

文章编号: 1009-3850(2013)03-0094-07

四川锦屏山地区金矿床的成矿机理和成因探讨

张志斌¹, 程万华², 康亚龙³, 杨忠芳³, 巨哲⁴, 赵锋⁴

(1. 核工业西藏地质调查院, 四川 成都 610081; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 3. 四川省核工业地质调查院, 四川 成都 610061; 4. 四川省核工业地质局二八一大队, 四川 西昌 615000)

摘要: 在对研究区典型金矿床的矿化地质特征、围岩蚀变特征分析的基础上, 讨论了四川锦屏山地区金矿床的成矿机理和矿床成因。锦屏山地区金矿床的含矿围岩以浅变质的三叠系粉砂质片岩为主, 金矿床围岩中广泛发育碳酸岩化(早期)和硅化(后期), 前者以铁白云石化为特征, 后者以黄铁绢英岩化、绿泥石化和石英脉发育为特征。碳酸岩化主要发生在碳酸岩脉与泥质粉砂岩的接触带上的粉砂岩一侧, 由碳酸岩脉侵入时的热液交代岩石中的泥质矿物而形成。金矿体的走向与碳酸岩化带的产状基本一致, 金主要富集于硅化强烈、黄铁绢英岩化发育地段。碳酸岩化地层中具有较高的含金背景, 指示成矿物质金来源于地幔, 而矿化主要发生在黄铁绢英岩化和硅化带及石英硫化物脉中。结合矿床的同位素地球化学特征, 认为研究区金矿的成矿作用主要是后期热液的改造作用中金元素发生再次富集的结果。金矿的形成经历了碳酸岩脉侵入、地层发生铁白云石化并初步富集成矿源层(岩)阶段和以硫化物石英脉为代表的热液期的大规模富集成矿两个阶段, 矿床的成因类型因属于改造型金矿床。

关键词: 成矿机理; 矿床成因; 盐源-丽江构造带; 四川锦屏山地区

中图分类号: P611.3

文献标识码: A

1 引言

四川锦屏山地区位于扬子板块西缘的盐源-丽江构造带北段, 是 NNE-SSW 向延伸(长约 200km, 宽约 150km)的石棉-木里金成矿带的中段, 区域内分布有多个金矿床。20 世纪 70 ~ 90 年代, 一些地勘单位在该地区对部分金矿进行了多次勘查, 由于发现的矿化体品位较低, 矿化连续性差, 未取得大的突破。近几年又有一些地勘单位在该地区部分地段进行了较大规模的勘查工作, 并进行了矿产资源潜力调查评价。随着工作的深入, 投入了大量的钻探和坑道工程, 取得了较大进展, 显示出良好的找矿前景。

涉及该地区金矿床的研究主要有两个方面, 一

是根据地质调查资料对金矿床的矿床类型的总结^[1-6], 二是对典型金矿成矿物质来源和成矿模式的研究^[7]。在金矿床成因的认识上分歧较大。王小春等认为冕宁西部茶铺子金矿为热液石英脉型矿床^[1,2]; 骆耀南等人认为茶铺子一带的金矿床的形成与韧性剪切带关系密切, 部分矿床的形成与煌斑岩脉和花岗斑岩脉的侵入有关^[4], 侯增谦等也持相似的观点^[5,6]; 李生认为该地区金矿是由变质热液活化的基底的康定杂岩中的成矿物质而形成^[7]。造成这些分歧的原因主要是缺乏对这些金矿的成矿机理研究。

本文从区内典型金矿的矿化地质特征入手, 在分析其成矿机理的基础上, 探讨该地区金矿的成因。

收稿日期: 2013-01-09; 改回日期: 2013-05-20

作者简介: 张志斌(1962-), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事矿产勘查和矿床地球化学研究。E-mail: zbzhang2004@163.com

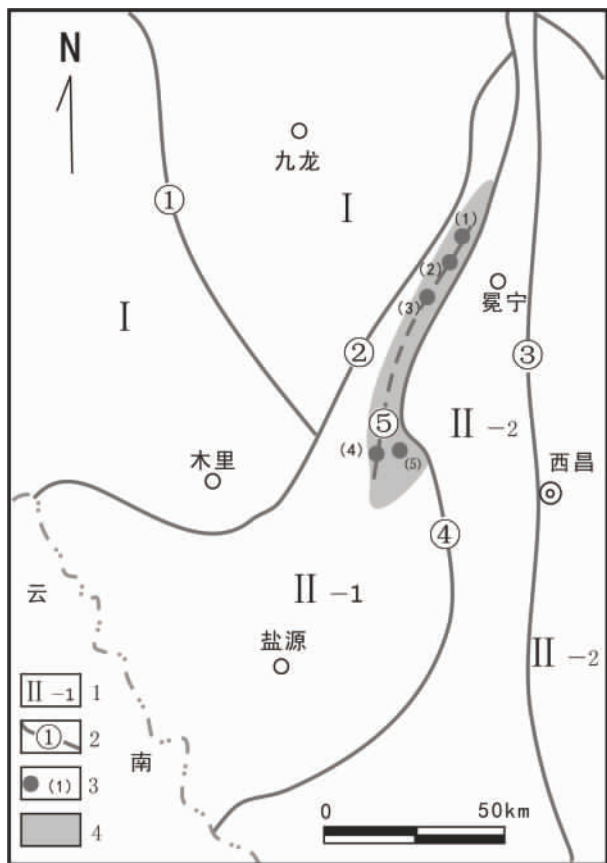


图1 研究区区域构造及金矿床分布略图

1. 构造单元及编号: I. 松潘-甘孜构造带; II. 扬子板块; II-1. 盐源-丽江拗陷; II-2. 康滇古陆; 2. 断裂构造及编号: ①甘孜-理塘断裂; ②小金河断裂; ③金河-菁河断裂; ④安宁河断裂; ⑤茶铺子-巴折脆-韧性断裂; 3. 金矿及编号: (1)茶铺子金矿; (2)小宝顶金矿; (3)大川豪金矿; (4)马丝螺沟金矿; (5)羊窝子金矿; 4. 锦屏山金成矿带

Fig.1 Regional tectonics and distribution of the gold deposits in the study area

1. Tectonic units: I = Songpan-Garze tectonic zone; II = Yangtze plate; II-1 = Yanyuan-Lijiang depression; II-2 = Western Sichuan-Yunnan old land; 2. Faults: ① = Garze-Litang fault; ② = Xiaojinhe fault; ③ = Jinhe-Qinghe fault; ④ = Anninghe fault; ⑤ = Chapuzi-Bazhe brittle-tuctile fault; 3. Gold deposits: (1) Chapuzi gold deposit; (2) Xiaobaoding gold deposit; (3) Dachuanhao gold deposit; (4) Masiluogou gold deposit; (5) Yangwozi gold deposit; 4. Jinpingshan gold mineralization zone

2 区域地质背景

研究区位于盐源-丽江拗陷带的北段小金河断裂和金河-菁河断裂向北收敛变窄的区域(图1),亦即扬子板块与“三江”构造带的过渡部位。该区域内发育大量由新生代逆冲推覆所形成的NNE向断裂及脆-韧性断裂^[8],其中较大的一条为“茶铺子-巴折脆-韧性断裂”。该脆-韧性断裂位于金河-菁河

断裂西侧,北段走向为南北向,与金河-菁河断裂基本一致,向南在盐源周家坪、老巴折一带转为南西向延伸。新近的研究认为松潘-甘孜构造带的东界应从传统的小金河断裂向东移16km到该脆-韧性断裂带上^[9]。

区域内地层以三叠系为主,局部出露少量的泥盆系、石炭系和二叠系。其中三叠系为浅海相碎屑岩、碳酸盐岩及碎屑岩夹火山碎屑岩建造,二叠系主要为陆相玄武岩(峨眉山玄武岩)和碳酸盐岩、碎屑岩建造。研究区地层普遍发生了绿片岩相变质,岩性以板岩、片岩、千枚岩和大理岩为主。区内金矿大多产于三叠系的片岩、铁白云石化的粉砂岩和砂岩中。

研究区岩浆活动强烈,除了二叠纪玄武岩和三叠纪较小规模的火山活动造成地层中夹有少量的火山碎屑岩外,沿“茶铺子-巴折脆-韧性断裂”,从冕宁茶铺子金矿北部的木洛寨到皮罗沟、里庄、盐源大槽、羊窝子及马丝螺沟一带断续出露有大量近南北向展布的碳酸岩体和岩脉^[10,11]。茶铺子、小宝顶、大川豪一带发育有多条走向近南北向的花岗斑岩脉。此外,区内局部地段发育花岗斑岩脉、辉绿岩脉和煌斑岩脉。这些岩脉侵入于三叠纪以前地层,说明其形成在印支期后。

研究区位于我国西部规模最大、展布形态完整的石棉-木里-中甸金地球化学块体(52号金地球化学块体)的东北部(连云长等,2003,我国中西部地区地球化学块体内矿产资源潜力预测成果报告),该地球化学块体内部结构具5层套合,逐步浓集趋势极为明显,指示具有较好的金成矿条件和找矿潜力。

研究区及周边是我国主要的稀土和金多金属成矿区。研究区东部产有著名的牦牛坪稀土矿床,研究区北部的木洛寨、里庄、中南部的盐源巴折干沟等地有稀土矿点产出。主要的稀土矿床产于新生代侵入的碱性岩中,也有部分稀土矿与侵入于碱性杂岩中的碳酸岩体关系密切^[11]。

研究区内的金矿床主要分布于金河-菁河断裂西侧,金矿床和矿化点沿“茶铺子-巴折脆-韧性断裂”呈NNE向展布,构成了一条NNE向展布的金成矿带。从北向南主要有茶铺子、小宝顶、大川豪、马丝螺沟和羊窝子等金矿床和矿点。

3 金矿床地质特征

(1) 矿化地质特征

研究区内金矿(化)体的走向和区域构造线及含矿地层的走向基本一致,大致呈南北向展布(图2),可见分叉复合、弯曲膨胀和尖灭再现等现象。矿化体大多呈似层状、透镜状产出,矿体厚度1~3m,最厚20多米,长度100~1000m,矿体连续性较好。

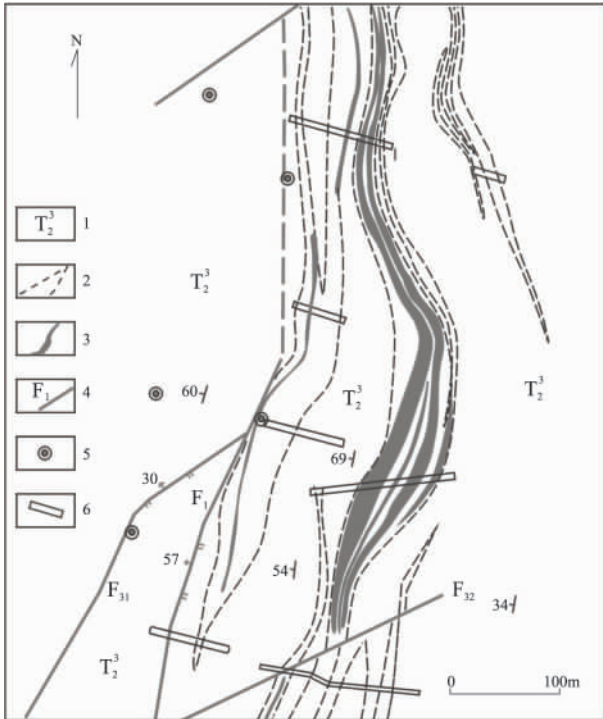


图2 小宝顶金矿金矿体与白云岩化带的关系

1. 中三叠统三段的片岩; 2. 白云岩化带; 3. 金矿体; 4. 断层及编号; 5. 钻孔; 6. 探槽

Fig. 2 Relationship between the gold orebodies and dolomitization zones in the Xiaobaoding gold deposit

1 = schists in the third member of the Middle Triassic strata; 2 = dolomitization zone; 3 = gold orebody; 4 = fault; 5 = borehole; 6 = exploratory trench

矿床的含矿围岩以浅变质的沉积岩为主,且主要是三叠系的浅变质地层,如金矿带北部的冕宁县茶铺子-小宝顶一带含矿地层主要是中三叠统的绿泥片岩、绿泥阳起片岩,金矿体产于白云石化绿泥片岩带中,原岩为粉砂岩夹凝灰岩,南部的盐源县马丝螺沟金矿的含矿地层是中三叠统盐塘组的浅变质泥质粉砂岩、细砂岩和碳酸岩化变质粉砂岩,盐源羊窝子金矿主要产于上三叠统中窝组上段的白云石化灰岩中。茶铺子、马丝螺沟等地花岗斑岩脉、石英硫化物脉、碳酸岩脉、辉绿岩脉和煌斑岩脉内及其边部也可见金矿化。

(2) 围岩蚀变特征

该地区的金矿床中普遍发育碳酸岩化、硅化、黄铁绢云岩化和绿泥石化。

碳酸岩化与碳酸岩脉的侵入关系密切,碳酸岩脉主要有方解石碳酸岩脉、白云石碳酸岩脉和黑云母碳酸岩脉。碳酸岩化以铁白云石化为主,主要发生在顺层贯入的碳酸岩脉与泥质粉砂岩接触带上的粉砂岩中,脉体一般呈纯净的白色,具块状构造,自形粒状结构。碳酸岩化顺层理产出,成条带状(图3、4),在粗粒、含泥质高的地层中蚀变强烈。在局部泥质细砂岩中可见大量粒径达2~3mm的自形粒状铁白云石和少量的细粒状黄铁矿。这些现象说明铁白云石化是由碳酸岩脉侵入时热液交代岩石中的泥质矿物而形成。



图3 马丝螺沟金矿中泥质粉砂岩中顺层贯入的碳酸岩脉和铁白云化条带

Fig. 3 Lit-par-lit injected carbonatite veins and ankeritization bands in the muddy siltstones in the Masilugou gold deposit

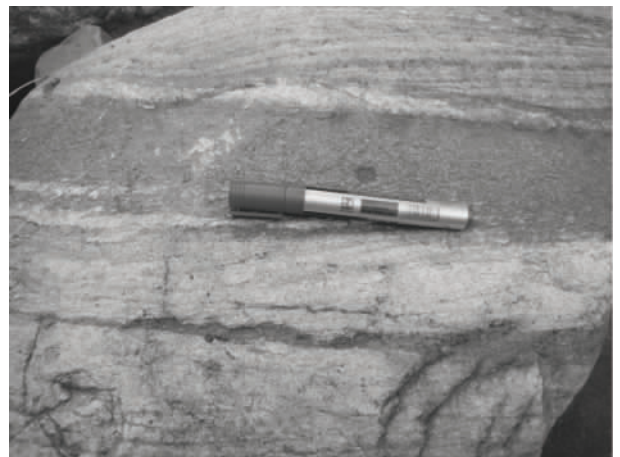


图4 马丝螺沟金矿区沿斜层理发生的碳酸岩化

Fig. 4 Carbonatitization along oblique beddings in the muddy siltstones in the Masilugou gold deposit

在马丝螺沟地区进行的地球化学勘查显示,铁白云石化带中金的异常值较高^[12]。尽管碳酸岩化地层中具有较高的金异常,但勘查工作发现除个别地段的碳酸岩化带中产出小规模的低品位金矿体外,大部分区段碳酸岩化岩石中金的品位低于边界品位。

该地区金矿中大量发育有石英硫化物脉、石英脉、花岗斑岩脉和少量的辉绿岩脉和煌斑岩脉。这些脉体常穿插碳酸岩脉和和铁白云石化带,反映出其的形成晚于碳酸岩脉的贯入和铁白云石化的形成。石英脉一般宽 0.5~5cm,长 5~60cm,主要由石英、方解石、绢云母组,部分石英脉中见钠长石。石英脉中含有黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、镜铁矿、少量的方铅矿、闪锌矿等金属矿物和自然金、自然铜等。石英脉的围岩中的蚀变矿物主要有石英、硬泥石、绢云母、黄铁矿,此外含有少量的黝铜矿、方铅矿、闪锌矿、自然铜和和自然金,围岩中的这种蚀变矿物组合具有典型的黄铁绢英岩化特征。

黄铁绢英岩化和硅化越强,矿化越好,钻探揭露显示茶铺子一小宝顶一带发育有厚达 30m 的黄铁绢英岩化带,带内的石英硫化物脉极其发育,矿化体的厚度大,品位高。

野外观察发现,马丝螺沟金矿中至少发育有 3 期石英脉(图 5),其中的第一期(q_1)、二期石英脉(q_2)中含有大量的黄铁矿、黄铜矿及磁铁矿,脉体围岩中也发育大量浸染状的细粒五角十二面体状黄铁矿,采样分析显示石英脉旁的岩石中金品位达到了 20g/t。相比之下,最后一期石英脉(q_3)不含金属矿物,也不含金。因此,该矿床至少发生过 3 期

石英脉活动,其中第一、二期石英脉与金成矿关系密切。

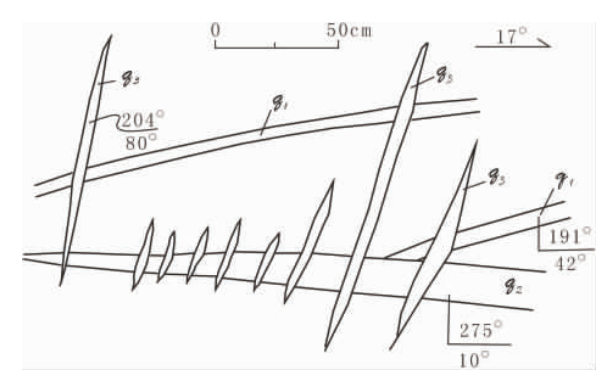


图 5 马丝螺沟金矿中不同期次石英脉的关系
Fig. 5 Sketch to show the quartz veins of varying phases in the Masilugou gold deposit

(3) 矿石特征

该地区的金矿床中金矿石主要有石英硫化物型、碳酸岩型和含铁白云石化片岩型 3 个类型。

石英硫化物型矿石是研究区主要矿石类型。该类金矿石中的金属矿物组合为黄铁矿 + 方铅矿 + 黝铜矿 + 斑铜矿 + 闪锌矿 + 黄铜矿 + 自然金 + 自然铜 + 磁铁矿,含有较多的褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿等次生矿物。金属矿物常呈团块状不均匀分布于脉石矿物中(图 6A)。脉石矿物主要为石英、方解石和铁白云石,含少量的钠长石、绢云母。矿石具有他形-自形粒状结构,含金矿铁矿大多呈五角十二面体状,部分为立方体状,黄铜矿、黝铜矿和方铅矿等矿物形态不规则,矿石的主要构造有浸染状、团块状、脉状和块状等构造。

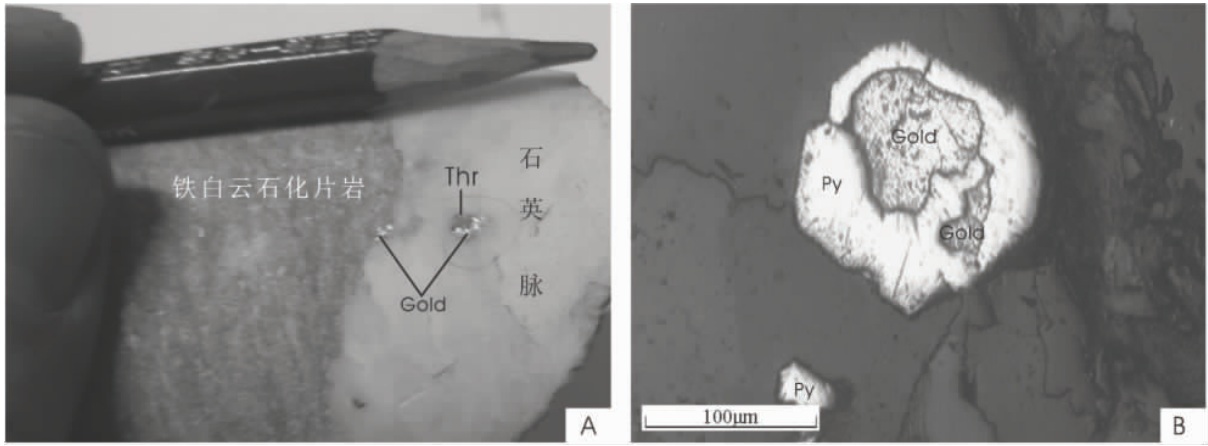


图 6 茶铺子金矿石英硫化物脉中金的赋存状态照片

A. 石英脉中的自然金和黝铜矿; B. 五角十二面体黄铁矿包裹自然金的显微镜下照片 Gold. 自然金; Thr. 黝铜矿; Py. 黄铁矿

Fig. 6 The occurrence of gold in the sulfide quartz veins in the Chapuzi gold deposit

A. Native gold and tetrahedrite in the quartz veins; B. Native gold encased with pentagonal dodecahedron pyrite. Gold = native gold; Thr = tetrahedrite; Py = pyrite

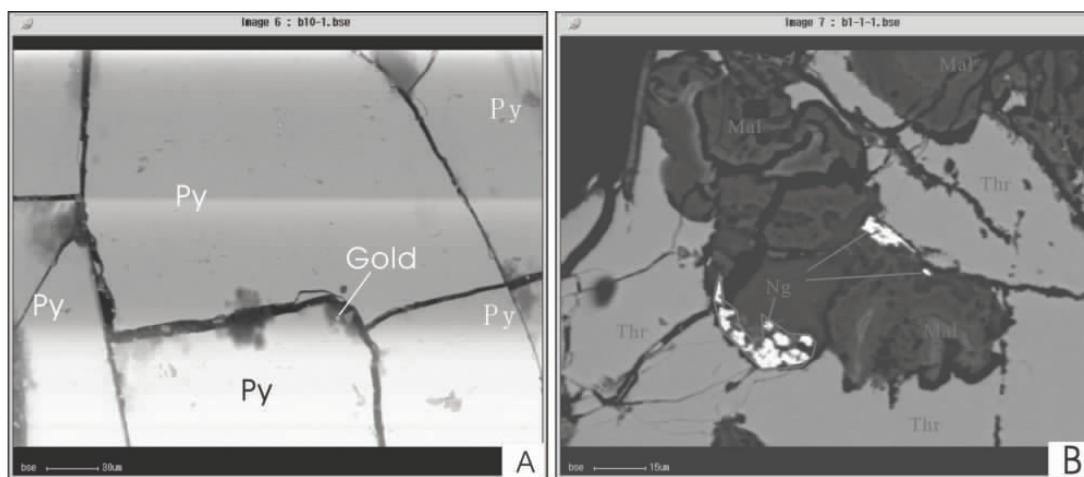


图7 黄铁矿和黝铜矿中包裹的自然金的电子背反射图像

A. 马丝螺沟金矿中五角十二面体黄铁矿及其包裹的微粒金; B. 茶铺子金矿黝铜矿包裹的粒状、片状的自然金 Gold. 自然金; Py. 黄铁矿; Thr. 黝铜矿; Mal. 孔雀石

Fig. 7 Backscattered electronic images of native gold encased with pyrite and tetrahedrite

A. Micrograined gold encased with pentagonal dodecahedron pyrite in the Masiluogou gold deposit; B. Granular or flake native gold encased with tetrahedrite in the Chapuzi gold deposit. Gold = native gold; Py = pyrite; Thr = tetrahedrite; Mal = malachite

金在矿石中除了以自然金存在外,主要以包裹金的形式存在于黄铁矿、黝铜矿和方铅矿等硫化物中。镜下观察自然金粒径在0.1~3.5mm之间,黄铁矿呈五角十二面体状,粒径在0.1~4mm之间,立方体状黄铁矿较少(图7B)。脉石矿物主要为石英,含少量的长石、绢云母和方解石。

据电子探针观察,石英硫化物脉型金矿石中黝铜矿裂隙中的孔雀石中可见大量的细粒状包裹金(图8A),黄铁矿中含有微粒的包裹金(图8B),包裹金粒径在0.02~10µm之间。

碳酸岩型金矿石中金属矿物主要是黄铁矿,有时可见少量的方铅矿和自然铜,还可见极少量的独居石、金红石和磷灰石。黄铁矿大多呈五角十二面体状,少量为立方体状。黄铁矿粒径在0.1~5mm之间。脉石矿物主要是方解石、铁白云石、白云石及少量的长石和绢云母。矿石具有自形-半自形不等粒粒状结构、块状构造和片状构造。

铁白云石化片岩型金矿石中金属矿物主要为黄铁矿,黄铁矿大多呈五角十二面体状,少量为立方体状黄铁矿,黄铁矿粒径在0.1~5mm之间。脉石矿物主要有石英、铁白云石、长石、绿泥石和绢云母等。矿石具有自形-半自形不等粒粒状结构、他形粒状结构、鳞片变晶结构及浸染状构造和片状构造。

勘查工作证实,硅化强烈、石英硫化物脉发育的地段矿化强,矿石品位高,即金的矿化强度与硅化、石英硫化物脉发育的强弱成密切的相关性。

4 讨论和结论

研究区内金矿化种类较多,金矿化既有产于硫化物石英脉中及硫化物石英脉脉体与围岩的接触带上的,也有产于铁白云石化带内的,还可见产于花岗岩岩脉、煌斑岩脉和辉绿岩脉与围岩的接触带上及剪切破碎带内的金矿化,因此金矿的成矿作用具有一定的复杂性。

从成矿物质来源和成矿机理分析入手,研究区域金矿床的成矿作用是认识该地区金矿床成因和矿床类型的最好途径。

金元素在地壳中的丰度远低于地幔,因此在沉积岩大面积出露的地区要形成金矿床和区域性金矿带,没有地幔物质参与是不可能的。锦屏山金成矿带的含矿地层主要为中新世代的碎屑岩和碳酸盐岩,火山岩极少,不能提供金矿成矿物质。有可能作为矿源层的康定群等基底地层零星出露在东南部的“康滇地轴”,距金矿带远,即使能提供大量成矿物质,也不可能进行大规模、长距离地迁移到锦屏山地区形成巨大的金矿带。因此,中生代地层和古老的康定群都不可能是该地区金矿的矿源层。

区域上,三叠纪以后大规模的岩浆活动是碱性岩的侵入活动,形成了与牦牛坪稀土矿床成矿有关的冕西杂岩体,杂岩体以碳酸岩-正长岩组合为特征,说明区域性的碳酸岩侵入和碱性岩是同期的。杂岩体内及其与围岩的接触带上有金矿化发生,机器房金矿、缅萨洼金矿和菩萨岗等金矿就产于冕西杂岩体边部的花岗(斑)岩脉及其与地层的接触带上。大量的研究已经确认冕西杂岩体中形成牦牛坪稀土矿床的碱性岩岩浆来自地幔^[13~15]。田世洪

等测得木落寨稀土矿床中黑云母的 Ar-Ar 年龄为 $35.5\text{Ma}^{[11]}$, 认为形成该地区碳酸岩的岩浆也来自地幔^[11,16~17]。据研究, 木洛稀土矿、牦牛坪稀土矿中矿脉或成矿母岩的同位素测年值介于 $16\text{Ma} \sim 40.3\text{Ma}$ 之间[里庄幅(H47E023024) 1:5 万地质图说明书, 全国地质资料馆]。因此, 发生于喜马拉雅期来自地幔的岩浆既为稀土矿床提供了成矿物质, 也为区域上金矿床提供了成矿物质。

研究区内从北部的冕宁木落寨, 向南经茶铺子-小宝顶-里庄-盐源巴折和马丝螺沟一带发育大量的碳酸岩脉, 并在区域上形成了广泛的铁白云石化带。

据刘昭惠研究, 茶铺子金矿区的碳酸岩中金丰度为 0.106×10^{-6} , 远高于三叠系变质片岩中金的丰度($0.003 \times 10^{-6} \sim 0.009 \times 10^{-6}$)的丰度^[10]。在马丝螺沟金矿区进行的化探工作也显示, 铁白云石化泥质粉砂岩中金的含量高于碳酸岩脉、碎裂大理岩和粉砂岩等岩石(图 8), 铅在碳酸岩脉中的含量高于其它岩石, 指示成矿元素金在碳酸岩化岩石中具较高的背景, 同时, 碳酸岩脉中金属元素铅的背景值较高, 说明金可能来自碳酸岩岩浆活动。

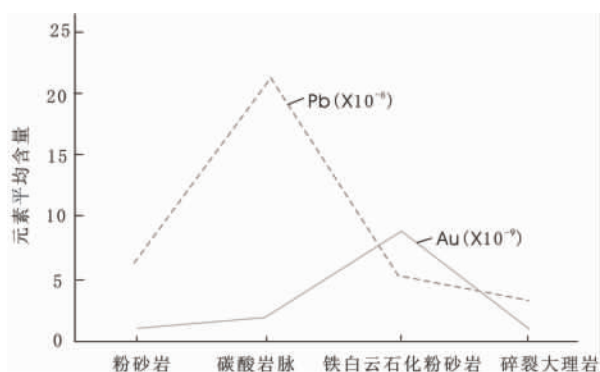


图 8 马丝螺沟金矿各类岩石 Pb、Au 含量变化图

Fig. 8 Curves showing the variations in Pb and Au contents in the rock types from the Masiluogou gold deposit

据李生、张继宽研究, 茶铺子金矿中含金五角十二面体黄铁矿的 (^{34}S 峰值为 $5.7\text{‰} \sim 7.5\text{‰}^{[7,14]}$, 指示硫来自地幔源, 其与立方体黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 的值 ($-19.5\text{‰} \sim 5.4\text{‰}$), 外围二叠系玄武岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值 (11.8‰) 及燕山期花岗岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值 ($0\text{‰} \sim 21.4\text{‰}$) 迥然不同。该矿床的碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 均值为 4.58 , $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 值为 $88.80 \sim 89.41$, 与矿区基性火山岩和结晶灰岩、大理岩的值 ($\delta^{13}\text{C}$ 值 1.08‰) 不同。也说明成矿物质部分来自碳酸岩岩浆。

研究区金矿化发生在碳酸岩化带中, 矿化体走向和碳酸岩化带走向一致, 主要的金矿化在黄铁绢英岩化和硫化物石英脉中, 这些现象显示出碳酸岩

化和硅化与金的成矿的关系。但勘查工作证实, 除个别地段的碳酸岩化带及花岗斑岩脉、煌斑岩脉和辉绿岩脉与围岩的接触带上的金矿化体规模小、品位低外, 大部分地段的碳酸岩化岩石的金品位低于边界品位。矿化地质特征和金地赋存状显示, 黄铁绢英岩化和硅化越强, 金矿化越好, 主要的金矿体就产在铁白云石化带中的硫化物石英脉发育地段, 说明与金成矿关系密切的是形成石英硫化物脉热液活动, 这种热液活动在形成大量的石英硫化物脉的同时, 造成了黄铁绢英岩化、硅化和金的大规模富集, 是主要的成矿作用。从马丝螺沟金矿的石英脉的发育情况看, 区域内在碳酸岩岩浆活动后至少发生了三期热液活动, 其中早期的热液活动造成了该地区成矿元素的大规模富集。

该地区金矿中普遍发育碳酸岩化和硅化两种热液蚀变, 分别代表了两次大的热液活动, 其中碳酸岩化作用过程中发生了金等成矿元素的富集。但碳酸岩及碳酸岩化岩石不是主要的含矿岩(层), 碳酸岩化作用时发生时的热液作用不是主要的成矿作用。碳酸岩脉侵入只是将地幔富金的岩浆带到了浅部, 铁白云石化带的形成过程造成了金元素的初步富集, 并形成矿源层(岩)。

有了这样一个区域性矿源层(岩)之后, 热液活动就可对矿源层(岩)中的金及其它金属元素进行淋滤、富集而形成矿化。因此, 区内碳酸岩化带中的石英硫化物脉、花岗斑岩脉、煌斑岩脉及辉绿岩脉及其与围岩的接触带上均可发生金矿化, 区域内金矿化的多样性也就有了答案。

茶铺子、小宝顶和马丝螺沟金矿中所反映出的金矿化集中发生于铁白云石化带中的硫化物石英脉发育地段的指示, 大规模的成矿发生在碳酸岩化之后, 与硫化物石英脉有关的热液活动有关。

氧同位素研究显示茶铺子金矿成矿流体主要是变质水^[7], 也指示该矿床的主要成矿作用与岩浆作用无关, 而与热液活动关系密切。

因此, 该地区的金矿的形成经历了碳酸岩脉的侵入以及以地层发生铁白云石化为标志的成矿物质初步富集的矿源层(岩)形成阶段和与硫化物石英脉热液活动有关的以黄铁绢英岩化和硅化为标志的成矿物质大规模富集成矿两个阶段, 矿床的成因类型应属于改造型金矿床。

参考文献:

- [1] 王小春. 川西地区金矿的分类体系和优势类型[J]. 黄金科学技术, 1998, 6(5-6): 24-28.
- [2] 王小春. 川西地区金矿的类型与分布规律[J]. 地质与勘探,

- 2000, 36(1): 22–25.
- [3] 王小春, 叶平生. 论川西地区构造演化与金成矿作用之间的关系[A]. 陈衍景, 张静, 赖勇. 大陆动力学与成矿作用—教育部高级研讨班论文集[C]. 北京: 地震出版社, 2001. 153–161.
- [4] 骆耀南, 俞如龙, 侯立伟. 龙门山-锦屏山陆内造山带[M]. 成都: 四川科技出版社, 1998.
- [5] 侯增谦, 潘桂棠, 王安建, 等. 青藏高原碰撞造山带: II. 晚碰撞转换成矿作用[J]. 矿床地质, 2006, 25(5): 521–545.
- [6] 侯增谦, 吕庆田, 王安建, 等. 试论陆-陆碰撞与成矿作用—以青藏高原造山带为例[J]. 矿床地质, 2003, 22: 319–334.
- [7] 李生. 四川锦屏山地区金矿源层及成矿模式[J]. 沉积与特提斯地质, 2001, 21(3): 48–59.
- [8] 廖忠礼, 邓永福, 廖光宇. 四川锦屏山地区新生代冲断作用[J]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(2): 152–159.
- [9] 李生. 四川锦屏山地区推覆构造带特征及其研究意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(1): 7–77.
- [10] 刘昭惠. 四川平武、茶铺子地区含金铁质碳酸盐岩体地质特征[J]. 矿物岩石, 1989, 9(3): 81–85.
- [11] 田世洪, 张桂兰, 侯增谦, 等. 四川里庄稀土矿床岩浆碳酸岩的地球化学[J]. 地球学报, 2005, 26(21): 151–155.
- [12] 杨忠芳, 张志斌, 康亚龙, 等. 四川盐源马思罗金矿区物化探异常特征及外围找矿远景[J]. 黄金, 2011, 4(12): 17–21.
- [13] 刘丛强. 地幔流体及其成矿作用: 以四川冕宁稀土矿床为例[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [14] 李波, 黄智龙, 许成. 四川冕宁稀土矿床碳酸岩 PGE 地球化学初步研究[J]. 矿物学报, 2007, 27(3/4): 424–429.
- [15] 秦朝建, 袁愉卓, 温汉捷, 等. 四川牦牛坪稀土矿床成因研究—来自包裹体的证据[J]. 岩石学报, 2008, 24(9): 2155–2162.
- [16] 田世洪, 丁梯平, 毛景文. 四川牦牛坪稀土矿床地幔流体成矿的碳氢氧硫同位素证据[J]. 地球学报, 2003, 24(6): 551–555.
- [17] 田世洪, 侯增谦, 袁忠信, 等. 川西喜马拉雅期碰撞造山带岩浆碳酸岩的地幔源区特征—Pb-Sr-Nd 同位素证据[J]. 岩石学报, 2006, 22(3): 669–677.
- [18] 张吉宽. 川西孔玉-会理金矿带同位素特征与金矿分布[J]. 黄金地质, 1998, 4(3): 27–29.

An approach to the metallogenic mechanisms and genesis of the gold deposits in the Jinpingshan area, Sichuan

ZHANG Zhi-bin¹, CHENG Wan-hua², KANG Ya-long³, YANG Zhong-fang³, JU Zhe⁴, ZHAO Feng⁴

(1. Xizang Institute of Geological Survey, Sichuan Geological Bureau of Nuclear Industry, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. Institute of Geological Survey, Sichuan Geological Bureau of Nuclear Industry, Chengdu 610061, Sichuan, China; 4. No. 281 Geological Party, Sichuan Geological Bureau of Nuclear Industry, Xichang 615000, Sichuan, China)

Abstract: The metallogenic mechanisms and genesis of the gold deposits in the Jinpingshan area, Sichuan are treated on the basis of geology and wall-rock alteration of the representative gold deposits. The ore-bearing wall rocks of the gold deposits in this area are mainly made up of epimetamorphosed Triassic silty schists, and subjected to widespread carbonatization including ankeritization in the early stage and silicification characterized by beresitization, chloritization and quartz veins. The carbonatization appears in the siltstones within the contact zone of carbonatite veins and muddy siltstones, and resulted from the muddy minerals in the hydrothermal metasomatic rocks during the emplacement of the carbonatite veins. The trends of the gold orebodies reconcile with the occurrence modes of the carbonatization zones, and the gold is enriched in the highly silicified and beresitized zones. The higher background values of gold in the carbonatitized strata indicate a mantle source of gold. The gold mineralization tends to occur in the silicified and beresitized zones and sulfide quartz veins, and resulted from the re-enrichment of the element Au during the paulopost hydrothermal reworking in the study area. The gold deposits have gone through the early gold enrichment and the formation of the source rocks (beds) during the emplacement of the carbonatite veins and ankeritization, and large-scale gold enrichment during the hydrothermal processes represented by the sulfide quartz veins. It follows that the gold deposits in the study area are assigned to the hydrothermally reworked gold deposits.

Key words: metallogenic mechanism; genesis of gold deposits; Yanyuan-Lijiang structural zone; Jinpingshan area in Sichuan