

北京平原区隐伏断裂晚第四纪 活动性的初步研究^{*}

向宏发 方仲景 张晚霞

贾三发 李如成

(中国北京 100029 国家地震局地质研究所)

近十余年来,国内外有关平原区隐伏断裂的探测研究取得了长足的进展(King, 1980; 汪成民等, 1988)。但到目前为止,多数工作都集中在隐伏断裂的定位及相关各种探测方法研究。本文的重点则是在上述研究的基础上,进一步研究隐伏断裂晚第四纪活动性与活动方式。研究区主要选在北京平原北部令人注目的夏垫断裂和南口—孙河隐伏断裂。

1. 隐伏断裂研究的一些主要内容

1.1 隐伏断裂的准确定位

为查明平原区隐伏断裂的准确位置,我们采用化探普查、浅层物探详查和钻探、槽探最后定位等联合剖面探测方法进行探测研究(向宏发等, 1991)。如对夏垫隐伏断裂,在卫片解释和微地貌调查的基础上,采用化探、浅层物探、钻探等综合手段探测,较好地确定了隐伏断裂的位置。这里仅对化探(土址气氡法)定位作一简介。

土址气氡剖面测量表明,氡值正异常区均出现在断层上盘,这与国内外的许多研究结果相一致(张炜等, 1988; Soonawala *et al.*, 1980)。通过多条气氡剖面探测,可以得到断裂带附近气氡浓度分布等值线图。夏垫隐伏断裂的气氡等值线,在断裂带附近呈明显的密集梯度带。在化探初查的基础上,进行浅层物探、钻探及槽探揭示,能较好地确定隐伏断裂的位置。

1.2 晚第四纪活动性的探测研究

查明平原区隐伏断裂晚第四纪以来的活动性具有明显的理论和实际意义,而且是现今的探测手段能够做到的。

我们采用浅层地震 CDP 叠加剖面法、超浅层地质雷达探测及钻探、槽探等多种手段,对夏垫隐伏断裂和南口—孙河隐伏断裂进行了系统的探测研究,取得了比较理想的结果。现择其几个典型地段分述如下:

在东柳河屯,夏垫隐伏断裂的超浅层地质雷达探测图象清晰地表明,2 m 以上的地层层位连续,2 m 以下的层位在 2—5 m 的深度范围内有多处不连续现象,显示出阶梯状向南节节断错形迹。据钻探地质剖面揭示,地表 2 m 以下的灰绿色亚粘土层垂直断错达 1.7 m 以上,探槽开挖证实为一高角度向南倾的正断层。

* 国家自然科学基金资助项目。

1992年3月21日收到本文初稿,1992年8月31日决定采用。

在百泉庄村西,我们同样采用联合剖面法对南口—孙河隐伏断裂进行了综合探测研究,这里,土气氡的正异常区明显;沿异常区的浅层地震 CDP 叠加剖面揭示,地表以下 11 m 的 R_1 层和深 18 m 的 R_2 层均有明显断错,断层倾向南,断距约 1 m;地质雷达探测图象在剖面 64 m 处附近显示,3 m 以上的地层层序完整而连续,3 m 以下的地层则有明显的不连续现象,南侧层位薄而多,北侧层厚且少。从图象上看,断层似高角度倾向南。通过钻探地质剖面揭示,自地表至地表以下 8 m,可分为颜色和粒度各异的 5 层,其中第 4 层灰黑色亚粘土层可作为标准层,它从南向北厚度不断增加,在靠近断层处厚愈 1 m,而过断层后,迅速减薄而消失,显示了同生断裂的沉积学特征。

探槽(长 10 m, 顶宽 4 m, 深 3.5 m)剖面开挖进一步证实,地表 3 m 以上的各个层位是连续的,而 3 m 以下的层位明显断错,断层走向 295°,倾向南西,倾角 87°(图 1,照片),断错层(10 层)的 ^{14}C 年龄为距今 12120 ± 180 年,上覆未断的层 7 的 ^{14}C 年龄为距今 11720 ± 200 年,层 4 的热释光年龄为距今 11058 年。这些资料表明,南口—孙河隐伏断裂最近一次突发性位错发生在距今 1.1 万年前、1.2 万年以后,即该断裂在晚更新世末期至全新世早期有过一次突发性位错,根据地质雷达图象解释,其断距为 0.7 m。按中国东部倾滑型地震的 $M-D$ 经验关系式($M=1.291 \lg D + 4.5$)(向宏发等,1988),联系在百泉庄村东探槽揭示相应层位中的喷砂现象,该次突发性断错约相当一次 7 级地震的断层位错。

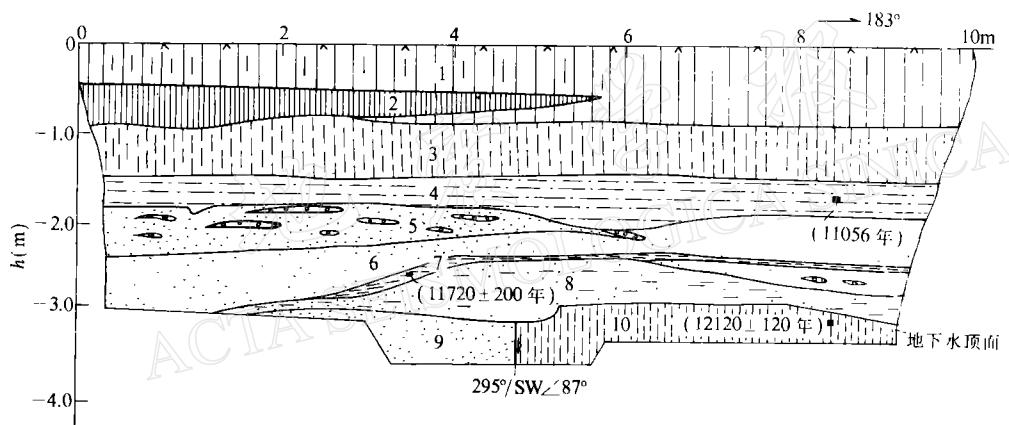


图 1 昌平百泉庄村西南口—孙河隐伏断裂探槽剖面

1. 亚粘土层及耕作层; 2. 黑灰色亚粘土; 3. 棕黄色亚粘土; 4—6. 亚砂土及中细砂层;
7. 深灰色亚粘土; 8. 浅灰白细砂; 9. 中细砂; 10. 黑灰色亚粘土, 顶部含炭屑

1.3 隐伏断裂活动方式的研究

和基岩断裂一样,隐伏断裂也有突发性位错和缓慢运动两种断层运动型式,前者即地震位错,后者主要表现为同生断裂的位错运动。

根据断层上下盘晚新生代以来同一地层厚度的巨大差异,彭一民等(1981)指出,夏垫断裂是一晚新生代以来的同生断裂,同生断裂实质上是边沉积边断陷的同沉积断裂。

南口—孙河隐伏断裂作为同生断裂一直可追溯到晚新生代,受控于该断裂的马池口凹陷第四系厚度南深北浅的格局表明,断裂自第四纪以来持续其同生断裂运动型式,前文提及,经百泉庄浅层钻探系列剖面揭示,时代为距今 1.2 万年前的灰黑色亚粘土层,由南而北向着断层迅速增厚现象,反映了南口—孙河隐伏断裂的同生断裂活动一直延续至晚更新世末、全新世初,但与此同时,地质雷达和探槽揭露 0.7 m 的断层位错量及相应的喷砂现象,又是断层突发性位错的地质形迹,说明二者兼而有之,只不过在其活动历史期间交替进行,主次不同而已。

夏垫断裂同样具有上述两种断层运动型式,浅层钻探剖面揭示,断层上盘灰绿—深灰色亚粘土层(可

作为标准层)的埋深向断层面方向不断加厚,过断层后(即在断层的下盘),该层迅速减薄。据年代测试分析,该层顶部粘砂的¹⁴C年龄为距今 $19\,560\pm240$ 年,上部兰灰色螺壳粉砂层的¹⁴C年龄为距今 $15\,500\pm145$ 年,即至少在距今1.5—1.9万年间,夏垫隐伏断裂曾有过同生断层的缓慢运动。而1679年,沿该断层发生了三河—平谷8级地震,在潘各庄—东柳河屯一带形成1m多至3.16m的地震位错。最近,一些研究者¹在潘各庄主断裂(图2中F₁)北约50m处又发现与地震相关的突发性断层位错事件,其主要表现为喷砂及与之相伴的断层位错。¹⁴C测年表明,该次事件发生在距今4100年前、5010年以后,与该次事件相当的地震量级目前尚不能确定,推测当为一次7级左右地震所致。这样看来,夏垫隐伏断裂在最近的5000年时间里,已经有过两次与地震相关的突发性断错事件。



照片 百泉庄村西探槽西壁(-3.0m以下)灰黑色粘泥层
与浅灰白色粉细砂层间断面,近直立(镜向西)

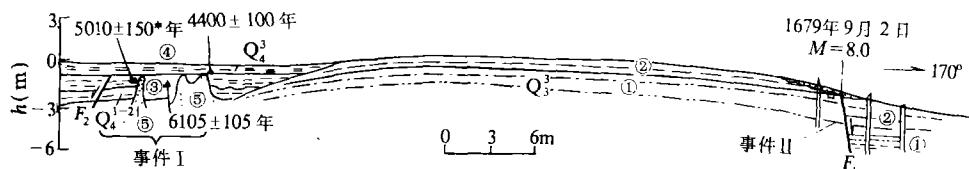


图2 潘各庄夏垫断裂地质剖面与断层位错图
①兰灰色含螺壳粉砂层; ②褐色亚粘土层; ③灰黑色粘土层;
④褐色亚粘土层; ⑤桔黄色中细砂及砂脉(带¹⁴C年龄据 Seeger et al.)

* Seeger, L., Armburst, J., Zhang, Y., Zhang, L. and Ma, Z. J., 1992. 1 k years between the $M=8$, 1679 earthquake 50 km east of Beijing and a prehistoric predecessor.

2. 结论与讨论

综上所述,关于北京平原区隐伏断裂晚第四纪活动性的研究可有如下一些认识。

联合剖面的综合探测研究表明,北京平原区的夏垫隐伏断裂和南口—孙河隐伏断裂自晚第四纪以来兼具突发性断裂位错和缓慢同生断层运动型式,即在时间上表现出长期缓慢运动与瞬间突发性位错的交替进行。其中,夏垫隐伏断裂最近 5000 年以来有过两次突发性断层位错,一次发生在距今 5000 年左右(可能相当 7 级地震),一次为公元 1679 年三河-平谷 8 级地震位错;南口—孙河隐伏断裂在最近的 1.2 万年以来,仅发生过一次约相当 7 级地震的断层位错。由此看来,平原区隐伏断裂在活动方式、强度及强震重复发生的时间间隔等方面,存在有明显的差别。

国家地震局地质研究所¹⁴C 实验室焦文强、彭贵等同志为本项工作提供了¹⁴C 年龄的数据在此表示感谢。

参 考 文 献

- 彭一民、李鼎容、谢振钊、王安德、刘清泗, 1981. 北京平原区同生断裂的某些特征及其研究意义. 地震地质, 3, 2, 57—64.
- 汪成民、陈健民、宇文欣、殷积涛、郑传贝, 1988. 沂沐断裂带地下流体微动态与断层溢出气的研究. 中国地震, 4, 3, 174—182.
- 向宏发、方仲景、徐杰、李如成、贾三发、郝书俭、王景体、张晚霞, 1988. 三河-平谷 8 级地震区的构造背景与大震重复性研究. 地震地质, 10, 1, 15—37.
- 向宏发、方仲景、张晚霞、贾三发、李如成, 1991. 南口—孙河断裂活动性的初步研究. 中国地震年鉴. 地震出版社. 北京.
- 张炜、罗光伟、邢玉安、魏家珍, 1988. 气体地球化学在探索活断层中的应用. 中国地震, 4, 2, 121—123.
- King, C. Y., 1980. Episodic radon changes in subsurface soil gas along active faults and possible relation to earthquakes. *J. Geophys. Res.*, 85, B6, 3065—3078.
- Soonawala, N. M. and Telford, W. M., 1980. Movement of radon in overburden. *Geophysics*, 45, 1297.