

# 塔里木盆地东北缘早古生代构造格局及演化

左国朝 李绍雄

(甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

**提要:**塔里木盆地东北缘构造带包括了新疆东天山及甘肃—内蒙北山广大地区。本区早古生代塔里木板块与哈萨克斯坦板块的对接带展布于由西段阿其克库都克断裂带向东与石板井—小黄山蛇绿混杂岩一线。晋宁运动(800 Ma)本区经历了广泛的岩浆热事件,西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块与塔里木板块曾一度合并到罗迪尼亚超大陆之上。南华—震旦纪古大陆解体,哈萨克斯坦板块及塔里木板块断区以多岛群体弥散于古亚洲洋内。塔里木板块东段的陆缘区,震旦—寒武纪显示海湾型沉积区。奥陶纪沿花牛山—五峰山—帐房山一线裂解为裂谷带,晚奥陶世末前碰撞期岩浆活动导致裂谷关闭。早、中志留世,古亚洲洋洋壳板片沿着尾亚南—芨芨台子山—白云山—月牙山—洗肠井一线向南俯冲,构筑了公婆泉火山岛弧带及相匹配的红柳河—牛圈子—碱泉子弧后盆地。晚志留世的碰撞初期花岗岩岩浆运动极为活跃。泥盆纪进入主碰撞期,造山阶段的岩浆热事件波及到隆升中的造山带,在其南缘沉陷为火山—磨拉石前陆盆地。

**关键词:**塔里木盆地; 构造格局; 裂谷; 火山弧; 弧后盆地; 大地构造相

**中图分类号:** P542      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2011)04-0945-16

塔里木盆地东北缘造山带囊括了新疆东天山及甘肃—内蒙北山广大地区,本区的构造属性研究对塔里木板块形成与演化具有重要意义。近年来,肖序常、何国琦等<sup>[1]</sup>及王洪亮等<sup>[2]</sup>编制的中国天山及邻区地质构造等图件,为本研究区构造格局的厘定奠定了基础。笔者自 20 世纪 80 年代以来,对该地区进行了多项课题的野外调研,并参与了部分 1:25 万马鬃山幅、东疆东天山 1:5 万觉罗塔格塔地区近 20 图幅的野外调研和室内综合研究<sup>[3]</sup>,最近参与了许志琴院士的中石化的“塔里木盆地含油气潜力的构造背景评价”的项目研究,又多次深入东天山及北山地区的重要构造带进行综合野外调查、同位素年代学的样品采集和测量工作,取得了一批新成果。本文在搜集了近来在该地区所发表的文献<sup>[4-10]</sup>的综合研究基础上,在室内编制了 1:50 万新疆东天山及甘蒙北山地区大地构造相图,对本区的大地构造格局和大地构造相进行了新的厘定和划分。

## 1 早古生代构造格局及演化

本区构造格局主体的北侧为西北利亚板块,其位置相当于新疆准噶尔盆地东北缘卡拉麦里早古生代至泥盆纪蛇绿岩带与蒙古国南戈壁蛇绿岩带相连的北侧广大地区,该蛇绿岩带组成本区南侧哈萨克斯坦板块与北侧西伯利亚板块的主要对接带,也就是南北两大板块的主缝合带位置。该缝合带分布于本区外围未进入本区。

哈萨克斯坦板块的东段位于本区与塔里木板块交界的沙泉子—石板井—小黄山缝合带北侧,板块内分布着吐哈地体、景儿泉北地体及早山地体,并皆由元古宇的变质岩系组成地体的基底,早古生代呈洋中微陆块或岛屿分布于古亚洲洋中,其地体边缘常发育有俯冲带,并伴有陆缘弧型火山岩系。本区的哈萨克斯坦板块与本区塔里木板块之间的古洋区宽度,据古地磁资料分析,在奥陶纪大洋扩张鼎盛期可

**收稿日期:** 2011-02-25; **改回日期:** 2011-04-28

**基金项目:** 中石化“塔里木盆地盆山动力学及油气资源战略”项目(YPH081110)和国土资源部“青藏高原大陆动力学与成矿作用”项目(212010818094)资助。

**作者简介:** 左国朝,男,1937 年生,教授级高级工程师,长期在甘、青、蒙、新地区从事造山带研究;E-mail: chylyk@tom.com。

达 710 km<sup>[12]</sup>。现今的扩张型蛇绿混杂岩出露于小黄山,呈叠瓦状产出,其中变质橄榄岩强烈蛇纹石化,沿着深断裂带向西,在石板井北再次出露被肢解的蛇绿岩残块小型构造透镜体。该带再向西归并于中天山与北天山之间的阿其克库都克断裂带中。

本区塔里木板块位于上述蛇绿混杂岩的主缝合带以南广大地区,即相当于塔里木板块向东延伸的部位。古亚洲洋南侧的塔里木板块北缘构造带,经历了南华纪至奥陶纪的离散型边界到志留纪的汇聚型边界的演化过程。南华纪开始,在晋宁期所形成的罗丁尼亚超大陆基础上出现裂解,其南在陆缘内侧形成冰水沉积海盆(图 1),而北侧出现初始洋盆大陆斜坡地带。震旦—寒武纪在白湖隆起南演变为陆缘内侧半封闭海湾型浅海盆地,寒武纪为含磷钒铀黑色岩系沉积。奥陶纪该浅海盆地进一步伸展扩张,地幔热流上升,引起玄武岩浆喷溢,在 花 牛 山— 帐 房 山 一 带 撕 裂 出 裂 谷 型 海 槽, 并 在 帐 房 山 一 带 出 现 深 海 槽 的 与 超 镁 铁 岩 共 生 的 硅 质 岩 沉 积 组 合。 需 要 指 出, 在 本 裂 谷 带 的 周 边 前 寒 武 系 基 底 上, 出 露 众 多 超 镁 铁 岩 侵 入 体, 其 中 有 辉 铜 山 的 方 辉 橄 榄 岩 与 辉 长 岩、 花 西 滩 蛇 纹 石 化 橄 榄 岩、 花 牛 山 西 蛇 纹 石 化 辉 橄 岩、 华 南 沟 及 金 场 沟 的 橄 榄 岩、 蛇 纹 石 化 橄 榄 二 辉 岩、 音 凹 峡 橄 榄 岩、 辉 长 岩 等 基 性— 超 基 性 杂 岩 体, 这 些 杂 岩 体 多 数 为 与 奥 陶 纪 裂 谷 演 化 后 期 的 强 伸 展 地 动 力 环 境 的 亏 损 地 幔 岩 浆 呈 底 辟 侵 位 有 关。 志 留 纪 伊 始, 本 区 塔 里 木 板 块 地 段 进 入 汇 聚 型 边 界 时 期, 位 于 古 亚 洲 洋 南 缘 的 大 小 地 体 边 缘 发 生 两 条 由 北 向 南 俯 冲

的俯冲带:①石板井—小黄山俯冲带,形成南缘东七一山火山岛弧带;②月牙山—洗肠井俯冲带,形成了南侧公婆泉以陆壳为基底的火山岛弧带。位于公婆泉火山岛弧带南缘形成弧后扩张区,发育一条具上叠性质的红柳河—牛圈子—碱泉子弧后盆地,并产有弧后微洋盆蛇绿岩。塔里木板块南侧被阿尔金转换断层所截,其东南为华北板块,并可进一步分为阿拉善地体和北祁连地体。

现今的东天山—北天山山链是受晚石炭世来的走滑变动,挤压缩短以及推覆堆叠等地壳变动,致使早古生代的大地构造相的强烈肢解、变位和消减的构造带。为了恢复原始早古生代板块构造,笔者编制了当时板块构造的复原框架示意图(图 2),该图显示了本区早古生代板块构造的洋区内各地体空间分布状态,同时也反映了在演化各阶段二级及三级构造单元的展布特征,笔者力图恢复当时原先板块空间位置,将现今图面上的位置要比实际地理位置以古地磁资料向北扩展了许多,突出了洋区范围,故在早古生代板块构造复原框架图(图 2)上地点座标并不反映实际地理座标,而仅是相对的空间位置。

## 2 早古生代构造单元划分

根据北山及邻区早古生代的构造单元划分,笔者采用了三级构造单元划分方案:一级单元为板块,二级单元为地体,三级单元采用大地构造相一词,它们反映了古构造环境岩相组合、沉积序列、演化机制、变质作用、变形特征以及在构造演化中的构造地

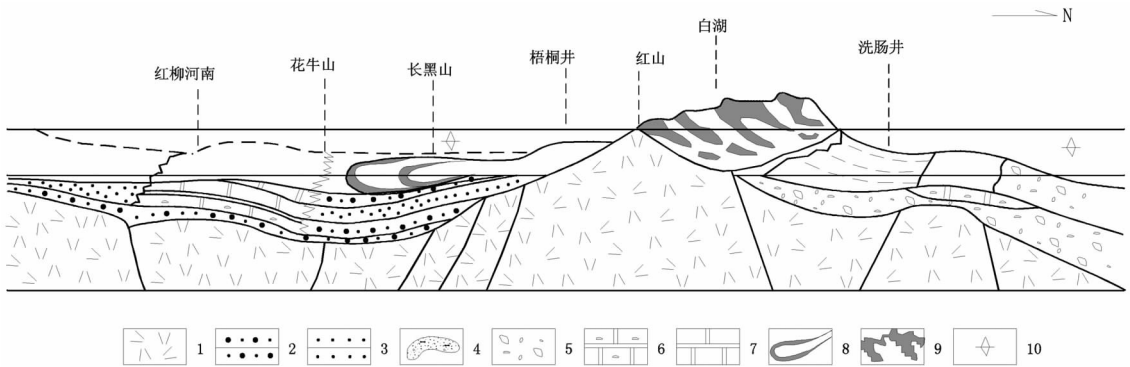


图 1 北山地区南华—震旦纪沉积盆地格局示意图

- 1—前震旦系褶皱基底;2—粗碎屑岩;3—细碎屑岩;4—浊积岩;5—冰碛砾岩;
- 6—含砾碳酸盐岩;7—碳酸盐岩;8—海下冲积扇;9—岛链状山岳冰川;10—冰筏

Fig.1 Geological sketch map showing the tectonic framework of Nanhua—Sinian sedimentary basin in Beishan area

- 1—Pre-Sinian folded basement; 2—Coarse clastic rock; 3—Fine clastic rock; 4—Turbidite; 5—Kame moraine;

- 6—Carbonate rock with gravel; 7—Carbonate rock; 8—Alluvial fan under sea; 9—Island chain mountain glacier; 10—Ice rafting

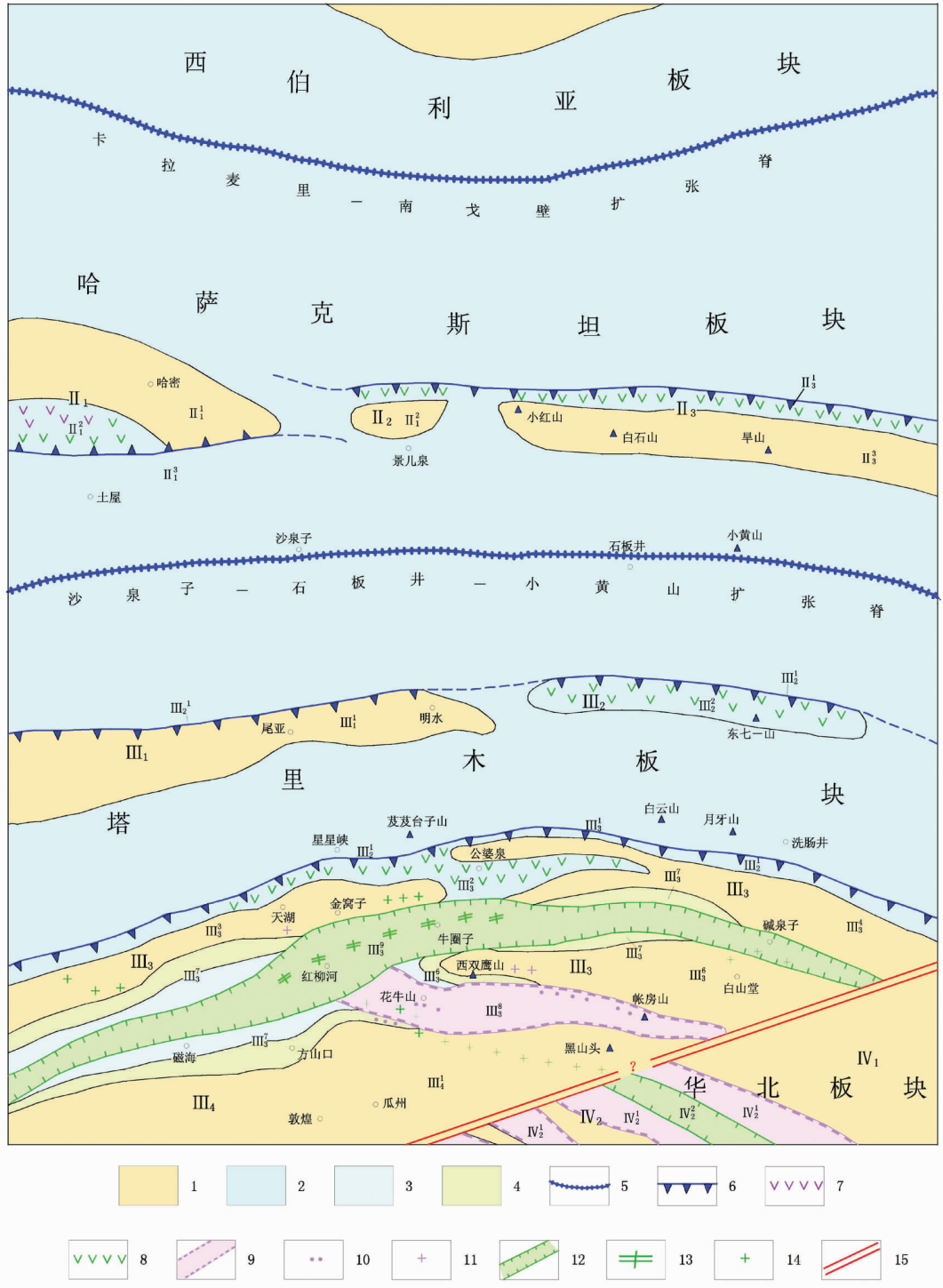


图 2 北山及邻区早古生代板块构造复原框架图

1—前寒武纪古陆块;2—早古生代洋区;3—早古生代半深海或大陆斜坡区;4—早古生代陆棚浅海区;5—大洋扩张脊(板块边界);6—地体边缘俯冲带(蛇绿混杂岩带);7—奥陶纪火山弧;8—志留纪火山弧;9—奥陶纪裂谷;10—奥陶纪裂谷底辟超基性杂岩体;11—奥陶纪裂谷闭合期花岗岩类;12—志留纪弧后盆地;13—志留纪弧后盆地蛇绿岩;14—志留纪晚期花岗岩类;15—阿尔金转换断层

Fig.2 Restored tectonic map of early Paleozoic plates in Beishan and adjacent areas

1- Precambrian paleo-continental block; 2-Early Paleozoic ocean; 3-Early Paleozoic bathyal sea or continental slope section; 4-Early Paleozoic shallow sea on a shelf; 5-Oceanic ridge(plate boundary); 6-Subduction zone in the margin of terrain(ophiolite melange zone); 7-Ordovician volcanic arc; 8-Silurian volcanic arc; 9- Ordovician rift; 10-Odovician diapiric ultrabasic complex of rift; 11-Ordovician granitoid of rift closing stage; 12-Silurian back-arc basin; 13-Ophiolite of Silurian back-arc basin; 14-Late Silurian granitoid; 15-Altun transform fault

表 1 甘肃—内蒙北山及东天山早古生代构造单元及大地构造相划分  
Table 1 Early Paleozoic tectonic units and phases division in Beishan of Gansu—Inner Mongolia and east Tianshan region

早古生代		
一级 (板块)	二级 (地体)	三级 (大地构造相)
I 西伯利亚板块		
卡拉麦里—南戈壁缝合带 (I <sub>1</sub> <sup>1</sup> 蛇绿混杂岩相)		
		II <sub>1</sub> <sup>1</sup> 哈密前寒武纪古陆块相
	II <sub>1</sub> 吐哈地体	II <sub>1</sub> <sup>2</sup> 大柳沟奥陶—志留纪陆缘火山弧相
		II <sub>1</sub> <sup>3</sup> 大草滩俯冲混杂带相
II 哈萨克斯坦板块	II <sub>2</sub> 景儿泉北地体	II <sub>2</sub> <sup>1</sup> 景儿泉北前寒武纪岛状微陆块相
		II <sub>2</sub> <sup>3</sup> 南戈壁俯冲混杂带相
	II <sub>3</sub> 旱山地体	II <sub>3</sub> <sup>2</sup> 哈尔克山—大南山奥陶—志留纪火山岛弧相
		II <sub>3</sub> <sup>3</sup> 白石山前中元古代古陆块相
沙泉子—石板井—小黄山缝合带 (III <sub>2</sub> <sup>1</sup> 蛇绿混杂岩相)		
	III <sub>1</sub> 尾亚—明水地体	III <sub>1</sub> <sup>1</sup> 明水前寒武纪陆块相
		III <sub>1</sub> <sup>2</sup> 石板井—小黄山北俯冲蛇绿混杂岩相
	III <sub>2</sub> 东七一山地体	III <sub>2</sub> <sup>2</sup> 东七一山志留纪火山岛弧相
		III <sub>2</sub> <sup>1</sup> 芨芨台子—月牙山俯冲蛇绿混杂岩相
		III <sub>2</sub> <sup>2</sup> 公婆泉志留纪火山岛弧相
		III <sub>2</sub> <sup>3</sup> 金窝子前寒武纪志留纪陆壳岛弧相
III 塔里木板块	III <sub>3</sub> 天湖—鼎新地体	III <sub>3</sub> <sup>1</sup> 望旭山前寒武纪志留纪陆壳岛弧相
		III <sub>3</sub> <sup>6</sup> 白山堂前寒武纪古陆块相
		III <sub>3</sub> <sup>7</sup> 方山口早古生代海湾型海盆相
		III <sub>3</sub> <sup>8</sup> 花牛山—后红泉—帐房山奥陶纪裂谷相
		III <sub>3</sub> <sup>9</sup> 红柳河—牛圈子—碱泉子志留纪弧后盆地相
	III <sub>4</sub> 敦煌地体	III <sub>4</sub> <sup>1</sup> 瓜州前寒武纪古陆块相
阿尔金转换断层		
	IV <sub>1</sub> 阿拉善地体	IV <sub>1</sub> <sup>1</sup> 金川前寒武纪古陆块相
IV 华北板块	IV <sub>2</sub> 北祁连地体	IV <sub>2</sub> <sup>1</sup> 北祁连西段震旦—奥陶纪裂谷相
		IV <sub>2</sub> <sup>2</sup> 北祁连西段志留纪残留海槽相

质历史单元。北山及邻区构造单元及大地构造相划分如表所示。

作为古亚洲洋之间的板块构造大小不一,其中北侧的西伯利亚板块为超巨型大陆块体,其周边分布众多地体,而中间的哈萨克斯坦板块较为特殊,是由中、小地体组成。在中国境内,中型地体有准噶尔地体、吐哈地体,小型地体有景儿泉北地体、旱山地体等。塔里木板块分布于我国境内,据李春昱先生在亚洲板块构造图上与卡拉库姆地块作为同一板块,统称卡拉库姆—塔里木板块。肖序常等<sup>[1]</sup>曾将中朝板块合并为统一板块。随着研究深入,中朝板块与塔里木板块在构造属性上差异甚大,反而与卡拉库姆地

块的构造属性极为亲密<sup>[13]</sup>。地体作为板块内部次一级单元,其边界被微洋盆围限,亦可称为微板块。

地体边缘及内部具有多类型大地构造相,根据各类大地构造相研究,可以重建该区大地构造演化史以及岩浆活动、变质作用及成矿过程。

### 3 早古生代大地构造相特征

#### 3.1 西伯利亚板块 (I)

卡拉麦里—南戈壁缝合带蛇绿混杂岩相 (I<sub>1</sub><sup>1</sup>)

该缝合带位于西伯利亚板块最南缘,是一条极为复杂的蛇绿混杂岩带,在新疆准噶尔盆地东北缘仅出露卡拉麦里蛇绿岩带。根据中国新疆及邻区大

地构造图资料,蛇绿岩主要由变质橄榄岩,少量堆晶岩、辉长岩、枕状玄武岩(细碧岩)、辉绿岩、玄武岩及放射虫硅质岩所组成,斜长花岗岩不发育,蛇绿岩岩块的 Sm-Nd 同位素年龄为 395 Ma,属于早泥盆世的产物。根据远洋沉积中所含的放射虫等分析,时代可能为早、中泥盆世。卡拉麦里蛇绿岩带被下石炭统南明水组不整合覆盖。因此,西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块最终对接发生在晚泥盆世<sup>[1]</sup>。

### 3.2 哈萨克斯坦板块(II)

#### 3.2.1 吐哈地体(II<sub>1</sub>)

吐哈地体为哈萨克斯坦板块中重要的二级构造单元,进一步由北向南划分出 3 个大地构造相。

##### (1) 哈密前寒武系陆块相(II<sub>1</sub><sup>1</sup>)

为中—新生代所覆盖的古老地块,南缘分布奥陶—泥盆纪火山—沉积岩系。人工地震测深地学断面研究认为,这里中、新生界及古生界盖层厚,10~18 km,其下 10~28 km 可能为元古宇,以上两层北浅南深,元古宇之下有一不厚的低阻层,向下近 50 km 处为下地壳及铁镁质块体基底<sup>[4]</sup>。

##### (2) 大柳沟奥陶—志留纪陆缘火山弧相(II<sub>1</sub><sup>2</sup>)

位于吐哈前寒武系陆块南缘,出露上奥陶统大柳沟组中酸性火山岩。野外观察表明,喷发韵律明显,由火山角砾岩开始,到火山碎屑岩而终,其喷发韵律厚度一般在 2~3 m,向北 50 km 火山岩转为中性安山岩。上志留统红柳沟组为流纹岩、英安岩,并喷发不整合于上奥陶统大柳沟组之上。上述火山岩系组合特点显示间歇区火山喷发活动,其中缺失早、中志留世火山活动。从火山岩系展布特征看,其具有陆缘火山弧相特征。

##### (3) 大草滩俯冲混杂带相(II<sub>1</sub><sup>3</sup>)

位于上述陆缘火山弧相南缘为大草滩深断裂所在,该断裂带在地貌上为一狭长槽沟区。根据区域构造分析,该断裂带南北两侧所出露的地质体截然不同,它控制了两侧地质发展史。断裂明显具有由北向南逆冲并具右旋走滑特征,致使两侧岩系强烈片理化。在深断裂带西段康古尔塔格见有早古生代蛇绿岩套被肢解的蛇纹石化超镁铁岩及辉长岩岩块<sup>[4]</sup>。由此推断,该断裂带早期为奥陶—志留纪由一条向吐哈前寒武系古陆块进行下插的古俯冲带演化而来。

#### 3.2.2 景儿泉北地体(II<sub>2</sub>)

该地体在本区的哈萨克斯坦板块中为最小的一个地体,仅分出一个大地构造相,但其北侧存在大南

山奥陶—志留纪火山弧大地构造相与它伴随。

##### (1) 景儿泉北前寒武系岛状微陆块相(II<sub>2</sub><sup>1</sup>)

由中元古界长城系星星峡群变砂岩和蓟县系卡瓦布拉克群大理岩组成的浅变质基底。微陆块周边皆被断层所围限,断裂北侧为志留系公婆泉群岛弧火山岩及下泥盆统头树泉组陆缘火山—沉积岩系,断裂南侧出露下石炭统干墩组。从区域地质构造背景分析,该岛状微陆块与西端哈密前寒武系陆块可能在某一地质时期是相连的,并在哈萨克斯坦板块的古洋壳中以中元古界变质岩系为基底的岛状微陆块。

#### 3.2.3 早山地体(II<sub>3</sub>)

早山地体是本区哈萨克斯坦板块内二级构造单元,由北向南可划分出以下 3 个大地构造相。

##### (1) 南戈壁俯冲混杂带相(II<sub>3</sub><sup>1</sup>)

该俯冲混杂带相是根据与大南山火山岛弧带相匹配的俯冲带格局所推断的,因为火山岛弧发育于俯冲带上盘,因此,推测该俯冲带分布在蒙古国南戈壁一带。

##### (2) 哈尔力克山—大南山奥陶—志留纪火山岛弧相(II<sub>3</sub><sup>2</sup>)

分布于景儿泉地体及早山地体北缘哈尔力克山—大南山一带长达 460 km,由中奥陶统咸水湖组安山岩夹生物灰岩、英安岩、英安凝灰角砾岩、流纹质角砾凝灰熔岩夹硅质岩组成,厚度可达 1330 m。中志留统为浊积岩夹大理岩及安山质凝灰岩,厚度可达 1270 m。上志留统碎石山组为杂色斜长流纹岩夹英安岩及生物灰岩,产造礁珊瑚化石,最大厚度可达 2668 m。早奥陶世景儿泉地体及早山地体北缘处于大陆斜坡浊流沉积区,古水流由南向北,表明北侧为洋区。中奥陶世该大陆斜坡进一步向离散陆缘发展,直至中志留世进入汇聚阶段,北侧洋壳板片向南白石山前寒武系陆块俯冲,晚志留世俯冲过程进一步加剧,火山岛弧进一步成熟。

##### (3) 白石山前中元古代古陆块相(II<sub>3</sub><sup>3</sup>)

出露于红石山南至旱山、微波山一带,古陆之上有一半地区被石炭系火山—沉积岩系覆盖,并被大面积的华力西中期花岗岩类侵入。古元古界深变质岩系组成古陆块结晶基底,变质岩系下部主要为眼球状黑云母片麻岩、眼球状黑云二长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩;中部为黑云石英岩、二云母片岩;上部为变粒岩、浅粒岩、含铁石英岩及少量大理岩。岩层褶皱构造较为复杂。早山地区有澄江期(649±56)

Ma 花岗岩侵入<sup>[15]</sup>。据孙新春等<sup>[16]</sup>对红石山南的小红山这套深变质岩系测得 U-Pb 年龄值 (2656±146) Ma,属新太古宙末吕梁期产物,但上述年龄值尚未定死,也可能由老锆石带入所致。上部较浅变质岩系是否归为古元古代尚需进一步研究。

(4)沙泉子—石板井—小黄山蛇绿混杂岩相(Ⅲ<sub>2</sub>)

该蛇绿混杂岩相是一条哈萨克斯坦板块与塔里木板块的对接缝合带的残存的古洋壳残片,以巨大破碎带形式出现。左国朝等<sup>[15]</sup>对其进行过深入研究,首先是该蛇绿岩套支解破坏强烈,剥蚀较深,已无层序可寻,缺失众多组分,整个地质剖面为一系列向南或向北陡倾的叠瓦推覆构造(图3)。其中蛇绿岩断片多半呈强蛇纹石化纯橄岩、斜辉橄榄岩及橄

榄岩中。经单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定为 458 Ma(李铁胜电告,2008)。在叠瓦状蛇绿混杂岩带之西北侧,在安山岩夹生物碎屑岩中采到晚奥陶世珊瑚化石。该蛇绿混杂岩带向西与石板井北蛇绿混杂岩带相连。由于本带蛇绿混杂岩挤压和右旋剪切作用,糜棱岩化斜辉橄榄岩搓碾呈小型构造扁豆体,经强烈剥蚀从而出露了缝合带深部的角闪岩相。据周国庆<sup>[17]</sup>研究,石板井—小黄山蛇绿岩带发现了具典型热变质特征的红柱石、堇青石角岩和角闪石、硬绿泥石、黑硬绿泥石等矿物,其中变质岩已经与火成作用有关的热变质作用,而后又叠加了中高压变质作用。同时还见有强变形的硅质岩夹于片岩内(图4)。该带向西追踪,归并至划分中天山与北天山的阿其克库都克断裂带上。这条深断裂带是一条长期活动的构造带,经野外考察,至今仍是一条活

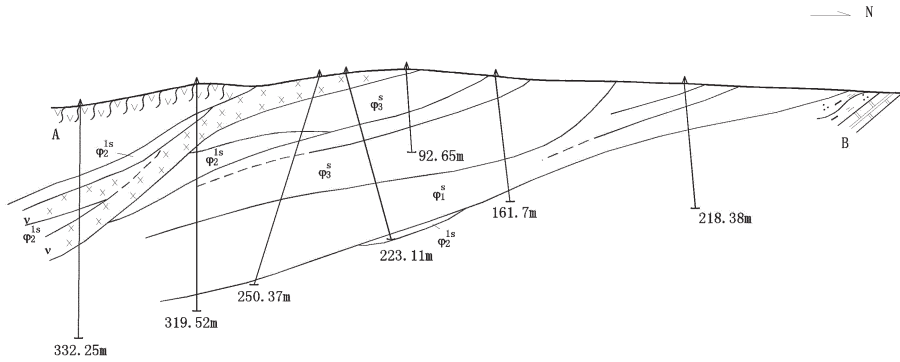


图3 小黄山蛇绿岩钻孔剖面(据甘肃省地质局第四地质队,1977)

$\varphi_1^s$ —蛇纹石化纯橄岩; $\varphi_2^s$ —蛇纹石化斜辉橄榄岩; $\varphi_3^s$ —蛇纹石化橄榄岩;A—角闪片岩;B—石英云母片岩夹大理岩;v—堆晶辉长岩

Fig. 3 Geological section of ophiolite in Xiaohuangshan

$\varphi_1^s$ —Serpentinized dunite; $\varphi_2^s$ —Plagioclase and pyroxene peridotite; $\varphi_3^s$ —Serpentinized peridotite;A—Hornblendic schist; B—Quartz mica schist with marble;v—Cumulus gabbro

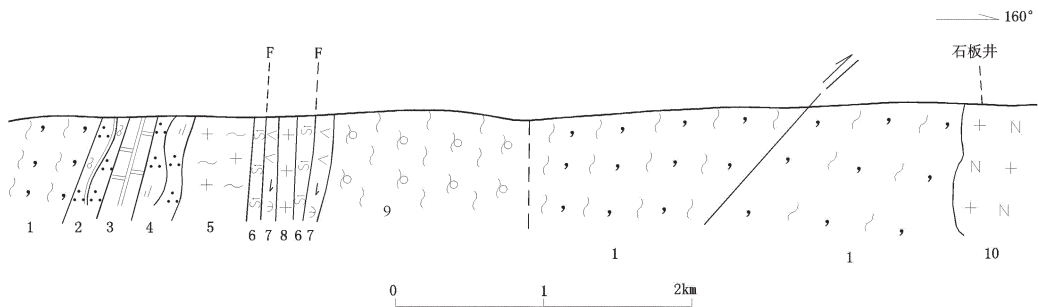


图4 石板井地区地质剖面图

1—斑点状混合岩;2—条带状石英岩;3—大理岩;4—绢云石英片岩;5—混合花岗岩;6—灰黑色硅质岩、紫红色硅质岩;7—蛇纹石化斜辉橄榄岩;8—花岗岩;9—眼球状混合岩;10—斜长花岗岩

Fig. 4 Geological section of Shibanjing area

1—Spotted migmatite; 2—Banding quartzite; 3—Marble, quartz schist with sericite; 4—Migmatitic granite; 5—Grayish black silicalite; 6—Purplish red silicalite; 7—Serpentinized kyllite; 8—Granite; 9—Augen migmatite; 10—Plagioclase granite

断层。从该断裂带南侧的中天山地区广泛分布向南俯冲到碰撞造山期泥盆纪花岗岩类,阿其克库都克深断裂带北侧的古洋壳是经受了长期向南俯冲、碰撞到向北逆冲推覆等强烈造山构造变动,原先的洋壳遗迹已消失殆尽。

### 3.3 塔里木板块(III)

本区塔里木板块是由多地体拼合而成的板块,其中以天湖—鼎新地体最大,内部大地构造相众多,对该区大地构造相厘定和划分,可查明构造演化史。

#### 3.3.1 尾亚—明水地体(III<sub>1</sub>)

该地体范围相当东天山地区中天山隆起带的北带位置。总体呈带状展布,向西达卡瓦布拉克地区加宽,由中元古界长城系、蓟县系浅变质岩组成地体主体,北侧伴有俯冲型蛇绿混杂岩带。

##### (1)明水前寒武纪陆块相(III<sub>1</sub>)

本陆块相主体是由长城系星星峡群和蓟县系卡瓦布拉克群组成浅变质基底。星星峡群存在稳定型沉积组合和活动型沉积组合两类。前者由石英岩、砂岩及大理岩等滨浅海沉积组合,后者为灰黑色凝灰质杂砂岩、硅质板岩夹大理岩,显示深海区还原沉积环境。在尾亚西出露下地壳的麻粒岩包体,据新疆一区调 1:5 万资料,其时代厘定为新太古代。位于公婆泉北 20~25 km 处的灰色片麻岩,因无同位素年龄资料,但有震旦纪花岗岩侵入<sup>[9]</sup>,其生成时代暂归于古元古代。位于东疆沙垄以西的阿其克库都克断裂以南中天山地区,中国地质大学(武汉,2005)在 1:5 万乱石条幅、众高山幅、红线山幅、黄碱滩幅区调中对该区碰撞造山型片麻状花岗岩类进行 SHRIMP U-Pb 测年,获得 18~17.4 Ga,大陆裂谷型辉长岩、石英闪长岩(7.2~7.1 Ga)、岛弧型花岗闪长岩、斜长花岗岩、钾长花岗岩及二长花岗岩岩浆系列(380 Ma、320 Ma)以及伸展型(A 型)二长花岗岩、花岗闪

长岩及暗色辉长岩岩浆系列(280 Ma)。

#### 3.3.2 东七一山地体(III<sub>2</sub>)

本地体含有 2 个大地构造相。

##### (1)石板井—小黄山俯冲蛇绿混杂岩相(III<sub>2</sub>)

分布于东七一山地体北缘,即小黄山蛇绿混杂岩南侧。左国朝等<sup>[12]</sup>在野外研究了该俯冲蛇绿混杂岩相(图 5)。地质剖面为一系向北逆冲叠瓦构造的岩片,致使其中绿泥片岩形成紧闭不协调褶皱,可见四次以上叠加而成重褶皱,其中多数褶皱轴面产状向北倒转,其中见有蛇绿岩组分的辉长岩和枕状熔岩的构造透镜体,还见有被带入的上奥陶统的大理岩岩块以及暗灰色、紫红色硅质岩透镜体。上述呈混杂型构造岩片构成了海沟部位古俯冲带所刮削下来的蛇绿混杂体(位置相当于图 6 中的小黄山南外弧位置)。该古俯冲带向西延伸与阿其克库都克断裂相连。从该断裂带南侧见有 3.8 Ga 岛弧型花岗岩类侵入体判断,阿其克库都克断裂带曾是在一条志留纪古俯冲带基础上发展起来的深断裂带。

##### (2)东七一山志留纪火山岛弧相(III<sub>2</sub>)

本火山岛弧相是由斜山—东七一山火山主弧,涌珠泉北东弧间海槽及月牙山北弧后盆地组成(图 6)。由晚奥陶世开始发展起来的火山主弧,主要是海相钙碱系列和拉斑系列火山岩。火山岩中礁灰岩珊瑚群体皆属原地型。同时随着层位增高而呈现逐渐变多趋势,表明水下火山喷发随熔岩喷溢堆积弧体的增长而海水相应变浅。本火山主弧东北侧有造山后期的石英闪长岩基呈长轴状侵入到中、上志留统与上奥陶统之中,经 K-Ar 同位素年龄值测定为 352.3 Ma<sup>[12]</sup>。为探讨本火山弧主体深部物源区的时代,左国朝等于野外在该岩体采得 Sm-Nd 比值进行模式年龄推算,获得模式年龄(TCHAR)为(525±50)Ma<sup>[12]</sup>。为此,该模式年龄暗示了基底时代相当晚

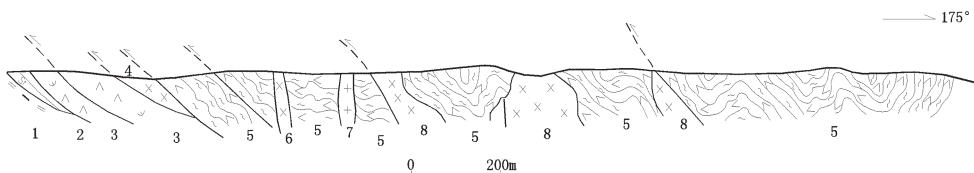


图 5 小黄山东山南地质剖面图

1—云母片岩;2—硅质岩;3—蛇纹石化橄辉岩;4—堆晶辉长岩;5—角闪绿泥片岩;6—基性岩脉;7—酸性岩脉;8—辉长岩

Fig. 5 Geological section of east Xiaohuangshan

1—Mica schist; 2—Silicalite; 3—Serpentinized peridotite; 4—Cumulus gabbro; 5—Hornblendic chlorite schist; 6—Basic rock vein; 7—Acid vein; 8—Gabbro

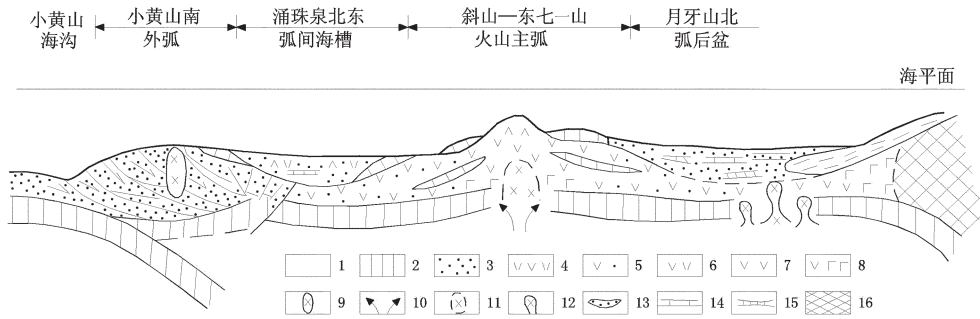


图6 本区沟、弧、盆体系横剖面示意图(垂直比例尺大于水平比例尺)

1—上地幔;2—洋壳玄武岩、辉长岩;3—深水沉积物;4—流纹—英安岩;5—安山质凝灰岩;6—英安岩;7—安山岩;8—安山玄武岩;9—造山后期辉长岩;10—火山弧上地幔物质涌入通道;11—火山弧深成岩;12—热底辟基性岩流;13—礁灰岩;14—碳酸盐沉积;15—硅质岩;16—大陆壳

Fig. 6 Geological sketch map showing trench-arc-basin system

1—Upper mantle; 2— Oceanic lithospheric basalt, gabbro; 3— Deep-water sediments; 4— Rhyolite-dacite; 5— Andesitic tuff; 6— Dacite; 7—Andesite; 8—Andesitic basalt; 9— Post-orogenic phase gabbro; 10—Passage through which the substance from upper mantle swarmed into volcanic arc; 11—Volcanic arc plutonite; 12—Hot diapiric basic rock current; 13—Reef limestone; 14—Carbonate deposition; 15—Silicalite; 16—Continental crust

寒武世,表明火山弧的基底并非前寒武纪的结晶基底,而是再生洋区的洋壳岩层所组成的火山弧与主火山弧之间的弧前盆地地区,该盆地内有灰色、紫红色硅质岩、杂砂岩、安山质凝灰岩夹流纹英安岩。大理岩属于外弧隆起带上的碳酸盐台地环境沉积。位于火山主弧南侧为月牙山北弧后盆地,该盆地于奥陶纪已发育层序齐全的蛇绿岩套,晚奥陶世至志留纪主要为一套厚达1500余米硅质岩、杂砂岩夹大理岩组合。

3.3.3 天湖—鼎新地体(Ⅲ<sub>3</sub>)

本地体是塔里木板块东北缘的构造较为复杂的一个地体,其中可划分出8个大地构造相。

(1) 芨芨台子—月牙山俯冲蛇绿混杂岩相(Ⅲ<sub>3</sub><sup>1</sup>)

本大地构造相界于东七一山地体与天湖—鼎新地体之间大地构造相带,为北山地区出露最完整的蛇绿杂岩带组成,从东向西出露有洗肠井—月牙山蛇绿混杂岩带、白云山蛇绿混杂岩带、芨芨台子蛇绿混杂岩带、尾亚东蛇绿混杂岩带等组成一条东西长近千千米。

洗肠井、月牙山蛇绿混杂岩出露于南华纪—寒武纪大陆斜坡沉积区的北缘。该带蛇绿岩主体时代为晚寒武世至晚奥陶世,其中月牙山蛇绿岩据硅质岩中放射虫化石定时代为中、晚奥陶世。周国庆根据Sm-Nd同位素测定为470 Ma<sup>[18]</sup>,相当于中奥陶世,变质橄榄岩主要是方辉橄榄岩,Mg<sup>'</sup>值=88.5~92.0,

贫Ca-Al和Ti,相当于SSZ型。堆晶岩有辉橄岩、橄榄辉石岩、辉长岩和闪长岩等,属于Ol+Cpx组合。超镁铁岩Mg<sup>'</sup>值为88~72,LREE亏损或平坦型区。斜长花岗岩类LREE富集。石英闪长岩富MgO(10.01%)、Cr(723×10<sup>-6</sup>)、Ni(164×10<sup>-6</sup>)、贫TiO<sub>2</sub>,具有玻安岩的特征。熔岩有块状熔岩和枕状熔岩。具单道冷凝边的岩墙群亦较为发育(图7)。辉绿岩和熔岩的Mg<sup>'</sup>值=62~43,LREE亏损或平坦型分布,富LILE,贫HFSE,具明显的Nb-Ta贫异常,相当于IAT。本蛇绿岩与特罗多斯蛇绿岩同样产于岛弧环境——消减带之上的环境。

新疆与甘肃交界处的芨芨台子蛇绿混杂岩带于2000年由左国朝、李铁胜、张福勤发现。该区蛇绿混杂岩带在1:50万TM图片上显示一条长达200km深色条带,并与月牙山—白云山蛇绿岩带向西延伸的深断裂带相连,由此该带断续出露蛇绿岩的深断裂带总长度已超过450km。芨芨台子蛇绿岩带出露长达2~3km,处于南华纪—寒武纪破城山大陆斜坡沉积区的北缘,芨芨台子蛇绿混杂岩出露构造背景与月牙山蛇绿岩混杂岩的构造背景相同。蛇绿岩中变橄榄岩为强蛇纹石化纯橄榄、辉橄岩,基性岩为辉长岩、堆晶辉长岩、斜长花岗岩,基性火山岩多蚀变为角闪片岩,上覆沉积岩系为凝灰质杂砂岩夹结晶灰岩,并在芨芨台子山西南5km出露硅质岩。对堆晶辉长岩经单颗粒锆石SHRIMP U-Pb测定为



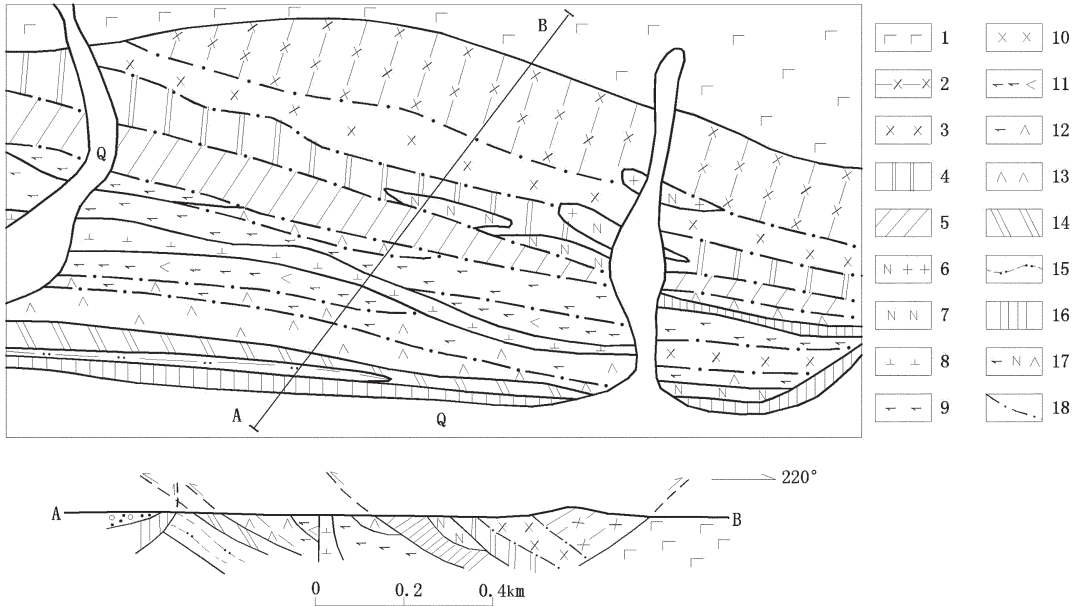


图 7 月牙山东南 2 km 地质图及剖面图

- 1—玄武岩;2—辉绿质岩墙群;3—辉绿岩;4—辉长岩;5—堆晶辉长岩;6—斜长花岗岩;7—斜长岩;8—闪长岩;
- 9—辉石岩;10—伟晶辉长岩;11—角闪辉石岩 12—辉橄岩;13—橄橄岩;14—硅质岩(含奥陶纪放射虫);
- 15—粉砂质千枚岩;16—碳酸盐化超基性岩;17—含斜长石辉石角闪岩;18—岩性界线

Fig. 7 Geological map and section in the southeast Yueyashan

- 1-Basalt; 2-Diabase dike; 3-Diabase; 4-Gabbro; 5-Cumulus gabbro; 6-Plagioclase granite; 7- Plagioclase; 8-Diorite; 9-Pyroxenite;
- 10- Pegmatitic gabbro; 11- Hornblending pyroxenite; 12- Pyrolite; 13-Peridotite; 14-Silicalite(mark for sampling location:X);
- 15-Silty phyllite; 16-Carbonatized ultrabasic rocks;17- Plagioclase and pyroxene-bearing amphibolite; 18-Lithologic boundary

(498±5)Ma(张福勤、李铁胜面告,2002),与月牙山蛇绿岩的年龄相近。芨芨台子蛇绿岩地质剖面为一向北推覆叠瓦构造,在剖面南侧可见蓟县—青白口系大理岩顺着蛇纹石化超镁铁岩的滑脱面向北推覆,形成众多飞来峰(图 8)。

在芨芨台子山南 1 km,剖面南端见有斜长岩与辉长岩混杂体逆冲到与公婆泉志留纪火山岛弧相呈向斜构造的火山沉积岩系之上,主要由英安岩、安山岩、凝灰质砂岩夹结晶灰岩组成。据马瑞士等<sup>[19]</sup>报

道,在尾亚正东方向 10 km 处的黑山一带,出露完整蛇绿混杂岩剖面(图 9),组成蛇绿混杂岩的外夹岩块有橄橄辉石岩、粗晶辉石岩、辉长岩、辉绿岩墙、斜长花岗岩和硅质岩,多呈不规则团块或似层状混杂于云母片岩、钙质片岩、石英片岩基质中,蛇绿岩时代暂定为奥陶纪。从 TM 图查明,该处蛇绿混杂岩是芨芨台子蛇绿混杂岩同处一条深断裂带上,都属于月牙山俯冲蛇绿混杂岩相的范畴。上述月牙山俯冲蛇绿混杂岩相再向西,卡瓦布拉克地区有众多

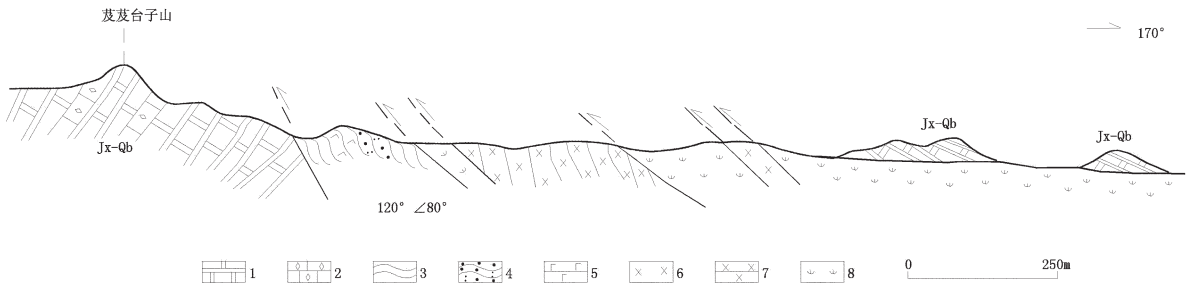


图 8 芨芨台子蛇绿岩带地质剖面

- 1—大理岩(Jx-Qb);2—结晶灰岩;3—片岩;4—凝灰质杂砂岩;5—玄武岩;6—辉长岩;7—堆晶辉长岩;8—蛇纹石橄橄岩

Fig.8 Geological section of ophiolite zone in Jijitai

- 1-Marble (Jx-Qb);2-Cipolin; 3-Schist; 4-Tuff graywacke; 5-Basalt; 6-Gabbro; 7-Cumulus gabbro; 8-Serpentine peridotite

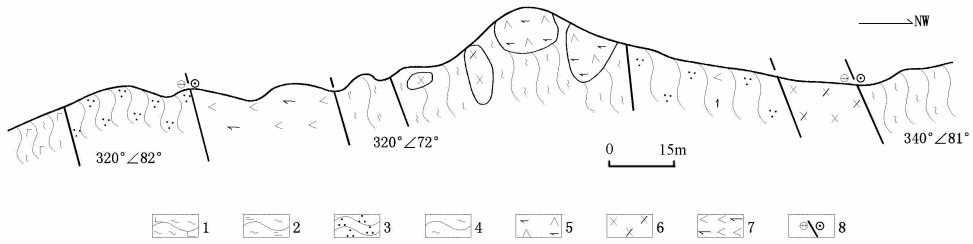


图9 哈密尾亚东侧黑山构造混杂岩剖面图(据马瑞士等,1997)

1—钙质片岩;2—云母片岩;3—石英片岩、硅质片岩;4—片岩;5—超镁铁岩;6—辉长岩、辉绿岩;  
7—辉石角闪石岩;8—右旋走滑断裂

Fig. 9 Geological cross section showing structural mélangé in Heishan, east side of Hamiweiya  
1—Calcareous schist; 2—Mica schist; 3—Quartz schist, siliceous schist; 4—Schist; 5—Ultramafic rock; 6—Gabbro,  
diabase; 7—Pyroxene hornblende; 8—Dextral strike slide rupture

超镁铁岩块体,是否属奥陶纪蛇绿岩的混杂岩尚需今后的野外工作加以证实。

### (2) 公婆泉志留纪火山岛弧相(Ⅲ<sub>3</sub>)

志留纪在天湖—鼎新地体北缘陆壳基底上发育有火山岛弧相,主要以钙碱系列为主的海相火山岩系,是由北侧洋壳板片向南侧大陆俯冲过程中的产物。该岛弧带由一系列火山洼地和火山穹隆组成。按弧后盆地向东可延伸长达250 km推算,本岛弧带在北山地区东西长达450 km,在星星峡南2 km仍见有它的火山—沉积组合踪迹。早志留世水下隆起区有裂隙式安山质、英安质火山喷发,并夹有造礁珊瑚灰岩。中志留世以英安岩、安山岩为主,夹生物灰岩,伴有角斑岩、石英角斑岩以及同质的火山角砾岩、集块岩喷发,次英安斑岩较为发育,并获得Rb—Sr等时线年龄值421.2 Ma。次英安斑岩内赋存有斑岩型铜矿床,岛弧火山活动属裂隙式喷发,其火山机构为海底盾状火山类型。晚志留世岛弧火山岩经历两侧挤压作用,局部地段发生崩塌,致使岛弧隆起带上的火山岩及生物造礁灰岩滑塌到个别断陷槽中,最终结束了岛弧演化史。

### (3) 金窝子前寒武纪志留纪陆壳岛弧相(Ⅲ<sub>3</sub>)

由古元古界的黑云斜长片麻岩、石榴黑云二长片麻岩、斜长角闪岩(在勒巴泉地区获得Rb—Sr等时线年龄值1981 Ma)、石英岩、黑云石英片岩、绢云绿泥片岩、含铁锰石英岩(原岩为硅质岩)夹大理岩组成陆壳岛弧的基底。古元古代有吕梁期二长花岗岩侵入活动。在长城系中有基性角闪岩脉贯入,其Sm—Nd等时线年龄值为644.5 Ma<sup>[2]</sup>。同时有小岩株状志留纪石英闪长岩、花岗闪长岩侵入体。在陆壳岛

弧北坡见有蓟县系大理岩推覆到南华系、震旦系及寒武系大陆斜坡相的沉积岩系之上。在天湖以西地区主体为一套强裂糜棱岩化的岩浆杂岩体组成,其中多半为肉红色糜棱花岗岩、闪长质糜棱岩、碳酸盐糜棱岩、石英变粒岩、灰色杂砂岩夹斜长角闪岩,寒武系炭硅质岩夹结晶灰岩超覆不整合之上。晚石炭世受左旋剪切作用,发生韧性变形并伴有晚石炭世小型花岗岩岩株(320 Ma)侵入。

### (4) 望旭山前寒武纪志留纪陆壳岛弧相(Ⅲ<sub>3</sub>)

为公婆泉志留纪火山岛弧东段的陆壳基底部位。其南侧为志留纪弧后盆地构造带,岛弧的陆壳基底主要由长城系古铜井群、蓟县系平头山组以及青白口系大豁落山组组成。主要为浅变质粉砂岩、粉砂质板岩、石英细砂岩夹大理岩,向上大理岩增多。长城纪时期北侧旱山一带为古陆区,本区为一开阔的滨浅海沉积的陆表海环境,向西海域海水逐渐加深,在横峦山一带出现深水环境硅质岩沉积,并有海底安山玄武岩喷溢活动。蓟县纪海盆范围较长城纪而小,而青白口纪海盆更小于蓟县纪。本陆壳岛弧基底上有北侧月牙山俯冲带向南俯冲至碰撞造山阶段的泥盆纪花岗岩侵入(373.8~398.8 Ma)<sup>[8]</sup>。

### (5) 白山堂前寒武纪陆壳岛弧相(Ⅲ<sub>3</sub>)

界于南侧奥陶纪裂谷带和北侧志留纪弧后盆地之间的古陆基底露区。陆块的结晶基底最古老岩系为古元古界,出露在双鹰山西北8~12 km处,为一套黑云斜长片麻岩、云母石英片岩、糖粒状大理岩,与长城系千枚岩为断裂接触。梅华林等<sup>[9]</sup>曾获得一套花岗质岩石的单颗粒锆石U—Pb谐和年龄和Pb—Pb表面年龄为1660~2000 Ma,证实古元古代有

一次岩浆热构造事件。其他大面积变质基底区为长城系古铜井群,主要为浅变质砂板岩互层的浊积岩,在东部金塔大庄子北测得古水流方向由南向北,表明南部为古陆壳剥蚀区。在鸡心山一带长城系上部出现杂砂岩夹安山玄武岩。覆于长城系之上为浅变质岩系的蓟县系平头山组和青白口系大豁落山组,主体为白云质大理岩夹碎屑岩。在罗雅楚山一带,左国朝等<sup>[20]</sup>曾发现位于青白口系顶部有一套与热卤水喷流作用有关的红山沉积变质铁矿床。

(6)方山口早古生代海湾型海盆相(Ⅲ<sub>3</sub>)

其岩相古地理为陆内海湾型古海盆,发育于南华—震旦纪,当时的天湖—鼎新地体的北缘发育一条山岳冰川的隆起带,其南缘为一沉降海盆(图 1),沉积了大量含冰水泥砂质沉积物,寒武纪发生海侵,海水由西南的磁海方向向东漫进形成半封闭陆内的海湾型海盆。早、中寒武世为炭硅质的含磷钒铀的黑色碎屑沉积,并不断超覆到海盆两侧的古陆块之上,中、晚寒武世海水逐渐加深形成以碳酸盐沉积为主,含小型球接子三叶虫化石的浅海盆环境。

(7)花牛山—帐房山奥陶纪裂谷相(Ⅲ<sub>3</sub>)

该裂谷相是在方山口的寒武纪浅海盆基础上发展起来,沿着早期的浅海盆的花牛山、后红泉至帐房山一带为轴线发生裂解,花牛山地区出现幔源的玄武质岩浆的喷溢活动。位于中段雷洞子东 10 km 小草湖地区露一套糜棱状玄武岩、英安岩的双峰式火山岩系总厚度大于 110 m,经 Rb-Sr 等时线年龄测定为(417.24±19.29)Ma<sup>[9]</sup>,上述年龄值应为变质年龄,现从岩性特征及地质构造地层展布上分析,应属

奥陶纪裂谷带内的产物。在东段帐房山一带出现裂谷深海槽为特征的火山沉积建造(图 10)。该剖面为一系列向南逆冲的叠瓦构造,超基性岩与辉长岩皆呈混杂堆积体,其中外来的辉长岩块,获得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄(363±22)Ma(张福勤、李铁胜电告,2008)。上述年龄为晚泥盆世,但北山地区晚泥盆世为陆相火山磨拉石建造,这与海相层序极不吻合。根据剖面上产海百合茎灰岩和奥陶纪地层展布特征分析,这套裂谷沉积组合应归奥陶系最为合理,而 365 Ma 辉长岩只能是晚泥盆世侵入体,它是在构造逆冲断裂活动过程带入的构造块体,它不能代表裂谷时代,但恰恰暗示该裂谷沉积组合只能属于奥陶纪。本裂谷带两侧以浊流为特征的砂板岩互层的下奥陶统罗雅楚山组,产有笔石化石。在花牛山地区的沉积岩中夹有生物透镜体,产有小型腕足类及三叶虫化石。晚奥陶世本裂谷带开始闭合海水变浅,出现含砾粉砂岩夹生物灰岩透镜体,产珊瑚、三叶虫、头足类化石。奥陶纪末有一次构造热事件,现已测得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄值有:红柳河北闪长岩(441±1.6)Ma、前进工区黑云母二长花岗岩(440.9±3.1)Ma<sup>[11]</sup>、柳园西钾长花岗岩(436±9)Ma<sup>[10]</sup>。上述岩体侵位年龄表明裂谷经历南北向挤压封闭后随着花岗岩侵入而结束了裂谷演化史。本裂谷相受华力西至印支运动强烈逆掩推叠的压缩变位,肢解成狭长断续出露的地质体。

(8)红柳河—牛圈子—碱泉子志留纪弧后盆地相(Ⅲ<sub>3</sub>)

本区塔里木板块内的天湖—鼎新地体,由奥陶

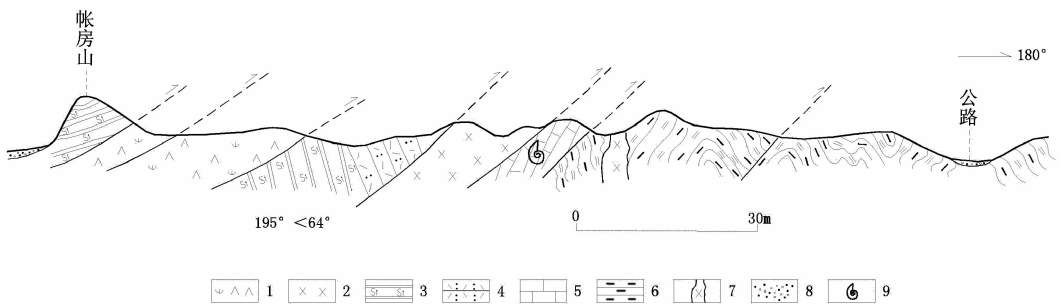


图 10 帐房山地质剖面

- 1—蛇纹石化橄榄岩;2—辉长岩;3—硅质岩;4—凝灰岩;5—含海百合基化石的生物灰岩;
- 6—云母片岩;7—基性岩脉;8—第四系砂砾层;9—化石产地

Fig. 10 Geological section of Zhangfangshan

- 1-Serpentinized peridotite; 2- Gabbro; 3-Silicalite; 4-Tuff; 5- Biolithite containing fossil of sea lily group;
- 6- Mica schist; 7-Basic rock vein; 8-Quaternary sandy gravel; 9-Location of fossil sample

纪离散型大陆边缘转为志留纪汇聚型大陆边缘,以红柳河—牛圈子—碱泉子为轴线形成与公婆泉志留纪火山岛弧相匹配的弧后拉张区。该弧后盆地的底部明显地与下伏地层呈角度不整合关系。在红柳河西南 15~20 km 处,下志留统黄绿色砂岩、含砾细砂岩不整合于寒武系黑色炭硅质岩之上,局部地段出现巨砾岩,砾石最大直径可达 2~5 m,砾石成分为新元古界硅质大理岩、白云质大理岩,有时含有少量片麻岩和寒武系炭硅质岩。需要指出,在野马街至马鬃山煤窑剖面上的志留系下部石英砂岩夹层粉砂岩(高流态砂岩)中有闪长岩、花岗闪长岩砾石,并向下砾石直径增大,最大直径可达 1~2 m。位于马鬃山腹地红星铁矿东南见有志留系底部黄绿色粉砂质板岩(产状为  $220^{\circ} \angle 78^{\circ}$ ),并有底部砾岩倒转不整合于花岗闪长岩之上,其粉砂质板岩向上出现火山凝灰岩,而后被枕状熔岩代替的地质剖面。上述志留系与下伏层系及岩体的不整合关系表明弧后盆地是在陆壳基底上发育起来的。弧后盆地发展到早志留世晚期,出现典型弧后盆地蛇绿岩,最为典型地区为红柳河及牛圈子地区。红柳河及牛圈子地区蛇绿岩地质特征已有左国朝等<sup>[13]</sup>作了详细论述。本弧后盆地区由东端的碱泉子开始,向西经马鬃山、牛圈子、营毛沱山(火石山)、玉石山、红柳河最终延伸到磁海以西的大黑山南地区,东西长超过 600 km。红柳河蛇绿岩中变质橄榄岩主要由尖晶石二辉橄榄岩和方辉橄榄岩组成,堆积超镁铁质岩类具包橄嵌晶结构,正堆积结构是由辉橄岩、角闪辉橄岩、橄辉岩和辉石岩经含长辉石岩逐渐过度到堆积辉长岩。其中堆积辉长岩—斜长岩—斜长花岗岩经历多期次变形和蚀变。辉绿岩强烈闪石化。枕状熔岩可分下枕状熔岩为苦橄岩—苦橄玢岩,上枕状熔岩为钾质石英角斑岩。本蛇绿岩带明显受断裂控制,并构造侵入于寒武—奥陶系陆壳褶皱基底之中,因此,本蛇绿岩带不能作为塔里木板块与哈萨克斯坦板块的结合带<sup>[1]</sup>。近年来王涛等对红柳河地区开展 1:5 万芦草井幅区调填图,并采得脉状中粗粒辉长岩,获得锆石 U—Pb 同位素年龄值为  $(425 \pm 2) \text{Ma}$ ,并见有浅色辉长岩,斜长岩切割暗色辉长岩,还发育有透辉石角岩、石榴石角岩、角闪石角岩等热变质色体,并结合地球化学结果,也同样认为这套蛇绿岩形成于弧后小洋盆环境<sup>①</sup>。牛圈

子蛇绿岩亦为左国朝等<sup>[13]</sup>发现,而后任秉琛等在该蛇绿岩中的中基性火山岩的 Rb—Sr 同位素等时线年龄为  $(436 \pm 18) \text{Ma}$ <sup>[21]</sup>。位于牛圈子与红柳河之间的火石山地区超基性岩体经研究亦属该蛇绿岩带的组分,其中的火山岩为志留系的安山玄武岩和英安岩组合。最近杨合群等<sup>[8]</sup>将红柳河—牛圈子蛇绿岩带与洗肠井蛇绿岩相连,作为塔里木板块与哈萨克斯坦板的缝合带,这种观点值得商榷。笔者认为这两条蛇绿岩带无论所处的构造格局背景,包括岩石地球化学、蛇绿岩组分以及同位素年代上迥然不同。野外查明该弧后盆地向东应该延伸到碱泉子地区,该区蛇绿混杂岩受到志留纪晚期石英闪长岩强烈热蚀变改造为混合岩,该石英闪长岩 LA—ICP—MS 年龄值为 420 Ma(童英等面告,2009)。未混合岩化的为砂砾岩夹猪肝色页岩、玄武岩、安山岩和砂砾岩互层,含志留纪化石的灰岩透镜体夹于粉砂岩中,粉砂岩中还出现有巨大外来滑混灰岩岩块。该区还发现与志留系不连续出露的一套巨砾岩层位,砾石成分有石英岩、火山岩、灰岩和混合岩岩块,笔者认为这套砾石层时代可能归泥盆系。上述碱泉子志留系剖面虽不完整,但其层序中的火山沉积组合特征与弧后盆地的扩张地动力沉积环境是一致的。

#### 3.3.4 敦煌地体(Ⅲ<sub>4</sub>)

该地体为阿尔金转换断层以北的广大地区,为塔里木板块东段出露地表变质最深的结晶系组成。

##### (1) 瓜州前寒武纪古陆块相(Ⅲ<sub>4</sub>)

该古陆块相是塔里木板块东段前寒武系变质岩系出露区。太古宇新太古界出露于三危山及北山南带。三危山地区主要为片麻岩系夹有大理岩,并含有 TTG 岩系(原岩是云英闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩组成)。其中还含有经历深变质作用形成灰色斜长质片麻岩及肉红色二长片麻岩,其中表壳岩为斜长角闪片麻岩、石榴绿泥片岩、白云母石英片岩、变粒岩、石英岩、流纹岩、大理岩。在表壳岩中获得同位素年龄值有:红柳峡角闪岩  $(2947 \pm 348) \text{Ma}$  (Sm—Nd)、掉石沟铅锌矿矿区斜长角闪岩 2947 Ma (Sm—Nd)。在白墩子南 1~5 km 地区大片出露经受强烈变形的表壳岩,其中糜棱岩带透入性面理发育,皆为塑性流变的褶皱和无根褶皱。

太古宇与古元古界的区域不整合关系见于玉门

①王涛,李伍平,李金宝,等.芦草井幅 1:5 万地质图,2000.

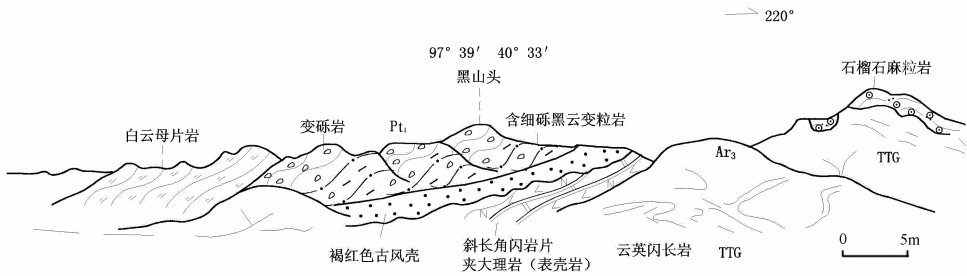


图 11 玉门市黑山头地区古元古界不整合于新太古界之上地貌景观素描图

Fig. 11 Sketch showing the landscape in Heishantou of Yumen City

镇北 45 km 老君庙至黑山头一带。黑山头地区新太古界为一套 TTG 岩系及表壳岩组成,并在 TTG 的云英闪长岩内见有下地壳的石榴石麻粒岩包体 (图 11)。古元古界与新太古界的不整合面之上为浅褐红色古风化壳,厚约 5 m。古风化壳由下伏新太古界杂岩系经长期风化后的残积物细粒岩屑组成。该岩石薄片在镜下可见高岭土质粘土矿物呈胶结物,岩屑多为钾长石、石英矿物组成的细碎屑。风化壳层之上渐渐过渡到有层理的含钾长花岗岩细砾粒岩,向上砾石直径变大。在黑山头主峰出露一套变形强烈的砾岩层,砾石多由石英岩组成,普遍受剪切作用压扁拉长,其最大直径可达 20~25 cm,变形砾岩之上逐渐被白云母片岩所代替,上述古元古界底部变砾岩层沿不整合面可断续出露 30 km。古元古界与太古宇之间不整合界面反映了新太古褶皱基底进一步固结硬化成古陆核,随后经历长达 200 Ma 剥蚀风化作用的间断期,于 2300 Ma 才进入古元古代裂陷海盆沉积环境。古元古界下部为含砾变粒岩、石英岩、云英片岩、含石墨石英大理岩、石英大理岩,厚度约 2000 m,显示滨浅海沉积环境。古元古界中部由石英片岩、斜长角闪岩、含榴角闪片岩、云英石英片岩、石榴二云母片岩,含蓝晶石片岩,含红柱石白云斜长片麻岩等组成,厚度约 2000 m。在上述变质岩层中出现富铝的矿物,如矽线石、蓝晶石、石榴石等具硅铝高,碱含量低, $MgO > CaO$ 、 $K_2O > Na_2O$ 、Cr、Ni 含量低的变质岩系,具有孔兹岩系的特征。古元古界上部由角闪片岩、角闪石英片岩、透闪石岩、阳起石岩、变英安岩、变流纹岩、黑云石英片岩、黑云二长变粒岩夹大理岩组成,厚度大于 2100 m,显示双峰式火山活动裂陷槽火山沉积环境,在五峰山一带有火山沉积变质铁矿床。古元古界变质岩系常被晋宁期糜棱状具眼球状构造花岗片麻岩侵入 (锆石

SHRIMP U-Pb 年龄值  $(880 \pm 31) Ma$ )。在古堡泉地区出露超高压变质带榴辉岩块体,杨经绥等测定锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄为  $(1007 \pm 20) Ma$ <sup>[7]</sup>,反映蓟县纪与青白口纪之间有一次重要的超高压变形的地壳运动。

该古陆块相除了新太古界和古元古界深变质岩系组成塔里木板岩结晶基底外,中元古界长城系主要为浅变质岩系,是覆于结晶基底之上的变质基底,长城系古铜井群在穿山驯地区底部为白色石英岩、变砂岩夹大理岩、含赤铁矿石英岩;中部为变砂岩夹大理岩及安山岩(金庙沟地区测得 Rb-Sr 等时线年龄值 1622~1623 Ma);上部由浅变质砂板岩互层的浊积岩夹硅质岩组成,局部变质为千枚岩、片岩,最大厚度可达 2000 m,广泛出露于北侧金庙沟和东南侧的金塔旧寺墩、鼎新以北的边缘山区。蓟县系、青白口系仅在方山口一带出露,主要为白云质大理岩及含炭微晶灰岩。上述太古宇至中、新元古界在本区出露齐全,对研究塔里木盆地基底性质具有重要意义。

## 4 结论

(1) 塔里木盆地东北缘地区经历了古、中元古代的“古元古代”泛大陆增生与裂解、新元古代“罗丁尼亚”超大陆形成与裂解的发展过程,早古生代进入多陆块(地体)及多岛弧古亚洲洋演化阶段。

(2) 早古生代本区哈萨克斯坦板块与塔里木板块的接合带是以阿阿克库都克断裂带并向东与石板井—小黄山蛇绿混杂岩带的连线为界。

(3) 塔里木板块北缘构造带经历了南华纪至奥陶纪的离散型边界到志留纪的汇聚型边界的演化过程。尾亚南—芨芨台子山—白云山—月牙山—洗肠井一线为志留纪时期向南俯冲过程中所生成的“SSZ”型蛇绿混杂岩带。

(4)早、中奥陶世以花牛山—将军台—帐房山为轴线发生强烈裂隙,形成陆内裂谷带。晚奥陶世碰撞前的花岗岩浆热事件致使裂谷封闭。

(5)红柳河—牛圈子—碱泉子—一线为志留纪弧后盆地发育区,它是上叠于奥陶纪裂谷带上的后期构造活动带,但其不能作为塔里木板块与哈萨克斯坦板块的接合带<sup>[1]</sup>,也不能将该弧后盆地构造带与月牙山—洗肠井蛇绿混杂岩相连接<sup>[2]</sup>。

(6)志留纪后期的初碰撞期岩浆活动在本区有强烈反映,泥盆纪为本期的主碰撞期,花岗岩浆热事件进入高峰期,并强烈隆升造山。

(7)在早古生代构造演化的不同阶段,形成相应的不同大地构造相。本区根据构造演化的时空阶段划分了19个大地构造相,由上述各类大地构造相记录了本区各构造带的演化史。

**致谢:**中国科学院地质与地球物理研究所张福勤、李铁胜研究员、中国地质科学院地质研究所童英博士及中国地质大学(武汉)廖群安、葛梦春教授提供了未发表的同位素年代数据,特致谢意。

## 参考文献(References):

- [1] 肖序常,何国琦,成守德,等.中国新疆及邻区大地构造图(1:2500000)说明书[M].北京:地质出版社,2004:36-37.  
Xiao Xuchang, He Guoqi, Cheng Shoude, et al. An Introduction to the Explanatory Text of the Map of Tectonics of Xinjiang and its Neighbouring Areas (1:2500000)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004:36-37(in Chinese).
- [2] 王洪亮,徐学义,何世平,等.中国天山及邻区地质图(1:1000000)说明书[M].北京:地质出版社,2007:34.  
Wang Hongliang, Xu Xueyi, He Shiping, et al. An Introduction to the Exploration Text of the Map of Geology Map of Xinjiang and its Neighbouring Areas (1:1000000) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007, 34(in Chinese).
- [3] 左国朝,梁广林,陈俊,等.东天山觉罗塔格地区夹白山一带晚古生代构造格局及演化[J].地质通报,2006,25(1/2):48-57.  
Zuo Guochao, Liang Guanglin, Chen Jun, et al. Late Paleozoic tectonic framework and evolution in the Jabaishan area, Qoltag eastern Tianshan Mountains, Northwest China [J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25 (1/2):48-57 (in Chinese with English abstract).
- [4] 魏学平,龚全胜,梁明宏,等.马鬃山隆起区前长城系敦煌岩群变形和演化特征[J].甘肃地质学报,2000,9(1):36-43.  
Wei Xueping, Gong Quangsheng, Liang Minghong, et al. Metamorphic-deformational and evolutionary characteristics of Pre-

- Changcheng Dunhuang terrain occurring on Mazongshan upwelling area [J]. Acta Geologica Gansu, 2000, 9(1):36-43(in Chinese with English abstract).
- [5] 金霞,黄增保.甘肃马鬃山地区梧桐井片麻岩年代学的研究[J].西北地质,2007,40(3):44-51.  
Jin Xia, Huang Zengbao. Geochemical characteristics and tectonic implications of Wutongjin granitic gneisses in the Mazongshan area, Gansu province [J]. Northwestern Geology, 2007, 40 (3):44-51(in Chinese with English abstract).
- [6] 梅华林,于海峰,李铨,等.甘肃北山地区首次发现榴辉岩和古元古花岗岩质岩石[J].科学通报,1998,43(19):2105-2111.  
Mei Hualin, Yu Haifeng, Li Shuan, et al. The first discovery of eclogite and Palaeoproterozoic granitoids in the Beishan area, northwestern Gansu province, China [J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(19): 2105-2111(in Chinese).
- [7] 杨经绥,吴才来,陈松永,等.甘肃北山地区榴辉岩的变质年龄:来自锆石的U-Pb同位素定年证据[J].中国地质,2006,33(2):317-325.  
Yang Jingsui, Wu Cailai, Chen Songyong, et al. Neoproterozoic eclogitic metamorphic age of the Beishan eclogite of Gansu, China: Evidence from SHRIMP U-Pb isotope dating [J]. Geology in China, 2006, 33(2):317-325(in Chinese with English abstract).
- [8] 杨合群,李英,李文明,等.北山成矿构造背景概论[J].西北地质,2008,41(1):22-27.  
Yang Hequn, Li Ying, Li Wenming, et al. General discussion on Metallogenic tectonic setting of Beishan mountain, Northwestern China [J]. Northwestern Geology, 2008, 41 (1):22-27 (in Chinese with English abstract).
- [9] 代文军,龚全胜,李海林,等.甘肃北山南带中段志留系的发现及地质意义[J].西北地质,2002,35(3):42-47.  
Dai Wenjing, Gong Quangsheng, Li Hailin, et al. Discovery of Silurian in middle section of south belt of Beishan mountain and its geological significance, Gansu [J]. Northwestern Geology, 2002, 35 (3): 42-47(in Chinese with English abstract).
- [10] 赵泽辉,郭召杰,王毅.甘肃北山柳园地区花岗岩类的年代学、地球化学特征及构造意义[J].岩石学报,2007,23(8):1847-1860.  
Zhao Zehui, Guo Zhaojie, Wang Yi. Geochronology, geochemical characteristics and tectonic implications of the granitoids from Liuyuan area, Beishan, Gansu province, northwest China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (8): 1847-1860 (in Chinese with English abstract).
- [11] 李伍平,王涛,李金宝,等.东天山红柳河地区晚加里东期花岗岩类岩石锆石U-Pb年龄及其地质意义[J].地质学报,2001,22(3):231-235.  
Li Wuping, Wang Tao, Li Jinbao, Kang Xu, et al. The U-Pb age of zircon from late Caledonian granitoids in Hongliuhe area, east

- Tianshan mountains, northwest China and its geological implications [J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 2001, 22 (3):231-235(in Chinese with English abstract).
- [12] 左国朝, 李茂松. 甘蒙北山地区早古生代岩石圈形成与演化[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 1996, 44-90.
- Zuo Guochao, Li Maosong. Formation and Evolution of the Early Paleozoic Lithosphere in the Beishan area, Gansu-Inner Mongolia [M], China. Lanzhou:Gansu Science & Technology Press (in Chinese), 1996, 44-90.
- [13] 杨树峰, 贾承造, 陈汉林, 等. 特提斯构造带的演化和北缘盆地群形成及塔里木天然气勘探远景 [J]. *科学通报*, 47 (增刊), 2002:36-43.
- Yang Shufeng, Jia Chengzao, Chen Hanlin, et al. The evolution of the Tethys tectonic belt, the formation of the basin group at its north margin, and the exploration prospect of Tarim's natural gas [J]. *Chinese Science Bulletin*, 47 (supplement), 2002:36-43 (in Chinese with English abstract).
- [14] 李文铅, 董富荣, 周汝洪. 新疆鄯善康古尔塔格蛇绿杂岩的发现及其特征[J]. *新疆地质*, 2000, 18(2):121-128.
- Li Wenqian, Dong Furong, Zhou Ruhong. Ophiolite discovered in Kangurtag region and its characteristics [J]. *Xinjiang Geology*, 2000, 18(2):121-128(in Chinese with English abstract).
- [15] 左国朝, 何国琦. 北山板块构造及成矿规律[M]. 北京:北京大学出版社, 1990:189-194.
- Zuo Guochao, He Guoqi. Plate Tectonics and Metallogeneses Regularities in Beishan Region [M]. Beijing:Peking University Press, 1990:189-194(in Chinese).
- [16] 孙新春, 张红军, 魏志军, 等. 甘蒙新山地区小红山一带变质侵入岩体的时代厘定及其地质意义 [J]. *西北地质*, 2005, 38(3): 61-66.
- Sun Xingchun, Zhang Hongjun, Wei Zhijun, et al. Time of definition and geological meaning for metamorphic intrusive rock body in Xiaohongshan region, Beishan area of Gansu and Inner Mongolia [J]. *Northwestern Geology*, 2005, 38 (3): 61-66 (in Chinese with English abstract).
- [17] 周国庆, 陈小明, 赵建新. 内蒙古石板井-小黄山与蛇绿岩相伴的变质岩及演化[J]. *高校地质学报*, 2001, 7(3):329-344.
- Zhou Guoqing, Chen Xiaoming, Zhao Jianxin. The metamorphic rocks associated with the Shibanjing-Xiaohuangshan ophiolite from the Inner Mongolia Autonomous region and its evolution history [J]. *Geological Journal of China Universities*, 2001, 7 (3):329-344 (in Chinese with English abstract).
- [18] 周国庆, 赵建新, 李献华. 内蒙古月牙山蛇绿岩特征形成的构造前景: 地球化学和 Sm-Nd 同位素制约 [J]. *地球化学*, 2000, 29 (2):108-119.
- Zhou Guoqing, Zhao Jianxin, Li Xianhua. Characteristics of the Yueyashan ophiolite from western Nei Mongol and its tectonic setting: Geochemistry and Sm-Nd isotopic constraints [J]. *Geochimica*, 2000, 29 (2):108-119 (in Chinese with English abstract).
- [19] 马瑞士, 舒良树, 孙家齐. 东天山构造演化与成矿 [M]. 北京:地质出版社, 1997:188.
- Ma Ruishi, Shu Liangshu, Sun Jiaqi. Tectonic Evolution and Metallogeny of Eastern Tianshan Mountains[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1997:188(in Chinese with English abstract).
- [20] 左国朝, 刘义科, 李绍雄. 甘肃北山地区红山铁矿床成因及成矿机制[J]. *甘肃地质*, 2001, 19(3):9-18.
- Zuo Guochao, Liu Yike, Li Shaoxiong. Metallogenesis and mechanism of Hongshan iron deposit in Beishan region of Gansu Province [J]. *Gansu Geology*, 2001, 19 (3):9-18(in Chinese with English abstract).
- [21] 任秉琛, 何世平, 姚文光, 傅力浦. 甘肃北山牛圈子蛇绿岩铷锶同位素年龄及其大地构造意义[J]. *西北地质*, 2001, 34(2):21-27.
- Ren Bingchen, He Shiping, Yao Wenguang, Fu Lipu. Rb-Sr isotope age of Niuquanzi ophiolite and its tectonic significance in Beishan district, Gansu [J]. *Northwestern Geology*, 2001, 34(2):21-27(in Chinese with English abstract).

## Early Paleozoic tectonic framework and evolution in the northeast margin of Tarim Basin

ZUO Guo-chao, LI Shao-xiong

(*Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, Gansu, China*)

**Abstract:** The tectonic belt in the northeast margin of Tarim Basin is composed of Tianshan area of Xinjiang and most Beishan area of Gansu-Inner Mongolia border. The collision zone between Early Paleozoic Tarim Plate and Kazakhstan Plate extends from Aqikekuduke fracture zone eastwards to Sihbanjing-Xiaohuangshan ophiolite complex. The region experienced extensive magmatic events during Jinning Movement (800 Ma), and Siberian Plate, Kazakhstan and Tarim Plate once collided and connected with each other over Rodinia super-continent. The pieces broken by paleo-continent of Nanhua-Sinian period, block faulted area of Kazakhsta and Tarim Plate were dispersed into the paleo-Asian Ocean in the form of a multi-island group. The peri-continental area had features of bay sedimentary area in Sinian-Cambrian period, and was broken into a rift zone along Huaniushan-Wufengshan-Zhangfangshan line in late Ordovician period. The crust plate of paleo-Asian ocean subducted southwards along the Weinanya-Jijitaizishan-Baiyunshan-Yueyashan-Xichangjing line, forming Gongpoquan island-arc zone and arc-rear basin of Hongliuhe-Niujuanzi-Jianquanzi line. In late Silurian, granitic magmatic activities were active at the beginning stage of collision. Devonian period saw the main collision stage, during which the magmatic thermal event affected the rising orogenic belt, and the volcanic-mollasse foreland basin was formed in the south margin of Tarim Basin.

**Key words:** Tarim Basin; tectonic framework; rift; volcanic arc; arc-rear basin; tectonic phase

---

**About the first author:** ZUO Guo-chao, male, born in 1937, senior engineer, engages in geological and mineral exploration of orogenic belt in Gansu-Qinghai-Inner Mongolia-Xinjiang region; E-mail: chylyk@tom.com.