

文章编号: 1007-3701(2012)02-124-08

黄陵野马洞基性岩脉中锆石的 U-Pb 年龄和 Hf 同位素组成

赵 敏¹, 魏君奇^{1*}, 王建雄²

(1. 西北大学地质学系, 大陆动力学国家重点实验室, 西安 710069; 2. 武汉地质调查中心, 武汉 430205)

摘要: 采用激光剥蚀-等离子质谱(LA-ICP-MS)分析技术测定野马洞基性岩脉中锆石的 U-Pb 年龄和 Hf 同位素组成, 以探讨黄陵地区 TTG 片麻岩原岩的形成及变质时间、是否存在比崆岭群更古老的地壳等问题。野马洞辉绿岩脉(1850 Ma)侵入 TTG 片麻岩, 并从 TTG 片麻岩中捕获了大量捕虏晶锆石。捕虏晶锆石岩浆结晶核部的 U-Pb 年龄分别为 2842 Ma、2900 Ma 和 2949 Ma, 指示 TTG 花岗岩体为复式岩体, 其至少经历了 2949 Ma、2900 Ma 和 2842 Ma 三期岩浆作用。捕虏晶锆石变质边部的 U-Pb 年龄为 2557 Ma, 指示 TTG 花岗岩体转变为 TTG 片麻岩, 是“水月寺运动”及其构造热事件共同作用的结果, 其变形变质的时间为 2557~2511 Ma。捕虏晶锆石的 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 为 -9.85~0.89、平均值为 -4.07, 亏损地幔模式年龄 TDM 为 3.6~3.2 Ga, 指示黄陵地区存在比崆岭群(3.2 Ga)更古老的陆壳。

关键词: TTG 片麻岩; 基性岩脉; 锆石 U-Pb 年龄; Hf 同位素; 黄陵地区

中图分类号: P597, P588.12+4

文献标识码: A

鄂西黄陵地区的崆岭杂岩和黄陵花岗岩岩基内, 分布较多基性岩脉和基性岩墙群, 记录了重要的伸展构造事件和基性岩浆活动。侵入崆岭杂岩的基性岩脉中原生岩浆锆石的 U-Pb 年龄为 1.85 Ga, 指示约在 1.85 Ga 扬子板块由碰撞挤压向伸展作用的构造转换^[1], 可能是扬子板块对 Columbia 超大陆从聚合转换为裂解事件的响应。黄陵花岗岩岩基内的基性岩墙和岩墙群(770 Ma)的发育, 可能与 Rodinia 超大陆裂解的构造背景相关^[2-4]。然而, 这些基性岩脉还从围岩中捕获了大量的捕虏晶锆石, 它们所记录的重要信息还未见报道。此外, 崆岭杂岩中的 TTG 片麻岩, 是其原岩 TTG 花岗岩^[5]遭受角闪岩相变质作用改造后形成的^[6-7]。虽然已从 TTG 片麻岩中获得较多的年龄数据(3150~2838 Ma)^[8-12], 但没有明确区分 TTG 花岗岩体的形成时间及其变质为 TTG 片麻岩的时间。且导致 TTG 花岗岩发生变形、变质的角闪岩相热变质事件时间及性质等问题, 仍

然没有解决。因此, 本文选择明确侵入 TTG 片麻岩中的基性岩脉, 通过其捕虏晶锆石的 U-Pb 年龄测定, 以揭示 TTG 花岗岩的形成时间及其变质为 TTG 片麻岩的时间, 以及相关热变质事件的时间和性质等。

1 区域地质与样品的采集、加工

黄陵地区的 TTG 片麻岩主要分布在黄陵背斜北部的雾渡河至水月寺一带(图 1), 基性岩脉侵入 TTG 片麻岩中, 岩脉的总体走向切割 TTG 片麻岩的片麻理(图 2a), 且岩脉捕虏并包裹有 TTG 片麻岩的碎块(图 2b)。TTG 片麻岩的变形、变质强烈, 而侵入其中的基性岩脉较新鲜, 未发生变形、变质。这些直观的地质现象说明, 基性岩脉形成于 TTG 古侵入体及其发生片麻岩化之后。兴山县水月寺镇北东约 2 km 处野马洞河床中, 基性岩脉的出露情况良好, 选作此次调查的重点区域, 并将此处的岩脉称为野马洞基性岩脉。单个岩脉宽约 1.5 m, 产状约为 $310^{\circ} \angle 70^{\circ}$ 。岩脉岩性为辉绿岩, 辉绿结构、块状构造, 辉石约占 40%、斜长石约占 50%。本次选择其中一条辉绿岩脉进行采样, 其 GPS 位置为:

收稿日期: 2011-12-09; 修回日期: 2012-01-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 40972050)资助。

作者简介: 赵敏(1987—), 女, 硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。

*通讯作者: 魏君奇(1964—), 男, 研究员, 博士生导师, 从事岩石学研究, E-mail: weijunqi01@163.com.

质作用发生的时间, 即 TTG 花岗岩转变为 TTG 片麻岩的时间。

3.2 锆石 U-Pb 年龄

由于第 33 号锆石的核部小而边部宽, 分析点选在边部。其余锆石的核部大而边部窄, 分析点选在核部。31 颗锆石的测年数据和年龄谐和图解分别见表 1 和图 4。可见 30 颗锆石核部的数据投影

点可分为三组, 一组位于谐和线上, 其余两组沿两条不一致线分布(图 4a)。说明这些锆石的年龄有三期, 需分别进行数据处理。其中一组 10 颗锆石(3、15、17、20、23、24、29、32、34、39) 沿不一致线分布, 上交点年龄为 2842 ± 11 Ma, MSWD=0.96 (图 4b)。另一组 8 颗锆石(1、2、6、7、14、16、19、22)沿不一致线分布, 上交点年龄为 2949 ± 7 Ma, MSWD=

表1 基性岩脉中锆石的LA-ICP-MS U-Pb测年结果
Table 1 LA-ICP-MS U-Pb dating results for zircons from mafic dikes

点号	含量/ $\times 10^{-6}$			Th/U	同位素比值						年龄/Ma					
	Pb	Th	U		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	
					1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ				
1	375	125	630	0.20	0.2138	0.0028	15.2085	0.1970	0.5158	0.0055	2935	21	2828	12	2681	23
2	201	193	296	0.65	0.2143	0.0028	15.7312	0.2049	0.5322	0.0057	2939	21	2861	12	2751	24
3	185	86	333	0.26	0.2045	0.0027	13.2594	0.1754	0.4701	0.0051	2863	21	2698	12	2484	22
4	340	446	424	1.05	0.2105	0.0027	16.5581	0.2162	0.5703	0.0061	2909	21	2910	13	2909	25
5	210	49	329	0.15	0.2062	0.0027	15.9905	0.2093	0.5622	0.0060	2876	21	2876	13	2876	25
6	368	82	615	0.13	0.2133	0.0028	15.4387	0.2031	0.5247	0.0056	2931	21	2843	13	2719	24
7	163	117	227	0.51	0.2159	0.0028	17.2816	0.2303	0.5803	0.0063	2950	21	2951	13	2950	26
8	236	342	309	1.10	0.2101	0.0028	16.0130	0.2130	0.5525	0.0060	2907	21	2878	13	2835	25
10	251	160	361	0.44	0.2114	0.0028	16.6874	0.2252	0.5723	0.0062	2916	21	2917	13	2917	25
11	162	106	242	0.44	0.2136	0.0029	16.2083	0.2196	0.5501	0.0060	2933	21	2889	13	2826	25
12	195	102	287	0.36	0.2114	0.0028	16.6639	0.2272	0.5715	0.0062	2916	22	2916	13	2914	26
13	192	201	266	0.76	0.2057	0.0028	15.9249	0.2190	0.5612	0.0061	2872	22	2872	13	2872	25
14	62	70	88	0.80	0.2133	0.0030	15.9080	0.2238	0.5406	0.0060	2931	22	2871	13	2786	25
15	53	42	85	0.50	0.2016	0.0030	14.4607	0.2192	0.5200	0.0059	2839	24	2780	14	2699	25
16	32	32	42	0.77	0.2165	0.0032	17.3525	0.2583	0.5812	0.0066	2954	24	2955	14	2954	27
17	318	142	629	0.23	0.2047	0.0029	12.3744	0.1757	0.4382	0.0048	2864	22	2633	13	2343	22
18	149	105	217	0.48	0.2076	0.0029	16.1785	0.2311	0.5650	0.0063	2887	23	2887	14	2887	26
19	94	60	140	0.43	0.2135	0.0030	16.4783	0.2377	0.5595	0.0062	2933	23	2905	14	2864	26
20	394	307	671	0.46	0.2031	0.0029	13.7282	0.1976	0.4901	0.0054	2851	23	2731	14	2571	23
22	118	169	149	1.13	0.2152	0.0032	16.8674	0.2572	0.5683	0.0064	2945	24	2927	15	2901	26
23	157	170	221	0.77	0.2032	0.0031	15.5889	0.2398	0.5563	0.0063	2852	24	2852	15	2852	26
24	199	57	319	0.18	0.2014	0.0031	15.3418	0.2397	0.5524	0.0063	2837	25	2838	15	2835	26
27	142	128	202	0.63	0.2078	0.0032	16.1781	0.2576	0.5645	0.0065	2889	25	2887	15	2885	27
29	54	62	81	0.76	0.2049	0.0033	14.8266	0.2452	0.5249	0.0061	2865	26	2804	16	2720	26
31	102	112	138	0.81	0.2119	0.0035	16.7367	0.2795	0.5728	0.0067	2920	26	2920	16	2919	27
32	137	168	217	0.78	0.2014	0.0033	14.0286	0.2353	0.5052	0.0059	2838	26	2752	16	2636	25
33	168	161	295	0.55	0.1699	0.0028	11.4063	0.1938	0.4869	0.0057	2557	27	2557	16	2557	25
34	264	230	398	0.58	0.2004	0.0033	14.9819	0.2567	0.5422	0.0063	2830	27	2814	16	2793	27
38	207	304	272	1.12	0.2058	0.0036	15.9133	0.2860	0.5610	0.0067	2873	28	2872	17	2870	28
39	376	419	687	0.61	0.2025	0.0035	12.7729	0.2300	0.4577	0.0054	2846	28	2663	17	2430	24
40	119	115	165	0.70	0.2122	0.0039	16.7854	0.3174	0.5738	0.0070	2923	30	2923	18	2924	29

1.17(图 4c)。第三组 12 颗锆石(4、5、8、10、11、12、13、14、18、27、38、40)位于谐和线上,其谐和年龄为 2900 ± 10 Ma, MSWD=0.85(图 4d)。这三组年龄均代表岩浆锆石的结晶年龄,指示 TTG 古侵入体的形成时间可划分为 2842 Ma、2900 Ma 和 2949 Ma 三期,说明 TTG 古侵入体为复式岩体。虽然锆石边部的分析点只有第 33 号锆石上的一个点,但其 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 、 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 三个年龄值均为 2557 Ma,完全重合在谐和线上(图 4a),可信度非常高。可将 2557 Ma 作为变质改造边的形成年龄,

代表角闪岩相变质作用发生的时间,即 TTG 花岗岩转变为 TTG 片麻岩的时间。

3.3 锆石 Hf 同位素组成

全部锆石的 Hf 同位素分析结果见表 2,其 $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ 比值(<0.004)和其平均值(0.001)均非常低,说明锆石在形成后具有极低量放射成因的 Hf 积累,其 $\varepsilon\text{Hf}(t)$ 值可以代表锆石形成时岩浆源区的 Hf 同位素组成。锆石的 $\varepsilon\text{Hf}(t)$ 为 $-9.58 \sim 0.89$,平均值为 -4.07 。锆石偏负的 $\varepsilon\text{Hf}(t)$ 值,说明其可能是壳源物质熔融岩浆所结晶出的锆石。锆石 Hf 同位素

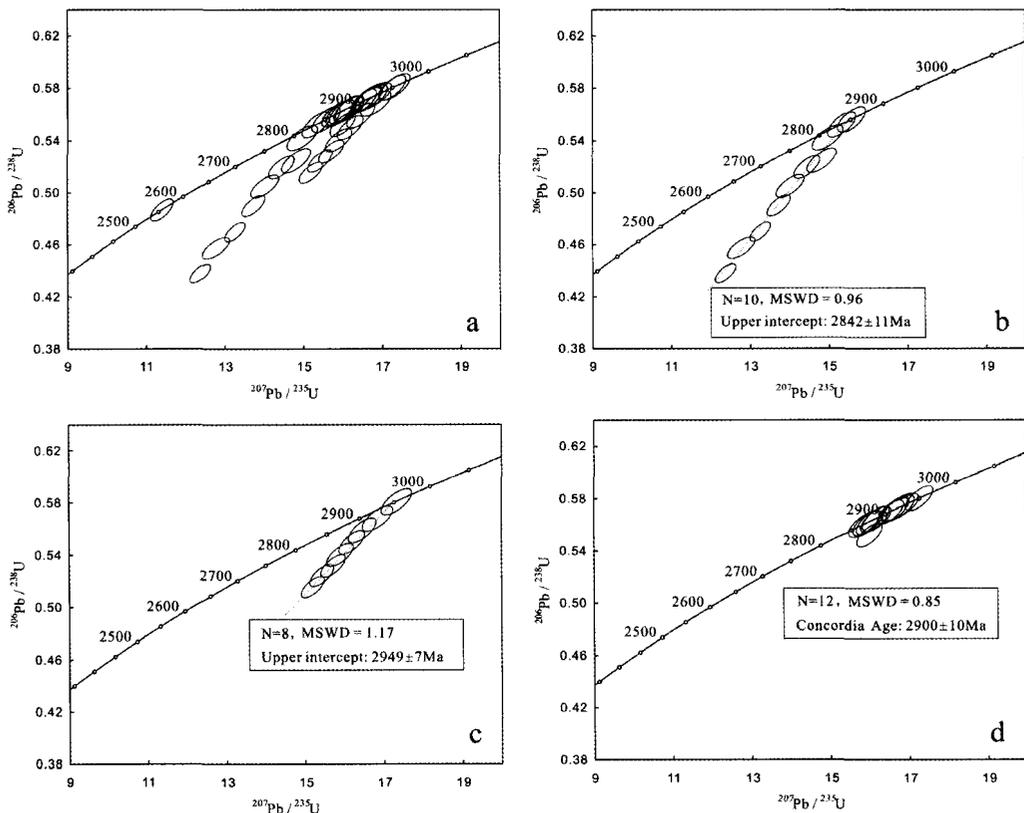


图4 锆石的U-Pb同位素谐和图

Fig. 4 Concordia diagrams of zircons U-Pb dating

亏损地幔模式年龄 T_{DM} , 代表了锆石寄主岩石源区物质脱离亏损地幔进入地壳的时间^[17]。本次获得锆石 T_{DM1} 为 3463 ~ 3168 Ma, 平均 3306 Ma; T_{DM2} 为 3642 ~ 3226 Ma, 平均 3421 Ma。显示锆石的单阶段和两阶段平均模式年龄, 均远大于其结晶年龄(2949 ~ 2842 Ma), 时间间隔长达约 500 Ma。说明锆石寄主的 TTG 片麻岩, 源于大量时代为 3600 ~ 3200 Ma 的早期陆壳物质、经长期部分熔融作用所

形成的岩浆, 指示黄陵地区存在年龄 >3.2 Ma 的古老陆壳。

4 讨论与结论

(1) 圈椅端 A 型花岗岩及其东边的坦荡河基性岩脉中, 原生锆石的 U-Pb 年龄均为 1850 Ma, 两者均侵入崆岭群的 TTG 片麻岩中, 它们均形成于

表 2 基性岩脉中锆石的 Lu-Hf 同位素数据

Table 2 Lu-Hf isotope composition for zircons from mafic dikes

点号	年龄 (Ma)	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\epsilon_{\text{Hf}}(0)$	$\epsilon_{\text{Hf}}(t)$	T_{DM1} (Ma)	T_{DM2} (Ma)	$f_{\text{Lu/Hf}}$
1	2935	0.017170	0.000725	0.280837	-68.42	-3.76	3325	3439	-0.98
2	2939	0.043589	0.001671	0.280924	-65.35	-2.49	3289	3380	-0.95
3	2863	0.017387	0.000723	0.280827	-68.78	-5.76	3338	3478	-0.98
4	2909	0.101023	0.003781	0.281061	-60.50	-2.44	3284	3354	-0.89
5	2876	0.010206	0.000427	0.280826	-68.82	-4.92	3315	3448	-0.99
6	2931	0.024522	0.000989	0.280915	-65.69	-1.62	3244	3332	-0.97
7	2950	0.041320	0.001547	0.281005	-62.50	0.89	3168	3226	-0.95
8	2907	0.031568	0.001230	0.280949	-64.46	-1.42	3217	3303	-0.96
10	2916	0.032377	0.001219	0.280901	-66.16	-2.90	3281	3382	-0.96
11	2933	0.025029	0.000962	0.280856	-67.76	-3.62	3320	3431	-0.97
12	2916	0.037561	0.001417	0.280802	-69.68	-6.84	3434	3573	-0.96
13	2872	0.036281	0.001391	0.280912	-65.78	-3.84	3281	3392	-0.96
14	2931	0.011347	0.000455	0.280749	-71.53	-6.44	3419	3566	-0.99
15	2839	0.016324	0.000639	0.280819	-69.08	-6.44	3342	3492	-0.98
16	2954	0.012900	0.000522	0.280915	-65.68	-0.15	3204	3279	-0.98
17	2864	0.015196	0.000627	0.280876	-67.03	-3.78	3264	3383	-0.98
18	2887	0.023203	0.000915	0.280850	-67.99	-4.79	3325	3450	-0.97
19	2933	0.024677	0.000944	0.280874	-67.14	-2.96	3295	3398	-0.97
20	2851	0.033693	0.001278	0.280888	-66.61	-4.93	3304	3428	-0.96
22	2945	0.024559	0.000932	0.280886	-66.70	-2.21	3277	3372	-0.97
23	2852	0.031716	0.001233	0.280882	-66.85	-5.06	3309	3435	-0.96
24	2837	0.022633	0.000902	0.280746	-71.66	-9.58	3463	3642	-0.97
27	2889	0.030790	0.001203	0.280824	-68.88	-6.22	3384	3521	-0.96
29	2865	0.024309	0.001016	0.280834	-68.55	-6.05	3355	3493	-0.97
31	2920	0.018174	0.000686	0.280816	-69.16	-4.76	3349	3476	-0.98
32	2838	0.041105	0.001548	0.280852	-67.90	-7.04	3377	3519	-0.95
33	2557	0.020096	0.000766	0.280799	-69.77	-13.77	3379	3620	-0.98
34	2830	0.022741	0.000984	0.280932	-65.06	-3.28	3219	3330	-0.97
38	2873	0.027808	0.001061	0.280878	-66.97	-4.38	3298	3419	-0.97
39	2846	0.055326	0.002036	0.280928	-65.20	-5.09	3315	3432	-0.94
40	2923	0.029471	0.001126	0.280967	-63.82	-0.20	3183	3256	-0.97

碰撞后板内伸展的构造背景^[1, 19]。野马洞基性岩脉分布于圈椅端 A 型花岗岩体西侧约 1 km 处, 侵入 TTG 片麻岩中, 与坦荡河基性岩脉的地质特征完全一致。据此可以推测, 野马洞基性岩脉同样形成于 1850 Ma 左右, 它与坦荡河基性岩脉和圈椅端 A 型花岗岩为同一期 (1850 Ma) 岩浆作用形成的侵入体。扬子板块与 Columbia 超大陆聚合作用有关的造山事件发生在 2.0 Ga^[20-22], 其后于 1850 Ma 扬子板块由碰撞挤压向板内伸展转换。因此充分说明, 圈椅端 A 型花岗岩、野马洞基性岩脉和坦荡河基

性岩脉, 均是在此时 (1850 Ma) 板内伸展的构造环境下侵入的, 是扬子板块对 Columbia 超大陆裂解前伸展作用的响应。

(2) 野马洞基性岩脉侵入 TTG 片麻岩中, 岩脉切割 TTG 片麻岩的片麻理, 岩脉本身未发生变形变质。这些直观的地质现象表明, 基性岩脉形成于 TTG 古侵入体形成及其转变为 TTG 片麻岩之后。在已获得的若干组 TTG 片麻岩年龄数据中, 岩浆结晶锆石的 SHRIMP U-Pb 年龄 (2947 ~ 2903 Ma) 为精度最高的一组, 代表 TTG 古侵入体的侵入年

龄^[12]。本次野马洞辉绿岩脉从 TTG 片麻岩围岩中所捕虏的捕虏晶锆石,其继承核的 U-Pb 年龄分别为 2842 Ma、2900 Ma 和 2949 Ma,指示 TTG 古花岗岩体至少经历了 2842 Ma、2900 Ma 和 2949 Ma 三期岩浆作用,为复式岩体,其形成年龄(2949 ~ 2842 Ma)与前者基本一致。

(3) 全球太古代与元古代的分界时间为 2500 Ma^[22]。表征黄陵地区原始古不整合面的构造运动称为“水月寺运动”,同位素年龄为 2600 ~ 2500 Ma^[24]。兴山县水月寺镇南约 5 km 处的辉绿岩脉中,变质锆石的 U-Pb 年龄为 2511 Ma^[25]。本次水月寺镇北东约 2 km 的野马洞辉绿岩脉中,变质锆石的 U-Pb 年龄为 2557 Ma。这些变质锆石(2557 ~ 2511 Ma)的存在,正是与“水月寺运动”相伴随的热变质事件的反映。据此,本文首次提出,黄陵 TTG 古侵入体(2949 ~ 2842 Ma)转变为 TTG 片麻岩,是“水月寺运动”及其构造热变质事件共同作用的结果,其变形变质的时间为 2557~2511 Ma。

(4) 黄陵地区沉积岩、变沉积岩中大量碎屑锆石的 U-Pb 年龄为 3.8 ~ 3.2 Ga,说明黄陵地区存在比崆岭群(3.2 Ga)更古老的陆壳^[12, 26-27]。本次获得野马洞辉绿岩脉中捕虏晶锆石的平均 $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 为 -4.07, TDM 为 3.6 ~ 3.2 Ga,同样证实了黄陵地区存在比崆岭群更古老(>3.2 Ga)的陆壳。

参考文献:

- [1] 彭敏, 吴元保, 汪晶, 等. 扬子崆岭高级变质地体古元古代基性岩脉的发现及意义[J]. 科学通报, 2009, 54(5): 641-647.
- [2] 凌文黎, 程建萍. Rodinia 研究意义、重建方案与华南晋宁期构造运动[J]. 地质科技情报, 2000, 19(3): 7-11.
- [3] 李志昌, 王桂华, 张志超. 鄂西黄陵花岗岩基同位素年龄谱[J]. 华南地质与矿产, 2002, 3: 19-28.
- [4] 曾雯, 钟增球, 周汉文, 等. 黄陵地区基性岩墙群的地球化学特征及其地质意义[J]. 地球科学, 2004, 29(1): 31-38.
- [5] 高山, 张本仁. 扬子地台北部太古宙 TTG 片麻岩的发现及其意义[J]. 地球科学, 1990, 15(6): 675-679.
- [6] 刘庆生, 高山, 徐启东, 等. 扬子克拉通太古代崆岭群角闪岩相与麻粒岩相岩石的岩石磁学研究[J]. 地球物理学报, 1996, 39(增刊): 150-156.
- [7] 江麟生, 陈铁龙, 周忠友. 黄陵地区的几个主要基础地质问题[J]. 湖北地矿, 2002, 16(1): 8-13.
- [8] 李福喜, 聂学武. 黄陵断隆北部崆岭群地质时代及地层划分[J]. 湖北地质, 1987, 1(1): 28-41.
- [9] 刘观亮. 崆岭群时代取得新进展[J]. 中国区域地质, 1987, (1): 93.
- [10] 郑维钊, 刘观亮, 汪雄武. 黄陵背斜北部崆岭群的太古宙信息[J]. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊, 1991, 16: 97-108.
- [11] 马大铨, 李志昌, 肖志发. 鄂西崆岭杂岩的组成、时代及地质演化[J]. 地球学报, 1977, 18(1): 233-241.
- [12] 高山, Yumin Qin, 凌文黎, 等. 崆岭高级变质地体单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究: 扬子克拉通 >3.2 Ga 陆壳物质的发现[J]. 中国科学(D辑), 2001, 31(1): 27-135.
- [13] Yuan H L, Gao S, Liu X M, et al. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. Geostandards Geoanalytical Res., 2004, 11: 357-370.
- [14] Yuan H L, Gao S, Dai M N, et al. Simultaneous determinations of U-Pb age, Hf isotopes and trace element compositions of zircon by excimer laser ablation quadrupole and multiple collector ICP-MS [J]. Chem. Geol., 2008, 247: 100-117.
- [15] 吴元保, 郑永飞. 锆石成因矿物学研究及其对 U-Pb 年龄解释的制约[J]. 科学通报, 2004, 49(16): 1589-1604.
- [16] Pidgeon R T, Nemchin A A and Hitchen G J. Internal structures of zircons from Archaean granites from the Darling Range batholith: Implications for zircon stability and the interpretation of zircon U-Pb ages [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1998, 132: 288-299.
- [17] Hoskin P W O and Black L P. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon [J]. J. Metamorphic Geol., 2000, 18: 423-439.
- [18] 陈道公, 倪涛, 谢烈文. 大别地体超高压变质岩石锆石 Lu-Hf 同位素研究[J]. 岩石学报, 2007, 23(2): 331-342.
- [19] 熊庆, 郑建平, 余淳梅, 等. 宜昌圈椅墙 A 型花岗岩锆石 U-Pb 年龄和 Hf 同位素与扬子大陆古元古代克拉通化作用[J]. 科学通报, 2008, 53(22): 2782-2792.
- [20] Zhang S B, Zheng Y F, Wu Y B, et al. Zircon isotope evidence for ≥ 3.5 Ga continental crust in the Yangtze craton of China [J]. Precambrian Res., 2006, 146: 16-34.
- [21] Zheng J P, Griffin W L, O'Reilly S Y, et al. Widespread Archean basement beneath the Yangtze craton [J]. Geology, 2006, 34: 417-420.
- [22] Wu Y B, Zheng Y F, Liu Y S, et al. Zircon U-Pb age and trace element evidence for Paleoproterozoic granulite facies metamorphism and Archean crustal rocks in the Dabie Orogen [J]. Lithos, 2008, 101: 308-322.
- [23] 白瑾, 黄学光, 王惠初, 等. 中国前寒武纪地壳演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1996, 1-3.
- [24] 熊成云, 韦昌山, 金光富, 等. 鄂西黄陵背斜地区前南华纪

- 古构造格架及主要地质事件[J].地质力学报,2004,10(2): 97-112.
- [25]魏君奇,王建雄,王晓地,等.黄陵地区崆岭群中基性岩脉的定年及意义[J].西北大学学报(自然科学版),2009,39(3):466-471.
- [26]柳小明,高山,凌文黎,等.扬子克拉通35亿年碎屑锆石的发现及其地质意义 [J]. 自然科学进展,2005,15(11): 1334-1337.
- [27]张少兵,郑永飞.扬子陆核的生长和再造:锆石U-Pb年龄和Hf同位素研究[J].岩石学报,2007,23(2):393-402.

Zircon U-Pb Age and Hf Isotope Composition from Yemadong Mafic Dikes in the Huangling Area

ZHAO Min¹, WEI Jun-Qi¹, WANG Jian-Xiong²

(1. Department of Geology, Northwest University, State Key Laboratory of Continental Dynamics, Xi'an 710069, Shanxi, China; 2. Wuhan center of China Geological Survey, Wuhan 430205, Hubei, China)

Abstract: By LA-ICP-MS methods, the U-Pb dating and Lu-Hf isotopic analysis were carried out for zircons from Yemadong mafic dikes in Huangling area, we can ascertain the forming and metamorphic age of TTG granites, and discuss whether there were some crustal remnants older than Kongling Group in the Huangling area. The Yemadong doleritic dikes intruded in the TTG gneisses, and captured many xenocrystic zircons from the country rocks. The xenocrystic zircons show the core-rim structure, the cores have magmatic oscillatory zoning, and the rims are not zoning, The thirty individual U-Pb spot analyses were done on magmatic cores of 30 xenocrystic zircon grains, and yielded three ages of 2949 Ma, 2900 Ma and 2842 Ma, these indicate that the TTG granites is a complex intrusive which experiencing at least three stages of magmatism including 2949 Ma, 2900 Ma and 2842 Ma. One U-Pb spot analysis was done on metamorphic rim of zircon grain, and yielded a concordant age of 2557 Ma, which is responsible for the timing of metamorphism. This provides the first demonstration for the occurrence of tectono-thermal event at about 2557 Ma, which has been connected to the Shuiyuesi movement. In the same time, the TTG granite has been metamorphism into the TTG gneisses during the tectono-thermal event resulted from the Shuiyuesi movement in the Huangling area. The xenocrystic zircons have the negative $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ values of $-9.85 \sim 0.89$ with the average values of -4.07 , and the Hf model age of $3.6 \sim 3.2$ Ga, these reveals the existence of old crustal relicts with the age of $3.6 \sim 3.2$ Ga rocks, which is older than the Kongling Group (3.2 Ga) in Huangling area.

Key words: TTG gneiss; mafic dike; zircon U-Pb age; Hf isotope; Huangling area