便携式短波红外光谱矿物测量仪(PIMA)在河南前河金矿热液蚀变研究中的应用

曹 烨[1,2],李胜荣[1,2],申俊峰[1,2],要梅娟[1,2],李庆康[1,2],毛付龙[1,2]
(1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京 100083;
2. 中国地质大学岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室,北京 100083)

[摘 要]利用便携式短波红外光谱矿物测量仪(PIMA)研究了河南前河金矿区的蚀变矿物种类、相对含量。PIMA共识别出19种蚀变矿物,对相对含量大于5%的6种蚀变矿物,伊利石、多硅白云母、硬石膏、蒙脱石、绿泥石、方解石进行了矿物学填图,并将其与矿体形态和金品位进行对比,初步分析了蚀变-矿化带的变化趋势,探讨了矿区深部的成矿远景。

[关键词]PIMA 前河 金矿 蚀变矿物
[中图分类号]P618.51 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2008)02-0082-05

0 引言

前河金矿位于河南省嵩县旧县镇以南,地理坐标为111°49′48″E~111°52′12″E, 33°19′08″N~34°47′23″N,矿区面积约10km^2。前人对前河金矿的矿物岩石和矿床地球化学特征进行过研究[1~3],卿敏等也对矿床深部和外围进行过物探和化探找矿方面的工作①,取得了有重要参考价值的结果。由于该矿床属构造破碎带热液蚀变岩型,而就目前的研究程度看,矿床的热液蚀变类型、蚀变矿物组合及其空间分带需要进行更深入的研究。据此,文章利用近年新发展起来的便携式短波红外光谱矿物测量仪(Portable Infrared Mineral Analyzer 以下简称PIMA)对前河金矿区蚀变岩中的矿物种类,丰度和成分进行了检测,在系统的矿物学填图,定量估计测区蚀变强度和蚀变矿物含量基础上,圈定了热液矿化蚀变带[4],得到了相当好的找矿信息。

20世纪90年代以来,PIMA已广泛应用于矿产勘查领域,特别是澳大利亚、美国、加拿大、南非、智利和欧洲的许多矿业公司,已将PIMA测量作为一种常用的勘查手段[5~8]。国内连长云等(2005)将其用于勘查云南普郎斑岩铜矿床和新疆土屋斑岩铜矿床,建立了PIMA找矿模型,取得了良好找矿效果[9~12]。文章研究表明,PIMA用于对构造破碎带热液蚀变岩型金矿床的研究,也能取得较好的效果。

1 矿区地质特征

前河金矿的赋存地层为熊耳群鸡蛋坪组流纹斑岩、英安岩及安山岩和马家河组安山岩、杏仁状安山岩夹凝灰岩。矿区断裂构造发育,大小有19条,走向主要为近东西向,次为北东向(图1)。断裂多具多期活动的特点,由于破碎带经历了不同期次、不同性质、不同方向的构造的构造应力的叠加改造,在破碎带内发育初糜棱岩、碎裂岩、断层角砾岩、断层泥等韧脆性-脆性变形岩石,并有强烈钾化、硅化、绿帘石化、绢云母化、黄铁绢英岩化等蚀变。

金矿体严格受近东西向断裂控制。含金构造蚀变带长3800m,宽5~30m,分东、中、西3个矿段。东段位于甚沟口—沟脑分水岭,矿带长1100m,宽5~30m,平均20m。东矿段共圈定金矿体3个,以Ⅳ号矿体规模最大,矿体长度830m,厚度最大14.97m,平均3.05m,呈不规则状、豆荚状,沿走向及倾向具膨缩、分支现象,产状88线以西走向95°,以东走向110°,倾向北东,倾角58°~76°,平均67°,具浅部缓深部变陡之特点。金品位最高为238.0×10^{-6},平均7.87×10^{-6},预计金总储量约10t(图2)。

[收稿日期]2007-01-30;[修订日期]2007-04-19。
[基金项目]高等学校创新引智计划(编号:B07011)资助。
① 卿敏等.河南省嵩县前河金矿区外围物化探找矿预测研究,2001.
[第一作者简介]曹 烨(1983年—),男,2005年毕业于中国地质大学,获硕士学位,在读博士生,现主要从事成因矿物学研究工作。

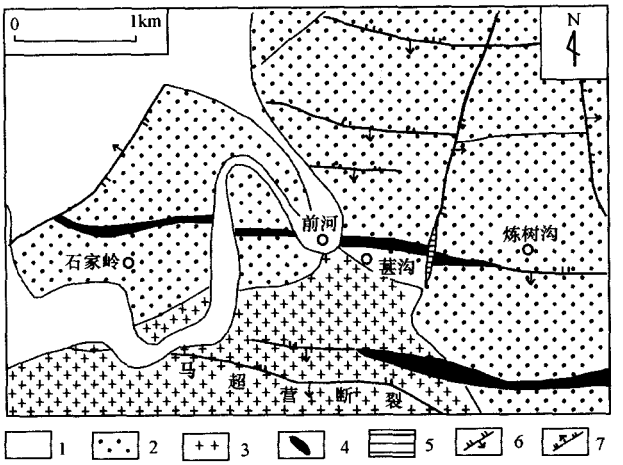

图1　河南前河金矿矿区地质简图[1]

1—第四系;2—中元古界熊耳群;3—燕山晚期斑状二长花岗岩;4—构造蚀变岩型金矿体;5—角砾岩脉;6—逆断层;7—正断层

2　测试方法及结果

前河金矿可以采样的穿脉共有98条,在各条穿脉中取有代表性的蚀变岩样品数块,共计205块,带回室内进行测量。对每一块样品,一般测试3个数据。此外考虑到样品的吸收率不同,具体测量时适当调整了样品的测量时间。蚀变矿物识别是在Pima-View 3.1软件支持下自动进行的,同时参考矿物特征的吸收谱线。将识别出的蚀变矿物按不同参数做等值线垂直纵投影图。根据蚀变矿物及其组合的空间分布特征,以及它们与矿区岩石、构造、矿体的对应关系,可分析与热液蚀变有关的地质作用,总结蚀变与矿化间的关系及规律。

2.1　蚀变矿物种类

PIMA的测试结果表明,矿区识别出的矿物共有19种(图3),其中相对含量超过5%的有伊利石、硬石膏、镁绿泥石、蒙脱石、多硅白云母、方解石、铁绿泥石和镁铁绿泥石等8种。绿泥石的总相对含量为20.37%,为矿区分布最广泛的蚀变矿物。

2.2　主要蚀变矿物的分布

2.2.1　*伊利石*

呈胶体分散状的水白云母为伊利石,常是白云母遭受风化作用而转变为粘土矿物的中间过渡产物。

图4显示,伊利石的高值区和金矿体的侧伏方向一致,均向西侧伏。其分布呈明显的规律性。

2.2.2　*多硅白云母*

白云母-绿鳞石的有限类质同象系列,形成了通常所谓的多硅白云母。多硅白云母多数是高压下形成的,同一温度下压力越大,稳定的白云母就越富硅。

前河矿区的白云母的主要类型是多硅白云母,其在矿区内出现3个高值区,即400m中段79线,360m中段82线,280m中段81线。经镜下鉴定,此处的白云母应为绢云母,是黄铁绢英岩蚀变的产物,和金矿体对应性较好。

2.2.3　*硬石膏*

硬石膏是矿区分布最广的蚀变矿物之一,含量仅次于伊利石。从硬石膏的分布来看,其与矿体并无明显对应关系。除硬石膏外,在矿区520m中段还可见黄钾铁矾等硫酸盐,为明显的表生矿物。可能是成矿作用后期,压力减小,由于沸腾作用逸出SO_2气体与地下水反应形成。

2.2.4　*绿泥石*

绿泥石在矿区分布最广泛的蚀变矿物。PIMA识别的绿泥石种属有3种,主要为镁绿泥石、铁绿泥石和镁铁绿泥石,它们的含量相近。将3个种属的绿泥石的含量综合起来作出绿泥石分布等值线垂直纵投影图。绿泥石多为破碎带的蚀变产物,与矿体无明显的对应关系。东部520m中段的91线和94线的绿泥石的含量增加,而此处的金品位也很可观,镜下显示此处的绿泥石化可能是叠加于硅化之上。

2.2.5　*蒙脱石*

蒙脱石多集中在矿体外围,其分布特征也显示出向西侧伏的特征,说明泥化确实存在于蚀变带的外围,其展布与矿体方向一致,可以给找矿提供重要线索。

2.2.6　*方解石*

方解石在矿区多呈脉体出现,在蚀变岩中PIMA识别出的方解石含量甚少。方解石为典型的热液晚期,即成矿期后的产物,其脉体对找矿勘探意义不大。但蚀变岩中的方解石含量投影图显示其呈明显的向西侧伏的串珠状分布趋势,金品位高值区与方解石高值区略为错开。

3　讨论与结论

利用PIMA识别的蚀变矿物的结果,结合矿体形态和金品位图,大致圈出前河矿区3个蚀变带,泥化带(蒙脱石和硬石膏带)位于矿体的最外围,绿泥石化带位于中部,绢英岩化带(白云母和伊利石)位于核心。

伊利石、多硅白云母、方解石在空间的分布与金品位有较明显的对应关系,蒙脱石、硬石膏、绿泥石的分布或较复杂,或与金品位高值区有一定的错位。

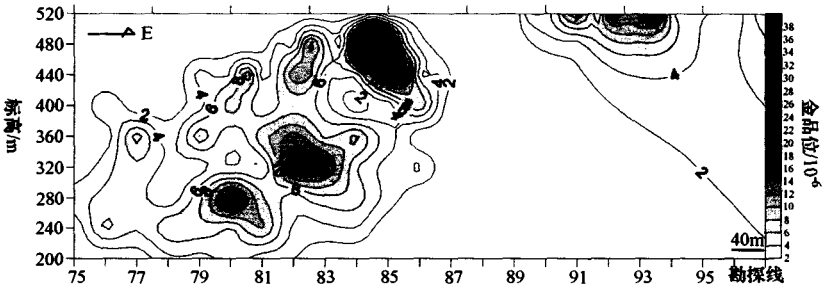

图 2 河南前河金矿床 IV 矿体形态及金品位等值线垂直纵投影图

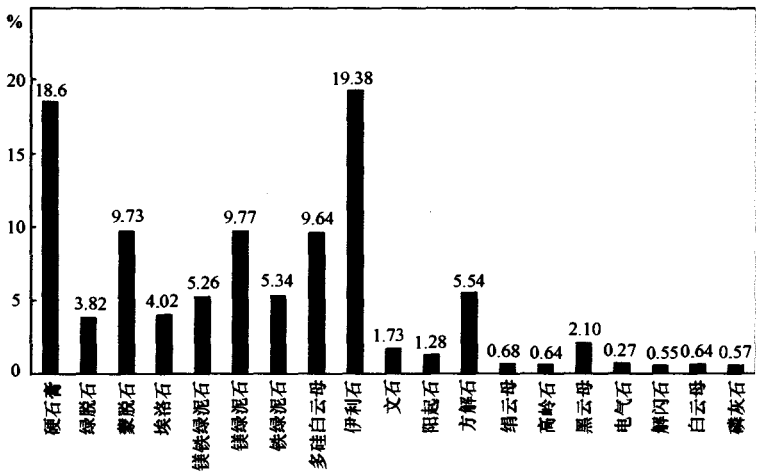

图 3 河南前河金矿蚀变矿物含量直方图

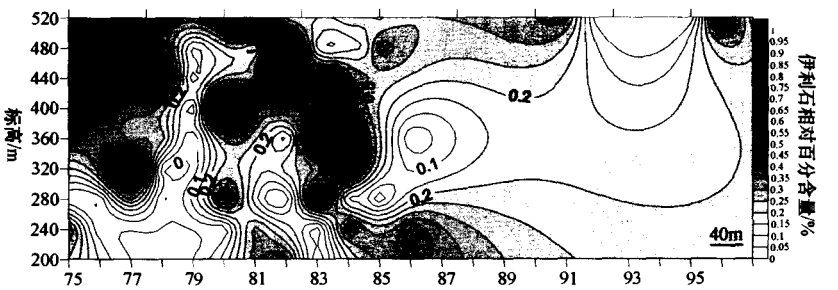

图 4 前河金矿区识别出的伊利石含量等值线垂直纵投影图

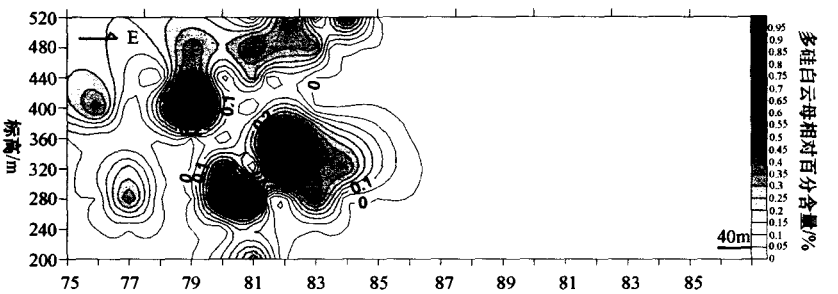

图 5 前河金矿区识别出的多硅白云母含量等值线垂直纵投影图

一般而言,前者大多与构造流体活动有关。其中,高 结晶度伊利石和多硅白云母分别是较典型的热液标

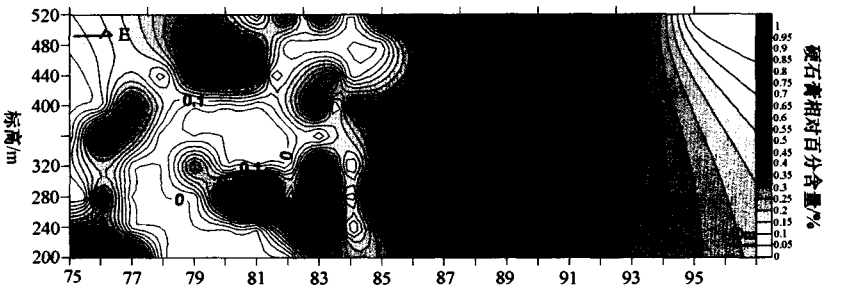

图6　前河金矿区识别出的硬石膏含量等值线垂直纵投影图

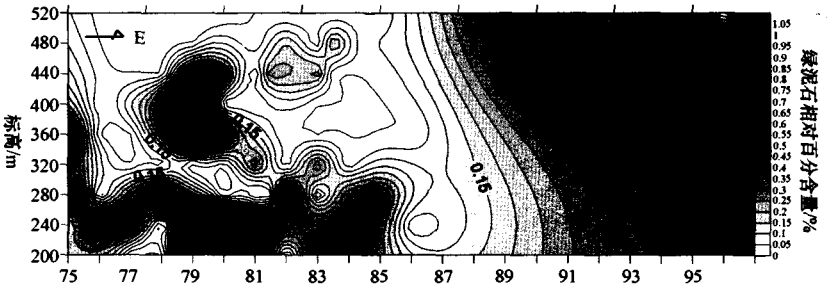

图7　前河金矿区识别出的绿泥石含量等值线垂直纵投影图

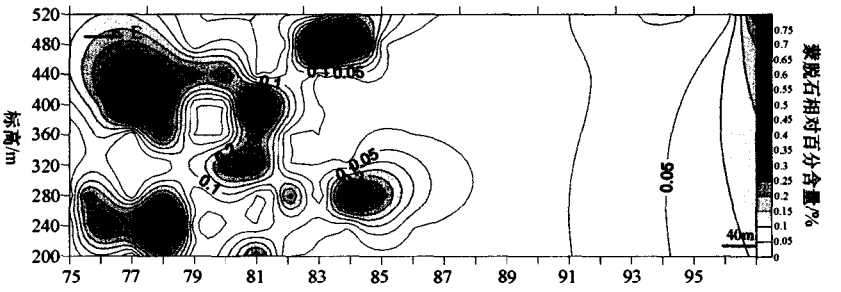

图8　前河金矿区识别出的蒙脱石含量等值线垂直纵投影图

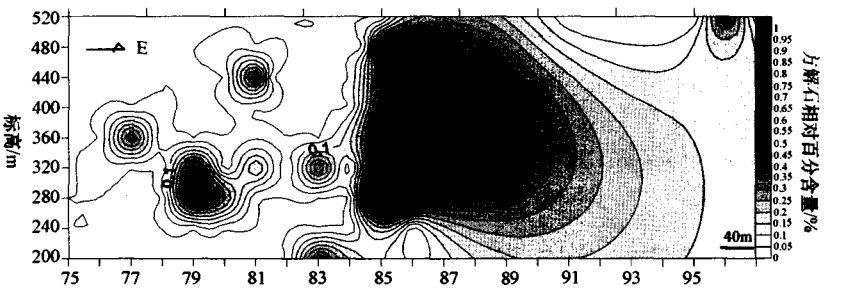

图9　前河金矿区识别出的方解石含量等值线垂直纵投影图

型矿物和高压标型矿物;在绿泥石族中,富铁端元比富镁端元者更趋向于在热液背景下产出;而方解石是热液活动常见产物。因此,这些矿物与金矿化是有内在联系的。蒙脱石、镁绿泥石可能是中性围岩即安山岩区域变质形成的,在矿化较强的地段往往不甚发育[13]。

图5中5个多硅白云母的高值区与5个金品位高值区对应较好,也显示斜列棋盘格式分布特征。200m标高79－82勘探线向下,多硅白云母高值区再度出现,显示沿成矿流体的主轴线(480m－88

线—200m－81 线)向下金品位有可能再度回升。

图 9 中方解石含量高值区除在两个已知轴线上分布,与多硅白云母的特征大体相似外,平行主轴线东侧约 120m 处 3 个方解石含量高值区斜列出现,构成主轴线东侧的副轴线。也显示高值区的东侧伏特征,显示方解石化－矿化的棋盘格式展布模式。其他矿物的含量高值区分布大体与此相似。

综合上述成果,前河矿区的深部远景区可能有 3 处:160～40m 标高 78－83 勘探线,是已知矿体深部最有可能出现富矿体的部位;160～40m 标高 83－88 勘探线、200～80m 标高 75－77 勘探线之间是已知矿体深部有可能出现富矿体的部位; 400～300m 标高 89－92 勘探线、280～160m 标高 87－90 勘探线之间是已知矿体东部有可能出现矿体的部位。

致谢:文章是在河南省嵩县前河矿业有限公司的专项科研经费支持下完成的,野外工作中,得到总经理苗新华,副总经理李日旺、张奇和地测处同仁的大力支持,室内测试工作得到中国地质调查局发展研究中心连长云研究员的帮助,谨此致以诚挚的谢意。

[参考文献]

[1] 李 莉,卿 敏,陈 祥. 河南前河金矿床地球化学特征[J]. 黄金地质,1999,5(3):75－80.

[2] 巴安民,马红义,张松盛,等. 河南省嵩县前河金矿矿床地质特征和找矿方向[J]. 地质找矿论丛,2006,21(2):100－114.

[3] 裴玉华,严海麒,张明云. 河南前河金矿岩石矿物特征[J]. 矿产与地质,2006,20(4－5):513－518.

[4] 邹 林,杨自安,朱谷昌,等. 多光谱遥感蚀变信息提取新方法研究[J]. 地质与勘探,2006,42(6): 71－76.

[5] K Yang, PRL Browne, J F Huntington et al. Characterising the hydrothermal alteration of the Broadlands－Ohaaki geothermal system, New Zealand, using short－wave infrared spectroscopy [J]. Journal of Volcanology and geothermal research, 2001,106:53－65.

[6] K Yang, JF Huntington, PRL Browneet al. An infrared reflectance study of hydrothermal alteration minerals from the Te Mihi setor of the Wairakei geothermal system, New Zealand [J]. Geothermics, 2000, 29:377－392.

[7] Yanyan Sun, Philip K Seccombe and K Yang. Application of short－wave infrared spectroscopy to define alteration zones associated with the Elura zinc－lead－silver deposit, NSW, Australia [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2001, 73:11－26.

[8] Francisco Velasco, Ana Alvaro, Saioa Suarez et al. Mapping Fe－bearing hydrated sulphate minerals with short wave infrared (SWIR) spectral analysis at San Miguel mine environment, Iberian Pyrite Belt (SW Spain) [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2005, 87:45－72.

[9] 连长云,章 革,元春华. 短波红外光谱矿物测量技术在普朗斑岩铜矿区热液蚀变矿物填图中的应用[J]. 矿床地质,2005, 24(6):611－637.

[10] 连长云,章 革,元春华,等. 短波红外光谱矿物测量技术在热液蚀变矿物填图中的应用——以土屋斑岩铜矿床为例[J]. 中国地质,2005,32(3):483－495.

[11] 章 革,连长云,王润生. 便携式短波红外矿物分析仪(PIMA)在西藏墨竹工卡县驱龙铜矿区矿物填图中的应用[J]. 地质通报,2005,24(5):480－484.

[12] 章 革,连长云,元春华. PIMA 在云南普朗斑岩铜矿矿物识别中的应用[J]. 地学前缘, 2004,11(4).

[13] 方勤方,刘玉林,鲁安怀. 皖东地区毛山金矿蚀变矿物特征及其地质意义[J]. 地质与勘探,2001, 37(5).

APPLICATION OF PORTABLE INFRARED MINERAL ANALYZER (PIMA) IN THE QIANHE GOLD MINE, HENAN PROVINCE

CAO Ye[1,2], LI Sheng－rong[1,2], SHEN Jun－feng[1,2], YAO Mei－juan[1,2], Li Qing－kang[1,2], MAO Fu－long[1,2]

(1. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing* 100083;
2. *Key Laboratory of Lithospheric Tectonics and Lithoprobing Technology, China University of Geosciences, Ministry of Education, Beijing* 100083)

Abstract: It is demonstrated that the portable infrared mineral analyzer (PIMA) is capable of deriving detailed mineralogical information on hydrothermal alteration in the Qianhe gold mine, Henan. Nineteen alteration minerals is identified by PIMA, in which the relative content of six minerals are more than 6%, including illite, phengite, anhydrite, montmorillonite, chlorite, calcite. With the geological mapping of these minerals comparing with the shape of orebodies and gold grade, alteration zones are initially divided, and prospect area is predicted.

Key words: PIMA, alteration mineral, gold mine, Qianhe