里东洋和加里东缝合带。由此还可以确定，现今的昆中断裂带与昆中缝合带或昆南洋（即不少学者所指的昆中洋）并不完全重合。昆中断裂带作为统一的纵贯东昆仑造山带的线性构造变形带，其主要形成于晚华力西—印支期陆缘以及喜山期陆内叠覆造山作用的构造变形阶段。

昆中和阿尼玛卿蛇绿岩带的存在，也显示了自新元古代末（震旦纪）至二叠纪时期，东昆仑地区洋盆的开合是自北向南迁移的。

三、主要断裂带及构造分区

在东昆仑地区，自北向南共有 4 条主要断裂带，它们分别是昆北、昆中、昆南和北巴颜喀拉断裂带，这些断裂带将东昆仑分为不同的构造单元，但是不同学者的着眼点及认识不同，相应的划分方案也各异。《青海省区域地质志》（1991）将东昆仑山主体划入柴达木准地台，并以昆中断裂为界再划分出东昆仑北坡断隆和柴达木南缘台褶带；东昆仑山以南则划入松潘-甘孜印支褶皱带（含阿尼玛卿优地槽带和北巴颜喀拉冒地槽带）。而其他一些学者认为东昆仑地区存在两条蛇绿岩带：昆中蛇绿岩带和阿尼玛卿蛇绿岩带，据此将其划分出三大构造单元，如许志琴等（1996）分别以昆北缝合带和昆南缝合带为界，划分出昆中地体、昆南地体和巴颜喀拉地体。中国地质大学（武汉）昆仑山区调队（1999）在进行 1：25 万冬给措那湖幅非史密斯地层填图时认为东昆仑造山带不是一个简单的俯冲碰撞增生过程，而是一个具多旋回复杂演化历史的造山带，经历过多旋回的洋陆转化，碰撞后的陆内演化也很复杂，据此将测区构造单元划分为东昆北单元、东昆南复合混杂岩带（又分为北部构造混杂岩亚带和南部构造混杂岩亚带）和巴颜喀拉单元。在上述分类方案中，目前应用较多的仍为三个构造分带的构造分区，即分为东昆仑北带（昆北带）、中带和南带。我们则根据区内 4 条近 EW 向边界断裂将东昆仑细分为 5 个构造—成矿带（图 1-2）。

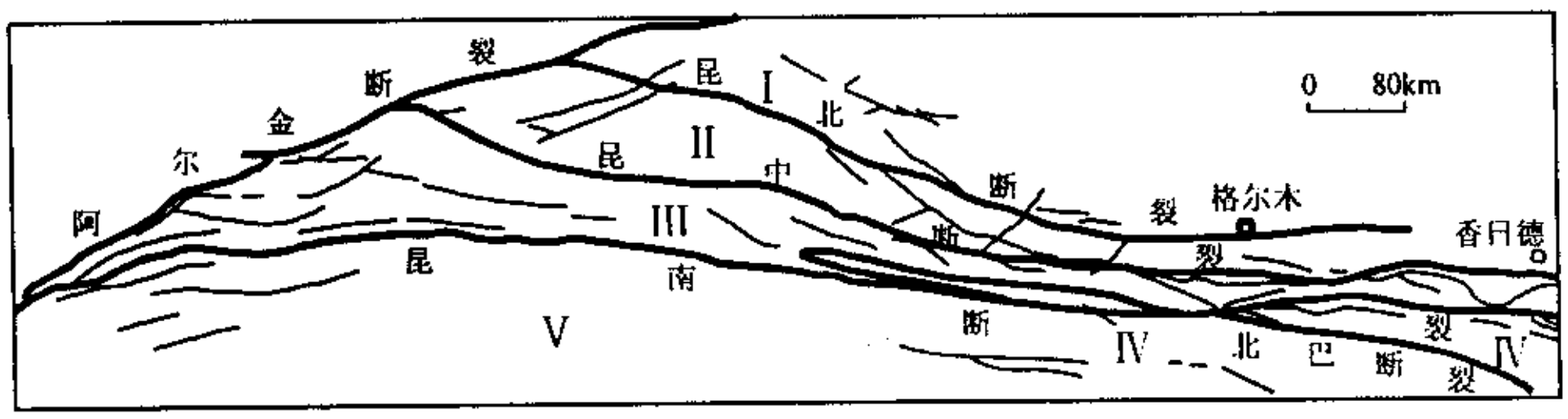


图 1-2　东昆仑地区断裂带和构造分区图

I-昆北带；II-昆中带；III-昆南带；IV-阿尼玛卿带；V-北巴颜喀拉带

（一）断裂带

① 昆北断裂

是分隔东昆北和东昆中构造带的一条区域性 EW 向断裂，西起祁漫塔格西南，东经狼牙山、格尔木南、诺木洪、香日德山前地带，在东部截止于哇洪山—温泉断裂，长约 700km。该断裂大部分区段由于第四系覆盖而呈隐伏状态出现，其中间地段的连线主要由区域物探资料推断，它将昆北带分为南北两个部分。该断裂地球物理特征反映明显，布格重力等值线密集带或梯级带特征清晰，上延求导推测延深至莫霍面（张以弗等，1997）。沿断裂有连续性较好的条带状和串珠状航磁异常。大地电磁测深显示，电性层在断裂两侧发生错动。由诺木洪、五龙沟等地山前地带近 EW 向断裂多条平行发育，且多具北倾正断以及柴达木盆地坳陷的性质分析，昆北断裂在中—新生代以来的构造活动以正断性质为主。结合地层特征分析，该断裂在加里东期就已开始活动，控制了奥陶纪裂陷槽的发生与发展，之后又经历了多期活动，在燕山期—喜马拉雅期，制约着柴达木中新生代坳陷的形成与发展，并显示一定的左行走滑。

② 昆中断裂

又称为东昆仑中央大断裂，其西起青一新交界的塔鹤托板日，向东沿喀牙克登塔格北坡延伸，经大干沟南一诺木洪小庙南一乌妥一清水泉北一带，在东部被哇洪山一温泉断裂所截，地表延长约 900km，断裂总体北倾，倾角 60～80°，表现为北盘的元古代地层逆冲于南盘的古生代或中生代地层之上。据地球物理资料，沿断裂带出现明显重力梯度带，南侧重力低，显示大面积宽缓负异常，北侧重力高，显示 EW 向线状正负相间的大梯度正异常（庞存廉等，1982）。航磁资料呈现为条带状、串珠状、线状强异常。大地电磁测深资料显示，在青藏公路的昆仑桥至低山头之间，存在一条巨大的电阻率梯级带，近地表南倾，深部向北陡倾，倾角 84° 左右（张雪玲等，1989）。

该断裂具有明显的多期活动特征，因其中发育有元古代形成的清水泉蛇绿岩带（朱云海等，1999），且其南北两侧的元古宙地层存在明显差异（姜春发等，1992），故该断裂早期活动可能在元古代就已开始，后在加里东、海西和印支期又发生多次活动。

③ 昆南断裂

该断裂西段呈近 EW 向，在布青山以东向南东偏转，变为 NWW～NW 向。西端与阿尔金断裂交汇于郭扎错一带，向东过黄羊岭、木孜塔格山，再过库赛湖北一西大滩、东大滩、托素湖，向东延至玛沁以东地区，长度大于 1000km。断面总体北倾，倾角 46～70°。

地球物理资料显示，重力梯度不明显，但沿断裂出现串珠状线性磁异常，呈弧形分段向南弯凸，北侧为条带状较强磁异常，南部磁异常平缓。大地电磁测深资料表明，西大滩一带，距地表 10～30km 深处出现缓倾斜的 15～5Ωm 的低阻异常，在 10km 处，电阻等值线梯级带北倾，向北与昆中断裂混为一体，在东部的阿尼玛卿山山体部位，整个山体为低阻带（中国地质大学应用地球物理研究所，1991），具碰撞带特征，据卢德源等（1987）对地震测深资料研究，认为西大滩昆南断裂已切穿地壳伸入上地幔。以上资料均显示昆南断裂具有规模大、产状北倾、延深稳定的区域深大断裂特征。

（二）构造带

① 昆北构造带（火山一侵入岩带）

昆北构造带北临柴达木盆地，南与昆中花岗-变质杂岩带相接，分布在昆北断裂带及其以北地区，东部地区受早中生代强烈岩浆活动影响与柴北缘火山一深成岩带没有截然的界线，是加里东褶皱带和晚华力西一印支构造-岩浆活化带，中一东部被柴达木盆地覆盖。基底为下元古界和中元古界，呈裂解残块或构造窗出露于祁漫塔格中部，该地层的主体位于昆中带。早古生代，在前寒武纪结晶基底上发生强烈的拉伸作用，形成了厚度大于 5000m 的上奥陶统铁石达斯群。该套地层主要出露于昆北构造带西段，与下伏元古界断裂接触，局部被上泥盆统磨拉石沉积不整合覆盖，为一套海相碎屑岩、碳酸盐岩夹较厚的基性火山岩，构成一个被夹持于北侧柴达木古陆和南侧昆中微陆块之间的裂陷槽。这些火山一沉积岩一般显绿片岩相变质，属于优地槽型沉积-火山建造。泥盆系与石炭系为台型海相、海陆交互相沉积，岩性为碎屑岩、碳酸盐岩夹陆相火山碎屑岩，厚度较小，一般不显变质。早中生代，区内大面积分布晚三叠世的陆相火山（鄂拉山群）一侵入岩系。

发育早古生代侵入岩，包括辉长岩—闪长岩—花岗闪长岩—二长花岗岩组合，在构造带的西部见有晚加里东期右行逆冲剪切带。上述资料显示昆北裂陷槽在志留纪向北俯冲闭合。带内广泛发育晚华力西一印支期侵入岩，特别是早中生代，区内发生大规模构造-岩浆活动，不仅发育钙碱性系列的岩石组合，而且也发现有钾玄岩系列的火山岩和深成岩。

总之，昆北构造带经历了加里东期裂解一闭合和晚华力西一印支期陆缘一陆内复合造山过程。早古生代（晚奥陶世）形成的裂陷槽，是区域上北祁连一东昆仑多岛洋的一部分，志留一中泥盆世俯冲碰撞，汇入区域上的加里东造山系，并成为中央造山带的西部早期单元之一。古特提斯洋的向北俯冲，导致昆北构造带的活化和复合造山作用，并形成了众多

的夕卡岩一热液脉状铁一多金属矿床。

② 昆中花岗一变质杂岩带

该构造带被限制于昆北断裂带和昆中断裂之间，是夹持于昆北裂陷槽和昆南洋之间的一个微陆块。构造带以大面积分布前寒武纪基底变质岩系和各时代侵入杂岩为特征，相当于前人所称的东昆仑中间隆起（黄汲清等，1979）、东昆仑北坡断隆（青海省地矿局，1991）、东昆中带（姜春发等，1992）、东昆仑中部断隆（张以弗等，1997）。下元古界金水口群较广泛分布，这是一套中、高级变质岩系，以发育大量强烈变形的变质基性火山岩（斜长角闪岩）、陆源碎屑岩（片麻岩类）、镁质碳酸盐岩为特征，厚度大于 10000m，断续出露延绵上千公里，以金水口地区和天台山地区变质最深，见麻粒岩包体或捕虏体，近年陆续有一些学者提出存在太古界的可能性。个别地段见长城系小庙组或蓟县系冰沟组，上泥盆统磨拉石沉积岩或陆相火山岩沿昆中或昆北断裂断续发布，并不整合于前寒武系之上。

该构造带岩浆活动极为强烈，以花岗闪长岩、二长花岗岩出露较多，分布面积最大，其次是正长花岗岩和碱长花岗岩，也见有少量的辉长岩、闪长岩及超基性岩等出露。岩浆活动从前寒武纪至燕山期均有发生，具有多旋回的特点，且以晚华力西一印支期（P_2～T_3）岩浆活动为主导，其次是加里东期和新元古代，带内许多曾经划归华力西期的侵入岩通过近年的工作已经被证明是加里东或印支期岩浆活动的产物。已有的地质一地球化学资料显示，该构造带中东段的一些晚华力西一印支期侵入岩体，控制了稀有、稀土一铁一多金属（Cu-Zn-Pb）一砷、锑、金化探异常的空间分带以及矿产地（以矿点或矿化点为主）的展布。

近年来，在该带的昆中断裂带北侧发现多条 NW～NWW 或近 EW 向大型剪切带，其中一些剪切带（如五龙沟地区的三条 NWW 向剪切带）控矿了多个造山型金矿床（点）的展布，是金矿集中区的区域控矿构造。这些剪切带中的水热白云母和黑云母，有两个 Ar-Ar 峰年龄：439.3±7.1Ma～399.4±7.8Ma 和 240±4.12Ma～221.5±4.2Ma。野外和室内证据显示，它们在晚加里东期属右行逆冲剪切（以逆冲和韧性为主），晚华力西一印支期叠加左行斜冲剪切（以走滑和脆性为主）。

③ 昆南构造带（陆缘活动带）

昆南构造带被夹持于昆中断裂带与昆南断裂带之间，西被阿龙断裂斜截，东抵秦祁昆岔口西界的哇洪山一温泉断裂，东西长约 800km，南北宽约 50km，相当于前人所称的布尔汉布达山优地槽褶皱系（黄汲清等，1979）、柴达木南缘台褶带（青海省地矿局，1991）、东昆仑南带（姜春发等，1992）和昆南断裂造山带（张以弗等，1997）。

昆南构造带是东昆仑地区的主地槽褶皱带，优地槽延续时间长、多旋回造山运动显著：（1）早古生代洋（起始于晚元古代晚期）和加里东造山旋回；（2）晚古生代一早中生代活动陆缘。沿昆南构造带自东而西，在上龙岗、清水泉、海德乌拉、纳赤台及额尔滚赛埃图等地呈残块断续出露的元古代结晶基底（前人称苦海群）与昆中构造带的金水口岩群相同，为变质达角闪岩相的活动性海相泥沙质岩一中基性火山岩一富镁碳酸盐岩建造，说明昆南构造带也是在柴达木地块陆壳基底上形成的造山带。

昆南构造带中分布最广的代表大陆裂谷的沉积物是万保沟群，其次还有纳赤台群。它们沿昆中断裂的南侧，自西向东断续出露，构成了一个长达 800km 的火山一沉积岩带。其为活动型浅一半深海相碎屑岩一基性火山岩一镁质碳酸盐岩组合，普遍变质到绿片岩相。该套地层中发育拉斑玄武岩，局部地段（如万保沟地区、阿拉克湖一带等）见酸性火山岩与玄武岩一起构成双峰火山岩。其岩相学及岩石地球化学极性显示为洋脊或岛弧火山岩，这就是所谓的昆南洋。所谓的“昆中蛇绿岩带”的大部分布于昆南构造带的中北部。

该构造带中酸性侵入岩主要有加里东和晚华力西一印支两个时期，它们与前述火山岩一起，构成了所谓的“昆仑岩浆弧”（尹安，2001）。过去，人们大多将这些深成岩划为华

力西期岩体，近年来的测年数据表明，其中大多是晚华力西—印支期花岗岩类，而且已有部分晚加里东花岗岩类的测年数据（陈文等，2001），八宝山及其以东地区和东西大滩一带见有同构造侵位的印支期花岗岩类。晚加里东花岗岩类的确认，说明昆南加里东洋盆在晚加里东时期已经完全闭合。

在昆南构造带的南部，沿昆南断裂带的北侧分布有一系列石炭（哈拉郭勒组）至早二叠世（树维门科组）的海相碎屑岩及碳酸盐岩，哈拉郭勒组内还有酸性火山岩和火山碎屑岩。这是一套典型的浅海相沉积物。如果联系到昆南构造带南侧的晚古时代阿尼玛卿洋（详见下述），就不难看出，浅特提斯海与阿尼玛卿洋并存的构造格局，是这一时期东昆仑南部的构造图像。晚二叠至早中三叠世（洪水川组和闹坚仓组）前陆盆地沉积岩系零星地沿昆南断裂北侧分布及广泛分布的晚华力西—印支花岗岩类，显示这个时期昆南构造带处于活动大陆边缘，区域南侧的阿尼玛卿洋的闭合是形成这一构造环境的地球动力学基础。自东向西零星分布的晚三叠世陆相磨拉石和火山岩（八宝山组）的出现，预示了这一造山过程已经进入陆内造山阶段。

沿昆南断裂北侧发育多条大型剪切带，其中的水热白云母和黑云母的 Ar-Ar 年龄有两组：418.6±9.8Ma 和 234.9±4.2Ma。野外和室内研究显示，它们与前述昆中断裂带北侧的剪切带有同样的运动学和几何学特征。特别需要指出的是，作为本构造带南界的昆南断裂，新生代（至今仍在活动）成为一条巨大的左行走滑断裂，这已经为中外地质学所瞩目（Kidd et al., 1988; Van et al., 1998; 许志琴等，2001）。这显示印度与亚洲板块碰撞效应及青藏高原隆升作用，在昆南构造带也是十分强烈的。

综上所述，昆南构造带是在元古宙基地上裂解的晚元古末—早古生代洋，晚加里东时期向北与昆中微陆块碰撞拼合，形成加里东造山带；自石炭纪起，南侧的古特提斯洋打开，海水漫及昆南带的南部，成为浅特提斯海的一部分，晚二叠—中三叠世时期，南侧的阿尼玛卿洋向北俯冲—碰撞，昆南及其以北地区成为晚华力西—印支活动陆缘。新生代以来，受印度与亚洲板块碰撞的影响，昆南构造带被强烈地叠覆造山。

④ 阿尼玛卿带（火山—侵入岩带）

这就是所谓的“阿尼玛卿蛇绿混杂岩带”。该带由东带和西带两部分组成，东带是阿尼玛卿带的西延部分，其西起昆仑山口，向东经布青山一直延到区外的阿尼玛卿山，南北界分别为布青山南坡断裂和昆南断裂；西带夹持于黑山北坡断裂和大石岭断裂之间。自东西大滩起，向西呈指状与与昆南构造带相交，经湖北冰峰和布喀达坂峰北坡，再向西进入新疆境内。该构造带 NWW 向展布，在研究区内长达 800km，宽 0～40km。

阿尼玛卿构造带在研究区内未见前寒武纪基底，但在其东邻的的玛沁地区出露的变质岩系（片麻岩、斜长角闪岩和黑云石英片岩）已获得了 1406～1746Ma 的年龄数据（青海省地质志，1991），可能代表了阿尼玛卿构造带的基底。

二叠系、尤其是下二叠统广泛发育于整个阿尼玛卿构造带，为碎屑岩—中基性火山岩—灰岩（发育礁灰岩）沉积组合。下部以碎屑岩为主，显复理石层序，向上相变为礁灰岩和／或中基性火山岩。局部发育深海硅质岩。其中在布青山等地出露的玄武岩，是阿尼玛卿蛇绿岩带的重要组成部份之一。然而，马尔争、阿拉克湖北的火山岩以双峰式、火山碎屑岩为特点，可能属于弧后环境。此种代表洋壳的蛇绿岩与弧后火山岩及岛弧火山岩在同一个构造带中共存的现象，可能反映了阿尼玛卿洋中存在洋脊、岛弧、弧后依次排列的构造格局，只是在其向北强烈的俯冲消减后，才留下了这些片段。青海省地质志以及有关的 1∶20 万区调报告认为在布青山地区存在零星的上二叠统（为稳定型滨—浅海相碎屑岩—灰岩组合），并与下伏的马尔争组角度不整合。从而推断阿尼玛卿洋闭合于晚二叠世。但近年来的 1∶25 万填图否定了上二叠统的存在，从而亦认为阿尼玛卿洋闭合于晚二叠世（王永标等，1997）。但姜春发等（1992）、许志琴等（1998）则认为，阿尼玛卿洋闭合于晚三

叠世，依据是在研究区东邻的花石峡一带，出露了二叠—三叠纪的蛇绿岩。

在该构造带的西段，于湖北冰峰北侧，见下三叠统（巴颜喀拉群下亚群）角度不整合于下二叠统之上（张以弗等，1997），如果这一证据确凿，则早二叠世末在阿尼玛卿洋走向消亡和闭合的过程中，其南部巴颜喀拉地块被引张、扩展，而最终导致巴颜喀拉海的诞生。

上述认识有一点是相同的，即阿尼玛卿构造带是古特提斯洋的一部分，是松潘—甘孜洋的西分枝。其与南侧的巴颜喀拉海／洋可以划到同一个更大的构造范畴中，而与北侧的东昆仑洋，则完全不相干。

⑤ 巴颜喀拉造山带

该构造带的全称应为“可可西里—巴颜喀拉造山带”，是研究区最南部的一个构造单元。本研究区只涉及到这一构造带的北部边缘。该带位于昆南断裂或布青山北坡断裂以南，是广阔的可可西里—巴颜喀拉活动性三叠纪沉积盆地的北缘。该区以巨厚的三叠纪浅海—半深海相泥沙质复理石沉积为特色，三统齐全，自下而上由砂岩→板岩→砂岩，反映了由进至退的海水进退规律，该套地层是东昆仑南缘陆缘堆积产物，是南北大陆碰撞、北特提斯洋完全退出后的记录。现在看到的这一大套地层岩石已被广泛地变质（低绿片岩相）、褶皱，且被逆冲作用强烈变形。变质和变形发生在晚三叠世末—早侏罗世。岩浆活动由印支期花岗闪长岩、正长花岗岩和晚第三纪陆相火山岩组成，侵入岩主要为板内花岗岩，呈岩株产出，第三纪火山为中心式喷发。

总之，自昆南构造带向南，晚华力西—印支期的洋陆转换过程是自北向南逐步推进的：石炭纪—早二叠世，昆南的南部及阿尼玛卿带表现为浅特提斯海与阿尼玛卿洋的并存及其后的闭合，晚二叠世至三叠纪时期，依次是阿尼玛卿地区发生洋的闭合、巴颜喀拉地区海的诞生。晚三叠世末—早侏罗世期间，可可西里—巴颜喀拉海消亡，南北大陆碰撞并合在一起。

第二节　东昆仑造山带的特点及演化

一、造山带的特点

东昆仑造山带位于青藏高原北部，是一个具有复杂演化历史的多旋回复合造山带，由于其独特的构造位置和复杂的演化历史，引起了众多学者的极大关注（姜春发等，1992，2000；陈炳蔚等，1995；殷鸿福等，1998）。其中，尤以殷鸿福等（1997，1998）为代表，他们通过对整个中央造山带进行研究，总结出了包括东昆仑造山带在内的整个中央造山带的特征及其演化机制。总体上，这里造山带的板块运动遵循的不是威尔逊旋回，而是非威尔逊旋回。威尔逊旋回适用于那些象现代的大西洋、太平洋等的大板块、“干净”的大洋，通常由裂解→大洋形成→俯冲→对接→造山（面对面相撞）构成一个造山旋回。而东昆仑造山带则经历了裂解→多岛洋形成→俯冲→软碰撞→多旋回造山的复杂过程，以多岛洋、软碰撞和多旋回造山区别于威尔逊旋回。多岛洋是一个宽纬度但不干净的洋，它在各个演化阶段，始终充满着由裂解地块与裂谷、海道，微板块与小洋盆，岛弧与边缘海等不同裂离程度的块体，组成海陆相间的多岛洋盆。软碰撞指在多岛洋两侧南北大陆的碰撞不是一次性面对面碰撞，而是经过多个次一级过程才完成的，碰撞总动能被分解为多个小块体、多次性的小碰撞分动能，因而常常是粘连不焊合、碰撞而不造山，区别于经典碰撞。多旋回指造洋—造陆过程中的多次开合，具有多方面的含义。

二、造山带演化

众多研究表明，本地区地质构造演化过程主要包括前寒武古陆形成（造山带基底）、早古生代（加里东）造山[包括早古生代（Pt_3-O_3）]洋盆开合及加里东（S-D_3）褶皱山链的形