

# Discussion on the dissemination mechanism of earthquake early warning information in Karamay City

Bolaxiake Hanati

Karamay Earthquake Monitoring Center Station of Xinjiang Uygur Autonomous Region Earthquake Bureau, Karamay, Xinjiang, 834000, China

## Abstract

Karamay is an important petroleum energy production base in Xinjiang, located at the intersection of the northern margin of the Tianshan Mountains and the western margin of the Junggar Basin, with complex geological structures and extremely dense fault zones. With the agglomeration of regional energy industries and the improvement of urbanization, the risk of earthquake exposure to people, infrastructure and critical energy facilities in the region continues to rise, which puts forward more stringent requirements for timely acquisition and dissemination of earthquake information. Based on this, this paper expounds the actual earthquake risk characteristics and the current situation of early warning information dissemination in Karamay City, and then discusses the optimization strategy of early warning information dissemination mechanism, in order to provide a reference for the accuracy, real-time and industrial adaptation of Karamay earthquake early warning information dissemination.

## Keywords

Karamay City; Earthquake; early warning information; Transmission mechanism

# 克拉玛依市地震预警信息传播机制探讨

波拉夏克·哈那提

新疆维吾尔自治区地震局克拉玛依地震监测中心站, 中国·新疆 克拉玛依 834000

## 摘要

克拉玛依是新疆重要的石油能源生产基地,其地处天山北缘与准噶尔盆地西缘交汇区,地质构造繁杂且断裂带发育极为密集,地震活动呈现出一定的隐伏特性以及突发性。随着区域能源产业集聚以及城市化水平提升,该地区人员、基础设施与关键能源设施面临的暴露风险持续攀升,这对震情信息及时获取与传播提出了更为严苛的要求。基于此,文章针对克拉玛依市实际地震风险特征,以及预警信息传播现状展开阐述,随后分别探讨其预警信息传播机制的优化策略,以期为克拉玛依地震预警信息传播的精准化、实时化和工业适配化提供参考

## 关键词

克拉玛依市; 地震; 预警信息; 传播机制

## 1 引言

随着地震灾害防控能力和水平不断提升,地震预警成为保障区域安全和重点地区、重要设施平稳运行的关键手段之一。克拉玛依市是新疆重要的石油勘探开发和深层油气开采基地,城市功能布局既有能源生产的功能,又有居民生活功能,亟需地震预警系统提供时效性强、精度高的多途径地震预警服务。《新疆维吾尔自治区地震预警管理办法》对地震预警信息发布职责分工、信息传输和应急响应等相关要求作出规定,为区域预警体系建设提供政策支撑。国家地震烈

度速报与预警工程(以下简称“国家预警工程”)开展全国性监测网建设和多通道信息发布工作,完成震源参数秒级快速计算和公众、重要对象秒级预警,并对全国各地提供技术服务。克拉玛依市须借鉴国家预警工程标准化工建设体系,考虑到油田生产区特殊的平面空间分布、工业设施对事故反应的敏感程度、地面条件荒寂分布,按照面向能源产业链耦合程度,形成一种既可防震减灾又能护企安家的特定预警信息传播模式<sup>[1]</sup>。

## 2 克拉玛依市地震风险特征

### 2.1 区域断裂构造格局与潜在孕震条件

克拉玛依市地处准噶尔盆地西缘,区域构造活动受北天山造山带与准噶尔盆地边界带的双重控制,形成了复杂的断裂系统和多阶段构造演化特征。盆地北缘发育的阿尔泰山前断裂带、克拉玛依断裂带及乌尔禾—一百口泉等次级断裂构

【作者简介】波拉夏克·哈那提(1996-),男,哈萨克族,新疆维吾尔自治区阿勒泰市人,本科,助理工程师11级,主要从事地震监测、地震监测仪器设备运维研究。

成了主要的活动构造单元，这些断裂在新生代以来持续接受挤压与走滑应力，表现出明显的张剪复合特征。地震地质调查表明，克拉玛依断裂及其分支具备深部基底断裂贯通的结构条件，具备积累和释放应变能量的空间，为中强级以上地震的孕育提供了必要的构造环境。同时区域重力与地震勘探资料显示，盆地边界断裂与内部隐伏断裂之间存在多条次级构造交汇带，这些部位岩体破碎、断裂密度大、应力集中度高，易成为地震能量释放的薄弱环节。再加上准噶尔盆地西缘长期处于印度板块与欧亚板块远程挤压的应力传递区，构造应力场呈现周期性增强趋势，进一步提升了断裂活化的可能性，为克拉玛依市地震发生提供了深部动力来源和地表破裂通道。

## 2.2 能源产业布局下的地震次生风险

作为我国重要的石油化工基地，克拉玛依盆地中西部密集分布着大规模油气田与输储管网，而塔城地区也有着较多油气开发和储运设施，使地震事件可能引发的次生灾害具有多重叠加特征。油田区广泛分布着采油井群和注水井网，一旦发生地震受地表位移断裂错动以及地震波影响，油气开采井群储油区和长距离输油管线极易出现结构破坏，从而引发原油泄漏与天然气爆燃等一系列连锁灾害。加上跨区输油输气管道多沿主要交通廊道和河谷展布，受断裂错动或地表现形变影响时易发生应力集中和焊缝撕裂，造成大范围输送中断与泄漏事故，对下游能源供应体系形成链式冲击。同时浅层地应力场会因油田注水、压裂等作业产生扰动，甚至可能加剧局部应力集中，继而导致微震或者地震风险增加<sup>[2]</sup>。另外，该地区聚集着大量城市燃气管网、高压输电网络以及盆地边缘的煤化工企业，若出现中强度以上的地震极有可能引发爆炸、火灾以及大面积能源供应中断的情况，进而导致区域性次生环境污染以及经济损失。

## 2.3 人口与城市系统的地震易损性

克拉玛依市的城市空间结构受资源型产业带动而形成显著的功能分区，主城区人口密度集中，工业区、生活区与交通枢纽呈沿河及盆地边缘带状分布，这种格局在强震作用下易造成局部高烈度灾害的累积效应。目前克拉玛依市人口持续向城市集中，早期工业设施以及部分老旧居民区存在结构老化且抗震设防标准偏低，而高层建筑数量的增加也提高了基础设施对地震荷载的要求，大型地下管廊、隧道以及排水系统在城市地下空间开发下密度持续攀升。在这种情况下，若缺乏科学高效的地震应急响应与预警信息传播机制，一旦发生地震极易造成人民生命财产损失，甚至引发重大公共安全危机与社会秩序的混乱。

# 3 克拉玛依市地震预警信息传播现状

## 3.1 国内地震预警传播体系的建设现状与技术特点

过去十多年里，我国地震预警信息从单一震感速报，发展成为集多通道、实时化、精细化为一体的预警信息立体

化“监测—分析—发布”传播机制，利用国家地震监测台网、区域强震动监测网、卫星通信、地面微波链路、5G网络等通信方式，实现秒级的震源参数计算与信息推送。目前，大部分地区的预警信息发布已由地震速报、地震参数、烈度速报、摇晃报告形成“监测—分析—发布”的闭环链式作业，通过广播电视、移动通信运营商短信、互联网和智能终端APP等多种媒体平台实现数秒级传播效能，将预警信号送到重点人群、重点区域、重要设施。该技术已在东部地震高发区、城市密集区广泛应用，不过能源资源型城市方面的传播需求上尚缺乏针对性适配。

## 3.2 克拉玛依城市产业格局下的预警传播现实需求

克拉玛依是我国典型的石油勘探和深层油气开采基地，城市布局呈现出“生产基地与居住区并行”的空间形态，大量油田井口、长输管道、化工储罐及加压泵站构成高风险工业链条。与普通城市相比，震动波在油气集输管线、钻井平台以及地下储罐中产生的次生效应更为敏感，稍有迟滞的预警传输就可能影响紧急停泵、阀门切断和人员疏散的时序。由于油田生产区分布广阔、地形起伏大，常规移动通信和广播信号在荒漠及戈壁区域易出现盲区，导致预警信息的实时覆盖在技术上面临更高要求。

## 3.3 现有信息传播模式在克拉玛依的适配性与表现

在目前我国地震预警网中，主要采用面向公众的大范围统一推送方式，强调大范围同步覆盖。但是针对克拉玛依能源生产体系，在对公众发出预警的同时，还需要额外考虑对油气生产系统的定向、高优先级的信息传输。例如在地震波到达之前几秒，通过专线信号把超高精度、低延迟的信息发送到钻井控制系统、油气管网监测平台、化工装置的安全阀上，控制自动停机、管道切断等。但现有移动通信和互联网平台化的推送机制很难保障该业务所需的几十毫秒的信息链路冗余和传输稳定，这与克拉玛依高危能源生产环境形成技术上的差异化挑战。

# 4 克拉玛依市地震预警信息传播机制的优化策略

## 4.1 构建面向能源产业的本地化预警信息闭环

在克拉玛依市的地震预警信息传播机制优化工作中，首先要解决的问题就是本地地震数据的快速接入。可依托现有的监测站网络，实现与国家地震台网的实时同步，对震源震情信息秒级上传到本地监测中心。根据城市的能源产业特点，在油区、化工厂和重要基础设施周围，可通过增加观测点的办法提高当地灾害信息采集量，降低从震源检测到预警信息触发的时间差，保证强震波及前就可以下发第一阶段的信息。其次，提高当地自动分析的能力，自动监测与分析高精度自动计算震源参数，根据算法计算出本次地震的震级、震中的大致位置以及烈度估计的范围，实时生成可下发的标准化信息包，为下游预警分发提供决策依据。此外，技术适

配与系统冗余是保障信息可靠性的关键。对于克拉玛依地理环境影响与网络覆盖不均的现状,需要建立卫星通信、专用工业网、移动通信三通道并行传送机制,实现同一信息不同通道互相备份。对于重要的公共设施以及企业,需接入专门的端口,保证在任一传输通道出现故障的情况下预警信息也能够正常传播。最后,本地监测中心要定期开展模拟演练,按照油田、化工厂、城市重要基础设施等场景组织开展演练活动,检验数据采集、参数计算、多渠道下发等工作流程中数据采集与下发响应时间和准确率。并及时根据演练结果修改相关参数及上传方式,为地震监测与信息下发提供有效支撑。

#### 4.2 实现产业链定制化预警服务

为促进克拉玛依市地震预警机制与地震产业链的匹配,在细化分级预警时,首先要确定石化基地、油田、物流园区的重点预警对象、预警分等级临界值(通过震情资料和地震波传播模型获得不同等级地震下的强震波影响范围),针对具体的地理坐标、石化基地、油田、物流园区重要作业点等,根据历史地震情况,利用地震波传播模型确定各台站地点所能承受的最大地面振幅值。其次,针对不同企业操作类型以及各行业配置的设备布局,需要对预警参数进行个性化描述,比如,可以按照预计地表加速度、震波持续时间、波及范围、危险等级等内容进行分级预警,并配合企业自身生产业务高峰期以及停业的某些关键性设备位置用图表、文字、动画或声讯等手段传递给调度人员、操作工人。比如,克拉玛依某大型石化企业,其涉及到的核心生产设备主要是石油储罐、裂解装置、管道输油。针对该类设施,可对地震预警参数进行分层设定。这样一来,预警信息不但可以进行震情参数的传达,而且还能有效结合起企业关键设备布置和操作流程,使员工和管理层能够在第一时间做出针对性应对,保障产业链安全和连续运作。

#### 4.3 多渠道融合提升信息覆盖与可操作性

推进克拉玛依市地震预警信息的传播优化,最终达到预览信息覆盖面广且具有即时效应的目的,还要充分发挥多渠道融合对宣传的信息覆盖面广、传播速度快的特点优势。一方面要尽快建立多通道同发的宣传发布体系,将预警信息发布给手机短信、微信企业号、广播电视、企业内部OA系统、地震预警专用App等多个平台,做到传播的全方位覆盖。

另一方面可以根据不同的人群特征,建立精准化的有针对性的推送机制。比如,根据震源坐标、地震波的传播路线、各类设施的脆弱性,第一时间给震中的附近的企业控制中心、应急指挥机构和关键的基础设施进行推送,而对一些低风险区域、非重点的单位可采取延时或者是进行摘要推送,这样能减少信息量的叠加、避免误报等情况的发生。此外,在信息展示上,应采用地图上标示、动画演示以及简单的烈度等级表示的方式输出预警信息。特别是在能源密集型产业地区,可以结合油井、管线分布情况进行绘图,制作成区域局部热力图,让操作人员可以快速定位出风险区域,从而能够做出快速的操作行为。对市民端而言,在移动端显示简易图标和震情等级提示,让震情信息一目了然,能在第一时间获取到准确震情,并及时采取应对措施,形成立体覆盖、重点突出、简明易懂、可操作性强的多方触达的全方位、全渠道的信息发布体系。

## 5 结语

克拉玛依是我国西北地区的重要能源产业基地,其地震风险既与整体城市公共安全息息相关,又与天然气、石油等很重要产业链的运行有着关键影响。根据该区域断裂构造、产业布局以及人口系统特点,应当要基于国家地震预警体系,联系当地城市发展、能源产业特征来建设起面向重点行业和高风险区域的分级预警机制,推动信息传递的精细化与智能化。同时,应强化政企联动、媒体协同与公众参与,形成从监测、预警到响应的闭环管理体系。通过制度优化以及技术革新方可切实提高该地区地震预警信息传播的精准性和可操作性,从而最大程度地保障人民生命财产安全。

## 参考文献

- [1] 王祥,张长娟,牟亚南.地震预警信息应急广播发布机制的应用分析——以四川省地震预警试验为例[J].广播电视网络, 2022, 29(3):3.
- [2] 林卓.陕西地震灾害应急响应能力提升的制约因素与对策研究[D].西北大学,2020.
- [3] 马艳,傅雪鹏.地震预警应急广播快速发布机制研究[J].广播与电视技术, 2021, 48(2):6.
- [4] 李湖生.关于地震灾害应急响应级别问题的探讨[J].中国应急救援, 2024(3):5-9.