

地质 矿床

东天山晚古生代内生金属矿床成矿系列和成矿规律

韩春明^{1,2}, 毛景文^{1,2}, 杨建民², 王志良^{1,2}

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

[摘 要] 东天山造山带是我国重要的金铜矿产富集区之一, 通过初步研究, 按照成矿系列的学术思想将区内金属矿床划分为 6 个矿床成矿亚系列, 并对每个成矿亚系列形成的构造环境和主要地质作用进行了简要论述, 进而探讨了该地区区域成矿规律与构造演化的关系, 总结了该地区构造活动的时—空演化导致该地区独具特色的内生金属矿床侧向分带现象。

[关键词] 金属矿床 成矿系列 时—空演化 东天山

[中图分类号] P612 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2002)05-0005-06

本文所指东天山是位于新疆东部, 地理坐标为东经 89°56′、北纬 41°20′42″, 西起小热泉子, 东至甘肃与新疆交界, 面积约 $6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 广大区域; 构造上位于古亚洲洋南缘, 是哈萨克斯坦—准噶尔板块和塔里木板块的聚合地区。晚古生代时, 在短短一个纪的时间里完成了拉张—挤压—碰撞后弛张—剪切走滑—局部伸展的发展阶段, 金、铜、镍、铁等内生金属矿床属于不同地球动力学背景下的产物; 晚古生代地质构造演化进程十分迅速, 海西期成矿作用极其发育, 是新疆乃至我国重要的金、铜、镍、铁矿产富集时期。通过该地区晚古生代内生金属矿床成矿系列的研究, 对认识新疆北部乃至中亚成矿域古生代成矿作用特点, 都具有重要的理论价值和找矿意义。

1 成矿地质构造背景

东天山地质构造十分复杂, 不同学者认识不一, 真是仁者见仁、智者见智。在用板块构造观点划分东天山构造格局时, 或归属于塔里木板块, 或一分为二, 南部属于塔里木板块, 北部属于哈萨克斯坦—准噶尔板块和西伯利亚板块, 至于南北分界线, 有的划在康古尔塔格—黄山深大断裂带, 有的划在阿齐克库都克深大断裂。

从前人古生物地理分区、构造岩石组合及构造变形和地球物理资料, 结合深部壳幔结构特征, 本文

认为东天山以康古尔塔格—黄山深大断裂带为界, 研究区横跨哈萨克斯坦—准噶尔板块和塔里木板块, 断裂带以南为塔里木板块, 以北为哈萨克斯坦—准噶尔板块。

研究区出露地层有中元古界、晚古生界、中生界和新生界。中元古界长城系星星峡组分布于阿齐克库都克断裂以南, 总体上为一套变质碳酸盐—碎屑岩地层。晚古生界十分发育, 泥盆系主要分布于研究区中东部和西南部, 由下泥盆统大南湖组和中泥盆统头苏泉组所组成, 大南湖组主要分布于康古尔塔格断裂以北, 为一套海陆交互的中基性火山岩建造, 头苏泉组主要分布于大草滩断裂以北地带, 为一套陆相火山—碎屑岩建造; 石炭系大部分出露于阿齐克库都克断裂以北地带, 主要为一套滨—浅海相的火山—沉积岩系, 但分属不同的构造沉积相区, 康古尔塔格强应变构造带内的石炭系普遍经历了强烈的构造变形作用; 二叠系主要分布于研究区中部, 各段岩性、岩相差异较大。中生界在区内零星出露, 主要为一套侏罗系陆相碎屑含煤建造。新生界为一套陆相碎屑沉积, 分布于研究区内的一些低洼地带。

区内主干断裂为 EW 向展布, 其次为 NEE 向, 从北到南依次为喀拉麦里—麦钦乌拉深大断裂、吐—哈盆地南缘大断裂、康古尔塔格深大断裂、苦水大断裂和阿齐克库都克断裂, 其中康古尔塔格深大断裂控制着本区的构造—岩浆—成矿作用(图 1)。

[收稿日期] 2002-01-08; [修订日期] 2002-04-02; [责任编辑] 余大良。

[基金项目] 国家重点基础发展规划项目(G1999043200)和国家地质调查项目(DKD9902001)联合资助。

[第一作者简介] 韩春明(1968 年-), 男, 2002 年毕业于中国地质大学, 获博士学位, 现为中国科学院高能物理研究所博士后, 主要从事矿床学和矿床地球化学方面的科研工作。

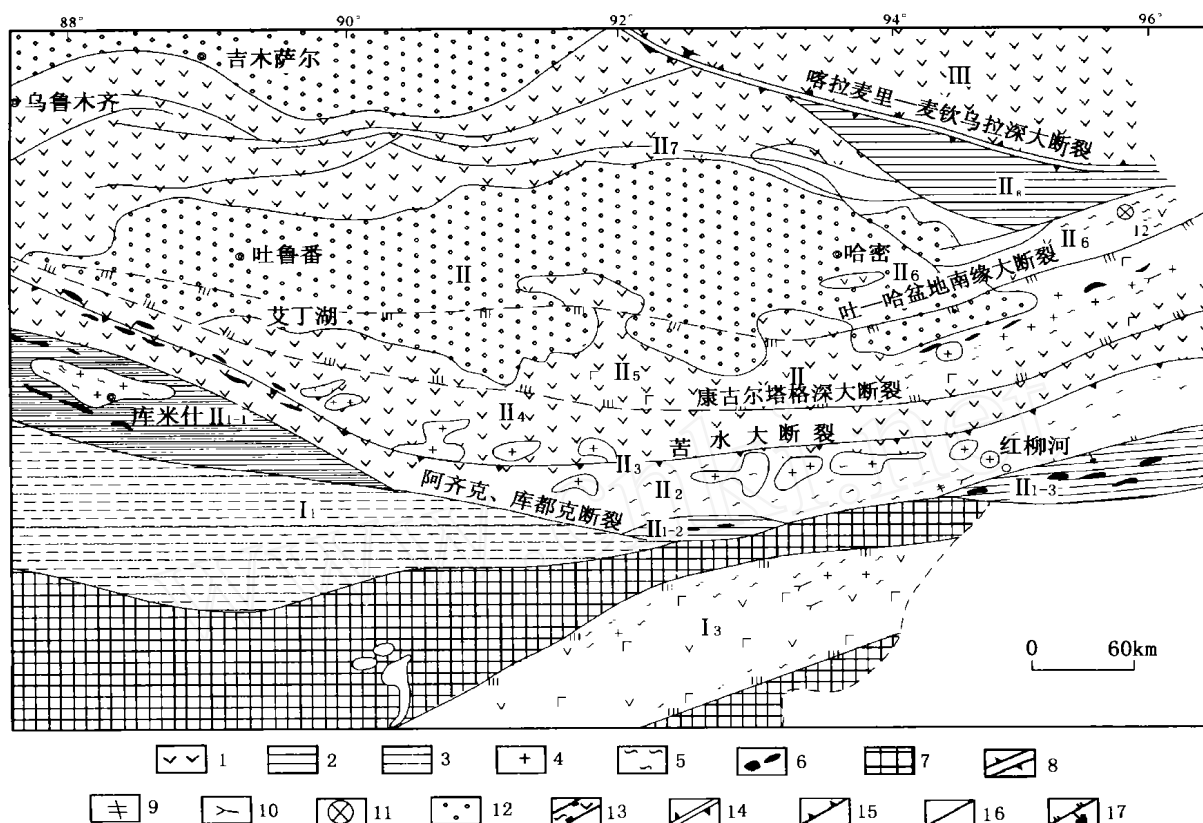


图1 东天山板块构造单元划分略图(据陶洪祥,1994)

- 1—岛弧火山岩;2—弧前盆地沉积物;3—大陆斜坡沉积;4—花岗岩类;5—角闪岩相变质岩;6—蛇绿岩套及铁镁—超镁铁岩或构造混杂岩;7—克拉通;8—弧后盆地沉积;9—十字石;10—夕线石;11—石榴子石;12—新生代沉积物;13—双峰式火山岩;14—克拉麦里地缝合线;15—俯冲带(箭头指俯冲方向);16—断层;17—逆掩断层;I—塔里木大陆;I₁—大陆斜坡带;I₂—中天山早古生代岛弧带;I₃—北山裂陷槽;II—东天山古生代造山带;II₁₋₁—库米什弧后盆地;II₁₋₂—塞里克沙依弧后盆地;II₁₋₃—红柳河—玉石山弧后盆地;II₂—中天山早古生代岛弧带;II₃—艾比湖—阿齐克库都克—尾亚早古生代俯冲带;II₄—阿齐山—雅满苏晚古生代岛弧带;II₅—康古尔晚古生代弧间盆地;II₆—哈尔里克泥盆纪火山弧;II₇—博格达—哈尔里克晚古生代火山弧;II₈—哈尔里克弧前盆地;III—西伯利亚大陆活动大陆边缘带

2 主要内生金属矿床时—空分布特征

在小热泉子—延东—土屋—赤湖一带,分布着与火山岩有关的火山热液型和与钙碱性火山岩—一次火山岩有关的斑岩型铜矿床,自西向东分布有小热泉子、延东、土屋、土屋东、灵龙、赤湖、三岔口等铜矿床。在康古尔塔格一带,分布着与碰撞期韧性剪切带型金矿床和碰撞期后弛张阶段形成的岩浆热液—火山热液型金矿床,主要有康古尔、马头滩、大东沟、翠岭、西凤山、石英滩等金矿床。在土墩—黄山—镜儿泉一带,分布着与基性—超基性岩体有关的铜镍硫化物矿床,有黄山、黄山东、香山、土墩、黄山北、黄山南、二红洼等大、中、小型铜镍硫化物矿床。在雅满苏—阿齐山一带,分布着与岛弧型钙碱系列火山岩有关铁铜及多金属矿床,主要有元宝山、雅满苏、沙泉子、黑峰山等众多铁矿床(图2)。

最近几年来,东天山地区取得了地质找矿工作的重大突破,积累很多矿床同位素测年资料(表1),对于该区成矿系列划分和内生金属矿床的时—空分布规律研究,具有重要指导作用。

3 矿床成矿系列的主要特征

成矿系列是在一定地域中一定发展阶段的综合地质作用的产物,是受多种地质因素制约的(翟裕生)。本文试图以构造—成矿作用为统一体系,以矿床的时间—空间四维结构演化为主线,探讨东天山地区晚古生代内生金属矿床的形成、分布和演化特点。按照陈毓川和刘德权等对新疆矿床成矿系列的划分方案,本地区为觉罗塔格铁、铜、镍、金、钼、铅、锌、锰成矿带的矿床成矿系列,又分为6个成矿亚系列。成矿亚系列采用陈毓川院士提出的时代+地区+地质作用+主要成矿元素组合命名方法。

表 1 研究区典型内生金属矿床同位素测年数据

产 地	测试对象	测年方法	年龄/ Ma	资料来源
土屋延东铜矿	蚀变岩绢云母	K - Ar 法	341.2 ±4.9	芮宗瑶,2001
	含矿石英	Ar - Ar 法	347.3 ±2.1	芮宗瑶,2001
	土屋斜长花岗斑岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	360.8 ±7.8	芮宗瑶,2001
	延东斜长花岗斑岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	356 ±8	芮宗瑶,2001
	土屋 1 件斜长花岗斑岩	Rb - Sr 等时线	369 ±69	芮宗瑶,2001
	延东 2 件斜长花岗斑岩			芮宗瑶,2001
	土屋 4 件辉钼矿	Re - Os 等时线	322.7 ±2.3	芮宗瑶,2001
	延东 3 件辉钼矿			芮宗瑶,2001
	土屋含矿火山岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	361 ±8443 ±26	芮宗瑶,2001
	土屋斜长花岗斑岩	锆石 U - Pb 法	301 ±13	任秉琛,2001
三岔口	岩石、矿物	Rb - Sr 等时线	275.839	姬金生等,2000
赤湖	斜长花岗斑岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	292.1 ±3.5	任秉琛,2001
赤湖	斜长花岗斑岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	283.5	任秉琛,2001
黄山东	辉长岩	K - Ar 法	319.8	周汝洪,1985
	铜镍矿石	Sm - Nd 等时线	314 ±14	李华芹,1998
	基性 - 超基性岩	Sm - Nd 等时线	320 ±38	李华芹,1998
	角闪橄榄岩	K - Ar 法	343.24	陈陶成,1990
	斜长角闪二辉橄榄岩	K - Ar 法	392.51 ±17.06	陈陶成,1990
	角闪辉长苏长岩	K - Ar 法	352.37 ±8.93	南京大学,1990
	角闪橄榄辉长岩	K - Ar 法	380.3	
	铜镍矿石	Re - Os 等时线	282 ±8	本文
	角闪橄榄辉长岩	K - Ar 法	368.05	陈陶成,1990
	角闪橄榄辉长岩	K - Ar 法	262.99 ±7.42	陈陶成,1990
黄山	角闪辉长岩	K - Ar 法	266.33 ±5.69	陈陶成,1990
	钛铁辉长闪长岩 3 件、 角闪橄榄辉长岩 4 件	Sm - Nd 等时线	308.9 ±10.7	李华芹,1998
	浸染状铜镍矿石	Sm - Nd 等时线	305.4 ±2.4	李华芹,1998
	角闪橄榄岩	K - Ar 法	348.24	王润民,1987
	斜长角闪二辉橄榄岩	K - Ar 法	392.51	王润民,1987
	角闪辉长岩	单颗粒锆石 U - Pb 法	285 ±1.2	秦克章,2000
	黄铁矿、黄铜矿	Pb - Pb 法	245	新疆局 6 大队,1994
	角闪辉橄岩	锆石 U - Pb 法	238 ±33	新疆局 6 大队,1994
	角闪辉长岩	锆石 U - Pb 法	231 ±32	新疆局 6 大队,1994
	含矿石英流体包裹体	Rb - Sr 等时线	255290	李华芹,1998
康古尔	含矿石英流体包裹体	Rb - Sr 等时线	244288	李华芹,1998
石英滩	含矿石英流体包裹体	Rb - Sr 等时线	244288	李华芹,1998

3.1 晚泥盆—早石炭世延东—土屋—三岔口与中酸性岩浆侵入活动有关的 Cu、Mo、Au 矿床成矿亚系列

早—中石炭世北天山弧后盆地扩张为北天山有限洋盆—裂陷槽,在该有限洋盆—裂陷槽的南边形成以阿齐山—雅满苏为代表的岛弧带,而在有限洋盆—裂陷槽的北边形成哈尔里克岛弧带;随着洋盆分别向南、北两侧扩张俯冲,作为原岛弧带中的大量物质产生大规模的熔融,形成该区广泛分布的海西中期花岗岩类;土屋—延东成矿带随着北天山有限

洋盆—裂陷槽的关闭,发生应力松弛和花岗质岩浆侵位而发展起来的。含铜花岗质岩岩浆,上侵到浅成—超浅成环境形成含铜斑岩体,但其深部有着巨大的岩浆房与相连接(否则很难造成土屋—延东成矿带大规模铜矿质聚集),深部岩浆房多次补给岩浆,当高侵位的斑岩体中气热体积聚到一定量时,发生强烈隐爆作用,在斑岩体顶部的岩石和其围岩中产生网状裂隙和爆破角砾岩筒,这些构造空间是随后成矿流体卸载的有利场所;当上升的岩浆水与下降天水发生混合,随着温度、压力等物理化学条件

该系列在早二叠世地壳弛张拉张环境下,来自上地幔的基性—超基性岩沿康古尔大断裂和次级断裂构成的断裂带上升侵位后形成。基性—超基性成矿岩体沿土墩—黄山—镜儿泉一带呈北东东向分布。西段为土墩、M102-2、二红洼岩体,中段为香山、黄山、黄山东和黄山南岩体,东段为葫芦、红石岗、黑石梁、葫芦东、串珠和马蹄等岩体,岩体侵位受断裂控制,或在次级断裂中呈透镜状分布(如黄山东、香山、黄山西等岩体),或在两组断裂交汇处呈岩株、哑铃状产出(如土墩、二红洼、镜儿泉、葫芦岩体等),但是绝大多数岩体呈多次岩浆侵入的复式岩体。岩浆岩可以分为两个系列,一是橄榄拉斑玄武岩系列,如黄山地区各岩体,其侵位时间较早;二是苦橄玄武岩系列,如葫芦、土墩等岩体,多为较晚阶段岩浆活动的产物,呈岩株状、哑铃状产出。岩石类型均属于镁铁系列,其中超镁铁质岩的M/F比值为2.373.00,镁铁岩的M/F比值为0.962.11。各类岩石的稀土配分型式类似,均为轻稀土富集型,具有正铈异常,表明为同源岩浆演化的产物。含矿岩体以规模小、多阶段侵入、岩相分带清楚、成群成带出现为特征(秦克章,2000)。与含矿有关的岩性为辉长岩、辉长苏长岩、辉闪橄榄岩为主,后期蚀变为蛇纹石化、次闪石化和绿泥石化。本区含矿岩体是地幔岩浆通过深部分离熔融(主要是黄山东、二红洼等岩体)和部分深部融离(如葫芦岩体、黄山西岩体)形成的岩浆侵位形成的。侵位发生于碰撞期后陆壳弛张期,岩浆成岩和成矿后又受构造应力作用,发生劈理化和糜棱岩化,硫化物矿石发生了塑性流变。其矿床自西向东主要有土墩、二红洼、黄山东、黄山南、黄山北、香山、黄山西、镜儿泉、葫芦等。

3.5 早二叠世石英滩—长城山与陆相火山岩有关的Au、Ag矿床成矿亚系列

继晚石炭世碰撞造山挤压环境之后,由于构造应力释放,局部地区于早二叠世转入伸展期,同时伴随有非造山期碱性为主的岩浆侵入和喷发活动;含矿地质体主要为安山岩、凝灰岩等火山岩和英云闪长岩、花岗流纹斑岩及隐爆角砾岩。由于中浅成侵入体加热循环的下渗大气降水从附近火山岩中萃取成矿物质,然后以热泉方式将成矿物质充填到成矿有利的构造部位而成矿,形成与火山岩有关的浅成低温热液型金矿床成矿系列。典型矿床有石英滩、长城山、哈尔拉等金矿床。

3.6 早二叠世西凤山—小尖山与中浅成花岗岩有关的Au、Ag矿床成矿亚系列

早二叠世,由于碰撞带应力状态由挤压和剪切向伸展转换,并伴随有中酸性岩浆侵入。在岩浆侵入演化过程中,岩浆内部的成矿物质逐渐富集于残余岩浆或岩浆热液之中,在某些特定时期和有利的构造场所形成矿床;另外,由于岩浆携带的大量热能,能够加热周围地层中的成矿流体,从流经岩石中萃取成矿物质,在某些有利的岩性和构造中沉淀成矿,形成与中浅成花岗岩浆活动有关的金矿床成矿系列。典型矿床有西凤山(I-IV号)、红西、红石岗、小尖山、白干湖、麻黄沟等金矿床。

众多金矿床(点),而且在该带上还不断有新的矿床(点)发现,显示了该区具有很好的找矿远景。

4 区域成矿规律探讨

东天山地区晚古生代内生金属成矿系列演化具有十分明显的时—空演化规律,矿床具有成群、成带分布特征。晚泥盆—早石炭世北天山洋向南俯冲形成觉罗塔格岛弧,向北俯冲则形成头苏泉—大南湖岛弧,在该阶段形成与中酸性岩浆侵入活动有关的Cu、Mo、Au矿床成矿系列。早石炭世,在觉罗塔格南部地区为火山活动被动陆缘,发育酸性火山岩,岩石偏碱性富钾质,与海相火山活动有关的Fe、Cu、Au、Ag多金属矿床成矿系列。石炭纪末期,康古尔—黄山洋盆基本关闭,塔里木、准噶尔两大板块碰撞对接,东天山地区完成了碰撞造山阶段,随后进入后造山挤压走滑和碰撞期后局部伸展阶段,区域内的应力场也由挤压向伸展转变,在碰撞造山阶段形成与康古尔塔格强应变构造带有关的Au、Cu矿床成矿系列,而在碰撞期后局部伸展阶段则形成镁铁—超镁铁杂岩有关的Cu、Ni矿床成矿系列和与陆相火山岩有关的Au矿床成矿系列。东天山地区晚古生代内生金属矿床在区域上具有十分明显的空间分布特征,即北铜(镍)—中金—南铁的矿床空间分布格局。由此可见,大地构造环境是成矿作用更为基本性和全局性的控制,一定的大地构造环境产生一定的岩石建造和成矿系列,矿床是地质成矿作用的特殊产物。

[参考文献]

- [1] 程裕淇,陈毓川,赵一鸣. 初论矿床的成矿系列问题[J]. 中国地质科学院院报,1979,总第1号,3258.
- [2] 程裕淇,陈毓川,赵一鸣,等. 再论矿床的成矿系列问题[J]. 中国地质科学院院报,1983,总第6号,164.
- [3] 陈毓川. 矿床成矿系列[J]. 地学前缘,1994,1(3): 9094.
- [4] 何国琦,刘德权,李茂松,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,香港人民教育出版社,

- 1994.
- [5] 李华芹,谢才富,常海亮. 新疆北部有色金属贵金属矿床成矿作用年代学[M]. 北京:地质出版社,1998:202220.
- [6] 高象新. 桦树沟铁矿床成矿系列研究[J]. 地质与勘探,2001,37(2):3236.
- [7] 马忠美,仇银江,郭旭吉. 萨热阔布—铁米尔特矿区金铅锌成矿系列[J]. 地质与勘探,2001,37(4):2327.
- [8] 汪东坡,梅友松,徐 勇. 重点成矿(区)带综合研究的若干问题探讨[J]. 地质与勘探,2001,37(5):15.
- [9] 刘崇民,李应桂. 岩浆熔离型 Cu - Ni 硫化物矿床元素组合和地球化学评价[J]. 地质与勘探,2001,37(5):69.
- [10] 刘德权,唐延龄,周汝洪. 中国新疆矿床系列类型[J]. 矿床地质,1996,15(3):207215.
- [11] 毛景文,宋叔和,陈毓川. 桂北地区成岩系列和锡多金属矿床成矿系列[M]. 北京:北京科学技术地质出版社,1988,196.

LATE PALAEOZOIC ENDOGENETIC METALLOGENIC SERIES AND MINERALIZATION LAW IN THE EAST TIANSHAN MOUNTAINS

HAN Chun - ming^{1,2}, MAO Jing - wen^{1,2}, YANG Jian - min², WANG Zhi - liang^{1,2}

(1. China University of Geoscience, Beijing 100083;

2. Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological sciences, Beijing 100037)

Abstract: East Tianshan mountains is one of the very important clusters of mineral deposits in China, this paper has studied endogenetic metal deposits related to late Palaeozoic in east tianshan mountain in such aspects as their geological settings, metallogenic conditionals, metallogenic mechanism and mineralization, six metallogenic series of main ore deposits have been distinguished with the theory of metallogenic series. Ore deposits related to different evolutionary stages of tectonic activity had their respective distribution space and formed distinct mineralization zoning, from south to north, the major ore species vary gradually in order of iron → gold → copper (nickel), it resulted from such factors as long intense inherited tectonic activity, temporal - spatial evolutionary difference, source of magma, and even distribution of crustal and even upper mantle materials. Based on the system analysis mineralization geological setting characteristics, later Palaeozoic crust evolution can be divided into extension stage, compression stage, after collision extension stage, Strike - slip stage and part extension stage, and each stage has different mineralization types.

Key words: metal deposits, metallogenic series, temporal - spatial evolutionary, East Tianshan mountains

欢迎订阅 2003 年《黄金》杂志

《黄金》杂志是由原国家科委、中华人民共和国新闻出版署批准的,由国家经贸委黄金管理局主管、长春黄金研究院主办的综合性技术刊物,也是黄金行业惟一的综合性科技期刊。主要报道黄金行业及其相关行业地质、采矿、选冶、分析与环保、管理等方面的科研成果,以及新理论、新技术、新动态、新方法、新工艺、新设备、生产技术经验等内容,同时开辟了工业应用、首饰之苑、黄金市场、企业之窗、综合信息、读者—作者—编者、中介之角等栏目。为发展和提高黄金生产技术水平服务,为中国黄金科技进步服务,为厂矿企业、广大读者及用户服务。

《黄金》内容翔实,信息量大,实用性强。具有权威性,发行量大,覆盖面广。现已遍布黄金、冶金、地质矿产、有色金属、核工业、化工、金融等系统及金银珠宝首饰行业等。

《黄金》现为美国《化学文摘》(CA)检索文献源,为《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊,已全文

编入《中国学术期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》。

《黄金》广告树立了企业形象,创出企业名牌,提高了企业知名度,增加了企业效益,是黄金行业的供求信息指南。

《黄金》为月刊,刊号:ISSN1001—1277,彩色封面,64页,国际开本(297mm×210mm),国内外公开发行。邮发代号 12 - 47,全国各地邮局均可订阅。

每期定价 7.00 元,全年定价 84.00 元。需订阅者,可到当地邮局(所)订阅,也可直接通过《黄金》杂志社发行部订阅。我部全年办理零订、邮购业务。

地址:吉林省长春市南湖大路 54 号《黄金》杂志社发行部
邮编:130012 传真:0431 - 5521861

电话:0431 - 5529838 5514586 转 3066

网址: <http://www.ccgri.com/gold>

E - mail: journal@ccgri.com