

云开隆起金矿带流体包裹体 Rb-Sr等时线年龄*

陈好寿 李华芹

(地质矿产部宜昌地质矿产研究所)

内容提要:首次测定了云开隆起金矿带河台、新洲金矿石英中流体包裹体Rb-Sr等时线年龄。新洲金矿一条等时线年龄为 431 ± 12 Ma; 另一条年龄为 133.1 ± 12.5 Ma。河台矿区获3条等时线, 年龄分别为 121.9 ± 14.1 Ma、 129.6 ± 6.1 Ma和 129.3 ± 4.1 Ma。结合矿区岩石和矿物的U-Pb、Rb-Sr和K-Ar年龄以及矿石铅同位素年龄资料得出结论, 自震旦纪以来(矿床围岩时代为震旦纪), 本区经历了多期(主要是加里东期和燕山期)地质作用, 包括构造-岩浆活动和变质-混合岩化作用, 金矿的形成和演化与这些地质作用有紧密的关系, 但成矿作用主要在燕山中-晚期。

关键词:流体包裹体铷-锶年龄 成矿时代 云开隆起金矿带

影响金矿成矿理论和找矿理论研究的重要问题之一, 是金矿的成矿时代难以准确确定。前人在研究金矿成矿时代时, 基本上都是采用与成矿有关的岩石和(或)矿物作为年龄测定对象, 它们的同位素年龄多半只能提供围岩或母岩的时代, 间接推断成矿年龄。所以, 目前很多金矿的时代问题仍是悬而未决, 靠几个常规方法获得的数据推断的成矿时代难以令人信服。近几年来, 作者试图通过直接测定含金石英中流体包裹体, 即成矿溶液的Rb-Sr等时线年龄来获得成矿年龄。尽管这一工作在国外有人作过尝试^[5,6], 但主要用于钨锡金属矿床, 用于确定金矿时代至今在国内外均未见报导。

云开隆起金矿虽已作了大量的年代学及稳定同位素的研究工作^[1], 但主要也是采用常规方法测定其围岩的时代来推断成矿年龄, 与成矿有关的绢云母的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄^①, 与成矿年龄之间仍有一定的时差。所以, 测定流体包裹体Rb-Sr等时线年龄对确定该地区金矿化时间具有十分重要的意义。本文报导的只是作者获得的我国若干金矿区(带)数据中的一部分。该地区的其它年代学及稳定同位素研究另文发表。

一、地质背景

在广东云开隆起有丰富的金矿化, 沿吴川-四会断裂带, 有一系列大、中、小型金矿床。已查明储量的有新洲金矿(中型)和河台金矿。此外, 还有若干矿化远景区。新洲-河台金矿带位于吴川-四会断裂带北东端。出露的主要地层有震旦系、寒武系、泥盆系及少量的三叠系。矿体赋存于震旦系浅变质岩及混合岩中。区内岩浆活动频繁, 从加里东期到燕山期

* 地质行业科学技术发展基金资助项目

① 叶伯丹等, 1990, 广东清远-肇庆地区金矿的构造分析、成矿时代及矿床成因研究(研究报告)

均有出露。构造活动十分强烈，影响金矿床分布的主要有NE向、NNE向构造带和纬向构造带^[1]。

二、测定方法

在矿区石英流体包裹体温压地球化学研究的基础上，选择不同空间和盐度的石英样品，粉碎到一定的粒级（不破坏流体包裹体为宜）。用酸将样品表面和裂隙清洗干净，在双目镜下挑纯。用热爆法除去次生包裹体，将石英矿物作为一个整体或用热爆法打开包裹体获得原生矿流体，用同位素稀释法测定Rb、Sr含量和计算⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比值。Rb、Sr同位素分析在MAT-261多接收质谱仪上进行。对流体中的微量铯采用了特殊的质谱分析技术。标准样NBS-987的测定精度⁸⁷Sr/⁸⁶Sr为 $0.710254 \pm 0.000002(2\sigma)$ ，NBS-607长石标样Rb含量525ppm，Sr含量65.5ppm，⁸⁷Sr/⁸⁶Sr为 1.20008 ± 0.00003 。样品中⁸⁷Sr/⁸⁶Sr的测定精度一般好于0.00003左右。整个化学流程的操作均在净化实验室完成。化学流程本底沾污Rb、Sr为 $2 \times 10^{-10}g$ 。对所有样品均做了本底校正。

计算年龄采用的衰变常数为： $\lambda^{86}Rb = 1.42 \times 10^{-11}a^{-1}$ 。

三、测定结果

主要选择了新洲金矿和河台金矿的若干矿床，测定与成矿有关的石英中流体包裹体的

表1 新洲金矿石英中流体包裹体
Rb-Sr年龄测定结果

Table 1. Rb-Sr age determinations of
fluid inclusions in quartz from the
Xinzhou gold deposit.

样号	采样位置	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
1	矿区东部I号矿体	1.9214	0.744055 ± 10
2		6.7813	0.754285 ± 40
3		0.49427	0.743463 ± 20
4		7.6615	0.756419 ± 12
1	矿区西部	1.626	0.730274 ± 90
2		0.57505	0.724399 ± 80
3		3.1975	0.739901 ± 60
4		1.087	0.726841 ± 15
5		2.9782	0.739186 ± 5

Rb-Sr等时线年龄，其结果如下：

(一) 新洲金矿 该金矿位于清远县北，佛岗花岗岩基西部，矿区出露地层主要是震旦系变质岩及泥盆系桂头组。矿体主要产在震旦系变质岩中，属破碎带石英脉型金

表2 河台金矿石英包裹体Rb-Sr
等时线测定结果

Table 2. Rb-Sr age determinations of
fluid inclusions in quartz from the
Hetai gold deposit.

样品号	采样位置	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
G5(1)	高村矿床	2.5062	0.748078 ± 10
G51(2)		4.4345	0.748591 ± 30
G7(3)		7.7508	0.756066 ± 20
G8(4)		11.9802	0.763533 ± 60
H1	后迳矿床	2.26534	0.747005 ± 40
H2		11.6858	0.771684 ± 50
H3		0.42904	0.745531 ± 30
H4		67.05326	0.867843 ± 40
H5		28.3221	0.793903 ± 32
H6		13.2526	0.761460 ± 90
Y-15(1)	云西矿床	55.6883	0.850152 ± 40
Y-9(2)		37.4884	0.812137 ± 20
Y-5(3)		2.4772	0.750580 ± 40
Y-11(4)		3.3056	0.749900 ± 40
Y-11(5)		3.4101	0.755340 ± 36

() 括号内为样品数

矿(图1)。在过去已测围岩岩石、矿物Rb-Sr年龄和K-Ar年龄的基础上^[1],又测定了含金石英脉中石英流体包裹体的Rb-Sr等时线年龄,共获得9个数据(表1),组成两条等时线。金矿东部,

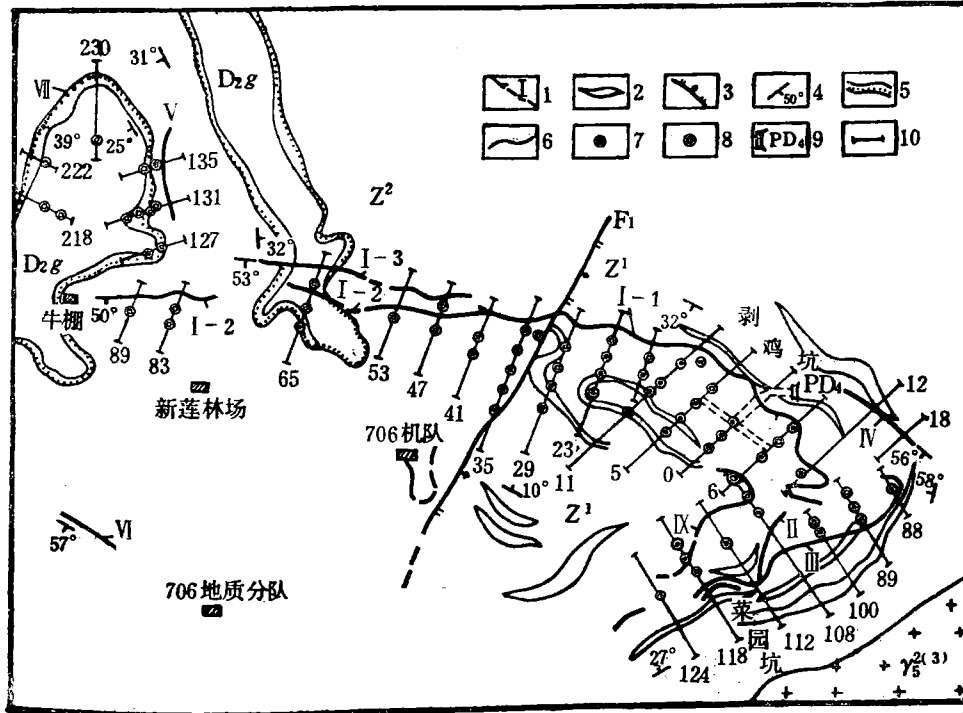


图1 新洲金矿地质示意图

(据广东省地质矿产局706地质队)

D_{2g}—中泥盆统桂头组; Z²—震旦系上段; Z¹—震旦系下段; γ₅²⁽³⁾—燕山第三期花岗岩类侵入体; 1—含金石英脉; 2—二云母长英片岩; 3—正断层; 4—叶理或矿脉产状; 5—不整合及其上疏松层; 6—地质界线; 7—见矿钻孔; 8—未见矿钻孔; 9—平硐及编号; 10—勘探线及编号

Fig. 1. Sketch geological map of the Xinzhou gold deposit.

D_{2g}—Middle Devonian Guitou Formation; Z²—Upper Member of Sinian; Z¹—Lower Member of Sinian; γ₅²⁽³⁾—3rd stage Yanshanian granitoid body; 1—Auriferous quartz vein; 2—Two-mica felsic schist; 3—Normal fault; 4—Attitude of foliation or ore veins; 5—Unconformity and overlying loose bed; 6—Geological boundary; 7—Ore-detecting drill hole; 8—Drill hole detecting no ore; 9—Adit and its serial number; 10—Exploratory line and its serial number.

即41线以东的I号矿体4个点组成一条斜率为 0.0019 ± 0.0002 , 相关系数为0.991的Rb-Sr等时线, 年龄为 133.1 ± 12.5 Ma, 初始⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比值为 0.7416 ± 0.0006 (图2)。矿区西部, 包括风门坳和47线以西的I号矿体和V号矿体5个点, 组成一条斜率为 0.0061 ± 0.0002 , 相关系数为0.999的等时线, 年龄为 431 ± 12 Ma, 初始⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比值为 0.7205 ± 0.0002 (图3)。

(二) 河台金矿 河台矿区位于云开隆起的东北部, 吴川—四会断裂带西侧, 新洲金矿南西平距100km左右。矿体产于震旦系混合岩化变质岩中, 主要属糜棱岩型金矿, 面积约40km²。包括高村、云西、太平顶、后迳、尚台、河海等矿床(图4)。三个矿床的石英包裹体Rb-Sr年龄, 共获15个数据(表2)。

图5—7是三个矿床的Rb-Sr等时线图。高村矿床4个样品, 获得等时线年龄为 $121.9 \pm$

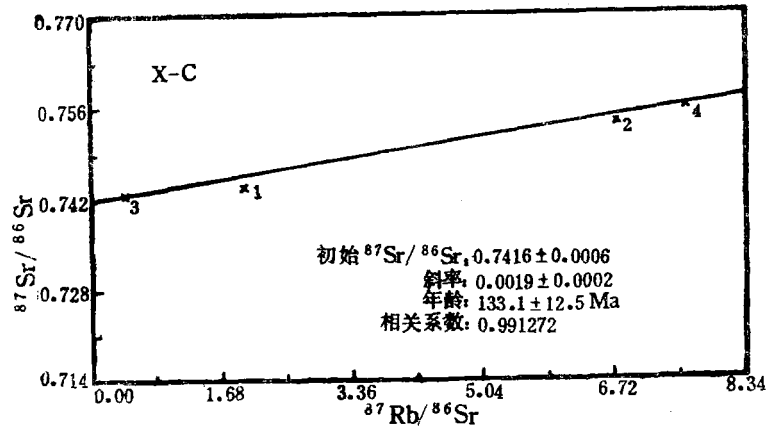


图 2 新洲金矿床东部石英包裹体Rb-Sr等时线

1—4 样品编号

Fig. 2. Rb-Sr isochron diagram of fluid inclusions in quartz from the eastern part of the Xinzhou gold deposit.

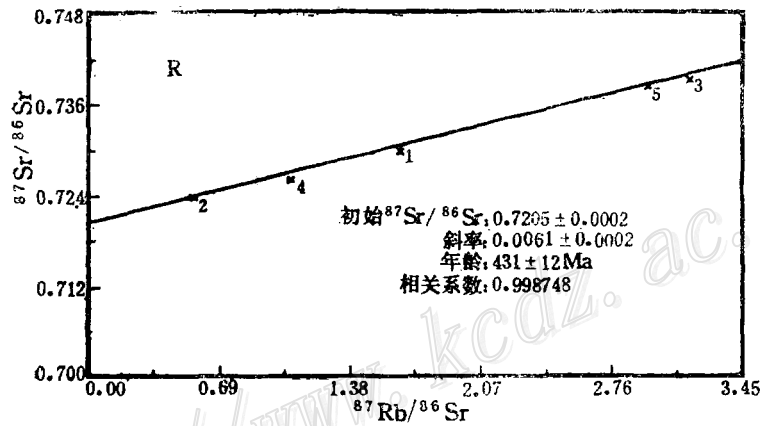


图 3 新洲金矿西部石英包裹体Rb-Sr等时线

1—5 样品编号

Fig. 3. Rb-Sr isochron diagram of fluid inclusions in quartz from the western part of the Xinzhou gold deposit.

14.1Ma, 初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.7425 ± 0.0008 , 斜率 0.0017 ± 0.0002 , 相关系数0.987 (图5)。云西矿床5个点, 相关系数0.998, 斜率 0.0018 ± 0.0001 , 年龄为 $129.3 \pm 4.1\text{Ma}$, 初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.7460 ± 0.0014 (图6)。后迳矿床6个点组成一条等时线, 斜率为 0.0018 ± 0.0001 , 相关系数0.996, 年龄为 $129.6 \pm 6.1\text{Ma}$, 初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值为 0.7435 ± 0.0021 (图7)。

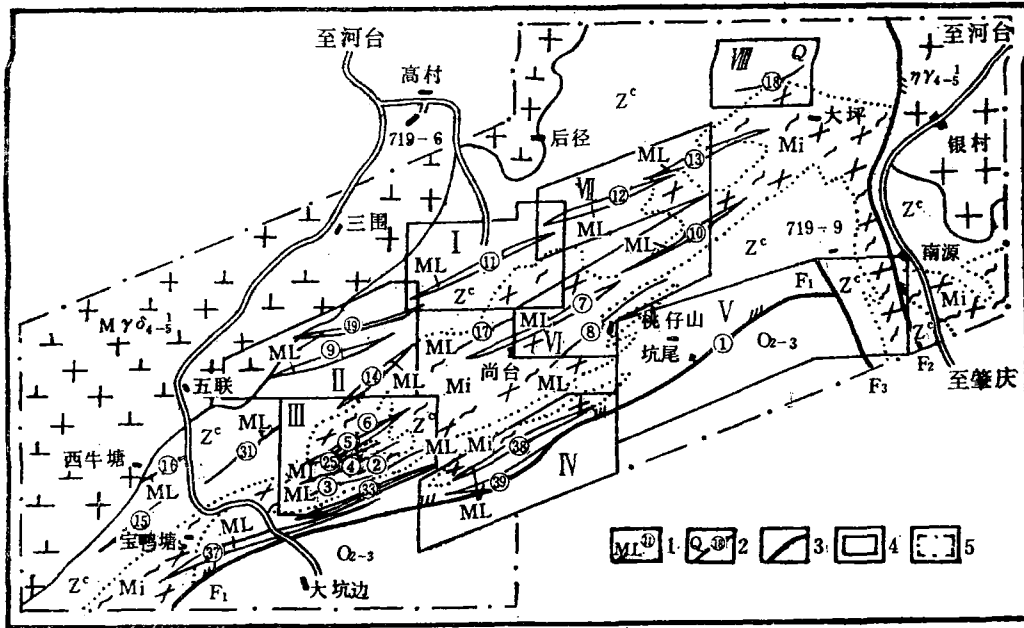


图4 河台金矿地质示意图
(根据719队资料)

O₂₋₃—奥陶系中上统三尖群绢云千枚岩、变质石英砂岩、夹碳质页岩；Z^c—震旦系C组石英英云母片岩、片状二云母石英岩、黑云母变粒岩；ηγ¹⁴⁻⁵—海西-印支期斑状二长花岗岩；Mγδ¹⁴⁻⁵—海西-印支期混合花岗闪长岩；Mi—花岗质混合片麻岩（阴影-条痕花岗质混合片麻岩）；1—糜棱岩带及编号；2—石英脉及编号；3—断层；4—矿床（点）及化探异常查证区范围；I—高村矿床；II—云西矿床；III—太平顶矿床；IV—尚台矿床；V—坑尾化探金异常查证区；VI—桃仔山矿点；VII—后径矿床；VIII—河海矿床；5—矿区范围

Fig. 4. Sketch geological map of the Hetai gold district.

O₂₋₃—Sericite phyllite and metamorphosed quartz sandstone intercalated with carbonaceous shale of Middle-Upper Ordovician Sanjian Group; Z^c—Quartz-mica schist, schistose two-mica quartzite and biotite leptynite of Sinian C Formation; ηγ¹⁴⁻⁵—Hercynian-Indosinian porphyritic monzonitic granite; Mγδ¹⁴⁻⁵—Hercynian-Indosinian migmatitic granodiorite; Mi—Granitic-migmatitic gneiss; 1—Mylonite zone and its serial numbers; 2—Quartz vein and its serial numbers; 3—Fault; 4—Ore deposits (occurrence) and geochemical anomaly inspection area; I—Caocun deposit; II—Yunxi deposit; III—Taipingding deposit; IV—Shangtai deposit; V—Kengwei geochemical gold anomaly inspection area; VI—Taozishan occurrence; VII—Houjing deposit; VIII—Hehai deposit; 5—Limits of ore district.

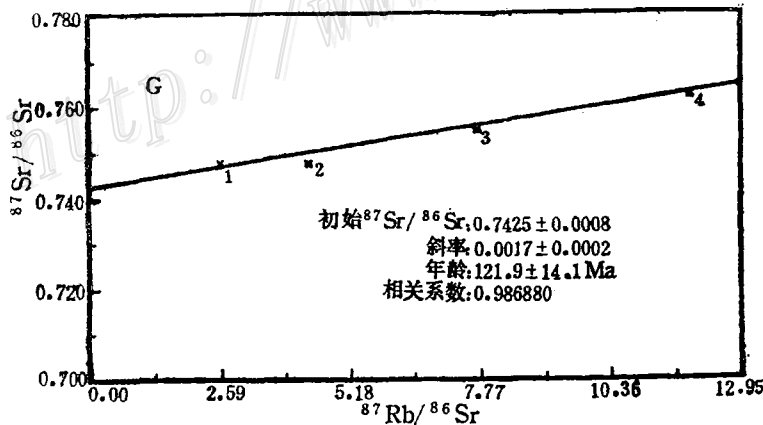


图5 高村矿床石英流体包裹体Rb-Sr等时线
1—4 样品编号

Fig. 5. Rb-Sr isochron diagram of fluid inclusion in the quartz for the Gaocun ore deposit.

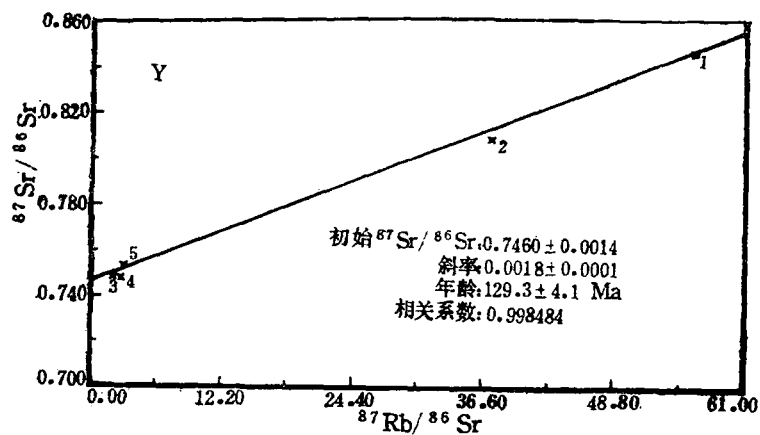


图 6 云西矿床石英包裹体Rb-Sr等时线

1—5 样品编号

Fig. 6. Rb-Sr isochron diagram of fluid inclusion in quartz from the Yunxi ore deposit.

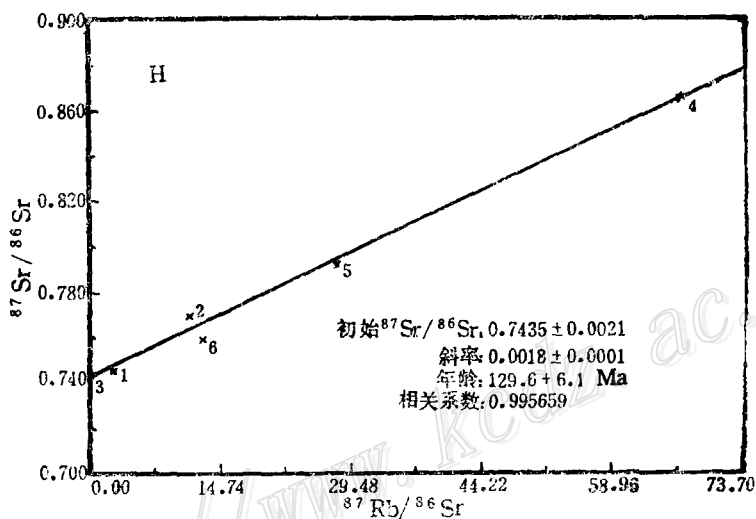


图 7 后径矿床石英包裹体Rb-Sr等时线

1—6 样品编号

Fig. 7. Rb-Sr isochron diagram of fluid inclusions in quartz from the Honjing ore deposit.

四、结果讨论

(一) 新洲金矿获得的两组包裹体Rb-Sr年龄差别很大, 西部年龄在4—5亿年左右, 反映了加里东期的一次构造热事件及成矿作用; 东部年龄则在1—2亿年范围内, 反映成矿作用及有关地质事件主要是在燕山期。东西部样品在年龄上反映出来的差异并不是偶然的, 反

映了东西部地质演化及成矿历史的差异。因此其地质构造特征及成矿条件也有显著的差异,其它同位素特征也不一样。

1. 矿区以断层 F_1 或 F_2 以西的41线附近为界,东西两部分的矿床地质特征有显著的差异:①东部地层主要是震旦系下段,岩性为二云长英片岩和黑云石英片岩。前者呈大小不一的透镜体或与黑云石英片岩呈不等厚的互层产出;西部及西北部则主要为震旦系上段,岩性以黑云石英片岩为主,夹二云长英片岩,钠长绿泥石英片岩的薄层或透镜体,中上部夹石英钠长岩及大理岩透镜体。泥盆系桂头组不整合于震旦系之上,不整合面上为一套粉红色、具条带状构造的疏松岩石,厚2—20m。②矿区东南部出露有燕山期花岗岩,岩性为中—粗粒斑状黑云母花岗岩,为佛岗岩体的西延部分。西部怀疑有加里东运动期间的古火山活动。③在构造上,东部震旦系构成一东西向倾伏向斜褶皱,轴向 $270^\circ \pm 10^\circ$,两翼倾角一般 20° — 30° ;西部震旦系与泥盆系构成规模不一的数个近南北向背、向斜复式褶皱,轴向 $350^\circ \pm 10^\circ$,两翼倾角中等。④矿体形态、产状、矿化类型东西部也不一样。东部I号矿带是新洲金矿的主要矿带,位于向斜褶皱北翼,沿走向延长2000m,走向近东西,倾向南偏西,倾角 25° — 40° ;西部以V号矿带为代表,走向近南北,倾向西,倾角 50° 左右,走向延长约330m。从矿化类型看,东部(I、II、III、IV号矿带)为破碎带石英脉型,矿石主要为含金硫化物石英脉,其次为石英脉两旁的含金少硫化物蚀变岩;西部(V号矿带及凤门坳等)为蚀变构造岩型,矿石主要是碎裂钠长石化含金硅化岩^①。

2. 东西部的铅同位素特征也有明显差异。矿区东部铅同位素组成变化大,放射成因铅高,铅源区 μ 、 ω 值高;西部放射成因铅低,源区 μ 、 ω 值也低。在Doe-Zartman铅同位素构造图上^[4],东部铅同位素数据几乎全落在上地壳铅演化曲线之上,西部数据则落在岛弧铅与地幔铅演化曲线之间,大洋火山岩铅区域内。表明东部铅的来源主要是上地壳,西部除上地壳铅外,还有幔源铅或壳幔混合铅^[1]。这与东西部两条石英包裹体Rb-Sr等时线获得初始比值反映的源区特征是一致的,东部初始铀同位素比值(0.7416)高于西部比值(0.7216),也证明成矿流体的来源西部比东部要深,这与西部的古火山作用可能有很大的关系。

3. 东西部获得的两组包裹体Rb-Sr等时线年龄对于阐明该金矿的形成和演化具有重要意义。结合已发表的岩石、矿物的放射年龄及硫化物铅同位素模式年龄可以进一步证明,矿床赋存地层形成于6.8—7.0亿年前,属震旦系。如石英片岩中锆石的U-Pb一致曲线下交点年龄为688Ma,矿石最小放射成因铅(凤门坳含金石英脉中黄铁矿中微量铅,已证明来自地层)模式年龄为702Ma^[1]。整个地区震旦系厚12000m,据分析含金1—17.5ppb,总平均9.5ppb,是本区金矿重要的矿源层。本区属华南加里东褶皱的云开隆起,自震旦纪以来经历了长期的构造演变。加里东运动使华南地槽回返,有大规模的岩浆活动,震旦纪地层发生形变,动力变质作用也使地层中的金活化,有的地区初步富集,之后泥盆系不整合沉积于震旦系之上^②。所以4—5亿年是金矿第一次成矿时间,新洲西部石英中成矿流体包裹体Rb-Sr等时线年龄 431 ± 12 Ma可代表该期成矿作用的年龄。这与铅同位素获得的年龄在误差范围

① 涂绍雄等,1990,河台与新洲金矿地质特征及矿床成因(研究报告)

② 袁正新等,1990,广东清远—肇庆金矿带构造分析研究报告

内也是一致的。如已测定的石英片岩岩石铅Pb-Pb等时线年龄为457Ma, 新洲金矿矿石最小放射成因铅模式年龄396Ma。如果再往南西延伸到河台矿区, 其最小放射成因铅模式年龄也在400—450Ma左右^[2], 所以加里东期构造-热事件及成矿作用是明显的。到中生代本区构造活动再次加强, 中晚侏罗世是华南构造岩浆活动最强烈的时期, 也使金矿再次富集。大量的年龄数据主要集中在二个区间: 一是170—180 Ma, 一是130 Ma左右。如全岩Rb-Sr等时线年龄为170.5±63Ma, 黑云母K-Ar稀释法年龄为178Ma^[1], 绢云母⁴⁰Ar-³⁹Ar年龄也在170—180Ma范围内^[3], 显然这是变质作用时间。成矿流体包裹体的Rb-Sr等时线年龄与片岩内部等时线年龄一致, 在129—133Ma范围内, 所以成矿作用主要在侏罗纪晚期或白垩纪早期。

(二) 测定的河台矿区高村、云西和后迳三个矿床的三条成矿流体包裹体Rb-Sr等时线年龄, 在测定误差范围内完全一致, 在121.9—129.6Ma之间, 表明成矿作用主要在燕山晚期(白垩纪)。这比过去测定的高村矿床11号矿体(千糜岩)中绢云母的⁴⁰Ar-³⁹Ar年龄143±12Ma^[3]要稍低一些, 可能后者仍反映岩石的动力变质作用(千糜岩化)的时间, 成矿作用在此之后。据袁正新等的研究^①, 在晚侏罗世末期, 粤北地区发生了一次强烈的顺时针剪切, 在本区形成了三大韧性剪切带。韧性变形对已形成的硅化蚀变带型金矿产生强烈的改造作用, 使之糜棱岩化, 有的变为糜棱岩, 有的变为千糜岩和超糜棱岩, 并形成糜棱岩型金矿。包裹体Rb-Sr等时线年龄代表了这一期成矿作用时间。

根据河台矿区的地质发展背景, 结合新洲、河台地区其他年代学资料, 可以认为, 河台金矿跟新洲金矿一样, 都经历了多期、多次的演化过程。即自震旦纪地层形成以来经历了多期地质作用——伴随构造变动的岩浆活动和变质-混合岩化作用。有充分年代学依据的是加里东期、印支期和燕山期, 这些地质作用无疑对金矿的形成和演化有重要影响。从铅同位素特征、模式年龄及流体包裹体年龄来看, 河台矿区的成矿作用主要是在燕山期。

(三) 金主要来源于震旦系及古陆和古老基底, 年龄测定为25—28亿年, 如新洲变质岩中锆石和谐曲线上交点年龄2500Ma, 河台太平顶矿床矿石铅二次等时线年龄2700—2800Ma^②。从新洲到河台作为源区的基底或古陆的年龄有变老的趋势。地层在震旦纪沉积时, 从当时古陆带来部分金, 在以后的多次变质、混合岩化和岩浆活动中, 一方面使地层中的金活化、转移, 在构造有利部位富集成矿; 另一方面, 通过变质或变质-混合岩化热液沿基底断裂再次从基底带来金加入地层中活化转移的金, 使之进一步富集。铅同位素和包裹体中铀同位素都证明了上地壳地层和基底(地壳深部)的两种来源的存在, 铅同位素研究还表明, 河台矿区与形成品位高、规模大的金矿(如高村11号矿体)的铅是加里东期形成的低 μ 、 ω 值壳、幔混合铅与燕山期形成的高 μ 、 ω 值岛弧铅和上地壳铅再混合的结果。与此同时, 有用元素金也就经历了不断活化、叠加、富集的过程, 故形成大矿、富矿。

参 考 文 献

- [1] 陈好寿、杨开渠 1988 广东新洲—河台金矿带同位素地球化学研究 中国地质科学院院刊 第18号 第118—137页

① 袁正新等, 1990, 广东清远—肇庆金矿带构造分析研究报告
② 陈好寿等, 1990, 河台矿区同位素地球化学研究(印刷中)

- [2] 陈好寿 1989 吴川—四会断褶带中金矿化的同位素地球化学研究 国际金矿地质勘探学术会议论文集 第476—480页 东北工学院出版社
- [3] 富云莲、叶伯丹 1991 广东高要金矿的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 测年 岩石矿物学杂志 第10卷 第1期 第21页
- [4] Doe, B. R. and Zartman, R. E., 1979, *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. 2nd Edition p. 22-66. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons.
- [5] Sheperd, T. J. and Darbyshire, D.P.F., 1981, Fluid inclusion Rb-Sr isochrons for dating mineral deposits. *Nature*, Vol. 290. p. 578-579.
- [6] Bohlke, J. K. and Kistler, R. W., 1986, Rb-Sr, K-Ar and stable isotope evidence for the ages and sources of fluid components of gold-bearing quartz veins in the Northern Sierra Nevada Foothills Metamorphic Belt, California. *Econ. Geol.*, Vol. 81, p. 29-6322.

FLUID INCLUSION Rb-Sr ISOCHRON DATING OF GOLD DEPOSITS IN YUNKAI UPLIFTED AREA

Chen Haoshou and Li Huaqing

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Yichang, Hubei Province*)

Abstract

Abundant gold mineralized occurrences have been found mainly in epimetamorphic rocks and migmatite along Wuchuan—Sihui fault zone in Yunkai area. Based on a systematic study of the age of gold-hosting rock and that of metamorphism using various means of chronometry such as Rb-Sr, U-Pb, Pb-Pb and K-Ar method, the authors determined metallogenic time of gold by means of fluid inclusion Rb-Sr isochrons. Two isochron ages have been obtained for auriferous quartz veins of the Xinzhou gold deposit: $431 \pm 12\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7205 \pm 0.0002$ and $133.1 \pm 12.5\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7416 \pm 0.0006$; three isochron ages have been yielded for auriferous quartz veins from the Hetai ore district: $121.9 \pm 14.1\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7425 \pm 0.0008$ (Gaocun deposit); $129.3 \pm 4.1\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7460 \pm 0.0014$ (Yunxi deposit); $129.6 \pm 6.1\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.7435 \pm 0.0021$ (Houjing deposit). It is thus considered that there are at least two phases of gold mineralization (400—450Ma and 120—130Ma) in this area.

Based on the age data available as well as the regional geological setting and historic history, it is known that the age of the old basement, namely the age of sedimentary source area of the metamorphic rocks, should be 2500Ma. The deposition of the metamorphic sequence took place 600Ma B. P. and ought surely to be assigned to Sinian. After deposition, the strata have experienced at least two thermal events composed of metamorphism, magmatism and mineralization. One occurred during Caledonian orogeny (400—500Ma), as reflected by whole rock Pb-Pb isochron age, lead isotopic model age of some ores and fluid inclusion Rb-Sr isochron age; the other took place in Yanshanian period (100—200Ma), as is shown by whole rock and fluid inclusion Rb-Sr isochron age, K-Ar age and lead isotopic age. Mineralization of the Xinzhou and the Hetai gold deposit is related to these two phases of metamorphism, especially to late Yanshanian metamorphism-migmatization.