海南岭壳铜(银- 金)矿床地质特征及找矿方向

周迎春
(海南省地质调查院,海口 570206)

摘 要: 岭壳铜(银- 金)矿床赋存于白垩纪岭壳村组流纹质角砾凝灰熔岩和早白垩世花岗闪长岩中。目前已发现 11 条铜(银- 金)矿(化)体,矿体的产出严格受断裂破碎带控制,与成矿关系密切的围岩蚀变呈现出自东(20 线)向西的钾化→绢云母化→强高岭石化、绿泥石化蚀变分带,矿化相应呈现从铜(金)向铜(银)的过渡。根据其对称性的蚀变分带,应加强 20 线以东的地质找矿;根据成矿元素分形和统计研究发现,Au, Ag 矿化具有专属性,即在流纹质凝灰熔岩中寻找 Cu, Ag 矿,而在花岗闪长岩中以寻找 Cu, Au 矿为主。

关键词: 围岩蚀变;分形统计;找矿方向;岭壳铜(银- 金)矿床;海南省
中图分类号: P613;P618.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2008)03-0209-04

0 引言

岭壳铜(银- 金)矿床位于海南省三亚市北部约 30 km 的岭壳村附近。是上世纪 60 年代末由海南地质大队在该区踏勘时发现,但当时未进行评价。自 2001 年起,海南地质调查院矿产队在岭壳地区开展普查工作,并圈定数条铜(金、银)矿(化)体。

矿床位于华南褶皱系五指山褶皱带南部,EW 向九所—陵水深大断裂中段北侧,处于同安岭火山岩盆地西北部白垩纪火山岩和侵入岩中。区域出露志留系、石炭系和白垩系,岭壳铜矿体赋存于白垩系岭壳村组火山岩中。区域岩浆岩从二叠纪到白垩纪都有发育,岩性以花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩、二长花岗岩为主,与矿化关系密切的是早白垩世花岗闪长岩($K_1\gamma\delta$)。区域矿产除岭壳铜多金属矿外,还有雄岭及富田金矿点和六罗金银多金属矿点;此外,1∶20 万化探工作显示该区存在 4 个以 Au, Ag, Cu, W, Bi, Mo, Hg 元素为主的乙类异常,显示了较好的地质找矿前景,岭壳铜多金属矿床即处于 AS-214-乙异常区内。

1 矿床地质概况

矿区出露地层为白垩纪岭壳村组中部(K_1ll^b)(图 1)。可划分为 4 个岩性段:一段为暗灰色英安岩,局部夹少量英安质角砾凝灰熔岩;二段为流纹斑岩,夹透镜状英安斑岩;三段为流纹质角砾凝灰熔岩,底部为砂岩与砾岩互层;四段为流纹斑岩,底部为英安斑岩。铜多金属矿体赋存于第二、三段的火山岩中。

矿区出露晚白垩世花岗闪长岩($K_2\gamma\delta$)及花岗细晶岩($K_2\gamma\mu$),前者主要分布在矿区的南西部和北西部,约占矿区出露面积的 25%;后者呈小面积分布在矿区的西部,约占矿区出露面积的 10%。铜矿(化)体主要产于早白垩世花岗闪长岩($K_1\gamma\delta$)和岭壳村组第二、三段的流纹质角砾凝灰熔岩、英安流纹岩中。

此外,已知矿体均受断裂破碎带控制,其平面展布方向和剖面产状都受断裂制约。

收稿日期: 2007-04-06; 改回日期: 2007-12-25
基金项目: 中国地质大调查项目(1212010533801)和《海南同安岭地区矿产远景调查》(矿调[2004]15-1)资助。
作者简介: 周迎春(1979-),男,湖南邵阳人,助理工程师,学士,2003 年毕业于中国地质大学(武汉)资源勘查工程专业,从事矿产资源勘查工作。通信地址:海南省海口市南沙路 88 号,海南省地质调查院矿产队,邮编:570206,E-mail:zhouyingchun12@163.com

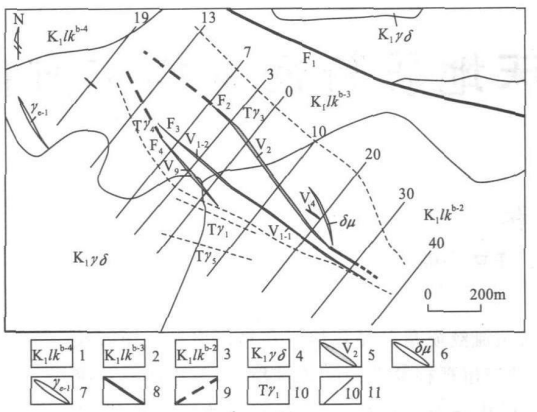

图 1 岭壳铜(银- 金)矿床地质图

Fig. 1 Geological map of Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

1. 岭壳组第四段 2. 岭壳组第三段 3. 岭壳组第二段
4. 早白垩世黑云母角闪花岗闪长岩 5. 铜矿脉 6. 闪长玢岩
7. 含铜矿化云英岩脉 8. 断裂及编号 9. 推测断裂
10. 高相位阵列激电推测含铜构造带 11. 勘探线及编号

2 构造特征

矿区内构造主要表现为 F_1, F_2, F_3, F_4 等 NW 向断裂。与铜(银)矿化关系密切的是 F_2, F_3, F_4(图 1)。它们切割了岭壳村组第二、三段的火山岩或早白垩世花岗闪长岩($K_1\gamma\delta$),断裂带内硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化、碳酸盐化等中低温蚀变发育(表 1)。规模最大的 F_1 断裂沿着岭壳村组三段与四段的接触面发育,断裂内未发现矿体。与区内其他 3 条断裂不同的是,F_1 断裂多为被石英脉、安山玢岩脉充填,蚀变以中高温的云英岩化为特征。这表明,F_1 断裂带内存在的成矿流体温度较高,在向 F_2, F_3 和 F_4 等断裂输运过程中温度逐渐降低。

3 赋矿岩体特征

与成矿相关的火山岩和早白垩侵入岩岩石化学特征见表 2。火山岩总体富 Al_2O_3, SiO_2, $Na_2O < K_2O$, 属钾质岩类;侵入岩则呈钙碱性,$Na_2O + K_2O$ 为 6.95~ 7.96,与斑岩型铜矿床有关花岗岩体性质相近[1,2]。火山岩形成于约 109.3 Ma,相关的侵入岩年龄约 93 Ma,后者多以细脉形式穿插前者[3]。

就矿化类型而言,流纹质凝灰熔岩多具 Cu, Ag 矿化,而花岗闪长岩则为 Cu, Au 为主(表 3)。矿区钻孔岩石样品的元素聚类分析表明,侵入岩元素组合一定程度上受早期火山岩元素组合影响,如 Mo, Mn, Fe 在各地质体中的分布相对较独立,可能受特定的机制控制。Cu, Ag, Zn, Sn, As, Bi, Hg, W, Pb, Au, Sb 则主要为岩浆热液矿化特征元素,而 Cu, Au, Ag 元素在火山岩和侵入岩中的相关性又有差异。火山岩中 Cu-Au 关系密切,$r_{Cu-Au} = 0.68$, Cu-Ag 相关性较差,$r_{Cu-Ag} = 0.46$, Ag 可以形成独立矿体。与此相反,花岗闪长岩 $r_{Cu-Ag} = 0.81$,而 $r_{Cu-Au} = 0.13$,且有独立金矿体产出;类似的黑云母化花岗闪长岩 $r_{Cu-Ag} = 0.89$,而 $r_{Cu-Au} = 0.28$。这些显示了 Ag, Au 矿化的"专属性"[4]。

对岭壳地区异常元素 Mo, Cu, Au 统计分布和分形分布的研究表明,花岗闪长岩(含黑云母化花岗闪长岩)及流纹质凝灰熔岩中 Mo, Cu, Au 元素都呈对数正态分布,并且侵入岩中 Cu 元素呈双峰对数分布(图 2a)。一般认为,元素呈对数正态分布可能是受到某地质事件作用的影响,而双峰特征则可能为两期地质事件叠加[5]。这可能表明花岗闪长岩更有利于 Cu 成矿,而流纹质凝灰熔岩可能仅提供矿体就位空间,对成矿贡献不大。元素分形分布也得出了类似结论,Cu, Mo 都显示多重分形特征(图 2b, 图 2c),是矿化的重要标志[5]。据此,可推断在该区有出现强 Mo 矿化甚至矿体的可能。

表 1 岭壳矿区 NW 向断裂带特征

Table 1 Characteristics of NW fractures in Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

断裂	产状及规模	充填物	蚀变类型	控矿特征
F_1	走向 290°~ 320°, 长度> 2.5km, 宽度几米至几十米	石英脉、安山玢岩脉、硅化蚀变岩、云英岩化蚀变岩、碎裂岩、角砾岩	硅化、云英岩化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化	导矿构造(?)
F_2	产状 225°~ 232°∠32°~ 83°, 长 1000 m, 宽 3~ 5 m	含黄铁矿黄铜矿石英脉、碎裂英安流纹岩、碎裂流纹质角砾凝灰熔岩	硅化、绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化、碳酸盐化	容矿构造, 控制 V_2 铜银矿体
F_3	产状 220°∠320~ 55°, 长 720 m, 宽 2~ 8.5 m	黄铁矿黄铜矿碎裂英安流纹岩、碎裂流纹质角砾凝灰熔岩	强硅化,绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化、碳酸盐化	容矿构造, V_{1-1}, V_{1-2} 铜矿体
F_4	产状 220°∠34°, 推测长 300 m, 宽 4.60 m	含黄铁矿黄铜矿碎裂岩、黑云母角闪花岗闪长岩	强硅化,绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化、绢云母化	容矿构造, V_9 铜矿体

表 **2**　岭壳铜矿火山岩和侵入岩岩石化学参数[3]

Table 2　Petrochemical parameters of volcanics and intrusive rocks in Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

岩石	δ	DI	SI	C/CAF	KNA	αSi	A/NKC	MF	K/K+Na
K_1lk	1.71~2.08	84.05~88.05	5.41~7.85	0.17~0.30	0.68~0.78	46.27~46.94	0.78~0.85	70.49~83.19	0.43~7.20
$K_1\gamma\delta$	1.99~2.22	70.82~81.25	7.05~15.40	0.23~0.37	0.64~0.71	44.52~46.01	0.74~0.80	68.44~81.60	0.46~0.53

表 **3**　岭壳铜矿赋矿岩体矿化类型及元素分布型式

Table 3　Mineralization type and element zoning in the ore-host intrusive bodies in Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

岩性	矿化类型	元素聚类组合(相似水平 0.6)	分形分布(分维值)		
			Mo	Cu	Au
花岗闪长岩	Cu'[3], Au'[1]	Cu-Ag-Zn-Sn-As-Bi-Hg-W-Pb-Au-Sb, Mn, Fe, Mo	0.26,1.81	0.47	0.88
花岗闪长岩(黑云母化)	Cu[3], Cu'[1]	Cu-Ag-Zn-Mo-As-Sb-Bi, Hg-Au, Sn-Fe, Pb, Mn, W	0.99	0.11,0.71	0.38
流纹质凝灰熔岩	Cu[2], Cu'[4], Cu-Ag[1], Ag[1]	Cu-Au-Hg-Sn-Sb-W-Bi-As, Pb-Ag, Fe, Mo, Mn, Zn	1.27	0.56	0.69

注: 矿化类型中 Cu('), Au', Cu-Ag, Ag-Cu 分别为铜矿(化) 体、金矿化体、铜银矿体和银铜矿体; 方括号内为矿(化) 体条数。

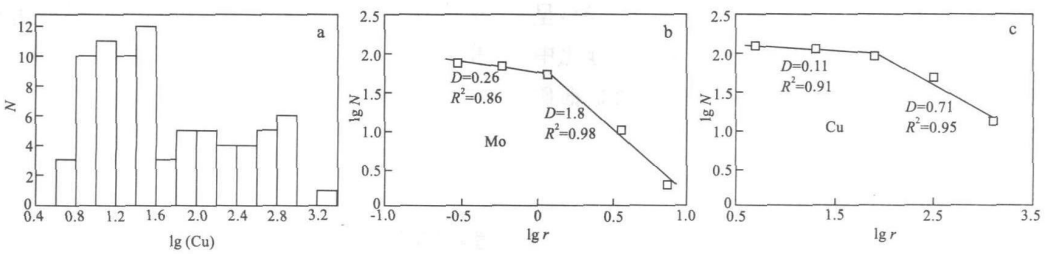

图 **2**　岭壳矿床花岗闪长岩 **Mo, Cu** 元素多重分形分布特征

Fig. 2　Multi-fractal distribution patterns of Mo, Co in granodiorite in Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

4　矿体特征

铜矿(化) 体主要产于花岗闪长岩和白垩纪岭壳村组第二、三段的流纹质角砾凝灰熔岩、英安流纹岩中(图 3)。共发现 11 条矿(化) 体, 其中铜矿(化) 体 8 条、铜银矿体 1 条、银矿体 1 条、金矿化体 1 条。矿体见矿标高为 50~359 m, 长度为 50~740 m, 最大延深为 105~220 m, 平均厚度为 0.83~4.50 m, 最厚为 7.58 m, 铜矿体的 w(Cu) = 0.22%~0.82%, 最高为 2.57%, 银矿体 w(Cu) 平均值 118.6 × 10^{-3}, 最高为 312.7 × 10^{-3}。矿石有用矿物有黄铁矿和黄铜矿, 氧化矿物有铜蓝、孔雀石、褐铁矿, 脉石矿物为石英、绿泥石、绢云母等。

5　矿化和蚀变特征

区内矿化主要以铜矿化为主, 见有少量金、银矿化。其中黄铜矿化主要见于 20 线、10 线、03 线, 金矿化主要见于 20 线, 银矿化主要见于 03 线, 19 线

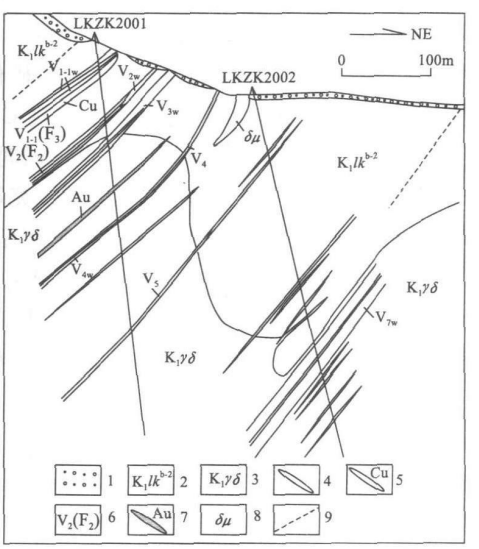

图 **3**　岭壳铜矿 **20** 线勘探剖面图

Fig. 3　Geological section at line 20 in Lingqiao Cu(Ag-Au) deposit

1. 残坡积层 2. 岭壳组第二段 3. 中细粒黑云角闪花岗闪长岩 4. 铜矿化带 5. 铜矿化体 6. 铜矿体及编号 7. 金矿体 8. 闪长玢岩 9. 高相位阵列含铜构造带

金、银、铜矿化均较差。似乎东西部矿化不均匀, 东部相对较强, 向西逐步减弱, 整个矿区的矿化自东向西略具 Cu→Au+Cu→Ag-Cu 分带。垂向上分带不明显。

蚀变类型主要有绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化、硅化、水白云母化、黑云母化、高岭土化、次石英岩化、钠黝帘石化、钾化、泥化等。其中, 与矿化关系密切的蚀变主要有: 钾化(钾长石化、黑云母化、绢云母化)、绢英岩化(硅化、绢云母化) 及强高岭石化、绿泥石化。从钻孔资料来看略显自东向西的钾化→绢云母化→强高岭石化、绿泥石化蚀变分带, 矿化则以 Cu(Au) 向 Cu(Ag) 过渡。

从矿化与蚀变的关系来看, 铜矿化与石英- 绢云母化中的石英化及黄铁矿化似存在一定的正相关性。黄铜矿多与黄铁矿及石英共生、伴生在一起, 呈细脉状充填于岩石节理裂隙中。石英- 绢云母化中的石英化及黄铁矿化发育的地方黄铜矿化及金银矿化也相对较为发育。

6 找矿方向

综合矿床的矿体、构造、蚀变矿化以及赋矿岩体地质特征研究, 结合该区地质条件和区域化探资料, 认为下一步找矿勘探工作应注意以下几方面:

(1) 控矿断裂特征。矿床地质特征表明, 矿体都直接受断裂破碎带控制。NW 向断裂是寻找 Cu 矿最直接标志, 应沿断裂走向继续开展工作。同时, 尽管目前在 F_1 断裂内未发现矿体, 但从断裂带充填的脉体和中高温蚀变来看, 可能存在高温的矿化作用。区域化探也表明, 三亚市至岭壳一带存在 Au, Cu, Mo 和 Bi 元素组成的综合异常, 该异常面积达 20 km^2, 异常形状及走向不规则。推测该区在 F_1 深部可能存在 Mo 矿化。

(2) 岩体赋矿专属性。从已知矿体与岩体的对应关系一级赋矿岩体的分形统计学研究表明, 流纹质凝灰熔岩多具 Cu, Ag 矿化, 而花岗闪长岩则为 Cu, Au。应进一步在流纹质凝灰熔岩寻找 Cu, Ag 矿, 而在花岗闪长岩中以寻找 Cu, Au 矿为主; 此外, 根据岩体中 Mo 元素的多重分形特征, 表明侵入岩中可能存在具工业价值 Mo 矿化。

(3) 蚀变矿化模式。赋矿花岗闪长岩体岩石化学、矿化蚀变及元素分布特征都可与斑岩型铜矿床类比。矿区岩石蚀变因叠加作用强烈, 没有明显分带特征。但硅化、绢云母化与 Cu 矿化, 强高岭土化、绿泥石化与 Au, Ag 矿化有一定对应关系。该蚀变特征与经典斑岩铜矿矿化模式[6] 一致。目前, 矿区勘探工作主要集中于 20 线以西, 蚀变为整体的钾化→绢云母化→强高岭石化、绿泥石化单边分带, 应加强 20 线以东地区的勘探工作。

参考文献:

[1] 张玉泉, 谢应雯, 梁华英, 等. 藏东玉龙铜矿带含矿斑岩及成岩系列[J]. 地球化学, 1998, 27(3): 236-243.

[2] 芮宗瑶, 黄崇轲, 齐国明, 等. 中国斑岩铜(钼) 矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984. 1-350.

[3] 陈哲培, 钟盛中, 何圣华, 等. 海南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 1-128.

[4] 周迎春, 高帮飞, 杨朝云, 等. 海南岭壳铜矿床赋矿岩体元素分布特征及意义[J]. 金属矿山, 2006(增刊): 29-32.

[5] 赵鹏大. 定量地学方法及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004. 1-464.

[6] 高合明. 斑岩铜矿床研究综述[J]. 地球科学进展, 1995, 10(1): 40-46.

(下转第 244 页)

(1. *Exploration & Development Research Institute of Dagang Oilfield, Tianjin* 300280, *China*;
2. *The Fifth Oil Production Plant of Dagang Oilfield, Tianjin* 300280, *China*)

Abstract: The Minghuazhen and Guantao reservoir in Yang'erzhuang oil field pertains to fluvial facies, so the lateral migration of meander river and the multi-period superposition of braided channel lead to the serious heterogeneity of reservoir. At present the post-high cut and high development residual oil distribute is rather complicate. Modeling adopted in the first description of reservoir can't meet the excavation of the residual oil. In order to solve the problems mentioned above, RMS Software is used to set up visible 3-demension reciprocal geological model of Yang'erzhuang oil field through structural modeling. sedimentary microfaces modeling and petrophysics modeling and realize seamless interface by using mumerical simulation software.

Key Words: fluvial facies; excavation of residual oil; phase control modeling

---

(上接第 212 页)

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PROSPECTING DIRECTIONS IN LINGQIAO Cu (Ag-Au) DEPOSIT, HAINAN PROVINCE

ZHOU Ying-chun

(*Hainan Institute of Geological Survey, Haikou* 570206, *China*)

Abstract: Lingqiao Cu (Ag-Au) deposit is hosted in rhyolitic breccia tuffaceous lava of the Cretaceous Lingqiao formation and in the early Cretaceous granodiorite. At present, eleven ore (mineralized) bodies have been discovered. These ore bodies are strictly controlled by fault zones. The ore-related wallrock alteration can be divided into potassium zone, sericitization zone, strong kaolinization and chloritization zone from east (exploration line 20) to the west. And ore mineralizing types change from Cu-Au to Cu-Ag. Systematic studies of the ore geological characteristics show that the mineralization characteristics of the Lingqiao deposit are similar to that of the classical porphyry copper deposit. Therefore, further prospecting work should be focused on the region in east of exploration line 20 according to the symmetry alteration zoning features of the porphyry copper deposit. Moreover, fractal and statistical analysis of ore-forming elements indicate that Au and Ag mineralization are developed in specified rocks, that is, rhyolitic breccia tuffaceous lava is benefit to Cu and Ag mineralization, while the granodiorite is the main Cu and Au hosting rock.

Key Words: wallrock alteration; fractal statistics; ore prospecting; Lingqiao Cu (Ag-Au) deposit; Hainan province