



在演练中,收到地震预警信息后,北京市门头沟区妙峰山民族学校学生有序跑出教学楼。视觉中国供图

# 马强：搭建地震预警守护网

## 总师对话

◎本报记者 朱虹 通讯员 赵真

2025年2月20日20时4分,宁夏回族自治区银川市许多市民的手机屏幕突然变为醒目的橘黄色,全国地震预警微信小程序弹出紧急提示——“有感地震,请注意防范”。

这是中国地震预警网第242次准确播报。国家地震烈度速报与预警工程(以下简称“国家地震预警工程”)总工程师、中国地震局工程力学研究所强震动观测中心主任马强及其团队用十余年“织”就了这张守护网。日前,马强接受科技日报记者采访,讲述了他和团队从科学研究到示范探索、再到应用服务的艰辛过程。

## “我们要成为‘吹哨人’”

**记者:**地震预警和地震预报有何区别?  
**马强:**地震预警和地震预报是两个完全不同的概念。地震预报是指在地震发生前,工作人员依据观测资料研判,进而推断出未来地震可能发生的时间、地点和震级大小。而地震预警是在地震发生后,更准确地说,是在地下断层刚开始破裂,但地震波还未传播开来时,通过技术手段快速发出警报。

**记者:**请您简要介绍一下国家地震预警工程。

**马强:**我国是地震多发国家。为增强地震灾害监测预警和风险防范能力,2018年中国地震局启动国家地震预警工程建设。历经5年多,该工程于2024年全面建成。我和团队为此做的研究在2005年前后就已开始。

传统地震监测往往是事后告知,而我们要成为“吹哨人”。国家地震预警工程建成了覆盖全国的地震预警网。在重点预警区,首报用时平均仅7秒;在一般预警区,首报用时为10秒至30秒。这张网可以在破坏性地震波到达前为人们争取数秒至数十秒的避险时间。

**记者:**重点预警区和一般预警区是如何划分的?  
**马强:**综合考虑我国震情特点、人口分布以及经济发展等因素,我们将全国划分为重点预警区和一般预警区。重点预警区涵盖华北、南北地震带、东南沿海、新疆天山中段以及拉萨这5个区域,涉及19个省(区、市)。在这些地区,地震预警网具备震后10秒内进行预警的能力。我国其余地区则为一般预警区,地震预警网在这些地区具备在震后10秒至30秒内进行预警的能力。

**记者:**当地震发生,地震预警网如何工作?  
**马强:**1.8万个地震观测站点共同构建起这张地震预警网,24小时不间断监测大地的震动。当地震发生,距离震源最近的观测站点会先捕捉到地震波信号,处理系统对捕捉到的信号进行分析,甄别究竟是地震信号还是干扰。随着地震波不断传播,更多观测站点捕捉到地震波信号。基于这些信息,自动化处理系统能够快速锁定地震发生位置,估算震级大小。一旦地震震级达到预先设定的预警级别,预警信息便会立即通过发布系统自动发出。

**记者:**地震预警网实现了哪些突破?  
**马强:**过去,受限于数据处理技术和能力,需要等到较多观测站点接收到相对完整的地震波信息,才能最终给出地震的基本参数,如震级、震中位置等。整个流程耗时较长,通常需要2分钟左右左右才能完成一次地震速报。这种“分钟级”的响应速度,

在争分夺秒的地震紧急处置场景下,明显滞后。

如今,随着科技进步,我们实现了重大突破,从过去的“分钟级”地震速报时代,进入了“秒级”地震预警时代。有了这张地震预警网,除了能在震后数秒内发出预警信息,我们还可以在震后数分钟内,进一步细化地震相关参数;在数小时至数天内,持续为后续救援、灾害评估等工作提供全方位、动态更新的地震信息。可以说,目前我国已经形成了“秒一分一时一天”全时序地震信息产出体系,应对地震灾害能力大幅提升。

**记者:**截至目前,全国地震预警网预警了多少次? 预警用时是多少?

**马强:**在国家地震预警工程建设过程中,我们始终坚持边建设、边运行、边服务的原则。自2021年5月起,全国地震预警网已成功处理4.0级以上地震200余次。平均而言,从地震发生到发出首报信息,仅需7.4秒。与地震速报结果相比,该预警网所给出的震级,平均偏差仅0.4级。全国地震预警网展现出的强大预警能力,远超最初的设计预期。

## “遇到困难再坚持一下”

**记者:**在研阶段,您和团队遇到的最大难题是什么?

**马强:**如何使地震预警的时效性与可靠性同时达到较高水平,是我们面临的最大难题。

在大地震的破裂过程尚未完全结束时,我们就要预估地震可能达到的震级,这极具挑战。除此之外,地震波传播路径千差万别,且可能受到周边环境的影响,导致我们实际能够获取的信息存在不确定性和噪声干扰等问题。加之地震的突发性,留给信息甄别与筛选的时间极少,使得我们能够运用到地震预警中的信息非常有限,为精准实现地震预警造成极大困难。

**记者:**为了解决这些问题,您和团队做了什么?  
**马强:**为了实现地震预警快、稳、准,我们攻克了60余项关键技术。在地震波数据实时传输与预处理方面,我们运用多源异构观测数据融合算法与实时仿真技术,搭建起具备10万通道级规模的分布式地震数据实时处理平台。该平台拥有强大的数据处理能力,能够实现5万台次实时数据的高效汇聚,并在“秒级”时间内完成并分发处理,有效解决了海量地震数据实时处理难题。

在保障系统可靠性方面,我们研发出多模块多中心综合判定技术,同时构建了国省两级融合决策机制,进而解决了多站网、多系统、多平台环境下预警结果的决策难题,显著降低了预警过程中误报、虚报、漏报等的发生概率,有力提升了地震预警的准确性。

**记者:**在技术攻关阶段,有没有让您印象深刻的事?

**马强:**有一件事让我至今记忆犹新。2020年初,我们在研发多模块多中心综合判定技术时,陷入困境。不同中心之间的结果交互存在较大延迟,导致综合判定结果总是不统一。团队成员连续奋战了好几个昼夜,不断排查问题、优化算法,却收效甚微。大家都疲惫不堪,压力巨大,甚至有人开始怀疑我们的研究方向是否正确。

然而,就在大家几乎要陷入绝望时,团队里一位年轻的工程师提出了一个全新的思路:对国省两级信息的握手策略进行彻底重构。这个提议瞬间点燃了大家的希望。于是,我们立刻调整方案,全力投入到新的尝试中。经过连续48小时的奋战,我们终于解决了这个难题。那一刻,整个团队欢呼雀跃,所有的疲惫和压力烟消云

散。这次经历让我深刻体会到,遇到困难再坚持一下,希望就在不远处。

**记者:**怎么保证地震预警信息能及时送达用户?

**马强:**为确保地震预警信息能够及时、准确地送达用户,我们建立了“四进”机制,即预警信息进广播、进电视、进手机、进大屏,并综合运用应急广播、专用终端等,推出广覆盖、秒级触达的地震预警信息服务。

除此之外,针对专业用户和特殊用户,我们推出了定制化、个性化的紧急地震信息服务,同时积极与行业部门对接,针对高速铁路、核电站、油气管网、高坝水库等重大基础设施构建紧急处置模型,并在高铁、管网、电梯等关键设备上示范应用,成功填补了我国跨行业地震应急联动处置服务的空白,有力促进地震风险防控与国家经济建设的深度融合,为保障人民生命财产安全和经济社会发展提供了坚实支撑。

## “注重培养创新思维”

**记者:**请您介绍一下所在科研团队。

**马强:**我们团队是一支典型的产学研用结合的团队,汇集了来自中国地震局工程力学研究所、福建省地震局、中国地震台网中心、中国地震局地球物理研究所等单位的科研精英,还有深圳防灾减灾技术研究院和华为技术有限公司的技术骨干。我们从最初十几人的小团队,发展到如今以年轻科技人员为主体的数十人的研究队伍,团队成员专业背景涵盖地球物理、地震学、地震工程等多学科。不同学科人员通过思想碰撞,解决了大量关键技术问题。

**记者:**您如何培养团队里的年轻人?

**马强:**我注重培养他们的创新思维,鼓励他们跨学科学习和实践。在实际工作中,给予他们充分的指导和实践机会,让他们在地震预警工程项目中锻炼成长。同时,我也会分享自己的经验和见解,引导他们应对科研中的难题和挑战,帮助他们在项目中找到自己的研究方向和定位。当年轻人遇到困难时,我会鼓励他们勇敢尝试新方法,培养他们独立思考和解决问题的能力。

**记者:**地震科学与技术研究涉及地质学、地震学、工程学等多个学科。对于培养具备跨学科研究能力的复合型人才,您有什么建议?

**马强:**我建议加强学科交叉课程的建设,让学生在习本专业知识的同时,也涉猎其他学科知识。同时,鼓励青年人才参与涉及多学科的科研项目和实践活动,在实践中培养跨学科的思维和实践能力。除此之外,行业内部也应加强联动,以需求为导向,搭建多学科交流与合作的平台,促进不同学科背景的人才相互学习、共同进步。



受访者供图 田晶晶制图

学校和科研机构还应提供更多实践机会,让年轻人在实际工作中了解不同学科,从而更好地培养他们的跨学科工作能力。

**记者:**请您给地震研究领域的年轻人一些建议。

**马强:**首先,要保持对学科的热情,这是支撑年轻人在科研道路上不断前行的动力。其次,要勇于探索和创新,地震预警等领域还有很多未知等待我们去发现,不要害怕困难和挑战。再者,要注重学科交叉和融合,拓宽自己的知识面和视野,培养综合解决问题的能力。最后,要有耐心和毅力,地震研究是一项长期而艰巨的任务,需要我们持之以恒地努力和付出。在研究过程中,要善于总结经验教训,不断提升自己的科研水平和能力。

## 记者手记

尽管国家地震预警工程已交付,但马强的工作节奏并未放缓。他的日程被各种研讨会和实验填满,采访只能安排在他午休的间隙。

马强带我走进摆满示波器和服务器机柜的会议室时,墙上的LED屏正“跳动”着川滇地区的地震监测数据。马强指着屏幕上实时更新的震源参数说,“当地震横波以每秒3.5公里的速度传播,预警快0.1秒,或许就能多挽救一些人的生命。”

2003年春天,马强进入中国地震局工程力学研究所。从那时起,他和团队便开始了与地震赛跑的“科技长征”。

“从分钟级到秒级,不是简单的数字游戏,我们要一秒一秒地‘死磕’。”马强指着屏幕上实时更新的震源参数说,“当地震横波以每秒3.5公里的速度传播,预警快0.1秒,或许就能多挽救一些人的生命。”

2013年四川省雅安市芦山县震后55秒产出自动速报结果,2021年四川省泸州市泸县震后4.8秒对外发布地震预警信息……这些数字背后,有上百次的技术迭代,还有由马强带领的专家团队熬过的百余个不眠之夜。

如今,覆盖面积330万平方公里、服务6.6亿人的全国地震预警网,在孕育新的可能。马强团队正将人工智能和物联网等信息技术“织”入这张网。“今年我们将在四川地区试验部署基于家庭光猫的震动物联终端,把地震预警盲区再缩小一些,使地震预警服务覆盖的人群再多一些。”说这话时,马强的眼里闪着光。

临近采访结束时,警报声突然响起——原来是模拟演练。马强条件反射般站起来查看数据,确认无误后才慢慢坐下。

在与地震的“赛跑”中,人类还没有取得真正的胜利。但我相信,“马强”们会坚持不懈、分秒必争,直到“跑”赢地震波。

## 人物剪影

马强,国家地震烈度速报与预警工程总工程师,中国地震局工程力学研究所强震动观测中心主任,长期从事强震动观测、工程地震学和实时地震学相关研究。

## 热点追踪

◎本报记者 王姗姗

近期,有网友称因开通了手机NFC功能,钱在不知不觉间被盗刷了。提供生活便利的NFC功能真是不法分子“提款机”?人们应该如何有效防范此类事件?就此,科技日报记者日前采访了相关技术专家和法律学者。

### NFC不“背锅”

NFC是近场通信技术(Near Field Communication)的英语缩写,是一种短距离无线通信技术,允许设备在短距离内进行数据交换。由于安全性较高,NFC技术被广泛用于手机支付、身份识别、数据传输等多个领域。以常见的手机支付功能为例,用户在手机“钱包”应用中添加银行卡并开通NFC功能后,只需将手机靠近支持NFC支付的终端设备,便可轻松完成支付,极大地方便了人们的日常生活。

记者注意到,近期网络上有2起因使用手机NFC功能进行银行卡支付操作,而被不法分子盗刷钱财的事件,引发广泛关注。一名男士在自称是航空公司客服人员的指示下,下载了名为“NFO-X”的软件,并使用手机NFC功能进行银行卡支付交易,最终被骗近10万元。无独有偶,另一名女士也在相同套路下,下载了陌生软件,开启手机NFC支付功能,同时允许骗子远程操作自己的手机,最终被转走了银行卡里的钱。

“上述两起钱财盗刷事件,与开通手机NFC功能并无直接关系。盗刷原因主要是当事人严重缺乏IT安全方面的知识,轻信陌生人的话,下载来路不明的手机应用,甚至开启了屏幕共享功能允许陌生人操控自己的手机,最终导致财产遭受损失。”重庆大学计算机学院副教授尹云飞进一步说,如果只是手机开通了NFC功能,不法分子想盗刷,需要近距离接触目标对象的手机,或破解目标对象手机里NFC密码后,“复制”一张虚拟NFC卡片进行支付等操作。但无论哪一种方法,在技术上都很难实现。况且当一部陌生手机靠近时,大多数人都会有所警觉。

“锅”不能让NFC来背。在上述案件中,不法分子利用的是用户对手机NFC功能的误解和警惕性不足。NFC技术采用了独特的加密算法,在数据传输过程中,对关键信息如银行卡号、交易金额等进行多重加密,使得外部人员难以窥探和篡改数据。与其他远距离通信技术相比,NFC数据传输距离短,信号被拦截或设备被入侵的可能性低,且通常搭载加密技术,具有传输速度快、安全性高的特点。”尹云飞补充道。

### 提高安全使用意识

在西南政法大学民商法学院教授孙莹看来,如果有不法分子强行破解他人手机NFC支付密码盗刷钱财,该行为可能涉嫌构成盗窃罪、诈骗罪。除此之外,发卡银行应根据银行卡的种类、交易类型、支付金额等,采用安全的持卡人身份认证方式,与其他远距离通信技术相比,NFC数据传输距离短,信号被拦截或设备被入侵的可能性低,且通常搭载加密技术,具有传输速度快、安全性高的特点。”尹云飞补充道。

那么,我们在日常生活中如何防范在使用手机NFC功能时钱被盗刷呢?

孙莹建议,首先,个人应提高安全意识,妥善保管银行卡、密码、验证码等身份识别信息、交易验证信息;尽量不开通免密支付功能,并设置复杂且不易被破解的支付密码,例如密码长度应在8位以上,包含数字、大小写字母以及特殊字符,同时启用指纹、面部识别等生物识别验证方式,以增加支付安全性;还要定期查看银行卡交易记录,一旦发现异常,应立即拨打银行客服电话冻结银行卡,并报警处理。

其次,个人应在官方、正规的应用程序和支付场景中,使用手机NFC功能,切勿下载不明来源的软件,尤其不能给陌生人开通屏幕共享或远程协助等功能,让不法分子有可乘之机。“在下载应用时,务必从手机官方应用商店获取。这些平台对上架应用有严格的审核机制,能在一定程度上保障应用的安全性。同时,对于一些来路不明的链接,如短信中包含的奇怪链接,不要轻易点击,以防被诱导下载恶意软件。”孙莹补充道。

最后,在使用NFC功能进行支付时,个人应仔细确认支付页面的网址、界面等是否正规,避免进入虚假支付页面。若不使用NFC功能,要及时将其关闭,尤其是在公交、地铁、商场等人员密集的场所使用时。



用户在北京地铁房山线使用手机NFC功能刷卡乘车。崔楠(摄影部)/中新社/视觉中国

# 手机NFC功能成骗子『提款机』?

专家:并无直接关系