

文章编号: 1000-0550(2013)02-0210-10

庐枞盆地及周缘地区黄马青组沉积微相及 与含铜岩系的关系^①

钟华明 陈时亮 吕 达 黄昕霞

(安徽工业经济职业技术学院 合肥 230001)

摘 要 庐枞盆地及其周缘地区黄马青组具有典型的河控三角洲沉积层序,为前三角洲亚相—三角洲前缘亚相沉积。上段主要由泥岩—砂岩组成,三角洲前缘亚相,发育远砂坝、河口砂坝、分流间湾、分支河道和天然堤等微相,总体构成向上变粗的海退三角洲序列。含铜岩系分布于黄马青组上段,由灰绿色、深灰等还原色调的粉砂质泥岩或泥质粉砂岩等细碎屑岩类组成,属于三角洲前缘亚相中的分流间湾微相环境,在庐枞盆地中南部最为发育。

关键词 庐枞盆地 黄马青组 含铜岩石 分流间湾微相 三角洲前缘亚相

第一作者简介 钟华明 男 1963年出生 高级工程师 区域地质调查 E-mail: huamingz@mail.hf.ah.cn

中图分类号 P512.2 **文献标志码** A

庐枞盆地及其周缘地区是重要的铁铜成矿区带,近年来,深部找矿取得重大突破,找矿潜力巨大,中国地质调查局、安徽省国土资源厅等部门在该地区部署了大量的矿产预查、成矿规律和地球物理研究等工作,但这些工作均侧重于矿产勘查、岩浆岩和构造作用的研究,对地层及其成矿基本没有涉及。前人资料显示,在怀宁县朱冲一带中三叠世黄马青组发育含铜岩系^②,黄马青组具有较高的铜背景值^[1,2],但含铜岩系的沉积控制因素,以及整个庐枞及周缘地区含铜岩系的分布规律还不清楚,为此安徽省地矿局设立《庐枞盆地及其周缘地区中晚三叠世地层含矿性研究》项目,专门研究中晚三叠世地层含矿特征,为庐枞盆地深部找矿提供基础资料。本文是该项目研究成果的一部分,主要阐述黄马青组沉积微相特征及其与含铜岩系之间的关系,进而讨论含铜岩系的空间分布规律。

1 区域地质概况

庐枞中生代火山岩盆地位于扬子陆块北部(图1),郟庐断裂带东侧^[3,4],扬子板块与华北板块碰撞形成大别造山带的前陆褶皱带。结晶基底之上沉积了巨厚的震旦纪—三叠纪地层^[2],为被动陆缘海相沉积,沉积岩性丰富,包括碳酸盐岩、碎屑岩、黏土岩和硅质岩等。震旦纪和早古生代地层主要分布于庐

枞盆地北部沙溪、东顾山、周家大山等地区。志留纪地层在盆地东南部外围也有零星出露。晚古生代和中生代三叠纪地层主要分布于盆地东北部外围周家大山地区和南西部外围枞阳县西—安庆一带,盆地中部零星出露。中三叠世晚期,由于华北和扬子陆块碰撞,地壳隆起,海水逐渐退出,形成三角洲相^[5]的含铜陆缘碎屑岩建造。早、中侏罗纪世,结束了被动陆缘海相沉积,进入造山带前陆盆地相沉积时期,形成含煤碎屑岩建造,局部夹碳酸盐岩,构成火山盆地的直接基底。

早白垩世岩浆活动强烈^[6,7]。侵入岩主要有闪长(玢)岩类、二长岩类、正长(斑)岩、石英正长(斑)岩、钾长花岗岩等中酸性岩石类型。火山岩从早到晚可以划分为四个旋回:龙门院旋回—砖桥旋回—双庙旋回—浮山旋回。总体呈由橄榄安粗岩组合—向碱性岩组合演化。伴随岩浆活动形成了铁、铜、金等矿化,其中盆地南东铜矿化普遍,而大中型铁矿主要集中于盆地北西部。

基底地层发育印支期近东西向褶皱,燕山期为北东向褶皱^[8]。

2 黄马青组特征

黄马青组在庐枞盆地及其周边出露较广,东缘祈雨山、石罗山,西缘怀宁一带、南缘枞阳—义津桥一带

①安徽省地质矿产勘查局项目(科[2009]01号)资助

②安徽省地质矿产局326地质队1:5万月山幅区域地质调查报告,1995
收稿日期:2012-03-09;收修改稿日期:2012-07-06

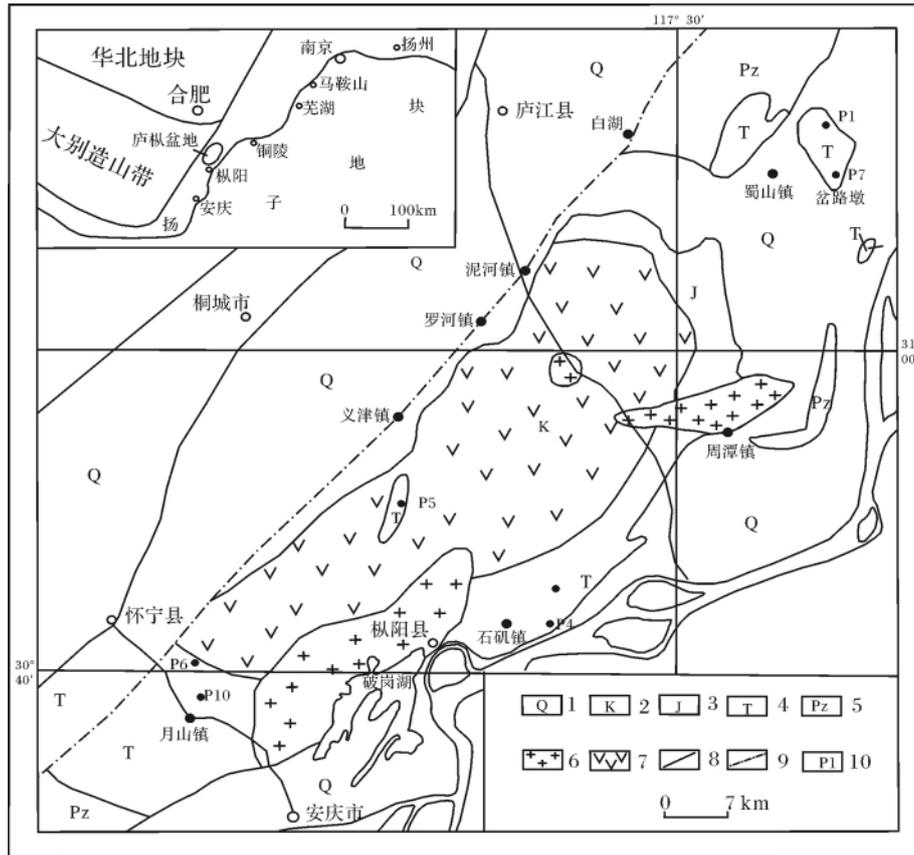


图 1 庐枞盆地及其周缘地区地质略图

- 1. 第四纪地层 2. 白垩纪地层 3. 侏罗纪地层 4. 黄马青组 5. 古生代地层 6. 花岗岩
- 7. 火山岩 8. 郟庐断裂 9. 采样剖面位置 10. 物探解译断层

Fig. 1 Simplified geological map of the Luzong Basin and its relationships

及盆地中上含山一下含山均有出露。

该组可以分为上、下两段,分别相当于原铜头尖组和月山组(326地质队,1966),以怀宁县斋仁铺一拉犁尖剖面为代表。下段下部为灰白、灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩夹青灰色白云质泥灰岩或白云质泥灰岩凸镜体,或呈互层状态;上部为灰黄色薄层粗粒石英砂岩。平行层理发育。该段厚 25.66 m。含化石^[9]:双壳类: *Myophoria*(*Costatoria*) *submultistriata*, *M.*(*C.*) *goldfussi mansuyi*, *Mytilus* cf. *minutus*, *M. frugi*, *Leptochondria* cf. *albertii*, *Unionites* sp., *Unionites gregareus*, *U. huainingensis*, *U. yueshanensis*, *U. praequadrata*, *Volsella* sp 及丰富的植物化石。时代为中三叠世中晚期。上段下部为紫红色石英砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质细砂岩,夹多层风暴岩。具水平层理、平行层理、沙纹层理、板状交错层理、爬升层理、丘状交错层理、不对称波痕、冲洗层理、波状层理、滑动现象。具水平、斜交虫管。厚 431.03 m。上部岩性为

紫红色石英砂岩、石英细砂岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、黄绿色含铜泥岩、粉砂岩等。具正粒序层理、平行层理、板状交错层理、丘状交错层理、水平层理和小型槽状交错层理。厚度大于 217.26 m。前人资料显示,该段总厚 1 262 ~ 1 715 m。

前人曾在该地区采获含广盐度的双壳类^[9]: *Myophoria*(*Costatoria*) *submultistriata*, *M.*(*C.*) *goldfussi mansuyi*, *Eumorphotis*(*Asoella*) *subillyrica*, *U. huainingensis*, *U. yueshanensis*, *U. praequadrata*, *Mytilus* cf. *minutus*, *M. frugi*, *Leptochondria* cf. *albertii*, *Unio* sp., *Sibireconcha* cf. *shensiensis*, *S. elongatiformis*, *S. lateriphana*; 介形虫: *Darwinula* sp.; 叶肢介: *Loxomegalypa* sp. 及丰富的植物化石。时代为中三叠世中晚期。

本文黄马青组相与江苏、浙江及皖中等地的黄马青组上部均可对比。在庐枞盆地南缘、东缘以及盆地中部枞阳县下含山一带均有出露。盆地东缘无为县

祈雨山和石罗山一带均为紫红色砂岩、粉砂岩、砾岩，平行层理、板状交错层理发育，为分支河道沉积。而盆地东南缘枞阳县石矾头—巢山、盆地中部下含山、西部怀宁县石镜乡等地，黄马青组岩性与斋仁铺—拉犁尖一带相比，泥岩明显增多，在砂岩中含大量泥砾和植物碎片，其中月山东部一带还分布含锰泥岩。

3 沉积微相特征

庐枞地区中晚三叠世处于海相沉积转为陆相沉积的阶段。黄马青组为海陆过渡的三角洲相沉积系河控三角洲层序。从下往上可以划分为前三角洲和三角洲前缘两个亚相。

3.1 前三角洲亚相

位于三角洲前缘的前方。由黄马青组下段深灰色夹紫红色富含海相双壳类化石的黏土层、含粉砂黏土岩组成，夹少许微晶白云岩、钙质黏土粉砂岩薄层，发育水平层理或水平纹层。见有生物扰动（潜穴）及海相遗迹化石，产半咸水腕足类、叶虾类及双壳类，并伴有陆生植物，反映海陆过渡沉积特征。陆源细碎屑由河流注入，沉积于盐度较高的海湾内。

3.2 三角洲前缘亚相

三角洲前缘亚相，由黄马青组上段岩石组成，发育多个沉积微相，包括远砂坝、分支河口砂坝、分流间湾、分支河道和水下天然堤等微相。怀宁县安庆铜矿尾砂坝剖面具有比较完整的前三角洲和三角洲前缘沉积结构（图 2），该剖面沉积物由下向上总体变粗，反映海水逐渐变浅。

3.2.1 远砂坝沉积

由紫红色厚层含泥砾石英细砂岩夹粉砂岩和少量泥质粉砂岩构成远砂坝微相沉积，见水平层理和沙纹层理及同生滑动形成的包卷层理。泥砾粒径一般小于 3 mm，风化岩石表面泥砾常流失成孔洞。

3.2.2 河口砂坝沉积

由紫红色中厚层含泥砾石英砂岩组成的河口砂坝微相沉积，发育水平层理、沙纹层理和小型斜层理，不对称波痕发育，受风暴影响，常形成风暴岩。含生物碎屑。层序以向上变细为主，见少许向上变粗的反粒序。顶面一些波痕为尖顶圆谷，显示顶面受海浪的改造。前人研究表明河口砂坝的粒度概率曲线常见双跳跃组分，总体在 90% 上，悬移组分次之，滚动组分小于 1% 或缺失，说明其是在河海二种水动力作用下的结果。沉积物经过淘洗，分选好，斜率 60° ~ 70°^[5]。

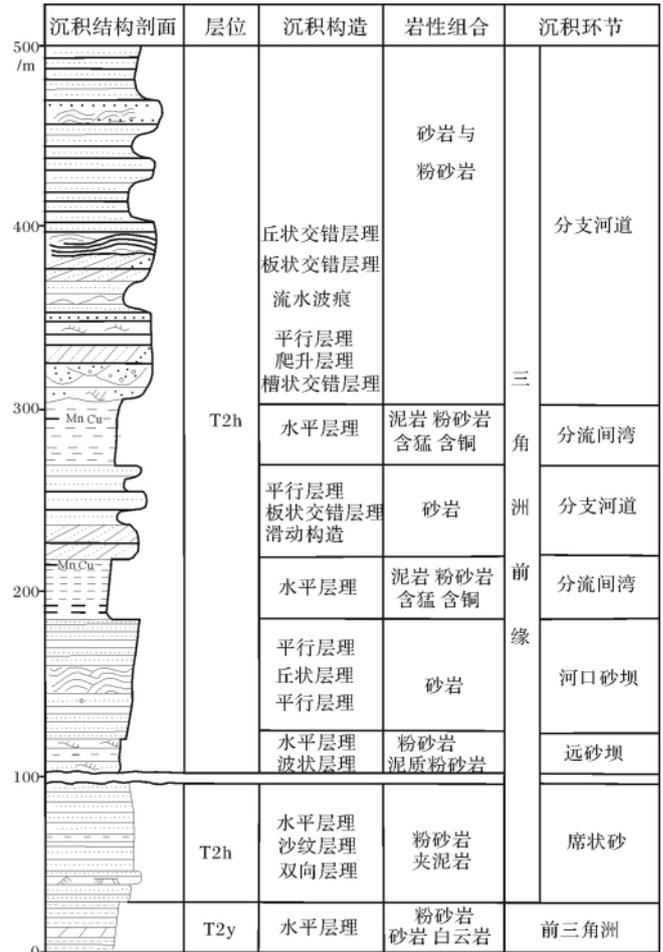


图 2 怀宁地区黄马青组三角洲前缘沉积综合结构图
Fig. 2 Comprehensive structure figure of delta leading-edge deposited facies of Huangmaqing Formation in Huaining

3.2.3 分流间湾微相

以紫红色泥岩为主，夹含铜灰绿色泥岩、紫黑色含锰泥岩和灰黑色碳质泥岩。虫管、水平层理（图 3a）、沙纹层理发育（图 3b）；含锰泥岩呈蜂窝状，孔洞发育，主要由石英、绿泥石和软锰矿三种矿物构成，分布在孔洞的周围。软锰矿为土状、粉末状，混染于石英和绿泥石之中。后期受到风化淋滤，钙质流失呈疏松多孔状。

分流间湾微相在研究区较为发育，特别是在枞阳县以东一带、下含山和怀宁县石镜乡一带，发现有灰黑色碳质泥岩、深灰、灰绿色粉砂质泥岩，含泥质粉砂质等，发育水平层理、丘状交错层理（图 3c），应该属于分流间湾微相沉积，其 Cu 元素含量普遍较高。岩石中发育水平层理、水平纹层、沙纹层理和丘状交错层理，说明分流间湾为低能环境，受流水影响较弱，常受到海浪的影响。分流间湾沉积物主要是河道下泄

水流侧向扩散所携带的泥和粉细砂等物质。

3.2.4 分支河道微相

为紫红色含砾石英砂岩、砾岩、砂岩和粉砂岩,具小型槽状交错层理(图 3d)、板状交错层理、丘状交错层理、平行层理和水平层理、沙纹层理、滑动构造等,具水平、斜交虫管。砾岩一般呈透镜状、似层状分布,厚度小于 10 cm。在安徽怀宁安庆铜矿尾砂坝剖面

上出现分流间湾微相和分支河道微相交替沉积的现象,说明水下分支河道是摆动的。

分支河道微相沉积在庐枞地区广泛分布,是三角洲前缘沉积的主体,在无为祈雨山—岔路墩一带位于盆地边缘,均为砂砾、粉砂岩、砾岩沉积,并没有发现泥岩,主要为分支河道沉积(图 4),并发育水下天然堤沉积。

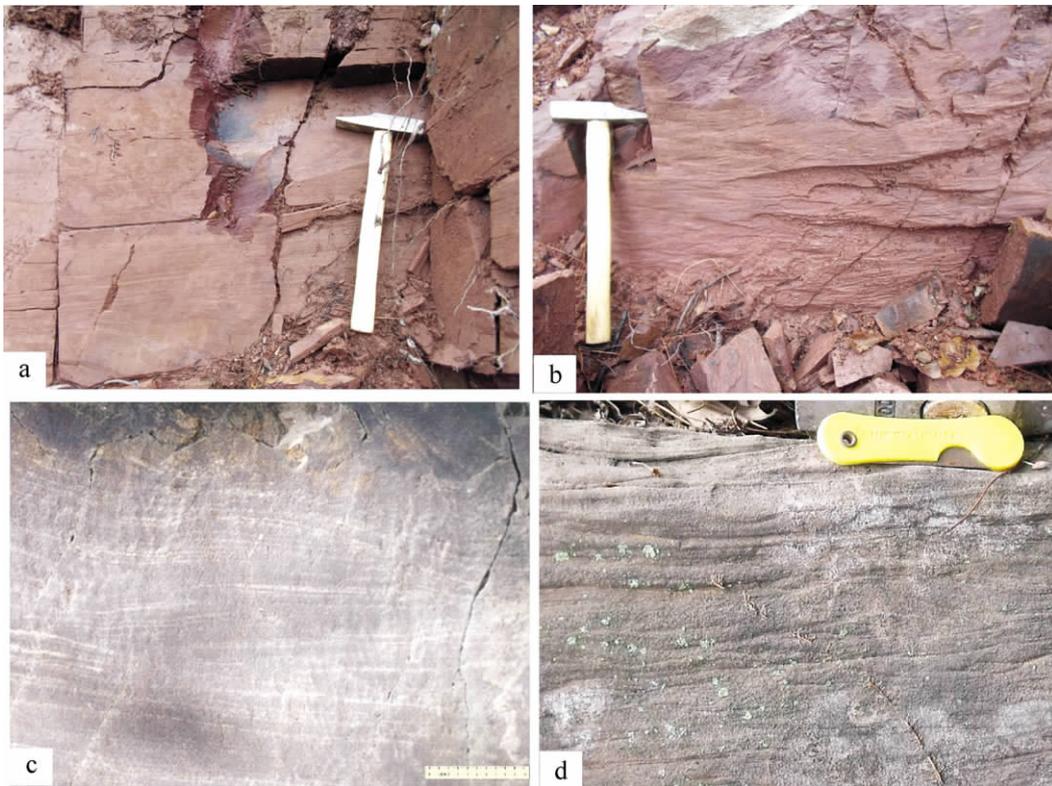


图 3 沉积构造图

Fig. 3 Sedimentary structure



图 4 无为县岔路墩黄马青组分支河道沉积结构图

Fig. 4 Structure figure of branched channel deposit of Huangmaqing Formation in Chaludun Wuwei County

以上沉积微相特征显示,黄马青组上段均由砂岩-泥岩组成,其中泥岩、粉砂质泥岩均形成于分流间湾微相。因此,泥质岩类含量的多少,基本反映了分流间湾微相的发育程度。

庐枞盆地及其周缘不同地区泥岩所占比例有显著不同,在盆地东北部边缘无为祈雨山和岔路墩剖面均没有泥岩沉积,但在其它地区如枞阳县巢山、何庄等地黄马青组中上部泥质岩达30%以上,怀宁县朱冲一带黄马青组出露相对较全,但泥岩沉积所占比重小于20%,也明显低于枞阳地区。我们选择岩石比率法编制岩相古地理图,用泥岩/砂岩比值作等值线。虽然各地区剖面不完整,但主要为黄马青组中上部地层,他们所反映的客观实际是一致的。通过对剖面泥岩/砂岩比值计算,选择10%、20%、30%值(图中标注10、20、30)运用内插法作等值线,在岩相古地理图中确定了泥岩<10、10~20、20~30、>30等4个区域(图5)。

这4个区域是分流间湾微相发育程度由低到高

的直观反映。根据古地理图,推测怀宁县一带和祈雨山一带可能有主要河流入海口,沉积作用主要由河道控制,以砂岩沉积为主,二者之间泥质岩类更为发育,说明分流间湾沉积环境更为发育。

4 铜元素分布特征及其与沉积微相的关系

本次工作在测制的6条剖面上,采集了85组黄马青组岩石样品,另外,在部分露头点也采集了样品,分析测试了Cu、Pb、Zn、Au、Ag等主要成矿金属元素。分析结果见表1。

利用黄马青组剖面85组其中的84组分析结果(P10Hx11号样品Cu含量特别高,如果计算在内其平均值会失真),以此作为其的背景值(表2)。

从表2可知,黄马青组Cu、Ag背景值与上陆壳相比富集系数在2~3倍。但黄马青组不同类型岩石元素含量差异显著,(粉砂质)泥岩Cu、Ag含量明显高于砂岩,Cu元素富集更加明显,(粉砂质)泥岩达

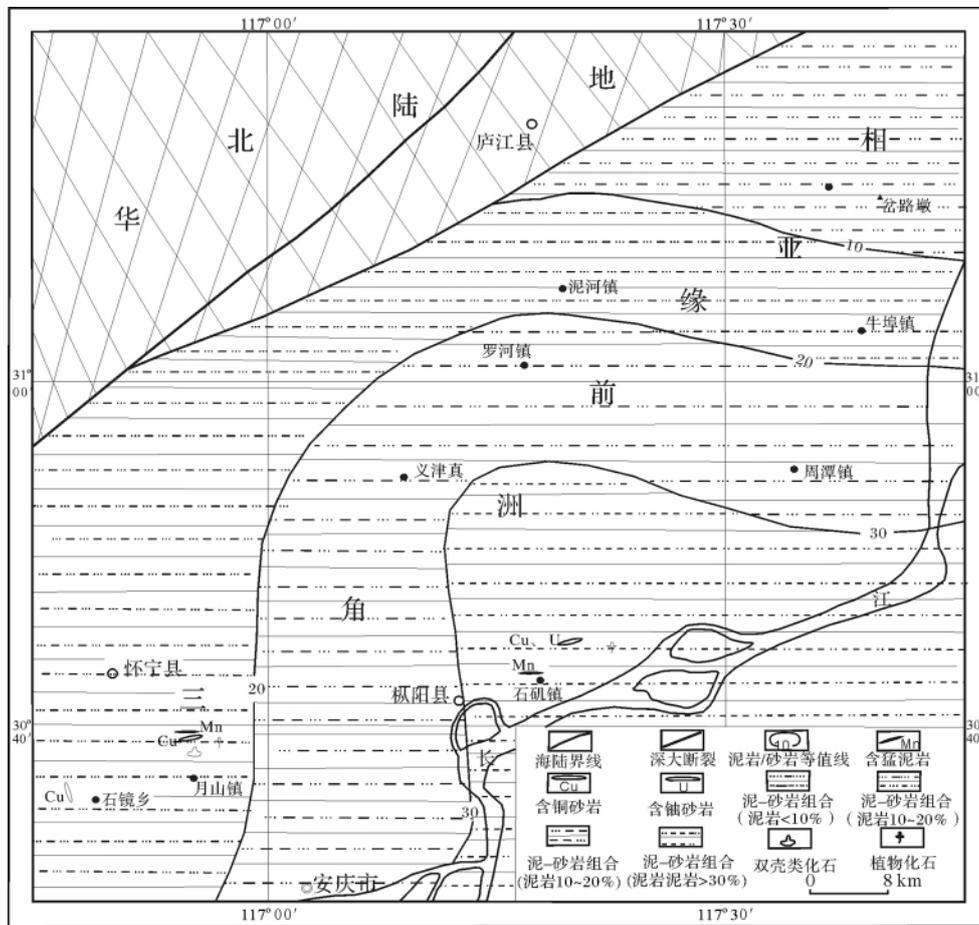


图5 庐枞盆地及其周缘中三叠世晚期(黄马青组时期)岩相古地理图

Fig. 5 Lithofacies-paleogeographic in and around Luzong Basin in the late of the middle Triassic Epoch

表1 黄马青组金属元素含量

Table 1 The content of metal elements in Huangmaqing Formation

序号	样号	岩性	Cu	Pb	Zn	Ag	Au
1	P1Y1-1	紫红色砂岩	18.4	21.8	95.3	95	21.4
2	P1Y2-1	紫红色砂岩	17	16	49.5	91	23
3	P1Y2-2	紫红色砂岩	13.4	19.5	83.4	63	10.2
4	P1Y2-3	紫红色砂岩	14.1	18.7	70.4	66	158.7
5	P1Y2-4	紫红色砂岩	15.4	17.5	63.3	65	10.2
6	P1Y3-1	紫红色砂岩	17.2	17.1	29.2	55	6.5
7	P1Y3-2	紫红色砂岩	31.1	18.6	37.1	68	10.6
8	P1Y3-3	紫红色砂岩	43.4	19.1	50.9	65	8.2
9	P1Y4-1	紫红色砂岩	15	19.5	75.7	73	11.8
10	P1Y4-2	紫红色砂岩	17.6	28.1	86	81	7.7
11	P1Y5-1	紫红色砂岩	14.7	18.1	32.4	65	2.1
12	P1Y5-2	紫红色砂岩	13.9	16.4	32.1	61	3.9
13	P1Y6-1	紫红色砂岩	14.4	16.3	30.3	80	2
14	P1Y6-2	紫红色砂岩	26	15.9	31	76	2.4
15	P1Y6-3	紫红色砂岩	30	18.9	37.9	67	3.5
16	P7Y1	紫红色砂岩	18	10.9	42.5	55	4.5
17	P7Y2-1	紫红色砂岩	47	10.3	41.5	108	4.8
18	P7Y3	紫红色砂岩	5	10.3	45.5	46	1.6
19	P7Y4	紫红色砂岩	15.5	14.9	64	30	2.4
20	P7Y5	紫红色砂岩	5.5	7.5	46.5	52	2.2
21	P7Y6	紫红色砂岩	4	7.5	56.5	40	2.4
22	P7Y7	紫红色砂岩	7.5	6.3	34.5	32	2
23	P7Y8	灰黄色砂岩	9.5	6.9	46	39	2.9
24	P7Y9	灰黄色砂岩	235.5	7.5	41	145	2
25	P7Y10	灰黄色砂岩	8	10.3	82	44	4.2
26	P10y1	紫红色砂岩	11.7	8.2	57	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
27	P10y2	紫红色砂岩	11.6	19.9	86.2	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
28	P10y3	紫红色砂岩	16.1	8.5	55.8	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
29	P10y4	紫红色砂岩	21	15.7	85.8	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
30	P10y5	紫红色粉砂岩	20.2	14.4	87	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
31	P10y6	紫红色泥岩	30.2	13.6	83.4	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
32	P10Hx7	灰绿色泥岩	1540.4	14.1	135.7	$<1 \times 10^{-6}$	10
33	P10y8	紫红色泥岩	33	13.7	83.7	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
34	P10y12	紫红色砂岩	92.9	13.7	85.5	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
35	P10y13	紫红色粉砂质泥岩	30	13.8	84.5	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
36	P10y14	紫红色石英砂岩	37.5	16	73.9	$<1 \times 10^{-6}$	0.1×10^{-6}
37	P10y16	紫红色泥质粉砂岩	28.2	16.2	87.3	$<1 \times 10^{-6}$	$<0.1 \times 10^{-6}$
38	P10y17	紫红色细砂岩	30	17.9	87	$<1 \times 10^{-6}$	0.1×10^{-6}
39	P10y18	紫红色石英砂岩	48	15.3	71.9	$<1 \times 10^{-6}$	0.11×10^{-6}
40	P10y19	紫红色泥质粉砂岩	56.4	17	127.2	$<1 \times 10^{-6}$	0.13×10^{-6}
41	P10y20	紫红色石英砂岩	52.8	15.5	78.9	$<1 \times 10^{-6}$	0.11×10^{-6}
42	P10y21	紫红色粉砂质泥岩	55.5	16.3	77.3	$<1 \times 10^{-6}$	0.1×10^{-6}
43	P10Hx22	紫红色石英砂岩	10.4	9.0	28.7	<1	<0.1
44	P10Hx23	紫红色泥质粉砂岩	8.9	7.8	81.0	<1	0.15
45	P10Hx24	紫红色石英砂岩	13.6	8.5	75.2	1.1	<0.1
46	P10Hx25	紫红色泥质粉砂岩	7.3	4.0	33.6	1.0	<0.1
47	P10Hx26	紫红色砂岩	6.2	6.1	79.1	1.2	<0.1
48	P10Hx27	紫红色粉砂质泥岩	6.1	5.9	79.4	1.1	<0.1

单位: Cu、Pb、Zn: $\times 10^{-6}$; Au、Ag: $\times 10^{-9}$ 样品测试单位: 国土资源部合肥矿产资源监督检测中心

续表1 黄马青组金属元素含量

Table 1 The content of metal elements in Huangmaqing Formation

序号	样号	岩性	Cu	Pb	Zn	Ag	Au
49	P6Y7	紫色粉砂岩	6	8	79	45	3.4
50	P6Y8	灰色粉砂岩	6	12.9	115.5	58	2.9
51	P6Y9-1	紫红色粉砂岩	8.5	20.1	82	56	4
52	P6Y9-2	紫红色粉砂岩	14	18.8	80	50	3.5
53	P6Y9-3	紫红色粉砂岩	26.5	17.3	78	78	7.5
54	P6Y9-4	灰绿色粉砂岩	17.5	17.9	78	58	7.2
55	P6Y9-5	紫红色粉砂岩	6	9.1	43.5	33	1.6
56	P6Y9-6	紫红色粉砂岩	8.5	8	88	47	3.3
57	P6Y10	红褐色细砂岩	17.5	20.2	89.5	59	11.1
58	P6Y11	紫红色泥岩	10	15.3	96	49	3.7
59	P6Y12	紫红色砂岩	21.5	13.9	51.5	54	10.8
60	P6Y13	紫红色粉砂岩	10	19.1	72	50	3
61	P6Y14	紫红色粉砂岩	4	4.6	46.6	31	4.8
62	P6Y15	紫红色泥岩	11.5	11.5	89	45	3.1
63	P6Y16	紫红色粉砂岩	8.5	9.2	75.5	306	5.8
64	P6Y17	紫红色粉砂岩	2	12.1	87	42	4.5
65	P6Y18	紫红色粉砂岩	19	18.4	94.5	49	5.3
66	P5Y11-1	灰黄色粉砂岩	14.5	35.6	30	179	5.1
67	P5Y11-2	褐色泥岩	49.5	37.7	47	48	3.3
68	P5Y12	灰白、灰绿色砂岩	226	231.9	351	461	4
69	P5Y13	灰绿色泥岩	104	63.8	369	224	4.9
70	P5Y14	浅灰色砂岩	90	19.4	23	696	3
71	P5Y15	灰褐色砂岩	72	13.9	52	249	3.5
72	P5Y16	浅灰色砂岩	140	7.7	49.5	150	4.9
73	P5Y17	浅灰色砂岩	29.5	11.9	109.5	162	1.9
74	P5Y18	黄褐色泥岩	149	12.2	62	189	4.5
75	P5Y19	灰红色粉砂岩	35	13.9	30.5	125	5.5
76	P4Y1	深灰色砂岩	29.7	10.8	31.9	301	23.7
77	P4Y2	含铀深灰色砂岩	144	6.7	15.6	14	10
78	P4Y3	深灰色砂岩	40.7	10	25.1	271	14.4
79	P4Y4	紫红色泥岩	7.1	11.7	58.3	51	9.7
80	P4Y5-1	灰色泥岩	21.6	6.5	20	38	21.4
81	P4Y5-2	紫红色泥岩	27.2	9.7	84.2	68	25
82	P4Y6-1	紫红色泥岩	7	9.1	58.7	45	4
83	P4Y6-2	灰色泥岩	187.6	9.3	43	47	4.7
84	P4Y9	深灰色泥岩	2272	6.2	85.2	1708	11.7
85	P10Hx11	紫黑色含锰泥岩	54385.6	77.7	136.1	166900	<0.1
86	D010Y1	紫红色砂岩	3	6.9	100	54	5.6
87	D011Y1	紫红色砂岩	7	7.5	43.5	32	4.1
88	D017Y1	黄绿细粒色砂岩	17.5	8.1	61.5	45	3.4
89	D012y1	灰色粉砂质泥岩	3.5	4.6	22.1	34	2.5
90	D014Hx2	灰黑色炭质泥岩	280.3	43.6	82.9	55	5.2
91	D014Y1	灰绿色泥岩粉砂岩	3620	7.5	97.5	2382	6.6
92	D015Y1	黄绿色泥质粉砂岩	114	6.3	117	110	9.8
93	D018Y1	黄绿色泥岩	275	8.6	97	212	2.6

单位: Cu、Pb、Zn: $\times 10^{-6}$; Au、Ag: $\times 10^{-9}$; 样品测试单位: 国土资源部合肥矿产资源监督检测中心

到砂岩的8倍,二者Pb、Zn、Au含量相当。进一步分析引起Cu、Ag元素富集的岩石,是灰绿、深灰、紫黑色等还原色调的岩石,岩性为粉砂质泥岩或泥质粉砂岩等,这类岩石与黄马青组平均值相比其Cu、Ag富

集系数达10和4。

表1中86~93号样品为盆地一些露头点岩石测试结果。其中,灰、灰绿色泥岩(包括泥质粉砂岩等)Cu、Ag含量分别达到 858.56×10^{-6} 、 684.50×10^{-9} ,

表2 各剖面黄马青组不同类型岩石金属元素含量平均值

Table 2 Average value of metal element content in different types of rock in all kinds of section of Huangmaqing Formation

层位	岩性	样品数	Cu	Pb	Zn	Ag	Au
黄马青组	平均值(背景值)	84	79.39	17.02	71.68	119.97	8.80
	砂岩	69	31.72	17.12	66.97	105.72	9.32
	泥岩	15	298.67	16.55	93.31	228.36	8.83
	紫红色泥岩	10	35.45	14.83	74.68	70.71	7.61
	灰、灰绿色泥岩	5	825.12	19.98	130.58	504.25	10.54
国际平均值 (Turekian and Wedepohl, 1961)	页岩		45	20	95	7	<0.1
	砂岩		-	7	16	<1	<0.1
上陆壳 (Taylor et al., 1985)			25	20	71	50	1.8
地壳	克拉克值		63	12	94	80	40

单位: Cu、Pb、Zn: $\times 10^{-6}$; Au、Ag: $\times 10^{-9}$; 样品测试单位: 国土资源部合肥矿产资源监督检测中心

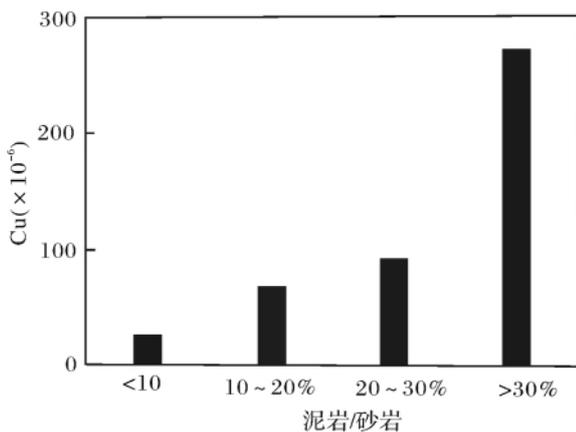


图6 泥岩/砂岩不同比值区域铜元素含量直方图

Fig. 6 Histogram of Cu in different ratio of argillite sandstone

与剖面上该类型岩石平均值相当,而紫红色砂岩各元素含量与剖面紫红色砂岩相似。进一步证明 Cu、Ag 主要富集于灰、灰绿色泥岩中。

枞阳县何庄、怀宁县朱冲、踏水桥一带部分(粉砂质)泥岩层的 Cu 元素含量达到或接近工业品位,其中在怀宁朱冲发现的紫黑色含锰泥岩层,厚度 0.8~1 m,延伸较稳定。倾向北东,倾角 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。金属矿物主要为辉铜矿、黄铜矿、软锰矿,表面有孔雀石,Cu 含量 5.44×10^{-2} ,Ag 含量达 166.90×10^{-6} 均超过工业品位。

含铜较高还原色调的(粉砂质)泥岩类,均为分流间湾微相沉积环境,因此可以认为分流间湾微相控制了含铜岩石的分布。对岩相古地理图中 4 个区域地层剖面中铜元素含量进行对比(图 6),随着泥岩所占比率的提高,其铜元素含量也明显提高,证明了 Cu 元素的富集主要受分流间湾微相控制。岩相古地理图直观反映了黄马青组含铜岩系在盆地中南部义津桥—石矶以东一带最为发育。

三叠纪以后华北地块已经抬升成陆底,长期处于风化剥蚀状态,有利于铜质的表生富集。黄马青时期,由于华北板块和扬子板块碰撞,位于扬子板块北缘的庐枞地区沉积物源来自于北部华北陆块剥蚀物,炎热的气候有利于表生铜以离子状态进入水溶液。黄马青组还原色调的泥质岩类铜含量高于紫红色砂岩铜含量,说明铜质的搬运方式以胶体和溶液为主,碎屑及悬浮体较少。Cu 元素在含氧水中有较大的溶解度,而在还原环境中易于沉淀^[10]。

分流间湾在三角洲前缘中所处位置特殊,向海一侧与海相通,向陆一侧与植被发育的三角洲平原低洼地区相连。因此,分流间湾有丰富的有机质来源,由于其水动力微弱,也有利于分支河道流水所携带的有机质沉积。有机质本身直接对 Cu^{+2} 、 Fe^{+2} 具有吸附作用,同时有机质的菌解会产生 H_2S ,形成还原环境,当含 Cu^{+2} 和 Fe^{+2} 的液体或胶体,遇到还原环境易于沉淀,从而引起铜元素的富集。

5 结语

(1) 庐枞盆地及其周缘黄马青组具有典型的环控三角洲沉积层序,下段为前三角洲相沉积;上段为三角洲前缘亚相沉积,由泥岩—砂岩岩组组成,发育三角洲前缘席状砂、远砂坝、分支河口砂坝、分流间湾和分支河道等微相。总体构成向上变粗的海退三角洲序列。

(2) 黄马青组含铜岩系由灰绿、深灰、紫黑和灰黑色等还原色调的泥岩、粉砂质泥岩或泥质粉砂岩等细颗粒岩石组成,这类岩石 Cu、Ag 含量与黄马青组平均值相比富集系数达 10 和 4,部分达到或接近工业品位。

(3) 含铜岩石分布于黄马青组上段,形成三角洲前缘亚相分流间湾微相环境,在庐枞盆地中南部最为发育。

致谢 参加野外工作的还有夏军、王德高、毕江辉、钟光杰、王祥峰等,数字成图由王祥峰完成,论文撰写得到吴跃东和夏军教授级高工的帮助,一并表示衷心的感谢。

参考文献(References)

- 1 常印佛,刘湘培,吴言昌. 长江中下游铁铜成矿带[M]. 北京:地质出版社,1991: 310-312 [Chang Yinfo, Liu Xiangpei, Wu Yan-chang. The mineralization belt of iron-copper in the middle and lower reaches of the Changjiang River [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991: 310-312]
- 2 唐永成,吴言昌,储国正,等. 安徽沿江地区铜多金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1998: 308, 21-27 [Tang Yongcheng, Wu Yanchang, Chu Guozheng, et al. Geology of Copper-golden Polymetallic Deposits in the Along-Changjiang Area of Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998: 308, 21-27]
- 3 安徽省区域地质调查队. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987: 376 [Regional Geological Survey Team of Anhui Province. Regional Geology of Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987: 376]
- 4 董树文,高锐,吕庆田. 庐枞矿集区深部结构与成矿[J]. 地球学报,2009,30(3): 279-284 [Dong Shuwen, Gao Rui, Lu Qingtian. Deep structure and ore-forming in Lujiang-Zongyang ore concentrated area [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2009, 30(3): 279-284]
- 5 岳文浙,业治铮,毕中其. 一个大型的古河流—三角洲沉积体系[J]. 地球学报,1999,20(3): 309-317 [Yue Wenzhe, Ye Zhizheng, Bi Zhongqi. A big ancient river—delta depositional system [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1999, 20(3): 309-317]
- 6 周涛发,范裕,袁峰,等. 庐枞盆地侵入岩的时空格架及其对成矿的制约[J]. 岩石学报,2010,26(9): 2694-2709 [Zhou Taofa, Fan Yu, Yuan Feng, et al. Temporal-spatial framework of magmatic intrusions in Luzong volcanic basin and their constraints to mineralizations [J]. Acta Petrologica Sinica, 2010, 26(9): 2694-2709]
- 7 周涛发,范裕,袁峰,等. 安徽庐枞(庐江-枞阳)盆地火山岩的年代学及其意义[J]. 中国科学 D 辑: 地球科学,2008,38(11): 1342-1353 [Zhou Taofa, Fan Yu, Yuan Feng, et al. Chronology and its significance of Luzong (Lujiang-Zongyang) volcanic basin, Anhui Province [J]. Science China: Earth Science, 2008, 38(11): 1342-1353]
- 8 汤加富,陆三明,李建设,等. 安徽庐枞火山岩盆地基底构造变形、形成演化及其对矿床分布的控制[J]. 岩石学报,2010,26(9): 2587-2597 [Tang Jiafu, Lu Sanming, Li Jianshe, et al. The basement structural deformation, evolution and its control on deposit distribution in Luzong volcanic basin and its adjacent area in Anhui Province, China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2010, 26(9): 2587-2597]
- 9 安徽省区域地质调查所. 安徽省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997: 186-187 [Anhui Provincial Institute of Geological Survey. Anhui Province Rock Stratigraphy [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 186-187]
- 10 陈骏,王鹤年. 地球化学[M]. 北京:科学出版社,2004: 326-327 [Chen Jun, Wang Henian. Geochemistry [M]. Beijing: Science Press, 2004: 326-327]

Deposited Micro-facies of Huangmaqing Formation in and Around Luzong Basin and Its Relationships with Rocks Series Containing Cu

ZHONG Hua-ming CHEN Shi-liang LU Da HUANG Xin-xia

(Anhui Technical College of Industry and Economy, Hefei 230001)

Abstract: Through geological profile and trunk route survey, the characteristics of sedimentary facies of Huangmaqing Formation in Luzong basin and its peripheral regions has been studied. Through testing of samples, the contents characteristics of Cu, Pb, Zn, Au, Ag and some other metal elements at the upper Huangmaqing Formation has been analysed. Further more, the accumulation beds of Cu and its mechanism of concentration has been tentatively discussed.

Sedimentary sequence of Huangmaqing Formation in Luzong basin and its peripheral regions is typical river delta which includes front delta—delta front subfacies. The Lower Huangmaqing Formation rich in marine fossil bivalve contains dark grey and purplish clay, silty clay, and a little micritic dolomite, calcareous clayey siltstone, whose sedimentary subfacies is front delta. The sedimentary subfacies of Upper Huangmaqing Formation containing mudstone and sandstone is delta front which developed mainly distal bar, river-mouth bar, interdistributary bay, distributary channel, natural levee microfacies. On the whole, it is coarsening-upward sequence of regression deltaic.

The background content of Cu calculated by 84 samples from Upper Huangmaqing Formation is 79.39×10^{-6} .

However, content of Cu of various rocks is obviously different, with that of silty mudstone 8 times significantly higher than sandstone. Further analysis manifests that the concentration of Cu in silty mudstone attributes to these grayish green-dark gray silty mudstone and muddy siltstone deposited in reducing environments, thus its content of Cu is 10 times higher than the background values of Huangmaqing formation. Thus, Cu-bearing stratiform of Huangmaqing Formation is silty mudstone and muddy siltstone covered with reduced colour of grayish green-dark gray silty which deposited in interdistributary bay of delta front. The abundant organic matters and weak hydrodynamic forces of interdistributary bay is in favour of sedimentation of organic matters carried by running water of distributary channel. The organic matters can absorb Cu^{2+} , Fe^{2+} . At the same time, H_2S generated by bacterial degradation of the organic matters to form the reductive environments where Cu^{2+} , Fe^{2+} contained in the fluid and gel deposited. Thus reducing materials such as chalcocite, bornite, chalcopyrite, pyrite have been generated and the Cu is concentrated.

The mudstone and silty mudstone of Upper Huangmaqing Formation developed in interdistributary bay, thus mudstone content can reflect its development. The litho-facies paleogeography graph is plotted by ratio of rocks (contour map of mudstone/sandstone). By ratio of mudstone/sandstone of the section, the four areas of mudstone <10, 10~20, 20~30, >30 are determined through interpolation method which use contour value 10%, 20%, 30%. The four areas reflect the plane development of interdistributary bay microfacies and also the Cu-bearing stratiform. The litho-facies paleogeography graph manifests the Cu-bearing stratiform of Huangmaqing Formation is well developed to the east of Yijinqiao-Shiji in south-central basin.

Key words: Luzong basin; Huangmaqing Formation; copper rock; interdistributary bay; delta front subfacies