

安徽省贵池唐田锰矿床地质特征

许 卫^{1,2}, 岳书仓², 杜建国¹, 谢建成¹, 孙乘云¹, 王有生¹

(1. 安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001; 2. 合肥工业大学 资源与环境科学系, 安徽 合肥 230009)

摘 要: 安徽贵池地区唐田沉积锰矿床赋存于二叠系孤峰组, 包括沉积作用形成的碳酸锰矿和经后期氧化作用形成的氧化锰矿, 地球化学特征表现为 Mn 的强烈富集, 尤其是氧化锰矿的富集作用更为明显, 而 Ca, Mg, Si 则大量流失, 认为锰矿层及含锰岩系的物源既有陆源, 又有海源, 其沉积水体较深, 结合沉积特征及地史演化分析, 自栖霞期发生的海侵在茅口早期达最大, 矿区处于深水陆棚相-盆地相沉积环境, 发生含锰地层的沉积。

关键词: 锰矿; 孤峰组; 地球化学; 贵池地区; 安徽省

中图分类号: p611.22; p618.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2002)04-0240-06

锰是地壳中最主要的 20 种元素之一, 但锰与其他铁族元素不同, 其矿物学、地球化学、矿床学的特征要复杂得多。锰矿床类型虽然较多, 但由于其特殊的地球化学性质, 作为有经济意义的矿床, 在自然界主要是氧化物和碳酸盐类等几种类型, 沉积矿床及其表生(氧化)矿床是世界上最重要的两种类型^[1]。

在我国, 锰矿床主要产于西南诸省^[2], 华东地区以安徽贵池地区锰矿储量较为丰富, 主要有贵池唐田、牌楼、徽坑、华督岭、马衙等锰矿床。其中唐田锰矿床为该地区具代表性的主要锰矿床之一。

1 区域地质概况

安徽贵池地区唐田锰矿床位于贵池市南西约 50 km 处, 处于扬子陆块北缘的前陆断褶带内, 褶皱构造较为发育, 以一系列向北逆冲推覆断裂及轴面向南倒转的褶皱构造为特征, 区域上褶皱构造形态总体表现为一大型“S”形, 在东、西两端为近 EW 向, 中部为 NE 向。研究区即位于“S”形的中部。贵池复向斜是主要的控矿次级构造单元(图 1)。

唐田锰矿区主要为沉积地层分布区, 主要出露古生代海相沉积地层, 地层发育齐全。含锰岩系为二叠系孤峰组, 主要出露于贵池复向斜中次级唐田向斜的两翼。在唐田矿区南、北二矿带孤峰组含锰岩系

存在一定差异, 北部以硅质组分为主, 而南矿带含锰岩系中, 钙质组分较高。区域上的变化特征表现为自唐田矿区向东、南, 灰质成分逐渐增高, 硅质成分逐渐降低。

唐田锰矿区地质构造相对简单, 褶皱构造主要表现为唐田向斜, 组成地层为志留系—三叠系, 北西翼正常, 南东翼倒转, NEE 向展布, 为斜歪水平褶皱。断裂构造不甚发育, 主要有 NE、NNE 向两组断裂, 其中 NE 向由逆冲-推覆作用形成的断裂对锰矿的影响较大, 造成局部的锰矿缺失。

2 锰矿地质特征

唐田锰矿床分布于唐田向斜的两翼, 基本对称分布。分南、北两个矿带, 北矿带包括沙山、洪村、徐家及缸窑等矿段, 矿层基本连续, 含矿岩系长约 7.5 km, 以沙山矿段为代表; 南矿带由于断层破坏, 矿层不连续, 仅包括白云、龙岭、唐田东、吴田、坦埠等矿段, 含矿岩系长约 7 km, 其中以白云矿段为代表。

2.1 矿体特征

矿床赋存地层为二叠系孤峰组, 总体呈线性展布, 在唐田锰矿区, 孤峰组出露范围、连续性及厚度总体较稳定, 含锰岩系中以含锰硅质(页)岩为主, 原生锰矿(氧化锰矿)层下部普遍发育一层厚约 1m 的

收稿日期: 2002-05-13; 修订日期: 2002-09-10

基金项目: 国土资源大调查项目“安徽贵池地区富锰矿区资源评价”(编号 20001020127003)资助。

作者简介: 许卫(1967-), 男, 安徽怀宁人, 高级工程师, 主要从事区域地质和矿床地质研究。

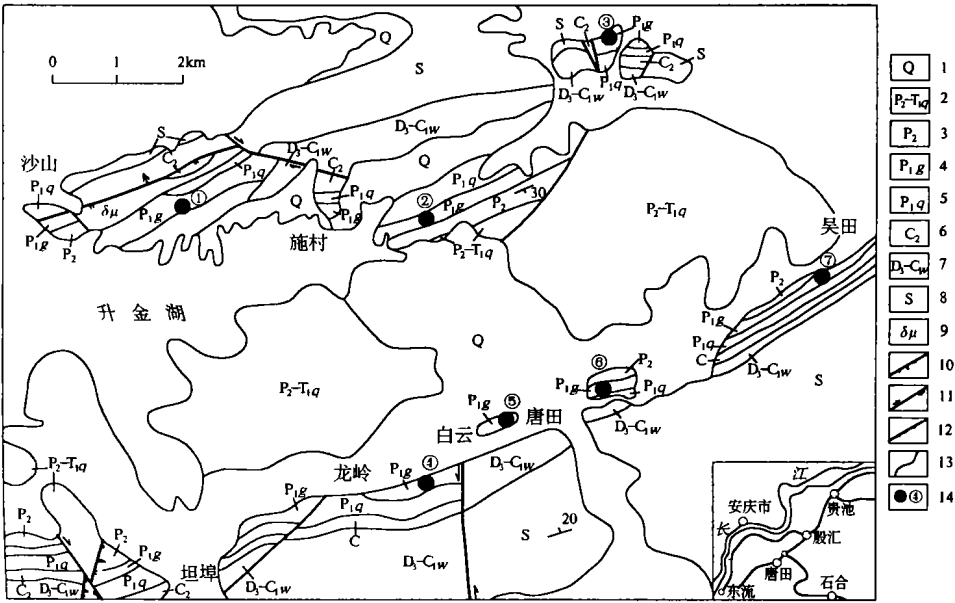


图 1 安徽贵池唐田地区地质图

Fig. 1 Geological map of Tangtian area Guichi, Anhui province

1. 第四系 2. 青龙组 3. 上二叠统 4. 孤峰组 5. 栖霞组 6. 中石炭统 7. 五通组 8. 志留系
9. 闪长玢岩 10. 正断层 11. 平移断层 12. 性质不明断层 13. 地质界线 14. 矿段及编号
沙山—施村矿段; 徐家矿段; 缸窑矿段; 龙岭矿段; 白云矿段; 唐田矿段; 吴田矿段

含大量生物化石的碎屑灰岩、含锰泥灰岩、泥质灰岩,为区内锰矿的标志层。由于受构造因素影响,南矿带地层发生倒转,孤峰组与上部栖霞组局部呈构造接触或被更老地层所掩覆,实测孤峰组厚度> 52 m。北矿带地层发育正常,基本连续,厚度 112 m。

矿体位于孤峰组下部,含矿岩系为含锰灰岩、含锰硅质岩、含锰硅质页岩等。其中北矿带沙山、洪村、徐家等矿段其含矿岩系以含锰硅质岩夹含锰硅质页岩为主,夹少量的含锰灰岩、含锰泥灰岩;南矿带一般以含锰硅质岩、含锰灰岩为主,夹含锰硅质页岩等,相对钙质组分含量增高。一般含矿 1~6 层,其中底部矿层厚 0.5~2.0 m,平均厚约 1.0 m,为主要矿体,连续性好,区域对比性强;其他矿层一般厚< 0.5 m,多< 0.2 m,不具工业价值。

矿体呈似层状,顶板为含锰页岩,底板为含锰灰岩夹硅质岩,延伸稳定,产状较平缓。矿层产状与地层产状一致,北矿带倾向 SE,倾角缓,南矿带由于地层倒转,亦倾向 SE,倾角中等,矿层与顶、底板界线一般较清楚。局部虽出现非矿夹层,但其一般小于夹石剔除厚度。锰矿层连续性良好,厚度变化系数为 48.26%,品位变化系数 25.34%,属较稳定类型。矿体延伸受氧化次生富集条件的影响,各地不一;在有

利的氧化次生富集条件下,氧化锰矿层延伸一般在垂深 30~40 m 范围内。

2.2 矿石类型及其矿物组成

唐田矿区锰矿矿石类型可以分为两种。一是氧化锰矿,矿石矿物以软锰矿、硬锰矿为主,次为水锰矿,脉石矿物为石英、绢云母、粘土矿物等。软锰矿多呈松散土状、砂状和块状、蜂窝状,细粒、微晶结构;硬锰矿多具叠层状、肾状、皮壳状、不规则状构造,同心环带结构和隐晶结构;区内富锰矿矿石主要系该种矿石组成。二是原生碳酸锰矿,

主要为含锰灰岩,为致密块状构造,具粒状、鲕状、胶状结构,矿石矿物主要为菱锰矿、锰方解石等,脉石矿物为方解石、白云石、石英及粘土矿物等,该类矿石在本区较少,其品位也较低。

2.3 矿体的分带特征

唐田锰矿具明显的垂向分带特征,上部为富氧化锰矿,其组成以软锰矿、硬锰矿为主,次为水锰矿,是在沉积碳酸锰矿的基础上经氧化以后形成,保留碳酸锰矿的层状特征,但与其在物质组成上区别很大,表现为 Mn、Al 等富集,Mn 以氧化物相为主,而 Si、Ca、Mg 等发生大量流失;中部为混合锰矿,表现为碳酸锰矿已发生氧化,但氧化程度弱,Mn 的富集作用不明显, Si、Ca、Mg 等发生一定程度的流失;下部为碳酸锰矿,为原生沉积作用形成,锰以碳酸盐相为主,主要组成矿物为菱锰矿、含锰方解石等。

矿体的分带特点在矿集区均表现明显,但在不同部位各分带的发育程度不一致,氧化程度高的地区,富氧化锰矿的上部分带较发育;反之,则以碳酸锰矿为主,彼此界线过渡。氧化分带特征与我国典型锰矿床的特征近似^[2,3]。

3 锰矿地球化学特征

3.1 常量元素特征

锰矿石及有关岩石的常量元素分析结果见表 1。

常量元素含量差异较大, 并与原岩岩性有关。含锰岩石的特征表现为 Si 低, Mn, Fe, Al, Ti 相对富集, 与它们的地球化学性质类似有关。氧化锰矿石的 Mn 很高, 3 个样达 30%, 而 Si 很低, 与原生碳酸锰矿相比, 说明在氧化过程中发生了 Mn 的富集和 Si, Fe 的流失。

表 1 安徽贵池唐田锰矿矿石与有关岩石常量元素成分

Table 1 Major elements of Tangtian manganese deposit and related rocks in Guichi area, Anhui province

样 品	岩(矿)石类型	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total
D049XT 1	含锰硅质岩	74.67	0.19	5.18	3.41	0.41	9.96	0.31	0.31	0.053	0.55	0.116	95.159
D049XT 2	锰矿石	39.42	0.15	4.29	3.52	0	39.98	0.25	0.48	0.12	0.65	0.326	89.186
D070XT 1	硅质岩	94.06	0.09	1.55	2.08	0.11	0.81	0.18	0.13	0.039	0.19	0.05	99.289
D070XT 2	含锰泥岩	51.2	0.44	11.21	6.7	0.3	10.48	0.5	0.56	0.15	0.9	0.151	82.591
D070XT 3	含锰泥岩	63.39	0.34	7.02	8.24	0.38	11.31	0.8	0.85	0.24	1.17	0.185	93.925
D106XT 1	硅质岩	85.14	0.28	5.34	4.68	0.3	0.43	0.37	0.2	0.053	0.96	0.134	97.887
P- 9XT1	粘土	67.16	0.84	15.25	5.8	0.84	0.36	0.91	0.42	0.26	2	0.116	93.956
P- 1XT1	粘土	67.93	0.8	14.78	6.74	0.56	1.16	0.71	0.33	0.13	1.46	0.09	94.69
P- 2XT1	含锰硅质岩	74.01	0.46	10.78	5.63	0.94	1.16	0.63	0.28	0.079	1.33	0.139	95.438
P- 3XT1	锰土	61.49	0.56	16.11	7.42	0.87	3.28	0.79	0.32	0.11	1.5	0.224	92.674
P- 6XT1	含锰泥岩	63.74	0.32	9.06	5.68	0.3	11.7	0.4	0.61	0.079	0.76	0.08	92.729
沙 XT1	泥质页岩	81.79	0.17	4.74	3.43	0.08	4.62	0.36	0.3	0.053	0.45	0.143	96.136
沙 XT2	锰矿石	57.87	0.16	3.86	3.34	0.15	24.56	0.42	0.55	0.12	0.58	0.25	91.86
沙 XT3	锰矿石	43.57	0.24	6.69	5.3	0.04	30.52	0.18	0.13	0.039	0.19	0.301	87.2

注: 样品由安徽省地质测试中心分析。下同。

D070XT 3, P-1XT1, P-2XT 1, P-3XT 1, P-9XT 1 等 5 个样品的 $w(K_2O)$ 均明显偏高, 尤其是 P-1XT1, P-2XT 1, P-9XT 1 等 3 个样品的岩石均已强氧化, 同样, Na_2O 的变化特征也与 K_2O 类似, 但不如其明显, 说明在岩石的氧化过程中, 其环境总体呈碱性。

考查一下唐田白云和坦埠的氧化带剖面的样品分析结果可以看到: 对近地表的环境来说, Mn 的氧化富集程度随氧化深度的增加而增加, 反映了地下水的向下淋滤作用是造成 Mn 氧化富集的正相关因素。对于含锰岩系上部的风化粘土层, 相对于下伏基岩来说, Mn 呈锰土形式产出, 表现为原地富集特点, 与下伏基岩的 Mn 的含量正相关; Fe, Al 相对富集, 尤其是 Al 富集比较明显; Si 的变化不大, 可能是其他元素流失, Si 由于残余而相对富集。

3.2 微量元素、稀土元素特征

分析结果见表 2、表 3。总体表现为微量元素含量、伴生的有益元素均较低。 Sr, Ba 异常和 Sr/Ba 值与沉积环境关系反映本区处于深水和高盐度的沉积环境^[4]; Co/Ni 值是判断沉积环境和沉积作用的一个指标, 尤其是判断是否为海底热水沉积作用的指标^[5]。本区的分析结果表明, 本区的锰矿沉积似不具备热水沉积的条件。

样品的稀土总量较低, $w(REE) < 250 \times 10^{-6}$, 最低仅 27×10^{-6} (D070XT1), 属 LREE 富集型, $w(LREE)/w(HREE)$ 一般在 2~6 之间, 个别样品达 8.2(沙 XT1)。在北美页岩标准化稀土元素配分模式图(图 2)中, 曲线呈基本平滑型, 中稀土略为富集, Eu 异常不明显, 具弱的 Ce 负异常, 反映弱氧化的沉积环境, 而 Dy 具强的正异常, 其指相意义目前

尚不明了。利用海水的标准化值进行标准化的模式高、物源单一的陆块,并非来自海水本身所含的锰曲线,则出现明显的 Ce 正异常特征,反映区内沉积质。物具有相似的物质来源,且成锰物质来自成熟度较

表 2 安徽贵池唐田锰矿微量元素成分

Table 2 Trace elements of Tangtian manganese ore deposit Guichi, Anhui province														$w_B/10^{-6}$	
样品	岩、矿石类型	Ba	Rb	Sr	Y	Nb	Pb	Zn	Cu	Ni	V	Cr	Sc	Co	Mo
D049XT 1	含锰硅质岩	172.4	40.1	717	23.89	6.5	14.2	473	32.5	437.3	254.2	147.8	6.06	7.5	34
D049XT 2	锰矿石	390.3	38.6	2167.3	67.7	6.1	12.2	853.6	49.3	663	973.2	171.4	6.78	13.8	34
D070XT 1	硅质岩	99.2	15.5	49.2	10.52	3	5.7	91.1	17.4	34.5	51.3	75.6	1.92	6.3	4.34
D070XT 2	含锰泥岩	421.3	64.2	136.7	56.07	14.3	25.1	218.8	50.1	216.2	226.4	151.1	11.34	1.3	4.14
D070XT 3	含锰泥岩	149.9	64.3	131.7	41.65	13	28	227.4	44.1	391	587.8	209.5	8.16		
D106XT 1	硅质岩	101.8	50.8	57.7	31.01	8.5	12.5	55	46.4	55.9	171.1	312.3	7.46	10.1	5.69
P- 9XT1	粘土	572.4	120.3	59.8	27.51	21	28.1	87.7	33.4	42.1	120.2	91	11.19	17	1.94
P- 1XT1	粘土	548.4	106.4	102.6	25.68	17.1	30.6	112.3	43.6	64.2	170.4	129.1	11.47	16.7	2.7
P- 2XT1	含锰硅质岩	422.1	80.3	125.5	22.27	12	21.8	105.3	43.4	62.2	190.1	168.3	9.98	14.1	1.99
P- 3XT1	锰土	592.5	106.3	209.7	40.97	15	26.7	156.7	62.9	104.2	298.5	193.5	8.84	12	3.27
P- 6XT1	含锰泥岩	339.3	56.5	340.6	38.41	8.8	13.5	437	39.8	203	349.5	114.9	15.19	1	6.47
沙 XT1	泥质页岩	152.5	36.9	454.3	18.26	5.3	12.2	191.7	32.3	252.4	172.5	97	6.8	17.6	3.95
沙 XT2	锰矿石	176.7	39	1554.5	26.2	4.7	8.9	444.1	30.9	486.1	432	146.9	6.39	22.9	14.2
沙 XT3	锰矿石	412.4	57.9	1961.7	59.32	9.7	22.9	572.6	39.5	747.7	656.6	157.2	8.94	15.8	17.9

表 3 安徽贵池唐田锰矿稀土元素分析结果

Table 3 Rare earth element analysis of the manganese ore														$w_B/10^{-6}$	
样 品	岩(矿)石类型	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
D049XT 1	含锰硅质岩	29.3	34.86	5.79	21.28	4.51	0.99	4.38	0.65	3.56	0.79	2.17	0.33	1.83	0.32
D049XT 2	锰矿石	58.44	60.87	12.49	49.84	11.3	2.61	11.67	1.7	9.49	2.05	5.33	0.71	3.89	0.6
D070XT 1	硅质岩	4.41	8.84	0.83	5.1	1.5	0.36	1.84	0.28	1.71	0.4	1.03	0.16	0.87	0.12
D070XT 2	含锰泥岩	48.33	63.46	10.49	42.96	9.96	2.44	9.82	1.36	7.97	1.69	4.39	0.66	3.9	0.57
D070XT 3	含锰泥岩	47.31	60.18	8.45	31.64	6.51	1.37	6.52	0.96	5.15	1.14	2.95	0.44	2.45	0.33
D106XT 1	硅质岩	14.22	17.15	2.72	12.2	3.68	0.91	4.56	0.72	4.6	1.05	2.91	0.42	2.58	0.42
P- 9XT1	粘土	45.52	94.96	10.17	36.66	8.03	1.46	6.8	0.94	5.19	1.16	3.34	0.55	3.2	0.5
P- 1XT1	粘土	50.14	93.86	10.57	38.76	8.4	1.61	7.17	0.98	5.09	1.07	2.86	0.4	2.38	0.35
P- 2XT1	含锰硅质岩	39.16	56.42	8.79	31.69	7.29	1.46	6.56	0.82	4.5	0.89	2.34	0.34	1.78	0.28
P- 3XT1	锰土	64.53	76.49	13.39	53.09	11.35	2.34	10.51	1.4	7.55	1.54	3.9	0.49	2.67	0.42
P- 6XT1	含锰泥岩	40.38	44.21	8.23	31.32	7.07	1.61	6.69	0.93	5.5	1.26	3.29	0.49	2.81	0.45
沙 XT1	泥质页岩	24.64	31.42	4.77	18.45	4.06	0.87	4.95	0.52	2.88	0.62	1.62	0.24	1.45	0.2
沙 XT2	锰矿石	29.44	27.63	5.01	20.9	4.15	1.09	4.68	0.64	3.83	0.83	2.01	0.32	1.76	0.28
沙 XT3	锰矿石	57.2	50.4	10.33	43.41	8.94	2.24	9.75	1.38	8.11	1.72	4.39	0.64	3.69	0.54

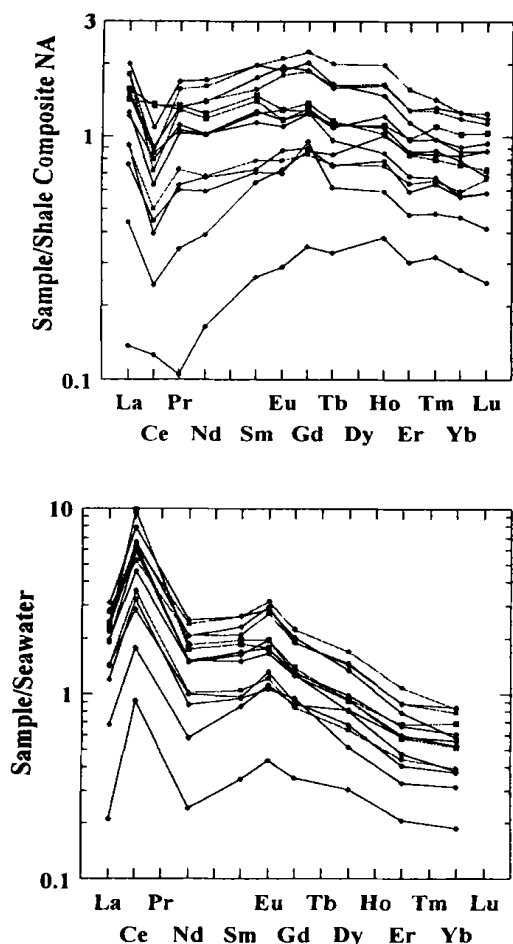


图2 唐田锰矿岩矿石稀土元素标准化分布模式曲线

Fig. 2 Chondrite-normalized REE patterns of the rocks and ores

4 结论与讨论

岩相古地理的分析表明: 在二叠纪和晚石炭世之间发生的云南运动使下扬子海域的海水稍有撤退, 形成早二叠世栖霞组底部的含煤沉积, 接着全区处于开阔浅海台地环境。早二叠世晚期(茅口期), 海水逐渐加深, 区内出现浅海陆盆相的硅泥质及泥硅质沉积, 并夹磷结核及锰土层(孤峰组)。早二叠世的东吴运动, 海水退出, 形成的沼泽相含煤岩系(龙潭组), 至晚二叠世, 海水入侵形成浅海陆棚相至陆棚相沉积(大隆组)。在整个二叠纪, 区内出现两次海侵, 海水进退方向主要为西和东南方向, 地壳活动性较大, 主要表现为差异升降运动, 沉积环境仍然主要受南、北古陆(岛)及与之大体平行的海底纵向同沉积断裂的控制, 同时与之相交的横向基底同沉积断

裂也起了一定的控制作用, 导致EW向沉积环境的差异, 以及多处沉积中心的出现。

从锰矿的地质特征分析, 氧化锰矿无疑为沉积锰矿的氧化产物, 其产出状态严格受沉积锰矿层的控制, 在矿区内的一些断裂则直接控制了氧化锰矿体的形成, 其中发育于孤峰组含锰岩系中的顺层断裂以及次级的裂隙带对原生锰矿的次生富集起重要作用, 这些断裂、裂隙是地下水、空气流通的通道, 有利于原生锰发生氧化、富集。唐田锰矿区的锰矿层主要产于顺层断裂的下盘, 其中发育的次级裂隙带多是形成皮壳状、蜂窝状富矿石的直接部位, 局部可见锰矿体有沿断裂带富集、分支、切层现象。此外, 地表径流及浅层地下水对锰的氧化及富集作用起控制作用。此外, 唐田林场矿段锰矿层产出状态为顺坡, 顶板为页岩, 为良好的隔水层, 而锰矿层为含水层, 地下水的顺层向下运移利于锰的氧化作用的发生, 进而使锰发生富集, 形成富氧化锰矿。

通过区内锰矿层出露部位结合区域氧化带的初步研究, 本区氧化锰矿层主要分布在低山区, 氧化带的深浅受侵蚀基准面控制, 氧化锰矿形成于潜水面以上的渗流带中。在原生含锰岩石中, Fe、Mn质经淋滤, 就近富集在含锰岩石中的裂隙、节理、层面, 以及碳酸盐类岩石因溶蚀作用形成的各种细小岩溶中。从本区更新统下蜀组粘土中发现铁锰结核和花斑状铁锰质被膜等地质事实, 证明本区氧化锰矿为新生代以来的表生作用条件下形成产物。

运用指相地球化学组分特征可以探讨岩石的形成环境, 笔者曾对此进行了较详细的探讨^[6], 本文结合地质特征做以下讨论:

(1) MnO/TiO_2 值与陆的远近和水的深度有一定的关系^[7], 本区的样品分析结果表明, 含锰岩系是在深水环境下形成的, 且唐田矿区沉积水体中间深两边浅, 微相古地理格局表现为总体是盆地、在唐田白云一带有小的台隆。从剖面上看, 锰矿层沉积时海侵达到最高峰, 这与岩相古地理的分析结果是一致的。

(2) $Sr/(Ca \times 10^3)$ 值与沉积相的关系: 一般认为 $Sr/(Ca \times 10^3)$ 值与沉积深度和海水盐度呈正相关关系, 但要排除由文石组成的生物壳体的影响^[7]。本次工作取样已经排除了生物的影响, 其可以不考虑。从分析结果看, 锰矿层的沉积经历了海侵—海退的过程, 海侵达到高峰时发生锰矿层的沉积。从剖面上岩石样品的 $Sr/(Ca \times 10^3)$ 值变化大、锰矿层的峰值高等分析认为该时期的海侵—海退过程变化较快, 因

而锰矿层接受稳定沉积的时间较短,因而锰矿层的沉积厚度较薄。

(3) Mn/Ni 值:二者的正相关性十分明显, Mn-Ni 图解上同一剖面样品各点近似连成一线,与二者地球化学性质类似、常呈类质同象共生有关,在现代大洋锰结核中常伴生有镍矿床即是明证^[8],亦说明本区锰及含锰岩系为深水沉积。

(4) MgO/(Al₂O₃ × 10²) 值来表示各种环境中陆源组分和海洋组分的比例^[5]。分析认为本区 Mn 的来源可能主要是陆源物。

综合分析,可得出以下结论:

(1) 本区锰矿层及含锰岩系的物源即有陆源,又有海源,其沉积水体较深,在茅口早期海侵扩大,本区处于深水陆棚相-盆地相沉积环境,发生含锰地层的沉积,物源的供给多源化,即有海源,又有陆源的参与,此期海侵持续时间不是很长,因而含锰岩系的沉积厚度薄。

(2) 锰矿分两种类型:原生沉积碳酸锰矿和后生氧化锰矿,后者是在前者的基础上经原地氧化作用形成,其地球化学特征表现为 Mn 的明显富集和 Ca、

Si 等的流失。

(3) 指相地球化学特征是分析岩石沉积环境的重要手段。

参考文献:

[1] Richard A. Davis. Depositional systems [M]. USA: PRENTICE-HALL, INC., Englewood Cliffs, New Jersey. 1983. 563-592.

[2] 姚敬敏,王六明,苏长国,等. 扬子地台南缘及其邻区锰矿研究 [M]. 北京:冶金工业出版社. 1995.

[3] 朱恺军,姚国龙,黄金水. 桃江锰矿锰帽形成的地球化学过程 [J]. 地质找矿论丛. 1998, 13(3): 1-7.

[4] 范德廉. 锰矿床地质地球化学研究 [M]. 北京:气象出版社. 1994.

[5] 赵振华. 微量元素地球化学原理 [M]. 北京:科学出版社. 1997.

[6] 许卫,岳书仓,杜建国,等. 安徽贵池地区沉积锰矿的地质地球化学特征 [A]. 中国地质大学(武汉). 2001 年中国沉积学大会论文集(选编) [C]. 2002. (待出版).

[7] 江纳言,贾蓉芬,王子玉,等. 下扬子区二叠纪古地理和地球化学环境 [M]. 北京:石油工业出版社. 1994.

THE GEOLOGIC CHARACTERISTICS OF TANGTIAN MANGANESE ORE DEPOSIT OF GUICHI, ANHUI PROVINCE

XU Wei^{1,2}, YUE Shu-cang², DU Jian-guo¹, XIE Jian-cheng¹, SUN Cheng-yun¹, WANG You-sheng¹

(1. Anhui Academy of Geological Survey, Hefei 230001, China;

2. Dept. of Resources and Environmental Science, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: The Tangtian manganese ore deposit lies in Gufeng formation of Permian system in Guichi area, Anhui province including sedimentary carbonate-manganese ore and the oxidized manganese ore. The geochemical characteristic is the high concentration of Mn, and the Ca, Mg, Si loss during oxidation. It is recognized that material source of the Mn ore layers and the Mn-bearing stratigraphic units is both terrestrial and oceanic. They were deposited from deep water. Analysis of sedimentary features and geohistory reveals the maximum transgression of Qixia Period and mine district was then in deep shelf-basin sedimentary setting and the Mn-bearing rock units were deposited.

Key words: manganese ore; Gufeng formation; geochemistry; Guichi area; Anhui province