

# 团结沟金矿矿床成因、构造控矿规律 与找矿方向浅析

张 璟<sup>1</sup> 陈远荣<sup>1</sup> 谢桃园<sup>1</sup> 李凤友<sup>2</sup> 袁玉华<sup>2</sup> 赵 俊<sup>2</sup> 宋 御<sup>2</sup> 邹 杰<sup>3</sup>

(1. 桂林理工大学, 广西 桂林 541004; 2. 黑龙江乌拉嘎金矿, 黑龙江 伊春 153221; 3. 海南省地质调查局, 海南 海口 570206)

**摘要:**团结沟金矿是一个产于花岗斑岩中的大型岩金矿, 由于所发现的金矿体绝大部分赋存在花岗斑岩中, 因此长期以来, 针对该区的找矿评价工作, 均主要围绕花岗斑岩展开。本文通过对该矿区及其外围地区的矿石和岩石的稀土配分模式、硫同位素、包体测温等方面的系统分析与比较, 发现该金矿床虽然在空间上与花岗斑岩关系密切, 但在成因上却不相关。因此, 本文对该矿床的控矿构造规律重新进行了系统分析和归纳总结, 提出了火山次火山机构的内环带构造是区内金矿体最主要的控矿构造的新认识, 进而指出了团结沟金矿田今后的找矿方向。

**关键词:**团结沟金矿; 控矿构造; 矿床成因; 找矿方向

**中图分类号:** P611; P612      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2010)06-1710-10

位于黑龙江嘉荫县的团结沟金矿床, 产于鹤岗隆起与乌拉嘎断陷接壤部位, 属于大型-超大型金矿床, 是中国黑龙江省重要的黄金产地。经多年开采, 保有储量迅速下降, 目前属重度资源危机的大型国有岩金矿山, 如何寻找新的资源和后备基地是目前亟待解决的问题。

## 1 团结沟金矿床成矿地质背景

团结沟金矿位于天山—兴蒙华力西褶皱带东段、佳木斯隆起北缘, 区域上全区由西向东分为结烈凸起、乌拉嘎断陷、鹤岗隆起等 3 个次级构造单元<sup>[1]</sup> (图 1)。团结沟与平顶山金矿床即分别产于鹤岗隆起与乌拉嘎断陷、结烈凸起与乌拉嘎断陷的交界部位。区内出露的地层主要由太古宇兴东群、中元古界原黑龙江群组成, 岩性主要为黑云母石英片岩; 岩浆岩较发育, 以中、深成花岗岩类为主, 其次为英安岩, 侵入时期由老到新可分为元古宙、早古生代加里东期、中生代印支期和燕山期; 北东向乌拉嘎断裂对乌拉嘎断陷的形成、岩浆岩的侵入和金矿田的分布均

有明显的控制作用。

## 2 前人研究中存在的问题

近 20 年来, 已经有许多科研院所与地质部门在团结沟金矿多次进行过成矿预测工作, 但均未取得找矿的突破, 没有达到为矿山增加储量的目的。究其原因, 主要包括以下几个方面:

(1) 从团结沟金矿正式开采至今, 发现的矿体 98% 都赋存于花岗斑岩或花岗闪长斑岩之中, 对此部分研究者认为本区是“斑岩成矿”, 如 1975 年黑龙江省冶金地质勘探公司 704 队经过勘查认为团结沟金矿成因与次火山岩—花岗斑岩有关, 属于斑岩型金矿; 此后, 吴尚全(1984)等<sup>[2]</sup>也持此观点。因而, 一直以来, 人们把围绕斑岩找矿做为在该区找矿工作的重要指导方向。

(2) 在 20 世纪 90 年代, 部分研究者提出了热泉型(任启江等, 1991<sup>[3]</sup>)、低温热液裂隙充填型(王世称等, 1992<sup>[4]</sup>)等观点。认为花岗斑岩在形成时期上与成矿热液不同, 矿化体之所以主要赋存于斑岩体内, 是

收稿日期: 2009-11-20; 改回日期: 2009-12-23

基金项目: 地质资源与工程人才小高地项目(002401004001)资助。

作者简介: 张璟, 女, 1983 年生, 硕士生, 地球化学专业; E-mail: 95437106@qq.com。

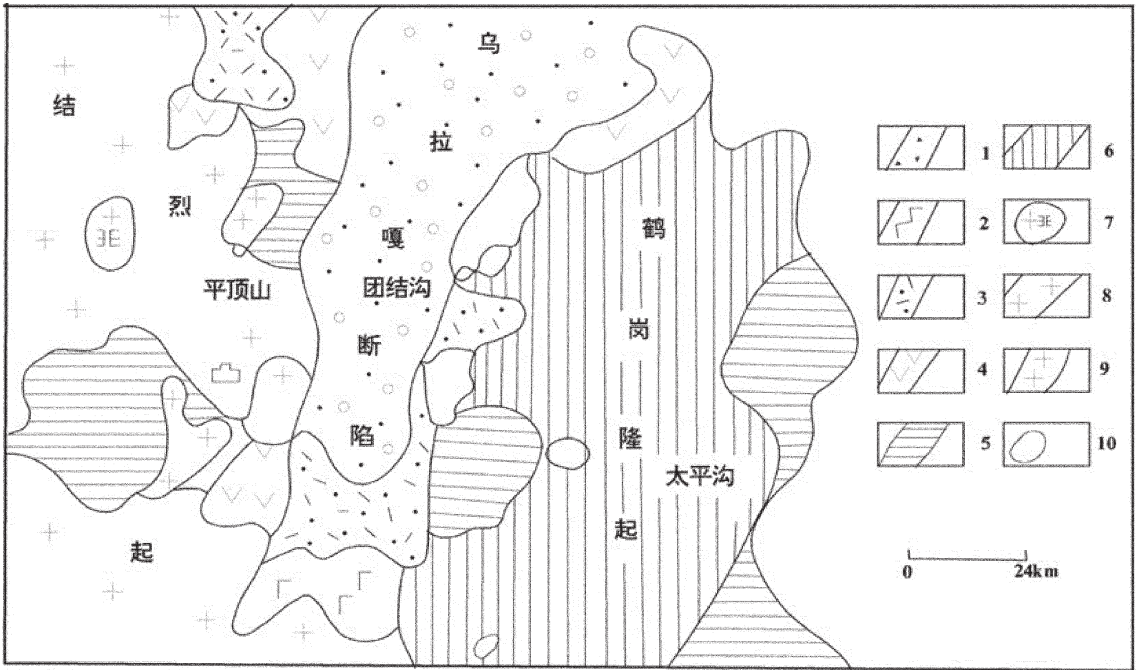


图 1 嘉荫-萝北地区区域地质略图

1—古近-新近系上统孙吴组; 2—古近-新近系下统大罗密玄武岩; 3—白垩系上统嫩江组; 4—白垩系下统宁远村组; 5—太古宇兴东群; 6—元古宇韧性变形岩石; 7—燕山期花岗岩; 8—印支期花岗岩; 9—新太古代混合花岗岩; 10—元古宇超基性岩

Fig.1 Schematic geological map of Jiayin- Luobei area

1- Neogene Sunwu Formation; 2-Eogene Daluomi basalt; 3- Upper Cretaceous Nenjiang Formation; 4-Createous Ningyuancun Formation; 5-Archean Xingdong Group; 6- Proterozoic ductile deformed rocks; 7- Yanshanian granite; 8-Indosinian granite; 9- Neoarchean migmatitic granite; 10- Proterozoic ultrabasite

因为团结沟金矿容矿构造是由热泉爆发作用形成的水热角砾岩,其形成时的压力释放形式是碎裂,从而主要发育在脆性的斑岩体中。

(3)自 1992 年起,人们普遍认识到团结沟金矿床属于浅成-超浅成低温热液裂隙充填交代型金矿床,但遗憾的是,在找矿勘查工作中并没有真正按照浅成低温热液裂隙充填交代型金矿床的成矿模式指导找矿和勘查。

(4)对控矿构造规律认识不足,在矿区范围内,以葡萄沟岩体为中心,与其南部的团结沟花岗岩斑岩、四周多个小斑岩体和英安岩体共同构成了一个火山次火山机构体系,其作为一个整体对团结沟金矿的成矿和控矿的影响少有人涉及。

(5)前人钻孔资料表明,矿区东北部和西部均存在明显的成矿热液活动,局部地段甚至已经发现矿化体,在空间上,这些矿化位于区内火山次火山机构体系中双环构造带的内外环带附近。然而,人们对这一信息所隐含的意义未能加以充分分析,认识不深。

因此,弄清团结沟金矿床的成因,深入分析和总

结其控矿规律,是明确区内成矿有利靶区的关键。

### 3 矿床成因及构造控矿规律分析

#### 3.1 矿床成因

##### 3.1.1 硫同位素特征

据吉林省冶金地质勘探公司中心研究室 1975 年对金矿化蚀变矿物中流体包裹体硫同位素测定结果表明,其  $\delta S^{34}$  值在 0.2‰~4.9‰,硫同位素组成和变化范围均具有接近陨硫的特点; 而据霍亮(2007)<sup>[6]</sup>对王义文(1990)<sup>[6]</sup>、吴尚全(1984)<sup>[7]</sup>、杨天奇(1992)<sup>[8]</sup>等 64 件硫同位素数据进行统计后发现(图 2),团结沟金矿的硫同位素变化范围较宽,  $\delta S^{34}$  值变化于 13.0‰~-33‰,其中主体变化于 3.0‰~-13‰。与其他天然物质的硫同位素比较后(图 3)认为,其含矿热液流体的主体为深部来源,部分叠加地表降水生物硫。

##### 3.1.2 包体测温特征

据吉林省冶金地质勘探公司中心研究室的研究

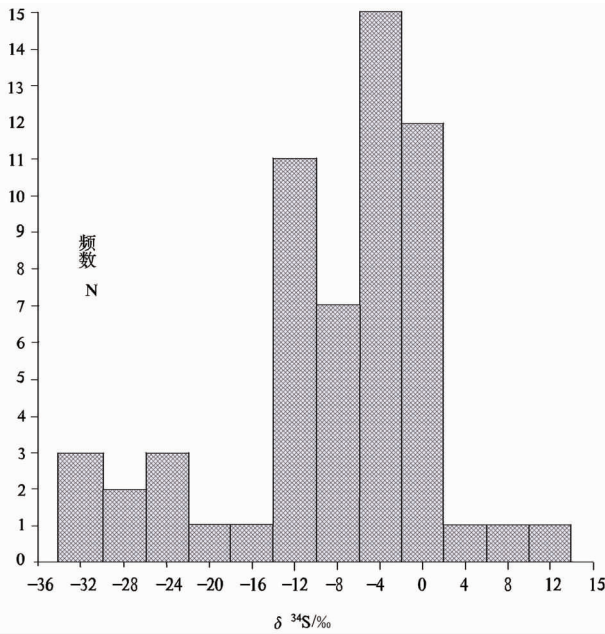


图 2 团结沟金矿硫同位素直方图

Fig.2 Histogram showing sulfur isotope of the Wulaga gold deposit

资料,区内黄铁矿、玉髓状石英包体测温为 90~100℃;霍亮<sup>[5]</sup>对 64 个玉髓石英包裹体采用国际先进的测试仪器 Linksm THMS-600 型冷热台进行均一温度测温后发现,流体包裹体成矿均一温度在 152.2~329.6℃范围变化,其中主要集中在 150~220℃区间

内,属于浅成低温热液。这表明团结沟金矿床具典型的浅成低温成矿特征。

### 3.1.3 矿化、矿物组合、围岩蚀变特征

对矿体和矿石观察后发现,区内矿化不均匀,矿体边界不清,矿石的成分、矿物组合和围岩蚀变等均表现为以低温的石英、黄铁矿、辉锑矿、方解石、白云石等为代表的低温矿床矿物组合特点。石英(Q)与黄铁矿(Py)的主要接触关系见图 4-a~d。

成矿期的围岩蚀变以硅化、黄铁矿化和碳酸岩化为主。硅化主要发育于花岗斑岩与片岩接触带岩体上部附近的张性或张扭性构造角砾岩带内,分为 3 期,石英颜色由白渐灰,中、晚期以暗灰色玉髓状石英为主,晚期有时还与胶状碳酸盐组成混合脉;黄铁矿化也可分为 3 期,黄铁矿呈网脉状、细脉状或星散浸染状,充填、浸染于岩石中或角砾间隙中,其中中期黄铁矿以粉末状、胶状发育较广泛,多与矿体重合,黄铁矿中的金含量最高;碳酸岩化主要呈胶状,往往与晚期硅化的硅质伴生,有时也与晚期黄铁矿一起出现。

野外观察结果表明,该矿床的主要矿体是沿花岗斑岩顶部凸起区、花岗斑岩与片岩的接触带的构造角砾岩带分布,由含金玉髓状石英脉、硫化物脉和碳酸盐脉充填胶结而成,具有明显的热液充填特征(图 5-a、5-b)。

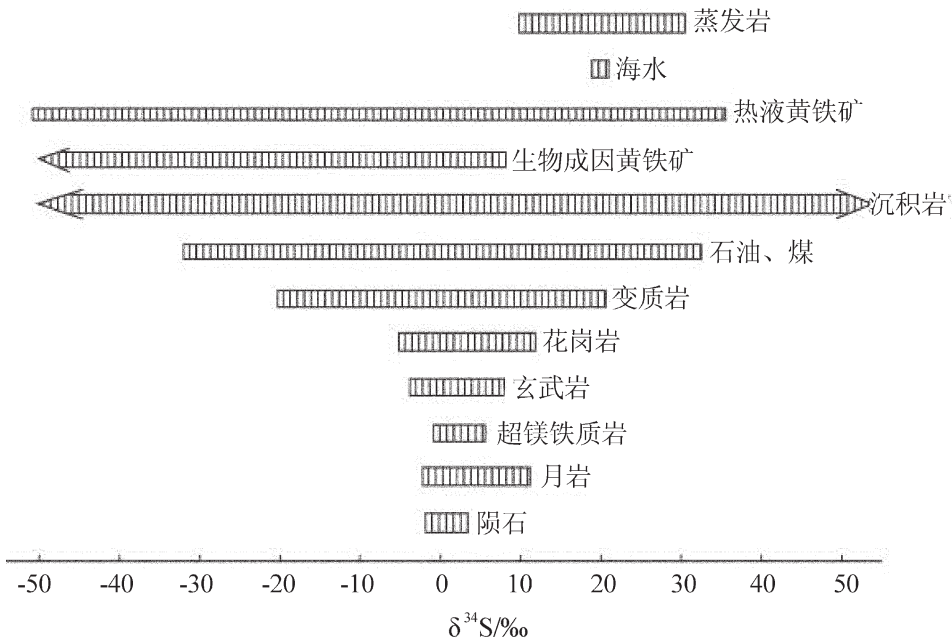


图 3 天然物质中硫同位素组成图

Fig.3 Sulfur isotope composition of natural materials



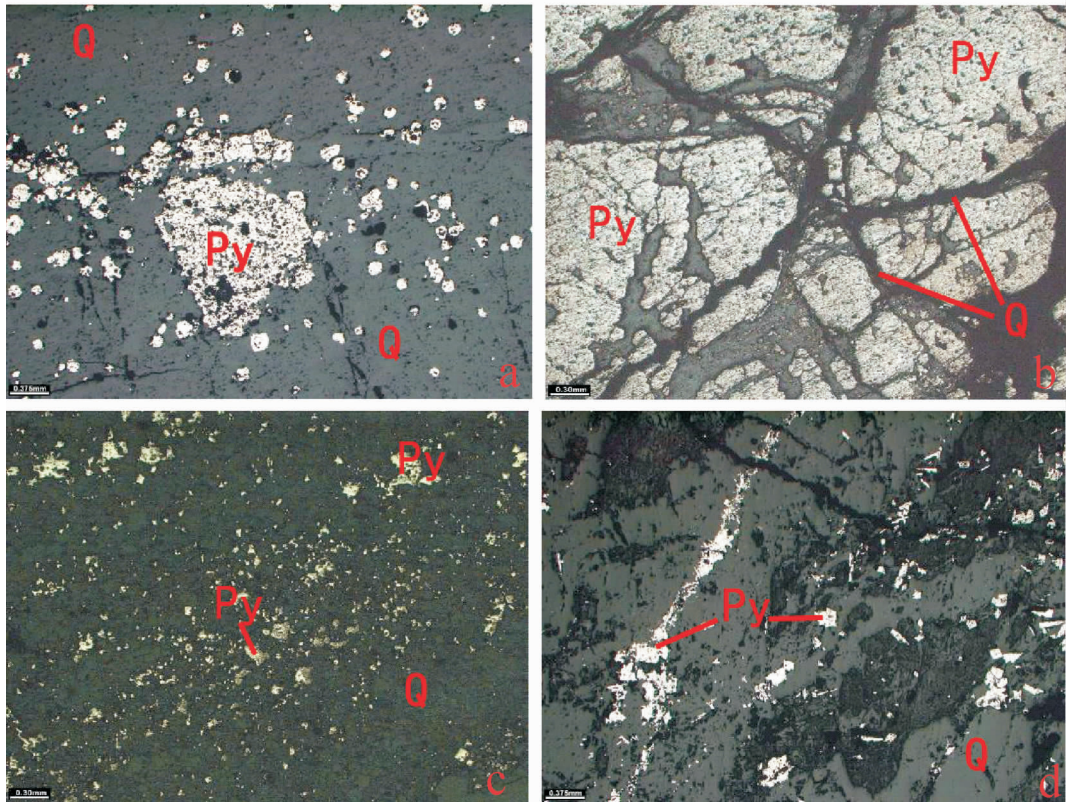


图 4 石英(Q)与黄铁矿(Py)接触关系图

a-石英中烟灰状黄铁矿;b-碎裂状黄铁矿裂隙中的石英脉;c-石英中烟灰状黄铁矿;d-石英中细脉浸染状黄铁矿

Fig.4 Contact relationship of quartz (Q) and pyrite(Py)

a-Smoky pyrite in quartz;b-Quartz in fissure of cataclastic pyrite;c-Smoky pyrite in quartz;d-Veinlet-disseminated pyrite in quartz

#### 3.1.4 稀土配分模式

由于稀土元素对物质来源具有非常灵敏的反映,因而稀土配分模式是研究矿床成因的重要手段之一。如杨柳等<sup>[9-10]</sup>对河北石湖金矿的岩浆岩及矿石进行稀土元素特征分析,指出矿石与近矿围岩具有同源性,且同为热液裂隙填充作用分异而形成;叶俊等<sup>[11]</sup>通过分析黔东南主山冲金矿矿石与围岩的稀土元素特征,指出其两者物质来源同为地壳深部热液,进而提出稀土元素是热液型金矿成矿物质来源良好指示剂的结论。

为了弄清楚本区的花岗斑岩是否如前人所认为的——既为矿体围岩,又是成矿母岩的观点,笔者对矿区及其外围地区的矿石和岩石样进行稀土元素的分析,原始数据及分析结果如表 1,从中可见:

1) 英安岩:英安岩的稀土总量( $\sum\text{REE}$ ) $119.84 \times 10^{-6} \sim 133.47 \times 10^{-6}$ (图 6-a),轻重稀土比值(LREE/HREE)为 4.53~5.74,在稀土元素标准化配分模式图

中,属向右倾斜的轻稀土富集型,并没有明显的 Eu 异常,Sm 呈现微弱的负异常。

2) 片岩:片岩的 $\sum\text{REE}$ 为  $161.98 \times 10^{-6} \sim 236.27 \times 10^{-6}$ (图 6-b),LREE/HREE 为 2.94~3.23,铈呈弱的负异常,属向右倾斜的轻稀土富集型。

3) 花岗闪长斑岩:花岗闪长斑岩的 $\sum\text{REE}$ 为  $29.62 \times 10^{-6} \sim 106.98 \times 10^{-6}$ (图 6-c),LREE/HREE 为 4.13~7.47,无明显 Eu 异常,Sm 呈现微弱负异常。虽然所采集的花岗斑岩样品位置不同,分别取于矿体周围和远离矿化区的无矿地段,它们的稀土元素变化曲线一致属向右倾斜的轻稀土富集型,其中 XT-2 为靠近金矿化体的花岗闪长斑岩。

4) 金矿石: $\sum\text{REE}$ 约  $5.03 \times 10^{-6}$ (图 6-d),明显低于区内其他各类围岩,轻重稀土分馏不明显,Eu 呈明显的正异常。从其模式图可看出,轻稀土部分呈右倾,但重稀土部分趋于平直,且两个样品的稀土含量有明显区别(究其原因可能是成矿热液的分异造

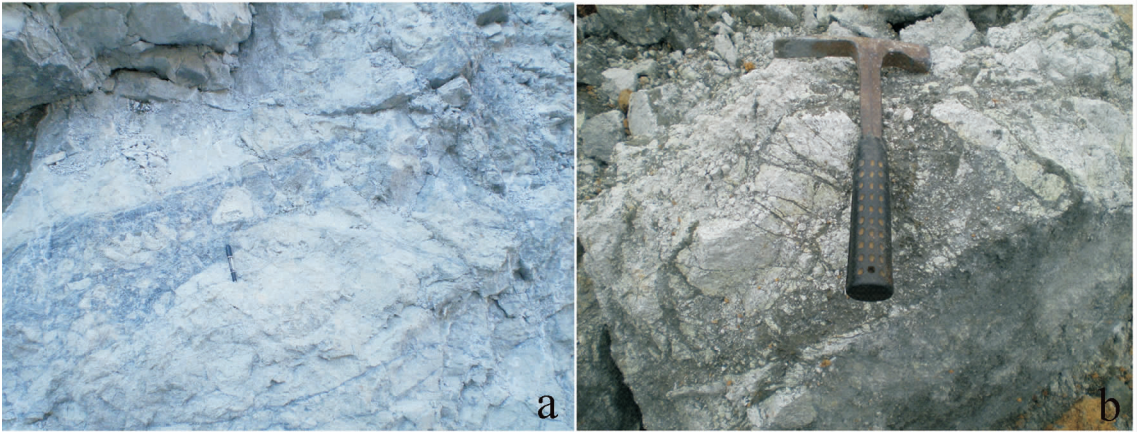


图 5 团结沟金矿矿石特征

a—团结沟金矿充填于角砾破碎带中的含金玉髓状石英;b—团结沟金矿碎裂花岗岩斑岩中的金矿化体(深色部分)  
Fig.5 a—Chalcedonic quartz filled in breccia-shatter zone of the Tuanjiegou gold deposit;b—Ore bodies in shattered granite-porphphyry of the Tuanjiegou gold deposit (the dark part)

成,有待进一步调查研究)。而总体上,其稀土元素配分模式与其他围岩差异显著,无任何相似性。

总体上,从稀土配分特点看,无论是与围岩相比,还是与花岗闪长斑岩相比,金矿体都与之相差甚远,由此可知,金矿体与花岗斑岩在成因上毫无关系,即花岗斑岩只可能是其容矿围岩,而不可能是金矿体的成矿母岩。因此,以往以“斑岩成矿”作为找矿勘查指导的策略是存在缺陷的。

综合前述的矿床地质特征,笔者认为,团结沟金矿床不是通常意义上的斑岩或次火山岩型金矿,而是浅成低温热液裂隙充填型金矿床。虽然部分区域的含矿热液活动接近地表,甚至溢出地表而成矿,具有所谓热泉型金矿床的特点。但其矿化主体还是在地下,所以,称之为浅成低温热液裂隙充填型金矿更为合适。团结沟金矿今后进行找矿预测和勘查时,需要真正依据浅成低温热液型金矿的成矿特点开展,除了在斑岩体内找矿外,还应该注意在其他有利构造区段找矿。

### 3.2 控矿构造规律

#### 3.2.1 已知矿化体的控矿因素

通过对本区已有金矿体的分布、含矿岩体岩石学、岩石地球化学及金矿地质地球化学等方面的研究,发现团结沟金矿已知矿化体的主要控矿因素包括以下几个方面:

1)岩体及岩性控矿:区内控矿岩体为燕山期花岗闪长斑岩和花岗斑岩,其主体由花岗闪长斑岩组

成,上部由花岗斑岩组成,其间呈过渡关系。该侵入岩沿乌拉嘎深断裂及其一级构造侵入到古元古界结晶片岩与中生界火山岩的不整合接触带中,其产状与之相一致,并与区内金矿化在空间上密切相关,是金矿化的主要赋矿围岩。

2)蚀变因素:蚀变体的发育与构造活动及围岩性质有关,蚀变的强弱、种类代表了热液活动的强弱和热液的物质成分,与矿化关系十分密切,其中与金矿化关系最密切的是硅化、黄铁矿化及碳酸盐化等蚀变。

3)构造控矿:北北东向断裂构造:分布于乌拉嘎断陷东南部,是一个继承性、西倾高角度断层,是区内最主要的导矿构造。

不整合面:古元古界结晶片岩与中生界火山岩之间的不整合面既是本区岩体侵入的通道,又可以作为今后需重点关注的容矿空间。

共轭剪切断裂:在矿床范围内普遍发育两组同方向(北西西),但在剖面上共轭的剪切断裂,一组为向北倾斜的低角度张剪性断层,另一组为向南倾斜的高角度压剪性断层。前者即是区内的主要储矿构造。

隐爆角砾岩带:区内次火山岩岩体顶部在残余岩浆气水热液作用下,形成上宽下窄的漏斗状隐爆角砾岩带,它们是区内形成工业矿体的重要容矿构造。

#### 3.2.2 矿区控矿构造新认识

“团结沟金矿内环带控矿”概念的提出:

笔者认为,区内以葡萄沟岩体为中心,由葡萄沟岩体、团结沟岩体、张才沟英安岩体和五所河西南的



表 1 各样品稀土元素含量( $10^{-4}$ )及有关参数  
Table 1 The REE content ( $10^{-4}$ ) and related parameters of the samples

样品	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	$\Sigma$ REE	LREE	HREE	LREE/HREE	(La/Yb) <sub>N</sub>
XT1	花岗闪长斑岩	14.75	29.9	3.49	13.87	2.56	0.85	2.3	0.33	1.63	0.29	0.78	0.11	0.66	0.1	6.517	78.16	65.42	12.73	6.137988	15.011
XT2	花岗闪长斑岩	5.95	11.2	1.24	4.81	0.92	0.35	0.9	0.13	0.69	0.12	0.31	0.04	0.24	0.04	2.742	29.62	24.47	5.15	5.748447	16.47277
XT3	金矿体	0.66	1.2	0.14	0.6	0.12	0.06	0.1	0.03	0.16	0.03	0.09	0.01	0.07	0.01	0.765	4.09	2.78	1.31	3.127008	6.737016
XT4	金矿体	0.45	0.85	0.1	0.46	0.14	0.11	0.3	0.07	0.45	0.09	0.28	0.05	0.26	0.04	2.389	5.96	2.11	3.87	1.541882	1.182561
XT5	花岗闪长斑岩	13.27	26.94	3.14	12.64	2.44	0.92	2.1	0.3	1.39	0.23	0.62	0.08	0.48	0.07	5.273	69.9	59.35	10.56	6.620383	18.75982
XT6	花岗斑岩	14.89	30.64	3.54	14.13	2.68	0.73	2.2	0.3	1.45	0.24	0.67	0.09	0.55	0.08	5.472	77.7	66.61	11.09	7.005409	18.29438
XT7	花岗闪长斑岩	9.52	18.18	2.06	8.19	1.62	0.67	1.5	0.22	1.24	0.22	0.56	0.08	0.49	0.07	5.352	49.98	40.24	9.74	5.13395	13.1868
XT8	凝灰岩	14.49	27.69	3.21	12.52	2.37	0.86	2.2	0.3	1.65	0.29	0.77	0.11	0.66	0.09	7.071	74.24	61.14	13.09	5.6699	14.79095
XT9	凝灰岩	16.44	33.3	3.92	15.33	3	0.93	2.6	0.35	1.8	0.31	0.82	0.11	0.69	0.1	7.074	86.79	72.92	13.87	6.258888	16.19434
XT10	砂岩	27.01	49.74	5.97	22.52	3.77	0.98	3.5	0.5	2.67	0.5	1.45	0.19	1.31	0.19	10.95	131.24	109.99	21.26	6.173676	13.95412
XT11	花岗质砂砾岩	26.77	52.81	5.86	22.34	4.18	1.1	3.8	0.55	2.97	0.54	1.52	0.22	1.4	0.22	13.24	137.52	113.06	24.46	5.62247	12.93978
XT12	砂岩	23.29	42.01	5.11	19.71	3.64	1.18	3.3	0.5	2.67	0.49	1.43	0.21	1.33	0.21	11.25	116.31	94.94	21.38	5.441243	11.81547
XT13	花岗闪长斑岩(片)	13.55	27.32	3.26	12.48	2.12	0.49	1.6	0.21	1.03	0.19	0.55	0.07	0.49	0.08	4.204	67.69	59.22	8.46	7.997755	18.61058
XT14	石英云母片岩(绿)	24.23	55.85	6.48	27.05	5.79	1.43	5.5	0.89	5.38	1.02	2.79	0.4	2.39	0.32	22.45	161.98	120.83	41.16	3.935804	6.856535
XT15	黑云母片岩	35.14	76.91	9.1	36.83	7.37	1.78	7.2	1.13	6.73	1.32	3.83	0.54	3.37	0.49	29.9	221.59	167.13	54.45	4.069439	7.052519
XT16	片岩	38.12	84.55	9.81	38.77	7.73	1.51	7.1	1.14	6.89	1.34	3.97	0.56	3.57	0.53	30.71	236.27	180.49	55.78	4.235574	7.221633
XT17	花岗斑岩	12.7	23.41	2.67	10.69	1.92	0.6	1.6	0.18	0.84	0.14	0.39	0.05	0.33	0.05	3.426	58.95	51.99	6.96	8.469397	26.16468
XT18	英安岩	21.74	49.98	5.42	22.05	4.24	1.17	3.7	0.54	2.84	0.53	1.46	0.21	1.28	0.19	11.45	126.82	104.6	22.23	5.705763	11.47718
XT19	凝灰岩	21.46	44.31	5.33	21.37	4.13	1.3	3.7	0.54	2.84	0.5	1.31	0.17	1.11	0.17	11.03	119.28	97.9	21.38	5.579661	13.06449
XT20	凝灰岩	27.96	57.25	6.64	26.27	4.99	1.38	4.4	0.62	3.33	0.58	1.59	0.21	1.28	0.19	12.49	149.16	124.49	24.67	6.047069	14.784
XT21	凝灰岩	37.74	74.05	10.57	43.68	8.48	2.09	7.6	1.12	6.15	1.14	3.15	0.45	2.74	0.42	26.44	225.84	176.61	49.23	4.587406	9.317786
XT22	凝灰岩	28.44	54.39	6.46	25.3	4.81	0.95	4.5	0.65	3.46	0.65	1.79	0.26	1.58	0.25	15.85	149.3	120.35	28.95	5.157627	12.13277
XT23	花岗闪长斑岩	23.21	42.14	4.95	18.33	3.15	1.02	2.6	0.37	1.82	0.32	0.89	0.13	0.79	0.12	7.094	106.98	92.8	14.17	7.549471	19.77824
XT24	英安岩	22.38	49.08	4.65	17.39	3.4	1.29	3.2	0.48	2.69	0.5	1.41	0.19	1.28	0.19	11.76	119.84	98.19	21.66	5.533755	11.83354
XT25	英安岩	27.31	47.69	5.81	22.08	4	1.32	3.6	0.53	2.74	0.5	1.4	0.19	1.17	0.17	11.53	130.01	108.21	21.8	5.963532	15.78675
XT26	英安岩	27.63	50.77	5.9	22.07	4.04	1.3	3.5	0.49	2.51	0.44	1.23	0.17	1.08	0.15	9.885	131.18	111.71	19.47	6.738378	17.28792
XT27	英安岩	27.33	52.94	5.66	21.37	3.92	1.42	3.5	0.49	2.7	0.5	1.33	0.19	1.21	0.18	10.72	133.47	112.64	20.83	6.407086	15.30094

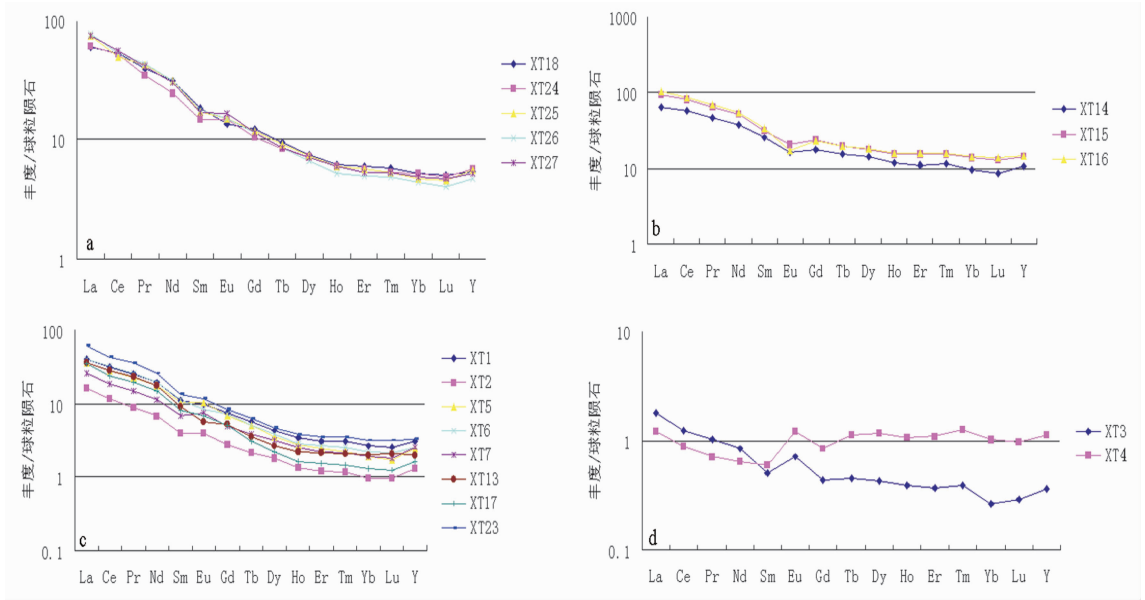


图 6 各类围岩与金矿体稀土配分模式图

a—英安岩;b—片岩;c—花岗闪长斑岩;d—金矿体

Fig.6 Chondrite-normalized REE patterns of surrounding rocks and gold ore bodies

a-Quartz andesite; b-Schist; c-Granodiorite-porphiry; d-Gold ore body

英安岩体等共同构成了一个火山次火山机构,受该机构的影响,在构造上形成了一个双环带构造系统(图7),其中的内环带是区内最为有利的控矿空间。

其主要依据如下:

(1) 岩浆岩体的分布规律

从团结沟矿区地质图可见,乌拉嘎断陷西南部的葡萄沟岩体、团结沟岩体、张才沟英安岩体、五所河西南的英安岩体和其他一些小岩体分布有明显的规律性:

①断陷中间分布的是葡萄沟花岗斑岩,南部分布的是团结沟花岗斑岩,周围还有一些小的花岗斑岩体,它们共同构成了区内的次火山岩体系,它们主体受近东西向、南北向和北西向构造联合控制。其中,团结沟花岗斑岩呈舌状向南侵入于下元古界结晶片岩与中生界火山岩的不整合接触带中。由于花岗斑岩属于刚性体,在透水性较差的盖层(尤其是片岩)覆盖的条件下,当富含水汽的高温热液在其顶部或相对高端突出部位聚集时,容易产生爆炸形成隐爆角砾岩和容矿空间,这大概就是团结沟金矿的金矿体主要集中分布于花岗斑岩角砾岩带中,少部分分布于其周围的片岩中的主要原因。

②断陷东部和北侧分布的是张才沟英安岩和五所河英安岩,构成了区内的火山岩体系,它们主要受

北东向、北西向和东西向构造联合控制。区内火山次火山岩构成了一个完整但不对称的火山次火山机构(图7)。

(2) 矿田构造特征

在本区火山次火山岩侵入的过程中,对早期的构造进行了改造,形成了独特的双环带构造和一系列放射状线性小断裂,这已为物探磁法测量解译的深部隐伏构造所证明(图7)。从其改造特征看,近东西向构造和北西向构造属于矿区内最主要的早期构造,它们被火山次火山岩侵入后期由于岩浆岩体冷却收缩作用形成的环带构造和放射性断裂所错断和改造,显然,这两组构造以及双环带构造被后来的高压成矿气液进一步改造,并在局部地段形成角砾岩带,成为区内最为有利的容矿空间。目前区内所发现的所有矿体均分布于这些空间内即是有力佐证。

(3) 成矿应力条件及深度分析

团结沟金矿床,成矿围岩主要为元古宙结晶片岩和中生代花岗斑岩,控矿断裂构造表现为深成特征,倾角缓,属于韧性变形的张(剪)应力集中带内。

根据乌拉嘎断陷的现代应力场性质,以及断裂构造珠深度分带理论,推测该断陷以东的金矿床在成矿后被抬升了1.5~2 km,遭受了较强的风化剥蚀;断陷以西的金矿床抬升幅度小。

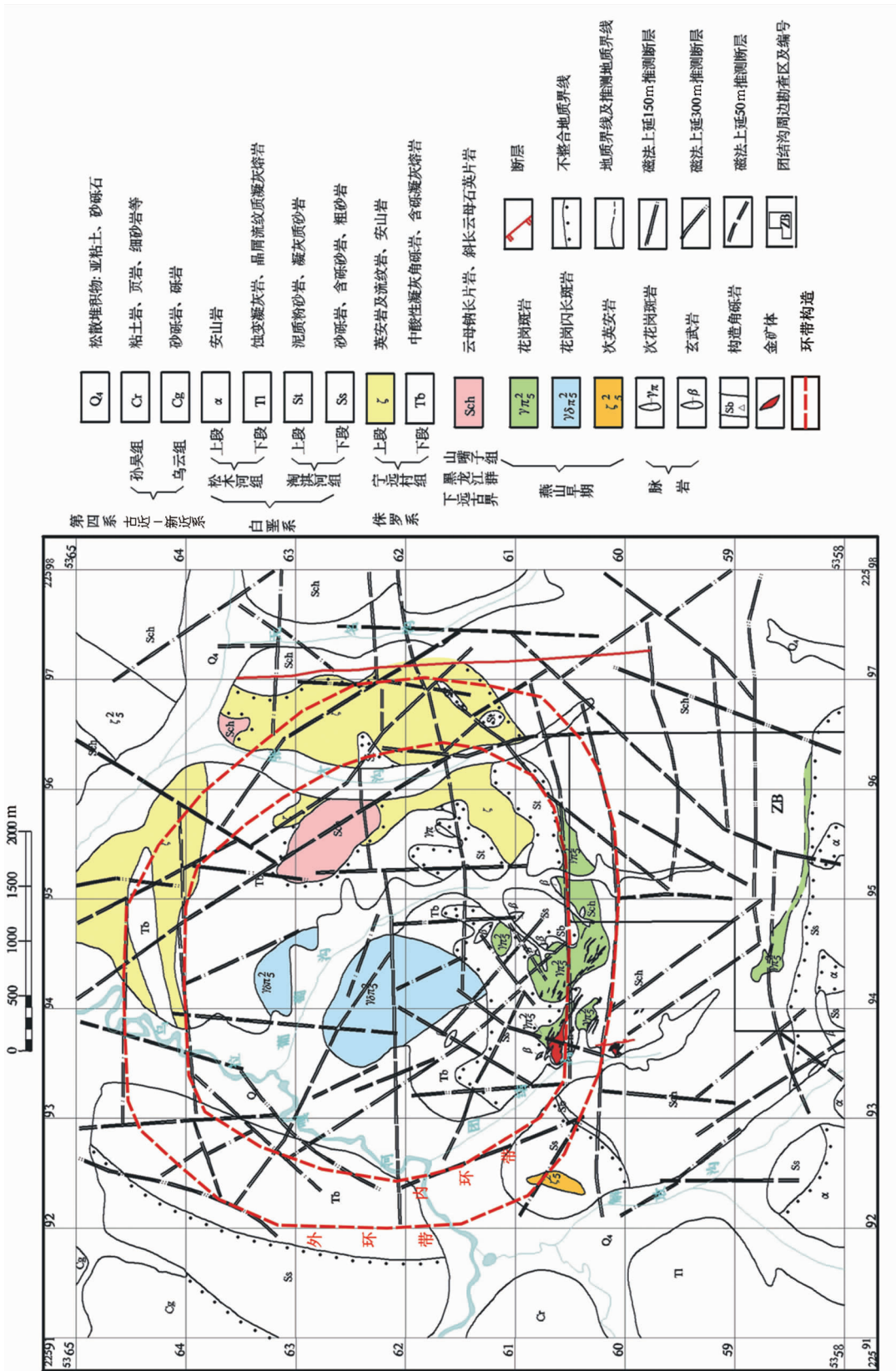


图 7 团结沟金矿床矿区地质图  
Fig.7 Geological map of the Tuanjiogou gold deposit



#### (4)已有矿化体的分布特点

如前所述,区内已知的矿化体主要分布于内环带南部的近东西向构造空间中,部分分布于外环带的东部构造空间中,少部分分布于外环带南部的近东西向构造空间中。其中,在测区东部,1978年施工的ZK7805孔于孔深480~510 m处发现了Au平均品位5 g/t,厚达30多米的金矿化体,显示了测区东部的深部存在良好的成矿热液活动;而对该矿化体仔细分析后发现,它是受北西向断裂构造控制的脉状矿化,其来源方向指向内环构造带。

根据以上四方面因素分析可以得出结论:本区深部存在第二成矿空间,埋深在450 m以下,同时内环带构造区是今后最有利的找矿方向,在有关地段,不仅可能存在浅部矿化体,还存在深部矿化体。

## 4 结 论

(1)利用稀土配分模型,结合同位素资料能有效地查明矿床的成因类型。

(2)团结沟金矿在成因上属于浅成低温热液裂隙充填型金矿床。

(3)团结沟金矿床目前所发现的矿体与花岗斑岩只在空间上联系密切,但在成因上并无关系。

(4)区内岩浆岩体构成了一个完整的火山次火山机构,并形成双环带构造,其中内环带构造是团结沟金矿床最主要的控矿构造,相应地区(尤其是北西向和东西向构造交汇区)是今后找矿工作应该重点予以关注的有利靶区,相对来说,矿区东北部的张才沟、无名沟、五所河一带成矿最为有利。

### 参考文献(References):

- [1] 李景强,周坤,金同和. 黑龙江团结沟金矿床地质特征及矿床成因探讨[J]. 黄金, 2008, 29(6):19-24.  
Li Jingqiang, Zhou Kun, Jin Tonghe. Geological characteristics and origin of Tuanjieyou gold deposit, Heilongjiang Province [J]. Gold, 2008, 29(6):19-24(in Chinese with English abstract).
- [2] 孙凤兴,吴国学,杨鹏.团结沟金矿床地质模型[J]. 吉林地质,1996, 15(2):52-60.  
Sun Fengxing, Wu Guoxue, Yang Peng. Geological features and metallogenetic model from Tuanjieyou Gold Deposit [J]. Jilin Geology,1996, 15(2):52-60(in Chinese with English abstract).
- [3] 张重洋,任启江. 团结沟花岗闪长斑岩与金矿化的关系 [J]. 地质地球化学, 1991, 5:68-70.  
Zhang Congze, Ren Qijiang. The relationship between gold

- orebodies and granodiorite porphyry of Tuanjieyou gold deposit[J]. Geology Geochemistry, 1991, 5:68-70 (in Chinese).
- [4] 王世称,许亚光,侯慧群. 综合信息成矿系列预测的基本思路与方法[J]. 中国地质, 1992, (10):14-16.  
Wang Shicheng, Xu Yaguang, Hou Huiqun. Basic ideas and methods of general information metallogenetic series prediction [J]. Geology in China, 1992, (10):14-16(in Chinese).
- [5] 孙丰月,王力,霍亮,等. 黑龙江乌拉嘎大型金矿床流体包裹体特征及矿床成因研究[J]. 中国地质, 2008, 35(6):1267-1273.  
Sun Fengyue, Wang Li, Huo Liang, et al. Fluid inclusion study on Wulaga gold deposit in Heilongjiang Province and implications for ore genesis [J]. Geology in China, 2008, 35 (6):1267-1273 (in Chinese with English abstract).
- [6] 王义文. 中国金矿床稳定同位素地球化学研究 [J]. 桂林冶金地质学院学报, 1990, 10(3):269-282.  
Wang Yiwen. Study on the stable isotopic geochemistry of gold deposits in China [J]. Journal of Guilin Metallurgical and Geological Institute, 1990, 10(3):269-282(in Chinese with English abstract).
- [7] 吴尚全. 团结沟斑岩金矿床多源成因的同位素地质学证据 [J]. 地质与勘探, 1984, 20(2):28-31.  
Wu Shangquan. The genetic implication and typomorphic characteristics of quartz in porphyry gold deposit in Tuanjieyou[J]. Acta Mineralogica Sinica, 1984, 20 (2):28-31 (in Chinese with English abstract).
- [8] 杨天奇,魏仪方,何高文. 中国陆相火山岩区特大型金矿床模型 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1992:1-200.  
Yang Tianqi, Wei Yifang, He Gaowen. Large Gold Deposit Model in Continental Volcanic Zone of China [M]. Beijing:Metallurgical Industry Press, 1992:1-200(in Chinese).
- [9] 杨柳,张文山. 石湖金矿岩浆岩及金矿床的稀土元素特征研究[J]. 矿业快报, 2008, 3(476):40-44.  
Yang Liu, Zhang Wenshan. Research on geochemical characteristics of rare earth elements in magmatic rocks and gold deposit in Shihu gold deposit [J]. Express Information of Mining Industry, 2008, 3 (476):40-44(in Chinese with English abstract).
- [10] 徐庆鸿,陈远荣. 石湖金矿岩浆岩及金矿床的稀土元素特征研究[J]. 地质论评, 2005, 51(5):583-590.  
Xu Qinghong, Chen Yuanrong. Research on geochemical characteristics of rare earth elements in magmatic rocks and gold deposit in Shihu gold deposit [J]. Geological Review, 2005, 51(5): 583-590(in Chinese with English abstract).
- [11] 叶俊,杨佰恒,齐领弟,等. 黔东南主山冲金矿稀土元素地球化学特征研究[J]. 贵州工业大学学报, 2008, 37(3):24-28.  
Ye Jun, Yang Baiheng, Qi Lingdi, et al. REE geochemistry of Zhushanchong gold deposit in southeast of Guizhou [J]. Journal of Guizhou University of Technology(Natural Science Edition), 2008, 37(3):24-28(in Chinese with English abstract).

## A tentative discussion on the genesis, ore-controlling regularity and prospecting direction of the Tuanjiegou gold deposit

ZHANG Jing<sup>1</sup>, CHEN Yuan-rong<sup>1</sup>, XIE Tao-yuan<sup>1</sup>,  
LI Feng-you<sup>2</sup>, YUAN Yu-hua<sup>2</sup>, ZHAO Jun<sup>2</sup>, SONG Yu<sup>2</sup>, ZOU Jie<sup>3</sup>

(1. Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China; 2. Heilongjiang Wulaga Gold Deposit, Yichun 153221, Heilongjiang, China; 3. Hainan Bureau of Geological Survey, Haikou 570206, Hainan, China)

**Abstract:** The Tuanjiegou gold deposit is a large-size rock gold ore deposit lying in granite-porphry. As the main ore bodies of this ore deposit have been found in the granite-porphry, the prospecting and evaluation work in this area has long been mainly carried out within the granite-porphry. A synthetic analysis and comparative study of the distribution model of REE, the characteristics of sulfur isotope and the temperature of fluid inclusions of the ores and rocks in the ore district and its surrounding areas show that, although the gold deposit is closely related to the granite-porphry in space, they have no genetic relationship. In this paper, the ore-controlling regularity of the ore deposit is analyzed and summarized systematically, and a new idea is put forward arguing that the structure of the inner circular belt of the volcanic and sub-volcanic edifice is the main ore-controlling structure element. In addition, some favorable ore-prospecting segments in the Tuanjiegou gold orefield are delineated.

**Key words:** Tuanjiegou gold deposit; ore-controlling structure; genesis of ore deposit; prospecting direction

---

**About the first author:** ZHANG Jing, female, born in 1983, master candidate, engages in geochemistry; E-mail: zhang19830901@qq.com.