

刍议遥控遥测技术对提升航段航标工作效率的影响

代文豪 官川越 王餘鈞 張秋懿 李洲榮

重庆工程学院, 重庆, 401320:

摘要: 本文聚焦遥控遥测技术在航段航标工作中的应用, 阐述其借助远程数据采集、传输与控制功能, 优化航标状态监测、故障处置及日常管理流程的作用。分析该技术如何突破传统人工巡检局限, 提升航标工作效率、保障通航安全, 为航段航标管理智能化发展提供思路。

关键词: 遥控遥测技术; 航段航标; 工作效率; 通航安全

DOI: 10.64216/3080-1508.25.04.017

引言

航标作为保障水上船舶安全航行的关键助航设施，其运行状态的稳定性和功能的正常性对通航安全起着决定性作用。在传统的航标管理模式下，人工巡检是获取航标状态信息的主要方式。这种方式不仅存在监测周期长、时效性差的问题，导致航标故障不能及时发现和处理，而且在遇到恶劣天气、复杂地理环境等情况时，人工巡检的难度和危险性大幅增加，甚至无法开展工作。同时，频繁的人工巡检需要投入大量的人力、物力和财力，使得航标管理成本居高不下。

随着航运业的快速发展，船舶流量不断增加，对航标工作效率和准确性的要求也越来越高。智慧航运理念的推进，为航标管理的创新发展指明了方向。遥控遥测技术凭借其远程数据采集、传输与控制的优点，逐渐成为航标管理领域的研究热点和发展趋势。该技术的引入，有望从根本上改变传统航标管理模式的弊端，为提升航段航标工作效率开辟新的路径，推动航标管理向智能化、高效化方向发展。

1 整体方案

1.1 技术原理与系统架构

遥控遥测技术是一种融合了传感器感知、数据通信及远程控制等多种先进技术的综合性应用技术。在航标管理领域,其构建的“航标终端-通信网络-管理平台”系统架构,实现了对航标状态的全面、实时监测与精准控制^[1]。

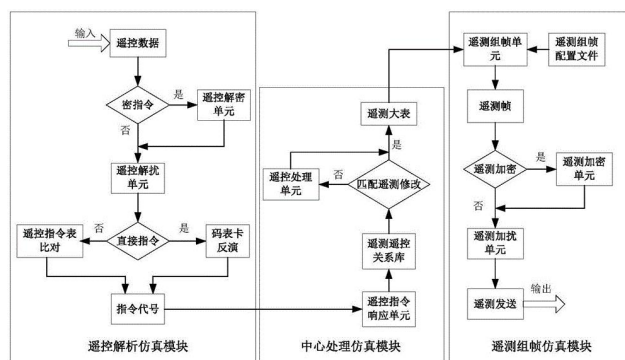


图 1 遥控遥测技术航标管理系统仿真方法

航标终端作为系统的感知层，是整个系统获取信息的源头。它搭载了多种类型的传感器，其中 GPS 定位传感器能够实时获取航标的精确地理位置信息，精度可达到米级，为航标位置监控提供了可靠的数据基础；状态监测传感器可以对航标灯的启闭状态、发光强度、闪光周期等关键灯质参数进行实时监测，确保航标灯光信号的准确性和稳定性；环境感知传感器则负责采集航标周围的水文气象数据，包括水位、流速、流向、风速、风向、气温、湿度等信息。这些传感器通过高精度的感知元件和先进的信号处理技术，将物理量转化为电信号或数字信号，并进行初步的处理和编码。

通信网络作为数据传输的桥梁，承担着将航标终端采集的数据快速、准确地传输至岸基管理平台的重要任务。目前，常用的通信方式包括 4G/5G 无线通信和北斗卫星通信。4G/5G 通信具有传输速率快、覆盖范围广的特点，在信号良好的区域能够实现数据的实时高速传输，满足对航标状态实时监测的需求。而北斗卫星通信则具有不受地理环境限制的优势，尤其适用于偏远海域、山区河流等 4G/5G 信号覆盖不到的区域，确保在任何情况下都能实现航标数据的可靠传输。为了提高数据传输的稳定性和可靠性，系统还采用了数据加密、纠错编码等技术，防止数据在传输过程中出现丢失、错误或被窃取的情况。

岸基管理平台是整个系统的核心控制层，它接收来

自通信网络传输的航标数据,并运用大数据分析、人工智能等技术对数据进行深度解析和处理。管理平台通过建立航标状态模型和预警机制,对采集到的各项数据进行实时分析和比对。一旦发现航标状态参数超出正常阈值,如航标灯异常熄灭、位置发生明显偏移等情况,系统会立即自动触发预警,并以声光报警、短信通知等多种方式提醒管理人员。同时,管理平台还具备远程控制功能,管理人员可以通过平台向航标终端发送控制指令,实现对航标设备的远程操作和参数调整^[2]。

1.2 与传统航标管理模式对比优势

传统航标管理模式下，人工巡检通常按照固定的周期进行，一般为每周或每月一次。在巡检过程中，工作人员需要乘坐船只或车辆，逐个检查航标的外观、灯质等情况。这种方式不仅效率低下，而且由于人工巡检的局限性，很难及时发现一些潜在的故障隐患。例如，对于一些航标内部电路的轻微故障，在巡检时可能无法及时察觉，直到故障发展到影响航标正常工作时才被发现，这无疑增加了通航安全的风险。

而遥控遥测技术的应用,实现了对航标的实时在线监测。无论何时何地,管理人员都可以通过管理平台实时查看航标的运行状态,无需再依赖人工到现场检查(如图2所示),解决人工巡检受地理环境、天气条件限制的问题;故障预警响应从“人工发现-反馈-处置”模式,转变为“系统自动预警-快速派单-远程/现场处置”,大幅压缩故障处置时间;同时,减少人工巡检频次与人力投入,降低管理成本,提升整体工作效率^[2]。

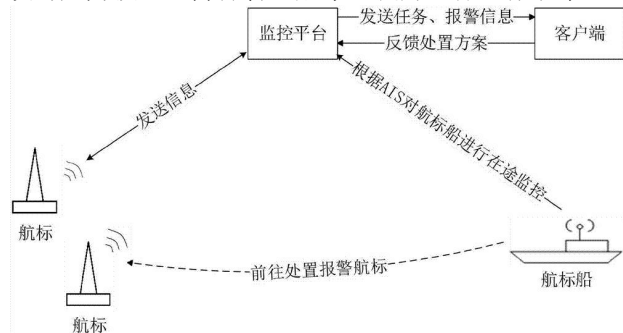


图 2 遥控遥测模式报警处理流程

2 功能设计

2.1 航标状态实时监测

航标灯作为航标的核心设备，其灯质参数的准确性直接影响着船舶的航行安全。利用高精度的传感器，系统能够实时采集航标灯的启闭状态、发光强度、闪光周期等参数。为了确保数据采集的准确性，传感器采用了先进的光电检测技术和数字信号处理技术，能够精确捕捉航标灯的微小变化。

管理平台以直观的可视化界面呈现航标灯的各项

参数。在界面设计上,采用了地图与数据列表相结合的方式,管理人员可以在地图上快速定位各个航标的位置,并通过点击航标图标查看其详细的灯质参数和运行状态^[4]。同时,系统还设置了严格的阈值范围,当航标灯的参数超出正常阈值时,如发光强度低于标准值的80%,或闪光周期出现明显异常,系统会立即自动触发预警机制。预警方式包括界面上的红色闪烁提示、声音报警以及向相关管理人员发送短信通知等,确保管理人员能够第一时间了解航标灯的异常情况,并采取相应的措施进行处理。



图 3 航标状态监测管理平台可视化界面示意图

同时集成水文（水位、流速、流向）、气象（风速、风向、气温、湿度）传感器，监测航标周边环境。极端天气或异常水文条件下，提前预判对航标设施的影响（如洪水冲击致航标移位），为防护措施制定、应急调度提供数据支撑。

2.2 故障智能诊断与远程处置

管理平台基于大数据分析 with 智能算法,对采集数据进行故障诊断。如通过电池电量变化趋势、电压电流参数,判断电池亏电、短路故障;依据通信数据丢包率、延迟情况,识别通信模块故障。精准定位故障类型、部位,为处置提供依据^[4]。

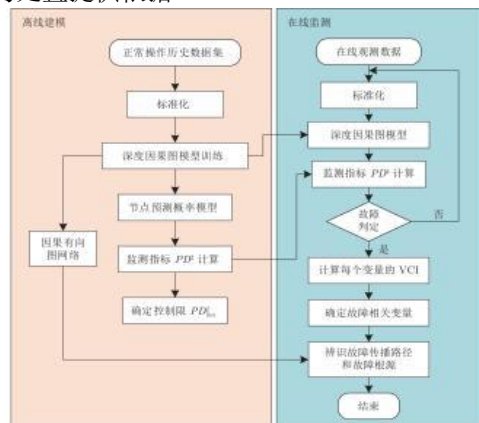


图 4 航标故障智能诊断算法逻辑图

对于具备远程控制功能的航标设备,如智能航标灯,管理平台可以通过发送远程控制指令,实现对设备的远程重启、参数配置调整等操作,从而尝试修复一些简单

的软件故障或参数设置问题。

对于复杂的硬件故障,管理平台会自动生成详细的派工单,并将工单推送至运维人员的移动端设备。派工单中包含了故障航标的位置信息、故障类型、故障描述以及相关的维修指南等内容,帮助运维人员提前了解故障情况,准备好相应的维修工具和备件。同时,管理平台还会对维修过程进行跟踪和监控,实时记录维修人员的到达时间、维修进度和维修结果等信息,确保故障得到及时、有效地处理。

2.3 航标资源智能化管理

管理平台汇总辖区内航标分布、类型、运行时长、故障频次等数据,生成多维度统计报表与分析图表^[6]。通过数据挖掘,分析航标易故障区域、时段及设备类型,为航标布局优化、设备选型更替提供决策依据。

智能调度算法结合实时监测数据与历史运维记录,以优化运维路线、提高运维资源利用效率为目标,对航标运维任务进行科学合理的规划和分配。在分配运维任务时,算法会优先考虑距离近、故障等级高的航标维修任务,同时综合考虑运维人员的技能水平、当前工作负荷等因素,确保每个任务都能分配给最合适的运维人员。

通过智能调度算法的应用,大大减少了运维车辆和船舶的空驶里程,提高了运维工作的效率。据统计,在某大型港口的航标运维管理中,采用智能调度算法后,运维车辆的平均行驶里程减少了30%,单次运维任务的平均完成时间缩短了25%,有效降低了运维成本,提高了航标维护的及时性和有效性。

3 功能测试与应用效果验证

3.1 模拟测试与实际验证

选取试点航段,搭建遥控遥测系统,模拟航标灯故障(如人为设置灯熄灭、位置漂移)、恶劣环境等场景。测试结果显示,系统平均故障预警响应时间 <5 分钟,远程控制指令响应延迟 <2 秒,故障定位准确率达95%以上;实际运行周期内,试点航段航标故障修复时长较传统模式缩短60%,人工巡检成本降低40%。

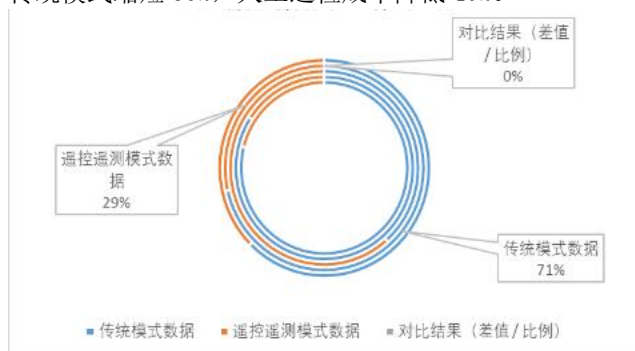


图5 试点航段航标管理效率对比饼图

3.2 多航段推广适配性

为了确保遥控遥测技术能够在不同水域和类型的航段广泛应用,我们开展了多航段推广适配性测试。在不同水域(如内河、沿海、湖泊、水库等)和不同类型航段(如繁忙航道、偏远支线、山区河流、开阔海域等)进行实地测试,针对不同区域的通信环境差异(如信号盲区、复杂电磁环境、信号衰减严重等问题),对通信模块进行了优化设计。

在信号盲区,我们增加了北斗卫星通信备份模块,确保在4G/5G信号无法覆盖的情况下,航标数据依然能够通过北斗卫星传输至管理平台。对于复杂电磁环境,我们采用了抗干扰滤波设计和信号增强技术,提高通信信号的稳定性和可靠性。同时,根据不同航标类型(如浮标、岸标、灯船等)的特点和使用需求,调整了传感器的配置和终端功耗管理策略。

由于航标长期处在水中,受到水流、风浪等因素的影响较大,我们加强了传感器的防水、防腐蚀和抗振动性能,并优化了电源管理方案,延长了航标设备的续航时间。在不同航段的推广测试中,遥控遥测系统均表现出了良好的适应性和稳定性,为该技术的全面推广应用奠定了坚实的基础。

4 总结

遥控遥测技术深度融入航段航标管理,从状态监测、故障处置到资源管理,全流程提升工作效率,破解传统模式短板,为通航安全提供更可靠保障。未来,需持续推进技术迭代,完善标准规范,拓展与智慧港口、数字航道协同应用,构建更智能、高效的航标管理生态,助力航运业数字化转型。

参考文献

- [1]张笛,吴卫兵,等。基于遥控遥测技术的航标智能管理系统设计与实现[J].中国航海,2020,43(02):45-49.
- [2]李华,王海涛。航标遥控遥测系统在航道维护中的应用效果分析[J].水运工程,2019(08):176-180.
- [3]中华人民共和国交通运输部。航标遥测遥控系统技术要求(JT/T1266-2019)[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [4]赵进平,等。智能航标系统的发展现状与趋势[J].海洋技术学报,2021,40(03):1-7.
- [5]王磊,张艳。基于北斗通信的航标遥控遥测系统设计[J].导航与控制,2022,21(04):65-70.