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，见下二叠统（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

成]、晚古生代－早中生代（晚华力西－印支）造山[包括古特提斯洋盆（C-T_3）开合和东昆仑－巴颜喀拉褶皱山链（T_3）的形成]以及中新生代叠复造山等 4 个构造旋回。其中，早古生代（加里东）和晚古生代－早中生代（晚华力西－印支）构造旋回是区内与金等多金属矿床形成关系最密切的两个构造旋回。以昆南断裂为界，以北的东昆仑地体为加里东与晚华力西－印支的叠覆造山带，出露元古代至早－中三叠世变质岩系；南面的巴颜喀拉－松潘甘孜地体为印支造山带，发育一套巨厚的三叠系巴颜喀拉山群复理石沉积岩系。

（一）早古生代构造旋回及金矿化作用

在早古生代，本区经历了一个由陆台裂开到闭合的全过程。稳定的陆台开始裂解始于寒武纪，局部可能为晚元古代晚期，拉伸裂解的结果是形成一系列微陆块加上分别位于其北面和南面两列不同时期的小洋盆或裂陷槽组成多岛小洋盆/裂陷槽的构造格局。微陆块主要由一套岩性和层序近似的变质（角闪岩相，局部达麻粒岩相）古元古代表壳岩构成，区内包括柴达木（大部被柴达木盆地覆盖）和昆中两个。在上述 2 个微陆块的南侧，分别是昆北、昆南小洋盆或裂陷槽，它们有两个开裂峰年龄：其一为新元古代末－寒武纪，其二为晚奥陶世。拉伸裂解最强烈部位大致是沿着昆中断裂带现在的位置，在昆中断裂带内早古生代蛇绿岩套和洋脊型基性火山岩的产出表明裂陷作用曾经导致了大洋的形成。在昆北构造带晚奥陶世铁石达斯群火山岩组中出现了玄武岩－玄武安山岩－酸性火山岩、火山碎屑岩组合，具有弧后盆地火山岩特征，反映了洋盆在晚奥陶世以前即以开始收缩，并发生了洋壳向北的俯冲作用。另外，在东昆仑及其以北的柴北缘地区侵入有 476～511Ma 的弧花岗岩，表明在奥陶纪早期已经出现与板块向北俯冲有关的深成岩浆侵入活动。由此可以认为，洋（海）盆最迟在早奥陶世就已开始收缩。区内普遍缺失晚志留－中泥盆世沉积、呈带分布的晚加里东造山花岗岩类（412～450Ma，许荣华等，1990；Chen Wen et al.，1995）以及多条加里东期剪切带、存在多条晚泥盆世磨拉石沉积带，表明昆中洋盆最迟在志留纪末期以前已经闭合，并于晚加里东时期（晚志留－中泥盆世）发生陆内俯冲作用，区域上与柴达木和祁连再次拼合为一体（姜春发等，1992；陈炳蔚等，1995），并成为中央造山带微板块群的一部分。

受上述昆中洋盆闭合及随后东昆南多岛洋向北的俯冲汇聚作用的影响，沿两陆块之间即现在的昆中断裂带部位形成了一个大的碰撞缝合带－昆中缝合带，该断裂带纵贯整个东昆仑造山带，切割深（至少达下地壳）、且受后来多期构造活动的影响，是一个多旋回复合的碰撞缝合带。在早期，由于昆南地体向北的俯冲闭合，不仅沿该碰撞带形成了一系列大型韧性剪切带，而且还导致成矿流体活化和金等成矿物质的初步富集。如在昆中断裂带的北侧发现有多条长 30～50km、宽 10～100 余米的 NW～NWW 向或近 EW 向大型剪切带，其中的一些剪切带控制了多个金矿床（点）的分布，是金矿区的重要区域控矿构造。五龙沟地区的 1∶5 万水系沉积物金异常和近 10 个金矿床、矿点或矿化点即分布在五龙沟大型剪切带中。每条剪切带均由数条强变形带和弱变形带组成，带内糜棱岩类（包括糜棱岩、超糜棱岩、千糜岩）和糜棱岩化岩石成带状展布，糜棱岩中发育有鞘褶皱，野外还见有矿物拉伸线理、σ 型旋转碎斑系、S-C 组构、多米诺骨牌构造等反映韧性剪切运动的构造。典型显微构造特征表现为强塑性流动构造，绿泥石、绿帘石、黑云母、角闪石、绢云母等矿物定向分布明显，石英的亚颗粒化、多边形化、核幔构造及多晶石英条带构造发育，长石多呈残斑状，并发育 σ 型旋转碎斑系，这些特征均反映它们形成于地壳较深层次，为强烈韧性剪切塑性流变产物。根据对韧性剪切构造的几何学、运动学分析，该期表现为右型逆冲剪切。对剪切带内水热蚀变矿物白云母和黑云母的 Ar-Ar 法测年结果显示，有两组峰年龄，分别为 439.3～399.4Ma 和 240～221.5Ma，前者证实了早期右型逆冲剪切发生于晚加里东期，而后者为晚华力西－印支期造山作用的叠加产物。

（二）晚古生代－早中生代构造旋回及金矿床定位

自晚古生代，东昆仑地区即遭受其南边的阿尼玛卿、巴颜喀拉－特提斯洋的俯冲、消减作用影响，成为古特提斯北部的活动陆缘，从而卷入特提斯构造域的活动之中。在该时期中央造山带微板块群已先后与欧亚板块合为一体，并总体北移，沿这一微板块群的南缘，由于拉张，于石炭纪开始出现阿尼玛卿二叠纪小洋盆，属于古特提斯洋的一部分。海西晚期－印支早期，洋盆依次向北俯冲，在东昆仑南侧形成早—中三叠世的前陆堆积（东昆仑洪水川组），在其北侧的微板块南缘，则有海西－印支期花岗岩的大面积侵入，形成主动陆缘的岩浆弧。随着古特提斯陆缘的不断增生，在印支末期巴颜喀拉－阿尼玛卿洋向北俯冲闭合，巴颜喀拉褶皱带形成，该期发生强烈的构造岩浆活动，晚三叠世鄂拉山群陆相高钾钙碱性火山岩的出现和年龄为 237～190Ma 的造山花岗岩以及多条相关剪切变形带的形成皆标志着该区已进入陆内造山演化阶段。这次陆内造山作用的强烈抬升，使东昆仑及其以北的柴北缘褶皱山系得以最终形成。

晚华力西－印支期的强烈俯冲及碰撞过程不但在区内形成了一些深断裂、大型剪切带及次一级的褶皱和断裂-裂隙构造系统，而且在先成的加里东期造山带上形成了叠加的花岗岩带和叠加变形带，它们皆为造山作用的结果，对区内金矿床的形成至关重要，成为本地区最主要的金成矿时期。在昆中构造带，该期构造活动表现为左型斜冲走滑剪切，叠加在早期的加里东造山带上，从而在早期形成的大型剪切带内或旁侧形成了一系列的次级断裂-裂隙构造，表现为张扭性，成为直接的容矿和控矿构造，在该期本地区的金矿床才得以最终定型。昆南断裂是介于北侧东昆仑地体（加里东与印支叠覆造山带）和南面巴颜喀拉－松潘甘孜地体（印支造山带）之间的一条汇聚边界，也是中国南北古陆的分界线，其形成即与巴颜喀拉－松潘甘孜地体往 NE 方向斜向俯冲于东昆仑地体之下有关，在该断裂带西端的近 EW 向东-西大滩走滑断裂带内主要岩石组合为花岗质糜棱岩、糜棱岩化片麻岩、千枚岩及强应变的片岩类岩石，对其中最早的同构造花岗岩测得的年龄为 223Ma 左右，时代为印支期。区内的开荒北金矿床和小干沟金矿点沿其北侧分布。北巴颜喀拉深断裂是阿尼玛卿带与巴颜喀拉构造带的边界断裂，沿其南侧不仅分布有多个面积大、强度高的 Au-As-Sb-Hg 水系沉积物组合异常，而且还发现了大场、西藏大沟、东大滩等金锑矿床或矿点。

在上述深断裂旁侧，往往发育有一系列大型剪切带，它们成为本地区金矿床重要的区域导矿或控矿构造，这些大型剪切带一般都经过韧性、韧-脆性到脆性构造演化，对金矿化作用起到明显的控制作用。在剪切带内，由于强烈的韧性剪切作用，形成了依原岩性质不同而广泛发育的糜棱岩、超糜棱岩、千糜岩、构造片岩及千枚状板岩等不同类型的构造岩，还大量发育 S-C 组构、旋转碎斑系、不对称构造透镜体、多米诺骨牌构造及剪切褶皱等韧性剪切构造。如在开荒北金矿，矿区内中三叠世前陆盆地沉积低绿片岩相变质碎屑岩中有多条宽 0.2～4.0m 的高应变带平行展布，从而构成了一规模宏大的 NWW～EW 向大型剪切带，严格控制着该矿床的产出，区内分解出的 1∶5 万水系沉积物异常展布方向与大型剪切带的延伸相一致，在剪切带内如石英碎斑、无根钩状褶皱、S－C 组构、旋转碎斑等宏观标志，石英波状消光、亚颗粒、细粒化、云母鱼、黄铁矿压力影等显微组构及绢云母化、硅化、黄铁矿化等十分发育。位于巴颜喀拉构造带中的大场和东大滩金锑矿床亦明显受由其北侧深大断裂或会聚边界派生出来的大型剪切带控制，在大场矿区，位于其北部的甘德—玛多断裂就是印支造山过程中形成的 NWW 向区域性大断裂之一，它早期显示为韧性剪切，继而强烈地逆冲和走滑，分别与巴颜喀拉海盆向北俯冲（韧性剪切）并继而与东昆仑块体斜向碰撞（形成转换挤压带）有关，区内形成一系列的韧性剪切带，控制着多个面积大、强度高的水系沉积物异常的分布，这里不仅发现了大场大型金锑矿床，在其东面还发现有数个金（锑）矿点和矿化点。

在大型剪切带内或旁侧分布有与之相配套的构造，是矿床或矿体的直接控矿构造，也

是该期造山作用的产物。这种配套构造包括两种类型，即与褶皱有关的构造和与剪切带伴生的断裂-裂隙构造。在东昆仑地区，褶皱控矿的典型例子如大场金锑矿床，在该矿床产出的剪切带内，发育一系列 NW 向褶皱，它们由下三叠统巴颜喀拉山群强片理化板岩和强碎裂砂岩组成，层理被面理强烈置换，褶皱向 NW 倾伏，厚大的透镜状金锑矿体即产在近倾没端褶皱轴部的断裂-裂隙系统中。与剪切带伴生的断裂-裂隙是最常见的矿床、矿体控矿构造，在本地区金矿床中特征均十分明显，这种构造一般为大型剪切带由深层次韧性剪切向浅成次韧-脆性转换过程中形成的，表现为张扭性，既控制着矿体的产出，又由于其剪张作用而使矿体呈斜列式展布，这种特征在五龙沟金矿、东大滩锑金矿都十分显著。由于剪张作用，容易在较浅部位沿张性断裂发生硅质沉淀形成石英脉型金或锑矿石，如开荒北金矿区东部自白金沟到远景沟处，沿剪切带中的脆性断裂产出大量石英脉矿体，而在矿区西段白休闲沟到哈布登巴哈尔，由于地壳抬升而使上部石英脉矿体剥蚀，仅出现黄铁绢英岩化蚀变岩型矿石。另外，在大场金锑矿和东大滩锑金矿中略晚于蚀变岩型金（锑）矿体形成的脉状辉锑矿-石英脉矿体均产于张性断裂中并严格受其控制。

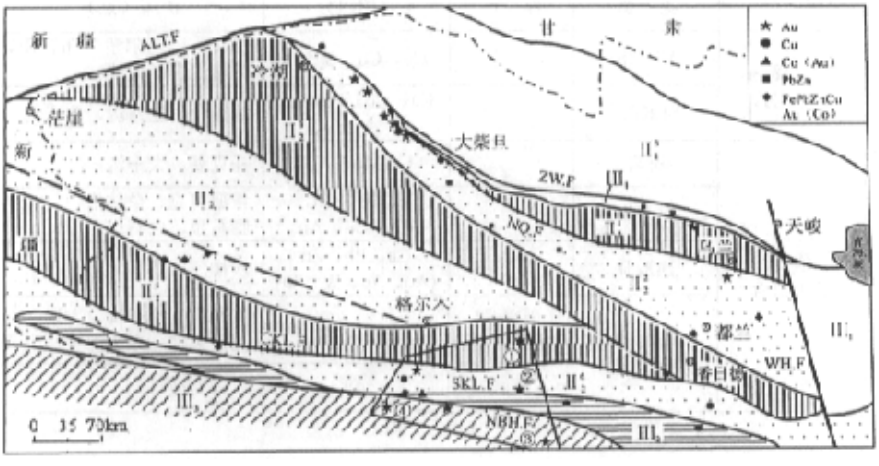


图 1-3　东昆仑－柴北缘构造分区、矿产分布及研究区范围图

构造带：II_1^3－南祁连，II_2^1－欧龙布鲁克，II_2^2－柴北，II_2^3－柴达木，II_2^4－昆北，II_2^5－昆中，II_2^6－昆南，III_1－宗务隆山－青海南山，III_2－阿尼玛卿，III_3－北巴颜喀拉；

断　裂：*ALT.F*－阿尔金，*WH.F*－哇洪山，*ZW.F*－宗务隆山，*NQ.F*－柴北缘，*CKL.F*－昆中，*SKL.F*－昆南，*NBH.F*－北巴颜喀拉

图内圈定的框为主要研究区范围，①－五龙沟金矿床；②－开荒北金矿床；③－大场金锑矿床；④－东大滩锑金矿床

第三节　区域矿产分布及矿床组合

如前所述，东昆仑造山带经历了复杂的造山过程和构造一岩浆活动，为区内金及多金属矿产的形成提供了极有利条件。总的来说，该区成矿作用具有多期、多矿种和多类型的特点。成矿多期性表现为元古代、加里东期、海西期、印支期、燕山期在该区均可（已）发生成矿作用。从已发现的矿床（点）来看，其主要矿种有贵金属（Au）、有色金属（Cu、Co、Pb 、Zn）和黑色金属矿产（Cr、Fe 等）（图 1-3），显示了矿种的多样性。在昆北、昆中、昆南和巴颜喀拉构造带中皆有矿产分布，但是在不同构造带中分布的矿产种类和密集程度不同。昆北为 Fe（Au）多金属成矿带、昆中为 Au 多金属成矿带、昆南为 Cu、Au