

文章编号:1001-6996(2003)02-0019-08

# 紫阳—岚皋地区碱中性岩地质特征 及其含矿（铌钽）性研究

邓盛波<sup>1,2</sup>, 王炜红<sup>2</sup>, 汪显均<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉), 武汉 430074; 2. 陕西省地质调查院, 西安 710100)

**摘要:** 陕西紫阳县至岚皋县一带, 分布着东西长 160 余千米、南北宽 20~40 千米的古生代碱中性岩浆岩带。通过对碱中性岩浆岩的地质特征及其铌钽等稀有金属含矿性调查和研究, 认为该岩浆岩带是本区重要的铌钽成矿区, 碱中性岩浆岩是本区主要铌钽含矿岩体, 碱中性岩具铌钽稀有金属矿化, 伴镧钪稀土金属矿化。

**关键词:** 陕西紫阳; 碱中性岩; 地质特征; 铌钽矿

**中图分类号:** P611      **文献标识码:** A

## 1 地质背景

本区位处南秦岭造山带北大巴山褶皱带的巴山断裂和石泉—安康断裂之间, 北西向的红椿坝断裂、高桥断裂、蒿坪断裂等与北部凤凰山穹窿和东部平利穹窿, 组成三断两隆的宏观构造框架(见图1)。前寒武纪基底变质岩系构成凤凰山穹窿和平利穹窿的核心。自中寒武世开始, 红椿坝断裂控制着早古生代紫阳—平利裂陷盆地沉积(地层)、构造运动和岩浆岩的形成、演化。至早志留世早期, 岩浆活动尤为强烈, 沿紫阳—平利断陷带, 形成较大规模的超基性—基性—碱中性脉岩群带和基性溢出岩为主的火山岩系。

其中, 沿紫阳—平利裂陷带北部(红椿坝断裂以北)大面积分布的碱中性岩, 具有富含碱质、成岩环境复杂、铌钽矿化明显的特征, 是本区重要的铌钽赋矿岩石类型。目前, 该区西部(紫阳一带)的碱中性岩中, 已在蒿坪、马道等地发现了多处铌钽矿点、矿化点; 东部湖北竹山庙垭的正长岩—碳酸岩杂岩型的铌—稀土矿床, 其规模已达特大型。

## 2 碱中性岩地质特征

### 2.1 碱中性岩种类

本区碱中性岩富含碱质成份, 其成岩环境多样, 按成岩环境和岩石成份分类, 可将其划

收稿日期: 2003-06-23

作者简介: 邓盛波, 男, 1969年出生, 中国地质大学(武汉)工程硕士在读, 长期从事地质矿产勘查工作。

项目来源: 本文资料主要来源于地质大调查项目“紫阳地区铌钽矿资源评价”(项目编码: 200110200030)成果。

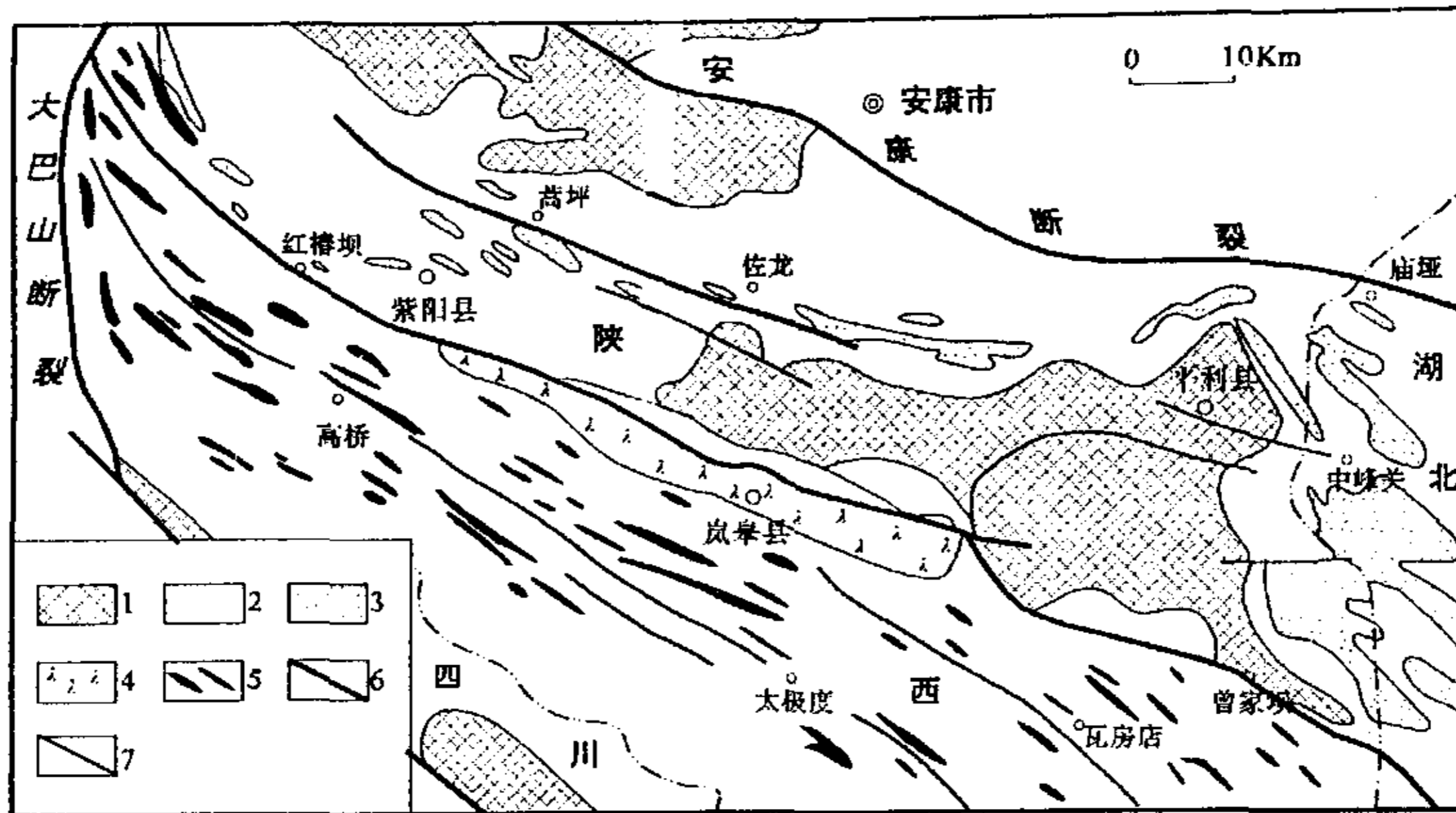


图1 北大巴山地区区域地质简图

Fig.1 Sketch map showing the regional geology of the North Daba Mountain

1. 前寒武纪; 2. 古生代; 3. 基性溢出岩; 4. 碱中性岩; 5. 基性超基性岩; 6. 深大断裂; 7. 次级断裂

分为碱性正长岩（中—浅成相）、碱性粗面岩（超浅成—溢流相）和碱性闪长岩（中深成相）三大类。

综合岩石的矿物成分、结构构造及岩体产状特征，将本区碱中性岩进一步划分为碱性正长岩、碱性正长斑岩，碱性粗面岩、碱性粗面斑岩，碱性闪长岩等5种岩石类型。碱中性岩普遍具有富含碱性长石的特征，碱性长石（包括微斜长石、钠长石、条纹长石）含量一般75~90%，高者可达95%以上；其次，含一定量的黑云母和少量斜长石，黑云母含量一般3~15%。

## 2.2 碱中性岩产状

**碱性正长岩类：**主要分布在红椿坝断裂以北及蒿坪断裂两侧，西起紫阳红椿坝，东到岚皋佐龙一带。岩体呈岩墙状、岩脉状北西南东走向、右列式斜列展布，大多与围岩为板理接触、顺层产出，个别与围岩呈断层接触关系。岩体与围岩的接触界面多随板理面波状弯曲而同步弯曲，个别岩体边部偶见炭染现象或围岩残片、残屑。岩体的规模大小不等，一般出露宽度50~560 m，长500~5000 m，向深部有一定的延伸。物探资料推断，较大岩体延深可达数千米；据平利牛王的钻探资料，正长岩向深部延伸200余米处与地表无明显变化。岩体产于斑鸠关岩组（ $O_3-S_1$ ）b、洞河岩组（Odh）以及寒武系岩层中，岩体中见有斑鸠关岩组的炭板岩质残块等，其侵位时代应为早古生代晚期。

**碱性粗面岩类：**岩石类型以粗面岩、粗面斑岩为主，集中分布在紫阳蒿坪一带，超浅成—溢流相，顺板理产出于斑鸠关岩组中。岩体规模70~500×400~8000<sup>2</sup>，大小悬殊。

**闪长岩类：**仅在岚皋佐龙有少量分布，脉状顺板理产于洞河岩组岩层中。

## 2.3 碱中性岩矿物成份及组构

碱性正长岩和碱性粗面岩均富含碱性长石，钾长石、钠长石和条纹长石等矿物一般占到岩石总量80%~95%。次有黑云母（约3~15%）和少量斜长石、石英、金属矿物。副矿物常见有黄铁矿、褐铁矿、钛铁矿和褐钇铌矿、硅钙镧铈矿、磷酸镧铈矿等，呈稀有、稀土矿物与黄铁矿、钛铁矿等铁质矿物密切共生的组合特征。

碱性正长岩主要为连续不等粒结构，岩体多具结构差异而形成不同的岩相组合，表现为

岩体中央呈似斑状结构，向两侧渐变为含斑结构、中粗粒结构到细粒结构，局部边缘相为不等粒状的斑状结构。碱性粗面岩具粗面结构、粗面斑状结构等，也具有中央粗面斑状结构向两侧渐变为粗面结构的特点。碱性正长岩和碱性粗面岩的构造简单，均为块状构造。以上岩石结构特征反映出本区碱中性岩成岩环境的复杂、岩石结晶分异的差异显著和部分岩石结晶分异较彻底的成岩特征。

## 2.4 碱中性岩化学成分

碱中性岩岩石化学成份见表1。因岩石类型、产地而异，其碱质、铁质含量各具特色。其中，西南部东木—燎原一带的正长岩、正长斑岩，碱质含量高且富钠、富铁，里特曼碱度指数  $\delta = 4.89$ ， $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1.38$ ，铁质 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ ) 总量一般  $4.25 \times 10^{-2} \sim 5.71 \times 10^{-2}$ ，燎原一带铁质高达  $7.1 \times 10^{-2}$ ；而北部蒿坪一带正长岩， $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  分别为 0.47，钠质含量相对偏低，尤其最北部蒿坪白沟—洪山一带的碱性正长岩， $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  比值更低，仅为 0.46。碱中性岩化学成份总体上具富碱、富铁、局部富钠的特点，反映其强碱（局部富钠）的成岩环境。

表1 碱中性岩岩石化学成份一览表

Tab.1 Lithochemistry of the alkalic-intermediate rocks

岩类	地点	样数	氧化物平均含量( $10^{-2}$ )														参数值	
			$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{MnO}$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{H}_2\text{O}$	烧失量	总量	$\delta$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$
正长岩	燎原	2	59.78	1.86	14.89	3.46	3.96	0.21	2.33	2.37	4.52	3.27	0.31	0.23	2.84	99.87	4.89	1.38
	洪山	1	62.12	1.78	17.10	3.88	0.96	0.13	1.78	1.86	2.93	6.22	0.17	0.50	1.32	99.60	4.38	0.47
粗面岩	蒿坪	2	62.54	1.12	15.07	3.74	1.97	0.16	1.80	0.15	3.85	4.55	0.16	0.27	1.67	99.04	5.55	0.47
	蒿坪	1	61.04	1.22	17.50	2.08	2.17	0.09	1.22	1.57	2.91	7.73	0.16	0.40	2.12	99.72	6.28	0.38
	蒿坪	1	59.56	2.68	16.89	5.78	1.43	0.19	2.68	2.36	2.41	5.22	0.18	0.42	1.38	99.75	3.52	0.46

注：资源来源于《紫阳幅、洞河镇幅 1:5 万区域地质调查报告》、《瓦房店幅、汉王城幅 1:5 万区域地质调查报告》。

## 3 碱中性岩中铌钽矿

### 3.1 岩体中铌钽丰度

根据大量的岩石样品和各类化学样品测试分析统计，评价区碱中性岩体铌、钽元素丰度值高，分别达  $212 \times 10^{-6}$ 、 $17.0 \times 10^{-6}$ 。各类碱中性岩浆岩铌钽元素含量特征分别见表2。

上述统计分析表明，碱中性岩铌元素丰度高出本区背景值 ( $30.89 \times 10^{-6}$ ) 的 6.89 倍、高出克拉克值 ( $20 \times 10^{-6}$ ) (铌、钽元素克拉克值据马逊, 1982 年) 的 10.6 倍，是正长岩铌平均值 ( $35 \times 10^{-6}$ ) (铌、钽元素平均值据涂里干和魏德波尔, 1961 年) 的 6.06 倍；钽高出克拉克值 ( $1.0 \times 10^{-6}$ ) 的 15.45 倍，是正长岩钽平均值的 8.11 倍。显然，本区碱中性岩相对同类正长岩而言，铌、钽元素丰度值高，富集程度高，富集比大，为铌钽成矿提供了丰富物质来源。

铌元素丰度在正长斑岩中最高，平均达  $253 \times 10^{-6}$ ；在粗面岩中次之，平均达  $224 \times 10^{-6}$ ；在正长岩中略低，平均达  $200 \times 10^{-6}$ 。钽元素丰度在正长岩中和粗面岩中最高，分别达  $14.76 \times 10^{-6}$  和  $14.50 \times 10^{-6}$ ；在正长斑岩和闪长岩中次之，为  $14.00 \times 10^{-6}$ 。

表2 各类碱中性岩浆岩铌钽含量对比表

Tab.2 Comparison between the contents of columbium and tantalum in different alkalic-intermediate magmatic rocks

岩石名称	样品件数	铌钽含量				与本区背景铌、钽含量对比值(倍)		与正长岩铌平均值对比值(倍)	
		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb	Ta	Nb/30.78	Ta/1.1	Ta/2.1	Nb/35
正长岩类	259	285	18.01	200	14.76	6.48	13.42	7.03	5.70
粗面岩	60	230	12.47	170	11.36	5.54	10.33	5.60	4.89
正长斑岩	87	362	17.08	253	14.00	8.21	12.73	6.67	7.22
闪长岩	7	202	9.7	141	7.95	4.59	7.23	3.79	4.03

注：铌钽含量单位为 $\times 10^{-6}$ ；正长岩铌钽含量对比标准为涂里干和魏德波尔值。

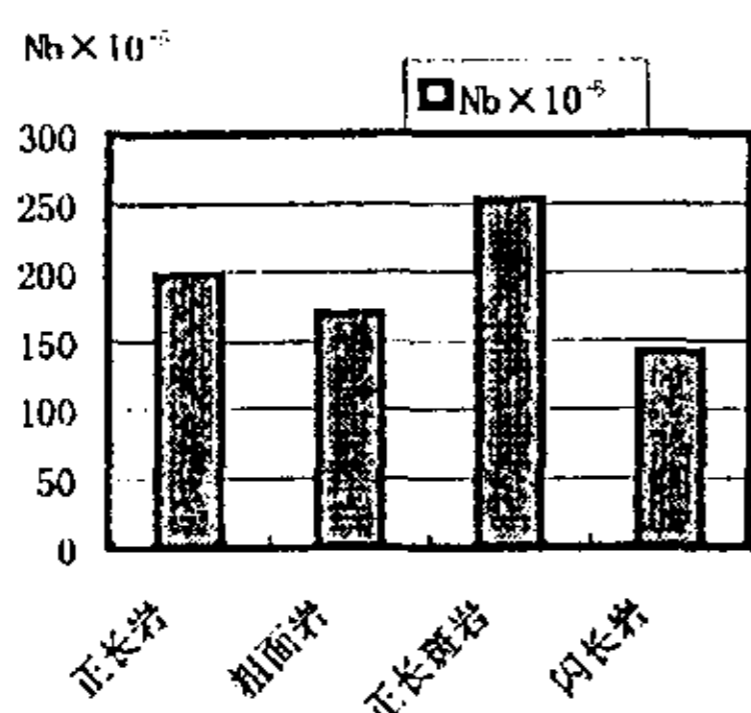


图2 碱中性岩铌含量柱状图

Fig.2 Columbium content in the alkalic-intermediate rocks

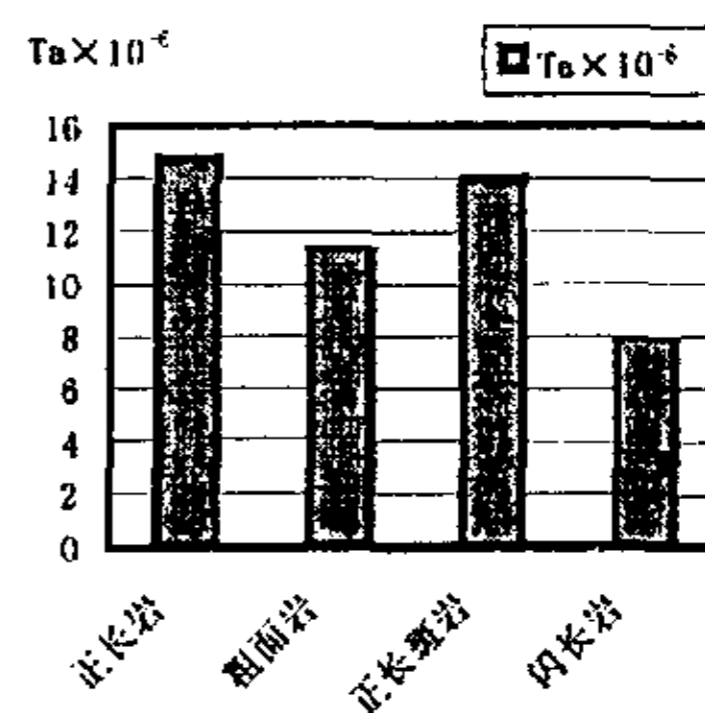


图3 碱中性岩钽含量柱状图

Fig.3 Tantalum content in the alkalic-intermediate rocks

碱中性岩中铌、钽元素含量总体较高，但也有明显的富集特点。如图2、图3所示，正长斑岩、正长岩中铌含量较高，粗面岩次之；正长岩和正长斑岩中钽含量较高，粗面岩次之。矿化体的产出也与铌钽丰度高底密切相关：矿化往往产于铌钽元素丰度值较高的碱中性岩中，特别是岩体中的铌钽高含量地段。因此，碱中性岩铌钽元素丰度值高的特征，可作为潜在的含矿标志。如图4，紫阳I-I碱性正长岩地化剖面上这一特征表现的更为突出，岩体总体铌钽含量较高，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均 $320 \times 10^{-6}$ ，Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均 $38 \times 10^{-6}$ ，局部地段（具体为岩体南部）岩体铌钽高含量更高，Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均达 $380 \times 10^{-6}$ ，最高达 $650 \times 10^{-6}$ ，Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均达 $48 \times 10^{-6}$ ，最高达 $83 \times 10^{-6}$ ，铌钽在岩体中有相对富集的趋势和有利部位富集成矿的可能。综上所述，本区碱中性岩铌、钽元素丰度值高，为成矿提供了丰富的铌钽；铌、钽元素富集程度高，富集比大，使成矿成为可能。大量的地化剖面测量和岩矿石化学分析成果反映，本区岩浆岩中铌、钽元素具有一定的分配规律。据本次对铌、钽元素相关性的统计，铌、钽元素相关系数为0.25~0.74，一般为0.54。反映出碱中性岩中铌与钽密切共生的分布趋势和铌高钽高的元素分配规律。

### 3.2 岩体的矿化特征

#### 3.2.1 矿体特征

区内已发现铌钽矿点、矿化点多处，发现10余条铌钽矿（化）体。铌钽矿化无一例外产于碱中性岩中。矿（化）体规模较大（厚一般数十米、长数百米），呈大脉状，形态简单，

产状稳定，厚度变化不大；矿（化）体  $Nb_2O_5$  品位  $0.037 \times 10^{-2} \sim 0.061 \times 10^{-2}$ ，最高达  $0.19 \times 10^{-2}$ ， $Ta_2O_5$  品位  $0.004 \times 10^{-2} \sim 0.008 \times 10^{-2}$ ，最高达  $0.013 \times 10^{-2}$ ，铌钽矿化较均匀，总体品位偏底； $Nb_2O_5/Ta_2O_5$  比值一般大于 4，呈现以铌矿为主、铌钽矿共生的矿产组合特征。

赋矿岩体主要为碱中性正长岩，次为碱性粗面岩，属正长岩（粗面岩）型铌—钽矿床。矿化的产出严格局限于岩体内部，与岩体接触的炭板岩等围岩中无矿化显示。矿（化）体一般分布在岩体中某一岩性相段，如产于正长岩中似斑状岩相中；矿化与蚀变关系密切，钠长石化、黄铁矿化或褐铁矿化等蚀变发育且蚀变强烈地段，铌钽矿化强，尤其褐铁矿化蚀变强烈（岩石因强烈强烈而呈黄褐色或红色）、具似斑状结构、斑状结构的碱性正长岩和具粗面斑状结构的碱性粗面岩相段，铌钽矿化最强。

### 3.2.2 矿石特征

#### (1) 矿石类型

矿石与含矿岩石在矿物成分、化学成分等方面基本相近或相似，而铌钽类矿石矿物含量又较低（一般低于 0.1 %），因此，矿石类型的划分，原则上与岩石类型对应，再加上矿种类型进行命名，如碱性正长斑岩型铌矿石。据此原则，区内矿石类型可分为碱性正长岩铌—钽矿石、碱性正长斑岩型铌矿石、粗面岩型铌—钽矿石三种。

#### (2) 矿石的岩石学特征

主要类型矿石的矿物成分特征见表 3。

表 3 铌、钽矿石的矿物成分特征表

Tab.3 Mineral components of columbium and tantalum ores

矿石名称	结构	构造	主要矿物成份及含量(10 <sup>-2</sup> )				副矿物
			斑晶	基质			
正长斑岩型铌矿	斑状	块状	钾长石和微斜长石 15±	微斜长石 79	钠长石 1-2	黑云母 10-15	金属矿、楣石、磷灰石、褐帘石
正长岩型铌钽矿	似斑状	块状	钾长石和微斜长石 15±	微斜长石 78	钠长石 1-2	黑云母 15-20	金属矿物、楣石、磷灰石、褐帘石

注：岩矿样品由陕西省地矿局岩矿测试中心、西安地质矿产研究所实验测试中心等单位鉴定

正长斑岩型铌矿石：为灰—深灰色正长斑岩，矿石具斑状结构、块状构造。

矿石中脉石矿物以钾长石、钠长石（微斜长石、条纹长石）为主，占 65~95 %，次为斜长石、黑云母、辉石，少量石英。云母主要有原生黑云母和少量蚀变黑云母。原生黑云母多呈鳞片状集合体分布在钾钠长石间隙中。蚀变黑云母，不规则状交代钾、钠长石，呈细小鳞片状集合体、星点状分布，或与铁质混杂的集合体状，分布在长石及其骨架的空隙中。石

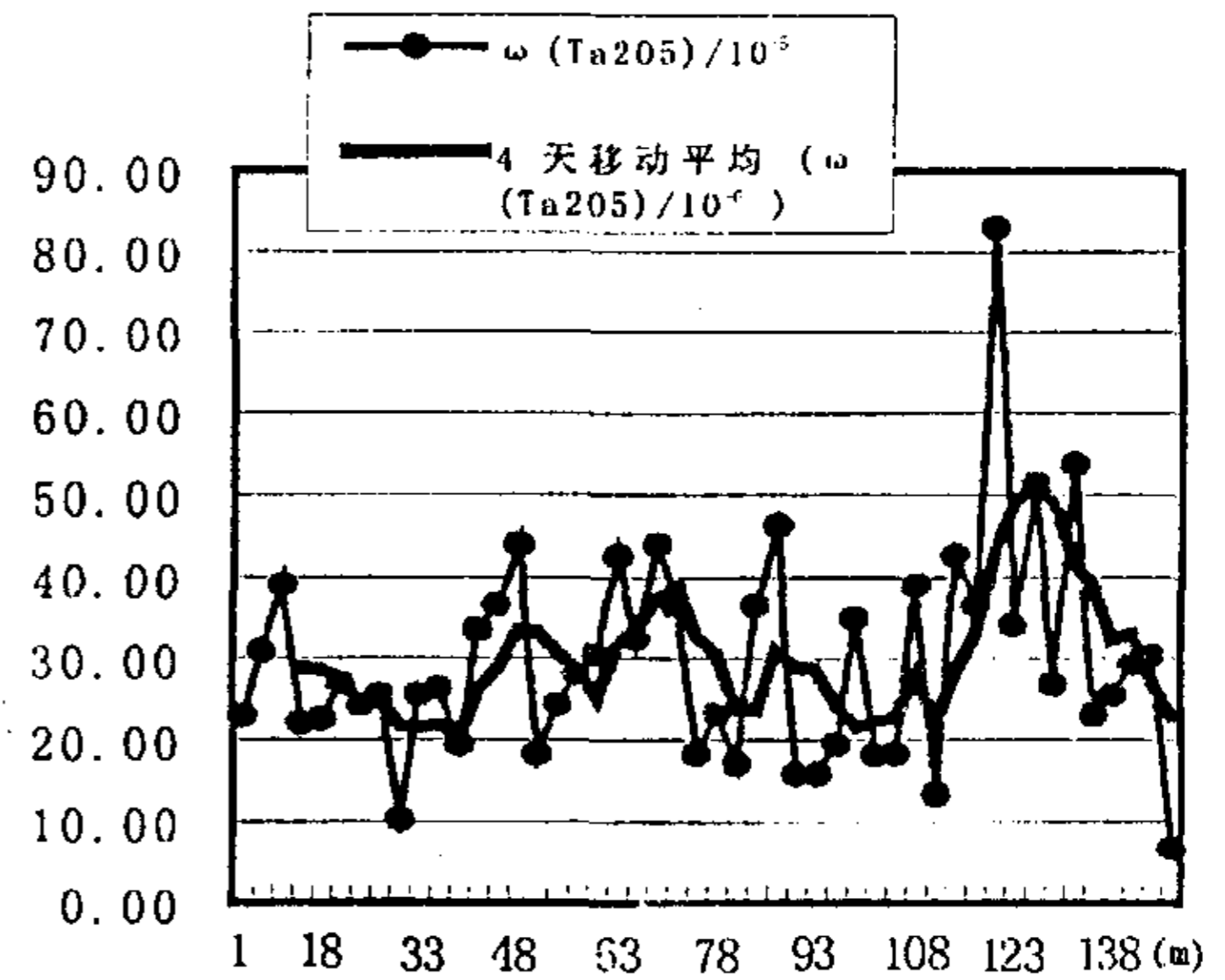


图 4 紫阳 I-I 剖面  $Ta_2O_5$  含量曲线图

Fig.4 Section of I-I in Ziyang and the content curves of  $Ta_2O_5$

英为他形粒状分布在长石颗粒间，金属矿物多为长条状及他形粒状，有的颗粒与云母浑然分布在长石颗粒间，楣石、磷灰石等分布于岩石中。

正长岩型铌-钽矿石：为灰—灰白色含斑正长岩，具似斑状结构，块状构造。矿石中长石颗粒纵横交生分布，形成三角形或多边形空隙，这些空隙常被黑云母集合体所充填。自形柱状、竹节状磷灰石常分布在条纹长石中。光薄片中发现铌钽类矿物。

### (3) 矿石微量元素含量

矿石中微量元素含量见表4。

与同类正长岩微量元素含量比较，本区铌钽矿石稀有元素 Nb、Ta、Zr 含量是同类正长岩丰度值的 8~11 倍，具成矿元素含量高、相对富集的特征；Li、Be、Mo、Sn 等稀有元素含量接近丰度值，无明显的富集，成矿意义不大。矿石中 Y、La 等稀土元素含量是地壳丰度值的 8~10 倍，矿石稀土元素含量较高的特征显示：一方面，铌钽矿中可能形成褐钇铌矿等稀土矿物，伴生有 Y、La 等稀土矿产；另一方面，部分铌钽元素可能与 Y、La 等轻稀土金属矿物类质同象共生。

表4 铌钽矿石中微量元素含量特征表

Tab.4 Microelements in columbium and tantalum ores

元素	Cu	Zn	Pb	Ga	Sn	Ni	Mo	V	Co	Li	Be
矿石中含量( $10^{-6}$ )	3.5	103	11	6.3	2.8	5	3.8	18	5.8	10	3.2
正长岩类中含量	5	130	—	30	—	4	0.6	30	1	28	1
元素	Nb	Ta	Ce	La	Yb	Y	Zr	B	Sr	Mn	Ti
矿石中含量( $10^{-6}$ )	325	45.3	333	600	18	212	4333	10	192	1067	4667
正长岩类中含量	35	2.1161	70	7	20	500	9	200	850	3500	

注：统计样品为矿石样和矿化岩石样，共6件，除 Ta 为定量分析外，其它为光谱全分析；样品由陕西省地矿局岩矿测试中心分析

### (4) 矿石矿物成分特征

人工重砂鉴定结果，铌钽矿石矿物主要有铌铁矿、褐钇铌矿、黑稀金矿—复稀金矿，次有烧绿石和细晶石。另外，矿石中发现有锆石、褐帘石、硅钙镧铈矿、磷酸镧铈矿等稀有稀土矿物。

铌铁矿：微量，粒径  $0.8 \times 0.2 \times 0.4 \sim 0.4 \times 0.16 \times 0.08$  mm，黑色、褐黑色，板状晶体，表面多有褐红色及灰色薄膜。

黑稀金矿—复稀金矿：含量约  $0.004 \times 10^{-2}$ ，粒径 0.1~0.3 mm，以棕色为主，少有褐棕色颗粒为棱角状碎块，断口弱沥青光泽，表面光泽暗淡。

褐钇铌矿：含量  $0.002 \times 10^{-2}$ ，粒径 0.1~0.4 mm，褐棕色，棱角碎块状，晶面有明显纵沟，部分颗粒表面由不同厚度的次生薄膜，压之短口呈沥青光泽。

黑稀金矿—复稀金矿：含量  $0.018 \times 10^{-2}$ ，粒径 0.1~0.35 mm，褐黑色、褐棕色，棱角状碎块，表面多覆盖有灰黄色薄膜，断口呈沥青光泽，有微量残缺板状颗粒。

细晶石：微量，粒径 0.08 mm，灰白色玻璃光泽，棱角状残缺八面体。

## (5) 铌钽赋存状态

经重砂或矿物颗粒电子探针测试分析，主要重砂矿物有褐钇铌矿，另见有部分稀土矿物褐帘石、独居石等。主要重砂矿物种类及含量见表5，重砂矿物中铌钽及其它金属含量特征见表6。

表5 矿石中主要重砂矿物种类及含量表

Tab.5 The category and content of the major heavy minerals in the ores

样品号	重矿物分类			
	主要矿物及含量 ( $10^{-2}$ )	次要矿物及含量 ( $10^{-2}$ )	少量矿物 ( $10^{-2}$ )	微量矿物
RZ01	钛铁矿(0.014),黄铁矿(0.004), 辉石(0.014)	赤铁矿(0.002), 褐铁矿(0.002)	—	磁铁矿、辉钼矿、方铅矿、白铅矿
RZ02	钛铁矿(0.022),黄铁矿(0.03)	赤铁矿(0.0015), 褐铁矿(0.002)	—	磁铁矿、锆石、辉钼矿、方铅矿
RZ03	钛铁矿(0.25),褐铁矿(0.0067), 赤铁矿(0.0336)	—	—	磁铁矿、辉钼矿、黄铁矿、黄铜矿
RZ04	钛铁矿(0.26),赤铁矿(0.01), 褐铁矿(0.0065)	—	绿帘石	磁铁矿、辉钼矿、黄铁矿
RZ05	黄铁矿(0.02)	—	钛铁矿 (0.0007)	褐铁矿、磁铁矿、赤铁矿、方铅矿

注：“ $10^{-2}$ ”示矿物占全样的重量比；(据人工重砂测定，样品由陕西省地矿局区域地质矿产研究院分析测试)。

表6 主要重砂矿物中铌钽等元素含量特征表

Tab.6 Elements of columbium and tantalum and others in major heavy minerals

矿物名称	铌钽含量( $10^{-2}$ )		其它元素含量( $10^{-2}$ )		备注
	Nb	Ta	Pt	Os	
锆石	1.1	0.00			电子探针测试结果
普通辉石	0~0.7	0~2.53			
黑云母	0.53	0.00			
褐帘石	0.2~0.454	0~1.71	2.39		
钙钛矿	0.62	0.00			
铁铝榴石	0.00	2.08			
钛铁矿	0.34~1.1	0~1.39	1.78		
褐钇铌矿	37.87	2.74		0.37	
黄铁矿	0.34~1.50	1.88	1.11		
条纹长石	0~2.4	0			

注：探针测试分析由陕西省博物馆文物恢复中心、西安地质矿产研究所实验测试中心等单位承担。

由表5、表6可以看出，黄铁矿和褐钇铌矿、铁铝榴石中钽含量较高，钽含量  $1.88 \sim 2.78 \times 10^{-2}$ ；其次，钛铁矿、褐帘石含有一定量的钽，为  $0.71 \sim 0.91 \times 10^{-2}$ 。其它的金属矿物和造岩矿物中基本不含钽。再根据含钽矿物在岩矿石中含量的多少，不难得出结论：铌钽主要赋存于黄铁矿、钛铁矿和褐钇铌矿中。

褐钇铌矿、黄铁矿、锆石中铌含量较高，为  $1.1 \sim 37.87 \times 10^{-2}$ ；其次，含有少量的钽，钽含量为  $0.34 \sim 0.97 \times 10^{-2}$ 。岩矿石中黄铁矿、钛铁矿、黑云母含量多，褐钇铌矿、褐帘

石、钙钛矿含量相对少,所以初步分析认为:铌主要赋存于黄铁矿、钛铁矿、黑云母和褐钇铌中。

## 4 结论

(1) 碱中性岩具强碱和局部富铁的特点。碱中性岩的形成与分布受紫阳—平利裂隙构造的控制,呈现出由深成相、浅成相到溢出相复杂多样的成岩环境,表现出多种岩石类型并存特点和碱中性岩矿物成份简单,以碱质长石为主,富含碱质、局部富铁的特点。理论上,一般富含铌钽的岩浆在  $\delta > 0.85$  的碱质环境下易于形成钽铌矿。本区碱中性岩里特曼指数  $\delta$  值在 3.33~4.13 间,反映其强碱性成岩环境,这种强碱环境为钽铌矿物形成的有利成矿化学条件。

(2) 碱中性岩钽铌元素丰度值高。本区碱中性岩钽铌元素含量是同类碱中性岩中含量的 8~11 倍。一般,成矿元素含量高的岩石,更易成矿。可见,碱中性岩富含钽铌的岩石化学特征,为钽铌成矿提供了充分的物质条件,也有利于钽铌成矿。

(3) 本区碱中性岩具钽铌等稀有金属和钇铈等稀土金属矿产找矿意义。碱中性岩中已发现数十条钽铌矿化体,初步显示碱中性具有形成钽铌矿的潜力;钽铌矿化与黄铁矿化、钛铁矿化密切相关,这种矿化蚀变组合可作为钽铌找矿的标志;钽铌矿石矿物成份复杂和稀有矿物与稀土矿物组合的特征(表现出钽铁矿—褐钇铌矿—复稀金矿—锆石—褐帘石—硅钙镧铈矿等组合),预示本区碱中性岩具有钽铌和钇铈等金属矿产找矿意义。

本文承蒙陕西省地调院侯满堂高工、西安地质矿产勘查开发院王北颖高工指导,在此表示感谢!

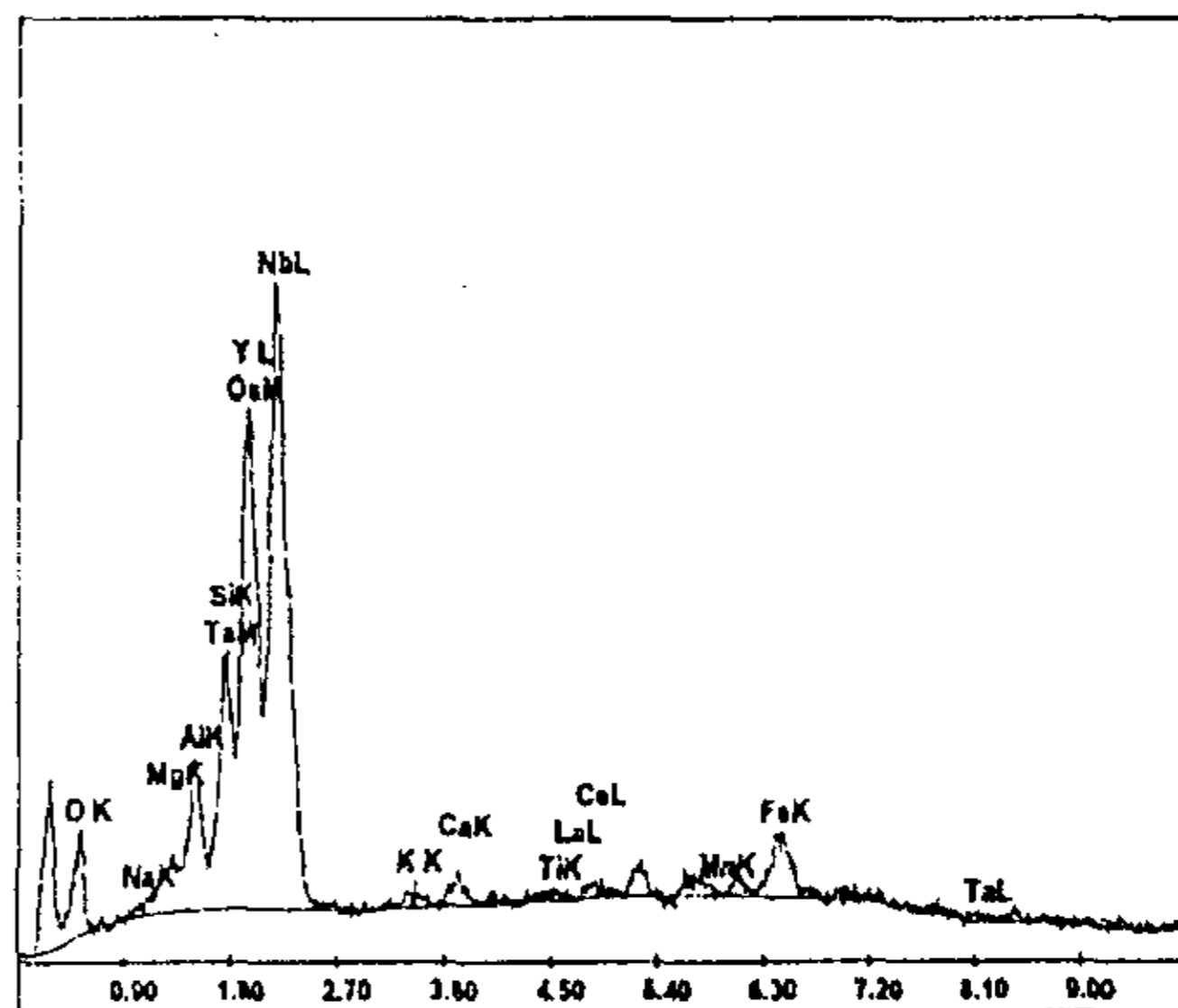


图5 褐钇铌矿能谱特征  
(电子探针显微照片)

Fig.5 The energy spectrum (micrograph of electron microprobe) of fergusonite

## [参 考 文 献]

- [1] 陈德潜,等.《稀有元素地质概论》[M].地质出版社,1982.1
- [2] 刘源骏,等.《钽铌地质及普查勘探》[M].地质出版社,1979.6
- [3] 林德松.《称土—稀有资源的地质—经济分析》[J].矿产与地质,1997(3)

(下转第32页)

combining with the practical mining method used in production, it is recognized that combination of underground mining and opencast mining can not only make the best of the mineral resources and elongate the life of the mine, but also excel the single underground mining in safety production.

**Key Words** : the Baguamiao gold deposit; geological characteristics; utilization of resources; mining method

(上接第26页)

## THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ALKALI-INTERMEDIATE ROCKS AND THEIR ORE-BEARING (COLUMBOTANTALITE) FEATURES IN THE ZIYANG-LANGAO AREAS

DENG Sheng-bo<sup>1,2</sup>, WANG Wei-hong<sup>2</sup>, WANG Xian-jun<sup>2</sup>

(1.China Geoscientific University (Wuhan), Wuhan 430074; 2.Shaanxi Geological Survey, Xi'an 710100)

**Abstract**: The Paleozoic alkali-intermediate magmatic belt, with a width of 20-40km from south to north and a length of 160 km from the east to the west, occurs in the Ziyang county and Langao county, Shaanxi Province. Investigation and researches on the geological characteristics of the alkalic-intermediate magmatic rocks and the ore-bearing properties of columbium and tantalum indicated that the magmatite belt in this area is an important mineralized zone of columbium and tantalum and the alkalic-intermediate magmatic rocks are the major columbium-tantalum-bearing rock masses. The alkalic-intermediate rocks contain the mineralization of columbium and tantalum, associated with the mineralization of rare-earth metals of lanthanum and cerium.

**Key Word** : Ziyang of Shaanxi; alkalic-intermediate rock; geological characteristics; columbium-tantalum ore