

广西下雷晚泥盆世锰矿床沉积学研究

曾友寅

(广西第四地质队)

提要 本文着重研究和探讨下雷层状锰矿床喷气热液沉积的特征和成因。热液沉积锰矿层产于浅海深水台沟沉积相中,分布面积小,但规模大,矿层由一系列热液硅酸盐矿物、碳酸锰矿物、氧化矿物及硫化物等组成,碳同位素组成表明碳酸锰矿物中的碳来自岩浆,热液矿物形成层状、豆鲕状同生沉积构造,在剖面上呈韵律层,在平面上以热液沉积为中心,往外逐渐变为分布较广的冷水沉积碳酸锰矿,滑坡重力流使锰矿再沉积富集。

关键词 层状和豆鲕状锰矿 浅海深水台沟 喷气热液沉积

作者简介 曾友寅 男 49岁 高级工程师 矿床地质

桂西南地区广泛出露古生代地层,下泥盆统不整合于寒武系之上,二者均为碎屑岩系,中泥盆统至三叠系以碳酸盐岩为主,出露地层最大总厚度10,000m左右。区内地质构造复杂,大体呈向南凸出的弧形构造带,褶皱发育,断层纵横交错。中泥盆世至中生代多期次基性侵入岩或喷出岩呈岩枝、岩床等,分布较广。

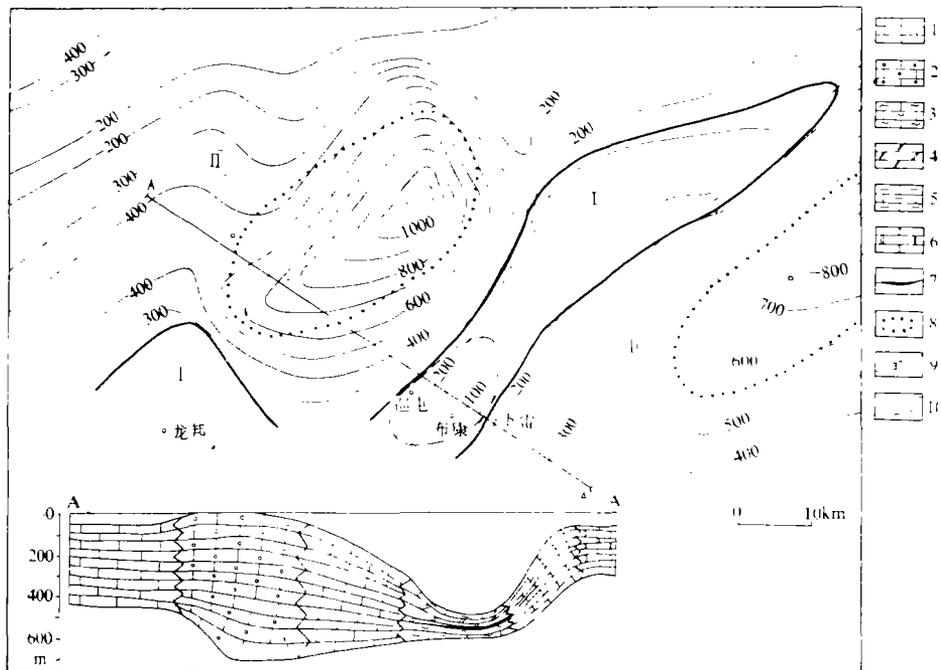
下雷锰矿床自1958年发现以来,经几次分区段普查勘探,已查明布康、巡屯、朴隆等矿段,原生碳酸锰矿床及次生氧化锰矿床规模巨大,早已闻名国内。采自含锰岩系的介形类、牙形刺化石经中国科学院南京古生物研究所和广西地质研究所鉴定,认为属晚泥盆世生物化石。按《广西区域地质志》统一命名,定为榴江组(相当弗拉斯阶)和五指山组(相当法门阶),锰矿层产于五指山组中段。

一、沉积相、古地理

桂西南地区中泥盆世已形成浅海碳酸盐岩台地,属于广西台地一部分。晚泥盆世开始,大部分地段断承台地环境的同时,发生下雷北东向断陷带,出现了深水台沟,形成局限台地、台沟古地理环境(图1)。

台沟相带:以化学、胶体、泥屑等方式沉积形成的泥-硅-灰混积岩和微晶灰岩、硅质岩、泥岩及碳酸锰矿等,纹层—薄层状,水平层理。沉积厚度较小,181—364m,在布康南部最薄处不足100m。生物化石少,以介形类、竹节石、牙形刺为主。在台沟斜坡至沟底边缘地带重力沉积发育,形成砾屑灰岩及浊积岩等,呈泥晶泥屑基质支撑砂砾屑结构,块状构造,有的多达十几层,总厚度大于50m。

台沟相带内地质构造复杂,地层褶皱强烈,断层多,中基性侵入岩和喷出岩发育;台地



I. 台沟相 II. 局限台地相
 1. 灰岩 2. 鲕粒灰岩 3. 条带状、扁豆状灰岩 4. 硅质灰岩 5. 泥质灰岩
 6. 白云岩 7. 锰矿层 8. 生物碎屑及鲕粒礁 9. 地层厚度等值线 10. 下雷锰矿床分布范围

图 1 下雷地区晚泥盆世晚期岩相古地理图

Fig. 1 Lithofacies palaeogeographic map of late Devonian in Xiaolei area.

相带中岩层较为平缓开阔，岩浆岩少。层状锰矿床的分布限于台沟相带内，台地相带中尚未发现同期锰矿层。

二、 锰矿沉积相类型

区内产锰矿三层，在布康南部厚度大，可细分为 30 多个小层，每小层厚度几厘米至 0.8m。据物质组成和沉积特征，分为三类微相

1. 冷水原地化学沉积碳酸锰矿微相主要由碳酸锰系列矿物组成，其次为石英、水云母等，微晶结构，纹层—薄层状构造，水平或微波状层理。广泛分布于台沟底和下斜坡带。

2. 热液原地胶体—化学沉积硅酸盐—碳酸锰矿微相由一系列热液硅酸盐矿物、碳酸锰和氧化矿物组成，微晶结构，纹层—薄层状构造，水平或微波状层理。见于台沟斜坡脚—沟底局部凹槽地带。

3. 重力流异地再沉积硅酸盐—碳酸锰矿微相是台沟下斜坡带松散的和已固结的沉积物受重力作用而发生沿斜坡下滑至坡脚—沟底再沉积。属于内源滑坡重力流沉积。具有浊流沉积特征，呈泥屑微晶基质支撑砂砾屑、豆鲕粒及团块团粒结构，块状构造。基质与豆鲕粒、团

块团粒主要由碳酸锰矿组成, 其次为硅酸盐矿物和氧化矿物; 砂砾屑则以微晶灰岩为主, 少数生物化石屑、石英屑和碳酸锰矿屑。常见正粒序递变, 砂砾屑集中于底部, 豆鲕粒自下而上由大变小, 偶尔可见互相碰撞破碎的豆粒分布于底部与砂屑混杂(图版 I, 3)。底部与下伏岩矿层接触可见明显的侵蚀面。浊积锰矿层在布康地段较发育, 呈扇状展布, 向北凸出, 总体东西长约 3km、南北宽 1—1.5km, 由南向北变化明显: 南部层次多、厚度大、颗粒粗, 向北层次逐渐减少至消失、厚度变薄至尖灭、颗粒变小至无, 表明浊流由南而北, 即下雷台沟南缘斜坡重力作用的结果。

三、 锰矿床热液沉积特征及其成因探讨

矿区约 100km² 范围内, 冷水沉积碳酸锰矿层虽然分布广, 但含锰较低、规模小; 热液原地沉积与浊流沉积相互叠加的锰矿床, 以布康、巡屯两个为典型, 其面积分别为 6km² 和 1km² 左右, 含锰较高、规模大, 是最主要的类型。

1. 热液沉积锰矿微相区地质背景

布康、巡屯热液沉积锰矿微相区, 位于下雷台沟西南端斜坡脚—沟底地带, 地质构造复杂, 岩层紧密褶皱、倒转, 断裂发育, 有基性岩侵入。沉积岩层厚度最薄, 锰矿层沉积前的榴江期至五指山早期, 在台地浅滩沉积最大厚度达 800m, 台沟中同期沉积厚度一般 200—300m, 而布康南部露头带只有 30—40m, 最薄处仅 20.3m。表明布康南部地段是断陷台沟的最深处, 形似“凹槽”, 是热液活动和池存的有利地带。此外, 锰矿层顶底板岩系无显著的变质现象, 主要由微晶方解石、石英、绢云母、水云母等组成, 层理清晰。

2. 热液沉积锰矿微相特征

(1) 锰矿床中的一系列矿物是在热液条件下主要由沉积作用形成的。组成锰矿层的矿物成分极复杂, 除碳酸锰系列矿物之外, 还有蔷薇辉石、黑云母、锰帘石、阳起石、绿泥石、锰铁叶蛇纹石以及少量或局部较富集的钾长石、石榴石、重晶石、赤铁矿、磁铁矿、褐锰矿、黑锰矿、黑镁铁锰矿、黄铁矿、含铂白铁矿、黄铜矿、闪锌矿、钴镍硫化物、毒砂、萤石等。通常这些矿物大多数被认为属于热液矿物, 虽然碳酸锰矿在外生常温条件下也可以生成, 但在此微相中的碳酸锰矿物与蔷薇辉石等一系列热液矿物紧密相嵌、混杂分布, 二者应同为热液条件下的产物。

上述各类矿物常呈微晶结构, 互相混杂或分别单独聚集形成纹层、薄层及豆鲕粒等同生沉积构造(图版 I, 1、2)。多数以碳酸锰矿为主, 混杂硅酸盐和氧化矿物, 其次以蔷薇辉石或黑云母为主, 少数分别以锰帘石、阳起石、锰铁叶蛇纹石或钾长石为主的薄层条带。在龙邦矿区, 矿层主要由微晶褐锰矿组成, 纹层—薄层条带构造。水平或微波状层理。有的可见微冲刷面、不整合面。豆鲕粒、团粒含量 5—30% 不等, 平行层理分布, 一般不切穿层理, 常见豆鲕粒压弯其下部纹层, 偶见豆粒下沉压穿纹层现象, 上部纹层向上弯曲绕豆鲕粒而过, 呈豆荚状, 显示同生沉积关系。

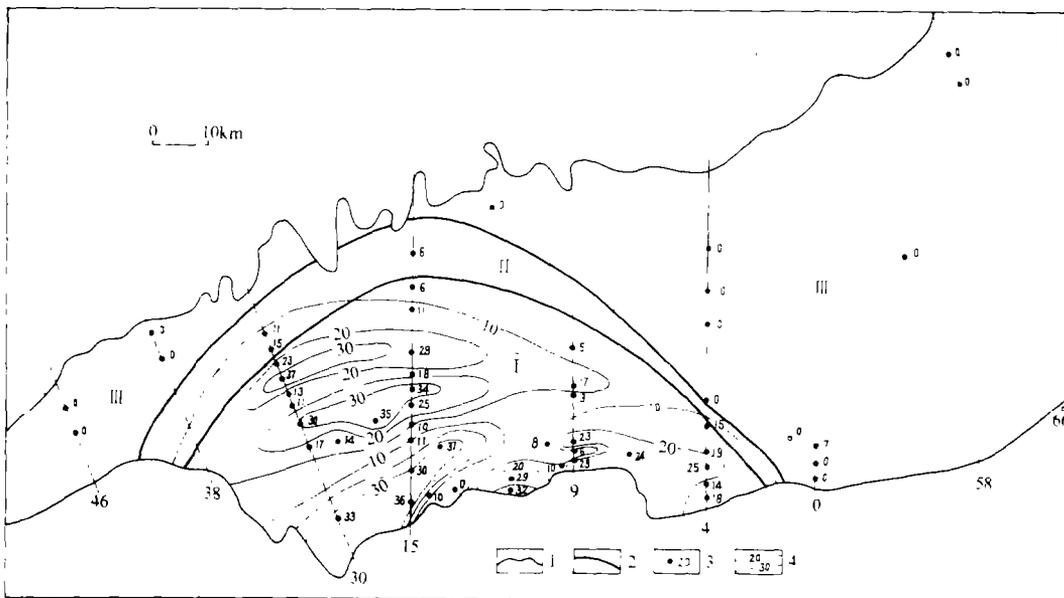
成岩至后生期断续有上述各种热液矿物的生成, 但其赋存状态及结构构造与沉积期的明显不同, 新生的热液矿物结晶较粗, 分布于缝合线、变形纹、豆鲕粒压力影、各种形态的斑点、泄水裂隙、包卷层理裂隙、重力张裂隙及构造节理裂隙中, 以形成多期次各种细微脉较普遍。脉中蔷薇辉石和石英爆裂温度分别为 216—364℃ 和 244—246℃。各种热液细微脉在

矿层内发育, 顶底板围岩中罕见, 并被后期断裂破坏或褶皱改造, 不管矿层的产状呈水平、倾斜或直立, 绝大多数细微脉总是保持垂直矿层层面或与层面高角度斜交, 表明热液细微脉形成于矿层沉积后仍处于近水平原始状态的成岩—后生期。

沉积期形成的纹层、薄层和豆鲕粒, 被成岩作用改造。如黑云母与碳酸锰矿组成的纹层形成包卷层理或叠瓦状层理, 被泄水细脉或垂直层理的缝合线切穿 (图版 I, 4); 菱锰矿脉切穿碳酸锰矿层; 泄水裂隙或节理裂隙成因的蔷薇辉石脉切穿蔷薇辉石纹层、薄层 (图版 I, 1) 和豆鲕粒等。表明热液矿物多期成因。

(2) . 锰矿层在垂直剖面上呈韵律沉积 根据物质组成在矿层垂直剖面上的变化可分为三个韵律层, 即 I 矿层、II 矿层下段至中段、II 矿层上段至 III 矿层。每一个韵律层由下往上: Fe、SiO₂ 变化不大, Mn、MnSiO₃、Mn₂O₃、Fe₂O₃ 逐渐减少, FeCO₃、FeS、CaO 呈递增趋势。韵律层下部以菱锰矿、蔷薇辉石、黑云母为主, 同时出现多种硅酸盐及氧化矿物等; 上部主要由钙菱锰矿、锰方解石组成, 硅酸盐和氧化矿物减少至消失, 黄铁矿增多, 含少量炭质。表明每一沉积周期温度由高向低、氧化→还原条件不断加强和锰质来源逐渐减少的变化规律。

(3) . 锰矿层在平面上呈环带状相变 据布康矿段统计资料, 按物质组成及结构构造可分为三带 (图 2)。



I. 热液沉积矿带 II. 过渡带 III. 冷水沉积矿带

1. 锰矿层露头带 2. 矿带界线 3. 采样点 (钻孔或坑道) 及热液硅酸盐矿物占矿石矿物的平均百分含量
4. 热液硅酸盐矿物占矿石矿物的百分含量等值线

图 2 下雷锰矿床的水平分带 (据 57 个工程 560 多个薄片镜下鉴定资料编制)

Fig. 2 Horizontal zones of the manganese ore deposit in Xialei.

内带 南部已被风化剥蚀, 残存部分呈半圆形, 直径 4km 左右。锰矿层由碳酸锰、硅酸盐、氧化物等一系列热液矿物组成, 成分复杂, 豆鲕粒、团块团粒发育。其中硅酸盐类和氧化物类热液矿物呈北北东向若干平行条带状聚集, 其高含量带为热液活动强烈地带。微相变化大且复杂, 在几十米至几百米内迅速变化, 常见蔷薇辉石微相变为黑云母-碳酸锰矿微相 (图版 I, 1、2), 再变为菱锰矿微相; 赤铁矿-蔷薇辉石-菱锰矿微相变为菱锰矿微相。

过渡带 围绕内带呈弧形分布, 宽约 200—400m, 以碳酸锰矿为主, 少量黑云母, 局部含锰铁叶蛇纹石。

外带 主要由碳酸锰矿组成, 其次石英、水云母、绿泥石、黄铁矿等。

上停锰矿层的环带状相变表明, 内带热液矿物发育, 是热液活动和沉积的中心地带, 成矿物质来源丰富, 锰矿层沉积厚度大、含锰较高。往外温度逐渐降低, 热液矿物随之减少至消失, 成矿物质来源减少, 锰矿层厚度小甚至尖灭, 含锰较低, 外带变为冷水沉积。

3. 碳同位素组成及锰质来源

锰矿层直接底板泥质灰岩两个样的 $\delta^{13}\text{C}$ 值分为 0.12‰ 和 0.03‰, 与海相碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值 $\approx 0\text{‰}$ 一致, 碳来自海水; 在锰矿层中 16 个样碳酸锰矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化范围 -2.83‰—14.2‰, 大多数集中在 -4.23‰—9.5‰, 平均值 -7.06‰, 与岩浆源碳酸岩中碳酸盐矿物的或热液矿床中碳酸盐矿物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值非常相似。因此认为, 碳酸锰矿物的 ^{13}C 主要来自深部基性岩浆源。含锰灰岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 为 -1.71‰ 和 -3.59‰, 介于上述二者之间, 来源两者兼有。

Mn 和 Fe 在上泥盆统各类岩石中的含量一般都很低, Mn 0.6% 左右, Fe 2—3%, 矿层中大量的 Mn 伴随较富集的 Fe、Co、Ni 等集中并局限于一定范围内沉积, 与深源碳紧密结合同时出现, 从沉积开始至终止都是突变的, 矿层与顶底板界限分明, 因此认为锰与碳同源。

4. 锰矿豆鲕粒分类及其成因

豆鲕粒发育是本矿床一大特色。按形态、结构构造及矿物成分可分为球形豆鲕粒、椭球形豆鲕粒、塑性变形豆鲕粒、破裂豆鲕粒、溶蚀残余豆鲕粒、同心豆鲕粒、偏心豆鲕粒、连生豆鲕粒、假豆鲕团粒、重结晶豆鲕粒、结构复杂的豆鲕粒等 15 个类型。

众所周知, “核心” 是形成豆鲕粒的必要条件之一, 上述豆鲕粒的核心, 没有发现碎屑物质, 而是由碳酸锰系列矿物、硅酸盐类矿物组成, 少数由微晶石英组成, 是化学结晶或胶体凝聚形成的团粒本身作为核心。常见蔷薇辉石团粒、黑云母团粒和成分复杂的团粒 (图版 I, 5), 其大小由 0.2—10mm 不等, 近似球形、椭球形或不规则状。团粒周围沉积新的物质即形成有环带结构的豆鲕粒 (图版 I, 6)。团粒由内向外和豆鲕粒自核心至环带, 其矿物结晶由粗变细、自形晶变为他形晶, 由硅酸盐类矿物变为碳酸盐矿物, 有的团粒出现收缩性放射状裂隙等, 反映其形成过程中温度条件由高向低的转变, 这可能与喷气热液的间歇性活动或颗粒被搬运造成沉积环境的改变有关。

在矿床平面上, 豆鲕粒大量发育于内带, 过渡带少, 外带一般不发育; 在矿层剖面上三个韵律层中, 每一韵律层的下部豆鲕粒发育, 往上逐渐减少。豆鲕粒与蔷薇辉石等系列热液矿物在平面上和剖面上分布均呈同步发育的特殊现象, 表明锰矿豆鲕粒的成因与热液活动紧密相关。分析认为, 热液液喷出口及其附近具有丰富的物质来源和较高温度的热水流动地带

最有利于锰矿豆鲕粒的生成，低温滞水地带不易形成豆鲕粒。

5. 成矿模式探讨 (图3)

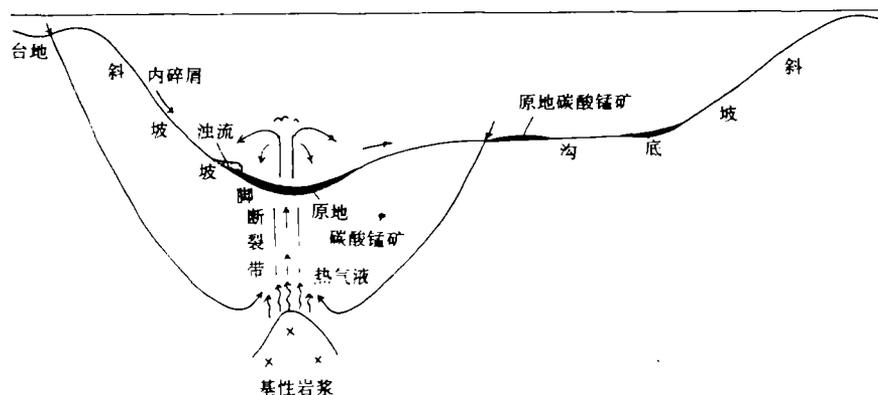


图3 下雷喷气热液—台沟深水沉积锰矿床模式图

Fig. 3 Model of effusive hydrothermal—trough in platform abyssal sediment manganese deposit, Xialei.

由断陷裂谷而形成深水台沟，基性岩浆侵入至沟底适当的位置，岩浆的热气液及溶解的成矿物质沿断裂破碎带上升，在热力的驱动下，形成以热源上方为中心的海水、地下水的对流循环并淋滤萃取地壳中的易溶物质进入海底。在热液条件下，沉积硅酸盐—碳酸锰矿床，下斜坡带的沉积物被滑坡重力流搬运至沟底凹槽再沉积并叠加于原地沉积的锰矿层之上，扩散流至沟底远处的成矿物质呈冷水碳酸锰矿沉积。总之，矿床成因类型属于基性岩浆源喷气热液—浅海台沟深水沉积锰矿床。

收稿日期：1988年8月18日

参考文献

- (1) 吴诒等，1987，广西泥盆纪沉积相古地理及矿产，广西人民出版社。
- (2) 韦灵敦，1985，桂西南晚泥盆世锰矿分布规律及成因探讨，中国锰矿地质文集，地质出版社，30—65页。
- (3) 王英华，1982，关于鲕粒与沉积环境探讨，地质研究论文集，北京大学出版社，78—85页。
- (4) 赵震等，1984，静水条件下人工合成鲕石及蓟县震旦亚界中的鲕状岩，沉积学和有机地球化学学术会议论文选集，科学出版社，81—82页。

Study on the Sedimentology of Late Devonian Manganese Ore Deposit in Xialei, Guangxi

Zeng Youyin

(The Fourth Geological Brigade, Guangxi Province)

Abstract

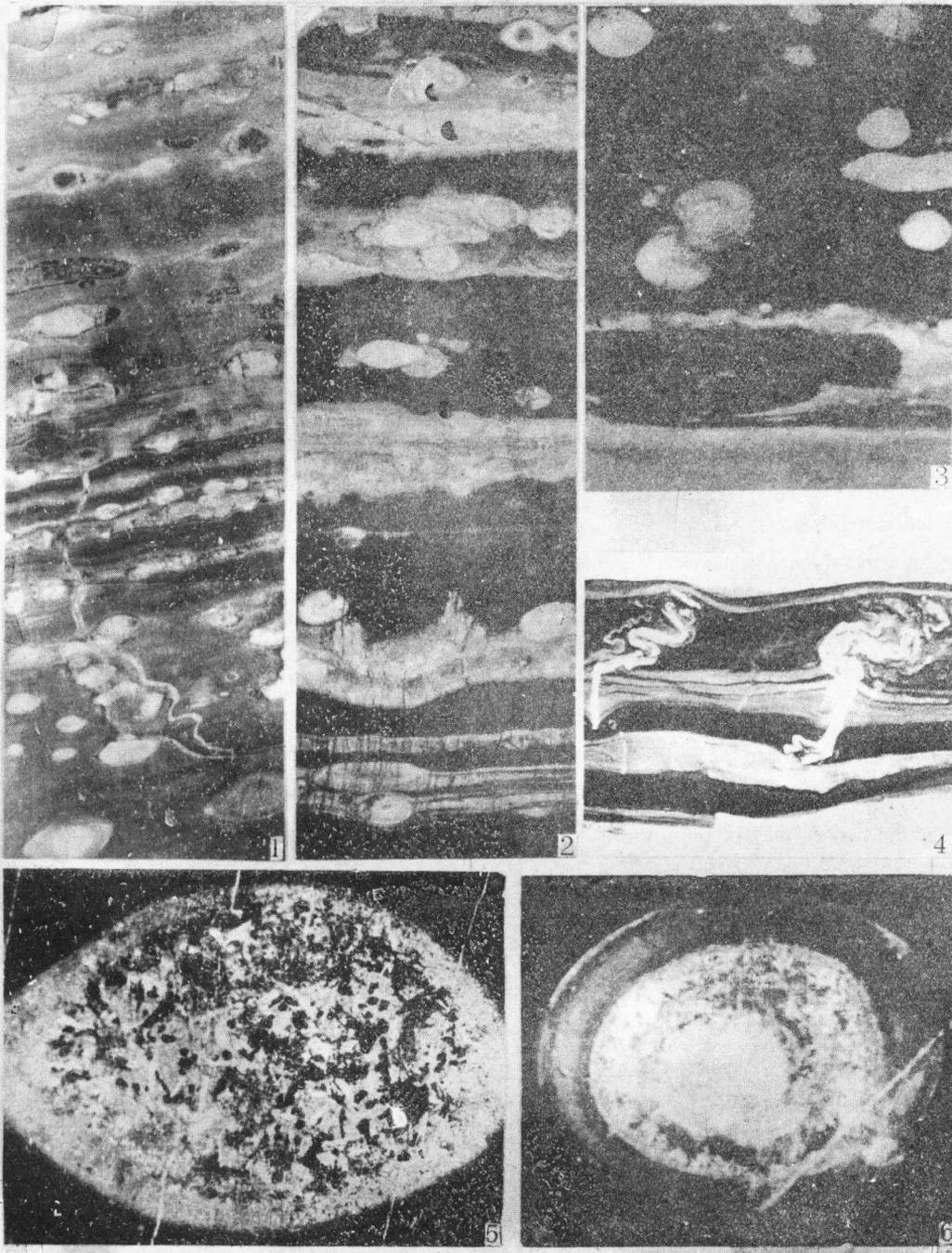
Xialei manganese ore deposit consists of three ore beds. And the microfacies of the ore beds can be grouped into three types: 1. Cold water autochthonous chemical sedimentary manganese carbonate orebeds. 2. Hydrothermal autochthonous colloidal-chemical sedimentary silicatemanganese carbonate orebeds. 3. Allochthonous redeposited gravity flow silicate-manganese carbonate orebeds.

In the hydrothermal sedimentary manganese ore deposit, besides of manganese carbonate minerals, the associated minerals are rhodonite, biotite, actinolite, chlorite, manganese epidote, and manganiferous antigorite. Minerals such as hematite, potash-feldspar, barite, garnet and braunite, often shown as minor or local accumulated minerals. These hydrothermal minerals are often mixed and formed laminae, thin beds, bands, oolitics of pisolitic grains, horizontal or fine wavy laminae. Oolites and pisolitic grains which rich in manganese orebeds show obvious boundary, their cores are constituted by manganese carbonate and silicate minerals, no clastics were found. The colloidal-chemical deposits as a core, continuously deposition and growth around it and the grains were formed. Oolitic, pisolitic grains and hydrothermal minerals are roughly distributed over the same range, and they have genetic relationship.

The ore deposit may be fall into three zones in horizontal, (1) inner-zone composed of manganese carbonate, silicate and oxide minerals mixture. (2) biotite-manganese carbonate transitional zone. (3) outer manganese carbonate zone.

Muddy limestone in the bottom of orebeds has a δC^{13} value of 0.03 per mil, this proved that the carbon came from seawater. The δC^{13} values of manganese carbonate has a range from -2.83 to -14.29 per mil, averaged about -7.06 per mil, this value is roughly accord with that of the carbonates originated from magma, thus, it can be considered that the carbon was from deep basic magma.

The mineralization model is summariaed as follows: In the trough in platform, when basic magma intruded, hot juvenile gas, liquid and dissolved mineralizing material ascended along cracks, therefore, resulted in the convection of seawater and subsurface water. Some dissolvable matter were leached and extracted, then were carried to the segs located in the bottom of the trough and a hot water pool formed. The silicate-carbonates' manganese were deposited. The sediments on the low slope zone were transported by gravity flow to the trough and covered autochthonous deposits.



1.蔷薇辉石微相。微晶蔷薇辉石为主，少量菱锰矿、黑云母、重晶石，纹层—薄层、条带、豆鲕粒构造，成岩期的蔷薇辉石细脉（弯曲状）切穿层理， $\times 1$ ；2.黑云母—菱锰矿微相。纹层—薄层、条带、豆鲕粒构造，以微晶菱锰矿为主，暗色层混杂较多显微鳞片状黑云母， $\times 1$ ；3.浊积锰矿层底部两颗豆粒碰撞破碎， $\times 8$ ；4.泄水构造，切穿黑云母—碳酸锰矿纹层， $\times 1$ ；5.热液结晶形成的团粒。内部由蔷薇辉石（白色柱状）、绿泥石（浅灰、显微鳞片状）、石榴石（黑色粒状）、微晶菱锰矿（灰白）等组成，边缘以微晶菱锰矿为主，正交偏光， $\times 400$ ；6.热液结晶形成的豆粒。核心及内环为细晶蔷薇辉石，外环由微晶菱锰矿组成， $\times 14$ 。