

柴达木盆地南缘活动陆缘金及多金属成矿系统

李厚民^{1 2)} 胡正国²⁾ 钱壮志²⁾ 刘继庆²⁾ 孙继东²⁾

(1)中国地质大学地球科学与资源学院 北京 ,100083 2)长安大学 陕西 西安 ,710054)

摘 要 将柴达木盆地南缘东昆仑和北巴颜喀拉地区活动陆缘金及多金属矿床按成矿系统观点划分为活动陆缘弧岩浆成矿系统和陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统,总结了两类成矿系统的特征并探讨了它们之间的成生联系,认为早期活动陆缘弧岩浆成矿系统产物的剥蚀为后期活动陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统提供了初始矿源。
关键词 活动陆缘岩浆弧 活动陆缘岩浆弧前增生带 岩浆成矿系统 沉积-改造成矿系统 柴达木盆地南缘

Metallogenetic System of Gold and Polymetallic Deposits along
the Active Continental Margin on the Southern Edge of Qaidam Basin

LI Houmin^{1 2)} HU Zhengguo²⁾ QIAN Zhuangzhi²⁾ LIU Jiqing²⁾ SUN Jidong²⁾

(1)Faculty of Earth Sciences and Mineral Resources ,China University of Geosciences ,Beijing ,100083 ;
2)Changan University ,Xi 'an ,Shaanxi ,710054)

Abstract Gold and polymetallic deposits in both East Kunlun and North Bayan Har areas along the southern margin of Qaidam Basin are classified into two metallogenetic systems i. e. , the magmatic metallogenetic system in the magmatic arc environment along the active continental margin and the sedimentary-reformed metallogenetic system within the accretionary zone in forearc area. The features of the two metallogenetic systems are summed up and the genetic relation between them is discussed. The products of the magmatic metallogenetic system provide original metallogenetic resource for the sedimentary - reformed metallogenetic system in the erosional-sedimentary process.
Key words magmatic arc environment in active continental margin accretionary zone in front of magmatic arc magmatic metallogenetic system sedimentary-reformed metallogenetic system southern margin of Qaidam Basin

柴达木盆地南缘东昆仑及其毗邻的巴颜喀拉地区金及多金属矿床发育,笔者等已对其区域成矿构造环境、区域成矿规律、区域成矿系列、重点区带及典型矿床的特征及成因、区域控矿构造特征、岩浆岩与成矿的关系等进行了研究(胡正国等,1998,1999;李厚民等,1999,2001a,2001b;刘继庆等,2000;钱壮志等,1999,2000a,2000b,2000c;阎臻等,2000)。本文拟在上述研究的基础上依据成矿系统的思路对柴达木盆地南缘金及多金属矿床的区域成矿规律进行总结。

1 柴达木盆地南缘海西-印支期成矿地质环境

柴达木盆地南缘在海西-印支期处于古特提斯

洋不断向北俯冲后退及华北-柴达木-塔里木陆块西南活动陆缘不断向南增生的构造环境,直到印支期末期才随着巴颜喀拉褶皱带的形成而碰撞闭合,转入陆内环境。也正是由于古特提斯洋的俯冲作用,导致了昆北构造带和昆中构造带海西-印支期活动陆缘弧岩浆活动的广泛发育以及昆南构造带和北巴颜喀拉构造带活动陆缘弧前增生带的特殊环境及沉积作用,从而为昆北构造带和昆中构造带的形成、与岩浆活动有关矿产和昆南构造带形成沉积-改造型矿产提供了有利环境(图1)。

研究区上古生界从北向南岩性建造由碎屑岩-碎屑灰岩建造(昆北构造带)至碎屑岩-碎屑灰岩-火山碎屑岩建造(昆中构造带)至洋脊洋岛陆弧基性火山岩-碎屑岩建造(昆南构造带),总体反映一个较为

本文为国土资源部“九五”资源与环境科技攻关项目(9502214)、国土资源部定向科研项目(95-18)的部分成果。
第一作者 李厚民 男,1962 年生,副教授,主要从事矿床学的教学及科研工作,E-mail:lihoumin2002@163.com, lihoumin2000@cn.com, yahoo. 万方数据

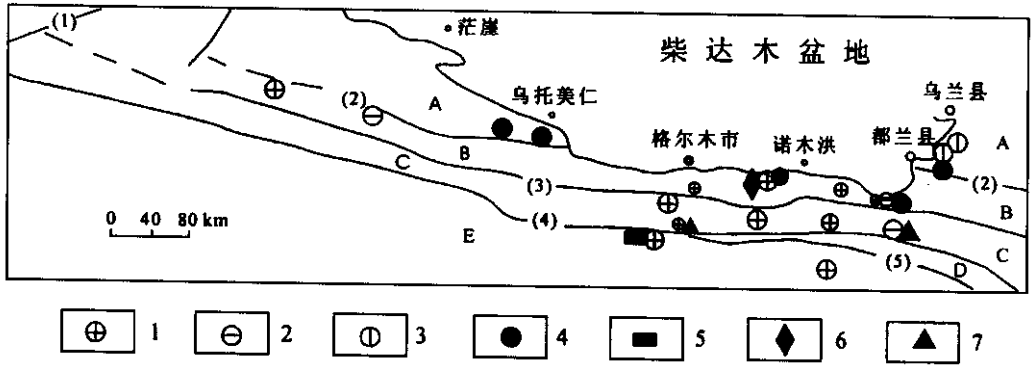


图 1 东昆仑地区构造分带及矿产分布图

Fig. 1 The tectonic zoning and the distribution of metal deposits in East Kunlun Mountains
1-金矿床 2-铜矿床 3-钨锡铅锌矿床 4-铁铅铜(金)矿床 5-锡金矿床 6-铅钨石稀土矿床 7-钽(金)矿床
A-昆北构造带 B-昆中构造带 C-昆南构造带 D-阿尼玛卿构造带 E-北巴颜喀拉构造带
(1)阿尔金断裂 (2)昆北断裂 (3)昆中断裂 (4)昆南断裂 (5)北巴颜喀拉断裂

完整的活动大陆边缘和边缘多岛洋盆环境,早期为扩张环境,晚期为挤压环境。昆北、昆中构造带上泥盆统为磨拉石建造,昆北构造带石炭系-下二叠统总体显示前陆盆地-岩浆弧前缘海盆至稳定地台型沉积,昆北构造带缺失二叠系上统至三叠系中统,昆中构造带缺失石炭系—二叠系—三叠系下、中统,昆南构造带石炭系哈拉郭勒组沉积于陆缘造山带环境,浩特洛哇组形成于局限洋盆的扩张环境,下二叠统形成于活动陆缘浅水域的潮间带环境,缺失泥盆系及上二叠统。

研究区三叠系沉积组合所反映的沉积环境由北向南从陆源山间盆地、浅海陆棚向大陆斜坡变化,物源来自北部陆隆,构造机制以挤压为主。昆北构造带上三叠统鄂拉山组为一套陆相火山磨拉石建造,形成于造山后山前-山间盆地环境;昆南构造带三叠系下统洪水川组形成于前陆盆地,中统闹仓坚沟组类复理石建造形成于活动大陆边缘潮间环境,上统八宝山组造山期后磨拉石建造形成于山前-山间盆地环境;巴颜喀拉构造带的三叠系巴颜喀拉群为活动陆缘斜坡-陆隆内较深水环境的浊流海底扇沉积。

柴达木盆地南缘海西-印支期岩浆活动形成俯冲的同熔型花岗岩(海寺岩体,锆石 U-Pb 年龄为 264~246 Ma)和碰撞的重熔型花岗岩(K-Ar 年龄 213~240 Ma,青海省地质矿产局,1991),最后为代表造山结束的“A”型花岗岩,反映了一个完整的造山旋回。在印支期东昆仑地区还发育以闪长岩类为主的浅成-超浅成小岩体、岩脉和隐爆角砾岩筒(五龙沟闪长玢岩 Rb-Sr 等时线年龄为 209 Ma,钱壮志等 2000c),也于造山晚期形成于消减带火山弧环境,但以高钾钙碱性为特征。

2 柴达木盆地南缘金及多金属矿床活动陆缘成矿系统

在现代成矿学的研究中,成矿系统分析是一个重要观点也是一种有效的方法(翟裕生等,2000)。根据成矿环境、控矿因素和成矿特征将研究区金及多金属矿床归为活动陆缘岩浆成矿系统和活动陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统。

2.1 活动陆缘弧岩浆成矿系统

该成矿系统的成矿作用与岩浆活动关系密切:晚海西-印支期同熔型、重熔型花岗岩类岩浆活动与奥陶系和石炭系碳酸盐岩地层的有机耦合,分别形成了夕卡岩型铁多金属(金)矿床(如肯德可克铁铅钨(铜金)矿床)和夕卡岩型铁钨锡多金属矿床(小卧龙铁钨锡(铜)矿床),成矿特征及 S、Pb、H-O 同位素组成表明,成矿物质主要来自岩浆,印支期闪长岩类岩浆活动则在浅成-超浅成条件下于有利的构造破碎带和角砾岩筒中分别形成蚀变岩型金矿床如玉经沟金矿床 K-Ar 等时线年龄为 197 Ma(钱壮志等,2000,张德全等,2001)和隐爆角砾岩筒型铜金矿床(如托克妥铜(金)矿床),闪长玢岩的含金性分析、矿石及岩石的 S、Pb、H-O 同位素组成和稀土元素组成特征的对比均表明,成矿物质主要来自岩浆(李厚民等 2001b;钱壮志等,2000a,2000b)。此外还有与“A”型花岗岩有关的热液型铅钨石稀土矿床(格尔木大格勒沟萤石矿床)。该成矿系统各类型矿床的基本特征见表 1。

2.2 活动陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统

该成矿系统的矿源层形成于昆南带及巴颜喀拉带活动陆缘弧前增生带环境(三叠系),改造成矿发

表 1 柴达木盆地南缘金及多金属矿床成矿系统及其特征

Table 1 The metallogenetic systems and their characteristics of gold and polymetallic deposits

成矿系统	活动陆缘弧岩浆成矿系统			活动陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统		
成矿系列	与闪长岩类有关成矿系列	与同熔型花岗岩有关成矿系列	与重熔型花岗岩有关成矿系列	火山沉积-改造成矿系列	类复理石沉积-改造成矿系列	
矿床类型	蚀变岩型金矿、 隐爆角砾岩型铜(金)矿	矽卡岩型铁多金属(金)矿	矽卡岩型铁钨锡多金属(金)矿	火山沉积-改造型钨(金)矿	石英脉型、 蚀变岩型金矿	石英脉-蚀变岩型金锑矿
典型矿床	五龙沟、托克妥	肯德可克	小卧龙	驼路沟	开荒北、小干沟	东大滩、大场
空间分布	昆中带	昆北带		昆南带		北巴颜喀拉带
成矿环境	活动陆缘岩浆弧			活动陆缘弧前增生带		
控矿构造	韧脆性断层， 隐爆角砾岩筒	NW 向岩浆带， 接触带构造		韧脆性断层		
赋矿岩石	构造碎裂岩	矽卡岩		富钠中酸性火山岩	类复理石建造	
成矿时代	印支期 (Rb-Sr 年龄 209 Ma， K-Ar 年龄 197 Ma)	海西晚期 (U-Pb 年龄 264~246 Ma)	晚海西-早印支期 (K-Ar 年龄 213~240 Ma)	海西-印支期(?)	海西-印支期(218 Ma)	
共生矿床	金、铜， (铅、锑)	铁、锌、铅 (铜、钴、金)	铁、锡、钨， 铅、硫、铜	钴、金、铜、铁	金	金、锑
成矿部位	构造破碎带， 隐爆角砾岩	外接触带		韧脆性破碎带		
矿体形态	透镜状	形态复杂，似层状、透镜状、扁豆状		顺层似层状	透镜状	
矿物组合	黄铁矿、毒砂， 黄铜矿	磁铁矿、闪锌矿， 方铅矿、黄铁矿， 黄铜矿、磁黄铁矿	磁铁矿、闪锌矿， 方铅矿、黄铁矿， 黄铜矿、磁黄铁矿， 锡石、白钨矿	含钴黄铁矿， 钴硫镍矿	自然金、方铅矿， 黄铁矿、少量毒砂	自然金、辉锑矿， 毒砂、黄铁矿
矿石结构	浸染状	浸染状、块状、条带状		细粒结构、浸染状 构造、块状， 层纹状、条带状	浸染状	
围岩蚀变	硅化、毒砂化， 黄铁矿化， 绢英岩化	钙矽卡岩化	矽卡岩化， 云英岩化	硅化、钠长石化， 黄铁矿化	硅化、绢英岩化， 黄铁矿化、毒砂化	硅化、绢英岩化， 辉锑矿化， 黄铁矿化、毒砂化
经济意义	中型	中小型矿床		钴新类型	小型	大型

生于造山晚期-造山后环境，如大场金锑矿床同位素年龄为 218 Ma(张德全等, 2001)，成矿后变化发生于陆内环境(燕山—喜马拉雅期)。主要金属矿床类型为火山沉积-改造型钴(金)矿床、石英脉型金矿床、蚀变岩型金矿床、蚀变岩-石英脉型金锑矿床。

2.2.1 晚海西期-印支期 在古特提斯洋沿昆南断裂向北俯冲的构造背景下，于活动陆缘弧前盆地的浅水区域有弱碱性中基性火山喷发，沉积形成二叠

纪驼路沟钨(金)矿床的矿源层。印支中期，昆中带、昆北带与晚海西-印支早期岩浆活动有关的金矿化蚀变产物被剥蚀、搬运到昆南带及北巴颜喀拉带等活动陆缘弧前盆地中发生沉积，形成开荒北、小干沟、东大滩、大场等矿床的矿源层。这些矿床的成矿元素、S 同位素、稀土元素特征表明，成矿物质来自地层和深部流体，赋矿地层中成矿元素含量高，大气降水参与了成矿作用(阎臻等, 2000)。

2.2.2 印支晚期 在俯冲碰撞造山作用过程中,上述矿源层发生褶皱、断裂、变质、变形,在异常地热或岩浆热源驱动下,矿源层中的成矿物质在以大气降水为主的流体作用下发生活化、迁移,并在脆韧性构造破碎带中聚集、成矿,形成以大气降水为主的流体对流循环成矿系统。该成矿系统有来自深部岩浆活

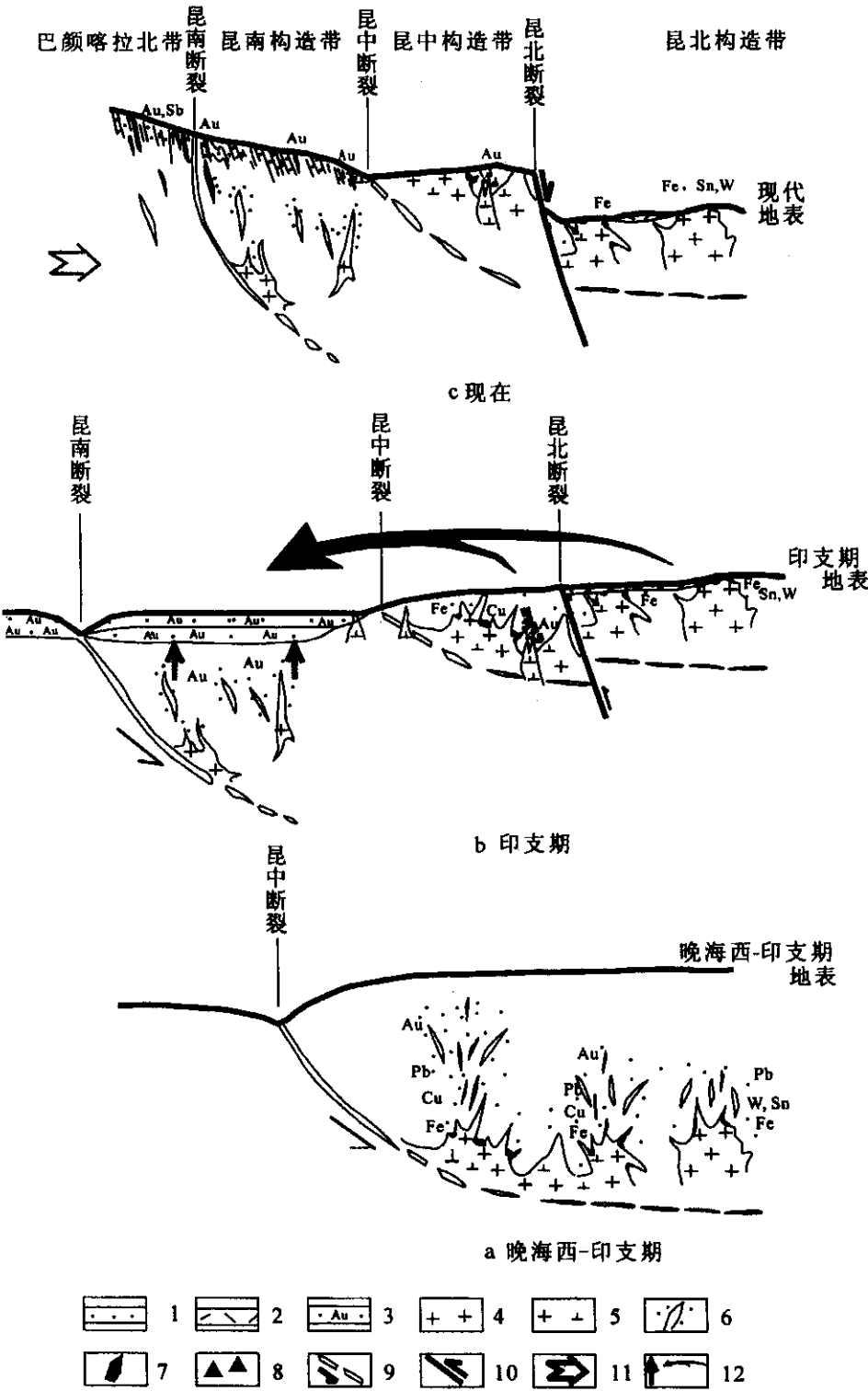


图2 东昆仑成矿系统的演化

Fig.2 The evolution of metallogenetic systems in East Kunlun Mountains

1-碎屑岩 2-火山岩 3-含金碎屑岩 4-酸性侵入岩 5-中酸性侵入岩 6-岩枝及矿化蚀变 7-矿体;

万方数据

8-隐爆角砾岩 9-俯冲带 10-断层 11-挤压应力 12-成矿物质来源

动的成矿物质的叠加,小干沟金矿床发育同五龙沟金矿床类似的矿化闪长岩脉,开荒北、东大滩矿区有隐伏岩体显示及成矿物质深部来源(李厚民等, 2001b, 钱壮志等, 2000a, 2000b)的地球化学证据均说明了这一点(表 1)。

3 活动陆缘弧岩浆成矿系统的发展演化

晚海西—早印支期活动陆缘弧岩浆活动及其有关的夕卡岩型矿化在昆中带和昆北带均有分布(图 2-a),昆中带和昆北带均缺失二叠系上统至三叠系上统地层,表明此时二者为一个整体,印支期的高钾钙碱性闪长岩类岩浆活动及其矿化在昆北带、昆中带及邻近昆中带的昆南带均有分布(如鄂拉山地区、昆中带五龙沟地区及昆南带小干沟),由昆北带印支期火山岩与晚海西—早印支期中浅成岩株同时期、昆中带印支期浅成-超浅成相的闪长玢岩类与晚海西—早印支期中深成相的岩基同时期及昆北带鄂拉山组不整合于下二叠统地层之上推断,印支期昆北带及昆中带处于隆升状态,且昆北带较昆中带隆升幅度大,已将晚海西—早印支期夕卡岩型矿化剥露出地表(图 2-b);燕山期以来,昆北带没有明显隆升剥蚀而保留了晚海西—早印支期夕卡岩型矿床,而昆中带则强烈隆升,剥露出了印支期蚀变岩型金矿化及隐爆角砾岩型铜金矿化(图 2-c)。活动陆缘弧岩浆成矿系统产物的剥蚀、沉积为后期活动陆缘弧前增生带沉积-改造成矿系统准备了矿源层。

4 研究意义

安第斯地区是世界闻名的金铜成矿带。柴达木盆地南缘与其相比有许多类似之处:

(1)成矿大地构造环境相似。二者均为活动大陆边缘,因此成矿地质条件类似,均发育与岩浆活动有关矿化。

(2)成矿特点类似。东昆仑与安第斯地区一样,俯冲带向陆依次出现 Au-Sb-Hg 成矿带、Au-Co 成矿带、Au-Cu 成矿带、Fe-Zn-Pb-Cu-(Au)成矿带、Fe-Sn-W-Pb-(Zn)(Cu)(Au)成矿带,Au 贯穿于整个海

西-印支俯冲造山旋回和此后的陆内阶段,目前本区的金属矿化也以金最重要。

(3)成矿系列也有类似之处。昆中带与闪长岩类有关的矿化类型也有具成因联系的隐爆角砾岩型 Cu(Au)矿化、夕卡岩型 Cu、Pb(Au)矿化和构造蚀变岩型 Au 矿化。

通过对比可以看出,柴达木盆地南缘与安第斯成矿带有许多相似之处,因此,柴达木盆地南缘具有很大的找矿潜力。

此外,需说明的是,蚀变岩型金矿及隐爆角砾岩型铜金矿深部可能有夕卡岩型矿化,这在五龙沟矿床石灰沟矿区已初显端倪,值得重视。

参 考 文 献

- 胡正国,刘继庆,钱壮志等.1998.东昆仑区域成矿规律初步研究.黄金科学技术, 4(5-6):6-13.
- 胡正国,刘继庆,钱壮志等.1999.东昆仑区域成矿规律分析.西安工程学院学报, 21(4):46-50.
- 李厚民,胡正国,钱壮志等.1999.对东昆仑金及多金属主要成矿系列的初步认识.西安工程学院学报, 21(4):51-56.
- 李厚民,沈远超,胡正国等.2001a.青海东昆仑五龙沟金矿床成矿条件及成矿机理.地质与勘探, 37(1):65-69.
- 李厚民,沈远超,胡正国等.2001b.青海东昆仑骆驼沟钴(金)矿床地质特征及成因初探.地质与勘探, 37(1):60-64.
- 刘继庆,胡正国,钱壮志等.2000.东昆仑 NW 向线性构造带地质特征及找矿意义.西安工程学院学报, 22(2):18-21.
- 钱壮志,李厚民,胡正国等.1999.东昆仑中带闪长玢岩脉与金矿成矿关系——以石灰沟金矿床为例.西安工程学院学报, 21(1):1-4.
- 钱壮志,胡正国,刘继庆等.2000a.古特提斯东昆仑活动陆缘及其区域成矿.大地构造与成矿学, 24(2):134-139.
- 钱壮志,胡正国,刘继庆等.2000b.东昆仑中带金矿成矿地质特征.西安工程学院学报, 22(2):22-26.
- 钱壮志,胡正国,李厚民等.2000c.东昆仑中带金矿成矿特征及成矿模式.矿床地质, 19(4):315-321.
- 闫臻,胡正国,刘继庆等.2000.东昆仑开荒北金矿床地质特征及控矿条件.西安工程学院学报, 22(1):23-27.
- 翟裕生,彭润民,邓军等.2000.成矿系统分析与新类型矿床预测.地学前缘, 7(1):123-132.
- 张德全,丰成友,李大新等.2001.柴北缘-东昆仑地区的造山带型金矿床.矿床地质, 20(2):137-146.
- 青海省地质矿产局.1991.青海省区域地质志.北京:地质出版社, 246-461.