

秦岭造山带中部存在太古宙岩块——陕西商南县湘河地区楼房沟斜长角闪岩-浅粒岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其意义

张宗清¹ 刘敦一¹ 宋 彪¹ 张寿广¹ 张维吉² 杨永成³

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 长安大学地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 71005; 3. 陕西省区调研究院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 秦岭造山带是中朝克拉通华北板块和扬子克拉通板块结合区域。其基底组成为广大地质学家所关注。笔者报道了秦岭造山带中部陕西省商南县湘河地区楼房沟古变质结晶岩片斜长角闪岩-浅粒岩和黑云二长石英片岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄数据, 讨论了其地质意义。斜长角闪岩-浅粒岩为同一岩浆连续分异变质火山岩, 锆石 Pb 严重丢失, $^{207}\text{Pb}/^{236}\text{Pb}$ 年龄 $\geq (2488 \pm 8)$ Ma。年龄值与已获得的 Sm-Nd 等时年龄值在误差范围内一致。黑云二长石英片岩为副变质岩, 锆石 U-Pb 年龄 (978 ± 13) Ma。秦岭造山带中部老于太古宙岩片(块)的发现表明, 秦岭造山带下部可能存在过太古宙结晶基底。

关键词: 同位素年代学; 变质岩; 秦岭造山带

中图分类号: P597+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2005)02-0579-09

秦岭是亚洲东部两个最大板块中朝克拉通北中国板块和扬子克拉通板块结合区域, 具有长期多阶段发展的复杂历史, 在中国大地构造格局研究中占着十分重要地位。近年, 在国家自然科学基金支持下, 多学科联合攻关, 取得很大进展。但是由于秦岭造山带所固有的长期、多阶段发展的复杂性, 致使许多问题仍然意见不一, 有待深入研究。秦岭基底组成就是存在问题之一。秦岭造山带由北中国板块边缘, 扬子克拉通板块边缘和夹在其中的秦岭微板块组成^[1]。秦岭微板块除块体西南略阳鱼洞子一带有太古宙结晶基底岩石出露外, 其余部分均由元古代变质火山-沉积岩组成。但是近年获得的许多信息表明, 在微板块的中部, 即商丹缝合带和勉略缝合带之间, 河南西峡至陕西佛坪一线, 可能存在一条年龄老至太古宙的变质结晶基底岩带^[2-4]。造山带的基底控制着造山带的基本构造格局, 造山带的发生发展, 构造带划分, 表层物源类型和流向, 乃至动力学都与其基底特征有关。鉴于造山带基底研究的重要性, 笔者对出露在该古老变质结晶岩带

中部陕西商南县湘河楼房沟一带的古老变质结晶岩块岩片——黑云二长石英片岩、斜长角闪岩-浅粒岩进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学和元素地球化学研究。

1 采样点地质概况和样品主、微量元素组成

样品采自陕西商南县湘河楼房沟一带。该区位于秦岭造山带中部西峡—佛坪古老变质结晶岩带中部(图 1)。古老变质岩呈岩片(块)状出露, 周围以断层或韧性剪切带与其他地层接触, 北部主要为中元古代末耀岭河群变质中、基性火山岩, 南部为震旦系和寒武系泥砂质-白云质沉积岩地层。古老变质结晶岩片主要由斜长角闪岩-浅粒岩和黑云二长石英片岩组成。前者出露于楼房沟北部, 主要由斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、长英片麻岩(浅粒岩)组成。后者出露于楼房沟南部, 主要由黑云二长石英片岩组成, 夹石榴黑云二长石英片岩、大理岩。岩石强烈变形。岩片中晚期中酸性侵入脉体发育。

收稿日期: 2004-03-03; 改回日期: 2005-06-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(40072071)资助。

作者简介: 张宗清, 男, 1941年生, 研究员, 从事同位素地质年代学和地球化学研究工作; E-mail: zhang zongqingzzq@yahoo.com.cn.

① 陕西地质矿产勘查开发局. 1:5 万赵川幅和徐家店幅、白浪幅区域地质图说明书, 1996.

② 陕西地质矿产勘查开发局. 1:5 万佛坪幅区域地质图说明书, 1997.

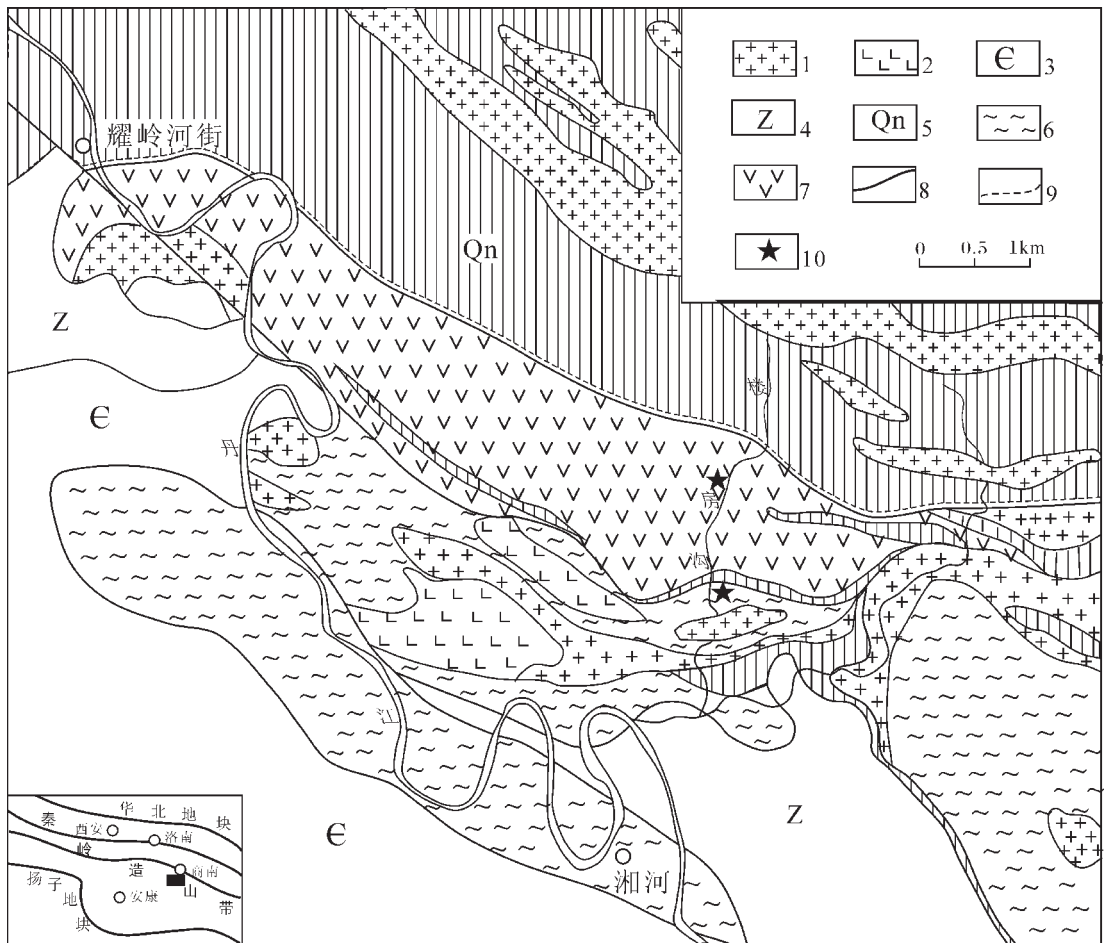


图 1 陕西商南县湘河地区地质略图(据 1:5 万白浪幅、徐家店幅地质图简化)

- 1—中、酸性侵入岩;2—基性侵入岩;3—寒武系沉积岩;4—震旦系沉积岩;5—中元古代耀岭河群变质中基性火山岩;
6—楼房沟黑云二长石英片岩;7—楼房沟斜长角闪岩—浅粒岩;8—断层;9—韧性剪切带;10—样品位置

Fig. 1 Geological sketch map of the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi

- 1—Intermediate-acid intrusive rocks;2—Basic intrusive rocks;3—Cambrian sedimentary rocks;4—Sinian sedimentary rocks;
5—Meta-intermediate-basic volcanic rocks of the Mesoproterozoic Yaolinghe Group;6—Loufanggou biotite-bearing monzonitic quartz schist;
7—Loufanggou amphibolite-leucogranulite (leucocleptite);8—Fault;9—Ductile shear zone;10—Sampling location

斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、长英片麻岩(浅粒岩)连续过渡,无明显界线,斜长角闪岩主要由斜长石和角闪石组成,角闪石含量 40%~50%,角闪斜长片麻岩角闪石含量 10%~15%,斜长石、石英含量增多,长英片麻岩(浅粒岩)主要由斜长石和石英组成,两者含量>95%。样品主元素组成见表 1, SiO_2 含量 48.13%~73.54%, TiO_2 1.03%~0.21%, MgO 6.61%~1.14%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 为 5.96~1.50, 样品 TiO_2 、 MgO 、 FeO^* (全铁)、 MnO 、 CaO 、 P_2O_5 、 K_2O 含量随 SiO_2 含量增加连续线性降低, Na_2O 升高(图 2), Al_2O_3 变化不大。不同样品具有大致相互平行轻稀土相对重稀土富集稀土分布模式, $(\text{La})_N$ 26.2~

36.1, $(\text{Yb})_N$ 1.2~10.5, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 6.7~22.5(图 3-A), 正 Eu 异常, 或无异常。高场强大离子不相容亲石微量元素 Hf-Zr、Th-Nb、Ta-La、Y-Sc 呈线性分布(图 4)。上述事实表明,斜长角闪岩—角闪斜长片麻岩—长英片麻岩(浅粒岩)可能是一套由同一岩浆连续分异(由玄武岩、英安岩至流纹质火山岩)构成的变质火山岩套。

黑云二长石英片岩,细粒变晶结构,片状构造,主要由石英(>70%)、长石(10%~20%)和黑云母($\leq 10\%$)组成(表 1)。与斜长角闪岩—浅粒岩不同(图 2、图 3-B、图 4),样品 Q34-8 SiO_2 含量达 83.25%;在主元素 SiO_2 和高场强大离子亲石不相

表 1 陕西南南县湘河地区楼房沟古变质结晶岩石主、微量元素成分

Table 1 Major and trace element compositions of the Lufanggou paleometamorphic crystalline rocks in the Xianghe area in the Shangnan county, Shaanxi province

样品	Q18	Q22	Q26	Q29	Q30-1	Q34
岩石类型	斜长角闪岩	角闪斜长片麻岩	长英片麻岩(浅粒岩)	角闪斜长片麻岩	角闪斜长片麻岩	黑云二长石英片岩
SiO ₂ (×10 ⁻³)	48.13	61.06	73.54	62.48	67.81	83.25
TiO ₂	1.03	0.65	0.21	0.65	0.40	0.98
Al ₂ O ₃	16.36	14.58	15.27	15.17	15.90	6.15
Fe ₂ O ₃	3.97	1.37	0.20	2.25	1.26	1.08
FeO	6.74	6.43	0.70	3.56	1.74	3.90
MnO	0.16	0.12	0.04	0.10	0.06	0.08
MgO	6.61	4.26	0.27	3.44	1.11	0.79
CaO	8.82	3.60	0.41	4.44	2.37	0.39
Na ₂ O	3.21	3.06	6.80	4.27	5.22	0.74
K ₂ O	1.69	2.04	1.14	1.59	1.54	1.10
P ₂ O ₅	0.38	0.04	0.02	0.14	0.12	0.05
LOI	2.74	2.77	1.00	1.69	2.54	1.15
Σ	99.84	99.98	99.60	99.78	100.07	99.66
Ni(×10 ⁻⁶)	55	145	1	55	4	22
Co	42	37	2	24	9	11
Sc	28	20	1	15	4	11
Pb	18	4	6	12	9	8
Rb	25	41	16	29	18	45
Ba	933	874	610	1071	1189	227
Sr	697	264	164	480	384	44
Ta	0.38	0.32	0.17	0.27	0.21	1.19
Nb	6.1	4.8	1.8	4.4	4.0	15.2
Hf	3.00	3.62	1.97	4.37	4.46	9.67
Zr	120	134	72	145	185	340
Y	22	13	1	13	6	31
La	36.10	18.70	8.26	24.10	19.20	24.10
Ce	80.00	32.50	12.90	45.40	32.10	49.30
Pr	9.92	3.43	1.22	5.59	3.43	5.82
Nd	40.40	12.20	4.33	21.00	11.80	22.50
Sm	7.31	2.26	0.76	3.51	2.13	5.09
Eu	1.97	0.88	0.46	1.28	0.85	1.00
Gd	6.91	2.57	0.59	4.65	2.06	5.08
Tb	0.94	0.40	0.09	0.68	0.29	0.94
Dy	4.50	2.58	0.36	2.97	1.18	5.94
Ho	0.81	0.54	0.08	0.57	0.26	1.20
Er	2.54	1.75	0.18	1.54	0.71	4.12
Tm	0.34	0.28	0.04	0.27	0.13	0.63
Yb	2.19	1.89	0.25	1.92	0.69	4.09
Lu	0.34	0.31	0.05	0.28	0.12	0.65
Na ₂ O/K ₂ O	1.90	1.50	5.96	2.68	3.39	0.67

容微量元素图上,与斜长角闪岩-浅粒岩具有不同分布趋势。稀土分布模式不同,黑云二长石英片岩具大的负 Eu 异常。在地质产状上,夹石榴黑云二长石英片岩和大理岩。一般认为它是变质泥砂质岩石。

2 同位素年龄测定结果

锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定在中国地质科学院北京离子探针中心完成,分析方法见参考文献[5],分析仪器 SHRIMP-

II,年龄用 Ludwig(2000) Squid 和 Isoplot 软件计算。

2.1 斜长角闪岩-浅粒岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

斜长角闪岩-浅粒岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定结果见表 2。锆石呈粒状,双锥短柱状,晶棱圆化,长宽比 1:1~1:1.5。锆石 Pb 严重丢失。20 粒锆石的 24 次分析结果中,17 粒锆石的 20 次分析结果的 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄平均值为 2488±8(2σ)Ma,MSWD 1.6。另有 3 粒锆石 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄大于 2567Ma,其中锆石 14.2 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄达(2702±11)Ma(图 5)。

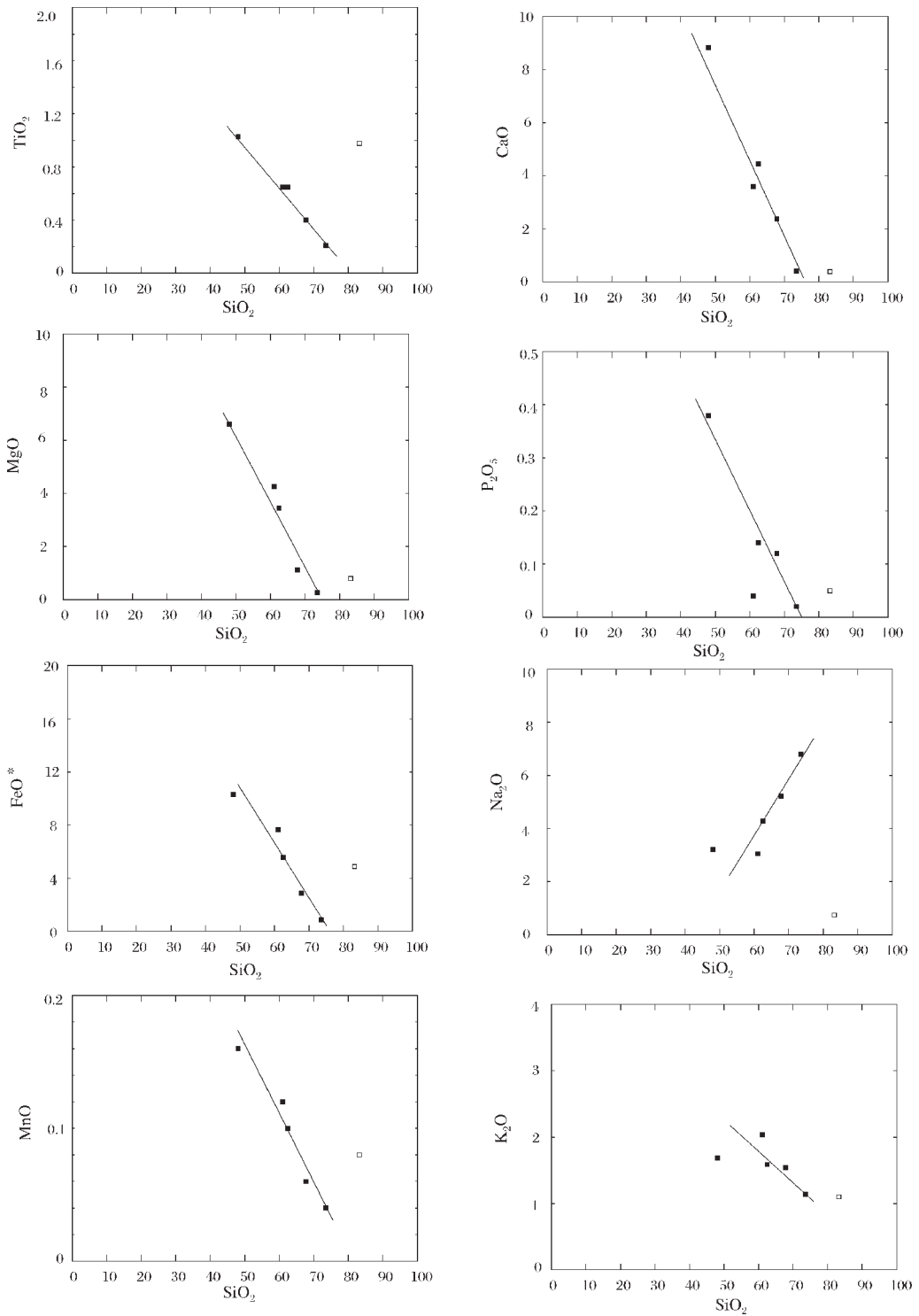


图 2 陕西商南县湘河地区楼房沟古变质结晶岩石 TiO_2 、 MgO 、 FeO^* (全铁)、 MnO 、 CaO 、 P_2O_5 、 Na_2O 、 K_2O-SiO_2 图

■—斜长角闪岩-浅粒岩样品; □—黑云二长石英片岩样品

Fig.2 TiO_2 , MgO , FeO^* (total Fe), MnO , CaO , P_2O_5 , Na_2O and K_2O-SiO_2 diagrams of the Loufanggou metamorphic crystalline rocks in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi

■— Amphibolite-leucogranulite sample; □—Biotite-bearing monzonitic quartz schist

表 2 陕西南南县湘河地区楼房沟斜长角闪岩-浅粒岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄同位素分析
Table 2 SHRIMP U-Pb ages of zircons for the Lufanggou amphibolite-leucogranulites from the Xianghe area in the Shangnan county, Shaanxi Province

锆石	$^{206}\text{Pb}/10^{-2}$	U/ 10^{-6}	Th/ 10^{-6}	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/10^{-6}$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{Pb}^*$	$\pm(\%)$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	$\pm(\%)$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	$\pm(\%)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 \pm /Ma	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{Pb}$ 年龄 \pm /Ma	Discordant/%		
Q26-1.1	0.19	122	175	1.48	43.9	0.1639	1.10	9.44	3.6	0.418	3.5	2250	66	2496	18	10
Q-26-2.1	0.03	160	218	1.41	50.1	0.1600	0.87	8.04	3.6	0.364	3.5	2003	60	2456	15	18
Q26-2.2	0.05	174	312	1.86	57.3	0.1634	0.78	8.64	3.6	0.384	3.5	2093	62	2492	13	16
Q26-3.1	0.12	134	97	0.75	52.2	0.1815	0.68	11.31	3.5	0.452	3.4	2404	69	2666	11	10
Q26-4.1	0.00	120	142	1.22	43.6	0.1626	0.75	9.50	3.6	0.424	3.5	2278	68	2483	13	8
Q26-5.1	0.12	115	154	1.38	43.0	0.1630	0.77	9.74	3.5	0.433	3.4	2321	67	2487	13	7
Q26-6.1	0.09	144	256	1.84	53.3	0.1645	0.69	9.76	3.5	0.430	3.4	2308	66	2502	12	8
Q26-7.1	0.10	135	120	0.92	48.4	0.1638	0.76	9.45	3.6	0.418	3.5	2253	66	2495	13	10
Q26-7.2	0.15	146	122	0.86	53.9	0.1657	0.66	9.80	3.6	0.429	3.6	2301	69	2515	11	8
Q26-8.1	0.11	154	269	1.81	58.5	0.1635	0.71	9.98	3.5	0.443	3.4	2362	68	2492	12	5
Q26-9.1	0.13	186	300	1.67	68.7	0.1625	0.61	9.62	3.5	0.429	3.4	2303	66	2482	10	7
Q26-10.1	0.20	150	235	1.62	53.8	0.1614	0.77	9.26	3.5	0.416	3.4	2244	65	2470	13	9
Q26-11.1	0.12	123	192	1.61	44.7	0.1608	0.79	9.35	3.5	0.422	3.4	2268	66	2464	13	8
Q26-12.1	0.12	158	216	1.41	57.9	0.1613	0.70	9.49	3.5	0.427	3.4	2291	66	2470	12	7
Q26-13.1	0.14	146	246	1.74	53.9	0.1640	0.70	9.69	3.5	0.429	3.4	2299	66	2497	12	8
Q26-14.1	0.14	305	159	0.54	122	0.1810	0.49	11.59	2.2	0.465	2.2	2459	45	2662	8	8
Q26-14.2	0.18	185	129	0.72	80.3	0.1854	0.67	12.87	2.3	0.503	2.2	2628	48	2702	11	3
Q26-15.1	0.32	141	193	1.42	54.3	0.1625	1.1	10.02	2.5	0.447	2.3	2382	45	2482	18	4
Q26-15.2	0.19	180	334	1.92	64.7	0.1642	0.84	9.47	2.4	0.418	2.3	2253	44	2500	14	10
Q26-16.1	0.15	119	155	1.35	46.0	0.1664	0.98	10.31	2.5	0.449	2.3	2392	46	2522	16	5
Q26-17.1	0.29	164	294	1.86	64.5	0.1629	0.81	10.27	2.4	0.457	2.2	2429	45	2486	14	2
Q26-18.1	0.49	125	155	1.28	47.6	0.1603	1.1	9.78	2.5	0.442	2.3	2362	45	2459	19	4
Q26-19.1	0.28	156	214	1.42	58.0	0.1647	0.95	9.80	2.5	0.432	2.3	2312	45	2505	16	8
Q26-20.1	0.22	199	124	0.64	79.3	0.1710	0.69	10.92	2.4	0.463	2.3	2454	48	2567	11	4

注:误差 1 σ ;Pb_c 和 Pb*分别代表普通 Pb 和放射成因 Pb;普通 Pb 用 ^{204}Pb 改正。

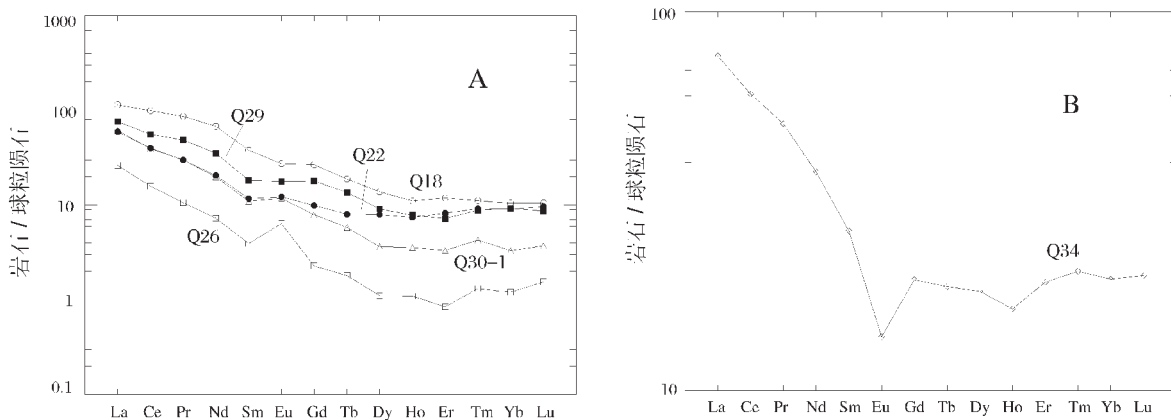


图 3 陕西南南县湘河地区楼房沟古变质结晶岩石稀土分布模式

A—斜长角闪岩-浅粒岩;B—黑云二长石英片岩

Fig.3 REE distribution patterns for the Loufanggou metamorphic crystalline rocks in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi

A—Amphibolite-leucogranulite sample;B—Biotite-bearing monzonitic quartz schist sample

表 3 陕西南县湘河地区楼房沟黑云二长石英片岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄同位素分析
Table 3 SHRIMP U-Pb ages of zircons for the Lufanggou biotite-monoquartz schists from the Xianghe area
in the Shangnan county, Shaanxi Province

锆英石	$^{206}\text{Pb}/10^{-2}$	U/ 10^{-6}	Th/ 10^{-6}	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/10^{-6}$	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄 \pm /Ma	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 \pm /Ma	Discordant /%
Q34-1.1	0.13	399	215	0.56	56.2	0.07248	1.1	1.634	2.3	0.1635	2.0	976 \pm 18	1000 \pm 23	2
Q34-2.1	0.41	215	113	0.54	35.7	0.0730	1.7	1.942	2.8	0.1928	2.2	1137 \pm 23	1015 \pm 34	-12
Q34-3.1	0.26	705	419	0.61	99.1	0.07052	0.93	1.586	2.2	0.1631	2.0	974 \pm 18	944 \pm 19	-3
Q34-4.1	0.50	893	432	0.50	101	0.07203	1.4	1.303	2.4	0.1312	2.0	795 \pm 15	987 \pm 28	19
Q34-5.1	0.15	1385	759	0.57	182	0.07125	0.68	1.500	2.2	0.1527	2.1	916 \pm 18	964 \pm 14	5
Q34-6.1	0.32	292	134	0.47	43.7	0.07325	1.3	1.757	2.4	0.1740	2.0	1034 \pm 19	1021 \pm 25	-1
Q34-7.1	0.02	185	102	0.57	29.2	0.07313	1.3	1.853	2.4	0.1838	2.1	1088 \pm 21	1018 \pm 26	-7
Q34-8.1	0.28	850	165	0.20	85.5	0.0698	1.7	1.124	2.6	0.1168	2.0	712 \pm 14	923 \pm 35	23
Q34-9.1	0.12	808	448	0.57	140	0.07202	0.72	2.008	2.1	0.2022	2.0	1187 \pm 22	986 \pm 15	-20
Q34-10.1	0.87	29			3.69	0.0669	6.4	1.354	6.9	0.1469	2.6	884 \pm 21	833 \pm 130	-6
Q34-11.1	—	556			84.7	0.07316	1.1	1.788	2.3	0.1772	2.0	1052 \pm 20	1018 \pm 21	-3
Q34-12.1	0.04	187			28.6	0.0735	1.5	1.808	2.6	0.1784	2.2	1058 \pm 21	1027 \pm 30	-3
Q34-13.1	0.25	197			26.1	0.0706	2.8	1.495	3.5	0.1535	2.1	921 \pm 18	946 \pm 56	3
Q34-14.1	0.82	573			59.5	0.0686	2.7	1.133	3.4	0.1199	2.1	730 \pm 14	886 \pm 56	18
Q34-15.1	0.43	268			48.5	0.07113	1.3	2.052	2.4	0.2092	2.0	1225 \pm 23	961 \pm 26	-27
Q34-16.1	—	287			48.9	0.07252	0.94	1.982	2.2	0.1982	2.0	1166 \pm 22	1000 \pm 19	-17
Q34-17.1	0.24	440			67.2	0.07089	1.1	1.733	2.3	0.1774	2.0	1052 \pm 20	954 \pm 22	-10
Q34-18.1	0.63	975			87.4	0.0641	1.7	0.917	2.7	0.1038	2.0	636 \pm 12	744 \pm 37	14
Q34-19.1	0.25	665	398	0.62	138	0.06902	1.0	2.284	4.1	0.2400	3.9	1387 \pm 49	899 \pm 22	-54
Q34-20.1	0.50	424	316	0.77	60.8	0.0712	1.5	1.628	2.5	0.1659	2.0	990 \pm 19	962 \pm 31	-3
Q34-21.1	0.19	223	94	0.43	31.5	0.0723	1.6	1.632	2.6	0.1638	2.1	978 \pm 19	994 \pm 33	2

注:误差 1σ ; Pb_c 和 Pb^* 分别代表普通 Pb 和放射成因 Pb;普通 Pb 用 ^{204}Pb 改正;10.1~18.1Th 峰中心偏移, Th 测定不准,但对 U-Pb 年龄无影响。

2.2 黑云二长石英片岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄

黑云二长石英片岩与斜长角闪岩-浅粒岩相伴,强烈变质变形。锆石呈双锥柱状,长宽比 1:1.5~1:4.0,晶棱圆化。分析结果不一致线上交点年龄(978 \pm 13)Ma,MSWD1.3(表 3,图 6)。

分析的 21 粒锆石中未发现 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄有老于 1027 Ma 的锆石存在。黑云二长石英片岩与斜长角闪岩-浅粒岩虽然都显现强烈变质变形特征,但是年龄和地球化学结果反映,它们是不同时期形成的具有不同地球化学特征和成因的各自独立岩片(块)。

3 讨论

秦岭造山带基底是多年来中外地质学家探讨的一个课

题。近年研究表明,秦岭造山带存在两类基底,一类为新太古代—古元古代变质结晶杂岩基底,另一类为早—中元古代变质火山—沉积岩系构成过渡性基底^[1]。夹持于商丹缝合带和勉略缝合带之间的中秦岭造山带,除西南边缘有太古宇鱼洞子群变质结晶基底岩石出露外^[4,6],其余地区尚未发现太古宇基底岩石,主要由早、中元古代变质火山—沉积岩和嵌入其间的早元古代变质结晶杂岩块构成。前者如耀岭河群变质火山岩和郧西群变质火山岩,中元古代末形成^[4],广布于秦岭造山带中部;后者如陡岭、小矛岭、佛坪变质结晶岩片,形成于古元古代,零星分布于变质火山—沉积岩之间。但是近年在 1:5 万区域地质调查中产生了某些疑义,曾有报道在陕西省商南县湘河地区楼房沟一带斜长角闪岩中获得过(2518 \pm 81)Ma 的 Sm-Nd 等时年龄^[1]。为了证实这一信息的可靠性,笔者对该

① 陕西地质矿产勘查开发局, 1:5 万徐家店幅区域地质图说明书, 1996。

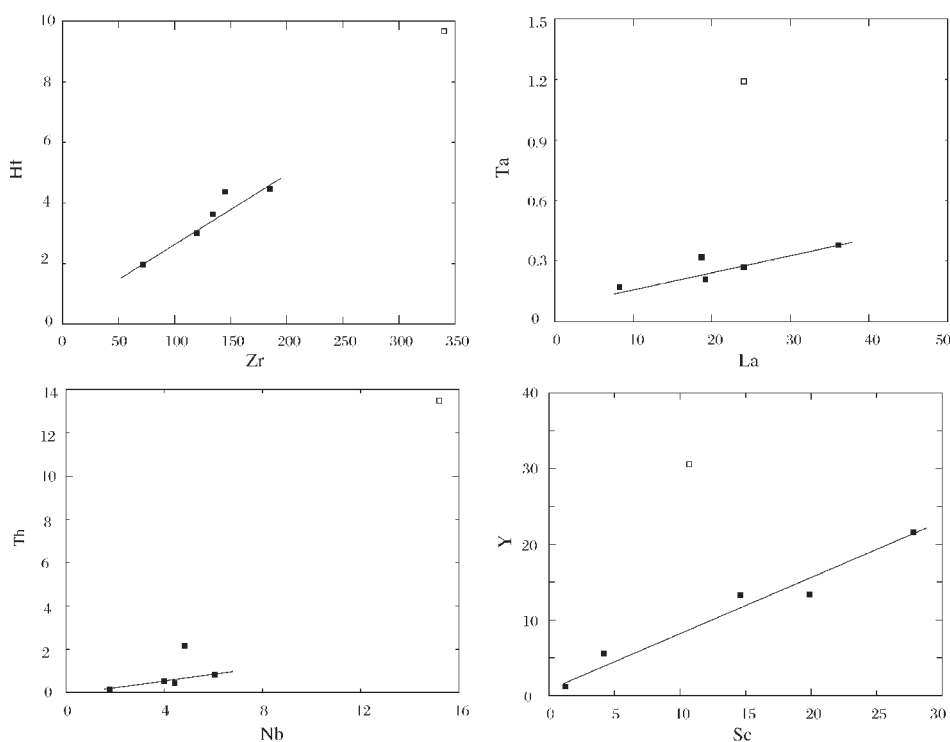


图 4 陕西商南县湘河地区楼房沟古变质结晶岩石高场强大离子不相容性微量元素 Hf-Zr、Th-Nb、Ta-La、Y-Sc 关系图
 ■—斜长角闪岩-浅粒岩样品; □—黑云二长石英片岩样品

Fig.4 Diagram of the large-ion incompatible trace elements Hf-Zr, Th-Nb, Ta-La and Y-Sc for the Loufanggou metamorphic crystalline rocks in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi
 ■- Amphibolite-leucogranulite sample; □- Biotite-bearing monzonitic quartz schist sample

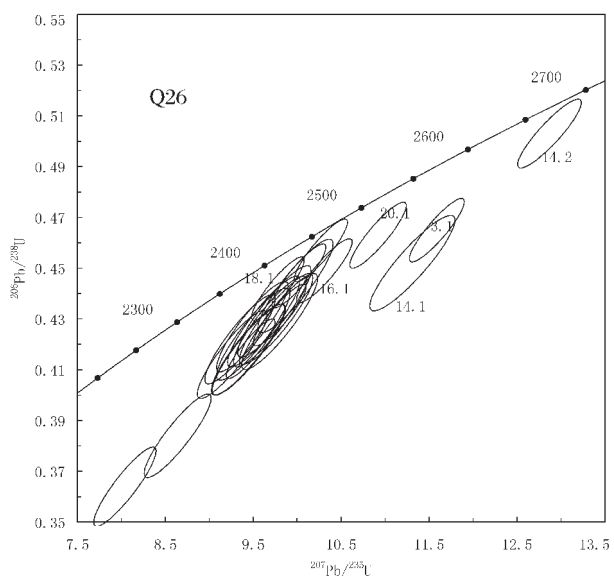


图 5 陕西商南县湘河地区楼房沟斜长角闪岩-浅粒岩
 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

Fig.5 Zircon SHRIMP U-Pb ages for the Loufanggou amphibolite-leucogranulite in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi

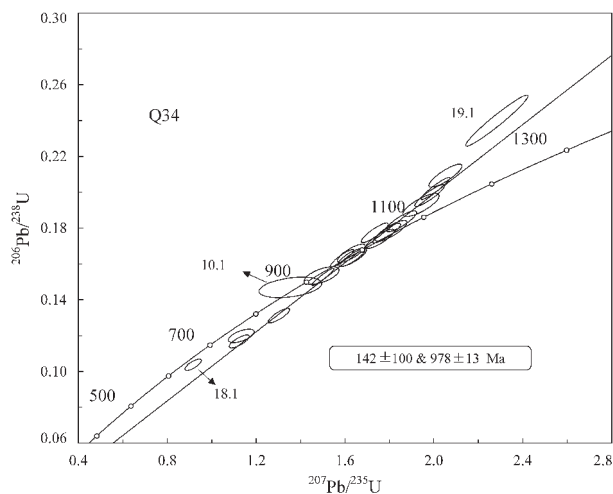


图 6 陕西商南县湘河地区楼房沟黑云二长石英片岩
 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄
 (在计算年龄时锆石 10.1, 18.1, 19.1 未参与计算)

Fig.6 Zircon SHRIMP U-Pb age for the Loufanggou biotite-bearing monzonitic quartz schist in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi
 (Zircon Nos.10.1, 18.1 and 19.1 did not participate in age calculation)

地斜长角闪质岩石进行了元素地球化学和岩石锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究。新获得的湘河楼房沟古变质结晶岩片斜长角闪岩-浅粒岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄结果表明,其值与已获 Sm-Nd 等时年龄值在误差范围内一致。斜长角闪岩-浅粒岩 SHRIMP 锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄 $\geq (2488 \pm 8)\text{Ma}$ 。这表明,在秦岭造山带中部存在太古宇结晶基底岩石残片。

近年笔者还发现,在秦岭造山带中部西峡瓦屋场原划陡岭岩群上部层位瓦屋场组中存在年龄为太古宇物质的岩块。陡岭岩群形成于 2 000 Ma 左右^[4]。残存于陡岭岩群变质岩中的太古宇物质岩块,由透辉变粒岩组成,Nd 模式年龄 $t_{DM} 2 538 \sim 2 829 \text{ Ma}$, 平均值 $2 673 \pm 88 (\sigma)\text{Ma}$; 大量锆石 SHRIMP $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均为 $(2 652 \pm 3) \text{ Ma}$ ^[8]。在造山带中部西侧佛坪变质结晶岩系中也发现存在 SHRIMP $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄老至 $(2 745 \pm 20)\text{Ma}$ 的锆石^[7]。

上述事实表明,秦岭造山带中部可能存在过太古宙结晶基底。

致谢:在项目实施过程中得到沈其韩院士、张国伟院士大力支持,在此表示由衷的感谢。

参考文献 (References):

- [1] 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造[J]. 中国科学(B),1995,25(9):994~1003.
Zhang Guowei, Meng Qingren, Lai Shaocong. Tectonics and structure of Qinling orogenic belt[J]. Science in China, Ser.B, 1995, 38(10):1379(in Chinese).
- [2] 地质调查局. 1998 年全国区域地质调查工作总结[J]. 中国区域地质, 1999, 18(2): 118.
China Geological Survey. Summary of nationwide regional geological survey in 1988[J]. Regional Geology of China, 1999, 18(2): 118 (in Chinese with English abstract).
- [3] 李海平. 陕西省佛坪发现太古宇结晶杂岩[J]. 中国区域地质, 1998, 17(3): 329~330.
Li Haiping. Discovery of Archean crystal complex in Foping, Shaanxi Province[J]. Regional Geology of China, 1998, 17(3): 329~330 (in

Chinese with English abstract).

- [4] 张宗清, 张国伟, 唐索寒. 南秦岭变质地层同位素年代学[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 226~230.
Zhang Zongqing, Zhang Guowei, Tang Suohan. Isotopic geochronology of metamorphic strata in the southern Qinling area[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002 (in Chinese with English abstract).
- [5] 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48(增刊): 26~30.
Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Yusheng, et al. Mount making and procedure of the SHRIMP dating[J]. Geological. Review, 2002, 48 (supp.): 26~30 (in Chinese).
- [6] 秦克令, 邹湘华, 何世平, 等. 西秦岭鱼洞子群的建立和时代归属[A]. 刘国惠, 张寿广主编. 秦岭—大巴山地质论文集(一) 变质地质[C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1990. 67~174.
Qin Keling, Zou Xianghua, He Shiping, et al. Establishment of the Yudongzi Group and its age in the West Qinling[A]. In: Liu Guohui, Zhang Shouguang (eds.). Geological Memoirs of the Qinling-Daba Mountains (1) Metamorphic Geology [C]. Beijing: Beijing Science & Technology Press, 1990. 167~174 (in Chinese).
- [7] 张宗清, 宋彪, 唐索寒, 等. 秦岭佛平变质结晶岩系年龄和物质组成特征: SHRIMP 锆英石 U-Pb 年代学和全岩 Sm-Nd 年代学数据[J]. 中国地质, 2004, 31(2): 161~168.
Zhang Zongqing, Song Biao, Tang Suohan, et al. Age and material composition of the Foping metamorphic crystalline complex in the Qinling Mountains: SHRIMP Zircon U-Pb and whole-rock Sm-Nd geochronology[J]. Geology in China, 2004, 31(2): 161~168 (in Chinese with English abstract).
- [8] 张寿广, 张宗清, 宋彪, 等. 东秦岭陡岭杂岩中存在新太古代物质组成——SHRIMP 锆石 U-Pb 和 Sm-Nd 年代学证据[J]. 地质学报, 2004, 78(6): 800~806.
Zhang Shouguang, Zhang Zongqing, Song Biao, et al. On the existence of Neoproterozoic materials in the Douling complex, Eastern Qinling—evidence from U-Pb SHRIMP and Sm-Nd geochronology[J]. Acta Geologica. Sinica, 2004, 78(6): 800~806 (in Chinese with English abstract).

An Archean block in the Central Qinling orogenic belt: zircon SHRIMP U–Pb ages of the Loufanggou amphibolite–leucogranulite (leptite) in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi, and their implications

ZHANG Zong–qing¹, LIU Dun–yi¹, SONG Biao¹, ZHANG Shou–guang¹,
ZHANG Wei–ji², YANG Yong–cheng³

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

2. College of Earth Science and Land and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

3. Shaanxi Institute of Regional Geology and Mineral Resources, Xianyang 712000, Shaanxi, China)

Abstract: The Qinling orogenic belt is the junction between the North China plate of the Sino–Korean craton and the Yangtze cratonic plate and its basement arouses attention of many geologists. This paper reports the zircon SHRIMP U–Pb age data for the Loufanggou metamorphic crystalline rock sheet amphibolite–leptite and biotite–bearing monzonitic quartz schist in the Xianghe area, Shangnan, Shaanxi, in the central part of the Qinling orogenic belt and discusses their geological significance. Amphibolite–leptite is meta–volcanic rocks resulting from continuous differentiation of the same magma. Zircon Pb loss is serious and the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age is $\geq 2488 \pm 8$ Ma. This age is consistent with the available Sm–Nd isochron age with the error limits. Biotite–bearing monzonitic quartz schist is parametamorphite with a zircon U–Pb age of 978 ± 13 Ma. The discovery of an Archean sheet (block) in the central part of the Qinling orogenic belt suggests that the Archean crystalline basement may have existed in the lower part of the Qinling orogenic belt.

Key words: isotope chronology; metamorphic rock; Qinling orogenic belt

About the first author: ZHANG Zong–qing, male, born in 1941, engaging in studies of isotope geochronology and geochemistry; E–mail: zhang zongqingzzq@Yahoo.com.cn.