

华北克拉通南缘龙王碛碱性花岗岩 U-Pb年龄及其地质意义

陆松年¹, 李怀坤¹, 李惠民¹, 宋 彪², 王世炎³, 周红英¹, 陈志宏¹

(1. 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170 2. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037;

3. 河南省地勘局区域地质调查队, 河南 平顶山 467021)

摘要 华北克拉通南缘发育一系列碱性岩体, 前人曾划出3个碱性岩带, 龙王碛碱性岩位于中带, 对该岩体形成的确切时代仍有较大争议。一些学者将该岩体作为晋宁期伸展体制下形成的碱性岩, 并认为这期岩浆活动与扬子北缘同时代的裂解型岩浆活动可以对应。作者等进行了TIMS和SHRIMP法锆石U-Pb年代学研究。样品(T26)采自河南省栾川县庙子镇之北的卢氏管村西的钠铁闪石正长花岗岩。TIMS法U-Pb上交点年龄为 $1637 \text{ Ma} \pm 33 \text{ Ma}$, SHRIMP法 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄平均值分别为 $1611 \text{ Ma} \pm 19 \text{ Ma}$ 和 $1625 \text{ Ma} \pm 16 \text{ Ma}$, 3组年龄在误差范围内一致。我们选择SHRIMP法 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄平均值 $1625 \text{ Ma} \pm 16 \text{ Ma}$ 作为龙王碛正长花岗岩的形成时代。因此, 龙王碛碱性花岗岩是华北克拉通1.8~1.6 Ga裂解过程中最晚期碱性岩浆活动的产物。

关键词 华北克拉通南缘 河南省栾川县 龙王碛正长花岗岩 U-Pb年龄 中元古代早期

中图分类号 P588.12⁺1 P597⁺.3

文献标识码 A

文章编号 1671-2552(2003)12-0762-07

华北克拉通是由几个太古宙和古元古代花岗岩-绿岩带及高级变质区经吕梁运动(2.0~1.85 Ga)拼贴而形成的一个规模较大的陆块^[1~3]。在早前寒武纪变质基底之上, 约从1.8~1.6 Ga期间曾发生过克拉通规模的裂解, 形成初始裂谷、基性岩墙群、斜长岩、奥长环斑花岗岩、碱性花岗岩和超钾质火山岩等一系列指示陆壳减薄和破裂的地质事件^[4]。华北克拉通南缘也保存了这一时期的裂解事件群, 豫陕裂谷的发育、熊耳群和西洋河群双峰式火山岩及龙王碛碱性花岗岩即为该时期裂解的部分地质记录。从1.6 Ga以后直至中奥陶世, 南缘几乎一直处于相对稳定的碳酸盐陆架的环境中, 沉积了以碳酸盐岩为主的巨厚沉积地层, 唯有震旦纪罗圈冰碛层(不等于扬子克拉通南华纪南沱冰碛层)的发育, 才指示华北南缘环境的一次突变。

华北克拉通南缘发育一系列碱性岩体, 张正伟

等^[5]曾划出3个碱性岩带, 时代跨度从古元古代至中生代。龙王碛碱性岩位于其中的中带, 是时代最早的碱性侵入体。目前对该岩体形成的确切时代仍有较大争议, 周玲棣等^[6]根据U-Pb年龄认为形成于古元古代, 而另一些学者依据Rb-Sr年龄^[7]则置于中元古代末期, 并将该岩体作为晋宁期伸展体制下形成的碱性岩, 认为这期岩浆活动与扬子北缘同时代的裂解型岩浆活动可以对应^[8,9]。因此, 正确厘定龙王碛碱性岩的时代, 对研究华北克拉通自身发展过程中的特征裂解事件, 或提供华北与扬子克拉通对比的证据, 都是非常重要的。

本文主要报道TIMS法和SHRIMP法U-Pb测年数据。测试结果表明, 龙王碛岩体形成于中元古代早期, 是上述华北克拉通长城纪1.8~1.6 Ga裂解事件群中的重要组成部分, 亦是其中最晚期的特征性碱性侵入体。

收稿日期 2003-06-25 修订日期 2003-08-14

基金项目 国土资源部国际合作与科技司科研项目(编号 2000305)、国家自然科学基金重点项目(编号 40032010-C)和中国地质调查局综合研究项目(编号 200113900070)成果之一。

作者简介 陆松年(1940-), 男, 研究员, 从事前寒武纪地质研究。

1 岩石类型及岩性特征

龙王碯岩体是一个规模较大的岩体,位于华北陆块南缘卢氏-栾川陆缘断裂带内,出露位置在栾川县大清沟、卢氏管、龙王碯一带,呈椭圆形岩株产出,面积约120 km²(图1)。岩体侵位于新太古代花岗岩片麻岩中,东侧被白垩纪合峪黑云母二长花岗岩体侵入。由2个单元组成。

(1)中粗粒正长花岗岩单元

分布于东地(卢氏管)一带,呈浅肉红色,中粗粒花岗结构,块状构造。主要矿物为钾长石(43%~50%)、斜长石(19%~20%)、石英(26%~35%)、黑云母(1%~2%)。钾长石为微斜长石,自形一半自形粒状,粒径3~7 mm,斜长石为粒状,粒径3~6 mm,石英多呈聚合体出现,可见零星黑云母。

(2)中粗粒钠铁闪石正长花岗岩单元

该单元为龙王碯序列的主体岩性,与中粗粒正长花岗岩单元脉动接触。浅灰色,中粗粒花岗结构,块状构造及斑杂构造。由钾长石(60%~70%)、钠长石(2%~10%)、石英(21%~25%)、钠铁闪石(6%~5%)及少量黑云母组成。钾长石为微斜长石,自形一半自形粒状,粒径3~7 mm,晶内富含钠长石条纹。钠长石呈他形一半自形粒状,粒径2 mm左右,被条纹长石穿插并不同程度绢云母化。石英为粒状集合体,具不均匀波状消光。钠铁闪石呈粒状、不规则状集合体出现,完整晶形可见角闪石式解理,多色性Np'深蓝绿色、绿黑色,Ng'黄绿色、棕黄色,C∧Ng=15°,多被黑云母、石英、磁铁矿交代,呈暗色团块出现。本次测年样品即采自该单元,现将该单元的地球化学特征及测年结果介绍如下。

2 岩石地球化学特征

2.1 化学成分特征

化学成分及有关参数见表1,K₂O+Na₂O为8.55%~9.48%,K₂O/Na₂O为1.32~1.47,属富钾岩系。

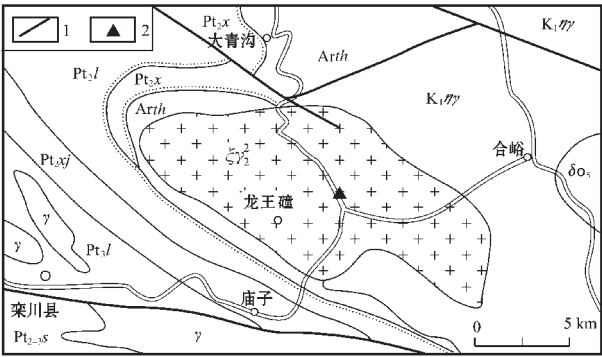


图1 龙王碯岩体一带地质图

Fig. 1 The geological sketch map around the Longwangzhuang area

Arth—太古宙太华群 Pt₃x—中元古界熊耳群 Pt₃l—中元古界龙家园组 Pt₃xj—中元古界巡检司组 Pt₃₋₃s—中新元古界四岔口组 Pt₃l—新元古界栾川群 γ_2 —中元古代正长花岗岩; K₁γ—中粗粒二长花岗岩 δo_5 —早古生代石英闪长岩; γ —花岗岩 1—断层 2—T26采样位置

中粗粒钠铁闪石正长花岗岩A/NCK为0.99~0.85,属偏铝质,同时,Al₂O₃含量较低,而全铁含量及Fe/(Fe+Mg)比值较高,具明显A型花岗岩特征。

2.2 稀土元素特征

表2中所列稀土元素含量,其一由王世炎提供,另一为本次测定,两次测定结果比较相近,特别是重稀土元素含量几乎重叠。稀土元素测定结果显示,龙王碯正长花岗岩中的 Σ REE总量高达800×10⁻⁶以上,是富稀土元素岩类。同时轻、重稀土元素分异强烈,Eu出现明显的负异常。从图2可以看出,稀土元素图谱呈向右陡倾的折线,在Eu处出现波谷,呈V字形。这类稀土元素图谱显示,早期岩浆活动中已有斜长石的晶出,因此晚期岩浆结晶中钾长石更富集,轻、重稀土元素分异明显,Eu出现强烈的负异常,是伸展机制下晚期富碱岩浆活动稀土元素的特征。

2.3 微量元素特征及构造环境判别

前人已证实龙王碯岩体为A型花岗岩^[10],该岩体矿物结晶良好,并有碱性暗色矿物钠铁闪石出现。

表 1 龙王碯正长花岗岩的主元素化学成分
Table 1 Major element composition of the Longwangzhuang syenogranite

样号	单元岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loss	总量
019/北 1	中粗粒钠铁闪石正长花岗岩	70.46	0.30	13.2	0.48	2.08	0.086	0.39	1.18	3.46	5.09	0.04	2.02	99.74
G11-1		70.90	0.30	13.05	1.28	3.35	0.08	0.07	1.52	4.08	5.40			100.23
T26 *		72.77	0.32	12.41	4.41	3.05	0.12	0.08	1.20	3.60	5.21	0.03	0.48	100.63

注: * 为本次分析结果,余为王世炎提供,下同 氧化物含量 %

岩石富 K_2O 、 ΣREE 、Nb、Ta、Zr、Th、Hf、Sr、Rb，贫 Ni、Co、V，明显Eu负异常，与A型花岗岩特征相似。样品T26的微量元素含量见表3，从MORG标准化蛛网图(图3)中可以看出，所有的微量元素丰度都高于MORG，其中高场强元素Nb、Ta、Ce的丰度约为MORG的10倍，Zr、Hf、Sm超过2倍，Y也超过MORG，既不同于洋中脊花岗岩，也不同于岛弧或碰撞型花岗岩，而具有大陆板内花岗岩微量元素的地球化学特征。通过多种构造环境判别图解，样品均落入板内花岗岩区，正如其中Rb-(Y+Nb)、Nb-Y图解(图4)判别结果所示。因此龙王碇正长花岗岩为形成于大陆板内构造环境的A型花岗岩。

3 U-Pb同位素年龄

龙王碇岩体侵入于太古宙变形侵入岩体，并被白垩纪合峪超单元侵入，地质接触关系难以给龙王碇碱性花岗岩精确的形成时代提供有用证据。前人曾从该岩体中获得1035 Ma的全岩Rb-Sr等时线年龄和2021 Ma锆石U-Pb年龄^[6]，数据相差很大，很难界定岩体时代。本次工作为了获得龙王碇碱性花岗岩精确的形成时代，分别采用TIMS法和SHRIMP法对岩体中的锆石进行了U-Pb年龄测定。

3.1 测试方法简介

TIMS法U-Pb年龄测定在天津地质矿产研究所同位素年代学实验室进行，采集的岩石样品经过仔细清洗之后粉碎至全部通过100目筛，然后按照常规方法分选锆石。在双目实体显微镜下人工挑选适合进行U-Pb同位素测年的锆石，尽量挑选无包裹体、无裂纹、透明度高的锆石。锆石U-Pb定年采用同位素稀释法进行。锆石的溶解及U、Pb的分离在Krogh程序的基础上做相应的改进。锆石在0.25 mL容积的氟塑料容器内用高纯氢氟酸-硝酸混合溶剂溶解，并使用²⁰⁸Pb-²³⁵U混合稀释剂。锆石溶解后的样品溶

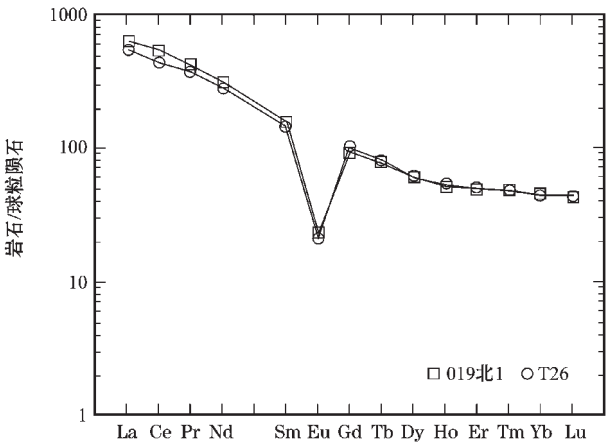


图2 龙王碇正长花岗岩稀土元素图谱^[11]

Fig. 2 Chondrite-normalized REE distribution patterns of the Longwangzhuang syenogranite

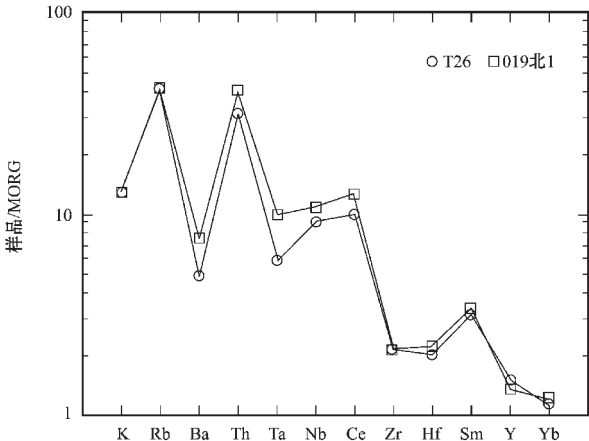


图3 龙王碇正长花岗岩微量元素蛛网图

Fig. 3 Trace element spidergram of the Longwangzhuang syenogranite

液蒸干后，用硅胶-磷酸溶液将U和Pb加在同一单铢带灯丝上，在VG354型质谱仪上用高灵敏度Daly检测器进行U-Pb同位素测定。在灯丝温度为1300~1400℃时采集Pb同位素数据，然后灯丝温度升至1450~1500℃时采集U同位素数据。所有U-Pb同位

表2 龙王碇正长花岗岩稀土元素含量及有关参数

Table 2 REE contents of the Longwangzhuang syenogranite and relevant parameters

样号	单元岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
019/北1 T26	中粗粒钠铁闪石正长花岗岩	194.40	434.20	51.51	184.70	30.37	1.72	23.89	3.82	19.46
		165	345	44.7	168	28.5	1.53	26.3	3.88	20.20
样号	单元岩性	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LREE/HREE	δEu
019/北1 T26	中粗粒钠铁闪石正长花岗岩	3.68	10.35	1.57	9.55	1.38	94.35	970.6	12.17	0.188
		3.9	10.4	1.54	9.2	1.44	104	829.6	9.79	0.168

注 稀土元素含量:10⁻⁶

表 3 龙王碛正长花岗岩微量元素含量
Table 3 Trace element contents of the Longwangzhuang syenogranite

样号	单元岩性	Co	Ni	Cr	V	Nb	Ta	Zr	Th	Sr	Rb	Ga	Ba
T26	中粗粒钠铁闪石	1.0	2.1	5.0	2.5	91	4.12	727	25	39.9	168	27.6	239
019/北 1	正长花岗岩	14.8	7.4	5.0	8.9	107.4	7.0	715	32.7	52	166	31.4	373
样号	单元岩性	Sc	Hf	Ti	Pb	U	Cs	Ge	Ga	Zn	Cu	Li	Be
T26	中粗粒钠铁闪石	2.4	18.0	1918	29	2.8	3.4	727	27.6	73	14	4.2	4.1
019/北 1	正长花岗岩	1.9	19.8	19.5									

注：微量元素含量：10⁻⁶

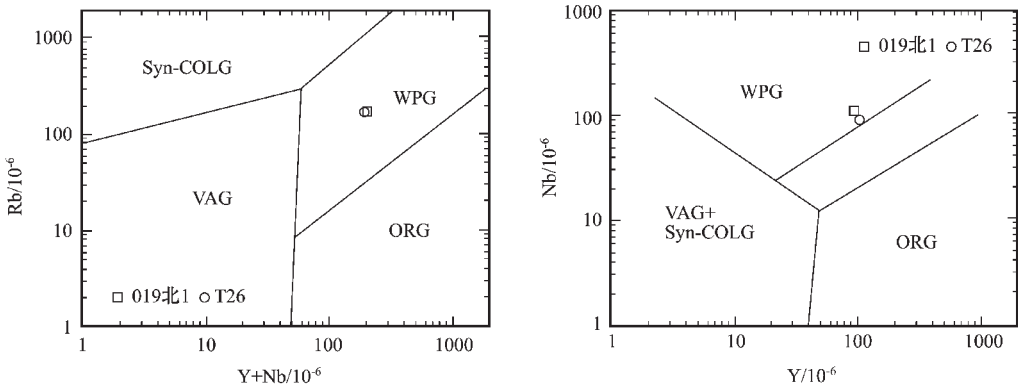


图4 微量元素Rb-Y+Nb及Nb-Y构造环境判别图^[12]

Fig. 4 Rb-Y+Nb and Nb-Y discrimination diagram of tectonic setting

素数据均对质量歧视效应做了校正。实验室全流程 Pb空白为0.030~0.050 ng,U空白为0.002~0.004 ng。

SHRIMP法U-Pb年龄在国土资源部同位素地质开放实验室SHRIMP II 上进行测定。锆石按常规方法分选,最后将样品锆石与标样锆石TEM置于环氧树脂中,待固结后抛磨至锆石粒径的大约1/2,使锆石内部充分暴露,用于阴极发光结构研究及SHRIMP法U、Pb含量及同位素测定分析。详细分析流程和原理可参见Compston等^[13]、Williams等^[14]及宋彪等^[15]的论文。实验测试过程中,采用标样锆石TEM(标准年龄值为417Ma)进行同位素分馏校正,使用标样锆石SL13(年龄值为572 Ma,U含量为238×10⁻⁶)标定所测锆石的U、Th和Pb含量,应用Ludwig SQUID1.0及ISOPLOT程序进行数据处理。

3.2 测定结果

样品(T26)采自河南省栾川县庙子镇之北的卢氏管村西,地理坐标为E111°46.654',N33°49.690'。从碱性花岗岩样品中选取的锆石多呈浅黄色透明长柱状晶体,TIMS法和SHRIMP法U-Pb测定结果分别见表4、5和图5、6。

TIMS法测定结果显示,锆石中普通铅含量较

低,²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb比值均在200以上,最高达1732,说明实验结果是可信的。同时6个测点均靠近上交点,表明样品中铅丢失不严重,U、Pb同位素基本处于封闭体系,因此上交点年龄1637 Ma±33 Ma应代表该岩体的侵入时代,而下交点840 Ma±149 Ma由于远离所测样品的U、Pb同位素比值投影点,造成测试误差过大,因此没有明确的地质意义。

SHRIMP法测定结果获得与TIMS法相近的U-Pb年龄,从图6中可以看出,若采用²⁰⁶Pb/²³⁸U的平均年龄,则为1611 Ma±19 Ma,但6、7、8号测点明显向左侧方向漂移。从表5中可见,由于测试误差导致这3个测点的²⁰⁷Pb/²³⁵U和²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb比值与其他测点相比出现下降,误差也增大,从而出现上述向左漂移现象。而剔除了这3个测点及略偏离不一致线的4号测点,²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb表面年龄平均值则为1625 Ma±16 Ma。实际上无论是采用²⁰⁶Pb/²³⁸U,或采用²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb年龄,它们与TIMS法U-Pb年龄值1637 Ma±33 Ma在误差范围内是一致的。阴极发光照片(图7)显示锆石的环带结构具有典型岩浆结晶锆石的特点,因此SHRIMP法U-Pb年龄应代表岩体的形成时代。

综合上述分析结果,我们选择SHRIMP法²⁰⁷Pb/

表 4 龙王碛正长花岗岩(T26) TIMS 法 UPb 年龄测定结果
Table 4 Results of U - Pb age dating (TIMS) of the Longwangzhuang syenogranite

样 品 情 况		质量分数 ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)		样品中 普通铅 的含量 ng	同 位 素 原 子 比 率 ^①					表 面 年 龄 / Ma			
点号	锆石特征	质量 μg	U		Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
1	浅黄色透明半截柱状	5	1255	457	0.340	225	0.1463	0.2692 (8)	3.652 (34)	0.09839 (82)	1537	1561	1594
2	浅黄色透明中长柱状	5	664	223	0.09 8	382	0.1717	0.2676 (7)	3.630 (64)	0.09839 (162)	1529	1556	1594
3	浅黄色透明半截柱状	5	1508	441	0.04 4	1732	0.1576	0.2623 (7)	3.533 (30)	0.09770 (75)	1501	1535	1581
4	淡黄色透明中长柱状	5	505	191	0.17 0	169	0.1555	0.2594 (14)	3.411 (86)	0.09536 (221)	1487	1507	1535
5	浅黄色透明半截柱状	5	1107	325	0.15 0	382	0.1290	0.2425 (8)	3.153 (39)	0.09431 (105)	1400	1446	1514
6	浅黄色透明长柱状	5	1350	365	0.07 1	967	0.1487	0.2388 (6)	3.115 (43)	0.09461 (118)	1381	1437	1520

注：① 在测定 $^{206}Pb/^{204}Pb$ 原子比率时已对实验空白(Pb 质量为 0.050ng, U 质量为 0.002ng)及稀释剂作了校正,其他比率中的铅同位素均为放射成因铅同位素,括号内的数字为(2 σ)绝对误差,如 0.2692(8)表示 0.2692 $\pm$ 0.0008(2 σ)
测定结果：1~6 号点上交点年龄值为(1637 $\pm$ 33) Ma,下交点年龄值为(840 $\pm$ 149) Ma

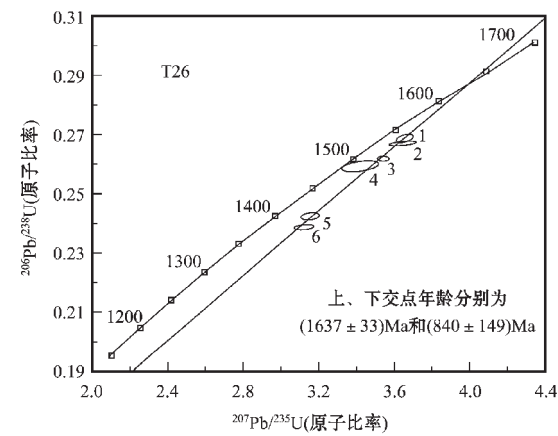


图5 龙王碛正长花岗岩(T26)TIMS法U-Pb年龄谐和图
Fig. 5 Zircon U-Pb concordia diagram (TIMS) of the Longwangzhuang syenogranite (T26)

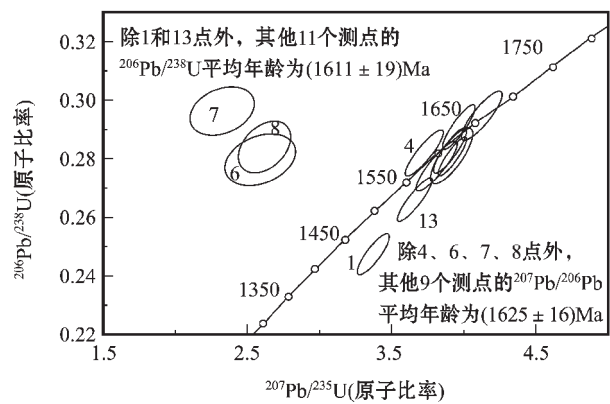


图6 龙王碛正长花岗岩(T26) SHRIMP法U-Pb年龄谐和图
Fig. 6 Zircon U-Pb concordia diagram (SHRIMP) of the Longwangzhuang syenogranite (T26)

^{206}Pb 表面年龄平均值1625 Ma $\pm$ 16 Ma作为龙王碛正长花岗岩的形成时代。

4 讨论

龙王碛正长花岗岩形成于1625 Ma $\pm$ 16 Ma,其侵入时代与燕辽坳拉槽中长城系大洪峪组超钾质火山岩的锆石年龄1625 Ma $\pm$ 6 Ma^[12]十分相近,是华北克拉通在吕梁造山运动结束后,长城纪1.8~1.6 Ga期间发生的大规模裂解事件群中最晚期的一次碱性岩浆活动。嗣后,华北克拉通进入构造上的相对

稳定期,在克拉通内及边缘盆地中沉积了巨厚的富含叠层石的碳酸盐岩地层。

作者曾撰文指出^[13],华北克拉通1.8~1.6 Ga期间所发生的裂解事件群是该克拉通中元古代早期地史演化过程中特征性的事件组合,包括发生于1.8 Ga前后的燕辽坳拉槽和克拉通边缘裂谷盆地^[14]、五台山—恒山一带1760 Ma $\pm$ 2.5 Ma的基性岩墙群^[15]和1.7~1.6 Ga的AGRS组合(大庙斜长岩—辉长岩—密云沙厂奥长环斑花岗岩—正长岩组合)^[16,17]及大红峪组超钾质火山岩等。龙王碛正长花岗岩的性质及其形

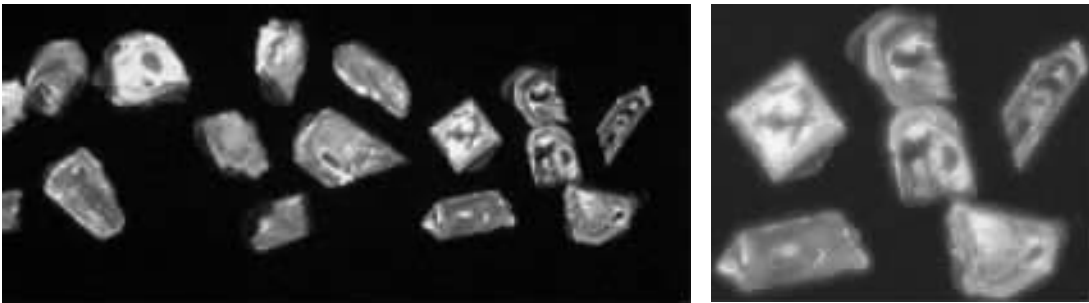


图7 T26号样品中锆石阴极发光照片

Fig. 7 Cathodoluminescence photos of zircons in sample T26

右图为左图6粒锆石的放大照片,由中国地质科学院大陆动力学实验室拍摄

表 5 龙王碛正长花岗岩(T26) SHRIMP 法 U - Pb 年龄测定结果

Table 5 Results of SHRIMP U – Pb dating of the Longwangzhuang syenogranite (T26)															
点号	质量分数 ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)		$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	同位素原子比率及误差 *						表 面 年 龄 / Ma					
	Pb *	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\pm \sigma\%$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\pm \sigma\%$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\pm \sigma\%$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{Th}}$			
1	48.0	226	0.38	0.2473	1.8	3.372	2.1	0.0989	1.0	1425($\pm$)24	1603($\pm$)19	1574($\pm$)41			
2	22.4	89	0.61	0.2943	2.0	4.109	2.3	0.1013	1.2	1663	29	1647	22	1688	44
3	49.6	206	0.41	0.2789	1.9	3.806	2.2	0.0990	1.1	1586	26	1605	21	1583	40
4	47.1	194	0.62	0.2816	1.9	3.726	2.2	0.0960	1.1	1599	27	1547	21	1407	48
5	52.6	217	0.50	0.2825	1.9	3.927	2.1	0.1008	0.99	1604	26	1639	18	1414	53
6	23.2	96	0.59	0.2794	2.0	2.580	6.5	0.0670	6.2	1588	28	839	130	296	53
7	34.4	135	0.52	0.2960	1.9	2.320	6.4	0.0568	6.1	1672	28	485	140	174	32
8	22.5	92	1.54	0.2838	2.0	2.610	4.5	0.0667	4.0	1611	28	830	83	282	15
9	49.7	200	0.65	0.2896	1.9	3.957	2.1	0.0991	1.0	1640	27	1607	19	1621	38
10	48.1	198	0.43	0.2831	1.9	3.908	2.1	0.10011	0.95	1607	26	1626	18	1563	39
11	50.0	208	0.49	0.2792	1.9	3.925	2.1	0.10197	0.96	1587	26	1660	18	1614	39
12	37.6	158	0.57	0.2772	2.0	3.809	2.4	0.0996	1.3	1577	28	1618	24	1553	43
13	61.3	268	0.39	0.2658	1.9	3.658	2.1	0.0998	1.0	1520	25	1620	19	1548	41

注 :Pb* 为放射成因铅含量 ;U 为质量分数/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$;Th/U 为 Th、U 质量分数的比值
测定结果 除 11、13 点外,其余 11 个点 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 权重平均年龄为 1611Ma $\pm$ 19Ma ;
除 4、6、7、8 点外,其余 9 个点 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 权重平均年龄为 1625Ma $\pm$ 16Ma

成时代表明,它是上述裂解事件群中的组成部分,进一步提供了华北克拉通1.8~1.6 Ga期间发生大规模裂解的证据,同时指示这一期碱性侵入体的形成时代几乎与大红峪组超钾质火山岩的喷发是同期的,代表了裂解事件群中最晚期的岩浆活动。在这次岩浆活动以后,华北克拉通进入了一个热-构造活动相对宁静的时期,在一个相当长的地史过程中未发生大规模热-构造事件。

龙王碛正长花岗岩U-Pb精确定年结果修正了前人根据Rb-Sr等时线年龄而提出的华北南缘存在大规模中-新元古代碱性岩浆活动的认识,表明华北南缘龙王碛正长花岗岩不是与中、南秦岭南华纪

大规模裂解相对应的岩浆活动的产物,为厘定华北地史过程中特征的地质事件和探索与扬子克拉通的差异增加了新的科学证据。

致谢 :工作过程中曾得到刘敦一、杨志华、戎合等多位专家的指导和帮助,在此致谢。文中阐述的观点恐有偏颇和疏漏,希望读者不吝指正。

参考文献 :

[1]

白瑾,黄学光,王惠初,等. 中国前寒武纪地壳演化(第二版)[M]. 北京 地质出版社,1996.1~259.

[2]

Zhao G C, Cawood P A, Wilde S A, et al. Metamorphism of basement rocks in the Central Zone of the North China Craton : implication for Paleoproterozoic tectonic evolution [J].

- Precamb. Res., 2000, 107: 45~73.
- [3] Wilde S A, Zhao G C, Sun M. Development of the North China Craton during the late Archaean and its final amalgamation at 1.8Ga: some speculations on its position within a global Paleoproterozoic supercontinent [J]. Gondwana Research, 2002, 5: 85~94.
- [4] Lu Songnian, Yang Chunliang, Li Huaikun, et al. A group of rifting events in the terminal Paleoproterozoic in the North China Craton [J]. Gondwana Research, 2002, 5(1): 123~131.
- [5] 张正伟, 潘振祥, 戴耕. 华北陆块南缘富碱侵入岩石组合及时空分布 [J]. 河南地质, 1996, 14(4): 263~271.
- [6] 周玲棣. 一个早元古代碱性花岗岩的U-Pb同位素年龄研究 [J]. 科学通报, 1993, 38(15): 1407~1410.
- [7] 卢欣祥. 秦岭花岗岩揭示的秦岭构造演化过程——秦岭花岗岩研究进展 [J]. 地球科学进展, 1998, 13(2): 213~214.
- [8] 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 1~855.
- [9] 邱家骧, 曾广策, 许继锋, 等. 秦巴地区碱性岩地质特征及含矿性 [M]. 北京: 地质出版社, 1990. 1~167.
- [10] 卢欣祥. 龙王碛碱性花岗岩——东秦岭最大A型花岗岩的地质矿化特征及意义 [A]. 见: 张国伟等著. 秦岭造山带的形成及其演化 [C]. 西安: 西北大学出版社, 1988. 135~147.
- [11] Boynton W V. Geochemistry of the rare earth element: meteorite studies [A]. In: Henderson P (ed). Rare earth element geochemistry [C]. Elsevier, 1984. 63~114.
- [12] Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. J. Petrol., 1984, 25: 956~983.
- [13] Compston W, Williams I S, Kröner F, et al. Zircon U-Pb ages of early Cambrian time-scale [J]. J. Geol. Soc., 1992, 149: 171~184.
- [14] Williams I S, Claesson S. Isotope evidence for the Precambrian province and Caledonian metamorphism of high-grade paragneiss from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides, II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1987, 97: 205~217.
- [15] 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.
- [16] 陆松年, 李惠民. 蓟县长城系大洪峪组火山岩中锆石精确定年 [J]. 中国地质科学院院报, 1991, 22: 137~145.
- [17] 陆松年, 杨春亮, 李怀坤, 等. 华北古大陆与哥伦比亚超大陆 [J]. 地学前缘, 2002, 9(4): 225~233.

U-Pb isotopic ages and their significance of Alkaline Granite in the southern margin of the North China Craton

LU Songnian¹, LI Huaikun¹, LI Huimin¹, SONG Biao²,
WANG Shiyang³, ZHOU Hongying¹, CHEN Zhihong¹

(1. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;

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

3. Regional Geological Team, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Pingdingshan 467021, Henan, China)

Abstract A number of alkaline rock bodies occur on the southern margin of the North China craton. Previously three alkaline rock belts were distinguished and the Longwangzhuang alkaline pluton is located in the central belt. There has been a great dispute about the precise age of the formation of this pluton. Some geologists consider that this pluton was formed in the Jinningian extensional regime and believe that this phase of magmatism might be comparable to the Neoproterozoic breakup-type magmatism occurring on the northern margin of the Yangtze plate. The authors have carried out zircon TIMS and SHRIMP U-Pb chronological studies. The sample (T26) was collected from arfvedsonite syenogranite near Lushiguancun Village north of Miaozi Township, Luanchuan County, Henan Province. The sample has a TIMS upper intercept U-Pb age of 1637 ± 33 Ma and SHRIMP $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ mean apparent ages of 1611 ± 19 Ma and 1625 ± 16 Ma respectively. The above-mentioned three isotopic ages are nearly consistent within the allowable error range. The authors choose the age of 1625 ± 16 Ma as the age of formation of the Longwangzhuang syenogranite. Thus it follows that the Longwangzhuang alkaline granite is the product of the latest alkaline magmatism in the 1.8–1.6 Ga breakup process of the North China craton.

Key words: southern margin of the North China craton; Luanchuan County, Henan Province; Longwangzhuang syenogranite; U-Pb age; early Mesoproterozoic