地震预警系统的可靠性评估与提升策略

李　南
包头市地震台　内蒙古　包头　014030

摘　要：地震预警信息的终端落地应用，是地震灾害避险效果有效转化的重要环节，预警信号启动之后，如何高效、精准地将预警提示转化为群众的实际疏散避险行为，也是现阶段应急响应体系建设需要重点完善的内容。本文围绕地震预警信息从官方发布到终端接收应用的完整流程，梳理信息传输滞后、终端适配能力薄弱、现场疏散指引不完善等各类制约应急处置效率的核心问题，从终端覆盖优化、预警信息标准化推送、预警与疏散联动体系搭建等多个维度，提出针对性的改进思路与优化方案，可为不同场景下地震预警应急响应能力的提升提供一定的参考依据。

关键词：地震预警；终端应用；应急响应；预警-疏散联动；信息服务

引言：地震预警信息的终端应用是震灾避险效能转化的关键环节。地震预警依托地震波传播速度与电磁波传输速度的差值实现提前预警，但从预警信息发布到公众采取有效避险行动，仍存在明显的“最后一公里”问题。当前预警信息在终端接收、展示、响应等环节存在诸多制约，直接影响预警信息的实用价值。

本文从终端应用视角出发，分析预警信息从发布到疏散行动转化过程中的关键制约因素，提出覆盖终端适配、信息标准化、预警-疏散联动、公众教育等方面的优化策略。

1 地震预警信息应急响应的核心流程与服务需求

地震预警应急响应的核心本质是预警信息的全链条落地与人效转化，完整流程涵盖台网研判发布、网络传输推送、多类终端接收、用户感知响应、现场疏散避险五大环节，形成从技术预警到实战避险的闭环服务体系。区别于后台系统运行逻辑，终端应急响应聚焦信息“最后一公里”落地，核心是实现预警信息精准触达、清晰展示、快速赋能。在服务需求层面，不同应用场景与用户群体形成差异化终端服务诉求，公众用户需要简洁直观、易懂可用的预警提示与疏散指引；校园、商超、园区等人员密集场景，需要终端同步告警、分区联动、快速统筹疏散服务；市政、交通、能源等行业终端，需要分级精准预警、设备联动管控、应急协同调度服务。全域终端快速触达、信息场景适配、行动指引配套、高效响应转化，是地震预警终端应急服务的核心刚需，也是提升震灾避险实效的关键前提[1]。

2 地震预警信息终端应急响应的制约因素分析

2.1 信息传输末端延迟与终端覆盖不足

预警信息的末端传递和终端布设，会支撑整个应急处置工作，现阶段全域终端布设体系还存在信号盲区以及时效层面的缺陷，预警消息的推送大多依靠单一通信通道，手机应用、广播、电视和专用预警设备各自独立运转，缺少多路径联合推送的相关机制；山区、偏远村落、地下空间以及封闭楼宇这类信号较差的区域，普通民用设备常会出现消息接收滞后或者接收失败的现象，不同类型终端的响应速度也存在不小差距，专用预警设备反应相对更快，民用手机、新媒体终端容易受到网络拥塞、设备休眠、权限设置等因素干扰，出现数秒乃至数分钟的滞后，会缩减避险可用时间，老旧居民区、乡镇位置的公共预警设备布设偏少，人流集中场所的终端密度不足，预警消息难以全面送达，会直接影响基层应急处置的实际效果。上述传输与覆盖问题直接影响预警信息触达用户的时效性，进而制约后续疏散指引的推送与响应。

2.2 预警信息格式与终端展示适配性差

现阶段地震预警信息缺乏统一标准化输出、展示规范，各类终端信息适配能力不足，严重影响用户快速感知与研判。后台发布的预警数据参数繁杂，包含震级、震中距、预估烈度、预警时长、影响范围等多项专业数据，但不同终端的展示逻辑、页面布局不统一。多数民用终端存在信息堆砌、专业术语过多、重点不突出的问题，普通公众难以快速抓取核心避险信息。部分终端仅简单推送预警提示，无烈度等级、危险程度、剩余避险时间等关键内容，信息展示碎片化、不规范。同时，终端未实现场景化适配，居家、办公、户外、校园等不同场景下的信息展示无差异化，无法适配不同环境下用户

的快速识别需求，极易造成用户忽视、误判预警信息，降低预警信息的实用价值[2]。

2.3 预警触发后疏散指引缺失与响应脱节

预警-疏散联动脱节是当前终端应急响应体系最核心、最突出的问题，也是制约预警效能转化的关键瓶颈。现有预警终端仅承担“信息告知”功能，普遍缺乏配套的应急疏散指引与联动响应机制，形成“有预警、无行动”的脱节现状。预警信息触发后，终端仅推送震情预警通知，未结合用户所处位置、场景环境提供精准的疏散路线、避险点位、禁止区域、自救措施等实操指引。对于校园、大型商圈、工业园区、住宅小区等重点场景，缺乏分区、分层、分区域的专属疏散方案，无法为管理人员和普通群众提供精准行动依据。同时，终端与现场应急设备、应急指挥体系无联动接口，预警触发后无法自动联动声光报警、广播喊话、门禁开启、电梯停运等应急操作，人工响应滞后性极强，错失黄金避险时间，导致预警技术优势无法转化为应急避险实效。

2.4 公众信息接收与应急行动转化率低

终端预警信息的最终价值落地于公众应急行动，但当前公众预警感知、应急处置能力不足，导致信息接收与行动转化严重脱节。一方面，多数公众对地震预警信息认知不足，无法区分预警等级、辨别危险程度，面对预警提示易出现恐慌慌乱、不知所措的情况，或存在侥幸心理、忽视预警信息，错失疏散避险时机。另一方面，常态化应急科普教育缺失，公众缺乏标准化、场景化的避险疏散训练，不掌握不同场景下的应急处置方法，即便接收完整预警信息，也无法快速开展规范避险行动。此外，现有终端体系缺乏用户反馈闭环，无法收集公众预警接收情况、应急响应问题、场景适配需求，长期存在服务供给与用户实际需求不匹配的问题，持续制约应急响应整体效能提升。

3 面向终端应用的预警信息服务优化策略

3.1 多终端覆盖与信息同步推送机制

地震预警终端存在覆盖不全、传输滞后、推送不同步等各类末端问题，全域协同、快速同步的预警推送体系可以有效改善这类问题，能够让预警信息高效、均衡地送达各类用户；系统可以对各类预警终端做分层布设优化，人员密集的校园、医院、商业场所、园区及交通点位，能够加密布置声光预警、广播、公示大屏等公共设备，乡镇、偏远山地及地下信号薄弱区域，可以增设便携预警设备与乡村广播终端，各类手机、新媒体、智能穿戴等民用终端资源也可以完成整合，以此实现公私终端的互补覆盖；多类型传输渠道可以进行融合使用，依托专网、移动网络、卫星及调频广播搭建主备推送架构，常规场景依靠高速网络实时传讯，灾害引发网络故障时可自动切换备用推送模式；设备推送权限可以得到优化，专属预警权限能够破除设备休眠与后台限制，保障预警提示正常触发，终端在线监测机制的落地，也可以持续排查设备运行异常，逐步完善全域全天候的预警触达体系[3]。

3.2 标准化预警信息模板与场景适配

现阶段地震预警信息的推送展示工作，普遍存在内容格式不统一、场景适配效果差、信息辨识度不足等各类问题，统一化的信息输出规范与展示标准，能够在很大程度上改善这类行业常见问题，适配不同终端设备与应用场景的差异化信息模板，也可以进一步提升预警内容的实用性与精准性。预警信息的核心展示内容可以完成统一规范处理，系统能够对预警文本中的冗余专业参数进行删减处理，只留存预警等级、地震震级、避险剩余时长、预估灾害烈度、风险提示内容以及避险注意事项等核心关键信息，以此构建通用性强、格式规整的基础地震预警模板。预警内容的展示形式，可依据重、中、轻三类风险等级做出差异化区分，不同的界面配色、声光提示频率以及弹窗展示形式，能够直观划分灾害风险程度，帮助社会公众快速识别灾害隐患等级。不同类型的终端设备，可配套对应的场景化信息展示方案，公共公示设备与广播终端，可采用大字体图文搭配循环语音播报的基础展示形式，个人智能终端可依托设备定位功能，推送贴合用户属地的预警内容与针对性避险指引，行业专用终端设备可留存适配应急调度工作的专业数据内容。预警系统可根据实时震情动态更新预警信息，有效避免固定化信息推送带来的认知误导问题，针对老年人、未成年人等特殊群体，系统可简化信息展示逻辑，强化语音播报与页面高亮提示功能，全方位实现全场景、全人群的精准化预警适配服务。

3.3 预警-疏散联动响应接口设计

预警信息与人员疏散的联动响应机制，是终端应急服务体系的核心组成部分，也是预警信息落地转化为实地避险行为的关键环节，一体化的联动接口体系，能够有效打通预警发布、终端响应、现场疏散、应急管控的全工作流程，可以实现预警触发与现场应急处置的无缝衔接，能够充分适配地震预警应急一体化系统的建设规范。智能疏散对接接口可以依托终端定位技术与场景数据库搭建成型，预警程序启动之后，终端设备可以自动识别用户所处的校园、社区、商圈、厂区等具体场景区

域，匹配对应标准化的人员疏散实施方案，精准推送可行的疏散路线、安全避险点位、灾害禁入区域以及各类避险常识，能够有效解决仅推送预警提示、无实操避险指引的行业痛点。公共预警终端搭载的联动接口，可在预警信息下发完成后，自动启动声光警报、应急广播、应急照明等设备，同步完成门禁解锁、电梯停运、设备断电等一系列应急操作，大型公共区域采用的分区接口设计模式，也可以规避全域统一告警引发的人群聚集拥挤、疏散混乱等安全隐患。终端设备可同步对接全域应急指挥平台，实时上传现场人员疏散数据与各类异常工况，能够为后台应急调度、应急资源配置、灾情综合分析提供可靠的数据支撑，从而构建完整的应急联动工作闭环，有效改善预警发布与现场应急处置工作相互脱节的实际问题[4]。

3.4 公众应急教育常态化与信息反馈闭环

公众对预警的认知水平和应急避险行动的转化效率有待提高，需建立常态化科普教育体系和完整的用户反馈闭环，持续改进终端服务质量，逐步增强大众应急能力，夯实地震预警终端落地应用的基础；各类预警终端可以充当科普传播载体，在没有预警事件的日常时段，持续滚动推送地震科普内容，不同场景的避险方法以及疏散相关规范，校园、居民区、企业这类重点场所，可以依托预警系统定期组织模拟疏散演练，帮助受众熟悉预警信号，掌握撤离流程，降低灾害来临时的慌乱情绪，新媒体、线下宣讲、宣传手册这类渠道也能够同步使用，普及预警分级，信息识别等相关知识；终端设备可以增设反馈板块，使用者能够上报接收延迟，内容展示出错，指引不合理或是设备故障等问题，收集到的反馈信息会被定期整理研判，用来调整终端推送规则，信息模板与疏散联动方案，常态化开展服务效果评估，统计预警接收比例，应急转化水平与用户满意程度，找出服务存在的短板，形成用户反馈、问题研判、优化迭代、效能提升的闭环模式，持续适配大众的应急需求，增强预警终端服务的实用水平与覆盖范围。

3.5 终端服务效能评估与迭代机制

终端预警服务的实效需要通过常态化评估持续优化。建立以用户反馈为核心的服务效能评估机制：在小程序端设置用户反馈入口，收集预警接收延迟、疏散指引清晰度、路线可行性等实际使用问题；定期统计预警信息的终端触达率、用户响应率、疏散指引打开率等核心指标，识别服务薄弱环节；根据反馈数据持续优化信息模板、推送策略和疏散联动方案，形成“用户反馈—问题研判—优化迭代—效能提升”的闭环机制，保障终端预警服务持续贴合用户实际需求[5]。

结束语：地震预警信息的终端应急响应能力，是决定震灾防控实效的“最后一公里”。预警信息的价值不仅在于“早收到”，更在于“快响应”。本文从终端应用视角出发，系统梳理了预警信息从发布到疏散行动转化过程中的关键制约因素，提出了覆盖终端适配、信息标准化、预警-疏散联动、公众教育等方面的优化策略。后续研究将结合“地震预警与应急响应一体化系统”的实测运行数据，持续完善预警触发与疏散指引的智能联动机制，推动地震预警信息向精准化、场景化、普惠化方向发展。

参考文献

[1] 李栋, 邓耀华, 王欣, 等. 基于 DoDAF 视角的新疆地震预警系统工程分析 [J]. 区域治理,2026,(5):0259-0261.

[2] 丁晶, 李丽. 地震预警信息服务策略探讨 [J]. 地震地磁观测与研究,2024,45(5):177-182.

[3] 杨云龙, 张甜甜, 张廷杰, 等. 基于物联网和人工智能的电梯地震预警系统研发及应用 [J]. 中国特种设备安全,2025,41(4):44-48.

[4] 李冠群, 缪惠全, 侯本伟, 等. 空间地震动场中城市供水-电力耦合系统抗震可靠性评估 [J]. 防灾减灾工程学报,2026,46(4):809-819.

[5] 郭银应, 钟德燕, 唐茂云, 等. 重庆地震预警终端建设现状及展望 [J]. 四川地震,2026,(1):46-51.