黑龙江桦南三道沟金矿地质特征及找矿标志*

曾凡龙, 臧恩光, 衣存昌, 张春晓
黑龙江省有色金属地质勘查七〇一队,黑龙江 桦南 154400

摘 要:三道沟金矿是近几年来在佳木斯隆起带中部,中生代火山岩地区发现的新类型矿床。佳木斯隆起带中生代火山活动强烈,是该区一个重要成矿时期。通过对该矿床地质特征的总结,提出一些规律性的认识,可对本区次火山岩浅成低温热液型金矿的找矿工作起到借鉴的作用。

关键词:三道沟金矿;次火山岩;地质特征;找矿标志
中图分类号: P618. 102 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-2518(2008)02-0037 - 06

矿床位于黑龙江省东部地区的佳木斯隆起带上。受滨太平洋板块向欧亚板块的俯冲,燕山中晚期,在佳木斯隆起带上发生了强烈的岩浆活动,由北到南产生了一系列的火山断陷盆地,在火山岩喷发的晚期有潜火山岩的侵入活动,由此产生了以金、银为主的金、银、铜、铅、锌矿床成矿系列。在前期工作中已发现金、银、铜矿点多处,但具有规模的矿床不多。我们试图通过对三道沟次火山岩型金矿床地质特征的总结,对此区火山岩金、银、铜矿的找矿起到一些启发作用。

1 区域地质背景

三道沟金矿大地构造位置为兴凯—布列亚地块,佳木斯隆起带中部的桦南隆起[1],中生代红卫火山断陷盆地西南缘。区内出露的地层有下元古界兴东群大马河组、大盘道组和建堂组的变质岩系,由低角闪岩相至绿片岩相岩石组成,主要岩性有黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、石墨片岩、云母石英片岩、大理岩、磁铁石英岩等,其原岩为一套镁质碳酸盐岩、粘土质—半粘土质岩石夹中基性火山岩建造,厚度大于 7 321m;中元古界黑龙江群湖南营组,向阳村组,老秃顶组变质岩系,主要为一套绿片岩相的变质岩,岩性为钠长石片岩、钠长角闪片岩、钠长变粒岩、石英片岩及混合岩,原认为黑龙江群是一套中元古界的层状变质岩系,现认为是一套至少在晚元古代就经历了俯冲消减,又经早古生代增生就位的构造杂岩体,其中含有相邻地区的早、中元古代形成的高级变质岩块。前寒武系地层经历了吕梁运动和晋宁运动,受多期变质作用的影响,在超变质作用阶段形成大量的花岗质岩石,混合岩的年龄有 10. 51亿年～13. 45亿年 (图 1)。

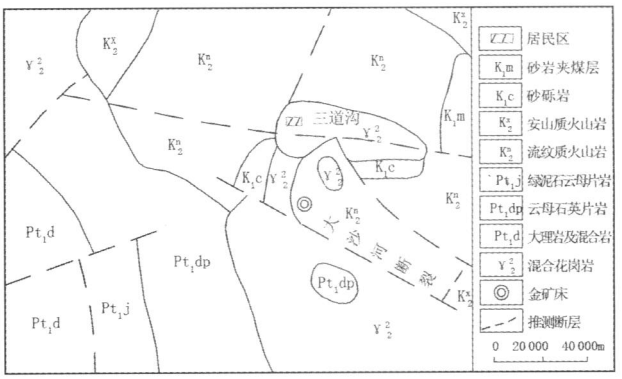


图 1 三道沟金矿床区域地质略图

在区域变质作用和混合岩化热液阶段,岩石中的矿物质经历了多次的活化和迁移,经历了多次的富集作用[2],在一定的变质岩层中形成了有用物质的高含量带。本区通过对下元古界兴东群大盘道组黑云变粒岩和黑云斜长片麻岩微量金测试,含量分别为 56×10^{-9}和 52×10^{-9},高出地壳丰度值的十几倍,是区内原生金矿和砂金矿的矿源层。

断裂构造为北东向郯—庐断裂北端的舒兰—依兰深大断裂,北东东向敦化—密山深大断裂和近南北向的牡丹江断裂。3条深大断裂构造控制了本区的中生代火山断陷盆地的分布和燕山期岩浆岩的产出,是本区岩浆活动的主要通道;其次一级构造控制了本区金属矿田的分布。北东向的深大断裂是基底构造继承和改造的产物。燕山中晚期太平洋板块向被动大陆俯冲,加剧了本区北东向断裂进一步活动,在断

* **收稿日期**: 2007-12-06;**修订日期**: 2008-01-01.
作者简介:曾凡龙 (1959 -)男,助理工程师,主要从事金矿矿产勘查工作.

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

裂的两侧形成了一系列近东西轴向的火山断陷盆地。这些控制火山断陷盆地的深大断裂往往是微陆块的边界线,一旦受到外力作用就会发生张裂,非常有利于金成矿溶液的运移和富集。

区内的岩浆岩主要为元古代早、晚两期形成呈岩基产出的混合花岗岩或花岗岩石。早期的花岗岩残余构造比较发育,多见有片麻状、条纹状、条痕状、似斑状等构造,镜下可见蠕英结构,斜长石可见反环带结构等。晚期的花岗岩很少见到残余的结构构造,矿物含量比较均一,岩性多为均质混合花岗岩、白岗质混合花岗岩。元古代中晚期呈岩株状产出的闪长岩和花岗闪长岩,多分布在兴东群变质岩层褶皱的转折部位,其岩体的周边部第四纪砂金矿体较发育。燕山期岩浆活动主要发生在中生代的火山断陷盆地中,多为火山活动晚期形成的浅成—超浅成侵入岩,本区的潜火山岩型金矿与该阶段的热液活动关系密切,主要岩性有石英斑岩、霏细斑岩、次英安岩等。

2 矿床地质特征

2.1 地层[3]

矿区出露的地层有下元古界兴东群的变质岩,呈残留的变质岩体分布在元古代混合花岗岩中;白垩系下统城子河组砂砾岩零星出露在矿区东部和北部;白垩系上统松木河组火山岩在矿区大面积分布。

(1)黑云斜长片麻岩:深灰色,中粒变晶结构,片麻状构造,矿物成份斜长石占 70%,黑云母占 25%,含少量角闪石。

(2)大理岩:灰白色,中粒花岗变晶结构,块状构造,主要矿物成份为方解石,石墨含量约占 5%。

(3)角闪片岩:深灰色,粗粒变晶结构,片状构造,矿物成份角闪石占 65%,斜长石占 30%,含少量黑云母。

(4)砂砾岩:被松木河火山岩覆盖,在矿区零星出露。灰白色,砾状构造。角砾具浑圆状,分选较好,砾石主要成份为混合花岗岩,少量安山岩。

(5)流纹质火山岩:主要岩性有流纹质火山角砾岩和流纹质火山凝灰岩,为矿区主要的容矿围岩。流纹质凝灰岩岩屑和晶屑含量在 15%左右,胶结物为长英质、硅质和酸性火山灰。岩屑为流纹岩、霏细斑岩和石英斑岩等,呈不规则的棱角状或次棱角状,石英可见熔蚀港湾状。晶屑主要为石英和斜长石,少量的微斜长石。岩石具硅化和黄铁矿化。

(6)安山质凝灰角砾岩:出露在矿区的东部和南部,在酸性火山岩的边部。深灰色,凝灰结构,角砾状构造。角砾成份多为安山岩,含量一般在 15%左右,砾径一般在 2～4mm 为棱角状或次棱角状。角砾成份多为安山岩。胶结物主要为火山灰,火山灰的物质成份主要为中基性斜长石。岩石普遍具绿泥石化现象,偶见星点状的黄铁矿化(图 2)。

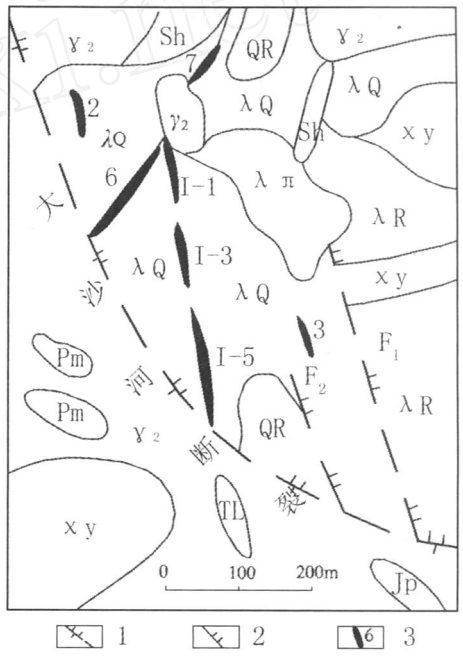


图 2 桦南三道沟金矿床地质简图

λR 流纹质凝灰角砂岩;λQ 流纹质凝灰岩;αy 安山质凝灰角砾岩;Sh-砂砾岩;Jp 角闪长岩;Pm 黑云斜面长片麻岩;TL 大理岩;QR 石英斑岩;λπ 霏细斑岩;γ2 元古代混合花岗岩;1. 区域性大断裂;2. 推测断层;3. 金矿体及编号

2.2 构造

矿区主要构造为断裂构造,走向为 NW—NNW 向。

(1)大沙河断裂。走向 NW320 转至 350°,Ⅰ-1—Ⅰ-5号和 6号主矿体产出在断裂的转折部。该断裂构造为区域性大断裂,控制了红卫火山盆地的南部边界,其北部为火山岩区,南部为元古代隆起区。断裂构造控制了矿区火山岩的产出,是火山—次火山热液活动的主要通道,其次一级构造是矿区主要的容矿空间。

(2) F_1 和 F_2 断层。走向约 NW350°,断层面倾向南西,可见断层泥、擦痕和构造角砾岩。断层与Ⅰ号金矿体平行产出,是与成矿阶段同时形成的产物。F_2 断层北部赋存有 3号矿体,在 F_1 断裂带中发现有 Au、Ag 矿化,通过与Ⅰ号金矿体控矿构造比照,证实

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

与深断裂斜交的次一级北西向构造是本区的主要贮矿空间。

2.3 岩浆岩

矿区出露的岩浆岩主要为元古代混合花岗岩和燕山期的浅成—超浅成次火山岩。

(1)混合花岗岩。根据矿物含量和结构构造的不同分为两种:一是黑云母混合花岗岩,粗粒结构,块状构造,局部残留的条带状和条纹状构造。矿物成份斜长石占 60%,石英占 20%,黑云母占 20%。镜下可见蠕英结构,斜长石反环带结构等。二是浅色均质混合花岗岩,中粒结构,块状构造,矿物成份主要为斜长石和石英,暗色矿物含量较少。两种混合花岗岩呈渐变过渡之关系。

(2)霏细斑岩。呈岩株产出在流纹质火山凝灰岩中,是主要的近矿围岩之一。斑晶为石英和正长石,石英呈他形粒状,正长石为自形—半自形晶,基质为隐晶的长英质。岩石普遍具硅化和黄铁矿现象。该阶段的火山热液活动是本区成矿的主要阶段,在其侵位晚期形成的富含矿物质的火山热液,在适合的物理、化学条件沉淀成矿。

(3)石英斑岩。在矿区呈岩株出露。斑晶为石英,呈半自形—他形粒状,岩体产出在断裂构造一侧。

2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变以中—低温热液蚀变为特征,蚀变的强度与金矿化强度呈正相关关系。蚀变的主要类型有次生石英岩化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、磁黄铁矿化、泥化,次生蚀变有高岭土化、褐铁矿化等。

(1) 次生石英岩化。是矿区主要的近矿围岩蚀变之一。呈带状分布在 NNW 向构造带中,主要为火山活动后期与矿液活动有关的热液蚀变产物。是火山活动后期气成热液中游离出的 SiO_2 形成的蚀变,往往与侵入角砾岩和隐爆角砾岩带同期的形成,是火山角砾岩主要胶结物之一。成份为暗灰色玉髓质石英,其中含有黄铁矿等多种金属硫化物,强蚀变地段往往是金矿体。

(2) 硅化。本区的酸性火山—次火山岩中一种比较普遍的蚀变现象。主要分布在霏细斑岩和石英斑岩中,其与次生石英岩化的主要区别在于蚀变的岩石多以乳白色的石英交代正长石和斜长石矿物,其形成时的温度高于次生石英岩形成阶段的温度。次生石英岩蚀变呈带状分布而硅化蚀变则呈面状产出。强硅化地段有网脉状的石英细脉的产出往往为金矿体富集的地段。

(3) 黄铁矿化和磁黄铁矿化。分布比较普遍,在酸性的火山岩—次火山岩中都有产出。与次生石英岩相伴产出的地段,多是金矿体分布的地段。黄铁矿分为早晚两个阶段,早期形成的黄铁矿结晶较好,多呈立方体,偶尔可见五角十二面体;晚期形成的黄铁矿多为胶状,呈细小颗粒浸染状产出,地表形成的褐铁矿常具蜂窝状构造。

(4) 泥化。是矿区的主要蚀变之一,也是酸性硫酸盐型次火山岩金矿标志的围岩蚀变产物。在本区主要的蚀变矿物组合为高岭土化—叶腊石化—明矾石化。分布在酸性火山岩的上部,多呈面状产出,泥化较强的地段往往形成高岭石,金矿体多产出在泥化带下部。

2.5 火山岩的化学成份特点

岩石化学分析成果表见表 1、表 2,经扎氏化学成份特征计算值见图解 (图 3)。

(1) Fe、Mg元素含量较低,说明岩石中铁镁质暗色矿物含量低,$K_2O > Na_2O$ 说明岩石偏碱性,SiO_2 含量平均大于 73%。

(2) 岩石属贫铁、镁,富钠、钾,富硅铝过饱合系列,即以地壳物质为主的酸性火山岩。

表 1　岩石化学成份分析结果表

岩石名称	岩石分析结果 ω(B)%													
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_2	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	SO_3	H_2O	
凝灰角砾岩	77.20	0.14	12.80	0.75	0.64	0.015	0.08	0.1	0.1	4.55	0.039	0.29	0.042	2.11	98.86
硅化霏细岩	76.66	0.03	12.86	0.37	0.48	0.015	0.08	0.14	0.25	5.57	0.027	0.072	0.16	1.93	98.82
霏细岩	73.52	0.07	18.51	0.41	0.35	0.008	0.04	0.1	1.58	4.25	0.048	0.072	0.032	2.53	98.82
流纹岩	75.24	0.05	13.66	0.54	0.68	0.02	0.08	0.15	2.00	6.00	0.032	0.144	0.042	1.45	100.09
凝灰角砾岩	75.12	0.15	13.94	0.94	0.68	0.02	0.32	0.3	0.40	4.7	0.039	0.216	0.105	1.93	98.86
次生石英岩	86.16	0.04	4.17	3.51	1.00	0.008	0.08	0.15	0.25	0.98	0.112	0.18	5.69	1.22	103.43
霏细斑岩	77.90	0.15	11.83	0.69	1.16	0.015	0.15	0.15	0.55	4.4	0.04	0.108	0.21	1.83	99.18
凝灰角砾岩	75.58	0.15	13.49	0.34	0.58	0.02	0.12	0.15	0.40	6.9	0.043	0.072	0.025	1.48	99.35

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

表 2 A、H扎氏数值特征表

编号	a	c	b	s	a′	c′	f′	m′	n	t	Q	a/c
1	6.37	0.10	10.74	8.27	88.62		10.18	1.2	3.93		52.74	
2	8.45	0.16	8.48	82.91	88.89		9.2	1.53	6.15		48.76	
3	9.06	0.13	11.52	79.29	93.26		6.18	0.56	35.75		40.33	
4	12.51	0.16	5.73	81.6	79.55		18.18	2.27	33.33		38.02	
5	7.23	0.32	11.62	80.83	83.33		12.22	4.44	10.71		49.38	
6	1.78	0.16	6.92	91.14	44.95		53.21	1.83	28.57		78.58	
7	7.20	0.16	9.1	83.54	81.27		16.96	1.77	16.07		52.52	
8	10.28	0.16	7.61	81.95	86.32		11.11	2.56	7.59		43.18	

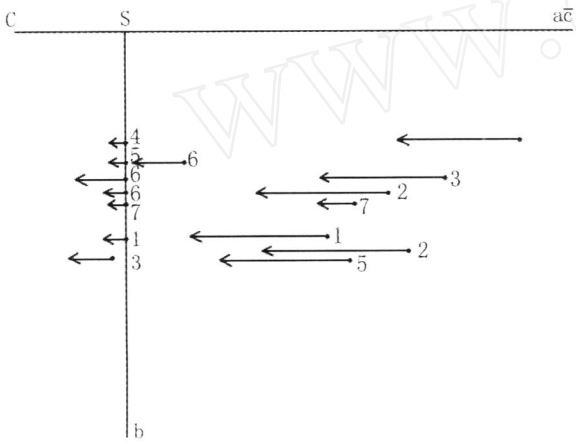


图 3 扎氏图解

(3) 从扎氏图解可以看出属正常类型。

(4) 皮克里指数 (钙碱指数)为 56,里特曼指数分别为 0.15和 2.1,属于钙和钙碱性系列太平洋型岩浆。

(5) 硅酸盐氧化指数计算结果为 0.47～3.51,均大于 0.17,说明火山活动持续时间较长。

3 化探异常特征

3.1 化探异常

1999年本区开展过水系沉积物测量工作,在三道沟至五道沟圈定 As、As、Sb二级异常区 40km^2。异常形态呈椭圆状,砷异常范围较大,异常值较高,最大值 4 300 ×10^{-6},说明砷做为远程指标元素运移能力较强;金的最高值 22 ×10^{-9},平均含量 11 ×10^{-9},异常分布范围为 7km^2,As、As、Sb组合异常套合较好部位为三道沟金矿体赋存的地段。

3.2 土壤异常

矿区内圈定土壤 Au、As、Sb、Cu、Ag组合异常 9个,其中 Ht1号异常为 Au、Ag、Cu、As。组合异常,Au、Cu、As组合异常 5个。金异常面积 0.1～0.8 km^2,异常强度高,一般为 10 ×10^{-9}～120 ×10^{-9},峰值1 000 ×10^{-9}。Ht1号异常呈近 SN向带状分布,异常分带性明显,各元素浓集中心较吻合,Au、Ag为内带异常,Cu为中带异常,As构成外带异常,经槽探工程验证为金矿体引起的。其余异常受硅化构造蚀变带控制十分明显,多分布在蚀变带上或其两侧,经槽探工程验证已见金矿 (化)体。通过综合分析对比认为对 Ht2、Ht4、Ht5、Ht7、Ht8等异常应加强工作,以其发现新矿体。

4 矿体特征

4.1 矿体分布及规模

矿区已发现金矿体 8条,分布在大沙河断裂的北侧,其中 1、6号矿体规模较大。1号矿体赋存在次生石英岩带中,走向 NNW355°,倾向 SW,倾角 75°～85°,局部接近直立,矿体长度 700m,呈尖灭再现产出。由 1-1～1-5号五个矿体构成,厚度 2～8m。6号矿体位于 1号矿体的上盘,矿体长度 240m,平均厚度 8m,走向 NE40°,倾向 NW,倾角 55°左右,1号和 6号主矿体受火山机构形成的断裂构造和次生石英岩蚀变带及角砾岩带控制,呈脉状产出。

4.2 矿石质量

矿石主要有用成份为金和银。1号金矿体金品位 1.0 ×10^{-6}～8.62 ×10^{-6},平均含量 2.15 ×10^{-6},伴生银最高品位 70 ×10^{-6};6号金矿体品位 1.0 ×10^{-6}～12.20 ×10^{-6},平均品位 3.13 ×10^{-6},伴生银平均品位 16.2 ×10^{-6}。金主要以自然金,含银自然金的形式出现,矿石的矿物组合为自然金—黄铁矿型,自然金—黄铁矿、磁黄铁矿型,自然金—网脉状石英脉型。金属矿物主要为黄铁矿、磁黄铁矿,少量的黄铜矿,偶尔可见毒砂,脉石矿物主要为石英、长石、高岭土等。

金的载体矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、毒砂和石英等,以黄铁矿和石英为主,载金分别为 56%和 38%。黄铁矿分早晚两期,早期黄铁矿以粗粒立方晶

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

体呈星点状分布的不含金,晚期黄铁矿以他形细粒集合体呈浸染状分布的含金。

4.3 矿石类型

(1) 黄铁矿、磁黄铁矿、玉髓质石英脉型。该类型是 1号金矿矿体的主要矿石类型。黄铁矿、磁黄铁矿的含量约占 15%,呈浸染状分布在玉髓质石英脉中。玉髓质石英脉呈深灰色,其中含少量的正长石。

(2) 网脉状石英脉—火山角砾岩型。该类型是6号金矿体的主要矿石类型。石英细脉沿震碎的火山角砾裂隙中充填并胶结火山角砾。石英细脉宽 0.5～15 mm,不同阶段石英细脉可见相互穿插和错断的现象。角砾成份主要为霏细斑岩,多具棱角状,大小不一,1～5cm不等,并石英细脉胶结的次火山岩角砾无明显的错动或位移,说明是近火口震碎的产物。该矿石类型属低金属硫化物型,偶尔见星点状分布的黄铁矿。

4.4 矿石的结构构造

矿石的结构主要有半自形粒状结构,嵌晶结构及碎裂结构等。构造主要为:

(1)浸染状构造。黄铁矿、磁黄铁矿及毒砂呈稀疏浸染状分布。磁黄铁矿结晶程度较好,黄铁矿多呈他形细粒集合体分布。

(2)块状构造。该类型矿石含量较少,只在 1-5号矿体中发现,矿石中黄铁矿和磁黄铁矿含量占60%以上,但该类型矿石金品位相对不高。

(3)角砾状构造。角砾为酸性次火山岩,其中含有黄铁矿和磁黄铁矿,胶结物为石英脉和硅质。

(4)网脉状构造。含金的石英细脉沿次火山岩的节理和裂隙充填,石英细脉脉幅宽窄和细脉的发育程度与金品位呈正相关关系。

4.5 成矿机理探讨

矿体产在酸性次火山岩中,受火山断陷盆地边部深大断裂的控制,深大断裂往往是火山热液的通道,其次一级断裂是主要的容矿构造。矿体受火山机构产生断裂构造的控制,1号矿体呈尖灭再现产出表现控矿构造为压扭性。同位素硫测定结果 $\delta^{34}S‰$在 +0.6～+2.8之间,多数 +1.0～+1.5,变化范围较窄,接近陨石硫,说明含矿物质来源于深部。佳木斯地块是我国最北部一个花岗岩绿岩地体,含金丰度值高。次火山岩矿床成矿物质来源往往取决于叠置在火山岩下基底岩石的含矿性[4]。在火山活动的晚期,携带矿物质的火山热液在上侵入过程中从围岩中不断萃取有用物质,在近地表处与天水混合或随温度和压力的降低产生沸腾而发生沉淀成矿。该矿床属于浅成低温热液型金矿[5]。

5 找矿标志

(1) 矿体受深大断裂的控制,往往产出在深大断裂的转弯处,与其高角度相交的次一级断裂构造是有利的贮矿空间。

(2) 容矿围岩主要为酸性次火山岩和酸性火山碎屑岩。

(3) 近矿蚀变为次生石英岩化,黄铁矿化,磁黄铁矿化和泥化。

(4) 微量元素组合为 Au-Ag-As-Cu一般为矿致异常,异常规模的大小与矿化成正比。

(5) 受火山机构构造控制的隐爆角砾岩带和侵入角砾岩带是矿体赋存的有利部位。

参考文献

[1] 黑龙江省地质矿产局.黑龙江省区域地质志[M].北京:地质出版社, 1993.

[2] 韩振新,徐衍强,郑庆迢.黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及演化[M].哈尔滨:黑龙江人民出版社, 2004.

[3] 黑龙江省地质矿产局.黑龙江岩石地层[M].北京:中国地质大学出版社, 1997.

[4] 翟裕生,姚书振,崔彬.成矿系列研究[M].北京:中国地质大学出版社, 1996.

[5] 田世良.黑龙江省及呼盟地区两类浅成热液矿床成矿特征的比较剖析[J].黑龙江地质. 2003, 4(14): 26-29.

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

The Geologic Feature and the Clue for Prospecting of Sandaogou Huanan Gold Ore in Heilongjiang

ZENG Fanlong, ZANG Enguang, YI Cunchang, ZHANG Chunxiao

No. 701 Team, Heilongjiang Bureau of Geological Exploration, Huanan 154400, Heilongjiang, China

Abstract: Sandaogou gold ore is the deposit of new type which is found in the middle of the umbo in Jiamusi these years, the district is volcanic in Mesozoic. The volcanic activity is violent in the umbo in Jiamusi in Mesozoic, this is an important period for forming ore in this district. It may be a reference for finding subvolcanic rocks epi low temperature hydrothermal gold ore in this district after summarizing the geologic feature and showing some regularity.

Key words: Sandaogou gold ore; Subvolcanic rocks; Geologic feature; Clue for prospecting

---

(上接第 28页)

Analysis on Geological Dynamic Condition in HeiLongjang Eastern Area

LI Xiaoying[1], REN Fenghe[1], ZHENG Qingdao[2], ZHANG xiaobo[3], JING Longhua[4]

1. *Heilongjiang Province Institute of Geological Survey, Harbin 150036, Heilonjiang, China;*
2. *Heilongjiang Province Geological and Mineral Bureau, Harbin 150036, Heilongjiang, China;*
3. *Shanxi Province Changqing Oil Field Low Efficiency Reserves Item Brigade, Xi'an 710021, Shanxi, China;*
4. *Heilongjiang Central Hcademy of Nonfferrous Geology Heilongjiang and Research, Harbin 150046, Heilongjiang, China*

Abstract: Researched to start from geological - structural background in Heilongjang eastern area, base rock - constructing, granite distribution, deep - large break characteristic is analyzed, Mesozoic - Neozoic Structural stress - field is restored by using the three method - geometric parameter of structural formative - tracks, sonic - discharge determine and limiter dimension numeric imitate. A new viewpoint the early cretaceous structural stress - fields are unproportional in western zone, middle zone, eastern zone, that late cretaceous and old tertiary structural stress - fields are gyral - torsional and that new tertiary structural crush - stress distributed at northwest - southeast direction is suggested. The aera's geological dynamic condition is analyzed; structural occurred, developed and evolved special feature is summed up. Structural information is provided for analyzing form - mine in the area.

Key words: Hei longjang; Dynamic condition; Structural stress - field

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