

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2018.01.05

引用格式: 孟广路,罗彦军,王斌. 中国—吉尔吉斯斯坦天山构造格架与演化[J]. 中国地质调查,2018,5(1):28–36.

中国—吉尔吉斯斯坦天山构造格架与演化

孟广路, 罗彦军, 王斌

(中国地质调查局西安地质调查中心, 西安 710045)

摘要: 中国—吉尔吉斯斯坦天山地处中亚天山造山带中段,地质构造复杂,矿产资源丰富。在前人资料基础上,基于区域构造—岩石组合的分布发育及时空属性特征,统一将研究区划分为哈萨克斯坦和塔里木两大板块,二者由南天山晚古生代缝合带所焊接。其中,进一步划分为5个二级单元,18个三级单元。研究认为,研究区内北、中、南天山构造格架连续,在800 Ma(相当于南华纪下限)前后都完成了大陆块体的拼合,成为全球新元古代罗迪尼亚超大陆的组成部分。此后经历了大致相同的构造演化史,从中二叠世开始全区转化成陆内盆地山构造格局,新生代印度大陆同欧亚大陆碰撞使这一陆内盆地山构造格局不断臻于完善。

关键词: 天山; 吉尔吉斯斯坦; 构造格架; 构造演化

中图分类号: P544

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2018)01–0028–09

0 引言

天山造山带横亘中亚地区,全长3 000余km,地质构造复杂,矿产资源丰富,是夹持于北部西伯利亚地块和南部卡拉库姆—塔里木—华北陆块群之间的古亚洲洋,在形成、演化和消亡过程中伴随诸多陆块拼合、增生—俯冲和碰撞造山的产物^[1]。因此,研究境内外天山造山带大地构造及其演化的异同,无疑有着重要的理论意义和现实(经济)意义。

以往对中亚天山造山带的研究由于地缘关系、资料等诸多因素,多将我国境内天山与境外天山部分单独进行研究,对整个天山造山带的构造环境演化缺少宏观把握,这制约了对区域成矿背景和区域成矿规律的认识。近年来,中国地质调查局与吉尔吉斯斯坦合作开展了吉尔吉斯斯坦天山成矿带成矿地质背景研究及资源潜力评价等多项合作,收集了大量研究区基础地质图件,其中包括20余幅20世纪70年代前苏联时期1:20万、1:10万吉尔吉斯斯坦地质图、吉尔吉斯斯坦1:50万地质图^[2]、亚欧地质图(1:500万)^[3]、亚洲中部及邻区地质图(1:250

万)^[4]、中国新疆及中亚邻区地质矿产图(1:150万)^[5]、中国新疆北部及邻区构造—建造图(1:150万)^[6]、新疆及邻区大地构造图(1:250万)^[7]和中国天山及邻区地质图(1:100万)^[8]等有关图件,结合大量前人研究成果^[9–31],在此基础上建立了中吉天山地区大地构造格架,并对区内所涉及的古亚洲洋(吉尔吉斯洋、南天山洋)的形成演化过程进行了探讨。

1 区域地质概况

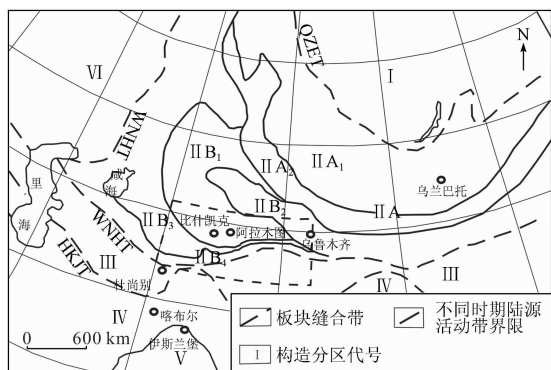
研究区(E69°~88°,N39°~45°)位于中亚天山造山带的中部,包括吉尔吉斯斯坦天山和我国新疆天山乌鲁木齐以西部分(图1)。在传统上,中吉各自境内天山都划分为北天山、中天山和南天山3个单元,但境外北、中、南天山的范围和我国境内传统的北、中、南天山划分范围有很大差别,尤其是北、中天山无法直接对比连接。在构造上,吉尔吉斯斯坦北天山与中哈萨克斯坦划为一体,其组成以前寒武纪陆块为主,在华力西阶段,它作为一个整体,存在于华力西褶皱区中。中天山在塔拉斯—费尔干纳断裂以西,大部分被克孜勒库姆沙漠和费尔干盆

收稿日期: 2017–04–15; 修订日期: 2017–08–04。

基金项目: 中国地质调查局“乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦及邻区矿产资源潜力评价(编号: DD20160105)”项目资助。

第一作者简介: 孟广路(1978—),男,高级工程师,主要从事中亚地区区域地质、成矿规律研究及地球化学找矿勘察。Email: 729931061@qq.com

地所覆盖。以东则宽度急速减小,呈西宽东窄的楔形,延至中吉两国交界处仅宽约 30 余 km。北、中天山之间,是著名的尼古拉耶夫线(天山主要构造线)^[32]。南天山线性特征明显,多认为是一条与乌拉尔相连的华力西褶皱带^[27-33](图 2)。



I. 西伯利亚板块; QZET. 恰尔克斯—斋桑—额尔齐斯缝合带; II. 哈萨克斯坦—准噶尔板块; II A. 北部陆缘区; II A₁. 阿尔泰—北蒙古加里东活动带; II A₂. 斋桑—北准噶尔—南蒙古华力西活动带; II B. 南部陆缘区; II B₁. 成吉思—科克切塔夫—北天山—伊犁加里东活动带; II B₂. 巴尔喀什—准噶尔华力西活动带; II B₃. 图尔盖—中天山加里东—华力西活动带; II B₄. 南天山华力西活动带; WNHT. 乌拉尔—南天山—红柳河板块缝合带; III. 卡拉库姆—塔里木—华北板块; HKJT. 赫拉特—北帕米尔—康西瓦—鲸鱼湖板块缝合带; IV. 中伊朗—冈底斯(滇藏)板块; KLYT. 科希斯坦—拉达克—雅鲁藏布江板块缝合带; V. 印度板块; VI. 东欧板块

图 1 中亚及邻区构造略图^[27]

Fig. 1 Tectonic sketch of Central Asia and its adjacent areas^[27]



①. 天山最主要构造线(尼古拉耶夫线); ②. 南费尔干—阿特巴什—伊内里切克带; ③. 吉萨尔—科克沙阿带; ④. 塔拉斯—费尔干断裂; ⑤. 北帕米尔带; ⑥. 伊契克勒套—阿拉姆苏伊带

图 2 吉尔吉斯斯坦天山划分简图^[33]

Fig. 2 Division sketch of Tianshan in Kyrgyzstan^[33]

中国境内北、中、南天山的划分与境外迥然不同,所以讨论境内天山地质时往往要冠以“中国”。需要指出的是,我国的北天山(伊犁地块北缘艾比湖—头苏泉(或艾比湖—康古尔塔格)断裂带以东)是邻区东哈萨克斯坦南部的延伸,已不属于邻区北天山的范畴^[9],在研究区范围内所占面积较小,因此未单独划出,而仍保留其“北天山”的称谓;

艾比湖—头苏泉断裂带沿 NW 方向延伸,与中哈萨克斯坦断裂带相连,而伊犁地块向西经伊塞克地块、穆云库姆地块等与中哈萨克斯坦乌鲁套、科克切塔夫地块相连,这些地块一起共同构成哈萨克斯坦—北天山古陆^[9],因此,伊犁地块应是哈萨克斯坦—北天山古陆的一部分;伊犁地块南缘的比伊克—那拉提山(一条 NEE 向的窄带)与邻区的中天山相连,伊犁地块与比伊克—那拉提山之间的分界线就是吉尔吉斯斯坦北、中天山分界线尼古拉耶夫线在我国境内的东延部分。因此,境外北、中天山均可延至我国境内。本文以境外吉尔吉斯斯坦天山为主体,将其北、中、南天山与我国新疆相应构造单元相连接,所划分的板块主要是古生代以来所形成的板块,现已成为统一欧亚大陆的组成部分。

2 构造单元划分

2.1 划分原则

大陆边缘构造发展历史的研究,特别是碰撞前位置和拼合碰撞界线的研究,可作为划分一级板块单元的依据。一个古大陆板块有一个或几个较古老的大陆核心——大陆区,围绕大陆区的为陆缘区。2 个板块间被大洋所分隔,现已消失,仅保留其部分洋壳残片——蛇绿岩。因此大陆区及其陆缘区分别构成板块构造的二级单元,不同时期具有不同的板块边界。本文所划分的板块主要是古生代以来所形成的,现已统一成为欧亚大陆的组成部分。陆缘区有被动陆缘和活动陆缘之分。在板块俯冲作用下,在不同时代可形成边缘海、岛弧、海沟体系,而在拉张作用下,大陆区和早期固结的基底上可形成裂谷、裂陷槽和上叠盆地等三级单元。

2.2 划分方案

根据以上原则对中吉天山构造单元进行了划分(图 3),将研究区划分为哈萨克斯坦—准噶尔板块(I)和塔里木板块(II)两大板块,其间由南天山晚古生代缝合带(NTST)所焊接。缝合带以北属哈萨克斯坦—准噶尔板块(I),包括北天山弧盆系(I₁)和中天山陆块(I₂),其间为塔拉斯—松凯利湖—尼古拉耶夫线—中天山北缘早古生代缝合带(TSNT)所隔;南天山缝合带(NTST)以南地区属塔里木板块(II),由塔里木北部陆缘区(南天山弧盆系)(II₁)和塔里木陆块区(II₂)组成。

3 主要构造单元地质特征

3.1 哈萨克斯坦板块

该板块位于西伯利亚板块与卡拉库姆—塔里木—华北板块之间(图1),与西伯利亚和塔里木板块一样具有古老陆核。围绕各古陆块边缘发育一系列古生代的造山带(增生带)。研究区范围内划分出北天山弧盆系和中天山陆块。

3.1.1 北天山弧盆系

研究区域主要涉及杰尔斯克伊早古生代岛弧带、依塞克—伊犁地块和赛里木地块。

杰尔斯克伊早古生代岛弧带发育于依塞克地块及塔拉斯地块的基础上,位于依塞克地块及塔拉斯地块之间,因后期的剥蚀只保留了岛弧的一部分^[5]。早—中元古代变质基底零星出露,吉尔吉斯斯坦北天山北部阿克—丘兹地区见有“侵入”于太古宇中的图克图古尔基性—超基性杂岩(古元古代);中新元古界德日卢绥组石英岩、变质石英砂岩为罗迪尼亚超大陆拼合后的统一盖层,标志着超大陆的拼合;其上为文德纪德扎科博洛特组含冰成沉积的火山—沉积建造所覆盖,标志着罗迪尼亚超大陆的裂解;寒武系底部含磷硅质建造(洋流沉积)标志着大陆进一步拉张形成被动陆缘;中寒武世—一早中奥陶世发育杂色陆源碎屑岩、凝灰岩、安山岩和硅质岩等。上奥陶统出露较少,下部见火山—沉积建造,上部为红色磨拉石建造;缺失志留系;泥盆系—石炭系为上叠盆地盖层。广泛发育390~470 Ma的奥陶纪—志留纪^[7]花岗岩及花岗闪长岩类,代表着早古生代岛弧的发展过程;花岗岩类岩体之上,覆盖早—中泥盆世中性—酸性火山岩,后者常与红色磨拉石建造伴生。

依塞克—伊犁地块位于吉尔吉斯斯坦依塞克湖周边及我国新疆伊宁盆地周边。依塞克地块新太古界出露零星,主要由片麻岩、角闪岩、云母片岩夹透镜状大理岩组成,同位素年龄为2 800 Ma^[7]。古元古界主要为混合岩夹大理岩透镜体,岩浆岩除辉长角闪岩外,见有辉榴岩和片麻状斜长花岗岩和花岗岩等,共同构成古元古代结晶基底。中元古界属于古元古代结晶基底之上的盖层。新元古界,下部为辉绿岩、闪长玢岩、凝灰岩,上部为页岩、粉砂岩、碳质页岩、石英岩及灰岩。新元古界侵入岩以花岗岩类岩体为主,年龄为500~710 Ma^[7]。早—

中寒武世地层中辉绿岩、蛇纹岩、凝灰角砾岩、凝灰岩,表明成熟稳定的依塞克元古宙地块已开始发生张裂作用。自震旦纪开始其上均为盖层沉积。

伊宁石炭纪—二叠纪裂谷为伊塞克地块的东延,范围与新疆伊犁盆地大致相当。古元古界构成其结晶基底,中—新元古界碎屑岩、碳酸盐岩构成结晶基底上的盖层^[10]。伊宁石炭纪—二叠纪裂谷即发育于此基底之上。裂谷的地层层序以昭苏阿克沙克沟剖面为代表^[34]。该区早二叠世仍有玄武岩—流纹岩构成的双峰式火山活动,至晚二叠世才为红色陆相磨拉石。碱性花岗岩类多为二叠纪时期侵入体。

赛里木地块编图范围内仅涉及我国新疆部分,包括赛里木陆缘盆地、赛里木古地块和赛里木南缘南华纪—震旦纪裂谷。

出露的最老地层为古元古界温泉群,构成了该地块古元古代的结晶基底。中、新元古界,主要由出产叠层石的蓟县系库松木切克群和青白口系开尔塔斯群所组成,属于古元古代结晶基底之上的第一盖层;再上均为盖层;二叠纪发育陆内裂谷,主要为乌郎组酸性—基性火山岩、碎屑岩。华力西期花岗岩类,多分布于元古宇地块内或其边部,其次是少量的元古宇花岗岩类。赛里木地块南缘,出露南华系—震旦系砂岩、砂质泥岩及冰碛岩,不整合覆盖于蓟县系库松木切克群之上;寒武系、奥陶系含磷建造变质变形轻微,不整合或平行不整合于震旦系之上。它们为典型的全球新元古代罗迪尼亚超大陆裂解作用及进一步拉伸形成的被动陆缘在中亚地区的记录。

3.1.2 塔拉斯—松凯利湖—尼古拉耶夫线—中天山北缘早古生代缝合带

西起吉尔吉斯斯坦西部塔拉斯地区,向东在松凯利湖以南与尼古拉耶夫线相接,向东进入新疆与伊犁盆地南缘大断裂、沙泉子—阿其克库都克断裂相接。

缝合带西段塔拉斯—松凯利湖一线出露寒武纪蛇绿岩(C—O₁),主要由辉绿辉长岩、蛇纹石化橄榄岩、辉长岩—苏长岩及角闪岩、碳酸盐化的超基性岩等组成,代表了北天山—中天山之间的残留洋壳残余。新疆伊犁地体和中天山地体之间发育的那拉提T型洋中脊玄武岩^[35]年龄为516 Ma。它代表了捷尔斯克伊古洋(北天山洋)的东段,并表明尼古拉耶夫线向东延入新疆。

3.1.3 中天山陆块

研究范围内主要由塔拉斯地块、纳伦地块、星星峡—巴伦台地块(多期岩浆弧)和恰特卡尔地块组成。

塔拉斯地块出露最老地层为中—新元古界,其上为震旦系小卡拉套岩系和杰特姆岩系(似冰碛岩夹页岩和含铁杂砂岩)所覆,代表了新元古代罗迪尼亚超大陆的裂解作用的产物。发育少量新元古界斜长花岗岩和早古生代岛弧固结期的奥陶纪花岗闪长岩和志留系的花岗岩类岩体。

纳伦地块最老地层为古元古界奎柳组,构成结晶变质基底;中—新元古界大纳伦组具裂谷性质,为一套火山—沉积变质岩建造;其上为震旦纪杰特姆岩系(含冰成岩石的沉积建造)所覆;早古生代陆壳增生后,形成泥盆纪—石炭纪上叠盆地沉积,中部被中—新生界所覆盖。区内偶见石炭纪闪长岩,二叠纪碱性花岗岩等侵入岩体。

星星峡—巴伦台地块(多期岩浆弧)为吉尔吉斯斯坦中天山在新疆境内的东延部分。巴伦台地块出露最古老地层为长城系星星峡岩群,同位素年龄值为 $997 \sim 1\,829\text{ Ma}^{[7]}$,构成其结晶基底。未见蓟县系、青白口系、寒武系。西段那拉提地区出露地层主要为古元古界木扎尔特岩群片麻岩、混合岩、变粒岩、二云石英片岩、变质砂岩,及中—上志留统巴音布鲁克组杂砂岩、中基性喷发岩、凝灰岩夹少量灰岩。石炭系—二叠系属上叠产物。带内岩浆岩自新元古代至二叠纪均有出露,以花岗岩类为主。北天山洋志留纪后碰撞花岗岩和与南天山洋俯冲有关的岛弧钙碱性花岗岩,说明“中天山”具有作为南、北天山之过渡陆块的性质,同时受到早古生代北天山洋和晚古生代南天山洋发展演化影响。

恰特卡尔地块位于塔拉斯—费尔干纳断裂西南。据古地磁资料,该地块在中生代时,发生了 60° 逆时针方向的旋转,使该区沿塔拉斯—费尔干纳断裂右行走滑断裂发生了 200 km 的位移^[7]。出露最老地层为中元古界谢米兹赛组变质结晶基底。不整合其上的早古生代地层以灰岩、白云岩为主,夹含磷灰岩硅质岩、泥页岩,产寒武纪三叶虫及奥陶纪的笔石化石。其中见有古南天山洋洋壳残片。晚石炭世后火山活动增强,上石炭统火山沉积建造同下伏地质体呈区域性不整合;至二叠纪时全区发育陆相火山岩。中—新生界以河、湖相沉积为主。

3.2 南天山晚古生代缝合带

南天山晚古生代缝合带位于乌拉尔—南天山—红柳河巨型板块缝合带(WNHT)的中段,西段西起吉尔吉斯斯坦费尔干纳断裂以西南天山最西端,在奥什地区折向北穿过费尔干纳盆地,在迈利赛—阿克吉尔地区呈“S”形延伸,将费尔干纳断裂以西中天山与南天山分隔。向东被费尔干纳右行走滑断裂所截,中段在吉尔吉斯斯坦为阿特巴什—伊尼尔切克大断裂,东段延入新疆与中天山南缘那拉提山大断裂—乌瓦门—卡瓦布拉克—红柳河大断裂相接,延伸长度超过 $2\,000\text{ km}$ 。

缝合带内出露的最老地层为太古宇,呈断块产出,一般面积较小,分布于吉尔吉斯斯坦境内,平行于构造线展布;元古宇含酸性—中酸性火山岩;震旦系以含冰碛岩为最大特征,这表明南天山洋与北天山洋同在罗迪尼亚超大陆基底之上拉开;寒武系—下志留统为被动陆缘阶段,以碳酸盐及含碳质泥质页岩为主;志留纪—泥盆纪出现洋壳,并有深水斜坡—洋底高原沉积;石炭系—二叠系为红色陆相磨拉石。

沿缝合带断续分布有蛇绿岩、蓝片岩,自西向东,吉尔吉斯斯坦境内费尔干纳断裂以西分布有苏维塔茨基蛇绿混杂岩带(D)、迈利赛蛇绿混杂岩带(D),由蛇纹岩、蛇纹岩化橄榄岩、蛇纹岩化斜方辉橄岩、异剥橄榄岩、辉长岩、辉长岩—苏长岩、滑石菱镁片岩等组成,晚石炭世早期莫斯科阶伸展磨拉石建造不整合于其上,标志着此处南天山洋的消失;费尔干纳断裂以东伊尼尔切克俯冲杂岩带(D),出露有阿特巴什组高压变质蓝片岩,白云母 $\text{Ar}-\text{Ar}$ 年龄 $327 \sim 324\text{ Ma}^{[36]}$,上石炭统科德扎克利组灰岩、砂岩、粉砂岩不整合于阿特巴什组高压变质蓝片岩之上,标志此处洋盆晚石炭世已闭合;沿缝合带向东,我国新疆境内代表南天山东段洋盆残片的铜花山—榆树沟蛇绿岩混杂岩推覆体 SHRIMP U—Pb 年龄 $435 \sim 439\text{ Ma}^{[37]}$ 。西段阿克亚孜—科克苏河一带发育由高压(超高压)榴辉岩/蓝片岩组成的俯冲增生杂岩,榴辉岩的原岩火山岩的形成时代为 $454 \sim 449\text{ Ma}^{[38]}$,高压(超高压)变质作用发生在 $346 \sim 302\text{ Ma}^{[39-41]}$ 。南天山北缘长阿吾子蛇绿岩中的辉长岩年龄 $(439.4 \pm 26.9)\text{ Ma}^{[42]}$,与其配套的中酸性侵入岩年龄 344 Ma ,蓝闪片岩、超基性岩等混杂(合)岩年龄 $383\text{ Ma}^{[7]}$ 。这些地质事实标志着新疆境内南天山洋最晚于早石炭世已

经封闭(杜内与韦宪期界线)。然而,值得注意的是,对长阿吾子蓝片岩的时代,不同学者报道差异很大为 $729 \sim 415 \text{ Ma}$ ^[11-12,42-43]。王宝瑜等^[42]还报道了 $1\,570 \text{ Ma}$ 的蓝片岩原岩年龄数据。成守德等^[10]认为 $1\,570 \text{ Ma}$ 可能是蓝片岩原岩的年龄,代表构造卷入的中元古界岩块的年龄,它可能是发生在塔里木板块北缘早期碰撞事件的产物,后期混入本缝合带之中。

3.3 塔里木板块

研究区仅涉及其北缘部分,由塔里木北部陆缘区(南天山弧盆系)和塔里木陆块区组成。

3.3.1 塔里木北部陆缘区(南天山弧盆系)

北部边界为南天山晚古生代缝合带,南以阿合奇—库尔勒大断裂为界与塔里木中央陆块相隔。由南天山弧前增生楔、泽拉夫尚陆缘拉伸盆地和南木扎尔特—霍拉山陆缘裂谷组成。

南天山弧前增生楔。零星出露前寒武系结晶基底。早古生代早期,该区作为塔里木古陆边缘,沉积了震旦系和寒武系的稳定型沉积。与扬子古陆陆缘类似,其中发育震旦系冰碛岩和下寒武统硅质含磷建造。震旦纪的冰川作用及水下喷发表明此时大陆边缘的裂谷作用已经开始。西南天山震旦系—奥陶系变质碎屑岩中反映重力流深水沉积特征的纹理和鲍玛序列^[44-45],说明早古生代南天山洋(古亚洲洋南支)正在开裂,塔里木古陆北侧由裂谷发展到被动陆缘的演化过程,并在奥陶纪时已经完成。吉尔吉斯斯坦南天山下志留统塔什巴拉特组(S_1at)深水斜坡—洋底高原相沉积(硅泥质岩+洋底玄武岩建造)的出现,也说明了到此时由裂离发展到被动陆缘的演化过程已经完成。总体上看,南天山奥陶纪到志留纪处于较稳定的陆棚沉积环境。从吉尔吉斯斯坦伊尼尔切克俯冲杂岩带(D)志留系阿特巴什组(S_2at)高压变质蓝片岩的出现^[2],至中志留统一上泥盆统岛弧火山岩建造的发育,及新疆中天山南缘所发育的巴音布鲁克组岛弧型火山岩,均说明南天山洋在志留纪时已开始向北(现代方位)俯冲。自中石炭世开始南天山全面进入板内演化阶段,形成多个具有上叠性质的盆地。

泽拉夫尚陆缘拉伸盆地。其基底为古元古界,主要为黑云石英片岩、绿泥黑云石英片岩等;古生界具被动陆缘性质,在早期基底上拉张开裂,生成巨厚的浅海相沉积,岩浆活动微弱,地层基本上未遭变形;中生界为湖沼相含煤沉积;第三系为红色

陆相砂、砾岩,第四系为洪冲积物。

南木扎尔特—霍拉山陆缘裂谷。出露最古老岩系为霍拉山地区兴地塔格群($Ptxd$),构成深变质结晶基底;长城系阿克苏群($Chak$)主要出露于南木扎尔特地区;在元古宇基底之上不整合覆盖南华系—震旦系砂质板岩、紫红色砂岩、粉砂岩互层夹冰碛砾岩;泥盆纪—石炭纪发育陆缘裂谷;二叠系为海陆过渡相,以酸性为主的中酸性熔岩夹基性熔岩、砂岩、灰岩为主。

3.3.2 塔里木陆块区

由不同地质时期的塔里木古陆边缘构造和塔里木中央陆块区组成,研究区范围内划分为柯坪地块、铁热克苏地块、库鲁克塔格地块和塔里木中央陆块区。

柯坪地块与铁热克苏地块。其间被托云云—新生代拉分盆地所隔,两者地质特征相类似,基底属同一地块。中新元古界构成其变质基底,震旦系至整个古生界为其盖层,均由稳定的碳酸盐及陆源碎屑岩所组成。早寒武世底部见有硅质含磷建造,平行不整合于含冰碛岩的震旦系之上。该区岩浆活动不发育,仅有少量基性岩和基性次火山岩活动。晚近时期逆冲推覆断裂十分发育,剖面上呈叠瓦式自北向南逆冲推覆。

库鲁克塔格地块。出露有新疆目前发现时代最古老的太古宇岩石——托格拉克布拉克群,构成太古宙陆核。围绕太古宙陆核为古元古代深变质结晶基底古元古界兴地塔格群($Ptxd$);中—新元古界为变质基底,其上为震旦纪至早古生代的沉积盖层。南华系—震旦系多为陆源碎屑沉积及浊流沉积,并见有3套冰碛岩(Nh_1 、 Nh_2 、 Z)、3套火山岩沉积;下古生界以碳酸盐岩—碎屑岩建造为主,早寒武世底部为硅质含磷层,局部地区见中—基性火山岩,说明震旦纪—寒武纪时大陆(罗迪尼亚古陆)已开始了新的裂解;泥盆系为杂色陆相磨拉石^[10]。区内发育多期前寒武纪岩浆作用,最早一期为($2\,845 \pm 594$) Ma 的花岗片麻岩类岩浆活动^[46],形成肉红色片麻状花岗岩,是太古宙陆核的组成部分;其次为 $959 \sim 1\,102 \text{ Ma}$ ^[46]的中元古代花岗岩类和 $760 \sim 880 \text{ Ma}$ ^[46]的新元古代花岗岩类,主要为眼球状片麻状黑云母花岗岩,代表元古宙大陆最后固结时的产物。早古生代岩浆作用不发育,而泥盆纪—石炭纪花岗岩类分布广泛。

塔里木中央地块区与现代塔里木盆地的范围

相近,应属天山造山带范围之外,故不做详述。

4 区域构造发展演化讨论

研究区复杂的大地构造格架是漫长地质历史过程中地壳发展演化的结果。在对比、总结了中吉天山相邻各构造单元地质特征的基础上,将中吉天山从中新太古代(或古元古代)以来概括为 4 个演化阶段。

4.1 800 Ma(前南华纪)前大陆地壳早期演化阶段

这一阶段从陆核发育到新元古代超大陆形成,经历了 3 个时期:新太古代—古元古代陆核形成期、陆块形成及演化期和罗迪尼亚超大陆形成期。

新太古代—古元古代构造格局是元古代古裂谷或者是古老的拗拉槽围绕太古宙—古元古代结晶变质杂岩构成的陆核,结晶基底之上普遍存在区域性不整合,中新元古代建造的变质程度和太古宙—古元古代截然不同,可能存在着一个古元古代的超大陆。在依塞克、纳伦、塔里木等稳定陆块上发育以浅海相镁质碳酸盐岩为主的建造,陆块与陆块之间存在着古洋盆或裂谷,在其周围发育以巨厚的火山—沉积建造为特征的裂谷建造。青白口系碳酸盐岩建造之上存在的广泛区域性不整合,标志着海相沉积即将结束和陆块会聚的开始。作为新元古代超大陆拼合的地质响应,研究区范围内南华纪—震旦纪冰成沉积岩系及其下普遍发育的区域性角度不整合面,沿吉尔吉斯斯坦北天山出现的大量青白口纪钙碱性花岗质侵入岩,新疆西天山及邻区广泛存在 950 ~ 850 Ma 的岩浆侵入及变质事件^[8],均表明中吉天山地区到了 800 Ma(相当于我国的青白口纪末)各陆块相继完成了拼合,已成为全球罗迪尼亚超大陆的组成部分。

4.2 800 Ma—早中泥盆世超大陆裂解及古亚洲洋多岛弧盆系演化阶段

这一阶段可以划分成古亚洲洋形成演化、北天山洋俯冲碰撞期(中—晚奥陶世)、南天山洋盆的演化和俯冲碰撞造山期(志留纪—早中泥盆世)3 个亚阶段。

新元古代超大陆的裂解标志着古亚洲洋演化的发端^[1]。伴随着超大陆的裂解在中天山微陆块北、南两侧分别形成了北天山洋和南天山洋。

吉尔吉斯斯坦尼古拉耶夫线—塔拉斯—卡拉

套沿线零星分布着晚元古代—早奥陶世的蛇绿岩组合,代表北天山洋洋壳残片,表明北天山洋存在的时限为晚元古代—早奥陶世。在北天山南缘发育大量中寒武世—早奥陶世岛弧火山岩、酸性火山岩构成岛弧相建造组合,表明北天山洋盆从晚寒武世到晚奥陶世持续向北俯冲^[47],在北天山南缘形成系列岛弧带。中—晚奥陶世花岗岩、花岗闪长岩及浅色花岗岩类等碰撞型花岗岩,碰撞造山期磨拉石建造及不整合覆盖其上的早—中泥盆世中性—酸性为主的火山岩表明在北天山洋在晚奥陶世开始碰撞,志留纪—早泥盆世已转化为碰撞造山带。

中天山微陆块南侧为南天山洋盆,吉尔吉斯斯坦范围内沿阿特巴什—伊尼尔切克大断裂出露蛇绿岩、含高压变质岩的俯冲杂岩或经受高压变质作用的增生楔(S_3-D_1)代表了南天山洋盆的残留。在吉尔吉斯斯坦南天山发育了大量寒武纪—奥陶纪被动陆缘沉积建造。吉尔吉斯斯坦中天山南缘的库拉玛—恰特卡尔地区发育俯冲相关的志留纪—早泥盆世火山岩和侵入岩,代表南天山向北俯冲^[48]。新疆西南天山达鲁巴依辉长岩锆石 U—Pb 年龄为 590 ~ 600 Ma^[49];铜花山蛇绿混杂岩中的斜长花岗岩锆石 U—Pb 年龄为 (406.2 ± 2.5) Ma^[49],表明西南天山洋盆形成于前寒武纪,发展于寒武纪—奥陶纪。志留纪—早泥盆世新疆西南天山出现俯冲杂岩、弧火山岩及前陆磨拉石等。伴随俯冲作用进一步发展,中泥盆世末或晚泥盆世早中期开始碰撞造山,仅在南天山局部残留晚泥盆世的残留海盆。

中天山在这一阶段是一个巨大的岩浆弧,同时存在北天山洋志留纪后碰撞花岗岩和南天山洋俯冲有关的岛弧钙碱性花岗岩,这表明“中天山”作为南、北天山之过渡陆块的性质,同时受到早古生代北天山洋和晚古生代南天山洋发展演化影响。

4.3 晚泥盆世—中二叠世造山后板内伸展阶段

这一阶段研究区范围内除了沿依连哈比尔尕山一带属于红海式裂谷^[1],有洋壳残片出露外,其余地域不再有大洋盆地沉积组合。南天山大部分被晚泥盆世—石炭纪上叠盆地所占据。沿中天山普遍缺失晚泥盆世沉积。伊犁地块发育大量的石炭纪—早中二叠世裂谷火山—沉积建造。北天山晚泥盆世陆相粗碎屑沉积不整合于中泥盆统之上,而同其上的早石炭世浅海相沉积渐变过渡,这种由陆相而海相,由粗碎屑岩—细碎屑岩—生物碳酸盐

岩、火山岩的进积型沉积充填序列,充分表明从晚泥盆世开始整个北天山地区已经进入到造山后板内伸展阶段,大陆动力学条件由挤压变为伸展。

4.4 中二叠世—现今陆内盆山构造形成演化阶段

此阶段中吉天山全面进入陆内演化阶段,形成现今由陆内复合造山带和盆地2种单元构成的陆内盆山构造格局。不同地区转化成陆内演化阶段的时间不完全一致,北、中天山较早,早二叠世已经进入陆内阶段。而南天山晚石炭世—中二叠世都是海相沉积,晚二叠世才出现陆相火山岩。新生代以来,伴随印度板块与欧亚大陆的持续碰撞,陆内俯冲及走滑平移运动进一步发展,导致天山、昆仑山强烈隆升,而盆地相对下降,使得这一陆内盆山构造格局不断臻于完善。

5 结论

(1)研究区内中国及吉尔吉斯斯坦境内北、中、南天山构造格架连续,可划分为哈萨克斯坦—准噶尔板块和塔里木板块两大板块,其间由南天山晚古生代缝合带(NTST)所焊接。缝合带以北以塔拉斯—松凯利湖—尼古拉耶夫线—中天山北缘早古生代缝合带(TSNT)为界,划分为北天山弧盆系和中天山陆块。南天山缝合带(NTST)以南地区属塔里木板块,由塔里木北部陆缘区(南天山弧盆系)和塔里木陆块区组成。

(2)中国及吉尔吉斯斯坦境内天山地区范围内在800 Ma(相当于南华纪下限)前后都完成了大陆块体的拼合,成为全球新元古代罗迪尼亚超大陆的组成部分。此后经历了大致相同的构造演化史,从中二叠世开始全区转化成陆内盆山构造格局,新生代印度次大陆同欧亚大陆的碰撞使得这一陆内盆山构造格局不断臻于完善。

参考文献:

- [1] 夏林圻,夏祖春,徐学义,等. 天山岩浆作用[M]. 北京:地质出版社,2007:4-18.
- [2] Турсунгазиев Б Т, Петров О В. Геологическая карта, Кыргызской, Республики (1:500 000) [M]. Бишкек: ВСЕГЕЧ,2008.
- [3] 李廷栋. 亚欧地质图(1:5 000 000) [M]. 北京:地质出版社,1997.
- [4] 李廷栋, Uzhkenov B S, Mazorov A K,等. 亚洲中部及邻区地质图1:2 500 000地质图[M]. 北京:地质出版社,2008.
- [5] 李宝强,孟广路. 中国新疆及邻区大地构造图1:1 500 000及说明书[M]. 北京:地质出版社,2014.
- [6] 王广瑞. 中国新疆北部及邻区构造—建造图说明书[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [7] 何国琦,成守德,徐新,等. 中国新疆及邻区大地构造图1:2 500 000 [M]. 北京:地质出版社,2005.
- [8] 王洪亮,徐学义,何世平,等. 中国天山及邻区1:100万地质图[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [9] 何国琦,李茂松,韩宝福. 中国西南天山及邻区大地构造研究[J]. 新疆地质,2001,19(1):7-11.
- [10] 成守德,刘通,王伟伟. 中亚五国大地构造单元划分简述[J]. 新疆地质,2010,28(1):16-21.
- [11] 王作勋,郭继易,吕喜朝,等. 天山多旋回构造演化与成矿[M]. 北京:科学出版社,1990.
- [12] 肖序常,汤耀庆,冯益民,等. 新疆北部及邻区大地构造[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [13] Джеччураева Р Д. Геодинамика, металлогения и рудогенез [M]. Илим. Бишкек,2010.
- [14] 肖序常,刘训,高锐,等. 新疆南部地壳结构和构造演化[M]. 北京:商务印书馆,2004.
- [15] 肖序常,汤跃庆,冯益民,等. 新疆北部大地构造及其演化[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [16] 肖序常,汤耀庆. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[M]. 北京:科学技术出版社,1991.
- [17] 肖文交,韩春明,袁超,等. 新疆北部石炭纪—二叠纪独特的构造—成矿作用:对古亚洲洋构造域南部大地构造演化的制约[J]. 岩石学报,2006,22(5):1062-1076.
- [18] 车自成,刘良,罗金海. 中国及其邻区区域大地构造学[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [19] 左国朝,张作衡,王志良,等. 新疆西天山地区构造单元划分、地层系统及其构造演化[J]. 地质论评,2008,54(6):748-767.
- [20] 何国琦,朱永峰. 中国新疆及其邻区地质矿产对比研究[J]. 中国地质,2006,33(3):451-460.
- [21] 李锦铁,何国琦,徐新,等. 新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨[J]. 地质学报,2006,80(1):148-168.
- [22] 李锦铁. 中国大陆地壳“镶嵌与叠覆”的结构特征及其演化[J]. 地质通报,2004,23(9/10):986-1004.
- [23] 李锦铁,王克卓,李亚萍,等. 天山山脉地貌特征、地壳组成与地质演化[J]. 地质通报,2006,25(8):896-909.
- [24] 吴世敏,马瑞士,卢华复,等. 新疆西天山古生代构造演化[J]. 桂林工学院学报,1996,16(2):95-101.
- [25] 李曰俊,杨海军,赵岩,等. 南天山区域大地构造与演化[J]. 大地构造与成矿,2009,33(1):94-104.
- [26] 左国朝,刘义科,张招崇,等. 中亚地区中、南天山造山带构造演化及成矿背景分析[J]. 现代地质,2011,25(1):1-14.
- [27] 陈哲夫,周守云,乌统旦. 中亚大型金属矿床特征与成矿环境[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999.
- [28] 孟广路,王斌,范堡程,等. 中国—吉尔吉斯天山成矿单元划分及其特征[J]. 地质通报,2015,34(4):696-709.
- [29] 李宝强,孟广路,曹新,等. 中亚天山—帕米尔地区成矿地质背景[J]. 地质通报,2015,34(4):686-695.
- [30] 查显锋,李荣社,辜平阳,等. 北阿尔金红柳沟—拉配泉构造混杂岩带东段的结构、构造[J]. 中国地质调查,2015,2(8):35-42.
- [31] 李荣社,陈隽璐,马中平,等. 中国西北部造山带中几个古生

- 代俯冲增生楔的识别与确认[J]. 中国地质调查, 2016, 3(1): 44–51.
- [30] 孟广路, 王斌, 李宝强, 等. 乌兹别克斯坦穆龙套金矿床研究进展[J]. 地质科技情报, 2013, 32(5): 160–166.
- [31] Buslov M M, Saphonova I Y, Watanabe T, et al. Evolution of the Paleo – Asian Ocean (Altai – Sayan Region, Central Asia) and collision of possible Gondwana – derived terranes with the southern marginal part of the Siberian continent[J]. Geoscience Journal, 2001, 5(3): 203–224.
- [32] 杨蔚华, 刘友梅, 高计元. 新疆北部石炭系拗拉槽与浊流盆地沉积序列中铅、锌、金等层控矿床[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [33] Qian Q, Gao J, Reiner K, et al. 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 Xiata, NW China[J]. International Journal of Earth Sciences, 2009, 98(3): 551–569.
- [34] Simonov V A, Sakiev K S, Volkova N I, et al. Conditions of formation of the Atbashi Ridge eclogites (South Tien Shan) [J]. Russian Geology and Geophysics, 2008, 49: 803–815.
- [35] 杨经绥, 徐向珍, 李天福, 等. 新疆中天山南缘库米什地区蛇绿岩的锆石 U – Pb 同位素定年: 早古生代洋盆的证据[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 77–95.
- [36] 高俊, 钱青, 龙灵利, 等. 西天山的增生造山过程[J]. 地质通报, 2009, 28(12): 1804–1816.
- [37] Gao J, Klemd R. Primary fluids entrapped at blueschist to eclogite transition: Evidence from the Tianshan meta – subduction complex in northwestern China[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 2001, 142(1): 1–14.
- [38] Klemd R, Bröcker M, Hacker B R, et al. New age constraints on the metamorphic evolution of the high – pressure/low – temperature belt in the western Tianshan Mountains, NW China[J]. The Journal of Geology, 2005, 113(2): 157–168.
- [39] Su W, Gao J, Klemd R, et al. U – Pb zircon geochronology of Tianshan eclogites in NW China: Implication for the collision between the Yili and Tarim blocks of the southwestern Altai[J]. European Journal of Mineralogy, 2010, 22: 473–478.
- [40] 郝杰, 刘小汉. 南天山蛇绿混杂岩形成时代及大地构造意义[J]. 地质科学, 1993, 19(1): 93–95.
- [41] 高俊, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆西南天山蓝片岩的变质作用 pTdt 轨迹及构造演化[J]. 地质论评, 1994, 40(6): 544–553.
- [42] 王宝瑜, 朗智君, 李向东, 等. 中国天山西段地质剖面综合研究[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [43] 刘本培, 王自强, 张传恒, 等. 西南天山构造格局与演化[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [44] 胡蒿琴, 张国新, 李启新, 等. 新疆北部同位素地球化学与地壳演化[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [45] 高振家, 陈克强. 新疆的南华系及我国南华系的几个地质问题——纪念恩师王曰伦先生诞辰一百周年[J]. 地质调查与研究, 2003, 26(1): 8–14.
- [46] 朱宝清, 冯益民, 杨军录, 等. 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[J]. 新疆地质, 2002, 20(4): 326–330.
- [47] 陈博, 马中平, 孟广路, 等. 吉尔吉斯斯坦中天山地质特征及研究进展[J]. 中国地质, 2016, 43(2): 458–469.
- [48] 杨海波, 高鹏, 李兵, 等. 新疆西天山达鲁巴依蛇绿岩地质特征[J]. 新疆地质, 2005, 23(2): 123–126.
- [49] 周鼎武, 苏梨, 简平, 等. 南天山榆树沟蛇绿岩地体中高压麻粒岩 SHRIMP 锆石 U – Pb 年龄及构造意义[J]. 科学通报, 2004, 49(14): 1411–1415.

Tectonic framework and evolution of Tianshan in China and Kyrgyzstan

MENG Guanglu, LUO Yanjun, WANG Bin

(Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an 710045, China)

Abstract: Tianshan in China and Kyrgyzstan is located in the middle of Tianshan orogenic belt, with complex geological structure and abundant mineral resources. On the basis of previous studies, and according to the distribution and space – time characteristics of regional tectonic – rock combination, the authors divided the study area into Kazakhstan and Tarim plates, and the two plates are connected by Late Paleozoic suture zone of southern Tianshan. Then the study area was further divided into five secondary units and eighteen third – level units. The results show that the northern, middle and southern Tianshan tectonic frameworks are continuous in the study area and the continental blocks were split at 800 Ma (equivalent to the bottom of Nanhua), which become parts of the Neoproterozoic Rodinia supercontinent. Later, the study area has experienced roughly the same structural evolution. From the beginning of the Middle Permian, the area transferred to continental basin – mountain tectonic pattern. In Cenozoic, the collision between subcontinent of India and Eurasia has improved the continental basin – mountain tectonics pattern.

Key words: Tianshan; Kyrgyzstan; tectonic framework; tectonic evolution

(责任编辑: 常艳)