

## 吉黑复合造山带古亚洲洋向滨太平洋构造域转换： 时间标志与全球构造的联系

彭玉鲸<sup>1</sup>, 齐成栋<sup>1</sup>, 周晓东<sup>1</sup>, 卢兴波<sup>1</sup>, 董红辰<sup>1</sup>, 李 壮<sup>2</sup>

(1. 吉林省区域地质矿产调查所, 吉林 长春 130033; 2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061)

**摘 要** 构造运动、岩浆活动、变质作用、矿床形成等地质事件节律的耦合, 表明吉黑复合造山带古亚洲洋构造体制结束的综合标志时间为 250~230 Ma, 太平洋构造体制启动的综合标志时间为 227~222 Ma。从全球构造观之, 它们受 Pangaea 联合古陆形成的时间(330~230 Ma)和进入新超大陆旋回(230~0 Ma)首次裂解的时间(224 Ma)所制约。

**关键词** 吉黑造山带 构造体制转换 时间标志 全球构造

## TRANSITION FROM PALEO-ASIAN OCEAN DOMAIN TO CIRCUM-PACIFIC OCEAN DOMAIN FOR THE JI-HEI COMPOSITE OROGENIC BELT: Time Mark and Relationship to Global Tectonics

PENG Yu-jing<sup>1</sup>, QI Cheng-dong<sup>1</sup>, ZHOU Xiao-dong<sup>1</sup>, LU Xing-bo<sup>1</sup>, DONG Hong-chen<sup>1</sup>, LI Zhuang<sup>2</sup>

(1. Jilin Institute of Regional Geological Survey, Changchun 130033, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

**Abstract** : The rhythmic coupling of geological events of tectonic movement, magmatism, metamorphism, deposit formation and so on indicate that, for the Ji-Hei composite orogenic belt, the ending time of the Paleo-Asian Ocean tectonic domain is 250 – 230 Ma; while the starting time of the Pacific Ocean tectonic domain is 227 – 222 Ma. From the view of global tectonics, they are constrained by the forming time of Pangaea (330 – 230 Ma) and its first splitting time (224 Ma) after it entered the new super-continent cycle (230 – 0 Ma).

**Key words** : Ji-Hei orogenic belt; transition of tectonic systems; time mark; global tectonics

无论是人类社会的发展还是自然界的演化, 总是要进行历史阶段的划分。而一旦研究阶段的划分就需要努力寻找客观存在的标志性的关键事件和这些事件所发生的时间。这通常会引起“百家争鸣”。吉黑复合造山带由古亚洲洋构造体制向滨太平洋构造体制的转换——时间及标志, 就是当前我国地球科学调查与研究, 形成“诸子论道”的典型实例<sup>[1-32]</sup>。为此, 笔者将近年来所收集之新资料和新认识, 呈奉于良师益友, 期求疑义相析、殊途同归。

### 1 古亚洲洋构造体制结束的时间与标志

#### 1.1 古地理巨变的时间标志

古亚洲洋消失, 中亚造山带的完成, 乃是一次“沧海桑田”之巨变。首先表现在与古亚洲洋演化有关的海相沉积彻底地不复出现。上世纪末叶前人们多认同在古吉黑(或兴蒙-吉黑)造山带于晚二叠世地层中已不见海相沉积。然而, 新的事实是: 在吉林九台波泥河子原认为属晚二叠世陆相地层——含 P.P. 动物群的杨家沟组建组剖面——发现了产腕足、海百合茎等海相化石的海相层; 同样的事实亦发现在吉林白城市黑顶子林西组(原称索伦组)的所谓陆相地层中<sup>[33-34]</sup>, 在林西组建组剖面地区, 虽然尚无海相化石的发现, 但对沉积物详细的地球化学研究, 亦获得了存在海相沉积的结论。不仅如此, 在吉林九台有充分化石依据的早三叠世

收稿日期 2011-10-24; 修回日期 2011-11-01。编辑 张哲。

作者简介 彭玉鲸(1938—), 男, 研究员, 从事区域地质调查研究工作, 通信地址 吉林省长春市东南湖大路 2718 号品位空间 4 楼区调所, E-mail/jlqdq@163.com

卢家屯组上部黑色页岩中发现了产海相化石舌形贝的海相层<sup>①</sup>, 而该黑色页岩曾获得全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $239.9 \pm 29 \text{ Ma}$ <sup>[35]</sup>, 其上为晚三叠世地层角度不整合覆盖。此后, 于兴蒙-吉黑造山带再未见与古亚洲洋相关的海相沉积出现。由此表明, 该时期全区实现海陆变迁的时间发生在约 230 Ma, 古地理标志即早三叠世地层中海相夹层消失, 古亚洲大陆诞生。

当然, 有关这一标志及发生时间的认可, 还包括下述各标志及其发生时间的讨论, 都要涉及到蒙古-鄂霍茨克构造带的问题。不同学者对比认识亦各不相同, 乃至大相径庭, 即或将该带作为中朝板块与西伯利亚板块的最终缝合带<sup>[36-37]</sup>, 或将该带分成两阶段演化历史, 中生代前可视为古亚洲洋的一部分, 与古亚洲洋整体的演化相一致, 中生代活动与泛太平洋板块的活动有关——重新打开又于早白垩世关闭, 故不能将其视为中朝与西伯利亚板块间的最终缝合带。这也是本文现持的认识。

### 1.2 构造运动的时间标志

地层间的不整合及不整合面之上所形成的磨拉石相(或建造)和变形岩石(构造岩)的测年资料, 通常是剖析构造运动发生的最为有效的时间标志。在古吉黑造山区内, 自晚石炭世以来, 地层间出现多次不整合关系, 并形成多个相应的磨拉石建造。依据确切的有: (1) 大蒜沟组与其下山秀岭组间的平行不整合, 不整合面上堆积了大蒜沟砾岩磨拉石建造, 依据不整合面上、下岩层中所产之生物化石, 其形成时间于确定在 *Parafusulina* As 与 *Pseudoschwagerina* As 间, 即在 299~294 Ma 内。(2) 范家屯之下形成的超覆不整合(周家窑砾岩或寺洞沟砾岩) 形成在 *Neaschwagerina* As 与 *Moncdioxodina* As 间, 即在 270~268 Ma 内。(3) 杨家沟组(或开山屯组)与其下范家屯组(或寿山沟组)间的平行不整合, 不整合面上发育了蒋家窑砾岩(或开山屯砾岩)之磨拉石建造, 其发育时间为 *Palaeomutela-Palaeonodonta* As (或 *Gigantopteris* As) 至 *Yabeina* As 时限内, 即晚二叠世与中二叠世界线附近, 大约为 260.4 Ma。(4) 卢家屯(或柯岛组)与其下杨家沟组(或开山屯组、或大东沟组)(黑龙江省境内的老龙头组与红山组)间平行不整合接触, 不整合面上形成了影壁山(或柯岛)砾岩之磨拉石建造, 依据卢家屯组所产之叶支介、介形及双壳类化石, 该磨拉石建造为早三叠世, 即在 251.0(或 251.4) Ma 左右。(5) 全区晚三叠世沉积盆地底砾岩角度不整合覆于前晚三叠世地质体之上,

在辽源小四平产 *Anthrophyopsis Leciana*<sup>[38]</sup>, 晚三叠世陆相地层不整合(沉积覆盖)在小四平二长花岗岩体之上, 其锆石 U-Pb(SHRIMP)年龄  $242 \pm 7 \text{ Ma}$ ; 而在蛟河西土山地区为晚三叠世西土山组(除产化石外所夹火山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $210 \pm 19 \text{ Ma}$ ) 不整合覆盖的花岗岩, 其中治安屯碱性花岗岩锆石 U-Pb 等时线年龄  $232.16 \pm 7.32 \text{ Ma}$ <sup>[39]</sup>。表明以地层间不整合和磨拉石建造出现为特征的区内晚海—早印支期构造运动(造山作用)具有多幕式递进演化的模式, 最终一次是以晚三叠世地层底界所形成的区域性角度不整合尤为强烈, 具有标志性意义, 时间为 242~232 Ma。

有关此期间构造岩测年资料积累不多, 记录于夹皮沟金矿控矿糜棱岩的全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 305.6 Ma<sup>[40]</sup>, 九台机房沟变质核杂岩上的石英千枚岩 K-Ar 年龄  $256 \pm 11.8 \text{ Ma}$ , 被视为陆陆对接的延边地区的牛心山-大桥村韧性剪切带糜棱岩 <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 坪年龄为 230 Ma。后者与华北东部北缘八里罕-大营子断裂带于八里罕以西围子一带所获眼球状糜棱岩钾长石的 <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 坪年龄  $228.2 \pm 0.4 \text{ Ma}$ , 等时线年龄  $227.1 \pm 0.01 \text{ Ma}$ <sup>[28]</sup> 非常接近, 标志着陆陆对接构造变形结束的时间亦在 230 Ma 左右。

### 1.3 岩浆活动的时间标志

与上述多幕式的构造运动相对应, 区内晚海西期—早印支期岩浆活动亦具多幕式特征, 即在每幕岩浆活动达到高潮, 意味着一幕碰撞(拼贴)作用行将结束之际, 便形成一次磨拉石建造。如与大蒜沟砾岩相呼应的晚石炭世—早二叠世早期岩浆活动进入高潮而后暂息, 此时恰好在牡丹江附近山洞村获钾长花岗岩斑岩脉岩群单颗粒锆石 U-Pb 年龄  $296 \pm 15 \text{ Ma}$ ; 又如与蒋家窑(开山屯)砾岩相应的中二叠世岩浆活动幕, 又正巧在清源猴石测得含榴二云母花岗岩锆石 U-Pb(SHRIMP)年龄  $261 \pm 20 \text{ Ma}$ ; 再如对应于早三叠世底部影壁山(或开山屯)砾岩之磨拉石建造, 为晚二叠世岩浆活动幕的结束, 具有象征性意义的是: 磐石南大红石砬子钾长(碱长)花岗岩锆石 U-Pb(LA-ICP-MS)年龄  $251 \pm 2 \text{ Ma}$ , 牡丹江大安屯钾长花岗岩锆石 U-Pb 年龄  $250 \pm 10 \text{ Ma}$ , 安图二合店碱性花岗岩锆石 U-Pb 年龄 253 Ma 左右, 它们代表了该幕碰撞晚期和后碰撞造山型花岗岩系。早三叠世岩浆活动幕是当前所获测年数据较多, 且能较系统地反映其岩浆活动从碰撞前一同碰撞—后碰撞所形成的花岗岩类的岩石系列, 由老至新为(石英)闪长岩, 敦化农林岩体锆石 U-Pb 年龄

①刘爱, 等. 吉林省北部槽区二叠纪岩相古地理. 吉林省区域地质调查研究所, 1994.

250 Ma, 九台没泥河子钓鱼台岩体锆石 U-Pb 单点年龄 248 Ma, 花岗闪长岩、小蒲柴河岩体锆石 U-Pb 等时线年龄 248.4 Ma, 龙长森岭和安图石人岩体锆石 U-Pb 高精度测年 248 Ma 和 245 Ma; 二长花岗岩、亮兵岩体锆石 U-Pb (SHRIMP) 年龄  $247 \pm 1$  Ma, 松树咀、杨木林尖山子、小四平三岩体锆石 U-Pb (SHRIMP) 年龄依次为  $243 \pm 5$  Ma、 $243 \pm 5$  Ma、 $242 \pm 7$  Ma; 二云母花岗岩、昌图黄家岭锆石 U-Pb 高精度测年  $234.7 \pm 4.3$  Ma; 碱长和碱性花岗岩, 蛟河治安屯岩体锆石 U-Pb 等时线年龄  $232.16 \pm 7.32$  Ma, 磐石甲黑山岩体角闪石 K-Ar 年龄 230 Ma. 值得重视的是, 此时在华北陆块北部东起辽宁赛马, 西至内蒙古包头构成一条由碱性—超基性杂岩体近东西向展布的岩带, 长达千余公里, 同位素年龄亦在 250~230 Ma. 它们很可能是兴蒙吉黑造山带形成的最后一次强大的陆陆叠接所引起的陆内伸展, 诱导了幔源岩浆的底侵作用. 由此表明: 早中三叠世 250~230 Ma 幕式岩浆活动, 特别是 230 Ma 左右的 A 型花岗岩带的出现, 亦是兴蒙—吉黑造山带古亚洲洋构造体制结束的重要标志.

#### 1.4 变质热事件时间标志

众所周知, 兴蒙—吉黑造山带的晚古生代地层区域变质作用一般表现为低绿片岩相, 很难研究其峰期变质作用的时限, 但从已获得的多个叠加的热事件年龄纪录的统计仍可认定热事件的主期时限. 在  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  测年方面, “八面通杂岩”获两组数据: 其一坪年龄为  $300.4 \pm 1.0$  Ma, 等时线年龄  $300.9 \pm 5.0$  Ma; 其二坪年龄  $288.1 \pm 2.1$  Ma, 等时线年龄  $283.5 \pm 0.4$  Ma. 岗子沟花岗岩获坪年龄数据  $253.3 \pm 5.8$  Ma, 红旗岭号岩体角闪橄榄岩角闪石坪年龄  $302.2 \pm 6.03$  Ma、 $246.00 \pm 5.70$  Ma. Rb-Sr 测年资料, 磐石呼兰群白云片岩白云母—全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $237 \pm 8$  Ma, 永吉长岗镁铁—超镁质岩及围岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $220.83 \pm 6.76$  Ma, 九台四楞山早海西期花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $234 \pm 24$  Ma, 图们草坪镁铁—超镁铁质岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $245.29 \pm 17$  Ma, 琿春含中二叠世腕足动物化石的关门嘴子组所夹火山岩在满河及婆婆沟分别获得全岩 Rb-Sr 等时线年龄 235 Ma 和 238 Ma. 最值得重视的是, 黑龙江省穆棱镇附近的原黑龙江群于西北岔黑云斜长变粒岩中变质锆石单颗粒蒸发法年龄  $245 \pm 15$  Ma, 绥阳镇附近原黄松群黑云斜长片麻岩中变质锆石单颗粒蒸发法年龄  $236 \pm 26$  Ma、 $253 \pm 15$  Ma. 由此证明, 不同测年方法所记录的变质热事件年龄基本吻合, 变质峰期的时限亦当在 250~230 Ma.

## 2 太平洋构造体制启动的时间与标志

### 2.1 滨西太平洋大陆边缘火山盆地兴起的时间标志

随着古吉黑造山带的完成, 中国东北成为古欧亚大陆的成员, 濒临太平洋, 开始了新的演化. 古地理为之一新地出现了众多的晚三叠世陆相火山和火山—含煤沉积盆地, 在松嫩盆地以东由西向东出现了吉林哈兰达岭火山盆地、老爷岭火山盆地、张广才岭火山盆地. 组成这些盆地(带)的单个盆地, 除少数盆地(如小四平、白水滩、西土山等)利用和改造古断裂而呈近东西走向外, 绝大多数火山沉积盆地均呈北东—北北东向, 除少数盆地(如小河口村、小四平)未见火山岩, 大多数盆地均有陆相中酸性火山岩. 它们不仅在正常沉积夹层中富产晚三叠世生物化石, 而且已获得的多个同位素测年资料亦表明成盆地作用始于晚三叠世初而结束于晚三叠世末. 按全岩 Rb-Sr 测年数据即可分出: 早期大岗子  $229.5$  Ma, 磐石官马  $222 \pm 10$  Ma, 东宁石鹿沟  $231.9 \pm 28.5$  Ma, 宝清郝家屯  $227.22 \pm 4.5$  Ma, 中期蛟河西土山  $210 \pm 10$  Ma, 汪清东林  $214.03 \pm 13.86$  Ma, 图们打靶沟  $210 \pm 11$  Ma, 晚期绥芬河北寒林场  $208 \pm 16$  Ma, 东宁南天门  $205 \pm 28$  Ma<sup>[41]</sup>. 这些测年数据还得到数十个 K-Ar 测年结果的佐证. 据此, 可将晚三叠世初(约 227 Ma) 新生盆地群的打开确认为太平洋构造体制启动的时间标志.

### 2.2 构造运动的时间标志

整个古吉黑造山带晚三叠世地层与前晚三叠世地层所显示的区域性角度不整合几乎比比皆是. 除前述的小四平、西土山地区的晚三叠世地层底界下角度不整合可以直接标定时间外, 我们还可以从控盆控岩构造的定年资料作出进一步的论证. 比如辽北铁岭大甸子火山—沉积盆地, 前人多认为是由敦密断裂带活动所控制的一个典型的旋转构造<sup>[42-43]</sup>(很可能为一螺旋构造, 将另文讨论), 而受构造控制的原称前湾岭组火山岩 8 件测年样品获  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{K}$  年龄  $225.0 \pm 7.7$  Ma, 全熔法  $218.1$  Ma、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄  $218.1$  Ma, 等时线年龄  $220.6$  Ma, 锆石 Rb-Sr 等时线  $215.2 \pm 17.1$  Ma<sup>[44]</sup>, 表明敦密断裂带在晚三叠世初即可能以走滑断裂带形式开始出现. 同样, 鸭绿江断裂带在其南段控制了晚三叠世小河口村、大营等盆地, 北段控制了大兴沟盆地, 在其中段(两江—安图段)控制了一条偏碱性基性似层状杂岩体(青林子、和平营子、宣羊砬子等). 依据其岩石测年资料(见下文), 同样表明控岩断裂始现于晚三叠世初. 即吉黑东部著名的大型构造敦密断裂、鸭绿江断裂在晚三叠世的始现(约 225 Ma), 亦当为太平洋构造体

制启动的时间标志.

### 2.3 岩浆活动的时间标志

自晚三叠世以来,岩浆侵入活动面貌亦为之一新.最为显著的特征有二:一是上面已经提到的受北东向两江-安图断裂所控制的碱性基性似层状杂岩体.该类岩体已发现的有青林子、和平营子、宣羊砬子、二青背、团结等诸岩体,但多因后期不同时代花岗岩的侵位而呈面积不大的残留岩株状侵入体.岩石组合以碱性或偏碱性的中细粒辉长岩为主,与(角闪)正长岩、石英二长岩、碱性花岗岩伴生,形成一条含金、磷、钒钛磁铁矿的碱性杂岩体岩带,无论是从岩石组合还是含矿性,与裂谷型侵入岩套有既相似之处,又有着一定的差别,这可能与控岩断裂具有走滑-张裂复合的性质有关.除获得和平营子和青林子两岩体辉长岩全岩 K-Ar 年龄 226.2 Ma 和 224 Ma 外,近期又获得青林子岩体伴生的角闪正长岩和团结屯(两江 631 高地)石英二长岩单颗粒锆石 U-Pb 高精度测年,分别为  $223 \pm 1$  Ma 和  $222 \pm 5$  Ma.二是在上述岩体侵位后,区内晚三叠世的控盆、控岩的北东向断裂进入了一个重要的左行走滑期,形成了走滑断裂带上的两类花岗岩<sup>[11]</sup>.已知的走滑拉分-张裂型花岗岩,如东宁老黑山闹枝沟岩体曾获全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $206.7 \pm 4$  Ma<sup>[45]</sup>,最近又获得单颗粒锆石 U-Pb 高精度测年  $214 \pm 10$  Ma,汪清春阳岩体单颗粒锆石 U-Pb 年龄  $215 \pm 5$  Ma<sup>[30]</sup>,蛟河前进三道河岩体单颗粒锆石 U-Pb(LA-ICP-MS)年龄  $216 \pm 3$  Ma;走滑挤压-隆起型花岗岩,原获临江梨树沟岩体全岩 Rb-Sr 等时线年龄  $215 \pm 26$  Ma<sup>[46]</sup>,近又获得通化龙头、岔信子、苇沙河等岩体单颗粒锆石 U-Pb(SHRIMP)年龄  $217 \pm 9$  Ma、 $216 \pm 6$  Ma、 $217 \pm 7$  Ma<sup>[47]</sup>.上述资料进一步证实:受两江-安图新断裂带所控制的偏碱性的杂岩体是太平洋构造体制启动的最为有效的标志,时间为 227~222 Ma.

### 3 与全球构造的联系

从全球构造观之,古生代至中生代初正是联合古陆 Pangaea(潘基亚)超大陆形成和进入新超大陆旋回的转换期. Pangaea 古陆的形成时代,最初由 Wegener(1912)确定为石炭纪,后来进一步研究,多数学者将其修定为古生代末期.莫雪尔和欧文(P. Moral and F. Irving, 1981)根据当时所获得的更丰富的古地磁资料再次拟合,提出一个新认识,将 Pangaea 联合古陆形成划分为两个时期:一为 280 Ma 前会聚的泛大陆,称为“Pangaea B”;二为 200 Ma 前拼合成的泛大陆,称为

“Pangaea A”<sup>[48]</sup>.新提出的一种显生宙泛大陆旋回观点,指 540 Ma 形成的 Pannotia 超大陆,经过早古生代大陆离散和海底扩张的主阶段,和晚古生代以洋壳俯冲和弧-陆、陆-陆会聚为主的第二阶段,大约在 330~230 Ma 形成了 Pangaea 超大陆<sup>[49]</sup>.这与前述吉黑造山带古亚洲洋构造体制结束的标志和发生的时间非常吻合.

新超大陆旋回,意指 Pangaea 超大陆裂解和未来新超大陆的形成.根据对 230 Ma 以来海平面升降运动二级旋回或巨旋回在全球的变化,现提出晚显生宙(即新超大陆)旋回早期的裂解和离散阶段主要见于两个时期:第一期裂解发生在 224 Ma,表现为陆内盆地和地幔柱随时间的推移其活动性逐渐增强,如阿尔卑斯南带陆缘火山型裂谷沉积的出现,随之,177 Ma 后进入第二个裂解期.再经历 133 Ma 后的第三阶段和 85 Ma 后的第四阶段,大约在 42 Ma 的中始新世完成了主要大陆的裂解与离散作用,转入以洋壳俯冲、弧-陆碰撞为主的新阶段.显然,上述所提太平洋构造体制的启动标志和时间与全球新超大陆旋回 Pangaea 联合古陆进入第一裂解期十分一致.

综上所述,以各类地质事件节律的耦合为标志,亚洲洋构造体制的结束为 250~230 Ma,太平洋构造体制的启动为 227~220 Ma.古亚洲洋构造体制向太平洋构造体制的转换标志与时间受全球构造——Pangaea 联合古陆——的聚合和它进入新超大陆旋回的首次裂解所制约.

最后,尚需说明的是,文中涉及大量的同位素测年资料,除已注明参考文献者,其余大多数来自吉林省及邻省兄弟单位近期的区域地质调查成果,若有个别疏漏特致歉意.

### 参考文献:

- [1]李四光.东亚一些典型构造型式及其对大陆运动问题的意义[J].马杏恒,译.地质杂志,1939:358—375,413—431,457—473,501—522.
- [2]黄汲清,任纪舜,姜春龙,等.中国大地构造基本轮廓[J].地质学报,1997,51(2):117—135.
- [3]Зоненшанн Л П, и др. 古生代和中生代大陆海洋的重拟[J].戴金星,译.国外地质,1979(6):28—40.
- [4]李春显,高耀庆.亚洲古板构造划分以及有关问题[J].地质学报,1983,57(1):1—10.
- [5]崔盛芹,李锦蓉.试论中国滨太平洋带的印支运动[J].地质学报,1983,57(1):51—61.
- [6]崔盛芹,李锦蓉,孙家树,等.华北陆块北缘构造运动序列及区域构造格局[M].北京:地质出版社,2000:1—326.
- [7]任纪舜,陈延愚,牛宝贵,等.中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演

- 化与成矿[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [8]任纪舜, 关作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京: 地质出版社, 1999, 50.
- [9]彭玉鲸. 吉林省东部印支旋回的初步划分[A]// 沈阳地质矿产研究所集刊, 1997(5-6): 63—69.
- [10]彭玉鲸, 王占福. 吉林省中部 A 型花岗岩带的确定及其意义[J]. 吉林地质, 1995, 14(3): 31—43.
- [11]彭玉鲸, 苏养正. 吉林中部地区地质特征[A]// 沈阳地质矿产研究所集刊, 1997(5-6): 335—376.
- [12]彭玉鲸, 纪春华, 辛玉莲. 中俄毗邻地区古吉黑造山带岩石及年代纪录[J]. 地质与资源, 2002, 11(2): 65—75.
- [13]彭玉鲸, 殷长建, 周晓东. 吉黑造山带的演化与超大陆旋回[A]// 中国地质调查局, 编. 二十世纪末中国区域地质调查与研究进展. 北京: 地质出版社, 2003: 291—307.
- [14]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: 1—227.
- [15]唐克东, 王炎, 何国琦, 等. 中国东北及邻区大陆边缘构造[J]. 地质学报, 1995, 69(1): 16—30.
- [16]唐克东, 邵济安. 古亚洲洋区蛇绿岩的某些特征与古洋演化[A]// 张旗, 编. 蛇绿岩与地球动力学研究. 北京: 地质出版社, 1996: 108—111.
- [17]唐克东, 邵济安. 中亚褶皱区构造演化问题——俄罗斯学者近年研究成果评价[J]. 现代地质, 1997, 11(1): 21—28.
- [18]唐克东, 邵济安, 李景春, 等. 吉林延边缝合带的性质与东北亚构造[J]. 地质通报, 2004, 23(9-10): 885—891.
- [19]赵越, 杨振宇, 马醒华. 东北大陆构造发展的主要转折[J]. 地质科学, 1994, 29(2): 105—119.
- [20]赵春荆, 彭玉鲸, 党增欣, 等. 吉黑东部构造格架及地壳演化[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1996: 1—186.
- [21]邵济安, 唐克东, 王成源, 等. 那丹哈达地体的构造特征与演化[J]. 中国科学 B 辑, 1991(7): 744—751.
- [22]邵济安. 拼贴在东北亚陆缘的古特提斯海山[A]// IGCP321 项中国工作组, 编. 亚洲的增生. 北京: 地震出版社, 1993: 129—132.
- [23]邵济安, 唐克东. 吉林省延边开山屯地区蛇绿混杂岩[J]. 岩石学报, 1995, 11(增刊): 212—220.
- [24]邵济安, 唐克东, 等. 中国东北地体与东北亚大陆边缘演化[M]. 北京: 地震出版社, 1995, 1—185.
- [25]邵济安, 唐克东. 蛇绿岩与古蒙古洋演化[A]// 张旗, 编. 蛇绿岩与地球动力学. 北京: 地质出版社, 199: 117—120.
- [26]邵济安, 张俊桥, 牟保磊. 构造体制转折是岩石圈定尺度的行为[J]. 地质通报, 2004, 23(9-10): 973—979.
- [27]李锦轶. 中国东北及邻区若干地质构造问题的新认识[J]. 地质论评, 1998, 44(4): 339—347.
- [28]李锦轶, 申宝贵, 宋彪, 等. 长白山北段地壳的形成与演化[M]. 北京: 地质出版社, 1999: 1—137.
- [29]孙德有, 吴福元, 张艳斌, 等. 西拉木伦河—长春—延吉缝合带的最后闭合时间——来自吉林大玉山花岗岩体的证据[J]. 吉林大学学报 地球科学版, 2004, 34(2): 174—181.
- [30]张艳斌, 吴福元, 翟明国, 等. 和龙地块的构造属性与华北地台北缘东段边界[J]. 中国科学 D 辑(地球科学), 2004, 34(9): 795—806.
- [31]郝爱华, 葛玉辉, 李绪俊, 等. 中亚蒙古造山带东段造山事件的<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素年代学证据[J]. 中国地质, 2006, 33(5): 1059—1064.
- [32]王荃, 刘雪亚, 李锦轶. 中国华夏与安加拉古陆间的板块构造[M]. 北京: 北京大学出版社, 1991: 1—151.
- [33]吉林省地质矿产局. 吉林省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1—323.
- [34]曲永贵. 吉林省西部野马地区二迭系的新认识[J]. 吉林地质, 1986(1): 61—68.
- [35]王东方. 中国北方震旦系、三叠系、侏罗系底界年龄的测定[J]. 科学通报, 1986(17): 1332—1335.
- [36]王成文, 金巍, 张兴洲, 等. 东北及邻区晚古生代大地构造新认识[J]. 地层学杂志, 2008, 32(2): 119—136.
- [37]谢鸣谦. 拼贴板块构造及其驱动机理——中国东北及邻区的大地构造演化[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 1—256.
- [38]赵衍华, 杨树源. 大网羽叶属(*Anthrophyopsis*)在我国东北东丰的首次发现[J]. 吉林地质, 1998, 17(2): 80.
- [39]石新增, 李树田, 等. 吉林北部 A 型花岗岩的初步认识[J]. 吉林地质, 1995, 14(2): 64—70.
- [40]李俊建, 沈宝丰, 毛德宝, 等. 吉林夹皮沟金矿成矿时代的研究[J]. 地质学报, 1996, 70(4): 335—341.
- [41]黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [42]墨南庭, 吴水波. 密山—托顺深断裂及其牵引构造对成矿的控制作用[J]. 吉林地质, 1982(2): 1—16.
- [43]朴宽镐, 彭玉鲸. 中国辽吉东部山区与朝鲜构造体系梗概[A]// 地质力学文集(第三集). 北京: 地质出版社, 1979, 17(2): 80.
- [44]陈又贤, 陈文, 等. 辽西及邻区中生代火山岩——年代学、地球化学和构造背景[M]. 北京: 地震出版社, 1997: 1—279.
- [45]李之彤, 赵春荆. 吉黑东部晚三叠世岩浆活动及其与板块构造关系[J]. 中国地质科学院院报, 1988(18): 21—31.
- [46]孙德有, 铃木和博, 路孝平, 等. 吉林省南部荒沟山地区中生代花岗岩定年[J]. 地球化学, 2005, 34(4): 305—310.
- [47]路孝平, 吴福元, 赵成弼, 等. 通化地区印支期花岗岩岩石 U-Pb 年龄及其与大别—苏鲁超高压碰撞造山作用的关系[J]. 科学通报, 2003, 48(8): 843—854.
- [48]潘桂棠. 全球洋—陆转换中的特提斯演化[J]. 特提斯地质, 1994(18): 23—40.
- [49]毛德宝, 钟长汀. 超大陆旋回和成矿作用[A]// 中国地质调查局前寒武纪地质研究中心学术交流论文集(第二卷), 2001: 65—80.