

扎日加变质核杂岩的确定及地质意义

李建放^{1,2}, 陈丽娟¹, 任二峰¹, 常有英¹, 王国良¹, 马延景¹, 黄清华¹

(1. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012; 2. 青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室, 青海 西宁 810012)

摘要:产于北巴颜喀拉山扎日加地区的变质核杂岩具有典型的二层结构。由构造片岩、构造片麻岩、千枚岩等组成穹状背斜核, 其中心为燕山期二长花岗岩体, 盖层为巴颜喀拉山群浅变质砂板岩。核部与盖层之间为剥离断层。它的厘定表明巴颜喀拉沉积盆地下面存在中元古界的古老基底, 并对大场金矿的成因类型提出了新的认识。

关键词: 扎日加; 变质核杂岩; 剥离断层; 二层结构

中图分类号: P581 **文献标识码:** A

1 区域地质概况

调查区位于东昆仑南坡, 大地构造位置位于西域板块和华南板块的集合部位。依据 1:100 万青海省地质图说明中的构造单元划分, 调查区构造单元跨东昆仑南坡, 俯冲碰撞杂岩带、东昆仑缝合带和昆仑山口-昌马河俯冲增生楔 3 个构造单元。其中, 昆仑山口-昌马河俯冲增生楔为调查区主体构造单元, 主要由三叠系巴颜喀拉山群浊积岩系构成, 总体为一套由砂岩、板岩组成的泥砂质复理石沉积, 夹少量灰岩, 偶见火山岩。沿昆仑山口-甘德断裂带呈断块产出的马尔争组、树维门科组岩性组合为灰岩、中基性火山岩夹砂岩、硅质岩, 属火山-硅质岩建造、海山碳酸盐岩建造和复理石建造。区内燕山期中酸性侵入岩较发育, 岩石类型有石英闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩, 同位素年龄值为 184 Ma、185 Ma、191 Ma, 多呈岩基状产出, 少有岩株状, 形成于后造山期陆壳加厚环境, 可能与壳-幔之间或上地壳层间的韧性滑脱深熔有关。

2 变质核杂岩的确定

变质核杂岩是深层次区域性热隆伸展作用下形

成的, 是大陆伸展构造的一种基本构造形式(余达淦, 1994)。它是在地壳水平伸展作用下, 大规模低角度正断层把处于地壳较深层次(10~15 km 以下)的古老变质岩石拖拉、抬升到地壳表层而形成的(楼法生, 2005)。变质核杂岩可以形成于不同的构造时代(傅昭仁, 1992), 可以有不同于盆-岭构造的样式, 越是古老的变质核杂岩, 其结构越是复杂(宋鸿林, 1995)。其基本构造样式空间上呈穹状或长垣状背斜, 在平面上被未变质或浅变质的盖层环绕。其由下盘核部角闪岩相至绿片岩相的变质杂岩, 上盘较浅变质相或未变质的盖层围岩以及两者之间的拆离断层及与之平行的席状糜棱岩带组成(刘德民, 2003)。

通过本次调查, 在扎日加、扎尕岩体周边填绘一套强烈变形的变质岩。前人将该套地层归入巴颜喀拉山群, 认为是热接触变质作用的结果。该套地层平面形态呈不规则圆状, 与扎日加岩体一起组成拱形隆起。其南北两翼以断层为界, 断层为正断层(上盘为脆性变形的巴颜喀拉山群, 下盘为塑性流变的变质杂岩, 核部为同构造侵入的二长花岗岩), 初步确定为变质核杂岩(图 1)。

收稿日期: 2011-11-10; 修回日期: 2011-12-28

基金项目: 青海省曲麻莱县扎日加地区四幅 1:5 万区域地质矿产调查(200817909)

作者简介: 李建放(1968-), 男, 高级工程师, 从事区域地质矿产调查工作。E-mail: ljf546@sohu.com

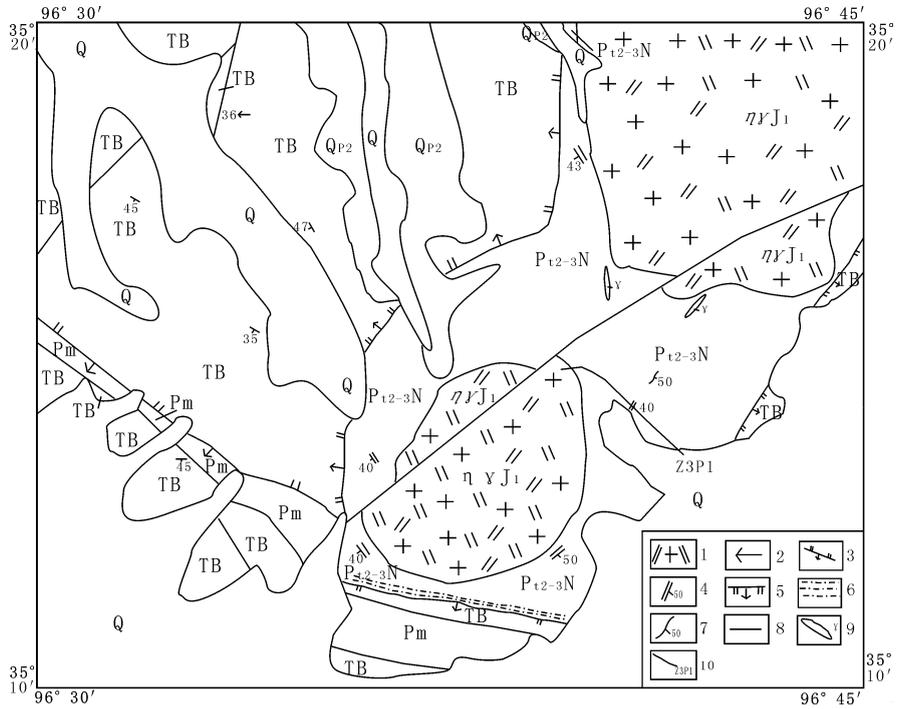


图 1 扎日加地区地质简图

Fig. 1 Sketch map showing regional geology in Zarijia area

- 1. 二长花岗岩; 2. 线理; 3. 逆断层; 4. 片理产状; 5. 正断层; 6. 韧性剪切带; 7. 片麻理产状; 8. 性质不明断层;
- 9. 花岗岩脉; 10. 剖面位置及编号; Q. 第四系; Q_{P2}. 中更新世冰碛物; ηγJ₁. 早侏罗世二长花岗岩;
- TB. 巴颜喀拉山群砂板岩; Pt₂₋₃N. 中新元古代宁多岩群变质岩

3 剖面描述

长花岗岩侵入，南东侧被第四系所覆盖。

剖面位于曲麻莱县玛多乡扎日加，其自然露头良好，分层界线清晰，具有代表性（图 2）。剖面起点坐标：X=17 228 929，Y=3 904 944；终点

对该套变质杂岩，本次工作中测制了一条剖面（Z3P1），剖面未见顶底，出露不齐。其北侧被二

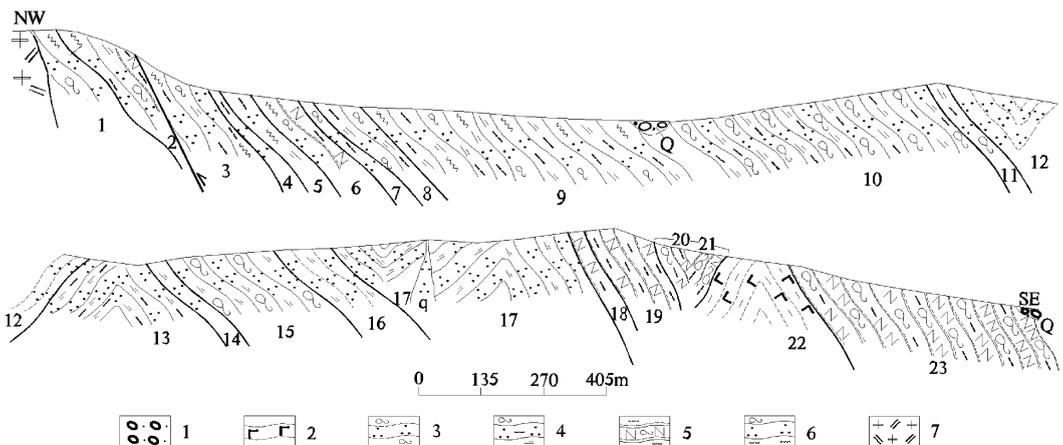


图 2 扎日加变质核杂岩实测地质剖面图

Fig. 2 Geological profile diagram for Zarijia metamorphic core complex

- 1. 第四系砂砾石; 2. 钙质千枚岩; 3. 含石英条带千枚岩; 4. 条带状绢云黑云石英片岩; 5. 条带状黑云斜长片麻岩;
- 6. 条纹条带状黑云石英片岩; 7. 似斑状二长花岗岩

坐标: X=17 290 082, Y=3 902 403.

- | | |
|--|-----------|
| 23. 灰黑色条带状黑云绢云石英片岩
(未见顶, 被第四系覆盖) | >306.39 m |
| 22. 灰黑色泥钙质千枚岩 | >59.19 m |
| 21. 灰色条带状斜长黑云片麻岩 | >69.03 m |
| 20. 灰色黑云斜长片麻岩 | 2.67 m |
| 19. 灰色条带状斜长黑云母片麻岩 | 110.98 m |
| 18. 灰色黑云斜长片麻岩 | 17.07 m |
| 17. 黄灰—灰色条带状绢云石英片岩 | >120.60 m |
| 16. 灰黑色条带状绢云石英千枚岩 | 71.85 m |
| 15. 浅灰色条带状绢云石英片岩 | 41.08 m |
| 14. 浅灰色碳酸盐化条带状绢云石英片岩 | 32.34 m |
| 13. 浅灰色条带状绢云黑云石英片岩 | >37.67 m |
| 12. 灰黑色含石英条带千枚岩 | >101.42 m |
| 11. 浅灰色条带状黑云绢云石英片岩 | 33.51 m |
| 10. 深灰色条带状黑云绢云石英片岩 | >396.47 m |
| —————第四系覆盖————— | |
| 9. 深灰色条纹状(条带状)绢云黑云石英片岩 | >294.76 m |
| 8. 灰黑色条带状黑云绢云石英片岩 | 39.24 m |
| 7. 浅灰色角岩化条带状黑云石英片岩 | 1.24 m |
| 6. 灰色条纹条带状黑云石英片岩夹浅灰色变粒岩, 夹深灰色条纹状斜长黑云母片麻岩 | 27.06 m |
| 5. 深灰色条纹状绢云黑云石英片岩 | 16.35 m |
| 4. 浅灰色角岩化黑云石英片岩 | 3.22 m |
| 3. 灰色角岩化条纹状黑云石英片岩, 夹条带状绢云黑云石英片岩 | >52.07 m |
| —————断层————— | |
| 2. 深灰色角岩条纹状黑云石英片岩夹深灰色条带状黑云绢云石英片岩, 夹浅灰色条带状黑云斜长片麻岩 | >52.61 m |
| 1. 深灰色角岩化条纹状条带状黑云母石英片岩 | >5.57 m |

—————侵入接触—————

(η_1): 灰白色似斑状二长花岗岩

4 变质核杂岩的组成

该套变质岩岩石类型有深灰色角岩化条纹状黑云石英片岩、深灰色条带状黑云绢云石英片岩、浅灰色条带状黑云斜长片麻岩、灰黑色含石英条带千枚岩、灰黑色条带状绢云石英千枚岩、灰黑色泥钙质千枚岩、浅灰色碳酸盐化条带状绢云石英片岩和深灰色角岩化条纹状条带状黑云母石英片岩等。岩石发生强烈的褶皱变形, 其中见同期变形的花岗岩脉及石英脉。青海省岩石地层中没有该套地层, 通过区域资料对比, 该套地层与西藏区调队(1990)在青海省玉树地区创名宁多岩群一致, 所以暂将该套地层归入中—新元古代宁多岩群($Pt_{2-3}N$)。变质程度高, 为绿片岩亚相—低角闪岩相, 变形强烈, 原始层理荡然无存, 无法恢复原始层位, 属无层无序的构造地层单位。

5 变质核杂岩的结构构造特征

我国西藏多布榨—孜松变质核杂岩具典型的三层结构(高洪学, 1996; 王根厚, 1997)(图3)。与其比较, 扎日加变质核杂岩缺失中间层——滑脱层(固态流变中间韧性层), 具有二层结构(图4), 即盖层(上部脆性变形层)、核部(变质核, 同构造侵入岩)。

(1) 核部: 扎日加变质核杂岩的核部为构造片岩、构造片麻岩和千枚岩等组成的穹状背斜核, 其中心为燕山期二长花岗岩体。核部的塑性固态流变

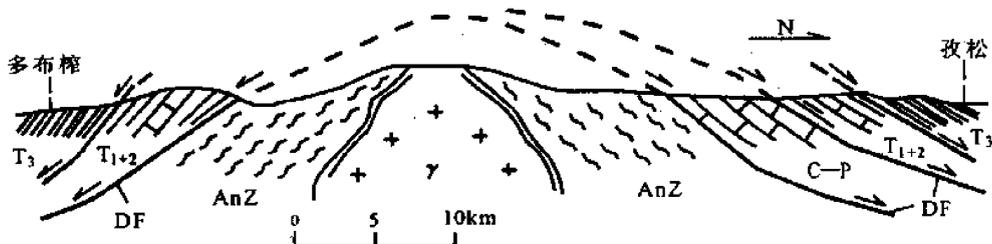


图3 多布榨—孜松构造剖面示意图

(据李德威, 1992)

Fig. 3 Tectonic schematic profile from Duobuzha to Zisong area (After Li, 1992)

T₃. 上三叠统板岩; T₁₊₂. 中、下三叠统碎屑岩、灰岩; C-P. 石炭系—二叠系灰岩; AnZ. 前震旦系变质岩; γ . 花岗岩; DF. 拆离断层

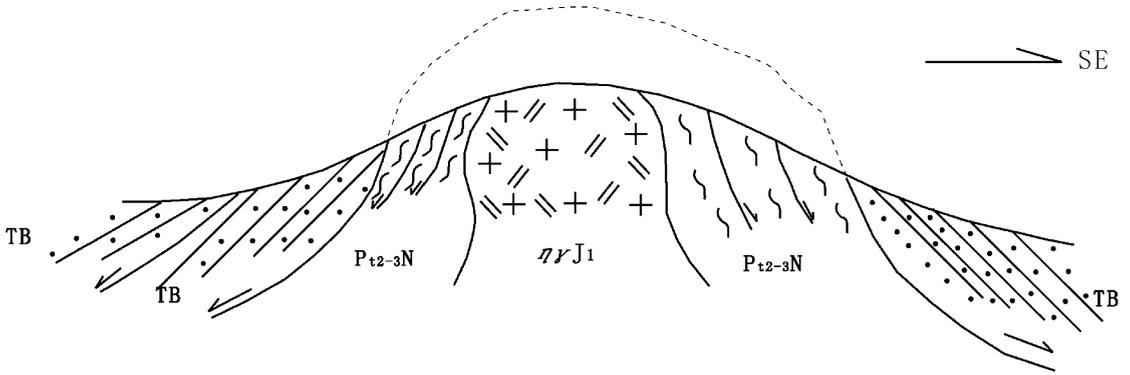


图 4 扎日加变质核杂岩构造剖面示意图

Fig. 4 Profile schemes Showing metamorphic core complex in Zarijia

TB. 巴颜喀拉山群砂板岩; Pt_{2-3N}. 中新元古界宁多群变质岩; ηγJ₁. 下侏罗统二长花岗岩

构造非常发育, 在该套岩石中见剪切褶皱, 片麻状构造和眼球状构造, 剪切带顺层发育, 发育强烈变薄岩层, 强干岩层往往顺层剪切成石香肠构造, 具细颈化现象。脉体剪切揉皱强烈, 常见 S-C 组构, 顺层平卧、无根、勾状、肠状褶皱及褶叠层。顺层剪切面理发育, 透入性的横向置换及构造平行化强烈, 岩石拉伸线理发育, 斜长石、石英残斑发育 σ 型不对称旋转构造, 岩石强烈糜棱岩化形成构造片岩、构造片麻岩等 (图 5—图 12)。扎日加变质核杂岩中发育大型二长花岗岩岩体。

(2) 盖层 (上部脆性变形层): 扎日加变质核

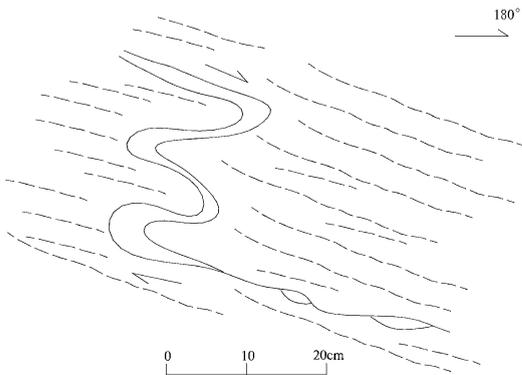


图 5 构造片岩中的石香肠及 σ 型残斑

Fig. 5 The boudins and σ-type porphyroblasts in tectonic schist

杂岩的盖层为巴颜喀拉山群砂板岩, 盖层中多发育张性断层及顺层浅变质的滑覆岩系, 断层规模各异, 倾向不一, 以脆性变形为特征。岩石局部地段发生硅化、黄铁矿化、绿泥石化和褐铁矿化等, 由变长石石英砂岩, 泥钙质、粉砂质板岩, 构造角砾

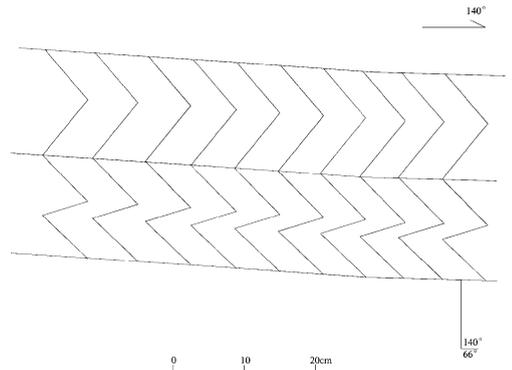


图 6 构造片岩中的膝折

Fig. 6 The knee fold in tectonic schist

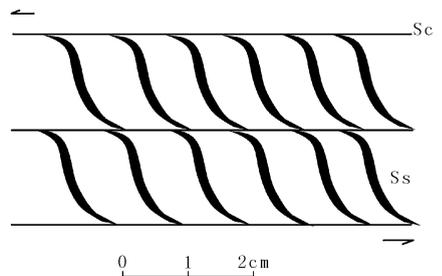


图 7 构造片岩中的 S-C 组构

Fig. 7 S-C fabric in tectonic schist

岩和硅化碎裂岩组成, 断层流劈理和牵引褶皱发育, 断面上常见阶步、擦痕, 显示正断层特征, 褶皱变形以等厚状、尖棱状为主。

(3) 剥离断层: 强烈变形的变质核和盖层之间为大型的低角度拆离断层, 其上部脆性变形层即盖层为板内造山期后发展起来的盆地堆积, 总体为一套由砂岩板岩组成的泥砂质复理石沉积。下部发

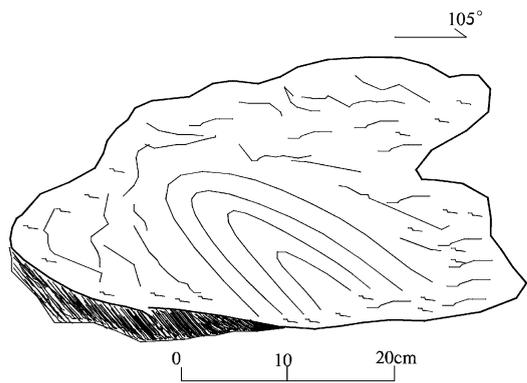


图 8 构造片岩中的舌状褶皱

图 8 The tongue fold in tectonic schist

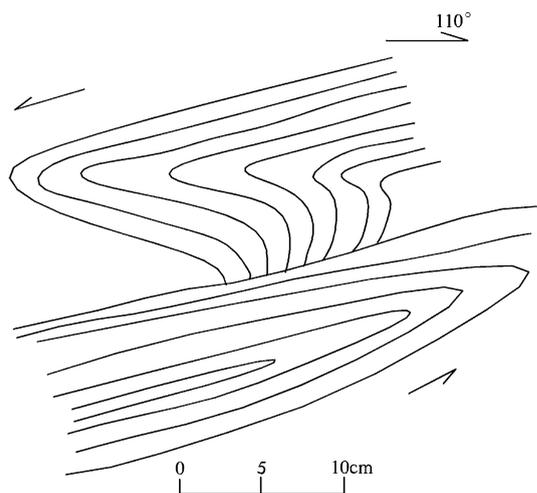


图 9 构造片岩中的剪切褶皱

Fig. 9 The shear drape tectonic schist

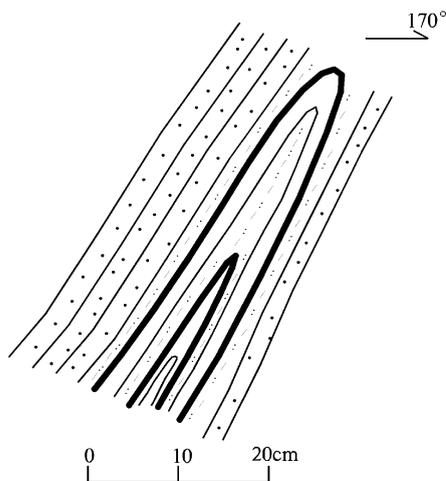


图 10 构造片岩中的尖棱褶皱

Fig. 10 The edges of drape pointed schists

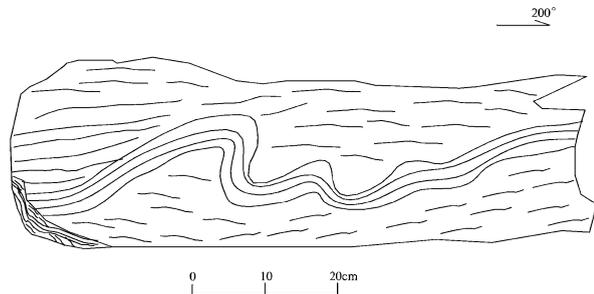


图 11 构造片岩中的肠状褶皱

Fig. 11 The ptygmatal shape in tectonic schist

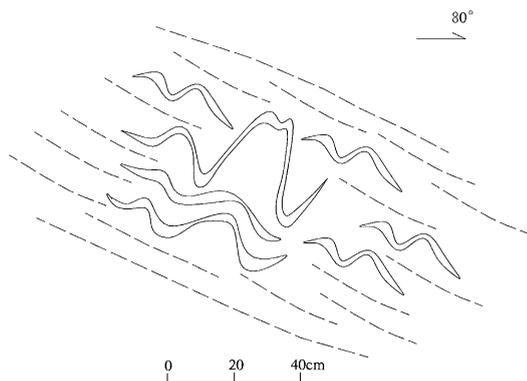


图 12 构造片岩中的无根褶皱

Fig. 12 No root folds in tectonic schist

育相关的伸展韧性剪切带和糜棱岩带。其中，见由强烈变形的变质岩组成的褶皱层（图 13）。韧性剪切带中不同程度的发育糜棱岩和糜棱面理，普遍具有矿物拉伸线理，由斜长石、石英拉长拔丝组成，发育顺层的掩卧褶皱和剪切的流变褶皱，大量出现剪切运动标志和旋转运动标志，如旋转碎斑系、S-C 组构和剪切透镜体等构造。拉伸线理和剪切面理各地方向不一，围绕扎日加-扎尔豹岩体环绕，但总体南西向北东方向剪切。

6 扎日加变质核杂岩的形成时间及产出背景

一个变质核杂岩的最终形成年代应该由侵入其最晚期岩浆岩的侵入时间来确定，即变质核核部的岩浆侵入使其最终定型，后期的隆升剥蚀是变质核杂岩形成后的再造过程。中国的变质核杂岩主要形成于中生代燕山构造期，其次是新生代喜山构造期



图 13 褶皱层

Fig. 13 Drape layer

(刘德民, 2003)。依据从扎日加变质核内部扎加岩体中似斑状二长花岗岩中获得 187~191 Ma 的锆石 U-Pb 年龄 (1:25 万阿拉克湖幅报告, 2003), 确定扎日加变质核杂岩为燕山期构造作用的产物。

扎日加变质核杂岩为板内变质核杂岩, 明显位于板块内部, 远离板块的边界, 它形成于地台内部活化的盆-岭区内, 是在不稳定的地质背景下形成的。岩石圈高热流值和热异常是其重要特征, 伴随有较大规模的岩浆活动。其为同造山期形成的, 出露地表后, 位于平原附近的山区。形成明显的地形高差, 扎日加变质核杂岩与中生代晚期的地台活化事件有关。

7 地质意义

(1) 对于松潘-甘孜盆地的性质, 由于涉及到古特提斯演化等重大地质问题, 一直受到学界的关注, 特别是盆地是否存在基底岩系, 争论不休。扎日加变质核杂岩的厘定, 目前虽未有确切的时代依据, 但通过区域资料对比, 从物质组成和变质变形特征分析, 结合盆地周边地质体的发现, 初步认为是元古宙变质岩, 所以盆地是存在古老陆壳的基底上发展起来的。此外, 地球物理资料也表明古老基底的存在。区域上巴颜喀拉地区出露的印支期花岗岩的 Nd 模式年龄为 1.1~1.5 Ga, 远大于其成

岩年龄, 且岩体的地球化学资料表明其为壳源的, 来自于中下地壳的部分熔融和少量地幔物质的混染, 有力地证明了其基底存在古老大陆地壳。此外, 盆地中玛沁地区还存在 1350 Ma 的超基性岩, 也表明巴颜喀拉沉积盆地下面存在中元古界的古老基底。

(2) 初步认为扎日加变质核杂岩的存在表明本区存在深部构造运动。从成矿理论上讲, 变质核杂岩与金矿成因关系密切 (傅昭仁, 1992)。在伸展构造的上盘系统形成氧化环境与大气降水有关的循环通道系统, 在下盘形成与韧性剪切带和侵入岩有关的还原环境的热液循环系统。在拆离带两个循环系统的成矿物质发生交换, 围岩中的成矿物质发生活化萃取, 并与两个循环系统的热液迁移, 从而使以 Au 为主的成矿元素在碎裂带 (拆离带、碎裂断层形成的扩容空间) 沉淀富集成矿, 这可能是大场金矿的成因类型。

大场金矿是青海省地矿局“十五”期间在北巴颜喀拉山地区发现的大型岩金矿床。该金矿处于北巴颜喀拉印支—燕山期金、锑成矿带, 金矿赋矿层位为中三叠统巴颜喀拉山群板岩夹砂岩组, 为一套典型的浊积岩 (赵财胜, 2009)。扎日加变质核杂岩分布在大场金矿床的东侧, 与大场金矿同处于一个构造带。前人将大场金矿的金矿化类型定为造山型金矿床, 也有人将其定为微细粒浸染型金矿 (韩英善, 2006)。但对矿床形成的物源, 认为是巴颜

喀拉山群砂板岩, 热源有岩浆活动和构造作用两个方面, 岩浆活动指本区的燕山期岩浆侵入。笔者认为大场金矿的形成可能与变质核杂岩有关。区域资料显示, 本区的剥蚀程度较深, 所以变质核杂岩在本区才得以出露。本区砂金矿点众多, 但寻找岩金矿突破不大, 只有盖寺由池岩金矿化点出露于变质核杂岩的南东侧, 这与该区的剥蚀程度有关。大陆板块内部的伸展构造, 特别是变质核杂岩及其剥离断层对内生金属热液成矿控制的研究非常重要, 大场金矿地区剥蚀程度较浅, 其物源、热源是否与底部的变质核杂岩有关, 有待于今后进一步研究。

8 结论

通过对扎日加地区首次发现的一套强烈变形的变质岩的岩石组成、结构构造、变形特征、形成时间及产出背景研究, 并与中国变质核杂岩的基本特征(刘德民, 2003)进行对比, 初步确定为变质核杂岩构造。它的发现, 证明巴颜喀拉沉积盆地下面存在中元古界的古老基底, 并对大场金矿的成因类型提出了新的认识。

参考文献 (References):

- 刘德民. 中国变质核杂岩的基本特征 [J]. 现代地质, 2003, 17 (2): 125-130.
- Liu Demin. Chinese metamorphic core complex [J]. Geoscience, 2003, 17 (2): 125-130.
- 刘德民. 西藏定结地区变质核杂岩研究 [J]. 地质找矿论丛, 2003, 18 (1): 1-5.
- Liu Demin. The research about extensional metamorphic core complex in Dingjie, Xizang [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2003, 18 (1): 1-5.
- 楼法生, 舒良树, 王德滋. 变质核杂岩研究进展 [J]. 高校地质学报, 2005, 11 (1): 67-76.
- Lou Fasheng, Shu Shuliang, Wang Dezi. Recent progress in study of metamorphic core complexes [J]. Geological Journal of China Universities, 2005, 11 (1): 67-76.
- 余达鑫. 伸展构造研究综述 [J]. 华东地质学院学报, 1994, 17 (1): 1-10.
- Yu Dagan. Summary of the stretching tectonics research [J]. Journal of East China Geological Institute, 1994, 17 (1): 1-10.
- 宋鸿林. 变质核杂岩研究进展、基本特征及成因探讨 [J]. 地质前缘, 1995, 2 (1-2): 103-110.
- Song Honglin. An overview of metamorphic core complex - characteristics and origin [J]. Earth Science Frontiers (China University of Geosciences, Beijing), 1995, 2 (1-2): 103-110.
- 傅昭仁, 李德威, 李先福, 等. 变质核杂岩及剥离断层的控矿构造解析 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- Fu Zhaoren, Li Dewei, Li Xianfu, et al. Structural analysis on ore-controlling of metamorphic core complexes and denudational faults [M]. China University of Geosciences Press, Wuhan, 1992.
- 王根厚, 周详, 曾庆高, 等. 西藏康马热伸展变质核杂岩构造研究 [J]. 成都理工学院学报, 1997, 24 (2): 62-67.
- Wang Genhou, Zhou Xiang, Ceng Qinggao, et al. Structure of the Kangmar therm extensional metamorphic core complex, Xizang (Tibet) [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1997, 24 (2): 62-67.
- 高洪学, 李海平, 宋子季. 藏南变质核杂岩 [J]. 中国区域地质, 1996, 4: 317-322.
- Gao Hongxue, Li Haiping, Song Ziji. Metamorphic core complexes in southern Tibet [J]. Regional Geology of China, 1996, 4: 317-322.
- 宋鸿林. 北京房山变质核杂岩的基本特征及其成因探讨 [J]. 现代地质, 1996, 10 (2): 149-157.
- Song Honglin. Characteristics of Fangshan metamorphic core complex, Beijing and a discussion about its origin [J]. Geoscience, 1996, 10 (2): 149-157.
- 赵财胜, 赵俊伟, 孙丰月, 等. 青海大场金矿床地质特征及成因探讨 [J]. 矿床地质, 2009, 28 (3): 346-356.
- Zhao Caisheng, Zhao Junwei, Sun Fengyue, et al. A discussion on geological characteristics and genesis of Dachang gold deposit in Qinghai Province [J]. Mineral Deposits, 2009, 28 (3): 346-356.
- 韩英善, 李俊德, 王文, 等. 对大场金矿成因的新认识 [J]. 高原地震, 2006, 18 (3): 54-57.
- Han Yingshan, Li Junde, Wang Wen, et al. New cognizance of Dachang airigerous mineralization style [J]. Earthquake Research in Plateau, 2006, 18 (3): 54-57.

Redefinition and Geological Significance of Metamorphic Core Complex of Zarijia Area

LI Jian-fang^{1,2}, CHEN Li-juan¹, REN Er-feng¹, CHANG You-ying¹,
WANG Guo-liao¹, MA Yan-jing¹, HUANG Qing-hua¹

(1. Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, China; 2. Qinghai Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources of Northern Qinghai-Tibetan Plateau, Xining 810012, China)

Abstract: Zarijia metamorphic core complex in the northern part of Bayankala Mountain has the typical double-layer structure. The dome anticline of the Zarijia metamorphic core complex consists of tectonic schist, tectonic gneiss and phyllite and the middle of the core is Yanshanian monzonitic granite. The cover layer consists of the low metamorphic sand-slate. There are stripping faults between the core part and the cover layer, showing that there exists Mesoproterozoic basement below the Bayankala sedimentary basin, and providing a new genetic type for the Dachang gold mine.

Key words: Zarijia; metamorphic core complex; detachment fault; double-layer structure

《西北地质》电子邮箱更改通知

《西北地质》编辑部原有的电子邮箱：xbdz@cgs.gov.cn 现已停止使用，希望广大作者勿再将稿件投至此邮箱，以免影响您的稿件发表速度。

作者投稿可发至最新投稿邮箱：xbdzjb@163.com 其他邮箱均已停止使用。

编辑部的联系方式如下：

邮 编：710054

地 址：西安市友谊东路 438 号

单 位：西安地质矿产研究所《西北地质》编辑部

电 话：029-87821951

E-mail: xbdzjb@163.com

网 址：www.xian.cgs.gov.cn/Northwestern-Geology/