# 新疆蛇绿岩带的分布、特征及研究新进展*

董连慧[1,2] 朱志新[3,4] 屈迅[1] 王克卓[4] 赵同阳[4]

DONG LianHui[1,2], ZHU ZhiXin[3,4], QU Xun[1], WANG KeZhuo[4] and ZHAO TongYang[4]

1. 新疆地质矿产勘查开发局,乌鲁木齐 830011
2. 中国科学院矿产资源研究重点实验室,中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029
3. 新疆大学,乌鲁木齐 830000
4. 新疆维吾尔自治区地质调查院,乌鲁木齐 830011

1. *Bureau of Geology and Mineral Resources Development of Xinjiang, Urumqi* 830011, *China*
2. *Key Laboratory of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100029, *China*
3. *University of Xinjiang, Urumqi* 830000, *China*
4. *Geological Research Academy of Xinjiang, Urumqi* 830011, *China*

2010-07-22收稿, 2010-09-14改回.

**Dong LH, Zhu ZX, Qu X, Wang KZ and Zhao TY. 2010. Spatial distribution, geological features and latest research progress of the main ophiolite zones in Xinjiang, NW-China. *Acta Petrologica Sinica*, 26(10): 2894-2904**

**Abstract** Xinjiang is located in the northern of Asia continental block, it involved two tectonics region that is ancient Asia and Tethys tectonic domains. Now it is composed by Mesozoic-Cenozoic basin and Paleozoic era orogenic belt between those basins; Paleozoic orogenic belt mainly composed by epicontinental rock formation and magmatic rocks, include some fragments of oceanic crust and Precambrian crystallize basement. There are 12 oceanic crust fragments distribution from north to south, and concentrate fragments in 30 locations. These ophiolites be detached by Tarim basin, the northern is ancient Asia oceanic crust fragments and the southern is Tethys oceanic crust fragments. This paper introduces those basic characteristics and some latest progress of regional geological survey in Xinjiang.

**Key words** Xinjiang; Ophiolite; Oceanic crust fragments; Regional geological survey

摘 要 新疆位于亚洲大陆的北部,构造上跨越了古亚洲和特提斯两大构造域,现今主要由中新生代盆地和其间的古生代造山带组成。古生代造山带主要由陆缘岩系和岩浆岩组成,其中夹有洋壳残片和前寒武结晶基底的碎块;洋壳残片从北向南大致分布12条,其中出露较集中的约30多处。这些蛇绿岩,以塔里木盆地为界,北部主要为古亚洲洋的洋壳残片,南部主要为特提斯洋的洋壳残片。在介绍其基本特征的同时,本文侧重报道了近年来新疆区域地质调查的一些成果。

关键词 新疆;蛇绿岩;洋壳残片;区域地质调查

中图法分类号 P542.5

地球上的古造山带一般与洋盆的裂解、俯冲和闭合有关,而蛇绿岩作为古洋壳残片,是研究古洋盆形成与演化的一个窗口,因此始终受到地质学家的重视。新疆蛇绿岩的研究历来被地质学家所重视,至今已有近40余篇论及相关蛇绿岩的文章发表,其中主要以单条蛇绿岩的地质组成、地球化学特征、形成时代、构造属性等为重点。上世纪末和本世纪初,部分学者对新疆北部蛇绿岩的地质特征、岩石学、构造属性、及与中亚地区的蛇绿岩进行了横向对比与综合论述(李春昱等,1982;曹荣龙,1994;肖序常等,1990,1991,2004;何国琦和李茂松,2000;王宗秀等,2003;Wang *et al*.,2003;

* 本文受"十一五"国家科技支撑计划重点项目(2006BAB01-03)、中国博士后科学基金特别资助项目(200902617)和中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-107)联合资助.

第一作者简介:董连慧,男,1956年生,博士,教授级高工,主要从事地质矿产勘查及科技管理工作,E-mail:tjlh@263.net

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

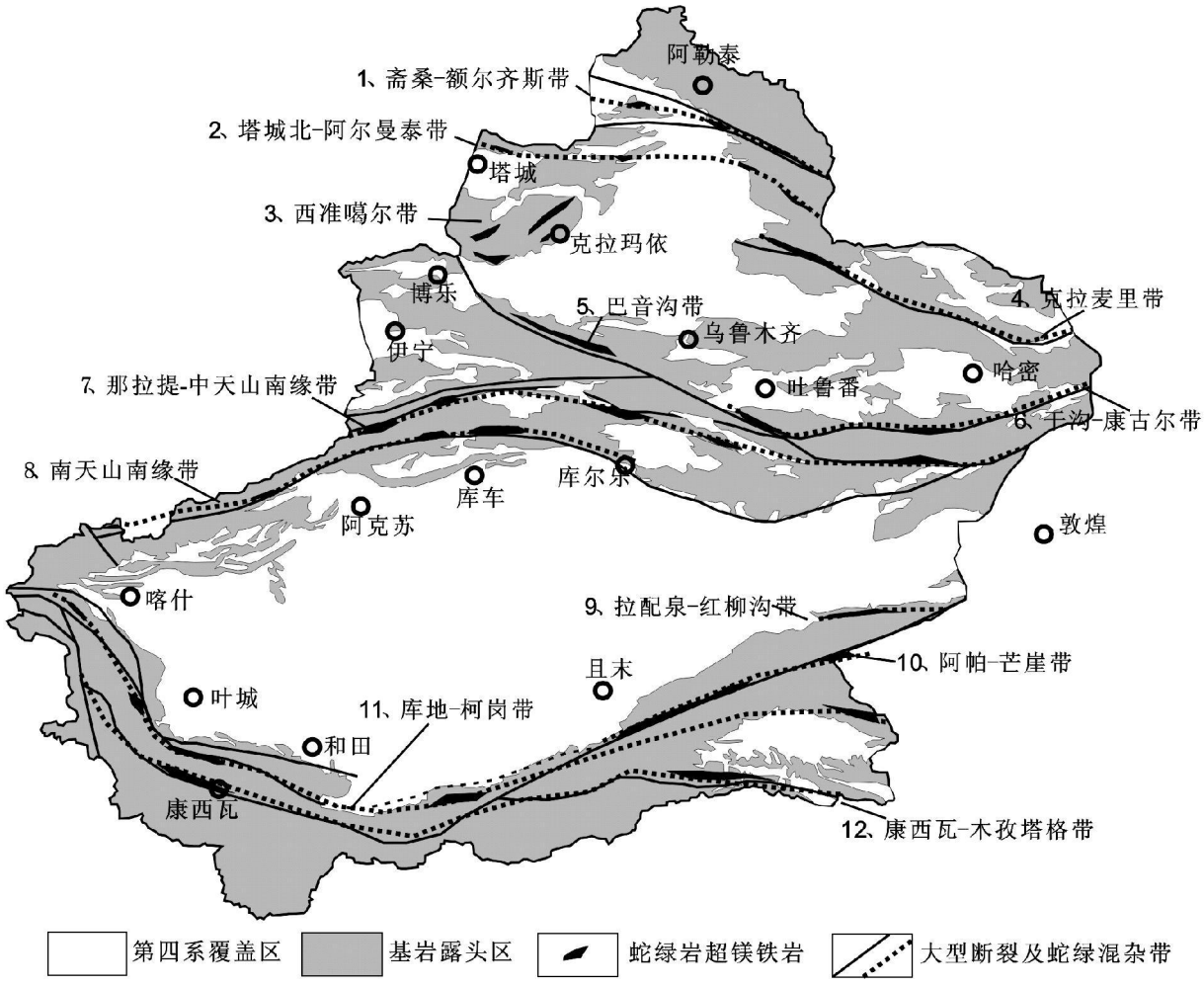



图 1 新疆主要蛇绿岩分布图

Fig 1 Distribution map of main ophiolite zones in Xinjiang

李锦轶等, 2006a)。他们均认为这些蛇绿岩是古亚洲洋盆演化的产物, 但仍存在某些主要的分歧: 蛇绿岩所代表的洋盆的构造属性究竟如何? 即是一个洋盆还是多个洋盆? 亦或是弧后和边缘洋盆的产物? 蛇绿岩形成时代以及蛇绿岩纵横对比等。本文在系统介绍新疆蛇绿岩的分布和地质特征的同时, 对近年来新疆区域地质调查中涉及蛇绿岩方面的成果作一报道。

## 1 区域地质背景

新疆位于亚洲大陆的北部, 由准噶尔-吐哈盆地、伊犁盆地、塔里木盆地和其相间的古生代造山带组成, 构造上位于印度地台、阿拉伯-非洲地盾、俄罗斯地台和西伯利亚地台等古大陆之间的巨型复杂构造区的中部, 跨越了古亚洲和特提斯两大构造域。以塔里木盆地为界, 以北地区是古亚洲洋构造域乌拉尔-蒙古巨型复杂古生代造山区的组成部分。该造山区的南西一侧为具早前寒武纪结晶基底的东欧、塔里木等大小不等的古陆; 东侧为中朝古陆; 北东一侧为西伯利亚古陆。塔里木盆地以南的昆仑山, 沿走向追索, 向东与构成中国中央造山带的祁连山、秦岭和大别山相连 (李锦轶和肖序常, 1999); 向西有可能与欧洲的海西造山带相接; 再向南, 则为特提斯 (喜马拉雅-阿尔卑斯) 造山区。就现今地貌格局而言, 新疆位于青藏高原北侧, 其南部的昆仑山是青藏高原的一个重要组成部分。因此, 新疆地壳结构与构造演化与上述两个大构造域的构造演化及青藏高原的隆升密切相关。

## 2 新疆主要蛇绿岩带的分布及主要特征

新疆前寒武纪蛇绿岩研究相对较少, 主要分布于塔里木周边和昆中地带。古生代的蛇绿岩在新疆的各个造山带分布广泛, 由于受到后期构造破坏, 一般呈团块状、带状分布于构造混杂带中。从北向南可划分出 12 条蛇绿混杂岩带, 其中比较集中出露的有 30 多处 (图 1), 分布于东准噶尔造山带、西准噶尔造山带、天山造山带、阿尔金造山带、昆仑造山

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

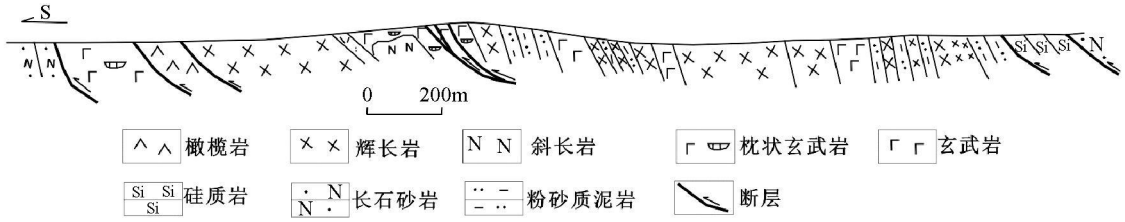



图 2 玛因鄂博蛇绿混杂岩构造剖面图

Fig. 2 Tectonic profile of Mayinebo ophiolitic melange

带中。

### 2.1 东准噶尔造山带蛇绿岩

该带位于准噶尔盆地东北与阿尔泰陆块间,主要由古生代陆源岩系和洋壳残片组成,其形成一般认为与准噶尔洋盆演化有关。洋壳残片现今表现为蛇绿混杂岩,呈断块出露于古生代地质体中,从北向南主要集中分布于额尔齐斯、札河坝、阿尔曼泰、克拉麦里等地。

额尔齐斯构造带的蛇绿岩,中国境内主要见于科克森套、玛因鄂博、沙尔布拉克金矿东部等。西部科克森套地区有二辉橄榄岩,基性火山岩具 MORB 特征(陈哲夫等, 1997)。沙尔布拉克以东一带主要为上洋壳的辉长岩、玄武岩、放射虫硅质岩,在其南侧中泥盆统北塔山组有玻安岩系出露(刘德权等, 1993;何国琦等, 1994;牛贺才等, 1999)。该蛇绿混杂带所代表的前生洋盆,李锦轶(2004)认为可能是在震旦纪或更早地质时期形成,在沙尔布拉克东一带放射虫时代为中晚泥盆世,同时认为在该带向北有较完整的沟-弧-盆体系。在被认为是该带弧后盆地的库尔提,蛇绿岩组分的斜长花岗岩的锆石 U-Pb 年龄为 370Ma(许继峰等, 2001)。目前大多数观点认为该带西与哈萨克斯坦境内的查尔斯克蛇绿岩带相连,向东延至蒙古国南部的大博格多一带,长达 1000km 以上,与其伴生的最新沉积岩系为石炭系。是西伯利亚板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块在早石炭世时期的俯冲-碰撞型边界。何国琦等(1994)认为早古生代准噶尔地块和西伯利亚古陆已完成对结,该洋盆是陆内的次生洋盆。Sengor *et al.* (1993, 1996)认为该洋盆是 Kipchak 弧的弧后盆地。早期该带向东延伸的地质依据始终不足。近年来在 1∶5 万区调(新疆地矿局第二区调队, 2005①)中发现玛因鄂博蛇绿混杂岩呈混杂岩残片产于石炭系中。由下向上划分出:基性-超基性岩段、席状岩墙、枕状玄武岩段、泥质粉砂岩段、硅质岩段等 5 个组合段(图 2)。基性熔岩具洋中脊岩石化学特征,结合其产于早石炭世上叠火山-沉积盆地中,认为该蛇绿混杂岩形成于晚泥盆世-早石炭世之前。玛因鄂博蛇绿混杂岩两侧背景不同:北部奥陶纪为陆缘盆地沉积,早泥盆世为弧后盆地,火山岩不发育。南部经历 D-C 岛弧体系阶段。从而说明该洋盆的洋岩石圈板块可能向南北两侧俯冲。该区蛇绿岩的发现,使斋桑-额尔齐斯蛇绿岩在中国境内向东延伸提供了新的证据。

位于额尔齐斯构造带南部有一条线性明显的古生代岛弧带,即塔尔巴哈台-扎河坝-阿尔曼泰岛弧带,该岛弧至今没有发现前寒武纪结晶基底,一般认为是早古生代时期发育起来的洋内弧,由早古生代、晚古生代钙碱性火山岩组成,在其南侧发育一条早古生代蛇绿岩混杂岩,该蛇绿岩在中国境内从西向东断续出露于塔城北、洪古勒楞、扎河坝、二台、阿尔曼泰等地,向西与哈萨克斯坦西塔尔巴哈台蛇绿岩带相连,向东可能延至蒙古国,延伸大于 500km,沿线出露数十个沿断裂呈断片产出、大小不一的超基性岩体分布于奥陶纪、泥盆纪、石炭纪火山岩、硅质岩中。塔城北蛇绿岩由蚀变辉长岩、蛇纹岩和硅质岩组成,辉长岩 SHRIMP 年龄为 478.3±3.3Ma(朱永峰和徐新, 2006)。洪古勒楞蛇绿岩以堆晶岩层发育为主要特征,枕状玄武岩和放射虫硅质岩不发育,蛇绿岩 Sm-Nd 等时线年龄为 625±25Ma(黄建华等, 1995)。扎河坝阿尔曼泰蛇绿岩单元总体齐全,向东一带玄武岩、放射虫硅质岩出露增多,简平等(2003)在扎河坝蛇绿岩辉长岩中获 SHRIMP 年龄 489±4Ma;刘伟和张湘炳(1993)在阿尔曼泰获蛇绿岩 Sm-Nd 等时线年龄 525±26Ma;肖文交等(2006)在阿尔曼泰蛇绿岩玄武岩中获 SHRIMP 年龄 503±7Ma。阿尔曼泰蛇绿岩硅质岩中放射虫时代为奥陶纪(李锦轶, 1991;刘伟和张湘炳, 1993)。部分学者认为东-西准噶尔的蛇绿岩连接还值得进一步研究(李锦轶等, 2006a)。塔城北-阿尔曼泰带所代表的洋盆有可能是在震旦纪晚期或寒武纪初打开,于晚泥盆-早石炭世闭合。肖序常等(1992)认为扎河坝-阿尔曼太蛇绿岩带可能是在小洋盆的扩张中心形成的。

克拉麦里蛇绿岩带沿克拉麦里山呈 NWW 向延伸,长 400km,宽 10~15km,向东延入蒙古国南部。带内为中泥盆统和下石炭统下部的基性熔岩、凝灰岩、硅质岩及大量超镁铁-镁铁杂岩组成。蛇绿岩自下而上为:堆积橄榄岩→堆积异剥橄榄岩、辉石岩→堆积辉长岩→石英闪长岩→斜长花岗岩。在辉长岩获全岩 K-Ar 年龄 388~392Ma(李锦轶等, 1990)。与蛇绿岩伴生的斜长花岗岩 SHRIMP 年龄为 373Ma(唐红峰等, 2007)。该蛇绿岩带硅质岩中含有泥盆纪和早石炭世的放射虫化石(李锦轶, 1991;舒良树和王玉净, 2003)。据蛇绿岩组成中的玄武岩岩石化学和微量元素特征,其可能

① 新疆地矿局第二区调队. 2005. 新疆青河县布尔根一带 1∶5 万区域地质矿产调查报告

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

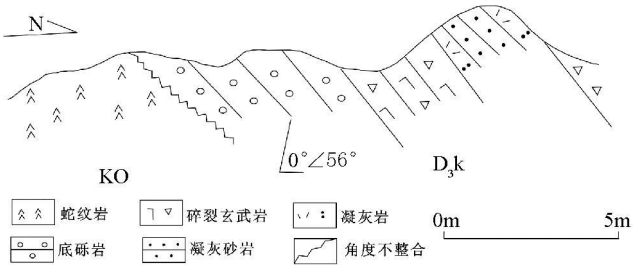



图 3 上泥盆统不整合在克拉麦里蛇绿岩之上

Fig. 3 Early Devonian formation is discordant above Kalmaili ophiolite

形成于洋中脊和洋岛(李锦轶, 1991; 李嵩龄等, 1999)。何国琦等(2001)认为该蛇绿岩形成时代与北部阿尔曼泰蛇绿岩形成时代相近, 从新元古代晚期开始发育, 扩张时期为寒武纪, 奥陶纪-早志留世为俯冲闭合时期。近年完成的1∶5万区调(新疆地矿局第一区调队, 2003①)揭示, 蛇绿岩各单元齐全, 蛇绿混杂岩被上泥盆统克安库都克组($D_3k$)不整合覆盖(图3), 蛇绿岩中的玄武岩具大洋中脊环境的地球化学特征, 其中蛇绿岩上部的石英闪长岩锆石U-Pb年龄值分别为357Ma, 375Ma, 492Ma, 认为该洋盆闭合时间由西向东从中泥盆世至晚石炭世逐渐变新。

## 2.2 西准噶尔造山带蛇绿岩

西准噶尔蛇绿岩主要出露于玛依勒山、达拉布特断裂两侧及唐巴勒、白碱滩一带, 分布于奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪地层中。唐巴勒蛇绿岩缺少堆晶岩, 由超镁铁岩、辉长岩、斜长花岗岩和中奥陶统科克萨依组的枕状玄武岩、细碧岩、角斑岩、凝灰岩、放射虫硅质岩和少量生物灰岩透镜体组成。蛇绿岩Rb-Sr等时线年龄421±65Ma(冯益民, 1986), 斜长花岗岩榍石Pb-Pb年龄508±20Ma(肖序常等, 1992), 下志留统不整合在蛇绿岩之上。玛依勒蛇绿岩与其伴生的地层时代为中晚志留世, 并被下泥盆统不整合覆盖, 刚完成的1∶5万区调(新疆有色地质勘查局七〇一队, 2009②)在玛依勒一带建立由下而上完整的蛇绿岩层序: 变质橄榄岩(蛇纹岩)-辉长岩-基性岩墙(辉绿岩)-枕状玄武岩为主的火山岩-放射虫硅质岩等。在基性熔岩中所采两组Rb-Sr测年结果为435.3±6.5Ma和432.5±7.4Ma, 确定玛依勒蛇绿岩形成时代为志留纪。达拉布特蛇绿岩由超镁铁岩和晚石炭世太勒古拉组块状及枕状玄武岩、硅质岩、凝灰岩组成, 并有少量辉长岩、辉绿岩。张驰和黄萱(1992)报道了蛇绿岩堆晶岩Sm-Nd等时线年龄395Ma, 辜平阳等(2009)报道了达拉布特蛇绿岩中辉长岩锆石LA-ICP-MS年龄391.1Ma, 舒良树等(2001)认为该带硅质岩中也有奥陶纪放射虫。白碱滩蛇绿岩是近年来区调和科研新发现的一个蛇绿岩带, 各单元比较齐全, 发育蛇纹石岩、含石榴石橄榄岩、辉长岩、角闪辉石岩、纤闪石岩、杏仁状玄武岩、硅质岩等。徐新等(2006)在辉长岩中得到414Ma, 323Ma两组锆石SHRIMP年龄, 而蛇绿岩产于含奥陶纪牙形石的地层中。正在开展的1∶5万区调通过玄武岩的地球化学研究, 认为该蛇绿岩为早古生代洋中脊型蛇绿岩。西准噶尔蛇绿岩大多是肢解的蛇绿岩, 基性熔岩以钙碱性为主。不同时代的蛇绿岩具相似的稀土配分曲线(周作侠, 1981; Zhang *et al*, 1993; 白吉文, 1995; 杨瑞英等, 2000; Wang *et al*, 2003)。综上分析, 西准噶尔存在奥陶纪、志留纪、泥盆纪三个不同时代的蛇绿岩及不同时代的不整合, 说明不同时代的蛇绿岩为不同洋盆的洋壳残片, 但同时它们均属古亚洲洋的一部分, 可能当时在西准噶尔存在多个小洋盆。至于该带和东准噶尔怎么对比, 现在仍是个研究课题。

## 2.3 天山造山带蛇绿岩

天山造山带位于准噶尔-吐哈盆地与塔里木盆地之间, 其间以伊犁-中天山地块为界可进一步划分为北天山造山带和南天山造山带。

### 2.3.1 北天山造山带蛇绿岩

该带位于准噶尔-吐哈盆地与伊犁-中天山地块间, 从西向东蛇绿岩集中出露于巴音沟、干沟、康古尔等地, 可能为北天山洋盆的洋壳残片。

巴音沟蛇绿岩沿博罗科努断裂北侧分布, 长280km, 宽5~20km, 北邻准噶尔盆地, 在其南部与其伴生的为一条依连哈比尔尕奥陶-石炭纪的岩浆弧。带内与其伴生的为石炭系玄武岩、细碧岩、硅质岩、凝灰岩等。混杂带中蛇绿岩组分齐全, 带内有超镁铁岩上百个, 聚集为27个岩群, 岩性以斜辉辉橄岩为主, 少量斜辉橄榄岩、二辉橄榄岩和纯橄岩。硅质岩中放射虫时代为石炭纪(肖序常等, 1992), 而舒良树等(2001)认为该带硅质岩中也有奥陶纪-泥盆纪放射虫, 秦克章(2000)则获得硅质岩中放射虫的时代为晚泥盆世-早石炭世。蛇绿岩组分的斜长花岗岩的锆石SHRIMP年龄324.7Ma(徐学义等, 2005)。其前生洋盆, 邬继易和刘成德(1989)认为是边缘海盆, 高长林等(1995)、王作勋等(1990)认为是弧后盆地, 肖序常等(1992)、高俊等(1997)认为是准噶尔早古生代洋盆(古亚洲洋盆的组成部分)。李锦轶等(2009)认为其经达拉布特可能与北部的斋桑构造带相连, 为西伯利亚与哈萨克斯坦-伊犁地块的缝合线。新疆地调院(2003③)在东天山地区综合研究与区域资源潜力预测评价报告中认为其为晚古生代裂陷槽, 向东应和博格达裂谷相连。Han *et al* (2010)报道的侵入于北天山蛇绿岩中四棵树花岗岩的(SHRIMP)锆石U-Pb年龄316±3Ma, 很好地限定了北天山洋的闭合时间。我们结合近年来的区调成果, 其

① 新疆地矿局第一区调队. 2003. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区1∶5万区域地质调查报告

② 新疆有色地质勘查局七〇一队. 2009. 新疆托里县玛依勒山一带1∶5万区域地质矿产调查报告

③ 新疆地调院. 2003. 东天山地区综合研究与区域资源潜力预测评价报告

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

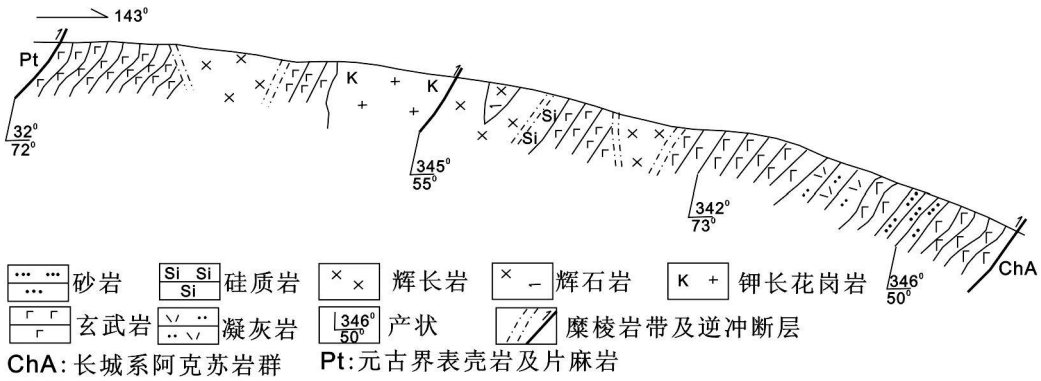



图 4 达鲁巴依蛇绿混杂岩实测剖面图

Fig. 4 Field survey profile of Dalubayi ophiolitic melange

南部的依连哈比尔尕岩基为晚石炭世(280~310Ma)(新疆地调院, 2005①)同碰撞花岗岩, 确定该洋盆闭合时代应在310Ma之前, 向东西两侧延伸有待进一步研究。

干沟蛇绿岩带主要分布于干沟至却勒塔格一带, 呈北西西向沿阿奇克库都克断裂和康古尔断裂交汇西延端分布, 出露宽度在0.5~4km间。干沟一带出露有早古生代蛇绿混杂岩和志留纪前陆盆地沉积。中天山北缘志留纪因前陆和岛弧的碰撞而形成前陆盆地, 充填序列揭示了碰撞造山作用过程。朱宝清等(2002)对碎屑岩中陆源锆石同位素测年表明其最新物源的年龄不小于461Ma, 而侵入该前陆盆地碎屑岩的花岗闪长岩中火成锆石的同位素测年数据为386.1±4.1Ma, 从而限定了前陆盆地的上限。前陆盆地的终结标志着碰撞造山作用的结束。近年1∶5万区调对该区蛇绿岩进行了较系统的研究, 蛇绿岩由下洋壳蛇纹岩、堆晶辉长岩、席状岩墙、斜长花岗岩、闪长岩及上洋壳玄武岩、红色-灰色硅质岩组成。蛇绿岩形成于洋中脊环境, 围岩为奥陶系和石炭系。在干沟一带糜棱岩化辉长岩中的锆石SHRIMP年龄为353.7±1.1Ma(陕西区域地质矿产研究院, 2009②), 却勒塔格一带辉长岩Sm-Nd全岩等时年龄为728±110Ma(朱志新等, 2004)。

康古尔蛇绿岩带分布于吐-哈盆地南缘, 呈东西向带状展布, 长度大于500km。其组成主要为上洋壳枕状玄武岩和放射虫硅质岩, 近年来陆续发现了下洋壳部分的超基性岩。北侧由奥陶纪-志留纪(?)、泥盆纪、石炭纪火山沉积岩系和泥盆纪、石炭纪深成岩组成的活动陆缘残片与其伴生(李锦轶等, 2006b)。蛇绿岩分布于早石炭世地层中, 放射虫硅质岩中的放射虫时代具泥盆纪的分子, 玄武岩具洋中脊的岩石化学特征(李锦轶等, 2002)。李文铅等(2008)在康古尔塔格蛇绿岩中的辉长岩获494±10Ma的SHRIMP锆石U-Pb年龄。部分学者认为其前身洋盆为石炭纪弧间盆地(马瑞士等, 1990)、古生代洋盆(靳金生等, 1994)、石炭纪裂陷槽(肖序常等, 1992)、弧后盆地(曹荣龙, 1994)。李锦轶等(2002)认为是东天山中间地块与吐哈地块间的有一定规模的洋盆。杨兴科等(1996)认为是哈萨克斯坦-准噶尔板块与塔里木板块的缝合线。综合近年来的地质调查成果, 认为康古尔塔格蛇绿岩带向西和干沟蛇绿岩带相连, 至于和巴音沟蛇绿岩的关系尚待研究, 向东可延伸至甘肃境内, 具有一定的区域构造分区意义。带内存在早古生代和晚古生代的洋壳残片, 洋盆于晚石炭世闭合。

2.3.2 南天山造山带蛇绿岩

南天山造山带位于伊犁地块-中天山地块与塔里木盆地间, 是中亚地区线性构造最为明显的一个带, 该带内分布有南北两条蛇绿混杂带: 那拉提-中天山南缘蛇绿混杂带和南天山南缘蛇绿混杂带, 均为南天山古生代洋盆的洋壳残片。

那拉提-中天山南缘蛇绿岩带西起境外的吉尔吉斯坦, 沿那拉提南缘深大断裂, 经夏特南的长阿吾子, 达鲁巴依、努尔散拉等地, 至巴音布鲁克被盆地覆盖, 向东可能与古洛沟、乌瓦门、榆树沟、库米什和东天山的卡瓦布拉克相接。其中达鲁巴依、努尔散拉蛇绿岩是近年来1∶25万和1∶5万区域地质调查中新划出的地质体。达鲁巴依蛇绿混杂带走向15°~20°, 地表出露长约5km, 宽约250~300m, 岩带内多以北西向组成的叠瓦式构造为主。宏观上其南北两侧均为大型韧性逆冲断层所控。蛇绿岩组分主要有变质橄榄岩、变质玄武岩、堆晶辉长岩、含长辉石岩及硅质岩等(图4), 蛇绿岩组分呈断块产出于变质火山岩、变质沉积岩中。由于受后期构造变质作用的影响, 岩石普遍发生低绿片岩相退变质。朱志新(2007)提出达鲁巴依、努尔散拉带可能形成于俯冲带环境, 古洛沟-吾瓦门蛇绿岩中的玄武岩地球化学特征具洋中脊和洋岛特征。高俊等(1994)认为长阿吾子玄武岩为E型洋中脊玄武岩, 少数为N型洋中脊玄武岩。王润三等(1998)认为榆树沟蛇绿岩中的玄武岩属洋中脊型。以上成果说明其形成环境复杂。该蛇绿混杂带北部发育一条由奥陶至早石炭世钙碱性岩浆岩带。南侧西部与其伴生的为一条高压-超高压的榴辉岩、蓝片岩带。从蓝片岩的形成年龄看, 古生

① 新疆地调院. 2005. 1∶25万新源县幅区调报告

② 陕西区域地质矿产研究院. 2009. 新疆托克逊县桑树园子一带1∶5万区域地质矿产调查报告

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

代的变质可能存在俯冲时的变质(300~400Ma)以及折返阶段的退变质作用阶段(250~270Ma)(高俊等, 1994, 2000; 肖序常等, 1992; Gao and Klemd, 2003; 张立飞等, 2005)。郝杰和刘小汉(1993)在长阿吾子蛇绿岩中获辉石 Ar-Ar年龄439Ma, 王润三等(1998)测得榆树沟蛇绿岩的形成年龄为440Ma(锆石 U-Pb)。2000年新疆地矿局第二区调队在达鲁巴依蛇绿混杂岩中的辉长岩及玄武岩获锆石 U-Pb年龄值分别为590±11Ma, 600±15Ma(新疆地矿局第二区调队, 2001①)。该蛇绿岩带是新疆境内最长的一条蛇绿岩带, 综合研究表明其所代表的南天山洋盆在震旦纪已有一定规模, 在晚石炭世闭合。该蛇绿岩向东延伸不明显, 仅在卡瓦布拉克附近的碱泉有蛇绿岩出露, 研究程度较低, 向东怎么延伸有待研究, 新发现的玉西蓝片岩还需进一步研究和证实。现在普遍认为是哈萨克斯坦-准噶尔板块与塔里木板块的缝合带。值得一提的是, Qing *et al*.(2009)报道了那拉提山北坡一带存在一条早古生代蛇绿岩, 其中玄武岩 SHRIMP定年为516.3±7.4Ma, 可以与吉尔吉斯斯坦的尼古拉耶夫线的蛇绿岩相连。最近, 他们在特克斯南一带陆续找到了较齐全的蛇绿岩组合, 说明在伊犁地块与那拉提-中天山间在早古生代存在洋盆。区域资料显示, 该洋盆在早古生代闭合, 该带两侧的早古生代侵入岩与青布拉克的早古生代基性-超基性杂岩均与该洋盆演化有关。

南天山南缘蛇绿岩带主要分布在南天山-西南天山的南缘, 从境外吉尔吉斯斯坦经境内东阿赖吉根、阿合奇、米斯布拉克、色日牙克依拉克附近至虎拉山南缘乌陆沟一带出露, 向东延伸可能进入焉耆盆地, 也可能从库鲁克塔格南向东延伸。与前苏联南天山蛇绿岩带费尔干纳盆地南缘剖面可对比。王作勋(1990)据放射虫将蛇绿岩时代定为中泥盆世-晚志留世。汤耀庆等(1995)据放射虫将该蛇绿岩形成时代定为 $D_2$-$C_1$。刘羽等(1994)据放射虫将蛇绿岩时代定为 $D_3$-$C_1$。龙灵利等(2006)在库勒湖蛇绿岩 N型洋中脊玄武岩中选锆石离子探针(SHRIMP)定年为425±8Ma。玄武岩地球化学特征均与大洋拉斑玄武岩相似, 部分微量元素特征与岛弧拉斑玄武岩相似。高俊等(1997)、李锦轶等(2007)等认为是南天山洋盆向南迁移的一个带。肖序常等(2004)、张良臣等(2003)、新疆地调院(2003)认为是南天山洋盆闭合后的晚古生代次生洋盆。在其南侧的塔里木北缘以前一直认为古生代是被动陆缘, 朱志新等(2008)根据泥盆纪俯冲型花岗岩的确定, 提出了在塔里木北缘至少在晚古生代存在活动陆缘的特征, 并且综合研究认为洋盆在早古生代已存在, 洋盆闭合时间可能为石炭纪, 因此, 该带可能是塔里木板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块的最后缝合带。

### 2.4 阿尔金造山带蛇绿岩

该带位于塔里木盆地东南缘的阿尔金山, 南界为阿南构造混杂带, 南北分布有拉配泉-红柳沟蛇绿混杂带、阿帕-芒崖蛇绿混杂带。

拉配泉-红柳沟蛇绿混杂带位于阿尔金山北缘拉配泉-红柳沟一线, 呈东西向延伸, 向西隐伏于塔里木盆地, 向东延阿南断裂延伸到肃北, 出露长度 450km, 带内蛇绿岩各组成单元齐全。该带为一混杂带, 带内还发育蓝片岩和早古生代洋盆沉积, 蓝片岩形成时代为 512±3Ma(刘良, 1999)、491±3Ma(张建新等, 2007)。蛇绿岩形成时代在 487.8Ma~829±60Ma间(郭召杰等, 1998; 刘良, 1999; 吴峻等, 2001; 修群业等, 2007)。2009年完成的阔什布拉克 1∶5万区调(新疆地调院, 2009②), 通过研究认为红柳沟蛇绿岩从南华纪开始, 震旦纪、寒武纪均为大洋环境。根据同位素年龄及其岩石组合、构造环境划分出南华系索拉克组(Nhs)、震旦-寒武系红柳沟岩群(Z-∈H)。南华纪索拉克组火山岩早期具双峰式火山岩特征, 中、晚期为玄武岩、枕状玄武岩、辉长岩、辉绿岩、硅质岩; 玄武岩为洋脊拉斑玄武岩(N-MORB), 玄武岩锆石 SHIRP U-Pb定年为 754~763Ma。红柳沟岩群为大洋环境并形成蛇绿混杂岩, 蛇绿混杂岩可细分为超镁铁岩、辉长岩、辉绿岩、玄武岩、硅质岩及其基质; 蛇绿岩的 Sm-Nd等时线年龄为 529Ma。在蛇绿混杂岩南北两侧划出了寒武纪火山弧岩浆岩带。经区域地质调查研究认为该洋盆经历了以下几个阶段: 南华纪初拉张成洋阶段、南华纪-寒武纪早期大洋扩张阶段、中晚寒武世收敛俯冲阶段、奥陶纪残余海盆沉积、晚奥陶世-志留纪碰撞造山阶段。值得一提的是在该带北部还同时存在一套早中元古代的蛇绿岩, 在 1∶20万区域报告中原划巴什考供群扎斯勘赛河组(Zcz)和蓟县系斯米尔布拉克组(Zjs)中及中元古代侵入岩($\Sigma_2^{2-a}$、$\upsilon_2^{2-a}$)中获得 5组锆石 SHRIMP U-Pb年龄: 1818±25Ma, 1869±27Ma, 1836±40Ma, 1907~2579Ma, 1889±27Ma, 为一套古蛇绿岩组合, 说明该带曾经历多次洋盆的裂解和闭合。

阿帕-芒崖蛇绿岩带分布于阿尔金山南缘的阿尔金断裂两侧, 呈北东向展布, 西从阿帕向东经青布拉克、清水泉至芒崖一带, 全长约 400km, 向东被柴达木盆地所覆盖。阿帕-芒崖蛇绿岩带组分有变质超基性岩、辉长岩、玄武岩、硅质岩等, 与古生代海相火山岩和陆源碎屑岩混杂一起。基性火山岩具洋中脊拉斑玄武岩特征, 其 Sm-Nd等时线年龄为 481.3±53Ma(刘良, 1999), 据研究洋壳俯冲极性从南向北。刚结束野外验收由西安地调中心承担的 1∶5万清水泉等 4幅区调, 在该带还划出早古生代晚期的基性-超基性层状杂岩, 说明该带地质构造较为复杂, 有待进一步研究。

### 2.5 昆仑造山带蛇绿岩

该带位于塔里木盆地的东西昆仑山, 在东西昆仑南北分布有库地-柯岗蛇绿混杂带、康西瓦-木孜塔格蛇绿混杂带。

① 新疆地矿局第二区调队. 2001. 新疆和静县察汗萨拉地区 1∶5万区域地质矿产调查报告

② 新疆地调院. 2009. 新疆阿尔金山阔什布拉克地区四幅 1∶5万区域地质调查报告

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

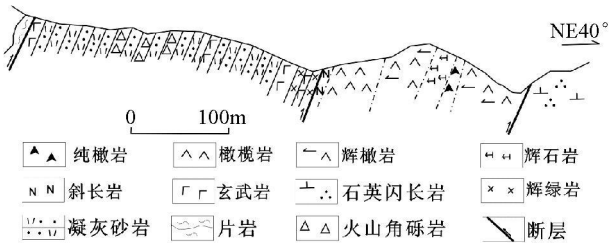



图 5 科岗蛇绿岩剖面

Fig. 5 Profile of Kegang ophiolitic mélange

库地-科岗蛇绿混杂岩带西起奥依塔格经科岗至库地,向东经喀什塔那交阿尔金断裂,向东从且末煤矿经祁曼塔格至鸭子达坂,向东被柴达木盆地覆盖,全长超过 1500km。该带由蛇绿岩及一些增生杂岩组成,蛇绿岩断续出露。分布于西昆仑中段包括库地、他龙一带的蛇绿岩由下部的变质橄榄岩、层状辉长岩和上部的基性火山岩组成。层状辉长岩可见堆积层理。在硅质岩中发育早古生代放射虫(方爱民, 1998),其蛇绿岩形成时代在 426~860.5Ma 间(汪玉珍, 1983;邓万明, 1989;周辉等, 1998)。该带西部的科岗蛇绿岩位于沙车南部,近年来开展的 1∶5万区调(新疆地矿局第十一地质大队, 2009①)结果揭示,该区蛇绿岩上部硅质岩和中部辉绿岩岩墙群不很发育,其它单元齐全:下部变质橄榄岩、中部镁铁堆晶岩、上部块状辉长岩-辉绿岩、玄武岩和硅质岩(图 5)。综合科岗蛇绿岩的岩石组合特征和玄武岩特征,说明科岗蛇绿岩为俯冲带上叠型(SSZ 型),形成于弧前或弧后盆地。辉长岩中锆石的 U-Pb 同位素年龄测定,获得 460Ma、513Ma、757Ma 三个视年龄,低于真实年龄,推测此辉长岩的生成时代应大于 757Ma,即应属于前震旦纪。在该东延部分鸭子达坂一带的蛇绿混杂岩,近年 1∶5万区调(陕西地矿局区域地质矿产研究院, 2009②)研究表明,该蛇绿混杂岩由变质橄榄岩、堆晶杂岩、枕状玄武岩、硅质岩组成。在辉绿岩中获锆石 U-Pb 同位素年龄 440.8±1.5Ma。一般认为该带是西昆仑北的一条大型蛇绿岩带,记录了原特提斯洋在晚元古代开始裂解,早古生代早期向南消减、塔里木陆块向南增生的历史。

康西瓦-木孜塔格带位于昆仑山康西瓦一带,向东与木孜塔格北坡、畅流沟蛇绿岩带相连,全长超过 500km。该带是一个复杂的混杂带,主要由晚古生代蛇绿岩、石炭-二叠纪陆源碎屑岩组成,夹有前寒武纪变质岩块、早古生代洋壳残片等。在麻札-康西瓦构造混杂带的北侧发育一条规模巨大的二叠纪钙碱性花岗岩带(潘裕生, 1989)。在康西瓦一带有上洋壳的玄武岩和放射虫硅质岩及其它一些增生杂岩。木孜塔格一带蛇绿岩各组成单元齐全。蛇绿岩同位素年龄在 340.3±11.6Ma~265.3±15Ma(李荣社等, 2008)。据其玄武岩的岩石化学特征,认为蛇绿岩形成于岛弧和洋盆环境。一般认为该蛇绿岩带为羌塘地块与塔里木地块三叠纪的缝合带。该构造带的构造样式的展布反映向南迁移的构造极性(肖文交等, 2003),表现为增生-碰撞造山作用由北向南迁移。

## 3 新疆蛇绿岩研究存在的主要问题

(1)额尔齐斯、阿尔曼泰、卡拉麦里等三条蛇绿混杂岩带哪一条是哈萨克斯坦-准噶尔板块与西伯利亚板块的缝合线,它们向东西两侧是如何延伸的?三条蛇绿混杂岩带由北向南近似平行分布于东准噶尔,均呈线状分布。从前面讨论可知,分布于中间的阿尔曼泰蛇绿岩一般被认为代表早古生代洋壳残片,而额尔齐斯和卡拉麦里二条蛇绿岩代表的洋盆时代和演化及构造属性则认识不一致。在西准噶尔则分布了早古生代、晚古生代多条蛇绿岩,分布较杂乱。东、西准噶尔蛇绿岩的对比研究,不同的学者有不同的认识。解决上述问题看来还要在中亚构造带的总体演化上去进行分析,因此,深入开展中亚区域构造综合对比研究及编图就显得尤为重要。

(2)哈萨克斯坦-准噶尔板块与塔里木板块的缝合带是干沟-康古尔蛇绿岩带还是那拉提-红柳河蛇绿岩带?康古尔塔格洋壳残片所代表的洋盆是裂陷槽、有限洋盆还是开阔大洋,其能否与干沟蛇绿岩所代表的前生洋盆相连?那拉提蛇绿岩与红柳河蛇绿岩能否相连?东天山的中天山南缘蛇绿岩研究程度低(现在看来大部分为二叠纪?碰撞后张性环境的基性-超基性杂岩,仅有碱泉可能属蛇绿岩,但时代不详)。

(3)南天山多条蛇绿岩,是否为同一个洋盆的洋壳残片,所代表的洋盆构造属性,其向东是怎么延伸的等均需进一步的研究。

(4)昆仑地区蛇绿岩研究程度总体偏低,东西昆仑蛇绿岩带的连接,蛇绿岩分布、形成时代、环境等一系列问题都需进一步研究。

致谢 高俊研究员和秦克章研究员阅读了初稿并提出了修改意见,在此表示衷心感谢!

## References

Bai W J. 1995. Tectonic evolution of different dating ophiolites in the western Junggar, Xinjiang. Acta Petrologica Sinica, 11(Suppl.): 62-72(in Chinese with English abstract)

Cao R L. 1994. Ophiolites and basic-ultrabasic rock of northern Xinjiang region. Xinjiang Geology, 12(1): 26-31(in Chinese with English abstract)

Chen Z F, Cheng S D, Liang Y H and Xu X. 1997. The Opening Closing Tectonics and Metallogeny of Xinjiang. Urumqi: Xinjiang People's

① 新疆地矿局第十一地质大队. 2009. 新疆莎车县坎迪里克一带 1∶5万区域地质调查报

② 陕西地矿局区域地质矿产研究院. 2009. 新疆若羌县库木布拉格一带 1∶5万区域地质矿产调查报告

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Publishing House( in Chinese)
Deng WM. 1989. A preliminary study on the basic-ultrabasic rocks of Karakorum-western Kunlun Mts. Journal of Natural Resources, 4(3): 204-211( in Chinese with English abstract)
Fang AM. 1998. The sedimentology and tectonic evolution of a fore-arc basin flysch in the Kudi ophiolite, West Kunlun, Xinjiang. Ph. D. Dissertation. Beijing: Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, 21-73( in Chinese with English summary)
Fen YM. 1986. Genetic environments and original types of ophiolites in West Junggar. Bull. Xi'an Inst. Geol. Min. Res., CAGS, (2): 37-45 ( in Chinese with English abstract)
Gao CL, Cui KR, Qian YX *et al*. 1995. Macroplate Tectonics in the Tianshan and Northern Tarim Basin. Beijing: Geological Publishing House, 1-284( in Chinese)
Gao J, Xiao XC, Tang YQ *et al*. 1994. The metamorphic P-T-t path of blueschists and tectonic evolution in the southwestern Tianshan, Xinjiang. Geological Review, 40(6): 544-553( in Chinese with English abstract)
Gao J, He GQ and Li MS. 1997. Paleozic orogenic processes of western Tianshan orogen. Earth Science, 22(1): 27-32 ( in Chinese with English abstract)
Gao J, Zhang LF and Liu SW. 2000. The $^{40}Ar/^{39}Ar$ age record of formation and uplift of the blueschists and eclogites in the western Tianshan Mountains. Chinese Science Bulletin, 45(1): 89-94 ( in Chinese)
Gao J and Klemd R. 2003. Formation of HP-LT rocks and their tectonic implications in the western Tianshan Orogen, NW China: Geochemical and age constraints. Lithos, 66: 1-22
Gu PY, LI YJ, Zhang B, Tong LL and Wang JN. 2009. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of gabbro in the Darbut ophiolite, western Junggar, China. Acta Petrologica Sinica, 25(6): 1364-1372 ( in Chinese with English abstract)
Guo ZJ, Zhang ZC and Wang JQ. 1998. Sm-Nd isochron age of North Altyn ophiolite and its tectonic implications. Chinese Science Bulletin, 43(18): 1981-1984( in Chinese)
Han BF, Guo ZJ, Zhang ZC, Zhang L, Chen JF and Song B. 2010. Age, geochemistry, and tectonic implications of a Late Paleozoic stitching pluton in the North Tianshan suture zone, western China. Geological Society of American Bulletin, 122: 627-640
Hao J and Liu XH. 1993. Ophiolite melange time and tectonic evolution model in South Tianshan area. Chinese Journal of Geology, 28(1): 93-95( in Chinese with English abstract)
He GQ, Li MS, Liu DQ, Tang YL and Zhou RH. 1994. Palaeozoic Crustal Evolution and Metallogeny of Xinjiang, China. Urumqi: Xinjiang Peoples Publishing House, 1-437 ( in Chinese)
He GQ and Li MS. 2000. New achievement in researching ophiolitic belts in central Asia and its significance in the links of tectonic belts between northern Xinjiang and adjacent area. Xinjiang Geology, 18(3): 193-202( in Chinese with English abstract)
He GQ, Li MS, Jia JD and Zhou H. 2001. A discussion on age and tectonic significance of ophiolite in eastern Junggar, Xinjiang. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 37(6): 853-858 ( in Chinese with English abstract)
Huang JH, Lu XC, Zhu XN *et al*. 1995. Advance in research of the ophiolites in Hongguleleng of North Junggar, Xinjiang. Xinjiang Geology, 13(1): 21-30( in Chinese with English abstract)
Jian P, Liu DY, Zhang Q *et al*. 2003. SHRIMP U-Pb dating of ophiolite and leucocratic rock in ophiolite. Earth Science Frontiers, 10(4): 439-456( in Chinese with English abstract)
Jin JS, Tao HX, Zeng ZR, Tang XS and Zhang LC. 1994. Geology and Metallogent of Kangguertag Gold Mineralization Belt, Eastern Tianshan Mountains. Beijing: Geological Publishing House, 1-204 ( in Chinese with English abstract)
Li CY, Wang Q, Liu XY and Tang YQ. 1982. Explanatory Notes to the Tectonic Map of Asia. Beijing: Cartographic Publishing House, 1-49( in Chinese)
Li JY, Xiao XC, Tang YQ and Zhao M. 1990. Main characteristics of Late Paleozoic plate tectonics in the southern part of East Junggar, Xinjiang. Geological Review, 36(4): 305-316( in Chinese with English abstract)
Li JY. 1991. Early Paleozoic evolution of lithosphere, East Junggar, Xinjiang. Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, (23): 1-12( in Chinese with English abstract)
Li JY and Xiao XC. 1999. Brief reviews on some issue of framework and tectonic evolution of Xinjiang crust, NW China. Chinese Journal of Geology, 34(4): 405-419( in Chinese with English abstract)
Li JY, Wang KZ, Li WQ, Guo HC, Song B, Wang Y, Mo SG, Zhu ZX and Pan CZ. 2002. Tectonic evolution since the Late Paleozoic and mineral prospecting in eastern Tianshan Mountains, NW China. Xinjiang Geology, 20(4): 295-301 ( in Chinese with English abstract)
Li JY. 2004. Late Neoproterozoic and Paleozoic tectonic framework and evolution of eastern Xinjiang, NW China. Geological Review, 50(3): 304-322 ( in Chinese with English abstract)
Li JY, He GQ, Xu X, Li HQ, Su GH, Yang TN, Gao LM and Zhu ZX. 2006a. Crustal tectonic framework of northern Xinjiang and adjacent regions and its formation. Acta Geologica Sinica, 80(1): 148-168 ( in Chinese with English abstract)
Li JY, Wang KZ, Sun GH, Mo SG, Li WQ, Yang TN and Gao LM. 2006b. Paleozoic active margin slices in the southern Turfan-Hami basin: Geological records of subduction of the Paleo Asian Ocean plate in central Asian regions. Acta Petrologica Sinica, 22(5): 1087-1102( in Chinese with English abstract)
Li JY, Wang KZ, Li YP, Sun GH, Chu CH, Li LQ and Zhu ZX. 2007. Geomorphological features, crustal composition and geological evolution of the Tianshan Mountains. Geological Bulletin of China, 25(8): 895-909( in Chinese with English abstract)
Li JY, Zhang J, Yang TN, Li YP, Sun GH, Zhu ZX and Wang LJ. 2009. Crustal tectonic division and evolution of the southern part of the North Asian Orogenic Region and its adjacent areas. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 39(4): 584-605 ( in Chinese with English abstract)
Li RS, Ji WH, Yang YC *et al*. 2008. Kunlun Mountains and Its Adjacent Regions Geology. Beijing: Geological Press, 111-117. ( in Chinese)
Li SL, Feng XC, Dong FR and Li WQ. 1999. REE features of ophiolitic suite of Kelameili-Takezhale-Daheishan, Xinjiang. Geology, 17(4): 357-364( in Chinese with English abstract)
Li WQ, Ma HD, Wang R, Wang H and Xia B. 2008. SHRIMP dating and Nd-Sr isotopic tracing of Kangguertage ophiolite in eastern Tianshan, Xinjiang. Acta Petrologica Sinica, 24(4): 773-780( in Chinese with English abstract)
Liu DQ, Tang YL and Zhou RH. 1993. Devonian intra-oceanic arc and boninite in northern Junggar, Xinjiang. Xinjiang Geology, 11(1): 1-12 ( in Chinese with English abstract)
Liu L. 1999. Tectonic significance of high-pressure metamorphic rocks and ophiolites in Altyn area, Xinjiang. Ph. D. Dissertation. Beijing: Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences ( in Chinese with English summary)
Liu W and Zhang XB. 1993. The characteristics and geological significance of Ulungur-Zhaisangpo tectonic melange belt. In: Tu GC (eds.). New Improvement of Solid Geosciences in Northern Xinjiang. Beijing: Science Press, 217-228( in Chinese)
Liu Y, Wang NW and Yao JX. 1994. New data of radiolarian and its significance in Kuche area, Xinjiang. Geology, 12(4): 344-350( in Chinese with English abstract)
Long LL, Gao J, Xiong XM and Qian Q. 2006. The geochemical characteristics and the Kule Lake ophoilite in the South Tianshan. Acta Petrologica Sinica, 22(1): 65-73( in Chinese with English abstract)
Ma RS, Ye SF, Wang CY and Liu GB. 1990. Framework and evolution of the East Tianshan orogenic belt. Geological Science of Xinjiang (Series 2). Beijing: Geological Publishing House, 21-36 ( in Chinese)
Niu HC, Xu JF and Yu XY. 1999. The geologic meaning of the discovery of andesite rich in magnesium in Altai, Xingjiang. Chinese Science

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Bulletin, 44(9): 1002 – 1004(in Chinese)
Pan YS. 1989. A preliminary study on the regionalization of the structures in the Kunlun Mountains region. Journal of Natural Resources, 4(3): 196 – 203(in Chinese with English abstract)
Qin KZ. 2000. Paleozoic Central-Asia orogeneses and metallogenese in northern Xinjiang. Post-Doctoral Research Report. Beijing: Institute of Geology and Geophysics, CAS, 1 – 195 (In Chinese with English summary)
Qing Q, Gao J, Reiner Klemd, He GQ, Song B, Liu DY and Xu RH. 2009. Early Paleozoic tectonic evolution of the Chinese South Tianshan Orogen: Constraints from SHRIMP zircon U-Pb geochronology and geochemistry of basaltic and dioritic rocks from Xiate, NW China. Int J Earth (Geol Rundsch), 98: 551 – 569
Sengor AC, Natal'in BA and Burtman VS. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia. Nature, 364: 299 – 306
Sengor AC and Natal'in BA. 1996. Paleotectonics of Asia: Fragments of a synthesis. In: Yin A and Harrison M (eds). The Tectonic Evolution of Asia. Cambridge: Cambridge University Press, 486 – 640
Shu LS, Lu HF and Yin DH. 2001. Late Paleozoic continental accretionary tectonic northern Xinjiang. Xinjiang Geology, 14(1): 59 – 63(in Chinese with English abstract)
Shu LS and Wang YJ. 2003. Late Devonian-Early Carboniferous radiolarian fossils from siliceous rocks of the Kelameili ophiolite, Xinjiang. Geological Review, 49(4): 408 – 412(in Chinese with English abstract)
Tang HF, Su YP, Liu CQ *et al*. 2007. Zircon U-Pb ages of tonalite at Kalamaili of Xinjiang northern and its tectonic implications. Geotectonica Et Metallogenia, 31(1): 110 – 117(in Chinese with English abstract)
Tang YQ, Gao J and Zhao M. 1995. The Ophiolite and Blueschists in the Southwestern Tianshan Orogenic Belt, Xinjiang, Northwestern China. Beijing: Geological Publishing House, 1 – 133 (in Chinese with English abstract)
Wang RS, Wang Y and Li HM. 1998. Zircon U-Pb dating of Yushugou terrain of high-pressure granulite facies in southern Tianshan Mountains and its geological significance. Chinese Journal of Geochemistry, 27(6): 517 – 522(in Chinese with English abstract)
Wang YZ. 1983. The time of the Yishak Group in the west Kunlun Mountains and its tectonic implications. Xinjiang Geology, 1(1): 1 – 8(in Chinese with English abstract)
Wang ZH, Sun S, Li JL, Hou QL, Qin KZ, Xiao WJ and Hao J. 2003. Paleozoic tectonic evolution of the northern Xinjiang, China: Geochemical and geochronological constraints from the ophiolites. Tectonics, 22(2), 1014, doi: 10.1029/2002TC001396
Wang ZX, Wu JY, Liu CH *et al*. 1990. Polycyclic Tectonic Evolution and Metallogeny of the Tianshan Mountains. Beijing: Science Press, 1 – 217 (in Chinese)
Wang ZX, Zhou GZ and Li T. 2003. The consideration on ophiolite and interrelated in northern Xinjiang, northwestern China. Acta Petrologica Sinica, 19(4): 683 – 691(in Chinese with English abstract)
Wu J, Li JL, Lan CL and Yu LJ. 2001. Progress of Altyn mountains Hongliugou ophiolite. Chinese Journal of Geology, 36(3): 342 – 349 (in Chinese with English abstract)
Wu JY and Liu CD. 1989. Geological characteristics of Bayingou ophiolite, northern Tianshan. Acta Petrologica Sinica, 5(5): 76 – 87 (in Chinese with English abstract)
Xiao WJ, Zhou H, Windley BF, Yuan C, Chan HL, Zhang GC, Fang AM and Li JL. 2003. Structures and evolution of the multiple accretionary complexes, western Kunlun orogenic belt (China). Xinjiang Geology, 21(1): 31 – 36 (in Chinese with English abstract)
Xiao WJ, Windley BF, Yan QR, Qin KZ, Chen HL, Yuan C, Sun M, Li JL and Sun S. 2006. SHRIMP zircon age of the Aermantai ophiolite in the North Xinjiang area, China and its tectonic implications. Acta Geologica Sinica, 80(1): 32 – 37 (in Chinese with English abstract)
Xiao XC, Tang YQ, Li JY *et al*. 1990. Tectonic Evolution of the Northern Xinjiang and Its Adacent Regions. Geological Science of Xinjiang (Series 1). Beijing: Geological Publishing House, 47 – 68 (in Chinese with English abstract)
Xiao XC, Tang YQ, Li JY, Zhao M, Feng YM and Zhu BQ. 1991. On tectonic evolution of southern margin of the Paleoasian composite megasuture zone. In: Xiao XC and Tang YQ (eds). On Tectonic Eevolution of Southern Margin of the Paleoasian Composite Megasuture Zone. Beijing: Beijing Scientific and Technical Press, 1 – 29 (in Chinese with English abstract)
Xiao XC, Tang YQ and Feng YM. 1992. Tectonics of North Xinjiang and Its Adjacent Region. Beijing: Geological Publishing House, 1 – 169 (in Chinese with English abstract)
Xiao XC, Liu X, Gao R *et al*. 2004. Structure and Tectonic Evolution of Southern Crust, Xinjiang. Beijing: Commercial Press, 1 – 270 (in Chinese with English abstract)
Xiu QY, Yu HF and Liu YS. 2007. Zircon U-Pb ages and tectonic implications of pillow basalt in north Altyn. Acta Geologica Sinica, 81(6): 787 – 794(in Chinese with English abstract)
Xu JF, Chen FR, Yu XY, Niu HC and Zheng ZP. 2001. Kuerti ophiolite in Altay area of North Xinjiang: Magmatism of an ancient back-arc basin. Acta Petrologica Et Mineralogica, 20(3): 344 – 352(in Chinese with English abstract)
Xu X, He GQ, Li HQ, Ding TF, Liu XY and Mei SW. 2006. Basic characteristics of the Karamay ophiolitic mélange, Xinjiang, and its zircon SHRIMP dating. Chinese Geology, 33(3): 470 – 475(in Chinese with English abstract)
Xu XY, Ma ZP, Xia LQ, Li XM, Xia ZC and Wang LS. 2005. Accurate dating of Bayingou ophiolite in northern Tianshan Mountains and its tectonic significance. Journal of Earth Sciences and Environment, 27(2): 17 – 20(in Chinese with English abstract)
Yang RY, Tang HF, Liu CQ *et al*. 2000. Geochemistry of mafic rocks from dakabute ophiolite in western Junggar, Xinjiang, NW China. Acta Mineralogica Sinica, 20(4): 363 – 370(in Chinese with English abstract)
Yang XK, Tao HX, Luo GC and Ji JS. 1996. Basic features of plate tectonics in eastern Tianshan of China. Xinjiang Geology, 14(3): 221 – 227(in Chinese with English abstract)
Zhang C and Huang X. 1992. The ages and tectonic settings of ophiolites in West Junggar, Xinjiang. Geological Review, 38(6): 509 – 524 (in Chinese with English abstract)
Zhang C, Zhai MG, Allen MB *et al*. 1993. Implications of Palaeozoic ophiolites from western Junggar, NW China, for the tectonics of central Asia. J. Geol. London, 150: 551 – 561
Zhang JX, Meng FC, Yu SY, Chen W and Chen SY. 2007. $^{39}Ar$-$^{40}Ar$ geochronology of high-pressure/low-temperature blueschist and eclogite in the North Altyn Tagh and their tectonic implication. Geology in China, 34(4): 558 – 564(in Chinese with English abstract)
Zhang LF, Ai YL, Li Q *et al*. 2005. The formation and tectonic evolution of UHP metamorphic belt in southwestern Tianshan, Xinjiang. Acta Petrologica Sinica, 21(4): 1029 – 1038(in Chinese with English abstract)
Zhou H, Li JL, Hou QL, Fang AM and Li HS. 1998. Discovery of Early Paleozoic radiolaria in ophiolitic immingle zone at Kudi of West Kunlun, and its geological Significance. Chinese Science Bulletin, 43(42): 2448 – 2451(in Chinese)
Zhou ZX. 1981. Distribution of trace elements and geological setting of Saertuo lake ophiolite. Acta Petrologica Et Mineralogica, 7(4): 93 – 103 (in Chinese with English abstract)
Zhu BQ, Feng YM, Yang JL and Zhang KC. 2002. Discover of ophiolitic melange and Silurian foreland basin at Gangou of Tokxun, Xinjiang and their tectonic significance. Xinjiang Geology, 20(4): 326 – 330 (in Chinese with English abstract)
Zhu YF and Xu X. 2006. The discovery of Ordovician ophilite in Taerbahatai Mts, Xinjiang, NW China. Acta Petrologica Sinica, 22(12): 2833 – 2842(in Chinese with English abstract)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Zhu ZX, Tian WQ, Ni L, Peng WL, Feng XC and Li SL. 2004. Geochemical characteristics of Queletage ophiolite in western Tianshan, Xinjiang. Xinjiang Geology, 22(2): 131–135(in Chinese with English abstract)

Zhu ZX. 2007. The geological components and tectonic evolution of South Tainshan, Xinjiang. Ph. D. Dissertation. Beijing: Chinese Academy of Geological Sciences, 34–39(in Chinese with English summary)

Zhu ZX, Li JY, Dong LH, Wang KZ, Liu GZ, Li YP and Liu ZT. 2008. Age determination and geological significance of Devonian granitic intrusions in Seriyakeyilake region, northern margin of Tarim basin, Xinjiang. Acta Petrologica Sinica, 24(5): 971–976(in Chinese with English abstract)

## 附中文参考文献

白吉文. 1995. 西准噶尔不同时代蛇绿岩及其构造演化. 岩石学报, 11(增刊): 62–72

曹荣龙. 1994. 新疆北部蛇绿岩及基性-超基性杂岩. 新疆地质, 12(1): 26–31

陈哲夫, 成守德, 梁云海, 徐新. 1997. 新疆开合构造与成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社

邓万明. 1989. 喀喇昆仑-西昆仑地区基性-超基性岩初步考察. 自然资源学报, 4(3): 204–211

方爱民. 1998. 新疆西昆仑库地混杂带中的弧前复理石沉积及其大地构造制约. 博士学位论文. 北京: 中国科学院地质研究所, 21–73

冯益民. 1986. 西准噶尔蛇绿岩生成环境及其成因类型. 中国地质科学院西安地质研究所所刊, (2): 37–45

高长林, 崔可锐, 钱一雄等. 1995. 天山微板块构造与塔北盆地. 北京: 地质出版社: 1–284

高俊, 肖序常, 汤耀庆等. 1994. 南天山蓝片岩的变质作用 *PT*$_t$轨迹及构造演化. 地质论评, 40(6): 544–553

高俊, 何国琦, 李茂松. 1997. 西天山造山带的古生代造山过程. 地球科学, 22(1): 27–32

高俊, 张立飞, 刘圣伟. 2000. 西天山蓝片岩榴辉岩形成和抬升的$^{40}Ar/^{39}Ar$年龄记录. 科学通报, 45(1): 89–94

辜平阳, 李永军, 张兵, 佟丽莉, 王军年. 2009. 西准达尔布特蛇绿岩中辉长岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年. 岩石学报, 25(6): 1364–1372

郭召杰, 张志诚, 王建群. 1998. 阿尔金山北缘蛇绿岩带的 Sm-Nd等时线年龄及其大地构造意义, 科学通报, 43(18): 1981–1984

郝杰, 刘小汉. 1993. 南天山蛇绿混杂岩形成时代及大地构造意义. 地质科学, 28(1): 93–95

何国琦, 李茂松, 刘德权, 唐延龄, 周汝洪. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1–437

何国琦, 李茂松. 2000. 中亚蛇绿岩带研究进展及区域构造连接. 新疆地质, 18(3): 193–202

何国琦, 李茂松, 贾进斗, 周辉. 2001. 论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义. 北京大学学报, 37(6): 853–858

黄建华, 吕喜朝, 朱新南等. 1995. 北准噶尔洪古勒楞蛇绿岩研究的新进展. 新疆地质, 13(1): 21–30

简平, 刘敦一, 张旗等. 2003. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRIMP U-Pb 测年. 地学前缘, 10(4): 439–456

靳金生, 陶洪祥, 曾章仁, 杨兴科. 张连昌. 1994. 东天山康古尔塔格金矿带地质与找矿. 北京: 地质出版社, 1–204

李春昱, 王荃, 刘雪亚, 汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图及说明书. 北京: 地图出版社, 1–49

李锦轶, 肖序常, 汤耀庆, 赵民. 1990. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代板块构造的基本特征. 地质论评. 36(4): 305–316

李锦轶. 1991. 试论新疆东准噶尔早古生代岩石圈板块构造演化. 中国地质科学院院报, (23): 1–12

李锦轶, 肖序常. 1999. 对新疆地壳结构与构造演化几个问题的简要评述. 地质科学, 34(4): 405–419

李锦轶, 王克卓, 李文铅, 郭华春, 宋彪, 王瑜, 莫申国, 赵子然, 朱志新, 潘成泽. 2002. 东天山晚古生代以来大地构造与矿产勘查. 新疆地质, 20(4): 295–301

李锦轶. 2004. 新疆东部新元古代晚期至古生代的构造格局与构造演化. 地质论评, 50(3): 304–322

李锦轶, 何国琦, 徐新, 李华芹, 孙桂华, 杨天南, 高立明, 朱志新. 2006a. 新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨. 地质学报, 80(1): 148–168

李锦轶, 王克卓, 孙桂华, 莫申国, 李文铅, 杨天南, 高立明. 2006b. 东天山吐哈盆地南缘古生代活动陆缘残片中亚地区古亚洲洋板块俯冲的地质记录. 岩石学报, 22(5): 1087–1102

李锦轶, 王克卓, 李亚萍, 孙桂华, 褚春华, 李丽群, 朱志新. 2007. 天山山脉地貌特征、地壳组成与地质演化, 地质通报, 25(8): 895–909

李锦轶, 张进, 杨天南, 李亚萍, 孙桂华, 朱志新, 王励嘉. 2009. 北亚造山区南部及其毗邻地区地壳构造分区与构造演化. 吉林大学学报(地球科学版), 39(4): 584–605

李荣社, 计文化, 杨永成等. 2008. 昆仑山及邻区地质. 北京: 地质出版社, 111–117

李嵩龄, 冯新昌, 董富荣, 李文铅. 1999. 克拉麦里-塔克札勒-大黑山蛇绿岩建造稀土元素特征. 新疆地质, 17(4): 357–364

李文铅, 马华东, 王冉, 王核, 夏斌. 2008. 东天山康古尔塔格蛇绿岩 SHRIMP年龄、Nd-Sr同位素特征及构造意义. 岩石学报, 24(4): 773–780

刘德权, 唐延龄, 周汝洪. 1993. 新疆北准噶尔泥盆纪洋内弧及博宁岩. 新疆地质, 11(1): 1–12

刘良. 1999. 阿尔金高压变质岩与蛇绿岩及大地构造意义. 博士学位论文. 北京: 中国科学院地质研究所

刘伟, 张湘炳. 1993. 乌伦古-斋桑泊构造杂岩带特征及其地质意义. 见: 涂光炽主编. 新疆北部固体地球科学新进展. 北京: 科学出版社, 217–228

刘羽, 王乃文, 姚建新. 1994. 新疆库车地区放射虫新资料及其意义. 新疆地质, 12(4): 344–350

龙灵利, 高俊, 熊贤明, 钱青. 2006. 南天山库勒湖蛇绿岩地球化学特征及其年龄. 岩石学报, 22(1): 65–73

马瑞士, 叶尚夫, 王赐银, 刘冠邦. 1990. 东天山造山带构造格架和演化. 新疆地质科学(第2辑). 北京: 地质出版社, 21–36

牛贺才, 许继锋, 于学元等. 1999. 新疆阿尔泰富镁火山岩系的发现及其地质意义. 科学通报, 44(9): 1002–1004

潘裕生. 1989. 昆仑山区构造区划初探. 自然资源学报, 4(3): 196–203

秦克章. 2000. 新疆北部古生代中亚型造山与成矿作用. 博士后科研工作报告. 北京: 中国科学院地质与地球物理所, 1–195

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

舒良树, 卢华复, 印栋浩. 2001. 新疆北部古生代大陆增生构造. 新疆地质, 14(1): 59-63

舒良树, 王玉净. 2003. 新疆卡拉麦里蛇绿岩带中硅质岩的放射虫化石. 地质论评, 49(4): 408-412

汤耀庆, 高俊, 赵民. 1995. 西南天山蛇绿岩和蓝片岩. 北京: 地质出版社, 1-133

唐红峰, 苏玉平, 刘丛强等. 2007. 新疆北部卡拉麦里斜长花岗岩的锆石 U-Pb年龄及其构造意义. 大地构造与成矿学, 31(1): 110-117

汪玉珍. 1983. 西昆仑依沙克群的时代及其构造意义. 新疆地质, 1(1): 1-8

王润三, 王焰, 李惠民. 1998. 南天山榆树沟高压麻粒岩地体锆石 U-Pb定年及其地质意义. 地球化学, 27(6): 517-522

王宗秀, 周高志, 李涛. 2003. 对新疆北部蛇绿岩及相关问题的思考和认识. 岩石学报, 19(4): 683-691

王作勋, 邬继易, 吕喜朝等. 1990. 天山多旋回构造演化与成矿. 北京: 科学出版社, 1-217

邬继易, 刘成德. 1989. 北天山巴音沟蛇绿岩的地质特征. 岩石学报, 5(5): 76-87

吴峻, 李继亮, 兰朝利, 俞良军. 2001. 阿尔金山红柳沟蛇绿岩研究进展. 地质科学, 36(3): 342-349

肖文交, Windley BF, 闫全人, 秦克章, 陈汉林, 袁超, 孙敏, 李继亮, 孙枢. 2006. 北疆地区阿尔曼太蛇绿岩锆石 SHRIMP年龄及其大地构造意义. 地质学报, 80(1): 32-37

肖文交, 周辉, Windley BF, 袁超, 陈汉林, 张国成, 方爱民, 李继亮. 2003. 西昆仑造山带复式增生楔的构造特征与演化, 新疆地质, 21(1): 31-36

肖序常, 汤耀庆, 李锦轶等. 1990. 试论新疆北部大地构造演化. 新疆地质科学 (第 1辑). 北京: 地质出版社, 47-67

肖序常, 汤耀庆, 李锦轶, 赵民, 冯益明, 朱宝清. 1991. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化. 见: 肖序常, 汤耀庆主编. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化. 北京: 北京科学技术出版社, 1-29

肖序常, 汤耀庆, 冯益民. 1992. 新疆北部及邻区大地构造. 北京: 地质出版社, 1-169

肖序常, 刘训, 高锐等. 2004. 新疆南部地壳结构和构造演化. 北京: 商务印书馆, 1-270

修群业, 于海峰, 刘永顺. 2007. 阿尔金北缘枕状玄武岩的地质特征及其锆石 U-Pb年龄. 地质学报, 81(6): 787-794

徐新, 何国琦, 李华芹, 丁天府, 刘兴义, 梅绍武. 2006. 克拉玛依蛇绿混杂岩带的基本特征和锆石 SHRIMP年龄信息. 中国地质, 33(3): 470-475

徐学义, 马中平, 夏林圻, 李向民, 夏祖春, 王立社. 2005. 北天山巴音沟蛇绿岩形成时代的精确厘定及意义. 地球科学与环境学报, 27(2): 17-20

许继峰, 陈繁荣, 于学元, 牛贺才, 郑作平. 2001. 新疆北部阿尔泰地区库尔提蛇绿岩: 古弧后盆地系统的产物. 岩石矿物学杂志, 20(3): 344-352

杨瑞瑛, 唐红峰, 刘丛强等. 2000. 达拉布特蛇绿岩带镁铁质岩的地球化学. 矿物学报, 20(4): 363-370

杨兴科, 陶洪祥, 罗桂昌, 靳金生. 1996. 东天山板块构造基本特征. 新疆地质, 14(3): 221-227

张驰, 黄萱. 1992. 新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨. 地质论评, 38(6): 509-524

张建新, 孟繁聪, 于胜尧, 陈文, 陈松永. 2007. 北阿尔金 HP/LT蓝片岩和榴辉岩的 Ar-Ar年代学及其区域构造意义. 中国地质, 34(4): 558-564

张立飞, 艾永亮, 李强等. 2005. 新疆西南天山超高压变质带的形成与演化. 岩石学报, 21(4): 1029-1038

周辉, 李继亮, 侯泉林, 方爱民, 李红生. 1998. 西昆仑库地蛇绿混杂带中早古生代放射虫的发现及其意义. 科学通报, 43(22): 2448-2451

周作侠. 1981. 萨尔托海地区蛇绿岩微量元素分布及其地质背景. 矿物岩石, 7(4): 93-103

朱宝清, 冯益民, 杨军录, 张开春. 2002. 新疆中天山干沟一带蛇绿混杂岩和志留纪前陆盆地的发现及其意义. 新疆地质, 20(4): 326-330

朱永峰, 徐新. 2006. 新疆塔尔巴哈台山发现早奥陶世蛇绿混杂岩. 岩石学报, 22(12): 2833-2842

朱志新, 田文全, 倪梁, 澎蔚兰, 冯新昌, 李嵩龄. 2004. 新疆东天山西段却勒塔格蛇绿岩地球化学特征. 新疆地质, 22(2): 131-135

朱志新. 2007. 新疆南天山地质组成和构造演化. 博士学位论文. 北京: 中国地质科学院, 34-39

朱志新, 李锦轶, 董连慧, 王克卓, 刘国忠, 李亚萍, 刘振涛. 2008. 新疆塔里木北缘色日牙克依拉克一带泥盆纪花岗质侵入体的确定及其地质意义. 岩石学报, 24(5): 971-976

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net