



从副矿物锆石的特征 看海南铁矿的成因

广东冶金地质实验研究所 朱 屏

“岩石和矿床都是矿物的集合体，只有极少数例外（譬如全部由玻璃组成的岩石）”（1）。在某种意义上说，矿石即有用的岩石，铁矿也可称为铁质岩。矿床学和岩石学的共性是主要的。

“如果把自然界出现的矿物集合体一律称为矿床，那么最重要、分布最广、数量最多的矿床就是岩石。”（1）因此，利用岩石学的方法来研究矿床学是可能的。

当前，在研究花岗岩、变质岩等方面，副矿物锆石法已是常用的有效的方法之一。我们在研究海南铁矿的地质特征及其成因的过程中，做了一些人工重砂工作，着重研究了锆石。试图从这种副矿物的特征来探讨矿床的成因。现将结果叙述、讨论于下。利用这样一种岩石学的方法来探讨矿床成因，在我们仅仅是初步尝试，不当之处，请批评指正。

一、矿区简要地质特征

1. 海南铁矿产于寒武-奥陶系的“石碌

群”中（图1）。该群为一套浅变质岩系，自上而下可分为七层：

$\epsilon-O_{s17}$ 石英绢云母片岩与石英岩互层，夹薄层赤铁矿和铁锰矿层；

$\epsilon-O_{s16}$ 透辉石透闪石岩—白云质灰岩—白云岩。铁矿体主要赋存于透辉石透闪石岩中，在铁矿体下侧有圈钴铜硫化物矿体；

$\epsilon-O_{s15}$ 绢云母石英片岩；

$\epsilon-O_{s14}$ 石英岩及石英片岩；

$\epsilon-O_{s13}$ 石英绢云母片岩；

$\epsilon-O_{s12}$ 白云质结晶灰岩；

$\epsilon-O_{s11}$ 绢云母石英片岩。

这套浅变质岩系呈孤岛状为中生代（？）花岗闪长岩所包围。

2. 在石碌地区，这套浅变质岩系构成一个轴向近东西、向东倾伏的，并以“北—”向斜为主体的复向斜。

3. 根据铁矿在空间和时间上的产出特征，本区铁矿床大致可分为以下三种类型：

（1）七层铁矿 呈薄层状产于第七层砂页岩中，为贫矿。主要矿物为赤铁矿和石

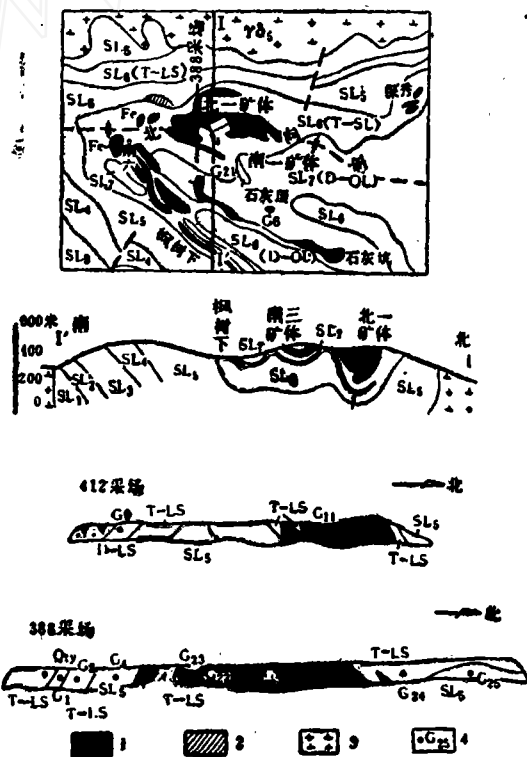


图1 石碌铁矿地质简图及人工重砂采样位置
SL₁—SL₇—石碌群；Qtz—石英岩；D-OL—白云质结晶灰岩；T-LS—透辉石透闪石岩；D-LS—白云岩；1—铁矿；2—铜钴矿；3—花岗闪长岩；4—人工重砂采样位置及其编号

英。矿石含锰较高（1%左右），不含锆，具碎屑和鲕状结构。如石灰顶矿体，走向北西西，单层厚40~60厘米，一般由2~4层组成。

（2）南一铁矿 呈似层状产于第七层和第六层透辉石透闪石岩之间，为单层贫矿。矿体走向为北西西，长300余米。矿石含锰稍高（0.5~1%），不含锆，具鲕状和碎屑结构。主要矿物为赤铁矿和石英，次为透辉石、透闪石、重晶石和黄铁矿等。

（3）北一铁矿 是海南式铁矿的典型代表，产于透辉石透闪石岩中，多为富矿。主要矿物为赤铁矿和石英，含少量磁铁矿、透闪石、重晶石和黑云母等。矿体在横剖面上呈似心脏形赋存于北一向斜中，长千余米，宽、厚各数百米。矿石具鳞片状一片状结构。含锰低（一般<0.05%），含锆高（0.00023~0.00143），最高达0.0022%。

二、各地质体中锆石的特征

为了研究锆石的特征，我们主要以均匀拣块法自388和412采场按不同类型铁矿、围岩及岩浆岩采取了有代表性的样品十六个，其中七个样挑选了称量的锆石，计称得锆石1.2376克，其余的作了镜下鉴定和观察。人工重砂采样位置及其锆石含量见图1和表1。

1.一般特征 由表1可见，本区花岗闪长岩中含锆石最多，达128克/吨。这与源于岩浆岩的锆石性质一致，也与黑云母花岗岩类的锆石含量（150克/吨）类似^{〔2〕}。据薄片观察（图2），在花岗闪长岩中的锆石几乎全以包体形式赋存于黑云母、斜长石和石英之中。石英岩和七层铁矿中的锆石则散布于石英等矿物颗粒之间，南一铁矿透辉石透闪石岩中的锆石也大多如此，但并不排除存

表1

样品类型	岩性	样号	采地样点	样品重量 (公斤)	锆石含量		备注
					(克)	(克/吨)	
浅变质岩	第六层石英岩	G1	388采场	12.620	0.043	33	
		G2	"	9.04			镜下观察了粗选样品
	第六层透辉石透闪石岩	G3	388采场北一矿体南	11.830			"
		G24	388采场北一矿体北	10.40	0.264	26	
	第七层绢云母石英片岩	G4	388采场北一矿体南	11.835	(22)*		
		G25	388采场北一矿体北	10.50	(12)		
	第六层白云岩	G7	377采场	10.370	(15)		
	第六层白云质结晶灰岩	G9	412采场	4.7	(17)		
	岩浆岩	G15	140窿22点南	10.33	0.015	15	细粒锆石大都未选出来
		碌1	140窿20点	6.550	0.835	128	
赤铁矿体	七层铁矿	G6	石灰顶366采场	11.70	0.056	4.8	TFe40.34%
	南一铁矿	G21	377采场	4.0	0.0142	3.5	TFe41.60%
	北一铁矿	G11	412采场	15.0	0.0104	0.7	TFe45.68%
		G23	388采场	11.6	(28)		
	北一富矿	G22	"	9.5	(10)		
		G5	"	17.040	(9)		TFe60.0%

* 括号内为选出的锆石颗粒数。

铁矿中的石英、锆石粒度统计对比

表2

矿 名	粒度(毫米)	粒度(毫米)				备 注
		<0.02	0.02~0.05	0.05~0.1	>0.1	
石 英	2100	43.95	34.19	14.29	7.57	据410队报告, 11块薄片统计
锆石(G)11	100	5	18	72	5	据重砂单矿物统计

在锆石包体的可能性。在北一铁矿中, 锆石和石英一起为铁质所“胶结”, 两种矿物粒度相近(表2), 锆石作为石英的包体看来可能性很小。

除花岗闪长岩外, 各种地质体中的副矿物组合均无显著区别。在石英岩和七层铁矿中, 电气石较多, 矿物组合亦较简单。在透辉石透闪石岩、片岩中锆石、榍石及含钛的副矿物较多。在南一铁矿中见有红帘石、辉钼矿和白云母。在北一铁矿中见有锡石、细晶石、绿帘石和黑云母等。

各种地质体中锆石的光谱半定量分析结果见表8。由表8可见, 本区锆石含钇(Y)普遍较高。本区花岗闪长岩、石英岩、透辉石透闪石岩中锆石的锆(Zr)、铪(Hf)含量相对较高。北一铁矿中的锆石含锆甚低。就锆石的含钇量而言, 花岗闪长岩和透辉石透闪石岩相似, 七层铁矿和石英岩相似, 南一铁矿和北一铁矿相似。花岗闪长

岩中的锆石含铍(Be)稍高, 北一铁矿中的锆石含银。有的样品含钡(Ba)甚高, 可能是混入了重晶石的缘故。本区样品中锆含量总的偏低, 可能与光谱分析精度有关。

2. 各种地质体中锆石的星形特征及粒度统计 详见表4、表5。需要说明的是, G23和G11两个样品的情况基本相似。有关富铁矿石中的锆石, 由于含量很少, 挑选困难, 所做工作不多, 从现有资料来看, 其中浑圆-椭圆状的锆石比北一铁矿(G11)中为多, 但其原因是磨蚀还是熔蚀尚待进一步查清。在所作的两个碳酸盐岩石样品中, 锆石的特征有较大的不同。采自412采场的白云质灰岩样品17粒锆石中浑圆状的占绝对优势。采自377采场的白云岩样品, 15粒锆石中则自形占优势, 此样的化学成分尼格里四面体投影点落在火成岩区的边缘, 有人怀疑它可能与火山作用有关。

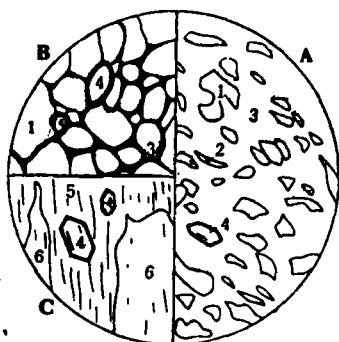


图2 薄片中的锆石产状
单偏光

A—北一矿体(薄片号地7); B—石英岩(薄片号B30);
C—花岗闪长岩(薄片号Ⅱ-160); 1—石英; 2—白云母;
3—铁质; 4—锆石; 5—黑云母; 6—斜长石

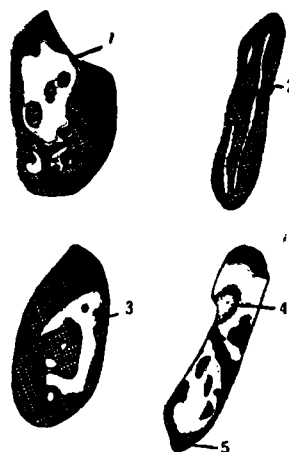


图8 北一铁矿(G11)中锆石的熔蚀现象素描
1—残留的晶面; 2—残留晶面或晶棱; 3—似椭球体;
4—港湾状熔蚀; 5—角锥状晶顶

表 8

元 素	样 品 号	石英岩	透辉石透闪石岩	花岗闪长岩	花岗闪长岩	七层铁矿	南一铁矿	北一铁矿
		G1	G24 ①	G15 ②	碌 1	G6 ③	G21 ④	G11
Zr		35%	35%	36%	32%	20%	36%	17%
Hf		1.14	1.04	1.14	1.08	0.42	0.98	0.76
Y		~1	3	3	~5	0.1	1	~1
Yb		0.03	0.1	0.1	0.1	0.01	0.1	0.1
Ba		0.1	2	0.03	0.3	>10	3~5	1
Be		0.001	0.0003	0.005	0.005	0.0001	0.0005	0.0001
As						0.1~0.2		
Ta			0.1		~0.1		0.3	
Nb			0.01				0.05	
Mg			0.05	0.01	0.003	0.003	0.01	0.01
Pb			0.003			0.005	0.001	
Sn		>10	>10	>10	>10	3	>10	>10
W						0.1		
Mn		0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01
Fe		0.1	0.5	0.3	0.1	1~2	0.5	0.03
Ni		0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003
Al		0.1	~1	~0.1	0.3	0.3	~1	0.3
U		0.003	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01
Cu		0.0003	0.001	0.0003	0.0003	0.01	0.001	0.0003
Ti		0.001	~0.1	0.001	0.01	0.001	0.01	0.001
Ag								0.0003
Sc		0.01	0.03	0.03	0.03	0.005	0.03	0.03
Co						0.03		
Ca		0.5	~1	0.1	0.1	0.3	0.03	~1

①样品含锆石纯度为80%；②粒度锆石为主；③样品含锆石纯度为40%；④样品含锆石纯度为60%。

三、讨 论

1. 关于锆石的晶形特征

(1) 众所周知, 火成岩 (无论是侵入岩还是喷出岩) 中的副矿物锆石, 一般为无色透明, 晶形十分完好, 长宽比 (1) 多大于 2, 并常含有气、液和固相包体。具有上述特征者我们称之为岩浆型锆石。

沉积岩中的锆石, 由于“搬运和冲刷的

缘故, 锆石的棱形颗粒明显地滚圆成椭圆形” (2), 就是有自形或半自形晶体出现, 也不同程度的受磨蚀并出现分选现象。这种沉积型的锆石多呈浅玫瑰色至红色, 半透明, 毛玻璃光泽, 晶面呈麻状, 晶形多浑圆-椭圆, 长宽比一般小于 2 (2, 3)。我国南岭地区沉积岩中的锆石也普遍具有这一特征 (4)。

值得指出, 有些沉积岩的著作中说, 在

表 4

种 类	地 层	晶 形		主 晶		特 征		透 明 度
		形 态	晶 形	晶 形	晶 形	面 色	宽 度 (毫米)	
C ₁	石炭系	蛋状、米粒状	浑圆一椭圆形，晶顶全被磨蚀，晶棱可见痕迹，晶面多呈麻状，粒度大小较均匀	浅玫瑰色	0.025~0.05 1=1~2	玻璃一毛玻璃光泽	强橘黄色	4.7
		米粒状、正方短柱状	浑圆一椭圆形为主，晶顶、晶棱大都磨蚀，晶面多呈麻状，粒度大小较均匀	浅玫瑰色，个别浅灰色	0.025~0.05 1=1~2	毛玻璃光泽	强橘黄色	半透明
C ₂	二叠系	米粒状、四方短柱状、扁短柱状、碎粒状	浑圆一椭圆形与半自形一自形各占一半左右，磨蚀现象显著，少数见尖锥状，粒度大小不均，有的晶面似有熔蚀现象	浅玫瑰色、无色	0.01~0.075 0.01~0.12 个别达0.2 1=1~2	毛玻璃光泽、玻璃光泽	橘黄色	半透明、透明
		正方双锥柱状、米粒状、蛋状	以自形和粒状晶体为主，柱面清晰，(100)、(110)柱面发育，锥面次之，晶面透明者具气液包体和送晶，晶面似有熔蚀现象，蛋形者磨蚀显著，晶面呈麻状，晶体以细粒级为主	无色、浅玫瑰色	0.01~0.05 1=2~3 (部分=4)	玻璃一油脂光泽，浑圆者为毛玻璃光泽	橘黄色	透明、半透明
C ₃	三叠系	正方双锥柱状、扁平柱状、蛋状、米粒状	柱面(110)(100)、锥面(111)(311)发育，多见黑色气液包体和固态包体，晶面似有熔蚀现象，蛋形者磨蚀显著，晶面呈麻状	无色、浅玫瑰色	0.01~0.075 1=2.5~3 (部分=4) 蛋形者 1=1~2	玻璃一油脂光泽，毛玻璃光泽	强橘黄色	晶莹透明、半透明
		扁平柱状、正方双锥柱状、等轴状、米粒状、蛋状	晶形完好，柱面锥面均发育，(110)强烈发育者，晶形呈扁平柱状，长柱状次之，多含气液包体及磷灰石包体，有的还包有自形的小锆石，熔蚀现象显著，晶面呈港湾状，凹凸不平，少数呈浑圆状，磨蚀显著，晶面有麻点	无色、浅黄褐色、浅玫瑰色	0.025~0.1 1=3~4 (部分为5~7或1~2)	玻璃一油脂光泽，毛玻璃光泽	强橘黄色	晶莹透明、半透明
C ₄	侏罗系	正方双锥柱状、扁形柱状	晶形简单、完好，(100)(110)面发育，(100)面发育者多为粗晶，(110)面发育者多为扁平柱状，普遍含气液包体和磷灰石包体，晶面有的似有熔蚀现象，个别颗粒呈八面体和榍球状	浅褐色至无色	0.01~0.025 1=2~3 (部分为5~6)	玻璃光泽，玻璃一油脂光泽	弱橘黄色，粗粒者为强橘黄色	透明一半透明

*1=长度:宽度。

部分地质体中的100粒钻石观察统计结果

表 5

样号	地质体	不同粒径(毫米) 钻石的出现率, %					不同形状的钻石出现率, %				颗粒完整率 (%)		不同透明度的钻石出现率%	
		0.01 ?	0.025 ?	0.05 ?	0.075 ?	0.1 ?	浑圆	椭圆	半自形	自形	整粒	碎粒	晶莹透明	透明一半透明
		0.025	0.05	0.075	0.1	0.5	圆	圆	形	形				
G6	七层铁矿	13	78	9			38	47	15		85	15		21 79
G21	南一铁矿	22	49	15	9	5	28	22	46	12	64	36	35	65
G11	北一铁矿①	5	18	44	28	5	3	8	15	74	87	13	80	3 7
碌1	花岗闪长岩	35	32	28	4	1	1	1	6	92	88	12	84	14 2
G1	石英岩	16	81	3			38	59	3		86	14		5 95
G24	透辉石透闪石岩	83	14	3			8	20	34	38	46	64	21	62 17
G5	绢云母石英片岩②	12	14	5	3		4	5	5	5	32	2	24	10

说明：浑圆一为呈浑圆粒状，一般见不到晶面；
椭圆一为椭圆一米粒形，大部已磨圆，一般可见晶棱和晶面的痕迹；
半自形一晶形基本完整，晶面清楚，晶棱有磨蚀，晶顶多浑圆；
自形一晶形完整无损、顶、棱清楚。
碎粒一指外力作用下造成的破碎粒状。
粒径一指钻石横截面的直径，即横径或宽度。①此样中有22粒钻石具熔蚀现象；②此样数据系连同G25号样计34粒。

花岗闪长岩和北一铁矿100粒钻石的晶形统计

表 6

晶形														
宽度 (毫米)	0.05~ 0.075 0.01~ 0.075			0.025~ 0.075 0.025~ 0.075	0.05~ 0.075 0.025~ 0.075	0.05~ 0.075 0.05~ 0.075	0.05~ 0.075 0.025~ 0.075	0.05	0.075~ 0.15 0.10	0.075~ 0.10	0.025~ 0.075 0.01~ 0.025		0.025~ 0.05 0.025	
长/宽	2~3	2~3	2~3	4~4.5 3~4	2~3	3~4 3.5~4	2~4 2~4	2~3	1.5 1.5	1~1.2	5~7 5~6			1~2 1~2
颗粒数	12 34			17 5	16	20 6	4 5	3	2 2	2	15 17			9 2

注：分母为花岗闪长岩，分子为北一铁矿。

沉积成岩过程中, 原生的锆石能再生长成自生锆石或次生锆石。F.C. 裴蒂压认为:

“自生锆石的柱面上带有锯齿状, 这种锯齿实际上是次生加大作用形成的一些细小锥面, 这些锥面和锆石的主轴有着一定的交角。”〔6〕本区样品中未见到这种现象。

副变质岩中的锆石基本上与沉积型锆石相同。国外的一些副片麻岩〔7, 8〕, 我国云开大山寒武-奥陶纪的变质岩系〔9〕, 江西九岭地区的绿片岩〔10〕等都是如此。但是, 若为正变质岩, 则自形锆石多占主导地位〔8〕。

发生强烈混合岩化的变质岩, 其锆石属混合型, 它含有上述两种类型的锆石〔4, 10〕。

可见地质体中的锆石晶形特征, 在一定程度上可以反映其形成的地质作用, 反映地质体形成的历史和变迁。

据此, 我们可以认为海南铁矿区之石英岩和七层铁矿的搬运-沉积作用是主要的, 南一铁矿次之; 而透辉石透闪石岩及片岩中的锆石属混合型; 北一铁矿中的锆石近乎岩浆型。

2. 在一般火成岩中锆石的长宽比值〔1〕为2~3, 而>4的长柱状甚至更细长的晶体成因, 目前有两种看法。一是认为混合岩化引起的, 是由于“岩石在很快冷却的条件下形成的, 称为‘混染型’锆石”〔10〕。这种“特殊的混染型锆石与正常岩浆岩型区别是更强烈地伸长”〔11〕。江西九岭的萤青石黑云母花岗岩中的锆石($l=5.5\sim8$)〔10〕, 国外格兰平高原某混合岩化花岗岩中的锆石〔4〕, 都是例证。另一看法认为, 细长柱状锆石是次火山岩和喷出岩中的特征, 苏联哈萨克斯坦的次火山岩中有一种很长的锆石〔12〕, 北高加索的流纹岩中的锆石 $l=4.0\sim5.0$ 〔13〕。还有人认为岩浆早期析出的锆石粒度较小, 而长宽比较大〔4〕。本区北一铁矿中含有细长柱状锆石, 据100粒锆石晶形统计(表6), $l=4\sim7$ 者约占30~40%; 在片岩和透辉石透闪石岩中也有一定数量。本区“石碌群”为一套浅变质岩系, 未见混合岩化等深变质

现象。以此判断, 铁矿中这种细长柱状锆石的形成和保存, 很可能与某种近源的火山-硅铁熔浆或高温热液作用有关。

3. 在北一铁矿、花岗闪长岩和片岩中, 除长柱状锆石外, 尚见有一种(110)面特别发育的, 含量可达20%的扁平柱状晶体(表6), 其发育可能与铁矿的片状-鳞片状结构有关。

在苏联阿霍特-丘科特火山岩带杂岩中, 曾见有这种晶形的锆石〔14〕, 有人认为(110)和(111)的聚晶是喷出岩中锆石的特征〔13〕, 值得注意。

2. 关于锆石的熔蚀现象

锆石是一种高熔点、难溶解(通常几乎不溶于任何酸和碱〔15, 16, 17〕)、性质非常稳定的矿物。一些人工合成的锆硅酸盐的热溶试验〔18〕也说明了这一点。可是, 本区北一铁矿中的锆石却见有明显的熔蚀现象; 在G11样中, 被熔蚀的锆石含量达20%以上(图3)。花岗闪长岩、片岩和透辉石透闪石岩中, 也有类似的现象。

被熔蚀的锆石晶体表面常凹凸不平或成港湾状, 晶顶、晶棱发生熔蚀弯曲, 呈脂肪光泽。“强烈熔蚀者亦可成浑圆状椭球体”〔4〕, 但仍保持良好的透明度、强光泽和气液包体。外生条件下, 锆石晶体受到风化、搬运、碰撞, 常常晶顶、晶棱被磨去, 晶面出现麻状, 光泽变暗, 透明度不好(毛玻璃状), 晶形呈椭球状。这与熔蚀现象是可以区别的。

关于锆石发生熔蚀的现象, 目前有三种解释:

(1) “酸性喷发岩中的锆石具有熔蚀现象, 因为它们是喷发以前就析出了。”

〔4〕。苏联北哈萨克斯坦的次火山岩〔11〕、我国福建云霄金坑的古火山颈〔21〕就有这种现象。斯博特斯曾经指出: “在加里福尼亚海岸山脉岩基中, 自形长柱状锆石和熔蚀状锆石共生, 是由于岩浆温度不稳定而引起部分锆石熔蚀的结果”〔4〕。

(2) 混合岩化能使锆石发生熔蚀和再

生⁽⁴⁾，江西九岭岩体中这种现象也十分普遍⁽¹⁰⁾。

(3) 斯托克认为⁽⁴⁾，沉积岩中锆石的溶蚀，是因为水中富含重碳酸钙的缘故。他说用实验证实了这一点，遗憾的是未见到有关数据。本区碳酸盐岩石中的锆石，也未发现有熔蚀现象。

我们在对本区铁矿样品加工、淘洗过程中，均见锆石（包括熔蚀状锆石）为铁质所包含，这与镜下的观察是一致的。除锆石外，铁矿中的石英边缘亦多呈港湾状，可见熔蚀现象较普遍。据此分析，本区熔蚀现象的形成有两种可能：（1）锆石中出现的熔蚀现象是火山-硅铁熔浆的温度不均匀和自身结晶早晚的差异所造成。生成的锆石未经运移，在原地为铁质所“胶结”、“沉积”，所以保存了良好的熔蚀面。（2）锆石及石英的熔蚀现象是后来的高温铁溶液熔蚀交代的结果。“铁液”熔蚀了它们，并“胶结”保存了它们。

3. 关于锆石中的包体

包体是锆石的重要特征之一。它反映了锆石的生成环境和演变历史。本区花岗闪长岩中的锆石多含磷灰石包体和气、液包体；北一铁矿中的锆石固相包体除磷灰石外，尚有较自形的锆石包体，但气、液包体相对较多（图4），富铁矿中也有类似现象。这种富含气液包体的现象是火山作用形成的锆石的特征⁽⁴⁾。

片岩、透辉石透闪石岩和南一铁矿中的自形锆石也含有包体，而以片岩中较为显著。

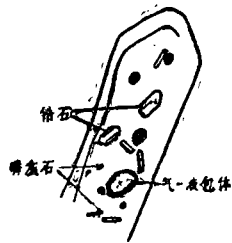


图4 北一铁矿(G11)锆石中的包体素描
单偏光

4. 关于锆石中锆铪含量比值 (Zr/Hf)

来源不同的锆石其锆铪含量比值 (Zr/Hf) 亦不同，据科捷斯林的资料⁽³⁾，来源于岩浆岩系列的锆石， $Zr/Hf = 35 \sim 70$ ，热液作用形成的锆石， $Zr/Hf = 60 \sim 200$ 。据扬霍维奇的资料⁽²⁾，岩浆成因的花岗岩中的锆石，其 ZrO_2/HfO_2 很稳定，为 $30 \sim 40$ （即 $Zr/Hf = 26 \sim 35$ ），变质交代成因的花岗岩中的锆石，其 ZrO_2/HfO_2 则较小。

我们在对本区各地质体中锆石进行光谱半定量分析的基础上，粗略地分析了其锆铪比值 (Zr/Hf，表7)。

表7

地质体 Zr/Hf	石英岩	透辉石 透闪石岩	七层 铁矿	南一 铁矿	花岗 闪长岩	北一 铁矿
比值	30.2	33.7	47.6	36.7	29.6	20.4

从表7得出如下的认识，即石英岩、花岗闪长岩、透辉石透闪石岩、七层铁矿和南一铁矿中的锆石，可能均来自岩浆岩。北一铁矿中的锆石锆铪比值 (Zr/Hf) 甚低，其锆石来源可能类似交代成因的花岗岩。

四、结 论

世界上的事物是复杂的，但是是可知，**“有朕兆可寻，有端倪可察，有前后现象可供思索。”**在研究海南铁矿的地质特征及其成因过程中，我们从锆石——这一微小的“朕兆”和“端倪”出发，思索了它的有关现象，分析了它的来龙去脉。综上所述，对本区的锆石研究，我们有如下三点初步认识：

1. 花岗闪长岩中的锆石，属岩浆型，晶形以简单柱状为主，可与粤北的大东岩体、贵东岩体^(5, 19)及海南的儋县岩体⁽²⁰⁾相对比。花岗闪长岩的时代可能属印支期。

此类锆石的另一特点是发光性较弱，锆铪比值较小，偶见浑圆状颗粒，可能是混合岩化作用的结果。

2. 石英岩中的锆石磨蚀显著，具一定分选现象，无疑属于沉积型。透辉石透闪石

岩和片岩中的锆石属混合型。前者细粒的自形锆石较多,后者长柱状自形锆石占主要。透辉石透闪石岩含碱较高(3~6%,平均为3.6%),其中含 Na_2O 平均为0.83%,有些达1.9%以上。透辉石透闪石岩和片岩的岩石化学分析的尼格里四面体投影点均落在火成岩区或过渡带,离散程度小。因此,这些岩石可能是火山作用和正常陆源沉积的混合产物。

3.和岩石一样,不同类型铁矿中的锆石特征,在一定程度上反映了不同的成矿作用。七层铁矿中的锆石,几乎全经过运移磨蚀和分选,铁矿可能是机械沉积作用中形成的,成矿物质来源于大陆。南一铁矿中的锆石,几乎有一半属于沉积型,沉积作用应是成矿的重要因素,矿床可能是陆源沉积与海底火山作用的混合产物。北一铁矿中的锆石与石英颗粒一样,均为铁质所“胶结”、熔

蚀;在全部锆石中,扁平柱状、细长柱状-长柱状的晶体占80%以上,大多属于岩浆型。因此,从锆石来看,沉积作用不是该矿体形成的主导因素。北一铁矿赋存于向斜中,形若心脏,空间上不具前寒武纪沉积铁矿的一般产状特征,铁矿下盘、边部有碧玉团块,和大红山、拉拉厂等著名火山型铁矿相似,铁和钴、铜伴生——北一铁矿下侧,有一圈中低温型钴铜硫化物矿床,铁矿中的赤铁矿包体爆裂温度(监听温度)为465~488℃(中南矿冶学院资料),铁矿石含锆,富矿尤多,锆的来源一般认为是和海底火山作用密切相关的〔22〕。

总之,北一铁矿的形成,看来主要与海底火山作用有关,是高温的硅铁浆液迅速冷凝沉淀的结果,北一铁矿可能属海底火山热液-“沉积”矿床。

主要参考文献

- (1) 保·尼格利:《岩石和矿床》, 141~14页, 地质出版社, 1960年
- (2) B.B. 扬霍维奇等: 论花岗岩类副矿物锆石中的锆铍比值, 《地质快报》, 1963, №1
- (3) B.M. 恰依尔: 锆石法在研究变质岩方面的应用, 《地质快报》, 1963, №9
- (4) 杨廷槐等: 锆石研究的某些地质意义, 地质部地质科学研究所情报研究所《地质科技情报》, 1966, №2
- (5) 广东省地质局南岭区域地质测量普查大队火成岩组:《南岭侵入岩》, 地质出版社, 1959年
- (6) F.C. Pettitjohn: Sedimentary Rocks, 1957
- (7) A.Г. 别杰赫琴:《矿物学教程》, 地质出版社, 1954年
- (8) D.W. Hyndman: 原岩类型的识别和角闪岩的成因, 《国外地质科技动态》, 1974, №8
- (9) 莫柱荪: 云开大山变质杂岩的时代和成因, 《中国地质学会第一届矿物、岩石、地球化学专业学术会议论文选集》(岩石部分), 1964. 6
- (10) 沈仁利等: “对九岭岩体的新认识”; 陈典任: “江西某些不同时代花岗质岩体中的副矿物研究”, 《江西省地质局岩矿重砂会议资料选辑》, 1973. 7
- (11) B.B. 梁霍维奇: 副矿物——各种地质作用的指示剂, 《地质快报》, 1964. 7.
- (12) O.П. Елисеева и др. О типах распределения урана в кристаллах акцессорных цирконов, АН СССР, 《Геохимия》, 1974. №9
- (13) B.B. 扬霍维奇: 喷发岩和次喷发岩中的副矿物, 《广东地质科技情报》, 1964. №2
- (14) M.B. Минц и др., Акцессорные минералы в эффузивных и интрузивных породах юго-запада Ульинского прогиба (Охотско-Чукотский вулканогенный пояс), 《Известия высших учебных заведений (геология и разведка)》, 1972, №9
- (15) 桂林冶金地质研究所:《岩矿鉴定与物质成分研究参考手册》, 1974, 9
- (16) B.C. 魏尔霍兰尼耶夫:《锆》, 地质出版社, 1956
- (17) 冶金工业部化探学习班:《化探工作参考数据简编》, 1973. 3
- (18) Ю.М. Полежаев и др., Разрушение цирконосиликатов в гидротермальных условиях, АН СССР 《Геохимия》, 1975, №4
- (19) 南京大学地质系: 华南不同时代花岗岩类及其成矿关系研究, 《科学技术研究报告》, 1966. 1
- (20) 广东省地质局:《区域地质测量报告书(海南岛)》, 1964. 12.
- (21) 福建省地质资料综合研究室:“全国火山岩地区铁铜矿会议选辑”, 1975. 8
- (22) B.B. 格里戈里耶夫: 关于锆在铁矿中的来源问题, 《地质快报》, 1965, №20