

中国地震科技事业百年历程、基本经验与当代启示

李昌珑^{1,2}, 高孟潭^{1*}

1. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081

2. 中国地震局乌鲁木齐中亚地震研究所, 乌鲁木齐 830011

摘要 近百年来, 中国地震科技事业走过了曲折的发展历程, 也取得了非凡的成就。将过去100年分为4个阶段, 综述了各阶段中国地震科研的发展历程。在不同时代, 中国大地震和地震灾害呈现不同的特点, 也引导了地震科学研究的发展方向。不同时期的社会需求、国家的方针政策和重大决策也对地震科技事业的发展起到了重要推动作用。

关键词 地震监测; 地震预报; 地震区划; 中国地震局; 地震风险

从古至今, 地震和地震灾害始终危害着人类社会的发展。为了认清地震发生规律, 减轻地震灾害损失, 人们一直在对地震现象进行研究和探索。中国古代地震研究处在世界领先水平, 代表性成就有东汉张衡的“候风地动仪”和清朝康熙皇帝的著作《地震》^[1]。现代地震科学始自19世纪50年代, 以意大利制造出第一台现代地震仪为标志。中国现代地震科研起步较晚, 20世纪20年代起才在西方国家的影响下缓慢发展。经过百年的发展, 中国地震科研水平已处在世界前列。

中国地震科技事业近百年的发展可分为4个阶段: 1921—1949年, 1949—1976年, 1976—2008年, 2008年至今。100年来, 中国地震科技事业的

发展深受时代背景的影响, 以不同时期解决地震和地震灾害相关问题的需求为导向, 也得益于国家方针政策和重大决策的支持和推动。

1 艰难起步, 曲折前行(1921—1949)

中华人民共和国成立以前, 中国处于半殖民地半封建社会。在此背景下, 中国老一辈地震科学家克服困难, 开启了中国人自己的地震监测研究。

1.1 鹫峰地震台的建立

地震观测是开展地震研究的基础。20世纪初, 随着电力的普及, 使用地震仪观测地震的地震台站在全球范围越来越多地建立。当时, 西方列强

收稿日期: 2021-05-06; 修回日期: 2021-06-03

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点研发专项(2020B03006-4)

作者简介: 李昌珑, 副研究员, 研究方向为地震危险性和地震风险分析, 电子信箱: changlongli@163.com; 高孟潭(通信作者), 研究员, 研究方向为工程地震学、地震风险分析, 电子信箱: gaomt@vip.sina.com

引用格式: 李昌珑, 高孟潭. 中国地震科技事业百年历程、基本经验与当代启示[J]. 科技导报, 2021, 39(12): 103-108; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.12.013

在占领中国的殖民地和租借地区也设立了一些地震台站,但只允许外国人使用,中国人无权参与。1920年和1927年,甘肃海原(现宁夏海原)和古浪先后发生了8 $\frac{1}{2}$ 级和8级特大地震,震级之大、破坏范围之广、人员伤亡之严重均轰动了全世界。西北地区短时间内连发巨大地震,使国内研究地震的需求更加迫切。

为了开展中国人自己的地震观测研究,国民政府地质调查所承担了地震观测研究机构的筹建工作。1929年,时任地质调查所所长的翁文灏在北平(今北京)西郊的鹫峰主持筹建了地震研究室房舍并购置了地震观测仪器^[2]。1930年,鹫峰地震台(后于1931年定名为“地质调查所鹫峰地震研究室”)正式启用并开始观测,由李善邦负责地震台的日常运行、观测、研究工作(图1)。作为中国自行建立的第一个地震台,从1930—1937年,鹫峰地震台共观测记录地震2472次^[3],填补了中国地震观测史的空白,为地震研究积累了珍贵的数据资料。



(a) 李善邦在鹫峰地震台工作

(b) 今原址修复后的鹫峰地震台

图1 鹫峰地震台

1.2 战争年代的地震工作

1937年抗日战争全面爆发后,鹫峰地震台被迫停止观测,人员转移,国内对天然地震的观测研究被迫中断。筹集战略物资、支援全面抗战成为当时社会的迫切需求。为寻找军工业亟需的矿产资源,以李善邦、秦馨菱等为代表的地震学家,前往湖南、四川、贵州、云南、广西等省开展地震、地磁等地球物理勘探工作。在四川攀枝花地区,李善邦和秦馨菱完成了地形测绘、地质勘查、地磁勘探等工作,是攀枝花大型钒钛铁矿发现者中的重要成员^[2]。在

西南地区,李善邦等完成了100多个测点的地磁偏角、地磁倾角、地磁场强度水平分量等测量,获得大量的第一手资料和原始数据,为国内导航、测绘等技术的发展和应用提供最早的地磁基础资料^[2]。

2 全国区划,尝试预报(1949—1976)

中华人民共和国成立后,地震研究成果得到迅速应用和发展。全国性的地震区划研究为建国初期的社会主义建设事业提供了抗震设防标准。20世纪60—70年代,中国华北地区呈现大地震频发、灾害严重的特征。一系列大地震造成了数十万人伤亡,同时也时刻影响了中国地震研究的发展。邢台地震是1949年后第一次发生在中国大陆东部人口稠密地区的7级以上地震,震情引起国家高度关切,促进了国家地震局的建立。同时,邢台地震加速了中国地震预报研究的广泛开展,1975年海城地震的临震预报成为一次有成效的地震预报的典型事例。

2.1 地震区划研究的起步

1949年以后,中国地震研究进入新的时期。百废待兴的中华人民共和国掀起了恢复生产、建设社会主义强国的热潮。各类工程建设均要考虑抗震性能,因此很多单位都需要了解当地的抗震设防参数,以用于生产建设。在现有认知水平下规划全国的抗震设防参数成为全国的普遍需求。在这一需求引领下,党和政府高度重视地震工作。1953年,中国科学院成立国家地震工作委员会,委任李四光为主任委员。由1950年成立的中国科学院地球物理研究所(现中国地震局地球物理研究所的前身)主持全国地震烈度区划图的编制工作。

20世纪50年代,科学家们先后编撰完成了《中国地震历史资料年表》、第一部全国性地震目录《中国地震目录》和《新的中国地震烈度表》。并利用这些资料,编制了《中国地震区域划分图》^[4]并于1957年正式出版(图2)。该图以一个地区可能遭遇的最大地震烈度作为绘图参数,可作为全国一般建设工程抗震设防的重要参考,是中国全国性地震区划图的开山之作。

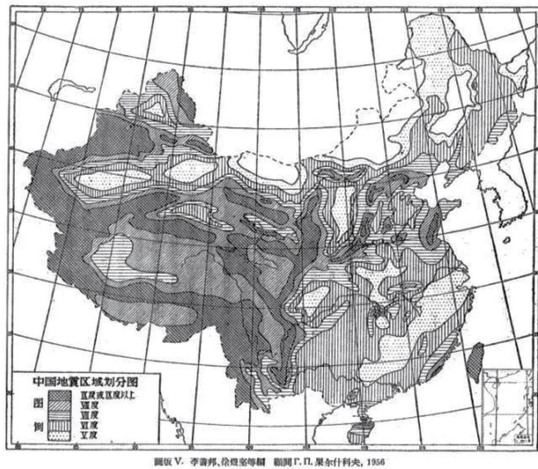


图2 1957年版《中国地震区域划分图》

2.2 邢台地震救灾与研究

1966年3月6日,河北省邢台宁晋县发生5.2级地震,使河北平原地区震感强烈。中国科学院地球物理研究所立即成立12人的地震现场工作队,连夜驱车赶赴震中地区开展地震应急和研究工作^[5]。工作队于3月8日凌晨到达宁晋县,当天在邻近的隆尧县又发生了6.8级地震。在随后的3周时间内,在同属邢台的宁晋、巨鹿、束鹿等地又接连发生了4次6级以上地震,最大地震为3月22日宁晋7.2级地震,表现为密集的强震群活动。地震现场工作队在地震现场架设临时地震仪开展地震观测,并对这一系列强震进行了完整的监测、预报、损失评估、应急救援工作。工作队还调查了宏观地震破坏和地震前兆异常现象,对建筑破坏和地表变形的方向性开展了研究。邢台地震现场工作是1949年后地震工作者第一次深入地震现场开展全面的大震现场工作和科学研究的一次实践,为中国地震研究积累了宝贵的经验。

1966年3月8日邢台隆尧6.8级地震后,党中央高度关注震情灾情。周恩来3次亲赴地震灾区(图3),指导抢救伤员、物资供应、恢复重建、发展生产等工作,足迹遍布灾情严重的隆尧、宁晋、束鹿、巨鹿等地^[6]。期间周恩来还专门视察了地震现场工作队,并听取了队员的研究情况汇报^[6]。

周恩来在视察灾区时的讲话中提到:“我国历史上有不少地震记载,但没有对地震现象的观察和



图3 周恩来视察邢台地震灾区

研究的经验,这次地震我们付出的代价很重,损失很大,必须从中吸取经验,不能依然停止在只有记录而没有经验的地步。虽然地震现象的规律问题是国际间都没有解决的问题,我们应当发扬独创精神,来努力突破科学难题,向地球开战。这次地震给予我们很多观察地震的条件,要很好地利用这样的条件^[7]。”这次讲话指明了日后中国地震研究的方向。

2.3 国家地震局的成立

20世纪60年代以前,中国地震科技工作主要由各高校和中国科学院下属的研究所具体承担。邢台地震后,国家更加重视地震工作,根据周恩来的指示,国家科委和中国科学院成立地震办公室。1971年,国务院发文决定撤销中央地震工作小组办公室,成立国家地震局作为中央地震工作小组的办事机构,统一管理全国的地震工作。至1977年,全国各省、自治区、直辖市均建立了地震工作机构。

国家地震局成立后,中国科学院地球物理研究所等多家科研院所并入国家地震局,地震工作“国家队”的科研实力得到增强。另外,国家地震局还承担了国内地震监测、地震预报、震害防御、应急救援等职能,将地震科研与业务工作集中统一管理并有效结合,与时俱进,逐渐衍生出地震执法、公共服务等新职能,使中国地震工作得以高效开展。

2.4 海城地震预报研究

邢台地震后,中国的地震预报理论体系逐渐建立,并应用于日常地震预报,地震部门定期做出地震预测预报意见。1970年,全国第一次地震工作会议根据历史地震、现今地震活动及断裂带活动的

新特点,确定辽宁省沈阳-营口地区为全国地震工作重点监视区之一。此后几年,国家地震局认为渤海北部有发生强震的可能。1975年初,辽宁营口-海城地区出现小震活动异常增加的现象。2月1—3日,小震愈发活跃,同时伴随宏观异常现象。辽宁省地震办公室根据这些现象,向全省发出了带有临震预报性质的地震简报,提出小震后面有较大的地震,并于2月4日6时向省政府提出了较明确的预报意见^[8]。2月4日10时30分,省政府向全省发出电话通知,并发布临震预报^[8]。2月4日19时36分,海城发生了7.3级地震。由于提前采取了避震预防措施^[9],在震中区人口稠密、最高烈度达到九度、建筑普遍不设防的情况下,地震造成1328人死亡,地震预报取得了显著的减灾实效。

但海城地震一年后的唐山地震,地震学界未能给出有效的临震预判,也使人们认识到,当前的地震预报仍处在很低水平,尚有许多科学问题未能解决,是地震学家需要长期探索的工作。

3 观测升级,设防安居(1976—2008)

1976年唐山7.8级地震的惨重灾害之后,人们意识到目前尚不具备精准预报每次大地震的能力。在做好地震监测预报的同时做好建筑抗震设防,才能有效减轻地震损失。

3.1 地震观测设备的升级和新技术的应用

改革开放之后,中国经济飞速发展,地震科技工作获得了更多的国家级项目投入。电力、交通、通讯等基础设施的完善使地震观测台站设备的数量不断增加,观测质量不断提升。随着电子技术的发展,观测数据的数字化存储与传输成为地震观测的发展趋势。20世纪80—90年代,地震观测数字化改造不断推进,国家地震局先后承担了国家科技攻关计划《地震、地质灾害及与城市灾害重大方法研究》(85-907)课题、《地震和前兆数字化观测实验系统研制》《国家数字地震台网建设和地震前兆台站(网)技术改造》项目(95-01)等^[10]。20世纪90年代起,计算机互联网技术迅速发展,并很快被地震监测系统应用。到21世纪初,全国地震监测

台网基本实现了数字化和网络化^[10]。

3.2 抗震安居工程的启动

政府一直重视震害防御工作。自1957年第一代《中国地震区域划分图》^[4]发布之后,国家地震局(中国地震局)又先后发布了第二代至第五代全国地震区划图^[11-14],指导全国一般建筑的抗震设防,国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306)^[14]是建筑抗震设防的强制性国家标准。

然而,国家标准实施前建造的建筑仍然大量存在,成为地震安全的隐患。2003年,新疆巴楚-伽师发生6.8级地震,造成268人死亡,2000余人重伤。震中农村民居的抗震能力未达到设防要求是造成人员伤亡的主要原因。因此从2004年开始,新疆在全国率先实施了抗震安居建设工程^[15],至2020年底已基本实现农村全覆盖。全国各地的抗震安居工程也从2008年起广泛开展,符合设防要求的房屋比例不断提高。

4 2008年至今:精准预警,风险防治,全民科普

2008年5月12日,四川省汶川县发生8.0级地震,成为中国1949年以来破坏范围最广、次生灾害最严重的地震。汶川地震影响深远,推动了地震预警工程的开展,促进了地震风险防治理念的形成,也增长了全民学习地震知识,提高防灾热情的热情。党的十八大以来,党和国家对地震事业更加重视,实施了地震预警工程等多项重大工程,并制定方针引领新时期防震减灾理念的变革。

4.1 地震科普工作的新阶段

中国地震科普工作已有几十年的历史。早在1966年邢台地震后,地震工作者便和政府共同开展了大规模的地震科普工作。他们将地震前兆现象、地震避险和救援等知识绘制成生动的宣传画,编制成脍炙人口的民谣,传遍全国各个角落,很大程度上提升了全民的防灾救灾意识。

汶川地震之后,为纪念地震造成的巨大灾害,进一步增强全民防灾减灾意识,推动提高防灾救灾救灾工作水平,经国务院批准,从2009年开始,每

年的5月12日定为“全国防灾减灾日”。地震部门将每年5月12日所在的周作为防灾减灾宣传周,向全社会普及地震知识。中国地震局于2020年设立公共服务司,地震科普已经成为地震工作者的主责之一。随着互联网、移动传媒等技术的发展和运用,地震科普作品也以视频、软件、新媒体节目等多元形式不断涌现,学习防灾减灾知识成为了百姓日常生活的一部分。

4.2 地震预警工程的实施

汶川地震的断层破裂带长达300 km,破裂从汶川传播到青川的时间超过1 min。然而,由于当时还没有地震预警系统,断层破裂沿线的人们失去了宝贵的逃生避险时间,人员伤亡惨重。因此,汶川地震之后,中国地震局向国家建议,建设地震烈度速报和预警工程^[10]。

地震预警技术要求在地震发生的初始阶段即监测到地震,并快速产出估算的震级和震中位置等参数。这对预警台站的数量、密度、参数计算速度和准确性都提出了很高要求。科技部设立了多个重大专项开展地震烈度速报和预警相关的技术攻关和研发。2015年6月,国家发展改革委员会正式批复“国家地震烈度速报与预警工程”项目,并于2018年启动实施。工程计划在全国建立1960个基准站,装备标准数字地震仪和强震仪;3309个基本站,装备标准强震仪;10241个一般站,装备MEMS烈度仪,共15510个台站(图4)^[10]。预计工程完成后,将能够为重点地震预警地区提供秒级的地震预警服务。借助大数据、并行计算、人工智能等新技

术的应用,预期未来地震预警的速度和精度还将得到提升。

4.3 地震风险防治理念的形成

现代社会要求地震工作在做到能够震后迅速救援和恢复的同时,更要做到震前预防,减少隐患和风险。新时期党和国家对地震研究工作的要求与社会的需求一致。党的十八大以来,国内先后发生了2013年芦山地震、2014年鲁甸地震等多次地震灾害,习近平总书记多次作出重要指示批示,指导全国防震减灾工作。2016年7月28日,习近平总书记在河北唐山市考察、出席纪念唐山大地震40周年活动时指出,“要总结经验,进一步增强忧患意识、责任意识,坚持以防为主、防抗救相结合,坚持常态减灾和非常态救灾相统一,努力实现从注重灾后救助向注重灾前预防转变,从应对单一灾种向综合减灾转变,从减少灾害损失向减轻灾害风险转变,全面提升全社会抵御自然灾害的综合防范能力。”^[16]习近平总书记关于防灾减灾救灾的这一重要论述也被归纳为“两个坚持,三个转变”,指出了中国近年和今后地震减灾工作的方向。

当今的中国人口和经济高度聚集于大城市和城市群,在华北平原、环鄂尔多斯块体、天山北坡等地区还存在城市群和地震带分布重合的现象,是地震风险研究需要重点关注的地区。近年来,科技部和地方科技主管部门资助了多项重点研发项目,针对京津冀城市群、粤港澳大湾区、天山北坡城市群等地的地震风险开展研究,服务于当地的地震减灾工作。

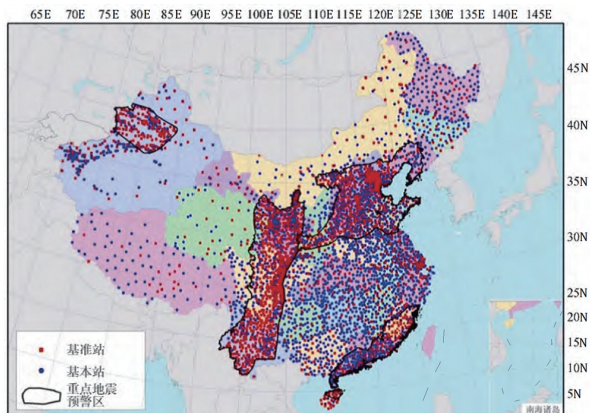


图4 “国家地震烈度速报与预警工程”台站分布

5 结论

回顾过去100年可以看到,中国地震科技从空白到繁荣,从落后到先进,从无序到系统,实现了跨越式发展。特别在中国共产党的领导下,地震科技事业始终服务于社会需求,响应国家政策,在国家建设中扮演着越来越重要的角色。同时也应看到,地震仍是人类认知水平有限的自然现象,当前仍有很多地震科学问题尚未解决,地震科技工作仍然任务艰巨。地震工作者应坚持科学的研究方法,践行

党和国家的方针政策并不断丰富成果产出形式,满足社会对防震减灾工作日益增长的需求。

参考文献(References)

- [1] 邓凌原. 康熙独撰《地震》论文[J]. 学习博览, 2013(9): 60-61.
- [2] 肖承邳. 怀念为地震学和中国地球物理学奉献终身的李善邦先生[C]//辉煌的历程——回顾中国地球物理学会60周年专刊. 中国地球物理学会, 2007: 9.
- [3] 欧阳飏, 肖承邳, 吕智, 等. 中国自建的第一座地震台——鹫峰地震台[J]. 地震地磁观测与研究, 2002(6): 81-85.
- [4] 李善邦. 中国地震烈度区域划分图说明[J]. 地球物理学报, 1957, 6(2): 127-158.
- [5] 陈希融, 何孝明. 1966年3月,周总理乘直升机赴邢台地震灾区[J]. 百姓生活, 2016(7): 48.
- [6] 林邦慧. 1966年邢台地震考察队分析组现场地震监测预报回忆[J]. 国际地震动态, 2017(5): 38-41, 15.
- [7] 贾兴安. 周总理与邢台大地震[J]. 博览群书, 2016(3): 56-60.
- [8] 高继宗. 海城大地震的预测、预报、预防——纪念海城7.3级地震40周年[J]. 城市与减灾, 2015(2): 6-8.
- [9] 陈棋福. 海城地震预报过程的回顾及地震预报发展的思考[J]. 国际地震动态, 2005(5): 154-155.
- [10] 陈会忠. 我国地震观测历程[J]. 城市与减灾, 2020(6): 10-20.
- [11] 邓起东, 张裕明, 环文林, 等. 中国地震烈度区划图编制的原则和方法[J]. 地震学报, 1980, 2(1): 90-110.
- [12] 中国地震烈度区划图编委会. 中国地震烈度区划图(1990)及其说明[J]. 中国地震, 1992, 8(4): 1-11.
- [13] 高孟潭. 新的国家地震区划图[J]. 地震学报, 2003, 25(6): 630-636.
- [14] 中国地震动参数区划图(GB 18306—2015)[S]. 北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 2015.
- [15] 温和平, 唐丽华. 新疆农居的安居工程[J]. 国际地震动态, 2015(9): 167.
- [16] 新华社. 习近平: 全面提高国家综合防灾减灾救灾能力[J]. 防灾博览, 2016(4): 6-11.

A century of China's seismological science and technology, basic experience and contemporary inspiration

LI Changlong^{1,2}, GAO Mengtan^{1*}

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China

2. Urumqi Institute of Central Asia Earthquake, China Earthquake Administration, Urumqi 830011, China

Abstract In the past 100 years, the development of China's seismological science and technology is a tortuous process, while having achieved extraordinary achievements. In different periods, China's major earthquakes and earthquake disasters have different characteristics, which could be used to guide the development of the earthquake science. National policies and major decisions have also played an important role in promoting the development of the seismological science and technology. The past 100 years can be divided into four stages and the development of China's seismological research is reviewed in each stage in this paper.

Keywords earthquake monitoring; earthquake forecasting; seismic hazard mapping; China Earthquake Administration; seismic risk ●



(责任编辑 徐丽娇)