海南金矿成矿作用年代学

陈好寿

(浙江大学 杭州)

提 要 本文对海南二甲和不磨金矿区的围岩和矿石进行了年代学研究。结果:二甲和不磨金矿区 的围岩和矿石的年龄主要在 220~390Ma 之间,表明主要的混合岩化,糜棱岩化作用和金矿化作用 发生在海西—印支期,以印支期为主,燕山期构造运动和矿化作用的迭加改造对金矿的富集有一定 影响。

关键词 海南二甲和不磨金矿 年代学研究

海南金矿资源十分丰富,近年来,已发现金矿床、矿点或矿化点 30 余处。目前已知有工业 开采价值的主要集中在沿北东向戈枕构造断裂带分布的构造蚀变岩型金矿,包括二甲、抱扳、 土外山等矿床。其它类型金矿目前发现的有火山岩型、爆破角砾岩筒型、砂卡岩型、蚀变粉砂岩 (层控)型、石英脉型及绿岩型(?)。其中,不磨、南报、王下等地的石英脉型;翰林地区的混合变 质岩型;任政岭、元门、金鸡岭等地的层控型;保亭、英州等地的花岗岩中构造蚀变岩型;牛路岭 牙代的爆破角砾岩型;海口蓬莱等地火山岩型;云罗的矽卡岩型等都有很好的找矿前景。

为了配合海南金矿的找矿勘探,选择二甲和不磨区为重点研究对象采用年代学和稳定同 位素地球化学的多种方法对金矿成矿时代、演化历史、矿床成因和成矿物质来源进行了综合研 究^②。

1 二甲矿区年代学研究

1.1 地质背景概述

1.1.1 地层与岩石

二甲金矿区出露的地层主要为南碧沟群变质岩和抱板群混合岩,一般将前者定为奥陶一 志留系,后者为中元古代。

矿区出露的南碧沟群变质岩是一套浅变质的千枚岩和变质粉砂岩。灰白-粉红色,薄层互 层状,粒度较细,片理较发育,主要由绢云母、石英和少量其它矿物组成,受到轻微的破碎—— 糜棱岩化。

① 收稿日期:1996.3.1,改回日期:1996.4.25

② 本文仅报导年代学部份,同位素地球化学及矿床成因等内容另有专文报导(见"地球学报"1996,第二期)。

抱板群的岩石均受到强烈混合岩化,由花岗质混合岩、云母石英片岩和斜长角闪岩组成。 其中花岗质混合岩呈现均匀的结构和构造,基质与脉体难以区分,镜下常为花岗结构、花岗变 晶结构或斑状结构,有时显示不均一的条痕状、条纹状、条带状和片麻状构造,甚至还有眼球状 及透镜状构造。岩石大部受到破裂——糜棱岩化。最近,俞受均等(1992)认为,抱板混合岩,主 体实质上是中元古代的花岗岩。

1.1.2 构造

矿区主要的构造形迹为各种方向的脆性断裂和北东向戈枕韧性剪切带。戈枕剪切带的主 断面在南碧沟群与抱板群之间通过,其影响面较宽,除在主断面附近使得岩石发生韧性变形 外,离主断面较远处的岩石也发生破碎,形成脆性断裂。

1.1.3 矿床类型及其特征

矿区范围内已划出三个矿段,即红甫门岭矿段,那都矿段和风水岭段,目前正在进行详查的是位于矿区偏东南的红甫门岭矿段。该矿段基本沿戈枕剪切带呈北东一南西向展布,总长大于 2500m、宽 300~500m。沿走向大致可分为两个脉组。北东脉组由相互平行的 4 条矿脉和六条矿化脉组成,走向 10°--25°,倾向南东,倾角 75°-85°。南西脉组由相互平行的 3 条矿脉和 4 条矿化脉组成,走向北东 25°-40°,倾向南东,倾角 50°-80°。

根据矿床地质特征和形成条件,可分为两种金矿类型。一为糜棱岩型金矿,矿体与糜棱岩 类岩石呈渐变过渡关系;二为含金石英脉型金矿,分布为在糜棱岩型旁侧的脆性裂隙中。

(1)石英脉型金矿 本区产有多种成因及多期次的石英脉型金矿。自加里东期到燕山期, 每一次金矿活动,均有此类型金矿的形成,加里东期石英脉主要见于抱板群地层中,它们是由 混合岩化作用形成的,主要受混合岩田内发育的北东东向构造控制。加里东期石英脉后期被海 西一印支期韧性变形改造,呈残斑保留下来。与海西一印支期糜棱岩型金矿'共生'的石英脉型 金矿则主要沿戈枕剪切带旁侧的脆性断裂分布,裂隙具多方向性。燕山期石英脉与脉岩关系密 切,沿多方向裂隙分布,常穿切早期的含金石英脉,本区的石英脉型金矿其矿物主要为脉石英、 颗粒粗,三角形边界,自形程度较高,金矿物除以自然金形式以外,多数为片状,不规则状分布 于石英、硫化物裂隙中。

(2)糜棱岩型金矿 该类型是最有工业意义的一种金矿类型,并可进一步划分为动力变质 糜棱岩型及动力变质改造糜棱岩型。

1.2 围岩年龄测定

关于金矿围岩一抱板群混合岩或抱板花岗岩(俞受均,1992)的时代问题,已先后进行了多次年龄测定(冯连顺,1988,俞受均,1992,叶伯丹,1990),综述如下:

最早发表的四个锆石 U-Pb 表面年龄为 883—1406Ma^①,四个样品组成的不一致线给出的上交点年龄为 1401±¹⁹₃₂Ma,下交点年龄为 61Ma,样品采自抱板及土外山金矿区。

俞受均、夏萍等(1992)通过锆石特征研究,认为各类锆石晶体形态、化学成分、U-Pb 同位 素组成特征具有典型的岩浆型锆石特点,不同于沉积锆石及再生锆石,因此提出抱板混合岩的

① 冯连顺:《海南岛抱板金矿床同位素地质特征的初步研究》。贵金属地质,1988年第3、2期

主体实质上是中元古代的花岗岩。从土外山岩体东部边缘与归村群千枚岩的内接触带及岩体 中心相选出的锆石获得两条不一致线,中心相锆石上交点年龄为1431.23Ma,下交点年龄为 224.93Ma,边缘相上交点年龄为1456.55Ma,下交点年龄为302.61Ma,把二组样品10个点作 在一个图上获得上交点年龄为1440.87Ma,下交点年龄为283.34Ma。

如果把全部测定结果 14 个点(表 1) 拟合成一条不一致线, 获上交点年龄为 1425±20Ma, 下交点年龄为 215±55Ma(图 1)。

表 1 海南岛西部金矿图岩锆石 U-Pb 年龄测定结果

Table 1 U-Pb age determination on zircon of wall rocks of

放射成因		61. A 107	铅同位量组成			同位素组成			表面年龄值(Ma)			
样品	铅含量 (×10 ⁻⁶)	钿含重 (×10 ⁻⁶)	²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	²⁰⁷ Pb ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ РЬ ²³⁸ U	²⁰⁷ РЬ ²³⁵ U	²⁰⁶ РЬ ²³⁸ U	$\frac{{}^{207}\mathrm{Pb}}{{}^{235}\mathrm{U}}$	²⁰⁷ РЬ ²⁰⁶ РЬ	资料来源
Zr1	195.7	1306.9	164.8	14.5	16.3	0. 0882	0.1467	1.7767	883.5	1037.0	1387.0	冯连顺
Zr2	232.0	1291.0	196.3	17.4	18.2	0.0891	0.1767	2.1636	1049.0	1169.4	1406.0	(1988)
Zr3	260.5	1264.5	205.5	18.2	36.7	0.0885	0.1892	2.2991	1117.0	1212.0	1393.0	
Zr4	259.2	1478.8	209.4	18.4	31.3	0.0880	0.1648	1.9909	983.5	1112.4	1383.0	
T002-A	187.82	923.72	152.67	13.553	21.599	0.08878	0.19236	2.3481	1134.2	1225.5	1398.0	俞受均等
T002B	173.68	800.42	140.98	12.864	19.837	0.09118	0.20500	2.5647	1202.1	1290.6	1446.7	(1992)
T002—C	178.63	850.34	145.86	12.754	20.018	0.08744	0.19964	2.3953	1173.4	1241.2	1367.9	本室测定
T002—D	205.47	925.22	167.59	14.938	22.940	0. 08913	0.21082	2.5783	1233.2	1294.5	1405.4	I I I I WA
T002-E	306.61	2117.93	253.49	21.693	31.428	0.08558	0.13930	1.6357	840.7	984.1	1324.4	
T002-F	303.71	1913.43	251.66	21.809	30.248	0.08666	0.15307	1.8202	918.2	1052.8	1349.4	
T015A	267.52	1341.48	223. 935	19.658	23. 928	0. 08778	0.19428	2.3402	1114.5	1224.6	1375.2	
T015B	153.69	790.54	128.146	11.216	14.332	0. 08752	0.1887	2.2657	1114.1	1201.7	1369.3	
T015—C	831.87	5489.39	714.688	60. 592	56.590	0. 08478	0.1515	1.7627	909.5	1031.9	1306.1	
T015-E	382.99	2382. 41	328.97	27.971	26,048	0. 08503	0.1607	1.8750	960.7	1072.3	1311.9	

Au deposit in the west of Hainan island

叶伯丹等(1990)从二甲矿区 ZK3601 孔 178.4~179.4 米处取条纹-眼球状混合岩样品, 选出锆石进行了 U-Pb 年龄测定,7 个不同粒级锆石样品组成一条不一致线,上交点年龄为 1145±25Ma,认为锆石是变质期形成的,因此所获得年龄是抱板群的变质期。

上述结果表明海南岛西部金矿的围岩年龄大于 1400Ma, 属中元古代。

1.3 蚀变一矿化作用年龄

为确定成矿时代,在矿区内采集了与成矿作用紧密相关的构造蚀变岩石和矿石以及其中的石英进行了 Rb-Sr 等时线年龄测定,获得了有关蚀变(变质)及矿化作用时间的重要信息。

1.3.1 蚀变岩石 Rb-Sr 等时线年龄

在红甫门和北牛矿段采集了千糜岩、糜棱岩、混合岩、伟晶岩及蚀变碎裂岩进行测定,获 12条 Rb-Sr 等时线,分别提供了混合岩化及糜棱岩化的时间以及成矿时代。

(1) 混合岩年龄 测定了北牛矿段 V23 号矿体眼球状混合岩的年龄,6个样品点组成一条 Rb-Sr 等时线,年龄为 392±71Ma,初始⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 比值为 0.7551±0.0008,相关系数 0.939(表





Fig. 1 Harmonic plot of zircon U-Pb age of wall rocks of Au depositts in the west of Hainan Island

2,图 2A),如果删去 2 个偏离直线较大的点,获年龄 392±18Ma,i=0.7561±0.0002,R= 0.998,年龄值是一致的,后者精度更高。代表混合岩化时间。

表 2 二甲矿区北牛矿段 V23 号矿体混合岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果

Fable 2	The whole rock Rb-Sr isochrone age	determinatica of migmatite at ore body V23 $\#$, Beiniu min-
	ing domain, Erjia Au Mine	

原样号	样品名称	采样位置	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	.±1δ
J1	眼球状混合岩	ZK4002 150m	77.445	123.88	1.8127	0.76644	0.00002
J3	•	125m	150.31	157.87	2.7620	0.77140	0.00004
J28	•	87m	130.71	120.83	3.1377	0.77027	0.00001
J 31	•	61m	117.31	127.09	2.6768	0.76856	0.00005
J 35	•	20m	155.31	144.51	3. 1181	0.77302	0.00004
J103	•	ZK4001 69m	80. 204	111.29	2.0890	0.76336	0.00005

(2) 伟晶岩年龄 测定了 4 个北牛伟晶岩样品,获得 Rb-Sr 等时线年龄 431±49Ma,i= 0.7344±0.0034,R=0.987(表 3,图 3),样品采自 V23 号矿体 ZK4003 钻孔,所获年龄在测定



图 2 北牛 V23 号矿混合岩 Rb-Sr 等时线图

Fig. 2 Rb-Sr Isochrone of migmatite at ore body V23#, Beiniu mining domain 误差范围内与上述混合岩年龄一致,表明伟晶岩的形成与混合岩化的时间是差不多的,甚至二 者在成因上是紧密相关的。同时测定了红甫门矿床的2个伟晶岩(不含矿)样品,结果均不在北 牛伟晶岩等时线上,表明它们不是同时形成的。

原样号	样品 名称	采样位置	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	±18
J43	伟晶岩	北牛 V23 ZK4003 H25	189.90	139.45	3.9440	0.75489	0.00001
J44	•	H24	133.18	117.73	3.2777	0.75958	0.00001
J 54	•	H14	259.96	73.880	10.228	0.79263	0.00001
J55	•	H13	258.66	55.850	13.500	0.82076	0.00005
J194	•	红甫门 ZK2905 H29	219.82	182.94	3.4920	0.79054	0.00003
J195	•	H88	248.71	94.369	7.6704	0.80526	0.0001

表 3 伟晶岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果 Table 3 The whole rock Rb-Sr Isochrone age determination of pegmatite

(3)碎裂岩年龄 从北牛矿段 ZK4001 和 ZK4002 钻孔岩心中采集了含矿的蚀变碎裂岩 进行全岩 Rb-Sr 等时线测定,共测定了 14 个样品(表 4),可拟合成三条等时线,其中 J6 等 5 个 点获得的年龄为 306±26Ma,i=0.7557±0.0005,R=0.989(图 4);J95 等 6 个点获得的等时 线年龄为 233±21Ma,i=0.7609±0.0006,R=0.98,另 J12、J87、J91 和 J98 还可组成一条等时 线,年龄 260Ma,因数据少,误差较大,年龄落在上述年龄范围内。





Fig. 3 The Whole rock Rb-Sr isochrone of pegmatite at ore body V23#

表 4 北牛矿段蚀变碎裂岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果

Table 4 The whole rock Rb-Sr isochrone age determination of

the altered	cataclasite	at Beiniu	mining	domain
-------------	-------------	-----------	--------	--------

原样号	采样位置	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	$\pm 1\delta$
J6	北牛 V23 矿体					
	ZK4002108m	157.55	112.94	4.0475	0.77285	0.00004
J 9	105m	144.56	79.498	5.2790	0.77940	0.0001
J12	102m	147.15	111.95	3.8092	0.76191	0.00002
J14	H8 100m 5.5g/t	74.874	95.253	2.2787	0.76460	0.00005
J16	0.35g/t	45.331	104.165	1.2617	0.76522	0.00009
J20	6.59g/t	113.70	223.86	1.4724	0.76454	0.00004
J23	1.63g/t	123.92	121.31	2.9636	0.77178	0.00003
J84	ZK4001	127.34	109.11	3.3850	0.77003	0.00001
J87	•	96.015	65.244	4.2667	0.76587	0.00001
J89	•	73.815	90.214	2.3714	0.76214	0.00005
J91	ZK4001 28.65g/t	90.892	120.19	2.1907	0.75731	0.00007
J93	1.14g/t	56.792	102.36	1.6082	0.76392	0.00004
J 95	0.67g/t	4. 2984	363.56	0.03427	0.76184	0.00002
J 98	0.17g/t	134.91	101.21	3.8633	0.76272	0.00001





以上年龄表明,碎裂岩的形成时代在 230-340Ma 之间。

(4) 糜棱岩和千糜岩的年龄 从红甫门矿段 ZK5604 和 ZK2905 岩心中选了 11 个糜棱岩 和千糜岩样品进行测定,其中四个千糜岩组成一条等时线,年龄为 336±87Ma,i=0.7616± 0.0017(表 5,图 5),去掉一个点,年龄为 366±5Ma,i=0.7584±0.0001,R=0.999,后者误差 小,从年龄值看,千糜岩化的时间晚于混合岩化时间。

红 前 门 矿 段 ZK5604 钻 孔 采 集 的 长 英 质 糜 棱 岩 的 Rb-Sr 等 时 线 年 龄 为 231 ± 20Ma,i= 0.7572±0.0013,R=0.99(图 6,表 6)年龄落在印支期范围内,晚于混合岩化时间。

原样号	样品名称	采样位置	Rb (×10 ^{−6})	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	±1δ
J152	千糜岩	ZK5604 29m	163.95	124.83	3.8124	0.77817	0,00005
J154	•	125m	113.95	110.59	2.9898	0.77414	0.00003
J239	•	87m	140.17	111.10	3.6637	0.78270	0.00009
J240	•	61m	146.44	147.78	2.8734	0.76655	0.00007
J241	•	20m	243.90	113.39	6.2517	0.79107	0.00001

表 5 红甫门矿段千糜岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果 Table 5 The whole rock Rb-Sr isochrone age determination of myllonite Honpumen mining domain





Fig. 5 The whole rock Rb-Sr isochrone of myllonite, Hongpumen ming domain

原样号	样品名称	采样位置	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ^{−6})	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	±1δ
J112	长英质糜棱岩	ZK5604 H41	133. 23	69.346	5.5775	0.77877	0.00001
J123	•	H28	321.41	76.530	12.215	0.79867	0.00001
J126	•	99. 8m	133.57	428.34	0.90337	0.75773	0.00005
J146	•	H7	42.631	70.120	1.7625	0.76451	0.00001
J130	•	6.23g/t	45.561	13.738	9.6337	0.78529	0.00001
J133	•	4.87g/t	22.812	26.718	2.4753	0.76514	0.00001

表 6 红甫门矿段糜棱岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果

Table 6 The whole rock Rb-Sr isochrone age determination of myllonite Honpumen domain

1.3.2 黄铁矿一石英包裹体 Rb-Sr 等时线年龄 从风水山矿段和新那都矿段石英脉型金 矿石中各选了一套石英样品进行了 Rb-Sr 等时线年龄测定,获得了 2 条等时线。风水山矿段矿 石中石英(J107)七个点组成一条等时线,年龄为 378±31Ma,i=0.7510±0.0004,R=0.98(表 7,图 7),新那都矿段矿石中石英(J250)8 个点和一个黄铁矿共同组成一条等时线,年龄为 219 ±4Ma,R=0.994,i=0.7537±0.0009(表 8,图 8)。

上述结果表明,二个矿段含矿石英脉的年龄是有差别的,从 219~378Ma,总的在印支期 范围内,但至少有两期:215~225Ma 左右和 350~400Ma 左右。





Fig. 6 The whole rock Rb-Sr isochrone of myllonite, Hongpunren domain

原样号	样品名称	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	. ±1δ
J107—1	石 英	1.5460	5.02477	0.89117	0.75565	0.00004
J1073	•	0.2348	0.46878	1.4511	0.75876	0.00006
J107—4	•	0.3938	0. 52217	2.1855	0.76076	0.00001
J1075	•	5.1888	11.450	1.3128	0.75788	0.00006
J107—6	•	1.4968	1.3417	3.2356	0.76935	0.0001
J107—10	•	0. 4764	0.89694	1.5391	0.76079	0.00007
J107—11	•	0.1871	1.0017	0. 54098	0.75363	0.00006

表 7 风水山矿段石英包裹体 Rb-Sr 等时线年龄测定结果 Table 7 Quartz inclusion Rb-Sr isochrone age determination of Fengshuishan domain





原样号	样品名称	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	$\pm 1\delta$
250(1)	黄铁矿	0.2067	0.66146	0.90553	0.75908	0.00008
J2501	石英	0.5755	0.65922	2.5291	0.75741	0.00002
J250-2	•	23.688	1.6816	41.296	0.88249	0.00001
J250-3	•	11.641	1.1076	30.725	0.85089	0.00004
J2504	• .	2.1419	1.0031	6.1975	0.77643	0.00008
J250-5	•	1.8448	0.81493	6.5677	0.77243	0.00001
J250—6	•	3.8741	0.85626	13.154	0.79459	0.00002
J2508	•	7.9355	0.69998	33.155	0.85546	0.00006
J250—9	•	4.0122	1.0428	11.1797	0.78868	0.00006

表 8	新那	₿矿段石英-	-黄铁矿]	Rb-Sr 等 日	寸线年龄 源	则定结果
Table	8	Quartz, Py	rite Rb-Si	isochron	e, Yinna	domain

叶伯丹(1990)在二甲矿区 V129 号脉采集一个绢云母,用⁴⁰Ar-³⁹Ar 法测定了年龄,全熔年 龄为 225.6±2Ma,715~830 C阶段的坪年龄为 228±5Ma,与糜棱岩、蚀变碎裂岩及石英脉型 金矿石英的 Rb-Sr 等时线年龄在测定误差范围内是一致的。

以上年龄测定结果表明,二甲矿区主要含矿围岩及矿石的年龄都落在 219Ma 到 431Ma 期间,并大致分成二个年龄组 220~300Ma 左右(印支期)和 340~430Ma(海西期),成矿作用







主要在印支期。

2 不磨矿区年代学研究

2.1 地质背景简述

2.1.1 区域地质概述

矿区位于海南岛西部的东方县八所镇南东约 25 公里处,区域构造位置是海南隆起的西部,区域性戈枕断裂带南西段的北西侧。

矿区处于抱板一尧文金矿成矿远景区内。出露的地层主要是抱板群,岩性主要为混合岩化 云母石英片岩夹混合岩。戈枕断裂带位于矿区的东南部,走向北东。含金石英脉受次级断裂控制,有北东、北西和近东西向三组。

2.1.2 矿床地质特征

目前已发现含金石英脉 20余条,划分为四个脉带。

Ⅰ号脉带:由6条近东西向含金石英脉组成,单条长10~160m,宽0.5~2m,倾向350°~ 15°,倾角30°~45°,其中I3-2含金石英脉长160m,宽1~2m,延深15m,有民采坑道控制。已 作了5个化学分析样,金品位为0.43~11.81g/t,平均3.02g/t。

■号脉带:长大于 200m,宽 500m,由 4 条含金石英脉组成,呈透镜状产出,透镜体长约 30m,宽 0.5~1m,个别膨大部分达 2m,具尖灭再现或尖灭侧现特点,断续延长 90~210m。走向 北 西,倾 向 40°~60°,其 中 以 I 3 号 脉 含 金 最 富,据 10 个 化 学 分 析 结 果,含 金

第十一卷 第二期

7.3~299.86g/t,平均 62.2g/t。

70

■号脉带:由6条含金石英脉组成,倾向北西或北东,倾角30°~60°,单脉呈透镜状,长10~30m,具尖灭再现或尖灭侧现,断续延伸100~200m。■5-3号脉体有1个化学样,品位达561g/t。

Ⅳ 号脉带:由4条石英脉带组成,单脉长 5~60m,宽 0.5~2m,倾向 30°~50°,倾角 50°~70°。

矿石成分:金属矿物有自然金、黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿。自然金呈粒状、棒状、片状, 粒度一般小于 0.2mm,个别大于 1mm。金的成色甚高,非金属矿物主要是石英。

围岩蚀变主要是硅化、绢云母化和黄铁矿化。

2.2 围岩及矿石年龄测定

测定了不磨矿区金矿围岩一云母石英片岩和糜棱岩全岩的 Rb-Sr 等时线年龄。

2.2.1 石英片岩 Rb-Sr 年龄

从钻孔 ZK701,孔深 20~95m 处取 6个云母石英片岩样品(矿体上盘围岩),测定结果(表 9)显示有 2条趋势线,一条趋势线斜率为 0.0070±0.0007,相应的等时线年龄为 490±51Ma,i =0.7662±0.0017,R=0.99(图 9);另一条趋势线斜率为 0.0017±0.0001,相应年龄为 116.2 ±7.6Ma,i=0.7889±0.0005,R=0.998,年龄有很大的差异,可能是多期变质作用影响造成 的。

表 9 不磨矿区石英片岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果

原样号	样品名称	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	±1δ
M97	云母石英片岩	198.71	77.052	7.4972	0.79320	0.00002
M99	•	230.05	57.293	11.702	0.81857	0.0001
M 101	•	208.68	82.594	7.3499	0.80051	0.00004
M1 03	•	241.28	96.155	7.3176	0.82571	0.00005
·M105	•	190.56	88.962	6.2441	0.82180	0.00002
M107	•	115.51	132.54	2.5336	0.79340	0.00003

Table 9 Rb-Sr isochrone age determination of quartz schist in Bumo Mine

2.2.2 糜棱岩 Rb-Sr 年龄

从不磨矿区钻孔 ZK004,孔深 20~80m 处取矿体围岩一糜棱岩样品进行全岩 Rb-Sr.等时 线年龄测定,共测定 7 个样品,其中 4 个点获等时线年龄 191±12Ma(斜率 0.0027±0.0002), 初始⁸⁷Sr/⁸⁶Sr=0.7675±0.0093,R=0.996(表 10、图 10)。年龄落在印支晚期一燕山早期范围 内,另几个数据(M1、7、10 和 16)组成的等时线,年龄更低一些,115Ma,与一组片岩的年龄 (116Ma)一致。





Fig.	9	Rb	·Sr	isoch	irone	of	quuartz	schist	Bumo	Mine.
	•									

	农 10 小磨り 区座 该石主石 CD-SI 等时战牛时 测定 年末	
Table 10	The whole rock Rb-Sr isochrone age detemination of myllonite, B	Jumo Mine

ム当りし こ。谷叶

原样号	样品名称	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	$\pm 1\delta$
M 1	糜棱岩	157.21	56.777	8.0824	0.83545	0.00008
M4	•	293.03	101.65	8.3720	0.78300	0.00001
M7	•	68.079	93.012	2.1389	0.84712	0.0001
M 10	•	220.13	23.100	27.992	0.90129	0.00003
M14	•	200.13	47.512	12.268	0.80227	0.00004
M16	•	324.20	15.160	63.031	0.93615	0.00006
M18	•	194.99	24.768	22. 986	0.83757	0.00005

2.3. 含金石英脉 Rb-Sr 年龄测定

共测定了七个石英样品,其中 5 个点组成一条等时线,斜率为 0.0035±0.0003,相应年龄 为 244±21Ma,i=0.7507±0.0008,R=0.99(图 11,表 11),样品采自 I 号矿体和 ZK002, ZK004和 ZK701,大部分直接采于富矿石,含金一般(10~20g/t,最高 103.44g/t),此年龄可代 表石英脉型金矿的成矿时代。不过从上述糜棱岩有 115~190Ma 的年龄和片岩中有 116Ma 的 年龄,表明也可能尚有燕山期构造运动和矿化作用的迭加和改造。石英脉的围岩还有混合岩, 测定了 7 个含矿和不含矿的全岩样品,可惜数据分散,未获得可靠的年龄值,只其中三个数据 72





Fig. 10 The whole rock isochrone of myllonite Bumo Mine. 获得了一条等时线,年龄为 749±68Ma,初始锶同位素比值 i=0.7331±0.0026,R=0.99,700 ~800Ma 期间也可能有一期混合岩化作用,此年龄仅提供一个信息。

表 11 含矿石英脉 Rb-Sr 等时线年龄测定结果

Table 11 Ko-Sr isochrone age determination of ore-bearing quartz vein, bumo w	Table 11	etermination of ore-bearing quartz vein	Bumo Mine
---	----------	---	-----------

原样号	样品名称	Rb (×10 ⁻⁶)	Sr (×10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	$\pm 1\delta$
M 1 -1	石英	1.9692	1.3959	4.0898	0.76538	0.00001
M95	•	0.3723	0.69477	1.5557	0.77861	0.00004
M94	•	1.9025	0.84067	6.5763	0.78926	0.00002
M58	•	1.2294	1.0535	3.3816	0.76014	0.00004
M59	•	0.2514	0.58065	1.2539	0.75635	0.0001
M91	•	3.0316	1.1794	7.4604	0.77704	0.00002
M17	•	0.6054	1.5132	1.1587	0.75454	0.00003





Fig. 11 Isochrone of ore-bearing quartz vein.

3 结论

从已经获得的二甲、不磨以及土外山、抱板金矿围岩和矿石的年龄,可以对海南岛西部金 矿的成矿时代和演化历史得出如下结论(表 12):

(1)围岩一抱板混合岩的形成(侵入)年龄大于 1425Ma,为中元古代。14 亿年以来经历了 多期次的变质、混合岩化作用和矿化作用,最老的变质作用是晚元古代,700~800Ma 和 1100Ma 左右

(2)详细的区域地质综合研究表明,本区在海西晚期和印支期构造运动强烈,并伴随有大量中酸性岩体和中基性岩脉的侵入,其中伟晶岩中白云母的 K-Ar 年龄为 343±6Ma,伟晶岩 Rb-Sr 年龄 431Ma,斜长角闪岩角闪石的 K-Ar 年龄为 300±5Ma,斑状花岗岩体中锆石的 U-Pb 和谐年龄为 277(俞受均,1992)。本项研究获得的二甲和不磨矿区围岩和矿石的大量 Rb-Sr 等时线年龄主要在 220—390Ma 之间,在土外山、抱板金矿区还测定了一组石英包裹体 Rb-Sr 等时线年龄,也在此范围内(341±12Ma)。表明主要的混合岩化、糜棱岩化作用和金矿化作用 发生在海西-印支期。燕山期构造-岩浆作用对金矿的富集改造也会有一定影响。

(3)混合岩及蚀变岩石的全岩 Rb-Sr 年龄结果表明,混合岩化与糜棱岩化作用不是同时的,前者早、后者晚。混合岩与伟晶岩的年龄主要在 390—430Ma 之间,在加里东期或加里东晚期一海西早期;而糜棱岩与千糜岩以及蚀变碎裂岩的年龄在 230—300Ma 之间,表明构造蚀变作用主要发生在印支期。主要的含金石英脉有三期,一期在加里东晚期一海西早期(378±

第十一卷 第二期

30Ma)与早期混合岩和伟晶岩年龄一致;另一期在印支期(219—244Ma),与千糜岩和糜棱岩 是同时的;第三期发生在燕山期,同时伴随着晚期构造蚀变(变质)作用和岩浆活动。

表 12 海南岛西部金矿年龄一览表

Table 12 Age values of Au deposits in the west of Hainan Island 矿区 年龄值(Ma) 测定对象 测定方法 资料来源 抱板-土外山 **抱板群中锆石** 1425 ± 20 U-Pb 法和谐年龄 据俞受均,冯连顺资料处理 抱板-土外山 抱板群中锆石 882~1460 U-Pb 表面年龄 冯连顺,1988 $1401 \pm \frac{22}{19}$ 抱板-土外山 抱板群中锆石 U-Pb 和谐年龄 U-Pb 和谐年龄 抱板-土外山 抱板群中锆石 1431 俞受均等,1983 抱板-土外山 抱板群中锆石 1456 U-Pb 和谐年龄 俞受均等,1983 抱板-土外山 抱板群中锆石 1440 U-Pb 和谐年龄 俞受均等,1983 $1145 \pm \frac{40}{25}$ 二甲 二甲 U-Pb 和谐年龄 叶伯丹,1990 二甲 斑状花岗岩体中锆石 277 俞受均,1992 二甲北牛 混合岩 292 ± 18 Rb-Sr 等时线 本文,1992 二甲北牛 Rb-Sr 等时线 伟晶岩 431 ± 49 本文,1992 二甲北牛 碎裂岩 Rb-Sr 等时线 本文,1992 206 ± 26 Rb-Sr 等时线 本文,1992 223 ± 21 Rb-Sr 等时线 260 本文,1992 二甲红甫门 Rb-Sr 等时线 千糜岩 226 ± 87 本文,1992 226 ± 6 二甲红甫门 糜棱岩 231 ± 20 Rb-Sr 等时线 本文,1992 二甲新那都 Rb-Sr 等时线 石英 219 ± 4 本文,1992 Rb-Sr 等时线 .本文,1992 凤水山 石英 278 ± 31 不磨 云母石英片岩 490 ± 61 116 ± 8 不磨 糜棱岩 191 ± 12 Rb-Sr 等时线 本文,1992 不磨 Rb-Sr 等时线 本文,1992 115不磨 混合岩 749 ± 68 Rb-Sr 等时线 本文,1992 石 英 不磨 244 ± 21 Rb-Sr 等时线 土外山 石英 241 ± 12 Rb-Sr 等时线 二甲 绢云母 226 ± 2 40Ar-39Ar 全熔年龄 叶伯丹,1990 二甲 228 ± 6 715~830C坪年龄 叶伯丹,1990 抱板一二甲 伟晶岩中白云母 343 ± 6 K-Ar 俞受均,1991 斜长角闪岩中角闪石 200 ± 6 K-Ar 俞受均,1991

参考文献

- 1 叶伯丹.海南东方二甲抱板群和金矿的时代.地质找矿论丛,1990,(1):12~17
- 2 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.矿床地质,1991,(4):333~341
- 3 俞受均,夏萍,邓铁殷,李强.海南抱板地区中元古代花岗岩副矿物锆石的特征及 U-Pb 同位素年龄测定.地球化学, 1992,(3);213~219
- 4 冯连顺.海南岛抱板金矿床同位素地质特征的初步研究.贵金属地质,1988,(3~4):233~239

CHRONOLOGY OF Au METALLOGENY IN THE WEST OF HAINAN ISLAND

Chen Haoshou (Zhe jiang University)

Abstract

Results of chronalogical study of Erjia Au mine area and Bumo mine area are presented in this paper. Age values of wall rock and ore of Au deposits in the two areas are in the range of 220-390Ma. Migmatization, myllonitization and Au ore forming took place in Hercynian and Indo-China Periods and Indo-China Period is the main Au ore-forming epoch. Yanshanian tectonic magmatism could modify and enrich the protore of Hercynian, Indo-China periods.