

# 河南省西峡地区含金红石角闪质片岩成因探讨

张银波

(化工部地质勘探公司河南地质勘探大队)

**提 要** 含金红石角闪质片岩分布于秦岭造山带东段南缘,西坪向斜南翼,是西峡金红石矿的含矿岩石。本文根据含金红石角闪质片岩的产出特征、矿物组合、结构构造、岩石化学和地球化学等方面的研究,认为其原岩主要是海底喷发的基性火山岩类,内夹少量沉积岩。其形成环境为陆缘断陷深海槽。后经区域变质作用,形成了含金红石角闪质片岩。

**关键词** 河南西峡 含金红石角闪质片岩 基性火山岩 陆缘断陷深海槽 区域变质作用

河南西峡金红石矿区是近年来在秦岭造山带发现的一个重要金红石矿区。随着地质勘查工作的不断深入,地质研究程度的不断提高,目前已经引起人们的关注。我队在此进行地质勘查工作多年,积累大量资料,现对有关资料进行整理,就含矿岩石,即含金红石角闪质片岩成因问题提出粗浅的看法,供专家和同仁们参考。

## 1 含金红石角闪质片岩产出地质特征

含金红石角闪质片岩分布于秦岭造山带东段南缘,西坪向斜南翼,华北陆块与扬子陆块主缝合带(商丹断裂带)南侧,扬子陆块北缘古生代陆缘断陷带内(张国伟等<sup>[1]</sup>,1988)。

### 1.1 产出层位

含金红石角闪质片岩赋存于古生界信阳群龟山组(Pzg)第三段。区内龟山组地层从老到新分为三个岩性段,由于断层和火成岩侵入,地层出露不全。

一段(Pzg<sup>1</sup>):主要为灰白色中厚层状大理岩、未见底,厚50~560m。

二段(Pzg<sup>2</sup>):灰黑色绿帘黑云石英片岩、钙质二云石英片岩、黑云变粒岩。顶部夹黑云斜长角闪片岩、变长石石英砂岩和透镜状大理岩,厚550~2300m。

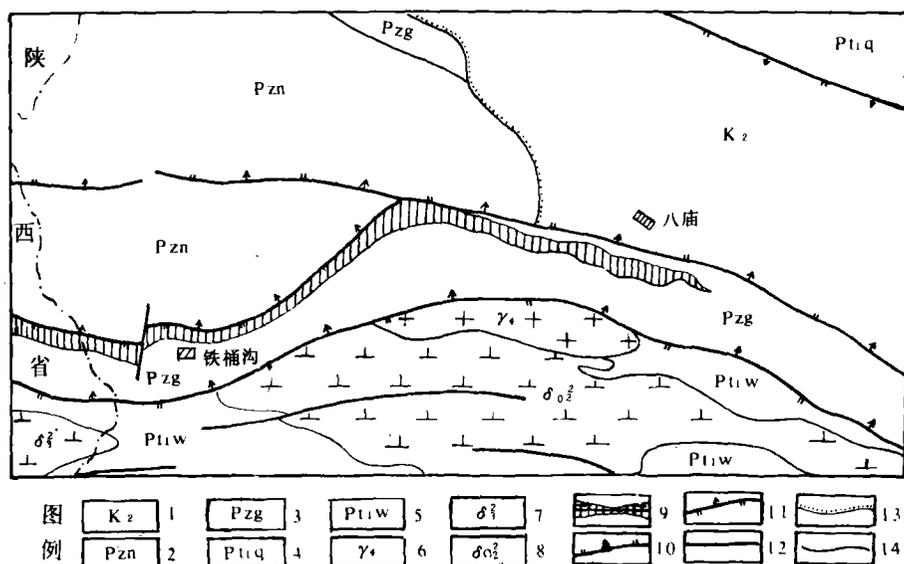
三段(Pzg<sup>3</sup>):白色、灰色大理岩夹含金红石角闪质片岩,是金红石矿的含矿层,厚150~600m。

上覆地层:信阳群南湾组(Pzn)黑云石英片岩、二云石英片岩、黑云钠长片岩和石英岩。与

下伏龟山组地层为断层接触。

## 1.2 形态、规模及分布

含金红石角闪质片岩呈层状、似层状、透镜状、薄层互层状在含矿层中与大理岩互层产出。单层厚度最大17.58m,最小数厘米。沿走向长者大于1000m,短者数米。沿倾向延深50~200m,最深大于300m。含矿层中含金红石角闪质片岩厚度大于1m者7~28层;厚度大于10cm者多达120层以上。在水平方向上,含金红石角闪质片岩在200~600m宽的含矿层中,平行区域构造线东西绵延30余km(图1)。



图例说明:1.白垩系上统 2.信阳群南湾组 3.信阳群龟山组 4.秦岭群 5.陡岭群瓦屋场组 6.海西期斜长花岗岩 7.加里东期闪长岩 8.晋宁期石英闪长岩 9.含金红石角闪质片岩 10.正断层 11.逆断层 12.性质不明断层 13.地质界线 14.不整合面

图1 河南西峡地区含金红石角闪质片岩分布略图

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of rutile hornblende schist in Xixia area Henan province

## 1.3 与大理岩接触关系

含金红石角闪质片岩与大理岩一般为整合接触,产状一致,其接触方式有四种。

1.3.1 **突变接触关系** 有整合突变关系和不整合突变关系,前者反映海底喷发的特征;后者反映次火山岩浅成、超浅成侵位的接触特征。

1.3.2 **过渡关系** 含金红石角闪质片岩与大理岩之间常有一个宽1~5cm的过渡带(有称蚀变带)。反映了含金红石角闪质片岩与大理岩之间曾经发生过交代作用。

1.3.3 **“缝合”式接触关系** 含金红石角闪质片岩与大理岩之间有时可见到一种界面不平整的铁、锰质暗色不透明充填物为其分界。

1.3.4 **薄层互层式接触关系** 含金红石角闪质片岩和大理岩呈1~5cm厚的薄层互层相间分布,各自向对方一侧逐渐减少,直到消失。

含金红石角闪质片岩与大理岩复杂的接触关系,反映了其不同的生成方式。

## 2 矿物组合及结构构造

### 2.1 矿物组合

随着矿物组合的变化,本区含金红石角闪质片岩有15种之多。主要矿物组合有五种。

表1 矿物电子探针分析结果(wt%)

Table 1 Electronic probe analysis of minerals(wt%)

矿物	样号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	合计
角闪石	1	44.65	6.511	14.73	16.52	10.17	0.13	1.30	0.27	94.281
	2	44.72	6.53	14.73	16.61	10.17	0.14	2.35	0.27	95.52
黑云母	3	40.55	14.22	20.11	15.02	0.57	3.89	0.83	1.69	96.44
金红石	4	—	—	0.46	—	—	—	—	99.24	99.70
	5	0.87	—	0.66	—	0.58	—	—	97.85	99.96
榍石	6	35.13	0.01	0.28	—	30.84	—	—	33.74	100.00
钛铁矿	7	0.95	—	34.81	—	0.18	—	—	64.05	99.99
钛赤铁矿	8	5.58	—	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 82.15	—	1.83	—	—	10.44	100.00

注:1-4号样地矿部郑州矿产综合利用研究所分析;5-8号样武汉钢铁学院分析。

2.1.1 **角闪石—斜长石—黑云母—金红石** 这种矿物组合形成金红石黑云斜长角闪片岩,是本区最普遍的矿物组合。角闪石含量大于50%,黑云母和斜长石互为消长,含量分别为12~18%和12~25%,金红石平均为2.5%。

2.1.2 **角闪石—黑云母—金红石** 这种矿物组合形成金红石黑云角闪片岩,角闪石含量大于70%,黑云母含量18%,金红石平均含量2.7%。

2.1.3 **角闪石—斜长石—金红石** 此种组合见于金红石斜长角闪片岩中,角闪石含量大于60%,斜长石含量23%,金红石平均含量2.5%。

2.1.4 **角闪石—金红石** 这种组合形成金红石角闪片岩和金红石角闪岩,角闪石含量大于80%,金红石2%。

2.1.5 **黑云母—角闪石—金红石** 这种组合形成金红石角闪黑云片岩,黑云母含量大于50%,角闪石含量6~27%,有时出现斜长石和石英、绿帘石、金红石含量1~2%。

上述矿物组合反映了贫硅、富钛的原岩在前进区域变质作用中绿帘角闪岩相的矿物组合特征。

### 2.2 矿物特征

含金红石角闪质片岩矿物成分复杂,主要矿物有普通闪石、斜长石、黑云母,次要矿物有透闪石、阳起石、绿泥石、绿帘石和方解石,含钛矿物有金红石、榍石、钛铁矿、钛磁铁矿和钛赤铁矿,其他副矿物有磷灰石、磁铁矿、黄铁矿、电气石、锆石等。

普通角闪石为绿色或淡绿色,呈针状、短柱状和长柱状,横切面为假六边形,(110)和(1 $\bar{1}$ 0)解理完全,有较强的多色性和吸收性,比重3.14,比磁化系数 $25.38 \times 10^{-6} \text{CGSMcm}^3/\text{g}$ ,晶体内常见金红石的固溶体和显微包体,晶体已部分被蓝闪石和透闪石所交代。普通角闪石化学成分见表1。

斜长石为他形和半自形晶,粒度0.05mm,已钠长石化。

黑云母为黑褐色,(001)解理完全,偏光镜下有明显的吸收性,比重3.05,比磁化系数 $26.9 \times 10^{-6} \text{CGSMcm}^3/\text{g}$ ,晶体中常见金红石显微包体。

金红石为暗红、桔红、浅黄色,呈针状、柱状和他形粒状、具膝状双晶,粒度0.03~0.09mm,金刚光泽,反射色为乳白色微带兰,内反射棕红色,反射率20左右,比重4.22,比磁化

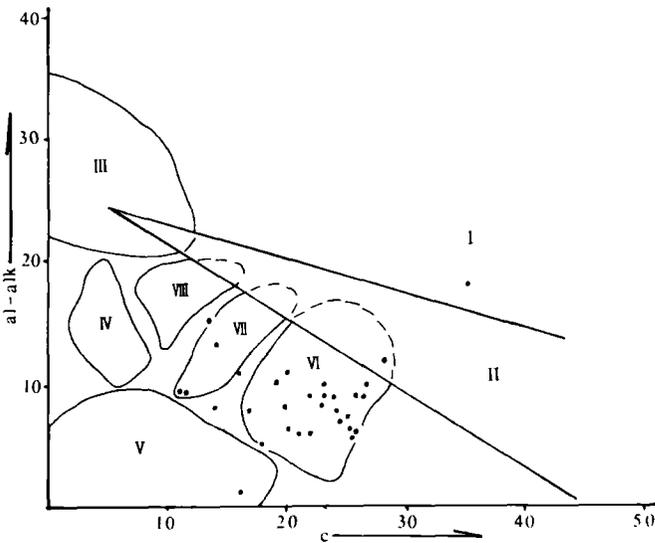
系数为 $2.23 \times 10^{-6} \text{CGSMcm}^3/\text{g}$ ,晶体中有时可见到磷灰石和黄铁矿微粒包体。

### 2.3 结构构造

2.3.1 结构 (1)变晶结构:根据岩石主要矿物结晶形态,可以分为柱状变晶结构,纤状变晶结构、粒状变晶结构、鳞片变晶结构。

(2)变余结构:主要为变余斑状结构,变余斑晶为角闪石和斜长石,粒径0.5~2.5mm,斑晶有被熔蚀的痕迹。基质为小柱状角闪石和细粒状斜长石,粒度0.02~0.1mm。此外,还有变余填间结构、变余交织结构、变余辉绿结构,偶尔也见变余玻璃晶屑结构和自碎结构。

2.3.2 构造 (1)片状构造:片状、柱状矿物定向排列,相间分布,片理发育,金红石多分布片理间。



说明: I. 钙质泥灰岩 II. 白云质泥灰岩 III. 粘土岩 IV. 中酸性凝灰岩 V. 角斑岩 VI. 细碧岩—玄武岩 VII. 二长安山质凝灰岩 VIII. 英安质凝灰岩

图2 (al-alk)—C 图解(据长春地质学院,1975)

Fig. 2 (al-alk)—C Diagram

(2)微条纹状构造:细粒暗色矿物定向聚集在一起,其间分布着细粒浅色矿物,构成色调不同的微条纹,这些微条纹常有波状起伏和层纹状弯曲。(3)块状构造:具有变余辉绿结构和变余交织结构的角闪质岩石,矿物定向排列,片理不发育,岩石呈致密块状,金红石分布于粒状矿物之间或角闪石之内。

此外,还可见到变余流动构造、变余气孔构造和由斜长石聚斑构成的似眼球状构造(可能是变余杏仁构造)。

### 3 岩石化学特征及原岩类型

含金红石角闪质片岩主要岩石类型有金红石黑云斜长角闪片岩、金红石黑云角闪片岩、金红石斜长角闪片岩、金红石角闪片岩和金红石角闪黑云片岩。其次还有金红石黑云阳起片岩、金红石黑云绿泥片岩等。

含金红石角闪质片岩的化学成分见表2,同中国基性岩平均化学成分(黎彤等,1963)相比较,硅铝及碱质低,镁钛高,其他组分基本一致。在(al-alk)—C图解(图2)中,含金红石角闪质片岩大部分落在细碧岩—玄武岩区内,少数落在二长安山质凝灰岩区及其周围,个别落入角斑岩和钙质泥灰岩范围内。

表2 含金红石角闪质片岩化学成分及原岩类型(Wt%)

Table 2 Chemical composition and parent rocks of rutile hornblende schist (Wt%)

样号	岩石名称	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	其他	合计	原岩类型
HQ1	黑云斜长角闪片岩	42.28	12.87	9.76	3.04	0.09	7.64	9.23	3.15	1.20	4.07	0.71	4.74	1.17	99.95	I
HQ2	黑云斜长角闪片岩	42.07	10.18	10.04	2.37	0.07	10.44	10.09	2.33	0.72	4.39	0.66	5.74	0.86	99.96	I
HQ3	黑云斜长角闪片岩	39.72	10.43	8.14	3.90	0.07	12.51	9.76	1.45	0.14	5.51	0.75	6.59	0.56	99.53	I
HQ4	黑云斜长角闪片岩	42.55	10.94	12.81	1.50	0.07	10.65	6.98	3.09	0.20	5.16	0.71	4.43	0.48	99.57	I
HQ5	黑云斜长角闪片岩	42.30	12.23	9.37	2.57	0.05	8.18	7.09	2.54	0.16	4.65	0.69	8.67	1.40	99.90	I
HQ6	黑云斜长角闪片岩	41.92	8.05	7.00	5.07	0.05	13.62	7.09	3.63	0.89	5.14	0.84	6.29	0.56	100.15	II
HQ7	黑云斜长角闪片岩	42.08	11.60	10.28	3.09	0.05	10.38	6.22	1.83	0.23	5.48	0.75	8.29	0.30	100.58	II
HQ8	黑云斜长角闪片岩	47.83	14.45	6.48	2.12	0.05	5.88	6.48	6.44	0.88	3.55	0.75	5.22	0.37	100.50	I
HQ9	黑云斜长角闪片岩	43.07	12.43	9.62	2.76	0.04	9.88	7.57	2.47	0.59	5.03	0.72	4.59	0.73	99.50	I
HQ10	黑云斜长角闪片岩	45.52	10.52	9.41	2.11	0.07	14.97	7.41	1.44	0.30	4.35	0.54	2.64	0.38	99.66	II
HQ11	黑云角闪片岩	36.27	13.86	8.27	0.61	0.11	6.75	12.98	0.18	0.81	4.74	0.73	14.36	0.82	100.49	IV
HQ12	黑云角闪片岩	40.87	10.40	7.61	4.89	0.07	11.91	9.87	1.52	0.70	5.67	0.65	4.63	0.73	99.52	I
HQ13	黑云斜长角闪片岩	38.33	11.55	6.38	5.40	0.17	11.71	12.37	0.67	2.08	4.12	0.71	6.57	0.17	100.23	I
HQ14	黑云斜长角闪片岩	42.66	8.52	8.69	3.60	0.18	15.04	9.57	1.18	1.02	3.20	0.47	2.40	3.09	99.62	I
HQ15	黑云斜长角闪片岩	39.24	9.31	7.85	4.38	0.22	12.53	11.10	1.51	0.83	4.70	0.63	4.00	3.65	99.95	I
HQ16	阳起片岩	39.15	9.29	4.87	5.19	0.20	18.17	9.90	0.80	0.11	3.51	0.47	2.70	5.31	99.67	I
HQ17	黑云斜长角闪片岩	42.94	7.36	7.02	5.09	0.19	15.60	10.23	1.12	0.45	4.26	0.55	0.90	4.19	99.90	I
HQ18	黑云斜长角闪片岩	45.46	11.75	10.49	2.52	0.22	9.35	4.93	0.49	2.35	5.20	0.63	0.70	5.73	99.82	II

(续表2)

HQ20	黑云斜长角闪片岩	48.31	10.59	10.37	1.54	0.29	9.79	3.73	1.48	2.46	4.86	0.63	0.20	5.70	99.95	Ⅱ
HQ21	黑云斜长角闪片岩	43.20	10.83	8.83	3.37	0.19	10.03	8.05	2.03	0.28	4.96	0.63	2.80	5.38	100.58	I
HQ22	黑云斜长角闪片岩	42.13	12.04	12.25	1.88	0.17	8.52	4.45	2.38	0.77	6.00	0.63	0.30	7.99	99.51	Ⅱ
2001	黑云斜长角闪片岩	39.05	11.09	10.90	3.26	0.34	9.75	12.20	1.95	1.12	4.40	0.78	4.00	1.15	99.97	I
2002	黑云角闪片岩	44.16	13.77	9.46	3.00	0.22	8.61	5.57	3.58	2.40	4.54	0.94	1.50	3.80	100.54	Ⅱ
2003	黑云斜长角闪片岩	38.91	8.85	8.35	4.42	0.27	12.13	11.86	1.85	0.73	4.54	0.47	4.50	3.02	99.90	I
2004	斜长角闪片岩	44.19	12.25	8.73	4.90	0.18	7.32	7.94	4.15	0.39	4.88	0.63	1.50	2.64	99.70	I
2005	黑云斜长角闪片岩	43.00	11.32	7.15	5.40	0.23	11.85	10.04	2.23	0.55	4.44	0.55	0.70	2.69	100.15	I
2006	黑云斜长角闪片岩	39.86	14.62	7.20	5.66	0.29	8.75	12.62	2.50	0.83	4.88	0.63	0.80	1.64	100.28	I
2007	黑云斜长角闪片岩	42.05	10.00	8.27	3.90	0.23	10.85	11.18	1.71	0.43	5.46	0.63	1.00	3.72	99.43	I
Ⅱ 4324	斜长角闪片岩	43.98	11.51	5.19	7.19	0.15	8.26	11.17	4.04	0.60	5.95	0.63	0.12	0.82	99.61	I
Ⅱ 373	角闪片岩	44.10	8.36	4.54	7.64	0.05	13.26	11.92	1.65	0.39	4.50	0.58		2.90	99.89	I
Ⅱ 371	绿帘角闪黑云片岩	52.69	17.99	2.48	5.44	0.07	6.14	4.43	2.38	4.43	0.88	0.23		2.26	99.42	Ⅱ
平均		42.58	11.26	8.32	3.80	0.15	10.66	8.84	2.19	0.94	4.61	0.64	3.58	2.39	99.96	
中国基性岩平均值		48.25	14.90	4.17	7.61	0.21	6.93	8.27	3.30	1.70	2.08	0.56	0.53		98.51	

I—细碧岩—玄武岩, II—二长安山质凝灰岩, III—角闪岩, IV—泥灰岩

利用表2中含金红石角闪质片岩氧化物含量平均值和表3中微量元素含量值,根据 D. M. Shaw 和 A. M. Kudo 的 X 函数判别式(王仁民等<sup>[2]</sup>,1987)判别含金红石角闪质片岩的原岩:

$$X_1 = -2.69\lg\text{Cr} - 3.18\lg\text{v} - 1.25\lg\text{Ni} + 10.57\lg\text{Co} + 7.73\lg\text{Sc} + 7.5\Delta\lg\text{Sr} - 1.95\lg\text{Ba} - 1.99\lg\text{Zr} - 19.58$$

$$= 1.89 \quad (1)$$

$$X_2 = 3.89\lg\text{Co} + 3.99\lg\text{Sc} - 8.63$$

$$= 3.36 \quad (2)$$

$$X_3 = 7.07\lg\text{TiO}_2 + 1.91\lg\text{Al}_2\text{O}_3 - 3.29\lg\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8.48\lg\text{FeO} + 2.97\lg\text{MnO} + 4.81\lg\text{MgO} + 7.80\lg\text{CaO} + 3.92\lg\text{P}_2\text{O}_5 + 0.15\lg\text{CO}_2 - 15.08$$

$$= 2.71 \quad (3)$$

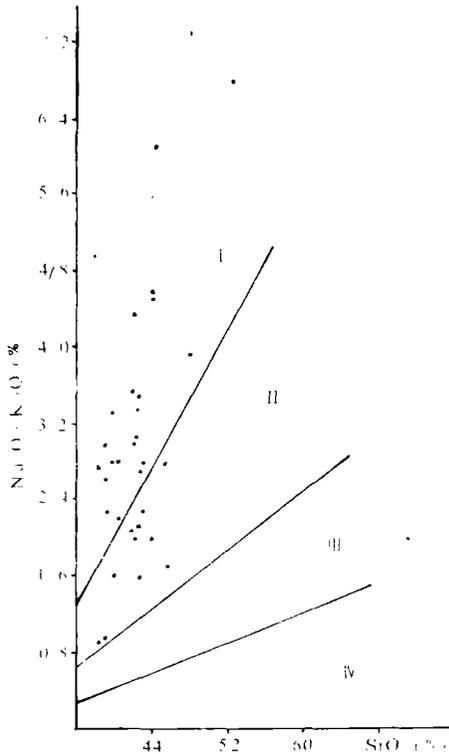
$X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 均为正值,含金红石角闪质片岩应为正变质岩。

上述情况表明,本区含金红石角闪质片岩的原岩主要是基性火山岩类,少量为沉积岩。

原岩为基性火山岩类的含金红石角闪质片岩,呈不稳定的层状、透镜状、沿走向厚度变化大,岩石中有变余晶屑玻屑、变余斑晶和眼球状斜长石聚斑(可能是杏仁构造残余),偶尔见到变余流动构造和变余气孔构造。主要造岩矿物含量变化不大。局部可见经过变质作用后界线不清的镁铁岩和斜闪煌岩。副矿物种类多,含量较稳定。

原岩为基性火山岩类的含金红石角闪质片岩(表1中除去 HQ<sub>11</sub>号样) $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 3.20$ ,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0.43$ , 皮科克指数为 47.5。在  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$  图解(图3)中,含金红

石角闪质片岩落入强碱区和碱质区内。所以,其原岩应属碱性玄武岩类。



说明: I—强碱质区 II—碱质区 III—弱碱质区 IV—贫碱质区

图3 (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)—SiO<sub>2</sub>图解

Fig. 3 (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)—SiO<sub>2</sub> Diagram

原岩为沉积岩的含金红石角闪质片岩,一般黑云母,石英和方解石增多,斜长石减少,副矿物种类减少且含量变化大。岩石主要为片状、微条纹状构造,岩石成层性好,厚度比较稳定,层间构造比较协调。与本区变质基性火山岩相比,硅和碱质低(SiO<sub>2</sub>36.27%, K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O = 0.99%)、富钙(CaO12.98%)、二氧化碳含量高(CO<sub>2</sub>14.36%),在图2上落入钙质泥灰岩范围。

### 4 地球化学特征

含金红石角闪质片岩的元素含量如表3。和一般基性岩(A. П. 维诺格罗多夫, 1962)比较, 硅铝低, 镁铁高、钛、锆、轻稀土元素富集, 其他元素基本一致。与页岩、粘土或粘土与碳酸盐岩混合物(A. П. 维诺格罗多夫, 1962)相比较, 元素绝对丰度差别很大。十分明显, 含金红石角闪质片岩具有基性火成岩的元素组合特征。

含金红石角闪质片岩地球化学型式(图4)表现出不相容元素富集, 其富集程度由 Sr 到 Ba 逐渐增强, 由 Ba 到 Ti 逐渐减弱。由于 Ce 的波动, 分布曲线呈“双隆起”式。这同亚速尔碱性玄武岩的地球化学型式相似, 属板内碱性玄武岩

的地球化学型式。

表3 含金红石角闪质片岩元素含量(ppm)

Table 3 Contents of elements in rutile hornblende schist (ppm)

元素	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	Mn	Ti	V	Cr	Ni	Co
含量	199062	59588	87727	64290	63171	16248	7803	1352	27632	200	212	92	37
元素	Sr	Ba	Zr	Cu	Pb	Zn	Sn	Mo	Li	Be	B	Ga	Nb
含量	413	107	337	116	11	69	5.2	1.6	76	16	10	16	47
元素	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb
含量	30	28.35	117	250	23	118	19.2	4.92	15.35	8.17	1.57	3.5	2.83

注:表中常量元素含量由本文表2中氧化物含量平均值换算, 稀土元素含量是2个定量分析结果的平均值, 其他微量元素含量是67个光谱半定量分析结果平均值

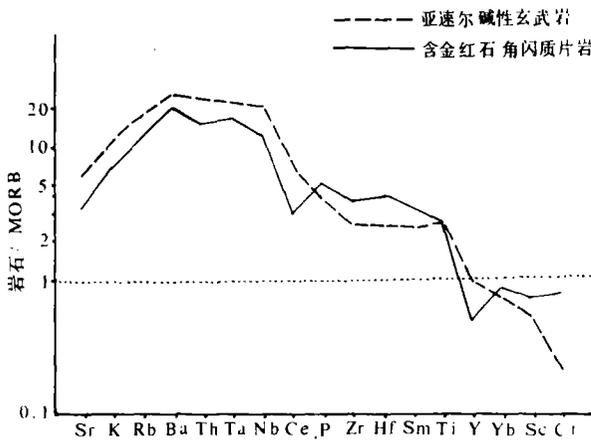


图4 含金红石角闪质片岩地球化学型式  
Fig. 4 Geochemical pattern of rutile hornblende schist

149.68ppm (Taylor, 1964) 的近四倍, LREE 富集, HREE 亏损,  $LREE/HREE = 17$ ,  $(Ce/Yb)_{cn} = 19.31 \sim 28.09$ ,  $\delta Eu = 0.85$ ,  $Eu/Sm = 0.26$ , 负 Eu 异常。REE 的分配型式与陆壳碱性玄武岩 (P. 亨德森<sup>[5]</sup>, 1989) 相似。反映了形成本区含金红石角闪质片岩原岩的岩浆演化不明显, 岩浆在上升和喷发过程中未受明显的同化和混染作用, 主要是沿断裂快速上升喷发。

## 5 结论与推论

(1) 含金红石角闪质片岩的原岩主要为海底喷发的碱性系列基性火山岩类, 少量为沉积岩。经海西—印支期区域变质作用, 形成中浅变质程度, 属绿帘角闪岩相的含金红石角闪质片岩。

(2) 含金红石角闪质片岩的时代是个长期争论的问题。1981年《1:50万河南省地质图》将其划入信阳群龟山组, 时代定为中元古代。陕西省地质工作者将这套信阳群西延部分划为泥盆系, 称刘岭群, 含金红石角闪质片岩划入泥盆系中统牛耳川组下段 ( $D_2n^1$ )。近年来, 河南地区不少地质工作者在自己的文章中将其作为古生代

含金红石角闪质片岩过渡金属元素 Sc、Ti、V、Mn、Fe 不同程度的富集, Cr、Co、Ni 亏损, 分配型式表现为陡倾斜的倒“W”型 (图5), 与秦岭造山带元古代和早古生代的变质基性火山岩的过渡金属元素分配型式一致 (徐贵忠等<sup>[3]</sup>, 1988; 王艺芬等<sup>[4]</sup>, 1991), 反映了含金红石角闪质片岩的原岩形成于动荡不定的环境之中, 具有区域地球化学继承性的特征。含金红石的三种角闪质片岩过渡金属元素分布曲线紧密靠拢, 犹如一条曲线, 说明三者为同源产物。

含金红石角闪质片岩 REE 绝对丰度高,  $\Sigma REE = 592.23ppm$ , 是地壳丰度

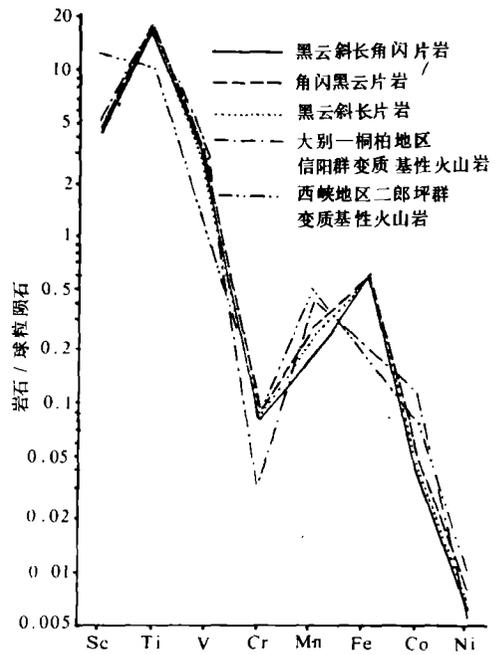


图5 含金红石角闪质片岩过渡金属元素分配型式

Fig. 5 Transition metal distribution patterns of rutile hornblende schist

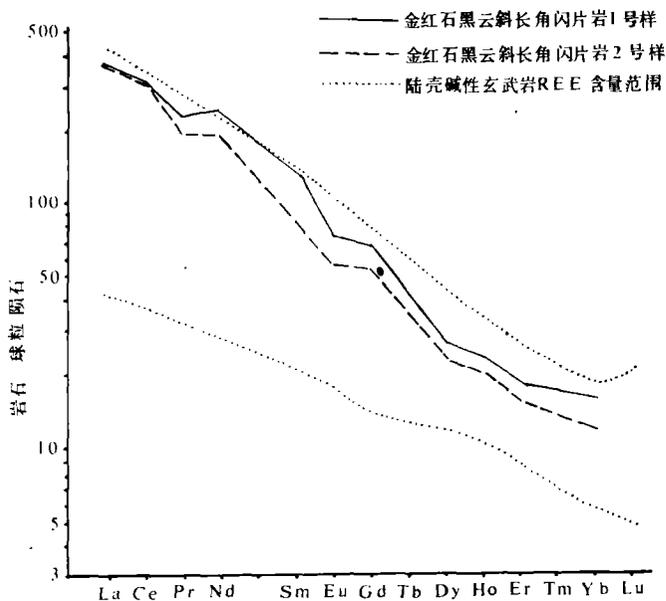


图6 金红石黑云斜长角闪片岩稀土元素分配型式

Fig. 6 Distribution pattern of REE in rutile hornblende schist

的生物碎屑堆积层。反映当时本区处于海水深度大、海底坡度陡、动荡不定的沉积环境。

本区含金红石角闪质片岩具有板内陆壳碱性玄武岩的地球化学特征。岩石化学方面,在 $\tau$ - $\sigma$ 图解①(图7)中, $SiO_2$ 含量大于43%的含金红石角闪质片岩样品落入板内构造区火成岩及其派生碱性岩范围内。

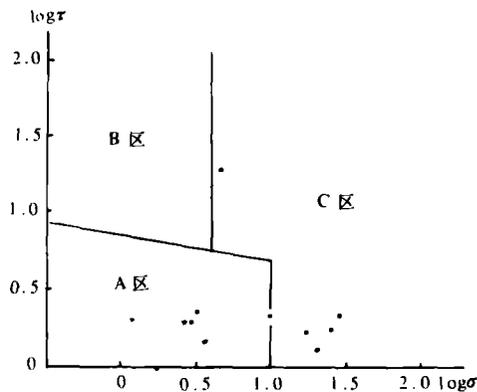
据张国伟教授等人(1988)研究,晚太古宙时,华北地块和扬子地块为统一的克拉通地块。早元古宙时,统一的克拉通地块发生分裂,形成以初始裂谷形式存在的古秦岭构造带。加里东期,因扩张分裂而形成的古秦岭海域洋壳已开始向北俯冲,北秦岭转入活动大陆边缘,相应南秦岭也发生非造山性质的,以拉张断裂为主的地壳升降活动,使大陆边缘形成地垒和地堑隆

凹相间的陆缘构造。到晚古生代,本区因受继承性的近东西向断裂的分割,形成了线状展布的

地层处理。

我队商庆芳等人在龟山组第三段黑云透闪大理岩中发现生物碎屑堆积,其中有清晰可辨的海百合茎碎片化石及海绵骨针、腕足类碎片、粗枝藻等化石(商庆芳等, [6]1992)。在陕西省山阳县东北部牛耳川组(D<sub>2n</sub>)也发现泥盆纪的生物遗迹化石和双壳类实体化石(何建社[7], 1989)。所以,笔者认为含金红石角闪质片岩原岩生成时代应为古生代,目前作为晚古生代泥盆纪比较适宜。

(3)本区信阳群龟山组为一套碳酸盐岩—泥砂质岩—碳酸盐岩夹基性火山岩的类复理石建造,厚度大于4000m,缺少完整的宏体生物化石,但见经过搬运不远,快速堆积



说明: A区:板内构造区火成岩 B区:造山带火成岩 C区:A、B区派生碱性岩

图7  $\tau$ - $\sigma$ 图解(据 A. Rittmann, 1973)

Fig. 7  $\tau$ - $\sigma$  Diagram

①  $\sigma = (K_2 + Na_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$   
 $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O) / TiO_2$

陆缘断陷深海槽,接受了数千米厚的一套类复理石建造的沉积物。同时,地壳深部(或上地幔)的碱性玄武岩浆,沿近东西向深断裂快速上升,频繁地喷发,在龟山组的上部形成了数量很多的基性火山岩夹层。

显然,含金红石角闪质片岩的原岩形成于陆缘断陷深海槽的构造—沉积环境之中。河南省地质科学研究所卢欣祥高级工程师给予本文热情帮助,在此表示衷心感谢。

### 参考文献

- 1 张国伟等. 秦岭造山带的形成及其演化. 西北大学出版社, 1988
- 2 王仁民等. 变质岩原岩图解判别法. 地质出版社, 1987
- 3 徐贵忠等. 桐柏—大别山北麓信阳群的岩石组合特征及其形成环境. 河北地质学院学报, 1980, (4)
- 4 王艺芬等. 东秦岭—桐柏—大别山碰撞带北部早古生代变质火山岩系特征及其形成环境. 岩石学报, 1991, (1)
- 5 P. 亨德森. 稀土元素地球化学. 地质出版社, 1989
- 6 商庆芳等. 河南西峡信阳群龟山组化石碎屑的发现及其意义. 河南地质, 1992, (1)
- 7 何建社. 陕西山阳以东北带泥盆纪地层中的遗迹化石及其环境意义. 陕西地质, 1989, (1)
- 8 耿树方等. 论杨子地台与华北地台属同一个岩石圈板块. 中国区域地质, 1991, (2)

## DISCUSSION ON THE GENESIS OF RUTILE-BEARING HORNBLENDE SCHIST IN XIXIA COUNTY, HENAN PROVINCE

*Zhang Yinbo*

*(Henan Team of Geology and exploration, MCI)*

### Abstract

Rutile-bearing hornblende schist which host rutile deposits of Xixia County is distributed at the south limb of Xiping syncline in the south margin of the east Qinling orogenic belt. This paper presents results of studies on geological occurrence, texture and structure, petrochemistry and geochemistry of the rock revealing that the proto-rock is basic extrusives formed in deeply faulting marine trough at continental margin. The later metamorphisms make what it is now.