

管理与利用

# 南四湖滨湖洼地生态工程三种模式研究\*

刘玉书

窦鸿身

(山东省微山县农业区划办公室, 277600)

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 210008)

李兆印

刘建秋 居霭霞

(山东省济宁市农业区划办公室, 272100)

(山东省微山县农牧局, 277600)

**提要** 自1984年起,在我国北方最大淡水湖泊—山东省南四湖的滨湖洼地上,创建了生态工程的三种模式,即台田—鱼池联合生产型、果林—蔬菜—鱼塘分层多级利用型、农—牧—鱼再循环利用型,经五年的调查研究,现场实验及生产实践,结果表明其生态环境条件得到了改善,促进了物流的良性循环,实现了物质及能量的多层分级利用,在生产上减少了投入、增加了产出,同步取得经济、生态环境及社会效益。这些生态工程模式提出了改良和利用湖泊滩地的一些途径,并树立了典型,现在在南四湖地区较广泛地推广中。

**关键词** 洼地开发 生态工程 南四湖

南四湖是我国北方最大的淡水湖泊,滨湖洼地近700km<sup>2</sup>,是具有较大开发价值的国土资源。为了在开发利用中达到利用与保护相结合,当前利益与长远利益相结合,局部利益与整体利益相结合,从1984—1988年的五年期间,探索出生态工程的三种模式。其总的方针是以整体观和系统观为指导,以生态学的生物与环境相协调、生态位理论、互利共生以及物质与能流的规律等原则为依据,同时根据市场供需情况及商品价格法则以销定产。这些模式着重调整生态系统内部结构及物流和能流途径,做到整体优化组合,充分利用空间、时间和营养生态位,促进各组之间互利共生、多层分级利用及物质迁移、转化的良性循环,以期在生产上促使持续、稳定、协调发展,达到高产、稳产、低耗、高效之目的。与此同时,并相应改善了生态环境。

## 一、南四湖滨湖洼地的生态环境与原有利用方式

### 1. 生态环境与资源状况

南四湖南北长126km、东西宽6—25km,面积1266km<sup>2</sup>,为拦蓄洪水于湖腰处建一横坝,坝北称上级湖,坝南为下级湖,滨湖洼地分布在湖岸线内外,上级湖高程上限为35m,下级湖上限在33m以内,其主要特点:

(1) 地势低洼,地下水位高 滨湖洼地分布在沿湖一带,下部近湖地段,地面低于南四湖蓄水位。由于湖水顶托,土壤通常处于饱和含水量状态,渍害严重。种植农作物产量低而

①\* 参加本项研究的还有高朝流、陈本凤等。

不稳,甚至没有产量。大面积杂草丛生,从未开发利用。在洼地总面积中,宜开发部分约  $170\text{km}^2$ ,其中地下水埋深小于  $1\text{m}$  的  $100\text{km}^2$ ,小于  $1.5\text{m}$  的  $70\text{km}^2$ 。

(2) 气候条件优越,光热资源充裕 南四湖属温暖过渡型季风气候区,年太阳总辐射量  $501\text{J}/\text{cm}^2$ ,年日照时数  $2630.4\text{h}$ ,高于相邻地区,湖区年均气温  $14.1\text{--}14.3^\circ\text{C}$ ,高于沿湖陆地  $0.5^\circ\text{C}$  左右,  $>0^\circ\text{C}$  活动积温  $5100^\circ\text{C}$ ,无霜期 204 天。光热降雨与动植物生长繁殖基本同步。

(3) 土壤潜在养分高,但结构不良 土壤类型主要是湖积湿潮土和砂姜黑土。由于地势低洼,地表水和地下水流动不畅。生长的耐渍植物死亡后,在积水湿润条件下,经嫌气微生物分解积累,逐渐变成暗黑色的土壤层次。由于养分释放少,积累多,潜在肥力很高。有机质含量有的高达  $17.09\%$ ,为微山县均值的  $14.6$  倍。全氮最高含量  $0.245\%$ ,为该县均值的  $3$  倍多。 $\text{N}/\text{P}$  一般在  $10:1$  以上,土壤耕层容重  $1.6\text{--}2.5\text{g}/\text{cm}^2$ 。由于积水时间长,沼泽化明显,土质粘重,多块状结构,底心层坚实,不利于作物生长,故很少利用。这种还原条件、有机质积累、加上嫌气性微生物的大量存在,正是土壤潜育化与沼泽化的必要条件,这表明该洼地正在向潜育化沼泽化发展。

(4) 生物资源丰富,但利用率很低 洼地生物以苇草等湿地植物为主,多为自生自灭,人类很少管理与利用。

## 2. 当地原有的开发利用方式

(1) 放牧或收割干草 50 年代以放养猪为主,嗣后又发展了牛羊鹅等放牧。因零星分散,经济效益难以统计。沿湖群众还有割晒干草的习惯,经多点调查,每公顷投工费 120 元,净收入 240 元。

(2) “一麦田” 即在洼地上开垦种植小麦,一年只收一季,称“一麦田”。平均单产  $1500\text{kg}/\text{ha}$ ,投入 455.85 元,净收入 1417.20 元。

(3) 人工堤埝垦殖 一年可收麦秋两季,每 ha 投入 1437.30 元,净收入 3232.50 元。

(4) 人工条田 人工开挖条田约占总面积的  $2/3$ ,沟占  $1/3$ 。条田上种植农作物而沟闲置。每 ha 投入 2550 元,净收入 4200 元。

## 二、生态工程模式的提出、设计与实验

### 1. 问题的提出和依据的原理

进入 80 年代以来气候持续干旱,南四湖生态环境发生巨大变化。水产资源枯竭,水产品产量降低。与此同时,耕地锐减,人口增加。人均占有农渔牧产品下降到 50、60 年代水平。在这种严峻的形势下,滨湖洼地的开发引起人们的普遍重视。但当地群众仍沿用原始的利用方式,收效低微,且破坏了生态环境。为了更有效地利用滨湖洼地资源,于是因地制宜的开展了生态工程研究工作,以期同步取得经济、生态环境和社会效益。

在总结群众经验的基础上,着重归纳出以下几点:

(1) 滨湖洼地利用效率低,是由于生态环境恶化造成的。

(2) 应通过挖塘建台田,改善生态环境,根除渍涝危害,并一工多用,把低平洼地系统改造化解为全陆全水两个系统,做到旱能养鱼,涝可种田,台田池塘多业利用。并通过食物链网络使二系统结合起来,实现物流能流的良性循环。

(3) 组建与新生态环境适应的生物群落,做到优化组合,动植互利,逐步建立起新的高效率农业生态模式。

## 2. 挖塘、建台田的设计和生态工程几种模式的试点实验

挖塘与建台田的比例,一般以 1:1 至 1:1.5 为宜。为便于生产管理,每个池塘 3333-4000m<sup>2</sup>,每块台田 3333-5000m<sup>2</sup>。池塘下挖 2.5-3m,塘内取出的土筑成台田面和围堤,地面高程可由原来的 31.5-33m 提高到 33.5-35m,台田面高出湖水面 1m 左右。南四湖最高蓄水位是固定的,台田面的高程可据此确定,使其高出国家规定的最高蓄水位 0.8-1m 即可。但池塘的深度和台田的高度与大小,除考虑达到相应高程用土外,还应参考地下水埋深情况灵活掌握。若地下水丰富,池塘深度可浅些,台田田块在保持一定高度情况下就相应小些;反之,池塘则应深些,台田面积就大一些。

这一措施根除了渍涝危害,为台田上发展种植业创造了条件。旺盛的地下水向塘内汇集,水深可达 2m 以上,为养鱼业创造了条件。这种微地貌形态的调整,改善了环境条件,使原湿地生态系统变为池塘、农田、果园等复合生态系统,使由原低洼地垦殖变为充分利用空间、地面、水面的多层立体生产以及物流的良性循环,为多业发展创造了新的基地和良好条件。

生态工程几种模式的试点实验:

(1) 台田-鱼塘联合生产型 基本做法是:挖塘和建台田后在台田上种粮植草,将收得的粮草投入池内养鱼,塘泥返还肥田,供粮草吸收利用,形成良性循环。

本模式选昭阳农场四号塘进行。池塘 2667m<sup>2</sup>,主养草鱼,台田 2667m<sup>2</sup>种粮。1987 年种植一麦一豆,所产粮豆、豆秸、豆荚调剂成配合饲料,用于次年试点塘养鱼。其间又投喂在池坡种植的苏丹草 1100kg,结果共产鱼 1111.8kg。经核算鱼池和台田每 ha 投入 7372.95 元,净收入 6756.30 元。

又于 1987 年在昭阳十字河一号塘试验,池塘 2000m<sup>2</sup>,池中主养草鱼;台田 2000m<sup>2</sup>,种植一麦一豆占地 1333m<sup>2</sup>,近池侧 667<sup>2</sup>和部分池坡种植苏丹草。麦豆换成配合饲料及苏丹草养鱼,每公顷投入 5151.60 元,净收入 8977.35 元。

(2) 农-牧-鱼循环再生利用型 基本做法是:在台田上种植粮食蔬菜,以粮菜养猪养禽,猪禽粪便发酵后养鱼,塘泥返还肥田,循环利用。

本模式 1986 年在欢城宗庄 6 号塘进行。池塘水面 1333<sup>2</sup>,主养鲢鱼、白鲫。台田 1333<sup>2</sup>,种麦和夏玉米。养肥猪 4 头,全年喂配合饲料 2500kg,南瓜藤、菜等 1200kg。将猪粪发酵后分批投入池塘肥水养鱼,不再向池塘投喂其它饲料。结果共产鲜鱼 572.5kg,台田鱼池每公顷平均投入 14632.50 元,净收入 11490.75 元。

(3) 林、果、蔬、鱼立体多层分级利用型 选微山湖东岸后北村 26.7ha 洼地进行。

第一层,空间乔木层。在外围土堤、生产路及水渠两侧植杨树、泡桐 8000 棵。

第二层,台田果树层。台田上栽植桃、梨、葡萄等,果树面积共 10.3ha。

第三层,果树行间间作层,主要为花生、蔬菜等。

第四层,池塘水域,根据鱼类不同习性、食性进行品种配搭,实行立体养殖。中上层鲢、鳊鱼;中下层草、鲂鱼;底层鲤、鲫鱼。

第五层,引进加工增值层。1988、1989 年共加工鱼饲料 75t 和 80t,葡萄罐头 20t 和 22.5t。在产品增值增收和饵料降本增益,增强整个系统的活力和效益方面,已见显著成

效。

据测算，以林业收入可抵还挖塘、建台田和设备投资，并可抵还所占地十年内的收入。为简化分析，仅对果、渔业有效面积 23.3ha 代表本模式的经济实绩。1988 年果业、渔业共投入 199417.26 元，总收入 512422 元，每公顷净收入 13414.50 元。

### 3. 几种模式的内部配置比例与结构规模

根据各试点所得实绩及该区有关投入产出指标，进行了以养鱼为主的食物链平衡计算，得到了各种模式的内部配置比例和流程图（见图 1-3）。

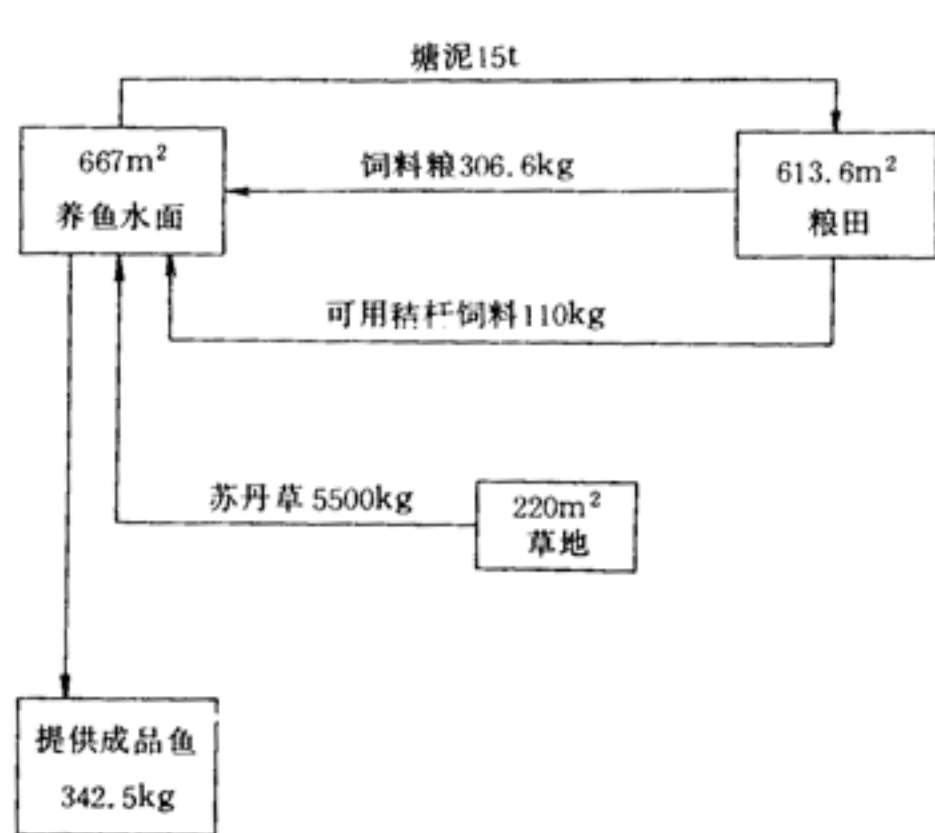


图 1 台田、鱼塘联合生产型内部配置比例与流程示意图

Fig.1 Internal dispose ratio and circuit of multifunctional raised field and fish pond model

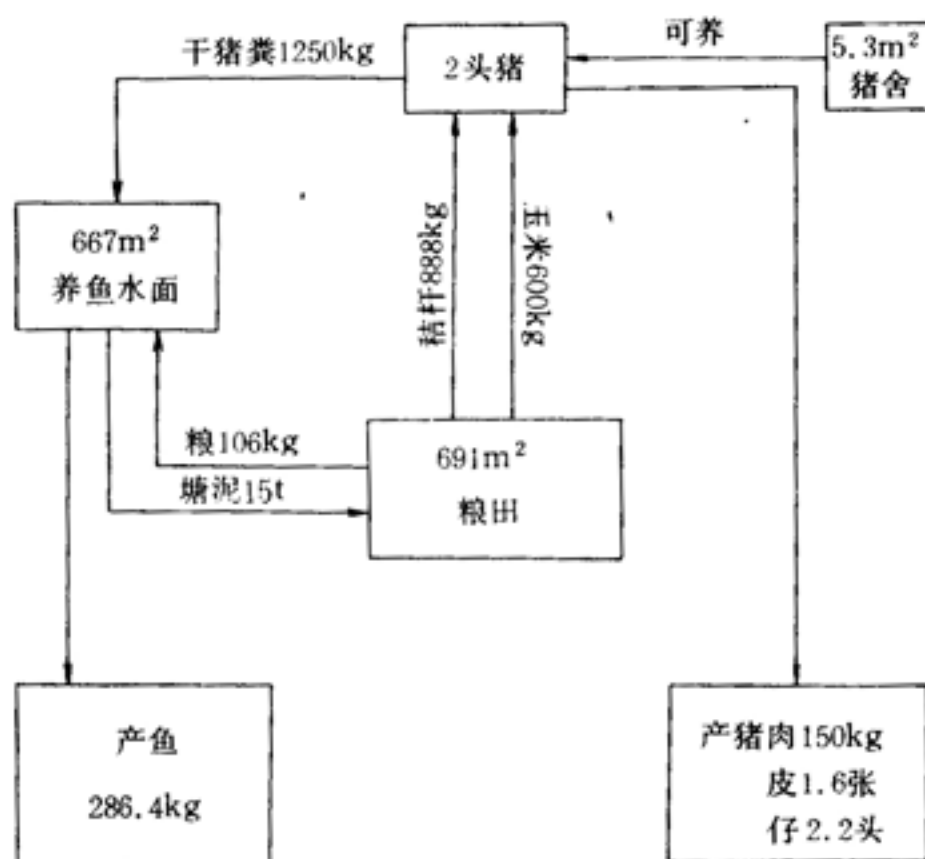


图 2 农牧鱼型内部配置比例与流程示意图(按全部养猪计算)

Fig.2 Internal dispose ratio and circuit of farming, livestock breeding and fishery model ( in pigs )

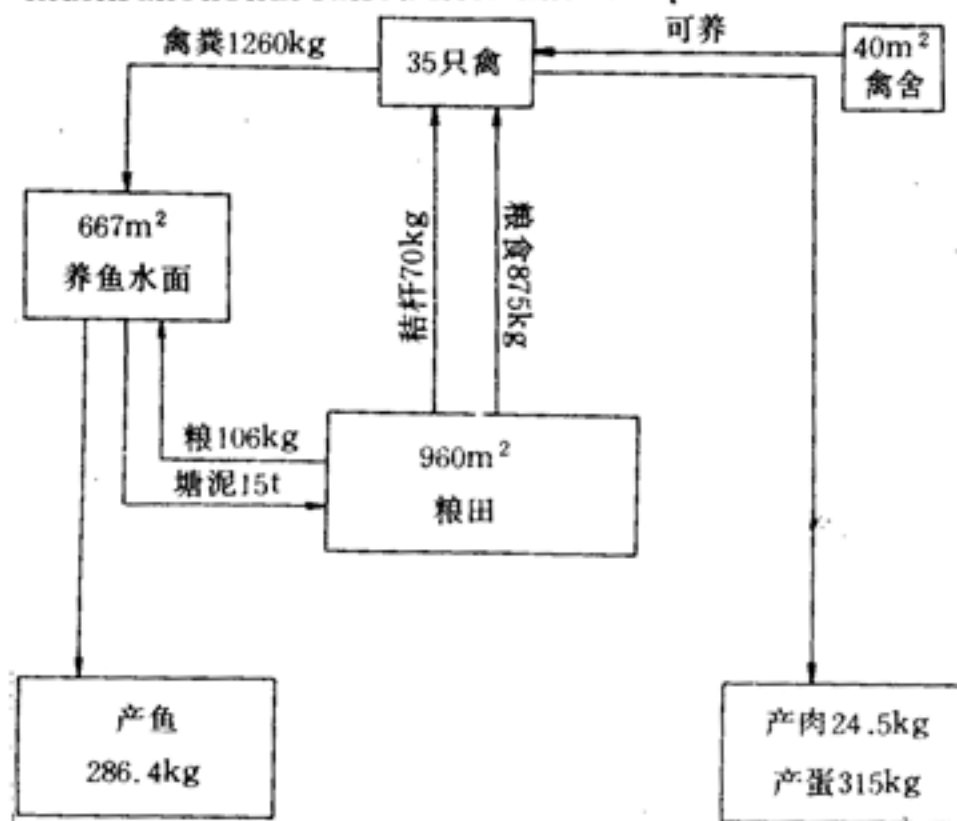


图 3 农牧鱼型内部配置比例与流程示意图 (按全部养禽计算)

Fig.3 Internal dispose ratio and circuit of farming, livestock breeding and fishery model (in fowls)

另据有关资料，结合试点实绩，确定了林果蔬牧鱼型内部配置比例：667m<sup>2</sup>水面

——养猪 1 头——养禽 10 只——配 266.7m<sup>2</sup>青料地

——266.7 果树地——植 8 棵果树——周围 266.7<sup>2</sup>林地

根据以上各模式比例，按 3335m<sup>2</sup> (5 亩) 养鱼水面为一单位计算，可得到各种模式的结构规模，如表 1。

### 三、效益评价

通过对各试点实绩数据进行整理计算，得到一系列经济效益和生态效益指标（如表 2），并可据此做出效益评价。

表 1 各种生态工程模式结构规模参数  
Tab.1 Parameters of ecological engineering modles

模式名称	结构规模	水陆比	总体规模(m <sup>2</sup> )
台田-鱼塘 联合生产型	3335m <sup>2</sup> 水面-3068m <sup>2</sup> 粮田(麦、豆) -1100m <sup>2</sup> 草地(苏丹草)	1:1.25	7503
农牧鱼再生循环 利用型(猪型)	3335m <sup>2</sup> 水面-10 头猪-26m <sup>2</sup> 猪舍-3455m <sup>2</sup> 粮田	1:1.04	6816
农牧鱼再生循环 利用型(禽型)	3335m <sup>2</sup> 水面-175 只禽-200m <sup>2</sup> 禽舍-4802m <sup>2</sup> 粮田	1:1.50	8337
农牧鱼再生循环 利用型(猪禽混合)	3335m <sup>2</sup> 水面-5 头猪-87 只禽-4802m <sup>2</sup> 粮田-100m <sup>2</sup> 禽舍-13m <sup>2</sup> 猪舍	1:1.47	8250
林果蔬牧鱼多 层分级利用型	3335m <sup>2</sup> 水面-5 头猪-50 只禽-配 1334m <sup>2</sup> 青料地-1334m <sup>2</sup> 果树地-1334m <sup>2</sup> 林地	1:1.20	7337

表 2 各种生态模式经济效益、生态效益指标

Tab.2 Economic-ecological beneficial indices of verious ecological engincering modles

指标名称		一麦田	人工堤 埝垦殖	台田-鱼塘 联合生产型	农牧鱼型	林果蔬 牧鱼型
经济效益部分	系统稳定系数	0.4	0.7	1	1	1
	经济产投比	1:4.1	1:3.24	1:2.42	1:1.78	1:2.75
	纯收入(元/ha)	1417.2	3232.5	8977.35	11490.75	13414.5
	劳动生产率(元/工日)	24.97	19.45	93.88	122.91	183.01
	土地生产率(元/ha)	1873.05	4670.1	15278.7	26123.25	21960.9
生态效益部分	土壤养分含量					
	有机质(%)	0.88	0.88	1.25	1.39	1.39
	全 N(%)	0.081	0.081	0.093	0.123	0.123
	有效磷(ppm)	7.05	7.05	5.7	11.2	11.2
	有效钾(ppm)	150	150	253	182	182
	林木复盖率(%)	0	0.015	7.3	7.3	32.3
	能量产投比	1:7.28	1:8.56	1:4.65	1:4.79	1:5.91

### 1. 经济效益评价

数据表明,生态模式的经济效益是非常显著的。除稳定性大为增强外,经济产投比最低为 1.78: 1,保持着较高的边际收益率。三种模式单位面积纯收入与“一麦田”相比,分别增长 5.3 倍, 7.1 倍和 8.5 倍。土地生产率增长幅度更大。

### 2. 生态效益评价

考虑到数据收集上的方便性,仅选用了土壤有机质含量等六项指标。由表 2 可知,人工

生态模式的土壤养分含量比原来提高 20—50%，林木复盖率增长更大，能量产投比仍然比较理想。

### 3. 综合评价

为便于各模式的综合比较，这里采用综合指数评价法，对经济、生态指标进行综合评价（具体计算略）。

(1) 指标和方案选定 以单项评价的指标体系为基础，剔除现状（基准）指标值为零或过小的指标。如剔除了林木复盖率，对剩余的十项指标进行综合评价，在方案选定上，以“一麦田”为基准方案（模式），以“人工堤埝垦殖”为参照方案，以三种生态工程模式为评价方案。

(2) 经济效益的综合评价 以表 2 中的五项经济效益指标为基础数据，在不加权的情况下，所得经济效益综合评价指数为（五个模式的顺序同表 2，下同）：

1	1.62	4.27	5.98	6.33
---	------	------	------	------

当对五个指标分别赋以 1.2、1.2、1.5、1.1 的权数时，所得结果为：

1	1.65	4.26	5.86	6.27
---	------	------	------	------

与未加权的結果基本相同。

上述结果表明，三种生态工程模式的综合经济效益，比“一麦田”提高了 3.2—5.3 倍，以林果鱼型为最高，农牧鱼型次之。

(3) 生态效益的综合评价 考虑到生态系统与经济系统和社会系统相比，具有变化的滞后性和恢复的困难性，因而在指标计算时，对生态系统的变化进行了“放大”处理。以表 2 的生态指标为基础，经计算，在不加权的情况下，所得结果为：

1	1.08	1.45	1.84	1.89
---	------	------	------	------

当对生态指标赋以 2、1、1、1、1.5 的权数时，结果为：

1	1.09	1.46	1.83	1.90
---	------	------	------	------

以上结果表明，生态效益的增长幅度虽不如经济效益大，但增长率仍达 45—90%。三种模式间无大差别，特别是后两种模式生态效益更为接近。

(4) 经济生态综合效益评价 在进行了经济、生态两项综合效益评价的基础上，采用相同的方法，可得到经济生态综合效益评价结果：

不加权	1	1.35	2.86	3.91	4.11
-----	---	------	------	------	------

加 权	1	1.37	2.59	3.46	3.66
-----	---	------	------	------	------

综合以上分析可知，三种生态工程模式的综合效益，不论与“一麦田”相比，还是与“人工堤埝垦殖”相比，都有大幅度提高，应予大力推广。

## 四、结论和体会

(1) 滨湖洼地的开发利用必须以生态经济学的观点作指导，开发的关键在于挖塘和建台田，改善生态环境。这是建立新的生态工程的有效手段。不仅为发展种植业、畜禽业、养鱼业创造了良好条件，还可根据互利共生、充分利用生态位等原理，搞好动植物品种配搭，实施合理比例，以组建新的食物链网及物流途径，充分利用光、热、水、肥、生物等自然资源，获得最佳效益。

(2) 本研究设计的三种生态模式中, 台田—鱼塘生产系统, 为良性特循环型, 其能源主要为太阳能, 生产费用低, 单位面积收入已相当可观。为投入适中、效益较好的类型, 适于分散经营。尤其适于在开发初期阶段使用。

(3) 农牧鱼再生循环利用型, 通过台田种粮, 粮食养猪, 猪肥塘养鱼, 塘泥返还肥田, 实现了循环利用。由于增加了养猪环节, 为高投入高产出类型, 可向社会提供两次产品(猪、鱼), 在条件较好的地方可有计划地推广应用。

(4) 林果蔬牧鱼立体多层型 以林防风固土, 调节气候; 以果促鱼, 为养鱼提供资金。林业又可为养鱼提供部分饲料, 体现了动植物互利。其产品还可在系统内加工增值, 经济、社会、生态效益更优于上两种模式。初步做到了布局合理, 品种比例适当, 又因引进加工增值环节, 在整体上降低了成本, 提高了效益。

(5) 三种模式的规模 台田—鱼塘联合生产、农牧鱼两种模式, 其规模大小皆宜, 可分散经营。林果鱼型要求具有一定规模, 一般需数十公顷至百公顷, 其中亦可兼容前两种模式, 使之成为有众多子系统的农业复合生态系统。随着各子系统的自我发育和不断完善, 其效益将进一步显现出来。这种复合模式可称为南四湖滨湖洼地粮、林、果、牧、鱼生态工程模式。

在滨湖洼地开发实践中, 对几种生态工程模式的推广应用, 要因地制宜, 灵活掌握, 不可强求划一, 也不可盲目追求经济效益。要兼顾长远和当前, 局部和整体。模式的选用要进行综合比较, 对环境条件, 地下水位, 管理技术, 资金保障等方面进行全面考察论证, 做到整体、稳定, 协调发展, 农林牧副渔、农工商一体化运行, 以期从整体上取得最佳效益。

## STUDIES ON THREE TYPES OF ECOLOGICAL ENGINEERING MODELS IN THE DEPRESSION OF NANSI LAKE, SHANDONG PROVINCE

Liu Yushu

(Weishan County Office of Agro-Regionalizations, Shandong 277600)

Dou Hongshen

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Academia Sinica 210008)

Li Zhaoyin

(Jining City Office of Agro-Regionalization, Shandong 272100)

Liu Jianqiu      Ju Aixia

(Weishan County Bureau of Agriculture & Animal Husbandary, Shandong 277600)