海南抱伦金矿的成矿时代研究及其意义

舒 斌[1]，王平安[2]，李中坚[2]，陈柏林[2]，董法先[2]

(1. 中国地质调查局 发展研究中心，北京 100037；2. 中国地质科学院 地质力学研究所，北京 100081)

摘要：抱伦金矿床是海南省新近发现的大型金矿床之一，属于发育于下志留统陀烈组浅变质岩系中受断裂裂隙构造控制的岩浆热液型金矿床。研究表明：与成矿有关的尖峰岭复式岩体中心相的侵位时代为 236～232 Ma，经历了长期多次多阶段的侵位，抱伦金矿床的成矿年龄确定为大约 220 Ma（印支期），二者的年龄差大约为 16～12 Ma。岩体的脉动式活动为形成高品位金矿石提供了物质和动力来源。

关键词：抱伦金矿；成矿时代；海南

中图分类号：P618.51 **文献标识码**：A

文章编号：1000 - 8527(2004)03 - 0316 - 05

0 引 言

抱伦金矿床位于海南岛西南部乐东县城（抱由镇）北西 235°方向 19 km 处，即位于国营抱伦农场的西北边部，行政区划属于乐东县千家镇管辖。矿区面积约 14.2 km^2，北自望楼河北岸，南至重烂岭，东起三疗村西 300 m，西至 405.8 高地。矿区的地理坐标为 109°00′15″E～109°01′30″E，18°38′15″N～18°40′00″N。

该区最早正规的基础地质调查工作始自 1958 年，当时广东省地质局区域地质测量大队开展 1∶20万区域地质测量工作。1974～1981 年，广东省地质局海南地质大队对位于抱伦金矿正南大约 10 km 的石门山—看树岭钼多金属矿区进行了地质普查，并探明了数处中小型的钼多金属矿床。四川省地质矿产局潘西地质大队于 1988～1991 年，在开展 1∶5 万尖峰幅和乐东幅区域地质调查时，对抱伦矿区北部一带的基础地质作了比较详细的调查研究。随后，海南地质矿产局地质大队对抱伦金矿区进行了矿点检查及民采调查。从 1996 年开始，为了配合该区金矿资源的调查，海南省地质综合勘察院区域地质调查大队有针对性地开展了抱伦金矿矿区附近的两幅 1∶5 万区域地质调查工作，并于 2000 年完成了 1∶5 万黄流幅和千家幅区域地质调查报告。该报告对矿区及其南部进行了较详细的基础地质研究。

抱伦金矿床的主矿段为位于矿区北部的豪岗岭矿段，其范围大致以豪岗岭为中心，向北至望楼河边，向南延伸约 560 m，东、西长各 500 m，面积大约为 1.3 km^2，其中 I号脉带位于该矿段中部，面积 0.13 km^2。到目前为止，在豪岗岭矿段 I号脉带共探获 C + D + E 级金储量为 58.474 t，其中 C + D 级金储量为 14.083 t，E 级金储量为 44.391 t①，矿石品位极高。该矿床的勘查、开发和综合研究工作，对当地的经济发展以及对带动整个海南岛金矿普查找矿工作都有着极其重要的意义。

1 矿床地质特征

抱伦金矿床所处的大地构造位置为华南褶皱系五指山褶皱带的南西部，位于 NW 向的尖峰—吊罗深大断裂 F_3 与九所—陵水深大断裂 F_1 之间（图 1），属于乐东盆地的南西缘。

区内构造以断裂最为显著，断裂走向主要有

收稿日期：2004 - 04 - 14；**改回日期**：2004 - 06 - 05；**责任编辑**：楼亚儿。

基金项目：原地质矿产部定向研究项目（地科定 97 - 16）；国土资源部地质调查项目（200110000003）。

作者简介：舒 斌，男，副研究员，博士，1967 年出生，矿床学专业，从事金矿床地质、矿田构造和成矿规律的研究工作。

① 丁式江，付杨荣，张小文，等. 海南省乐东县抱伦矿区豪岗岭矿段 I号脉带普查报告. 2002.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

EW、NW 及近 SN 向。EW 向断裂有北部的尖峰 —吊罗深大断裂 (与抱伦金矿区垂直距离仅数千米) 和南部的九所 —陵水深大断裂。近 SN 向断裂表现为多条南北向 —近南北向、北北西向和北北东向的断裂构造带, 北起乐东县, 穿过抱伦金矿区, 经抱伦豪岗岭、看树岭、石门山, 向南直到三亚市长山一带 (图 1), 其在卫星影像上表现得也很清楚。近 SN 向断裂带宏观上控制了琼西南金属矿床的分布, 其次级 NNW 向断裂是本区主要的控矿构造, 沿该方向的断裂发育有抱伦金矿床和石门山 —看树岭钼-银多金属矿田的诸矿床和矿点 (图 1)。

抱伦金矿区的地层较为简单,仅出露下志留统陀烈组下段, 陀烈组中段及白垩系主要分布在矿区外围的西部及东部 (图 2)。陀烈组主要分布于矿区中部及西侧外围, 呈北东 —南西向展布, 北西侧与尖峰岭岩体呈侵入接触, 南东侧超覆于下白垩统鹿母湾组之上, 二者呈断层接触。陀烈组下段岩性主要为绢云母石英千枚岩, 中段岩性主要为含碳质千枚岩。白垩系主要分布于矿区东部的外侧,由下统鹿母湾组和上统报万组组成。

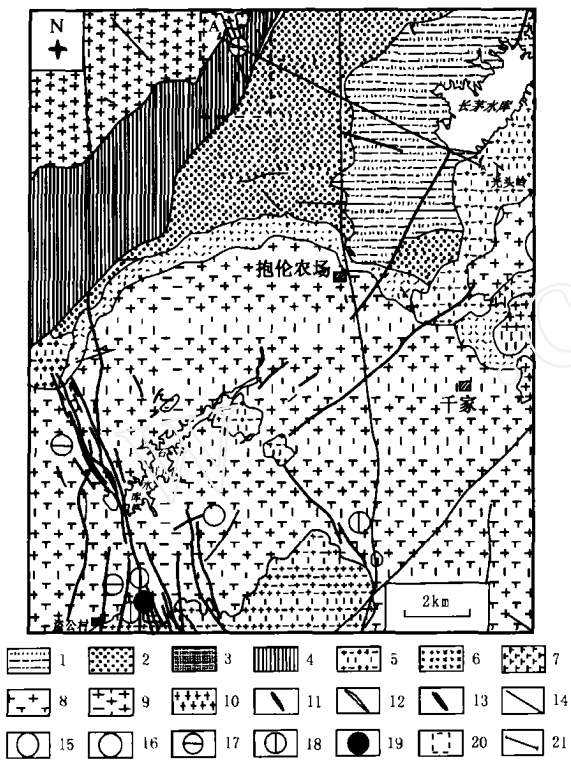

图 1　抱伦金矿床区域地质和矿产分布图

Fig. 1　Geological map of Baolun gold deposit

(据王大英等, 2000 年资料以及黄香定等, 2001 年资料综合编绘)

1. 上白垩统报万组上段砾岩夹粉砂岩和泥岩; 2. 上白垩统报万组下段细砂岩、粉砂岩和泥岩; 3. 下白垩统鹿母湾组紫红色凝灰岩; 4. 下志留统陀烈组千枚岩; 5. 晚白垩世黑云母正长花岗岩; 6. 晚白垩世角闪黑云花岗闪长岩; 7. 晚白垩世黑云角闪石英二长闪长岩; 8. 晚白垩世斑状角闪黑云二长花岗岩; 9. 印支期 (三叠纪) 斑状黑云母正长花岗岩; 10. 海西期早二叠世斑状黑云母二长花岗岩; 11. 燕山期酸性岩脉 (花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩及细晶岩); 12. 燕山期闪长岩脉; 13. 热液石英脉; 14. 断层; 15. 金矿床; 16. 银矿床; 17. 铅锌矿床; 18. 铅矿床; 19. 钼矿床; 20. 抱伦金矿区的范围; 21. 剖面线位置及编号

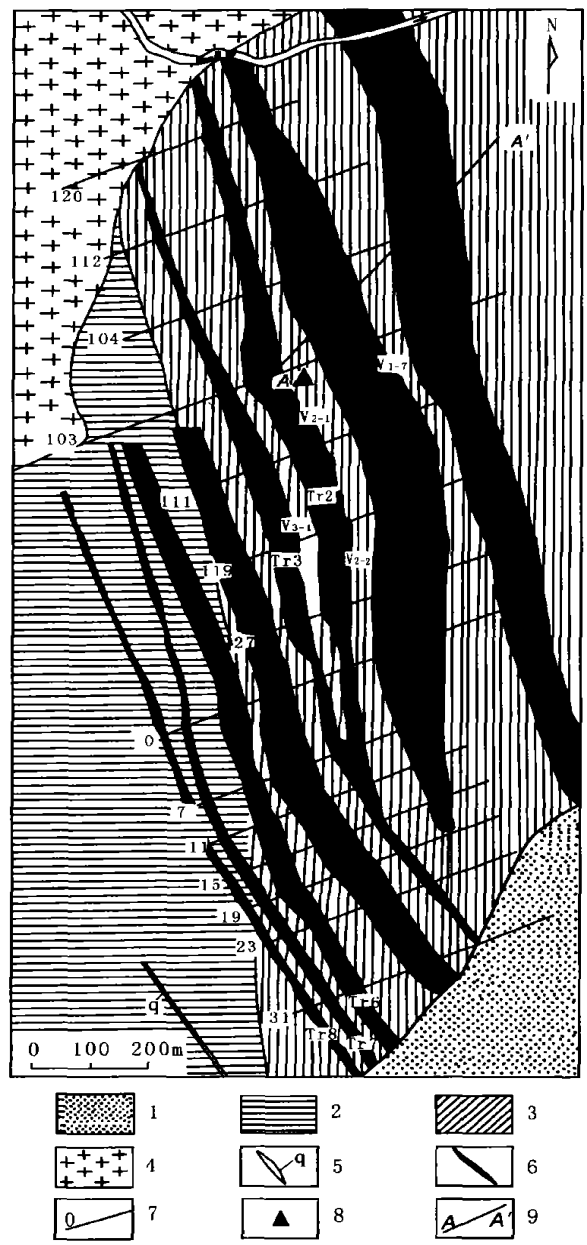

图 2　抱伦金矿床矿区平面地质简图

Fig. 2　Geological sketch map of Baolun gold deposit

1. 上白垩统报万组; 2. 下志留统陀烈组中段; 3. 下志留统陀烈组下段; 4. 印支期 (三叠纪) 斑状黑云母正长花岗岩 (尖峰岭岩体); 5. 热液石英脉; 6. 构造破碎带 (金矿脉) 及其编号; 7. 勘探线及编号; 8. 豪岗岭; 9. 剖面线位置

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

下白垩统鹿母湾组岩性主要为砂砾岩和含砾砂岩，夹紫红色厚层状含砾富晶屑磷灰岩及紫红色磷灰岩，与陀烈组呈断层接触，与上白垩统报万组整合接触。下白垩统报万组岩石组成主要为砂砾岩和含砾砂岩。

2 成矿年代学研究

对矿区附近出露的尖峰岭花岗岩体中的新鲜黑云母进行了采样（样品采自岩体中心部位），进行了^{40}Ar-^{39}Ar快中子活化法定年，结果证实该岩体的侵位时代为（236.6 ±3.5）Ma（积分年龄），可以确认该岩体形成于印支早期（表 1、图 3）。此结果较之前人①②[1,2]用 U-Pb 法和 K-Ar 法所获得的248～94 Ma 的广大变化区间精确了许多，可以与 1∶5 万黄流市幅、千家幅区域地质调查报告③中（232.8 ± 0.8）Ma 的锆石 U-Pb 法年龄相互验证。

抱伦金矿床的矿石有两种自然类型：含金石英脉型和含金热液蚀变岩型，但以前者为主。根据对石英脉型矿石中热液成因白云母的^{40}Ar-^{39}Ar快中子活化法定年分析，获得其坪年龄为(219.41 ±0.63) Ma，等时线年龄为(218.87 ±2.51) Ma，二者非常接近，而且在误差范围内几乎一致（表 2、图 4）。依据坪年龄判断，抱伦金矿床确切的成矿年龄为 220.0～218.8 Ma。此外，李中坚等②曾测得矿石中热液成因伊利石的 K-Ar 年龄为(216.04 ±3.21) Ma，刘玉琳等[2]测得矿脉中白云母的 K-Ar 法年龄为(221.2 ±3.3) Ma。虽然其

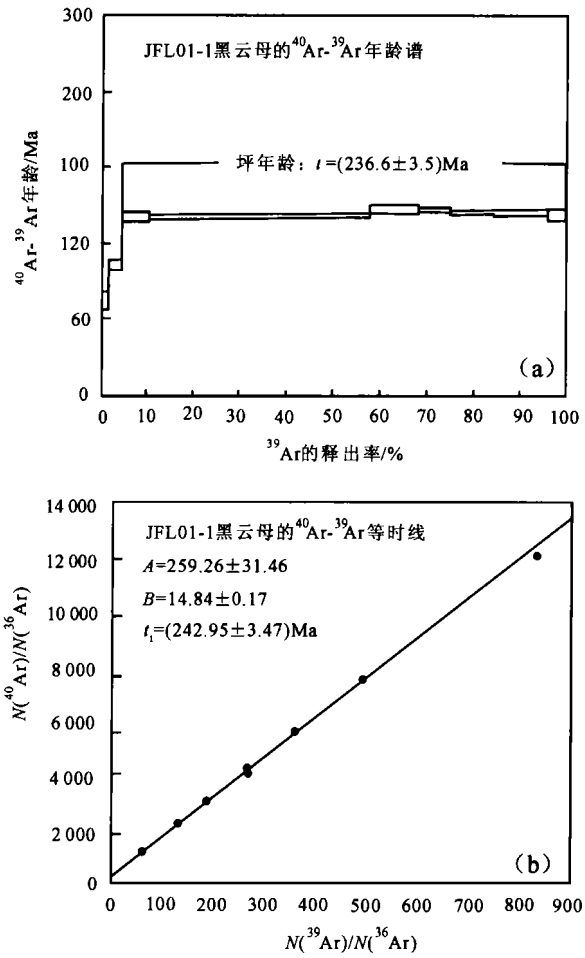

图 3 尖峰岭岩体黑云母的^{40}Ar-^{39}Ar坪年龄谱和等时线

Fig. 3 Age spectra and normal isochrone diagram based on the ^{40}Ar-^{39}Ar analytical data for biotite of Jianfenglin rock body

表 1 海南尖峰岭花岗岩体的黑云母^{40}Ar - ^{39}Ar 快中子活化法定年数据

Table 1 Rapid neutron activation ages by biotite's ^{40}Ar - ^{39}Ar of Jianfenglin rock body in Hainan Province

加热阶段	t/ ℃	$(^{40}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{36}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{37}Ar/^{39}Ar)_m$	$^{40}Ar^*/^{39}Ar$	$n(^{39}Ar)_K$ / 10^{-14}mol	视年龄 (t ±1σ) / Ma	$w(^{39}Ar)_K$ / %	$w(^{40}Ar)_K$ / %
1	400	24.96 07	0.060 2	0.308 1	7.178 5	49.23	122.0 ±12.0	1.64	0.83
2	500	18.947 0	0.030 0	0.146 2	10.084 5	86.54	168.6 ±7.1	4.52	2.05
3	600	18.745 8	0.015 7	0.037 5	14.105 4	169.03	231.6 ±5.0	10.16	5.60
4	700	15.195 5	0.003 7	0.013 8	14.084 l	440.20	231.3 ±4.0	24.83	14.56
5	800	14.627 4	0.001 2	0.015 3	14.265 3	980.35	234.1 ±2.5	57.50	32.83
6	900	15.475 2	0.002 l	0.032 5	14.862 9	316.27	243.2 ±6.3	68.04	11.04
7	1 000	16.022 6	0.003 8	0.061 5	14.908 5	208.68	243.9 ±2.5	75.00	7.30
8	1 100	16.287 8	0.005 4	0.048 2	14.690 8	254.55	240.6 ±2.6	83.48	8.78
9	1 200	15.468 9	0.002 8	0.099 2	14.642 1	377.28	239.8 ±2.8	96.05	12.97
10	1 300	16.562 3	0.007 5	0.493 8	14.370 5	104.74	235.7 ±5.9	99.55	3.54
11	1 400	31.733 6	0.053 3	1.617 5	16.100 3	13.60	262.1 ±7.8	100.00	0.51

注：积分年龄为（236.6 ±3.5）Ma，等时线年龄为（243.0 ±3.5）Ma（3～10 阶段数据）；样品质量 m = 82.80 mg，照射参数 J = 0.009 712；样品测试单位：中国地质科学院地质研究所；取样地点：尖峰岭采石场，王大英等 2000 年的锆石年龄样品采样地点同此。

② 李中坚，丁式江，董法先，等. 海南省乐东九所—抱伦地区金、银、钼多金属矿控矿构造及成矿规律研究报告. 2000.

③ 王大英. 黄流市幅、千家幅 1∶5 万区域地质调查报告. 1997.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

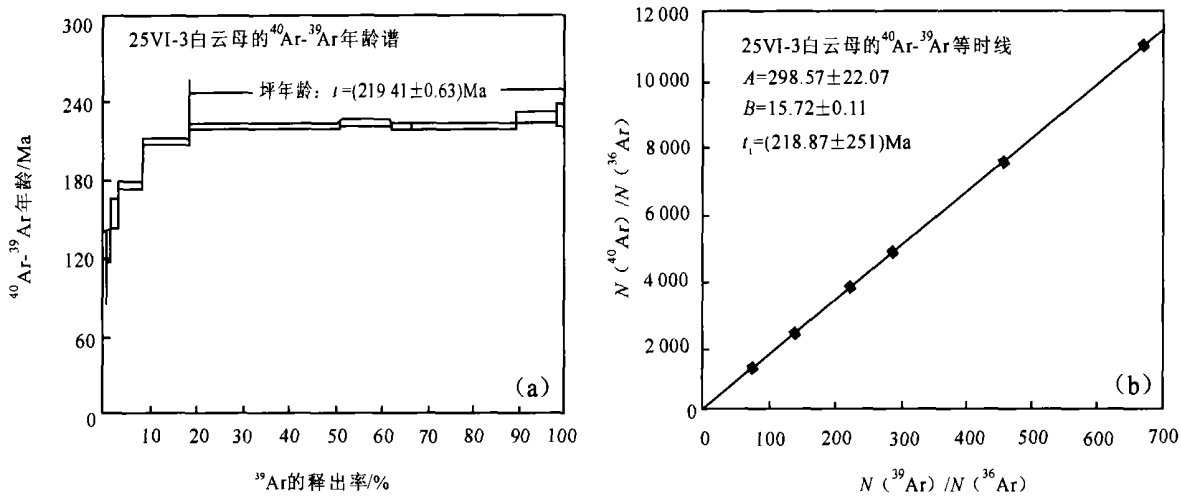

图 4　抱伦金矿床矿石中白云母的^{40}Ar-^{39}Ar 坪年龄谱和等时线

Fig. 4　Age spectra and normal isochrone diagram based on the ^{40}Ar-^{39}Ar analytical data for muscovite of ore in Baolun gold deposit

表 2　抱伦金矿床 ⅤⅠ-3 矿体中热液成因团块状白云母的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 快中子活化法定年数据

Table 2　Age spectra and normal isochrone diagram based on the $^{40}Ar/^{39}Ar$ analytical data for muscovite of ore in Baolun gold deposit

加热阶段	t/ ℃	$(^{40}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{36}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{37}Ar/^{39}Ar)_m$	$^{40}Ar^*/^{39}Ar$	n $(^{39}Ar)_K$ / 10^{-14} mol	视年龄 (t ±1σ) / Ma	w $(^{39}Ar)_K$ / %	w $(^{40}Ar)_K$ / %
1	400	25.509 9	0.060 0	0.052 5	7.788 5	17.95	111.8 ±28.4	0.63	0.32
2	500	16.848 1	0.026 4	0.037 8	9.042 0	23.52	129.1 ±12.7	1.64	0.59
3	600	14.314 7	0.011 8	0.060 1	10.829 3	50.42	153.6 ±10.4	3.41	1.26
4	700	14.005 7	0.005 4	0.058 0	12.410 0	140.65	174.9 ±2.4	8.37	4.02
5	800	15.880 6	0.003 2	0.008 1	14.935 2	291.93	208.6 ±2.3	18.65	10.03
6	900	16.192 9	0.001 5	0.003 0	15.749 0	931.50	219.3 ±2.2	51.48	33.77
7	1 000	16.849 5	0.003 5	0.003 6	15.812 7	302.99	220.1 ±2.6	62.15	11.03
8	1 100	17.739 7	0.007 2	0.010 8	15.596 7	122.34	217.3 ±2.9	66.46	4.39
9	1 200	16.315 5	0.002 2	0.003 0	15.665 l	654.72	218.2 ±3.0	89.53	23.6l
10	1 300	17.315 7	0.004 6	0.027 0	16.036 8	254.06	223.0 ±4.1	98.48	9.38
11	1 400	20.393 4	0.014 1	0.110 5	16.227 3	43.11	225.5 ±8.2	100.00	1.6l

注: 坪年龄为 (219.4 ±0.6) Ma, 等时线年龄为 (218.9 ±2.5) Ma (6～11 阶段数据); 样品质量 m = 61.85 mg; 照射参数 J = 0.008 206; 样品测试单位: 中国地质科学院地质研究所。

测定方法的精确度不高, 但仍然具有一定的参考价值, 可以互为印证。前已述及, 尖峰岭岩体中黑云母的^{40}Ar-^{39}Ar 法测定年龄为 (236.6 ±3.5) Ma, 王大英等③获得的锆石 U-Pb 法年龄值为 (232.8 ±0.8) Ma, 因而确定岩体侵位时代为 236～232 Ma, 抱伦金矿床的成矿年龄确定为大约 220 Ma。这样, 尖峰岭花岗岩体的成岩 (侵位) 时代与抱伦金矿床的成矿时代二者的年龄差大约为 16～12 Ma。对于与岩浆活动有关的热液石英脉型金矿床, 这样的时间间隔有些过大, 不属于一个比较合理的时间滞后区间。实际上, 上述尖峰岭岩体的同位素定年样品的取样地点位于抱伦金矿区 NW 方向大约 17.5 km 的岩体中部, 由于尖峰岭岩体是一个复式侵入体, 因而存在岩体不同部位侵入时间有一定的间隔这一问题。其他研究者在岩体边部获得了更加年轻的样品, 如刘玉琳等[2]报道了 (221.3 ±2.0) Ma 的黑云母 K-Ar 法年龄, 李中坚等②也曾报道过取自抱伦矿区附近望楼河边的锆石 Pb-Pb 法 (单颗粒逐层蒸发法) 年龄值为 (217 ±22) Ma。

3　结　论

通过上述研究, 作者认为 236～232Ma 代表尖峰岭岩体中心相的侵位时代, 而岩体边部的形成时代很可能要晚得多, 大体与抱伦金矿床的成矿时代相当。由此推断, 尖峰岭花岗岩体和抱伦金矿床二者均形成于印支早期。由于尖峰岭花岗岩体是本矿床矿区附近唯一出露的岩浆岩体, 因而, 从空间和时间上均可判断抱伦金矿床在成因上与印支期尖峰岭花岗岩体有关。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

由于成矿地点距离岩体很近，而且岩体为一个复式岩体，经历了长期多次多阶段的侵位，晚阶段的岩浆活动对早阶段岩石进行了进一步改造，并溶萃了其中的 Au 等成矿物质，最终在其边缘相侵位阶段形成矿化作用，为成矿提供了丰富的流体、能量以及金等成矿物质。在以中等温度为主的环境下，来自附近花岗岩体的流体持续活动和脉动式成矿作用，导致在距离岩体较近且构造较发育的豪岗岭矿段形成高品位的金矿体。

参考文献：

[1] 陈柏林，丁式江，李中坚，等．海南抱伦金矿床成矿时代研究 [J]．地球化学，2001，30 (6)：525 —532.

[2] 刘玉琳，丁式江，张小文，等．海南乐东抱伦金矿床成矿时代研究 [J]．地质论评，2002 (增刊)：84 —87.

[3] 丁式江，黄香定，李中坚，等．海南抱伦金矿地质特征及其成矿作用 [J]．中国地质，2001，28 (5)：28 —34.

[4] 陈好寿．海南金矿床同位素地球化学示踪研究 [J]．地球学报 ——中国地质科学院院报，1996，17 (3)：302 —312.

[5] 赵彦庆，叶得金，李永琴．西秦岭大水金矿的花岗岩成矿作用特征 [J]．现代地质，2003，17 (2)：151 —156.

[6] 刘家军，李志明，刘玉平，等，滇西金满脉状铜矿床成矿年龄的讨论 [J]．现代地质，2003，17 (1)：34 —39.

[7] 罗镇宽，关康，苗来成．吉林夹皮沟金矿带岩脉和蚀变绢云母定年及金矿成矿时代 [J]．现代地质，2002，16 (1)：19 —25.

RESEARCH ON MINERALIZING AGE OF BAOLUN GOLD DEPOSIT IN HAINAN PROVINCE AND ITS SIGNIFICANCE

SHU Bin[1], WANG Ping-an[2], LI Zhong-jian[2], CHEN Bai-lin[2], DONG Fa-xian[2]

(1. *Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing* 100037, *China;*
2. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100081, *China)*

Abstract: Baolun gold deposit is a large-scale magmatic hydrothermal type gold deposit found recently in Hainan Province. It occurs in the Tuolie Formation epimetamorphic rock of Lower Silurian and is controlled by fault structures. Rock-forming age of central facies of Jinfengling duplicate rock body related to the mineralization is 236 to 232 Ma. The rock body went through long-term and multi-phases intrusions. Mineralization age of Baolun gold deposit is 220 Ma (Indosinian Stage), the age difference between them is 16 to 12 Ma. Inpulse activities of the rock body supply material and power for forming of high-grade ore.

Key words: Baolun gold deposit; mineralization age; Hainan Province

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net