

# 隐伏活动断裂地表变形尺度与震源规模 不协调机制研究

邵博<sup>1)</sup>, 沈军<sup>1)</sup>, 于晓辉<sup>1,2)</sup>, 戴训也<sup>1)</sup>

1) 防灾科技学院, 河北廊坊, 065201; 2) 中国地震局地质研究所, 北京, 100085

对于中国东部城市较厚第四纪松散物覆盖区隐伏断裂, 虽然前人建立起一系列的地表破裂参数和震级经验拟合关系, 地表破裂规模与断裂的震源规模并不是完全等同的。这与断裂发育地区新生代沉积特别是第四系的厚度有关。1966 年的邢台地震为 7.2 级, 没有发育地震地表破裂; 1976 年的唐山地震为 7.8 级, 地表破裂带长仅约 8~10km, 中国东部地区如磁县 1830 年 7.5 级和菏泽 1937 年 7 级地震, 也均未发现明显的地震地表破裂(李传友等, 2007)。而在中国西部地区, 如果松散沉积层达到一定厚度, 也会出现类似情形。如 1970 年通海 7.7 级地震沿曲江断裂的断错主要出现于基岩出露和覆盖层很薄的地段, 当覆盖层超过 30m 时, 基本上未出现地表断错(梁小华等, 2002)。近年来, 许多研究者不仅认识到第四系厚度对地震地表破裂的影响, 并有一些研究涉及到第四系厚度与地震地表破裂或断裂地表断错的关系(朱海之等, 1988; 梁小华等, 2002; 万波等, 2004)。

夏垫新断裂是华北平原北部一条重要的发震断层, 1679 年三河—平谷 8 级地震是夏垫新断裂最新一次地表破裂型地震事件, 在地表形成了一条西起东柳河屯, 经夏垫镇北, 东止于东兴庄, 长约 10km 的地震断层陡坎, 显示出东南盘下降, 西北盘抬升的正断倾滑性质, 兼有右旋走滑分量(彭一民等, 1981; 孟宪梁等, 1983; 向宏发等, 1988)。

80 年代许多学者通过地质、微地貌、浅层物探、化探、钻探等一系列综合探测, 对该地震的宏观震中、地质构造背景、发震断层及其破裂方式、大地震的重复性问题进行过不同程度的研究。他们的主

要认识有以下几点:(1)1679 年地震宏观震中在夏垫潘各庄一带(孟宪梁等, 1983); (2)第四纪形成的北东向新夏垫断层为 1679 年地震的发震断层, 其长度约 20km, 断层造成下更新统夏垫组被垂直断错 3.12m, 中更新统翟里组落差约 1.39m, 上更新统东营组落差 1.5m(李鼎容等, 1979; 彭一民等, 1981)。(3)地震断层以倾滑为主, 表现为张扭性的地震形变带(向宏发等, 1988); 向宏发等(1992)在卫星影像解释, 地质、微地貌调查的基础上, 选择有利地段, 采用化探、浅层物探、钻探等连续接力作业的方法, 对夏垫断裂, 等北京平原区几条隐伏断裂进行了综合的探测研究。

90 年代以后冉勇康等(1997)、江娃利等(2000)、徐锡伟等(2000)有开展了探槽和钻探研究。冉勇康等(1997)通过大探槽开挖和断层陡坎分析, 揭示出发生于 1679 年 8 级地震的新夏垫断层自距今约 2 万 a 以来共发生了 4 次地震事件, 前两次为砂体液化显示的事件, 后两次为可见直接断错证据的事件。分析得到的 1679 年地震最大垂直位移为 1.75m, 前 1679 年事件为 1.41m, 是两次震级非常接近的特征地震。地震的同震地表断层在极震区东柳河屯至潘各庄一带形成了高度为 1m 至 3m 的陡坎, 在遥感图像上位于平坦的冲积平原, 非常醒目。前人实测确定断坎最大高度在潘各庄附近, 自潘各庄沿走向向两侧逐渐降低直至消失。前人已查明断坎长度为 10km 至 18km, 但这与 8 级地震的震源尺度极不协调。这种地表破裂(地震断层面上断点)与震源规模的不协调关系, 在夏垫地区的主要原因可能是覆盖层的影响对破裂的缓冲和吸

注: 本文为中央高校基本科研业务费(编号 49801234)资助的成果。

收稿日期: 2015-03-01; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 邵博, 男, 1992 年生。硕士在读, 地质工程专业。Email: 632975575@qq.com。通讯作者: 沈军, 男, 1966 年出生, 研究员, 博士生导师, 主要从事活动构造与防灾减灾方面研究, E-mail: shenjuncq@qq.com。

收, 以及外动力作用包括人类活动对地表形变量的转移。

然而, 第四系沉积物只能缓冲和吸收位移量, 地表微地貌或多或少会受到影响, 夏垫断层虽然收到人类活动影响很大, 但农田整平只能转移和缓和地表垂直位移, 却不能消除这种位移量。因此, 有可能通过横跨断裂带较大宽度的高精度 DEM 分析与地形测量, 恢复断坎的位置与高度。

本文通过分析多元遥感影像, 确定夏垫断裂的地表破裂带位置, 采用能够达到厘米级三维测量精度的 RTK GPS 测量技术以及高精度 DEM 地形分析, 在断裂陡坎清楚的地点, 特别是拟开挖古地震探槽的段落, 做细致的构造地貌研究, 分析断层两盘的变形特征, 包括垂直位移和形变带宽度变形特征, 进而考虑夏垫断裂对于最新的沉积活动的控制作用。同时通过遥感影像和地形测量考虑盆地的变形尺度, 结合前期物探和钻探工作成果, 对夏垫断裂的地下破裂尺度进行估计, 分析覆盖层和人类活动等影响对地下破裂延伸的定量影响, 对夏垫断裂进行定量地震危险性评价。

### 参 考 文 献 / References

- 邓起东, 于贵华, 叶文华. 1992. 地震地表破裂参数与震级关系的研究, 国家地震局地质研究所编. 活动断裂研究(2). 北京: 地震出版社, 247~264.
- 柴炽章, 孟广魁, 马贵仁. 2011. 银川市活动断层探测与地震危险性评价. 北京: 科学出版社.
- 何宏林, 佃荣吉, 下川浩一. 2003. 大地切片: 一种新的活动断层探测技术. 地震地质, 25(3): 438~449.
- 何宏林, 闵伟, 原口强. 1679. 年三河—平谷 8 级地震破裂带的大地切片实验研究. 地震地质, 30(1): 289~297.
- 江娃利, 侯治华, 肖震敏. 2000. 北京夏垫断裂齐心庄探槽古地震事件分析. 地震地质, 22(4): 413~422.
- 刘保金, 胡平, 孟勇奇. 2000. 北京地区地壳精细结构的深地震反射剖面探测研究. 地球物理学报, 52(9): 2264~2272.
- 李鼎容, 彭一民, 刘清泗. 1979. 北京平原区上新统一更新统的划分. 地质科学, (4): 342~349.
- 李天招, 杜其方, 游泽李. 1997. 鲜水河活动断裂带及强震危险性评估. 成都: 成都地图出版社, 57~65.
- 陈文德. 2011. GPS(RTK)在数字地形图测绘中的应用. 技术与市场, (09):56~57
- 川北地区一个新活动断裂系的 GPS, 地貌和地震学证据. 中国西安, 2004
- 邓潇. 2011. 基于差分 GPS 相对定位的方法探究. 价值工程, (20): 125~126.
- 董思学, 郑南山. 2011. 实时动态差分 GPS 技术在高程测量中的应用研究. 科技信息, (16): 99.
- 冯先岳. 1991. 地震断错地貌. 内陆地震, (01): 17~26.
- 冯先岳. 1986. 论地震地貌. 华北地震科学, (03): 66~71.
- 官凤英, 范少辉, 冯仲科, 等. 2006. 差分 GPS 定位精度研究. 林业资源管理, (06): 88~90.
- 郭卫英, 马瑾, 单新建. 2008. 活动断裂带的地形地貌差异与红外亮温年变特征的研究. 地球物理学进展, (05): 1437~1443
- 黄翠娟. 2010. 基于 GPS-RTK 的工程测量技术优缺点分析. 科技资讯, (24):54.
- 蒋韧, 樊太亮, 徐守礼. 2001. 地震地貌学概念与分析技术. 岩性油气藏, (01): 33~38.