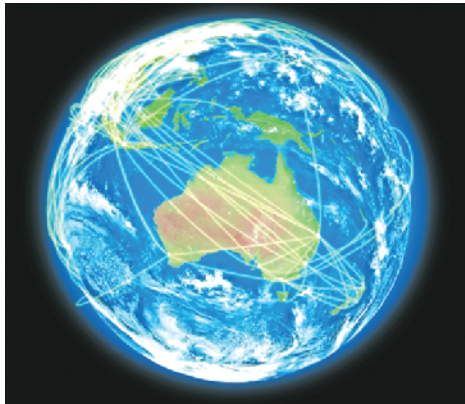


监测地球形变能否预知地震?

地震是公众十分关心的一件事情。在我们这个星球上,地壳运动无时无刻不在发生。这种运动变化绝大部分时候是非常缓慢的,人类根本感知不到。监测地壳的运动可以为减轻灾害损失提供很多帮助,那么,人类是否可以通过分析地壳运动的“蛛丝马迹”来预知地震呢?



监测地壳形变为地震危险性分析提供基础数据

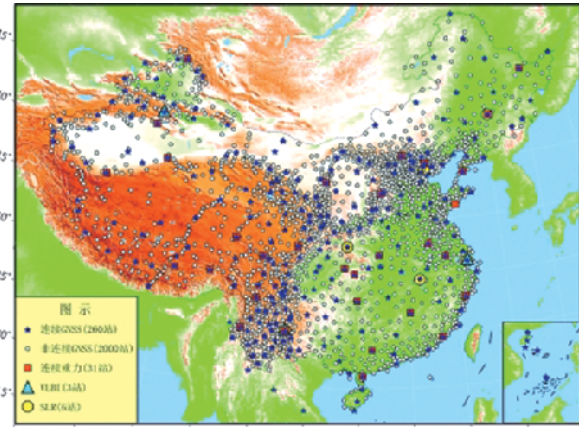
我国大规模的地壳形变监测始于1966年邢台“6·8”“7·7”地震之后。传统的方法包括三角测量、水准测量等等,非常耗时耗力,而且数据之间缺乏统一性,大大限制了其应用。自上世纪90年代中后期,我国开始引进高精度的全球定位系统开展大地测量工作,为分析中国大陆的变形和构造活动积累了丰富的数据。

“中国大陆构造环境监测网络”(下文简称“监测网络”)是国家重大科技基础建设,始建于2007年年底,完成于2012年。将近5年的时间里,共建成各种类型观测台站2260个,不仅全面覆盖中国大陆,还在南海永暑礁、永兴岛以及我国邻国缅甸、老挝进行了布设,并在构造活动区、断裂带、地震重点危险区域进行了站点加密,如首都圈、西南构造带等。

相较于日本和美国的监测系统,我国新建立的“监测网络”是一个更为综合的工程,除了包含传统的全球卫星定位系统外,还建立了由三台射电望远镜组成的甚长基线干涉测量系统(目的是建立精确的测量基准)、人工激光测距系统、重力测量系统等,是一个复杂的地空三维观测体系。该系统以监测地壳运动和形变为主,为科学研究和地震危险性分析提供基础数据。

比如天山是我国的一条重要的构造带,将新疆一分为二。天山地区构造活动非常活跃,在历史上曾发生多次破坏性巨大的地震,是“监测网络”的重点监控区。GPS数据分析结果表明,天山东部运动速率小于西部,但细节上又有不同,以北天山中部(乌鲁木齐以西)最为活跃。历史上这里曾经发生多次破坏性地震,比如1944年乌苏7.2级和1949年轮台7.3级地震,而近几年来无大型地震。经过多年的高速应力积累,这一地区未来发生大地震的可能性较高。同样,在西天山、帕米尔地区,应力仍在快速积累,同样值得关注。这可以被认为是地震的中长期预报。

而这一系统在地震的临震预报方面也可能发挥作用。地震是地壳剧烈变形和运动的结果,这种变形在地震前、地震中和地震后都有着不同的形式。有些地震可能会有前兆,震前地壳的突然加速形变就是前兆的一种。这种大范围的实时监测可能会捕捉到这种形变,进而预报地震。但要说明的是,目前尚未建立起震前形变和地震的关系,对此还需要更深入地研究,也许在未来,“监测网络”能给我们答案。



中国大陆构造环境监测网络台站分布图

“监测网络”未来或能帮助解决地震预报问题

卫星定位系统的工作原理是通过记录卫星与地面台站的无线通信时间,获取二者之间的距离(假设用于通讯的无线信号速度恒定),然后综合多颗卫星的数据就可以知道地面接收站的位置。但实际上,当无线信号通过大气层时,受大气的干扰,会发生一定的弯曲和延迟,而且在阴雨天这种延迟会加剧。通过构建一定的模型,建立延迟与大气含水量的关系,我们就可以获得降水量数据。这种方法具有精度高、全天候、自动化等特点,目前已经有了非常广泛的应用,并形成了GPS气象学这门学科。

同样,无线信号的传播也会受到地球电离层的干扰。如果电离层发生变化,那么无线信号传播也会发生延迟或者弯曲。现在的一些研究表明,地震前或地震中,震中附近的电离层会有变化,通过对台站接收的信号的处理也可以反映这种变化。随着观测数据的积累,我们也许能够找到地震与电离层变化之间的关系,实现地震的预报。太阳黑子活动、宇宙射线对电离层的干扰也可以通过这种方法进行研究。

目前,“监测网络”在基础研究、工程应用领域的应用越来越广。它每时每刻都在产生大量的数据,假以时日,也许会帮助我们解决很多悬而未决的问题,比如地震预报。

延伸阅读

地学大数据的利用

在现代信息社会,每时每刻都在产生着海量数据,而历史积累下来的数据更是浩如烟海。这种现象也存在于地质学中,比如世界各国各种不同比例的地质图,数百年里科学家发表的大量科学论文等。但是很遗憾,在做研究的时候,不同的人往往只关注某一方面而忽略其他。这就造成了信息的碎片化,更多的信息随着时间的推移沉寂了下来。如何抓取并利用这些沉寂的海量数据是现代科学家正在思考的问题,这也是大数据时代地质学研究所面临的机遇。

目前,我国的科学家也在积极探索大数据时代地质学研究的新方法。如中国地质调查局开发的地质调查云平台,就是通过建立标准化地质数据存储模式,方便数据的存储与分析。中科院院士、中国地质大学王成善教授牵头组织的“深时数字地球”国际大科学计划,是由我国科学家倡议的一项重大国际科学合作研究,旨在整合地质大数据资源,研究地球数十亿年气候、环境以及矿产形成与演化等关乎人类生存的重大议题。也许在不久的将来,大数据会给地质学研究带来意想不到的变化。(据新华社报道)

用卫星定位系统感知地球微小形变

我们的地球是一个十分活跃的星球,它的表面和内部每时每刻都在以一种我们很难直接感知的速率运动着,而且会在某些局部地区积累能量,而一旦突破临界值,就会以多种形式剧烈地释放,比如火山爆发、地震等。所以说,地壳的运动是和地质灾害直接相关的,监测地壳的运动可以为减轻灾害损失提供很多帮助。

现代监测地球形变所用到的方法,原理上和我们平常手机用到的定位一样,都是借助了全球卫星定位系统(如GPS、北斗系统等)。但是我们的手机定位精度是很低的,水平方向误差可达10米,这对于监测地壳的微小形变是远远不够的。降低误差的方法就是在地表密集地布设接收台站,让不同的台站之间也相互定位,可以大大降低观测误差,使测量的地壳变形精度准确到毫米尺度。然后辅之以精密的算法和长时间内连续观测,可以使精度提高。这方面最先行动起来的就是饱受地震灾害之苦的日本。

日本的地壳监测系统叫作“GPS地球观测网络”,始于1993年,在日本东京湾和名古屋附近共建立了110个台站。随后的1994年又在全国范围内建立了100个台站,且于当年的10月1日开始运行。巧合的是,仅在3天后的10月4日,北海道的北海发生了一次8.2级的大地震。仅两天后,科学家就通过监测网络获取的GPS数据计算得出了这次地震的地表同震位移,为40厘米,这要比传统实地测量的方法更加迅速和高效。随后1995年的阪神6.9级地震等事件也证明了GPS观测的优越性。受到这些成功经验的鼓舞,日本逐步建立起全国性的监测网络,现在监测台站已经达到了1200多个,每个台站的平均间隔大约为20公里。目前,这些台站的观测数据可以通过网络实时地传输到数据中心供科学分析,效率大大提高。

紧接着是美国。在2001年,美国启动了一项雄心勃勃的综合性科学研究计划——“地球透镜”计划,旨在通过地质学、地球物理学的方法,建立北美大陆的三维构造,并探究其运动方式。这一宏大科学计划下面,有一个项目,称作“板块边界观测”,主要科学目标是布设一系列GPS台站、激光应变仪、加速度计等,实时监测地壳变形。这一网络位于美国的西部,因为这里位于太平洋板块和北美板块的交界,构造活动强,地震、火山爆发等地质灾害的危险性很高。借助这一监测系统,科学家可以十分方便地研究板块边界的地壳运动、变形,加深了人们对地球运动机理的认识。此外,这一系统还可以监测积雪厚度、地下水水位等(积雪和地下水位的变化都会引起地表微小形变)。



上海VLBI监测站25米天线