

鄂北红安群黄麦岭组变沉积岩碎屑锆石 年代学及地质意义

毛新武, 陈超, 陈觅, 李琳静, 廖明芳

(湖北省地质调查院, 武汉 430034)

摘要:鄂北红安群的层序与时代是一个长期存在争议的问题,而其中黄麦岭组含磷岩系形成时代问题则是这些争议中的焦点。通过对红安群黄麦岭组含磷岩系中变沉积岩中的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法测年,结果表明:①黄麦岭组变沉积岩中,介于 874~709 Ma 时间段的年龄点成为了黄麦岭组变沉积岩中主要的碎屑锆石年龄组成,峰值为 807 Ma,表明新元古代形成的岩浆岩是黄麦岭组最重要的物源;②最年轻的岩浆锆石年龄为 709 Ma,表明形成岩石的主要沉积作用应晚于该时间;③碎屑锆石年龄谱系对比分析发现,黄麦岭组形成时代应晚于随县群沉积时期;④剖面上岩石组合测年结果表明,以大磊山地区为代表的红安群,表现为总体无序的构造岩石单位叠置,并以包含了青白口纪(晋宁造山过程中)的物质记录而区别于随县群和武当群。

关键词:红安群;黄麦岭组;变质沉积岩;碎屑锆石;LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年;构造岩石单位

中图分类号:P588.21

文献标志码:A

文章编号:1000-7849(2016)03-0049-07

湖北省区域地质调查队 1974 年在大悟南半幅及黄陂幅 1:20 万区域地质调查时,创建了红安群,由下至上依次划分为天台山组、七角山组(含磷岩系)、磨盘寨组及塔尔岗组,该群未见顶底,时代归为元古宙;1986 年鄂东北地质大队在大悟地区工作时,将红安群底部含磷岩系改称黄麦岭组,并将其分为黄麦岭组、天台山组、七角山组、磨盘寨组、塔尔岗组;而在其后的区域地质调查和科研工作中分歧更为突出,多采用各自独立的岩石地层谱系单位。1996 年《湖北省岩石地层》将红安群归为中元古界,由下至上划分为黄麦岭组、天台山组、七角山组、塔尔岗组^[1]。2003 年,湖北地质调查院在剔除红安群内部的变质侵入体后,将原红安群解体为新元古界青白口系武当群-古生界志留系新城组^[2]。归纳起来,造成红安群地层序列、划分及时代归属分歧的主要原因是:①各种划分方案均建立在“红安群是一套宏观总体有序、局部无序的构造岩石地层单位”这一前提条件之下。如果前提条件不成立,或在部分地区不成立,那么在不同阶段、不同地区,形成了对红安群各种不同划分方案,就是一个可以理解的现象。②早期研究者普遍认为,含磷岩系为红安群底部,以角度不整合覆于大别杂岩之上^[1]。因此对含磷岩系时代的认识不同,直接影响和决定了红安群内部岩石地层单位的划分及其时代归属。如天台山组的解体和重新定义,以及麻城幅 1:25 万区域

地质调查中对红安群的解体方案^[2]。前者认为含磷岩系应形成于中元古代早期,以角度不整合覆于大别杂岩之上,因此将石墨片岩之下的原天台山组片麻岩划归大别(岩群),并对早期建立的各组定义进行了多次修定;后者认为含磷岩系是形成于震旦纪,并以含磷岩系为基准,将原红安群解体为青白口纪-早古生代地层。③近年来,随着对大别地区高压超高压变质形成背景研究的不断深化,一些学者提出了“红安群是总体无序的变质构造混杂岩”的观点。因此,有必要对红安群进行重新认识。

笔者将根据黄麦岭组变沉积岩中碎屑锆石的 U-Pb 同位素测年资料,并结合区内近年来取得的一些相关成果资料,对上述问题进行讨论。

1 区域地质概况

红安群主要分布于鄂东北大别山南侧大悟-红安一带(图 1),尤以大磊山一带的研究程度最高。不同时期完成的区调、矿调和涉及该区的科研文献资料,均认为红安群是围绕大磊山岩体分布,从大磊山岩体向东至余河一线,在红安群分布范围内,没有区域性大断裂构造存在,但对红安群的划分方案各不相同。本次工作中,选择区内研究程度较高的大磊山-余河剖面进行了野外调查(图 2),按变质岩石的组合特征和原岩恢复研究资料,将剖面上的红

收稿日期:2015-04-28

编辑:刘江霞

基金项目:中国地质调查局项目(12120113012800);湖北省地质局科技项目(KJ2015-1)

作者简介:毛新武(1964—),男,正高职高级工程师,主要从事区域地质调查工作。E-mail:724430378@qq.com

安群由下至上依次划分为以下几种岩石组合(构造岩石单位):

(1) 浅粒岩组合(变流纹质-安山质火山岩、碎屑岩组合) 剖面第1~6层、第15层。岩石类型主要为二长浅粒岩夹少量黑云斜长变粒岩,主体呈大小不同的片(包)体分布于大磊山(钾)二长花岗岩中。原岩主要为变流纹质-安山质火山岩夹少量变陆源碎屑岩。

(2) 粒岩-大理岩组合(变碎屑岩、碳酸盐岩组合) 剖面第17~23层,称黄麦岭组。下部为(含磷)白云钠长浅粒岩、(含黑云)白云钠长浅粒岩夹变粒岩,含钙质、铁锰质钠长变粒岩夹薄层白云钠长石英片岩,含铁质炭质磷灰石石墨片岩、磷块岩(磷矿层)、含磷灰石白云母大理岩、白云石英片岩;上部为厚层状白云石大理岩、硅质条带白云石大理岩。恢复原岩:下部主要为碎屑岩夹少量碳酸盐岩,上部为碳酸盐岩夹少量碎屑岩。

(3) 片麻岩组合(变酸性火山岩夹基性火山岩、碎屑岩组合) 剖面第24~97层,白云斜(二)长片麻岩、变粒岩、二长浅粒岩、白云钠长石英片岩,夹绿帘阳起钠长片岩、斜长角闪岩。原岩主要为一套中酸性火山岩夹基性火山和碎屑岩。

2 样品与分析

2.1 样品采集

本次研究的样品采自黄麦岭组下部(第18层),岩性为浅灰色钠长浅粒岩(图3-a),具粒状变晶结构,块状(微片状)构造。岩石矿物以石英(30%)、钾长石(25%)、钠长石(25%)、白云母(15%)为主,以及少量黑云母、黄铁矿、磷灰石,局部含有砂屑细砾,长石、石英粒径0.2~1.0 mm。呈不规则次棱角状,发生一定变质重结晶作用,具有弱定向性。从岩石薄片镜下发现,岩石中保存了较为完好的碎屑结构(图3-b),因此恢复原岩为中-粗粒砂岩类。

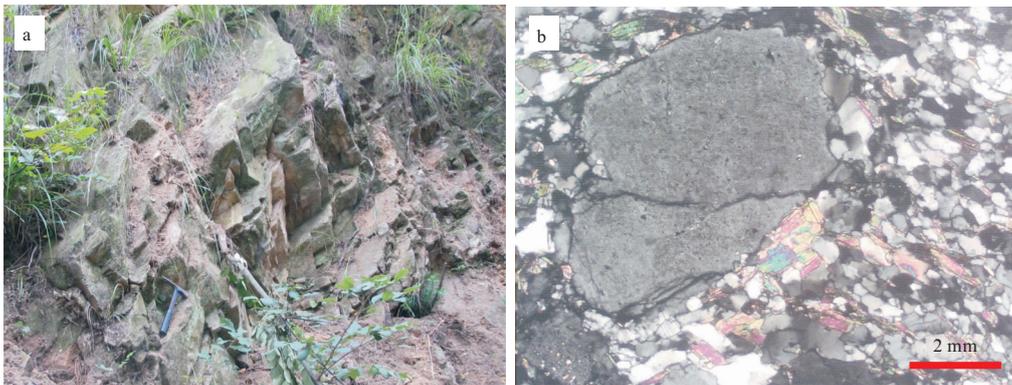


图3 大磊山地区黄麦岭组下部钠长浅粒岩野外(a)和镜下照片(b)(+)

Fig.3 Photograph and micrograph for albite leucocleptite of Lower Huangmailing Formation from the Daleishan region

2.2 分析方法

LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素测年在中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室完成。所使用的 ICP-MS 仪器型号为 Elan6100DRC,激光剥蚀系统是德国 Lamda Physik 公司的 Geolas200M 深紫外(DUV)193 nm ArF 准分子(excimer)激光剥蚀系统。激光束斑直径为 32 μm 。实验中采用 He 作为剥蚀物质的载气,哈佛大学标准锆石 91500 作为外标, ^{29}Si 作为内标。采用 ICPMSDataCal(V3.7) 软件对同位素比值数据进行处理^[3]。对实验测得的数据用 ISOPLLOT 程序^[4]进行谐和图、年龄分布直方图的绘制。

3 分析结果

样品中的锆石以浑圆状为主,少数呈短柱状,有

一定的磨圆,且部分锆石有破碎现象,表明锆石形成后经历了后期搬运磨蚀作用,显示碎屑锆石的特点;长宽比为 1:1~2:1,大多数锆石有较好的振荡环带(图4-a);所有锆石分析点的 $w(\text{Th}) = 3.2 \times 10^{-6} \sim 1.062 \times 10^{-6}$, $w(\text{U}) = 43.7 \times 10^{-6} \sim 648 \times 10^{-6}$, Th/U 值在 0.47~4.01 之间(除分析点 66, Th/U = 0.24 外),大部分在 1 左右(图4-b)。在锆石球粒陨石标准化的 REE 配分图(图4-c)上,具有较强的轻稀土元素亏损现象,有一定程度的 Eu 亏损,且表现出强烈的正 Ce 异常,这说明该样品中的碎屑锆石基本上保留了岩浆锆石的特点^[5]。

样品 18CENG 85 个分析点的锆石 U-Pb 测定结果见表 1,其中,分析点 43 和 76 因为谐和度太低而被舍弃,分析点 61(649 Ma)和 66(481 Ma)处在不一致线上(图5-a),其应在后期的变质事件中发生过 Pb 丢失,对碎屑锆石判断物源方面无意义。样

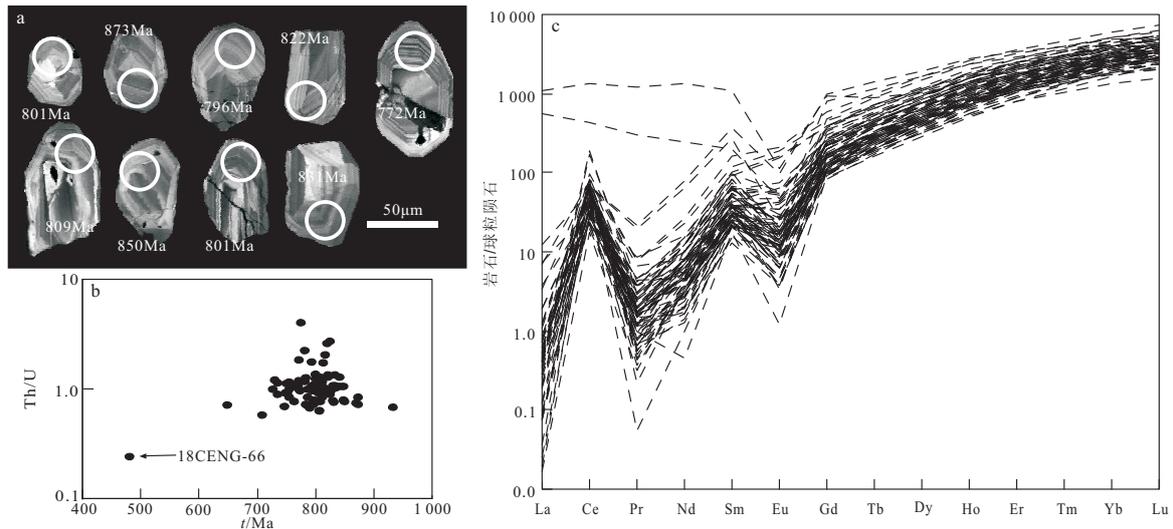


图4 黄麦岭组变质沉积岩碎屑锆石(18CENG)锆石阴极发光图(CL)(a)、Th/U-年龄(Ma)图(b)和球粒陨石标准化稀土元素配分图(c)
Fig.4 CL images(a), Th/U-ages (Ma) (b) and chondrite-normalized REE distribution patterns (c) for detrital zircons from the metasedimentary rocks(18CENG) of Huangmailing Formation

表1 黄麦岭组变质沉积岩碎屑锆石(18CENG)LA-ICP-MS分析结果

Table 1 LA-ICP-MS analytical result for detrital zircons from the metasedimentary rocks(18CENG) of Huangmailing Formation

分析 点号	Pb $w_B/10^{-6}$	^{232}Th	^{238}U	Th/ U	同位素比值				年龄 t/Ma							
					$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
01	47.20	286.0	291.0	0.98	0.063 8	0.003 1	1.097 5	0.051 5	0.124 5	0.001 6	744	103.7	802	19.9	756	9.2
02	10.58	64.2	70.0	0.92	0.066 2	0.003 9	1.120 1	0.064 8	0.123 2	0.002 1	813	124.0	679	26.7	749	12.1
03	15.25	63.5	86.4	0.74	0.060 7	0.005 4	1.209 4	0.102 3	0.144 7	0.002 8	632	191.0	867	45.5	871	15.8
04	28.60	166.0	167.0	0.99	0.062 9	0.002 4	1.137 8	0.042 3	0.130 5	0.001 3	706	75.0	830	21.0	790	7.4
05	38.60	552.0	138.0	4.01	0.065 9	0.002 7	1.160 6	0.044 3	0.128 0	0.001 3	1 200	83.3	796	16.0	776	7.2
06	31.50	225.0	167.0	1.35	0.063 6	0.001 9	1.166 3	0.033 7	0.132 3	0.001 3	731	64.8	856	17.3	801	7.5
07	16.99	77.4	93.3	0.83	0.062 8	0.004 6	1.255 6	0.087 5	0.145 2	0.002 2	702	155.5	872	32.6	874	12.7
08	31.20	167.0	198.0	0.84	0.067 5	0.002 8	1.163 7	0.051 9	0.124 2	0.001 4	854	88.9	758	23.3	755	8.2
09	23.40	129.0	145.0	0.89	0.064 0	0.004 0	1.119 2	0.053 7	0.120 8	0.001 5	743	136.1	837	23.8	735	8.6
10	30.40	170.0	166.0	1.02	0.061 6	0.002 3	1.177 2	0.042 3	0.138 5	0.001 4	661	75.0	890	20.9	836	7.7
11	25.47	101.0	140.0	0.72	0.068 7	0.003 9	1.380 3	0.079 9	0.145 0	0.002 5	900	121.3	970	30.5	873	14.2
12	27.80	155.0	163.0	0.95	0.068 3	0.002 7	1.236 4	0.048 2	0.131 3	0.001 7	876	86.1	837	20.9	796	9.7
13	31.70	160.0	192.0	0.83	0.064 2	0.002 1	1.170 3	0.034 2	0.129 9	0.001 3	746	69.3	827	16.6	788	7.4
14	14.25	69.7	83.1	0.84	0.067 2	0.002 8	1.239 9	0.050 1	0.134 4	0.001 5	843	87.0	909	22.4	813	8.6
15	20.98	97.7	128.0	0.76	0.067 4	0.002 1	1.243 4	0.038 9	0.133 7	0.001 4	850	66.7	810	18.8	809	8.0
16	11.21	105.0	51.8	2.03	0.068 6	0.003 5	1.266 3	0.060 8	0.135 1	0.002 0	887	105.0	871	20.7	817	11.1
17	30.40	177.0	174.0	1.02	0.069 8	0.002 1	1.301 5	0.039 2	0.134 8	0.001 2	924	61.9	853	18.3	815	6.9
18	22.50	155.0	122.0	1.27	0.064 0	0.002 5	1.202 9	0.043 3	0.136 0	0.001 5	743	88.0	836	20.8	822	8.3
19	23.80	250.0	112.0	2.23	0.066 3	0.002 7	1.182 0	0.047 4	0.128 9	0.001 5	817	87.0	818	19.0	782	8.8
20	16.60	141.0	82.1	1.71	0.071 3	0.003 6	1.317 1	0.062 3	0.134 5	0.001 7	966	102.9	843	20.1	814	9.5
21	11.40	101.0	57.9	1.75	0.064 3	0.003 2	1.156 2	0.054 0	0.131 0	0.001 6	754	106.0	804	19.9	794	9.2
22	18.94	84.2	117.0	0.72	0.069 6	0.002 2	1.263 0	0.037 5	0.131 6	0.001 3	917	65.3	842	19.9	797	7.6
23	25.70	173.0	143.0	1.22	0.068 0	0.002 6	1.259 8	0.046 0	0.134 2	0.001 3	878	79.6	785	17.2	812	7.5
24	36.50	210.0	199.0	1.06	0.067 1	0.002 0	1.278 8	0.037 6	0.138 1	0.001 3	843	63.7	861	17.1	834	7.4
25	22.14	133.0	125.0	1.06	0.066 7	0.002 3	1.214 3	0.041 5	0.132 2	0.001 5	828	73.0	852	20.7	800	8.4
26	23.80	148.0	137.0	1.08	0.065 4	0.002 6	1.188 1	0.045 1	0.131 6	0.001 7	787	88.0	822	20.1	797	9.5
27	13.29	54.0	94.1	0.57	0.064 5	0.004 4	1.033 8	0.065 8	0.116 2	0.002 1	759	145.5	816	35.0	709	12.0
28	16.57	77.9	98.1	0.79	0.065 7	0.002 8	1.224 6	0.048 4	0.131 7	0.001 3	798	88.1	878	22.1	797	7.5
29	27.30	181.0	163.0	1.11	0.067 2	0.003 1	1.151 2	0.048 0	0.123 4	0.001 5	843	127.9	797	21.7	750	8.4
30	21.11	111.0	116.0	0.95	0.068 2	0.003 9	1.295 9	0.075 4	0.136 9	0.001 7	876	118.5	921	25.2	827	9.5
31	32.50	216.0	185.0	1.16	0.064 1	0.002 3	1.141 5	0.036 8	0.129 1	0.001 5	744	77.8	807	18.6	783	8.8
32	21.43	76.2	111.0	0.68	0.068 5	0.002 7	1.471 7	0.057 2	0.155 7	0.001 9	883	80.7	1 020	31.8	933	10.4
33	19.25	88.6	117.0	0.76	0.064 7	0.002 5	1.185 7	0.046 6	0.132 5	0.001 4	765	88.0	844	23.3	802	8.2
34	19.60	112.0	122.0	0.92	0.061 5	0.004 9	1.041 0	0.081 1	0.123 8	0.002 3	657	171.1	806	29.7	753	13.1
35	24.00	144.0	139.0	1.04	0.065 3	0.002 4	1.182 5	0.042 9	0.131 1	0.001 2	783	75.9	808	17.5	794	6.7
36	27.80	165.0	159.0	1.04	0.067 3	0.002 2	1.234 6	0.040 0	0.132 2	0.001 2	850	62.8	839	17.3	800	6.7
37	31.10	200.0	179.0	1.12	0.066 8	0.003 2	1.170 7	0.054 4	0.127 1	0.001 8	831	100.0	825	19.3	771	10.1
38	14.77	138	75.4	1.83	0.065 7	0.005 0	1.157 6	0.084 3	0.127 2	0.002 1	798	158.0	793	20.1	772	11.8
39	15.10	63.8	95.0	0.67	0.063 4	0.002 7	1.142 0	0.047 5	0.130 5	0.001 4	720	90.7	852	22.9	791	8.2

续表 1

分析 点号	Pb	²³² Th	²³⁸ U	Th/ U	同位素比值						年龄 t/Ma					
					²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ
40	11.53	66.4	62.9	1.06	0.064 7	0.003 1	1.224 6	0.056 1	0.137 4	0.001 7	765	100.0	898	25.0	830	9.7
41	23.00	170.0	143.0	1.19	0.066 0	0.002 8	1.092 4	0.043 3	0.120 1	0.001 2	806	91.7	664	16.2	731	6.8
42	25.70	176.0	152.0	1.15	0.061 9	0.003 0	1.060 2	0.044 3	0.124 2	0.001 5	733	101.8	783	20.0	755	8.6
43	74.40	1062.0	537.0	1.98	0.075 5	0.001 9	0.925 7	0.023 4	0.088 8	0.001 2	1 083	50.8	540	11.3	548	7.1
44	33.10	197.0	206.0	0.96	0.063 7	0.002 1	1.117 5	0.035 1	0.127 5	0.001 8	733	269.0	797	18.2	774	10.5
45	23.19	134.0	137.0	0.98	0.067 7	0.002 2	1.213 7	0.037 6	0.130 0	0.001 3	857	67.7	804	18.0	788	7.3
46	20.90	142.0	116.0	1.22	0.064 4	0.002 3	1.197 2	0.044 4	0.133 7	0.001 3	754	76.7	803	18.6	809	7.4
47	24.70	280.0	105.0	2.68	0.063 8	0.002 4	1.207 0	0.043 9	0.136 6	0.001 5	744	79.6	779	14.9	825	8.5
48	50.30	357.0	319.0	1.12	0.061 7	0.002 3	1.038 8	0.038 3	0.121 0	0.001 6	665	79.6	719	18.9	736	9.4
49	17.92	71.4	113.0	0.63	0.064 4	0.003 4	1.183 3	0.060 3	0.133 5	0.001 5	754	113.7	851	25.9	808	8.3
50	17.95	93.1	104.0	0.89	0.066 3	0.002 6	1.254 8	0.043 7	0.136 5	0.001 7	817	75.0	857	20.5	825	9.6
51	20.98	92.8	122.0	0.76	0.069 7	0.002 8	1.358 3	0.052 1	0.140 9	0.001 3	920	81.5	823	21.8	850	7.5
52	22.00	156.0	117.0	1.33	0.071 3	0.002 6	1.337 3	0.046 5	0.136 0	0.001 3	966	69.4	815	17.6	822	7.4
53	27.80	158.0	151.0	1.05	0.068 6	0.003 0	1.334 4	0.056 4	0.140 5	0.001 7	887	88.9	889	21.7	848	9.7
54	10.09	57.8	55.3	1.05	0.070 0	0.003 5	1.346 0	0.069 1	0.139 6	0.001 9	929	105.0	873	26.3	842	10.7
55	34.50	247.0	197.0	1.25	0.067 0	0.003 9	1.199 3	0.069 9	0.129 3	0.001 7	839	115.7	769	26.0	784	10.0
56	10.95	76.4	57.3	1.33	0.062 0	0.003 6	1.182 3	0.070 5	0.138 1	0.001 8	676	127.0	876	24.4	834	10.4
57	21.84	138.0	130.0	1.06	0.064 2	0.003 4	1.124 1	0.059 2	0.127 1	0.001 4	746	113.0	806	20.0	771	7.9
58	7.78	50.1	43.7	1.15	0.062 8	0.004 3	1.141 7	0.073 6	0.134 4	0.001 8	702	146.0	822	25.0	813	10.3
59	17.27	103.0	105.0	0.98	0.062 8	0.002 8	1.104 5	0.047 8	0.127 4	0.001 3	702	94.4	793	20.1	773	7.3
60	22.54	102.0	141.0	0.72	0.069 4	0.002 3	1.239 2	0.042 9	0.129 2	0.001 7	922	74.2	894	21.0	784	9.8
61	52.60	281.0	396.0	0.71	0.067 6	0.002 4	0.992 1	0.034 8	0.105 9	0.001 1	857	72.7	761	16.8	649	6.4
62	28.80	197.0	159.0	1.24	0.063 4	0.002 0	1.156 9	0.035 8	0.132 2	0.001 3	720	68.5	824	18.5	800	7.5
63	16.50	180.0	70.1	2.57	0.067 9	0.003 3	1.259 5	0.058 5	0.135 9	0.001 9	865	100.0	824	18.6	821	10.8
64	18.57	82.5	117.0	0.71	0.068 1	0.003 0	1.219 9	0.053 3	0.129 4	0.001 5	872	92.6	834	26.7	785	8.3
65	17.98	82.8	106.0	0.78	0.065 0	0.002 9	1.228 3	0.052 2	0.137 5	0.001 8	772	94.4	866	25.6	831	10.5
66	52.41	157.0	648.0	0.24	0.064 8	0.001 6	0.699 0	0.022 3	0.077 5	0.001 5	766	47.2	722	17.6	481	9.1
67	10.98	48.9	65.1	0.75	0.063 9	0.003 4	1.209 0	0.062 9	0.137 8	0.001 9	739	115.0	855	26.3	832	10.7
68	13.58	82.0	77.2	1.06	0.072 8	0.003 4	1.319 2	0.060 4	0.131 6	0.001 6	1 009	89.8	847	20.8	797	8.9
69	16.17	108.0	110.0	0.98	0.063 7	0.002 8	1.054 8	0.047 1	0.119 4	0.001 7	731	92.6	662	21.4	727	9.9
70	45.60	311.0	263.0	1.18	0.062 5	0.002 4	1.107 2	0.041 8	0.127 4	0.001 2	692	81.5	806	19.7	773	7.1
71	20.05	89.3	129.0	0.69	0.079 4	0.003 0	1.325 6	0.043 7	0.122 9	0.001 8	1 183	74.8	981	27.8	747	10.4
72	13.81	91.9	72.0	1.28	0.067 5	0.004 2	1.299 9	0.079 3	0.139 6	0.002 0	854	136.0	854	22.2	842	11.1
73	22.13	106.0	135.0	0.78	0.067 9	0.002 4	1.247 1	0.043 9	0.133 0	0.001 3	865	74.1	812	18.5	805	7.4
74	27.20	171.0	163.0	1.05	0.071 1	0.004 0	1.229 5	0.061 1	0.126 0	0.001 8	959	114.5	790	22.3	765	10.4
75	25.00	170.0	136.0	1.25	0.071 1	0.002 7	1.315 5	0.049 0	0.134 2	0.001 4	961	79.6	806	16.9	812	8.1
76	29.00	143.0	305.0	0.47	0.073 8	0.004 2	0.776 3	0.049 1	0.075 4	0.001 6	1 036	115.6	859	36.4	468	9.4
77	18.54	128.0	101.0	1.27	0.068 9	0.002 8	1.281 2	0.049 4	0.133 5	0.001 6	898	88.0	852	22.4	808	9.0
78	23.59	107.0	136.0	0.79	0.069 2	0.002 6	1.337 4	0.046 9	0.140 8	0.001 5	906	81.0	841	20.6	849	8.2
79	23.61	134.0	136.0	0.98	0.067 8	0.002 4	1.262 2	0.044 4	0.134 5	0.001 2	865	105.0	819	18.5	814	7.1
80	20.02	94.5	122.0	0.77	0.065 7	0.002 7	1.199 5	0.045 0	0.132 8	0.001 4	794	85.2	822	19.4	804	7.8
81	8.16	32.4	51.4	0.63	0.065 2	0.004 1	1.192 7	0.075 7	0.133 6	0.001 8	789	132.0	816	27.8	808	10.3
82	22.84	122.0	131.0	0.93	0.070 0	0.002 3	1.307 4	0.040 8	0.135 5	0.001 4	928	66.7	858	20.4	819	8.0
83	29.10	157.0	166.0	0.95	0.066 4	0.002 4	1.253 6	0.043 9	0.136 4	0.001 4	818	78.7	833	20.4	824	8.0
84	19.74	108.0	117.0	0.92	0.063 0	0.002 4	1.152 0	0.038 3	0.133 2	0.001 6	706	76.8	812	21.3	806	9.3
85	16.78	82.3	109	0.76	0.068 9	0.002 9	1.197 5	0.047 6	0.125 8	0.001 8	898	88.9	764	26.3	764	10.2

说明:数据来源于实验测试,分析点号 43,76 数据舍弃

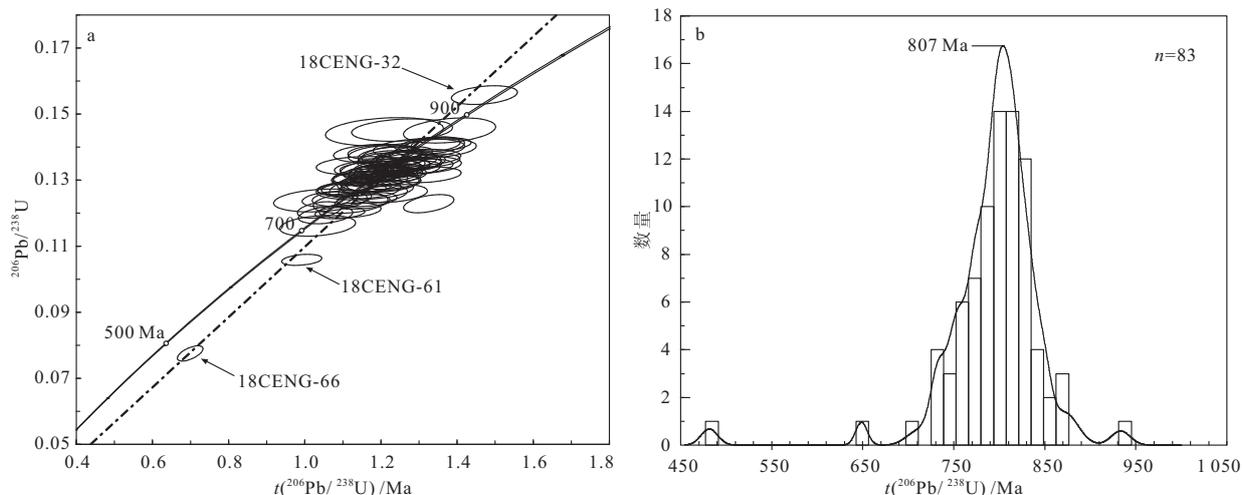


图 5 黄麦岭组变沉积岩碎屑锆石 (18CENG) 谐和图(a)和²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄频率直方图(b)

Fig.5 Concordia diagram(a) and ²⁰⁶Pb/²³⁸U ages frequency diagram(b) for detrital zircons from the metasedimentary rocks (18CENG) of Huangmailing Formation

品 18CENG 其余 81 个分析点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄主要集中在 874~709 Ma 之间,其峰值年龄为 807 Ma(图 5-b);分析点 32 同样处在谐和线上, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 933 Ma,暗示可能有更老的物源存在;样品中最年轻的岩浆锆石年龄为 709 Ma,说明地层形成的沉积作用应晚于该时间。

4 讨论

4.1 黄麦岭组的物源

近年来有学者对大别地区新元古界大狼山群^[6]和随州群^[7]变沉积岩进行过碎屑锆石 U-Pb 分析,年龄值在 1 000~700 Ma 的新元古代岩浆岩是区内新元古界地层的最主要物源,年龄值范围在 2 907~1 750 Ma 的新太古代-古元古代岩浆岩也是新元古界地层的另一重要物源,但其物质贡献明显不如新元古代中晚期的岩浆岩(图 6)。本文测得红安群黄麦岭组钠长浅粒岩中碎屑锆石年龄值在 874~709 Ma 之间,峰值为 807 Ma(图 5-b),表明新元古代南华纪-青白口纪岩浆岩构成了大别地区含磷岩系的主要物源。

在大别地区,874~709 Ma 的岩浆事件在研究区大量存在。刘晓春等^[8]对红安群之下的双峰尖花岗岩进行了锆石 U-Pb 定年,获得(813±6) Ma 的成岩年龄;陈铁龙等^[9]在红安群天台山组中发现了(813±10) Ma 的花岗岩;薛怀民等^[10]也在蕲春分别测得(824.6±17.6) Ma 和(784±20) Ma 的斑状二长花岗岩、花岗岩 U-Pb 年龄。笔者测得的黄麦岭组碎屑锆石年龄组成与大别地区大量存在的南华纪-青白口纪侵入岩和火山岩形成时代可进行对比,因此推断黄麦岭组主要物源为大别地区青白口纪-南华纪侵入岩和火山岩。

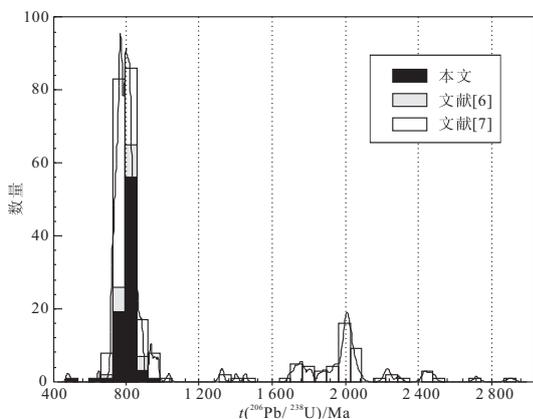


图 6 大别地区新元古代碎屑锆石年龄统计

Fig.6 Detrital zircon $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ages statistics for Neoproterozoic of Dabieshan region

4.2 黄麦岭组的形成时代

对于黄麦岭组含磷岩系的形成时代,早期的研究者认为属中元古代;刘晓春等^[8]通过花岗岩测年认为红安群形成时代应介于 825~630 Ma 之间;汤家富等^[11]则通过地层序列、微古化石组合及相关变质火山岩测年研究,认为属早震旦世;高道明等^[12]通过对宿松群大新屋组底部变碎屑岩中锆石年代学研究,认为宿松含磷岩系形成于中元古代早期。本次测得采自黄麦岭组变沉积岩中最年轻的岩浆锆石年龄为 709 Ma,与随州地区随县群中变沉积岩碎屑锆石年谱对比,样品中没有检测到中元古代及更老的碎屑锆石,暗示黄麦岭组的形成时代应晚于随县群变火山-沉积岩,是新元古代岩浆岩形成后剥蚀、搬运、沉积的产物。余振兵^[13]在对上扬子地层碎屑锆石年代学研究发现,地层中最年轻的碎屑锆石与地层时代的下限年龄一般相差在 50 Ma 以内,据此推测黄麦岭组变沉积岩的形成时代可能开始于 659 Ma。结合黄麦岭组原岩建造组合特征,笔者认为,大别山周边黄麦岭组含磷碎屑岩组合形成于震旦纪。

4.3 红安群讨论

(1) 红安群物质组成与结构特征 红安群自创立以来,一直作为总体有序的变质地层开展研究。20 世纪 90 年代构造解析方法应用于区域地质调查中,将红安群作为局部无序、总体有序的构造岩石地层单位,对红安群变形变质的研究取得了较大的进展,认识到不同地段的红安群在岩石组合、变质程度和宏观岩貌上存在较大差异,并大致以新城-广水-芳畈-姚集-四望一线为界,将原红安群分为南、北红安群。此后在红安群的研究中,多数研究者认为南红安群基本上可以与新元古代武当群-震旦纪地层序列对比,并在新的区域地质调查图幅中,将红安群解体为武当群、耀岭河群和震旦系等地层单位。但对该线以北的原红安群地层序列与时代仍存较大争议。2005 年,曾有学者认为红安群(相当于北红安群)为无序的构造混杂岩^[14],对传统红安群为有序地层的观点提出了质疑。但到目前为止,该观点并未被广大学者接受。本次工作的剖面即是北红安群具有代表性的剖面之一,该剖面上,在剔除变质侵入岩之后,可分为 3 套岩石组合。王江海^[15]在大别山花岗质片麻岩中获得的锆石 U-Pb 年龄为 823 Ma;湖北省地质调查院^[2]在大别山岩体的变流纹岩中,取得(833±53) Ma 的锆石 U-Pb 成岩年龄,在含磷岩系之上的变酸性火山岩中取得(740±4.6) Ma 的锆石 U-Pb 成岩年龄(未发表)。结合本次黄麦岭组碎屑锆石测年资料,由大别山岩体向外,红安群不同岩石组合的形成时代呈现没有规律的变化,具岩

组(片)无序堆叠的特点。因此,以大磊山地区为代表的原北红安群应是一套构造混杂岩组合,这可能是导致“红安群”地层序列与形成时代长期存在争议的最主要原因。

(2)红安群的区域对比 早期的研究者认为,鄂北地区的红安群、随县群、武当群应是相同时代、相同构造古地理环境的产物^[15],其后的研究者认为随县群与武当群在层序、时代和物质组成上完全可以对比,取消了随县群。在对红安群的研究中,新的区域地质调查工作将分布于新城-宋埠-浠水-山龙一线以南的原红安群(南红安群)解体为武当群-震旦纪地层。但对北红安群仍存在较大争议。从构造岩石组合或恢复后的原岩岩石组合方面,北红安群大体上可分为4套:浅粒岩组合(变流纹质-安山质火山岩、碎屑岩组合),粒岩-大理岩组合(变碎屑岩、碳酸盐岩组合)、片麻岩组合(变酸性火山岩夹基性火山岩、碎屑岩组合)、片麻岩-片岩-粒岩组合(变陆源碎屑岩夹少量火山岩,本剖面上未出露)。其中,浅粒岩组合(变流纹质-安山质火山岩、碎屑岩组合)岩石主体形成时代在830 Ma左右,地球化学特征显示为岛弧钙碱性火山岩,属青白口纪^[2];粒岩-大理岩组合(变碎屑岩、碳酸盐岩组合)主体形成时代应在659 Ma之后,区域上可与随州、十堰地区的震旦系对比;片麻岩组合(变酸性火山岩夹基性火山岩、碎屑岩组合)主体形成时代为740 Ma,区域上可与武当群火山岩对比。片麻岩-片岩-粒岩组合(变陆源碎屑岩夹少量火山岩,本剖面上未出露)研究较少,大致可与武当群变碎屑岩组相当。由于红安群为卷入了印支造山大陆俯冲-高压变质-折返的复杂变形变质改造的扬子克拉通盖层,各类岩石组合的原始叠置关系已被破坏,在不同地区岩石组合类型与叠置关系均不相同,这可能是造成对红安群层序与时代长期存在争议的主要原因。另一方面,在红安群中发现了一套青白口时期的岛弧火山岩组合,结合桐柏大别地区广泛存在的青白口纪TTG花岗岩组合,表明大别地区经历了青白口期末期的造山作用。红安群中包含了晋宁造山过程中的物质记录,是其与武当群的另一显著差异。

5 结 论

(1)红安群黄麦岭组含磷岩系中变沉积岩中的LA-ICP-MS锆石U-Pb法测年显示,介于874~709 Ma时间段的年龄点成为了黄麦岭组变沉积岩中主

要的碎屑锆石年龄组成,峰值为807 Ma,表明新元古代形成的岩浆岩是黄麦岭组最重要的物源。最年轻的岩浆锆石年龄为709 Ma,表明形成岩石的主要沉积作用应晚于该时间。

(2)对比前人获得的锆石年代学证据发现,黄麦岭组形成时代应晚于随县群沉积时期;并且,以大磊山地区为代表的红安群,表现为总体无序的构造岩石单位叠置,并以包含了青白口纪(晋宁造山过程中)的物质记录而区别于随县群和武当群。

参考文献:

- [1] 陈公信,金经纬. 湖北省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [2] 湖北省地质调查院. 1:5万宋埠幅(H50E006004)、新洲县幅(H50E007004)、淋山河幅(H50E008004)、团风镇幅(H50E009004)区域地质调查报告[R]. 武汉:湖北省地质调查院,2014.
- [3] Liu Y S, Gao S, Hu Z C, et al. Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China orogen: U-Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons of mantle xenoliths[J]. *Journal of Petrology*, 2010, 51(1/2): 537-571.
- [4] Ludwig K R. User's manual for ISOPLOT 3.00: A geochronological toolkit for microsoft excel[M]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center, 2003.
- [5] 吴元宝,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): 1589-1594.
- [6] 李福林,李益林,周国华,等. 湖北随州大狼山群片岩中碎屑锆石的U-Pb年龄及其意义[J]. *岩石矿物学杂志*, 2010, 19(50): 488-496.
- [7] 薛怀民,马芳. 桐柏山造山带南麓随州群变沉积岩中碎屑锆石的年代学及地质意义[J]. *岩石学报*, 2013, 29(2): 564-580.
- [8] 刘晓春,董树文,李三忠,等. 湖北红安群的时代:变质花岗岩侵入体U-Pb定年提供的制约[J]. *中国地质*, 2005, 32(1): 75-81.
- [9] 陈铁龙,吴波,翁茂芝. 湖北红安群天台山组物质组合及锆石U-Pb定年[J]. *资源环境与工程*, 2013(3): 231-237.
- [10] 薛怀民,刘敦一,董树文,等. 湖北蕲春花岗岩类锆石SHRIMP年龄:大别山造山带内弱变质-未变质晋宁期花岗岩类的发现[J]. *地质学报*, 2004, 78(1): 81-88.
- [11] 汤加富,侯明金,高天山,等. 宿松群、红安群、海州群的时代归属与讨论[J]. *地质通报*, 2002, 21(3): 166-171.
- [12] 高道明,吴维平. 大别山南部宿松群的组成及形成时代[J]. *安徽地质*, 2008, 18(2): 85-91.
- [13] 余振兵. 中、上扬子上元古界-中生界碎屑锆石年代学研究[D]. 武汉:中国地质大学,2007:1-131.
- [14] 《大别山超高压变质作用与碰撞造山动力学》编写组. 大别山超高压变质作用与碰撞造山动力学[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [15] 王江海. 大别杂岩的早期演化及混合岩成因机制[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990.

(下转第86页)