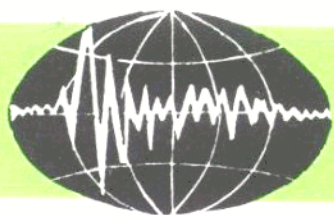


国际地震动态

RECENT DEVELOPMENTS IN WORLD SEISMOLOGY

纪念《国际地震动态》创刊30周年专辑



5

2001

ISSN 0253-4975



9 770253 497001

05>

中国地震局地球物理研究所 主办

国际地震动态

2001 年第 5 期 (总第 269 期) 2001 年 5 月 25 日

纪念《国际地震动态》创刊 30 周年专辑

目 次

纪念《国际地震动态》创刊 30 周年题词	秦馨菱 王椿镛 郭增建 (1)
回顾与展望	朱传镇 (2)
《国际地震动态》创刊 30 周年的回顾	宋守全 (3)
找准位置 扬长避短 应对挑战——寄语《国际地震动态》	吴忠良 (5)
中德合作开展流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾研究	王培德 陈运泰 (8)
从震源物理角度讨论外因对地震的触发机制	郭增建 韩延本 吴瑾冰 (13)
地震预报探讨中的地磁学手段	王璠文 (17)
我国海洋工程场地地震安全性评价工作的回顾与展望	李起彤 (22)
加强地震监测预报工作应密切关注的几个问题	李志雄 马 丽 (26)
隐伏断层灾害的研究与地震保险	刘志远 陈英方 (29)
中国地震学会 2000 年工作总结暨 2001 年学术活动计划	中国地震学会 (33)
2000 年 12 月华北地区 $M_L \geq 3.0$ 地震动态	刘庆芳 (37)
2001 年 1 月首都圈地区 $M_L \geq 2.0$ 地震动态	刘庆芳 (37)
2000 年 12 月全球 $M \geq 5.0$ 地震动态	郭燕平 封长华 (38)

了更高的要求。

找准自己的位置,是《国际地震动态》发展自己、应对挑战的一个关键问题。《国际地震动态》不应将自己的奋斗目标定位在不断提高自己的引用率、乃至争取进入SCI上;《国际地震动态》无须过于关注自己在国际上的地位和影响。《国际地震动态》的读者群应该主要是以中文为母语的、关注地震问题的专业人员、管理人员和社会公众,它应该努力缩短与读者之间的距离,具有更多的人情味。它应该敢于触及那些大家非常关心、却没有形成共识的科学问题和政策问题,使学术争鸣具有更浓的“火药味”和更多的“费厄泼赖”的精神。《国际地

震动态》应该突出自己的时效性、灵活性和实用性,并试图在地震研究和防震减灾的交叉学科领域,发展更大的读者群。《国际地震动态》的主要内容不是、也不应该是源头性创新的工作;《国际地震动态》不应试图将自己从一个一流的科技动态性的刊物演变成一个以刊登专业学术论文为主的三流的专业刊物;相反,《国际地震动态》应该在信息研究、知识系统化、政策讨论和学术争鸣方面有更多的作为。可以相信,只要我们勤于思考,勇于探索,扬长避短,在21世纪,《国际地震动态》仍然会越办越好,并在中国地震科学发展和防震减灾事业中发挥自己更大的作用。

(收稿日期:2001-01-09)

中德合作开展流动台阵近场地震观测和 北京地区防震减灾研究*

王培德 陈运泰

(中国地震局地球物理研究所,北京,100081)

摘 要 中国地震局和德国联邦地球科学和自然资源研究院将于2001年春季开始一项“流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾”的国际地震合作计划。该计划将使用由新一代数字地震仪构成的流动台阵在北京西北的延庆和中国大陆的其他地震活动区进行地震近场观测。这项计划的执行对于地震学基础研究,特别是探索地震震源过程的复杂性和首都地区的防震减灾都有重要意义。

关键词 中德合作项目;流动台阵;近场地震观测;防震减灾

2001年春季,中国地震局地球物理研究所和德国联邦地球科学和自然资源研究院(BGR)将正式启动一项“流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾”(Sino-Germany Co-operative Project: Near-Field Seismic Observation by Mobil Array and Seismic Hazard Mitigation in Beijing Area,简称“流动台阵近场观测”)的国际地震科学合作项目,本文对这个项目的意义和实施方案作一简要介绍。

1 流动台阵近场地震观测的科学意义

现在已经了解,地震,特别是大地震的震源过程是一个在时间进程和空间分布上都都很复杂的过程。尽管全世界的地震学家为了解这种过程的复杂性已经付出了极大的努力,取得了很多进展,但这种探索还远没有完成。诚然,我

* 中国地震局地球物理研究所论著:01AC2018。

们可以利用大跨度的国家数字台网（通常是数百千米）和全球台网（通常是1 000千米）的记录来进行这种研究，但对解析程度要求很高的震源过程图像和对防震减灾有重要和直接意义的研究结果仍然是来自近震源的强地震记录，特别是近震源宽频带的数字记录。以现代地震学地震震源理论和地震波传播理论对这些记录进行解释是目前国际地震学界最前沿的科研课题之一。因此，当前世界各国的地震学家都在为取得宽频带近场数字记录而努力。

中国开展地震近场数字观测和研究始于20世纪80年代初期。尽管在近场“捕捉”大地震是一项与地震预报几乎同样困难的工作，中国地震局地球物理研究所和其他一些单位在地震近场观测中仍取得了很大的成绩。例如，在1989年澜沧-耿马地震余震观测中中国地震局地球物理研究所使用DCS-302数字地震仪得到了6.3级和6.7级两次强余震的近场记录。然而，得到记录的地震仪数量太少，记录到上述两次地震的地震仪的数量分别为3台和2台（王培德等，1993）。与国外一次强震中可得到几十条近场强地震记录的情况相比，中国可以说还处在起步阶段。这是我国地震学基础及应用研究均急需弥补的一个空白。

地震震源一般都位于地壳介质深部10~20千米的深度，地壳介质的细结构研究不仅是一项认识地球结构的基础性研究，而且可以从了解到地震形成的机制；利用宽频带数字地震仪构成的小孔径流动台网记录的地震可以对地震震源区的细结构进行详细的研究。

地壳介质各向异性和横波分裂是近20年来在地震学中发展起来的一项新理论、新技术，在地震应力监测和地震预测研究中具有良好的发展前景。现在对确认此项技术可否投入实际应用的问题上，迫切需要获得“横波窗”内包括前震、主震、余震在内的一个完整的地震序列。这也是近场宽频带地震台阵所要解决的重点课题之一。

中国的地震预测研究始于1966年邢台地震之后。由于受到观测条件的限制，30多年的

实践基本上是沿着识别前兆的经验性预测的途径发展。地震预测必然要向物理基础上的预测发展。数字地震仪、网络技术出现以后，为在物理预测基础上实施实时或准实时的预测创造了条件。

1995年，在欧洲共同体和国家地震局的支持下，国家地震局地球物理研究所和英国地质调查所合作，在北京西北怀来盆地建立了一个无线传输数字地震台网。这个台网在当时是国内技术最先进的区域地震台网（戴维·布思和王培德，1997）。怀来数字地震台网于1995年4月底开始运行，至1997年3月结束。怀来数字地震台网运行期间，在怀来盆地发生了最大震级为 $M_L 4.1$ ，持续时间长达一年的震群活动。在临近首都的地区发生持续时间如此之长的小地震活动，当时形成了要求地震局系统的专家对地震发展趋势进行预测的巨大压力。在这种情况下，怀来数字地震台网在地震活动位置的精确测定、地震活动图像、尾波 Q 值等方面进行了实时或准实时的测定，为首都及其邻近地区的地震趋势判定提供了可靠的资料。

怀来数字地震台网的观测实际上是在中国应用高新技术进行特大城市防震减灾活动的第一次，而且是卓有成效的试验（陈运泰等，1998）。怀来数字地震台网的运行证明，利用高新技术可以以非常迅速的手段为探测地球介质的活动和应力变化提供比常规手段多得多的信息。

由于经费方面的困难，怀来数字地震台网所有的设备于1997年3月以后运返英国地质调查所，这为后来的工作，特别是1998年1月张北地震前后的地震监测工作带来很多遗憾。但怀来数字地震台网的工作启示我们，在如何利用数字、网络等高新技术进行城市减灾方面还有很多工作需要我们去探索。

因此，如何利用国际合作，引进新的技术装备对开展地震学基础研究和北京地区防震减灾都有重要的科学意义和社会意义。中国和德国合作开展地震科学研究，就是试图在此领域有所贡献的努力。

尽管北京市多年以来没有直接在市区发生地震的记录,但北京行政区确实是处在地震活动带上,北京周围发生过地震的断裂带有北西向的二十里长山断裂带、永定河断裂;北东向的黄庄—高丽营断裂、通县—南苑断裂带。北京行政区内自 294 年共发生 4 级以上地震 198 次,5 级以上地震 13 次,最大的一次地震是 1679 年三河—平谷 8 级地震(邓志辉等,1993)。北京是国家的首都,全国的政治、文化中心。随着市政建设的发展,人口密度、高大建筑物不断增加,城市空地减少,现有的抗震减灾措施和手段远不能抵御一旦发生的大地震的袭击。1998 年春节期间在北京市发生的“预报风波”业以证明,北京是一个对地震极其敏感的地区。未来几年内,随着社会经济的发展,无论是政府还是社会公众都会对地震监测提出更高的要求,中德合作在北京周围布设台网将大大加强北京的监测能力。

北京地区适合地震观测的地区为北京东北和西北两个地区。京西北多年来一直被中国地震局列为重点监测区。邓志辉、马瑾等(1993)的研究表明,首都圈地区存在一条张家口—渤海地震带。现代地震活动在这个地震带上有两个空区,其中之一就在延庆附近,即南口—孙河断裂、延庆—巩山断裂和康庄断裂的交汇部位。其它多项地球物理研究也证明京西北是一个容易发生较强地震的地区。虽然 1998 年 1 月张北发生了 6.1 级地震,但许多专家的研究表明,北京地区的地震危险并没有降低,反而有所增加(中国地震局分析预报中心,1999;高福旺等,1999)。在京西北进行观测,得到中强地震近震源地面运动记录的可能性很大。遗憾的是,北京台网在延庆地区的台距太大,这对细致的观测和研究是远远不够的。

2 中德地震科研合作项目“流动台阵近场观测”的形成和确立

1996 年 8 月,由德国联邦地球科学和自然资源研究院主席、教授科斯滕(M. Kursten)博士带领的德国地震代表团访问北京。1996 年 8

月 13 日科斯滕博士与中国地震局岳明生副局长签署了地震科技合作谅解备忘录(MoU)。中德地震科技合作谅解备忘录的签定意味着中国和德国地震科技合作进入了一个新的阶段。

王培德博士在 1997 年对德国进行学术访问期间,与德国地震学家就在谅解备忘录下的具体合作项目进行了讨论,初步形成了在中国实施“流动台阵近场观测”合作项目的构想。1997 年 10 月,德国联邦地球科学和自然资源研究院地球物理学学科负责人布特库什(B. Buttkus)博士听取了中德双方地震专家就地震科技合作的具体项目所提的方案。当年 11 月 BGR 领导要求德国地震学家与中国地震学家共同制定出一份有关该项目的详细计划。在中国地震局国际合作司和德国 BGR 的支持下,德国地震学家赛德尔(D. Seidl)博士和斯塔姆勒(K. Stammer)博士于 1998 年 7 月访问了北京,与中国地震学家共同讨论了合作课题的实施计划。

德国专家访华期间研究了华北及北京周围地区历史地震分布和近年来的地震活动性,了解了现已确定的该地区的活动断裂,确认了中国方面提出的台阵布设地点的合理性,和中方专家共同确定了台阵布局,并讨论了台阵架设所需解决的技术问题。在此基础上,中国和德国地震学家共同制定了合作项目的课题方案,提出了有关合作项目的建议。随后,中国地震学家陈运泰院士和王培德博士,德国科学家赛德尔博士和斯塔姆勒博士将建议提交双方的主管部门。1999 年 3 月德国联邦地球科学和自然资源研究院地球物理学部部长欣策(K. Hinz)博士致函陈运泰院士,正式通知陈运泰院士德国方面已批准实施“流动台阵近场观测”的合作项目。随后,中国地震局科技发展司也批准了这个项目。

为加强科学基础研究领域的工作,1998 年中国科学技术部启动国家重点基础研究发展规划项目,即 973 项目。973 项目鼓励国际合作。中方地震学家申请将中德合作“流动台阵近场观测”在 973 项目《大陆强震机理与预测》中

立项。经专家论证,对该课题给以较高评价,同意在 973 项目中给以支持,名称确定为“密集台阵近场观测及地震震源机理研究”。

3 合作项目的构想

在中德地震科研合作项目“流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾”中,由德国方面提供 9 台宽频带数字地震仪构成流动的宽频带数字地震台阵,在中国进行观测。该台阵在没有发生大地震的情况下布设在北京西北的延庆地区记录地方震,等待有可能发生的大地震。一旦在中国境内其他地方发生了强地震,该台阵将迅速转移至强震震中附近,以记录余震和强余震。中德双方研究了可能架设台阵的布局,在测量了延庆地区场地的本底噪声后,认为可以满足架设台站的要求。台阵中心将设在张庄地震台。

通过双方的共同努力,合作项目所用的地震仪已经运抵北京。数据采集器的型号为 Guralp CMG-DM24-S6,属于国际上新一代的数据采集设备。记录字长 24 位,高速记录通道数为 6 道,其中 3 道用于宽频带,3 道用于强震记录。另有两道低速通道,可用于前兆观测数据的记录和传输。数据采集器与宽带地震计 Guralp CMG-40T,强震加速计 Guralp CMG-5T 配合使用,这种组合适用于任何场合,即从微震到强震,从远场到近场全都覆盖的地震观测。观测系统地震仪的装备数量为 9 台,已经初具规模。观测系统采用 GPS 时间服务,微波扩频数据传输,既可用于固定台站也适用于流动观测。台站记录到的地震动通过无线传输到中心台。中心台的数据处理系统将数据进行加工、归档,然后刻录光盘永久保存。整个系统数据作连续记录,由软件作事件判别。除记录系统外,地震学家可使用地震数据处理软件 SeismicHandel(简称 SH)进行日常的数据处理(Stammler, 1993)。

“流动台阵近场观测”的课题设计与我们所进行过的小孔径台网近场观测的不同之处在于,采用了更小的台距,因而与此半波长台距相当的地震破裂过程的细节便能被检测出来。在小于半波长的台间距观测中,地震的破裂过程将更直观地体现出来。已经开发出来的台阵技术也可以在震源过程的研究中加以应用。

选择北京地区架设台阵的另一个原因是,可以充分利用北京地区便捷的交通、通信条件,便于实现流动观测和数据传输。

中德双方拟将中德合作项目作为一个较为长期的合作项目,第一期合作期限为 5 年。第一期结束后可再延长。

根据双边合作的原则,中德地震科研合作项目“流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾”由双方共同承担合作项目的费用。观测中得到的资料由双方共同使用。

北京附近的地震观测结果将编印报告,所有数据接入中国地震局地震数据网,向全国地震部门开放。

德国是近代地震学的发源地之一,有一批在国际地震学界享有较高威望的地震学家。德国格拉芬堡地震台阵是世界著名的地震台阵。德国 BGR 的领导和德国地震学家对中国地震学家和中国地震局抱有非常友好的感情,对于开展中德地震科技合作有很高的热情。开展和德国地震学界的科技合作有利于促进中国地震事业的发展,扩大中国地震局在国际上的影响,增强北京地区抵抗地震灾害的能力。中国地震局地球物理研究所已经多次进行了小孔径台网地震近场观测的国际合作研究,积累了丰富的经验,取得了很好的成绩。中国和德国地震学家将通过持续不断的努力使“流动台阵近场地震观测和北京地区防震减灾”课题取得成功。

本文的写作是在国家重点基础研究项目《大陆强震机理与预测》的资助下完成的。