

河南汝阳东沟钼矿床控矿地质条件 及综合找矿信息

付治国¹, 宋要武², 鲁玉红²

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院, 许昌 461000; 2. 河南省地质调查院, 郑州 450007)

[摘要]通过对河南汝阳东沟特大型斑岩型钼矿床控矿地质条件及其综合找矿信息的研究, 总结以下几点认识: 控矿构造不仅是导岩构造, 而且也是导矿构造, 提供了成矿通道和储矿空间; 控矿母岩(成矿母岩)不仅提供了矿质矿液, 同时还控制了矿床的空间分布、产状及其规模。高酸、高钾、高碱及低镁(三高一低)的控矿母岩—钾长花岗斑岩为对成矿有利; 控矿围岩只要有足够的容矿裂隙皆可成矿, 而与围岩的化学性质关系不大。文章同时提出下列综合找矿信息及找矿思路: ①确定最佳区域空间位置, ②寻找成矿小岩体; ③分析围岩蚀变; ④重砂中高温矿物异常与水系沉积物元素组合异常的套叠程度是圈定靶区准确程度的关键。

[关键词]控矿地质条件 控矿母岩 综合找矿信息 河南汝阳东沟

[中图分类号]P618.65 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)02-0033-06

河南省汝阳县东沟钼矿床是我院在河南新的战略基地上发现的我国第六大特大型钼矿床, 其成因类型属单一金属钼的斑岩型钼矿床, 从而证明了在东秦岭—大别山钼成矿带仍存在巨大的找钼潜力。分析研究该矿床的控矿地质条件及综合找矿信息, 对寻找同类型的更大规模的钼矿资源具有一定的现实意义。

1 大地构造及区域地质背景

该区位于华北地台南缘与秦岭褶皱系东段的衔接部位, 我国东部钼成矿带东秦岭—大别山钼成矿带中段北侧, 该成矿带内深大断裂发育, 构造活动频繁, 岩浆岩广布, 东西分布有10个与钼有成因联系的燕山期花岗岩基, 为钼矿的形成提供了有利条件。

东沟钼矿床位于上述成矿带的太山庙花岗岩基的北东外接触带10km处(图1), 由太山庙花岗岩向东沟伸出的岩枝—钾长花岗斑岩, 构成矿床的直接母岩。区域出露地层为中元古界长城系熊耳群火山岩系。与成矿有联系的断裂构造为北东向断裂构造带, 是东沟钼矿床的导岩导矿构造。

2 控矿地质条件

2.1 控矿构造

区域上最发育的一组断裂带—北东向断裂, 为成矿前断裂, 是太山庙花岗岩岩浆房向东沟侵入的导岩构造。成矿母岩侵入后, 由于地壳的不断运动, 导岩构造重新活动, 形成多期次脉动矿化的继承性导矿构造。

值得注意的是矿床赋存部位恰位于区域北西向大断裂与北东向断裂束的交汇部位, 北西向大断裂对矿区矿液的输送起到了隔档屏蔽效应, 使分散的含矿气水热液在有限的空间内富集成矿。因而两大断裂交汇处与矿床分布的一致性决不是偶然的。

不仅如此, 每期次的矿化均通过北东向断裂向围岩输送含矿热液, 形成配矿、渗透及贯入作用, 因而, 北东向断裂构造又构成矿床的控矿断裂构造。

2.2 控矿母岩特征

2.2.1 一般特征

东沟花岗斑岩到目前为止仅发现一个岩体, 该岩体呈北东向展布, 长190m, 宽6~36m, 平均宽17m, 出露面积0.003km², 从目前掌握的资料看, 为全国数十个大中型斑岩型钼矿成矿母岩出露面积最

[收稿日期]2005-02-21; [修订日期]2005-07-04; [责任编辑]余大良。

[第一作者简介]付治国(1956年-), 男, 1991年毕业于中国地质大学, 获学士学位, 地质工程师, 现主要从事地质矿产勘查工作。

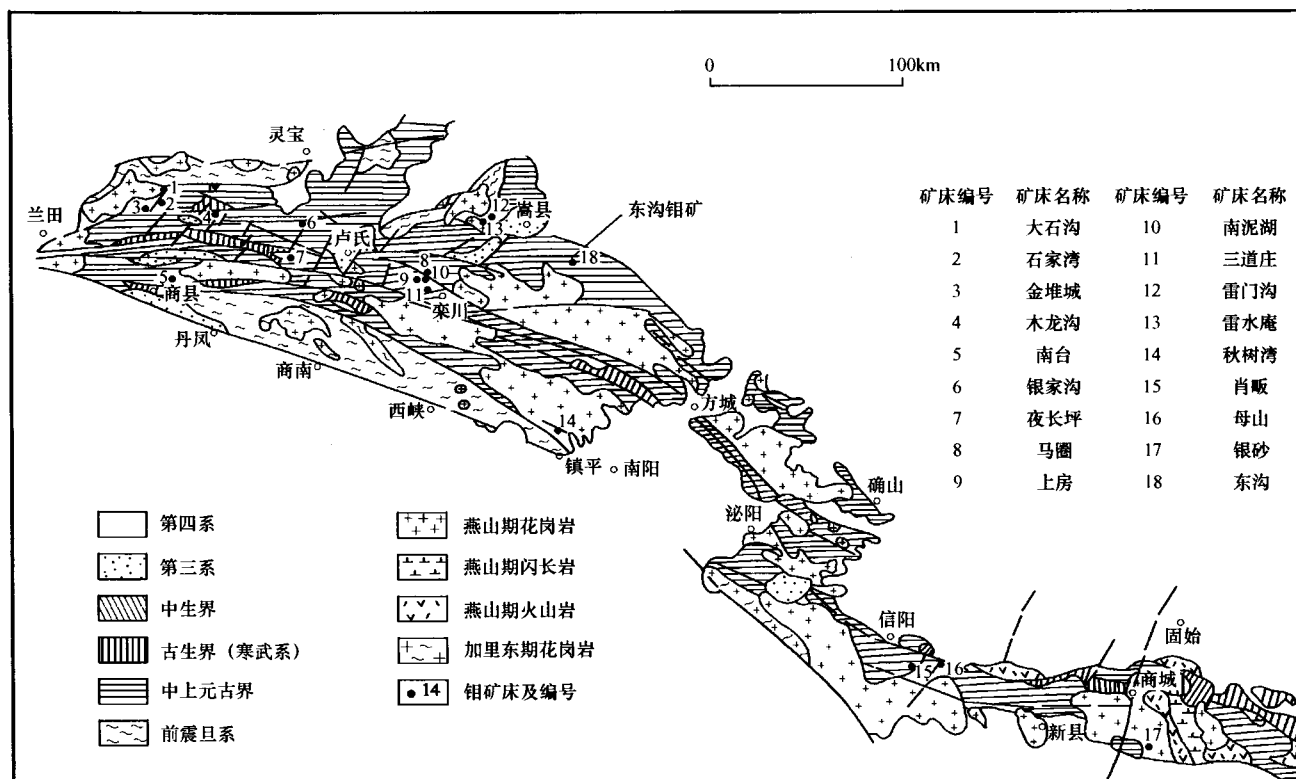


图1 东秦岭-大别山钨成矿带地质略图^[1]

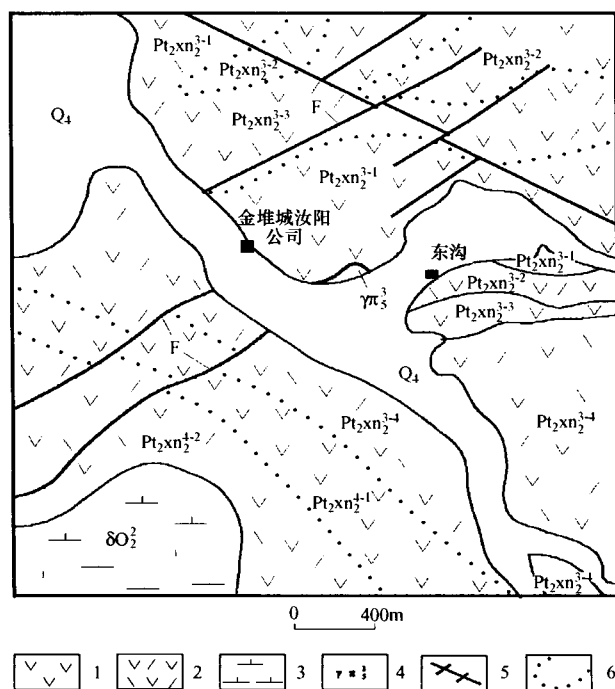


图2 汝阳县东沟矿区地质略图

Q₄—第四系沉积物;1—安山岩;2—黄安岩;3—闪长岩;4—花岗岩;5—断层;6—岩性分界线

小的岩体(图2)。

深部工程揭露的隐伏岩体呈北西-南东向展

布,长1550m,宽850m,面积1.32km²,从岩体出露位置向四周深部均呈外倾,倾角35°~52°。深部岩体顶面呈舒缓波状,总体为缓倾斜或近水平。

花岗斑岩体贯入外接触带的枝枝叉叉布满围岩内,而愈靠近岩体枝叉愈多愈宽大,且愈不规则。从岩体顶面向上40m左右形成密集带,可作为矿床深部勘查的指导标志。

2.2.2 岩石化学特征

据对8个花岗斑岩化学全分析结果与世界、中国华南、金堆城、上房沟及太山庙等9个地区花岗岩类岩石化学分析结果进行对比(表1)说明,东沟成矿母岩SiO₂含量除略低于上房沟外,较之其他地区均较高。另外Fe₂O₃、CaO等两项含量明显较高;与之相反,TiO₂、Al₂O₃、K₂O、MgO等4项普遍偏低,特别是Al₂O₃与MgO低于世界和国内各地花岗岩之含量。

1) 按扎瓦里茨基特征数值计算法

$Al_2O_3 > CaO + Na_2O + K_2O$ 属铝过饱和类型^[5]

$Q = S - (3a + 2c + b) = +35.82$ 属SiO₂过饱和类型^[5]

在扎氏图解中,钙碱性面内,岩石偏酸性且高钾(图3)。

2) 按C、I、P、W标准矿物计算法:

表 1 花岗岩类岩石化学特征对比表^[3]

名 称	世 界*	中 国*	华 北*	华 南*	太山庙	东沟**	金堆城***	上房沟***	南泥湖***	雷门沟***
SiO ₂	71.30	71.27	71.73	72.29	75.72	75.84	74.61	76.33	73.49	73.13
TiO ₂	0.31	0.31	0.29	0.28	0.20	0.12	0.11	0.10	0.15	0.24
Al ₂ O ₃	14.32	14.25	14.39	13.69	12.52	11.80	12.98	11.26	13.01	13.35
Fe ₂ O ₃	1.21	1.24	1.29	0.90	0.83	1.78	0.93	0.63	1.04	1.38
FeO	1.64	1.63	1.18	2.05	0.80	1.05	0.73	0.90	0.57	0.96
MnO	0.05	0.08	0.06	0.08	0.023	0.03	0.04	0.03	0.028	0.019
CaO	1.84	1.62	1.18	1.37	0.45	2.28	0.49	0.92	1.08	0.45
Na ₂ O	3.68	3.79	4.17	3.09	2.94	3.43	2.05	1.75	2.68	2.10
K ₂ O	4.07	4.03	4.51	4.76	4.94	4.65	6.60	6.57	6.19	6.31
MgO	0.71	0.80	0.61	0.59	0.21	0.12	0.22	0.41	0.48	0.41
P ₂ O ₅	0.12	0.16	0.10	0.13	0.08	0.025	0.05	0.05	0.063	0.07
CO ₂	0.05	0.33			0.21	2.80				
H ₂ O ⁺	0.64	0.56	0.52	0.67	0.61	0.18				
样品数量		221	69	166	14	8	10	9	29	50

数据来源: * 引自文献[5]; ** 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院化验室,2005; *** 河南省地质矿产勘查开发局第一地质调查队化验室,1983。

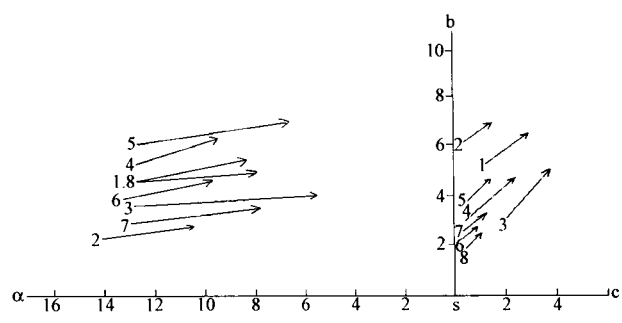


图 3 东沟花岗斑岩岩样扎氏图解^[4]

SiO₂ 和 Al₂O₃ 均属于过饱和类型,斜长石牌号计算结果 An = 7 - 18 ±,属钠 - 更长石,与岩矿鉴定结果吻合。

3) 按碱值(K₂O + Na₂O)和里特曼指数(σ)与 SiO₂ 相关特征。

K₂O + Na₂O 平均 8.08,随 SiO₂ 的增加略上升,与许多大 - 特大型钼矿床一致。SiO₂ 平均 75.84%,碱值限制在 8% ~ 9% 的成钼范围内。

里特曼指数(σ):σ = (K₂O + Na₂O)² / (SiO₂ - 43)^[5] = 1.99,并且随 SiO₂ 的增长而下降,陕东 - 豫西 - 皖中 37 个成矿母岩的 SiO₂ 在 63% 以上时,σ 限制在 1.8 ~ 3.3 范围内,均属钙碱性系列岩石。普遍的规律是:碱值与里特曼指数之差值(东沟为 6.09)在 6 以上时对成钼有利。

总之,东沟矿床的成矿母岩为三高一低,即高酸、高碱、高钾、低镁铝的正常太平洋型钙碱性系列的超浅成侵入岩。

2.2.3 岩石微量元素丰度值及组合规律

据矿区所取的 33 个钾长花岗斑岩光谱全分析

结果,与国内五个特大型斑岩钼矿床进行对比(表 2),与维诺格拉多夫(1962)^[5]世界花岗岩类微量元素丰度值比较^[6],可以看出:

东沟矿床成矿母岩 Mo 的丰度值与维诺格拉多夫世界花岗岩平均值之比为 226.3,与金堆城、上房沟同属特富集元素,而南泥湖 - 三道庄及夜长坪等矿床 Mo 的丰度值属强富集元素。按乔怀栋(1985)^[3]对洛南 - 豫西地区 37 个成矿母岩 Mo 的丰度值统计结果,东沟岩体兼具如下规律:

表 2 典型矿床成矿母岩微量元素表^[3] ω_B/10⁻⁶

元素名称	金堆城*	上房沟*	南泥湖 - 三道庄*	夜长坪*	东 沟**
Mo	433.1	422.1	94.22	83.64	226.3
W		44.90	62.14	78.72	
Cu	36.8	6.40	23.61	50.40	21.50
Pb	102.40	13.32	10.14	40.04	34.40
Zn	2.55	39.36	25.70	32.28	95.60
Ag	0.47	0.28	0.40	0.106	0.17
Ti	3194	1168	1114	341	439
V	34.30	10.11	16.00	17.87	31.30
Cr		4.60	4.53	41.20	
Co	< 10	2.50	1.87	3.50	10.40
Ni	13.1	2.61	2.30	3.88	27.00
Mn	2000	218.45	246.96	286.15	377.80
Sr	1400	144.91	150.78		
Ba	< 500	540.20	756.87		188.90
Zr	50.00	75.00	50.00		245.30
样品数量	40	22	8	61	33

数据来源: * 引自文献[3]; ** 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院化验室,2005。

燕山期花岗斑岩(不分早晚)Mo 元素丰度值均为强富集 - 特富集范畴;Mo、Cu、Pb、Zn 元素为稳定

组合;Mo、W 为正消长关系;Mo 元素丰度值与维氏值之比 >10 者易成矿,一般比值 >50 者成大矿。

2.2.4 稀土元素变化特征

东沟花岗斑岩稀土元素分配模式图(图4)具明显规律,燕山期太山庙钾长黑云母花岗岩(东沟成矿母岩)中稀土元素总量接近魏德波尔(1970)花岗岩平均值^[2],Eu 总量明显亏损;而东沟花岗斑岩以稀土总量偏低,Eu 亏损明显为特征。

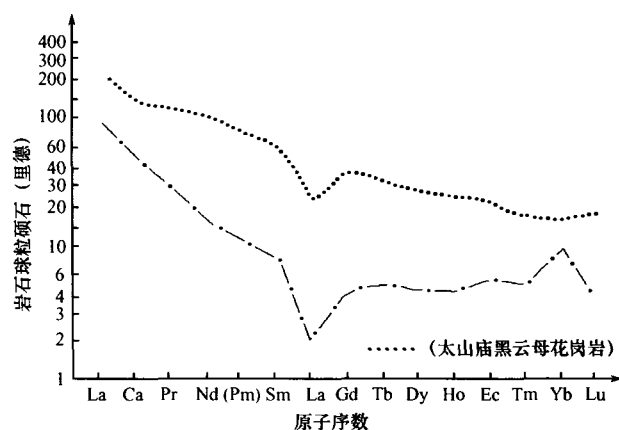


图4 东沟花岗斑岩稀土元素配分模式图^[2]

东沟花岗斑岩与金堆城、上房沟、南泥湖、太山庙等花岗(斑)岩岩体同属 Eu 中等负异常类型,作为钼矿化的成矿母岩,常构成大型、特大型钼、钨矿

矿床。Eu 若形成正异常、弱异常和强负异常均不能形成有工业意义的钼矿床。

2.2.5 特殊稀土元素特征

特殊稀土元素含量一般与岩石稀土总量及稀土配分有关(表3)。燕山晚期太山庙花岗岩特殊稀土元素含量略低于世界平均值,占稀土元素总量的比例相似。

东沟花岗斑岩稀土元素总量和特殊稀土元素所占比例均大大低于世界平均值,这与它侵入时对围岩的矿化蚀变有直接关系。太山庙花岗岩与东沟岩体特殊稀土元素含量均不高,所占总量比例均低于维氏值,反映它们的岩石成因比例单一,未曾经历过后期长期、多次地质应力的反复作用,这正说明在岩体侵入前本区构造格架基本形成,侵入成矿后也未经大的构造活动,岩体基本上保持了原貌。

2.2.6 成矿母岩稳定同位素特征

据表4,燕山晚期花岗岩类岩石与王屋山晚期中酸性侵入岩截然分为两大组,模式年龄相差一个数量级,与 Rb-Sr 法或 K-Ar 法同位素年龄相比,虽然偏高,但总差值是相同的。前者²⁰⁶Pb + ²⁰⁷Pb + ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 值高于后者,源区特征相比,前者明显富铀后者富钍,反映二者铅来自不同源区。

表3 燕山晚期岩体特殊稀土元素特征表^[2]

时代	岩性	$\Sigma \text{TR}/10^{-6}$		高峰元素	次高元素	TSE 含量顺序	TSE 含量/ 10^{-6}				$\Sigma \gamma/$ ΣCe	TSE/ TR - TSE
		统计均值	元素				统计均值	占百分比	统计均值	统计均值		
王屋山晚期	石英闪长岩	463.99	208.5	Ce	La	Eu > Tb = Ho > Tm > Lu	5.89	4.83	1.3	2.32	0.168	1.013
	石英闪长岩	398.66				Eu > Ho = Tb > Tm > Lu	6.88		1.7		0.209	1.018
燕山晚期	黑云母花岗岩	304.48	290.0	Ce	La	Ho > Tb > Eu > Tm > Lu	4.46	5.07	1.5	1.75	0.24	1.486
	东沟花岗斑岩	127.36				Ho > Tb > Tm = Lu > Eu	1.36		1.1		0.212	1.011

数据来源:宜昌地质科学研究所,1991。

表4 侵入岩体铅同位素组成特征表^[2]

岩体名称	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$(\frac{^{206}\text{Pb} + ^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} + \frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}})/\text{Pb}$	$\frac{^{235}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{204}\text{Pb}}$	Th/U	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{235}\text{U}}$	模式年龄 /My
燕山晚期 太山庙岩体	17.4300	15.4795	38.0840	70.9435	0.06709	9.25086	39.1812	4.09886	4.23520	583.94936	672.9486
东沟岩体	17.6720	15.4610	38.1720	71.3050	0.06729	9.27761	38.32875	3.99832	4.13132	569.62588	534.8979
王屋山晚期付店岩体	15.3760	15.2020	35.4170	65.9950	0.06817	9.39924	38.27708	3.94126	4.07236	561.49687	1898.4829

数据来源:宜昌地质科学研究所,1991。

燕山晚期酸性侵入岩作为巨大的热源,加热了渗入地下的大气降水,促进了地下热水对围岩的贯入强度,在高压气水热液的推动下向围岩裂隙进行广泛渗透。

2.2.7 岩体形成时代

以黑云母作对象,用 Rb-Sr 法测定东沟岩体同位素年龄为 (107 ± 2) Ma, 初始比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) = 0.

718 ± 0.0023 。太山庙花岗岩 K-Ar 法测定同位素年龄为 90.4Ma ~ 105.3Ma, 证明两者同属燕山晚期产物,地质年代属晚侏罗世-早白垩世之间。

国内有代表性的 12 个大中型钼矿床同位素年龄统计(表5)说明,在东秦岭-大别山成矿带内,从陕东到豫西至豫南,钼矿床的成矿母岩形成时代由老至新逐步变化,成矿年代跨度约 65Ma, 这是燕山

早期到晚期的最佳成钼时段,可作为地质年代找矿标志。

表 5 12 个成矿岩体同位素年龄统计表^[3] Ma

产地	年龄	产地	年龄	产地	年龄	产地	年龄
金堆城	146~161	三道庄	130.9	秦池	104.6	石家湾	124.7
上房沟	145.5	夜长坪	163	杨沟	132.7	坡相沟	127.7
南泥湖	162	雷门沟	99.3~104	黄背岭	132.0	母山	99.7

2.2.8 母岩的控矿

矿体环绕花岗斑岩岩体露头呈“草帽状”分布,矿体形态严格受岩体顶面的形态制约,平面上,矿体分布于距岩体 50~1060m 范围内;剖面上,主要矿体赋存于岩体外接触带 0~360m 范围内,这一范围资源储量占整个矿床的 96% 左右。岩体内接触带上部为次要工业矿体。钼矿体与岩体顶面形态相协调,呈环状外倾,倾角 35°~52°不等(图 5),离开岩体露头 90~280m 矿体倾角开始趋于平缓,深部矿体产状近于水平,为似层状。总体为舒缓波状,缓慢变化。

矿体厚度 46.60~253.92m,平均 189.76m,厚度变化系数 31%,属稳定型,矿层内部结构和外部形态均属简单类型。

矿石类型:细脉-细脉浸染状,Mo 平均品位 > 0.1%,由于 Mo 是活动性亲硫元素,易遭风化淋失,地表几乎见不到矿体。

2.3 控矿围岩

岩体侵入围岩主要为中元古界长城系熊耳群火山岩,与金堆城及黄龙铺地区相似,成矿率在 50% 以上,也是大区域上成矿效果最佳之围岩,分为安山岩与英安岩两大类。

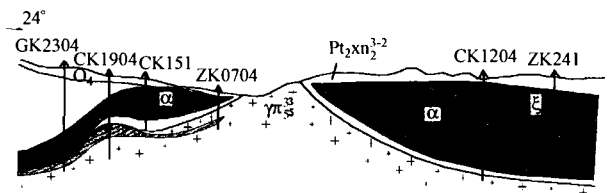


图 5 东沟钼矿床纵 04 勘探线形态简图

安山岩 Mo 的丰度值相当于维氏值的 13.3~20.0 倍,而英安岩的丰度值明显低于维氏值,几乎不含 Mo。表面看来,安山岩应构成主要容矿岩石,英安岩几乎难以成矿,而实际上,两者均构成工业钼矿床的主体。

统计规律表明,任何一种岩石,只要条件适宜均可矿化甚至成矿,而与围岩的化学成分关系不大。

控矿围岩的物理性质在成矿过程中起决定作用。尤其是围岩抗剪抗压强度决定着矿化强度,主要表现在矿石内各种细脉体的发育程度,细脉发育地段即为早期裂隙发育地段,据统计,安山岩、英安岩、花岗斑岩三大类岩石细脉发育情况如表 6。

在相同体积的情况下,安山岩的裂隙发育程度明显较高,因而构成主要容矿岩石,英安岩次之,花岗斑岩裂隙不发育,因而其含矿性相应也较差。

3 综合找矿信息及找矿思路

1) 找矿区域:区域上,一般钼矿床产于花岗岩岩基外接触带 3~10km 范围内,这一区段是成钼最活跃地带。

2) 寻找成矿小岩体:岩体的年代 95Ma~165Ma 之间,即燕山早期到晚期地质年代即晚侏罗纪-早白垩纪侵入的酸性岩体;岩体出露面积一般小于 1km²,占 76%,大于 1km² 者 24%;不规则的小岩株者占多数。

3) 岩体岩石特征:绝大多数为钾长花岗斑岩,钾长石斑晶为高温变种,石英为高温 β 型,斜长石以更长石为主。

表 6 成矿岩石细脉发育程度统计表

岩石类型		安山岩	英安岩	花岗斑岩
石英脉	条数	242	167	102
	脉宽/mm			
	0.5~3	224	157	93
	3.5~55	10	10	5
	5.5~10	8		4
	倾角/°			
	10~30	61	50	8
	31~60	154	93	63
	61~90	27	24	31
钾长石石英脉	条数	75	91	59
	脉宽/mm			
	0.5~3	49	90	8
	3.5~55	15	1	51
	5.5~10	11		
	倾角/°			
	10~30	9	13	2
	31~60	54	65	38
	61~90	12	13	19
纯辉钼矿脉	条数	93	164	57
	脉宽/mm			
	0.5~3	93	164	57
	3.5~55			
	5.5~10			
	倾角/°			
	10~30	28	49	23
	31~60	65	85	17
	61~90		30	17

4) 钼矿体与小岩体具空间分布的一致性:紧密相伴,形影不离,充分体现了岩浆岩的成矿专属性和斑岩型钼矿床的典型特征。矿体赋存于内带、外带,或二者兼而有之,各具特色。

5) 围岩蚀变:硅化、钾化是最佳找矿标志,与成矿关系最密切。要分析蚀变带的分布规律,一般的蚀变分带呈环绕成矿母岩对称分布。

6) 重砂异常:中、高温重砂异常分布规律,其中心地带距成矿母岩已不远(一般在 2km 以内)。

7) 化探异常:以水系沉积物异常效果最好,首先看 Mo 异常强度,若 Mo 异常 $> 30 \times 10^{-6}$ 即可视为矿致异常,即可划归一级成矿预测区。重砂与化探异常的套合程度是决定成矿靶区准确程度的关键。套合程度高者,可视为矿致异常;套合不好,可安排大比例尺土壤或采用其他手段开展工作。

4 结 语

目前,全球钼资源形势十分看好,国内钼矿三大支柱型产业集团—陕西金堆城、河南栾川、辽宁葫芦岛钼业公司纷纷斥巨资加大钼矿勘查力度,扩大后备资源储量,以增强企业后劲。但从目前情况看,已知的矿床等待深入勘查者并不多,新发现的矿点亦

较少,应着眼于大区域找矿,在东秦岭—大别山钼成矿带东段找钼条件仍然是最好的,须利用综合信息找矿手段投入工作。

[参考文献]

- [1] 罗铭玖,张铺民,董群英,等. 中国钼矿床[M]. 河南:河南省科学技术出版社,1986.
- [2] 燕长海,黄任远. 汝阳南部铅锌成矿远景区大比例尺成矿预测报告[R]. 河南:河南省地质矿产局第二地质调查队,河南省地质矿产局科研所,1991.
- [3] 乔怀栋,许永红. 洛南—豫西地区燕山期中酸性小岩体与钼矿成矿关系的研究[R]. 河南:河南省地质矿产局科研所,1985.
- [4] 吕献廷. 付店幅、背孜幅区域地质调查报告[R]. 河南:河南省地质矿产局第二地质调查队,1984.
- [5] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 武汉:地质出版社,1985.
- [6] 简新玲. 河南省桐柏县银洞坡金矿床地质地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2004, 40(2): 41~45.
- [7] 梅友松. 成矿规律若干问题研究[J]. 地质与勘探, 2005, 41(6): 3~4.
- [8] 郭保健,李永峰,王志光,等. 熊耳山 Au—Ag—Pb—Mo 矿集区成矿模式与找矿方向[J]. 地质与勘探, 2005, 41(5): 43~47.

ORE - CONTROLLING GEOLOGY CONDITION AND PROSPECTING INFORMATION OF DONGGOU MO DEPOSIT IN RUYANG, HENAN PROVINCE

FU Zhi - guo¹, SONG Yao - wu², LU Yu - hong²

(1. No. 2 Institute of Geological Exploration, Henan Bureau of Geology and Mineral Resource, Xuchang 461000;

2. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007)

Abstract: Through analyzing ore - controlling geological conditions of Donggou Mo deposit, It is concluded that ore - controlling structure is not only ore - leading structure, but also rock - leading structure which provides ore - forming channel and space. Ore - controlling mother rock (mineralization mother rock) has not only provided mineralization material and fluid, but also controlled distribution, occurrence and scale of ore bodies. Ore - controlling mother rocks are higher in acid and potassium alkalinity, and lower in magnesium, which is favorable for ore - forming. Mineralization can be formed in enough hosting - structures in ore - controlling mother rocks and has no relations with geochemical character of mother rocks. Prospecting indications have been proposed as follows: ascertaining favorable regional location, searching for small ore - forming body, analyzing wallrock alteration, exploring overlapping degree between heavy mineral anomaly and geochemical exploration anomaly.

Key words: ore - controlling geology condition, ore - controlling mother rock, prospecting information, Donggou, Ruyang, Henan province