

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.06.06

引用格式: 仲米山, 张国仁, 杨中柱, 等. 辽南庄河地区栗子房变质核杂岩的发现及意义[J]. 中国地质调查, 2020, 7(6): 43 - 50.

辽南庄河地区栗子房变质核杂岩的发现及意义

仲米山^{1,2}, 张国仁², 吴子杰^{2,3}, 高福亮², 马宁宁⁴, 潘玉啟², 高永钊²

(1. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061; 2. 辽宁省地质勘查院有限责任公司, 大连 116100; 3. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 青岛 266580; 4. 山东省地质测绘院, 济南 250000)

摘要: 在区域地质调查资料基础上, 根据宏观与微观构造测量, 通过分析区域岩浆活动性及其测年资料等, 揭示了在辽南庄河栗子房地区存在另一个变质核杂岩构造, 即栗子房变质核杂岩。该核杂岩具有3层结构和5个部分, 即由新太古代变质深成岩及中生代花岗岩侵入体构成的下盘、由不同层次的构造岩组成的中部拆离断层带以及由前寒武纪沉积盖层和白垩纪伸展盆地构成的上盘。栗子房变质核杂岩形成于早白垩世, 运动方向为上盘相对下盘由 NWW 向 SEE 方向运动, 与辽南金州变质核杂岩和万福变质核杂岩在几何学、运动学极性和形成时间等方面具有很多相似性, 形成于同一动力学背景。该变质核杂岩的厘定可为阐明华北克拉通东部晚中生代岩石圈减薄过程及岩石圈的力学和流变学属性提供依据。同时, 变质核杂岩与金矿床成矿关系密切, 栗子房变质核杂岩的拆离断层带附近可作为下一步金矿勘查的重点工作区, 成矿潜力较大。

关键词: 变质核杂岩; 中生代; 伸展构造; 辽南栗子房

中图分类号: P588.3; P54

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2020)06-0043-08

0 引言

辽南地区作为华北克拉通中生代岩石圈减薄最为强烈和典型的地区, 是华北克拉通中生代区域构造演化的缩影, 而变质核杂岩是伸展构造的重要表现形式, 是研究克拉通破坏的重要线索。自辽南金州变质核杂岩发现以来^[1], 便受到构造地质学专家们的广泛关注^[2-3]。随后, 有关学者在金州变质核杂岩东部发现了万福变质核杂岩, 位于辽东半岛的金州—盖县一线以东, 与辽南金州变质核杂岩共用同一个下盘, 构成变质核杂岩对^[4-6]。尽管近年来针对辽南中生代伸展构造的研究较多, 进行了较深入的探索^[7-15], 但都是在原有资料基础上的深入讨论和总结, 并未发现新的变质核杂岩。作为华北中生代破坏最强烈的地区, 是否有其他变质核杂岩的存在, 一直是人们比较关心的问题。本文在

“辽宁变质核杂岩及控矿规律研究”项目开展过程中^[16], 采集了大量野外基础地质资料, 根据宏观与微观构造测量, 并结合区域岩浆活动性及其测年资料等^[17-18], 揭示了在辽宁南部庄河市栗子房镇 NE 方向存在另一个变质核杂岩构造, 即栗子房变质核杂岩。系统论述了该变质核杂岩的组成特征、形成时代、形成模式及动力学机制等, 为深入研究华北克拉通东部中生代岩石圈减薄过程与机理以及中生代构造演化提供了依据。同时, 变质核杂岩与金矿床成因关系密切, 可为下一步金矿勘查提供新思路。

1 区域地质概况

研究区位于燕山板内造山带东部, 辽东半岛南部(图1(a)), 辽南金州变质核杂岩东北部(图1(b))。辽南地区的基底岩系主体为新太古代变质深成岩和表壳岩包体, 盖层包括了从古元古代到中

收稿日期: 2020-04-07; 修订日期: 2020-11-06。

基金项目: 辽宁省地质矿产勘查局“辽宁变质核杂岩及控矿规律研究(编号: 辽地矿2016-01)”与辽宁省自然资源厅“辽宁省庄河市观驾山—黑岛金成矿带三维地质构造调查与成矿预测(编号: JH20-210000-05760)”项目联合资助。

第一作者简介: 仲米山(1986—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事区域地质调查及构造地质学研究工作。

Email: 278929624@qq.com。

通信作者简介: 吴子杰(1987—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事沉积学、古生物学、能源与环保方向研究。

Email: midnight29@163.com。

2.1 下盘岩石

栗子房变质核杂岩下盘岩石主要由大面积出露的新太古代变质深成岩和中生代花岗岩侵入体(包括晚三叠世、晚侏罗世和早白垩世岩体等)构成。

2.1.1 新太古代变质深成岩

新太古代变质深成岩在空间展布上呈椭圆形穹状隆起,长轴约40 km,呈NNE向展布。变质深成岩性主要为黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、二长片麻岩和黑云二长片麻岩。新太古代变质深成岩遭受了角闪岩相至绿片岩相条件下的变形与变质作用的影响,被改造为相应的构造片麻岩和糜棱岩系列岩石。岩石剪切变形组构极其发育,以NE-SW向展布的片麻理为主要面状构造。由核部杂岩向着拆离断层带岩石组构表现出一定的变化,尤以叶理组构表现最为显著。在主体岩石中发育一组由矿物重结晶生长构成的片麻理构造,沿拆离断层带逐渐被糜棱叶理所取代。

2.1.2 中生代花岗岩侵入体

栗子房变质核杂岩核部中生代侵入岩由晚三叠世—早白垩世花岗岩体组成,岩石类型为灰—深灰色细粒黑云母角闪石闪长岩(δT_3)、灰白色中细粒二长花岗岩(ηT_3)、灰白色中细粒角闪石黑云母花岗岩($\gamma \delta J_3$)、灰白色中粗粒似斑状二长花岗岩(ηJ_3)和灰白色中细粒黑云母二长花岗岩(ηK_1)。岩石总体出露于变质核杂岩西北部,在靠近拆离断层带东部的栗子房南和小甸子北的晚侏罗世岩体中可见明显的糜棱状花岗岩,在岩体边部受韧性变形作用,原岩已改造为花岗质糜棱岩和初糜棱岩,岩石具糜棱结构,条带状及眼球状构造。斜长石多呈碎斑,双晶弯曲,发育机械双晶,部分具半自形板状残留。钾长石呈细小粒状碎斑,交代斜长石,呈蠕虫构造、港湾及缝合线构造,有些保留半自形板状晶形。石英集合体呈条带状、拔丝状。黑云母平行分布,具绿泥石化。白云母交代黑云母,有些呈“鱼”形。岩体内矿物线理由自形或半自形长石、石英及黑云母等矿物颗粒平行定向排列构成。岩石的变形特点为固态流变特征,表明晚侏罗世岩体是构造前侵位的。

早白垩世灰白色中细粒黑云母二长花岗岩(ηK_1)出露于鞍子山一带,沿吴炉—郑家山—上腰岭断裂带呈NE向分布,可称鞍子山岩体。岩体由外向内环带状分布明显,由2种岩性组成,空间

上呈NE向套叠式半环形展布,由外向内岩性为灰白色中细粒黑云母二长花岗岩和灰白色似斑状黑云母二长花岗岩。岩石为中细粒花岗结构、似斑状结构,块状构造、片麻状构造,暗色矿物含量偏高,早期结构略细,晚期含大量斑晶。主矿物成分有斜长石、钾长石、石英、黑云母及角闪石。岩体内部发育就位叶理,叶理构造发育程度由边部到内部逐渐减弱,矿物变形及包体压扁程度依次降低。强侵位变形带矿物具明显挤压及剪切流动变形(具塑性变形的糜棱岩化现象)。矿物清晰显示优先方位,叶理构造极为发育,粒状、柱状及板状矿物多呈长透镜状、眼球状、豆荚状,集合体呈条带状,与片状矿物黑云母等组成相间条带定向分布,构成叶理构造。岩石及矿物受力明显,反映岩浆在就位过程中受强应力作用经过了塑性流动。岩石的变形特点表明该岩体为同构造侵入体。该岩体 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素年龄为 $(124 \pm 2) \text{ Ma}^{[19-20]}$ 。

上述岩体为该区伸展作用过程和变质核杂岩的剥露历史提供了部分年代学约束。

2.2 拆离断层带

栗子房变质核杂岩的拆离断层带出露于栗子房镇以东、新立屯以西,呈NNE向展布,延长约50 km,倾向SEE,倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$ (图1(c))。它控制着栗子房变质核杂岩的剥露和上盘伸展断陷盆地的形成及空间展布,同时也是鞍子山隆起与东侧中生代盆地的界线。断层带水平宽度50~100 m不等,断层带内岩石变形强烈,主要发育脆性、脆-韧性和韧性变形组构,普遍形成断层泥、构造角砾岩、绿泥石微角砾岩、碎裂岩化糜棱岩和糜棱岩等构造岩。同时伴随各种流体活动,形成硅化角砾岩。拆离断层带延伸较远,由于被其切割的岩石岩性不同,不同部位发育的构造岩组合也不尽相同,有的部位没有发育断层泥,有的部位没有发育微角砾岩,有的部位则没有发生硅化。断层多处被第四纪沉积物所覆盖,出露不连续。

拆离断层带底部糜棱岩面理发育,产状较稳定,倾向SE-SEE(盖层一侧),产状($105^\circ \sim 150^\circ$) $\angle$ ($15^\circ \sim 30^\circ$)(图2(a)),仅局部地段可能受后期构造叠加影响产状变化较大。除发育糜棱面理外,普遍可见矿物拉伸(生长)线理。糜棱面理上的新生矿物绢云母、绿泥石等呈纤维状集合体定向排列。

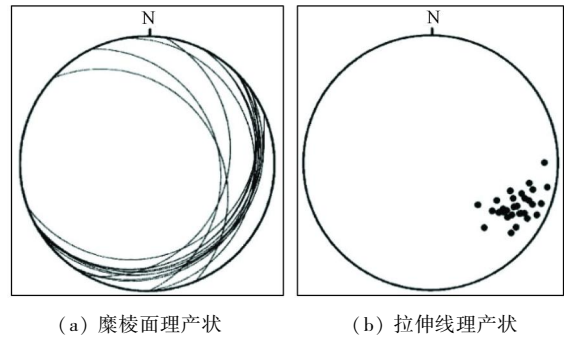
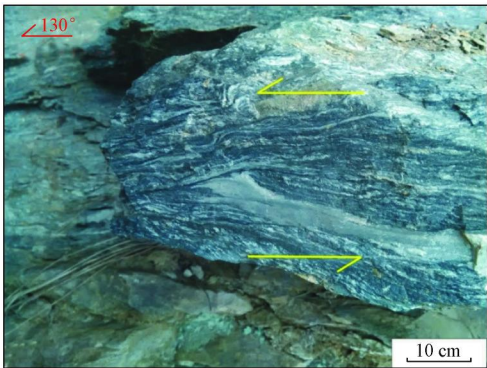


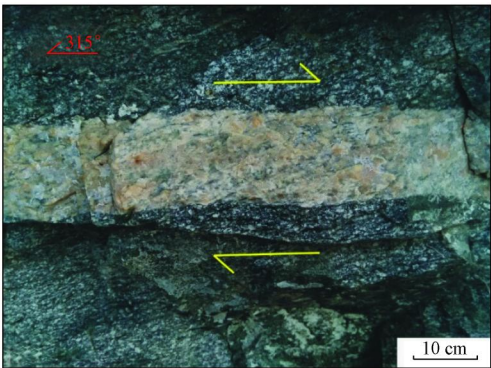
图 2 剥离断层带糜棱面理和拉伸线理产状投影图(下半球等角投影)
Fig. 2 Attitude projection of the mylonite foliation and stretching lineation in the detachment fault zone (lower hemisphere isometric projection)

大颗粒的长石、石英集合定向拉长或旋转显示,线理方位为 SE - SEE 向,产状 ($100^{\circ} \sim 140^{\circ}$) $\angle$ ($10^{\circ} \sim 30^{\circ}$) (图 2(b))。糜棱岩带中 S - C 组构、旋转碎斑系、剪切褶皱、眼球状构造及残斑拖尾等构造发育,这些构造清楚地指明了上盘相对下盘由 NWW 向 SEE 方向运动的特征(图 3(a), (b), (c), (d))。

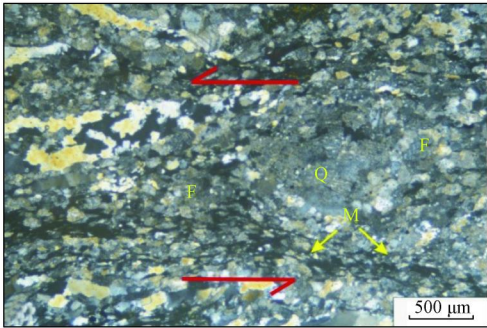
接近拆离断层面的岩石主要由构造角砾岩、碎裂岩、碎粉岩、碎裂岩化糜棱岩等脆性构造岩组成,是在递进变形早期阶段形成的糜棱岩基础上发育起来的。这套岩石还常常因伴随的流体活动而发生绿泥石化、绿帘石化作用,形成绿泥石化绿帘石化角砾岩(图 3(e), (f))。



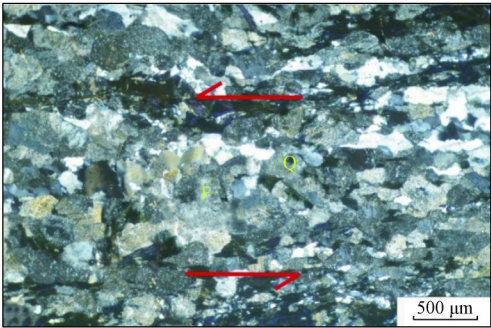
(a) 糜棱岩中发育 S - C 组构和长英质脉剪切褶皱,指示上盘由 NW 向 SE 下滑



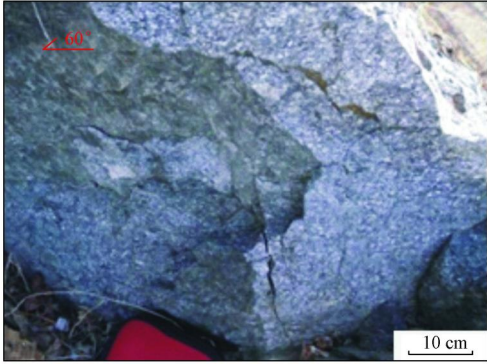
(b) 糜棱岩中花岗质细脉受剪切发育 S - C 组构



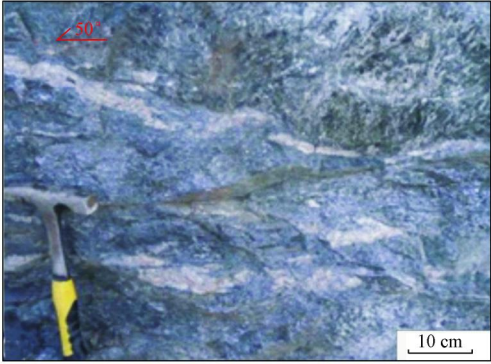
(c) 长英质基质呈条带状定向分布,在残斑周围形成绕流,形成 S - C 构造,正交偏光(+)



(d) 长英质基质呈条带状定向分布,在残斑周围形成绕流,形成 S - C 构造,正交偏光(+)



(e) 靠近拆离断层下盘,发育灰绿色绿帘石化绿泥石化碎裂岩



(f) 靠近拆离断层下盘,发育灰绿色绿帘石化绿泥石化碎裂岩

F. 长石; Q. 石英; M. 云母

图 3 栗子房变质核杂岩拆离断层带的宏观与微观构造特点

Fig. 3 Macroscopic and microscopic construction features of the detachment fault zone in Lizifang metamorphic core complex

2.3 上盘岩石

栗子房变质核杂岩的上盘岩石包括前寒武纪沉积盖层及白垩纪伸展盆地,两者都经历了拆离断层同期的次生正断层的改造作用。

2.3.1 前寒武纪沉积盖层

栗子房变质核杂岩上部盖层主要由古元古代辽河群和少量南华系桥头组构成。主体出露于变质核杂岩东部大孤山一带,岩性主要为片岩、千枚岩、板岩等。受拆离断层伴生的剪切作用与伸展期后变形作用的改造,部分地层遭受了不同程度的变形改造,以脆性-韧性变形为主。在靠近拆离界面及附近,岩石韧性变形强烈,尤其是能干性较弱的岩层,均遭受糜棱岩化作用,形成糜棱岩及构造片岩,发育顺层流变褶皱及线理等。远离拆离界面,变形减弱,过渡为正常沉积,保留原始沉积层理。此外,在上述盖层岩石中还发育多条正断层,这是由于沿主滑脱面拆离作用的结果(图1(d))。

2.3.2 白垩纪伸展盆地

白垩纪伸展盆地是栗子房变质核杂岩的一个重要组成部分,分布于拆离断层上盘,为白垩系小岭组,呈NE向展布。西侧的北部以拆离断层为边界,南部则以伴随拆离断层发育的次级高角度正断层为边界,东部由小甸子—大孤山—栗子房构成其盆地边界,角度不整合于辽河群盖层岩组绢云片岩之上(图1(c),(d)),盆地面积88 km²。由陆相火山岩及沉积碎屑岩组成,厚度>2 173.13 m。小岭组为一套爆发兼溢流为主的中性-酸性火山岩系,其主要岩性为:下部以沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩为主,夹粉砂质页岩和泥晶灰岩扁豆体,在该岩性段内含腹足类化石和植物化石碎片;中部为安山质角砾凝灰岩、安山质角砾熔岩、安山岩、安山质沉角砾凝灰岩、安山质沉火山角砾岩、凝灰质砾岩、凝灰质粉砂岩,夹页岩、黏土岩和泥晶灰岩扁豆体;上部以英安质火山角砾和流纹岩为主,夹石英安山岩和凝灰质砾岩,自下而上岩浆由中性向酸性演化。

3 栗子房变质核杂岩的形成

3.1 变质核杂岩形成时限及演化过程

栗子房南部和小甸子北部晚侏罗世岩体的固态流变及碎裂岩化现象,说明栗子房变质核杂岩拆离断层的发育在其成岩之后。而鞍子山岩体的强侵位变形带矿物具明显挤压及剪切塑性流动变

形,表明其为同构造岩体。测得鞍子山岩体($\eta\gamma K_1$) LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素年龄为 $(124 \pm 2) \text{ Ma}^{[19]}$,即早白垩世。由此,可以得出栗子房变质核杂岩形成于早白垩世。据构造前、同构造花岗岩年龄及上盘伸展断陷盆地火山岩时代可探讨栗子房变质核杂岩的演化过程^[4]。

(1)晚侏罗世前,该区开始发生区域伸展活动,切过中、下部地壳的拆离断层诱发岩浆上涌而发生中酸性岩浆侵位,从而形成一系列中酸性侵入岩(图4(a))。

(2)晚侏罗世—早白垩世,大规模的拆离断层活动使断层切过中、上部地壳,同时改造早期三叠纪和侏罗纪岩体,使得岩体边部遭受固态流变剪切变形。当拆离断层伸展剥离至地表时,又使得白垩纪火山-沉积岩发生掀斜(图4(b))。

(3)早白垩世,鞍子山岩体在较浅层次侵位,岩体边部靠近拆离断层带附近发生塑性流变剪切变形,栗子房变质核杂岩经历了总体隆升和冷却过程(图4(c))。

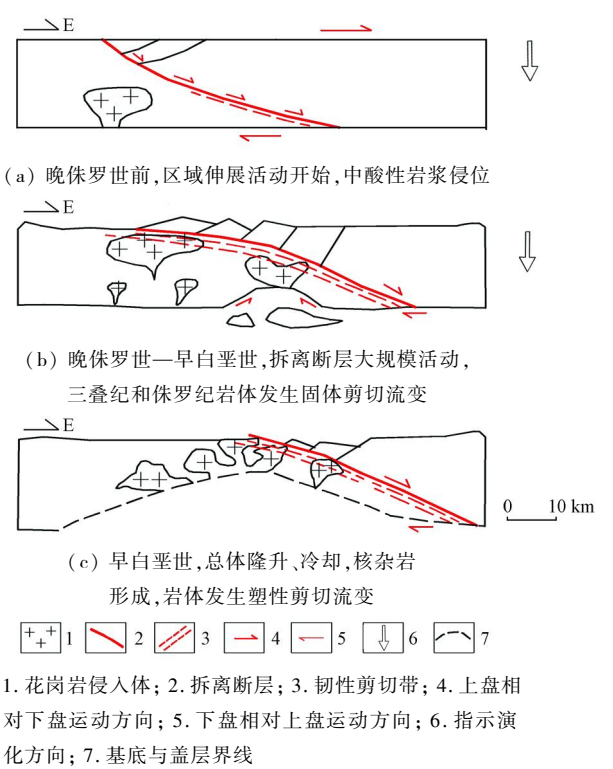


图4 栗子房变质核杂岩形成过程示意图^[4]

Fig. 4 Formation of Lizifang metamorphic core complex^[4]

3.2 变质核杂岩形成机制

刘俊来等^[5]指出,早白垩世华北克拉通乃至东亚地区伸展构造广泛发育并具有共性与统一性,都

具有运动学极性、几何不对称性、形成时间近等时性与跨越性、遍布但分布不均匀性且规模上具有级序性等。具有上述统一性特点的金州变质核杂岩、万福变质核杂岩和栗子房变质核杂岩即发育于相似的深部岩石圈结构背景环境中,东亚岩石圈的区域性 NW-SE 向均匀伸展是华北克拉通乃至东亚地区区域伸展构造发育的动力学背景环境的解释^[5]。早白垩世,本区处于板内拉张的构造背景,此时地幔上涌,热流值增高,加热并逐渐软化了下地壳,使其部分熔融,形成大规模岩浆侵位,引发地壳伸展减薄,同时由于岩浆的大规模强力底辟侵入,加速了伸展作用的进行。对于早白垩世区域伸展作用的动力来源,自侏罗纪以来开始发生 N 向(NWW 向)俯冲的古太平洋板块与欧亚板块之间的交互作用是最为重要的因素,古太平洋板块俯冲作用的转向、回退、变速以及挤压后地壳松弛等综合作用是导致华北克拉通东部岩石圈减薄,引起欧亚板块边缘及东部岩石圈遭受强烈的伸展作用改造的主要原因^[21-30]。

栗子房变质核杂岩构造是在辽东半岛南部地区新厘定的一个白垩纪变质核杂岩构造,是一个科迪勒拉型(Cordillera)变质核杂岩构造,也是华北克拉通东部晚中生代变质核杂岩群最东部的一个变质核杂岩构造^[5],其形成与剥露是晚中生代时期华北克拉通东部岩石圈减薄的结果,与其他变质核杂岩一起为深入研究华北克拉通东部晚中生代岩石圈减薄过程与机理提供了有力证据。

3.3 变质核杂岩与成矿关系

本研究主要对金矿与变质核杂岩的关系进行了初步研究,一般太古宙基底 Au 元素含量高于陆壳正常克拉克值的 2~3 倍^[31],便可成为金矿的主要成矿物质来源,变质核杂岩在伸展过程中形成的拆离断层和一系列张裂隙可为成矿热液提供通道和储存空间,上部巨厚的沉积盖层可为成矿热液聚集形成良好的封闭条件,因此变质核杂岩的韧性拆离断层带是寻找金矿床的有利部位,如胶东“焦家式”金矿^[32]、辽西阜新排山楼金矿^[33]、大连金州的董家沟金矿和普兰店的孙家沟金矿^[1]以及近年新发现的辽南庄河新房大型金矿^[16,34]都是形成于变质核杂岩的拆离断层带附近。由此,栗子房变质核杂岩的拆离断层带也将是下一步金矿勘查的主要靶区。

4 结论

(1)辽东半岛南部栗子房地区存在一个科迪勒拉型变质核杂岩,即栗子房变质核杂岩。该核杂岩具有 3 层结构和 5 个部分,即由新太古代变质深成岩及中生代花岗岩侵入体构成的下盘、由不同层次的构造岩组成的中部拆离断层带以及由前寒武纪沉积盖层和白垩纪伸展盆地构成的上盘。

(2)拆离断层带糜棱岩 S-C 组构、旋转碎斑系、剪切褶皱、眼球状构造及残斑拖尾等宏观与微观构造学特征显示,栗子房变质核杂岩运动学特征为上盘相对下盘由 NWW 向 SEE 方向运动。

(3)利用区内构造前和同构造侵入岩时代,将栗子房变质核杂岩形成时代限定为早白垩世,其经历了区域伸展、岩浆上侵、整体隆升、岩浆冷却和上叠构造盆地发育等演化过程。区域伸展动力主要来源于古太平洋板块与欧亚板块的交互作用。栗子房变质核杂岩的发现可为阐明华北克拉通东部晚中生代岩石圈减薄过程及岩石圈的力学和流变学属性提供依据。

(4)变质核杂岩与金矿床成矿关系密切,栗子房变质核杂岩的拆离断层带可作为下一步金矿勘查的重点靶区,成矿潜力较大。

致谢:感谢项目组其他同事在项目前期野外工作和资料收集方面给予帮助,感谢李显东正高级工程师和王海鹏正高级工程师在成文过程中的悉心指导,感谢审稿专家对论文提出的建设性修改意见!

参考文献:

- [1] 杨中柱,孟庆成,江江,等.辽南变质核杂岩构造[J].辽宁地质,1996(4):241-250.
- [2] 刘俊来,关会梅,纪沫,等.华北晚中生代变质核杂岩构造及其对岩石圈减薄机制的约束[J].自然科学进展,2006,16(1):21-26.
- [3] 林伟,王清晨,王军,等.辽东半岛晚中生代伸展构造——华北克拉通破坏的地壳响应[J].中国科学:地球科学,2011,41(5):638-653.
- [4] 关会梅,刘俊来,纪沫,等.辽西南部万福变质核杂岩的发现及其区域构造意义[J].地学前缘,2008,15(3):199-208.
- [5] 刘俊来,纪沫,申亮,等.辽东半岛早白垩世伸展构造组合、形成时代及区域构造内涵[J].中国科学:地球科学,2011,41(5):618-637.
- [6] 李建波,鲁勇花,蒋振频.辽南万福变质核杂岩韧性剪切带的应变与剪切作用类型[J].东华理工大学学报(自然科学版),

- 2012,35(3):238–245.
- [7] 刘俊来,纪沫,夏浩然,等. 华北克拉通晚中生代壳–幔拆离作用:岩石流变学约束[J]. 岩石学报,2009,25(8):1819–1829.
- [8] 杨中柱. 辽南印支期伸展构造研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2001:1–37.
- [9] 申亮. 辽东黄花甸—大营子伸展构造及其区域构造意义[D]. 北京:中国地质大学(北京),2009:1–65.
- [10] 申亮,刘俊来,胡玲,等. 辽东半岛大营子拆离断层系及其区域构造意义[J]. 中国科学:地球科学,2011,41(4):437–451.
- [11] 申亮. 华北克拉通东部晚中生代构造体制转换——以辽东半岛为例[D]. 北京:中国地质大学(北京),2013.
- [12] 纪沫. 辽南变质核杂岩晚中生代构造岩浆关系[D]. 北京:中国地质大学(北京),2007.
- [13] 纪沫,刘俊来,胡玲,等. 辽南变质核杂岩饮马湾山和赵房岩体锆石 SHRIMP U–Pb 年龄及其地质意义[J]. 岩石学报,2009,25(1):173–181.
- [14] 郑亚东,曾令森,李健波,等. 辽南中生代造山期缩短滑脱与晚造山伸展拆离构造[J]. 地质科学,2009,44(3):811–824.
- [15] 林伟,王军,刘飞,等. 华北克拉通及邻区晚中生代伸展构造及其动力学背景的讨论[J]. 岩石学报,2013,29(5):1791–1810.
- [16] 张国仁,杨中柱,仲米山,等. 辽宁变质核杂岩及控矿规律研究[R]. 大连:辽宁省地质勘察院有限责任公司,2019.
- [17] 王启伟,孙厚江,张少华,等. 中华人民共和国大营镇等四幅1:5万区域地质调查报告[R]. 大连:辽宁省区域地质调查队,1996.
- [18] 陈树良,曲洪祥,杨中柱,等. 中华人民共和国丹东市等两幅1:25万区域地质调查报告[R]. 大连:辽宁省区域地质调查队,2003.
- [19] 吴福元,杨进辉,柳小明. 辽东半岛中生代花岗岩岩浆作用的年代学格架[J]. 高校地质学报,2005,11(3):305–317.
- [20] Wu F Y, Lin J Q, Wilde S A, et al. Nature and significance of the Early Cretaceous giant igneous event in Eastern China[J]. *Earth Planet Sci Lett*, 2005, 233(1/2): 103–119.
- [21] 许志琴,李海兵,王宗秀,等. 辽南地壳的收缩作用及伸展作用[J]. 地质论评,1991,37(3):193–202.
- [22] Liu J L, Davis G A, Lin Z Y, et al. The Liaonan metamorphic core complex, southeastern Liaoning Province, North China: a likely contributor to Cretaceous rotation of Eastern Liaoning, Korea and contiguous areas[J]. *Tectonophysics*, 2005, 407(1/2): 65–80.
- [23] Lin W, Faure M, Monié P, et al. Polyphase Mesozoic tectonics in the eastern part of the North China Block: insights from the eastern Liaoning Peninsula massif (NE China) [C]//Mesozoic Sub–Continental Lithospheric Thinning Under Eastern Asia. Geological Society, London, Special Publications, 2007, 280: 153–169.
- [24] Lin W, Faure M, Monié P, et al. Mesozoic extensional tectonics in Eastern Asia: the south Liaodong Peninsula metamorphic core complex (NE China) [J]. *The Journal of Geology*, 2008, 116(2): 134–154.
- [25] Yang J H, Wu F Y, Chung S L, et al. Rapid exhumation and cooling of the Liaonan metamorphic core complex: inferences from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ thermochronology and implications for Late Mesozoic extension in the eastern North China Craton [J]. *GSA Bulletin*, 2007, 119(11/12): 1405–1414.
- [26] Wang H Z, Mo X X. An outline of the tectonic evolution of China[J]. *Episodes*, 1995, 18(1/2): 6–16.
- [27] 翟明国,孟庆任,刘建明,等. 华北东部中生代构造体制转折峰期的主要地质效应和形成动力学探讨[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 285–297.
- [28] 赵越,徐刚,张拴宏,等. 燕山运动与东亚构造体制的转变[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 319–328.
- [29] 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.
- [30] Compston W, Williams I S, Kirschvink J L, et al. Zircon U–Pb ages for the Early Cambrian time–scale[J]. *J Geol Soc*, 1992, 149(2): 171–184.
- [31] 黎彤,袁怀雨. 大洋岩石圈和大陆岩石圈的元素丰度[J]. 地球化学, 2011, 40(1): 1–5.
- [32] 宋明春,伊丕厚,崔书学,等. “焦家式”金矿成矿理论[J]. 矿床地质, 2012, 31(增刊1): 783–784.
- [33] 孟宪刚. 辽西医巫闾山北段中生代构造格架及其对金矿形成富集与分布的控制作用[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2003.
- [34] 仲米山,张国仁,杨中柱,等. 辽东半岛南部早白垩世变质核杂岩时空分布及动力学特征[J]. 地质与资源, 2020, 29(5): 411–418.

Discovery and significance of Lizifang metamorphic core complex in Zhuanghe area of southern Liaoning

ZHONG Mishan^{1,2}, ZHANG Guoren², WU Zijie^{2,3}, GAO Fuliang²,
MA Ningning⁴, PAN Yuqi², GAO Yongzhao²

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China; 2. Liaoning Provincial Institute of Geological Exploration LLC, Dalian 116100, China; 3. School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China; 4. Shandong Institute of Geological Surveying and Mapping, Jinan 250000, China)

Abstract: On the basis of the previous regional geological survey, based on the macroscopic and microscopic

structural survey , combined with the comprehensive analysis of the regional magmatic activity and dating data , the authors in this paper revealed that there is another metamorphic core complex structure in Lizifang area of Southern Liaoning , namely Lizifang metamorphic core complex . A typical three-layer structure and five parts exist in the core complex , which are the footwall composed of Neo -archean metamorphic plutonic rocks and mesozoic granite intrusive rocks , the detachment fault zone composed of different levels of tectonic rocks , and the upper plate composed of Precambrian sedimentary cap and Cretaceous extensional basin . Lizifang metamorphic core complex formed in the Early Cretaceous Epoch , and the upper plate moved from NWW to SEE relative to the footwall , which was similar with Jinzhou metamorphic core complex and Wanfu metamorphic core complex in geometry , kinematics polarity and formation time , indicating the same dynamic background . The determination of the metamorphic core complex may provide a basis for the late Mesozoic lithospheric thinning process and the mechanical and rheological properties of the lithosphere in the east of North China Craton . At the same time , the metamorphic core complex is closely related to the mineralization of gold deposits . So the detachment fault zone of Lizifang metamorphic core complex can serve as the key work area for further gold exploration , which may possess large mineralization potential .

Keywords: metamorphic core complex ; Mesozoic ; extensional structure ; Lizifang in southern Liaoning Province
(责任编辑: 刘丹)