

4.5 终端设备

本工程将研制并示范应用三类终端，包括：具备北斗 RDSS 功能的高精度船舶导航智能终端，北斗高精度助航终端及北斗高精度 VDES 设备。推广三类终端，包括：BD-EPIRB，北斗高精度 AIS 船载终端，北斗 AIS 个人信标。本工程的北斗终端均采用北斗重大专项支持的基础芯片、模块及板卡，重点推广的北斗高精度船舶导航智能终端和北斗高精度 AIS 船载终端可根据需要实现北斗原始观测量的存储，用于分析北斗信号质量，实现对大系统的验证和反馈。终端与各应用系统的配合关系如表 4-27 终端与各应用系统的配合关系所示。

表 4-27 终端与各应用系统的配合关系

应用系统	配合终端
基于北斗的船舶航行动态检测预警系统	北斗高精度船舶导航智能终端，北斗高精度 AIS 船载终端，北斗高精度助航终端
基于北斗的应急船舶资源管理与调度辅助系统	
基于北斗的船舶人员预险自动报警系统	北斗高精度船舶导航智能终端，北斗 AIS 个人信标，BD-EPIRB，北斗高精度 VDES 设备，北斗指挥型用户机
基于北斗的航运公众服务系统	北斗高精度船舶导航智能终端
基于北斗的船闸基础设施监测系统	北斗基准站接收机，北斗监测型接收机

4.5.1 北斗高精度船导航智能终端

4.5.1.1 主要目标

针对目前内河航行船舶配备的导航终端存在定位精度不高、功能冗余、交互能力差等问题，围绕船舶导航、避碰、通航预警、物流等信息交互等功能需求，研制具备北斗 RDSS 短报文通信、3G/4G 移动通信、支持长江干线北斗地基增强系统和长江电子航道图、支持二次开发的多功能、一体化、高精度船载通信导航智能终端，提高船舶导航定位精度，建立新的船岸信息交互通道，增强预警预报能力，保障船舶航行安全；通过水深、物流等信息的及时获取，帮助船舶规划航线，降低能耗，提高船舶装载率，从而提升航运效益。

4.5.1.2 研究与开发任务

项目研发内容主要包括系统设计、电路设计、软件开发、结构设计、耐候性设计、联试试验、测试检测等：

(1)系统设计包括：产品调研、方案设计和指标论证等工作。

(2)电路设计包括：AIS 数据接口、北斗 RDSS 通信模块、北斗 GPS 导航模块、3G/4G 通信模块、电源单元、功放单元、天线单元等。

(3)软件设计包括：通信协议、导航数据处理、人机界面和调试程序等。

(4) 结构部分包括：终端主体结构、各类接口。

(5)耐候性设计包括：抗强风、结冰、跌落、耐腐蚀等设计。

(6)联试试验包括：与各应用系统联调。

(7)测试检测包括：功能性能测试、环境适应性测试、电磁兼容测试等。

4.5.1.3 技术方案

终端的硬件平台采用基于多核 CPU 的设计方案，具备北斗 RDSS， 3G/4G 移动通信，船载 WiFi 等多种信息交互手段。终端软件采用分层结构化、模块化设计，主要功能包括：

(1)多传感器融合的船舶航行状态感知功能

终端可通过 3G/4G 通信模块或 AIS 接收长江干线北斗地基增强系统播发的差分修正信息，实现船舶的高精度定位；支持同船载惯性设备或其它姿态测量设备的信息融合，在导航信号遮蔽情况下保持定位的连续性、可靠性；支持对船舶俯仰、侧倾、航向等航行状态精确感知，超出设定门限自动报警。

(2)高精度船舶导航与辅助驾驶

终端软件除了具有基本 AIS 显示功能外，还具有自动导航、航线设计、航迹回放等功能。根据从通讯端口读入的设备信息进行实时导航，可实时显示船舶的经度、纬度、对地航速、对地航向、对水航速、船艏向、实测水深，并可显示目标船舶的实际航速航向、会遇时间、会遇距离等信息。终端软件还可对船舶的水深、碍航、偏航、距离、转向点等内容进行声音和提示框报警。

(3)船舶轨迹数据存储与发送

船舶导航智能终端自带大容量存储硬盘，可长期存储船舶的各类动态数据信息(如航速、航向、位置数据等)，既可存储本船也可存储 AIS 接收机接收的周围

船舶的动态数据(数据被加密并不可被删除和更改)。

船舶自身的轨迹数据以及船舶自身 AIS 设备接收的周围船舶信息，都可通过北斗链路发送到监控管理中心，使得管理中心可实时监测周围船舶的动态信息状态。

船舶动态数据本地存储的目的和用途:满足传播航行安全相关的历史数据存储与分析的需要，出现海上安全事故时，可根据数据分析当时船舶现场本船及周围船舶航行状态，其综合功能类似飞机黑匣子，可最大化的保障用户自身权益。

(4) WiFi 功能

船舶导航智能终端设备不仅拥有丰富的外部物理接口，面且还具有 WiFi 功能，可以将其与周围的各类无线设备通过 WiFi 连接，构建无线局域网环境，其 WiFi 带宽可支持多个用户同时在线观看高清视频。

(5)视频点播与信息推送

船舶导航智能终端设备可允许用户预先存储多种格式的视听资料(硬盘方便插拔)，可以通过手机、PAD 或电视等与船舶导航智能终端设备连接，点播预先存储的视频或歌曲等资料信息。

船舶导航智能终端设备配有 3G/4G 模块，除满足设备自身软件升级需要以及多用户共用 4G 模块上网的需求外，还可方便管理中心推送各类视频类宣传信息，推送的宣传视频会在用户点播视频开始播放前，自动加载并播放，紧急类重要视频，可单独提醒用户播放，以此丰富管理部门播放信息的手段，并提高宣传教育、重要信息发布等的实际效果。

航行安全、海上气象预警、救助等文字类重要信息，管理中心可通过北斗链路远程推送到与船舶导航智能终端连接的手机端。

(6)短信息收发

1)船-岸、船-船的手机短信息互发

船舶导航智能终端可实现船上多个用户的手机(用户数不受限)与其它船上的用户手机或陆地任意手机直接进行短信息互发，用户的手机只需要安装船舶导航智能终端客户端 APP 应用软件即可方便的进行实时通信(用户体验类似于微信)。

2)一键求救信息发送与特殊信息接收

船舶导航智能终端主机自带具有防误报功能的一键求救按钮，用户手动拨开

保护罩，即可按动并发送求救信息到管理中心，求救信息无需用户输入，信息自动带有最新的船舶动态信息(位置、航速、航向)。

如果船舶导航智能终端接到陆地数据中心发送的特殊信息(例如互救信息，恶劣气象信息等)，如没有指定手机号码，则发送到船舶导航智能终端下面绑定的所有手机。

(7)差分信号可用性指示

终端一方面可接收地基增强系统广播的完好性监测信息，另一方面终端采用的定位模块本身具有完好性监测功能。差分信号不可用时，终端可以及时提示用户注意当前的定位精度。

(8)走锚判断

终端在普通定位模式下精度在 5-10 米，采用差分定位，精度可达米级，对于准确设定锚位，精确测定船位轨迹，从而精确判定船舶走锚具有重要作用，虚警概率大大降低，可用性强，可有效保障船舶安全，降低事故发生概率。走锚判断的主要流程如下：

第一步：当船舶锚着地时，按下船载终端锚泊记录键，同时记录船首向，终端会根据锚链孔相对船载终端导航天线的位置，计算锚链孔位置作为锚位；

第二步：可在客户端软件设定预警范围，或者在船载终端上设定预警区域半径(阈值一般设为“出链长度+船首到驾驶台距离”)。

4.5.1.3.1 终端硬件设计

终端硬件主要包括核心处理模块(MPU)、核心控制模块(MCU)、移动通信模块、存储模块、WiFi 模块等，逻辑结构框图如图 4-122：

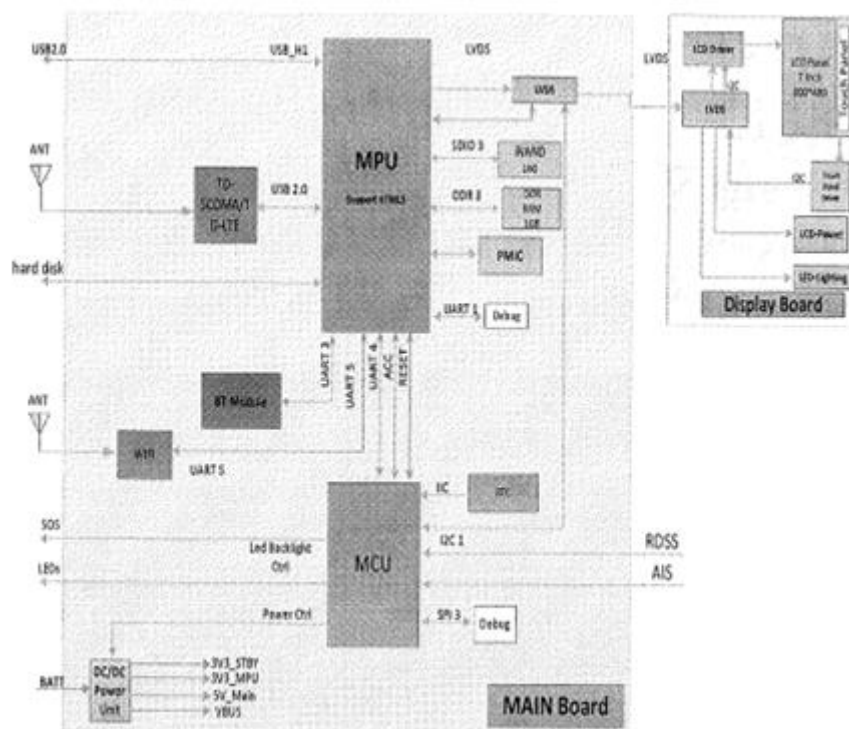


图 4-122 北斗高精度船舶导航智能终端硬件逻辑结构框图

(1)主板和主芯片

1)主板设计

硬件部分主板电路包括：

主板电源，供电给主板上的所有器件；

时钟晶振，提供时钟给主板上核心器件；

串行接口，MPU 连接蓝牙芯片，MPU 连接 MCU，MPU 调试接口；

USB 接口，连接外部 U 盘，连接 2G/3G/4G 模块，连接打印机，连接 RF 读卡器；

MMC/SD 卡接口，连接板上 eMMC 存储；

IIC 接口，连接电源管理芯片，连接显示芯片，连接触摸屏；

SPI 接口，连接板上 NOR FLASH 存储；

视频接口，连接视频解码芯片(Video Decoder)；

外围器件，包括 WiFi 模块，蓝牙无线传输模块，2G/3G/4G 网络通信模块，存储模块，彩色触摸屏和其它传感装置等。

2)核心处理模块(MPU)

核心处理模块是嵌入式系统的核心器件，在选型时要综合考虑计算能力、接

口扩展能力、体积、成本、可靠性、电磁兼容（EMC）、功耗等多方面的因素。

3)核心控制模块(MCU)

核心控制模块一般选用单片机，主要负责与外部实时性要求高的设备交互，还负责管理整机电源及接口部分。

(2) WiFi 模块

WiFi 模块主要将 RDSS 信号及 3G/4G 信号处理后转换为局域无线信号，组成局域网络，方便用户共享移动通信网络及 RDSS 通信。

(3)通信模块

通信模块指 2G/3G/4G 网络通信模块，其支持的网络制式包括 GSM/TD-SCDMA/TD-LTE，支持发送与接收中文短信、英文短信。提供标准 USB 接口用于数据通信。

(4)内存/闪存模块

终端处理任务不仅要使用主处理器(MPU)，还需为其置外部扩展存储设备 DDR。DDR SDRAM 采用动态刷新电路，掉电后无法保存内部数据，而嵌入式系统还必须具备数据永久保存的能力，选择 NOR FLASH 和 NAND FLASH 作为固态存储设备。

为保持终端系统的稳定性与安全性，并考虑 NOR FLASH 与 NAND FLASH 存储介质的特点，终端系统将引导程序与敏感数据存储于 NOR FLASH 中，将应用程序与用户数据存储于 NAND FLASH。这样可以保证引导程序在可预期的情况下更稳定，提高了产品生命周期；敏感数据更安全，降低市场不良比例。

终端硬件存储部分，除用于存储系统的 NOR FLASH 和 NAND LASH，运行系统的 RAM 外，还包括用于外部数据交互的 USB 接口和内部大容量音视频存储器 eMMC。

(5)内部大容量存储

设备内置大容量存储硬盘，可存储船舶各类动态数据信息、(航速、航向、位置数据等)，既可存储本船也可存储 AIS 接收机接收的周围船舶的动态数据。

4.5.1.3.2 终端嵌入式系统

终端嵌入式系统基于安卓系统开发，经过深层次的设计与定制，使之适合船载终端应用。终端嵌入式系统的框架图如下图所示：



图 4-123 北斗高精度船舶导航智能终端嵌入式系统框架图

(1)终端嵌入式系统

终端嵌入式系统分为四层，驱动层、内核层、硬件抽象层和服务层，其中重点在服务层的开发。

1)驱动层，提供各种设备的驱动，主要的作用是在检测和初始化各类硬件设备，如 MPU、MCU、电源、DDR、SDRAM、串口、FLASH、DRAM、USB、eMMC 等后，引导启动操作系统其他部分。驱动层主要是在开源 U-Boot 和 Android Kernel 的基础上，针对船载终端所集成的硬件模块进行驱动开发、内核裁剪、加载顺序调整等。

2)内核层，提供基础操作系统服务，包括：

a.进程调度

完成对进程生命周期的管理；

完成对进程的调度；

完成对进程的动态优先级计算与管理。

b.文件系统

支持通用的 FAT16，FAT32，EXT3，EXT4 文件系统；

支持基于 RAM 的文件系统；

支持所有文件系统实现 VFS 接口给用户空间使用。

c. 内存管理

实现物理内存与虚拟内存的映射；

实现内存的预分配，如保留一部分内存给 GPU 独占使用；

实现内存不足时释放内存的策略，如内存不足时杀掉后台优先级较低的进程。

d. 设备管理

实现设备与驱动匹配模型；

定义用户访问固定设备的接口。

e. 中断管理，主要管理硬件中断的注册、调度与响应。

f. 输入/输出管理

将存储设备枚举为块设备进行读写与分区管理；

将简单设备枚举为字符设备进行读写与控制管理。

g. 网络协议

支持 TCP/IP 网络协议；

支持 PPP 网络协议；

支持 802.15 蓝牙协议；

支持 IPSec 网络数据分析协议。

h. 鉴权加密

支持通用的 MD5， SHA256， SHA512 等加密算法。

i. 系统调用

支持内存分配、进程创建等系统调用；

通过系统调用区分进程在用户空间与内核空间的权限，加强系统安全性。

3)硬件抽象层，抽象复杂硬件的业务逻辑，同时屏蔽内核层提供的复杂接口：

a. C 库，满足 C99 标准的 C 语言工具库。

b. 虚拟机运行环境，对于采用 Java 语言环境的系统，提供 Java 虚拟机。

c. 显示抽象层，将显示接口根据用法的不同，切分为：

帧缓冲区(framebuffer)，显示用户界面；

图像叠层(overlay)，播放视频；

并将不同的接口封装为不同的类，供服务层使用。

d. 2G/3G/4G 抽象层，包括：

AT 命令解析；

网络拨号与数据通路维护。

4)服务层，复杂业务逻辑与策略实现在服务层中，然后提供应用编程接口给应用层，可以极大的简化应用层的工作。服务层包括：

a. 系统时间服务，负责与北斗、GPS、网络时间服务器同步船载终端的本地时间；

b. 音视频服务，负责音视频文件的解码、播放、暂停、音量调节等功能；

c. 安全服务，负责管理应用程序的安装权限与运行权限，检查非法数据操作；

d. 通信服务，负责实现与 2G/3G/4G，WLAN 等网络的数据通信；

e. 定位服务，负责提供解析后的北斗、GPS 数据给应用层使用；

f. 图形服务，负责提供高效简单的应用编程接口给应用层画 2D 与 3D 图形；

g. 个人数据服务，负责管理个人帐号相关的所有数据；

h. 诊断服务，诊断终端自身的硬件短路、断路等故障。

(2)应用服务

1)高精度船舶导航与辅助驾驶

终端可在电子航道图上实时显示本船位置，可根据实时获取的水深数据实现航行安全提示、航线自动调整、航迹回放；在电子航道图上可显示其他船舶、桥梁、碍航物等位置，实现船舶、船桥避碰，碍航物及危险航段提示功能。

2)紧急求救功能

船上用户可通过本设备，在必要时方便的发出求救信息到陆地监控中心。

3)多用户共享北斗短报文功能

船上用户可多人通过 WiFi 连接一合设备后，通过北斗发送短报文信息与地用户进行短信息沟通。

4) WiFi 热点共享功能

内置 4G 通信卡，用户在设备中插入联通、移动等运营商 SIM 卡后，船舶航智能终端可以作为上网设备，也可将 4G 数据流量通过设备设置热点共享，供船舶内其他用户使用。

5)多媒体娱乐功能

船上用户可通过手机等与设备连接,播放设备内存储的电影歌曲等资源在空闲时间,缓解船上生活的枯燥。

4.5.1.4 功能及技术指标

4.5.1.4.1 功能要求

(1)高精度船舶导航与辅助驾驶功能

支持高精度电子航道图,具备船舶高精度导航、航显设计、航迹回放功能;可实现船舶/船桥避碰,碍航物、特殊航段自动提示等功能。

(2)支持对北斗导航系统信号的验证及反馈功能

终端可根据北斗全球系统 ICD 文件公布情况搭载支持北斗全球信号的导航模块,能够设置保存北斗导航信号的观测量、导航电文、定位信息等数据,可设置向指定 IP 地址发送这些数据,用于分析内河等区域的北斗信号质量。

(3)支持多传感器融合的船舶航行状态感知功能

支持接收长江干线北斗地基增强系统播发的差分修正信息,实现船舶的厘米级精度定位;支持同船载惯性设备或其它姿态测量设备的信息融合,实现船舶俯仰、侧倾、航向等航行状态精确感知,超出设定门限自动报警。

(4)紧急求救功能

船上用户可通过本设备,在必要时方便的发出求救信息到陆地监控中心。

(5)多用户共享北斗短报文功能

船上用户可多人通过 WiFi 连接同一台设备后,通过北斗发送短报文信息与陆地用户进行短信息沟通。

(6)WiFi 热点共享功能

内置 4G 通信卡,可以作为上网设备,也可将 4G 数据流量通过设备设置热点共享以供船舶内其他用户使用。

(7)船舶运行状态动态存储及上传功能

将船舶的位置、航速、航向等动态数据,按照用户设定的时间间隔保存在设备硬盘内,并通过北斗 RDSS 设备的短报文 功能,按照用户指定的时间间隔,将数据上传到陆地船舶监控中心系统。

(8)多媒体娱乐功能

船上用户可通过北斗智能手持终端等与设备连接,播放设备内存储的电影、

歌曲等资源，在空闲时间，缓解船上生活的枯燥。

(9)差分信号可用性指示功能

当差分信号不可用时，能及时提示用户并显示当前参考精度。

(10)走锚指示功能

具有精确判定走锚并及时提示用户的功能。

4.5.1.4.2 性能指标要求

(1) 具备 BDS/GPS 双模兼容定位功能，北斗/GPS 单点定位精度优于 10m(RMS); 在不大于 50km 的基线上, 进行伪距差分的水平精度应优于 2m(RMS)。

(2) 具备北斗短报文收发功能;

(3) 支持 2.4 G WIFI;支持 IEEE802.11N 协议;

(4) 支持 TD- LTE/FDD-LTE、WCDMA、GSM 网络;

(5) 终端外壳防护等级优于 IP54; 舱外天线等部分防护等级优于 IP67;

(6) 终端储存温度:-40℃~+80℃;

(7) 工作温度:-20℃~+55℃。