岩、矿石的显微组构研究对水银洞金矿成因的指示作用

张　敏, 黄建国, 张竹如
(贵州大学资源与环境工程学院)

摘要: 黔西南水银洞金矿是一特大型富金矿床, 矿体成群多层、顺层产于龙潭组地层中, 通过系统研究水银洞金矿赋矿地层岩石及矿石的显微组构特征, 以及与金矿成因联系密切的硅化及黄铁矿化特征, 均显示为同沉积—成岩特征, 共同指示水银洞金矿沉积—成岩后期轻微改造的成因机制。

关键词: 水银洞金矿; 岩、矿石显微组构; 龙潭组; 硅化; 黄铁矿化; 沉积—成岩成因
中图分类号: P618.51　　文献标识码: A　　文章编号: 1001-1277(2007)07-0012-05

0 水银洞金矿成矿地质背景及产出特征

水银洞金矿是扬子克拉通西南缘铅、锌、金、银大型矿集区中的"滇—黔—桂金三角"中部近年勘查证实的特大型富金矿床。位于普安旋扭构造变形区内的灰家堡背斜的中段, 矿区出露地层为中二叠统茅口组、上二叠统龙潭组、长兴组及下三叠统夜郎组。金矿体呈多层、多个矿体成群分布于龙潭组地层中(见图 1)。从图 1可看出: ①茅口灰岩与龙潭组接触处的大厂层(D cc)控制Ⅰa金矿体; ②龙潭组一段控制了Ⅱa-Ⅱf矿体, 龙潭组二段控制了Ⅲa-Ⅲd矿体, 龙潭组三段无金矿体产出; ③主要工业矿体成群产出, 绝大部分与地层整合, 穿层矿体多呈细脉状, 单个矿体规模小, 不具工业价值。

1 采样情况

(1)对揭穿整个龙潭组煤系的 ZK810、ZK802+1钻孔进行全孔岩石系统采样。

收稿日期: 2007-02-28
基金项目: 中国科学院地球化学研究所矿床开放实验室资助
作者简介: 张　敏(1982—), 女, 贵州余庆人, 硕士研究生, 研究方向: 矿物学、岩石学、矿床学; 贵州大学资源与环境工程学院, 550003

[5] 张晓军, 张 均, 秦举礼, 等. 川西北金矿的证据权模型及其预测应用[J]. 高等地质学报, 2000, 6(4): 554~560.
[6] 肖克炎, 张晓华, 陈郑辉, 等. 成矿预测中证据权重法与信息量法及其比较[J]. 物探化探计算技术, 1999, 21(3): 223~226.
[7] Agterberg F P, Bonham Carter G F, Wright D F. Statistical pattern integration for mineral exploration[M]. In: Gall G and Merriam D F. Computer Application for Mineral Exploration in Resource Exploration and Assessment for Minerals and Petroleum. Pergamon, Oxford, 1990. 1~21.
[8] 罗富生, 崔振奎, 徐双, 等. 金矿床遥感影像模式及证据权重法在找矿预测中的应用[J]. 国土资源遥感, 1994, 4: 23~29.
[9] 杨茂森, 黎清华, 张淑珍. GIS技术在山东胶东地区金矿预测中的应用[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2005, 20(3): 52~55.
[10] 严冰, 阳正熙, 王小春. 基于 ArcWofE系统的证据权法在层控型铅锌成矿预测中的应用[J]. 新疆地质, 2005, 23(3): 300~303.
[11] Boleneus D E, Raines G L, Causey J D, et al. Assessment method for epithermal gold deposits in northeast Washington State using weights-of-evidence GIS modeling[J]. Open-File Report USGS, 2001.

Application of GIS in gold deposit prediction in the Northwest of Heilongjiang province

Liu Shixiang, Xue Linfu, Sun Fengyue, Qie Ruiqing, Meng Qinglong
(College of Earth Sciences, Jilin University)

Abstract: Nowadays, one of the most important ways to improve the metallogenetic prediction is the application of GIS. Basd on the analysis of the metallogenic characters of gold deposits in the northwest part of Heilongjiang province, this paper analyzes various geological anomaly information in this area. Eleven related evidence layers, such as stratum, structure, magmatic rock, remote sensing, geophysical exploration and geochemical anomaly etc., are extracted. Employing the weight evidence method, the mine formation of this area is simulated and predicated. According to posteriori probability, we divide the area into three-grade advantage metallogenetic areas. A fifteen metallogenetic regions have been predicted, which will benefit the resource predication and evaluation of this area a lot.

Keywords: GIS; weight of evidence method; metallogenetic prediction; evidence layer　　(编辑: 宿晓静)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

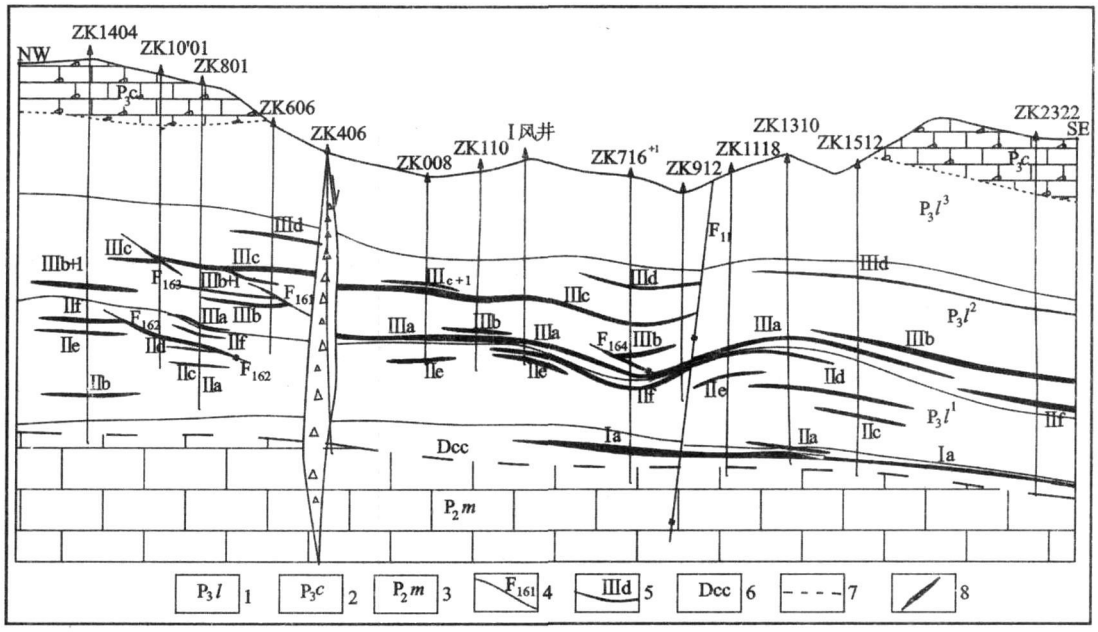


图 1　贵州省水银洞金矿床纵剖面图 (资料来源: 贞丰水银洞金矿, 2006)

1—上二叠统龙潭组　2—上二叠统长兴组　3—中二叠统茅口组　4—断层

5—矿层及编号　6—大厂层　7—喀斯特不整合面　8—断层破碎带

(2)对 ZK1610、ZK108、ZK10′01、ZK10′02 等钻孔揭露Ⅱf、Ⅲa、Ⅲb、Ⅲc等主要矿体及相应无矿段进行系统岩石及矿石采样, 对Ⅲb、Ⅲc矿体沿脉及Ⅲb矿体穿脉进行矿石系统采样, 共采样 180件, 以上样品, 基本可代表该矿床中各主要工业矿体。

2　矿石中主要显微组构特征

2 1　控制Ⅰa金矿体"大厂层"硅质岩显微组构特征

"大厂层"是多年来地质工作者对黔西南地区覆于中二叠统茅口灰岩喀斯特不整合面上硅质岩的俗称, 不少研究者认为此层为热液硅化成因, 称为角砾状强硅化灰岩, 硅化角砾状黏土岩或构造蚀变体[1]; 有研究者认为"大厂层"不是沉积地层, 而是构造析离滑脱作用产物; 但也有不少文献表明此层硅质岩有热水沉积成因[2,3]。笔者采水银洞 ZK810、ZK802+1钻孔硅质岩, 岩石薄片显微镜下具以下特征:

(1)"大厂层"岩石成分复杂, 其组成计有玉髓、石英、玄武质岩屑、方解石、炭质、灰泥质及少量黄铁矿。

(2)玉髓: 占岩石成分 20% ~ 30%, 大多玉髓脱玻化, 呈 0 01~ 0 1mm颗粒状不均匀分布, 正交偏光下呈放射状或十字消光; 多见玉髓呈球粒或鲕粒 (见照片 1)。石英: 占岩石成分 10% ~ 30%, 多呈0 03~ 0 08mm 自形—半自形细晶集合体或细晶不均匀分布。玄武质岩屑: 占岩石成分 10% 左右, 多呈0 01~ 0 5mm 形状不规则具氧化黑边颗粒, 极不均匀分布。方解石: 占岩石成分 30% ~ 50%, 多为小于0 03mm 泥晶方解石, 少量亮晶方解石。

(3)岩石具粒屑结构, 杂基基底支撑胶结类型。粒屑见有: 脱玻化玉髓形成的球粒或鲕粒、石英、玄武质岩屑; 基质为泥晶方解石及炭质、灰泥质。

(4)见多世代矿物交代现象: ①较纯净的 SiO_2 包裹或交代早世代泥晶方解石 (Cc- 1)及有机质, 生成自形、半自形及它形晶石英 (Q), 形成泥晶方解石雾心自生石英亮边特征。这种岩石近一步形成内碎屑, 被晚世代泥晶方解石镶边及充填 (见照片 2); ②纯二氧化硅呈圆形质点被泥晶方解石包裹, 水体动荡形成呈圆鲕、残圆鲕 (见照片 3)。

以上显微组构显示"大厂层"为沉积—成岩成因。

2 2　Ⅲb、Ⅲc、Ⅱf主要工业矿体中矿石显微组构特征

(1)组成矿石的物质成分复杂, 计有玄武质岩屑、玄武质玻屑、玄武质晶屑、脱玻化玉髓、自生石英、方解石、生物化石及生物碎屑、黄铁矿、毒砂、辉锑矿炭质、灰泥质。具粒屑结构, 杂基基底支撑胶结类型及颗粒支撑胶结类型。富矿石中脱玻化玉髓较多, 玉髓呈微—细晶石英集合体, 保留有圆鲕、偏心鲕的特征; 矿石中生物碎屑主要有蜓、珊瑚、藻类、海百合、腕足类、棘皮类、有孔虫、腹足类等。

(2)矿石中黄铁矿有 3种类型: ①草莓状黄铁矿多呈圆形, 单体或集合体产出, 单体粒径小于0 001mm; ②细粒黄铁矿以单体或集合体产出, 单体粒径 0 02~ 0 05mm; ③粗粒黄铁矿呈浸染状、条带状、结核状广泛分布在矿层及矿层顶、底板和龙潭组

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

整个岩系中。细粒黄铁矿为主要载金矿物,具变草莓状、环带状及皮壳状结构。其环带状及皮壳状亮边为含砷黄铁矿。电子探针测试,细粒黄铁矿是该矿床的主要含金矿物,绝大多数充填或交代生物碎屑、玄武质岩屑、玄武质玻屑、玄武质晶屑、脱玻化玉髓的微孔隙中,含金 0.28% ~ 0.42%[4],绝大多数充填或交代生物碎屑、玄武质岩屑、玄武质玻屑、玄武质晶屑、脱玻化玉髓的微孔隙中且多充填或交代生物碎屑颗粒、玄武岩屑颗粒或玉髓球粒(见照片 4,5)。

(3)再生边、粒内孔隙、铸模孔隙组构及镶边式生物矿化构造、铸模式生物矿化构造发育。①再生边组构:草莓状黄铁矿或微细粒黄铁矿颗粒边缘生长出环带状及皮壳状含砷黄铁矿,早世代泥晶方解石外围生成自形、半自形及它形晶石英,形成泥晶方解石雾心自生石英亮边特证构造;②粒内孔隙:玄武质岩屑、玄武质玻屑、玄武质晶屑、脱玻化玉髓颗粒中微气孔、收缩孔隙被细粒黄铁矿充填;③铸模孔隙组构:生物化石腔体溶蚀孔隙被细粒黄铁矿充填;④镶边式生物矿化构造:生物碎屑表面被黄铁矿化;⑤铸模式生物矿化构造:整个生物体被黄铁矿化(见照片 6,7)。形成以上组构中的黄铁矿,均为含金细粒黄铁矿,为早期成岩阶段粒间矿化溶液与沉积颗粒表面反应或粒间矿化溶液充填早先沉积物间隙中形成的构造,反映为沉积成岩期的矿石结构构造特征。

2.3 金矿体顶底板岩石组构特征

(1)水银洞金矿各个矿体底板多为粉砂质、泥质灰岩,见碳泥质层纹,或沉凝灰岩、玄武质凝灰物质、玉髓与泥晶方解石等混杂沉积。底板与矿层中物质相近,主要的区别是:生物碎屑少,细粒黄铁矿少。

(2)大多数矿体顶板为粉砂质黏土岩,见水平微层理的构造,几乎无生物化石,极少凝灰物质及玉髓,普遍见粗粒黄铁矿(见照片 8)。

2.4 非矿碳酸盐岩组构特征

水银洞金矿主要赋存在龙潭组中下段(P_3l^1—P_3l^2)层位所夹的碳酸盐岩中,龙潭组上段(P_3l_3)所夹的碳酸盐岩生物碎屑多,但很少见玄武质凝灰物质、玉髓,也无金矿化。

3 矿石显微组构的成因指示

3.1 岩、矿石显微组构共同特征

岩、矿石显微组构是矿床形成过程中长期而复杂的地质记录,是一个从现象到本质的认识过程,是矿床学研究的最基本手段之一。通过对水银洞岩、矿石的显微组构研究,可知水银洞金矿“大厂层”及龙潭组中赋存的数个工业矿体,其共同的特征:①岩石中硅质主要为玉髓,已脱玻化或重结晶,具典型的沉积—成岩组构;②金矿石为硅质玄武质生物碎屑灰岩,玄武质凝灰质和生物碎屑及硅质同时沉淀,其各类颗粒的微孔隙中充填细粒黄铁矿时为金矿石;③金矿石中含金黄铁矿的再生边、粒内孔隙、铸模孔隙组构及镶边式生物矿化构造、铸模式生物矿化构造显示沉积—成岩特征;④矿体顶、底板为粉砂质、泥质、灰质沉积岩,生物碎屑少、脱玻化玉髓少、细粒黄铁矿少;⑤龙潭组上段所夹的生物碎屑灰岩很少有玄武质凝灰物质及硅质,无金矿体产出。

3.2 岩、矿石显微组构对矿床成因的指示意义

任何矿床的形成都离不开两个基本因素:一是成矿的物质基础,二是使成矿物质得以富集的条件,二者表现的特征都会反映在岩、矿石的显微组构中,即岩、矿石中的成矿迹象[5]。

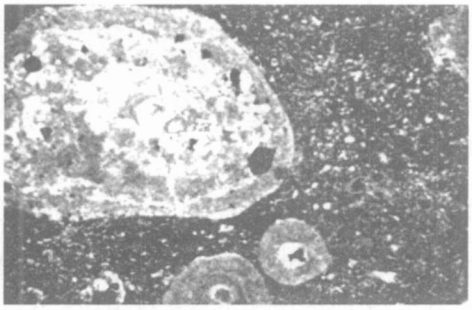
3.2.1 “大厂层”及矿层中硅质来源

硅化与金矿化有密切的成因联系在以上的实际资料显示中已是不容质疑的事实,显微组构指示的“大厂层”及龙潭组各金矿体中均富含硅质,具典型的沉积—成岩组构,为 SiO_2 胶体沉积—陈化—重结晶产物。矿床中丰富的硅来源何处?是理应认真探讨问题之一。已知各种自然水几乎都是 SiO_2 的不饱和水[5],在 25℃非晶质 SiO_2 溶解的含量在 120×10^{-6} ~ 140×10^{-6},而海水只含 4×10^{-6}的 SiO_2,且 SiO_2 由河水携入海中,它们的含量比海水多,但用任何一种已知试剂也不能使河水中的 SiO_2 絮凝[6]。为此,我们必须假定水银洞金矿床所在的地区在晚二叠世龙潭期沉积盆地中有非正常的 SiO_2 补给及特殊的沉积环境。晚二叠世龙潭期水银洞金矿床西侧濒临峨眉山玄武岩喷溢,为亚热带—热带雨林气候[7],大量的玄武岩灰尘被冲刷进水盆,溶解的 SiO_2 也携入水盆中;区内龙潭期沉积盆地中发育有同生深断裂[7],断裂带有海底热泉携带 SiO_2 加入,加上该水盆东有生物礁阻挡,使其为一潮坪—泻湖—局限台地。该盆地有非正常的 SiO_2 补给及特殊的沉积环境:SiO_2 主要来源于峨眉山玄武岩喷溢活动,在局限水盆中聚集,形成沉积—成岩成因的“大厂层”及龙潭组各金矿体基本容矿岩石及矿石。

3.2.2 金的来源

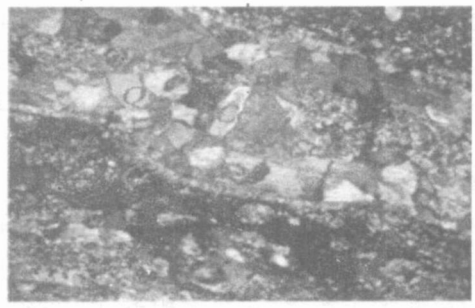
矿石中主要载金矿物为细粒黄铁矿,含金的细粒黄铁矿的再生边、粒内孔隙、铸模孔隙组构及镶边式生物矿化构造、铸模式生物矿化构造是典型的成岩作用产物。沉积物在成岩作用下受挤压生成的同生沉积溶液在沉积物颗粒间发生充填及交代。夹于砂、泥质岩中的碳酸盐岩石中因富含生物碎屑,在其颗粒界面及生物腔体中较容易发生选择性溶蚀而形成铸模

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



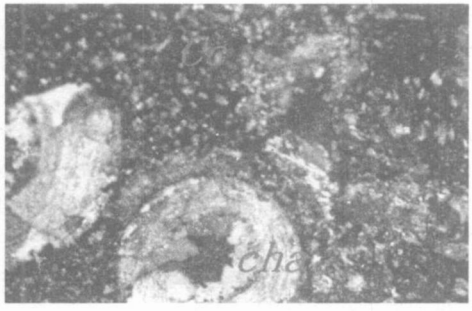
照片1 样号810-8

“大厂层”硅质岩及角砾状黏土金矿化岩，灰白亮色为脱玻玉髓，呈球粒状及圆鲕，黄色为泥晶方解石 Cha—脱玻玉髓 Cc—泥晶方解石 10×10(+)薄片



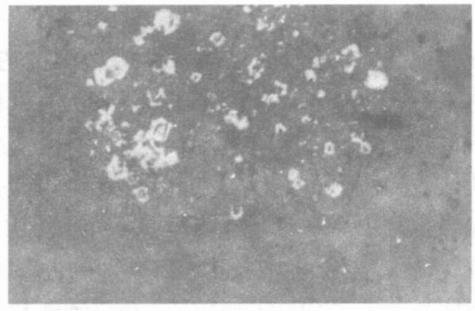
照片2 样号810-8

泥晶方解石雾心自生石英被晚世代泥晶方解石包裹 Q—石英 Cc-1—第一期泥晶方解石 Cc-2—第二期泥晶方解石 Cc-3—第三期泥晶方解石 10×10 (+) 薄片



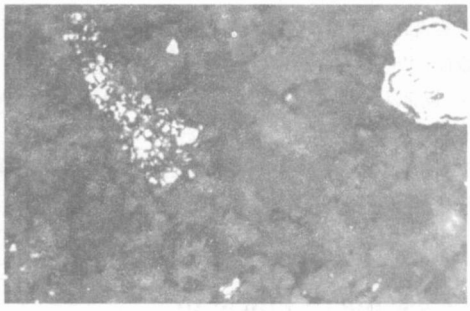
照片3 样号810-8

“大厂层”可见玉髓脱水呈微细粒石英被泥晶方解石包裹呈圆鲕 10×10 (+) 薄片



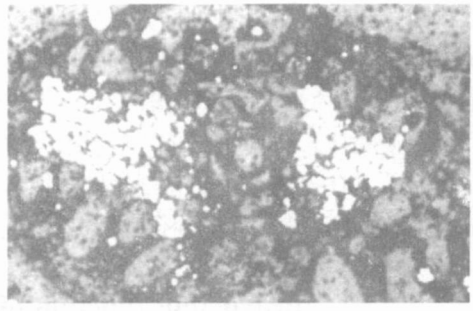
照片4 Ⅲc矿体

具含砷黄铁矿亮边的细粒黄铁矿集中充填在玄武岩的微孔隙中 20×10 (-) 光片



照片5 Ⅲb矿石

玄武岩屑的孔隙多被具环带状构造的黄铁矿充填或交代 20×10 (-) 光片



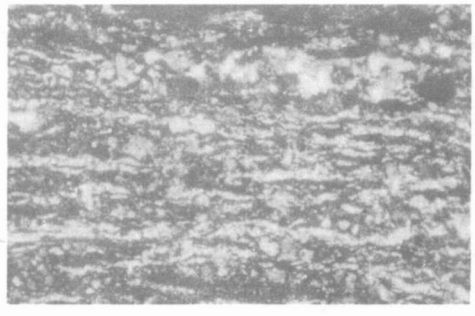
照片6 Ⅲb矿层

蜓化石腔体内变草莓状黄铁矿及再生边 10×10 (-) 光片



照片7 Ⅲc矿层矿石

黄铁矿沿生物腔体交代呈显微铸模构造及镶边式生物矿化构造亮点为黄铁矿 20×10 (-) 光片



照片8 样号802+1-28 Ⅲb矿体顶板

灰白色为钙质粉砂岩，灰褐色为含凝灰质砂岩 10×10 (+) 薄片

孔隙; 碳酸盐岩石同时富含玄武岩屑及胶体 SiO_2, 具收缩的微空洞及裂缝, 是同生沉积溶液发生充填及交代的空间。峨眉山玄武岩补给该水盆 SiO_2, 同时给水体带来金等成矿物质。通过浓度梯度及侧分泌作

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用,矿化溶液在沉积颗粒表面反应或充填沉积物间隙中,使含金黄铁矿的形成空间大部分被限制在生物碎屑、玄武岩屑、玄武质晶屑、玉髓等颗粒的内部及颗粒表面。

3.3 水银洞金矿成矿作用

岩、矿石组构是矿床形成过程中长期而复杂的地质记录,是一个从现象到本质的认识过程,是矿床成因研究的最基本手段之一。“水银洞式”金矿为沉积—成岩轻微改造金矿床,龙潭组沉积成岩期可能是“水银洞式”金矿的重要成矿期。已勘探及开采的金矿体均顺层产于龙潭组含煤地层中下段所夹的层状(岩层厚 1~4m)、似层状、扁豆状碳酸盐岩中。矿层顶板突变为粉砂质黏土岩,见水平微层理的构造,几乎无生物化石,极少凝灰物质及玉髓,普遍见粗粒黄铁矿。即沉积环境从局限的泻湖—潮坪生物繁茂的浅海碳酸盐台地突变为深水盆地相,原先沉积的物质被封存在沉积物中。在沉积物压实成岩的过程中,富含 SiO_2 胶体、金等成矿物质通过浓度梯度差别及侧分泌作用向易溶的、多孔的玄武质生物质碳酸盐岩中聚集产生充填及交代。龙潭期峨眉山玄武岩浆的多次喷溢,沉积古地貌及沉积环境的频繁变化使龙潭组中所夹的多孔的玄武质生物质碳酸盐岩多层,而各层大小极其有限,金等成矿物相对向这些有限空间聚集,使形成多层、多个工业金矿体成为可能。龙潭晚期,峨眉山玄武岩浆的喷溢活动逐渐停止,成岩作用时虽然生物质碳酸盐岩中任可形成生物铸模孔隙,但因粒间沉积溶液 SiO_2 及金含量少,未见硅化及金矿化。矿床中见有弱辉锑矿化、毒砂化、雄雌黄化,发生在金矿化期之后,与金矿化关系不大;燕山期形成的断裂中有弱金矿化,到目前为止尚未发现断裂带中的工业金矿体。“水银洞式”金矿为沉积—成岩弱改造成因金矿床。

4 结 语

“水银洞式”金矿为产于上二叠统龙潭组中的特大型高品位金矿床,由数个金矿体组成。各个工业金矿体顺层产于龙潭组含煤地层的玄武质生物质碳酸盐岩中,矿石具沉积—成岩组构,为沉积—成岩弱改造成因金矿床。建议加强龙潭期水银洞地区沉积环境的研究,以期扩大“水银洞式”金矿找矿思路及方向。

[参考文献]

[1] 刘建中,刘川勤. 贵州省水银洞金矿床地质特征及控矿因素研究[A]. 中国科学院地球化学研究所. 第一届贵州地质矿产发展战略研讨会论文集[C]. 贵阳:中国科学院地球化学研究所, 2003. 48~52.

[2] 杨瑞东. 贵州晚二叠世硅质岩类型及其沉积地球化学环境[J]. 贵州地质, 1990, 7(2): 171~175.

[3] 刘家军,刘建明,顾雪祥,等. 黔西南微细粒浸染型金矿床的喷流沉积成因[J]. 科学通报, 1997, 19(42): 21~26.

[4] 付绍洪,顾雪祥,王乾,等. 黔西南水银洞金矿床载金黄铁矿标型特征[J]. 矿物学报, 2004, 24(1): 75~79.

[5] 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1984. 11.

[6] F J佩蒂庄. 沉积岩[M]. 北京:石油工业出版社, 1981. 423~435.

[7] 徐彬彬,何明德. 贵州煤田地质[M]. 合肥:中国矿业大学出版社, 1989. 163~196.

Instruction function of research on rock micro fabric to the origin of Shuiyindong gold deposit

Zhang Min, Huang Jianguo, Zhang Zhuru

(Guizhou University)

Abstract: Shuiyindong gold deposit in Guizhou province is a super-huge rich gold deposit, and the ore bodies preserve in the Longtan stratum in groups along the level. Studies on rock and ore micro fabric that control mineral preservation stratum of the deposit, and the siliconization and pyritization contacted with gold mine origin reflects the characteristic of syndeposition-diagenesis, which indicates the sediment-diagenesis and later stage mild reconstructive genetic mechanism of Shuiyindong gold deposit.

Keywords: Shuiyindong gold deposit; rock and ore micro fabric; Longtan group; siliconization; pyritization; sediment-diagenesis genetic

(编辑:宿晓静)

欢迎订阅 欢迎投稿

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net