

98, 2002 (1-104)
1-7 我国华北和西南地区两条新生地震
构造带的初步研究*

p315.2

徐杰

(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

王若柏

(中国地震局第一地形变监测中心, 天津 300180)

王春华 宋长青

(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘要 在以往的地震构造研究中, 注重了那些继承活动的断裂带, 但在与现今区域地质环境和应力场性质基本保持一致的最近构造阶段, 还有正在产生的新断裂带, 即新生断裂带。我国华北和西南地区由地震活动揭示出的北东向唐山-河间-磁县和北西向腾冲-耿马-澜沧两条地震带, 对应的正是新生断裂带。为示区别, 称其为新生地震构造带。以这两条地震构造带为例, 从地震活动和地质构造方面论证它们的存在, 初步分析它们的特征和研究意义。

主题词

华北, 西南, 新生地震构造带

地震地质, 断裂

1 前言

在区域地质构造演化过程中, 当某一构造阶段的地质环境和构造应力场的性质发生变化时, 断裂活动带的空间分布相对于前期构造既具继承性又有新生的特点, 即既有利用先存断裂带继续活动的断裂带也有不受先存断裂带控制而新产生的断裂带(其中常包含某些可利用的先存断裂)。前者称继承活动断裂带, 后者为新生断裂带。只有这两类断裂带才能组成此构造阶段完整的区域活动构造格局, 二者缺一不可。它与先存构造格局会有差异。

我国新生代构造和周围板块运动研究结果表明, 早第三纪末和晚第三纪初是新生代构造发育的重要变革时期, 它必然导致最近构造阶段(N—Q)构造格局的变化。最近构造阶段的活动断裂带同样包括继承和新生两种类型。地震是现代地壳构造活动的一种表现形式, 地震构造带理应是与现今地质环境和应力场性质基本保持一致的最近构造阶段的活动断裂带。据此, 可将地震构造带相应分为继承活动的地震构造带和新生地震构造带。

然而, 在以往地震构造研究中, 人们多注重那些继承活动的断裂带。近30多年来, 我国华北、西南地区的地震活动情况表明, 一些强震, 如邢台7.2级、唐山7.8级及龙陵7.3和7.4

收稿日期: 1997-04-22

* 地震科学联合基金资助项目(课题批准号: 196032)。

第一作者简介: 徐杰, 男, 1943年2月出生, 博士学位, 研究员, 现主要从事地震构造和盆地构造研究。

级、澜沧-耿马7.6和7.2级等地震,并非发生在那样的断裂带中.这些强震和大量中、小地震所刻画的北东向唐山-河间-磁县地震带和北西向腾冲-耿马-澜沧地震带亦无类似的断裂带与之对应.相反,沿地震带仅发现由一些规模较小的继承活动的断裂和一系列新形成的断裂组成的断裂带,它不受前期构造格局控制.显然,它不属继承活动断裂带.

这两条地震构造带所处的大地构造单元及最近构造阶段的地质环境和应力场性质不同,但总体规模和地震活动强度都较大,具代表性.本文拟初步分析它们的基本特征和研究意义,以期引起重视.

2 新生地震构造带的基本特征

2.1 唐山-河间-磁县新生地震构造带

此带位于河北平原的唐山、河间、邢台和磁县一线(图1和图2),总体走向 $N40^{\circ}E$,长600余公里,宽40~60 km.杨理华(1987)研究了其中的唐山-邢台段后认为是一条地震构造破裂带.

2.1.1 地震活动

唐山-河间-磁县地震带(图1)自1068年以来记有6级以上地震(含强余震)17次,其中7级以上地震4次,以1976年唐山7.8级地震为最大.这是华北地区一条重要的强地震带.

此地震带自北而南可分为滦县-宁河、大城-河间、束鹿-隆尧和永年-磁县四个地震密集段(图1和图2),单段走向北北东至北东,长60~120 km,总体左型斜列.束鹿-隆尧段1966年发生了邢台地震,其序列属震群型;滦县-宁河段的1976年唐山地震亦具震群型的特征.带内地震震源大多分布在地壳中8~25 km的深度范围内,基本位于上地壳下部和中地壳.

地震带内除南北两端的1830年磁县7.5级和1976年滦县7.1级地震外,1966年邢台7.2级、1967年河间6.3级和1976年唐山7.8级地震的极震区长轴均为北北东和北东向.由它们的震源机制解(图2)等资料确定的震源断层面走向多为 $N15^{\circ}\sim 13^{\circ}E$,倾角 80° 以上,近直立,以右旋走滑为主.邢台地震和唐山地震前后地形变测量结果及地震破裂带所反映的地面水平错动性质与震源断层一致.地震带具有统一的现代构造应力场,主压应力轴(P)和主张应力轴(T)均近于水平,方位分别为北东东-南西西和北北西-南南东向;中间应力轴(N)近直立.在此应力场中,地震带大致代表了一组最大剪切方向,是一条现代右旋剪切性质的地壳破裂带.

2.1.2 地质构造

此地震带沿北东向斜穿北华北盆地(渤海湾盆地)的西部,南连北北东向太行山山前断裂带,北接北北东向沧东断裂(图3).

北华北盆地位于华北地台的东部,是从始新世开始发育的一个大型裂陷盆地,其构造演化经历了早第三纪断陷和晚第三纪以来拗陷两个主要阶段.断陷阶段形成60多个互不连通的长条形断陷盆地(绝大多数为半地堑).其断陷主断裂大多走向北北东至北东东,一般长30~70 km,剖面上为铲状或平面状形态,倾角较缓,约 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$,往深处很可能以平缓倾角消失或聚敛于地下9~17 km的深处^①.断陷盆地往往集中成带分布而成断陷带,一条断陷带又相应构成一个早第三纪的拗陷,如冀中、黄骅等拗陷(图3),其间以隆起相隔,从而使盆地在地壳上部成为多拗多隆、多凹多凸的复杂盆-岭构造.晚第三纪以来,盆-岭构造整体下沉为统一的大型拗陷盆地,除部分地带外,断裂活动甚弱.盆地构造发育的应力场分析表明,早第三纪时主压

^① 徐杰.华北平原新生代裂陷盆地的伸展构造及其与地震活动的关系.1986.

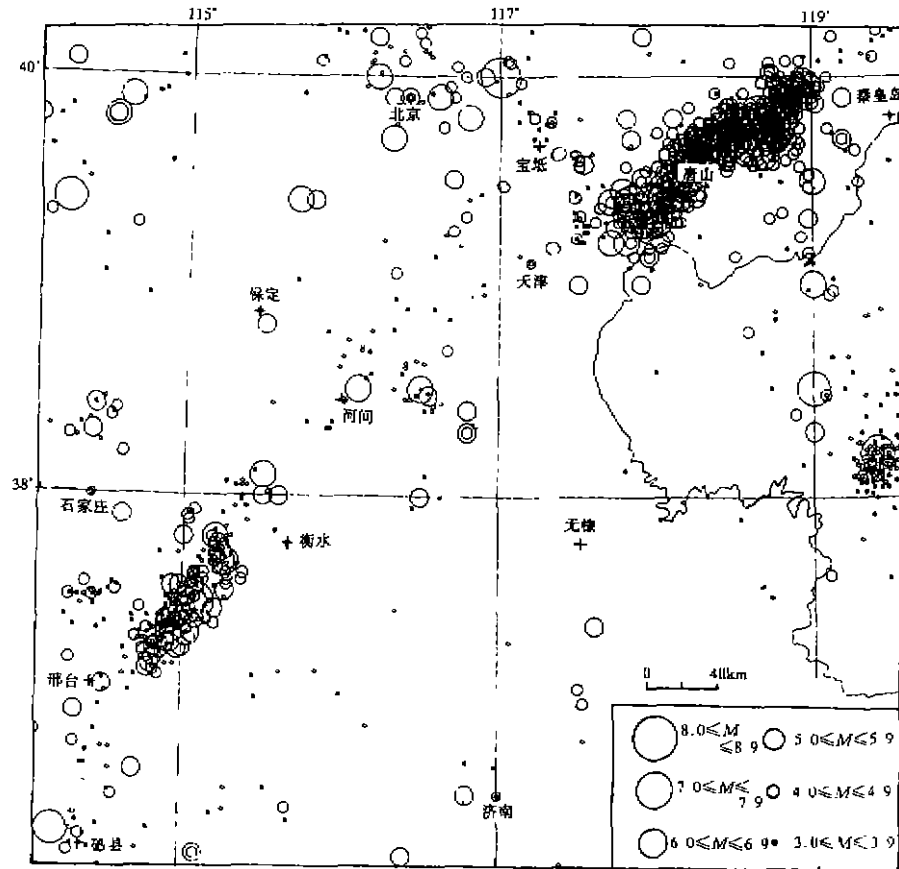


图1 唐山-河间-磁县地震带及邻区震中分布(国家地震局地震分析预报中心1995年9月资料)

Fig. 1 Distribution of earthquake epicenters in the Tangshan-Hejian-Cixian seismotectonic zone and its adjacent areas (Data collected from the Center for Analysis and Prediction, SSB, Sept. 1995).

应力轴近直立;主张应力轴和中间应力轴近水平,方位分别为北西-南东向和南西-北东向,具裂谷应力场的特征。晚第三纪起应力场发生显著变化,逐渐演变成现今的应力状态。所以,在北华北盆地发育的两个主要阶段,构造特征和应力场明显不同。

北北东向太行山山前断裂带与沧东和聊城-兰考断裂之间的北华北盆地西部包括冀中、临清等4个拗陷和沧县、衡水-邢台等4个隆起(图2和图3)。图2表明,盆地西部和北邻的燕山隆起区,晚第三纪以来明显活动的断裂多集中分布在地震带沿线;沧县隆起北部晚第三纪新发育了一系列北北东向断裂;河间、隆尧与南宫之间及永年东边等地,早第三纪的北西向断裂明显被晚第三纪的北东向断裂切错。这些断裂断续密集成带分布,构成一条晚第三纪以来活动的北东向断裂带,具右旋走滑性质。它斜穿沧县隆起、冀中拗陷、衡水-邢台隆起和临清拗陷等早第三纪的二级构造单元,而不受其控制(图3)。断裂带西南连太行山山前断裂,东北接沧东断裂,向北超出北华北盆地而进入燕山隆起区南缘。显然,这是一条新生断裂带。据盆地区裂陷活动中心时-空变化分析,晚第三纪以来的活动中心带分布与此断裂带大致相符^[2]。

此外,据邢台地震区构造条件研究结果,地壳浅层存在铲状新河断裂,控制了早第三纪断

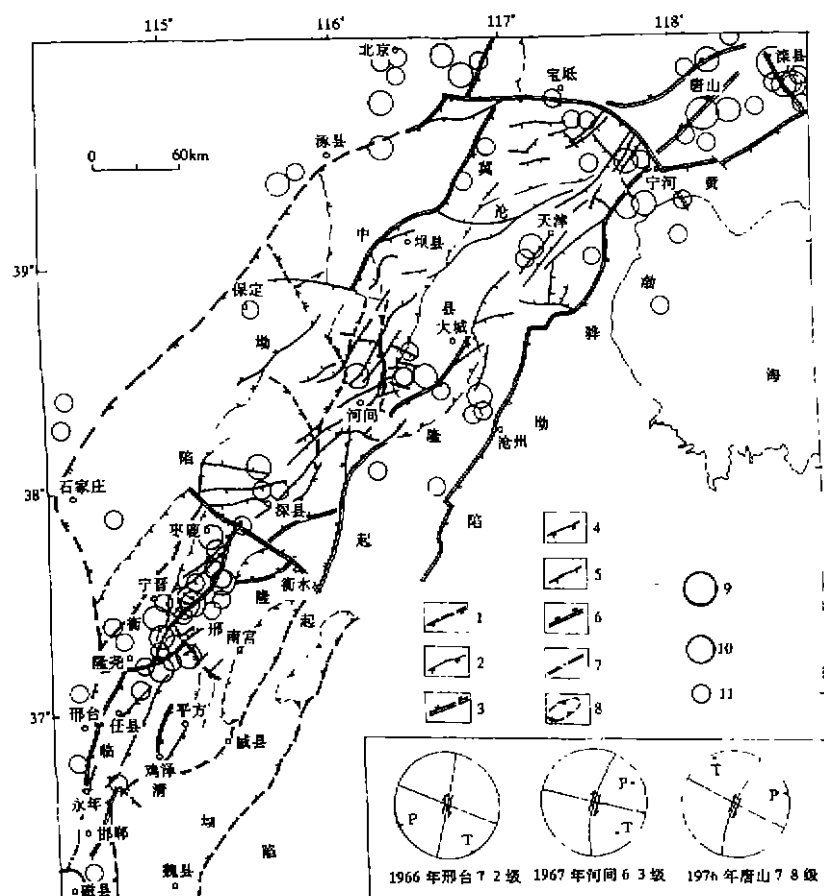


图2 唐山-河间-磁县地震带的断裂和震中分布(附震源机制图)

Fig.2 Distribution of faults and earthquake epicenters in the Tangshan-Hejian-Cixian seismicotectonic zone (with the focal mechanisms attached).

- 1 早第三纪强烈活动的断陷主断裂; 2 早第三纪活动的一般断裂;
3 晚第三纪以来有明显活动的断陷主断裂; 4 晚第三纪有明显活动的一般断裂;
5 晚第三纪以来发育的断裂; 6 第四纪活动的中生代断裂; 7 推测断裂;
8 断陷盆地; 9 $7.0 \leq M \leq 7.9$; 10 $6.0 \leq M \leq 6.9$; 11 $5.0 \leq M \leq 5.9$

陷盆地的发育,深部存在高角度断裂,其形成时代可能较新,震源位于这两种断裂汇而未交的部位,深部高角度断裂是邢台大震的主要发震断裂^[3].此推断得到深地震反射剖面研究结果^[4]的证实.唐山地震区亦存在类似的特点^[5].

2.2 腾冲-耿马-澜沧地震构造带

此带位于滇西南腾冲、龙陵、耿马、澜沧和勐海一线,走向北西,长600余公里,宽60~80km(图4).

2.2.1 地震活动

少量史载和短期仪器记录的地震资料已清楚地显示出一条北西向地震带(图4),记有5级以上地震近百次(含强余震),其中7.0~7.9级8次,6.0~6.9级近40次,以1988年澜沧7.6级地震为最大.

该地震带大致可分腾冲-龙陵和耿马-澜沧两段,每段都发生过7级以上地震。地震序列多为双震和震群型。综合等烈度线总体呈北西向带状分布(图4A)。

此带大部分地震震源深5~15 km,震源区多具共轭破裂特征。由震源机制解等资料确定的强震震源断层面方位为北西和北东向,前者为右旋,后者为左旋。地震带具统一的现代构造应力场,主压应力轴和主张应力轴均近于水平,方位分别为北北东和北西西向。在此应力场中,地震带表现为一条现代右旋剪切的地壳破裂带。

2.2.2 地质构造

在区域大地构造上,滇西南包括波密-腾冲早加里东地槽褶皱系、左贡-耿马华力西地槽褶皱系和三江印支地槽褶皱系^[6],它们总体呈向南散开的“帚状”展布(图4B)。其中控制一、二级构造单元的区域性断裂多为北北西至近南北走向分布。仅在盈江、耿马和澜沧一带发育一些具有一定规模的北东向断裂,如南汀河断裂,它们形成于印支-燕山期^[6]。

腾冲-耿马-澜沧地震带沿北西向斜穿上述三大构造单元,带内不存在北西

向的区域性断裂(图4)。张俊昌等(1991)根据对上新世—第四纪盆地沉积及其变形、地形地貌、水系错动、卫星影像等新构造活动现象的分析发现,滇西南地区在上述构造背景下叠加发育了北西和北东向两组断裂,北西向断裂斜列成带分布,北东向断裂近于等间距地穿插其间,地面上它们断断续续,时隐时显。就具体的地震区而言,1976年龙陵7.3和7.4级地震发生在由三条大断裂围限的华力西和燕山晚期的巨大花岗岩基内,其中没有规模很大的断裂,仅发现许多规模甚小,断续分布的断裂,相对集中组成一条北西向和两条与之交切的北东向断裂带,震源就在其内。其它强震区亦无区域性大断裂通过。上新世晚期以来构造变形的一致性表明,最近构造阶段内区域构造应力场至今仍是基本稳定的。综上所述,腾冲-耿马-澜沧地震带所在的构造带是一条上新世以来新发育的右旋走滑断裂带,亦属新生地震构造带^①。

3 结语

上述两条新生地震构造带是我国华北和西南地区重要的强震发生带,它们虽然所处的大地构造单元和最近构造阶段的地质环境和应力状态不同,但有其共同的特征。

① 张俊昌,等.云南澜沧-耿马大地震地震地质考察研究报告,1991。

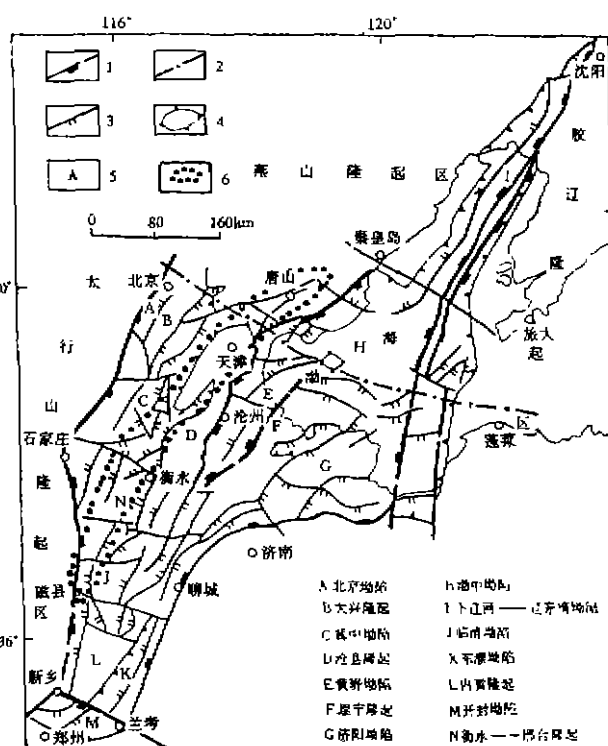


图3 北华北盆地早第三纪构造格架

Fig.3 Early Tertiary tectonic framework of northern North China basin.

- 1 区域性断裂; 2 北京-蓬莱断裂带; 3 断陷主断裂;
4 下第三系缺失区; 5 二级构造单元编号;
6 新生地震构造带大致分布范围

(1) 它们都是在区域地质环境和应力场性质发生显著变化的最近构造阶段中新发育的断裂带. 在此阶段的地壳应力场中, 这类构造带基本沿一组最大剪切方向发育, 属地壳剪切破裂构造带.

(2) 新生地震构造带虽包含了一些先存断裂, 但其发育不受前期区域性断裂和构造单元控制. 带内断裂活动时代最新, 新发育的断裂往往切割前期构造.

(3) 由于这类构造带发育时间短, 处于剪切破裂带形成的初期阶段, 断裂尚未向两端扩展进而相互连通成规模较大的断裂, 因此断裂规模小, 断断续续, 多斜列分布. 有的甚至未断到地表, 而为“盲断裂”. 同时, 存在一组与之共轭的破裂, 从而往往具多点共轭破裂的特征. 在地震序列类型上, 双震和震群型地震较普遍.

(4) 新生地震构造带中, 发震断裂的地表形迹不明显或规模小, 地震破裂带的发育程度、规模及位错量, 以至极震区都比较小, 远不能与继承活动的走滑断裂带中同震级地震的有关现象相比.

进行地震活动和地震危险性及其有关研究时, 都离不开地震构造带和区域地震构造格局的分析, 地震构造带和区域地震构造格局完整与否, 直接影响到这些研究的结果. 同时, 继承活动断裂带与新生断裂带的发育历史和发育程度不同, 其地质表现明显有异, 从前者总结出判断潜在震源区地点和强度的标志, 在新生断裂带中不适用. 对不同类型的地震构造带, 需有不同的差别标志. 因此, 揭示和研究新生地震构造带具有重要的理论和实践意义.

参考文献

- 1 杨理华. 邢台-河间-唐山强震带是地震构造破裂带. 中国地震, 1987, 3(4): 61~66.
- 2 徐杰, 牛彦芳, 王春华, 等. 华北平原盆地裂陷活动中心迁移特点及与地震活动和深部构造的关系. 中长期地震危险性预测研究文集. 北京: 地震出版社, 1992. 315~328.
- 3 徐杰, 方仲景, 杨理华. 1966年邢台7.2级地震的构造背景和发震构造. 地震地质, 1988, 10(4): 51~59.
- 4 王椿镛, 王贵美, 林中洋, 等. 用深地震反射方法研究邢台地震区地壳细结构. 地球物理学报, 1993, 36(4): 410~415.
- 5 刘国栋. 唐山地震震源构造及动力学过程研究. 见: 刘若新主编. 现今地球动力学研究及其应用. 北京: 地震出版社, 1994. 70~83.

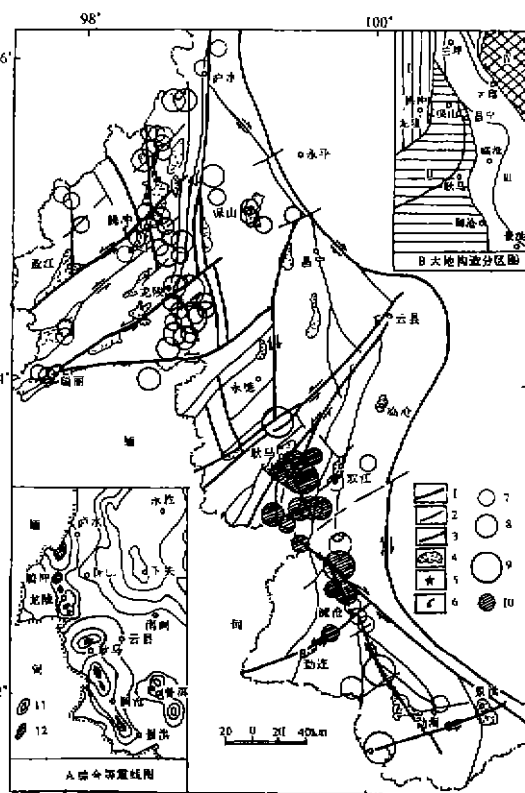


图4 腾冲-耿马-澜沧新生地震构造带及邻区地震构造、综合等烈度线分布(A)和大地构造分区(B)(据张俊昌等1991年和陈炳蔚等1987年资料)

Fig. 4 Structures in the newly-generated Tengchong-Gengma-Lancang seismotectonic zone and its adjacent areas, distribution of composite isoseismal lines (A) and geotectonic division of the zone (B) (After Zhang Junchang, et al., 1991; Chen Bingwei, et al., 1987)

- 1 新活动的区域性断裂; 2 活动断裂; 3 地震破裂带;
- 4 上新世-第四纪盆地; 5 现代火山口; 6 热泉;
- 7 $5.0 \leq M \leq 5.9$; 8 $6.0 \leq M \leq 6.9$; 9 $7.0 \leq M \leq 7.9$;
- 10 1988年澜沧-耿马地震序列; 11 等烈度线; 12 极震区;
- I 波密-腾冲褶皱系; II 左贡-耿马褶皱系;
- III 三江褶皱系; IV 扬子地台

- 6 陈炳蔚,王铠元,刘万嘉,等.怒江-澜沧江-金沙江地区大地构造.北京:地震出版社,1987.116~137
- 7 张四昌,徐杰.1976年龙陵地震地质特征的探讨.地震研究,1978,1(3):44~54.
- 8 刘正荣,以耿马.澜沧地震为例再论共轭地震.地震研究,1978,1(4):6~9.
- 9 陈立伏,赵维城.一九七六年龙陵地震.北京:地震出版社,1979.50~63.
- 10 丁国瑜,李永善.我国地震活动与地震现代破裂网络.地质学报,1979,53(1):22~34.
- 11 国家地震局《一九七六年唐山地震》编辑组.一九七六年唐山地震.北京:地震出版社,1982.
- 12 徐杰,洪汉净,赵国泽.华北平原新生代裂谷盆地的演化及运动学特征.见:现代地壳运动研究(1).北京:地震出版社,1985.26~40.
- 13 河北省地震局.一九六六年邢台地震.北京:地震出版社,1986.
- 14 张四昌.中国大陆共轭地震构造研究.中国地震,1991,7(2):69~76.
- 15 徐杰,牛雯芳.华北平原裂陷盆地区多震层的一个重要的构造特征.见:马宗晋主编.大陆多震层研究.北京:地震出版社,1992.315~328.
- 16 俞维贤,周瑞琦,候学英,等.澜沧-耿马地震的成因机制.地震学报,1994,16(2):160~166
- 17 徐杰,牛雯芳,王春华,等.唐山-河间-磁县新生地震构造带.地震地质,1996,18(3):193~198.

PRELIMINARY STUDY ON TWO NEWLY-GENERATED SEISMOTECTONIC ZONES IN NORTH AND SOUTHWEST CHINA

XU Jie

(Institute of Geology, CSB^①, Beijing 100029)

WANG Ruobai

(The First Center for Crustal Deformation Monitoring, CSB, Tianjin 300180)

WANG Chunhua SONG Changqing

(Institute of Geology, CSB, Beijing 100029)

Abstract

In previous seismotectonic studies, the emphasis was placed on the inherited active fault zones. In the recent tectonic stage that essentially keeps in step with the current regional geologic environment and the stress field, however, there are also some newly-generated fault zones. By studying the seismicity in North and Southwest China, it has been known that the NE-trending Tangshan-Hejian-Cixian and NW-trending Tengchong-Gengma-Lancang seismic zones are just two newly-generated fault zones. To distinguish them from the inherited fault zones, they are called the newly-generated seismotectonic zones. This paper deals with the existence of these two seismogenic zones from their seismicity and geological structures, gives a preliminary analysis on their characteristics and shows their significance.

Key words North China, Southwest China, Newly-generated seismotectonic zone

① “中国地震局”英译名“China Seismological Bureau”的缩略形式.