

阿尔泰山南缘典型铜、镍、铅锌矿床成矿模式初探

刘悟辉¹, 廖启林²

(1. 中南大学 地质研究所, 长沙 410083; 2. 江苏省地质调查研究院, 南京 210018)

摘 要: 阿尔泰山南缘的阿舍勒铜(锌) 矿、可可塔勒铅锌矿、喀拉通克铜镍矿均为大型- 特大型矿床。通过典型矿床成矿特征比较, 认为本区主要的铜、镍、铅锌等有色金属矿床均形成于海西期, 产于西伯利亚与哈萨克斯坦- 准噶尔这两大板块之接合部位的陆缘裂谷带附近, 块状硫化物矿床是其最基本的成矿形式, 额尔齐斯深大断裂两侧是最有利的矿化富集空间。成矿物质来源都涉及到前泥盆系的古老岩石基底或更深的上地幔原始熔浆。其成矿模式有两种基本类型, 一是早- 中泥盆世海底火山喷流- 沉积成矿作用模式, 二是海西中晚期与上地幔拉斑玄武熔浆有关的熔融洋壳岩浆熔离分异成矿作用模式。

关键词: 成矿模式; 阿舍勒铜(锌) 矿床; 可可塔勒铅锌矿床; 喀拉通克铜镍矿床; 阿尔泰山南缘; 新疆

中图分类号: P611; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)03-0173-05

0 引言

我国西北边陲的阿尔泰山南缘有色金属矿产资源丰富, 近 20 年来陆续发现了大型铜镍矿床、大型铜(锌) 块状硫化物矿床、大型- 超大型铅锌矿床, 它们的发现对北疆地区的经济发展具有重要的促进作用。同时还先后发现了一批中小型铜- 铅- 锌多金属矿床及一批铜镍矿化点。这些矿床均产于相近的成矿空间和晚古生代碰撞造山前后的这一成矿时期, 以前曾有不少专家对这些矿床按矿种做过较为系统的研究。在归纳最新研究资料的基础上, 结合作者的点滴实践体会, 试图探讨本区典型铜镍矿床、铜(锌) 矿床、铅锌矿床的成矿模式, 不妥之处敬请批评指正。

1 成矿概况

本区铜、镍、铅锌矿床主要产于西伯利亚板块与哈萨克斯坦- 准噶尔板块结合部位的复杂构造- 建造中, 重要矿床多分布于额尔齐斯深大断裂两侧(图 1)。矿床主要形成于海西期, 成矿年龄为 380~ 270

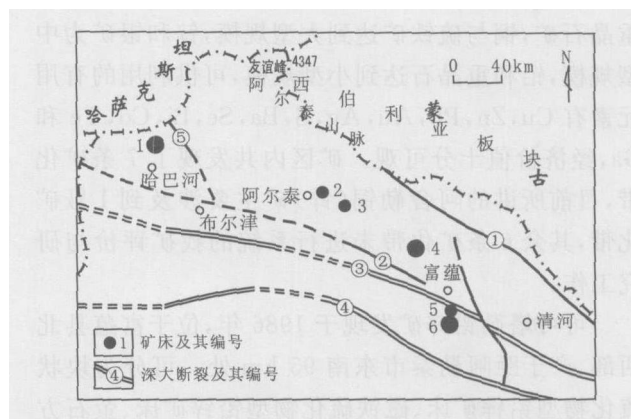


图 1 阿尔泰山南缘主要有色金属矿床分布略图

Fig. 1 Distribution sketch of major non-ferrous metal ore deposits in southern margin of Altay

1. 阿舍勒铜(锌) 矿
 2. 铁木尔特多金属矿
 3. 阿巴宫铅锌矿
 4. 可可塔勒铅锌矿
 5. 乔夏哈拉铜(金) 矿
 6. 喀拉通克铜镍矿
- 红山嘴大断裂 那林卡拉隐伏断裂 额尔齐斯深大断裂
洪古勒楞 阿尔曼台深大断裂 哈巴河大断裂 卡拉先格尔大断裂

Ma, 分为两个成矿高峰期, 一是早中泥盆世的火山喷流沉积型铜- 多金属矿床成矿高峰期(370 Ma), 为本区铜、铅、锌块状硫化物矿床的主要成矿期; 二是晚石炭世- 早二叠世(318~ 280 Ma) 的岩浆熔离型铜镍硫化物矿床的成矿高峰期。本区已形

成的铜、镍、铅、锌矿床从西到东主要有:阿舍勒铜(锌)矿床、铁木尔特铜-铅-锌多金属矿床、阿巴宫铅、锌矿床、可可塔勒铅、锌矿床、乔夏哈拉铜(金)矿床、喀拉通克铜、镍矿床,以阿舍勒、可可塔勒、喀拉通克最具代表性。这些矿床为阿尔泰山南缘 Fe-Cu-Pb-Zn-Ni-Au 多金属、贵金属成矿亚带^[1]的重要组成部分,块状硫化物矿床是其主要成矿形式。

2 典型矿床特征

本区典型的铜、镍、铅、锌矿床即阿舍勒铜(锌)矿、喀拉通克铜、镍矿及可可塔勒铅、锌矿全为大型-特大型矿床。

阿舍勒块状硫化物铜(锌)矿床发现于 80 年代中期,位于哈巴河县城西北约 30 km 处,其北西与哈萨克斯坦境内的矿区阿尔泰山成矿带相接。该矿床以高品位铜矿为主,共生矿有锌、银、铅矿、硫铁矿及重晶石矿,铜与硫铁矿达到大型规模,锌和银矿为中型规模,铅和重晶石达到小型规模,可供利用的有用元素有 Cu, Zn, Pb, Au, Ag, S, Ba, Se, Bi, Cd, Te 和 Ga, 经济价值十分可观。矿区内共发现了 7 条矿化带,目前所讲的阿舍勒铜(锌)矿主要涉及到 I 号矿化带,其余 6 条矿化带未进行系统的找矿评价与研究工作。

可可塔勒铅、锌矿发现于 1986 年,位于富蕴县西北部、产于距阿勒泰市东南 95 km 处。可分为块状硫化物型铅、锌矿床、磁铁硫化物型铅、锌矿床、萤石方铅矿型矿床等 3 种基本成矿形式,以块状硫化物型铅、锌矿床占绝对优势。矿床累计探明储量已达特大型规模^[2],以 Pb, Zn, S 为主,伴生有 Ag, Cd 等有用元素^[3]。

喀拉通克铜、镍矿发现于 1978 年,位于富蕴县城南东约 33 km 处。矿床产于额尔齐斯构造混杂岩带南侧的喀拉通克基性杂岩体群中。该基性杂岩体群为喀拉通克-锡泊渡-那林卡拉铜、镍系基性超基性杂岩带之中段部分,地处额尔齐斯深大断裂与卡拉先格尔大断裂交汇处之西侧,面积约 12.5 km²,由 Y₁、Y₉ 和 Y₁₁ 共 10 个岩体组成,分南、北两个岩带,南岩带由 Y₁、Y₃ 和 Y₁₁ 组成,北岩带由 Y₄、Y₉ 等 6 个岩体组成。矿化主要集中在南岩带, Y₁ 岩体的铜、镍储量在整个喀拉通克铜、镍矿床之总储量中占有绝对优势,一般所指的喀拉通克铜、镍矿即 Y₁ 含矿岩体。该矿床以 Cu, Ni 为主,伴生 Co, Au, Ag,

Pt, Pd, Se, Te, S 等有用元素^[4],其经济价值也十分可观。

上述 3 典型矿床的成矿特征见表 1。

3 典型矿床成矿模式

3.1 阿舍勒铜(锌)矿

该矿床为海相火山-喷流沉积型块状硫化物矿床,其成矿大致经历了 2 个过程:

(1) 活动陆缘拉张作用形成裂谷,并发生火山活动。本区加里东期为西伯利亚板块南缘活动带,早泥盆世因陆缘活动带拉张作用,形成了陆缘裂谷带。至早中泥盆世因拉张剧烈而发生了强烈的火山活动。

(2) 火山喷气-沉积作用。本区火山活动可分为上、下两个亚旋回。下火山喷发亚旋回中酸性岩浆强烈喷发末期,伴随火山喷气作用,深部岩浆分异形成的含矿热流体沿火山通道或火山喷气筒向上运移,同时部分海水沿火山喷发中心附近的断层裂隙下渗。下渗的海水加热后复上升。并萃取了火山岩中 Cu, Zn, Ag, Pb 等成矿物质,加入含矿热流体。当含矿热流体向上喷至海底后,海盆中的静水压力

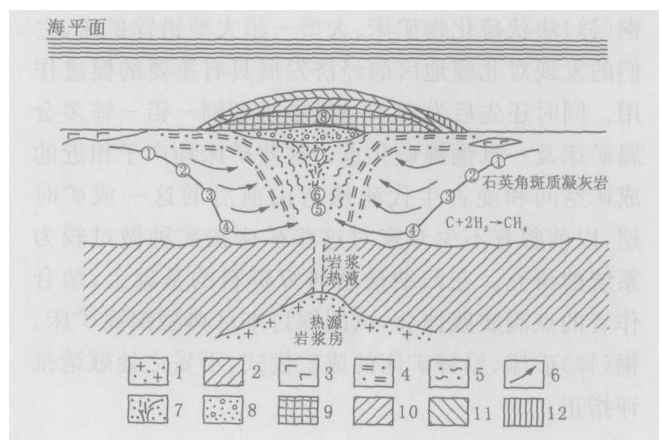


图 2 阿舍勒块状硫化物铜(锌)矿床成矿模式图

Fig. 2 The metallogenetic model of Ashele massive sulfide copper- (zinc) deposit

1. 岩浆房 2. 前泥盆系基底 3. 细碧岩 4. 绢云母化酸性凝灰岩
5. 绿泥石化绢云母化酸性火山岩 6. 对流循环系统 7. 网脉状硫化物矿体
8. 黄铁矿 9. 黄铜矿 10. 铜、锌黄铁矿 11. 多金属矿 12. 重晶石多金属矿

SO₄²⁻ 被还原 开始淋滤金属形成络合物 H₂O 被热解
CO₂ 被还原, 形成 CH₄ 循环热卤水与岩浆热液混合 形成
还原热卤水 网脉状矿形成, 受裂隙控制 还原的卤水喷到
海底, 与海水混合, 在不同的物理化学条件下形成块状硫化物矿石

表 1 阿尔泰山南缘典型有色金属矿床的主要特征^[2-4]

Table 1 The minerogenetic characteristics of typical non-ferrous metal deposits in southern margin of Altay Shan mountains

典型矿床	阿舍勒铜(锌) 矿	可可塔勒铅锌矿	喀拉通克铜镍矿
成矿规模	大型	特大型	大型
产出部位	陆缘裂谷带旁侧、拉张过渡壳上的泥盆纪火山沉积盆地	陆缘扩张构造带旁侧的早泥盆世火山沉积盆地(麦兹向斜) 中	铁镁质地壳上的晚古生代碰撞造山形成的新陆壳引张深断裂
成矿时代	早- 中泥盆世(378~ 364 Ma)	早泥盆世(381~ 373 Ma)	海西中- 晚期(298~ 281 Ma)
含矿建造	玄武- 英安质双峰式富钠海相火山岩建造	变中酸性熔岩- 喷发碎屑岩- 碳酸盐岩建造	铁质基性岩, 以橄榄苏长岩相矿化最好
赋矿地层	下- 中泥盆统阿舍勒组第二岩性段($D_{1-2}a^2$) 中酸性- 中基性海相火山岩	下泥盆统康布铁堡组上亚组第二岩性段中部(D_{1k}^{2b}) 火山- 沉积岩	下石炭统南明水组(C_{1n}) 海陆交互相火山熔岩、火山碎屑岩及正常碎屑岩
控矿构造	NW 向与近 SN 向次级断裂的交汇处, 火山机构、倒转向斜联合控矿	大型环型构造之边缘小环和麦兹倒转向斜东南转折端联合控矿	NW 向断裂、复向斜、次级褶皱与断裂联合控矿
矿体形态与产状	主矿体呈层状, 与地层整合, 并同步褶皱形成向斜构造, 向斜呈 SN 走向, 向 W 倒转, 向 E 倾伏, 倾伏角约 50°	似层状, 与地层产状基本一致, 走向 130°~ 170°, 倾向以 NE 为主, 倾角 47°~ 85°	主要矿体呈一膨大的不规则透镜体, 总走向 330°, 倾向、倾角变化较大
金属矿物组合	黄铁矿- 黄铜矿- 闪锌矿- 方铅矿- 砷黝铜矿- 银矿物+ 少量斑铜矿- 铜蓝- 自然铜- 碲铋矿+ 铁、铜氧化物	方铅矿- 闪锌矿- 黄铁矿- 磁黄铁矿- 毒砂- 黄铜矿- 硫锑银矿+ 褐铁矿、黄铁钾矾等氧化物	以磁黄铁矿- 黄铜矿- 镍黄铁矿- 黄铁矿- 紫硫镍矿- 磁铁矿为主, 少量含 Pt, Pd, Au, Ag 的贵金属矿物及氧化物、自然元素等; 金属矿物总数 > 50 种
矿石结构与构造	以他形微粒结构为主; 主为致密块状构造, 次有中- 细粒块状、稠密浸染状构造	以自形- 半自形、他形- 半自形粒状结构为主; 构造以浸染状、斑杂状、块状构造为主	结构以自形- 半自形- 他形粒状及斑状为主; 构造以块状为主, 次有海绵陨铁状、浸染状、脉状等
围岩蚀变	硅化- 黄铁矿化- 绿泥石化- 绢云母化- 重晶石化- 碳酸盐化加次生石英岩化、褐铁矿化、钾矾化等次生蚀变	碳酸盐化- 绢云母化- 硅化- 黄铁矿化加矿体上盘的绿泥石、绿帘石、透闪石等组成的夕卡岩化	岩体附近可见蛇纹石化、纤闪石化、围岩地层中可见角岩化、石墨化、红柱石- 堇青石化、斜长岩化等
区域地球物理与地球化学特征	矿区处于质量盈余异常与低负磁异常背景上的局部环形高磁异常之叠合区; 矿区属于阿舍勒- 克兹加尔- 阿克希克 Cu- Pb- Zn- Au 地球化学富集区的阿舍勒 Cu- Pb- Zn- (Mo) 富集段	矿区位于阿尔泰山南缘重磁梯度带中段, 周围有带状高磁异常显示; 矿区位于冲乎尔- 麦兹 Au- As- Sb- Ag- Cu- Pb- Zn 地球化学区东段的麦兹 Cu- Pb- Zn- Ag(As, Sb) 富集段	矿区位于区域重力梯度带及负磁异常旁侧的正磁异常带上; 矿区位于喀拉通克- 老山口东多元素地球化学区之喀拉通克 Cu- Au- As- Ni- Co 富集段, 以 As 异常特发育为特征, 本区总体上呈一多元素低背景区
成矿作用及矿床成因	岩浆熔离作用形成的铜镍硫化物矿床	海底火山喷气作用为主形成的块状硫化物型铜(锌) 矿床	海底火山喷气- 沉积作用为主形成的喷流- 沉积变质改造型铅矿床

导致其不易扩散而相对集中。由于含矿热流体比重大, 从而沿着海底斜坡流入离火山口不远的盆地与海水混合, 沉积形成具有同生构造的块状硫化物矿石(体) 及其附近的硅质岩与重晶石, 这其间可能有少许海水物质(如硫等) 的加入。这是成矿的主导因素。矿床具明显的矿物垂直分带, 其成矿模式如图 2。

3.2 可可塔勒铅锌矿

在早泥盆世之前本矿区所产出的麦兹向斜为稳定的古老岩石基底。到了早泥盆世, 麦兹地区在 D_{1k}^1 (康布铁堡组上亚组第一岩性段) 阶段变为浅海环境, 以火山碎屑岩及陆源碎屑岩为主。此时发生了强烈的陆缘裂陷拉张作用, 紧接着产生了大量海底中心式火山喷发, 使得次级沉积盆地形成了火山

浊积岩相。火山喷发导致生物大量死亡, 同时在火山中心上方造成了局部的高地形(火山隆起), 形成小的碳酸盐地台和台地浅滩。下渗的海水渗透了尚未固结的火山岩, 从中萃取部分 Pb, Zn, Ag 等成矿物质后继续沿断裂下渗, 在深部加热, 进一步萃取火山岩的矿质并使火山岩广泛蚀变。富含 Pb, Zn, Ag 等矿质的热卤水沿补给通道上升到海底再度与富生物遗体的海水相混, 还原海水中的 SO_4^{2-} 获取充足的 S^{2-} , 浊积岩形成的同时, 沉积形成了本区的富矿石: 块状、斑杂状铅锌矿。之后脉动式上升的热水溶液沿碎屑沉积物和先期沉淀的矿质中的间隙充填, 在沉积洼地中心形成单层厚大矿体, 在洼地斜坡形成薄层矿。成矿后盆地变浅, 呈浅海- 台地相, 在矿

层上出现多层、厚层大理岩,后期进一步的构造变动及区域变质作用、岩浆活动,使矿床遭受变质、变形改造,使矿体与地层一并倒转,形成了目前的以凝灰质、泥砂质、碳酸盐质沉积层为容矿岩石的、以火山喷气-沉积为最主要成矿作用的海底火山喷流-沉积变质改造型铅锌矿床,其成矿模式如图 3。

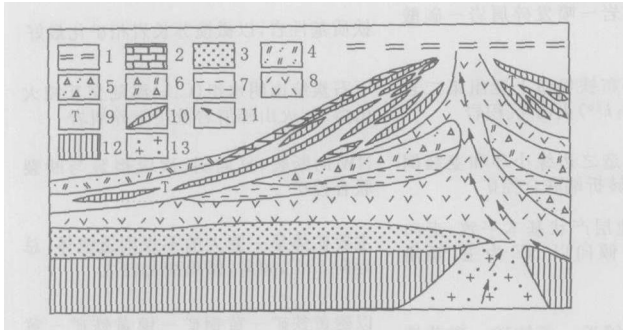


图 3 可可塔勒铅锌矿床成矿模式图(据文献 3 修编)
Fig.3 The metallogenic model of Keketale lead-zinc deposit

- 1. 海平面 2. 大理岩与含钙质砂岩互层 3. 砂岩 4. 凝灰岩
- 5. 角砾凝灰岩 6. 集块角砾凝灰岩 7. 黑云母石英片岩 8. 流纹质熔岩 9. 含矿层 10. 矿体 11. 熔岩流线 12. 古老岩石基底 13. 岩浆房(热源及熔浆源)

3.3 喀拉通克铜镍矿

本区的成岩成矿起源于上地幔的亚碱性拉斑玄武熔浆,原始熔浆上侵到富水洋壳附近碰上了晚古生代后期的板块俯冲,通过重熔形成了新的熔融洋壳。熔融洋壳进入岩浆房后,曾经历了完善的深部熔离作用,因此时本区地壳活动已趋于相对稳定,岩浆房中的分异得以充分进行,形成了中上部基性程度偏低的贫矿熔浆、中部的含矿熔浆、下部的基性程度较高的富矿熔浆及底部的特富矿浆。而后在新一轮的地壳运动驱动下,上部基性程度较低而富挥发分的贫矿熔浆首先上侵,形成了区内的 Y_4 , Y_5 , Y_7 Y_9 , Y_{11} 及辉绿岩等岩体;之后是中部含矿熔浆上侵并在岩浆房中进行分异,形成 Y_2 , Y_3 , Y_6 等含矿岩体;再后是富矿熔浆向上侵,并进行就地分异,形成了 Y_1 岩体及其中的就地熔离型矿体;最后是岩浆房深部的矿浆沿 Y_1 岩体上侵通道侵入于 Y_1 岩体中,形成了 Y_1 岩体中的深部矿浆贯入式特富矿体。整个成岩成矿贯穿了本区区域地壳运动的一个完整的动→定→动的转换过程,形成了垂直分异良好的近乎全岩矿化的 Y_1 岩体及其中的岩浆熔离型铜镍硫化物矿床,其成矿模式如图 4。

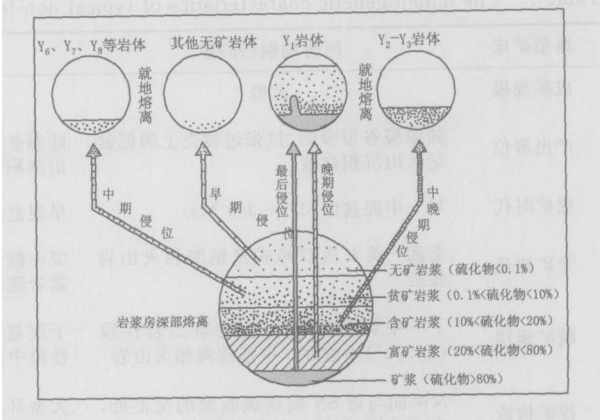


图 4 喀拉通克铜镍硫化物矿床成矿模式图
Fig. 4 The metallogenic model of Kalatunk copper-nickel sulfide deposit

4 结束语

本区主要的铜、镍、铅锌等有色金属矿床均形成于海西期,产于西伯利亚与哈萨克斯坦 准噶尔这两大板块之接合部位的陆缘裂谷带附近,块状硫化物矿床是其最基本的成矿形式,额尔齐斯深大断裂两侧是最有利的矿化富集空间。成矿物质来源都涉及到前泥盆系的古老岩石基底或更深的上地幔原始熔浆。其成矿模式有两种基本类型,一是发生在早-中泥盆世的海底火山喷流-沉积成矿作用模式,阿舍勒、可可塔勒均属此类型;二是发生在海西中晚期的与上地幔拉斑玄武熔浆有关的熔融洋壳岩浆熔离分异成矿作用模式,喀拉通克即属此类。

致谢:成文过程中曾引用了 新疆准噶尔北缘重点成矿区带地物化综合找矿及靶位优选(1993~ 1996) 项目的部分研究资料,特向有关人员深表敬谢!

参考文献:

[1] 陈哲夫,成守德,梁云海,等.新疆开合构造与成矿[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997. 219-224.

[2] 王剑彬,秦克章,吴志亮,等.阿尔泰山南缘火山喷流沉积型铅锌矿床[M].北京:地质出版社,1998. 61-93.

[3] 胡剑辉,孙星红.可可塔勒铅锌矿床地球化学异常模式研究[J].矿产与地质,1994,8(5): 355-362.

[4] 赵昌龙.喀拉通克一号铜镍硫化物矿床研究[J].新疆地质,1991,9(3): 195-211.

PRELIMINARY STUDY ON METALLOGENIC MODELS OF TYPICAL COPPER, NICKEL AND LEAD-ZINC DEPOSITS IN SOUTHERN MARGIN OF ALTAY MOUNTAINS

LIU Wu-hui¹, LIAO Qi-lin²

(1. Institute of geology, CSU, Changsha 410083, China; 2. Jiangsu academy of geological survey, Nanjing 210018, China)

Abstract: Ashele copper-(zinc) deposit, Keketale lead-zinc deposit and Kalatunk copper-nickel deposit are all large-superlarge ore deposits occurring in the south margin of Altay mountains. Comparison of the typical metallogenic characteristics of the deposits indicates that the copper, nickel, lead and zinc nonferrous metal deposits are formed in Hercynian Epoch near the continental margin rift zone at the amalgamation belt between Siberia plate and Kazakhstan-Zhungar plate and massive sulfide is the common feature and the flanks of Eerqisi deep fault are the mineralization-concentrated space. Ore-forming materials are involved with pre-Devonian basement and deeper proto melting magma from the upper mantle. Sea floor Sedex and partial melting differentiation of the upper mantle-derived melted tholeiitic ocean crust are the two main ore-forming models.

Key Words: metallogenic model; Ashele copper-(zinc) deposit; Keketale lead-zinc deposit; Kalatunk copper-nickel deposit; southern margin of Altay mountains; Xinjiang

欢迎订阅 2007 年《黄金》杂志

《黄金》杂志于 1980 年创刊,是由中华人民共和国新闻出版总署批准,中国黄金集团公司主管,长春黄金研究院主办的黄金行业唯一的综合性科技刊物。主要报道黄金及其相关行业在经济管理、黄金市场、(黄金及贵金属)工业应用、黄金地质、采矿工程、机电与自动控制、选矿与冶炼、分析与环保等方面的科研成果和综合评述,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,同时还开辟了首饰之苑、企业之窗、信息纵横、专利技术、读编往来等栏目。

《黄金》杂志为全国中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、美国《化学文摘》(CA)检索文献源、《中国学术期刊综合评价数据库》统计刊源,并被《中国期刊网》、《中国期刊全文数据库》、《中文科技期刊数据库》、《万方数据 数字化期刊群》和《中国核心期刊(遴选)数据库》全文收录,入编《中国学术期刊(光盘版)》。《黄金》杂志荣获冶金工业系统优秀期刊奖和吉林省优秀期刊奖。

《黄金》杂志是黄金行业权威性科技期刊,内容翔实,信息量大,实用性强,覆盖面广,现已遍布黄金、冶金、地质矿产、有色金属、环境保护、化工、机械、核工业、金融及金银珠宝首饰等行业。

《黄金》广告合理的价格定位,全方位的优质服务,为客户提供了理想的宣传平台。通过《黄金》广告宣传,有助于树立企业形象,创出企业名牌,提高企业知名度,促进产品销售,增加企业效益。

《黄金》杂志为月刊,国际标准刊号 ISSN 1001-1277,国内统一刊号 CN 22-1110/TF,国际刊名代码 CODEN HANGFV,彩色封面,国际开本(297mm×210mm),64 页,国内外公开发行。国内邮发代号 12-47,全国各地邮局均可订阅;国外发行代号 M3331,由中国国际图书贸易总公司承办。国内每期定价 10.00 元,全年定价 120.00 元。订阅者请到当地邮局(所)订阅,也可直接通过《黄金》杂志社发行部订阅。

地址:吉林省长春市南湖大路 6760 号《黄金》杂志社发行部 邮编:130012

网址: <http://www.ccgri.com/gold> 电子信箱: journal@ccgri.com

电话: (0431) 5529838-8002 5514586-3066 传真: (0431) 5521861 联系人: 李跃辉