2014 中国地震预警事业发展与展望

蓝皮书

地震预警四川省重点实验室 成都高新减灾研究所 2014年12月

地震预警是民生工程

地震和激烈和激烈和

序

我国是一个地震灾害多发国家。如何更好地实现地震预测、预报和预警,减少人民群众的生命财产安全,一直是政府和全社会关注的话题。2008 年发生的"5.12"汶川特大地震将海内外数十亿双目光汇聚到中国政府关于地震灾害的应对上,也汇聚到地震预警等实用技术的研发上。

"以科技报国!"在那一刻,海内外学子噙满泪水,升腾起刻骨铭心的志向。 我国鼓励自主创新政策和"千人计划"政策等顶层设计为开发具有自有知识产权的地震预警系统提供了条件。

在"5.12"汶川特大地震的几天内,王暾博士发起海外学子们自发筹资,筹办了我国首个民间地震预警研究机构——成都高新减灾研究所(减灾所)。经过3年多的开发测试,以2010年11月汶川地震预警试验网建设为标志,我国地震预警系统逐步走出实验室。此后,减灾所始终走在中国地震预警最前沿,并开始与全球同类技术角逐。截止2014年12月/这套完全由我国自主研发的地震预警系统在多个方面已达世界先进水平。我国已在25个省(市)自治区建设了覆盖200万平方千米的世界最大的地震预警网,覆盖了80%的人口密集的地震区,覆盖人口达6.5亿。该地震预警网的建成,提前4年完成了我国建设5000个地震预警台站的计划,为国家节省资金超过10亿元。

结合我国已形成地震预警应用风险控制对策和经验,我国具备了稳定可靠的 地震预警服务能力, 己为 200 万民众正式服务地震预警,也已在地铁、化工、燃 气、核反应堆等重大工程示范应用地震预警。

但是,与日本的地震预警应用相比,我国地震预警应用从总体上看还有一定差距。目前,我国地震预警网覆盖人口中不足 0.3%的民众在接收预警信息,仅有少数重大工程示范安装应用该系统。此外,我国地震预警科普不足、信息接收终端安装数量不足、社会应急演练也严重不足。

地震预警是一项社会系统工程。为了提升减灾效果,需要党和政府的领导以 及全社会的共同努力。

成都高新减灾研究所 简介

成都高新减灾研究所(简称减灾所)是 2008 年汶川大地震后,由归国博士王暾(双博士学位、四川省"百人计划"人才、国家"千人计划"人才)创建,在各界的大力支持下,专门致力于地震预警技术及应用技术研究和研发、预警系统建设和服务,于 2010 开始建设地震预警试验网,并于 2011 年 4 月 25 日成功进行了中国首次地震预警试验。在持续试验、不断检验、完善预警技术的基础上,其后开展了地震预警的社会试验、工程试验,积累了地震预警风险控制对策和经验。这些研究成果为地震预警在中国的广泛应用,实现"地震可预警,预警能救命"的理念奠定了重要基础。

目前,减灾所已与157个市州地震局、应急办合作在全国25个省市建设了5030个地震预警监测台站,覆盖了200万平方公里,在严格控制应用风险的前提下,已经在学校、医院、办公楼、社区等人员密集场所,通过手机、电视和地震预警专用接收终端为200多万民众、师生提供地震预警服务;也在地铁、化工、燃气、核反应堆等重大工程领域开展了示范应用。

这些工作使得中国继墨西哥、日本后成为世界上第三个具备地震 预警能力的国家。减灾所所建设的地震预警系统还具备了地震烈度速 报、科研等功能,实现了地震预警、烈度速报和科研的高效融合。

目 录

前言	1
一、中国地震预警发展背景	3
二、中国地震预警技术现状	9
三、中国地震预警应用现状 1	4
四、地震预警风险控制及对策2	7
五、中国地震预警面临的 11 个关键问题 3	0
六、结论和展望3	9
七、致谢4	.1
附件4	.1
附件 1: 2008 年汶川地震以来,中国地震预警大事记 4	.2
附件 2: 地震预警的延伸烈度速报、灾情速判及科研4	.4
附件3: 地震预警广泛应用期待中国地震行政管理机制创新. 4	.9
附件 4: 中国预警的破坏性地震的统计表5	C
附件 5: 表明我国一些地方正式应用地震预警的资料5	1
附件 6: 国内外地震预警技术及应用的比较5	5

地震和端层川港源和流流

前言

在地震临震预测还不过关的背景下,地震预警在汶川地震后已成为中国地震减灾领域的重要科技方向。因其既是科学工程,又是民生工程,民众、媒体和政府等高度期待和关注。由于地震预警需要服务地震区的公众、工程,需要全社会的协作与配合,因此地震预警也是复杂的社会工程。

得益于成都高新减灾研究所在有关单位、专家支持下的持续创新,我国地震预警在过去 6 年有了突飞猛进的进展:中国已建设了覆盖面积 200 万平方公里的世界最大的地震预警网,覆盖 6.5 亿人口,其中 200 万人已在享受地震预警服务;已成功预警了 23 次破坏性地震;中国地震预警系统的平均响应时间是世界最短,防止误触发的能力也优于日本的地震预警系统;中国已成为继墨西哥、日本后世界第三个具备地震预警服务能力的国家。

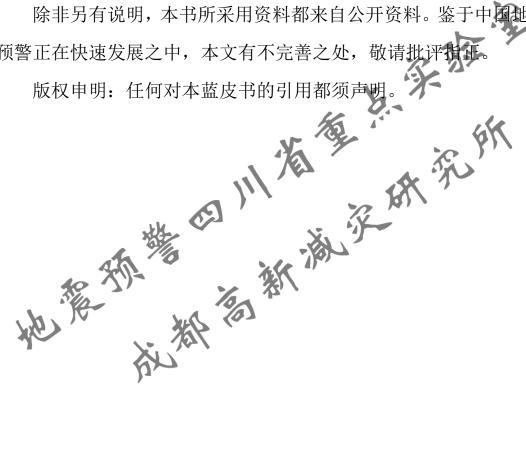
遗憾的是、虽然中国已具备了地震预警技术体系和覆盖 6.5 亿人口地震预警网,仅 200 万人口在接收地震预警信息,不足所覆盖人口的 0.3%。因此,深入开展地震预警推广应用,扩大地震预警用户数量成为中国地震预警面临的突出问题。目前,中国地震预警技术和应用对策总比墨西哥、日本启用地震预警服务其民众时成熟,需要技术完善技术或对策都不能成为延缓地震预警服务我国民众的理由。因此,需要加强政府推动、社会协作。为此,科普和制定服务标准及通过法规界定公共场所地震预警信息提供者、地震预警服务者和信息使用者等责任和义务,利用市场机制促进地震预警服务民生成为重要任务。

本书将呈现我国地震预警发展背景、技术和应用现状、应用风险

控制及对策,中国地震预警面临的一些重大问题,以在提升服务水平 时节省我国地震预警的建设、维护和运营费用,加快地震预警服务我 国民生, 提升国家防震减灾科技形象。

另外, 地震预警可分为现地法和异地法地震预警, 而地震预警系 统分为通用地震预警系统和专为高铁或核等重大工程建设的专用地 震预警系统。除非另有说明,本书不探讨现地法地震预警和专用地震 预警系统, 而将通用地震预警简称为地震预警系统。

除非另有说明,本书所采用资料都来自公开资料。鉴于中国地震 预警正在快速发展之中,本文有不完善之处,敬请批评指正。



一、中国地震预警发展背景

地震预警,就是通过在可能发生地震的地域布设密集的地震预警监测仪(仪器间距 15 公里左右),在地震发生时,利用电波比地震波快的原理,在破坏性地震波到达之前为用户通过手机、电视和专用接收终端等提供几秒到几十秒的预警时间和预估烈度(见图 1-1),达到减少人员伤亡和次生灾害的目的。具体地讲,地震预警对民众具有逃生、避险、安定人心和告知 4 种作用。

地震预警系统含地震预警监测、地震预警信息产生、信息发布、信息接收和应用等通过秒级响应网络连接的 4 个环节,每个环节缺一不可。其中,前 3 个环节组成了地震预警网(见图 1-1),而不实时接收地震预警信息的用户不能通过地震预警实现减灾。



图 1-1 地震预警系统简图 地震预警系统分为四个环节: 地震监测、预警信息产生、预警信息发布、预警信息接收和应用。具体来说,在地震危险区域布设高密度的监测仪,监测仪将监测到的地震动的信息发送至预警中心进行分析和处理,然后预警中心发布预警信息,用户接收预警信息并进行避险和紧急处置。

(一) 国外应用地震预警给中国的启示

1868年,美国的库珀(Cooper)提出地震预警概念。1990年代,随着计算机技术、数字通信技术和数字化强震观测技术日趋成熟,地震频发的美国、日本、墨西哥等国开始研究地震预警技术。随后,墨西哥、日本先后建设地震预警系统为民众及重大工程提供地震预警服务。美国等国正在推动地震预警系统在民众和工程领域的应用。

1. 墨西哥地震预警发展现状

墨西哥处在环太平洋地震带上,地震频发。1985 年墨西哥发生的 8.1 级地震促使了墨西哥建设地震预警系统。为此,12 台地震监测仪被布设在墨西哥格雷罗沿海地区。基于这些监测仪的地震预警系统自 1991 年为 320 千米外的墨西哥城的民众服务。近年,墨西哥正通过新增监测仪、使手机能接收预警信息等方式不断完善该系统。

2. 日本地震预警发展现状

日本新干线于 1960 年代在全球率先建设了高铁沿线地震报警系统。日本自 2001 年开始构建基于 1000 个地震监测仪的覆盖日本全境 37.7 万平方公里的地震预警系统(日本称为紧急地震速报系统)。为了保障系统的有效广泛利用,日本还在相关法律中增补了地震预警条例,规范了广播电视的职责和对气象厅的免责条款等。日本地震预警系统于 2007 年 10 月开始为日本全国的民众和工程服务。日本气象厅是其预警系统的管理机构,一些企业参与地震预警信息的服务。

另外,1990 年代,日本建成了沿着铁路建设的地震预警系统 UrEDAS (Urgent Earthquake Detection and Alarm System)。日本 也在东京地区、青函海底隧道等地区布设了近30套 UrEDAS 系统。日

本铁路公司除了自建铁路沿线地震预警系统外,也接收日本气象厅的 地震预警信息。

3. 美国加州的地震预警试验系统

自 2001 年以来,美国加州一直加紧研发、推广地震预警。目前,加州科学家正在试验 ElarmS、ShakeAlert、VirtualSeismologist 三种地震预警技术,并研究了基于 GPS 的地震预警技术。自 2012 年开始,加州地震预警研究机构向 150 个志愿者提供地震预警的试验性服务,但由于地震预警网覆盖面积和系统可靠性等原因,预警试验系统还未能为民众和工程提供正式预警服务。目前,美国加州大学等正申请 8000 万美元建设加州地震预警系统,美国地质调查局也正在申请 1.2 亿美元在美国西部建设地震预警系统,美国 FEMA、地质调查局等已开始沟通预警信息发布渠道和技术。

4. 其他国家地震预警发展现状

罗马尼亚、加拿大、土耳其、以色列、立陶宛、伊朗等国家都在研究、试验地震预警技术,但目前都没能为民众提供预警服务。

(二) 中国地震灾害严重,应用地震预警具有重要意义

我国地震频繁、震灾严重。20世纪,全球共发生3次8.5级以上的强震,其中两次发生在我国;上世纪,全球发生的两次导致20万人死亡的强震都发生在我国,一次是造成23万多人死亡的1920年宁夏海原8.5级地震;另一次是造成24万多人死亡的1976年河北唐山7.8级地震。20世纪,中国死于地震的人数达55万之众,占全球地震死亡人数的53%。本世纪前10年,我国仅2008年汶川8.0级地

震和2010年的玉树7.1级地震这两次地震就夺去了近9万人的生命。

尽管地震预报的研究已经历几十年,但目前仍不能对地震进行准确临震预报,难于实现利用地震临震预报减灾。在此背景下,地震预警提供的几秒到几十秒的预警时间,对减少人员伤亡和次生灾害具有非常重要的现实意义。

(三)地震预警能大大减少地震造成的人员伤亡和次生灾害

理论研究(《西北地震学报》2002 年 12 期)表明,预警时间为 3 秒时,可使人员伤亡比减少 14%;预警时间为 10 秒,人员伤亡比减少 39%;预警时间为 20 秒,人员伤亡比减少 63%。有专家据此估算,如果汶川地震时整个灾区有地震预警,将会减少约 2—3 万人死亡,即减少约 30%人员死亡,也就是可以避免 2—3 万个家庭的生死离别。

另外,同没有地震预警相比(见图 1-2),地震预警能节省民众的反应、判断时间,缩短决策时间,有效增加人员避险时间。

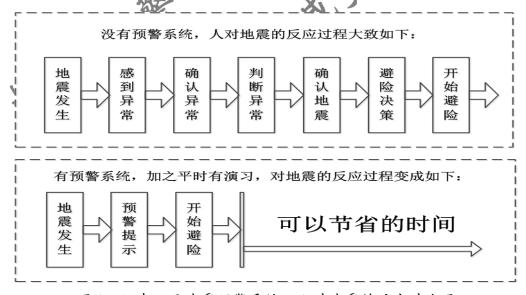


图 1-2 有、无地震预警系统,人对地震的反应对比图

日本实时地震情报利用协会(REIC)研究也表明,对日本,在破坏性地震波到达前2秒获得警报,死亡人数能减少25%,提前5秒,死亡人数能减少80%。在实际地震中,日本地震预警的减灾效果明显。

以 2011 年 "3.11" 9 级地震为例,日本民众收到了几秒到几十秒的 地震预警时间,他们及时采取了避险措施,最大限度地减少了人员伤 亡;新干线上所有 27 列高速列车收到警报后都采取了紧急措施,没 有一列高速列车发生脱轨翻车事故。同时燃气管线和核电站等重大工 程都采取了紧急关停措施,最大限度地减少了地震带来的次生灾害。

(四)党和政府高度重视和科技、地震等部门大力支持促进了我国地震预警事业的快速发展

2010年4月18日,胡锦涛总书记在玉树地震灾区指导抗震救灾工作时,要求有关部门推进我国地震预警;2012年9月8日,温家宝总理在云南彝良地震指导救灾时指出,要加强地震预警工作;2014年,习近平总书记和李克强总理分别批示:"力争准确发出临震预警"和"切实搞好监测预警"。

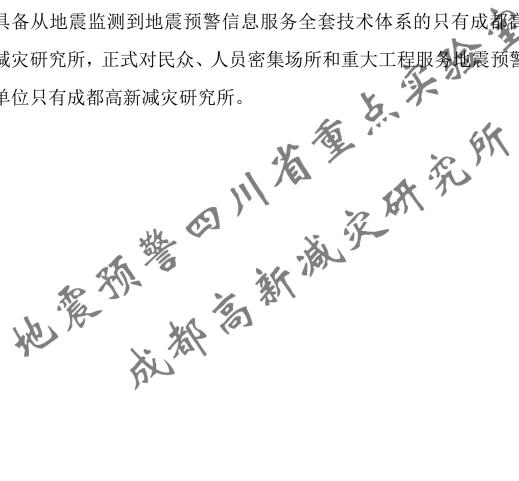
《国务院关于进一步加强防震减灾工作的意见》(国发〔2010〕 18号〕明确提出,要"建成覆盖我国太陆及海域的立体地震监测网络和较为完善的地震预警系统"。2010年中国地震局提出建设"国家地震烈度速报与预警工程",计划建设覆盖全国的地震烈度速报系统与重点地震区的地震预警系统。

科技部、四川省科技厅等部门按照"抗震救灾,科技先行"思路 在 2008 年汶川地震后加大了地震预警研发和推广力度。在此支持下, 成都高新减灾研究所在汶川地震余震区研究、试验和检验地震预警技术,率先形成了我国地震预警技术体系,并着手建设地震预警系统。

(五)研究团队相互促进,研发地震预警技术并建设预警网中国于 2000 年开始地震预警研究,但在汶川地震前未能建设地

震预警试验网。汶川地震造成的震撼和日本预警系统的效果使得我国 地震预警研发和建设步伐加快(见附件1:2008年以来,中国地震预 警技术及应用大事记)。台湾大学、中国地震局、中国科技大学、成 都高新减灾研究所等单位相互促进,积极研究、研发技术。几家企业 也积极参与适合于地震预警的仪器研制。

中国迄今建设有预警试验网的单位为台湾大学、中国地震局地球 物理研究所、中国地震局福建省地震局、成都高新减灾研究所。其中, 具备从地震监测到地震预警信息服务全套技术体系的只有成都高新 减灾研究所,正式对民众、人员密集场所和重大工程服务地震预警的 单位只有成都高新减灾研究所。



二、中国地震预警技术现状

中国地震局 2001 年前后开始组织研发地震预警技术,获得了科技部和国家发改委多个项目的支持,但迄今未能进行地震预警公开试验或服务民众。2008 年汶川大地震后,由归国博士王暾创建的成都高新减灾研究所在中组部、科技部、四川省委组织部、四川省科技厅、四川省应急办和市县地震局等的支持下,专注于地震预警技术研发,开展了理论研究、技术研发、试验、检验和地震预警网建设、承范应用,使中国成为世界上第三个掌握地震预警技术的国家,且关键技术处于国际领先水平(参见附件1)。

(一)中国地震局持续努力研发地震预警技术,迄今还未经过实际地震检验和公开试验,也未能为民众进行地震预警服务。

自 2001 年开始,中国地震局的专家利用一系列地震行业基金和科技部项目开展了地震预警理论研究、算法和软硬件开发。尤其是 2009 年科技部批复中国地震局组织的《地震预警与烈度速报系统的研究与示范应用》项目总投资 1724 万元项目,针对地震预警实时定位、震级实时测定、实时测定烈度、大震震源破裂特征等关键技术和实用方法开展了深入研究,研发了地震预警软件、基本参数自动测定软件、烈度速报软件,实现自 2012 年 9 月在福建省地震局在线试验运行。2013 年 6 月,该项目通过验收。

由于中国地震局地震预警试验区域内未发生破坏性地震,其技术 未能经过破坏性地震的检验。另外,没有任何民众能接收到其预警信息,也表明未能形成完整的地震预警技术体系。这表明在地震预警4 个环节中,中国地震局地震预警技术体系欠缺预警信息发布、接收和 应用环节。 另外,中国地震局自 2009 年启动的国家发改委立项的《国家地震社会服务工程》含有在首都圈和兰州建设地震预警系统的项目,中国地震局下属的广东省地震局在 2012 年启动了珠三角地震预警项目。但这些项目迄今也未能为任何民众提供任何地震预警服务。

(二)成都高新减灾研究所在汶川余震区发展的 ICL 地震预警技术达到世界先进水平,并已公开为民众和重大工程服务,成功预警了 23 次破坏性地震

减灾所完全自主研发的 ICL 地震预警技术系统是国内唯一通过 省部级科技成果鉴定的地震预警技术系统,其中一些关键技术指标处 于世界先进水平(参见附件6)。

1、核心技术指标世界领先

- (1) 系统响应时间¹平均 6.5 秒。ICL 地震预警技术系统创新地实现了地震波信息台站现场处理技术,实现台站与预警中心协同处理地震信息,不仅提高系统的可靠性,还提高了系统的响应时间,使得系统平均预警响应时间 6.5 秒。而预警技术先进的日本,其预警系统的该项技术指标为 9.0 秒。ICL 技术的响应时间优于日本 25%。
- (2) 预警盲区²半径平均值小于 23 公里。ICL 地震预警技术系统由于系统响应时间快,其预警盲区半径小于 23 公里,而日本预警系统的预警盲区半径约为 30 公里。
 - (3) 无误触发(误报)和漏报,优于日本地震预警系统。应用

¹ 系统响应时间,是指从地震开始发生到接收终端接收到地震预警信息并发出预警警报所需要的时间。 系统响应时间越小,说明技术系统性能越优。

² 预警盲区,是指预警信息后于或同时到达预警终端的区域。盲区半径越小,说明技术系统性能越优。

ICL 地震预警技术所建成的预警网,已运行3年半。截止目前,成功预警23次破坏性地震,包括芦山7.0级强震、鲁甸6.5级地震、景谷6.6级地震和康定6.3级地震,无误触发和漏报,而日本有误触发。

(4)对23个破坏性地震的预警震级终值平均偏差小于0.4级,比地震自动速报系统更快更准。ICL 地震预警系统在地震发生12秒左右时对已预警的23个破坏性地震(见附件4)发布的预警震级与中国地震台网中心在震后10分钟发布的地震震级的平均偏差小于0.33级,而中国地震台网中心在震后1分钟对这些地震的自动速报的震级与震后10分钟发布的地震震级的平均偏差为0.42级。

2、主要技术优势

- (1) 提供全套地震预警解决方案。地震预警技术系统涵盖地震 预警监测、预警信息产生、预警信息发布和预警信息接收及应用等 4 个技术环节。全球迄今为止仅减灾所能提供全套地震预警解决方案, 而日本地震预警核心技术掌握在国立研究所 NIED, 其它产品技术掌 握在公司。
- (2) 建设成本低。ICL 地震预警技术系统的地震预警监测仪采用软硬件一体化设计,并创新地引入成本低、适合于地震预警的MEMS传感器,使得地震监测仪成本降低了近70%。
- (3)设备安装方便快捷,提高地震预警网建设速度。ICL 地震预警监测仪经过一系列创新后,不需为其建设专门的观测房即可达到地震预警要求,提高了地震预警网的建设速度,降低了建设成本和缩短了建设周期。
 - (4) 运行和维护成本降低 60%。应用 ICL 地震预警技术所建设

的地震预警监测台站,通过技术创新,其运行和维护成本降低 60%。

3、主要技术创新

(1) 世界首创的基于地震波信息在台站处理的地震预警技术

ICL 地震预警技术系统率先实现了基于地震波信息在台站处理的 地震预警技术,在地震时仅将地震预警关键参数传递到预警中心,系 统可靠性增加,系统响应时间缩短,还大大降低建设和运营成本。

(2) 世界首创的地震预警警报中地震烈度的声音提示方法

民众避险策略由预警时间和预估烈度二因素决定。为给民众报告 预警时间的同时提供预估烈度,基于 ICL 技术的地震预警接收终端收 到地震预警信号时在发出倒计时读秒的时间间隔里插入提示音,提示 对目标区域的预估烈度,达到同时警报预警时间和预估烈度的目的。

(3) 世界首创的一种基于 iOS 操作系统的预警倒计时方法

苹果公司的手持终端(iPhone、iPad 等)越来越成为普通民众的选择。这些手持终端都是基于 iOS 操作系统。iOS 操作系统与Windows、Android等操作系统的主要不同是该操作系统是单任务的,不能将预警接收程序放在后台运行。减灾所利用 iOS 操作系统特点实现了基于 iOS 操作系统地震预警倒计时和预估烈度播报功能。

(4)世界首创的在电视地震预警中播出地震对电视所在地的预 估烈度和预警时间的技术

日本的地震预警信息在电视上播出时只能告知地震正在某地发生,及可能被强震影响的地区名。这些信息在日本全国的电视上都是

相同的,未能实现针对观众当地的预警信息播出。

减灾所发明了一种地震预警信息发布方法,实现了基于地理位置的预警时间和预估烈度的个性化的电视地震预警服务。并已在汶川电视地震预警中率先应用与检验。

(5) 消除误报和漏报的技术

避免地震预警的误报和漏报,既可增强用户信心,也可避险因误报和漏报造成的损失。ICL 技术提供创新技术有效消除了地震预警中的误报和漏报。

(6) 创新地将 MEMS 加速度传感器应用到地震预警

减灾所的创新研究发现 MEMS(微电子机械)加速度传感器能满足地震预警的要求。这种创新不仅能完全满足地震预警要求,还可使预警网的核心硬件设备——地震预警监测仪的成本降低 70%。该技术创新是我国构建了世界最大地震预警网的重要条件,也使得中国地震预警信息得以应用。

从地震预警网的技术路线上看,减灾所与中国地震局的主要区别 是是否采用 MEMS 传感器和是否在台站处理的地震波信息并在地震时 仅将地震预警关键参数传递到预警中心。

三、中国地震预警应用现状

迄今为止,我国地震预警系统的建设分为中国地震局主导的地震 预警系统建设和成都高新减灾研究所与一些市县政府(地震局)合作 建设。

自 2009 年起,中国地震局已组织了四个地震预警项目,即首都圈地震预警系统(2009)、兰州地震预警系统(2009)、福建省地震预警系统(2010)、广东珠江三角洲地震预警系统(2012)。虽然福建省地震局 2010 年承担的科技部科技支撑计划项目于 2013 年通过验收,虽然中国地震局一直积极努力,但这些项目迄今未见服务民众,没有任何民众能够接收这些系统的预警信息。特别强调的是,首都圈和兰州的地震预警项目属于国家发改委批准并于 2009 年启动的"国家地震社会服务工程",迄今也未见服务民众或工程。

截止目前,中国只有减灾所研发的 ICL 地震预警技术经过实际地震的公开检验,只有 ICL 地震预警技术在为我国民众和重大工程提供地震预警服务(见附件 5),只有 ICL 地震预警技术预警了破坏性地震,也只有 ICL 地震预警技术取得了减灾效果。因此,ICL 地震预警技术的应用现状代表我国地震预警应用水平(参见附件 6)。

(一)应用 ICL 地震预警技术,我国在 25 个省市建成了覆盖面积 200 万平方公里的世界最大的地震预警网,占我国地震预警人口密集多震区面积的 80%,覆盖 6.5 亿人

自 2010 年开始,减灾所在汶川余震区域建设了一个 2 万平方公里的地震预警试验网,经过数千次余震的试验、检验,最终形成了完整的地震预警技术体系。其后于 2011 年末开始,按照我国地震和人

口分布特点,参考中国地震局制定的地震预警规划(其拟定的地震预警区域见图 3-1),逐步建设我国地震预警网。

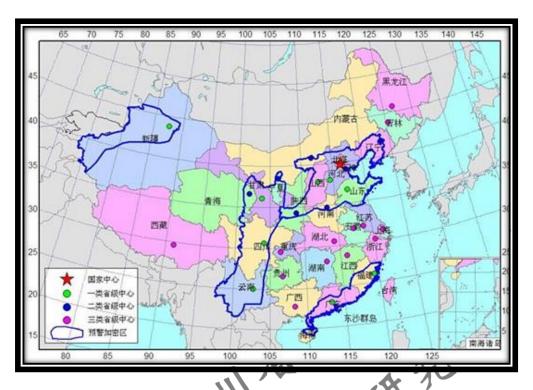


图 3-1 中国地震局自 2010 年以来拟建地震预警网的区域分布图 图中蓝色线条 内为中国地震局拟建地震预警网的区域,面积约为 200 万平方公里



图 3-2 我国应用 ICL 地震预警技术已建成的地震预警网区域分布图 图中绿色 覆盖区域为已建成的地震预警网覆盖区域,面积约 200 万平方公里 期间,2013 年 4 月,我国地震预警网覆盖面积达到 40 万平方公

里,超过日本预警网,成为世界最大的地震预警网;2013年12月,我国地震预警网覆盖面积达到100万平方千米;2014年10月,采用5030地震预警台站的地震预警网覆盖面积达到200万平方公里,覆盖了25个省市部分区域(见图3-2),占我国地震预警人口密集多震区面积的80%,覆盖面积为日本国土面积的5倍,预警网内人口约6.5亿,约占我国处在地震区人口的80%。制定强调的是,这些地震预警网的建设是减灾所与北京、天津、上海、云南、四川、甘肃、陕西、安徽等25个省市的市州地震、应急等部门密切合作的结果。

我国已经建成的地震预警网主要覆盖我国人口密集区的地震区, 即南北地震断裂带、郑庐地震断裂带、华北地震区,包括川、滇、甘、 首都圈、东南沿海和珠江三角洲等地震高危险区域。该地震预警网的 建成,提前4年完成中国建设5000/地震预警台站的任务。一些市地 震局已利用这些台站组建了共享地震预警网,节省了大量建设资金。

(二) ICL 地震预警网已连续成功预警 23 次破坏性地震,包括芦山7级强震、鲁甸 6.5 级地震、景谷 6.6 级地震和康定 6.3 级地震,无误触发和漏报

2011年4月25日汶川发生2.7级地震,减灾所的地震预警试验系统首次被实际地震触发,标志着中国地震预警实现"零"的突破。

2013年2月19日,云南巧家4.9级地震被预警,实现了我国首次成功预警破坏性地震。中国对破坏性地震预警实现"零"的突破。

2013年4月20日,雅安芦山7.0级强震被预警,实现了我国首次预警7.0级强震。

随着地震预警网的不断扩大,预警破坏性地震的次数快速增加。截止目前,已经成功鲁甸 6.5 级地震、景谷 6.6 级地震和康定 6.3 级

地震等预警网内所有 23 次破坏性地震(见附件 4)。预警信息均通过 手机、广播电视、微博和专用接收终端等同步发布,为公众和重大工 程提供服务。

(三)个人、人员密集场所(学校、办公大楼等)、重大工程(化工、核反应堆、地铁和燃气等)都已开展地震预警示范应用,填补了我国地震预警应用空白

在推进地震预警网建设的同时,为控制预警应用风险,减灾所循 序渐进在教育、地震、应急和安监等部门支持下推进我国地震预警的 不断应用。具体应用进展及效果如下:

1、学校地震预警应用进展及效果

(1) 2011 年,5 所学校率先应用地震预警。由于学校具有人员基本固定、易于培训与演练等特点,减灾所于2011 年 10 月,首先在三省选择5 所学校进行首批示范应用。并于2011 年 11 月,举行了"中国首次利用地震预警跨区域多所学校同步地震演习"(见图3-3)。





图 3-3 2011 年 11 月 1 日,四川省应急办、陕西省应急办、四川省行政学院和成都高新减灾研究所等单位组织四川、甘肃、陕西的 3 省 5 校地震预警演习。 本图为江油双河初级中学参加演习时的照片。

此后不久,2011年12月6日,汶川发生的3.8级余震按照预先

设定³触发了江油双河初级中学的预警警报,学生迅速有序疏散(见图 3-4)。这是我国首次地震触发学校预警,师生疏散的案例。





图 3-4 双河中学校园监控系统画面 学生听到地震预警警报后正在疏散撤离

(2) 学校地震预警应用被纳入民生工程 在示范应用带动下,政府及地震、教育等部门积极越来越重视学校地震预警应用。2013年1月—2014年2月,成都高新区分批在所有学校安装地震预警接收终端应用地震预警,成为我国首个学校地震预警全面应用的区县。

2014 年 4 月四川省科技厅、应急办、教育厅和地震局等组织召开了"2014 四川省学校地震预警应用示范演练现场会",四川省政府蔡竟副秘书长代表省政府号召全省强化学校应用地震预警工作,建设以成都为中心的四川地震预警示范应用基地。按照四川省政府的推进地震预警平台建设的部署,2014 年 6 月四川省宜宾市政府要求全市130 所学校安装地震预警接收终端应用地震预警,成为我国首个学校地震预警全面应用的地级市;成都市政府将学校应用地震预警纳入"2014 成都十大民生工程",也将地震预警应用作为"防震减灾示范学校"标准化建设的基本配置。

截止目前,已经在12省市400多所学校(含北京、天津的学校)

18

³ 此设定为:学校举行演习后,需要一次不设定震级和预估烈度的实际地震触发学校预警接收终端,以检验师生基于地震预警的避险能力。

应用地震预警,保障60万师生地震安全。

(3) 学校应用地震预警减灾效果明显。2013 年 4 月 20 日,芦山 7 级强震触发了成都高新区顺江学校的地震预警接收终端并自动打开广播系统播放地震预警警报。正在学校上课的初三和高三学生,按照预案要求,利用 28 秒的预警时间,自动、安全和有序地疏散到指定安全地点,这是我国首个破坏性地震时达到学校预警终端触发阈值⁴,学校师生安全疏散的典型案例。

随后,在2014年5月,盈江6.1级地震、8月鲁甸6.5级地震、10月云南景谷6.6级地震等破坏性地震时,按照学校设定的地震预警触发阈值都发布了地震预警警报,而小于阈值的终端都没有触发警报(见图3-5至图3-7)。



图 3-5 2014 年 5 月 30 日,盈江 6.1 级地震时,龙陵一中学生正按照地震预警要求,原地避险,待警报声结束后再疏散至安全地点。

19

 $^{^4}$ 学校预警接收终端的触发阈值一般白天设定为 3 度烈度,夜间 4 度烈度。只有大于阈值的地震才会触发预警警报。



图 3-6 2013 年 4 月 22 日,芦山余震时成都新科学校师生在听见地震预警警报时自动采取紧急措施避险。



图 3-7 2014年4月17日,云南大理漾濞 5.0 级地震时,成都泡桐树小学接收到预警信息后师生安全疏散

2、电视地震预警应用进展及效果

经汶川县人民政府批准,汶川县防震减灾局和汶川县广播电视局于 2012 年 5 月正式开通了电视地震预警。2012 年 5 月 14 日,汶川

电视地震预警以滚动字幕⁵的形式播放地震预警信息: "温馨提示, 青川县正在发生轻微地震,汶川无震感。汶川县防震减灾局。"这是 我国首次通过电视向公众发布地震预警信息。

汶川电视地震预警在运行过程中,在发生对汶川有影响的地震时, 如芦山 7.0 级等地震发布了预警警报(见图 3-8)。

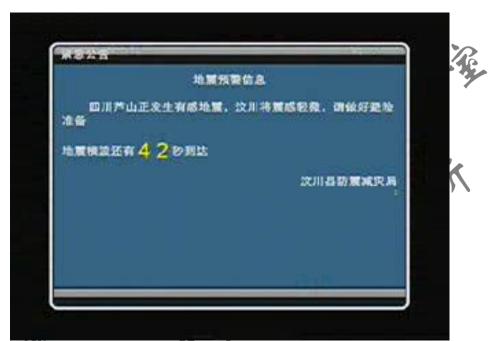


图 3-8 芦山地震电视地震预警截图 按照电视地震预警要求,当地震对目标区域可能造成影响时,采用弹出窗口的形式对民众进行预警,并给出破坏性地震波到达目标区域倒计时。图中显示芦山地震对汶川的预警时间为 42 秒。

在汶川电视地震预警运行基础上,北川和茂县电视地震预警分别于 2013年1月和9月启用。2014年11月,成都市金堂县电视地震预警建成开通,标志着电视地震预警由农村地区逐步进入大城市。截止目前,四县电视地震预警为150余万民众提供地震预警服务。

⁵ 电视地震预警播放形式有两种,一种是滚动字幕,主要是周边区域发生轻微地震,对电视观众所在 区域影响不大而采用,不中断电视节目,不影响观众收视,其主要目的是科普;第二种是弹出窗口,这种 方式是指正在发生的地震,对电视观众所在区域影响较大,有可能造成破坏而采用,其将中断电视节目, 播放地震警报(包括倒计时和影响大小提示)

电视地震预警系统运行期间,电视观众在其周边发生地震时均收到电视地震预警,一些民众按照预案要求采取了避险措施。

3、手机地震预警应用进展及效果

减灾所根据最近几年智能手机普及率高的特点,研发了包括安卓和苹果操作系统的手机地震预警软件。这些软件实现了当对手机用户有影响的地震(对手机用户预估烈度大于设定值的地震)自动播报预警警报的功能。截止目前,该软件已被国内已有31省市自治区的民众下载超过40万次。

在历次的破坏性地震中,一些安装了地震预警软件的手机自动播报预警,用户及时疏散。例如,2013年4月20日芦山地震时,成都王先生,收到预警信息后,利用28秒的预警时间从5楼住所避险到了户外安全场所,震后10多分钟返回住所,发现吊灯掉落(见图3-9),地震预警让他避免了可能造成的伤害;2014年10月,景谷地震中,部分手机用户收到预警并采取了相应的避险措施(见图3-10),减灾效果明显。



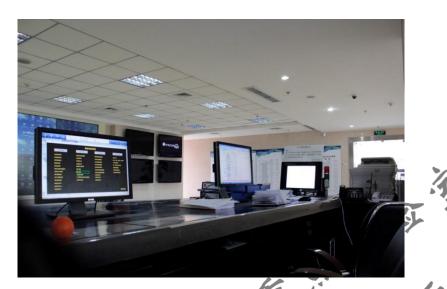
摄的地震造成的吊灯掉落图片



图 3-10 2014年10月,景谷6.5级地震后,中央电视台《新闻1+1》采访手机 地震预警用户——宋志刚收到地震预警警报及避险的情况。

4、重大工程领域地震预警应用及效果

2014年, 地震预警在我国重大工程领域的应用有突破性的进展。 危化方面,3月,四川最大的石化企业——彭州石化、成都西部呈祥 化工物流有限责任公司等化工企业已经应用地震预警。另外,成都地 铁、成都燃气、2个核反应堆等重大工程也已经应用地震预警(见图 3-11 至图 3-14)。



地震预警在彭州石化应用 图 3-11



图 3-12 地震预警在成都西部呈祥化工物流有限责任公司应用



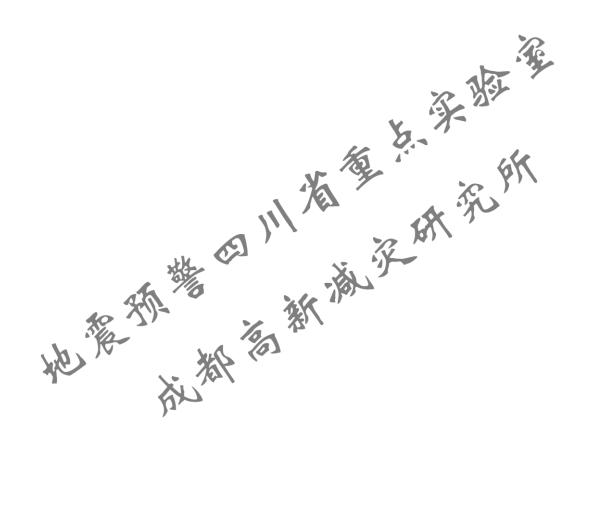
图 3-13 地震预警在成都地铁应用



图 3-14 地震预警在成都燃气公司应用

2014年4月2日,都江堰发生4.0级地震,对彭州石化的预估 烈度为3度,达到触发绿色警报的阈值,在地震横波到达前5秒,该企业的地震预警绿色警报响起。这是地震预警系统在中国危化行业首次实现成功预警。

总之,截止目前,地震预警正通过手机、电视、微博、计算机和 专用接收终端等服务我国学校、办公大楼、大型生活小区、医院、科 普馆等人员密集场所,也已开始在地铁、燃气、核反应堆和化工等重 大工程中应用。另外,近期已将地震预警信息接入中国铁路总公司组 织的高铁地震预警试验项目中。 我国已有超过 200 万民众享受了地震预警服务,但不足地震预警 网覆盖总人口的 0.3%。因此,加强地震预警应用是我国地震预警领域的当务之急。



四、地震预警风险控制及对策

由于民众和工程处置地震预警信息可能不当,以及从理论上讲地 震预警有误报和漏报的可能性【注:过去3年半,减灾所的预警系统 没有误触发(误报)和漏报】,所以地震预警需要控制风险。

减灾所作为推动我国地震预警应用的先行者,在地震预警应用的风险控制及对策领域,与国内外地震、应急、安监等领域的专家合作,吸收日本的经验,探索了通用地震预警应用风险控制对策,制定了学校、化工和电视等地震预警应用风险控制对策与预案。当然,一些对策与预案还需要进一步细化和完善。

(一) 手机地震预警的风险及控制

鉴于手机用户可自行下载地震预警软件,控制手机地震预警风险的措施包括:

- 1、手机软件安装时用户被科普地震预警及应用地震预警避险的策略;
 - 2、手机软件安装时用户被告知存在发生误报和漏报的可能;
 - 3、手机软件安装时用户被强制同意免责条款;
 - 4、手机软件使用期间,不定期推送科普知识给用户。

(二) 学校应用地震预警的风险控制及对策

学生是未来的希望。特别是汶川地震后确保师生地震安全成为全社会的焦点。学校适合于地震预警的一个重要原因是师生人员相对固定,易于科普和演练。

为了将地震预警安全应用到学校,减灾所协同教育、应急和地震

等专家,制订了学校基于地震预警的通用参考避险规则,要求不同楼层的师生依据预警时间的长短采取适当的避险对策。这些规则以宣传片等形式科普师生,让他们了解地震预警原理、地震盲区及其应对措施、地震预警警报信息所包括的内容、以及基于地震预警的避险策略与方法等。各校循序渐进地组织地震预警演习,让师生熟练掌握基于地震预警的避险策略和疏散方法,形成对地震预警的条件反射,确保预警报发出(不管是演习、真正地震发生、甚至是误报)时师生总能有条不紊疏散以避免踩踏等事故,达到既控制应用风险又在地震来袭时减少师生伤亡目的。

自 2011 年起,这些对策已应用在 12 个省市的 400 多所学校超过 3 年,实现了师生在四川芦山 7 级地震、云南盈江 6.1 级地震、云南 景谷 5.8 级地震等地震中安全有序疏散,且不管地震是在白天还是晚上,地震预警都没造成任何事故。

(三) 电视地震预警的风险及控制对策

电视地震预警的主要风险及控制对策包括:

地震预警信息的播放渠道风险,主要是防控非法内容插入节目。减灾所采取了多种防控手段,确保电视地震预警信息发布渠道安全;

- 2、地震预警信息可靠性风险。减灾所的防止误报和漏报的技术 是防控该风险的基础;
- 3、民众收到预警后采取不当避险措施的风险。通过电视台定期播放地震预警科普宣传片,提高民众防震减灾意识和能力,有效控制地震预警应用风险;
 - 4. 民众感受到地震,却没有收到预警的风险。这方面通过了科

普宣传片已告诉民众在预警盲区内,是会先感受到强震,然后才会收到警报。

这些风险应对措施都需要启用电视地震预警的当地政府评估,且 电视地震预警经过政府授权才能实施。

(四) 重大工程应用地震预警风险控制与对策

目前,我国已经在化工、燃气、地铁和核反应堆等领域应用地震预警。为控制应用风险,减灾所与有关单位联合组织了调度人员的培训、基于地震预警的应急预案的制定和演练等工作。

2014年11月,地震预警四川省重点实验室与成都西部呈祥化工物流有限责任公司联合起草的《成都西部呈祥化工物流有限责任公司地震灾害预警应急预案》,通过了专家评审,成为了我国危化企业首个地震预警应用预案。另外,地铁、燃气和核反应堆等领域基于地震预警的应急预案正在编写之中。

五、中国地震预警面临的 11 个关键问题

为了使地震预警"多快好省"地服务民生,我们拟出了 11 大 关键问题并做了一些初步思考,期待更多探讨。

(一)为什么我国地震预警减灾效果还不多?

因为地震预警信息接收用户严重不足,所以其减灾效果还不多。 实际上,地震预警要实现减灾需要地震预警服务能力和预警接收, 缺一不可。虽然我国已有成熟的地震预警技术和覆盖 200 万平方公里 地震预警网,具备了地震预警服务能力,但预警接收用户仅为 200 万 人,不足预警网覆盖区域 6.5 亿人口的 0.3%,其中大部分地震预警 用户的科普和意识都还很薄弱。另外,重太工程也仅在少数几个领域 (企业)开始应用。因此,导致对破坏性地震成功预警了,但减灾效 果有限的情况。

因此,在我国已经具备地震预警能力的情况下,应该加快推动地 震预警在民众、人员密集场所和重大工程的应用,加强国民地震预警 科普教育,才能更好地达到减灾目的。

(二) 我国地震预警亟需解决的突出问题?

1、继续建设预警网,以覆盖所有人口密集的地震预警区

目前,我国已经建成由 5030 个台站组成的预警网覆盖了 80%的人口密集的地震预警区,提前 4 年完成了我国建设 5000 个预警台站的目标,但新疆一些等人口密集的地震区尚未被预警系统覆盖,需要继续建设约 1500 个预警监测台站,覆盖面积约 50 万平方公里,以全覆盖我国人口密集的多震区。

2、深入推进地震预警应用

目前我国民众通过手机、计算机、广播电视、专用接收终端等接收地震预警信息的用户仅为约 200 万人,不足预警网覆盖区域 6.5 亿人口的 0.3%。预警网覆盖区域内重大工程应用地震预警不足 10 家企业。地震预警的应用严重不足,让已经建成的预警网不能最有效地发挥其减灾效益。

3、制订地震预警应用有关标准、制度和法律

迄今为止,我国仅成都市出台了部分地震预警地方标准,地震预警的国家标准、法律法规和管理制度几乎为空白或很少,与我国地震预警技术及应用的发展速度不相适应。因此,需要加快制订地震预警应用的有关标准、制度和法律的步伐,确保我国地震预警有序发展。

需要说明的是,地震预警的标准、制度和法律的制订需要以应用 实践为基础,如成都市制订的地震预警地方标准就是在地震预警系统 建设与应用的基础上完成的。只有这样才能保证所制订的标准、制度 和法律促进地震预警事业的发展。

4、优化地震预警管理机制,实现"管干分开"

中国地震局因地震专家往往都在地震局工作的历史原因既是地震业务管理者,又是地震技术提供者,符合当时的国情。但现在地震局之外的地震预警技术明显更优、非地震局已提供地震预警服务、地震预警服务也非地震局的已有或传统业务,为更好服务中国民生,中国地震局需要优化管理方式,实行"管干分开",由既是"裁判员"又是"运动员"变为"裁判员"与"监督员",从而鼓励企业参与竞

争,促进我国防震减灾水平更快更好地发展。

当然,继续完善地震预警技术体系仍然是需要做的工作。但中国现在的地震预警技术除了核心技术指标比日本的优外,地震预警技术和应用对策总比墨西哥、日本启用地震预警服务其民众时成熟,需要完善技术或对策都不能成为延缓地震预警服务我国民众的理由。

(三)我国需要在已建设地震预警网的地域重复建设预警网吗?

截止目前,我国已经建成了由 5030 个地震预警监测台站组成的 预警网,覆盖面积 200 万平方公里,且该预警网的预警能力表现良好, 核心技术指标(系统响应时间、盲区半径等)都优于日本。

若是国家投资,且采用的技术及建设方案是经过实际地震检验优于目前已经建成的预警网,为了更好地实现防震减灾,重新建设是有必要的。否则,国家投资建设就是一种浪费。实际上,在现有的情况下,政府可采用购买地震预警服务的办法来为我国公共安全提供地震预警服务,使得财政资金效率更高。即在目前情况下,不需要建设预算资金为 20 亿的"国家地震烈度和预警工程"项目,而仅用该项目的运行费租用预警网即可满足该项目的预期目标。

如果有企业自主投资建设预警网,则从竞争的角度,是值得鼓励的,因为竞争可以提高效率和服务质量,也使得用户有选择的机会。 也可以鼓励企业间加强合作,类似于移动通信领域的铁塔公司构建基站,既减少重复性投资,又能为我国提供更好的预警服务。

(四)"政府购买服务"能用于地震预警吗?

类似于消防, 地震预警涉及公共地震安全, 具有公益性, 但众多

商业场所也需要地震预警服务,所以也具有商业性。针对学校、政府 办公大楼和医院等公益机构,可以通过政府购买地震预警服务的方式 来实现,这也符合新一届政府倡导 的"政府购买公共服务"的要求。 而商业场所应鼓励其自行购买。

政府购买公共服务主要通过广播(含应急广播)、电视等为民众提供预警服务;针对特定场所,例如学校、医院、政府办公大楼等由单位购买地震预警服务;普通公众还可以通过在手机上安装预警接收软件以免费享受服务,目前减灾所已经提供此服务。

实际上,在中国已具备地震预警服务的 157 个地级市,除了少数 几个市地震局(成都、安徽滁州等)是自建设预警网外,大部分地级 市都是租用预警网的形式通过构建共享地震预警网为本地提供服务。

我们相信政府购买地震预警服务也适合于省级行政区域和国家。

(五)由企业提供地震预警服务是否适合?

我们认为企业提供地震预警是非常合适的,原因是:

- 1、不管地震预警服务由企业还是地震局提供,在地震时是地震 预警都是由技术系统自动发布的,不能人工干预。由于地震预警系统 实际上提供的是秒级响应的服务,必须是是全自动的,人工控制发布 预警信息事实上是不可行的。因此,地震预警服务的优劣决定于其技术能力。
- 2、事实已证明,企业能提供更好的地震预警服务。 在中国地震局和各省地震局由于未掌握地震预警核心技术的原因还不能提供为民众提供地震预警服务的今天,减灾所联合有关企业已通过电视、广播、专用接收终端、免费手机应用等形式提供地震预警服务 3 年多,在推动我国地震预警事业进步的同时,并未造成恐慌事件,也未带来

负面影响。

同时,企业提供地震预警服务实际上践行了"创新放在企业"。 政府向企业购买公共服务,也符合国家产业政策。

另外,以企业为主体的地震预警技术、地震预警网建设、地震预警服务等对于全球地震预警服务的借鉴性意义: 1)除了中国,全球其它国家的地震预警技术都是其地震科研机构掌握的。美国现在也有企业在研发地震预警技术但还未能提供地震预警服务。中国率先在民办机构研发地震预警技术是机制的创新的重要成果,在世界公共安全领域具有示范意义; 2)中国通过民办机构服务地震预警的形式及中国民办机构牵头所形成的地震预警技术和产品可以与国外广大企业合作,服务其它国家。这也有利于服务我国外交。

当然, 地震预警服务需要法规规范, 以促进其有序和良性发展。

(六)企业是否能够担当误报漏报的风险?

任何技术系统在理论上都存在风险,地震预警系统也不例外,其风险概率的高低,是由其系统技术水平决定的,而不是由谁投资建设来决定的。因此,我国更应采用技术更优且经过实际地震检验的地震预警技术建设地震预警网以更好、更安全地服务民生。

实践证明,企业为责任主体,更有利于控制风险。日本通过法律对气象厅提供地震预警服务造成的误报和漏报实行免责,其在提供地震预警服务的过程中多次出现误报和漏报。而减灾所在提供地震预警服务的3年多时间里,为了生存和控制风险,在技术与系统的改进和完善中持续不断地投入,且通过应用对象的选择、应用对策的制定和用户定期演练等控制因误报和漏报可能带来的风险,截止目前没有出现误报和漏报,也没有因预警警报带来负面影响。另外,由企业提供

服务时事故后企业是在承担后果的第一线。但若是国家单位提供地震预警服务,则国家位于承担后果的第一线。

进一步地,保险可以分担企业提供地震预警服务的风险。

(七) 地震预警应该怎么管?

地震预警是我国最新发展起来的防震减灾技术,在管理制度与法律法规尚不健全的情况下,管理过程应当在风险可控的情况下,以是否有利于促进地震预警的进步与发展为标准,鼓励创新与探索,避免管理过严、过死而阻碍地震预警的进步与发展。同时,在管理过程中逐渐总结与完善地震预警应用经验,以此为基础尽快立法。另外也可以借鉴现有法规,例如合同法可以界定预警信息提供方和被服务方之间的权利和责任,规范地震预警应用。

(八)关于地震预警的专项法规应该界定哪些内容?

在当前地震预警法规几乎为空白的情况下,可出台相关条例规范和促进地震预警发展,以让我国尽早实现更好的地震预警服务。主要包括以下内容:

- 1、界定地震预警信息发布主体、渠道和安全责任与义务;
- 2、界定政府对公共安全领域提供地震预警服务的责任与义务;
- 3、界定地震预警服务提供方的责任与义务;
- 4、界定地震预警服务接受方的责任与义务;
- 5、界定地震预警事故的责任划分与赔偿责任;
- 6、界定地震预警管理者的责任与义务:
- 7、界定保险在地震预警事故中的责任划分。

(九)地震预警网的建设会影响中国地震局及各省地震局的

传统业务吗?

地震预警作为在灾难前服务民众和工程的技术手段是中国地震局和各省地震局迄今都还没有提供的服务。虽然地震预警监测业务和其它地震监测业务都是地震监测业务的重要组成部分,但是地震预警系统的秒级服务民众和工程的能力却是地震局传统业务所不具备的能力。因此,地震预警业务并不影响地震局的传统业务。且由于服务对象比传统地震业务的服务对象范围更广,原有的机制不适合地震局服务民众和工程。

(十)中国地震预警相关管理部门与技术研发单位、服务提供方之间的关系?

按照管干分开的原则,各技术和服务提供方应该竞争与合作,而管理部门应该择优选择技术方案和服务提供方。

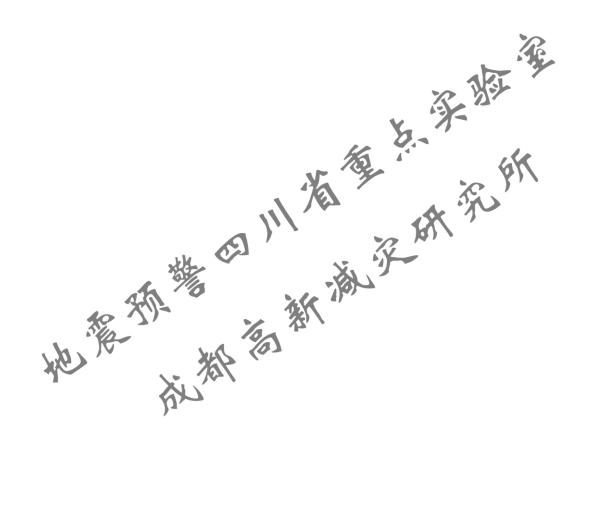
但地震行业在历史上形成的管理方-中国他震局和省级地震局,同时也是潜在的地震技术提供方。这在历史上是合理的,因为地震专家几乎都必地震部门工作。但在地震预警技术已社会化且地震预警服务社会面很广的背景下。这种历史上形成的"管干不分"体现在新闻上的就是自 2013 年始持续 1 年的通过媒体的"隔空喊话"表明中国地震局和省级地震局对减灾所的负面态度。中国地震局和省级地震局对减灾所与地方地震局建立的预警网的持续打压,体现在文件上的就是中国地震局在努力争取更多发改委地震预警项目时,既选择了未经过检验且盲区半径更差的技术方案,也体现在多次发文限制减灾所预警网的建设、预警信息的应用。我们建议在"管干分开"的原则下优化我国地震预警服务的管理机制(更详细的分析请参见附件 3)。

(十一)中国还没有地震预警专项法规,地震预警可以推广应用吗?

虽然我国还没有地震预警的专项法规,但相关政策和法律积极支持应用地震预警:

- 1、《中华人民共和国防震减灾法》鼓励推广先进的科学研究成果。 地震预警是地震减灾领域的先进成果,理应得到法律支持。作为案例, 积极探索地震预警的福建省地震局促进制定的 2013 年《福建省防震 减灾条例》要求建立健全福建地震预警系统;
- 2、2010 年《国务院关于进一步加强防震减灾工作的意见》(国发【2010】18号)支持应用地震预警;
- 3、国家防震减灾规划(2006—2020年)要求建设地震预警系统, 为重大基础设施和生命线工程服务;
- 4、《中华人民共和国突发事件应对法》第四十三条:可以预警的自然灾害、事故灾难或者公共卫生事件即将发生或者发生的可能性增大时,县级以上地方各级人民政府应当根据有关法律、行政法规和国务院规定的权限和程序,发布相应级别的警报……;
- 5、《四川省突发事件应对办法》第三十七条:县级以上地方人民政府应当建立健全突发事件预警信息发布机制和系统,利用广播、电视、报刊、互联网、个人移动通信终端、电子显示屏、宣传车、传单和逐户通知等多种方式发布预警信息。乡(镇)人民政府、街道办事处、村(居)民委员会、企业事业单位和其他组织应当协助上级人民政府完成预警信息发布工作。
- 6、按照《合同法》,特定用户(例如学校、地铁、化工厂等)可以购买地震预警服务。

当然,若有地震预警专项法规,地震预警可更好服务民生。但目前政策和法律已支持地震预警服务,且过去几年减灾所与有关方面的合作也表明了这一点。



六、结论和展望

汶川地震后,我国鼓励创新的氛围孵化了我国自主创新的并具有 中国完全自主知识产权的技术一具有世界先进水平的地震预警技术 系统—ICL 地震预警技术系统:中国形成了地震预警的科普内容体系、 风险控制对策、通用的地震预警建设和应用对策:以技术和风险控制 对策为基础, 我国应用 ICL 地震预警技术已在 25 个省市(即除了黑 龙江、吉林、新疆、西藏、湖南、海南、台湾外的我国各省市》提前 4年节省超过10亿元建成了5030个预警监测台站, 200 万平方公里的互联互通的预警网,占我国人口密集多震区面积的 80%,覆盖人口 6.5 亿;截止目前,该预警网已经成功预警局 级、鲁甸 6.5 级和康定 6.3 级等破坏性地震 23 次, 无误触发(误报) 中视和专用接收终端等为 12 省市 400 和漏报。预警信息已通过丢机 多所学校,以及化工、核反应堆、地铁、燃气和高铁等重大工程示范 日本后、第三个具有地震预警能力的国 服务。我国已成 所建设的地震预警系统还具备了地震烈度速报、人工灾情采集、 科研功能(见附件

但我国在地震预警领域还有许多不足:

- 1、地震预警网覆盖不足。我国还需要在新疆等地建设 50 万平方公里预警网,以实现全覆盖我国人员密集的多震区;
- 2、预警应用人口仅 200 万,不足预警网覆盖人口的 0.3%; 重大工程应用预警虽己在多领域试点,仅有少数企业应用:
- 3、未将地震预警科普教育列入公民常规教育,了解地震预警及 熟悉基于地震预警的避险策略的人不足 1%。

4、中国地震局及其下属的各省地震局既是管理机构,而中国地震局和一些省地震局也是地震预警技术开发者,"管干不分"阻碍了地震部门外的地震预警技术的推广应用,阻碍了地震预警服务民生;

5、标准与法规缺位。迄今仅成都出台了一项地震预警地方标准, 还没有形成标准体系,也没有相关国家标准。界定地震预警的责任主 体、服务方式的法律法规是空白,这制约了我国地震预警的规范发展。

最后,希望在党和政府的领导和主导下,科技、地震、应急等部门和全社会共同努力,进一步优化和完善我国地震预警技术和地震预警网,加大科普教育,尽快在法律中明确政府、企业在地震预警服务中的职责,明确地震预警应用、建设、运行的资金保障机制,积极响应"创新放在企业"、"政府购买公共服务",组织技术专家、行政管理专家和法律专家共同研究中国地震预警服务模式,创新地循序渐进地深入开展地震预警在民众、人员密集场所和重大工程中的应用,成熟一个行业,推广应用一个行业,让地震预警更好服务中国民生,展示我国政府"以人为本"的治国理念。

七、致谢

成都高新减灾研究所的研发得到了中组部、科技部、四川省科技厅、四川省应急办、四川省委组织部、成都市防震减灾局、成都高新区等部门的鼎力支持。

成都高新减灾研究所得到了来自中国地震局、四川省地震局、云南省地震局、福建省地震局、中国地震局工程力学研究所、汶川县防震减灾局、北川县防震减灾局、成都市防震减灾局、成都市安监局、滁州市地震局、日本防灾所等国内外大量专家的无私帮助

成都高新减灾研究所还得到了新华社、中新社、人民日报、中央电视台、四川日报、成都日报、文汇报、大公报、成都电视台、成都商报、华西都市报、天府早报、科技日报、南方周末、21世纪经济报道、中国青年报、南方都市报、东方卫视、新京报、京华时报、成都晚报等媒体的密切关注、报道和支持。

总之,减灾所还得到了社会各界的全方面支持,在此难以一一罗列,敬请原谅。我们期待与各界继续共同努力,让地震预警更好服务中国民生,让中国地震预警服务世界。

附件:

- 1、2008年汶川地震以来,中国地震预警技术及应用大事记
- 2、地震预警的延伸---烈度速报、灾情速判及科研
- 3、地震预警广泛应用期待中国地震行政管理机制创新
- 4、国内外地震预警技术及应用的比较
- 5、表明我国一些地方正式应用地震预警的资料
- 6、国内外地震预警技术及应用的比较

附件 1: 2008 年汶川地震以来,中国地震预警大事记

2009年

▶中国地震局启动国家发改委批复的"地震社会服务工程"(其中含在首都圈和兰州分别建设地震预警系统)。但迄今这些地震预警系统未能服务民众;

2010年

- ▶4月,胡锦涛总书记在玉树地震灾区指导抗震救灾工作时,要 求推进我国地震预警;
- ▶6月,《国务院关于进一步加强防震减灾工作的意见》(国发〔2010〕18号〕明确提出,要"建成覆盖我国大陆及海域的立体地震监测网络和较为完善的地震预警系统";
 - ▶11月,汶川地震预警网开始建设

2011年

- ▶4月,中国首次地震预警信息发出;
- >9月,招募地震预警体验者,通过手机接收预警信息;

2012年

- ▶5月,中国首个电视地震预警启用;
- ▶9月,中国首个地震预警技术系统通过省部级科技成果鉴定;
- ▶9月,温家宝总理在云南彝良地震指导救灾时指出,要加强地 震预警工作;

2013年

- ▶2月,中国首次预警破坏性地震;
- ▶3月,中国建成世界最大地震预警系统,覆盖40万平方公里;

- ▶4月,成功预警芦山7级强震,是中国首次成功预警7级强震;
- ▶5月,成都市地震预警和烈度速报工程通过验收,成为中国首 个具备地震预警和烈度速报能力的工程;
- ▶6月,中国地震局组织的《地震预警与烈度速报系统的研究与示范应用》项目通过验收(但该项目未经公开试验,也未经破坏性地震检验,也未能服务公众);

2014年

- ▶1月,习近平总书记和李克强总理分别批示: "力争准确发出临震预警"和"切实搞好监测预警";
 - ▶3月,中国危化行业首次实现地震预警;
- ▶4月,防震减灾示范学校应用地震预警纳入 2014 年成都市十 大民生工程项目;
 - ▶4月,成都高新区所有学校应用地震预警:
 - >5月,基于减炎所技术建设的首都圈地震预警系统启用;
- ▶ 10月,中国提前 4年建成 5000 地震预警台站,构建了 4倍于日本国土面积的地震预警网;
 - ▶10月,中国首个地震预警地方标准启用;
- ▶截止 12 月,成功预警包括四川康定 6.3 级、云南鲁甸 6.6 级 地震等网内所有(共 23 次)破坏性地震,无误触发(误报)、漏报。

注: 以上进展,除非另有标明,都来自减灾所及其合作单位。

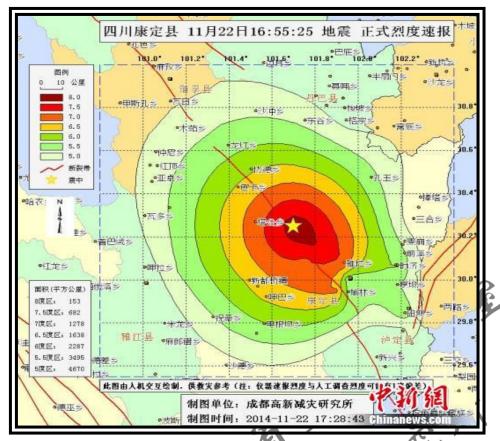
总之,自 2010 年,减灾所在地震预警领域前进的每一步代表了中国地震预警领域前进的每一步;自 2013 年以来,减灾所在地震预警领域前进的一些步代表了世界地震预警领域前进的一些步。中国地震预警核心技术已处于世界领先水平,并构建了世界最大地震预警网。

附件 2: 地震预警的延伸---烈度速报、灾情速判及科研

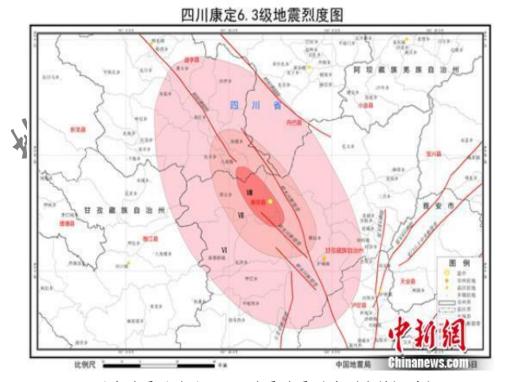
ICL 地震预警技术系统将地震预警、烈度速报和科研有效融合,即不仅在震时提供地震预警信息,还能在震后提供烈度速报与灾情速判,并将所产生的数据用于后续的科研。下面对 ICL 地震预警技术系统的烈度速报与灾情速判功能作一简述。

- 1、5分钟内快速自动烈度速报。ICL 地震预警技术系统可在震后 5分钟内自动绘制烈度速报图。并通过手机、计算机和专用接收终端 等自动发布,目的是为了快速了解灾情的大致分布情况。
- 2、30分钟左右给出人机交互烈度速报图。人机交互的方式绘制 烈度速报图,在地震监测仪器采集到的烈度信息的基础上,通过修改、 删除异常点仪器烈度或添加人工现场调查获得烈度等方式,形成人机 交互烈度速报图。所绘制的烈度速报图还标注出各烈度区域的大致面积。

2013年2月19日,应用 ICL 地震预警技术所建设的预警网内的云南巧家发生了第一次破坏性地震——4.9 级地震,至今共23 次破坏性地震,包括芦山7.0 级等强震,都绘制出了烈度速报图。所绘制出的烈度速报图与人工调查烈度图的破裂方向相同,震中相同,各烈度区边界接近,烈度区覆盖面积接近,但所需要的时间不同,ICL 地震预警系统只需要约20分钟,而通过人工调查形成烈度图一般至少需要48小时。以下列举最近发生的康定6.3 级地震作为案例进行对比。



减灾所康定 6.3 级地震地震烈度 (灾情) 速报图



四川省地震局康定 6.3 级地震地震烈度 (灾情) 速报图

减灾所在 40 分钟完成的地震烈度(灾情)速报图,与四川省地 震局 3 天后公布的进行对比得知,两图的震中相同、最大烈度值相同 (8 度)、破坏方向相同,以及 6 度以上灾情分布基本相同。

3、震后 5 分钟至几小时,通过手机地震预警客户端采集的灾情信息绘制灾情专题图。前两种地震烈度都是基于仪器烈度所进行灾情盲估,而 ICL 地震预警系统还可以通过广大安装了手机地震预警软件的用户,应用该软件的灾情采集功能,将震后所在区域的灾情信息上传至预警中心进行研判,生成灾情专题图。这种通过震区上传的灾情信息,使得灾情研判更加准确,救援决策更加有针对性,震后救援效率更高。

1、震后民众通过手机上传的灾情照片









说明:民众通过基于地震预警的手机灾情采集软件上传震区照片时,将同时上传灾情的准确地点(经纬度)、上传者手机号(可以做为震情核实与救援联系等)等信息。

2、灾情分布图

系统可提供人工上传的房屋破坏、人员死亡、交通破坏等灾害的 分布图。例如,康定 6.3 级地震中民众上传的房屋破坏分布如下图



附件 3: 地震预警广泛应用期待中国地震行政管理机制创新

中国地震部门包括了中国地震局、省(直辖市)地震局、市县地震局(防震减灾局)。各省(直辖市)地震局归中国地震局垂直管理,而各市县地震局是当地政府的组成部门,归当地政府管理。各市县地震局接受省级地震局和中国地震局的业务指导。因此,中国地震部门的行政管理是"条块分割"的。

各市州地震局一般并无地震预警技术研发能力,为了应用地震预警服务民众,在中国地震局和省级地震局不能满足其需要的背景下,一些市州地震局选择了通过购买或租用服务等形式与减灾所合作。目前,减灾所已为157个市州(中国一共约330个市州)服务了地震预警。虽然中国地震局和一些省地震局通过下文件等形式阻止市县地震局与减灾所的合作,但由于"条块分割"及市县地震局为民服务的愿望,仍然有大量市州地震局与减灾所合作。

实际上,中国地震局既是地震行业管理部门,还有科研和地震工程实施职能,因此是"管干不分"的。这在历史上是合理的,因为地震专家几乎都在地震部门工作。但在地震预警技术已社会化且地震预警牵扯社会面很广的当下,中国地震局和一些省地震局的一些人根据传统思维习惯来阻止减灾所推广应用地震预警尽快服务民生就不合适了。创新地震行政管理机制应是一个与时俱进的选项。

附件 4: 中国预警的破坏性地震的统计表

序号	时间	震中位置	震级
1	2013年02月19日	云南巧家	4.9级
2	2013年04月17日	云南漾濞	5.0级
3	2013年04月20日	四川芦山	7.0级
4	2013年04月25日	四川宜宾	4.8级
5	2013年11月16日	云南东川	4.5级
6	2013年11月28日	云南祥云	4.6级
7	2014年04月05日	云南永善	5.3 级
8	2014年04月11日	四川理县	3.8级
9	2014年05月07日	云南元谋	4.7级
10	2014年05月24日	云南盈江	5.6级
11	2014年05月30日	云南盈江	6.1级
12	2014年06月10日	四川青川	4.8级
13	2014年07月29日	四川梓潼	4.9级
14	2014年08月03日	安南鲁甸	6.5级
15 8	2014年08月17日	云南永善	5.0级
16	2014年09月06日	河北涿鹿	4.3级
17	2014年10月01日	四川凉山	5.0级
18	2014年10月07日	云南景谷	6.6级
19	2014年11月15日	甘肃景泰	4.7级
20	2014年11月22日	四川康定	6.3级
21	2014年11月25日	四川康定	5.8级
22	2014年12月06日	云南景谷	5.8级
23	2014年12月06日	云南景谷	5.9级

注: 破坏性地震是指造成了破坏的地震。

附件 5: 表明我国一些地方正式应用地震预警的资料

截止 2014 年 12 月,已有一些省市县政府将地震预警纳入民生工程并正式应用地震预警。下面为一些案例。

1. 2014年,成都市将地震预警纳入民生工程

成都市人民政府目标管理督查办公室文件

成府目督发〔2014〕6号

市委目督办 市政府目督办 关于印发《2014年为民办实事民生工程 工作目标分解方案》的通知

各区(市)县委和人民政府,市级各部门:

为推动市委市政府 2014 年为民办实事民生工程工作目标顺利实施,市委目督办、市政府目督办按照市委办公厅、市政府办公厅《关于印发<2014 年为民办实事民生工程工作目标>的通知》(成委办发电(2014)12 号)的要求,对民生工程工作目标进行了分解细化,逐项明确了承办单位、进度安排、完成标准等要



新闻热线:

阅读器下载

广告价格刊例表

成都首家防震减灾示范学校启用地震 预警

我市成为首个将地震预警纳入民生工程的副省级城市 2014年7月10日第05版

分享到: 😽















昨日,彭州市小鱼洞镇九年制学校,成为成都市正式应用 防震减灾科普示范学校标准的首个学校。这标志着成都成为我 国首个将地震预警应用纳入防震减灾示范学校标准的城市。

防震减灾示范学校应用地震预警系统是2014年成都市政府 确定的十大民生工程项目之一,成都也因此成为首个将地震预 警纳入民生工程的副省级城市。据成都市防震减灾局介绍,首 批纳入防震减灾标准化建设的其它9所学校也正在实施中,预计 将于近期完成。安装了地震预警接收终端后,学校将在新学期 开学后组织培训和经常性演练。据成都高新减灾研究所所长、 国家"千人计划"学者王暾博士介绍,我国地震预警网已覆盖





成都高新区34所学校建成地震预警系统

2014-04-17 21:54 来源:四川新闻网 说两句 分享到: 🚮 🔯 🙋 👢





学生疏散

2. 安徽滁州市近100 所学校应用地震预警

中国广播网 史广新闻 〉正文

|滁州建成全国地级市中首个地震预警系统

2013-04-01 10:07 来源:中国广播网 我要评论 📝

中广网合肥4月1日消息(记者汤云)据中国之声《央广新闻》报道,全国地级市中的首个地 震预警系统日前在安徽滁州建成,该系统能提前十几秒至几十秒的时间,预测到破坏性地震波的 到来,为人们逃生避险提供宝贵时间。

滁州凤阳21所学校安装地震预警系统

2013年10月16日 10:04 稿源: 中安在线 → 分享到: 🙎 🚮 😰 👢 🔝 🗆

滁州在线报道,近日,凤阳县燃灯中学、小岗学校等21所中小学完成安装"地震预警接收服务 器"并投入使用,3万多名师生将率先享受地震预警服务,这标志着凤阳县由地震预警建设跨入地震 预警应用新阶段。

河北邢台市启用地震预警

我市首套地震预警接收系统开始运行

2014-11-24 11:45 来源:邢台日报 我有话说

本报讯(邱玉山)近日,我市首套地震预警接收系统在桥西区四中安装调试成功,并 开始运行。该系统包括地震预警接收服务器、预警软件和广播系统。当我市及周边省、市 发生破坏性地震后,该系统可以自动通过学校广播发出地震警告,为师生震前有效避震提 供几秒到十几秒的宝贵时间。

日前,我市地震局在各县市区安装了地震波接受设备,当地震发生后,分布在各地的 地震波接收设备,就将接收到的地震波通过无线电波自动传到地震预警中心。目前,我市 手机用户可以免费下载、安装使用地震预警软件 , 安装后就可以实时接收地震预警中心传 来的地震预警警告,为手机用户在震前提供几秒到十几秒的避震逃生时间。

4. 北川县政府启用电视地震预警的批复

北川羌族自治县人民政府

北府函 [2013] 4号

北川羌族自治县人民政府 关于同意播放地震信息启动电视地震预警的 批 复

5. 四川省应急办在 2014 年应急体系建设规划中列入了地震预警平台建设的内容。

四川省人民政府应急管理办公室

川府应急[2014]3号

四川省人民政府应急管理办公室 关于印发四川省"十二五"应急体系建设规划 2014 年度实施计划的通知

建设全省地质灾害多发易发县(市、区)监测网络体系,提高监测预警水平。加强地质灾害群测群防监测队伍建设,确保每个灾害隐患点有1名监测员;推进地震预警平台建设,提升防震减灾

附件 6: 国内外地震预警技术及应用的比较

编号		主要指标	成都高新减灾 研究所	中国地震局	日本	备注
1		系统平均响应时间	约 6.5 秒	约13秒	约9秒	
2		预警平均盲区半径	约 24 千米	岁 45千米	约 30 千米	
3	技术	误触发(误报)和漏报	雄 年	小孩子	有	中国地震局 未公开该数 据
4	*	预警信息发布:通过手机、 计算机、广播电视和专用 接收终端等发布	是是是	否	是	
5		烈度提示:通过声音提示 地震预估烈度,提高避险 有效性	是	否	否	

6		电视地震预警: 预警时间 和本地的烈度提示	是	否	否	
7		预警网建设:已建成公开 为民众和重大工程服务的 预警网	已建成 200 万平方 公里预警网,覆盖 80%的人口密集地 震预警区		已建成 37 万平方公 生预警网,覆盖全国	
8	应	成功预警破坏性地震	成功预警 7.0 级芦 山地震等共 23 次	杏	成功预警 3.11 等地 震	
9	用	开展学校等人员密集场所 应用	已在 400 多所学校 等人员密集场所应 用	·	全国所有学校均应 用地震预警	
10		开展地铁、化工等 重大工 程应用	已在四川石化、成 都地铁等应用	否	已在国内所有新干 线列车等重大工程 应用	
11	标准	具有完善的地震预警标准 体系	几乎为空白, 仅成都 标, 尚无国家标准	3出台一个地方预警	地震预警标准体系 完善	

12	与	目右空差的地震颈微计体	我国地震预警专项法规欠缺(但墨西哥		
	法	法 具有完善的地震预警法律 规 体系	也没有地震预警专项法规,却已应用了	地震预警法规完善	
	规		23 年了!)	`	

注:除减灾所资料外,以上其它资料来源于科技查新报告或网上公开资料。

本书目的

寻路中国地震预警