

城市地震预警误报的社会影响与措施研究^{*}

徐 硕

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

摘要: 通过对国内外有关地震预警、震时人们心理和行为的文献和试验研究成果的综合分析, 结合我国的实际情况, 当城市地震预警系统出现误报后, 对于社会可能产生的负面影响和潜在的积极影响进行了讨论, 并提出相应的措施以减小误报可能产生的负面影响。

关键词: 城市地震预警; 误报; 社会影响; 应对措施

中图分类号: P315.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-0666(2011)03-0396-07

0 引言

城市地震预警是利用电磁波的传播速度远远快于地震波速度, 地震P波传播快于地震主运动S波和面波速度的特性, 在确认地震发生但地震波或地震主运动尚未到达可能受灾的城市之前向公众发出警报, 帮助人们提出采取紧急避险措施减少伤亡。目前世界上已有墨西哥、日本、土耳其、罗马尼亚、中国台湾五个国家和地区的地震预警系统投入实用, 其中墨西哥和日本分别于1993年8月和2007年10月开始向公众发布地震预警 (Allen *et al.*, 2009)。经过多年的预警研究 (姚国干, 郭履灿, 1982; 朱福祥等, 2002; 李山有等, 2004), 加之汶川、玉树两次大地震的洗礼, 地震预警系统目前在中国得到越来越多的重视。有关地震预警的文献收集 (蒋长胜, 姚雪绒, 2006; 徐硕, 2006)、算法理论 (金星等, 2007; 周彦文等, 2010) 和工程实验 (廖旭, 黄河, 2002; 刘林等, 2002) 等方面的研究已有一定的积累, 国家科技支撑计划项目“地震预警与烈度速报系统的研究与示范应用”已经启动 (福建省地震局, 2010), 我国地震预警系统的研究和建设即将形成热潮。但我们应该清醒地认识到地震预警的时间是很短暂的 (仅有数秒至数十秒), 而我国公众目前普遍缺乏地震应急常识和避险逃生技能, 因此地震预警一旦发出后, 很可能引起公众心理恐慌、行

为失控, 采取不当方法逃生而造成不必要的伤亡。如果系统产生误报, 即预警发出后并没有地震发生或是震害很小, 那么还可能导致单位和部门响应地震预警而停产误工的经济损失, 以及发布地震预警的政府相关机构的信用损失, 引发公众的不满以及对往后地震预警的不响应, 甚至法律纠纷等问题。因此在国内的地震预警系统尚处于研发阶段时, 有必要尽早对城市地震预警出现误报后可能产生的社会影响及其应对措施进行研究。

1 城市地震预警的发布

城市地震预警是面向所有在城市生活和工作的广大公众发布的。根据理论研究, 面向公众发布的地震预警应该是一种伴随有语言信息告知人们地震发生并指示如何行动的复合型音响警报, 有条件的话最好还要有现场工作人员提示引导, 这样预警才能在极短时间内最为有效地激发公众采取自我保护行动 (Tierney, 2000)。只要设计得当, 地震警报完全可以通过由电视、收音机广播、警报汽笛、扩音喇叭、联网计算机、手机等多种渠道向大多数普通市民进行有效地发布。而政府、地震应急部门、学院、医院、制造厂、能源、通信等重要专业用户, 由于承担地震应急的职责而需要更多的预警时间, 而且它们能够承担开通专用通信线路的费用, 还可采用从地震预警控制中心到各个用户之间实时开通的通信专线来发布

^{*} 收稿日期: 2010-11-01.

基金项目: 国家科技支撑项目“地震预警与烈度速报相关标准及评估方法研究”(2009BAK55B05) 资助.

预警 (Goltz, Flores, 2002), 以获取更多的预警时间。

世界上最早投入实用的墨西哥城地震预警系统 (Seismic Alarm System, SAS) 就是通过广播电台和电视向公众发布强震预警信息, 而学校、应急安全部门、政府、民事保护组织以及地铁公司等用户还可以通过专用无线通信连接获得中等地震的预警信息。为了促进预警效果, 目前还通过互联网站、传真、手机短信、电子邮箱以及 NOAA 卫星接收器来传递预警信息。1995 年 9 月 14 日, Guerrero 地区的 Copala 镇附近发生 7.3 级地震, SAS 系统通过 58 个 (FM/AM) 广播频道和 6 个电视频道, 在 S 波到达墨西哥城前 72 秒向公众发布了预警, 接收到预警的人们都成功响应和疏散 (Espinosa-Aranda *et al*, 2009)。日本气象厅 (JMA) 从 2007 年 10 月 1 日开始面向普通公众发布地震预警, 普通市民可以通过电视、收音机、移动电话、互联网、市政部门及铁路公司的灾害广播系统等多种渠道接收到警报, 另外一些经 JMA 技术标准认证的非政府组织也提供类型多样的预警服务。电视和收音机广播是目前主要的发布途径, 到 2008 年 9 月, 已有 122 个电视公司、34 个 AM 和 25 个 FM 广播公司向公众发布地震预警。移动电话也是重要的发布渠道, 2009 年 1 月, 已有 2100 万手机用户可免费接收到地震预警信息。市政部门经由使用卫星通信的多灾害警报系统 (J-Alert) 接收地震预警, 并利用其广播系统向公众发布 (Kamigaichi *et al*, 2009)。2008 年 6 月 14 日岩手—宫城地区发生 7.2 级地震, 预警系统在检测到第一个地震波 4.5 秒后就向公众发出警报, 由于实际震级比估计值要大, 22.4 秒后又发出修正预警。许多市民及在校师生等都接收到了预警并立即采取措施避免了伤亡 (郭一娜, 2008), 此次地震仅造成 23 人死亡和失踪 (Kamigaichi *et al*, 2009)。

由此可见, 城市地震预警的发布技术是比较成熟的。预警系统建成后只要和现有的区域广播系统或通信专线集成, 大多数市民能够在极短时间内听到并确认地震警报。

2 误报可能产生的负面影响

由于城市地震预警能在极短时间内发布给广

大公众, 如果产生误报, 其影响面是非常广的, 对误报可能产生的负面影响应充分考虑。以下从人员伤亡、经济损失和信用损失三个方面来分析。

2.1 人员伤亡

目前我国对于公众系统性的地震应急教育和经常性的地震演习基本处于空白状态, 学校和地震应急相关部门进行的训练和演习也很少 (姚迪, 2009), 公众普遍缺乏地震应急常识和避险逃生技能。

有关震时人们心理行为反应的研究发现, 在以往不少震害轻微的地震中都出现过因捷足先逃、盲目跳楼而导致的伤亡, 且伤亡人员多为年轻、身体强壮、爱好体育的男性。恐慌、缺乏地震应急常识、不能采取正确方法逃生是造成这类伤亡的主要原因。而较大的地震强度、稠密的建筑物和人口、所居建筑抗震性能差或是高层建筑等是引起人们在地震来临时心理恐惧而采取盲目行动的客观因素 (刘更才, 2001)。农村单层砌体房屋地震逃生方法的试验研究显示, 无论房门是否开闭, 中青年人能够在 10 秒钟内逃到室外安全地带; 老年人稍慢, 但也只需 10~20 秒的时间 (姚攀峰, 2009)。由此不难推知, 在高层建筑和人口密度较小且有足够的地震应急避难场和安全疏散通道的情况下, 人们收到地震预警后, 可以迅速逃出室外进入安全地带获救; 反之则很可能加剧公众的恐慌心理、阻碍人们逃生行动, 而造成拥挤踩踏或盲目跳楼事故。

因此, 从我国公众普遍缺乏系统的地震应急教育以及城市人口密度大、高楼多, 而地震应急避难场和疏散通道不足这两方面的现实情况来看 (修济刚等, 2006), 在我国, 城市地震预警系统如果出现误报可能引起不必要的人员伤亡。

2.2 经济损失

城市地震预警误报可能造成的经济损失, 主要来自那些响应地震预警的单位和部门因不必要地停产误工、组织人员疏散及重启设备造成的损失 (Tierney, 2000)。如能源、电力、通信、轨道交通等与地震预警系统联动的重大生命线工程, 一旦地震预警发出, 其设备将自动关闭, 而工作人员将紧急疏散。如果真有地震, 这些行动将为这些单位和组织极大地减小损失, 而如果是误报, 就变成了意外停产, 从而产生误工费用以及人员

撤离、设备重启等费用。

虽然误报可能产生一定的经济损失,但从国外的实践来看,地震预警的经济效益是很可观的。例如,2003 年日本宫城 (Miyagi) 地区发生两次地震,OKI 电子公司的半导体工厂因火灾、设备破坏等损失 1500 万美元。此后他们投资 60 万美元安装了地震预警自动响应装置,并将重要设备安装在安全位置。此后又发生两次地震,结果损失减少到 20 万美元,停产天数也从 17 天和 13 天分别减少到 4.5 和 3.5 天 (Allen *et al*, 2009)。可见,相较于没有地震预警,对突如其来的大地震毫无防备和紧急处置措施所造成的巨额经济损失,一次误报所产生的经济损失是很小的。只要不是误报频发,地震预警系统的误报率能控制在一个很低水平,这种经济损失是可以接受的。

2.3 信用损失及预警失效

信用损失主要是误报可能导致公众对预警系统不信任并对以后的地震预警不响应 (即“狼来了”效应),以及对发布地震预警的政府相关部门的不满情绪等。

心理学研究表明,由误报造成的信用损失在对地震预警系统投入更多信任的人群中更大,即“期望越大,失望越大”。为了减少这种心理损失,他们更趋向于不相信今后的预警,认为响应预警是浪费精力和感情,同时也是丢面子的事。另外,如果相似的误报内容多次重复发布,“狼来了”效应就会被放大;相反,预警信息如果能及时修正,看起来彼此不同则会减少“狼来了”效应的产生 (Brennitz, 1984)。对美国加州地震预警的可行性研究中发现,各种预警系统都具有系统越是灵敏误报越是激增的特性。因此如果将系统调整得很灵敏则产生误报的可能性较大,调整得不敏感又容易产生漏报,二者都可能破坏人们对预警系统的信任,减少将来预警发布时人们采取自我保护行动的机会。严重的还导致公众反对预警系统甚至追究法律责任等问题,而且在系统发生漏报时出现的更多 (Tierney, 2000)。民意调查显示,有 57% 的受访公众表示他们的工作单位只能容忍五个或更少的误报,之后将中止地震预警服务,系统的可靠性是一个组织是否决定继续使用地震预警服务的主要因素 (Shoaf, Bourque, 2001)。

综上所述,过高的期望值、重复的误报信息

和漏报对地震预警系统的信用损失影响较大。由于地震预警的紧迫性,必须保证系统具有较高的灵敏度,因此要向公众说明预警系统并非完美无缺,有发生误报的可能,使人们对其保持一个合理的期望值。关键是不能过度吹嘘地震预警系统,否则将严重损害其可信度。

3 误报潜在的正面影响

根据前面的理论分析,地震预警误报确实可能产生许多负面影响。但是地震预警的实践和灾害学的研究却显示,误报的负面影响可以避免甚至逆转,误报具有潜在的积极影响 (Tierney, 2000)。

2007~2009 年期间,日本实际发生 8 次烈度超过 5 度 (JMA 标准) 的强震,而日本气象厅的地震预警系统因估算错误,漏报了其中的 2 次,而又误报了 3 次,共向公众发布预警 9 次,但都没有引起恐慌或是交通事故 (Kamigaichi *et al*, 2009)。墨西哥城地震警报系统 (Seismic Alert System, 简称 SAS) 从 1991 年投入运行,截至 2009 年 3 月共向公众发布了 13 次预警,出现过 1 次误报。该次误报出现在 1993 年 11 月 16 日,当时通过一个广播电台发出了地震预警,而地震并没有发生。该电台在高峰期约有 200 万听众,但没有引发公众的恐慌和伤亡 (Allen *et al*, 2009)。而且从技术角度讲,墨西哥的地震预警发布是比较粗放的,尤其是震级的估算不精确,只有发布预警而没有发生地震才算误报。投入运行以来,面向学校、医院和应急部门等发布的预防性预警和面向公众发布的公共预警共 66 个,仅有大约 30% 的震级估算是准确的 (Suárez *et al*, 2009) (表 1)。如果严格按照误报的定义,其误报率是很高的,却并未出现严重的负面影响。

表 1 墨西哥城地震警报系统地震预警发布统计

Tab. 1 Statistics of seismic alerts issued
by the SAS of Mexico city

预警发布类型	预警发布次数	震级正确警报次数	震级估算正确率
预防性预警	53	18	34%
公共预警	13	3	23%
总计	66	21	32%

对飓风预警误报的实例研究显示,在飓风多发区,那些响应了误报而疏散的人们在以后下令疏散时只是有些不太愿意撤离,对警报响应的下降程度并没有统计学的意义(Baker, 1991),如果官员们能对误报和漏报产生的原因进行解释,这些误报信息还可以提高公众的认识,使人们更愿意响应以后的危险警告(Atwood, Major, 1998)。而且因响应误报进行疏散的经验比实际遭遇飓风,对未来飓风疏散警报所采取正确行动更有意义(Riad, Norris, 1998)。

上述预警误报没有产生显著的负面影响,还产生了一定的积极效果。究其原因,首先是响应误报而疏散教给人们一种应急逃生的本领。通过成功完成一系列响应地震预警的行动增强了人们的自信心和自我控制能力,产生所谓“自我激励”效能。这种本领和效能可在未来遭受灾害威胁的情况下,激励他们采取积极和正确的应对行为(Mulilus, Duval, 1995; Riad, Norris, 1998; Duval, Mulilus, 1999)。另一方面,如果误报的原因被公众理解的话,人们对于后续警告响应可能并没有减少(Sorensen, 2000),或者更愿意把误报当做一次演习,从而产生正面的影响。例如,墨西哥城教育主管部门“把可能的误报看作只不过是演练全体教员和学生的又一次机会”。他们认为即使这些措施证明是不必要的,实施自我保护措施也可以促进学习和掌握可用于将来情况的技能(Goltz, Floros, 1997)。第三,公众接收过系统的地震应急教育。日本气象厅在2007年10月1日正式向普通公众提供地震预警信息前,已于2007年8月1日向少数理解地震预警系统技术缺陷并能有效利用预警信息的用户发布地震预警。在此期间,广泛开展了对公众的教育活动。通过散发宣传册页、播放电视短片、建立公告栏、举办研讨会、以及在官方网站发布相关信息等多种形式,向公众宣传地震预警的概念、局限性和收到地震预警信息后如何正确行动。在确认理解地震预警系统的人口比例有显著提高后,才开始向普通公众发布地震预警(Kamigaichi *et al*, 2009)。

因此,如果公众接受过地震应急逃生教育,政府能及时对误报原因作出解释或者事先就规定地震预警系统如果发出误报则视为演习,误报就不会引发公众的恐慌混乱而造成不必要的伤亡。

相反,误报还有可能起到一种非常逼真的地震灾害演习的作用,从而产生诸如训练并提高市民的地震应急逃生能力、检验生命线工程地震预警装置的可靠性以及应急救援部门反应能力等积极结果。

4 应对措施研究

通过以上对地震预警误报对社会可能造成的正负两方面影响的分析,参考国外的经验并结合我国的实际情况,应采取以下措施来减少误报的负面影响。

4.1 对公众开展教育和训练

如前所述,无论是要避免或减小误报可能产生的人员伤亡和信用损失,还是要发挥其潜在的积极影响,都必须对公众开展广泛而系统的地震应急教育使其掌握正确的避险逃生技能,并正确理解地震预警系统的局限性。日本在向社会发布地震预警之前,实施公众教育计划从而使预警发布取得成功的经验就是很好的证明。相反,已经运行近20年的墨西哥城地震警报系统(SAS)却因缺乏相应的宣传教育项目和用户手册,用户在接到警报后不能很好地采取措施保护生命财产安全,导致学校、医院、应急部门、重点生命线工程等专业用户的数量过少。尤其是墨西哥城5500所学校中,仅有76所使用SAS系统(Suárez *et al*, 2009),系统有失效的危险(Espinosa - Aranda *et al*, 2009)。与之相似,台湾的预警系统2001年就开始运行,震中距70公里的地区可以获得20秒的预警时间,因缺乏相关的教育项目,至今没能够面向公众发布地震预警(Allen *et al*, 2009)。可见,对公众的教育和训练是根本性的关键措施。

另外,作为世界上最早提出“地震预警”概念的美国,直到2009年才宣布在未来数年内建成为“加州综合地震台网(CISN)地震预警系统”的地震预警原型系统(左玉玲, 2010)。但早在2003年2月,美国联邦紧急事务管理局就已启动了旨在教育和帮助美国公众做好应急准备,应对包括地震灾害在内的各种紧急情况的全国性公益项目“未雨绸缪(Ready)”。该项目通过广泛动员社会力量参与、细化宣传对象、充分发挥网络优势,经过几年的努力,已使美国公众的应急准备

状况有了较为显著的改善(李红梅等,2010)。因此,尽管目前我国公众普遍缺乏地震应急常识和避险逃生技能,但与美国类似,我国的城市地震预警系统尚处于研发或试验阶段,面向普通公众发布地震预警至少还需数年乃至数十年的时间。国家应充分利用这段时间,加大资金投入,制定与地震预警相关的教育计划,积极对广大公众进行教育和训练。

教育的形式和内容可借鉴日本和美国的经验,充分利用媒体和网络,使广大公众对地震预警系统的技术缺陷,尤其是存在一定误报率有正确的认识。还应根据我国公众普遍缺乏地震应急逃生技能的国情,多组织地震应急演练,使人们确实掌握正确的逃生方法。同时,对公众的地震预警发布应参考日本“两步走”的经验,第一步先加强学校、医院、应急部门、重点生命线工程等行业人员的教育和训练,未来城市地震预警系统投入运行后,先向这些专业用户发布预警。第二步,在确认对于广大公众的教育活动取得实效后,即大多数公众都做到平时训练有素、震时从容不迫,再向普通公众发布地震预警。

4.2 提高城市基础建设的整体抗震应急能力

城市基础建设的整体抗震应急能力主要是指城市各类建筑的抗震性能、地震应急避难场及紧急疏散通道的数量和效能。这是地震预警系统最终发挥效用的物质基础,也是影响人们在收到预警后是否产生恐慌的外在因素(刘更才,2001)。

目前我国大中城市高速发展,城市人口与高层建筑的数量和密度剧增,开阔场地减少的情况非常显著,而地震应急避难场的规划建设和管理比较滞后,逃生通道和地震应急避难场严重不足(修济刚等,2006),并且城市建筑的年代和质量也参差不齐。这些状况都将严重削弱城市地震预警的效果,并增加误报可能引起公众恐慌而导致伤亡的风险。因此,改善城市各类建筑的抗震性能,增加城市地震应急避难场及疏散通道的规划建设并对现有的场地和通道加强管理已是一项刻不容缓的措施。

4.3 制定相关法律保障和规范预警发布

首先,应参考日本的做法,把向公众发布地震预警纳入法制管理,使其有法律的保障和规范。在相关法律中明确规定哪些部门和组织有向公众

发布地震预警并保证能迅速传播的职责(Kamigai-chi *et al*, 2009),使相关部门在发布地震预警时有法可依。墨西哥 SAS 系统出现震级估算精度较差、专业用户数量过少等问题的另一个重要原因就是缺乏法律和政策的保障,从而导致预警发布的责任权利不明、政府部门及社会各方面的力量不能有效整合(Espinosa-Aranda *et al*, 2009)。

其次,制定严格的技术标准,对预警的发布规程、信息内容及地震参数算法等技术问题作出明确规定,在相关法律中规定地震预警的发布必须符合技术标准(Kamigaichi *et al*, 2009),保证地震预警发布的可靠性,以尽量减少误报的产生。同时应正视误报不可能完全杜绝的事实,容许地震预警有一定的误报率,在技术标准中提出具体规定,预警发布单位只要在这个概率范围内发出误报,就免于追究法律责任(钱钢,2008)。

第三,可参考墨西哥教育部门的做法,规定诸如学校、应急部门、生命线工程等重要单位制定预案,对地震预警强制响应。也就是说一旦接收到地震预警,这些部门都必须根据预案立即采取行动。若是误报,这些单位响应预警的行动就算作地震演习,并相应地减少一次计划中的地震演习。这样既减少了公众的恐慌和不满情绪,又把因响应误报而造成的停产误工损失纳入到地震应急训练成本这中,从而大大化解误报所产生的经济损失和信用损失。

4.4 改进算法并适当采取发布策略

对于发布地震预警的单位而言,不断改进算法、提高预警的准确性,尽量避免误报,自然能从根本上减少误报的负面影响。日本气象厅的地震预警系统在正式向公众发布预警前3年间,即系统的试运行阶段,所发出的预警中有30次误报。经过不断改进算法,从2006年8月向专业级用户发布预警,截至2009年3月,发出的误报共有9个(Kamigaichi *et al*, 2009),误报减少了70%,而目前仍在改进。另外,在发布预警时采取一些策略也可降低误报的风险。总结日本气象厅的经验:(1)要保持预警发布的“高门槛”,即强震(日本气象厅烈度5度以上)才发布预警;(2)向公众发布预警,其内容要尽量简要,一般只包括初动时间、震中地区、预期烈度 ≥ 4 的地区(即可能遭受严重破坏的地区)等内容,而烈度大小、S

波到达时间等不易确定的信息则不向公众发布以免引起混乱和纠纷; (3) 一次地震可发布几次预警, 通过不断调整预警内容以提高准确性并保证预警系统的反应速度, 但要尽量减少修订预警信息的次数, 只有初始估算烈度远小于实际烈度时才发布修订预警 (Kamigaichi *et al.*, 2009)。另外, 当误报发出后及时向公众作出解释, 也能有效减少信用损失 (Breznitz, 1984)。

4.5 设置地震应急协管员

依据前述地震预警发布时, 有工作人员现场引导效果最好的研究结果, 参考设置交通协管员在城市交通管理中发挥重要作用的经验, 可通过招募志愿者、失业人员以及由各单位或社区指派相关人员兼职等多种方式, 建立一支投入较少而数量庞大的地震应急协管员队伍。地震应急协管员在平时率先进行地震应急训练, 并作为训练骨干参与到对公众的地震应急培训和演习中, 起到积极的示范带头作用; 还可对各自所在单位、居住区及公共场所的应急疏散通道和避难场地进行管理和维护, 并将这些通道和场地的变化状况及时上报。震时他们又可作为现场工作人员, 引导市民按正确的路线进行疏散。有地震预警发布, 则增强预警的效果, 若预警出现误报, 又能在第一时间向公众进行解释和疏导。总之, 通过地震应急协管员, 能将前面四个方面的措施有机地联系起来, 从而极大地促进这些措施的有效落实, 可谓一举多得。

5 结论与探讨

(1) 预警误报对社会可能产生一些负面影响, 但并没有想象中那样严重, 而且误报本身还具有潜在的转化为一次地震演习的正面影响。因此只要措施得力, 就能化解误报的负面影响, 发挥其积极作用。

(2) 本文提出五个方面的措施, 其中加强对公众的教育训练和制定相关法律法规这两项尤为重要, 也最能取得实效, 应该尽快对具体问题开展深入研究, 促使其早日落实。

本文的研究主要建立在对文献的综合分析基础上, 有很多具体问题没有涉及, 有些重要措施可能没有考虑到。关于设置地震应急协管员, 目

前还只是一个初步设想, 其可行性需要作进一步的论证。因此, 希望相关领域的专家和人士共同深入探讨。

参考文献:

- 福建省地震局. 国家科技支撑计划“地震预警与烈度速报系统的研究与示范应用”项目正式启动[EB/OL]. (2010-03-08) [2010-11-01]. http://www.cea.gov.cn/manage/html/8a8587881632fa5c0116674a018300cf/_content/10_03/08/1268041440735.html.
- 郭一娜. 日本强震速报系统显威力, 要和地震波赛跑[EB/OL]. (2008-06-16) [2010-11-01]. <http://www.chinanews.com.cn/gj/kong/news/2008/06-16/1282889.shtml>.
- 蒋长胜, 姚雪绒. 2006. 地震预警技术研究中的参考文献[J]. 国际地震动态, (12): 6-14.
- 金星, 杨文东, 李山有, 等. 2007. 一种新地震定位方法研究[J]. 地震工程与工程振动, 27(2): 20-25.
- 李红梅, 王立军, 马凤霞, 等. 2010. 美国“未雨绸缪(Ready)”项目及其对我国防震减灾宣传的启示[J]. 国际地震动态, (11): 12-18.
- 李山有, 金星, 马强, 等. 2004. 地震预警系统与智能应急控制系统研究[J]. 世界地震工程, 20(4): 21-26.
- 廖旭, 黄河. 2002. 企业地震预警系统应用研究[J]. 地震工程与工程振动, 22(6): 142-149.
- 刘更才. 2001. 城市地震时人的心理反应与应急对策[J]. 灾害学, 16(4): 72-76.
- 刘林, 阎贵平, 辛学忠. 2002. 京沪高速铁路地震预警系统的方案及关键参数研究[J]. 中国安全科学学报, 12(4): 75-79.
- 钱钢. 汶川地震与地震预警初探[EB/OL]. (2008-12-08) [2010-11-01]. <http://view.news.qq.com/a/20081208/000025.htm>.
- 修济刚, 胡平, 杨国宾, 等. 2006. 地震应急避难场所的规划建设与城市防灾[J]. 防灾技术高等专科学校学报, 8(1): 1-5.
- 徐硕. 2006. 地震预警关键技术概述[J]. 地震研究, 29(增刊): 504-508.
- 姚迪. 2009. 当前地震应急管理宣传教育对策研究[J]. 国际地震动态, (6): 15-18.
- 姚国干, 郭履灿. 1982. 大地震纵波的预警特征[J]. 地震研究, 5(2): 163-169.
- 姚攀峰. 2009. 农村单层砌体房屋中的地震逃生方法[J]. 国际地震动态, (3): 37-44.
- 周彦文, 刘希强, 李铂, 等. 2010. 基于单台P波记录的快速自动地震定位方法研究[J]. 地震研究, 33(2): 183-188.
- 朱福祥, 郭迅, 李山有, 等. 2002. 重大工程地震预警初步研究[J]. 世界地震工程, 18(3): 32-36.
- 左玉玲. 2010. 加州地震预警系统未来数年内建成[J]. 国际地震动态, (1): 5.
- Allen R M, Gasparini P, Kamigaichi O *et al.* 2009. The status of earthquake early warning around the world: an introductory overview[J]. Seismological Research Letters, 80(5): 682-693.
- Atwood L E, Major A M. 1998. Exploring the “cry wolf” hypothesis[J].

- International Journal of Mass Emergencies and Disasters 16(16) : 279 – 302.
- Baker E J 1991. Hurricane evacuation behavior [J]. International Journal of Mass Emergencies and Disasters 9(9) : 287 – 310.
- Breznitz S. 1984. Cry Wolf: The psychology of false alarms [R]. Hillsdale ,NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duval T ,Mulilis J – P. 1999. A person – relative – to – event(PrE) approach to negative threat appeals and earthquake preparedness: A field study [J]. Journal of Applied Social Psychology 29(3) : 495 – 516.
- Espinosa – Aranda J M ,Cuellar A ,Garcia A *et al.* 2009. Evolution of the mexican seismic alert system(SASMEX) [J]. Seismological Research Letters 80(5) : 694 – 706.
- Goltz J D ,Flores P J. 1997. Real – time earthquake early warning and public policy: A report on Mexico City's Sistema de Alerta Sísmica [J]. Seismological Research Letters 68(5) : 727 – 733.
- Gdtz J D. 2002. TriNet studies & planning activities in real – time earthquake early warning(TASK 4 REPORT) [EB/OL]. (2001 – 02 – 11) [2010 – 11 – 01]. [http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task4. Report.doc](http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task4.Report.doc).
- Kamigaichi O ,Saito M ,Doi K *et al.* 2009. Earthquake early warning in japan: Warning the general public and future prospects [J]. Seismological Research Letters 80(5) : 717 – 726.
- Mulilis J – P ,Duval T S. 1995. Negative threat appeals and earthquake preparedness: A person – relative – to – event(PrE) model of coping with threat [J]. Journal of Applied Social Psychology 25(15) : 1319 – 1339.
- Riad J K ,Norris F. 1998. Hurricane threat and evacuation intentions: An analysis of risk perception ,preparedness ,social influences ,and resources [R]. Newark ,DE: Disaster Research Center ,University of Delaware. Preliminary paper #271.
- Shoaf K ,Bourque L. TriNet studies & planning activities in real – time earthquake early warning(TASK 1 REPORT) [EB/OL]. (2001 – 03) [2010 – 11 – 01]. [http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task1. Report.doc](http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task1.Report.doc).
- Sorensen J H. 2000. Hazard warning systems: Review of 20 years of progress [J]. Natural Hazards Review 1(2) : 119 – 125.
- Suárez G ,Novelo D ,Mangilla E. 2009. Performance evaluation of the seismic alert system(SAS) in Mexico city: A seismological and a social perspective [J]. Seismological Research Letters 80(5) : 707 – 716.
- Tierney K. TriNet studies & planning activities in real – time earthquake early warning(TASK 2 REPORT) [EB/OL]. (2000 – 11 – 30) [2010 – 11 – 01]. [http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task2. Report.pdf](http://www.cisn.org/docs/Goltz.Task2.Report.pdf).

Social Impacts and Countermeasures of False Alarms of Urban Earthquake Early-warning System

XU Shuo

(*Earthquake Administration of Yunnan Province , Kunming 650224 , Yunnan , China*)

Abstract

The documents and research results of the early warning of urban earthquake at home and abroad , and the characteristics of psychological and behavior response when an earthquake occurs are analyzed comprehensively. In view of the present situation in China , we discuss the possible negative impacts and potentially positive one on the society in case of the early-warning system of urban earthquake generating false alarms. Finally , we put forward the countermeasures to reduce the possible negative impacts.

Key words: urban earthquake early-warning; false alarms; social impacts; countermeasures