

云南牟定大民太铜镍矿床的矿化结构及产状模式^①

王 林¹, 曹宏杰², 张全明³

(1. 青海西部稀贵金属有限公司, 北京 100012; 2. 河南金果黄金股份有限公司, 河南 三门峡 472000;

3. 辽宁朝阳喀左中三家金矿, 辽宁 喀左 122300)

摘 要:大民太铜镍矿为小岩体型铜镍硫化物矿床。文章以对含矿岩体和矿体的大比例尺地质编录和综合地质研究为基础, 进行了矿化精细结构分析和矿体产状模式构建, 并提出了大民太基性—超基性岩体具备一定的成矿条件, 铜和镍都具有向深部变富的趋势。

关键词:铜镍硫化物矿床; 矿化结构; 产状模式; 大民太; 云南

中图分类号:P618. 41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—5663(2009)06—0507—07

1 成矿地质背景

云南牟定县大民太铜镍矿区地处扬子地块西缘的大火成岩铜镍矿化富集区中元谋—牟定铜镍铂钯异常区内。沿元谋深大断裂分布有一系列的基性—超基性岩体。

矿区出露地层主要为元古界元谋群凤凰山组(Ptyf₁)为一套碳酸盐岩建造, 普遍具中等变质, 主要岩性为中—厚层含绢云母石英大理岩、绿泥石英钙质板岩、结晶灰岩、含碳绢质云千枚岩和钙质千枚岩。

矿区主要构造为近SN向的元谋深大断裂。大民太基性—超基性岩体展布明显受元谋深大断裂及其分支断裂的控制, 为近SN向延伸的陡倾岩墙。岩体规模较小, 分异特征明显, 是元谋—牟定地区目前仅有的2个赋存有铜镍工业矿体的含矿岩体(图1)。

2 岩体地质特征

2.1 岩体形态、产状及规模

大民太岩体呈近SN向陡倾斜之岩墙侵入于元谋群凤凰山组(Ptyf)钙质千枚岩、大理岩等地层中。由于地形切割强烈, 岩体出露相对高差达156m。岩体为不规则状, 沿走向中间较宽, 两端较窄, 沿倾向呈扁柱状或上宽下窄的楔状, 在横剖面上呈歪漏斗状。

从图1可见, 本矿区岩体分为南北两个岩体, 其中北岩体出露面积较大, 南岩体出露范围较小。对南北两个岩体分别作“大十字”实测剖面可以看出, 北岩体长轴水平长度可达445m, 短轴水平长度约72.5m, 而南岩体长轴长约80m, 短轴约23m, 南岩体较北岩体小得多。其中南岩体分异程度较低, 主要岩性为含石英辉长岩。北岩体分异较好, 基本可分为4个岩相带, 从内向外依次为辉石岩、橄榄辉长岩、暗色辉长岩和含石英辉长岩, 各岩相之间呈渐变过渡关系。岩体在水平方向和垂向上都显示出就地分异的特点, 橄榄辉长岩分布在暗色辉长岩之中心, 为主要的赋矿岩相。

含石英辉长岩组成岩体的主体部分, 约占岩体出露面积的90%, 呈近SN向延伸, 北小南大, 北段向下收缩尖灭, 向南近于直立或向E倾, 于1350m标高以下则明显转向E倾, 倾角75°~85°。暗色辉长岩、橄榄辉长岩分布于岩体北段东侧, 呈NW—SE向延伸, 出露长度约145m。沿侧伏方向斜深推断约275m。扁柱体断面短轴与长轴之比约为1:3~1:4。

2.2 岩体侵位及测伏方向

由“大十字实测剖面”和坑道地质编录发现, 岩体主要呈现南大北小、南高北低的展布特征。岩体形态在水平方向上, 总体呈NE—SW向延伸, 在东北狭缩呈舌状。在垂向上, 由1—1'、2—2'、3—3'联合剖面图(图2), 岩体上天下小呈漏斗状。

^① 收稿日期: 2009—07—15 作者简介: 王林(1971—), 男, 重庆市人, 高级工程师, 主要从事矿产地质勘查与成矿预测工作。

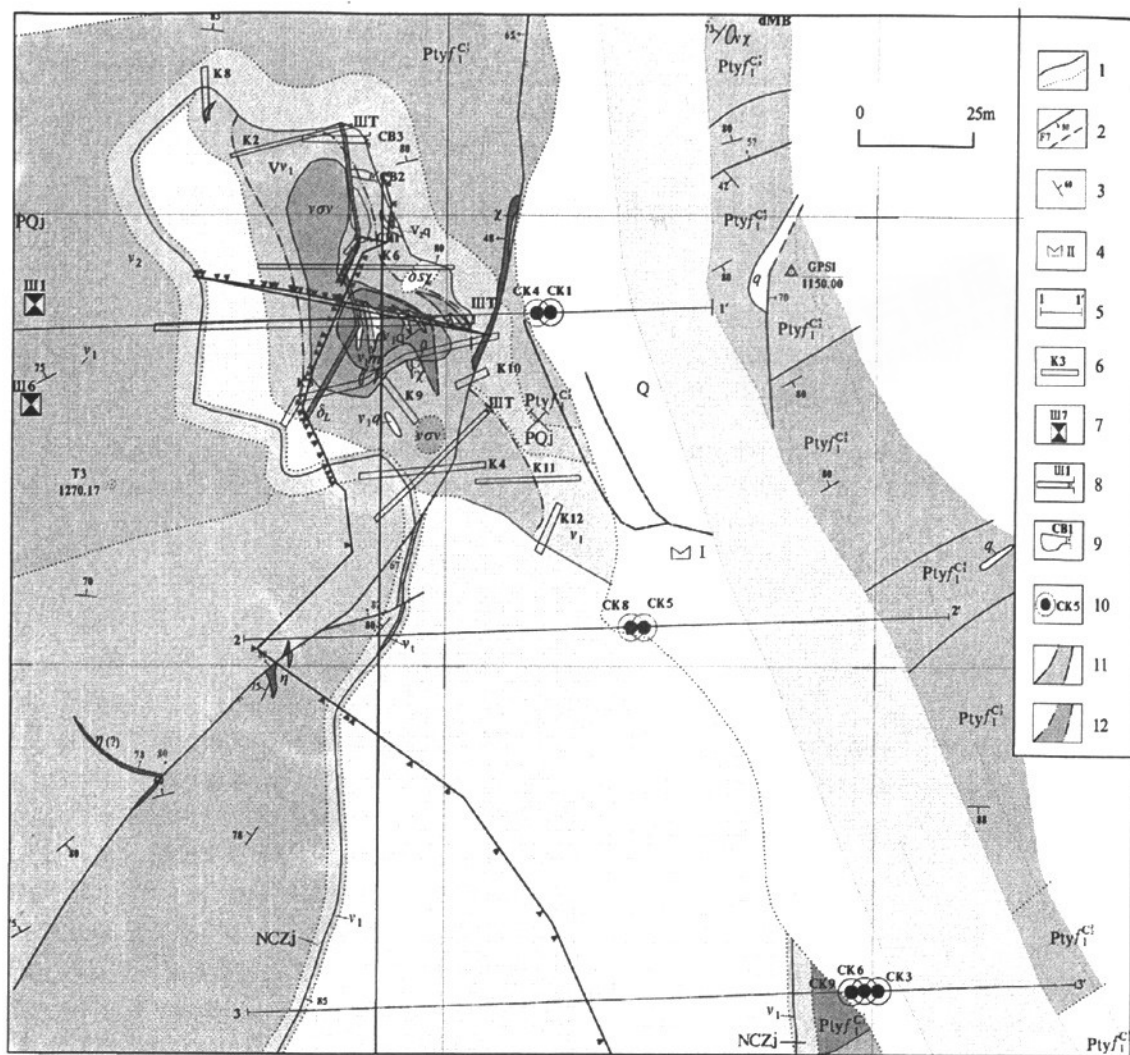


图1 云南牟定大民太铜镍矿区地质简图

Fig.1 Geographic and geological map of Damintai Cu—Ni deposit in Mouding of Yunnan

Q—现代河流沉积层 Ptyf—元古界元谋群凤凰山组碳酸盐岩、绿泥石钙质板岩、千枚岩等 PQj(NCZj)—长英角岩(钠长方解岩) v_2 —中粒辉长岩含石英辉长岩 Vv_1 —含硫化矿暗色辉长岩 $v_1q(v_2q)$ —含石英碎块含硫化矿暗色辉长岩及浅色辉长岩 Vov —含硫化矿含橄辉长岩—橄辉长岩 v_i —辉长岩强蚀变带 v_1 —次闪石化含石英暗色辉长岩 δ_L —微晶闪长岩脉 δ_{α} —闪斜煌斑岩脉 δ_{α} —云斜煌斑岩脉 vx —拉辉煌斑岩脉 An—Ab—钠长石化斜长石脉—钠长石脉 v_{1m} —脉状暗色辉长岩 η —辉岩脉 q —石英脉 1—实测推测地质界线 2—实测推测断层及其编号 3—岩层产状 4—水文观测点及其编号 5—剖面线及其编号 6—探槽及其编号 7—浅井及其编号 8—完工坑道及其编号 9—老硐及其编号 10—见矿钻孔及其编号 11— $w(Cu)=0.3\%\sim<1.0\%$ 12— $w(Cu)=0.3\%\sim<0.3\%$

整体上,1200中段北CM2中岩体厚约80m,东端和西端岩体与围岩接触面倾向为NNE—NE向,陡倾斜;1150主穿脉岩体厚度约70m,且在北YM3东边岩体与围岩断层接触面产状为 $40^\circ\angle 88^\circ$ 和北CM2西端岩体与围岩断层接触面产状为 $40^\circ\angle 78^\circ$ 。主岩体厚度和产状变化不大且,与围岩呈不整合接触。

由1—1'、2—2'、3—3'在每一个剖面内岩体两侧与围岩成陡倾斜接触,呈上大下小漏斗状,特别是含石英辉长岩表现明显。在联合剖面中由钻孔控制的岩体可见到岩体东侧与围岩界线倾角较缓,而西侧界线倾角较陡。东侧界线向W倾,西侧界线向E倾,呈南宽北窄的扁柱状产出。

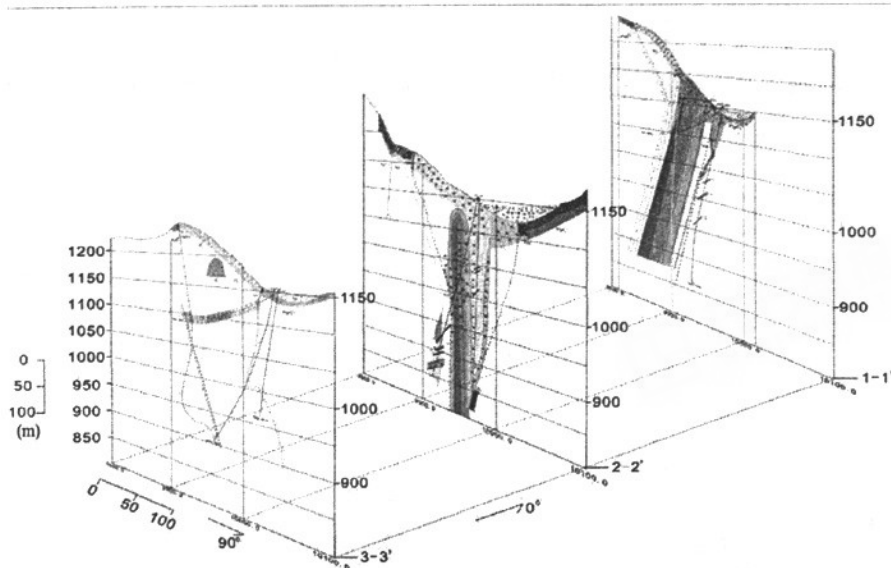


图2 大民太矿区联合剖面地质图

Fig. 2 Geological map of combined profile in Damintai ore field

在矿部南端、第二阶公路北端、第三阶公路南端(从矿部向下依次为第一、第二、第三、第四阶公路)、1200 硐口、第四阶公路南端及 1150 中段内均可见到岩体顺层侵入,表现为岩墙的特点。岩体长轴走向为 NNE 向。岩体由南向北中央相依次降低,联合各标高中央相可初步得出岩体长轴走向为 NNE 向,说明岩体可能由 NE 向 SW 侵位,向 NE 侧伏。

3 矿化结构特征

矿化结构特征包括矿体的外部形态特征和内部结构特征。

3.1 矿体的外部形态特征

铜镍矿体主要产于岩体分异的中心位置。下面从矿体总体走向、平面和垂向上的展布特点对矿体结构特征进行分析:

(1)走向上:从 1-1'、2-2'、3-3' 剖面图和 1150 中段地质图分析可知,矿体走向为 NW。矿体见矿标高从岩体最北端到 1-1' 剖面处于上升趋势,从 1-1' → 2-2' → 3-3' 剖面,见矿标高总体处于下降趋势。

(2)平面上:矿体为长轴方向呈 NW 的狭长透镜状。以 1100m 标高为例,矿体厚度先增大后减小,具体表现为尖灭(最北端)→25m(1-1')→20m(2-2')→尖灭(3-3' 北边)。在 1150 中段,岩体形似斜放的“大提琴状”,由 SE 向 NW 逐渐变窄,最宽处为 50m;最窄处仅 2~3m(图 3)。

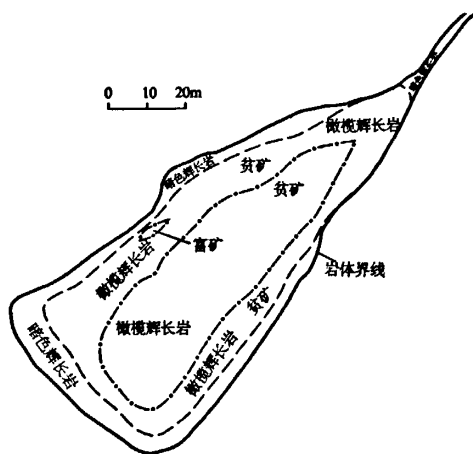


图3 1150 中段岩矿体形态分布图

Fig. 3 Distribution map of orebody and rock shape in the middle segment 1150

(3)垂向上:含矿岩体总体表现为上宽下窄的“漏斗形”,而矿体是逐渐向上尖灭的。对于 1-1' 剖面, ZK4 见矿, ZK1 未见矿。ZK4 为一斜钻,见矿标高为 1128~1100m,主要矿体($w(\text{Cu}) > 0.3\%$)标高为 1115~1100m。ZK1 近垂直,孔深 293.2m,终孔位置标高 840m,控制和限定了矿体的南东部界线,说明矿体并非向 SE 侧伏。

3.2 矿体的内部结构特征

分析 PD1200 和 PD1150 的矿化情况发现,

PD1200 矿化主要以星点状—稀疏浸染状矿化为主, PD1150 矿石主要以稀疏浸染状和中等浸染状矿化为主,局部发育稠密浸染状和海绵陨铁状矿石,可见该矿床矿化具有一定的结构规律性,总体表现为硫化物上贫下富,矿石品位上低下高,具有明显的就地融离型岩浆矿床的成矿特征。

PD1200 矿石主要表现为黄铁矿呈稀疏浸染状,黄铜矿、磁黄铁矿呈星点状,局部呈稀疏浸染状; PD1150 则黄铁矿含量明显降低,呈星点状,而磁黄

铁矿则呈稀疏浸染状—中等浸染状,局部呈稠密浸染状和海绵陨铁状,黄铜矿呈稀疏浸染状,局部见细条带状,品位明显较 PD1200 增高,总体表现为上部富黄铁矿,下部富磁黄铁矿、黄铜矿的矿物分带特征。

通过钻孔 ZK4 和 ZK8 的品位数据,编制铜镍钴品位垂向变化等值线图(图 4)发现, Cu、Ni 向深部变富,而 Co 浅部比深部富集。Cu、Ni 富集中心确实具有从 SW 向 NE 深部迁移的的趋势,与联合剖面图上所展现出的矿体向 NE 侧伏的规律一致。

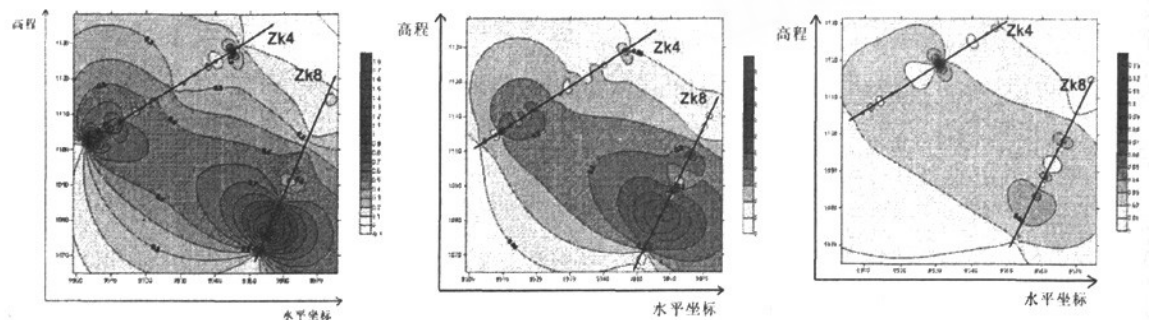


图 4 铜、镍、钴垂向品位变化等值线图

Fig. 4 Isoline map of Cu, Ni and Co grade variation in perpendicularity

根据 PD1150 刻槽取样数据分析可得 PD1150 中段 Cu、Ni 品位等值线图(图 5)。按照铜边界品位 0.3%, 镍边界品位 0.2%, 二者圈定的等值线图基本吻合,说明两者元素的相关较好。从图中可以看出

Cu、Ni 品位总体表现出较明显的结构性,在 PD1150 硐口矿石品位较高,与所见的稠密浸染状、海绵陨铁状矿石相对应,往北东方向含矿性逐渐变差,另外在北 CM1 形成两个小的富集中心。

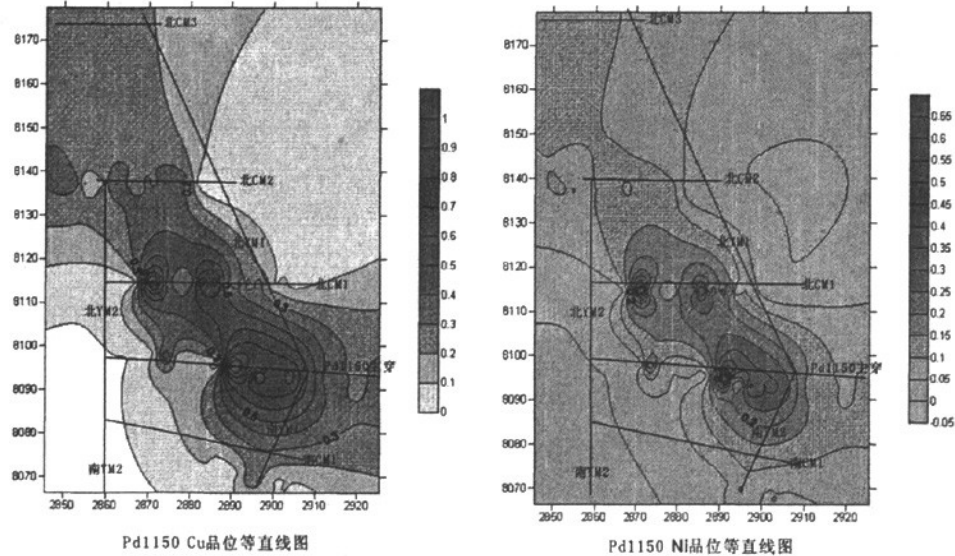


图 5 PD1150 中段 Cu、Ni 品位等值线图

Fig. 5 Isoline map of Cu, Ni grade in the middle segment PD1150

4 矿体产状模式的初步构建

研究区矿体的空间展布特征严格受含矿岩体的相带结构控制,岩体的含石英辉长岩基本不含矿,主要的赋矿建造为中央相的橄榄辉长岩,矿化在平面上和垂向上均表现出一定的空间结构规律。

在平面上,矿化表现出内富外贫的结构特征,矿化体边缘的硫化物呈星点状分布,主要为黄铁矿,少见磁黄铁矿和黄铜矿,随着由矿化体边缘向中央过渡,矿化有变好的趋势,硫化物含量增加,随着磁黄铁矿、黄铜矿含量的增加黄铁矿的含量有相应减少的趋势。在1150中段工程控制程度较高,岩体在平面上的含矿性特征可以得到较好的揭示,通过系统的地质编录发现岩体的赋矿特征与1200中段类似,内富外贫特征表现得较为明显,如YM1从南CM2向北经南CM1至平硐口矿化表现为星点状→稀疏浸染状→中等稠密浸染状→稠密浸染状→海绵陨铁状,从北CM3经北CM2、北CM1至平硐口具有类似的变化规律,在该中段的其它穿脉和沿脉具有类似的规律,由此可见其已成为矿化空间展布的内在规律。该中段的赋矿岩体在平面上的形态特征与1200中段表现出一致性,均呈南大北小之势展布,北侧在YM3尽头尖灭,南侧在南CM2附近消失,整个岩体的富矿地段集中在硐口附近,南北向大致范围为北CM1至南CM1,

东西向为从硐口至YM2附近,在这一分布范围内岩体的矿化较好,矿化连续,这在Cu、Ni品位等值线图 上体现得较为清晰,而在更外围的地段矿化明显变差,矿化连续性一般。

在垂向上,矿化表现出上贫下富的特征,在1200标高以上的地表及近地表硫化物含量很少,且多为黄铁矿;在1200中段可见呈星点状和稀疏浸染状分布的矿石,总体矿化情况较差,矿体规模有限;在1150中段矿石类型较多,主要呈星点状和不同程度的浸染状矿石,硐口附近可见少量的稠密浸染状和海绵陨铁状矿石,矿体规模较大。从空间上来看在1150中段以上的矿体沿垂向大致呈上小下大的“大提琴式”展布。另外,在垂向上,自上而下金属硫化物表现出一定的分带性,在1200中段及地表主要为黄铁矿,少见黄铜矿和磁黄铁矿,而在1150中段黄铁矿明显减少,黄铜矿、磁黄铁矿相应增多,在硐口附近基本见不到黄铁矿,主要为磁黄铁矿,含有一定量的黄铜矿,矿石中硫化物及黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿在垂向上的含量变化特征与岩浆就地熔离分异表现出明显的协调性。岩体在深部的含矿性目前工程控制较少,仅有ZK4和ZK8二个见矿钻孔,根据ZK4品位数据所做品位变化曲线图(图6)显示,在深部铜品位明显增高,而钴、镍没有明显的变化,是否反映了深部具有找富铜矿的前景还须在深入研究的基础上加强工程控制。

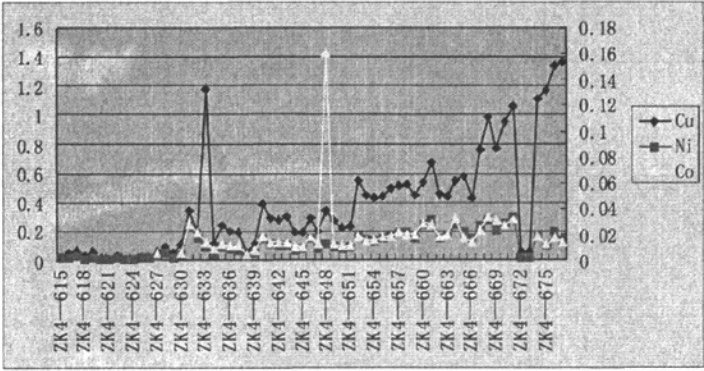


图6 ZK4 Cu、Ni、Co 品位变化曲线

Fig. 6 Variation curve of Cu, Ni and Co grade in drill ZK4

矿体赋存在岩体特定的相带内,以橄榄辉长岩为主,到暗色辉长岩逐渐变贫,边缘相的含石英辉长岩内则少见矿化。矿石主要为就地熔离型的稀疏浸染—中等浸染矿石,稠密浸染及海绵陨铁状矿石仅在PD1150硐口小范围出现,未见矿浆贯入型致密块状富矿石。

在空间上,矿体与岩体一致向NE侧伏,呈现出下富上贫的规律。稠密浸染状及海绵陨铁状富矿石主

要位于中央相的橄榄辉长岩中,向外依次为中等浸染状—稀疏浸染状—星点状矿石。矿体主要位于PD1150中段,形态呈上小下大的“大提琴式”,南北长约65m,按Cu>0.3%的边界品位圈定矿化体厚度,由硐口向北,主CM矿化体厚约30m,北CM1约26m,北CM2矿化体厚约16m,向北CM3延续10m左右,矿化体尖灭;工业矿体基本分布于矿化体中心,约占矿化体的1/3左右。部分矿体不连续,如北CM2中

呈两个孤立的中心。矿石品位与矿体厚度大体呈正消长关系。在垂向上,矿体向上迅速变贫,PD1200中段矿化较差,以星点状及稀疏浸染状为主,已达矿头。鉴于矿体这种下富上贫的结构规律,认为PD1150北部贫矿体的下部矿化应较上部要好,富矿体或在深部出现,这与矿体的侧伏规律相吻合。

矿石中Cu、Ni元素以及硫化物含量总体上低中高,显示了岩浆就地分异的特征。所见富矿基本局限于下部PD1150硐口,矿石矿物以磁黄铁矿为主,磁黄铁矿呈海绵陨铁状、稠密浸染状产出,黄铜矿主要呈中等浸染状到稀疏浸染状分布,黄铁矿少见,主要呈星点状分布。而PD1200中段内仅见到稀疏浸染状—星点状分布的磁黄铁矿和黄铜矿,矿石中黄铁矿较PD1150明显增多。仅从揭露矿体而言显示出一定的上部黄铁矿,下部磁黄铁矿的分带特征,结合ZK4钻孔资料认为往深部铜品位升高,黄铜矿含量增多(图6)。磁黄铁矿、黄铜矿含量或随岩体基性程度升高而增多。另外,从Cu、Ni品位等值线图(图5)中也可以看出,1150中段富矿体的分布位置主要分布于南穿脉1南至北穿脉1,在主采场附近矿体最富,为Cu、Ni的浓集中心。Cu、Ni具有一定的正相关性,与钻孔所揭示的Cu—Ni相关性相似。据此推测,铜和镍都具有向深部变富的趋势,而钴更倾向于浅部富集。

综合上述,可构建大民太矿区铜镍矿体的产状模式(如图7)。

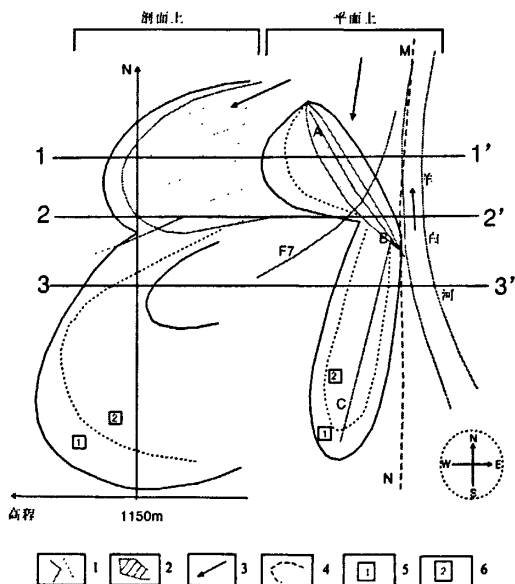


图7 大民太铜镍矿体的产状模式图

Fig. 7 Occurrence model of Cu—Ni orebody in Damintai ore field

1—断裂 2—矿体 3—岩浆侵入方向 4—岩浆过渡界线
5—钾长石石英辉长岩 6—石英钾长岩

5 结论

通过对大民太铜镍矿床矿化结构的系统分析与综合研究,取得以下认识:

(1)大民太硫化铜镍矿床的成矿作用和成岩作用基本上是同时进行的,且以岩浆原地熔离分异为主,属原地熔离型铜镍硫化物矿床。

(2)矿体的形态、规模、产状严格受岩体控制。区内主矿体只有一个,分布于橄辉长岩相的中心,部分扩大到暗色辉长岩相中,形态、产状与岩相带基本一致。

(3)矿体赋存在岩体特定的相带内,以橄辉长岩为主,到暗色辉长岩逐渐变贫,边缘相的含石英辉长岩内则少见矿化。矿石主要为星点浸染状—稀疏浸染状—中等浸染状矿石,稠密浸染状及海绵陨铁状矿石仅在小范围出现,未见矿浆贯入型致密块状富矿石。

(4)大民太硫化铜镍矿床铜镍具有向深部变富的趋势,而钴更倾向于浅部富集。

参考文献:

- [1] 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指标[J]. 地质与勘探, 2001, 37(5): 6-9.
- [2] 罗赞莹. 元谋普登地区铜多金属矿床综合信息成矿预测研究[M]. 昆明理工大学出版社, 2007.
- [3] 宋立军,吴冲龙,朱杰勇,等. 白马寨铜镍硫化矿床地球化学特征及成矿[J]. 地质与勘探, 2005, 41(4): 39-46.
- [4] 汤中立. 中国岩浆硫化物矿床的主要成矿机制[J]. 地质学报, 1996, 70(3): 237-243.
- [5] 汤中立,等. 中国铜、镍、铂岩浆硫化物矿床与成矿预测[M]. 北京:地质出版社, 2006.
- [6] 王瑞廷,等. 铜镍岩浆硫化物矿床成矿作用研究综述[J]. 矿产与地质, 2003, 17.
- [7] 王玉往,王京彬,王莉娟,等. 岩浆铜镍矿与钒钛磁铁矿的过渡类型—新疆哈密香山西矿床[J]. 地质学报, 2006, 80(1): 61-74.
- [8] 杨言辰,等. 红旗岭镁铁超镁铁岩侵入体及铜镍硫化物矿床的成矿成矿机制[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(5): 593-600.
- [9] 张建辉. 金川与金平铜镍硫化物矿床地质特征对比[M]. 昆明理工大学, 2005.
- [10] 周树亮,孙英华,张向东,等. 吉林省红旗岭镍矿区3号岩体成矿地质特征及找矿方向[J]. 吉林地质, 2009, 28(2): 38-44.
- [11] 邹海洋,戴塔根,等. 喀拉通克铜镍硫化矿地质特征及找矿预测[J]. 地质地球化学, 2001, 29(3): 70-75.
- [12] 吴利仁. 论中国基性、超基性岩成矿专属性[J]. 地质科学, 1963, (1): 29-41.
- [13] 朱丹,徐义刚,罗泰义,等. 峨眉山玄武岩的输送通道: 云南元谋朱布岩体[J]. 矿物学报, 2007, 27(3): 273-280.

Mineralization texture and occurrence model of Damintai Cu—Ni sulfide deposit in Mouding of Yunnan

WANG Lin¹, CAO Gong-jie², ZHANG Quan-ming³

(1. *West Qinghai Rare and Expensive Metals Company, Beijing 100012;*

2. *Henan Jinqu Gold Stock Corporation, Sanmenxia, Henan 472000;*

3. *Liaoning Chaoyang Kazuo Zhongsanjia Gold Deposit, Kazuo, Liaoning 122300*)

Abstract: The Damintai deposit is a small-intrusion Cu—Ni sulfide deposit. Based on large scale geological logging of magmatic rock and orebody and integrated geological research, this paper has analyzed the mineralization texture, built the orebody occurrence model. It is proposed that the Damintai basic-ultrabasic intrusion has some prospecting potential. Cu and Ni mineralization tends to be rich from the surface to depth.

Key Words: Cu — Ni sulfide deposit, mineralization texture, occurrence model, Damintai, Mouding of Yunnan

(上接第 506 页)

The major type, mineralization feature and date of molybdenum deposit in east Qinling

BAI Feng-jun^{1,2}, XIAO Rong-ge¹

(1. *School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;*

2. *Geological Team 5# of Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou 450016*)

Abstract: Molybdenum mineralization belt in east Qinling is one of the famous Mo polymetallic ore belt in China. It is also one of the largest Mo deposit bases and important ore fields. According to deposit genesis, ore-controlling structure, ore composition and texture, the Mo deposits in east Qinling are divided into two groups and eight types. They are porphyry-contact strip type, skarn type, porphyry-skarn type, porphyry-breccia type, fragment belt type, quartz vein type and tenacity shear type. This project enriches Mo deposit types in Henan province. Based on the study of the geological and mineralization features and date of representative deposits, it is proposed that the mineralization date is from $1884 \pm 210\text{Ma}$ to $106.89 \pm 2.14\text{Ma}$. The mineralization age period extends from Mesozoic to early Proterozoic.

Key Words: molybdenum deposit; deposit type; mineralization feature; east Qinling