

黔东地区下古生界地层中金属成矿与油气成藏的关系

胡煜昭^{1,2}, 韩润生¹, 毛小贤³

(1. 昆明理工大学, 昆明 650093; 2. 有色金属矿产地地质调查中心, 北京 100012;

3. 西北有色地质勘探局物化探总队, 西安 710068)

[摘要] 贵州东部下古生界海相地层中, 有些金属矿产与古油气藏有着密切的空间关系。文章根据地层中金属元素的含量初步判断了主要的矿源层。Hg、Sb、Au 3 种金属元素与南方地区下古生界最主要的烃源岩九门冲组有着密切的成生关系, 伴随着九门冲组的埋藏演化, 在油气演化的湿气阶段, 金属矿物逐步结晶成矿。矿床最终就位于有利的沉积相区和沉积界面中, 如灰岩重力流、古杯点礁、局限海台地、古喀斯特等。

[关键词] 金属矿床成矿 古油藏 成矿时代 容矿地层沉积相 黔东地区

[中图分类号] P536; P612 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)05-0051-06

在云南、贵州、广西广阔的上古生界和下古生界海相地层中, 不仅赋存众多的金属矿床, 而且油气苗和沥青的分布也十分广泛, 有些甚至达到大型古油藏的规模。有些金属矿床中存在大量的沥青或古油藏, 如广西大厂锡矿、贵州晴隆锑矿、万山汞矿、松桃—江口铅锌矿带、凯里—都匀铅锌矿带、施秉—福泉锑矿带等。

滇黔桂海相地层区中的油气成藏和金属成矿问题历来受到石油地质界(杜全义等^[26]、马永生等^[8]、田海芹^[16]、魏志红等^[3]、周明辉^[4])和矿床地质界(王华云等^[21]、张志坚等^[20]、刘建明等^[19]、韩润生等^[10]、黄智龙等^[11]、方维萱等^[1])的高度重视。前者认为下寒武统是滇黔桂生储盖下组合主要的烃源岩, 后者认为滇黔桂海相地层区很多矿床成矿温度较低, 称之为低温矿床。也有研究者尝试把石油地质与矿床地质结合起来探讨金属矿床的成因(施继锡等^[22]、杨惠民等^[14]、廖宗廷等^[5,15])。

黔东地区包括贵州省东部的铜仁地区和凯里地区, 近年来, 石油勘探部门在该地区开展了大量的石油地质勘查和基础地质研究性工作, 取得不少新认识; 矿产勘查部门和矿床地质界也做了不少实物性工作。这些工作为研究该区下古生界中某些金属成矿与油气成藏的关系提供了丰富的资料。文章试以黔东地区金属矿床与古油气藏空间展布特征, 地层和沥青中微量元素地球化学特征, 以及中国南方下古生界最主要的烃

源岩同时也是黔东地区重要的矿源层——九门冲组的埋藏—油气演化史来探讨两者的成因关系, 根据岩相古地理分析容矿岩石(地层)的有利分布区。这些研究对于探索黔东某些金属矿床的成因以及金属矿产的勘探选区都有十分重要的意义。

1 金属矿床与古油气藏的分布特征

铜仁—三都地区是重要的汞—金—锑—铅—锌金属成矿带(图1)。该带内凤凰—铜仁—新晃汞矿带与铜仁古油藏范围基本重叠, 其西侧分布松桃—江口铅锌矿带; 三都汞矿带与丹寨古油藏范围基本重叠; 凯里—丹寨铅锌矿带与著名的麻江古油藏(推测原始石油储量超过16亿t)范围重叠, 其西分布施秉—福泉锑矿化带。

在垂向上, 两者存在两种关系, 其一为“上油下矿”, 如麻江地区, 沥青主要储集于志留系砂岩和奥陶系红花园组灰岩缝洞中, 而铅锌则主要分布于其下的寒武系清虚洞组碎屑岩和娄山关组白云岩中; 万山汞矿, 敖溪组的每个岩性段也存在着“上油下矿”现象; 丹寨水银厂, 沥青产于杨家湾组三、四段, 而汞、锑、金则产于杨家湾组二段。其二, 产于构造裂缝中, 沥青与金属矿物存在共生现象。另外, 金属矿物还可能出现在去油以后的剩余空间中。

[收稿日期] 2006-06-26; **[修订日期]** 2007-01-04。

[基金项目] 教育部新世纪人才培养计划项目(编号: NCET-04-917)资助。

[第一作者简介] 胡煜昭(1964年—), 男, 1992年毕业于昆明理工大学, 获硕士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事地质勘查、教学和科研工作。

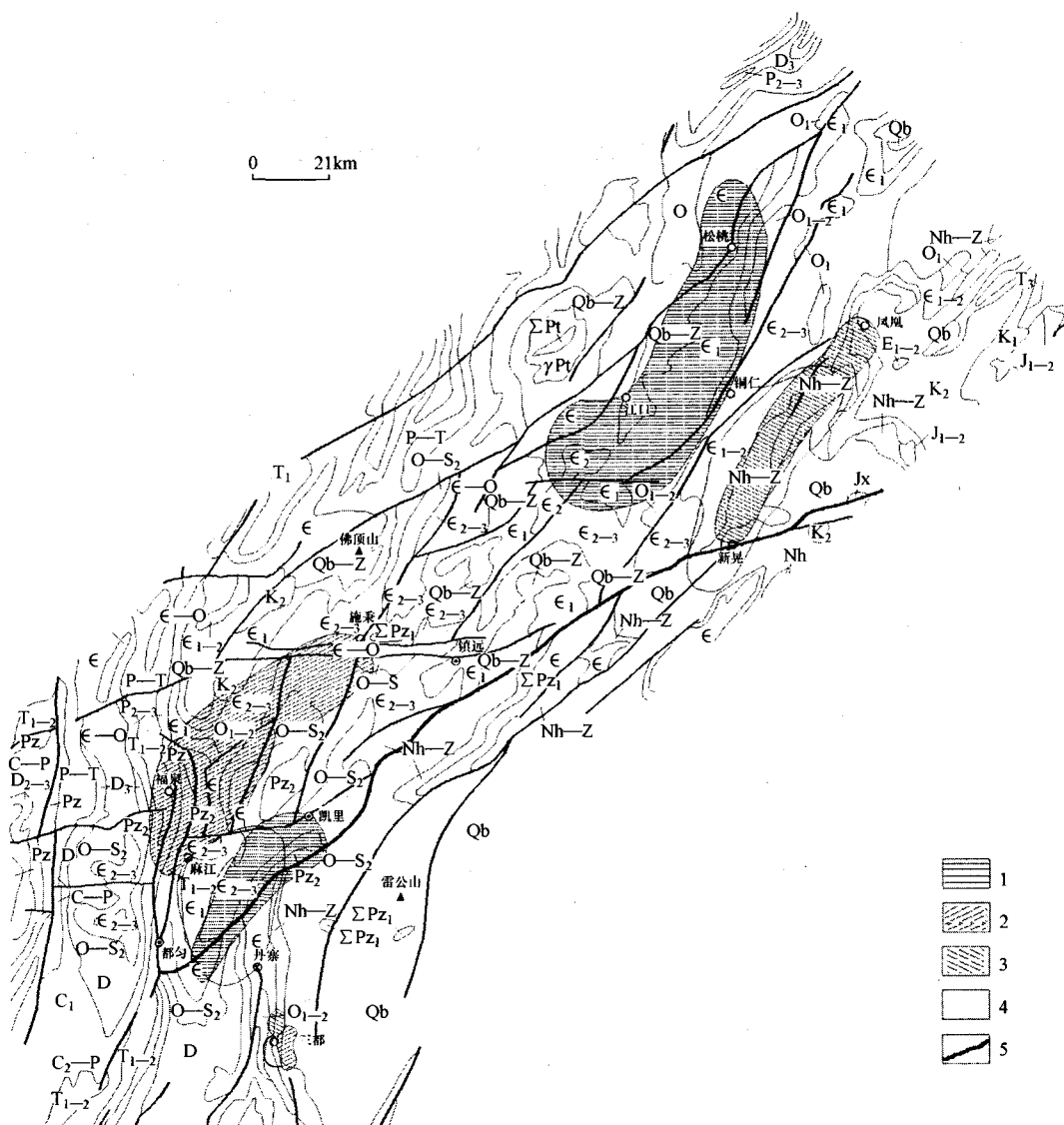


图 1 黔东地区金属矿带与古油藏分布图

E₁₋₂—古新统一渐新统;K₂—上白垩统;J₁₋₂—下—中侏罗统;T₃—上三叠统;T₁₋₂—下—中三叠统;P₂₋₃—中—上二叠统;C—P—未分上石炭统一二叠系;C—P—未分石炭系—二叠系;C₁—下石炭统;D₃—上泥盆统;D₂₋₃—中—上泥盆统;D—泥盆系;O—S₂—未分奥陶系—中志留统;O₁₋₂—中—上奥陶统;O₁—下奥陶统;ε—O—未分寒武系—奥陶系;ε₂₋₃—中—上寒武统;ε₁—下寒武统;Pz—未分古生界;Nh—Z—未分南华系—震旦系;Qb—青白口系;Jx—蓟县系;ΣPz₁—下古生界基性、超基性岩;1—铅锌矿带;2—锑矿带;3—汞矿带;4—古油藏;5—断层

2 微量元素地球化学及有机地球化学特征

2.1 地层和沥青中成矿元素丰度

研究发现,在古油气藏演化的源头——烃源岩和古油藏演化的终端——沥青中,均含有较高的成矿元素。

2.1.1 地层中成矿元素丰度

震旦系陡山沱组(Z_{2d})可能为 Pb 的矿源层,丰度可达 55.42×10^{-6} 。此外,在该组中 Sb 的含量最高,丰度可达 5.14×10^{-6} (表 1)。

震旦系灯影组中(Z_{2dn})Sb 的含量也较高,丰度

可达 3.05×10^{-6} 。

寒武系九门冲组(ε_{1jm})中有机碳含量很高,它是中国南方下古生界最重要的生油岩,有机碳含量平均为 3.5%。在各个地层中 Au、Hg 含量最高,分别可达 10.6×10^{-9} 和 0.67×10^{-6} ;Sb、As、Mo、Ba 含量较高,如 Sb 达 2.11×10^{-6} ;Pb、Zn 含量一般;此外,与沥青相比,生油岩中 Ni、V 的含量更高,如在庄 1 井九门冲组炭质泥岩中 Ni 含量可达 $3\,358 \times 10^{-6}$,V 含量可达 $28\,768 \times 10^{-6}$ 。

下寒武统把边冲组(ε_{1b})中 Zn 的含量最高,为 95.16×10^{-6} ,是主要的矿源层。但其有机碳、

表1 黔东南地区南部下古生界微量元素和有机碳背景含量

地层单元	有机碳	Au	Hg	Sb	As	Mo	Ba	Pb	Zn	备注
O_1tg	0.3	3	0.65	0.17	5.98	0.6	333	4.33	66.4	油气储集层,Pb、Zn、Hg 金属容矿层
O_1g	0.22	1	0.41	0.27	2.22	0.4	111	15.8	28.6	
ϵ_3s	0.34	1.3	0.07	0.1	1.33	0.2	205	11.8	68.5	油气储集层,Sb、Au、Hg 金属容矿层
ϵ_3y	0.52	3.8	0.08	0.42	3.88	0.69	197	23.5	25.6	
ϵ_3d	0.33	2.5	0.37	1.56	10.8	2.7	910		24.5	ϵ_2a 下部为中等生油岩, ϵ_2a 上部和 ϵ_3d 为
ϵ_2a	0.73	4.48	0.22	0.56	7.64	3.1		16.9	74.5	油气储集层,Hg 金属容矿层
ϵ_1q	0.18	6.3	0.03	1.51	1.82	1.97	511	22.1	34.2	Pb、Zn 金属容矿层
ϵ_1b	0.15	6.3	0.05	0.96	1.82	2.63		27.5	95.2	Zn 矿源层
ϵ_{1jm}	3.5	10.6	0.67	2.11	9.68	5	3 285	32.2	41.8	好的生油岩,多元素矿源层
Z_2dn	0.04	6.5	0.5	3.05	5.55	5.58	5 407	37.6	42.3	
Z_2d	0.04	7.7	0.45	5.14	5.55	1.6		55.4	44.8	Pb 矿源层

注:① 据杨惠民(1999)补充;② 含量单位有机碳为%,微量元素为 10^{-6} ,Au为 10^{-9} ;③ O_1tg —下奥陶统同高组, O_1g —下奥陶统锅塘组, ϵ_3s —上寒武统石冷水组, ϵ_3y —上寒武统杨家湾组, ϵ_3d —中寒武统都柳江组, ϵ_2a —中寒武统敖溪组, ϵ_1q —下寒武统清虚洞组, ϵ_1b —下寒武统把边冲组, ϵ_{jm} —寒武系九门冲组, Z_2dn —震旦系灯影组中, Z_2d —震旦系陡山沱组。

Au、Hg、Sb、As、Pb 的含量一般不高。

2.1.2 沥青中成矿元素丰度

沥青中微量元素含量变化比较复杂,有些样品含量很高,有些含量较低,其原因有待于进一步研究。初步分析,部分沥青的演化程度可能是其中之一,在软沥青中有些微量元素含量相对较高,但在硬沥青中则相对较低;在油气的运移过程中,金属元素在不同位置的“卸载”也可能是原因之一。

铜仁地区敖溪组上部储层(ϵ_2a^3)中的沥青具有

Pb、Zn、Hg、Ni、V 平均含量较高的特征(表2),如 Pb 含量平均 77.313×10^{-6} ,Zn 含量平均 158.63×10^{-6} ,Hg 含量平均 117.35×10^{-6} 。但是各个样品中分布极不均一,如8个样品中有5个样品 Pb 含量 $4 \times 10^{-6} \sim 12 \times 10^{-6}$,Zn 含量 $13 \times 10^{-6} \sim 32 \times 10^{-6}$,小于地层中 Pb、Zn 的含量;8个样品中有6个样品 Hg 含量 $3.1 \times 10^{-6} \sim 38 \times 10^{-6}$,要高于地层中 Hg 的含量。

敖溪组底部(ϵ_2a^1)储层沥青中,这些元素含量要比上部储层低的多。

表2 铜仁地区中寒武统敖溪组沥青中微量元素含量

产出层位	Pb	Zn	Hg	Ni	Co	Cr	V
ϵ_2a^3	3~337/77.13(8)	13~900/158.63(8)	3.1~746/117.35(8)	2~17.5/7.06(8)	0~1/0.38(8)	1~1.2/1(8)	25~205/102.5(8)
ϵ_2a^1	7~11/9(2)	7~11/9(2)	1.8~10/5.9(2)	3.5~4/3.75(2)	0~0.5/0.25(2)	1.2~1.2/1.2(2)	97~99/98(2)

注:① 贵阳地球化学研究所用中子活化法则试;② 在7~11/9(2)中,7~11为含量区间,9为平均值,(2)为样品数。

丹寨地区的4个沥青样品中,Au在台江五河敖溪组底部储层软沥青中的含量可达 222×10^{-9} ,是克拉克值的百倍至千倍,但在其他4个样品中却较低,仅为 $0.1 \times 10^{-9} \sim 1.6 \times 10^{-9}$ 。Sb的含量在一个样品中达 3.38×10^{-6} ,但在其他几个样品中很低,仅为 $0.04 \times 10^{-6} \sim 0.16 \times 10^{-6}$ 。

麻江地区沥青中锌含量 $3.8 \times 10^{-6} \sim 73 \times 10^{-6}$,平均为 22.56×10^{-6} ,与碳酸盐岩锌的平均含量 20×10^{-6} 接近。

2.2 油源对比

从以上分析可以初步判别,下古生界炭质泥岩是重要矿源层(岩)之一,在古油藏中及其周围也分布有某些金属矿床,而且古油藏与金属矿床之间有密切的成因关系。但是黔东南地区下古生界中古油藏的烃源岩是否是下寒武统炭质泥岩呢?

铜仁地区下寒武统炭质泥岩和中寒武统白云岩中,两者沥青的芳烃分布(构成)相似性很好,主要由

1-甲基菲、二甲基菲和芘组成。另外,据碳同位素资料表明:麻江地区 O_1h 沥青 $\delta^{13}C$ 为 $-25.0\% \sim -27.9\%$, ϵ_1 生油岩抽提物(“A”) $\delta^{13}C$ 为 $-24.4\% \sim -25.2\%$,与麻江地区沥青相比略偏重,是同位素分馏所致^[14]。因此,黔东南地区下古生界中的古油藏的烃源岩应该是下寒武统炭质泥岩,某些金属矿床的形成与下寒武统炭质泥岩的生烃—成藏演化有关。

3 油气藏与金属矿床的形成演化特征

油气藏是当达到生油标准(如泥岩有机碳含量大于0.5%)的烃源岩埋藏到一定的深度,开始生烃,并进行一次运移。随后,在流体势的驱动下二次运移并向圈闭(构造、岩性等圈闭)流动,形成油藏^[24-25]。如果沉积盆地继续接受沉积,则油藏向气藏(湿气和干气)方向演化。如果油气藏的保存条件较好,则油气藏得以保存。否则,如果保存条件较差(如断层破坏性作用、地壳的过度抬升、剥蚀、地

下水的冲洗、岩体的穿刺等等),则油气藏则遭受破坏^[23]。现今,我国除四川盆地以外的南方海相地层区地表分布大量的沥青点(当沥青储量达到一定的规模时可称为古油藏),即是油气的保存条件较差所造成的。在油气的演化过程中,也可能有岩浆作用参与(建设性的或破坏性的)。

因此,如果某些地层既是烃源岩同时也是矿源层,则金属矿床的形成必然与油气的形成演化有着密切的关系,在黔东地区,Hg、Sb、Au 矿等与油气的

演化有着直接的关系,不仅同源,而且同储;而铅锌矿则可能与油气演化关系不够密切,与古油藏仅仅是异源同储的关系。

油气的演化程度主要与该地区生油岩埋藏史有关,因此,以埋藏史来说明不同地区油气成藏和金属成矿的关系可能更符合客观情况。

3.1 丹寨铋、汞矿带

凯里—丹寨铋、汞矿带位于独山凸起(北缘),其演化可以麻江古油藏的演化为代表(图2)。

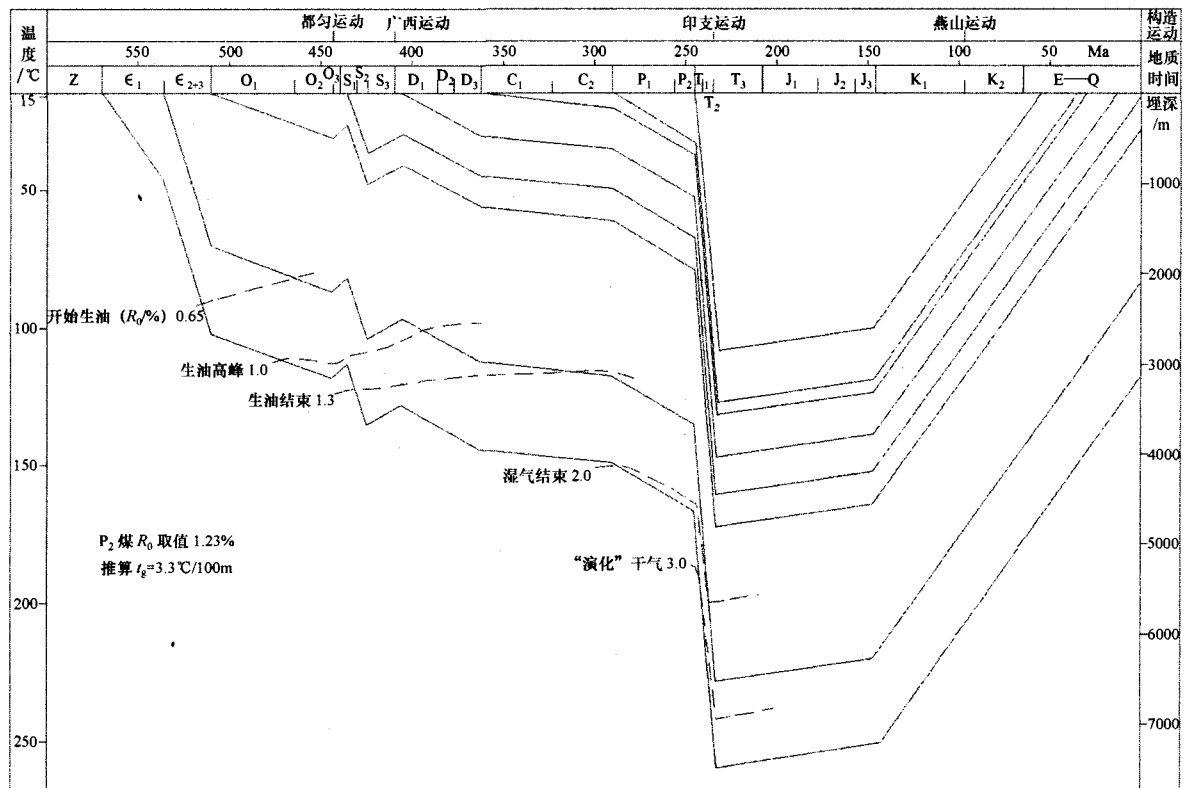


图2 麻江地区生油岩埋藏史及油气演化图

丹寨汞矿共生的脉石包裹体均一温度为 95℃~166℃^[14],这与滇黔桂地区油气演化的生油结束阶段—凝析油湿气阶段相当。

下寒武统生油岩在志留纪早期生油结束,在二叠纪末期和三叠纪早期湿气结束。

因此,丹寨地区的汞、铋和金矿的成矿时代大致为志留纪早期到三叠纪早期。

3.2 凤凰—新晃汞矿带

凤凰—新晃汞矿带位于武陵坳陷。根据该地区镜质体反射率、沉积—埋藏史,发现它与黔南坳陷独

山凸起南部(麻江地区和丹寨地区)的油气演化比较相似。

万山汞矿共生的脉石包裹体均一温度为 101℃~183℃^[14],这与滇黔桂地区油气演化的生油结束阶段—凝析油湿气阶段相当。

万山区含汞脉石中烃包裹体成分测定(表3)表明,既有甲烷,还有重烃和异构烷烃存在,说明成矿时油气的演化达到了湿气阶段。而现今油气的高演化可能与燕山期构造热事件以及侏罗纪和白垩纪沉积有关。

表3 万山地区中寒武统敖溪组烃包裹体成分

层位	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₃ H ₈	n-C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈ + C ₄ H ₄	i-C ₄ H ₈	n-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂
ε ₂ a 中上部	0.17	0.06	0.1	0.17	0.08	0.01	0.07	0.14	0.06	0.12
ε ₂ a 底部	2.35	0.05	0.08	0.11	0.06	0.01	0.05	0.08	0.01	0.05

注:据杨惠民,1999。

因此,凤凰—新晃汞矿带的成矿时代与丹寨地区相似,即志留纪早期到三叠纪早期。

3.3 施秉—福泉铋矿带

施秉—福泉铋成矿带主体位于黔南坳陷的黄平凸起,此外还跨贵定斜坡(东缘)和独山凸起(北缘),其演化可以庄1井为代表。

下寒武统生油岩成藏始于早奥陶世,止于早三叠世。湿气阶段开始于中三叠世,干气阶段从晚三叠世开始。因此,可以根据铋矿成矿温度,结合油气演化推断铋矿大致的成矿时代。

4 某些重要矿源层和容矿地层沉积相及其分布特征

4.1 下寒武统九门冲组

贵州凯里及其东北部的局部地区发育缓斜坡相,以泥页岩和泥灰岩为主夹少量角砾灰岩;黔东南到桂北和桂中地区为上斜坡相,以黑色页岩为主,局部见少量重力流灰岩,是 Au、Hg、Sb、As、Mo、Ba 的矿源层分布区。

4.2 下寒武统清虚洞组

在早寒武世清虚洞期,古陆范围和浅水相带分布范围继续扩大。黔东南属于广阔的浅缓坡相带,以

浅缓坡相灰岩为特征,局部发育台内浅滩,台地边缘和台地内部局部发育古杯点礁,局部地带发育上斜坡相带,以泥灰岩和泥页岩系为主夹重力流灰岩层。

清虚洞组是铅锌矿的容矿层。松桃—铜仁铅锌矿带和凯里—都匀铅锌矿带均分布于泥晶藻灰岩为主的丘状藻复合体和藻白云岩与颗粒白云岩间互的席状粘接复合体中。

4.3 中寒武统敖溪组和娄山关组

从早寒武世到中寒武世,从一个缓坡型台地演变为一个镶嵌陆架型台地。黔东南地区主要为局限海台地相,以大套白云岩的发育为特征。汞矿主要赋存于敖溪组层纹状白云岩和塌积白云岩中。

4.4 上寒武统杨家湾组

晚寒武世沿着凯里东南至广西百色西北呈北东—南西向展布的狭窄地带(图3),发育一个台地边缘斜坡相带,以泥灰岩、泥页岩为主夹重力流角砾灰岩,角砾灰岩均呈扇状分布。汞、铋、金矿多赋存于该层位。

4.5 下奥陶统红花园组

奥陶纪早期古陆范围缩小,贵州大部为分布面积较广阔的开阔海台地相,以红花园组灰岩为代表,在该相带内以分布范围大、厚度相对较稳定的生物

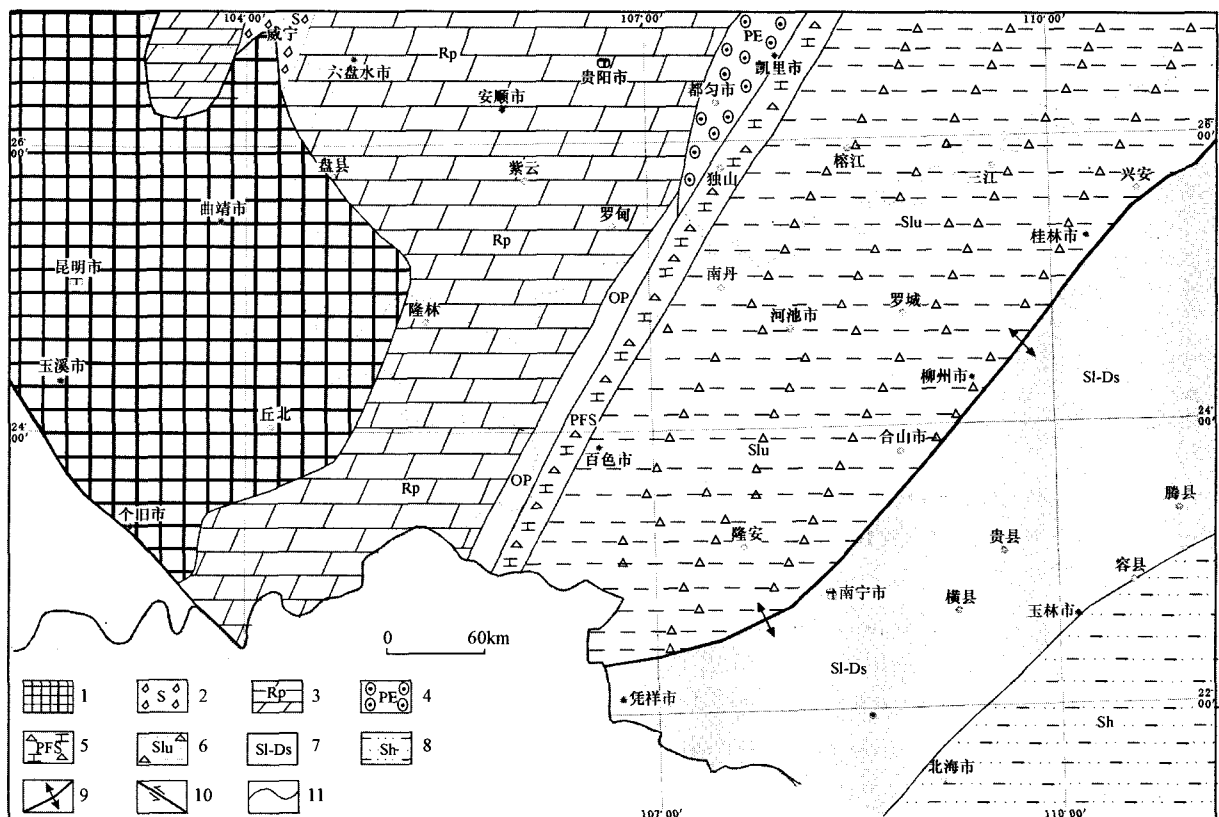


图3 滇黔桂地区晚寒武世岩相古地理图

OP—开阔台地;1—古陆;2—萨布哈;3—局限台地;4—颗粒滩;5—台缘斜坡;6—上斜坡;7—大陆坡—深海;8—陆架;9—拉张板块边界;10—断裂;11—相界线

礁岩石为特征,如藻粘结灰岩、海绵骨架灰岩,构成一个较为特殊的“生物层”。由于都匀运动的抬升,形成古喀斯特。在红花园组中缝洞十分发育,铅、锌、汞等金属矿即赋存于此。

5 结 论

1) 金属矿床与古油气藏具有密切的空间关系,常常存在“上下下矿”现象。

2) 汞、锑、金矿与油气关系最为密切,在生油岩中含量大,在油气演化的湿气阶段成矿,具有同源同储的特点;而铅、锌矿则可能为异源同储。

3) 金属矿床的分布与生物礁、重力流、局限海台地以及古喀斯特有关。

[参考文献]

- [1] 方维萱,胡瑞忠,苏文超,等.滇黔桂湘地区中生代复合大陆动力成矿系统特征[J].大地构造与成矿学,2006,30(4):1-16.
- [2] 马力,陈焕疆,甘克文.中国南方大地构造和海相油气地质(上下册)[M].北京:地质出版社,2005.
- [3] 魏志红,胡煜昭,吴正永.黔中隆起及周缘地区下组合油气成藏条件[J].南方油气,2005(2):1-5.
- [4] 周明辉.论黔中隆起的形成与演化[J].南方油气,2005(2):6-9.
- [5] 廖宗廷,陈跃昆,郭彤楼.油气的无机成因及对中国南方油气勘探的启示[J].南方油气,2004(2):1-5.
- [6] 陈跃昆,廖宗廷. Rodinia 研究及其对滇黔桂地区构造分析的启示[J].南方油气,2003(2):10-14.
- [7] 方维萱,胡瑞忠,谢桂青,等.云南哀牢山地区构造岩石地层单元及其构造演化[J].大地构造与成矿学,2002,26(1):28-36.
- [8] 马永生,郭彤楼,付孝悦,等.中国南方海相石油地质基本特征及勘探潜力分析[A].21世纪中国油气勘探国际研讨会论文集[C].2002:120-129.
- [9] 方维萱,胡瑞忠,苏文超,等.扬子地块南缘及邻区大陆动力成矿系统、成矿系列与找矿方向[J].矿物学报,2001,21(4):561-570.
- [10] 韩润生,陈进,李元,等.云南会泽麒麟厂铅锌矿床构造地球化学及定位预测[J].矿物学报,2001,21(4):667-673.
- [11] 黄智龙,陈进,刘丛强,等.峨眉山玄武岩与铅锌矿床成因关系初探——以云南会泽铅锌矿为例[J].矿物学报,2001,21(4):681-688.
- [12] 金强,田海芹,戴俊生.微量元素组成在固体沥青-源岩对比中的应用[J].石油实验地质,2001,23(3):285-290.
- [13] 张厚福,金之钧.我国油气运移的研究现状与展望[J].石油大学学报(自然科学版),2002,24(4):1-5.
- [14] 杨惠民,刘炳温,邓宗怀,等.滇黔桂海相碳酸盐岩地区最佳油气保存单元的评价与选择[M].贵阳:贵州科技出版社,1999.
- [15] 廖宗廷,李光明.巴力一龙头山生物礁古油藏的特征及成因[J].同济大学学报,1999,27(1):92-95.
- [16] 田海芹.中国南方寒武岩相古地理研究及编图[M].北京:石油大学出版社,1998.
- [17] 裴愉卓,于炳松,李发娟.扬子地块西南部地球化学异常层与地壳演化和成矿作用[J].矿物学报,1997,17(4):369-375.
- [18] 吴学益,吴惠明,李省芬.扬子地块西南缘区域成矿的大地构造背景和矿床形成的构造控制[J].矿物学报,1997,17(4):376-385.
- [19] 刘建明,刘家军.滇黔桂金三角区微细浸染型金矿床的盆地流体成因模式[J].矿物学报,1997,17(4):448-456.
- [20] 张志坚,张文淮.滇黔桂地区低温矿床有机成矿流体及与矿化的关系[J].矿物学报,1997,17(4):483-490.
- [21] 王华云,施继锡.贵州丹寨、三都、都匀地区低温成矿系列的成矿物质来源和分异条件[J].矿物学报,1997,17(4):491-500.
- [22] 施继锡,余孝颖,王华云.古油藏、沥青及沥青包裹体在金属成矿研究中的应用[J].矿物学报,1995,15(2):177-122.
- [23] 李明诚,李伟.油气成藏保存条件的综合研究[J].石油学报,1997,18(2):41-48.
- [24] Maggon L B, Dow W G. The Petroleum System From Source To Trap[C]. AAPG Memoir 60,1994.
- [25] 张厚福,张万选.石油地质学[M].北京:石油工业出版社,1994.
- [26] 杜全义,杨惠民,赵志东,等.中国石油地质志·卷十一[M].北京:石油工业出版社,1987.

RELATIONSHIP BETWEEN METAL MINERALIZATION AND ACCUMULATION OF OIL AND GAS IN THE EASTERN GUIZHOU

HU Yu-zhao^{1,2}, HAN Run-sheng¹, MAO Xiao-xian³

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093;

2. China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012;

3. General Team for Geophysical Prospecting, Northwest Survey of Nonferrous Metals Geology, Xi'an 710068)

Abstract: There are affinities between some metal deposits and paleo-oil deposits in lower Paleozoic strata in the eastern Guizhou province. Some metal source rocks are estimated based on contents of trace elements in strata. Three metals such as Hg, Sb and Au are suggested migrated together with oil and gas which generated from Jiumenchong formation, a famous source rock in the south China. Metal deposits are formed during wet gas period, and filled in favorable facies area and sedimentary interface.

Key words: metal deposit, palaeo-oil deposit, metallogenic epoch, facies of metal reservoir rock, eastern Guizhou