海南罗葵洞斑岩型钼矿地质特征及矿床成因

王国君,刘 君,曹玉莲,张馨宁

(辽宁省有色地质局一0八队,沈阳 110013)

摘 要 罗葵洞钼矿区位于海南省南端,测区出露的岩石为一套与火山机构有关的中酸性火山岩、火山碎屑岩及浅至中深成侵入岩。钼矿赋存在隐伏似斑状花岗岩顶部及其外带火山岩中,是一处受中浅成侵入岩及火山机构联合控制的大型斑岩钼矿床。

关键词 罗葵洞 钼矿 中浅成侵入岩 火山机构 大型斑岩钼矿床

中图分类号:P611;P618.65 **文献标识码**:A **文章编号**:1674-7801(2010)05-0453-05

保亭县罗葵洞钼矿位于海南省南部,隶属保亭黎族苗族自治县南林乡管辖,地理坐标为:东经109°32′00″~109°35′00″;北纬18°24′00″~18°27′00″。该区是通过1:50000水系沉积物普查发现的异常,海南资源环境调查院曾间断地工作,认为是一处有找矿前景的钼矿床。近4年来,辽宁省有色地质局勘查总院对工作区进行勘查,对区内岩性岩相进行了重新划分,认为测区大面积出露的岩石为一套与火山机构有关、侵位不同的中酸性火山岩、火山碎屑岩及浅至中深成侵入岩。罗葵洞钼矿赋存在隐伏似斑状花岗岩顶部及其外带火山岩中,是一处受中浅成侵入岩及火山机构联合控制的大型斑岩钼矿床[1],属剥蚀程度浅的隐伏矿,地表近等轴状的面状硅化细脉带范围就是钼矿化范围。目前,矿体在平面上控制范围:长约1600 m,宽约1400 m,面积2.24 km^2。估算121+122b+333钼金属资源/储量300570 t,矿床平均品位为0.055%,勘查认为该区是一处有开发前景的大型矿产地。

1 区域地质概况

罗葵洞钼矿位于五指山褶皱带与南海台地过渡带、区域九所—陵水东西向构造带中段南侧。早白垩世同安岭陆相火山岩被南缘。区内主要发育中—酸性火山岩及中酸性侵入岩,区域地层分两部分:下部为下古生界寒武系—志留系沉积岩;上部为白垩系陆相火山岩。下古生界地层主要出露在区域东南部,属滨海—浅海陆棚碎屑岩夹碳酸岩沉积。上部盖层为白垩系陆相火山岩,大面积分布在区域中部,属区域上的同安岭岩被。区域构造以线性构造和环状构造为主,褶皱构造仅见于区域南端古生代地层中,属大茅—三亚倒转复式向斜的一部分。区内岩浆岩发育,几乎被深—中深成中酸性岩体包围。其中,东部及北部分布有海西—印支期形成的花岗岩及混合花岗岩;南部分布有燕山晚期石牛岭花岗岩;中部分布有燕山中晚期花岗岩、花岗闪长岩。区内还有似斑状花岗岩及石英正长岩呈小岩株或岩舌出现,常与区内钼矿化关系密切。

2 矿区地质特征

2.1 地层特征

测区出露的岩石均为侵位深度不同的岩浆岩。其中火山岩占测区面积的2/3,中深—浅成侵位的酸性、中酸性、偏碱性侵入岩占测区面积的1/3。根据地表填图、深部钻孔工程控制及火山岩、火山碎屑岩中的角砾成分,角砾与胶结物之间的关系,可以把本区火山岩—火山碎屑岩由上而下分为4层:① 流纹质熔结凝灰岩夹流纹质熔结角砾岩;② 流纹质凝

[收稿日期]2009-12-25

【第一作者简介】王国君,男,1982年生,2004年毕业于桂林工学院,获学士学位,工程师,现主要从事地质找矿与勘探工作。

灰熔岩,流纹质碎斑熔岩夹流纹质角砾熔岩;③ 安山岩夹安山质角砾熔岩;④ 流纹质碎斑熔岩、英安质碎斑熔岩、安山岩互层。从层序特征可看出,本区以流纹质火山岩夹安山质火山岩为主。与区域对比,相当于白垩系下部层位六罗村组,但没有发现玄武岩夹层。在矿区中心,流纹质火山岩中角砾成分增加,并出现集块角砾熔岩、凝灰质集块岩,附近还有熔结凝灰熔岩、熔结角砾岩出现。这些岩石组合的出现,代表了火山口相岩石特征,这些岩石的分布部位,可以确定火山口相对位置。其中上述的①~③层在火山口相中为本区的主要含钼矿层位。

2.2　构造特征

矿区构造主要由火山口构造和线性构造组成。

2.2.1　火山机构

地貌标志:在地形上呈一负地形,本区四周为陡峭的山地,中心为相对平缓的丘陵,显示一个半封闭的小盆地,在卫星遥感影像上明显显示一个直径 1500 m 近圆型的环型影像(图 1);岩相组合标志:在环型影像部位,特别是在东部发育火山口相岩石组合。主要岩石有流纹质角砾熔岩、含集块角砾熔岩、凝灰质集块岩、流纹质熔结凝灰岩,熔结角砾岩。矿物结构标志:各类岩石中的长石、石英等矿物多呈棱角状或碎斑状,矿物常见破裂纹,石英波状消光明显,据镜下观察,火山碎屑岩中既有刚性岩屑,又有塑性岩屑(浆屑)。蚀变特征:环型影像范围内,岩石面状硅钾蚀变明显,并广泛分布有含硫化物的石英细脉。矿化特点:经钻探工程证实本区钼矿化在这一范围内有较明显的富集,所圈定的钼矿体也近乎等轴状。

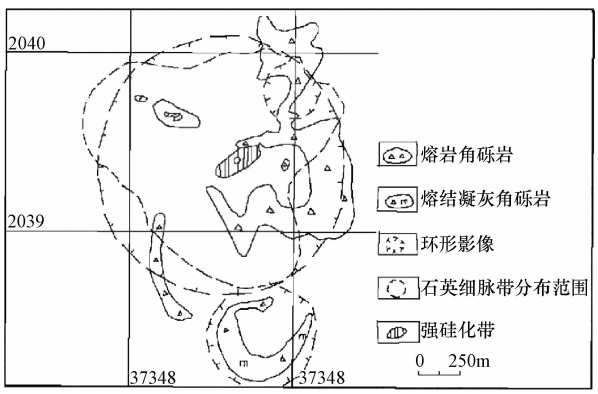

图 1　罗葵洞古火山口环形构造图

2.2.2　断裂构造

根据地质填图及物探、遥感信息解译,区内主要有北西向、北东向、近东西向及近南北向的线性构造。

北西向构造:呈 290°~330°方向展布,呈雁行排列,斜穿本区火山口相矿化地质体,断层长 500~800 m,宽 2~3.8 m。断层面局部较平滑,断层有膨缩现象,并有构造透镜体,断层中岩块有硅化、褐铁矿化,局部还有辉钼矿化,断层两侧岩石节理发育,有的部位构成节理密集带。据钻孔控制,该组断层破碎带,既有矿化蚀变,又有新鲜的断层泥,显示断裂成矿前、后均有活动的特点。

东西向构造:主要分布在测区中部,其中规模较大的断续延长 3000 m,宽 1~3 m,倾向北,倾角 50°左右,局部地段被安山玢岩充填,属成矿前断层。

北东向构造:从遥感影像上,反映区内有两条北东向线性构造,一条呈北东 35°方向斜穿测区,长 5000 m,切错北西向构造;另一条呈北东 60°方向斜穿测区东部,长 3500 m。

近南北向构造:该方向的构造多分布在火山口相外侧,规模小,长 100~500 m 多被辉绿岩充填。

2.3　岩浆岩

区内岩浆岩十分发育,根据其侵位深度不同,可分为喷出岩、侵入岩及脉岩 3 大类:

喷出岩是区内分布最广的岩石,形成时代为燕山晚期,早白垩世。主要岩石类型有:流纹质碎斑熔岩、流纹质角砾熔岩、英安质凝灰熔岩 、流纹质熔结凝灰岩,熔结角砾岩、安山岩及安山质角砾岩等 5 类,其中安山岩,安山质角砾岩是本区钼矿的重要围岩之一,安山岩主要特点是颗粒细,斑晶少,主要分布在测区东北部及中部。岩石靠近火山口相角砾成分增多,远离火山口相则以不含角砾的安山岩为主。

本区侵入岩主要分布在测区东南部及东部,有中粗粒花岗岩、似斑状花岗岩、花岗闪长岩及石英正长岩等 4 种,与成矿关系密切的是似斑状花岗岩,分布在测区东部,出露面积约 0.5 km^2,呈不规则岩株状,南部与花岗岩呈断层接触,东部及北部与花岗闪长岩呈侵入接触。岩石中可见绢云母化、黄铁矿化、硅化、云英岩化等蚀变,并有石英脉穿入,在石英脉两侧云英岩化较强。

区内出露的脉岩主要有:辉绿岩、安山玢岩、英

安斑岩及石英脉等 4 类。

3　矿床地质特征

3.1　围岩蚀变

罗葵洞钼矿床围岩蚀变不十分强,蚀变连续性较差,是其一大特点。本区伴随成矿作用而形成的热液蚀变主要有硅化、钾化、黄铁矿化、云英岩化、黑云母化及绿泥石化,其表现形式是,硅化、钾化,黄铁矿化、黑云母化,可单独成细脉穿入岩石裂隙中,也可以渗透交代的形式存在于岩石中,而其他蚀变主要分布在裂隙两侧及有关矿物或脉体中。

3.2　矿床蚀变分带[2,3]

据初步研究并结合矿区地表和钻探工程编录观察认为,本区蚀变从火山口相,由内向外大致可分为不十分明显的 4 个带:

强硅化蚀变带:该带位于火山口相的中心,蚀变表现为石英细脉与石英较大脉并存,岩石中硅化,云英岩化、绢云母化明显。

硅钾蚀变带:该带位于强硅化带的外围,蚀变矿物为石英、钾长石、绢云母等,可见钾长石渗透交代或呈单独脉状或分布在石英脉两侧,蚀变带中石英细脉、网脉发育,少者 4 ~ 5 条/m,多者可达 20 ~ 30 条/m。该带是钼矿化主要赋存部位。

硅化蚀变带:该带位于硅钾蚀变带外侧,也可以单独出现,该带钼矿化较弱。

绿帘石、绿泥石化带:常与碳酸盐化、黄铁矿化伴生是远矿围岩蚀变,找矿中有一定指示意义。上述各蚀变带之间,在空间上没有严格的界线,仅是蚀变类型和金属硫化物组合上有一定的差异。钾化、硅化带与钼矿化范围相重叠,是直接的找矿标志。

3.3　矿体特征

3.3.1　矿体形态、产状

矿体为东西方向稍长,南北方向稍窄的近等轴形,在剖面上矿体形态受火山口相层位及似斑状花岗岩顶界面联合控制。从目前工程控制发现岩体顶部有一个近东西向的'隆脊',厚大矿体即分布在隆脊顶部及其上、下两侧。本区矿体倾角平缓,工业矿体分布在低品位矿体中,也可以独立存在。总体上矿体产状形态受隐伏斑岩体顶面形态控制,倾角一般为 0° ~ 10°个别部位在 15° ~ 33°,形态以似层状或大扁豆状为主(图 2)。

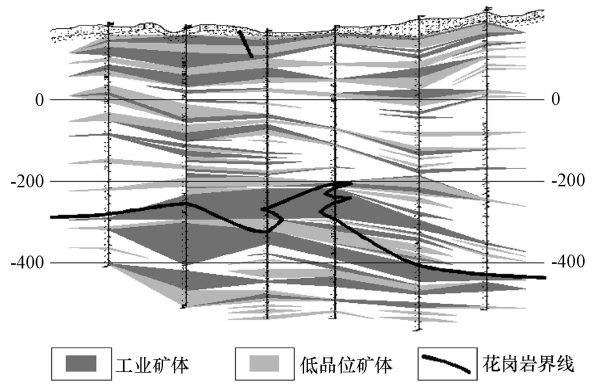

图 2　罗葵洞钼矿区矿体形态图

3.3.2　矿体规模

本区有钼矿体 4 条,其中,外带火山岩中一条(V1)、岩体内两条(V3、V4)、岩体顶界面接触带一条(V2)。除岩体内深部 V3、、V4 规模较小外,其余长宽都在千米以上。每一条矿又由厚度不等,品级不同的多层矿组成,各层矿分别用 G、D 表示,G 代表工业品级矿层,D 代表低品级矿层。全区累计共圈出工业品级矿 45 层,低品级矿 19 层,此外在 0 m 标高以下还圈出钼矿化体 49 层(用 DT 表示)。其中:

V1 矿体位于近地表浅部,埋深 2.6 ~ 436 m(标高 +196 ~ -277 m),为外带矿体,赋矿围岩为中—酸性火山岩, 矿体东西长 1500 m,南北宽 1300 m,呈似层状、厚大透镜状,包含 13 层工业矿,19 层低品级矿。其中有 7 层主矿体,包括 4 层工业矿、3 层低品级矿,其长、宽都大于 1000 m,钼金属量在 5000 t 以上。代表矿层为赋存在流纹质角砾熔岩内的 V1 - G5 号矿,该矿层目前有 33 个孔控制,控制规模为 1500 m × 1050 m,厚度一般为 4 ~ 20 m,最大厚度 84 m,平均厚度为 15 m,厚度变化系数 102%,平均品位 0.052%,品位变化系数 17 %,赋存标高为 +196 m ~ +78 m,钼金属资源/储量 19193 t。与其平行的 V1 - G7 、V1 - G10 、V1 - G17、及 V1 - D5、V1 - D7、V1 - D10 等矿层规模也较大,边部的其他平行矿层则规模较小。

V2 矿体在隐伏似斑状花岗岩的顶界面附近,形态产状受岩体顶界面形态控制。埋深 260 ~ 773 m(标高 -75.1 ~ 580.6 m),属内带为主的矿体,东西

长大于 1000 m,南北宽 1000 m 左右,矿体呈似层状、厚大透镜状。包含 22 层工业矿,29 层钼矿化体,其中有主矿层 3 个,全为工业矿,其钼金属资源/储量规模都在 28000 t 以上,总量占全区钼资源/储量 46.69%。V2 - G18 号矿层是其中的典型代表,该矿层以厚度大为特征,分布在 7 ~ 20 线,目前有 31 个钻孔控制,控制规模为 1450 × 1000 m,平均厚度为 44 m,最大厚度 155.8 m 厚度变化系数为 97%,平均品位为 0.055 %,品位变化系数为 24%,钼金属资源/储量为 51517 t。与其平行相邻的 V2 - G14、V2 - G21 号矿层,规模仅次于 V2 - G18 号矿层,其余边部矿层则规模较小。

V3、V4 钼矿体,赋存在岩体内,离岩体顶界面以下 240 ~ 480 m,埋深 632 ~ 850 m(标高 - 452 ~ 669 m),由于远离顶界面,容矿裂隙构造不发育,所以矿化分布范围局限,仅见于 8 ~ 12 线之间,长宽都小于 400 m。

3.3.3　矿石化学成分

矿石的化学成分多与其赋矿岩石性质有关,安山质岩石中的矿层 SiO_2、K_2O 含量偏低,CaO、MgO 及 Fe 的含量明显偏高。据样品分析,矿石中除含主元素 Mo 以外,还含有少量 Cu、W 等伴生组分,其中主元素 Mo 一般含量在 0.02% ~ 0.10%,个别最高可达 1.02%,伴生组分单个样品分析,Cu 一般在 0.025% ~ 0.1%,最高为 0.29%;W 一般在 0.01% ~ 0.065%,最高为 0.35%,但组合样分析含量均很低(表 1),达不到 DZ/T0214 - 2002 规范提出的综合评价的标准要求,无法单独圈出伴生矿体,只能在主矿体采选时回收利用。

3.3.4　赋矿岩石

矿体赋矿岩石以矿体所在位置有所差别,外带矿体赋矿岩石有:流纹质碎斑熔岩、流纹质角砾熔岩、安山岩、安山质角砾岩、英安质碎斑熔岩、英安质角砾熔岩等;内带赋矿岩石较单一,为似斑状花岗岩及细粒钾长花岗岩。矿化强弱一般与围岩没有明显的选择性,但与赋矿岩石的物理性质存在一定关系,细粒缴密块状安山质岩石,裂隙不发育,矿化较弱;中细粒流纹质火山岩,特别是含碎屑及角砾的火山岩,裂隙发育,钼矿化较强,隐伏似斑状花岗岩体相对隆起的顶部裂隙发育,钼矿化最强。

3.3.5　矿石类型和品级

本区矿石类型比较简单,依据其结构构造特征,其自然类型属细脉—浸染型。据矿石物相分析(表 1)本区钼矿,以硫化矿石为主,不存在氧化矿石。硫化矿石按赋矿岩石不同,可分为流纹质火山岩类矿石、安山质火山岩类矿石、英安质火山岩类矿石、似斑状花岗岩矿石 4 大类,其中以流纹质火山岩类矿石及花岗岩类矿石为主,安山质火山岩类矿石次之,英安质火山岩类矿石较少。各类型矿石金属矿物组成,结构构造,基本相同。

罗葵洞钼矿钼含量相对较低,Mo > 1% 的富矿很少,一般在 0.02% ~ 0.1% 之间,矿区钼平均品位仅 0.047%,属低硫化物低品位的钼矿石。因此矿石品级暂分两级:一级为 Mo ≥ 0.04%,称工业品级矿,用 G 表示;另一是 0.02% ≤ Mo < 0.04%,称低品

表 1　矿石化学成分一览表　　ω_B/%

矿石类型	采样部位	Mo	Cu	Pb	Zn	W	Fe	S	Re/10^{-6}	Se/10^{-6}	I/10^{-6}
流纹质火山岩钼矿石	ZK001	0.029	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.76	0.26	0.08	0.22	0.08
	ZK002	0.034	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.49	0.31	0.08	0.47	0.05
	ZK802	0.078	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.01	1.42	0.26	0.1	0.46	0.01
	ZK1601	0.041	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.44	0.15	0.08	/	0.02
	ZK1601	0.064	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.48	0.18	0.11	0.5	0.10
安山质火山岩钼矿石	ZK801	0.066	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	4.7	0.44	0.07	0.3	0.03
似斑状花岗岩钼矿石	ZK808	0.027	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.37	0.49	0.08	0.41	0.04
	ZK808	0.060	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.06	0.38	0.11	0.53	0.03
	ZK808	0.050	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.01	1.12	0.44	0.11	0.46	0.03

级矿,用 D 表示。矿体圈定时也按此两级圈定,计圈定出工业品级矿 45 层,低品级矿 19 层,此外在 0 m 标高以下按低品级矿品位范围圈出钼矿化体 49 层。

4　矿床成因及成矿规律

本区钼矿床赋存在隐伏似斑状花岗岩顶部及外部白垩系火山口相中—酸性火山岩岩石组合中。矿石中有用矿物呈浸染状,细脉状。矿体围岩蚀变呈面形,在火山口相由内至外可分为:含钼强硅化带—含钼硅钾蚀变带—含钼硅化蚀变带—绿帘石、绿泥石化带。硅化蚀变带以内的范围也是本区钼矿化的范围。主要有用矿物辉钼矿分布较均匀。矿床规模较大,但主要有用组分 Mo 品位偏低,一般为 0.02 ~ 0.10%,属于一处大型低硫化物细脉浸染型钼矿床。

本区矿床成因可认为:中生代火山活动时期,罗葵洞地区为火山喷溢口之一,由中性至酸性岩浆多旋迴喷发及喷溢,形成流纹质凝灰熔岩、流纹质角砾熔岩、安山岩、安山质角砾岩等以熔岩为主的喷溢与喷发并存的岩石组合。火山活动晚期,火山口相上部岩浆凝固或半凝固的封闭状态下,下部融浆上升,冲破上部半凝固岩石,引起爆发,形成本区熔结角砾岩及凝灰质集块岩,至此火山活动结束。在火山岩浆气液上涌的过程中,火山口相及其外围岩石产生强烈的蚀变,并带进了 Mo、W、Cu 等成矿元素为本区成矿创造了良好的围岩条件。火山活动结束后,深部岩浆房酸性岩浆沿火山构造上侵,在中—浅部位形成似斑状花岗岩。岩浆热液上升的过程中,温度、压力等物理条件变化,促使矿液沉淀富集在附近的节理裂隙中,与原火山成矿物质叠加形成细脉浸染型钼矿床。后期构造活动对矿化有一定活化富集作用,但影响范围有限[4]。

通过对罗葵洞以钼为主的资源详查,初步可以确定该矿床是中生代火山岩区,受火山机构及中—浅成酸性侵入岩联合控制的斑岩型钼矿床。该矿床矿化范围广,延深大。矿化分布在隐伏似斑状花岗岩顶部及其外接触带的中—酸性火山岩层位中。似斑状花岗岩隐伏深度为 256.71 ~ 692.5 m,其顶端相对隆起带矿化较好。矿床地表及岩体内外接触带蚀变发育,硅化细脉带分布范围及土壤地球化学 Mo 异常 30×10^{-6} 范围与矿体几乎吻合,所以是本类矿床的直接找矿标志。根据矿体分布规律,在目前钻探工程控制范围之外,扩大找矿远景,探获更多资源量,还有一定的潜力。

参考文献

[1] 黄典豪,董群英,甘志贤. 中国钼矿床[M]. 北京:地质出版社,1989:482 - 483.

[2] 芮宗瑶,黄宗柯,齐国明,等. 中国斑岩铜钼矿[M]. 北京:地质出版社,1984:9 - 227.

[3] 黄典豪,吴澄宇,聂风军,陕西金堆城斑岩钼矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿床地质,1987,6(3):22 - 34.

[4] 侯增谦. 斑岩 Cu - Mo - Au 矿床:新认识与新进展[J]. 地学前缘,2004,11(1):131 - 143.

Metallogenic characteristics of Luokuidong porphyry molybdenum deposit in the Baoting County, Hainan Province

WANG Guo - jun, LIU-Jun, CAO Yu - lian, ZHANG Xin - ning

(*No.* 108 *Team*, *Liaoning Provincial Bureau of Nonferrous Metal Geology*, *Shenyang* 110100)

Abstract: Luokuidong molybdenum deposit, which is found through stream sediment survey, is situated in southern end of Hainan Province. It is believed that the rock exposed in the working area belongs to acidic volcanic rocks, pyroclastic and shallow to middle intrusive rocks, which are related with volcanic mechanism. The molybdenum deposit, located at the top concealed porphyritic granite and the exterior volcanic rocks, is a large porphyry molybdenum deposit jointly controlled by shallow to middle intrusive rocks and volcanic mechanism.

Key words: molybdenum deposit; shallow - middle intrusive rock; volcanic mechanism; large porphyry molybdenum deposit; Luokuidong