

近场精确定位在卢龙 $M_L 6.2$ 地震 发震构造研究中的应用^{*}

李文军^{1, 2)} 王培德¹⁾ 李春来¹⁾ 陈棋福²⁾

1) 中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所

2) 中国北京 100036 中国地震局地震预测研究所

摘要 从 1982 年 10 月 19 日卢龙 6.2 级地震余震近场数字地震资料的 391 条记录中, 挑选出可用于精确定位的 171 条地震事件记录, 采用 Hypoinverse 定位方法对 45 个事件进行了重定位. 精确定位的震中分布显示出一卧倒的反“F”形活动地震构造的形态, 两条 NNE 向断裂被一条 WNW 向断裂所截断, 两组断裂呈脆性断裂常见的共轭状态产出, NNE 向的断层正在相互贯通, 卢龙附近的滦河河谷发育成了四面断裂包围的断陷盆地雏形. 卢龙地震的发震构造是一个走滑兼张性的断裂组合, 这样的构造与张家口—渤海地震带的整体活动习性相符, 也反映了张渤带作为一个二级地块的分界截断 NNE 向的一系列断层所起的作用.

关键词 卢龙 $M_L 6.2$ 地震 张家口—渤海地震带 Hypoinverse 定位法 发震构造

中图分类号: P315.2 **文献标识码**: A

引言

卢龙位于河北省东北部唐山 NE 方向约 70 km 处, 1982 年 10 月 19 日距县城 4 km 的 NE 方向发生了 $M_L 6.2$ 地震. 据北京台网测定, 这次地震的震中位置为 $39^{\circ}57'N$, $119^{\circ}04'E$. 在此之前的 1976 年唐山 7.8 级地震及其后的滦县 7.1 级、宁河 6.9 级地震与这次地震在空间上呈 NE 向展布. 国家地震局地球物理研究所(现中国地震局地球物理研究所)宋良玉、王培德等在地震发生后, 迅速赶到地震现场, 从 10 月 21 日起在震区附近布置了 5 台 DCS-302 数字磁带记录地震仪, 对其后的余震进行了为期 9 天的近场观测. 记录台站为白庄子(BZZ)、康时各庄(KSG)、卢龙县城(XCH)、相公庄(XGZ)和下寨(XZH), 在现场一共取得了 391 条余震的数字地震资料, 王培德(1987)曾对这次地震的部分余震进行了定位. 从余震的分布上, 他认为卢龙地震的发震构造由两组断层组成: 一组倾向北东, 一组倾向北北东. 这两组断层并非共轭, 而是呈一个斜交的角度(王培德, 1987). 但是由于当时受计算机条件限制, 使用 PC-1500 微型计算机, 采用 FASTHYPO 定位程序, 只能设定一个 5 层的水平层状地壳模型, 也没有误差评估; 对于一个地震事件同时需要 4 个台站的 P 波到时数据, 因而可以定位的地震次数也比较少, 只有 30 次, 解决近场复杂条件下的定位问题的能力有限.

卢龙和宁河、唐山、滦县处于同一个 NNE 向的活动构造带, 其中卢龙位于最北端, 也

^{*} 国家自然科学基金(40234038)资助. 中国地震局地球物理研究所论著 05AC1019.
2004-06-03 收到初稿, 2005-02-21 收到修改稿, 2005-03-30 决定采用.

是 1976 年 7 月 28 日唐山 7.8 级地震的余震区的最北端. 同时卢龙又处于张家口—渤海地震带上, 是处于两组断裂的交会地带, 具有两组活动断裂的活动特性. 研究卢龙地区的地震构造, 有助于揭示 NNE 和 WNW 这两组断裂带之间的关系, 了解北部的燕山块体和南部的华北块体的相互作用.

本文采用能够分区域设置多个梯度层参数的 Hypoinverse 定位程序(Klein, 2002), 对这批地震的数据进行再处理. 该程序可以尽可能地设计出符合区域构造特点的地壳结构模型, 引入了误差计算, 并且只要 3 个台站就可以进行定位计算, 从而可以计算更多的余震事件位置. 本文得到了 45 个余震事件的发震时刻和位置, 认识了这次地震的发震构造的更为细致和复杂的结构, 对卢龙地震的发震构造提出了一些新见解.

1 卢龙的大地构造环境

卢龙地处燕山山脉东南由山地进入华北平原的过渡地带. 在新的中国大陆活动地块划分中, 处于燕山地块与华北地块两个二级地块之间的一条宽 100 多公里的新构造运动活动地带(张培震等, 2003). 该活动地带呈 WNW 方向延伸, 与燕山山脉的走向大体平行, 亦即张家口—渤海地震断裂带, 1982 年的卢龙地震就发生在该地震断裂带的东北部.

张家口—渤海地震带具有复杂的断裂格架, 它一段一段地从最西端的张家口往东延伸穿过渤海湾到达山东蓬莱以北的大陆架. 从总体看, 它是一条 WNW 向的活动构造带, 构造带的基底源于中—晚太古代末和早元古代形成的北西向张家口—塘沽韧性剪切带, 是华北地台的一条重要的基底弱化带. 基底形成后, 直到中生代晚期才开始新的脆性断裂活动, 并对两侧的岩浆、构造和沉积作用起一定的控制作用, 到新生代这条构造带进一步发展成为我国东部最重要的一条活动构造带(徐杰等, 1998). 沿这条构造带曾经发生了 1976 年唐山 7.8 级, 1969 年渤海 7.4 级, 1679 年三河—平谷 8 级, 1888 年渤海, 1998 年张北 6.2 级, 以及本文研究的卢龙 6.2 级等强烈地震.

张家口—渤海断裂带不是由几条断裂连续分布组成的构造带, 而是由庙东营—大营滩、张家口、怀安—化稍营、新保安—沙城、施庄、南口—孙河、蓟运河、海河等十几条北西至近东西向断裂斜列组合而成的一条断裂带(图 1). 这些断裂一般长 40~60 km, 其倾角较大, 多具正、平移性质. 张家口—渤海断裂带又被山西断陷盆地、黄庄—高丽营和夏垫断裂、唐山—河间—磁县断裂带等多条北北东—北东向构造带切割, 形成北西和北东向两组断裂相互交切的复杂组合关系, 断裂带中的地震活动也主要集中在这些交会地段. 在断裂带内部往往也有两组交叉的断裂交错出现: 一组为北西—近东西, 与整个张渤带的走向相同, 基本平行于华北地块与燕山地块的过渡带延伸方向; 另一组为 NE-NNE, 代表了新构造运动在中国大陆东部的构造形迹, 与华北地壳的二凹一隆的大规模变形格局相符合. 卢龙地震发生的卢龙断裂是一条 NNE 向的活动断裂, 在滦县附近与北西向的滦县—乐亭断裂呈大角度相交. 华北地区的现代地震, 几乎都发生卢龙以南的广阔平原地区. 而卢龙以北地震很少, 地形在滦县以北也呈现几次起伏. 因此, 从大地构造的新的地块学说角度来说, 我们可以认为这里是华北地块与燕山地块中间缓冲地带的北界, 卢龙地区的现代地壳活动必然也反映两组构造的相互关系.

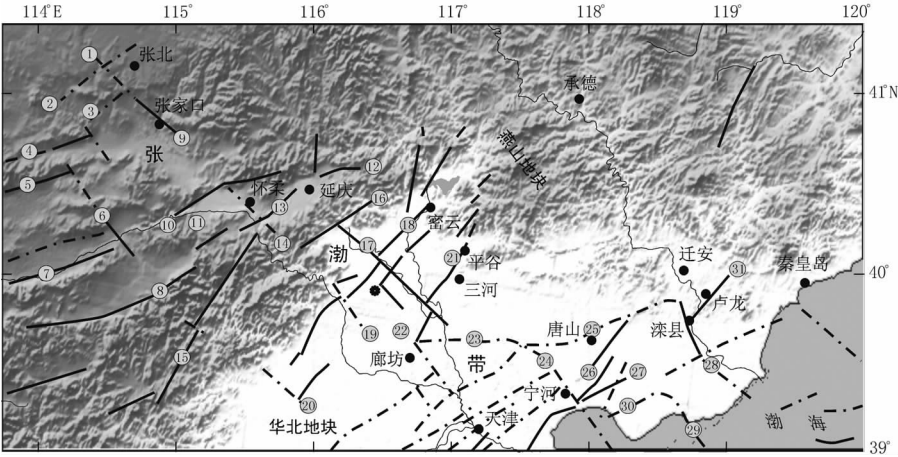


图 1 卢龙所在的张家口—渤海断裂带构造简图

(根据杨理华, 1989; 徐杰等, 1998; 首都圈地区地震与活动断裂分布图①等资料编制)

- ① 庙东营—大营滩断裂; ② 大满—前黑沙土断裂; ③ 新开口断裂; ④ 怀安盆地北缘断裂; ⑤ 天镇盆地北缘断裂; ⑥ 怀安—化稍营断裂; ⑦ 六棱山北麓断裂; ⑧ 蔚广盆地南缘断裂; ⑨ 张家口断裂; ⑩ 怀涿盆地北缘断裂; ⑪ 桑干河断裂; ⑫ 延矾盆地北缘断裂; ⑬ 新保安—沙城断裂; ⑭ 施庄断裂; ⑮ 孙庄子—乌龙河断裂; ⑯ 南口山前断裂; ⑰ 南口—孙河断裂; ⑱ 黄庄—高丽营断裂; ⑲ 永定河断裂; ⑳ 东垒子—涑水断裂; ㉑ 夏垫断裂; ㉒ 廊坊盆地东缘断裂; ㉓ 宝坻断裂; ㉔ 蓟运河断裂; ㉕ 丰台—野鸡坨断裂; ㉖ 唐山断裂; ㉗ 宁河—昌黎断裂; ㉘ 滦县—乐亭断裂; ㉙ 柏各庄断裂; ㉚ 西南庄断裂; ㉛ 卢龙断裂

2 近场地震精确定位方法

地震精确定位方法很多, 因为我们的资料都是近场资料, 所以选用 Hypoinverse 方法, 这是线性单事件绝对定位法中的一种^②。其最大的优点就是可以考虑比较复杂的地下结构状况, 可以在震中附近地区设置多达 10 个梯度层结构的模型。这样, 我们就可以依据地质体的赋存位置和范围分别设定不同的地下层参数, 特别适合于近场定位。

所使用的记录是由 DCS-302 的数字地震仪记录的资料, 记录波形清晰。图 2 为白庄子(BZZ)、相公庄(XGZ)、康时各庄(KSG)和下寨(XZH)台记录的 1982 年 10 月 23 日 13 时 56 分地震的波形。从 391 条地震记录中挑出 171 条可用的记录, 这些记录都是有 3 个以上的台站记录到的同一个地震事件的数据, 并且 P 波到时清楚。一共找出了 45 个可定位的地震事件。从地震图上垂直分量读出 P 波的到时, 从水平分量上读出 S 波的到时。通常情况下, 由于 S 波的到时不如 P 波到时清楚可靠, 因此, 在定位中一般取 P 波的权重为 0.7, S 波的权重为 0.3。对于 S 波不太清楚的记录, 其权重设为 0.1。我们设置了两个水平梯度层状参数(表 1)作为定位的原始地下速度结构参数, 一个作为背景层参数, 另一个表示盆地内的第四系松散沉积物地区的速度结构(图 3)。通过适当修改各层的波速和厚度, 最后使所求的定位位置误差达到最小时, 就认为是定位最佳解。

① 中国地震局分析预报中心编制. 1998. 首都圈地区地震与活动断裂分布图。
② Klein F W. 2002. User's Guide to HYPOINVERSE-2000, a Fortran Program to Solve for Earthquake Locations and Magnitudes, U. S. G. S.

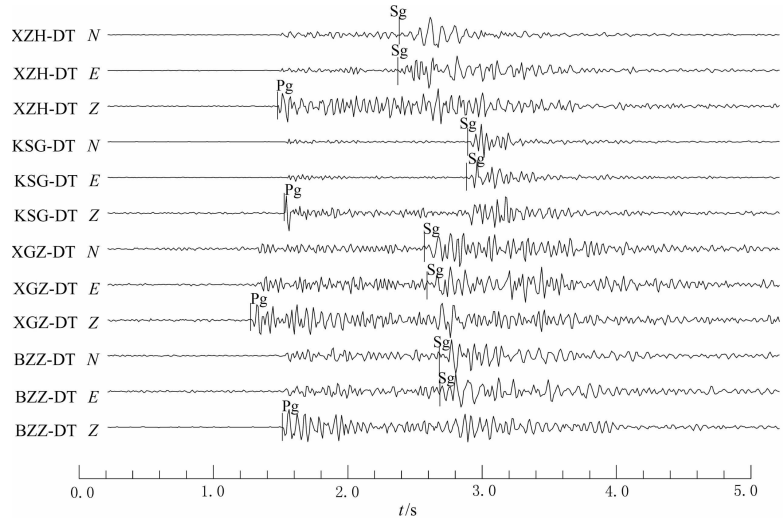


图 2 14 号事件的记录波形

表 1 本文定位所用的地壳模型参数

模型 1(背景)			模型 2(第四纪沉积盆地)		
顶部深度/km	底部深度/km	顶部 P 波速度 /km·s ⁻¹	顶部深度/km	底部深度/km	顶部 P 波速度 /km·s ⁻¹
0.00	2.00	2.30	0.00	0.20	1.40
2.00	4.00	4.60	0.20	2.00	2.30
4.00	6.00	5.10	2.00	4.00	4.60
6.00	8.00	6.80	4.00	6.00	5.10
8.00	20.50	7.30	6.00	8.00	6.80
20.50	∞	7.40	8.00	20.50	7.30
			20.50	∞	7.40

$v_p/v_s=1.7305$

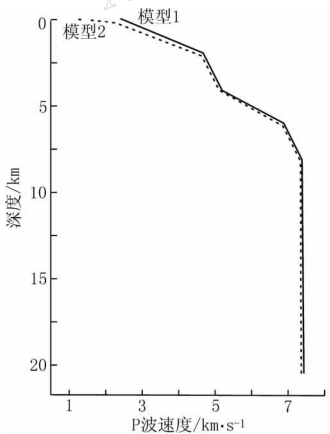


图 3 定位所用的地壳模型

本文使用的两个水平梯度层速度模型。模型 1 代表整个区域的背景地壳速度结构；模型 2 代表盆地内部地区松散沉积物的结构

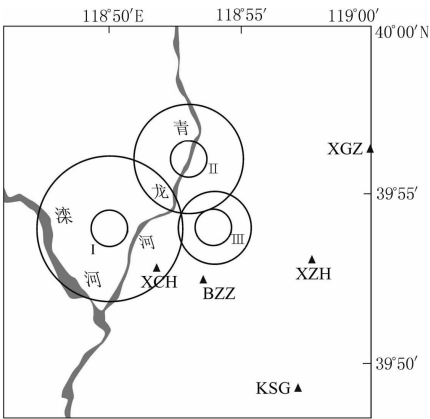


图 4 定位用地壳速度模型的分布

图中 3 个小圆圈(I, II, III)是模型 2 即盆地的地壳模型的中心,与之同心的 3 个较大的圆圈是由盆地模型到背景模型的过渡地带,黑三角为 5 个台站的位置

表 2 卢龙地震部分余震定位结果

事件	年-月-日	时:分:秒	东经	北纬	深度 /km	走时残差 /s	水平误差 /km	垂直误差 /km
1	1982-10-22	01:55:11.45	118°57.85′	39°53.62′	6.4	0.01	2.7	0.7
2	1982-10-22	03:08:44.81	119°01.11′	39°53.16′	5.6	0.01	2.9	3.0
3	1982-10-22	12:35:11.76	118°55.86′	39°53.14′	3.9	0.19	0.7	1.2
4	1982-10-22	13:55:57.90	118°55.86′	39°53.13′	0.2	0.09	0.4	0.28
5	1982-10-22	16:59:27.81	118°55.97′	39°54.14′	7.3	0.05	0.5	0.76
6	1982-10-22	19:48:11.83	118°55.25′	39°52.97′	1.5	0.18	0.4	2.3
7	1982-10-22	20:15:52.28	118°56.26′	39°53.89′	6.3	0.03	0.4	0.72
8	1982-10-22	22:08:29.18	118°56.90′	39°54.25′	7.0	0.07	0.5	0.77
9	1982-10-22	22:44:43.04	118°56.37′	39°54.66′	6.6	0.01	0.7	0.97
10	1982-10-22	23:34:36.87	118°56.99′	39°54.88′	6.3	0.01	0.7	0.97
11	1982-10-23	04:46:26.06	118°56.79′	39°54.21′	7.3	0.06	0.5	0.76
12	1982-10-23	04:57:09.32	118°56.28′	39°54.68′	6.5	0.09	0.8	1.2
13	1982-10-23	07:21:36.59	118°57.01′	39°53.73′	4.5	0.06	0.4	0.68
14	1982-10-23	13:56:13.19	118°54.15′	39°54.05′	4.3	0.08	0.6	0.72
15	1982-10-23	15:55:25.21	118°55.32′	39°53.80′	4.1	0.04	0.4	0.83
16	1982-10-23	16:19:44.74	118°55.56′	39°53.69′	6.1	0.05	0.4	0.75
17	1982-10-23	17:13:08.51	118°53.14′	39°53.67′	3.6	0.14	0.9	0.91
18	1982-10-24	01:57:29.15	118°56.56′	39°54.43′	8.1	0.06	0.6	0.82
19	1982-10-24	04:42:51.21	118°57.08′	39°54.21′	7.2	0.11	0.6	0.86
20	1982-10-24	05:24:35.31	118°56.90′	39°53.64′	3.4	0.22	0.5	0.96
21	1982-10-24	08:54:41.28	118°54.05′	39°54.60′	3.5	0.14	0.7	1.3
22	1982-10-24	09:35:18.83	118°56.43′	39°54.72′	4.9	0.05	0.7	1.3
23	1982-10-24	10:03:38.46	118°54.73′	39°55.36′	1.4	0.07	0.6	11
24	1982-10-24	20:19:23.31	118°48.29′	39°49.62′	7.5	0.03	0.6	0.9
25	1982-10-24	21:50:13.71	118°55.44′	39°54.70′	1.5	0.03	0.9	12
26	1982-10-24	22:57:00.51	118°59.80′	39°53.00′	1.5	0.03	2.5	12
27	1982-10-25	06:40:58.41	118°55.12′	39°52.92′	4.9	0.02	0.5	0.97
28	1982-10-25	07:59:43.20	118°55.14′	39°53.09′	4.8	0.04	0.4	0.78
29	1982-10-25	12:25:33.23	118°54.35′	39°54.38′	1.6	0.12	0.9	7.9
30	1982-10-25	17:44:36.90	118°30.18′	39°42.06′	16.8	0.07	2.3	6.2
31	1982-10-25	19:21:01.27	118°55.07′	39°49.90′	1.8	0.31	3.3	20
32	1982-10-25	21:36:09.79	118°55.74′	39°55.67′	4.2	0.36	1.1	2.4
33	1982-10-25	22:08:03.55	118°55.16′	39°49.73′	0.3	0.28	6.6	2.9
34	1982-10-26	15:00:55.24	118°55.74′	39°53.14′	4.9	0.01	0.9	0.82
35	1982-10-26	15:04:26.24	118°56.76′	39°52.53′	4.9	0.17	0.5	0.95
36	1982-10-26	18:04:20.61	119°00.02′	39°53.95′	5.6	0.12	1.3	0.93
37	1982-10-26	18:07:16.76	118°55.88′	39°54.76′	3.5	0.03	0.5	0.95
38	1982-10-27	01:43:41.61	118°59.02′	39°53.90′	6.9	0.11	0.6	0.69
39	1982-10-27	03:58:57.59	118°59.20′	39°53.77′	7.5	0.19	1.4	1.1
40	1982-10-27	04:46:13.96	118°59.10′	39°53.70′	7.6	0.19	1.4	1.1
41	1982-10-27	10:25:17.48	118°57.69′	39°54.12′	5.7	0.09	0.6	0.76
42	1982-10-28	11:13:16.09	118°55.19′	39°55.70′	5.5	0.01	2.3	2.4
43	1982-10-28	11:55:54.66	118°55.49′	39°55.30′	1.5	0.17	2.2	18
44	1982-10-28	15:30:31.46	118°55.26′	39°53.70′	6.4	0.04	0.4	0.65
45	1982-10-28	19:11:33.17	118°56.77′	39°54.04′	5.1	0.01	0.8	0.99

3 定位结果

在可定位的 45 个事件中(表 2),基本上位于东经 $118^{\circ}50' \sim 119^{\circ}02'$ 和北纬 $39^{\circ}50' \sim 39^{\circ}56'$ 之间,深度从 0.2~16.8 km,平均深度为 5.0 km,属于浅源地震.水平误差平均为 1.1 km,小于 1 km 的有 33 个,误差 1~2 km 有 4 个;垂直误差平均 2.9 km,小于 1 km 的有

27 个,小于 2 km 的有 6 个.可以认为,这次定位从误差的角度考虑具有较好的效果,基本能够反映断层的几何学特征.将定位的结果投影到水平面,我们可以看出它们明显沿两个方向展布的 5 条线,呈一个卧倒的反“F”形,大约为两组互相垂直的方向,显示出脆性断裂常见的共轭结构特征(图 5).根据库仑破裂准则和岩石力学试验(Jaeger, Cook, 1979),这种断裂结构所表现的最大和最小主应力轴应都是近水平的,而中间应力轴几乎垂直.

如果从事件中提出大致在一条线上的两组,以两个平面的模型按照最小二乘法拟合,得到两个平面.它们的产状为

平面 1(F_3)		平面 2(F_1)	
走向	206°	走向	113°
倾角	83°	倾角	83°

而图 5 呈现出的 5 条构造(F_1, F_2, F_3, F_4, F_5)相互交切,其中有两条 NNE 方向的构造(F_2 和 F_3)被一条 WNW 向的断层(F_1)阻断在它的南盘.在 WNW 向的断层 F_1 的东段,又有一个北错的拖尾(F_4),如果 F_1 和 F_4 是同一条断层,那么它们被 F_5 错断了一定距离.

依据卢龙地区的构造地质图(图 6),通过野外实际调查发现,根据地震震源位置所确定的 5 条断层中有 3 条是地表不可见的隐伏断层,我们在所确定的地理位置上并不能找到那几条断层(即图 5 中的 F_1, F_2, F_3),只有 F_4 和 F_5 露出了地表.如果把 WNW 向的断层 F_1 和 F_4 看成一条,则断层板状体顶部存在西部深埋于地下、东部出露地表的特征,并且左旋错动了一定距离,水平断距为 1 km 左右(图 7).在 NNE 向的延长线上,隐伏断层 F_2 和 F_3 与其南边和北边的断层似连非连,而 F_2 和 F_3 的位置原来是没有断层的,它们正好填补 NNE 向断层之

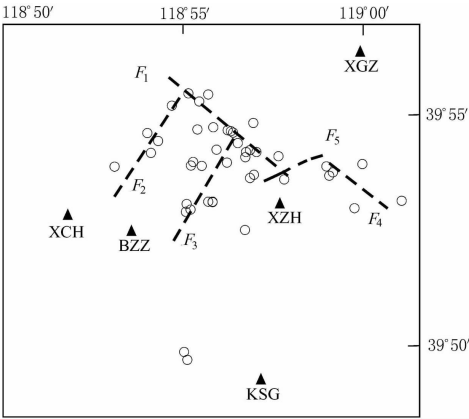


图 5 1982 年卢龙 $M_L6.2$ 地震的余震震中位置分布

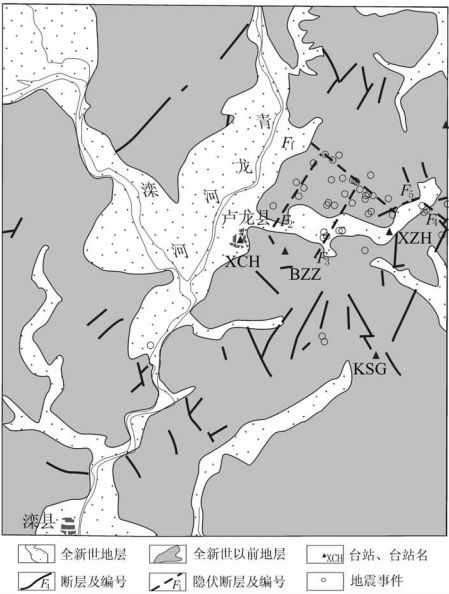


图 6 卢龙地区构造略图

间的空白,有通过活动贯通的趋势.同时,这两条断层(F_2 和 F_3)也未露出地表,而周围的断层大多产状很陡,与新解译出来的断层类似(倾角为 83°).这么陡的断层为逆断层的可能性非常小,它们应该是以走滑或者正断层为主.通过构造形态的判断和震源机制的求解,这些小地震事件以走滑为主.地震断层与老断层在位置上相关,产状相似,因而可以认为地震断层与老断层应该是在同样或相近的应力条件下产生的,其左旋并且靠近河谷的地方往下错.而从 WNW 向带上地震的密集分布的特征,我们认为这是 WNW 向的断裂在起主导作用,这个方向与张渤带的整体走向吻合.另外,WNW 构造带还截断了 NNE 断层(F_2 和 F_3)向北的发育,使两条 NNE 断层到此为止,不再向北延伸.因此,NNE 向的构造受到华北地块和燕山地块的 WNW 向边界的约束.从整个华北的地震构造大都被约束在燕山以南平原地区的事实,我们也可以看到北东向构造所受到的块体边界控制作用.本文的研究结果证实了这种约束作用的存在,并且在整个区域构造格局的形成中发挥着重要作用.不过,NE 向的断层有时会突破边界的限制,从 F_5 切断 WNW 向的断层 F_1 和 F_4 ,可以看出这种 NE 向的断层是非常活跃的.

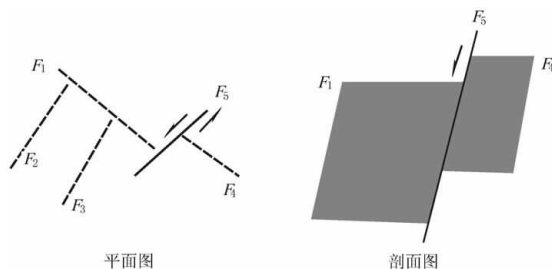


图 7 断层 F_1 与 F_4 的关系示意图

4 讨论和结论

从余震分布的图象和地震震源机制解的情况来看(王培德, 1987; Wu *et al.*, 1984), 卢龙 6.2 级地震是一个 WNW 向走滑为主的构造活动过程,同时还兼有张性的特征.滦河—青龙河河谷在这样的构造活动背景之下继续发育,卢龙县城所在的滦河—青龙河河谷向东扩展,继续加宽和加深滦河的 NE 向河谷.同时,由于 WNW 向的华北地块块体边界(张家口—渤海地震带)限制了 NNE 的断层,河谷的发育必然会向南发展比向北扩展更容易一些.因此,我们可以认为,卢龙地区的滦河—青龙河河谷实际上已经形成了一个四面断层包围的断陷盆地的雏形,这个盆地正在继续向东和向南扩展.从震区往南 10 km,就到了具有巨厚第四系堆积的辽阔的华北平原和渤海盆地.在堆积物的掩盖下,地表就不大可能见到活动断层了,而卢龙正是处于中国地势从二级阶梯刚刚过渡到三级阶梯的燕山山脉的东南麓.在燕山南麓堆积物厚度从 200 多米到 1 400 多米,据徐杰等(1998)研究认为,在堆积物下隐藏着众多的大小盆地(隆起和凹陷).

沿着张渤带往西,从延庆到张家口也分布着一系列山间断陷盆地和隐伏盆地.因此对卢龙地震的研究,有助于通过对比了解这些盆地的构造运动特征.在本文中,我们主要通过定位确定断层形态,并结合区域地质背景的方法进行分析.据杨国华等(2001)用 GPS 资料对华北地区的水平运动的分析,燕山地块和华北地块的相对运动是以左旋位错加上相互分离的张剪性运动.我们对卢龙地震的研究表明,其构造运动也是走滑和正断层为主.其结果与杨国华的结果一致.

由于我们的讨论仅限于 1982 年的这一次地震,卢龙地区构造运动是否与本文讨论的结果相符,则有待进一步的观测和研究.在张渤带的其它地区,如张家口、平谷、延庆、密

云等地的构造运动与卢龙地区的构造运动是否具有相似性,则是需要进一步加以探讨解决的问题.

地壳速度模型在定位中起着重要作用.而小区域的构造复杂,本文已经采取了较为复杂的结构模型,但肯定不能完全确切描绘实际的地层结构.如果能将卢龙地区的地质情况调查更清楚一些,或者采用别的方法探测出盆地的精细结构,则对于准确定位更为有利.由于个别地震事件只有 3 个台记录到,或台站相对于某些地震事件的分布还不够理想,这些是造成某些事件误差较大的原因.

参 考 文 献

- 王培德. 1987. 近震源强地面运动研究[D]: [学位论文]. 北京: 国家地震局地球物理研究所, 56
- 徐杰, 宋长青, 楚全芝. 1998. 张家口—蓬莱断裂带地震构造特征的初步探讨[J]. 地震地质, **20**(2): 146~154
- 杨国华, 谢觉民, 韩月萍. 2001. 华北主要构造单元及边界带近水平形变与运动机制[J]. 地球物理学报, **44**(5): 645~653
- 杨理华, 刘德林, 赵喜柠, 等. 1989. 北京、天津、河北地震构造[A]. 见: 马杏垣主编. 中国岩石圈动力学地图集[C]. 北京: 中国地图出版社, 30
- 张培震, 邓起东, 张国民, 等. 2003. 中国大陆的强震活动与活动块体[J]. 中国科学, D 辑, **33**(增刊): 12~20
- Jaeger J C, Cook N G W 著. 1979. 中国科学院工程力学研究所译. 1981. 岩石力学基础[M]. 北京: 科学出版社, 94~133
- Wu F T, Song L Y, Wang P D. 1984. A ground motion synthesis study using small earthquake as Green's function[A]. In: Tongji University ed. *Proceedings of International Workshop on Earthquake Engineering* [C]. Shanghai: Tongji University Press, 87~99

STUDY ON THE EARTHQUAKE FAULT OF THE LULONG $M_L=6.2$ EARTHQUAKE BY PRECISE RELO- CATION OF AFTERSHOCK

Li Wenjun^{1, 2)} Wang Peide¹⁾ Li Chunlai¹⁾ Chen Qifu²⁾

1) Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China

2) Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration, Beijing 100036, China

Abstract: We have selected 171 near-field from 391 aftershock records of the Lulong, Hebei Province, earthquake in October 1982 and relocated the hypocenter of 45 aftershocks using the program Hypoinverse. The distribution of aftershocks reveals a set of earthquake faults; a WNW stretching fault truncates two NNE stretching faults. The two branches of faults show the conjugate structure which is often seen in brittle fracture. The NNE stretching faults are connected together. The Luanhe river valley near Lulong developed to a rudiment rift basin surrounded by a series of faults. The fault of Lulong earthquake is a strike-slip fault with tension component. This fault type matches with the activity of Zhangjiakou-Bohai seismic belt (Zhang-Bo belt) and also shows the action of Zhang-Bo belt as a boundary of two secondary active blocks that truncates the NNE fault.

Key words: $M_L 6.2$ Lulong earthquake; Zhangjiakou-Bohai seismic belt; Hypoinverse locating method; seismogenic structure