中国区域地质
1988年　REGIONAL GEOLOGY OF CHINA　第1期

海南岛石碌铁矿含矿岩系中火山岩类的新发现与究研

吕古贤

（中国地质科学院地质力学研究所）

提要　在石碌群主要含矿层及主矿层底部发现火山凝灰岩，经过野外工作和深入研究，提出石碌铁矿床的主要矿质来源可能是海底近源火山喷发作用的看法。

海南岛石碌富铁矿及相当类型的矿床、矿点(朝阳、军营、红岭、东岭、琼海朝阳等)都具有一定的层位，矿体呈层状，或透镜状顺层产出。经过70年代富铁矿会战，石碌铁矿以沉积为主要成岩成矿方式或作用的观点已为大多数研究者所接受[1 2 3]。70年代后，石碌铁矿研究的重点集中在矿质来源上[4]。一般认为石碌铁矿的许多特点不能完全用正常陆源机械搬运沉积作用来解释，可能有其它因素影响，大多数研究人员倾向于是海底火山作用提供了主要的矿质来源[2 3 4 5 6]。但是，持有矿质来源是海底火山作用之观点者，也有相差甚远的见解，刘义茂等人（1979）认为是海底远源火山喷发作用，刘成湛等人（1980）怀疑为近源海底火山，刘宏英等人（1982）则认为是火山渗流热卤水为矿源，而潘恩沛、李令时（1981）则由于矿区无可靠的火山岩存在，认为相当于近代红海凹地中那种受变质渗流热卤水成矿，等等。之所以产生这样大差距的不同意见，主要由于在含矿岩系中未发现确凿的有一定规律的火山活动证据。80年代初，石碌矿区火山岩研究有了很大进展，冶金493队首先发现并与兄弟院校、科研单位进一步确定了矿区保秀岭石碌群第五层钾质流纹熔接凝灰岩的存在❶。

从1983年起，我们在前人工作的基础上，重点对矿区含矿岩系中的火山岩问题作了一些研究工作，并且取得了一些新的进展。主要是：首次在石碌群主要含矿的第六层中发现并鉴定两层火山凝灰岩；在主矿层底部第五层片岩上部同一岩段中（同已知保秀岭火山岩）又发现几处火山凝灰岩层，结合李桂兴（1983）在相同层位所见的钾流纹斑岩，在第五层中上部试划出一浅变质火山—沉积碎屑岩夹透镜状火山熔岩及火山凝灰岩岩段；在火山岩剖面中发现并鉴定有透辉石岩层，并在蚀变的透辉石白云岩中见到未脱玻化的火山玻璃，对长期争论不休的二透岩成因及物质来源问题从有火山成分加入方面提出了有力证据；最后，提出主要矿质来源可能是海底近源火山喷发作用。

---

❶ 李桂兴，海南石碌古火山岩初步调查报告，1982年12月。

一、石碌群第五层中上部火山岩的新发现及其研究

对前人发现的保秀岭火山岩剖面详细工作后，我们考虑：如果它是火山岩层，这一层位中应该有不同规模的火山岩出露。注意到这个问题，在矿区地质调查中，于这同一层位又发现两处火山岩，分别位于石碌—枫树下公路与铁路交叉口南的铁路旁壁坡上和北一矿区北部。特别是北一矿体北部的火山岩露头与上下层的关系出现在连续的剖面中，有着重要的意义。岩石以灰绿黄色层状凝灰岩和含有火山泥球的钾流纹质熔结凝灰岩为主。透镜状火山凝灰岩顺层夹在碎屑沉积变质岩中，与上下岩层呈过渡状但有明显的岩性分界。下伏岩石为凝灰质片岩及含凝灰质石英绢云母片岩，上部接触界限未见。岩石普遍的黄绿，灰绿黄色及含有大量的球粒结构、熔接球粒结构，未见有明显的陆相火山岩成分及结构，这反映了水下喷发、水下沉积的环境。大量的泥球及少量火山砾的组分可知距火山活动中心位置并不很远。在剖面顶部的火山岩呈赤褐色，褐色，渣状，为含角砾岩的凝灰岩。它们同下伏火山岩整体的灰黄绿色调极不协调，应为氯化环境、水面之上的堆积产物。这说明在浅水沉积的后期已有局部地段高出水面。

在北一矿体底下，产在第五层片岩中上部的火山岩层为似层状。岩石呈灰绿黄色，土褐黄色，土状，有细泥纹构造，并有堇青石变斑晶。基质泥质、黑云母等矿物表现出铝土质成分，很多并有浅变质。与前两处火山岩相比显得离火山喷发的中心更远些。此外，在矿区东部鸡心河的第五层片岩中，相当于第五层向第六层过渡的层位，发现有钾质流纹岩及钾质流纹斑岩。明显的火山熔岩，岩石为黑灰—灰黑色，块状，斑状构造，基质具脱玻球粒和霏细结构，镜下见明显的流纹构造。虽然是一种熔岩成分，但从其结构构造特点看，它们是溢流相和爆发相交接部岩相的产物。

上述第五层中上段的火山岩特征，出露层位和位置使我们考虑为同一火山活动，但处于不同的岩相地段的产物。初步认为矿区西北部向东南部为逐渐接近火山活动中心的方向。还可以发现：

①它们大体属于同一层位，具有从西向东火山岩层厚度逐渐变厚，正常碎屑岩（上伏）层逐渐变薄的趋势。这样显出火山岩层从西向东层位上升，岩相也从爆发相变为溢流相，反映早期爆发阶段以火山碎屑建造为主，晚期溢流相出现火山熔岩，其分布范围仅限于或接近于火山活动中心。这与一般的火山喷发作用的特点相同[1]。②岩性相同，同是钾流纹质岩石。③沉积环境相同，都是水下沉积相。④沉积古地理相似，为凹凸不平的浅水地区。⑤使上下片岩的特点发生明显变化的划分性质，（最明显的是上部 Ca，Al 质增加，因而使岩石硬度变低，易风化）等等这些特点，我们试将石碌群第五层分解为三个岩段，中上部划出一层为浅变质的火山—沉积碎屑岩夹透镜状火山熔岩，熔接凝灰岩和火山凝灰岩岩段。

二、石碌群第六层中火山岩的发现

第六层是矿区的主要含矿层位。

我们发现枫树下矿区原鉴定的蚀变霏细斑岩和蚀变花岗斑岩是两层海底火山凝灰岩，具体地说，是钾粗安质球粒状凝灰岩及钾流纹质球粒状凝灰岩。它们的主要岩石结构构造特征有：

①广泛发育有玻璃质火山球粒。

②出现大量的长英质火山球粒（前人曾称为假球粒），它们常显出中心式放射状的长英质枝扇状的晶束。它们同玻璃质球粒相比，只是成份不同，其结构构造同样反映急速水下冷却的成岩环境。

③经研究，所谓岩石的“斑晶”实际上是一些晶屑，或者是以晶屑或其它颗粒为中心的长英质的放射状晶束。特别是一些形状很圆的石英，曾被人认为是岩浆侵入时带来的受熔蚀的捕虏体。在山东海洋学院张保民教授的答疑及指导下，发现这是沉积的凝灰质当时保留的水泡，后来又被石英充填而形成的一种特殊结构，因此，晶体未受强烈破碎，成分纯净单一，并明显地具有水滴状、滚圆状及光滑的边界。

④这种“水泡”状构造及前述岩石特征在铁矿层中也有发现（李桂兴，1986)。

这两层火山岩中，下部的以长英质球粒为主，而上部岩层中是以硅质为主的玻璃质球粒。两层火山岩位于枫树下矿区第六层下部富铁矿层和上部贫铁矿层之间。从已有的资料看，它们比第五层上部的火山岩分布及规模或许要小一些，可能为顺层透镜状产出。

三、几类含火山凝灰质成分的沉积变质岩

这里所指的是透辉石透闪石岩、石英绢云母片岩和阳起石片岩，甚至有些含透辉石或杆榄石的白云质大理岩、白云岩。矿区的这些岩石中不同程度地含有火山凝灰岩的成分，部分岩石本身是以凝灰质为主要成分。值得指出的是，对矿床成因有密切关系的透辉石透闪石岩指的是在富铁矿顶底板顺层产出的层状岩石，而不是指矿区内具有明显交代成因的脉状，似层状矽卡岩。认为这些沉积变质岩的原岩成分中不同程度地具有火山物质成分，就特别要注意这里所报导的两个地质证据：

①钾流纹质凝灰岩中发现有透辉石岩层。保秀岭火山岩靠近顶部的钾流纹质凝灰岩的部分样品，经室内数次切片鉴定，并得到张保民教授的进一步确认，定名为透辉石岩。野外它们与上下凝灰岩的颜色，结构构造都见不到明显的差别或界限，而在镜下很容易区别它们。

②在蚀变的杆榄石，透辉石白云岩中有火山玻璃的存在。蚀变矿物以蛇纹石为主，原矿物已少见。所见的镜下区域为低突起，正交全消光，但在高倍单偏光镜下可见这个区域由两部分组成，无任何结构的部分为树胶，周围的物质具有结构，它们呈发丝状，发针状的发雏晶结构，即是火山玻璃。石碌矿区与矿层共生的透辉透闪石岩类的成因一直争论不休，它们在延伸上和纯净的白云岩呈相变关系，很多情况下在剖面上具有一定形式的沉积“韵律”。结合上述新的地质事实，我们考虑它们是一种沉积变质岩类，原有的沉积成分中不仅有正常沉积的白云质、钙质和碎屑，还有火山物质成分的加入，经过后生改造作用而形成的“原地”变质交代岩。这种类型的岩石在华南几个与火山作用有关的铁铜矿山中频有出现[8]。石碌二透岩似可称为凝灰质透辉透闪石岩，是一种含火山质的沉积变质岩

类。

③残余火山岩结构构造的存在。不少称为石英绢云母片岩的成分，其片状矿物是阳起石，或有部分透闪石。这些岩石不仅产出位置与火山岩分布有关，而且在变质之后仍可在镜下见到保持原火山凝灰结构，熔接凝灰结构的形象。

④岩石化学分析结果的研究。矿区的主要岩类岩石化学成分分析结果表明，仅有28.5%的样品落入尼格里投影区的沉积岩区。其中29个二透岩类样品中仅有5个落入沉积岩投影区，而82%的样品在火成岩投影区里出现。同时，透闪石阳起石岩的成分点有30%左右落在火成岩区。还可以发现，一些产于火山岩剖面中的岩石却落在了沉积岩的投影区。

综上所述，石碌矿区岩石类型特殊及复杂的原因正反映了它们物质成分的多源和形成作用的复杂。研究它们可以作为研究矿床成因的一把钥匙。它们反映出，在石碌铁矿沉积时不仅有正常机械沉积，化学沉积作用，也有火山活动的参与，并且由于后期的改造作用掩盖了它们原来就难以区分的过渡于正常沉积—海底火山沉积作用之间的本来面目。

四、海底近源火山作用提供矿质来源

石碌矿区含矿岩系中，特别是在主矿层附近发现了多处多层火山岩层。而火山岩的分布，所反映火山活动的规模似乎与矿体的规模有明显的正相关关系。规模最大的主矿层—北一矿体之下就是目前所知的规模最大的火山岩岩段。第六层下部富铁矿之上的两层火山岩所显示出的火山活动程度不很强，相伴其上的贫铁矿层也不具有很大的意义。

矿区最主要的含矿建造是白云岩—二透岩—贫铁矿—富铁矿—贫铁矿—二透岩—白云岩。从主要化学成分上看（表1），它们是一种渐变关系，反映了同一成因的特征。矿区火山岩岩石学研究表明，火山岩以钾质酸性为主要成分特征。据科普切弗、德沃尔尼科夫等人的研究[7]，中酸性火山岩不同于基性火山岩的明显形态特征是厚度不均一，而分布范围要小得多。矿区火山岩中大量出现火山泥球，发现有火山砾石及广泛出露的熔接结构的流纹质凝灰岩，甚至在矿区东部出现溢流相的钾流纹岩，流纹斑岩等特点都显示出距离火山活动的中心已经不很远了。目前从北一矿体到鸡心河处火山岩距离在3km左右，就是考虑到后期断裂的错动、褶皱的变位影响，从北一矿体向南东到火山喷发中心也仅在5km左右。结合岩石中并未见到显示经过陆相火山活动阶段的成分及结构构造——可能为海底喷发的特点，认为石碌铁矿的矿质主要来自海底近源火山作用的看法就比较合乎逻辑了。

表 1

岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5
白云岩	6.08	0.06	0.27	0.10	0.21	21.69	28.99	0.02	0.05	<0.02	0.04
透辉石岩	37.71	0.28	2.00	9.78	8.06	11.74	16.44	0.76	0.07	0.18	0.05
贫铁矿石	49.51	0.82	11.02	27.70	2.27	0.20	0.70	0.20	3.35	0.82	0.16
富赤铁矿	17.69	0.14	1.68	69.11	3.70	0.61	0.95	0.09	0.42	0.15	0.13

参考文献

〔1〕 梁百合等，1979．海南岛石碌富铁矿含矿岩系沉积形成条件的初步分析。中山大学学报(自然科学版)，1979年2期。

〔2〕 陈铭泽等，1979年。海南岛石碌铁矿成因研究。南京大学学报（地质专刊）(一)。

〔3〕 夏邦栋等，1979年。海南岛石碌及外围地区的地层和沉积建造。南京大学学报（地质专刊）(一)。

〔4〕 蒋大海，1984年。海南岛几个地区含铁层位的时代及成矿物质来源问题，广东地质科技，1984年4期。

〔5〕 刘成湛，1977年。海南石碌铁矿矿物和岩石 PH 值的测定及矿床成因问题。中南矿冶学院学报，1977年3期。

〔6〕 刘宏英，1982 年。海南石碌铁矿硫、氯同位素组成特征及矿床成因分析。第二届全国同位素地球化学学术讨论会论文（摘要）汇编，1982年。

〔7〕 科普切弗－德沃尔尼科夫等，(1967年版中译本)。火山岩及其研究方法，地质出版社，1978年。

〔8〕 姚德贤，1984。海南岛，粤东，闽西南层控富铁矿成矿规律及找矿标志。地质论文集，中山大学校庆60周年。

NEW DISCOVERY OF VOLCANIC ROCKS IN ORE-BEARING ROCK SERIES IN THE SHILU IRON DEPOSIT ON HAINAN ISLAND

Lu Guxian

Abstract

Since the 1970's, there have appeared a lot of views about the source of ore substances in the Shilu deposits on Hainan Island. Since 1983, the author and his colleagues have found two layers of volcanic tuffs in Bed No.6 that is the main ore-bearing bed in the Shilu Group, and found volcanic tuff layers at a few localities in the upper part of the schist of Bed No.5 at the base of the principal ore bed. A unit of low-grade volcanic-sedimentary clastic rocks with lenticular volcanic lavas and volcanic tuff has been tentatively defined in the middle-upper parts of Bed No.5. They discovered diopside rocks in the cross section of volcanic rocks and not devitrified volcanic glass in altered diopside dolomite. Therefore it is proposed that the ore substances of the Shilu iron deposit might originate mainly from submarine proximal volcanic eruption.