

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2019.04.002

广东河台整装勘查区百旁金矿成矿规律

邓卓辉

(广东省地质局第五地质大队,广东 肇庆 526020)

摘要: 百旁金矿是广东地质五队近年来新发现的一处中型蚀变糜棱岩型金矿。百旁金矿地处粤西—桂东成矿带东段 NE 向罗定—广宁断裂带北东端部位,矿体受糜棱岩带内面理、裂隙带控制;金矿化具明显的以硅化、硫化物为中心的对称性分布特征,金矿体具有平行斜列、侧伏的分布规律,表现为向 NE 向侧伏;区内金矿化富集主要与热液活动有关,燕山期的重熔花岗岩侵入的同时伴随有富含硫化物的含金热液充填在糜棱岩、断裂带内而成矿。

关键词: 百旁金矿;蚀变糜棱岩;成矿规律;找矿标志;广东省

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A

0 引言

百旁金矿是广东省地质局第五地质大队在执行中国地质调查局老矿山深部和外围找矿计划项目“广东省高要市河台金矿接替资源勘查”(编号:12120114067001)、“广东河台地区金多金属矿整装勘查区专项填图与技术应用示范”(编号:12120114052801)、“广东河台金金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测”(编号:121201004000160901)工作中新发现、圈定出的一处中型规模的蚀变糜棱岩型金矿。该矿床地处罗定—广宁断裂带北东端部位,矿体产于河台韧性剪切带中,严格受构造控制。本文根据勘查资料进行归纳总结,力图对百旁金矿床特征进行阐述,以期为在粤西地区开展金矿的进一步找矿工作提供参考。

1 成矿地质背景

百旁金矿地处粤西—桂东成矿带东段 NE 向罗定—广宁断裂带北东端部位。区内出露地层主要为

泥盆系、志留系、奥陶系、寒武系及震旦系。其中,震旦系老虎塘组(Z_2lh)由以片岩类、片状石英岩为主的岩段组成,其具有 Au、Ag、Pb、Zn、Cu 高背景值;该地层中的金含量达 $w(Au) = 15 \times 10^{-9} \sim 20 \times 10^{-9}$,系区内各时代地层中含量最高的地层,是重要的产金地层。

区域内经历过多期构造-岩浆作用^[1],其中燕山期岩浆作用最为强烈。加里东期、印支期岩浆岩以混合花岗岩为主,燕山期则以花岗岩为主。矿区的基本构造骨架为 NE 向河台韧性剪切带。

1:5 万水系沉积物测量资料显示,区内异常元素组合复杂,由 Au、Cu、Ag、Bi、Hg、W、As、Pb 等数个单异常组成。虎塘组中的 Au 元素强度高,最高值为 $w(Au) = 2\,431.0 \times 10^{-9}$,已达到金矿床之工业边界品位。百旁金矿床就蕴藏于老虎塘组层位中。

2 矿床特征

2.1 矿区地质特征

(1) 含矿地层及岩性

震旦系老虎塘组为浅海相类复理石碎屑岩建

收稿日期: 2019-04-09; 改回日期: 2019-07-09; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 广东省高要市河台金矿接替资源勘查(编号:12120114067001)、广东河台地区金多金属矿整装勘查区专项填图与技术应用示范(编号:12120114052801)、广东河台金金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测(编号:121201004000160901)联合资助。

作者简介: 邓卓辉(1964—),男,高级工程师,长期从事区域地质调查及矿产地质工作。通信地址:广东省肇庆市端州区梅庵路9号,广东省地质局第五地质大队地调所;邮政编码:526020;E-mail:2029445867@qq.com

造,是区域金矿的主要容矿层位。老虎塘组岩性以片岩类、片状石英岩为主,厚度1 092~1 263 m;岩石强烈混合岩化,形成条带状混合岩、条痕状混合岩和条痕-阴影混合岩、眼球状混合岩等。地层走向NE,倾向NW,倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ (图1)。老虎塘组自下而上划分为2个岩段。

老虎塘组一段(Z_2lh^1):下部灰色—灰黑色含碳质石英绢云千枚岩,石英二云母片岩;上部浅灰色—深灰色薄层状含碳质石英绢云千枚岩,云母石英片岩,变质粉砂岩;顶部灰白色厚层状石英岩(硅质岩)。该岩性段厚度为470~653 m。

老虎塘组二段(Z_2lh^2):下部浅灰色—灰黑色含碳质石英二云母片岩、变质长石石英砂岩,中部浅灰色—灰白色变质中粒长石石英杂砂岩夹绢云石英千枚岩;上部浅灰色—深灰色二云母石英片岩、中厚层状变质石英杂砂岩夹石英绢云母千枚岩。该岩性段厚度为622~610 m。百旁金矿就赋存于该岩段的中下部位。

(2) 岩浆岩

在百旁矿区的东北角出露石安岩体及伟晶岩脉、闪斜煌斑岩脉、石英脉。石安岩体主要由中粒巨斑状黑云母二长花岗岩组成。该岩体全岩 Rb-Sr 法同位素年龄为 $204\text{ Ma}\pm 12\text{ Ma}^{[2]}$ 。

(3) 构造作用

百旁矿区构造经历了从加里东期至喜山期发展演变的过程,它控制区内糜棱岩带、金矿床和矿体的

产出特征。区内构造可分为基础构造、成矿构造、成矿后构造。基础构造:主要为加里东运动形成的一系列 NEE 向的褶皱和断裂,包括一斤一两倒转向斜、罗定—广宁断裂等,地层发生变形变质与混合岩化;印支期,断裂重新活动,使加里东期变质岩进一步变质,并发生重熔与交代,生成印支期混合花岗岩,沿 NE 向构造侵入。成矿构造:包括 2 期断裂活动,第一期为 NEE 向含金糜棱岩,是河台整装勘查区主要成矿期构造;第二期为脆性断裂,被含金石英脉充填,可形成石英脉型金矿床,且见石英脉与糜棱岩带有一定的夹角。成矿后构造:主要为区内 NE、NW 及近 SN 向脆性断裂,后者对矿体有一定的破坏作用。

2.2 矿体特征^①

百旁矿床主体产于震旦系老虎塘组二段(Z_2lh^2)内的 11 号糜棱岩带及其周边的平行糜棱岩带中。糜棱岩带总体产状为 $330^{\circ}\sim 340^{\circ}/63^{\circ}\sim 86^{\circ}$,它控制着矿床、矿体的空间展布和产出特征;糜棱岩带框定了金矿化的空间。糜棱岩带中的劈理带是矿体定位的主要构造部位。

2.2.1 矿体形态、产状、分布及规模

百旁矿床由 11、11-2、11-8、11-9、12-1、12-4、12-6 和 13 等 8 个金矿体组成(表 1)。其中主矿体为 11,且 11、12-4、13 为盲矿体。矿体产状与糜棱岩带产状一致($330^{\circ}\sim 340^{\circ}/63^{\circ}\sim 86^{\circ}$)。参与估算资源储量的 3 个矿体为 11、12-4、13。

11 号矿体是矿区最大的矿体,呈狭长的透镜状、条带状产于 ML-11 中下盘的剪切裂隙带。矿体倾向上,延伸到-460 m 标高;平面上,呈尖灭再现、侧现及膨缩现象频繁;剖面上,呈分支复合、侧列、尖灭再现的“S”型追踪趋势,且往 NE 侧伏,侧伏角 $\pm 50^{\circ}$ 。

11-2、11-8、11-9 三个小矿体均产于 ML-11 上盘的剪切裂隙带,且平行于 11 号主矿体,沿走向、倾向延伸都 $\leq 80\text{ m}$,目前均已民采耗尽。

12-1、12-4、12-6 三个矿体产在 ML-12 内,它们平、剖面上基本相互平行。12-1 矿体呈皮壳状产于 ML-12 上部剪切裂隙带。12-6 矿体产于 ML-12 中上部剪切裂隙带,呈皮壳状出露于地表,此矿体目前已民采耗尽。12-4 矿体产于 ML-12 下部剪切裂隙带,该矿体基本连续,平面上呈狭长的透镜状、脉状;剖面上呈分支复合、侧列、尖灭再现的“S”型追踪趋势,并往 NE 侧伏,侧伏角约 48° 。

13 号盲矿体产于 ML-13 中部剪切裂隙带,矿

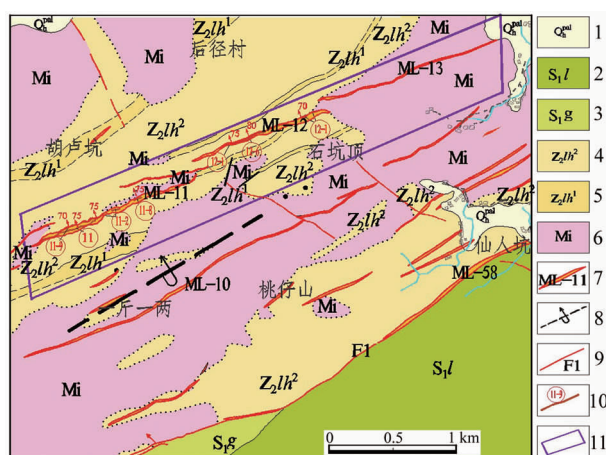


图 1 百旁金矿区地质图

Fig. 1 Geological map of Baibang gold deposit

1. 第四系;2. 志留系连滩组;3. 志留系古墓组;
4. 震旦系老虎塘组 2 段;5. 震旦系老虎塘组 1 段;
6. 混合岩;7. 糜棱岩及编号;8. 倒转向斜;
9. 断层及编号;10. 金矿体及编号;11. 矿床位置

表 1 百旁金矿区金矿体特征

Table 1 The ore body characteristics of Baipang gold deposit

矿体 编号	矿体位置 标高/m	矿体规模						产状	厚度变化系数 /%	品位变化系数 /%	备注
		走向长 /m	倾斜深 /m	厚度/m		金品位($w_B/10^{-6}$)					
				单工程	平均	单工程	平均				
11	+110~—460	1810	>570	0.97~9.74	4.68	1.57~52.74	7.22	330°∠86°	75	40	主矿体
11-2	+85~地表	280	120~200	0.67~4.24	1.80	1.75~10.15	3.25	335°∠76°	58	94	民采耗尽
11-8	+190~地表	120	40	0.51~1.16	0.84	3.16~5.24	4.47	340°∠75°			民采耗尽
11-9	+205~地表	140	80	0.68~3.53	1.59	1.57~13.62	3.64	335°∠78°			民采耗尽
12-1	地表~—50	500	300	0.40~3.86	1.39	1.01~20.67	4.92	340°∠70°	65	137	矿体
12-4	50~—300	350	160	0.92~9.45	2.16	1.11~29.03	8.11	340°∠63°	84	98	矿体
12-6	地表	240	50	0.61~7.92	1.19	1.45~12.51	4.15	340°∠81°	127	135	民采耗尽
13	—100~—300	330	260	0.85~3.55	1.34	1.46~23.70	8.22	330°∠70°	30	126	矿体

表 2 矿石化学多项分析结果

Table 2 Multi-element analysis of ore

矿石类型	含金蚀变糜棱岩			
	黄铜黄铁矿化硅化岩	黄铜黄铁矿化硅化千糜岩	黄铜黄铁矿化千糜岩	糜棱岩
Au	8960.0	4770.0	24786.3	8800.0
Ag	3078	679.5	7404	3303
Cu	5337.8	252.55	4940.8	5392.0
Pb	3	13.5	15.7	5
Zn	72	38.5	155.8	23
Mo	1.28	0.76	1.03	0.4
Bi	12.88	1.08	12.14	1.66
Sb	0.41	0.3	0.91	0.36
W	13.9	3.73	8.56	8.41
Sn	13.2	17.1	12.6	9.3
Hg	0	0.0186	0.0348	0.0043
As	3.38	15.01	13.27	1.99
Cr	47.5	41.4	38.95	36.5
Ni	17.0	24.9	38.0	15.1
Co	13.1	21.4	42.1	17.1
V	73	57.8	53.4	51.9
Mn	160	758	290.8	49
Ti	2640	2492.5	1959.3	1829
Li	20.1	20.7	18.95	18.2
Be	2.18	3.39	2.33	2.51
Rb	123	124.5	129.5	133
Cs	4	4	12.9	7
Nb	14	12.5	11.98	10
Ta	16	2	11.2	14
Zr	117	229.5	101	66
Sc	10	10	9.98	6
U	7	8	14	8
Th	13.4	14.25	15.27	14.8
Ba	470	332	3243	485
Sr	15	51	19.75	15
Cd	0.78	0.12	2.03	0.85
P	434	449.5	323.3	623
B	25.7	12.3	17.4	10.7
F	595	501.5	446.3	560
S	8619	6926.5	22392	9825

量单位: $w(\text{Au, Ag})/10^{-9}$, 其余 $w_B/10^{-6}$ 。

体基本连续。在平面上呈狭长的透镜状、脉状;剖面上呈分支复合、侧列、尖灭再现的“S”型追踪趋势,且往NE侧伏,侧伏角 $\pm 50^\circ$ 。

2.2.2 矿石类型及品质

(1) 矿石类型

百旁金矿床矿石类型为含金蚀变糜棱岩。矿体围岩以糜棱岩和糜棱岩化千糜岩为主。金矿石可细分为黄铜黄铁矿化硅化岩、黄铜黄铁矿化硅化千糜岩、黄铜黄铁矿化千糜岩等(见表2)。矿石组构以糜棱结构为主,其次为不规则它形粒状、压碎、交代、包含结构等;具有微粒浸染状、细脉浸染状、网脉状及块状、条带状构造。

(2) 矿石矿物成分

金属矿物主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿、菱铁矿和磁黄铁矿;脉石矿物主要有石英、绢英母等。其中,主要载金矿物为黄铁矿、石英等。

(3) 金赋存状态及特征

矿石中的金以自然金形态呈现,多呈麦粒状、角粒状和树枝状粗细不均匀嵌布,最大粒径为0.28 mm $\times$ 0.611 mm,平均粒径为0.031 3 mm,多数在0.074 mm—0.01 mm,属中细粒金。金主要嵌布在黄铁矿与石英粒间或黄铜矿与石英粒间的晶隙中,次为充填在石英和黄铁矿裂隙中,有部分包裹在石英、黄铁矿、黄铜矿中。

(4) 矿石化学成分

矿石化学多项分析结果如表2所述。矿石中主要可利用组分Au,可综合利用有益组分为Cu、Ag,其品位分别为 $w(\text{Cu})=0.33\%$ 、 $w(\text{Ag})=4.95\times 10^{-6}$ 。矿石中S的含量为 $w(\text{S})=1\%\sim 5\%$,属低硫矿石。

(5) 有益伴生组分赋存状态

矿石中伴生有益组分为铜、银。铜以黄铜矿产出,与其它硫化物共生,呈它形粒状分布在矿石裂隙中,多交代黄铁矿和磁黄铁矿,并常见与碲铋矿连生,黄铜矿的粒径一般为0.05 mm—0.20 mm。银主要赋存在自然金和银金矿中,其次分散在黄铁矿、磁黄铁矿中。银的富集与金的富集基本同步。

2.3 围岩蚀变

百旁金矿床矿体围岩蚀变较强烈,受构造控制,呈脉状和带状分布;蚀变类型主要为硅化、黄铁矿化、磁黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化等。通常硅化愈强,金品位愈高;与金尤为密切的蚀变是硅化、黄铁矿化。

蚀变具带状分布特征,呈以矿脉为中心,往两侧蚀变依次减弱的对称性分带(图2、图3)。

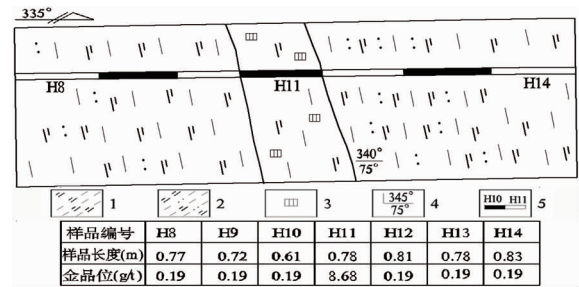


图2 以黄铁矿化为核心的对称性金矿化

Fig. 2 Symmetrical gold mineralization with pyrite as the core

1. 绢云千糜岩;2. 绢云石英千糜岩;

3. 黄铁矿化;4. 产状;5. 刻槽采样位置及样号



图3 以硅化为核心的对称性金矿化

Fig. 3 Symmetrical gold mineralization with silicification as the core

1. 绢云千糜岩;2. 绢云石英千糜岩;3. 黄铁矿化;

4. 硅化;5. 刻槽采样位置及样号

3 成矿条件分析

3.1 地层条件

百旁金矿区Au与震旦系老虎塘组(Z_2lh)关系密切,Au在 Z_2lh 地层中的平均含量为 $w(\text{Au})=5.6\times 10^{-9}$,变差系数为1.32,集散系数为2.55,显示Au在 Z_2lh 地层中富集的可能性最大。同时,多数Au异常、矿床(点)与 Z_2lh 地层有关:勘查区20个Au异常中,占8处(占40%);金矿床(点)35处中,占17处(占48%),其中有6处属工业矿床。

Z_2lh 地层中金含量明显高于地壳克拉克值^[3];从金在地层中的分布来看,金往往呈双峰或多峰分布,区内其它地层金含量多低于克拉克值,且呈单峰正态分布,岩石中金主要为易活化金或可得性金^[4],且在热液作用下易活化迁移。

在矿区内,从浅变质岩到中深变质岩,其金含量($w(\text{Au})$)由 $20.3\times 10^{-9}\rightarrow 11.9\times 10^{-9}\rightarrow 8.2\times 10^{-9}$

不断降低^[5];从金矿主要围岩→云母石英片岩→近矿糜棱岩→矿石^[6],其金含量($w(\text{Au})$)由 $0.081 \times 10^{-6} \rightarrow 0.37 \times 10^{-6} \rightarrow 0.78 \times 10^{-6} \rightarrow 118.65 \times 10^{-6}$ 不断富集并最终富集成矿。

综上,百旁金矿区 Z_2lh 地层是区内 Au 的主要矿源层^②。

3.2 构造作用

河台整装勘查区内 Au 异常和金矿床(点)均受构造控制。区内有 20 处 Au 异常和 38 处金矿床(点)分布在断裂带中,其中有 30 处分布于 NE 向罗定—广宁断裂带内,表明 NE 向罗定—广宁断裂带是本区金矿的主要控矿构造。

韧性剪切带控矿。河台韧性剪切带发育在震旦系混合岩化角闪岩相变质岩和混合岩中,易产生动力和气液成矿叠加。

脆性断裂控矿。较大规模的脆性断裂不但可使深源岩浆中的易熔组分重熔,形成岩浆上涌,而且将地壳深部乃至上地幔的成矿物质导入;构造薄弱带(韧性剪切带)内的脆性断裂具贮矿功能,其内的物化条件差异较大,会引发途经的含矿热液系统不稳定,从而有利于矿质沉淀富集形成细脉浸染状金矿体。

3.3 岩浆作用

区内岩浆作用强烈,且从加里东期至燕山期均会发生。岩浆作用对金矿成矿的影响主要体现在岩浆作用产生大量的热液为金矿形成提供了丰富的矿源,以及促进金的迁移和富集。

加里东期断裂变质作用形成混合岩、混合花岗岩和重熔花岗岩,产生的热液使 Au 活化转移,并向

断裂带集中;印支期断裂作用形成的糜棱岩带,促使含金热液向糜棱岩带迁移;燕山期间含金糜棱岩、变质岩叠加了脆性变形,燕山期重熔花岗岩侵入伴随的富含硫化物的含金热液充填在含金糜棱岩脆性断裂内,形成蚀变糜棱岩型金矿床。

3.4 变质作用

河台整装勘查区内的变质作用主要有区域变质作用、断裂变质作用、接触变质作用及气化—热液蚀变作用等 4 类,其中气化—热液蚀变作用与区内金矿的成矿作用尤为密切。加里东期区域变质作用和基底岩系的混合岩化作用,使得金元素发生初步富集;后期的岩浆热液作用叠加形成局部金富集的富矿体^[7]。

4 成矿规律及找矿标志

(1) 成矿规律

河台整装勘查区老虎塘组是矿源层。震旦纪老虎塘组金的含量为 $w(\text{Au}) = 15 \times 10^{-9} \sim 20 \times 10^{-9}$, 是区内各时代地层中含量最高的地层,因此富含金元素的老虎塘组是矿源层,它为金矿床的形成提供了丰富物源。

区内金矿床一般限定在糜棱岩带内。河台整装勘查区的剪切带型金矿均分布在罗定—广宁断裂带内,其中糜棱岩带是最重要的聚矿空间^③,矿体受其中的内面理、裂隙带控制。

金富集成矿与热液活动有关。区内大多数 Au 异常、金矿床(点)的附近往往有侵入岩体存在,说明

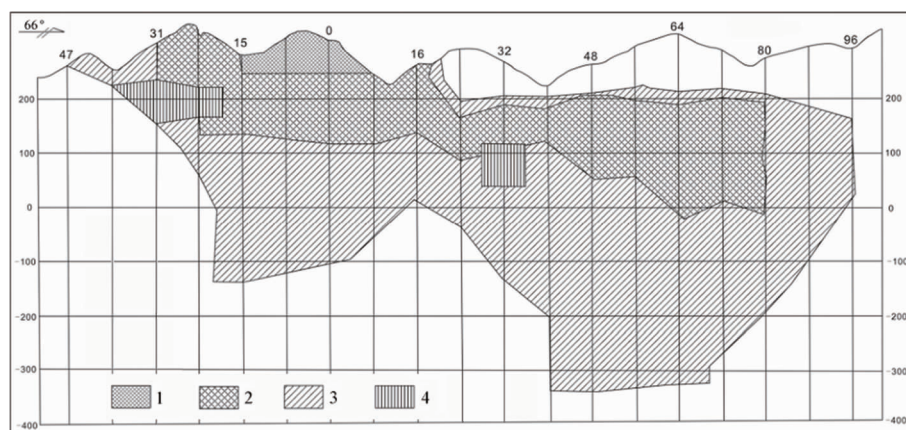


图 4 百旁金矿床 11 号矿体纵投影剖面图

Fig. 4 Longitudinal projection profile of No. 11 orebody in Baibang gold deposit

1. 采空区; 2. 消耗资源量; 3. 保有资源量; 4. 无矿段

Au 的迁移与热液活动有关。燕山期的重熔花岗岩侵入的同时伴随有富含硫化物的含金热液充填在糜棱岩、断裂带内而成矿。

百旁矿区金矿体具明显的以硫化物为核心的对称性金矿化特征(见图2)和以硅化为核心的对称性金矿化特征(见图3)。

百旁矿区金矿体具有平行斜列、侧伏的分布规律,表现为向NE向侧伏(图4);金品位富集中心在侧伏方向上的距离为62~302 m^[8]。

(2)找矿标志

震旦纪老虎塘组中混合岩化变质岩区发育韧性剪切带、糜棱岩带部位的黄金重砂扩散晕是最重要的找矿标志。

震旦纪老虎塘组混合岩化变质岩区韧性剪切带、糜棱岩带中的硅化、黄铜矿化、黄铁矿化(磁黄铁矿化)等蚀变是找矿的直接标志。

民采标志是最直接可靠的找矿标志。百旁矿区内的民采金矿呈罗棋布,民采标志是最直接可靠的找矿标志。

化探 Au 异常可以作为重要的找矿标志。百旁矿区金矿体分布与金异常一致,化探 Au 异常可以作为重要的找矿标志。

致谢:本文参考并引用了部分前人勘查与科研成果资料,在此表示衷心的感谢!

注释:

- ① 广东省地质局第五地质大队,广东省高要市河台金矿接替资源勘查成果报告[R],2016年7月。
- ② 广东省地质局第五地质大队,广东河台金金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测成果报告[R],2019年3月。
- ③ 广东省地质局第五地质大队,广东河台地区金多金属矿整装勘查区专项填图与技术应用示范子项目成果报告[R],2016年7月。

参考文献:

- [1] 高亦文,广东省封开县园珠顶铜铅矿床地质特征及成矿规律[J],地质找矿论丛,2013,28(2):189-196。
- [2] 李建甘,河台金矿床成矿地质规律研究[J],黄金科学技术,2002(2):16-21。
- [3] 潘家永,张乾,张宝贵,等,粤西金、银矿床成矿地质规律探讨[J],矿床地质,1996,15(3):258-264。
- [4] 黄圭成,汪雄武,粤西罗定盆地南缘金矿地球化学特征及成矿作用[J],华南地质与矿产,2004(2):35-38。
- [5] 戴爱华,粤西震旦系含金建造及与金矿的关系[J],中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,1989,10(3):71-83。
- [6] 杨开渠,陈好寿,广东吴川—四会断裂带北段金矿找矿方向[J],地质找矿论丛,1992,7(3):48-59。
- [7] 王鹤年,张景荣,戴爱华,等,广东河台糜棱岩带蚀变岩型金矿床的地球化学研究[J],矿床地质,1989,8(2):61-71。
- [8] 朱江建,曾乔松,龚贵伦,等,矿体统计分析预测在粤西河台金矿的应用[J],地质与勘探,2012,48(2):259-267。

Metallogenic law of Baipang gold deposit in the Hetai integrated prospecting area

Deng Zhuohui

(fifth geological brigade, Guangdong geological bureau, Zhaoqing 526020, Guangdong, China)

Abstract: Baipang gold deposit is a recently discovered medium size altered mylonite type gold deposit by the 5th geological team of Guangdong province. It occurs at northeast end of NE Luoding-Guangning fault belt in the east part of the west Guangdong-the east Guangxi ore belt. Ore bodies pitch in NE direction and occur in en edhelon and are controlled by foliation and fracture zone. Mineralization is distributed symmetrically on either sides of the silicification and sulfide center. In the area mineralization is related to hydrothermal fluid activity. Intrusion of of Yanshanian remelted granite is accompanied by contemporaneous filling of sulfide-rich Au-bearing hydrothermal fluid into mylonite and fractural zone and the ore formed there.

Key Words: Baibang gold deposit; altered mylonite; metallogenic law; prospecting mark; Guangdong province