

海南省昌江县土外山金矿床矿体赋存规律及找矿方向

周文林, 胡 杨, 钟祖勳

(海南金昌金矿有限公司)

摘要:土外山金矿床经历了近 20 年的开采,保有储量显著减少,亟须探矿增储。通过对区域成矿背景、矿区及矿床地质特征的分析,区域上的北东向戈枕断裂对金矿床分布具有控制作用,土外山金矿床由西向东划分了 4 个矿带。矿体受戈枕断裂上盘次级断裂控制。由西向东矿体间的无矿间距一般 10~50 m,单一矿体走向无矿间距 40~80 m。矿体被多组北东向断裂联合控制,呈现菱形网格状分布特征,且反映了断裂交会处赋矿的特点。根据已圈定的 3 处富矿柱特征及其赋存规律,预测第四富矿柱在 10 勘探线和 12 勘探线。各富矿柱之间有低品位薄矿体和矿化,以及两侧的小透镜状富矿体产出。依据控矿构造的近似等间距分布、矿体的侧伏及侧伏角、矿体垂深的分段富矿规律,可在不同富集矿段寻找蚀变岩型矿体。

关键词:土外山金矿床;构造控矿;成矿规律;深部找矿;矿带;海南省

中图分类号:TD15 P618.51

文献标志码:A

文章编号:1001-1277(2024)08-0094-05

doi:10.11792/hj20240816

引 言

土外山金矿床位于海南省西部,行政区划隶属海南省昌江县。该矿床于 1985 年由海南省有色地质勘查局九三四队查证土壤地球化学异常时发现,经过详查及井巷工程探矿,累计提交金资源量已经达到大型规模,成为海南省较著名的金矿床之一。但是,经历了近 20 年的开采,保有储量已经显著减少,亟须探矿增储。

地质学者经过多年研究,已在土外山金矿床的成矿地质背景、矿床成因、成矿模式、构造演化等方面取得了丰硕成果^[1-5],尤其是区域上戈枕断裂近似等间距控矿特征,以及戈枕断裂上盘控制矿体皆有较明确的认识。但是,就戈枕断裂对具体矿床的控矿规律缺少深入认识,且将矿体的倾斜误判为侧伏,导致对矿体延伸的间断性认识不清。因此,依据土外山金矿床井巷工程和钻探查证,对构造控矿特征、矿体分布规律进行分析,指出断裂交会处赋矿的特点、矿体向深部的尖灭再现性及矿体空间分布的侧伏性等,为今后找矿明确了方向。

1 区域成矿地质背景

土外山金矿床位于琼中加里东期—海西期地槽褶皱系西部^[6-7],东西向昌江—琼海深大断裂的西段,北东向戈枕断裂东北端(见图 1)。区域地层发

育,除泥盆系、侏罗系外,元古界至新生界地层均有出露,含矿地层为中元古界抱板群,岩性主要为片岩、片麻岩、混合岩、糜棱岩;中元古界石碌群为浅海碎屑岩碳酸盐建造的变质岩,岩性为片岩、结晶灰岩、白云岩、石英岩、透辉透闪石岩等,是石碌铁矿床的赋矿围岩;早古生界志留系陀烈组为滨—浅海碎屑岩建造,低级变质岩岩性为粉砂质板岩、含碳质板岩、绢云母板岩、千枚岩等,为抱伦金矿床的赋矿围岩。中生界白垩系鹿母湾组,岩性为长石石英砂岩、粉砂岩、砾岩、沙砾岩、页岩等,是富文金矿床的赋矿围岩。

区域构造主要是北东向戈枕断裂。与成矿相关的戈枕断裂是一条多期次活动的断裂,由早期韧性过渡到脆性,直至晚期的脆性。该断裂北东端始于昌江县金牛岭,南西端止于东方市不磨村,长 55 km,宽 1~9 km,断裂产状以二甲村为界,北东段总体走向 40°,倾向北西,倾角 70°~85°,南西段总体走向 33°,倾向南东,倾角 50°~70°。在该断裂上分布有土外山、抱板、北牛、红甫门岭、那都、不磨等金矿床。

区域岩浆岩非常发育,分布广泛。晋宁期(元古代)—燕山期皆有岩体侵入。晋宁期的元古代花岗岩分布在戈枕断裂上盘,侵入年龄 946~1 100.3 Ma^[8],经历了动力变质作用,发育不同程度的糜棱岩化;海西期的黑云母二长花岗岩分布在尖峰岭,侵入年龄 262~267 Ma;印支期以黑云母二长花岗岩为主,少量花岗闪长岩,侵入年龄 230~248 Ma;燕山期侵入岩

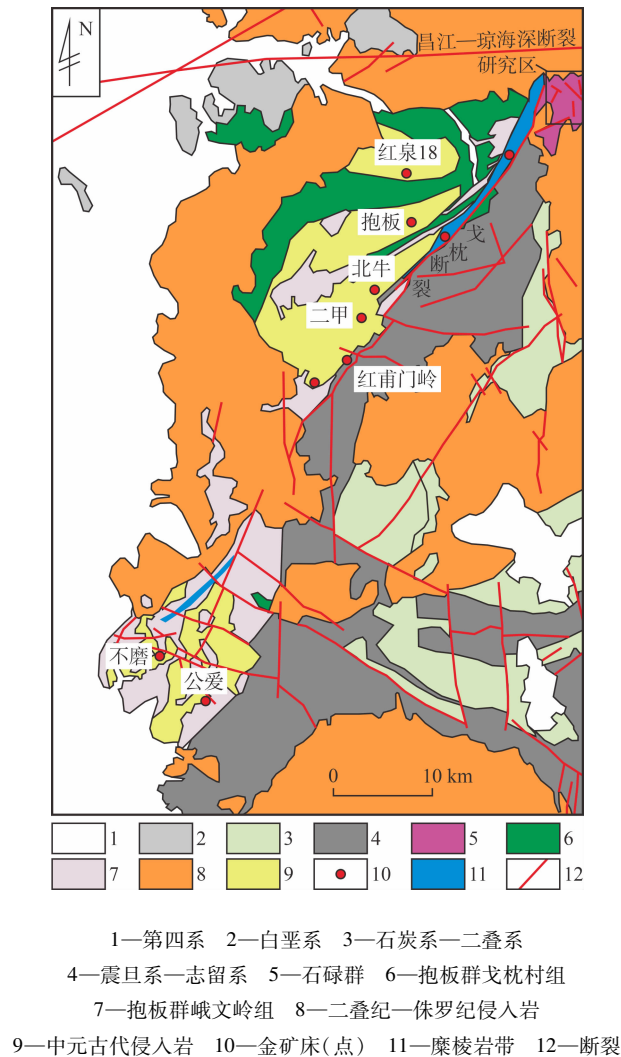


图 1 土外山金矿床区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of Tuwaishan Gold Deposit

分布在邦溪北部,土外山金矿床东部,岩性为花岗岩、花岗闪长岩,侵入年龄 81 ~ 186 Ma。此外,可见闪长玢岩脉、伟晶岩脉、花岗斑岩脉等中酸性岩脉。

2 矿区及矿床地质特征

2.1 矿区地质特征

2.1.1 地层

矿区出露地层主要为中元古界抱板群,属地槽期岩石建造,分布在戈枕断裂上盘,呈北东向出露,倾向北西,岩性为云母石英片岩、二长云母石英片岩、石英云母片岩等^[9-11]。经动力变质作用,该地层发育一套云英质糜棱岩系列,原岩为泥沙质沉积岩。在上述片岩中夹有斜长角闪片岩,呈带状、透镜状北东向分布,同位素年龄大于 1 223. 15 Ma,属前地槽期产物,原岩为具有大洋中脊富铁玄武岩特征的基性火山岩。抱板群是土外山金矿床的赋矿地层。

2.1.2 岩浆岩

矿区出露的岩浆岩主要为中元古代花岗岩,该花

岗岩遭受了强烈糜棱岩化,形成了呈北东向带状分布的云英质糜棱岩。在远离构造的糜棱岩化花岗岩中保留了残余花岗结构,在构造强烈发育地段,花岗结构消失,条纹状、条带状、眼球状构造发育。经岩石化学分析,长英质糜棱岩原岩为花岗岩;经同位素年龄测定,该花岗岩属于中元古代前地槽期岩浆建造,是土外山金矿床的赋矿围岩。

矿区内闪长玢岩脉发育,充填在北东向和北西向次级构造中,靠近矿脉的闪长玢岩脉具有蚀变和矿化;远离矿脉的闪长玢岩蚀变很弱,且不具矿化。此外,深部钻探结果显示,矿区深部存在花岗闪长斑岩,该斑岩处于戈枕断裂下盘,且具有蚀变带分布和金矿化显示,对戈枕断裂下盘找矿提供了一定依据。

2.1.3 构造

矿区内构造发育,具有多期次活动和多方向分布的特点,主要由复式背斜、戈枕断裂及次级断裂组成。

复式背斜褶皱由抱板群变质岩组成,轴向北东,轴面倾向北西,绢云母石英片岩(二云石英片岩)与斜长角闪片岩相间出露。

断裂以北东向戈枕断裂为主,为矿区导矿构造。随戈枕断裂伴生的次级断裂呈北东向、北西向、近东西向展布,为矿区内的赋矿构造。

矿区内出露的戈枕断裂,为区域戈枕断裂的东北段,为矿区的主干断裂,走向北东向 30° ~ 40°,倾向北西,倾角(55° ~ 75°)上陡下缓。该断裂内发育角砾、碎块、断层泥等,角砾呈次圆状且有压扁现象,已被硅质胶结。在断裂面及较大角砾上有擦痕,断裂上、下盘有明显的挤压和糜棱岩化,表现为压扭性。断裂内充填后期石英细脉,断裂及上、下盘蚀变强烈,主要为硅化、绢云母化、黄铁矿化(偶见方铅矿化、闪锌矿化)、绿泥石化、碳酸盐化。

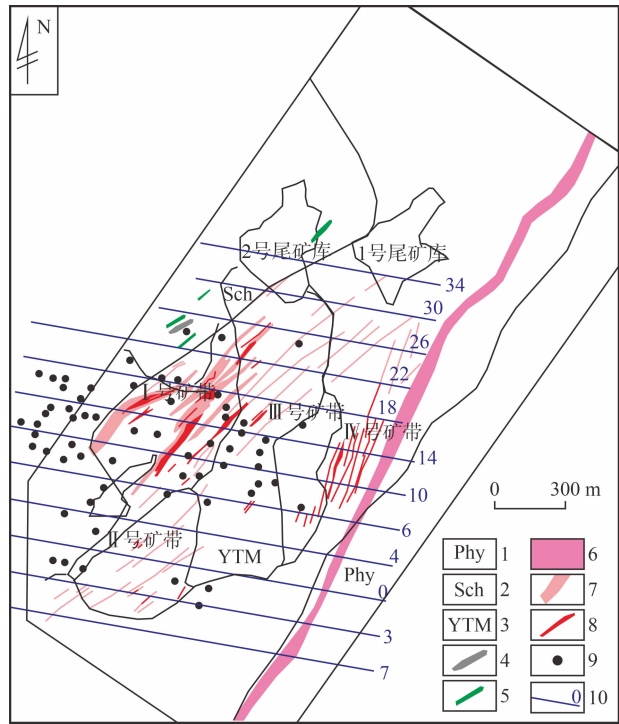
在戈枕断裂上盘云英质糜棱岩、花岗质糜棱岩内发育了一系列与之呈小角度相交的次级断裂,这些断裂平行排列,成群成组产出。以北东向 10°、40°、70° 最为发育,走向方位有左右摆动,倾向北西,倾角(40° ~ 70°)上陡下缓,产状变化受戈枕断裂控制,断裂规模大小不等,长度数十米至数百米,宽度数十厘米至数米,呈北东向 70° 与北东向 10°、40° 构造交会形成网格状。这种次级断裂控制了矿体分布,为矿区最主要的容矿构造。容矿构造内普遍发育硅化、绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化等,具有多次热液蚀变叠加的特征,形成了蚀变岩型矿体。

矿区内有 3 条北西向断裂,似等间距分布。走向为北西向 290° ~ 320°,倾向南西,倾角 45° ~ 35°。断裂长大于 800 m,横贯矿区,宽 3 ~ 5 m,断裂内有次圆状角砾和断层泥,断裂面有擦痕和碳质薄膜。该组断

裂错动了矿体,为成矿后断裂,表现为压扭性质的左行逆断裂。

2.2 矿床地质特征

矿区内矿带的分布与戈枕断裂上盘发育的次级断裂密切相关,断裂发育在长英质、云英质糜棱岩中。矿区矿化面积近 1.0 km²,由西向东可划分为 4 个矿带(见图 2)。



1—千枚岩 2—云母片岩 3—花岗质糜棱岩
4—斜长角闪岩 5—白云母花岗岩 6—戈枕断裂
7—矿化体 8—矿体 9—钻孔 10—勘探线及编号

图2 土外山金矿区矿带及矿体分布图

Fig.2 Distribution of ore zones and bodies
in Tuwaishan Gold District

I号矿带位于矿区西部,由 8 条蚀变带组成。该矿带长 500 m,宽 80 m,发育的 5 条矿体均赋存在长英质糜棱岩中。主矿体呈北北东向—北东东向展布,矿体有转折,长 175 m,呈不规则脉状,北东东向矿体走向约 20°,北北东向矿体走向约 64°,倾向北西,倾角上陡下缓,为 62°~50°,倾向上矿体向深部延伸,控矿构造仍存在,但矿体呈间断产出。最大厚度 15.62 m,最小厚度 1.24 m,平均厚度 4.39 m,单工程样品最高金品位 8.15 g/t,最低金品位 1.02 g/t,平均金品位 4.21 g/t。矿体向南西侧伏,侧伏角 48°左右。控制最低标高 -207 m。其他平行矿体或分支矿体呈透镜状、扁豆状,品位和厚度变化大。

II号、III号矿带为次要矿带,II号矿带与西侧I号矿带相邻,III号矿带与东侧IV号矿带相邻。II号、III号矿带内发育十多条蚀变带,蚀变带长大于 800 m,宽 280 m。合并后的矿体大约 10 条,矿体赋

存在花岗质糜棱岩中。矿体长 70~138 m,呈脉状、透镜状、扁豆状产出。矿体沿走向膨大缩小明显,产状为 40°~47°∠(50°~65°)、65°~70°∠(61°~52°),倾向上矿体分上、下段,上段矿体厚度 0.75~12.50 m,平均厚度 1.50~5.37 m,金品位 1.02~13.87 g/t,平均金品位 2.20~2.69 g/t;下段矿体厚度 1.02~10.0 m,平均厚度 1.90~2.90 m,金品位 0.95~9.32 g/t,平均金品位 2.51~4.73 g/t。矿体侧伏向皆为南西,走向北东向 40°的矿体侧伏角为 48°~55°,走向北东向 70°的矿体侧伏角为 30°左右。上段矿体控制标高 -390 m 以上,下段矿体控制标高 -570 m。

IV号矿带为主要矿带,分布于矿区东侧,距戈枕断裂 30 m,由 9 条蚀变带组成。该矿带长大于 700 m,宽约 100 m。矿体赋存在花岗质糜棱岩中,矿体主要有 9 条,但从上至下连续延伸的仅有 1 条,其他矿体皆是富集地段的平行矿体或分支矿体。走向上,矿体呈条带状、脉状、透镜状,长 50~700 m,各矿体呈左行侧幕式排列。倾向上矿体向深部延伸大,矿化连续性好,但厚度和品位变化大。在走向上和倾向上,矿体皆有尖灭侧现和膨大缩小特点。矿体产状较稳定,走向北东向为 10°~15°,倾向北西,倾角 62°~46°,最大厚度 14.88 m,最小厚度 0.53 m,平均厚度 2.87 m,单工程样品最高金品位 19.64 g/t,最低金品位 0.8 g/t,平均金品位 3.81 g/t。矿体侧伏南西,侧伏角 20°,控制最深标高为 -746 m。

3 控矿构造和矿体赋存规律

矿区地表出露矿体受戈枕断裂上盘次级断裂控制,与戈枕断裂呈小角度斜交,北东端收敛,南西端散开,呈入字形。各矿带出露多条平行矿体,因断裂间距不等,矿体之间和单一矿体走向上皆存在无矿间隔,由西向东矿体间的无矿间距一般为 10~50 m,单一矿体走向无矿间距为 40~80 m。

矿区内平行矿体发育,且具有成群产出的特点,在平面上呈左行斜列式雁行排列,单一矿体走向北东向 10°~20°、40°~50°、65°~75°,矿体具有分支复合特征。多个矿体的中心连线走向为北东向 70°。矿体被多组北东向断裂联合控制,呈现菱形网格状分布特征,且反映了断裂交会处赋矿的特点(见图 3)。

I号、II号、III号、IV号矿带在倾向上存在不同的赋矿标高,矿体由北西向南东倾斜,倾角约 40°。根据勘探线剖面探矿工程揭露结果,倾向上可以划分 3 段赋矿段。I号、II号、III号矿带内矿体已揭露第一和第二赋矿段,IV号矿带控制了第一至第三赋矿段。第一赋矿段为地表至 -120 m 标高,第二赋矿段

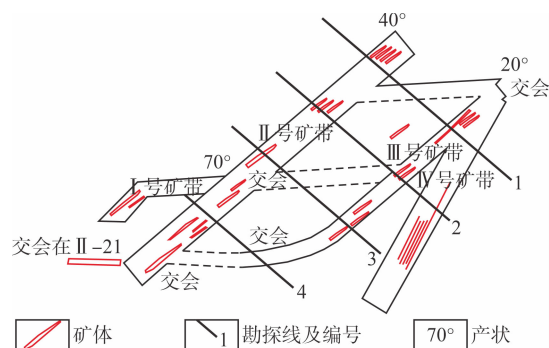


图3 菱形网格构造交会示意图

Fig. 3 Schematic diagram of rhombus grid structure intersection

为0 ~ -350 m标高,第三赋矿段为-200 ~ -550 m标高,各赋矿段中心点相距约300 m,且产出平行矿体和分支矿体,矿体成群出现。无矿地段间距一般为200 m。

根据多年生产及勘探资料,各矿体均具有南西侧伏的特征,但侧伏角有较大差异,IV号矿带内主矿体走向北东向10°,侧伏角南西向20°;I号矿带内主矿体走向北东向20°,侧伏角南西向30°;II号矿带内矿体走向北东向40°,侧伏角南西向50°;III号矿带内矿体走向北东向70°,侧伏角南西向10°;各矿体的侧伏方向均指示了构造的运动方向,即走向北东向10°~20°、40°、70°,倾向北西构造,呈左行错动,上盘下降、下盘上升的张剪正断裂。

IV号矿带内主矿体分布较连续,延长和延伸比较稳定,延长方向呈分枝状,间断性赋矿,延伸呈阶梯状。依据井巷和钻孔控制点进行了模拟趋势分析,虽然精度不高,但能较好地反映构造面和矿体形态,总体呈现了2处单独分布的不规则状矿体,且上部、下部皆有分叉。

对8勘探线—24勘探线50 ~ -600 m标高内各中段矿体厚度、金品位进行初步统计,单一矿体的富矿柱总体呈北东向斜列式分布,表明单一矿体的富矿柱向北东约30°倾斜,即以往把矿体倾斜误判为矿体侧伏。通过生产实践及已发现矿体赋存情况,圈定3处富矿柱,第一富矿柱分布在18勘探线—22勘探线50 ~ -50 m标高,长约150 m,向深部延伸最大100 m,厚度2.00 ~ 4.03 m,金品位1.28 ~ 3.01 g/t;第二富矿柱分布在10勘探线—24勘探线25 ~ -298 m标高,长约300 m,向深部延伸最大110 m,厚度2.00 ~ 8.00 m,金品位1.85 ~ 11.99 g/t;第三富矿柱分布在8勘探线—18勘探线—191 ~ -498 m标高,长约250 m,向深部延伸最大140 m,厚度2.00 ~ 18.28 m,金品位1.76 ~ 19.64 g/t。根据已圈定的3处富矿柱特征及其赋存规律,预测第四富矿柱在10勘探线和12勘探线。各富矿柱之间有低品位薄矿体和矿化,以及两侧的小透镜状富矿体

产出。

4 找矿方向

根据区域控矿构造规律、矿区构造控矿特征,以及矿体赋存规律^[12],土外山金矿床找矿方向如下:

1) 依据区域控矿构造的近似等间距分布特征,在土外山金矿床北东约600 m处、南西800 m处,即土壤地球化学6-2号Au异常、9-4号Au异常,以及地电Au-11号异常分布地段,寻找与矿区相同的蚀变岩型矿体。

2) 依据矿区控矿构造的交会赋矿特征,在土外山金矿床南西端,IV号矿带南西向延长地段,即小山东侧,土壤地球化学8号异常及地电Au-4号异常分布区,寻找IV号矿带南西端延伸的蚀变岩型矿体。

3) 依据矿体侧伏及侧伏角,在I号矿带西侧加大探矿力度,寻找与I号矿带主矿体平行矿体及分支矿体。

4) 依据矿体垂深的分段富矿规律,寻找不同富集矿段,即I号矿带查证深度在-200 m标高以下,II号矿带查证深度在-500 m标高以下,III号矿带查证深度在-550 m标高以下,IV号矿带在-600 m标高以下。

5 结论

1) 土外山金矿床赋矿地层为抱板群;中元古代花岗岩为成矿提供了成矿物质来源及热源;北东向戈枕断裂为导矿构造,伴生于戈枕断裂的次级断裂呈北东向、北西向、近东西向展布,为赋矿构造。

2) 土外山金矿床由西向东划分了4个矿带。由西向东矿体间的无矿间距一般为10 ~ 50 m,单一矿体走向无矿间距为40 ~ 80 m。

3) 依据控矿构造的近似等间距分布、矿体的侧伏及侧伏角、矿体垂深的分段赋矿规律,可寻找不同富集矿段。

[参考文献]

- [1] 曾科. CSAMT法在海南戈枕断裂带(北区段)中深部金矿找矿中的应用研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2013.
- [2] 杨国强. 海南土外山金矿的成矿流体特征及成因探讨[D]. 北京:中国地质大学(北京),2008.
- [3] 江明贵,路西坤. 海南西部戈枕金矿成矿带的矿床类型及成因[J]. 桂林工学院学报,2004,24(4):402-406.
- [4] 仲米山,罗银花,刘冰,等. 华北克拉通东部新房金矿床成矿规律与三维成矿预测[J]. 黄金,2023,44(7):48-54.
- [5] 赵明峰,罗建均,陆建宝,等. 黔西南赖子山背斜地区金矿构造控矿规律研究[J]. 黄金,2023,44(4):63-68,74.
- [6] 丁式江,彭少梅. 海南戈枕断裂带构造演化与金矿化的关系[J]. 大地构造与成矿学,1993,17(4):385-394.
- [7] 刘昱恒. 海南岛西部戈枕剪切带土外山金矿地质与地球化

学[D]. 北京:中国地质大学(北京),2020.

[8] 梁新权. 海南省土外山金矿地质与成因[J]. 中国区域地质, 1992,11(2):174-182.

[9] 杨国强,毛景文,吕林素,等. 海南土外山金矿床流体包裹体特征及其地质意义[J]. 地质学报,2008,82(11):1 540-1 546.

[10] 张小文. 海南抱伦金矿床成因与深部矿体预测研究[D]. 武汉:中国地质大学(武汉),2014.

[11] 朱智超,袁康,兰舟,等. 海南某选矿厂跳汰选矿工艺优化研究[J]. 黄金,2024,45(4):44-47.

[12] 郑禄林,魏怀瑞,高军波,等. 黔西北峨眉山玄武岩风化壳三稀矿产资源富集成矿规律[J]. 黄金,2022,43(9):12-19.

Ore body hosting laws and prospecting directions
in Tuwaishan Gold Deposit in Changjiang County, Hainan Province

Zhou Wenlin, Hu Yang, Zhong Zuxun
(Hainan Jinchang Gold Mine Co., Ltd.)

Abstract: After nearly 20 years of exploitation, the reserves of Tuwaishan Gold Deposit have significantly decreased, necessitating exploration to increase reserves. By analyzing the regional metallogenic background and the geological characteristics of the mining area and deposit, it was found that the northeast-trending Gezhen fault controls the distribution of the gold deposit. The Tuwaishan Gold Deposit is divided into 4 ore zones from west to east. The ore bodies are controlled by secondary faults in the hanging wall of Gezhen fault. The barren intervals between ore bodies range from 10 m to 50 m, while the barren intervals along the strike of individual ore bodies range from 40 m to 80 m. The ore bodies are jointly controlled by multiple sets of northeast-trending faults, showing a rhombus grid pattern and reflecting the ore-hosting characteristics at fault intersections. Based on the characteristics and occurrence patterns of 3 delineated ore-hosting columns, the fourth rich ore column is predicted between Exploration Line 10 and 12. Low-grade thin ore bodies and mineralization, as well as small lenticular rich ore bodies, are found between the rich ore columns. According to the approximately equidistant distribution of ore-controlling structures, the lateral extension of ore bodies and the lateral angle, and the segmented enrichment patterns of ore bodies vertically, altered rock type ore bodies can be sought in different enriched ore sections.

Keywords: Tuwaishan Gold Deposit; structural ore control; metallogenic regularity; deep ore exploration; ore zone; Hainan Province

.....
(上接第 93 页)

Lithogeochemistry of altered rocks and mineralization
in Xindongzhuang Gold Deposit, northwest Jiaodong peninsula

Song Zhiyong¹, Xiang Yinhe², Liu Zhankun^{3,4}, Yang Bin^{3,4}, Zhou Xin^{3,4}, Zou Yanhong^{3,4}
(1. Zhaoyuan Xindongzhuang Gold Mine Co., Ltd.; 2. Hunan 5D Geophyson Co., Ltd.;

3. Geosciences and Info-physics & Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals
and Geological Environment Monitoring, Central South University;
4. School of Geosciences and Info-Physics, Central South University)

Abstract: Xindongzhuang Gold Deposit is located in the middle section of the Zhaoping fault zone, and its ore bodies are mainly distributed along the contact zone between the Mesozoic Linglong granite and Archean Jiaodong Group metamorphic rocks. Beresite is the main mineralized rock. The Linglong granite at the footwall of ore bodies is mainly characterized by red alteration, while the metamorphic rocks in the Jiaodong Group at the hanging wall are marked by propylitization. The main elements analysis reveals the increased contents of K₂O, SiO₂, SO₃, and LOI, which are carried components, in the granite with red alteration, beresite, and sericitolite relative to Linglong granite, in particular for the beresite, and sericitolite that are closely related to mineralization. Among microelements, Rb and U are also commonly carried in the granite with red alteration, beresite, and sericitolite. Gold mineralization at Xindong-zhuang Gold Deposit is closely related to changes in oxygen fugacity and acid and alkali conditions, and the enrichment of gold mainly occurs under reductive and slightly acidic conditions.

Keywords: lithogeochemistry; altered rocks; mineralization; Xindongzhuang Gold Deposit; Zhaoping fault; Linglong granite