

国家地震科学技术发展纲要(2007-2020 年)

一、前言

为贯彻全国科技大会精神,落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)》,统筹国家地震科学技术发展,提升我国地震科学技术的水平和能力,保障国家防震减灾 2020 年目标的实现,作为实施《国家防震减灾规划(2006-2020 年)》的一项重要措施,特制定《国家地震科学技术发展纲要》

发展地震科学技术的重要性和紧迫性

我国是一个多地震国家。VII 度以上的高烈度区覆盖 1/2 的国土,包括 23 个省会城市和 2/3 的百万以上人口大城市;我国目前有 6.5 亿农村人口居住在 VI 度以上地震危险区。20 世纪以来我国地震死亡人数约占全球地震死亡人数的 2/5,20 世纪后半叶以来我国地震死亡人数约占同期我国所有自然灾害死亡人数的 1/2。目前我国经济持续快速增长,城市化进程加快,地震对社会发展和公共安全构成的威胁更加严重,如何更好地适应我国经济社会发展的需求,与时俱进地做好新时期的防震减灾工作,是全面构建社会主义和谐社会的一个重要而紧迫的课题。

防震减灾是一项科技型社会公益性事业,所面对的是一系列世界性的科学技术难题。依靠科技进步是防震减灾事业发展的根本原则和必由之路。目前我国的防震减灾能力还落后于发达国家,距实现国家 2020 年防震减灾目标仍有较大的差距,这种差距主要体现在地震科学技术的发展水平上。因此,加快地震科学技术的发展,最大限度地提升防震减灾工作中各个环节的科技含量,是提高我国防震减灾能力的迫切需求。

地震科学技术不仅是防震减灾工作的支撑,也是开展地球系统科学研究、解决资源和环境等问题的重要基础,在国家经济建设、社会发展、国防和外交服务方面具有重要作用。

国际地震科学技术的发展趋势

1. 防震减灾需求是地震科学技术进步的推动力

在防震减灾需求的推动下,地震科学技术在世界范围内持续发展。

地震孕育过程的复杂性、对地球内部观测的局限性、地震事件的突发性等，构成了地震预测的巨大难度。探索地震现象、减轻地震灾害的科学和社会需求依然推动着对地震科学核心问题——地震预测的深入研究。近年来，随着研究工作的不断深入，特别是在多个地震预报实验场开展的地震预测预报研究，对这一问题的科学认识不断深化，并为解决这一世界性科学难题提供了新的机遇。

防震减灾工作实践不断提出新的需求和新的科学问题，除持续提高地震监测能力、发展地震预测技术之外，地震灾害防御的需求推动了地震危险性区划、隐伏地震断层探测及危险性评价、地震强地面运动预测、工程抗震技术、地震预警技术等研究的深入开展，而地震应急救援的需求带动了地震速报、灾害预测与快速评估、地震救援技术等相关研究的发展。一些有重要影响的地震，例如 1995 年日本阪神地震、1999 年土耳其伊兹米特地震、2004 年印尼苏门答腊地震等，催生了多个重大地震科技计划。

2. 创新和发展成为地震科学技术进步的主旋律

当代地球科学的学科交叉和集成，带动了地震科学技术的不断创新。高新观测技术和实验技术(宽频带和高分辨率地震观测技术、GNSS 和 InSAR 等空间对地观测技术、海洋地震观测技术、深钻技术、数值模拟与仿真技术等)的发展和应用，给地震科学技术不断注入新的生机和活力。地震科学经过一个多世纪的发展，已成为一个以观测为基础、理论体系较完整、紧密结合实际的科学领域。地球过程观测的长期优势开始显现，为做出新发现和回答很多久已提出的科学问题提供了良好的条件。实验的概念大大扩展，面向地球的大尺度可控实验与主动探测和密集观测之间的界限开始被打破。大型计算成为科学数据处理和地球过程模拟的重要手段。许多新现象、新方法和新理论(地震"触发"、"确定性地震区划"、时间相依的地震危险性评估、性能抗震设计、抗倒塌设防区划、灾害相容设定地震，等等)的发现和提出，集中反映了地震科学技术的进步。创新和发展成为地震科学技术进步的主旋律。

3. 合作和开放是地震科学技术进步的加速器

与地震和防震减灾有关的交叉学科研究使地震学家与其它领域

专家之间的联系日益密切,交叉学科成为当代地震科学技术发展的主要特征。技术密集型的特点和面向地球的"大尺度"性质,使地震科学开始呈现"小科学"和"大科学"的辩证统一。

地震科学同时呈现出地域性和国际性的辩证统一。一系列大型科学计划("地球透镜"计划、大陆和海洋钻探计划、国际地震工程模拟网络计划、国际城市减灾示范项目等)付诸实施。与地震科学和防震减灾有关的国际交流合作和国际组织十分活跃。与全面禁止核试验条约监测有关的工作成为国际政治的一个重要的"棋子"。国际地震应急救援成为履行国际责任和人道主义的一面旗帜。地震的多分量监测、实时监测、网络化成为国际地球科学领域关注的焦点问题。地震科学技术不仅对防震减灾工作有直接的意义,而且对解决资源、环境等问题显示出巨大的应用潜力。地震科学相关的数据共享成为世界性潮流,合作和开放成为地震科学技术进步的加速器,竞争与合作是地震科学技术的时代特点。

我国地震科学技术的现状

1. 主要进展和成就

我国地震科学技术具有悠久的历史,我国现代地震科学研究的历史也可追溯至 20 世纪初。中华人民共和国成立后,特别是 1966 年河北邢台地震后,适应国家大规模经济建设和国家安全的需要,中国科学院等多个部门组织力量开展地震科学研究,为我国组建地震专业队伍、系统开展地震科学技术研究奠定了基础。此后,在我国政府对地震科学技术的高度重视和持续支持下,在科技部、国防科工委、国家自然科学基金会等国家科技主管部门支持的一系列地震科技项目的带动下,我国地震科学技术得到迅速发展,为防震减灾事业的进步提供了重要支撑,提升了我国在国际地球科学中的地位。中国地震科学面临大陆地震成因、青藏高原的变形和地震、黄土地区的地震破坏、大城市群的地震安全性等独特的地域性问题,使中国的地震问题成为国际地震界关注的一个焦点。中国近 40 年来坚持不懈的地震预测预报研究和探索,由于其长期性、连续性和实践性的尝试,在国际地震预测预报研究中具有独特的科学价值。1975 年海城地震的成功预报,是人类历史上第一次成功的具有减灾实效的强震预报。

半个多世纪以来，我国地震科学技术取得的进展和成就主要体现在：

建立了一支有实力的地震科技研发专业队伍。经过几十年的发展，国家地震科技主管部门——中国地震局系统已形成了由科研院所、测量和工程中心、省级地震研究机构组成的地震科技专业队伍。在中国科学院、高等院校、国家相关部门和企事业单位、以及一些地方的市县地震机构也活跃着一批从事与地震科学技术工作相关的专业技术人员。

形成了富有特色和优势的专业学科。我国已形成了地震学与地球内部物理学、地震地质和活动构造学、地壳形变与大地测量学、地震工程学等多个基础性学科，扩展、建立了地震监测预报、灾害防御、应急救援、地震公共安全管理与服务等多个专业技术领域。这些学科和专业技术领域构成了我国防震减灾事业的科技基础，也在我国地球科学和其它相关领域的发展中发挥着不可忽视的作用。

形成了基本覆盖全国的国家地震监测网络。包括地震台网、地磁台网、地电台网、重力台网、地下流体监测网、地壳形变台网、强地震动台网等，空间对地观测开始在地震科学技术中发挥作用。地震监测网络作为地震科学技术发展的基础设施，在科学资料的长期积累和地震活动趋势的动态监测方面，在解决防震减灾实际问题的科技研发方面具有独特的价值。

初步建成了地震科技基础条件平台。我国地震系统、高等院校及其它部门的相关科研机构，已先后建立了一批不同类型的面向地震科学技术和相关地学研究的实验室、研发中心、野外科学实验站与试验场。建立了地震科学数据和信息资源共享系统，初步形成了地震科技网络环境。

科技成果不断涌现，在国际地震科学中占有重要地位。我国地震科学技术取得了一系列创新性成果，多次获得国家自然科学奖、技术发明奖、科技进步奖等科技奖励。我国地震科技专家在国际合作、国际组织、国际会议等方面发挥了积极作用，享有良好的声誉。

科技进步在防震减灾工作中发挥了重要作用。新的科技成果不断应用于地震监测预报、灾害防御和应急救援，防震减灾工作的科技含

量不断提高，取得显著的减灾实效。此外，地震科学技术还为国家外交、国际灾害救援、全面禁核试条约监测等做出了应有的贡献。

2. 主要差距和问题

作为一个发展中国家，与国际先进水平、社会对防震减灾和地震科学技术的迫切需求相比，我国地震科学技术还存在明显差距。主要体现在：

地震科学技术基础性工作薄弱。由于“普查”不够，“地情”不清，我国防震减灾工作的科学基础不够坚实。我国大陆发育 400 条以上有可能产生强震的活动断层，但目前仅对其中的十几条大型活动断层开展过 1:5 万比例尺的填图与综合研究，仅对约 20 个大中城市的隐伏断层开展过 1:1 万比例尺的详细探测、断层活动性研究和地震危险性评价。目前穿越我国地震构造区的中高分辨率人工地震勘探资料十分有限，应用数字地震台阵技术获取的深部构造探测结果不多，海域地震观测和研究基础薄弱。对大多数地区地震安全性评价所需的多种基础信息，包括地表与隐伏活断层展布的三维细结构、滑动速率及强震复发行行为，强震震害分布、地面运动与烈度衰减关系，沉积盆地的结构与物性，各类建筑物、生命线工程以及人口、经济规模的分布等，还没有开展普查。

地震科学技术的应用技术不能满足社会经济发展的迫切需求。我国一些经济发达的大中城市存在较高的地震风险，广大农村地区地震设防程度很差，地震常常造成过多的人员伤亡和过大的社会影响。随着经济和社会的快速发展，大跨度、复杂结构的建筑物大量涌现，超大型和特性化的建筑日益增多，个性化的工程性态抗震设计需求愈加强烈，公众对减少地震造成的人员伤亡的要求越来越高。随着信息社会的发展，我国公众对地震信息服务的质量和速度的要求也越来越高。震后及时开展应急救援是“以人为本”的和谐社会的要求和现代政府提供公共产品和公共服务的最主要体现，地震应急救援有着巨大的需求。由于起步较晚，我国地震应急救援的关键技术研发和相关基础研究极其薄弱，灾情快速获取、震害快速评估、救灾指挥决策和相关的地震应急平台建设难以满足地震应急救援工作的实际需要。我国地震科学技术工作目前依赖国外技术和产品的局面尚未完全改变，一些原

有的技术优势近年来有逐渐弱化的趋势，在国际地震仪器和产品市场中，除少数仪器外，我国不具备很强的竞争力，观测技术和仪器仪表方面的原创性成果不多。尽快改变这种现状，最大限度地提升防震减灾工作各个环节的科技含量，是提升全社会抗御地震灾害能力的一项重要任务。

地震科学技术发展和创新能力不强。地震观测、探测和实验能力不足，制约着科学研究的创新和学术影响力的提升。与国际先进水平相比，与我国的国土面积、震情国情和社会需求相比，我国在地震观测、探测和实验能力方面仍存在相当大的差距。地震和地形变观测台网分布不均衡，多地震的西部还存在着观测“盲区”，海洋地震观测刚刚起步。即使在地震重点监视防御区，监测系统仍不能很好地满足科学研究和震情监测的需求。地震监测系统的质量存在诸多问题。地震实验设备总体上仍较落后，缺乏大中型野外实验系统。观测、探测和实验设施的缺乏，使我国目前对大陆和周边海域地震构造与动力背景探测和研究不够、对地震活动规律性认识有限，制约着地震预测水平的提高；对强地面运动与工程结构破坏机理的研究不够，震害防御缺少坚实的理论基础。与此相关，我国地震科学技术在国际地震科学技术中的学术影响力，与我国的震情和国家地位不相适应，地震科技人才的成长也因此受到很大的限制。

地震科学技术发展中的合作和开放不够。防震减灾事业新的需求和我国经济社会新的发展，给地震科技队伍的建设和地震科技创新体系建设提出了新的课题。目前分散在不同部门的研究力量在地震科学技术发展中还未能形成合力。地震科学技术发展得到的支持目前还主要来自政府，社会和企业在地震科学技术发展中的作用十分有限。观测、实验数据和成果共享程度较低，相应的科技平台和技术条件亟待改进。地震科学技术发展的评估体系和评估标准以及科研项目的管理体制与机制仍存在一些问题，制约着地震科学技术的发展。地震科技人才培养体系不够完善，地震科学技术发展后劲不足。

二、指导思想、发展目标和战略部署

指导思想

以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，贯彻落实科学发展

观，在“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的科技发展方针指导下，坚持科技创新、理念创新、机制创新、服务创新，不断提高地震科技队伍自身的能力和全社会的防震减灾能力。通过创新、发展、开放、合作，动员全国科技力量，和谐共建国家地震科技创新体系，支撑和引领地震监测预报、灾害防御、应急救援三大工作体系的发展。进一步提升地震科学技术为国家利益、公共安全和经济社会发展做出贡献的水平和能力，为全面构建社会主义和谐社会贡献力量。

发展目标

面向国家防震减灾事业的战略需求，瞄准国际地震科学技术的前沿领域，全面提升防震减灾工作各个环节的科技含量，以科技进步保证《国家防震减灾规划》目标的实现，推进地震科学技术为国家的经济建设、社会发展、国防和外交服务。

1. 形成体现我国地域特色、在国际上具有重要影响的优势领域，使我国地震科学技术达到发达国家同期的水平。

2. 在大陆强震机理与预测技术、地震成灾机理与减灾技术等关键科技问题上做出突破性成果，使我国地震预测技术和工程减灾技术达到国际先进水平。

3. 形成特色突出、高效精干的地震科技创新体系，建立一支业绩突出、在国际地震科学技术领域有重要影响的科技队伍。

战略部署

紧密结合防震减灾事业发展的需求和国家安全、国家利益的需求，最大限度地发挥地震科学技术资源的综合优势，努力突破制约防震减灾事业发展的科技瓶颈，支撑和引领防震减灾事业的发展。

1. 从国家对地震科学技术的需求、地震科学发展的水平和技术条件出发，提出地震科学技术中的关键科学问题和核心技术问题。围绕这些问题，并考虑地震科学技术和防震减灾工作的全面协调发展，确定今后一段时期内地震科学技术研究的重点领域和优先主题，引导我国地震科学技术研究的开展。

2. 基于当代地震科学的“大科学”特征以及我国地震科学研究课题分散、科学研究与基础设施建设脱节、缺少“龙头”项目的情况，在国家层面上设立并实施围绕重大科学问题的综合性科学研究计划，加

快国家地震科技基础设施和基础条件平台的建设，强化基础性调查和研究工作，催化关键科学技术问题的突破。

3. 国家地震行业主管部门、地震科技相关部门以及地方之间加强合作，有机整合科技资源和人力资源，分工负责、协同配合，健全优势互补、资源共享的合作机制，共建地震科技创新体系，共同承担地震科学技术重点领域的研究任务和国家科学计划，推动我国地震科学技术和防震减灾工作又好又快地发展。

三、重点领域及其优先主题

地震科学技术面临许多难题需要研究和解决，现实的策略是：在科学上，以最大的努力突破现有知识的限度，提高对地震过程和成灾机理的认知能力；在技术上，最大限度地利用现有的科学认识和经验，力争取得对防震减灾工作最为有利的、服务于社会的成果。为此，未来一段时期内，应密切关注以下关键科学问题的探索和核心技术的发展。关键科学问题包括：中国大陆地震构造与动力背景，地震孕育发生的物理过程和机理，强地面运动与工程结构破坏机理。核心技术包括：地震监测、预测、预警技术，地震区划与工程震害防御技术，地震应急响应与紧急救援技术。这些关键科学问题的突破和核心技术的发展，需要从多方面研究和推动，其中涉及 7 个重点领域和 30 个优先主题。

地震监测理论与技术

发展和完善由高新技术支撑的多学科观测系统，形成地表、地下和空间协调布局的地震监测网络，是推动地震科学技术进步的关键。

发展思路：发展智能化地震监测数字传感器技术，提高传感器的一致性、稳定性、可靠性和抗干扰能力；发展小型化流动地震监测技术、主动探测技术、井下综合监测技术和空间对地观测技术，加强地震监测理论和数据处理方法研究，提高地震监测能力；推进地震信息网络建设，提高地震数据服务能力。

优先主题：

1. 地震监测设备和传感技术

地震监测传感器新技术及智能化数字传感器技术，地震台站通用多功能数据采集设备，主动探测技术，次声波观测技术，旋转地震学

观测技术，月震探测技术。

2. 深井综合监测技术

适于井下综合观测的地震、地应变、地倾斜、电磁以及地下流体动态观测等各类传感器，井下综合数据采集、传输和授时技术，井下承压密封、定位和系统集成技术。

3. 地震卫星与空间对地监测技术

地震电磁、InSAR、重力、热红外等多源多类型遥感卫星及地面应用系统，天地一体化观测数据处理技术和地震信息识别与提取方法。

4. 地震监测理论与数据处理

地震监测原理与前兆信息检测理论，地震监测组网原理与方法，台网监测能力评估与优化，观测资料解释与数据处理，地噪声分析与应用。

5. 地震信息网络

地震信息网络实用技术和相关标准，地震信息存储及发布安全技术，网络协同环境技术及应用系统，高性能网络计算平台和技术。

大陆活动构造

开展大陆活动构造研究是大陆强震动力学成因机理、地震预测、地震灾害防御等研究的重要基础。

发展思路：研究大陆地壳和上地幔结构，为分析强震孕育的深部地球物理环境、深浅部构造关系、震源介质性质、动力过程等提供基础；开展大陆地震构造调查，为强震发生地点和强度判定提供基础信息；开展地震动力学环境研究，深化对中国大陆地震活动规律性的认识。同时，开展大陆活动火山的调查和监测，为火山灾害防御提供基础。

优先主题：

6. 大陆壳幔结构

中国大陆地壳上地幔三维速度结构，中国大陆主要活动地块边界带与强震易发区的地壳上地幔精细结构，中国大陆主要活动断裂带的深部结构成像。

7. 大陆地震构造

中国大陆强震带和主要活动地块边界带活动构造调查、填图与发

震构造综合研究，全国新一代活动构造图的编制，主要活动断层的古地震调查与地震行为研究，主要活动构造带现今运动特征和变形演化分析。

8. 地震动力环境

相邻板块边界的动力作用及其对中国大陆的影响，中国大陆活动地块及边界带的运动与变形方式，中国大陆的地球物理场、地壳运动与应力应变场，壳幔深部的动力作用。

9. 活动火山

中国活动火山分布及其潜在危险性评价，主要活动火山的深-浅部构造、喷发类型、机理以及成灾过程，活动火山的监测与灾害预测方法。

地震预测

地震预测是防震减灾的重要环节，也是地震科学技术的核心问题之一。

发展思路：在对地震孕育环境探测和对地震过程观测的基础上，研究地球物理场和地球化学场的动态演化，探讨其与强震孕育发生的关系；研究地震前兆机理，发展地震前兆识别技术，探索地震数值预测方法；开展诱发地震的监测与预测研究，为矿山、水库等的地震安全提供服务，并为构造地震的预测提供借鉴。

优先主题：

10. 地球物理场和化学场的动态演化

区域地球物理场和地球化学场演化特征，介质参数和动力学参数变化的动态图像，地球物理场和地球化学场的异常变化与强震孕育发生的关系。

11. 地震前兆机理与短期预测

岩石变形失稳的前兆特征，慢破裂事件及形成机理，地震前兆的物理解释，具有动力学基础的地震前兆识别技术，强震孕育中短期和临震阶段的物理过程及其前兆演化，地震短期综合预测方法及其预测效能检验。

12. 中长期地震预测理论与方法

活动断裂带强震破裂历史的重建，基于地壳形变观测的应变积累

速率时空演化,地震活动率与断裂带分段地震活动性参数的时空变化,时间相依的地震发生概率分析理论。

13. 地震孕育和发生过程的物理机制与数值预测

中国大陆活动地块及其边界带变形的时空分布及动力过程,断层变形失稳与强震孕育发生,强震迁移及触发机制,应力场演化与地震前兆特征,地震数值预测试验研究。

14. 诱发地震

水库、矿山等诱发地震活动特征、发生机理与预测方法,诱发地震与区域强地震活动的相互关系,诱发地震灾害评估技术及地震安全的辅助决策技术。

地震灾害防御

地震灾害防御是减轻地震造成人员伤亡、经济损失和社会影响的根本途径。

发展思路:开展活动断层探测及强震动观测,积累抗震设防基础数据;揭示地震及其次生灾害形成机理,探索抗震设防的有效途径;发展地震区划技术,制定抗震设防标准,提高建设工程的抗震能力;发展抗震设计理论与方法,开发减隔震技术,改善各类工程的抗震性能。

优先主题:

15. 活动断层探测与危害性评价

复杂环境条件下活动构造的地质与地球物理探测和鉴定技术,活断层地震危险性及其危害性评价方法,城市及城市群、高新开发区、重大工程区、重点监视防御区活动断层探测及其地震危险性评价。

16. 强地震动与场地效应

强地震动观测和数据处理技术,近场强地震动场预测,近断层强地震动特征与工程破坏效应,岩土特性与场地特征关系,土体液化、大变形、复杂地形和地下构造对地震动的影响,复杂土层地震动数值模拟技术。

17. 地震动参数区划与抗震设防标准

高震级潜在震源区识别和评估技术,大地震近场和区域地震动衰减关系,抗倒塌为目标的区划图编制技术,地震小区划及地震安全性

评价关键技术，与经济发展水平和工程类别相适应的抗震设防标准。

18. 工程破坏与防御技术

各类工程的非线性损伤与倒塌破坏机理、重大工程的健康监测技术，新型抗震材料，基于网络的新型实验技术和工程的减隔震及加固技术，工程抗震设计理论和规范。

19. 地震次生灾害的形成机理和预防

地震次生灾害和灾害链的形成机理，地震对商业中断、人类心理和社会的影响，预测人员伤亡的理论和方法，切断灾害链的控制和预防技术。

地震应急响应与处置技术

地震应急响应与救援是有效减轻地震造成人员伤亡、经济损失和社会影响的重要途径之一。

发展思路：发展完善地震参数速报与灾情信息快速收集发布技术，为决策层和社会公众提供快速准确的地震及相关灾情信息服务；完善地震灾情快速评估技术，发展指挥辅助决策与演练技术和救援技术，以快速有序地应对地震突发事件；开发推广重要设施的地震预警与自动处置技术，有效减轻地震灾害的影响。

优先主题：

20. 地震和地震烈度的速报与发布

速报台网构架理论与布局，地震参数与烈度参数自动分析确定方法与技术，地震和地震烈度信息实时传输与即时发布技术。

21. 地震灾情信息快速获取与评估

数字化现场灾情调查评估技术，实时灾情监控与信息传送技术，基于飞行平台的灾区巡查技术，工程震害评估技术，海量信息的集成识别技术，灾情图像快速生成与仿真技术。

22. 重要工程设施预警与紧急处置

强地震参数的快速检测技术与预警阈值理论，高速列车紧急自动处置技术，核电站地震预警自动紧急处置技术，城市供气系统等生命线工程的地震安全紧急处置技术。

23. 地震巨灾应急响应与救援技术

应急救援指挥仿真推演技术，应急资源调度辅助决策技术，次生

灾害危险源应急处置技术，危机诱变因素识别控制技术，地震救援装备技术。

24. 地震应急管理理论

地震应急区划与应急准备理论，巨灾应急救援与危机控制理论，应急状态下的公共管理理论，地震应急管理与建设标准。

海域地震

我国东海、黄海、渤海、南海以及台湾海峡和其周边地区是地震多发地区。随着海洋资源特别是油气资源的勘探开发，海上构筑物不断增加，沿海地区经济迅速发展，对海域减轻地震灾害的需求也日益迫切，必须尽快开展海域地震工作。

发展思路：开展海域地壳、上地幔结构探测研究和活动构造调查，为研究海域地下结构和地震活动提供基础；建立海域固定和流动相结合的监测网，为研究海域地球物理场时空变化和地震预测提供信息；建立地震海啸监测预警系统，开展海域工程构筑物的地震安全性研究，为减轻海域地震灾害服务。

优先主题：

25. 海域地壳/上地幔结构和活动构造

海域重点地区的活动构造调查，海域重点地区地壳上地幔结构及深、浅部构造探测，海域现代地壳运动观测与研究等。

26. 海域地震监测系统与技术

海底地震观测仪器(OBS)和其它适合海洋观测的地球物理仪器的开发，海域重点地区海岛和海底地震监测台的建设。

27. 海域地震预测与灾害防御

滨海地震预测和地震区划研究，地震、海浪、潮位等观测相结合的地震海啸监测预警系统建设，地震海啸形成机理和传播特征，海洋钻探平台、海底光缆、跨海大桥等相关工程构筑物的地震安全性问题。

地震科技服务

地震科学数据不仅是防震减灾工作的基本信息源，而且是开展地球科学研究的基础资料，对解决资源、环境等问题，都是重要的基础数据，并对国家安全和经济社会发展有重要作用。

发展思路：从国家层面协调地震观测和研究的数据积累和数据共

享，推进地震科技成果的转化，为国家安全、经济社会发展提供多方面的服务。

优先主题：

28. 地震数据与信息服务

国家和区域地震台网观测数据的共享体系和机制，与地震相关科学数据共享的技术支持和质量评估，地震观测资料、地震灾情和损失等信息的服务系统，地震预测预报信息向社会公布的机制和方式。

29. 面向国防安全的科技服务

核爆炸地震学基础，核试验侦查与识别研究，《全面禁止核试验条约》国际监测系统台站和台阵技术，面向国防安全的高精度重力、电磁观测，空间电磁环境与磁暴监测与研究。

30. 面向经济社会的科技服务

人工爆破、重大爆炸事故的监测与分析，土地利用及城市规划中的地震安全依据，重大工程选址及抗震设计地震动参数，工程抗震性能鉴定与结构损伤探测，城乡工程建设技术咨询，地震灾害风险评估与地震保险。

四、国家地震减灾科学计划

地震是构造应力在活动断裂带特殊部位长期积累和突发释放的结果。中国大陆岩石圈具有十分复杂的结构和漫长的演化历史，在周边板块的挤压、板内局部地幔对流和活动地块相互作用下，不断地进行着强烈的构造变动，导致地震活动的频繁发生。利用现代科学技术对构造应力的时空演化过程进行监测和研究，综合理解地震孕育和发生的物理过程，是当前地震科学和防震减灾所面临的最重要的科学问题之一，同时还可为大陆动力学、生态与环境演变、资源探测等一系列基础研究和应用研究提供不可缺少的重要方法和基础资料。另一方面，在地质调查、地球物理观测和探测的基础上，开展强地面运动的数值预测，进而开展工程的地震破坏及其控制的研究，揭示地震成灾机理并发展预防理论，对于有效减轻地震灾害具有重要的理论和实际意义。

国家地震减灾科学计划以大陆强震机理和地震成灾机理等关键科学问题为目标，从地震与构造运动和变形的关系入手，利用空间对

地观测和活动构造研究等技术,研究中国大陆主要地震带和强震危险区地震构造的变形特征,利用地球物理测深和空间测量技术,研究地震构造的深部结构和环境,深化对中国大陆现今构造变形和动力过程的认识;通过在地震实验场区的密集观测和探测、在震源区的直接钻探和观测,结合理论和实验研究,推进对地震发生机理的认识并探索地震数值预测方法;对地震实验场区开展强地面运动的预测,结合工程的地震破坏研究,揭示地震成灾机理,发展震害控制和预防技术。

国家地震减灾科学计划是未来 14 年我国地震科学技术研究的一项重要科技行动,拟通过 4 个重大专项,分阶段、分区域逐步推进。

地壳变形观测与活动构造调查

构造变形的运动学信息是地球动力学研究和地震数值预测研究的基础。利用空间对地观测和地表活动构造研究等技术,获取主要地震危险区活动构造和地壳变形特征,是认识构造应力积累和迁移等运动学特征的重要途径,对于地震预测、震害预防具有重要的理论和实际意义。

1. 地壳变形与活动构造的空间观测

正在建设的国家重大科学工程"中国大陆构造环境监测网络"应用卫星导航定位技术,辅之以 VLBI、SLR 等空间技术,并结合精密水准测量、重力测量等多种技术,构成了有相当密度、覆盖全国的观测系统。上述观测系统的超高精度静态相对测量能够检测出地壳运动与构造变形的细微变化,给出动态的位移场、速率场和应变场等。利用角反射器 InSAR 局部观测优势,形成角反射器 InSAR 与 GNSS 联合优化组网观测系统,获取地壳构造变形的三维信息。

采用先进的计算方法与模型,反演中国大陆速度矢量与应变场,建立岩石圈粘弹力学模型,模拟中国大陆长期应力应变场的演化,研究中国大陆基于变形场特征及力学失稳模型的地震危险性预测方法。通过典型地区地壳应变速率、断层带应力演化、地震矩累积和释放特点及其相互关系的研究,给出典型区域基于地壳变形场特征及力学失稳模型的地震动参数的动态几率分布。此外,利用获得的地表变形的运动场和应变场为约束条件,在岩石圈结构和地质构造研究的基础上,研究大陆内部构造变形的动力学过程。

2. 新构造运动与地壳应力状态

发生在新生代晚期一直持续至今的新构造运动是产生包括地震在内重大自然灾害的最根本因素。利用现代地理信息系统和新年代测试技术开展新构造运动研究,查明新构造运动的性质和强度,是认识中国大陆地震动力背景的重要任务。

利用地应力测量、钻孔应变连续观测、地震震源机制与地震波信息等各种方法获得的构造应力和应变资料,研究中国大陆及海域构造应力分布的基本特征、强震区(带)地壳应力应变动态变化及断层运动特征,开展活动断裂带相互作用与地震的应力触发作用研究。

3. 主要发震断裂的分布特征与活动习性

活动构造是确定未来强震可能发生的地点和强度的主要依据。以活动构造地质地貌调查和实测方法为主,对大陆及海域的主要活动地块边界带和强震危险区进行活动构造调查、填图与综合研究,查明主要活动构造带的晚第四纪变形特征、主要发震构造、主要活断层的位移速率以及古地震证据,获得主要发震断裂的滑动速率、同震位移、复发间隔、离逝时间、断裂分段等定量数据,在此基础上建立地震复发的理论模型,揭示地震在时间和空间上的活动规律,指导地震危险性预测。

深部结构和孕震环境探测

依托地球物理和地球化学技术对地球内部进行观测和探测,获取对发震构造的深部结构、动力环境等方面的信息,同时观测地震孕育发生所伴随的地球物理场和地球化学场的变化,是认识地震孕育发生物理过程的基础。由于地震发生在人类至今无法企及的地下深处,通过"地震"这盏明灯,可以照亮地球内部的结构,所以该研究亦可称为"地下明灯"专项。

1. 地球物理和地球化学背景场探测

合理规划和完善全球、国家、区域和地方四级地震监测台网,加强地震、大地测量、电磁和地下流体的流动监测,探测中国大陆地球物理和地球化学场背景场及其动态演化。在地震重点监视区适当加密观测,提高对主要动力边界带和活动构造带的监测能力,探讨强震孕育发生过程中物理场和化学场的变化特征。

2. 深部精细结构的地震台阵观测

利用由数百个宽频带地震仪组成的流动地震台阵,并结合中国国家地震台网与邻近地区和国家的地震观测台站,采用天然地震和人工震源组成的系列震源,对中国大陆分区域开展高分辨率深部结构探测,给出地壳、上地幔三维精细结构及物性成像,探索震源区高精度成像及其演化的观测方法。利用高分辨率人工地震探测技术获取地震危险区和主要发震断裂带的深部精细结构。在此基础上分析强震孕育的深部环境、震源介质性质、动力过程及地震前兆。

3. 深部介质物性的综合地球物理探测

建设极低频电磁探地工程,利用一个发射源,在全国范围建立一定密度的观测网络,观测地下电性结构的变化以及空间电磁场的变化,实现对地震等灾难性事件引起的电磁异常的高精度动态监测。利用现有的大地电磁测深技术和地磁阵列观测技术,结合地震学等其它地球物理观测手段,深入研究强震发生的深部构造背景、孕震区介质力学、电磁学等性质,建立大陆强震发生的深部介质结构模型,为大陆强震机理和预测提供依据。

4. 地震电磁与重力卫星观测

基于地震立体观测系统的需求和我国航天技术的发展,分阶段研发地震电磁和重力卫星,建设配套的地面应用系统。开展天基电磁场观测、电离层等离子体观测和高能粒子观测、卫星重力梯度测量,建立动态的全球地磁场模型、大气电场变化模型和地球重力场模型,研究地球岩石层-大气层-电离层耦合关系。结合航空电磁和重力观测,基于变化的电磁场、重力场以及电离层等离子体变化等,反演全球和区域规模的深部结构。

地震数值预测的试验研究

在构造变形运动场和深部动力学研究基础上,通过在地震实验场区的密集观测和探测、在震源区的直接钻探和观测,构建地震孕育和发生的物理模型,利用实验和数值模拟技术研究强震孕育和发生的动力过程,开展地震数值预测的试验研究,对于认识地震机理、提高地震预测水平具有重要意义。

1. 地震发生机理的实验研究

由于地震是非频发事件以及地球内部观测的局限性，通过模拟实验研究地震的发生机理是地震科学的重要内容。实验研究各种断层模型的滑动和破坏过程，分析断层几何复杂性和强度非均匀性等对断层滑动本构关系、断层破裂过程及其伴生的物理场的影响。开展高温高压岩石力学实验，系统研究断层滑动强度和稳定性及其影响因素，针对主要断层建立流变强度模型，为分析断层带应力积累和释放过程、地震成核条件和深度等提供依据。开展实验岩石学、高温高压岩石物理实验研究，分析断裂带的物质组成与物理性质，探讨壳内物性异常层的成因机制，为建立断层系统模型等提供必需的基础资料。

2. 地震动力过程的数值模拟研究

利用并行计算等现代计算机技术，实现较高分辨率、较多网格的数值模型。采用现代计算技术，吸收新的探测研究结果，根据地震活动情况，动态地进行模型的更新。以 GNSS 测量结果、历史地震和古地震等为约束，建立接近实际地震活动情况和介质环境条件的、具有物理意义和预测功能的活动地块边界带动力学模型，模拟强震孕育和破裂的物理过程。通过模拟试验结果的分析，研究地震过程中断层的相互作用，探索不同方式的力学作用如何控制应力积累、转移和释放，介质的非均匀性对地震分布的影响，分析边界带上断层系统的运动学和动力学特征，加深对地震现象物理本质的理解。

3. 地震预测的实验场研究

在我国强地震频发地区建设地震监测预报实验场，在查明实验场岩石圈结构和发震构造及其活动习性的基础上，以现有的监测系统为基础，建设立体化、近震源、高分辨率的观测体系，通过地球物理场观测与地质构造相结合、短临预测与中长期预测相结合、理论模型与实际观测资料相结合，促进数值地震预测方法的发展。通过三维几何结构与深浅部构造关系的探测、断裂带流变结构和本构关系的确定、变形分布与演化图像的分析、断裂活动习性和古地震活动历史回溯、现代地震活动观测和破裂动力学模拟，建立强震孕育和发生的动力学模型，通过实验和数值模拟研究强震发生的物理机制，进而对强震进行数值预测的试验研究。

4. 震源区科学钻探

在地震实验场区选择地震断层带，开展科学钻探，研究断层带的深部介质性质、物理状态和应力环境，并开展断层带深部应力等物理参量变化的观测，推进强震机理与预测研究。利用深钻提供的岩芯实物、钻孔地球物理观测和地球化学分析，获得地表以下接近震源深度、与孕震环境有关的直接信息，开展以深钻为核心的地震孕育和发生机理的实验研究。

地震成灾机理与减灾技术

工程是地震灾害的载体，其地震破坏直接导致地震灾害。在对地震实验场区开展综合探测和观测的基础上，进行强地面运动预测研究，进而开展工程的地震破坏及其控制的研究，阐明地震灾害及其次生灾害的形成机理和预防理论，并集成为地震灾害模拟系统，为震灾预防提供最直接、最直观的手段和工具。

1. 强地面运动预测研究

在地质调查和地球物理探测的基础上，综合考虑断层的运动学和动力学特征(震源参数、断层的破裂方式等)、地球介质和局部场地对地震波传播的影响，开展强地面运动的预测研究。重点研究近场强地面运动的速度大脉冲、断层破裂的方向性、大竖向加速度以及地表大变形等破坏性作用特征、空间分布规律及其形成机理，研究盆地和场地液化等对强地面运动破坏性的影响，提出强地面运动破坏性的数值预测模型。

2. 工程的地震破坏及其控制

以强地面运动破坏性的预测结果为地震作用输入，在材料、构件、子结构和结构整体等多重尺度下，利用实验和数值模拟相结合的方法，研究各类工程的地震破坏机理，建立其非线性本构关系模型和地震损伤演化模式，研究被动控制、主动控制和智能控制等方法对减轻工程地震破坏的有效性。开展可应用于各类工程的减隔震技术研究，研发新型控制装置。通过现场原位工程原型破坏性实验和足尺模型破坏实验验证提出的理论、方法和技术措施，发展和完善抗震设计理论。

3. 地震次生灾害机理与预防技术

根据地震破坏的研究结果，研究直接地震破坏发生后，火灾、爆炸、溃坝、商业中断等次生灾害和灾害链的形成机理。根据国内外的

人员伤亡和经济损失等资料,结合数值模拟方法,提出针对人员伤亡、经济损失和商业中断的定量估算方法。根据灾害链的形成机理,研究开发切断灾害链的有效控制方法和预防技术。

4. 地震灾害模拟系统

利用 GIS 和虚拟现实等计算机技术,将强地面运动的数值模拟、工程的地震破坏及其控制、地震及其次生灾害的发生机理等成果加以集成,形成一个可以模拟震源、传播路径、场地、地震破坏、人员伤亡、地震灾害和次生灾害的数值模拟平台,从而为有效地研究和开发减轻地震灾害的技术和措施提供开放共享的地震灾害模拟系统。

五、地震科技创新体系建设

地震科技创新体系是国家科技创新体系的重要组成部分,是促进地震科学技术自主创新、支撑防震减灾事业发展、推动相关地学领域研究的关键。地震科技创新体系建设的基本原则是:以创新发展为主题,以合作开放为措施,以防震减灾实效为落脚点,通过国家地震行业主管部门、地震科技相关部门以及地方之间的密切合作,共建、共管、共享地震科技创新体系,推动我国地震科学技术的创新和持续发展,为防震减灾和国家安全提供有力的支撑。

建立开放合作的地震科学创新体系

以全国地震相关科研机构、高等院校为主体,建设学科布局合理、研究方向和重点领域各具特色的地震科学创新体系,开展地震科学的基础和应用基础研究,推进地震科学知识创新。建立若干开放型、国际性科研基地或研究中心,围绕学科前沿问题和重大科学问题,开展攻关研究,增强我国地震科学的自主创新能力。发挥学术组织、学术团体在地震科学创新体系中的桥梁纽带作用,增强地震科学创新活力。

建立产学研相结合的地震技术创新体系

地震科研机构、工程技术中心、高等院校以及企业相结合,共建技术研发体系,开展地震观测技术、震害防御技术、地震应急救援技术及其它相关技术的研究,推动产学研相结合,建立集研究、设计、制作、生产一体化的技术研发基地,促进地震技术创新的市场化。通过政策规范和引导,推进地震科技成果服务于防震减灾、经济建设、社会发展和其它相关领域,充分发挥国家地震科学技术投入的作用和

效益。(三)建立具有特色和优势的区域地震科技创新体系 建立以省级地震业务机构为主体、地方相关科研机构 and 高校以及市县地震机构参与的区域地震科技创新体系,统筹区域地震科技创新能力建设。针对不同区域防震减灾工作的需求,促进中央和地方地震科技力量的有机结合,促进地震科技成果向区域应用的转化,提高地震科学技术为区域经济社会发展的服务能力。通过地方法制建设和依法行政,支持区域地震科学技术的发展,促进区域内新的协作机制的形成,形成不同区域的特色和优势。

共建共享地震科技基础条件平台

加强科技资源的集成,优化科技资源配置,有计划、有重点、有目标、有步骤地建设具有国际先进水平的地震观测基础设施、集群实验装置、网络科技环境、科学数据共享系统。重点支持跨部门、跨学科和跨行业的国家重点实验室、国家野外科学考察站、工程研究中心等研究试验基地的建设。加强地震计量和标准化研究,建立健全符合地震科学技术需求的计量技术系统和标准体系。通过开放共享科研装置、观测设施、数据资料等科技资源,促进地震科学技术的创新和发展。

六、人才队伍建设

人才是科技发展和创新的根本。针对我国防震减灾和地震科学技术发展的需求,培养和引进相结合,建设一支引领地震科学技术发展的高水平科学家队伍,形成一支支撑防震减灾任务的专门人才队伍;培训和教育相结合,提高地震科技队伍的整体素质,培养地震科学技术的未来人才。(一)建设一支引领地震科学技术发展的科学家队伍 根据国家防震减灾事业的战略需求和国际地震科学技术的发展趋势,以地震科技相关科研院所、工程技术中心和高等院校为主体,通过创新、发展、开放、合作,建设一支高素质的科学家队伍。对一些国家急需的专业引进国外科学家。在国家的支持下,开展地震科学技术基础性、前瞻性研究,在项目中识别人才、培养人才、支持人才。创造机会,让杰出青年人才在科技创新环境中进行锻炼。(二)建设一支支撑防震减灾任务的专门人才队伍 各省市防震减灾科技队伍是国家地震科技队伍的重要组成部分。要着力培养他们中的科技骨干,引导他

们重点研究和解决重要的应用性的和区域性的地震科学技术问题，吸收和消化先进的地震科技成果，推动防震减灾科技进步，真正使政府和社会感受到地震科技的成果。对于地震监测台站的科技人员，要注重他们的知识更新和技术提高，创造条件让他们接触国际一流的观测设施和专业技术专家。通过国内访问学者机制、定向研究生班机制、专业技术培训班机制、联合培养研究生机制等，加强科研机构、高等院校与省市地震局、地震台站之间的联系。(三)充分发挥教育和培训在人才培养中的作用 加强地震科技人才培训基地建设，建设设备先进、设施齐全、功能配套的现代化培训基地和远程教育平台，定期举办有关专业技术培训班或科学讲座，培训各类地震专业技术人才，不断更新其知识结构，提高地震科技队伍的综合素质和创新能力。着眼于未来地震科技人才的培养，支持高等院校培养地震科学技术相关专业的本科生，支持研究院所和高等院校培养地震科学技术相关专业的研究生。在研究生的培养过程中，注重搭建研究机构和各地防震减灾管理机构以及基层单位的人才培养合作平台，着重培养研究生解决实际问题的能力和自主创新能力。建设好地震科学技术相关的博士后工作站。

积极营造有利于人才成长的创新环境

积极营造有利于充分调动科技人员的积极性、主动性、创造性，有利于发现和培育优秀人才，有利于鼓励自主创新、促进科技成果转化成为防震减灾实效的创新环境。尊重地震科学技术发展规律，创建鼓励探索、宽容失败、团结协作、宽松和谐的学术氛围。加强科研道德建设，发扬求真务实、锐意创新的学术精神，抵制浮躁学风，建设地震科技创新文化。

七、保障措施

为保证国家地震科学技术发展目标的实现，必须在组织领导、经费投入、创新环境建设、开放与合作、地震科学技术普及等方面推出有力的配套政策和采取切实有效的保障措施。

继续推进和深化地震科技体制改革

推进地震科技管理体制的改革，建立全国地震科技组织协调机制，统筹地震科学技术的发展布局，提高宏观调控能力。构建开放、流动、

竞争、协作的运行机制，营造平等竞争的创新环境。继续推进社会公益性科研机构改革，深化学科结构调整，建立“职责明确、评价科学、开放有序、管理规范”的现代科研院所制度，增强自主创新动力和原始创新能力。加快地震业务机构改革，按照国家有关事业型机构改革的要求逐步推进内部管理体制改革。建立面向市场的地震科技型企业，提升持续研发能力和产品竞争能力。

加大地震科技投入的力度和稳定性

建立与社会经济发展水平及防震减灾需求相适应的投入机制，给予地震科学技术长期稳定的支持。作为防震减灾工作和地球科学研究基础的活动构造调查与研究，深部构造探测与研究，地震监测预报、灾害防御和应急救援相关的基础研究，与地震减灾有关的基础数据普查等，应作为防震减灾事业的日常工作，纳入常规国家财政预算，给予稳定的支持。

加强开放合作与资源共享

地震科学技术研究面向全社会开放，动员社会各方面的相关力量开展全方位的合作。进一步加强区域间、部门间、部门和地方、部门和企业、科研机构与高校间的合作，建立联合研究中心与产学研机构，组织重大课题并联合进行人才培养。充分挖掘潜在社会资源，促进资源信息共享和人才的合理有序流动。大力加强区域地震合作和地方地震科学技术工作，促进区域内新的协作机制的形成，从而为区域防震减灾和经济发展提供有力的支持。

广泛开展国际合作与交流

在坚持自主创新，紧密结合我国防震减灾的实际问题开展地震科学技术研究的同时，积极开展广泛的国际合作与交流。鼓励科技人员与世界一流科学家开展实质性的国际合作，学习其先进的学术思想，提高学术水平和创新能力。积极开展国际地震救援、援建地震观测系统、国际地震核查等工作，为国家外交和国家利益做出应有的贡献。鼓励和支持专家参与国际学术组织的工作，参与和组织大型国际地球科学观测研究计划，努力扩大我国在国际地震科技领域的影响。

完善地震科技评价激励机制

用科学发展观指导科技评价体系建设，建立和完善地震科技评价

和激励机制。建立健全基础研究、应用基础研究、应用技术开发等各类地震科技项目的分类评价方法，对各种科技活动进行合理、科学的评价。建立地震科研机构分类考核评价机制，加强对科研机构运行管理、绩效和信用的考评。建立符合科技人才规律的考核评价体系，对科学研究、技术研发、科技管理等各类人员实行分类管理和考核，逐步建立以业绩为核心，由品德、知识、能力等要素构成的考核评价标准。完善地震科技激励机制，改进专业技术人员的职称评审办法和奖励制度。加强知识产权保护意识，推动更多自主创新成果的涌现。

加强地震科学技术知识的普及

制定并积极推进旨在提高全民防震减灾意识的科学知识普及计划。针对未成年人、农民、城市劳动者、各级领导干部的不同情况，有重点地加强地震科普工作。鼓励地震科技专家参与科普创作。鼓励和引导媒体正确地关注和报道地震科学技术问题，推动地震科学技术知识的普及。建立科研机构、工程技术中心、高等院校、地震科学野外观测站、重点实验室、培训基地等定期向社会公众开放的制度。注重特点、注重实效，以创新的思路，加强适合中国国情的地震科普场馆建设。通过全民防震减灾意识的提高，为防震减灾和地震科学技术的发展提供良好的社会氛围。