

铜山岭“层间矽卡岩型”多金属 矿床成因探讨

陈 臻

(湖南有色金属地质勘探公司206队)

铜山岭多金属矿床是一富银的铜铅锌矿床,过去一直将其归为接触交代型(即矽卡岩型)矿床,并按矿体产出形式划分为接触带矽卡岩型、外接触带层间矽卡岩型和石英硫化物脉型矿体。其中以层间矽卡岩型最为重要。本文讨论对象为外接触带层间矽卡岩型(及伴随的石英硫化物脉型)矿体,笔者认为它们不同于接触带矽卡岩型矿体,应属层控-热液再造成因型矿床。

为方便起见,本文在叙述中仍沿用层间矽卡岩型之名称,并辅之以引号相区别。

一、矿床地质简介

(一)成矿区域地质背景 铜山岭多金属矿产于南岭纬向构造带北缘、北北东向的道县—富阳拗陷内、大源岭复式背斜北东倾没端的西翼(图1)。区内褶皱断裂均发育,且以北北东向构造为主。

区内出露地层主要为石炭系下统大塘阶(C_{1d})和岩关阶(C_{1y}),泥盆系中统棋梓桥组(D_{2q})和跳马涧组(D_{2t}),泥盆系上统余田桥组(D_{3s})和锡矿山组(D_{3x}),为一套巨厚的碳酸盐岩沉积。与成矿有关的主要为棋梓桥组和锡矿山组。

棋梓桥组为巨厚碳酸盐岩层,其下为白云岩(厚达210m)夹生物白云岩(厚15m)。生物白云岩呈中薄层状,粗粒自形一半自形晶结构,并具成岩白云岩的雾心亮边结构;富含层孔虫、珊瑚等生物化石,并见核形石和叠层石;无蚀变。

锡矿山组碳酸盐岩厚达300m,底部有30—50m厚泥灰岩。泥灰岩自下而上细分三层:①砾屑灰岩:中薄层状,砾屑呈扁平状、次椭圆状沿层定向排列;②含矿藻灰岩:呈微晶结构,层纹状构造;③泥灰岩:灰黑色,鳞片泥晶结构,薄—中薄层状构造,中夹微薄层钙质页岩及透镜状灰岩。

多金属硫化物矿体主要产于棋梓桥组生物白云岩及锡矿山组泥灰岩中。

本区岩浆岩均为燕山期岩浆活动之产物。铜山岭似斑状花岗闪长岩呈岩株状分布于矿区之南西,与棋梓桥组和余田桥组接触处产有矽卡岩及多金属硫化物矿体(即前述的接触带矽卡岩型矿体)。沿北北东向和北西向断裂常有花岗闪长岩小岩株和石英斑岩岩脉充填。

(二)矿体产出特征 “层间矽卡岩型”矿体产于距花岗闪长岩岩体700m远的棋梓桥组及锡矿山组围岩中。

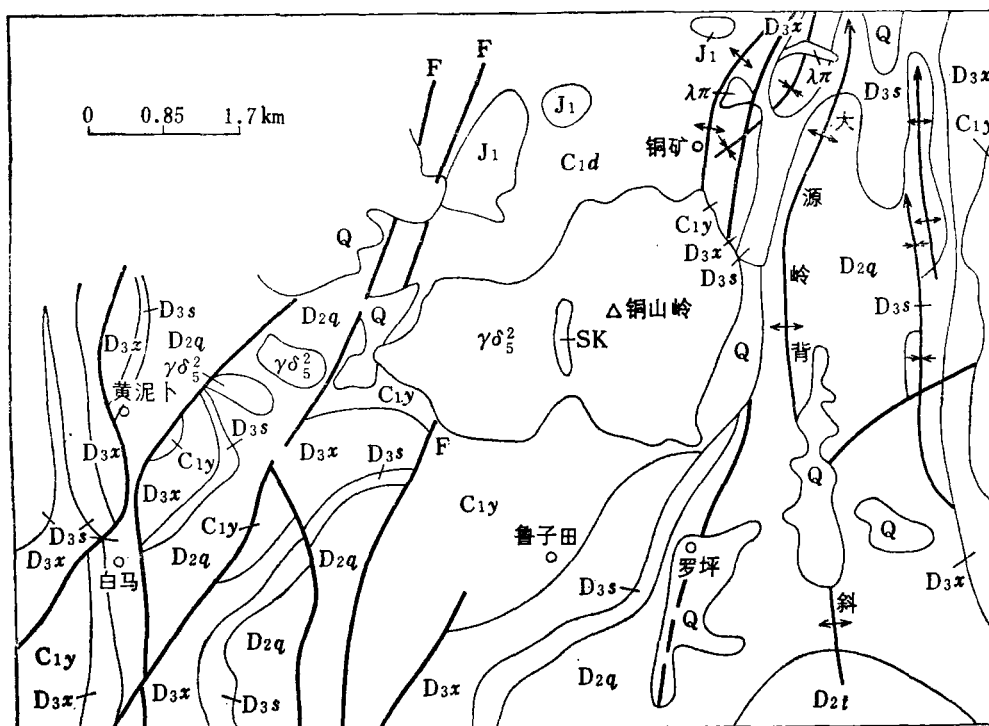


图1 铜山岭矿田地质略图

(据本队报告缩编)

Q—第四系；J₁—下侏罗统；C₁—下石炭统；C_{1d}—大塘阶；C_{1y}—岩关阶；D₂—D₃—中、上泥盆统；D_{2t}—眺马洞组；D_{2q}—棋梓桥组；D_{3s}—余田桥组；D_{3x}—锡矿山组；γδ₂⁵—斑状花岗闪长岩；λπ—石英斑岩；Sk—砂卡岩

Fig. 1. Schematic geological map of the Tongshanling ore field.

Q—Quaternary; J₁—Lower Jurassic; C_{1d}—Datang stage of Middle Carboniferous; C_{1y}—Yanguan stage of Lower Carboniferous; D_{2t}—Tiaomajian Formation of Middle Devonian; D_{2q}—Qiziqiao Formation of Middle Devonian; D_{3s}—Shetianqiao Formation of Upper Devonian; D_{3x}—Xikuangshan Formation of Upper Devonian; γδ₂⁵—Porphyritic granite; λπ—Quartz porphyry; Sk—Skarn.

矿体的产出明显受层位和岩性控制。在巨厚的棋梓桥组碳酸盐岩层中，工业矿体仅见于棋梓桥组下部的浅灰色生物白云岩（图2）层和锡矿山组底部的泥灰岩层中（图3）。生物白云岩的含矿性与岩石的粒度、孔隙度、生物含量等有关。当粒度由粗变细、生物由多变少、孔隙度降低时含矿性由强变弱。锡矿山组泥灰岩中砾屑灰岩的含矿性与砾屑和胶结物的比例有关，当其比为3:2时，矿化最佳，一般为贫矿；藻灰岩的含矿性与藻体的发育程度有关，藻体愈发育，含矿性愈好，一般亦为贫矿；泥灰岩的含矿性与泥质含量多寡有关，泥质过高（如钙质页岩）或过低矿化都不好，此层一般为富矿。三层矿似具序列性排列（照片1）。

矿体可分为层状主矿体和脉状矿体。主矿体呈层状、似层状沿层展布，产状与地层一致，延深延长较稳定，规模较大，品位较富。脉状矿体以充填为主，受层内裂隙或次级断裂控制，常贯穿主矿体。品位虽富但不稳定，变化大，规模小。

(三) 矿石的结构构造 矿石结构构造可为矿床成因提供有力证据，“层间砂卡岩型”

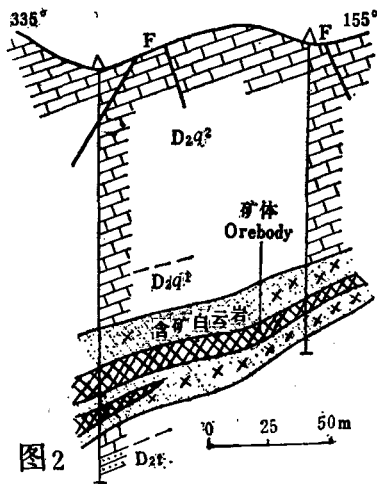


图2 105线地质剖面图

Fig. 2. Geological section along exploration line No. 105.

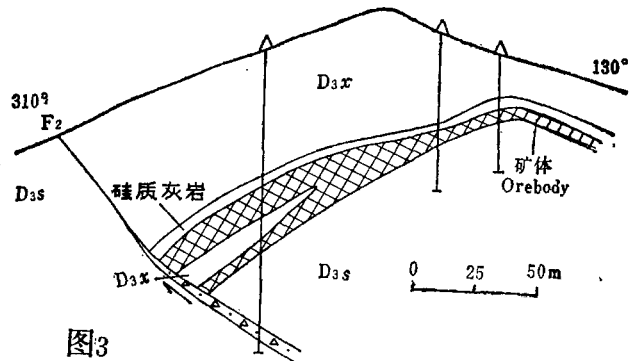


图3 3线地质剖面图

(据本队勘探报告; 图例同图1)

Fig. 3. Geological section along exploration line No. 3.
(Symbols as for Fig. 1)

矿体之矿石具有如下结构构造特征。

1、矿石结构

微粒结构: 见于贫矿石中, 矿物粒度为0.01—0.004mm, 经热液改造粒度变粗, 达0.1—2mm以上。

草莓状结构: 贫、富矿石中均可见, 但分布局限, 由微粒、细粒的球状黄铁矿组成, 或呈分散状, 或呈小团块状集合体。草莓间有其它硫化物分布。

胶状结构: 见于藻灰结核状矿石中, 黄铁矿、黄铜矿呈此结构。

生物结构: 硫化物沿层孔虫内部(照片2)或围绕腕足类外壳分布, 形成生物或生物环边结构, 在藻灰结核状矿石中金属硫化物沿藻体格架分布, 形成藻架结构(照片3)。

2、矿石构造

砾屑构造: 砾屑灰岩中, 灰色砂屑与亮晶方解石构成砾屑, 硫化物等构成砾屑的胶结物, 形成砾屑状矿石。

层纹状构造: 由微细粒硫化物的层纹和泥晶方解石的微细薄层彼此交替形成层纹状, 此构造仅见于藻灰岩贫矿体中。

核形石构造: 此构造见于藻灰岩中的层纹状贫矿的底部, 由泥晶方解石等作核心, 含硫化物的波状藻层和泥晶方解石组成宽窄不等互相交替的同心环状(照片4)。

结核构造: 结核由硫化物、方解石、硅质和泥质岩组成, 呈扁圆状, 粒径15—200mm不等(照片5), 见于泥灰岩矿体中, 常构成富矿石。

条带状构造: 系硫化物、硫化物与脉石相间排列构成, 条带与围岩产状一致, 并随围岩褶皱呈弯曲条带(照片6)。此构造亦常见于泥灰岩的富矿体中。

斑点状构造: 硫化物呈0.5—1cm大小的斑点散布在矿石中, 见于贫矿体中。

(四) 矿石的矿物组成

“层间砂卡岩”矿石的矿物组成比较简单。矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿，次为黄铜矿、黄铁矿及铅铋矿。脉石矿物由方解石、石榴石、透辉石和石英组成。而接触带砂卡岩型矿物组成比较复杂，金属矿物有黄铜矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、铅铋矿、白钨矿、毒砂和磁铁矿；脉石矿物有石榴石、透辉石、符山石、阳起石、绿帘石、石英、方解石等。

产于锡矿山组的矿体，金属硫化物依层具带状分布。砾屑灰岩中以闪锌矿为主，伴有黄铁矿和方铅矿；含矿藻灰岩中为黄铁矿、闪锌矿及方铅矿组合；泥灰岩中由下往上依次为闪锌矿—方铅矿—黄铜矿。

二、矿床成因分析

(一) 成矿物质来源 区内似斑状花岗闪长岩、锡矿山组及其它有关地层的微量元素含量对比(表1)说明：

表1 岩体与有关碳酸盐建造微量元素(ppm)

Table 1. Contents of Minor elements in intrusive bodies and related carbonate formations (in ppm)

剖面	时代	Cu	Pb	Zn	Ag	Mn	W	Sn	As	Mo	Bi	Ga	Cr	Ni	Co	V	Sr	Ti	Ba
岩体①	γ_6^2	37	68	70	0.06	650	12	19	24	29	3	6	10	8	6	54			
院子地	D_{3x}	228	464	838	3.5	325		52	112		23						263	461	75
290中段近矿围岩	D_{3x}	77	210	23	0.26			5	20					0-3	0-10	微	100	260	微
手家岭	D_{3s}	65	21	65	0.18	158		11			7						177	133	微
潮水	D_{2q}^3	29	13	0	痕	201											80	144	4
停路南	D_{2q}^2	32	15	0	0.6												79		12
木林	D_{2q}^1	36	35	125	0.12	544											132		20
下东	C_{1y}^1		225															45.31	
碳酸盐岩②		4	9	20	0.07	1100		0.7	1	0.4			11	20	0.1	20		40	10
克拉克值		100	16	50	0.1	900		40	5	3			200	80	30	150		6000	500

分析者湖南冶金地质研究所分析室；①据长沙大地构造研究所张湘炳1981年资料；②据涂千里、费德波1961年资料

1. 岩体的特征元素为W、V、Mo。

2. 锡矿山组(D_{3x})的特征元素组合为Cu、Pb、Zn、Ag。它们的含量高出地壳碳酸盐岩和克拉克值数十倍，也大大高于岩体。其中Cu高出6倍，Pb高出7倍，Zn高出12倍，Ag高达66倍。这说明地层可为成矿提供丰富来源。

3. 近矿上下含矿层中的Cu、Pb、Zn、Ag含量比远离岩体5000m的院子地剖面低。其中Pb低1倍，Cu、Zn、Ag降低3—13倍，这说明含矿层中Cu、Pb、Zn、Ag元素发生了活化转移。龙汉春(1981)对区域(宁远)、矿区外围(手家岭等)、矿区矿层顶底板围岩($D_{2g}-C_1$)中微量元素进行了统计，估算东区2.5km²、厚1km的碳酸盐地层中Cu、Pb被活化转

的金属量分别为 $9.13 \times 10^7 \text{kg}$ 、 $5.995 \times 10^7 \text{kg}$ 。足见矿区内锡矿山组等地层金属的活化转移供给量也是相当大的。

上述表明,地层是成矿的物质提供者,岩体是热源,是促使成矿元素Cu、Pb、Zn、Ag活化转移的因素。

(二)“层间矽卡岩型”矿体之近矿围岩蚀变不强,且仅限于锡矿山组底部的泥灰岩中,钙铝榴石和透辉石不均匀分布于其中,泥晶方解石微弱重结晶,局部见大理岩化,岩石具典型的角岩结构特征。故笔者认为其围岩蚀变是热变质产物,而非接触交代产物。

(三)“层间的矽卡岩”矿体之矿石具有的微粒结构、草莓结构、胶状结构、生物结构,核形石构造、结核构造、砾屑构造、层纹状构造、条带状构造等均反映了沉积-热液叠加改造特征。

(四)微量元素组成特征 矿体及近矿围岩的Co含量均大于Ni, Co/Ni比值为2—5,具有海相沉积成因特征,而岩体的Co、Ni含量均甚微,且Ni高于Co, Co/Ni比值为0.75。方铅矿、闪锌矿等单矿物的分析结果见表2。

表2 层控型和矽卡岩型两类矿床单矿物分析结果(%)

Table 2. Analyses of individual minerals from stratabound type and skarn type deposits (%)

矿物	类型	Cu	Pb	Zn	Fe	Ag	Bi	Cd	Ni	Co	As	Sb
黄铁矿	矽卡岩型	0.1	0.02	0.15	>10	0.062					0.05	
	层控型	4	1.5	4	>10	0.07	0.05	0.20	0.001	0.001	0.5	
黄铜矿	矽卡岩型	>5	0.36	1.5	>10	0.01	0.08	0.05		0.003	0.1	
	层控型	>5	1.5	4	>10	0.02	0.08	0.3	0.0007	0.0005	0.05	
闪锌矿	矽卡岩型	0.07	3	58.78	1	0.01	0.02	0.63	0.0005		0.05	
	层控型	5	>5	55.77	>10	0.04	≥ 1	0.43	0.0007	0.005	0.05	
方铅矿	矽卡岩型	0.6	>5	1.2	7.5	0.3	≥ 1	0.33	0.0003	0.0005	1.75	
	层控型	0.5	>5	3	4	0.4	>1	0.2	0.0008	0.0015	0.2	0.20

据长沙大地构造研究所龙汉春1983年资料; 本队化验室及湖南冶金地质所分析

闪锌矿的Zn/Cd比据研究(T、R、Jonasson, 1978)与矿床成因有关^[3]。本区“层间矽卡岩型”之闪锌矿的Zn/Cd比为130, 与宋学信的研究对比结果^[3]中的热液矿床闪锌矿的Cd含量和Zn/Cd比值相当。这是热液改造成因的依据。

闪锌矿中Fe的含量亦反映形成条件,一般矽卡岩型闪锌矿含Fe量较低,层控型者较高。本区“层间矽卡岩型”闪锌矿比接触交代矽卡岩型闪锌矿的含铁量至少高10倍。

“层间矽卡岩型”方铅矿中的Sb/Ag比值低(为0.5),与凡口(0.74)和不列颠诸岛同生方铅矿的Sb/Ag比值(0.80)接近,而与美国的MV型的Hamp矿山的方铅矿Sb/Ag比(6)和水口山矽卡岩型方铅矿的Sb/Ag比值(1.47)相差甚远。

此外,在“层间矽卡岩型”中,Sr、Ba的某些沉积化学行为也较明显,如Sr常通过生物途径的沉淀性,表现在藻层贫矿相对较高,含量为100—200 ppm。Ba易被粘土矿物吸附,使其仅分布在泥质富矿之中,量达150—350 ppm。藻层的Ba、泥质层的Sr却从零至极微量。

上述微量元素组成特征表明，“层间矽卡岩型”为沉积-热液再造成因。

(五)“层间矽卡岩型”黄铁矿明显分为两期，其特征见表3。反映矿床形成经历了沉积成岩期和热液叠加期。

(六)对“层间矽卡岩型”贫矿和富矿中的金属硅化物分别进行了温度测定(爆裂法)，结果表明贫矿中方铅矿和黄铁矿的形成温度(140—145℃)明显低于富矿中方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿的形成温度(260—300℃，多为270℃左右)，这也反映了成矿的多阶段性特点。

(七)硫同位素特征

“层间矽卡岩型”的黄铜矿、闪锌矿、方铅矿硫同位素组成特征(表4)，与其富集轻硫的层控矿床(白云铺)比较， $\delta^{34}\text{S}$ 全是正值(与陨硫比，富集重硫 ^{34}S)，表明成矿物质来源

表3 黄铁矿的标型特征

Table 3. Typomorphic peculiarities of pyrite

生成期 物性	沉积成岩期	热液叠加期
晶态	晶形不完整，对称度低，有胶体沉淀	晶形完整，对称度高
粒度(mm)	粒度较均匀 <0.08	大小不均 0.1—1
偏光性	极弱非均质—均质	均质
显微硬度	1181	1403
反射率	S 546:52.27	S 546:53.57
形成温度(℃)	145	280—300
包体杂质	碳质、方解石等	闪锌矿等
结构构造	半自形—他形、莓球状、胶状结构。生物环边、层纹状、条带状构造	自形—半自形、立方体、交代溶蚀结构。浸染状、脉状构造
分布	较广泛，多在贫矿层中呈层纹状及砾屑充填物产出	较局部，多在富矿层与脉状矿中呈浸染状、团块状产出

表4 某些层控铅锌矿床硫同位素组成对比表

Table 4. Sulfur isotope compositions of some stratabound lead-zinc deposits

代号	矿床	样数	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$		
			测定范围	离差	平均值
1	白云铺		-4.59—-14.88	10.29	-9.74
2	凡口	46	13.04—25.80	12.76	18.26
3	黄家坝	5	4.9—-1.1	6.60	1.58
4	铁渣市	6	4.5—9.5	5.0	6.65
5	方园	6	9.9—3.0	6.90	5.60
6	铜山岭	13	1.1—7.93	6.83	3.12

1—5据冶金地质研究所1983年资料；6据本文，由宜昌地矿所测定

富含海水硫酸盐, 这和主源层Ba含量高于地壳碳酸盐岩近8倍有一定的吻合性。而与富集重硫的层控矿床(凡口)对比, $\delta^{34}\text{S}$ 值又有较为集中、分布范围较窄、偏离0值较近的特点, 这些恰好又与层控改造型矿床(黄家坝、铁渣市、方园)极为相似。可能是矿床在后期改造富集过程中, 导致了硫同位素均匀化。

综上所述, “层间矽卡岩型”矿床不具矽卡岩型矿床特征, 而应为沉积-热液改造的层控矿床。

本文引用了有关同志的资料, 在野外工作中, 姜宝连、赵守耿、陈维时、唐广学等工程师参加了部分工作, 一并感谢!

参 考 文 献

- [1] 南京大学地质系 1979 地球化学 PP.345—347, PP.358 科学出版社
 [2] 范嘉松 1979 论古代海洋碳酸盐沉积环境基本模式 地质科学 第4期
 [3] 宋学信 1982 凡口矿床闪锌矿和方铅矿微量元素及其比值——一个对比性研究 岩矿测试 第1卷 第3期

AN INVESTIGATION INTO THE GENESIS OF THE TONGSHANLING “INTERFORMATIONAL SKARN TYPE” POLYMETALLIC DEPOSIT

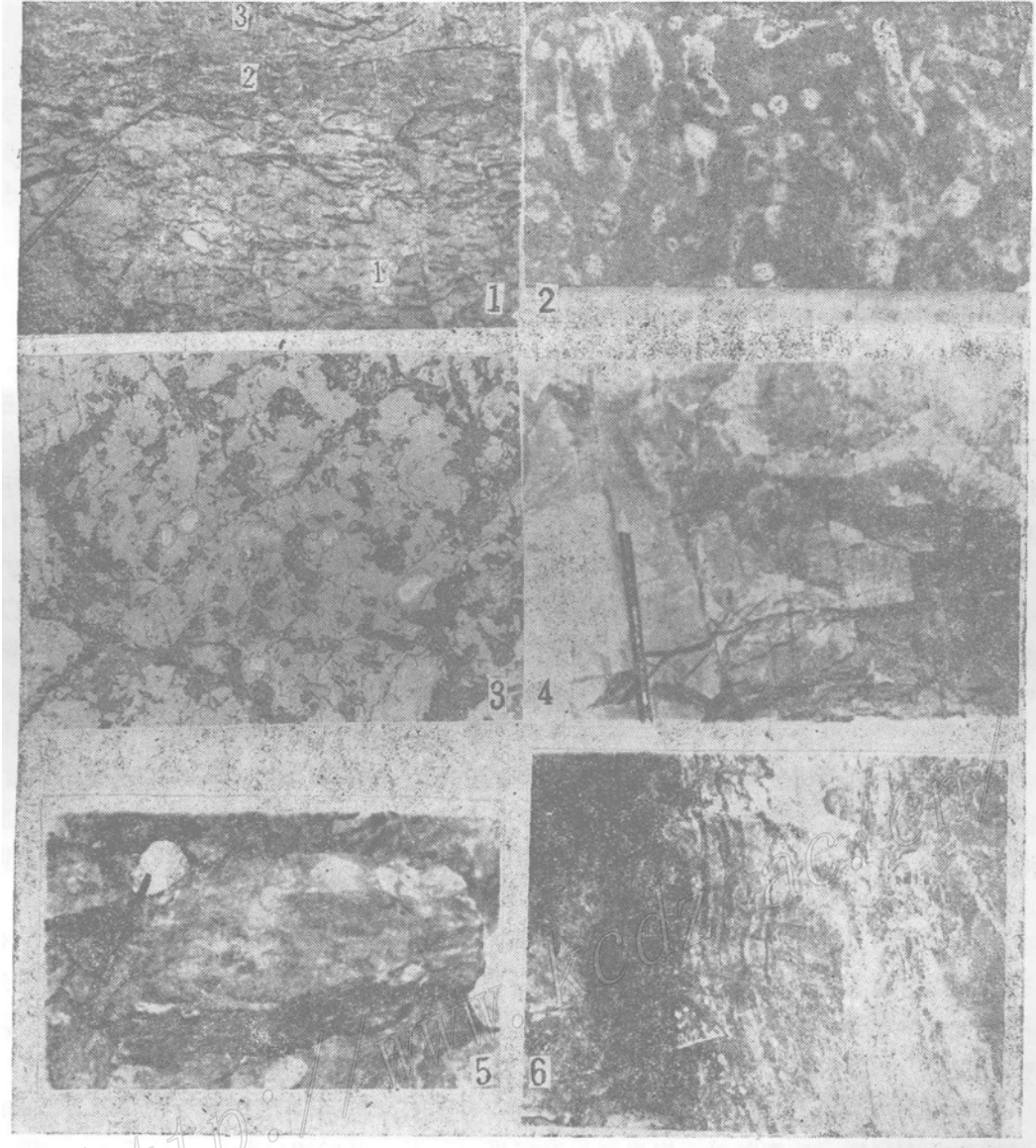
Chen Zhen

(206 Geological Party of Hunan Nonferrous Corporation)

Abstract

The Tongshanling silver-rich polymetallic deposit lies at the northern margin of the Nanling latitudinal structure and also in the NNE-trending Daoxian-Fuyang depression as well as on the west limb of the Dayuanling anticline. It has been previously considered to be a contact metasomatic type deposit. Nevertheless, based on an investigation into such characteristics of the orebodies as the location of occurrence, shape, texture and structure of ore, mineral composition, minor elements, ore forming temperatures and sulfur isotopes, the author holds that the deposit is of stratabound-hydrothermal reformed origin.

The ore bodies occur mainly in strata of Devonian Qiziqiao Formation (D_2q) and Xikuangshan Formation (D_3x) 700m from the Yanshanian Tongshanling porphyritoid granodiorite. The Xikuangshan Formation has characteristic element association of Cu, Pb, Zn and Ag. Their contents are tens of times higher (to be continued on p. 13)



照片说明

1. 层状矿序列：1—砾屑状贫矿石，2—层纹状贫矿石，3—富矿石 290中段
2. 生物结构：白色为层孔虫，白色中之黑色为硫化物 南区手标本
3. 藻架结构：暗色为藻体格架中的Cu、Pb ×600（据龙汉春）
4. 核形石构造：中部核形石的硫化物（黑色）核心和同心圆 350采场
5. 结核构造：硫化物等组成的扁圆结核 320采场
6. 条带状构造：黑色为硫化物的揉皱条带 320采场

ses may also be postulated in some of the deposits.

In spite of the similarity in tectonic settings to the Sullivan type deposits defined by Sawkins (1976), the deposits in South China contain much more metal varieties and are associated with better dated marine volcanic rocks than those of the Sullivan type; therefore, it would be more proper to take the South China type deposits as the representatives of the massive sulfide deposits developed on continental crust.

The South China type massive sulfide deposits have a series of distinctive features in comparison with the Cyprus and Kuroko types. The trough sediments are usually predominated by great thickness of terrigenous clastics and carbonate rocks, and ore layers frequently occur in the transitional horizons from clastics to carbonates. Volcanism in these belts is relatively weak. Only thin layers of dacitic, rhyolitic and basaltic lavas and volcanoclastic rocks are found in certain places within the ore-containing sequences. Andesitic rocks are of little significance. Apart from Cu, Pb, Zn, Au and Ag, the associated metals from these deposits also include tungsten and tin which are characteristic of the continental crust. The ores usually contain relatively high content of radiogenic lead isotopes. The alterations of the underlying rocks, mainly silicification, sericitization and kaolinization, reflect the geochemical characteristics of the continental crust in which silicon and potassium were enriched. Moreover, because of the formation of multistage granites in the weak zones of the continental crust, these deposits were often transformed and superimposed by hydrothermal solutions from Mesozoic granitic rocks, especially those of the syntectonic type, resulting in the coexistence of massive sulfide deposits with ores of skarn and porphyry types in one district.

(Continued from p.42).

than their respective abundances in crustal carbonate rocks and their clark values, and also much greater than their contents in granodiorite. (Cu is 6 times, Pb 7 times, Zn 12 times and Ag 66 times higher than their respective contents in this intrusive body). This shows that the strata might provide abundant materials for mineralization.

The Cu, Pb, Zn and Ag contents are obviously lower in the near-ore wall rocks than in the corresponding wall rocks 5000m from the intrusive body, indicating the activated transfer of these elements in the ore-bearing strata. The granodiorite body serves as a heat source of this transfer.