

短波超短波电台在应急通信中的应用研究

崔 莹

内蒙古赤峰市国防动员办公室 内蒙古 赤峰 024000

摘要：短波超短波电台在应急通信中具有独特优势，短波依托电离层反射实现远距离覆盖，抗毁性强；超短波采用视距传播，带宽大且稳定性高。二者均无需依赖地面基础设施，在灾害场景下可快速组网，满足实时语音调度、低速数据传输及定位追踪等需求。通过与卫星、4G/5G等通信技术协同，构建了多层级应急通信体系，成为自然灾害、突发事件中保障指挥畅通的关键手段。

关键词：短波超短波电台；应急通信；应用

引言：在自然灾害、突发事件频发的当下，应急通信对于保障救援指挥、民生求助至关重要。传统通信方式依赖地面基础设施，一旦遭受破坏，极易导致通信中断。短波与超短波电台凭借自身特性，成为应急通信领域关键装备。短波电台可借助天波传播实现远距离通信，超短波电台则在局部组网方面表现出色。深入研究二者在应急通信中的应用，有助于提升应急响应能力，为生命救援和社会稳定提供有力支撑。

1 短波与超短波电台技术基础

1.1 短波电台特性

(1) 工作频段集中在3-30MHz，核心依托天波传播特性实现信号传输：信号经电离层反射后可跨越地平线，无需地面中继即可达成远距离覆盖，在无基础设施区域能实现数百至数千公里通信，尤其适用于跨区域信号传输场景。(2) 抗毁性强，即便地面通信网络受损，仍能通过天波传播维持基本通信；但受电离层影响显著，白天太阳辐射强导致电离层参数不稳定，信号易出现衰落、失真，夜间虽传播条件改善，却仍受磁暴、极光等空间天气干扰。

1.2 超短波电台特性

(1) 工作频段为30-300MHz，采用视距传播方式，信号沿直线传播，无天波反射环节；带宽优势突出，可承载更多数据业务，如语音、图像、低速数据等，信号传输速率和清晰度优于短波电台。(2) 稳定性高，受电离层干扰极小，信号质量稳定，误码率低；但受地形限制明显，山脉、建筑等障碍物会阻挡信号，通信距离通常限于视距范围（约几十公里），需通过中继台扩展覆盖范围^[1]。

1.3 技术对比与适用场景

(1) 短波电台：优势在于广域覆盖能力，无需依赖地面中继，适合长期应急通信场景，如自然灾害后地面

网络瘫痪时的跨区域指挥通信，以及偏远地区无基础设施时的长效通信需求。(2) 超短波电台：适合局部组网应用，在城市、矿区、景区等小范围区域内，可快速搭建组网实现实时调度，如城市消防应急调度、矿区生产指挥、景区游客服务协调等，能满足低延迟、高清晰度的局部通信需求。

2 应急通信场景需求分析

2.1 灾害类型与通信挑战

(1) 地震、洪水、台风等破坏性灾害场景中，通信基础设施易遭受严重损毁：地震引发的地面塌陷、建筑倒塌会压垮通信光缆、基站塔架，洪水浸泡会导致基站设备短路失效，台风强风则可能吹倒信号塔，造成地面通信网络整体瘫痪，此时传统依赖固定设施的通信方式完全中断，急需不依赖地面基础设施的应急通信手段。

(2) 公网拥塞或中断时，存在紧急通信备用需求：重大灾害发生后，大量民众集中拨打求助电话、发送信息，会导致公网信道拥堵，即便基站未损毁，也会出现“能拨通但听不清”“信息发送失败”的情况；此外，极端情况下敌方干扰、网络故障等也可能造成公网中断，此时需备用通信设备保障救援指挥、民生求助等关键信息传输。

2.2 应急通信核心要求

(1) 快速部署：灾害发生后黄金救援时间有限，通信设备需具备便携性，能由救援人员快速携带至现场，无需复杂安装调试，在几分钟至几十分钟内完成开机、组网，立即投入使用，满足“即到即通”需求。(2) 抗干扰：应急场景中可能存在电磁干扰、信号拥堵等问题，通信设备需具备抗干扰能力，如采用跳频、扩频等技术，避免信号被干扰或截获，确保关键指令、救援信息稳定传输。(3) 低功耗：部分应急区域可能缺乏电力供应，设备需支持低功耗运行，搭配便携电池可连续工

作数小时至数十小时，同时兼容太阳能充电等备用供电方式，保障长时间通信不中断。（4）多节点协同：救援现场涉及消防、医疗、公安等多支队伍，通信设备需支持多节点组网，实现不同队伍间的互联互通，允许节点灵活加入或退出网络，且能清晰区分不同用户群组，避免信息混乱^[2]。

2.3 短波超短波电台的适配性

（1）无需依赖基础设施：短波电台通过天波传播，超短波电台可通过临时架设的便携中继台组网，二者均不依赖受损的地面光缆、基站，在基础设施瘫痪区域仍能正常通信，完美适配灾害场景下的通信需求。（2）支持多级中继：超短波电台可通过多级中继台扩展覆盖范围，解决视距传播的距离限制，如在山区救援中，通过在山顶设置中继台，实现山脚与指挥部的信号连通；短波电台虽无需中继，但可搭配便携式天线增强信号，满足不同场景下的通信距离需求。（3）兼容性优势：短波与超短波电台支持多种通信协议，可与应急指挥车、便携终端、卫星通信设备等其他应急通信工具对接，形成“短波+超短波+卫星”的立体化通信网络，同时兼容不同品牌、型号的设备，避免因设备不兼容导致的通信壁垒，保障多部门协同作业。

3 短波超短波电台在应急通信中的应用

3.1 独立组网应用

（1）单兵电台：作为一线救援人员的“随身通信站”，体积控制在手掌大小，重量多在0.8-1.5公斤，支持单手操作，适配消防、医疗、武警等救援场景。采用超短波频段（30-300MHz）实现1-8公里短距离通信，具备防水（IP67级以上）、防摔（1.5米跌落无损）特性，可在废墟、积水、浓烟环境下稳定工作。救援人员通过其实时汇报被困人员位置、伤情信息，接收指挥部的救援路线调整指令，例如地震废墟救援中，单兵可通过电台向外部传递“废墟下有3名幸存者，需破拆工具”等关键信息。（2）车载基站：集成短波与超短波双模块，搭载于应急指挥车后备箱，展开时间仅需5-10分钟。短波模块（3-30MHz）用于与百公里外的区域指挥部建立长距离通信，传递整体救援进展与资源需求；超短波模块则覆盖周边10-15公里范围，连接现场所有单兵电台与便携中继站，形成“区域指挥部-现场指挥车-一线人员”的三级通信链路。在洪水救援中，车载基站可随指挥车沿河道移动，确保移动过程中通信不中断^[3]。（3）便携式中继站：重量约3-5公斤，支持2人抬运或三脚架固定，通过超短波频段延伸通信距离。在山区、高层建筑群等遮挡严重的场景，单个中继站可将通信覆盖范围从5公里扩展至

20公里，多个中继站串联可形成“链式组网”，例如台风救援中，在受灾区域的山顶、高地依次架设中继站，解决沿海平原与山区的信号阻隔问题，保障偏远村落的救援信息传输。

3.2 混合通信体系构建

（1）与卫星通信协同架构：采用“卫星+电台”的“远传-近联”模式，卫星负责跨区域长距离数据传输，将现场指挥车收集的救援视频、人员统计数据传递至千里外的国家级指挥部；短波超短波电台则承担“最后一公里”通信，指挥车通过电台将国家级指令下发至一线单兵，同时收集单兵反馈的实时信息。该架构解决了卫星信号在复杂地形中穿透力弱的问题，例如高原地震救援中，卫星信号受云层遮挡不稳定，电台可确保指挥车与单兵的近距离稳定通信。（2）与4G/5G协同架构：分为“互补”与“备用”两种模式。在公网局部拥堵场景，4G/5G用于民众报平安、非紧急物资调配等普通通信，短波超短波电台专门承载救援指挥的高优先级语音与数据，通过信道隔离避免拥堵影响；在公网完全中断场景，电台搭建临时“应急微网”，通过车载基站模拟小型通信核心网，支持4G/5G终端接入，例如城市内涝导致基站瘫痪时，民众可通过手机连接电台微网，发送紧急求助信息^[4]。

3.3 典型功能实现

（1）语音调度：支持单呼（指挥人员呼叫特定单兵）、组呼（呼叫某支救援队伍，如“消防一组”）、全呼（呼叫所有现场设备），配备降噪麦克风，在狂风、机械轰鸣环境下仍能保证语音清晰度，同时支持语音加密，采用AES-256算法防止指令被截获，确保救援方案不泄露。（2）数据传输：可传输文本（如“XX区域需50件救生衣”）、低清图像（如废墟内部结构照片）、传感器数据（如环境温湿度、有毒气体浓度），传输速率达1.2-19.2kbps，虽低于公网，但在弱信号环境下误码率低于0.1%，能稳定传递关键数据，例如化工园区爆炸救援中，可实时传输有毒气体扩散数据。（3）定位追踪：集成GPS/北斗双模定位，定位精度1-5米，单兵电台每30秒自动向指挥车发送位置信息，指挥终端在电子地图上显示所有救援人员位置，标注“已搜索区域”“待搜索区域”，避免重复作业；若人员失联，可通过历史定位轨迹快速锁定搜救范围。（4）紧急报警：设置红色独立报警键，单兵遇到余震、二次坍塌等危险时，按下按键即可触发三级报警一向指挥车发送含位置的报警信号、启动电台自带蜂鸣器、点亮警示灯，指挥人员可在10秒内收到报警信息，启动就近救援力量，缩

短遇险人员等待时间。

4 技术挑战与优化方向

4.1 现存问题

(1) 频谱资源紧张：应急通信需与民用、军用等多领域共享3-300MHz频段，灾害发生时大量救援设备同时启用，易出现信道冲突、信号叠加问题，导致关键通信链路中断；且部分频段受政策管制，应急场景下临时申请频谱的流程复杂，难以快速获取可用信道。(2) 设备便携性不足：传统短波电台需搭配大型天线、厚重电池，整套设备重量常超过10公斤，不利于救援人员徒步携带；部分车载基站体积大、安装繁琐，在狭窄废墟、山区小路等场景中难以快速部署，延误通信搭建时机。

(3) 加密能力有限：现有多数应急电台采用简单的数字加密算法，面对复杂电磁环境下的恶意破解、信号截获时防护能力弱；且不同品牌电台的加密协议不兼容，多部门协同救援时需关闭加密功能才能互通，存在信息泄露风险。

4.2 改进策略

(1) 软件定义电台（SDR）提升灵活性：通过软件编程实现频段、调制方式的动态调整，无需更换硬件即可适配不同应急场景，例如在频谱拥堵时自动切换至空闲频段，在远距离通信时切换为短波模式，在局部组网时切换为超短波模式，大幅提升设备适配性。(2) AI辅助的频谱管理与抗干扰算法：利用AI实时分析频谱使用情况，预测信道拥堵风险并提前分配备用信道；同时通过AI算法识别干扰信号类型，自动调整跳频频率、信号功率，抵消电磁干扰影响，例如在台风天气的强电磁环境中，可将抗干扰能力提升30%以上。(3) 新能源供电与轻量化设计：采用锂电池与太阳能板结合的供电方案，电池重量减少50%以上，且支持阳光照射下实时充电，延长设备续航时间；机身采用高强度轻量化材料（如碳纤维），将单兵电台重量控制在3公斤以内，车载基站通过模块化设计实现快速拆解、组装，适配复杂部

署场景。

4.3 未来趋势

(1) 融合物联网的智能应急电台：在电台中集成温湿度、气压、振动等传感器，实现“通信+环境监测”一体化，例如在地震救援中，单兵电台可同步采集废墟内温湿度数据，为救援决策提供参考；同时支持与物联网设备（如无人机、智能穿戴设备）互联互通，无人机搭载电台中继模块扩展覆盖范围，智能手表通过电台向指挥中心传输救援人员生命体征数据，构建立体化应急感知网络。(2) 量子加密技术在安全通信中的应用：利用量子密钥分发技术实现“一次一密”的绝对安全通信，密钥通过量子态传输，任何截获、破解行为都会导致量子态坍塌，确保指挥指令、民生信息不被泄露；未来将量子加密模块小型化集成至便携电台，解决多部门协同中的加密兼容问题，同时简化密钥生成与分发流程，满足应急场景下的快速安全通信需求。

结束语

综上所述，短波超短波电台在应急通信中作用显著，为灾害等紧急场景下的信息传递筑牢了根基。面对频谱资源紧张、设备便携与加密能力有限等现实问题，科技的创新为其带来优化契机。展望未来，随着相关技术持续突破与融合，短波超短波电台将更智能、高效且安全，进一步强化应急通信能力，在关键时刻更好地守护公众生命财产安全与社会稳定。

参考文献

- [1]郭德誉,杨杰.浅谈超短波电台远距离通信布点选择[J].数字通信世界,2020,(08):83-84.
- [2]陈真.基于软件定义的超短波多通道电台设计[J].电子世界,2021,(13):110-112.
- [3]吴延顺.短波天线应急指挥通信中的应用探析[J].通讯世界,2020,(07):80-81.
- [4]甘露.短波电台在人防机动通信系统中的作用研究[J].无线互联科技,2020,(09):90-91.