

郯庐断裂带下辽河—莱州湾段与潍坊—嘉山段地震构造和地震活动特征对比*

晁洪太 王志才 刘西林

(山东省地震局, 济南 250014)

摘 要 从地震构造和地震活动角度,对郯庐断裂带下辽河—莱州湾段和潍坊—嘉山段进行了对比,认为这两段的地震构造环境具有明显不同,地震活动明显属于不同模式。其中下辽河—莱州湾段属群集型地震活动类型;潍坊—嘉山段属特征型地震活动类型。对于下辽河—莱州湾段,未来应注意在新的活跃期或活跃幕到来时群集型强震、中强震的连续发生;对于潍坊—嘉山段,则应注意断层分段本身所控制的地震复发重现规律。

主题词: 郯庐断裂带;地震构造;地震活动特征

0 引 言

地震活动受地震构造控制,表现在不同构造区内地震活动模式不同,如中国川滇以走滑运动为主的构造区^[1]、青藏高原以逆冲为主的构造区^[2]与华北以正断活动为主的构造区^[3],其地震活动是非常不一样的。就是同一构造带内,由于其地质演化和构造环境不同,地震活动模式也就不同。例如郯庐断裂带下辽河—莱州湾段和潍坊—嘉山段,虽属同一断裂带,其地震活动是完全不同的。本文在多年积累资料基础上,从地震构造角度比较并讨论了这种不同,获得了一些有意义的认识。

1 郯庐断裂带的基本特征和地震的分段活动

郯庐断裂带是中国东部一条深大断裂带,南起自长江北岸的广济地区,向北经安徽、江苏、山东,跨越渤海,经东北三省,进入俄罗斯境内。在中国境内长达 2400 多公里。总体走向北 30° 东左右。该断裂带经历了长期的地质演化,在中国东部大地构造上具有非常重要的作用^[4]。

该断裂带中生代活动最强烈,曾经历过巨大的左行平移和大陆裂谷发育阶段。自新生代以来,由于深部作用减弱,裂谷构造消亡,在区域北东东向主压应力场作用下,而转化为一条右旋走滑性质的构造带。第四纪期间,断裂活动具明显的分段性,可大致划分为四段:

* 中国地震局“九五”重点项目 95-04-10-05 专题资助。

鹤岗—铁岭段、下辽河—莱州湾段、潍坊—嘉山段和嘉山—广济段^[5,6](图 1) 各段在地震活动方面亦存在显著差异。

① 鹤岗—铁岭段: 第四纪以来断层的新活动不明显, 仅局部见有第四纪早期活动现象, 为正断性质。地震活动以小震为主, 为深震、中深震。

② 下辽河—莱州湾段: 断层活动强烈, 第四纪时期以强烈引张断陷为特征, 并伴随多期玄武岩喷发。历史上沿该段或在其附近曾发生多次强地震, 如 1548 年渤海海峡 7 级地震、1597 年渤海 7 级地震、1888 年渤海 $7\frac{1}{2}$ 级地震、1969 年渤海 7.4 级地震、1975 年海城 7.3 地震等, 地震活动的特点是强度大、频率高。

③ 潍坊—嘉山段: 为郯庐断裂带中第四纪断层发育和出露最好的一段。断层新活动以挤压逆冲、右旋走滑为特征。历史上曾发生过公元前 70 年安丘 7 级地震和 1668 年郯城 $8\frac{1}{2}$ 级地震。该段地震活动具强度大、频率低的特点。

④ 嘉山—广济段: 第四纪以来断层活动较弱, 仅在局部地段发现第四纪早期的正断活动。地震活动以小震为主, 最大震级为 $5\frac{1}{2}$ 级。

由此可见, 郯庐断裂带的地震活动主要集中于下辽河—莱州湾段和潍坊—嘉山段。但是这两段的地震构造背景具明显不同, 地震活动明显属于不同的活动模式。因此, 由于这些不同, 在该断裂带地震活动性和未来地震趋势研究中, 就要对不同的段落分别对待。

2 郯庐断裂带下辽河—莱州湾段地震构造和地震活动

2.1 地震构造

在地震构造方面, 对郯庐断裂带下辽河—莱州湾段的研究尚不够深入, 其主要原因一方面是因为其发育于海域, 直接获得资料比较困难, 另一方面是因为该

段地质构造比较复杂。总的说来, 郯庐带在此段延伸较好, 仍呈北北东向展布。中生代时期的构造面貌已被新生代以来的伸展运动所彻底改造。近地表断裂构造表现为控制新生代凸起和凹陷的边界铲形断层, 鉴于这些断层大多属于盖层断裂, 一般不构成发震构造。但在原断裂位置上, 深部右旋走滑性质的断层依然存在, 而且构成渤海地区强震的主要发震构造。渤海地区郯庐带的另一个主要特点是被一系列北西向断裂所切割(图 2)。这组北

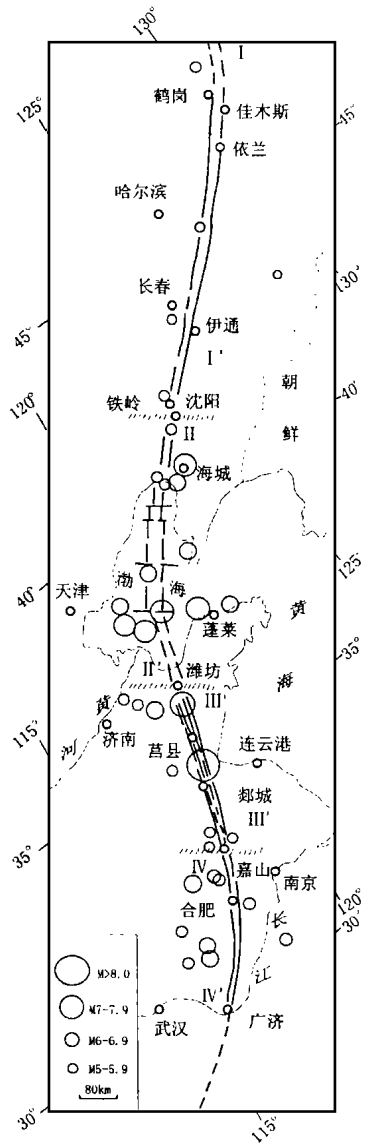


图 1 郯庐断裂带的展布与地震活动

- I—I': 鹤岗—铁岭段;
- II—II': 下辽河—莱州湾段;
- III—III': 潍坊—嘉山段;
- IV—IV': 嘉山—广济段

西向断裂是发育较新的一组断裂,以左旋走滑运动为主,也是切割较深的一组断裂。在这组断裂与郯庐带主干断裂交汇部位,构成强震的主要孕育和发震地点。平常所说的燕山—渤海断裂带就是这组断裂的代表,它由多条北西向断裂组成

因此,下辽河—莱州湾段地震构造的特点是处于伸展构造环境,断层活动性质以正断或正走滑性质为主。另一个主要特点是被一组北西向断裂所切割,在这组断裂与郯庐带主干断裂交汇部位,构成强震的主要孕育和发震地点

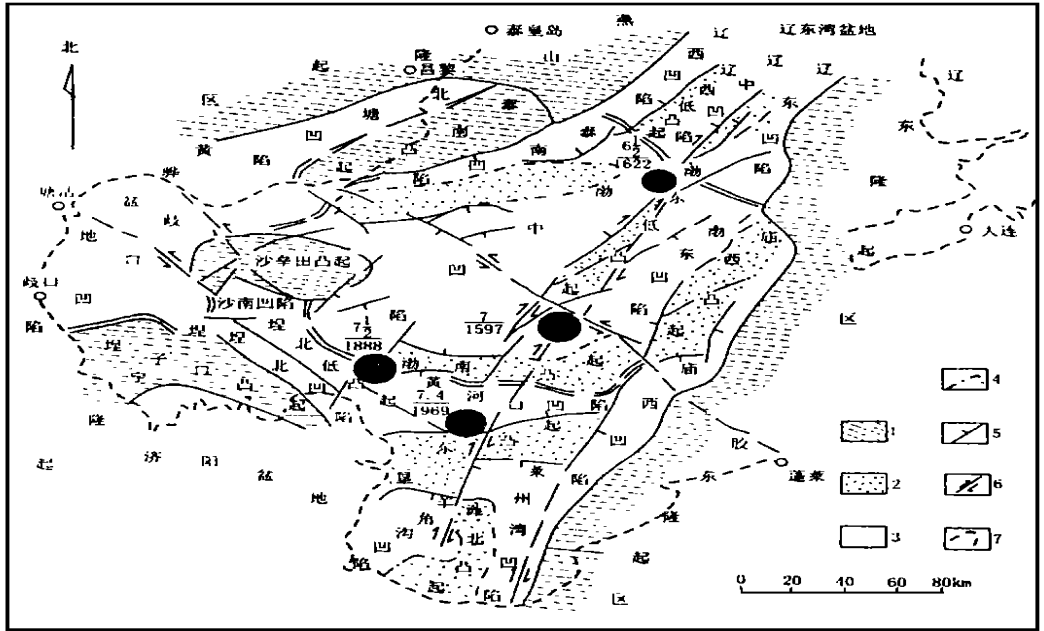


图 2 郯庐断裂带下辽河—莱州湾段地质构造图 (据文献 [7])

1. 隆起区及盆地的高凸起 (缺失下第三系); 2. 盆地中的凸起 (缺失部分下第三系); 3. 盆地中的下第三系凹陷;
4. 构造单元边界线; 5. 基底主干正断层; 6. 基底 (隐伏)走滑断层及盖层走滑断层; 7. 海岸线。

2.2 地震活动

(1) 历史地震

下辽河—莱州湾段地震活动的特点是群集型地震活动。在空间上,多次强震成丛发生。如在渤海中部有 1597 年 7 级、1888 年 $7\frac{1}{2}$ 级、1969 年 7.4 级地震等。在时间上,多次强震集中发生。如在第三活跃期 (1484—1730 年) 7 级以上地震 2 次 (包括 1548 年渤海海峡 7 级地震), 第四活跃期 (1815—? 年) 7 级以上地震 3 个 (包括 1975 年海城 7.3 级地震)。这在华北地区也是发震次数较集中的地区。

(2) 现今地震活动

现今地震活动以 1969 年渤海 7.4 级地震震中附近较为集中,主要沿北北东向分布,与郯庐带主干断裂展布基本吻合 (图 3)。沿北西方向,从蓬莱至塘沽也可以看到沿这一较宽的带地震呈北西向分布。在震级分配上,从小震、中强震到强震各震级档均存在。

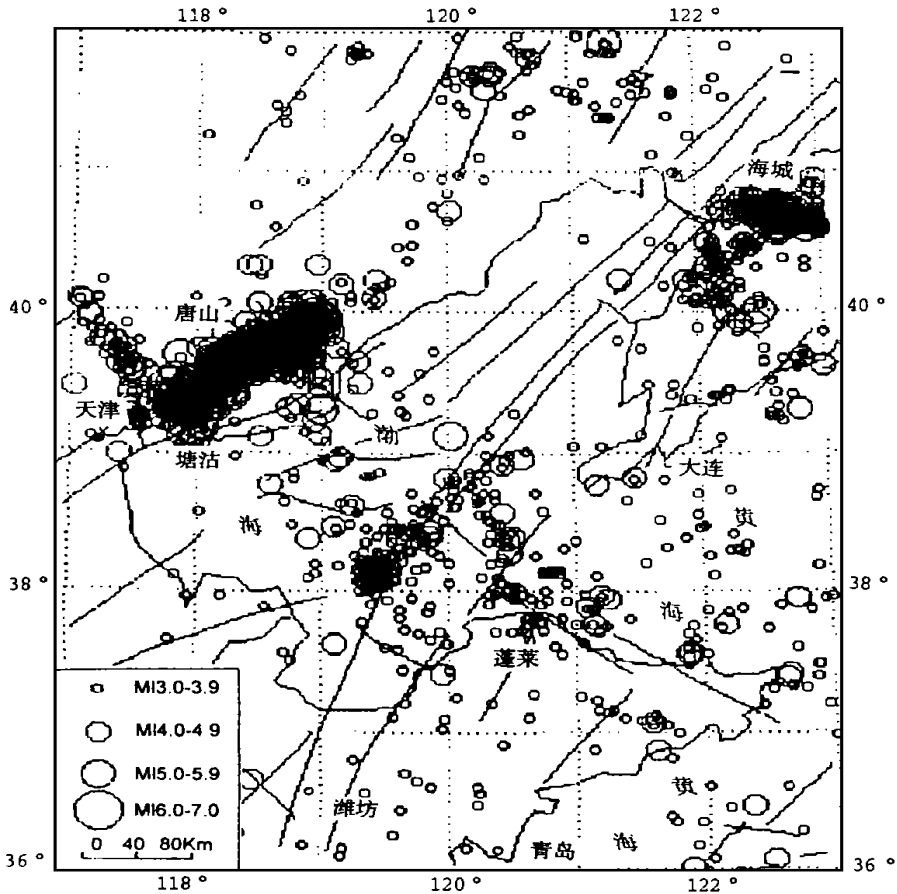


图 3 郯庐断裂带下辽河—莱州湾段地震震中分布图
(1970.1—1998.9, $M_L > 3.0$)

3 郯庐断裂带潍坊—嘉山段地震构造和地震活动

3.1 地震构造

郯庐断裂带潍坊—嘉山段是在中生代复式地堑基础上发育而来的,由 F1 F2 F3 F4 F5 五条平行的断层组成,其中 F1 F2 和 F3 F4 分别为中生代地堑的边界断层, F5 是在 F1 F2 之间新发育的一条断层。F5 断层全长 360km,是一条全新世活动断层,全新世以来郯庐带潍坊—嘉山段的新活动主要表现在该断层上。其特点是由许多断续出露的小断层斜列组成,断层出露地段控制隆起与平原的分界,多处见到晚白垩世地层逆冲到晚更新世或全新世沉积物之上。形成高度不等的陡坎,并右旋错断冲沟水系,显示右旋逆走滑的运动性质。每两条次级活断层的衔接部位多为局部凹陷或拉分盆地,总体构成一条长条状隆起与局部凹陷相间分布的活动构造带^[5,8-10]。

近年来经大比例尺地质填图,发现上述各次级断层之间的组合关系主要为右阶斜列,仅在莒县管帅—招贤地区和郯城县崮上一麦坡地区存在两个左阶桥区。这两个左阶桥区构成了断层分段的障碍体,并把这条断层划分成三个独立的破裂段^[9-10]。自北而南分别

为安丘断裂段(长 100km),莒县—郯城断裂段(长 130km)、新沂—泗洪断裂段(长 130km) 每个断裂段是一个独立的断裂单元,其几何形态、活动性质、最大位移量、最新活动时代、大震复发间隔、现代活动状态等都具独立性。每一个独立的断裂段均代表着一次最大地震的断裂长度。其中安丘断裂段为公元前 70年安丘 7级地震的地震断层,莒县—郯城断裂段为 1668年郯城 8½级地震的地震断层^[11],新沂—泗洪断裂段的最新断裂事件发生于 3510— 4960年间,构成该古地震事件的地震断层^[12]。

因此,潍坊—嘉山段地震构造的特点是处于压性环境,断层活动性质为逆走滑性质。活动断层在空间分布上不连续,活动时间上也不同步,又具明显的分段活动。

3.2 地震活动

(1)历史地震和古地震

根据历史地震资料,前人早就指出,潍坊—嘉山段的地震活动具强度大、频度低的特点^[5,13]。山东地区是有最早地震记录的省份,然而在郯庐带中段上只有公元前 70年安丘 7级地震和 1668年郯城 8½级地震。其中安丘段缺失 5— 6级地震,莒县—郯城段和新沂—宿迁段缺失 5— 7级地震。因此,郯庐带中段缺失中强地震是一个很重要的特点。

在有地震记载之前,该区古地震活动同样遵循这一特点。通过野外探槽开挖,揭露了多次重复出现的古地震事件,均是以强震形式活动的。例如在莒县—郯城段上,除 1668年以外,全新世以来还有三次古地震事件,这三次古地震事件具周期性,其发震时间分别是 3500a.B. P.、6000— 7000a.B. P.和 10000a.B. P.,古地震复发间隔约为 3500年^[14]。在新沂—泗洪段的古地震也有相似的表现。在该段上,也发现了三次古地震事件,其中最近两次事件的时代分别为 3510— 4960a.B. P.和 8230a.B. P.,大震复发间隔为 4000年左右^[12]。

(2)现今地震活动

现代地震活动以小震活动为主,最大震级仅为 4½级^[15— 17](图 7)。其分布呈非均匀性,主要集中于莒县—郯城段。在安丘段和新沂—泗洪段,小震活动稀少。这种小震分布正好与三个断层段落相对应,并为我们提供了这样一个信息,就是安丘段和新沂—宿迁段目前可能已处于闭锁状态,而莒县—郯城段则仍处于 1668年地震后的震后调整阶段。

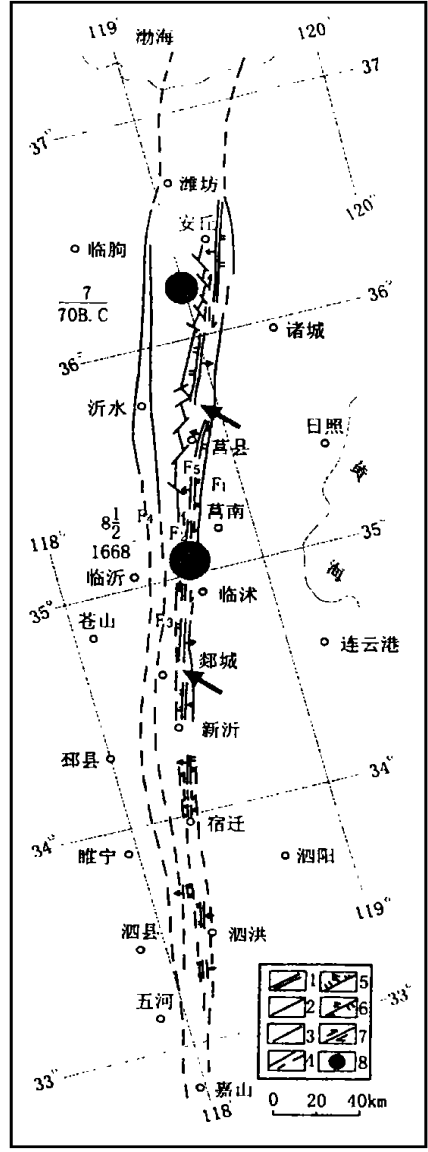


图 4 郯庐断裂带潍坊—嘉山段断裂分布图
1.全新世活动断层(箭头示分段障碍体位置);
2.第四纪活动断层;3.第四纪不活动断层。

图 4 郯庐断裂带潍坊—嘉山段断裂分布图
1.全新世活动断层(箭头示分段障碍体位置);
2.第四纪活动断层;3.第四纪不活动断层。

从潍坊—嘉山段活断层发育演化特点以及地震活动规律分析,发现其地震活动的特点是地震以强震活动为主,强震活动受断层分段控制,在每一段上,强震具原地间隔性地重复发生的特点,且其强度基本相同。中强地震缺失或很少发生。b值在大震级范围内具低 b值的非线性关系。这些特点应是特征型地震活动所具有的,属特征型地震活动^[18]。

4 结论与认识

4.1 郯庐断裂带是中国东部一条深大断裂带,也是一条强震活动带。大震活动主要集中在断裂带中部的下辽河—莱州湾和潍坊—嘉山两段。但是这两段的地震构造环境具有明显不同,地震活动明显属于不同活动模式。其中下辽河—莱州湾段的地震活动具有强度大、频度高的特点,属群集型地震活动;潍坊—嘉山段的地震活动具有强度大、频度低的特点,属特征型地震活动。

4.2 从郯庐断裂带活断层演化特点和地震活动规律分析,未来郯庐带的地震活动仍将主要集中于下辽河—莱州湾段和潍坊—嘉山段。对于下辽河—莱州湾段,未来应注意在新的活跃期或活跃幕到来时群集型强震、中强震的连续发生。对于潍坊—嘉山段,则应注意断层分段本身所控制的地震复发重现规律

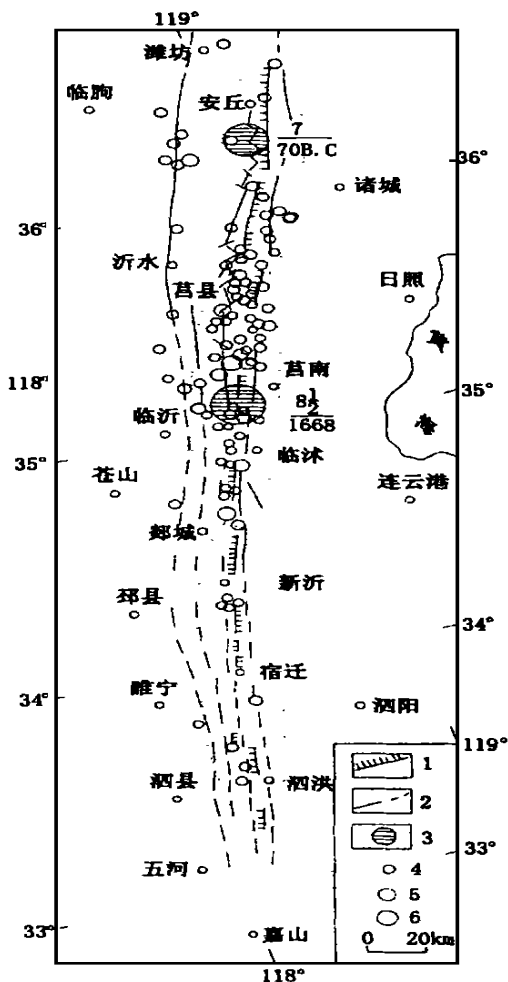


图 5 郯庐断裂带潍坊—嘉山段地震震中分布图

(1970.1—1998.9, $M_L > 2.0$)

1. 全新世活动断层(箭头示分段障碍体位置); 2. 全新世不活动断层; 3. 历史强震宏观震中; 4—6. 现代地震, 震级分级为 M_L 2.0—2.9, 3.0—3.9, 4.0—4.9

(1999年1月15日收到初稿)

参 考 文 献

- 1 国家地震局地质研究所, 云南省地震局. 滇西北地区活动断裂. 北京: 地震出版社, 1990. 1—56
- 2 国家地震局地质研究所. 西藏中部活动断裂. 北京: 地震出版社: 1993. 105—114
- 3 国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组. 鄂尔多斯周缘活动断裂系. 北京: 地震出版社, 1998. 162—173
- 4 国家地震局地质研究所. 郯庐断裂. 北京: 地震出版社. 1987. 12—26
- 5 李家灵. 郯庐活断层. 见: IGCP第206项中国工作组, 中国活断层图集. 北京: 地震出版社, 西安地图出版社.