

# 基于 MCGS 的深水网箱自动投饵远程控制系统的的设计

胡 昱<sup>1</sup> 郭根喜<sup>1\*</sup> 汤涛林<sup>2</sup> 黄小华<sup>1</sup> 陶启友<sup>1</sup> 张小明<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

(<sup>2</sup>中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

**摘 要** 为提高深水网箱养殖投饵的自动化和工业化水平, 设计并开发出适合深水网箱养殖投饵管理的自动控制系统。该自动投饵控制系统基于 MCGS 组态软件进行二次开发, 采用 PLC 为控制核心, 应用计算机与 PLC 进行通讯。介绍了深水网箱自动投饵系统的工作原理和系统设计框架, 阐述了 PLC 控制系统的工作流程和程序设计, 说明了基于 MCGS 组态软件的系统组态过程。运行试验的结果表明, 系统具有性能稳定、可靠性高、人机界面友好、操作便捷等特点, 实现了投饵控制、动画显示、系统状态监控、权限管理、历史数据输出、打印等功能, 可以满足深水网箱集约化养殖精确投饵操作和管理等各项要求。

**关键词** 深水网箱 自动投饵 远程控制 MCGS PLC

**中图分类号** S969.31 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2010)06-0110-06

## Design of auto-feeding system for deep water net cage based on MCGS

HU Yu<sup>1</sup> GUO Gen-xi<sup>1\*</sup> TANG Tao-lin<sup>2</sup> HUANG Xiao-hua<sup>1</sup>

TAO Qi-you<sup>1</sup> ZHANG Xiao-ming<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300)

(<sup>2</sup>Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092)

**ABSTRACT** In order to improve feeding automation and industrialization, auto-feeding system suited for aquaculture feeding management of deep water net cage is designed and developed. Based on the configuration software (Monitor and Control Generated System) for redevelopment, the PLC was used as control core and communication between personal computer and PLC was built. The working principle and design framework of auto feeding system is introduced, working process and program design of PLC controlling system are described, and system configuring process based on MCGS configuration software is explained. The experiment results show that the system has the advantage of stable performance, high reliability, friendly man-machine interface, and convenience in operation. Functions of the system include: feeding control animation display, system condition monitoring, permission management, histo-

国家“863”高技术研究发展计划项目(2006AA100302、2006AA100301)、国家科技支撑计划项目(2006BAD09A14)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2010YD12)共同资助

\* 通讯作者。E-mail: scsggx@21cn.com

收稿日期: 2010-03-20; 接受日期: 2010-05-24

作者简介: 胡 昱(1982-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事渔业设施工程技术与装备研究。E-mail: airfish07@yahoo.com.cn, Tel: (020)84458419

ry data output, and printing. The system meets the requirement of precise feeding operation and management of intensive deep water net cage aquaculture.

**KEY WORDS** Deep water net cage Auto-feeding MCGS PLC

随着我国深水网箱的快速发展,深水网箱养殖向-20 m 以深水域拓展,单个网箱养殖水体也进一步扩大,但是缺少与深水网箱养殖相配套的自动投饵设备和技术。目前我国深水网箱养殖主要采用人工投饵,其具有劳动强度大、喂料不均匀、投饵量难控制、适应环境能力差等缺点。国内池塘养殖使用的一些小型的简易自动投饵机,完全不能适应深水网箱养殖高密度、大容量养殖的需要。

国外如挪威、美国、加拿大等国,网箱养殖普遍使用自动投饵装备,从饵料的运输、储存、输送以及投放都有精确的数量控制。早在 1986 年挪威就有将自动投饵系统和音响集鱼系统结合使用在鳕鱼幼鱼养殖上的生产实践。美国 ETI 公司生产的 FEEDMASTER™ 自动投饵控制系统在 PLC 的基础上使用了 PC 作为人机交流的媒介,在 PC 上安装专业的投饵软件,可在软件操作界面上直接设置投喂参数。

本自动投饵控制系统是基于 MCGS 组态软件的二次开发,采用 PLC 作为控制核心。系统通过设定投饵时间、投饵量、投饵速率和投饵目标等参数,可实现动态和固态的定时、定点、定量投喂饲料。通过计算机与 PLC 进行通讯,实现人机交互。系统分为远程和本地两个控制终端,均可独立进行投饵任务的设定和执行。

### 1 系统结构与功能模块

系统硬件由本地计算机、远程计算机、西门子 S7-200 系列 PLC、风机、吸料器、阀门、下料器、变频器、料位仪、接近开关等部件组成。基于 MCGS 组态软件的 PLC 控制系统结构见图 1。系统主要分为自动控制、本地操作、远程控制三部分。自动控制的硬件配置为电气控制柜,其主要功能为:控制风机的启停,吸料器的启停和延时,下料器的启停,分配器步进电机的转动,阀门的开启等;接受并处理料位仪信号和接近开关信号。本地操作主要为本地计算机与打印机,PLC 与本地计算机之间通过 RS232 串行线路连接进行通信,本地计算机安装与 PLC 配套的编程软件和 MCGS 组态软件,主要监控管理功能,兼备部分控制功能。历史数据存储和查询通过 Access 数据库操作完成,报表的打印采用策略构件生成的 Excel 报表实现。远程控制对计算机进行网络参数设置,网络设置成功后,利用以太网接入 Internet 网络,远程计算机即可对本地计算机上的自动投饵系统进行远程控制。

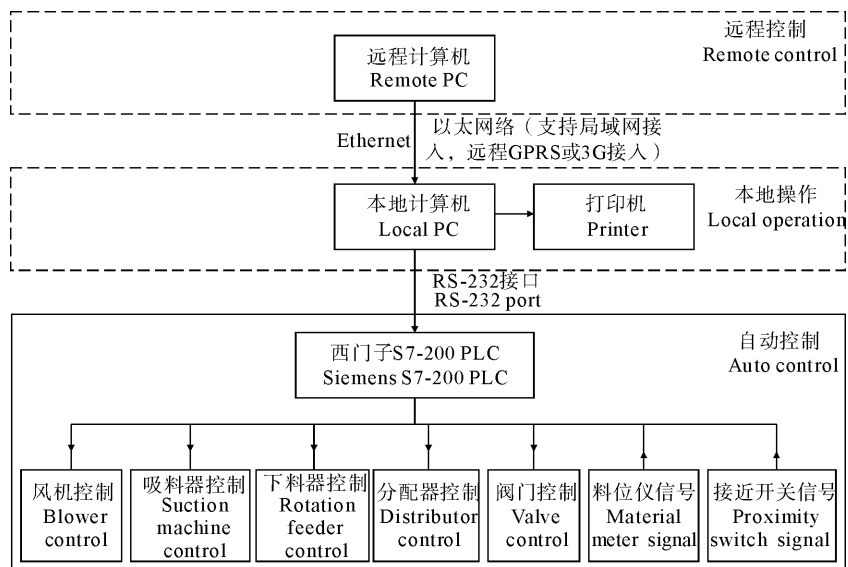


图 1 系统结构框

Fig. 1 Structure of the system

## 2 PLC 控制系统的设计

### 2.1 PLC 控制系统硬件构成

本系统选用 Siemens S7-200 系列高性能微型可编程序控制器, CPU224XP 基本单元, 根据控制要求配置 EM223(16 个开关量输入, 16 个开关量输出), EM231 扩展模块(14 个开关量输入, 10 个输出), 两个模拟量输入, 一个模拟量输出。

### 2.2 PLC 控制系统工作流程

PLC 控制系统工作流程见图 2。启动系统, 校准步进电机和系统运行情况, 校准通过后, 即可进入系统。首先, 吸料器 5 将颗粒饲料吸入小料仓 4。吸料器吸料为间歇式吸料, 吸料 T3 时间, 暂停吸料 T4 时间。当小料仓 4 满后, 则停止吸料。小料仓 4 即将为空时, 料位仪会发出信号, 吸料器 5 开始吸料。

投饵时, 启动罗茨风机 1, 排空 T1 时间, 将管道内的残余饵料和水分排空, 并使管道内的气流趋于稳定。打开电动球阀 2, 选择所需的投喂网箱。此时, 分配器 6 的步进电机开始驱动, 带动旋转管转到指定的投喂网箱位置。关闭电动球阀 2, 旋转下料器 3 启动, 其转速可通过控制单元调节。饲料从小料仓 4 输送到供气系统中, 通过管道输送到指定的深水网箱 7。当旋转下料器 3 工作 T2 时间后, 一个目标网箱投饵完成。此时关闭旋转下料器 3, 打开电动球阀 2, 步进电机启动, 分配器的旋转管道旋转至所需投饵网箱, 重复上面的过程。当所有网箱投饵完成后, 罗茨风机 1 运行一段时间, 清空饲料关闭系统。系统结构布置见图 3。

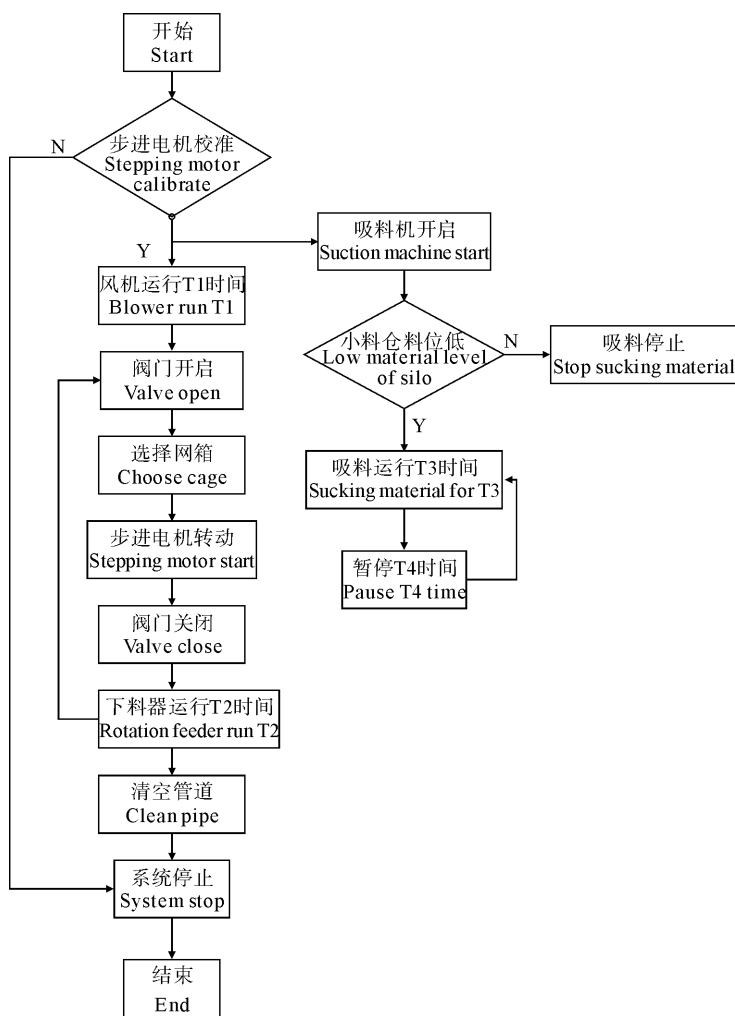
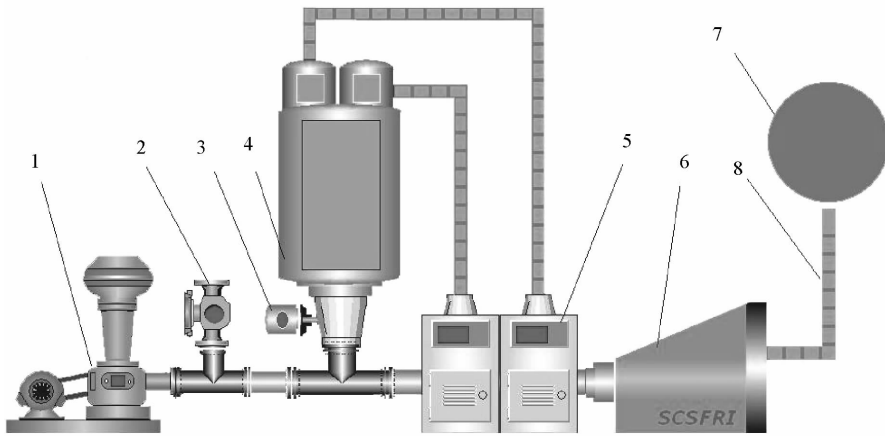


图 2 PLC 控制系统流程

Fig. 2 Flow chart of the PLC control system

### 2.3 PLC 控制程序设计

编程在上位机(本地计算机)上进行, 利用 Siemens 专门的编程软件 STEP 7 Micro/Win 4.0 进行程序的编写。编程 PLC 程序设计语言有很多种, 它们是梯形图语言 LAD(Ladder Diagram)、语句表 STL(Statement List)、功能块图(FBD)、逻辑方程式等。其中, 梯形图语言形象直观、容易掌握, 是 PLC 中用得比较多的一种编程语言, 本系统程序编写采用的是梯形图语言。程序编写并调试完成后, 通过 PPI 编程电缆下载到 PLC 中。根据自动投饵装置操作控制要求, 设计的 PLC 输入、输出接口功能表如表 1 所示。



1. 罗茨风机 2. 电动球阀 3. 旋转下料器 4. 小料仓 5. 吸料器 6. 分配器 7. 深水网箱 8. 管道  
 1. Roots blower 2. Electric valve 3. Rotation feeder 4. Silo 5. Suction machine 6. Distributor 7. Deep water cage 8. Pipe

图 3 自动投饵系统结构

Fig. 3 Structure arrangement of auto feeding system

表 1 系统输入输出变量

Table 1 Input and output variables of the system

| 序号<br>Serial number | 功能<br>Function               | 地址<br>Address | 序号<br>Serial number | 功能<br>Function                     | 地址<br>Address |
|---------------------|------------------------------|---------------|---------------------|------------------------------------|---------------|
| 1                   | 急停按钮 Emergency stop button   | I0. 0         | 14                  | 风机 Blower                          | Q0. 3         |
| 2                   | 接近开关 Proximity switch        | I0. 1         | 15                  | 下料器 Rotation feeder                | Q0. 4         |
| 3                   | 上料位仪 Upper material meter    | I0. 2         | 16                  | 下料器电源 Rotation feeder power        | Q0. 5         |
| 4                   | 下料位仪 Lower material meter    | I0. 3         | 17                  | 料位仪电源 Material meter power         | Q0. 6         |
| 5                   | 阀开限位 Valve open spacing      | I0. 4         | 18                  | 触控电源 Touch control power           | Q0. 7         |
| 6                   | 阀关限位 Valve close spacing     | I0. 5         | 19                  | 阀开 Valve open                      | Q2. 0         |
| 7                   | 启动按钮 Start button            | I0. 6         | 20                  | 阀关 Valve close                     | Q2. 1         |
| 8                   | 停止按钮 Stop button             | I0. 7         | 21                  | 吸料器 1 吸料 Suction machine1 sucking  | Q2. 2         |
| 9                   | 远程本地按钮 Remote local button   | I1. 0         | 22                  | 吸料器 1 反吹 Suction machine1 blowback | Q2. 3         |
| 10                  | 下料器状态 Rotation feeder status | I1. 1         | 23                  | 吸料器 2 吸料 Suction machine2 sucking  | Q2. 4         |
| 11                  | 风机过载 Blower overload         | I1. 3         | 24                  | 吸料器 2 反吹 Suction machine2 blowback | Q2. 5         |
| 12                  | 步进方向 Stepping direction      | Q0. 1         | 25                  | 启动灯 Start light                    | Q2. 6         |
| 13                  | 步进脱机 Stepping off            | Q0. 2         | 26                  | 报警 Alarm                           | Q3. 0         |

### 3 基于 MCGS 组态软件的系统设计

MCGS(Monitor and Control Generated System)通用监控系统,是一套用于快速构造和生成计算机监控系统的组态软件。它能够在基于 Microsoft 各种 32 位 Windows 平台上运行,通过对现场数据的采集处理,以动画显示、报警处理、流程控制、实时曲线、历史曲线和报表输出等多种方式向用户提供解决实际工程问题的方案,它充分利用了 Windows 图形功能完备、界面一致性好的特点,在自动化领域有着广泛的应用。

本系统基于 MCGS 组态技术进行二次开发,采用本地计算机作为系统主机,通过开发与现场的硬件配置,利用放置图元、动画构件和图符等各种图形对象,设计满足系统要求的画面,建立与实时数据库的连接,实现数据和流程的可视化,实时显示各个参数数据,部分参数反馈到控制系统。

MCGS 软件系统包括组态环境和运行环境两个部分:组态环境相当于一套完整的工具软件,所有组态配置过程都在组态环境中进行;运行环境则按照组态环境中构造的组态工程,以用户指定的方式运行,并进行各种处理,完成用户组态设计的目标和功能。两部分互相独立,又紧密相关,MCGS 软件系统结构见图 4。

### 3.1 MCGS 组态过程

MCGS 开发环境由 5 大部分组成:设备窗口、主控窗口、实时数据库、用户窗口和运行策略。根据确定的方案,应用 MCGS 组态软件对该系统进行组态设计,具体组态过程:

(1)用户窗口组态。设置工程中的人机交互界面、动画界面等,可直观反映系统的运行状态。在用户窗口组态中,新建“初始化”、“参数设定”、“登录”、“历史”、“投饵”、“投饵设定”、“退出”、“网箱状态”、“位置改变”、“信息”、“修改口令”、“主菜单”、“系统状态”等窗口。根据系统要求,设置各个窗口属性。

(2)主控窗口组态。对系统菜单和系统参数进行定义和设置,可以管理用户窗口的打开和关闭、指定启动窗口、调度用户策略的运行、系统管理等。窗口系统属性要分别设置基本属性、启动属性、内存属性、系统参数、存盘参数等内容。

(3)设备窗口组态。连接和驱动外部设备的工作环境。在本窗口内连接 PLC 设备驱动并配置了 PLC 设备需要用的数据变量。将 PLC 通过编程口与上位工控机串口(COM 口)连接,进行串行通讯。串行通讯方式使用工控机的串口,I/O 设备通过 RS-232 串行通讯电缆连接到工控机的串口。在 MCGS 设备窗口中建立一个通用串口父设备,设置设备属性,选择串口端口号 0-COM1,波特率为 19 200 bit/s,数据位数 8 位,1 位停止位,偶校验,数据采集方式为同步采集。通用串口父设备中设置西门子 S7-200 串口子设备,设置子设备的属性,将 MCGS 数据库中的连接变量与相应通道连接,实现外部信号的输入和 PLC 控制信号的输出。通道连接见图 5。

(4)实时数据库组态。根据设计要求,在 MCGS 的实时数据库窗口中对创建数据对象的基本属性、存盘属性、报警属性等进行定义和设置。在实时数据库中,设置了 74 个开关型变量,117 个数值型变量,14 个字符型变量。

(5)运行策略组态。根据系统的工作要求,设置不同的运行策略。本系统应用启动、退出、循环、报警、事件 5 种策略。循环策略包括“投饵循环”与“动画循环”;事件策略包括“步进启动”、“关闭系统”、“模式改变”、“取消退出”、“停止投饵”等。在各个策略中编制各自脚本程序,利用 MCGS 提供的脚本函数,采用类 C 语言的语法编制脚本程序。

### 3.2 系统的主要功能

系统组态完成后,可实现投饵控制、动画显示、系统状态监控、权限管理、历史数据输出、打印等功能。

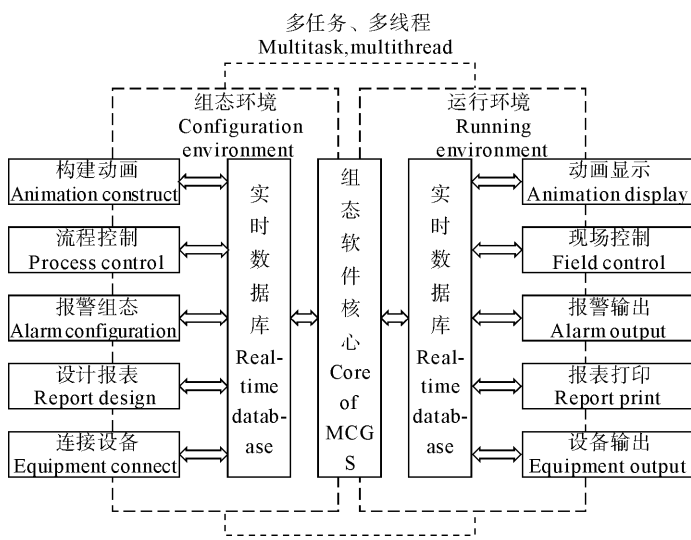


图 4 MCGS 软件系统结构

Fig. 4 System structure of the MCGS software



图 5 通道连接

Fig. 5 Channel connection

投饵控制:可对 12 个投饵网箱分别进行参数设定,设定每个网箱的投饵量、投饵时间、饲料种类和投饵距离,能直观了解到总投饵量、投饵类型、已投饵量、投饵速度以及剩余时间等,并且显示各网箱的计划投饵量和当前完成的百分比。

动画显示:投饵过程中,正在投饵中的网箱会闪烁提示。进入正在投饵中的网箱,将显示自动投饵装备投饵洒料的动画。

系统状态监控:可直观地看到系统电压、电流、下料的速度、料仓料位、当前网箱和系统各部分的运行情况。

历史数据输出:包含所有完成的投饵任务,包括投饵时间、投饵重量和投饵种类。历史数据可从系统提取并以 Excel 格式输出。

权限管理:根据不同的操作人员,设置不同的操作权限。如果要修改系统的运行密码,必须输入正确的管理员密码,管理员密码须妥善保管。

打印:可打印采用策略构件生成的 Excel 历史数据。

## 4 结论

所设计的深水网箱远程自动投饵系统已在深水网箱养殖基地运行了近 1 年,结论如下:

(1)系统能满足深水网箱的自动投饵控制、操作和管理等各项要求,人机界面友好、操作便捷、系统运行稳定可靠。系统支持个人、角色、团体的权限设置,数据采集便于养殖统计,系统操作界面采用触摸屏输入,清晰直观,普通养殖工人看图便可进行操作,也可采用电脑操作和远程登陆操控。

(2)在投饵输送距离为 300m 时,投饵量为 1 200 kg/h,系统风量为 5.56 m<sup>3</sup>/min,系统风压为 49kPa。吨料能耗最大为 8.4 kW·h/t(平均为 5.0 kW·h/t),投饵破碎率小于 0.7%,喷投距离达 11.3 m,完全满足深水网箱集群养殖的要求。

(3)共有 12 个深水网箱养殖应用于本系统,养殖品种为卵形鲳鲹,投喂饲料为浮性颗粒饲料,每天投饵 3 次,可通过系统设置投饵时间、投饵速度以及投饵量。

(4)系统可进一步升级,扩展至 24 个甚至更多个深水网箱远程自动投饵。可结合养殖环境在线监测记录与输出系统,建立便捷、高效的人机交互模式,实现深水网箱智能化投饵与精准设施养殖。

## 参 考 文 献

- 西门子公司. 2003. SIMATIC S7-200 可编程控制器系统手册, 5
- 刘兆明, 吴子岳. 2004. 深水网箱需求式自动投饵装置的初步研究. 上海水产大学学报, 13(4): 367~370
- 庄保陆, 郭根喜, 王良运. 2008. 远程气力输送自动投饵系统分配器设计初步研究. 海洋水产研究, 29(6): 133~141
- 庄保陆, 郭根喜. 2008. 水产养殖自动投饵装备研究进展及其应用. 南方水产, 4(4): 67~72
- 杨后川, 张 瑞. 2009. 西门子 S7-200 PLC 应用 100 例. 北京: 电子工业出版社, 88~89
- 郭根喜, 庄保陆, 王良运, 胡 昱, 黄小华, 陶启友. 2008. 基于 PLC 的远程气力输送自动投饵控制系统的设计与实现. 南方水产, 4(6): 7~16
- 曹 辉, 马栋萍, 王 暄. 2009. 组态软件技术与应用. 北京: 电子工业出版社, 25~27
- 韩清华, 李树君, 张云川, 毛志怀, 吴 晗, 柏流芳. 2008. 食用菌工厂化栽培环境的远程监测系统. 农业机械学报, 39(8): 123~127
- Ma1, B. C. 1996. Performance of Hawaii-type automated fish feed dispenser. Aquacultural Engineering, 15(2): 81~90
- Cho, C. Y., and Dominique, P. 1997. Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding. The Progressive Fish-Culturist, 59(2): 155~160
- Papandroulakis, N., Dimitris, P., and Pascal, D. 2006. An automated feeding system for intensive hatcheries. Aquacultural Engineering, 26: 13~26