第24卷 第1期
2002年3月

化 工 矿 产 地 质
GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALS

Vol.24 No.1
Mar. 2002

内蒙古驼峰山含铜硫化物矿床地质特征及成因初探

张 泰* 刘运统

(华北有色地质勘查局综合普查大队)

提 要 内蒙古中部黄岗梁-甘珠尔庙成矿带已发现多处颇具规模的含铜硫化物矿床,驼峰山矿床位于其中。据现有矿区地质结合区域相关地质资料认为,矿区地层为下二叠统海相火山-沉积岩,是一套优地槽型的沉积建造。含铜硫化物矿体即赋存于火山穹隆附近下二叠统大石寨组中酸性火山岩中,矿体呈层状、似层状、透镜状,与围岩基本整合。矿石主要成分为硫、铜、铁,主要共生组合矿物为黄铜矿、黄铁矿等。总之矿床应属与海相火山作用有关的硫化物矿床。在本区域找矿工作中应重视物探异常提供的信息。

关键词 内蒙古 驼峰山 含铜硫化物矿床 海相火山作用

内蒙古中部黄岗梁-甘珠尔庙成矿带已发现多处颇具规模的含硫化物矿床。内蒙古驼峰山含铜硫化物矿床是华北有色地质勘查局综合普查大队20世纪80年代末在前人工作的基础上开展铜矿普查时发现的与海相火山作用有关的硫化物型矿床。研究该矿床的成矿规律及找矿标志,对指导该矿区及区域进一步找矿具有重要意义。

1 区域地质背景

内蒙古驼峰山地区位于苏尼特右旗晚华力西地槽褶皱带之哲斯-林西复向斜,它构成晚华力西地槽褶皱带的主体。为晚古生代强烈凹陷地段。石炭系为浅海相碳酸盐岩-火山岩建造。下二叠统为火山碎屑岩-类复理石建造,具岛弧沉积特征,拗陷中心在林东—大板—天山一带,发育细碧角斑岩建造。三叠纪该区处于隆起剥蚀状态。燕山旋回以来,受亚洲大陆边缘活化带控制,发生强烈的构造岩浆活化,在继承、利用和改造前中生代构造的基础上,形成北东方向的断隆带和断陷带,并形成丰富的多金属矿产。[1]

本区地层具双重结构,底部为轻变质的石炭—二叠系,上部被多期次火山活动形成的大面积陆相侏罗系火山岩覆盖。两个构造层之间为角度不整合接触。矿产与二叠系关系密切(图1)。

中石炭统本巴图组(C_2),在龙头山、九井子一带零星分布,略呈北东向排列,组成基底背斜的核部,主要岩性为碳酸盐夹钙质砂岩、粉砂岩、变安山岩、凝灰岩等。龙头山银-多金属矿点即存在该组地层中。[2]

下二叠统可分为大石寨组(P_1d)和黄岗梁组(P_1h),为一套海相火山-沉积岩,其岩性多为安山岩、砂板岩、灰岩和大理岩等,含较高的成矿元素,见表1,其浓集系数均高于1。是本区金属矿床的重要矿源层。特别是大石寨组中的海相火山岩,有59%为安山岩类,Co、Cr、丰度较高,表明该期海底活动中有大量幔源的碱金属物质加入,有形成海底火山喷气喷流块状硫化物矿床的条件。

* 作者简介:张泰,男,1964年生,地质专业,工程师。河北省三河市,邮码065201
收稿日期:2001-04-06;改回日期:2001-08-13

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

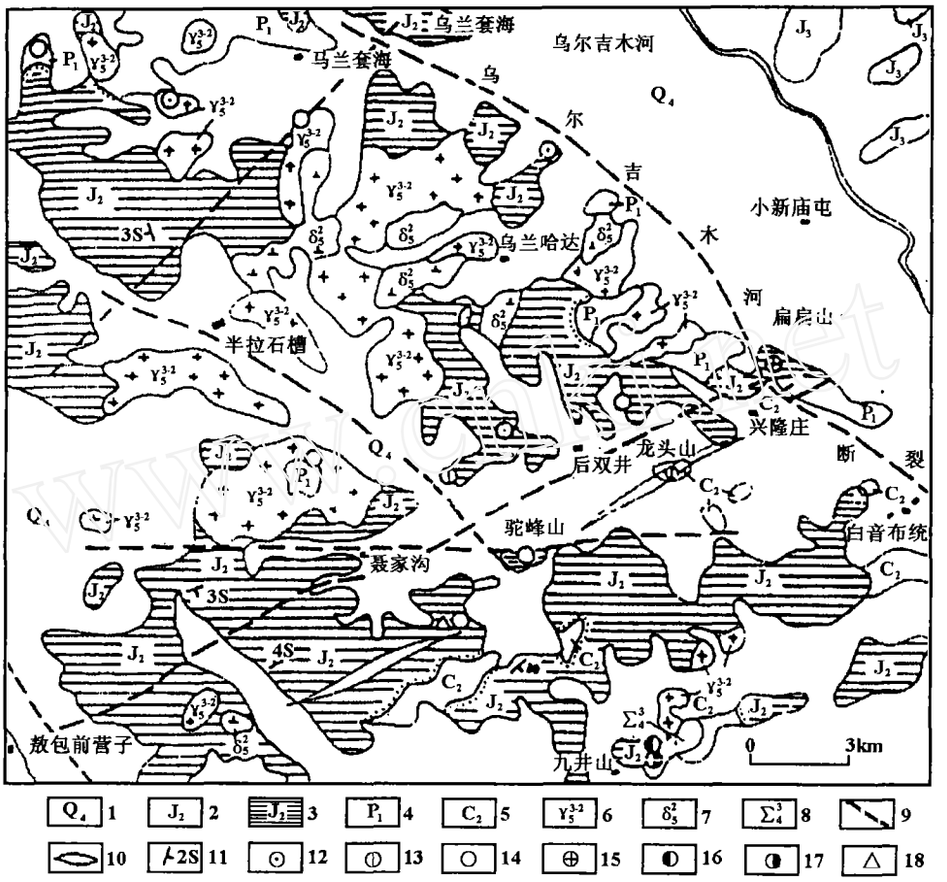


图 1 驼峰山地区地质矿产图

Fig 1 A map showing the geology and mineral resources in the Tuo Feng shan area

1.第四系砂砾岩;2.流纹岩酸性熔岩;3.英安岩安山质碎屑岩;4.凝灰砂砾岩;
5.灰岩;6.花岗岩;7.闪长岩;8.辉长岩;9.推测断层;10.短轴背斜;
11.岩层产状;12.铁矿点;13.金银矿点;14.铜矿点;15.金矿点;16.铬镍矿点;
17.铁锰矿点;18.萤石矿点

表 1 区域二叠系微量元素丰度($\times 10^{-6}$)

Table 1 Abundance of microelements (x10−6) in Permian strata in Tuofengshan district

地层层位	Cu	Pb	Zn	Sn	Cr	Co	Be
陶海营子组 P_2t	78.52	38.84	69.62	2.83	48.67	4.39	1.25
林西组 P_2l	127.48	41.55	98.67	2.51	79.98	9.28	3.58
黄岗梁组 P_1h	120.98	45.33	94.36	2.65	92.59	8.18	2.30
大石寨组 P_1d	81.52	78.23	319.35	2.55	148.87	13.38	1.44

资料来源:参考文献[3]

中侏罗统(J_2),在该区岩性可分为上下两段。上段是中酸性、酸性火山碎屑岩和熔岩;下段是砂岩、粉砂岩、页岩、硅质灰岩、凝灰质砂岩夹煤层。该统岩石组合表明,中侏罗统时期这个地区既有地壳相对稳定的细碎岩和煤层沉积,更有地壳相对活动甚至激烈活动的熔岩喷溢和喷发。

本区地处黄岗梁-甘珠尔庙复背斜的南东翼,褶皱和断裂构造非常发育。构造线总体呈北东向。在海西期以北东向褶皱构造为主,在背斜轴部及两翼伴有相应的断裂;而在燕山期则以断裂构造为主,其方向有一定的继承性。除北东向断裂以外,还发育有东西向断裂、北西向断裂,共同构成了菱形网格状的构造格架。

本区海西期背斜呈北东向延伸,核部为中石炭统,两翼由二叠系组成,该背斜属宽缓型,说明地槽回返时活动并不十分强烈。燕山期断裂构造

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

发育,主要有北东向的敖包前营子-扁扁山断裂,北西向乌尔吉木河断裂、半拉石槽-驼峰山断裂,近东西向断裂等。其中以北东向断裂最为发育,规模最大,它不仅控制早二叠世沉积相的展布,还控制着多金属矿带的展布方向,如驼峰山、龙头山、扁扁山等多金属矿床(点)均沿此组断裂分布。

本区燕山期出露的侵入岩以花岗岩为主,其次为闪长岩,主要分布在聂家沟和半拉石槽一带。闪长岩呈东西向展布,侵入于 J_3^1 地层,部分侵入于 P_1^2 地层,使围岩绿帘石化、绿泥石化;花岗岩为肉红色中粗粒钾长花岗岩,侵入 J_3^1 地层,同位素年龄为82.2Ma(据内蒙古113地质队),岩体与下二叠统接触处有硅化、角岩化。[4]

2　矿区地质特征

矿床位于老房身-驼峰山-龙头山背斜轴部附近,北东向聂家沟-扁扁山断裂。北西向半石拉槽-驼峰山断裂、东西向聂家沟-白音布统断裂三组断裂交汇处。

2.1　地层

区内第四系风成砂大面积覆盖,零星出露流纹质凝灰熔岩,流纹质角砾凝灰熔岩等一套岩石,前人将其划归为侏罗系中统。

根据较系统的钻探工程所获取的成果资料,与区域地层对比,认为本区地层自下而上可分为二套:

石炭系中统本巴图组(C_2b):青灰色厚层状结晶灰岩,分布于矿区南西部。

下二叠统大石寨组(P_1d):为本区主要地层,相当于区测资料中的中、上部岩性段。中部岩性段(P_1d^2)为紫红色-青灰色安山岩与英安岩互层,夹薄层中粒砂岩;上部岩性段(P_1d^3)为流纹质角砾凝灰熔岩,夹薄层灰岩,沉凝灰岩。

2.2　构造

矿区构造与区域北东向构造线相一致,地处黄岗梁-甘珠尔庙复背斜南翼之次级老房身-驼峰山-龙头山小背斜轴部。其轴部为中石炭统本巴图组,两翼则由下二叠统大石寨组组成。

区内断裂构造发育,主要有北东向和北北西向两组。北东向断裂规模较大,总体走向60°,倾向南东,倾角45°～85°,常被中酸性岩脉所充填;北北西向一组断裂走向350°,北东倾,倾角80°。上述两组断裂将地层分割为数个格子状断块。各断块自西向东逐步抬升。

从几年来获取的地质物化探资料及综合研究成果认为,本区存在一线状火山穹隆构造:石英斑岩体侵位于穹隆底部,穹隆中心位于0～12号勘探线附近,由中心向东西和南北两侧,火山岩中角砾含量逐渐减少,粒度变小,逐步渐变为流纹质含角砾凝灰熔岩或流纹质凝灰岩,穹隆顶部(近地表)次生石英岩化十分强烈,并伴有重晶石化、萤石化、碳酸盐化及褐铁矿化。

2.3　岩浆岩

区内见有二叠系潜火山岩-石英斑岩体,呈长条状侵位于北东向火山穹隆构造带内,由北东向南西侧伏,与矿化关系密切。

区内脉岩不发育,仅见零星闪长玢岩脉充填于北东向展布的缓倾斜断裂带中。

2.4　岩石化学特征

从表2及硅-碱图解(图2),可以看出,该区火山岩有如下特征:

(1)为钙碱性拉斑玄武岩系列,构造环境应属板块俯冲带附近岛弧靠近海沟一侧。

(2)随深度增加,SiO_2 含量趋于降低,说明上部岩石偏酸性,往下酸性程度降低。

(3)贫铝、富铁、富钾,K_2O/Na_2O 比值高于黎彤值20～30倍。

(4)次火山岩中,Fe_2O_3/FeO 值小于1,流纹岩及英安岩类 Fe_2O_3/FeO 值大于1,说明前者形成于较还原环境,后者形成于氧化环境。

3　矿床地质特征

3.1　矿体形态、产状及规模

矿区目前控制的矿化范围长大于1.0km,宽大于0.6km,面积约0.6km²。属含铜硫化物矿床。矿体产于石英斑岩体顶部及其上部的大石寨组地层。矿体的直接围岩为流纹质角砾凝灰熔岩和

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 驼峰山矿床火山岩岩石化学成分对比表

Table 2 Comparison of chemical compositions between different volcanic rocks in Tuofengshan deposit

岩石名称	编号	取样位置(孔深)	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O^+	烧失量	总和
硅化硫纹质凝灰熔岩	1	ZK7－1 (51m)	73.17	0.34	6.33	9.93	0.20	0.04	0.65	0.81	0.034	1.61	0.042	1.87	7.01	99.04
蚀变硫纹质凝灰熔岩	2	ZK0－3 (130m)	72.88	0.28	8.87	8.26	0.20	0.035	0.92	0.69	0.088	2.33	0.025	1.82	5.68	100.02
流纹岩	黎彤等 1962 年		72.06	0.29	13.40	1.81	2.11	0.08	0.28	0.75	3.74	4.55	0.10	0.63		
蚀变英安质凝灰岩	3	ZK6－1 (179m)	69.88	0.19	9.24	9.37	0.30	0.04	0.74	0.20	0.08	2.45	0.031	1.72	6.52	100.26
蚀变英安质凝灰熔岩	4	ZK0－3 (228m)	66.84	0.3	13.23	5.15	0.45	0.04	4.88	0.81	0.07	2.05	0.038	3.88	5.76	99.70
英安岩	黎彤等 1962 年		65.70	0.65	15.24	2.88	1.56	0.10	1.57	4.00	3.13	2.83	0.16	2.18		
石英斑岩	5	ZK7－1 (82.5m)	55.72	0.97	17.03	0.46	3.87	0.06	2.98	0.24	0.13	2.29	0.35	4.78	6.49	100.35
石英斑岩	6	ZK19－1 (110m)	63.25	0.90	15.61	1.56	3.99	0.10	4.05	1.55	0.11	2.12	0.42	4.49	2.79	100.15

分析单位:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院(1990 年)

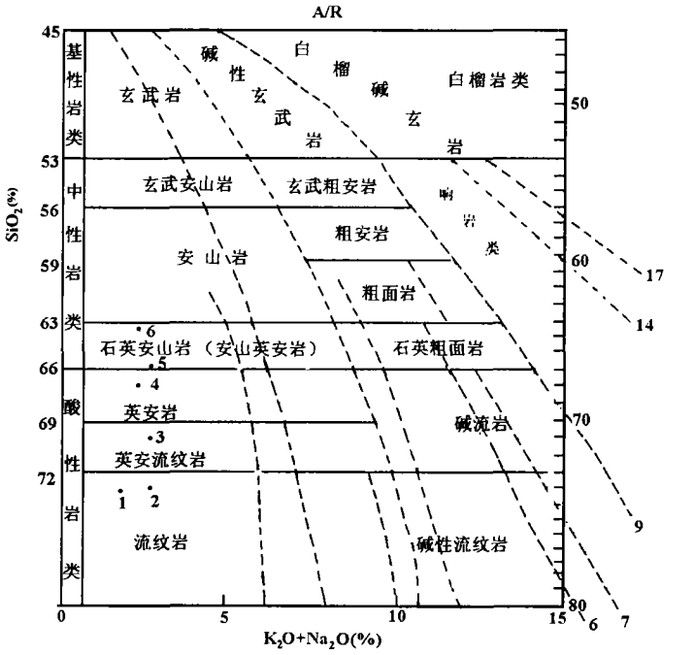


图 2 硅—碱图解 (邱家骧,1982)

Fig 2 Si vs. alkali diagram (afetr Qiu Jiaxiang)

安山岩、英安岩。单矿体呈层状、似层状、透镜状、脉状。产于大石寨组地层中的矿体多呈层状、似层状产出,矿体与围岩基本整合,产于石英斑岩中的矿体多呈透镜状、脉状,矿体垂直层面产出和平行层面产出的均有。

区内矿体均为盲矿体,经钻探工程控制共圈出 42 条矿体,矿石主要成分为硫、铜、铁等,依据矿石类型及产出特征分述如下:

(1)黄铁矿-黄铜矿型矿体 呈透镜状、似层状赋存于大石寨组中、上部岩性段紫红色安山岩、流纹质角砾凝灰熔岩和硫铁矿层中,与围岩基本整合。矿体长一般 50～100m,最长 700m,厚一般 3～4m,最厚 29.97m,矿体南东倾、北西倾均有,倾角 25°～35°。

产于大石寨组中的铜矿体,其中黄铁矿以浸染状为主,黄铁矿难以形成工业矿体。铜矿体基

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

本与硫铁矿层平行产出。

而产于硫铁矿层中的铜矿体,规模较大者靠近硫铁矿层顶底板,规模较小者产于硫铁矿层中,除黄铜矿外,块状、稠密浸染状黄铁矿占主导地位,黄铁矿与黄铜矿一起构成工业矿体。其产状与硫铁矿层产状基本一致。

(2)石英脉-黄铁矿-黄铜矿型矿体　分布于全区,产于石英斑岩内、外接触带,矿体呈脉状、透镜状,矿体长数十米—数百米,厚数十厘米至数米。受火山穹隆构造控制,产于外接触带的矿体其倾向顺穹隆形态分别向北西、南东相背产出,穹隆顶部附近矿体倾角较缓,倾角在 30°～35°之间,穹隆两侧矿体倾角较陡,倾角在 40°～50°之间。

(3)硫铁矿体　区内黄铁矿化十分普遍,大石寨组上部岩性段之流纹质角砾凝灰熔岩及次火山岩体石英斑岩内均见黄铁矿化,岩石中目估黄铁矿含量一般大于 3%,而在石英斑岩顶部以及外接触带局部层位之流纹质角砾凝灰熔岩中,黄铁矿含量急剧增加并形成硫铁矿。

在铜矿普查过程中,利用 0 号勘探线各钻孔的普通分析试样的正负样对硫进行了系统分析,同时还对其它勘探线各钻孔中抽取的少量试样(75 件)进行了化学分析,与钻探地质编录中目估黄铁矿含量进行对比、对比结果表大致呈下列对应关系:目估黄铁矿含量在 5%～10%之间,硫品位为 6%～8%,目估黄铁矿含量在 10%～20%之间,硫品位品为 8%～13%,目估黄铁矿含量在 20%～60%之硫品位在 13%～29%之间。据此,按硫大于 8%为边界品位,硫大于 12%为最低工业品位,对本区硫铁矿进行了圈定。

硫铁矿主要分布在 20～23 号勘探线之间 F_1 以南(图 3、图 4),由于 F_2 断层对硫铁矿层破坏较大,因此,以 F_2 断层为界可将本区硫铁矿分为南北两个矿带:

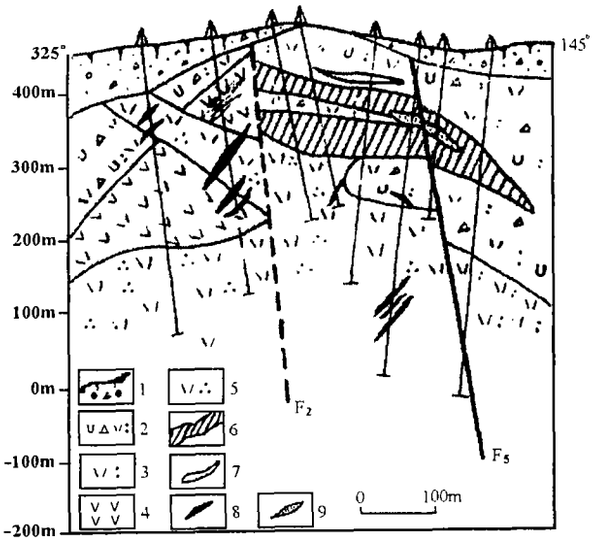


图 3　驼峰山铜硫铁矿 0 线地质剖面图

Fig 3 Geologic section of line 0 in Tuofengshan Cu、FeS_2 deposit

1.残坡积;2.流纹质角砾凝灰熔岩;3.英安质熔结凝灰岩;4.安山岩+英安岩;5.石英斑岩;6.硫铁矿体;7.铜矿体;8.石英脉-黄铜矿;9.黄铜矿-硫铁矿

(1)南矿带:矿体为两层,呈似层状,缓倾角,倾角 10°～20°,矿体长约 1100m,累计厚 59.09～80.51m,沿倾向大于 300m,S 品位一般 9.26%～16.4%,平均品位大于 12%,硫铁矿石为Ⅲ级品。

(2)北矿带:位于 F_1 与 F_2 之间,350m 标高以下,单孔见矿(ZK15—3),按激电异常推测矿体长大于 300m 倾向延深约 200m,主矿体三层,单层厚 16～20m,累计厚 56.44m,矿体似层状,缓倾斜,倾角 19°～20°,目估黄铁矿含量多在 20%～60%,依据化学分析样中硫与目估黄铁矿含量的对比结果,硫品位应在 13%～29%之间。硫铁矿石为Ⅱ～Ⅲ级品。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

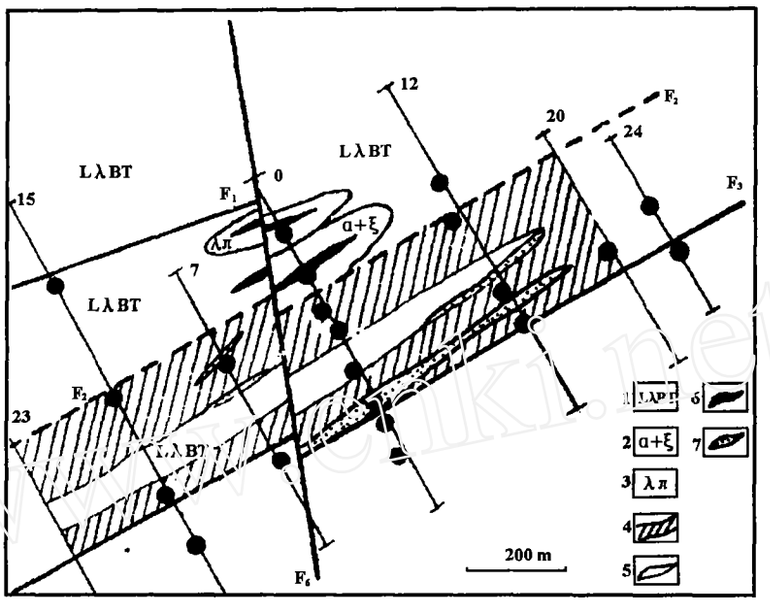


图 4 驼峰山铜硫铁矿 370m 标高地质平面图

Fig 4 Geologic pian showing 370w level of tuofengshan Cu, FeS_2 deposit

1. 流纹质角砾凝灰熔岩;2. 安山岩夹英安岩;3. 石英斑岩;
4. 硫铁矿体;5. 铜矿体;6. 石英脉-黄铜矿体;7. 黄铜矿-硫铁矿体

3.2 矿石特征

3.2.1 *矿石的矿物组成* 本矿铜矿物主要为自然铜、黄铜矿,次为黝铜矿、辉铜矿、蓝辉铜矿、铜蓝等。其它主要金属矿物为黄铁矿,次为闪锌矿、方铅矿,次生矿物为褐铁矿;脉石矿物主要为石英、绢云母、斜长石,次为绿泥石、方解石及粘土矿物。

自然铜:紫铜色,他形粒状,粒度 0.05～0.3mm,呈细脉状充填于安山岩裂隙中,偶见斑染状集合体。

黄铜矿:他形粒状或不规则状,一般粒度 0.05mm,与黄铁矿共生,可被黄铁矿细脉穿插,有部分黄铁矿呈微脉(0.01～0.02mm)穿插于粒状黄铁矿集合体的裂隙中。

辉铜矿、蓝辉铜矿:他形细粒状,与黄铜矿紧密伴生,蓝辉铜矿分布于黄铜矿周边,辉铜矿分布于蓝辉铜矿周边。

黝铜矿:他形显微粒状,呈包体包含于黄铜矿、闪锌矿中,或分布于黄铁矿与闪锌矿的接触处。

黄铁矿:黄白色—黄色,大多数为五角十二面体及他形粒状、细粒状,粒径 0.2～0.5mm,少数为立方体,晶体大小一般为 1.2mm×2mm。

3.2.2 *矿石的结构构造* 矿石的结构主要有半自形、自形、他形粒状结构,交代结构、胶状结构、包含结构等。矿石构造主要为浸染状、脉状、团块状构造,氧化带中见蜂窝状构造。

3.2.3 *矿石类型* ①自然铜型:矿石矿物为自然铜,仅赋存在紫红色安山岩层位中。②黄铁矿-黄铜矿型:黄铜矿呈细粒浸染状,黄铁矿呈稠密浸染状—块状,赋存在流纹质角砾凝灰熔岩及安山岩中,见少量的闪锌矿、方铅矿共生。③石英-黄铁矿-黄铜矿型:黄铜矿以细脉为主,见少量浸染状,伴有少量黝铜矿,辉铜矿,蓝辉铜矿和铜蓝,黄铁矿则以浸染状为主。④硫铁矿型:黄铁矿呈稠密浸染状—块状,赋存在流纹质角砾凝灰熔岩中,见少量的黄铜矿、闪锌矿、方铅矿共生。

3.2.4 *矿物的生成顺序及矿化期次*

(1)主要矿物生成顺序 石英为贯穿性矿物,主要金属矿物为黄铁矿→黝铜矿→黄铜矿、方铅矿、闪锌矿→蓝辉铜矿、辉铜矿;

(2)矿化期次至少可以分为三期:化学沉积作

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用期:形成大量层状黄铁矿;热液作用期:形成铜、铅、锌等的硫化物矿物;表生作用期:形成自然铜、铜蓝、褐铁矿等。

3.3　矿床分带特征

矿床略具垂直分带,上部多为与围岩整合的似层状或透镜状矿体,下部为细脉状和扁豆状矿体;上部以铜矿体、含铜硫铁矿为主,深部以铜矿为主。

3.4　围岩蚀变特征

蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化为主,碳酸盐化、高岭土化、褐铁矿化次之,见少量的石膏、重晶石化。

硅化、绢云母化、黄铁矿化分布最为广泛,地表露头及已施工的钻孔所见的流纹质角砾熔岩、英安岩及安山岩中均可见到,近地表50m范围内及与石英斑岩接触带附近的流纹质角砾凝灰熔岩蚀变较强。有两种成因类型,一种属岩浆晚期自变质成因,呈面状分布;硅化表现为岩石的基质的石英化,斑晶钾长石被绢云母、高岭石交代,斜长石则被绢云母、石英和分离的铁质交代,仅留下原晶体的轮廓;基质的颗粒间由细小的片状绢云母充填,黄铁矿呈浸染状分布于几乎所有的火山岩中,近地表氧化成褐铁矿或被地表水淋滤流失而存各种形态的空洞。该类蚀变为成矿前气成酸性高温溶液作用结果。另一种属后期热液成因,呈线状、树枝状分布,与已知钻孔中石英-黄铁矿-黄铜矿矿体位置基本吻合,从一些样品的分析数据看(表3),与脉状矿化关系密切。

表3　驼峰山矿床主要成矿元素分析数据表

Table 3 Analyzed results of main ore-forming elements in Tuofengshan deposit

孔号	深度(m)	样品名称	元素含量(10^{-6})		
			Cu	Pb(Au)	Zn(Ag)
01	113	黄铁矿化、次生石英岩化、流纹角砾凝灰熔岩	2064	75	667
03	153.80	黄铁矿-石英细脉	260～552	200～408	408～1281
05	345.50	黄铁矿-石英细脉	10400	(0.25)[1)]	(10)[1)]
6-1	181～185	密集黄铁矿、次生石英岩化、流纹质角砾凝灰熔岩	17292	47	408

注:1)Au、Ag单位是$\times 10^{-9}$;分析单位:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院(1990年)

碳酸盐化广泛发育于区内各类火山岩中,呈细脉状产于岩石裂隙中,尤其在破碎带附近较为发育,如ZK0-3号孔。形成于热液作用中晚期,与矿化关系密切。

重晶石化仅见于地表,分布在TC 0探槽附近和0号勘探线一带以及西侧小山包上,呈零星状产出。

石膏见于深部钻孔(如ZK 0-4号孔100m、233m、274m,各见4mm,、5mm、5cm厚石膏)。根据以上围岩蚀变特征,该区蚀变可分为如下三期:

早期:硅化、绢云母化、黄铁矿化的面状蚀变,与铜矿化无关。

中期:含黄铁矿的石英脉发育,局部有次生石英岩化,是铜、铅、锌的主要成矿期。

晚期:石膏、蛋白石、重晶石化等低温热液蚀变,与铜矿化关系不明显。

从地表熔岩裂隙中的石英细脉和钻孔中次生石英岩化熔岩(或石英细脉)采集的包体测温资料也说明线状的硅化是中温热液条件下形成的,也就是说铜锌矿化与中温热液有关。测温数据见表4。

表4　驼峰山矿床矿物包裹体测温数据表

Table 4 Results of inclusion thermometry for Tuofengshan deposit

野外编号	岩性名称	部　位	测定矿物	均化温度(℃)	
				范围	平均值
ZK-19-1-16	流纹质角砾凝灰熔岩	孔深224m	石英	305～130	226
驼-11	流纹质凝灰熔岩	0线坑道	石英	248～175	215
ZK0-1-12	闪锌矿化黄铁矿化流纹质凝灰熔岩	孔深161m	石英	235～144	193
驼-13	重晶石化硅化流纹质凝灰熔岩	0线地表	石英	单一液相包体不测定	

分析单位:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院(1990年)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4 矿床成因

对该矿床成因的研究尚处于初步阶段，现仅依据现有资料提出下列几点粗浅看法。

4.1 控矿因素

4.1.1 大地构造环境与矿化的关系 矿床大地构造位置属内蒙南兴安晚华力西期地槽褶皱带内的西拉木伦河深大断裂北侧。华力西中期，本区遭受东西向挤压和南北向拉张作用，从而发育一系列的不同规模的有限洋盆和局部隆起，在林东—天山一带的裂陷槽内发育上石炭统阿木山组含火山物质的海相碎屑岩-碳酸盐沉积及下二叠统火山碎屑岩-类复理石建造，拗陷中心在大板—林东—天山一带，华北有色地质勘查局综合普查大队在上述地区大石寨组地层中均发现有伴生一系列铜多金属矿化的细碧角斑岩建造，这种特定的大地构造环境，为形成块状硫化物型矿床提供了条件。

4.1.2 地层与矿化关系 二叠系既是容矿岩石，又是矿源层。

(1)该区大石寨组为一套海相火山-沉积岩，矿体呈层状、似层状、透镜状赋存在该组中酸性火山岩中，矿体与围岩界限基本整合，矿体受地层控制明显。

(2)系统地层中地球化学研究资料表明，该区中酸性火山岩中主要成矿元素含量(40 件样品平均值)为：Ag 0.96×10^{-6}、Cu 177.4×10^{-6}、Pb 78.68×10^{-6}、Zn 83.12×10^{-6}、As 74.27×10^{-6}、Sb 1.42×10^{-6}、Hg 0.025×10^{-6}、B 37.53×10^{-6}。与地壳丰度相比，均高出几倍～几十倍，甚至上百倍。说明早二叠世海底火山喷发活动，喷出的酸性岩浆中成矿元素的含量较高，在岩浆期后热液作用过程中被活化转移到对流循环的热液系统中，成为了该区金属初始富集矿源层。

4.1.3 构造控制作用

(1)矿床受北东向老房身-龙头山背斜控制，大致出露于该背斜轴部及西北翼。成矿后断裂构造发育，亦多呈北东向、北西向展布。

(2)火山穹隆构造控制着矿体的产出，区内铜、硫铁矿化主要富集在火山穹隆顶盖部位及其两侧。

4.1.4 火山岩对矿的控制作用 区内石英-黄铜矿脉均产于潜火山岩体(石英斑岩)与围岩接触带附近及岩体内侧的边缘冷缩裂隙带中，矿化元素的富集随着远离潜火山岩体而逐渐减弱，明显受潜火山岩体控制。

4.1.5 硫同位素分析 结果表明，其 $\delta^{34}S$ 平均值为 0.21‰，变化范围为 +0.6‰～+8.7‰，可能属上地幔或地壳来源。

4.1.6 成矿温度 在 193～260℃之间。

4.1.7 围岩蚀变 范围广，强度大，分带尚不能明显划出，但在垂向上大略可显示出下部的碳酸盐化、石膏化，中部的硅化、绢云母化，上部的重晶石化、高岭土化的变化趋势，其中黄铁矿中的 Co/Ni和 S/Se 值变化范围比较稳定，也支持了海相火山成因的推测。

4.2 成矿作用

综上所述，笔者认为本矿应为二叠系海相火山-沉积作用的产物，其成矿机理可能是：由于早二叠世的海底火山喷发活动，使早二叠世地层安山岩、英安岩、流纹质角砾凝灰熔岩及沉凝灰岩中大量富集铜、铅、锌、银等成矿元素，成为该区金属初始富集矿源层。火山作用期末，熔岩喷发快结束时，含有大量 H_2S、HCl、SO_4、F、B 等酸性气体和金属化合物的气液沿火山通道上升，早期由于温度较高，受酸性的纯气液作用，使围岩的矿物物质发生强烈的重新组合，如本区大面积面状硅化，这时并未带入大量的成矿物质。中期随温度压力的降低，化学作用占主导地位，硫和铁离子的过饱和溶液开始起作用，形成丰富的主要是胶状的黄铁矿沉积，成矿溶液温度也从上升途中的 400℃或更高，降到硫化物在海底大量沉淀时的 100℃。晚期是热水溶液作用阶段，这种热液常常是不含硫或缺硫的，并常含有呈氯化物或络合离子的铜(包括少量锌、铅)，含矿热液交代早已沉积的黄铁矿，取代部分铁，形成铜以及铅、锌硫化物矿石[5]。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

www.cnki.net

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net