

猫场式黄铁矿矿床地质特征 及成因探讨

甘朝勋

(贵州省地矿局区调大队)

在川滇黔交界地区二叠系峨眉山玄武岩被边缘地带,广泛分布着猫场式黄铁矿矿床(图1)。这一类型矿床具有典型特征,其成矿与峨眉山期火山岩密切相关,展布稳定,厚度大,品位较高,为我国西南硫矿带^[1]中佼佼者,颇具经济意义和地质找矿意义。

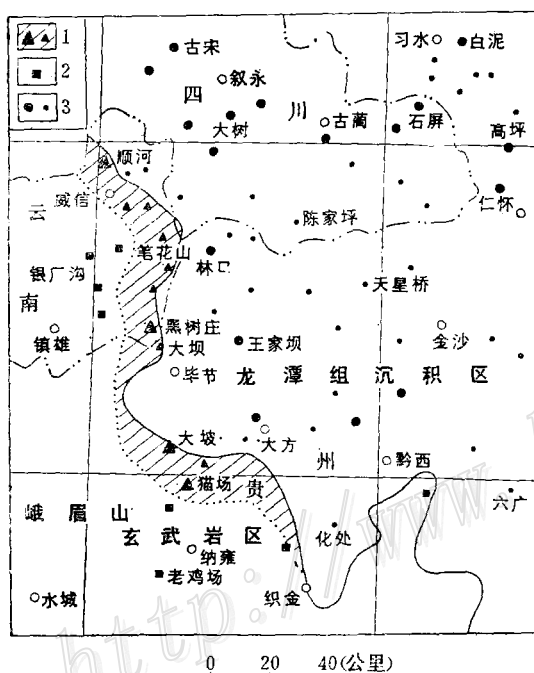


图 1 川滇黔交界地区晚二叠世早期黄铁矿(点)分布略图

1—猫场式矿床(点); 2—峨眉山玄武岩区矿点;
3—龙潭组沉积区矿床(点)

Fig. 1. Schematic map showing the distribution of early Late Permian pyrite deposits (occurrences) in Sichuan-Yunnan-Guizhou bordering area.

1—pyrite deposit(occurrence)of Maochang type;
2—pyrite occurrence in Emeishan basalt; 3—
pyrite deposit(occurrence)in sedimentary area
of Longtan Formation.

一、矿床地质特征

(一) 含矿岩系及矿层 黄铁矿产于峨眉山玄武岩被尖灭端的粘土化玄武岩中, 矿床呈北西向带状分布, 长150千米, 宽10—20千米, 展布较集中。矿层底板为茅口组生物碎屑灰岩、角砾状硅质岩; 顶板为杏仁状斑杂状玄武岩、凝灰岩、凝灰质粘土岩, 或为龙潭组碎屑状粘土岩、绿泥石岩等(图2)。其含矿剖面以大方县猫场为例, 简述如下:

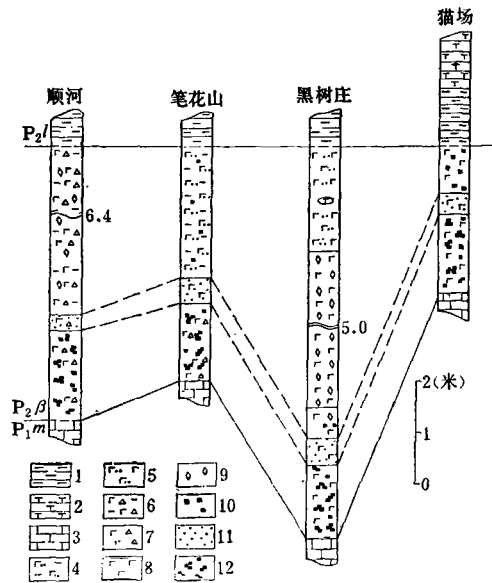


图 2 猫场式黄铁矿矿床含矿岩系柱状对比示意图

1—粘土岩, 2—绿泥石岩, 3—石灰岩, 4—凝灰质粘土岩, 5—凝灰岩, 6—角砾凝灰质粘土岩, 7—粘土化玄武质火山角砾岩, 8—粘土化玄武岩, 9—菱铁矿, 10—星散状黄铁矿, 11—稠密星散状黄铁矿, 12—聚晶团块状黄铁矿

Fig. 2. Correlation of strata containing pyrite deposits of Maochang type.

1—claystone; 2—chloritic rock; 3—limestone; 4—tuffaceous claystone; 5—tuff; 6—brecciated tuffaceous claystone; 7—clay grouting basaltic volcanic breccia; 8—clay grouting basalt; 9—siderite; 10—dispersed pyrite; 11—densely dispersed pyrite; 12—synneusis massive pyrite.

龙潭组:

4. 碎屑状粘土岩、绿泥石岩

-----假整合-----

峨眉山玄武岩:

3. 杏仁状、斑杂状玄武岩

厚1—2米

2. 黄铁矿层: 围岩为粘土化斑杂状玄武岩, 少量玄武质凝灰熔岩。矿层具分层现象, 按其特征一般可细分为三层矿, 自上而下为(图3):

③ 稀疏星散状黄铁矿(上矿层), 矿石主要呈稀疏分布的粗粒自形晶结构, 全硫品位一般低于10%

厚1—2米

② 稠密星散状黄铁矿(中矿层), 矿石呈细粒稠密星散状或块状, 全硫品位一般大于30%

厚0—0.4米

① 斑杂团块状黄铁矿(下矿层), 矿石主要呈团块斑杂状粗粒集合体聚晶, 次为细至中粒星散状。全硫品位一般16—18%, 矿层中偶含直径5—30厘米大小的硅质(玉髓)、硅质灰岩砾石

厚2—3米

-----假整合-----

茅口组

1. 生物碎屑灰岩

黄铁矿主要呈层状、似层状产出, 稳定程度较好, 延长数百米至数千米, 矿层厚度受底板古侵蚀面垂向变化幅度的制约。一般来说, 在古岩溶凹陷处矿层厚度大(最厚可达6—8米), 凸起处厚度减小(1—2米), 乃至尖灭。矿层一般厚1.5—3米, 结构单一, 上、中、下三层矿常可见及, 以中、下矿层为主要开采对象。

(二) 含矿岩石特征 含矿岩石主要为浅灰白色粘土化玄武岩、粘土化斑杂状玄武岩、粘土化玄武质火山角砾岩及粘土化玄武质凝灰熔岩、凝灰岩等; 原岩虽已粘土化, 但仍保存有原岩的结构构造和矿物假象特征。

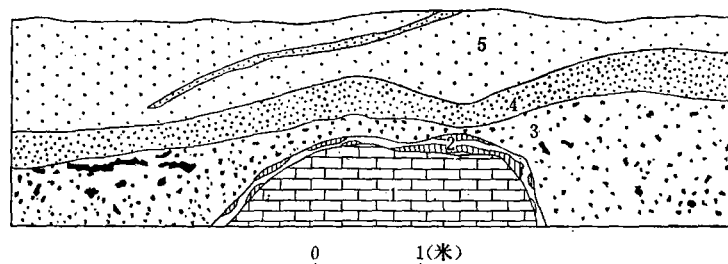


图3 产于粘土化玄武岩中的黄铁矿

(据大方县猫场黄铁矿矿区五号矿井南东壁一段素描图缩编)

1—茅口组石灰岩；2—风化壳褐铁矿粘土岩；3—聚晶团块状及星散状黄铁矿；
4—稠密星散状黄铁矿；5—稀疏星散状黄铁矿

Fig. 3. Sketch showing pyrite present in clay grouting basalt.

1—limestone of Maokou Formation; 2—weathering crust limonite claystone;
3—synneusis massive and dispersed pyrite; 4—densely dispersed pyrite; 5—
sparsely dispersed pyrite.

含矿蚀变岩石常具填间、交织、玻基交织、玻基斑状及玻璃质结构假象。斜长石假象呈微晶自形柱体，或无规则或平行密集排列，有的还显示熔岩流动构造。斜长石晶粒间为含钛矿物及粘土矿物充填。含矿岩石粘土化后的粘土矿物，经差热分析确定有胶岭石、少水高岭石、变水高岭石、高岭石、单热水云母、水云母等。黄铁矿在岩石中极新鲜，矿物颗粒周围常有重结晶粘土矿物组成栉壳式镶边，即粘土矿物鳞片环绕黄铁矿颗粒垂直生长，矿物颗粒越大粘土矿物镶边越宽。

(三) 矿石特征

1. 矿物成分：矿石矿物比较简单，主要为黄铁矿，个别处聚集白铁矿，偶见微量菱铁矿及黄铜矿、闪锌矿等。

黄铁矿主要呈自形晶立方体，少许六八面体，次为半自形—他形晶，粒径0.03—7毫米，一般0.1—3毫米，聚晶斑杂团块状集合体大小1—3立方厘米。光片中黄铁矿呈黄白色均质体，矿物颗粒表面常有纤维状粘土矿物镶边。

白铁矿呈细粒针状、柱状、板柱状及矛头状自形—他形晶。

脉石矿物为具斜长石假象之粘土矿物、混浊的含钛粘土及楣石—钛石，偶见微量粒状辉石、隐晶质及显微鳞片状绿泥石和方解石等。

2. 结构构造：常见的矿石构造为星散状和斑杂团块状（如图3），次为块状、晶链状、网脉状和胶团状等。

星散状构造：黄铁矿呈细（主）—粗粒自形—半自形晶嵌布于矿石中。矿物呈单晶分布，或疏或密，粒径一般0.1—3毫米，稠密分布者常组成块状矿石，品位特富。

斑杂团块状构造：黄铁矿呈聚晶团块状集合体不均匀分布于矿石中，形态多不规则，常具自形—半自形晶面边，团块直径一般1—3厘米不等，大者可达10厘米左右。矿石品位中等。

3. 矿石类型：按矿石的颜色，矿石类型应属“白矿”，与龙潭组沉积区黄铁矿的“白矿”可以类比，但品位偏富；按围岩性质，属粘土化玄武岩型黄铁矿；按矿石结构构造分

为：①聚晶团块状矿石；②稠密星散状（或块状）矿石；③稀疏星散状矿石；④网脉状及其它不规则状矿石。其中以聚晶团块状和稠密星散状矿石为主要工业矿石类型。

4. 化学成分及伴生元素含量：有用组分主要为硫，全硫含量一般为17—23%，多稳定在20%左右，变化不大。以稠密星散状矿石最富，多属I级品；聚晶团块状矿石为II、III级品。有害组分一般含(Pb+Zn)0.03—0.15%，As<0.01—0.03%，F 0.03—0.07%，C 0.85%，H₂O 1—2%，大多在工业利用允许范围之内。

挑选黄铁矿单矿物作化学分析，一般含TS 49.42—52.87%，平均51.26%；TFe 42.41—46.07%，平均44.65%；硫铁比为1.134—1.165，平均1.148，近似于黄铁矿硫铁比理论值。

脉石成分主要为SiO₂、Al₂O₃、TiO₂等，它们随TS、TFe含量的增减而消长。矿石全分析，一般含TS 17—23%，TFe 15—21%，SiO₂ 20—30%，Al₂O₃ 16—23%，TiO₂ 5—7%，以上五项占总量90%左右。用重砂法剔去黄铁矿后，取剩余部分作化学分析含SiO₂ 41—52%，Al₂O₃ 24—35%，TiO₂ 6—10%，TS≤1%，TFe≤1%，占总量约90%。其它组分原矿与尾矿含量变化不大，一般含CaO 0.2—1.5%，MgO 0.1—1.2%，MnO 0.003—0.07%。含矿岩石与区域正常玄武岩比较，主要成分SiO₂大大削减，Al₂O₃、TiO₂含量显著增加，CaO、MgO、MnO等组分含量大幅度降低，这显然是成矿作用矿化蚀变的结果。

伴生元素光谱分析结果列如表1。含矿岩石与区域正常玄武岩中的伴生元素含量相近似，惟Co、Sc元素含量偏低。表1中可见Cu、Co、Ni元素主要赋存于黄铁矿精矿中，而Sc、Ga、V、Zr、Cr等元素则在含矿围岩中富集。

表1 猫场式黄铁矿伴生元素含量对比表

元素	区域正常玄武岩平均值 ^①	含矿蚀变玄武岩(原矿)	黄铁矿精矿(TFe 49.4—52.9% TS 42.4—46.1%)	尾矿(围岩)(TFe ≤1% TS ≤1%)
Cu	182	15—250	100—550	<10—15
Ni	53	10—60	40—520	<10—15
Co	30	≤10	10—330	<10
Sc	22	<10	<10	40—50
Ga	36	10—40	≤10	40—80
V	221	40—300	<5—30	300—600
Zr	171	30—200	<10—160	50—700
Cr	65	10—200	<10—40	50—100

① 郑启铃等1978年资料。

(四) 围岩蚀变 围岩蚀变主要表现为原岩强烈地粘土化，生成胶岭石、高岭石及少量水云母族粘土矿物。黄（白）铁矿的成矿作用，夺去了岩石中的暗色矿物，致使围岩显著地褪色，尾矿中的铁含量较正常玄武岩降低10%以上，钙、镁、锰等组分含量亦显著减少，铝、钛等成分含量明显增加。同时常见矿物颗粒或聚晶集合体周围鳞片状粘土矿物的重结晶现象。上述蚀变伴随黄（白）铁矿的生成而存在，颇具找矿意义。

(五) 氧化带特征 矿体在地表浅部均遭受不同程度的氧化，其氧化强度取决于矿体所处的地质、地貌、水文等条件的影响程度，一

般可大致划分出氧化带、半氧化带和原生带，三带之间无截然界线而呈逐渐过渡关系。一般情况是，矿体产状平缓，覆盖层薄，顺坡向或高山地形氧化较强，反之则氧化弱。沟谷旁侧地表可见到原生矿，氧化带深度一般为4—25米，由地表向深部氧化作用渐次减弱，硫铁比值由小变大，趋近理论值(1.146)。黄铁矿经强烈氧化后变为褐铁矿，由于这一作用产生大量的硫酸溶液作用于围岩，往往形成不等量的高岭土矿堆积在侵蚀面上。

二、矿床成因探讨

(一) 古地理环境与成矿的关系^{①②}

早二叠世晚期沉积活动结束后,东吴运动造成地壳普遍上升,广阔海水一度消退,先期沉积的一套碳酸盐建造遭受不同程度的侵蚀剥蚀,形成典型的碳酸盐岩石区的岩溶地貌景观。

晚二叠世早期,海水由东南侵没本区,直达威信—镇雄—纳雍—织金一线。此刻,玄武岩浆开始喷发,早期表现为强烈爆发,形成陆相爆发的巨大的火山碎屑岩及少量含生物碎屑的海相沉积火山角砾岩。继后,地壳有所抬升,海水相对消退,在威信—毕节—大方—织金—一线海陆界线较长时期处于稳定。玄武岩浆喷发中期,大规模的玄武岩浆洪溢,具有喷发地区多,分布面积广,持续的宁静溢出特点。重要的是伴随着玄武岩浆的洪溢,携带来大量的造矿元素,奠定了成矿的物质基础,在有利的条件下即可形成工业矿床。至玄武岩浆喷发晚期,火山活动趋近尾声,这时的喷发特征为短周期的微弱爆发,形成玄武质熔(岩)火山碎屑岩—玄武岩—凝灰岩以及向沉积岩过渡的岩类。整个玄武岩浆喷发时期,其喷发相仍以陆相为主,而在玄武岩分布区东部边缘地带,常有熔岩入水标志或海底溢出迹象^③,形成火山岩边缘区水陆相嵌的特殊地区,这一区域正是生成猫场式黄铁矿床的良好场所。因此,我们在探讨黄铁矿成矿机理的时候,除研究火山活动特点之外,不得不注意古地理条件对成矿的控制作用。

(二) 矿质来源

关于生成黄铁矿的物质来源,目前尚存在着一些分歧,因而牵涉到对矿床成因的不同认识。这些观点归纳起来主要有三种:①与峨眉山期火山活动有关,物质来源于玄武岩浆的喷气(热液)—沉积作用,属火山源^{④⑤};②铁是玄武岩粘土化过程中矿物解体析出的,硫为地壳硫,属沉积矿床^⑥;③物质来源于多方面,主要有古风化壳、玄武岩、海水及生物等,属多源的海相沉积矿床^⑦。笔者认为形成猫场式黄铁矿床的铁质主要来自玄武岩,是海水与玄武岩发生反应而从玄武岩(玻璃质及辉石、磁铁矿、钛铁矿等)中析出来的,这和含矿火山岩不同程度的粘土化作用相一致。从化学分析结果也可证明,区域正常玄武岩含TFe 10%以上,而含矿岩石在剔除黄铁矿后分析含TFe小于或等于1%,显然岩石中的铁质在粘土化过程中绝大部分被转化形成了黄铁矿。但是,矿床中的硫并非直接来源于玄武岩浆,而是从其中分馏出来,经过海底热液体系运移到海底盆地中,再从海水硫酸盐中得到硫,沉淀出黄铁矿。其矿床的沉积特征十分清楚。可从硫同位素测试资料得到证明,根据13件黄铁矿单矿物样品测试结果, δS^{34} 值为+11.6—-27.3‰,极差为38.9‰,一般值为-10—-20‰,平均值

① 郑启钤等1978年资料(内部刊物)。

② 甘朝勋1977年资料(内部刊物)。

③ 郑淑芳、李德明1981年资料。

④ 云南省地质局第八地质队1977年资料(内部刊物)。

⑤ 甘朝勋、于津生、张国新1984年资料。

⑥ 张广明、罗清华1979年资料(内部刊物)。

⑦ 贵州省地质局区调大队1979年资料。

为-7.8‰, 变化范围宽, 重硫轻硫都有, 而主要富集轻硫。主矿层中下矿层的 δS^{34} 值为+6.0—-27.3‰, 平均值为-16‰; 中矿层的 δS^{34} 值为+4.2—-8.1‰, 平均值-0.4‰

表2 猫场式黄铁矿硫同位素测试结果

采样地点及样号	含矿岩石名称	采样部位	测试结果 δS^{34} (‰)
云南镇雄黑树庄 10k-16	粘土化玄武质 火山角砾岩	下矿层	-27.3
云南镇雄湾沟 10k-14	粘土化玄武质 火山角砾岩	下矿层	-20.3
贵州大方石牛角 17k-101	粘土化玄武岩	下矿层	-19.3
云南镇雄田湾 10k-157	粘土化玄武岩	下矿层	-18.0
贵州大方猫场 17k-79	粘土化玄武岩	下矿层	-16.5
贵州毕节大坝 10k-17	粘土化玄武质 火山角砾岩	下矿层	-16.4
云南威信顺河 10k-19	粘土化玄武质 火山角砾岩	下矿层	+6.0
贵州毕节大坝 10-18c	粘土化玄武质 火山角砾岩	中矿层	-8.1
云南镇雄田湾 10k-158	粘土化玄武岩	中矿层	-1.4
云南镇雄黑树庄 10k-15	粘土化玄武质 火山角砾岩	中矿层	+0.2
贵州大方猫场 17k-88	粘土化玄武岩	中矿层	+3.3
云南镇雄湾沟 10k-13	粘土化玄武质 火山角砾岩	中矿层	+4.2
贵州大方猫场 17k-97	粘土化玄武岩	上矿层	+11.6

测试单位: 中国科学院地球化学研究所

(表2), 显示了沉积特征。

(三) 矿床成因

B. И. 斯米尔诺夫 (1970) 在总结他多年研究黄铁矿床的成因时指出: 来源于深部火山源的矿质, 一部分在上升途中沉淀, 形成次火山热液矿床; 另一部分矿质到达海底沉淀, 形成喷气 (热液) - 沉积矿床; 第三部分矿质被火山活动以及冲刷等作用从中心向四周带走, 形成远处陆源建造中的沉积矿床。三者同出一源。

阎俊峰 (1982) 研究认为, 西南硫矿带受川滇交界的南北向构造带 (即“小江深断裂”) 的控制, 沿着这条南北向构造带, 在海西期喷发出规模宏大气势雄伟的玄武岩流, 形成了广阔的火山构造沉陷。矿源物质伴随基性玄武岩流从地下溢出成矿, 构成了川、滇、黔一带火山构造沉陷型硫铁矿床^[1]。

从前述不难看出, 猫场式黄铁矿床分布在火山岩边缘地带, 呈带状展布。已知矿产地大部在开发利用。矿带呈北西向延伸, 长150千米、宽10—20千米, 除个别地段 (如笔花山以北) 矿层厚度减薄 (≤ 1 米)、品位降低 ($TS \leq 10\%$) 外, 余者矿层厚1.5—3米许。矿石品位稳定在17—23%之间, 矿石中黄铁矿精矿的 Co/Ni 为0.6。由矿带向东伸展进入龙潭组沉积区 (见图1), 相应地在下二叠统茅口组侵蚀面上, 沉积了一套火山碎屑沉积岩—沉积相粘土岩中的黄铁矿层。由于相距火山源渐远, 火山活动控制成矿作用减弱, 矿层厚度逐渐变薄 (1—3米), 矿石品位降低 ($TS 11—16\%$), 形成从火山岩区向沉积岩区过渡变化的黄铁矿床的平面分带景观。由此可见, 西南硫矿带黄铁矿床的生成分布规律与 B. И. 斯米尔诺夫的火山成因黄铁矿床成矿模式极相近似, 其成矿与火山活动密切相关。

综合上述, 猫场式黄铁矿床的生成与峨眉山期火山活动息息相关, 是富硫玄武岩浆的衍生物。矿床成矿作用是在氧化电位小的偏碱性滨海—浅海台地相还原环境, 海水起着缓冲和封闭作用, 使含矿挥发分得以保存并进行成矿作用, 生成黄铁矿。矿床的形成严格受着火山机构的制约, 环火山机体呈规律性的带状分布, 矿质主要来源于火山喷气活动, 经过海底热液沉积作用而形成黄铁矿床。因此认为, 猫场式黄铁矿床的成因类型是属与峨眉山玄武岩有关的热液—沉积矿床。

参 考 文 献

- 〔1〕 阎俊峰 1982 我国主要硫矿床类型及成矿若干规律 矿床地质 第1卷第2期

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENETIC INVESTIGATION OF THE MAOCHANG TYPE PYRITE DEPOSITS

Gan Chaoxun

(Regional Geological Surveying Party of Guizhou Province)

Abstract

Widely distributed along the edge zone of the Permian Emeishan basalt covering layer are Maochang type pyrite deposits, deposits of typical significance whose formation is closely associated with Emeishan volcanic rocks. These deposits are characterized by stable distribution, great thickness and relatively high grade and therefore have noticeable importance in economy as well as in mineral exploration.

The Maochang type pyrite deposits occur in altered basalt, distributed as a zone 150 km in length and 10-20 km in width. Orebodies are bedded or stratoid in shape, stable in extension and 1.5-3 m in thickness, and have low harmful components. The ore-bearing country rocks, subjected chiefly to clay grouting, have SiO_2 , Al_2O_3 and TiO_2 as their major chemical composition and pyrite as their main mineral constituent with marcasite concentrated on local basis.

The Maochang type pyrite is intimately related to the volcanic activities of the Emeishan epoch in genesis, being derivative of sulfur-rich basaltic magma. The mineralization took place mainly in more-alkaline littoral-shallow sea platform environment with low oxidation potential; the sea water played the role of cushioning and seal, making it possible to preserve ore-bearing volatiles and produce pyrite through mineralization. The formation of the ore deposit was strictly governed by the volcanism, the ring-like volcanos were distributed regularly in zonation, the ore materials were predominantly derived from volcanic exhalation, and the pyrite deposits were eventually formed through sea bed hydrothermal sedimentation. It is therefore concluded that the Maochang type pyrite deposits belong genetically to hydrothermal-sedimentary deposits related to Emeishan basalt.