

# 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，成为应急通信领域的关键装备。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<sup>[1]</sup>。

### 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<sup>[2]</sup>。

### 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<sup>[3]</sup>。(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<sup>[4]</sup>。

### 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.