

地质 矿床

福建省金矿床成矿时代特点

岳来群¹, 黄春鹏², 张克尧²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 福建省地质测绘院, 福州 350011)

[摘 要] 福建是我国东南沿海地区重要金矿产区之一, 既是古特提斯成矿域东缘的组成部分, 又受中国东部中生代环太平洋成矿带成矿作用的强烈叠加, 且与基底变质岩(前寒武系)关系密切。福建金矿床总体具有成矿物质主要来源于基底变质岩、后期岩浆热液改造富集、与不同层次的剪切带有关、受区域构造控制等特点。其成矿时代特征则具有“一老一新两期(元古宙和中生代且以中生代为主)成矿”和“成矿物质来源老、矿床定位时代新”等特点, 金矿床成矿时代普遍为中生代或与中生代岩浆活动关系密切。此外, 福建与华南地区的金矿床在地质特征上具有比较多的一致性, 而与华北和西北地区在成矿时代特点上存在一定的差异性。

[关键词] 金矿床 成矿时代 构造演化 中国福建

[中图分类号] P618.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2002)04-0017-05

成矿时代的确定是矿床学研究的重要内容之一, 对于正确认识矿床成因和成矿预测等均具有重要的意义。福建地处我国东南沿海, 业已成为我国东部重要产区之一。据现有资料分析, 福建岩金矿床成矿时代最早为元古宙, 最晚为白垩纪。燕山期、加里东期是本区主要的金矿成矿时期。福建地区既是古特提斯成矿域的组成部分, 又受到环太平洋成矿带成矿作用的强烈叠加, 其金矿成矿时代、地质特征等与华南、华北、中国西部及国外等金矿床具有既相似又差异的特点。

1 福建金矿床成矿的区域—大地构造背景

福建地质演化历史与东亚及全球地质构造演化密切相关。该区以华夏古陆为主体, 太古宙基底克拉通缺失, 下元古界是出露最古老的(少数人认为存在上太古界, 付树超, 1991^[1])基底岩系, 以麻源群为代表, 成岩时代具有自武夷山腹地向东南侧逐渐变新的特征^[2]。华南及东南沿海地区经历了(新太古代→)古元古代基底—古陆核的形成, 中、新元古代陆壳增生和显生宙的板块碰撞 3 个主要演化时期, 且对于本区的构造演化均具有不同程度的影响。其中显生宙板块碰撞期又以中生代早期(印支期)以来经历的古特提斯洋的封闭和碰撞造山作用时期、中—新生代太平洋板块—地幔柱活动、中国东部强

烈的板内变形、大陆基底改造、岩浆侵入和大陆型火山喷发等演化阶段最具特色。

金矿床是地质作用的产物, (新太古代→)古元古代基底—古陆核的形成, 中、新元古代陆壳增生时期既是中国东南沿海地区金的初始矿源层形成阶段如麻源群等大都见有厚度不等的海相基性火山岩或细碧角斑岩层, 金丰度明显高于地壳平均值, 同时陆壳增生时期的基底岩系结晶变质作用也是华南地区金矿床的早期成矿作用时期; 而在中—新生代特提斯—太平洋构造域的构造岩浆活动是最重要的最终成矿条件。

2 福建金矿床主要类型特征

福建省约 251 处金矿床(点), 多分布于前寒武系出露区及其与中生代火山岩、侵入岩交接地带(图 1)。结合前人^[3]研究成果, 本文认为以容矿岩系条件为主兼顾成矿构造环境、成矿作用等特征的类型研究、划分(表 1)较为正确、合理, 且具有重大的理论和实践意义。

3 福建金矿床主要成矿时期

福建省金矿床主成矿期与国内外金矿床相同之处是均具有“一老一新成矿”的特点; 亦见明显差异, 即老成矿期成矿较少, 主要成矿期多为中生代

[收稿日期] 2001-08-16; **[修订日期]** 2001-11-23; **[责任编辑]** 余大良。

[第一作者简介] 岳来群(1962 年-), 男, 高级工程师, 2001 年毕业于中国地质大学, 获博士学位, 主要从事区域地质、矿产地质和工程地质勘查(察)、研究工作。

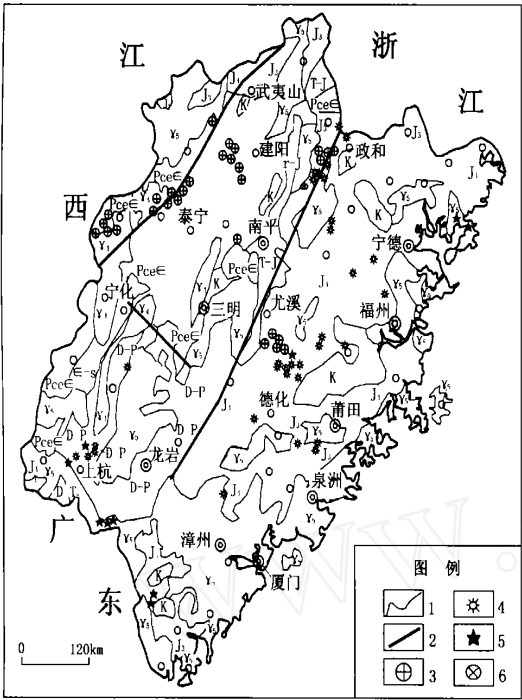


图 1 福建省金矿分布略图

K—白垩系;J₃—上侏罗统;T-J—三叠—侏罗系;D-P—泥盆—二叠系;Pre—前寒武系;Y₅—燕山期花岗岩;Y₄—海西期花岗岩;Y₃—加里东期花岗岩;1—地质界线;2—断裂;3—变质岩型金矿;4—火山岩型金矿;5—侵入岩型金矿;6—沉积型金矿

(表 2)。需要指出的是元古宙当为福建省金矿床成矿物源建造的重要形成时期,由于此后的变质作用及叠加成矿作用异常强烈,掩盖、改造了早期的成矿作用。

表 1 福建省金矿床(点)类型划分表

类型	亚 类	赋矿围岩	数量	所占省内数量比(%)	代表性矿床(点)
变质岩型	构造蚀变岩夹石英脉型	前寒武系	42	28	双旗山金矿、江墩金矿
	破碎带蚀变岩型		29		何宝山金矿
火山岩型	火山岩裂隙充填-交代脉型	中生代火山碎屑岩、隐爆角砾岩	78	39	罗桥金矿、岭头坪金矿、丘村金矿
	次火山-斑岩型	中生代火山碎屑岩、隐爆角砾岩	20		紫金山铜金矿
侵入岩型	接触带型	中生代花岗岩、石英闪长岩及古生代浅变质岩	55	22	雷潭金矿、上村金矿、龙门场金矿
沉积岩型	第四系砂金矿		23	10	东游砂金矿、平湖砂金矿
	沉积砾岩热液改造型	侏罗纪、白垩纪碎屑岩等	3		前洋金矿、音山金矿
卡林型金矿		晚古生代-早中生代灰岩、页岩、粉砂岩等	2	1	东华金矿、狮古洞金矿

3.1 中—晚元古代初始富集期

中—晚元古代是华夏古陆和武夷地块的基底岩系和变质浊积岩系形成时期。闽北—浙南地区发育

表 2 福建主要金矿同位素年龄数据

矿 床	矿石类型	测试对象	测试方法	年龄 (Ma)	资料来源
双旗山金矿	含金黄铁矿石英脉	石英	$^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ 法	190 ±3	本文
		石英	包裹体 Rb - Sr 等时线	465.3	
		绿泥石	Rb - Sr 等时线	198.67 ±4.42	
		石英		182.51 ±8.36	
何宝山金矿	蚀变岩型金矿石	绢云母	K - Ar 法	180.06 ±3.07	[4]
		方铅矿	铅模式年龄(H - H)	224.94 ±3.41	
	含金黄铁矿石英脉			811	本文
				820	
紫金山金铜矿	蚀变岩型铜金矿石	石英	$^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ 法	195 ±1	[4、]
		绢云母	K - Ar 法	94 ~	
		明矾石		82 ~ 111.8	
		黑云母		117.3	
		钾长石		88.3	
		石英(金矿石)	Rb - Sr 等时线	100 ±3	
		石英(铜矿石)		122.2 ±3.9	
上村金矿	含金黄铁矿石英脉	石英	包裹体 Rb - Sr 等时线	191 ±4	本文
大金山金矿	含金黄铁矿石英脉	凝灰岩(矿石)	包裹体 Rb - Sr 等时线	419 ±6	
白仁岩金矿	蚀变岩型金矿石	凝灰岩(矿石)	铅模式年龄(H - H)	183	[5]
小坑金矿	蚀变岩型金矿石	方铅矿		197	
				183	
大丘埂金矿	含金黄铁矿石英脉	方铅矿		197	
				170	

于变质岩的金矿床明显受大地构造背景、基底岩系及其演化的制约。从福建尤溪,经闽北,到浙南,存

在一条拉张裂谷^[6],带内金—多金属矿床具有海底细碧角斑岩初始沉积富集、裂谷封闭碰撞时期的早

陈景和,李子林.紫金山铜金矿床成矿模式研究(科研报告),1991。

期成矿作用和印支期—燕山期构造岩浆活动叠加成矿作用,此在浙江横山金矿较为典型^[7]。福建的肖坂—双旗山地区金矿床虽然主成矿期属中生代,但是不排除在元古宙碰撞造山时期金矿的形成或初始富集,如肖坂金矿床铅同位素模式年龄 654 ~ 810 Ma。除了上杭紫金山金铜矿床赋存于燕山期岩浆岩之外,福建其它金矿化集中区大多分布在前寒武系发育区,说明金矿成矿作用与前寒武系基底关系密切。

3.2 中生代成矿期

中生代是包括福建和华南地区在内中国东部的金矿床最重要的成矿时期。陈毓川等^[14]统计全国 666 个岩金矿床中,78 % 形成于中生代。福建地处我国东南沿海,形成于中生代或中生代岩浆热液叠加改造的金矿床比例为 90 % 甚至更高。中生代金矿床的最大特点是与印支期—燕山期中酸性侵入岩、火山岩和次火山岩关系密切,如肖坂、紫金山、丘村、何宝山等金矿床;其次是热液对前中生代已形成的金富集区进行了强烈的改造,诸如肖坂金矿床等。但是改造作用不及华南地区金矿床如金山、横山、河台、漠滨、沃溪等明显和强烈。

对直接产于印支期—燕山期中酸性侵入岩、火山岩和次火山岩中的金矿床,其成矿时代是比较确定的,不会有太大争议,如紫金山金铜矿床,是中生代典型火山热液型金矿床,金矿体赋存于燕山晚期次火山岩中,次火山岩、斑岩同位素年龄为 102 ~ 133 Ma,金矿石石英包裹体 Rb - Sr 等时线年龄为 100 Ma^[4,8]。

对于赋存于前中生代的各类岩石中的金矿床,其成矿时代颇有争议。闽中地区肖坂金矿床是赋存于中元古界麻源群变质岩中、受断裂构造控制的构造蚀变岩型金矿床。闽西地质大队(1995)先认为是中元古代细碧角斑岩海底沉积型金矿床,后又认为中元古代细碧角斑岩层控并在加里东期韧性剪切带叠加改造成矿。笔者测得含金石英脉的石英单矿物 Ar - Ar 法年龄约 183 Ma,结合金矿床的地质地球化学特征,其主成矿期应为燕山早期。再如泰宁何宝山金矿床,产于混合岩化变质岩中,周围发育比较多的印支期—燕山期的中酸性岩体。蔡本俊等^[4]用蚀变矿物绢云母钾氩稀释法测得 224 Ma,而笔者测得含金石英脉的石英单矿物 Ar - Ar 法年龄约 195 Ma。两者虽有差异,但均表明其主要成矿作用发生于印支末期—燕山早期。同位素年代学数据与金矿床的地质地球化学特征比较吻合。

中生代福建金矿的成矿作用可以细分为两个阶

段,其一是(印支末期—)燕山早期,一般 210 ~ 180 Ma,部分延续到 170 ~ 160 Ma;第二是燕山晚期,一般是 100 ~ 130 Ma,部分延续到 60 ~ 80 Ma。福建金矿床成矿时代与华南其他地区金矿床的成矿时代非常相似,如陈好寿等^[9]测得粤西—云开地区广东新洲金矿年龄为 133 Ma、河台金矿床 121 Ma、后逢金矿床 123 Ma、云西金矿床 129 Ma、高凤金矿 215 Ma,说明整个主成矿期以燕山期为主,最老在印支期。类似的还有江西大背坞金矿床 118 Ma^[10]、海南抱伦金矿床 210 Ma(陈柏林等,2000)等。

除元古宙和中生代之外,古生代金矿床成矿作用在福建地区也有显示,主要在武夷山腹地和闽北地区,但为数有限,笔者测得建阳大金山金矿床含金石英脉的石英单矿物包裹体 Rb - Sr 等时线法年龄 419 Ma,为加里东期金矿床。福建及中国东部古生代金矿成矿作用比较寂静;新生代除砂金矿床,仅台湾和西南地区有岩金成矿作用,福建乃至华南其他地区金矿成矿作用不发育。

4 福建金矿床成矿时代特征

4.1 福建金矿床与世界其他地区金矿床成矿时代差异

福建金矿床具有“一老一新成矿,以新(中生代)为主的”特点。与国外金矿床的成矿时代特点一致,然而局部也有比较大的差别,即国外为晚太古代(2850 ~ 2650 Ma)和新生代(主要为第三纪),福建地区则为中—晚元古代(1800 ~ 1000 Ma)和中生代(230 ~ 100 Ma),且中生代形成金矿床所占的比重更大。

Yeats 等^[11]应用锆石 U - Pb 法测定的西澳大利亚 Yilgarn 克拉通 Gibson 山地区块状硫化物和脉状金矿床成矿年龄为 (2623 ± 7) Ma。Allibone 等^[12]应用锆石 U - Pb 同位素微区高精度分析确定澳大利亚伯丁顿(Boddington)金—铜矿的成矿作用主要发生于 2611 ~ 2696 Ma。Anglin 等^[13]运用白钨矿和电气石的 Sm - Nd 等时线方法获得加拿大阿比梯比(Abitibi)绿岩带西格玛金矿区西部法尔道(Val d'Or)金矿床的成矿年龄为 (2596 ± 33) Ma 和 (2593 ± 18) Ma,其结果与 U - Pb 法年龄 2600 Ma 非常一致。同时,国外绿岩带金矿床在矿床形成之后少有叠加改造成矿作用,而福建地区中—晚元古代形成的初始富集的金矿床在中生代发育了强烈叠加矿化作用,中生代是主成矿期(如肖坂等)。这也是福建乃至我国东部金矿床成矿时代争议比较大的原因之

一。

在矿床成因类型上,国外早前寒武纪以绿岩带型金矿床占优势,福建尚未发现典型的绿岩带型金矿床(但存在与细碧角斑岩有关的块状硫化物型铅锌矿床)。国外元古宙金矿床主要为砾岩型 Au - U 矿床,而福建地区成型的金矿床少,且以赋存在浅变质碎屑岩中为主。

4.2 与华北地区金矿床成矿时代的差异

金初始富集阶段,福建地区主要以中—晚元古代(1800 ~ 1000 Ma)为主,而华北地区比较明显的成矿作用为早元古代(2600 ~ 1800 Ma),甚至存在晚太古代金矿床。如金厂峪金矿床石英—钠长石复脉带型金矿体的矿石 Pb - Pb 等时线年龄为 2391 Ma^[14]、排山楼金矿床蚀变糜棱岩型浸染状金矿石中的石英⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄为(2105 ± 10.4) Ma^[15]。

中生代叠加改造成矿作用,福建地区在印支期—燕山早期占有相当的比例,如肖坂金矿床(180 ~ 182 Ma)、泰宁何宝山金矿床(224 ~ 180 Ma)^[4]等,与华南地区(海南抱伦金矿 213 Ma、高凤金矿 215 Ma^[9])相似。而华北、胶东地区以燕山中晚期(140 ~ 100 Ma)为主。如五河金矿床 112 Ma^[16]、胶东玲珑金矿床 105 ~ 120 Ma^[17,18]、焦家金矿床 111 ~ 134 Ma^[17,18]。

4.3 与西北地区金矿床成矿时代的差异

福建与我国西北地区金矿床成矿时代的差异主要表现在较晚成矿期上。与福建及华南地区的印支—燕山早期重要成矿阶段不同,西北地区以海西期成矿为主。其中北山、天山和北疆地区最明显,成矿年龄多为 300 ~ 230 Ma。如马庄山金矿含金石英脉包裹体 Rb - Sr 年龄(298 ± 28) Ma^[19]、金窝子金矿含金石英脉包裹体 Rb - Sr 年龄(230 ± 5.7) Ma^[20]、拾金坡金矿含金黄铁矿 U - Pb 模式年龄为 238 Ma^[21]。而西准噶尔地区金矿化年龄 340 ~ 270 Ma^[22]。阿尔泰地区为海西中晚期^[23]。南天山地区金矿成矿为海西末期(231 Ma)^[24]。而在福建和华南地区乃至中国东部古生代是金矿床成矿的相对寂静期,仅为数有限的金矿床形成。中生代是福建、华南地区和中国东部金矿床成矿巅峰期,而西部为相对寂静期。此外福建金矿床与西北地区的差异还在于前者叠加成矿作用明显,而后者除少量金矿床之外,于中生代及其之后的叠加成矿作用要弱得多。

4.4 “成矿物源老、矿床定位新”和“岩浆热液型为主”特点

国外典型绿岩带金矿床是成矿作用与绿岩带具

有同时或相近(稍晚)的时代特点,如前所述,澳大利亚 Yilgarn 克拉通 Gibson 山地区脉状金矿床、伯丁顿(Boddington)金—铜矿床、加拿大阿比梯比(Abitibi)绿岩带地区金矿床均形成于绿岩带形成时代或稍晚(2600 ~ 2900 Ma)^[11~13]。福建及华南地区与国外明显不同之处首先是太古宙绿岩带金矿床不发育,中晚元古宙主要为赋存于浅变质碎屑岩中的脉状金矿床,而且在中生代发生了叠加成矿作用,并与中生代强烈的构造—岩浆活动关系密切。

福建金矿床普遍具有“成矿物质来源老,成矿作用(或矿床定位)年龄新”和“以中生代岩浆热液型为主”的特征。但在这些中生代形成的金矿床中,有相当多的成矿物质来源为老变质岩(元古宙变质岩)。其成矿作用过程大多数是:由于中生代强烈的板内构造变形、适宜的温压条件、岩浆热液及地下水循环作用,基底变质岩系中的成矿元素被活化、萃取、迁移,形成含金热液,并在适宜的构造裂隙部位聚集,形成金矿床。这些金矿床当属岩浆热液改造型金矿床。此外,尚见大量赋存于显生宙花岗质杂岩中的金矿床,特别是中生代岩浆热液型金矿床。所以福建金矿床主要的成因类型是中生代为主的岩浆热液型或热液改造型。

福建金矿床成矿时代还具有“多期次叠加成矿作用”的特点,这也是中国金矿床与世界其他地区金矿床的不同处之一。综观福建金矿床的形成演化历史,大多数金矿床都具有在前中生代初始富集或早期成矿作用基础上叠加中生代岩浆热液型成矿作用的特点,这在整个中国东部都非常明显。为中国东部在中生代受控于太平洋板块活动大陆边缘的构造环境及其演化所致。

5 主要结论

福建金矿床既是古特提斯成矿域东缘的组成部分,又受到了中国东部中生代环太平洋成矿带成矿作用的强烈叠加和改造。具有与基底变质岩关系密切、成矿物质主要来源于变质岩、与中生代岩浆活动关系密切、受区域构造控制和不同层次的剪切带控制等特点。在成矿时代特征上福建金矿床为“一老一新”两期(元古宙和中生代且以中生代为主)成矿,这与国内外金矿床成矿时代特点类似;“成矿物质来源时代早、矿床定位时代新”、“多期成矿作用叠加明显”。此外,福建金矿床和我国华南地区有较多的相似性甚或一致性,而与华北和西北地区在成矿时代特点上具有比较多的差异性。需要注意的是,金

矿床成矿年龄的测定、研究需要多种同位素技术的互相验证,需要与金矿床的地质地球化学特征研究相结合,方可最终获得比较准确的成矿时代信息。这对于总结区域成矿规律和指导矿产勘查工作均具有极其重要的意义。

[参考文献]

[1] 付树超,陈觉民,林问生. 福建建宁西部上太古界天井坪组 (Ar₂t) 地质特征[J]. 福建地质,1991,10(2):103~113.

[2] 福建省地质矿产局. 福建省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985.

[3] 陈毓川,王登红,林文蔚. 中国岩金矿床成矿系列[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):87~92.

[4] 蔡本俊,陈柏林,陈洪新. 崇安-石城构造带金矿成矿规律[M]. 北京:地震出版社,1994.

[5] 冯志文,夏卫华,等. 闽北建瓯—政和火山岩型金矿地质[J]. 北京:中国地质大学出版社,1991.

[6] 水涛. 中国浙闽变质基底地质[M]. 北京:科学出版社1988.

[7] 李培铮,吴延之,贺庆. 璜山剪切带韧性剪切构造控矿特征分析[J]. 矿产与地质,1989,3(2):14~20.

[8] 高天钧,黄仁生. 福建省上杭紫金山矿田铜金银矿床类型及对比[J]. 火山地质与矿产,1998,19(4):283~293.

[9] 陈好寿,李华芹. 云开隆起金矿带流体包裹体 Rb - Sr 等时线年龄[J]. 矿床地质,1991,10(4):333~341.

[10] 王平安,董法先,刘建民,等. 江西大背坞金矿床地质地球化学特征[J]. 矿床地质,1998,17(1):57~69.

[11] Yeats C J, MCNaughton N J and Groves D I. Shrimp U - Pb geochronological constraints on Archean volcanic - hosted Massive Sulfide and lode gold mineralization at Mount Gibson, Yilgarn Craton, west Australia[J]. Economic Geology, 1996, 91(8):1354~1371.

[12] Allibone A H, Windh J, Etheridge M A, etc. Timing relationship and structural controls on the location of Au - Cu mineralization at the Boddington gold mine, western Australia [J]. Economic Geology, 1998, 93(3):245~270.

[13] Anglin C D, Jonasson I, Rand Franklin J M. Sm - Nd dating of scheelite and tourmaline: Implication for the Genesis of Archean gold deposits, Val d'Or, Canada[J]. Economic Geology, 1996, 91(8):1372~1382.

[14] 邢树文. 冀东金厂峪金矿床成矿模式[J]. 吉林地质,1992,(3):29~38.

[15] 李俊建,沈保丰,骆辉,等. 辽宁阜小排山楼金矿的⁴⁰Ar/³⁹Ar 成矿年龄[J]. 地质科学,2001,36(1):107~111.

[16] 董法先,李中坚,陈柏林,等. 安徽五河大巩山—荣渡地区金矿控矿构造与找矿方向研究[M]. 北京:地质出版社,1994.

[17] 张振海,张景鑫,叶素芝. 胶东金矿同位素年龄的厘定[M]. 北京:地震出版社,1994.

[18] 李华芹. 胶东金矿床石英流体包裹体 Rb - Sr 等时线年龄研究[A]. 中国矿物岩石地球化学研究新进展[M]. 兰州:兰州大学出版社,1994.

[19] 李华芹,陈富文,蔡红,等. 新疆东部马庄山金矿成矿作用同位素年代学研究[J]. 地质科学,1999,34(2):251~256.

[20] 陈富文,李华芹,蔡红,等. 新疆东部金窝子金矿成因讨论[J]. 地质论评,1999,45(3):247~254.

[21] 周济元. 甘新北山东段裂谷演化及金矿成矿规律[J]. 火山地质与矿产,2000,21(1):7~17.

[22] 李华芹,陈富文,蔡红. 新疆西准噶尔地区不同类型金矿床 Rb - Sr 同位素年代学研究[J]. 地质学报,2000,74(5):181~192.

[23] 董永观,芮行健. 新疆阿尔泰西南缘金矿成矿规律研究[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):233~236.

[24] 叶庆同. 我国南天山造山带矿床成矿系列和成矿规律[J]. 矿床地质,1998,17(增刊):37~40.

DISCUSSION ON THE METALLOGENIC EPOCH OF GOLD DEPOSITS
IN FUJIAN PROVINCE, SOUTHEAST CHINA

YUE Lai - qun¹, HUANG Chun - peng², ZHANG Ke - yao²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. Bureau of Geology and Mineral Resources of Fujian Province, Fuzhou 350011)

Abstract :The Fujian province has presently become one of the most important gold - producing area in southeast China. As a part of southeast China, it geologically pertains to the east part of paleo - Tethys metallogenic province and is also controlled by strong reformation of super imposed mineralization of the circum - Pacific metallogenic belt in Mesozoic era. The gold deposits in Fujian province are featured by closely relating to the metamorphic rocks, strongly being controlled by tectonic zone. The gold element was mainly from metallogenic materials of Precambrian metamorphic rocks, magmatic activity as well as ductile shear zone. The metallogenic epoch of gold deposits in Fujian province of southeast China can be summarized as follows. (1) One older epoch (Proterozoic era) and one younger epoch (Mesozoic era, that is much more significant). (2) The age of metallogenic material is much older than the mineralizing age of the deposit. (3) Mesozoic era is the most important metallogenic epoch of gold deposits and (4), the characteristics of metallogenic epoch in the Fujian province of southeast China are similar to south China, but is difference from the north and northwest of China and overseas.

Key words :gold deposit, metallogenic epoch, geotectonic evolution, Fujian province