

# 连城锰矿庙前矿区矿床成因初探

罗力生

(连城县矿产资源管理委员会)

福建连城锰矿以前认为是风化淋滤型矿床。1982年初,在4号矿段发现原生锰矿石,多数作者认为是沉积变质改造成因。笔者以矿体赋存状态、控矿构造、锰质来源、岩浆活动和同位素组成特征资料为基础,认为是热液交代充填型矿床。

**关键词:** 福建省; 锰矿床成因; 热液型

连城锰矿是我国当前生产低磷低铁富锰矿石和优质电池锰粉的主要矿山之一。过去一般认为,该区锰矿是风化淋滤型矿床。1982年初,在庙前矿区4号矿段发现了原生矿石,至此,许多人认为该区锰矿属于沉积变质改造成因<sup>①②③</sup>。笔者近年参加了4号矿段的勘探工作,在综合了该矿段实际资料的基础上,认为该矿床属于热液充填交代型矿床。

## 地质背景

矿区位于永梅凹陷带之次级构造:三明—上杭隆起带西北与明溪—长汀凹陷带东南的交接部位。区内出露地层主要有上泥盆统南靖群,下石炭统林地组、中石炭统黄龙组、上石炭统船山组,下二叠统栖霞组、文笔山组和加福组,上二叠统翠屏山组和上侏罗统南园组。

矿区构造以断裂为主,有北西向、东西向、北东向和近南北向等四组。

区内火成活动频繁,可见大量花岗斑岩、石英斑岩、石英闪长岩和辉绿岩等,外围珠地、砂里等地还有大面积花岗岩出露。

## 矿床地质特征

根据矿体的分布,矿区可分为7个矿段,4号矿段由原生矿和氧化矿组成,其余矿段全是氧化矿组成的。各矿段矿体多沿断裂带或其交汇部位产出,明显受构造控制(图1)。下面以4号矿段为

代表,对矿床地质特征简述如下。

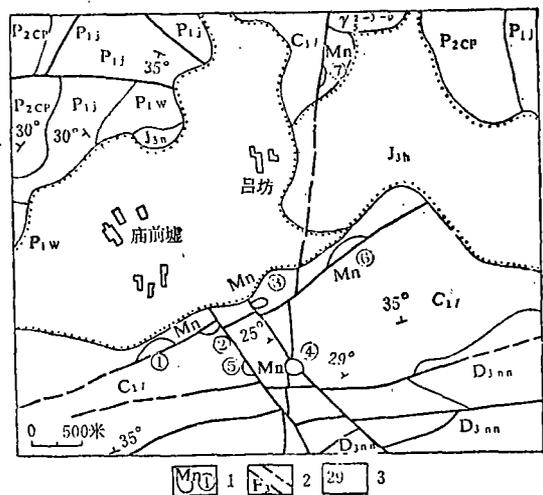


图1 庙前锰矿区地质略图

(据连城锰矿地测科资料简化)

Q—第四系, J3n—上侏罗统南园组, P2cp—上二叠统翠屏山组, P1j—下二叠统加福组, P1w—下二叠统文笔山组, C1l—下石炭统林地组, D3nn—下泥盆统南靖山群,  $\gamma_5^{2-3}$ —燕山期花岗岩, 1—锰矿体及矿段号, 2—断层和推测断层, 3—岩层产状

① 吴祖杰等 福建沉积变质锰矿的发现兼谈氧化锰锰质来源, 1983年。

② 陈华才等, 福建省连城锰矿四号矿点成因探讨, 1984年。

③ 卫自强等, 连城锰矿地质特征及找矿前景, 1985年。

**1. 矿体赋存状态** 4号矿段地表出露地层为下石炭统林地组砂岩、粉砂岩、砾岩、泥岩等，钻孔中见船山组灰岩。地表和钻孔中均见花岗斑岩、石英斑岩和辉绿玢岩。

矿段内锰矿体赋存于构造角砾岩中，受两组断裂破碎角砾岩带制约。矿体顶、底板岩性均较复杂，可为砂岩、砾岩、泥岩或灰岩。矿体多呈囊状、不规则状、透镜状或脉状（图2）。

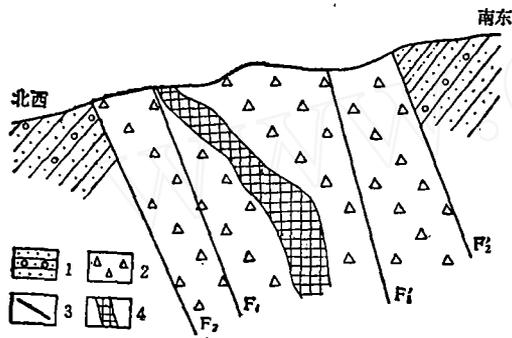


图2 庙前4号矿段综合剖面图

1—林地组砂砾岩；2—破碎角砾岩；3—断层；4—矿体

**2. 控矿构造** 矿段内断裂构造主要有3组： $F_1$ 组走向近南北，倾向东，倾角 $60\sim 70^\circ$ ，断续延伸 $>1000$ 米，宽约120米，属张扭性。 $F_2$ 组走向北西，倾向北东，倾角 $50\sim 60^\circ$ ，断续长 $>1500$ 米，宽约80米，亦属张扭性； $F_3$ 亦属北西向张扭性断裂。 $F_1\sim F_3$ 为一组近东西向断裂，倾向南，倾角 $40\sim 60^\circ$ ，属压扭性。上述断裂中 $F_1$ 、 $F_2$ 两组是控制矿体的主要构造。断裂带内为砂岩、石英岩、泥岩、砾岩、灰岩、石英斑岩、花岗斑岩和辉绿岩等角砾充填，角砾大小不一，混杂分布。

**3. 矿石矿物组成和结构构造** 矿石可分为原生矿和氧化矿两大类。

原生矿石由菱锰矿、硫锰矿和蔷薇辉石等组成；脉石矿物主要有石英、方解石、白云石等，次要矿物有硅灰石、符山石、石榴石、透辉石以及黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、硫锑银矿和绿泥石、绢云母、叶腊石、重晶石、尖晶石、绿帘石等。

矿石结构主要有粒状、柱状、纤状变晶、板柱状、交代残余状等，地表可见碎屑状、鲕状等结构。常见的构造有块状、环带状、浸染状、斑杂

状、角砾状等（图3）。

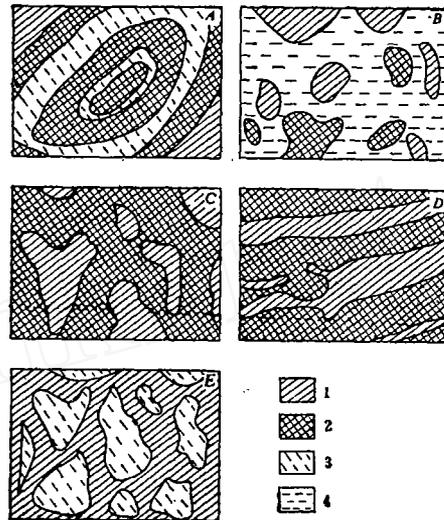


图3 矿石构造素描图

A—环带状；B—浸染状；C—斑杂状；D—一条带状；E—角砾状；1—菱锰矿和蔷薇辉石；2—硫锰矿；3—石英岩；4—泥质蚀变岩

氧化矿石主要由软锰矿和硬锰矿组成，含少量黑钨矿、水锰矿和偏锰酸矿等，为原生矿石氧化而成。矿石一般具块状或粉末状构造，也有角砾状者。

**4. 围岩蚀变** 主要有硅化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化和滑石化等。近矿围岩蚀变主要是前3种。

## 矿床成因

### 1. 成矿物质来源

(1) 锰质来源：庙前矿区各地层锰元素的含岩石中锰平均含量(ppm) 表1

地层岩性	样数	锰的平均含量 <sup>①</sup>	地壳中平均含量 <sup>②</sup>
D <sub>3na</sub> -C <sub>1l</sub> 砂砾岩	180	2675	n·10
C <sub>2h</sub> -C <sub>3c</sub> 灰岩	3	2559	1100
P <sub>1q</sub> 硅质岩	4	8200	1000
P <sub>1q</sub> 灰岩	7	8800	1100
P <sub>1w</sub> 页岩	13	5891	850
P <sub>1j</sub> 砂岩	5	12860	n·10
P <sub>1j</sub> 页岩	5	17400	850

①据福建冶金地质3队。

②据Turekian和Wedepohl。

量均高出地壳同类岩石平均含量的数至数十倍(表1),表明本区各沉积岩层是锰质的主要来源。

(2) 硫源: 矿石中主要硫化物硫同位素  $\delta S^{34}$  值变化范围为  $-1.0\sim+4.1\%$ , 平均值为  $2.07\%$ , 极差  $5.1\%$  (图4), 接近陨硫, 具有岩浆热液型矿床的特征。

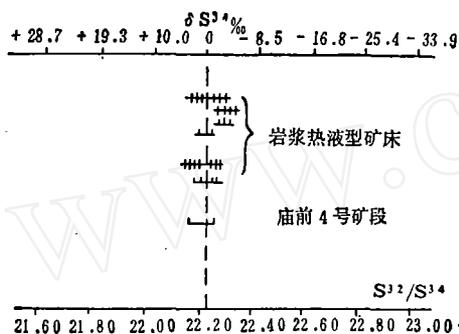


图4 矿石硫同位素组成

(3) 氧、碳同位素组成: 矿床中菱锰矿的  $\delta O^{18}$  值较高, 为  $+18.62\sim+18.90\%$ , 且很稳定(表2)。据测温 和菱锰矿-水分馏方程计算,  $\delta O_{H_2O}^{18}$  为  $+8.47\sim+10.86\%$ 。该值在变质水( $+5.0\sim+25.0\%$ )、原始岩浆水( $+5.5\sim+10.0\%$ )和原生水( $-13\sim+9\%$ )范围内<sup>[1, 2]</sup>。成矿溶液的水可能具有多源性质, 而主要来源于原始岩浆水和受岩浆热驱动的浅成渗流水(变质水)。

菱锰矿的  $\delta C^{13}$  值为  $-13.91\sim-15.80\%$ , 低于初生碳( $-5\sim-8\%$ , Taylor)和海相碳酸盐中的碳同位素组成(均值为0), 而高于花岗岩中的碳同位素( $-21.5\%$ )。由此可见, 本矿床的碳具有沉积地层和岩浆热液混合源的特征。

2. 成矿温度 矿床中各主要矿物的爆裂法测温结果(表3)表明, 矿床的形成温度属于中高一中低温。其中硫锰矿有两个温度值, 地下的温度值高于地表的温度, 显示含矿热液沿断裂带由深部向上运移。

菱锰矿氧、碳同位素组成

表2

样号	矿物	氧同位素组成 (SMOW)			碳同位素组成 $\delta C^{13}$ (PDB)
		矿物 $\delta O^{18}$ , % <sup>①</sup>	形成温度, °C <sup>②</sup>	平衡水 $\delta O_{H_2O}^{18}$ <sup>③</sup>	
4-02	菱锰矿	+18.90	180~220	+8.75~+10.86	-13.91
4-03	菱锰矿	+18.85	180~220	+8.70~+10.81	-13.92
4-06	菱锰矿	+18.62	180~220	+8.47~+10.58	-14.87
4-18	菱锰矿	+18.66	180~220	+8.51~+10.62	-15.80
4-19	菱锰矿	+18.69	180~220	+8.54~+10.65	-15.77

①据福建冶金地质勘探公司; ②据福州大学, 爆裂法测定; ③计算值, 采用方程:  $1000 \ln \alpha_{\text{菱锰矿-水}} = 2.78 \times 10^6 \cdot T^{-2} - 3.40$  (据O'Neil等, 1969)。

利用矿石中共存矿物对的硫同位素成分差值, 根据尾原和克劳斯(1970)的公式:  $1000 \ln \alpha_{\text{矿物-矿物}} = A(10^6 T^{-2})$  计算的硫同位素平衡温度为  $114\sim343^\circ\text{C}$ , 也说明了成矿温度为中高一中低温。

### 3. 成矿地质作用

(1) 沉积作用: 庙前矿区所处的闽西南地区自加里东运动后, 地槽封闭, 转向地台沉积。从晚泥盆世开始, 海水自西南方向入侵; 直至早二叠世, 本区为一向西南开口的海湾, 北东、北西和东南方向为古陆, 供应了碎屑物质和锰质。锰质在沉积盆地中经成岩一后生阶段沉积富集, 局部可形成贫锰矿层。这为该区锰矿的形成奠定了重要的物质基础。

(2) 构造作用: 根据区测资料, 本区自海

气液包裹体测温结果

表3

矿物	温度值, °C	备注
黄铁矿	160~200	ZK403孔, 131米地表露头
黄铁矿	140~160	
硫锰矿	350~365	
硫锰矿	250~280	
方铅矿	240~270	
蔷薇辉石	340~370	
菱锰矿	180~220	

西一印支期(准)地槽回返, 强烈的构造运动在区内形成了一系列的断裂构造, 又经燕山期构造运动的叠加和改造, 形成了导矿和容矿构造, 为矿区锰矿的形成提供了必要的空间。

(3) 岩浆作用和成矿热液的形成: 燕山运动在本区除产生断裂外, 并有广泛的岩浆活动, 是促进锰矿成矿的一个重要因素。D. A. 克里勒等人曾指出:  $Mn^{2+}$  的晶体场稳定能等于 0, 在争夺八面体晶格位置时处于不利地位, 因而在残余熔融体中比较富集。据资料, 本区大面积出露的花岗岩为地壳硅铝层重熔的产物。可以设想, 含锰较高的岩层重熔成岩浆时, 锰受到充分分馏, 富集于晚期热液中。当岩浆从深部上升到浅部时, 附近围岩中的水受热气化或变热上升, 含水量相对减少, 与未变热岩石中的水产生不平衡。冷水的溶解度低, 向岩体方向运移过程中不断淋溶围岩中的矿质, 并与晚期岩浆热液汇合形成富含矿质的热液。

(4) 矿床的形成作用: 上述成矿热液沿断裂带向上运移, 与化学性质活泼的灰岩等角砾发生交代作用。首先在高温条件下形成硅酸盐矿物组合, 随着温度的降低和  $H_2S$  和  $CO_2$  等矿化剂的作用, 接着形成了大量的硫锰矿、菱锰矿等。交代作用主要在断裂带中进行。这里是低压空间, 温度下降快,

在富含碳酸盐和硫化物的环境中, 一部分锰质随交代作用而沉淀。他们或胶结碎屑岩角砾, 或充填于岩石裂隙形成脉状矿体。

这些交代、充填作用之后, 残余热液被  $CO_2$  所饱和, 使先形成之硅酸盐矿物变得不稳定, 并发生分解, 形成石英和碳酸盐组合。如蔷薇辉石形成菱锰矿和石英, 硅灰石形成方解石和石英。

(5) 表生风化作用: 在表生阶段原生矿石遭到较为强烈的风化, 形成了硬锰矿、软锰矿等氧化矿石。本区的 7 个矿段中, 除 4 号矿段保留有原生矿石外, 其余矿段均为氧化矿石, 显示了本区表生风化作用的强烈程度。这种作用使锰质进一步富集使矿石品位得到了提高。

4. 矿床成因 根据矿体赋存状态和矿物组合特征等因素, 建立了矿区成矿作用概念模型(图5)。

从控矿特征、锰质来源、岩浆作用和硫、碳同位素特征分析, 认为本矿床应属热液充填交代型矿床。后期表生作用对锰质的富集起了重要的作用。

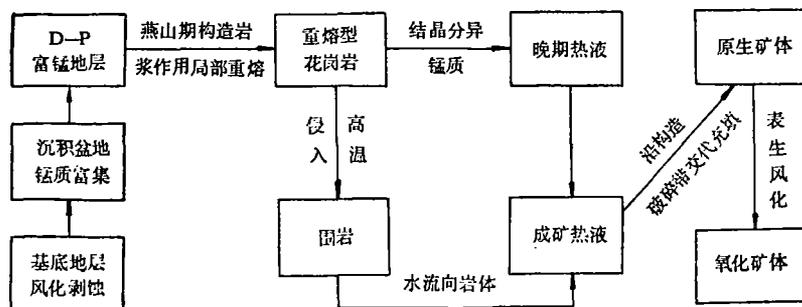


图 5 庙前锰矿区成矿作用概念模型

#### 主要参考文献

- [ 1 ] Taylor, H. P. (丁谔平译), 国外地质科技, 1978, 第5期
- [ 2 ] 郭晓山等, 矿床地质, 1985, 第1期
- [ 3 ] 王郁等, 地质与勘探, 1985, 第9期
- [ 4 ] 叶敬仁, 大地构造与成矿学, 1985, 第4期

[ 5 ] 克里勒, D. A. 等 (杨树人译), 《国外锰矿床》(地矿部情报所), 1982年

[ 6 ] 季克俭等, 中国地质科学院院报矿床地质研究所分刊, 1981, 第2卷, 第1号

④ 湘潭锰矿设计科研所, 福建省连城县锰矿岩矿标本鉴定、矿石物质组成及矿床成因类型研究报告, 1985年

### Metagenesis of the Mn-deposits in Miaoqian Area of the Liancheng Mine

Luo Lisheng

Previously the deposits of the Liancheng manganese mine were believed to be the weathering-infiltration type. Early in the year 1982, primary ores were discovered in the 4th ore block. Since then most people consider that they are belong to the sedimento-metamorphic-reworked type. However the author, in the light of following informations, including the mode of occurrence of the ore bodies, ore controlling structure, source of ore material, magmatic activity and isotope composition, holds that they are of the hydrothermal metasomatic-cavity filling type.