

# 无人机技术在水产养殖作业通信系统中的应用

杨智玲

(厦门海洋职业技术学院海洋机电学院, 福建 厦门 361100)

**摘要:** 由于原有通信系统存在信号数据接受间隔, 无法对水产养殖作业产生的数据进行连续性控制, 导致各个节点不能直接和终端完成闭环通信, 对养殖水质的控制效果逐渐降低, 最终影响水产养殖的效果, 研究无人机技术在水产养殖作业通信系统中的应用。在硬件设计上, 构建无人机通信数据传输框架, 完成不同类型通信数据解码; 设计数据接收串口电路单元, 实现通信数据信号的控制与管理。在软件设计上, 基于无人机构建水产养殖通信模型, 集约化处理养殖作业约束条件, 规划全覆盖路径定位水产养殖作业通信, 完成系统设计。实验结果: 以水产养殖池塘的水质参数进行实时监测, 将增氧机设备的控制效率作为测试对象, 在该文通信系统应用下, 能够对发生水质问题的养殖区域进行增氧机调控, 及时对养殖池塘的生态环境进行调控, 具有实际应用意义。

**关键词:** 无人机技术; 水产养殖; 养殖作业; 通信系统;

**中图分类号:** TN911.22

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-9759(2022)04-0001-03

## 0 引言

为促进水产养殖业的可持续发展, 在信息技术手段的支持下, 各类遥感技术在农业生态领域发挥了重要作用, 以无人机技术为主的信息手段, 能够通过全方位的定点监测, 及时反应养殖区域的当前水域信息, 在此基础上对水质条件作出处理, 及时调控水产养殖作业的工具设备<sup>[1]</sup>。无人机具有成本低和体积小等多种优势, 在 5G 网络接入的状态下, 其数据的传输规模和数量都有了较大改变, 无论是控制距离方面还是发射功率上都作出了巨大改良, 在终端通信控制领域已经有了成熟应用案例。本文在原有通信系统的弊端下, 基于无人机技术设计水产养殖作业通信系统, 为实时监测养殖区域的水质参数提供理论支持, 保证养殖业的稳定良性发展。

## 1 水产养殖作业通信系统硬件设计

### 1.1 构建无人机通信数据传输框架

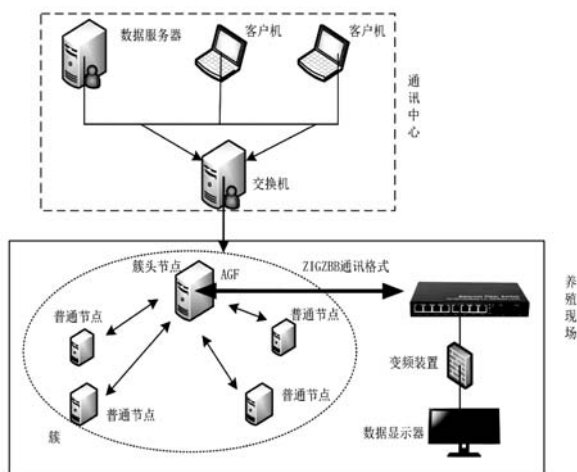


图 1 无人机通信数据传输框架

对于水产养殖产业而言, 在一段时间的养殖作业后, 需要对其所处环境进行监测, 完成对水质环境的通信数据接收和处理。利用无人机基础对在线监测通信架构进行设定, 将无

线传输网络框架布置在整个养殖作业区, 综合考虑多种环境参数, 在水产养殖区划分多个监测点位, 进行不用类型因素的数据采集<sup>[2]</sup>。设定节点处的定时开关模块, 在无人机进行巡航时将采集到的信息通过无线传输网完成输送, 每个节点处均落于 ZIGZBB 框架内。整个框架中只设置一个具有通讯决策功能的 AGF 作为簇头, 其余均为不同影响因素的普通采集节点, 每个数据接收装置都可以作出决策判断, 具体通信数据传输框架如下图 1 所示。

根据图中内容所示, 在框架内布置养殖影响参数的控制机, 在每一个控制机中设定通信数据的判断时间间隔, 每个采集时间段内对不同影响因素, 如溶解氧和 pH 值以及水温和氨氮量等参数, 进行数据采集和参数传递。决策功能 AGF 节点在接收到相关数据后, 可以对养殖作业的条件进行自动求解, 完成当前状态下所有参数值的预测, 并以其作为决策判断结果, 对相关通讯设备进行控制<sup>[3]</sup>。同时框架终端的控制中心, 能够调取养殖作业期间所有离线和在线数据, 针对养殖周期和投喂状况进行作业效果判断, 对需要调整的养殖作业设备进行调控。

### 1.2 设计数据接收接收串口电路单元

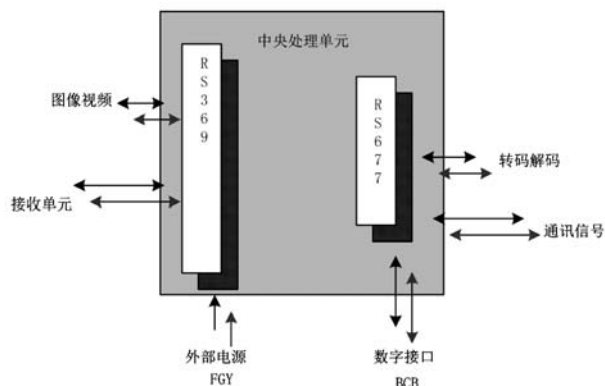


图 2 串口连接电路示意图

无人机采集通信数据的储存格式由视频和图形组成, 根据硬件接收框架的整体单元, 在中央处理单元和数字接口单元与供电单元进行电路设计。在图像视频数据接收过程中,

收稿日期: 2022-01-05

作者简介: 杨智玲 (1987-), 女, 广东清远人, 博士, 讲师。研究方向: 主要从事非线性系统控制、鲁棒控制、运动体姿态控制、单片机技术应用的的教学和研究。

无人机采集通路是在柔性电路板的起点处, 连接中央处理单元的串口位置, 将图像视频进行解码处理<sup>[4]</sup>。再经由电路板的接口与处理器相连, 通过供电串口连接电源接口完成供电, 输入电压和输出电压分别为 24 V 和 12V。整个电路的连接点包含网络接口、处理器 RS677 接口, 以及中央供电单元 RS369 接口, 对外部电源和数据通信进行同时段接收, 具体形式如图 2 所示。

根据图中内容所示, 在串口连接过程中不同单元的信号连接形式一致, 基本在外部电源接入后通过两个中央处理器进行信号转换。其中中央处理电路在综合考虑下, 选用 ZYNQ7035 型号元件, 通过 FGY 和 BCB 两个部分实现数据接受, 在串口处进行视频图像信号处理。在中央串口位置加入转换芯片, 使接入电压能够实现 5V 范围的正负转换。电源供电电路中涉及到的电压分为多个等级, 其中最低电压在 5.5 V, 最高电压在 8.5V, 两个处理单元分开供电, 供电电源芯片为 LDI7526C 和 LTM49652。通过多个串口的相互转换, 无人机所接受的视频图像数据能够进行解码, 在储存电路中配置不小于 24G 的芯片, 选择 DDP6-SDFTY09 型号芯片进行布线, 按照树状结构设置等长对称的线路。在压缩过程中始终保持高清图像特征, 转码完成的图像视频支持复合同步信号制式, 实现无人机接收信号的控制与管理。

## 2 水产养殖作业通信系统软件设计

### 2.1 基于无人机构建水产养殖通信模型

在无人机作为辅助通讯技术的基础上, 通过水产养殖的建筑环境, 能够将地面的无线通讯范围和网络容量进一步提高。除了提高养殖作业的通信外, 在利用无人机技术作业过程中, 需要将续航时间和续航能力作为改善的重要点, 满足其能量约束条件下, 能够在任务执行过程中全面的收集水产养殖作业通信信息。将激光供电作为无人机与水产地面的连接点, 在进行航拍工作或者图像采集任务中, 不再需要返回固定基站进行充电, 直接在飞行中获取能量即可, 完成设定轨迹下的水产养殖作业通信数据。

当无人机在进行轨迹航行时, 会出现上下两个链路的输出功率, 在两个链路中分别设置水产养殖的采集通路, 选择较大的一个链路功率进行转化, 其中若下行链路的航行功率较大, 则用其来最大化下行链路的养殖作业通信数据吞吐量。在一个特定的有限时间段  $u \in [0, 1]$  内, 将无人机功能的激光通信情况进行梳理, 收集信息数据的通信基站分为处于坐标系中, 将其按照空间坐标进行设定。无人机的起始坐标为  $(x_0, y_0, z_0)$ , 水产养殖的通信信号输出基站位置坐标为  $(q_0, y_0, z_0)$ , 在  $u$  时刻中无人机的水平位置坐标可以表示为  $a(u) = \{x(u), y(u)\}$ , 根据无人机到通信基站的位置距离, 以此构建水产养殖的通信模型, 将无人机起始时刻的坐标点位置和基站位置进行联系, 分别对发射距离和航进距离进行计算, 表达式为:

$$t_{\text{航}}(u) = \sqrt{\|a(u)\|^2 + k^2} \quad (1)$$

$$t_{\text{基}}(u) = \sqrt{\|a(u) - i\|^2 + k^2} \quad (2)$$

公式中: 无人机起飞行时进航拍距离用  $t_{\text{航}}(u)$  来表示; 其发射点位置和水产养殖的基站距离用  $t_{\text{基}}(u)$  来表示; 在无人机航拍过程中存在与地面的高度, 用  $k$  来表示; 而养殖基站的相对水平位置用  $i$  来表示, 具体为  $i = (q, 0)$ 。在无人机行进过程中与地面存在一定的距离高度, 不同的高度范围内能够接收到

的信息数据信号不一致, 在不同位置所采集的通路发射频率会影响链路的通信性能, 因此在应用无人机技术时需要设计, 无人机行进轨迹与监测基站之间的约束条件, 用于平衡不同链路之间的射频信号。在上下两个行进链路的设计中, 此次采集作业通信的数据不会存在相互干扰的问题, 只需要对不同位置 and 不同功率的采集频率进行约束即可, 用以完成水产养殖的作业通信数据接收。

### 2.2 集约化处理养殖作业约束条件

根据约束水产养殖的约束条件, 对作业产生的通信数据进行分析, 在不同作用因素下对养殖繁育的情况影响不同。一般来说在温度控制在一定条件时, 对溶解氧的 PH 值的变化会产生影响, 而水体温度常常受自然气候影响, 其变化会滞后于天气和气候的变化, 需要对其作业的通信数据进行采集。常态下养殖水池的温度会在夏季达到最高, 即在水层在 10cm 的高度下能够达到平均值为 30℃, 在冬季二三月份时达到最低值, 常在 2.5℃。通过水温的变化来确定溶解氧和 PH 值的约束范围, 在溶解氧达到 6-8mg/l 时, 水产动物的繁殖速度也最快, 标准大气压条件下氧气溶解量和温度存在经验公式, 表达式为:

$$F = 1.117 \times 10^{-6} \frac{1746.5}{p^{t+273.15}} p(o_2) \quad (3)$$

公式中: 溶解氧量用  $F$  来表示; 单位是 mg/l; 其中氧气的分压用  $p(o_2)$  来表示, 取其标准值为 2127pa。在一定范围内可以根据室外温度的变化, 增加水体中的氧溶解量以此平衡水产的繁殖条件。根据将能够影响水质的因素依次例举, 分别对养殖过程中的水质标准进行设定, 其中温度和氨氮量以及 PH 值都能够直接影响养殖效果。为及时地对养殖作业条件进行通信数据采集, 必须清楚各类作业过程中数据通信接收的条件, 以此判断作业过程中出现的问题。

### 2.3 规划全覆盖路径定位水产养殖作业通信

由于不合理的航行路径会造成饵料错抛或者漏抛, 在投放过程中会采用全覆盖模式进行路径规划, 以内螺旋方式和往返方式相结合, 减少行进过程中不均匀的偏移现象。在投放过程中先将作业工具进行内螺旋的路径规划, 在外圈养殖场地进行往返投放, 在投放时间段内无人机在行进路径内, 进行时段跟踪收集作业的运行数据完成通信流转。往返投喂的过程主要是在养殖场所的四周进行作业, 其路径设定较为简单, 直接根据四边形的周边线进行作业即可, 但内螺旋的行进方式需要设定, 流程如下图 3 所示。

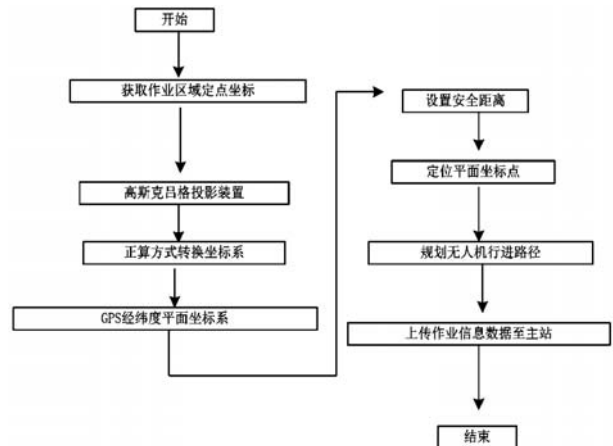


图3 水产养殖覆盖路径规划流程

根据图中内容所示,在全面规划行进路径中无人机所在的位置,主要是大地坐标系中的经纬度信息,由于直接采用平面坐标进行路径规划会存在误差,因此引入高斯克吕投影建立对应的坐标系后,在进行无人机行进路径的规划。

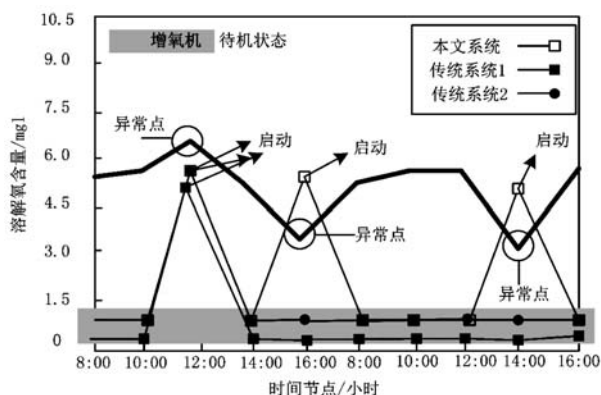
### 3 实验结果分析

为验证此次设计的通信系统具有实际应用效果,能够对水产养殖作业进行控制,采用实验测试的方式进行论证。以某省现代化廊下渔业基地作为测试地点,确定一个大小为20亩的池塘进行水产养殖,在该区域内布置多个传感器节点,组建多点位水质监测网络。每个节点中均设置水质的采集参数,以溶解氧值作为监测数据,分别对每个点位参数的标准范围进行设定,其中加入轮式增氧机,在水质发生问题时进行及时调控。选择阴天和晴天两种状态下的数据类型,统计12月20日和21日的水质参数信息,具体情况如下表1所示。

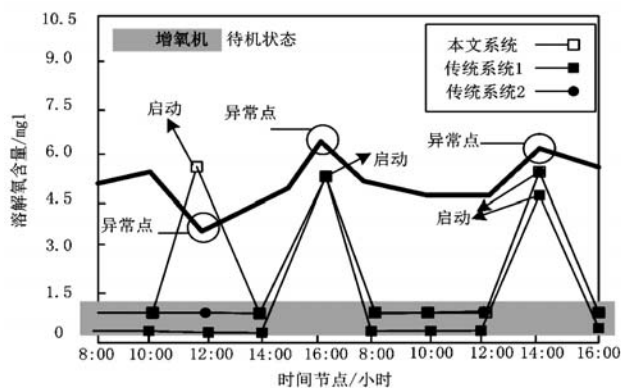
表1 各节点水产养殖水质参数信息(mg/l)

采集时间	D1 节点	D2 节点	D3 节点
20 号 08:00	5.2052	5.1214	5.2452
20 号 10:00	5.4235	5.2465	5.3526
20 号 12:00	6.3245	3.9756	6.3316
20 号 14:00	5.1236	5.1236	5.4469
20 号 16:00	3.2756	6.2435	3.2212
21 号 08:00	5.0123	5.4565	5.2256
21 号 10:00	5.2423	5.2365	5.2478
21 号 12:00	5.2456	5.5523	5.2565
21 号 14:00	3.1256	6.2745	6.2245
21 号 16:00	5.5426	5.4652	5.2458

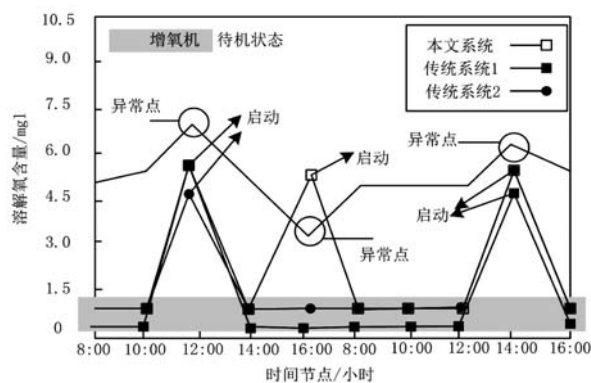
根据表中内容所示,每个节点的采集间隔为2个小时,共分成5个阶段进行数据采集,将采集到的数据信息导入至MATLAB测试平台中,选择两组传统通信系统进行对照,分别接入测试区域内进行增氧机的调控,具体增氧机的开关机状态如下图4所示。



a. 三组系统下 D1 节点增氧机调控结果



b. 三组系统下 D2 节点增氧机调控结果



c. 三组系统下 D3 节点增氧机调控结果

图4 不同通讯系统中增氧机开关机状态对比

根据图中内容所示,在采集区域内共包含三次预警信号,分别为20日的12点和20日的16点,以及21日的14点,当溶解氧量超过设定范围时通信系统接收到数据参数,直接对增氧机进行调控。两组传统系统只有在超过氧容量时才会进行调控,使得增氧机处于开机状态,而文本系统能够接收的参数变化信息对增氧机进行控制,在三次出现氧量预警时进行开机处理,及时调节养殖区域内的水质,具有实际应用效果。

### 4 结语

本文在组建无人机的航拍框架下,重新设定数据的接收电路,以构建的定时通信模型为基础,对不同影响水质参数的条件进行约束,完成水产养殖作业通信系统设计。实验结果表明:在本文系统应用下,能够准确接收不同监测点的数据信息,及时对增氧机进行控制,维持养殖区域的水质环境,具有实际应用效果。但由于本人时间有限,在测试环节中只能对溶解氧进行对比,所得结果具有偏差性,后续研究中会针对多个因素进行对比,为保证养殖区域的水质环境提供理论支持。

### 参考文献:

- [1] 李梦茹,汪小威.基于无线通信的水产养殖检测系统电路设计与实现[J].软件,2021,42(05):46-48.
- [2] 刘传领,陈明,池涛.基于LoRa无线通信的水产养殖监测系统设计与应用[J].华南农业大学学报,2020,41(06):154-160.
- [3] 姜宽舒,于泓,高菊玲,等.基于Mission Planner的多功能水产养殖作业船自主导航控制系统设计与实现[J].中国农机化学报,2020,41(08):148-155.
- [4] 傅力帅,吴一飞,张毅磊,等.无人机电力巡检系统中的通信方法[J].电子技术与软件工程,2020(15):20-22.