

马来西亚吉兰丹 SOKOR 金矿地质特征及成因浅析

卢见昆, 黄长帅, 杨人毅

(中国有色桂林矿产地质研究院有限公司, 广西 桂林 541004)

摘要: 马来半岛金矿主要分布在半岛中央金矿带北部, 该成矿带地处特提斯成矿带与环太平洋成矿带交汇处, 成矿条件优越。含矿岩石主要是千枚岩及石英斑岩, 矿物以黄铁矿为主, 矿体产状与接触带产状基本一致, 金矿化类型主要有含金块状硫化物型、含金石英脉型及褐铁矿型 3 种, 品位变化较大。矿床地质特征、矿体产状及矿化蚀变信息表明成矿与热液活动紧密相关, 应属于浅成低温热液型金矿。

关键词: 浅成低温热液; SOKOR 金矿; 马来西亚; 中央金成矿带

中图分类号: P618.51; P611

文献标识码: A

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF SOKOR GOLD DEPOSIT IN KELANTAN, MALAYSIA

LU Jiankun, HUANG Changshuai, YANG Renyi

(China Nonferrous Metal (Guilin) Geology and Mining CO., LTD, Guilin 541004, Guangxi, China)

Abstract: The Malay Peninsula gold mines are mainly distributed in the north of the central gold belt of the peninsula, and the metallogenic belt is located at the junction of the Tethys metallogenic belt and the Pacific Rim metallogenic belt, and the metallogenic conditions are superior. The main ore bearing rocks are phyllite and quartz porphyry, the main ore minerals are pyrite, orebody occurrences are consistent with formation occurrences of contact zones. Gold mineralization types are mainly massive sulfide type, quartz vein type and limonite type, and ore grade changes greatly. Geological characteristics, ore occurrences and alteration information show that mineralization is closely related with hydrothermal activity, and it belongs to the epithermal gold deposit.

Key words: epithermal type; SOKOR gold mine; Malaysia; central gold metallogenic belt

马来西亚矿产资源丰富, 矿种类型较多, 仅在少数区域开展过地质找矿工作, 区域地质工作开展较少, 矿产勘查工作不系统、不完整。SOKOR 金矿位于马来西亚吉兰丹北部, 马来半岛

中央金成矿带偏北, 西侧为 Bentong-Raub 深大断裂带, 东边为 Lebir 大断裂带。文章在对该矿床成矿地质背景、矿床地质特征研究的基础上, 探讨该矿床成因, 为今后对该矿床的进一步勘查工作

基金项目: 广西科技基地和人才专项项目 (桂科 AD17195022); 新疆自治区“十三五”重大专项 (2018A03004-3); 广西自然科学基金项目 (2015GXNSFBA139201)

作者简介: 卢见昆 (1987-), 男, 本科, 主要从事矿产勘查研究。E-mail: angelfreesky@qq.com

引用格式: 卢见昆, 黄长帅, 杨人毅. 马来西亚吉兰丹 SOKOR 金矿地质特征及成因浅析 [J]. 地质力学学报, 2019, 25 (S1): 140-144 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.024

LU Jiankun, HUANG Changshuai, YANG Renyi. Geological characteristics and genesis of SOKOR gold deposit in Kelantan, Malaysia [J]. Journal of Geomechanics, 2019, 25 (S1): 140-144 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.024

提供理论指导依据。

1 成矿地质背景

以 Bentong-Raub 深大断裂带为界, 将马来半岛划分为东西两大地块, 东部为印支地块, 原属冈瓦纳地体^[1], 泥盆纪期间从冈瓦纳地体分离后与华南地块拼合组成华夏地块^[2]。西部的中缅甸马苏地块则应归属于冈瓦纳地体中的印度—澳大利亚地块, 晚二叠世期间与冈瓦纳地体分离, 向北漂移^[3], 印支运动期间二者发生碰撞拼合 (图 1)。马来半岛造山运动始于晚二叠世印支地块与中缅甸马苏地块碰撞之时, 一直延续至早三叠世, Huntchison 和 Harbury 等^[4]把这段时期称为马来半岛的褶皱造山阶段。在此阶段内, 整个马来半岛发育构造不整合现象, Bentong-Raub 断裂带以东古生界地层形变、片理化程度较高, 发育有多期次褶皱叠加现象^[5]。

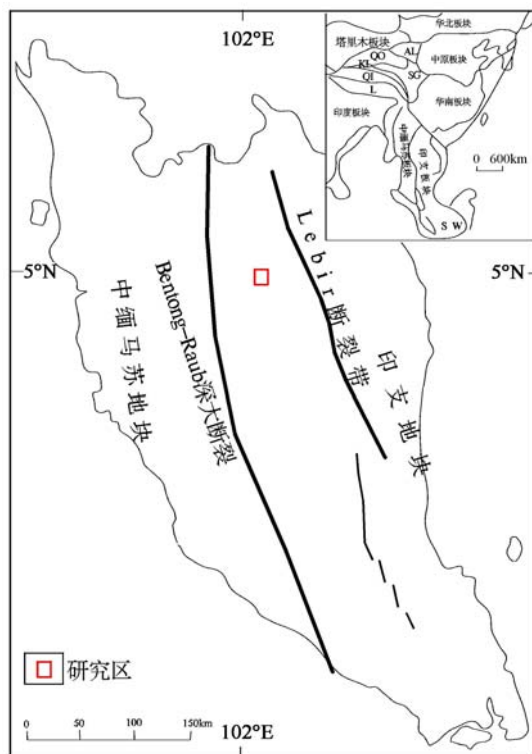


图 1 马来半岛大地构造简图^[6]

Fig. 1 Tectonic map of Malay peninsula^[6]

2 矿区地质

2.1 地层

矿区范围内出露地层为一套晚古生代—早中生代海相火山—沉积岩系, 该套岩系受区域构造

运动的影响, 已普遍变质, 片理化发育, 变质程度较低, 相当于低绿片岩相^[7], 岩性主要有凝灰岩、千枚岩和大理岩等 (图 2); 地层总体走向北北东, 倾向 $282^{\circ} \sim 326^{\circ}$, 倾角 $15^{\circ} \sim 36^{\circ}$, 局部倾角达 43° 左右。

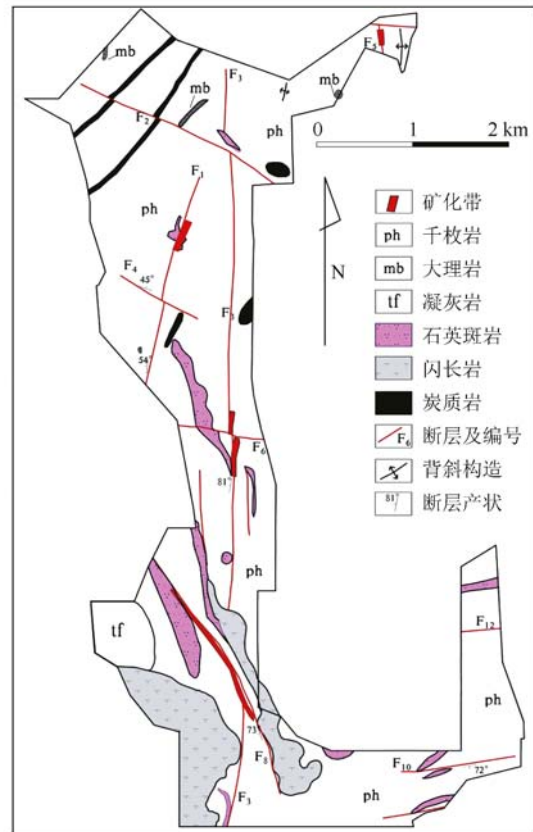


图 2 矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of the mining area

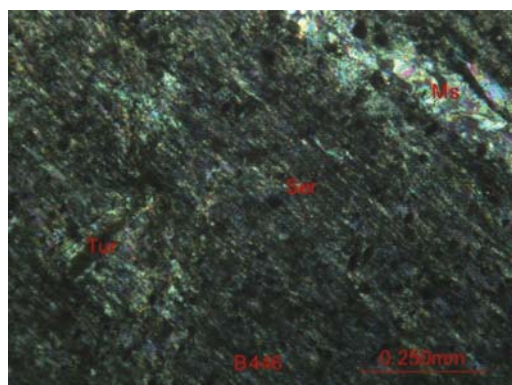
凝灰岩: 青灰色、灰绿色, 凝灰质结构, 块状构造。凝灰岩层浅部常含晶屑, 晶屑成分主要为长石, 粒径一般 0.2 mm , 含量 25% , 次为石英, 粒径一般 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$, 含量一般 15% 。靠近断裂带及与千枚岩接触部位片理化增强, 过渡为凝灰质千枚岩。

千枚岩: 青灰色、浅灰色, 风化面局部呈深紫红色, 显微鳞片变晶结构, 千枚状构造 (图 3、图 4)。局部含碎屑状石英颗粒, 粒径 0.25 mm 左右, 含量 3% , 石英裂纹发育, 部分呈透镜状, 褐铁矿化特征较明显。沿千枚理方向常发育有黄铁矿化。在矿区范围内的千枚岩种类包括凝灰质千枚岩、绢云母千枚岩、钙质千枚岩和泥炭质千枚岩。

大理岩: 青灰色、灰白色, 块状构造, 粒状变晶结构, 缝合线构造发育, 这些构造产状为



图3 千枚岩标本
Fig. 3 Phyllite specimen



Ser—绢云母; Ms—白云母; Tur—电气石

图4 千枚岩显微照片
Fig. 4 Phyllite Microphotograph

$293^{\circ} \angle 47^{\circ}$, 且常为泥质充填, 与千枚岩接触部位常发育泥质条带, 近矿段发育较弱的硅化。

2.2 构造

受区域构造运动的影响, 矿区北部地层总体呈一轴向近北南的背斜构造, 褶皱轴部大致沿 F3 南北延伸, 由于受岩浆活动及断裂构造的影响, 背斜两翼不对称产出^[8]。背斜核部地层主要为钙质千枚岩、凝灰质千枚岩及大理岩等; 西翼地层以凝灰质、钙质千枚岩为主, 倾向西, 总体倾角变化范围较大, 从核部向西翼倾角由陡变缓, 变化范围 $70^{\circ} \sim 30^{\circ}$, 褶皱核部地层由于受到强烈挤压作用, 伴生有大量的小型褶曲、膝折和劈理化现象 (图5、图6), 指示了近东西向的最大主应力方向^[9]。

2.3 岩浆岩

矿区共发现3条较大规模的石英斑岩脉, 长度为1200~1500 m, 宽从3 m到200 m不等, 主要

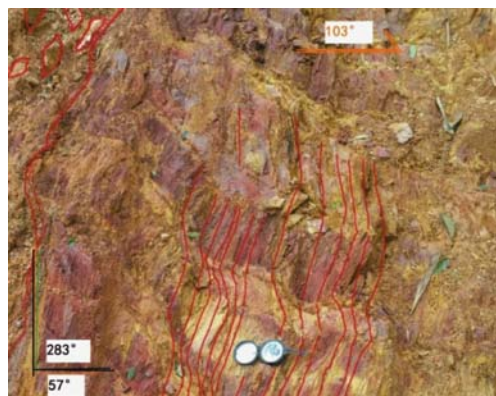


图5 F5膝褶现象
Fig. 5 No. 5 Fault Cleavage refraction

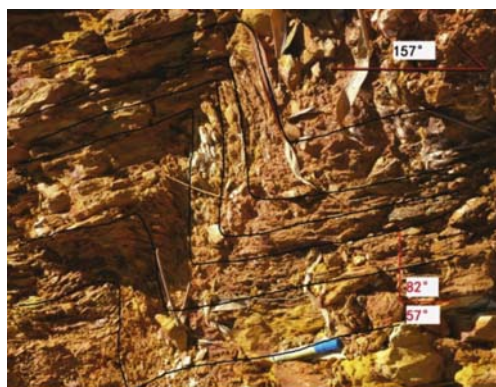


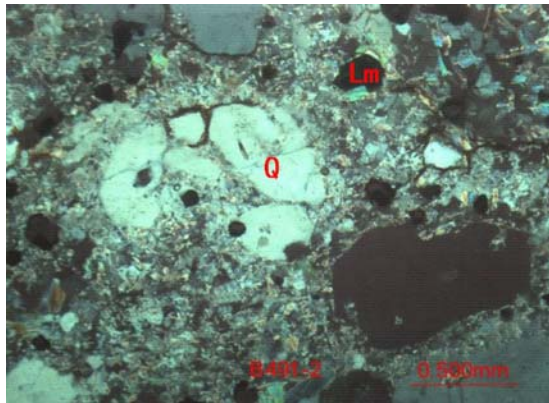
图6 南北走向褶皱构造
Fig. 6 N-S orientation strike fold structure

分布在矿区中南部, 呈北西向展布。在石英斑岩脉中普遍发育浸染状黄铁矿化, 在斑岩脉靠下盘裂隙相对发育, 沿裂隙充填细脉状石英-硫化物, 硫化物以黄铁矿为主, 拣块样分析含有金矿化, 反映石英斑岩脉与成矿关系密切。石英斑岩中斑晶主要为石英 (图7、图8), 含量 $8\% \sim 10\%$, 一般粒径在 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 之间, 部分粒径大于 1.2 mm , 石英斑晶发育熔蚀现象; 长石斑晶粒径为 1.2 mm , 含量为 $\pm 2\%$, 已发生绢云母化, 此外, 还有少量白云母, 基质为长英质, 绢云母化强烈。

3 矿床地质特征

3.1 矿体地质特征

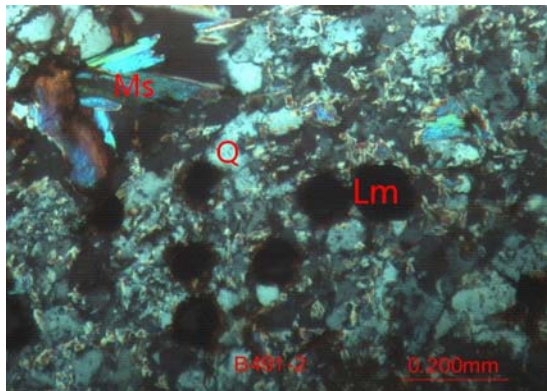
矿化带主要沿北西向剪切挤压带产出, 局部以强片理化带及糜棱岩带的形式出露, 糜棱岩带普遍发育黄铁矿化。矿化带延伸出矿区, 区内长



Q—石英; Lm—褐铁矿

图 7 石英斑岩斑状结构

Fig. 7 Porphyry structure of quartz porphyry



Lm—褐铁矿; Ms—白云母; Q—石英

图 8 石英斑岩矿物组成

Fig. 8 Mineral composition of quartz porphyry

约 1000 m。矿化带宽 4 ~ 16 m, 矿化品位 0.16 ~ 1.68 g/t。矿化体为灰白色碎裂状黄铁矿化硅化石英斑岩, 矿化体顶板为半风化石英斑岩, 底板为闪长斑岩。矿化体形态受到北北西向构造带的影响, 为一系列向西倾的弧形带状或脉状分布。

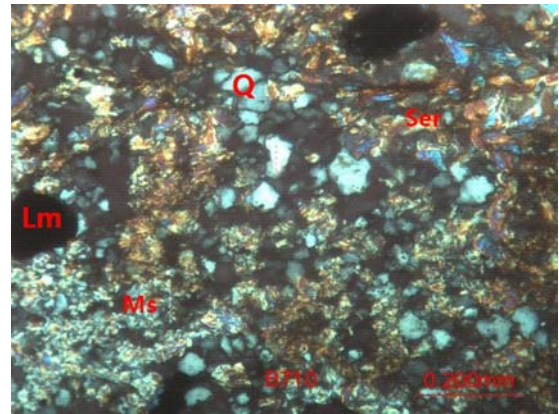
3.2 矿石质量

矿石中金属硫化物为磁黄铁矿、黄铁矿等, 贵金属矿物主要为自然金, 金属氧化物主要为褐铁矿等。脉石矿物组成主要为方解石、石英, 此外还有少量的绢云母、长石、高岭土及绿泥石发育。

3.3 围岩蚀变

矿区围岩蚀较强, 蚀变主要与热液有关^[9], 常看到多期石英脉穿插现象, 特别是晚期的石英脉伴随着褐铁矿化、硅化等蚀变普遍发育 (图 9、

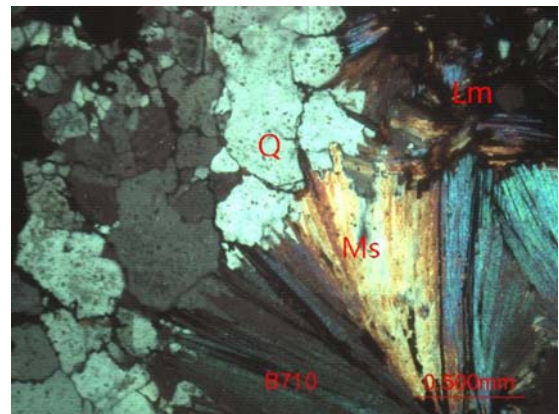
图 10)。区域内常见的蚀变类型主要有: 褐铁矿化、黄铁矿化、绿泥石化、硅化和高岭土化等。褐铁矿化是寻找构造蚀变、蚀变破碎带中矿体的主要标志之一^[10]。



Q—石英; Ser—绢云母; Ms—白云母; Lm—褐铁矿

图 9 蚀变岩主要矿物

Fig. 9 Major minerals in ferritization altered rock



Q—石英; Ms—白云母; Lm—褐铁矿

图 10 褐铁矿化蚀变岩中石英-白云母

Fig. 10 Quartz-muscovite in ferritization altered rock

4 矿床成因探讨

综合矿床地质特征、矿体特征、围岩蚀变等特征, 认为该矿床是沿层间破碎带充填交代的低温热液型金矿。研究区有利的成矿地质条件主要表现在成矿物质来源、成矿热动力、成矿构造及成矿空间 4 个方面:

成矿物质条件: 矿区中的二叠—三叠纪海相火山沉积岩岩石含金丰度较高, 岩浆活动又丰富了部分物源, 为金的成矿提供了有利的来源, 为

含矿热液的运移提供了热源。

成矿热动力条件：矿区内石英斑岩脉内外接触带均发育热液蚀变和矿化，形成矿体。岩浆侵入后的冷凝固结阶段也分异出岩浆热液，和大气降水、变质水混合，混合的热水系统导致绢云母和高岭石等低温矿物的形成。

成矿构造条件：矿区主要控矿构造为早期碰撞造山运动受到东西向挤压形成的北南向剪切大断层、东西向剪切构造以及次级构造，后期形成的构造在矿区发育规模不大。

成矿空间条件：矿区北部地层主要为凝灰质岩、千枚岩和大理岩，它们的接触带、层间破碎带以及层间滑动或层间剥离部位都是良好的容矿空间。

5 结论

(1) 矿区范围内出露地层为一套晚古生代—早中生代海相火山-沉积岩系，岩性主要有凝灰岩、千枚岩和大理岩等直接构成了矿体的围岩。在靠近断裂上盘部位处次级断裂、揉皱等强烈发育，黄铁矿化、褐铁矿化主要产于这些构造部位。

(2) 矿区内主要发育南北向、北西向及北东向构造，其中南北向及北西向规模较大，北西向构造为本区矿化提供了主要的容矿空间。

(3) 结合 SOKOR 金矿床的产出环境、构造、矿物组合及围岩蚀变等方面的研究，认为该矿床是沿剪切带充填交代的低温热液型金矿。

参考文献/References

- [1] METCALFE I. The Bentong-Raub suture zone [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2000, 18 (6): 691-712.
- [2] SPILLER F C P. Late Paleozoic radiolarians from the Bentong - Raub suture zone, Peninsular Malaysia [J]. Island Arc, 1996, 5 (2): 91-103.
- [3] BATCHELOR D A F. Geological characteristics of the Pulai alluvial gold deposit, South Kelantan, Malaysia [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1994, 10 (1-2): 101-108.
- [4] Hutchison, C. S., Granite emplacement and tectonic subdivision of peninsular Malaysia [J]. Geol. Soc. Malaysia Bull, 1977, 9: 187-208.
- [5] LIEW T C, PAGE R W. U - Pb zircon dating of granitoid plutons from the west coast province of Peninsular Malaysia [J]. Journal of the Geological Society, 1985, 142 (3): 515-526.
- [6] 陈柏林, 吴淦国, 杨农, 等. 甘肃北山白墩子-小西弓韧性剪切带及其控矿作用 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (2): 99-109.
CHEN Bailin, WU Ganguo, YANG Nong, et al. Baidunzi - Xiaoxugong ductile shear zone and its ore-controlling effect in the southern Beishan area, Gansu [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (2): 99-109. (in Chinese with English abstract)
- [7] 郭涛, 吕古贤. 胶东西北部金成矿带控矿构造系统分析 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (2): 119-130.
GUO Tao, LÜ Guxian. System analysis of ore-controlling structure in the Northwestern Jiaodong Gold metallogenic belt [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (2): 119-130. (in Chinese with English abstract)
- [8] 黑慧欣, 罗照华, VIKENTYEV I V, 等. 透岩浆流体作用与矿田构造 [J]. 地质力学学报, 2015, 21 (1): 1-12.
HEI Huixin, LUO Zhaohua, VIKENTYEV I V, et al. Transmagmatic fluid theory and orefield structure [J]. Journal of Geomechanics, 2015, 21 (1): 1-12. (in Chinese with English abstract)
- [9] 赵延朋, 卢见昆. 马来西亚 SOKOR 金矿第一阶段性普查报告 [R]. 桂林: 中国有色桂林矿产地质研究有限公司, 2017: 2-18.
ZHAO Yanpeng, LU Jiankun. Geological survey report of SOKOR gold deposit in Kelantan, Malaysia (The First Stage) [R]. Guilin: China Nonferrous Metal (Guilin) Geology and Mining Co., LTD. 2017: 2-18.
- [10] 曹小兵, 吕古贤, 胡宝群, 等. 相山矿田沙洲铀矿床围岩蚀变地球化学特征 [J]. 地质力学学报, 2012, 18 (4): 389-400.
CAO Xiaobing, LÜ Guxian, HU Baoqun, et al. The wall rock alteration and its geochemical characteristics of the Shazhou deposit in Xiangshan uranium ore-field [J]. Journal of Geomechanics, 2012, 18 (4): 389-400. (in Chinese with English abstract)