

北京及其晋冀交界地区现代 构造活动和形变场特征

胡惠民

(国家地震局测量大队)

摘 要

综合近期垂直形变、部分地区水平形变以及跨断裂的测量资料,说明北京及其晋冀交界地区区域应力场以北西—北北西为主张应力和北东—北东东为主压应力方向,并有深部构造的上拱作用,在几种力的联合作用下,燕山折断带山区继续抬升,断陷盆地和北京平原相对下降,区内大部分北东向断裂表现为张扭性,北西向具有反扭特征。短基线资料表明近期水平形变大于垂直形变,张应变大于压应变。

上述地区大致位于北纬 $39^{\circ}40'$ — $40^{\circ}50'$ 、东经 $176^{\circ}50'$ — $113^{\circ}10'$,包括北京及其西北部分的一系列盆地,直至晋冀交界地区。这个地区从1969年以来,被有些单位列为可能发生强震的危险区,其中地壳形变手段即是划分该危险区的依据之一。

一、地震地质背景

本区主要部位属于燕山褶断带,西南侧与山西隆起区的断陷盆地相接,东部与太行山隆起区和华北平原沉降带相连。整个区内地质构造复杂。历史上所发生的五级以上地震主要集中在北东向和北西向构造相交的断陷盆地和凹陷区内,大致成条带状分布。其中有些地震明显地受到张家口—北票断裂和宝坻—桐柏—涿县断裂所制约,反映了这些东西向老构造既有控制作用,又有重新活动迹象。

本区西部的延怀盆地、蔚县盆地和大同盆地等,在新生代时期先后形成了地堑或半地堑式的断陷盆地,盆地内广泛沉积着第三系和第四系沉积物,最大厚度可达2000—3000米。由于控制盆地的边界断裂在地质时间上和空间上的不均匀性,致使各盆地沉积厚度、盆地规模、构造形态均存在着很大差异,到第四纪时期沉积厚度的变化更为显著,其中延怀盆地第四系最大沉积厚度竟可达千米,而有些盆地一般为300—400米,可见第四纪时期构造差异运动十分强烈。

本区东部的北京断陷在老第三纪时期即已形成,由于新构造运动强烈影响,京西北山区不断抬升,凹陷内则接收新第三纪沉积,厚度可达1500米左右。到了第四纪时期,北东向盆地继续下降,与此同时由于北西向活动构造的强烈影响,北京凹陷开始解体,沙河和顺义地区成为新的沉降中心,第四纪厚度达700多米。

总之,本区在多组构造相互作用下,构造复合部位变形强烈,差异运动显著,近期

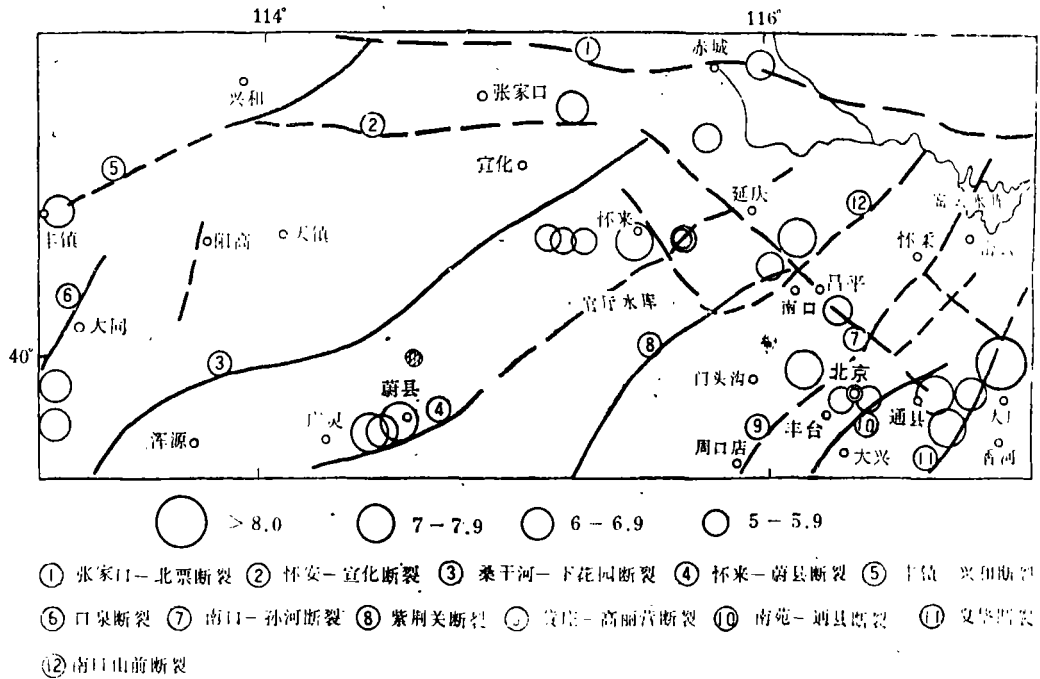


图 1 主要构造和五级以上震中分布略图

活动构造和不同方向断裂交会处，往往是本区孕育强震有利的构造部位。

二、现代构造活动和形变场特征

现代地壳形变变化概貌，直接反映出区域构造活动轮廓，而对较大范围内的垂直和水平形变的研究，可以进一步分析区域形变场的活动特征。

(一) 垂直形变特征：为了更好地研究大面积地壳形变发展趋势，我队采用了动态法，处理了不同年限的资料，编制成地壳垂直形变图。

本区大面积的垂直形变反映出近一、二十年来地壳活动的总貌，从图 2 看出山区继续上升，上升最大幅值为 30 毫米，年速率约 2.1 毫米；平原和盆地仍在不断下降，一般下降幅值也为 30 毫米。东部北京平原呈现出明显下降，其中以北京至通县一线有些点位下降幅度较大，达 100 毫米以上，这些点位主要受东郊工业区开采地下水的影响。但就其近期变化形态和分布范围来看，似与北西南口—孙河断裂展布方向较为一致。北京西部的西山地区，它与太行山北延部分相连，形变上升幅值为 30 毫米，大体构成了北东向隆起带。向西进入延庆、怀来盆地，盆地大致以 3 毫米/年速率持续下降。下花园地区从七十年代至今，一直在大幅度下降，其中有个个别点位最大下降值达 226 毫米。这与该区下部开采煤矿、造成上部地下水大量流失引起点位变动有关。延怀盆地的近期形变资料表明，继承性构造活动是很明显的。延庆盆地第四纪沉积厚度可达千米，按第四纪下限为三百万年计算，年沉降速率约为 3 毫米，与上述形变速率大体一致。

本区西部熊耳山地区，在形变上表现为隆起，上升幅度约 20 毫米，其西的阳原盆地

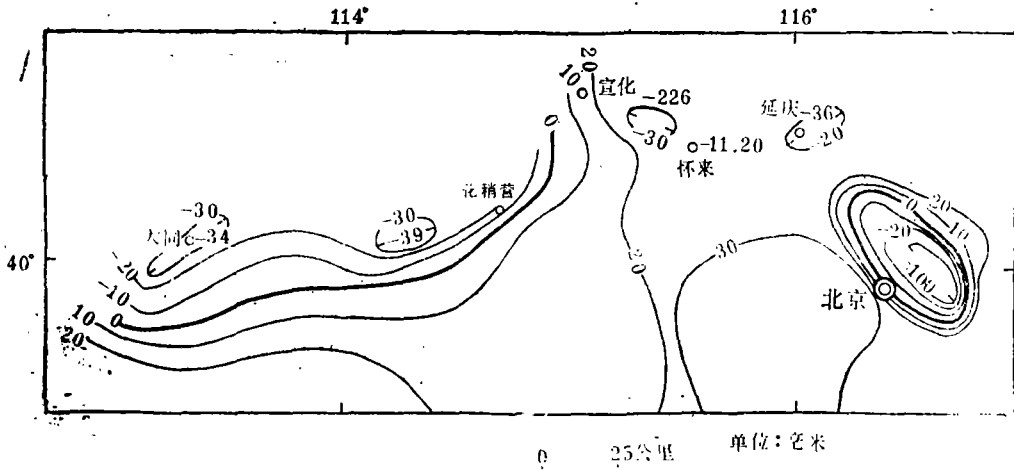
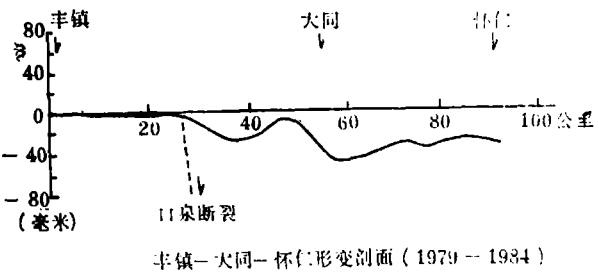
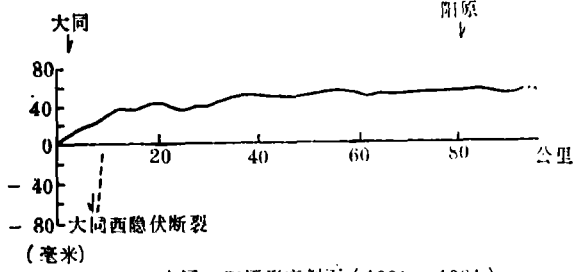


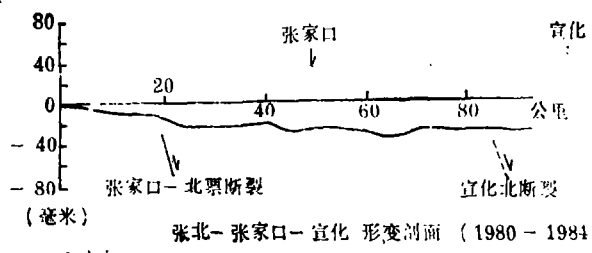
图2 1951—1975 垂直形变图
1968—1982



丰镇—大同—怀仁形变剖面 (1979—1984)



大同—阳原形变剖面 (1981—1984)



张北—张家口—宣化形变剖面 (1980—1984)

图3 形变剖面图

和大同盆地出现了明显的下降，变化幅值分别为-39毫米和-34毫米，年速率约2毫米多。根据地震地质大队提供的考古资料，即从大同盆地埋深地下1.5—1.8米，1214年金代古城的文物中，可推算出平均年沉降速率为2.2毫米，这与上述变化趋势基本一致。这个地区所显示的垂直形变，无论为隆起还是下沉，形变等值线均呈近东西向展布，到阳原盆地附近即转成北东向，恰与熊耳山延伸方致一向。

从1979—1984年复测的形变剖面资料反映出大同盆地近期还在下降，与两侧相对变化可达30—40毫米，表明北东向的口泉断裂和大同西断裂两侧的差异运动继续存在。

张北—宣化形变剖面，测线跨过东西向张家口—北票深断裂，两侧相对变化明显，年速率约3毫米。测线穿过宣化盆地仍出现了继续向南倾斜的趋势，这

种与地貌形态相反由北向南的掀斜运动，持续了二十多年，直至1983年才逐渐趋于平缓。上述变化时间较长，且有一定的形变范围，这种形变场的特点是否反映了盆地在区域应力场加强过程中出现的局部调整，还是别的原因值得进一步研究。

(二) 水平形变特征：水平形变资料主要集中在北京地区和延怀边缘地区。由于所测到资料的单个形变参数（应变、位移等）与测量误差处于同一数量级，因此要从中得到可靠前兆信息，目前还是不可能的，仅能从中了解本区水平形变总体分布特征。

从1966年相对1975年—1980年复测的157个三角点和373条测距边构成的测边网，求得北京地区主张应力方位为北 80° 西。原武汉地震大队在1977年对怀来地区所测一等三角网29条边，得出该区主张应力为北 63° 西，这与其他资料获得的区域应力场力有一定角度差异。

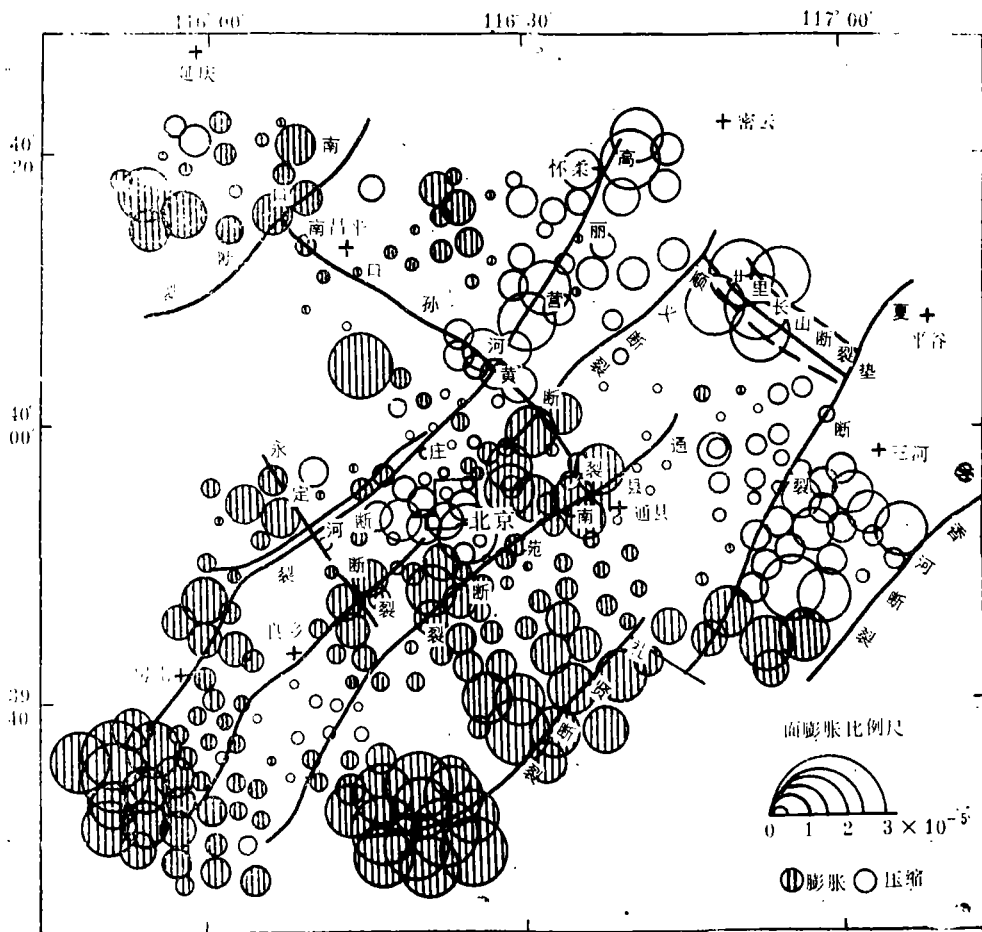


图4 北京地区面膨胀分布图

从北京地区面膨胀图大致可以看出：

1、从总体来看全区面膨胀占主导地位，南部地区尤为明显，如黄庄—高丽营断裂南端，礼贤断裂带两侧。北西向南口—孙河断裂与北东向顺义断裂、通县—南苑断裂交汇处，面膨胀也较明显，南口山前断裂东西两侧也有明显的张形变，说明了上述断裂带

近期以拉伸为主。

2、全区大致以北西向南口—孙河断裂为界，水平形变特征可分为南北两部分，表明了这条断裂不仅对水平形变场具有明显的控制作用，而且说明其现今活动仍在继续。

3、在区域应力场统一作用下，北京地区出现的水平形变具有明显的不均匀性，从图中可以看出，有些地区压应变和张应变相间分布，这种南北分块特征主要与该区构造分布格架、北东向和北西向构造相互交切、断裂的产状以及近期活动特点有关，在这些综合因素共同作用下，导致一些地区局部应力场存在着较大差异。如黄庄—高丽营断裂的北部和夏垫断裂等出现了明显的压应变，显示

出地壳上部可能受到一定程度的挤压。

(三) 近期断裂活动特征：

北京周围地区有不少单位建立了短水准和短基线，现择一些观测条件较好的测点概述如下：

1、张山营基线：测线跨南北向张山营断裂，1976年唐山地震前基线曾出现过缩短。但从1970年以来的总趋势看，基线伸长量为1.3毫米，反映出这条断层活动较弱，水准变化量就更小。

2、墙子路测点：测线跨北 80° 西断裂，建点以来变化微小，总变化量仅0.65毫米。

3、施庄测点：测线跨北 50° 西断裂，69年建点以来基线出现了长趋势下降，断裂处于挤压反扭状态，1980年以后呈现加速趋势。十几年来基线变化量为1.25毫米，短水准无明显的趋势变化，表明该断裂现今活动以走滑特征为主。

4、小水峪观测点：测线跨北 60° 东安营堡断裂。从长趋势看基线处于伸长状态，总变化量为2.5毫米，反映了现今断裂具有张扭性活动特征。

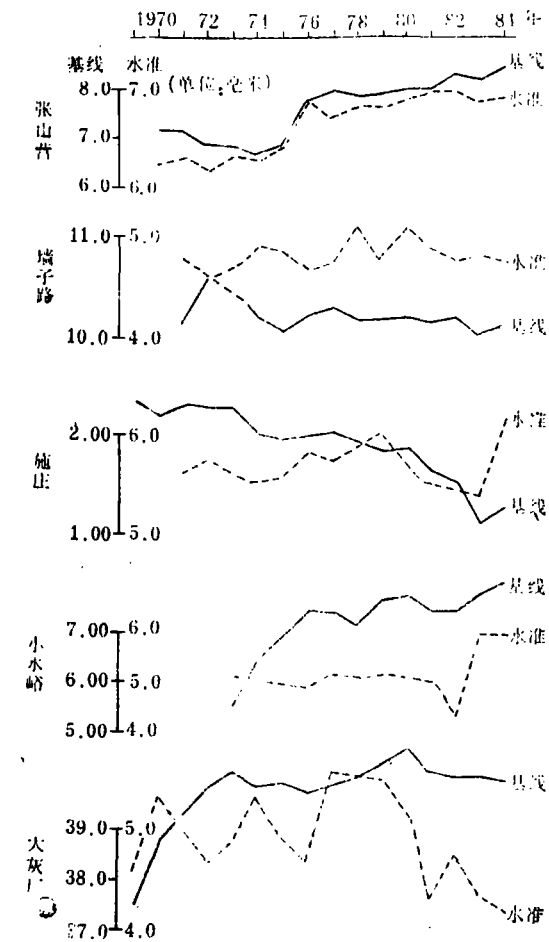


图5 跨断裂测点年平均值图

5、大灰厂测点：测线跨北 45° 东向八宝山断裂，1969年观测以来，基线基本上处于伸长状态，唐山地震前有少量压缩，震后又出现短期伸长，80年后又有缓慢下降，大灰厂地震台的伸缩仪也出现过类似情况。短水准分别在1975年和1980年前后曾出现过二次大的变化，表现为上盘上升的逆断层活动。虽然基线和短水准在反映断裂活动方式和变化时间上还有不一致的地方，但1976年唐山地震前中期前兆现象和1980年后呈现的大幅度长期变化却又有相同之外，表明了它们受到某种共同因素所支配。对1980年后的变化，目前认为很可能由于连年干旱所造成。

6、南口和芦家井观测点：分别跨过北东向南口山前断裂和八宝山断裂，前者自1974年以来累计变化量为13毫米，（其中可能包含着降雨干扰）后者1977年以来变化量为5毫米，二者均显示出张性的正断层活动。

8、百善观测点：测线跨北西向南口一孙河断裂，该点虽受地下水周期性较强烈干扰，但79年以来基本上反映出向西倾斜的趋势，表现为正断层活动，累计变化量达26毫米。

9、大同观测点：测线跨北北东向的口泉断裂，1982年观测以来，其中一条测线有向南倾斜趋势，即断层上盘向下活动，垂直变化量约2毫米。另一条测线则变化不明显。

三、现代形变场的讨论

地壳形变能直接反映出现代构造活动强度和方式，而它又受到区域构造应力场的控制。本区较老的東西向构造，在原来基底断裂活动的基础上，又出现了新活动；北东向（北北东）构造对本区断陷盆地形成和塑造现代地貌起到了明显的控制作用，北西（北西西）构造第四纪以来活动明显。并分割和限制了一些断陷盆地，使两侧的第四系厚度出现了明显的差别，它对现代地震活动具有一定的制约作用。在上述多组构造相互作用下，本区一二十年来垂直形变大致出现了西升东降的局面，基本上继承了第四纪以来的构造轮廓。北京和延怀盆地边缘地区十几年来水平形变资料表明，主张应力方向为北西向，整个区内张应变占主导地位，表明了这种拉张作用现今仍很明显。

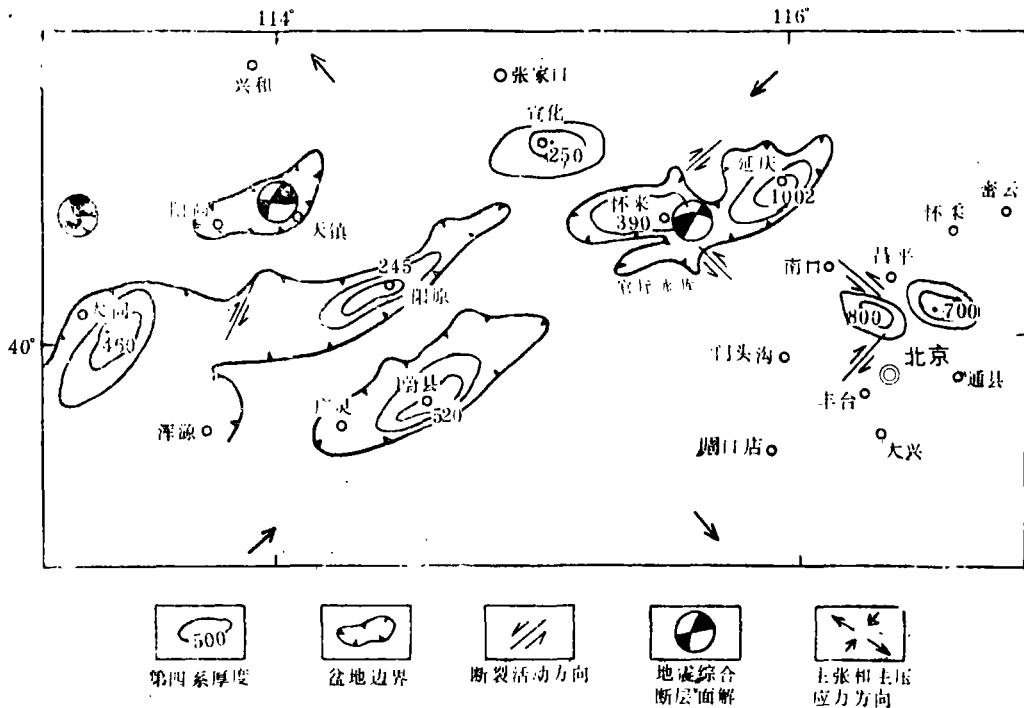


图6 北京及其晋冀交界地区现代构造应力场示意图

西部的大同盆地,近些年来垂直形变资料说明盆地仍在继续下降,两侧边界断裂还有明显活动。丁国瑜研究了大同盆地西侧北东向断裂水系,上更新世以来该水系错动幅度达200—400米,平均年速率为1.8—3.6毫米,断裂呈右旋方式扭动。这些资料说明了水平扭动和北西向的拉张作用,仍然控制着盆地的形成和发展。张家口以北的东西向构造,从形变上显示出近期具有明显的活动性。穿过宣化盆地,存在着继续向南的倾斜趋势。

延怀盆地主体分布方向呈北东向,新第三纪以来沉积厚度达2300米、近期垂直形变资料说明盆地在继续下沉。本区水平形变资料表明以张性为主,跨断裂测点,无论是北东向小水峪断裂,还是南北向张山营断裂均出现以拉张为主的趋势变化。上述资料说明本区仍以北西向的主张应力控制着盆地的发展及有关的断裂活动。与此同时北西向施庄断裂出现了以反扭为主兼有压性的活动方式。

北京地区现今构造格架主要是新构造时期形成的。近期垂直形变仍以南口山前断裂为界,反映出西升东降的继承性活动。百善形变观测点几年来资料反映出南口—孙河断裂具有张性活动,但水平形变资料则反映出该断裂与黄庄—高丽营断裂交切部位出现压缩现象,说明该断裂不同部位的活动性质是有差异的。郑炳华对张家口—北京—宁河北西带研究认为,该构造带深切地壳,控制着现代地震活动,并具有明显的左旋剪切扭动。这说明了由于两个块体在深处发生相对运动,势必对地壳上部岩层不均匀处或断裂交接部位产生局部应力场,致使断裂的不同部位形变性质具有一定差异性。北京西部的北东向八宝山断裂,近期形变也以顺扭张性活动为主。上述现象说明了北京地区现今地壳形变仍以北西—北北西拉张应力为主。

综上所述本区地壳形变所反映的现代构造应力场,从总体来看仍为北东—北东东主压应力和北西—北北西主张应力。这与近期在丰镇、天镇、怀来地区所发生的中小地震,得到的综合断层面解也大体相似。在这种应力场作用下,北东向断裂出现顺扭,北

表 1

发震时间	地点	震级	节 面 I			节 面 II			P 轴		T 轴		N 轴	
			走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角
1978.4.21	山西天镇	4.4	53°	SE	35°	280°	NE	65°	50°	61°	171°	16°	268°	24°
1971—1972	河北 沙城台	小地震	24°	SE	90°	294°	SW	64°	250°	18°	156°	18°	24°	64°
1981.8.31	内蒙丰镇	5.5	78°	SSE	55°	347°		90°	213°	24°	311°	22°	347°	55°

(表中资料分别引自“华北地区地壳应力场”一书和内蒙地震局资料)

西向断裂出现反扭,构成了剪切共轭结构面。与此同时本区深部构造也起了重要作用。由于不同构造部位块体受到上拱、掀斜或相对凹陷,随着时间的增长,上部的张性作用就愈加明显。按现有资料来看,不少地区的拉张形变大于压缩形变,从近期华北地区所发生的强震来看,同样存在着张形变大于压形变。地震地质大队提供的跨断裂资料,说明断裂的水平活动量大于垂直活动量,一般大1—2倍。说明了这些断裂近期以水平扭动为主。邢台、海城、唐山地震断层,震后所测到的形变资料,同样显示出水平位移量较

观测点	项目 断层要素	基 线		短 水 准	
		活动量(毫米)	年速率(毫米)	活动量(毫米)	年速率(毫米)
张山营	SN/E $\angle 60^\circ$	1.3	0.1	0.7	0.05
墙子路	N80°W/NE $\angle 55^\circ$	0.65	0.05	0.3	0.023
施庄	N50°W/NE $\angle 70^\circ$	1.25	0.083	0.75	0.05
小水峪	N60°E/SE $\angle 50^\circ$	2.5	0.02	1.0	0.09

垂直位移量大, 最大可达2.8倍。

四、结 语

1、从现有地壳形变资料来看, 本区北西—北北西向主张应力表现较为明显, 并控制着盆地和平原的形成和发展。

2、本区研究范围虽小, 但跨越了多个构造单元, 从构造演化基本特征可以看出, 大致以太行山为界, 新生代时期出现了西升东降构造格局, 近期形变资料也显示出这种特点, 表明第四纪以来继承性活动是很明显的。

3、断裂测量资料表明, 断裂水平变化量大于垂直变化量, 几次大震震后资料同样证明水平形变大于垂直形变, 表明现代构造活动特点是以水平扭动为主。

4、本区西部大同盆地附近所显示的东西—北北西向形变带, 邻近宣化盆地周围反映出由北向南的掀斜形变带, 形成时间较长, 并有一定方向性, 这个地区四级以上地震近期时有发生, 是值得注视地区。

本文所用资料分别由沈永坚、黄立人、王纪尧同志和地震地质大队、流动队提供, 在此一并表示感谢。

(1985年9月4日收到初稿)

参 考 文 献

- [1] 应绍奇, 京津唐地区地壳形变及现代构造运动, 地震地质, 4, 2, 1982.
- [2] 吴子荣等, 延一怀盆地新构造与地震, 地震地质, 1, 2, 1979.
- [2] 刘光勋等, 中国东部活动断裂的现代构造运动, 地震地质, 4, 4, 1982.
- [4] 丁国瑜等, 华北地块新构造变形基本特点的讨论, 华北地震科学, 1, 2, 1983.
- [5] 王若柏等, 北京地区的水平形变及其构造含义, 地震地质, 6, 4, 1984.
- [6] 高名修, 华北块断构造区的现代引张应力场, 地震地质, 1, 2, 1979.
- [7] 杨理华等, 华北地区地壳应力场, 地震出版社, 1980.
- [8] 郑炳华等, 燕山地区北西向和北北西向断裂构造基本特征初步探讨, 地震地质, 3, 2, 1981.

THE CHARACTERISTICS OF RECENT TECTONIC ACTIVITY AND DEFORMATION FIELD IN BEIJING AREA AND THE JUNCTURE OF HEBEI AND SHANXI PROVINCES

Hu Huimin

(*Surveying Brigade, State Seismological Bureau*)

Abstract

Based on the synthesis of recent vertical deformation, horizontal deformation in part of the region and survey data over fault is shown that for the stress field of Beijing and the juncture region of Hebei and Shanxi provinces the principal tension stress is NW—NNW and principal compression stress is NE—NEE and that this region has a uplift action of deep structure. Under the unified action of several kinds of forces Mt Yanhan region continues to uplift, fault basins and Beijing plain relatively subside. In the region, most of NE faults are tensile—torsional and NW fault are torsional. The short base line data show the recent horizontal deformation is larger than vertical and tension stress is larger than compressive strain.