



地震监测预警系统建设项目

可行性研究报告

项目建设单位：**XX**市地震局

项目编制单位：北京智博睿投资咨询有限公司



目 录

第一章 项目总论.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.1.1 项目名称.....	1
1.1.2 项目承建单位.....	1
1.1.3 拟建设地点.....	1
1.1.4 建设内容与规模.....	1
1.1.5 项目性质.....	1
1.1.6 项目总投资及资金筹措.....	1
1.1.7 建设期.....	2
1.2 编制依据和原则.....	2
1.2.1 编辑依据.....	2
1.2.2 编制原则.....	2
1.3 可行性研究结论.....	3
第二章 项目背景及必要性分析.....	5
2.1 项目背景.....	5
2.1.1 项目建设背景.....	5
2.1.2 我国地震监测预警相关现状.....	7
2.1.3 项目提出理由.....	8
2.2 项目必要性.....	9
2.2.1 项目建设符合国家的发展规划.....	9
2.2.2 项目建设符合应急指挥与救援工作的要求需求.....	10
2.2.3 是社会和经济和谐发展的需要.....	10
2.2.4 有助于政府抵御“漏报”和“误报”的行政风险和法律风险.....	11
2.2.5 是保障当地长期利益的重要组成部分.....	11
2.2.6 能避免地震灾害发生时的重大人员伤亡.....	12
2.2.7 保卫改革开放和社会主义现代化建设成果的需要.....	12



2.3 项目可行性分析.....	13
2.3.1 政策可行性.....	13
2.3.2 技术可行性.....	13
2.3.3 资源上的可行.....	13
第三章 项目市场分析与预测.....	15
3.1 国内外地震监测预警发展趋势.....	15
3.1.1 墨西哥.....	15
3.1.2 日本.....	17
3.1.3 土耳其伊斯坦布尔市，中国台湾和罗马尼亚布加勒斯特市.....	22
3.1.4 国内地震预警研究进展.....	23
3.2 我国地震监测预警系统现状.....	24
3.2.1 我国地震监测现有条件.....	24
3.2.2 我国地震监测预警系统问题.....	26
3.2.3 我国地震监测预警系统建设趋势.....	27
第四章 项目选址及建设条件.....	29
4.1 项目选址.....	29
4.1.1 项目建设地点.....	29
4.1.2 项目建设地概况.....	29
4.2XX 市基础条件分析.....	29
4.2.1 气候情况.....	29
4.2.2XX 市断裂带分布及其地震情况.....	30
第五章 建设方案.....	32
5.1 系统原理.....	32
5.2 建设内容.....	33
第六章 资源利用与节能措施.....	34



6.1 资源利用分析.....	34
6.1.1 土地资源利用分析.....	34
6.1.2 水资源利用分析.....	34
6.1.3 电能源利用分析.....	35
6.2 能耗指标及分析.....	35
6.3 节能措施分析.....	35
6.3.1 土地资源节约措施.....	35
6.3.2 水资源节约措施.....	36
6.3.3 电能源节约措施.....	37
第七章 生态与环境的影响分析.....	41
7.1 项目主要污染物及污染源分析.....	41
7.1.1 施工期.....	41
7.1.2 使用期.....	45
7.2 拟采取的环境保护标准.....	45
7.2.1 国家环保法律法规.....	45
7.2.2 地方环保法律法规.....	46
7.2.3 技术规范.....	47
7.3 环境保护措施.....	47
7.3.1 施工期污染减缓措施.....	47
7.3.2 使用期污染减缓措施.....	51
7.3.3 其它污染控制和环境管理措施.....	51
7.4 环境影响结论.....	51
第八章 劳动安全卫生及消防.....	52
8.1 劳动保护与安全卫生.....	52
8.1.1 安全防护.....	52
8.1.2 劳动保护.....	52



8.1.3 安全卫生.....	53
8.2 消防.....	54
8.2.1 建筑防火设计依据.....	54
8.2.2 总面积布置与建筑消防设计.....	54
8.2.3 消防给水及灭火设备.....	54
8.2.4 消防电气.....	55
8.3 地震安全.....	55
第九章 组织机构与人力资源配置.....	57
9.1 组织机构.....	57
9.1.1 组织机构设置因素分析.....	57
9.1.2 项目组织管理模式.....	57
9.2 人员配置.....	57
9.2.1 人力资源配置因素分析.....	57
9.2.2 生产班制.....	58
9.2.3 劳动定员.....	58
9.2.4 职工工资及福利成本分析.....	58
9.3 人员来源与培训.....	59
第十章 项目招投标方式及内容.....	60
第十一章 项目实施进度方案.....	61
11.1 项目工程总进度.....	61
11.2 项目实施进度表.....	61
第十二章 投资估算与资金筹措.....	62
12.1 投资估算依据.....	62
12.2 项目总投资估算.....	64
第十三章 社会效益财务分析.....	66



13.1 是公共安全的重要组成部分.....	66
13.2 满足地震监测预警发展需要.....	66
第十四章 风险分析.....	68
14.1 风险影响因素.....	68
14.1.1 可能面临的风险因素.....	68
14.1.2 主要风险因素识别.....	69
14.2 风险影响程度及规避措施.....	69
14.2.1 风险影响程度评价.....	69
14.2.2 风险规避措施.....	70
第十五章 结论与建议.....	71
15.1 结论.....	71
15.2 建议.....	71



第一章 项目总论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

XX 市地震监测预警系统建设项目

1.1.2 项目承建单位

XX 市地震局

1.1.3 拟建设地点

XX 市

1.1.4 建设内容与规模

本项目主要是在XX市的学校、社区、乡镇、旅游景点、政务中心、医院等人员密集场所、危化企业，生命线工程、消防、武警和预备役民兵、应急避难场所及广场规模化应用地震预警，其中人员密集场所65个，危化企业1个，生命线工程2个，消防、武警和预备役民兵3个，应急避难场所及广场2个。主要内容有包括购买地震预警接收终端、以及培训、制定预案、预警信息、升级软件、设备监管等地震预警系统相关软硬件。

1.1.5 项目性质

本项目为新建项目。

1.1.6 项目总投资及资金筹措

项目总投资 500.00 万元。项目所需资金来源于上级财政专项资

金。

1.1.7 建设期

根据工程施工工期定额。开工日期2016年6月，预计全部竣工日期2016年11月。

1.2 编制依据和原则

1.2.1 编辑依据

《中华人民共和国防震减灾法》

《中华人民共和国科学技术普及法》

《中华人民共和国突发事件应对法》

《中华人民共和国政府信息公开条例》

《国家地震应急预案》

《XX省地震监测管理规定（省政府第152号令）》

《XX省地震重点监视防御区防震减灾规定》

《XX省防震减灾条例》

《XX省建设工程场地地震安全性评价管理规定》

国家有关法律、法规；

权威期刊杂志相关统计资料；

同行业厂家调研资料。

1.2.2 编制原则

1、项目建设必须遵循国家的各项政策、法规和法令，符合国家产业政策、投资方向及行业和地区的规划。

- 2、采用的技术设备要先进适用、操作运行稳定可靠、能耗低、三废排放少、产品质量好、安全卫生。
- 3、以市场为导向，以提高竞争力为出发点，无论在质量性能上，还是在价格上均应具有较强的竞争力。
- 4、项目建设必须高度重视环境保护、工业卫生和安全生产。环保、消防、安全设施和劳动保护措施必须与主体装置同时设计，同时建设，同时投入使用。污染物的排放必须达到国家规定标准，并保证工厂安全运行和操作人员的健康。
- 5、将节能减排与项目发展有机结合起来，正确处理好发展与节能减排的关系，以发展提高节能减排水平，以节能减排促进企业更好更快发展。
- 6、按照现代企业的管理理念和全新的建设模式进行规划建设，要统筹考虑未来的发展，为今后规模扩大留有一定的空间。
- 7、以科学、实事求是的态度，公正、客观的反映本项目建设的实际情况，工程投资坚持“求是、客观”的原则。
- 8、通过对市场的分析研究以及对项目规划的研究，推荐项目的建设规模、方案，论证项目建设的合理性。

1.3 可行性研究结论

- 1、本项目立足于地区需求，通过充分合理利用现有资源、技术资源、人力资源等，提升XX市公共安全基础设施，形成专业的地震预警系统，必将对区域经济安全产生促进作用。



2、本项目是 XX 市地震预警系统建设项目，该项目建设符合国家产业政策，项目的建设可有效提升当地安全，促进地方经济发展。

3、当前，信息化程度越来越高，人民群众的安全需求日益增长，作为最大的自然灾害，成为人们生活必不可少的灾害。项目的建设，将使XX 市形成技术先进的地震监测预警系统，为XX 市市民安全提供保障，为未来XX 市安全提供了基础力量。

第二章 项目背景及必要性分析

2.1 项目背景

2.1.1 项目建设背景

早在20世纪90年代，日本、墨西哥、美国等国家和我国台湾地区就依托实时地震观测台网，建成了现代地震预警系统，并不断发展至今。可见，世界各国都是在国家层面，稳妥地开展地震预警试验和建设，系统研发之后，都进行了较长时间的试运行后才投入正式使用。

地震预警系统不只是一个单纯的技术系统，建设投资巨大，涉及的问题多，是一个需要全社会参与的、复杂的系统工程，专业性、稳定性和可靠性是关键。地震预警系统要正式投入运行并向社会发布地震预警信息，必须具备较高密度的地震监测台网、准确可靠的自动化处理系统、快速有效的信息发布系统、健全的法律法规和技术标准体系等条件，而民众对相关知识的储备、良好的心理素质和应急演练至关重要。

痛定思痛！我国政府和公众吸取汶川地震的惨重教训，对防震减灾公共服务提出了新的要求，明确提出一定要建设我国的地震预警和烈度速报系统。目前，我国地震预警系统建设正稳步有序推进。中国地震局从2000年便开展了前期探索，汶川地震后启动了“地震预警与烈度速报系统的研究与示范应用”项目，全面开展了关键技术及实用化技术研究，研发了地震参数自动速报和地震预警及烈度速报系统，研究制定完善了相关技术标准，具备了在国内全面开展地震预警系统试验和建设的技术基础。

较高密度的实时地震监测台网及配套的通信、处理和发布系统是



实现地震预警的必要基础。但是，我国目前的实时测震台站现状难以达到这一要求。为此，按照党中央和国务院的决策部署，中国地震局在深入研究探索和开展示范区建设的基础上，通过征求意见、反复论证、多番修改完善后，提出了“国家地震烈度速报与预警工程”项目，于2015年6月正式批准立项，8月20日正式启动实施，标志着我国地震预警系统建设工作迎来崭新的一页，进入全面发展的快车道。项目建设期预计为5年，总投资近20亿元，计划于2020年左右建成使用。

“国家地震烈度速报与预警工程”项目的主要目标是实现全国范围地震烈度速报和覆盖南北地震带、华北、东南沿海、新疆西北部等重点地区的地震预警，同时强化地震速报和震源参数速报功能，为地震科学研究提供丰富的观测数据。

XX省是这项重大工程建设的主要区域之一，涉及到XX的重点地震预警区建设面积为27万平方千米，占全省国土面积的68.5%，拟新建和改造预警台站500多个，和已建成运行的台站进行整合，发挥作用。通过项目的建成使用，有望同步形成覆盖全省所有县级行政区划单位的地震烈度速报和建设目标地区的地震预警能力，必将显著增强我省地震监测能力，提高地震基本参数的测定精度，有效提升地震应急社会服务效能。

我国地震预警技术取得的试验性效果令人振奋，应用与发展前景光明、令人期待。相信，通过社会各界的大力支持和广泛参与，在不久的将来，我国及XX省地震预警系统建设将会取得新的进展，人们对地震预警的科学认识也会进一步提升，并在未来“与地震波的赛跑”中赢得胜利，真正发挥应有的减灾效果，造福广大人民群众。

2.1.2 我国地震监测预警相关现状

地震预警的原理是以地震波的传播速度为基础的。什么是地震波？地震波是一种弹性波，携带着引起地面震动并造成破坏的能量向四周传播，传播速度约4千米每秒。什么是地震预警？地震预警是在地震发生后，根据观测到的地震波初期信息，快速估计地震参数并预测对周边地区的影响，利用电磁波比地震波快大约十万倍的速度差，抢在破坏性地震波到达之前，通过电磁波向社会发布地震动强度和地震波到达时间的预警信息。地震预警的目的是告诉那些尚未被地震波及的地区：某地已经发生某种强度的地震，地震波已经来了！因此，地震预警的实质是“超快自动地震速报”。利用地震预警系统提供的宝贵的数秒至数十秒预警时间，重大基础设施和生命线工程可以实施紧急处置措施避免次生灾害，如紧急制动高速列车、关闭燃气管线、关闭核反应堆、停止精密仪器运行等，公众可以采取避震措施减少人员伤亡。

目前正在开展的推进地震预警系统建设的有关工作。

一是资源整合方面。为促进地震预警系统建设和信息应用，2014年8月，中国地震局、中国气象局联合决定依托现有气象台站进行部分地震预警台站建设；2014年10月，中国地震局、教育部联合决定通过国家地震烈度速报与预警工程项目实施，在部分中小学校试点建设预警台站和预警信息服务系统。

二是工程应用示范方面。作为预警系统建设的准备，中国地震局与中国铁路总公司合作，在京津、京沪、京石武和哈大等高铁专线完成了地震监控系统布设，实现了阈值报警功能，广东大亚湾、秦山、岭澳核电站也分别建设了类似的阈值报警系统。一些高铁专线预警试验也在进行之中。

三是信息合作方面。2009年以来，中国地震局分别与广东、XX、陕西、广西等省区人民政府签署防震减灾合作协议，其中包括推进当地重点地区地震烈度速报和预警能力建设。其次与中科院、中国联通等部门和企业签署战略合作协议，就开展地震烈度速报和预警相关基础研究、系统建设、通信保障等达成共识，为推进地震烈度速报与预警的全面实用化奠定了良好的基础。

四是技术准备方面。全国地震系统正在开展深入的科学研究和试验，制定地震预警技术方案，完善技术标准规范。我国地震预警技术方案吸取了日本、美国等预警系统的优点，并从中国国情出发，实现了一网多用；通过实时连续定位、连续测定震级、信息可靠性判定等多种技术创新，努力提升整个系统的稳定性和可靠性。

2.1.3 项目提出理由

1. 5.12 汶川地震灾难的警示：缺乏预警机制是导致重大伤亡的主要原因之一。

2. 在毫无预警的前提下，地震的发生会带来巨大的灾难。
3. 目前世界上尚没有任何公认的可靠办法可以准确预测地震。
4. 政府在地震预报上承担了巨大的行政风险。

灾难只要跟政府有牵连，在政治上会极为敏感。在科学水平尚未达到准确预报水平的情况下，要让政府做出预报意见，政府要承担很大的风险：漏报有可能导致重大伤亡，误报可能引起巨大的经济损失，并涉及到巨额赔偿。

5. 《中华人民共和国防震减灾法》在2009年5月1日的实施。

6. 2008年8月30日教育部号召全国中小学生和家長收看中央电视台播出的《开学第一课》，倡议全国中小学生每年每学期都进行应急避险教育。

7. 2008年9月17日，温总理指出“要将灾害教育纳入国民教育体系，让防灾减灾救灾科学知识进学校、进工厂、进农村、进家庭，提高公民与社会的风险防范意识”。

XX市境内有多条地震断裂带，存在潜在地震危害，XX市境内发育有第四纪活动断裂，主要有红河断裂、西洱河断裂、风流坡顶断裂、挖色-宾川断裂、大青山断裂、巍山河断裂等，XX省是全国多地震省份之一，XX境内发生大地震会波及XX市。1965年以来XX市境内共发生了3059次地震，其中1.0-1.9级地震2188次，2.0-2.9级地震749次，3.0-3.9级地震68次，4.0-4.9级地震7次，5.0-5.9级地震2次。

XX市地处印度洋板块和欧亚板块碰撞带东侧，红河深大断裂带北端，地质构造复杂，地震活动频率高、强度大，震灾严重，是全国地震重点监测防御区之一，防震减灾任务十分艰巨。

2.2 项目必要性

尽快开展地震监测预警系统建设，组建我市综合的地震监测预警专业队伍，提高我市地震应急综合保障服务能力与水平。其必要性、迫切性体现在以下方面：

2.2.1 项目建设符合国家的发展规划

地震预警是指地震发生后，利用地震波和电磁波之间的时间差，抢在严重灾害尚未形成之前向人们发出警告并采取措施的行动。它也被称作震时预警，一般能提供几秒乃至几十秒的逃生时间。

地震预警领域，中国起步晚了一些。但在吸收了日、美等国的优点后，中国正在有序推进这一工程。汶川地震后，中国开始逐步建立自己的地震预警系统。来自中国地震局的消息称，中国地震局和科技部联手从2009年开始启动地震预警与烈度速报系统的研究与示

范应用项目。

2012年9月，由125个台站组成的福建地震预警示范系统开始试运行，而首都圈和兰州地区地震预警也正在建设中。而在2012年2月，中国地震局与当时的铁道部签署合作协议，共同推进中国高铁地震监测预警系统的建设和技术攻关。

2.2.2 项目建设符合应急指挥与救援工作的要求需求

XX市是我国历史上地震灾害多发省份之一，存在着发生中强以上地震的地质构造背景，要求我们必须加强地震监测台网的建设和管理。从可能发生地震的地质构造分布情况看，XX市境内发育有第四纪活动断裂，主要有红河断裂、西洱河断裂、风流坡顶断裂、挖色-宾川断裂、大青山断裂、巍山河断裂等。从历史地震的活动特点看，XX省地震活动分布广、强度大、震源浅、致灾严重。1965年以来XX市境内共发生了3059次地震，其中1.0-1.9级地震2188次，2.0-2.9级地震749次，3.0-3.9级地震68次，4.0-4.9级地震7次，5.0-5.9级地震2次。这些情况都足以说明XX市防震减灾任务十分艰巨，加强地震监测台网建设和管理非常必要。

2.2.3 是社会经济和谐发展的需要

保障经济社会安全发展，必须形成与其发展需要相适应的地震监测预测预警能力。近年来，在省委、省人大、省政府的正确领导和重视支持下，XX省地震部门和有关部门认真贯彻实施防震减灾法律法规，不断加强地震监测台网建设和管理，优化台网布局，增加观测手段，提高台网运行效能，基本形成了布局合理、手段齐全、装备先进、管理规范的地震监测台网系统，实现了网络化、集成化，数字化和规范化，促进了全省地震监测能力的提升，全省主体地区地震监控能力达到1.7级，部分地区达到0.8级。每年处理天然地震和矿震事件500

余次，其中有显著性震感影响地震事件10余次。

与此同时，XX省地震监测台网密度和监测能力与先进国家相比仍然存在不少差距，在一定程度上还不能满足XX省经济社会发展的需要。主要是地震监测能力发展不平衡，西部地区地震监测、速报和前兆观测能力明显偏低；重点地区地震监测和速报能力有待提高；地震烈度速报台网建设、重大工程强震动监测设施建设刚刚起步；部分市地震监测与信息传输能力滞后于全省发展水平，难以实现与省及周边市信息共享；地震观测环境保护与经济建设的矛盾不断出现，部分地震台站和测项受干扰破坏的程度加重。

XX省经济社会安全发展，对地震监测能力和地震预警工作提出了新的更高的要求。尤其是城市化发展、重大建设工程和生命线工程建设，要求我们必须具有与其相适应的内陆地震监测、速报能力和能够有效保护重大工程设施安全的预警能力。通过立法落实地震监测台网建设和管理职责，调动相关企业和单位参与专用地震监测台网、强震动监测设施建设的积极性，规范地震监测台网建设和管理，是提高XX省地震监测能力最根本最有效的保障措施。

2.2.4 有助于政府抵御“漏报”和“误报”的行政风险和法律风险

国家对地震预报实行的统一发布制度，不可避免会发生地震“漏报”和“误报”的情况。地震灾害预警系统不受专家意见左右,也不受行政程序影响，由仪器和设备准确地对震波进行检测，自动地向预警目标区进行预警。这在一定程度上有助于政府规避行政风险。

2.2.5 是保障当地长期利益的重要组成部分

安全和稳定是一个地区“实力”的重要组成部分。在有重大地震灾害隐患的预警目标区建立地震灾害预警系统：

A) 有助于消除预警目标区民众对地震的恐慌和恐惧。

B) 可为预警目标区营造出更安定的学习环境、工作环境和生活环境。

C) 有助于建立更有竞争力的投资环境、创业环境和旅游环境。通过改善人们对预警目标区安全的担忧，能提升旅游者到当地旅游、投资者对当地投资、本地人在当地创业、外出者本地就业的信心。

2.2.6 能避免地震灾害发生时的重大人员伤亡

地震灾害预警系统能提前若干秒对即将发生的重大灾情进行预警，并缩短人们对重大灾情的反应、判断、决策过程（见附件6：人对地震灾情反应过程），为预警目标区民众增加了两部分有效避险时间。可使预警目标区内重点的防护部门在地震发生的时刻，采取及时的应急措施（例如，关断煤气、天然气，急停列车等），降低地震后的次生灾害。

中国地震专家从理论上预测了地震灾害预警系统可减少的人员伤亡：如果预警时间为3s（秒），可使人员伤亡比减少14%；如果为10s（秒），人员伤亡比减少39%。

2.2.7 保卫改革开放和社会主义现代化建设成果的需要

随着我国社会经济快速发展和人口日益增长，受地震灾害威胁的行业、人口总数和经济总量都大大增加。建立地震灾害预警系统，是提高防灾减灾能力、完善防灾减灾措施、保卫改革开放和社会主义现代化建设成果的必然要求。是政府强化防灾减灾意识、构建防灾减灾体系、增强防灾减灾力量、加强防灾减灾基础设施建设、增强灾害监测预警能力、健全防灾减灾措施、全面提高风险防范意识、加强应急管理、提高应对突发公共事件能力、促进发展、保持稳定的有力措施，是立党为公、执政为民、真抓实干、为民解忧、落实胡锦涛总书记：“防灾减灾并重、治标治本兼顾、政府社会协同，全面提高全

社会对自然灾害的综合防范和抵御能力”重要指导的具体实践。

综上所述，本项目完全符合国家相关布局要求，项目的建设将积极推动地方基础设施建设，同时带动地方就业，是一项利国利民的好项目，支持、发展此项目十分必要和重要。

2.3 项目可行性分析

2.3.1 政策可行性

- 1) 符合《中华人民共和国防震减灾法》。
- 2) 符合中国地震局文件要求。
- 3) 符合预测、预防与预报相结合的地震预报的政策

2.3.2 技术可行性

5. 12 汶川地震后，国家组织国内外的专家成功研发出高可靠性和低成本性的地震灾害报警系统，其主要特点是：

- 联网纠错，有效消除误报；
- 联网报警：有效消除漏报；
- 已经在汶川余震中得到广泛的检验（产品已经在青川县防震减灾局、四川地震局、都江堰第四中学、什邡市实验中学、自贡市解放路中学）。

报警系统不会因个别监测点附近的爆炸、施工、塌方等震动引起系统误报，也不会因个别监测点维护不当、失窃、损坏而造成整个系统对地震漏报。其系统可靠性大大高于日本等国所实施的前置法预警系统。当然，一个重要原因是我们的预警系统仅仅对一所学校或一座城市预警，而不对一个更大的区域预警。

2.3.3 资源上的可行

地震灾害预警系统给预警目标区的民众提供了一项公共安全资



源，增加了民众在地震灾害来临时生存的机会。有居安思危意识的企业、学校、机关、群众、医院、人群密集的公共场负责人将会利用报警信号，建立各种终端应用，成为地震灾害预警系统的用户群。

基于上述分析，本项目建设可行的。

第三章 项目市场分析与预测

3.1 国内外地震监测预警发展趋势

“地震早期预警”（EEW）是用于描述实时地震的信息系统，该系统能够在强地面震动到来之前发出预警信息，快速检测地震破裂所产生的能量大小且估计稍后将在当地或异地发生地面震动情况，预警时间范围从几秒钟到一分钟多不等，其长短取决于预警目标与地震震中的距离。

自从我们进入通讯时代以来，人们就提出了地震预警这个概念，但发展观测系统和方法仅有二十年间的时间。特别是在过去的 5 年里，伴随着地震台网的扩建、EEW 方法改进、人们对防震减灾意识的增强以及社区减灾的需求，EEW 得到了迅猛的发展。

目前全球有五个国家和地区拥有能够为一个或多个用户提供预警信息的预警系统。除了墨西哥和日本拥有通过多种通信信道提供给公众预警信息的预警系统外，台湾、土耳其和罗马尼亚也拥有为一个或多个用户提供信息的地震预警系统。

3.1.1 墨西哥

墨西哥城的SAS系统是在1985年9月19日M8.1级地震以后发展起来的,这次地震造成了10000人死亡和30000人受伤。1991年8月,该系统开始向25所学校和地铁提供地震预警服务。1993年5月,SAS系统准确地对一次M6.0级地震发布了预警。1993年8月,该系统开

始向墨西哥城内的居民提供预警信息，成为世界上首个面向公众的可行的地震预警系统。该系统通过分布在墨西哥城内的 58 个公共调幅和调频广播电台、6 个电视频道以及位于托卢卡地区的 3 个无线电广播电台和一个电视台发布强震预警信息（距离墨西哥城以西 50 公里）。此外，有超过 250 个的用户通过专门的无线电链路接收预警信息。这些用户主要是小学、中学、大学、紧急和安全机构、政府大楼、民间保护组织以及地铁系统。SAS 预警公告也通过电子邮件和 SAS 网站向 1800 多个用户进行发布。

从 1991 年 10 月至 2009 年 3 月，SAS 系统发布了 13 个公众预警和 52 个预防性警告。公众预警和预防警告震级范围分别是 4.8 到 7.3 和 4.1 到 7.3 级。Suárez 等对 SAS 系统的运行进行了评估，认为虽然 SAS 系统能够探测到灾害性地震的发生并能提供预警，但震级估计的准确性并不能保证公共预警和预防性警告的合理性差别。SAS 系统漏报了 6.3 级和 6.7 级两次地震，1993 年 11 月 16 日虚报了一次地震，当这次公共预警信息发布出去的时候根本就没有地震发生。这次虚假警报发出时，估计有 200 万听众收听了广播，但没有造成恐慌的报道。1985 年 9 月 19 日 M8.1 级地震之后，墨西哥开始发展 SAS 系统，几乎在 10 年之后的 1995 年 9 月 14 日又发生了一次 7.3 级地震，这次地震发生之时被 SAS 探测到，在 S 波到达之前的 72 秒就发出了公共预警，地铁在 S 波到达前 50 秒停下，学校做出了疏散人员的应急响应。

较晚发展起来的 SASO 地震预警系统于 2003 年开始向瓦哈卡民

众提供预警。自那时起，SASO 系统已发布了3 次公共预警和5 次预防性警告，还有2 次漏报。由于滥用资金，SASO 系统未能维持继续的运行。没有足够的教育和宣传工作经费也被视为系统运行中存在的一个严重的问题。该问题是可能导致系统停止运行，地震预警对居民的影响力降低的主要原因。也有人担心该系统没有更多的用户，只有在墨西哥城的76 所学校的5500 名学生可能使用该系统。这不是因为系统运行质量或对地震的检测能力不佳。在一项调查中显示，90%的使用者认为该系统提供了好的或非常好的服务。相反，事实是从来没有一个像 SAS 系统那样关于地震之后如何支持关键机构、关键设施和生命线做出应急响应的战略，这是被视为整体战略实施上失败的原因。

3.1.2 日本

20 世纪60 年代，日本铁路开始使用警报地震计,在 1982 年开始使用波前探测地震早期预警系统，目的是地震发生时关闭新干线列车的动力系统。现地UrEDAS 系统于1992 年在新干线铁路上安装使用，1995 年神户大地震后该系统得到进一步推广。神户大地震进一步促进了UrEDAS 预警速度的改进，1998 年改进后的UrEDAS 开始应用在铁路和地铁系统中。该系统在2004 年日本新潟中越M6.6 级主要破坏性地震中发挥了作用，当时正在震中区运行中的火车有四列，其中有一列火车出轨。P 波到达列车出轨的地段的时刻是在发震时刻 2.9 秒钟之后，紧接着1 秒之后发布了预警，采取了关闭电源和列车制动的措施。火车司机也看到了UrEDAS 发出的预警信息和之后1 秒钟火

车自动制动的过程。发出预警之后 2.5 秒钟 S 波到达，3.5 秒钟之后强烈的震动开始。在发生列车出轨的时候，只有一节车厢留在铁轨上。

1995 年日本神户地震造成 6000 多人死亡，经济损失约为 2000 亿美元。神户地震的发生进一步推动了日本地震预警系统的发展。地震发生后，在全国范围内建立了系列地震台网，保证了全国范围内的台站均匀分布。这些台站包括约 800 个高灵敏度地震观测台站 (Hi-net)，其中约 650 个属井下强震动仪 (KIK-net)。另外安装完成了约 1000 个地表强震动观测仪 (K-net) 和约 70 个宽带地震观测仪 (F-net)。这些台站是由防灾科学技术研究所负责安装完成的。1993 年北海道地震之后，为了提供更加快速和准确的海啸预警和地震预警信息，日本气象厅最近已经完成了全国范围内地震传感器的升级改造，包括约 200 个强地面运动观测仪。随着各类观测台网的建成，2004 年 2 月日本气象厅开始对地震早期预警系统进行试验。2005 年 8 月 16 日日本宫城县外海发生 7.2 级地震期间，该系统在探测到第一个 P 波到时的 4.5 秒之后发布了预警，此时是 S 波到达仙台市之前的 16 秒钟。日本气象厅自 2006 年 8 月开始向部分用户提供预警信息，2007 年 10 月后开始向公众提供预警信息。

在向部分用户提供预警信息的时间段里 (2006 年 8 月到 2007 年 10 月)，日本气象厅组织举办了公共教育培训活动，内容包括地震预警的目的、局限性以及应该采取的正确措施等，同时散发传单，在电视上播出视频短信息，张贴海报，举办研讨会，将信息发布在日本气象厅网站上 (<http://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/eew.html>)。

日本现在的地震公共预警系统由约 800 个 Hi-net 和 200 个 JMA 强震动台站组成，台站平均间隔 20 公里。当以日本气象厅标度的烈度超过 5 度弱时（梅尔卡利烈度表对应约 5）就发布预警。从 2007 年 10 月至 2009 年 3 月，共发布了 11 个公共预警，这些预警地震的烈度都是 5 度弱或更高。有两次地震漏报，这两次漏报地震的预测烈度为 4 度，不到 5 度弱。有 3 次地震虚报，这三次虚报地震的实际烈度为 4 度，但预测烈度为 5 度弱。期间发生的最大地震是 2008 年 6 月 14 日 M 7.2 级地震，在第一个台站 P 波触发报警后 4.5 秒向公众发出了预警，18 秒钟后进行了校正。就像预期的那样在震中区无法做出预警，但是许多人认为地震预警信息是可利用的。一些托儿所，幼儿园，学校，家庭、多处办事场所和一个工厂具体报道了所采取的保护措施。预警信息应用于自动电梯和工厂的控制系统，并且对要落地的飞机发出空中盘旋的指令。一名司机也报告收到了警告，及时停车而没有发生意外事故。该系统还对 2008 年 9 月 11 日日本近海发生的 M 7.1 地震进行了预警，表明该系统对发生在陆地和近海的地震都是有效的。目前还没有在地震发生期间发生恐慌和车祸的报道。

日本气象局发布的公共预警信息通过各种渠道向公众传送。要求日本广播公司收到预警信息后及时通过 9 个广播电台和电视台传送。此外，122（共 127 个）个电视台和 59 个调幅/调频广播电台（共 100 个）播出了 2008 年 9 月的地震预警信息。综合防灾预警系统也向市政当局发出预警。截止到 2009 年 3 月，226 个市（共 1851 个）有预警接收系统，102 个市使用公共扩音系统宣布地震早期预警消息。两

个移动电话公司免费向他们的用户提供警告，其中三分之一的公司正在扩大其容量。据估计，2100万人目前可以通过手机收到预警信息。

除了发布这些公共预警信息外，广泛的用户把收到的警告信息合并到自动控制和相应系统中。日本气象厅并没有提供具体地点的警告信息，但是一旦一些私人服务商经日本气象厅授权后他们可以提供地震发生具体地点的信息。2008年12月发生的地震就是这样，被授权的服务商有54个，他们向204个中的52个铁路运营商（其中有些还拥有自己的地震地震早期预警系统）、工厂、建筑工地、公寓、学校、商场和医院等提供信息服务。2009年4月，第二届地震早期预警国际研讨会在日本京都举行，会上提供一些有关系统的具体事例和下面私营服务商提供一系列服务，服务范围涉及将日本气象厅预警信息简单译本转换成某个位置预测的烈度、结合当地地震计所提供的另外的现地预警信息给出具体预警时间。具体的一个例子是“家庭地震计”，它把日本气象厅提供的图像信息转化为一个位置的预警信息，其中也包括基于P波探测的用于现地预警的MEMS传感器。该装置安装在墙上，接上交流电源并和互联网/以太网连接，发布并发出声响警告信息以及秒倒计时，目前大概有650台家庭地震仪部署在全日本，其中约500台安装在学校。

一种家庭式地震仪被安装在东京市一所英国学校中，其报警系统与学校播音系统相连接。学校每年组织学生完成三次地震演习。第一次演习开始之前，学校预先通知学生；第二次演习，学校只告知学生哪周；第三次演习随时进行。在宫城县学区四所学校的教室已经安

装了先进的地震预警系统。培训方案和录像事先备好，对学生实施定期演练。这些演习表明，学生可以在预警后5秒内躲到课桌下，并计划在县内的所有学校扩大该系统的使用。虽然学生躲到课桌下仍需要5秒时间，英国中学校长认为，公共广播仍然是重要的，让学生有足够的时间采取行动，可以让学生知道发生什么事，减少了学生的恐惧。目前，有些大学也正在安装地震早期预警。例如在东京大学工学院，目前所有教室都正在安装预警系统，距离教室最近的电梯处于运行状态。

在2003年发生的两次地震中，由于地震引起火灾导致宫城县冲电气半导体公司设备损坏和生产能力丧失，遭受了1500万美元的经济损失。经过这次惨痛的教训，该公司花费了60万美元进行地下室墙体加固，并安装了自动地震早期预警报警系统，一旦地震发生时可以及时关闭灾害性化学系统并将灵敏仪器移到安全位置。系统安装后所发生的两次地震中，损失减少到20万美元，而打烊的天数分别由前两次的17和13天减少到4.5天和3.5天。

工程与建筑公司还利用预警系统，以增强地震发生过程中的建筑施工安全性能，保护建筑工人人身安全。鹿岛建设公司在其设备和设施中使用该预警系统，在办公楼里，电梯安装运行在距楼梯最近的地方，灯光打开，百叶窗打开，注意警报已经作为个人得到保护的措施。在建筑工地，工人要远离危险区域。清水建设公司也向其办事处及建筑工地提供预警。此外，他们还向客户提供地震早期预警的各种服务。目前使用清水地震早期预警服务的用户拓展到了银行、酒店以及半导

体制造商等。

3.1.3 土耳其伊斯坦布尔市，中国台湾和罗马尼亚布加勒斯特市

1999 年，在位于土耳其马尔马拉海东部的北安纳托利亚断层发生了两次 M 7 级以上地震，地震活动有向伊斯坦布尔发展的趋势。为此，已开始伊斯坦布尔实施设计和安装 EEW 系统。最初安装的两个专用 EEW 系统设备仍在使用：一个安装在伊塞克高层办公楼中，另一个安装在安然特拉克亚发电厂。安装完成了面向全市的 EEW 系统，该系统由布设在沿马尔马拉海北岸的 10 台强震仪组成，作为伊斯坦布尔大地震快速反应和预警系统有机组成部分。目前，预警系统触发报警是基于预先设定的两个到三个台站同时超过指定阈值来实现的。该系统现已开始运行，预计在 2010 年开始为一些工业用户提供预警服务。该系统将为正在博斯普鲁斯海峡马尔马拉进行管隧道施工的建筑商提供预警服务，一旦发生地震将采取制动措施防止列车进入隧道；该系统还将为伊斯坦布尔天然气配电网提供预警服务，一旦发生地震将关闭阀门。土耳其还计划在靠近断层的地方布设海底地震仪，以增加强震预警时间。

1986 年 11 月 15 日台湾花莲近海发生 M7.8 级地震，由于盆地的放大效应，远离 120 公里以外的台北遭到了严重的破坏。自从那时，台湾开始发展 EEW 系统。2001 年，第一个 EEW 系统开始在台湾运行，并继续沿用至今。该系统由布设在岛内的约 100 个加速度计组成，应用虚拟子网方法来探测和定位地震并基于 P 波和 S 波能量估计震级大小。平均而言，该系统能在地震发生以后 20 秒发布预警，此时对

应于 S 波波前传播离开震中 70 公里。应用, 和关系进行预警的第二套系统正在试验中, 该系统使得预警盲区得到减小。预警信息还未有向社会发布, 因为还没有对公共进行过系统化培训。但是目前预警系统正在试验过程中, 期间可向铁路、捷运公司、灾害防御机构和医院提供预警服务。

布加勒斯特的 EEW 系统用于实时监测东南部喀尔巴阡的弗朗恰区的大地震集中活动。上世纪的四个大震(M 6.9 - 7.7)全部发生在距离布加勒斯特160 公里的同一区域内。由3 个地震台组成的网络用来监测弗朗恰震中区的地震和向布加勒斯特发送预警信息, 预警时间达 20-25 秒。目前, 该系统为霍里亚胡卢贝伊国家物理和核工程研究所提供预警服务, 以保证那里的核能源得到安置。此外, 该系统还有计划地向更多用户提供预警服务。

3.1.4 国内地震预警研究进展

我国是世界上遭受地震灾害最严重的国家之一, 政府对防震减灾事业极为关注, 我国的地震专家对地震预警技术和预警系统的应用也进行了深入的思考和构想。目前, 在一些地区和某些部门已经建立了地震预警系统: 刘林、阎贵平等在对京沪高速铁路及沿线区域地震危险性调查的基础上, 对铁路地震预警系统的构成、监测设备的设置方案以及报警模式等关键问题进行了研究, 给出了机械式地震仪的预警水平, 并提出了适用于P 波检测的M—R 判别标准; 中国广东大亚湾核电站在 1994 年建立了用于地震报警的地震仪表系统; 辽宁省地震局利用数字化观测技术、GIS 技术等高新技术, 为中国石油天然气股

份有限公司大连分公司建立了大型石化企业地震预警系统，该系统与地震应急系统相连，于2001年10月投入试运行。目前我国的地震预警研究仅停留在小范围内试验性的阶段，达到实用化还有很大距离。通过“十五”、“十一五”期间的地震台网建设，我国的数字观测台网更加密集，覆盖面更广，这些设备为地震预警提供了良好的硬件基础。但是地震预警的过程相当复杂，强震动数据的实时处理与地震三要素的快速确定、地震动场的生成、基于地震动参数的震害快速评估、应急决策与自动控制、地震预警系统的集成等科学和技术问题仍需进一步研究解决。总之，我国的地震预警才刚刚起步。

3.2 我国地震监测预警系统现状

3.2.1 我国地震监测现有条件

近年来地震监测工作取得了显著进步，监测系统实现数字化和网络化。台网运行、产出与服务水平进一步提高，监测科技支撑能力不断增强，与发达国家和地区在地震监测基础设施和能力方面的差距逐步缩小。

（一）测震台网

建成了由国家测震台网、区域测震台网、流动测震台网、专用测震台网组成的中国测震台网，包括1个国家测震台网中心、31个区域测震台网中心、152个国家测震台、792个区域测震台、2个小孔径测震台阵、2个海洋测震台、19个流动测震台网。

除西藏和青海外，我国大陆地区测震能力基本达到3.0级，部分

地震重点监视防御区、人口密集的主要城市和东部沿海地区达到 2.0 级，首都圈等人口密集地区达到 1.5 级。汶川地震后 13 分钟完成速报，玉树地震后 11 分钟完成速报，地震速报时间普遍缩短到 10 分钟。震后 2 小时内给出震源机制解，5 小时内初步给出地震破裂过程，48 小时内给出国内 6.0 级及以上余震序列精定位结果，提供国内 5.0 级及以上地震、国外 6.0 级及以上地震波形数据的快速服务。

（二）地形变台网

建成了国家地壳运动台网，包括 260 个地壳运动基准台和 2000 个地壳运动区域站；建成了国家重力台网，包括 65 个重力台和 3000 个流动重力观测站；建成了 226 个地倾斜观测站、93 个洞体地应变观测站、125 个钻孔地应变观测站和 25 个跨断层形变观测站，232 个跨断层场地。生成中国大陆地壳运动图和中國大陸重力变化图，获取中国大陆地壳应力变化。对部分地震断层进行观测，获取断层活动变化信息。

（三）地电磁台网

建成了国家地磁台网，包括 48 个基准台、78 个基本台、58 个区域台和 468 个流动站。建成了 89 个地电阻率台站、135 个地电场台站和 14 个极低频交变台站。生成中国大陆地磁图，获取中国大陆和区域地磁场变化信息。提供地电场、地电阻率变化信息。

（四）地下流体台网

建成了 508 个地下水位台，395 个地热台、275 个氦观测站、79 个汞观测站以及 95 个气体和水化学离子观测站。建成了由 25 个水化

学和气体组份测点组成的首都圈流动观测网，建成了由 16 个土壤气体组分测点、12 个水化学组分观测井（泉）构成的西北地区流动观测网。建成由 4 个台站、9 个测项构成的四川西昌台阵和由 4 个台站、15 个测项构成的甘肃天祝台阵。获取区域地下流体物理和化学参数变化数据，提供承压含水层水位、深层水温、地球化学观测分项时间序列和大震效应信息。

（五）地震烈度台网

在北京、天津、兰州、乌鲁木齐和昆明五个城市建成了 310 个地震烈度台，进行地震烈度速报试验。结合现有测震台网和强震动台网，开展地震预警与烈度速报关键技术研究，研发地震预警、烈度速报、地震参数自动速报、大震烈度速报等系统，建设实时数据流、测试评价、信息发布平台，并在福建省和首都圈地区进行了试验示范。

3.2.2 我国地震监测预警系统问题

（一）地震监测能力不平衡

全国地震监测台网布局与强震活动的主体区域不相适应，台网总体监测能力不平衡，西部地区地震监测能力不足，监测系统服务于中长期地震趋势判定的能力不足，地震重点监视防御区、重大生命线工程区域等加密监测不够，全国地球物理场流动观测时空分辨率不够。监测系统的整合与集成不足，部分台站观测环境受到严重干扰，台网运行保障能力不足，台网整体效能发挥不够理想。

（二）地震监测服务功能不完善

地震监测数据共享的体制机制尚未健全，尚未建立对外数据服务

的管理规制，限制了地震监测数据效益的发挥。地震监测信息还不能很好地满足政府和社会的需要，数据处理和产品产出不足，尚未形成专业化的地震信息产品体系，台网的数据产出与服务能力亟待增强。

烈度速报能力和预警能力亟待形成。地震烈度速报系统尚处于区域性试验阶段，未建立国家地震烈度速报与预警系统，城市和重大工程、区域和全国性地震早期预警系统亟待建设。

（三）地震监测科技基础不坚实

地震科技基础性工作相对薄弱，地球内部结构探测、走时表研究、震级研究、仪器性能检测和地震定位等方面的研究尚需进一步深入开展。地震科技与地震监测工作实际结合不够，科学研究针对性不强，对提升监测能力的支撑不足。观测技术研发前瞻性不够，观测技术研究成果储备不足。

（四）台网资源整合不充分

3.2.3 我国地震监测预警系统建设趋势

2016年全国地震局长会暨党风廉政建设工作会议20日—21日在北京召开。2015年是“十二五”收官之年，地震部门在几项事关全局的重大工作取得明显成效，比如全面启动国家地震烈度速报与预警工程，全力推进防震减灾“十三五”规划编制工作，完成新一代地震区划图发布等。

数据表明，目前中国绝大部分地区监测能力达到2.5级，实现国内地震2分钟自动速报，60秒内向数亿社会公众推送地震信息。地震局在“十二五”期间开展的地震安全农居建设，已在四川芦山、甘



肃岷县漳县、XX 景谷、新疆皮山等破坏性地震中经受住检验。此外，地震预警示范系统初步具备所在区域信息服务能力，唐山地震预警示范系统可在震后5—10秒完成首援触发。在重大工程、地震巨灾保险、重点地区探测方面也有诸多新举。

“十二五”是我国防震减灾事业发展历程中不平凡的五年。这五年事业发展呈现新局面，包括各级政府重视程度越来越高、社会公众参与性越来越强、服务经济社会发展作用越来越大。

据统计，这期间全国共创建各级防震减灾科普示范学校 7200 多所，地震安全示范社区3200 多个。国家和省级专业地震救援队80 余支、近1.2 万人，国家和省级地震现场工作队32 支、近2000 人。共启动两次I 级应急响应，7 次 II 级应急响应，近60 次 III、IV 级应急响应。

“十三五”要紧紧抓住防震减灾公共服务这个“牛鼻子”，聚焦思想解放转观念、聚焦问题破解补短板、聚焦能力提升强服务，以能力提升促进公共服务，以拓展公共服务检验能力提升。

具体来说，要更加注重完善防震减灾治理体系，要更加注重提升防震减灾基础能力，要更加注重提高防震减灾公共服务供给质量，要更加注重营造创新引领发展的制度环境，要更加注重健全干部人才队伍建设机制。