

扬子区黔西南金矿成矿系统综述

陶平¹, 马荣², 雷志远², 韩忠华²

(1. 贵州省地质调查院, 贵阳 550004; 2. 贵州省地质矿产勘查开发局 106 地质大队, 遵义 563000)

[摘要] 文章以成矿系统理论为指导研究了扬子区黔西南金矿成矿系统。扬子区黔西南中二叠统一下三叠统基岩与第四系松散沉积物中的微细浸染型金矿, 分别属于中二叠统一下三叠统低温热液成矿子系统及表生成矿子系统, 后者为前者风化改造而成, 两者共同构成一个金矿成矿系统——扬子区黔西南金矿成矿系统。初步讨论了该成矿系统的地质背景、成矿要素、成矿作用过程和产物, 以及成矿后的变化情况, 重塑了该成矿系统的整体面貌。

[关键词] 金矿 成矿系统 扬子区 黔西南

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)04-0024-05

成矿系统是在一定的时-空域中, 控制矿床形成和保存的全部地质要素和成矿作用动力过程, 以及所形成的矿床系列、异常系列构成的整体, 是具有成矿功能的一个自然系统^[1-2]。

研究区(图1)位于滇黔桂金三角区东北部, 产有较多微细浸染型金矿床(点), 其矿床类型、成矿条件及成矿规律等方面已有许多研究成果^[3-17]。在成矿系统方面, 方维萱等^[18-19]作过扬子地块南缘及邻区复合大陆动力成矿系统的宏观研究。文章以翟裕生等^[1-2]的成矿系统理论及研究方法为指导, 侧重进行扬子陆块黔西南地区金矿成矿系统的具体研究, 仅个别涉及其他相关矿产。

1 成矿系统划分方案及地质背景

1.1 黔西南金矿成矿系统划分方案

文章按大地构造分区将滇黔桂金三角区划为扬子区和右江区金矿成矿系统。前者对应于扬子陆块西南缘中二叠统一下三叠统基岩和第四系松散沉积物中微细浸染型金矿, 后者对应于右江褶皱带北部中三叠统陆源硅质碎屑岩中微细浸染型金矿。扬子区黔西南金矿成矿系统, 按成矿作用类型再细分为中二叠统一下三叠统低温热液成矿子系统及第四系表生成矿子系统。

1.2 扬子区黔西南金矿成矿系统的地质背景

研究区地处扬子陆块西南缘, 南部与华南褶皱

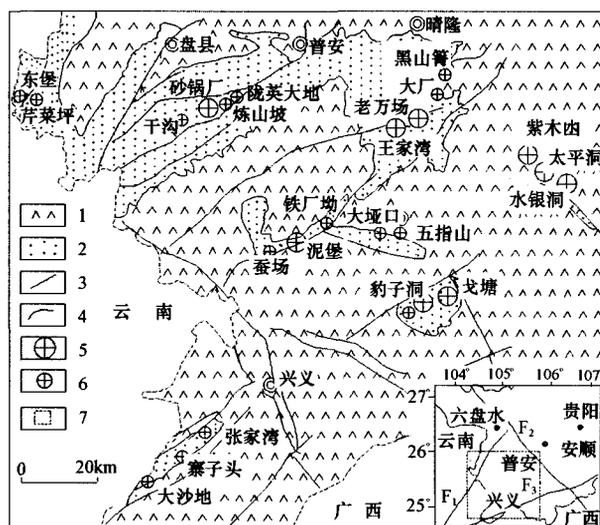


图1 扬子区黔西南地质矿产略图

1—三叠系; 2—二叠系(砂锅厂及寨子头还出露有石炭系); 3—断层; 4—地层界限; 5—金矿床; 6—金矿点; 7—研究区; F₁—师宗—盘县深断裂; F₂—垭都—紫云深断裂; F₃—开远—平塘隐伏深断裂

系右江造山带相邻, 被师宗—盘县深断裂和紫云—垭都深断裂所围限, 浅层脆性断裂—褶皱构造十分发育。中—晚二叠世沿深大断裂发生大规模幔源峨眉山玄武岩喷发, 产出玄武质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩、凝灰质黏土岩等。矿产较多, 如紫木函、泥堡、戈塘等微细浸染型金矿床, 大厂锑—萤石—金矿, 滥木厂汞—铊矿等, 同属中国西南构造成矿域的扬子陆

[收稿日期] 2006-06-13; [修订日期] 2006-11-20。

[第一作者简介] 陶平(1960年—), 男, 2004年毕业于中国地质大学(武汉), 获硕士学位, 研究员, 现主要从事中国地质调查局项目——矿产调查评价、战略性矿产远景调查、矿产普查等工作。

块西南缘低温热液汞-锑-砷-金-铊成矿带^[2]的产物。

扬子区金矿成矿系统的含金沉积建造(图2A),由老至新为:

茅口组(P_2m):台地相生物灰岩夹硅质灰岩沉积,厚>400m,其顶部,在大厂一泥堡及其以东为含凝灰质的强硅化-角砾化灰岩,常见黄铁矿化、萤石化、雄(雌)黄化、锑矿化、金矿化等,厚0~41.5m,俗称大厂层(P_2m^d)或构造蚀变体(Sbt),金背景值较高,产金矿。

峨眉山玄武岩组($P\beta$):西部为玄武质熔岩夹凝灰岩,厚43~500m;东部为(沉)凝灰岩、凝灰质黏土岩、炭质黏土岩等,厚0~43m。金背景值很高,除玄武熔岩外均产金矿。

龙潭组(P_3l):海陆交互相含煤碎屑沉积,厚193~367m,金背景值较高,产金矿。

长兴组(P_3c)—大隆组(P_3d):前者为半局限台地相厚层燧石灰岩夹泥灰岩和钙质页岩等,厚0~40m;后者为台洼相硅质岩夹蒙脱石化玻屑凝灰岩,厚0~15m。产金矿。

夜郎组(T_1y):为潮坪相陆源碎屑岩沉积,为黏土岩、粉砂岩、灰岩等,厚>400m,产金矿。

2 低温热液成矿子系统

2.1 成矿要素

成矿物质来源:据研究^[13-14],扬子区峨眉山玄武岩多次喷发导致大面积玄武岩及玄武质火山凝灰岩地层($P\beta$)分布,也导致了相邻地层(P_2m^d 、 P_3l)岩石富含火山凝灰质,因Au丰度较高而成为含金沉积建造即矿源层(图2B)。原生矿源场是地幔,玄武岩浆经地幔柱涌到地表喷发,通过喷溢—沉积—风化再沉积作用等形成了含金沉积建造。另经研究^[5-6], P_2m^d 硅质岩中丰富的硅及大厂锑矿床的锑也主要来源于该玄武岩喷发,这间接回答了该层位含金岩石中硅质来源问题。

成矿流体来源:成矿流体中的水主要来源于大气降水及沉积建造水^[7]。大气降水可沿张性断裂、脆性岩石中的逆冲断层或脆性剪切带渗入到地下深处,沉积建造水(层间水、裂隙水、孔隙水等)是由于压实作用及构造应力作用而从沉积岩中大量排出^[8]。

成矿流体通道与导矿构造:它是成矿流体汇集、流动和联系矿源场与储矿场的构造-岩石网络,主要有两类:①导矿构造:a. 穿过各类地层岩石的张

性断裂、张性剪切断裂,以及穿过脆性岩层的压性、压扭性断裂;b. 中、上二叠统之间常发育的区域性滑脱构造,以及其它地层之间或内部的层间裂隙、空洞;c. 各种脆性岩石形成的构造破碎带、节理、裂隙网络。②相对透水层:通过渗流等方式顺层运送成矿流体,如 $P\beta$ 、 P_3l 中黏土岩层之下的砂状凝灰岩、泥质粉砂岩等。

储矿场与容矿构造:储矿场是由构造、岩相等因素耦合形成的成矿场所,因构造-岩相变化导致控矿物化参量突变而形成金矿沉淀;容矿构造是以构造因素为主的储矿场,主要包括^[3,9,16]:

1) 褶皱构造容矿:伴有一系列逆冲断层的大背斜、构造穹隆属于高级别的储矿场,控制矿床分布范围、规模及形态等;次级褶皱是具体的储矿场,即容矿构造,控制矿(化)体产状、形态、规模等。矿体常产于背斜核部、翼部、转折端、倾伏端,以及鼻状褶皱与主褶皱结合部位、褶皱叠加部位等。该系统中其他低温热液矿产及化探异常也受背斜或穹隆的控制,如大厂锑矿产于次级背斜轴部、隆起高点、翼部绕曲等部位,金锑汞化探异常分布于各背斜中。

2) 断裂构造容矿:褶皱期主干断裂以压性、压扭性纵断裂为主,控制了储矿场——矿床或矿化带的分布及延伸,而其旁侧次级高角度逆冲断层(如泥堡)、低角度逆断层(如紫木函),以及更次级断裂、节理等,往往形成低压扩容地带,即容矿构造;与背斜轴斜交的压-压扭性断裂是较好的容矿构造,形成似层状、扁豆状矿体;层间断裂也是重要容矿构造,形成似层状、席状金矿体。

3) 地层-岩性容矿:①含金建造中各地层均产金矿;②矿化岩性主要为:(沉)凝灰岩及含凝灰质黏土岩、次生石英岩;由原生沉积因素(如透水层)或蚀变-破碎因素产生的高孔隙度岩石,如粉砂岩夹层、粉砂质黏土岩硅化后再角砾化、破碎的生物碎屑灰岩;富含有机质岩石。

4) 复合因素容矿:大矿体常常形成于褶皱-断裂-地层-岩性的最佳组合场所。

2.2 成矿作用过程

成矿流体的动能:主要是燕山期构造运动,它致使系统内形成了:①压力梯度——构造挤压及岩石重力造成的压力差促使深部流体大规模侧向或向上运移;②热梯度——构造作用(包括逆冲断裂、层间断裂、中上二叠统岩层界面间发生的区域性构造滑脱-动力蚀变作用)导致了各部位的地热差,诱发流体循环并导致流体-岩石反应;③浓度梯度——

各区段成矿流体因浓度差异而流动。

矿源层中矿质活化—迁移—沉淀:据韩至均等^[7],该区主成矿期温度 200℃ ~ 250℃,从早期到晚期温度逐渐降低。盐度 1% ~ 12.38%,从早期到晚期盐度有所降低。密度 $0.83 \times 10^3 \sim 0.99 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,大于一般地下水在 300℃ ~ 330℃ 时的密度值 $0.6 \times 10^3 \sim 0.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。各矿床 pH 值 5.0 ~ 6.74, Eh 值 -0.1 ~ -0.69。氧逸度值明显偏低,氧、二氧化碳、硫、氢逸度值从成矿早期到晚期逐渐降低,故成矿环境由封闭渐渐开放。流体中大量阴离子、络阴离子和有机质是 Au 的理想溶剂和搬运介质,水-岩交换作用使 Au 活化、溶解、络合,形成金的氯化物、硫化物的络合物形式进行迁移,并沿断裂、裂隙及孔隙度和渗透率大的岩层形成蚀变矿化。

据对有典型意义的水银洞金矿床研究成果^[19],成矿温度 200℃ ~ 220℃,为中低温热液成矿;成矿流体富含 $\text{CH}_4 - \text{N}_2 - \text{CO}_2$ 和 Au^{3+} 、 Sb^{2+} 、 Hg^{2+} 、 As^{3+} 、 H_2O ,具 $1000 \times 10^5 \sim 2000 \times 10^5 \text{ Pa}$ 超压流体性质。成矿流体压力骤降和成分变化引起 H_2S 活度快速降低和 pH 值大变,从而使成矿元素快速沉淀形成矿体。

2.3 成矿作用产物

该子系统的成矿产物,包括数个金矿田(产出金矿的背斜构造或断裂破碎带)及其上的多个金、锑、汞-铊、萤石等矿床(点),以及金-砷-汞-锑地球化学异常区等,详见表 1。

表 1 扬子区黔西南低温热液成矿子系统产物

低温热液成矿子系统的产物	莲花山背斜	泥堡背斜	灰家堡背斜	新寨背斜	碧痕营穹窿	雄武背斜	戈塘背斜
T ₁ y 碎屑岩中金矿			√√f				
P ₃ c—P ₃ d 不纯碳酸盐岩中金矿			√j	☆j			
P ₃ l 凝灰质、炭泥质碎屑岩中金矿	√j	√j	√√z	√f	√j	√f	☆f
Pβ 凝灰岩、沉凝灰岩中金矿	√√f	√√z	☆z	☆☆z	☆☆f		
P ₂ m ^{dc} 强硅化凝灰质灰岩中金矿		√z	√z	☆☆z	☆☆z	√f	√z
代表性金矿床、矿点	院英大地、羊禾地	泥堡、铁厂坳	紫木函、水银洞	大渡口、五指山	黑山箐、王家湾	张家湾、寨子头	赵家坝、万人洞
其他低温热液矿床、矿(化)点	汞矿点、砷矿化点	砷、锑、萤石、重晶石	汞、铊矿	汞、砷	锑、萤石、重晶石	铀、砷、钼、铊	锑、铊
水系或土壤化探异常	Au、As、Sb、(Hg)	Au、As、Sb、Hg	Au、As、Hg、Sb、Tl	Au、As、Hg、Sb	Au、As、Hg、Sb	Au、U、As、Sb、Mo	Au、As、Hg、Sb

注:√—已发现金矿体,√√—已发现金矿体并有较大规模,☆—有希望发现金矿体,☆☆—有希望发现金矿体并有较大找矿前景,z—以整合型金矿为主,j—以交错型金矿为主,f—复合型金矿(整合型和交错型兼而有之)。

金矿床、金矿(化)点和金异常:该系统主要产物,其形成常表现出时间上的多阶段性和空间上的分带性,有规律地分布于中二叠统一下三叠统含金建造中。金矿就位方式^[10]有整合型(也称层间型,呈层状、似层状、透镜状,顺岩层产出)、交错型(亦称断裂型,呈脉状、网脉状、树枝状,切穿岩层产出)、复合型 3 类。其中,产于 P₂m^{dc} 及 Pβ 下部的金矿多为整合性,产于 P₃c、P₃d、T₁y 的金矿多为交错型,而 Pβ 上部及 P₃l 这 3 种金矿均有见及。

其他低温热液矿产:中上二叠统之间的区域性滑脱面、张性断层及层间断层中见锑-金-萤石矿化,如大厂锑金矿;龙潭组和夜郎组见 Au、Hg、Sb、Tl、U 和 As 等矿化组合,如紫木函金矿床;灰家堡、雄武、戈塘等断裂破碎带中的铊(汞)矿床(点)产于 P₃l、P₃c、T₁y 泥质灰岩及泥质-砂质-炭质岩中,矿质来源也与火山凝灰质有关,为印支-燕山期多次构造运动铸成矿床(点)^[11],可与金矿归于同一成矿系统。铀矿化见于南部雄武背斜,常与金矿相伴,形成可能晚于金矿^[12]。

3 表生成矿子系统

扬子区黔西南低温热液金矿成矿子系统,因受到后来构造破坏、变形,流体的溶解和蚀变,以及抬升地表遭受风化剥蚀、搬运、沉积和掩埋作用等,产生了一系列地质变化。其中最具实际意义的是,原生金矿被抬升到地表并遭受风化改造作用,形成了残坡积型金矿、土型(习称红土型)金矿。这一成矿环境及成矿过程即是表生成矿子系统(图 2C)。

3.1 表生成矿要素

矿源场:扬子区各大背斜(或断裂带)中的低温热液金矿床(点)及含金岩石分布区。

矿源体:主要是各个低温热液型金矿(化)体,次为含金建造的富金岩石^[13-15]。

成矿物质运移通道:各背斜或断裂带中各级断裂及其交汇处,既可是形成此类金矿的水、热、矿质运移通道,又可是含金岩石及金矿石的容纳、充填空间。

储矿场:主要是喀斯特洼地、漏斗、溶槽、溶沟、洞穴等喀斯特负地形,沿断裂裂隙发育,尤其是沿张性断裂及其节理或两组断裂的交切部位发育。分为

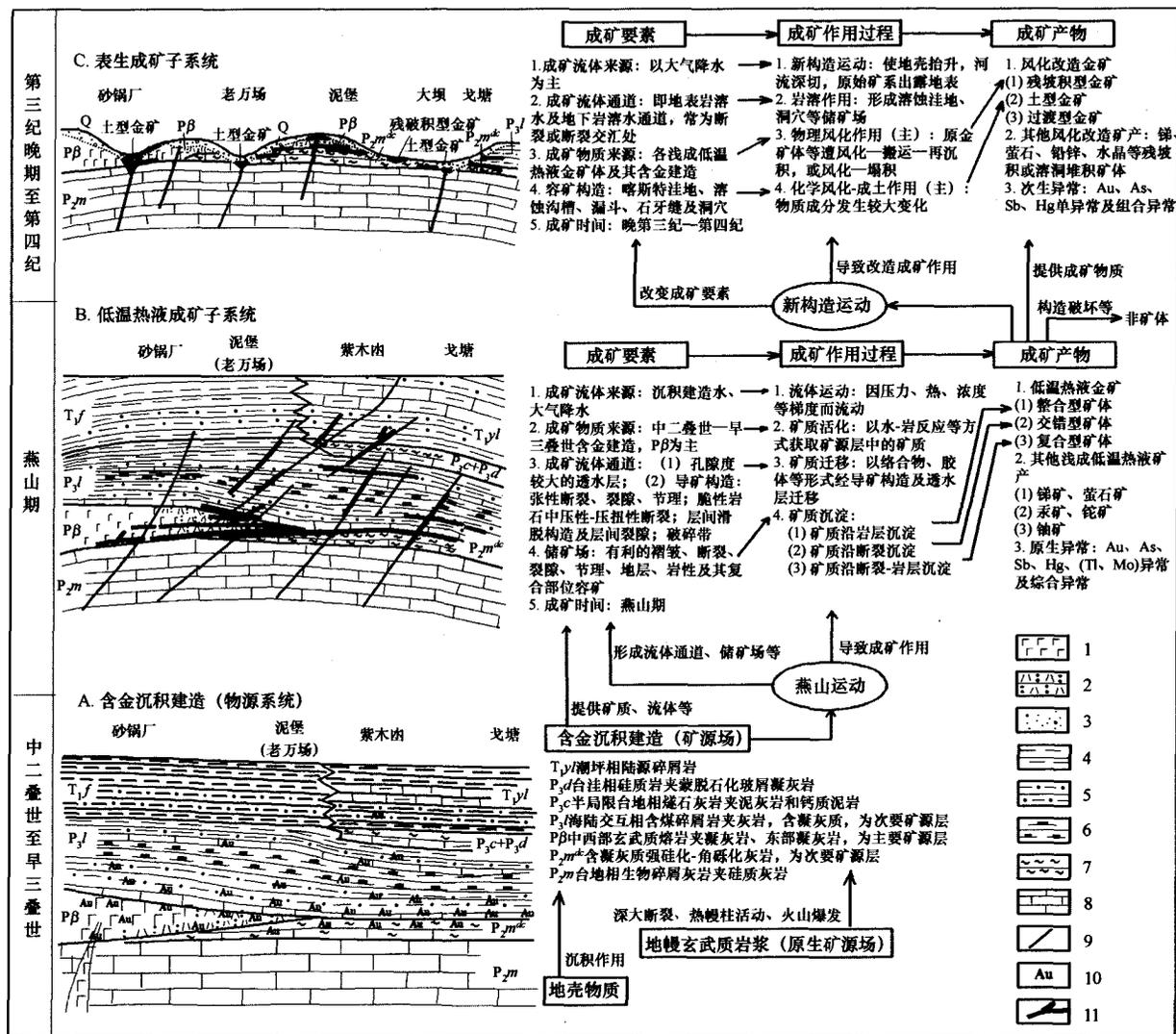


图2 扬子区黔西南金矿成矿系统示意图

Q—第四系; T₁yl—夜郎组; P₃c—长兴组; P₃d—大隆组; P₃l—龙潭组; P₃β—峨眉山玄武岩组; P₂m^{dc}—茅口组大厂层; P₂m—茅口组; 1—玄武岩; 2—凝灰岩; 3—第四系松散沉积物; 4—泥岩、页岩; 5—砂页岩; 6—炭页岩或煤层; 7—硅质岩; 8—石灰岩; 9—断裂构造; 10—矿质 Au; 11—金矿体

两类^[15]: 一是, 中二叠世末期于茅口组灰岩顶部形成的古岩溶洼地, 为原地或准原地“红土型”金矿容矿空间, 多位于 I 级夷平面上岩溶地貌的峰顶(如砂锅厂); 二是, 中晚更新世以来形成的溶蚀沟槽、漏斗等, 是异地填积型金矿容矿空间, 多位于 II、III 级夷平面及其前缘(如豹子洞)。

3.2 表生成矿作用及其过程

成矿动力主要包括: ①新构造运动(抬升); ②物理风化作用(剥蚀—搬运—机械再沉积、滑塌—崩塌等); ③化学风化作用(岩溶、风化成土作用等, 但不存在典型的红土化作用^[13]); ④生物风化作用(生物有机质及酸性物质风化等)。由于这些作用,

导致了风化改造成因金矿的形成。

成矿作用过程为: ①原生金矿形成之后的构造作用, 使原生矿体产生变形、断错、破碎、升降及物质组分、矿石品位等变化。②新构造运动导致地壳抬升, 河流深切, 原生矿体及含金建造出露地表并遭风化剥蚀。同时, 岩溶作用及硫化矿物氧化时产生的酸蚀作用, 使茅口组灰岩形成溶蚀洼地、溶蚀沟槽及地下溶洞等, 为风化改造成矿提供了容矿空间。③其后(或同时), 以物理风化为主的弱风化作用, 一可导致金矿石短距离搬运再沉积于负地形中(如王家湾、砂锅厂、泥堡), 一可导致地下溶洞的上方含矿岩土就地塌陷, 坠落于洞穴中(如砂锅厂)。此

时,可形成新的金矿体,但品位常低于原生金矿。④最后,以化学风化为主,条件适度时可形成土型金矿,如崩塌堆积再风化成土的老万场金矿,以及原地-准原地残坡积再风化成土的砂锅厂、豹子洞金矿。风化成土过程包括氧化和水解两个阶段,风化成土剖面特征及金和相关元素地球化学变化等,陈履安^[14]已作较多研究。

3.3 表生成矿作用产物

表生成矿作用产物主要包括:①残坡积物中金矿,多呈氧化矿石堆积于原生金矿体露头附近低洼处或茅口组溶蚀洼地中形成鸡窝状、囊状、不规则状矿体,相对原生矿有所贫化,泥堡矿床和炼山坡矿点可见及;②第四系中土型金矿,多呈土状、细碎屑状氧化矿石堆积于岩溶负地形及地下溶洞形成形状各异的矿体,如砂锅厂和老万场等矿床;③上述两类之间的过渡型金矿,多数矿床中都可见到;④金矿化体、矿致异常;⑤其他残坡积矿产,如铅锌矿、水晶矿、锑矿、砷矿等矿(化)点等。

[参考文献]

- [1] 翟裕生. 成矿系统研究与找矿[J]. 地质调查与研究, 2003, 26(2): 65-71.
- [2] 翟裕生, 邓军, 李晓波. 区域成矿学[M]. 北京: 地质出版社, 1999: 254-260.
- [3] 陶平, 朱华, 陶勇. 黔西南凝灰岩型金矿的层控特征分析[J]. 贵州地质, 2004, 21(1): 30-37.
- [4] 张竹如, 沈文杰, 唐波. 水银洞金矿容矿岩石特征及其金矿床形成作用的讨论[J]. 贵州地质, 2004, 21(4): 229-233.
- [5] 张志杰. 数学地质分析在大厂型锑矿找矿预测中的应用[J]. 贵州地质, 1999, 16(2): 103-110.
- [6] 张启厚. 晴隆大厂锑矿床容矿层硅质来源的研究[J]. 贵州地质, 1999, 16(2): 111-116.
- [7] 韩至均, 王砚耕, 冯济舟, 等. 黔西南金矿地质与勘查[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1999: 64-67.
- [8] 韩至均, 盛学庸. 黔西南金矿及其成矿模式[J]. 贵州地质, 1996, 13(2): 146-153.
- [9] 陶平, 李沛刚, 李克庆. 泥堡金矿区矿床构造及其与成矿的关系[J]. 贵州地质, 2002, 19(4): 221-227.
- [10] 何立贤. 黔西南金矿“热、液、矿”同源成矿模式[J]. 贵州地质, 1996, 13(2): 154-160.
- [11] 陈代演, 周振西. 贵州西南部滥木厂铀(汞)矿床研究[J]. 贵州地质, 2000, 17(4): 236-241.
- [12] 邓存新, 郑懋荣. 贵州省兴义市雄武地区金矿分布规律及找矿方向[J]. 贵州地质, 2003, 20(4): 205-211.
- [13] 陶平. 黔西南泥堡卡林型金矿地质特征及其与附近“红土型”金矿的关系[J]. 贵州地质, 1999, 16(3): 213-220.
- [14] 陈履安. 老万场红土型金矿成矿过程的地球化学作用[J]. 贵州地质, 2000, 17(1): 18-26.
- [15] 王砚耕, 陈履安, 李兴忠, 等. 贵州西南部红土型金矿特征及其分布规律[J]. 贵州地质, 2000, 17(1): 2-13.
- [16] 陶平, 杜芳应, 杜昌乾. 黔西南凝灰岩型金矿中金矿控矿因素概述[J]. 地质与勘探, 2005, 41(2): 12-16.
- [17] 刘建中, 邓一明, 刘川黔, 等. 水银洞金矿床包裹体和同位素地球化学研究[J]. 贵州地质, 2006, 23(1): 51-56.
- [18] 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、成矿系列特征与找矿方向[J]. 矿物学报, 2001, 21(4): 561-570.
- [19] 方维萱, 胡瑞忠, 苏文超. 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.

REVIEW OF GOLD MINERALIZATION SYSTEM IN THE SOUTHWESTERN GUIZHOU PROVINCE, YANGTZE BLOCK

TAO Ping¹, MA Rong², LEI Zhi-yuan², HAN Zhong-hua²

(1. Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550004;

2. No. 106 Geological Team, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zunyi 563000)

Abstract: Base on mineralization system, disseminated-type gold deposits hosted in the Middle Permian to Upper Triassic basements and lateritic-type gold deposits hosted in Quaternary sediments in the southwest Guizhou province, southwestern Yangtze block, belong to Middle Permian to Upper Triassic low temperature hydrothermal mineralization subsystem and supergene mineralization subsystem, respectively. The latter was resulted from the former weathered transformation. These two subsystems form a gold mineralization system in the southwestern Guizhou province, Yangtze block. Geological setting, mineralizing factors, process, products and post-mineralized changes are initially discussed. The results have advantageous to comprehensively understand dynamic mechanism of gold mineralization, evolution history and ore space-time distribution regulation in the area.

Key words: gold deposit, mineralization system, Yangtze block