地质 矿床

云南马厂箐(铜、钼)金矿床地质特征及成因研究

葛良胜[1] , 邹依林[1] , 李振华[1] , 郭晓东[1] , 邢俊兵[1] , 张晓辉[2]
(1. 武警黄金地质研究所 ,廊坊 065000 ;2. 武警黄金十三支队 ,昆明 650111)

[摘 要]云南马厂箐(铜、钼)金矿床是滇西北地区与喜马拉雅期富碱侵入岩类有关矿床的典型代表之一。矿体(脉)的产出与区内富碱岩体(脉)具有空间上形影相随、时间上相近或稍晚、成因上密切相关的联系 ,蚀变分带明显。对矿床和相关的富碱岩体(脉)开展的金丰度值、同位素和稀土元素研究表明 ,富碱岩体本身并不是矿质的源地。成矿流体和主要矿质均源于地球深部 ,以上地幔或壳幔混合带为主。文章进一步讨论了岩浆成岩与流体成矿之间的关系 ,反映了与富碱岩浆活动有关金矿床在成因上具有复杂性。

[关键词]金矿床 富碱岩体 成因 马厂箐 云南
[中图分类号]P618.51 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2002)05 - 0011 - 07

马厂箐(铜、钼)金矿床位于云南省祥云、弥渡、大理三县的接壤部位 ,是一个以铜、钼、金等为主的多金属矿产地。现探明的金矿储量已达大型规模。

1 区域及矿区地质背景

矿区大地构造位置上处于扬子板块西缘与兰坪—思茅微板块的接合部 ,北西向的金沙江—哀牢山缝合带与北北东向的程海—宾川断裂分别在矿区的西南和东部通过 ,并在矿区南部交汇 ,矿床即产出在这两大深断裂所挟持的三角地带。在滇西北区域富碱岩带中 ,属于南岩带的大理—祥云(含宾川)岩体(脉)集中区[1]。

矿区范围内出露的地层主要为下奥陶统向阳组三、四段 ,下泥盆统康廊组和青山组(图 1)。其中下奥陶统四段 ,是矿区主要分布地层 ,分两个亚段:下亚段为灰色粗粒长石石英砂岩夹砾岩 ,含砾粗砂岩及灰绿色粉砂岩;上亚段中下部为紫红色、深灰色薄至厚层状石英长石粉砂岩、黑色碳泥质细砂岩夹条带或灰岩、泥质白云岩透镜体 ,上部为灰色薄层灰岩与薄层粉砂岩互层 ,该亚段在矿区分布广泛 ,是主要赋矿地层。矿区构造主要受区域性的北西向、南北向主干断裂以及近东西向的隐伏构造[1,2]控制 ,发育有北东、东西、北西和南北向的不同类型、不同规模的断裂和褶皱 ,构造活动具有明显的多期多阶段性特点。按构造与金成矿的先后关系 ,可划分为基础构造、成矿构造和成矿后构造几个构造活动期。基础构造以北东向、北北东或近东西向的褶皱和断裂为主 ,代表性构造包括 F_1 断裂(NE 向)、金厂箐背斜(NEE 向)、乱硐山—铜厂向斜(EW 向)等。研究表明 ,这些构造是本区重要的控岩构造 ,它控制了研究区早期富碱岩体(脉)的侵位与分布 ,与区内铜钼矿化关系十分密切。成矿构造主要是指金矿的成矿构造 ,可划分为两个断层组:①近南北向断层组 ,主要有铜厂 F_{30}、毛栗坡 F_{31}、史皇箐 F_{32};②近东西向断层组 ,主要有 F_9、F_5、F_6、F_{34}、F_{35}、F_{36}等。这两组构造是一对共轭断裂 ,同早期的褶皱构造一起 ,不仅控制了稍晚的富碱岩体(脉)的分布 ,还联合控制着金矿脉的分布。成矿后构造不甚发育 ,主要以北东向为主 ,规模一般不大。

矿区及其外围广泛出露以二长斑岩、花岗斑岩、正长斑岩、石英正长斑岩、煌斑岩等为主的富碱岩体(脉) ,同时区内也有海西期的辉长岩脉侵入。富碱岩浆活动具有明显的多期多阶段性特点 ,马厂箐复式杂岩体是其典型代表。该杂岩体出露于矿区西部 ,由大小 260 多个岩体组成 ,以正长斑岩类和花岗斑岩类为主 ,产状为岩株、岩墙、岩床、岩脉或岩柱。按岩脉之间的相互穿插关系 ,可将岩浆活动顺序划分为 3 个阶段:①以斑状花岗岩—花岗斑岩为主的早侵入阶段;②以浅色碱长花岗岩为主的中侵入阶段和 ③以正长斑岩—二长斑岩 - 花岗斑岩为主的晚

[收稿日期]2001 - 10 - 24 ;[修订日期]2001 - 12 - 17 ;[责任编辑]曲丽莉。
[第一作者简介]葛良胜(1966 年 -) ,男 ,1991 年毕业于中国地质大学(北京) ,硕士 ,高级工程师 ,主要从事大地构造与金矿床地质研究工作。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

侵入阶段。各阶段的岩石化学成分表现出一定的规律性变化。早期岩浆活动受北东及北西构造的交汇部位的制约,与铜(钼)矿化关系密切;中晚期则主要受近东西向构造控制,形成一系列近于平行的近东西向岩脉,在金厂箐、宝兴厂一带,这些近东西向岩脉与金矿化关系密切。赖健清等(1997)和谢应雯等(1995)分别对早晚两期花岗斑岩所作的 K - Ar 同位素年龄分别为 48 Ma 和 36 Ma,本文(武警黄金十三支队)对斑状花岗岩和正长斑岩所作的 K - Ar 同位素年龄(各一个样)分别是 46.5 Ma 和 34.1 Ma,表明岩体形成于喜马拉雅早至中期。

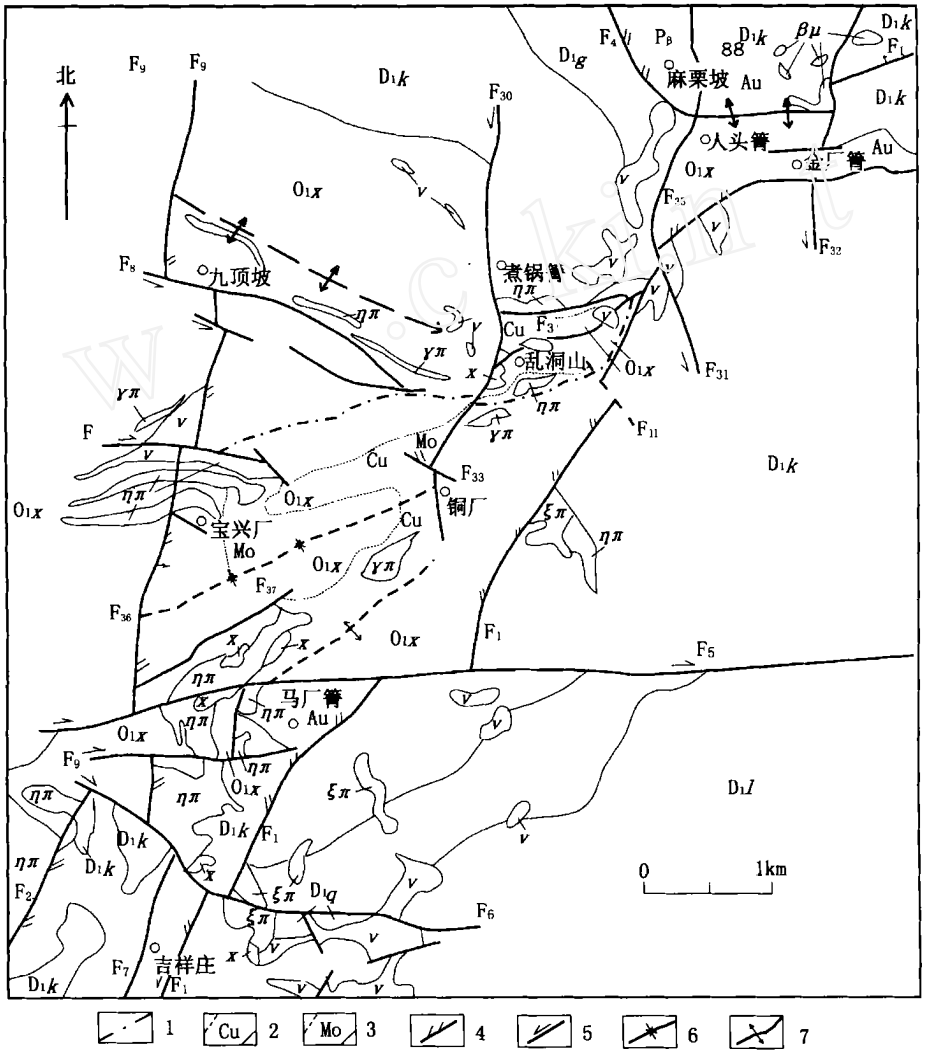

图 1 马厂箐(铜、钼)金矿区地质简图

O_1x —下奥陶统;D_1k —下泥盆统康廊组;D_1q —下泥盆统青山组;D_1l —泥盆统莲花山组;$P\beta$ —二叠系玄武岩;Au —金矿化位置;ν —辉长岩;$\beta\mu$ —辉绿岩;x —煌斑岩;$\eta\pi$ —二长斑岩;$\gamma\pi$ —花岗斑岩;$\xi\tau$ —正长斑岩;1 —接触变质界线;2 —铜矿化体界线;3 —钼矿化体界线;4 —压扭性断裂;5 —其它断裂;6 —向斜;7 —背斜

2 矿床地质特征

2.1 矿化带及矿段

马厂箐矿区(铜钼)金矿化带总体呈北东向展布,受 F_1 断裂控制,长达 10 余千米,宽约 12 km,过去将矿区从北东到南西划分为毛栗坡、金厂箐、乱硐山、宝兴厂 4 个矿段。据最新地勘资料和野外地质调查研究表明,该矿带向北和南分别可以延伸至宾川宝丰寺、白象厂以及弥渡水目山一带,扩大后的整个矿化带仍限制在大理 —祥云(含宾川)富碱岩体集中区的范围内。在矿化带内部,可以划分出多个近于平行并具等间距斜列特征的近东西向亚带。在马厂箐矿区,从北到南依次可以划分为毛栗坡 —金厂箐、九顶坡 —乱硐山、宝兴厂 —铜厂等几个亚带,而这些亚带正是

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

金矿的产出地带。上述的各矿段实际上仅只是各个亚带或东或西端的一部分。

2.2　矿化类型及矿体特征

马厂箐(铜钼)金矿床中金矿体的产出受多种因素控制,在不同构造部位形成具不同特征的矿体。由于矿体定位的地质环境各不相同,因而形成了不同类型的矿化,在滇西北地区较为典型,以下以金为主进行简单介绍:

1)产于斑岩体内部或内外接触带的铜钼伴生金型:主要分布于铜厂、宝兴厂和乱硐山矿段,矿体由一些彼此相连的复脉群组成,主要赋存于马厂箐杂岩体北部的内外接触带中,但也有的产出于花岗斑岩内部及接触带的接触变质石榴石夕卡岩和透辉石角岩中。一般内带为钼矿,外带为铜矿。严格受接触带控制,矿体形态多呈透镜体或似层状,近东西向产出。根据矿体具体赋存的岩性不同,可以划分出以下几种矿化类型:A、斑状花岗岩中的细脉浸染型;B、角岩带中的细脉浸染型;C、接触变质岩中的钙铁榴石夕卡岩型或镁夕卡岩型;D、蚀变的辉长岩或煌斑岩型;E 外接触带中的方柱石化大理岩型等。

2)产于岩体外接触带围岩中的构造蚀变岩型:主要分布于金厂箐矿段,是马厂箐金矿床的主要组成部分。矿体均赋存在相关的构造破碎带中,以近东西向为主,南北向次之,含矿的岩石主要为碎裂蚀变岩。矿体与围岩渐变过渡,无明显的界线,矿体形态以较稳定的板状为主,其产状与有关构造基本一致,其次为透镜状或扁豆状。在两组构造的交汇部位或密集裂隙带的交汇处常出现粗大的富矿柱,以近东西向和近南北向断裂交汇处最为发育。在大部分赋矿的近东西向构造破碎带中,一般都见有二长斑岩或正长斑岩脉等与矿体相伴产出,矿体位于岩脉的下盘,少量见于岩脉的上盘。

3)产出于一般断裂构造中的石英脉或石英脉与破碎带蚀变岩的复合型:该类型的矿体主要分布于乱硐山矿段,以石英脉为主。大致可以分为两个矿脉群,北脉群位于近东西向的乱硐山向斜轴部,矿脉受控于向斜南北两翼发育的缓倾斜近东西向层间滑动破碎带及围岩同花岗岩的接触带。矿脉以近东西向为主,形态多为透镜体或扁豆体,规模较小。南脉群主要受北东东、近东西和南北向的网格状构造控制,陡倾、缓倾均有发育,在网格状构造的结点部位往往形成较大的矿体。

4)产出在古岩溶地貌或构造中的红土型:该类型矿化体主要见于毛栗坡矿段,过去定为风化残坡积型。矿化体一般位于第四纪残坡积红土层的底部,呈褐黑色或褐黄色。

2.3　矿石特征

不同类型矿石及其主要特征详见表 1。

表 1　马厂箐金矿床不同类型矿石主要特征表

矿体类型	矿石类型	主要金属矿物	主要脉石矿物	结构构造	载金矿物及金赋存状态
斑岩铜钼伴生金型	斑岩型、角岩型、夕卡岩型、蚀变变辉长岩型、煌斑岩型等	辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿、砷黝铜矿、黄铁矿、磁铁矿、钛铁矿、白铁矿、白钨矿、铁闪锌矿、兰铜矿、辉铅矿、孔雀石、褐铁矿等	石英、长石、黑云母、绢云母、绿帘石、钙铁榴石、方解石、方柱石等	叶片状、粒状、半自形—它形粒状、乳浊状、共边、交代残余、压碎结构、细脉状、细脉浸染状、条带状等	未发现自然金,金主要赋存于铜矿物中,载金矿物以黄铜矿、斑铜矿为主,伴生金主要呈散点状赋存于硫化物中
破碎蚀变岩型	毒砂—黄铁矿型、黄铁矿—毒砂—方铅矿型	毒砂、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、车轮矿、硫锌银矿等硫盐矿物	石英、白云石、长石、石墨、有机碳、绢云母、方解石、绿帘石等	半自形—自形细粒状结构、细脉浸染状、网脉状、粗脉、块状	未见有独立金矿物。金主要以显微、次显微包体存在于毒砂、黄铁矿中
石英脉型	硫化物—石英脉型、褐铁矿—石英脉型	黄铁矿、黄铜矿、兰铜矿、孔雀石、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿、毒砂、铅矾、菱锌矿、自然银、自然金、银金矿等	石英、长石、方解石、绢云母、绿泥石等	半自形、自形粒状、块状、脉状构造	金主要呈单矿物自然金(银金矿)存在(83.53 %),其余呈次显微包体状存在于毒砂、黄铁矿、褐铁矿中
红土或褐土型	红土型、褐土型	铁锰质粘土、褐铁矿、残余黄铁矿、方铅矿、闪锌矿和黄铜矿等	石英、方解石、高岭土等	自然金呈它形粒状、片状、树枝状或骸晶状、土状构造	金主要呈单矿物自然金(金银矿)存在(80 %以上),其余呈次显微包体状存在于毒砂、黄铁矿、褐铁矿中

2.4　围岩蚀变特征

复杂的热液蚀变体系是本区与富碱岩体(脉)有关的(铜钼)金矿床重要特征之一。马厂箐矿区的热液蚀变十分复杂且广泛,不同矿化部位和不同的矿化类型决定了热液蚀变的具体特征不同。

1)富碱岩体(主要是马厂箐杂岩体)的蚀变:马厂箐杂岩体内部发育比较强烈的以硅化和钾化为主的蚀变,具体的蚀变类型包括:硅化、钾长石化、钠长石化、绢云母化、绿泥石化等,局部有黑云母化、高岭土化以及碳酸盐化和沸石化等蚀变现象。其中硅化

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

具有明显的分带性,从岩体中心向外,依次可划分出3个硅化带:A、强硅化带,表现为岩石由密集的石英细脉或团块组成;B、硅化带,位于强硅化带的外侧,硅化岩石具变余斑状结构,通常与钾长石化、绢云母化相伴,是铜矿的主要赋存部位;C、弱硅化带,位于硅化带的外侧,与前述两带的区别是金属硫化物矿化,主要是黄铁矿化、黄铜矿化等明显增强。钾长石化一般表现为以下几种形式:A、钾长石变斑晶;B、钾长石呈不规则团块或云雾状交代斜长石斑晶;C、钾长石细脉穿插在岩石中,往往与石英脉共生,常见于硅化带,与辉钼矿化有密切关系;D、钾长石呈细粒状交代基质。总体上看,钾长石化一般不强,多与硅化带相重叠。

上述几种热液蚀变组合,形成了岩体蚀变从中心向外的明显分带,即强硅化核心—中部石英钾长石化带—边部石英绢云母化带。其中铜矿体主要产出于后面两带中,在离主侵入体(马厂箐杂岩体)较远的其它地区,如乱硐山、金厂箐矿段,各种岩体蚀变亦很明显,限于岩体规模,分带不明显。

2)接触带岩石蚀变:包括沉积岩和早期的火成岩,均不同程度地发生了接触变质,岩体与围岩接触带热液蚀变特征则因围岩的岩性等不同而有差异。其中以砂岩、泥岩夹灰岩透镜体为主的岩石,蚀变后形成各种角岩和夕卡岩化带,通常自接触带的内侧向外,依次可以划分出透辉石长英质角岩带—阳起石、透闪石长英质角岩带和黑云母蚀变岩带等3个带。其强度依次减弱,金属矿物在各带有明显的差异,内带黄铜矿、黄铁矿普遍发育,并有大量的磁铁矿细脉穿插,是工业铜矿体赋存的主要部位,其边界与所圈定的铜矿化带(>0.1%)大致相同,中带黄铁矿化普遍,黄铜矿化减弱,赋存有铜伴生金矿体,外带则仅有呈散点状分布的黄铁矿化,黄铁矿呈良好的立方体或五角十二面体晶形,粒度较大,但很少见有铜矿物。以碳酸盐为主的岩石则形成了各类夕卡岩为主的蚀变带,部分地段可见有方柱石化大理岩带。当接触围岩是石灰岩时,通常形成钙质夕卡岩、石榴石夕卡岩。

3)远程围岩蚀变:主要指离岩体或接触带稍远的地层或岩脉中的蚀变现象。这种蚀变同金矿化的关系很密切。研究表明,蚀变类型主要有3种:A、为白云石化,本区的白云石化作用具有多期性,早期的白云石化一般表现为面状,如碎裂岩中的泥晶质白云石团斑,重结晶形成的自形白云石散点等。晚期的则主要呈线状,一般形成白云石脉,穿插在碎裂岩中,同时切穿早期形成的白云石。与白云石化,特别是晚期白云石化相伴有较强的硫化物矿化,形成硫化物,主要是闪锌矿、黄铁矿、毒砂等,多沿白云石边部或脉型分布;B、硅化,与金矿化的关系最为密切。通常伴有强烈的硫化物蚀变,主要蚀变产物与黄铁矿、毒砂、方铅矿和闪锌矿等。较强的硅化作用则形成由毒砂、黄铁矿等硫化物石英大脉或复脉,是重要的富金矿化体;C、为方解石化,主要为晚期蚀变产物,以广泛发育的方解石脉为特征,脉中基本不含硫化物。

4)其它围岩蚀变:主要有砂质、粉砂质、炭质岩石的绢云母化、硅化、石墨化等,砂泥质白云岩中的褐铁矿化,二长斑岩脉中的暗色矿物的绿泥石化和浅色矿物的绢云母化、泥化,以及早期基性岩脉的鳞片状绿泥石化、闪石化和阳起石化等现象。在这些蚀变中,一般都伴有不同程度的以细粒浸染状分布为主的黄铁矿化、毒砂化、黄铜矿化等金属硫化物矿化。

3 金矿床成因研究

3.1 金矿的成矿时代

本区金矿床成矿时代与区内富碱岩体(脉)形成的时代相近或稍晚,这可以从矿床(脉)与岩体和地层之间的关系得到明确的证明。

首先,富碱岩体(脉)侵入的地层为赋矿地层,矿区外围相同时代或岩性的地层中,由于没有富碱岩体活动,因而矿化不好或基本没有矿化。但在矿区内部,具体的赋矿层位则依岩性不同和距岩体脉远近有一定偏在性。其次,区内各个岩体(脉)分布区均见到了不同程度的矿化现象。按矿脉与岩体(脉)之间的关系,可以分为三类,即岩体(脉)内矿脉,甚至有部分斑岩体或脉几乎是全岩矿化;岩体(脉)边矿脉,本区最为常见,含金脉体紧靠正长斑岩体,同正长斑岩脉具有相同的产状,但一般规模要小得多,且连续性差一些;岩体(脉)外矿脉,这又有两种情况,一种是虽然矿脉在岩体(脉)外,与其看不出直接相连的关系,但一般均相隔不远,另一种就是相隔较远,但仍受控于同一方向的构造断裂系统。结合岩体(脉)和矿脉的产出及其相互穿插关系,可以肯定矿化发生于岩浆活动过程的中—晚期。综上所述,结合前述的实测年龄,可以推断出本区金矿化主要发生于喜马拉雅早—中期。

3.2 成矿物质来源

3.2.1 研究区不同地质体金丰度特征

根据对马厂箐地区蚀变和未蚀变的、蚀变强弱

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

程度不同的富碱岩体(脉)和不同时代地层的金丰度测试(共 42 件样品,表略)表明,矿区范围内的富碱岩体(3.6×10^{-9}~410×10^{-9})和不同时代地层(10.23×10^{-9}~21.46×10^{-9})的金丰度值一般均高于外围相同岩性或时代的岩石(1×10^{-9}~9×10^{-9})或地层(0.54×10^{-9}~7.53×10^{-9});同时在矿区内受到矿化蚀变的岩石(23×10^{-9}~410×10^{-9})或地层(35×10^{-9}~54×10^{-9})一般都要明显高于未受明显蚀变的岩石(11×10^{-9}~33.33×10^{-9})或地层(3.1×10^{-9}~21×10^{-9})。与金矿关系最为密切的正长斑岩类、煌斑岩类在矿区外围的金丰度值主要集中在 1×10^{-9}~9×10^{-9}之间,平均约 4×10^{-9}左右,与地壳或一般碱性岩浆岩类的金平均丰度值相比,总体相似,少数略有偏高,与矿区内相同岩性的岩石形成了明显的对比。

上述表明矿区内蚀变的富碱岩体(脉)金丰度值较高应是矿化作用的结果,岩体或地层中的金不仅没有大规模的迁出,反而有外来金的加入。同时考虑到区域所出露的富碱岩体以小岩株或脉状产出为主,难以提供足够的金以形成矿床,因此,与金矿成矿具有密切联系的富碱岩体和相关的围岩地层都不是金的主要来源。

3.2.2　矿床同位素地球化学特征

为了深入查明区内金矿床的成矿物质来源,对研究区内主要岩体及与之有关的矿脉开展了包括硫、氢、氧、碳、铅同位素和稀土元素等矿床地球化学特征研究,相关的资料及测试结果见表 2。

表 2　马厂箐金矿区矿石与相关富碱岩体 S、H、O、C、Pb 同位素组成表

硫同位素	样品属性	矿　石		蚀变花岗斑岩	蚀变花岗斑岩	蚀变花岗斑岩
	测试矿物	黄铁矿、毒砂		黄铜矿	辉钼矿	黄铁矿为主
	$\delta^{34}S$(‰)	-1.1~4.9		1.5	3.5	2.25
	均值(‰)	2.92				
	样数	23		1	1	1
	资料来源	本文和①综合		本文	本文	本文
H、O、C 同位素	样品属性	矿石	矿石	矿石	矿石	花岗斑岩(宝丰寺)
	测试矿物	白云石	白云石	白云石	石英	全岩
	$\delta^{18}O$ 矿物(‰)	12.1	12.1	12.4	10.65	10.38
	δD(‰)				-93.4	-100
	$\delta^{18}O$ 水(‰)	2.36	2.66	3.84	1.35	9.51
	$\delta^{13}C$(‰)	-4.9	-2.7	-3.9		
	样数	1	1	1	1	1
	资料来源	①	①	①	①	[6]
铅同位素	样品属性	矿石	矿石	矿石	花岗斑岩	正长岩
	测试矿物	黄铁矿	毒砂	方铅矿	全岩	黄铁矿
	$^{206}Pb/^{204}Pb$	18.502~18.775	18.523~18.960	18.688	18.549~18.559	18.472~18.621
	$^{207}Pb/^{204}Pb$	15.608~15.819	15.680~15.992	15.846	15.665~15.667	15.607~15.623
	$^{208}Pb/^{204}Pb$	39.010~39.393	39.714~0.048	39.627	38.874~38.992	38.787~38.975
	样数	5	2	1	2	3
	资料来源	①	本文	本文	本文	本文

注:本文样品由中国地质科学院测试研究所测试,1998,下同。

1)硫同位素地质特征

由表 2 可以看出,区内金矿床矿石与富碱岩体硫同位素组成具有如下主要特点:①马厂箐金矿 $\delta^{34}S$ 值变化为 -1.1‰~4.9‰,与陨石硫相近,显示出源于地球深部,主要是上地幔或壳幔混源带的特点。②金矿床与区内蚀变花岗斑岩的硫同位素组成(1.5‰~3.5‰)对比,总体十分相似,反映了二者具有相同的初始来源。

2)氢、氧、碳同位素地质特征

由表 2 可以看出,矿石石英包裹体 δD 为 -93.4‰;石英包裹体 $\delta^{18}O$ 为 10.65‰,相应水氧同位素组成为 1.35‰,结合矿化主期白云石的 $\delta^{18}O$ 变化为 2.36‰~3.84‰和自然界中不同体系的氢、氧同位素组成经验数据(标准幔源流体 δD: -40‰~-70‰, $\delta^{18}O$:4.5‰~7‰;或深部岩浆水一般 δD 在 -30‰~-180‰,大多数为 -50‰~-90‰, $\delta^{18}O$:6‰~15‰;正常岩浆水 δD: -40‰~-85‰, $\delta^{18}O$:5.5‰~9.

① 中国人民武装警察部队黄金十三支队,等. 云南祥云马厂箐矿床地质特征及找矿预测研究,1992~1993。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5‰,[5],下同),可以推定本区金矿床成矿流体水的初始和主要来源为地幔流体或由地幔有关的深部岩浆流体。

将本区矿石矿物中包裹体水和相应的富碱岩体的氢、氧同位素组成加以比较,不难看出二者是十分相似的,反映了二者具有相同的源地,结合相关的碳同位素(-2.7‰-4.9‰,幔源碳约为-5‰-7‰)可知,应以来自地幔或壳幔混合层等深源为主。

3)铅同位素地质特征

区内金矿床矿石的铅同位素组成。由表 2 可以看出,总体上$^{206}Pb/^{204}Pb$、$^{207}Pb/^{204}Pb$ 和 $^{208}Pb/^{204}Pb$ 的变化范围分别为:18.50218.960、15.60815.992 和 38.01040.048。与本区富碱岩体的铅同位素组成相比较,可以看出,二者变化趋势十分相似,但矿床的铅同位素变化范围比富碱岩体要大。这既反映了二者的同源性,同时证明矿石铅的来源更为复杂一些。这同前述的硫、氢、氧、碳同位素所反映的特点一致。将矿石铅同位素组成投入$^{207}Pb/^{204}Pb$-$^{206}Pb/^{204}Pb$ 座标图(图略)上,其投点情况与上述分析相同,多数位于地幔和造山带 Pb 演化线之间,部分位于造山带和上地壳演化线之间,也显示了以深源(上地幔或壳幔带)铅为主,并可能有壳源混染的来源特征。

3.2.3 富碱岩体稀土元素地球化学特征

矿区富碱岩体(脉)稀土元素含量及相关参数详见表 3,相应的稀土元素配分曲线如图 2。从上述有关的图表可以看出如下一些特点。

表 3 马厂箐金矿区部分富碱岩体稀土元素组成表 10^{-6}

样品属性	花岗斑岩	二长斑岩	碱长花岗斑岩	二长花岗斑岩	斑状花岗岩	正长斑岩	石灰岩	煌斑岩
样 数	5	3	2	2	4	4	1	1
La	52.83	53.3	22.2	37.4	60.3	47.65	2.24	29.5
Ce	79.76	73.7	31.1	67.7	107	84.88	2.33	69.6
Pr	8.33	9.24	3.6	7.89	13.9	9.34	0.5	8.9
Nd	25.53	33.4	13.9	30.1	40.3	29.79	0.7	36.5
Sm	4.71	5.12	1.58	5.61	7.26	4.9	0.74	7.68
Eu	1.1	1.04	0.42	1.25	1.53	1.03	0.16	1.57
Gd	3.57	3.44	1.25	4.55	4.47	3.48	0.46	6.12
Tb	0.4	0.44	0.17	0.78	0.83	0.46	0.3	0.874
Dy	1.94	1.94	0.59	2.86	3.02	2.07	0.31	3.77
Ho	0.34	0.47	0.23	1.04	0.57	0.41	0.1	1.16
Er	0.93	1.02	0.51	1.62	1.49	1	0.28	2.37
Tm	0.1	0.26	0.13	0.39	0.27	0.14	0.1	0.43
Yb	0.35	0.85	0.48	1.44	1.41	0.94	0.03	2.14
Lu	0.1	0.29	0.14	0.4	0.21	0.14	0.1	0.46
Y	9.31	10.3	4.89	16.3	15.1	9.8	2.31	21.2
ΣREE	172.26	175.8	72.8	149.95	230.29	177.59	6.67	202.4
δEu	0.86	0.78	0.96	0.8	0.83	0.79	0.85	0.71
δCe	0.72	0.64	0.67	0.79	0.75	0.8	0.44	0.7

资料:花岗斑岩、二长斑岩、碱长花岗斑岩、二长花岗斑岩、斑状花岗岩和正长斑岩由本文和[5]综合均值,其余为本文测试结果。

1)中酸性富碱斑岩类稀土元素总量总体偏低,平均为 151.8 $\times10^{-6}$,接近我国 73 个壳幔型花岗岩的平均值(164.3 $\times10^{-6}$)。早期(可能为燕山晚期活动)的斑状花岗岩稀土总量较高,为 230.29 $\times10^{-6}$。一个煌斑岩为 202.4 $\times10^{-6}$,总体也与区内的富碱岩体相似。

2)从稀土元素的配分曲线可以看出,其曲线配分模式为向右的陡倾型,其分配模式也与壳幔型花岗岩相似。从不同类型岩石的配分曲线可以看出,重稀土部分曲线波动较明显。特别地煌斑岩的岩石稀土配分曲线与中酸性岩亦很相似,反映出它们可能有共同的源区。而同区内主要赋矿岩系的石灰岩相比,则有较大的区别。

3)表示铕亏损程度的参数平均为 0.81,与壳幔型花岗岩(0.83)相近,显示出弱的负异常。

由上述岩石稀土元素地球化学特征可以看出,本区岩浆岩与壳幔混源型花岗岩类相似。根据对区内岩石圈结构和大地构造演化等的研究,反映富碱岩浆可能源于壳幔混合带。而流体主要源于地幔,因此岩浆的形成可能是地幔富碱质流体上升到壳幔混合带,致使该区岩石部分熔融形成的。综上所述,我们可以对本区金矿床成矿物质的来源问题提出如

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

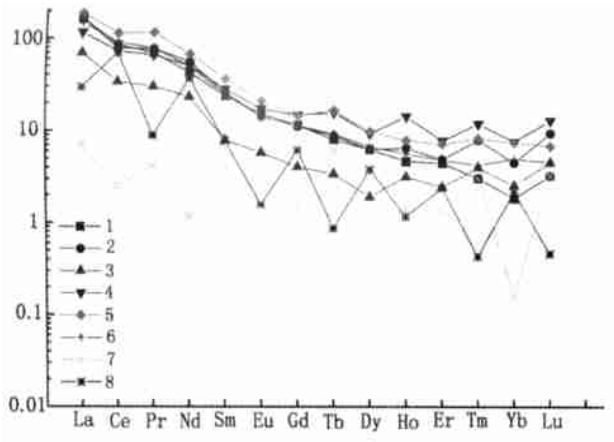

图 2　马厂箐金矿区富碱岩体稀土元素配分曲线图

1 —花岗斑岩;2 —二长斑岩;3 —碱长花岗斑岩;4 —二长闪 长斑岩;5 —斑状花岗岩;6 —正 长斑岩;7 —石灰岩;8 —煌斑岩

下认识:作为主要矿质的金等相关元素并不是主要源于已经成岩的富碱岩体或相关围岩。它们更可能是源于最初的地幔流体,也就是这种地球深部流体即是成浆流体,又是成矿流体(本身就含有成矿物质);但它们相互之间的密切联系又表明它们曾共存于同一体系4/4/即富碱岩浆系统中。

4　结 论

根据上面的讨论,结合我们对区域富碱岩体成因及形成演化过程的研究[2],对于马厂箐金矿床的成矿及出如下的初步结论:马厂箐金矿床与喜马拉雅期富碱岩浆活动有密切时空和成因联系,具有形影相随、时间相近、成因相关的特点。这种联系在滇西北地区具有普遍性,因此,该矿床的成矿作用是区域与富碱岩浆活动有关的金矿成矿系统的一个缩影。喜马拉雅期富碱岩浆活动是主要的成矿作用,岩浆成岩与流体成矿是伴随着岩浆 —流体体系演化的同一过程的两个方面。岩浆的形成与上侵就位为成矿流体从地球深部上升并成矿提供了条件 ——岩浆是流体上移的载体,同时是流体从含矿热液向成(富)矿热液转化的契机。也就是说从地幔上升的流体虽然含有矿质,但它们分散在大量流体之中,并未得到有机的集中,如果这种流体直接上升到成矿部位沉淀可能只会形成毫无价值的矿化。但由于流体上升至岩浆源区导致岩浆形成,并随后随着岩浆的多次分异演化、上升,在环境物理化学条件和金在流体演化中综合行为[7]作用下,最后从岩浆系统中分离出来的流体可能在数量上有所减少,但其中金却得到了明显的集中。在岩浆演化的早期,形成以高温为主的铜钼矿化,并伴生有一定的金沉淀。但由于金的亲碱性流体等一系列性质[7],而一直偏向随流体一起活动,最终(一般多在岩浆活动的中、晚阶段)脱离岩浆体系运移到合适部位形成金矿。

[参考文献]

[1]　葛良胜,郭晓东,邹依林,等.滇西北地区(近)东西向隐伏构造带的存在及证据[J].云南地质,1999(2).

[2]　葛良胜,郭晓东,邹依林,等.滇西北(近)东西向隐伏构造及其对岩浆和金成矿的控制作用[A].中国地质学会编,“九五”全国地质科技重成果论文集[C].北京:地质出版社,2000.

[3]　张玉泉,谢应雯,涂光炽.哀牢山 —金沙江富碱侵入岩及其同裂谷构造的关系研究[J].岩石学报,1987(1).

[4]　岑　况.幔 —壳地球化学演化和岩浆欺期后金属富集成矿的历程[J].地学前缘,1999,2.

[5]　吕伯西,王　增,张能德,等.三江地区花岗岩类及其成矿专属性,中华人民共和国地质矿产部地质专报(三)岩石矿物地球化学第 18 号[Z].北京,地质出版社,1993.

[6]　吕伯西,钱祥贵.滇西新生代碱性火山岩、富碱斑岩深源包体岩石学研究[J].云南地质,1999(3).

[7]　葛良胜.岩浆体系演化中金的性状 ——兼论岩浆岩与金矿的关系[J].黄金地质,1995(3).

[8]　葛良胜,郭晓东,邹依林.试论地球内部流体与地质作用 ——现代地质科学研究思考[J].地球科学进展,1998(2).

GEOLOGICAL FEATURES AND GENESIS OF MACHANGQIN Cu - Mo - Au DEPOSIT RELATED TO THE RICH - ALKALI MAGMATIC ROCK, YUNNAN PROVINCE

GE Liang - sheng[1], ZOU Yi - lin[1], LI Zhen - hua[1], GUE Xiao - dong[1], XING Jun - bing[1], ZHANG Xiao - hui[2]

(1. *Gold institute of geology, Langfang, HeBei* 065000; 2. *No.* 13 *gold geological party, Kunming, Yunnan* 650111)

Abstract: The Machangqin Cu - Mo - Au deposit is a type deposit related to the Himalayan epoch rich - alkali intrusive rock. There are several obviously alteration zones in the ore district. The occurrence of orebodies or ore veins had intimate relationships with the rich - alkali rock - body (vein) in space - time and genesis. Based on the gold content in different type rocks, isotope and REE, it is concluded that the origin of the gold and fluid was not from the rich - alkali rocks, but mainly from the depth of the Earth or may be from mantle or the mixing zone of mantle and lower crust. The relationship between magmatic evolution and gold mineralization was discussed.

Key words: gold deposit, rich - alkali magmatic rock, genesis, Machangqin, Yunnan province

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net