

一、区域成矿地质条件分析

北山 - 天山结合部大地构造演化及成矿作用

李强之 郭晓东 徐燕夫 陈孝强

(武警黄金地质研究所 河北廊坊, 065000)

摘要 本文在综合大量前人工作的基础上,按照板块构造的观点,初步理清了北山 - 天山结合部的大地构造格架及其演化。同时依据大地构造背景划分了成矿区(带)总结了成矿规律指出了北山 - 天山结合部应主攻的矿床类型及区域。

关键词 构造演化 地球动力学 成矿规律 找矿方向 北山 - 天山结合部

1 北山 - 天山结合部大地构造格架

1.1 中天山 - 北山明水元古宙活动大陆边缘

1.1.1 中天山 - 北山明水中元古宙具岛弧型火山沉积建造特点

从最近所获资料来看,中天山最古老的基底岩石为太古宙约普留布拉克群,其主要岩性为斜长角闪岩(原岩为偏碱性玄武岩和 TTG 岩石。它被认为是塔里木古陆块最古老的一部分(胡蔼琴, 1985),在本区分布于中天山东部星星峡群(ChX)中。其同位素年龄值为 $3263 \pm 129\text{Ma}$ (Sm-Nd 所测岩性为斜长角闪岩)

星星峡群主要由云母片岩、黑云斜长片麻岩、黑云斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩、花岗片麻岩及混合岩等组成,间夹少量石英岩和大理岩,总体上为绿片岩相 - 角闪岩相变质程度,局部具混合岩化。原岩建造为火山 - 复理石建造及碎屑岩 - 碳酸岩建造。出露厚度为 2810~5573m,胡蔼琴(1986)曾测得该群上限年龄值为 $1400 \pm 73\text{Ma}$,下限年龄值近 1900Ma。时代当属长城纪。

胡受奚(1990)、姬金生(1995)等研究认为:星星峡群的中、基性火山岩为大洋过渡型玄武岩,表现为岛弧拉斑玄武岩系列特征;星星峡群的酸性火山岩属钙碱系列,是岛弧的中、晚期产物。

鉴于自后太古代以来地壳演化有其相似性(张本仁, 1990),将星星峡群碎屑岩的主化学成分与 Bhatia(1986)所提供的中生代各种构造条件下杂砂岩的主化学成分相比较,可知其具活动陆缘特点。

1.1.2 北山明水岛弧基底的性质及火山沉积建造特点

中天山变质岩带向北东至甘肃北山地区,和北山北带的明水、石板井一带及旱山地区所出露的变质岩带一脉相承,左国朝(1994)曾将其连同中天山一起称作“中天山微大陆”。汤中立等(1997)认为它们在中元古宙同塔里木板块是连在一起的,实际上共同组成了塔

主要作者简介:李强之,男 1965 年生,博士,高级工程师,主要从事黄金地质及矿床学研究。

里木板块中元古宙活动性大陆边缘。北山明水一带所出露的变质岩系，岩石组合为眼球状黑云斜长片麻岩、斜长角闪片岩、黑云石英片岩、二云片岩、含铁石英岩及大理岩，可与星星峡群对比，同时，其时代也有争议。甘肃省地层清理者 (1994) 认为其属前长城系，划入敦煌岩群范畴。左国朝 (1994) 认为：石板井北可见到眼球状花岗岩侵入到变质岩系中，其 Sm-Nd 模式年龄值为 1600Ma 在旱山地区 (石板井东) 可见到混合花岗岩侵入到斜长角闪片岩中，混合花岗岩 Rb-Sr 等时线年龄值为 $649 \pm 56\text{Ma}$, Sm-Nd 模式年龄值为 1700Ma，因此，该套变质岩时代当属中元古宙。汤中立等 (1997) 认为：该套变质岩和星星峡群多有相似之处，即其主体部分属中元古宙，部分岩石时代可能较老，正如现有资料所表明的星星峡群中有太占宙克约普留布拉克群出露一样，明水-石板井一带的长城纪变质岩系中也有前长城纪地层出露，很可能其中的眼球状黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩就属敦煌群。由此不难看出：中天山和北山明水具有相似的岩石组成，具有相同的岛弧建造特征 属同 岛弧构造带 (图 1)。

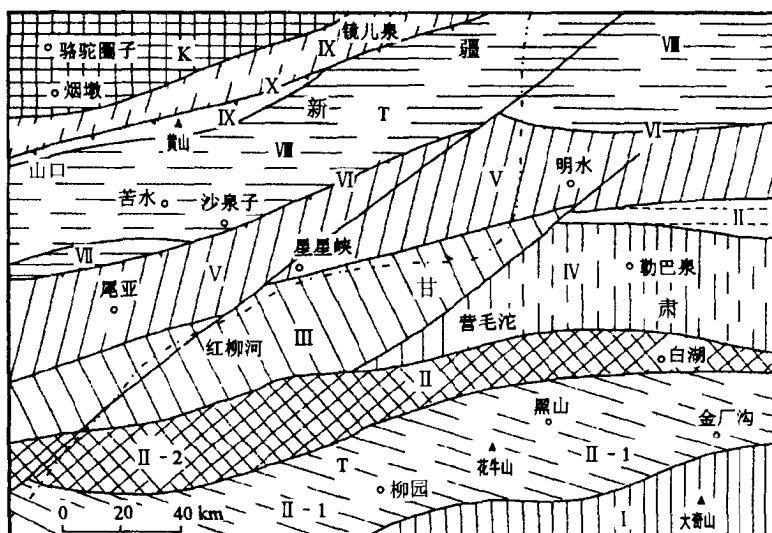


图 1 北山 - 天山结合部大地构造格架 (据汤中立等修改)

T-塔里木板块; I-大奇山晚古生代裂谷带; II-早古生代裂谷带; II-1-花牛山-黑山裂谷; II-2-营毛沱-白湖裂谷; III-红柳河古生代弧后盆地; IV-勒巴泉大陆边缘山弧带; V-中天山-北山明水元古宙岛弧带; VI-沙泉子-明水北早古生代碰撞带; VII-雅满苏-阿齐山晚古生代岛弧带; VIII-康古尔-苦水盆地; IX-黄山石炭纪岛弧带; X-康古尔俯冲带; K-哈萨克斯坦-准噶尔板块

1.1.3 中天山 - 北山明水元古宙岛弧型花岗岩

在经历了长城纪剧烈的火山活动之后，中天山 - 北山明水活动性大陆边缘步入了一个相对平稳的时期，沉积环境有了较大的变化，其上主要沉积了一套含 P、Mg、C、Fe 较高的碳酸盐岩及少量的陆源碎屑岩 (蓊县纪卡瓦布拉克群 J_{xk})，青白口纪该区则以陆源碎屑岩为主，仅有少量基性火山岩，反映了一种稳定 - 次稳定大陆边缘沉积环境。东部北山明水一带则以隆起为特征，反映了中天山已进入岛弧晚期阶段，此时本区主要表现为花岗

岩浆活动,这种花岗岩浆活动一直延续到加里东早期。其岩石类型既有 I 型花岗岩,也有 S 型花岗岩。其 Rb-Sr 等时线年龄值为 818Ma 及 724Ma,前者以天湖花岗岩为代表,后者以星星峡岩体为代表。前者岩石类型主要有闪长岩、石英闪长岩、斜长花岗岩及花岗闪长岩,岩浆特征清楚,一般与围岩中、晚元古宙呈侵入接触,而后者岩石类型为正长花岗岩或变斑状正长花岗岩,具强烈的片麻状构造,岩体长轴方向及片麻理走向与区域构造线一致 (NEE);与围岩界线不清,具各种交代结构及花岗变晶结构,李继亮 (1990)和 Pitche (1983)研究认为, I 型和 S 型花岗岩成对出现 (双深成岩带),是造山带标志之一,而岛弧构造带是 I 型和 S 型花岗岩共存的典型地区。

1.2 中天山 - 北山明水早古生代离散地体

由于哈萨克斯坦 - 准噶尔 - 塔里木板块俯冲,塔里木大陆边缘发生裂解作用,致使中天山 - 北山明水地块从塔里木大陆裂解出来,呈碎块条状沿塔里木大陆边缘分布,距其远近不一,当然局部可能并未完全裂开,从而使塔里木大陆边缘具西太平洋型板块边缘性质。

根据岩石组合、地层学及古地磁资料,上述地体离散的时间应在寒武纪之后,它们构成了中天山早古生代岛弧构造带的基底,其上广泛发育岛弧型花岗岩 (胡受奚, 1990)。

因此,早古生代本区大地构造的基本格架是:中天山北缘及北山明水一带是哈萨克斯坦 - 准噶尔 - 天山大洋板块向塔里木板块俯冲的俯冲构造带;中天山 - 北山明水为岛弧型离散地体;红柳河为中天山 - 北山明水岛弧的弧后盆地;花牛山 - 黑山以及营毛沱 - 白湖为裂谷带。另外由于红柳河弧后盆地的扩张和俯冲,在其南侧形成勒巴泉山弧 (图 2)。

1.3 红柳河早古生代弧后盆地构造带、勒巴泉早古生代山弧带及弧后裂谷系统

1.3.1 红柳河弧后扩张盆地

红柳河地区黑尖山组 (Sh) 的岩石序列为石英砂岩夹砾岩 (下部) - 褐红色铁质胶结的石英砂岩 - 钙质石英砂岩、灰色砂质灰岩 (上部),反映了盆地逐渐拉张的过程。而该区保存完好的蛇绿岩 (周国庆, 1982; 冯瑞士, 1983; 左国朝, 1995), 则说明红柳河弧后盆地已拉张成为洋盆。

1.3.2 勒巴泉山弧及弧后裂谷系统

中、晚志留世红柳河弧后盆地扩张达到鼎盛,产生双向俯冲,一是向中天山 - 北山明水岛弧之下俯冲,致使岛弧南部发育早古生代岛弧型花岗岩;二是向南俯冲,在勒巴泉地区形成安第斯型火山岩 (公婆泉群 SG);三是在勒巴泉山弧之后的伸展系统内形成营毛沱 - 白湖裂谷;四是使得花牛山 - 黑山裂谷进一步加深。

(1 勒巴泉山弧。

该山弧带主要由公婆泉群火山岩组成,主要岩石组合为玄武岩、角闪安山岩、安山质熔结角斑岩、英安岩、英安质角砾岩、流纹英安岩、安山质及英安质凝灰岩 (角砾岩) 及角闪斜长变粒岩、变斜长流纹岩等 (左国朝, 1993)。据汤中立等 (1997) 认为该区安山岩为大洋岩石圈俯冲时洋壳与部分陆壳物质熔融转化而成钙碱 - 碱质岩浆的产物。

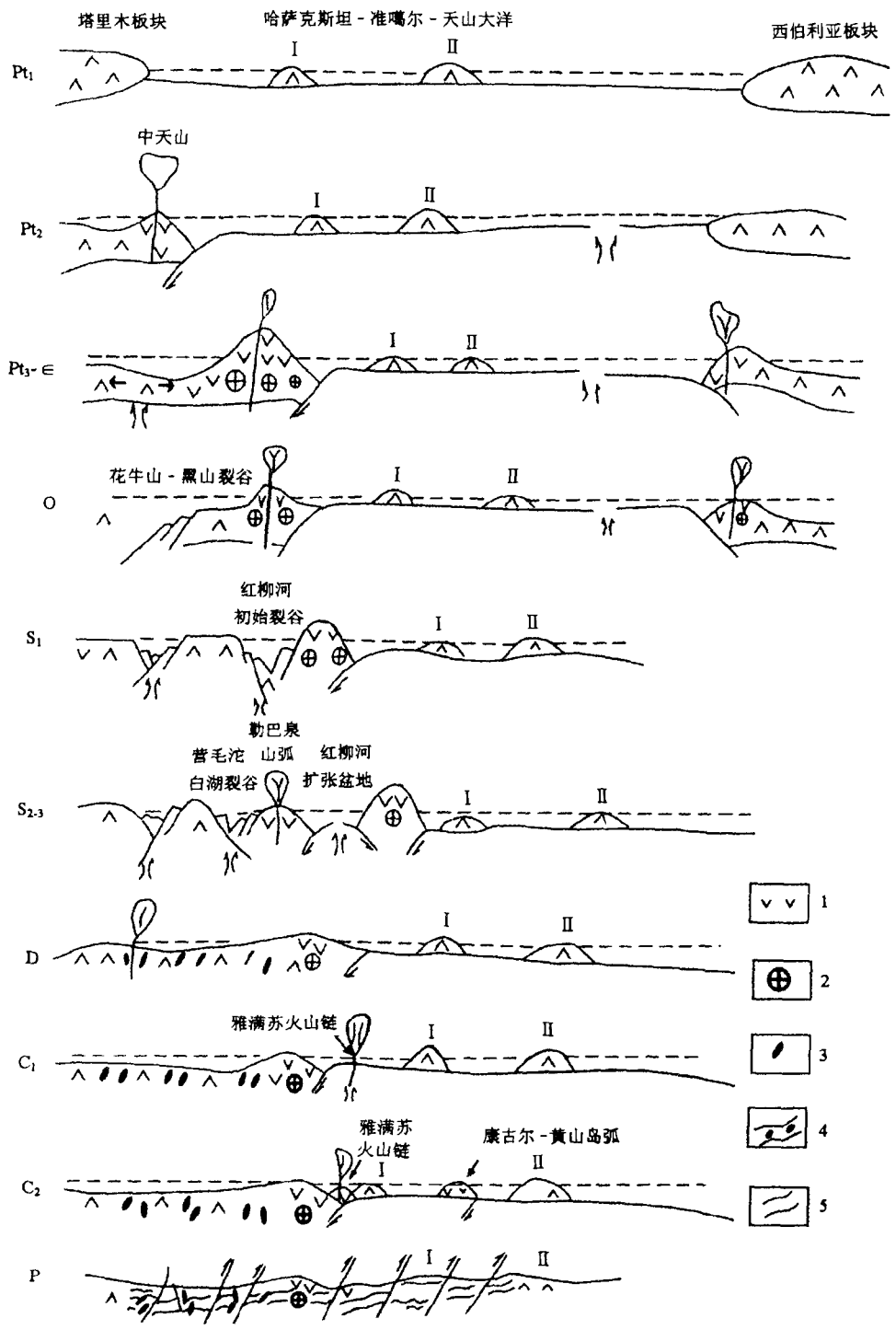


图 2 北山-天山结合部构造演化示意剖面 (据汤中立, 1997)

1 - 岛弧火山岩 2 - 花岗岩; 3 - 蛇绿岩块及基性-超基性岩 4 - 混杂堆积 5 - 盖层; I - 吐-哈地块;
II - 哈萨克斯坦陆块

(2) 营毛沱 - 白湖裂谷。

该裂谷位于勒巴泉山弧南侧，志留纪火山岩主要分布于白湖 - 营毛沱北侧大断裂附近，白湖 - 营毛沱南侧大断裂无火山岩分布，前者称之为“火山型被动陆缘”；后者为“非火山型被动陆缘”，二者共同组成双被动陆缘（何国琦,1989）。该裂谷中的火山岩及超基性 - 基性杂岩均是沿一条切穿整个大陆岩石圈的低角度拆离断裂形成并向上迁移的。左国朝（1994）研究认为其是陆壳基底之上的拉张产物，从玄武岩具枕状构造来看裂谷裂开深度较大，已出现洋壳。

(3) 花牛山 - 黑山裂谷。

该裂谷在晚元古宙早期已开始出现拉张，随着哈萨克斯坦 - 准噶尔 - 天山大洋向塔里木不断俯冲，其鼎盛时期为奥陶纪。主要表现为奥陶纪时花牛山地区出现大量火山岩。火山作用主要发生于裂谷之南侧，北侧未见火山作用的踪迹，二者亦组成“对被动陆缘”。火山作用的产物为奥陶纪花牛山群（Oh）其中的火山岩具“双峰式”特点（左国朝,1993）。泥盆纪时该裂谷出现陆相火山岩及火山磨拉石（墩墩山群 Dd）标明其已夭亡。

1.4 北山 - 天山结合部晚古生代岛弧带及俯冲带

马瑞士等（1993）指出：在一般情况下，岩石圈板块俯冲的位置具有相对稳定性和常驻性，其原因是规模巨大的沉重的岩石圈板块俯冲到软流圈内，就好象发生了“抛锚作用”一样，使得俯冲带位置不易向大洋方向迁移。但是俯冲受阻时，俯冲带的岩石圈就会“起锚”，俯冲带的位置则会改变。整个早古生代甚至晚古生代晚期，哈萨克斯坦 - 准噶尔 - 天山大洋都是沿沙泉子 - 明水北断裂俯冲的。到晚古生代，特别是中石炭世以后，中天山 - 北山明水岛弧相继与雅满苏火山链（ C_1 ）和哈密 - 吐鲁番陆块碰撞，使得上述俯冲带位置向北迁移到康古尔 - 黄山一线，形成康古尔俯冲带。这次碰撞与“起锚”，使得红柳河盆地消失，勒巴泉山弧与中天山 - 北山明水岛弧移近，弧后裂谷系统消失（汤中立,1997）。

1.4.1 康古尔古生代俯冲带

关于康古尔是不是俯冲带，目前意见尚不统一，但地球物理资料表明康古尔断裂带是重力梯级带，是重、磁场的分界带（江远达,1989；孙建江,1990；汪振文,1987）。地球化学资料表明康古尔断裂带上的异常繁多，规模巨大，呈线型分布，常见 Cr、Ti、V、Ni 及贵金属组合，显示深大断裂存在（刘泉清,1986）而元素组合复杂多样是俯冲带地球化学特征之一。另外，康古尔断裂带存在“榴辉岩化”地壳（汤中立,1997），俯冲带中的火山岩既有洋脊拉斑玄武岩分子，又有岛弧拉斑玄武岩分子，说明该群火山岩部分属“有限洋盆”的产物，即是哈萨克斯坦 - 准噶尔 - 天山大洋消失殆尽的象征；该群中的粉砂岩的地球化学也具大洋岛弧及活动陆缘环境的双重特征（汤中立,1997）。

1.4.2 康古尔 - 苦水弧间盆地

康古尔 - 苦水盆地的基底岩石是早石炭世干墩群，为一套硅质岩建造，含放射虫，夹少量的细碧岩、角斑岩及凝灰岩。化石样品（时言,1983）表明其形成时代早于康古尔俯冲带，而与雅满苏火山链的形成时代一致，康古尔俯冲带的俯冲作用，形成黄山岛弧带，并在其后由于俯冲挤压使板块（干墩群）弯曲构成康古尔 - 苦山弧间盆地。

2 大地构造演化及地球动力学

本区康古尔断裂以南属塔里木板块东北缘；中元古代本区就可寻觅到板块俯冲的踪迹。寒武纪—中三叠世末，本区构造格架的形成演化是西伯利亚—中国东部—澳大利亚这条轴线由沿赤道排列状态顺时针旋转成为沿子午线排列状态（殷鸿福等，1996）这一总背景下进行的，其地球动力学机制是由地幔均一化引起（欧阳自远，1993）；塔里木板块是随西伯利亚一道从赤道附近旋转漂移至现今位置的。

奥陶纪—志留纪，由于哈萨克斯坦—准噶尔—天山大洋向塔里木俯冲，导致弧后扩张，奥陶纪形成花牛山—黑山裂谷，志留纪形成红柳河盆地，也使得中天山—北山明水与塔里木分离形成离散地体。随着红柳河弧后盆地的扩张，一是形成勒巴泉山弧；二是形成白湖—营毛沱裂谷；三是使得花牛山—黑山裂谷进一步加深。

中石炭世，随着塔里木板块向北漂移，中天山离散型岛弧地体与雅满苏火山链及吐—哈地块相继碰撞，致使俯冲带从沙泉子一线起锚向北迁移到黄山、镜儿泉一线，形成康古尔俯冲带，并使康古尔一带的干墩群岩石弯曲形成康古尔—苦水盆地。

晚泥盆—晚石炭世，随着塔里木板块继续迅速向北漂移，致使本区红柳河盆地及其南侧的裂谷系统消亡，中天山—明水离散地体又回归塔里木，同塔里木大陆连为一体。嗣后，本区进入全面造山作用阶段，仅在挤压应力松弛时形成拉张盆地。

印度板块、太平洋板块向中国大陆俯冲，其远距离效应导致本区出现 NE—NEE 向推覆构造及左行平移断层。

需要说明的是，虽然石炭纪之后哈萨克斯坦—准噶尔—天山大洋板块的 B 型俯冲已经结束，但板块内部的 A 型俯冲却并未停止，正是 A 型俯冲导致了北山—天山结合部碱性花岗岩的广泛产出，正是 A 型俯冲导致了区内推覆构造、韧性剪切带的广泛发育；也正是 A 型俯冲使得二叠纪时本区出现挤压造山与陆壳破裂，形成磨拉石与双峰式火山岩（左国朝，1993）。

3 区域成矿作用

本区的成矿作用与大地构造演化是密切相关的，不同的大地构造背景控制着不同矿种、不同类型矿床（点）的产出。

3.1 成矿区带的划分及成矿特征

3.1.1 星星峡—狼娃山成矿带

位于天山造山带东段，在古生代属于塔里木板块活动大陆边缘，古生代末期与西伯利亚古板块活动大陆边缘对接，古天山大洋消失。本区经历了较为漫长的地壳演化，地层、构造、变形、变质、火山—岩浆作用、热液活动均十分复杂。

该成矿带金属矿产分布星罗棋布，主要矿产为金、铜、铅锌等，其中已发现岩金矿床（点）40 余处，包括石英脉型金矿（点）32 处（中型 4 处）构造蚀变岩型金矿点 3 处；大型火山热液型金矿床 1 处（马庄山）。该带现已发现马庄山、南金山、修翁哈拉、460、扫子山、霍

勒扎德盖、狼娃山等大、中、小型金矿床；铅炉子铅锌矿、明水铜矿等。矿床（点）集中分布在三个带即 460-扫子山一带、双尖山-狼娃山一带和马庄山-南金山一带。其中马庄山-南金山一带多为火山-次火山热液型金矿，其余大多数为石英脉型和构造蚀变岩型金矿床。

3.1.2 红柳河-马莲井成矿带

该成矿带位于中天山古生代岛弧与塔里木古大陆两个构造单元之间的边缘海盆地。在晚志留世-早泥盆世期间发育有蛇绿岩，并与同期沉积的红色硅质岩、泥岩、碎屑岩和台地相浅海灰岩混杂一起，经后期火山作用，形成含矿地层。泥盆纪，中天山火山岛弧区与塔里木地块对接，红柳河弧后拉张盆地闭合形成造山带，在挤压造山后期出现引张，形成二叠系红柳河磨拉石建造。随着盆地最后封闭，两大构造单元对接，盆地构造变形十分强烈，最终发育一系列由南往北的逆掩-推覆构造，即塔里木古大陆台地相震旦系和寒武系以向北西倒转的形式推覆到二叠系磨拉石建造之上，二叠系地层也因此形成舒缓的褶皱。

红柳河-马莲井成矿带金矿分布较广，现已发现金矿床（点）6处，主要有 210 金矿、金窝子、小草湖、照壁山等金矿床。其中 210 金矿是区内典型的与炭质地层层间滑动有关的变质热液金矿床，被称为“210 式金矿床”，其规模已达到中型。金窝子金矿属热液石英脉金矿床，规模为小型。小草湖、照壁山等属金矿点。

3.1.3 柳园-天仓成矿带

该带成矿作用发育，矿化强烈，矿产以金、铅锌、铜为主，已发现中型金矿床 2 处，金矿床（点）共计 50 余处，辉铜山等铜矿床和花牛山中型铅锌矿床等。成矿与华力西中晚期花岗岩浆侵入及火山作用有关。成矿有明显的成带、等间距和集中性。

该成矿带的构造特征表现为四层结构特点，即前长城系结晶基底构造层，中、晚元古代和早古生代早期地台盖层构造层，早古生代早期和古生代多旋回裂谷构造层及中、新生代块断构造层等四个构造层，它突出地反映了地壳反复“裂变”与“聚合”的发展演化规律。基底构造层以发育多期活动的韧性、韧-脆性剪切带构造为特征；地台盖层和裂谷构造以深大断裂及其分枝、配套断裂系统为特征；中新生代断块构造层以北东向左旋扭动断裂为特征。此带最突出的特点是有大量辉绿岩脉密集产出的地段往往是金矿成矿的有利找矿靶区。

3.2 成矿规律

(1) 北山-天山结合部从古元古代至新生代的地层均有矿化赋存，但主要集中在前震旦系（主要为长城系和青白口系）中奥陶统、上志留统、石炭系和下二叠统，其中以上古生界赋存的矿产最多。铜矿主要产于元古宙和早古生代的地层中；金、铅锌主要产于古生代的地层中。地层的岩石建造控制着赋存矿产的矿化类型。在元古宙的变质或浅变质岩系中，主要赋存多期、多阶段、复合成因的金矿，石炭纪、晚志留世地层中的火山岩建造，则分别控制着火山喷发沉积热液型金矿和海底火山喷发-沉积的块状硫化物铜矿体等；中元古代、中泥盆世、中奥陶世形成的碳酸岩建造，则控制着碳酸岩型铅锌矿和矽卡岩型铜、锌镍矿等。

(2) 钙碱性系列同熔型花岗闪长岩-二长花岗岩，控制着与之有关的矽卡岩型铜、铅锌矿化、斑岩型铜矿化、花岗岩期后热液型金、铜、铅锌矿化等；早古生代志留纪的一套中

—基性或中酸性火山熔岩火山碎屑岩建造，控制着火山热液型铜矿化；晚古生代志留纪的一套火山—碎屑岩建造控制着火山热液型金、铜、铅、锌矿化，石炭纪控制着与火山岩有关的多类型金、铜、铅、锌矿化以及火山岩铜铁建造型铜矿化。

(3)两个 I 级或 II 级大地构造单元的交接部位是寻找大型、超大型矿床的有利部位；III 级构造单元控制着成矿区带的分布，其中在地质构造较强的单元中主要控制着与构造—岩浆活动有关的金、铜、铅锌矿产，在地质构造较弱的单元中主要控制着以沉积型为主要特征的铅锌、铜矿化；古陆边缘也是成矿的有利部位；深大断裂、大型韧性剪切带宏观上控制着矿床（点）的分布，次级断裂及其破碎带是导矿、容矿的有利场所。

3.3 找矿方向

根据上述成矿的大地构造背景及成矿规律，结合我们的野外实地考察，确定主攻矿床类型及区域如下：

3.3.1 主攻矿床类型

(1)黑色岩系矿床。

系指赋存于高有机碳（一般 $> 0.5\%$ ）含量的浅变质碎屑岩系中的层控矿床。碎屑岩系中常含碳酸岩、硅岩和火山岩，但以砂、板岩为主。该类矿床以临近的乌兹别克斯坦穆龙套金矿带（4500 吨金储量）、吉尔吉斯斯坦库姆多尔金矿带（715 吨金储量）及我国的西南天山萨瓦亚尔顿金矿带为代表，工作区内的 210 金矿也为该类金矿。矿床主要产于志留系及石炭系中，除含高量的碳外，另一大特征为含高量的铂。

(2)斑岩型矿床。

斑岩型是铜矿的主要类型。工作区的斑岩型铜矿比较发育，主要有辉铜山、公婆泉等铜矿，另外西邻工作区的土屋—延东一带近几年在斑岩型铜矿地质找矿方面取得重大突破，已探求铜金属量 703 万吨，有望超过 1000 万吨。

(3)火山—次火山岩型矿床。

该类型金矿在工作区已显示了良好的找矿前景，目前已找到的马庄山、新金厂等金矿成矿主要与海西期石英斑岩、花岗斑岩及隐爆角砾岩筒有关。

(4)与富碱侵入体有关的矿床。

与富碱侵入体有关的矿床是最近几年才重视的矿床类型，但其重要性不容忽视。笔者通过去年的野外工作已注意到拾金坡—东小泉成矿带中的岩体破碎带含有大斑状钾长石是断裂破碎带含矿好的标志。另外据涂光炽（1999），在蒙古国南部紧邻我国边境的穆苏盖—忽度克杂岩体含较多碳酸岩脉，其中有高品位稀土矿化，均值得重视。

(5)韧性剪切带型矿床。

工作区的韧性剪切带型矿床以白墩子、小西弓金矿为代表，应引起足够的重视。甘肃省国土资源厅研究所及北京大学在工作区已厘定了 8 条韧性剪切带（图 3），需对其进行含矿性调查。

(6)砂卡岩型矿床。

这种矿床在该区是铅锌矿床的主要类型，代表性矿床为花牛山铅锌矿床，已达到中型规模。最近在花牛山铅锌矿床的外围又发现了花东滩铅锌金矿（点），值得对该种类型矿床的进一步注意。

(7) 其它类型。

如海底喷流型矿床、热水沉积型矿床，这两种矿床一旦形成，其规模将十分可观，对其应予以十分的注意。由于南金山金矿产于下石炭统白山组海相火山喷发沉积岩中，受第四岩性段变凝灰质火山碎屑岩的控制，金矿体产于宽达 40~50m 的次生石英岩中，笔者初步认为该石英岩为海底喷流形成的，后期经过热液改造，使金等成矿元素进一步富集形成南金山金矿。

3.3.2 主攻区域

(1) 图兹雷克—沙泉子潜在成矿远景区：该远景区北以沙泉子断裂为界，南以红柳河断裂为界，工作程度低。值得重视的矿床类型为黑色岩系矿床、斑岩型矿床及火山—次火山岩型矿床。

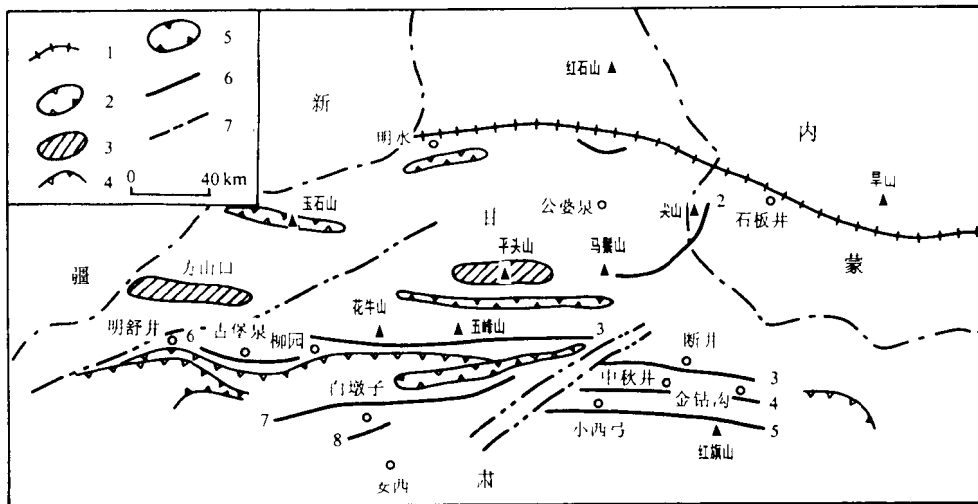


图 3 北山地区韧性剪切带及推覆构造分布简图 (据左国朝等, 1992)

- 1-塔里木板块南与早山微大陆北之间缝合带; 2-北推覆构造带飞来峰; 3-北推覆构造带根带;
4-南推覆构造带叠瓦岩片; 5-南推覆构造带飞来峰; 6-韧性剪切带; 7-喜山期断裂带

(2) 白墩子—小西弓成矿远景区：值得重视的矿床类型为韧性剪切带型金矿床

(3) 冯庄山—南金山成矿远景区：值得重视的矿床类型为火山—次火山岩型、斑岩型矿床及海底喷流型矿床、热水沉积型矿床。

(4) 觉洛塔格—黑鹰山潜在成矿远景区：该远景区北以康古尔断裂为界，南以沙泉子断裂为界，值得重视的矿床类型为黑色岩系矿床、火山—次火山岩型矿床、与富碱侵入体有关的矿床及块状硫化物型矿床。

致谢：本文是作者在承担中国地质调查局“新疆哈密雅满苏—小西弓地区以金为主的矿产资源综合评价”项目工作中的一点体会。文中采用并借鉴了汤中立、何国琦、左国朝等前辈的最新研究成果，在此表示衷心的感谢！

参考文献

车自成等，中天山造山带的形成与演化，北京：地质出版社，1~341,1994。

- 高长林等,天山微板块与塔北盆地,北京:地质出版社,1995。
- 胡蔼琴等,新疆北部地质演化及成岩成矿规律,北京:地质出版社,1997。
- 靳金生等,东天山康古尔塔格金矿带地质与找矿,北京:地质出版社,1994。
- 马瑞士等,东天山构造演化与成矿,北京:地质出版社,1997。
- 涂光炽 初议中亚成矿域 地质科学 34(4):397~404,1999。
- 左国朝等,北山地区早古生代板块构造特征,地质科学 25(4):305~314,1990。
- 周国庆,古塔里木大陆东北缘加里东期蛇绿岩套的发现及其构造意义,南京大学学报, 24(1),1998。
- 汤中立等,亚欧大陆桥北山 — 天山接合部构造格局,甘肃地质学报,第 6 卷增刊 :13~20,1997。

西藏班公湖 – 怒江成矿带中段中酸性侵入岩特征、成因及与金矿成矿的关系

刘桂阁 卫万顺 路彦明 范俊杰 潘爱军

(武警黄金地质研究所 河北廊坊,065000)

摘要 班公湖 – 怒江成矿带中段中酸性侵入岩, 燕山早期聂荣 – 安多岩带和燕山晚期虾别错 – 班戈岩带地球化学表明多具有 I 型和 S 型和过渡型花岗岩的特征。燕山晚期虾别错 – 班戈岩带为一个形成多金属矿的有利区; 喜马拉雅期文布 – 申扎岩带是形成砂金和与火山岩有关的菱刈型岩金矿的有利地区。

关键词 班公湖 – 怒江成矿带 中酸性侵入岩 特征 金成矿

班公湖 – 怒江成矿带中段中酸性侵入岩十分发育, 分布广, 规模大, 侵入时期多为燕山期至喜山期花岗岩。侵入时代从北向南变新, 在空间上呈带状分布 (如图 1)。燕山早期至喜山期花岗岩, 可分为以下几个岩带: 燕山早期聂荣 – 安多岩带; 燕山晚期虾别错 – 班戈岩带; 喜马拉雅期帮多 – 申扎岩带。

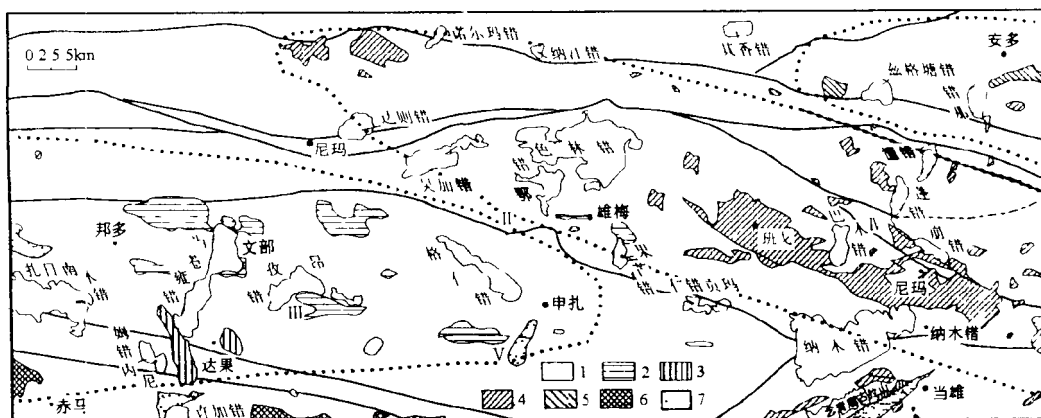


图 1 西藏班公湖 – 怒江成矿带中段中酸性岩分布略图

1 – 喜马拉雅晚期; 2 – 喜马拉雅期; 3 – 喜马拉雅早期; 4 – 燕山晚期; 5 – 燕山早期;
6 – 燕山晚期 – 喜马拉雅期; 7 – 岩浆岩带

作者简介: 刘桂阁, 男, 1971 年生, 工程师, 现主要从事黄金地质研究工作。

1 岩体分布规律

1.1 燕山早期聂荣 - 安多岩带

该岩带主要沿班公湖 - 怒江蛇绿岩带方向分布,在其以北呈带状分布在兹格塘错、安多、聂荣一带。出露的岩体有 兹格塘错、马登、扎仁、聂荣 - 安多岩体。以聂荣 - 安多岩体出露的面积最大,面积达 1922km²,呈不规则的岩基,侵入二叠系阿木岗群及上三叠系巴贡群中。同时被上白垩统竟柱山组和下第三系牛堡组不整合覆盖。同位素年龄 146~182Ma;兹格塘错岩体以岩基的形式出露,面积 100 多 km²,为花岗岩,侵入于二叠系阿木岗群和侏罗系木嘎日群,被第三系的牛堡组不整合覆盖;马登岩体:侵入于侏罗系色哇组,被第三系的牛堡组不整合覆盖;扎仁岩体:出露面积较小,位于安多南部,侵入于二叠系阿木岗群。在该岩带,被侵入的围岩一般都遭受接触变质作用,发生硅化、大理岩化、夕卡岩化、角岩化等等。在其边部形成几十米至几百米的接触变质带,常常形成夕卡岩、角岩和大理岩等。

1.2 燕山晚期虾别错 - 班戈岩带

该岩带主要沿班公湖 - 怒江缝合带方向,在其中段南部分布在虾别错 - 班戈 - 桑雄一带,呈北西向带状展布。出露的岩体主要有虾别错、虾别错东、木嘎岗日、熊彩岗日、崩错、班戈、青龙、赛龙、桑雄等岩体。其中班戈岩体出露面积最大,达 3035 km²是一个长条状不规则的复式岩基。其侵入中、上侏罗系拉贡塘组中,被第三系牛堡组不整合覆盖,年龄 110.1~145Ma;虾别错岩体:呈岩基产出,出露面积 168 km²,沿木嘎岗日复背斜核部侵入中、下侏罗系木嘎岗日群中,年龄 120~129.8Ma。岩石多发生硅化、大理岩化、角岩化、砂卡岩化等,多形成角岩、大理岩、砂卡岩等。

1.3 喜马拉雅期文部 - 申扎岩带

该岩带分布于冈底斯山脉的北部地区,在帮多 - 文部 - 申扎方向呈北西西向带状展布。出露岩体有 磁石、帮多、那朗、文部、秋措麦、隆玛日、达果昂孜错、岗隆、申亚、崩那藏布、甲岗、雄梅、果忙错岩体。其多数为小的岩株,多为一次侵入体,它们侵入上古生界和中生界,最高侵位到白垩系 - 第三系林子宗群,上第三系的乌郁群。已有的年龄在 30.5~59.8Ma 之间。多发生砂卡岩化、绿泥石化、绿帘石化和绢云母化等。

2 地球化学特征及成因

2.1 燕山早期聂荣 - 安多岩带

该岩带,岩石类型有似斑状黑云母花岗岩、角闪花岗岩、石英闪长玢岩、少量闪长岩、石英闪长岩。各类岩石中二氧化硅含量变化不大,介于 53.8%~74.94%之间,富钠或富钾型,铁、镁、钙或贫或富,铝不饱和至过饱和。部分样品中出现标准矿物刚玉分子(1.8%

~2.12%)、透辉石分子, $Fe^{3+}/(Fe^{3+} + Fe^{2+})$ 比值 0.21~0.51 微量元素富含 Sn。黑云母花岗岩的锶初始比值 $^{87}Sr/^{86}Sr = 0.7224$ 花岗闪长岩为 0.7247。 $\delta^{18}O = 11.906$, 稀土总量变化较大。 $\Sigma REE4 = 225 \sim 347.7 \times 10^{-6}$ 平均为 264.83×10^{-6} , 高于上部地壳平均值 210.27×10^{-6} , 稀土配分式样为右倾, 负铕异常的 V 型曲线中等至明显 (图 2)

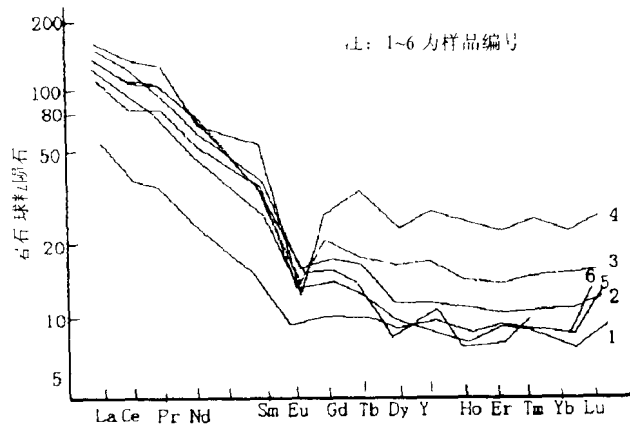


图 2 聂荣 - 安多岩体黑云母花岗岩稀土元素分配式样

$\delta Eu = 0.27 \sim 0.61$ 之间 高的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值和高的 $\delta^{18}O$ 值 (刘振声等对青藏高原花岗岩研究后 提出将 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值和 $\delta^{18}O$ 值分别定在 0.7080 和 10.6×10^{-3} 作为同熔型和陆壳改造型花岗岩的分界值)。又反映出其物质主要来自大陆地壳, 属陆壳改造型花岗岩。(见图 3), 上述特征表明该岩带岩体多以过渡型为主, 同时多具有 I 型和 S 型花岗岩的特征。从而它的形成环境比较复杂, 在该岩带多缺乏花岗岩同期的火山岩, 这种单一的岩浆活动以及 S 型花岗岩广泛分布, 在空间和时间上都反映了沿金沙浆缝合带碰撞山活动对本区的影响。和受到班公湖 - 怒江海盆地的消减和封闭作用的叠加影响。

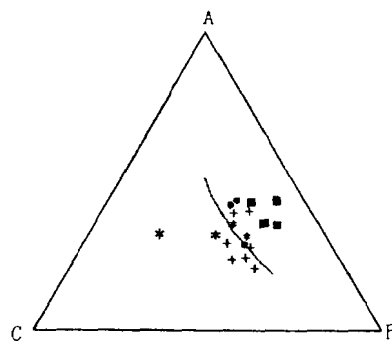


图 3 ACF 图

+ 聂荣 - 安多 * 虾别错 • 班戈 ■ 那朗

2.2 燕山晚期虾别错 - 班戈岩带

该岩带 由大岩基和小岩株共同组成 同期火山岩较少 以偏酸性花岗岩为主 偏基性的岩类次之 SiO_2 含量介于 61.3%~76.26% 之间 均值为 70.82%。 Na_2O/K_2O 比值介于 0.48~1.46 之间 均值 0.88 多数属富钾型 铝不饱和至过饱和 标准矿物刚玉分子大于 0.5×10^{-3} 微量

元素 Sn、B、Li 较高 稀土总量介于 106.25~390.39 之间，配分式为右倾平坦型或中等负偏异常曲线 (图 4)， $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7070 \sim 0.7079$ 成因类型复杂有 I、S 型和过渡型 (图 3)

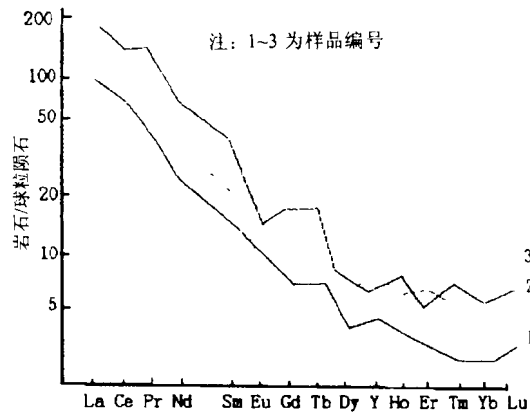


图 4 班戈岩体黑云母花岗岩稀土元素分配式样

如本岩带的班戈岩体就是由一些复杂深成杂岩体组成的花岗岩岩基，由班戈序列和期波下日序列组成。其中班戈序列具有中等偏高的 SiO_2 其变化范围 66.10%~73.36%。碱指数 (AR 较低 变化范围是 AR1.81~2.73 属钙碱系列 铝不饱和至过饱和 中等至较高的分异指数 DI)。其变化范围 67.7~88.3 表明岩浆演化尚未达到强结晶分异的程度 这些特征基本符合徐克勤教授等 (1982) 提出的同溶型花岗岩岩石化学形成判别指标。同时在黑云母化学成分中 富镁 Mg 6.72%~14.91% 平均 9.28% 贫铁 Fe 13.0%~18.9% 平均 16.49%。具较高的 $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}$ 值 (0.38~0.60) 稀土元素有铈弱亏损 重稀土相对富集 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.7065~0.7079, $\delta^{18}\text{O}$ 为 7.31~9.82。根据上述的特征都证明了班戈序列主体属强陆壳混杂的同溶型花岗岩。

期波下日序列富硅，其变化范围 SiO_2 为 73.39%~77.3% 碱性系数 AR 变化范围 3.08~5.19)，且具低 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值，铝过饱和及强结晶分异 DI 变化范围 87.05~96.09)。同时黑云母化学成分中富铁 FeO 为 17.61%~25.72% 平均 23.13%) 贫镁 MgO 为 0.90%~7.24%，平均 4.2%)， $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}$ 值较低 (平均 0.22)。稀土元素具右斜至水平无明显偏异常的配分模式； $\delta\text{Eu} < 0.02 \sim 0.23$ 重稀土相对富集 稀土总量较高 尤其是钇含量很高 表明岩浆作用晚期经历了元素富集的过程。高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值 高的 $\delta^{18}\text{O}$ 值等，上述的特征均与陆壳改造型花岗岩的判别指标吻合。说明了该序列属陆壳改造型花岗岩。

从班戈岩体的这些特征也看出本岩带的形成环境的复杂性和岩带形成多次侵入性。它们的形成是班—怒盆地的收缩和封闭以及雅鲁藏布江代表的新特提斯海洋壳的形成和向北俯冲作用是有极大关系的。

2.3 喜马拉雅期文布—申扎岩带

岩体多为岩株 (有火山岩产出 整个岩体数据少仅以那郎岩体为例) SiO_2 变化不大 含量在 67.86%~72.8% 平均值为 70.4%，接近中国花岗岩平均值 70% 碱含量高 $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ 高钾 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 在 1.28~17.79 之间 贫镁钙 DI 在 80.93~91.74 间 1.01~1.21 多为铝过饱

合具有S型花岗岩的特点, δEu 变化 0.30~0.59 稀土含量总量变化大 稀土总量 84~205.28 轻度负铕异常, N型右倾 重稀土平缓变化不太大(图 5), Eu/Sm 比值多为 0.16~0.17

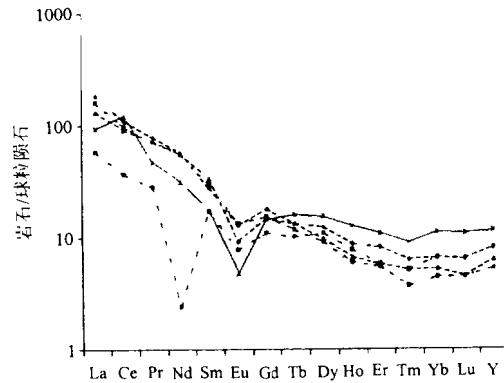


图 5 那朗岩体黑云母花岗岩稀土元素分配式样

综上特点 该岩带主要分布在冈底斯山脉以北 岩带的走向近于冈底斯山脉 岩带走向受挤压冲断层控制 岩石类型发育片麻构造 并与强烈的混合岩化作用伴生 岩石化学成分 高铝、高钾显示了 S 型花岗岩的特点和上地壳的成因, 从时间来说, 发生在喜马拉雅和雅鲁藏布地区新特提斯海封闭导致印度和欧亚大陆碰撞的造山过程, 是大陆碰撞陆内汇聚所引起的深成作用产物。

3 与金矿的关系

岩浆岩岩体的含矿性及成矿的可能性。构造因素、围岩蚀变及岩体的本身的因素都起着巨大的作用。研究区独特的大地构造位置和区域的断裂构造的发育, 及次生构造的发育, 围岩蚀变的发育都为金矿成矿创造有利的条件。研究区内岩体和金矿的关系密切。

3.1 燕山早期聂荣—安多岩体

在其边部就有安多、下秋卡等砂金矿分布。燕山晚期虾别错—班戈岩带, 在有众多的砂金分布的同时, 更有多个岩金矿化点。如在谷露一带在班戈岩体的边部, 侏罗系拉贡塘组灰页岩中的石英破碎带 矿化较好 样品 Au 品位在 1×10^{-6} 左右。含 Au 、 Cu 、 Pb 、 Zn 等多种矿化 ② 优卡金矿化 产于桑巴岩体 是石英脉型和破碎带型金矿化 金品位可达 12×10^{-6} 为多金属矿化; ③ 拉乌铜矿: 则是典型的砂卡岩型矿化。

从 1:50 万化探中, 可以看到在该岩带中多金属异常多沿本岩带的展布方向分布。特别是在罗钦拉岩体中反应更是明显, 异常沿岩体周围都有分布。在本岩带化探也表明了本区有高的背景值。又由于该岩带的构造环境的特殊性和侵入的多期次性以及强的蚀变作用。使得本岩带为一个寻找多金属矿的有利找矿区。