

活断层研究方法刍议

□ 文 / 李洪艺

摘 要 活断层是目前地震学和构造学研究重点,活断层的研究对城市规划和人类减灾防灾有重要的意义,本文简要综述活断层常用的研究方法,分析比较每种方法的利弊之处。

关键词 活断层 研究方法

活断层的研究始于 19 世纪末,当时很多地学界专家、学者通过直观的野外观察,认为地震的发生是断层运动的结果。20 世纪初 Lawson(1908)、Wood(1916)、Willis(1923)和李四光(1920)等人先后提出“活动断裂”这一概念,随后它渐渐受到人类的重视和研究。

由于活断层与地震的紧密性关系,如何探测发现出露地表或者被第四纪覆盖物遮盖的隐伏活断层就成为所有研究工作的重中之重。研究目的主要是想弄清楚活断层的分布、断裂长度、宽度、机理和第四纪以来的活动情况等。随着技术发展,遥感和地震技术等活断层的探测中起到越来越重要的作用,但也不能忽略钻探和槽探的有效性。

1 钻探和槽探

钻探作为最原始和最有效的对地下岩层进行识别的方法,对识别活断层也起到重要作用,如通过观察钻进过程中是否存在漏浆现象判断断层破碎带的存在。但是钻探受个人经验、钻进方法等因素影响太大,以至于漏层情况经常出现,影响判别。

利用天然断层剖面或者人工(机械)开挖探槽来研究活断层的方法叫槽探法,主要用来识别古地震的活动期次、古地震事件和时间、年龄等。其识别标志一般有崩积楔、构造楔、断层泥、充填楔和地层的错段和覆盖关系等。宋和平等利用探槽法弄清乌鲁木齐西山断层的古地震期次关系和地层的错段关系,从而得出西山断层在晚更新世中晚期有过明显较大幅度的错动的结论;吴卫民利用探槽技术将内蒙古大青山山前上达赖村一个剖面粉分出四个古地震事件。但槽探法不适用于容易边坡失稳地区,而且挖掘也可能使得地质证据消失。

2 地球化学探测

气体地球化学探测技术是一种寻找隐伏断层位置的方法。地球内部在压力差、浓度差、温度差等因素作用下,不同成因的气体(如 Hg、Rn、He 气体)会通过断层(断裂)向地表迁移并逸出。因此可以通过活断层上地球气体释放的气体强度变化的异常信息来探测活动断层的位置。目前利用 Hg、Rn、He 气体来探测活断层已经是一种比较成熟的方法。但地球化学探测不能用于受严重化学污染的场地的探测。

3 地球物理勘探

利用地球物理的原理,根据各种岩石之间的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异,选用不同的物理方法和物探仪器,测量工程区的地球物理场的变化,以了解其水文地质和工程地质条件的勘探和测试方法。物探方法具有快捷、经济、容易操作等特点,特别是在初勘中起到更大的作用,但地球物理勘探是一种间接的勘探方法,是通过所掌握的地球物理场反演地下结构,因此地球物理勘探存在多解性的问题,为了能获得更准确的判断,一般会结合钻探或者多种物探方法配合,进行对比研究。

(1)地震勘探法

利用人工激发的地震波在弹性不同的地层内传播规律来勘探地下的地质情况称为地震勘探法。地震勘探法按其探测深度可以分为浅层地震勘探和深层地震勘探。

浅层地震勘探包括地震反射波法、地震折射波法、面波法、横波分裂法以及这些方法的综合等方法。近年

来发展的地震波层析技术、垂直地震剖面法等也逐渐引起大家的注意。人工地震反射波法和人工地震折射波法的应用物理条件分别是地层间的密度、视电阻率、波阻抗和速度的差异,但人工地震折射波法探测界面的下层速度必须大于上层速度,该方法比反射波法的分辨能力差。面波法又可分为瑞利波和勒夫波法,一般用来探测地基。横波分裂法可以研究地层的各向异性,对断层的活动性作出评价。浅层地震效率较低,成本大且操作较复杂,但因其勘探范围大,方法多,因而成为初探中比较受欢迎的方法。王庆海等阐明浅层地震勘探在识别活断层中的作用。目前浅层地震勘探多采用多次覆盖、最佳窗口、最佳偏移距等观测技术。

目前在城市活断层探测中,主要的深部地球物理探测手段有:深地震反射探测、宽角反射/折射探测,大地电磁测深探测和地震台阵观测等。近年来有的地区为了增加中深层介质中的构造信息,结合深地震反射和宽角反射/折射探测,开展了高分辨折射探测。深地震勘探法一般也采用多次覆盖技术。福州进行了深地震勘探方法,并加上高分辨折射探测手段的联合探测,取得了重要成果。Hiroshi Sato 等人利用深地震反射探测法对日本中部 Kinki Triangle 长达 135km 的地震沿线进行活断层解译,取得了地壳结构以及地震成因的层厚和埋藏深度等数据,取得了很好的效果。

(2) 电法

电法原理是利用地下岩体电性差异来探测活断层。电法勘探种类繁多,不同的工作目的、工作深度、工作性质可以选取不同的电法勘探类型。目前常用直流电法和交流电法两种,直流电法包括有电阻率法、充电法、自然电场法和直流激发极化法等,宋和平等利用多道直流电法探测了王家沟、九家湾等断层组,取得了较好的解译成果;交流电法包括交流激发极化法、电磁法、大地电磁场法、无线电波透视法和微波法等,Koichi Suzuki 等利用电法和电磁法对日本四个活断层进行探测,从而对活断层的活动性作出评价。近年来,一些新方法,如高密度电法、瞬变电磁法、探地雷达、井中无线电波法等也得到了可喜的发展。

(3) 其他方法

物探其他方法还有重力勘探、磁法勘探等。重力勘

探是利用组成地壳的各种岩体、矿体间的密度差异所引起的地表的重力加速度值的变化而进行地质勘探的一种方法。磁法勘探利用仪器探测地球中的磁异常并作出解译的一种勘探方法。

4 遥感地质学法

遥感地质学法是在近几十年发展起来的新技术,是利用卫星图像或者航空摄影得到的数据通过一系列的图像处理来提取和判断活断层的性质和特征的一种方法。常用的影像类型有 Landsat、Radarsat、Ikonos 和 Quikbird 等,主要通过色调的线性影像特征来解译活断层。遥感技术具有全天候、连续性、观察范围大、周期短等特点,是对活断层研究方法的有效补充,如杭州地区利用遥感技术成功提取出被第四纪覆盖物(厚达 60m)覆盖的萧山—球川断裂和马金—乌镇活断裂等。但遥感探测技术需求比较高,需要先进的数据处理方法,只能探测到地球的表面,在活断层探测中的应用是有限的,分辨率的提高并不能成比例地提高活动断层的探测精度,因为空间分辨率的提高会同时削弱遥感的综合概况能力,使一些有用的信息被掩盖,同时也受人经验的影响。

5 地貌学法

断层活动会产生各种不同的地貌,依靠这些地貌,能够识别或者推断活动断层的位置和分布等特征。但是在第四纪覆盖物较厚的地方,要发现隐伏活断层就要在结合其他勘探方法情况下特别注意追索跟活断层有关的地貌,如断层穿过新沉积物、阶地、断层崖、鼓包、隆起和拉分盆地、坳陷、山脊和冲沟水系等被错断等特殊地貌。在中国东部一些弱地震活动区,并无地震断裂带发育,但在这些地震区,一般都发育出第四纪沉积和现代地貌的线性地貌变异带,研究表明,他们可能是地表尚未显露地层的隐伏断层和深部断层活动的结果;王乃樑等发现山西新生代断陷盆地、凹陷以及相应的隆起等地貌的发育主要受活动断层的控制;1833 年发生的杨林 8 级大地震和 1931 年发生的富蕴 8 级大地震都发现塌陷这种构造地貌。

6 结语

活断层从提出到现在经历了一百多年的发展,活断层这个概念越来越受到各国地震方面研究者的注意,研究活断层对城市规划和人类减灾防灾有重要的意义。对活断层的研究也从过去的比较单一的探槽、地貌等办法过渡到利用遥感、地质雷达等多种高科技综合探测方法,即从单一地质学发展到多学科综合。

参考文献:

- [1] 卢海峰.浅谈活断层及其研究方法[J].江苏地质, 2006.
- [2] 宋和平等.乌鲁木齐市活断层探测与地震危险性评价[M].地质出版社, 2009.
- [3] 李玉森.活动断层的常用研究方法[J].地壳构造与地壳应力文集, 2006.
- [4] 王庆海等.抗干扰高分辨率浅层地震勘探[M].北京:地质出版社, 1991: 357-362.
- [5] 涅伊尔马滋.地震数据处理[M].北京:石油工业出版社, 1994: 23-40.

[6] 卢造勋.城市活断层探测的地球物理方法[J].东北地震研究, 2009.

[7] 朱金芳等.福州市活断层探测与地震危险性评价[M].科学出版社, 2005.

[8] Hiroshi Sato, Kiyoshi Ito. Deep seismic reflection profiling across active reverse faults in the Kinki triangle, central Japan [J]. Tectonophysics.

[9] Koichi Suzuki. Case studies of electrical and electromagnetic methods applied to mapping active faults beneath the thick quaternary [J]. Engineering geology, 1999.

[10] 张微等.高分辨遥感在杭州活断层探测中的作用[J].煤田地质与勘探, 2007, 3.

[11] 张景发等.城市周边活断层探测中遥感技术的应用[J].自然灾害学报, 2004.

[12] 邓东起等.城市活动断层探测和断层活动性评价问题[J].地震地质, 2007.

[13] 王乃樑等.山西地堑系新生代沉积与构造地貌[J].科学出版社, 1996.

[14] 柏美祥.潜在震源区的地质地貌标注[J].内陆地震, 1987.

(作者单位:中山大学地球科学系)

(上接第 26 页) 运动;每次运动都要进行热身和整理活动。每周运动 3 次,可逐步发展到每周最多 4 至 5 次。虽然妊娠后以心率确定运动强度的可靠性下降,但目标心率仍可维持在 140 次/min。另外, RPE 和说话测试可作为量化运动强度的替代方法。怀孕时 RPE 目标建议为 12-14。孕妇如果在安全强度下运动时,是可以边运动边进行口头交谈的。当孕妇首次进行运动练习时,建议连续工作 15 分钟,随着妊娠进展,运动时间可逐渐增加到 30min。运动类型可根据环境条件和习惯爱好进行选择,可进行一些有氧运动和力量适应练习,如快走、固定骑车和游泳等。避免暴露在高压、高热、潮湿或缺氧的环境条件下。避免可能发生腹部钝性损伤和容易失去平衡的运动,如滑冰、滑雪、骑马和跳跃运动等。怀孕第 4 个月起,应避免仰卧姿势的练习以防止低血压发生,在力量训练时应避免屏气。

参考文献:

- [1] 王美丽.北京市城区妊娠妇女体育活动状况研究[D].北京体育大学硕士学位论文, 2008
- [2] 邓树勋,王健,乔德才.运动生理学[M].北京:高等教育出版社, 2005
- [3] Leet T and Flick L. Effect of Exercise on Birth weight[J]. Clin Obstet Gynecol. 2003; 46(2): 423-431.
- [4] Stuge B, Hilde G, Vollestad N. Physical therapy for pregnancy-related low back and pelvic pain: a systematic review [J]. Acta Obstet Gynecol. 2003; 82: 983-990.
- [5] Larson-Meyer, DE. Effect of Postpartum Exercise on Mothers and their Offspring: Review of the Literature [J]. Obesity Research. 2002; 10: 841-853.
- [6] Wright K, Quinn T, Carey G. Infant Acceptance of Breast Milk After Maternal Exercise [J]. Pediatrics. 2002; 109: 585-589.
- [7] 赵学静.妊娠期间运动对产妇和胎儿的影响[J].医学综述, 2009, 15(13): 2001-02

(作者单位:湖南理工学院体育学院)