

江西银山外围地层中金的 地球化学降低场及其成矿意义*

华仁民 陈克荣 赵连泽

(南京大学地球科学系)

提 要:通过对江西银山矿区外围 225 km² 范围内213个双桥山群地层样品的金含量分析,获得了明显的围绕矿区展布的金地球化学降低场及其含量梯度变化,从而证实双桥山群为银山矿床的金矿化提供了成矿物质。作者根据这一降低场的性质,对银山的蚀变矿化特征、NE向断裂构造的控矿作用以及找矿方向等进行了讨论。

主题词: 双桥山群 金含量 地球化学降低场 江西银山

江西德兴银山矿床是一个铅锌铜硫金银等多种矿产储量都达到大型或超大型规模的多金属矿床,开采历史久远、工作程度较高;由于它既有重要的经济意义、又有独特的地质科学研究价值,因此,引起国内地质界的广泛兴趣。笔者等从80年代初期起曾对银山的火山岩及矿床作过一些研究^[1~4],近年来又对银山矿床伴生金的成矿特征做了一些工作,并在银山矿区周围地层中发现了明显的金地球化学负异常,可以证明地层对金的矿化起着重要的作用。

1 银山矿床及外围地层概述

银山矿床位于江南地背斜的东北部,赣东北深大断裂的北西侧。本地区自雪峰运动后长期隆起,因此出露地层以中元古界双桥山群浅变质岩系为主。至燕山早期,以断裂为主的构造-岩浆活动形成了一些上叠式的断陷盆地,其中发育了一套陆相火山岩和火山碎屑岩,如侏罗系的鹅湖岭组等;银山矿区即位于东(华)-德(兴)火山盆地的东北边缘(图1)。目前普遍认为,银山的成矿作用是由侏罗纪火山-次火山活动引起的,故以火山-次火山热液矿床或火山-斑岩矿床等称之。许多研究者认为银山与铜厂等斑岩铜矿属于同一成矿体系。

对于银山矿床的成矿物质来源问题,前人专题研究较少。一般认为,由于矿床明显受火山-次火山活动控制,而铜硫金、铅锌银等矿带的分布也受3号英安斑岩等岩体控制,所以成矿物质主要来自岩浆活动。

银山矿床的一个重要特征就是多种有用元素的高度富集。银山矿早期以采银为主,50年

* 国家自然科学基金资助项目

华仁民,男,1946年生,副教授,1967年毕业于南京大学地质系,1981年和1988年分别获硕士和博士学位。邮政编码:210008

1992-1-18收稿,1992-6-18修改回

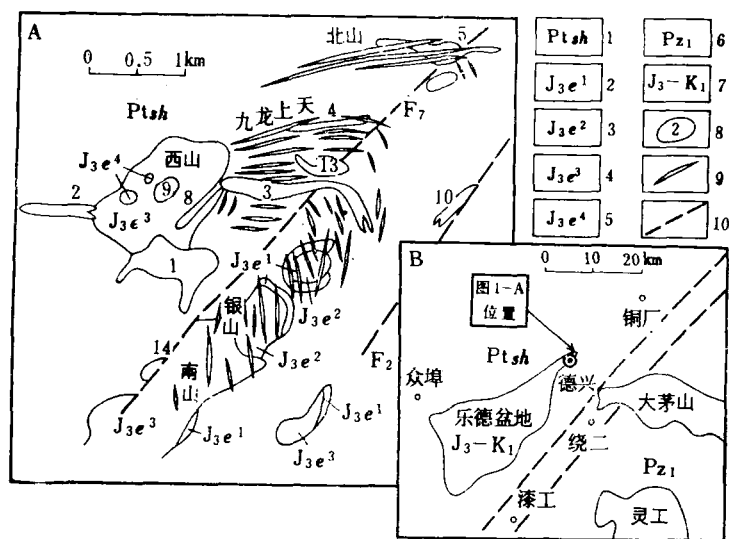


图 1 德兴银山矿区 (A) 及区域地质 (B) 示意图

(图 A 据江西有色一队三分队资料简化)

1—双桥山群; 2—千枚质砾岩; 3—角闪流纹岩; 4—英安质火山岩; 5—安山玢岩; 6—下古生界; 7—陆相火山沉积; 8—次火山岩体及编号; 9—矿脉; 10—主要断裂构造

Fig. 1. Geological sketch map of the Yinshan ore district (A) and its neighboring areas (B).

1—Shuangqiaoshan Group; 2—Phyllitic conglomerate; 3—Hornblende rhyolite; 4—Dacitic volcanic rocks; 5—Andesite porphyrite; 6—Lower Paleozoic; 7—Continental volcanic sediments; 8—Subvolcanic body and its serial number; 9—Ore vein; 10—Major fault.

代建成铅锌矿, 70~80 年代勘探铜硫矿体, 80 年代后期又发现了相当可观的伴生和共生金矿, 主要和铜硫矿体相伴产出, 在九区和西山构成铜硫金矿带。据江西有色地勘局估计, 银山矿床的银铅锌铜硫金 6 种矿产的潜在价值接近 200 亿元^①, 而所有这些资源都集中在一个相当狭小的空间范围内。这就提出了一个问题: 如此大量的成矿物质从何处来? 是否都来自火山活动? 因此, 80 年代以来, 随着层控矿床和矿源层研究的兴起, 不少研究者提出了双桥山群地层提供部分成矿物质来源的可能性。

综合区域调查报告等资料^②, 德兴地区双桥山群地层属中元古界浅变质的富含火山物质的类复理石建造。由于该群地层的时代较老、厚度较大、岩性较单一 (主要为千枚岩), 缺乏标准层和标准化石, 加之经历了变质和后期的构造变动, 因此详细的地层划分对比难度较大, 迄今尚无较令人满意的方案。目前大多将双桥山群划分为上、下两个亚群, 亚群内又可划分出若干个岩组及岩性段。银山矿区外围的地层属双桥山群下亚群。

许多前人资料认为: 含火山物质较多的双桥山群下亚群地层中含有较丰富的铜铅锌金银等成矿元素, 而且德兴铜厂、银山、金山等大型矿床又都赋存于下亚群中, 因此地层可能提供部分成矿物质, 有些研究者则以矿源层或含矿建造等称之。这一认识较之成矿物质仅仅来自火山岩浆而言显然是巨大的进步, 但目前还多停留在推测阶段, 真正进行这方面具体研究的还很少, 其中, 季克俭等曾在德兴铜矿田范围内通过对地层中铜含量变化的分析, 确定矿

① 王成发, 1989, 在第 4 届全国矿床会议上的报告

② 江西省地矿局, 1985, 德兴幅 1:5 万地质图说明书

体外围存在着铜的正晕场、降低场和正常场，从而证实地层提供了成矿物质^[6]。

本文为了查明双桥山群下亚群地层对银山矿床中金的矿化所起的作用，采取直接采样分析银山矿床外围地层中金含量变化的方法，也取得了较理想的效果。

2 银山外围地层中金的降低场的确定

2.1 区域地层中金的背景值

任何元素的地球化学异常都是相对于其正常含量或背景值而言的，因此，要确定银山外围地层中金异常的存在，首先要确定该区域一定范围内地层中金的背景值。

前人资料中关于德兴及邻近地区双桥山群地层中金含量的数据已经不少，由于不同的研究者对不同位置、数量的样品用不同的方法进行分析，因此得出的金含量（平均值）也相差较大。大多数资料表明双桥山群的金含量较高，平均值可达 39×10^{-9} ，甚至 69.6×10^{-9} ^{①②③}，这也是把双桥山群地层作为金的矿源层的主要依据；但少数资料也显示出双桥山群中金的含量并不高^④。对这些数据的代表性尚无法在此评价，不过，由于分析方法和技术方面的原因，早期的某些金分析数据偏高的现象是可能存在的。近年来，地质学界普遍对过去关于矿源层及其中成矿元素含量的一些流行观念进行了反思，逐渐认识到成矿元素高含量并不是矿源层的关键所在^[7]；而对于某些地层中成矿元素（尤其是贵金属元素）的含量，也由于样品更具代表性以及测试技术、精度的提高而重新厘定。国内外大量新资料表明，某些原来一直认为含金很高、可以作为矿源层的老地层实际上含金并不高。

鉴于上述认识，结合我们在德兴银山外围采样分析的结果（见下文），我们把工作区范围内双桥山群（不代表整个双桥山群）地层中金含量的背景值定为 3.5×10^{-9} ，也就是与目前使用较多的金的克拉克值基本一致。

2.2 工作方法及结果

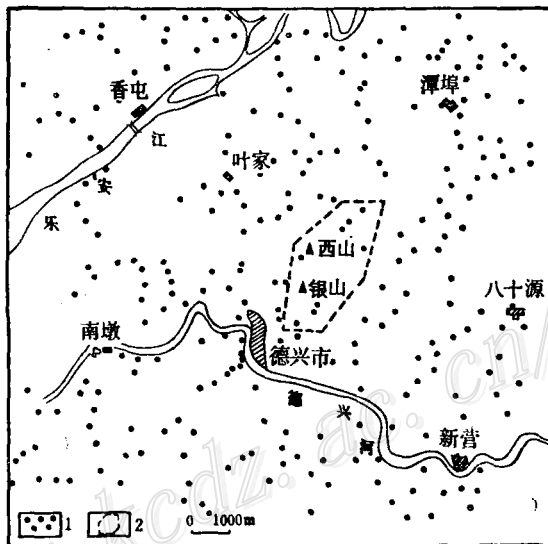


图 2 工作区范围及样品分布简图

1—采样点位置；2—银山矿区大致范围

Fig. 2. Limits of the working area and distribution of samples.

1—Location of sampling point; 2—Rough limits of the Yinshan ore district.

- ① 张华等，1986，华东有色矿产地质，第1期
- ② 郑秀中等，1988，华东有色矿产地质，第1期
- ③ 李圣玉，1989，华东有色矿产地质，第2期
- ④ 周平，1986，江西地质科技，第2期

工作区是以银山矿为中心的正方形区域,面积约 225 km²,该区除银山矿区本身及西南一隅出露中生代火山岩外,其余广大地区均出露双桥山群地层。在该区内共采集 279 块地表露头样,采样点在区内分布较均匀(图 2)。此外,还采集了一些钻孔岩芯样品作为必要的补充。经过检查筛选,本文仅利用较新鲜的双桥山群地表露头样品共 213 个作为研究对象,对它们进行了金的含量测定。测试工作委托江苏有色 814 队化验室用化学光谱法完成,部分样品由南京大学地球科学系中心实验室用原子吸收光谱复测。

由于样品数量较多,分析结果不在本文列出。简单的统计表明,213 个样品中金含量小于 1×10^{-9} 的有 56 个,占样品总数的 26.3%; $1 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}$ 的有 58 个,占 27.2%; $2 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-9}$ 的 62 个,占 29.1%; 金含量大于 3×10^{-9} 的有 37 个,占 17.4%,其中大于 10×10^{-9} 的仅 5 个样品,主要分布在离银山较远的地段,如工作区东南角的新营、洪家坪、八十源,以及香屯以北等处。当然,在银山矿区内部的地表及钻孔中,有一些金含量相当高的样品;但它们大多受了矿化的影响,所以不在本文讨论之列。

将上述 213 个样品的金含量逐一标在采样位置图上,然后按照 1×10^{-9} 、 2×10^{-9} 、 3×10^{-9} 为界线在图上画出金含量等值线图,这样就把工作区内双桥山群的样品分隔成金含量不同的若干个区带,如图 3 所示。

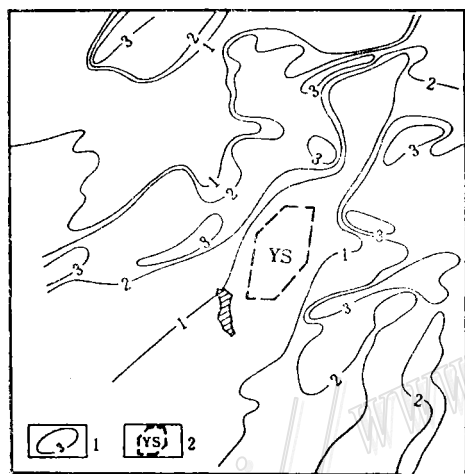


图 3 银山外围双桥山群千枚岩中金含量分布等值线图

1—金含量等值线 (10^{-9}); 2—银山矿区范围
Fig. 3. Isogram of gold concentration in phyllite of Shuangqiaoshan Group around the Yinshan ore district.

1—Isoline of gold concentration ($\times 10^{-9}$);
2—Limits of the Yinshan ore district.

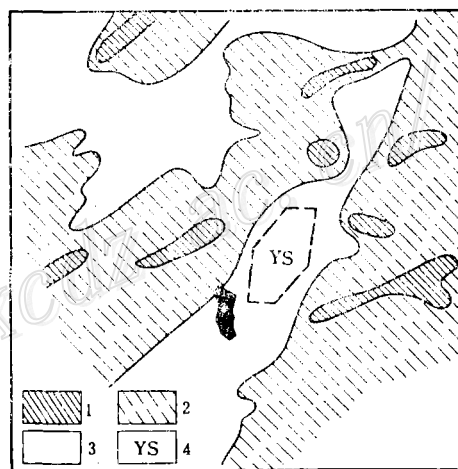


图 4 银山矿区外围金的地球化学场分布图

1—正常场; 2—弱降低场; 3—强降低场; 4—银山矿区
Fig. 4. Distribution of gold geochemical zones around the Yinshan ore district.

1—Normal zone; 2—Weakly depleted zone;
3—Strongly depleted zone; 4—Yinshan ore district.

从图 3 可以清楚地看出,工作区中部有一条明显的呈 NE 走向的金含量低值带 ($Au < 1 \times 10^{-9}$),它包括了银山矿区本身(图 3 中 YS),并呈 NE-SW 方向延伸。从该带向东南和

北西两侧方向,地层中的金含量从 $<1 \times 10^{-9}$,经过狭窄的 $1 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}$ 含量带,过渡到 $2 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-9}$ 的含量带;而 $>3 \times 10^{-9}$ 的样品则在后者内呈孤立的小块分布。

如果我们进一步把金含量大于 3×10^{-9} 的范围作为金的地球化学正常场,把金含量小于 3×10^{-9} 而大于 1×10^{-9} 的范围称为弱降低场,把金含量小于 1×10^{-9} 的范围称为强降低场,那么从简化后的金含量分布图(图4)中更清楚地看出:在银山外围存在着范围相当大的金的地球化学降低场,而金的正常场仅呈孤岛状分布在弱降低场内。

前面提到以 3.5×10^{-9} 作为本区双桥山群千枚岩的金含量背景值,这一选择尽管有较大的主观因素,但是从上述样品的金含量特征来看还是比较恰当的,对于分析本区地层中金含量的变化更是有利的。这是因为,如果确定以 $3 \times 10^{-9} \sim 4 \times 10^{-9}$ 作为该地区双桥山群中金含量的背景值,那么很显然,从背景值区到银山矿区,存在着金含量的逐步降低。如果我们确认这样一个前提,即同一地层层位的同类岩石具有相对稳定而均匀的地球化学特征,其微量元素(包括金)的含量基本上是均匀分布的;那么,当出现金含量朝某一方向逐渐减少的现象时,可以认为是由于一部分金发生了迁移,其迁移方向即是逐渐减少的方向。银山矿区两侧地层中相对正常的金含量朝着矿区方向逐渐减少这一现象,可以作为双桥山群地层中的金向银山迁移、从而为银山矿床提供金矿化物质来源的一个重要证据。

图4显示的地层中金的强降低场范围与银山矿区在空间上的重叠并不是偶然的巧合;换言之,地层中出现金含量低值带的原因并非由于该带的金含量原来就低。笔者及前人的工作成果都表明,双桥山群下亚群中金含量大致与其中所含的火山物质数量呈正相关,而银山矿区及外围的双桥山群层位中火山物质含量是比较高的;因此,银山矿区附近并非位于金初始含量较低的层位。此外,德兴附近双桥山群地层总的展布方向为NEE向,而金的低值带呈NE方向,与地层走向斜交,因此也不代表地层中某一特定的金含量较低的层位。值得注意的是,银山外围地层中残留的金正常场大多呈NEE方向展布(见图4),显示出与地层展布方向之间的某种一致性,这或许也能作为地层中金大规模迁移后部分残余的一个证据吧。

除了金含量之外,笔者还对地层中其他成矿元素和若干微量元素的含量变化进行了初步探索。表1列出选自不同金含量场的6个代表性样品的某些元素测定结果,大体上显示出地

表1 若干样品的金及其他元素含量

Table 1. Contents of gold and other elements in some selected samples

金的地球化学场	样号	Au	Cu	Co	Ni	Cr	V	Ti	Mn	Zn	Pb
正常场	79	4.5	95	31	82	111	152	5034	702	95	39
	66	3.0	109	28	99	156	146	4898	1088	137	40
弱降低场	81	2.2	37	20	85	208	152	5780	857	86	30
	351	2.2	28	20	38	103	127	5023	530	126	82
强降低场	22	0.7	26	5	19	71	69	2940	216	83	21
	404	0.6	23	17	22	58	106	4300	495	164	50

除Au含量单位为 10^{-9} 外,其他元素均为 10^{-6}

层中铜、钴、镍与金的变化最为同步,铬、钒、钛、锰等铁族元素也基本上具有类似的变化特征;但另外两个主要成矿元素铅和锌的变化规律则不明显。据此可初步推测双桥山群地层

为银山矿床提供了部分铜的来源,这与季克俭等的研究结果是一致的^[6]。当然,由于本文主要研究金的含量变化,所以关于其他成矿元素的详细情况还有待于进一步工作。

3 关于成矿意义的若干讨论

银山外围地层中金的地球化学降低场的确定,对于正确认识银山矿床的成矿物质来源、成因特征及控矿因素等问题具有重要的意义,这里仅作一些简单的讨论。

3.1 双桥山群地层是金的矿源层

在金含量背景值并不太高($3 \times 10^{-9} \sim 4 \times 10^{-9}$)的地层中,通过一部分金的活化转移而富集成矿的可能性是存在的。粗略估算一下就可得知:每立方米岩石中金含量每减少 1×10^{-9} 就可能转移出2.7 t金。按此,仅仅银山矿区附近长5 km、宽2.5 km、深1 km范围内的金含量强降低场(平均含金量减少 3×10^{-9})就可以转移出约100 t金!

前人早已把双桥山群称为矿源层或含矿建造了,但大多是依据其中成矿元素的高含量。涂光炽最近在谈到关于矿源层问题时指出,地层或岩石中成矿元素含量高低不是确定矿源层的主要条件,而“元素的赋存状态却是更重要的因素。如果一个地层中成矿元素含量很高,但元素的赋存形式不利于活化转移时,那么该地层就不能成为一个很好的矿源层”^[7]。银山矿区外围金的地球化学降低场的发现,证实了地层中的金元素曾发生活化转移、参与成矿作用,因此可以确定双桥山群地层是金的矿源层。

至于金在双桥山群地层中的赋存状态及其迁移方式和富集机制,尚待进一步的详细研究来确定。

3.2 银山北东向主干断裂的控矿意义

银山矿区周围金的强降低场由银山向北东和南西两端延伸,呈北东走向展布,与银山矿区的主干断裂(相当于前人资料中 F_1)方向比较吻合(见图1)。关于银山地区的构造,目前认识尚未统一,但对于贯穿银山矿区的北东向主干断裂,基本上无异议。该断裂全长可达数10 km,在航卫片上有较清晰的线性影象特征,地球物理资料也表明它是正、负重力异常的分界线。笔者认为,这条断裂是银山地区最重要的构造单元,是火山岩浆活动的主要控制因素,也控制了矿化的强度。银山的火山活动(至少在早期)是以该断裂为主要通道的裂隙式喷发为主,逐渐转移到西山等火山口。与成矿作用密切有关的3、13、4、5号等英安斑岩、流纹英安斑岩岩体,也沿着该断裂分布,并且在断裂通过之处体积最大。实际上,整个银山矿区矿化的最佳部位都局限在该断裂两侧附近,而距离该断裂稍远的2号、10号等岩体尽管在岩性特征上与前述岩体相同,但都没有重要的矿化。矿区外围地层中金的强降低场的分布,也进一步揭示了该北东向断裂构造带的控矿及成矿意义,因此在今后的工作中应加强对该构造带的研究。

3.3 银山的蚀变矿化特征

成矿金属元素从地层中活化转移到某一有利部位富集成矿,除了在地层中形成该元素的有一定级序的降低场外,还常常在矿体周围形成该元素的升高场,从而提供了一个地球化学找矿标志。例如,季克俭等对德兴斑岩铜矿田外围地层中铜含量分布的研究表明,在铜矿体与降低场之间存在着一个升高场,铜矿体实际上就位于这个升高场之中^[6]。但是,本文对银

山外围金的地球化学异常研究却并未发现明显或完整的升高场存在。笔者认为这主要是由于银山的矿化特征本身所决定的。银山的矿化(尤其在浅部)是以裂隙充填式的大脉型矿化为主,矿体与围岩的界线比较截然,因此,成矿元素含量在矿脉内外的变化也多是截然的而不是过渡的。这也表明,在银山的脉状矿体形成过程中,充填是主要的,而交代作用相对来说是次要的。

银山的热液蚀变虽然较为发育,但实际上主要是发生在次火山岩体中的石英-绢云母-黄铁矿化、水云母-伊利石化、绿泥石化等,而在双桥山群的千枚岩中并没有强烈的热液蚀变显示。笔者之一曾经讨论过银山的蚀变分带问题,指出以3号英安斑岩为中心向南北两侧近乎对称的蚀变矿化分带模式并没有反映出银山矿成矿的本质^[3]。实际上,银山与矿化最密切相关的热液蚀变是线型而不是面型的。

而德兴斑岩铜矿的情况与银山有很大差异,它以范围广阔的面型热液蚀变为特征,矿化型式以细脉浸染为主,矿石与围岩的界线往往是渐变过渡的。因此,在德兴铜矿的矿化场之外能识别出一个铜的正晕场来。

3.4 关于找矿方向的启示

银山矿床外围地层中金的地球化学降低场的确定以及强降低场与矿床之间较好的吻合关系也为指导找矿提供了有益的启示,沿着NE-SW方向主干断裂带延伸的金含量强降低场是今后银山及外围进一步找矿的最有利地段。此外,在本文的工作区范围内,金含量小于 1×10^{-9} 的强降低场尚分布在乐安江沿岸及测区西北角一带。查明这些地带金含量低的原因,全面分析其地层、构造、火成活动等条件,或许可能在找矿前景方面获得新的进展。

参加本项研究工作的还有陆慧娟、毛念新、蒋道斌、孙亚芸等同志;野外工作过程中得到江西有色一队三分队和银山铅锌矿地测科有关同志的帮助;笔者在与季克俭同志的讨论中也曾得到有益的启发,在此向他们致以谢忱。

参 考 文 献

- 1 王德滋,陈克荣,杜杨松,曾家湖,秦志德.江西德兴银山火山机构特征及矿床成因研究.南京大学学报(自然科学版)地质学增刊,1984,(4):1~8
- 2 华仁民,董忠泉.德兴地区两个系列花岗岩类的特征对比及成因探讨.见:徐克勤、涂光炽主编.花岗岩地质与成矿关系.南京:江苏科学技术出版社,1984.226~240
- 3 华仁民.江西银山铅锌铜矿化机制的讨论.矿床地质,1987,6(2):90~96
- 4 陈克荣,杜杨松.论赣东北地区中生代火山岩的特征及其演化规律.南京大学学报(自然科学版),1987,23(1):54~63
- 5 江西省地质矿产局.江西省区域地质志.北京:地质出版社,1984.
- 6 季克俭,吴学汉,张国柄.热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律.北京:北京科学技术出版社,1989.
- 7 涂光炽.地球化学向何处去.南京大学学报(地球科学版),1991,3(3):203~209

GEOCHEMICAL GOLD DEPLETED ZONE AROUND THE YINSHAN ORE DISTRICT, JIANGXI PROVINCE, AND ITS METALLOGENIC SIGNIFICANCE

Hua Renmin, Chen Kerong and Zhao Lianze

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu Province)

Abstract

Based on gold analyses of 213 samples from the Shuangqiaoshan Group in an area of 225 km² centered on the Yinshan polymetallic district, Jiangxi Province, the present paper describes a distinct geochemical gold depleted zone that exists around the ore district, suggesting that the Shuangqiaoshan Group must have been an important gold source bed for the Yinshan ore deposit. In the light of characteristics of this gold-depleted zone and its gradient, a discussion is given concerning the alteration-mineralization features of the Yinshan deposit, the ore-controlling action of the NE-trending faulted zone and the possible target area for further ore prospecting.

书刊简介

《蔡家营铅-锌-银矿床》和《加拿大矿床 类型地质概要》简介

黄典豪等著《蔡家营铅-锌-银矿床》一书全面系统地论述了该矿床的地质特征和控矿因素,同时对其围岩热液蚀变、矿石物质成分、伴生有用元素金、银、镉、铟的赋存状态及微量元素地球化学、流体包裹体、同位素地球化学、成矿物理化学条件和成矿时代等进行了较深入的研究和详细阐述。在上述综合研究的基础上,从区域地球化学场和燕山期构造-岩浆活动与成矿关系的角度,探讨分析了蔡家营矿床的成矿机制并建立了其成矿模式。

本书内容丰富,资料翔实,立论有据,论述严明。对于从事矿产勘查的地质工作者、成矿理论研究者以及高等地质院校的师生均有参考价值。书价8.50元。

黄典豪、聂凤军译的《加拿大矿床类型地质概要》一书,简明地阐述了加拿大40个矿床类型的成矿地质特征,内容涉及矿种、矿床类型(或)亚类的名称、实例、经济意义、矿石储量及品位、地质背景、主岩岩性和蚀变作用、伴生岩石、矿体形态及分布、矿石矿物和脉石矿物、成矿时代、成矿模式、控矿因素和勘查标志。并附有典型矿石的结构构造照片。

本书适于地质院校师生、野外地质人员和科研人员参考。书价:0.95元。

需购以上两书者,请与北京百万庄地质科学院《矿床地质》编辑部联系,邮政编码:100037。