

## 凡纳滨对虾标准化生态养殖全程管理系统

龚希章<sup>1\*</sup>, 魏华<sup>2</sup>, 陈明<sup>3</sup>, 戴习林<sup>2</sup>, 付熙徐<sup>1</sup>

(1. 上海海洋大学现代信息与教育技术中心, 上海 201306;

2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306;

3. 上海海洋大学信息学院, 上海 201306)

**摘要:** 阐述了基于 Web 的凡纳滨对虾标准化生态养殖全程管理系统的研发过程。该系统立足数字农业发展与新农村建设的基本国情, 采用 B/S 系统结构、Windows 2000/2003 Server 平台、SQL Server 2000 数据库、ASP 技术和 Dreamwaver MX 2004 开发环境; 依据凡纳滨对虾标准化生态养殖生产工艺过程, 采用面向对象的分析和设计方法, 最终实现水产养殖环境、苗种放养、渔药使用、饲料投放 and 产品销售等环节全过程标准化管理。系统包括日常管理、基础信息、系统管理、个人工具、信息查询和报表打印等 6 大功能模块。广大养殖用户可借助覆盖全球的无线广域通信网络, 使用架设在 Internet 上的管理系统, 进行所辖池塘的日常生产信息维护。

**关键词:** 凡纳滨对虾; 生态健康养殖; Web; 管理系统

**中图分类号:** S 951.2; TP 393.07

**文献标识码:** A

近几十年来,我国水产业取得了巨大进步,近二十年来产量已连续位居世界第一,其中养殖业发展起了主导作用,已成为振兴农村经济,增加农民收入的支柱产业。特别是凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 因其独特的生物学特性,近几年其养殖业发展迅速,形成了我国第二次养虾业的新高潮。上海地区现有凡纳滨对虾养殖面积约 12 万亩,生产方式已由最初的海水养殖迅速转变为淡水养殖,是上海市水产发展与规划的三大产业带之一。“十一五”期间,上海水产养殖业为转变水产养殖经济增长方式,发展“资源节约、环境友好、质量可靠”的水产养殖业,大力推进生态健康养殖技术的应用,努力实现养殖污水零排放,提高上海水产品安全生产水平和水产品质量。现已开始建设一批具有创新型、生态型和标准化三大特色的水产养殖场和健康型水产养殖场。

为了加强对凡纳滨对虾标准化生态养殖的生态环境调控和水产品质量安全管理,应用便捷的水质监测技术和建立功能完善、管理便捷的生态

养殖管理系统是一项非常重要的基础工作,以实现 对水域环境的实时监控和养殖生产信息化管理,保证水源、养殖水体以及排放水体的质量,加强对水产养殖环境、渔药使用、饲料投放和产品销售等环节全过程的标准化管理。

凡纳滨对虾标准化生态养殖全程管理系统的开发和推广应用,将有力地促使养殖生产企业加强“从池塘到餐桌”全过程的质量安全监控,严格履行水产养殖记录、用药记录和休药期等制度,从而推进企业无公害水产品产地与产品认证,以及水产健康养殖示范区创建工作<sup>[1]</sup>;有利于企业率先建立水产品质量可追溯体系<sup>[2]</sup>,为上市水产品建立“电子身份证”,提高消费者放心程度;为养殖生产企业进一步探索和完善凡纳滨对虾生态养殖技术操作规范、研究高产、核算效益带来更大便利,有利于提高企业内部管理技术和管理水平。

### 1 研究方法思路

完善和规范水产品生产工艺流程是一项系统

收稿日期:2009-11-18 修回日期:2010-07-20

资助项目:国家“八六三”高技术研究发展计划(2007AA10Z238);上海市科技兴农推广项目(沪农科推字 2007 第 3-10 号);上海市教育委员会项目(06KZ018);软件著作权登记(2008SR0614;2010SR000160)

通讯作者:龚希章, Tel:021-61900235, E-mail: xzong@shou.edu.cn

工程,是以科学的生产工艺将各个生产环节有机地联系起来,从而形成一套相对固定的生产模式。特别是对于凡纳滨对虾的生态养殖生产,任何一个环节的疏漏都会影响生产线的运转和水产品的质量安全。在充分研究分析水产品生产工艺的前提下,通过试验和构建本系统中的那些关键技术部分,突出通用性,实现水产养殖过程中各环节的数字化,如生产管理、用药管理、饲料管理等,以满足现代化水产养殖生产管理的需要。

分析和研究水产健康养殖生产过程,按照凡纳滨对虾养殖标准化、生态化生产技术和《水产养殖质量安全管理规定》<sup>[3]</sup>中对水产养殖生产、用药和销售等记录的标准化要求,以水产养殖生产过程中的养殖池塘为中心,依据实际生产过程建立问题域模型,对生产情况进行流程模拟和行为模拟。采用面向对象的分析和设计方法<sup>[4]</sup>,更贴近描述生态健康养殖的生产过程,便于构造出模块化、可扩充的系统<sup>[5]</sup>;运用有关数据库设计理论<sup>[6-7]</sup>对养殖系统进行概念抽象和建立数据模型;最后得到具体的系统概念模型、关系模式和相关数据表结构。

同时,信息技术开发人员在充分了解用户需求的基础上,与领域专家一起,从专业角度提炼出研发系统应解决的技术难点,并提出技术平台的实施思路。在技术层面上提出平台的软、硬件环

境需求,提供系统平台应用层面上的衔接问题,实现领域知识、系统开发与实施的相互衔接。

## 2 系统开发方案

### 2.1 开发环境和工具

网络操作系统:Microsoft Windows 2000 Server SP4 以上;数据库管理系统:Microsoft SQL Server 2000;Web 服务器软件:Internet Information Server(IIS) 5.0;Web 数据库访问接口:利用 Internet 数据库连接器 ODBC 和 ADO 作为 ASP 访问该 Web 数据库系统的访问接口;Web 浏览器:Internet Explorer 6.0 及以上。硬件环境:P4 2.8G,内存 1G 服务器。开发工具: Dreamwaver MX 2004。

### 2.2 基于 B/S 系统结构

B/S 结构是在 C/S 结构基础上的技术拓展。它为三层结构,即表示层(Web 浏览器,系统管理、养殖管理等终端用户使用)、功能层(Web 服务器,安装 IIS 实现各种应用)和数据层(数据库服务器,进行各种数据处理,完成对数据的操作和管理)。采用这种系统结构,服务器端安装 Web 服务器、SQL Server 数据库和养殖系统应用软件,日常只需对服务器端进行维护;用户端直接通过 IE 浏览器操作,分布在养殖企业的各类用户无须再安装软件便能正常使用,极大地方便网络环境下应用。

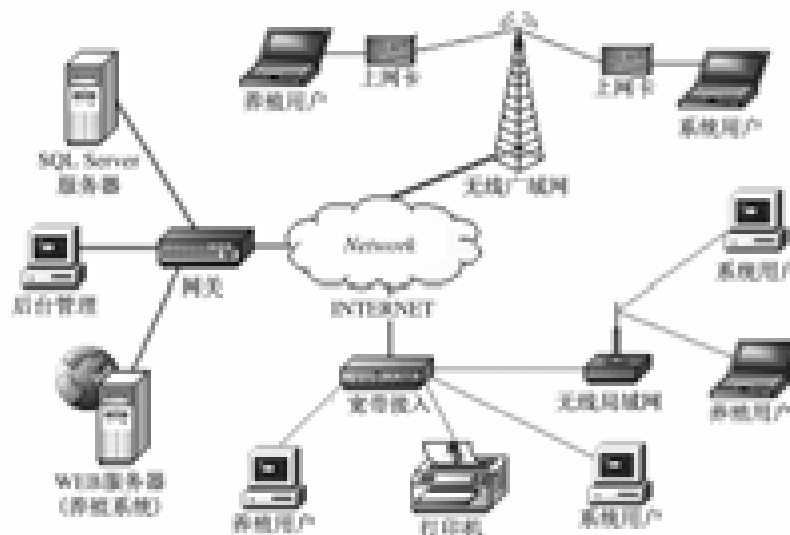


图1 系统网络结构图

Fig.1 The network structure diagram of the system

养殖企业办公大楼可通过宽带接入(如 ADSL、Cable Modem)方式创建有线或无线局域

网,访问 INTERNET 上基于 Web 的管理系统。规模养殖企业养殖水面一般在数千到上万亩,分

布于养殖池塘边的广大养殖用户,若没有有线宽带接入的环境,可以采用无线接入的方式,即借助电信运营商所提供的覆盖全球的无线广域通信网络<sup>[8]</sup>,通过无线上网卡接入终端移动设备(如笔记本电脑),进行所辖池塘的日常生产信息维护(图1)。

### 3 系统设计

#### 3.1 系统功能结构

本系统功能模块按照凡纳滨对虾标准化生态养殖技术和《水产养殖质量安全管理规定》中对水产养殖生产、用药和销售等标准化要求,以及上海市《水产养殖生产及用药记录》、《水产养殖生

产日志》的相关标准进行总体设计。主要包括日常管理、基础信息、系统管理、个人工具、信息查询和报表打印等六大功能模块,涉及凡纳滨对虾标准化生态养殖全过程(图2)。

**日常管理** 用来维护凡纳滨对虾养殖过程中所有的生产信息。日常生产信息采用批量更新程序,实现数据成批快捷添加。日常管理中的品种与部门模块主要是管理一些在日常管理中被重复引用的信息,在实际生产中往往一个养殖品种或饲料品种可能要被许多池塘投放或长期投喂,对于这类数据信息,一般采用一个标识字段来标识其被引用程度(最常用、常用、很少用或停用),方便日常管理信息添加过程中选取。



图2 系统功能结构图

Fig.2 The global structure diagram of the system

**基础信息** 用来保存一些通常很少变动的基本信息,如养殖企业、认证证书、水产养殖证的有效性与其适用范围、养殖负责人、技术管理员、池塘承租人与承租时限等信息。

**系统管理** 主要功能有数据备份与恢复、用户及权限管理、养殖期末的数据转存等。系统拥有良好的安全保障机制,能够自动备份数据库,以避免意外情况造成的损失;又能通过 Web 方式一键式管理和还原备份文件。系统支持可扩展功能,允许在后台添加更多的模块,如药物与休眠期、病理与防治等模块。

**个人工具** 主要涉及用户信息与用户个性化的设置。可设置用户登录系统将进入的工作模块、查询记录显示格式、批量添加记录格式和打

印格式,消息管理模块实现系统用户间收发短信息,方便用户间信息交流。

**信息查询** 既能按任意组合条件查询日常管理与基础信息两大功能模块中的当期明细信息,又能通过目录树查询所有当期和历史信息。采用树型结构查询方式,再配以节点图标,用户能逐级展开养殖期(历史信息)、集团公司、养殖场、养殖户和池塘等各层汇总信息及下层详细信息,所展示的信息非常直观、清晰。如处于树型结构最低层的池塘,既有每个池塘的清塘、放养、投饵、施肥用药、水质调节检测、生长捕捞等日常汇总信息,也有详细列表信息。

**报表打印** 根据统计分析需要设计各种统计报表,有固定格式和栏目的报表通过 IE 直接打

印输出,用户自定义的报表可输出到 Excel 工作表中。有些打印模块具有打印项目、打印格式、数据和日期范围等选项,可检索和打印当期和历史数据库中的各种需要数据。例如,水质记录打印模块,有水温、透明度、pH、溶氧量、氨氮、亚硝酸盐及盐度等可勾选的打印项目;有按月分页和不分页两种打印格式;有全部记录和部分池塘两种数据范围。

### 3.2 系统用户及权限

根据本系统用户的特点,采取基于角色的权限控制,来确保不同的用户拥有不同的权限。在基于角色的权限控制模型中,权限赋予角色,角色分配给用户。一个用户可拥有多个角色,一个角色可授权给多个用户;一个角色可包含多个权限,一个权限可被多个角色包含<sup>[9]</sup>。用户通过角色享有权限,它不直接与权限相关联,权限对资源对象的操作许可是通过活跃角色实现的。用户与角色、角色与权限、角色与资源对象之间的关系均是多对多的关系。其特点是,由于用户变化较多而角色相对变化较少的实际情况,使角色关系具有相对稳定性和易维护性。

本系统用户分超级用户、系统管理员、养殖管理员和查询用户等 4 类。系统中设一个具有最高权限的超级用户,可以添加管理人员及分配相应

权限,可以通过页面进行数据库的备份和还原以及转存期末养殖数据等操作;系统管理员可以进行除数据库还原和期末数据转存操作以外的所有系统更新维护工作,例如可管理下级用户使用权限;系统中养殖管理员即为池塘承租信息中的养殖负责人,负责维护自身管理的池塘信息,是系统信息的主要来源者;查询用户可以按用户级别查询数据库中的相应资源。

### 3.3 数据库设计

数据库作为信息系统的核心,其设计优劣很大程度上关系到系统的成败。本系统选用界面友好、接口灵活、可靠性高<sup>[10]</sup>的 SQL Server 2000 作为后台数据库。根据系统的功能将凡纳滨对虾养殖生产信息实体分成 3 类:生产类实体,描述与日常管理信息相关的实体;基础类实体,描述一些相对较少变动的基本信息实体;辅助类实体,指除生产类和基础类实体外系统所需的其他实体,这类实体包括用户日志和消息管理等。通过深入分析研究,建立实体与实体之间的联系,消除数据间存在的冗余,并得出 E-R 模型。在此基础上按照一定规则转换成相应的较低范式的关系模型,最后获得与选定数据库系统所支持的数据表结构。本系统涉及近 30 个数据表,表 1 为捕捞与销售表结构。

表 1 捕捞与销售表结构

Tab.1 The data table structure of catch and sales

| 属性名<br>attribute name         | 字段名<br>field name | 类型<br>data type | 长度<br>data length |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 捕捞 fish Batch                 | CatchFishID       | int             | 4                 |
| 池塘 pond                       | PondID            | int             | 4                 |
| 捕捞时间 fish time                | Time              | datetime        | 8                 |
| 捕捞品种 fish type                | CatchName         | varchar         | 100               |
| 捕捞规格 fish specification       | CatchType         | decimal         | 18,1              |
| 捕捞量 fish amount               | CatchQuantity     | decimal         | 18,1              |
| 产品批号 production Batch         | ProductNo         | varchar         | 20                |
| 鲜销量 fresh sales               | SellQuantity      | decimal         | 18,1              |
| 销售商 vendor                    | SellRouteID       | int             | 4                 |
| 冷藏量 refrigeration amount      | RefriQuantity     | decimal         | 18,1              |
| 冷藏单位 refrigeration department | RedrigrateCoID    | int             | 4                 |
| 检疫部门 quarantine department    | QuarantineDeptID  | int             | 4                 |
| 检疫结论 quarantine result        | Quarantine        | varchar         | 100               |
| 记录添加人 recorder                | RecordManID       | int             | 4                 |
| 记录更新时间 update time            | CheckinTime       | datetime        | 8                 |

## 4 系统特点

### 4.1 全程信息管理标准化

在生态养殖过程中,各生产阶段之间有时间上的先后和环节上的制约。例如,在池塘承租(确定养殖户)后才能实施后续的清塘环节;只有池塘放苗后到干池前的这段时间才能投喂饲料。在系统开发中我们始终以池塘为中心,依据养殖

生产所处的阶段标识池塘当前状态,分别设置待租、已租待清、清塘待放、放养待喂、投喂阶段、起捕阶段和干池等7种当前状态。如图3为池塘承租与当前状态图例。某一生产阶段信息添加或修改,都会影响或改变池塘的当前状态,程序能自动准确标识池塘状态并根据当前池塘状态,检测各阶段数据的合法性。

| 池号  | 面积(亩) | 归属养殖场 | 养殖负责人 | 池塘状态 | 操作    |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|
| T06 | 20    | 星火养殖场 | 胡茂康   | 投喂阶段 | 修改/删除 |
| T28 | 18    | 德源养殖场 | 庄国华   | 已租待清 | 修改/删除 |
| T27 | 18    | 星火养殖场 | 袁明其   | 清塘待放 | 修改/删除 |
| T26 | 18    | 德源养殖场 | 张连兴   | 起捕阶段 | 修改/删除 |
| T25 | 5     | 德源养殖场 | 张连兴   | 放养待喂 | 修改/删除 |
| T24 | 5     | 德源养殖场 | 张连兴   | 清塘待放 | 修改/删除 |
| T23 | 12    | 星火养殖场 | 倪进平   | 放养待喂 | 修改/删除 |
| T22 | 18    | 星火养殖场 | 倪进平   | 清塘待放 | 修改/删除 |
| T21 | 18    | 星火养殖场 | 施建忠   | 干池   | 修改/删除 |
| T20 | 18    | 星火养殖场 | 施建忠   | 清塘待放 | 修改/删除 |

图3 池塘承租与当前状态界面

Fig. 3 Interface of pools' tenant and current status

系统支持多茬养殖管理,并自动进行数据转存。在气温偏高的南方,比较适宜凡纳滨对虾多茬养殖<sup>[11]</sup>,一般前期放养较大规格凡纳滨对虾,8月份收获后可继续放养一茬,系统程序支持凡纳滨对虾多茬养殖,允许一年有不超过2位数的养殖周期。在每个养殖周期的期末,当所有池塘捕捞完毕并确认所有信息无误时,应用基于Web的一键式操作自动转存期末养殖数据。即将当期所有养殖数据自动归并到历史数据库中;同时,保留所有基础信息和日常管理中的品种与部门信息,根据用户输入的下一周期签约时间,形成新一轮的养殖基本信息。用户可根据实际需要修改当期的基本信息,当期数据库与历史数据库相互分离,因而所作的改动不会影响历史信息。

### 4.2 信息管理维护智能化

一个规模养殖企业,养殖水面有数千到上万亩,池塘数量有几百个,在生产过程中会产生大量

且需要随时添加的信息,因而方便高效地管理这些数据成为本系统开发的一个重点。针对各个日常管理模块设计的3种方式批量添加程序,比较好地满足了用户各种实际需求。第一种批量选池模式,用户能从多选列表框中选取多个或全部池塘实行成批添加,适用于同一天同一生产管理方式的信息添加。如图4所示为某日某些池塘放养某种规格苗种时采用这一添加方式的界面,本例从列表框中选取了5个相关池塘。第二种批量自由添加模式,用户确定(或个性化定义默认)记录数量后,会产生相应行的生产信息记录添加界面,其中池塘等列项的第一行需用用户手动输入,其余行可以复制第一行数据,适用于生产信息的回溯建档。第三种循环逐条添加模式,添加过程中界面能保留一些共性的输入内容,交互性窗口会显示成功或错误等提示信息,整个过程在同一界面中完成,适用少量零星池塘信息添加。

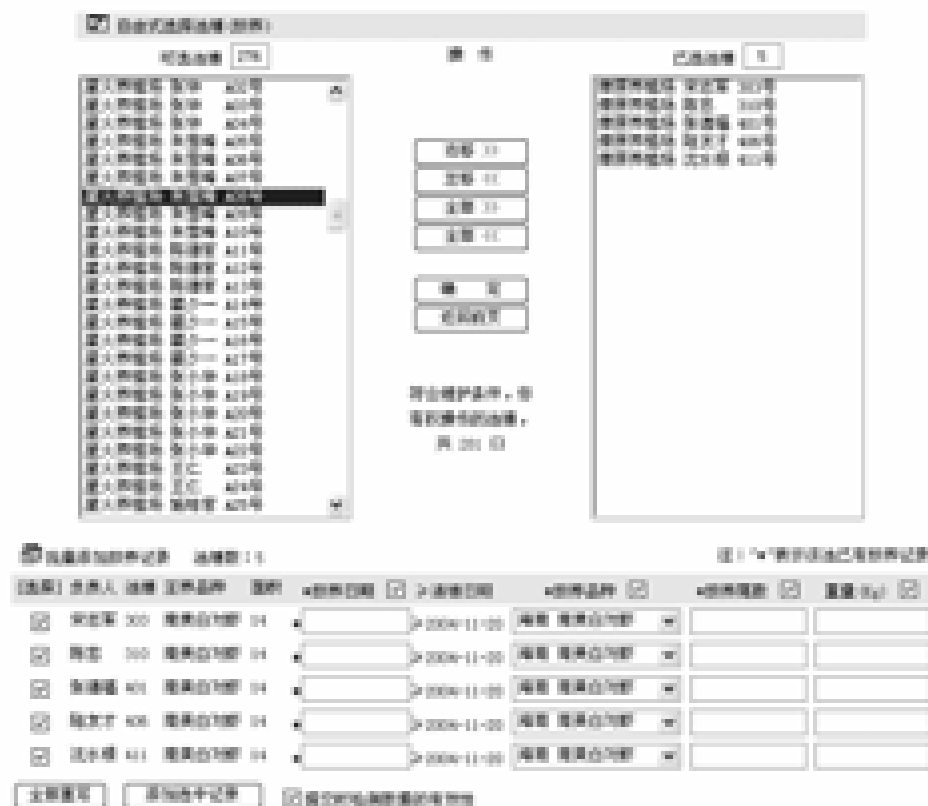


图4 批量选池添加模式界面

Fig.4 Batch selecting and adding pools mode interface

另外,对于较为专业、操作比较复杂的系统管理,如数据备份与还原、期末数据转存,设计成基于Web的一键式操作,操作人员只须在IE中点击某一菜单便能实现一系列复杂的数据库操作,从而实现系统管理过程“傻瓜”化。

#### 4.3 系统安全性和数据完整性

本系统是一个可以在Internet环境中完全开放,授权用户在规定的权限内随时随地通过Web浏览器使用,因此保证系统安全性尤其重要。确保系统安全的措施有:通过采取基于角色的权限控制,来限定使用者的使用权限;采用大型数据库系统,使后台的数据与前端的操作相分离,保证系统中4类用户都无法直接操作数据库;通过编写用户日志跟踪程序,对系统用户的登录状况(进入时间、登录IP、使用时长)、维护类型(操作内容)和执行情况等进行动态跟踪,超级用户可随时审计用户行为。

系统中创建了40多个存储过程,通过存储过程实现对数据库操作,涉及日常管理的所有信息维护都使用存储过程实现。这样,一方面可降低

网络数据的传输量,提高程序的执行效率;另一方面也大大增强了SQL语句的灵活性,使应用层与表现层相对分离,从而保证关键数据的安全与完整性<sup>[12]</sup>。

#### 5 应用与前景

凡纳滨对虾标准化生态养殖全程管理系统,经多年改进完善,软件的标准化程度和通用便捷程度得到进一步提升。目前已应用在多家标准化生态型、健康型养殖场和科技兴农推广项目示范基地。图5所示为系统应用(历史信息查询)界面。

实际运行证明本系统稳定可靠、性能良好;几百个池塘生产信息成批添加方便快捷,基于Web的一键式设计使复杂的系统管理过程变得十分简便;含有的实时数据统计汇总功能,便于企业总体监测生产运行状态;系统中保存“从池塘到餐桌”全过程养殖信息,便于水产品质量可追溯实践。近年来各级政府,正在着力推进无公害水产品的产品认证和产地认定,以及标准化生态型水产养

殖场建设工作,因此本系统具有较好的应用前景。



图5 历史信息查询界面

Fig. 5 The integrated search page layout of history information

#### 参考文献:

- [1] 农业部办公厅. 农业部办公厅关于公布农业部水产健康养殖示范区名单的通知. 农办渔[2006]50号,2006-12-18.
- [2] 吕青,王海波,顾绍平. 可追溯体系及其在水产品安全控制中的作用[J]. 渔业现代化,2006(3):7-9.
- [3] 中华人民共和国农业部. 水产养殖质量安全管理规定[EB/OL]. (2003-08-13) [http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/bl/20030813\\_109779.htm](http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/bl/20030813_109779.htm).
- [4] George J F. 面向对象的系统分析与设计[M]. 梁金昆,译. 北京:清华大学出版社,2005.
- [5] Samuel Pierre. Towards a modular methodology for designing software in telecommunication network planning [J]. Advances in Engineering Software, 1999,30(1):49-68.
- [6] 陈逸菲,叶小岭,张颖超. 基于语言变量的关系数据库模糊查询[J]. 计算机工程,2009,35(9):28-30.
- [7] 石翌轶,郭秋华. 基于关系数据库的语义数据查询方法[J]. 计算机工程,2008,34(14):55-57.
- [8] 宫钦,蔺思涛. 电信网络资源管理系统建设思路探讨[J]. 电信科学,2006,6(22):32-37.
- [9] 张璞. Web应用基础业务框架的设计与实现[J]. 计算机工程,2009,5(35):243-245.
- [10] 李丹丹,史秀璋. SQL Server 2000 数据库实训教程[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [11] 刘长军,周志强,吴昌文. 南美白对虾多茬养殖高产试验[J]. 中国水产,2008(4):57-58.
- [12] 龚希章. 基于Web的渔业数据库系统设计与实现[J]. 上海水产大学学报,2000,9(4):334-338.

## Management information system for the standard and ecological cultivation process of *Litopenaeus vannamei*

GONG Xi-zhang<sup>1\*</sup>, WEI Hua<sup>2</sup>, CHEN Ming<sup>3</sup>, DAI Xi-lin<sup>2</sup>, FU Xi-xu<sup>1</sup>

(1. Institute of Information and Education Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

3. College of Information, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** The paper described the research and development of web-based management information system for the standard and ecological cultivation process of *Litopenaeus vannamei*. To fit the circumstance of developing rural information system, the system was developed using ASP technology with the environment base of Dreamwaver MX 2004 and can be implemented on the platform Windows 2000/2003 Server supported by SQL Server 2000 database. The standard management system, which involved aquaculture environment, fry stocking, fishery drugs using, feed delivery and product sales, had implemented using object oriented analysis and design methods based on the standard and ecological cultivation process of *L. vannamei*. The system includes six main modules: daily management module, basic information management module, system management module, personal tolls module, information querying module and reports & printing module. Users can maintain their daily producing information of their pools through wireless wide area communication network and Internet which can cover the whole world. Extending the use of the system can greatly encourage cultivating enterprises to enhance their whole regulation process of food safety throughout the delivering traces from cultivating pools to dining tables. The extending can also enhance the certification work of pollution-free fishery and promote the construction of standard ecological farms. This system can also provide remote controlling management and decision support system for cultivation enterprises. After a few years of improvement, the system made great progress in standardization and convenience to operate. It's implemented for several major cultivation enterprises in Shanghai.

**Key words:** *Litopenaeus vannamei*; ecological health cultivation; web; management information system

**Corresponding author:** GONG Xi-zhang. E-mail: xzong@shou.edu.cn