维普资讯 http://www.cqvip.com

内蒙古东南部晚古生代裂谷区花岗质岩石锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义

鲍庆中[1] 张长捷[1] 吴之理[2] 王 宏[1] 李 伟[1]
桑家和[2] 刘永生[2]

(1.中国地质调查局 沈阳地质矿产研究所,辽宁 沈阳 110032;
2.内蒙古地质矿产勘查院,内蒙古 呼和浩特 010010)

提要:该区花岗质岩石主要岩性为石英闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和正长花岗岩。通过对石英闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年[1],所获得年龄为(313±5)Ma~(323±4)Ma,属于晚石炭世侵入体;前进场和达青二长花岗岩各单元岩体均侵入了该区早二叠世寿山沟组海陆交互相碎屑沉积岩,侵入接触关系明确,红柱石角岩发育。测得前进场岩体和达青岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄分别为(280.8±3.6)Ma 和(281.5±0.5)Ma,说明岩体形成于早二叠世晚期;乌兰陶勒盖正长花岗岩岩体获得了 259 Ma、羊角林高勒二长花岗岩为 246~216 Ma 的 U-Pb 同位素年龄,说明在晚二叠世—三叠世又有一次侵入高峰。石炭—二叠纪裂谷发育时期,部分跨入三叠纪,先后有 3 次侵入高峰,即晚石炭世的石英闪长岩、早二叠世的英云闪长岩—二长花岗岩、晚二叠世—三叠纪的二长花岗岩-正长花岗岩。

关 键 词:花岗质岩石;锆石 SHRIMP U-Pb 定年;晚古生代裂谷区;内蒙古东南部
中图分类号:P597 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-3657(2007)05-0790-09

研究表明,原来被认为属晚古生代晚期的贺根山蛇绿岩带,已被证明是早、中泥盆世形成的[2-18]●。现在已有愈来愈多的资料表明石炭—二叠纪时在本区广泛形成具有双峰式火山岩活动和碱性花岗岩侵位,该时期已不存在大洋,那时的主要地质作用是裂谷作用[18-23]●。这些资料和前苏联地质学者[24-27]在蒙古国的研究成果可以互相印证,特别是他们在南蒙古划分的戈壁天山裂谷和内蒙古的宝力格裂谷实际上是同一个晚石炭世的大陆裂谷带。这些进展说明南北两大陆的碰撞早在石炭纪之前就已经发生。

1 地质概况

研究区位于锡林浩特东北部,在研究区西南部和北部出露前石炭纪地质块体,呈北东向展布,主要地质体有锡林郭勒杂岩块体和乌斯尼黑蛇绿混杂岩块体。在线性块体两侧,为北东向展布之裂谷沉积物,包括本巴图组海相陆源碎屑岩、阿木山组碳酸盐岩、寿山沟组海陆交互相陆源碎屑岩、大石寨组中基性-中酸性火山岩、和哲斯组碎屑岩夹碳酸盐岩。这些石炭—二叠纪地层呈不整合关系覆于前石炭纪块体之上。笔者根据最近在该区所做工作●,综合前人最新资料[1,11-12,28],认为前石炭纪块体形成于早古生代晚期到晚古生代早期。

该区在晚石炭世至早二叠世时期为拉张环境,沉积了从粗碎屑岩-碳酸盐岩-细碎屑沉积岩;中二叠世再次拉张形成海盆地,形成了大石寨组海相双峰式火山岩和哲斯组海相粗碎屑岩;晚二叠世开始抬升,海水退出,伴之以林西组陆相盆地和山间盆地沉积●。这期间,在隆起区及裂谷区形成了大面积分布之石英闪长岩岩体(C_2)、英云闪长岩-二长花岗岩体-钾长花岗岩岩体(P_1-P_3)●。主要岩体(表 1、图 1)特征及分布如下:

收稿日期:2006-11-26;**改回日期**:2007-03-13
基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(200213000026)资助。
作者简介:鲍庆中,男,1964 年生,教授级高级工程师,博士,主要从事区域地质和矿产地质调查与研究工作;
E-Mail:lnsy321321@yahoo.com.cn。
●张长捷,鲍庆中,吴之理,等. L50C004003(西乌珠穆沁旗)幅 1:25 万区域地质调查,2003.

维普资讯 http://www.cqvip.com

2　侵入岩体岩性特征

2.1　前进场岩体(样号 X4119TW)

该岩体主要分布在前进场—老营盘山一带,呈不规则椭圆形产出,长轴呈北东向,出露面积约 173 km^2。岩体主要侵入了下二叠统寿山沟组。原生节理比较发育,倾向 190~240°,倾角 20~80°;S 节理倾向变化较大,倾角 45~75°;Q 节理较少,倾向北东向,倾角 50~70°。流面产状,北部倾向 355°,倾角 30°;南部倾向 190°,倾角 40°。岩体组构资料显示,流面产状北部北倾,南部南倾,中部形成向形,总体为外倾的"臼"形特征。球形风化特征普遍。岩体内包体极为发育,同源包体以细粒石英闪长岩为主,其次为细粒黑云花岗岩。细粒石英闪长岩包体形态为透镜状,椭圆状。与围岩多呈突变接触,包体产状与流面产状基本一致。

岩性主要为中粒似斑状黑云二长花岗岩,岩石呈灰白色,中粒似斑状花岗结构,块状构造。斑晶含量为 10%左右,钾长石(条纹长石)粒径大于 10 mm。基质由钾长石、斜长石、石英等组成,含量为 90%,粒度 1~3 mm。

岩体围岩蚀变强烈;一般可见 10~300 m 宽的堇青石角岩带及硅化带。

2.2　达青黑云母二长花岗岩(样号 XP51TW3)

岩体主要分布在达青牧场旧场部一带,出露面积约 51 km^2。岩体北东部与猴头庙云英闪长岩体呈涌动接触,东部被第四系覆盖,南部侵入下古生界片麻岩。

岩体包体不发育,偶尔见有同源包体。岩体原生节理较发育,岩体内脉岩十分发育,尤以花岗岩脉及花岗细晶岩脉最多,规模较大,多成群出现,产状多为北东向,倾向南东,倾角 70°左右。花岗伟晶岩、石英脉、角闪二长斑岩也较发育。岩体流面产状较发育,南部产状为 220°∠70°,284°∠68°,与侵入体边缘形态近于一致;北部产状为 32°∠59°。岩体南部岩石颜色较深,黑云母含量较北部高,可能与岩浆部分熔融下古生界片麻杂岩有关。岩体北部侵入猴头庙云英闪长岩体,局部产生混染,形成斑杂构造。综上所述,本岩体为一剥蚀较深的深成岩体。

岩体主要岩性为黑云母二长花岗岩,灰白色中细粒花岗结构,块状构造。主要矿物成分为:斜长石,呈半自形、他形板状或似板状。聚片双晶,双晶纹细,有的不清楚,一般晶体干净,有的轻微绢云母化。粒径 1~3 mm,含量 30%左右。钾长石为条纹长石,条纹不规则,具裂纹状,他形粒状,有的具不规则条纹,未见双晶,交代包携斜长石及黑云母,有轻微高岭土化。粒径 1~4 mm,含量 35%~40%;石英呈他形粒状,有的呈文象状贯穿钾长石。晶体洁净,有裂纹,波状消光。粒径 1~3 mm,含量 25%~30%;黑云母为半自形、他形片状,具棕褐-浅棕黄多色性,基本新鲜,少数有绿泥石化,析出铁质。粒径 1 mm,含量 5%左右。

2.3　羊角林高勒似斑状二长花岗岩(样号 X4004TW)

该岩体主要分布在研究区北西部,呈不规则枝杈状产出,出露面积 24 km^2。岩体南部被上侏罗统白音高老组流纹岩不整合覆盖,东部与白音胡硕单元脉动接触,北部、西部被第四系覆盖,中部被第四系沼泽分隔成两个岩体。

岩体内流动构造不发育,未发现包体。岩体内脉岩较发育,主要为花岗细晶岩和石英斑岩,花岗细晶岩成群出现,走向近东西,规模一般不大,宽 3~5 m,长 100~200 m。石英斑岩走向近东西,宽 500 m,长 1500 m,呈椭圆状。反映该区晚期断裂破碎明显。

岩性主要为似斑状二长花岗岩,岩石呈灰褐—灰绿色,似斑状结构、花岗结构,块状构造。似斑晶主要由斜长石组成;基质主要为钾长石、斜长石、石英及少量黑云母,细粒花

表 1　花岗质岩体特征

Table 1　Lineage units of granitoid rocks

单元			岩石名称	同位素年龄/Ma	与周围地质体关系
岩体名称	代号及编号				
乌兰陶勒盖	PW$\eta\gamma$	①	中粒正长花岗岩	259.7±0.6，239.5±1.1 (单颗粒锆石 U-Pb 法)	侵入 CP*a* 被 k_1m 覆盖
达青	PD$\eta\gamma$	②	中粒黑云母二长花岗岩	281.5(单颗粒锆石 U-Pb 法)	
前进场	PQ$\eta\gamma$	③	二长花岗岩	280.8±3.6(SHRIMP 锆石 U-Pb 法)	侵入 P_1ss
猴头庙	PH$\gamma o\beta$	④	英云闪长岩		侵入 CP*a*
毡铺	PZ$\gamma o\beta$	⑤	英云闪长岩		侵入 P_1ss，被 J_2x 覆盖
羊角林高勒	PY$\gamma\delta\mu$	⑥	花岗闪长玢岩		侵入 CP*g* 被 J_3b 覆盖
白音胡硕	PB$\gamma\delta$	⑦	花岗闪长岩		
梅林	CMδo	⑧	石英闪长岩	315.2±4.1，312.8±5.2，322.9±4.7 (SHRIMP 锆石 U-Pb 法)[11]	侵入锡林郭勒杂岩

维普资讯 http://www.cqvip.com

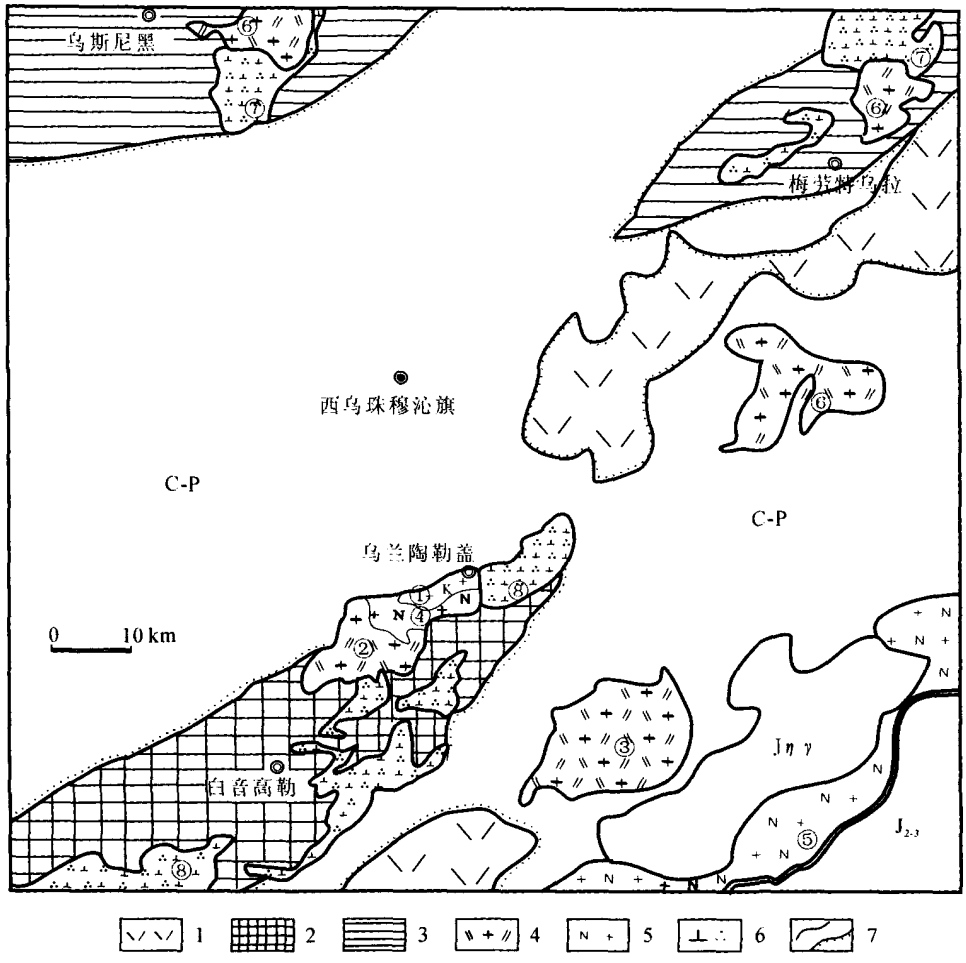


图 1 西乌珠穆沁旗地区地质简图

J_{2-3}—中-晚侏罗世火山碎屑沉积岩;C—P—石炭—二叠纪地层;1—晚侏罗世中酸性火山碎屑岩;2—锡林郭勒杂岩;3—乌斯尼黑蛇绿混杂岩;Jηγ—侏罗纪二长花岗岩;4—二叠纪二长花岗岩;5—二叠纪英云闪长岩;6—石炭纪石英闪长岩;7—地质界线/角度不整合界线;①—⑧为侵入岩单元编号,与表 1 中编号对应

Fig.1 Geological sketch map of the Xi Ujimqin Qi area

J_{2-3}-Middle-Late Jurassic pyroclastic-sedimentary rocks; C-P-Carboniferous-Permian strata; 1-Late Jurassic intermediate-acid pyroclastic rocks; 2-Xilin Gol complex; 3-Wusinihei ophiolitic mélange; Jηγ-Jurassic monzogranite; 4-Permian monzogranite; 5-Permian tonalite; 6-Carboniferous quartz diorite; 7-Geological boundary/unconformity; ①-⑧ are the numbers of intrusive rock units, which correspond to the numbers in Table 1

岗结构。斑晶为斜长石,半自形、自形,长板状、方板状,聚片双晶,双晶纹中细不均匀,多数具净边结构,普遍绢云母化,粒径 2~4 mm,个别聚晶可达 5 mm,含量占岩石总量的 20%。基质为斜长石,半自形板状、他形粒状,聚片双晶不甚发育,绢云母化亦较轻微,粒径 0.3~1 mm,含量为 30%;钾长石,他形粒状,无双晶,有的具不规则条纹,普遍高岭土化。粒径 0.2~1 mm,含量为 25%;石英,他形粒状,交代长石及黑云母,粒径 0.3~2 mm,含量 25%左右;黑云母,片状,具淡绿-黄微弱多色性,普遍绿泥石化,析出铁质,并伴有少量绿帘石。副矿物见有磷灰石及锆石。

2.4 乌兰陶勒盖正长花岗岩(样号 X4159TW)

岩体呈长条状,长轴近东西向。分布在猴头庙苏木附近,面积约 16 km^2。北部侵入本巴图组和阿木山组;东、西部、南部被第四系覆盖。基岩出露较好,岩石类型为砖红色中粒正长花岗岩。原生流动构造和原生节理少见,脉岩为派生的细晶岩和石英脉。

岩体特征为:中粒花岗结构,块状构造。一般钾长石颗粒较大,斜长石颗粒较小。斜长石呈半自形板状,具聚片双晶,少数为卡钠联合双晶,双晶纹中细,为更-中长石。粒径 0.3~2.5 mm,含量为 15%~20%。钾长石呈他形粒状,未见双晶,有

维普资讯 http://www.cqvip.com

不规则条纹。粒径 0.4~3.5 mm，个别可达到 5 mm，含量为 50%~55%。石英他形粒状,表面不洁。粒径 0.3~2.5 mm,含量为 20%~25%。黑云母呈片状、碎片状,褪色水解,析铁或退变为白云母。粒径 0.5~0.8 mm,含量为 3%。

3　锆石 SHRIMP U-Pb 定年法

从重约 10 kg 新鲜岩石样品中分选出锆石，并与标样(TEM)一起制靶,进行光学显微镜照相和电子探针阴极发光照相,清洗样品靶并镀金,然后进行 SHRIMP 年龄测定。

锆石 SHRIMP U-Pb 测年在北京离子探针中心测试完成,具体分析流程及原理参见简平等[28-29]。应用标准锆石 SL13 (572 Ma)标定标准锆石 TEM(年龄 417 Ma)和未知样品的 U、Th 及 Pb 含量,应用 TEM 校正元素间的分馏和未知样品的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄。采样 SQUID 程序进行数据处理,。本次所研究的岩体形成于显生宙，测试样品年龄计算均采用 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄。为了测试岩体的侵入年龄,首先根据锆石电子显微镜图像选择结晶程度好的颗粒,再在阴极发光图像上选择不同晶体结晶位置和相对较高 U 含量部位进行测试。

4　锆石 SHRIMP U-Pb 分析结果

笔者仅对前进场岩体（样号 X4119TW）进行了锆石 SHRIMP U-Pb 分析(表 2):样品中锆石为淡黄色半透明状,多以长柱状自行晶为主,晶体干净,部分晶体略有熔蚀现象,具有规则的岩浆结晶环带(图 2)。从锆石 SHRIMP U-Pb 一致曲线图(图 3)中可以看出,除 7.1 点较分散,年龄值较大外,其他 12 个点重合在一起,均分布在一致曲线上。该样品的加权平均年龄为(280.8±3.6)Ma。

5　单颗粒锆石 U-Pb 年龄测定

5.1　达青黑云母二长花岗岩(样号 XP51TW3)

样品中锆石为淡黄色半透明状，多以短柱状晶形为主,晶体干净,部分晶体略有熔蚀现象,锆石具有岩浆锆石的特征。从所测样品锆石 U-Pb 同位素分析(表 3)和谐合图(图 4)可看出 3 号点 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄值较大,其他 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄一致且均分布于谐合曲线上。取这 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄的加权平均值(281.5±0.5)Ma 作为此样品的年龄。

表 2　前进场岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 离子探针分析

Table 2　SHRIMP U-Pb zircon analysis of the Qianjinchang pluton

测点	U	Th	^{232}Th	206Pb*	$^{206}Pb_c$	同位素原子比率					
	$\mu g.g^{-1}$	$\mu g.g^{-1}$	$/^{238}U$	$\mu g.g^{-1}$	%	$^{206}Pb/^{238}U$	(±1σ)	$^{207}Pb/^{235}U$	(±σ)	$^{207}Pb/^{206}Pb^*$	(±1σ)
1.1	1198	1024	0.88	47.6	0.29	0.0461	2.2	0.336	2.8	0.0528	1.6
2.1	289	109	0.39	10.9	1.69	0.0433	2.3	0.269	7.1	0.0452	6.7
3.1	548	211	0.40	20.9	1.53	0.0437	2.3	0.334	4.5	0.0555	3.9
4.1	257	58	0.23	10.1	1.88	0.0450	2.4	0.318	11	0.0513	11.0
5.1	329	116	0.36	12.6	1.41	0.0441	2.3	0.326	6.3	0.0536	5.9
5.2	596	98	0.17	22.9	0.33	0.0446	2.3	0.326	3.9	0.0530	3.1
6.1	473	349	0.76	18.6	0.80	0.0455	2.3	0.324	4.1	0.0516	3.5
6.2	535	101	0.19	20.2	1.06	0.0435	2.3	0.288	4.7	0.0480	4.1
7.1	282	209	0.77	12.6	1.35	0.0512	2.3	0.357	5.4	0.0506	4.9
8.1	337	123	0.38	13.0	0.87	0.0444	2.3	0.297	4.5	0.0484	3.9
8.2	576	26	0.05	23.2	0.74	0.0465	2.4	0.326	6.2	0.0508	5.7
9.1	347	34	0.10	13.8	0.93	0.0461	2.3	0.302	5.3	0.0476	4.8
10.1	1232	569	0.48	45.0	0.22	0.0424	2.3	0.303	2.8	0.0517	1.6

测点	年龄（Ma）					
	$^{206}Pb/^{238}U$	(±2σ)	$^{207}Pb/^{206}Pb$	(±2σ)	$^{208}Pb/^{232}Th$	(±2σ)
1.1	290.5	±6.4	321	±37	294	±19
2.1	273.0	±6.2	-47	±160	250	±20
3.1	275.8	±6.1	431	±87	262	±14
4.1	283.5	±6.6	256	±240	291	±45
5.1	278.0	±6.3	356	±130	300	±21
5.2	281.1	±6.2	330	±71	311	±23
6.1	287.1	±6.4	266	±79	283	±11
6.2	274.7	±6.1	101	±98	167	±24
7.1	321.7	±7.2	221	±110	314	±12
8.1	280.3	±6.2	119	±92	281	±13
8.2	293.2	±6.9	234	±130	321	±150
9.1	290.3	±6.5	79	±110	235	±50
10.1	267.8	±5.9	279	±37	262.2	±7.0

注：^{206}Pbc 指普通铅中的 ^{206}Pb 占全铅 ^{206}Pb 的百分数；* 表示放射成因铅;应用 ^{204}Pb 校正普通铅;所有分析误差为 1σ,加权平均年龄为 2σ。

维普资讯 http://www.cqvip.com

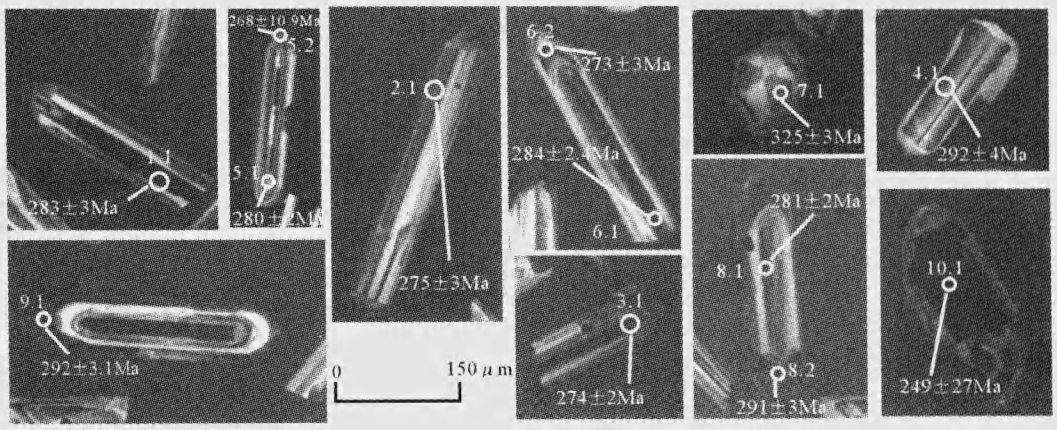


图 2 前进场岩体锆石阴极发光图像及各测点年龄

Fig.2 Cathodoluminescence images of zircons and ages of various analytical spots for the Qianjinchang granite

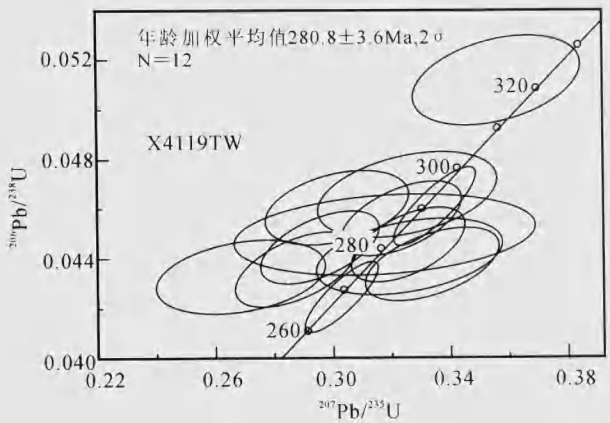


图 3 前进场岩体锆石 SHRIMPU-Pb 一致曲线图

Fig.3 SHRIMP U-Pb zircon concordia plot of the Qianjinchang pluton

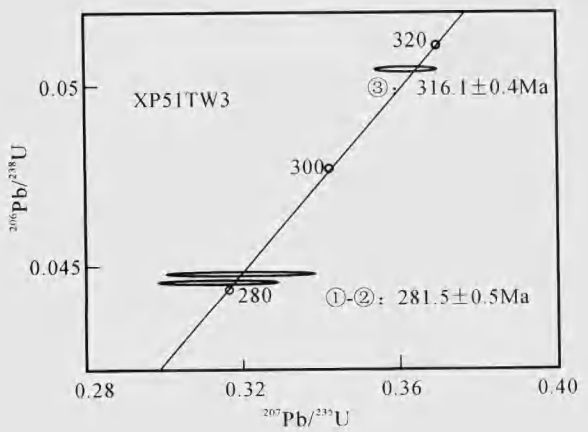


图 4 达青二长花岗岩锆石 U-Pb 一致曲线图

Fig.4 Zircon U-Pb concordia plot of the Daqên monzogranite

5.2 羊角林高勒似斑状二长花岗岩(样号X4004TW)

样品中锆石为淡黄色半透明状，多以短柱状晶形为主，晶体干净，锆石具有岩浆锆石特征。从所测样品锆石 U-Pb 同位素分析(表 3)和谐合图(图 5)看出。3 号点 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄值较大，其他 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄一致且均分布于谐合曲线上。取这 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄的加权平均值(216.6±0.8)Ma 作为此样品的年龄。

5.3 乌兰陶勒盖正长花岗岩(样号 X4159TW)

样品中锆石为淡黄色半透明状，多以短柱状晶形为主，晶体干净多数为断头晶，锆石具有岩浆锆石的特征。所测样品锆石 U-Pb 同位素分析(表 3)谐合图(图 6)都显示。1 号点 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄值较大，其他 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄一致且均分布于谐合曲线上。取这 2 个点的 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄的加权平均值，所获得该样品的年龄为(259.7±0.6)Ma。

6 结论及讨论

华力西早期，内蒙古东南部西乌珠穆沁旗地区发生碰撞，西伯利亚板块与华北板块最终拼贴在一起，古亚洲洋结束演化，开始了新的陆内裂谷演化阶段。

该区在晚石炭世开始，伴随拉张作用，该区侵入了大面积的石英闪长岩[1]，随后沉积了稍晚的本巴图组陆源粗碎屑岩和阿木山组碳酸盐岩，它们呈角度不整合覆于石英闪长岩体之上，在部分地区还伴有中基性火山岩喷发[30-33]。

古生物证据、岩体年龄数据、野外接触关系三者相互印证，也说明了本次测试年龄数据的正确。首先，前进场和达青二长花岗岩各单元岩体均侵入了该区早二叠世寿山沟组海陆交互相碎屑沉积岩，侵入接触关系明确，红柱石角岩发育；其次，寿山沟组中含有早二叠世的动植物化石[34]，如 *Retichlaria* sp.(网格贝)、*Brachythyris* sp.(腕孔贝)、*Rhipidomella* sp.(扇房

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 3 单颗粒锆石 U-Pb 法年龄分析

Table 3 Single-zircon U-Pb dating

测点号	U(μg/g)	Pb (μg/g)	普通铅 (ng)	同位素原子比率*					表面年龄 (Ma)		
				$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$
XP51TW3											
1	1039	60	0.099	267	0.1508	0.04467 <16>	0.3179 <174>	0.05162 <267>	281.7	280.3	268.5
2	1112	61	0.11	351	0.1648	0.04461 <9>	0.3199 <111>	0.05120 <170>	281.4	281.8	285.3
3	1705	105	0.220	373	0.1643	0.05025 <6>	0.3630 <62>	0.05240 <85>	316.1	314.5	302.8
X4004TW											
1	459	40	0.320	59	0.1733	0.03409 <19>	0.2345 <242>	0.04989 <489>	216.1	213.9	189.9
2	872	47	0.170	134	0.1539	0.03423 <16>	0.2353 <165>	0.04986 <330>	217.0	214.6	188.6
3	677	59	0.300	71	0.1546	0.03893 <21>	0.2747 <250>	0.05119 <439>	246.2	246.5	249.5
X4159TW											
1	579	31	0.100	187	0.1663	0.03785 <18>	0.2653 <215>	0.05084 <389>	239.5	238.9	233.5
2	847	49	0.110	206	0.2083	0.0411 <11>	0.2875 <164>	0.05073 <280>	259.7	256.6	228.6
3	440	38	0.230	83	0.2199	0.04109 <22>	0.2925 <261>	0.05164 <435>	259.6	260.5	269.3

注:*$^{206}Pb/^{204}Pb$ 已对实验空白(Pb=0.050ng,U=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,方括号内的数字为(2σ)绝对误差。0.04109<22>表示 0.04109±0.00022(2σ)。测试仪器:VG354 质谱计。

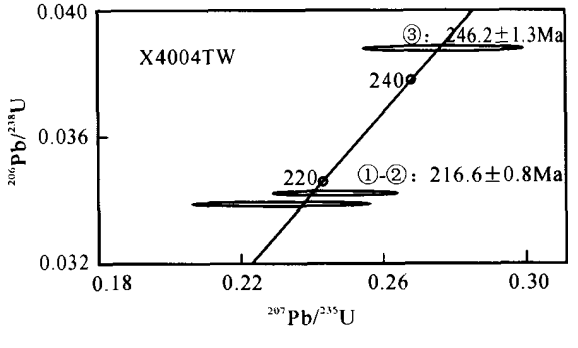


图 5 羊角林高勒二长花岗岩锆石 U-Pb 一致曲线

Fig.5 Zircon U-Pb concordia plot of the Yangjiaolin Gol monzogranite

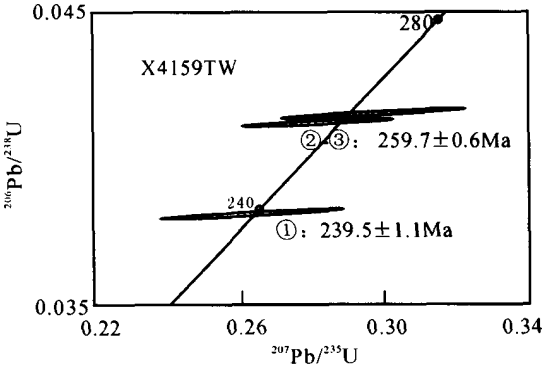


图 6 乌兰陶勒盖正长花岗岩锆石 U-Pb 一致曲线图

Fig.6 Zircon U-Pb concordia plot of the Ulan Tolgoi syenogranite

贝)、*Cancrinella Capillacea lee et gu*(发形蟹形贝)、*Fenestella* sp. *indet Spiroraphella* sp.(旋线螺)、*Camarotoechia* sp.(穹房贝)、*Rhipidomella* sp.(扇房贝),*Rhombotrypella* sp.(拟菱穴苔藓虫)、*Fenestella* sp.(窗格苔藓虫)、*Stenopora* sp.(窄管苔藓虫)、*Calamites* sp.(卢木)、*Stenopora sp indet*、*Calamites* sp.;第三,前进场岩体和达青岩体中均获得了 280~281 Ma 的 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素年龄,说明岩体形成于早二叠世晚期,寿山沟组沉积之后。

研究表明,乌兰陶勒盖正长花岗岩岩体获得的 259 Ma 和获得的羊角林高勒二长花岗岩 216 Ma 的 U-Pb 同位素年龄,都说明在晚二叠世—三叠世又有一次侵入高峰,与研究区该时期整体抬升相一致。

维普资讯 http://www.cqvip.com

年龄样品测试过程中得到了北京离子探针中心陶华、王彦斌两位老师的大力支持和帮助,文章得到了审稿专家的精心审阅并提出了宝贵的意见,在此一并致以衷心的感谢。

参考文献(Reference):

[1] 鲍庆中, 张长捷, 吴之理, 等. 内蒙古白音高勒地区石炭纪石英闪长岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学及其意义[J].吉林大学学报(地球科学版), 2007, 37(1):15-23.
Bao Qingzhong, Zhang Changjie, Wu Zhili, et al. SHRIMP U-Pb Zircon Geochronology and Its Implications of Carboniferous Period Quartz-Diorite in Baiyingaole Area, Inner Mongolia [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2007, 37 (1):15-23 (in Chinese with English abstract).

[2] 黄本宏. 东北北部石炭—二叠纪陆相地层及古地理概况 [J]. 地质论评, 1982, 28(5):395-401.
Huang Benhong. Permo-Carboniferous terrestrial deposits and paleogeolgraphic features in the Northern part of Northeast China [J]. Geological Review, 1982, 28 (5):395-401 (in Chinese with English abstract).

[3] 郭伟, 林英锪, 刘广虎. 内蒙古西乌旗地区早二叠世皱纹珊瑚化石组合及其地质意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(4):399-405.
Guo Wei, Lin Yingtang, Liu Guanghu. Early permian rugose coral assemblage and its geological significances in Xiwuqi of Inner Mongolia[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition) 2004, 33(4):399-405(in Chinese with English abstract).

[4] 刘长安, 单际彩. 试论蒙古-鄂霍茨克海带古板块构造的基本特征[J]. 长春地质学院学报, 1979, (2):15-22.
Liu Changan, Shan Jicai. Discussion on the main characteristics of Paleao-platic tectonic of Mongolia-Okhotsk sea orogen [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1979, (2):15-22 (in Chinese with English abstract).

[5] 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 等. 中国大地构造及其演化-1:400 万中国大地构造图简要说明[M]. 北京:科学出版社, 1980.
Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, et al. The Tectonic and its Evolution of China -The Introduction of 1 :4000000 Tectonic Map of China[M]. Beijing:Science Press,1980(in Chinese).

[6] Huang Benhong. Permo-Carboniferous flora of Tianshan-Xingan foldbeld [J]. A Monthly Journal of Science (Kexue Tongbao), 1980, 25(11):933-936.

[7] 李春昱, 王荃, 刘雪亚, 等. 亚洲大地构造演化 [J]. 中国地质科学院院报, 1984, (10):3-11.
Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya, et al. Tectonic evolution of Asia [J]. Bulletin of Chinese Academy of Geological Sciences, 1984, (10):3-11(in Chinese with English abstract).

[8] 王鸿祯. 从活动论观点论中国大地构造分区 [J]. 地球科学—武汉地质学院学报, 1981, (1):42-66.
Wang Honhzhen. Geotectonic units of China from the view-point of Mobilism [J]. Earth Science, 1981,(1):42-64 (in Chinese with English abstract).

[9] 黄汲清. 中国大地构造特征的新研究 [J]. 中国地质科学院院报, 1984, (9):5-17.
Huang Jiqing. New researches on the tectonic characteristics of China [J]. Bulletin of Chinese Academy of Geological Sciences, 1984, (9):5-17(in Chinese with English abstract).

[10] 胡骁, 许传诗, 牛树银. 华北地台北缘早古生代大陆边缘演化 [M]. 北京:北京大学出版社, 1990:215.
Hu Xiao, Xu Chuansi, Niu Shuyin. Continental Edge Evolution of Early Palaeozoic Era in the Northern Margin of Huabei Platform [M]. Beijing:Peking University Press. 1990:215 (in Chinese with English abstract).

[11] 曹从周, 杨芳林, 田昌烈, 等. 内蒙古贺根山地区蛇绿岩及中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置 [C]//中国北方板块构造论文集, 北京:地质出版社, 1986, (1):164-86.
Cao Congzhou, Yang Fanglin, Tian Changlie, et al. The ophiolite in Hegenshan district,Nei Mongol and the position of suture line between Sino-Korean and Sibeian Plates [C]//CPPTNC Editorial committee (ed.). Contributions to the Project of Plate Tectonics in Northern China, No.1. Beijing:Geological Publishing House, 1986, (1):164-86(in Chinese).

[12] 刘家义. 内蒙古贺根山地区蛇绿岩研究及构造意义[C]//中国北方板块构造文集.北京:地质出版社, 1983, (1):117-137.
Liu Jiayi. The study and tectonic significance of ophiolite in Hegenshan, Nei Mongol[C]//CPPTNC Editorial Committee(ed.). Contributions for the Project of Plate Tectonics in Northern China,No.1. Beijing:Geological Publishing House, 1983, (1):117-137(in Chinese).

[13] 邵济安. 内蒙古中部早古生代蛇绿岩及其在恢复地壳演化历史中的意义 [C]//中国北方板块构造论文集, 北京: 地质出版社. 1986, (1):158-172.
Shao Ji'an. The early pelaozoic ophiolite in central Nei Mongol and its significance in revealing the evolution history of the crust[C]//CPPTNC Editorial Committee(ed.). Contributions to the Project of Plate Tectonics in Northern China, No.1. Beijing:Geological Publishing House, 1986,(1):158-172(in Chinese).

[14] Zhang Y P, Tang K T. Pre-Jurassic tectonic evolution of intercontinental region and the suture zone between the north China and Siberian platforms [J]. Journal of Southeast Asia Earth Science, 1983, 3(1-4):47-55.

[15] 唐克东, 苏养正, 王莹. 乌拉尔-蒙古褶皱区东部地质发展的某些特点[J]. 沈阳地质矿产研究所所刊, 1982, (3):1-14.
Tang Kedong, Su Yangzheng, Wang Ying, Some characteristic features of the geological development in the east of Ural-Mongolia folded region [J]. Bulletin of the Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, 1982,(3):1-14(in Chinese with English abstract).

[16] Добрецов. Проблем тектоики и офнолнтовых поясов централбнои Азии южнои Снбнрн и Северного Китая[C]// Дроблемы Магматизма и Метаморфизма Восточнои Азии.

维普资讯 http://www.cqvip.com

Новосибирск "наука" Сибирск оеотдение, 1990, 7-25.

[17] Заицев Н СТектока МОнголии Зволюцня геолояических процессов и металлогения [M]. Монголии Москва "Наука", 1990, 15-22.

[18] 唐克东. 中朝陆台北侧褶皱带构造发展的几个问题 [J]. 现代地质, 1989, 3(2):195-204.
Tang Kedong. On tectonic development of the fold belts in the north margin of Sino-Korean platform[J]. Geoscience, 1989,3 (2): 195-204.

[19] Tang K D, Tectonic development of Paleozoic fold belts at the north margin of the Sino-Korean craton[J]. Tectonics, 1990:9(2): 249-260.

[20] Hong D W, Xu H M, Jin M Y. The Permian alkaline granites in the middle part of Inner Mongolia and their geodymatic significance, Report No.2 of the IGCP project 283:Geodynamic Evolution and Main Sutures of Paleoasian Ocean. 1991, 89-93.

[21] Yue Y J. The fundamental characteristics of the lower Permian volcanic rocks of Erbadi,Linxi County, Inner Mongolia. Report No.2 of the IGCP project 283:Geodynamic Evolution and Main Sutures of Paleoasian Ocean. 1991, 103-110.

[22] 邵济安. 中朝板块北缘中段地壳演化[M]. 北京:北京大学出版社, 1991:136.
Shao Ji'an. Crustal Evolution in the Middle Part of the Northern Margin of the Sino-Korean Plate [M]. Beijing:Peking University Press. 1991:136(in Chinese with English abstract).

[23] 唐克东, 等. 中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1992, 227-228.
Tang Kedong, et al. Tectonic Evolution and Minerogenetic Regularities of the Fold Belt along the Northern Margin of Sino-Korean Plate [M]. Beijing:Peking University Press, 1992, 227-228 (in Chinese with English abstract).

[24] Ярмолюк ВвВв. Сгруктурная Позиция континентальных рифтовых зон централ [J]. нои Азии, Изв. АН СССР, сер. Геол., 1986, (9):3-12.

[25] Нагибина, М С. О позднепалеозоиском и ранемезисром зтапах тектоно -магматического развития Монголии [J]. Геотектоника, 1985, (4), 18-27.

[26] Коваленко В Н Ярмолюк В В Зволюция магматизма вструктурах Монголиию зволюция геологических ПроЦессов и Металлогения Монголии[M]. Москва "Наука", 1990, 23-54.

[27] Занвилевич А Н., леонтв А.Н. Пермотриасовые щелочные гранитоиды и вулканиты Централбно -Азнатского складчатого пояса, Проблемы Магматизма и Метаморфизма Востьнои Азии [M]. Новосибирск "Наука" Сибирское отделение, 1985:82-90.

[28] 施光海, 刘敦一, 张福勤, 等. 中国内蒙古锡林郭勒杂岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学及其意义 [J]. 科学通报, 2003, 48 (20):2187-2192.
Shi Guanghai, Liu Dunyi, Zhang Fuqin, et al. SHRIMP U-Pb zircon geochronology and its implications on the Xilin Gol complex, Inner Moglolia, China[J]. Chinese Science Bulletin. 2003, 48(20):2187-2192(in Chinese).

[29] 简平, 刘敦一, 张旗, 等. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRIMP U-Pb 测年[J]. 地学前缘, 2003(4):439-455.
Jian Ping, Liu Dunyi, Zhang Qi, et al. Shrimp dating of ophiolite and leucocratic rocks within ophiolite [J]. Earth Science Frontiers, 2003(4):439-455(in Chinese with English abstract).

[30] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1996.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Nei Mongol Autonomous Region. Stratigraphy (Lithostratic) of Nei Mongol Autonomous Region[M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1996(in Chinese).

[31] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志. - 区域地质, 第 25 号[M]. 北京:地质出版社, 1991.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Nei Mongol Autonomous Region. Regional Geology of Nei Mongol Autonomous Region, No.25 [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1991.

[32] 张凤林, 贺宏云. 内蒙古通辽南部石炭纪岩相古地理特征[J]. 中国地质, 2002, 29(4):407-410.
Zhang Fenglin, He Hongyun. Carboniferous lithofacies - paleogeography in the southern Part of Tongliao, Inner Mongolia [J]. Geology in China, 2002, 29 (4):407-410 (in Chinese with English abstract).

[33] 王新亮, 胡凤翔, 李玉玺, 等. 华北地台北缘乌兰哈雅地区二叠纪末-三叠纪初推覆构造[J]. 中国地质, 2002, 29(2):136-138.
Wang Xinliang, Hu Fengxiang, Li Yuxi. Latest Permian-earliest Triassic nappe structure in the Ulan Haya area on the northern margin of the North China platform [J]. Geology in China, 2002, 29(2):136-138(in Chinese with English abstract).

[34] 鲍庆中, 张长捷, 吴之理, 等. 内蒙古西乌珠穆沁旗地区石炭-二叠纪岩石地层[J]. 地层学杂志, 2005, 29(增刊):512-519.
Bao qingzhong, Zhang changjie, Wu zhili, et al. The late carboniferous -permian marine lithostratigraphy,West Ujimqin, Inner Mongolia [J]. Journal of Stratigraphy, 2005, 29 (supp.):512-519(in Chinese with English abstract).

维普资讯 http://www.cqvip.com

Zircon SHRIMP U-Pb dating of granitoids in a Late Paleozoic rift area, southeastern Inner Mongolia, and its implications

BAO Qing-zhong[1], ZHANG Chang-jie[1], WU Zhi-li[2], WANG Hong[1], LI Wei[1], SANG Jia-he[2], LIU Yong-sheng[2]

(1. *Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Shenyang* 110032, *Liaoning, China*;
2. *Inner Mongolia Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Hohhot* 010010, *Inner Mongolia, China*)

Abstract: The major granitoid rocks in a Late Paleozoic rift area, southeastern Inner Mongolia, are quartz diorite, tonalite, granodiorite, monzogranite and syenogranite. SHRIMP zircon U-Pb dating of the quartz diorite yielded ages of 313±5-323±4 Ma, indicating a Late Carboniferous age. Both the Qianjinchang and Daqên monzogranite plutons are intruded into paralic clastic rocks of the Permian Shoushangou Formation (P1ss) with a clear intrusive contact relationship. The SHRIMP U-Pb zircon ages for the two plutons are 280.8±3.6 Ma and 281.5±0.5 Ma respectively, indicating a late Early Permian age. The Ulan Tolgoi syenogranite has an age of 259 Ma and the Yangjiaolin Gol monzogranite has U-Pb ages of 246-216 Ma, suggesting that another intrusion peak occurred during the Late Permian-Triassic. There were three intrusion peaks in the Carboniferous-Permian (partly Triassic) rifting period, i.e. the Late Carboniferous quartz diorite intrusion peak, Early Permian tonalite-monzogranite intrusion peak and Late Permian monzogranite-syenogranite intrusion peak.

Key words: granitoid pluton; SHRIMP U-Pb data of zircon; Late Paleozoic rift area; southeastern inner Mongolia

---

About the first author: BAO Qing-zhong, male, born in 1964, PhD and senior engineer, engages in regional geology and mineral resources survey; E-mail: lnsy321321@yahoo.com.cn.