1000-0569/2003/019(04)-0683-91　　*Acta Petrologica Sinica*　岩石学报

对新疆北部蛇绿岩及相关问题的思考和认识*

王宗秀[1]　周高志[2]　李涛[3]
WANG ZongXiu, ZHOU GaoZhi and LI Tao

1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京　100081
2. 湖北省区域地质矿产调查所, 武汉　430034
3. 中国地震局地质研究所, 北京　100029
1. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100081, *China*
2. *Regional Geological and Mineral Resources Surveying Institute, Hubei Province, Wuhan* 430034, *China*
3. *Institute of Geology, China Seismological Bureau, Beijing*, 100029;
2003-05-12 收稿, 2003-07-30 改回.

Wang ZX, Zhou GZ and Li T. 2003. The consideration on ophiolite and interrelated issue in northern Xinjiang, northwestern China. *Acta Petrologica Sinica*, 19(4):683 – 691

Abstract　Ophiolite is an important evidence which divides continental palaeoplate and proves existence of oceanic crust, similarly, it is one of the points at issue for more geological problems. Although quite a number of investigations and discriptions have been published based on different theories and disciplinesk there still exist a lot of controversies and different understandings about the ophiolite in northern Xinjiang region. In the region, in view of existent variable factors of oceanic basin formation age determined by ophiolite formation age, we propose that there is probablly an united ocean during Proterozoic and Paleozoic (Neoproterozoic-Carboniferous) in northern Xinjiang region, we call it as Junggar-Tianshan ocean. In this paper, we take tentatively a division about the regional tectonic units in view of existing only an united ocean. We divide the region into two passive continental marginal zones and three arc-basin zones, and think that these structural units underwent three stages: continental crust stretching (Neoproterozoic-Cambrian), oceanic basin formation (Ordovician-Silurian) and oceanic basin subduction (Devonian-Carboniferous).
Key words　Ophiolite, Oceanic basin, Suture zone, Arc-basin zone, Northern Xinjiang

摘　要　蛇绿岩是作为大陆古板块划分及洋壳存在的重要佐证,同时也是许多地质问题争论的焦点之一。关于新疆北部地区大地构造单元的划分,尽管从不同理论、不同专业角度进行了许多研究和论述,但也因对区内蛇绿岩的认识不同而仍存在诸多争议。本文针对以区内蛇绿岩形成时代来确定洋盆出现所存在的一些可变因素的阐述,提出在新疆北部地区于震旦纪-石炭纪期间可能只存在一个水域相通的统一大洋—准噶尔-天山洋的认识。并以此为基点,对新疆北部地区的构造单元进行了初步划分,划分出两个被动陆缘带和三个弧盆带,同时将其构造演化概括为陆壳拉张(Z - Є)、洋盆形成(O-S)及洋盆消减(D - Є)三个阶段。
关键词　蛇绿岩;洋盆;缝合带;弧盆带;新疆北部
中图法分类号　P588.125

* 本文受国家地质大调查计划"中国典型造山带岩石圈结构及动力学研究"项目(编号:200113000078)资助.
第一作者简介: 王宗秀,男,1959 年 10 月出生,博士,研究员,构造地质专业.

1 引言

跨越西伯利亚板块、中朝-塔里木板块或阿尔泰、准噶尔、天山褶皱系的新疆北部地区,是中亚古生代造山带的一个重要组成部分,本文将它称为新疆北部缝合造山带。这个造山带的形成是通过古生代有限洋盆不断扩张,不断削减而实现的。其构造演化以及相伴发生的一系列重大地质构造事件,在近 20 多年来已有多旋回说(任纪舜等 1980,王作勋等 1990,新疆地矿局 1993,陈哲夫等 1997)、板块构造说(肖序常等 1992,Allen 等 1992,杨树德 1994,成守德等 1986,舒良树等 2001,李锦轶等 1992)、地质力学(中国地质科学院 1978)、变质地质学(董申保等 1986)等各学派专家进行过较详细的研究,并取得了许多重大进展和共识。但也由于有些地质工作程度不够深入和学术思想的差异而存在不少意见分歧,致使对一些重大地质问题难以取得比较一致的认识。其中不少意见分歧是由于蛇绿岩引起的。这不仅是因为蛇绿岩形成于较特殊的地质环境和具有重要的岩石学、构造学、地球动力学意义,而且还在于它的形成与就位必然要与洋盆的形成与性质、造山带的特征与演化以及相关的构造作用、岩浆作用、变质作用联系在一起,涉及的地质问题既复杂又广泛。

由于洋盆削减而形成的唐巴勒、玛依勒、达拉布特、阿尔曼特、克拉麦里、巴音沟等蛇绿岩带围绕准噶尔周缘分布(图 1)。它们产出于从奥陶纪到石炭纪的不同岩层之中,出现的构造环境包括火山岛弧、弧后盆地和弧间盆地。出露在南天山地区的蛇绿岩则主要产出于志留系、泥盆系岩层之中,此外在前震旦系、石炭系也有零星出露。在这里,由震旦纪到石炭纪都以稳定区沉积为主,较强烈的钙碱性火山活动仅局部出现在志留纪和泥盆纪,与准噶尔盆地周缘的蛇绿岩相比较,南天山蛇绿岩存在更多的意见分歧,原来被李春昱等(1982)、翟永建等(1988)认为是中石炭世的霍拉山等地蛇绿岩,王作勋等(1990)将其置于晚志留世-早泥盆世。研究表明,在新疆北部缝合造山带内,不仅有许多代表削减洋盆的蛇绿岩产出于不同的构造环境和不同时代的地层之中,而且还有一系列与洋盆削减有关的弧盆构造沿着蛇绿岩内侧的大陆边缘分布,充分显示新疆北部缝合造山带的形成过程是一个陆转变成洋,洋又变成陆的拉张与闭合过程。由此而产生的构造格局总体有规律,局部较为复杂。

一些研究者(肖序常等 1992,杨树德 1994)根据蛇绿岩的定向分布、地质产状、形成时代和构造环境,已在新疆北部确定有准噶尔、北天山、南天山等多个洋盆的存在,并认为这些洋盆是形成一个,削减一个,然后再形成一个,再削减一个地相继出现,相继削减,进而导致大陆不断增生,每个时代的蛇绿岩都代表一次洋盆的形成与削减和一次相应的碰撞造山作用。

肖序常等(1992)的研究成果明显反映新疆北部存在三个不同时期的蛇绿岩带,它们分别是加里东期蛇绿岩带,早、中华力西期蛇绿岩带和晚华力西期蛇绿岩带。其中加里东期蛇绿岩带以唐巴勒、玛依勒蛇绿岩为代表,主要形成期为寒武纪-奥陶纪,是加里东洋盆向伊犁微地块削减的增生体。早、中华力西期蛇绿岩带以克拉麦里、达拉布特等蛇绿岩为代表,形成时代为早、中泥盆世,是加里东洋盆削减之后在其北侧出现的早、中华力西期洋盆。晚华力西期蛇绿岩带以巴音沟蛇绿岩为代表,形成时代为晚泥盆世-早石炭世,是早、中华力西期洋盆向北俯冲而导致南侧引张形成的晚华力西期洋盆。杨树德(1994)则认为新疆北部在古生代时期存在西伯利亚、准噶尔、伊犁、塔里木四个板块,其间分别存在准噶尔、北天山和南天山三个大洋,三个大洋在奥陶纪之前已经打开,但闭合时间不尽相同,分别为中泥盆世、早石炭世和晚泥盆世。他们的研究成果充分体现了新疆北部地区多期次开合、多旋回演化的学术思想。

2 蛇绿岩时代的可变因素及统一洋盆的认识

根据以往对该区蛇绿岩的研究,并运用蛇绿岩的形成时代来确定相应洋盆的出现和奠定的大地构造格局还存在一些可变因素,这些因素包括:①蛇绿岩的形成时代多半还缺乏足够而可靠的古生物和年代学依据,其形成时代和不同时代蛇绿岩带的形成先后顺序也在随着研究程度的深入而发生变化。例如,过去认为是形成于早石炭世或晚泥盆世的克拉麦里蛇绿岩带,肖序常等(1991)认为把形成时代置于早泥盆世-中泥盆世早期为宜;②现在所见到的蛇绿岩绝大多数是已被肢解的非层序型蛇绿岩,它们不仅在区域上产出于前寒武纪到石炭纪等不同时代的岩层之中,而且同一蛇绿岩带的围岩也往往是时代不同的地层单元,并常常沿着逆冲断层或韧性剪切带呈带状分布和具有较强烈的构造变形,构造就位机制非常明显,其中大多数蛇绿岩带均为蛇绿混杂岩带。石炭纪之后的地层中不出现蛇绿岩,反映其就位时间不晚于石炭纪;③新疆北部缝合造山带虽说有因加里东洋盆削减而引起的较强烈加里东期造山作用,但同时期火山岛弧并不发育,同造山期构造作用、岩浆作用和区域变质作用也不大显著,且在许多地区早古生界和晚古生界常呈整合接触,变质作用也均为低绿片岩相而无明显的差异,董申保等(1986)认为是一个自奥陶纪以来的长期活动频繁的下沉区。而华力西期造山作用则较为明显和较为强烈,并伴有大规模的构造-岩浆作用。由此推测,从洋盆的形成到削减是一个漫长而又复杂的过程。我们认为在同一洋盆内,洋盆的扩张与削减是相对的,扩张必然引起削减,削减也会引起扩张,即使是时代不同的蛇绿岩也可以形成于同一洋盆发展演化的不同阶段;④在被认为是形成时代不同的蛇绿岩带中,几乎都有含奥陶纪-志留纪化石的报道。例如:额尔齐斯一带被认为是早泥盆世洋盆的碧玉岩中发现有早奥陶世放射虫(李锦

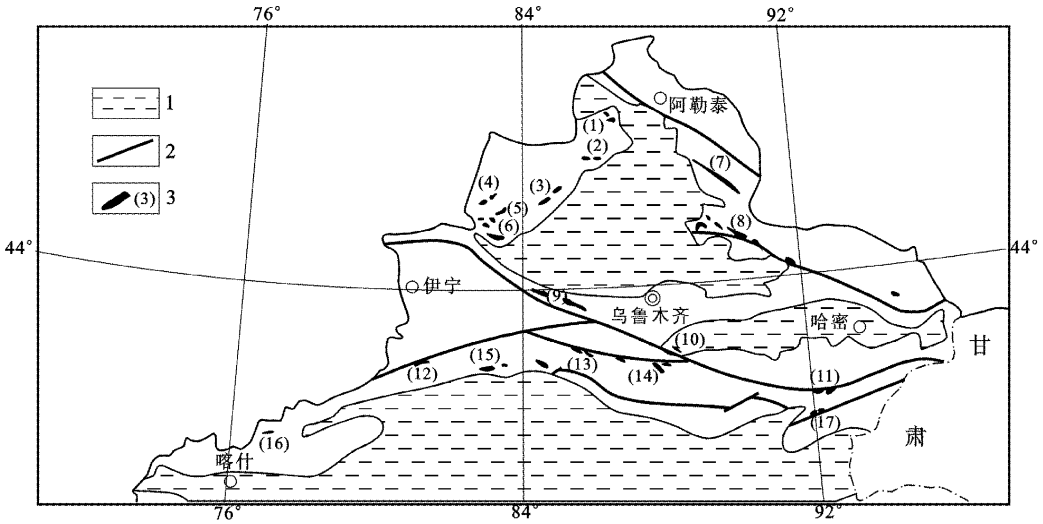

图 1 新疆北部蛇绿岩分布略图(据新疆区域地质志,1992)

1-中新生界覆盖区;2-断裂;3-蛇绿岩带及编号 蛇绿岩带名称:(1)-科克森套带;(2)-洪古勒楞带;(3)-达拉布特带;(4)-玛依勒带;(5)-巴尔鲁克带;(6)-唐巴勒带;(7)-扎河坝带;(8)-克拉麦里带;(9)-依连哈比尔尕带;(10)-干沟带;(11)-卡瓦布拉克带;(12)-长阿吾子带;(13)-古洛沟带;(14)-榆树沟带;(15)-米斯布拉克带;(16)-铁提尔塔什带;(17)-北山带

Fig. 1 The distribution sketch map of ophiolite in northern Xinjiang (after Regional Geology of Xinjiang, 1992)

轶,1991);被认为是早、中泥盆世的克拉麦里蛇绿岩带中,硅质岩含有不晚于早泥盆世的软体动物(李锦轶 1991);被认为是晚华力西期的巴音沟蛇绿岩带的硅质岩也有奥陶纪-泥盆纪放射虫(舒良树 2001)。与此同时,产出于泥盆系的阿尔曼特蛇绿岩带和产出于石炭系中的达拉布特蛇绿岩带,都发现有奥陶纪的放射虫或牙形刺(舒良树等 2001)。唐巴勒蛇绿岩有形成于奥陶纪的较可靠年代学依据,其内的硅质岩中也有奥陶纪放射虫。无独有偶,在南天山西段黑英山、霍拉山等地的蛇绿岩或蛇绿混杂岩中,除硅质岩含志留纪放射虫外,在其灰岩夹层中也找到了大部分属志留纪、少部分属早志留世的珊瑚和腕足类化石(肖序常等 1991);⑤泥盆纪-石炭纪是新疆北部缝合造山带构造变动剧烈的时期,这一时期除有显示洋壳削减的大规模岛弧火山活动以外,还在相应的地层中出现含有奥陶纪-志留纪放射虫的蛇绿岩,反映准噶尔地区泥盆纪-石炭纪火山岛弧的形成应与此前形成的洋盆削减有关。自震旦纪以来,新疆北部地区的地层展布总体有序,变形变质并不强烈,也不复杂,特别是很少见到明显的区域性叠加变形变质作用,体现不出洋盆多期次开合、多期次碰撞所造成的区域地质构造特征。

如果上述情况具有普遍性,那么,以往认为存在于新疆北部地区的多个不同时代洋盆,有可能是属于水域相通的统一洋盆。这个洋盆在震旦纪-石炭纪的长期演化过程中,经历了震旦纪-寒武纪的地壳主要拉张期,奥陶纪-志留纪的洋盆主要形成期,泥盆纪-早石炭世的洋盆主要削减期,以及晚石炭世蛇绿岩的主要就位期。新疆北部缝合造山带内地层展布虽然总体有序,但建造类型较复杂,不统一的构造界面较多,中酸性岩浆活动较强烈,变形变质存在较明显差异,层序型蛇绿岩很少出现,反映准噶尔-天山洋盆是一个长期不均衡频繁活动的不成熟洋盆。南天山、中天山已有许多前震旦纪结晶基底表露,北天山-准噶尔的准噶尔盆地、吐哈盆地之下也有不少研究者认为存在着古老的结晶地块,如果是这样的话,准噶尔-天山洋盆也是一个结构复杂、盆内多古陆岛屿的有限洋盆。

3 地质构造单元划分

关于新疆北部区域地质特征与构造单元划分已有很多研究和论述(如:Huang T K,1945;黄汲清等,1960;向鼎璞,1959;胡冰,1964;任纪舜等,1980;邬继易等,1986;赵剑峰,1986;王作勋等,1990;陈哲夫,1991;李春昱等,1982;张良臣等,1985;成守德等,1986;肖序常等,1990,1991;李锦轶,1991,1992;马瑞士等,1990,1993,1997;周济元等,1994;姬金生等,1994;何国琦等,1994;杨树德,1994;方国庆,1994;王道永等,1995;冯先岳,1986;尹荷中,1987;刘兆有等,1985)。本文根据只有一个洋盆的设想,将东准噶尔-东天山地区划分为由北向南渐次展布的五个次级构造单元(图 2),它们分别是准噶尔-北天山洋盆从震旦纪到石炭纪长期演化的不同阶段产物,其内部结构具有一定对应性关系,如下表所示。其中蛇绿岩与洋盆已在前面论述。

西伯利亚板块(或大陆块)	
新疆北部缝合造山带(东部地区)	阿尔泰被动陆缘带(Ⅰ)
	东准噶尔泥盆纪弧盆带(Ⅱ)
	北天山石炭纪弧盆带(Ⅲ)
	南天山泥盆纪弧盆带(Ⅳ)
	塔里木北缘被动陆缘带(Ⅴ)
塔里木板块(或古陆块)	

(1)阿尔泰被动陆缘带(Ⅰ)

本带以额尔齐斯超岩石圈断裂为南界,内有震旦系-寒武系、奥陶系、泥盆系广泛发育,而志留系、石炭系则呈小面积零星分布。其中,震旦系-寒武系、奥陶系、志留系主要分布于喀纳斯-可可托海断裂北侧,是一套以陆源碎屑岩、碳酸盐岩沉积为主,奥陶系局部有少量基性、酸性火山岩夹层的复理石建造,具有被动陆缘的性质与特征。本套岩层普遍发生低绿片岩相(绢云母绿泥石级)变质,内有加里东期花岗岩侵入,上被泥盆系不整合覆盖,加里东造山作用的影响较为明显。但在阿尔泰、天山、甘肃北山的某些地区,上、下古生界岩层呈整合接触,变质作用均为低绿片岩相而无明显变化(董申保等,1986),显示加里东造山作用并不强烈或具有局限性。

泥盆系、石炭系则主要分布于喀纳斯-可可托海断裂南侧,岩石组合虽以陆源碎屑岩为主,但其内有许多中基性-中酸性火山岩夹层,显示进入晚古生代,地壳已变得不太稳定,建造类型大体与火山-复理石相当。本套岩层及上述的奥陶系、志留系不仅均有强烈的构造变形和存在低绿片岩相-高绿片岩相-低角闪岩相递增变质,而且还有广泛的华力西期同造山中酸性岩浆侵入活动,反映华力西期造山作用十分强烈,其成因可能与准噶尔-北天山洋盆沿着额尔齐斯超岩石圈断裂向北强烈俯冲有关。

(2)东准噶尔泥盆纪弧盆带(Ⅱ)

本带以额尔齐斯断裂为北界,以准噶尔南缘断裂为南界,西侧被基底性质不明的准噶尔盆地覆盖。出露地层以泥盆系为主,石炭系次之,奥陶系、志留系零星分布。其中:奥陶系(O_2-O_3)分布于麦钦乌拉山一带,称荒草坡群,是一套由钙碱性安山质-流纹质火山岩、陆源碎屑岩、碳酸盐岩和硅质岩组成的岛弧型火山-沉积岩系。这套岩系内有中酸性深成岩侵入,上被上志留统、下泥盆统不整合覆盖,变质程度为绿片岩相,有可能是在洋壳之上发展的陆缘弧(李锦轶 1992)。志留系呈小面积零星出露,岩石组合为轻微变质的碎屑岩、碳酸盐岩夹火山碎屑岩,其下与荒草坡群呈角度或平行不整合接触,上与下泥盆统呈整合接触(新疆维吾尔自治区地质矿产局 1993)。但在西准噶尔的奥陶系、志留系中均有蛇绿岩,反映当时已有奥陶纪-志留纪洋盆出现,荒草坡群有可能是奥陶纪时期因洋盆局部削减形成的古岛弧,而志留系则可能是洋壳之上的浊流沉积岩层。

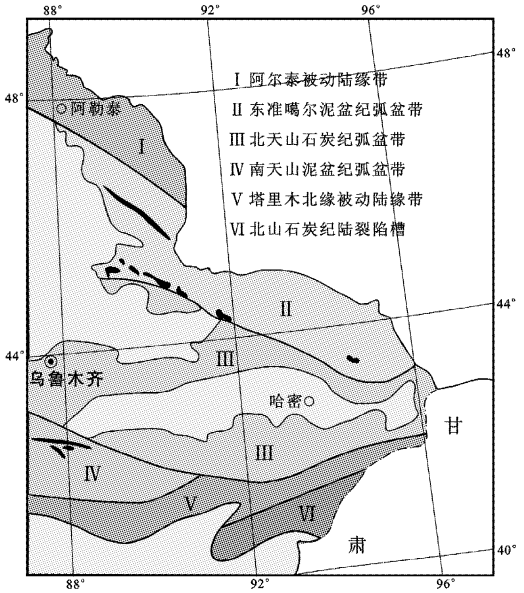

图2 东准噶尔-东天山构造单元略图

Fig. 2 Sketch map of structural units of eastern Junggar-eastern Tianshan region

在泥盆纪广泛发育以钙碱性安山岩、安山质火山岩为主的基性-中性-酸性火山岩型岛弧建造,形成一系列呈北西向展布的弧盆组合,由此而形成的泥盆系岩层占据了本构造单元的大部分,其内火山岛弧建造与类复理石建造交替出现,可能与洋壳脉动性削减有关。石炭纪,特别是早石炭世虽然也有类似泥盆纪的火岛弧建造而显示出一定的继承性,但火山作用的强度已明显减弱,且多处于弧后、弧间盆地环境,其沉积物主要来自泥盆纪岛弧,石炭系总体上是一套以凝灰质、硬砂质碎屑岩为主的火山沉积岩系。

出现在本构造单元的阿尔曼特、克拉麦里蛇绿岩带是洋壳削减的残片,它们主要产于泥盆系,紧邻的石炭系也有零星分布。肖序常等(1992)在乃明水发现蛇绿岩被下石炭统呈不整合覆盖,因而该蛇绿岩带的形成时代被置于早泥盆世-中泥盆世。与分布于西准噶尔的达拉布特蛇绿岩带大体同时形成,显示当时的洋盆水域相互沟通,东西两侧则有可能分别与蒙古外阿尔泰、哈萨克斯坦斋桑洋盆相连。除此之外,本构造单元华力西期花岗岩较为发育,但构造变形并不强烈,变质作用为初始变质的浊沸石相和葡萄石-绿纤石相。

(3)北天山石炭纪弧盆带(Ⅲ)

本带北界为准噶尔南缘断裂,南界为温泉-雅满苏-星星峡断裂,中部被吐哈盆地覆盖。带内出露的最古老地层为主要分布于巴里坤地区和准噶尔盆地东南缘一带的泥盆系,其岩石组合与建造类型大体与准噶尔泥盆纪弧盆带的泥盆系相同。石炭系则广布于博格达山和吐哈盆地南侧的觉罗塔格山北部,是一套含有大量安山岩、安山质火山岩、火山碎屑岩的钙碱质基性-中性-酸性火山岩建造,显示这里曾是一个广阔的岛弧环境。其中,觉罗塔格山北部以早石炭世岛弧火

山岩为主，博格达山以中石炭世岛弧火山岩为主，而夹于二者之间的吐哈盆地则可能为弧间盆地，石油深钻孔在2000多米之下有辉石安山岩，显示吐哈盆地之下存在石炭系基底。

本构造单元构造变形以宽阔褶皱为主，变质作用多为浊沸石相、葡萄石-绿纤石相或无变质作用显示。以辉长岩为主的顺层脉状侵入体广泛发育，但华力西期花岗岩侵入则主要发育在觉罗塔格北侧和巴里坤山、哈尔里克山一带。蛇绿岩在本单元中未见出露，但向西延伸至连依哈比尔尕则有巴音沟蛇绿岩带产于中泥盆统和中石炭统之中，并向东至托克逊南侧干沟，喀瓦布拉格东侧也有蛇绿岩沿着温泉-雅满苏-星星峡断裂零星出露于志留系、石炭系和前寒武系，它们有可能是属于同一蛇绿岩带，其形成时代因在巴音沟蛇绿岩带的硅质岩中有早石炭世-晚泥盆世放射虫、牙形石而初步定为晚华力西期。

(4)南天山泥盆纪弧盆带(Ⅳ)

本带主要分布于库鲁克塔格山北侧和温泉-雅满苏-星星峡断裂南侧天山山脉地区，其内可见前震旦系结晶基底，构造变形较为强烈，华力西期花岗岩分布广泛，此外还有以低绿片岩相为主，局部有由低绿片岩相、高绿片岩相、低角闪岩相组成的递增变质带。带内出露地层以上志留统-下泥盆统、泥盆系为主，另有志留系和石炭系零星出露。

志留系主要由陆屑岩、碳酸盐岩组成，局部夹火山岩、硅质岩和蛇绿岩，形成环境较为稳定。泥盆系与志留系呈整合接触，其岩石组合在许多地区以碎屑岩、碳酸盐岩为主，在一些地方则有较强烈的基性-中性-酸性火山活动，形成一套由玄武岩、安山岩、流纹岩及其火山碎屑岩组成的钙碱性火山岩系，具有岛弧型火山岩建造的性质与特征。如在额尔宾山火山岩带中，下泥盆统有玄武岩-安山岩组合夹少量中酸性火山岩；中泥盆统下部为玄武岩、安山岩、霏细岩及其火山碎屑岩，中部为玄武岩夹凝灰岩，上部为英安岩、流纹质熔结凝灰岩和火山灰凝灰岩；上泥盆统火山岩虽然较少，但也有类似的基性-中性-酸性火山岩组合(新疆维吾尔自治区地质矿产局1993)。

除此之外，本单元也有较多的蛇绿岩或蛇绿混杂岩出现在志留系、泥盆系及前震旦系之中，许多研究者(肖序常等1992，杨树德1994，马瑞士等1997)认为是南天山洋盆削减后的残留。与准噶尔泥盆纪弧盆带相比较，本弧盆带不及前者发育，但相互之间具有一定的对应性。

(5)塔里木北缘被动陆缘带(Ⅴ)

本带分布于温泉-雅满苏-星星峡断裂和辛格尔断裂以南，库尔勒断裂和捷山子断裂以北的塔里木盆地北缘地区，主要是一套由震旦系、寒武系、奥陶系、志留系组成的被动陆缘沉积盖层，内有前震旦纪结晶基底广布。

震旦系以陆源碎屑岩、冰碛岩为主，局部有陆内裂谷型双模式火山岩。寒武系与上震旦统平行不整合接触，岩性以碳酸盐岩为主，局部夹页岩、硅质岩和中基性火山岩；奥陶系与寒武系呈整合接触，是一套陆源碎屑岩、碳酸盐岩组合；志留系与上奥陶统呈平行不整合接触，岩石组合主要为陆源碎屑岩夹碳酸盐岩。此外，还有以陆源碎屑岩为主的泥盆系和以陆源碎屑岩、碳酸盐岩为主的石炭系。它们都形成于较稳定的构造环境。

本单元也存在加里东和华力西两期造山活动，但古生代地层之间多呈平行不整合关系，显示升降运动较为频繁。区域上，华力西期花岗岩广泛发育，古生代岩层普遍具有以低绿片岩相为主的区域变质作用，仅华力西期造山活动较为强烈。此外，也有蛇绿岩或蛇绿混杂岩零星出露在甘肃北山地区的前震旦纪变质岩层之中，但是否为蛇绿岩还有争议(新疆维吾尔自治区地质矿产局1993)。

在上述五个构造单元之中，常见有二叠系、三叠系零星分布，它们主要形成于造山后的陆内拉张盆地，总体是一套以陆源碎屑岩为主的陆相岩石组合，但在区域上岩相变化较大。其中二叠系与三叠系为整合接触，下部有时出现山前磨拉石建造和陆内裂谷型双模式火山岩建造。但与下伏石炭系的关系较为复杂，虽然总体上二者之间有一个角度不整合，但也有时出现假整合、整合，甚至是连续沉积。

4 前中生代构造演化

关于新疆北部地区的构造演化已有很多论述，用以说明洋盆聚散、碰撞焊接、大陆增生、褶断成山的构造演化模式也往往与蛇绿岩及散布在洋盆中的地块密切相关，但蛇绿岩自身的问题，如形成时代、就位机制尚未解决；有些地块(如准噶尔、吐哈地块)是否真的存在也有争议，因此，区域构造演化各家都有自己的看法，意见分歧较大。

我们认为，一个地区的构造演化是根据该地区的一些关键地质现象反推出来的，这些关键地质现象在新疆北部地区应包括：①蛇绿岩广泛发育，在共生的硅质岩中常见有奥陶纪-志留纪的放射虫，它们不仅产于不同的构造环境，而且也出现在从前震旦系到石炭系的岩层之中。较强烈的构造变形和在空间上沿着逆冲断层呈带状分布，反映其就位方式多与后期逆冲构造有关。石炭系之上的岩层中不出现蛇绿岩，表明其形成和就位时间应在二叠纪之前。②虽然由加里东洋盆削减引起的加里东期造山作用较为强烈，但在区域上除阿尔泰地区以外，其它地区并不醒目，在许多地区上、下古生界地层常呈整合关系。与此同时，虽有加里东期中酸性岩浆活动，但绝大多数规模很小，分布也很局限，不具有区域意义。③华力西期中酸性岩浆活动既广泛又强烈，反映华力西期造山作用较为显著，但岩层褶皱多以宽广的背向斜构造为主，地层展布有序；变质作用多为浊沸石相、葡萄石-绿纤石相、低绿片岩相，显示其变形变质相当微弱。④从寒武系到二叠系的岩层中常有不整合、平行不整合，但在区域上很不统一，有些地方为不整合，另一些地方则是整合或平行不整合，反映其构造活动频繁而不均衡。⑤岩相建造类型较多，

空间分布复杂多变,即使是相同的岩层也因出现的位置不同,往往存在两种或两种以上的建造类型,反映构造演化过程中存在着不同的大地构造环境。

上述情况表明,新疆北部地区的构造演化较为复杂,也较为特殊,其原因可能与准噶尔-天山洋盆的复杂性和长期活动性有关。为此,笔者设想在新疆北部只有一个准噶尔-天山洋盆的基础上,将其构造演化粗略地概括为三个阶段(图3)。

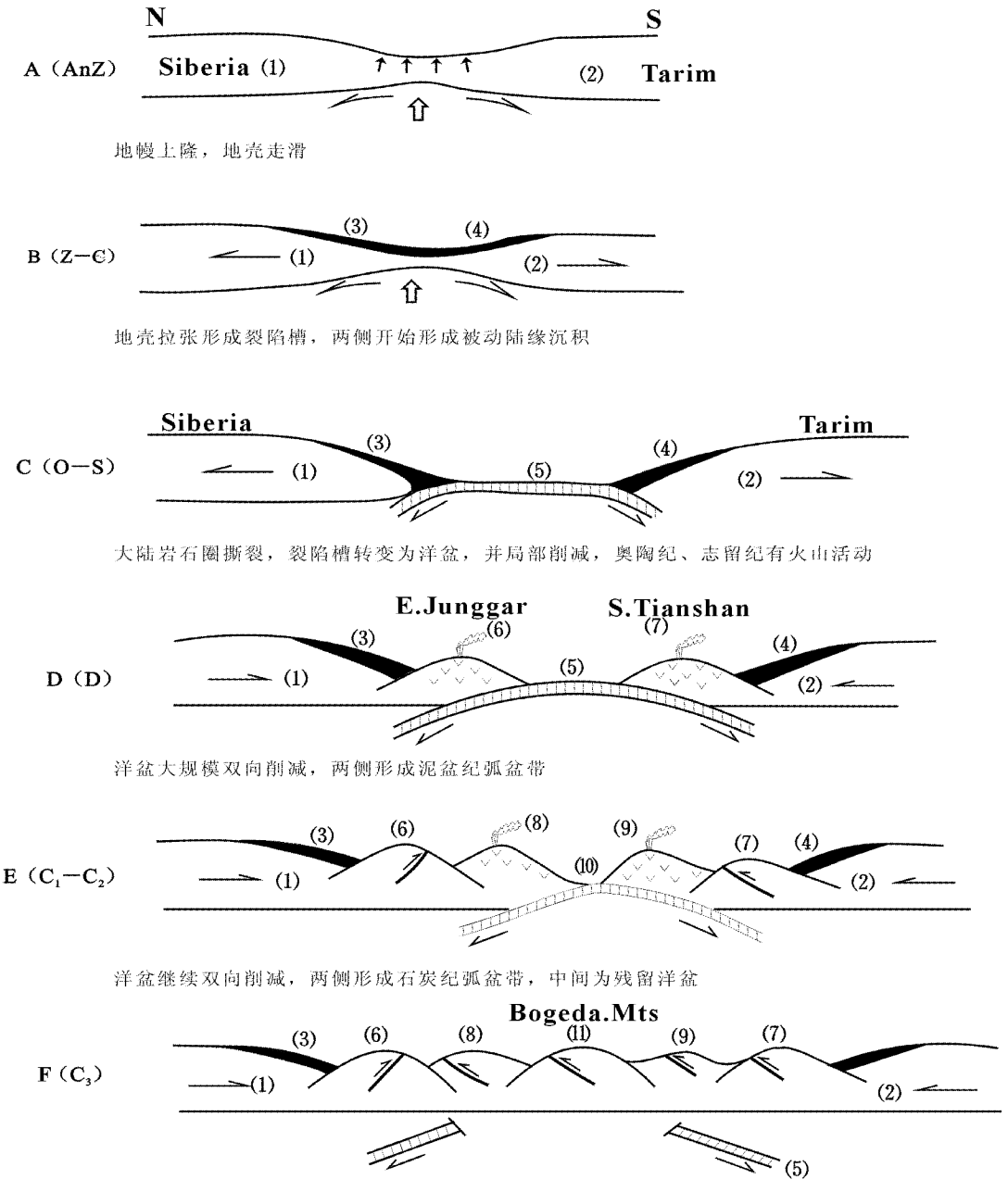

图3 准噶尔-天山古生代洋盆构造演化示意图

(1)-西伯利亚大陆;(2)-中朝-塔里木古陆;(3)-阿尔泰被动陆缘带;(4)-塔里木北缘被动陆缘带;(5)-准噶尔-天山洋盆(O-S);(6)-东准噶尔泥盆纪弧盆带;(7)-南天山泥盆纪弧盆带;(8)-北天山石炭纪弧盆带;(9)-觉罗塔格石炭纪弧盆带;(10)-准噶尔-天山残留洋盆(C_{2-3});(11)-碰撞隆升带

Fig. 3 Structural evolution sketch map of the Junggar-Tianshan Paleozoic oceanic basin

(1)陆壳拉张阶段(Z - €)

此前,新疆北部地区是一个由前震旦系岩层和花岗质岩石组成的大陆地壳,其后由于地幔上隆,地壳变薄而出现拉张(图3A),进而经裂谷发展为裂陷槽,统一的大陆地壳被分割为相对应的两大陆块,北侧为西伯利亚板块,南侧为中朝-塔里木陆块。这一时期虽有火山活动,但很微弱,盆地两侧总体上都有一套以陆源碎屑岩、碳酸盐岩为主的被动陆缘沉积盖层,并一直持续到奥陶纪-志留纪(图3B)。但由于所处的大地构造环境不同,位于新疆北部缝合造山带北侧的西萨彦湖区造山带中,已有较多的蛇绿岩广布于寒武系岩层之中,反映在准噶尔-天山洋盆还处在陆壳拉张变薄的同时已存在更早的洋盆,二者的关系有待进一步商榷。

(2)洋盆形成阶段(O-S)

随着地壳拉张作用的继续进行,裂陷槽也因大陆地壳完全撕裂而逐渐转化为大洋盆地。此时洋盆两侧虽仍以被动陆缘沉积为主,但唐巴勒已有奥陶纪蛇绿岩,在玛依勒和南天山的霍拉山等地则有志留纪蛇绿岩,其他的蛇绿岩组合中也有含奥陶纪-志留纪放射虫的报道。由此推测,奥陶纪-志留纪是准噶尔-天山洋盆的主要形成时期。东准噶尔奥陶系荒草坡群(O_2-O_3)和南天山志留系出现岛弧型火山岩建造,表明洋盆扩张期,也存在洋盆的局部削减。由于加里东洋盆削减而引起的加里东期造山作用,主要出现在阿尔泰和博罗科努地区,在其它一些地区,常见志留系与泥盆系呈整合关系,反映加里东洋盆削减具有一定的局限性(图3C)。

(3)洋盆削减阶段(D-C)

泥盆纪-中石炭世广泛发育着岛弧型火山岩建造,并有较大量的蛇绿岩产于相应的地层中,反映这一时期是准噶尔-天山洋盆的主要削减时期。这一时期,洋盆似以双向俯冲的形式分别向南、北两侧大陆削减,从而造成洋盆两侧的构造格局具有一定的对应性。其中:早期削减形成泥盆纪弧盆构造(图3D),晚期削减形成早、中石炭世弧盆构造(图3E)。但从泥盆纪到中石炭世构造界面较多,火山活动频繁以及从岛弧型火山岩建造和复理石建造交替出现来看,推断洋盆的削减形式可能为脉动式。这一阶段虽然以洋盆削减为主,但也有局部的拉张作用相伴出现。例如:巴音沟蛇绿岩组合的硅质岩中含有晚泥盆世、早石炭世的放射虫或牙形石,反映在洋盆削减的同时,也会出现新的拉张。由于洋盆削减而出现的华力西造山作用,虽然产生了广泛而又强烈的同造山期中酸性岩浆活动,但变形变质程度较低。这种现象的出现可能与洋盆削减的速率较低有关,这是因为俯冲速率较低一方面不可能产生强大的挤压应力而使造山作用变得较为平稳,另一方面则是造成削减洋壳在地壳深部滞留时间较长,从而导致大量壳幔同熔型中酸性岩浆的形成,并为华力西期同造山岩浆活动提供了充足的岩浆源。在天山西部地区,一些以蓝片岩为代表的低温高压变质岩出现在哈尔克山一带晚志留统变质岩层中,此外在西准噶尔艾比湖北侧奥陶系岩层中也有蓝片岩呈透镜状分布,形成时代颇有争议。我们根据肖序常等(1991)在南天山西段获得的350.89 ± 1.96Ma蓝闪石$^{40}Ar/^{39}Ar$坪年龄数据,推断这次高压变质事件发生在早石炭世或晚泥盆世-早石炭世,其成因很可能与洋盆削减引起的构造埋深直接相关,并与蛇绿岩一样存在着构造就位的可能性。

晚石炭世时期,洋壳削减殆尽,洋盆及其弧间、弧后盆地也随之关闭,使得原来被分割的西伯利亚古陆和中朝-塔里木古陆,重新被新疆北部造山带焊接于一体。与此同时,也伴随着被削减的洋壳(蛇绿岩)沿着深部逆冲构造带就位。

5 结束语

现有资料表明,在新疆北部地区,原来被认为多个形成于不同时代的洋盆,有可能是水域相互沟通和内部结构复杂的同一洋盆,这个洋盆经历了从震旦纪-寒武纪到中石炭世漫长而复杂的演化过程。其中震旦纪-寒武纪主要为陆壳拉张期,奥陶纪-志留纪主要为洋盆形成期,泥盆纪-中石炭世主要为洋盆削减期,而晚石炭世可能为蛇绿岩和高压变质岩的主要就位期。由于该洋盆的扩张、削减速率可能很低以及具有长期不均衡频繁活动等原因,致使伴随洋盆削减而形成的新疆北部缝合造山带存在着地层展布总体有序,内部结构复杂多变,平行造山带的逆冲断裂广泛发育,同造山期中酸性岩浆活动较为强烈,而变形变质相对微弱,且存在明显差异的不协调区域地质特征,从而反映准噶尔-天山洋盆是一个慢扩张、慢削减、不均衡构造活动频繁、内部多古陆岛屿的不成熟洋盆。区内不存在广泛的区域变形变质作用相互叠加、相互置换,则反映该洋盆在洋陆转换过程中可能没有经历过多期次的开合过程,中华力西期不仅是新疆北部缝合造山带的最主要造山期,而且也是蛇绿岩的最主要构造就位期。文章认识颇有不足之处,敬请指正。

References

Allen M B, Windeley B F and Zhang Chi. 1992. Palaeozoic Collision Tectonics and Magmatism of the Chinese Tianshan, Central Asia, Tectonophysics, 220:89 - 115

Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Province. 1993. Regional geology of Xinjiang province. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese)

Dong Shenbao, Shen Qihan, Lu Liangzhao and Sun Dazhong. 1986, Chinese metamorphic geological map and explanation, scale 1:4, 000, 000. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese)

Chen Zhefu and Liang Yunhai. 1991. Polycyclic opening-closing tectonics and plate movement of Xinjiang. Xinjiang Geology, 9(2):95 - 107 (in Chinese with English abstract)

Chen Zhefu, Cheng Shoude, Liang Yunhai and Xu Xin. 1997. The opening closing tectonics and metallogeny of Xinjiang. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House (in Chinese)

Cheng Shoude, Wang Guangrui, Yang Shude, Xin Jinsheng and Zhu

Jieshui. 1986. The palaeoplate tectonics of Xinjiang. Xinjiang Geology, 4(2):1 - 26 (in Chinese with English abstract)

Chinese Academy of Geological Science. 1978. Chinese main tectonic system (tectonic map and explanation, scale 1:4, 000, 000). Beijing: Geological Publishing House (in Chinese)

Fang Guoqing. 1994. Paleozoic plate tectonics of eastern Tianshan mountains Xinjiang, China. Acta Geologica Gansu, 3(1):35 - 40 (in Chinese with English abstract)

Feng Xianyue. 1986. On the mount tectonics of Tianshan. The Study on Crustal Wave and Mount Tectonics, No.2:214 - 220 (in Chinese)

Ji Jinsheng, Tao Hongxiang and Yang Xingke. 1994. Geochemical characteristics of volcanic rock of different tectonic setting in middle part of eastern Tianshan. Acta Petrologica et Mineralogica, 13(4): 297 - 304 (in Chinese with English abstract)

He Gouqi, Li Maosong, Liu Dequan, Tang Yanling and Zhou Ruhong. 1994. Palaeozoic crustal evolution and metallogeny of Xinjiang, China. Hong Kong Culture and Education Press, Hongkong, China. Xinjiang People's Publishing House, Urumqi, China (in Chinese)

Hu Bing, Wang Jingbin, Gao Zhenjia Lu Qing and Fang Xiaodi. 1964. Some issues on Xinjiang geotectonics. Acta Geological Sinica, 44 (2):156 - 170 (in Chinese with English abstract)

Huang T K. 1945. On Major Tectonic Forms of China. (Geol. Memoirs), Ser. A, No.20, 165pp., 8pls. (with Chinese summary of 11 pages)

Huang T K. 1960. A Tentative summary on basic characteristics of Chinese geotectonics. Acta Geologica Sinica, 40(1):1 - 37 (in Chinese with English abstract)

Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya and Tang Yaoqing. 1982. Explanation of tectonic map of Asia. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese)

Li Jinyi. 1991. On evolution of Paleozoic plate tectonics of east Junggar, Xinjiang, China. In: Xiao Xuchang and Tang Yaoqing (eds.). Tectonic evolution of the southern margin of the Paleo-Asian composite megasuture. Beijing: Scientific and Technical Publishing House, 92 - 108 (in Chinese)

Li Jinyi, Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Zhao Min and Feng Yimin. 1992. The metal deposits and plate tectonics in northern Xinjiang. Xinjiang Geology, 10(2): 138 - 146 (in Chinese with English abstract)

Liu Zhaoyou and Lan Tingji. 1985. An analysis on basic tectonic framework of Xinjiang by remote sensing image and explanation of geological and geophysical data. Xinjiang Geology, 3(1):1 - 11 (in Chinese with English abstract)

Ma Ruishi, Ye Shangfu, Wang Ciyin and Liu Guanbang. 1990. Structural framework and evolution of eastern Tianshan orogenic belt. Xinjiang Geological Sciences, No.2, Beijing: Geological Publishing House, 21 - 36 (in Chinese)

Ma Ruishi, Wang Ciyin and Ye Shangfu. 1993. The crustal evolution and structural framework of eastern Tianshan. Nanjing: Nanjing University Publishing House (in Chinese)

Ma Ruishi, Shu Liangshu and Sun Jiaqi. 1997. Tectonic evolution and metallogeny of eastern Tianshan mountains. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese)

Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun Qin Deyu. 1980. Evolution of Chinese Geotectonics. Beijing: Science Press (in Chinese)

Shu Liangshu, Lu Huafu and Yin Donghao. 2001. Late Paleozoic continental accretionary tectonics in northern Xinjiang. Xinjiang Geology, 14(1):59 - 63 (in Chinese with English abstract)

Wang Daoyong and Deng Jianghong. 1995. Plate tectonic characteristics and evolution of eastern Junggar region. Journal of Chengdu University of Technology, 22(4):38 - 45 (in Chinese with English abstract)

Wang Zouxun, Wu Jiyi, Lu Xichao, Zhang Jingguo and Liu Chengde. 1990. Polycyclic opening-closing tectonic evolution and metallogeny of Tianshan. Beijing: Science Press (in Chinese)

Wu Jiyi, Lu Xichao, Zhang Jingguo and Liu Chengde. 1986. Formation and evolution of geosyncline in Tianshan, China. Xinjiang Geology, 4(3):94 - 99 (in Chinese with English abstract)

Xiang Dingpu. 1959. The geotectonic outline of Xinjiang. Geological Review, 19(2):49 - 59 (in Chinese with English abstract)

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing and Li Jinyi. 1990. Geotectonic evolution of northern Xinjiang. Xinjiang Geological Sciences, No.1, Beijing: Geological Publishing House, 47 - 52 (in Chinese)

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Li Jinyi *et al.* 1991. On tectonic evolution of the southern margin of the Paleoasian composite megasuture zong. In: Xiao Xuchang and Tang Yaoqing(eds.). Tectonic evolution of the southern margin of the Paleo-Asian composite megasuture). Beijing: Scientific and Technical Publishing House, 1 - 29 (in Chinese)

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin. 1992. Tectonics of north Xinjiang and its adjacent region. Beijing: Geological Publishing House, (in Chinese)

Yang Shude. 1994. The palaeoplate tectonics of northern Xinjiang. Xinjiang Geology, 12(1):1 - 8 (in Chinese with English abstract)

Yin Hezhong. 1987. Some characteristics of geotectonics of northern Xinjiang. Xinjiang Geology, 5(10):35 - 42 (in Chinese with English abstract)

Zhao Jianfeng. 1986. Tectonics and evolution of Tianshan. Xinjiang Geology, 4(1):81 - 87 (in Chinese with English abstract)

Zhou Jiyuan, Mao Yanshi, Huang Zhixun, He Dalun, Wang Daoyong and Xiao Yuanpu. 1994. Volcanic geology of Paleo-continental margin of eastern Tianshan. Chengdu: Chengdu Scientific and Technical University Publishing House (in Chinese)

附中文参考文献

陈哲夫,梁云海. 1991. 新疆多旋回构造与板块运动. 新疆地质, 9(2):95 - 107

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

成守德,王广瑞,杨树德,靳金生,祝皆水. 1986. 新疆古板块构造,新疆地质, 4(2):1 - 26。

董申保,沈淇韩,卢良兆,孙大中. 1986. 全国1:400万变质地质图及其说明书, 北京:地质出版社

方国庆. 1994. 东天山古生代板块构造特点及其演化模式. 甘肃地质学报, 3(1):35 - 40

冯先岳. 1986. 论天山镶嵌构造. 地壳波浪与镶嵌构造研究 第2集, 214 - 220

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, 香港:香港文化教育出版社

胡冰，王景斌，高振家，陆青，方孝悌. 1964. 新疆大地构造的几个问题. 地质学报，44(2)：156－170

黄汲清. 1960. 中国地质构造基本特征的初步总结. 地质学报，40(1)：1－37

姬金生，陶洪祥，杨兴科. 1994. 东天山中段不同构造环境火山岩地球化学特征. 岩石矿物学杂志，13(4)：297－304

李春昱，王荃，刘雪亚，汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图说明书. 北京：地质出版社

李锦轶. 1991. 试论新疆东准噶尔古生代板块构造演化. 见：肖序常和汤耀庆主编，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，92－108。

李锦轶，肖序常，汤耀庆，赵 民，冯益民，朱宝清. 1992. 新疆北部金属矿产与板块构造. 新疆地质，10(2)：138－146

刘兆有，兰庭计. 1985. 用遥感图象结合地质/物探等资料的解释对新疆基本构造格架的分析. 新疆地质，3(1)：1－11

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. 见：305 项目“新疆地质科学”编委会编，新疆地质科学(第二辑)，北京：地质出版社，21－36

马瑞士，王赐银，叶尚夫等. 1993. 东天山构造格架及地壳演化. 南京：南京大学出版社

马瑞士，舒良树，孙家齐. 1997. 东天山构造演化与成矿. 北京：地质出版社

任纪舜，姜春发，张正坤，秦德余. 1980. 中国大地构造演化. 北京：科学出版社

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

王道永，邓江红. 1995. 东准噶尔地区板块构造特征及演化. 成都理工学院学报，22(4)：38－45

王作勋，邬继易，吕喜朝，张经国，刘成德. 1990. 天山多旋回构造演化及成矿. 北京：科学出版社

邬继易，吕喜朝，张经国，刘成德. 1986. 中国天山地槽的形成与发展. 新疆地质，4(3)：94－99

向鼎璞. 1959. 新疆大地构造轮廓. 地质论评，19(2)：49－59

肖序常，汤耀庆，李锦轶等. 1990. 试论新疆北部大地构造演化. 见：305 项目“新疆地质科学”编委会编，新疆地质科学(第一辑)，北京：地质出版社：47－52

肖序常，汤耀庆，李锦轶等. 1991. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化，见：肖序常和汤耀庆主编，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，冯益民等. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京：地质出版社

新疆维吾尔自治区地质矿产局. 1993. 新疆维吾尔自治区区域地质志. 北京：地质出版社

杨树德. 1994. 新疆北部的古板块构造. 新疆地质，12(1)：1－8

尹荷中. 1987. 新疆北部大地构造的几个特点. 新疆地质，5(1)：35－42

赵剑峰. 1986. 天山大地构造性质及其演化. 新疆地质，4(1)：81－87

中国地质科学院. 1978. 中国主要构造体系(1：400 万构造图及说明书)，北京：地质出版社

周济元，茅燕石，黄志勋，何大伦，王道永，肖渊甫. 1994. 东天山古大陆边缘火山地质，成都：成都科技大学出版社