



黑龙江 I 级成矿单元——成矿域的最新划分

张铁安¹, 刘宇奇², 高洪岩¹, 杜兵盈¹, 李成禄³,

刘宇崑¹, 刘明伟¹, 王旭楠¹, 赵雨生¹

1. 黑龙江省地质科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150000; 2. 东北大学, 辽宁 沈阳 110031;

3. 黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要: 基于黑龙江地质矿产工作对黑龙江各时代矿产地球动力学背景的研究需求, 以近 30 年来黑龙江基础地质研究进展为基础, 依据黑龙江最新地质构造划分方案, 将黑龙江 I 级成矿单元(成矿域)重新划分为古亚洲洋成矿域(Pt_3-P_1)、古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域(D_1-P_3)、蒙古-鄂霍次克洋成矿域(P_2-K_1 早期)、古太平洋成矿域(D_1-K_1)、滨太平洋成矿域(K_2-Q)。对各 I 级成矿单元(成矿域)影响时限、范围进行探讨, 为东北地区找矿战略行动实施提供新的思路。

关键词: 成矿单元; 成矿域; 古亚洲洋; 古太平洋; 蒙古-鄂霍次克洋; 地球动力学; 黑龙江省

THE FIRST-ORDER METALLOGENIC UNITS IN HEILONGJIANG PROVINCE: New Division of Metallogenic Domain

ZHANG Tie-an¹, LIU Yu-qi², GAO Hong-yan¹, DU Bing-ying¹, LI Cheng-lu³, LIU Yu-wei¹,

LIU Ming-wei¹, WANG Xu-nan¹, ZHAO Yu-sheng¹

1. Heilongjiang Institute of Geological Sciences, Harbin 150000, China; 2. Northeastern University, Shenyang 110031, China;

3. Heilongjiang Geological Survey and Research Institute, Harbin 150000, China

Abstract: In view of the demand of geological and mineral resources work and research for the geodynamic background of minerals of various ages in Heilongjiang Province, based on the research progress of basic geology in Heilongjiang in the past 30 years, according to the latest tectonic division plan of the province, the first-order metallogenic units (metallogenic domain) are redivided as follows: Paleo-Asian Ocean metallogenic domain (Pt_3-P_1), Paleo-Asian Ocean and Paleo-Pacific Ocean superimposed metallogenic domain (D_1-P_3), Mongolia-Okhotsk Ocean metallogenic domain (P_2 -early K_1), Paleo-Pacific metallogenic domain (D_1-K_1), and marginal-Pacific metallogenic domain (K_2-Q). The discussion on the influence time limit and scope of each first-order metallogenic unit (metallogenic domain) provides new thought for the ore prospecting in Northeast China.

Key words: metallogenic unit; metallogenic domain; Paleo-Asian Ocean; Paleo-Pacific Ocean; Mongolia-Okhotsk Ocean; geodynamics; Heilongjiang Province

收稿日期: 2021-03-10; 修回日期: 2021-11-30. 编辑: 张哲.

基金项目: 中国地质调查局“全国陆域及海区地质图件更新与共享”项目(编号 DD20190370); 黑龙江省国土资源厅“黑龙江省嫩江-黑河构造混杂岩地区成矿规律研究与找矿预测”项目(编号黑国土科研 201603).

作者简介: 张铁安(1972—), 男, 高级工程师, 主要从事区域构造演化研究, 通信地址 黑龙江省哈尔滨市南岗区延兴路 72 号, E-mail//zhangtietan@sina.com

通信作者: 刘宇奇(1991—), 男, 博士研究生, 主要研究方向区域构造演化, 通信地址 辽宁省沈阳市和平区文化路 3 巷 11 号, E-mail//316071071@qq.com

0 引言

黑龙江所属 I 级成矿单元(成矿域)曾被划分为西太平洋成矿带^①、古亚洲成矿域和滨西太平洋成矿域^[1-2]、滨太平洋成矿域(叠加在古亚洲成矿域之上)^[3]^②。另有一些学者论及黑龙江成矿域方面的文献,多侧重于矿床对比^[4]、矿床成矿系列^[5]、金属矿床类型及区域成矿规律^[6-8]等方面的研究与总结。笔者依托近 30 年来黑龙江基础地质研究进展,认为原黑龙江 I 级成矿单元(成矿域)划分不能够全面系统反映黑龙江各时代矿产的成矿地球动力学背景。黑龙江构造域的研究进展表明,黑龙江所属 I 级成矿单元(成矿域)需要进一步划分,重点要对黑龙江各 I 级成矿单元(成矿域)的影响时限及范围这一重大地质矿产问题进行研究。

1 区域地质背景

黑龙江地处西伯利亚板块、华北板块和太平洋板块之间,属古亚洲洋构造域、环(古、滨)太平洋构造域与蒙古-鄂霍次克洋构造域叠加部位。黑龙江地区在地质构造上曾被划分为两个部分:西部属古亚洲洋构造域,东部属滨太平洋构造域^[9]。近年来,蒙古-鄂霍次克洋构造域对黑龙江的影响引起了众多学者的关注。目前的研究认为,黑龙江新元古代—晚二叠世主体受控于古亚洲洋构造域;早泥盆世以来,古太平洋构造域的影响逐步加强,特别是牡丹江断裂以东地区^[10];中二叠世—早白垩世早期,黑龙江北部叠加蒙古-鄂霍次克洋构造域的影响^[10];早白垩世末,以伊佐奈岐洋板块为代表的古太平洋板块潜没于东亚大陆之下^[11];晚白垩世以来,黑龙江全面转入滨太平洋即现今太平洋构造域。不同构造域开启—叠加—消亡—转换的演变历程构成了黑龙江地质演化历史主框架,形成了不同时代、不同属性的沉积、岩浆、变质建造及矿床成矿系列。

2 成矿域划分原则

区域成矿历史是区域地质演化历史的重要组成部分

分,区域地质演化历史是区域成矿历史研究的基础。成矿域与构造域密切相关,在地理位置上大致相当,故有些矿床学家称之为成矿构造域^[12]。笔者认为黑龙江各成矿域的演化时限及制约范围受相应构造域的演化时限及制约范围控制。

3 成矿域划分方案

笔者以黑龙江地质演化历史为基础,以主要 III 级构造单元(额尔古纳地块、松嫩地块、佳木斯-兴凯地块、大兴安岭弧盆系、伊春-亚布力弧盆系、完达山弧盆系)为格架^③,时间为主线,将黑龙江 I 级成矿单元(成矿域)划分为:古亚洲洋成矿域($P_t_3-P_1$)、古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域(D_1-P_3)、蒙古-鄂霍次克洋成矿域(P_2-K_1 早期)、古太平洋成矿域(D_1-K_1)、滨太平洋成矿域(K_2-Q)。

4 成矿域划分依据

4.1 古亚洲洋成矿域、古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域

中—新太古代黑龙江各地块形成于西伯利亚克拉通南缘;中元古代古亚洲洋洋盆打开^[13-14],各地块裂离至中亚造山带东段;新元古代额尔古纳与松嫩地块、松嫩地块与佳木斯-兴凯地块间洋盆转入消减^[15]^④;晚二叠世末古亚洲洋主洋盆在西拉木伦一线关闭^[16-17],即代表了古亚洲洋构造域——成矿域演化结束。

新元古代—寒武纪,古亚洲洋成矿域影响范围主要包括额尔古纳、松嫩、佳木斯-兴凯地块和以兴华渡口岩群、东风山岩群、兴东岩群、麻山岩群等为代表的元古代—寒武纪陆缘增生带^⑤(图 1),形成了东风山铁、羊鼻山铁、鸡西石墨、门都里石墨等矿床(表 1)。

奥陶纪—早石炭世,额尔古纳地块和松嫩地块间古亚洲洋分支洋盆历经早奥陶世—晚泥盆世、早石炭世 2 期北向后退式俯冲阶段,形成了大兴安岭弧盆系的主体^⑥。早石炭世中期两地块之间的洋盆关闭^⑦,形成嫩江-黑河结合带。因此,奥陶纪—早石炭世额尔古纳地块和大兴安岭弧盆系属古亚洲洋成矿域(图 2),形成了北西里钦铁、付地营子铜锌硫铁、多宝山铜铅、

① 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域矿产总结. 1994.

② 黑龙江省地质调查研究总院. 黑龙江省矿产资源潜力评价. 2013.

③ 黑龙江省地质科学研究所. 黑龙江省区域地质志(待出版专著).

④ 黑龙江区域地质调查所. 黑龙江 1:25 万嫩江县(M51C003004)、孙吴县(M52C003001)幅区调修测. 2015.

铜山铜铅等矿床(表1)。

晚石炭世—早二叠世, 龙江—嫩江—黑河—卧都河地区主体受额尔古纳地块和松嫩地块间洋盆关闭后后造山机制的制约(图2), 形成晚石炭世—早二叠世后造山侵入岩带^[18]和晚石炭世—早二叠世裂谷属性火山—沉积建造^[19], 其成矿动力学背景应归属于古亚洲洋成矿域, 形成了老爷岭铌钽等矿化点(表1)。

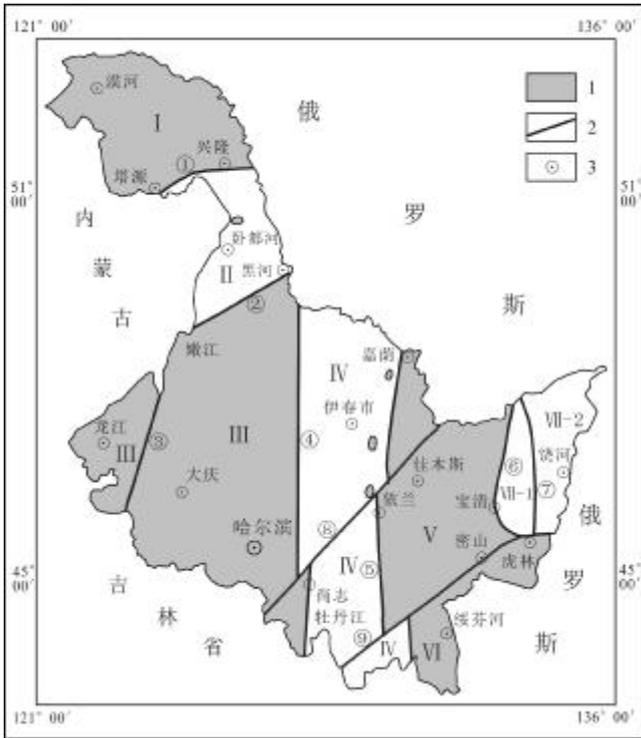


图1 新元古代—寒武纪古亚洲洋成矿域分布

Fig. 1 Distribution of Paleo-Asian Ocean metallogenic domain in Neoproterozoic-Cambrian

1—成矿域分布范围(distribution range of metallogenic domain); 2—断层(fault); 3—地名(place name); I—额尔古纳地块(Erguna block); II—大兴安岭弧盆系(Daxinganling arc-basin system); III—嫩江地块(上叠松嫩盆地)(Nenjiang massif superimposed on Songnen Basin); IV—伊春—亚布力弧盆系(Yichun-Yabuli arc-basin system); V—佳木斯地块(Jiamusi massif); VI—兴凯地块(Xingkai massif); VII—完达山古生代—中生代弧盆系(Wandashan Paleozoic-Mesozoic arc-basin system); VII-1—宝清—跃进山晚古生代弧盆系(Baoqing-Yuejinshan Neopaleozoic arc-basin system); VII-2—饶河中生代弧盆系(Raohe Mesozoic arc-basin system); ①塔源—兴华断裂(Tayuan-Xinghua fault); ②嫩江—黑河断裂(Nenjiang-Heihe fault); ③嫩江断裂(Nenjiang fault); ④逊克—铁力—尚志断裂(Xunke-Tieli-Shangzhi fault); ⑤牡丹江断裂(Mudanjiang fault); ⑥同江—宝清—迎春断裂(Tongjiang-Baoqing-Yingchun fault); ⑦大和镇断裂(Dahezhen fault); ⑧依舒断裂(Yi-Shu fault); ⑨敦密断裂(Dun-Mi fault)

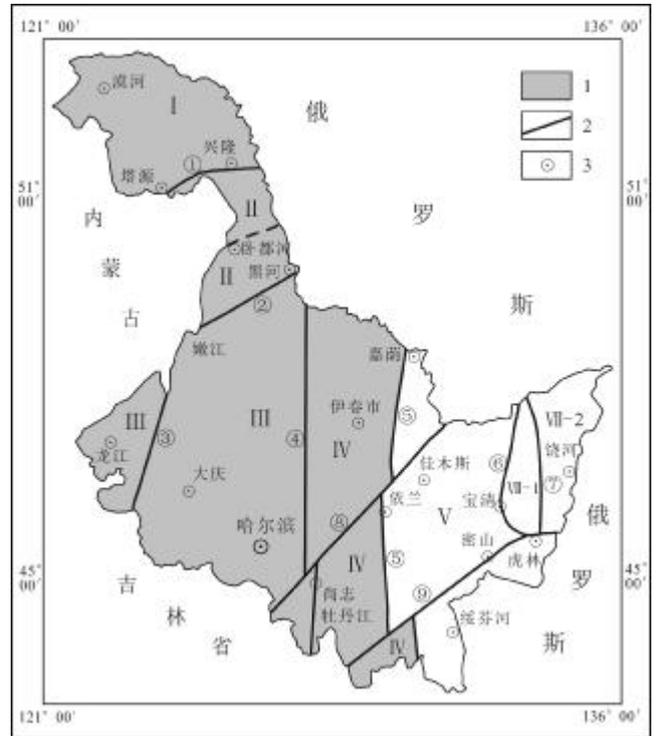


图2 奥陶纪—早二叠世古亚洲洋成矿域分布

Fig. 2 Distribution of Paleo-Asian Ocean metallogenic domain in Ordovician-Early Permian

图例说明同图1 (marginal data as Fig. 1)

奥陶纪—早侏罗世, 松嫩地块与佳木斯—兴凯地块间洋盆历经中奥陶世—晚志留世、早泥盆世—晚泥盆世、晚石炭世—早二叠世、中二叠世—晚二叠世、晚三叠世—早侏罗世5期西向后退式俯冲阶段, 形成了伊春—亚布力弧盆系的主体^[17]. 早侏罗世晚期—中侏罗世, 松嫩地块与佳木斯—兴凯地块间洋盆关闭^[15,21].

佳木斯—兴凯地块东缘古太平洋何时启动? 不同学者有不同认识, 分别为晚石炭世之前^[22]、早二叠世^[23]、早侏罗世^[24]. 佳木斯地块东缘—中泥盆统黑台组早泥盆世暖水盾皮鱼类、腕足类化石^[25-26], 碎屑岩显示被动陆缘—活动陆缘岩石化学特征. 黑台组与中—晚泥盆世老秃顶子期弧属性火山岩整合接触, 笔者认为黑龙江古太平洋构造域至少启动于早泥盆世.

综合上述认识, 认为奥陶纪—志留纪伊春—亚布力弧盆系、松嫩盆地范围及其矿产组合受古亚洲洋构造域——成矿域制约(图2), 形成了扶育河铜镍矿点等(表1); 早泥盆世—晚二叠世伊春—亚布力弧盆系、松嫩盆地范围及其矿产组合受控于古亚洲洋构造域

① 黑龙江区域地质调查所. 黑龙江 1:25 万嫩江县(M51C003004)、孙吴县(M52C003001)幅区调修测. 2015.

表 1 黑龙江省 I 级成矿单元(成矿域)划分及代表性矿产地一览表

Table 1 First-order metallogenic units (metallogenic domains) and representative ore fields in Heilongjiang Province

I 级成矿单元	时限	成矿制约范围	代表性矿产地(成矿时代)
古亚洲洋成矿域	新元古代—寒武纪	额尔古纳、松嫩、佳木斯-兴凯地块及新元古代—寒武纪陆缘增生带	呼玛县兴安桥铁矿床(Pt ₃ -G), 萝北县大马河铁矿床(Pt ₃ -G), 双鸭山市羊鼻山铁钨矿床(Pt ₃ -G), 汤原县东风山铁矿床(Pt ₃ -G), 林口县大盘道铁矿(Pt ₃ -G), 鸡西市柳毛石墨矿床(Pt ₃ -G), 漠河县门都里石墨矿床(Pt ₃ -G), 铁力市东风林场金矿床(Pt ₃ -G), 伊春市小西林铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市小西林铅山铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市西林南沟铅锌矿床(G ₁₋₂), 双鸭山市向阳林场铅锌矿床等(G ₁₋₂)
	奥陶纪—早石炭世	额尔古纳地块和大兴安岭弧盆系	呼玛县兴隆沟钛铁矿床(O ₃ -S ₁), 呼玛县北西里钛铁矿床(O ₃ -S ₁), 呼玛县跃铁山钛铁矿床(O ₃ -S ₁), 黑河市争光金矿床(O, J), 黑河市付地营子铜锌硫铁矿床(D ₁), 嫩江县多宝山铜钼矿床(O ₁₋₂), 嫩江县铜山铜钼矿床(O ₁₋₂), 嫩江县 535.8 高地钼矿床(O ₁₋₂), 呼玛县兴隆沟东岗金银铜矿点(S)
	晚石炭世—早二叠世	龙江-嫩江-黑河-卧都河地区	嫩江县老爷岭钨钼(C ₂ -P ₁), 嫩江县四站林场西南钨(C ₂ -P ₁), 嫩江县门鲁河种畜场北山钨(钼)(C ₂ -P ₁)矿化点
	奥陶纪—志留纪	松嫩地块(松嫩盆地范围)和伊春-亚布力弧盆系	伊春市翠峦区扶育河铜镍矿点(O), 伊春市小西林铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市小西林铅山铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市西林南沟铅锌矿床(G ₁₋₂)等遭受该阶段岩浆弧的叠加改造
古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域	早泥盆世—晚二叠世	松嫩地块(松嫩盆地范围)和伊春-亚布力弧盆系	逊克县高岗山钼矿床(P ₃), 伊春市小西林铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市小西林铅山铅锌矿床(G ₁₋₂), 伊春市西林南沟铅锌矿床(G ₁₋₂)等遭受该阶段岩浆弧的叠加改造
古太平洋成矿域	早泥盆世—晚二叠世	佳木斯-兴凯地块和宝清-跃进山晚古生代弧盆系	宝清县五九七农场养鹿场南铜多金属矿点(P ₁), 鸡东县五星铂钯矿床(P ₃), 鸡西市韦子沟金矿点(P ₃), 勃利县老柞山金矿床(P ₂ , K ₁), 宝清县珍子山组中所产煤层(C ₂ -P ₁)
	晚三叠世—早白垩世早期	松嫩地块(松嫩盆地范围)、佳木斯-兴凯地块和伊春-亚布力弧盆系、完达山弧盆系	东宁县九佛沟铅锌矿床(T ₃), 阿城区石发铁锌矿床(J ₁), 五常市平房屯超贫磁铁矿床(J ₁), 铁力市二股西山铁锌多金属矿床(J ₁), 逊克县翠宏山钨钼多金属矿床(J ₁), 逊克县霍吉河钨矿床(J ₁), 庆安县徐老九沟铅锌矿床(J ₁), 宾县弓棚子钨铜钼矿床(J ₁), 宁安市朱墩岭铜钼矿床(J ₁), 鸡东县勃利沟铅锌矿床(J ₁), 伊春市查山林场钨矿床(J ₁), 铁力市鹿鸣钨矿床(J ₁), 铁力市大安河金矿床(J ₁), 嘉荫县连珠山金铋钨矿床(J ₁), 宁安市英城子金银矿床(J ₁), 东宁县洋灰洞子铜矿床(J ₁)
	早白垩世晚期	黑龙江省	呼中区碧水铅锌矿床(K ₁), 鸡东县金场沟东区金铜矿床(K ₁), 宝清县跃进山铁铜矿床(K ₁), 鸡东县金场沟东区金铜矿床(K ₁), 东宁县金厂 0 号矿体金矿区(K ₁), 鸡东县四山林场铜钼矿床(K ₁), 宝清县河口林场锡矿床(K ₁), 嫩江县永新金矿床(K ₁), 逊克县东安金矿床(K ₁), 逊克县高松山金矿床(K ₁), 勃利县老柞山金矿床(P ₂ , K ₁), 嘉荫县平顶山金矿床(K ₁), 嘉荫县团结结金矿床(K ₁), 黑河市三道湾子金矿床(K ₁), 鸡西(K ₁), 鹤岗(K ₁)煤田
蒙古-鄂霍次克洋成矿域	暂定于中二叠世—早白垩世早期	松嫩盆地以北及以西地区	嫩江县二道坎村银矿床(T ₂), 嫩江县三矿沟铁铜矿床(J ₁), 嫩江县文革山铜钨矿床(T ₃ -J ₁), 漠河市富克山经营所南部铜矿点(J ₃), 黑河市孟德河金矿床(T ₃) ^[20] , 黑河市争光金矿床(O, J), 黑河市桦皮窑金铅矿床(J ₁), 嫩江县霍东钨矿床(J ₂), 呼玛县二十四号桥金矿床(J ₃ -K ₁), 呼玛县宽河金矿床(J ₃ -K ₁), 漠河县沙宝斯金矿床(K ₁), 漠河盆地额尔木河群中所产煤层(J ₃ K ₁)
滨太平洋成矿域	晚白垩世—第四纪	黑龙江省	大庆油田(K ₂), 依兰煤田(E ₂₋₃), 宝清煤田(E ₂₋₃ , N ₁₋₂), 油页岩(K ₂ -E ₂₋₃ 未开发利用), 呼玛县达拉罕砂金矿床(Q), 黑河市法别拉河砂金矿床(Q), 萝北县梧桐河砂金矿床(Q), 漠河县霍拉盆河泥炭矿床(Q), 孙吴县辰清乡泥炭矿床(Q), 密山市东北河泥炭矿床(Q), 萝北县大金顶子风化型镍矿床(Q)

注:成矿时代主体引自黑龙江省矿产资源潜力评价(2013)。

(成矿域)叠加古太平洋构造域(成矿域)(图3),形成了高岗山钼矿床等(表1);晚二叠世末古亚洲洋主洋盆关闭,晚三叠世—早侏罗世伊春—亚布力弧盆系、松嫩盆地范围及其矿产组合受古太平洋构造域(成矿域)制约。伊春—亚布力弧盆系及相关矿产是古亚洲洋构造域(成矿域)与古太平洋构造域(成矿域)叠加转换的物质标志。

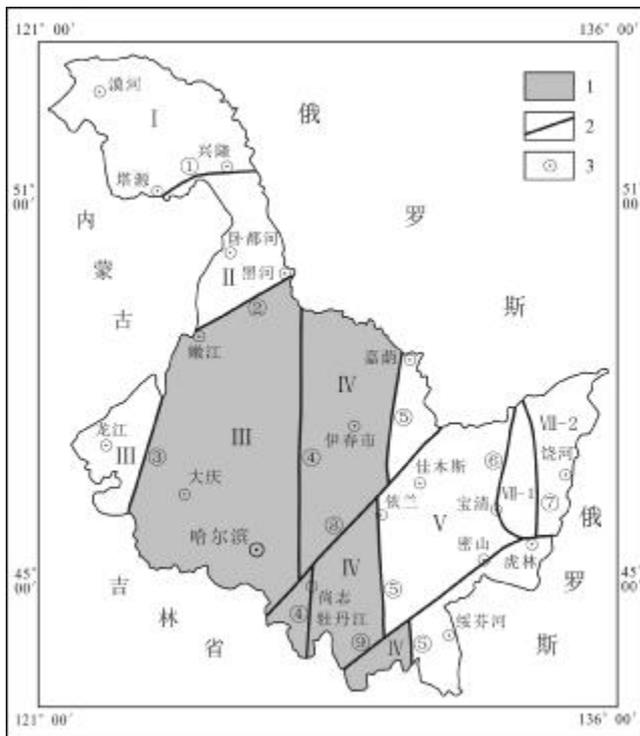


图3 早泥盆世—晚二叠世古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域分布

Fig. 3 Distribution of Paleo-Asia and Paleo-Pacific oceans superimposed metallogenic domain in Early Devonian-Late Permian

图例说明同图1(marginal data as Fig. 1)

4.2 古太平洋成矿域

结合前文,佳木斯—兴凯地块东缘古太平洋板块西向俯冲至少启动于早泥盆世,历经早泥盆世—晚泥盆世、早石炭世—早二叠世、中二叠世—晚二叠世、晚三叠世—早侏罗世早期、早侏罗世—晚侏罗世早期、早白垩世(推测延续至晚白垩世初期)6期后退式西向俯冲阶段,形成了完达山晚古生代—中生代弧盆系^[9]。完达山晚古生代—中生代弧盆系可进一步划分为宝清—跃进山晚古生代弧盆系和饶河中生代弧盆系。

将早泥盆世—晚二叠世古太平洋成矿域限定于佳

木斯—兴凯地块及宝清—跃进山晚古生代弧盆系(图4),形成了五星铂钯矿床、老柞山金矿床等(表1)。晚三叠世—早白垩世早期,古太平洋成矿域限定于佳木斯—兴凯地块、松嫩盆地范围和伊春—亚布力弧盆系、完达山弧盆系(图5)。结合蒙古—鄂霍次克洋成矿域影响时限及范围,认为早白垩世晚期松嫩盆地以北及以西地区由蒙古—鄂霍次克洋成矿域转换为古太平洋成矿域,即早白垩世晚期全区归属古太平洋成矿域。晚三叠世—早白垩世古太平洋成矿域是黑龙江地区最重要的成矿动力学背景,形成了石发铁锌矿床、霍吉河钼矿床、鹿鸣钼矿床、徐老九沟铅锌矿床、永新金矿床、东安金矿床、金场沟东区金铜矿床及鸡西煤田等众多矿产地(表1)。

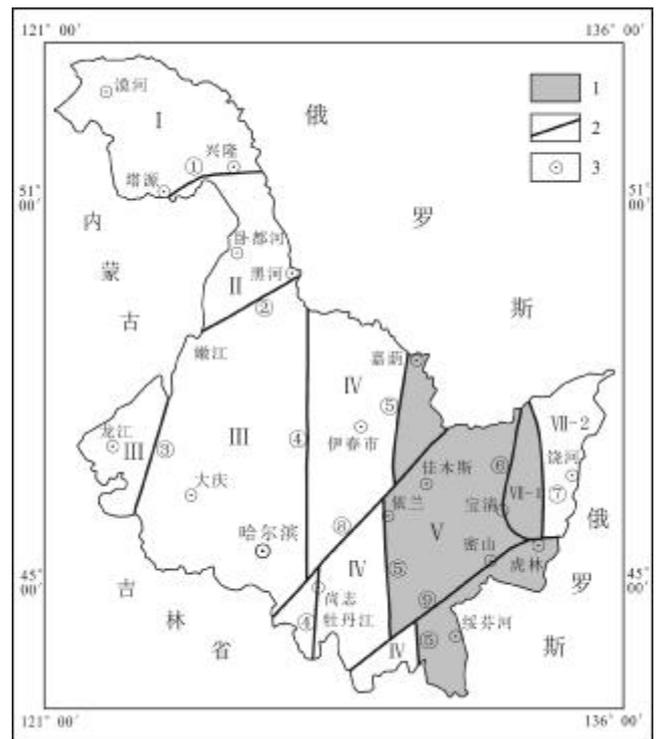


图4 早泥盆世—晚二叠世古太平洋成矿域分布

Fig. 4 Distribution of Paleo-Pacific Ocean metallogenic domain in Early Devonian-Late Permian

图例说明同图1(marginal data as Fig. 1)

4.3 蒙古—鄂霍次克洋成矿域

黑龙江晚侏罗世岩浆岩分布于松嫩盆地以北及以西地区,而在黑龙江东部不发育此期岩浆岩^[27],因此将蒙古—鄂霍次克洋构造域的影响范围限定于松嫩盆地以北及以西地区^[28]。

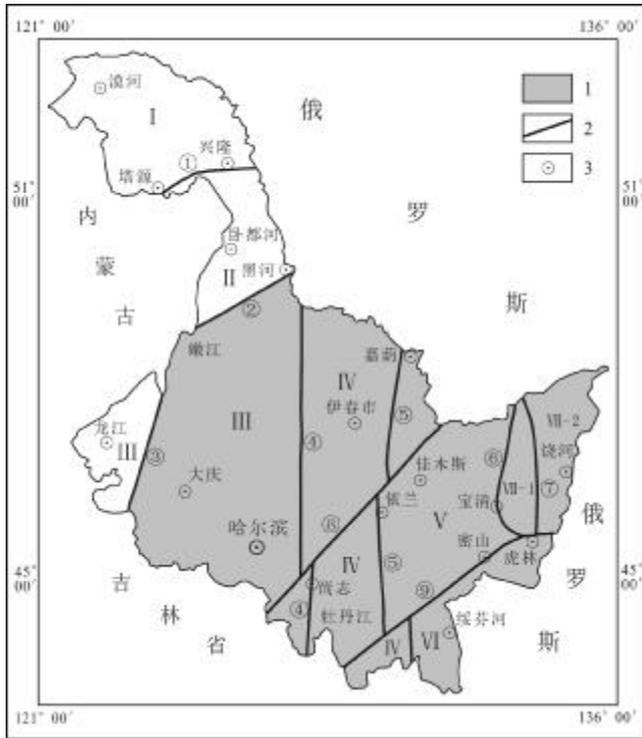


图 5 晚三叠世—早白垩世早期古太平洋成矿域分布
Fig. 5 Distribution of Paleo-Pacific Ocean metallogenic domain in Late Triassic-early Early Cretaceous
图例说明同图 1 (marginal data as Fig. 1)

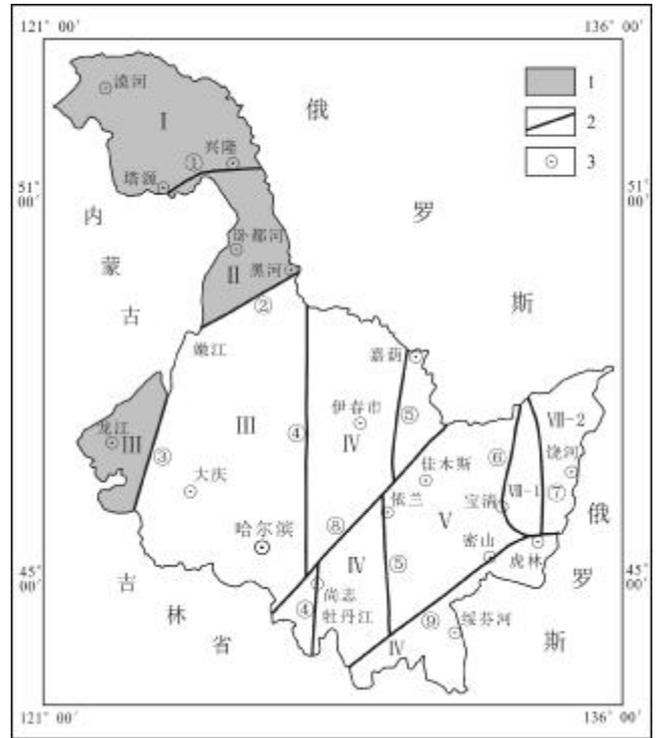


图 6 中二叠世—早白垩世早期蒙古-鄂霍次克洋成矿域分布
Fig. 6 Distribution of Mongolia-Okhotsk Ocean metallogenic domain in Middle Permian-early Early Cretaceous
图例说明同图 1 (marginal data as Fig. 1)

依据漠河前陆盆地上侏罗统一白垩统额尔齐斯河群磨拉石建造中所产晚侏罗世孢粉、晚侏罗世—早白垩世植物-介形、早白垩世双壳-腹足^[29]和盆地内早白垩世动力变质(⁴⁰Ar-³⁹Ar: 127-130 Ma^[30], ⁴⁰Ar-³⁹Ar: 121 Ma^[31])及龙江地区早白垩世碱性花岗岩(K-Ar: 123 Ma^[32], 锆石 U-Pb: 122 Ma^[33]),认为东亚北缘鄂霍次克洋盆关闭于早白垩世早期。

结合额尔古纳地块和松嫩地块间洋盆关闭于早石炭世中期,依据松嫩盆地以北及以西地区早石炭世中期后—早白垩世早期所形成的沉积建造和岩浆弧等,认为黑龙江蒙古-鄂霍次克洋构造域(成矿域)至少启动于中二叠世,持续至早白垩世早期。综合以上,将黑龙江蒙古-鄂霍次克洋成矿域影响范围限定于松嫩盆地以北及以西地区,时限暂定于中二叠世—早白垩世早期(图 6),形成了二道坎村银、三矿沟铜铁、文革山铜钨、孟德河金等矿床(表 1)。

4.4 滨太平洋成矿域

早白垩世末,以伊佐奈岐洋板块为代表的古太平

洋潜没于东亚大陆之下。晚白垩世以来,黑龙江地区全面转入滨太平洋(即现今太平洋)构造域(成矿域)。

松嫩地块早白垩世末—晚白垩世上叠大型含油气拗陷盆地,即松嫩盆地松花江群滨浅湖—深湖相沉积,为主要生油岩系,形成大庆油田。松嫩盆地古近纪形成依安组湖相含褐煤碎屑沉积。孙吴-嘉荫断陷晚白垩世形成嘉荫群河湖相含褐煤、油页岩碎屑沉积;古近纪形成乌云组河湖相含褐煤碎屑沉积。依舒地堑古近纪形成达连河组河湖相含褐煤、长焰煤、油页岩碎屑沉积。三江盆地古近纪形成宝泉岭组湖沼相含褐煤、油页岩碎屑沉积;新近纪形成富锦组河湖相含褐煤碎屑沉积。敦密地堑古近纪形成永庆组河湖相含褐煤、油页岩碎屑沉积。兴凯湖盆地古近纪形成虎林组河湖相含褐煤、油页岩碎屑沉积;新近纪形成富锦组河湖相含褐煤碎屑沉积。黑龙江地区古近纪—新近纪煤炭资源勘查工作开展地很少,开发更少,但古近纪—新近纪煤炭资源开发前景好,是黑龙江未来重要的能源保障;油页岩多作为低热值的燃料与煤炭一同被开采,但未开

发利用(表1)。

黑龙江第四纪砂金矿产资源丰富,分布广泛。已查明砂金矿产地210处,其中超大型矿床1处、大型矿床9处、中型矿床35处、小型矿床110处、矿点55处,查明砂金资源/储量373.45 t^①。地域上主要分布在漠河、呼玛、黑河、嘉荫-萝北、佳木斯-桦南、牡丹江-东宁6个砂金集中区内,以黑龙江、松花江、绥芬河水系为主河谷的各级支谷中(表1)。

泥炭是黑龙江山地、平原第四纪沼泽的特有产物,泥炭产地面积1425 km²。已发现和评价泥炭矿床、矿点、矿化点共667个,查明泥炭资源/储量2224.8×10⁴ t^②。地域上主要分布在漠河、黑河-孙吴、伊春-嘉荫、五常-尚志、海林-林口、巴彦-双城、宝清-抚远、萝北、密山-虎林地区(表1)。

5 讨论

由于黑龙江地区被森林、沼泽覆盖,研究程度相对较低,古太平洋和蒙古-鄂霍次克洋构造域(成矿域)的开启时限尚存在不确定性。塔源地区出现的早石炭世中期弧属性二长花岗岩、辉长岩^[34],推测与蒙古-鄂霍次克洋构造域(成矿域)的演化有关。牡丹江断裂东侧至佳木斯地块西缘大面积出露中一晚二叠世弧侵入岩,暗示中一晚二叠世松嫩地块和佳木斯地块间洋盆存在双向俯冲,佳木斯地块在中一晚二叠世可能不仅受控于古太平洋成矿域,还可能叠加古亚洲洋成矿域的影响。虎林市晚白垩世初期四平山金矿床是归属古太平洋成矿域还是归属滨太平洋成矿域,尚需今后研究、探讨。

6 结论

笔者依据黑龙江最新地质构造划分方案,认为原黑龙江I级成矿单元(成矿域)划分不能够全面系统反映黑龙江各时代矿产的成矿地球动力学背景。经研究,将黑龙江I级成矿单元(成矿域)划分为:古亚洲洋成矿域、古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域、古太平洋成矿域、蒙古-鄂霍次克洋成矿域及滨太平洋成矿域。

(1)古亚洲洋成矿域、古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域时空分布

古亚洲洋成矿域:新元古代—寒武纪,分布于额尔古纳、松嫩、佳木斯-兴凯地块及新元古代—寒武纪陆缘增生带;奥陶纪—早石炭世,分布于额尔古纳地块和大兴安岭弧盆系;奥陶纪—志留纪,分布于伊春-亚布力弧盆系和松嫩盆地范围;晚石炭世—早二叠世,分布于龙江-嫩江-黑河-卧都河地区。古亚洲洋和古太平洋叠加成矿域:早泥盆世—晚二叠世,分布于伊春-亚布力弧盆系和松嫩盆地范围。

(2)古太平洋成矿域、滨太平洋成矿域时空分布

古太平洋成矿域:早泥盆世—晚二叠世,分布于佳木斯-兴凯地块和宝清-跃进山晚古生代弧盆系;晚三叠世—早白垩世早期,分布于佳木斯-兴凯地块、松嫩盆地范围和伊春-亚布力弧盆系、完达山弧盆系;早白垩世晚期,分布于全省范围。滨太平洋成矿域:晚白垩世—第四纪,全省分布。

(3)蒙古-鄂霍次克洋成矿域时空分布

时限暂定于中二叠世—早白垩世早期,分布在松嫩盆地以北及以西地区。

参考文献(Reference):

- [1]彭聪,邓晋福,邱瑞照.中国大陆五大成矿域岩石圈结构与成矿作用[J].矿床地质,2004,23(S1):19-23.
Peng C, Deng J F, Qiu R Z. Relationship between lithospheric structures and metallogenic processes in five major metallogenic domains of Chinese continent[J]. Mineral Deposits, 2004, 23(S1): 19-23.
- [2]陈毓川,朱裕生,肖克炎,等.中国成矿区(带)的划分[J].矿床地质,2006,25(S1):1-6.
Chen Y C, Zhu Y S, Xiao K Y, et al. Division of minerogenic provinces (belts) in China[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(S1): 1-6.
- [3]徐志刚.关于中国成矿域划分的讨论[J].矿床地质,2004,23(S1):54-61.
Xu Z G. Discussion on division of metallogenic domains in China [J]. Mineral Deposits, 2004, 23(S1): 54-61.
- [4]李润武,童英,苏尚国.中亚成矿域 Erdenet 斑岩型铜钼矿床和 Oyu Tolgoi 斑岩型铜金矿床对比[J].地球科学与环境学报,2021,43(3):506-527.
Li R W, Tong Y, Su S G. Comparison between Erdenet porphyry Cu-Mo and Oyu Tolgoi porphyry Cu-Au deposits in the Central Asian metallogenic domain [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2021, 43(3): 506-527.

①黑龙江省地质调查研究总院.黑龙江省矿产资源潜力评价.2013.

②黑龙江省地质矿产局.黑龙江省区域矿产总结.1994.

- [5]任秉琛, 邹介人. 古亚洲成矿域古生代矿床成矿系列组合与矿床成矿系列类型的初步划分[J]. 矿床地质, 2002, 21(S1): 219-222.
Ren B C, Wu J R. Initial classification of minerogenetic series associations and types of mineral deposits for Palaeozoic Era in pal-Asia metallogenic megaprovince in China[J]. Mineral Deposits, 2002, 21(S1): 219-222.
- [6]任秉琛, 邹介人. 古亚洲成矿域重要金属矿床类型与区域成矿规律探讨[J]. 矿床地质, 2004, 23(S1): 112-123.
Ren B C, Wu J R. Tentative discussion on major types of metallic ore deposits and regional ore-forming regularity of paleo-Asia metallogenic domain[J]. Mineral Deposits, 2004, 23(S1): 112-123.
- [7]江思宏, 张莉莉, 刘翼飞, 等. 兴蒙造山带成矿规律及若干科学问题[J]. 矿床地质, 2018, 37(4): 671-711.
Jiang S H, Zhang L L, Liu Y F, et al. Metallogeny of Xing-Meng orogenic belt and some related problems [J]. Mineral Deposits, 2018, 37(4): 671-711.
- [8]张文浩, 刘卫彬, 王丹丹, 等. 黑龙江三江盆地早中生界大架山组硅质泥岩成烃潜力评价[J]. 中国地质, 2020, 47(1): 121-132
Zhang W H, Liu W B, Wang D D, et al. Hydrocarbon generation potential of Early Mesozoic siliceous mudstone in Sanjiang Basin, Heilongjiang, Northeast China [J]. Geology in China, 2020, 47 (1): 121-132
- [9]黑龙江省地质矿产局. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(一, 第33号): 区域地质: 黑龙江省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1-590.
Heilongjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional geology of Heilongjiang Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993. (in Chinese)
- [10]张铁安, 高洪岩, 赵雨生, 等. 佳木斯-兴凯地块东缘早泥盆世一晚白垩世洋-陆转换过程[J]. 现代矿业, 2021, 37(5): 21-27, 32.
Zhang T A, Gao H Y, Zhao Y S, et al. Early Devonian-Late Cretaceous ocean-land transformation along the east margin of Jiamusi-Xingkai block[J]. Modern Mining, 2021, 37(5): 21-27, 32.
- [11]张允平. 东北亚地区晚侏罗-白垩纪构造格架主体特点[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2011, 41(5): 1267-1284.
Zhang Y P. Main characteristics of late Jurassic-Cretaceous tectonic framework in Northeast Asia [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2011, 41(5): 1267-1284.
- [12]裴荣富. 中国矿床模式[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 1-357.
Pei R F. Mineral deposit models of China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995: 1-357.
- [13]Khain E V, Bibikova E V, Kröner A, et al. The most ancient ophiolite of the Central Asian fold belt: U-Pb and Pb-Pb zircon ages for the Dunzhugur complex, eastern Sayan, Siberia, and geodynamic implications[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2002, 199(3/4): 311-325.
- [14]Wan B, Li S H, Xiao W J, et al. Where and when did the Paleo-Asian ocean form? [J]. Precambrian Research, 2018, 317: 241-252.
- [15]张铁安, 刘宇崴, 赵雨生, 等. 黑龙江省东部新元古代一早侏罗世的洋-陆转换过程[J]. 黑龙江科技大学学报, 2019, 29(1): 53-59.
Zhang T A, Liu Y W, Zhao Y S, et al. Neoproterozoic-Early Jurassic ocean-land transformation in eastern Heilongjiang Province [J]. Journal of Heilongjiang University of Science & Technology, 2019, 29(1): 53-59.
- [16]孙德有, 吴福元, 张艳斌, 等. 西拉木伦河-长春-延吉板块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.
Sun D Y, Wu F Y, Zhang Y B, et al. The final closing time of the West Lamulun River-Changchun-Yanji plate suture zone: Evidence from the Dayushan granitic pluton, Jilin Province [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2004, 34 (2): 174-181.
- [17]邓胜徽, 万传彪, 杨建国. 黑龙江阿城晚二叠世安加拉-华夏混生植物群——兼述古亚洲洋的关闭问题[J]. 中国科学(D辑): 地球科学, 2009, 39(12): 1744-1752.
Deng S H, Wan C B, Yang J G. Discovery of a Late Permian Angara-Cathaysia mixed flora from Acheng of Heilongjiang, China, with discussions on the closure of the Paleasian Ocean [J]. Science in China Series D: Earth Sciences, 2009, 52(11): 1746-1755.
- [18]孙德有, 吴福元, 李惠民, 等. 小兴安岭西北部造山后A型花岗岩的时代与索伦山-贺根山-扎赉特碰撞拼合带东延的关系[J]. 科学通报, 2000, 45(20): 2217-2222. (in Chinese)
- [19]吴福元, 曹林. 东北亚地区的若干重要基础地质问题[J]. 世界地质, 1999, 18(2): 1-13.
Wu F Y, Cao L. Some important problems of geology in Northeastern Asia[J]. World Geology, 1999, 18(2): 1-13.
- [20]Li C L, Deng C Z, Li S R, et al. Geochronology and genesis of the newly discovered Mengdehe orogenic-type Au deposit in the Xing'an-Mongolia orogenic belt, NE China [J]. Ore Geology Reviews, 2021, 133: 104083.
- [21]许文良, 王枫, 孟恩, 等. 黑龙江省东部古生代一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[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2012, 42(5): 1378-1389.
Xu W L, Wang F, Meng E, et al. Paleozoic-Early Mesozoic tectonic evolution in the eastern Heilongjiang Province, NE China: Evidence from igneous rock association and U-Pb geochronology of detrital zircons [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2012, 42(5): 1378-1389.
- [22]王继尧, 杨言辰, 黄永卫, 等. 黑龙江东部完达山山体蛇绿岩形成时代及其构造意义[J]. 地球科学与环境学报, 2016, 38(2): 182-195.

- Wang J Y, Yang Y C, Huang Y W, et al. Formation ages and tectonic significance of ophiolites in Wandashan terrane of the eastern Heilongjiang[J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2016, 38(2): 182-195.
- [23] Sun M D, Xu Y G, Wilde S A, et al. The Permian Dongfanghong island-arc gabbro of the Wandashan orogen, NE China: Implications for Paleo-Pacific subduction[J]. *Tectonophysics*, 2015, 659: 122-136.
- [24] 唐杰, 许文良, 王枫, 等. 古太平洋板块在欧亚大陆下的俯冲历史: 东北亚陆缘中生代-古近纪岩浆记录[J]. *中国科学: 地球科学*, 2018, 48(5): 549-583.
- Tang J, Xu W L, Wang F, et al. Subduction history of the Paleo-Pacific slab beneath Eurasian continent: Mesozoic-Paleogene magmatic records in Northeast Asia [J]. *Science China Earth Sciences*, 2018, 61(5): 527-559.
- [25] 王俊卿, 王士涛. 黑龙江密山-宝清早泥盆世盾皮鱼类化石[J]. *古脊椎动物学报*, 2002, 40(2): 161-164.
- Wang J Q, Wang S T. The discovery of Early Devonian placoderms from Baoqing and Mishan counties of Heilongjiang Province [J]. *Vertebrata Palasiatica*, 2002, 40(2): 161-164.
- [26] 李宁. 黑龙江省宝清地区早泥盆世黑台组腕足动物群及其古生物地理[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- Li N. Brachiopod fauna of early Devonian Heitai Formation in Baoqing area, Heilongjiang Province and its palaeobiogeography [D]. Changchun: Jilin University, 2008.
- [27] 许文良, 王枫, 裴福萍, 等. 中国东北中生代构造体制与区域成矿背景: 来自中生代火山岩组合时空变化的制约[J]. *岩石学报*, 2013, 29(2): 339-353.
- Xu W L, Wang F, Pei F P, et al. Mesozoic tectonic regimes and regional ore-forming background in NE China: Constraints from spatial and temporal variations of Mesozoic volcanic rock associations[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2013, 29(2): 339-353.
- [28] 唐杰. 额尔古纳地块中生代火成岩的年代学与地球化学: 对蒙古-鄂霍茨克缝合带构造演化的制约[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- Tang J. Geochronology and geochemistry of the Mesozoic igneous rocks in the Erguna massif, NE China: Constraints on the tectonic evolution of the Mongol-Okhotsk suture zone[D]. Changchun: Jilin University, 2016.
- [29] 吴河勇, 杨建国, 黄清华, 等. 漠河盆地中生代地层层序及时代[J]. *地层学杂志*, 2003, 27(3): 193-198.
- Wu H Y, Yang J G, Huang Q H, et al. Sequence and age of the Mesozoic strata in the Mohe basin[J]. *Journal of Stratigraphy*, 2003, 27(3): 193-198.
- [30] 李锦轶, 莫中国, 和政军, 等. 大兴安岭北段地壳左行走滑运动的时代及其对中国东北及邻区中生代以来地壳构造演化重建的制约[J]. *地学前缘*, 2004, 11(3): 157-168.
- Li J Y, Mo S G, He Z J, et al. The timing of crustal sinistral strike-slip movement in the northern Great Khing'an ranges and its constraint on reconstruction of the crustal tectonic evolution of NE China and adjacent areas since the Mesozoic[J]. *Earth Science Frontiers*, 2004, 11(3): 157-168.
- [31] 武广, 范传闻, 李忠权, 等. 大兴安岭北部漠河韧性剪切带白云母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄及地质意义[J]. *成都理工大学学报(自然科学版)*, 2008, 35(3): 297-302.
- Wu G, Fan C W, Li Z Q, et al. ^{40}Ar - ^{39}Ar dating of the muscovite in the mylonite of the Mohe ductile shear zone in northern Da Hinggan Mountain and its geological significance[J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 2008, 35(3): 297-302.
- [32] 李培忠, 于津生. 黑龙江碾子山晶洞碱性花岗岩岩体年龄及其意义[J]. *地球化学*, 1993(4): 389-398.
- Li P Z, Yu J S. Nianzishan miarolitic alkaline granite stock, Heilongjiang: Its ages and geological implications[J]. *Geochimica*, 1993(4): 389-398.
- [33] 闫志娇. 中国东部晚中生代碱性岩中锆石学特征及其研究意义[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2016.
- Yan Z J. Characteristics of zirconology and the research significance about the Late Mesozoic alkaline rocks in eastern China [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2016.
- [34] 冯志强, 刘永江, 温泉波, 等. 大兴安岭北段塔源地区~330 Ma 变辉长岩-花岗岩的岩石成因及构造意义[J]. *岩石学报*, 2014, 30(7): 1982-1994.
- Feng Z Q, Liu Y J, Wen Q B, et al. Petrogenesis of ~330 Ma meta-gabbro-granite from the Tayuan area in the northern segment of the Da Xing'an Mts and its tectonic implication [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2014, 30(7): 1982-1994.