

昆秦接合部海西期苦海—赛什塘 分支洋的存在及其证据

张智勇^{1,2}, 殷鸿福¹, 王秉璋², 王瑾², 张克信¹

1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

2. 青海省地质调查院, 青海西宁 810012

摘要: 在昆仑与秦岭造山带东、西接合部位, 通过详细填图与解剖发现海西期在苦海—赛什塘一带, 存在一条 NEE 向与东昆仑布青山—阿尼玛卿洋相连通的分支小洋盆, 称为苦海—赛什塘分支洋。晚泥盆世—石炭纪是苦海—赛什塘分支洋扩张时期, 出现大量似洋壳物质, 雪穷、错扎玛洋脊型蛇绿岩是该时期的物质表现, 蛇绿岩组合中的⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄(368.6 ± 1.4)Ma, 与布青山—阿尼玛卿洋扩张洋盆形成时期相吻合。扩张形成的苦海—赛什塘分支洋蛇绿岩组合显示属于发育不成熟的有限小洋盆。扩张作用表现之一是大量记录在裂解块体岩片和结晶基底中的构造热事件, 如龙通斜长角闪岩、角闪石低温坪年龄(358.9 ± 3.2)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)、羊曲云母石英构造片岩黑云母坪年龄(387.3 ± 2.3)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)、苦海黑云斜长片麻岩等时线年龄(336 ± 2.2)Ma(Rb—Sr)、扎那合惹斜长角闪岩角闪石低温坪年龄(376.9 ± 0.9)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)等反映了裂解时限; 其次是侵入裂解块体岩片中的拉龙洼辉绿岩墙群辉石³⁹Ar/⁴⁰Ar 坪年龄为 398.4 Ma, 反映初始扩张始于泥盆纪。早—中二叠世分支洋发展进入俯冲消减阶段, 早期沿柴达木微陆块东南缘形成了早二叠世岛弧火山岩(264 Ma)和纳木龙俯冲型花岗岩(267 Ma), 晚期随着俯冲作用加剧, 发生中高压相变质, 并沿消减带逐步形成俯冲增生杂岩楔。晚二叠世在柴达木和若尔盖微陆块相互作用下, 发生弧—陆碰撞对接, 昆秦接合部地区苦海—赛什塘分支洋闭合, 弧—陆碰撞过程形成了晚二叠世搓卡碰撞型含白云母花岗岩和格曲组同碰撞磨拉石沉积。

关键词: 昆秦接合部; 苦海—赛什塘; 海西期; 分支洋; 多岛小洋盆。

中图分类号: P53

文章编号: 1000—2383(2004)06—0691—06

收稿日期: 2003—10—18

Presence and Evidence of Kuhai-Saishitang Branching Ocean in Copulae between Kunlun-Qinling Mountains

ZHANG Zhi-yong^{1,2}, YIN Hong-fu¹, WANG Bing-zhang², WANG Jin², ZHANG Ke-xin¹

1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Geological Survey Institute of Qinghai, Xining 810012, China

Abstract: A branching ocean basin, to be known as the Kuhai-Saishitang branching ocean, has been discovered in the area between the Kunlun and Qinling Mountains, China. The Kuhai-Saishitang branching ocean was discovered by detailed mapping and analysis, which revealed an ophiolite complex in a north-north-east orientated branching basin connected to the Buqingshan-Animaqing ocean. The basin includes Xueqiong and Cuozaama MOR-type ophiolites which indicate that spreading of the basin took place in the Late Devonian-Carboniferous. This is supported by an Ar⁴⁰/Ar³⁹ age for the ophiolite complex/compound (which compound?) of (368.6 ± 1.4)Ma, which is contemporaneous with the formation of the Buqingshan-Animaqing ocean. The ophiolite present indicates that the oceanic lithosphere of the Kuhai-Saishitang basin formed in a small, immature ocean basin. One behavior of expansion is tectonic hot event heavy recorded in cracking block slice and crystal base, for instance, amphibole ⁴⁰Ar/³⁹Ar low temperature plateau age of amphibolite in Longtong area is (358.9 ± 3.2)

基金项目: 教育部优秀博士论文基金项目“造山带混杂岩区非史密斯地层研究——以青海东昆仑和拉脊山混杂岩带为例”(No. 200228); 中国地质调查局项目“1:25万兴海幅地质填图”(No. 19961300010122)和“1:25万冬给措纳湖幅地质填图”(No. 19961300010121)。

作者简介: 张智勇(1964—), 男, 地质高级工程师, 在读博士, 主要从事青藏高原区域地质填图与研究。

Ma, biotite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age of mica-quartz tectonic schist in Yangqu area is $(387.3 \pm 2.3)\text{Ma}$, Rb-Sr isochrone age of biotite plagioclase-gneiss in Kuhai area is $(336 \pm 2.2)\text{Ma}$, amphibole $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ low temperature plateau age of amphibolite in Zanaheru is $(376.9 \pm 0.9)\text{Ma}$, these ages reflect cracking time limit. The pyroxene $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ plateau age of diabase in cracking slice in Lalongwa is 398.4Ma which reflects that expansion began in the Devonian. There is evidence of the formation of a volcanic island arc in the Early Permian (264Ma) and subduction occurring along the south-east edge of the Chaidamu minor continental block in the Early-Middle Permian (267Ma). The subduction is marked by the presence of subduction-type granite which was altered by middle-high pressure metamorphism as the strength of the subduction increased. Also associated with the subduction zone is a hyperplasia mélangé wedge. In the Late Permian, the interaction of the Chaidamu and Ruorgai minor continental blocks caused arc-continent collision which resulted in the closure of the Kuhai-Saishitang branching ocean and the formation of collision-type mica-containing granite in the Cuoka area and the deposition of syn-collision molasse sediments of the Gequ Group.

Key words: joint area between Kunlun and Qinling Mountains; Kuhai-Saishitang; Hercynian; branching ocean; archipelagic oceanic basin.

0 引言

东昆仑、西秦岭造山带东西向交接于苦海至共和一带,由此形成了昆秦接合部极其复杂的地质构造格局(黄汲清和陈炳蔚,1987;肖序常等,1988;许志琴等,1992)。近年来随着造山带填图新理论、新方法的应用,尤其是非威尔逊旋回理论和非史密斯方法在造山带地质填图中的实践,提高了对昆秦接合部的地质研究程度(张克信等,1997;王国灿等,1997;Zhang *et al.*, 2000;张克信等,2001;张智勇等,2002;张克信等,2003)。通过详细的地质填图与解剖研究,发现了一系列海西期古特提斯洋形成与演化的新证据,证明在昆秦接合部苦海—赛什塘一带存在一条古特提斯分支洋。昆秦接合部海西期苦海—赛什塘分支洋的存在为进一步研究秦—祁—昆造山系地质构造格局与演化、分析成矿地质背景提供了新资料和地质依据。

1 昆秦接合部地质构造特征

昆秦接合部地质记录显示该地区主要由以下三大套构造岩石地层单元构成。

早期构造岩石地层单元,主要由昆秦接合部造山带基底岩系组成,形成于早元古代至震旦纪时期,经历强烈变质变形,变质程度达高角闪岩相—高绿片岩相,主要有早、中元古代金水口岩群变质沉积火山岩系、苦海变质侵入体、中元古代超镁铁质岩、晚元古代晋宁期侵入岩等,总体属活动型建造系列。地壳演化示踪研究表明,昆秦接合部造山带前寒武纪地壳不存在古老的太古代大陆地壳,大陆地壳生长

期在元古代,其增生机制表现为垂向与侧向增生并存的特点。晋宁期以陆块间碰撞拼合为主的强烈构造运动使柴达木、中祁连块和阿拉善等地块拼合为统一的古中国大陆地壳,完成元古代大陆地壳增生历史,奠定了后期构造演化的物质基础。

中期构造岩石地层单元,组成了近南北向展布的昆秦接合部构造蛇绿混杂岩带主体,形成于志留纪至三叠纪特提斯洋陆转换过程中,包括复杂多变的多岛小洋盆体制下各类岛弧、陆缘沉积、不同类型蛇绿岩与花岗岩、增生杂岩及陆壳背景上的裂隙与挤压海盆沉积等。它们经历长期的俯冲消减、碰撞和陆内汇聚变形等构造作用,形成了以无序为主要表征的构造混杂带,大部分以构造岩片方式产出;晚期构造岩石地层单元,包括侏罗纪至第四纪各类陆相沉积。主要有早中侏罗世造山后伸展背景下的湖相含煤沉积、第三纪与青藏高原两次夷平相关的湖相及河湖相红色碎屑岩沉积、以及与青藏高原急剧隆升有关的各类复杂成因类型的河湖沉积、河流沉积、冰积、黄土堆积、风沙沉积等。记录了陆内变形、地壳增厚及高原隆升过程。

其中晚古生代—中生代早期(泥盆纪—三叠纪)地质记录表明主造山期奠定了昆秦接合部造山带现今基本构造格局,即昆秦接合部造山带表层几何结构主体形成于泥盆纪—三叠纪主造山时期。造山带原型是古特提斯多岛小洋盆,由此产生的裂离、拼合及陆内持续汇聚等非威尔逊旋回演化铸就了昆秦接合部造山带基本构造格架,区域上主要受控于柴达木和若尔盖地块及其相互作用。自西而东划为柴达木微陆块、昆秦接合部构造混杂带、若尔盖微陆块 3 个构造单元(图 1),海西期苦海—赛什塘分支洋物

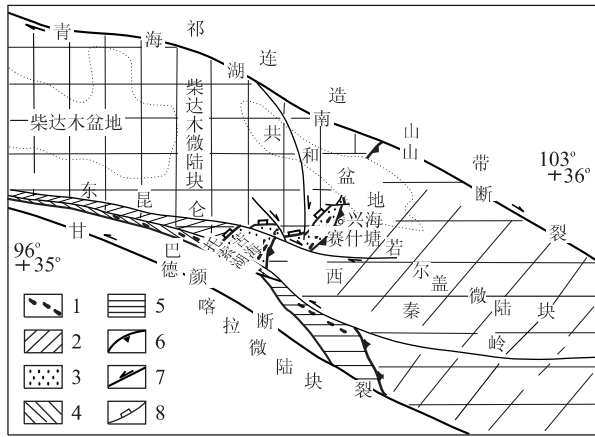


图 1 昆秦接合部区域构造略图

Fig. 1 Sketch of area structure in the joint with Kunlun-Qinling

1. 蛇绿岩; 2. 东昆仑昆南混杂岩带; 3. 西秦岭苦海—赛什塘混杂岩带; 4. 东昆仑青青山混杂岩带; 5. 阿尼玛卿混杂岩带; 6. 滑脱带; 7. 横推(走滑)断层; 8. 逆冲带

质记录即保存于昆秦接合部构造混杂带中。

2 分支洋存在的主要物质记录

昆秦接合部苦海—赛什塘地区保存的古特提斯洋壳演化较为连续和完整, 洋陆转换的过程比较清晰, 其中晚古生代蛇绿岩、二叠纪中高压变质带、晚古生代不同造山过程岩浆作用事件等物质记录揭示了海西期苦海—赛什塘分支洋的存在及其演化历程。

苦海—赛什塘海西期蛇绿岩与古特提斯多岛小洋盆格局, 野外详细填图和系统的地质、岩相、地球化学、年代学(形成、就位)研究, 发现在昆秦接合部存在着一条晚古生代蛇绿岩。蛇绿岩呈规模不一的构造岩块断续展布于昆秦接合部构造混杂带苦海—赛什塘一带, 称为苦海—赛什塘晚古生代蛇绿岩(王秉璋等, 2000)。其组分主要有超镁铁质岩、堆晶岩、枕状玄武岩、辉绿岩墙及含放射虫硅质岩等, 同位素测年资料反映蛇绿岩形成时代可能为晚泥盆—早二叠世, 属海西期, 地质、地球化学特征分析表明苦海—赛什塘海西期蛇绿岩可能形成于小洋盆、弧后盆地或边缘海等构造环境。

在区域上, 苦海—赛什塘蛇绿岩可与以西的布青山蛇绿岩、以东的阿尼玛卿蛇绿岩相对比, 均为同期、同成因的晚古生代蛇绿岩, 属古特提斯大洋的一部分(黄继春等, 1999)。上述蛇绿岩往往不是大洋中脊型, 而是一些小洋盆型、弧后盆地型或边缘海

型, 表明古特提斯大洋可能不是一个宽阔的干净大洋, 而是一个由一系列微陆块、岛弧和小海(洋)盆等相间组成的宽阔纬向海洋, 即多岛小洋盆(殷鸿福和张克信, 1998)。以上分布于不同部位的蛇绿岩共同构成了古特提斯多岛小洋盆格局。

二叠纪中高压变质带及晚海西期俯冲碰撞作用: 在昆秦接合部构造混杂带内厘定出一套由二叠纪混杂岩片组成的中高压变质带, 其基质为糜棱片岩、糜棱岩及片理化碎屑岩, 其间混杂古元古代至二叠纪不同成因及物质组成的构造岩块, 基质碎屑岩类的岩石化学特征显示其古构造沉积环境与大陆岛弧密切相关, 中高压变质带的原始组分为属俯冲增生杂岩楔。岩石中沿新生面理出现多硅白云母、绿泥石、钠长石、黝帘石、黑硬绿泥石、阳起石等变质矿物, 其形成温压大致在 $400 \sim 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0.5 \sim 0.7 \text{ GPa}$ 之间, 其地热梯度为 $16 \sim 22 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$, b_0 值大于 0.904, 变质程度属中高压变质相系。糜棱岩化辉长岩块中变质纤闪石低温坪年龄 $(278.3 \pm 0.8) \text{ Ma}$, 辉石单矿物低温坪年龄 $(263.6 \pm 2.8) \text{ Ma}$ ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$), 表明经历中高压相变质作用的时间在早—中二叠纪。由中高压变质带原岩组成及变质变形热事件年龄推断昆秦接合部造山带经历了古特提斯洋壳俯冲碰撞作用, 其发生时限在二叠纪早中期。中高压变质带混杂岩中绢云母记录的变质、变形热事件年龄 $(220.22 \pm 0.51) \text{ Ma}$ 、 $(226.9 \pm 0.45) \text{ Ma}$ 、 $(229.59 \pm 0.418) \text{ Ma}$ ($^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$) 等, 则反映了该带印支晚期陆内造山作用的叠加。

岩浆作用事件及所反映的造山过程: 昆秦接合部造山带主造山期岩浆作用事件及所反映的造山过程见表 1。此外在构造混杂带内识别出出露于裂解基底岩片内的志留纪—泥盆纪 $(420 \sim 390 \text{ Ma}, \text{U-Pb})$ 弧花岗岩及沿柴达木地块东南缘展布的早二叠世岛弧火山岩 $(264 \text{ Ma}, \text{U-Pb})$ 。赋存于昆秦接合部构造混杂带裂解基底岩片中的志留—泥盆纪弧花岗岩的地质、地球化学特征指示, 该地区于早古生代晚期存在洋壳俯冲消减作用, 其构造属性为早古生代柴达木微陆块东南缘活动陆缘弧, 代表了原特提斯洋闭合产物。这一阶段的洋壳属原特提斯洋, 在北祁连地区发育完整, 其格局也属多岛洋, 存在多列弧、盆、微陆块, 柴北缘、祁漫塔格、东昆仑即属原特提斯洋弧、盆、微陆块相间构造区, 既受主大洋俯冲消减作用影响, 又受小洋盆、边缘海、弧后盆地等洋壳俯冲消减作用的控制。志留—泥盆纪弧花岗岩与

表 1 秦昆接合部海西期岩浆事件及造山过程

Table 1 Hercynian orogenic process and magmatic event on the Kunlun marches with Qinling

时代	岩石组合	岩性	同位素年龄/Ma	构造成因类型	造山过程
P ₃	搓卡	扎列里单元	263.16±19.7(Rb—Sr)	碰撞型	弧陆碰撞
		玛木龙单元			
P ₂	纳木龙	约尔根涌单元	267.8±62.2(Rb—Sr)	俯冲型	洋壳消减
		扎尔里恰单元			
D ₁		拉龙洼基性岩墙	393.5±3.0(Ar—Ar)	减薄型	多岛洋扩张
S ₃ — D ₁	志留— 泥盆纪 侵入岩 岩片	扎那合惹二长花岗岩	388.5±9.9(U—Pb)	俯冲— 碰撞型	原特提斯 洋壳消减 与弧陆碰撞
		唉呀日山花岗岩闪长岩	382.1±3.3(U—Pb)		
		乎若合片麻状石英闪长岩	401.7±2.9(U—Pb)		
		曲龙片麻状英云闪长岩	423.7±3.5(U—Pb)		
		嘎尔日片麻状石英闪长岩	413.2±(U—Pb)		

原特提斯洋闭合过程相关,可能不是主大洋的消减产物,而是小洋盆、边缘海、弧后盆地等洋壳的消减产物。它赋存于裂解基底岩片的产出状态以及与泥盆纪洋壳扩张事件同时空分布等一致说明,古特提斯多岛小洋盆的形成与原特提斯洋闭合过程紧密相关,伴随志留—泥盆纪陆缘弧形成而产生的弧后扩张作用导致了古特提斯多岛小洋盆的形成。早二叠世岛弧火山岩则更进一步从地质实体上肯定了昆秦接合部造山带早二叠世洋壳俯冲消减作用的存在。结合晚二叠世磨拉石(格曲组 P_{3g})沉积盆地的发育,昆秦接合部造山带古特提斯多岛小洋盆产生与消亡的基本过程可以概括为:泥盆纪弧后扩张;泥盆—石炭纪洋壳形成与发展,多“弧—盆”格局的形成;早—中二叠世洋壳俯冲消减;晚二叠世弧—陆碰撞。

3 海西期苦海—赛什塘分支洋演化

昆秦接合部区域构造特征反映出海西期苦海—赛什塘分支洋的原型是古特提斯洋多岛小洋盆格局中的一系列分支小洋盆,分支洋产生的构造背景始于早古生代原特提斯洋闭合过程,其动力学过程为伴随志留—泥盆纪陆缘弧形成而产生的弧后扩张作用。

海西期苦海—赛什塘分支洋是伴随原特提斯洋闭合而产生和发展起来的(图 2)。分支洋的产生与原特提斯洋的闭合,在时空分布上有着紧密联系,泥盆纪是二者重要的转换时期。祁连、柴达木等地区发育的泥盆纪磨拉石沉积、碰撞型花岗岩属于原特提斯洋闭合的最终产物,而沿柴达木南、东缘发育的泥盆纪扩张型辉绿岩墙群以及小洋盆型蛇绿岩则显示出陆壳裂离和洋壳初始扩张特征。柴达木东南缘陆

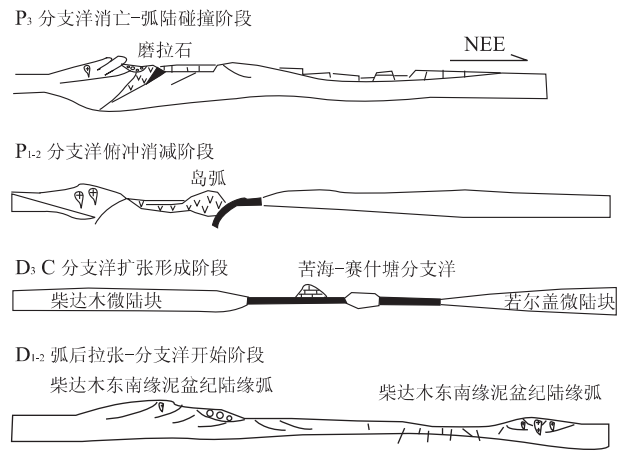


图 2 海西期苦海—赛什塘分支洋演化

Fig. 2 Evolution on Hercynian branching ocean in Kuhai-Saishitang

壳裂离与初始洋壳形成始于柴达木微陆块东南缘原特提斯陆缘岩浆弧形成而产生的弧后扩张。扩张作用表现之一是大量记录在裂解块体岩片和结晶基底中的构造热事件,如龙通斜长角闪岩、角闪石低温坪年龄(358.9±3.2)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)、羊曲云母石英构造片岩黑云母坪年龄(387.3±2.3)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)、苦海黑云斜长片麻岩等时线年龄(336±2.2)Ma(Rb—Sr)、扎那合惹斜长角闪岩角闪石低温坪年龄(376.9±0.9)Ma(⁴⁰Ar/³⁹Ar)等反映了裂解时限;其次是侵入裂解块体岩片中的拉龙洼辉绿岩墙群(辉石³⁹Ar/⁴⁰Ar坪年龄 398.4 Ma)及苦海、下大武 MORB 型蛇绿岩(400 Ma, U—Pb)等,反映初始扩张始于泥盆纪。

晚泥盆世—石炭纪是苦海—赛什塘分支洋扩张时期,出现大量似洋壳物质,雪穷、错扎玛洋脊型蛇绿岩是该时期的物质表现,蛇绿岩组合中的⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄(368.6±1.4)Ma与布青山—阿尼玛卿洋

扩张洋盆形成时期相吻合。扩张形成的洋盆不是典型的大洋,蛇绿岩组合显示出非大洋中脊类型,与典型大洋相比属于发育规模有限和不成熟的有限小洋盆和弧后盆地等,具多岛洋格局。

早—中二叠世分支洋发展进入俯冲消减阶段,早期沿柴达木微陆块东南缘形成了早二叠世岛弧火山岩(264 Ma)和纳木龙俯冲型花岗岩(267 Ma),晚期随着俯冲作用加剧,发生中高压相变质,并沿消减带逐步形成俯冲增生杂岩楔。

晚二叠世在柴达木和若尔盖微陆块相互作用下,发生弧—陆碰撞对接,昆秦接合部地区苦海—赛什塘分支洋闭合,弧—陆碰撞过程形成了晚二叠世搓卡碰撞型含白云母花岗岩和格曲组同碰撞磨拉石沉积。

4 结论

(1)在昆秦接合部苦海—赛什塘地区存在众多晚古生代蛇绿岩、二叠纪中高压变质带、晚古生代不同造山过程岩浆作用事件等物质记录,证明这一区域发育过古特提斯洋壳形成、演化历史。地质、地球化学特征显示其形成的构造环境不是大洋中脊,而是一些小洋盆、弧后盆地或边缘海,因此,苦海—赛什塘海西期出现的洋壳物质记录属于古特提斯多岛小洋盆格局中的一列小洋盆,是古特提斯大洋的分支洋;(2)昆秦接合部海西期苦海—赛什塘分支洋产生与消亡的基本过程可以概括为:泥盆纪弧后扩张,泥盆—石炭纪洋壳形成与发展、多“弧—盆”格局的形成,早—中二叠世洋壳俯冲消减,晚二叠世弧—陆碰撞;(3)海西期苦海—赛什塘分支洋的存在表明,现今横贯中国大陆中央东西相联的昆仑、秦岭山脉在海西主造山期并不是一条东西统一的造山带,而是在两者之间存在着一条近南北向的昆秦接合部造山带,构造格局主要受控于柴达木、若尔盖微陆块及其分布于二者之间苦海—赛什塘分支洋的相互作用。其形成与演化历程说明昆秦接合部构造格局并非简单的纬向特提斯大洋及其两侧板块相互作用的结果,而是复杂的多岛洋及其间多块体相互作用的结果。

本文野外调查和室内撰写期间得到青海地调院1:25万兴海幅和中国地质大学(武汉)地调院1:25万冬给措纳湖幅参加地质填图全体同志的热心帮助,在此深致谢意。

References

- Huang, J. C., Zhang, K. X., Zhu, M. Y., et al., 1999. Paleomagnetic evidence for Hercynian-Indosinian tectonogeographical evolution in eastern Kunlun orogenic zone. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 24(2): 155—160 (in Chinese with English abstract).
- Huang, J. Q., Chen, B. W., 1987. The evolution of the Tethys in China and adjacent regions. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Wang, B. Z., Zhang, Z. Y., Zhang, S. Q., et al., 2000. Geological features of lower Paleozoic ophiolite in Kuhai-Saishitang region, eastern section of eastern Kunlun. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 25(6): 592—598 (in Chinese with English abstract).
- Wang, G. C., Zhang, K. X., Liang, B., et al., 1997. Texture and tectonic slices of the eastern Kunlun orogenic belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 22(4): 352—356 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, X. C., Li, T. D., Li, G. C., et al., 1988. Tectonic evolution of the lithosphere of the Himalayas (general review). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Xu, Z. Q., Hou, L. W., Wang, Z. X., et al., 1992. Orogenic processes of the Songpan-Ganze orogenic belt of China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Yin, H. F., Zhang, K. X., 1998. Evolution and characteristics of central orogenic belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 23(5): 437—441 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K. X., Chen, N. S., Wang, Y. B., et al., 1997. A preliminary research on the sequence reconstruction of non-Smith stratigraphy in eastern Kunlun orogenic belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 22(4): 343—346 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K. X., Huang, J. C., Yin, H. F., et al., 2000. Application of radiolarians and other fossils in non-Smith strata; Exemplified by the Animaqing melange belt in eastern Kunlun mountains. *Science in China (Series D)*, 43(4): 364—374.
- Zhang, K. X., Yin, H. F., Zhu, Y. H., et al., 2001. Theory, method and practice to geological mapping in mélange district of orogenic belts. China University of Geosciences Press, Wuhan, 1—165 (in Chinese).

- Zhang, K. X., Yin, H. F., Zhu, Y. H., et al., 2003. Smith strata and non-Smith strata. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 28(4): 361–369 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z. Y., Zhang, K. X., Yu, Q. W., et al., 2002. Method of 1:250 000 regional geological surveying in orogenic belts. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 27(4): 377–385 (in Chinese with English abstract).
- 附中文参考文献**
- 黄继春, 张克信, 朱明艳, 等, 1999. 东昆仑造山带海西—印支期构造古地理演化的古地磁证据. *地球科学——中国地质大学学报*, 24(2): 155–160.
- 黄汲清, 陈炳蔚, 1987. 中国及邻区特提斯海的演化. 北京: 地质出版社.
- 王秉璋, 张智勇, 张森琦, 等, 2000. 东昆仑东端苦海—赛什塘地区晚古生代蛇绿岩的地质特征. *地球科学——中国地质大学学报*, 25(6): 592–598.
- 王国灿, 张克信, 梁斌, 等, 1997. 东昆仑造山带结构及构造岩片组合. *地球科学——中国地质大学学报*, 22(4): 352–356.
- 肖序常, 李廷栋, 李光岑, 等, 1988. 喜马拉雅岩石圈构造演化(总论). 北京: 地质出版社.
- 许志琴, 侯立玮, 王宗秀, 等, 1992. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程. 北京: 地质出版社.
- 殷鸿福, 张克信, 1998. 中央造山带的演化及其特点. *地球科学——中国地质大学学报*, 23(5): 437–441.
- 张克信, 陈能松, 王永标, 等, 1997. 东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探. *地球科学——中国地质大学学报*, 22(4): 343–346.
- 张克信, 殷鸿福, 朱云海, 等, 2001. 造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 张克信, 殷鸿福, 朱云海, 等, 2003. 史密斯地层与非史密斯地层. *地球科学——中国地质大学学报*, 28(4): 361–369.
- 张智勇, 张克信, 于庆文, 等, 2002. 造山带区 1/25 万区域地质调查方法. *地球科学——中国地质大学学报*, 27(4): 377–385.