黔南台陷碳酸盐型铅锌矿床成矿条件及找矿模型

陈国勇

(中国地质大学研究生院, 湖北 武汉 430200)

[摘 要] 志留纪末期广西运动, 使扬子准地台与华南褶皱带碰撞拼接在一起形成统一地台后, 在泥盆纪时期地台活化为张性, 晚泥盆世产生了沿基地断裂的热液活动并成矿, 这就是黔南台陷成矿的地质背景。通过典型矿床特征分析, 把黔南台陷中的铅锌矿床分为两类: 即与同生沉积作用相关的锌矿床和以顺层充填和交代作用为主的热液型铅锌矿床。对成矿地质条件进行分析, 指出了区域成矿模式及找矿模型, 认为黔南台陷铅锌矿床成因为产于碳酸盐岩中的沉积改造型铅锌矿床和热液型铅锌矿床。

[关键词] 黔南台陷; 基底断裂; 成矿条件; 找矿模型

[中图分类号] P618.42; P618.43 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943 (2002) 01-0020-07

1 地质背景

黔南台陷位于扬子准地台与华南褶皱带接触部位的两侧, 右江造山带的北侧 (图 1)。扬子准地台以中、上元古代浅变质岩系为中上基底, 早震旦—晚三叠世地层为沉积盖层[1,2], 早古生代为陆棚沉积, 晚古生代的泥盆纪—三叠纪, 经历了海西—印支运动—燕山运动, 在地台内部发生了拉张裂陷—玄武岩浆喷发—侏罗山式褶皱和断裂。华南造山带在早古生代末的广西运动发生基底褶皱, 并与扬子陆块拼接在一起, 沿接触带上发育一系列区域性的基底断裂构造。右江造山带是中生代褶皱带, 在黔南的罗甸有分布, 其余大部分分布在广西境内。

由于志留纪末期的广西运动, 使扬子准地台与华南褶皱带碰撞拼接在一起, 产生了与接触带大致平行的一系列的基底断裂, 在扬子准地台内产生了一系列切穿基底的 EW 向 (NWW 向)、和 NE 向的同生沉积断裂, 这些断裂在碰撞的应力返回期活动为张性。并在早泥盆世, 沿这些断层发生了裂陷, 活化为同生断层, 控制沉积相和成矿热液活动。

区域上, 表层构造样式为侏罗山式褶皱, 背斜与矿床分布有密切关系, 矿床产于黄丝背斜、王司背斜、永康背斜的轴部、倾没端或其翼折部位, 受区域性的 EW 向黄丝同沉积断裂, NE 向早楼、独山、奴亚等同沉积断裂的控制。矿床产于断层旁侧有的利岩性和构造中。

黔南台陷是贵州省一个重要的低温矿床的成矿域, 成因与扬子陆块与江南造山带的接触带和右江造山带的碰撞和碰撞拼接之后的地台拉张裂陷有关, 根据地球化学特征, 矿床类型及分布, 矿物组合及特征分析, 显示了由东向西、由黔南台陷边缘向内部成矿温度逐渐降低的持点, 由北而南, 随着裂陷程度的提高, 矿床组合和矿床特征出现由简单到复杂的分布趋势。显示了黔南台陷作为贵州一个二级构造单元成矿的特殊性。

区内的主要矿产有汞、锑、砷、金和层控型铅锌矿床 (点), 其中, 锌矿是最主要的矿种, 产于震旦系陡山沱组, 下寒武统清虚洞组, 上寒武统三都组, 奥陶系红花园组, 中泥盆统独山组, 上泥盆

[收稿日期] 2001-09-07

[作者简介] 陈国勇 (1964-), 男, 贵州织金县人, 高级工程师, 长期从事有色金属矿床的勘察, 研究工作。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

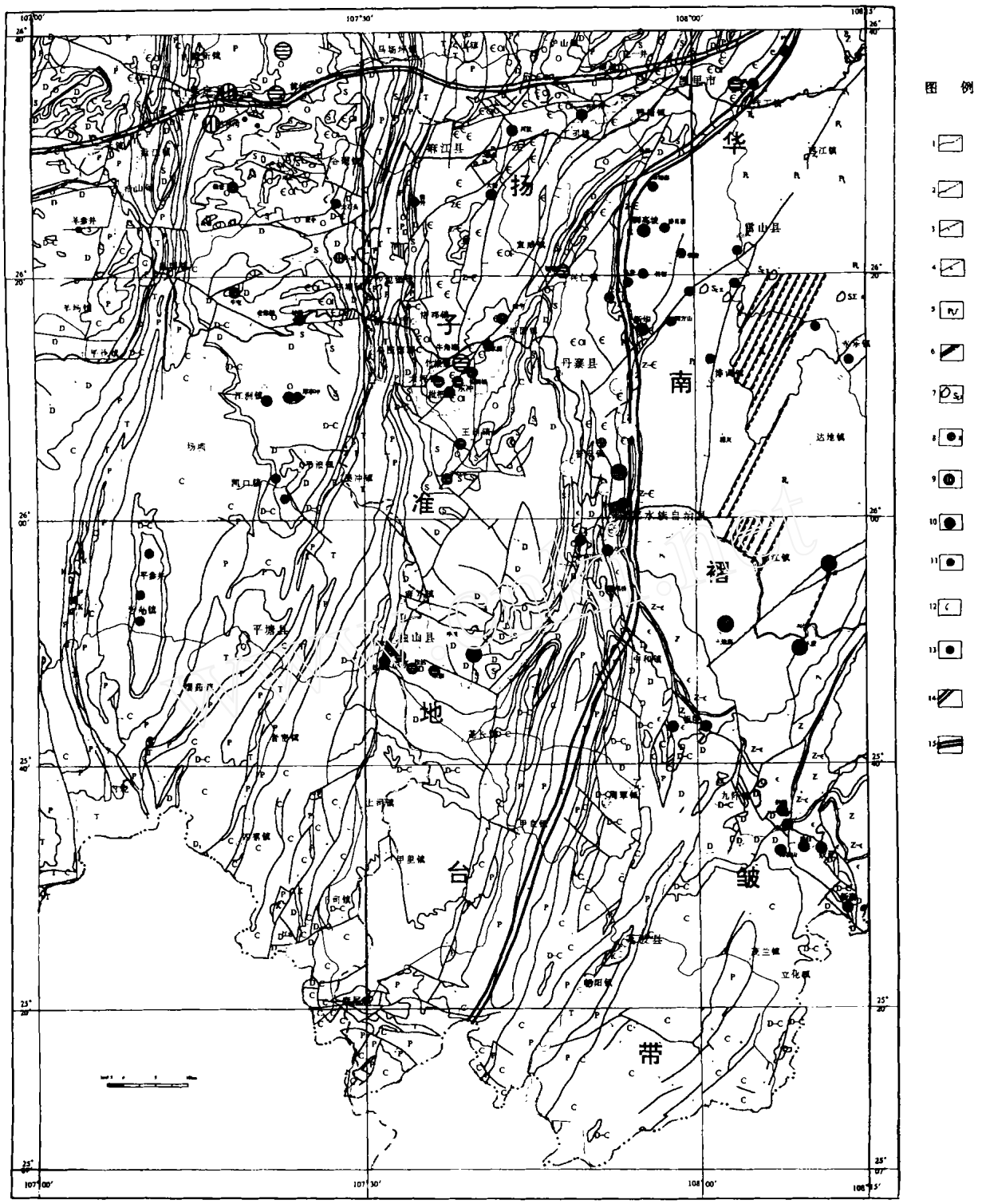


图 1　区域地质矿产略图

1 —实、推测地层界线；2 —实、推测逆断层；3 —实、推测正段层；4 —实、推测性质不明断层；5 —地层代号；6 —过渡性韧性剪切带；7 —钾镁煌斑岩；8 —金矿床；9 —与沉积作用相关的锌矿床；10 —与交代充填作用相关的锌矿床；11 —锑矿床；12 —汞矿床；13 —铜铅锌多金属矿床（点）；14 —黔南台陷北边界；15 —杨子准地台与华南褶皱带边界

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

统高坡场组、望城坡组，以下寒武统清虚洞组和中上泥盆统中的锌矿最为重要。形成了受同生沉积断裂、区域性的滑脱构造、箱状背斜轴、台地边缘礁、滩相和盖层（泥质层）等多因素的控制的中—低温热液矿床。

2 典型矿床地质特征

2.1 与同生沉积作用相关的锌矿床

代表矿床为半边街、竹林沟锌矿床，目前控制锌金属量达数 10 万 t。矿床产于黄丝复背斜轴偏西，区域性黄丝断层两侧。黄丝断层对矿床具有明显的控矿作用，它的控矿作用体现在与深部的隐伏构造的联系上。黄丝断层呈 EW 向展布，是一条形成时间早并多期活动的断层，控制了晚泥盆世的沉积，使上泥盆统的沉积具 SN 不同的沉积特征，黄丝断层还是 II级构造单元黔南台陷和黔北断拱的分界线。

半边街锌矿床产于高坡场组第二段 a 层中，含矿岩层自下而上为：下部厚层晶洞白云岩、生物白云岩、礁相白云岩；中部含砂、砂质白云岩，白云质砂岩，石英砂岩。上部硅质层，为含燧石白云岩、硅质岩。

容矿岩石位于含矿层位中部，为礁障壁之后混合潮坪相沉积，容矿岩石为含砂质不纯白云岩，岩石中砂的含量变化较大，相变为石英砂岩或白云岩时不含矿。含矿层顶底部岩层为 D_3g^1、D_3g^{2c} 及 D_3w^{1a}、D_3w^{1c}之薄层含泥质细晶白云岩或泥质白云岩，是成矿作用的盖层。

矿体呈层状和似层状，个别为透镜状产出，局部膨大呈囊状，矿体产状与围岩基本一致，深部有物探异常，工程验证有隐伏矿体存在（图 2）。主矿体长 1 300m。矿体倾向 276°～321°，倾角 10°～15°，厚 1.53～12.83m，平均 7.37m，含 Zn 3.79%～5.96%，平均 5.35%，含 Pb 0.04%～1.51%，平均 0.33%；其中富矿体厚 0.49～2.28m，平均 1.16m，含 Zn 11.1%～17.75%，平均 14.12%。矿石矿物主要为闪锌矿、白铁矿和少量方铅矿；闪锌矿呈细小粒状（0.05～0.1mm），在矿石中呈断续层纹或与白铁矿呈环带状产出，脉石矿物为碎屑状的石英粉砂（0.05～0.1mm）和少量碳酸盐；矿石的有益组分为 Zn 及少量的硫铁矿，含 Ge 0.001%～0.05%，Ga 0.001%～0.03%；有害组分除 Pb、SiO_2 较高外，其它有害组分 Cu、Fe、As、F 含量较低。矿石见明显的砂泥质、炭质、沥青质。矿石具块状、条带状和浸染状构造。围岩蚀变有弱硅化、黄铁矿化和白云石化。

竹林沟锌矿床矿体长 750m，矿体厚 1.25～7.58m，平均厚 4.13m，含 Zn 2.91%～14.16%，平均 9.95%，其中富矿体厚 1.61～3.63m，平均 2.62m，含 Zn 14.86%～20.38%，平均 18.68%。其它特征与半边街矿床相似。

2.2 以顺层充填和交代作用为主的热液型铅锌矿床

以都匀牛角塘锌矿床为代表，矿床达大型规模，位于区域王司背斜南段、早楼断层 NW 侧。

含矿层位为下寒武统清虚洞组，为一套台地边

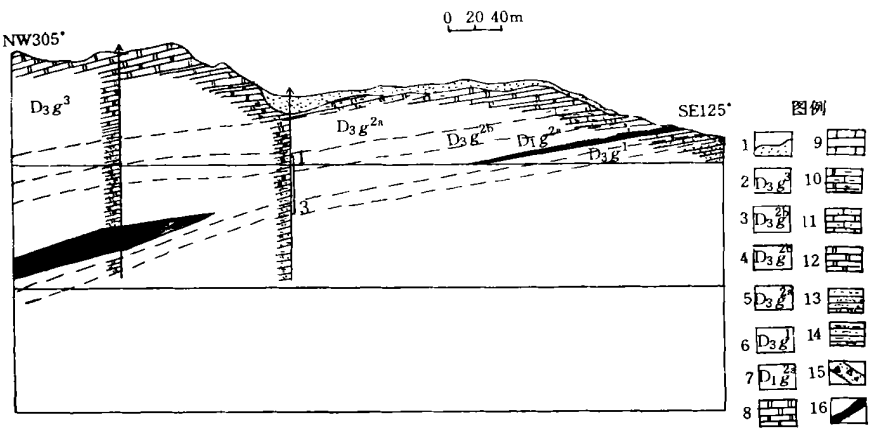


图 2 贵定县半边街锌矿床勘探线剖面图

1—浮土；2—上泥盆统高坡场组第三段；3—上泥盆统高坡场组第二段 C 层；4—上泥盆统高坡场组第二段 b 层；5—上泥盆统高坡场组第二段 a 层；6—上泥盆统高坡场组第一段；7—中泥盆统蟒山组；8—中厚层白云岩；9—厚层白云岩；10—泥质白云岩；11—生物白云岩；12—晶洞白云岩；13—中厚层石英砂岩；14—中厚层粉砂质粘土岩；15—断层破碎带；16—矿体

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

缘浅滩相沉积。清虚洞组第一段为灰色薄层泥晶灰岩。第二段上部为残余颗粒白云岩，间夹 20～40m 中薄层含泥质、粉砂质细晶白云岩，砂屑白云岩，颗粒为核形石、鲕粒，鲕粒多改造破坏。下部为薄层细晶白云岩、瘤状白云岩[3]。

含矿层上、下均有成矿的盖层存在，即含矿层之上有中寒武统高台组薄层泥质白云岩，之下有清虚洞组第二段第五层、第三层之泥质白云岩。

矿床位于王司复背斜南段、早楼断层 NW 侧，与早楼断层的关系密切，早楼断层全长 50km，走向 NE50°，倾向 SE，倾角 60°，是一条形成较早的多期活动断层，不同构造阶段，由于应力状态不同，表现为不同性质。最早形成于雪峰期，加里东早期明显活动，使断层两侧杷榔期沉积具不同沉积相，属同生沉积断层；都匀和广西运动表现为逆时针走滑拉张，是控制成矿热液上升的导矿断层。在燕山期活化为顺时针走滑逆断层。

层间断层是矿床具有特色的构造。包括层间滑动面、层间断层。前者一般低角度斜交岩层面，特别发育于富矿与贫矿、围岩间，呈波状起伏。后者主要发育于 $\in_1 q^{2-6}$ 中，并低角度斜交 $\in_1 q^{2-7}$、$\in_1 q^{2-5}$，而不进入这两个层位，强烈时造成 $\in_1 q^{2-6}$ 岩石重新分配，形成“肿缩”现象。矿体产于此层间破碎带与上下泥质白云岩（$\in_2 g$、$\in_1 q^{2-5}$、$\in_1 q^{2-3}$）之间。许多资料表明，$\in_2 g$ 以上岩层较完整，构造稀少而简单，$\in_2 g$ 以下层位断层发育，包括层间构造，构造交切复杂，可能属加里东期构造运动中一个构造幕的产物。

牛角塘锌矿床主矿体长 1 080m，倾向 325～350°，倾角 10～25°，剖面上呈似层状、透镜状，平均真厚 3.37m（图 3），品位 Zn2.11%～22.14%，平均 6.08%，Cd0.03%～0.281%，平均 0.10%，锌金属储量达 20 万 t，达中型规模。

矿石化学组分简单。主要有用组分为 Zn，矿体中平均含 Zn 2.0%～51.07%，矿段平均 5.12%，矿石中单件样高达 51.07%。Cd 为伴、共生有益组分，矿石中一般含 Cd 0.009%～0.20%，平均 0.076%，与闪锌矿密切相关。

组成矿石的矿石矿物为闪锌矿（纤锌矿）、铁闪锌矿、菱锌矿、黄（白）铁矿，微量异极矿、方铅矿、辉锑矿、雄黄等，脉石矿物为白云石，微量方解石、重晶石、石英等。

矿石结构有不等粒镶嵌结构、碎粒结构、交代残余结构、溶蚀交代结构。矿石构造有致密块状构造、条带（脉）状构造、浸染状构造、角砾状构造、球粒状构造，以角砾状构造和胶状成因的球粒状构造较典型。角砾状构造由白云石破碎成角砾，被闪锌矿、黄铁矿充填胶结。胶状成因球粒构造特征为：闪锌矿、铁闪锌矿、黄铁矿常围绕一个中心向外生长，具明显的圈层结构。由内向外，闪锌矿颜色由深变浅；黄铁矿常分布于闪锌矿边缘，组成闪锌矿、铁闪锌矿、黄铁矿“韵律”圈。两种构造反映了充填成矿作用和交代成矿作用特征。

矿床的围岩蚀变主要有白云石化、黄（白）铁矿化、深色化。其次有硅化、重晶石化、方解石化。

白云石化蚀变强烈，顺矿体展布方向延伸，在紧靠矿体上下盘 1～3m 范围内较发育，蚀变白云石结晶粗大，主要表现为由白云石组成细脉（网脉）、团块、条带（条纹）。成矿期白云石化与成矿关系密切。

黄（白）铁矿化：蚀变普遍，远矿围岩表现为黄铁矿呈粉晶结构，星点状或稀疏浸染状分布于白云岩中，含量 1%～3%；近矿围岩黄（白）铁矿呈粉晶集合体或粉末状，顺深色化蚀变带分布，含量 1%～8%；矿石中常与闪锌矿组成各种矿石类型（致密块状、浸染状等），粉至粗晶结构，含量 2%～20%，不均匀分布。深色化：在近矿围岩中普遍发育．岩石呈深灰色，结晶颗粒增大，含粉至微晶黄铁矿，微量（<2%）炭质。顺矿体发育，位于矿体上下盘 0～4.00m 范围。

3　成矿地质条件

3.1 大地构造条件

工作区主要位于扬子陆块与江南造山带的接触带西侧，右江造山带北侧，在三个一级构造单元的接触带发育一系列的基底断裂，特别是在早泥盆世早期，地台活化产生了裂陷作用，伴随着成矿热液的活动，在深断裂旁侧，控制了铅锌矿的分布。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

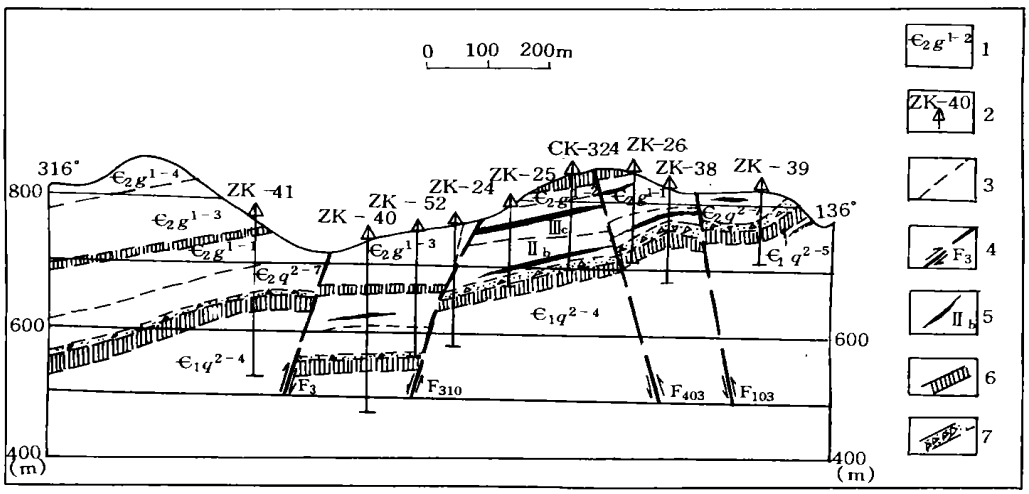


图 3 都匀牛角塘锌矿床马坡矿段 310 号勘探线剖面图

1—地层代号；2—钻孔位置及编号；3—地层界线；4—断层及编号；5—矿体及编号；6—盖层；7—层间断层；

3.2 区域构造条件

区内发育 SN 向的黄丝背斜、都匀向斜、王司背斜，表现为背斜宽缓，向斜紧密的隔槽式褶皱。沿向斜轴部发育南北向断裂，背斜轴部发育 EW 向断裂，在工作区东部斜切王司背斜轴发育 NNE—NE 向断裂。其中，EW 向与 NE 向断裂控制了铅、锌、锑、金、汞等矿产的分布，与成矿关系较为密切。

3.3 岩相古地理条件

半边街、竹林沟锌矿床古地理环境为局限台地相[4]，属黄丝断层控制的沉积盆地边缘。以层孔虫为主的底栖生物大量繁殖，形成生物礁，在生物礁后相对宁静的沉积盆地中，沉积了以碎屑碳酸盐为主，含有陆源碎屑粉砂质、泥质和生物分解的有机质的、成分较杂的碳酸盐沉积。

3.4 地层、岩性、岩相条件

对成矿有利的层位是上泥盆统高坡场组、望城坡组、中泥盆统独山组、下奥陶统红花园组、下寒武统清虚洞组。容矿层有利的岩性是不纯碳酸盐岩。可分为两种类型，即以同生沉积作用为主的锌矿床，以顺层充填交代作用为主的锌矿床，前者以竹林沟、半边街锌矿床为代表，是含矿热液沿同生断层上升到沉积盆地后，与未固结或弱固结的沉积物或岩石产生一系列的物化作用后，形成了锌组分的初始富集，在后期经改造富集成工业矿体。后者以牛角塘锌矿床为代表，为含矿热液在沿断层上升途中，经过有利的岩性和构造，产生交代、充填成矿作用形成工业矿体。

上泥盆统高坡场组二段 b 层泥质白云岩，望城坡组一段 c 层泥质白云岩、下奥陶统大湾组泥岩、中寒武统高台组页岩、泥质白云岩也是间接对成矿有利的岩性，对成矿热液起“盖层”作用。

对成矿有作用的沉积相是局陷台地相中礁障壁之后混合潮坪相和台地边缘浅滩相。

3.5 构造条件

在多期性活动的断层旁侧产生的层间滑脱构造或层间剥离空间以及褶皱倾伏端、翼折部位，是容矿的有利场所。

4 区域成矿模式及找矿模型

4.1 区域地质背景

位于扬子准地台与华南褶皱带的接触带西侧，扬子准地台东南缘，属扬子准地台黔南台陷贵定南北向构造变形区。发育侏罗山式褶皱，SN 向、EW 向（NNW 向）和 NE 向同生断层，以台地相碳酸盐岩为容矿岩石。

4.2 成矿地质环境

地质时代 已知主要矿床主要产于下寒武统清虚洞组（都匀牛角塘锌矿床）、下奥陶统红花园组（都匀江洲锌矿床）及上泥盆统高坡场组、望城坡组（贵定半边街、竹林沟锌矿床）中。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

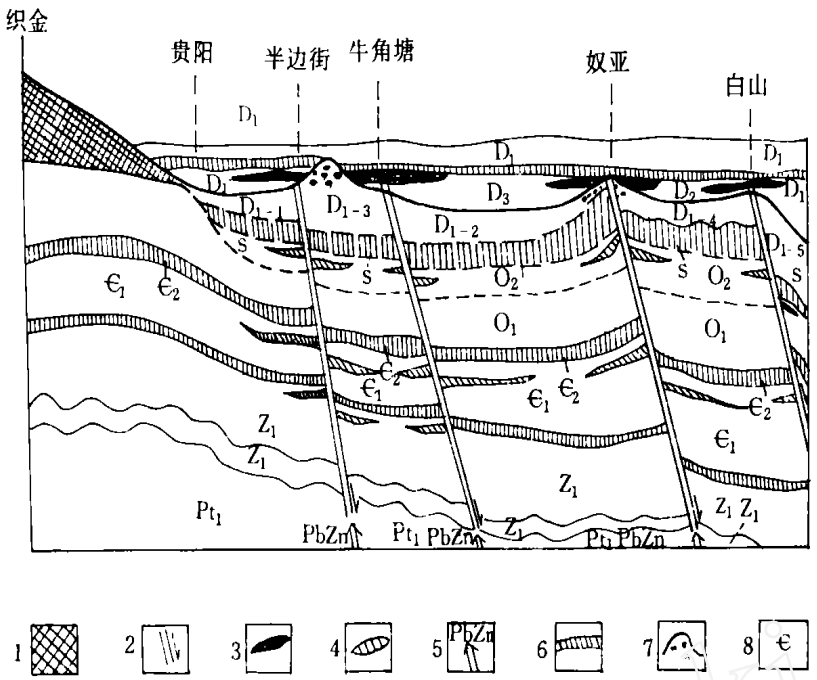


图 4　贵州黔南台陷铅锌矿成矿模式图

1 —中奥陶世 —晚泥盆世古陆；2 —基底断层（晚泥盆同生断层）；3 —与沉积作用相关铅锌矿床；4 —与交代充填作用相关的矿床；5 —铅锌矿物质来源方向；6 —成矿的盖层；7 —生物礁；8 —地层代号；

沉积环境　台地边缘滩（礁）相 ——都匀牛角塘锌矿床；礁后局限台地或开阔台地相中碳酸盐潮坪微相、混合潮坪微相 ——贵定半边街、竹林沟锌矿床。

岩石类型　夹于泥砂质层即泥岩、泥质白云岩、含泥质粉砂质白云岩之间的厚层、块状层细 —中晶白云岩、含生物白云岩、生物礁白云岩。

构造环境　扬子准地台与华南褶皱带碰撞及后期地壳演化过程中的拉张环境，为前泥盆纪广西裂谷的北部影响带[5]，矿床产于切穿基底的 SN 向、EW 向（NW 向）和 NE 向同生断层旁侧，多期活动的基底同生沉积断层是成矿物质来源的通道（图 4）。

4.3　矿床地质特征

矿体形态产状　矿体呈似层状、顺层断续透镜状产出，局部呈囊状，矿体最大长度 1 300m，倾斜延伸 500m，矿体最大厚度 15m，一般 3～5m，矿化层严格受一定含矿层位控制，矿体产状多与岩层产状一致，局部与岩层呈低角度斜交。

矿物组合　主要矿石矿物有闪锌矿、黄铁矿，次要矿物方铅矿、白铁矿；脉石矿物主要为白云石、铁白云石、石英，其次为方解石、重晶石。

结构构造　早期矿闪锌矿为顺层淡黄绿色细粒浸染状、硫化物呈球状、草莓状集合体、不均匀的含炭硫化物集合体，为交代细粒结构，出现黄铁矿 —闪锌矿 —白云石或石英碎屑互层的韵律纹层；后期受沿断裂上升成矿热液、多期活动断裂和表层褶皱构造的改造，闪锌矿呈浅褐 —深褐色 —褐黑色，为交代中 —粗粒结构，细脉状、胶状球粒状、角砾状、团块状、不规则条带状、碎裂状构造。

蚀变　成矿早期蚀变不明显，表现为弱硅化。晚期蚀变较强，与成矿有关的蚀变主要有白云石化、铁白云石化，黄铁矿化、白铁矿化、硅化、重晶石化、弱方解石化。没有经过区域白云岩化的碳酸盐 —灰岩。沿同生沉积断层旁侧出现带状展布的蚀变白云岩，这种白云岩往往与成矿作用有密切关系（荔波奴亚、佳荣）。

4.4　控矿条件

大地构造条件　扬子准地台与华南褶皱带接触带西侧，地壳演化过程中的拉张环境。

区域构造条件　切穿基底的 SN 向、EW 向（NWW 向）和 NE 向同生断层。侏罗山式背式背斜轴部。

岩相古地理条件　台地边缘滩相 ——都匀牛角塘锌矿床；礁后半局限台地或局陷台地相中碳酸盐潮坪微相、混合潮坪微相。

地层、岩性条件　夹于泥砂质层即泥岩、泥质白云岩、含泥质粉砂质白云岩之间的厚层、块状层细 —中晶白云岩、含生物白云岩、生物礁白云岩。孔隙充填和交代作用往往发生在透水与不透水单元间的任何界面的构造圈闭中[6]，因此泥砂质层对成矿起“盖层”作用，各种多孔岩石均有可能容

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿，如矿体产于泥质层下伏的泥质白云岩、层间断层破碎带中（牛角塘锌矿床），砂岩尖灭处、礁角砾、滑塌角砾岩中（半边街、竹林沟锌矿床）。

构造条件　多期性活动的断层旁侧产生的层间滑脱构造或层间剥离空间以及褶皱倾伏端翼折部位，形成的滑脱构造是容矿的有利场所。

矿床成因　产于碳酸盐中的沉积改造型铅锌矿床和充填交代型铅锌矿床。沉积成岩期矿床在有利构造、岩性中初始富集形成“矿胚”，后期构造和含矿热液改造富集成矿；或热液沿含矿断裂上升在有利的岩性和构造部位充填形成的矿床。

找矿标志　铁帽、同生断层旁侧圈闭良好的生物礁白云岩、不纯碳酸盐岩，特别是岩性过渡带上，硅化、白云石化、黄铁矿化和重晶石化等围岩蚀变；间接找矿标志为物化探异常等。

[参 考 文 献]

[1] 贵州省地矿局．贵州省区域地质志［M］．地质出版社，1987.

[2] 王砚耕．贵州构造基本格架．见贵州区域构造矿田构造学术论文集（C）．贵阳：贵州科技出版社，1992.

[3] 陈国勇，等．贵州都匀牛角塘锌矿床地质特征及成矿控制条件初探［J］．贵州地质，1992，9（3）：

[4] 贵州地质矿产局区域地质调查大队．贵州岩相古地理图集［M］．贵阳：贵州科技出版社，1992.

[5] 广西壮族自治区地质矿产局．广西泥盆沉积相古地理及矿产［M］．南宁：广西人民出版社，1987。

[6] D. P. 考克斯，D. A. 辛格．矿床模式［M］．北京：地质出版社，1990.

Mineralization Condition and Ore - finding Model for the Carbonate Type Pb - Zn Deposits of the Platform Collapse in South Guizhou

CHEN Guo - yong

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, *Hubei, China)*

[Abstract] Since the Guangxi movement of the last Siliceous give rise to the collision between Yangtze para-platform and Huanan folded zone and conjoined in a complete platform, it appears activated and turned to be tensional in the Devonian, and generated the hydrothermal activity along the base faults in the Late Devonian and lastly mineralized, which is the mineralization setting of the platform collapse in south Guizhou. The Pb - Zn deposits in the platform collapse of south Guizhou are divided into two types by means of analysis on the feature typical deposits, the first is Zn deposit involved with concurrence sedimentation and the second is the hydrothermal Pb - Zn deposit of the bedding filling and the metasomatizm in major. The analysis on the geological condition is conducted and the regional mineralized pattern and prospecting model are given, it is considered that the genesis of the carbonate type Pb - Zn deposits of the platform collapse in south Guizhou is the depositing - reworking type Pb - Zn deposits and the hydrothermal type Pb - Zn deposits occurred within the carbonate.

[Keywords] the platform collapse in southern Guizhou; base faults; metallogenetic condition; prospecting model

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net