

陈海东, 黎娇, 景耀祖, 等. 内蒙古中部凉城地区紫苏斜长麻粒岩锆石 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 中国地质, 2014, 41(4):1136-1142.
Chen Haidong, Li Jiao, Jing Yaozu, et al. Zircon U-Pb dating of the hypersthene-plagioclase granulite in Liangcheng area of central Inner Mongolia and its geological significance[J]. Geology in China, 2014, 41(4):1136-1142(in Chinese with English abstract).

内蒙古中部凉城地区紫苏斜长麻粒岩锆石 U-Pb 年龄及地质意义

陈海东¹ 黎娇² 景耀祖¹ 鲁宁¹ 张国忠¹

(1. 内蒙古地质矿产勘查院, 内蒙古呼和浩特市 010010; 2. 赣中南地质矿产勘查研究院, 江西 南昌 330002)

摘要:对内蒙古中部凉城地区的紫苏(二辉)斜长麻粒岩进行了同位素地质年代学、岩石学和岩石地球化学研究,探讨了其形成时代和构造背景。利用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法测得紫苏斜长麻粒岩岩体的年龄为(1935±9)Ma, 属古元古代;研究表明该岩体形成于板内构造环境,在 19 亿年左右,研究区有地幔上涌并伴随玄武质岩浆的底侵作用,底侵玄武质岩浆作为岩体在下地壳就位,并发生麻粒岩相变质作用。

关键词:锆石 U-Pb 年龄;紫苏(二辉)斜长麻粒岩;内蒙古中部凉城地区

中图分类号:P573+.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2014)04-1136-07

凉城位于阴山山脉南麓,是华北克拉通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,研究区内前人研究主要集中于对该区高级变质地层组成特点、分布规律、变质作用特征、其叠置关系方面^[1-2]及高压麻粒岩形成时代和构造意义^[3-4],而对该区岩浆岩的形成时代、构造属性和在前寒武纪地壳演化中的作用研究较少,目前该区仅有少量有关前寒武纪石榴花岗岩的报道^[5-6]。本文在 1:25 万呼和浩特市幅区域地质调查工作的基础上,通过对区内紫苏(二辉)斜长麻粒岩的锆石 U-Pb 年龄、主量元素及微量元素的分析测定,确定了紫苏(二辉)斜长麻粒岩的形成时代,并对其成因和形成的构造环境进行了判断,深化了对该区古元古代构造演化的认识。

1 地质背景

凉城北西紫苏(二辉)斜长麻粒岩是 1:25 万呼

和浩特市幅区域地质调查时重新厘定的变质深成体,称之为脑包回前片麻岩^①,时代置于古元古代(1:20 万凉城幅区域地质调查划为太古宙变质苏长岩)。该岩体主要出露于凉城北西一带(图 1),呈北东向展布,多数呈零星的岩株状产出,形状多不规则,见有少数成脉体产出。该岩体侵入于新太古界集宁岩群沙渠村岩组的片麻岩,与古元古代石榴花岗岩呈侵入接触。

2 岩石学特征和地球化学特征

凉城北西紫苏(二辉)斜长麻粒岩主要岩性为紫苏斜长麻粒岩和二辉斜长麻粒岩(图 2),岩石具柱粒状变晶结构,块状构造。主要矿物成分:斜长石含量为 65%~75%,少量为反条纹长石,钾长石(条纹长石)含量为 5%,紫苏辉石含量为 10%~25%,透辉石含量为 0~25%,石英少量,磁铁矿少量。斜长

收稿日期:2014-02-17;改回日期:2014-03-23

基金项目:中国地质调查局 1:25 万区域地质调查修测项目(1212011120751)资助。

作者简介:陈海东,男,1987 年生,助理工程师,从事区域地质调查工作;E-mail:346089923@qq.com。

①内蒙古自治区地质调查院. 1:25 万呼和浩特市幅区域地质调查报告. 2014.

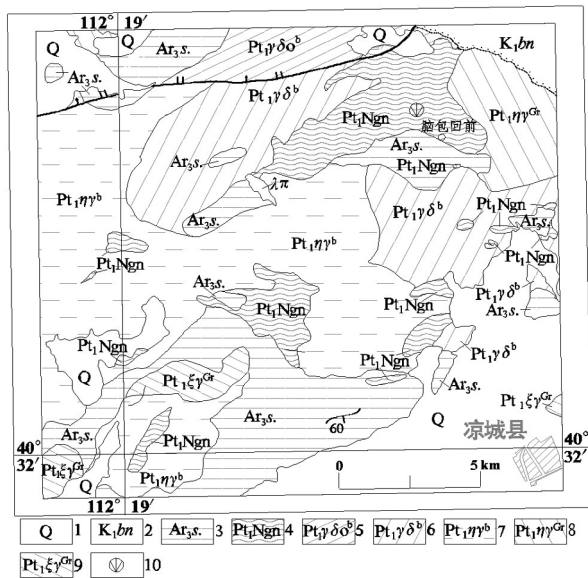


图1 内蒙古中部凉城地区地质简图

1—第四系;2—白女羊盘组;3—集宁岩群沙渠村岩组;4—脑包回前片麻岩;5—变斑状石榴英云闪长岩;6—变斑状石榴花岗闪长岩;7—变斑状石榴二长花岗岩;8—石榴二长花岗岩;9—石榴正长花岗岩;10—同位素采样点

Fig.1 Geological sketch map of Liangcheng area

- 1—Quaternary;
- 2—Bainüyangpan Formation;
- 3—Shaquacun Formation of Jining Group;
- 4—Naobaohuiqian gneiss;
- 5—Porphyroblastic garnet tonalite;
- 6—Porphyroblastic garnet granodiorite;
- 7—Porphyroblastic garnet monzogranite;
- 8—Garnet monzogranite;
- 9—Garnet syenite granite;
- 10—Location of isotope sampling

石0.5~1.5 mm 粒状变晶,发育聚片双晶;紫苏辉石0.5~1.5 mm 柱粒状,浅黄-淡粉色;透辉石0.5~1 mm 柱粒状,淡绿色;钾长石(条纹长石),石英0.3~0.5 mm 粒状。其矿物共生组合有:紫苏辉石+透辉石+斜长石+石英;紫苏辉石+透辉石+斜长石±钾长石±石英;紫苏辉石+钾长石+斜长石+石英,其矿物共生组成均表现为麻粒岩相变质。

紫苏(二辉)斜长麻粒岩主量元素、稀土元素和微量元素分析数据列于表1。其总体特征为:岩石中SiO₂含量为50.02%~59.77%,属中基性岩范围内;TiO₂含量1.27%~2.31%;Al₂O₃含量在14.62%~16.46%,具有富Na₂O,贫K₂O的特征,Na₂O/K₂O值为1.19%~4.17%,全碱含量中等,Na₂O+K₂O主要集中在4.05%~5.06%;在岩浆岩TAS分类图解中几乎全投于辉石闪长岩区(图略),在AFM图解中显示拉斑质的趋势(图3)。该岩体具有较高的稀土总量

(ΣREE=172.31×10⁻⁶~473.60×10⁻⁶),轻重稀土分馏程度较强,重稀土分馏程度较弱,轻稀土相对富集,显负铕异常(图4)。微量元素的N-MORB标准化蛛网图上显示Ba、Hf相对富集,Sr、P相对亏损(图5)。

主量元素和微量元素由河北省区域地质矿产调查研究所实验室分析,稀土元素由北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室分析。

3 样品采集、处理

LA-ICP-MS 锆石U-Pb 测年样品采自紫苏斜长麻粒岩(样品编号D0062-2-2,坐标112°26'28"E,40°38'46"N),样品新鲜。锆石呈粉色,次浑圆柱粒状、断柱状主、个别半自形柱状,晶棱晶面均已钝化,大部分分辨不清,常见铁染,可见凹坑沟槽等溶蚀痕迹,可见柱状不对称的歪晶,粒径以0.02~0.25 mm 主,少数为0.25~0.5 mm,常见固相黑包体。由于锆石结构单一,壳部未见明显的变质环带(图6),显示岩浆结晶锆石的特点^[7]。

先在实验室将样品粉碎至80~100目,按常规方法分选锆石,最后将样品锆石置于环氧树脂中,待固结后抛磨至锆石粒径的大约二分之一,使锆石内部充分暴露,进行锆石阴极发光成像及LA-ICP-MS 锆石微区U-Pb 定年。测试点的选取首先根据锆石反射光和透射光照片进行初选,再与CL 照片反复对比,力求避开内部裂隙和包裹体,以获得较准确的年龄信息。实验数据用PBDAT 和ISO-PLOT^[8]程序计算处理。

4 分析结果

该紫苏斜长麻粒岩中25个LA-ICP-MS 锆石U-Pb 分析结果列于表2,锆石微区记录的²⁰⁷Pb/²³⁸U 年龄比较一致(图7),皆位于谐和线上或谐和线附近,集中变化于1822~1984 Ma,25个分析点的加权平均年龄为(1935±9)Ma。因此这一结果代表了该岩体的形成年龄,而其集中的锆石年龄也表明该麻粒岩的原岩很可能为岩浆岩。所测得的年龄(1935±9)Ma 即代表了紫苏斜长麻粒岩的岩浆岩原岩的形成时间,为古元古代。

5 构造意义讨论

随着1:5万区域地质调查的进一步开展,在研

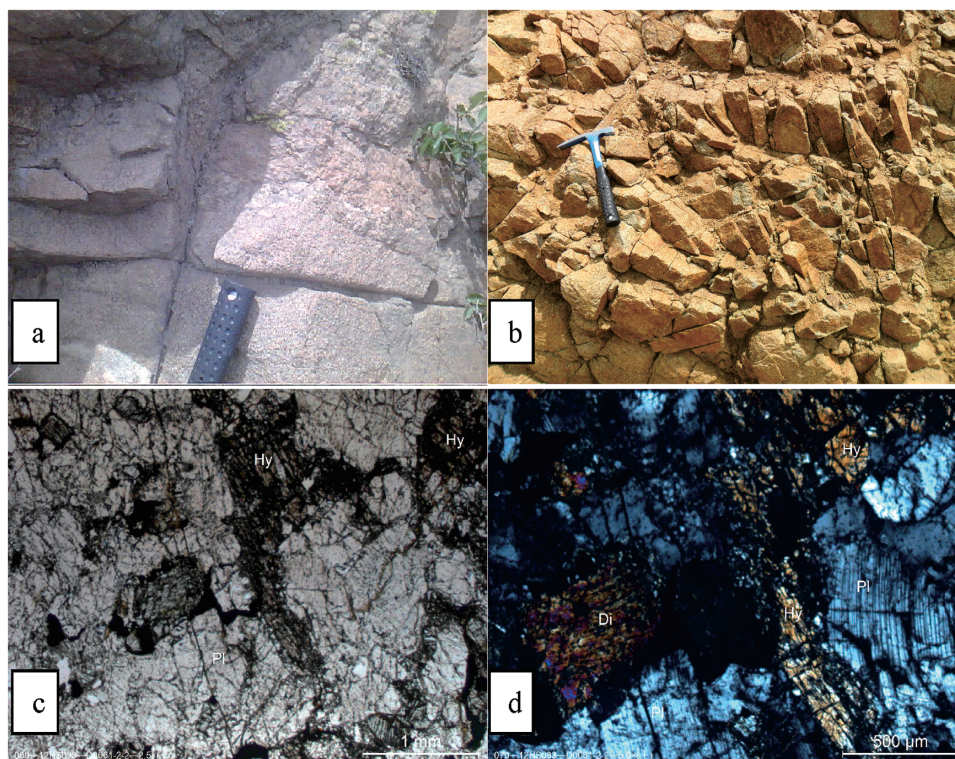


图2 样品宏观照片(a, b)和镜下显微照片(c, d)
 a—紫苏斜长麻粒岩(下)与石榴二长花岗岩(上)呈侵入接触; b—紫苏斜长麻粒岩; c和d为二辉斜长麻粒岩(D0061-2-2)同一位置分别采用单偏光和正交偏光拍摄; Hy—紫苏辉石; Di—透辉石; Pl—斜长石
 Fig.2 Macro-photographs (a, b) and microphotographs (c, d) of samples
 a—Hypersthene-plagioclase granulite (lower) and garnet monzogranite (upper) exhibiting intrusive contact; b—Hypersthene-plagioclase granulite; c and d: Picture c stands for hypersthene-plagioclase granulite, plainlight, Picture d is under crossed nicols at the same location; Hy—Hypersthene; Di—Diopside; Pl—Plagioclase

表1 紫苏(二辉)斜长麻粒岩主量元素(%), 稀土元素和微量元素(10^{-6})分析结果
 Table 1 Whole rock analyses of major (%) and trace elements (10^{-6}) of hypersthene-plagioclase granulite

主量元素														烧失量	总量
样号	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	H ₂ O ⁺			
D049-6-1	53.16	2.97	14.62	3.33	8.17	0.15	2.92	6.45	2.75	2.31	1.61	0.82	1.22	100.48	
D049-23-1	55.32	1.27	16.46	1.15	9.51	0.15	5.68	6.70	1.46	0.37	0.24	1.02	1.58	100.91	
D049-42-1	59.77	1.42	15.27	1.59	7.42	0.13	2.69	5.49	2.35	1.71	0.31	1.04	1.61	100.80	
D0061-2-2	53.89	2.53	15.82	4.48	6.66	0.12	2.28	6.70	2.89	2.05	1.17	0.93	1.14	100.66	
D1104-30-1	50.02	2.90	16.36	2.15	10.61	0.18	3.84	6.56	3.66	0.88	1.56	0.54	1.14	100.40	
稀土元素															
样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ REE
D049-6-1	89.10	180.66	24.95	107.68	23.75	4.30	16.92	2.22	10.84	2.04	5.24	0.75	4.50	0.66	473.60
D049-23-1	42.94	76.29	9.65	36.97	7.97	1.90	6.30	0.89	4.81	1.00	2.88	0.45	2.89	0.46	195.39
D049-42-1	34.32	65.07	8.51	34.33	7.93	2.19	6.21	0.91	5.02	1.03	2.92	0.46	2.94	0.46	172.31
D0061-2-2	60.60	132.72	18.16	79.49	17.59	3.33	12.42	1.73	8.80	1.69	4.44	0.66	3.98	0.60	346.19
D1104-30-1	61.11	97.48	10.26	40.01	9.20	2.17	7.12	0.90	4.54	0.88	2.37	0.38	2.60	0.41	239.43
微量元素															
样号	Rb	Sr	Ba	Nb	Ta	Zr	Hf	Th	U	Y					
D049-6-1	43.48	569.81	2268.00	54.35	2.03	415.90	23.12	1.24	0.16	49.84					
D049-23-1	5.88	334.59	435.50	14.03	0.69	208.10	5.52	2.13	0.39	26.05					
D049-42-1	41.12	330.51	1118.00	20.56	0.77	295.40	7.46	1.05	0.25	25.55					
D0061-2-2	42.80	478.04	1362.00	42.47	2.30	259.90	11.08	1.25	0.14	40.75					

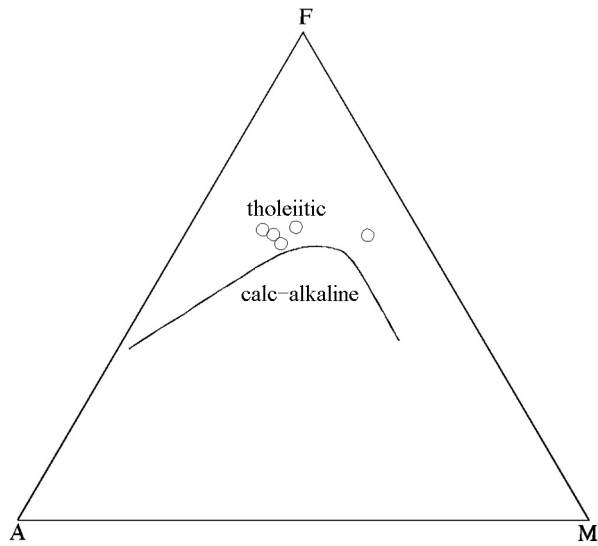


图3 紫苏(二辉)斜长麻粒岩的FAM图解
Fig.3 FAM of hypersthene-plagioclase granulite

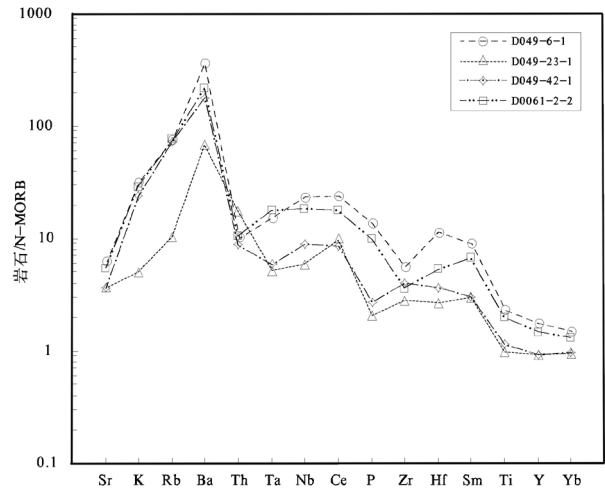


图5 原始地幔标准化蛛网图
(原始地幔数据值据 Sun & McDonough, 1989)
Fig.5 N-MORB normalized spider diagram of hypersthene-plagioclase granulite
(normalization values after Sun & McDonough, 1989)

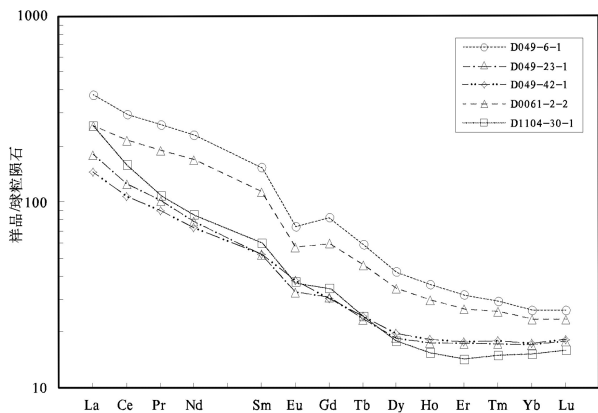


图4 球粒陨石标准化稀土分配模式(球粒陨石数据值据 Sun & McDonough, 1989)
Fig.4 Chondrite-normalized REE patterns of hypersthene-plagioclase granulite (normalization values after Sun & McDonough, 1989)

究区北部获得了不少同位素定年数据。如西乌兰不浪紫苏斜长麻粒岩锆石U-Pb不一致线上交点年龄为(2511.4±4.9)Ma^⑨;朱拉沟附近麻粒岩锆石U-Pb不一致上交点年龄为(2462±9)Ma^⑩;黑龙江基

性麻粒岩锆石U-Pb不一致线上交点年龄为(2648.5±4.6)Ma^⑪;料木山黑云母花岗岩SHRIMP U-Pb年龄为(2430±19)Ma^⑩。认为在25亿年地质事件在华北克拉通北缘应是一期广泛的微陆块拼合事件,阴山微陆块与鄂尔多斯微陆块碰撞造山。本文紫苏斜长麻粒岩锆石U-Pb同位素年代学分析表明,该岩体形成于(1935±9)Ma,在该岩体周围的石榴花岗岩取得大量锆石U-Pb同位素年龄为(1923~1933)Ma,这些同位素年龄表明,本区19亿年左右发生过一次大规模的区域性热事件,即以古元古代为主的年代信息。对该岩体的岩石学、岩石化学及地球化学特征分析表明,该岩体为具麻粒岩相变质的中基性岩浆岩,具有高TiO₂,低Al₂O₃,高Nb、Ta、Zr、Hf和陡的REE型的特征,类似板内玄武岩的地球化学特征^[11],在Zr-TiO₂图解中全投于板内环境(图8)。综上所述,约在1935 Ma研究区有地幔上涌并伴随玄武质岩浆的底侵作用,底侵玄武质岩浆作为岩体在地下壳就位,并发生麻粒岩相变质作用,这与翟明国等^[12]认识相一致。

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.1992.

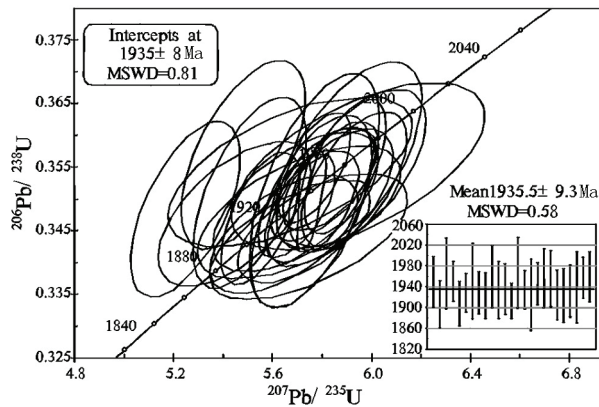


图7 紫苏斜长麻粒岩的锆石U-Pb同位素年龄谱和图
Fig.7 Zircon U-Pb concordia diagram of hypersthene-plagioclase granulite

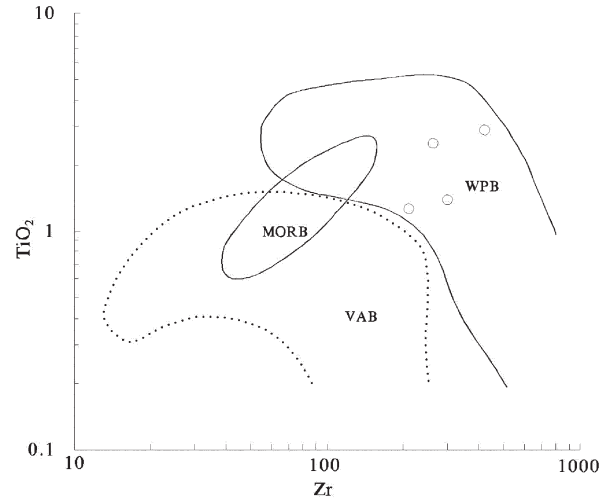


图8 紫苏(二辉)斜长麻粒岩的Zr-TiO₂图解(据Pearce和Cann, 1973)

Fig.8 Zr-TiO₂ diagram of hypersthene-plagioclase granulite (after Pearce & Cann, 1973)

6 结论

(1)凉城地区紫苏(二辉)斜长麻粒岩LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄表明其形成时代为古元古代。

(2)凉城地区紫苏(二辉)麻粒岩形成于板内环境,约在1935 Ma研究区有地幔上涌并伴随玄武质岩浆的底侵作用,底侵玄武质岩浆作为岩体在下地壳就位,并发生麻粒岩相变质作用。

致谢:审稿专家及编辑老师对本文提出了详尽的修改意见,受益匪浅,深表谢意。

参考文献(References):

- [1] 杨振升,徐仲元,刘正宏,等.高级变质区岩石地层系统建立的思考与实践——以内蒙古大青乌拉山地区为例[J].中国地质,2003,30(4):343-351.
Yang Zhensheng, Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, et al. Consideration and practice of the construction of litho stratigraphic systems in high-grade metamorphic terrains——A case study in the Daqingshan-Wulashan area[J]. Geology in China, 2003, 30(4): 343-351 (in Chinese with English abstract).
- [2] 徐仲元,刘正宏,杨振升,等.内蒙古中部大青山—乌拉山地区孔兹岩系的变质地层结构及动力学意义[J].地质通报,2007,26(5):526-536.
Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, Yang Zhensheng, et al. Structure of metamorphic strata of khondalite series in the Daqingshan-Wulan area, central Inner Mongolia, China, and their geodynamic implications[J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(5): 526-536 (in Chinese with English abstract).
- [3] 翟明国,郭敬辉,阎月华,等.中国华北太古宙高压基性麻粒岩的发现及初步研究[J].中国科学(B辑),1992,(12):1325-1330.

Zhai Mingguo, Guo Jinghui, Yan Yuehua, et al. High pressure mafic granulites of Archean in the North China finds and the preliminary studies[J]. Science in China (Series B), 1992, (12): 1325-1330 (in Chinese).

- [4] 王仁民,陈珍珍,陈飞.恒山灰色片麻岩和高压麻粒岩包体及其地质意义[J].岩石学报,1991,7(4):36-45.
Wang Renmin, Chen Zhenzhen, Chen Fei. Grey tonalitic gneiss and High-pressure granulite inclusions in Hengshan, Shanxi Province, and their geological significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 1991, 7(4): 36-45 (in Chinese with English abstract).
- [5] 宋海峰,徐仲元,刘正宏.内蒙古大青山地区石榴混合花岗岩岩石地球化学特征及成因[J].岩石矿物学杂志,2005,24(5):389-495.
Song Haifeng, Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong. Geochemical characteristics and origin of garnet migmatitic granites in Daqingshan area, Inner Mongolia[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2005, 24(5): 389-415 (in Chinese with English abstract).
- [6] 钟长汀.华北克拉通北缘中段古元古代花岗岩类地球化学、年代学与构造意义[D].北京:中国地质大学,2006.
Zhong Changting. Paleoproterozoic Granitoids from Central Segment of North China Craton: Geochemistry, Geochronology and Tectonic Significance[D]. Beijing: China University of Geosciences, 2006 (in Chinese with English abstract).
- [7] 李长民.锆石成因矿物学与锆石微区定年综述[J].地质调查与研究,2009,33(3):161-170.
Li Changmin. A review on the minerageny and situ microanalytical dating techniques of zircon[J]. Geological Survey and Research, 2009, 33(3): 161-170 (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 zircons dating of granitic gneisses in eastern Dabeishan Mountains, Central China[J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37(2): 165-173(in Chinese with English abstract).
- [9] 张玉清, 王毅, 贾和义, 等. 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[J]. 中国地质, 2003, 30(4): 394-399.
- Zhang Yuqing, Wang Tao, Jia Heyi, et al. U-Pb Ages of zircons from the Xi Ulanbulang Hypersthene-plagioclase Granulite in the North Daqing Mountains, Central Inner Mongolia[J]. Geology in China, 2003, 30(4): 394-399 (in Chinese with English abstract).
- [10] 张臣, 韩宝福, 刘树文, 等. 内蒙大青山地区黑云母花岗岩 SHRIMP U-Pb 定年及其构造意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(3): 561-567.
- Zhang Chen, Han Baofu, Liu Shuwen, et al. SHRIMP U-Pb dating of bloutite granites in Daqingshan, Inner Mongolia, and its significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(3): 561-567(in Chinese with English abstract).
- [11] 叶天竺, 张智勇, 肖庆辉, 等. 成矿地质背景研究技术要求[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 186-192.
- Ye Tianzhu, Zhang Zhiyong, Xiao Qinghui, et al. Technology and Requirements of Study on the Metallogenic Geological Background[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010: 186-192(in Chinese).
- [12] 翟明国, 彭澎. 华北克拉通古元古代构造事件[J]. 岩石学报, 2007, 23(11): 2665-2682.
- Zhai Mingguo, Peng Peng. Paleoproterozoic events in the North China Craton[J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(11): 2665-2682(in Chinese with English abstract).

Zircon U-Pb dating of the hypersthene-plagioclase granulite in Liangcheng area of central Inner Mongolia and its geological significance

CHEN Hai-dong¹, LI Jiao², JING Yao-zu¹, LU Ning¹, ZHANG Guo-zhong¹

(1. Inner Mongolia Institute of Geological Survey and Mineral Exploration, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China; 2. Institute of Geological and Mineral Exploration of Central South Jiangxi, Nanchang 330002, Jiangxi, China)

Abstract: Geochronology, petrology and petro-geochemistry of hypersthene-plagioclase granulite from Liangcheng area of central Inner Mongolia were investigated, and its forming age and tectonic background were discussed. The age of hypersthene-plagioclase granulite dated by LA-ICP-MS U-Pb of zircons is (1935±9) Ma, indicating that it was formed in Paleoproterozoic. Research shows that the rock mass was formed in a plate tectonic environment, the study area experienced mantle upwelling accompanied by underplating basaltic magma about 19 billion years ago, and the basaltic magma was intruded into the lower crust and caused the granulite facies metamorphism.

Key words: U-Pb zircon age; hypersthene-plagioclase granulite; Liangcheng area of central Inner Mongolia

About the first author: CHEN Hai-dong, male, born in 1987, engineer, engages in regional geological survey; E-mail: 346089923@qq.com.