

新疆北部壳体大地构造演化与运动初步研究

杨 牧^{1,2}, 彭省临¹, 杨 斌¹, 刘亮明¹

(1. 中南大学地洼学说成矿学研究所, 湖南 长沙 410083; 2 中国科学院广州地球化学研究所与南海海洋研究所边缘海地质重点实验室, 广东 广州 510640)

摘 要: 位于亚洲大陆中腹的新疆北部地区, 是由不同壳块组成的复合型大陆壳块区, 经历了长期复杂的壳体运动 - 演化历程, 造就了该区不同地段岩石圈结构和构造的差异。本文在前人研究的基础上, 运用壳体大地构造学的研究思路和方法, 通过对该区地质 - 地球物理特征和壳体结构的分析, 将该区划分为 4 个不同性质和地壳结构的壳块, 其中天山地区又可进一步分为东、西两段。文章分析了区域壳体的运动 - 演化特征, 并初步认为东、西天山在深部地球物理特征、基底性质和前地台期的构造演化, 可能分属不同的构造演化体制。中生代全区先后经历了地台演化阶段之后, 陆续发生活化作用, 由于不同地段地壳和岩石圈结构的差异, 形成浅部地壳不同的活化地质构造特征。

关键词: 壳体; 运动 - 演化; 活化作用; 新疆北部

中图分类号: P541 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1552 (2005) 01-0113-09

壳体的概念是陈国达院士 1977 年在主编《中国大地构造图 (1/400 万)》及专著《中国大地构造概要》提出来的。1992 年又正式提出了“历史 - 因果论大地构造学”和“壳体构造”——一种综合大地构造学新概念 (陈国达, 1992), 旨在将地壳的演化与运动同等兼顾, 发展观点与联系观点相结合, 同时包有历史分析法和动力分析法将历史演化和动力运动两者的作用并融为一体的大地构造单元的新概念。在大陆型壳体内, 代表构造体制单元的各种硅铝质构造层, 记录着大陆型壳体这一阶段的演化过程; 而不同时期形成的构造系, 则是壳体演化历程中运动的形迹。

亚洲中部壳体属于典型的大陆型壳体, 具有前显生宙形成的大陆克拉通块体和块体间形成的褶皱构造带。新疆北部地区位于亚洲中部壳体的中腹, 包括阿尔泰、准噶尔、天山以及塔里木北缘等地区。区域壳体垂向结构中镁铁质 (地幔岩) 壳层和铁镁

质、长英质壳层发育齐全, 属分异演化程度较高的高成熟度壳体。持不同学术观点的众多研究者对该地区的构造格局和演化已有诸多论述, 为揭示新疆北部壳体的组成及演化 - 运动历史积累了丰富的资料。本文在前人研究的基础上, 运用壳体大地构造学的研究思路和方法, 探讨了新疆北部区域壳块的演化 - 运动历程, 并对中生代以来地壳活化的深部动力学机制进行了简要分析。

1 研究区地质 - 地球物理特征及壳体组成与结构分析

1.1 壳体大地构造基本特征

根据对区域地质记录进行的大地构造演化分析, 研究区现今处于活化 (地洼) 构造体制造山 - 造盆发展阶段。受活化构造控制, 区域大地构造主体由北向南为: NW 构造系的阿尔泰地槽系、准噶尔地

收稿日期: 2004-02-23; 改回日期: 2004-10-08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (课题编号: 2001CB409809) 资助。

作者简介: 杨牧 (1973 -), 男, 贵州湄潭县人, 博士, 讲师, 主要从事成矿学与矿床定位预测研究。Email: dwyjs@mail.csu.edu.cn

注系、EW 构造系的天山地穹系和塔里木地注系。其中塔里木和准噶尔大型中生代地注盆地占主导地位。区域构造以块断型造山 - 造盆为其特色;区域应力场具有压 - 剪性特点,推覆构造和走滑构造广为发育。

1.2 地球物理分区

在 MAGSAT 卫星磁异常图上,研究区塔里木盆地与准噶尔盆地分别对应为中心强度为 8~10nT、2~5nT 团块状正异常,其间及周缘均为负异常地带。另据新疆 305 项目办与地矿部合作的“阿尔泰—阿尔金综合地球物理测深剖面”资料,包括准噶尔东部均具典型陆壳的速度结构特征(袁学诚,1996)。

岩石圈厚度图上,研究区处于 >120 km (塔里木)和 80~120 km (准噶尔)的厚—正常厚度大陆岩石圈区,总体变化趋势是南薄北厚,天山地区为 115~120 km,向北到友谊峰北增厚到 150 km。在布格

重力异常图、地壳厚度图上显示,从北向南莫氏面深度呈不均一性,依次为阿尔泰幔坡带(50~58 km)、准噶尔幔隆区(42~53 km)、天山南北边缘(50 km)、库鲁克塔格—星星峡幔凸(42~45 km)(刘关玲和刘春涌,1995),莫氏面的起伏形态与现代地表地貌呈明显的镜像反映。区域重、磁异常及地壳不同深度速度特征显示塔里木、天山、准噶尔和阿尔泰地区深部地壳具不同的结构特征(胥颐等,2000;高锐等,2002),并由不同特性的变质基底和不同演化历程形成的盖层所组成。地球物理场显示的块带特征与该区大陆基底块体的分区模式(胡蔼琴等,2001)有很好的对应关系。据此将研究区初步划分为 4 个构造分区(表 1,图 1),其中天山地区大致以库鲁勒—乌鲁木齐一线为界,东、西两段地球物理特征具明显差异。

表 1 新疆北部地区主要地球物理特征及块体划分

Table 1 Major geophysical features and block division in northern Xinjiang

地球物理特征	阿尔泰块体 (A)	准噶尔块体 (B)	天山块段		塔里木北缘块体 (E)
			东天山 (C)	西天山 (D)	
莫霍面深度	46~55 km,起伏较大,总体南浅北深的幔坡	45~50 km,总体呈一幔隆区	45.7~50 km,呈一幔脊,起伏较大	49~57 km,总体呈幔隆,东厚西薄	45.3~55 km,起伏变化大,总体西凹东隆
布格重力异常	NW 向重力梯度带	变化大	重力异常高,一般 > -150 ×10 ⁻⁵ m/s ²	重力异常低,一般 < -200 ×10 ⁻⁵ m/s ²	相对平缓的重力梯度带,卫星重力异常为明显的负异常带
航磁异常	近东西走向的正负跳跃变化场	变化较大	中部以低缓变化的负异常为主,南北两侧为正异常	航磁异常为复杂、强正异常带,幅值 >500~600nT	正异常为主
其他特征		地壳平均速度 6.50 km/s	地壳平均速度 6.20 km/s,但地震层析成像显示东、西天山之间存在低速边界;壳幔过渡带复杂		地壳平均速度 6.30 km/s,壳幔过渡带由一级间断面构成

1.3 主要块体性质及特征

(1) 阿尔泰块体。阿尔泰地区未确切划分出太古宙变质杂岩。但在哈萨克斯坦阿尔泰出露有变质年龄为 2600 ±100 Ma 的太古宙岩石;中国阿尔泰冲乎尔—青河带出露有接近太古宙年龄的片麻状花岗岩钾长石二阶段模式年龄 t_1 为 2483 Ma,该带延入蒙古,在巴达拉格地垒上部砂卡岩化大理岩中金云母 K - Ar 年龄为 2600 Ma,英闪岩成分的片麻岩锆石 U - Pb 年龄大于 2400 Ma,可能达 2800 Ma(李天德等,2001)。据此推断,横跨哈中蒙的阿尔泰可能存在太古宙古陆壳基底碎块,陆核的形成时间相当阜平旋回,是西伯利亚陆核向西南裂解增生的结果。

(2) 准噶尔块体。对于该区基底的性质一直存

在很多争议。从地壳和岩石圈平均密度异常特征来看,准噶尔盆地具有与天山、阿尔泰地区不同的弱负异常(楼海等,2000),表明该区具有与阿尔泰和天山截然不同的地壳和岩石圈结构特征。盆地的地震速度特征显示盆地上地壳由上部的低速层和下部的高速层组成,具大陆壳的组成特征,缺失类似于塔里木厚度的上地壳速度层,上部低速层反映了一套浅变质岩系的速度特征;其纵波速度特征与塔里木盆地、华北地台等地的对比,从速度特征上看,至少缺失深变质岩类,即所谓的结晶基底(陈俊湘和陈景亮,2002)。从该区的地质特征及同位素年龄资料分析,该区至今未发现有化石依据的前寒武纪变质岩系,也没有可靠的年龄数据表明盆地基底具前寒武纪年龄,而盆地周边发育的新元古代(?)—早古

生代蛇绿岩,以及火山岩的微量元素、Sr - Nd同位素及正的 $Nd(t)$ 值等(胡 葛琴等, 2001; 王方正等, 2002),从另一方面表明该区基底可能为较年轻的陆壳基底(新元古代—早古生代)。

(3) 塔里木北缘块体。塔里木北缘出露有新疆最老的变质基底,库鲁克塔格地区托格拉克布拉克片麻杂岩中 10 个斜长角闪岩的 Sm - Nd 等时线年龄为 3263 ± 129 Ma(胡 葛琴等, 2001),由此推测该变质基底在古太古宙就已形成。上覆下元古界兴地塔格群浊积岩 - 碳酸盐岩建造夹基性火山岩建造及广泛发育侵位于格拉克布拉克杂岩和兴地塔格群的古元古代片麻状花岗闪长岩 - 花岗岩,反映了古元古代陆核的垂向和平向增生。

(4) 西天山块段。在该区未发现太古宙基底,但在邻区吉尔吉斯和小卡腊山一带出露太古宙及早元古代的变质岩系。那拉提段和塞里木段出露的由陆源碎屑岩变来的斜长片麻岩、二云母片麻岩类、大理岩类等 Sm - Nd 同位素年龄为 1400 ~ 1800 Ma,而元古宙花岗岩类建造为斜长花岗岩 - 二长、钾长花岗岩 - 正长岩序列,与塔里木库鲁克塔格的早元古代蓝石英英云闪长岩 - 石英闪长岩 - 斜长花岗岩建造、晚元古代异地型钙碱系列闪长岩 - 花岗闪长岩 - 二长花岗岩建造(含特征的“斑马式”密集岩墙群)组合完全不同,而与哈萨克斯坦基底陆壳的花岗岩类剖面组合相同(后者有 1485 ~ 1300 Ma 及 1100 ~ 910 Ma 的锆石年龄)(何国琦等, 1995),由此说明该区在元古宙与塔里木地块分属不同的地史演化体系。

(5) 东天山块段。结晶基底由星星峡群和卡瓦布拉克群组成。出露于星星峡—巴伦台一带的星星峡群,主要岩性为片麻岩、石英片岩、混合岩与大理

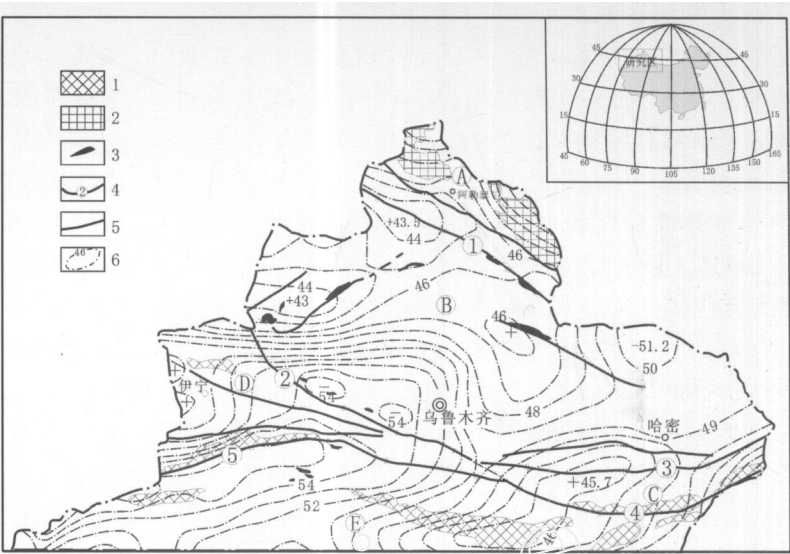


图 1 新疆北部地区地质—地球物理块、带特征简图

1 - 前寒武纪基底(与中朝壳体亲缘); 2 - 前寒武纪基底(与西伯利亚壳体亲缘);
3 - 蛇绿岩; 4 - 结合带及编号; 5 - 主要断裂; 6 - 莫霍面等深线

Fig 1 Sketch map showing major geological, geophysical features of northern Xinjiang

岩;卡瓦布拉克群出露于鄯善南部,主要岩性为大理岩、石英斜长片麻岩、石英片岩石英岩等。李铨等(2002)通过对其物质组成、同位素资料并与库鲁克塔格和甘肃北山前寒武纪基底对比,认为该区前寒武纪基底由已变质的深成岩(包括奥长花岗岩等)和表壳岩组成,与库鲁克塔格前寒武纪基底有明显不同,并有晚太古代和早元古代的成分,可能属单独的一个大地构造单元。

1.4 主要构造带的特征

(1) 额尔齐斯构造带:其走向为 $280^{\circ} \sim 310^{\circ}$,倾向北东,倾角变化较大。该断裂在中国境内延长达 400 km,向东、向西分别伸入蒙古和哈萨克斯坦。构造带内部发育两种构造组成,一种为深部构造层次的韧性片理化带,一种为浅部构造层次的脆性断裂、层间破碎带、剪切裂隙等,是一个经历多期次、多构造层次、多构造性质演化的复杂变形构造带。地球物理资料亦显示该构造带两侧深部构造具有显著差异(表 2)。

表 2 额尔齐斯断裂带两侧结构层厚度 (m) (赵振华等, 2001)

Table 2 Thickness of structural layers of the two sides of the Erqis fault zone (Zhao et al, 2001)

结构层	沉积构造层	花岗岩质层	闪长岩质层	玄武岩质层	康氏面	莫霍面
北侧	18805.9	10314.1	0	28197.2	28920.0	57117.2
南侧	18505.1	8353.7	4441.2	26280.2	31300.0	57580.2

该构造带南北地质特征明显不同:北侧主要为中-深变质碎屑岩建造,具有强烈多次挤压变形,紧闭线形褶皱发育,构造方向主要为北西向,岩浆活动极为强烈,主要为造山带花岗岩,以长轴状海西酸性岩浆岩为主体,其次为加里东期,局部出现喜马拉雅山期基性岩浆活动;断裂南侧褶皱、变形相对较弱,岩石变质程度较浅,岩浆侵入活动较弱,主要为深断裂带花岗岩,属海西中、晚期酸性侵入岩,岩体规模较小,以短轴状为主体,火山活动较为强烈,褶皱形态相对较开阔,主要构造线方向为近东西向的弧形构造带。

(2) 中天山北缘断裂带:该带自东向西,经干沟、冰达坂北坡、哈希勒根达坂北坡,延至精河县南与博尔塔拉河断裂交汇。该带南侧的婆罗科努山—米什沟岛弧火山岩、哈希勒根达坂、胜利达坂角闪岩相高温低压变质带、中天山北缘加里东期、海西期花岗岩、以及沿干沟—米什沟—乌斯特沟一带分布的蛇绿岩等,表明中天山北缘构造带为一条早古生代结合带。

(3) 康古尔塔格构造带:该断裂带西自干沟起,经卡塔尔乌鲁滚塔格、恰特卡尔塔格、康古尔塔格、赤湖、黄山、镜儿泉向东延伸到蒙古境内。断裂两侧的岩层普遍遭受强烈的剪切作用,构造带南侧是宽度几公里至几十公里,长达 600 km 的秋格明塔什—黄山韧性剪切带。地震剖面揭示,构造带北侧地壳为双层结构,并且具有较浅的闪长岩质层和非常发育的高速层等特征,与准噶尔块体更为接近;该带南侧的地壳为三层结构,同时具有较厚的花岗岩质层和发育的低速层等特征,与塔里木地块比较相似。该带的前身可能是一颇具规模的洋盆(李锦轶等, 2002),其变形时代表明海西中晚期准噶尔地块南缘与中天山陆块发生碰撞结合,晚石炭世—二叠纪褶皱造山使岩石发生变质及强烈变形。

(4) 库米什—红柳河构造带:向西可能与南天山北缘构造带相接。对该带性质和特征前人研究很少,但根据阿齐克库都格—尾亚带内几个地点见含蓝闪石的蓝片岩和多硅白云母片岩、甘—新交界红柳河附近奥陶纪蛇绿混杂岩、含奥陶纪—志留纪化石的复理石以及阿齐克库都格断裂带发育的朝北的大规模韧性推覆作用、高压变质岩和糜棱岩等特征,表明该断裂带为一早古生代碰撞结合带(舒树良等, 2003)。

(5) 南天山北缘构造带:该带对应于莫霍面等深线的陡变带,位于南天山与塔里木北部航磁异常

的正负异常转换带上。地表沿阿尔腾柯斯河上游、库勒湖、铁力买提达坂南坡、科克铁克南坡一带呈近 NEE 向展布,向东与中天山南缘构造带相交截。构造带内的不同构造岩块之间发育由南向北的逆冲断层,而断裂带两侧主边界断层则表现为由北向南运动的逆冲断层。在铜花山—榆树沟分布的高压变质带以及铜花山蓝片岩和榆树沟榴辉岩的发现(高俊等, 1993),反映了南天山洋沿该断裂带发生的俯冲闭合过程。

2 各壳块的物质组成及结构特征

壳块是壳体内因各个部分差异演化十分显著,并有明显的分界线而划分的次级单元(陈国达, 1998)。从上述新疆北部各块体的构造层、地球物理和地质构造特征来看,可以将其划分为 4 个壳块,各壳块的构造层划分及主要物质建造见表 3。

3 区域壳体运动 - 演化的基本过程

壳体构造论(陈国达, 1992)认为,大陆壳体是在太古宙陆核稳定核心基础上,由边缘被幕式增生带组成的统一的克拉通结晶基底,其后通过与古大洋构造域洋-陆岩石圈之间的相互作用或洋-陆转换,经过不断演化-运动(包括壳体内部及壳体之间)逐步成长扩大,直至古大洋构造域封闭消失,不同大陆壳体相向汇聚和复式大陆壳体的形成。因此,大陆型壳体的形成过程可以是自增式平向扩大;也可以是部分外加式平向扩大;还可以是相邻壳体结合的联合式平向扩大。所以,壳体形成与发展的演化-运动是复杂多变的,在壳体之间和壳体内部其演化与运动都可发生差异,造成了全球或是大区域范围分异进行的演化-运动综合场面,并在不同历史时期各不相同的画面。因而,在对区域性壳体构造演化-运动进行研究时,既要研究区域范围内各个壳块之间在地质历史演化上的成因联系;又需要研究各个壳块之间在空间上的运动变迁和动力学联系。

如前所述,新疆区域是由多个大陆壳块及其间的构造带组成的复式壳块。这乃是它们诞生以来,长期历史演化与运动变迁到现阶段的必然结果。因此,根据区域壳体演化-运动的各种综合性记录(地质构造的、地球物理的、地球化学及成矿的),从中区分出是否存在有外来加入的壳块,则是区域壳

表 3 新疆北部各壳块结构及主要建造特征表

Table 3 Table of structural layers and major formations of crustoblocks in northern Xinjiang

构造层	阿尔泰	准噶尔	天山		塔里木北缘
			东天山	西天山	
地洼构造层	J: 类磨拉石建造, 花岗岩及含矿伟晶岩	E: 红色碎屑岩建造、砂泥岩建造	K: 红色碎屑岩建造及砂泥岩建造	K: 红色碎屑岩建造及砂泥岩建造	J ₁ : 类磨拉石建造、砂泥岩建造
地台构造层	T: 砂 - 砾 - 泥岩建造、含煤建造	T—K: 湖泊相、河流相、沼泽相的砂 - 砾 - 泥岩建造、含煤建造	T—J: 砂砾岩、碎屑岩建造、砂泥岩夹煤层	T—J: 砂泥岩、页岩含铁建造、砂泥岩含煤建造	P ₃ —T: 碳酸盐岩建造、砂页岩建造、含煤砂页岩建造
地槽构造层	余“定”期亚构造层 (D—P): 磨拉石建造、碱性花岗岩; 激烈期亚构造层 (—S): 细碧角斑岩建造为主、夹复理石建造、碳酸盐岩建造; 初“动”期亚构造层 (P ₃): 复理石建造、白云质碳酸盐岩建造、硅质岩建造及细碧岩建造	余“定”期亚构造层 (C ₂ —P): 磨拉石建造, 局部出现含煤建造; 中基性海陆交互相、陆相火山岩、火岩碎屑岩建造、钙碱性花岗岩; 激烈期亚构造层 (O—C ₁): 火山复理石建造、细碧岩建造、火山 - 深成岩建造和碎屑岩建造	余“定”期亚构造层 (P ₃): 红色磨拉石建造; 激烈期亚构造层 (D—P ₁): 中基性 - 中酸性火山岩、细碧角斑岩、石英角斑岩建造以及放射虫硅质岩、碳酸盐岩、复理石建造等; 初“动”期亚构造层 (O—S): 浊积岩夹少量火山岩建造	余“定”期亚构造层 (P): 磨拉石建造、陆相中酸性火山岩建造、花岗岩; 激烈期亚构造层 (—C): 复理石建造外、中基性火山岩建造; 初“动”期亚构造层 (Ch—Z): 碎屑岩建造、碳酸盐岩建造、冰碛岩建造	余“定”期亚构造层 (Jx1): 碳酸盐岩建造; 激烈期亚构造层 (Ch ₂): 双峰式火山岩 - 陆源碎屑岩建造 - 复理石建造; 初“动”期亚构造层 (Ch ₁): 浊流 - 陆源碎屑 - 碳酸盐岩建造。
前地槽构造层	Ar—P ₃ : 片麻状花岗岩、角闪岩、片麻岩、混合岩		A ₃ —P ₃ (?): 片麻岩、石英片岩、混和岩与大理岩	P ₃ —P ₃ : 片麻岩建造、混合岩化花岗岩 - 花岗闪长岩	Ar—P ₃ : TTG 岩系、片麻状花岗闪长岩 - 花岗岩

体演化 - 运动研究与分析的核心问题。确定区域内是否存在外来壳块的证据, 在诸如地壳演化史、古地磁、沉积古地理、古生物区系和地球物理等方面的对比, 都尚有争议。依陈国达 (1992) 的观点, 以古植物群为主的生物 - 沉积层序区系和构造 - 热事件的对比疑问较少。据此, 通过对新疆北部壳体演化 - 运动的初步研究与分析, 可得出下述的认识。

3.1 早—中元古代至早古生代区域壳体演化 - 运动过程

新疆地区成煤大地构造研究 (童玉明等, 1994) 证实: 大致以天山—西拉木伦河一线, 以北石炭—二叠纪含煤建造植物属安加拉植物群; 此线以南造煤植物为迥然不同的华夏植物群。这表明了新疆地区的壳体演化 - 运动曾处于被古亚洲洋构造域隔离的地域。北部属于北方劳亚大陆壳体的南部陆缘多岛海域; 南部则属于中朝大陆壳体 (陈国达, 1994) 西北部陆缘多岛海域。具有较为复杂的壳体运动 - 演化特征。

据许效松等 (1996) 资料, 塔里木陆块出露于柯坪一带的前震旦纪结晶基底岩系 (阿克苏群) 具有的塔里木运动与中朝壳体南部扬子陆块的晋宁运动为具有一致性的构造 - 变质热事件。二者陆块基底的主体均为中晚元古界; 不整合超覆于阿克苏群上为早震旦世冰碛层, 为与扬子陆块具有同时性的冷

事件; 同时, 塔里木陆块晚震旦世—早古生代发育的碳酸盐台地, 从碳酸盐岩生长的基座演化序列、生物组合等均与扬子陆块上同时期碳酸盐台地完全一致。早寒武世梅树村期塔里木陆块发育的海相磷块岩, 在磷矿结构和矿石特征上均与扬子陆块上的昆阳磷矿相同。表明塔里木陆块是中晚元古代扬子陆块西部发生裂离运动分离出去的块体, 在早古生代期间尚处于相同原特提斯海域的相邻块体。早古生代末则运动迁移至古亚洲洋海域, 与天山微陆块发生拼合连接, 从晚古生代后进入新疆地区古亚洲洋构造域的运动 - 演化历程。因此, 塔里木陆块 (包括与之具有相同特征的哈萨克斯坦陆块) 在新疆壳体演化 - 运动史中属于外来加入的壳块。它在元古代—早古生代属于原特提斯洋构造域, 其运动迁移进入古亚洲洋构造域, 导致了原特提斯洋北支的解体。

除此之外, 在塔里木陆块北缘的中天山地区, 尚有一系列由早中元古代变质岩系为主体、可能包括部分太古代结晶岩系组成的微陆块 (如库鲁克塔格—星星峡、克孜勒塔格—帕尔岗塔格、额尔宾山—博斯腾湖以北等), 其上晚元古代末期的沉积盖层序列, 基本上与中朝大陆壳体北部的华北陆块上的盖层序列相同, 并且在晚古生代前与华北陆块西缘相拼合。同属同一构造域中相邻近的微陆块, 可以

归属于华北陆块西缘裂离的产物。

综上所述,新疆地区早中元古代—早古生代壳体的演化—运动过程的基本特征,集中表现为古亚洲洋北部劳亚大陆西伯利亚壳体南缘阿尔泰、准噶尔陆块和古亚洲洋南部中朝壳体华北陆块西北缘一系列微陆块,以及外来加入的、属于中朝扬子陆块分离出的塔里木陆块三者共同参与的演化与运动,并由此奠定了新疆地区复合型大陆壳体组成的特点及其基本格局。

3.2 晚古生代区域壳体演化—运动

从元古代到早古生代,新疆北部地区古亚洲洋构造域南、北古陆发生持续的裂解分离,从古陆块边缘裂解出来的微陆块,周围分布有不同时代的代表有限洋盆以及微陆块的蛇绿岩残片。构造层性质及特征反映出新疆北部壳体演化—运动经历了自北向南的多次开合过程,直至晚古生代末各壳块之间完成了地槽褶皱造山过程,形成宏伟的中亚型褶皱陆缘造山带,最终完成了新疆北部地区统一的复合型大陆壳体。

西伯利亚陆缘于古生代时期扩张成洋,形成古亚洲洋北支萨伊—蒙古海。伴随萨伊—蒙古海的扩张,新疆阿尔泰北坡及蒙古阿尔泰南坡,中寒武—早奥陶世为被动大陆边缘,沉积了巨厚的陆源碎屑岩建造;此外,尚有早古生代晚期的闪长岩、花岗闪长岩及花岗岩的侵入活动。中奥陶世,随着北天山的扩张,萨伊—蒙古海沿额尔齐斯一线消亡。

萨伊—蒙古洋消亡后,北天山海(古亚洲洋中支)正处于发展消亡的过程中。在北天山洋中漂移着各大小微陆块,如准噶尔、中天山、伊犁等,陆块之间为有限洋盆所分离。从代表洋壳的蛇绿岩残片同位素年代学以及代表深海沉积的放射虫硅质岩的时代鉴定和火山岩建造的特征分析,在北天山的扩张过程中,陆缘以及陆内伸展裂陷形成的大陆裂谷或裂陷槽,如博格达裂谷等,形成的不同时代的地槽沉积建造组合,代表了该区壳体运动—演化地槽体制时期自西而东、由北而南的时空变迁特点。

南天山的蛇绿岩呈外来推覆小岩块形式散布在古生代地层之上,可以分为两支,北支沿库勒湖—古洛沟—榆树沟—铜花山—硫磺山一带展布;南支西起中吉边界的阿文库、经米斯布拉克等地至色日克牙依拉克。南北两支可能为同一有限洋盆不同碎块在造山期或后造山推覆就位至不同构造部位(高俊等,1993),也可能代表了两个有限洋盆,中间被南天山中间地块分隔,年代学数据和化石资料表明南

天山洋的发育时代可能自奥陶纪一直延续至早石炭世。

东天山地区在泥盆—石炭纪处于强烈拉张裂陷时期,李锦轶等(2002)推测康古尔塔格构造带前身的古海盆是一个颇具规模的有限洋盆地,其中硅质岩所产放射虫化石,表明该洋盆在泥盆纪就存在(李锦轶等,2002);觉罗塔格地区于泥盆—石炭纪沉积了一套巨厚的优地槽型沉积物,其中仅泥盆系中下统厚近万米,石炭系总厚约2万米。该区下二叠统为中—基性火山岩及碎屑岩,上二叠统为红色磨拉石建造,与下二叠统之间不整合接触。结合康古尔塔格断裂带的变形时代及该区分布的海西晚期花岗岩系的特点,反映晚古生代末该区已进入地槽褶皱回返末期。

3.3 中—新生代活化作用的特征及深部作用过程

3.3.1 壳体活化构造的主要特点

经海西运动,新疆大部地区地壳已完全固化形成成熟的陆壳区,此后于早三叠世开始抬升并遭受剥蚀,转为地台演化阶段。

三叠纪末,阿尔泰地区经过短暂的相对稳定阶段后进入地洼阶段,发育相当数量和范围的地洼阶段燕山期花岗岩及含矿伟晶岩,如喇嘛昭和将军山等岩株。侏罗纪、白垩纪和新生代局部拉张作用形成一系列陆相断陷小盆地。自白垩纪以来的活化作用表现为强烈的地洼造山作用,地壳抬升速率达到 0.095 mm/a 以上;沿深大断裂的动力变质作用强烈;晚更新世以来的地震活动频繁;同时差异性块断升降、拉张及错断作用形成新生代的断裂构造及断陷盆地。

天山地区地台阶段持续到了侏罗纪末。在早侏罗世,第一代天山已基本夷平接近准平原状态,以低山、丘陵山地为主;中侏罗世,准噶尔盆地和土哈盆地连成一片,并扩展至天山腹地,是新疆北部地壳最为稳定的时期。此期间构造运动较缓和,岩浆活动也较缺乏。白垩纪初,天山地区开始发生构造—岩浆活化作用,表现为地壳活动的再次加强,大地热流值增高,地壳迅速膨胀,差异性块断升降运动极其强烈,同时还存在拱曲、掀斜和水平挤压;不同高度的古夷平面代表了古天山的再度抬升,形成今日所见的第二代天山。

准噶尔地区的活化作用相对较晚,可能始于白垩纪末到第三纪早期,以整体在拱曲作用控制下的断裂构造活动为主,新构造运动强烈,形成构造—地貌反差强度显著增大的块断山岭区和大型断拗盆地。

3.3.2 壳体活化的深部过程

新疆北部地区的演化与运动历史造就了不同地段在地壳、岩石圈结构和构造的差异,并对该区在地洼构造体制时期不同地段深部岩石圈地幔—下地壳的相互作用,对于浅部地壳活化地质特征起重要制约作用。卫星重力资料显示,在库尔勒一带岩石圈底部存在一个地幔流汇聚中心(楼海等,2000),来自印度向青藏高原的强烈汇聚和持续挤压作用带动塔里木地区岩石圈向北北东方向运动,由于天山南北两侧岩石圈结构和构造的差异,塔里木地块的岩石圈在天山造山带的地壳和上地幔发生复杂的消减作用。地球物理特征表现为天山地区岩石圈深部低速层的存在及异常高的大地热流值,以及地震波反映出的复杂的壳幔过渡带(赵俊猛等,2001);浅部地壳构造表现为以逆断层和走滑逆断层为主的断裂构造发育,在天山两坡形成叠瓦状构造或推覆体,以及近东西向和北西西向的断轴褶皱、受构造控制的断陷盆地等活化构造。而塔里木、准噶尔盆地则是一个地热梯度小、相对冷和稳定的刚性块体,盆地内部不具有壳幔间良好通道,壳幔间仍保持着一级间断面的性质,在塔里木、准噶尔盆地周缘均发育了冲断型盆地,盆地大部地区以整体拱曲控制下的断裂构造活动为主。

重力异常及地震资料均显示阿尔泰地区位于蒙古—西伯利亚深部异常地幔体的凹陷区边缘,该异常体上界在阿尔泰呈—SW向倾伏的陡坡。以库尔勒为中心的NNE向的地幔流在阿尔泰地区遇到阻力,导致阿尔泰地区形成NE向的挤压应力场,一方面使古生代断裂构造再次活动,发生高角度逆冲,形成阿尔泰地区第二代造山带;另一方面重新形成NNW向大断裂,并以近期明显的块断抬升为特征。

4 壳体运动 - 演化的初步认识及存在问题

通过以上对新疆北部地区壳体结构、演化与运动的初步研究,可以得出如下一些认识:

(1) 根据新疆北部地区的地球物理特征、基底性质及其分布,可以将该区分成阿尔泰、准噶尔和塔里木北缘及东天山和西天山等大陆块体;

(2) 新中元古代至早古生代,在属于不同构造域外来壳块的加入后,区域壳体演化—运动经历了自北而南的陆缘扩张—碰撞造山过程;并于晚古生代由于古亚洲洋的闭合,形成了区内复杂统一的复

合型大陆壳块。但由于古地球物理场的消失,尽管前人进行了一些构造古地理的重建,对其地球动力学尚需进一步深入推究;

(3) 中生代全区先后经历了地台演化阶段之后,陆续发生活化作用,由于不同地段地壳和岩石圈结构的差异,形成浅部地壳不同的活化地质构造特征;

(4) 在天山造山带,越来越多的地质、地球物理资料表明其东段和西段具不同的岩石圈结构及运动—演化特点,如:西天山基底物质组成与塔里木北缘的库鲁克塔格、东天山、巴伦台等地完全不同,东、西天山地槽演化的明显差异,从吉尔吉斯斯坦向东延入我国西天山境内的吉尔吉斯帖尔斯克伊古海洋的存在,沙雅—布尔津和库尔勒—吉木萨尔剖面所揭示的东、西天山不同的深部动力学过程,以及东天山地区活化作用相对弱于西天山的现象等。由此可见,东、西天山可能分属不同的构造演化体制,但仍需作进一步研究。

致谢: 本项研究得到陈国达资深院士生前的支持与鼓励;成文后杨心宜研究员提出过宝贵修改意见,在此一并深表谢意!

参考文献:

- 陈国达. 1992 历史—因果论大地构造学刍议. 大地构造与成矿学, 16(1): 1 - 71.
- 陈俊湘, 陈景亮. 2002 准噶尔盆地基底及其地震速度特征. 新疆石油地质, 23(6): 474 - 477.
- 高俊, 肖序常, 汤耀庆, 赵民, 王军, 吴汉泉. 1993 南天山库米什蓝片岩的发现及其大地构造意义. 中国区域地质, (4): 344 - 347.
- 高锐, 肖序常, 高弘. 2002 西昆仑—塔里木—天山岩石圈深地震探测综述. 地质通报, 21(1): 11 - 16.
- 高振家, 陈晋镛, 陆松年等. 1993 新疆北部前寒武系. 前寒武纪地质, (6): 1 - 171.
- 何国琦, 刘德权, 李茂松, 唐延龄, 周汝洪. 1995 新疆主要造山带地壳发展的五阶段模式及成矿系列. 新疆地质, 13(2): 99 - 194.
- 胡霆琴, 张国新, 陈义兵, 张前锋. 2001 新疆大陆基底分区模式和主要地质事件的划分. 新疆地质, 19(1): 12 - 19.
- 李锦铁, 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.
- 李铨, 于海峰, 修群业. 2002 东天山前寒武纪基底若干问题的讨论. 新疆地质, 20(6): 346 - 351.
- 李天德, B H 波里扬斯基. 2001 中国和哈萨克斯坦阿尔泰大

- 地构造及地壳演化. 新疆地质, 19(1): 27 - 32
- 刘关玲, 刘春涌. 1995. 试论新疆深部构造基本特征. 新疆地质, 13(1): 56 - 66
- 楼海, 王椿镛, 王飞. 2000. 卫星重力资料揭示的新疆天山地区. 地震学报, 22(5): 482 - 490
- 舒树良, 卢华复, 印栋豪, 王博. 2003. 中、南天山古生代增生-碰撞事件和变形运动学研究. 南京大学学报(自然科学版), 39(1): 17 - 30
- 童玉明等. 1994. 中国成煤大地构造. 北京: 科学出版社.
- 王方正, 杨梅珍, 郑建平. 2002. 准噶尔盆地陆梁地区基底火山岩的岩石地球化学及其构造环境. 岩石学报, 18(1): 9 - 16
- 胥颐, 刘福田, 刘建华, 孙若昧. 2000. 天山地震带的地壳结构与强震构造环境. 地球物理学报, 43(2): 184 - 193
- 许效松等. 1996. 中国南方大陆演化与全球古地理对比. 北京: 地质出版社.
- 袁学诚主编. 1996. 中国地球物理图籍. 北京: 地质出版社.
- 赵俊猛, 樊吉昌, 李植纯. 2003. 库车勒-吉木萨尔剖面 Q 值结构及其动力学意义. 中国科学(D 辑), 33(3): 202 - 209
- 赵俊猛, 刘国栋, 卢造勋, 张先康, 赵国泽. 2001. 天山造山带与准噶尔盆地壳幔过渡带及其动力学含义. 中国科学(D 辑), 31(4): 272 - 282
- 赵振华, 沈远超, 涂光炽等. 2001. 新疆金属矿产资源的基础研究. 北京: 科学出版社, 106 - 116
- and metallogenic series of chief orogenic belts in Xinjiang *Xinjiang Geology*, 13(2): 99 - 194 (in Chinese with English abstract).
- Hu Aiqin, Zhang Guoxin, Chen Yibing and Zhang Qianfeng 2001. A model of division of the continental crust basement and the time scales of the major geological events in the Xinjiang - based on studies of isotopic geochronology and geochemistry. *Xinjiang Geology*, 19(1): 12 - 19 (in Chinese with English abstract).
- Li Jinyi, Wang Kezhao, Li Wenqian, Guo Huachun, Song Biao, Wang Yu, Mo Shenguo, Zhao Ziran, Zhu Zixin and Pan Chengze 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 Quan, Yu Haifeng and Xiu Qunye 2002. On Precambrian basement of Eastern Tianshan Mountains, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 20(6): 346 - 351 (in Chinese with English abstract).
- Li Tiande and Poliyangsi B H. 2001. Tectonics and crustal evolution of Altai in China and Kazakhstan. *Xinjiang Geology*, 19(1): 27 - 32 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guanling and Liu Chunyong 1995. Basic characteristics of deep-seated tectonics in Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 13(1): 56 - 66 (in Chinese with English abstract).
- Lou Hai, Wang Chunyong and Wang Fei 2000. Dynamic features of the Tianshan orogen deduced from satellitic gravity data. *Acta Seismologica Sinica*, 22(5): 482 - 490 (in Chinese with English abstract).
- Shu Shuliang, Lu Huaifu, Ying Donghao and Wang Ba 2003. Paleozoic accretion - collision events and kinematics of ductile deformation in the Central - Southern Tianshan belt. *J of Nanjiang University (Natural Sciences)*, 39(1): 17 - 30 (in Chinese with English abstract).
- Tong Yuming et al 1994. Tectonics of Coal - formed, China. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Wang Fangzheng, Yang Meizheng and Zheng Jianping 2002. Geochemical characteristics and geological environment of basement volcanic rocks in Luliang, central region in Junggar basin. *Acta Petrologica sinica*, 18(1): 9 - 16 (in Chinese with English abstract).
- Xu Xiaosong et al 1996. Evolution of South China continent and contrast to global palaeogeography. Beijing: Geological Publishing House
- Xu Yi, Liu Futian, Liu Jianhua and Sun Ruomei 2000. Crustal structure and tectonic environment of strong earthquakes in the Tianshan earthquake belt. *Chinese J of Geophysics*, 43(2): 184 - 193 (in Chinese with English abstract).

References:

- Chen Guoda 1992. Historic - causationistic geotectonics. *Geotectonica et Metallogenia*, 16(1): 1 - 71 (in Chinese with English abstract).
- Chen Junxiang and Chen Jingliang 2002. The basement and its characteristics of seismic velocity. *Xinjiang Petroleum Geology*, 23(6): 474 - 477 (in Chinese with English abstract).
- Gao Rui, Xiao Xuchang and Gao Hong 2002. Summary of deep seismic probing of the lithospheric structure across the West Kunlun - Tarim - Tianshan. *Geological Bulletin of China*, 21(1): 11 - 16
- Gao Zhenjia, Chen Jinlu, Lu Songnian et al 1993. Precambrian in Northern Xinjiang. *Geology of Precambrian*, (6): 1 - 171 (in Chinese).
- Guo Jun, Xiao Xuchang, Tang Yaoqian, Zhao Min, Wang Jun and Wu Hanquan 1993. The discovery of blueschist in Kumux of the southern Tianshan Mountains and its tectonic significance. *Regional Geology of China*, (4): 344 - 347 (in Chinese with English abstract).
- He Guoqi, Liu Dequan, Li Maosong, Tang Yanling and Zhou Ruhong 1995. The five - stage model of crustal evolution

- Yuan Xuecheng (ed). 1996 Atlas of Geophysics, China Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Zhao Junmeng, Fan Jichang and Li Zhichun 2003. The Q structure and its dynamic significance of Kuerle - Jinusayi section *Science in China* (Series D), 33 (3): 202 - 209 (in Chinese).
- Zhao Junmeng, Liu Guodong, Lu Zaoxun, Zhang Xiankang and Zhao Guoze 2001. Crust - mantle transitional zone and its dynamic signification of Tianshan orogen and Junggar Basin *Science in China* (Series D), 31 (4): 272 - 282 (in Chinese).
- Zhao Zhenhua, Sheng Yuanchao, Tu Guangchi *et al* 2001. Basic research for metal resources in Xinjiang Beijing: Science Press, 106 - 116 (in Chinese).

CRUSTOBODY 'S MOVEMENT AND EVOLUTION IN NORTHERN XINJIANG

YANG Mu^{1,2}, PENG Shenglin¹, YANG Bin¹ and LIU Lianming¹

(1. Institute of Diagenesis Theory and Metallogeny of Central South University, Changsha, HN 410083, China; 2 Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry and South China Sea Institute of Oceanology and Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, GD 510640, China)

Abstract: Northern Xinjiang, which is located in the hinterland of the Central Asia continent, is a compound continental crustoblock composed of crustoblocks of different origins. The long - term and complicated movement - evolution courses of this region resulted in the diversity of lithospheric structures and constructions. On the basis of previous researches and analysis of regional geological and geophysical data, and by applying crustobody theory and related research methods, this region can be divided into 4 diversiform crustoblocks. Furthermore, the Tianshan region should be subdivided into the eastern and western sections. After recapitulating the characteristics of movement and evolution of this region, it is suggested that the two sections, i.e., the eastern and western Tianshan, may belong to different geotectonic systems, which is demonstrated by evident differences in geophysics, basement and geotectonic evolution of pre - platform periods. In Mesozoic - Cenozoic, after going through the platform period, the whole region successively underwent activation. The diversity of crustal and lithospheric structures and constructions of different zones brought up the different activated geological and structural characteristics.

Keywords: crustobody geotectonics; movement and evolution; activation; northern Xinjiang