

内蒙古中部大青山北西乌兰不浪紫苏斜长 麻粒岩锆石 U-Pb 年龄

张玉清 王 骏 贾和义 张志祥

(内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 内蒙古西乌兰不浪北紫苏斜长麻粒岩是 1:5 万石兰哈达幅和 1:25 万白云鄂博幅从加里东期斜长花岗岩和华力西期花岗闪长岩中解体出来的古老花岗质侵入体。通过对紫苏斜长麻粒岩进行单颗粒锆石 U-Pb 法年龄测定, 获得不一致线与谐和线上、下交点年龄分别为 $(2\ 511.4 \pm 4.9)$ Ma 和 (818 ± 159) Ma。结合区调成果认为 $(2\ 511.4 \pm 4.9)$ Ma 年龄代表古老花岗岩侵入体上侵就位时代, (818 ± 159) Ma 代表后期叠加变形变质热事件时代。这两组年龄为大青山中段地壳演化提供了直接证据。

关键词: 锆石; U-Pb 年龄; 紫苏斜长麻粒岩; 新太古代; 内蒙古大青山北西乌兰不浪

中图分类号: P597.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2003)04-0394-06

内蒙古中部大青山地区是华北陆块北缘早前寒武纪变质结晶基底岩系出露较集中的地段之一, 该地区同位素地质年代学研究工作研究相对较低, 因此对华北陆块北缘基底的形成时代、分布范围、早期地壳性质及演化等问题的认识不足。自 20 世纪 80 年代以来, 随着 1:5 万区域地质调查和各项专题研究的进一步开展, 对原地质体进行了详细解剖, 识别出不同类型的变质表壳岩和变质深成体, 同时也获得了不少同位素年龄数据。李树勋等^①在朱拉沟附近的兴和岩群紫苏斜长麻粒岩和变质深成体英云闪长质片麻岩中分别获得 $(2\ 462 \pm 9)$ Ma 和 $(2\ 455 \pm 5)$ Ma 的锆石 U-Pb 不一致线上交点年龄, 将这套以变质深成体为主、含少量变质表壳岩的构造岩石组合称为朱拉沟麻粒岩—片麻岩杂岩体, 形成时代为新太古代。1992 年内蒙古地质调查院^②在庙沟地区侵入变质表壳岩的紫苏花岗岩中获得了 2 902 Ma 和 2 656 Ma 的锆石 U-Pb 年龄。2000 年天津地质矿产研究所^③在黑龙洞沟兴和岩群中基性麻粒岩、后小腮汗兴和岩群辉石石榴石英岩中分别获得 $(2\ 648.5 \pm 4.6)$ Ma 和 $(2\ 503 \pm 20)$ Ma 的锆石 U-Pb 不一致线上交点年

龄; 同时在阳太沟附近变质深成体边部的兴和岩群含石榴辉石黑云角闪斜长片麻岩中获得了 $(2\ 492.8 \pm 6.5)$ Ma 的单颗粒锆石 U-Pb 年龄。陶继雄等^④在召河庙附近兴和岩群角闪斜长片麻岩和变质深成体紫苏长英质麻粒岩分别获得 $(2\ 750 \pm 46)$ Ma 和 $(2\ 543 \pm 59)$ Ma 的锆石 U-Pb 不一致线上交点年龄。

大量资料表明, 锆石 U-Pb 年代学能够提供可靠和精确的火成岩侵入年龄^⑤, 而且从 U-Pb 谐和图上比较容易将继承锆石与变质锆石区分开来^⑥。获得的这些年龄数据为研究大青山中部太古宙地壳演化提供了新的资料。

1 地质背景

西乌兰不浪紫苏斜长麻粒岩是石兰哈达地区 1:5 万和 1:25 万白云鄂博幅区域地质调查时从古生代花岗岩^⑦中新厘定的变质深成体(高级变质岩系), 称之为狼牙山片麻岩^⑧, 时代置于中太古代。主要岩石类型为紫苏斜长麻粒岩、混合岩化透辉斜长片麻岩、含角闪紫苏斜长麻粒岩等。该变质深成

收稿日期: 2002-12-20 改稿日期: 2003-05-17

基本项目: 国土资源部区域地质大调查项目(20001300008051)资助。

作者简介: 张玉清, 男, 1965 年生, 工程师, 从事区域地质调查及岩矿鉴定工作; E-mail: nmgwt@163.com。

① 李树勋, 张履桥. 内蒙古中部东五分子—朱拉沟地区太古宙地质特征与含矿性(科研报告). 1986.

② 内蒙古地质调查院. 1:5 万庙沟幅区域地质调查报告. 1992.

③ 天津地质矿产研究所. 1:5 万石兰哈达和下湿壕幅区域地质调查联测报告. 2000.

④ 内蒙古自治区地质局. 1:20 万固阳幅区域地质测量报告. 1972.

体侵入兴和岩群,二者紧密相伴。该变质深成体整体变形较弱,内部很难见到片麻理褶曲和构造置换现象;但在与兴和岩群表壳岩的混合带,往往变形形迹较丰富,可见顺表壳岩层纹贯入的紫苏斜长花岗岩条带与表壳岩一起卷入褶皱变形,且见透入性轴面片理,表明该变质深成体侵位较早,可能是表壳岩岩石组合变形变质的早期阶段侵位产物。同时该变质深成体中见有各种规模的表壳岩包体,深色包体多为二辉麻粒岩、角闪斜长辉石岩和斜长角闪岩等;浅色包体为中性麻粒岩、榴英岩、石榴黑云斜长片麻岩等,以含石榴石为特征。

2 样品采集及岩石特征

样品 1P9TW22 采自西乌兰不浪西北 2.5 km 处的灰褐色紫苏斜长麻粒岩中(图 1)。样品远离脉体、裂隙、变形极弱的地段。全岩大样经内蒙古地质矿产勘查院岩矿鉴定室粉碎、筛床分离、手工淘洗、电磁选,选取无磁性或电磁性极弱的锆石单颗粒, HCl 处理之后用酒精精淘。经双筒显微镜下提纯,挑选锆石群,送天津地质矿产研究所实验测试室,挑选

单颗粒锆石进行 U-Pb 年龄测定。

该紫苏斜长麻粒岩具柱粒状变晶结构,弱片麻状构造。矿物粒径多在 0.5~1.0 mm 之间,主要矿物为更长石(67%)、条纹长石(5%)、石英(5%)、紫苏辉石(10%)、透辉石(3%)、角闪石(8%),副矿物为磁铁矿(2%)、磷灰石、锆石、石榴石等。其中锆石为淡玫瑰色至浅玫瑰色、透明状、具金刚光泽,有两种晶形,一种为四方长(短)柱状自形晶,占锆石总量的 50% 以上,长轴在 0.05~0.7 mm 之间,长宽比以 1.5~2:1 为主,部分为 3~4:1;另一种为半浑圆状,具柱状晶形轮廓。

该岩石据野外宏观地质特征和常量元素(表 1)综合分析,其原岩为 I 型花岗岩, Al_2O_3 含量均大于 15%,属高铝型,呈钙碱性;在 An-Ab-Or 图解中 1、2 号样投入花岗闪长岩区(图 2),与天津地质矿产研究所研究结果^①一致。在 R_1-R_2 多阳离子图解中落入碰撞前花岗岩(活动板块边缘花岗岩)区(图 3),说明并非形成一个稳定环境。稀土分析结果(图 4、表 1)也与太古宙 TTG 岩系一致^②,具有强烈分异的 REE 分布形式,具轻稀土富集、重稀土亏损的特点。 $(La/Yb)_{cn}$ 为 8.7~34.0,在 $5 < (La/Yb)_{cn} \leq 150$ 范围内;HREE 含量低, Yb_{cn} 为 1.73~6.95,在 $0.3 < Yb_{cn} < 8.5$ 范围内;LREE 与 HREE 分异

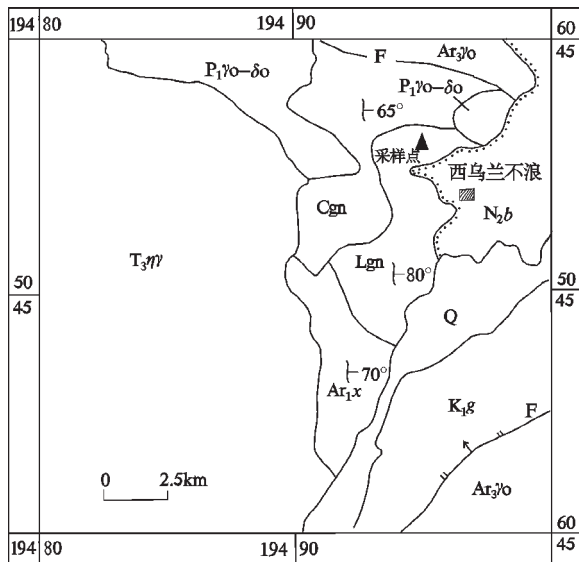


图 1 西乌兰不浪地区地质简图

Q—第四系; N_2b —宝格达乌拉组; K_1g —固阳组; Ar_1x —兴和岩群;
 $T_3\gamma\gamma$ —晚三叠世二长花岗岩; $P_1\gamma o-\delta o$ —早二叠世斜长花岗岩—石英闪长岩; $Ar_3\gamma o$ —新太古代斜长花岗岩; Cgn—村空山片麻岩;
 Lgn—狼牙山片麻岩; F—断层

Fig. 1 Geological sketch map of the Xi Ulanbulang area

Q—Quaternary; N_2b —Baogedawula Formation; K_1g —Guyang Formation;
 Ar_1x —Xinhe Group-complex; $T_3\gamma\gamma$ —Late Triassic monzogranite;
 $P_1\gamma o-\delta o$ —Early Permian plagiogranite-quartz diorite;
 $Ar_3\gamma o$ —Neo-archean plagiogranite; Cgn—Cunkoangshan gneiss;
 Lgn—Langyashan gneiss; F—fault

表 1 西乌兰不浪地区变质深成体常量元素和稀土元素
 Table 1 Major element and REE geochemistry of the metamorphic pluton in the Xi Ulanbulang area

序号	1	2	3	4
样号	PY18	PY22	PY1-9	PY1-16
岩性	紫苏斜长麻粒岩	紫苏斜长麻粒岩	紫苏斜长花岗岩	含辉石二长花岗岩
$SiO_2 \times 10^{-2}$	58.31	58.39	62.28	67.23
TiO_2	0.67	0.73	0.32	0.29
Al_2O_3	16.19	16.52	19.4	15.48
Fe_2O_3	5.39	4.61	0.36	0.94
FeO	2.55	3.07	2.96	2.00
MnO	0.11	0.099	0.072	0.079
MgO	3.98	3.51	2.24	1.69
CaO	5.68	5.52	5.94	4.27
Na_2O	3.82	4.00	4.77	4.55
K_2O	2.67	2.62	1.46	3.19
P_2O_5	0.23	0.12	0.20	0.16
Los	0.28	0.44	0.07	0.21
$La \times 10^{-6}$	20.08	24.23	20.83	18.78
Ce	42.37	46.68	34.83	31.06
Pr	5.65	5.76	3.96	4.37
Nd	23.48	27.67	15.58	13.31
Sm	5.37	5.63	2.61	2.75
Eu	1.10	1.26	0.95	0.90
Gd	4.38	4.36	2.85	3.13
Tb	0.58	0.60	0.30	0.30
Dy	2.81	2.96	1.65	1.35
Ho	0.53	0.51	0.29	0.27
Er	1.49	1.36	0.48	0.38
Tm	0.25	0.23	0.10	0.10
Yb	1.53	1.36	0.41	0.39
Lu	0.22	0.20	0.1	0.10

注:1、2号样常量元素由原地质矿产部内蒙古自治区中心实验室在原子吸收分光光度计下测试,稀土元素由原地质矿产部河北省中心实验室测试;3、4号样据天津地质矿产研究所,2000。

① 天津地质矿产研究所:1:5万石兰哈达和下湿壕幅区域地质调查联测报告,2000。

程度相似,无明显 Eu 异常^[6]。

3 同位素测试方法及处理

单颗粒锆石 U-Pb 同位素组成采用稀释法测定,其溶解和 U、Pb 提取程序按照 T.Krogh^[7]提出的方法,锆石在 0.25 ml 容积的氟塑料容器内溶解,使用 ²⁰⁶Pb/²³⁵U 混合稀释剂。将铀和铅用硅胶-磷酸溶液加在同一单铈带灯丝上,在 VG354 型热离子谱仪上用高灵敏度 Daly 检测器进行铀-铅同位素测定。所有铀-铅同位素数据均对质量歧视效应进行校正,误差以 2σ 表示。其中实验室全流程 Pb 空白为 0.03 ~ 0.05 ng, U 空白为 0.002 ng。数据处理及普通 Pb 的扣除使用美国地质调查所 Ludwig 编写的 PBDAT (1989.8 版) 和 ISOPLOT 软件进行^[8]。测试结果见图 5、表 2。

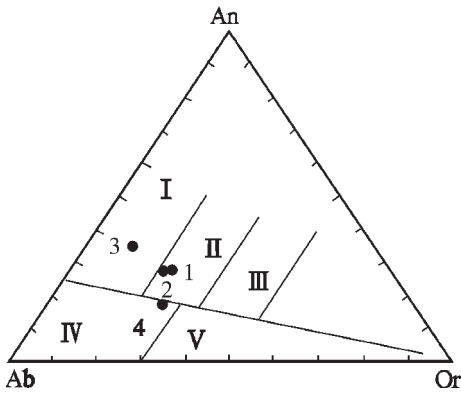


图 2 西乌兰不浪地区变质深成体 An-Ab-Or 图解 (据 o'connor,1965)

I—英云闪长岩; II—花岗闪长岩; III—石英二长岩;
IV—奥长花岗岩; V—花岗岩

Fig. 2 An-Ab-Or diagram of the metamorphic pluton in the

Xi Ulanbulang area (after o'connor, 1965)

I—Tonalite; II—Granodiorite; III—Monzogranite;
IV—Trondhiemite; V—Granite

4 结果及讨论

从紫苏斜长麻粒岩 (1P9TW22) 中挑选出 4 颗不同形态的锆石, 1~4 号锆石 U-Pb 同位素数据点构成的不一致线和谐和曲线的上交点和下交点年龄分别为 (2 511.4±4.9) Ma 和 (818±159) Ma (图 5)。所测样品自形成后并没有保持一个封闭系统, 造成 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 和 ²⁰⁷Pb/²³⁵U 计算年龄不同, 在图上 1~3 号锆石位于谐和线(一致线)的右侧, 没落在谐和线上, 同时样品都显示有 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb > ²⁰⁷Pb/²³⁵U > ²⁰⁶Pb/²³⁸U 的不一致表面年龄, 表明 Pb 有不同程度的丢失^[9,10], 但锆石 U-Pb 数据接近不一致线的上交点, 反映样品中 Pb 在后期地质过程中丢失较少, 因此所获得的上交点年龄可靠^[11,12]。4 号锆石的 3 组 U-Pb 表面年龄分别为 2 508 Ma (²⁰⁶Pb/²³⁸U)、2 509 Ma (²⁰⁷Pb/²³⁵U)、2 510 Ma (²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb), 几乎完全一致, 并且位于

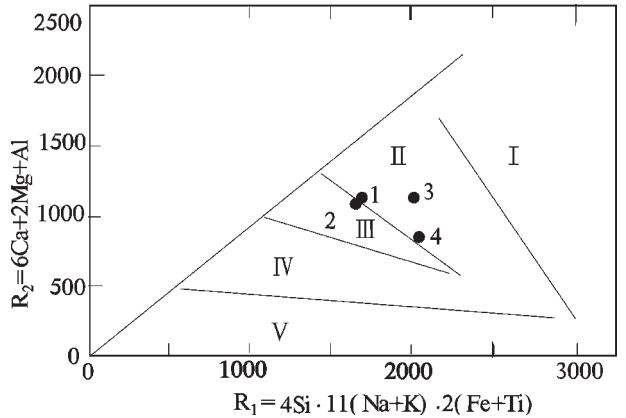


图 3 西乌兰不浪地区变质深成体 R₁-R₂ 多阳离子图解 (据 Batchelor,1985)

I—地幔分异花岗岩; II—碰撞前花岗岩; III—碰撞后花岗岩;
IV—晚造山花岗岩; V—非造山花岗岩

Fig. 3 R₁-R₂ diagram of the metamorphic pluton in the Xi Ulanbulang area (after Batchelor,1985)

I—Mantle differentiated granite; II—Pre-collision granite;
III—Post-collision granite; IV—Late-orogenic granite;
V—nonorogenic granite

表 2 西乌兰不浪紫苏斜长麻粒岩锆石 U-Pb 同位素分析结果

Table 2 Single-zircon U-Pb analysis of the Xi Ulanbulang hypersthene-plagioclase granulite

点号	样品 锆石类型 及特征	重量 (μg)	浓度		普通铅 含量 (ng)	同位素原子比率					表面年龄 Ma		
			U (μg/g)	Pb (μg/g)		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	
1	玫瑰色透明短 柱状晶体	15	169	82	0.011	3704	0.1493	0.4276 (14)	9.480 (84)	0.1608 (13)	2295	2386	2464
2	玫瑰色透明长 柱状晶体	10	220	120	0.050	688	0.1662	0.4469 (15)	10.04 (10)	0.1629 (15)	2382	2439	2486
3	玫瑰色透明卵 形晶体	10	206	105	0.011	3421	0.1321	0.4500 (14)	10.12 (7)	0.1631 (8)	2396	2446	2489
4	玫瑰色半透明 短柱状晶体	10	615	337	0.009	10385	0.1687	0.4756 (7)	10.84 (3)	0.1653 (4)	2508	2509	2510

注: ²⁰⁶Pb/²⁰⁶Pb 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,括号内数字为(2σ)绝对误差,例如 0.4756(7)表示 0.4756±0.0007(2σ)。1~4 号数据点上交点年龄值:2511.4±4.9 Ma,下交点年龄值:818±159 Ma。测试分析由天津地质矿产研究所实验测试室殷艳杰完成,李惠民校对。

谐和线上,这反映该颗粒锆石对 U-Pb 同位素体系保持完全封闭,未受到后期变质事件的扰动,因此其年龄值(特别是 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄)是可信的^[11,13],可解释为岩浆侵位年龄^[14],与不一致线上交点年龄(2 511.4±4.9) Ma 一致。1~4 号锆石数据点在 U-Pb 谐和图上形成一条直线,说明 4 颗锆石具有共同成因^[9]。

所测锆石形态学特征表明为岩浆成因。完好锆石晶体

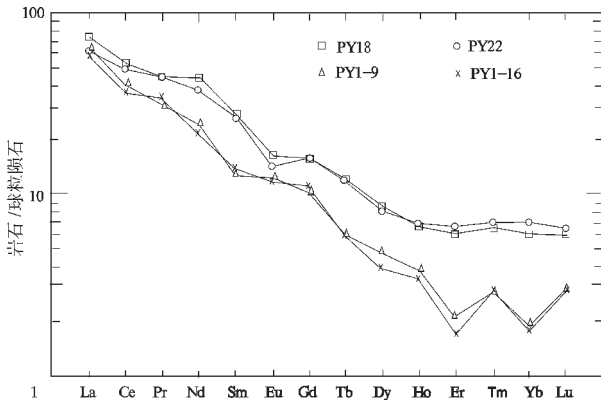


图 4 西乌兰不浪地区变质深成体稀土配分形式

Fig. 4 REE distribution patterns of the metamorphic pluton in the Xi Ulanbulang area

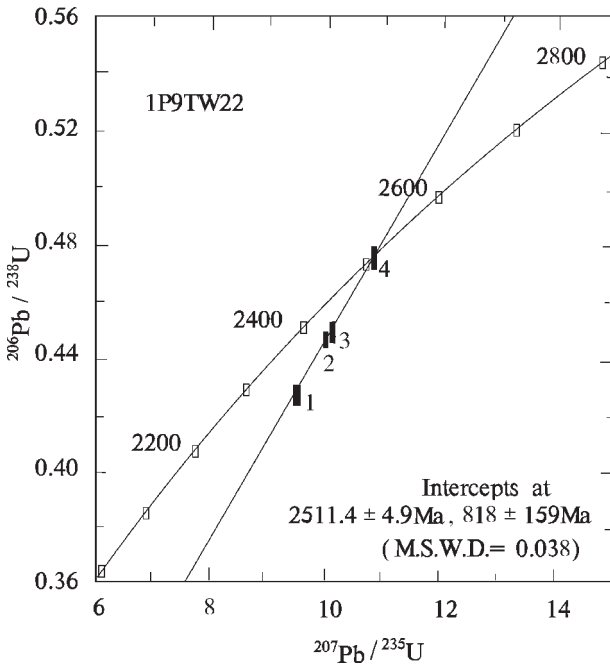


图 5 西乌兰不浪紫苏斜长麻粒岩锆石 U-Pb 同位素年龄谐和图

Fig. 5 Zircon U-Pb concordia diagram of hypersthene-plagioclase granulite in the Xi Ulanbulang area

的 U-Pb 具有很高的封闭温度(850~900°C 以上);它所记录的是锆石形成时间,而不是冷却年龄。同时在变质作用中锆石常具有增生特征,即使发生 Pb 丢失,在其核部亦能保留变质前的年龄信息^[15]。

从获得的上交点(2 511.4±4.9) Ma 的年龄看,反映了该紫苏斜长麻粒岩的原岩(花岗闪长岩)形成年龄,代表了花岗闪长岩侵位时代^[14]。说明西乌兰不浪地区新太古代有大规模岩浆上侵活动。在 1:25 万白云鄂博幅区域地质调查中,根据岩石各种分布特征分析,太古宙大青山中段北部地质演化以古中太古代穹状隆起和新太古代近东西向花岗岩—绿岩带韧性剪切变形变质作用最为显著。紫苏斜长麻粒岩(花岗闪长岩)为主体构成了穹状隆起的核部,四周包括召河庙、阳太沟、庙沟等地的兴和岩群则呈环状分布。

下交点年龄(818±159) Ma,可解释为一次区域性变质热事件年龄,这与大青山中段新元古代(1 000~543) Ma 时期正处于褶皱隆升阶段相一致,岩石发生了强烈变质变形,表现为明显的陆内挤压造山运动,致使整个大青山中段无新元古代沉积记录。但下交点年龄因误差较大,又具有相当的不确定性^[16,17]。

总之,从紫苏斜长麻粒岩(花岗闪长岩)中获得的锆石 U-Pb 年龄,为该区太古宙地壳运动演化史分析提供了直接依据。大青山地区最古老的沉积记录为兴和岩群,形成于 3 500 Ma 以前^[18];大规模的岩浆侵位则发生在 2 511 Ma 前后,以西乌兰不浪紫苏斜长麻粒岩(即狼牙山片麻岩)侵入体上侵为代表;大青山地区的第一次主期挤压造山过程可能发生在晋宁运动的末期(818 Ma)。

参考文献 (References):

[1] 陶继雄,许立权.内蒙古中部召河庙北侧片麻岩的锆石 U-Pb 年龄[J].内蒙古地质,2002,(3):5~9.
TAO Jixiong, XU Liquan. U-Pb age of zircon from gneiss in North Zhaohemiao area, Central Inner Mongolia[J].Geology of Inner Mongolia, 2002, (3):5~9 (in Chinese with English abstract).
[2] Ames L, Zhou G Z, Xiong B C. Geochronology and isotopic character of ultrahigh-pressure metamorphism with implications for collision of the Sino-Korean and Yangtze cratons, central China [J]. Tectonics, 1996, 15:472~489.
[3] Xue F,Rowley D B,Tucker R D,et al.U-Pb zircon ages of granitoid rocks in the North Dabie complex, Eastern Dabieshan, China [J]. Jour. Geol., 1997, 105: 744~753.
[4] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.33~43,72~74.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia Autonomous Region. Regional Geology of Inner Mongolia Autonomous Region [M]. Beijing:Geological Publishing House.

① 中国地质调查局天津地质调查中心.1:5 万石兰哈达幅和下湿壕幅,区域地质调查联测报告.2000.

1991. 33~43, 72~74(in Chinese with English abstract).
- [5] A 克劳纳, W 康普斯顿, I S 威廉斯. 用单颗粒锆石数据揭示斯威士兰古老片麻岩中太古代地壳生长[A]. 见: 高劭主编. 早太古代地壳形成及演化—颗粒锆石 U-Pb 同位素测年研究与应用[C]. 北京: 冶金工业出版社, 1992. 97~139.
- Kroner A, Compston W, Williams I S. Age of single zircon in Swaziland old gneiss indicating meso-archean crust growth [A]. In: Gao Mai (eds.). Formation and Evolution of Early-Archean Crust Study and Application of the Single Zircon Isotopic Dating [C]. Beijing: Metallurgical Industry Publishing House, 1992. 97~139 (in Chinese with English abstract).
- [6] 吴澄宇, 万渝生. 稀土元素地球化学与花岗质岩石的成因—应用与问题[A]. 见: 张炳熹, 等. 岩石圈研究的现代方法[C]. 北京: 原子能出版社, 1996. 201~212.
- Wu Chengyu, Wan Yusheng. REE element geochemistry and genesis of granitoid rocks: application and problem [A]. In: Zhang Bingxi, et al (eds.). Modern Methods of Lithosphere Research [C]. Beijing: Atomic Energy Publishing House, 1996. 201~212 (in Chinese with English abstract).
- [7] 郭力宇, 甘枝茂, 李惠民. 北祁连山西段柳沟峡花岗岩片麻岩锆石 U-Pb 法测年研究[J]. 中国地质, 2002, 29(2): 126~128.
- Guo Liyu, Gan Zhimao, Li Huimin. Single-zircon U-Pb dating of the Liugouxia granitic gneiss in the western segment of the North Qilian Mountains[J]. Geology in China, 2002, 29 (2): 126~128 (in Chinese with English abstract).
- [8] 薛怀民, 董树文, 刘晓春. 大别山东部花岗岩片麻岩的锆石 U-Pb 年龄[J]. 地质科学, 2002, 37(2): 165~173.
- Xue Huaimin, Dong Shuwen, Liu Xiaochun. U-Pb zircon dating of granitic gneisses in eastern Dabie mountains, central China [J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37 (2): 165~173 (in Chinese with English abstract).
- [9] 张宗清. 同位素年代学方法的应用和限制[A]. 见: 张炳熹, 等. 岩石圈研究的现代方法[C]. 北京: 原子能出版社, 1996. 186~199.
- Zhang Zongqing. Application and limitation of isotopic age dating [A]. In: Zhang Bingxi et al (eds.). Modern Methods of Lithosphere Research [C]. Beijing: Atomic Energy Publishing House, 1996. 168~199 (in Chinese with English abstract).
- [10] 蔡剑辉, 阎国翰, 牟保磊, 等. 辽宁盖县梁屯—矿洞沟碱性正长岩杂岩体的 U-Pb 和 Sm-Nd 年龄及其地质意义 [J]. 岩石学报, 2002, 18(3): 349~354.
- Cai Jianhui, Yan Guohan, Mu Baolei, et al. U-Pb and Sm-Nd isotopic ages of alkaline syenite complex body in Liangtun - Kuangdongguo, Gaixian County, Liaoning Province, China and geological significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 2002, 18 (3): 349~354 (in Chinese with English abstract).
- [11] 涂荫玖, 杨晓勇, 郑永飞, 等. 皖东南黄片麻岩的锆石 U-Pb 年龄[J]. 岩石学报, 2001, 17(1): 157~160.
- Tu Yinjiu, Yang Xiaoyong, Zheng Yongfei, et al. U-Pb dating of zircon from gneiss at Nanhuang in east Anhui [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17 (1): 157~160 (in Chinese with English abstract).
- [12] 吴元保, 陈道公, 夏群科, 等. 北大别黄土岭麻粒岩锆石 U-Pb 离子探针定年[J]. 岩石学报, 2002, 18(3): 378~388.
- Wu Yuanbao, Chen Daogong, Xia Qunke, et al. SIMS U-Pb dating of zircons from the Huangtuling granulite from the Northern Dabie Mountains [J]. Acta Petrologica Sinica, 2002, 18 (3): 378~382 (in Chinese with English abstract).
- [13] W 康普斯顿, R T 皮金. 西澳大利亚杰克希尔山更为古老的碎屑锆石的证据[A]. 见: 高劭主编. 早太古代地壳形成及演化—颗粒锆石 U-Pb 同位素测年研究与应用[C]. 北京: 冶金工业出版社, 1992. 35~42.
- Compston W, Pidgeon R T. Evidence of Older Crust Zircon in Jacansile Mountain, Western Australia [A]. In: Gao Mai (eds.). Formation and Evolution of Early Archean Crust—Study and Application of Single-Zircon Isotopic Dating [C]. Beijing: Metallurgical Industry Publishing House, 1992. 35~42 (in Chinese with English abstract).
- [14] 刘敦一, 沈其韩, 张宗清, 等. 中国早太古代地壳演化: 迁西杂岩的 U-Pb 地质年代学 [A]. 见: 高劭主编. 早太古代地壳形成及演化——颗粒锆石 U-Pb 同位素测年研究与应用[C]. 北京: 冶金工业出版社, 1992. 1~34.
- Liu Dunyi, Shen Qihan, Zhang Zongqing, et al. Evolution of the Early Archean crust in China: U-Pb geochronology of the Qianxi complex [A]. In: Gao Mai (eds.). Formation and Evolution of Early Archean Crust—Study and Application of Single-Zircon Isotopic Dating [C]. Beijing: Metallurgical Industry Publishing House, 1992. 1~34 (in Chinese with English abstract).
- [15] 陈道公, 李彬贤, 夏群科, 等. 变质岩中锆石 U-Pb 计时问题评述—兼论大别造山带锆石定年[J]. 岩石学报, 2001, 17(1): 129~138.
- Chen Daogong, Li Binxian, Xia Qunke, et al. An evaluation of zircon U-Pb dating for metamorphic rocks and comments on zircon ages of Dabie orogen [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17 (1): 129~138 (in Chinese with English abstract).
- [16] 陆松年, 李惠民. 前寒武纪大陆壳演化示踪[M]. 北京: 地质出版社, 1996. 1~6.
- Lu Songnian, Li Huimin. Tracing of Evolution for Precambrian Continental Crust [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996, 1~6 (in Chinese with English abstract).
- [17] Bachelor R A, Bowden P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multication parameters[J]. Chemical Geology, 1985, 48: 43~45.
- [18] 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. 114~116.
- Bureau of geology and Mineral Resources of Inner Mongolia Autonomous Region. Stratigraphy (lithostratic) of Inner Mongolia Autonomous Region [M]. Wuhan: China University of Geoscience Press, 1996. 114~116. (in Chinese with English abstract).

U-Pb Ages of zircons from the Xi Ulanbulang hypersthene-plagioclase granulite in the North Daqing Mountains, Central Inner Mongolia

ZHANG Yu-qing, WANG Tao, JIA He-yi, ZHANG Zhi-xiang

(Inner Mongolia Institute of Geological Survey, Hohhot 010020, Inner Mongolia, China)

Abstract: The Xi Ulanbulang hypersthene-plagioclase granulite in central Inner Mongolia is regarded as an old granitic intrusion separated from the Caledonian plagiogranite and Variscan granodiorite, as has been determined by regional surveys of the 1:50 000 and 1:250 000 Shilanhada Sheet and Bayan Obo sheet. Single-zircon U-Pb dating of the hypersthene-plagioclase granulite gave discordia and concordia upper and lower intercept ages of $(2\,511.4 \pm 4.9)$ Ma and (818 ± 159) Ma respectively. These ages, combined with the results of regional survey, suggest that the former age represents the age of emplacement of the older granitic intrusion; while the latter represents the age of the superimposed deformational-metamorphic thermal event in the late stage. The two ages give direct evidence for crustal evolution in the Central Daqing Mountains.

Key words: zircon; U-Pb age; hypersthene-plagioclase granulite; Neoproterozoic; Xi Ulanbulang in the north Daqing Mountains, Inner Mongolia

《中国地质》编辑部迁址通知

《中国地质》编辑部已迁至:

北京市西城区阜外大街 45 号中国地质调查局发展研究中心资料楼 308 室

通讯地址:北京市西城区阜外大街 45 号地调局发展研究中心

《中国地质》编辑部

邮政编码: 100037

联系电话: 010-68326446

传 真: 010-68992582

E-mail: zhgdzh@vip.sina.com; wxueming@mail.cgs.gov.cn

《中国地质》编辑部

2003 年 10 月