

河南老龙泉超基性岩体地质特征及空心豆状构造铬铁矿矿石成因

漆丹志 黄子荣

(河南省地质局)

老龙泉超基性岩体位于河南桐柏山北麓,大河公社老龙泉村。该地处于秦岭东西复杂构造带东段南支,彭家寨倒转背斜北翼,属桐柏双山—大河超基性岩带中的一个岩体。岩体侵位于早古生代大河组蔡家湾段(Pz_1dh^3)地层中。该区超基性岩带沿桐(柏)—商(城)大断裂带分布,或称豫南古板块构造缝合线。据河南省地质局区测队〔1〕、原地质八队〔2〕资料,在该区先后发现超基性岩体104个。按岩体出露位置划分为南、北两个亚带:北亚带西起双山,东至瓦屋庄,长25公里,宽2—3公里。包括的主要岩体有:双山、大山庄、罗沟、柳树庄、上瓦屋庄、台子庄、南冲和瓦屋庄等18个超基性岩体;其规模最大者长6800米,宽20—450米,最小者长100余米,宽50余米。岩体形态呈细长条状,侵位于下古生界弧山头组(Pz_1g)斜长角闪片岩、角闪片麻岩中。岩体走向为北西 300° ;南亚带位于北亚带之南2—3公里。西起龙盘咀,东至大岭南,长22公里,宽1—2公里。包括的主要岩体有:龙盘咀、祖师顶、老龙泉、八亩沟、吴家湾、高庄和大岭南等57个岩体。其规模一般较小,最大者长500—800米,最小者几米—几十米(图1)。超基性岩体大多呈群出现、线状分布,侵位于

三、结 语

根据文中所述硫、氧同位素资料,即硫、氧同位素的组成及来源,对于铜厂这种类型铁矿床的成矿机理,我们拟提出“火山—沉积变质层状铁矿床”的观点,以供讨论,不妥之处,诚望批评指正。

参 考 资 料

〔1〕张理刚,1974,硫同位素在地质科学上的应用——兼论岩石和矿床分类问题。中南地质科技情报,第2期(增刊)。

〔2〕佐佐木明,1976,某些同生硫化物矿床与海水硫酸盐之间同位素交换的证据。地质地球化学科技参考,第8期。

〔3〕北京大学地质系,我国若干铁矿床的氧同位素研究。

〔4〕B·A·格里年科、И·H·格里年科,1980,硫同位素地球化学。

〔5〕氧同位素地球化学(译文集)。科学技术文献出版社。

〔6〕丁悌平,1980,氢氧同位素地球化学。地质出版社。

〔7〕蔡如高,1981,铷锶同位素地质模式。

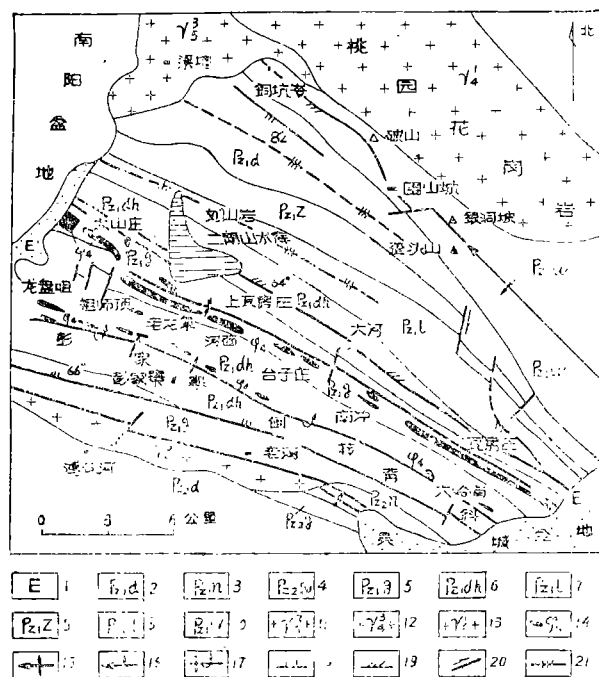


图1 桐柏大河地区超基性岩带
分布略图

- 1—新生界下第三系；2—上古生界定远组；3—上古生界南湾组；4—上古生界龟山组；5—下古生界（后同）孤山组；6—大河组；7—刘山岩组；8—张家大庄组；9—大栗树组；10—歪头山组；11—燕山晚期花岗岩；12—海西晚期花岗岩；13—海西早期花岗岩；14—海西期超基性岩；15—背斜及倾伏方向；16—向斜及倾伏方向；17—倒转背斜；18—压性断裂；19—压扭性断裂；20—扭性断裂；21—挤压破碎带。

下古生界大河组(Pz₁dh)地层中,沿彭家寨倒转背斜轴部及其北翼断续出露。岩体形态产状与区域构造线方向近于一致,走向北西300°。背斜轴部岩层由混合岩、混合片麻岩组成,背斜两翼由石墨大理岩、石墨片岩、斜长角闪片岩组成。老龙泉超基性岩体位于背斜北翼石墨大理岩层中,虽然岩体规模小,但含矿性较好,已发现少见的具单层、双层空心豆状构造铬铁矿矿体,当地农民很形象地称之为“狼眼石”。据有关资料〔1〕〔2〕和实地观察采样,经综合研究,总结成文,不妥之处,敬请批评指正。

一、超基性岩体地质特征

(一) **岩体产状、形态及规模**: 老龙泉超基性岩体出露长400余米, 宽20—75米, 中间宽, 两端窄, 面积0.02平方公里。其形态呈似纺锤状。据区测队钻探控制, 岩体产状: 北部边界倾向南西, 倾角 50° — 60° , 南部边界倾向北东, 倾角 60° — 70° ; 岩体长轴走向北西 300° , 岩体埋深最大60余米, 最浅6米, 岩体中部埋深(厚度)较大, 西部较浅(图2), 据岩体产状形态和岩相分布特点看, 属于似盆状超基性岩体。

(二) **岩石类型:** 据野外观察、镜下鉴定、岩石化学分析和计算作图结果, 该岩体可划分为以下几种岩石类型:

1.斜辉辉橄岩(Φ_2) : 分布于岩体西部A—A'剖面南端及B—B'剖面北端以及岩体中部。大多呈异离体产出,长10—45米,宽5—25米。空心豆状构造铬铁矿矿体集中分布于该岩相中。其岩性为浅绿、暗绿色,块状构造,网环结构较明显,蛇纹石化较强。主要矿物成分有:蛇纹石(85%以上)、残留橄榄石、斜石等,次要矿物有金云母;金属矿物有铬尖晶石、磁铁矿;次生矿物有滑石、次闪石等。岩石化学成分见表1。

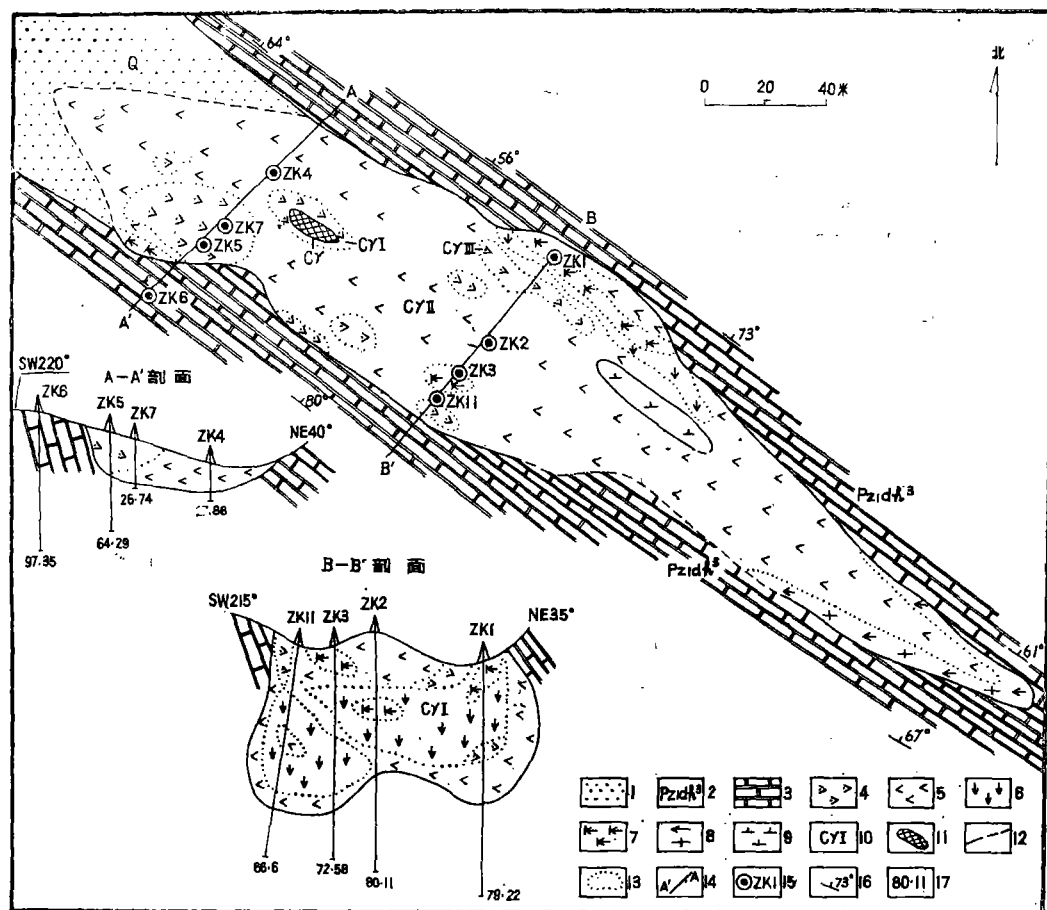


图2 桐柏老龙泉超基性岩体地质略图

1—第四系坡积层；2—下古生界大河、蔡家湾段；3—大理岩；4—斜辉辉橄岩；5—单辉橄岩及辉石岩；6—二辉辉石岩；7—单辉辉石岩；8—角闪石岩、辉石角闪石岩；9—闪长岩；10—铬矿带及编号；11—空心豆状铬铁矿矿体；12—地质界线；13—岩相界线；14—剖面位置；15—钻孔位置及编号；16—地层产状及倾角；17—钻孔深度(米)

2.单辉橄岩(ϕ_3): 分布于岩体中部,常与辉石岩伴生。该类岩石构成老龙泉岩体的主体,占岩体出露面积的50%以上。岩性为浅绿、浅黄绿、深绿色,块状结构。镜下观察:主要为网环结构、残留自形结构等。主要矿物成分有橄榄石(多已蛇纹石化)、单斜辉石,其次有黑云母,次生矿物有蛇纹石、滑石、蛭石、次闪石、方解石等,金属矿物有绿帘晶石、磁铁矿、磁黄铁矿等。单斜辉石(透辉石)大多被滑石、次闪石交代。橄榄石全蛇纹石化,偶尔可见残存在蛇纹石的网眼中。

3.二辉辉石岩(ϕ_2): 分布在岩体北部,长100米,宽2—8米,岩性为暗绿色至深灰色,块状构造,纤状变晶结构,主要矿物成分有单斜辉石(50%)、斜方辉石(25%)、黑云母(20%),其次有蛇纹石。金属矿物有磁铁矿、磁黄铁矿。单斜辉石呈粒状,晶粒较粗(0.3—3毫米),解理发育,正光性,消光角40°—50°。斜方辉石呈短粒状、粒状,粒径2—3毫

米, 据测定 $2V = 60^\circ$, 这两种辉石普遍遭受滑石化。黑云母呈片状, 片度 $0.3 \times 0.5 - 1 \times 3$ 毫米, 多色性明显, N_g 为红褐色, N_m 为红褐色, N_p 为淡黄色。这种黑云母属原生的, 大多水化而成蛭石。

4. 单斜辉石岩 ($\phi_{\frac{2}{2}}$): 分布于B—B' 剖面东北部及 岩体的南、北边缘, 呈异离体产出, 长16—50米, 宽4—10米, 岩性为灰绿、暗绿色, 自形粒状结构, 块状构造; 主要矿物成分有: 单斜辉石 (40—90%, 大多次闪石化)、黑云母 (30%)、滑石和蛇纹石 (3—5%), 次要矿物有磷灰石、碳酸盐等。岩石遭受强烈蚀变, 以次闪石化为主, 蛭石化、滑石化次之, 但原岩以残留辉石为主。据镜下观察, 主要为单斜辉石, 呈自形短柱状, 在单斜辉石颗粒边缘已被次闪石所取代, 大多变为次闪石、滑石。黑云母呈片状聚集体出现。次闪石呈柱状, 具辉石假像, 内有辉石残留。

5. 角闪石岩、辉石角闪石岩 ($\phi_{\frac{1}{2}}$): 出露不多, 仅见于 岩体东部边缘, 长108米, 宽2—10米。据钻探控制, 在岩体底部也曾见到, 但厚度小, 分布有限。

角闪岩: 呈灰—深灰色, 自形粒状结构, 块状构造, 主要矿物成分有角闪石 (65—85%), 黑云母 (10—20%), 次要矿物成分有斜长石、辉石等。角闪石粒径0.8—1.5毫米, 由于强烈蚀变, 大多变为次闪石或蛭石。

6. 闪长岩: 分布于岩体中部, 呈脉状产出, 与超基性岩体呈侵入关系。

综上所述, 老龙泉超基性岩体有以下特征:

(1) 各类岩石普遍含黑云母、金云母, 一般含量5—10%, 局部高达80%, 呈不规则团块状产出, 据镜下鉴定, 黑云母是原生的, 表明岩体化学成分含 K_2O 较高。

(2) 岩体分异相对较好, 中央为偏基性岩相, 以斜辉辉橄岩为主, 空心豆状构造铬铁矿体产于该岩相中。岩体两则偏酸性, 以辉石岩、单辉橄榄岩为主, 具有对称分异特征。

(3) 岩体遭受后期蚀变强烈, 主要有蛇纹石化、滑石化、次闪石化、蛭石化、碳酸盐化等。对恢复原岩造成一定困难。

(4) 该岩体是桐柏双山—大河超基性岩带中含矿性较好的岩体, 产出的特殊铬铁矿构造, 以罕见的单层、双层空心豆状构造为主。

(5) 岩体侵位的直接围岩是石墨大理岩, 接触蚀变以透辉石化、滑石化、绿泥石化为主, 蚀变带宽1—5米。

(三) 岩石化学成分特征: 据河南省地质局区测队6个硅酸样的分析资料, 经计算结果表明 (表1):

MgO含量一般较低, 除1号样含MgO为36.24%以外, 其余均低于30%; FeO含量较高, 一般在6.51—14.06%, 平均9.17%; 由于MgO含量低, FeO含量高, 所以MgO/FeO值低, 一般在1.48—6.13。平均4.22, 属铁质超基性岩。

SiO_2 含量较高, 除1号样含量较低 (38.64%) 外, 其余样品为41.82—49.77%, 平均44.99%, 表明超基性岩体化学成分上是偏酸性的。

Al_2O_3 含量一般较高, 但不同的岩石其含量差异较大, 在偏酸性的岩石中 (5、6号样品) 最高含量达10.63—12.91%, 在偏基性的岩石中 (斜辉辉橄岩1号样) 含量最低, 仅1.49%。

CaO含量较高, 一般在2.17—15.73%。在偏基性的岩石中 (1号样) 含量最低 (0.16%)。

表 1 老 龙 泉 超 基 性 岩 体 岩 石 化 学 成 分

样号	鉴定岩石名称	分析结果 (%)															吴氏投影点
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失量	H ₂ O ⁺	总计	MgO/〈FeO〉	
Si-1	斜辉岩	38.64	0.10	1.49	9.19	1.63	0.030	36.24	0.16	0.05	0.12	0.051	12.78	12.34	100.32	6.13	
Si-2	斜辉岩	49.33	0.35	4.82	1.12	5.93	0.165	17.16	15.73	0.28	2.13	0.067	2.96	1.06	100.04	4.14	
Si-3	二辉橄岩	47.96	0.20	3.54	3.10	5.63	0.130	27.69	2.17	0.14	0.20	0.066	8.88	0.56	99.71	5.92	
Si-4	角闪辉岩	49.77	0.70	10.63	1.05	5.53	0.135	14.41	12.40	1.20	1.60	0.196	3.27	1.31	100.45	3.92	
Si-5	单辉橄岩	42.40	0.38	4.47	3.93	6.75	0.200	28.47	4.61	0.11	0.86	0.110	7.07	—	99.45	4.97	
Si-6	角闪辉岩	41.82	1.50	12.93	2.55	11.75	0.200	11.71	10.61	1.73	2.06	0.470	3.10	—	99.99	1.48	

K₂O、Na₂O₂含量较高，特别是K₂O一般在0.12—2.13%，平均1.09%，高于正常超基性岩体含量，这与岩体中普遍含黑云母、金云母有关。

P₂O₅含量较高，一般在0.051—0.47%，平均0.16%，在岩石、矿石的光薄片中都见到磷灰石，说明岩体侵入时含有较高的挥发分。

综上所述，岩体化学成分特征是：MgO含量低，FeO、Fe₂O₃、Al₂O₃、CaO含量均较高，尤其是K₂O、Na₂O、P₂O₅含量大大高于其它地区的超基性岩，由于碱质成分高，对形成较大铬铁矿床是不利的。

(四)超基性岩生成时代：南亚带据[1]资料二辉辉石岩中新鲜的原生黑云母，用K—Ar法测定的结果，同位素年龄为345百万年，属海西期产物。北亚带中柳树庄超基性岩体，用同样方法测得同位素年龄为394百万年，据此认为北亚带超基性岩体时代较早，南亚带超基性岩体生成稍晚。

(五)岩体的含矿性：

1.铬铁矿矿体的规模、产状：老龙泉超基性岩体，虽然规模小，但含矿性相对较好。岩相和岩石化学成分偏酸性，分异较好，对形成小的铬铁矿体较为有利，目前已发现的三个含矿带，集中分布在偏基性岩相中。由于岩体规模小、埋藏浅，所产的矿体规模也小，埋藏也浅。空心豆状铬铁矿体的规模、形状、产状严格受斜辉辉橄岩异离体大小、产状所控制。

I含矿带：位于岩体中部偏西，A—A'剖面东侧，矿化带长35米，宽10米，其中发现一个铬铁矿矿体，长15米，宽3.6—3.8米，延深2—3米，全由单层、双层空心豆状构造铬铁矿矿石组成，Cr₂O₃含量15.12—37.79%。

表注 ①据[2]资料计算整理。

②H₂O⁺包括在“灼失量”内。

Ⅱ含矿带：位于Ⅰ含矿带南东24米，A—A'及B—B'剖面间的南部（图2），矿化带断续长70米左右，宽5—15米，其中亦发现一个铬铁矿矿体，长20米，宽13米，由空心豆状及浸染状铬铁矿矿石组成， Cr_2O_3 平均含量5%左右。

Ⅲ含矿带：位于岩体中部北缘，B—B'剖面北端（图2），矿化带长50米，宽5—10米，延深约20米，未发现单独的铬铁矿矿体，由矿化斜辉辉橄岩组成，铬尖晶石呈星散状、稀疏浸染状分布于岩石中， Cr_2O_3 含量1—7%，一般在2—3%，铬尖晶石呈自形或半自形粒状，有的呈三角八面体，粒径0.5—2毫米。

2. 矿石结构、构造特征及矿物成分：矿石构造比较特殊，以单层、双层空心豆状构造为主，浸染状、稀疏浸染状、星散状、似条纹状构造次之，偶尔可见网环状或网脉状构造。铬尖晶石大多呈自形、半自形粒状结构。

空心豆状铬铁矿矿石内部的构造特征：豆体形态、大小各不相同，但大多近于一致，很少有超过2厘米以上的豆体。豆体形态大多呈黄豆状、蚕豆状，有的呈肾状、椭圆形与“羊粪蛋”相似（照片1）。豆体粒径长轴0.8—1.8厘米，短轴0.4—1.2厘米。壳厚0.5—2.5毫米，个别壳厚3—4毫米。双层空心豆体的外壳浑圆程度较好，壳厚，内壳浑圆程度较差，内壳厚一般在0.3—0.5毫米。双层空心豆体内外壳大多近于平行分布，间距0.5—1毫米，内壳形状有的凸凹不平，个别内外壳有相接触的，但接触面是平直的（照片2、3、4、5），无论单层、双层空心豆体，其内、外壳的矿物成分是一样的，都是由自形一半自形致密的呈镶嵌结构的铬尖晶石组成。矿石中除单层、双层空心豆体外，也偶尔见到实心豆体，这种实心豆体直径小，一般在0.3—1厘米，常与空心豆混杂产出。空心豆的内核、双层豆壳之间，各豆体之间的矿物成分是一样的，均由橄榄石（大多蛇纹石化）组成。

据野外实地观察，在矿体露头上，所见到的空心豆状矿石，各豆体大致沿着一定方向呈定向排列。

据镜下鉴定证明豆体内部，以及内、外壳之间矿物成分均由次生蛇纹石组成，原生矿物为橄榄石，且保留有较好的橄榄石残晶，网环结构明显。有的铬尖晶石在豆体内外呈星散状分布，大多呈他形粒状，少数为自形一半自形粒状结构，说明熔离不彻底，未能集中成矿，或者是振荡作用抛出的结果。豆体内外壳均由自形一半自形铬尖晶石结合体组成，在薄片呈透明的深（棕）红色，磁铁矿沿铬尖晶石裂缝充填，部分磁铁矿被赤铁矿沿解理进行交代。黄铁矿呈细粒（0.02毫米）嵌布在铬尖晶石内，表明成矿过程中有挥发分硫的存在。

矿石矿物成分比较简单，主要金属矿物有铬尖晶石，占5—35%；次要矿物有磁铁矿。磁铁矿以两种形式分布，一是呈半自形细粒状，粒径0.032—0.1毫米，散布在脉石（蛇纹岩）中；另一种呈细脉状，沿铬尖晶石微细裂缝充填交代，或在铬尖晶石边缘，由铬尖晶石蚀变产生。微量矿物有赤铁矿、褐铁矿，呈不规则粒状，常与磁铁矿伴生。黄铁矿、黄铜矿偶尔可见，呈细粒状嵌布在铬尖晶石内。此外还见到钛铁矿。脉石矿物主要有蛇纹石65—95%，次要矿物有滑石、伊丁石、蛭石、磷灰石、黑云母、方解石等。

3. 矿石化学成分：据化学分析，空心豆状铬铁矿矿石 Cr_2O_3 含量变化较大，含量高低与豆体的密集度有关，最高15.12—37.79%，最低1—7%。TFe 7—14%，铬铁比值1.6—1.8。矿石中其他有益组分含量：Ni 0.2—0.45%，Co 0.01—0.02%，Pt 0.003—0.023克/吨，Pd 0.003—0.017克/吨。

4.造矿铬尖晶石化学成分及铬尖晶石类型：对较富的空 心豆状铬 铁矿矿石，作 人工重砂，挑出单矿物，经光谱半定量、X光粉晶分析及化学分析，其结果列于表 2、3、4、5。

(1) 光谱分析：

表 2 空心豆状铬尖晶石精矿分析表

样 号	含 量 (%)									
	Cr	Fe	Al	Si	Mn	Na	Co	V	Ni	Ga
地 探 1	>10	10	5	0.1	0.2	0.1	0.03	0.03	0.003	0.001

分析者：河南省地质局实验室陈绍仁

表 3 空心豆状铬铁矿、铬尖晶石精矿分析

样 号	含 量 (%)											
	Cr	Fe	Al	Si	Mn	Mg	Ca	Co	V	Ni	Ti	Zn
地 探 1	>30	10	1	0.1	0.1	0.7	0.1	0.005	0.05	0.01	0.07	0.07

分析者：河南省地质局地质八队陈方伦

(2) X光粉晶分析：铬尖晶石类型属于硬铬尖晶石

根据表5化学成分，采用斯蒂文斯法计算，每一元素在基础晶胞中的原子数为Al—5.2，Cr—10.2，Fe³⁺—0.6，Fe²⁺—4.4，Mg—3.6；按巴甫洛夫作图法，投点在Ⅷ区，铬尖晶石类型属于富铁铝铬铁矿。由表 5 中不难看出：FeO、Al₂O₃、CaO的含量较高，而MgO含量偏低，Cr₂O₃含量要比其它地区铬铁矿区含量都偏低。矿石中 铬铁比值 也低。造矿铬尖晶石类型基本上反应了岩体的岩石化学成分特点。从表 1 中可知，岩体中含矿岩石是斜辉辉橄岩，FeO含量高，MgO含量较低，镁铁比值只有6.13，也低于其它地区同类岩石的镁铁比值。老龙泉超基性岩体的岩石化学成分，决定了造矿铬尖晶石的化学成分，产生这种现象的原因在于岩体的围岩是石灰岩，由于岩浆侵入同化围岩，改变了原来岩浆的化学成分，使SiO₂、CaO、Al₂O₃、FeO含量增高。FeO析出的同时产生大量的CO₂，这就进一步增加了岩浆的挥发分。其反应式如下：



熔离出的FeO与Cr₂O₃结合，生成含铁较高的铬尖晶石。由表 5 可以看出，空心豆状铬铁矿矿石精矿分析，〈FeO〉含量高达22.17%（包括Fe₂O₃在内），而Cr₂O₃含量相对

表 4 铬尖晶石X射线粉末数据与标准矿物粉末数据对比表

被 鉴 定 鉴 物		标 准 物 矿	
d (Å)	I	d (Å)	I
5.10	1	5.180	2
4.70	2	4.770	4
3.22	1	3.220	1
2.90	3	2.921	5
2.74	2	2.748	4
2.48	10	2.487	10
2.275	2	2.276	2
2.06	5	2.061	5
1.74	2	1.741	2
1.68	2	1.684	2
1.60	1	1.602	1
1.58	7	1.587	7
1.46	9	1.454	8
1.26	1	1.258	3
1.19	1	1.191	2
1.11	1	1.104	1
1.078	5	1.074	6
1.055	1		
1.033	2	1.031	4

分析者：河南省地质局实验室胡左友、元录品

注：（1）工作电压30KV，电流10mA，照相机直径57.3毫米，照相时间3h，测量精度：d位是用d尺量得，I为目测强度。

（2）标准矿物：采用贵阳地化所《矿物X光粉晶鉴定手册》73页。

（3）化学分析：

表 5 空心豆状矿石铬尖晶石精矿化学分析表

样 号	含 量 (%)												Cr ₂ O ₃ «FeO»
	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	MnO	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	COO	总计	
地探 1	49.53	0.83	21.40	16.83	0.30	9.48	0.39	0.27	0.35	0.002	0.026	99.428	2.23

分析者：河南省地质局实验室曹绍森

降低（49.53%），由于铁高、铬低，因而铬铁比值也就大大降低（2.23），铬尖晶石类型属于富铁铝铬铁矿。这与其它省区超基性岩中的铬铁矿有明显区别。

二、单层、双层空心豆状构造铬铁矿矿石成因

对于豆状、空心豆状、瘤状构造的铬铁矿成因，过去曾有许多论述，大多认为是岩浆熔离作用形成的，老龙泉超基性岩体中见到的空心豆状构造铬铁矿矿石，与其它省区见到的豆状矿石不同，它不仅具有单层空心豆体，而且还有双层空心豆体，这些豆体大小差别不大，具定向排列，大多具浑圆状，有的被拉长。其生成原因，我们认为：除熔离作用外，还有动力作用——振荡作用参予，这种动力主要来自构造运动或岩浆运移活动中的脉动作用，即当岩浆中熔离出铬矿浆的过程中，至少经历2—3次振荡作用，就像滚元宵一样，形成单层、双层空心豆状矿石。

岩浆发生熔离作用，一般是在岩浆结晶的晚期阶段。由于岩浆结晶的早期阶段，岩浆成分是以硅酸盐为主，此阶段 Cr_2O_3 含量一般较低，相当于克拉克值（0.33%）。在岩浆结晶过程中，首先晶出的是橄榄石或顽火辉石，而不是铬尖晶石，只有到了岩浆结晶的晚期或中期阶段，岩浆和铬矿浆达到一定比例关系（即统称之“共结比”）时才能发生熔离，生成豆状构造矿石。据凯斯的试验表明，当岩浆中 Cr_2O_3 含量达到2%，铬尖晶石才能从岩浆中以“共结关系”与橄榄石同时晶出，形成豆状构造铬铁矿矿石，这些豆状矿石往往分布在偏基性的岩相中。如新疆萨尔托海超基性岩体中N301、Cr302号矿体（实心豆状矿石）也产于偏基性的纯橄榄岩中。

熔离作用能否发生，除上述岩浆和矿浆需达到一定的“共结比”外，还取决于挥发分的存在与否。根据格里戈里耶夫实验推论：“硅酸盐熔融体能否发生熔离，主要取决于当时有无挥发分”。岩浆中的挥发分，一般包括 H_2O 、 CO_2 、Cl、B、F、S、P等。至于相柏老龙泉超基性岩体中是否有大量挥发分存在？可以根据岩石、矿石化学成分，以及岩体侵入的围岩来推论，如黄铁矿、黄铜矿等证明有S的存在，在岩石、矿石中见到磷灰石，证明有P存在；此外还有云母、 H_2O 和大量 CO_2 存在。由于岩浆中存在大量挥发分，可以降低岩浆结晶温度，使矿浆滞留在残余熔融体中，这就有利于产生熔离作用。

挥发组分为何能促使矿浆和岩浆发生熔离作用？主要是液态分熔常常借助于乳浊剂，而挥发组分往往起着乳浊剂的作用。如水在高温的岩浆中以 $(\text{CH})^-$ 离子状态形式存在，它可能降低岩浆粘稠度和结晶温度，而且可以把铬、镁等电位能较高的离子吸聚起来，从而产生矿浆的熔离。

岩浆的熔离作用，发生在整个岩浆演化和结晶作用的晚期阶段。在一定物理化学条件下，分解成互不混溶的硅酸盐液体和含铬液体，这种分解作用不断产生，加之这两种不混溶的液体比重和粘度不同，使结晶有先有后，先结晶的硅酸盐矿物向下沉而堆积，使岩浆本身变为“粥状”，这时熔离出的矿液点滴在较大粘度的岩浆中聚集成矿浆，由于它的比重较大，在重力作用下向下沉，形成实心豆状矿石。当存在动力作用情况下，特别是振荡作用（或岩浆脉动作用）使矿液包裹先结晶的硅酸盐矿物，这就形成单层空心豆状构造，当这种作用间断发生，就形成双层空心豆状构造。在挥发分的作用下，产生内应力，或者在侧压力作用下，使豆体被拉长形成定向排列。为了证明振荡作用的存在和形成豆状矿石原理，笔者作了重液（三溴甲烷）与水的不混溶试验；三溴甲烷比重是2.889，水的比重是1，同装一个玻璃瓶

内,在平静条件下,重液下沉在瓶底,呈层状或透镜状分布,当振荡玻璃瓶,三溴甲烷形成一个个小圆珠状或豆状,由于内应力作用,有的呈椭圆形、肾状。据此可以推论,空心豆状构造铬铁矿矿石的形成除了熔离作用外,振荡作用是不可缺少的条件。当然在自然界中形成豆状、空心豆状及单层、双层空心豆状铬铁矿矿石条件更要复杂些,它还要受到温度、压力、挥发分、岩浆粘稠度的影响,但重液和水的混溶试验,基本上可以说明空心豆状矿石形成的机理。由于熔离作用间断产生,动力作用(振荡作用)继续发生,因此就可以形成双层空心豆状构造铬铁矿矿石。双层空心豆状构造,内层豆壳是先期形成,外层豆壳是后期形成;先期形成的内层豆壳薄而小,这是由于先期熔离出的矿浆少,外层豆壳厚而大,是后期熔离出较多的矿浆,因此在照片中看到单层空心豆状构造铬铁矿较多,而双层空心豆状则较少。

至于豆体形态大小虽然不一,但大多相似或相等,个体不大,很少见到较大豆体或瘤状构造,其原因在于:矿浆在液态时,往往受到表面张力的制约,而表张力的大小,又与矿浆粘稠度、挥发组分多少、动力强弱有关。如果矿浆粘稠度大表面张力就减小,挥发组分多、动力强就难以形成较大个体的瘤状构造。据有关资料报导,“矿浆表面张力只能维持到瘤体达6厘米,当直径大于6厘米时,矿浆就保持不住球体外形”。此外,“当造矿铬尖晶石含 $\langle \text{FeO} \rangle$ 高达22%以上时,矿浆表面张力大为减小,所以不能形成瘤状构造”。正因如此,所以老龙泉超基性岩体中,见不到大于2.5厘米以上的豆状矿石,只能见到形态大小基本相似,个体不大的空心豆状构造矿石。另外,个体较大的空心豆状矿石难以形成,还可能与其造矿铬尖晶石中 $\langle \text{FeO} \rangle$ 含量已达22.17%(表5)使矿浆表面张力大大减小有关。

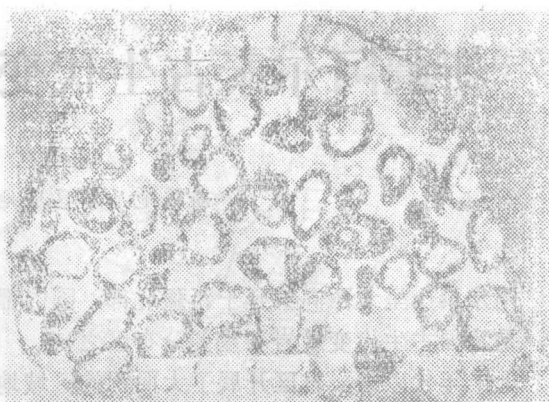
本文由我局地质科学研究所副所长兼副总工程师林潜龙、成都地质学院副教授翟淳审阅,提出许多宝贵意见,在此一并致谢。

参 考 资 料

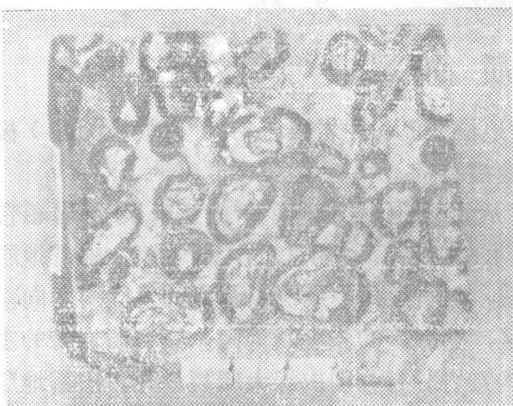
- [1] 河南省地质局区测队,1975,1:5万河南省桐柏大河地区区域地质调查报告。
- [2] 宜昌地质科学研究所,1973,中南区基性超基性岩科研座谈会地质资料选编。
- [3] 地质科学院地质矿产研究所,1976,地质矿产研究,第一期。
- [4] 武汉地质学院矿床教研室,袁见齐等,1979,矿床学。地质出版社。
- [5] 成都地质学院,郑明华等,1978,矿床学。地质出版社。
- [6] H·B·巴甫洛夫,1959,铬尖晶石类矿物的化学成分与超基性岩侵入体岩石成分之间的关系。科学出版社。
- [7] 地质科学院地质矿产研究所,1974,中国铬铁矿相图册。地质出版社。
- [8] 徐国风,1957,矿石的构造和结构。地质出版社。
- [9] 地质科学院地质矿产研究所,1973,铬、镍、钴、钼地质矿产专辑,第一集。地质出版社。
- [10] 从柏林,1979 岩浆活动与火成岩组合。地质出版社。



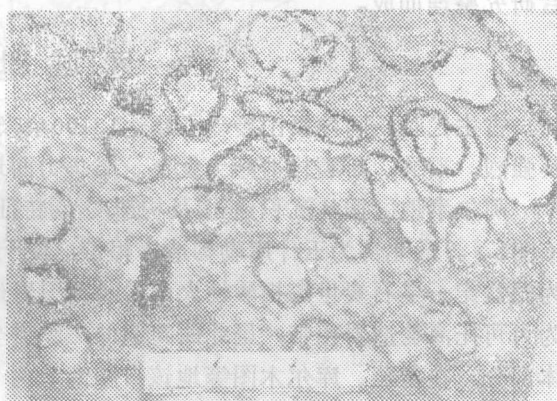
照片1



照片2



照片3



照片4



照片5



照片6

照片1 单个空心豆状铬铁矿粒

取自风化露头，呈“羊粪蛋”状，黑色为铬尖晶石，内含蛇纹石，缩小0.5倍

照片2 空心豆状铬铁矿矿石

黑色为铬尖晶石，灰、灰白色为蛇纹石，全黑色为实心豆或空心豆的边缘，缩小0.8倍

新疆阿尔泰古生代变质作用及变质相带

赵明玉 顾家俊

(新疆地质局区域地质调查大队)

阿尔泰山呈北西向绵延于新疆北部,国内部分长达420公里。宽约60公里余。变质岩发育,是我国古生代变质岩石重要分布区之一。

七十年代以来,本区开展了大面积的区域地质调查,其间,笔者曾对变质岩进行了初步研究,1978年夏又随同程裕淇先生到阿尔泰山南坡进行变质岩考查,本文系根据这些成果综合研究整理而成。

一、区域地质简况

古生代时,阿尔泰山接受了厚达12100余米的地槽型沉积。岩浆活动(以酸性为主)极其强烈。褶皱、断裂构造颇为发育。属华力西地槽褶皱带。

阿尔泰地区据其沉积建造及构造变动特征,从北向南明显地可分成三个构造岩相带(图1)。最北部为玉什库勒构造岩相带,位于阿尔泰山东段北侧直至中蒙国境。出露地层为泥盆纪一早石炭世海相酸性火山岩及沉积岩建造,是古生代中期沉积构成的复向斜。向南为可可托海构造岩相带,呈北西向延伸,纵贯全区,宽50—60公里,为阿尔泰变质岩带的主体部分,在富蕴、库尔木图等地该带和南北两个构造岩相带分别以深大断裂分开。出露地层以奥陶系哈巴河群及志留系库鲁木提群变质岩为主,原岩为一套厚达5000米以上的浅海相类复理式沉积;下泥盆统康布铁堡组及中泥盆统阿尔泰组分布在本带南侧的向斜构造中,属变质酸性火山岩—沉积岩建造。它是以早古生代沉积为主组成的复背斜。喀喇额尔齐斯构造岩相带位于阿尔泰地槽褶皱带的南缘,由于第四系覆盖仅出露东、中、西三段,分别在玛因鄂博山的南侧、苏普特—锡泊渡间和哈巴河县西北奇本德山等地,成狭长带状断续延伸,以额尔齐斯深断裂为界和准噶尔褶皱带未变质的古生界分开,出露地层除上述的下、中泥盆统,

照片3 单层、双层空心豆状构造铬铁矿矿石

后期节理错断空心豆体。黑色为铬尖晶石,灰白色为蛇纹石 缩小0.7倍

照片4 被拉长的空心豆状铬铁矿粒

具定向排列,产于矿体边缘,豆体分布较稀、壳薄,黑色为铬尖晶石,灰、灰白色为蛇纹石 原大

照片5 单层、双层空心豆状构造铬铁矿矿石

豆体在内应力作用下被拉长,豆粒间接触界线较平直。豆体内外蛇纹石中见细粒星散状分布的铬尖晶石及磁铁矿。黑色为铬尖晶石,灰、灰白色为蛇纹石 放大2倍

照片6 网环状、网脉状、豆状(空心)构造铬铁矿矿石

黑色、灰黑色为铬尖晶石,白、灰白色为蛇纹石 缩小0.9倍