

辽西建平地区区域构造演化与地球动力学探讨

于海峰, 董万德, 何振清, 王忠江, 郝永利

(辽宁省地质勘查院, 辽宁 大连 116100)

摘要: 根据辽西建平地区沉积建造、变质作用、岩浆活动和构造变形等方面的特征, 将区内的构造演化大体划分为4个阶段: 克拉通基底形成阶段(新太古代—古元古代末)、克拉通盖层发育阶段(中元古代开始直至古生代末期)、板内造山阶段(晚古生代末—中生代)和新构造运动发展阶段(古近纪以来)。吕梁运动、印支运动和喜马拉雅运动是4个演化阶段的转折点, 燕山运动则奠定了该区现今的构造轮廓。板内造山阶段分为始板内造山阶段(晚二叠世末—中侏罗世)和主扳内造山阶段(晚侏罗世—晚白垩世)。地球动力学特征显示始板内造山期的造山机制为受兴蒙造山带超碰撞期远程影响的陆内俯冲作用, 而主扳内造山期的造山机制则属于受太平洋板块俯冲远程影响的大陆边缘型造山作用。

关键词: 区域构造演化; 地球动力学; 建平地区; 辽西

REGIONAL TECTONIC EVOLUTION AND GEODYNAMICS IN JIANPING AREA,
WESTERN LIAONING PROVINCE

YU Hai-feng, DONG Wan-de, HE Zhen-qing, WANG Zhong-jiang, HAO Yong-li

(Liaoning Institute of Geological Exploration, Dalian 116100, Liaoning Province, China)

Abstract: Based on the sediment formation, metamorphism, magmatic activity and structural deformation, the tectonic evolution in Jianping area of the Western Liaoning Province is divided into four stages, i.e. 1) the formation stage of craton basement (Neoproterozoic to the end of Paleoproterozoic); 2) the development stage of craton cover (from the beginning of Mesoproterozoic to the end of Paleozoic); 3) the orogenic stage of intra-plate (end of Late Paleozoic to Mesozoic) and 4) the development of neotectonism (since Paleogene). The Lylang Movement, Indosinian movement and Himalayan movement are the turning point of these evolution stages, while the Yanshanian movement eventually forms the present tectonic outline. The orogenic stage of intraplate can be subdivided into initial stage (end of Late Permian to Middle Jurassic) and the main stage (Late Jurassic to Late Cretaceous). The geodynamic characteristics indicate that the orogenic mechanism of the initial orogenic stage of intraplate is the intracontinental subduction resulted from the collision of Xing-Meng orogenic belt. The orogenic mechanism of the main stage is the continental marginal orogeny, which is obviously caused by the subduction of Pacific plate.

Key words: regional tectonic evolution; geodynamics; Jianping; Western Liaoning Province

辽西建平地区位于华北古克拉通的北缘, 是我国北部巨型阴山—燕山纬向复杂构造带东段的重要组成部分, 中生代以来又地处华北板块的内部, 属燕山板

内造山带的东段(见图1), 既归属中国北部大陆陆缘构造域, 又被中国东部环太平洋陆缘构造域所叠加, 是近东西向构造向北东向构造转变的部位, 区域构造错

收稿日期: 2010-09-13; 修回日期: 2010-10-22. 编辑: 李兰英.

基金项目: 中国地质调查局 1:5 万建平县幅区域地质调查(修测)项目(201011200005)资助.

作者简介: 于海峰(1975—), 男, 高级工程师, 从事区域地质矿产调查和矿区普查勘探工作, 通信地址 辽宁省大连市金州新区五一路10号, E-mail/hfyu001@163.com

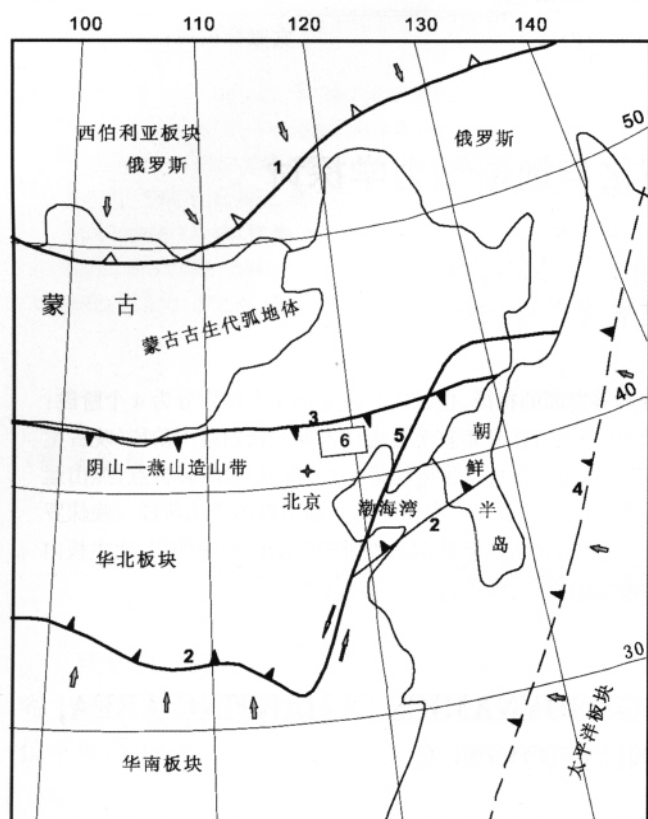


图1 研究区大地构造位置图

Fig. 1 Tectonic location of the studied area

- 1—侏罗纪蒙古-鄂霍茨克缝合带(Jurassic Mongolia-Okhotsk suture);
2—二叠纪-三叠纪昆仑秦岭缝合带(Permian-Triassic Kunlun-Qinling suture);
3—中、晚古生代索伦缝合带(Middle-Late Mesozoic Suolun suture);
4—中生代西太平洋俯冲带(位置尚未确定)(Mesozoic West Pacific subduction zone);
5—郯庐断裂带(Tan-Lu fault);
6—研究区位置(studied area)

踪复杂.笔者以参加的1:25万建平县幅修测资料为基础,参考东侧1:25万锦州市幅和南侧1:25万青龙县幅修测资料,结合沉积特征、岩浆特征、变形变质特征、同位素年代学资料及部分前人研究成果^[1-20],对辽西建平地区的总体构造格局及地球动力学演化特征进行了系统的厘定.

1 构造层与构造运动时期

从地壳的基本组成来看,建平地区可划分为三大构造层,即克拉通基底(新太古代—古元古代)、克拉通盖层(长城系—下三叠统)和陆相盆地型火山-沉积层(中侏罗统—中新统).克拉通基底在克拉通化之后主要以脆性的块断式运动为主,局部有晚期的韧性变形;克拉通盖层总体表现为脆-韧性行为,层内变形微弱,仅在其与克拉通基底接触部位局部受到韧性改造;陆

相火山-沉积层的突出特点是一些山间盆地沉积,未在全区形成统一的盖层.本区在早三叠世以前总体构造线呈近东西向,但自中侏罗世以来明显改变为北东和北北东向,构造线由老到新有逆时针偏转之势,总体构造格局定型于侏罗—白垩纪.不同时期、不同尺度、不同性质的构造形迹在漫长的地质历史中相互叠加改造共生组合,形成复杂的构造景观.

建平地区自太古宙以来,经历了多期次、多阶段的发展演化,根据区内沉积建造、变质作用、岩浆活动和构造变形等方面的特征,将区内的构造演化大体划分为4个阶段:克拉通基底形成阶段、克拉通盖层发育阶段、板内造山阶段和新构造运动发展阶段.其中吕梁运动、印支运动和喜马拉雅运动是4个演化阶段的转折点,燕山运动则基本奠定了该区现今的构造轮廓.各个构造演化阶段根据具体的特征又可以划分为若干次级阶段(见表1).建平地区在新太古代—古元古代末经历了克拉通基底形成阶段,成为稳定的克拉通;中元古代开始直至中生代初期早三叠世,本区为克拉通盖层发育阶段;中三叠世开始,本区进入板内造山阶段,至侏罗—白垩纪造山达到高潮;古近纪开始进入新构造发展阶段.本区内伴随构造运动的岩浆活动十分频繁,岩浆岩广泛分布,并具有多旋回多期次和岩石类型繁多的特征,与一定的构造分期相对应,即阜平期(2500 Ma以前)、吕梁期(2500~1800 Ma)、燕辽期(1800~543 Ma)、加里东期(543~410 Ma)、华力西期(410~250 Ma)、印支期(250~205 Ma)、燕山期(205~65 Ma)及喜马拉雅期(65 Ma以来).

2 区域构造演化特征

2.1 克拉通基底形成阶段(新太古代至古元古代)

2.1.1 新太古代阶段

新太古代早期,在古岛弧及古岛弧边缘的古拗陷环境下广泛发育了以中基性—超基性火山岩、含铁的陆源碎屑岩、碳酸盐岩建造为代表的表壳岩组合,并在随后的古老陆核联结碰撞背景下经历了强烈的固态流变构造变形,形成固态流变褶皱、轴面面理等早期构造形迹^[1].表壳岩中的含铁建造可在局部范围内构成鞍山式铁矿,但规模较鞍本地区同类矿床要逊色.

新太古代中期构造岩浆活动逐步达到高潮,地壳深部的重熔或部分重熔导致中性—中酸性岩浆的先后大规模侵入活动,总体经历了麻粒岩相—角闪岩相区域变质作用,岩石强烈韧性变形、结晶分异形成原始近水平的面型中强剪切应变带及伴生的区域性新生面理

表 1 辽西建平地区地质事件表

Table 1 Geological events in Jianping, Western Liaoning

期次	地质时代	序列	典型岩石 地层单位	沉积事件	岩浆事件	构造事件				变质事件	构造演化 阶段		
						世代	构造形迹	运动学方向	变形机制				
喜马拉雅期	第四纪	42		松散堆积物				↑↓	升降		新构造运动 发展阶段		
	新近纪	41	N _{1h}		基性火山熔岩	D22	北东向伸展断裂 复活	NW←→SE					
	古近纪	40	无 物 质 记 录										
燕山期	晚白垩世	39				D21	北西向张扭性平 移断裂系	NW→↔SE	挤压	收缩	气成热液变质作用与接 触变质作用	主 板 内 造 山 阶 段	板 内 造 山 阶 段
		38	K _{2dx}			D20	北北东向走滑断 裂的继承性活动	NNE→SSW	拉张	伸展			
		37	K _{2s}	洪积扇相 复陆屑建造		D19	北东向伸展断 裂系的同沉积活动	NW←→SE	拉张	伸展			
	早白垩世	36				D18	北北东向压扭性 左旋走滑构造系	N→↔S	挤压	收缩			
		35	K _{1j} 、K _{1s} 、K _{1f}	河湖相复陆 屑建造		D17	北东向伸展拖褶 构造系统北东向 半箕状断陷盆地 同沉积断裂	NW←→SE	拉张	伸展			
		34	K _{1y}		中基性亚碱性 火山岩 偏碱性侵入岩	D16	北东向裂陷盆地 北东向伸展断 裂系萌发						
	晚侏罗世	33			中酸性侵入岩								
		32				D15	北东向褶皱-断 裂构造	NW→↔SE	挤压	收缩			
		31	J _{3c}	河湖相复陆 屑建造	酸性-亚碱性 火山岩	D14	裂陷盆地	NNW←SSE	拉张	伸展			
		30				D13	北东向逆冲断褶 构造系统北东向 压陷盆地	NW→↔SE	挤压	收缩			
		29	J _{3f}	河湖相复陆 屑建造									
		中侏罗世	28	J _{3t}	河湖相复陆 屑建造	中性火山岩中 酸性岩浆侵位	D12	深断裂局部的伸 展活动	NNW←SSE	拉张		伸展	
	27		J _{3h}	河流-含煤 沼泽相复陆 屑建造	D11		北北东向压陷盆 地及挠曲盆地	NNW→SSE	挤压	收缩			
	早侏罗世	26			中酸性侵入岩								
印支期	晚三叠世	25			中酸性侵入岩	D10	近东西向褶皱- 冲断构造	N→↔S	挤压	收缩	绿片岩相动力变质接 触变质	始 板 内 造 山 阶 段	
	中三叠世	24			中基性侵入岩								
	早三叠世	23	T _{1l}	洪积扇相 复陆屑建造	酸性岩浆侵位	D9	北东向韧性剪 切带及近东西 向伸展滑脱型 剪切带	N→S	拉张	伸展			

续表(Continued)

期次	地质时代	序列	典型岩石 地层单位	沉积事件	岩浆事件	构造事件				变质事件	构造演化 阶段	
						世代	构造形迹	运动学方向	变形机制			
华力西期	二叠纪	22			中酸性侵入岩			↑↓	升降		陆 表 海 — 内 陆 盆 地 阶 段	克 拉 通 盖 层 发 展 阶 段
		21	P _{2s}	河流相沉积								
		20			中酸性侵入岩							
	石炭纪	19	C _{2b}	海陆交互 相—河流湖 沼相含煤沉 积								
	泥盆纪	18	无 物 质 记 录									
志留纪												
加里东期	奥陶纪	17	O _{1l} —O _{2m}	陆源碎屑 岩—碳酸盐 岩建造							绿片岩相动 力变质	
	寒武纪	16	Є _{1c} — Є _{3c}		中性岩浆侵位	D8	岩浆强力侵位形 成的韧性剪切带	半环形	升降			
燕辽期	青白口纪	15	Q _{nx} 、Q _{nj}									
	蓟县纪	14	J _{xy} —J _{xtl}									
	长城纪	13	Chc—Chg									
吕梁期	古元古代	12				D7	近东西向滑脱型 褶皱	S↔←N			绿片岩相至 低角闪岩相 区域动热退 变质作用	
		11			基性—超基性 岩浆侵位							
		10				D6						
		09	Pt _{1ma} 、Pt _{1c}	陆源碎屑 岩、碳酸盐 岩夹中酸性 火山岩建造		D5	伸展滑脱型韧性 剪切带顺层面 理、掩卧褶皱	S↔→N	水平 剪切	伸展		
阜平期	新太古代	08				D4	近东西向韧性剪 切带基底深大断 裂萌芽	E—W	韧性剪切		区域角闪岩 相退变质作 用	克 拉 通 基 底 形 成 阶 段
		07			基性岩墙群							
		06				D3	区域性近东西向 同轴面理褶皱	S↔←N	水平侧向 挤压			
		05			酸性岩浆侵位							
		04				D2	区域面理流变褶 皱面型中强剪切 应变带	不清	近水平剪切		区域高角闪 岩相至区域 麻粒岩相变 质作用	
		03			中性岩浆侵位			卵形	岩浆底辟			
		02				D1	固态流变褶皱及 褶皱轴面理	不清	近水平剪切			
		01	Ar _{3y} 、Ar _{3h} 、 Ar _{3c} 、Ar _{3f}	中基—超基 性火山岩— 含铁陆源碎 屑岩—碳酸 盐岩建造								

和递进剪切流变褶皱, 不仅改造了表壳岩组合, 也同时改造了岩浆底辟形成的垂向构造。

新太古代晚期的岩浆活动以伴随不同程度区域退变质作用同构造酸性岩浆活动为主, 随构造层次的不不断浅化及地壳刚性程度的不断增加, 开始在更大尺度上出现了近水平侧向挤压形成的区域性的近东西向褶皱, 与早期褶皱的复合叠加形成复杂的褶皱干扰格局, 同时反映了地壳变形从高度塑性状态向准塑性或韧性状态的演变趋势。

新太古代末期, 本区内的第一次克拉通化行将结束时, 开始出现一系列沿东西方向和北东方向剪切扭动的、具网结状组构的线状韧性剪切系统, 从构造层次而言, 其多形成于高绿片岩相—低角闪岩相条件, 并在古元古代逐渐发育成熟而形成韧性—脆韧性剪切带, 由此孕育了具有长期活动历史的克拉通基底深大断裂, 建平地区以丰宁—隆化深断裂、承德—北票深断裂和大庙—娘娘庙深断裂为代表。新太古代末期的构造岩浆事件表现为脉状侵入于变质表壳岩和变质深成岩中的基性岩墙群。

2.1.2 古元古代阶段

古元古代早期, 当太古宙古克拉通初步稳定之后, 深大断裂的活动性逐渐增强, 沿深断裂开始出现以太古宙克拉通为基础的小型裂陷盆地和活动带, 沉积了相当于陆缘—滨浅海环境的陆源碎屑岩、碳酸盐岩夹中酸性火山岩建造 (古元古界的迟家杖子岩组 (Pt_1c) 和明安山群 (Pt_1md)). 与此同时, 幔源岩浆的侵位也愈演愈烈, 形成沿深断裂展布的基性—超基性岩组合, 随后在总体的伸展构造背景下, 太古宙克拉通垂向隆升加剧, 导致上覆裂陷沉积岩系沿不同岩性界面发生韧性滑脱, 产生近水平分层剪切流变和顺层韧性剪切作用, 形成东西—北东向的韧性伸展滑脱剪切系统, 原始岩系遭受绿片岩相—低角闪岩相的变形变质重建, 构造流失明显。新太古代末期形成的韧性剪切系统在此背景下也逐步完善成熟起来。

古元古代晚期, 伴随古大洋的闭合, 以吕梁运动为代表的硅铝壳上的造山作用使分布于研究区北部的裂陷盆地最终封闭, 南北向的挤压应力一方面导致古元古界形成近东西向滑脱型褶皱, 另一方面则导致韧性剪切带程度不同的脆—韧性剪切行为, 深断裂由此也开始了明显的脆性断裂活动。吕梁运动之后, 本区内的第二次克拉通化完成, 同华北板块的其他部分形成统一的克拉通基底, 从此转入克拉通盖层形成与演化的新阶段。

2.2 克拉通盖层发展阶段(长城纪至早三叠世)

中元古代长城纪—中生代初早三叠世的克拉通盖层发展阶段可进一步划分为中元古代裂陷槽盆地发展阶段和新元古代—中生代初—内陆盆地的发展演化阶段。

2.2.1 中元古代发展阶段

大约 1850 Ma 左右, 华北克拉通北部开始裂解。建平地区常州沟早期形成了滨海沙滩相沉积组合, 常州沟晚期转入滨浅海相砂岩沉积。串岭沟期相对海平面上升形成黑色砂泥质岩沉积组合。团山子期地壳相对抬升, 海平面相对下降沉积了台缘斜坡—滨岸潮坪相藻礁碳酸盐岩组合。大红峪期则以单陆屑净砂岩建造为主。由常州沟—大红峪期基本为裂陷槽早期发展阶段。

高于庄—雾迷山期为裂陷槽扩张阶段, 沉积范围明显扩大。高于庄早期形成了潮坪相含锰泥质岩及碳酸盐岩沉积组合。高于庄中期以潮坪—滨浅海碳酸盐岩相匹配的沉积组合为特征。高于庄末期基底抬升, 形成局部沉积间断, 建平地区杨庄组与其为假整合接触。杨庄期为开阔台地边缘—台地内潟湖相沉积组合, 反映了高于庄末期抬升海退以后的小幅度下降。雾迷山期基底沉降趋于平缓, 沉积巨厚, 总体为潮坪相碳酸盐岩组合。

洪水庄—铁岭期为裂陷槽的衰亡阶段。洪水庄期, 相对海平面上升较快, 总体为欠补偿深水盆地环境下的黑色泥质岩组合。铁岭早期为台缘礁相泥砂质—碳酸盐岩组合, 铁岭中期为潮坪潟湖相含锰泥质—碳酸盐岩组合。铁岭晚期为开阔台地相碳酸盐岩组合。铁岭期末, 本区地壳上升加剧, 裂陷槽逐渐萎缩。

中元古代伴随克拉通盖层的逐步发育, 出现与地壳伸展机制有关的克拉通基底深断裂附近的非造山岩浆活动, 具体表现在沿大庙—娘娘庙深断裂有偏碱性的石英正长岩、正长花岗岩的岩浆侵位, 沿承德—北票深断裂有石英二长岩的岩浆侵位, 沿丰宁—隆化深断裂和八里罕—大城子一线的北东向应变带有斜长花岗岩—花岗闪长岩和二长花岗岩的岩浆活动。特别是大庙—娘娘庙深断裂沿线的碱性石英正长岩和正长花岗岩, 其总体类似大陆裂谷型 A 型花岗岩类特征, 代表了中元古代建平地区所处的具大陆裂谷特征的构造单元属性。此外, 该期形成的燕辽裂陷槽在区域上是重要的多金属成矿带, 以产于长城系高于庄组内的铅、锌、银大型层控矿床为主要特征^[3], 蓟县系铁岭组中的含锰层位也是锰矿产出的重要层位。

2.2.2 新元古代—中生代初发展阶段

新元古代本区进入较稳定的陆表海沉积,下马岭期为局限盆地相泥质岩组合,之后地壳上升加快,局部出露地表遭受风化剥蚀。景儿峪期地壳又有不同程度下降,出现滨浅海相碳酸盐岩组合。景儿峪期后,本区上升为陆,经受长期风化剥蚀。整个青白口系沉积在本研究区厚度较薄,沉积物成熟度较高,在区域上沉积较广,已属陆表海沉积。而侵位于雾迷山组、铁岭组、下马岭组和景儿峪组的辉绿岩床则是新元古代基性岩浆事件的代表。

早古生代为更加稳定的陆表海盆地发育阶段。昌平期研究区开始沉降接受沉积,主要为台缘高能带富镁碳酸盐岩组合,昌平期末本区略有抬升,之后又沉积了馒头期滨岸潟湖及台地蒸发环境泥质岩—富镁碳酸盐岩沉积组合。张夏期—马家沟期为本区陆表海稳定发展时期。张夏早期,沉积为局限台地富镁碳酸盐岩组合,晚期为开阔台地—台缘鲕滩相碳酸盐岩组合,这一时期代表本区一次大的海侵期。崮山—马家沟期,本区沉积主要为开阔碳酸盐岩台地—台地边缘碳酸盐岩、内碎屑碳酸盐岩组合,马家沟早期有半封闭的潟湖相沉积。马家沟期末,地壳抬升,自晚奥陶世至早石炭世本区处于长时期(150 Ma)的风化剥蚀阶段。新元古代末至早古生代,研究区内丰宁—隆化深断裂以北明显受到北侧兴蒙造山带加里东运动的影响,在丰宁—隆化深断裂和赤峰—开原深断裂的导控下,地下重熔型中性—中酸性岩浆上侵,形成陆缘岩浆弧,并在岩浆强力侵位过程中于早期岩体边部形成具韧性剪切行为的岩浆动力构造。

晚古生代的石炭纪为陆表海残留盆地时期。本溪期为海陆交互相含煤组合,之后海平面下降,盆地逐渐萎缩。晚石炭世—早二叠世的山西期主要为黑色河流沼泽相含煤组合及灰色河流相砂岩组合,盆地已明显由滨海盆地向内陆盆地演化。本溪—山西期也是区域范围内重要的成煤期。至石盒子期的杂色河湖相砂砾岩—泥岩组合已基本代表内陆盆地的形成。晚古生代末期,研究区丰宁—隆化深断裂以北开始出现强烈的构造岩浆活动。早二叠世,由地壳重熔形成的酸性岩浆沿丰宁—隆化深断裂和赤峰—开原深断裂之间的陆缘构造弱化带上侵,构成区域上近东西向展布的构造岩浆岩带,该带也是区域范围内重要的线性构造成矿带,主要形成金的矿化,与古亚洲洋闭合过程中的板块俯冲有着密切关系。晚二叠世,八里罕—平泉断裂和喀喇沁旗—王爷府断裂在继承早期北东向强应变带的基础

上,受到北东向深部构造活动带的影响开始萌发,沿二者之间有大规模的中—酸性岩浆的侵位,总体形成北东向的构造岩浆岩带,也从一个侧面反映了研究区北缘深部构造格局由东西向北东的转变发生在早晚二叠世之间。

中生代初早三叠世,研究区内的沉积记录主要是在研究区西南缘出现的一套干旱气候环境下形成的红色洪积扇相砂砾岩组合,为典型的内陆盆地。岩浆活动相对强烈,在八里罕—平泉断裂北西和承德—北票深断裂北西均有酸性系列岩浆的侵位,总体呈北东向展布。

2.3 板内造山阶段(早三叠世末至晚白垩世)

2.3.1 始板内造山阶段(早三叠世末至中侏罗世)

早三叠世末,处于丰宁—隆化深断裂以北的构造岩浆岩带均不同程度地叠加了伸展机制下的韧性剪切变形,在早三叠世以前的岩体及其围岩中形成若干平行线式阵列的北东—北东东向韧性剪切带,以伸展—平移型和伸展—平移型为主,局部迁就了近东西的古构造线。与此同时,丰宁—隆化深断裂以南的伸展变形继承了早期的近东西向构造线,形成中元古界与太古宙基底岩系之间的近东西向伸展滑脱型剪切带。剪切带的活动伴生了较强烈的绿片岩相动力变质作用。

中—晚三叠世,研究区内八里罕—平泉断裂以西出现了完整的由超基性、基性—中性—酸性的岩浆演化序列,而该断裂以东,在同时期则总体处于隆升剥蚀状态,未见相应的沉积记录和岩浆活动迹象。研究区西南部晚三叠世杏石口组砾岩代表的磨拉石建造,标志着晚三叠世末开始的一次重要的构造变动过程。研究区受此构造变动的影响总体处于南北向挤压应力场之下,承德—北票深断裂以北地区因深断裂在这一时期的逆冲活动,克拉通基底广泛出露;该深断裂以南则表现为下三叠统及其以下地层均发生强烈的褶皱和断裂变形,形成近东西向褶皱—冲断构造系统。究其动力学来源,应是北邻板块向南的俯冲与碰撞作用。研究区内发生于晚三叠世末的构造运动(狭义的印支运动)可能持续活动到了早侏罗世。

早侏罗世研究区内无相应的沉积记录,仍处于隆起状态,遭受剥蚀。岩浆活动表现为沿丰宁—隆化深断裂和大庙—娘娘庙深断裂有中酸性—酸性岩浆(局部偏碱性)的侵位,总体呈近东西向展布,似乎继承了晚三叠世末的近南北向收缩应力场。研究区外在这一时期出现了范围较小的继承式的拗陷盆地,不仅是重要的成煤期,局部还有中基性的火山喷发。

中侏罗世开始,研究区内先是沉积了海房沟组河

流-含煤沼泽相砂砾岩、泥页岩组合,之后出现短暂的伸展应力状态,造成髫髻山组中性火山岩的喷发。岩浆侵入活动则以八里罕-平泉断裂以西的大规模酸性岩浆侵位为主,该断裂以东也有小规模的中性系列岩浆的侵位,是该时期深部岩浆活动的重要标志。研究区内中侏罗统分布局限,主要位于承德-北票深断裂南侧,北缘受深断裂不同程度的控制,其原型盆地应属于挠曲盆地或压陷盆地。

由晚二叠世末—早三叠世初直至早中侏罗世,是研究区所经历的始板内造山期。丰宁-隆化深断裂以北因深部构造格局的变异而出现北东向的构造岩浆岩带及北东向叠加韧性变形,以南则基本秉承了近东西向的古构造格局。从区域大地构造角度来看,蒙古-鄂霍茨克褶皱带在早—中侏罗世开始发生海退。扬子板块则在晚三叠世—早侏罗世与华北板块拼合在一起。早—中侏罗世期间,由于西伯利亚板块向南运动,西南部冈瓦纳大陆北部微板块向欧亚大陆接近,伊佐奈崎-太平洋板块向北运动,因而导致这期间包括研究区在内的华北北部地区的主要应力方向为NNE-SSW方向^[4],其所形成的构造形迹也因此多呈近东西向展布。

这一阶段形成的北东向构造岩浆岩带也是区域上重要的多金属、非金属成矿带,包括石英脉型和构造蚀变岩型金银矿床、夕卡岩型铜铁矿床、热液型铅锌矿床、接触蚀变带型萤石矿及花岗岩石材等。

2.3.2 主板内造山阶段(晚侏罗世至晚白垩世)

晚侏罗世开始,研究区进入主板内造山期。区域范围内以太平洋板块向欧亚板块的俯冲消减为主,其次则是冈瓦纳大陆的继续向北漂移^[4]。此外,西伯利亚板块与华北和蒙古联合板块在晚侏罗世也开始发生碰撞,早白垩世二者完全拼合^[5],但其对研究区的影响已相当微弱。包括研究区在内的华北东北部在晚侏罗世总体处于北西-南东向挤压的应力场中,因而该时期出现了非常醒目的北东向逆冲-断褶构造系统。晚侏罗世初,髫髻山期火山活动逐步沉寂,经历短暂间歇和较大范围内地壳沉降之后,于承德-北票深断裂南缘的北东东向山前拗陷中堆积了土城子组干旱气候条件下的河湖相沉积组合,同时也造成其与髫髻山组之间的平行不整合接触。土城子组二段粗碎屑沉积组合总体具“磨拉石”特征,反映了北东向逆冲构造于土城子组二段沉积时已经开始萌动,直至土城子组完全沉积之后,由北西向南东的逆冲活动仍在继续并使其北西缘地层产状在一定范围内同斜倒转。土城子组底部砾

石成分中包含大量髫髻山组的火山岩,古流向、沉积岩相的纵向叠置等显示其沉积盆地原型与典型的前陆盆地类似,属于逆冲构造带前缘的压陷盆地,与后期广泛分布的晚侏罗世—早白垩世盆地的性质是完全不同的。土城子期的北东向逆冲构造不仅改造了土城子组原型盆地,也同时改造了中侏罗统海房沟组、髫髻山组原型盆地,使其总体展布方向向北东偏转。

晚侏罗世末,土城子期逆冲活动停止之后,区域应力场出现了短暂的应力松弛,在总体挤压背景下产生了小幅度的拉伸应力场,导致研究区内的深大断裂切入地壳深部岩浆房,使深熔岩浆通过爆发和喷溢达到地表,形成了研究区内的张家口期酸性、亚碱性火山熔岩、火山碎屑岩建造间夹河湖相碎屑岩沉积建造,使其角度不整合于土城子组之上。该不整合面也标志着研究区内真正具有裂陷作用特征的晚侏罗世盆地的开始形成。研究区内丰宁-隆化深断裂、承德-北票深断裂、八里罕-平泉断裂及喀喇沁旗-王爷府断裂均对张家口期火山-沉积活动有明显的控制作用。张家口组喷发-沉积之后,北西向挤压应力场的继续蠕动使张家口组中出现独立于土城子期北东向逆冲构造之外的北东向的断褶构造,张家口组原型盆地不同程度地闭合,使得随后于早白垩世喷发沉积的义县组在相当广泛的范围内角度不整合覆于张家口组之上。目前,在本研究区宁城县山头乡大铜匠沟、幅外大兴安岭地区及锦州地区均可见到二者之间的角度不整合接触关系。造成此角度不整合的构造变动是区域应力场在较短的构造时期中快速伸缩反转的产物,是区域应力场由大规模挤压转向大规模伸展的过渡期的构造变动,也是晚侏罗世末到早白垩世初华北克拉通北缘重大构造转折期的直观反映,因而将此次构造变动命名具有十分重要的意义。笔者将其命名为“宁城变动”,旨在强调张家口组与义县组之间存在的火山喷发沉积的间断性。研究区北缘大平顶山附近于晚侏罗世先后侵位的中性—酸性岩浆岩体呈统一的北西走向,反映了区域应力场在同一方向上的快速伸缩交替,应是“宁城变动”期间深源岩浆侵入活动的重要标志。该北西向岩浆岩带与北东向岩浆岩带的交汇部位也是金矿的有利成矿部位。

研究区在经历了晚侏罗世末的大规模逆冲构造变形、岩浆侵入活动和地壳的隆升加厚之后,于早白垩世初进入了重要的伸展构造活动时期。区域范围内,一方面太平洋(或伊佐奈崎洋)板块向欧亚板块俯冲所造成的挤压作用减弱;另一方面,包括研究区在内的华北东北部地区在晚侏罗世末—早白垩世出现超厚岩石圈的

巨量减薄和拆沉作用^[8],因而早白垩世初研究区总体处于陆内的拉伸环境,在此背景下,沿先期形成的北东向逆冲带的后缘和北东向构造岩浆岩带的边缘开始形成格架性的北东向伸展断裂系统,前白垩纪的盆地基底中也开始发育构造反转或新生的北东向伸展断裂,从而引起强烈的裂陷作用,其直接诱导了义县期板内造山环境壳幔混源岩浆的喷发活动,形成了义县组中基性亚碱性火山熔岩、火山碎屑岩及沉火山碎屑岩建造夹河湖相正常碎屑沉积建造,总体呈北东—北北东向展布。义县组火山—沉积建造对前白垩纪的压陷盆地和局部的裂陷盆地有不同程度的继承,而其火山活动时控盆的伸展断裂发育很不均衡,研究区西北的八里罕—平泉断裂和喀喇沁旗—王爷府断裂在义县期发展成为盆缘断裂,而喀左、凌源一带的控盆断裂在义县期尚未发育成熟而未形成盆缘断裂,这一带义县组盆地的西缘更多地表现为超覆,因而义县组原型盆地总体应为两侧不均衡伸展的后继性陆内裂陷盆地,其盆地基底在义县组喷发沉积之前未遭受长期风化剥蚀而时有古陆隆起,这也是“宁城变动”的特色之一。义县期火山喷发间隙,因地壳相对平静,气候温湿宜于动植物生长,因而在其河湖相沉积环境中出现以狼鳍鱼、东方叶肢介、三尾拟蜉游为代表的“热河生物群”的空前繁盛。义县组早期以正常沉积岩为主夹玄武岩,晚期以火山喷溢为主形成火山熔岩,火山活动以裂隙式喷溢为主,局部见中心式火山活动。至九佛堂组沉积时,研究区内喀左、凌源一带的北东向伸展断裂逐渐发育成熟而成为控盆的盆缘同沉积断裂,随盆缘伸展断裂的活动,早白垩世义县组之后先后有九佛堂组、沙海组、阜新组的沉积,多形成由盆缘断裂控制的小型半地堑式箕状断陷盆地而覆于义县组盆地之上。义县组与上覆九佛堂组呈平行不整合接触,代表该期地壳有一次垂直升降暴露过程。九佛堂组为一套湖相为主的细碎屑岩沉积,区域范围内则有油页岩产出层位;沙海组为一套河流相砂砾岩沉积组合;阜新组为一套河流—湖沼相含煤细碎屑岩及砂砾岩沉积组合,是重要的含煤地层。伸展断裂的持续活动导致研究区内北东向伸展拖褶构造系统在早白垩世九佛堂期—阜新时期最终形成,北东向的盆岭构造格局也由此形成。早白垩世的岩浆侵入活动表现为与火山岩成分相当的超浅成(或高位)侵入体及局部范围内的偏碱性岩浆侵入体,受同期火山机构的控制。其中南梁石英正长岩和黄家营子正长花岗岩均类似A型花岗岩特征,属板内造山带由挤压转向拉伸环境的造山期末的岩浆侵入活动,与义县组

火山岩均形成于岩石圈地幔的伸展崩塌和拆沉作用。

晚白垩世由于受断裂限制及地壳差异升降运动控制,先是在山前伸展断裂的断裂谷中形成了孙家湾组近物源区快速堆积的洪积扇相类磨拉石建造,之后沿复活的北北东向走滑断裂带发生酸性火山喷发,其物质记录为零星分布的大兴庄组陆相酸性火山岩组合。此期的构造变形主要表现为北北东向走滑构造系及其派生的近东西挠曲和北西向平移断裂系。早白垩世末—晚白垩世,太平洋西岸岛弧形成,太平洋板块向北北西方向强烈挤压并伴随左行走滑,与此同时,蒙古—鄂霍茨克海槽封闭造成向南方向的挤压,南部印度洋板块向北俯冲,其中太平洋板块俯冲的南南东向应力最大^[4],从而使研究区处于左旋压扭性应力状态,形成北北东向压扭性走滑断裂系。随后印度洋板块向北俯冲作用加强,于研究区内派生出北西向张扭性应力场,形成北西向张扭性平移断裂系。

2.4 新构造运动发展阶段(新生代以来)

燕山运动之后的喜马拉雅运动,造成研究区地壳整体抬升,缺失了古新系的沉积。中新世时期,八里罕—平泉断裂和喀喇沁旗—王爷府断裂的伸展复活导致了局部范围的深源岩浆活动,物质记录为中新统汉诺坝组玄武岩。其后伴随差异性升降运动逐渐形成现今隆起与拗陷相间的地貌,拗陷内主要接受了更新统一全新统的松散沉积—堆积物。进入到现代,新构造运动的直接表现即为沿北东向和近东西向继承性活动断裂的地震活动和地热异常。

3 地球动力学探讨

(1) 克拉通基底形成阶段:辽西建平地区在新太古代完成了第一次克拉通化,沉积建造反映出古岛弧及古岛弧边缘的古拗陷环境,构造背景总体为古老陆核之间的联结碰撞挤压收缩;新太古代阜平运动以后,本区的克拉通基底已初具雏形,克拉通的范围逐渐扩大,陆壳不断加厚,水平应力开始在构造运动中逐步占据主导地位。古元古代是本区地壳从塑性向刚性转化的重要时期,其早期以伸展背景下的小型裂陷盆地和活动带为特征,晚期吕梁运动之后,伴随古大洋的闭合,区内的第二次克拉通化完成,同华北板块的其它部分形成统一的克拉通基底,从此转入克拉通盖层形成与演化的新阶段。

(2) 克拉通盖层发展阶段:吕梁运动之后,建平地区连同华北北部地区在地幔隆起和陆壳拉伸作用的影响下,形成了以丰宁—隆化深断裂为北界的北东向—

近东西向展布的燕辽裂陷槽, 沉积了一套巨厚的滨海—浅海相陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造, 其主要的裂陷作用发生在中元古代, 新元古代开始形成稳定的陆表海沉积, 直至晚古生代末进入内陆盆地发展时期。在印支运动之前, 本区除局部的非造山岩浆活动之处, 没有发生强烈的构造变动, 构造运动主要表现为地壳的整体抬升与沉降。

(3) 板内造山阶段: 建平地区的板内造山以印支运动(广义)作为起始点, 由此本区构造演化进入了一个全新的阶段, 主要表现为强烈的构造变形、岩浆侵入与喷发和同造山的沉积作用。该阶段的变质作用在侏罗纪以前以强烈的绿片岩相动力变质作用为主, 局部出现热力驱动的接触变质作用; 而侏罗纪以来的变质作用主要是气成热液变质作用和接触变质作用。该演化阶段又可划分为始板内造山阶段和主板内造山阶段: 始板内造山阶段大致由早三叠世末、中三叠世初直至中侏罗世以后, 处于古亚洲构造域的作用逐渐减弱和东亚环太平洋构造域的作用逐渐增强的地质历史时期, 因而受到两大构造域的共同影响; 主板内造山期由晚侏罗世至晚白垩世, 处于东亚环太平洋域和特提斯构造域的双重影响之下, 蒙古—鄂霍茨克褶皱带的海退也对研究区产生了一定影响。但区内中生代以来的造山作用既非板间的陆—陆碰撞造山作用, 也非板缘的洋—陆俯冲造山或陆—陆超碰撞叠覆造山, 而应是华北板块内部块体间的造山作用, 虽受到同期板块边界相互作用的远程影响, 但也与板内深部岩石圈的加厚和减薄作用密切相关。来自古地磁和西太平洋俯冲增生杂岩的证据表明, 东亚环太平洋主动大陆边缘是在中侏罗世以后才最终形成的^[5], 因此我们把区内始板内造山期的造山机制归结为受兴蒙造山带超碰撞期远程影响的陆内俯冲作用, 而主板内造山期的造山机制则总体属于受太平洋板块俯冲远程影响的大陆边缘型造山作用。

(4) 新构造运动发展阶段: 自古近纪(65~23.3 Ma)以来, 印度洋板块向欧亚板块发生强烈的俯冲, 并在板块内部产生了巨大的影响。尽管太平洋板块仍然向北西西俯冲, 但印度板块与欧亚板块的作用占主导地位。建平地区及其所在的华北东部地区总体处于弧后地

带, 因此形成了较为强烈的伸展构造背景, 使区内发生强烈的裂陷伸展作用, 并最终形成现今的构造格局。

参考文献:

- [1] 马杏垣, 白瑾, 等. 中国前寒武纪构造格架及研究方法[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [2] 唐克东, 等. 中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [3] 白瑾. 华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [4] 张宝政. 板块构造学[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1993.
- [5] 赵越, 杨振宇, 马醒华, 等. 东亚大地构造发展的重要转折[J]. 地质科学, 1994, 29(2): 105—114.
- [6] 李树勋, 孙德育, 于海峰, 等. 内蒙古中西部早前寒武纪变质岩系中韧性剪切带分布规律及成矿预测[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995.
- [7] 汪新文. 华北克拉通印支运动及其与早中生代盆地发育的关系[J]. 地球科学, 1996, 21(4): 449—454.
- [8] 邓晋福, 赵海玲, 等. 中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [9] 张允平. 吉林中部古生代构造岩浆活动与金银成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [10] 王瑜. 中生代以来华北地区造山带与盆地的演化及动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [11] 崔盛芹. 论全球性中—新生代陆内造山作用与造山带[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 283—293.
- [12] 张长厚. 初论板内造山带[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 295—308.
- [13] 宋鸿林. 燕山式板内造山带基本特征与动力学探讨[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 309—316.
- [14] 董树文, 吴锡浩, 吴珍汉, 等. 论东亚大陆的构造翘变——燕山运动的全球意义[J]. 地质论评, 2000, 46(1): 8—13.
- [15] 郑亚东, 等. 燕山带中生代主要构造事件与板块构造背景问题[J]. 地质学报, 2000, 74(4): .
- [16] 王根厚, 张长厚, 王果胜, 等. 辽西地区中生代构造格局及其形成演化[J]. 现代地质, 2001, 15(1): 1—7.
- [17] 张长厚, 王根厚, 王果胜, 等. 辽西地区燕山板内造山带东段中生代逆冲推覆构造[J]. 地质学报, 2002, 76(1): 64—74.
- [18] 胡玲, 宋鸿林, 等. “内蒙地轴”南缘断裂带的活动时代及结构分析[J]. 中国地质, 2002, 29(4): 369—373.
- [19] 李伍平. 辽西早白垩世义县组火山岩的地质特征及其构造背景[J]. 岩石学报, 2002, 18(2): .
- [20] 郭华, 吴亚文, 等. 燕山板内造山带逆冲推覆构造格局[J]. 现代地质, 2002, 16(4): 339—345.