第 15 卷第 3 期　　地 质 与 资 源　　Vol. 15 No. 3
2006 年 9 月　　GEOLOGY AND RESOURCES　　Sep. 2006

·矿床地质/地球化学·

文章编号:1671 - 1947(2006)03 - 0174 - 06　　中图分类号:P618.51　　文献标识码:A

西藏一个与火山 - 次火山岩有关的金矿——林周县森布棍巴金矿点

邹依林,葛良胜,张学军,邢俊兵
(武警黄金地质研究所,河北 廊坊　065000)

摘　要:森布棍巴金矿产于新生代林子宗群火山 - 次火山岩中,矿体主要产于次火山岩体及其与围岩的内外接触带中,火山机构是重要控矿构造,也是主要赋矿构造. 对矿化石英脉和蚀变围岩的 H、O 和 S、Pb 等同位素地球化学的初步分析表明,成矿流体主要为火山 - 次火山热液,矿质主要来源于地幔深部,流体包裹体表现出弱酸性的中温特征,矿床成因上应属于中温火山 - 次火山热液交代构造破碎蚀变岩型金矿床

关键词:西藏;森布棍巴;地质特征;成因

森布棍巴金矿点大地构造位置处于冈底斯 - 念青唐古拉陆缘火山 - 岩浆弧北缘. 该矿点由地方民采最先发现,区域上还有撒当、嘎公等金银矿化点. 2000 年笔者所在项目组对该矿点进行地质调查工作,发现一条矿化破碎蚀变带,部署探槽 1 条,由于对区内矿化认识不清,未能揭露主要矿化体,但地表打块样金特高品位达 $179\times10^{-6}\sim210\times10^{-6}$;2001 年在矿化破碎带下盘发现了富矿体;2002 年对破碎带布置 1 条物探测量剖面,发现其深部矿脉有增大的趋势❶.

1　矿区地质特征

矿区出露地层主要为新生代林子宗群($E_{1-2}l$),可以划分为典中组、年波组和帕那组 3 个岩组(图 1),这 3 个岩组代表了 3 个喷发旋回❷. 林子宗火山岩为海陆交互相,以陆相喷发为主. 岩石组合由玄武质安山岩、安山岩、流纹岩、集块凝灰岩、凝灰岩及安山质、流纹质的火山碎屑岩组成. 典中组无沉积夹层,火山岩连续喷发,但晶屑有淬裂纹,安山岩具碎斑结构,喷发环境为陆相水下环境. 不整合于典中组之上的年波组火山岩中沉积夹层较多,呈规律性变化,底部夹层为沉积砾岩、湖相生物碎屑灰岩;顶部夹层为沉积砾岩、含砾岩屑砂岩、指示环境为湖泊相. 不整合于年波组上的帕那组火山岩,柱状节理特别发育,是典型的陆相喷发区.

矿区内侵入岩主要有石英斑岩、闪长玢岩和安山玢岩等次火山岩,以岩脉或岩株的形式分布,大小不一,大者延长 1 ~ 5 km,小者数米至几十米. 岩脉间的穿插关系表明,次火山岩可分为 3 期,第一期为古新世,以中性安山玢岩、闪长玢岩为主;第二期为始新世早期,以石英斑岩、霏细斑岩为主,与金成矿关系密切;第三期为始新世晚期—渐新世早期,以流纹斑岩为主. 晚期岩脉穿插于早期岩脉中,形成岩脉网. 岩脉的成分大体与同期形成的火山岩成分相近,在岩脉的裂隙或节理中常有角砾岩充填,角砾大小不一,成分复杂[1]. 花岗闪长岩在矿区南部有较大面积的出露,主要以岩基或岩床的形式产出. 岩体中见弱的黄铁矿化,与本区金成矿关系不大.

矿区内构造主要有近 E - W 和 NNW 向断裂,其中近 E - W 向断裂横贯全区,倾角较陡,是主要的控矿构造. NNW 向断裂是主要的容矿构造,在断裂北界的帕那组和年波组地层产状陡立,局部发生倒转. 遥感解译环形构造发育,呈现同心环或相交环组合,在环形构造内外还有一种放射状构造. 线环形构造的这种配置方式反映其形成与次火山作用及岩浆房上部的塌陷有关.

收稿日期:2004 - 12 - 06;修回日期:2005 - 08 - 29. 张哲编辑.
基金项目:国土资源调查项目(资[2003]003 - 01)资助.
❶葛良胜,邹依林,张学军,等. 西藏冈底斯 - 念青唐古拉褶皱带中段以金为主的矿产资源综合评价. 项目报告. 2003
❷中华人民共和国区域地质调查报告(拉萨幅). 1991.

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

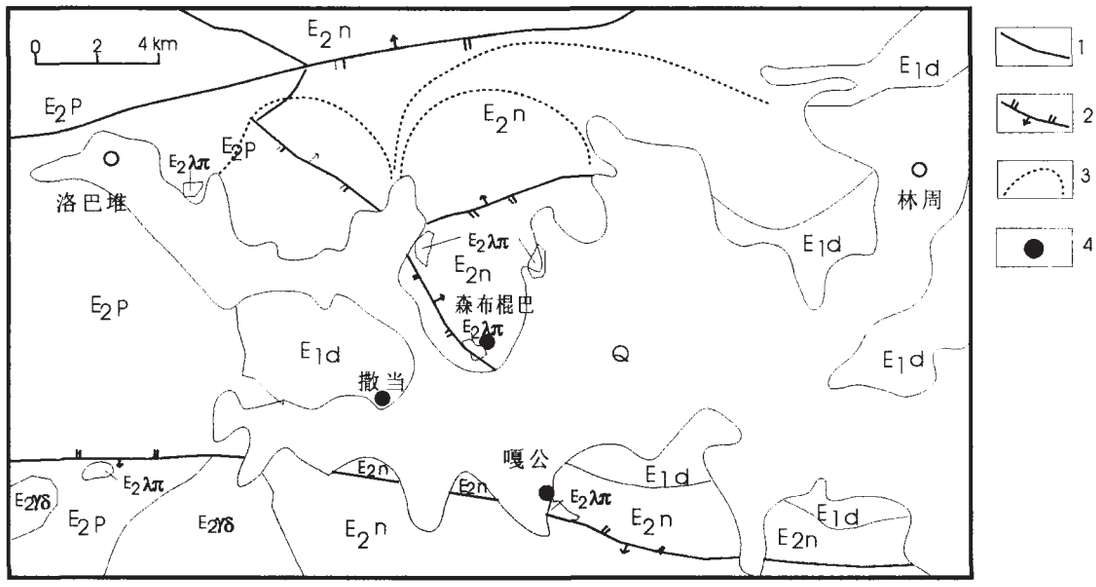


图 1　森布棍巴金矿点矿区地质略图

Fig. 1　Geologic map of Senbugunba gold orefield

1—断层(fault);2—逆断层(reverse fault);3—遥感解译环形构造(remote sensing interpreted annular structure);4—金矿点(gold ore spot);Q—第四系沉积物(Quaternary sediment);E_2p—帕那组角砾凝灰岩、熔结凝灰岩(breccia tuff and ignimbrite of fm.);E_2n—年波组安山岩、凝灰岩(andesite and tuff of Nianbo fm.);E_1d—典中组火山集块岩、流纹斑岩、英安岩、安山岩(volcanic agglomerate, rhyolite porphyry, dacite and andsite of Dianzhong fm.);$E_2\lambda\pi$—始新世石英斑岩(Eocene quartz porphyry);$E_2\gamma\delta$—始新世花岗闪长岩(Eocene granodiorite)

2　矿床地质特征

2.1　矿脉

矿脉分布在石英斑岩岩株与林子宗群围岩的接触带上，以及切过石英斑岩岩颈中的构造破碎带上. 石英斑岩岩株呈 NNW 向延伸,规模较小,长 700 m,宽约 500 m. 石英斑岩岩颈直径约 100 m，切过岩体的主断裂破碎带两侧发育有一组羽状分枝断裂. 破碎蚀变带宽 5～20 m,地表可见延长大于 200 m,走向 NNW,倾向东,倾角 55°左右. 石英斑岩和围岩地层均具不同程度的碎裂岩化、角砾岩化和构造糜棱岩化,金属矿化主要发生在破碎带上下盘强硅化蚀变糜棱岩中，并以靠近石英斑岩的部位最好. 目前在该破碎带上下盘各圈出一条矿体. 1#主矿体位于构造破碎带下盘的蚀变石英斑岩中,宽 1～5 m, 延长大于 100 m. 2002 年西藏地质二队施工 2 个坑道，控制矿体延深大于 40 m. 在 1# 主矿体中采得的矿化蚀变岩 4 件打块样分析，含 Au $1.48\times10^{-6}\sim210\times10^{-6}$，Ag $1568\times10^{-6}\sim1160\times10^{-6}$，Cu 0.02%～0.08%，Pb 0.22%～0.52%，Zn 0.36%～1.73%,1 件含 Mo 0.02%[1]. 而糜棱岩化石英斑岩含 Au 为 $0.1\times10^{-6}\sim0.3\times10^{-6}$. 构造角砾岩含 Au $0.32\times10^{-6}\sim3.49\times10^{-6}$,平均 1.18×10^{-6};Ag $20\times10^{-6}\sim70\times10^{-6}$, 平均 40.24×10^{-6}[1].

2.2　矿石

矿石主要有石英脉和浸染型 2 种，矿物组成基本相同，主要金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、自然金、黄铜矿、褐铁矿,其次有黝铜矿、辉铜矿、孔雀石、铜蓝、碲金矿、碲银矿等 脉石矿物主要有石英、方解石等. 矿石结构以不等粒半自形—他形粒状结构为主，交代残留结构、包含结构、霏细结构次之. 矿石构造主要有浸染状、块状、脉状构造.

2.3　金的赋存状态和矿物共生组合

金的赋存形式：(1) 呈不规则粒状赋存于褐铁矿中,粒度小于 0.55 mm;(2) 赋存于黄铁矿中包含的方铅矿中,粒度小于 0.5 mm;(3) 赋存于黄铁矿、闪锌矿和方铅矿中,形态不规则,粒度小于 0.1 mm;(4) 赋存于石英中,呈圆粒状及葫芦状,粒度小于 0.1 mm. 碲金矿和碲银矿呈不规则粒状赋存于方铅矿中，粒度小于 0.3 mm.

金属矿物因其形成阶段不同有不同的共生组合关系,具体可以分为 3 类: (1) 黄铁矿＋闪锌矿＋方铅矿共生组合;(2) 方铅矿＋闪锌矿共生组合;(3) 黄铜矿＋黝铜矿＋辉铜矿共生组合.

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

2.4 围岩蚀变

矿区所见主要的蚀变有硅化、绿泥石化、绿帘石化等，金属矿化则有黄铁矿化、方铅矿化、黄铜矿化、铜蓝矿化和孔雀石化等．但矿区外围，特别是石英斑岩体出露的地区，褐铁矿化普遍，主要是黄铁矿等硫化物在地表条件下氧化形成的，大面积形成火烧皮现象．其中黄铁矿化、硅化、高岭土化等蚀变组合与金矿化关系比较密切．

2.5 地球物理

2002 年项目组对 1#主矿体布置一条高密度电法测量剖面，方向垂直矿脉走向，沿山坡水平铺设，使用 28 个电极，10 m 极距，剖面长 280 m，数据自动获取，成果自动成图（图 2，上部是电阻率剖面图，下部是充电率剖面图）．矿脉在剖面的位置处于 90～110 m 之间，

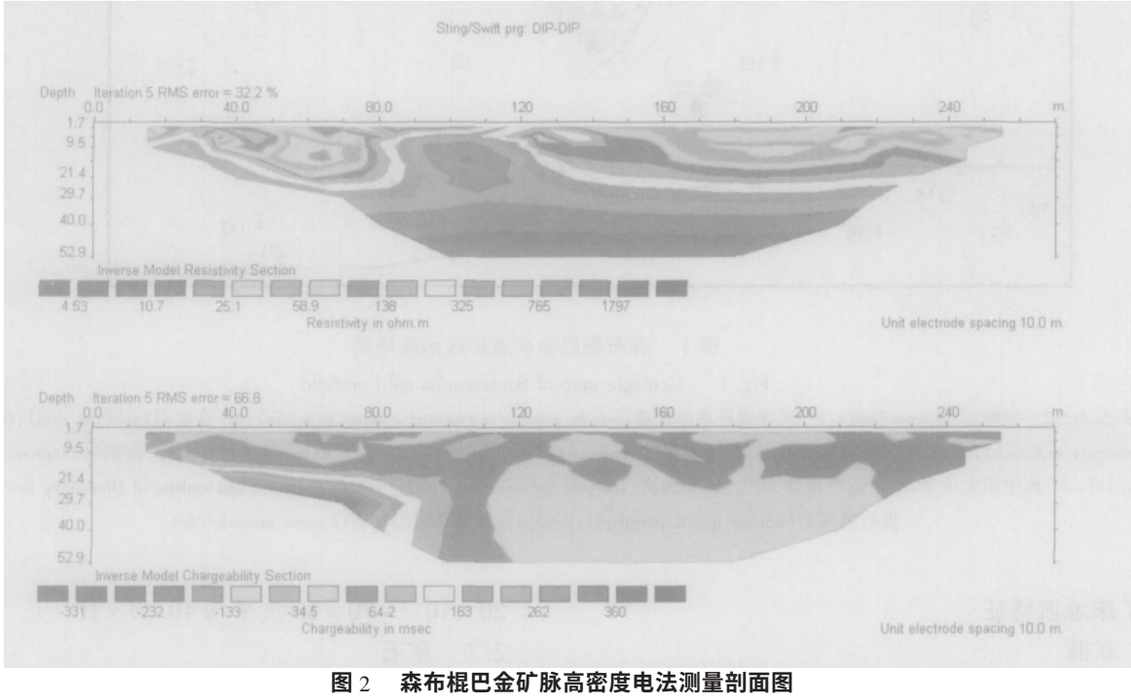


图 2 森布棍巴金矿脉高密度电法测量剖面图

Fig. 2 Hyperpycnal ES profiles of ore vein in Senbugunba gold deposit

近地表（0～9.5 m）为高阻高充电率，向下延深至 30 m 区间内为低阻高充电率且范围较大，显示出该矿脉在深部矿化较稳定，规模有增大的趋势．

3 成因初析

3.1 控矿因素

3.1.1 次火山岩

次火山岩对成矿有明显控制作用．森布棍巴金矿的矿体主要产于次火山岩体中及其与围岩的内外接触带，矿体产出严格受次火山岩制约，这显示出次火山岩岩浆活动与成矿的关系十分密切．

3.1.2 火山机构

火山机构是重要控矿构造，也是主要赋矿构造．与次火山活动相关的线环形构造裂隙控制矿体的规模与产状，次火山岩体（主要是石英斑岩体）中发育的构造破碎带是矿体的直接赋存部位，而远离次火山岩的构造破碎带中则未见有明显矿化出现．这表明成矿流体是随着次火山岩浆一起上升至地表浅部的，与火山活动通道直接相通的构造空间（破碎带、裂隙等）是矿质沉淀的主要场所．

3.2 成矿物质来源

对森布棍巴 1#主矿体中的 3 件矿化石英脉和 1 件蚀变围岩样品，开展了 H、O 和 S、Pb 等同位素组成研究，相关的测试成果见表 1.

由表 1 可以看出，矿石的石英包裹体 δD 在 $-77‰$ 左右，$\delta^{18}O$ 从 $+7.2‰$～$+8.6‰$，变化范围较小，在 $\delta D-\delta^{18}O$ 图解（图 3）上基本落入了岩浆水的范围内或其边缘，反映成矿热液以次火山岩浆水为主．矿石和围岩的硫同位素测试结果与不同来源 S 同位素特征对比（如图 4）：矿化石英脉中的 $\delta^{34}S$（‰）变化范围为 -0.4～-1.0，为接近于零值的较小负值，也具有深部地幔源的特征，但蚀变围岩中的硫同位素值偏低，为

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

－6.6‰，说明其中硫的来源更加复杂一些，可能混有地壳硫．

蚀变围岩和石英脉黄铁矿中的铅同位素各项组成变化范围均较小，表明它们的铅基本是单一来源．将本区铅同位素组成投点在 $^{206}Pb/^{204}Pb - ^{207}Pb/^{204}Pb$ 和 $^{206}Pb/^{204}Pb - ^{208}Pb/^{204}$ 构造模式图上（图 5），均落在上地幔及造山带演化线之间，反映铅主要源自岩浆，这同上面 H、O、S 同位素分析的结果基本是一致的．

矿床同位素地球化学的初步分析表明，成矿流体主要来源于次火山热液．当这种热流体上升到地壳浅部时，特别当其进入地层及其内发育的构造破碎带时，受到了大气降水等不同来源流体的混入，但矿质仍主

表 1　森布棍巴金矿点 H、O、S、Pb 同位素组成

Table 1　H, O, S and Pb isotopic components of Senbugunba gold deposit

样品号	矿物名称	岩石类型	$\delta D/‰$	$\delta^{18}O/‰$	$\delta^{34}S/‰$	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
SB－1	石英、黄铁矿	矿化石英脉	－77	8.6	－0.6	18.5812 ± 14	15.5763 ± 11	38.5729 ± 28
SB－2	石英、黄铁矿	矿化石英脉		7.2	－0.4	18.5940 ± 16	15.5926 ± 12	38.6230 ± 44
SB－2	闪锌矿				－1.0			
SB－6	黄铁矿	蚀变围岩			－6.6	18.6022 ± 18	15.5938 ± 14	38.6475 ± 36

中国地质科学院测试中心测试，2002.

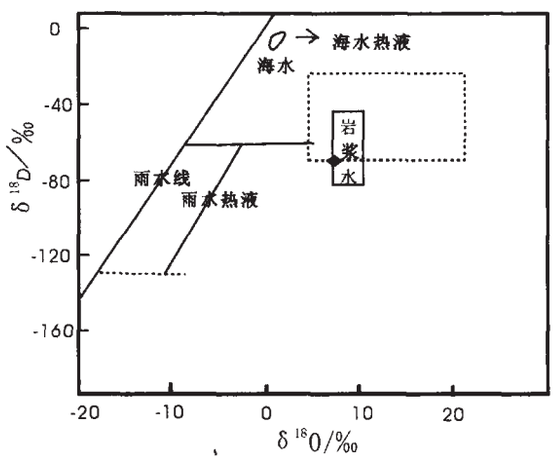


图 3　森布棍巴金矿 H、O 同位素组成图解

Fig. 3　H and O isotopic component of Senbugunba gold deposit

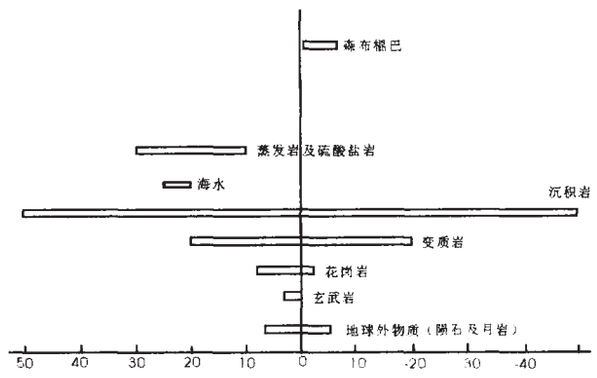


图 4　森布棍巴金矿矿石与不同来源 S 同位素组成对比图

Fig. 4　Correlation of S isotopic components between Senbugunba gold deposit and other sources

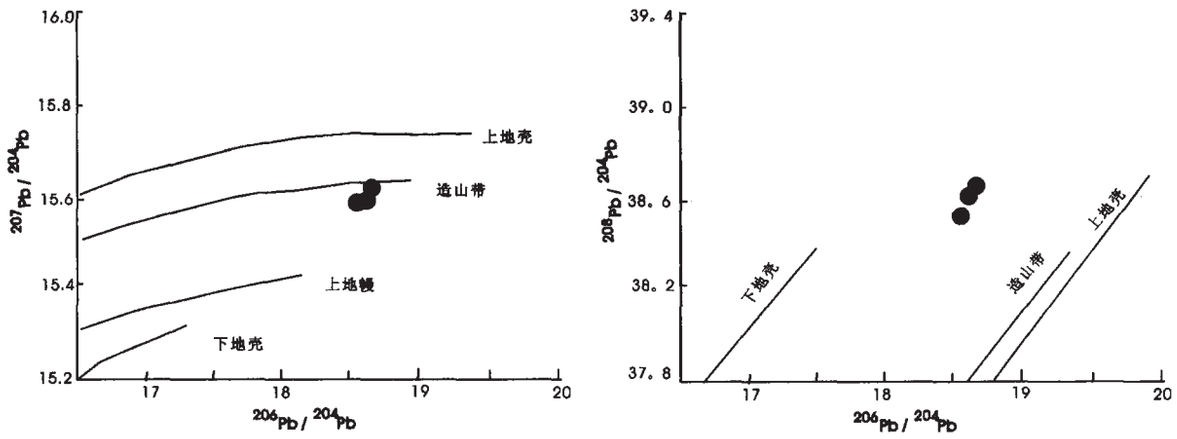


图 5　森布棍巴金矿铅同位素构造模式图

Fig. 5　Pb isotopic stuuctural pattern of Senbugunba gold deposit

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

表 2 森布棍巴金矿点石英包裹体成分测试

Table 2 Quartz inclusion composition of Senbugunba gold deposit

样品号	矿物名称	取样温度/℃	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	H_2O	CO_2	CH_4	C_2H_6	H_2S	N_2	Ar
SB－2	石英	100～500	1.625	3.486	痕量	0.034	0.163	6.838	1.548	97.114	1.625	0	0.371	0.003	0.747	0.141

要是深部岩浆源.

3.3 成矿物理化学条件

对森布棍巴矿化石英脉包裹体测试表明（表 2），液相成分主要有，阳离子 Na^+ 含量 1.625，K^+ 含量 3.486，Ca^+ 和 Mg^+ 含量较低；阴离子 Cl^- 含量 6.838，SO_4^{2-} 含量 1.548，F^- 含量 0.163. 气体包裹体以 H_2O 和 CO_2 为主，其次有一定量的 Ar 和 N_2，H_2S、C_2H_6 含量相对较少. 成矿流体为 $NaCl-KCl-H_2O$ 型，同洞嘎金矿床的流体特征相似[2]. 从流体包裹体成分看，矿质在热液中主要以氯配位物、氟配位物形式搬运迁移，总体为弱酸性环境. 石英包裹体测试的温度为 －100～500℃，结合围岩和石英中铅同位素计算的温度，显示成矿主要为中温条件.

3.4 成矿时代

上世纪 80 年代中法联合科考队对林子宗群火山岩的时代进行了同位素年龄测定：典中组：(88±2)～(86±1.6) Ma(Rb－Sr 法)，60 Ma、51 Ma、54 Ma(K－Ar 法)；年波组：49.9 Ma、50 Ma 和 39.5 Ma(K－Ar 法)；帕那组：51.3 Ma、44.4±0.8 Ma、42 Ma 和与 39.5 Ma (K－Ar 法)[3]. 并据此将典中组的时代定为晚白垩世至古新世，年波组、帕那组为始新世. 中国地质大学（北京）2001 年在 MM－5400 质谱实验室采用 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 阶段升温图谱方法对典中组底部安山岩、年波组上部安山岩和帕那组底部熔接凝灰岩进行了年龄测定，其 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 同位素年龄分别为 63.32、54、38.7 Ma[4]，也表明林子宗火山岩的形成时代为 38.7～63.3 Ma，金矿的成矿时代也主要集中于早第三纪.

3.5 矿床成因

森布棍巴金矿成因上应属于中温火山－次火山热液交代构造破碎蚀变岩型金矿床，其成矿过程为：古新世时期在南北向挤压应力作用下，形成以安山质、流纹质火山熔岩为主的中心式层状火山—次火山岩系，为成矿提供了充足的物质基础；始新世时期来自地幔深部的高温次火山热液气体携带成矿物质沿火山通道上升，在次火山岩及与围岩的接触带附近的 NNW 向裂隙充填成矿.

4 结论

(1) 森布棍巴金矿床处于冈底斯北部近东西向金多金属成矿带的东端，在该带上已发现有崩纳藏布大型砂金矿[6]、甲岗雪山中型钨钼矿[6]、下吴弄巴中型砂金矿和日那中型金铜多金属矿，显示出该区具有很好的找矿远景.

(2) 矿体产于次火山岩及其与围岩的接触带，火山机构是主要控矿、赋矿构造，因此次火山岩与火山颈、放射状、环状火山机构是重要的找矿标志.

(3) Au 含量高的矿化石英脉、石英斑岩和构造角砾岩中 Ag、Cu、Pb、Zn 等伴生元素含量也很高，具有综合利用价值，这种多金属矿化现象也是重要的找矿标志.

参考文献：

[1]杜光树，冯孝良，陈福忠. 西藏金矿地质[M]. 成都：西南交通大学出版社，1993.

[2]邢俊兵，葛良胜，邹依林，等. 西藏谢通门县洞嘎金矿床地质地球化学特征[J]. 黄金地质，2003，9(2)：28—32.

[3]西藏地质矿产局. 西藏自治区地质志[M]. 北京：地质出版社，1993.

[4]周肃，方念乔，董国臣，等. 西藏林子宗群火山岩氩－氩年代学研究[J]. 矿物岩石地球化学通报，2001，20(4)：317—319.

[5]邹依林，李蒙文，葛良胜，等. 西藏崩纳藏布砂金矿地质特征及找矿方向[J]. 黄金地质，2002，8(2)：8—14.

[6]葛良胜，邹依林，邢俊兵，等. 西藏冈底斯地块北部甲岗雪山钨钼铜金多金属矿产地的发现及意义[J]. 地质通报，2004，23(9－10)：1033—1039.

（下转第 199 页）

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

CHARACTERISTICS AND SIGNIFICANCE OF METALLIC MINERALS FROM WULAN WUZHUER COPPER DEPOSIT IN THE EASTERN KUNLUN OROGENIC BELT, QINGHAI PROVINCE

HU Yong-da, SUN Feng-yue, LI Bi-le, DING Qing-feng
(*College of Earth Science, Jilin University, Changchun* 130061, *China*)

Abstract: A detailed research on polished sections and thin sections shows that the major minerals of Wulan Wuzhuer copper deposit are pyrite, chalcopyrite, magnetite, pyrrhotite, arsenopyrite, sphalerite, wolframite, cassiterite and so on. According to analysis of metallic mineral assemblage, compositions and fluid inclusions, it is concluded that the metallic minerals were mainly formed in a high sulfur fugacity and reduced environment. The ore deposit underwent cassiterite-polymetal and chalcopyrite-polymetal metallogenic stages. Combining the study of regional and orefield geology, the deposit is considered to be of meso-hydrothermal copper type.

Key words: Wulan Wuzhuer; mineral composition; mineral assemblage, fluid inclusion; metallogenic stages

作者简介 :胡永达(1982—),**男,江西南昌人,硕士研究生,主要从事热液矿床成矿规律与成矿预测研究,通讯地址 吉林大学地球科学学院,邮政编码** 130061,E-mail//huyongda20020315@ sina. com

(**上接第** 178 **页**)

A GOLD DEPOSIT RELATED TO VOLCANIC-SUBVOLCANIC ROCKS IN SENBUGUNBA, LINZHOU COUNTY, TIBET

ZOU Yi-lin, GE Liang-sheng, ZHANG Xue-jun, XING Jun-bing
(*Gold Geological Institute of CAPE*, *Langfang* 065000, *China*)

Abstract: Senbugunba gold deposit occurs in the volcanic-subvolcanic rocks of Cenozoic Linzizong group. The main orebodies lie within the subvolcanic rock itself or in the inside and outside contact zones between the subvolcanic rock and wall rock. The volcanic apparatus serves as the important ore-control structure, and the host of ore as well. By elementary analysis of H, O, S and Pb isotopic geochemistry for the samples from the mineralized quartz veins and altered wall rock, it is obvious that the ore-forming fluid is volcanic-subvolcanic hydrothermal solution. The ore-forming substance may originate from deep of the mantle. The fluid inclusion shows moderate temperature feature with weak acidity. Thus, its ore genesis can be subjected to moderate temperature volcanic-subvolcangene hydrothermal replacement tectonoclastic altered rock gold deposit.

Key words: Tibet; Senbugunba; geological feature; genesis

作者简介 :邹依林(1971—),**男,湖北麻城人,工程师,**1995 **年毕业于中国地质大学**(**武汉**),**从事矿产地质研究工作,通讯地址 河北省廊坊市广阳道** 93 **号 武警黄金地质研究所,邮政编码** 065000,E-mail//yinlinzou168@ sina. com

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