

二、第四纪断裂

首都圈范围内分布着 28 条具有一定规模的第四纪断裂，其中包括平原区一些重要的隐伏断裂(表 2.2.3)。图 2.2.2 是首都圈第四纪断裂分布图。



图 2.2.2 首都圈第四纪断裂分布图

表 2.2.3 首都圈第四纪断裂一览表

序号	断裂名称	参考地点	区内 长度 /km	产 状	活动 时代	活动 性质
				走向° /倾向∠倾角°		
1	怀涿盆地北缘断裂	杏林堡、黄土窑、沈庄、长疃	55.5	50° /SE∠50~75°	Q ₄	正断
2	延矾盆地北缘断裂	营盆、黄柏寺、狼山、黑山寺	102	20~85° /SE∠50~80°	Q ₄	正断
3	蔚广盆地南缘断裂	大堡、松枝口、西张、黑土洼	115	50~70° /NW∠55~70°	Q ₄	正断
4	孙庄子—乌龙沟断裂	石片、孙庄子、乌龙沟	115	25~30° /NW∠55~75°	Q ₃	正走滑
5	南口山前断裂	虎峪、白羊城、了思台	61	50~80° /SE∠50~80°	Q ₃	正断
6	沿河城—紫荆关断裂	沿河城、南台、上陈驿	115	20~60° /SE∠50~75°	Q ₂	正断
7	小汤山—东北旺隐伏断裂	小汤山、沙河、东北旺	24	30~40° /SE, NW∠60~70°	Q ₄	正断

8	北石城—河防口断裂	北石城、梨树沟、北白岩	51	20~50° /SE∠30~50°	Q ₂	正断
9	黄庄—高丽营隐伏断裂	庙城、北七家、芦井、大灰厂、 晓幼营、磁家务	131	20~50° /SE∠55~75°	Q ₃	正断
10	前门—良乡隐伏断裂	孙河、前门、良乡、马坊	70	25~30° /NW∠60~80°	Q ₃	正断
11	大华山断裂	大峪、镇罗营、摇树峪	25	45° /SE∠60~80°	Q ₂	正断
12	通县西隐伏断裂	定福庄、马庄、双埠头	16	60° /NW	Q ₁ ?	正断
13	夏垫—凤河营隐伏断裂	夏垫、牛堡屯、礼贤、宫村	122	45~80° /SE∠60~75°	Q ₄	正断
14	廊坊盆地西缘隐伏断裂	南尖塔、柳泉	52	45~50° /SE	Q ₃ ?	正断
15	永清盆地北缘隐伏断裂	大王务、韩村	34	45~50° /SE	Q ₃ ?	正断
16	靳家堡断裂	小鲁庄、五间房	10	350~10° /W∠65~70°	Q ₃	
17	青石岭断裂	长哨营、三盆子、柏崖厂	40.5	12° /NW/近直立	Q ₂	
18	程各庄断裂	北庄、镇罗营、熊耳寨	34	5~10° /SE, NW∠80°	Q ₃	正断
19	黄土窑断裂	黄土窑、永安	4	315° /SW∠60°	Q ₃	
20	新保安—沙城隐伏断裂	鸡鸣驿、西八里、土木站	26	290° /SW∠65~75°	Q ₄	
21	施庄断裂	施庄、镇边城	16	300~320° /NE∠70~80°	Q ₂	
22	南口—孙河隐伏断裂	七间房、百善、东三旗、孙河	58	300~310° /SW, NE∠70~80°	Q ₄	正走滑
23	永定河隐伏断裂	三家店、麻峪、立垡村	26	320° /SW, NE∠80°	Q ₂	
24	廊坊盆地东缘隐伏断裂	桐柏村、豆张庄	56	310~320° /SW	Q ₃ ?	正断
25	东垒子—涑水断裂	檀山、新城	45	305~320° /SW∠70°	Q ₁	逆断
26	松林店隐伏断裂	西城坊、松林店	12	310° /NE∠60°	Q ₁₋₂	正断
27	桑干河隐伏断裂	下四堡、温泉屯、暖泉、夹河	25	80° /NW∠60~70°	Q ₃	正断
28	古北口断裂	古北口东关	16	70° /SE∠85°	Q ₂	正断

现今地表展布的断裂发生在不同的地质时期。其中,第四纪时期活动的断裂,与现今的地震活动关系密切。晚更新世以来活动的断裂称之为活动断裂。在表 2.2.3 展示的首都圈地区第四纪断裂中,晚更新世以来活动的断裂有 15 条,另有 3 条缺少晚更新世活动的确切依据。这些活动断裂主要分布在京西北基岩山区的盆地边缘。在北京市平原区,目前被确定为晚更新世有过活动的活动断裂有 7 条,其中全新世有活动的断裂有 4 条,分别为北东方向的黄庄—高丽营断裂带、顺义—良乡断裂带、夏垫断裂带和北西方向的南口—孙河断裂带(表 2.2.2)。

区内晚更新世以来的活动断裂以突发性粘滑运动为主要活动方式,垂直活动速率一般在 0.1~0.5mm/a 之间,个别断裂可达 1mm/a 左右,属 B 级活动断裂(0.1~1.0mm/a)。根据单条活动断裂带地震原地重现间隔与同震位移和活动速率

的关系，在平均同震位移大体相同的情形下，强震原地平均重现间隔与平均活动速率呈反比，即当一条活动断裂带的活动速率较低时，发生在该断裂带的强震原地重现间隔将较长，反之，则较短。该公式表现为：

$$R_x = D / (S - C)$$

公式中， R_x 代表单条活动断裂带地震原地重现间隔， D 代表该断裂带发生强震时的同震位移， S 代表断裂带的长期的活动速率， C 代表断裂带的蠕滑速率。该公式展示了活动断裂带的活动速率与该断裂带强震重复间隔的关系。

位于京西北的延怀盆岭区，全新世活动断层比较发育，在这些盆地边缘断裂带，多处发现古地震的地质遗迹，包括断错地貌面的断层陡坎、坎前陷落带、地裂缝、充填楔、构造楔、崩积楔、液化喷沙等古地震标志。根据对第四纪松散地层测年资料，可约束对古地震发生的时间的了解。京西北盆—岭区发现有多条全新世活断层的古地震遗迹。图 2.2.3 是怀柔盆地北缘断裂的沈庄北探槽剖面。

该剖面揭露地层 12 层，实测 4 个地层测年样品，在该剖面识别出 3 次古地震事件。最早的一次事件主要表现为断层 F_1 和 F_2 错动层 2，但被层 3 覆盖，发生在距今 (40.8 ± 3) ka 左右；第 2 次事件使 F_2 错动层 6，并形成层 7 下部靠近断层的充填楔，随后堆积了层 8 底部崩积楔砾石层，发生在距今 (29.6 ± 2.2) ka；第 3 次事件表现为断层 F_1 错动层 8 下部，上部弯曲变形，最终堆积了类似崩积楔的层 9，发生在距今 (23.8 ± 1.9) ka。依据崩积楔高度推测，最后 2 次古地震的位移量的上限和下限值为 1.1~2.4 m。

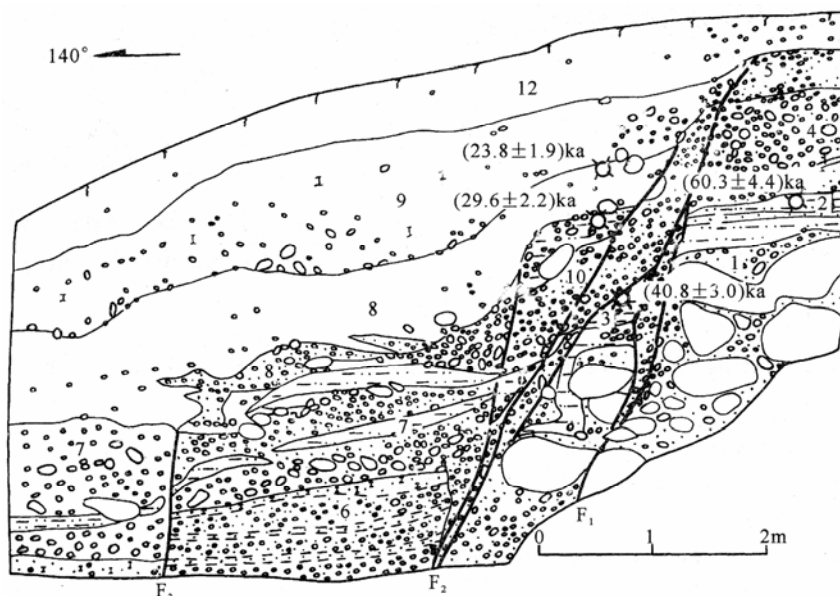


图 2.2.3 怀来盆地北缘断裂带沈庄北探槽剖面

地层岩性：12：黑色表层土壤；11：断层带内部物质，上部为有层理的砾石层；10：断层带内部的杂乱堆积，包括巨砾、粘土团块、挤压透镜状砾石层等；9：钙质相对丰富的黄土状土堆积层；8：最底部为大砾石层，下部为棕黄色亚砂土，上部为棕黄色粘土胶结的历史块层，顶部附近粘土样品的 TL 年龄为距今 (23.8 ± 1.9) ka；7：粗砂层夹棕黄色亚砂土层，顶部亚粘土样品的 TL 年龄为距今 (29.6 ± 2.2) ka；6：青灰色粗、细砾石层互层，顶部富集钙；5：细砾石砂土层；4：腐殖质砂土充填的石块层；3：层理明显的细砾石层，顶部见一层厚 10cm 的棕红色亚粘土层，亚粘土样品的 TL 年龄为距今 (40.8 ± 3.0) ka；2：棕灰色亚粘土夹小砾石，亚粘土样品的 TL 年龄为距今 (60.3 ± 4.4) ka；1：巨砾石层

除京西北盆岭构造区外，北京平原区的夏垫断裂带、南口—孙河断裂带、黄庄—高丽营断裂带和顺义良乡断裂带均有通过探槽开挖揭露的全新世古地震现象，显示这些断裂带在历史记载以前曾发生强震活动。其中对发生 1679 年三河—平谷 $M 8$ 地震的夏垫断裂带还开展了跨断层的钻孔探测，揭露出在 2 号钻孔 47.3 m 处断裂两侧钻孔的落差达到 19.6 m。图 2.2.4 是跨夏垫断裂带的钻孔柱状图地层岩性对比剖面，第三章表 3.1.6 是钻孔探测揭示的距今 26 ka 以来夏垫断裂带古地震事件的一览表。

活动断层分段性的概念是在许多地震仅使活动断层的一部分发生地表破裂这一客观观察事实基础上逐渐形成的，是活动断层在一定的几何演化阶段具有相对独立地震破裂的力学特性。无论是走滑断层、正断层或逆断层，作为独立地震破裂单元的一个段落，可由数个几何段或几条次级断层共同组成，并在连续的几次地表破裂型地震循环期间表现出一定的稳定性。这种稳定性使各段落在地貌形态、几何结构和地球物理场等方面累积造成段落与段落之间明显可辨的差异。活动断层地震破裂分段的实质是通过识别活动断层上具有一定持久性和稳定性的段落边界。正确地划分具有独立地震破裂习性的段落，掌握各段落的地表破裂型

地震的活动规律, 活动断层同震破裂的分段习性与古地震研究是准确地评估未来地表破裂型地震发生地点、震级上限、地震地表破裂类型和位移分布特征的基础。认识活动断层分段习性和古地震复发模型, 有助于确定预测未来地表破裂型地震的发生地点和震级上限。但鉴于野外调查的局限性和获取古地震资料的不完整性, 对于缺少近代历史强震破裂的活动断裂带而言, 依据获取的古地震资料判定其强震破裂的分段存在难度。如何从断错地貌、断裂带的几何分段等特征与古地震资料结合起来进行强震的破裂分段, 是目前地震地质学者正在探讨的问题。

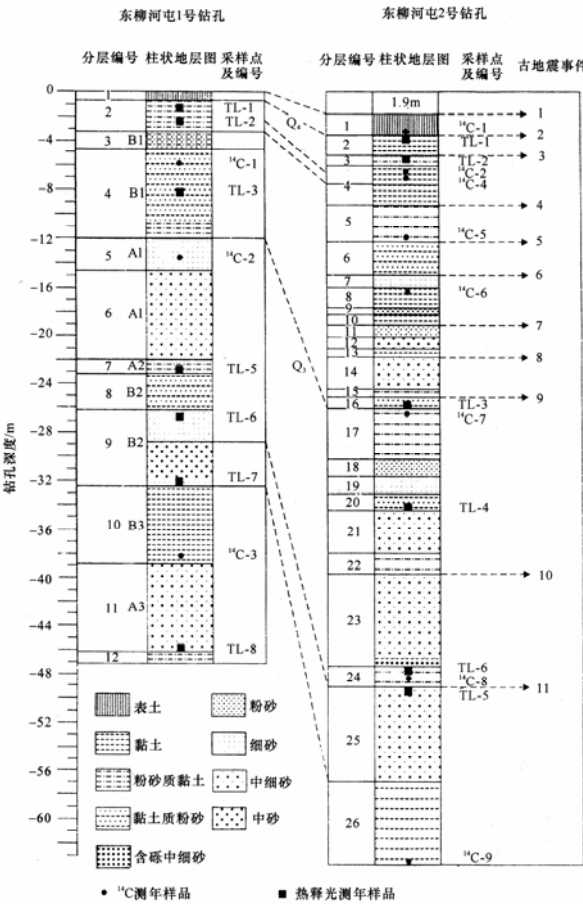


图 2.2.4 夏垫断裂带两侧钻孔地层对比剖面