DOI 编码：10.13646/j.cnki.42-1395/u.2022.02.021

基于北斗短报文模块的航标遥控遥测系统设计

胡润东，徐松颖，姜林，蔡昊

（长江上海航道处，上海 200000）

摘　要：北斗卫星导航定位系统正在社会经济发展中发挥着越来越重要的作用，而北斗短报文功能是北斗系统区别于其他同类导航系统的独特功能。针对当前航标终端系统中还没有成功应用北斗短报文模块的现状，本文设计了基于北斗短报文模块的航标遥控遥测系统，利用串口技术实现了北斗短报文信息的接收和发送，并利用北斗定位模块中的时间信息，设计了航标灯的定时亮灭遥控。该系统的设计有助于北斗短报文模块在航标终端中的应用与产品研发。

关键词：北斗卫星导航定位系统；短报文；航标终端

中图分类号：U644　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1006—7973（2022）02-0067-03

长江航道被誉为“黄金水道”，为我国经济发展提供了重要支撑。在《武汉长江中游航运中心总体规划》中，要求增强干线航运能力、改善支流通航条件、健全智能服务和安全保证系统，这为长江航运提出了更高的要求。

航标遥测遥控系统在航运保障过程中起着至关重要的作用。目前航标灯无线通信通常为 GPRS\3G\4G 移动通讯模式，对于通信基站分布比较稀疏的地方会存在航标灯终端与服务器通讯异常。在宽阔的水域和流经高山区域的航道，这种因通讯不畅而导致的航标灯报警现象屡见不鲜，为航标灯遥测遥控信息管理带来较多困难，对航道保障带来了极大的隐患。

在我国北斗卫星导航系统成功建设并广泛应用的背景下，国内的科研人员对于北斗卫星导航系统在航标灯遥测遥控中的作用进行了充分的探索。宓宗龙[1]介绍了连云港航标处在使用的各型北斗遥测终端产品以及监管手段，对不同厂家产品实际使用情况进行对比，提出了航标用北斗遥测终端软硬件优化的设想。宋广军[2]

失真的一大难题。在作业试验对比中，无人测量船采集的水深数据精度较之以前人工船测量提升了八成。

根据我国《水利水电工程测量规范》的要求，它严格规定无人探测系统必须选用合理的选择测线间距，这样才能对测量数据的精度和无人测量系统的测量效率有利。而根据行业规范无人船的测量操作软件自带的质量控制功能模块，大多都进行了固化与锁定，以确保测量采集的数据符合规范。

目前与陆地地理位置的勘测多种多样相比，海域（水下地形）测量手段，至今还是比较单一，2016 年 12 月，我国南海海域就发现了并捕获了某国一艘无人潜航器。由此可见，研究利用无人测量船，不仅在民用上也在军事上做出了出色的贡献。随着科学技术的发展，无人探测系统正朝着智能化、多样化和集成化方向发展。目前国内无人船可以同时采集海岸带、岛礁带大地坐标的高密度点云数据、水底地形数据，以及沿岸地带的全景影像。无人勘测系统有七个分系统，分别是双体船、推进系统、船载主控系统、测量系统、电源、无线传输系统、岸基控制软件。其推进系统是由两部分组成，一部分是主推进器，另一部分就是两个辅助推进器，两者的设计结合是利用涵道式的方式。它的两个单元包括控制单元和探测船，由控制单元对无人测量系统的船体进行操作，进行水下测量作业。当然无人船测量还有较多值得改进的地方，如声纳穿透力弱，如遇到水下浮泥层与悬浮物时会造成较严重的干扰，有产生数据失真的可能，具体采用高频还是低频声纳，低频的穿透力需达到多少可被确认，目前都没有一个硬性统一标准规范，也易造成施工方与第三方验收单位及业主之间产生争议。如笔者在 2007 年在广州南沙港疏浚工程测量时，就遇到了严重回淤情况，出现单波束的高频测深仪声纳难穿透浮泥层的问题，造成大型耙吸式挖泥船在工作一个月后，工程方量是负方量的测量图。然后我们改用美国进口的双频测深仪打开低频测量作业，业主对低频采集的数据成果又不认可。后经与业主方、监理方一起多次到现场勘察确定，用人工打砣的方式解决浮泥层问题。可想而知，其作业人员劳动强度及费工费时不言而喻。当然相信随着声纳分辨与穿透力提高，规范的进一步明确完善，以及水下 360º 全景相机成像技术的成熟与三维激光扫描设备（LiDAR）介入，这些问题将在不远的将来都能得到克服与解决。

基于卫星和通用无线分组业务技术设计了航标灯智能监测系统，对航道环境进行实时监测。该系统可以获取航标灯位置信息、灯质参数、航道水位及水深参数，利用GPRS通讯模块将这些数据实时传回服务器，在服务器端对数据进行分析，在出现险情之前可以发出预警信号，从而实现对航标灯的遥测遥控。该系统较好地保证了船舶航行安全，能够及时进行航道维护，具有成本低、可靠性高、实时智能监测的特点[2]。

针对如何处理采用北斗短报文通信方式的航标灯上传的数据并直观展示给管理用户的问题，郑伟[3]研究分析了北斗短报文通信协议，解析了电文内容格式，运用VS.2017（Visual Studio.2017）设计了基于C/S（Client/Server）构架下的航标灯监视平台，用以实现将航标灯的位置、水文、气象、电源状态等数据显示功能，并开展了航标灯监视平台测试[4]。郑伟，秦实宏应用北斗定位及短报文通信技术，进行航标灯定位，以及航标灯与监控中心之间的数据传输。该设计增强了航标灯的通信能力，拓宽了北斗的应用范围[5]。马甲林[6]在对虚拟AIS航标设计中探索了北斗卫星导航系统的应用，分析了基于北斗短报文服务的航标建设、虚拟航标、水上安全信息播发、应急救援等具体应用，以北斗分理服务平台为例[7]，阐述其作为统一平台的功能和优势，为实现救援及其他服务提供便捷的途径。曹爱玲[8]基于中国自主研发的北斗系统，利用短信双向通信的能力，提出了基于北斗短信的船舶通信系统的研究。在船舶通信系统的设计中，以STC12C5A60S单片机为主控制器，北斗RDSS短信通信板TM8620为通信单元。设计适合船舶数据传输的通信协议和控制算法，采用模块化的设计方案，给出了系统的硬件电路和软件设计。

王志威[9]基于北斗卫星短报文通信设计了智能航标灯远程控制系统，对目前未覆盖全球移动通信系统的海域进行航道管理。该系统可以实现对航标灯状态数据检测、航标灯位置测控及航标灯周围海域环境的监控，并将检测到的数据通过北斗卫星通信传送给服务器，由服务器进行数据处理和分析，以及发出预警信息并储存到数据库中。陈正辉[10]介绍北斗导航系统的研究现状，然后详细的阐述了北斗定位功能性的作用机理，最后论述了北斗短报文通讯功能的可行性，研究成果对促进导航系统在航运的进一步使用起到一定的推动作用。王亚飞[11]在调研了广东省航标遥测技术的北斗应用需求基础上，提出了通过北斗短报文功能开展航标遥测遥控工作的通信协设计原则，并针对设计的协议命令开展了实地测试，验证了北斗短报文通信功能在航标遥测遥控应用中的可用性。

1 北斗卫星导航系统

北斗短报文服务通过用户端、卫星端及控制中心端实现双向通信，在定位的同时用户位置报告通信，实现定位与通信的集成，可以为不同行业众多用户提供定位、短报文信息转发等服务[6]。

作为北斗卫星导航定位系统区别于其他全球导航定位系统的功能，北斗短报文具有诸多优点。北斗短报文直接利用卫星进行通讯，可以不受周围基础设施的限制，没有通讯盲区，信息加密传输安全。在4G信号不能覆盖的区域如海上区域、发生地质灾害的区域等，可以利用北斗短报文通讯。北斗短报文可以实时向外界发送自己的位置信息，在紧急情况下有助于及时救援。

由于短报文通讯容量的限制，民用通信容量通常为628bit；民用通信频度在1min左右；北斗短报文只能在北斗系统的范围内使用，应用范围有一定限制。

2 基于北斗短报文模块的航标终端设计

利用北斗短报文模块设计了航标终端，如图1所示。该方案的设计目的是应用北斗卫星导航定位系统的短报文通信技术和北斗定位技术，当航标与服务器端的通信受到基站限制时，可以采用短报文通讯功能实现对航标的遥控遥测，以此拓宽北斗系统在航标中的应用范围。

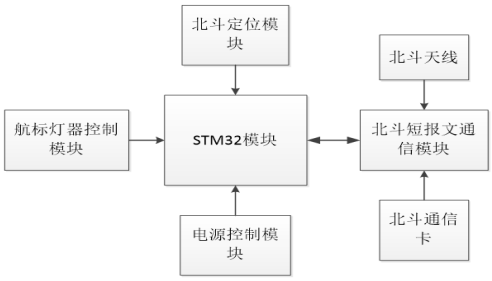

图1 航标灯终端模块设计

该方案采用了北斗系统进行定位，用北斗短报文模块进行通讯，所采集的数据包括航标灯状态信息、亮灭信息、电源信息、终端信息、通讯状况等内容，各个模块的功能如下：

（1）航标灯终端。接收航标灯终端的位置数据、电源电压、终端电压、航标灯灯器信息，按北斗短报文通信格式处理打包，每1分钟向终端管理中心发送打包后的短报文。接收来自服务器端发出的控制指令，按短报文通信协议对收到的指令进行解析，实现对航标灯的遥控。

（2）终端管理中心。按北斗短报文通信协议解包，

实时更新、显示航标位置、电源电压、终端电压、航标灯信息。对所有航标数据构建数据库，供管理人员提取相关数据。对航标数据进行可视化显示。

（3）航标终端软件设计。可以在航标终端上同时加载 4G 通讯模块，在航标终端软件中加载对当前 4G 通讯状态的判断条件。当 4G 网络能够覆盖该区域时，则采取 4G 网络进行航标灯与服务器系统的通讯联系。当 4G 网络信号较弱或没有 4G 网络信号时，则采用北斗短报文模块进行通讯。航标终端软件设计如图 2 所示。

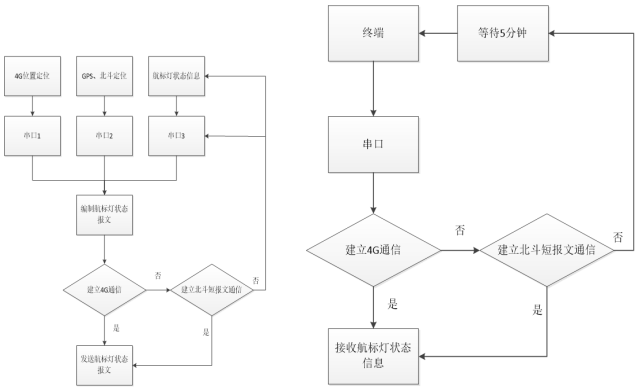

图 2　航标灯终端软件设计流程图

3 基于北斗短报文模块的航标终端样品及实验

利用上述研究方案制作了基于北斗短报文模块的航标终端样品。如图 3 所示。利用串口方式连接北斗短报文模块和航标终端，在服务器端用串口将北斗短报文模块与计算机连接，用于接收终端发出的短报文信息，以及发出由计算机发送的遥控信息，如图 4 所示。

图 3　基于北斗短报文模块的航标终端样品

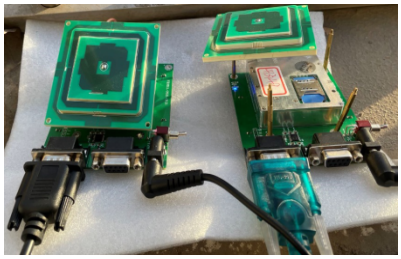

图 4　北斗天线及短报文模块

通过单片机编程实现了北斗短报文信息的解读，服务器端航标通讯控制软件界面如图 5 所示。在服务器端发送通信申请，当航标终端的短报文模块及服务器端的短报文模块都正常连接后，可以获取当前终端所在的位置信息。可以在软件界面中直接获取当前航标灯的亮灭状态，也可以发送指令控制航标灯的亮灭。

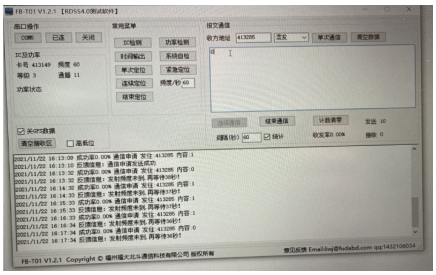

图 5　服务器端航标通讯控制软件界面

4 结论

本文设计了基于北斗短报文通讯模块的航标终端系统，用于在 4G 网络信号较弱不能通讯或 4G 信号不能完全覆盖情况下的航标终端遥控遥测。制作了航标终端样品，并通过单片机编程实现了北斗短报文的接收和发送。可以在服务器端通过对北斗短报文的解析获取当前航标灯的亮灭状态信息，也可以发送指令控制航标灯的亮灭状态。本文研究有助于进行基于北斗短报文模块的航标终端实体的产品制作。

参考文献：

[1] 宓宗龙，张秀柱．北斗遥测终端在航标上的应用 [J]. 中国水运 ,2018,19(8): 67−68.

[2] 宋广军，顾和伟，刘凯文，陈瑞星，张文帅．基于北斗卫星通信的航标灯智能遥测遥控系统设计 [J]. 水运管理 ,2018,40(7):32−34.

[3] 郑伟．北斗通信定位技术在航标灯遥测遥控系统中的研究 [D]. 武汉工程大学，硕士学位论文 ,2019.

[4] 郑伟，邹运其，朱喜春．基于北斗通信的航标灯监视平台设计 [J]. 中国水运 ,2019,5:33−37.

[5] 郑伟，秦实宏，杨启伟，饶云．应用北斗通信定位技术的遥控遥测航标灯设计 [J]. 船舶电子工程 ,2019,39(9):53−55.

[6] 马甲林．北斗短报文技术在虚拟航标中的应用 [J]. 珠江水运 ,2019,12:77−79.

[7] 马甲林．基于北斗卫星导航系统短报文服务的水上安全通信 [J]. 水运管理 ,2019,41(5):15−18,22.

[8] 曹爱玲，毕玉珊，林玲玉．基于北斗短报文的船舶通信终端设计 [J]. 通讯世界 ,2019,4:139−140.

[9] 王志威，郑恭明．基于北斗卫星通信的智能航标灯终端物联网遥测遥控系统设计 [J]. 水运管理 ,2020,34(8):39−42.

[10] 王亚飞．北斗短报文通信技术在航道中的应用 [J]. 交通世界 ,2020,8:22−26.

[11] 陈正辉．基于单北斗定位及北斗短报文通讯的航标遥测遥控终端设计 [J]. 珠江水运 ,2021,12:24−25.