

关于无人艇海上组网海道测量通信系统的探讨

钱立勋

上海升海勘察工程有限公司 上海 201112

摘要: 无人艇在海上作业时,面临着离岸距离远、环境恶劣、作业平台实时处于移动状态、数据量大等特殊环境和需求。这些特殊环境和需求对通信系统的带宽、传输距离、实时性等方面提出了更高的要求。本文探讨了无人艇海上组网海道测量通信系统的设计与应用。分析了海上测量作业的特殊环境和需求,进而阐述了建立高效、可靠的通信系统对于无人艇海上作业的重要性,为无人艇海上作业提供了新的解决方案。

关键词: 无人艇;海上组网;海道测量;通信系统;网络架构

前言:在海洋资源日益被开发利用的今天,海上作业安全与效率已成为研究热点。无人艇是海洋探测的新手段,其灵活性高,造价低,对环境适应能力强,在水质监测和海道测量中得到了广泛的应用^[1]。但由于海上环境复杂且不确定,无人艇运行时需要对各类信息进行实时准确的采集与处理,因此需要构建高效可靠的通信系统以支撑无人艇海上运行。

1 无人艇海道测量通信系统概述

无人艇海道测量通信系统在现代海洋探测领域中发挥着重要作用,集先进通信技术、导航技术以及数据处理技术于一体,为无人艇开展复杂海洋环境下高精度、高效率海道测量工作提供有力支撑^[2]。这一系统通过搭建一个稳固且可信赖的网络结构,确保了无人艇与地面控制中心、其他的无人艇或传感器设备能够进行实时的通讯和数据交换。运行时无人艇可实时采集海道地形、水深、流速等重要信息,这些数据经通信系统传送到地面控制中心作进一步的处理与分析。另外,无人艇海道测量通信系统具有高度自适应性与可扩展性,可针对不同海域与作业需求灵活配置与调节,适应多样化海洋探测要求。该系统的使用不但提高海道测量精度与效率,而且对海洋资源开发,海洋环境保护及海上交通安全等具有重要技术支撑作用。

2 无人艇海上组网技术

2.1 组网技术的定义和基本原理

组网技术是指用某种通信协议与连接方式把若干独立的设备或者系统连成整体网络进行资源共享,信息交换与协同工作。无人艇海上作业时组网技术起关键作用^[3]。它的基本原理就是通过构建一个高效可靠的网络架构来保证无人艇间及无人艇和地面控制中心间数据及信息的实时精确传输。该网络架构一般由通信网络、数据传输网络以及控制网络几个层面组成,经过合理网络设计与配置可实现

无人艇协同作业,远程监控与智能决策。

2.2 无人艇海上组网的关键技术

无人艇海上组网关键技术主要有网络架构设计,通信协议的选择,数据的传输和处理。网络架构设计在组网技术中处于核心地位,需结合无人艇运行要求及海域环境特征设计出合理网络拓扑结构及通信机制。选择合适的通信协议对于确保数据传输的高效性和稳健性至关重要,需要挑选适应海洋环境的通信协议,例如LoRa和ZigBee等^[4]。数据传输与处理作为组网技术中的又一主要方面,必须要利用先进的数据压缩、加密以及传输技术来保证数据的安全性以及实时性。另外,还要兼顾无人艇间的协同控制与信息共享,从而达到无人艇协同作业与高效决策。

2.3 无人艇海上组网的实施策略和方法

无人艇海上组网实现策略与方法包括网络规划,设备选型,系统部署,测试验证几个环节。首先对网络规划提出了要求,确定了无人艇运行要求,海域环境特点以及网络拓扑结构。其次,在网络规划的基础上选择合适的设备与通信协议对系统进行部署与配置,部署时必须保证各设备及系统的兼容性与稳定性。最后进行试验验证,评估并检验了组网系统性能、稳定性及可靠性,保证系统能满足无人艇海上作业需要^[5]。实施时还要重视安全防护与应急处理,保证系统安全可靠。

3 无人艇海道测量通信系统设计

3.1 系统设计的总体目标和原则

无人艇海道测量通信系统设计的目的是为了构建高效、可靠、灵活的通信系统,满足复杂海洋环境下无人艇高精度海道测量要求。设计总目标包括在保证通信实时性、数据准确性以及系统稳定性的前提下,综合考虑系统可扩展性以及可维护性。

系统设计过程中要遵循几个基本原则:一是该系统

要满足无人艇海道测量实际需要，主要是数据传输速率，传输距离和延迟。二是系统要有较好的可靠性与稳定性，能在多种恶劣海洋环境中连续稳定运行^[6]。三是该系统还应该具有很高的安全性与保密性来对通信数据进行完整性与安全性防护。

为达到上述目的，系统设计要遵循模块化和标准化原则。采用模块化设计可使系统分为若干个独立模块，每一个模块都承担具体功能，减少了系统复杂度，增强可维护性与可扩展性。同时，通过使用标准化的通信协议和接口，可以确保系统与其他设备和系统的兼容性，从而方便系统的集成和升级^[7]。另外，在系统设计中还应该关注用户友好性与易用性，该系统要提供一个直观、易于理解、操作友好、减少用户学习成本及使用困难的用户界面，同时该系统还应具有较强的数据处理与分析能力，可以向用户提供大量数据展示与决策支持。

3.2 系统硬件和软件的选择与配置

无人艇海道测量通信系统设计时，软硬件的选型及配置是关键一环。适当的软硬件配置既可以保证系统稳定工作，又可以改善其性能与效率。

一是系统硬件选型要充分考虑无人艇所处环境及操作需要。对无人艇而言，其硬件要求具备防水、防尘和抗震的性能，以便在恶劣海洋环境下使用。另外，该硬件还应具有充分的处理能力与存储容量来满足海道测量数据实时处理与分析的需要。在硬件设备选型上，可参照业界主要产品及标准以保证硬件稳定兼容。

二是从软件角度来看，系统选择要注重软件可靠性、易用性以及可扩展性，软件要能稳定运行于各类硬件平台之上，保证系统稳定可靠。该软件要用户界面友好、操作简便、减少用户学习成本及使用难度，同时应该具有较强的数据处理与分析能力，可以给用户带来大量的数据展示与决策支持。在软件选择上，可考虑使用成熟的软件开发平台与框架来减少开发成本与风险。

配置系统硬件与软件时需结合无人艇特定需求与环境特点合理匹配配置，比如可根据无人艇对通信距离与传输速率的需求来选择适当的通信设备与天线；针对无人艇数据处理与分析的需要，选用了适当的处理器与存储设备；针对无人艇用户界面及操作方式的需求，选用适当的软件平台，并进行界面设计。

3.3 通信协议和标准的确定

无人艇海道测量通信系统确定适当的通信协议与准则是保证系统有效可靠工作的关键。通信协议与标准的选择既关系着数据的传输效率与精度，又影响着系统的兼容性与可扩展性。

一是要考虑到无人艇海道测量工作的现实需要。当无人艇在海上执行任务时，它必须实时传送众多的测量数据，这其中涵盖了水深、地貌、流动速度等关键信息。这类数据对后续分析与决策非常重要，所以需要通信协议有高效数据传输能力与精确数据传输质量。

二是要考虑到系统兼容性与可扩展性。无人艇海道测量通信系统一般并非是孤立的，需要同其他装备、系统交换数据、共享数据。因此，所选的通信协议应当能与其他设备和系统相容，并且容易进行扩展和更新。在明确了通信协议所需的基础条件之后，可以开始深入思考具体的通信协议和相关标准。目前市面上有很多适合无人艇通信使用的协议与标准，例如LoRa、ZigBee、Wi-Fi等等。这些协议与标准各有优劣，需结合特定应用场景与需求加以选择。以LoRa协议为例，其低功耗和长距离传输等特点适合无人艇航行到离岸较远深海区域。ZigBee协议以其低能耗和自组织网络的优势，特别适合用于无人艇在复杂海域中进行协作作业。Wi-Fi协议以其高速和高带宽为特点，特别适合在数据传输量巨大的无人艇环境中使用。

在通信协议与标准的选择上，也要兼顾它们的安全性及可靠性。无人艇海上运行过程中面临多种复杂海洋环境及干扰因素，需要通信协议有较强的抗干扰能力及安全性保障。我们可选用支持加密传输和身份验证安全特征的通信协议来增强系统安全。另外还要考虑到通信协议与标准是否可维护、可升级，在科技日益发展，应用需求日益改变的今天，通信协议与标准也需要更新与维护。所以，所选通信协议与标准要有很好的可维护性与可升级性，以便于系统的完善与扩充。

在无人艇海道测量通信系统的设计过程中，确定适当的通信协议与标准至关重要，要针对无人艇特定的要求与环境特点，选择适当的通信协议与标准，并且要保证它有很好的兼容性，可扩展性、安全性、可维护性以及可升级性。

3.4 数据传输和处理的优化策略

无人艇海道测量通信系统数据传输与处理优化策略对保证数据实时性，准确性与完整性具有重要意义。在测量数据量越来越大，通信环境复杂性越来越高的情况下，如何对数据进行有效稳定的传输与处理已成为当前急需解决的难题。

一是优化数据传输需从根源入手。海道测量时，传感器采集了海量数据，存在许多冗余重复信息。为了降低数据传输过程中的压力，可以考虑使用各种数据压缩方法，例如无损压缩或有损压缩技术，并根据具体的需

求来选择最合适的压缩等级。另外，通过应用如差分编码或霍夫曼编码这样的数据编码方法，能够进一步降低数据传输量，同时确保数据具有良好的恢复能力。

二是数据传输的过程中要兼顾网络带宽与通信的稳定性。引入流量控制与拥塞避免机制可有效避免数据传输时的堵塞与损失，比如可以使用TCP协议中的可靠性保障机制，保证数据包有序和完整地发送。同时对实时性要求比较高的数据可通过UDP协议传输来降低传输延迟。在数据传输中路由选择时，可利用智能路由算法根据网络状况及传输需求动态地选择最佳传输路径，通过对网络状况进行实时监控，可以对路由策略进行适时调整，从而避免数据传输时出现瓶颈、拥堵等问题。

在数据处理中，可采用云计算与边缘计算技术相结合的方法，以提高处理效率。云计算技术能够在云端服务器中对海量计算任务进行分配处理，充分发挥云端强大计算能力与存储资源的优势。通过把数据预处理、特征提取这些计算密集型工作委托给云端来完成，能够极大地降低无人艇本地设备计算负担并提高数据处理实时性与准确性。同时，边缘计算技术在无人艇海道测量通信系统方面具有重要的地位。通过将边缘计算设备部署到无人艇上进行本地，可以将一些数据处理任务本地化完成。这既降低了数据传输中延迟及带宽占用问题，又提高了数据处理实时性及响应速度。比如对实时性有很高要求的目标检测、跟踪等工作，可直接在边缘计算设备中完成，其处理结果可实时地反馈到控制系统^[8]。为进一步提高数据处理的效率，可使用并行计算、分布式计算等技术，通过把大数据集划分为若干子集，并且在若干计算节点处并行地对其进行处理，能够极大地减少数据处理的时间。同时，还要注意数据的安全与隐私保护问题，数据传输与处理时，必须采取相应的安全措施防

止数据泄露与篡改。比如可采用加密技术来加密和保护传输数据，以保证数据传输时的安全性。

结束语

综上所述，文章通过论述无人艇海上组网中海道测量与通信系统，给出高效可靠解决方案。本方案可满足无人艇海上操作的特殊要求，提高了操作安全与效率。在今后的工作中，将对系统的性能进行深入研究优化，并扩大系统的适用范围，从而为无人艇在海上的运行提供更完善的技术支撑。

参考文献

- [1] 王宁,高颖,王仁慧. 状态测量不确定和动力学未知的无人艇固定时间容错控制[J]. 自动化学报,2023,49(5):1050-1061.
- [2] 周彬,黄兵,毛磊,等. 基于前视角引导的欠驱动水面无人艇自适应路径跟踪控制[J]. 哈尔滨工程大学学报,2023,44(1):73-80.
- [3] 王宁,王仁慧,鲁挺. 推进器饱和约束的水面无人艇固定时间精准跟踪控制[J]. 控制理论与应用,2023,40(1):55-64.
- [4] 汪连贺. 无人艇自组网测控一体化系统在海道测量应用中关键技术研究[J]. 信息系统工程,2017(11):101-105.
- [5] 汪连贺. 无人艇集群在海道测量中协同控制的实现[J]. 测绘通报,2022(5):145-149.
- [6] 张京晶,胡洪宁. 无人艇水陆一体化测绘系统研发与应用[J]. 测绘地理信息,2020,45(6):112-117.
- [7] 汪连贺. 无人艇组网测量应用场景研究及精度分析[J]. 海洋测绘,2022,42(3):48-51,65.
- [8] 汪连贺,李新辉,刘志军,等. 无人艇海上组网海道测量通信系统研究[J]. 海洋测绘,2022,42(4):55-59.