

新生代构造体系——“华北系”的成生分析

——以燕山昌围地区为例

易明初

(中国地质科学院地质力学研究所)

摘 要 “华北系”是华北地块新生代时期普遍发育的 NNW 向构造体系。昌围地区是华北地块的一个缩影,特别是伊逊河—滦河构造带,集中了全区 3 个带、61 个 NNW 向压性或压扭性构造点中的 40%,活动构造现象十分典型,又称“滦河系”。通过相应的配套构造组合分析,应力测量和震源机制解等资料论证,华北系主压应力方向为 NEE—SWW,动力来源于地球自转,是由太平洋地块向 SWW 对华北地块推挤,后受阻于青藏地块而产生强大的反作用力而形成的。

关键词 新生代 华北系 昌围地区

中国西部的“河西系”早已被人们所熟知,然而它仅代表了中生代末—新生代早期的产物。近年来,在中国东部和东南地区相继有新生代 NNW 向构造形迹的零星报导^[1,2],唯独我国东南地区的大量 NW 向构造被厘定为“巴士系”^[3]。

新生代构造体系的厘定,是地质力学学科领域中有待解决的问题。李四光教授对中国东部的 NNW 向构造,早在 1962 年就已提出^[4],但体系问题尚未解决。近几年来,作者有幸通过国家自然科学基金等项目资助,以燕山地区为重点开展了活动构造的调查研究工作,并在宁夏、陕西、湖北、山西、河北和辽宁等地获得了大量 NNW 向主干压性或压扭性活动构造形迹。

1 NNW 向构造——以昌围地区为例

昌(平)—围(场)是华北燕山地区的一部分,经 1986 年以来的调查,发现了大量的 NNW 向主干压性或压扭性活动构造形迹(图 1,表 1)。

据统计,全区大体可划分为 3 大活动构造类型,累计 61 个形变点,其中断裂构造点 39 个、褶皱点 6 个、地层形变点 16 个,在平面图上呈现出明显的成带性、等距性和方向性。其中有 3 个带发育较典型。即伊逊河—滦河构造带(东带)、潮河—蓟县构造带(中带)和白河—昌平构造带(西带),而以东带最为发育,故在小区域中又称滦河系^①。3 个带宽度不一,东带约 50km 左右,但中轴线在沿河一带;中带约 30km 左右,中轴线靠近潮河西侧;西带宽约 50km,限于怀来与延庆之间。3 个带如取其中轴线,间距约 100km 左右。构造走向以 340°—350°为主,约占全部

^① 易明初等,太行—冀辽地区 NNW 向构造体系——“滦河系”的新厘定。第四届全国地质力学学术会议论文摘要汇编, 1991。

构造点的 70%左右,倾角较陡,时而倾向 NE,时而倾向 SW,少数为直立破裂带,但总体倾向以 NE 为主。

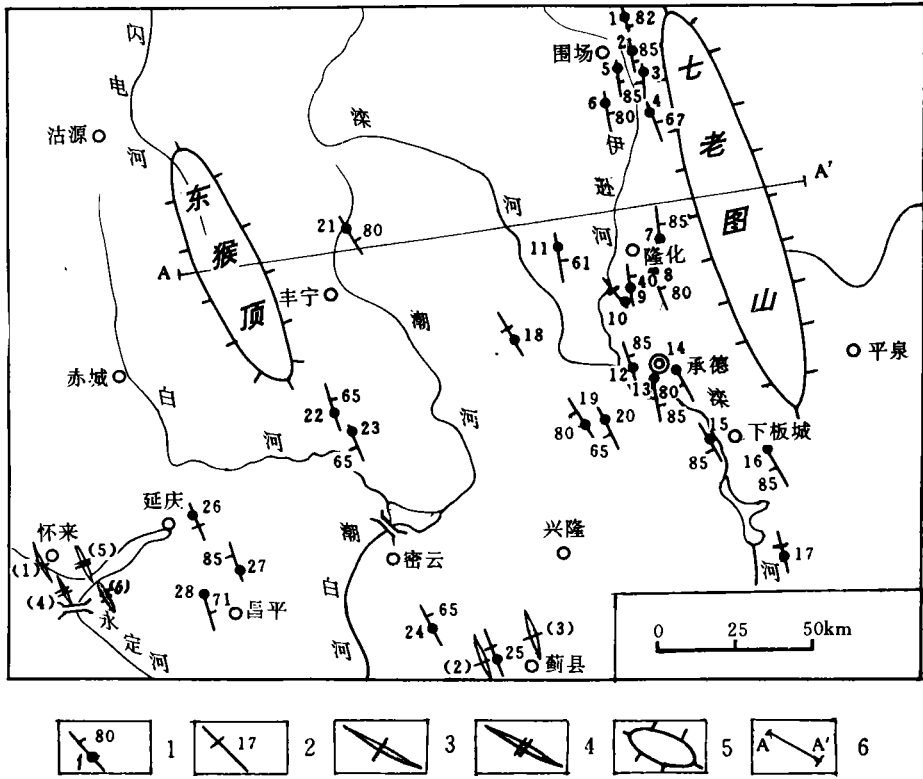


图 1 燕山昌平围地区 NNW 向活动构造形迹图

Fig.1 Map of the NNW trend active structural features in Changping-Weichang, Yanshan area

- 1. 活动断裂倾角及点位编号; 2. 垂直挤压破裂带及点位编号; 3. 活褶皱及编号;
- 4. 新褶皱及编号; 5. 新隆起; 6. 北台期夷平面剖面线

昌平地区 3 大构造带中的各构造点的结构面力学属性均属压性或压扭性(表 1),但同时又有多期活动的特点,现选其数例说明。

伊逊河—滦河构造带(东带)连续性最好,表现最明显。如围场南公路 127—128 里程碑之间的花岗岩体(γ_4^1)中出现的断层崖十分壮观(图 2),高 10 余米,长数十米,断面光滑平整,断层面上有大量挤压片理、断层泥、断层阶步和垂直擦痕等压性结构面特征,同时也可见到两组倾向相反的斜冲压扭性擦痕,倾角均在 60° 左右,显示以压性为主的构造性质。但是,在围场南活动断裂构造剖面中,显示活动断裂后期为上盘下落,并在上盘基岩顶部堆积了伊逊河河流阶地砾石和砂层。围场东钓鱼台水库断裂剖面(图 3),除断面光滑平直的特点与图 2 相似外,断面规模较小,倾向 SW,上下两盘顶部有砾石堆积,无论这些砾石层堆积时期如何,或上盘堆积层有否侵蚀,断面出露或保存如此之好,均反映了断层在第四纪时期有过活动。下板城东良杖子断裂位于中奥陶系与三叠系之间,缺失地层如此之多,断面产状与中三叠系层面一致,可见断层规模较大,而且活动时期晚于中三叠纪,但由于断裂带中挤压片理和扁豆体相当发育,胶结较松散,并见断层陡坎,上盘上冲,显示压扭性质,故新生代时期有再次活动的迹象(图 4)。

表 1 燕山地区 NNW 向构造形迹展布位置表

Tab.1 Distribution positions of the NNW trend structural

features in Yanshan area

序号	位置(地层时代)	产 状	结构面性质	序号	位置(地层时代)	产 状	结构面性质
一、断 裂				31	暖泉北(O_1)	$75^\circ \angle 15^\circ$	压扭性
1	围场夹皮川(P_1)	$70^\circ \angle 82^\circ$	压扭性	32	怀安洗马林(K_{2-3})	$250^\circ \angle 80^\circ$	压扭性
2	广德号西沟(K_1)	$260^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	33	万全冀家庄(高于庄组)	$250^\circ \angle 75^\circ$	压扭性
3	钓鱼台水库(J_3)	$260^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	34	万全乔子沟(Chc)	$60^\circ \angle 50^\circ$	压扭性
4	五道沟北(J_3)	$70^\circ \angle 67^\circ$	压 性	35	涿鹿武家沟(J_2)	$75^\circ \angle 65^\circ$	压 性
5	围场南 127 碑(γ_3)	$80^\circ \angle 8^\circ$	张扭、压扭、 压 性	36	官厅大坝东岸(杨庄组)	$75^\circ \angle 75^\circ$	压扭性
6	小拔梁(γ_3)	$80^\circ \angle 80^\circ$	压扭性	37	蔚县东洪水庄	$230^\circ \angle 70^\circ$	压扭性
7	隆化姚吉营(Ar)	$80^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	38	小川西沟(雾迷山与髫髻山之间)	$70^\circ \angle 70^\circ$	压 性
8	韩麻营及饺子山(Ar)	$70^\circ \angle 80^\circ$	张扭、压扭性	39	白河堡东雾迷山组	$260^\circ \angle 75^\circ$	压 性
9	大庙(Ar)	$80^\circ \angle 40^\circ$	张扭、压扭性	二、褶 皱			
10	大庙矿管件厂(Q)	垂 直	压扭性	1	怀来(Ar)	背斜 320°	
11	龙凤山(Ar)	$83^\circ \angle 61^\circ$	张扭、压扭性	2	盘山西(J_{xt})庄果峪	向斜 345°	
12	承德三岔口南(J_3-K_1)	$70^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	3	蔚县洪水庄($\in_1-J_{xtw}$)	向斜 335°	
13	承德南河西(K_1)	$80^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	4	官厅坝西(N-Q)	平缓背斜 $320^\circ \angle 5^\circ$	
14	承德吊鱼台(J_3)	$240^\circ \angle 80^\circ$	压扭性	5	延庆卧牛山(Q_1)	平缓背斜 $320^\circ \angle 5^\circ - 10^\circ$	
15	下板城大桥北(T)	$240^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	6	施庄(Pt_2-N_2)	向斜, 347°	
16	下板城东良 杖子(O, T_2)	$240^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	三、地 层 形 变			
17	董家口(Ar)	垂 直	压 性	1	平泉娘娘庙沟(K_1)	$250^\circ \angle 65^\circ$	
18	波罗诺(Q)	垂 直	压扭性	2	二十里长山($\in-O$)	$60^\circ \angle 70^\circ$	
19	安匠乡府西(Ar)	$250^\circ \angle 80^\circ$	压扭性	3	汤河口前双梁垭口(J)	$73^\circ \angle 45^\circ$	
20	安匠东(J, K_1)	$250^\circ \angle 65^\circ$	张扭、压扭性	4	龙庆峡(Ar)	$70^\circ \angle 12^\circ$	
21	丰宁连桂(Ar, γ_4)	$60^\circ \angle 80^\circ$	压扭性	5	南口虎峪村(N-Q)	$81^\circ \angle 14^\circ$	
22	前双梁垭口(Ar, J_2, Q)	$70^\circ \angle 65^\circ$	张、压扭性	6	施庄沟(Ar)	$237^\circ \angle 37^\circ$	
23	汤河口卜营(J_{2-3})	$245^\circ \angle 65^\circ$	张、压扭性	7	后郝窑(N-Q)	$70^\circ \angle 15^\circ$	
24	赵家峪二十里长山($\in-O$)	$60^\circ \angle 65^\circ$	压扭性	8	洪水庄北(雾迷山灰岩)	$255^\circ \angle 80^\circ$	
	谢辛庄二十里长山($\in-O$)	$60^\circ \angle 45^\circ$	压扭性	9	兴隆大桥北(Ar)	$50^\circ \angle 45^\circ$	
25	盘山(γ_5)	垂 直	压扭性	10	大庙北(J_1)	$80^\circ \angle 40^\circ$	
26	龙庆峡(J_2)	垂 直	张、压性	11	北水泉南(J_3)	垂 直	
27	德胜口(Ar)	$250^\circ \angle 85^\circ$	压扭性	12	红崖村(N_2)	$65^\circ \angle 5^\circ$	
28	南口(Chc)	$72^\circ \angle 71^\circ$	压扭性	13	白河堡东雾迷山组	$240^\circ \angle 70^\circ$	
29	滦县滦河西岸(Chc)	$250^\circ - 260^\circ$ $\angle 80^\circ$	压扭性	14	蔚县东洪水庄向斜东冀	$250^\circ \angle 80^\circ$	
30	蔚县白草窑(J_2)	$70^\circ \angle 70^\circ$	压扭性	15	暖泉北(O_1)	$75^\circ \angle 15^\circ$	
				16	涿鹿武家沟(J_2)	$75^\circ \angle 65^\circ$	

潮河—蓟县构造带(中带)可见两种构造形迹,以前双梁垭口南端(图 5)和赵家峪二十里长山较为典型(图 6)。前者断裂发生在古老变质岩与中生代砾岩之间,断面产状与地层产状不一致,但走向与中生代砾岩(J_2)相同,断面压扭性特征明显,断裂活动时期是在中生代晚期之后,新生代可能再次活动。二十里长山断裂发生在下古生界地层中,断层走向与两侧地层走向一致,但倾向与下盘地层的走向相反,此外,在下盘老地层中出现轴向与断面产状一致的褶皱,断面可见到大量的断层陡坎和镜面,并具清晰的垂直擦痕,地貌上的垭口和断崖沿断层线分布,显示了新生代时期的明显活动特征。

在蓟县一带,尚见有新生代以前的褶

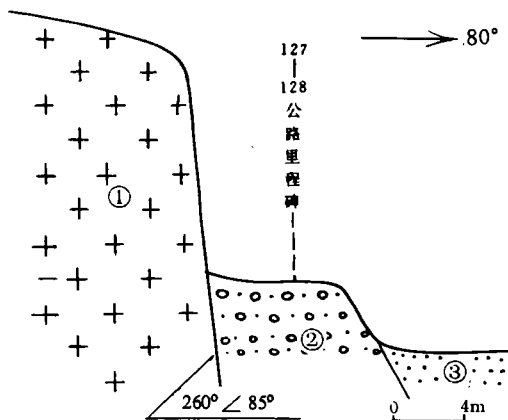


图 2 围场南活动断裂剖面图

Fig. 2 Profile section of the active faults in the south of Weichang

1. 花岗岩体(7); 2. 第四纪阶地砾石层; 3. 第四纪阶地砂层

皱在新生代时期又有继承性活动的活褶皱。

如盘山花岗岩隆起西侧中生代 NNW 向斜构造,又称庄梁峪活向斜。该向斜保存较为完整,破坏轻微,向斜各部位的高低与现今地貌相吻合,向斜轴正好为现谷地地貌,两翼地形各向东西逐渐抬高,远处为望,十分可观。

白河—昌平构造带(西带)除了断裂构造外,还有大量新第三纪—第四纪地层形变作用。主要有:(1)南口虎峪村上新世地层发生形变,层面产状为 $81^\circ \angle 14^\circ$ (图 7),上部直接与中更新统地层接触,两者之间缺失下更新统,因此,在上新统顶部出现角度不整合的侵蚀面,并堆积了数厘米的棕黄色土层。(2)新生代活褶皱和新褶皱。活褶皱以怀来背斜为代表,怀来背斜为古老变质岩层所构成,长期处于相对稳定的状态,在第四纪以前,对延庆和涿鹿两

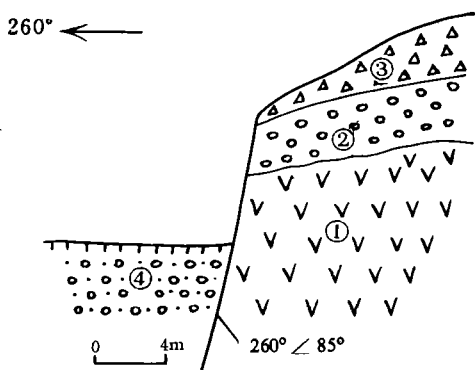


图 3 围场东钓鱼台水库活动断裂剖面图

Fig. 3 Profile section of the active faults in Diaoyutai reservoir, Weichang

1. 晚侏罗系火山岩; 2. 第四纪阶地砾石层;
3. 第四纪坡积层; 4. 第四纪阶地砂砾层

个新生代地堑盆地起了隔挡作用,进入第四纪时期,背斜再次经受强烈挤压作用,使背斜轴部及其两翼产生大量的张性断裂,促成断块下落,将东西两侧盆地连通,沉积了厚度不一的第四纪地层。新褶皱是指新生代新产生的褶皱构造,此类构造在官厅大坝西侧的上新世三趾马红土层和延庆卧牛山下更新统中均有出现。如延庆卧牛山背斜(图 8),虽然变形并不强烈,但已具背斜构造形态,两翼倾角在 $5^\circ - 10^\circ$ 之间,由于发生在下更新统湖相地层之中,构造形成时期显然在早更新世及其以后。

除上述以断裂和褶皱为主要构造形迹的 3 条构造带外,在昌围地区还见高约 1000m 左右的北台期夷平面在第四纪发生强烈隆凹形变,如七老图山和东猴顶两大新隆起就十分典型。在

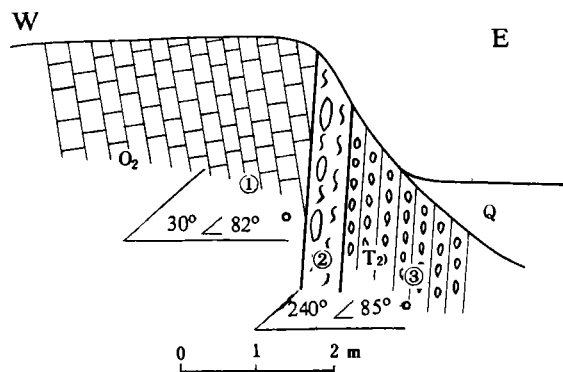


图 4 下板城东良杖子活动断裂剖面图

Fig. 4 Profile section of Dongliangzhangzi active faults in Xiabancheng

1. 白云质灰岩(O_2); 2. 断裂挤压带; 3. 紫红色砾岩(T_2)

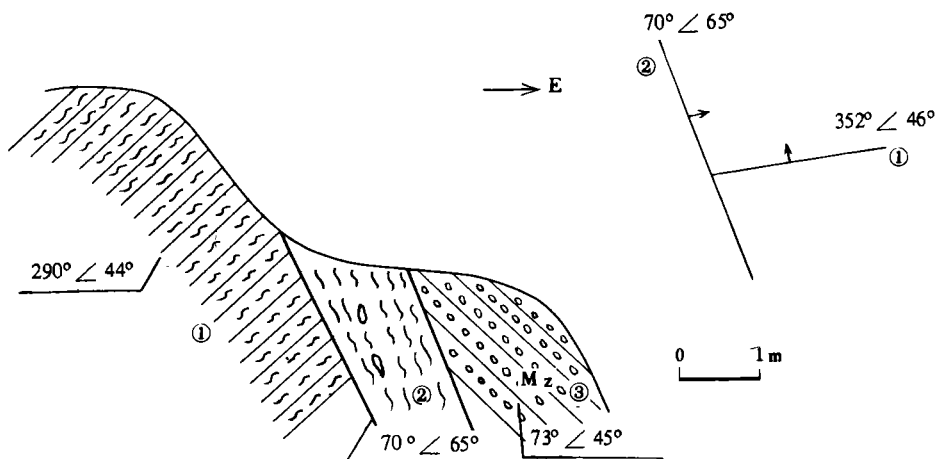


图 5 前双梁垭口南端活动断裂剖面图

Fig. 5 Profile section of the active faults in Qianshuangliang

1. 老变质岩; 2. 断裂挤压片理带; 3 紫红色砂砾岩(M_2)

隆起顶部及其周围,出现面积广大而平坦的面状地貌,如东猴顶普遍保存了高约 2100m 左右的山顶面,形似高原状,顶面微有起伏,凸起者呈馒头型,低洼处可见第四纪湖相层堆积。如果将这一北台期夷平面沿 NEE 向连成一个剖面(图 9),即可看出海拔 1000m 左右的夷平面在第四纪时期发生升降差异如此之大的隆凹形变现象。如果将这种具有准平原化的层(面)状地貌类型看作近似于原始地层堆积面的话,就不能不说明,这种第四纪时期构造地貌的形变作用就是一种具有特殊意义的陆内造山作用,或称准造山运动^①。

在整个燕山地区出现 3 个大带,即朝阳构造带、滦河构造带和紫荆关—怀安构造带,它们互成 200km 的等间距排列,其基本特征已在作者的专著中论述^[5]。其中,昌围地区直接受到滦

① 易明初,中国新生代造山运动。第五届地质力学学术讨论会论文,1994。

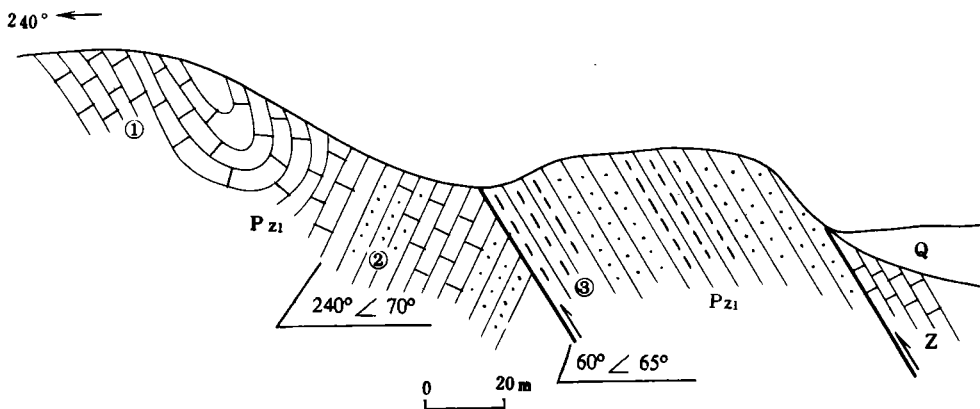


图 6 赵家岭二十里长山活动断裂剖面图

Fig. 6 Profile section of the active faults in Ershili Changshan, Zhaojiayu

1. 薄层灰岩; 2. 薄层砂岩; 3. 泥质粉砂岩

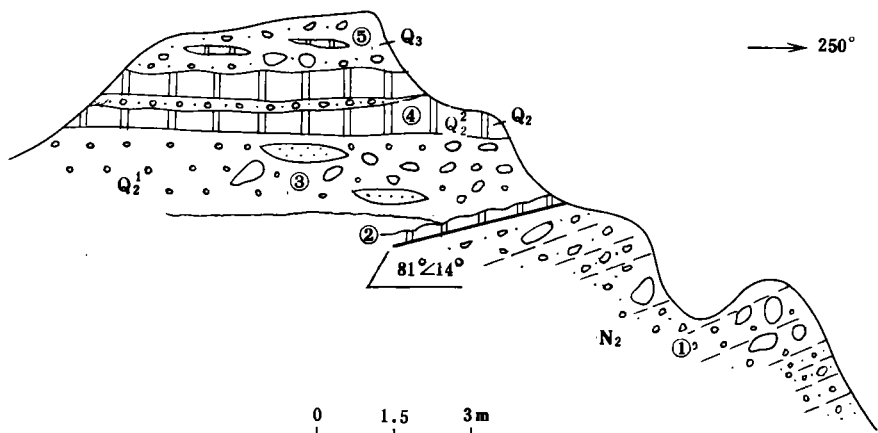


图 7 南口虎峪村新生界地质剖面图

Fig. 7 Cenozoic geological cross-section in Huyu village, Nankou

1. 角砾岩层(N_2); 2. 不整合面上的棕黄色土层; 3. 砾石层夹砂层透镜体(Q_2^1);

4. 黄土夹砾石层(Q_2^2); 5. 砾石夹粉砂质黄土层(Q_3)

河构造带的影响,此外,NNW 向构造形迹还布满了整个华北地区。如本溪—草河掌地区和复州—新金地区断褶带;河北平原黄骅断陷和坝县地堑内第三系褶皱带;河南襄城盆地第三系褶皱带;山东郯城马陵山一带上白垩统中的断褶带;湖北仙女山、远安、荆门和钟祥等地白垩系—第三系断褶带;江陵凹陷第三系褶皱带;苏北盐城—扬州一带第三系褶皱带^[6];陕西和宁夏的宝鸡—中卫地区白垩系—第四系断褶带等,都是十分典型的 NNW 向压性或扭性构造带,主要成生时期为上新世—更新世。通过华北和燕山地区部分 EW、NEE—NE、NW 和 NNW 向断裂等 14 个热释光年龄测定,除两个样年龄为 0.098—0.099Ma 以外,其他多数都在 0.20—0.40Ma 左右,故第四纪中晚更新世时期是 NNW 向“华北系”活动最为强烈的时期。因此,这些构造带成生时期最晚,又正处在继续发育之中,与老构造相比,虽显微弱,断裂连通性较差,但

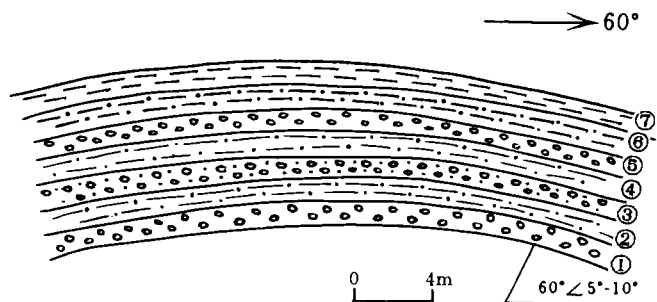


图 8 延庆卧牛山更新统背斜构造剖面图

Fig. 8 Profile section of early Pleistocene anticline in Woniushan, Yanqing

1. 小砾石层; 2、4、6. 粉砂层; 3. 细砂砾层; 5. 细砾石层; 7. 粘土层

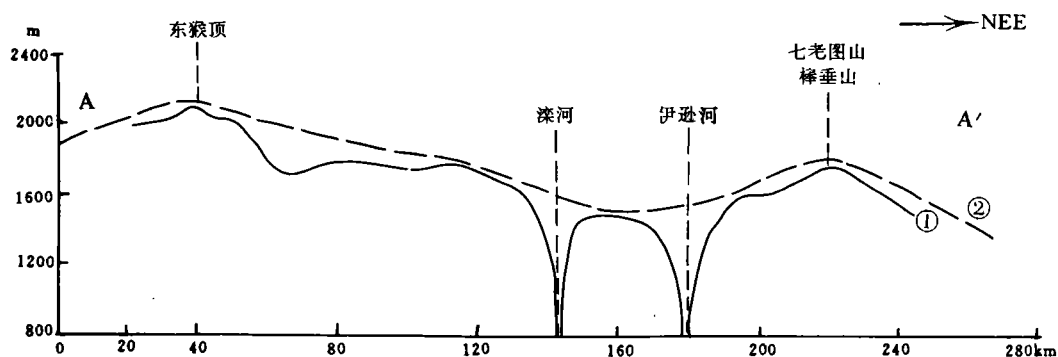


图 9 东猴顶—棒垂山北台期夷平面形变剖面图

Fig. 9 Deformation section of the planation surface

in Beitai period from the Donghouding to the Bangchuishan

1. 北台期夷平面地形线; 2. 北台期夷平面隆坳形变线

断续延伸规模可观,如大同一南京断裂带总长度可达 1400km 以上。

2 构造组合、应力场及力源分析

一个构造体系的厘定,除了具有主干压性或压扭性结构面外,还须有不同形态、不同性质、不同等级和不同序次、但却具有成生联系的各项配套构造成分所组成。为此,笔者重点以延-涿地堑盆地为例,从构造组合、应力场分析和力的来源去分析华北系的成生和发展演化。该盆地总体走向 NEE,其边界受 NE、NNE、EW 和 NEE 向断裂控制,SN 和 NW 向断裂插入其中,再结合燕山—太行山东麓的 EW 向和 NNE 向主干断裂的构造力学性质去分析(图 10)。

NEE 向断裂以延庆北缘方家冲—黄柏寺断裂最为典型。该断裂早期有压扭性特征,从上新世初期开始至今,呈现强烈的张性特点,延庆盆地下沉,上新统一第四系厚达 2400m,北缘山体抬升,形成长达 20km 的断层陡崖,尤其黄柏寺断层崖十分宏伟壮观。经热释光年龄测定,在距今 0.099Ma 左右有一次最新活动。

NNE 向狼山断裂与太行山东麓断裂同为一组断裂,后者规模宏大,不仅控制华北断陷西

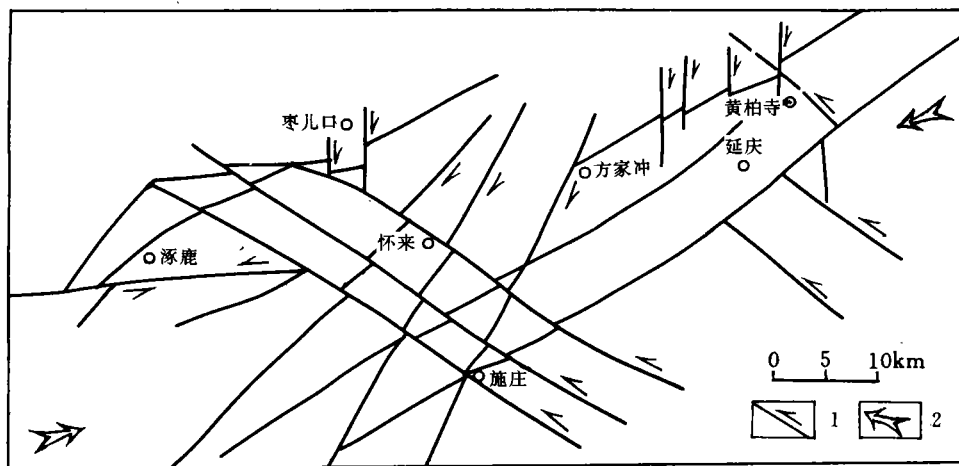


图 10 延-涿地堑盆地上新世—第四纪断裂组合及主压应力方向
Fig. 10 The fault complex and principal compressive stress trend
from Pliocene to Quaternary in Yan-zhou graben basin

1. 断裂扭动方向; 2. 主压应力方向

侧新生界沉积,由于第四纪的强烈活动,使穿越该断裂的潮白河、温榆河、永定河、拒马河、唐河和滹沱河等,发生大幅度的顺扭同步弯曲,显示了断裂的张扭性特征。狼山断裂在延伸线上穿切了大量的晚更新世地层,以上盘向下斜落为主要特点,反映了该组断裂在晚更新世及其以后的强烈活动性。

NW 向断裂以施庄断裂最为典型,断面光滑笔直,水平和斜擦痕相当发育。该断层穿切和控制了上新世—第四纪地层,显示了以反扭为主的多次活动的构造特征。通过现今地表张裂缝的调查和热释光测龄结果表明,全新世和中晚更新世分别在 0.366Ma、0.098Ma 时期有活动。

NNW 向主干构造除前述外,在官厅一带也有出现,盆地内外 7 个样品测龄结果,表明在 0.20—0.60Ma 左右有一次强烈构造活动期。

SN 向和 EW 向构造性质也很明显。枣儿口 SN 向断裂将山体连同地层同步顺扭错位 100m;EW 向断裂以反扭兼张性的形式将内电河环状构造错位 5km。区内数条大型 EW 向断裂的测龄结果表明,在距今 0.144—0.260Ma 之间为一次构造活动期。由于 EW 向断裂的反扭活动,使区内大量的 NNW 向河流同步扭曲。总之,各项配套构造的形成时期和不同的力学属性与 NNW 向主干压性或压扭性构造的形成具有同时性特点。

综上所述,根据构造组合关系的同时性及其各项断裂扭动方向和力学性质的配套关系,包括该区在内的整个华北地区,在上新世—第四纪时期(特别是中晚更新世以来),所经受的主压应力方向为 NEE—SWW 向(或近 EW),促使区内发育了大量的 NNW 向地层褶皱形变、断裂构造、层(面)状地形隆凹形变等压性构造形迹及不同力学性质的配套构造。这种主压应力方向持续到现今,同已测得的压应力轴方向、卫星重力异常等值线和震源机制解方向相吻合^[7]。由此也证实了李四光教授“假定有另外的近于 NEE 压力作用”存在的推论^[4]。该体系由于分布很广,又以华北地区更集中、更发育和更典型,故厘定为“华北系”^[7]。除华北地区以外,该体系还扩散到朝鲜半岛及日本九州、四国和本州^[4],以及蒙古和贝加尔的部分地区。因此,新生代成生

的“华北系”具有区域性特征。

关于力源问题,李四光教授指出,“只有假定另外有近于 NNE 的压力作用,才能解析那些走向 NNW 的局部褶皱和仰冲断面的出现”^[4]。该区在日本以东与太平洋地块相邻,西部与青藏地块北东缘相接触,作者认为,由于地球自西向东旋转,来自太平洋地块 NEE—SWW 向的强大推挤作用,推动华北地块向 SWW 向运动,这种运动最终又受到青藏地块的阻挡,从而产生了向 NEE 运动的反作用力,由此构成了华北地块区 NEE—SWW 向的区域构造应力场,并同时生成了“华北系”。

参 考 文 献

- 1 黄相宁等,华北及其邻近地区北北西向断裂带初探。科学通报,1986,31(9):639—683。
- 2 张圣凯等,天然文岩流域遥感应用研究。北京:科学出版社,1987,98—99。
- 3 丁原章等,巴士系构造的地震危险性。华南地震,1992,12(2):1—14。
- 4 李四光,地质力学概论。北京:科学出版社,1973,76—77,112—113。
- 5 易明初、李晓,燕山地区喜马拉雅运动及现今地壳稳定性研究。北京:地震出版社,1991。
- 6 李祖武,中国东部北西向构造。北京:地震出版社,1992。
- 7 易明初、李晓,太行—冀辽区 NNW 向构造体系——“华北系”的新厘定。地质论评,1992,38(6):546—555。

ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE “NORTH CHINA SYSTEM”, A CENOZOIC TECTONIC SYSTEM

Yi Mingchu

(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Abstract The “North China system” is a tectonic system that trends NNW and was widely developed in the North China Block in Cenozoic with the Changping-Weichang area as a type locality. It is also called “Luanhe tectonic system” because about 40 percent of their occurrences are concentrated in the Yixunhe-Luanhe tectonic belt. By an analysis of the accompanying structural features and by referring to stress measurements and focal mechanism solutions, the principal compressive stress responsible for the “North China system” was determined to be ENE—WSW oriented. It is believed that the WSW push by the Pacific Block toward the North China Block met with the resistance of the Qinghai-Tibet Block would produce such a regional stress field in the North China Plain.

Key words Cenozoic, North China system, Changping-Weichang area

作 者 简 介

易明初,男,1936年生,1965年长春地质学院新构造运动学研究生毕业,研究员。长期从事新构造、活动构造及区域地壳稳定性研究。通讯地址:北京海淀区民族学院南路11号地质力学研究所。邮政编码:100081。