

# 石油石化行业无线电通信技术分析

张文克

天浩工程技术服务(天津)有限公司 天津 300457

**摘要:** 在石油石化行业,稳定可靠的无线电通信对于生产调度、安全监控等至关重要。本文首先系统梳理了无线集群通信、Wi-Fi、蓝牙及数传电台四类常用技术的特性与适用场景,接着详细阐述了其在海上平台、炼化企业、管道运输及油田勘探开发中的具体应用。最后针对行业通信面临的干扰、安全、标准不统一及设备管理等问题,从抗干扰技术、安全保密方案、统一通信标准与兼容性提升、设备维护管理四个维度提出解决策略,为石油石化行业无线电通信系统的优化与稳定运行提供技术参考。

**关键词:** 石油石化行业;无线电通信技术;应用场景

**引言:** 在石油石化行业,高效稳定的无线电通信是保障生产安全、提升运营效率的关键支撑。从海上平台的复杂作业到炼化企业的精细流程控制,从管道运输的实时监测到油田勘探开发的野外协同,无线电通信技术贯穿于行业生产运营的各个环节。然而,实际应用中仍面临干扰、安全、标准不统一及设备管理等诸多挑战。本文将深入剖析常用无线电通信技术特性,探讨其在不同场景的应用,并提出针对性解决策略,为行业通信优化提供参考。

## 1 石油石化行业常用无线电通信技术概述

石油石化行业常用无线电通信技术包含无线集群通信技术、Wi-Fi技术、蓝牙技术和数传电台技术。无线集群通信系统作为高级移动调度通信系统,能把有限信道动态合理分配给众多用户,采用多区多基站组网实现大范围覆盖,具有呼叫建立时间短、通话保密性强、可组呼群呼等特点,能满足企业生产调度快速高效通信需求,适用于油田采油作业、炼化企业生产流程控制等内部生产调度指挥场景,实现不同部门岗位快速通信<sup>[1]</sup>。Wi-Fi是基于IEEE802.11标准的无线局域网技术,通过无线电波传输数据,允许电子设备连入无线局域网,传输速度快、数据带宽高、设备成本低且部署方便,常用于办公区域和生产车间网络覆盖,方便员工接入企业内部网络进行文件共享和远程监控。蓝牙是短距离无线通信技术,以短距离低成本无线连接实现固定、移动设备和楼宇个人域网间短距离数据交换,功耗低、体积小、易集成到各种设备,通信距离约10米,适合仪器仪表间数据传输,如无线传感器与控制器通信实现数据实时采集传输。数传电台借助数字信号处理、调制解调、语音压缩编码、加密等技术提供透明或非透明数据传输通道,通信距离远,功率和天线高度可达数公里至数十公里,

抗干扰能力强,能在复杂电磁环境稳定工作,常用于油井远程参数监测、管道压力监测等远程监控和数据采集系统,将现场数据实时传至控制中心。

## 2 无线电通信技术在石油石化行业的应用场景

### 2.1 海上平台通信

(1) 生产调度通信,因海上平台生产环境复杂,各生产环节需实时协调,无线集群通信技术可承担此任,能实现平台内部及平台与陆地指挥中心间的生产调度指挥,保障生产顺利推进。(2) 安全监控通信,利用Wi-Fi技术把海上平台视频监控数据实时传至监控中心,有利于工作人员及时察觉安全隐患;同时,数传电台用于传输可燃气体浓度、风速等各类安全监测数据。(3) 应急救援通信,一旦海上平台发生紧急情况,无线通信系统具备快速建立应急通信网络的能力,能保证救援人员之间通信无阻<sup>[2]</sup>。这不仅能让救援人员及时沟通现场状况,如人员被困位置、危险区域变化等信息,还能使指挥中心迅速掌握现场动态,依据实时情况制定科学合理的救援方案,合理调配救援资源,像安排救援船只、直升机以及救援物资等,从而有效提高救援效率,最大程度降低人员伤亡和财产损失,保障海上平台在紧急状况下的应对能力和安全性,维持海上生产作业的稳定秩序。

### 2.2 炼化企业通信

炼化企业通信涵盖生产流程控制通信、设备监控通信和仓储管理通信。生产流程控制通信中,鉴于炼化企业生产流程复杂,各环节需紧密配合,无线集群通信技术可实现生产调度人员与各岗位操作人员快速通信,以此及时调整生产参数,保障生产流程稳定运行。设备监控通信方面,借助蓝牙技术把设备上的传感器与监控系统相连,能实时采集设备运行数据,像设备的温度、压力、转速等信息,进而实现对设备的远程监控和故障诊

断,提前发现设备潜在问题,安排维修保养计划,减少设备故障对生产的影响。仓储管理通信里,利用Wi-Fi技术达成仓储管理系统的无线连接,工作人员可以方便地对物资入库、出库进行实时记录和管理,随时掌握物资库存数量、位置等信息,提高仓储管理效率,避免物资积压或短缺,保证生产所需物资的及时供应,同时也有助于优化仓储空间利用,降低仓储成本,提升炼化企业整体运营管理水平,增强企业在市场中的竞争力。

### 2.3 管道运输通信

在管道巡检通信中,巡检人员配备无线通信设备,以此和指挥中心实时建立联系,将管道运行状况及时汇报,如管道是否有泄漏迹象、周边施工是否对管道安全构成威胁等信息都能及时传递。无线集群通信技术在此过程中能充分满足语音通信需求,保障沟通的及时性与顺畅性,使指挥中心可随时掌握巡检动态,对巡检工作进行有效指挥调度。管道监测通信方面,数传电台承担着数据传输重任,它把管道沿线的压力、温度等监测数据准确无误地传输到控制中心,实现对管道运行状态的实时监测<sup>[3]</sup>。控制中心依据这些数据,能够及时洞察管道运行是否正常。一旦发现数据异常,如压力突然升高或降低、温度超出正常范围等情况,可迅速采取应对措施,比如安排人员前往现场排查故障、调整管道运行参数等,从而有效避免事故发生,保障管道运输的安全稳定,减少因管道故障导致的经济损失和环境危害,维护管道运输的正常秩序。

### 2.4 油田勘探开发通信

油田勘探开发通信主要有野外作业通信和数据传输通信。在油田勘探开发的野外作业场景里,无线通信设备成为作业人员便利的通信工具,无线集群通信技术借助其特性,能够实现作业队伍之间的协调配合,比如不同队伍在勘探区域分工协作时,可通过该技术及时沟通勘探进度、发现的问题等,保障各作业环节有序推进。数据传输通信方面,采用卫星通信与地面无线通信相结合的方式,卫星通信覆盖范围广,能突破地理限制,地面无线通信则可补充近距离高效传输,二者协同把野外采集的地质数据,像地层结构数据、油气显示数据等实时传输到数据处理中心。数据处理中心收到这些数据后,可及时进行分析处理,依据数据反馈调整勘探开发策略,例如确定下一步勘探重点区域、优化开发方案等,从而有效提高勘探开发效率,缩短勘探开发周期,降低勘探开发成本,提升油田勘探开发的效益和成功率,对油田资源的合理开发和利用起到重要推动作用。

## 3 解决石油石化行业无线电通信技术问题的策略

### 3.1 抗干扰技术措施

(1) 优化天线设计,选用高增益且方向性强的天线,此类天线能更有效地收集和发射信号,精准合理调整天线的位置与角度,使其对准信号源或覆盖目标区域,可降低信号在传播过程中的损耗以及各类干扰,提升信号接收质量,为稳定通信奠定基础。(2) 抗干扰调制解调技术应用,扩频通信技术和正交频分复用(OFDM)技术至关重要。扩频通信通过将信号频谱扩展,把信号能量分散到较宽频带上,让干扰信号难以集中能量对其进行有效干扰;OFDM技术把高速数据流分解成多个低速子数据流,在多个子载波上并行传输,能有效对抗多径干扰和窄带干扰,增强通信系统抗干扰能力。(3) 建立电磁屏蔽设施,在生产现场关键区域构建电磁屏蔽室、屏蔽笼等设施,这些设施利用金属材料对电磁波的反射和吸收作用,阻挡外部电磁场侵入,形成相对独立的电磁环境,最大程度减少外部电磁干扰对通信设备影响,保障通信系统稳定运行。综合运用优化天线设计、采用抗干扰调制解调技术和建立电磁屏蔽设施等措施,能有效提升石油石化行业无线电通信抗干扰水平,确保通信可靠稳定,满足行业生产高要求。

### 3.2 安全保密解决方案

加密技术是保障数据安全的基础,运用先进加密算法对传输数据进行加密处理,对称加密算法中的AES采用相同密钥进行加密与解密操作,在保证数据高效处理的同时提升安全性;非对称加密算法中的RSA利用公钥加密、私钥解密的机制,确保数据传输过程中的保密性与完整性,有效防止数据被窃取或篡改<sup>[4]</sup>。身份认证与访问控制是安全保密的重要环节,建立严格的身份认证机制,对通信设备和用户身份进行精准核实,只有经过授权的设备和用户才能够接入通信系统,同时实施精细的访问控制策略,依据用户的角色和职责严格限制其对系统资源的访问权限,避免出现非法访问和恶意操作行为。安全监测与预警是安全保密的保障,构建安全监测系统,实时全面监控通信系统的运行状态,包括设备性能、网络流量等各项指标,运用数据分析技术及时发现异常登录、数据异常传输等安全威胁,通过设置合理的预警阈值,一旦系统出现异常情况便及时发出警报,通知管理人员迅速采取应对措施。这三方面措施协同发挥作用,能有效提升石油石化行业无线电通信安全保密水平,保障行业信息安全与稳定生产。

### 3.3 统一通信标准与提高兼容性

推动行业标准制定是首要工作,行业协会和相关管理部门需强化合作,通过多种方式深入调研行业实际需

求以及现有技术特点, 以此为依据制定统一规范的无线电通信技术标准, 对设备生产参数、通信协议等关键要素予以明确规定, 从而规范设备生产流程与使用方式, 确保不同厂家生产的设备能够在统一标准框架下达成互联互通和互操作, 减少因标准不一导致的通信障碍。采用中间件技术是提升兼容性的有效途径, 在通信系统中引入中间件这一中间层软件, 它能够对不同技术标准、不同厂家设备间的数据进行格式转换, 同时完成通信协议的转换工作, 打破设备间通信壁垒, 使不同设备得以顺利通信, 增强系统整体兼容性。系统升级规划同样关键, 进行通信系统升级改造时, 要制定详细且科学的规划方案, 全面深入考虑新旧系统兼容性问题, 仔细分析现有设备性能、业务流程等与新系统的适配程度, 采用逐步升级策略, 先在局部范围开展试点升级, 经严格验证无误后再全面推广, 保障系统在升级过程中平稳过渡, 维持正常生产通信不受影响。通过推动行业标准制定、采用中间件技术和做好系统升级规划, 能有效化解石油石化行业无线电通信标准与兼容性问题。

### 3.4 加强设备维护与管理

石油石化行业无线电通信设备稳定运行至关重要, 需加强设备维护与管理。建立远程监控与维护系统是关键举措, 借助物联网技术搭建该系统, 能实时采集通信设备运行参数, 如电压、电流、温度等, 实现对设备运行状态的实时监测, 一旦参数异常可及时报警, 技术人员能远程诊断故障并尝试维修, 提升维护效率减少停机时间。企业培训专业技术人员是重要支撑, 企业要加大对相关专业人员培训力度, 设计针对性培训课程, 涵盖无线电通信技术理论、设备操作维修实践等内容, 提升技术人员对无线电通信技术理解掌握程度, 培养既熟悉石油石化业务流程又精通通信技术的复合型人才, 为设

备维护管理提供人才保障<sup>[5]</sup>。建立设备管理档案是基础工作, 为每台通信设备建立详细管理档案, 记录设备采购时间、供应商、安装位置、维护计划、维修记录等信息, 通过全生命周期信息记录, 便于管理人员了解设备历史状况, 制定科学维护策略, 合理安排维护资源。通过建立远程监控与维护系统、培训专业技术人员和建立设备管理档案, 形成全方位设备维护管理体系, 保障石油石化行业无线电通信设备稳定可靠运行。

### 结束语

综上所述, 石油石化行业作为国家能源命脉, 其无线电通信技术的稳定高效直接关乎安全生产与运营效益。从海上平台到炼化企业, 从管道运输到勘探开发, 各类通信技术各展所长又协同联动, 筑牢了行业发展的数字基石。面对复杂环境下的干扰挑战、安全风险及标准兼容难题, 唯有持续创新抗干扰技术、完善安全保密体系、统一通信标准并强化设备全生命周期管理, 方能构建起适应行业需求的智能通信网络, 为石油石化行业的高质量发展注入持久动力。

### 参考文献

- [1]蔡浩畅.无线电通信短波电台天线技术分析[J].移动通信信息,2025,47(10):4-6.
- [2]杨羽.北斗系统在石油石化行业公共安全领域的应用研究[J].安全、健康和环境,2025,25(3):70-75.
- [3]李洪敏.浅议超短波无线电通信抗干扰技术的发展趋势[J].中国宽带,2024,20(10):100-102.
- [4]刘少林.智能技术应用对石油石化行业供应链的影响分析[J].当代石油石化,2024,32(11):14-21.
- [5]于忠,刘唐斌,黎良明,王弟望,刘华顺.海上无线电干扰监测和防护研究[J].中国水运,2024(10):27-29.