④ 碳酸盐化

主要为长石及闪石类矿物蚀变后产生的方解石及少量铁碳酸盐（＜10%），呈浸染状和细脉状。该类蚀变分布广泛，但一般较弱，其含金性分析结果表明，金矿化亦较弱。

（四）成矿期与成矿阶段

根据矿物组合、矿石组构及矿脉穿插关系，结合区域构造演化特征，可将矿化过程分为早期金初始矿化期和主期金热液成矿期，其中主热液成矿期又可分为 5 个矿化阶段。

1．初始金矿化期

为区内最早的一次矿化作用，主要为受加里东期构造活动的影响，沿碰撞带形成了一些大型韧性剪切带，促使了成矿流体活化和金等成矿物质的初步富集。金含量一般较低，仅仅为非经济的矿化。

2．主热液成矿期

① 黄铁绢英岩化金矿化阶段

该阶段黄铁绢英岩化强烈，绢云母、石英主要为构造岩中斜长石、黑云母等经热液蚀变而成，可见绢云母、石英集合体显示为斜长石、黑云母的晶形、解理或环带、双晶构造等假象，黄铁矿以细粒它形浸染状沿原暗色矿物的解理及边部分布。典型矿物组合为绢云母＋石英＋黄铁矿＋磁黄铁矿，含 Au0.02～17.80×10^{-6}，平均 3.80×10^{-6}。

② 硅化毒砂化金矿化阶段

该阶段细粒硅质交代明显，毒砂化发育，并有较强绢云母化。硅化以石英细脉、网脉或交代硅化岩形式出现；毒砂呈极细小矛状、长条状自形晶均匀浸染、交代。典型矿物组合为石英＋毒砂±黄铁矿±绢云母，含 Au3.57～171.04×10^{-6}，平均 46.69×10^{-6}。

③ 辉（铁）锑矿化金矿化阶段

该阶段的代表产物是辉锑矿和辉（铁）锑矿。辉锑矿呈它形粗晶产于脉石英的裂隙中，部分被碎粒化；辉铁锑矿比辉锑矿形成晚，呈毛发状产于活化石英细脉或铁碳酸盐细脉中，或呈重结晶的细粒自形辉锑矿交代细粒化辉锑矿。典型矿物组合为辉锑矿＋辉铁锑矿＋石英±铁碳酸盐，含 Au16.54～99.08×10^{-6}，平均 54.04×10^{-6}，电子探针分析结果表明金主要赋存在辉铁锑矿中。

④ 石英黄铁矿化金矿化阶段

该阶段以黄铁矿细脉、活化石英细脉发育为特征。脉宽数毫米，脉中黄铁矿呈细粒立方体自形晶，石英呈洁净的微细粒自形棒状晶，系硅质活化产物，明显晚于绢云母化、毒砂化。该阶段金矿化弱，含 Au 0.108～5.49×10^{-6}，平均 1.32×10^{-6}。

⑤ 碳酸盐化阶段

以沿张性裂隙充填的方解石细网脉为特征，切穿毒砂黄铁矿脉。含 Au 0.152～1.85×10^{-6}，平均 0.80×10^{-6}，表明金矿化已接近尾声。

四、矿床成因分析

综合前述可见，五龙沟金矿是一个产于区域 NW 向剪切带中的、严格受其旁侧次一级 NW～NNW 向脆性断裂控制的造山型破碎带蚀变岩亚型金矿床。根据野外观察到的不同地质体之间的穿插关系和剪切带中黑云母、角闪石、白云母等热液蚀变矿物的 Ar-Ar 法定年（439～399Ma 和 240～216Ma）以及 1 件黄铁绢英岩化蚀变糜棱岩型金矿石的绢云母 Ar-Ar 法测年结果，表明该矿床是晚加里东和晚华力西－印支两期造山作用叠加的产物。在晚加里东洋陆碰撞阶段，由于昆南地体向北俯冲闭合，沿碰撞带形成一系列大型逆冲型韧性剪切带，从而导致成矿流体活化和金等成矿物质的初步富集；晚华力西－印支期，造山过程中的流体沿剪切带大规模迁移，区域南侧阿尼玛卿－巴颜喀拉洋的逐渐向北俯冲闭合，使昆中地区强烈隆升，并导致上述大型剪切带的左行滑移，使大型剪切带旁侧的早期配套断

裂强烈的剪张。在大型剪切带旁侧形成了一系列 NW～NWW 向脆性断裂-裂隙控矿系统。因受与碰撞有关的热事件的驱使，含 Au 流体沿导矿构造进入到容矿构造系统，引起热液与围岩发生反应，随着热液物理化学条件（T、P、PH、Eh 等）的变化，导致 Au 络合物在相对张性的有利构造部位淀积成矿。

第三节　开荒北金矿床

开荒北金矿位于青海省都兰县宗家乡开荒以北约 13km 处，构造位置紧邻昆南断裂的北侧，受产于中三叠世前陆盆地沉积岩系中的大型剪切带控制，是东昆仑地区较为典型的造山型石英脉亚型金矿床。

一、矿区地质

（一）地层

区内主要出露地层为中三叠统闹仓坚沟组（T_2n），除此之外，还分布有少量的上石炭统浩特洛哇组（C_3h）块状灰岩夹硬砂岩、粉砂岩及火山岩，以及下二叠统（P_1）碎屑岩、火山岩夹碳酸盐岩。

中三叠统闹仓坚沟组为一套成熟度低的浅海相碎屑岩、碳酸盐岩夹粉砂岩、炭质铁质千枚状板岩和灰岩等组成的类复理石建造，岩石受低绿片岩相变质，菱铁矿含量普遍较高，黄铁矿和硅质结核普遍产出，地层总体走向为近 EW 向，区内未见岩浆岩出露。前人将矿区南侧的灰白色大理岩归入该套地层中，但是野外观察发现，大理岩与其周围地层呈断层接触，经受过强烈构造变形，形成大理岩质砾岩，纹层状钙质胶结，砾石由大理岩及少量未变质灰色灰岩碎块组成，无层理，边界具多期断裂面特征，因此，可将其从中三叠统中解体出来，结合区域对比，建议暂定为二叠系，是其南侧阿尼玛卿构造带的构造岩片。

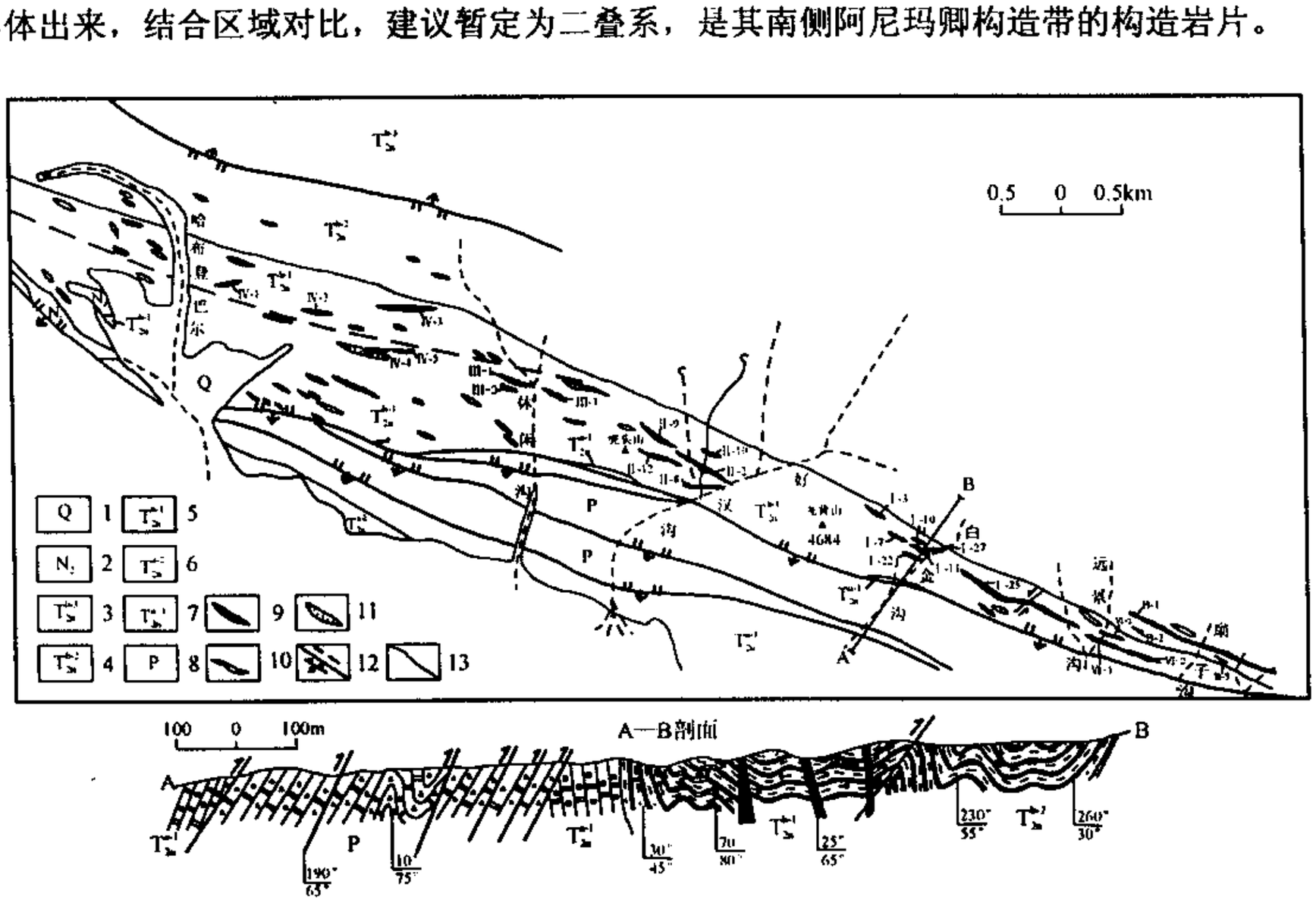


图 2-5　开荒北金矿矿区地质图

1—第四系；2—土红色砂砾岩；3—变质粉砂岩；4—千枚状粉砂质钙质板岩；5—含菱铁矿斑点粉砂质钙质板岩；6—砂质灰岩夹钙质粉砂岩；7—生物碎屑灰岩；8—二叠纪大理岩；9—石英脉金矿体；10—石英脉；11—砂岩、粉砂岩透镜体；12—推测、实测逆断层；13—地层界线