

哀牢山金矿带原生金矿床的类型及控矿条件

俞广钧

(昆明工学院地质系)

哀牢山金矿带位于红河、哀牢山构造变质带的西亚带。矿带由一系列不同成因和不同类型的金矿床组成。矿床受地层(上志留统、中一下志留统金厂组矿源层)、岩性(浅变质基性火山—碎屑沉积岩)、多期活动的压扭性断裂带(哀牢山深大断裂及其次级构造)和矿源岩(超基性、基性、中—酸性岩浆岩)成矿条件控制。矿床是在矿源层、矿源岩基础上,经过燕山期构造—岩浆活动的改造而富集形成的。

关键词: 哀牢山金矿带; 原生金矿床类型; 控矿条件



地质·矿床

哀牢山金矿带位于滇藏歹字型构造体系的中段东支、红河—哀牢山构造变质带的西亚带。矿带呈北西向的带状分布,长约350余km。该金矿带,继墨江金厂金矿床之后,近几年来又陆续在金平、元阳、镇源、新平等地找到了一系列大、中、小型金矿床。研究表明,这里的原生金矿床具有多类型、多成因、成矿物质多来源、成矿作用多期次和严格受构造控制的特点。金矿床的形成主要受地层岩性、构造和岩浆岩控制(图1)。

金矿床的主要类型及地质特征

1. 与超基性岩有关的中—低温热液金矿床

以墨江金厂金矿床、老王寨金矿床Ⅰ、

Ⅱ号矿体为典型实例。矿床分布于哀牢山金矿带中段与北段镁质超基性岩体接触带或外接触带的浅变质岩系蚀变岩断裂带内。矿体主要围岩为中一下志留统金厂组变余砂岩、板岩、砂板岩互层和上志留统含炭质杂砂岩、板岩、千枚岩及拉斑玄武岩互层。矿体由含金石英脉、含金蚀变岩、含金石英脉—蚀变岩及含金蚀变超基性岩等组成。矿体呈透镜状、似层状、脉状和不规则状产出,长数十米至数百米,厚数十厘米至数米。富金石英脉品位数十至百余g/t,含金蚀变岩、贫金石英脉型矿石金品位3~5g/t。矿石的矿物成分比较复杂,贵金属矿物以自然金为主,含少量银金矿、硒金银矿、自然银、辉银矿、银黝铜矿,还含有自然铂、铂金矿、钯金矿、铈金矿等铂族元素矿物。金属矿物有黄铁矿、辉锑矿、黄铜矿、毒砂、硫锑铜银矿、硫化镍、白钨矿等。脉石矿物有石英、铬水云母、滑石、菱镁矿、方解石、白云石、绿泥石、高岭石等。近矿围岩蚀变主要为硅化、黄铁矿化、铬水云母化、滑石化

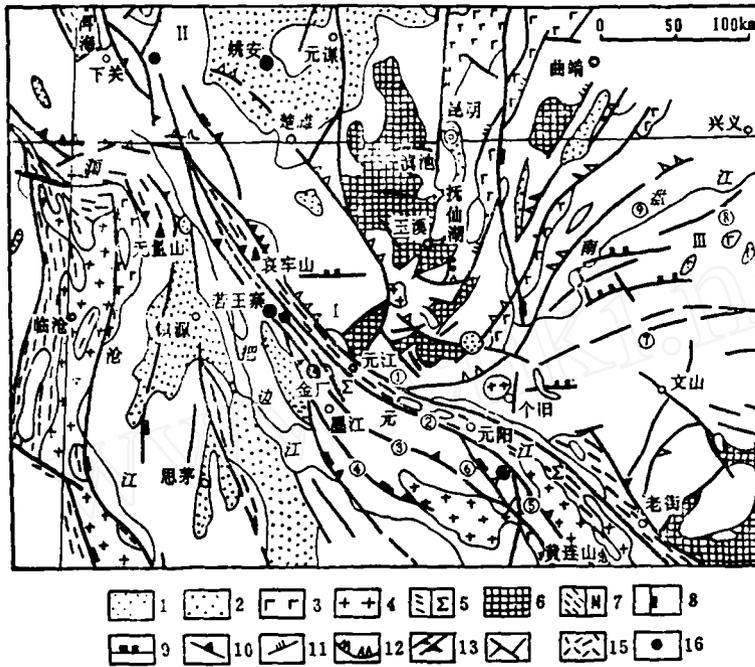


图 1 哀牢山金矿带构造体系及金矿床分布图

1—新生代槽地及盆地，2—白垩纪盆地，3—玄武岩，4—花岗岩类，5—超基性岩，6—元古界，7—变质岩，8—南北向构造体系，9—东西向构造体系，10—歹字形构造体系，11—新华夏系构造体系，12—山字形构造体系，13—其他旋扭构造体系，14—体系不明的断裂，15—中—酸性喷出岩，16—金矿床；I—哀牢山金矿带；II—滇西北—滇中金矿带；III—滇东南金矿带；①红河深大断裂；②哀牢山深大断裂；③九甲—安定（墨江）—绿春大断裂；④阿墨江断裂；⑤桃家寨断裂带；⑥攀枝花断裂；⑦开远—广南弧形断裂；⑧南盘江断裂；⑨弥勒—师宗断裂

和碳酸盐化。金矿物以自然金为主，尚有少量银金矿和硒金银矿。金矿物粒度较细，平均0.01235mm，一般呈粒状、浑圆状和枝叉状。自然金成色较高（818~940）。自然金主要呈裂隙金、晶隙金和少量包体金赋存于石英、黄铁矿中。主要载金矿物有黄铁矿、辉锑矿、黄铜矿、石英和含银矿物。成矿均一温度150~210℃。成矿年龄（根据与金共生的矿物铬水云母K—Ar法测定）114Ma，成矿时代为燕山期。矿床硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围-8.3~-1.1‰，平均值-4.3‰，分布集中，塔式效应明显，有接近陨硫的趋势，表明矿石硫主要来源于超基性岩。含金石英脉氢氧同位素组成 $\delta\text{D} = -114 \sim -78\text{‰}$ ， $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = -5 \sim +9\text{‰}$ ，表明成矿流体由岩

浆水和地下热水组成，成矿物质主要来源于超基性岩，并与燕山期构造—岩浆活动的改造作用有关（图2）。

2. 与古生代基性火山—沉积岩建造有关的层控金矿床

以老王寨金矿床Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ号矿体和库独木金矿床Ⅰ号矿体为代表。矿床位于哀牢山金矿带北段，受哀牢山深大断裂及其次级构造九甲—安定（墨江）—绿春断裂构成的构造剪切带、上志留统基性火山—沉积岩建造矿源层及燕山期构造—岩浆活动的改造作用控制。金矿体赋存于上志留统炭质硅质板岩、绢云母板岩、千枚岩、杂砂岩、拉斑玄武岩等组成的基性火山—碎屑沉积岩内。含矿层位岩石金丰度升高（3~130ppb）。金

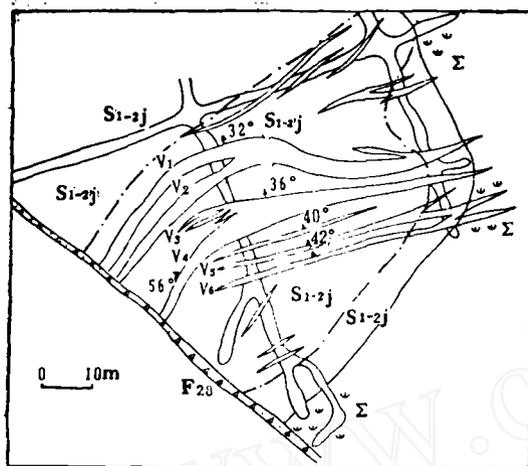


图 2 金厂金矿床烂山5号矿体2008m中段地质图
 S_{1-2j}—中一下志留统金厂组砂板岩；1—超基性岩；2—断裂；3—含金石英脉；4—石英脉—蚀变岩型矿体；5—超基性岩边界；6—产状；7—坑道

矿床由含金黄铁矿—硫化物型矿体和含金辉锑矿—多金属硫化物型矿体组成。前者赋存于拉斑玄武岩、杂砂岩构造破碎带内，形成厚大的似层状、透镜状破碎带蚀变岩型金矿体，长百余米，厚数米至十余米。金品位数至数十g/t，平均10g/t左右；后者赋存于炭质、硅质、绢云母板岩、变质杂砂岩、砂板岩互层带的层间断裂带中，呈多层次（2~5层）似层状、脉状矿体产出。矿体与围岩呈渐变过渡关系，矿体产状与围岩产状一致。矿体长200~300m，厚1~2m。金品位5~6g/t。近矿围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化。金属矿物有自然金、黄铁矿、辉锑矿、毒砂、黄铜矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿等；脉石矿物有石英、长石、绢云母、碳酸盐、粘土、炭质等。金矿物为自然金，呈粒状、树枝状、线状、不规则片状产出，粒度0.05~0.1mm。自然金主要呈裂隙金、晶隙金及少量包体金赋存于黄铁矿、毒砂、辉锑矿、石英等载金矿物中，自然金常与黄铁矿、毒砂

共生于沿层理分布的炭质条带内。矿石硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围0.1~1.8‰，平均值0.95‰，分布集中，具岩浆硫的特征。矿石硫来源于基性火山岩。含金石英脉氢氧同位素组成 $\delta\text{D} = -10.8\text{‰}$ ， $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = -6.7\text{‰}$ ，表明成矿流体由岩浆水与地下热水组成。矿石碳酸盐中碳同位素组成 $\delta^{13}\text{C} = 0.2 \sim 0.3\text{‰}$ ，接近于0，表明碳质来源于沉积碳酸盐岩地层。因此，本类矿床具有明显的层控特征（图3）。

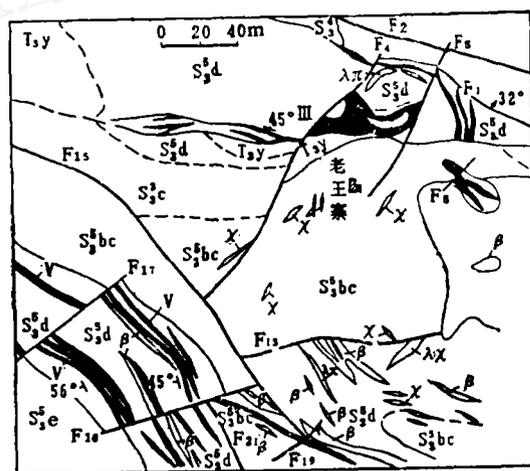


图 3 老王寨金矿床Ⅱ、V号矿体平面地质图

T_{3y}—上三叠统一碗水组红层；S₃^d—变杂砂岩；S₃^d—板岩、泥灰岩、杂砂岩、玄武岩；S₃^c—石英杂砂岩、绢云母板岩；S₃^{bc}—板岩、硅质岩、杂砂岩；S₃^e—变石英杂砂岩；φ—超基性岩；β—玄武岩；λπ—石英斑岩、花岗斑岩；X—煌斑岩脉

3. 与中—酸性侵入岩有关的石英脉型热液金矿床

以元阳大坪金矿床为典型实例。矿床位于哀牢山金矿带南段，受哀牢山深大断裂及其平行次级构造九甲—安定（墨江）—绿春断裂和入字型分支构造桃家寨断裂带（由三家河、小新街和小寨—金平断裂组成）构成的构造剪切带控制。金矿体直接赋存于华力西—印支期桃家寨闪长岩体断裂带内，并与

切穿闪长岩体的燕山期花岗斑岩、二长斑岩侵入体(γ_2^1)存在空间上和成因上的联系。矿体由含金多金属硫化物的石英脉组成,呈脉状、透镜状产出。矿体长数十至200余m,厚数十cm至2m。矿石金品位数至数十g/t。金属矿物有自然金、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、银黝铜矿、砷黝铜矿、脆硫锑铅矿、砷铅矿、锡石、磁铁矿等;脉石矿物有石英、绢云母、碳酸盐、绿泥石、重晶石等。自然金以粒状为主,另有片状、线状和不规则状。金矿物粒度0.01~0.3mm。自然金成色800~932。主要呈裂隙金嵌布于黄铁矿、石英中,部分自然金嵌布于石英、黄铁矿、黄铜矿之间的晶隙中。矿石硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}=2.53\sim 4.85\%$,平均3.68%,与桃家寨闪长岩硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}=3.7\%$ 十分接近,表明矿石硫来源于闪长岩。含金石英脉氢氧同位素组成 $\delta\text{D}=-73\sim -89\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}=-7\sim 5.8\%$,表明成矿流体由岩浆水与地下水组成,成矿物质主要来源于闪长岩,成矿作用与燕山期构造岩浆活动的改造作用有关(图4、表1)。

控矿条件

云南工业金矿床主要分布于哀牢山金矿带,不同类型金矿床的成矿作用,都受到特定的地层与围岩岩性、构造、岩浆岩控制。

1. 地层围岩控矿条件

哀牢山金矿带中、北段,墨江金厂金矿床中一下志留统金厂组中下部砂岩、板岩、砂板岩互层地层赋存有石英脉型、石英脉—蚀变岩型金矿体,并出现基性火山熔岩、火山碎屑岩及绿片岩,金的丰度较高(15~20 ppb)。老王寨金矿床Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ号矿体、库独木金矿床Ⅱ号矿体均赋存于上志留统含炭质杂砂岩、板岩、千枚岩、砂板岩互层及拉斑玄武岩等组成的基性火山—沉积岩建造的一定层位。矿体呈似层状、层状、脉状,沿

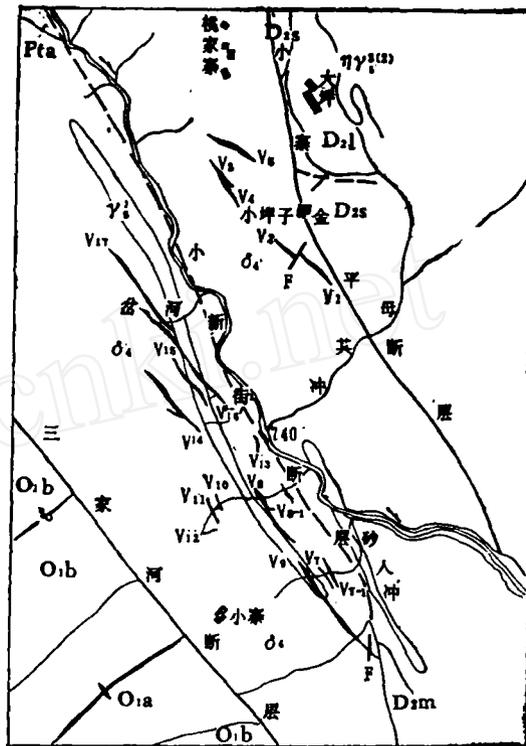


图4 元阳大坪金矿床构造纲要及矿脉分布图

D_{2s}—中泥盆统宋家寨组页岩、灰岩; D₂₁—中泥盆统老阴寨组灰岩; D_{2m}—中泥盆统马鹿洞组白云岩、灰岩; O_{1b}—下奥陶统中组砂岩、砂板岩互层; O_{1a}—下奥陶统下组白云岩、砂页岩; Pta—哀牢山群第二组片麻岩; $\eta\gamma_2^1$ —燕山期黑云二长花岗岩; γ_2^1 —燕山期花岗斑岩、二长斑岩; δ_1 —桃家寨华力西—印支期闪长岩; 1—实测、推测断裂; 2—倒转向斜; 3—背斜; 4—控矿断裂(含金石英脉); 5—河流及其流向

构造破碎带或层间断裂破碎带分布。金矿化呈浸染状、细脉浸染状产出,黄铁矿、毒砂、辉锑矿、炭质、自然金等成矿物质常沿地层层理呈条带状分布。矿体与围岩呈渐变过渡关系,矿体产状与围岩产状一致。含矿层位岩石含金丰度高于地壳平均丰度数至数十倍(表2)。矿石硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}=-0.1\sim 0.0\%$,与拉斑玄武岩硫同位素组成一

哀牢山金矿带金矿床主要类型地质特征表

表 1

金矿床类型	典型矿床	成矿构造环境	赋矿地层、围岩岩性	主要岩浆岩	矿物组合	成矿阶段	围岩蚀变
与超基性岩有关的中低温热液金矿床	墨江金厂金矿床 老王寨金矿床 I、II 号矿体	哀牢山深大断裂及其次级构造九甲-安定(墨江)-绿春大断裂控制的构造剪切带内的北西向、近东西向断裂群、超基性岩体接触带断裂为导矿、容矿构造	中-下志留统金厂组砂岩、板岩、砂板岩互层 上志留统上部炭质板岩、砂岩、砂板岩互层及基性火山岩等火山-沉积碎屑岩建造	华力西期镁质超基性岩、燕山期花岗岩、基性火山岩等	黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、毒砂、铬铁矿、辉钨矿、黝铜矿、硫化镍、白钨矿、自然金、银金矿、硒金银矿、自然铂、铂金矿等；脉石矿物有石英、滑石、菱镁矿、铬水云母、绢云母、绿泥石等	I 阶段：贫金石英-黄铁矿阶段 II 阶段：富金石英-多金属硫化物阶段 III 阶段：无金英-黄铁矿阶段石	硅化、黄铁矿化、铬水云母化、滑石-菱镁岩化、绿泥石化
与古生代基性火山-沉积岩建造有关的层控金矿床	老王寨金矿床 III、IV、V 号、库独木金矿床 II 号矿体	哀牢山深大断裂及其次级构造九甲-安定(墨江)-绿春大断裂控制的构造剪切带内北西、东西向次级断裂、构造破碎带、层间断裂	上志留统上部炭质板岩、杂砂岩、拉斑玄武岩等构成的基性火山-沉积岩建造	华力西期镁质超基性岩、燕山期花岗岩、基性火山岩	黄铁矿、毒砂、辉钨矿、黄铜矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、自然金、石英、长石、绢云母、碳酸盐、粘土、炭质等	I 阶段：石英-黄铁矿阶段； II 阶段：石英-多金属硫化物-自然金阶段； III 阶段：石英-黄铁矿-碳酸盐阶段	硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化
与中-酸性侵入岩有关的中温热液金矿床	元阳大坪金矿床	哀牢山深大断裂南段次级入字型构造桃家寨断裂带(三家河、小南街、小寨-金平断裂构成的构造剪切带)北西、北北西、东西向断裂为导矿、容矿构造	赋矿围岩主要为桃家寨闪长岩，矿体产于闪长岩断裂内	华力西期闪长岩、印支期斜长花岗岩、燕山期黑云二长花岗岩、花岗斑岩	黄铁矿、黄铜矿、自然金、银黝铜矿、砷黝铜矿、方铅矿、闪锌矿、锡石、磁铁矿、石英、绢云母、重晶石、碳酸盐、绿泥石	I 阶段：石英-自形晶黄铁矿阶段； II 阶段：石英-一半自形晶黄铁矿阶段； III 阶段：石英-黄铁矿-自然金-多金属硫化物阶段； IV 阶段：石英-黄铁矿-碳酸盐硫酸盐阶段	硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、重晶石化

致。矿石铅同位素模式年龄 391Ma (R.F.C.法),表明成矿物质来源于志留系基性火山岩。矿石(白云石等)碳同位素组成 $\delta^{13}\text{C} = -0.7 \sim -1.8\%$,与金矿化有关的炭质来源于志留系地层。因此,中一下志留统金厂组和

上志留统上部地层被认为是金的矿源层,为层控金矿床成矿物质基础。

2. 构造控矿条件

哀牢山金矿带墨江金厂金矿床、镇源老王寨金矿床、元阳大坪金矿床、新平库独木

哀牢山金矿带含金层位岩石金丰度表

表 2

矿区名称	含金层位	岩 性	金丰度 (ppb)	样品数
墨江金厂	中一下志留统金厂组	变余砂岩、粉砂岩	2~20	6
		变余砂质板岩	1.3~15	5
老王寨 库独木	上志留统	绢云母板岩	3~7	9
		炭质钙质绢云母板岩	3~18	13
		硅质板岩	5~24	4
		变余砂岩	4~36	10
		变余杂砂岩	2~130	8
		拉斑玄武岩	3~140	12

等金矿床均分布于哀牢山深大断裂西亚带次级断裂构造带的有利构造部位, 严格受断裂构造控制; 不同级别的多期次活动的压扭性断裂分别控制着金矿带、矿田、矿床及矿体的分布。

哀牢山深大断裂是一条北西走向的一级多期活动的压扭性断裂带, 北段与红河深大断裂汇合, 向南东逐渐撒开, 大致呈平行展布, 全长350余km。主断裂带岩石强烈变形、片理化、糜棱岩化, 并出现水平擦痕、反S形扭曲、次级断裂以及强硅化蚀变。沿断裂尚有超基性、基性和中一酸性岩分布, 控制着哀牢山金矿带的分布。

九甲—安定(墨江)—绿春大断裂是一条北西走向的二级多期活动的压扭性断裂带, 为哀牢山深大断裂的平行次级构造, 全长300余km, 北段与哀牢山深大断裂汇合, 向南逐渐撒开, 总体上为向南西凸出的弧形断裂。其主干断裂带岩石片理化、糜棱岩化强烈, 局部出现构造透镜体、水平擦痕和反S形扭曲。与金矿床存在空间上、成因上密切联系的哀牢山超基性岩带, 主要沿九甲—安定(墨江)—绿春大断裂分布。它与哀牢山深大断裂构成构造剪切带, 不仅控制了哀牢山构造变质带西亚带(墨江褶皱带)内一系列北西向、近东西向导矿、配矿和容矿低级次成矿断裂的成生与演化, 而且还控制着与金矿床有成因关系的超基性岩、基性岩、中一酸性岩的分布以及后期构造—岩浆活动对早

期形成的矿源岩(层)的改造作用, 有利于矿源岩(层)中金的活化迁移和富集成矿。因此, 这对哀牢山金矿带形成成矿物质多来源、多成因、多类型的金矿床起着重要作用(见图1)。

3. 岩浆岩控矿条件

哀牢山金矿带岩浆活动频繁, 伴随多期次构造运动, 岩浆活动具有多类型、多旋回的特点。主要有晋宁期的基性岩, 华力西—印支期的超基性岩和中性岩、印支期的基性岩、燕山期酸性岩; 尚有加里东期的基性火山岩。哀牢山超基性岩、桃家寨闪长岩、花岗斑岩、二长斑岩以及基性火山岩与金矿床存在着空间上与成因上的联系, 岩石含金丰度较高, 认为是金的矿源岩, 为哀牢山金矿带金矿的形成提供了物质来源、成矿介质和能源。

(1) 超基性岩 哀牢山超基性岩带由一系列超基性岩体组成, 主要沿九甲—安定(墨江)—绿春大断裂中段与北段分布。超基性岩体主要由橄榄岩、斜方辉橄岩及少量纯橄岩组成。根据金厂、老王寨金矿超基性岩岩石化学成分(表3)、CIPW标准矿物成分及球粒陨石标准化REE分布型研究资料, 超基性岩有下列特征: 镁铁比 $m/f = 5.1 \sim 11$, 平均值9.5, $M/S = 1.29 \sim 1.67$, 属铝过饱和型和正常型镁质超基性岩。岩石富含铬、镍、钴元素(Cr3525ppm、Ni2385ppm、Co116ppm), 稀土元素含量较高, 多

金厂、老王寨金矿床超基性岩岩石化学成分 (%) 表

表 3

矿床	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O	Cr ppm	Co ppm	Ni ppm
金厂	38.33	0.04	1.18	5.50	2.37	0.07	37.50	1.73	0.08	0	0.05	0.28	11.20	1.33	3525	81.9	2358
金厂	40.01	0.06	3.35	4.70	2.37	0.07	37.11	0.29	0.13	0	0.06	0.01	10.93	0.26	3250	79.9	2021
金厂	45.18	0.01	2.79	3.68	0.04	0.04	34.60	1.26	0.23	0	0.04	1.10	5.99	1.39	3250	116.1	2358
老王寨	39.01	0.83	5.63	6.53	0.29	0.10	33.40	8.70	0.27	3.84	0.05	0.20	0.12	1.05			

数>1ppm, $S_m/Nd < 0.33$, 某些稀土元素有亏损, 表明超基性岩为岩浆成因的产物。超基性岩体普遍强烈蛇纹岩化、滑石化与石棉化, 据钻探资料, 蚀变深度超过 500m; 靠近金矿体的岩体边缘普遍滑石—菱镁岩化、硅化强烈, 金丰度也普遍升高 (平均 35 ppb、滑石—菱镁岩带含金 90 ppb), 并出现自然金粒; 老王寨金矿 I、II 号矿体直接赋存于超基性岩体接触带。因此, 笔者认为哀牢山金矿带超基性岩是金的重要矿源岩之一, 其依据如下: ①工业金矿体直接赋存于超基性岩体接触带或距岩体不远的外接触带内, 空间上金矿体与岩体存在明显的依存关系; ②金、硅等主要成矿物质来源于超基性岩: 在燕山期构造—岩浆活动及古地下水的改造下, 超基性岩普遍强烈蛇纹岩化、碳酸盐化, 岩体中金质大量活化迁移, 同时岩体也发生去硅作用, 导致 SiO₂ 外迁。据金厂岩体微量金剖面测量资料表明, 远离矿体的岩体内部金平均丰度为 1.92 ppb, 而接近矿体的岩体边缘金丰度高达 35 ppb。表明成矿过程中金与 SiO₂ 从岩体内部迁向成矿的岩体接触带或外接触带 (图 5); ③矿石中出现自然铂、铂金矿等铂族元素矿物, 并且金与铂族元素成互为消长关系; ④矿床中镍矿体常赋存于金矿体的旁侧或上下盘围岩中, 金镍矿体在空间上有一定的依存关系; ⑤矿石与超基性岩具有相同的微量元素组合, Cr、Ni、Co、Sb、As 元素同步升高 (老王寨金矿床 I 号矿体矿石中 Cr 8000 ppm、Ni 600 ppm、Sb 1000 ppm); ⑥硫同位素组成 $\delta^{34}S$ 变化范围小, 分布集中, 塔式效应明显。例

如, 金厂金矿 $\delta^{34}S = -8.3 \sim -1.1\%$, 平均 -4.3%, 表明矿石硫来源于超基性岩。含金石英脉氢氧同位素组成 $\delta D = -114 \sim -78\%$, $\delta^{18}O_{H_2O} = -5 \sim +9\%$, 表明成矿流体来源于岩浆水与古地下水。矿石铅同位素模式年龄为 140~304 Ma (H-H 法), 表明矿石铅部分来源于华力西—印支期超基性岩。

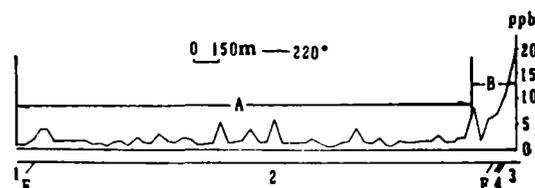


图 5 金厂超基性岩体金丰度变化曲线图

1—金厂组浅变质岩; 2—金厂超基性岩体; 3—金厂组蚀变浅变质岩; 4—蚀变花岗岩体; F—断裂; A—金丰度降低场; B—金丰度升高场

(2) 基性岩浆岩 老王寨、库独木金矿床中拉斑玄武岩是与层控金矿床关系密切的基性岩浆岩。从拉斑玄武岩的岩石化学成分 (表 4), 可得出其岩石化学特征: ① $Na_2O + K_2O / (SiO_2 - 39) = 0.045$, 岩石碱度很低, 应属于过饱和的石英拉斑玄武岩类; ② 岩石镁铁比值 $m/f = 0.97$, 为富铁拉斑玄武岩; ③ 从 $\langle FeO \rangle / MgO - SiO_2$ 关系图上岩石投点于拉斑系列中 ($\langle FeO \rangle = FeO + Fe_2O_3 \times 0.8999$)。

拉斑玄武岩含金丰度较高 (3~140 ppb), 层控金矿体主要赋存于拉斑玄武岩构造破碎带 (图 3)。矿体主要由含金蚀变拉斑玄武岩组成, 矿石化学成分与玄武岩化学成分一致。矿石与玄武岩具有相同的微量

老王寨金矿床拉斑玄武岩岩石化学成分 (%) 表

表 4

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	SO ₂
50.51	1.72	17.28	9.85	1.65	0.16	5.85	5.92	0.06	0.46	1.36	4.84	0.54	0.1

元阳大坪金矿床桃家寨闪长岩岩石化学成分 (%) 表

表 5

岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂	CO ₂	H ₂ O
深色闪长岩	41.00	3.96	13.67	6.78	10.14	0.17	6.64	10.41	2.22	0.68	2.08	0.02	0.3	1.83
中色闪长岩	47.16	0.66	19.44	2.50	4.99	0.11	7.46	7.37	3.28	2.28	0.22	0.04	0.3	2.10
浅色闪长岩	49.16	0.62	22.29	2.84	3.36	0.08	6.20	8.60	2.57	2.70	0.22	0.02	0.08	2.44

元素组合,其中铜、铅、锌、镍含量同步升高 (Cu221ppm、Pb32ppm、Zn137ppm、Ni175ppm),为克拉克值的1~5倍。老王寨金矿床Ⅱ号矿体硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}=0\%$,矿石硫主要来源于基性岩浆岩。矿石铅同位素模式年龄为391Ma (R.F.C.法),表明铅等成矿物质来源于加里东期基性火山岩。因此,拉斑玄武岩为金的矿源岩。

(3) 中酸性岩浆岩 哀牢山金矿带与金矿化有关的中一酸性岩浆岩主要是华力西期闪长岩与燕山期花岗斑岩、二长斑岩等酸性脉岩。

从元阳大坪金矿床桃家寨闪长岩岩石化学成分(表5)可知,该闪长岩SiO₂含量偏低(41~49%)、TiO₂含量较高(3.96%),铁、镁含量较高(FeO+Fe₂O₃=16.96%、MgO=6.20~7.46),Na/K>1,Na>K,富钠低钙岩石;闪长岩属于贫硅、低钙、富铁镁高碱的钙碱系列岩石。

笔者认为桃家寨闪长岩是金的矿源岩,主要依据是:①由岩石化学特征可看出该闪长岩是一种偏基性的中性岩,原始含金丰度较高;②含金石英脉均赋存于闪长岩体断裂带中;③闪长岩体的面型蚀变导致金的活化迁移:岩体微量金实测剖面资料证明,V₉矿脉旁侧20m范围的岩体内出现金丰度升高场(平均18ppb),而远离矿脉的岩体内出现金

丰度的降低场(平均1.99ppb),低于正常同类岩石金丰度(3.2ppb)的40%。由于燕山期构造—岩浆活动对闪长岩体的改造作用,导致岩体发生面型蚀变,使金活化迁移,同时还释放出SiO₂,闪长岩为成矿提供了成矿物质来源;④矿石硫同位素组成($\delta^{34}\text{S}=3.68\%$)与闪长岩同位素组成($\delta^{34}\text{S}=3.7\%$)十分一致。含金石英脉氢氧同位素组成 $\delta\text{D}=-89\sim-73\%$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}=5.4\sim 11.6\%$,表明成矿物质与成矿流体均来源于闪长岩体。

燕山期花岗斑岩等酸性岩浆岩与金矿化也存在着空间上与成因上的联系:①哀牢山金矿带花岗斑岩等常以岩墙、岩枝、岩脉状产出,分布十分广泛,常与金矿脉相伴出现;元阳大坪金矿含金石英脉多分布于花岗斑岩体两侧及其与闪长岩体接触带或切穿花岗斑岩体(图4);③墨江金厂金矿床内,侵入于超基性岩体接触带的花岗斑岩体含金品位高达6~7g/t,成为工业金矿体;④研究资料表明,哀牢山金矿带金矿成矿年龄为114Ma,成矿时代为燕山期,与花岗斑岩等酸性岩浆岩成岩时代一致;进一步证明燕山期花岗斑岩的侵入,不仅带来了部分成矿物质,而且提供了热源、成矿介质,对早期形成的矿源岩(层)中金的活化迁移、矿液聚集及富集成矿起了重要作用(表6)。

哀牢山金矿带花岗斑岩岩石化学成分(%)表

表 6

岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O
元阳大坪花岗斑岩	64.31	0.37	19.65	1.67	0.37	0.03	0.34	2.23	9.48	0.32	0.22	0.06	0.29	0.56
墨江金厂花岗斑岩	84.80	0.01	9.62	1.10	0.31	0.05	2.18	0.18	0.20	1.10	0.03	0.04	0.12	0.48
老王寨花岗斑岩	75.79	0.07	15.63	0.53	0.29	0.01	0.40	0.28	0.27	3.84	0.02	0.03	0.11	2.44

结 论

1. 云南哀牢山金矿带金矿床具有多类型、多成因、成矿物质多来源、成矿多期和严格受构造控制的特点。金矿床主要类型有：与镁质超基性岩有关的中—低温热液金矿床、与古生代基性火山—沉积岩建造有关的层控金矿床、与中—酸性侵入岩有关的中温热液石英脉型金矿床。

2. 原生金矿床主要受地层岩性(中—下志留统金厂组、上志留统浅变质岩系含炭质砂岩、板岩、千枚岩、杂砂岩、拉斑玄武岩等基性火山—沉积岩建造组成的矿源层)

和多期活动的哀牢山深大断裂及其次级构造控制的构造剪切带(墨江褶断带)以及多旋回多类型岩浆活动(加里东期基性岩、华力西—印支期超基性岩和闪长岩、燕山期花岗斑岩等酸性岩)条件的控制。

3. 哀牢山金矿带由于构造多期次活动,不但导致岩浆活动具有多期多旋回性,形成多种类型的矿源岩,而且后期构造—岩浆活动的改造作用促使早期形成的矿源岩(层)中金等成矿物质的活化迁移富集成矿。因此,哀牢山金矿带形成成矿物质多来源、多成因、多类型的金矿床。

Types and Ore-controlling Conditions of Primary Gold Deposits in the Ailaoshan Gold Ore Belt

Yu Guanjun

The Ailaoshan gold ore belt is located at the west subzone of the Honhe Ailaoshan structure metamorphic zone. The belt consists of a series of gold deposits of different genesis and types. These deposits are controlled by strata (source beds of the upper Silurian and Jinchang formation of middle-lower Silurian epoch), lithology (low grade metamorphic basic volcanic-clastic sedimentary rocks), multiphase compression-torsion fracture zones (the Ailaoshan large deep fault and its secondary structures), and the source rocks (ultrabasics, basics, neutral-acid magmatic rocks). The gold deposits were formed on the foundation of the source beds and source rocks through reworking and enrichment of Yenshan structure-magmatic activities.

