

新疆卡拉麦里地区晚古生代以来不同构造层特征及大地构造意义

吴润江, 张元元, 谭佳奕, 郭召杰*

造山带与地壳演化教育部重点实验室; 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871

Wu Runjiang, Zhang Yuanyuan, Tan Jiayi, Guo Zhaojie*

Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, Ministry of Education; School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China

Wu Runjiang, Zhang Yuanyuan, Tan Jiayi, et al. The characteristics of different structure layers and tectonic implications since late Paleozoic in Kalamaily Area, Xinjiang. *Earth Science Frontiers*, 2009, 16(3): 102-109

Abstract: The lithostratigraphical system in Kalamaily Area since the Carboniferous is composed of three suits of tectono-stratigraphic sequences. They are: (1) an orogenic base sequence characterized by ophiolite mélangé belt with cleavages and tight folds; (2) a post-collision tectonic layer of Carboniferous with most broad folds; and (3) an inter-continental basin tectonic layer of Permian to Jurassic full of both high-angle normal faults and gentle folds. They represent the characteristics of sediment-formation of pre-Carboniferous collision stage, Carboniferous post-collision stage and intra-plate fault-controlled depression stage of Permian, respectively.

Key words: Kalamaily; tectonic layer; ophiolite mélangé belt; collision orogeny; tectonic deformation style

摘要: 卡拉麦里地区石炭纪以来的岩石地层系统由三大套构造岩石地层单位构成, 分别是以劈理、紧闭褶皱极为发育的卡拉麦里蛇绿混杂岩带为代表的造山带基底层系, 以开阔褶皱为主要构造变形的石炭纪后碰撞构造层, 和高角度正断层及平缓褶皱较发育的二叠—侏罗纪陆内湖盆构造层。它们分别记录了卡拉麦里地区前石炭纪碰撞造山阶段、石炭纪后碰撞阶段和二叠纪后板内断陷-拗陷阶段的沉积-变形特征。

关键词: 卡拉麦里; 构造层; 蛇绿混杂岩带; 碰撞造山; 构造变形样式

中图分类号: P542 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2321(2009)03-0102-08

位于东准噶尔地区的卡拉麦里构造带, 是研究中亚造山带形成演化的关键地区之一。对于该区的地质构造及其演化, 前人大都是从卡拉麦里蛇绿混杂岩带及其两侧的地质组成、生物化石和年代学等方面开展研究, 认为蛇绿岩带是哈萨克斯坦古板块与西伯利亚古板块之间的石炭纪缝合带, 是泥盆纪初形成的、在早石炭世晚期关闭的古洋盆残迹^[1-7]。

虽然前人对该区大地构造研究的关键内容都有相当深入的阐述, 但对演化过程中不同构造阶段的变形样式却少有系统的研究。笔者 2007 年以来先后两次赴卡拉麦里地区开展野外地质调查工作, 重点对卡拉麦里蛇绿混杂岩带、石炭系山梁砾石组和巴塔玛依内山组进行了研究, 结合前人资料发现, 该区的各套构造地层单元自晚古生代以来都经历了复杂的

收稿日期: 2009-03-12; 修回日期: 2009-05-10

基金项目: 国家油气重大专项(2008ZX05009-001)课题; 国家重点基础研究发展计划“973”项目(2007CB411305)

作者简介: 吴润江(1979—), 男, 硕士研究生, 从事构造地质学研究。E-mail: future_wrj@yahoo.com.cn

* 通讯作者简介: 郭召杰(1963—), 男, 教授, 主要从事构造地质学教学和研究。E-mail: zjguo@pku.edu.cn

构造运动,形成了特征性的构造-岩石组合。这些组合清晰地记录了该区的构造事件和演化历史,进一步厘清了晚古生代的构造格局。本文基于现有资料的综合分析,根据不同构造单元的构造变形样式,划分构造层,尝试恢复并揭示卡拉麦里地区的地质组成、结构和演化历史。

1 地质背景

从区域构造特征看,卡拉麦里地区可分为卡拉麦里蛇绿混杂岩带、南侧的将军庙地块和北侧野马泉构造带,三者之间以区域性断裂带为界(图1)。卡拉麦里蛇绿混杂岩带位于卡拉麦里断裂以北,卡姆斯特至柳树泉一线以南,该带呈 NWW 向延伸,宽度 10~20 km,主要由蛇绿岩块和混杂基质组成。卡拉麦里蛇绿混杂岩带以北由泥盆系和石炭系为主

的火山碎屑岩及侏罗系陆源碎屑岩组成,地层走向北西西,朝南陡倾斜,且发育了大规模的晚石炭世—二叠纪岩浆活动所形成的复合岩基,主要由花岗质岩石组成。卡拉麦里蛇绿混杂岩带以南由一套泥盆纪以来的火山-沉积岩组成,其代表性的地层单元分别是中泥盆统卡拉麦里组,石炭系山梁砾石组、巴塔玛依内山组和石钱滩组等。总体层序北老南新,地层走向北西,倾向南西,陡倾斜。

山梁砾石组为一套具有磨拉石特征的粗碎屑岩,袁复礼先生 1930 年在卡拉麦里山南侧双井子一带将其命名为“山梁漂砾层”,认为其成因可能与冰川有关;1965 年新疆地矿局将这套粗碎屑岩改称为“山梁砾石组”,并一直沿用至今^[8-9]。在 1:20 万库普幅地质图上被命名为松喀尔苏组,主要由砾岩、砂岩组成。该套地层向南东延伸,相变为一套以灰黑色泥质粉砂岩、灰色砂岩、含砾粗砂岩为主的陆源粗

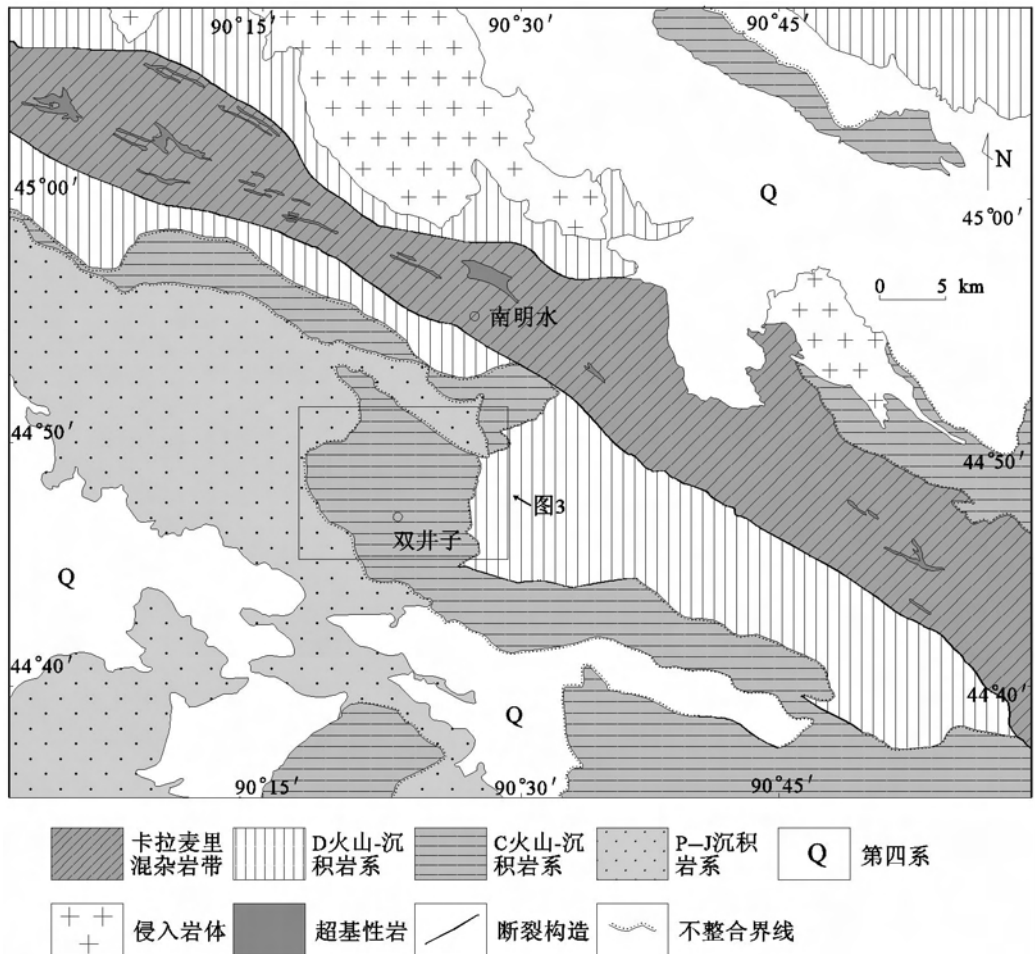


图1 东准噶尔卡拉麦里地区地质图
(据 1:20 万区域地质图修改)

Fig.1 Sketch geological map of Kalamaili in eastern Junggar

碎屑岩,即塔木岗组;向北西延伸到滴水泉一带,改称为滴水泉组,相变为一套含页岩、泥岩的碎屑岩。相比山梁砾石组,塔木岗组和滴水泉组砾石直径明显变小,砂岩、粉砂岩成分增多。1996年新疆岩石地层学层时认为,滴水泉组和塔木岗组为同一套地层不同的命名,山梁砾石组位于这套地层的上部层位,同为早石炭世早期地层^[8-9]。

巴塔玛依内山组不整合在山梁砾石组之上,为一套陆相火山岩,主要由亚碱性—碱性、富钾的中、基性岩组成,在巴塔玛依内山附近厚达4 000多米,近年来有人认为这套火山岩是形成于后碰撞期伸展背景下的火山活动产物^[10-11]。该套火山岩地层的时代,新获得安山岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 $(350.0 \pm 6.3) \text{ Ma}$ ^[12],表明其为早石炭世早期地层。

石钱滩组地层不整合在巴塔玛依内山组火山岩地层之上,为一套富含丰富化石的浅海—滨海相碎屑岩和生物灰岩地层,即1:20万库普幅地质图上的双井子组,该套地层的石灰岩段产牙形石 *Idiognathodus clavi formis*、*Streptognathodus suberectus*、*S. parvus*、*S. concinnus*。这些牙形石中,*Streptognathodus suberectus* 和 *S. parvus* 最早发现在美国内华达州莫洛组下部^[13],莫洛组属于宾夕法尼亚系的下部,是晚石炭世早期地层。

2 卡拉麦里地区的构造层划分

构造层是指地壳发展过程中在一定构造单元里、一定构造阶段中形成的岩石组合,在时间上代表地壳发展历史的一定构造阶段,空间上代表构造运动所影响的范围。构造层的划分主要依据地层的岩石组合特征及沉积充填序列、不整合和构造变形特征^[14]进行的。卡拉麦里地区前石炭系、石炭系及二叠—侏罗系在构造变形上表现出明显的差异性,且在泥盆系与石炭系、石炭系与二叠系以及三叠系与侏罗系之间都有区域性的角度不整合面存在。

因此,依据地层的构造变形特征、地层不整合关系和岩石组合特征3个主要方面,将卡拉麦里地区划分为以下构造层。(1)造山带基底构造层:以卡拉麦里蛇绿混杂岩带为代表,由蛇绿岩和混杂基质组成,发育强烈变形的褶皱、劈理,与两侧地层均为断层接触。(2)石炭纪后碰撞构造层:为一套具有磨拉石特征的粗碎屑岩、陆相火山岩—火山碎屑岩和碳酸

盐岩,经历了后期褶皱改造,变形较强,以开阔褶皱为主;其底界的下石炭统与泥盆系之间为角度不整合接触。(3)二叠—侏罗纪陆内湖盆构造层:主要为一套陆源碎屑岩沉积,受区域伸展变形作用的改造,发育大量高角度正断层,褶皱变形微弱;其底界下二叠统以高角度不整合超覆在石炭系之上。

3 构造层主要特征

3.1 造山带基底构造层——卡拉麦里蛇绿混杂岩带

卡拉麦里蛇绿混杂岩带呈北西西—南东东走向断续出露在卡拉麦里山、塔克扎勒山和莫钦乌拉山等地。在卡拉麦里山,蛇绿混杂岩带连续性好,由不同性质的蛇绿岩块和混杂基质两部分组成。混杂堆积的基质主要为暗色凝灰质角砾岩、含砾凝灰岩、泥岩、砂岩、钙质千枚岩、复理石等,多呈片理化或千枚岩化(图2a),在1:20万地质图中被命名为“南明水组(C_1n)”。蛇绿岩块主要由辉石岩、辉长岩、玄武岩、红色硅质岩等外来岩块组成。

带内的地层岩石以强塑性压扁及韧性剪切变形为主,主要表现为构造劈理及大量无根褶皱的发育、各种基性—超基性岩体与其他岩块相混杂形成的构造混杂岩带和各种糜棱状结构的岩石存在。劈理具有塑性流动的特点,呈似片麻状。由于受到后期构造置换和改造,产状变化比较大,主体为北东30°倾向,倾角80°左右。伴随变形作用发生的变质分异作用,形成较多的石英质脉体,沿劈理面分布,与定向排列的暗色岩石一起构成明暗相间的条带状构造岩块(图2b)。劈理常置换了原生层理,形成条纹状的砂岩体,易被误认为层理。石英脉体遭受强烈的韧性变形,形成钩状无根褶皱时,可以明确分辨出劈理和层理(图2c、d)。混杂岩带中蛇绿岩块和其他构造岩块彼此之间多以断层相接触,不具有原始的层位关系。断裂带中也发生强烈片理化和糜棱岩化,片理走向与区域构造线一致,一般为290°~310°左右。这些特征明显区别于陆内造山阶段的中—低温变形,是深部构造层次的变形构造。

原认为的“南明水组(C_1n)”,实际上是混杂带的基质单元,岩石中褶皱变形明显,叠瓦状逆冲断片发育,拖曳褶皱、擦痕、阶步、羽列普遍,时代为中泥盆世—早石炭世岩块和地层的混杂带^[7],已经不具有正常的地层层序,与其同时代的弧间残余海盆沉

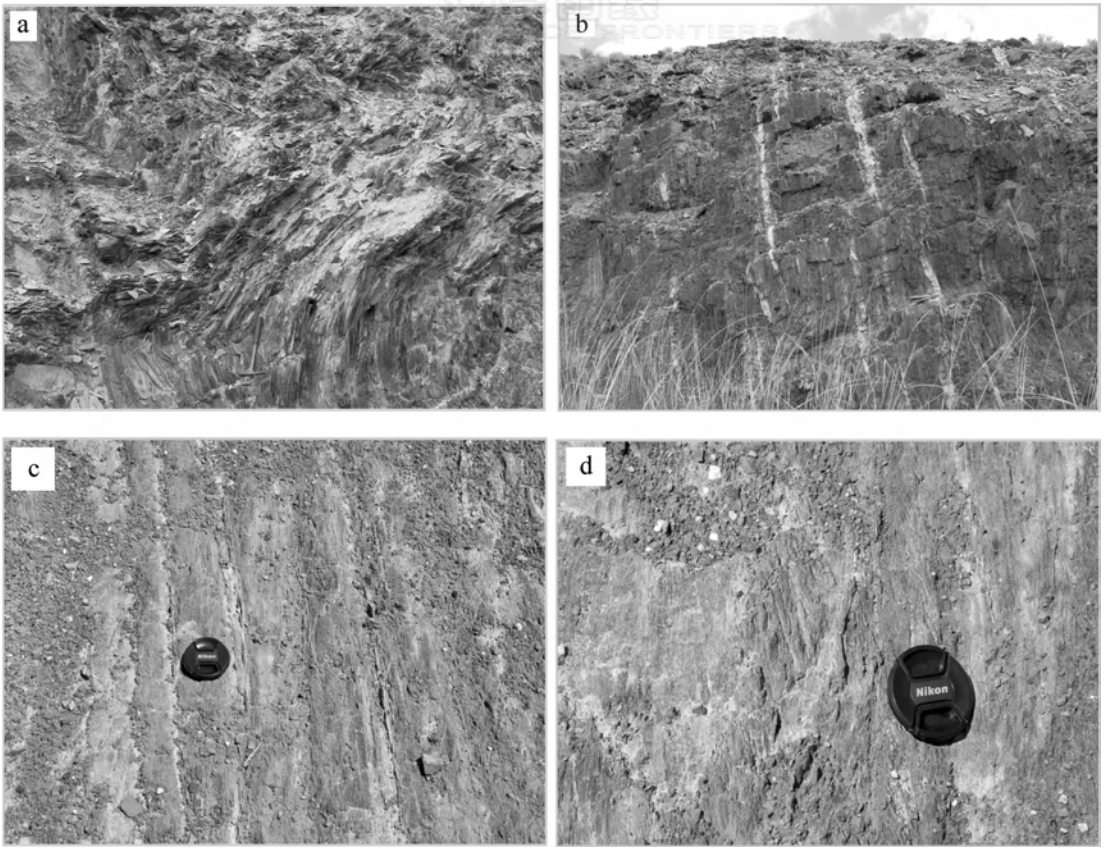


图2 卡拉麦里蛇绿混杂岩带中构造照片

Fig. 2 Structure characteristics of Kalamaily ophiolite mélangé belt

a—岩层劈理化;b—面理条带状构造;c—原生层理置换;d—岩层中发育的无根褶皱

积的卡姆斯特组地层显然不同^[15],因此,不能按正常地层层序对待。

以上可以看出,卡拉麦里蛇绿混杂岩带主要由构造岩块组成,这些构造岩块之间常以断层或韧性剪切带相混杂堆垛在一起,总体呈带状岩块群侵位于野马泉构造带和将军庙地块之间。各构造岩块边界乃至岩块内部变形极为复杂,表现为各种变形构造相互叠加改造,共同构成一幅复杂却也规律的构造图像。结合前人研究成果,可以认为该区存在古洋盆的遗迹,在大洋俯冲、碰撞过程中,构造变形强烈,卡拉麦里地区应处在大陆碰撞结合部位,为挤压碰撞环境下的产物。

3.2 石炭纪后碰撞构造层

卡拉麦里洋盆的关闭不是该区构造运动的结束和静止,后碰撞构造层是在弧-陆碰撞后阶段形成的,发育于泥盆纪的被动陆缘之上^[5]。卡拉麦里山南侧石炭系地层间多发育角度不整合接触,主要由下石炭统山梁砾石组(C_1s)、巴塔玛依内山组(C_1b)和上石炭统石钱滩组(C_2s)组成。山梁砾石组为一

套具有磨拉石特征的粗碎屑岩,厚度达1 600 m左右,地层本身多形成近东西向的较宽缓的褶皱,朝南陡倾斜。但扭曲较厉害,常形成方向不定的尖棱褶曲。岩性以砾岩、砂岩为主,夹粉砂岩及碳质页岩薄层。砾石分选差,棱角一次棱角状,成分主要为闪长岩、花岗岩、硅质岩等。砾石产状及地球化学成分显示,其源区位于卡拉麦里深断裂以北区域。巴塔玛依内山组沿构造层边缘呈近带状分布,具明显的裂隙喷发特征,推测其是沿隐伏断裂上升而形成的。岩性以中、基性的安山玢岩、玄武玢岩为主,夹大量的酸性霏细岩、珍珠岩及火山碎屑岩。石钱滩组呈一狭长的单斜条带,主要由一套滨海相沉积砾岩、砂岩、碳质页岩及浅海相生物灰岩、钙质砂岩、砂砾岩组成。

在石炭纪构造层中,变形主要为开阔的短轴背斜、向斜,有的呈穹隆状,一般不发育流劈理。褶皱延伸方向与区域构造线方向基本一致,但其内部则较为复杂,除北西向外,还见有北东及北北西等方向出现。双井子地区褶皱发育,总体上呈北西向的开

阔背斜,核部为山梁砾石组,两翼由巴塔玛依内山组及石钱滩组构成(图3)。在巴塔玛依内山组火山岩内部,又形成了规模更小的开口向斜,方向北西,产状 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 左右。通过褶皱两翼的岩层产状($88^{\circ}/NW\angle 45^{\circ}, 312^{\circ}/SW\angle 52^{\circ}$),求得褶皱枢纽产状为 $293^{\circ}/\angle 23^{\circ}$,翼间角 88° ,属斜歪倾伏褶皱(轴面倾角为 72°)。该构造层中褶皱和断层未显示出明显的定向性,为较强变形区的特征构造面貌。

石炭纪构造层为典型的后碰撞构造阶段产物,主要由一套具磨拉石特征的粗碎屑岩和后碰撞陆相火山岩组成。与其以北的蛇绿混杂岩带相比,在褶皱、断裂和变质作用等方面均不发育。褶皱形态指示了其构造应力状态有一定的继承性,为弱挤压—弱伸展构造环境,相对碰撞造山期构造变形强度明显较低。

3.3 二叠—侏罗纪陆内断陷湖盆构造层

由于造山后区域性的伸展作用,卡拉麦里地区在后造山期主要沉积了二叠系将军庙组(P_2j)、平地泉组(P_2p),三叠系和侏罗系。将军庙组发育大套冲积扇—河流相沉积,以高角度不整合超覆在石钱滩组之上,部分地段超覆到巴塔玛依内山组之上。主要是一套红色、紫红色、橙黄色砾岩夹砂岩、粉砂岩和泥岩等,向上粉砂岩逐渐增加,出现碳质页岩。平地泉组形成山前平缓的单斜构造,微角度不整合于

将军庙组之上,主要是一套橘黄色—黄绿色硬砂岩夹薄层状泥岩、碳质泥岩,主要为湖相—沼泽相沉积,表明其为一个湖侵的过程。三叠纪和侏罗纪,该区继承了二叠纪以来的沉积拗陷,进入了中、新生代内陆盆地演化阶段。三叠系主要由一套陆相砾岩夹泥质粉砂岩、泥岩组成;侏罗系为一套砾岩、砂砾岩、砂岩及粉砂质泥岩沉积,含煤及菱铁矿透镜体。在区域上,侏罗系和三叠系之间存在一个角度不整合界面,但多为冲刷间断面接触,侏罗纪始终处于下沉环境。随着湖盆逐渐扩大,侏罗系超覆范围扩大,部分地段直接超覆于二叠系或石炭系之上,但在侏罗纪和三叠纪时,卡拉麦里地区均处于伸展状态,发育板内拗陷盆地^[16]。

受区域构造运动影响,二叠—侏罗纪陆内湖盆构造层发育了一些较平缓的褶曲、穹隆和鼻状构造,构造线大致沿北西—南东向呈弧形分布(图4),有人认为其为复式背向斜—断弯褶皱构造^[17]。而切过卡拉麦里山前五彩湾凹陷的南北向地震剖面显示(图5),卡拉麦里地区二叠系中存在大量的高角度正断层。这些断层强烈控制了其两侧的地层厚度,位于断层上盘的五彩湾凹陷部分沉积明显增厚,而下盘对应的沉积厚度明显小于上盘^[18]。这些特征显示断层为同沉积断层,而张性环境下形成的同沉积断层指示了该构造层形成于造山期后的伸展构造环境。

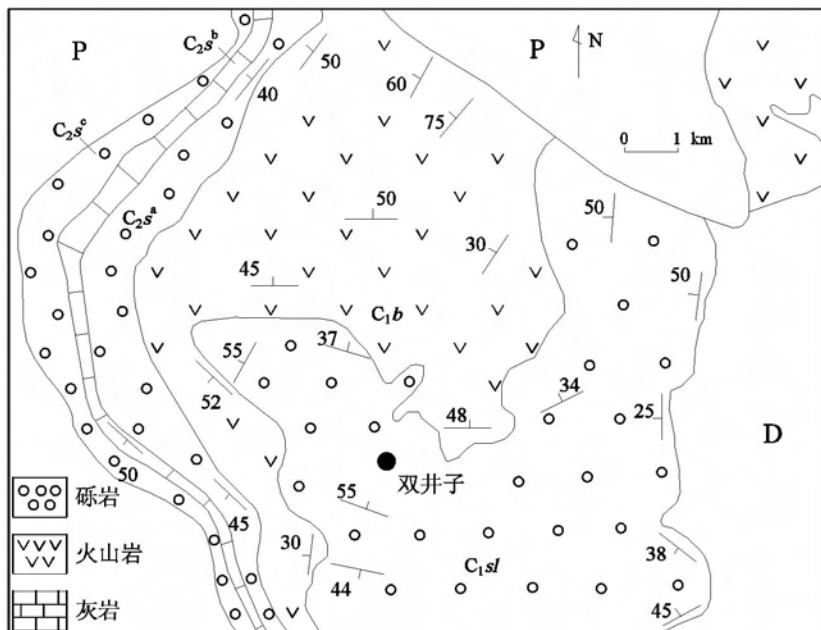


图3 双井子地区褶皱平面图
Fig. 3 Map of folds in Shuangjingzi area

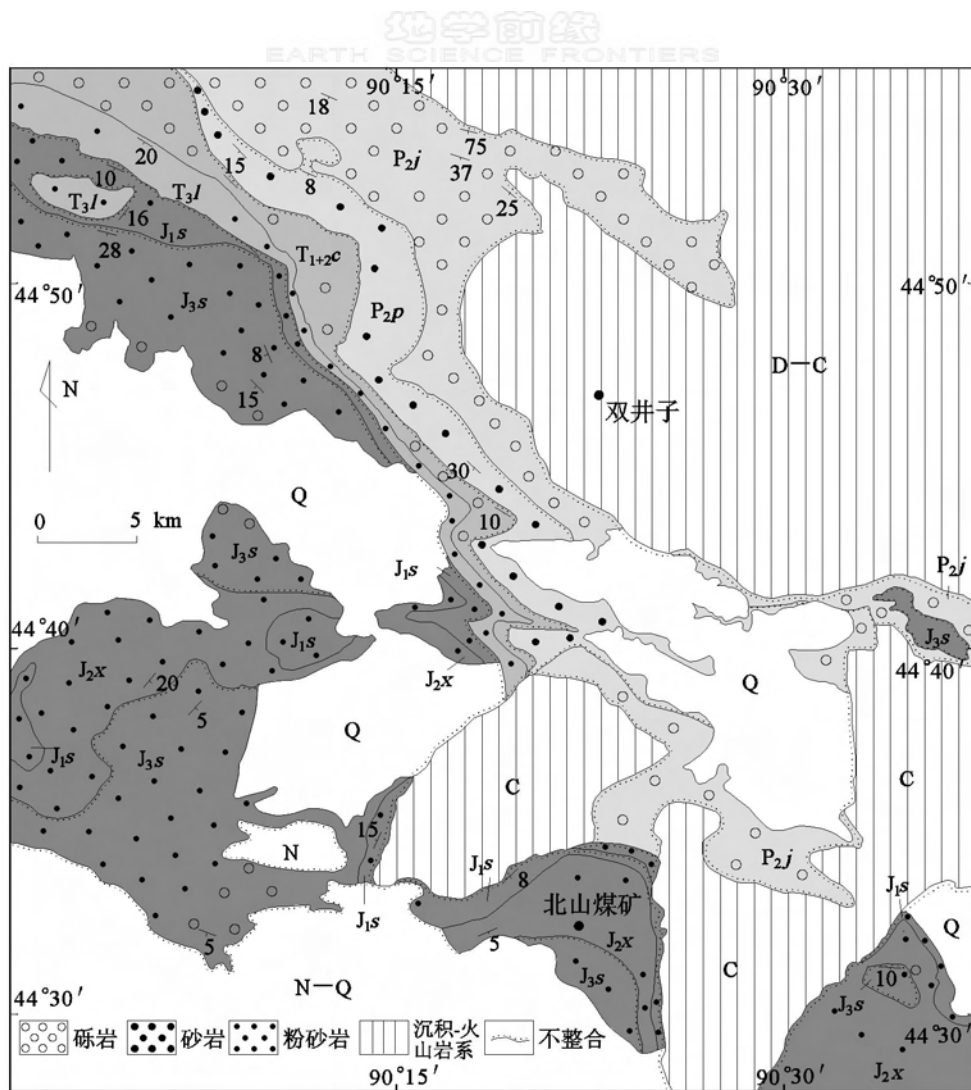


图4 二叠—侏罗纪褶皱构造图

Fig. 4 Structural map of folds in Permian-Jurassic

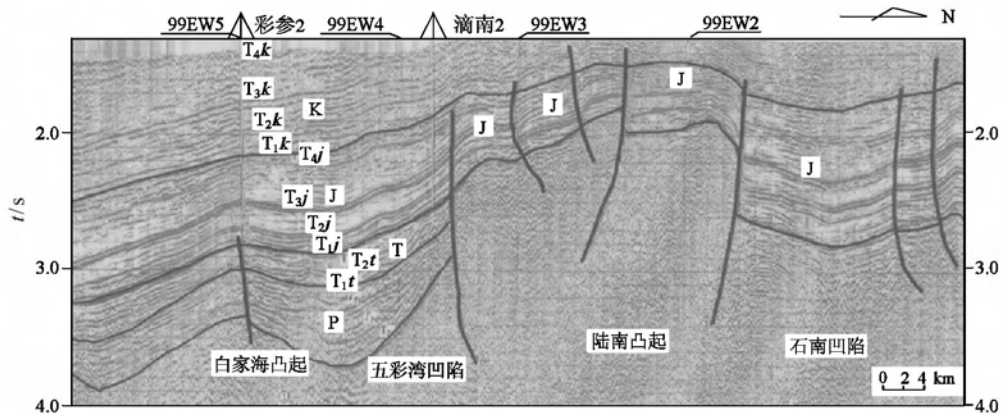


图5 五彩湾凹陷地震剖面图

Fig. 5 Seismic section of Wucaiwan Sag

4 讨论

晚古生代以来,卡拉麦里地区经历复杂的构造运动,形成了特征性的构造岩石组合。结合区域性角度不整合,该区划分为造山带基底构造层、石炭纪后碰撞构造层和二叠—侏罗纪陆内湖盆3个构造层。造山带基底构造层主要是指卡拉麦里蛇绿混杂岩带,主要由构造岩块组成,总体呈带状构造侵位于野马泉构造带和将军庙地块之间。混杂带内发育劈理及无根钩状褶皱。石炭纪后碰撞构造层发育了大量的粗碎屑岩和火山岩,构造变形以开阔褶皱为主,断层无明显定向。二叠—侏罗纪陆内湖盆构造层发育大量的陆相碎屑岩沉积,构造变形以高角度正断层为主,有少量平缓褶皱存在。

3个构造层,在岩性组合方面来看,从蛇绿岩带的混杂岩到大量粗碎屑岩的磨拉石建造和随后的火山岩,再到陆相红色建造和含煤建造,岩性的组合特征记录了一个从碰撞造山到陆内伸展断陷的构造演化过程。从构造变形方面来说,早期主要发育的是劈理及无根钩状褶皱,随后的构造变形却以开阔褶皱为主,后期的变形仅发育平缓褶皱,主要以高角度正断层的发育为主。褶皱变形强度的逐渐减弱和后期正断层的发育也记录了从碰撞造山到陆内这样一个构造背景下的构造运动,分别是在挤压、弱挤压—弱伸展、伸展构造背景下的反应。3个构造层岩石组合和构造变形特征分别对应了碰撞造山阶段、后碰撞转换阶段以及板内伸展断陷阶段。

对新疆东部古生代地壳的形成与演化,地质学界一直存在不同的认识,一个最主要的争论点是卡拉麦里洋盆的闭合时限。国内大部分学者依据岩石组合特征与生物化石,认为该洋盆在早石炭世晚期关闭^[6-7]。本文在卡拉麦里地区划分出造山带基底构造层、石炭纪后碰撞构造层和二叠—侏罗纪陆内湖盆3个构造层,分别对应的是碰撞造山阶段、后碰撞转换阶段以及板内伸展断陷阶段。显而易见,卡拉麦里洋盆的闭合应在石炭系以磨拉石沉积为代表的后碰撞构造层形成之前。在石炭纪后碰撞层的巴塔玛依内山组获得了早石炭世的SHRIMP锆石年龄(350.0 ± 6.3) Ma,该套地层又与下伏的磨拉石建造(C_1sI)以高角度不整合相接触。因此,卡拉麦里洋盆至少在早石炭世早期就已经闭合了。

5 结论

(1)晚古生代以来,卡拉麦里地区可以划分为造山带基底构造层、石炭纪后碰撞构造层和二叠—侏罗纪陆内湖盆3个构造层。造山带基底构造层以卡拉麦里蛇绿混杂岩带为代表,由蛇绿岩和混杂基质组成,发育强烈变形的褶皱、劈理,与两侧地层均为断层接触。石炭纪后碰撞构造层为一套具有磨拉石特征的粗碎屑岩、陆相火山岩—火山碎屑岩和碳酸盐岩,经历了后期褶皱改造,变形较强,以开阔褶皱为主。其底界的下石炭统与泥盆系之间为角度不整合。二叠—侏罗纪陆内湖盆构造层主要为一套陆源碎屑岩沉积,受区域伸展变形作用的改造,发育大量高角度正断层,褶皱变形微弱。其底界下二叠统以高角度不整合超覆在石炭系之上。

(2)3个构造层岩石组合和构造变形特征对应了碰撞造山阶段、后碰撞转换阶段以及板内伸展断陷阶段,而卡拉麦里洋盆至少在后碰撞转换阶段以前,即早石炭世早期就已经闭合了。

References:

- [1] He G Q, Li M S, Liu D Q, et al. Evolution of Paleozoic Crust and Metallogenic in Xinjiang, China [M]. Ürümqi: Xinjiang Peoples Publishing House, 1994: 1-477 (in Chinese).
- [2] Li J Y, Xiao X C, Tang Y Q, et al. The headway research of late plate tectonics in the southern part of East Junggar, Xinjiang [J]. Chinese Science Bulletin, 1988, 33: 762-764 (in Chinese).
- [3] Li J Y, Zhu B Q, Feng Y M, et al. Confirmation of the unconformable relationships between the Nanmingshui Formation and ophiolites and their significance [J]. Geological Bulletin of China, 1989, 3: 250-255 (in Chinese).
- [4] Li J Y, Xiao X C, Tang Y Q, et al. Main characteristics of late Paleozoic plate tectonics in the southern part of East Junggar, Xinjiang [J]. Geological Review, 1990, 36 (4): 305-316 (in Chinese).
- [5] Li J Y. Main characteristics and emplacement processes of the East Junggar ophiolites, Xinjiang [J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11 (Suppl): 73-84 (in Chinese).
- [6] Li J Y. Late Neoproterozoic and Paleozoic tectonic framework and evolution of Eastern Xinjiang, NW China [J]. Geological Review, 2004, 50 (3): 304-322 (in Chinese).

- [7] Shu L S, Wang Y J. Late Devonian-Early Carboniferous radiolarian fossils from siliceous rocks of the Kalamaily ophiolite, Xinjiang[J]. Geological Review, 2003, 49(4): 405-412(in Chinese).
- [8] Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Autonomous Region (BGMRX). Stratigraphy (Lithostratic) of Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996: 1-430(in Chinese).
- [9] Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Autonomous Region (BGMRX). Regional Geology of Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 1-841(in Chinese).
- [10] Wu X Q, Liu D L, Wei G Q, et al. Geochemical characteristics and tectonic settings of Carboniferous volcanic rocks from Ludong-Wucaiwai Area, Junggar Basin[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(1): 55-66(in Chinese).
- [11] Zhao X, Jia C Z, Zhang G Y, et al. Geochemistry and tectonic settings of Carboniferous intermediate-basic volcanic rocks in Ludong-Wucaiwai, Junggar Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15(2): 272-279(in Chinese).
- [12] Tan J Y, Wu R J, Zhang Y Y, et al. The characteristics and geochronology of volcanic rocks of Batamayineishan Formation in Kalamaily, Eastern Junggar, Xinjiang[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(3): 539-546(in Chinese).
- [13] Zhao Z X, Zhang G Z, Xiao J N. Paleozoic Stratigraphy and Conodonts in Xinjiang[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2000: 1-340(in Chinese).
- [14] Zhou D W, Li W H, Zhang Y X, et al. Methods and Practices of Regional Geology Comprehensive Research; The Guide Book of Geology Field Practices in Ordos Basin-Qinling Orogenic Belt[M]. Beijing: Science Press, 2002: 1-347(in Chinese).
- [15] Zhang X H, Li T S, Hu N G, et al. Late Paleozoic sedimentary records in Kamuste Area, Eastern Junggar, Xinjiang: Provenance and facies analyses[J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37(1): 13-26(in Chinese).
- [16] Wang F T, Song Z Q, Wu S Z, et al. The Palaeogeographic and Geo-ecological Atlas of Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Beijing: Sino Maps Press, 2006: 1-226(in Chinese).
- [17] Li T, Zhang J, Lu M A. Study on basin-mountain coupling in east segment of southern margin and northeastern margin of Junggar Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2008, 29(6): 680-686(in Chinese).
- [18] Fang S H, Jia C Z, Guo Z J, et al. New view on the Permian evolution of the Junggar Basin and its implications for tectonic evolution[J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13(3): 108-121(in Chinese).
- 参考文献:**
- [1] 何国琦, 李茂松, 刘德权, 等. 中国新疆古生代地壳演化与成矿[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994: 1-477.
- [2] 李锦轶, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区古板块构造研究的新进展[J]. 科学通报, 1988, 33: 762-764.
- [3] 李锦轶, 朱宝清, 冯益民, 等. 南明水组 and 蛇绿岩之间不整合关系的确认及其意义[J]. 地质通报, 1989, 3: 250-255.
- [4] 李锦轶, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区古生代板块构造的基本特征[J]. 地质论评, 1990, 36(4): 305-316.
- [5] 李锦轶. 新疆东准噶尔蛇绿岩的基本特征和侵位历史[J]. 岩石学报, 1995, 11(增刊): 73-84.
- [6] 李锦轶. 新疆东部新元古代晚期和古生代构造格局及其演变[J]. 地质论评, 2004, 50(3): 304-322.
- [7] 舒良树, 王玉净. 新疆卡拉麦里蛇绿岩带中硅质岩的放射虫化石[J]. 地质论评, 2003, 49(4): 408-413.
- [8] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 1-430.
- [9] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1-841.
- [10] 吴小奇, 刘德良, 魏国齐, 等. 准噶尔盆地陆东—五彩湾地区石炭系火山岩地球化学特征及其构造背景[J]. 岩石学报, 2009, 25(1): 55-66.
- [11] 赵霞, 贾承造, 张光亚, 等. 准噶尔盆地陆东—五彩湾地区石炭系中、基性火山岩地球化学及其形成环境[J]. 地学前缘, 2008, 15(2): 272-279.
- [12] 谭佳奕, 吴润江, 张元元, 等. 东准噶尔卡拉麦里地区巴塔玛依内山组火山岩特征和年代确定[J]. 岩石学报, 2009, 25(3): 539-546.
- [13] 赵治信, 张桂芝, 肖继南. 新疆古生代地层及牙形石[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000: 1-340.
- [14] 周鼎武, 李文厚, 张云翔, 等. 区域地质综合研究的方法与实践: 鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质野外实习指导书[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 1-347.
- [15] 张晓晖, 李铁胜, 胡能高, 等. 新疆东准噶尔卡姆斯特晚古生代沉积记录: 物源和沉积作用研究[J]. 地质科学, 2002, 37(1): 13-26.
- [16] 王福同, 宋志齐, 吴绍祖, 等. 新疆维吾尔自治区古地理及地质生态图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 2006: 1-226.
- [17] 李涛, 张进, 卢苗安. 准噶尔盆地南缘东段、东北缘益山耦合研究[J]. 新疆石油地质, 2008, 29(6): 680-686.
- [18] 方世虎, 贾承造, 郭召杰, 等. 准噶尔盆地二叠纪盆地属性的再认识及其构造意义[J]. 地学前缘, 2006, 13(3): 108-121.