黑藻(*Hydrilla*

verticillata)、黄丝草 (*Potamogeton maackianus*) 和苦草 (*Vallisneria spiralis*) 转变为1981年的黄丝草、聚草 (*Myriophyllum spicatum*)、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)。冬季水位很低,畏寒种类得不到保护,夏季水位猛涨,短枝条种类得不到充足的光照,多年生的长枝条种类迅速扩展,黄丝草生物量占到全湖沉水植物总生物量的46.1%,聚草占26.6%,金鱼藻占18.9%。这些种类枝叶繁茂,使沉水植物量在20年内上升了35%。由于湖内草食性鱼类的减少,水草资源得不到转化利用,敞水面越来越小,也加速了沼泽化,影响了调蓄,同时使许多大中型鱼类失去了摄食、活动场所,全湖出现了草荒鱼少,经济效益低下的荒芜景观。1979—1981年3年,平均每亩水面的年产值仅6.38元。

二、生态环境对策的分析

任何湖泊的功能都不是单一的,大、中型湖泊更是如此。洪湖就是一个兼具调蓄、渔业、航运、灌溉等多种功能的湖泊。如上所述,根据人类生产活动的需要,毫无疑问必须将调蓄摆在洪湖湖泊功能的首位。然而,不恰当地片面强调调蓄,则会导致水生生物资源的浪费,加速了沼泽化的进程,反而使湖泊调蓄能力下降。因此,洪湖生态环境优化对策研究的目的是,在坚持以调蓄为主的前提下,运用生态学原理,提出一个能够合理解决调蓄与发展渔业的矛盾、农业与水产生产的矛盾,同时兼顾航运的生态环境的优化方案。通过生态结构的调整,以期达到最佳的经济效益和社会效益。

(一) 对“河湖分家”方案的认识

在四湖地区开发整治规划中,有关部门多次提出“河湖分家”的方案。所谓“河湖分家”,指的是修整加高洪湖四周的堤坝,主要是整修四周总干渠的南堤,建立节制闸,使洪湖与东荆河(内荆河)水系分开,加强人类对自然的调控能力。其目的在于:(1)控制引导四湖地区的部分春汛渍水,使其不进入洪湖,在长江水位上升之前抢排入江,减轻洪湖的调蓄压力。(2)进一步将洪湖改造成为一个全封闭的水体,完善渔业的防逃设施,加强人工放养,提高鱼产量。从而达到“(调)蓄养(殖)并举”。

我们认为对“河湖分家”方案的可行性必须进一步论证,对方案的实施要持慎重态度。目前要实施这一方案面临着两大难以解决的问题,一是工程庞大,需要大量的财力、物力和人力;二是河湖分家之后,洪湖的天然营养物质的输入将大大减少,对水生生物的生长会带来明显的不利影响。也许河湖分家之后在水利调蓄上将会得到较大的效益,但在渔业生产上却是明显地弊大于利。河湖分家后能否解决放养鱼类的逃逸问题,尚无定说。目前群众对大量向湖内投放鱼种的经济效益持怀疑态度,没有积极性。单纯依靠国家投放,群众捕捞,按每年每亩投放10尾4—5寸鱼种计算,需投资数百万元。另一方面,在湖泊投放大量以草鱼为主的草食性鱼类后,可能引起水草资源的破坏,导致生态系统出现新的不平衡,环境进一步恶化,前车之鉴,必须引以为训。因此,我们的对策方案不以“河湖分家”为依据,而立足于因势利导的生态结构调整。

(二) 关于洪湖冬季合理水位调控的考虑

洪湖是四湖地区的一个调蓄“水库”,当洪湖上游来水超过洪湖本身的调蓄能力,而外排又受长江汛期高水位阻塞,四湖地区则发生内涝,一般年份,整个四湖地区约有 $3 \times 10^8 - 6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水难以外排,特殊年份可达 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。考虑洪湖冬季合理水位线,必须

承认洪湖的调蓄功能，但决不能据此而忽视了洪湖水生生物所必需的生存条件，以便鱼类和其他生物在一定的湖水深度下安全越冬。以往（1975—1984年）洪湖冬季平均最低水位为23.23m，在此水位线上，相应水面仅40万亩，平均水深不足1m。这是导致水生植被演替、菰丛蔓延、沼泽化加剧、鱼类越冬场破坏、群众竭泽而渔、水产资源下降的重要原因。因此，确定冬季合理水位线是洪湖生态环境对策的一个重要内容。

确定洪湖冬季合理水位线，还得考虑四湖总干渠冬季航运和来年抗春旱灌溉的需要。在一般情况下，越冬水位不宜低于24.0m，为满足灌溉需要春季水位可适当提高，但汛期前水位不得超过24.5m。前者相应面积为341.95km²，相应容积为3.3×10⁸m³；后者分别为347.58km²和4.68×10⁸m³。提高水位所增加的1.38×10⁸m³，有可能通过电排排出，这虽增加了调蓄压力，但能保证小港至新滩口内荆河河段不枯水，方便航运，并可基本使四湖地区福田寺以下春灌不缺水，利大于弊，体现了“蓄养并重”、“水利、水产、水运协调发展”的方针和精神。

但是，目前要实施洪湖冬季合理水位线并非易事。荆州行署曾经同各方商定，行文公布冬季排水洪湖最低水位不得低于23.8m，奈因种种原因无法维持。有鉴于此，为了确保鱼类冬季越冬、圈养和防止湖泊沼泽化，坚持23.8m的水位是必不可少的。否则，洪湖水生生物资源的开发、利用和保护将是纸上谈兵，当然也就更谈不上洪湖进一步的深度开发问题。以下关于渔业-环境优化对策的讨论，则以冬季水位控制在23.8—24m为先决条件。

（三）渔业-环境优化对策的分析

洪湖渔业-环境优化对策和行动计划是针对目前洪湖生态、资源、环境存在的两大问题而提出来的，目的在于恢复水面、提高调蓄能力和改善鱼类区系组成，合理开发水体生物生产力，而且努力将两者协调起来，达到最佳效益。其基本原理如图1所示。

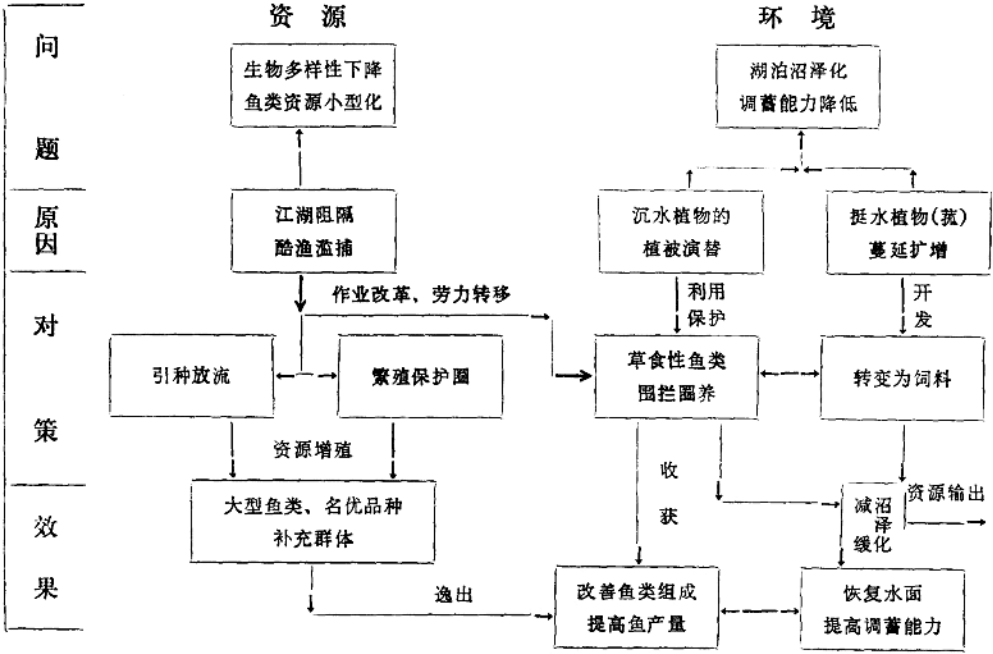


图 1 洪湖渔业-环境优化原理

若延缓沼泽化的进程,则必须抑制菰群丛的蔓延和合理开发利用过剩的沉水植物资源。若改变鱼类资源小型化的现状,则必须制止酷渔滥捕的现象,并采取有效的资源增殖措施。对于地跨两个市县的53万亩大型湖泊,简单的行政措施是无济于事的。在无经济效益的情况下,显然不可能发动群众去“扫荡”22万亩的菰群丛,同样也不可能要长年从事天然捕捞的2000余户渔民改变作业方式,并向大湖投放大量鱼种。这些专业渔民和沿湖的季节性渔业农户为了生计,不择手段地使用损害资源的有害渔具,在1985年仅“迷魂阵”(网簖)就有近3000部,还有大量的密封阵和虾拖等,多年强制取缔,收效甚微。因此,我们的对策应着眼于示范引导,即选择和试验符合生态环境优化的经营方式,引导群众的开发方向,使水体生物生产力的开发与生态环境优化结合起来,按此原则近期由我们就渔业-环境问题提出三大对策和行动计划。

1. 试验、推广围拦养鱼新技术,转捕为养,增加渔民收入,减轻捕捞压力,合理利用水草,提高调蓄能力。

在湖泊中网围圈养鱼类具有许多优点。与池塘养殖相比,一可以直接利用水面,节约土地资源;二可以发挥大水面水体交流优势,保持优良水质,减少疾病,提高渔产品质量。与大湖放养相比,可控性强,能自放、自养、自捕,提高渔民经营积极性;又可对草食性鱼类的放、捕进行有计划的控制,避免放养过量,破坏水草资源和环境。通过推广围圈养鱼技术,可将捕捞渔民引导到走养殖致富之路,是渔业-环境优化的重要措施之一。洪湖有关单位从1979年起就开始尝试,但由于水位涨落幅度太大,枯水期湖周水位过浅,湖心深水区风急浪高,或因所用材料不当,或因选择的环境不适,试验时断时续,未起到示范推广作用。因此本项研究的重要内容,就是要研究在洪湖这一特定环境中进行圈养草食性鱼类的成套技术,作出示范,逐步推广,以期一举数得。

洪湖与多数长江中下游浅水湖泊一样,有大量的湖汊或与之相通的子湖群。在近30年内,许多湖汊被围垦耕作,子湖被分割养殖,造成水面缩减,调蓄能力下降,而且分割出来的全封闭式小湖(如土地湖、太马湖、三八湖等)也多因草食性鱼类投放过量,水草消失,水质恶化,利用价值明显下降。因此,在推广围圈养鱼技术的同时,尚需探讨一种拦汊养殖的新模式,这种模式必须兼顾调蓄和养殖的需要。我们设想建立一种半堤半网的拦汊设施,在高程约24m的堤上架设拦网,冬春大湖水位低时仍能蓄水养鱼和灌溉,夏季水位高时又可分洪调蓄。这种开放式拦养湖汊实际上与大湖仍成一体,既保持优良水质,又便于经营管理,可取得良好的经济效益、社会效益和生态效益。

2. 探讨鱼类资源小型化成因,研究天然鱼类增殖途径,保护和合理利用自然资源。

围、拦养鱼可提高水面开发的经济效益,引导以天然捕捞为业的渔民转移到养殖经营上去,减轻过度捕捞对鱼类资源的破坏。然而我们必须清醒地认识到,任何无节制的经营活动都有可能造成生态环境的破坏,以投喂水草为主的草食性鱼类圈养或拦养均仅能控制在一定的规模之内,保护和合理利用湖泊天然鱼类资源是大湖渔业的根本出路。

作业改革和劳力转移为大湖鱼类增殖创造了条件,但并不能解决现存的生物多样性下降和鱼类资源小型化问题。关于鱼类资源小型化的原因有待深入研究,但无论如何迅速增加湖内天然鱼类的补充群体是当务之急。江湖阻隔是造成湖内江湖洄游性鱼类绝迹的原因,利用春季排水引入长江鱼种和在夏季适时灌江纳苗,是补充洪湖鱼类资源的重要途径。灌江纳苗可能减少大湖调蓄容量,增加泥沙沉积,利弊问题尚需进行科学论证。在未

能大规模引种放流之前,应先抓住一些经济价值较高的名优水产品,如中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)、鳊鱼(*Siniperca chuatsi*)等,做好人工放流和养殖的工作。

以往对大湖鱼类增殖多数仅采取繁殖期禁捕措施。但在洪湖由于长年累月酷渔滥捕,在湖内可自然产卵的鲤鱼(*Cyprinus carpio*)、团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)、青梢红鲌(*Erythroculter dabryi*)和细鳞斜颌鲷(*Plagiognathops microlepis*)等大中型鱼类的繁殖群体已严重缺损,过分茂密的高杆沉水植物也妨碍了这些鱼类的繁殖活动。因此,选择合适环境设立繁殖圈,向圈内移养上述几种鱼类的繁殖群体,促其自然繁殖、自然放流,可较快地恢复自然资源。

3. 寻找野菰利用途径,将其转化为饲料资源,引导群众自发开发,从而达到抑制菰群从蔓延、减缓沼泽化进程的目的。

就1985年的情况而言,野菰在洪湖显然是一种有害植物群落,其生物量每年可达 96×10^4 t,而除湖周居民取其少量作为薪柴之外,被用作饲料的不到2%。究其原因,主要是对野菰的利用前景认识不足。因此作为渔业-环境对策之一,我们必须做好两个方面的工作,一是要对洪湖的野菰种群的营养成分进行全面的分析,提高人们对其作为一种饲料蛋白源的可能性的认识;二是要研究利用野菰粉部分替代粮食蛋白生产配合饲料的配方工艺和技术。我们期望变害为利,变废为宝。让危害洪湖的野菰直接作为围栏圈养草食性鱼类的饲料,或作为配合饲料的蛋白质资源而输出,使其面积逐年缩减,敞水面得到恢复,提高湖泊的调蓄能力。

三、1986—1990年的示范实验和推广效果

(一) 围圈养鱼的示范与推广

1985年前洪湖围圈养鱼一直处于初步试验阶段,在敞水区难以抗拒较大风浪,在湖周屡遭鼠害,因此仅有太马湖渔场和王岭渔场在北岸浅水区用16目聚乙烯卡布或竹帘进行过小面积围养草鱼式验。由于网目和帘布细密,与大湖之间的水体交换率极低,未能取得预期效果。1986年全湖有卡布圈1582亩,竹帘圈550亩,圈内水质变坏,或帘倒鱼逃的事故时有发生。

1986年,我们选择茶潭岛以东、距洪湖东南岸洪沟子600m处的沉水植物区为试验点,该处湖底高程为22.5m,是湖中最深的区域之一,最大水深可超过3m,具有较强的示范意义。试验包括全套围圈养鱼技术,即地点选择、围圈材料及架设工艺、鱼种规格及种类配搭、投喂方式和饵料系数、捕捞技术、产量和经济核算。同时,也进行围圈养鱼对环境的影响和洪湖水草载鱼量估算等科学实验。

第一年共设圆形试验圈5个,每个8.57—8.84亩,总面积43.41亩。全部主养草鱼,配搭团头鲂、鲤鱼和青鱼,其规格和配搭比例各不相同,着重观测鱼种放养规格与回捕率、投放量与产量的关系。1987年和1988年进行了投放2冬龄大规格鱼种的试验,进一步进行高产示范。1989年,在基本完成草鱼圈养示范后,又在较小面积内进行主养团头鲂的试验。前后4年,尚完成了聚乙烯线网和楠竹支架使用寿命的实际考察,对经济效益进行了准确的核算。1986年,43.41亩产成鱼11992kg,平均亩产276kg,若按个体经营计算,可创产值35976元,盈利19573元,平均每个劳动力收入4893元。1987年和1988年,又取得平均亩产616kg和339kg的结果。1989年还取得单养团头鲂亩产894kg的好成绩。1986年

8月6日,围圈设施经受了水深3.3m和8级风浪的考验,证实在大型湖泊中开展围圈养鱼是切实可行的。

围圈养殖试验在洪湖起到极好的示范效果。在1986年,除了我们的试验圈外,还有省科委出资由我们代为管理的围圈40亩,均取得明显的经济效益。1987年采用卡布网和竹帘在浅水区圈养逐步被淘汰,而在较深的水域围圈达到约8000亩,产量达1600t。1988年又扩大到11000亩。1989年围圈面积已达13000多亩,总产量约3700t。已超过80年代初洪湖的天然捕捞年平均渔获量,而所产鱼均为优质的草鱼和团头鲂。围圈养殖事业的发展,是在示范引导下自发进行的,国家并未投资,皆为渔民个人筹资建设。现有围圈养鱼专业户600余户,多数都是过去从事捕捞的渔民,转向养殖后,每户纯收入约在6000—8000元之间,有不少已成万元户。这个作业改革,实现了洪湖大湖渔业经济的一次飞跃,更重要的是遏制了以往只捕不养和恶性循环,为大湖资源增殖提供了先决条件。

(二) 半堤半网拦养模式的建立

1986年我们选择具有代表性的愚公湖湖汊进行兼顾调蓄和养殖的半堤半网拦养试验。愚公湖位于洪湖东南角,面积约2000亩,湖底高程22.8m,1976年曾建堤养鱼,但因与蓄洪发生矛盾而放弃,荒废10年,荒草丛生。试验利用全长2489m、平均高程23.8m的残留土堤,以杉木为桩,架设2m高的防锈铁网(俗称“钢板网”),其上垂挂防逃聚乙烯网片,总体高程达27.3m,以致大湖水位低于23.8m时仍可蓄水养鱼、灌溉。水位高过土堤时,则可分洪调蓄,在鱼类生长期体内水体与大湖连通,保证了子湖的水质环境。

实验连续进行了4年,着重测试拦养对子湖环境的影响,并根据饵料资源的变化,选择最佳的放养品种搭配和放养规格,总结养殖技术,分析经济效益和生态效益。1986年鱼产量为75t,1987年上升到115t,1988年后年产量维持在150t左右,到1989年积累资产13.6万元,生产盈利显著。合股开发的20户渔民,转捕为养,不仅生活安定,收入也有显著提高。从生态角度看,拦养后,菰群丛在2年内基本消失,沉水植物生物量也大大减少,沼泽化被遏止,对调蓄有明显好处。从另一个角度看,水生植物作为一种可再生资源却受到了破坏,这种破坏在封闭的子湖必然同时导致富营养化和水质环境的恶化,但在愚公湖由于与大湖之间有着良好的水体交换条件,在水质环境上仅表现出透明度略低,有机物耗氧量略有上升的趋势,总氮和总磷量并无太大变化,始终保持了良好的渔业环境。

类似愚公湖的湖汊或子湖在洪湖四周约有5万亩,目前已有柴湖、潭子湖等湖汊拟按此模式进行拦养。这种方式单位面积产量虽大大低于围圈,但所起到的作用却与其相似。

(二) 经济鱼类自然繁殖保护圈的建立及增殖效果的观察

在开展鱼类资源小型化成因调查研究的同时,我们于1986年开始建立自然繁殖保护圈的试验。1986年在洪沟子用大网目(6cm)的聚乙烯网围出69亩沉水植物区,在过于茂密的草丛中开辟若干无草区为亲鱼提供活动场所,然后按雌雄性比1.07:1和1:1.7分别引入成熟鲤鱼亲鱼595尾、团头鲂亲鱼204尾。在圈内观察和记录产卵情况,计算其受精率和孵化率,然后又在圈外设立2部网簰回捕幼鱼,验证自然产卵放流效果。1987年荆州地区洪湖渔业管理局又按此试验设计,在茶潭湖心设立248亩繁殖保护圈,并辅以人工催产网箱,引入鲤鱼亲鱼2000尾。据估算,3年来这批鲤鱼产卵近2亿粒,孵苗约1.3亿尾。1989年,鲤鱼在渔簰渔获物中已占6%,比1980年上升了30倍。1986年放流个体平均体重已达2kg,并均已性成熟,形成了新的自然繁殖群体。团头鲂在湖内的数量也有所增加。

这项试验是国内首次进行的鱼类人工控制自行繁殖回归大自然的试验。1990年,荆州地区渔业管理局又新增设2处增殖放流站,据他们统计鲤鱼的产量在天然捕捞产量中已上升8.3%。尽管目前我们尚无法进行准确的标记统计,但已可确认这是一项加速自然增殖的有效措施。

(四) 名优水产品的繁殖、增殖和养殖

大湖水产资源的增殖尚应包括大量江河洄游的鱼类和其他经济水生动物。为此曾进行过多次的灌江纳苗试验,发现其与调蓄存在较大的矛盾,技术有待完善,利弊尚需验证。因此,本期工作的重点是研究某些经济效益显著的经济水产品的增养殖技术,直接服务于渔业经济的发展。

1. 引进和完善河蟹(中华绒螯蟹)人工咸水工厂化育苗技术,人工培养大规格蟹种,恢复洪湖河蟹产量。

河蟹是一种具有相当高的经济价值的名贵水产品。由于它是一种降海洄游种类,性成熟后需沿长江进入沿海水域繁殖,幼蟹又需溯江入湖生长肥育,江湖阻隔使资源受到明显影响。1975—1976年,洪湖曾投放从沿海收集的蟹苗225kg,1977年产蟹250t。此后由于江湖阻隔的形势更严峻,降河亲蟹数量也随之下降,蟹苗来源更为困难,人工育苗成了当务之急。近20年来,利用天然海水和人工配制成水繁殖蟹苗相继成功,洪湖也于1985年投资建设了工厂化育苗的蟹苗场,但由于存在许多普遍存在的技术难题,产量一直无法提高。因此,我们围绕生产提出的人工咸水配制、河蟹幼体饵料和育苗池水质优化等关键技术开展了一系列研究。

蟹苗孵化后需经历20—22天的5次蜕皮的蚤状幼体阶段才能长成为大眼幼体,其发育的每一阶段由于个体大小和营养要求的差异,对饵料的需求亦明显不同。一般而言,在Ⅲ期蚤状幼体之后可用人工培育的卤虫无节幼体饲喂,但Ⅰ—Ⅱ期幼体的饵料的选择和大量培养问题一直未能得到很好解决。从1986年起,我们将选育培养的两种小环藻——*Cyclotella* HP1和HP3、菱形藻*Nitzschia* DP6与国内外通用的饵料硅藻三角褐指藻(*Phaeodactylum triconutum*)等,进行的生理学特性、营养价值和饲养效果比较,证明我们选育的3种藻类在悬浮性和对光照、温度、培养条件的要求上均比以往使用的藻种更适合作蟹苗培育的条件,其蛋白质和必需氨基酸的含量也高于后者。在小试中,以小环藻为饲料,Ⅰ—Ⅱ期蚤状幼体成活率可达95%。比使用三角褐指藻提高35%,在生产实践中Ⅰ—Ⅴ期幼蟹成活率可达50%—67%,从技术上基本解决了蟹苗早期饵料问题。这几种新的活体藻类饵料,除在湖北省应用外,已推广到云南、湖南等省的蟹苗场。与此同时,对人工海水的配制、育苗池中氨氮和亚硝基态氮的控制指标和控制方法均进行了许多探索。1986—1990年洪湖蟹苗场共孵化和培养了蟹苗2000余万尾,使洪湖河蟹的产量有所恢复,每年可捕捞成蟹25t。

2. 罗氏沼虾的引进和试养

罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)是一种原产于热带地区的大型淡水虾,其个体大、生长快,已在我国南方几省试养成功。在进行河蟹育苗的同时,我们利用育苗温室和配制的人工咸水,于1988年开始兼育虾苗,并在湖周浅沼池塘中试养,探讨越冬、孵化、育苗和饲养技术。使用我们生产的配合饲料,在夏季常温下4个月可养出成虾,每亩产虾量约100kg,与草鱼等套养,可净增效益20%—40%。此项试验正在推广之中。

3. 鳊鱼人工放养试验

为抑制小型鱼类的群体数量,提高湖泊利用的经济效益,必须在湖内引进适量的肉食性鱼类。鳊鱼是一种经济价值较高的优质鱼,而其食物却是人类很少直接利用的小型野生鱼虾。鉴于洪湖鱼类资源小型化的现状,我们于1987年在愚公湖开展放养鳊鱼、抑制鱼类资源小型化的实验。据1986年调查,愚公湖每年可产个体50g以下小野杂鱼20t,可捕捞利用的不到5t。1987年向该湖投放尾重30—100g的鳊鱼种3000余尾,年底收获鳊鱼2125kg,投入成本1716元,产出产值31875元,投入产出比约为18.6。从生态效益分析,这些鳊鱼约捕食小型鱼类15t,改变了鲫鱼和黄颡鱼繁殖过剩的局面,生长速度和可捕捞利用的价值亦明显提高。1986年愚公湖产出11—14g的黄颡鱼和鲫鱼1461kg和2238kg,放养鳊鱼后的1987年产出150—1000g的鲫鱼3471kg,50—200g黄颡鱼7512kg,产量和产值均提高2倍以上。

(五) 野菰资源的开发利用

为了开发洪湖的野菰资源,1986年我们对洪湖野菰的各个器官的蛋白质和氨基酸进行了分析,发现其根状茎含蛋白质11.3%(干重百分比,下同)、氨基酸8.85%;茎含蛋白质9.5%、氨基酸7.15%;叶含蛋白质16.8%、氨基酸14.61%;500g干叶的必需氨基酸含量接近100g干重草鱼幼鱼背肌的含量。结果表明,野菰是一种优质植物性的蛋白饲料源。1987年进行了直接利用鲜菰叶喂养草鱼、团头鲂的试验,在大湖设置24m²的几组网箱,分别投喂菰叶、颗粒饲料和菰叶添加颗粒饲料,结果证明单一投喂菰叶饲养草鱼折合亩产3183kg的情况下,饵料系数约为15—20,成活率和生长速度不受影响,而喂养团头鲂和草鱼种则需添加适量颗粒饲料。为了进一步扩大对野菰的利用范围,1988年我们又开展了用菰叶干粉代替粮食原料生产颗粒饲料喂养草鱼的试验。将菰叶干粉与习用的粮食原料米糠饼和麸皮相比,其粗蛋白和氨基酸含量大体相当,但粗脂肪含量略低,粗纤维含量明显偏高。用23m²×2m的网箱进行试验,在饲料中分别添加10%、20%和30%的菰叶干粉,发现其饲养草鱼的生长速度和成活率并无明显差别,在126天饲养中折合亩产均达7.5t左右。按此配方可节省米糠、麸皮44%—73.6%,显然菰叶干粉是一种很好的节粮饲料原料。

在科学实验和示范的带动下,利用鲜菰叶作为围圈养鱼饲料和开发菰叶干粉生产颗粒饲料已逐步为群众所接受。据计算,每年大约已有6240t的菰叶被用作饲料,约占全湖生产量20%。现在洪湖东北部围圈比较集中的地区菰群丛大大缩小,全湖野菰分布的总面积也已有所缩小,沼泽化进程得到一定的控制。

为了在洪湖湖区进一步推广、应用上述试验成果,我们还从宏观决策上研究和揭示了洪湖现代沼泽特征以及由此形成几个不同生态层次:湖心沉水植物带,湖滨挺水植物带、沼泽带,沼泽与沼泽型水稻土带,潜育化水稻土带。因此,洪湖的开发利用,应该以洪湖为中心,滨湖为依托,形成适应型多层次的开发区,即湖心调蓄养殖区、湖滨水生经济植物开发区、沿湖子湖群和沼泽地开发区以及环湖潜育型水稻土开发区,从而把洪湖建设成为以渔为主,牧、林、农协调发展的生态渔业、生态农业示范区。

在1986—1990年期间,除开展上述几项较大的试验和示范研究以及宏观开发布局探讨之外,尚结合围圈养殖测定了圈养草鱼对圈内水质、水生生物群落结构的影响,以及观察圈养后水草恢复过程的演替规律;为探索对水草的适度开发规模,就圈养草鱼对不同水草的利用率和水草的分蘖、生长季节消长规律进行定量观测;为探索鱼类小型化的成因和对策,对鳊鱼、黄颡鱼和红鳍鲃等优势种的生物学进行了调查和分析;在用菰叶干粉代替粮