

下雷碳酸锰矿床地质特征及成因探讨

汪金榜

(广西地质矿产局)

特大型的广西下雷锰矿床是一个受北东向基底构造控制, 与其南部的龙州和西部的那坡地区海底火山作用有关的沉积碳酸锰矿床。含锰地层为上泥盆统三里组。该组岩层为一套有颗石藻深水相生物和竹节石、牙形刺、菊石、介形虫等浮游生物的含炭质和黄铁矿的灰岩—硅质岩、硅质岩—灰岩、泥岩—硅质岩的特殊生物和岩石组合。矿石矿物有菱锰矿、锰方解石、蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石、锰帘石、脉石矿物有绿泥石、阳起石、黑云母、石英和黄铁矿等。菱锰矿的含量大致和蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石等的含量呈正相关。条带(条纹)状和豆鲕状构造是本矿床的主要矿石构造。下雷锰矿床和位于它东南方向、与火山活动有关的宁明膨润土矿床矿石中的稀土元素特征相似。



地质·矿床

下雷锰矿是我国的一个特大型碳酸锰矿床。对于该矿床的成因, 以往的文献中多认为是沿越北古陆(马关古陆)边缘分布的浅海盆地沉积, 锰质来源于上述古陆。根据笔者最近对该矿床的研究, 认为它是一个受海底断裂控制, 并与海底火山作用有关的沉积碳酸锰矿床。

地质简况

矿床位于华南褶皱系右江褶皱带的南部, 上映倒转向斜的西南端。

矿区出露地层为下石炭统和中、上泥盆统。含锰地层为上泥盆统三里组(或称五指山组)(图1)。矿层直接顶板为灰—灰黑色硅质岩, 底板是灰—深灰—绿色含锰泥质灰岩。

在矿区西部的那坡县、靖西县, 南部的龙州县地区出露有晚泥盆世的火山岩^[1], 分别产于上泥盆统的底部和中部。中部的一套火山岩产于五指山组, 分布在那坡县坡荷一带和靖西县安德一

统	组	代号	层号	柱状图	厚度(米)	主要岩性特征及化石	欧洲分层
下石炭统	岩上阶段	C _{1y} ²			95	硅质岩、硅质灰岩、礁石条带灰岩, 底部含磷产 <i>Siphonodella Cooperi</i> , <i>Elicto gnathus</i> sp.	杜内阶
	岩下阶段	C _{1y} ¹	18		204	深灰色硅质泥质灰岩、硅质灰岩, 产 <i>Siphonodella Cooperi</i> , <i>S. lobata</i> , <i>S. obsoleta</i> , <i>P. lygnathus Commis</i> , <i>Carina</i> , <i>Elicto gnathus</i> sp.	
上泥盆统	五指山组	D _{1w} ⁴	11-17		125	灰、深灰色泥灰岩、钙质泥质夹硅质岩条带, 产 <i>Protognathodus</i> sp., <i>Tentaculites</i> sp., <i>Pterinea</i> sp.	法阶
		D _{1w} ³	9-10		41-60	灰、深灰色硅质灰岩夹硅质岩, 局部夹含锰灰岩, 产 <i>Richterina</i> (<i>Richterina</i>) <i>Striatula</i> , <i>Maernella hemisphaerica</i>	
	榴江组	D _{1l} ¹	2-3		50-80	灰、灰绿色及紫红色碳酸锰矿夹含锰泥岩、硅质灰岩两个夹层, 下夹层产 <i>Palmitolepis minuta</i> , <i>Pa. gracilis sigmoidis</i> 等	弗拉斯阶
		D _{1l} ²	4-8		15	深灰色扁豆状、条带状灰岩, 产 <i>Ungere</i> <i>Ulla sigmoidale</i> 等	
中泥盆统	东岗岭组	D _{1d}	1		109	灰黑色薄层状硅质岩、泥质硅质岩等, 产 <i>Bertillonella</i> cf. <i>erecta</i> 等	吉微特阶
						白云质灰岩, 顶部为灰岩夹硅质条带, 产 <i>Stringocephalus</i> sp.	

图1 下雷锰矿区地层综合柱状图

(据广西地质局第四地质队)

带的硅质岩与碳酸盐相过渡带内, 面积约30平方公里, 岩性主要为粗面斑岩; 在坡荷还有玄武岩。

其间偶夹有厚度大于20米的凝灰岩,个别地段(坡荷)厚度可达150米。此外,在龙州县武德等地亦有凝灰岩零星分布,厚约20米,顶部粗面岩显示清晰的枕状构造。

矿床地质

广西有5个晚泥盆世沉积的锰矿带^[2],分别受下雷—灵马、宁明—南宁、灵山、南宁—都安、永福5条同期活动的海底断裂严格控制。断裂长数十至数百公里,宽数至数十公里。

下雷锰矿与北东向同期活动的下雷—灵马海底断裂密切相关,产于有别于台地的台沟地貌和覆水相对较深的台沟相沉积中^①(图2)。

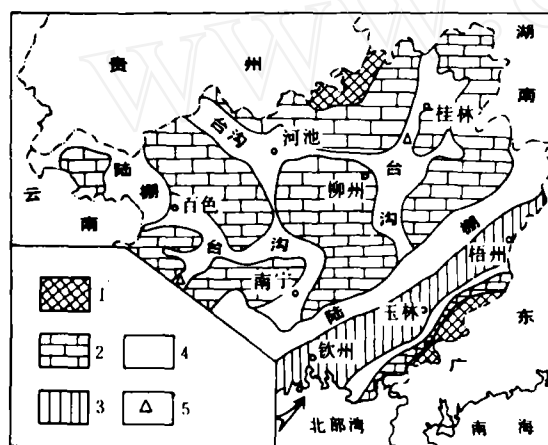


图2 广西晚泥盆世晚期古地理略图
(据广西地矿局地质研究所方道年)

- 1—陆地; 2—碳酸盐台地; 3—浅海槽盆;
4—台沟与陆棚; 5—矿床位置

该沉积物中发育一套产竹节石、牙形刺、菊石、介形虫等浮游生物和深水相颗石藻生物;含炭质和黄铁矿的硅质岩—扁豆状灰岩—泥质硅质岩。常见条带状、扁豆状灰岩—泥质硅质岩和具有条带状、扁豆状和角砾状等构造^②的特殊生物和岩石组合。台沟相沉积物的展布与上述断裂吻合;区域上呈北东向的长条状。矿床内工业矿体的延伸,亦显示这个方向的特点(图3)。

碳酸锰矿石的矿物和化学组份

本矿床自下而上有I、II、III三个矿层和夹

^①广西地矿局:广西泥盆纪沉积相古地理及其有关矿产的研究,1985年

一、夹二两个夹层。

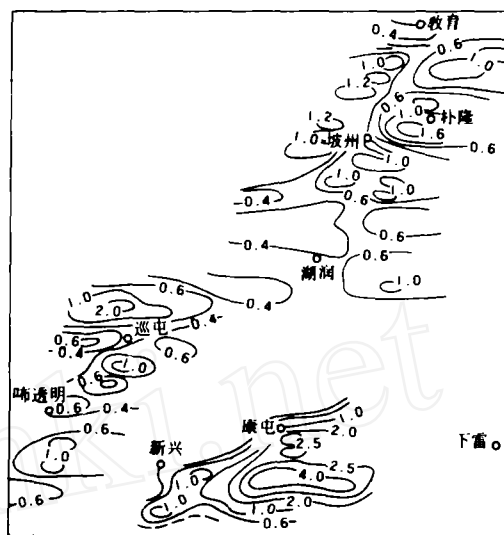


图3 下雷、湖润一带II+III矿层厚度等值线图
(据广西地矿局地质研究所锰矿组)

1.矿石的矿物组份 矿石矿物有菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石、蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石和赤铁矿、磁铁矿;脉石矿物主要有石英、绿泥石、黑云母、阳起石和炭质、黄铁矿等。各矿物含量见表1。

菱锰矿:是本区主要的含锰矿物,多分布于II矿层, I矿层次之, III矿层最少。矿物呈粉红色,他形粒状,粒度0.001~0.1毫米。具豆状、鲕状和条带状构造。单矿物分析含CaO、FeO和MgO较高;X光粉晶分析含CaCO₃ 10~15%。菱锰矿的含量大致与蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石的含量同步增长(见表1),如I矿层下部、II矿层下部和上部。其含量的变化趋势是:自I矿层→II矿层→III矿层,菱锰矿由多→多→少;蔷薇辉石和锰铁叶蛇纹石从有→有→无;阳起石从有→有→仅底部见。

锰方解石:是常见的含锰矿物之一。一般多出现在I矿层上部、夹层II和III矿层的部分地段。矿物呈粉红色,他形粒状或显微粒状,粒度0.003~0.5毫米,常和微粒石英混杂分布。

绿泥石:各矿层均有产出,但以夹层II含量最高。矿物呈绿至深绿色,多呈显微鳞片状、叶

^②方道年:广西晚泥盆世“扁豆灰岩”的成因及沉积环境探讨,1985年。

各矿层碳酸锰矿石的颜色、结构构造和矿物组分表*

表 1

矿层	颜色	结构	构造	矿物及含量, %													
				菱锰矿	钙菱锰矿	锰方解石	蔷薇辉石	锰铁叶蛇纹石	锰帘石	褐锰矿	石英	黑云母	绿泥石	阳起石	黄铁矿	赤铁矿	
Ⅲ上	灰、深灰	微粒、细粒、生物碎屑	块状、条带状、豆状	3 ~ 5	50 ~ 55	15 ~ 20						15 ~ 20	1 ~ 3	1 ~ 3	1 ~ 3	1 ~ 3	
Ⅲ下	灰绿、黄绿																
Ⅱ上	灰、深灰、棕红、铁黑、墨绿	微粒、柱粒、显微叶片	鲕状、豆状、条带状	30 ~ 35	15 ~ 20		5 ~ 10	10 ~ 15	1 ~ 3	1 ~ 3	10 ~ 15	3 ~ 5	3 ~ 5	1 ~ 3			3 ~ 5
Ⅱ中	灰、灰绿、灰白、紫红	微粒、细粒、柱粒、显微叶片	块状、条带状、豆状、斑杂状	20 ~ 25	30 ~ 35	1 ~ 3	3 ~ 5	5 ~ 10			10 ~ 15	3 ~ 5	3 ~ 5	5 ~ 10			1 ~ 3
Ⅱ下	棕红、铁黑	微粒、柱粒、显微叶片	豆状、鲕状、块状、斑杂状	25 ~ 30	15 ~ 20	1 ~ 3	5 ~ 10	5 ~ 10	1 ~ 3	1 ~ 3	20 ~ 25	5 ~ 10	5 ~ 50	3 ~ 5			1 ~ 3
Ⅰ上	灰、灰绿、粉红	微粒、细粒、显微鳞片	块状、豆状、条带状	1 ~ 3	15 ~ 20	45 ~ 50	3 ~ 5	3 ~ 5	1 ~ 3		10 ~ 15	1 ~ 3	5 ~ 10	1 ~ 3			1 ~ 3
Ⅰ下	棕红、灰、铁黑、灰绿	微粒、细粒、显微叶片、鳞片	块状、结核状、条带状、微层状	30 ~ 35	20 ~ 25	5 ~ 10	5 ~ 10	5 ~ 10	1 ~ 3	1 ~ 3	5 ~ 10	1 ~ 3	3 ~ 5	3 ~ 5			1 ~ 3

* 据广西地矿局第四地质队。

片状分布于碳酸锰矿物之间；据单矿物分析，含铁、锰较高。

蔷薇辉石：一般呈条带状、豆鲕状、细脉状分布于I、II矿层中，III矿层中未见。矿物呈肉红色、蔷薇色，柱状、板柱状或粒状，粒度一般0.2~0.5毫米。呈豆鲕状分布的蔷薇辉石中，常有锰铁叶蛇纹石和锰帘石，偶见斜长石和重晶石；呈条带状分布的蔷薇辉石中混杂有石英和锰方解石。

锰帘石：集合体呈黄棕色，一般分布于豆鲕中或脉中。粒度一般为0.02~0.2毫米，与蔷薇辉石、阳起石共生。

阳起石：含量不多，但分布普遍。镜下多呈小于0.001毫米的粉尘状，少数呈可见的针状和叶片状，偶见豆鲕状。常与蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石、锰帘石、锰辉石等共生。

本矿床主要的矿石构造是条带（条纹）状和豆鲕状。条带状构造主要是白色碳酸盐矿物，紫红、铁黑色赤（磁）铁矿和玫瑰色蔷薇辉石相对集中构成。条带与层理大致平行，一般宽0.5~5厘米。豆鲕状构造是以微粒碳酸锰为主要矿物组成的基质中，分布着颜色、大小、形态、矿物成

分和内部结构各不相同的豆鲕所构成。鲕粒一般与基质分界明显，部分呈渐变过渡。鲕状构造多集中在II矿层的上下部，豆状构造相对集中在I矿层下部。豆、鲕粒主要有3种类型：①以碳酸锰矿物为主，间杂有赤铁矿、锰铁叶蛇纹石、蔷薇辉石和少量石英、长石。②以蔷薇辉石为主，间杂有碳酸锰、锰帘石、锰铁叶蛇纹石和少量阳起石、绿泥石、白云母、黑云母等；中心多为蔷薇辉石，外围为锰铁叶蛇纹石，边缘为赤铁矿、磁铁矿等。具同心环状构造。③以锰铁叶蛇纹石为主，其间分布有淡绿色的石榴石、蔷薇辉石、钾钠长石等，一般不具同心环状构造。

2. 碳酸锰矿石的主要化学成分（表2） 锰的含量以II矿层最高，I矿层次之，III矿层最低，并大致随 Al_2O_3 含量的增高和 MgO 的降低而增高。值得指出的是：矿石中含有Co、Ni（表3）以及Cu0.001~0.019%（定量分析，下同）、Pb0.035~0.042%、Zn0.011~0.012%、Ag3克/吨。同时，在锰矿夹层和紧靠I矿层的底板发现有含铂的白铁矿微粒。

由上述可见，本矿床的某些特征类似北祁连褶皱带黑峡口火山—火山沉积型^[1]锰矿；后者矿

主要化学成分平均含量 (%) 表 2

矿层号	Mn	TFe	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	烧失量
Ⅲ	18.69	6.44	0.125	23.105	1.38	9.96	3.095	26.48
Ⅱ	23.13	6.58	0.115	26.34	1.76	5.88	2.52	20.14
I	21.7	5.18	0.107	19.84	1.35	12.62	2.69	22.98

据韦灵教。

下雷碳酸锰矿床钴镍含量 (ppm) 表 3

层位	Co	Ni	Co/Ni
顶板	0.002	0.004	0.5
Ⅲ矿层	0.018	0.02	0.9
二夹层	0.01	0.017	0.59
Ⅱ矿层	0.012	0.023	0.52
一夹层	0.003	0.0037	0.81
I矿层	0.0045	0.0059	0.76
底板	0.0022	0.0016	1.37

据广西地矿局研究所韦灵教。

体产于红、紫红色硅质岩中,顶板为灰绿色硅质岩,底板是凝灰岩。矿石中见有绿帘石、长石等硅酸盐矿物。元素组合除铁、锰外,尚有铜、铅、锌等亲硫元素。下雷锰矿层除与灰—深灰色硅质岩密切伴随外,矿石的矿物和化学组份复杂,并普遍出现与菱锰矿有关的蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石、阳起石和锰帘石、锰辉石、白云母、黑云母等硅酸盐矿物,还含有Cu、Pb、Zn、Ag等元素。据广西第四地质队的资料,蔷薇辉石的爆裂温度为216~364℃(5个样),有热液活动的迹象。

据莫斯霖对广西33条含锰层剖面、1338个光谱分析和18个化学分析结果的研究^[1],Co/Ni高、Sr/Ba低的地带都是沿上述5条同期活动的海底断裂分布的,其中Co/Ni>0.5,Sr/Ba<5的范围,一般有火山岩出露。下雷锰矿矿层的Co/Ni=0.52~0.9,Sr/Ba=0.134~0.357。可见,下雷锰矿的形成与邻近地区的海底火山作用有一定的成因联系。

碳酸锰矿石硫同位素和稀土元素特征

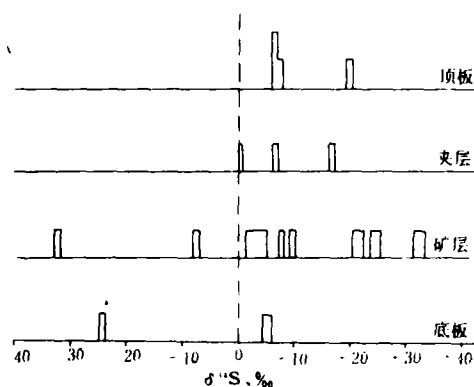
该矿床共测定了24个黄铁矿硫同位素样(表4),其中矿层14个、顶板4个、底板3个、夹层3个。从硫同位素频率分布图(图4)可见:

$\delta^{34}\text{S}$ 大致集中在3个区间:①-7.10~9.58‰,②20.91~31.60‰,③-23.60‰;其中第①区间显示火山成因硫的特征(据H. G. Thode,1963),并占有相当重要的地位。这表明,该矿床硫是多源的,不仅有海水硫酸盐细菌还原和生物提供硫,而且有相当比重的硫来自火山活动。

下雷锰矿中伴生黄铁矿的硫同位素组成表* 表 4

采样部位	样号	$\delta^{34}\text{S}$, ‰	采样部位	样号	$\delta^{34}\text{S}$, ‰
16分层	T 16	+6.42	Ⅱ矿层	T 23	+20.91
11分层	6	+7.94	"	26	+21.615
10分层	5	+19.28	"	28	+23.75
"	19	+6.42	"	32	+24.51
Ⅲ矿层	1	+1.73	夹一	13	+6.96
"	2	+2.28	I矿层	10	+7.94
"	16	+9.58	"	12	+4.24
"	18	+3.48	"	22	+31.60
夹二	4	+0.64	"	31	-32.60
"	9	+16.45	3分层	11	+4.78
Ⅱ矿层	3	-7.10	"	30	-5.68
"	8	+32.195	2分层	29	-24.21

* 据广西地矿局研究所韦灵教



· 图4 下雷锰矿床硫同位素频率分布图

为了进一步探索矿床成因和物质来源,笔者选择了位于下雷锰矿床东南方、与宁明盆地北缘广泛分布的以中酸性熔岩为主的火山岩有直接成因联系的大型宁明膨润土矿床,进行了矿石中稀土元素特征对比。研究表明,两个矿床15种稀土元素特征基本相同(表5)。其中La₂O₃、CeO、Y₂O₃、Yb₂O₃、Er₂O₃5种成分含量高,另10种稀土氧化物含量低。轻稀土总量ΣCe为<0.0185~<0.0273%,重稀土总量ΣY为<0.00598~0.00732%。值得注意的是:下雷锰矿床矿石中的La₂O₃、CeO、Y₂O₃、Yb₂O₃的含量大致随锰

含量的增加而增高,这4种稀土氧化物的含量以Ⅱ矿层最高,Ⅰ矿层次之,Ⅲ矿层最低(见表5、表2)。

稀土氧化物含量(%)对比 表5

氧化物	下雷锰矿床			宁明膨润土矿床
	Ⅲ矿层	Ⅱ矿层	Ⅰ矿层	
La ₂ O ₃	0.0030	0.0038	0.0035	0.0043
CeO	0.0075	0.011	0.009	0.015
Y ₂ O ₃	0.002	0.0026	0.0026	0.0019
Yb ₂ O ₃	0.000125	0.00020	0.00018	0.000198
Er ₂ O ₃	<0.002	0.00225	0.0025	<0.002
Nd ₂ O ₃	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Sm ₂ O ₃	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Eu ₂ O ₃	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Dy ₂ O ₃	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025
Gd ₂ O ₃	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Tb ₂ O ₃	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Ho ₂ O ₃	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Tm ₂ O ₃	<0.000125	<0.000125	<0.000125	<0.000125
Lu ₂ O ₃	<0.000125	<0.000125	<0.000125	<0.000125
Pr ₂ O ₃	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

前已述及,蔷薇辉石、锰铁叶蛇纹石、阳起石等硅酸盐矿物仅分布在Ⅰ、Ⅱ两矿层,菱锰矿含量也最多,Ⅲ矿层矿石中一般不出现硅酸盐矿物,菱锰矿含量也相对减少。

下雷锰矿床和宁明膨润土矿床的La、Ce、Y、Yb、Er的球粒陨石标准化分布模式(图5)也大体一致。

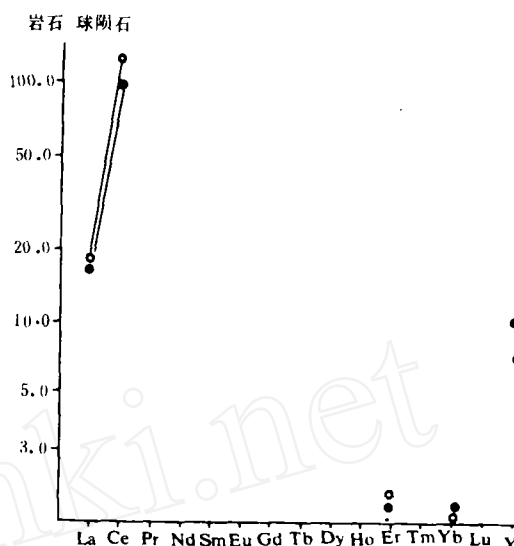


图5 下雷锰矿床和宁明膨润土矿床矿石中若干稀土元素丰度球粒陨石标准化图解

总之,根据矿床地质构造、岩石和生物组合、矿石的矿物、化学成分及稀土元素等特征,认为下雷锰矿床主要是受北东向构造控制,锰质来源主要与龙州地区 and 那坡地区的火山活动有关,属于受海底古构造控制而与海底火山作用有关的沉积矿床。

本文在写作过程中,得到广西地矿局地质研究所锰矿组、中心实验室岩矿组和胡明廉、郑理珍等同志的帮助并提供资料,在此一并致谢。

Features and Origin of the Xialei Carbonate Manganese Ore Deposit

Wang Jinbang

(Geology and Mineral Resources Bureau, Guangxi Province)

Abstract

The sedimentary carbonate manganese deposit, huge in size, controlled by a northeastern trending fundamental structure, is related to the submarine volcanism in the regions of Longzhou on the south and Napo on the west. The Mn-bearing formation is the Sanli group of the upper Devonian Series. This group comprises a special biogenous rock assemblage of planktonic organism-bearing carbonaceous pyritic limestone-silicalite, silicalite-limestone, and mudstone-silicalite. Ore minerals mainly are rhodochrosite, manganocalcite, manganolite, manganolite and mangan (ferro)-antigorite. Gangue minerals are chlorite, actinolite, biotite quartz and pyrite. The content of rhodochrosite is positively correlative to that of manganolite or mangan (ferro)-antigorite approximately. The major ores of this deposit have a banded (streaky), pisolitic or oolitic structure. The characteristics of rare earth elements of the Xialei Mn-deposit are similar to those of the volcanism associated Ningming bentonite deposit to its southeast direction.