河南前河金矿蚀变岩磁化率特征与金矿化关系探讨

曹　烨　李胜荣　申俊峰　要梅娟　李庆康　毛付龙

(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;
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)

提要:河南前河金矿为构造蚀变岩型金矿,矿体和围岩呈渐变接触关系,界线模糊,但矿体、围岩和各种蚀变岩的磁化率有着明显的差别,利用 WCL-1 便携接触式磁化率仪对前河金矿各中段和勘探线的蚀变岩进行了系统的磁化率测量,各典型蚀变岩的磁化率从大到小依次为,绿泥石化(Ch)→硅化绿泥石化(Si+Ch)→绿泥石化硅化(Ch+Si)→钾长石化(Kf)→硅化(Si)→黄铁绢英岩化(Py+Se+Si)。蚀变岩磁化率与其金矿化程度的相关性分析表明,二者总体上呈负相关的相关趋势。绘制了 78 和 83 勘探线的磁化率剖面图和矿区磁化率-金品位等值线垂直纵投影图,初步预测了矿区的深部找矿方向。

关　键　词:前河;蚀变岩;磁化率;金矿化

中图分类号:P618.51;P313.1　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1000-3657(2007)06-1082-09

众所周知,物质在外磁场中将被磁化,在相同的外场中,不同物质的磁化程度亦不相同,磁化率 k 就是描述其难易程度的量值。地球环境磁力对多种元素分异和富集有着重要影响[1],成矿阶段和元素分带序列与矿物磁性特征具有明显的对应关系[2],前人曾对矿物磁性与金元素富集的关系做过较深入的研究,提出磁力与金矿化存在着一定的内在联系[3-6]。此外,将岩石矿物的磁组构特征等磁性信息用于金矿的预测也有过广泛的研究[7-12]。

黄铁矿是本区的主要载金矿物,但是黄铁矿磁化率小至 10^{-5} 数量级,相对于 10^{3} 数量级磁化率的蚀变岩小得多,Jackson M 等[13]证实黄铁矿磁化率与其含金性的关系并非简单的正相关性,可蚀变岩石的磁化率强度与矿石蚀变类型及含金性的关系尚不明了,用岩石磁化率圈定蚀变带应用于金矿找矿的实例鲜为报道。前河金矿床属构造破碎带热液蚀变岩型,金矿化与围岩蚀变关系密切,前人曾对前河金矿进行过理论和应用研究,如矿物岩石和矿床地球化学特征[14-16],以及矿床深部和外围的物探和化探等方面的找矿工作❶,取得了一些重要的研究结果。

目前对该区金矿的勘查主要是对控矿构造形迹的追踪,而对矿区蚀变分带对金矿化的控制性研究较少,笔者利用北京地质仪器厂生产的磁化率仪 WCL-1 对前河金矿采区各中段的 78 和 83 勘探线蚀变岩进行了磁化率测量,并在该金矿化验厂现场进行了蚀变岩的金品位化验,进行了金品位-磁化率趋势对比和矿物学填图,基本圈定了有利于金矿化的蚀变带,得到了相当好的找矿信息。

1　矿区地质特征

前河金矿位于河南省嵩县旧县镇以南,地理坐标为 34°45′08″N~34°47′23″N,矿区面积约 10 km^2。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 3800 m。宽 5~30 m。分东、中、西 3 个矿段。东段位于甚沟

收稿日期:2007-05-10;**改回日期**:2007-08-13

基金项目:高等学校学科创新引智计划项目(B07011)资助。

作者简介:曹烨,男,1983 年生,博士生,主要从事成因矿物学研究工作;E-mail:cykaiyang@163.com。

❶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.

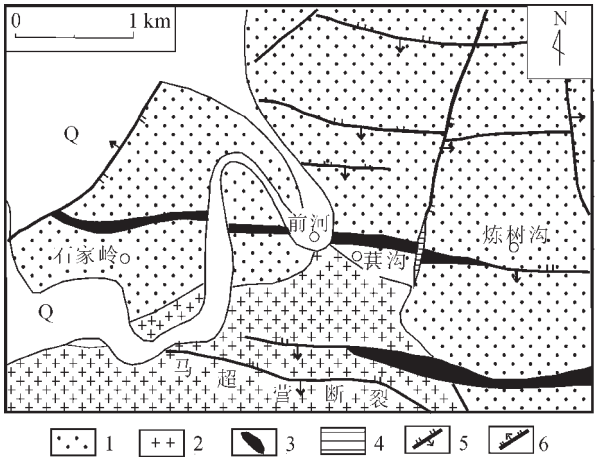


图 1　河南前河金矿矿区地质简图[14]
Q—第四系;1—中元古界熊耳群;2—燕山晚期斑状二长花岗岩;
3—构造蚀变岩型金矿体;4—角砾岩脉;
5—逆断层;6—正断层

Fig.1　Geological sketch map of the Qianhe gold deposit, Henan
Q−Quaternary;1−Mesoproterozoic Xiong´er Group;
2−Late Yanshanian porphyritic monzogranite;
3−Alteration type gold deposit;4−Breccia dike;
5−Thrust fault;6−Normal fault

口—沟脑分水岭,矿带长 1100 m,宽 5~30 m,平均 20 m。东矿段共圈定金矿体 3 个, 以 IV 号矿体规模最大, 矿体长度 830 m,厚度最大 14.97 m,平均 3.05 m,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[11]。金品位最高为 238.0 g/t,平均 7.87 g/t,预计金总储量约 10 t(图 2)。

2　测量结果及找矿标志

利用 WCL−1 便携接触式磁化率仪对前河金矿 200 中段至 360 中段的 78 和 83 勘探线进行了磁化率测量,共计 10 条勘探线,根据矿区的实际开采状况,每条勘探线测量长度为 34 m,测点间隔 1 m,前河金矿中段 78 勘探线和 83 勘探线中测试结果见表 1 和表 2。

由表 1 和表 2 的蚀变岩的磁化率数据可知,83 线的磁化率明显小于 78 线,均小于 10000。各中段勘探线磁化率的大小和金品位变化趋势线(图 3)反映了蚀变岩磁化率和其金品位呈明显的负相关,说明蚀变岩的磁化率能够反映其含金性的贫富。根据 78 线和 83 线的纵向磁化率曲线确定了 78 线和 83 线磁化率剖面图, 预测了典型蚀变的类型的延伸方向(图 4~5)。

对典型蚀变岩的磁化率研究表明, 磁化率大小依次为:绿泥石化、硅化绿泥石化、绿泥石化硅化、钾长石化、绢英岩化、硅化、黄铁绢英岩化。通过对 78 线和 83 线的剖面图研究表明(图 4~5),83 勘探线随着深度的加深,有利于矿化的蚀变带有变宽的趋势,78 线则变窄,预计 83 线往深部能矿化远景较好。

在此基础上,还对本区空间上的各中段各勘探线(穿脉)的蚀变岩进行了磁化率测量,共计测点 263 个基本圈定了磁化率异常区域(图 6)。

磁化率等值线垂直纵投影(图 6)表明,金矿化好的地段磁化率普遍较低,由于本矿床的金矿化与硅化有紧密联系,故在有利于矿化的地段,磁化率普遍降低。图 4 表明,200 m 中段 76.5 线至 80 线为磁化率高值区,不利于金矿化,特别是 320 m 至 200 m 中段的 75 至 79 线为磁化率的极高值区, 金矿化程度低,这已为勘探实践所证实;而 83 线以东为磁化率的大片低值区,预示着本区深部和东部有着良好的找矿前景。

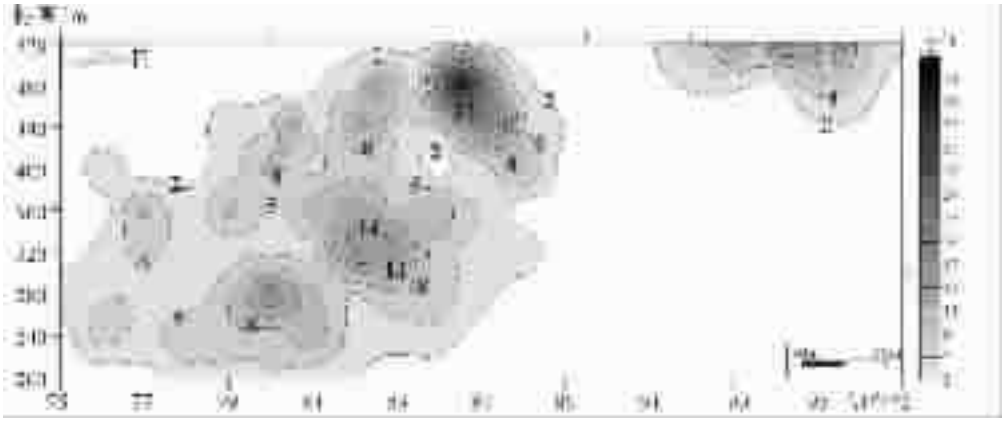


图 2　河南前河金矿床Ⅳ矿体形态及金品位等值线垂直纵投影图
Fig.2　Vertical longitudinal projection map of the shape of orebody IV and gold grade isolines of the Qianhe gold deposit, Henan

表 1 前河金矿各中段 78 勘探线蚀变安山岩磁化率和金品位

Table 1 Magnetic susceptibilities of altered andesite and its gold grade along line 78 in various levels of the Qianhe gold deposit

78 线									
200 中段		240 中段		280 中段		320 中段		360 中段	
磁化率(SI)	金品位(g/t)	磁化率(SI)	金品位(g/t)	磁化率(SI)	金品位(g/t)	磁化率(SI)	金品位(g/t)	磁化率(SI)	金品位(g/t)
5000	0.15	7700	0.16	13000	0.20	1000	0.00	4800	0.00
6000	0.31	8400	0.16	17000	0.00	180	3.19	4400	0.10
8100	0.54	7200	0.46	14000	0.00	240	1.66	3800	0.66
6400	0.77	8800	0.16	11000	0.00	600	1.25	4200	0.25
1600	0.77	5000	0.16	15000	0.00	110	1.39	4600	0.39
5400	0.15	6200	0.16	11000	0.00	20	1.94	3300	1.04
4800	1.23	10000	0.31	5000	0.80	200	0.00	3000	0.50
1000	0.15	5100	0.16	9300	0.00	15	0.00	2800	0.10
25	0.15	7800	0.16	6500	0.10	1000	0.00	1000	2.20
30	0.31	8400	0.16	4800	0.20	2000	0.00	2000	1.10
6500	0.46	8600	0.16	5200	0.10	400	0.00	4200	0.00
11000	0.31	9000	0.31	1100	1.00	2900	1.26	2400	1.26
7000	0.31	9500	0.16	20	1.44	1800	1.26	3150	1.26
6200	0.31	12000	0.16	15	2.72	2400	0.00	2200	0.30
3800	0.31	10000	0.16	3200	0.82	1600	0.00	900	3.10
3000	3.55	6200	0.16	15	2.82	7500	0.00	2700	0.00
15	1.08	4300	1.04	25	3.02	1000	3.31	2600	1.31
10	0.31	6100	0.16	20	3.24	600	0.00	2100	0.00
20	0.62	5500	0.16	500	0.12	500	0.00	2400	0.20
25	0.46	4200	0.16	1000	0.12	25	0.00	2600	0.00
4300	0.46	3000	0.16	25	1.78	800	0.00	800	0.00
5500	0.46	4000	3.20	15	2.36	50	8.52	700	4.52
5800	1.70	4700	0.61	1400	0.38	1700	2.21	400	2.21
5600	0.46	4000	0.61	1600	0.62	1600	0.00	1300	0.00
6500	0.62	5100	0.61	25	2.31	300	0.00	1600	0.50
8050	0.10	4000	1.22	1800	0.62	1200	0.00	1200	0.00
3300	0.15	3500	0.61	15	1.39	150	2.05	800	2.50
5350	0.20	4400	0.16	20	3.41	200	0.00	1000	0.00
8000	0.00	5100	0.15	25	1.08	2400	0.00	1500	0.00
3800	0.30	4200	0.40	16	3.00	1800	0.10	800	0.80
8000	0.00	4500	0.25	2200	0.00	2900	0.00	1200	0.50

注:金品位单位为 g/t,磁化率系数为 $4\pi\times10^{-4}$SI。

3 讨 论

3.1 矿物磁性与金的富集

金是一种分散元素, 地球的平均含金量仅为 800×10^{-9}。金的富集机制一直为国内外学者所关注。在内生矿化、变质矿化地质体中,含金矿物往往与含铁较高的矿物有一定的关系。在火成岩中,含金量由酸性岩、中性岩到基性岩一般有递增的趋势。变质岩中,含金高的矿物往往是磁铁矿、黑云母、辉石、角闪石。在硫化物中,含金高的矿物通常为黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和毒砂等。在风化壳中,含金量较高的矿物常为褐铁矿、赤铁矿。这些含铁矿物之所以含金较高,是因为矿物磁性在金矿床形成中起到一定的控制作用[2]。

在热液矿床中, 石英和方解石为典型的抗磁性矿物,金属氧化物和多金属硫化物为抗磁性和顺磁性矿物兼有之,而黄铁矿主要为反铁磁性矿物(表 3)[17-19]。矿物磁性的差异,与

表 2 前河金矿各中段 83 勘探线蚀变安山岩磁化率和金品位

Table 2 Magnetic susceptibilities and gold grade of altered andesite along line 83 in various levels of the Qianhe gold deposit

83 线									
200 中段		240 中段		280 中段		320 中段		360 中段	
磁化率(SI)	金品位	磁化率	金品位	磁化率	金品位	磁化率	金品位	磁化率	金品位
4800	0.16	2300	1.60	2200	0.00	2000	0.40	1200	1.25
8200	0.16	3800	4.07	1500	0.00	3800	0.20	1400	1.36
8000	0.46	4100	0.32	2600	0.00	2800	0.10	5500	1.07
5500	0.16	3400	1.28	7000	0.00	1600	0.30	5800	1.30
7000	0.16	2600	1.12	3900	0.00	2900	0.60	5400	2.14
5600	0.16	2050	1.12	3600	0.30	2400	2.10	5200	2.44
5900	0.31	1400	3.37	3200	0.45	1000	1.30	6000	0.61
4750	0.16	1800	1.28	5300	0.30	800	4.20	2600	1.53
6400	0.16	1500	3.53	4800	0.30	1800	1.40	3800	3.21
10	0.16	3200	3.37	5200	0.60	200	3.60	2200	7.24
5	0.16	2500	2.72	5600	0.30	1200	0.60	1600	1.82
12	0.31	3200	3.06	5800	0.68	2000	1.00	4600	6.66
13	0.16	1200	3.12	5000	1.20	4400	0.01	1500	9.84
15	0.16	4800	2.40	3200	1.27	4800	0.02	3800	7.72
20	0.16	800	1.92	3500	1.43	6000	0.02	4600	1.67
300	0.16	2200	3.31	4000	1.11	3300	0.05	4300	2.12
1000	1.04	1600	1.12	1900	1.16	3600	0.03	3150	4.09
5000	0.16	10	4.33	2100	2.70	2100	1.15	4000	1.21
2800	0.16	25	0.80	3200	0.62	1300	1.43	8300	0.38
6000	0.16	1500	0.96	2000	2.73	4200	1.58	9600	2.04
7000	0.16	1000	2.56	2200	5.63	2400	0.00	7400	0.61
5600	3.20	21	1.28	1800	2.32	1600	2.21	2600	3.10
15	0.61	2000	10.74	50	5.09	600	0.00	2000	0.00
4500	0.61	15	2.40	2000	6.83	1000	1.10	7600	0.76
4100	0.61	2600	0.96	5000	1.20	12	5.40	4300	2.00
2800	1.22	3950	1.44	5800	0.68	20	5.39	1800	12.96
5	0.61	5800	1.60	5600	0.30	15	7.91	400	11.36
2500	0.16	3900	1.44	5200	0.60	50	6.82	2800	0.30
12	0.15	1600	0.80	4800	0.30	25	6.01	1800	0.30
20	0.40	2000	2.40	5300	0.30	0	6.97	2300	1.14
18	1.20	7200	0.16	3200	0.45	0	7.64	1100	0.20

注:金品位单位为 g/t,磁化率系数为 $4\pi\times10^{-6}$SI。

成矿有关的矿物主要被划分为反磁性、顺磁性和铁磁性(包括反铁磁性)3 大类,是在一定环境磁场作用下,有用元素运移和富集的基础。

磁化率随着金属元素不断富集,流体金属溶质浓度不断加大,流体电导率和流动电位也会随之增高而产生新的磁场,新磁场也必叠加于原围岩剩磁磁场之上形成更强磁场。由此,每一种金属矿物会因各自磁性的不同而发生对应性的变化。易被磁化的矿物(磁化率大的矿物,又称铁磁性矿物)向两侧围岩运移并被吸附在岩石表面上,不易被磁化的矿物(磁化率为负值的矿物,又称抗磁性矿物)不受磁场影响,并从两侧围岩向构造界面之间流体中运移,从而使成矿元素发生运移和富集。所以,金矿床矿石矿物组合几乎全部为抗磁性矿物组成,矿石磁化率特征应视为金矿床形成和预测主要条件之一。

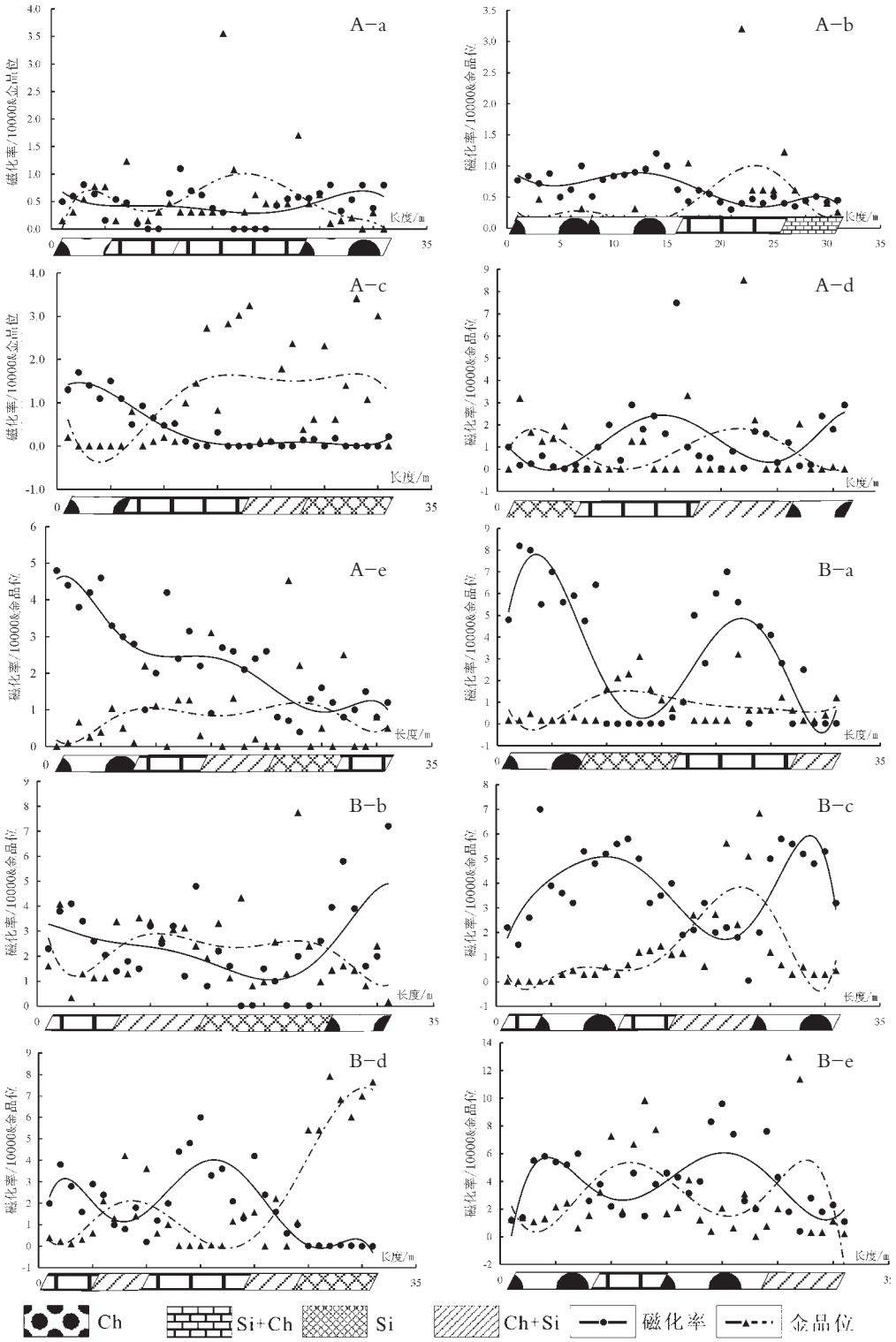


图 3 前河金矿各中段 78 和 83 勘探线蚀变岩磁化率和金品位变化趋势

A—78 线;B—83 线;a—200 m 中段;b—240 m 中段;c—280 m 中段;d—320 m 中段;e—360 m 中段

Fig.3 Trend of change in magnetic susceptibilities and gold grade of altered andesite along lines 78 and 83 in various levels of the Qianhe gold deposit

A−line 78;B−line 83;a−200 m level;b−240 m level;c−280 m level;d−320 m level;e−360 m level

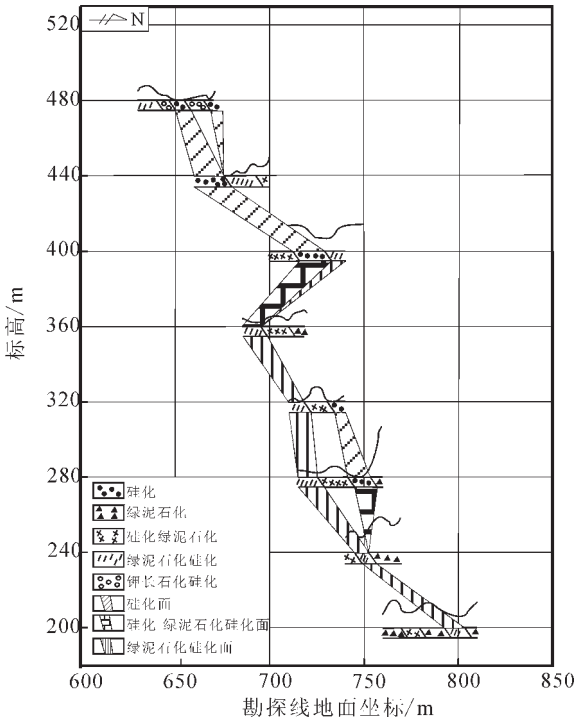


图 4　前河金矿 78 勘探线磁化率剖面图

Fig.4　Profile of magnetic susceptibilities of altered rocks along line 78 in the Qianhe gold deposit

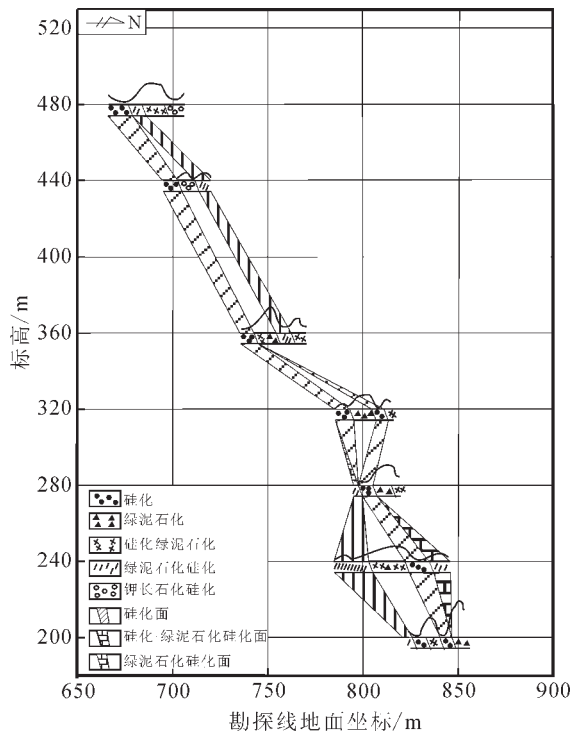


图 5　前河金矿 83 勘探线磁化率剖面图

Fig.5　Profile of magnetic susceptibilities of altered rocks along line 83 in the Qianhe gold deposit

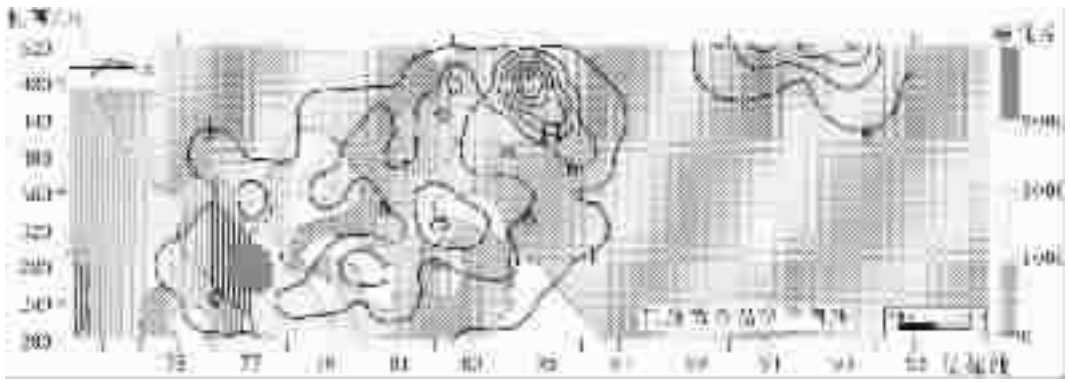


图 6　前河金矿蚀变岩磁化率–Au 品位等值线垂直纵投影图

Fig.6　Vertical projection of isotines of the magnetic susceptibility and gold grade of altered rocks in the Qianhe gold deposit

3.2 热液蚀变的磁化率分带

由于该金矿产于构造破碎带中，围岩和矿体界线模糊，很难单纯从岩性上进行矿区蚀变分带。根据不同蚀变岩磁化率的大小变化规律,发现矿区破碎带内的围岩蚀变类型及强度自构造带中心向两侧围岩,一般具有对称分布的特点。结合矿体形态和金品位图,按照岩石种类及蚀变、矿化强度,大致圈出 3 个蚀变带。

(1)外带:外带为广泛发育青磐岩化的蚀变安山岩,以墨绿色、灰绿色安山岩、杏仁状安山岩及安山玢岩为主的弱蚀变岩石。主要分布于蚀变岩带的两侧。该带与非蚀变的岩石呈渐变过渡的关系，自破碎带向外蚀变由强变弱直至消失;该带蚀变岩含金性甚弱,磁化率最大。

(2)中带:中带为蚀变岩,位于矿化蚀变岩的边部,分布于断裂带内。蚀变种类较多,以绿泥石化、硅化、碳酸盐化等蚀变为主、局部有微弱金属矿化。该带具有较弱的黄铁矿化,黄铁矿多呈自形粒状,呈稀疏浸染状散布于蚀变岩中,亦见

表 3 主要矿物磁性特征

Table 3 Magnetic characteristics of main mineral

反磁性矿物	磁化率($4\pi\times10^{-6}$SI)	顺磁性矿物	磁化率($4\pi\times10^{-6}$SI)	铁磁性矿物	磁化率($4\pi\times10^{-6}$SI)
石英	-0.5	铁橄榄石	100	磁铁矿	65817
金	-0.14	辉石	73	赤铁矿	72
方铅矿	-0.34	黑云母	53~78	磁黄铁矿	16667
银	-0.18	石榴石	31~159	磁赤铁矿	31847
硫	-0.48	闪石	13~75	钛铁矿	19957
硫化锌	-0.26	铜(CuO)	3.25	铬铁矿	80
铜(Cu_2O)	-0.14	硫化锰	65	针铁矿	19
碳酸钙	-0.38	硫化镍	21	黄铁矿(又属反磁性矿物)	17
黄铁矿		碳酸铁	98		
水	-0.72	氧化锰	40~54		
冰	-0.7	氧化钛	0.07		

有少量的含金黄铁矿成浸染状、网格状、聚粒状等多样复杂形式分布于蚀变岩中,该带多环绕矿化蚀变岩带分布,两侧宽度不等,但具对应性,与蚀变安山岩带呈渐变过渡关系;该带蚀变矿化相对较弱,磁化率较大。

(3)内带:内带为矿化蚀变岩,见于断裂带中部,与金矿(化)体范围大致吻合。是由绢英岩化、硅化、黄铁矿化、绿泥石化及碳酸盐化组成的蚀变带,蚀变强烈,以强硅化,黄铁矿化为显著特征,该带磁化率最小

4 结 论

前河金矿的矿体、围岩和各种蚀变岩的磁化率有着明显的差别, 蚀变岩磁化率与其金矿化程度的相关性分析表明,二者总体上呈负相关。各标高 78 和 83 勘探线的磁化率剖面图(图 4~5)显示,在 200 m 中段 83 线利于矿化的蚀变有增大的趋势;矿区磁化率-金品位等值线垂直纵投影图(图 6)显示,83 线以东为磁化率的大片低值区, 这些都预示着本区深部和东部有着良好的找矿前景。

致谢: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,谨此致以诚挚的谢意。

参考文献(References):

[1] 孙忠实, 邓军, 姜延国, 等. 吉林夹皮沟金矿带电、磁场与流体中成矿元素运移、富集效应[J]. 地质科学, 2004, 39(2):191-198.
Sun Zhongshi, Deng Jun, Jiang Yanguo, et al. Effect between electro-magnetic field in rocks and metallogenetic element moving enriching in fluid in the Jiapigou gold deposit belt , Jilin Province[J]. Chinese Journal of Geology, 2004,39(2):191-198(in Chinese with English abstract).

[2] 邓军, 王庆飞, 孙忠实, 等. 矿物磁性与金元素富集的可能性[J]. 现代地质, 2002, 16(2):177-179.
Deng Jun, Wang Qingfei, Sun Zhongshi, et al. The possible relationship between ore mineral′s magnetic characteristic and gold element enrichment [J]. Geoscience, 2002, 16 (2):177 -179 (in Chinese with English abstract).

[3] 孙忠实, 邓军, 姜延国, 等. 电-磁力对成矿流体脉动贯入的控制作用[J]. 地质科学, 2003, 38(1):97-106.
Sun Zhongshi, Deng jun, Jiang Yanguo, et al. Electro -magnetic force controlling pulsing injection of metallogenic fluid [J]. Chinese Journal of Geology, 2003, 38 (2):97-106 (in Chinese with English abstract).

[4] 邓军, 张世红, 孙忠实, 等. 岩石磁性与低温流体成矿作用关系探讨[J]. 地学前缘. 2002, 9(4):313-318.
Deng Jun, Zhang Shihong, Sun Zhongshi, et al. A Peliminary study on the relationship between rock magnetic properties and mineralization of low temperature fluids [J]. Earth Science Frontiers, 2002, 9(1):313-318 (in Chinese with English abstract).

[5] 邓军, 孙忠实, 侯增谦, 等. 板块界面磁斥力形成与全球大型-超大型金矿分布规律初探[J]. 地质科学, 2002, 37(4):502-508.
Deng Jun, Sun Zhongshi, Hou Zengqian, et al. Magnetic repulsive force forming in plate interface and distribution of global large/super-large gold deposits [J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37 (4):502-508(in Chinese with English abstract).

[6] 孙忠实, 邓军, 彭晓雷. 地球电、磁力对成矿作用控制的可能联系[J].吉林地质, 2002, 21(1/2):1-14.
Sun Zhongshi, Deng Jun, Peng Xiaolei. The possible connection of the earth electric force controlling metallogenesis [J]. Jilin Geology, 2002, 21(1/2):1-14(in Chinese with English abstract).

[7] 葛钟峋, 刘安州. 金矿田岩(矿)石磁性信息研究-以华北地台中段金矿田为例[J]. 世界地质, 1995, 14(4):69-74.
Ge Zhongxun, Liu Anzhou. The study on the magnetic information of gold deposit —taking middle North China platform gold deposit as an example [J]. Global Geology, 1995, 14(4):69-74(in Chinese

with English abstract)..

[8] 管志宁, 侯俊胜, 姚长利. 航磁梯度资料在金矿地质填图和成矿预测中的应用[J]. 现代地质, 1996, 10(2):239-249.
Guan Zhining, Hou Junsheng, Yao Changli. Application of aeromagnetic gradient data in geological mapping and metallogenetic prognosis of gold deposit [J]. Geoscience, 1996, 10(2):239-249(in Chinese with English abstract).

[9] 周伟新. 玲珑花岗岩基的磁化率各向异性及其与金矿的关系[J]. 地质科技情报, 1999, 18(3):60-62.
Zhou Weixin. Anisotropy of magnetic susceptibility in Linglong granitoid batholith and its relation with gold mines [J]. Geological Science and Technology Information, 1999, 18 (3):60 -62 (in Chinese with English abstract).

[10] 周伟新, 万天丰. 玲珑花岗岩体的变形磁组构特征及其与金矿的关系[J]. 地质科学, 2000, 38(4):385-395.
Zhou Weixin, Wan Tianfeng. Deformational magnetic fabric of Linglong granitic pluton and its relationship with gold deposit [J]. Chinese Journal of Geology, 2000, 38(4):385-395(in Chinese with English abstract).

[11] 孙忠实, 车迎房, 郑培玺, 等. 矿物磁性特征在金矿床形成及成矿预测中的作用[J]. 地质科学, 2005, 40(1):32-39.
Sun Zhongshi, Che Yingfang, Zheng Peixi, et al. Effects of mineral magnetism in gold deposits forming and metallogenetic prognostication[J]. Chinese Journal of Geology, 2005, 40(1):32-39 (in Chinese with English abstract).

[12] 陈宣华, 马天林, 孙立倩, 等. 萨瓦亚尔顿金矿床磁组构特征及与金矿化关系[J]. 地质力学学报, 2001, 7(3):208-216.
Chen Xuanhua, Ma Tianlin, Sun Liqian, et al. The Characteristics of rock magnetic fabric and its relationship to gold mineralization in Sawayaerdun gold deposit, Xinjiang [J]. Journal of Geomechanics, 2001, 7 (3):208 -216 (in Chinese with English abstract).

[13] Jackson M, Mccabe C, Ballard M, et al. Magnetite pathogenesis and digenetic palate premature across the northern Appalachian basin[J]. Geology, 1988, 16:592-595.

[14] 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.
Li Li, Qing Min, Chen Xiang. Geochemical features of Qianhe gold deposit, Henan [J]. Gold Geology, 1999, 5 (3):75 -80 (in Chinese with English abstract).

[15] 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.
Ba Anmin, Ma Hongyi, Zhang Songsheng, et al. Ore characteristics and ore -searching direction of Qianhe gold mine in Singxian county, Henan Province [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2006, 21(2):100-114(in Chinese with English abstract).

[16] 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.
Pei Yuhua, Yan Haiqi, Zhang Mingyun. Rock and mineral characteristics of Qianhe gold deposit in Henan [J]. Mineral Resources and Geology, 2006, 20(4-5):513-518(in Chinese with English abstract).

[17] 曾融生. 固体地球物理学导论[M]. 北京:科学出版社, 1984:40-79.
Zeng Rongsheng. Solid Geophysics Introduction [M]. Beijing: Science Press, 1984:40-79(in Chinese with English abstract).

[18] 丁鉴海, 卢振业, 黄雪香. 地震地磁学 [M]. 北京: 地震出版社, 1994:47-52, 104-106.
Ding Jianhai, Lu Zhenye, Huang Xuexiang. Earthquake Geomagnetism [M]. Beijing:Seismological Press, 1994:47 -52, 104-106(in Chinese with EngLish abstract).

[19] 孙忠实, 邓军, 张世红. 地球环境电、磁力与成矿系统相关关系浅析[J]. 地学前缘, 2004, 11(1):195-199.
Sun Zhongshi, Deng Jun, Zhang Shihong. A preliminary study on the correlation between the earth environmental electric -and magnetic -force and the metallogenic system [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(1):195-199(in Chinese with English abstract).

Relation between the characteristics of magnetic susceptibilities of altered rocks and gold mineralization in the Qianhe gold deposit, Henan

CAO Ye, LI Sheng-rong, SHEN Jun-feng, YAO Mei-juan,

LI Qing-kang, MAO Fu-long

(*State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China; Key Laboratory of Lithospheric Structure, Deep Processes and Exploration Technology of the Education Ministry of China, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*)

Abstract: The Qianhe gold deposit, Henan, is of tectonic alteration type. In this deposit, orebodies show gradational contact relationships with wall rocks with a vague boundary, but there is distinct difference in magnetic susceptibility among orebodies, wall rocks and various types of altered rocks. Systematic susceptibility measurements were made of altered rocks in various levels and along exploratory lines of the Qianhe gold deposit using a WCL-1 portable contact magnetic susceptibility meter. The susceptibility values of various kinds of typical altered rocks are in decreasing order as follows: chloritized rocks (Ch) → silicified-chloritized rocks (Si+Ch) → chloritized-silicified rocks (Ch+Si) → K-feldspathized rocks (Kf) → silicified (Si) → pyritized-phyllic rocks (Py+Se+Si). Correlation analysis of the magnetic susceptibilities of altered rocks and degrees of gold mineralization indicates that there is a negative correlation trend between them. Profiles of magnetic susceptibilities of altered andesite along lines 78 and 83 and a vertical longitudinal projection map of magnetic susceptibilities and gold grade isolines in the ore district have been constructed, and the direction for looking for ore deposits at depth in the ore district has been predicted preliminarily.

Key words: Qianhe; altered rock; magnetic susceptibility; gold mineralization

---

About the first author: CAO Ye, male, born in 1983, doctor candidate, mainly engages in the study of genetic mineralogy; E-mail: cykaiyang@163.com.