

四川省九寨沟草地金矿床地质特征及矿床成因

王跃忠, 宋大勇

(四川省冶金地质勘查局水文工程大队)

摘要:四川草地金矿床为位于若尔盖—九寨沟印支—燕山期金矿成矿带内的超微细粒浸染型金矿床。通过对该矿床的地质特征、矿石矿物学特征以及控矿因素的系统研究表明,该矿床受构造断裂带控制,在时空上与印支—燕山期岩浆侵入活动密切相关。容矿岩石主要为古生界泥盆系、石炭系构造角砾岩和蚀变花岗斑岩。矿体主要呈脉状、透镜状、浸染状产出。矿床地球化学研究结果表明,成矿物质主要来源于围岩和深部地壳,属低温热液型金矿床。

关键词:地质特征;矿床成因;草地金矿床;若尔盖—九寨沟金矿成矿带

中图分类号:P 618.51

文献标志码:A

文章编号:1001-1277(2010)11-0012-04

草地金矿床地处四川省阿坝藏族羌族自治州九寨沟县草地乡辖区,东与甘肃省文县接壤,矿体发育于若尔盖—九寨沟印支—燕山期金矿成矿带的东段,为“陕、甘、川”金三角地区的重要组成部分^[1-2]。研究该矿床的地质特征与矿床成因对于该地区金矿的找矿与开发、成矿预测等项工作的深入开展具有重要的意义,同时对于“陕、甘、川”金三角地区成矿地质背景、成矿规律的认识更具重要的启示作用。

1 区域地质背景

该矿床大地构造上位于西秦岭地槽褶皱带南缘摩天岭背斜与松潘—甘孜地槽褶皱系巴颜喀拉地槽褶皱带阿尼玛卿背斜结合部位。区内自晋宁运动以来,经历多期次构造演化,地质构造运动强烈,褶皱、断裂构造发育,岩浆活动频繁,成矿条件优越^[3]。

区域较大的断裂带为松柏—梨坪断裂,属川西北地区大型断裂——玛曲—荷叶断裂东段分支。断裂整体呈弧形,弧顶位于联合村一带,向东总体走向为NE向,向西为NW向,长近100 km,宽数十米至数千米。断裂总体为南倾,倾角为45°~65°,局部北倾,并具有分支现象。断裂上盘为二叠系灰岩、砂岩和板岩,下盘为泥盆系石英砂岩和灰岩。沿断裂带岩石挤压破碎强烈,主要发育压性构造透镜体、构造角砾岩及黑色碳化断层泥,并有强烈硅化,矿区及外围各种线性及环形构造、金矿化都明显受该断裂控制。

区域发育的主要褶皱有摩天岭背斜和阿尼玛卿背斜。前者北以玛曲—荷叶大断裂为界,南抵古城—青川大断裂,西临岷江—虎牙锯齿状深大断裂。其核部出露中元古界碧口群复理石碎屑岩建造夹火山岩

(细碧角斑岩)建造。上伏地层为早震旦世磨拉石建造,上震旦统碳酸盐夹碎屑岩建造,上志留统碎屑岩、硅质岩夹碳酸盐建造,中泥盆统碎屑岩、含碳硅质岩、碳质泥岩、碳酸盐岩建造,石炭、二叠系碳酸盐岩夹细碎屑岩建造。下、中三叠统仅出露在黄龙乡以北西地区,为碳酸盐岩建造。后者阿尼玛卿背斜北以玛沁—略阳深大断裂为界,南抵玛曲—荷叶大断裂,呈楔形插入西秦岭冒地槽褶皱带降札和摩天岭两大块之间。地层以二叠系复理石建造为主夹混杂堆积的古生界外来岩块、铁锰矿层、碳酸盐岩层和细碧角斑岩建造。

区域岩浆活动频繁,呈现中酸性岩为主的多期次岩浆侵入,主要岩石类型有花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩,少数辉绿岩、闪长玢岩和煌斑岩。岩体产状主要为岩株、岩枝、岩脉等,侵入时代大致属于印支—燕山期产物。与岩体有关的矿化有Au、W、Sn。

2 矿区地质特征

2.1 地层

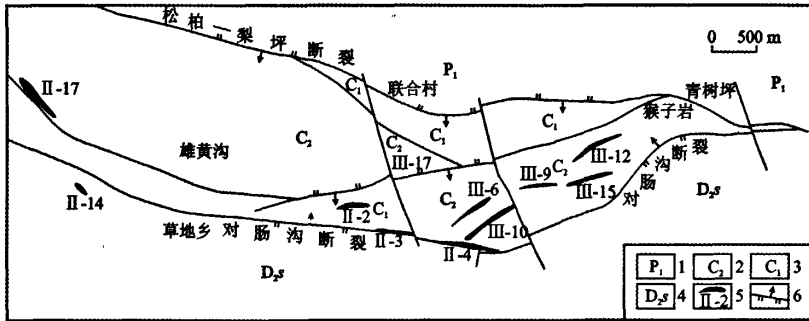
矿区主要出露地层为中泥盆统三河口组(D_2s)、中一下石炭统(C_1-C_2)及下二叠统(P_1)地层,岩层走向近东西向(见图1)。中泥盆统三河口组(D_2s)主要由一套半深海—深海相沉积的深灰—灰黑色灰岩、泥灰质砾岩、硅质岩及碳质千枚岩组成,厚度大于2 000 m,与下伏地层呈断层接触。该套地层在矿区较破碎,岩石片理化发育,岩脉穿插频繁,是矿区的主要容矿层位之一。中、下石炭统地层主要为台地相碳酸盐岩地层,局部夹少量碎屑岩建造,是矿区主要含矿层。下统(C_1)自下而上可分为砂泥质岩段、砂岩

收稿日期:2010-07-24

作者简介:王跃忠(1968—),男,云南昆明人,硕士,工程师,从事矿产地质勘查工作;四川省成都市新都区新繁镇新力路208号,四川省冶金地质勘查局水文工程大队,610501

段以及钙质板岩段三部分,其底部的砂泥质岩段不整合覆于泥盆系三河口组地层之上,其岩性为灰色—灰黑色薄层泥质砂岩夹钙质板岩,出露厚度 150 ~ 350 m。主要分布于矿区北部紧靠松柏—梨坪断裂区域,在矿区西南部紧靠对肠沟断层也有少量出露。中段砂岩段岩性主要为变长石石英砂岩夹粉砂岩、石英砂岩和碳质千枚岩及薄层泥质灰岩,厚度大于 100 m,分布在矿区北部和西南部。上段钙质板岩段主要岩性为灰黑色钙质板岩夹薄层灰岩、碳质千枚

岩,出露厚度为 300 ~ 340 m,分布在矿区北部和西南部。石炭系中统(C_2)地层主要由浅灰—灰白色中厚层状微晶灰岩夹白云质灰岩及薄层白云岩组成,分布于矿区东南部大片地区,为矿区重要的含矿层位。出露厚度 350 ~ 550 m,与下伏地层呈断层或整合接触。下二叠统地层在矿区北部松柏—梨坪断裂以北地区广泛出露,其岩性为海相碳酸盐岩及正常沉积碎屑岩。



1—下二叠统 2—中石炭统 3—下石炭统 4—中泥盆统三河口组 5—金矿体及编号 6—断层
图1 草地金矿床矿区地质图

2.2 控矿构造特征

草地矿区位于松柏—梨坪断裂及其次级对肠沟断层形成的构造锐角区内,分布在上草地—东峪口复背斜西部北翼倾伏端,联合村向斜东段轴部附近,矿体定位于构造角砾岩带及羽状断裂内。矿区构造的基本骨架为两条断裂夹一“破向斜”(见图1)。区内地层、岩脉破碎,表现形式为羽状裂隙、层间剥离带、角砾岩等,呈带状、透镜状展布。各类地质构造形迹复杂多变,不同级序和方向的断裂或平行展布、或断续出现、或分支复合、或交切叠加。

2.3 岩浆岩特征

区内岩浆活动以印支—燕山期浅成酸性脉岩为主,少量中基性脉岩,岩性包括花岗斑岩、石英斑岩、花岗细晶岩,少量煌斑岩、花岗闪长岩。脉体规模较小,宽度在数十米至数百米不等,长度一般不超过 1 km,产状一般沿北西西向和北东向断裂带或层间破碎带分布,倾向北或南东,倾角一般 $45^\circ \sim 70^\circ$ 。其中,花岗斑岩经成矿期构造改造,均可以成为金的含矿岩石,是区内重要的找矿标志。矿化花岗斑岩平均含金 0.235×10^{-6} (140 件),弱矿化花岗斑岩平均含金 75×10^{-9} (19 件)。岩浆活动对矿区的金矿化起着活化、迁移、聚集作用。

2.4 地球化学特征

对矿区主要岩石和矿石中微量元素研究表明:
① As、Sb、B、Pb、V 和 Mo 等元素丰度值在各地层中

均高于地壳克拉克值,其中石炭系中 Sb、As、B、Pb 等元素含量又高于二叠系和泥盆系;② Cu、Ni、Cr、Ba 等元素丰度值均低于地壳克拉克值;③ Au、Bi、Hg 含量变化较大,但石炭系峰值均最高;④ 全区仅花岗斑岩 Au 丰度值高于地壳克拉克值,其他地层岩石 Au 丰度均低于地壳克拉克值,结合矿体产出特征,表明花岗斑岩极可能是该区金矿重要的矿源岩。总体上,矿区 Au 与 Cu、Sb、As 呈正相关,可作为本区找金的直接指示元素,而与 Ag、Hg 等伴生元素相关性不明显。

3 矿床地质特征

3.1 矿体、矿化体特征

草地金矿区已圈定 3 个含金矿化带 38 个金矿化体(见图1)。

I 号矿化带位于矿区北部松柏—梨坪断裂两侧碎屑岩内,矿带长度超过 5 km。因地表村民住房和耕地覆盖,目前仅发现 3 个矿体,其中 I-1 号矿体矿化较好,赋存在下石炭统碎屑岩的层间破碎带中,长 27 m,厚 1.39 m,金品位 $1.16 \times 10^{-6} \sim 4.54 \times 10^{-6}$,平均品位 2.35×10^{-6} 。矿体形态简单,呈透镜状产出。

II 号矿化带位于矿区南部对肠沟断裂带(F_2)内,含矿岩石为构造角砾岩,长 8 km,宽 50 ~ 500 m,矿带内金异常集中,高值点突出,初步发现金矿(化)

体 16 个, 单个矿体长 40 ~ 940 m, 矿体平均厚度 1.05 ~ 40.41 m, 金品位 $1.72 \times 10^{-6} \sim 4.62 \times 10^{-6}$ 。矿体形态复杂, 沿断裂带分支再现明显, 矿体总体产状同对肠沟断裂带产状一致, 倾向北—北东, 倾角较陡, 大约 $40^\circ \sim 65^\circ$ 。

Ⅲ号矿化带位于 I、II 号金矿(化)带之间, 赋矿层位为中石炭统, 矿体赋存在 NE—NEE 向的花岗斑岩脉与脆裂状白云质灰岩外接触带内。矿带长 8 km 左右, 宽 550 ~ 700 m。金异常数多、面大、集中, 浓集中心突出。初步发现 19 个矿(化)体, 单个矿体长 50 ~ 828 m, 厚度 0.84 ~ 6.30 m, 金品位 $1.10 \times 10^{-6} \sim 3.39 \times 10^{-6}$ 。矿体形态复杂, 呈脉状、浸染状、似层状产出, 产状与脉岩产状大体一致, 走向北东向, 倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$, 局部倾角可达 80° , 平面上各矿体大致平行排列。

3.2 矿石类型与矿石矿物成分

草地金矿床矿石类型主要有构造角砾岩型和花岗斑岩型两种类型, 其中构造角砾型矿石系该矿床主要的矿石类型。

构造角砾岩型矿石多分布于破碎带角砾岩中, 矿石呈深灰—灰黑色, 风化后呈褐黄色, 矿石主要由硅质角砾岩组成, 其次为变长石英英砂岩、泥质灰岩和酸性脉岩。矿石中金属矿物有褐铁矿、黄铁矿、磁铁矿、辉锑矿、辰砂, 呈星点状分布; 非金属矿物可见雄黄、雌黄、萤石、高岭土、石英、绿泥石等。

花岗斑岩型矿石主要分布在蚀变花岗斑岩脉中及其接触带上, 矿石呈浅肉红色、黄褐色, 变余斑状结构及交代结构, 碎裂状构造、块状构造。矿石中常见的金属矿物有黄铁矿、辉锑矿、毒砂、菱铁矿, 非金属矿物有绢云母、雄黄等; 脉石矿物主要是石英、长石、方解石、萤石、辰砂、叶腊石、绿泥石、锰铝榴石等; 次生矿物有褐铁矿、高岭土、硬石膏、黄钾铁矾等。

3.3 矿石结构、构造

矿石结构因矿石类型不同而存在差异, 常见的矿石结构主要有变余花岗斑状结构、斑晶结构、无斑微晶结构、环带结构、变形结构、压碎结构、交代结构、残余结构、环边结构、港湾结构、变余砂状结构等。

矿石构造主要有角砾状构造、碎裂状构造, 角砾成分为花岗斑岩、白云质灰岩, 偶见砂岩角砾, 角砾大小不等, 呈棱角状、次棱角状分布, 含量 $60\% \sim 65\%$, 胶结物为褐铁矿、方解石、石英脉, 以及碳质和黏土矿物等, 含量 $30\% \sim 35\%$ 。浸染状构造: 系褐铁矿呈不规则状混染于花岗斑岩中; 细脉、网脉状构造: 多为方解石细脉穿插充填在矿石裂隙中, 脉宽一般小于 1 mm; 另外, 偶见晶洞构造、多孔状构造、次生蜂窝状构造。

万方数据

3.4 围岩蚀变与矿化特征

矿区围岩蚀变种类较多, 与成矿作用有关的热液蚀变有硅化、碳酸盐岩化、绿泥石化、高岭土化、萤石化、辉锑矿化、重晶石化、黄铁矿化、雄黄、雌黄等。其中硅化、高岭土化、碳酸盐岩化、重晶石化是弱酸性淋滤带产物, 可作为地下金矿化存在的标识。绿泥石化、硅化、萤石化是地表和近地表中低温热液蚀变的证据。雄黄、雌黄则是低温热液金矿的典型矿物组合, 与金矿化关系密切, 一般雄黄、雌黄、黄铁矿(风化后呈褐铁矿)同时出现的地段金品位较高, 可作为金矿化存在的直接标志。热液蚀变由外带到内带, 在横向上可划分为碳酸盐化带→硅化—碳酸盐化带→硅化—硫化物蚀变带; 垂向上由上至下可分为矿体顶部淋滤蚀变带→矿体上部的硅化—硫化物蚀变带。

3.5 金的赋存状态

矿石中金主要以超微细粒($< 0.1 \mu\text{m}$)自然金单体形式被胶体吸附于黄铁矿、菱铁矿等载金矿物的裂隙或表面, 占总量的 91.4% ; 矿物包体金约占 8.53% 。载金矿物主要是黄铁矿, 其次是菱铁矿、方解石、石英、绢云母等矿物。单矿物化学分析结果表明: 褐铁矿含金 11.78×10^{-6} , 方解石含金 1.13×10^{-6} , 绢云母含金 0.42×10^{-6} , 石英含金 0.41×10^{-6} 。矿石包裹金在硅酸盐矿物中占 1.92% , 褐铁矿等次生矿物中占 0.84% , 石英中占 2.64% 。

4 成矿地质条件

4.1 地层、岩性与成矿

在草地金矿区, 不同矿段赋矿围岩岩性存在一定的差异, 有千枚岩、板岩、灰岩及少许碎屑砂岩等。但从统计资料来看, 金矿体主要赋存于破碎的构造角砾岩以及花岗斑岩中, 并且在空间上矿化现象均发育于断层破碎带或与断层相伴生产出的中酸性浅成花岗斑岩脉外接触带上, 显示出地层岩性对矿化具有一定控制作用。

4.2 构造与成矿

联合村金矿床位于玛曲—荷叶大断裂东段分支松柏—梨坪弧形断裂与次级对肠沟断裂所夹持的“人”字型锐角区。矿体产出于北西西向和北东向断裂破碎带中, 沿断裂带相伴有中酸性浅成岩脉出露。松柏—梨坪弧形断裂形成华力西期, 经印支—燕山期多期次构造活动不仅为中酸性岩浆的上升侵入提供了通道, 同时也为深层含矿热液卤水的运移及成矿物质补充创造条件。次级断裂——对肠沟断裂属张扭性正断层, 和北东向的张扭性羽状断裂是矿区主要导矿容矿构造。这 3 组构造彼此联系, 为金矿的活化、迁移和富集成矿提供了十分有利的成矿条件^[4]。

4.3 岩浆活动与成矿

矿区内沿断裂带出露大量花岗斑岩、石英斑岩、花岗细晶岩以及煌斑岩等酸性侵入岩岩脉,这些岩浆的侵位不仅为矿源层提供了成矿元素活化迁移的热动力和流体,并促使含矿热液和流体循环;同时,也为金矿床的形成带来深部成矿物质,促使矿液进一步富集,并造成围岩破碎,形成有利的赋矿空间。

4.4 围岩圈闭与成矿

矿区地层为碳酸盐岩与碎屑岩互层建造类型,经构造改造局部形成构造圈闭层和构造滑脱空间,有利于成矿作用的进行。矿区蚀变花岗斑岩型矿体多产于花岗斑岩与白云质灰岩接触带内;构造角砾岩型矿体则多产生在其顶底板由1~2 m厚的断层泥化带构成的“圈闭层”内。

5 矿床成因探讨

对矿区主要矿石的同位素地球化学研究表明:黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 变化于6.78‰~9.02‰之间,平均值为7.3‰,表明成矿溶液中的硫具有混合硫源特征。方解石的 $\delta^{13}\text{C}$ 介于0.92‰~1.58‰之间, $\delta^{18}\text{O}$ 介于13.31‰~15.69‰之间,具有海相碳酸盐的碳氧同位素组成特征,表明成矿热液中碳主要来源于碳酸盐地层。氢氧同位素特征表明,大气降水、岩浆期后热液水、岩石圈闭水参与了成矿作用。成矿流体介质(pH=5.16)呈弱酸性,金主要沉淀于弱酸性氧化条件。矿石中方解石包裹体为气、液混合体,均一温度

166~173℃,La/Rb值显示,成矿压力小于100 MPa,成矿深度为浅成—超浅成^①。

综合上述研究结果,草地金矿床是赋存于古生界泥盆系与石炭系地层的以构造角砾岩型和浅成—超浅成花岗斑岩型为主的超微细粒浸染型金矿床。矿脉明显受构造断裂带控制,在时空上与印支—燕山期岩浆侵入活动密切相关。泥盆系和石炭系是矿体初始矿源层,随后的印支—燕山期由于构造挤压迫使地壳发生部分熔融,沿松柏—梨坪弧形断裂发生中酸性岩浆侵位,并带来了新的成矿物质和低温热液。与此同时,岩浆演化过程中释放的热能驱使由岩浆水和大气降水构成的热液系统发生对流循环,使矿源层中的成矿物质发生活化而进入成矿热液系统,迁移至有利构造部位沉淀、富集、成矿。因此,草地金矿床为印支—燕山期构造活动背景下的产物,属于与岩浆活动有关的低温热液成矿,断裂构造和中酸性岩浆侵位对成矿起主要的控制作用。

[参考文献]

- [1] 李亚东. 西秦岭—松潘金三角地区金矿带划分及特征[J]. 甘肃地质学报, 2003, 12(1): 43-49.
- [2] 郭俊华, 李建忠, 吴春俊, 等. 陕甘川“金三角”金矿地质特征及找矿前景分析[J]. 黄金科学技术, 2009, 17(6): 6-11.
- [3] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 1-125.
- [4] 王全伟, 姚书振, 梁斌. 川西北地区金矿成矿构造动力学探讨[J]. 地质科技情报, 2003, 22(4): 80-84.

Geological characteristics and genesis of Caodi gold deposit in Sichuan

Wang Yuezhong, Song Dayong

(Hydro-engineering Team, Sichuan Metallurgical & Geological Exploration Bureau)

Abstract: Caodi deposit is a superfine-disseminated gold deposit, which lies in the Indosinian-Yanshanian Ruoergai-Jiuzhaigou gold metallogenic belt. A research on the geological characteristics, ore-controlling factors and ore mineralogy features indicates that the deposit is mainly controlled by the structural fault belt and is closely related to the Indosinian-Yanshanian magma intrusion in time and space. The mineralization is held by Devonian and Carboniferous tectonic breccia and altered granite porphyry. And orebodies are mainly in vein, lenticular and disseminated forms. Geochemical studies show that the metallogenetic materials mainly came from wall rock and deep crust, and the deposit is a low temperature hydrothermal gold deposit.

Keywords: geological characteristic; genesis of deposit; Caodi gold deposit; Ruoergai-Jiuzhaigou gold metallogenetic belt

(编辑: 宿晓静)

①紫金矿业集团股份有限公司. 四川省九寨沟县草地矿区联合村矿段金矿详查报告. 2007.