

一种水面靶载设备远程开关机控制系统 解决方案

余燕文, 刘 杰

中国船舶第七一〇研究所, 湖北 宜昌

收稿日期: 2022年4月20日; 录用日期: 2022年6月8日; 发布日期: 2022年6月15日

摘 要

本文基于目前国内先进的无线通信技术, 提出了一种采用MIMO、OFDM、MESH等技术, 并结合北斗短报文通讯的多通道冗余的方案, 实现水面靶载油机远程开关机控制。方案可靠性高, 覆盖范围广, 可有效提升靶载设备自动化水平。

关键词

靶载, 远程, 开关机, 自组网

A Solution of Remote Control Switching System for Water-Surface Targeting Vector

Yanwen Yu, Jie Liu

No.710 R & D Institute, CSSC, Yichang Hubei

Received: Apr. 20th, 2022; accepted: Jun. 8th, 2022; published: Jun. 15th, 2022

Abstract

Based on the advanced wireless communication technology in China, this paper proposes a multi-channel redundant scheme that adopts MIMO, OFDM, MESH and other technologies, combined with Beidou short message communication. It can realize the remote control switching system for water-surface targeting vector. The scheme has high reliability and wide coverage, which can effectively improve the automation level of targeting equipment.

Keywords

Targeting, Remote, Switch, MESH

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水面靶标主要承担各种试验的保障任务, 靶船上搭载为各型设备供电的发电机组, 在试验任务中, 通常需要试验保障人员跟随靶船到达预定海域后, 将发电机组开机给靶载设备供电, 然后将其他各靶载设备开机, 在所有设备运行正常后, 试验保障人员跳帮至拖船撤离至安全位置。原方案完全靠人工完成, 且参试人员往返跳帮安全风险很高。

本文将介绍一种采用数传电台的多进多出、频分复用调制、自组网技术及北斗卫星传输等多通道冗余的无线通讯方式实现对多个水面靶载发电设备远程开关机控制的方案, 该方案覆盖范围广, 支持远程操控, 且可实时监测靶载油机的工作状态, 自动化程度较高。

2. 主要功能

- 1) 具备数传电台、北斗、舰载无线通信功能;
- 2) 具备在拖船平台上通过数传电台, 北斗通信遥控对靶载油机遥测遥控控制功能, 具备在地面控制中心通过北斗、舰载无线通信遥控对靶载油机遥测遥控控制功能;
- 3) 具备油机状态信息监控、参数设置更改、报警、历史数据记录等功能;
- 4) 具备对系统内任意油机遥测遥控控制功能。

3. 关键技术简介

1) 多进多出技术(MIMO)

早期的无线通讯收发系统均使用了单根天线进行信号的发射和接收, 这种系统称之为 SISO 通信系统传统(single-input single-output), 是一种单输入单输出系统, 发射天线和接收天线之间的路径是唯一的, 传输的是 1 路信号。多进多出(multiple input multiple output, MIMO)技术允许多个天线同时发送和接收多个信号, 在发送端和接收端都使用多根天线, 在收发之间构成多个信道的天线系统并能够区分发往或来自不同空间方位的信号。通过空分复用和空间分集等技术, 在不增加占用带宽的情况下, 提高系统容量、覆盖范围和信噪比[1]。

MIMO 与 SISO 原理示意图见图 1。目前, MIMO 技术在传输距离、吞吐量及可靠性方面均优于前期的 SISO 技术。

2) 正交频分复用调制技术

正交频分复用(orthogonal frequency-division multiplexing, OFDM)是一种多载波调制技术。OFDM 技术的基本思想就是在频域内将所给信道分成许多正交子信道, 每个子信道上用一个子载波并行发送及接收信号, 每个子信道是相对平坦的, 且每个信道上进行的是窄带传输, 信道带宽小于信道的相关带宽, 可以大大消除符号间干扰, 有效对抗频率选择性衰落, 可以将 OFDM 与 MIMO 结合起来使用, 实现高速数据传输, 大大提高无线传输系统的传输信息量[2]。

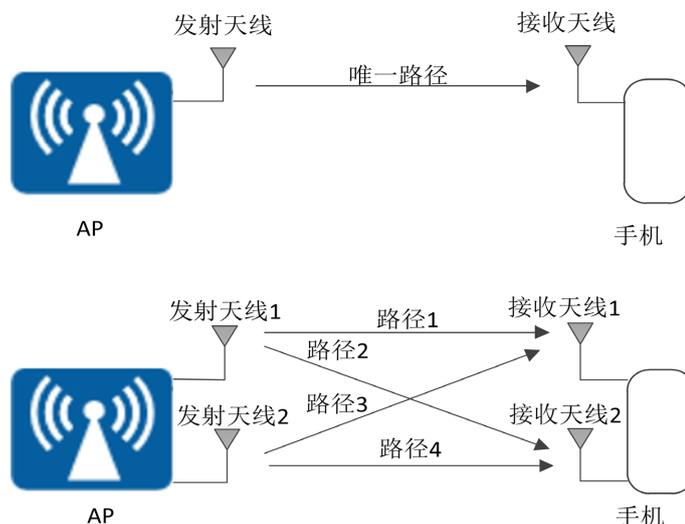


Figure 1. Principle diagram of MIMO and SISO
图 1. MIMO 与 SISO 原理示意图

3) 自组网技术

自组网(MESH)技术是一种采用全新的“无线网格网”理念设计的移动宽带多媒体通信技术。系统所有节点无论是在可视还是非视距或快速移动条件下的情况下,利用无中心自组网的分布式网络构架,可实现多路语音、数据、图像等多媒体信息的实时交互[3]。同时,系统支持任意网络拓扑结构,每个节点设备可随机快速移动,系统拓扑可随之快速变化更新且不影响系统传输,整体系统部署便捷、使用灵活、操作简单、维护方便,这种地点分散,距离远,范围大,又需要集中管理监控的场合提供一种多快好省的传输手段。

4) 北斗短报文通信技术

北斗短报文通信技术指的是北斗卫星、北斗移动终端和北斗地面控制站之间能够直接通过卫星信号进行双向的信息传递,通信以短报文(类似手机短信)为传输基本单位,是北斗卫星导航系统的特色功能。北斗短报文作为一种天基通信方式,全天候、全域广覆盖、可靠性高,快速响应能力,通信时延、点对点通信时延低;通信抗干扰强,可穿透平流层和对流层,可保证极端天气条件下的通信;组网方便,以指挥型用户机为核心,可以快速组成一对多的通信网络[4]。

4. 系统架构及信息流程

4.1. 系统架构

为了实现高可靠性的水面靶载设备远程开关机控制系统功能,考虑到无线数传电台的传输距离及北斗短报文的 60 s 的通讯间隔等因素,结合靶船现有的舰载无线通讯设备,建立多通道冗余的网络系统,将整个系统通信网络分为以下三种:

1) 北斗短报文通讯网络:用于靶船北斗数传一体机与地面北斗指挥终端通讯、拖船手持终端与地面北斗指挥终端通讯。

2) 数传电台 MESH 自组网:采用多进多出、频分复用调制、自组网技术的动态组网,靶船编队到达预定海域后与拖船的实现动态组网,网络无线链接拓扑随舰队变化可快速路由重组,不影响整个编队的无线通信。通过 Mesh 网络特质进行无线多跳自主组网,拖船上 MESH 便携一体机站作为旗舰节点指挥协调整个编队的运行与工作,各节点将各种信息及时汇报传输给旗舰节点,且彼此间也可以进行信息交互,有效扩大通讯半径。

3) 舰载无线通讯网络: 该网络为试验区靶船自带功能, 靶船油机经远程遥控加电后, 舰载无线通讯设备开始工作, 可实时与地面指挥站通讯, 发送遥控指令, 接收各靶船油机工作状态信息。

水面靶载设备远程开关机控制系统方案的架构图见图 2。

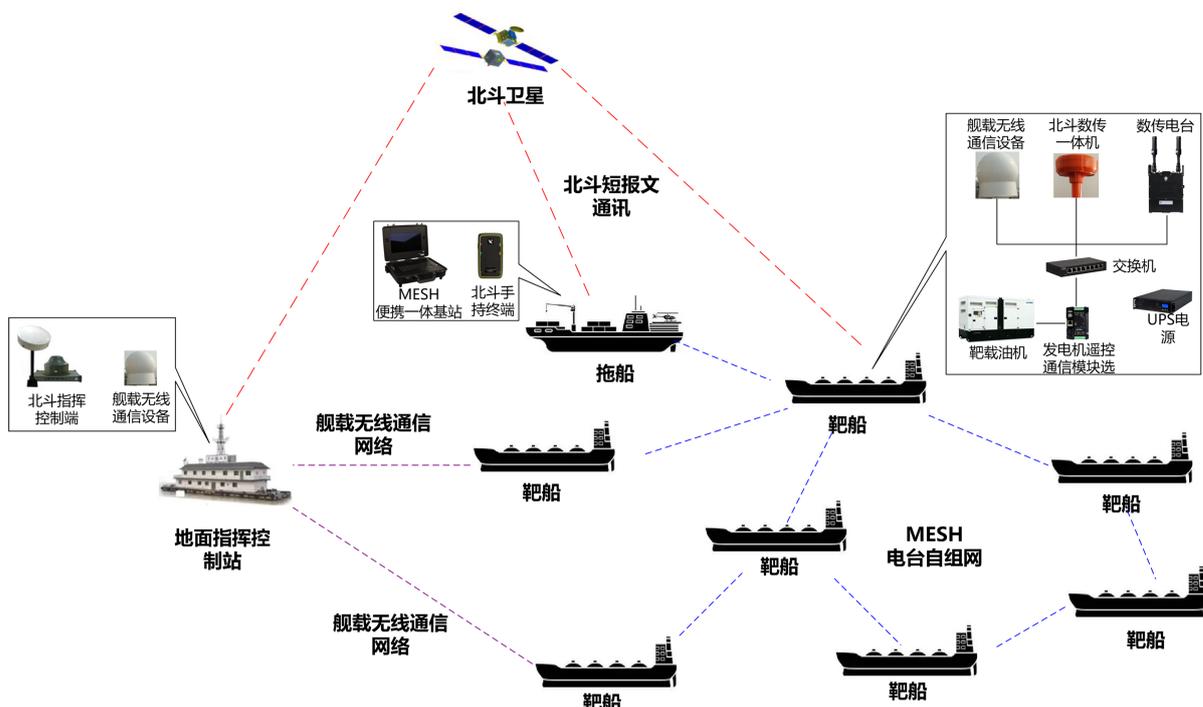


Figure 2. Architecture diagram of remote switching system for water-surface targeting vector

图 2. 水面靶载设备远程开关机控制系统架构图

4.2. 信息流程

整个方案中包含靶船编队、1 条拖船与地面指挥控制总站三类平台, 各个平台间的信息流程示意图见图 3。拖船根据试验任务要求将靶船拖至预定海域, 加电前靶船控制箱由 UPS 电源供电, 指挥员下达

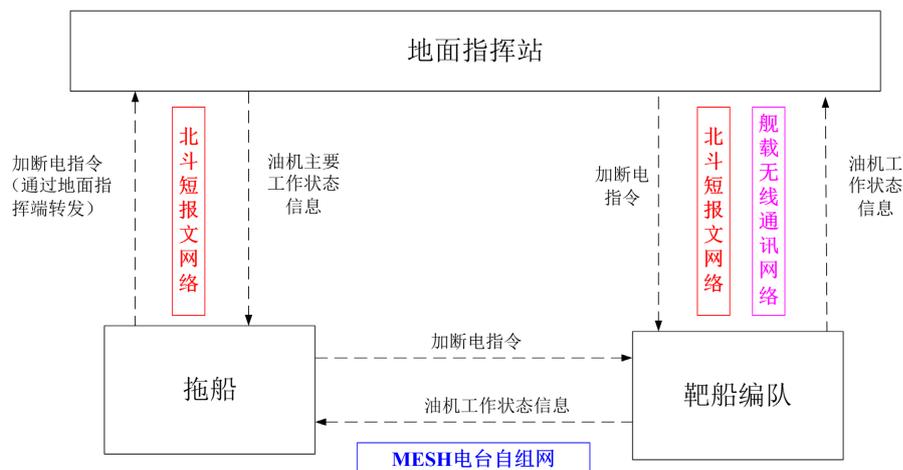


Figure 3. Information flow diagram of remote switching system for water-surface targeting vector

图 3. 水面靶载设备远程开关机控制系统信息流程示意图

命令, 通过地面指挥站或拖船控制端对靶船编队中某一艘或几艘执行油机加电指令。当数传电台出现故障不能进行油机开关机控制时, 可由手持控制端进行加电控制, 其指令经陆上控制中心转发后进行控制。油机加电后将工作状态信息(电压、电流、纹波、发电机转速等)信息发送给拖船控制端及地面指挥站, 便于实时监控设备是否工作正常, 并可对油机参数进行设置更改。试验任务完成后, 再下发关机指令关闭油机。

拖船和地面指挥站均有两个网络通道与靶船进行通讯, 提升通讯可靠性。

5. 主要硬件选型

5.1. 发电机遥控通信模块

发电机遥控通信模块选用 SmartGen 公司的 CMM366-ET 云监控通信模块, 具有 RS232、RS485、USB、LINK、以太网等接口; 可通过以太网口实时与外部通讯, 接收外部指令对发电机内部控制器的接口进行实时配置, 同时向外发送发电机主要参数信息。一个模块控制一个发电机监控模块。

5.2. 数传电台遥控控制系统

数传电台遥控控制系统由便携式数传电台控制端和船载数传信号收发单元组成。

1) 便携式数传电台控制端

便携式数传电台控制端安装在拖船上, 根据电台控制端的功能要求选用 MIMO 自组网便携一体基站作为数传电台控制终端, 该设备具有收发功率高, 传输距离远, 系统具有良好的抗干扰功能可扩展性, 良好的安全保密措施, 系统具有大规模组网能力, 能支持不少于 16 个节点组成同频通信网络, 可保证设备全天候长期稳定运行。

2) 船载数传信号收发单元

根据 MESH 自组网设备配置, 船载数传信号收发单元选用 ME5200 型电台, 该型号具备双通道 MIMO 自组网功能, 组网节点不少于 50 台; 350 M~2 GHz 频率; 最高速率 96 Mbps, 架高无障碍传输距离 20~60 公里。

5.3. 船载 UPS 电源

根据船载各设备工作电源需求, 发电机遥控通信模块工作所需 DC8.0 V 至 35 V 工作电压, 北斗数传靶载端工作所需 12 至 36 V 电压, 靶载交换机稳定工作电压为 24 V, 选用同类舰船成熟使用的 HF7S12P3CBS53LH10 型特种锂离子电池作为船载 UPS 电源, 电池组合方式为 14P7S, 该电源容量为 5300 mAh, 输出标准电压为 24 V。

6. 软件功能

水面靶标靶载油机开关机控制设备软件由 PC 端控制软件和手持端控制软件组成, 采用面向对象程序设计, PC 端控制软件安装于地面指挥站控制端计算机和便携式数传电台控制端计算机, 手持端控制软件安装于北斗手持终端。

PC 端控制软件采用交互式界面, 主界面显示各台靶载油机状态信息, 同时可对各台机组进行开关机控制操作, 二级子菜单可实现对靶标靶载油机参数进行更改, 对历史记录进行查询, 具体功能可根据用户需求进行更改。手持端控制软件界面显示各台靶载油机部分重要状态信息, 同时可对各台机组进行开关机控制操作。

7. 结构设计

发电机遥控监测开关机控制箱安装在靶船上, 内部集成 UPS 电源、交换机、船载数传电台、配电源

路等部分, 箱体结构见图 4。

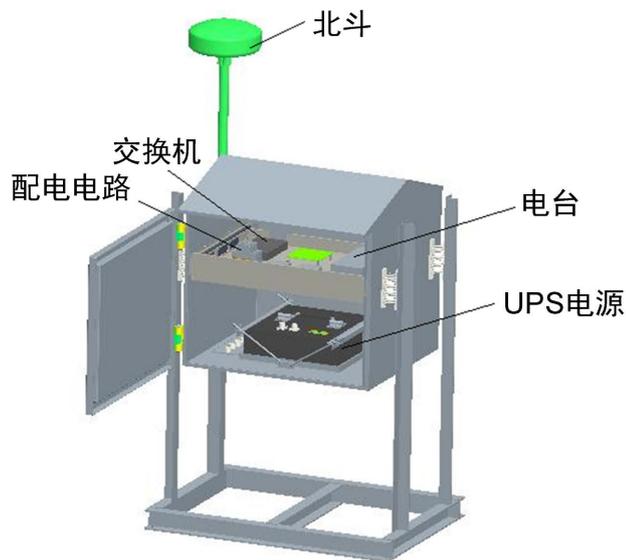


Figure 4. Three-dimensional diagram of switching control box
图 4. 开关机控制箱三维示意图

1) 箱体由内外两层钢板组成, 两层钢板之间含加强筋及石棉隔热层, 保证箱体有足够的强度, 同时能够抵御外部极寒或极热的环境。

2) 箱体与四个支撑由隔振器连接, 防止内部器件受到强烈振动冲击, 支撑使箱体处于人员方便操作的高度。

3) UPS 电源由蝶形螺母和压片压在安装槽内, 可方便拆装。

4) 箱体外部钢板结合部位全部满焊, 箱盖与箱体结合部位加装密封垫, 保证箱体内部防水密封性。

5) 箱体下部安装有外部接口航空插座, 与外部设备由航空插头连接, 插头安装防水密封尾夹, 并套防水热缩套管, 同时插座板安装防水帆布制作的收缩护套, 保证外部接口部位的防水密封性。

6) 箱体及支架刷舰用防腐漆, 可有效抵御海水腐蚀。

7) 箱体支撑加装北斗天线。

8) 箱体使用 4 颗螺栓加装至靶船基座, 拆卸方便。

8. 结论

该方案采用北斗短报文及电台自组网等技术, 通过多通道冗余设计, 实现靶载油机远程开关机控制, 方案可靠性高, 覆盖范围广, 满足部队在试验过程的布靶需求, 可显著提升水面靶载设备自动化水平。随着无线 MESH 自组网电台的传输速率和传输距离的不断提升, 该方案具有较高的可实施性, 在实际工程项目中成功应用后, 可在靶载设备上推广使用。

参考文献

- [1] 何凌. 基于 MIMO-OFDM 系统的收发信机设计与分析[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [2] 李海洋. OFDM 移动通信技术原理与应用分析[J]. 大众标准化, 2021(10): 162-164.
- [3] 陈融洁. 关于无线自组网技术在通信基站应急抢修中的应用[J]. 数字通信世界, 2019(7): 122-123.
- [4] 繆袁泉, 丁琪, 胡知斌. 基于北斗短报文功能的疏浚船舶数据传输系统设计[J]. 中国港湾建设, 2014(10): 53-56.