

黑龙江省多宝山矿集区基底残块的发现及大地构造意义

杨福深*, 李成禄, 李文龙, 程招勋, 梁科伟, 吕长禄

黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨
Email: yangfushenwq2006@163.com

收稿日期: 2020年11月16日; 录用日期: 2020年12月18日; 发布日期: 2020年12月25日

摘要

资料研究显示, 黑龙江省多宝山矿集区中晚寒武世至早中三叠世处于古亚洲洋巨型开合旋回, 期间发育北西向、北东向多次叠加复合造山岩系及活动陆缘铜钼金银有色-贵金属成矿组合。早前寒武纪以来同位素测年数据等证据显示, 在上述显生宙复合造山带中, 还存在着前寒武纪基底残块, 可能指示前寒武纪更古老大洋的巨型开合过程。综合分析认为, 多宝山矿集区基底残块的发现, 对黑龙江省西北部区域地质构造演化及前寒武纪成矿作用研究有重要的大地构造意义。

关键词

基底残块, 大地构造意义, 多宝山矿集区, 黑龙江省

Discovery and Geotectonic Significance of Basement Debris in Duobaoshan Ore-Gathering Area, Heilongjiang Province

Fushen Yang*, Chenglu Li, Wenlong Li, Zhaoxun Cheng, Kewei Liang, Changlu Lv

Heilongjiang General Institute of Geological Survey and Research, Harbin Heilongjiang
Email: yangfushenwq2006@163.com

Received: Nov. 16th, 2020; accepted: Dec. 18th, 2020; published: Dec. 25th, 2020

Abstract

Data studies show that, Duobaoshan ore accumulation area of Heilongjiang province from Middle

*第一作者。

文章引用: 杨福深, 李成禄, 李文龙, 程招勋, 梁科伟, 吕长禄. 黑龙江省多宝山矿集区基底残块的发现及大地构造意义[J]. 地球科学前沿, 2020, 10(12): 1212-1225. DOI: 10.12677/ag.2020.1012118

and late Cambrian to early middle Triassic is located in the giant open-and-close cycle of ancient Asia ocean. During this period, there were multiple superimposed composite orogenic series and active continental margin copper-molybdenum-gold-nonferrous metal metallogenic assemblages in NW and NE. Evidence from early Precambrian isotopic dating suggests that, in the above phanerozoic complex orogenic belts, there are Precambrian basement fragments. It may indicate the giant opening and closing of an older Precambrian ocean. Based on the comprehensive analysis, it is concluded that the discovery of basement fragments in Duobaoshan ore-concentrated area is of great tectonic significance to the study of regional geological structure evolution and Precambrian mineralization in the north and west of Heilongjiang province.

Keywords

Basal Debris, Tectonic Significance, Duobaoshan Ore Concentration Area, Heilongjiang Province

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

本研究区大地构造位置处于中亚造山带东部兴蒙造山带东段，显生宙以来属古亚洲洋构造域、蒙古-鄂霍茨克洋构造域和古太平洋构造域叠加复合区域(图 1) [1]，区域上大体位于兴安地块与松嫩地块的构造拼贴带及其两侧(图 2) [2]。研究区地质历史复杂、变质变形强烈，铜钼金银等有色及贵金属矿产资源十分丰富，是重要的多金属矿集区。

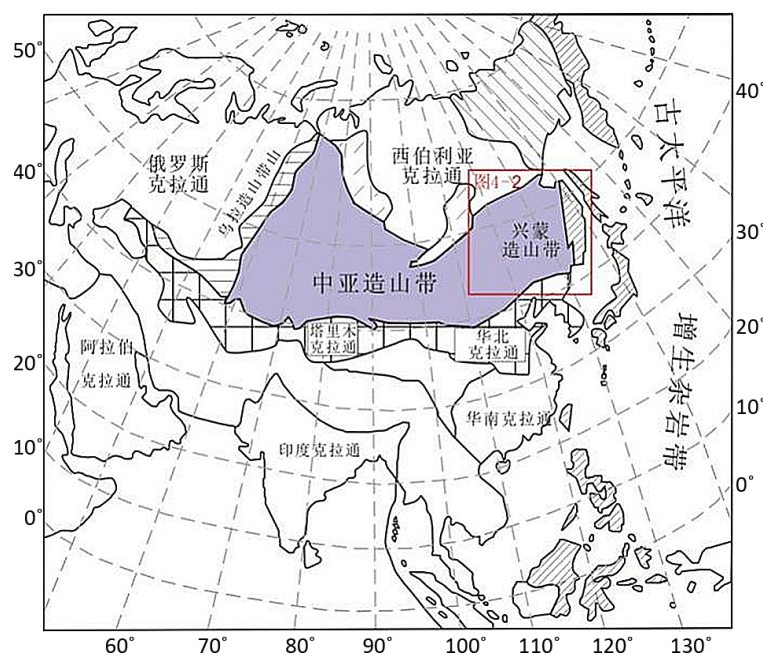


Figure 1. Schematic diagram of Eurasian continental structure (Zhou *et al.*, 2015; Li Chenglu, 2019)

图 1. 欧亚大陆构造示意图(据 Zhou *et al.*, 2015; 转引自李成禄, 2019)

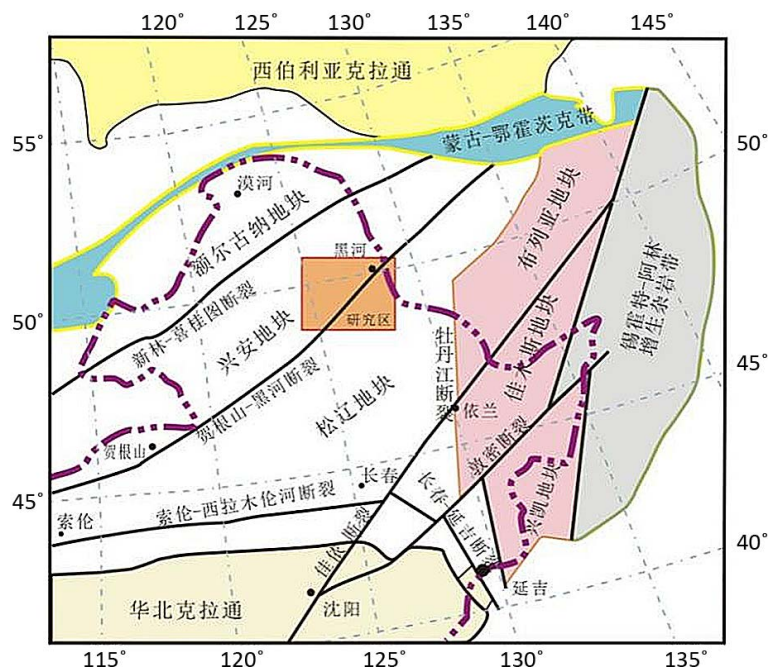


Figure 2. Tectonic unit division in northeast China (Zhou *et al.*, 2010; Li Chenglu, 2019)

图 2. 中国东北地区构造单元划分(据 Zhou *et al.*, 2010; 转引自李成禄, 2019)

多宝山矿集区成矿地质背景较复杂, 以往 1:20 万区调曾划分出新开岭群、落马湖群等变质岩群、元古代花岗质片麻岩及花岗质糜棱岩, 后来 1:25 万区调修测、1:5 万区调依据其锆石 U-Pb 测年数据多为显生宙等而置于古、中生代地质体^{①~⑥}, 在显生宙造山带中是否存在可填图性的前寒武纪地质体一直以来争议不断, 一定程度上影响和制约了区域地质研究及矿产勘查工作开展。本文依托近年来在该区域开展的基础地质调查、矿产远景调查、潜力评价和相关科研项目等工作所取得的一系列成果资料基础上^{①~⑥}, 经深入研究提出多宝山矿集区存在较古老的基底残块并具有重要大地构造意义的新认识, 为黑龙江省西北部区域地质构造演化及前寒武纪成矿作用研究提供了新思路。即本区造山带具“带夹块”特征, 由显生宙造山带夹持前寒武纪基底残块构成。

这个新思路首先受启发于中国大地构造图显示的“镶嵌构造”格局, 可进一步分为地块区“块夹带”样式(老块夹新带)和造山带“带夹块”样式(新带夹老块); 其次是研究区所处中亚造山带的宏观构造特征, 表现为总体向南增生的多旋回复合造山带; 再次就是本区的三~四级构造单元和成矿区带特征, 表现为显生宙北东向、北西向多次活动叠加复合的构造岩浆沉积活动带与同生(期)成矿带。从造山带中识别出古老的基底残块, 是本次研究不同于以往科研之处。

2. 研究区地质构造背景

多宝山矿集区所在的区域(坐标: 北纬 49°00'~51°00', 东经 124°30'~127°30'), 有贺根山(嫩江) - 黑河(蛇绿)构造混杂岩带呈南西 - 北东向斜贯本区。矿集区内早古生代以来海相地层发育较齐全, 岩浆活动、构造变动及成矿作用较为活跃。

其中, (太古)古元古 - 新元古代(早寒武世)时期, 区内发育古裂谷 - 岛弧沉积岩系及相伴同 - 晚造山期花岗质侵入体, 呈基底残块产于古生代复合造山带中, 表现为新开岭岩群(兴华渡口岩群)、落马湖岩群(倭勒根岩群)变质地层组合及(太古)古元古 - 新元古代(早寒武世)糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩、糜棱岩

化片麻状花岗质杂岩变质中酸性侵入岩带。

早-晚古生代时期,依次发育北西向、北东向、北北西-北西西向复合型造山带建造组合:早古生代沿北西向多宝山-霍龙门一线发育铜山岩组-卧都河组早期开合旋回活动陆缘沉积组合伴中酸性岩浆侵入;晚古生代早期沿北东向嫩江-罕达气一线发育泥鳅河组-宝力高庙组中期开合旋回活动陆缘沉积组合伴中酸性岩浆侵入;晚古生代晚期沿北北西-北西西向三矿沟-塔溪一线发育大石寨组-老龙头组晚期开合旋回活动陆缘兼碰撞造山沉积组合伴中酸性岩浆侵入。

区内贵金属及有色多金属矿产分布及成矿作用特征可归纳为,北西向延伸的铜钼金银多金属成矿带、北东向延伸为主的岩金成矿带,分别与同期(或稍晚期叠加的)与陆缘(或微板块边缘)造山作用相伴的岩浆及热液活动导致的内生金属成矿作用密切相关(图3、表1、表2)[1]^{③-⑧}。

区域大地构造特征显示,研究区所处中亚造山带目前总体呈近东西向并向南凸出的巨型弧形构造带(“蒙古弧”)。是一个显生宙以来的复合造山带,并由于多期次的叠加改造与位错,具有了山弯构造特点。具体到多宝山矿集区,就表现为兴蒙造山带的北西向造山带与北东向造山带横跨(斜跨)交织的但以北东向造山带势现性更好的复合叠加样式,同时每组造山带各自夹持了较古老的基底残块。每期造山带又都控制了同期的内生金属成矿带。时空配置特点类似于“你方唱罢,我登场。有主有次,轮流坐庄。早期随顺,晚期组格”的构造形迹组合体。

3. 研究区前寒武纪变质地层划分、区域对比探讨

区内前寒武纪变质地质体呈基底残块状断续产出于显生宙复合造山带中,主要分布在研究区西北部及南东部(图3)[1]^{③-⑧}。可分为前寒武纪变质地层和前寒武纪变质侵入岩带。

依据沉积原岩建造及变质变形特征等,将前寒武纪变质地层从早到晚初步划分为两套变质岩系:遭受角闪岩相(局部麻粒岩相)-高绿片岩相变质的太古-新元古代早期新开岭岩群(向北西部相变为兴华渡口岩群)、遭受绿片岩相变质的新元古代晚期-早寒武世落马湖岩群(向北西部相变为倭勒根岩群)(表1)^{③-⑧}。

这两套变质岩群分别相伴太古宙-新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩、新元古代晚期-早寒武世糜棱岩化片麻状花岗质杂岩(表2)^{③-⑧}。

上述两套变质岩群之间多呈韧脆性断裂接触,或被显生宙岩体分隔抑或被显生宙地层覆盖。从沉积原岩建造及变质变形特征等分析,应存在区域性角度不整合界面。

3.1. 太古-新元古代早期变质岩群

1) 新开岭岩群(ArPt₃¹Xk.)

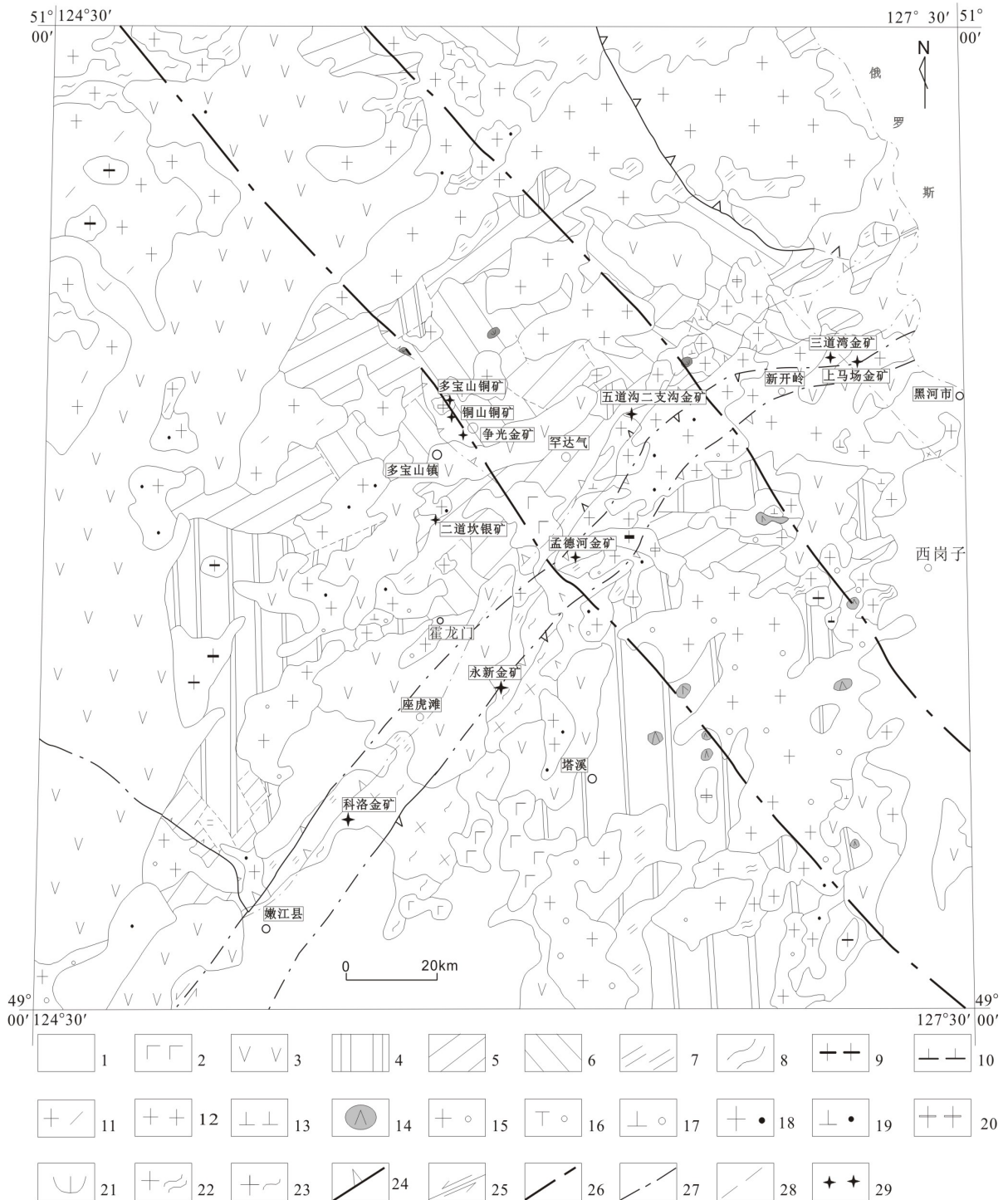
分布于调查区南东部嫩江-黑河构造带以东地区,前人称为新开岭群,1:20万嫩江县幅定为中元古界表壳岩,1:25万嫩江县幅、孙吴幅称其为下石炭统科洛片麻杂岩和上石炭统一二叠统风水沟河片麻杂岩,本次综合研究后仍划分为太古-古元古界新开岭岩群。

变质岩层组合为角闪岩为主的片岩、片麻岩,伴有条纹、条带状混合岩、混合花岗岩,反映中高级区域变质及强变形带的特征^{③-⑧}。

2) 兴华渡口岩群(ArPt₃¹Xh.)

分布在调查区北西部三十五公里、多布库尔河等地及嫩江-黑河构造带附近,变质岩层组合为一套遭受中高级区域变质形成的黑云斜长变粒岩、黑云角闪斜长片岩、二云石英片岩、片麻岩、斜长角闪岩等,岩石变质变形较强。

该套变质地层中,出现斜长石、角闪石、石榴石、十字石、矽线石等,变质程度已达角闪岩相。变形也很强,原始层理已很难辨认,被后期的片理、片麻理及糜棱面理所取代,局部可见平卧褶皱。其原



1. 中生代沉积岩; 2. 新生代火山岩; 3. 中生代火山沉积岩; 4. 上古生界上部; 5. 上古生界下部; 6. 下古生界; 7. 新元古界上部 - 下寒武统糜棱岩化变质地层; 8. 太古 - 新元古界下部糜棱岩化变质地层; 9. 晚中生代花岗岩; 10. 晚中生代闪长岩; 11. 中中生代花岗岩; 12. 早中生代花岗岩; 13. 早中生代闪长岩; 14. 早中生代超基性岩; 15. 晚古生代花岗岩; 16. 晚古生代正长岩; 17. 晚古生代闪长岩; 18. 晚古生代早期花岗岩; 19. 晚古生代早期闪长岩; 20. 早古生代花岗岩; 21. 早古生代蛇纹岩; 22. 新元古代晚期 - 早寒武世糜棱岩化片麻状花岗岩; 23. 太古 - 新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻岩; 24. 韧性推(滑)覆断裂; 25. 大型左行走滑断裂; 26. 重力解译推断岩石圈断裂; 27. 航磁、遥感解译推断基底断裂; 28. 实测、推测断裂; 29. 典型铜铂金银矿床

Figure 3. Brief map of regional geology and mineral resources of Duobaoshan ore-concentrated area [1]^{③⑥}

图 3. 多宝山矿集区区域地质矿产简图[1]^{③⑥}

岩建造为一套火山-碎屑沉积建造,火山岩以中基性岩为主,碎屑岩为砂质及泥质,形成环境为前寒武纪多岛洋盆环境。下部反映了古裂谷发育早期中基性火山岩为主的特征,上部则反映了裂谷发育晚期陆缘碎屑-碳酸盐岩建造^{③⑧}。

上述两岩群以新开岭岩群的火山活动性偏强,变质程度偏深,出现了较强的混合岩化,反映了分属嫩江-黑河构造带东、西两侧的原始古地理特征,火山-沉积原岩建造属横向相变关系[3][4][5][6]。

区域对比上,大致可与华北地层大区的太古代乌拉山岩群、色尔滕山岩群及古元古代宝音图(岩)群对比[7],总体代表研究区的早前寒武纪(甚至中元古-新元古代早期)洋陆开合过程。

Table 1. A brief table of Precambrian metamorphic stratigraphic units in the study area^{③⑧}
表 1. 研究区前寒武纪变质地层单位划分简表^{③⑧}

宙	代	纪	世	岩群	岩组	代号	视厚度(m)	变质岩石组合、化石	同位素年龄(Ma)	含矿性
显生	早古生	寒武	早		大网子岩组、北宽河岩组	Pt ₃ ² ε ₁ d. Pt ₃ ² ε ₁ b.	776、1916	大网子岩组: 片理化细碧岩、角斑岩、变中酸性火山岩夹硅质页岩、板岩; 北宽河岩组: 板岩及变质含砾长石岩屑杂砂岩和片理化变质英安岩,夹大理岩,含藻类化石。	大网子岩组: 771~619 Ma (锆石 U-Pb) [2] 北宽河岩组: 504~501 Ma (锆石 U-Pb) [8]	铜、金、铁
	新元古			落马湖岩群、倭勒根岩群	吉祥沟岩组、嘎拉山岩组	Pt ₃ ² ε ₁ j. Pt ₃ ² ε ₁ g.	828、1487	吉祥沟岩组: 二云石英微晶片岩、千枚岩、板岩、含石墨微晶灰岩,含疑源类微体化石; 嘎拉山岩组: 白云(二云)片岩、二云石英微晶片岩、绢云千枚岩等。		大理岩、石墨、金
	元古									
	中元古							新开岭岩群: 2564 ± 26 Ma、1907 ± 18 Ma、 新开岭岩群: 为角闪岩为主的片岩、片麻岩, 1661 ± 17 Ma、1654 ± 18 Ma、 1582 ± 23 Ma (锆石 U-Pb) ^⑥ 、 伴有条纹、条带状混合岩、混合花岗岩; 922 ± 8.7 Ma (锆石 U-Pb) [2]、 兴华渡口岩群: 黑云斜长变粒岩、黑云角闪斜长片岩、二云石英片岩、片麻岩、斜长角闪岩等 2400~2600 Ma (锆石 SHRIMP)、 2178 Ma (Sm-Nd 模式年龄)、 1729 ± 67 Ma (Sm-Nd 等时线)、 1252 ± 28 Ma (Sm-Nd 模式年龄) ^⑥		铁、金、石墨、矽线石、大理岩
	古元古			新开岭岩群、兴华渡口岩群		ArPt ₃ ¹ Xk. ArPt ₃ ¹ Xh.	1789、3917			
	太古									

3.2. 新元古代晚期-早寒武世变质岩群

1) 落马湖岩群(Pt₃² ε₁ Lm.)

主要分布在研究区东部黑河-西岗子一带,围绕新开岭岩群分布。包括嘎拉山岩组(Pt₃² ε₁ g.)、北宽河岩组(Pt₃² ε₁ b.)。变质岩层组合为白云(二云)片岩、二云石英微晶片岩、绢云千枚岩、板岩及变质含砾长石岩屑杂砂岩和片理化变质英安岩,夹大理岩,含藻类化石。遭受绿片岩相及以下区域变质。其原岩建造为古陆边缘裂陷-滨浅海碎屑岩夹中酸性火山岩类复理石沉积组合,反映从下自上活动性渐趋增强的伸展裂陷构造环境。

2) 倭勒根岩群(Pt₃² ε₁ WJ.)

主要分布在研究区西部三矿沟-多宝山一带,围绕兴华渡口岩群分布。包括吉祥沟岩组(Pt₃² ε₁ j.)、大网子岩组(Pt₃² ε₁ d.)。变质岩层组合下部为二云石英微晶片岩、千枚岩、板岩、含石墨微晶灰岩,上部

为片理化细碧岩、角斑岩、变中酸性火山岩夹硅质页岩、板岩。遭受绿片岩相及以下区域变质。其原岩建造为古陆边缘滨浅海 - 半深海中基 - 酸性火山岩夹细碎屑岩沉积组合, 反映从下自上活动性明显增强的陆缘裂陷 - 再生洋盆构造环境。研究区外北西方向新林地区即发育同期蛇绿岩套。

上述两岩群以倭勒根岩群的火山活动性偏强, 向北西方向侧向上趋向同期蛇绿岩套, 反映了分属嫩江 - 黑河构造带东、西两侧的原始古地理特征, 火山 - 沉积原岩建造亦属横向相变关系[3] [4] [5]。

区域对比上, 大致可与张广才岭 - 完达山地层大区的新元古代晚期 - 早寒武世张广才岭岩群、兴凯地层大区的新元古代晚期 - 早寒武世黄松岩群对比[8], 总体代表研究区的晚前寒武纪洋陆开合过程。

4. 研究区前寒武纪变质侵入岩划分、构造岩浆旋回对比探讨

区内前寒武纪变质侵入岩带与前寒武纪变质地层相伴, 呈基底残块状断续产于显生宙复合造山带中, 主要分布在研究区北西部及南东部(图 2) [1]^{③⑧}。

依据沉积原岩建造及变质变形特征等, 将前寒武纪变质侵入岩带从早到晚初步划分为两套变质中酸性侵入岩体组合: 遭受角闪岩相(局部麻粒岩相) - 高绿片岩相变质的太古宙 - 新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩、遭受绿片岩相变质的新元古代晚期 - 早寒武世糜棱岩化片麻状花岗质杂岩(表 2)^{③⑧}。这两套变质中酸性侵入岩体组合分别相伴太古宙 - 新元古代早期新开岭岩群、新元古代晚期 - 早寒武世落马湖岩群(表 1)^{③⑧}。上述两套变质中酸性侵入岩体组合之间多呈韧性断裂接触, 或被显生宙岩体分隔抑或被显生宙地层覆盖。从沉积原岩建造及变质变形特征等分析, 应存在重要的侵入接触界面。

4.1. 太古宙 - 新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩

断续分布于两处, 主要分布于研究区南东部(嫩江 - 黑河构造带南东侧)科洛 - 孟德河一带, 其次分布于研究区北西部卧都河 - 古利库一带。前者与新开岭岩群密切伴生, 变质程度偏高, 出现了混合岩及混合花岗岩; 后者与兴华渡口岩群密切伴生, 以黑云母斜长片麻岩、花岗质片麻杂岩等变质深成中酸性侵入岩体为主[3] [4] [5]。

黑云母斜长片麻岩: 受后期多期构造运动影响, 岩石变质变形较强, 普遍具片麻理, 属变质侵入体。岩石类型为黑云母斜长片麻岩, 属于高钾钙碱性花岗岩类, 过铝质, 含石榴石、白云母, 具有 S 型花岗岩特征。综合岩石化学、地球化学、同位素及兴华渡口岩群形成环境, 推测本期岩石形成于兴华渡口岩群盆地沉积后的同碰撞造山环境。

花岗质片麻杂岩: 岩石类型可分为含白云母和石榴石弱变形的花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩, 岩石多发育交代结构、碎裂结构、糜棱结构, 块状构造、斑杂状构造、眼球状构造、片麻状构造。总体为过铝质 I 型花岗岩特征, 属变质深成中酸性侵入岩体。

混合花岗岩: 主体不具典型的花岗结构, 岩石多发育交代结构、岩性、岩相变化复杂, 局部含石榴子石矿物, 具 S 型花岗岩特点, 结合岩石学特征, 应属混合交代成因。与新开岭群密切伴生, 以深熔为主要特征, 与新开岭岩群关系较密切^{③⑧}。

4.2. 新元古代晚期 - 早寒武世糜棱岩化片麻状花岗质杂岩

断续分布于研究区南东部(嫩江 - 黑河构造带南东侧)塔溪 - 西岗子一带, 与倭勒根岩群密切伴生, 变质程度不高, 遭受了韧性变形改造, 发育糜棱岩化、片麻状构造主。

糜棱岩化片麻状花岗质杂岩: 岩性、岩相变化复杂, 岩石类型可分为强变形的花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩, 岩石多发育碎裂结构、糜棱结构, 块状构造、斑杂状构造、眼球状构造、弱片麻状构造。总体为过铝质 I 型花岗岩特征。。综合岩石化学、地球化学、同位素特征及形成构造环境, 推测本期岩石形成于倭勒根岩群裂陷盆地沉积后的同碰撞造山环境^{③⑧}。

Table 2. Division table of Precambrian metamorphic intrusive rocks in the study area^{③⑧}
表 2. 研究区前寒武纪变质侵入岩单位划分表^{③⑧}

地质时代	填图单位	代号	变质岩石组合特征	同位素年龄(Ma)	含矿性
新元古代 晚期 - 早 寒武世	糜棱岩化片 麻状花岗质 杂岩	$\gamma^m Pt_3 \epsilon_1$	岩性、岩相变化复杂, 岩石类型可分为强变形的花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩, 岩石多发育碎裂结构、糜棱结构, 块状构造、斑杂状构造、眼球状构造、弱片麻状构造。	815.4 ± 8.1 Ma、 815.3 ± 7.3 Ma、 805.5 ± 12.1 Ma、 745.9 ± 8.8 Ma、 711.4 ± 9.1 Ma、 518.7 ± 5.4 Ma (锆石 U-Pb) [2] 2508.3 ± 16.8 Ma、 2088.1 ± 25.4 Ma、 1665.4 ± 29 Ma、 1641.8 ± 22 Ma、 1259.9 ± 15.1 Ma、 1111.3 ± 13.7 Ma、 910.0 ± 14.9 Ma、 846.4 ± 7.9 Ma (锆石 U-Pb) [2]、 1237 ± 78 Ma (锆石 U-Pb) ^⑦	金、银
太古宙 - 新元古代 早期	糜棱岩化(混 合)花岗质片 麻杂岩	$M\gamma^m gnArPt_3^1$	黑云母斜长片麻岩、花岗质片麻岩、混合花岗岩。后期叠加脆韧性变形和退化变质, 发育糜棱岩化带。		金、银

构造岩旋回对比上, 太古宙 - 新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩代表的造山运动, 大致可与华北克拉通吕梁(中条)期 - 晋宁期早期基底造山岩浆事件对比, 总体代表研究区的早前寒武纪洋陆开合过程的古裂陷或古洋盆封闭造山事件; 新元古代晚期 - 早寒武世糜棱岩化片麻状花岗质杂岩代表的造山运动, 大致可与佳 - 蒙联合地块(东北拼贴板块)兴凯期(萨拉伊尔期)晚期基底造山岩浆事件对比, 总体代表研究区的晚前寒武纪洋陆开合过程的古裂陷或古洋盆封闭造山事件[9]。

5. 研究区基底残块划分的时代依据分析

5.1. 多宝山矿集区的科洛金矿床前寒武纪年龄信息[2]

1) 细粒石英闪长岩: 采自钻孔中的矿体底板位置, 锆石阴极发光图像(图 4)显示有清晰规则的韵律环带。

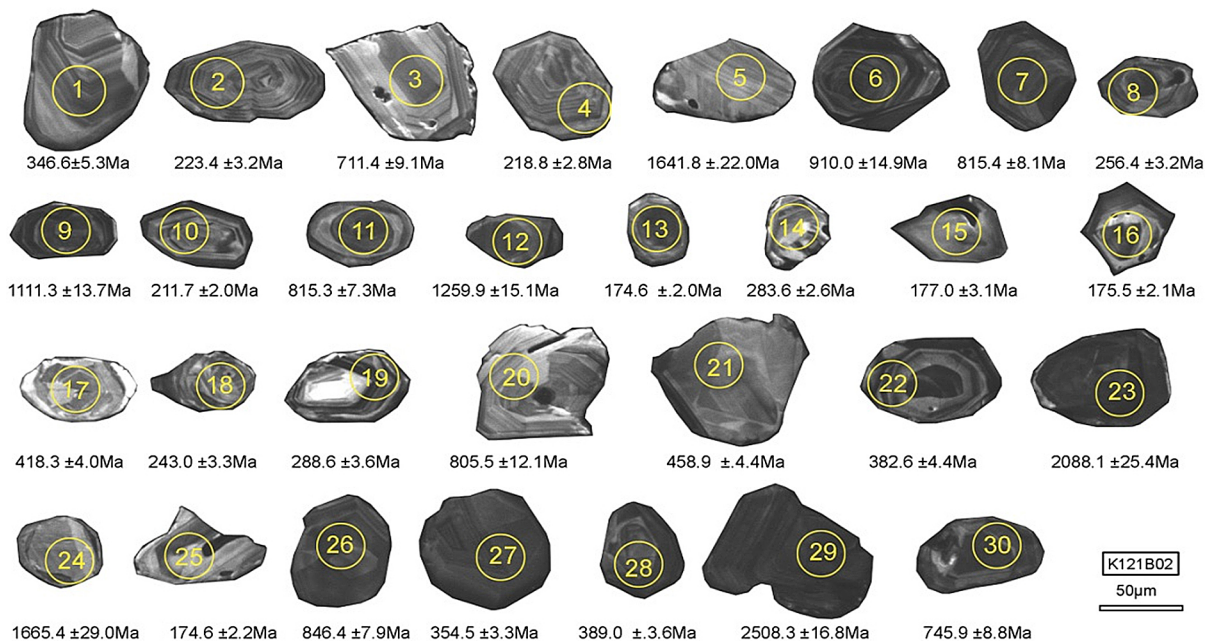


Figure 4. Luminescence image of zircons cathode from fine-grained quartz diorite in Keluo gold deposit [2]
图 4. 科洛金矿细粒石英闪长岩锆石阴极发光图像[2]

对挑选出的 30 粒锆石进行测年工作,所有点均处于谐和曲线上及其附近,存在 2508.3 Ma、2088.1 Ma、1665.4 Ma、1641.8 Ma、1259.9 Ma、1111.3 Ma、910.0 Ma、846.4 Ma、815.4 Ma、815.3 Ma、805.5 Ma、745.9 Ma、711.4 Ma 共 13 粒残留的早 - 晚前寒武纪锆石年龄信息。

2) 闪长玢岩: 采自矿体外围路堑露头, 坐标为: 49°18'55", 125°29'24"。锆石阴极发光图像(图 5)显示多数有清晰规则的韵律环带。

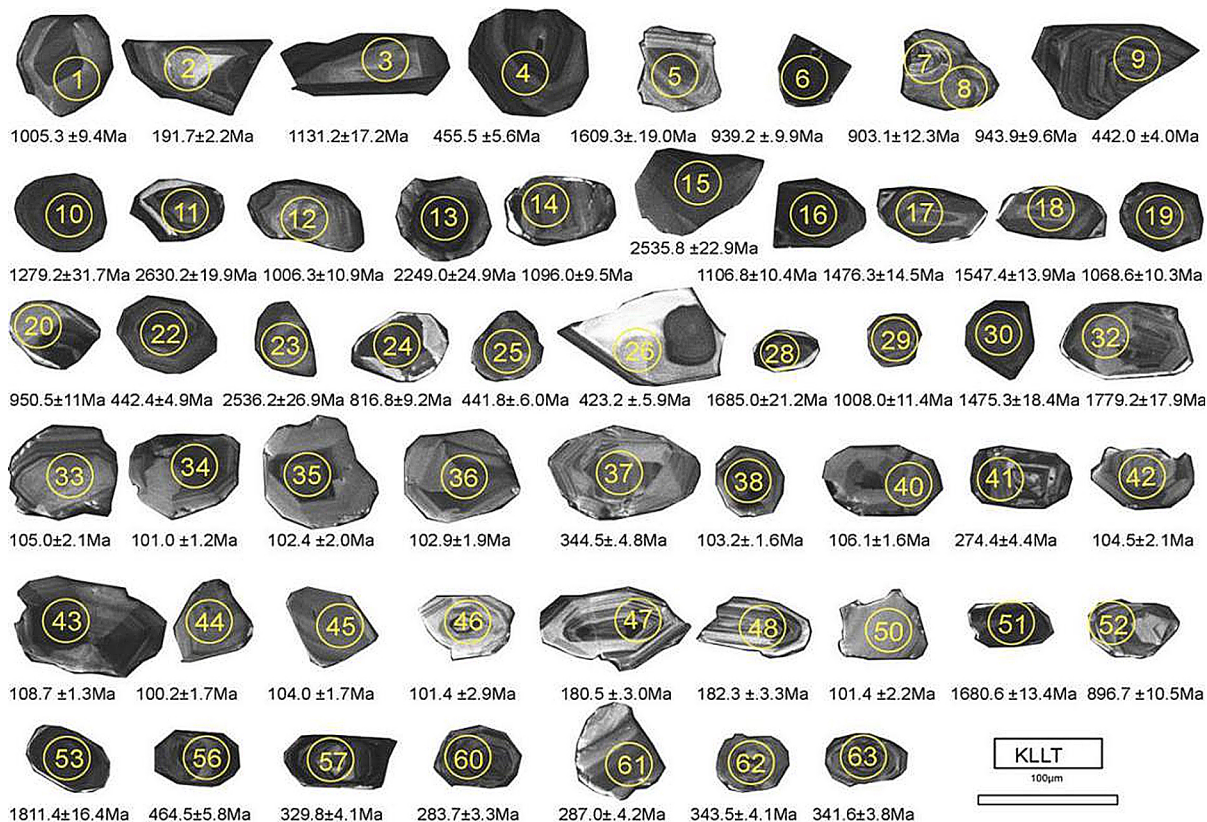


Figure 5. Luminescence image of the cathode of diorite porphyrite zircons in Keluo gold deposit [2]

图 5. 科洛金矿闪长玢岩锆石阴极发光图像[2]

对挑出的 62 粒锆石的 63 个点进行测年工作,除 9 个点谐和度较低外,其余 54 个点均处于谐和曲线上及其附近。其中 12 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值较集中并得出谐和年龄为 103.6 ± 0.5 Ma, MSWD = 0.13, 而其平均年龄为 103.6 ± 1.8 Ma, MSWD = 2.6。这一年龄解释为闪长玢岩的结晶年龄。

该样品还存在 2536~2630 Ma (n = 3)、2249 Ma (n = 1)、1475~1811 Ma (n = 8)、1069~1131 Ma (n = 4)、1005~1008 (n = 3)、939~951 (n = 3)、897~903 (n = 2)、817 (n = 1)、423~464 Ma (n = 6)、330~344 (n = 3)、274~287 Ma (n = 3)和 180~192 Ma (n = 3)等多组年龄。2536~2630 Ma~817 Ma 年龄数据区间显示捕获的残留新太古代、古元古代、中元古代、新元古代前寒武纪锆石特征,说明本区有古老基底(新开岭岩群、落马湖岩群等)存在。

5.2. 多宝山矿集区的孟德河金矿床前寒武纪年龄信息[2]

1) 辉长闪长岩: 采自矿区钻孔内, 锆石阴极发光图像(图 6)显示有清晰规则的韵律环带。

对 54 粒锆石的 55 个点进行测年,有 11 个点谐和度较低,其余 44 个点均处于谐和曲线上及其附近,并得出了 2 组谐和年龄。第一组 20 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值较集中,得出谐和年龄为 404.1 ± 5.0 Ma, MSWD = 6.2,第二组 4 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值较集中,得出谐和年龄为 211.5 ± 4.3 Ma, MSWD = 0.092。

该样品年龄谱和曲线中还存在 1664~2036 Ma (n = 7)、1067 Ma、739~803 Ma (518.7 Ma)多组前寒武纪年龄值, 反映捕获了古元古代、中元古代、新元古代前寒武纪残留锆石的特征, 说明该区有古老基底存在。

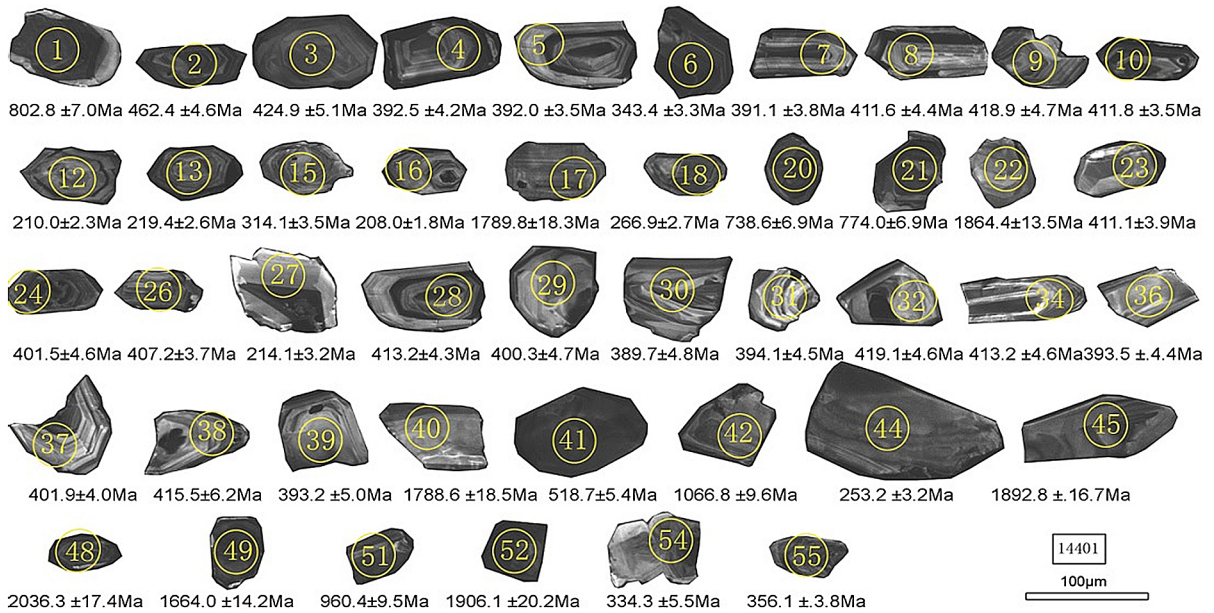


Figure 6. Zircons cathode luminescence image of gabbro diorite from Mengdehe gold deposit [2]

图 6. 孟德河金矿辉长岩锆石阴极发光图像[2]

2) 白云母糜棱片岩: 锆石阴极发光图像(图 7)显示有清晰规则的韵律环带。

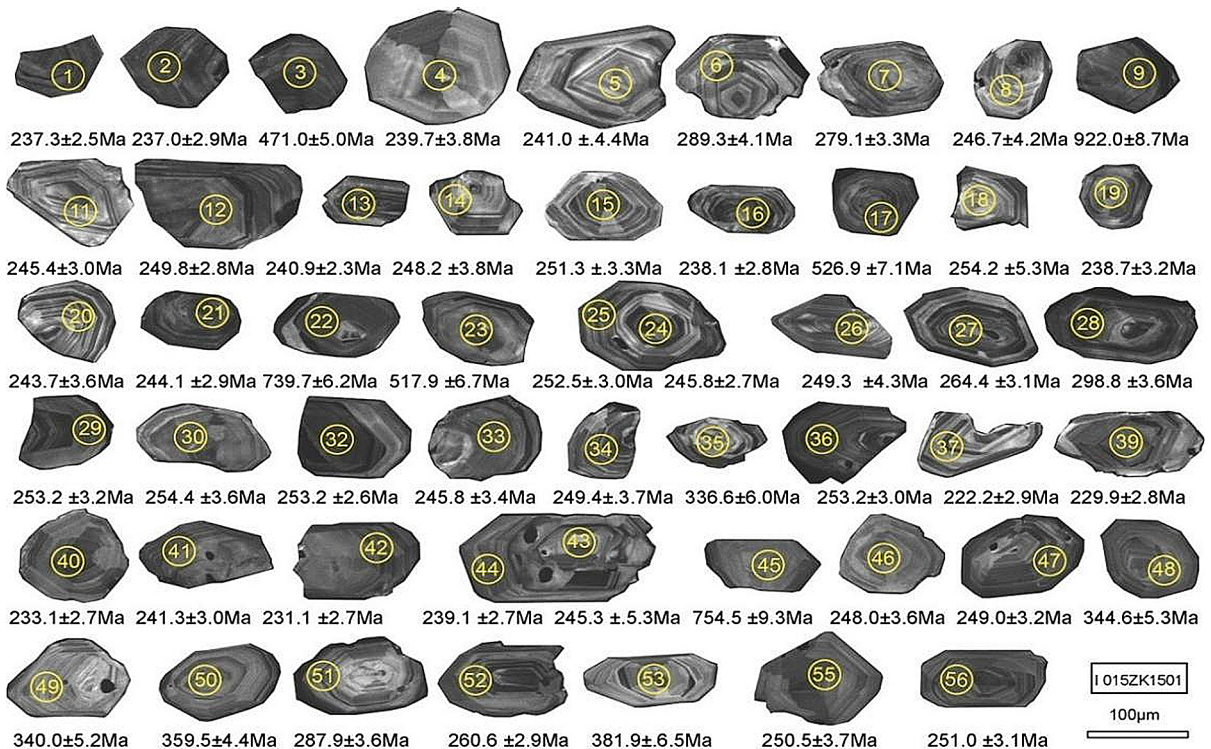


Figure 7. Luminescence image of zircons cathode from mica mylonite schist in the Mengdehe gold deposit [2]

图 7. 孟德河金矿白云母糜棱片岩锆石阴极发光图像[2]

对 54 粒锆石的 56 个点进行测年工作, 有 4 个点谐和度较低, 其余 52 个点均处于谐和曲线上及其附近, 其中 26 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值较集中, 得出谐和年龄为 $245.8 \pm 1.7 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 0.58$ 。该样品年龄谐和曲线中还存在 922 Ma ($n = 1$), 740~755 Ma ($n = 2$) 等多组前寒武纪残留锆石年龄值, 显示捕获了新元古代早、晚期锆石, 说明本区基底残块的存在。

5.3. 多宝山矿集区的永新金矿床前寒武纪年龄信息[2]

1) 糜棱片岩: 采自矿区钻孔中, 锆石阴极发光图像(图 8)显示多数有清晰规则的韵律环带。

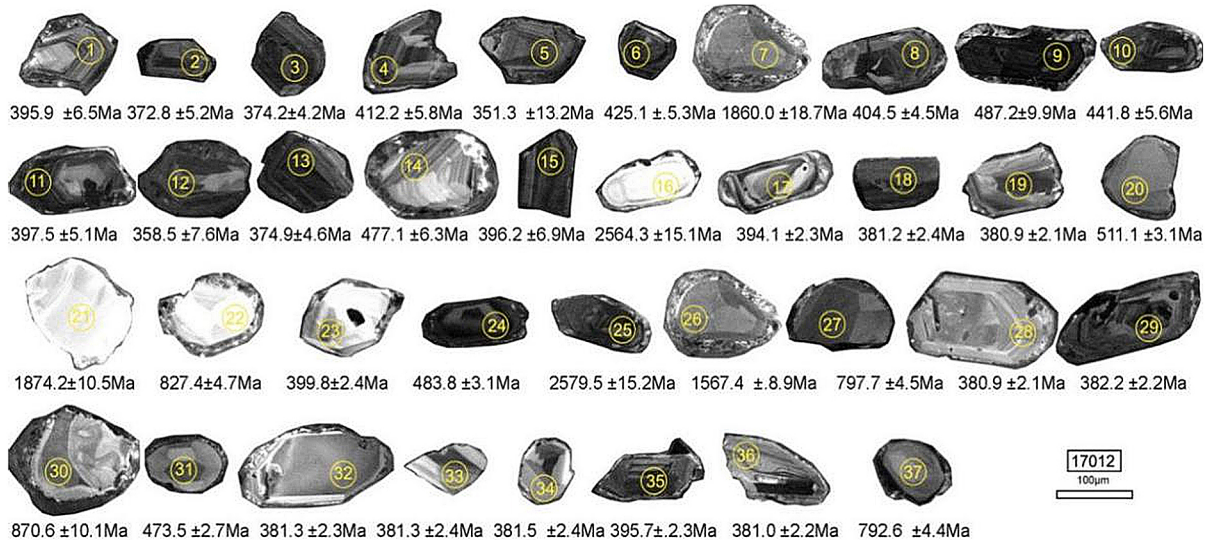


Figure 8. Luminescence image of zircons cathode from mylonite schist in Yongxin gold deposit [2]

图 8. 永新金矿糜棱片岩锆石阴极发光图像[2]



Figure 9. Cathodoluminescence image of metamorphic andesite zircons in Yongxin gold deposit [2]

图 9. 永新金矿变质安山岩锆石阴极发光图像[2]

对 35 粒锆石的 37 个点进行测年, 有 1 个点谐和度较低, 其余 36 个点出现 3 组谐和年龄, 其中一组

10 个点锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和年龄为 $380.1 \pm 0.5 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 0.25$, 第二组 6 个点锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和年龄为 $404.7 \pm 2.6 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 1.4$, 第三组 3 个点锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和年龄为 $1863 \pm 21 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 6.3$ 。其中 1863 Ma 的残留锆石年龄代表了古元古界老基底残块的存在。

2) 变质安山岩: 采自矿区钻孔内, 锆石阴极发光图像(图 9)显示有清晰规则的韵律环带。

测试了 30 粒锆石 30 个点, 有 2 个点谐和度较低, 其余 28 个点均处于谐和曲线上, 并出现多组年龄数值区间, 其中一组为 13 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄较一致, 其加权平均值为 $474.5 \pm 2.5 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 2.0$; 另一组为 4 个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均值为 $892 \pm 7.0 \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 1.3$; 同时谐和曲线上还有 1340 Ma ($n = 1$), 619~771 Ma ($n = 2$), 540~568 Ma ($n = 4$) 多组年龄数据区间, 后两组指示捕获的残留中元古代、新元古代锆石特征, 说明本区存在基底残块。

6. 多宝山矿集区基底残块研究的大地构造意义

1) 避免目前显生宙造山带研究的误区: 缺少前寒武纪历史、较古老的基底残块或中间地块(微陆块)。

在中国地质图上, 三个古陆块(华北、塔里木、扬子)夹持于北西西 - 近东西向巨型构造带中, 颇似一块构造岩大标本的图像, 东部又受到北北东向巨型构造带的叠加修饰。这也印证了中国大地构造“块带镶嵌”构造格局的论断[10]。多宝山矿集区基底残块的发现, 显示本区所处中亚造山带是显生宙再生洋盆 - 古亚洲洋开合的结果, 因此应重视基底残块或中间地块(微陆块)的识别。乌拉尔造山带研究中过多的强调了华力西期板块俯冲及弧后伸展过程[11], 忽视了基底残块的恢复及更早期洋盆开合史研究, 则是应该吸取教训的。

2) 探讨板块构造体制的启动时间: 新太古代 - 古元古代[12]-[21]。

蛇绿(混杂)岩带与(古)绿岩带的区别与联系一直是困扰地质学家的问题。这涉及到(古)绿岩带的构造环境定性问题亦即板块构造体制的启动时间问题。大陆区古缝合线的恢复重要标志就是蛇绿(混杂)岩带代表的古洋壳残片(块)。“陆内造山带”的真实意义直接关系到大陆动力学及洋板块构造体系“登陆”。多宝山矿集区基底残块的发现及变质变形特征研究, 显示本区所在区域自早前寒武纪以来的多次升降、开合的壳幔相互作用简史。板块构造体制启动时间上溯到早前寒武纪的思维模式, 使显生宙造山带的基底岩石变质变形及混合岩化或深熔现象更易于理解。

3) 探讨大地构造格架模式: 克拉通或地盾“块夹带”模式(含陆内或板内造山带)、显生宙造山带“带夹块”模式(中亚造山带横向结构模式: 核心强带为线状构造带, 陆缘或前陆附近弱带为块带镶嵌构造带)。

亚洲大地构造图显示了中国版图内具有巨型镶嵌构造带样式特征[10], 似可初步归纳为两类: 克拉通或地盾“块夹带”模式(含陆内或板内造山带, 老块夹新带)、显生宙造山带“带夹块”模式(新带夹老块)。多宝山矿集区基底残块的发现及存在构造形式研究, 对显生宙造山带大地构造格架模式的建立可提供一定的启示。这也与亚洲地质图编图组将亚洲地层构造分区划分为北亚大陆区、中轴大陆区(含华北克拉通等)、南亚大陆区这三个大陆区及三者中间的北亚陆间区、南亚陆间区两个陆间区的“五分格局、3 + 2 结构”(另外叠加环太平洋区)学术观点基本吻合[22]。

7. 结论与建议

7.1. 结论

1) 在多宝山矿集区显生宙复合造山带中, 存在较古老的呈基底残块形式产出的前寒武纪变质基底岩系(块)。根据其变质岩石的矿物及地球化学特征及原岩恢复等, 初步划分为两大套岩系: 太古 - 新元古代早期中深变质岩群(新开岭岩群、兴华渡口岩群)、太古宙 - 新元古代早期糜棱岩化(混合)花岗质片麻杂岩; 新元古代晚期 - 早寒武世浅变质岩群(落马湖岩群、倭勒根岩群)、新元古代晚期 - 早寒武世糜棱岩化片麻

状花岗质杂岩。这两大套岩系可代表研究区前寒武纪的两期开合作用产物，共同构成显生宙以来复合造山带的古老变质结晶基底。

2) 研究区基底残块锆石 U-Pb 年龄的时代跨度很大，从新太古代(2630~2564 Ma)经元古代(2088.1~1259.9~619 Ma)直到早寒武世(518.7 Ma)都有，反映了早前寒武世以来本区构造-沉积-岩浆活动的旋回性和强烈活动性(古地槽区)，暗示本区所在古亚洲洋盆发育之前更古老洋盆的多期次开合史。可说明研究区基底构造层次至少经历了早前寒武世、晚前寒武世两大期的构造岩浆沉积变质成矿事件。

3) 多宝山矿集区基底残块的发现及深入研究有重要的大地构造意义，补全了显生宙复合造山带的前寒武纪演化史，有助于进一步完善造山带结构模式。以往仅认同较单调的造山带结构(带状增生，几乎不含基底残块或微陆块)，通过本次工作初步确立复合造山带中“带夹块”结构，进一步丰富了造山带的内涵(如中亚造山带规模的巨型造山带，核部常表现为线状特征的增生带结构，两侧过渡为块带镶嵌结构，陆块区或板块边缘则为块夹带结构)。

7.2. 建议

1) 加强对多宝山矿集区显生宙复合造山带中较古老的基底残块特征的基础地质综合研究、变质及构造地质专题研究，合理归纳所处中亚造山带的结构特征和造山过程开合演化史。

2) 加强多宝山矿集区显生宙复合造山带特征及其控制铜铂金银多金属成矿作用的矿产专题研究，并指导区内相关矿产规划部署和具体勘查工作。

致 谢

论文编写过程中，院老专家韩松山、丘顺帆、李忠文等教授级地质矿产高级工程师们为我省潜力评价项目编制的嫩江县等 1:25 万建造构造图、全省 1:50 万大地构造相图等，给我们提供了创新思路和重要启发，在此衷心感谢地学前辈们！

基金项目

黑龙江国土资源科研项目“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”(黑国土科研 201603)、黑龙江省 1:5 万矿调综研项目“黑龙江省 1:5 万区域地质矿产调查综合研究与靶区优选”(GY-2018003)资助。

参考文献

- [1] 杨福深, 李成禄, 石国明, 等. 试论黑龙江省多宝山-霍龙门地区早古生代 NW 向造山带的存在及其控岩控矿意义[J]. 矿产与地质, 2019, 33(2): 191-202.
- [2] 李成禄, 徐文喜, 于援帮, 等. 黑龙江省嫩江-黑河构造混杂岩带金矿成矿作用及找矿预测[M]. 北京: 地质出版社, 2019: 1-8, 125-139.
- [3] 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: 8-43.
- [4] 王友勤, 苏养正, 刘尔义, 等. 东北区区域地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-21.
- [5] 张秋生, 等. 中国早前寒武纪地质及成矿作用[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1984: 1-131, 357-396.
- [6] 韩振新, 徐衍强, 郑庆道, 等. 黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及其演化[M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 2004: 1-91.
- [7] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 14-18, 114-156.
- [8] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-22.
- [9] 程裕淇. 中国区域地质概论[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 407-411.
- [10] 李廷栋, 袁学诚, 肖庆辉, 等. 中国岩石圈三维结构(上卷)[M]. 北京: 地质出版社, 2013: 202-258.

- [11] Spadea, P. and D'Antonio, M. (2006) Initiation and Evolution of Intra-Oceanic Subduction in the Uralides: Geochemical and Isotopic Constraints from Devonian Oceanic Rocks of the Southern Urals, Russia. *Island Arc*, **15**, 7-25. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2006.00514.x>
- [12] 李三忠, 张臻, 孙文军, 等. 前寒武纪地球动力学(I): 从宇宙环境到原始地球[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 1-9.
- [13] 李三忠, 许立青, 张臻, 等. 前寒武纪地球动力学(II): 早期地球[J]. 地学前缘, 2015, 22(6):10-26.
- [14] 李三忠, 戴黎明, 张臻, 等. 前寒武纪地球动力学(III): 前寒武纪地质基本特征[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 27-45.
- [15] 李三忠, 戴黎明, 张臻, 等. 前寒武纪地球动力学(IV): 前板块体制[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 46-64.
- [16] 李三忠, 郭玲莉, 戴黎明, 等. 前寒武纪地球动力学(V): 板块构造起源[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 65-76.
- [17] 李三忠, 李玺瑶, 戴黎明, 等. 前寒武纪地球动力学(VI): 华北克拉通形成[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 77-96.
- [18] 刘树文, 王伟, 白翔, 等. 前寒武纪地球动力学(VII): 早期大陆地壳的形成与演化[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 97-108.
- [19] 王伟, 刘树文, 白翔, 等. 前寒武纪地球动力学(VIII): 华北克拉通太古宙末期地壳生长方式[J]. 地学前缘, 2015, 22(6): 109-124.
- [20] 国家自然科学基金委员会, 中国科学院. 板块构造与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2017: 38-60.
- [21] 王仁民. 古岩求索录[M]. 北京: 地震出版社, 2009: 167-206.
- [22] 亚洲地质图编图组. 亚洲地质[M]. 北京: 地质出版社, 1982: 1-14.

注 释

- ①黑龙江省地质调查研究总院, 矿产资源潜力评价(黑龙江省) 2017.12。
- ②黑龙江省地质调查研究总院, 第二代区域地质志(黑龙江省) 2018.8。
- ③黑龙江省地质调查研究总院, 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 2018.7。
- ④黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 1:5 万嫩北农场幅(M51E016023)石头沟子幅(M51E016024)山河农场幅(M51E017023)科洛幅(M51E017024)区调 2012.6。
- ⑤黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 1:5 万一六九幅(M51E011023)多宝山铜矿幅(M51E011024)星火公社幅(M51E012023)一五三幅(M51E012024)区调 2018.9。
- ⑥黑龙江省区域地质调查所, 黑龙江 1:25 万嫩江县幅(M51C003004)孙吴县幅(M52C003001)区调修测 2015.7。
- ⑦黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 1:25 万黑河市幅(M52C002001)卧都河幅(M51C002004)区调修测 2008.11。
- ⑧黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江多宝山地区矿产远景调查 2010.11。