

doi:10.3799/dqkx.2014.101

兴蒙造山系新元古代—古生代沉积盆地演化

杨文麟^{1,2}, 骆满生², 王成刚³, 徐增连^{1,2}

1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074
2. 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 湖北武汉 430074
3. 武汉地质矿产研究所, 湖北武汉 430223

摘要: 在系统分析兴蒙造山系新元古代—古生代 24 个沉积盆地类型、沉积建造、生物地层与年代地层等特征的基础上, 划分了 6 个沉积大地构造演化阶段并对其进行讨论: (1) 新元古代—寒武纪早期陆缘增生阶段: 额尔古纳地块向南增生并与兴安地块拼贴, 形成环宇—新林蛇绿岩拼合带; (2) 寒武纪纽芬兰世—第二世陆缘稳定沉积阶段: 各地块边缘发育相对稳定的碎屑岩—碳酸盐岩沉积, 佳木斯地块受晚泛非造山作用影响; (3) 早—中奥陶世多岛弧盆系形成阶段: 多宝山区弧盆系发育, 其他地块边缘均有不同强度陆间洋壳俯冲作用; (4) 晚奥陶世—志留纪普里道利世多岛弧盆系发展阶段: 各地块隆升遭受剥蚀; (5) 早泥盆世—早石炭世多岛弧盆系消减阶段: 早石炭世晚期额尔古纳—兴安地块与松嫩地块拼贴, 佳木斯西缘由被动陆缘转为活动陆缘; (6) 晚石炭世—二叠纪乐平世拼合后洋—陆转化阶段: 从早石炭世晚期开始至二叠纪末, 佳木斯地块分别与松嫩地块、兴凯地块拼贴, 至此东北各地块拼贴完成。

关键词: 沉积; 构造; 盆地演化; 兴蒙造山系; 新元古代—古生代。

中图分类号: P534; P542 **文章编号:** 1000-2383(2014)08-1155-14 **收稿日期:** 2014-03-24

Neoproterozoic-Paleozoic Sedimentary Basins Evolution of Xing-Meng Orogenic Belt

Yang Wenlin^{1,2}, Luo Mansheng², Wang Chenggang³, Xu Zenglian^{1,2}

1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
2. State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
3. Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, Wuhan 430223, China

Abstract: Based on comprehensive analysis of the type, sedimentary formation, biostratigraphy and chronostratigraphy for 24 main sedimentary basins, we study the evolution of sedimentary basins of Xing-Meng orogenic belt in the Neoproterozoic-Paleozoic, dividing it into six phases as follows. (1) The epicontinental accretion in the Neoproterozoic to Early Cambrian characterized by the assembly of Ergun and Xing'an blocks, as Huanyu-Xinlin ophiolite accreted to margin of southern Ergun blocks; (2) The stable epicontinental sediment in the Terreneuvian-Serises 2, with the feature of a relatively stable clastic-calciclastic sediment around the blocks while Jiamusi massif affected by Late Pan-African metamorphic event; (3) The formation of archipelagic arc-basin systems in the Early and Middle Ordovician, marked by the distribution of arc-basin in the margin of Duobaoshan and the different levels oceanic crust subduction effect among other land masses; (4) The development of archipelagic arc-basin systems in the Late Ordovician to Pridoli, as the erosion of the uplifted land masses; (5) The subduction of archipelagic arc-basin systems in the Early Devonian to Early Carboniferous, characterized by the collage of Ergun-Xing'an and Songnen blocks and the transformation of western margin of Jiamusi massif from passive to active in the late Early Carboniferous; (6) The oceanic-continental transition in the Late Carboniferous-Lopingian, characterized by the assembly of Jiamusi massif, Songnen massif, and Khanka massif. Massifs of Northeast China completely collaged to a whole.

Key words: sedimentology; tectonics; basin evolution; Xing-Meng orogenic belt; Neoproterozoic-Paleozoic.

0 引言

一般认为,兴蒙造山系位于华北陆块群以北,亲西伯利亚大陆块群之南,由前南华—震旦纪裂解的古地块和古生代多岛弧盆系及一系列结合带镶嵌组成的复杂构造域,为“中亚构造域”东段与古亚洲洋构造域的叠加部分(李春昱,1980;张贻侠等,1998;任纪舜等,1999;谢鸣谦,2000;潘桂棠等,2009;周建波等,2012).据潘桂棠等(2009)修改的构造—地层划分方案(图 1),并不包含被前人部分概括进兴蒙造山系的索伦山—西拉木伦结合带(已以独立概念抽离出来,另文论述),故本文论述的兴蒙造山系实际上只涵括了中国东北及邻区主要地块群的构造区域部分.

本文在对兴蒙造山系新元古代—古生代岩石地层、沉积建造的系统清理基础上,根据生物地层与年代地层划分对比、盆地原型恢复、盆地充填序列、生物古地理、岩相古地理和构造古地理的综合分析,以张克信等(2014)沉积大地构造相鉴别方案,勾勒出了兴蒙造山系不同时期不同类型沉积盆地的分布格局,论述了各沉积盆地的基本特征并探讨其沉积大地构造演化.

1 新元古代—寒武纪早期沉积盆地特征

兴蒙造山系新元古代沉积盆地格局主要是在古、中元古代克拉通裂解基础上发展起来的,古亚洲洋形成,大陆发生侧向增生.当时大范围的沉积盆地由西至东为额尔古纳活动陆缘(NhZAM)、环宇—新林蛇绿混杂岩带(Pt_3OM)、海拉尔—呼玛弧后盆地—岩浆弧(Pt_3E_1BA-MA)、张广才岭—伊春弧后盆地—弧间盆地(Pt_3E_1BA-ib)(图 2).

(1)额尔古纳活动陆缘(NhZAM):大兴安岭西坡的佳砬痘组(Nhj)下部为片岩化绢云母千枚岩、绢云母千枚岩、变质粉砂岩等,上部为绢云母千枚岩、绢云母板岩、炭质板岩夹变安山岩、结晶灰岩的一套,属滨浅海的沉积环境,并伴随有火山喷发;在炭质板岩、结晶灰岩中含疑源类瘤面球形藻 *Lophosphaeridium* 和 *Lophomiuscula* 等微古植物化石,在变质安山岩中颗粒锆石 U-Pb 蒸发法年龄为 $723\pm 42\text{ Ma}$,时代为晚南华世(郭灵俊等,2005).额尔古纳地块南缘鄂伦春旗一带的倭勒根群(NhZW)下部的吉祥沟组(Nhjx),在岩性组合、变质程度、生物组合方面与佳砬痘组具有可比性(郭灵俊等,2005),但无明显火山活动.震旦纪,额尔古纳河右岸

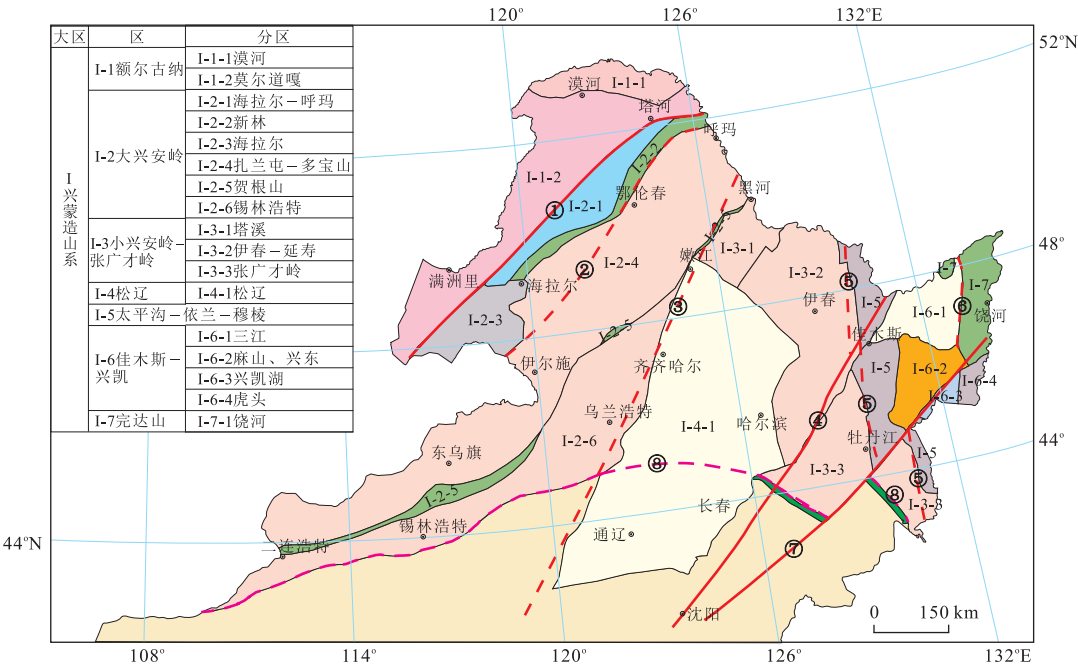


图 1 兴蒙造山系构造—地层区划分

Fig.1 Tectonic-stratigraphic regionalization of Xing-Meng orogenic belt

① 德布布尔干断裂; ② 鄂伦春—头道桥断裂; ③ 嫩江—开鲁走滑断裂; ④ 伊通—依兰走滑断裂; ⑤ 牡丹江断裂; ⑥ 锡霍特—阿林构造带; ⑦ 敦密走滑断裂; ⑧ 西拉木伦—长春—延吉缝合线; 据潘桂棠等(2009)、刘永江等(2010)、余宏全等(2012)修改

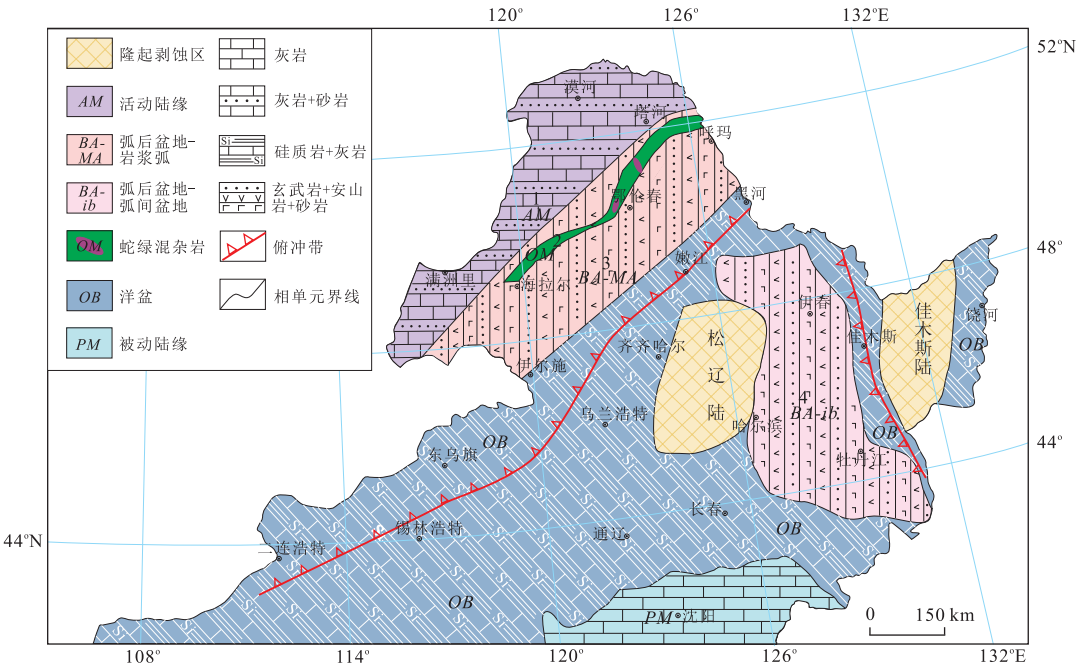


图 2 兴蒙造山系新元古代—寒武纪早期沉积盆地分布

Fig.2 Sedimentary basins distribution map of Xing-Meng orogenic belt in the Neoproterozoic-Early Cambrian
1.额尔古纳活动陆缘(NhZAM);2.环宇—新林蛇绿混杂岩带($Pt_3\epsilon_1 OM$);3.海拉尔—呼玛弧后盆地—岩浆弧($Pt_3\epsilon_1 BA-MA$);4.伊春—张广才岭弧后—弧间盆地($Pt_3\epsilon_1 BA-ib$);参考谢鸣谦(2000)、郑和荣和胡宗全(2010)

乌兰山以南,额尔古纳河组(Ze)呈 NE-NEE 围绕佳疙疸组的外围沉积分布;额尔古纳河组是佳疙疸组的连续沉积,以厚层大理岩、白云质大理岩为主夹绢云石英片岩,为佳疙疸组上部的碳酸盐台地堆积(王友勤等, 1997). 同期, 倭勒根群上部的大网子组(Zd)沿倭勒根河和大乌苏河流域发育分布, 为由英安岩、安山质熔结凝灰岩、晶屑凝灰岩、砂岩、板岩等组成的火山碎屑浊积岩, 可能为额尔古纳河组向东相变的产物. 沉积建造特征显示, 晚南华世至震旦纪, 火山活动由西向东, 从大兴安岭西坡迁移至鄂伦春旗一带, 且活动有增强的特点.

(2)环宇—新林蛇绿混杂岩带($Pt_3\epsilon_1 OM$): 环宇—新林 SZZ 型蛇绿混杂岩构造侵位于新元古代南华纪—震旦纪倭勒根群, 厚度大于 400 m, 主要由剪切蛇绿岩组成. 岩石组合为堆积超美铁质岩+堆积镁铁质岩+辉绿岩墙+枕状变玄武岩, 岩石片理发育, 滑石绿泥石构成基质, 其中见有大小不等的异剥钙榴石岩和角闪岩“岩块”(黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江省 1:50 万大地构造相说明书, 2012). 倭勒根群大网子组的变质年龄为 570 Ma(K-Ar), 而蛇绿岩中金云母角闪岩的变质年龄为 539 Ma(金云母 K-Ar 年龄). 该蛇绿岩可能形成于新元古代晚期至寒武纪早期(沈阳地质调查中心,

2013, 内部资料).

(3)海拉尔—呼玛弧后盆地—岩浆弧($Pt_3\epsilon_1 BA-MA$): 分布有岛弧性质的佳疙瘩组、额尔古纳河组、倭勒根群、落马湖群($Pt_3\epsilon_1 L$)沉积—火山岩组合. 其中, 落马湖群下部铁帽山组(Pt_3t)为中高级区域变质的海相细碎屑岩夹碳酸盐岩沉积建造; 中部嘎拉山组(Pt_3g)为中低级区域变质的海相陆源碎屑岩沉积建造, 岩性相比于前者为向上变浅、粒度变粗的高水位、近水源区的滨海—潮上沉积环境; 上部北宽河组($Pt_3\epsilon_1 b$)为浅变质的细碎屑岩夹变质(中)酸性火山组合, 全岩 Rb-Sr 法同位素等时线年龄为 501 Ma(曲关生, 1997), 被认为是倭勒根群上部大网子组同期产物, 并与之构成两条对称的火山活动带分布于新林蛇绿混杂岩带两侧. 总体上, 落马湖群由下而上变质活动减弱而火山活动增强, 沉积范围由呼玛县落马湖—宽河一带向东南延伸至德都县库伊河流域.

(4)伊春—张广才岭弧后盆地—弧间盆地($Pt_3\epsilon_1 BA-ib$): 发育于松嫩地块东缘, 主要沉积产物描述如下. 张广才岭群($Pt_3\epsilon_1 Z$)自东向西为碎屑岩(新兴组)—中基性、中酸性火山岩夹碎屑岩(红光组)—浅变质的酸、中性火山岩夹细碎屑岩(正沟组)组合, 显示出被动陆缘岩系、增生碰撞杂岩和活动陆

缘岩系的特点(李锦轶等,1999);塔东岩群(Pt_3T)由片麻岩、片岩、斜长角闪岩、磁铁角闪岩、透辉大理岩、变粒岩等组成的含铁变质岩系;江域岩组(Pt_3j)为变质砂岩—结晶灰岩夹变质凝灰岩组合;杨木岩组(Pt_3y)为角闪纳长片岩—云母石英片岩—纳长浅粒岩—大理岩组合.张广才岭群新兴岩组($Pt_3\epsilon_1x$)产较多疑源类古生物化石,自下而上有 *Bracholaminalia-Trachysphaeridim*、*Laminarites-Retinarites* 及 *Protosphaeridium-Bavlenella* 3 个组合,时代为新元古代—第二世(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江省 1:50 万大地构造相说明书,2012).

2 纽芬兰世—中奥陶世沉积盆地特征

纽芬兰世—中奥陶世自西向东发育额尔古纳活动陆缘($O_{1-2}AM$)、海拉尔—呼玛弧后盆地($O_{1-2}BA$)、扎兰屯—多宝山岩浆弧(ϵ_1O_2MA)、伊春—延寿弧间盆地—岩浆弧(ϵ_1O_2ib-MA)、佳木斯被动陆缘(ϵ_1O_2PM)、兴凯湖边缘海混积浅海($\epsilon_{1-2}cm$)(图 3).

(1)额尔古纳活动陆缘($O_{1-2}AM$):乌宾敖包组与巴彦呼舒组组成的地层系统呈 NNE 向条带状分

布于苏尼特左旗至额尔古纳右旗及二连北部一带.乌宾敖包组延入额尔古纳右旗为砂泥板岩夹砾岩组合,产 *Sphaerochitina* sp.、*Conoehitina* sp.、*Leiosphaeridia* sp. 及 *Trachysphaeridium* sp. 化石,属陆缘碎屑临滨—浅滨相,为额尔古纳活动陆缘($O_{1-2}AM$)的主要产物.整合于乌宾敖包组之上的巴彦呼舒组为粒度较粗、成熟度较好的陆源碎屑岩组合,向北延地层厚度逐渐变薄并至额尔古纳右旗尖灭,成为海拉尔—呼玛弧后盆地($O_{1-2}BA$)产物.

(2)海拉尔—呼玛弧后盆地($O_{1-2}BA$):主要沉积产物为分布于呼玛县兴隆地区的伊勒呼里山群和上文所述的苏尼特左旗的乌宾敖包组与巴彦呼舒组组合.伊勒呼里山群总体为一套复陆屑沉积建造,下部库纳森河组和黄斑脊山组含有来自火山弧的流纹质火山岩及其凝灰岩,为弧后盆地沉积.库纳森河组中含有腕足 *Fikelnburgia* sp.、*F.bellatula* Ulrich et. Cooper 等,属早奥陶世特马道期;黄斑脊山组产有以 *Finkelnburgia* 为代表的腕足类和以 *Ceratopyge*、*Apatokephalus* 为代表的三叶虫组合,属早奥陶世特马道期;南阳河组产腕足类 *Dinorthis*、*Glyptorthis*、*Austinella* 等、三叶虫 *Calypptaulax*、*Encrinuroides* 等,时代为卡拉道克中晚期到阿什极

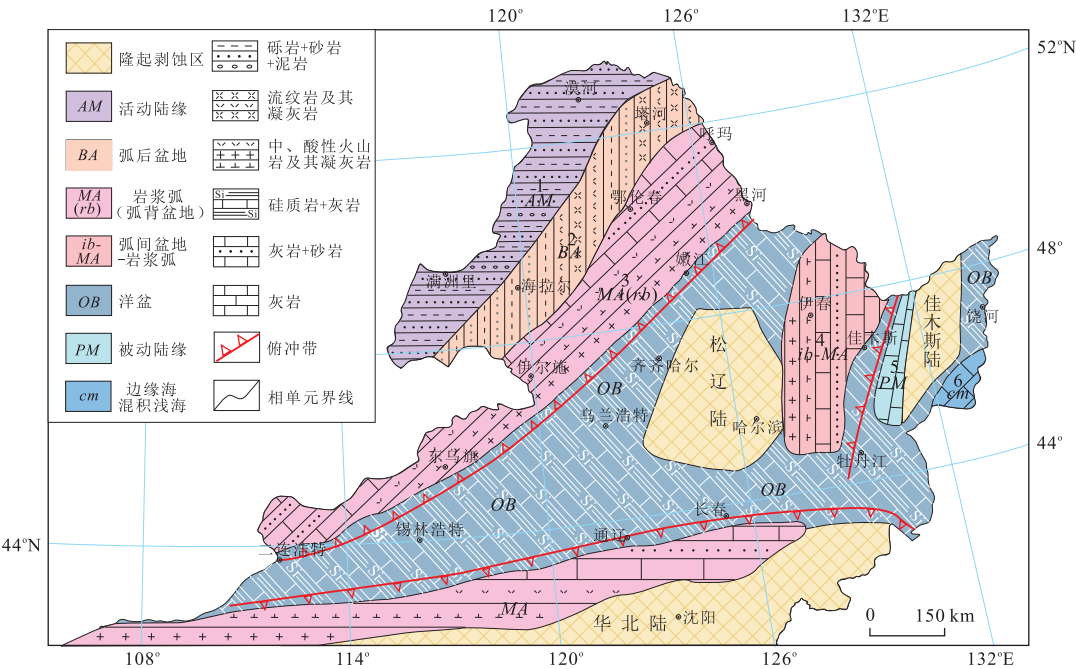


图 3 兴蒙造山系纽芬兰世—中奥陶世沉积盆地分布

Fig.3 Sedimentary basins distribution map of Xing-Meng orogenic belt in the Terreneuvian-Middle Ordovician
1. 额尔古纳活动陆缘($O_{1-2}AM$); 2. 海拉尔—呼玛弧后盆地($O_{1-2}BA$); 3. 扎兰屯—多宝山岩浆弧(弧背盆地)($\epsilon_1O_2MA(rb)$); 4. 伊春—延寿弧间盆地—岩浆弧(ϵ_1O_2ib-MA); 5. 佳木斯被动陆缘(ϵ_1O_2PM); 6. 兴凯湖边缘海混积浅海($\epsilon_{1-2}cm$); 据李锦轶等(1999)、谢鸣谦(2000)、郑和荣和胡宗全(2010)

尔期早期;安娘娘桥组有 *Postricellula lapworthis* (Davidson)、*Eudolatiles* sp.、*Paramytilarca* ? sp.、为晚奥陶世产物(黑龙江省地质调查研究总院第二区调项目办,兴隆呼玛区 1:25 万区调报告,2007).海拉尔—呼玛弧后盆地被认为是一个没有弧后扩张的弧后盆地(王友勤等,1997).

(3) 扎兰屯—多宝山岩浆弧(弧背盆地) ($\text{C}_1\text{O}_2\text{MA}(\text{rb})$): 纽芬兰世—第二世时期发育兴隆群(C_{1-2}X)和苏中组(C_{1-2}sz)相对稳定的碎屑岩—碳酸盐岩组合,为火山活动相对停歇的弧背盆地沉积环境.兴隆群为一套细碎屑岩夹碳酸盐岩组合,下部有微古植物 *Lophosphaeridium* ?、*Estiatra* 和 *Micrhystridium* 等,属第二世;苏中组由灰岩和结晶灰岩组成,上部含丰富古杯类化石 *Robustocyathus* cf. *proskurjakoui*、*Ethmophyllum*、*Archaeocyathus yavorskii*、*Protopharetra* cf. *bipartite*, 属第二世晚期,这些古杯类动物被认为与阿尔泰、萨彦岭地区相同,当时两地的海槽可能是沟通的(李文国,1996).早、中奥陶统地层序列自下而上是铜山组(O_{1t})、多宝山组(O_{1-2d})和裸河组(O_{2-3lh}),向上总体呈陆源碎屑减少而火山沉积增加特征,火山物质从酸性向中酸性、中性逐渐过渡(图 4).火山活动至多宝山组为其高峰,随后即停止,裸河组逐渐开始有正常沉积物的出现(王友勤等,1997).铜山组为中酸性火山岩

与泥砂质细碎屑岩交替沉积的火山复理石建造,代表弧后盆地沉积向岛弧沉积环境过渡;铜山组在内蒙古地区又名哈拉哈河组,其含火山物质明显减少,为浅海相正常沉积的碎屑岩,说明岛弧带向西南延伸火山活动趋弱甚至没有.多宝山组为岛弧性质基性—中酸性火山岩—碎屑岩组合,其中玄武岩—安山岩—流纹岩为大洋俯冲火山岩,在扎兰屯—多宝山岛弧和海拉尔—呼玛弧后盆地均有分布,但后者厚度变薄,为弧后盆地火山岩组合(内蒙古第十地质矿产勘查开发院,内蒙古自治区东部 1:50 万大地构造相说明书,2012).裸河组为滨浅海碎屑岩夹碳酸盐岩组合,同时岩石成分中仍含有大量凝灰物质,向上粒度由粗变细,显示海进韵律.

(4) 伊春—延寿弧间盆地—岩浆弧 ($\text{C}_1\text{O}_2\text{ib-MA}$): 底—下寒武统西林群(C_{1-2}XL)为浅变质的石灰岩、白云岩和细碎屑沉积,产晚震旦世—第二世藻类 *Chlasellopsis reio*、*Protosphaeridium* sp. 和第二世勒拿期的三叶虫 *Proerbia*、*Kootenia* 等,及无铰纲腕足类、软舌螺及单板类化石,为相对局限海环境.早、中奥陶世尚志群(O_{1-2}S)为近似于多宝山岛弧带的浅变质的火山—沉积岩系,其中所产的海相腕足 *Vellamo*、*Glyptomena*、*Hesperorthis*、*Dolerorthis*、*Othambonites* 等化石显示与多宝山地区奥陶纪腕足动物有密切联系,仅生存环境略

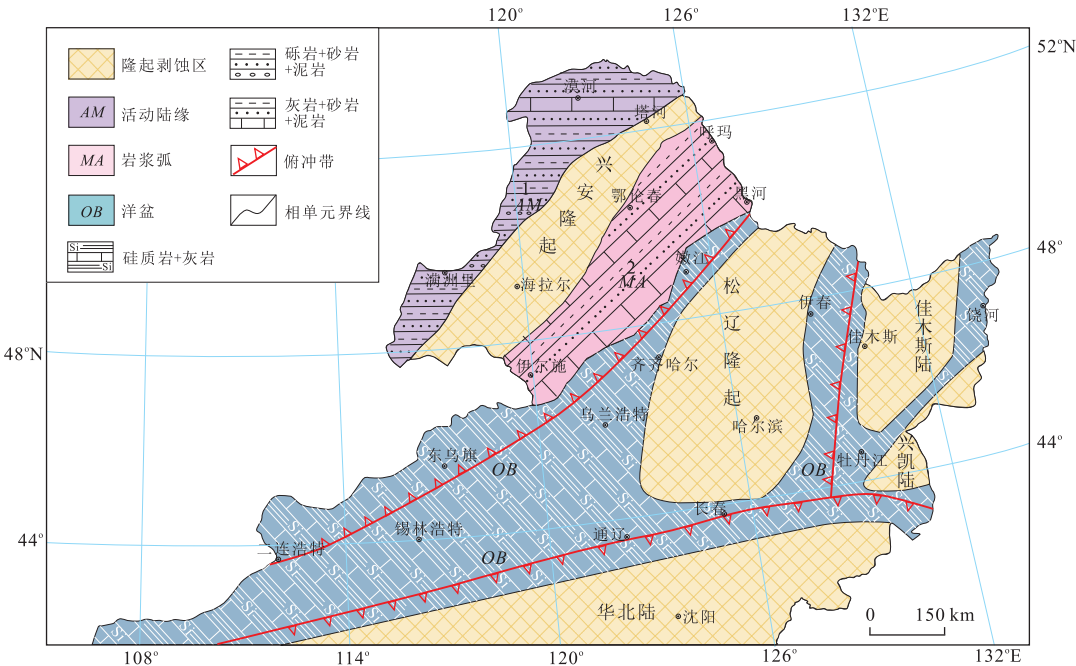


图 4 兴蒙造山系晚奥陶世—普里道利世沉积盆地分布

Fig.4 Sedimentary basins distribution map of Xing-Meng orogenic belt in the Late Ordovician-Pridoli

1. 额尔古纳活动陆缘 (S_{3-4}AM); 2. 扎兰屯—多宝山岩浆弧 ($\text{O}_3\text{S}_4\text{MA}$); 参考李锦轶等(1999)、谢鸣谦(2000)、郑和荣和胡宗全(2010)

有差异(曲关生,1997);尚志群变流纹岩、变安山岩地球化学特征反映其形成于岛弧或活动大陆边缘弧环境(赵寒冬,2009a)。

(5)佳木斯被动陆缘($\text{C}_1\text{O}_2\text{PM}$):纽芬兰世—第二世,佳木斯地块西缘发育有石灰窑组(C_{1-2}s)陆棚碳酸盐台地沉积,属被动陆缘(黑龙江省地质调查研究总院第二区调项目办,兴隆呼玛区 1:25 万区调报告,2007)。中奥陶世,分布在佳木斯桦南隆起上的马家街群(O_2M)属稳定的浅海相碳酸盐岩沉积,李锦轶等(1999)认为其为黑龙江群同期洋盆南缘被动陆缘岩系的残余,其碎屑锆石年龄 $504 \pm 2 \text{ Ma}$ (黄映聪,2009),反映其物源原岩年龄;砍椽沟岩片(O_2KC)为一套陆缘碎屑滨海—浅海建造,含奥陶纪几丁虫化石(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江省 1:50 万大地构造相说明书,2012)。

(6)兴凯湖边缘海混积浅海(C_{1-2}cm):主要沉积了金银库组(C_{1-2}j)陆缘碎屑岩—碳酸盐岩组合。

3 晚奥陶世—普里道利世沉积盆地特征

东北地区除了额尔古纳地块和原多宝山岩浆弧区发生相对拗陷后沉积有志留纪地层外,其他地区普遍缺失。这一时期,沉积盆地在前期原有格局下继续发展,原海拉尔弧后盆地因相对抬升而缺乏沉积记录,主要发育有额尔古纳活动陆缘(S_{3-4}AM)和扎兰屯—多宝山岩浆弧($\text{O}_3\text{S}_4\text{MA}$)(图 4)。从奥陶纪末期开始,自下而上的爱辉组、黄花沟组、八十里小河组和卧都河组为一套整合于早—中奥陶世多宝山岩浆弧之上的、总体为海退层序的、高水位的、陆源碎屑岩为主的地层(王友勤等,1997),主要产腕足类 *Tuvaella* 群落化石,其群落组合类型也显示了相应的水位变化。其中,卧都河组分布较为广泛,海水漫浸到原海拉尔—呼玛弧后盆地的陆侧边缘及其陆上的低洼部分(苏养正等,1987),显示相对稳定环境。

4 早泥盆世—早石炭世沉积盆地特征

早泥盆世—早石炭世自西向东发育有漠河弧后盆地(DBA)、莫尔道嘎弧后陆坡(C_1bs)、海拉尔—呼玛弧后盆地($\text{D}_1\text{C}_1\text{BA}$)、大兴安岭岩浆弧($\text{D}_1\text{C}_1\text{MA}$)、贺根山蛇绿混杂岩带(DOM)、小兴安岭—张广才岭弧间盆地—岩浆弧($\text{D}_{1-2}\text{ib-MA}$)和佳

木斯—兴凯弧后陆棚—弧后前陆盆地($\text{D}_1\text{C}_1\text{bsh-BF}$)(图 5)。

(1)莫尔道嘎弧后陆坡(C_1bs):早泥盆世—早石炭世,随着额尔古纳—兴安地块与松嫩地块陆间洋再次向 NW 方向俯冲消减并导致两个地块碰撞拼合,大兴安岭地区自西向东依次发育了弧后陆坡—弧后盆地—岩浆弧多岛弧盆系统,并最终转为陆相沉积。因该时期沉积产物分布广泛,不同区域间彼此相变界线不明显,因此很难准确厘定各沉积构造相单元的界线。出露于额尔古纳地区的早石炭世红水泉组(C_1h)滨浅海砂岩粉砂岩泥岩组合构成了莫尔道嘎弧后陆坡(C_1bs)的主要沉积产物,并产腕足类 *Fusella tornacensis*-*Syringothyris* cf. *altaica* 组合、*Rugauria-Sphenospira* 组合、珊瑚 *Zaphrentoides* sp.、*Zaphrentites* sp.等。

(2)海拉尔—呼玛弧后盆地($\text{D}_1\text{C}_1\text{BA}$)下中泥盆统主要沉积了泥鳅河组(D_{1-2}n)滨浅海相碎屑岩—碳酸盐岩夹火山岩建造,乌努尔礁灰岩(DwrI)斜坡生物礁相地层,腰桑南组(D_2y)为杂砂岩、凝灰砂岩、板岩夹灰岩组合;晚泥盆世沉积了大民山组(D_{2-3}d)弧后盆地相,含砾粗砂岩、凝灰砂岩、泥岩、沉凝灰岩和流纹质晶屑凝灰岩组合,并有岛弧 TTG 岩浆岩组合侵入(黑龙江省地质调查研究总院第二区调项目办,兴隆呼玛区 1:25 万区调报告,2007)。

(3)漠河弧后盆地(DBA):早石炭世弧后拉张伸展,发育了莫尔根河组(C_1m)海相基性—酸性火山岩地层,与红水泉组呈指状交错相变过渡。分布于海拉尔弧后盆地的泥盆系地层亦零星的分布于漠河地区,形成了类似构造环境的漠河弧后盆地(DBA)。

(4)大兴安岭岩浆弧($\text{D}_1\text{C}_1\text{MA}$):在经历过晚奥陶世—普里道利世的沉寂期后,从早泥盆世又开始活动,大兴安岭北段发育于泥鳅河组中的罕达气组(D_1h)中酸性火山岩及凝灰岩组合和东乌珠穆沁旗的哈诺敖包组(D_1hn)碎屑岩—中基性火山岩及其凝灰岩组合都是这一时期火山活动的产物;哈诺敖包组所产的泥盆纪早期陆生蕨类植物化石 *Hestimella* sp.、*Drepanophcus* sp.、*Aneuraphytom germanicum*、*Lepidodendropsis* sp.等,说明此处当时为海岛环境。中晚泥盆世开始,不论是分布于小兴安岭西北部的根里河组(D_{2-3}g)和小河里河组(D_3x),还是分布于东乌珠穆沁旗的塔尔巴格特组(D_{2-3}t)和安格尔音乌拉组(D_3a),总体为一套海相—海陆交互相碎屑岩建造,显示地块相对隆升的海退序列。值得注意的是,华北地区的区调工作显示,二连—东乌旗

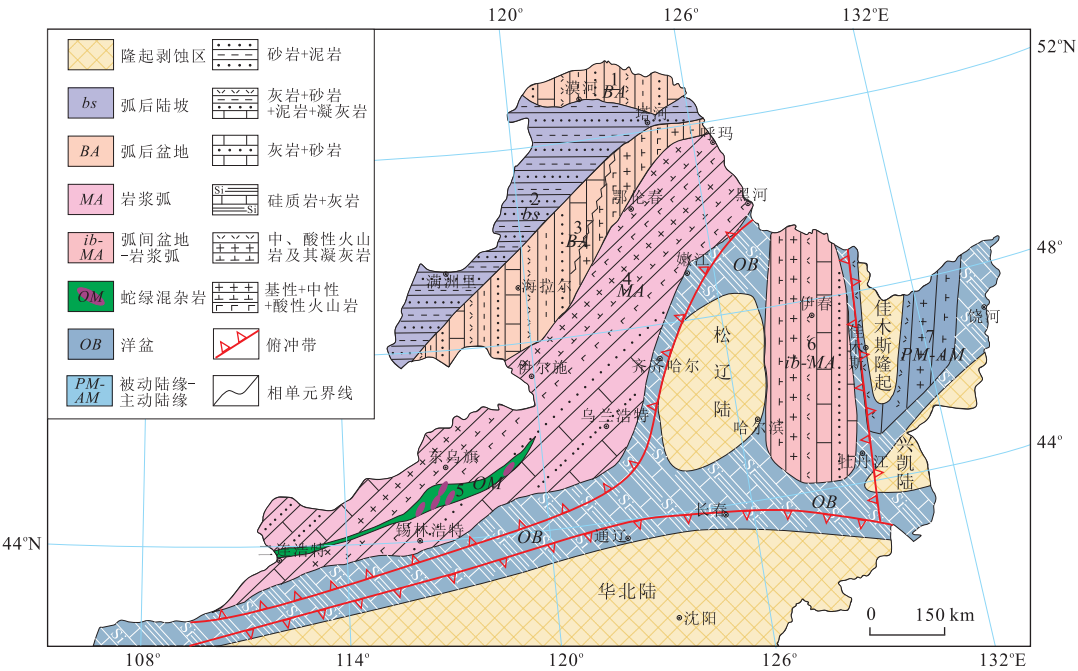


图 5 兴蒙造山系早泥盆世—早石炭世沉积盆地分布

Fig.5 Sedimentary basins distribution map of Xing-Meng orogenic belt in the Early Devonian-Early Carboniferous
1.漠河弧后盆地(DBA);2.莫尔道嘎弧后陆坡(C_1bs);3.海拉尔—呼玛弧后盆地(D_1C_1BA);4.大兴安岭岩浆弧(D_1C_1MA);5.贺根山蛇绿混杂岩带(DOM);6.小兴安岭—张广才岭弧间盆地—岩浆弧($D_{1-2}ib-MA$);7.佳木斯被动陆缘—活动陆缘(D_1C_1PM-AM);参考谢鸣谦(2000)、余和中等(2001)、郑和荣和胡宗全(2010)

一带的安格尔音乌拉组为一套复理石建造的浊积岩和顶部的含放射虫硅质岩组合,可能指示这一隆升过程中的部分深海相残留.早石炭世,近似于河流—湖沼相的花达气组(C_1hd)和查尔格拉河组(C_1c)主要发育于北段,而这一时期仍属于海相的莫尔根河组的分布界线或许可以作为岛弧相与弧后盆地相的界线.

(5) 贺根山蛇绿混杂岩带(DOM):王荃等(1991)曾在贺根山蛇绿岩带基性熔岩中发现 *Entactinia* sp.和 *Tetrentaclinia* sp.等放射虫化石,时代为晚泥盆世;在基性熔岩灰岩透镜体中发现晚泥盆世的 *Thamnopora solida* Dubatolov、*Thamnopora* sp.、*Favosites* sp.等,时代为泥盆纪,据此,并根据与围岩沉积地层关系认为其时代为泥盆纪—早石炭世.包志伟等(1994)利用 Sm-Nd 等时线法测得年龄为 403 ± 27 Ma,为中泥盆世,认为蛇绿岩来源于大洋中脊亏损的上地幔.Miao *et al.* (2008)对朝克山堆晶岩上部的淡色辉长岩和辉绿岩脉进行了锆石 SHRIMP 定年及对贺根山岩块状变玄武岩进行 Ar-Ar 法定年,结果表明其形成时代为 $292 \sim 298$ Ma;其中辉长岩和辉绿岩具有岛弧火山岩的地球化学特征,而变玄武岩具有富集洋中脊(E-MORB)的地球

化学特征.刘建峰(2009)通过对贺根山蛇绿岩组合中各类岩石和碱性花岗岩带内罕布音布敦岩体的地球化学特征的讨论,认为贺根山蛇绿岩既包括了形成于缓慢扩张的洋中脊环境下的 E-MORB,也包括形成于俯冲带上的 SZZ 型蛇绿岩,表明它们形成于弧后拉伸环境;同时,由于古亚洲洋的持续俯冲很快就消失了,区域上与贺根山蛇绿岩同时代的格根敖包组(C_2P_1g)海相地层出露范围有限,仅在东乌旗附近有所出露,而缺失船山世中、晚期的地层沉积,表明贺根山可能是一个弧后小洋盆.

(6) 小兴安岭—张广才岭弧间盆地—岩浆弧($D_{1-2}ib-MA$):早中泥盆世发育黑龙宫组(D_1hl)滨浅海碎屑岩—碳酸盐岩夹中酸性火山岩沉积,为弧间盆地以碳酸盐岩为主的不稳定环境;宏川组(D_2h)凝灰质角砾岩和砂岩组合,含有黑龙宫组相似的腕足类化石,为后者上部在盆地边缘的相变(王友勤等,1997).中晚泥盆世主要发育福兴屯组(D_2f)河湖相砂板岩组合和歪鼻子组(D_3w)流纹质火山岩.

(7) 佳木斯被动陆缘—活动陆缘(D_1C_1PM-AM):东缘密山—宝清地区早中泥盆世发育黑台组($D_{1-2}h$)陆棚相碎屑岩—碳酸盐岩,为稳定的海水环境,地球化学判别图解呈现由被动大陆

边缘向活动大陆边缘物源区变化的趋势,形成时代不早于 $374\pm6\text{ Ma}$ (董策,2013);晚泥盆世—早石炭世,则发育了老秃顶子组(D_3l)、七里卡山组(D_3q)、北兴组(C_1b)中酸性火山岩—火山碎屑岩—碎屑岩,为伸展环境向活动大陆边缘环境转变的产物(许强伟,2012),其中老秃顶子组火山岩在玄武岩 Th-Hf-Ta 判别图解上为火山弧玄武岩(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江省 1:50 万大地构造相说明书,2012)。

5 晚石炭世—乐平世沉积盆地特征

晚石炭世—乐平世自西向东发育有海拉尔—呼玛弧后盆地(C_2BA)、大兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA)、小兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA)、佳木斯弧后前陆盆地(C_2P_3BF)、兴凯弧后前陆盆地($P_{1-3}BF$)(图 6)。

(1)经早石炭世晚期挤压碰撞,晚石炭世大兴安岭地区基本成陆,海拉尔—呼玛弧后盆地(C_2BA)在接受完晚石炭世新依根河组(C_2x)海陆交互陆表海环境碎屑岩和零星分布的宝力高庙组(C_2P_1b)沉积后,即转入陆相剥蚀区。

(2)大兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA):晚石炭世—船山世时期,主要于苏尼特左旗至东乌珠穆沁旗一带,

分布有本巴图组(C_2b)、阿木山组(C_2P_1a)、宝力高庙组(C_2P_1b)、格根敖包组(C_2P_1g)等一系列海相火山岩和沉积岩组合,显示岛弧南段陆间海槽的闭合时间要晚于北段,这可能与前文早泥盆世—早石炭世时期的隆升有相似的渐次关系。阳新世—乐平世,盆地自下而上依次发育大石寨组(P_2d)海相中酸性熔岩及凝灰岩,哲斯组(P_2zs)浅海相碎屑岩—碳酸盐岩和林西组(P_3l)河湖相碎屑岩;这套地层在内蒙古东部地区广泛分布,呈楔状 NE 向延至黑龙江嫩江塔溪地区,其展布与兴安海槽的展布方向基本一致,为兴安海槽自北向南逐渐闭合的最后产物。

(3)小兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA):晚石炭世沉积有唐家屯组(C_2t)、杨木岗组(C_2y)陆相火山碎屑岩—碎屑岩组合;二叠纪早—中期发育青龙屯组(P_1q)中基性火山岩,玉泉组($P_{1-2}y$)碳酸盐岩,土门岭组(P_2t)陆缘碎屑岩—碳酸盐沉积;乐平世则有五道岭组(P_3w)中性、酸性火山岩和红山组(P_3h)河湖相碎屑岩沉积。赵寒冬等(2009b)在小兴安岭伊春地区摩天岭一带发现环斑花岗岩,认为其是晚石炭世西伯利亚板块和华北板块之间古亚洲洋内块体之间发生的洋壳俯冲造山的 I 型花岗岩。

(4)佳木斯弧后前陆盆地(C_2P_3BF):晚石炭世

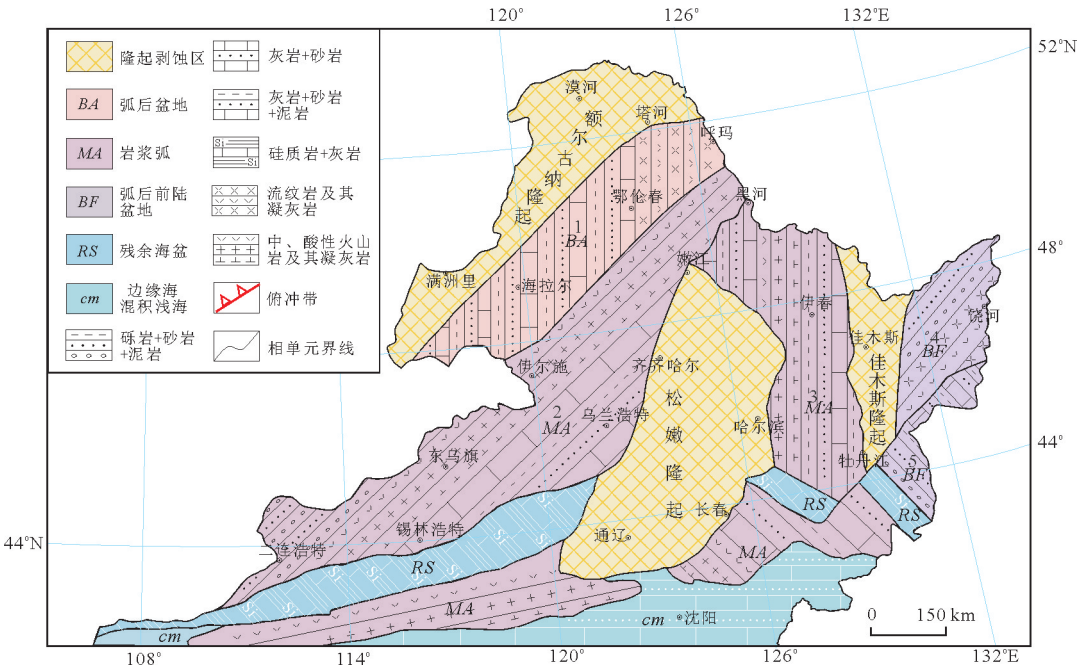


图 6 兴安造山系晚石炭世—乐平世沉积盆地分布

Fig.6 Sedimentary basins distribution map of Xing-Meng orogenic belt in the Late Carboniferous-Lopingian
1.海拉尔—呼玛弧后盆地(C_2BA);2.大兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA);3.小兴安岭岩浆弧(C_2P_3MA);4.佳木斯弧后前陆盆地(C_2P_3BF);5.兴凯弧后前陆盆地($P_{1-3}BF$);参考李锦轶等(1999)、谢鸣谦(2000)、郑和荣和胡宗全(2010)

开始,佳木斯地块与兴凯地块沿今敦密断裂一线逐渐拼合,至阳新世完成,地块总体以隆起为主,在隆起以东宝清—密山地区发育佳木斯弧后前陆盆地(C_2P_3BF)。晚石炭世发育有光庆组(C_2g)火山碎屑浊积岩夹陆缘碎屑浊积岩组合与珍子山组(C_2z)河湖相含煤碎屑岩沉积,珍子山组主要产安加拉植物群并混有华夏植物分子,二者构成前陆盆地河湖相火山碎屑岩—碎屑岩沉积(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江省1:50万大地构造相说明书,2012)。船山统二龙山组(P_{1er})主要由安山岩、玄武安山岩组成,对其安山岩研究显示具有活动大陆边缘火山岩的特征,形成年龄 278 ± 3 Ma(董策,2013)。乐平统红山组(P_3h)河湖相碎屑岩夹凝灰岩及熔岩并产以 *Comia* 为代表的植物化石,杨岗组(P_3y)中酸性火山岩,为后碰撞安山岩—英安岩—流纹岩组合(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江省1:50万大地构造相说明书,2012)。值得注意的是,红山组在佳木斯隆起以东总体呈SN向展布,所含凝灰物质由北向南有逐渐增多的趋势,说明火山活动由北向南逐渐增强。

(5)船山世兴凯地块沿西拉木伦河—长春—延吉拼合带与龙岗地块逐渐拼合,发育兴凯弧后前陆盆地($P_{1-3}BF$)。船山世—阳新世主要发育陆棚碎屑岩夹碳酸盐岩、火山岩沉积,包括平阳镇组(P_{1p})、双桥子组(P_{1-2s})、洞子沟组(P_{2d})、红叶桥火山岩(P_{1-2h})、亮子川组(P_{2l})、庙岭组(P_{2m})、解放村组(P_{2j})等;乐平世有开山屯组(P_3k)花岗质砾岩夹有碳质粉砂岩和砂岩。

6 沉积大地构造演化

以西拉木伦—长春—延吉为古亚洲洋最终闭合线,其以北为古北亚洲洋演化域,属西伯利亚板块增生区域;其以南为古南亚洲洋演化域,属华北板块增生域。兴蒙造山系前三叠纪沉积大地构造演化隶属于古北亚洲洋演化域。笔者认为,前人对兴蒙造山系大地构造属性认识观点不同(李春昱,1980;张贻侠等,1998;任纪舜等,1999;谢鸣谦,2000),对各“地块”、“陆块”界限厘定不统一,难以形成统一标准。本文论述所涉及的“地块”界限以构造—地层区划方案(图1)为基础进行界定,即额尔古纳地块包含漠河、莫尔道嘎、海拉尔—呼玛、新林和海拉尔地层分区,兴安地块包含扎兰屯—多宝山与贺根山地层分区阿尔山以北区域,锡林浩特地块包含锡林浩特地层分区,松嫩地块包含松辽、塔溪、伊春—延寿地层分区

及张广才岭地层分区敦密断裂以西区域,佳木斯地块包含三江与麻山、兴东地层分区,兴凯地块包含兴凯湖、虎头地层分区及张广才岭地层分区敦密断裂以东区域(图1)。不同地质历史时期各地块范围不同,通过不断的增生、沉积和岩浆活动以形成现今的面貌。根据多岛弧盆系构造模式理论(潘桂棠等,2012),兴蒙造山系沉积大地构造演化可划分为以下6个阶段(图7)。

6.1 新元古代—寒武纪早期陆缘增生阶段

新元古代早期,额尔古纳地块为活动陆缘环境,其南缘发育古弧盆系沉积;额尔古纳地块与兴安地块为弧后洋盆所隔,产有628 Ma 嘎仙超基性岩(余宏全等,2012);松嫩地块东缘发育张广才岭群古弧盆系沉积;佳木斯地块、兴凯地块边缘此时可能处于被动陆缘环境。新元古代晚期—寒武纪早期,额尔古纳地块与兴安地块沿鄂伦春—头道桥断裂碰撞拼贴,环宇—新林SZZ型蛇绿混杂岩增生于额尔古纳地块南缘,并有莫尔道嘎同碰撞期陆壳改造型钙碱性花岗岩(王忠等,2005)。同位素年代学研究表明,额尔古纳与中蒙古、图瓦等地块具有相同的早古生代演化历史,应为西伯利亚地台南缘增生大陆边缘的一部分(葛文春等,2005)。

6.2 纽芬兰世—第二世陆缘稳定沉积阶段

纽芬兰世—第二世,区域上火山活动明显减弱,海平面普遍上升,各地块边缘接受相对稳定沉积。额尔古纳—兴安地块碰撞后伸展,其东北缘发育兴隆群稳定陆缘陆棚富碳碎屑岩—富镁碳酸盐沉积;额尔古纳地块北缘 517 ± 9 Ma 石英闪长岩与 504 ± 8 Ma 二长花岗岩组成的洛古河后碰撞花岗岩(武广等,2005),494~480 Ma 的塔河后造山侵入岩体(葛文春等,2005),都为这一碰撞后伸展运动提供了证据。松嫩地块东缘为西林群稳定陆缘陆棚富碳碎屑岩—富镁碳酸盐沉积。兴凯地块西缘有金银库组稳定陆缘陆棚碎屑岩—碳酸盐沉积。佳木斯地块西缘有石灰窑大理岩陆棚碳酸盐沉积;具有约500 Ma(Wilde *et al.*,1997,1999,2000,2003)的高级变质年龄的麻山杂岩(或称麻山群)指示佳木斯地块存在晚泛非造山作用,至于东北地区其他地块存在的年龄范围550~460 Ma 的岩浆活动(周建波等,2012),目前并无可靠证据证明其与泛非运动的直接关联,毕竟将这些年龄跨度约80 Ma 的岩浆活动归之为“中亚造山带晚泛非期事件”而忽略区域差异成因的结论未免显得过于单薄。因此,这一时期的非区域性的岩浆活动更可能是多岛弧盆系形成前的“胎动”或序幕。

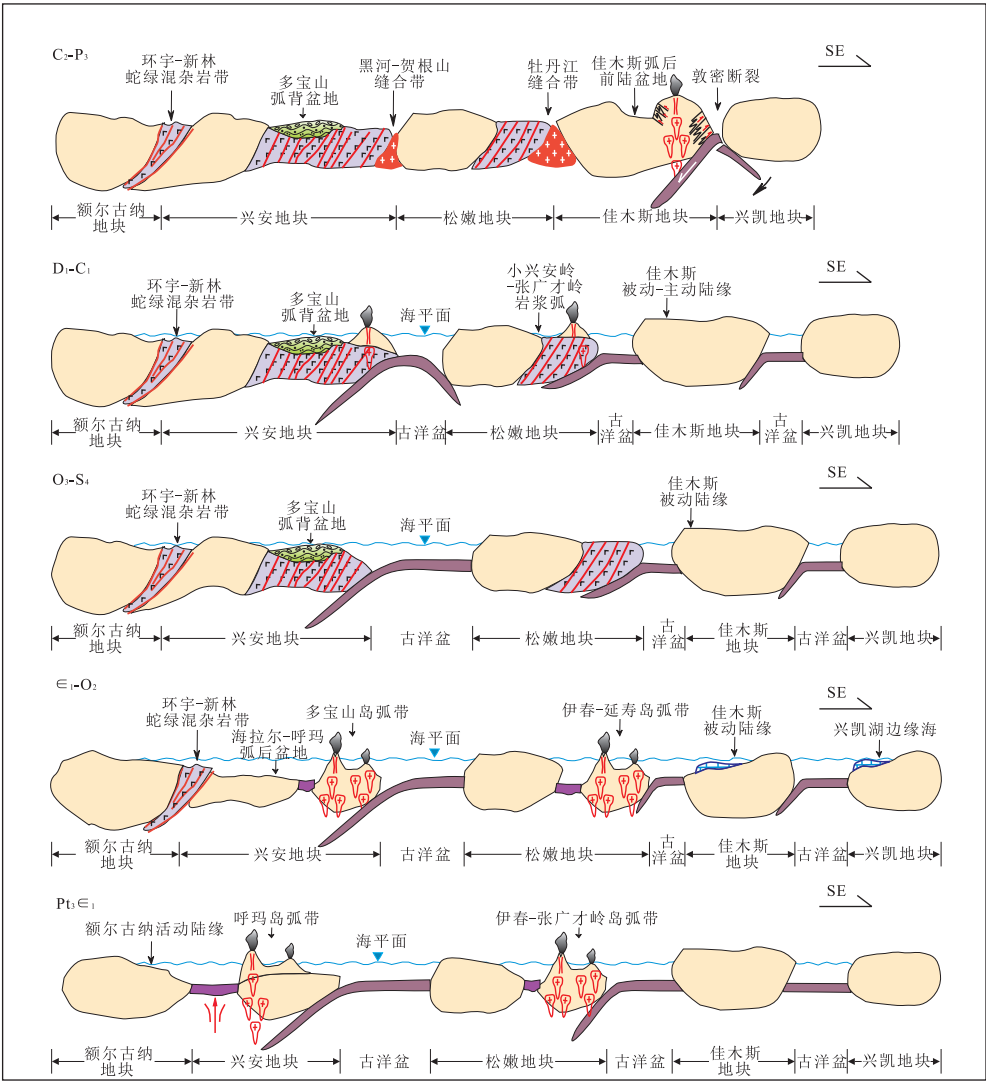


图 7 兴蒙造山系新元古代—古生代沉积大地构造演化模式

Fig.7 Sedimentary tectonic evolution pattern graph of Xing-Meng orogenic belt in the Neoproterozoic-Paleozoic

主要参考文献:李双林和欧阳志远,1998;李锦铁等,1999;余和中等,2001;许文良等,2012

6.3 早—中奥陶世多岛弧盆系形成阶段

早—中奥陶世,额尔古纳—兴安地块与松嫩地块陆间洋沿黑河—嫩江一线向 NW 方向俯冲,形成扎兰屯—多宝山岩浆弧和海拉尔—呼玛弧后盆地,并有同时代的花岗质岩石侵入,形成多宝山斑岩型铜矿(478 Ma)(余宏全等,2012).松嫩地块与佳木斯地块陆间洋有一次向西的俯冲,于松嫩地块东缘发育类似于多宝山岛弧的弧间盆地—岩浆弧沉积,佳木斯地块西缘处于被动陆缘环境,早奥陶世—晚奥陶世松嫩地块东缘广泛发育的与俯冲作用相关的花岗质岩石(黑龙江地质矿产局,1993;李锦铁等,1999;赵寒冬,2009a)表明了这一事件.

6.4 晚奥陶世—普里道利世多岛弧盆系发展阶段

中奥陶世晚期开始,除额尔古纳地块外其他块

相对隆升未接受沉积,岩浆活动可能在相对减弱或暂停,此环境持续到志留纪末.多宝山岛弧与额尔古纳—兴安地块发生弧陆碰撞增生,其产物主要有头道桥蓝片岩(顾德林等,1996),438 Ma 的碰撞花岗岩(罗毅等,1997),莫尔道嘎片麻状花岗岩和巨斑状钾长花岗岩中的 440~460 Ma 继承性锆石(余宏全等,2012).额尔古纳—兴安地块与松嫩地块在普里道利世应依然处于分隔状态,因前者该时期重要的 *Tuvaella-Tannuspirifer* 动物组合完全不见于松嫩地块(唐克东等,2011).因这一时期相关地质记录较少,有待作进一步细致、有效的深入研究.

6.5 早泥盆世—早石炭世多岛弧盆系消减阶段

额尔古纳—兴安地块与松嫩地块陆间洋盆从早泥盆世开始向 NW 方向俯冲消减,至早石炭世晚期

最终碰撞成陆,期间发育的海相—海陆交互相—陆相沉积和沿大兴安岭北东向展布的年龄范围为 340~310 Ma(峰值年龄为 330 Ma)的花岗岩(周建波等,2009a)为这一过程的有利证据。传统上认为兴安地块与松嫩地块沿贺根山—黑河蛇绿混杂岩带拼接,然而根据已有的野外地质调查表明,黑河地区不存在任何时代的蛇绿岩,因此传统的贺根山—黑河蛇绿混杂岩带应截止于锡林浩特北,而只称之为贺根山蛇绿混杂岩带(沈阳地质调查中心,2013,内部资料)。尽管蛇绿岩带截止于锡林浩特北,但兴安地块与松嫩地块的拼合无疑还是沿着贺根山—黑河一线的,黑河—嫩江一带大量发育的 290~260 Ma 碰撞后花岗岩与局部 A 型花岗岩(孙德有等,2000),印证了这一事实。中泥盆世开始,佳木斯地块西缘由被动陆缘转为活动陆缘环境,这应与洋壳向西俯冲有关。

6.6 晚石炭世—乐平世拼合后洋—陆转化阶段

早石炭世晚期至阳新世,随着古亚洲洋兴安海槽由北向南逐渐关闭,至乐平世林西组时期大兴安岭岩浆弧地区全部转为陆相沉积。晚古生代中—晚期(宋海峰,2006)或 317~220 Ma(孔凡梅,2010),佳木斯地块西缘的洋壳沿嘉荫—牡丹江缝合带向西俯冲并与松嫩地块碰撞至最终拼合,其主要证据有 317 Ma 小兴安岭摩天岭同碰撞花岗岩(黑龙江省地质调查研究总院齐齐哈尔分院,2006)、约 256 Ma 的黑龙江杂岩主体岩石的沉积年龄下限(周建波等,2009b)、小兴安岭及张广才岭地区分布的 210~180 Ma 的后造山花岗岩(吴福元和孙德有,1999; Wu *et al.*, 2000)及哲斯腕足动物群及其相当层地对佳木斯地块与松嫩地块拼合时间的限制(王成文等,2008)等。佳木斯地块与兴凯地块陆间洋壳应沿今敦密断裂一线逐渐消减,船山世开始碰撞,阳新世晚期或乐平世完成拼贴。孟恩等(2008)报道的分布于佳木斯地块东缘及东南缘宝清—密山地区船山世峰期年龄为 288 Ma 火山岩和阳新世峰期年龄为 268 Ma 碰撞花岗岩(经黄映聪(2009)分析认定),桦南隆起区锆石年龄为 254~270 Ma 的同碰撞花岗岩(吴福元等,2001;黄映聪,2009),及本文所论述的杨岗组后碰撞安山岩—英安岩—流纹岩组合,从其展布空间特征分析,本文认为其应为佳木斯地块与兴凯地块由洋—陆碰撞转向陆—陆碰撞不同阶段的产物。至此,包含兴凯地块在内的东北微地块群拼贴完成,其南界与西拉木伦—长春—延吉缝合线基本吻合,阳新世哲斯组腕足类动物群的古生物地理区

研究(王成文等,2008)与此保持一致。古亚洲洋最终的闭合总体呈现了“西早东晚,北早南晚”的渐次特征,洋陆的转换也展现了相应的面貌。

致谢:本文得到各省(市、自治区)地质调查院、中国地质调查发展研究中心、沈阳地质调查中心、天津地质调查中心、南京地质调查研究中心、全国重要矿产成矿地质背景项目组专家学者们提供的基础资料和会议研讨的启发,以及中国地质大学(武汉)何卫红教授、徐亚东讲师的指导与曾广骅和陈旻等同学的帮助,在此深表感谢。

References

- Bao, Z. W., Chen, S. H., Zhang, Z. T., 1994. Study on REE and Sm-Nd Isotopes of Hegenshan Ophiolite, Inner Mongolia. *Geochimica*, 23(4): 339—349 (in Chinese with English abstract).
- Dong, C., 2013. Tectonic Evolution of the Jiamusi Massif: Constrains from Late Paleozoic Sedimentary-Volcanic Rocks (Dissertation). Jilin University, Changchun (in Chinese with English abstract).
- Ge, W. C., Wu, F. Y., Zhou, C. Y., et al., 2005. Emplacement Age of the Granite and Its Constrains on the Tectonic Nature of the Erguna Block in the Northern Part of the Daxing'anling. *Chinese Science Bulletin*, 50(12): 1239—1247 (in Chinese).
- Gu, D. L., Su, S. G., You, Z. D., 1996. The Temporal-Spatial Distribution and Origin of Blueschist in China. *Regional Geology of China*, (4): 344—352 (in Chinese with English abstract).
- Guo, L. J., Chen, Z. Y., Meng, E. G., et al., 2005. Nanhuaan System in Northern Da Hinggan Mountains. *Geological Bulletin of China*, 24(9): 826—830 (in Chinese with English abstract).
- Heilongjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, 1993. Regional Geology of Heilongjiang Province. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Huang, Y. C., 2009. Paleozoic Metamorphism and Tectonic Evolution of Jiamusi Block (Dissertation). Jilin University, Changchun (in Chinese with English abstract).
- Kong, F. M., 2010. Petrology Study of Heilongjiang Metamorphic Complex in Yilan District and Its Lithofacies Palaeogeographic Significance (Dissertation). Shandong University of Science and Technology, Qingdao (in Chinese with English abstract).
- Li, C. Y., 1980. A Preliminary Study of Plate Tectonics of China. *Acta Geoscientia Sinica*, 2(1): 11—22 (in Chinese with English abstract).

- Li, J. Y., Niu, B. G., Song, B., et al., 1999. Crustal Formation and Evolution of Northern Changbai Mountains, Northeast China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Li, S. L., Ouyang, Z. Y., 1998. Tectonic Framework and Evolution of Xing'anling-Mongolian Orogenic Belt (XMOB) and Its Adjacent Region. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 18(3): 45—54 (in Chinese with English abstract).
- Li, W. G., 1996. Lithostratigraphy in Inner Mongolia Autonomous Region. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Liu, J. F., 2009. Late Paleozoic Magmatism and Its Constraints on Regional Tectonic Evolution in Linxi-Dongwuqi Area, Inner Mongolia (Dissertation). Jilin University, Changchun (in Chinese with English abstract).
- Liu, Y. J., Zhang, X. Z., Jin, W., et al., 2010. Late Paleozoic Tectonic Evolution in Northeast China. *Geology in China*, 37(4): 943—951 (in Chinese with English abstract).
- Luo, Y., Wang, Z. B., Zhou, D. A., 1997. The Geologic Characteristics and Prospecting Prospect of Eerguna Super-Large Volcanic Hydrothermal Type Uranium Metallogenic Belt. *Journal of East China Geological Institute*, 20(1): 1—10 (in Chinese with English abstract).
- Meng, E., Xu, W. L., Yang, D. B., et al., 2008. Chronology of Late Paleozoic Volcanism in Eastern and Southeastern Margin of Jiamusi Massif and Its Tectonic Implications. *Chinese Science Bulletin*, 53(8): 956—965 (in Chinese).
- Miao, L. C., Fan, W. M., Liu, D. Y., et al., 2008. Geochronology and Geochemistry of the Hegenshan Ophiolitic Complex, Implications for Late-Stage Tectonic Evolution of the Inner Mongolia-Daxinganling Orogenic Belt, China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 32(5—6): 348—370.
- Pan, G. T., Wang, L. Q., Li, R. S., et al., 2012. Tectonic Model of Archipelagic Arc-Basin Systems: The Key to the Continental Geology. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 32(3): 1—20 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Xiao, Q. H., Lu, S. N., et al., 2009. Subdivision of Tectonic Units in China. *Geology in China*, 36(1): 1—28 (in Chinese with English abstract).
- Qu, G. S., 1997. Lithostratigraphy in Heilongjiang Province. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Ren, J. S., Wang, Z. X., Chen, B. W., et al., 1999. The Tectonics of China from a Global View: A Guide to the Tectonic Map of China and Adjacent Regions. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- She, H. Q., Li, J. W., An, X. P., et al., 2012. U-Pb Ages of the Zircons from Primary Rocks in Middle-Northern Daxinganling and Its Implications to Geotectonic Evolution. *Acta Petrologica Sinica*, 28(2): 571—594 (in Chinese with English abstract).
- Song, H. F., 2006. Development and Evolution of Heilongjiang Mictite in Yilan Area (Dissertation). Jilin University, Changchun (in Chinese with English abstract).
- Su, Y. Z., Zhang, H. Y., Pu, Q. S., 1987. Silurian in Northwest Lesser Hinggan. In: Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Ministry of Geology and Mineral Resources, ed., *Proceedings of Plate Tectonics in Northern China* (2). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Sun, D. Y., Wu, F. Y., Li, H. M., et al., 2000. Emplacement Age of the Postorogenic A-Type Granites in Northwestern Lesser Xing'an Ranges, and Its Relationship to the Eastward Extension of Suolunshan-Hegenshan-Zhalaite Collisional Suture Zone. *Chinese Science Bulletin*, 45(20): 2217—2222 (in Chinese).
- Tang, K. D., Shao, J. A., Li, Y. F., 2011. Songnen Massif and Its Research Significance. *Earth Science Frontiers*, 18(3): 57—65 (in Chinese with English abstract).
- Wang, C. W., Jin, W., Zhang, X. Z., et al., 2008. New Conception of the Late Paleozoic Tectonics in the Northeastern China and Adjacent Areas. *Journal of Stratigraphy*, 32(2): 119—136 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Q., Liu, X. Y., Li, J. Y., 1991. Plate Tectonic between Cathaysia and Angaraland in China. Peking University Press, Beijing (in Chinese).
- Wang, Y. Q., Su, Y. Z., Liu, E. Y., 1997. Regional Stratigraphy of Northeastern China. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Wang, Z., An, C. J., Shao, J., et al., 2005. Geochemical Characteristics of Neoproterozoic Large-Porphyritic Alkali-Feldspar Granite in Mordaga Area. *Geology and Resources*, 14(3): 187—191 (in Chinese with English abstract).
- Wilde, S. A., Dorsett-Bain, H. L., Lennon, R. G., 1999. Geological Setting and Controls on the Development of Graphite, Sillimanite and Phosphate Mineralization within the Jiamusi Massif: An Exotic Fragment of Gondwanaland Located in Northeastern China. *Gondwana Research*, 2(1): 21—46. doi:10.1016/S1342—937X(05)70125—8
- Wilde, S. A., Dorsett-Bain, H. L., Liu, J. L., 1997. The Identification of a Late Pan-African Granulite Facies Event in Northeastern China; SHRIMP U-Pb Zircon Dating of the Mashan Group at Liu Mao, Heilongjiang Province, China. In: Qian, X. L., You, Z. D., Halls, H. C., eds., *Precambrian Geology and Metamorphic Petrology*. Proceed-

- ings of the 30th IGC: Precambrian Geol. Metamorphic Petrol. VSP International Science Publishers, Amsterdam, 17: 59—74.
- Wilde, S. A., Wu, F. Y., Zhang, X. Z., 2003. Late Pan-African Magmatism in Northeastern China: SHRIMP U-Pb Zircon Evidence from Granitoids in the Jiamusi Massif. *Precambrian Research*, 122(1—4): 311—327. doi: 10.1016/S0301-9268(02)00217-6
- Wilde, S. A., Zhang, X. Z., Wu, F. Y., 2000. Extension of a Newly Identified 500 Ma Metamorphic Terrane in North East China: Further U-Pb SHRIMP Dating of the Mashan Complex, Heilongjiang Province, China. *Tectonophysics*, 328(1—2): 115—130. doi: 10.1016/S0040-1951(00)00180-3
- Wu, F. Y., Jahn, B. M., Wilde, S. A., et al., 2000. Phanerozoic Crustal Growth: U-Pb and Sr-Nd Isotopic Evidence from the Granites in Northeastern China. *Tectonophysics*, 328(1—2): 89—113. doi: 10.1016/S0040-1951(00)00179-7
- Wu, F. Y., Sun, D. Y., 1999. The Mesozoic Magmatism and Lithospheric Thinning in Eastern China. *Journal of Changchun University of Science and Technology*, 29: 313—318(in Chinese with English abstract).
- Wu, G., Sun, F. Y., Zhao, C. S., et al., 2005. Discovery of Early Paleozoic Post-Collisional Granite in the Northern Margin of Erguna Massif and Its Geological Significance. *Chinese Science Bulletin*, 50(20): 2278—2288(in Chinese).
- Wu, F. Y., Wilde, S. A., Sun, D. Y., et al., 2001. Zircon SHRIMP U-Pb Ages of Gneissic Granites in Jiamusi Massif, Northeastern China. *Acta Petrologica Sinica*, 17(3): 443—452 (in Chinese with English abstract).
- Xie, M. Q., 2000. Amalgamating Plate Tectonic and Its Driven Mechanism—Tectonic Evolution of Northeast China and Adjacent Areas. Science Press, Beijing(in Chinese).
- Xu, Q. W., 2012. The Analysis of Sedimentary Environment and Tectonic Setting of Zhenzishan Formation in Upper Paleozoic of Jiamusi Massif(Dissertation). Jilin University, Changchun (in Chinese with English abstract).
- Xu, W. L., Wang, F., Meng, E., et al., 2012. Paleozoic-Early Mesozoic Tectonic Evolution in the Eastern Heilongjiang Province, NE China: Evidence from Igneous Rock Association and U-Pb Geochronology of Detrital Zircons. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 42(5): 1378—1389(in Chinese with English abstract).
- Yu, H. Z., Li, Y. W., Han, S. H., et al., 2001. Tectonic Evolution of Songliao Basin in the Palaeozoic. *Geotectonica et Metallogenia*, 25(4): 389—396(in Chinese with English abstract)
- Zhang, K. X., He, W. H., Xu, Y. D., et al., 2014. Subdivision and Identification of Sedimentary Tectonic Facies. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 915—928 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. X., Sun, Y. S., Zhang, X. Z., et al., 1998. The 1 : 1 000 000 Specification of the Manzhouli- Suifenhe Geotranssect. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Zhao, H. D., 2009. Paleozoic Igneous Rock Assemblages and Tectonic Evolution in Southern Xiaoxing'anling-Northern Zhangguangcailing, Northeastern China (Dissertation). China University of Geosciences (Beijing), Beijing (in Chinese with English abstract).
- Zhao, H. D., Liu, Y., Deng, J. F., et al., 2009. Characteristics and Significances of Rapakivi in Yichun Area of Xiaoxing'anling, Heilongjiang Province. *Geology in China*, 36(3): 658—668(in Chinese with English abstract).
- Zheng, H. R., Hu, Z. Q., 2010. Pre-Mesozoic Tectonic-Lithofacies Paleogeography Atlas of China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Zhou, J. B., Zhang, X. Z., Ma, Z. H., et al., 2009a. Tectonic Framework and Basin Evolution in Northeast China. *Oil & Gas Geology*, 30(5): 530—538(in Chinese with English abstract).
- Zhou, J. B., Zhang, X. Z., Wilde, S. A., et al., 2009b. Detrital Zircon U-Pb Dating of Heilongjiang Complex and Its Tectonic Implications. *Acta Petrologica Sinica*, 25(8): 1924—1936 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, J. B., Zeng, W. S., Cao, J. L., et al., 2012. The Tectonic Framework and Evolution of the NE China: From —500 Ma to —180 Ma. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 42(5): 1298—1316(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 包志伟,陈森煌,张桢堂,1994.内蒙古贺根山地区蛇绿岩稀土元素和 Sm-Nd 同位素研究. *地球化学*, 23(4): 339—349.
- 董策,2013.佳木斯地块构造演化——来自晚古生代沉积—火山岩的制约(博士学位论文).长春:吉林大学.
- 葛文春,吴福元,周长勇,等,2005.大兴安岭北部塔河花岗岩岩体的时代及对额尔古纳地块构造归属的制约. *科学通报*, 50: 1239—1247.
- 顾德林,苏尚国,游振东,1996.中国蓝片岩的时空分布及其成因意义. *中国区域地质*, (4): 344—352.
- 郭灵俊,陈志勇,孟二根,等,2005.大兴安岭北部地区的南华

- 系.地质通报,24(9):826—830.
- 黑龙江省地质矿产局,1993.黑龙江省区域地质志.北京:地质出版社.
- 黄映聪,2009.佳木斯地块古生代变质作用与构造演化(博士学位论文).长春:吉林大学.
- 孔凡梅,2010.依兰地区黑龙江变质杂岩的岩石学研究及其岩相古地理意义(硕士学位论文).青岛:山东科技大学.
- 李春昱,1980.中国板块构造的轮廓.中国地质科学院院报,2(1):11—22.
- 李锦轶,牛宝贵,宋彪,等,1999.长白山北段地壳的形成与演化.北京:地质出版社.
- 李双林,欧阳志远,1998.兴蒙造山带及邻区的构造格局与构造演化.海洋地质与第四纪地质,18(3):45—54.
- 李文国,1996.内蒙古自治区岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 刘建峰,2009.内蒙古林西—东乌旗地区晚古生代岩浆作用及其对区域构造演化的制约(博士学位论文).长春:吉林大学.
- 刘永江,张兴洲,金巍,等,2010.东北地区晚古生代区域构造演化.中国地质,37(4):943—951.
- 罗毅,王正邦,周德安,1997.额尔古纳超大型火山热液型铀成矿带地质特征及找矿前景.华东地质学院学报,20(1):1—10.
- 孟恩,许文良,杨德彬,等,2008.佳木斯地块东缘及东南缘二叠纪火山作用:锆石 U-Pb 年代学、地球化学及其构造意义.科学通报,53(8):956—965.
- 潘桂棠,王立全,李荣社,等,2012.多岛弧盆系构造模式:认识大陆地质的关键.沉积与特提斯地质,32(3):1—20.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等,2009.中国大地构造单元划分.中国地质,36(1):1—28.
- 曲关生,1997.黑龙江省岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等,1999.从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明.北京:地质出版社.
- 余宏全,李进文,安向平,等,2012.大兴安岭中北段原岩锆石 U-Pb 测年及其与区域构造演化关系.岩石学报,28(2):571—594.
- 宋海峰,2006.依兰地区黑龙江混杂岩的形成与演化(博士学位论文).长春:吉林大学.
- 苏养正,张海阳,浦全生,1987.小兴安岭西北部的志留系.见:地质矿产部沈阳地质矿产研究所编,中国北方板块构造文集(第 2 集).北京:地质出版社.
- 孙德有,吴福元,李惠民,等,2000.小兴安岭西北部造山后 A 型花岗岩的时代及与索伦山—贺根山—扎赉特碰撞拼合带东延的关系.科学通报,45(20):2217—2222.
- 唐克东,邵济安,李永飞,2011.松嫩地块及其研究意义.地学前缘,18(3):57—65.
- 王成文,金巍,张兴洲,等,2008.东北及邻区晚古生代大地构造属性新认识.地层学杂志,32(2):119—136.
- 王荃,刘雪亚,李锦轶,1991.中国华夏与安加拉古陆间的板块构造.北京:北京大学出版社.
- 王友勤,苏养正,刘尔义,1997.东北区区域地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 王忠,安春杰,邵军,等,2005.大兴安岭莫尔道嘎地区新元古代巨斑状碱长花岗岩地球化学特征.地质与资源,14(3):187—191.
- 吴福元,孙德有,1999.中国东部中生代岩浆作用与岩石圈减薄.长春科技大学学报,29:313—318.
- 吴福元,Wilde,S.A.,孙德有,等,2001.佳木斯地块片麻状花岗岩的锆石离子探针 U-Pb 年龄.岩石学报,17(3):443—452.
- 武广,孙丰月,赵财胜,等,2005.额尔古纳地块北缘早古生代后碰撞花岗岩的发现及其地质意义.科学通报,50(20):2278—2288.
- 谢鸣谦,2000.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.北京:科学出版社.
- 许强伟,2012.佳木斯地块上古生界珍子山组沉积环境及构造背景分析(硕士学位论文).长春:吉林大学.
- 许文良,王枫,孟恩,等,2012.黑龙江省东部古生代—早中生代的构造演化:火成岩组合与碎屑锆石 U-Pb 年代学证据.吉林大学学报(地球科学版),42(5):1378—1389.
- 余和中,李玉文,韩守华,等,2001.松辽盆地古生代构造演化.大地构造与成矿学,25(4):389—396.
- 张克信,何卫红,徐亚东,等,2014.沉积大地构造相划分与鉴别.地球科学——中国地质大学学报,39(8):915—928.
- 张贻侠,孙运生,张兴洲,等,1998.中国满洲里—绥芬河地学断面 1:1 000 000 说明书.北京:地质出版社.
- 赵寒冬,2009a.东北地区小兴安岭南段—张广才岭北段古生代火成岩组合与构造演化(博士学位论文).北京:中国地质大学(北京).
- 赵寒冬,刘勇,邓晋福,等,2009b.小兴安岭伊春地区环斑花岗岩组合特征及其地质意义.中国地质,36(3):658—668.
- 郑和荣,胡宗全,2010.中国前中生代构造—岩相古地理图集.北京:地质出版社.
- 周建波,张兴洲,马志红,等,2009a.中国东北地区的构造格局与盆地演化.石油与天然地质,30(5):530—538.
- 周建波,张兴洲,Wilde,S.A.,等,2009b.黑龙江杂岩的碎屑锆石年代学及其大地构造意义.岩石学报,25(8):1924—1936.
- 周建波,曾维顺,曹嘉麟,等,2012.中国东北地区的构造格局与演化:从 500 Ma 到 180 Ma.吉林大学学报(地球科学版),42(5):1298—1316.