

地层, 成矿, 长江中下游, 变质岩系

30-43, 62

P536

长江中下游地区地层与成矿的关系

晏久平

P588.3

(中南冶金地质研究所 宜昌市 443003)

1 区域地层的基本特征

长江中下游地区在地层区划上主体属扬子地层区的下扬子分区, 南部部分涉及江南地层分区, 北部跨越秦岭—大别山地层区和华北地层区边缘。区内除太古界地层没有出露和缺失泥盆系中、下统外, 其他各时代地层发育完整, 层序齐全。根据地层发育特征及其在地壳演化过程中的作用, 将其划分为三大岩系: 前震旦纪基底变质岩系、古生界以海相沉积为主的盖层岩系和中—新生代陆相碎屑岩及火山岩系。

1.1 前震旦纪基底变质岩系

主要出露于研究区之南北边缘, 均受到不同程度的区域变质和多次形变。主要由中—深区域变质岩系、浅—中等变质的含磷海相碎屑岩、碳酸盐岩、中酸性火山岩和浅变质的海相石英角斑岩系组成。南、北边缘在岩相、岩石组合、火山岩性质、变质程度、地层厚度及时代等表现出较大的差异。北缘基底变质岩系主要出露于本区北侧的大别山、肥东和张八岭地区; 南缘基底岩系分布于其南侧的赣北、皖南(江南古陆北缘)。

1.1.1 北缘大别山—张八岭前震旦纪基底变质岩系

主要形成于早元古代至晚元古代早、中期的一套中深至浅变质岩系, 原岩以海相碎屑岩和碳酸盐沉积夹火山岩及含磷为特征。

1. 下元古界: 包括大别山区大别群上部和肥东地区的阚集群。

大别群 为一套以砂泥质为主夹有碳酸盐和大量火山物质的巨厚沉积建造, 厚约 24000m。普遍遭受中—深区域变质和混合岩化作用。本区出露地层岩性主要为白云斜长片麻岩、浅粒岩、大理岩、云母石英片岩、榴辉岩和磁铁石英岩等, 混合岩化较弱。

阚集群 按岩性分为两部分: 下部为桴槎山组, 主要由黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩、变石英角斑岩及大理岩透镜体组成, 普遍受到富钾碱性混合岩化的改造, 厚度大于 2393m; 上部为横山组, 以角闪斜长片麻岩为主, 夹透镜状或似层状磁铁矿层(磁铁石英岩), 厚 1031m ~ 1278m。

2. 上元古界: 下部包括出露在大别山南坡的宿松群和红安群, 肥东地区的肥东群。

宿梓群 为绿片岩相的区域高变质岩系, 伴有混合岩化现象。自下而上分为四个沉积旋回, 每个旋回都以含石墨、含锰片岩开始, 片岩或大理岩逐渐增多, 最后以绿片岩或片麻岩

结束。主体为处于动荡的浅海氧化环境下的泥砂质和含磷泥钙质沉积。第三旋回中有较多海相变流纹岩和少量变质火山岩。地层总厚 2.374km ~ 4.025km。与下伏大别山群呈不整合接触。

红安群 为一套由片岩、片麻岩和变质火山岩组成的浅中程度区域变质岩系,内含大理岩、白云岩、石英岩及磷锰矿层,出露最大厚度 14000 余米,与下伏大别群呈不整合接触。其地层时代归属有争议。习惯上将其置于上元古界下部与宿松群相当。

肥东群 包括双山组和桥头集组。双山组为一套以含磷、锰为特征的碳酸盐岩系,夹斜长角闪岩片岩和斜长角闪岩,厚 142m ~ 248m,与下伏地层呈假整合或不整合接触。桥头集组以片岩、片麻岩为主,底部夹透镜状大理岩及少量石墨石英片岩,未见顶,厚度大于 85m。

中部主要分布于张八岭地区,称张八岭群。

张八岭群下部为北将军组,主要为千枚岩夹结晶灰岩,含碎屑大理岩、白云质大理岩及少量石墨片岩,厚度大于 819m,上部为西冷组,主要为一套浅变质的石英角斑岩系,含少量细碧角斑岩,夹少量变质粉砂岩、千枚岩、绢云石英片岩、结晶灰岩及硅质岩等,厚度大于 2.51km。与下伏地层接触关系不清。

1.1.2 南缘幕阜山—怀玉山前震旦纪基底变质岩系

主要为晚元古代早期和中期两套不同的变质岩系。

1. 上元古界下部:主要为分布于鄂东南南部幕阜山一带的冷家溪群,为一套浅变质碎屑岩系。岩性主要为轻微变质的砾岩、细砂岩、粉砂岩以及千枚岩、夹变质的含砾凝灰岩、凝灰岩。出露厚度 7000 余米。

2. 上元古界中部:包括赣北的双桥山群、皖南上溪群(仅见牛屋组)及上海地区的金山群。

双桥山群 为江南古陆赣北地段的基本岩石单元,岩性因地制宜,多为板岩、石英砂岩、泥质砂岩等,含火山碎屑物质。庐山等地为片岩、片麻岩、混合岩、严峻大理岩、砂砾岩、流纹岩等,偶见细碧角斑岩。地层厚 3204m ~ 6680m。

上溪群 本区仅见中屋组,岩性主要为千枚岩,千枚岩及轻变质的砂岩和粉砂岩互层,厚度大于 270m。韵律发育,具特征的粒序层和微细层理,并常见斜层和交错层、水底冲刷构造和同生角砾岩等,属典型的深一半深海浊流沉积。

金山群 仅见于上海地区南部的金山等地钻孔中,岩性为云母石英片岩、长石石英片岩等,次为浅粒岩、花岗质混合片麻岩、夹层状或透镜状大理岩,厚度大于 2000m,未见底。

1.2 震旦系

主要沿前震旦系构成的南、北古陆边缘出露,为滨海—浅海相沉积。依其沉积相和变质程度,可分为南北两区。北区为沉积变质岩系,具基底岩系特征;南区为未变质沉积岩系,具盖层特点。其分区界线大致沿长江一带。

北区震旦系主要分布在鄂东南蕲春—广济、皖中江北地区、江苏江浦、六合、宁镇、埭孟以及上海地区,其中以皖中滁县附近出露最为齐全,整体遭受轻微变质作用,厚 1970m ~ 3943m。下统下部(周岗组)岩性为千枚岩、千枚状长石砂岩、粉砂质千枚岩,底部为千枚状含砾砾岩,厚 1256m。与下伏张八岭群呈不整合接触。下统上部(以苏家湾组为代表)为含砾千枚岩、砂质千枚岩、变质石英砂岩等,砾石成分复杂,为一冰碛岩系,厚 257m ~ 765m。与

下伏地层呈假整合接触。上统分为陡山沱组和灯影组。陡山沱组下部为千枚岩夹砂岩、含磷砂岩透镜体及含锰白云岩或锰土层；上部主要为灰黑色结晶灰岩夹砂岩和千枚岩。滁县一带厚 923m~1116m, 向东变薄, 苏南厚 329m~578m。灯影组出露较为广泛, 滁河以北岩性具二分性, 下部为厚层白云岩、条带状含燧石结核灰质白云岩；上部硅质岩, 厚 136m~560m；滁河以南岩性以巨厚层状的白云岩和燧石条带白云岩为主, 具特征的波纹状、葡萄状、角砾状构造, 含叠层石, 厚 136m~892m。

南区震旦系主要分布在鄂东南南部幕阜山及大幕山、赣北和皖南东至一带。下统下部(莲沱组/休宁组)为含砾砂岩、砂岩、细砂岩及粉砂岩, 局部夹凝灰岩、含铜砂岩。鄂东南厚 59m~285m, 庐山一带厚 1416m, 东至厚 290m~461m；上部(南沱组/兰田冰碛层)为冰水沉积物, 主要为块状冰碛砾岩、砂页岩、夹页岩和粉砂岩。兰田冰碛层顶部有一层含细砂铁锰层, 厚 4m~51m, 与下伏地层呈假整合接触。上统下部(陡山沱组/兰田组)主要为硅质、碳质、钙质、粘土质页岩、板岩、夹薄层灰岩、泥灰岩和白云岩, 底部含磷锰及黄铁矿, 鄂东南厚 16m~47m, 赣北厚 37m, 东至厚 128m；上部(灯影组/皮园村组)分布于鄂东南、赣北地区的灯影组岩性以硅质岩、硅质页岩为主, 夹炭质页岩和粘土质页岩, 鄂东南地区下部出现含燧石结核及条带的白云岩和白云质灰岩, 含叠层石。炭质页岩中含铜和钒, 灰岩中含磷, 厚 64m~225m。赣北厚 29m~127m。东至一带的皮园村组岩性单一, 为黑白条带相间的薄至中厚层硅质岩, 厚 37m。整体未有变质作用发生。

1.3 盖层形成阶段的沉积岩系

南、北基底具有不同发育特征导致其最后形成时代的差异, 从而亦影响了覆盖于不同基底之上并受其制约的盖层沉积物及其形成时间。表现出明显的早晚关系。南区盖层发育从震旦纪开始, 北区则始于寒武纪。

1.3.1 盖层形成的早期阶段沉积岩系

1. 南区(震旦纪至早古生代)。震旦系, 见上述, 为盖层初始组成, 由含冰水沉积物的粗碎屑岩、向上过渡为硅质、钙质、炭质、粘土质页岩、夹有薄层碳酸盐岩。

寒武系为浅海相沉积, 大致分布在崇阳、通山、武宁双桥山、德安、彭泽雷锋尖、东至葛公镇、石台、泾县、宣城、常州至江阴一线以南。本区以水体较深、含氧量较低, 在岩相和生物组合上与北区有所差异。沉积物具华北型与江南型过渡性质, 以漂浮浮游生物为主, 间有底栖生物混生。下统岩性为炭质页岩、粉砂岩、泥质灰岩及白云岩, 含栉榔型与峡东型混生动物群；中上统为页岩、泥灰岩和白云岩、三叶虫以江南型为主, 混生部分为华北型。地层厚 460m~1211m, 与下伏震旦系呈整合接触。

奥陶系分布范围与寒武系基本一致。主要为浅海陆棚—深水盆地相的页岩及砂泥质沉积物, 动物群主要是笔石。早陶世为笔石页岩沉积, 体现浅海陆棚相向深水盆地相过渡的产物, 处于一种低能还原环境。所含动物群以江南型为主, 九宫山北坡地区扬子型与江南型动物群混生现象明显, 表现出过渡区的性质。中奥陶世为陆棚环境沉积, 早期为深水陆棚环境的笔石页岩；晚期水体变浅, 沉积物为泥质碳酸盐岩类, 具瘤状构造, 动物以三叶虫和头足类为主。晚奥陶世, 水体进一步变浅, 过渡为滨海相沉积, 沉积物以白云质灰岩、钙质页岩、粉砂岩为主, 上部为炭质页岩, 含三叶虫及笔石, 总厚 600m~1500m 与下伏寒武系呈整合接触。

志留系出露较奥陶系广泛。南北分区界线南移至九宫山—德安、东至、石台、泾县、宣

城、常州一线。南区总的特征为层序发育齐全、厚度巨大、岩性单调。早志留世早期为浅海砂泥质型盆地相沉积,晚期为泥砂质陆棚相沉积,属弱还原至氧化环境,岩性以砂页岩为主,生物群为三叶虫、笔石、腕足类、双壳类等。中志留世海水变浅,发育潮坪至海相沉积,岩性下部以石英砂岩为主,含鱼类化石,上部为含三叶虫、瓣腮及腕足类的粉砂岩和泥岩,晚志留世进一步海退,沉积范围缩小,沉积物以岩屑石英砂岩及砂岩为主,含鱼类、瓣腮类、腕足类及腹足类,上部见有植物化石碎片。地层总厚 4000 余米,与下伏奥陶统呈连续过渡关系。

2. 北区(早古生代)。北区的未变质沉积岩始于寒武纪,其下伏震旦系虽可看作古老变质褶皱基底之上的盖层,但由于其形成于特殊的大地构造环境,遭受了震旦纪末的兴凯运动强烈影响,发生变形、变质,应归于褶皱变质岩系,作为褶皱基底的增生成员。

寒武系分布于崇阳、通山、武宁双桥山、德安、彭泽雷峰尖、东至葛城镇、石台、涇县、宣城一线以北,属华北型沉积。下统以黑色页岩为主,夹硅质页岩、石煤层及磷结核,含峡东型三叶虫,反映早寒武世早期深水滞流海盆边缘斜坡相沉积,中晚期为浅海陆棚相沉积;中上统为泥质灰岩、灰岩、白云质灰岩及白云岩,所含三叶虫以华北型为主,显示中寒武世早期仍为陆棚相碳酸盐沉积,晚期以后出现台地前缘斜坡相沉积,地层总厚 217m~2092m。与下伏地层呈假整合或整合接触。

奥陶系与寒武系分布大致相同,分布在崇阳黄马冲、通山留嘴桥、瑞昌港北、石台鱼龙洞、涇县、宣城、常州一线以北,与南区在岩相及古生物方面分异明显,沉积物以滨海台地相碳酸盐为主,含丰富的腕足、三叶虫、头足类及笔石化石。与南区分界线附近有数十公里的过渡带,出现扬子型与江南型动物群混生,不同岩相的岩层交错叠覆出现十分明显。岩性总体表现为下统为灰岩、灰质白云岩、泥质条带灰岩、瘤状灰岩及龟裂灰岩夹页岩。各地变化较大;中统以泥质灰岩、瘤状灰岩及龟裂纹灰岩为主,局部夹页岩;上统由瘤状灰岩及黑色含炭、硅质页岩组成,岩性稳定。地层总厚 142m~1653m,与下伏寒武系呈整合接触。

志留系广泛分布于鄂东南、赣北、皖中、宁镇及茅山等地区,自下而上分为下统(高家边组)、中统(坟头组)和上统(茅山组)。上统以笔石页岩为主,上部出现介壳相夹层,其下部的笔石带发育不全,从南至北,自上而下有逐层缺失现象。中、上统为含介壳相化石的细砂岩、粉砂质泥岩及石英砂岩。中统下部开始出现含鱼化石层位。上统顶部在沿江及江北有部分地层缺失。地层总厚 360m~2737m,与下伏地层多为假整合接触。

1.3.2 盖层形成的晚期阶段沉积岩系(晚古生界至下三叠统)

志留纪末的加里东运动,使下扬子海盆上升为陆,开始了盖层形成的晚期阶段的历程。进入泥盆纪,南北两区的沉积特点趋于一致。

泥盆系本区缺失中、下统,仅发育上统(五通组)。岩性以陆相碎屑沉积岩为主,总厚 1m~323m,依据岩性和古生物特征,五通组可分为上、下两部分。下部为灰白色薄至巨厚层状石英砂岩、石英岩状砂岩。含砾石英砂岩夹少量页岩,底部常见砾石,偏上部常夹含铁石英砂岩或赤铁矿层。上部为黄褐、灰白色或紫红色薄层细砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩为主,夹粘土岩、含铁质粉砂岩、赤铁矿层及煤线,含植物化石。和县—含山一带含海相瓣腮类化石,推测为潮汐坝相—三角洲相沉积;鄂东一带含瓣腮类化石,以泥砂质为主,属滨海—海湾相;鄂东南缺失五通期沉积,推测为一古岛。

从岩性变化特征来看,自下而上砾石含量逐渐减少,碎屑粒度变细,泥质、粘土质成分增多。侧向上,在靠近南北西古陆的两侧地区,底部砾岩较厚。砾石含量多,粗碎屑所占比例

高。中部宁镇、茅山、芜湖、安庆、宿松一带,底部砾岩层较薄,砾石含量较少,粗碎屑比例较低。厚度变化上总体体现中部较薄,两侧地区较厚。

石炭系以滨海台地相碳酸盐岩沉积为主,其分布范围比泥盆系上统五通组更广泛,厚 53m~238m,为本区域内铁、铜、硫、金矿床的重要储矿层,自下而上分为三个统。

下统为浅海相碳酸盐夹海陆交互碎屑岩层,主要分布于皖中、苏南、浙北地区,芜湖—安庆一带隆起缺失,常印佛等称这一隆起区为铜陵古岛。下石炭统自下而上分为茨山组、金陵组、高骊山组、和州组和老虎洞组。茨山组下部为炭质页岩,下部为细碎屑岩,厚 14m,含典型的早石炭世早期的孢子组合。金陵组分为碳酸盐岩型和碎屑岩型两种沉积,前者发育于宁镇及皖中、和县、巢县一带,主要为厚层灰岩,底部有一部分含铁质粉砂岩;后者分布于苏南苏州—无锡、宜兴—溧阳,皖中的宣城、广德、泾县—贵池及怀宁龙王山,主要由砂岩、细砂岩、粉砂岩组成。高骊山组为海陆交互相沉积的杂色细粒砂岩、泥质粉砂岩、钙质泥岩、粉砂质页岩及炭质页岩,夹透镜状赤铁矿及薄煤层,厚 3m~51m。和州组为一套以碳酸盐为主的浅海相沉积,由灰岩、泥灰岩、泥质白云岩夹少量泥岩、粉砂岩组成。在宁镇以北,其岩性、厚度较稳定;宁镇以南其碎屑比例增多,以碎屑岩型沉积为主。老虎洞组为白云岩、夹白云质生物碎屑灰岩及泥灰岩透镜体,上部含燧石条带和结核。

中统黄龙组,分布广泛,遍及全区。按岩性可将其大致分为三段,自下而上分别为白云岩层、粗晶灰岩层和纯灰岩层,总厚 30m~132m,化石丰富,以蜓为主,腕足和珊瑚次之。上述五个岩性段在各地发育程度均有差异,总体上由东南向西北、底界逐渐升高,依次以不同层位超覆在不同的下伏地层之上,显示出其为一区域性的假整合穿时界面。岳文浙等人(1992年)研究了“铜陵古岛”及南侧地区老虎洞组与下伏地层之间的假整合关系及南京—巢湖小区内老虎洞组与下伏和州组之间的整合关系后认为,早石炭世晚期过渡至中石炭世,海侵在局部(如南京—巢湖小区)体现为连续性,且海侵范围进一步向南扩大,此后由南向北逐渐漫漫,遍及全区。由于这个地质时期海侵在局部范围的连续性和全局范围内体现继承性,沉积产物白云岩层,从全局范围内来看,在沉积相特征上表现出相似性,因此将其归属为一个完整地层单元统称为老虎洞组;而在其生物特征上则表现出底部生物特征在海侵连续区为含早石炭世晚期标准化石,其他区域则表现为含中石炭世早期化石成分。也就是说老虎洞组广义上为一穿时地层单元。

上统船山组以深浅两色相间的灰岩为主,含生物碎屑,呈球粒状构造,局部地区夹微晶灰岩,含蜓和珊瑚化石。地层厚度一般为 7m~40m。各地发育和厚度有一定差异,南部局限于通山—瑞昌、武昌—黄石一线之间及九江—长兴一线,主要沉积一套藻类球粒灰岩,厚 2m~60m,反映出海退形成的潮上浅水高能沉积环境;而北部的彭泽、贵池、泾县、(长兴)、苏州一带则发育以含大量生物碎屑的厚层状灰岩为特征,少含或不含球粒状灰岩,显示潮下低能环境。本组与下伏黄龙组的接触关系,在鄂东南、赣北及皖中江南地区为整合;苏南及皖中江北地区为假整合。

合肥工业大学(1990)研究认为,在江苏长江下游的苏皖一带高骊山组的中、顶部与和州组的底部地层中发现有火山岩,主要分布于江苏大清山、栖霞山、镇江高骊山、安徽合山小茨山及巢县王家村,主要岩性为火山碎屑岩,具有水平细微层理,其上、下相邻岩层都含有海相化石。据此认为此类火山岩属浅海滨海岸火山喷发沉积类型。二叠系,与石炭系相伴出露,分布广泛,发育良好,沉积类型二分性明显,为铜、铁、金、硫及煤的重要含矿层。

下统由滨海—浅海相炭质页岩、燧石结核灰岩、硅质岩和砂页岩组成,包括栖霞组和茅口组—孤峰组等。栖霞组岩性较为稳定,宁镇及皖中地区,由下至上分为六个岩性段:

1. 底部碎屑岩段:由深色钙质、炭质页岩夹砂岩及灰岩透镜体组成,含腕足类化石,厚 0.2m ~ 5m;
2. 下部灰岩段:灰黑色沥青质灰岩和生物碎屑灰岩,局部夹白云岩或结晶灰岩,含蜓科及珊瑚化石,厚 13m ~ 104m;
3. 下硅质层:灰黑色硅质岩、硅质页岩、夹燧石结核灰岩、钙质页岩及泥灰岩,含珊瑚、腕足类化石,厚 6m ~ 30m;
4. 中部灰岩段:为燧石结核灰岩,夹炭岩和生物碎屑灰岩,含蜓科及珊瑚化石,厚 43m ~ 188m;
5. 上硅质岩段:灰黑色硅质岩和硅质页岩,夹页岩及泥质岩、泥灰岩透镜体,含蜓科、腕足类及珊瑚化石,厚 5m ~ 47m;
6. 顶部灰岩段:浅灰至深灰色灰岩,含燧石结核灰岩、硅质白云岩,含蜓科、珊瑚及腕足类化石,厚 4m ~ 65m。

鄂东及九瑞地区岩性与东部相似,一般分为上、下两段。下段相当于底部碎屑岩,通山—九江一带含煤 1 ~ 3 层;上段相当于 2 ~ 4 层,厚 140m ~ 195m;黄梅、马鞍山一带结核灰岩下部含 20m ~ 40m 菱铁矿层。

茅口期在鄂东南及九瑞地区发育以碳酸盐沉积为主,为开阔台地相碳酸盐建造,含蜓科及腕足类,称茅口组,厚约 90m ~ 300m。皖中及苏南地区,早期沉积以硅质岩为主,称孤峰组,厚 40m ~ 60m。晚期沉积发生分异,宿松东至一带以碳酸盐为主,称武穴组,厚 29m ~ 213m;皖中及宁镇地区为砂泥质岩夹硅质岩沉积,称银屏组,厚度变化较大,为 10m ~ 100m。苏锡地区为碎屑岩夹碳酸盐岩沉积,称堰桥组,厚 182m ~ 267m。

上统下部以海陆交互相含煤碎屑岩为主,部分地区相变为浅海相灰岩,上部为浅海相灰岩或硅质岩层沉积。晚二叠世早期(龙潭期)发育的龙潭组、吴家坪组为同时异相沉积,以宿松—东至—一线为界,分东西两区。以东地区分布以海陆交互相的含煤碎屑沉积建造为主,称龙潭组,皖中的东部及宁镇地区以陆相沉积为主、海相次之。岩性为砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩、页岩夹煤层,上部分布有含燧石结核灰岩、灰岩及硅质灰岩。含植物、菊石及腕足类化石,厚 35m ~ 328m。苏州、长兴一带海相沉积多于陆相沉积,下部为粉砂岩、细砂岩夹薄层灰岩及煤层;中部为泥岩夹粉砂岩、细砂岩;上部为粉砂岩夹泥岩、铝土质泥岩夹灰岩透镜体及煤层,厚 172m ~ 240m。以西地区,发育开阔台地相碳酸盐建造为主,是否含煤各地表现不一。含煤的碳酸盐沉积由东向西分布在东至宿松,称吴家坪组,厚 15m;彭泽—瑞昌、广济、蕲春、大冶一带称龙潭组,厚 16m ~ 73m。其岩性下部为粉砂质页岩、粘土页岩、炭质灰岩、硅质岩夹透镜状劣质煤及灰岩透镜体;上部为含燧石结核或条带灰岩、致密灰岩。含植物、珊瑚及蜓科化石。不含煤或少含煤的碳酸盐沉积主要分布于鄂东南通山、崇阳、蒲圻等地,称吴家坪组。岩性主要为含燧石结核状或条带状灰质白云岩、生物碎屑灰岩、夹硅质岩等,含腕足及蜓科化石,厚 257m,向东、向北厚度减至 40m ~ 49m。

晚二叠世晚期(大隆期)发育的大隆组、长兴组为同时异相沉积。大隆组主要为硅质岩、硅质页岩、粉砂质页岩,局部夹硅质灰岩、白云质灰岩或灰岩透镜体。含菊石及腕足类,厚 5m ~ 60m。广泛分布于宁镇、皖中、赣北及鄂东南北部地区。长兴组主要为条带状灰岩夹生

物碎屑灰岩及薄层硅质岩,含蜓、腕足类及菊石化石,厚 22m~160m,主要分布于鄂东南南部、赣东北等地。

二叠系发现有火山活动的遗迹。近年来相继在安徽铜陵、南京湖山、浙江长兴等地发现产于二叠系沉积岩系中的火山碎屑岩,主要岩性有晶屑、玻屑层凝灰岩、凝灰角砾岩及含火山碎屑的灰岩,厚度 0.1m~1m,分布零星,尚待进一步研究。

三叠系下统遍布全区,但发育极不平衡。全区发育浅海陆棚至滨海台地相泥岩—碳酸盐沉积,含正常海生头足及瓣腮类等动物化石,厚 264m~1442m。由于各地对地层的研究程度不一以及划分详略不同,所采用的分层单位名称亦不尽相同。但从岩性分布特点来看,从下至上,泥质成分递减,钙质成分增加,也就是说由底部的泥岩、页岩向上逐渐变为泥质灰岩、灰岩、白云质灰岩、白云岩(鄂东南地区含膏盐)。三叠系下统为本区 Cu、Au、Ag、Mo 最为重要的赋矿层位。中三叠世,由于金子运动的影响,全区进入大陆发展阶段。

1.4 中—新生代的陆相碎屑岩及火岩系

由于强烈的地壳运动及构造变形,在所有的大型向斜谷地和断陷盆地中,相继形成巨厚的陆相碎屑岩系和火山岩系。其分布范围狭小,集中地分布在沿现代长江河谷延伸的狭长带内。

三叠系中上统:中统下部为蒸发台地相白云岩和膏盐沉积,中部为海陆交互的碎屑沉积,上部为河流相碎屑沉积;上统以陆相含煤建造为主,仅皖中及苏南地区夹海相薄层。中上统地区中含咸水—淡水瓣腮类及植物化石,总厚 587m~1943m。九地区缺失,各地发育不一,所采用分层方案及分层单位名称也不同。中统分布范围较下统大为缩小,是海水退缩时期(成盐时期)的沉积产物,为石膏矿产的主要层位,亦为内生铁矿的重要赋矿层之一。

侏罗系—白垩系,按岩石类型可分为三类:

1. 早中侏罗世陆相碎屑岩系:主要分布于长江沿岸嘉鱼—大冶、黄梅—宿松—怀宁、安庆—无为、宁芜、宁镇等沉积盆地,以内陆湖沼、河流相砂页岩夹煤层为特征,总厚 150m~2323m。

下统:主要为灰白、灰黄色石英砂岩、细砂岩、粉砂岩夹杂色粉砂岩、粉砂质泥岩、页岩及灰黑色炭质页岩和薄煤层,底部常见石英砾岩或含砾石英砂岩,含植物及瓣腮类。鄂东南厚 169m~465m,皖沿江 50m~1174m,江苏 193m~679m。与下伏地层为假整合或角度不整合。

中统:主要由杂色薄层粉砂岩、粉砂质页岩、钙质粉砂及长石石英砂岩组成,江苏白象山一带夹有多层火山碎屑岩。皖中罗岭组见有瓣腮类、腹足类、介形虫类及植物化石,鄂东南及江苏未见,厚度变化大,鄂东南 115m~118m,皖中 100m~1149m,江苏 103m~507m。

2. 晚侏罗世—早白垩世陆相火山岩系:主要分布于沿江及其两侧的断陷盆地内,自西向东主要有金保、怀宁、庐枞、繁昌、宁芜、溧水、镇江、句容、溧阳等盆地,为厚度巨大的陆相火山—沉积碎屑岩系。其中宁芜和庐枞两个盆地中的火山岩系蕴藏着丰富的铁硫以及铜、铀、金和多种非金属矿产。

这套陆相火山—沉积岩系其时代归属和分层对比方案未能统一。根据其同们素年龄资料和区域地质构造背景分析和地层层序、喷发旋回、沉积特征及岩石组合类比发现,火山岩系的岩相以喷发相和喷发沉积相为主,在火山活动的喷发期或终止期,都夹有河湖相的火山碎屑沉积或正常碎屑沉积,其间夹有丰富的动植物化石(主要包括瓣腮类、介形虫类、腹足类、鱼类、昆虫、植物及孢子花粉等)。一般厚数百米至 3km,最厚可达 5km。各盆地中的火

山岩系总体上可以对比,但岩石组合有差异,火山活动的起始和结束时间及强弱程度亦不同。沿江一带(大冶—镇江)的火山盆地内,火山岩系不整合覆盖在中上三叠统及更老的地层之上。

早白垩世经历了大规模的火山活动后,地壳处于相对宁静的状态,大部分地区上升遭受剥蚀,发育一套陆相红色碎屑岩建造。

3. 晚白垩世红色碎屑岩系:晚白垩世在区域拉张应力作用背景下,出现许多地堑式或半地堑式的断陷盆地,以发育砖红色碎屑沉积为特征。主要岩性有砾岩、砂砾岩、砂岩以及粉砂岩、泥岩,夹安山岩或玄武岩、凝灰质砂岩,局部含薄层石膏,厚 1115m~7210m。以不整合或假整合覆盖在不同时代地层之上。

老第三纪沉积岩系:分布于沿江一带的红色盆地中以及天长、来安地区和苏南地区,以河流、湖泊及山麓堆积为主,岩性为砂岩、砾岩、砂砾岩及泥岩夹泥灰岩、灰岩,局部夹石膏层及杏仁状橄榄玄武岩。含大量陆相动植物化石,总厚 20m~4200m。

新第三纪沉积岩系:主要分布在苏、皖两省长江沿岸及天长、来安、六合一带,为河湖相砂砾岩、细砂岩、泥岩和砾石、砂砾、细砂层等,常见有基性火山岩夹层,厚 10m~1540m。

第四纪松散沉积物:分布广泛,主要由多种成因的砂砾、粉砂、粘土和砂质粘土组成。岩性及厚度变化大,为近代残坡积、冲积、湖积、冰积和风化产物,全都呈现未胶结的松散状态。

2 区域地层与成矿关系

长江中下游地区蕴藏着丰富的矿产资源,为我国著名的铁、铜、金、银多金属成矿带之一。不仅矿种繁多,而且成因复杂。不论何种成因类型的何种矿床,都与一定的地层有着或多或少的依附关系,即它们都赋存于一定的地层单元中。下面将讨论地层的一些基本特征与成矿关系。

2.1 地层层位与成矿关系

根据对本区域内目前已探明的矿产分布状况与地层层位的关系统计显示,从震旦系至白垩系地层中皆有矿床产出,但不同时代的地层的赋矿特征有着明显的差异。一是矿种或矿产组合不同,如震旦系至下古生界地层中比较有代表性的矿产主要为钨、锡、钼、锑、铅锌,其次为铜、金;上古生界至下三叠统中以各种成因类型的铜、金(银)、硫、钼为主,其次为铁、铅锌;中三叠统一白垩系中以铁、硫为主,铜、金、铅锌次之。另一是矿产储量的分布对赋矿地层具有明显的选择性。对于铜、铁、金(银)、钼、铅、锌、硫矿床来说,主要集中地赋存于石炭系、二叠系、三叠系和上侏罗一下白垩火山岩系地层中,具体来讲即石炭系中统下部、二叠系下统、三叠系下统中上部及中统中、下部和上侏罗一下白垩火山岩系为铜、铁、金(银)、钼、铅锌、硫最为有利的赋矿地层。更进一步地说,铜、金、银、钼、铅锌最为有利的赋矿地层是石炭系中统下部、二叠系下统及三叠系下统中上部海相碳酸盐地层;铁最为有利的赋矿地层为三叠系中统中下部含膏盐的碳酸盐地层和上侏罗一下白垩陆相火山岩系。再一是区域内不同成矿区由于所处的构造沉积环境及成矿条件的差异,表现出上述矿产对赋矿地层选择性的不同。如鄂东地区铁、铜、金、银矿床主要富集于二叠系下统及三叠系中下统;铁矿主要赋存于三叠系中统,其次为三叠系下统,铜、金矿主要赋存于三叠系下统,银矿亦主要赋存于三

叠系下统, 次为二叠系下统。

2.2 地层地球化学

2.2.1 区域地球化学

长江中下游成矿带具有复杂的成矿地质背景, 即有多种构造控矿模式、多次岩浆活动、多种成矿系列、多种矿床成因类型及复杂的地球化学特征。下面仅从地层中成矿元素的分布规律探讨地层的含矿性, 试图从这个侧面来反映区域成矿地球化学背景。

1. 地层中微量元素的分配: 通过对本区域内各时代地层中 Cu、Fe、Au、Ag、Pb、Zn、Ti、Mn、Ni、Co、Mo、Cr、V 等十三个成矿元素的统计分析发现, 地层中成矿元素的总平均含量值与地壳克拉克值(泰勒, 1964)比较, 高于地壳克拉克值的元素有 Fe、Ag、Mo、Pb、Cr, 分别为地壳克拉克值的 5、4、3、2、1 倍; 而 Zn、Mn、Au、V、Co、Ti、Ni、Cr 均低于克拉克值, 其中 Cr 最低仅为地壳克拉克值的 0.08 倍。这种比较从全区域范围大致反映出地层中成矿元素的含量与区域成矿特征具有一致性。因此我们采用这种方式逐一对每个地层单元进行研究。假若以地层中元素的平均含量与地壳克拉克值之比值大于 1.5 时, 认为该元素处于富集状态, 则得出地层中富集元素组合为 Fe、Cu、Ag、Mo、Au、Pb、Zn、Mn, 其富集规律如下:

Cu 主要富集在较老的地层(如 Pt、Z、C)中, 以 Pt 中含量为高, 是地壳克拉克值的 3.05 倍; Fe 在区域大多数地层中皆呈富集状态, 从老到新呈降低的趋势, 以 Pt 和 Z 层位中最富, 分别为地壳克拉克值以 11.65 和 7.92 倍, 仅 C 层位中呈贫化状态; Ag 在古生界及中生界地层中呈富集状态, 为地壳克拉克值的 2~7 倍以上, Pt 及 Z 层位中呈贫化状态, 由老到新呈升高趋势; Au 仅在 D₃ 层位中呈富集, 为地壳克拉克值的 2.7 倍; Mo 主要富集于 C、S、D₃、P、J₃-K₁、K₂ 中, 以 P 层位中含量最高, 为地壳克拉克值的 17.6 倍; Pb 在 S、D₃、J₃-K₁、K₂ 中呈富集状态, J₃-K₁ 中含量最高, 为地壳克拉克值的 7.69 倍; Zn 主要在老地层 Pt 和 Z 中呈富集状态; Mn 仅在陆相红层 K₂ 中含量稍高。

2. 不同沉积建造中成矿元素的分布特征: 对本区两种不同类型的沉积建造进行对比发现, 地层中 13 种成矿元素除 Ag、Mn、Co 无大的增减幅度外, 碎屑岩建造中的平均含量普遍高于碳酸盐建造中的平均含量, 大致为碳酸盐建造的 2~3 倍。

碎屑岩建造中, Cu、Pb、Ag、Mo、Cr 明显高于世界同类岩石平均值(涂和费, 1961), 分别为世界同类岩石平均值的 1.4~6、1.4~3.9、3、2.6~34、1.1~2.8 倍, Au 与之接近。

碳酸盐建造中, Cu、Pb、Zn、Ti、Co、Fe、Ag、Mo、Cr 均高于世界同类岩石的平均值, 分别为世界同类岩石平均值的 6、1.3、1.5、1.45、105、3.7、4.4、9、2.3 倍, 而 V、Au 与之接近, Mn、Ni 较低。

因此可以看出, 与世界同类岩石相比, 区域地层中不论何种沉积建造其元素 Cu、Pb、Ag、Mo、Cr 都显示一定程度的富集; Au 的含量则可与世界同类岩石相类比; Zn、Ti、Co、Fe 在碳酸盐中呈富集状态, 而在碎屑岩中则偏低; Mn、Ni 两元素总是处于偏低状态。

同时也发现地层中微量元素的分布和变化与沉积环境演化有一定的关系。如从海相碳酸盐建造过渡到陆相碎屑岩建造这样一个沉积旋回中, 成矿元素的变化趋势为 Cu、Pb、Zn、Ti、Ni、Fe、Mo、Cr、V、Au 呈显著升高趋势; Mn、Co、Ag 变化幅度不大, 其中 Mn、Ag 略有增幅, Co 稍有减低趋势。因此地层中微量元素含量变化可作为判别地层形成时的沉积环境变化、沉积旋回及地层划分的一个有效佐证。

3. 区域构造层中成矿元素的分布: 前面已述, 按区域构造演化特点, 本区地层被划分成

四个构造层:即变质基底、盖层、陆相沉积岩系及火山岩系。通过对各构造层中成矿元素的平均含量统计发现,变质基底中以 Cu、Zn、Fe、Ni、Co、Cr、V 含量最高;盖层中则以 Au、Mo 含量最高,尤其盖层中的 D - T₁ 中 Au、Mo 更高;而火山岩系(J₃ - K₁)中以 Pb、Ti、Mn、Ag 含量最高。

选择成矿元素的平均含量与地壳克拉克值(泰勒,1964)的比值大于 1.5 作为元素富集标准,则区域构造层的成矿元素具有如下富集规律:变质基底以 Cu、Fe 元素富集组合为特征;盖层与火山岩系中元素富集组合相同为 Fe、Ag、Pb、Mo,但火山岩系中元素富集程度较盖层高,火山岩系中富集元素组合的相对富集程度由高到低为 Ag > Fe > Mo > Pb,盖层中则为 Mo > Fe > Ag > Pb;陆相沉积岩系中元素富集组合为 Pb、Fe、Ag,相对富集程度顺序为 Ag > Fe > Pb。上述规律显示盖层形成以来地层中 Pb 元素总是处于低水平的富集状态。

4. 区域地球化学与成矿关系:按上述方法确定地层中富集元素和富集元素组合,并利用这种组合与地层中所含矿产组合之间的关系来讨论地层与成矿的关系,则可得出如下两点认识:

(1)总体上,地层中所含沉积矿层和赋存矿种组合与其富集元素组合具有一致性,从而反映出地层可能提供成矿物质来源。如区域地层中,所含沉积矿层组合为 Fe、Cu、Pb、Zn、Mo;富集元素组合中出现 Fe、Cu、Pb、Zn、Mo;而其赋存矿种组合亦包含 Fe、Cu、Pb、Zn、Mo。

(2)单个层位则表现出地层中所含沉积矿层组合和富集元素组合与赋存矿种组合的不一致性。因而反映出成矿作用中有外来组分的参与。如本区重要的赋矿层 T₁ 中,富集元素组合为 Ag - Fe,沉积矿层组合为 Pb、Zn,而赋存矿种组合为 Cu、Fe、Au、Mo、Pb、Zn、Ag,表明 Cu、Au、Mo 等元素可能为外源物质;另一重要赋矿层 C_{2,3} 中,富集元素组合为 Ag - Mo;沉积矿层组合为 Fe、Cu,而赋存矿种组合亦为 Cu、Fe、Au、Mo、Pb、Zn、Ag,表明 Pb、Zn、Au 等元素可能为外源物质。

综上所述,长江中下游区域内,成矿物质对赋矿地层来说既有内源因素,也有外源因素。也就是说在成矿过程中,部分成矿元素从地层中活化迁出,部分成矿元素来自地壳深部,两者在一定程度上、一定的部位叠加、析出,富集成矿。因而不同的成矿区或矿田甚至矿床,由于所处的地质条件不同,两者成矿作用方式有所差异,这样也可解释本区成矿具有多物质来源、多期次、叠加的特点。

2.2.2 重要赋矿层(C、P、T)地球化学

根据“地球化学过程的基本定律”,应用柯尔莫洛夫正态检验法,剔除不服从正态分布的超差样品值,以消除后期地质作用(包括成矿作用)叠加所造成的元素含量的增益和亏损,最后求出反映沉积成岩时元素的初始平均含量,即元素的地层丰度值。

依据上述原则,分别计算出皖中(沿江一带),鄂东南、九瑞、宁镇四个地区地层中不同地层单元微量元素丰度值,然后将其丰度与世界同类岩石元素平均含量(涂和费,1961)相比较,按比值大于 1.5 作为元素富集状态界线,则反映出下列富集组合规律。

1. 皖中(沿江一带),地层中 As、Sb、Cu、Pb、Zn、Cr、Co、Ni、V、Mn、Sr、Ba 均呈明显的富集状态。每个地层单元中元素富集组合具有如下规律:

T_{2,3}(黄马青组):Pb、Zn、Cr、Co、Ni、V、Mn、Ba、Sr

T₂(马山桥组):Zn、Cr、Co、Ni、V、Mn、Ba、Sr

(东马鞍山组): Cu、Pb、Zn、Co、Ba

T₁(南陵湖组): Cu、Pb、Zn、Co、Ba、Sr

(和龙山组): Cu、Co、Mn、Ba、Sr

(殷坑组): Cu、Pb、Cr、Co、V

P₂(大隆组): As、Sb、Pb、Cu、Zn、Cr、Co、Ni、V、Mn、Sr

(龙潭组): As、Sb、Pb、Zn、Co、Ni、V、Mn、Sr

P₁(银屏组): As、Sb、Pb、Cr、Co、Ni、V、Sr

(孤峰组): As、Sb、Pb、Zn、Cr、Co、Ni、V、Mn、Sr

(栖霞组): As、Sb、Cu、Pb、Co、Ba

C₃(船山组): As、Sb、Co、Ba

C_{2,1}(老虎洞组—黄龙组): As、Cu、Co、Ba

C₁(和州组): As、Cr、Co、Ba

(高骊山组): As、Sb、Pb、Zn、Co、Ni、V、Mn、Sr

(金陵组): As、Sb、Pb、Co、Ni、Mn、Sr

铁族元素(Cr、Co、Ni、V、Mn)主要富集在以碎屑岩为主的地层黄马青组、马山桥组、孤峰组及高骊山组中;铜族元素(Cu、Pb、Zn)则主要富集于碳酸盐地层东马鞍山组、南陵湖组中;而铁、铜两族元素在大隆组的硅质岩中皆呈富集状态,表现出矿源层的特征。

2. 鄂东南地区,地层中以 Cu、Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Mn、Ba、Sr、S 明显富集。

T₁(鸡公山组): Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Mn、Ba、Sr、S

T_{2,3}(蒲圻组): Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Mn、Ba、Sr

T₂(陆水河组): Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Mn、Sr、S

T₁(大冶组): Au、Cu、Pb、Zn、Mo、Co、Ba

P₂(龙潭组—大隆组): Cu、Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Sr、S

P₁(栖霞—茅口组): Cu、Pb、Zn、Mo、Co、Mn、Ba、Sr、S

C₃(船山组): Cu、Pb、Mo、Co、Ba

C₂(黄龙组): Cu、Pb、Mo、Co、Ba

铁族元素主要富集于以碎屑岩为主的鸡公山组、蒲圻组、陆水河组地层中;铜族元素则在中石炭世至下三叠世以碳酸盐为主的地层中呈富集状态。

3. 九瑞地区地层中以铜族元素明显富集为特征,其特征组合为 Au - Ag - Cu - Pb - Zn。

T₁(嘉陵江组): Au、Cu、Zn

(大冶组下段): Au、Cu、Pb、Zn

P₂(长兴组): Au、Cu、Pb、Zn

P₁(茅口组): Au、Ag、Cu

(栖霞组): Au、Cu

C₂(黄龙—老虎洞组白云岩): Au、Ag、Cu、Pb、Cr、Co

C₁(老虎洞组碎屑岩): Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mn、Ni、Co

4. 宁镇地区地层中表现为铜族元素 Cu - Pb - Zn 组合的明显富集,主要分布于碳酸盐

地层长兴组(P_2)、老虎洞组—黄龙组(C_2)、和州组和金陵组(C_1)中,Cu、Pb、Zn 的丰度值为世界同类岩石平均值的 2~3 倍。

从上述四个不同成矿区内赋矿地层富集元素组合规律可以看出,虽然各成矿区内赋矿地层富集元素组合上各略有差异,但从总体上表现为碎屑岩地层中铁族元素相对富集,碳酸盐地层中铜族元素富集明显。这与中上三叠统碎屑岩发育地段为铁矿赋存地段和下三叠、下二叠统及中上石炭统碳酸盐地层为铜、金、铅、锌、钼等矿产主要赋存部位的现象相吻合。从而也揭示出赋矿层微量元素地球化学特征与成矿的关系。

2.3 赋矿地层中有机碳的分布及与成矿的关系

2.3.1 有机碳的分布特征

通过对皖中(沿江一带)及鄂东南地区石炭系、二叠系、三叠系地层中有机碳含量的研究发现,赋矿地层中有机碳含量分布范围为 0.02%~0.67%,最高可达 3.55%,有机碳含量以二叠系含量显著为高。两区中有机碳的分布范围又体现出差异,鄂东南地区地层中有机碳含量普遍高于皖中地区。下面将我国目前评价碳酸盐地层是否作为生油岩的有机碳含量(0.1%)标准(傅家谟,贾蓉芳,1984)作为判别是否富集有机碳的标准,来分析地层中有机碳含量的分布特征。

三叠系地层中有机碳含量相对较低。皖中一般在 0.047%~0.086%之间,属贫有机碳型。仅和龙山组的含量为 0.137%。而鄂东南地区则普遍高于 0.1%,属富有机碳型。下三叠统海相碳酸盐地层大冶组中有机碳平均含量 0.16%,为鄂东最为重要的容矿层。

二叠系地层中有机碳含量相对较高。皖中地区平均值一般在 0.163%~0.433%之间,最高达 3.55%;鄂东地区有机碳含量平均为 0.923%,一般在 1.0%左右;两区均属有机碳富集型。二叠系地层中有机碳含量自下而上都体现出递增趋势(鄂东南:栖霞组 0.95%→茅口组 0.72%→龙潭组 0.94%→大隆组 1.08%;皖中:栖霞、孤峰组 0.164%→银屏组 0.17%→龙潭组 0.433%→大隆组 0.31%);反映出二叠纪长江中下游地区各成矿区沉积环境的差异及总体演化趋势的一致性。有机碳含量为 0.165%的栖霞组为皖中重要的含矿层。

石炭系地层中有机碳含量介于二叠、三叠系地层之间。皖中下石炭统有机碳平均含量为 0.122%,中上石炭统为 0.0537%;鄂东南地区中上石炭统有机碳平均含量达 0.51%。中上石炭统为长江中下游地区尤其皖中及九瑞地区重要容矿层。

从以上讨论,可以归纳出如下几点认识:

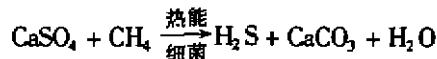
1. 同时代、不同区域地层中有机碳含量的差异反映了地层沉积相的分异。如鄂东南地区与皖中地区,由于沉积相的差异造成鄂东地区 C、P、T 地层中有机碳含量普遍高出皖中地区的 3~8 倍。
2. 同一沉积旋回中、碎屑岩相地层中有机碳含量一般高于碳酸盐地层的 3~4 倍。
3. 同时代、不同区域的地层中有机碳含量在地层层序上变化的一致性反映出不同区域在其构造沉积环境演化上的一致性。如鄂东南与皖中两地区 C、P、T 地层中有机碳具有相同的分布规律: $T_{有机碳含量} < C_{有机碳含量} < P_{有机碳含量}$;两个地区自下而上 P 地层中有机碳含量都呈递增趋势。而从石炭纪至三叠纪末两区都同时经历石炭纪、早二叠世海退→晚二叠世海退→早三叠世海侵→中三叠世海退→晚三叠世陆相沉积环境这一构造沉积环境演化过程。

2.3.2 地层中有机碳对区域成矿的作用

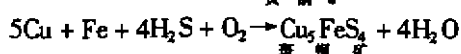
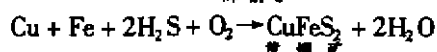
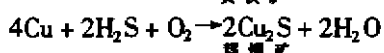
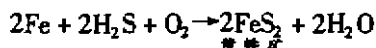
在同生和成岩作用过程中,有机碳促使金属元素富集。如 Cu、Fe、Mo、Ni、Pb、Zn、Mn、V

等金属多富集在富含有机碳的地层中(如栖霞组中的菱铁矿,孤峰组中的 Mn、龙潭组的黄铜矿结核,大隆组中的 Mo 等),这些金属元素均有可能是受到有机碳的生物化学作用的影响。

成岩期后的沉积—改造作用对于成矿元素进一步富集和硫化物层控矿床的形成起着重要作用。皖中及九瑞地区的层控型块状硫化物矿床主要形成于后期改造阶段,在改造阶段作为含铜矿物还原剂的黄铁矿,主要依靠于下部高炭质层热降解所提供的 H_2S 和 CH_4 。 CH_4 在细菌作用下或在温度达 $100^\circ C \sim 150^\circ C$ 时,可以还原硫酸盐,也可产生 H_2S ,其反应式为:



H_2S 沿断裂或孔隙上升渗入含矿层中与 Fe 结合成黄铁矿,与 Cu 结合成辉铜矿,与 Fe、Cu 结合成黄铜矿、斑铜矿等,其反应式为:



成矿期后的改造作用下,高炭质层中的干酪根的热降解放出大量 CO_2 ,与水结合成含碳酸的溶液,在低温条件下,即可萃取含铜岩石中的铜等成矿元素,然后远移至储矿层中富集成矿。

2.4 主要赋矿地层的岩石孔隙特征

地层中岩石孔隙特征的研究,对于探讨矿液在地层中的渗透率、成矿物质的活化迁移及富集储存有一定的意义。翟裕生等(1990)对长江中下游地区主要赋矿层位石炭系、二叠系及三叠系共 452 个岩石薄片进行较详细显微研究,并对页京茨山、巢县银屏、安庆月山等部分地区石炭、二叠、三叠系地层岩石孔隙度、渗透率进行测试,发现岩石孔隙类型包括原生孔隙(粒内孔隙、粒间孔隙、晶间孔隙、遮蔽孔隙等)和次生孔隙(粒间和晶间溶蚀孔隙、铸模孔隙、次生加大晶间孔隙、洞穴及各种成因的孔隙),在不同的赋矿层位中岩石孔隙发育程度各异。并结合已知矿床的时空分布,赋矿层位的岩相古地理环境,对地层储矿性与岩石孔隙结构之间存在的关系进行了研究,认为:

1. 赋矿地层中岩石孔隙度、渗透率(或储集性)分布上有一定的规律,且与岩石本身特征密切相关。

岩石孔隙度发育较好的地段:石炭系中从下石炭统金陵组至黄龙组及部分船山组;二叠系中从下统孤峰组至上统大隆组;三叠系从下统殷坑组至和龙山组;南陵湖组至中统东马鞍山组。这种分布规律与矿床的赋存部位基本一致。

岩石孔隙度的发育程度与岩石本身的性质具有密切的关联。总的来讲,岩石中所含泥质成分与其孔隙度成反比关系。碳酸盐岩中以亮晶颗粒灰岩(如黄龙组、船山组、殷坑组、和龙山组、南陵湖组)与白云岩(黄龙组下段、和州组、东马鞍山组)孔隙发育为好;碎屑岩中以粗粒岩类(细砂岩:茨山组、高骊山组、龙潭组)好于细粒岩类(粉砂岩:马山桥组、黄马青组)。

2. 地层岩石孔隙度与自身形成环境的关系。

高能环境下形成的岩石往往比低能环境下形成的岩石具有较高的孔隙度。碳酸盐岩中孔隙度发育较好的亮晶灰岩常形成于高能环境下的台地浅滩或潮间带,白云岩形成于咸化

条件的潮坪或潮上萨布哈；而碎屑岩中则以滨海—三角洲相优于河湖相环境。

2.5 沉积环境对赋矿地层含矿性的影响因素

2.5.1 沉积间断面(或岩相、岩性转换地段)

沉积间断面(或岩性转换地段)是地层中最重要的储矿部位。长江中下游地区主要赋矿层中,明显的沉积间断面有 $C_2/D_{3w} - C_1$ 、 P_1/C 、 P_2/P_1 、 T_1/P 、 T_2/T_1 、 T_1/T_3 等。其中以 C_2 之下的间断面及 T_1/P 最重要,与铜、铁、硫、金等矿床的分布关系密切。这些间断面不仅为矿化提供了有利的赋存空间,而且在其附近产生活跃的地球化学场,有利于成矿元素的迁移与富集。如皖中地区 C_2/C_1 间断面两侧地层中成矿元素含量明显差异,石炭系中统底部碎屑岩中 Au、Cu、Pb、Zn、Co、Ni 等成矿元素分别为其之上白云岩和之下白云岩的 2~10 倍。

2.5.2 古气候条件及膏盐层

古气候条件变化直接影响到沉积地层的物质组成。如石炭纪至三叠纪期间,早期的潮湿期($C_1 - D_3$)产生以 Fe、 FeS_2 以及粘土与煤线、炭质页岩等为特征;晚期的潮湿期($P - T_1$)以富集 Cu、Mn、Pb、Zn、Mn 及煤层为特征;两个潮湿期之后的干早期(T_2)形成以含膏盐或石膏层的白云岩为特征;干早期的产物直接地或间接地覆盖于早或晚期潮湿期的产物之上。这两种酸、碱环境下的产物在地层中组合出现,为矿质的富集、沉淀提供活跃的地球化学场。事实上这种由潮湿期、干早期形成的酸性与碱性沉积物组合界面是最为有利的赋矿地段。据统计产在这样的“酸、碱界面”上的铜矿占 81.88%(储量),铅占 77.72%、锌占 74.04%、金占 80.41%。这说明当成矿溶液运移至“界面”时,改变介质的酸碱度,加剧矿质的富集沉淀。

干旱条件下形成的含膏盐碳酸盐地层之所以成为铜、铁矿床富集的重要围岩,主要取决于膏盐层的地球化学活性。据统计,鄂东南地区与三叠系蒸发岩(白云岩)有关的铁矿储量占 91.24%,铜矿储量约占 56.32%。作为内生铁、铜矿产富集的围岩条件,就其物理、化学特征而言,含膏盐的蒸发岩远比单一的碳酸盐更为有利。如三叠系上部具石膏假晶的多层盐溶角砾岩,构成地层中的薄弱带,为岩浆入侵、矿液运移准备了有利空间;由于膏盐层具有熔点低的特点,导致鄂东南地区燕山期岩浆岩绝大多数均有规律地沿下三叠统与中、上三叠统界面侵入,以致中统的陆水河组大部分被岩浆分割包围或吞蚀溶解。蒸发岩中的重要组分 Na、K、Ca、Mg、 SO_3 、 CO_2 、 H_2O 、F、Cl、 PO_4 等加入岩浆中,从而使其碱性和挥发分增加,改变岩浆的化学成分,减小粘度,降低结晶温度,使其朝低共熔状态发展。这样加剧岩浆分异使岩浆期后气液数量增加,有利于铁、铜组分的析离、富集,并引起蚀变和矿化。在铁矿床附近往往发育强的钠化现象,表明与成矿有关的岩浆具有高碱富钠的特点。

3 几点认识

通过对长江中下游地区地层与成矿关系的研究探讨,得到如下几点认识:

1. 对成矿最为有利的赋矿围岩为孔隙率高、结构及成分复杂、具有活跃的地球化学性质的地层。如含膏盐白云岩、白云质灰岩等。
2. 地层中最为有利的成矿地段为沉积间断面或岩性岩相转换界面。在这些界面附近往往形成复杂的地球化学背景及构造薄弱带,为矿液的运移及矿质沉淀富集提供了良好的环境。

(下转 62 页)

盆地丘陵平原区的过渡地带,周围为低山,中间为广阔的第四纪沉积平原,呈长轴北西向的椭圆盆地。总体为低山丘陵地貌特征,地势为北西高南东低。

从现有资料可以看出,以现在丹江河道为界,其河漫滩沉积物均有明显的江北厚,江南薄之趋势,河漫滩的总厚度从河漫滩的边部向河道中心方向是稍有变薄的,但变化不大。基岩顶板标高从河道中心向江北方向是稍微降低的,个别地方例外。这表明丹江古河道原来位于现代河道的北岸,后来随着地壳的升降运动逐步向南推移。I级阶地形成前,丹江河道正处于青壮年期,以下切侵蚀为主,所以,形成的II-V级阶地为高差较大的基座阶地,基座面高居于河水面之上;而在I级阶地形成后,丹江河道已处于老年期,以游荡沉积为主,兼有轻微的下切侧蚀作用,其下切作用尚不能深入到第三系基岩中,因而形成的I级阶地,高河漫滩及河漫滩属内迭阶地,阶地高差不大,基座面不易出露地面。基岩顶板标高虽然不同,但高差不大,呈波状起伏,局部尚有1m~2m的变化,横向坡度为4.3‰~3.5‰,纵向坡度为0.8‰~4.2‰。

当丹江由史家湾丹江大桥处向下游敞开门户,河谷向下急剧变宽,由大桥处宽50m~80m,到严家湾仅仅1200m,宽达350m~390m,尤其是到陈家湾,由于罗山的阻挡,在陈家湾、徐家湾处形成回流,使两岸的阶地基本上冲刷殆尽。到丹江滔河的汇合处,由于丹江古河道是由北向南推移的,滔河古河道是由西向东推移的,丹江滔河汇合处的丹江南岸的罗山一带的山脊上,残留着III级阶地的沉积物,而丹江北岸呈鸡爪状残留着II级阶地,但形成了广阔的河漫滩,高河漫滩及大面积的陆相沉积物。形成了与丹江滔河古汇合口的位置及当时水动力条件一致的呈带状分布于第四系全新统河漫滩或高河漫滩中的砂金矿体走向与河漫滩及高河漫滩走向基本一致。四个矿体均呈不连续的弧形带状分布,其弧形突出方向不同,位于丹江北岸的I、II号矿体的弧形向北突出,而位于丹江南岸的III、IV号矿体的弧形顶端向南突出。由于丹江滔河汇合处的复杂的水动力条件,复杂的剥蚀沉积环境及不同的物源,从而造成了矿体在走向上的不连续、夹层少、规模小,在垂向上上细下粗,上贫下富,矿体底板界面基本上与基岩顶板一致,形态简单,厚度和品位变化系数不大的砂金矿体。

综上所述,本区由于丰富多样的砂金物质来源、丹江滔河汇合处的沉积迭加作用、砂金富集作用,形成了本区各种砂金矿体。

(上接第43页)

3. 地层中有机炭对矿质沉淀起到了一定作用,有机炭含量为0.16%左右,对成矿更为有利。如鄂东地区 T_{1-2} ,皖中地区 P_{1-2} 等。

4. 沉积环境决定地层的物质组成、结构构造、酸碱度及岩石中微量元素地球化学性质,因而对地层参与成矿产生影响。

5. 在一定程度上,地层可提供部分成矿物源,甚至地层本身就是矿源层,如二叠系下统中沉积改造型菱铁矿床及块状硫化物矿床等。

具体来讲,矿产与地层层位关系如下:

1. 石炭系中上统、二叠系下统、三叠系下统的海相碳酸盐地层是Cu、Au、Ag、Mo、Pb、Zn等矿产最为有利的赋矿地层;

2. 三叠系中统及上侏罗一下白垩系陆相沉积和火山岩系为Fe矿的最为有利的赋矿地层。