

文章编号: 1004—5589 (2008) 01—0023—07

珲春上杨树沟金铜矿(化)区控矿条件与找矿方向

赵利刚¹, 王建新¹, 陈雪¹, 谢海东¹, 臧兴运^{1,2}

1. 吉林大学 地球科学学院, 长春 130061; 2. 吉林省地质调查院, 长春 130061

摘要: 从成矿背景出发, 在分析地层、构造和岩浆岩等成矿条件的基础上, 提取该区控矿条件和找矿标志, 进行矿体预测和工程布置。研究表明该区内矿化与中生代火山岩浆活动密切相关; 东西向断裂(带)与南北向断裂交汇部位的火山机构控制着岩体的空间展布, 火山机构成为矿区内主要的控矿构造。圈出 I 级和 II 级靶区各 3 处, 并进行了工程验证, 在 I 级靶区内发现矿体 1 条、II 级靶区内矿化体 2 处。

关键词: 上杨树沟; 金铜矿(化)区; 控矿条件; 找矿方向; 珲春

中图分类号: P612

文献标识码: A

Ore control conditions and prospecting direction for Shangyangshugou gold-copper mining (mineralization) district in Hunchun of Jilin

ZHAO Li-gang¹, WANG Jian-xin^{1,2}, CHEN Xue¹, XIE Hai-dong¹, ZANG Xing-yun^{1,2}

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China;

2. Geological Survey Institute of Jilin Province, Changchun 130061, China

Abstract: Based on the comprehensive analysis of features of the gold-copper regional geological background including stratigraphy, tectonics and magmatite, the authors studied the ore control conditions and prospecting marks to predict ore bodies and to advise the construction setting. The study shows that the mineralization in the studied area is closely relative to Mesozoic volcanic magmatic activity; and the edifice is the main ore-controlling structure, as the convergence between the WE and NS trend fractures, controlling the spatial distribution of the volcanic massif. On the basis of the work, we delineate three target areas for the first order and the second order, respectively, and have done acceptance of work. The results indicate there existing an ore body in the first order target area and two ore bodies in the second order target area.

Key words: shangyangshugou; gold copper mining (mineralization) district; ore-control conditions; prospecting direction; Hunchun

上杨树沟矿化区成矿地质条件复杂且植被覆盖严重, 影响了控矿条件的调查认识, 前人对控矿规律的研究较少。为了扩大该区矿产资源远景和储量, 必须明确控矿条件及找矿方向, 其研究成果也可以推广应用于邻区的找矿工作。

1 区域地质背景

矿化区处于古亚洲洋消亡型陆缘活动带控制的古生代近东西向构造岩浆岩带与西太平洋活动陆缘带控制的中、新生代南北向构造岩浆岩带的叠加交

收稿日期: 2007-02-01; 改回日期: 2007-12-24

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目(资[2002]036-04, [2003]026-01)

汇部位^[1]，属于珲春—马滴达东西向构造火山岩带东段北缘、小西南岔—下四道沟南北向构造火山岩带西南缘部分。区域内以东西向和北东向壳断裂最为发育，并控制着火山断陷盆地和成矿带。区域内成矿时间 127.8~123.3 Ma^[2]，中生代火山岩浆活动与成矿之间的联系十分密切。

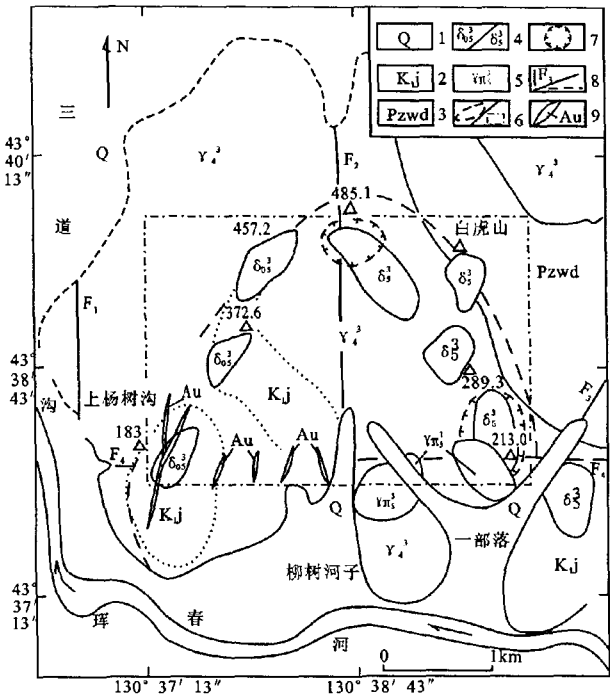
2 矿区地质

2.1 地层

矿区内出露的地层主要为古生代的五道沟群、下白垩统金沟岭组。古生代五道沟群出露在矿区白虎山东部一带，其主要岩性为变质砂岩夹变质流纹岩、英安岩。金沟岭组火山岩地层（K_{1j}）断续分布于上杨树沟村以东及一部落村以东一带。该地层在本区主要分为上、下二段。下段以凝灰质及安山质熔浆胶结的砾岩为主要岩性，上段岩性以凝灰熔岩、熔岩为主（图 1）。

2.2 构造

矿（化）区位于东西向和南北向壳断裂交汇处的破火山口内，因此火山机构控岩、控矿为该区主要特征。区内断裂构造主要有东西向、南北向、北东向、后期北西向断裂、隐爆角砾岩筒构造及火山机构的环形构造。



1. 第四系；2. 早白垩世安山质熔岩及角砾熔岩等；3. 下古生界五道沟群云英片岩；4. 粗斑闪长岩及（石英）闪长岩；5. 花岗斑岩；6. 破火山口范围及土壤化探工作区；7. 寄生火山口；8. 断裂及推断裂；9. W 金矿（化）体

图 1 上杨树沟矿区地质图

Fig.1 Geological sketch map in Shangyangshugou

表 1 研究区 J₃—K₁火山岩成矿元素分析数据表

Table 1 Content of trace elements from volcanic rock in Shangyangshugou

ω (B) /10⁻⁶

序号	岩石名称	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mo	Co/Ni
1	安山岩（5 个均值）	10	2.13	54.47	16.13	114.5	15.79	54.87	1.13	0.29
2	闪长玢岩	8.9	0.24	571.6	25.3	106.0	27.6	29.8	0.8	0.93
3	石英闪长岩	4.9	0.09	17.2	14.0	35.9	21.5	23.9	0.6	0.90
4	石英闪长玢岩	23	0.31	78.94	15.98	124.35				
5	矿化闪长玢岩	14.5	0.38	295.7	33.6	63.7	27.3	30.4	0.6	0.90
6	蚀变闪长玢岩	24.0	0.39	69.3	36.7	193.4	39.8	28.1	0.5	1.42
7	黄铁矿矿石	14.0	1.07	266.2	19.5	44.6	94.2	19.4	1.1	4.86
8	花岗斑岩	58	1.1	66	326	393.88				
9	蚀变花岗斑岩	3.4	0.18	182.9	14.6	23.2	10.7	9.0	6.9	1.19
原始地幔	（Taylor, 1985）	1.3	0.019	28	0.12	50	100	2000	0.55	
维诺格拉多夫 （1982）	基性岩（玄武岩）	4	0.1	100	8	130	45	160	1.4	
	中性岩（闪长岩）	—	0.07	35	15	72	10	55	0.9	
	酸性岩（花岗岩）	4.5	0.05	20	20	60	5	8	1	

注：Au 元素的含量单位为 10⁻⁹

东西向断裂(带)属区域压性壳断裂。本区东西向断裂(F₄)分布在上杨树沟村—一部落村一带。南北向断裂在上杨树沟—下四道沟地区较发育(F₁、F₂),其叠加于东西向断裂(带)之上并受东西向断裂(带)制约,二者交汇部位形成破火山(口)机构,同时也是次火山岩体分布的集中区。北西和北东(F₃)向构造既受东西向及南北向断裂控制,同时控制着次火山岩体(石英闪长岩或石英闪长玢岩体)的分布。

隐爆角砾岩筒构造空间上受石英闪长(玢)岩体控制,目前只在矿(化)区北部和东部圈定出两处。其中一处矿化较强,镜下发现银金矿。

火山机构构造中放射状和环状构造均发育。放射状断裂(隙)主要受区域上的构造影响,形成了东西、南北、北东及北西向的次级断裂;环状构造主要在珲春河北部以柳树河子为中心呈半环状展布,其与北东、北西向断裂交汇部位多形成寄生火山口,次火山岩上侵,形成小岩株,形成了矿区内的次火山岩特有的半环形分布形态。

2.3 次火山岩

次火山岩岩石类型为细粒(石英)闪长岩,(石英)闪长玢岩及花岗斑岩等。目前在矿(化)区内共圈出闪长质岩体8处,后期花岗质岩体2处。次火山岩体地表形态多为椭圆状,受NW向及NE向构造控制构成半环状(图1)。依据野外地质调查并结合岩石微量元素特征(表1)显示,闪长质岩石中的Au、Cu元素的丰度明显高于其他岩石,花岗质岩石Cu元素含量最高^[3]。

2.4 矿体地质

矿区已初步查明5条金矿体,赋存在石英闪长(玢)岩和金沟岭组火山岩中并延伸至斜长花岗岩(γ₄₃)体内。金矿体形态变化较大,均呈不规则的脉状,局部呈分枝复合及树枝状,矿体长度100~670 m;宽度0.1~4 m。深度上延深较浅。矿体走向近北西、北东,倾向西北,倾角75°±。倾向随矿体延深变化较大。矿体金品位为176.4×10⁻⁶~0.1×10⁻⁶。

矿石矿物成分有黄铁矿、磁黄铁矿、石英、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿等,并以黄铁矿为主。脉石矿物为:石英、长石及其蚀变产物云母、高岭石等。

矿石结构主要以交代溶蚀结构、侵蚀结构为

主,还有骸晶结构等。矿石构造主要呈浸染状、网脉状和条带状等。

矿石中金矿物主要以自然金为主,其次为银金矿。金呈粒状及板状,粒度0.2~1 mm。金矿物常与金属硫化物相伴生,多以黄铁矿为载体,呈粒间金、包裹金产出。

2.5 围岩蚀变类型

主要有黄铁矿化、硅化、电气石化、英云岩化、绢云母化、碳酸岩化等。与矿化关系密切蚀变类型有:

黄铁矿化:蚀变较强,黄铁矿呈细脉状、星点状及浸染状。

电气石化:蚀变较强,主要分布于白虎山一带。呈细脉状、浸染状。在不同方向上的裂隙中蚀变强度不同,北东及北北东向电气石化较强;东西向电气石化则较弱。

绢云母化:蚀变较强,具有中-弱强度的绢云母化地段,含金较富。

云英岩化:蚀变较强,主要发育于近矿体围岩。

2.6 土壤地球化学特征

如图2所示Au元素异常浓集中心在外带环绕火山机构分布,而Cu元素异常在内带呈面状分布,两元素异常在空间上套和较好。Au较具规模的北西向串珠状异常共有3处,分布在矿区西部和中部,与已知的三个小岩株位置十分吻合,在西南处有一处呈近南北向分布的异常,与已知矿体位置相吻合;在一部落北部有两个圆珠状异常,异常位置与已知爆破角砾岩筒位置相吻合。研究区Cu元素1/万土壤测量图(图2)中,Cu元素异常的面状分布位置与花岗斑岩出露的位置大致相同,且Cu异常分为南、北两个区,北部异常面积较小,呈哑铃状分布,南部异常面积较大,向南未封闭,说明研究区Cu元素土壤异常至少由两个花岗斑岩小岩株引起。这一规律与北部的杜荒岭、板庙子、小西南岔等矿床一致^[4,5]。

3 控矿因素分析

3.1 次火山侵入岩控矿因素分析

(1) 根据其微量元素地球化学(表1)特征,本区次火山岩中微量元素平均含量及方差为Au: 0.011×10⁻⁶, 245; Ag: 0.64×10⁻⁶, 0.535;

Cu: 208×10^{-6} , 37 187; Pb: 22.83×10^{-6} , 86; Zn: 83.04×10^{-6} , 3 558 ; Mo: 1.66×10^{-6} , 5.40。Au、Cu、Zn、Mo 等元素的浓集系数较高, 对这 4 种元素成矿十分有利。浅成相次火山岩中

Au、Cu 等成矿元素明显高于喷出岩, 并均高于维氏值, 表明区内成矿作用与浅成相次火山岩关系极为密切; 根据岩石化学特征 (表 2) 可以看出各种火山岩的不同氧化物随 SiO₂ 含量的增加, 其变异的规律是不相同的。K₂O 随 SiO₂ 增高而增高, 而 Al₂O₃、FeO、MgO、TiO₂、P₂O₅、CaO 等却随着 SiO₂ 的增高而降低 (图 3)。氧化物成份具有较强的线性关系, 说明岩浆演化具有从中性到中酸性连续过渡的特点, 岩浆岩的演化具有连续性。结合 Au、Cu 元素与不同岩性之间的关系可知: 中性岩与金的成矿有关, 酸性岩与铜矿化有关。

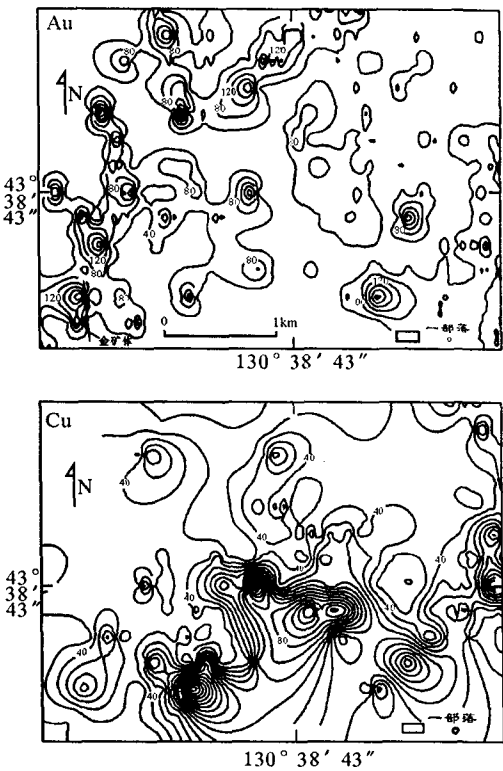


图 2 矿区土壤测量等值线图
Fig.2 Exceptional soil isoline in dstict 1:10000

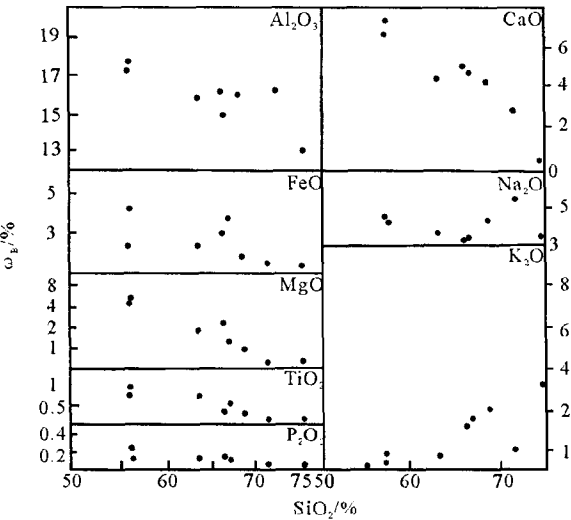


图 3 Harker 变异图
Fig.3 Hrker diram

表 2 研究区 J₃—K₁ 火山岩化学分析数据表
Table 2 Content of major elements from volcanic rock in Shangyangshugou /%

序号	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	δ
1	石英闪长岩	56.7	0.62	17.5	1.48	4.79	0.10	5.83	7.58	3.58	0.51	0.10	1.22
2	闪长岩	63.30	0.44	16.36	0.94	2.91	0.09	1.92	4.13	3.75	1.00	0.17	4.25
3	次安山岩	65.43	0.00	15.95	2.17	3.83	0.13	2.42	1.15	1.06	2.48	0.19	0.56
4	石英闪长岩	65.3	0.50	14.8	1.85	3.42	0.09	1.85	4.85	3.30	1.85	0.18	2.85
5	闪长岩	56.78	0.70	17.47	3.25	2.94	0.24	4.51	6.97	4.61	0.88	0.28	1.86
6	花岗斑岩	76.07	0.13	12.96	0.55	1.16	0.02	0.50	0.32	3.40	3.25	0.05	0.92
7	斜长花岗岩	71.55	0.10	16.48	0.32	0.87	0.01	0.15	2.91	5.40	1.49	0.06	0.26
8	石英闪长岩	67.94	0.37	15.39	0.64	2.29		1.49	4.07	4.43	2.34		

注: 1-7 由吉林省地矿局第五实验室测试, 8 据文献 [6], 为 13 件均值。

（2）石英闪长（玢）岩空间产出位置和已知金矿体关系密切，多为金矿体的近矿围岩。且岩体中的蚀变类型与含金蚀变带极为相似。在石英闪长（玢）岩中发育隐爆角砾岩筒构造，亦为成矿极有利构造。

（3）矿区 Au 土壤异常的浓集分布与石英闪长（玢）岩的空间分布形态套和较好；从这点上也表明矿区主要的次火山岩控矿条件为石英闪长（玢）岩。Cu 土壤异常的浓集分布与花岗斑岩的空间形态套合较好，预示着该区 Cu 异常与酸性岩有关。

3.2 矿化蚀变与金矿化的关系

区内矿化蚀变强且类型较多，但与成矿关系密切的蚀变类型主要为：

（1）黄铁矿化：区内黄铁矿化主要有两种类型，细脉浸染状和星散状。其中黄铁矿、呈颗粒细、不规则粒状细脉浸染状的地段含金较高；颗粒粗大、晶形完好（六面体）呈星散状的地段含金

贫；

（2）绢云母化：具有中、弱强度的绢云母化的地段含金较高；

（3）云英岩化、电气石化：较为重要的两种蚀变类型。云英岩化出现在矿区西部上杨树沟一带；电气石化主要在白虎山一带。这两种蚀变与成矿关系极为密切，它们的出现可作为金矿存在的直接标志。同时也表明该区金矿及多金属矿与火山一次火山热液作用有关。

3.3 构造控矿因素分析

从图 4 中可以看出，已知金矿体走向与土壤异常所反映的方向一致，并受南北向断裂控制。故可知矿区内 3 个北西向土壤异常亦为矿致异常并为北西向断裂控制，根据其规模判断该矿区内主要的控矿构造为北西向断裂构造。

根据以上控矿因素分析，总结出研究区找矿标志（表 3）。

表 3 研究区综合找矿标志
Table 3 Synthetic prospecting marks in the studied area

找矿标志	标志特征
构造标志	1. 东西向与近南北向两组区域深断裂交汇部位，是火山机构中心相存在的部位，也是矿化有利地区
	2. 近南北向、北东向断裂构造与环形火山断裂构造交汇部位，是寄生火山口侵入杂岩赋存的部位，包括细粒石英闪长岩、闪长岩、石英闪长玢岩、花岗斑岩。受其控制，在空间分布上次火山侵入岩呈岩株状围绕火山口环形分布
	3. 角砾岩筒一般在次火山侵入小岩株边部分布，受同一构造体系控制
	4. 次级 NE、NNE 及近东西向断裂和放射状 NE、NW 向断裂（隙），是矿体或矿化体赋存的空间，其中尤以北西向断裂（隙）为重点
次火山侵入杂岩标志	细粒石英闪长岩、石英闪长玢岩、闪长玢岩等中性次火山侵入杂岩岩石系列，是金矿成矿的最佳组合，与金矿成矿关系最为密切；花岗斑岩等中酸性次火山小岩株，与 Cu、Mo 矿化关系最为密切
围岩蚀变标志	1. 绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化：为近矿蚀变类型或组合，范围不广，多集中发育于中酸性小岩株及其外围、角砾岩筒外围、火山构造裂隙中；
	2. 黄铁绢英岩化、电气石化：靠近矿体部位的主要蚀变类型；
	3. 硅化、高岭土化：为面状蚀变外带类型，广泛发育于中酸性浅成侵入小岩株中
地球化学标志	1/1 万土壤测量 Au 及 Ag、Cu 等综合异常，是存在次火山岩体与矿化发育的地区；异常强度高浓集中心清楚，是矿化体集中发育地段，并与已知矿体、矿化蚀变带相吻合

4 找矿方向与靶区预测

依据找矿条件与控矿因素分析研究，确定与提取了研究区综合找矿标志，以区内成矿（控矿）规律为基础，结合找矿标志（表 3），以类比的方法进行靶区预测及确定找矿方向。

4.1 靶区准则

依据靶区所处的地质环境、找矿信息量与找矿价值，将本区靶区划分为Ⅰ、Ⅱ级两类，Ⅰ级为已见矿靶区，可进一步开展工程验证及评价工作；Ⅱ级为所处成矿地质条件有利，主要信息明显，并与矿致异常具有可比性，有望找到含矿蚀变带或矿体的地段。

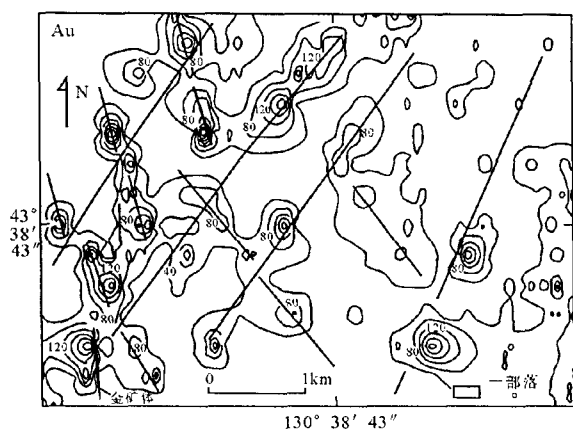
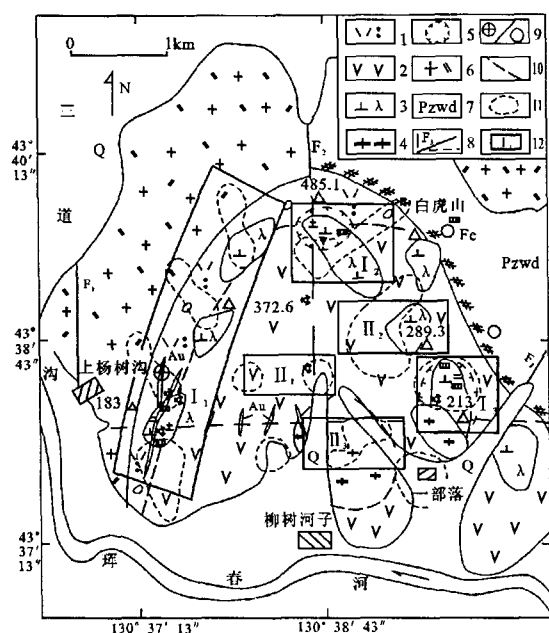


图4 土壤数据构造解析

Fig.4 Structural analysis on data of soil



1. 爆发相晶屑凝灰岩; 2. 喷溢相次安山岩; 3. 浅成侵入相石英闪长岩; 4. 浅成侵入相花岗斑岩; 5. 隐爆角砾岩筒; 6. 海西期斜长花岗岩基底; 7. 五道沟群; 8. 断层及推测断层; 9. 矿床(点); 10. 岩相界线; 11. 土壤异常范围; 12. 预测区及代号

图5 靶区预测图

Fig.5 Distributions of predicting target sections

根据靶区预测准则,在研究区圈定Ⅰ级靶区3处,Ⅱ级靶区3处(图5)。根据靶区所处的地质条件、综合信息和潜在找矿价值从优至劣分别为:上杨树沟 Au 矿预测靶区(Ⅰ₁)、白虎山金矿预测靶区(Ⅰ₂)、一部落北山金矿预测靶区(Ⅰ₃)、

289.3 高地 Au 矿预测靶区(Ⅱ₂)、柳河子北山金矿预测靶区(Ⅱ₁)、柳河子 Cu 矿预测靶区(Ⅱ₃)。

4.2 工程验证

前人对研究区曾投入了大量地质工作,由于对本矿区控矿条件的研究不够,将较多的槽探工程布置成北西向,发现了一些地表有一定品位,向下加深取样则迅速降低的断层破碎带(地球化学障)。

在本次研究成果的指导下,2006年5月利用槽探工程在靶区Ⅰ₁西侧发现走向北北西的金矿体一条,矿体出露位置与异常位置完全吻合,矿石类型为蚀变闪长玢岩型,品位 $5.0 \times 10^{-6} \sim 7.5 \times 10^{-6}$,矿体宽2~3m,两侧延长方向正在控制之中;靶区Ⅱ₂进行槽探工程揭露,发现黄铁矿化、黄铜矿化隐爆角砾岩筒一处。

参考文献:

- [1] 孟庆丽,周永昶.吉林延边东部 J₂-K₁火山—侵入杂岩岩浆的生成与演化[J].1996(1):30-39.
MENG Qing-li, ZHOU Yong-chang. The formation and evolution of magma for J₂-K₁ volcanic intrusive complex in eastern Yanbian, Jilin Province [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 1996(1):30-39.
- [2] 赵越,杨振宇,马醒华.东亚大地构造发展的重要转折[J].地质科学,1994,29(2):105-115.
ZHAO Yue, YANG Zhen-yu, MA Xing-hua, et al. Geotectonic transition from Paleasian system and Paleotethyan system to paleopacific active continental margin in eastern Asia [J]. Chinese Journal of Geology, 1994, 29(2):105-115.
- [3] 王建新,臧兴运,谢海东,等.吉林省珲春市柳河子—烟筒砬子金及多金属矿化集中区控矿条件与找矿方向研究[R].长春:吉林大学地球科学学院,2006.
WANG Jian-xin, ZANG Xing-yun, XIE Hai-dong, et al. The Ore-controlling conditions and prospecting direction of gold mineralize distract of Liushuhezi in Hunchun, Jilin province [R]. Changchun: College of Earth Sciences, Jilin University, 2006.
- [4] 李伟,王建新. R 型聚类分析在确定成矿岩体中的应用—以延边复兴—杜荒岭金矿化集中区为例[J].世界地质,2003,22(2):147-151.
LI Wei, WANG Jian-xin. Application of R title clustering analyses in defining mineralization-related rock

- in Fuxing-Duhuangling of Yanbian area [J]. Global Geology, 2003, 22 (2): 147-151.
- [5] 窦志刚, 王建新, 赵志, 等. 吉林桦甸大庙子—板庙子金矿化区控矿条件与矿体预测 [J]. 世界地质, 2004, 23 (4): 360-364.
- DOU Zhi-gang, WANG Jian-xin, ZHAO Zhi, et al. Ore-controlling conditions and ore-prospecting in Huadian of Jilin Province [J]. Global Geology, 2004, 23 (4): 360-364.
- [6] 孙超, 张继武. 农坪斑岩型金 (铜) 矿床地质特征及找矿标志 [J]. 黄金, 2002 (7): 5-7.
- SUN Chao, ZHANG Ji-wu. The gold geological characteristics of Nongping porphyry gold copper deposits and their ore-hunting Orientation [J]. Gold, 2002 (7): 5-7.
-
- (上接 13 页)
- TANG Jian, WANG Fa-ming, XU Hong-ying, et al. Characteristics of ore-hosted strata and ore-controlling structure of Co-Au mineral deposition in Tuolugou area, Qinghai [J]. Northwestern Geology, 2004, 37 (1): 86-96.
- [12] 丰成友, 张德全, 党兴彦, 等. 青海格尔木地区驼路沟钴 (金) 矿床石英钠长石岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年—对“纳赤台群”时代的制约 [J]. 地质通报, 2005, 24 (6): 501-505.
- FENG Cheng-you, ZHANG De-quan, DANG Xing-yan, et al. Shrimp zircon U-Pb dating of quartz albite from the Tuolugou cobalt (gold) deposit, Golmud, Qinghai, China—Constraints on the age of the Naizhai Group [J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24 (6): 501-505.
- [13] 朱华平, 孙丰月, 李碧乐, 等. 青海驼路沟钴矿床地质特征及找矿方向研究 [J]. 地质找矿论丛, 2004, 19 (3): 147-152.
- ZHU Hua-ping, SUN Feng-yue, LI Bi-le, et al. Study on the geological characteristics of Tuolugou Co deposit and ore prospecting, Qinghai Province [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2004, 19 (3): 147-152.
- [14] 罗照华, 柯珊, 曹永清, 等. 东昆仑印支晚期幔源岩浆活动 [J]. 地质通报, 2002, 21 (6): 292-297.
- LUO Zhao-hua, KE Shan, CAO Yong-qing, et al. Late Indosinian mantle-derived magmatism in the East Kunlun [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21 (6): 292-297.