

新疆准噶尔造山带多旋回开合构造特征

梁云海, 李文铅, 李卫东

(新疆地质矿产勘查开发局第一区域地质调查大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:新疆准噶尔造山带是位于西伯利亚与塔里木两大陆壳之间的多旋回造山带, 是古亚洲洋的主要部分。该造山带是在新元古代早期形成的克拉通基底上裂解、扩张成洋的, 在其发展历史进程中, 经历了多旋回手风琴式开合运动, 此开彼合, 首尾衔接, 几经洋陆转化, 由一系列弧盆体系挤压拼贴到一起, 于石炭纪末最终固结成新的古亚洲大陆。成陆后并不稳定, 在中—新生代时期仍有强烈的活动性与造山过程, 表现为发育多时期的蛇绿岩、多时期的造山花岗岩和多种不同类型的造山作用。

关键词:多旋回; 手风琴式运动; 此开彼合、首尾衔接; 造山作用; 准噶尔造山带

中图分类号: P541

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2004)03-0279-07

新疆的准噶尔造山带是介于西伯利亚与塔里木两大陆壳之间的多旋回造山带, 是古亚洲洋之主体。该洋是在新元古代早期形成的统一大陆岩石圈板块基底上, 经历了古生代时期的多次开合、碰撞、焊接, 于晚古生代的晚期固结而形成的复杂巨型造山带。由于它是在陆壳岩石圈板块基底上扩张成洋的, 因而在扩张成洋的过程中受到陆壳岩石圈的制约, 形成有限洋盆。在有限洋盆中残留有较多从大陆边缘被撕裂而游离出来的陆壳碎片(以下称微陆块), 形成了多岛洋的局面, 其格局与现今西太平洋的面貌相似。多岛洋在发展进程中, 于显生宙经历了早古生代与晚古生代两大构造旋回作用, 多次开合, 每次开合都形成了自己的一套弧沟盆体系。这些弧沟盆体系及微陆块在造山运动中都经历了典型的“软碰撞”过程。

1 微陆块及其展布特点

准噶尔造山带及盆地内是否存在有前震旦纪古老微陆块, 是地学界长期以来争论的问题。作者于1996—2000年间在东准噶尔纸房幅进行1:25万区域调填图中, 发现元古宙陆壳基底。该陆壳基底在准

噶尔造山带中呈断片出露。由下到上由3套岩石组成, 下部为浅变质的基性—中性火山熔岩及凝灰岩; 中部为黑色炭质页岩及大理岩; 上部为不等粒岩屑砂岩。该地层被中元古代石英闪长岩和新元古代石英二长岩侵入。石英闪长岩单颗粒锆石Pb/Pb年龄值为 $1005 \text{ Ma} \pm 36 \text{ Ma}$; 综合锆石Pb/Pb年龄值为 830 Ma ; 新元古代二长花岗岩单颗粒锆石Pb/Pb年龄值为 $605 \text{ Ma} \pm 90 \text{ Ma}$ ^①。上述2期侵入岩及元古宙地层由于受华力西期构造运动影响而强烈地糜棱岩化。变质年龄(锆石表面年龄)为 239 Ma 和 273 Ma ^①。

作者在考克赛尔盖前人所划奥陶系荒草坡群下亚群斜长角闪片岩(现定糜棱岩化角闪片岩)中采样获得锆石Pb/Pb表面年龄为 933 Ma , 变质年龄(锆石表面年龄)为 $249 \sim 326 \text{ Ma}$ ^②。李锦轶获得的糜棱杂岩中的斜长角闪岩中角闪石Ar/Ar坪年龄值有3个坪年段, 其中低温坪年龄值为 $320 \text{ Ma} \pm 0.5 \text{ Ma}$, 中温年段为 $475.5 \text{ Ma} \pm 5.4 \text{ Ma}$, 高温年段为 $912.2 \text{ Ma} \pm 0.8 \text{ Ma}$ ^③。后者与糜棱岩化花岗闪长岩的锆石表面年龄 933 Ma 基本一致。角闪石为变质矿物, 其形成时代与糜棱岩化花岗闪长岩的侵入时代相同。此外, 李锦轶

收稿日期: 2003-07-18

地调项目: 中国地质调查局《1:25万纸房幅区域地质调查》项目成果。

作者简介: 梁云海(1936—), 男, 教授级高级工程师, 从事区域地质调查及构造地质研究。

① 新疆地矿局第二区域地质调查大队1:5万区域成果, 1994。

② 新疆地矿局第一区域地质调查大队纸房幅1:25万造山带填图方法研究, 1998。

③ 根据李锦轶电传的同位素资料。

获得侵入于该地层中未经变质的斜长花岗斑岩脉的铅石 Ar/Ar 年龄值为 470 Ma ^①。该年龄与角闪石中温段坪年龄一致,代表了一期热事件。

在东准噶尔巴里坤县城以北莫钦乌拉山于原划奥陶系荒草坡群的花岗片麻岩中获铅石蒸发年龄为 1908 Ma ^②。

此外,肖序常、李锦轶^③在准噶尔盆地东北缘老君庙附近前划石炭系南明水组绢云石英片岩(变质粉砂岩)中获绢云母 Ar/Ar 冷却年龄 465 Ma 。

上述同位素年龄充分反映了准噶尔地区前震旦系的存在,它们构成了准噶尔造山带的陆壳基底。这些老陆壳基底在造山带中不同地段呈大小不等、互不相连的碎块或断块出露,其剥露机制与热隆伸展作用有关,部分与逆冲推覆有关。

2 多旋回手风琴式的开合运动

最新资料研究表明:在新元古代的早期(约 0.8

Ga 以前),哈萨克斯坦、准噶尔、天山及塔里木已形成了统一的大克拉通(后称新疆大克拉通)。自震旦纪开始(相当于前苏联的文德纪),新疆大克拉通解体,首先在哈萨克斯坦境内西起科克切塔夫,东至巴尔喀什湖和阿拉木图以北一带于文德纪早期发生裂谷^[1,2],并迅速扩张成为初始洋盆,到寒武纪于巴尔喀什湖北部的萨亚克及东部的阿克斗卡一带有较完整层序的蛇绿岩(图1)。该蛇绿岩向东延入新疆境内即与唐巴勒蛇绿岩带相接。

在新疆境内的准噶尔造山带中有6条不同时期的蛇绿岩带,分别代表了不同时期古亚洲洋的扩张与聚合过程,揭示了多旋回手风琴式的开合运动。开合时代分别为:震旦纪—寒武纪、晚寒武世—中奥陶世、中—晚志留世、志留纪—早泥盆世、中泥盆世—早石炭世、中—晚石炭世。

(1)震旦纪—寒武纪第1次开合旋回:以洪古勒楞—阿尔曼特蛇绿岩带为代表,蛇绿岩呈构造块体

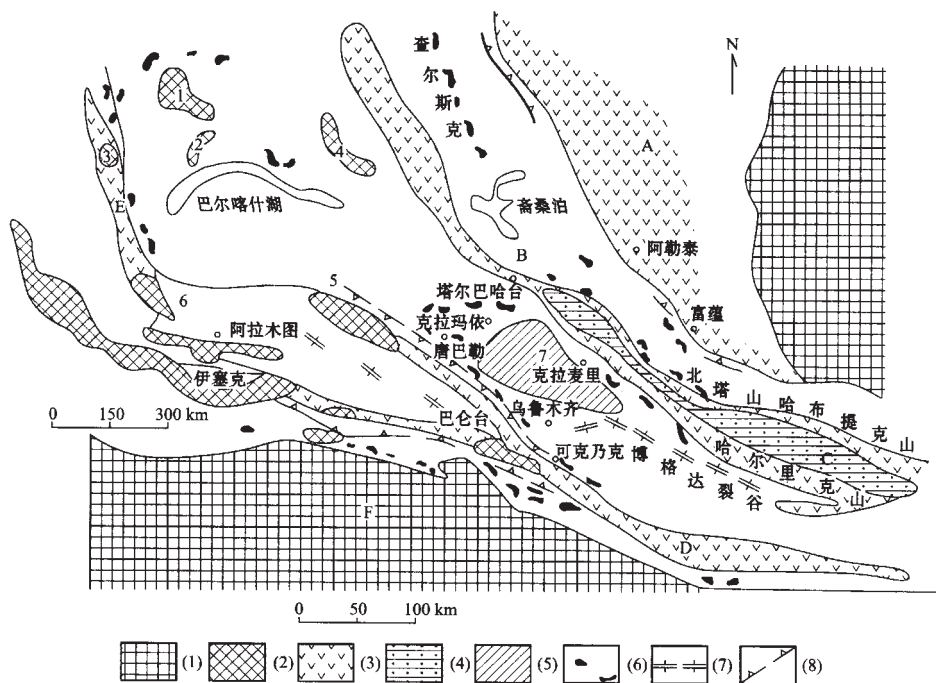


图1 古亚洲古生代多岛洋示意图

Fig. 1 Diagrammatic map showing a Paleozoic archipelagic ocean in Paleo-Asia

(1)陆壳板块;(2)微陆块;(3)岛弧;(4)弧间盆地;(5)晚古生代复合地块(新生陆块);(6)蛇绿岩;(7)裂谷;(8)俯冲带

A—阿尔泰陆缘弧;B—钦齐兹—塔尔巴哈台—北塔山洋内弧;C—色米斯台—色克森巴依弧间盆地;D—雅满苏岛弧;

E—楚河岛弧;F—塔里木陆壳板块;1—克孜尔套微陆块;2—莫印特微陆块;3—契加纳克微陆块;4—钦齐兹微陆块;

5—赛里木微陆块;6—楚河微陆块;7—中央准噶尔晚古生代复合地块(新生陆块)

① 根据李锦轶电传的同位素资料。

② 国家三〇五项目《新疆东准噶尔锡金等多金属成矿带地物化综合研究及找矿靶区优选》成果。张以熔,1990。

混杂于围岩中,洪古勒楞蛇绿岩混杂于早奥陶世岛弧型火山岩中,阿尔曼特蛇绿岩混杂于前泥盆纪复理石中。洪古勒楞蛇绿岩Sm-Nd全岩等时线年龄为626 Ma, $\varepsilon_{\text{Nd}}=+8.4$,说明物质直接来源于强烈亏损的地幔,在上升过程中没有受到地壳物质的污染。在结晶分异过程中有水的渗透,显示了低压岩浆房的特征,类似洋中脊之下的蛇绿岩。阿尔曼特蛇绿岩Sm-Nd等时线年龄为515 Ma \pm 26 Ma, $\varepsilon_{\text{Nd}}=+5.94^{[2]}$,亦说明其来源于亏损的地幔,但在上升过程中受到地壳物质的不均匀混染。它们代表了早古生代第1次开合运动。东准噶尔巴里坤煤窑以南鲍尔羌岛弧期二长花岗岩Pb/Pb同位素年龄值为605 Ma \pm 90 Ma,模式年龄为510~690 Ma,说明在震旦纪晚期洋盆开始汇聚,寒武纪是主要萎缩期,于早奥陶世末位于洪古勒楞—阿尔曼特一带的古亚洲洋盆闭合,但仍保持有残余海盆,在西准噶尔布龙果尔河西侧有中奥陶统布鲁克其组浅海相的中—厚层状砂质灰岩夹钙质砂岩和紫红色块状凝灰砾岩,灰岩中含丰富的珊瑚及腕足类化石。其上整合沉积有上奥陶统凝灰砾岩夹灰岩透镜体,再向上为深海盆地相的凝灰质粉砂岩和硅质粉砂岩夹砂岩层,含早志留世笔石化石。对晚奥陶世砾岩不同地质调查者持不同的认识。原1:20万区调报告认为是磨拉石堆积;西安地质矿产研究所冯益民等(1985)认为布龙果尔组是“一套滑混堆积,构成滑混堆积的有生物灰岩岩块、砾岩岩块等”;南京地质矿产研究所李耀西等对该组进行了详细的研究,否定了滑混堆积的说法,同意磨拉石沉积的观点。前述2种不同认识都说明了洋盆业已闭合,故可以肯定北准噶尔古亚洲洋于中奥陶世前闭合,塔尔巴哈台—北塔山岛弧与阿尔泰陆缘弧拼合。

(2)晚寒武世—中奥陶世第2次开合旋回:以准噶尔西南缘、艾比湖北岸的拉巴—唐巴勒蛇绿岩为代表。据肖序常等^[4]研究,该蛇绿岩看不到完整层序,蛇绿岩呈岩片、岩块混杂于绿片岩和蓝闪片岩之中。硅质岩中的放射虫时代为早—中奥陶世。穿插于辉长岩中的斜长花岗岩脉榴石Pb/Pb同位素年龄值为508 Ma^[2],模式年龄为480~520 Ma,斜长花岗岩的年龄值代表了南准噶尔洋盆的扩张时限。蛇绿岩、绿片岩及蓝片岩的混杂时间基本上是洋盆的闭合时限。早志留世碎屑岩不整合于蛇绿混杂岩之上,说明洋盆闭合于晚奥陶世以前。东准噶尔巴里

坤北部的麦钦乌拉含化石的中—上奥陶统为一套陆源碎屑岩夹碳酸盐岩,亦说明该洋盆于中奥陶世前闭合。该带蛇绿岩中规模不大的镁铁质—超镁铁质堆晶岩序列中不含橄榄石,说明它是个小的岩浆房。由于无水的介入,故它是由高压型岩浆结晶分异而成的。残余辉石的电子探针变异图解表明,它与大洋中脊产生的蛇绿岩不同,而类似于边缘海(弧后扩张型)的小洋盆。蛇绿岩与蓝片岩伴生说明洋盆曾向塔里木板块之下发生过B型俯冲。于早志留世末发生大规模的造山运动。色克森巴依一带大规模同造山花岗岩的锆石Pb/Pb年龄423~432 Ma证实了造山运动的存在。

(3)中—晚志留世第3次开合旋回:以西准噶尔玛依勒蛇绿岩带为代表。玛依勒蛇绿岩呈混杂状侵位于中—上志留统的复理石中,其上为中泥盆统不整合覆盖。由于没有测年资料,具体代表洋盆扩张的时限尚不十分清楚,但可以肯定洋盆闭合于中泥盆世之前。根据细碧岩中Sr⁸⁷/Sr⁸⁶比值为0.708,远比洋盆或洋岛玄武岩的比值高,应是在残余海盆(陆表海)基础上重新拉开的小洋盆。该时期洋盆仅局限于西准噶尔。在东准噶尔,中—上志留统为稳定型陆源碎屑沉积,含丰富的图瓦贝生物群,说明东准噶尔并未受到该次扩张的影响,仍然与图瓦盆地为同一海域,成为西伯利亚板块的一部分。唯有克拉麦里北部的库布苏群较为特殊,为一套深海盆地相沉积的粉砂岩、泥岩、硅质粉砂岩和硅质板岩,在粉砂岩中发现志留纪的疑源类与几丁虫。从沉积特征来看,该群与西准噶尔北部布龙果尔河西侧的下志留统布龙组相似,可能是残余海盆拉伸早期的产物。

(4)志留纪—早泥盆世第4次开合旋回:以北准噶尔、额尔齐斯河南侧的科克森塔乌—乔夏哈拉蛇绿岩带为代表。该旋回是在第1次开合旋回的缝合带基础上,再次扩张成洋的。该蛇绿岩带向西与哈萨克斯坦境内的查尔斯克蛇绿岩带相连。蛇绿岩在科克森塔乌呈岩片状混杂于泥盆系复理石中。穿插于该蛇绿岩中的黑云斜长花岗岩的黑云母K/Ar同位素年龄值为402 Ma^[3,4],可见北准噶尔于志留纪已扩张成洋。在富蕴南的萨尔布拉克一带洋壳枕状玄武岩厚逾1000 m。紫红色放射虫硅质岩及远洋沉积物——红色泥岩(红色软泥)厚达184 m,硅质岩中放射虫时代为奥陶纪—志留纪^[5]。枕状玄武岩和放射虫硅质岩之上为早—中泥盆世浊积岩,厚达1000 m。

在浊积岩之上整合覆盖有含中泥盆世化石的浅海相灰岩及凝灰质砾岩。由萨尔布拉克剖面可见到完整的海退沉积序列,说明洋盆闭合于早泥盆世,但中泥盆世时仍保留有残留海盆。

(5) 泥盆纪—早石炭世第5次开合旋回:以准噶尔盆地北缘的达拉布特—克拉麦里—塔克扎勒蛇绿岩带为代表。在西准噶尔,由于构造叠瓦推覆,蛇绿岩在推覆带的前锋重复出现,由北向南为大棍—辉绿山蛇绿岩带、达拉布特蛇绿岩带和白碱滩蛇绿岩带。它们呈构造岩块混杂于中泥盆世及早石炭世复理石中。在东准噶尔克拉麦里、塔克扎勒地区,蛇绿岩呈岩片或岩块混杂于中泥盆统复理石及早石炭世早期火山复理石中,其上为早石炭世晚期岛弧相火山岩及其碎屑岩不整合覆盖。该带蛇绿岩根据达拉布特放射虫硅质岩中的放射虫时代定为中泥盆世,克拉麦里11号岩体附近硅质岩中的放射虫时代为早石炭世,清水附近蛇绿岩中的辉长岩K—Ar全岩同位素年龄值分别为392 Ma、388 Ma、305 Ma^[3,4],它们代表了扩张时期洋壳的时代;北京大学周辉^①于塔克扎勒蛇绿岩的辉长岩中获长石Ar—Ar年龄(主坪段):087—Z1为414 Ma、086—Z2为440 Ma、KP—5为434 Ma,该年龄值代表了长石的结晶年龄。可以认为该蛇绿岩带代表了志留纪—泥盆纪大洋扩张的时代。该洋盆于早石炭世晚期闭合。

(6) 中—晚石炭世第6次开合旋回:以伊连哈比尔尔蛇绿岩为代表,在巴音沟可见到较完整的蛇绿岩层序。放射虫时代为早—中石炭世(美国斯坦福大学鉴定),牙形刺时代为晚泥盆世晚期^[2,6,7],可见洋盆开始发育于晚泥盆世晚期,早石炭世为极盛期,于晚石炭世早期闭合。

由前述可以看出,准噶尔地区古亚洲洋的形成演化是典型的多旋回开合运动。每次开合都发生在不同的构造带上,即A处洋盆收敛萎缩时,B处开始扩张,A处洋盆闭合后转化为残余海盆时,B处洋盆则是发展的极盛期,形成了“此开彼合”、“首尾衔接”的手风琴式运动(图2)。

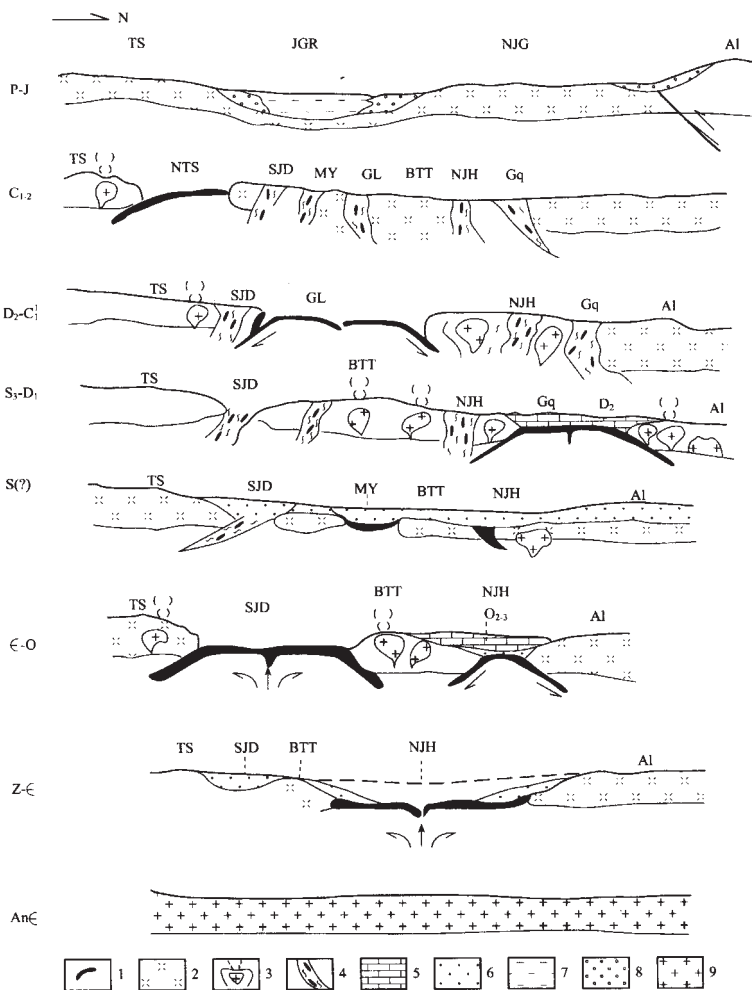
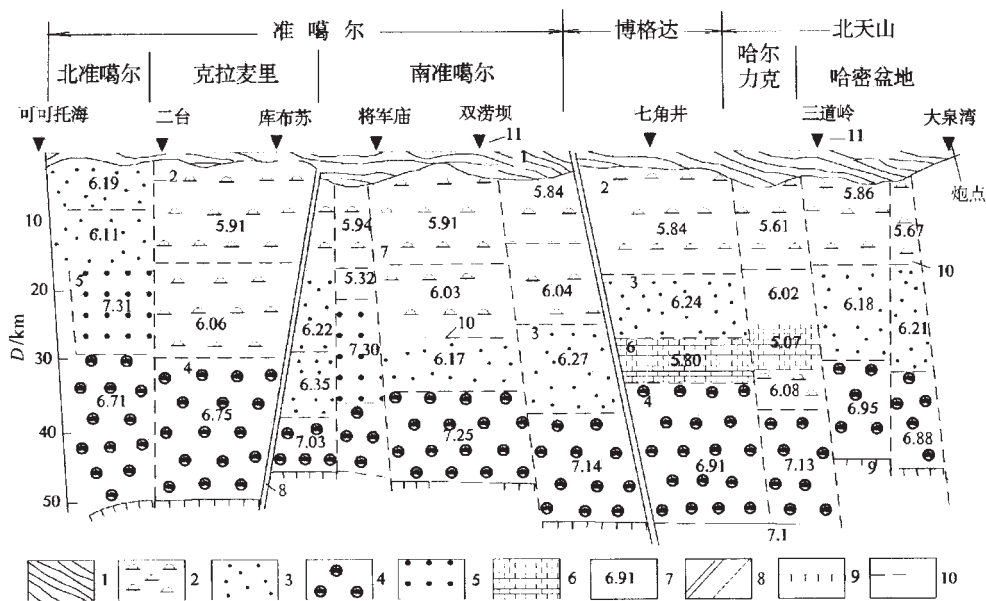


图2 准噶尔—天山开合构造演化模式图

Fig. 2 Model of evolution of the Junggar-Tianshan opening-closing tectonics

1—洋壳;2—陆壳;3—岛弧;4—蛇绿混杂岩;5—陆相海碳酸盐岩;6—浅海相碎屑岩;7—陆相砂页岩;8—磨拉石建造;9—陆壳;TS—天山;SJD—南准噶尔唐巴勒;BTT—北塔山—塔尔巴哈尔及巴尔雷克山;NJH—北准噶尔洪古勒愣;AI—阿泰山;MY—玛依勒山;Gq—科克森塔乌—乔夏哈拉;GL—克拉麦里—达拉布特;JGR—准噶尔盆地;NJG—北准噶尔造山带;NTS—北天山;D₂—中泥盆世陆相海;O₂₋₃—中—晚奥陶世陆相海

① 据周辉在塔克扎勒蛇绿岩中所取得的同位素资料(来信)。



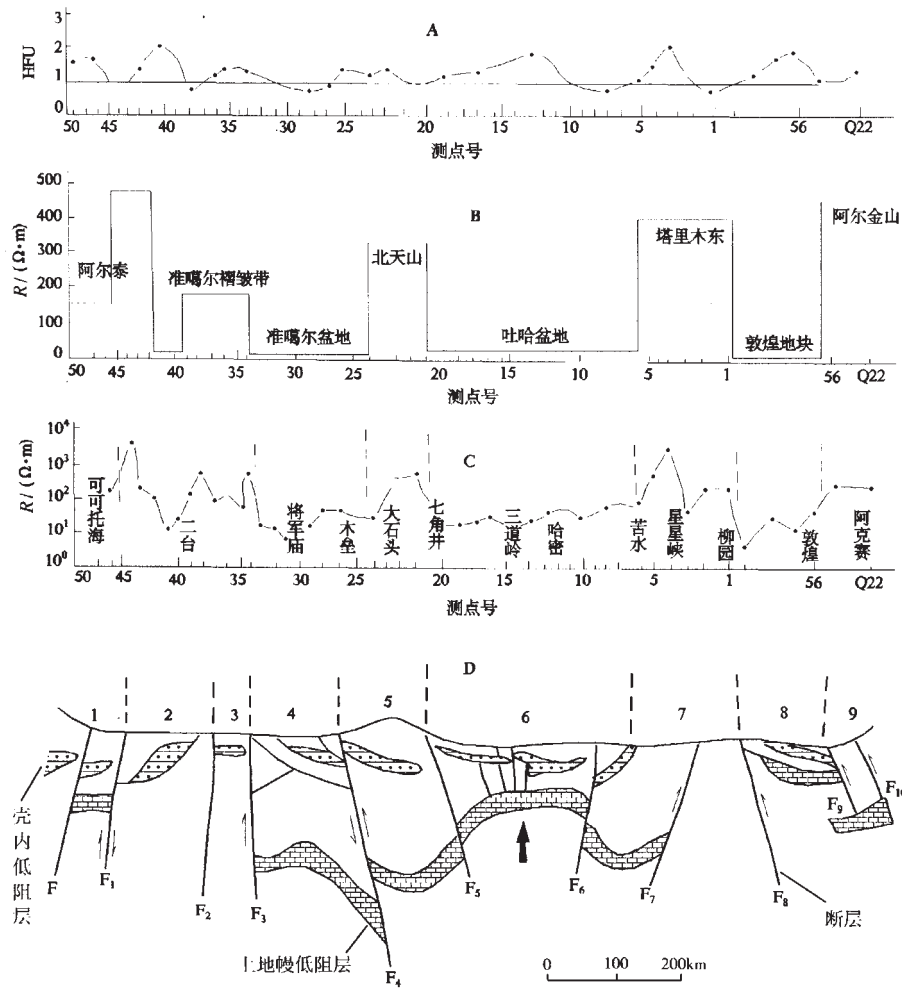


图4 大地电磁测深剖面(据袁学诚,1990)

Fig. 4 Magnetotelluric sounding profile

A—热流值曲线;B—电阻率图;C—电阻率曲线图;D—各地质单元关系图

F₁—额尔齐斯断裂;F₂—阿尔曼特断裂;F₃—克拉麦里断裂;F₄—准噶尔盆地南缘断裂;
F₅—七角井南断裂;F₆—吐—哈盆地南缘断裂;F₇—星星峡(中天山南缘)断裂;F₈—柳园断裂;
F₉—敦煌断裂;F₁₀—当金山口北坡断裂;

1—阿尔泰构造带;2—北准噶尔构造带;3—北塔山—巴尔雷克古生代叠加岛弧带;4—准噶尔盆地;
5—博格达—喀尔力克构造带;6—吐—哈盆地;7—东天山构造带;8—塔里木;9—祁连山构造带

裂复合在一起,铲式断裂的上盘向北推覆并掩盖其上。乌—奇公路深断裂是准噶尔与博格达块体的分界线。博格达块体历来被人们认为是裂谷中脊,可能是石炭纪时期的弧后盆地扩张脊。

由前述可以看出,准噶尔古亚洲洋消失后引起各地质块体之间拼贴增生陆。在拼贴过程中不少地体可能发生顺时针或逆时针方向的旋转,分隔各地质块体的超岩石圈断裂成为地壳中的最薄弱地带,这些构造脆弱带一旦在外力的作用下,特别在垂直构造带方向的外力作用下,立即发生张裂扩张。

如洪古勒楞—阿尔曼特早古生代蛇绿岩带之北侧有科克森它乌—乔夏哈拉晚古生代蛇绿岩带与之大致平行展布;在西南准噶尔的唐巴勒早古生代蛇绿岩带之北侧有达拉布特—克拉麦里蛇绿岩带分布。卡拉麦里蛇绿岩的时代,根据在南明水一带发现本身被含维宪期和纳缪尔期化石的下石炭统南明水组及清水组不整合覆盖(李锦铁等,1990),蛇绿岩建造上部含放射虫化石: *Lenellipsis* sp., *Entactinia* sp., *Palaeoscenidium* sp., 灰岩透镜体中含珊瑚 *Alveditella* sp., *Dohmophyllum* sp., *Hellophyllum* sp., *Kerio-*

phyllum sp., *Thamnophyllum gingeane*等,清水组砾岩中花岗岩砾石U-Pb年龄323 Ma,以及侵入蛇绿岩块的老鸦泉花岗岩锆石蒸发年龄312~313 Ma等^[9]来看,蛇绿岩时代属泥盆纪是相对可信的。晚期洋盆可能是在老的缝合带基础上重新拉张成洋的。由于地壳反复多次扩张的结果,形成了联而不合的局面。这种地质块体对接拼贴的方式作者称为“软碰撞”。其形成的动力学机制可能有2种:其一,被断裂分割的地质块体体积较小,既或对接,其能量也不大,引起造山动力亦小;其二,由于各地质块体的运动方向一致的结果。由古地磁测试成果可以看出,在古生代时期准噶尔5个块体运动方向基本一致,均由南向北运移,只是彼此之间的运动速率有所差异。总体上说,北面的块体运移速度较慢,南面的块体向北的运移速度较快。由于运动方向的一致,洋盆不是立即消失,而是由洋盆→残余洋盆→陆表海→造山。造山的能量较弱,作者称之为“弱造山”。可由准噶尔造山带的地壳变形和变质程度都比较弱得到证实。软碰撞、弱造山可用下列形式表示。

A、B两个块体,A在前,B在后,作同向运动,以 v

代表运动速度, A_v 、 B_v 分别代表A、B块体的动能, F 代表碰撞能量。

当 $v_A < v_B$ 时,则 $F = Bv - Av$ 为软碰撞、弱造山;

当 $v_A > v_B$ 时,则 $F = Bv - Av$ 出现负值为拉张;

A、B两个块体作相向运动时,

$F = Bv + Av$ 则为对撞出现强造山。

参考文献:

- [1]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:北京科学技术出版社,1991.6~25.
- [2]汤耀庆,肖序常.新疆北部大地构造研究的新进展[J].新疆地质科学,1994,(4):1~12.
- [3]新疆地质矿产局第一区调大队.新疆同位素年龄数据汇编[J].新疆地质,1987,5(4):16~105.
- [4]新疆地质局第一区调大队.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1990.120~250.
- [5]何国琦,李茂松,刘德全,等.中国新疆古生代地壳演化及成矿[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,香港:香港文化教育出版社,1994.
- [6]陈哲夫,成守德,梁云海,等.新疆开合构造与成矿[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997.135~146.
- [7]陈哲夫,徐新,梁云海.新疆构造手风琴开合演化的基本特点[J].中国区域地质,1993,12(1):1~12.

Characteristics of polycyclic opening-closing tectonics in the Junggar orogenic belt, Xinjiang

LIANG Yunhai, LI Wenqian, LI Weidong

(First Regional Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration
and Development, Ürümqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: The Junggar orogenic belt in Xinjiang is a polycyclic orogenic belt between the Siberian continental crust and Tarim continental crust as well as a main part of the Paleo-Asian Ocean. This orogenic belt broke up and expanded into an ocean on the basement of the craton formed in the early Neoproterozoic. Its development progressed through polycyclic accordion-style opening-closing movement (when one part opened the other part closed, and the head was connected with the tail) and multiple transformations of land and sea, and finally a number of trench-arc-basin systems were amalgamated and consolidated into a new Paleo-Asian continent at the end of the Carboniferous. After the formation of the continent, it was not stable; strong activity and orogeny still continued during the Meso-Cenozoic. The manifestations include poly-epochal ophiolite and orogenic granite and different types of orogeny.

Key words: polycycle; accordion-style movement; orogeny; Junggar orogenic belt