

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

辽宁抚顺—清原地区太古宙岩石 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学及其地质意义

万渝生^{1,2)}, 宋彪^{1,2)}, 杨淳¹⁾, 刘敦一^{1,2)}

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 北京离子探针中心, 100037

内容提要: 本文对辽宁抚顺、清原地区太古宙表壳岩系和 TTG 花岗质岩石进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定。角闪变粒岩 LQ0107 和 LF0107 岩浆锆石年龄分别为 2515 ± 6 Ma 和 2510 ± 7 Ma。角闪变粒岩 LQ0104 变质锆石年龄为 2479 ± 5 Ma。深熔片麻状 TTG 花岗岩 LF0106 内核残余锆石年龄为 2528 ± 27 Ma, 大致代表了熔融母岩 TTG 花岗岩的形成时代, 外带新生锆石年龄为 2477 ± 13 Ma, 代表了深熔作用时代。片麻状 TTG 花岗岩 LQ0110 内核残余锆石年龄 2556 ± 18 Ma, 很可能为熔融母岩中酸性火山岩的形成时代, 外带新生锆石年龄 2469 ± 19 Ma 为深熔作用时代。研究表明, 辽北地区太古宙基底主要由新太古宙岛弧系统火山物质组成, 不存在以往认为的大范围分布的中太古代穹窿, 但不排除存在少量新太古宙以前古老物质的可能。辽北新太古宙弧陆碰撞增生型造山带为华北克拉通太古宙晚期吉(吉林)—辽(辽宁)—冀(河北)(弧陆碰撞增生型)造山带的重要组成部分。洋壳俯冲时间为 $2.51 \sim 2.56$ Ga, 弧陆碰撞时间为 $2.47 \sim 2.48$ Ga, 总的演化时间约为 100 Ma 左右。

关键词: SHRIMP; 锆石年代学; 太古宙; 碰撞造山带; 抚顺—清原地区; 辽宁

辽宁抚顺、清原(辽北)地区为华北克拉通太古宙基底主要出露区之一。以往认为该区存在中太古代高级区和新太古代绿岩带两种不同地壳类型。中太古代高级区主体分布于浑河断层以南, 主要由 TTG (tonalite-trondhjemite-granodiorite) 片麻状花岗质岩石组成。高角闪岩相-麻粒岩相变质表壳岩系以不同规模残余体存在于花岗质岩石中, 称为浑南群(沈保丰等, 1994)。小莱河斜长角闪岩 2.99 Ga 角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄(王松山等, 1987)和 3.02 ± 0.02 Ga 全岩 Sm-Nd 等时线年龄(李俊建等, 2000)是辽北地区存在中太古代地质体的主要依据。绿岩带主要分布于浑河断层以北, 由 TTG 和表壳岩系组成。表壳岩系变质程度主要为角闪岩相, 称为清原群(沈保丰等, 1994)。但是, 在线金厂等地也有麻粒岩和紫苏花岗岩存在。斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线年龄为 2.84 ± 0.05 Ga, 侵入清原群的 TTG 花岗质岩石锆石年龄多在 $2.50 \sim 2.55$ Ga 范围内(李俊建等, 2000)。

近年来研究表明, 华北克拉通在太古宙晚期存在强烈碰撞造山作用, 不同古老陆块相互碰撞拼合形成了初步统一的华北克拉通太古宙基底。但碰撞

造山带空间分布的具体厘定存在不同认识。一种认为, 碰撞造山带从辽北经鞍山、冀东再向南到山东鲁西(吉—辽—鲁岛弧带, 伍家善等, 1998), 另一种认为, 碰撞造山带从辽北经鞍山、冀东再向西南到山西五台和河南开封(中部造山带, Central Orogenic Belt; Kusky et al., 2001; Li et al., 2002)。不论哪一种划分方案, 都认为辽北地区是华北克拉通太古宙晚期碰撞造山带的重要组成部分。

显然, 辽北地区太古宙同位素年代学研究不但对了解该区自身早期地壳演化具有重要意义, 对确定华北克拉通太古宙晚期碰撞造山作用发生发展的时间序列也十分必要。本文对辽北地区太古宙表壳岩系和花岗质岩石进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学研究。结果表明以往认为的中太古代地质体, 其形成时代主要为新太古代。该研究为华北克拉通太古宙晚期碰撞造山作用时代的确定提供了新资料。

1 地质背景

根据新的研究, 图1给出了辽北地区太古宙地质简图。与以往主要不同之处是把原浑南群和清原群合并, 统称为清原群, 时代为新太古代。浑河断层

注: 本文为国土资源部重点项目(编号 DKD2001020-3, 20010209 和 DKD9904011)资助的成果。

收稿日期: 2004-02-11; 改回日期: 2004-06-23; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 万渝生, 男, 1958年生。博士, 研究员。主要从事同位素年代学和地球化学研究。Email: wanyusheng@bjshrmp.cn。

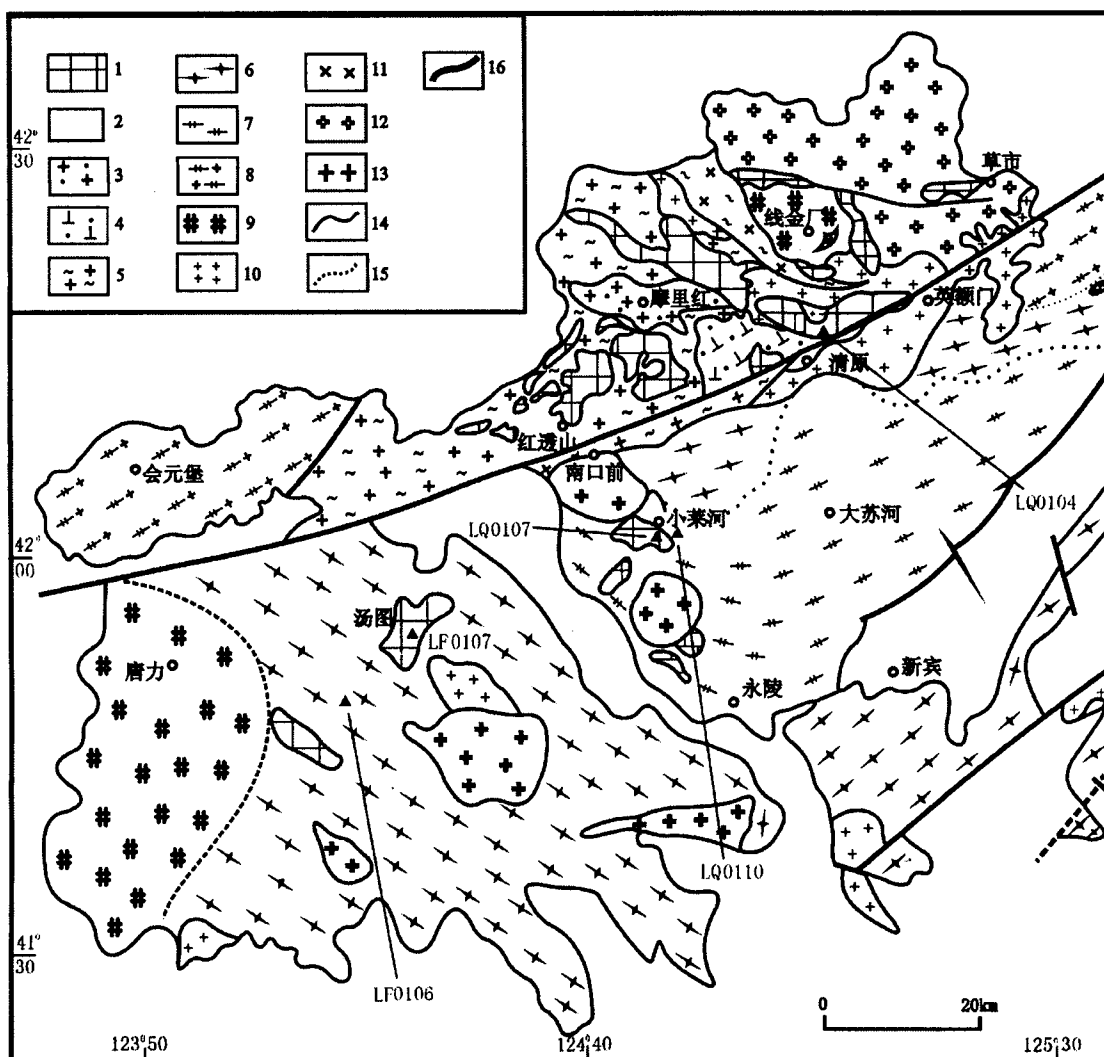


图 1 辽北地区太古宙地质图(据沈保丰等,1994修改简化)

Fig. 1 Sketch geological map of the Fushun—Qingyuan area, Northern Liaoning Province(modified from Shen et al., 1994)

1—清原群; 2—第四系; 3~10—新太古代花岗质岩石: 3—英云闪长岩, 4—花岗闪长岩, 5—英云闪长—奥长花岗岩, 6—英云闪长质片麻岩, 7—花岗闪长质片麻岩, 8—奥长花岗质片麻岩, 9—紫苏花岗岩, 10—钾质花岗岩; 11—变质辉长岩; 12—华力西期花岗岩; 13—燕山期花岗岩; 14—地质界线; 15—渐变或推测地质界线; 16—断层; ▲—取样位置
1—Qingyuan Group; 2—Quaternary; 3~10—Neoproterozoic granitoids: 3—tonalite, 4—granodiorite, 5—tonalite-trondhjemite, 6—tonalitic gneiss, 7—granodioritic gneiss, 8—trondhjemitic gneiss, 9—charnockite, 10—potassium granite; 11—metamorphic gabbro; 12—Variscan granite; 13—Yanshanian granite; 14—geological line; 15—shading or speculating geological line; 16—fault; ▲—sample locations

不具备划分太古宙不同时代基底的构造意义,其南北两侧太古宙基底的形成时代、岩石组合、变质变形可以对比。但是,与浑河断层南侧相比,其北侧太古宙基底表壳岩系出露更多,角闪岩相变质体比例更大,有一定差异存在。

小莱河、汤图、通什、清原北部等地的表壳岩系较多出露。(透辉)斜长角闪岩、(透辉)角闪变粒岩、黑云变粒岩互层产出,在小莱河还有条带状磁铁矿石英岩存在。变质原岩为拉斑玄武岩、安山岩、英安岩

及相应的火山碎屑沉积岩组合。变质沉积岩系在红透山等地较多出露,变质地层主要由不同类型变粒岩组成,也有一定数量斜长角闪岩存在。

辽北太古宙基底 TTG 花岗质岩石广泛分布,比例在80%以上。图1示意性给出了不同类型 TTG 花岗质岩石的空间分布,总体上具穹窿构造产出特征(沈保丰等,1994)。紫苏花岗岩主要分布在抚顺唐力和清原线金厂一带,与麻粒岩共生。

2 测定方法

锆石年龄测定在北京离子探针中心 SHRIMP II 上完成。分析流程与 Compston 等(1984)所述类似,请参见宋彪等(2002)的文章。一次离子流 O_2^- 强度为 9nA。标准样为 SL13 和 TEM。标准样和待测样之比为 1:3~1:4。每个年龄数据为 5 组扫描。用 ^{204}Pb 作年龄校正。数据处理采用 SQUID1.03d 和 ISOPLOT 程序。表 1 和图 2 中所给出单个数据的误差为 1σ 。图 3 和文中年龄平均值误差为 2σ (95%置信度)。

3 锆石特征和测定结果

3.1 角闪变粒岩(LQ0107)

样品采自抚顺小菜河铁矿区。角闪变粒岩与斜长角闪岩、BIF 互层产出,斜长角闪岩占有更大比例。角闪变粒岩主要矿物为角闪石、斜长石。角闪石大部分呈黄褐色,少量形成较晚的角闪石呈绿色。锆石呈等轴状或近等轴状,细粒(图 2a),部分锆石表面有压痕存在。锆石背散射(BSE)图像无明显内部结构,部分锆石边部存在增生现象(图 2b)。12 颗锆石 13 个数据点分析,U、Th 含量和 Th/U 值变化很大,分别为 $52 \times 10^{-6} \sim 1358 \times 10^{-6}$, $8 \times 10^{-6} \sim 232 \times 10^{-6}$ 和 0.01~2.19(表 1)。一些锆石结构上较难区分是岩浆或变质成因,但一些数据点 Th/U 值小于 0.1,有可能为变质成因。尽管锆石 U、Th 含量及 Th/U 值变化很大,但年龄却十分一致。除去偏离的 9.1 外,其余 12 个数据点集中分布在谐合线上或其附近(图 3a), $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2515 ± 6 Ma。岩浆锆石和变质锆石年龄十分相近,表明变质作用在表壳岩系形成后马上就发生了。

3.2 角闪变粒岩(LF0107)

样品采自抚顺汤图。角闪变粒岩与斜长角闪岩互层产出,主要组成矿物为角闪石、斜长石和少量透辉石、石英。锆石形态特征与样品 LQ0107 的类似。阴极发光(CL)图像中锆石内部结构不明显,也有增生边存在(图 2c)。8 颗锆石 9 个数据点分析,U、Th 含量和 Th/U 值分别为 $63 \times 10^{-6} \sim 156 \times 10^{-6}$, $14 \times 10^{-6} \sim 71 \times 10^{-6}$ 和 0.20~0.52(表 1)。除 5.1 明显反向外,其余 8 个数据点集中分布在谐合线上(图 3b),给出 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 平均年龄 2510 ± 7 Ma,为火山作用和相应表壳岩系形成的年龄记录。

3.3 角闪变粒岩(LQ0104)

样品采自清原北部清原群主体出露区,角闪变

粒岩和斜长角闪岩互层产出。主要矿物为角闪石和斜长石。锆石粒度细小,近等轴状,背散射图像无明显内部结构(图 2d)。14 个数据点分析,U、Th 含量和 Th/U 值分别为 $1113 \times 10^{-6} \sim 2204 \times 10^{-6}$, $57 \times 10^{-6} \sim 350 \times 10^{-6}$ 和 0.03~0.29。除数据点 1.1 的 Th/U 值为 0.29 外,其余数据点 Th/U 值都小于 0.1(表 1)。部分锆石存在一定程度铅丢失(图 3c)。选择铅丢失较弱的 12 个数据点, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2479 ± 5 Ma。由于锆石具变质锆石的形态和组成特征,该年龄为角闪变粒岩的变质年龄,而不反映角闪变粒岩变质原岩所代表的火山作用和表壳岩系形成时代。数据点 1.1 的 Th/U 值为 0.29, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 2.49Ga,可能部分继承了原岩浆锆石的特点。

3.4 深熔片麻状 TTG 花岗岩(LF0106)

样品采自抚顺上马乡。岩石遭受深熔作用强烈影响,呈条带状、条痕状,具混合岩外貌特征。这类花岗岩质岩石在区域上广泛分布,主要由斜长石、石英、钾长石、黑云母组成。锆石粒度较大,晶棱晶面清楚,具岩浆锆石形态特征(图 2e)。CL 图像中,锆石内部常见内核,形态规则或不规则,部分具岩浆环带(图 2f)。9 个内核锆石数据点 U、Th 含量和 Th/U 值分别为 $63 \times 10^{-6} \sim 692 \times 10^{-6}$, $21 \times 10^{-6} \sim 2265 \times 10^{-6}$ 和 0.27~3.40(表 1)。部分锆石存在不同程度铅丢失(图 3d),9 个数据点 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2530 ± 22 Ma。如选择靠近谐合线上交点的 6 个数据点(1.1, 2.1, 3.1, 4.1c, 8.1, 9.1), $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2528 ± 27 Ma,与前者无明显区别。锆石外带则为 CL 无结构的暗色边,有的整粒锆石都呈暗色。5 个数据点(1.1, 2.2, 7.2, 8.2, 9.2)分析,U、Th 含量和 Th/U 值分别为 $370 \times 10^{-6} \sim 1647 \times 10^{-6}$, $38 \times 10^{-6} \sim 184 \times 10^{-6}$ 和 0.03~0.27(表 1),存在不同程度铅丢失(图 3d)。 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2477 ± 13 Ma。

3.5 片麻状 TTG 花岗岩(LQ0110)

样品采自小菜河东。岩石具片麻状,主要由斜长石、石英、钾长石、黑云母组成。锆石形态和 CL 结构(图 2g、h)与样品 LF0106 相似,但粒度细小一些。内核锆石和外带锆石数据点分布与样品 LF0106 也相似。内核锆石 11 个数据点分析,U、Th 含量和 Th/U 值分别为 $107 \times 10^{-6} \sim 2110 \times 10^{-6}$, $51 \times 10^{-6} \sim 2091 \times 10^{-6}$ 和 0.24~1.12(表 1)。部分数据点存在不同程度铅丢失(图 3e)。以 6 个靠近上交点的数据点(3.1, 5.1, 6.1, 9.1, 10.2, 12.1)作 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄

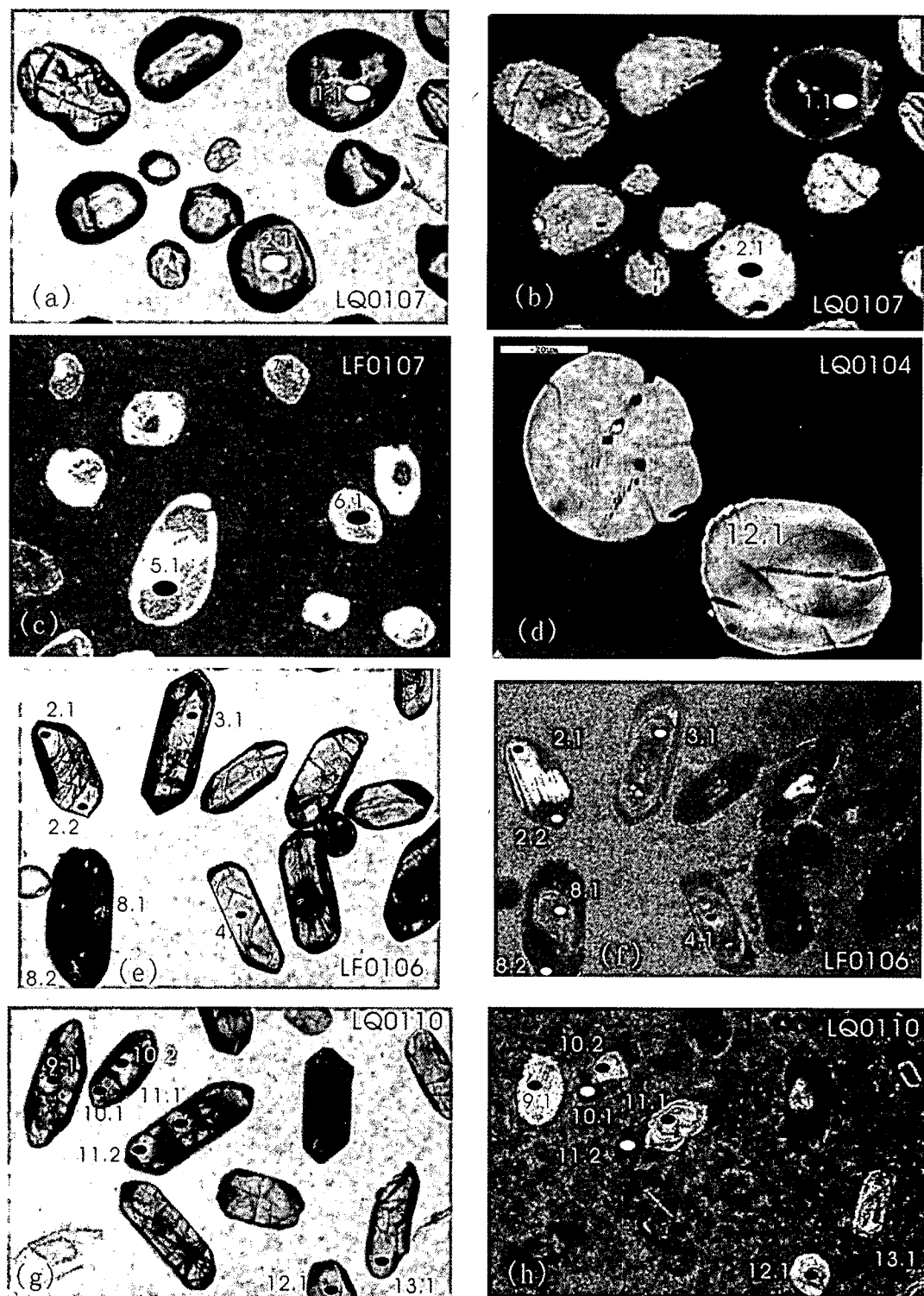


图 2 辽宁抚顺、清原地区太古宙岩石锆石形态和结构图

Fig. 2 Shapes and textures of zircons from Archean rocks in the Fushun—Qingyuan area, Liaoning Province

(a), (b) 一角闪变粒岩 (LQ0107) 透射光和背散射图像, 锆石 2 直径约为 100 μm; (c) 一角闪变粒岩 (LF0107) 阴极发光 (CL) 图像, 比例与图 (a) 和 (b) 的大致相同; (d) 一角闪变粒岩 (LQ0104) 背散射图像, 图中比例尺为 20 μm; (e), (f) 一深熔片麻状 TTG 花岗岩 (LF0106) 透射光和 CL 图像, 锆石 3 宽度约为 140 μm; (g), (h) 一片麻状 TTG 花岗岩 (LQ0110) 透射光和 CL 图像, 锆石 9 宽度约为 100 μm

(a) and (b)—transmitted light and BSE (backscattered electron) images of zircons from hornblende leptylite (LQ0107), diameter of zircon 2 is about 100 μm; (c)—CL image of zircons from hornblende leptylite (LF0107), proportion is nearly same as a and b; (d)—BSE image of zircons from hornblende leptylite (LQ0104), the scale is 20 μm; (e) and (f)—transmitted light and CL images of zircons from anatectic gneissic TTG rock (LF0106), the width of zircon 3 is about 140 μm; (g) and (h)—transmitted light and CL images of zircons from gneissic TTG rock (LQ0110), width of zircon 9 is about 100 μm

表 1 辽宁抚顺、清原地区太古宙岩石锆石 SHRIMP U-Pb 测定结果

Table 1 Zircon SHRIMP U-Pb isotope data of Archaean rocks from the Fushun—Qingyuan area, Liaoning Province

样点	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (%)	U ($\times 10^{-6}$)	Th ($\times 10^{-6}$)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*$ ($\times 10^{-6}$)	^{206}Pb 年龄 (Ma)	^{207}Pb 年龄 (Ma)	不平衡度 (%)	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	$\pm\%$	相关 误差
角闪变粒岩 (LQ0107)																	
1.1	0.51	52	39	0.79	20.6	2447 ± 44	2513 ± 16	3	2.166	2.2	0.1655	0.96	10.53	2.4	0.462	2.2	0.915
2.1	0.01	1358	17	0.01	555	2508 ± 42	2520 ± 2.5	1	2.103	2.0	0.16624	0.15	10.90	2.0	0.4755	2.0	0.997
3.1	0.03	535	98	0.19	226	2581 ± 43	2525 ± 4.0	-2	2.031	2.0	0.16667	0.24	11.31	2.1	0.492	2.0	0.993
4.1	0.02	876	20	0.02	363	2539 ± 43	2510 ± 3.8	-1	2.072	2.0	0.16527	0.23	11.00	2.0	0.4826	2.0	0.994
5.1	0.03	1193	8	0.01	508	2594 ± 43	2526 ± 3.1	-3	2.018	2.0	0.16681	0.19	11.40	2.0	0.495	2.0	0.996
5.2	0.10	386	45	0.12	173	2701 ± 46	2514 ± 5.8	-7	1.922	2.1	0.16566	0.35	11.89	2.1	0.520	2.1	0.986
6.1	0.08	187	274	1.51	74.4	2450 ± 45	2484 ± 8.8	1	2.162	2.2	0.16268	0.52	10.37	2.3	0.462	2.2	0.973
7.1	0.10	331	120	0.37	138	2543 ± 43	2508 ± 5.1	-1	2.068	2.1	0.16506	0.30	11.01	2.1	0.4836	2.1	0.989
8.1	0.05	650	13	0.02	263	2489 ± 42	2507 ± 4.6	1	2.122	2.0	0.16489	0.27	10.71	2.1	0.4712	2.0	0.991
9.1	0.41	109	232	2.19	42.3	2387 ± 43	2427 ± 12	2	2.231	2.1	0.1573	0.72	9.72	2.3	0.4482	2.1	0.947
10.1	0.02	908	35	0.04	370	2500 ± 42	2513 ± 3.6	0	2.111	2.0	0.16550	0.21	10.81	2.0	0.4738	2.0	0.995
11.1	0.11	433	16	0.04	181	2553 ± 43	2502 ± 4.7	-2	2.058	2.0	0.16444	0.28	11.02	2.1	0.4860	2.0	0.991
12.1	0.02	394	43	0.11	159	2483 ± 42	2512 ± 4.7	1	2.129	2.0	0.16546	0.28	10.72	2.1	0.4698	2.0	0.991
角闪变粒岩 (LF0107)																	
1.1	0.06	101	26	0.27	42.7	2574 ± 46	2511 ± 10	-3	2.038	2.1	0.1653	0.62	11.19	2.2	0.491	2.1	0.960
1.2	0.03	141	63	0.46	57.8	2510 ± 44	2519 ± 9.0	0	2.101	2.1	0.16608	0.53	10.90	2.2	0.476	2.1	0.970
2.1	0.08	156	62	0.41	64.4	2532 ± 44	2500 ± 8.9	-1	2.079	2.1	0.16427	0.53	10.89	2.2	0.481	2.1	0.970
3.1	0.00	63	23	0.38	26.0	2516 ± 45	2509 ± 13	0	2.094	2.2	0.1652	0.79	10.88	2.3	0.477	2.2	0.940
4.1	0.03	135	68	0.52	56.0	2534 ± 44	2521 ± 9.0	-1	2.077	2.1	0.16629	0.54	11.04	2.2	0.481	2.1	0.969
5.1	0.06	73	14	0.20	35.9	2923 ± 67	2531 ± 15	-15	1.743	2.9	0.1673	0.89	13.23	3.0	0.574	2.9	0.955
6.1	0.13	104	47	0.46	45.1	2632 ± 46	2512 ± 11	-5	1.983	2.1	0.1654	0.66	11.50	2.2	0.504	2.1	0.955
7.1	0.12	150	71	0.49	61.5	2519 ± 44	2501 ± 9.4	-1	2.092	2.1	0.16436	0.56	10.83	2.2	0.478	2.1	0.967
8.1	0.32	73	32	0.45	30.9	2570 ± 46	2508 ± 15	-2	2.042	2.2	0.1650	0.89	11.14	2.4	0.490	2.2	0.927
角闪变粒岩 (LQ0104)																	
1.1	0.02	1258	350	0.29	519	2527 ± 31	2494 ± 4.5	-1	2.084	1.5	0.16372	0.27	10.83	1.5	0.4798	1.5	0.984
2.1	—	1590	107	0.07	594	2328 ± 28	2469.1 ± 3.4	6	2.299	1.4	0.16127	0.20	9.67	1.4	0.4350	1.4	0.990
3.1	0.05	1926	110	0.06	778	2482 ± 29	2476 ± 3.0	0	2.129	1.4	0.16190	0.18	10.49	1.4	0.4697	1.4	0.992
4.1	0.00	2104	62	0.03	866	2524 ± 31	2481 ± 2.9	-2	2.086	1.5	0.16239	0.17	10.73	1.5	0.4793	1.5	0.993
5.1	0.00	2021	64	0.03	809	2465 ± 29	2477 ± 3.4	0	2.146	1.4	0.16200	0.20	10.41	1.4	0.4659	1.4	0.990
6.1	0.08	1113	88	0.08	425	2367 ± 28	2489 ± 4.2	5	2.253	1.4	0.16322	0.25	9.99	1.4	0.4438	1.4	0.985
7.1	0.02	1401	81	0.06	550	2424 ± 29	2470 ± 3.7	2	2.191	1.4	0.16132	0.22	10.15	1.4	0.4565	1.4	0.988
8.1	0.04	1492	101	0.07	565	2352 ± 28	2448 ± 3.6	4	2.271	1.4	0.15931	0.21	9.67	1.4	0.4402	1.4	0.989
9.1	0.02	1618	109	0.07	682	2572 ± 30	2474 ± 3.4	-4	2.040	1.4	0.16175	0.20	10.93	1.4	0.4903	1.4	0.990
10.1	0.00	1869	74	0.04	750	2470 ± 29	2486 ± 3.0	1	2.142	1.4	0.16287	0.18	10.48	1.4	0.4669	1.4	0.992
11.1	0.01	1980	66	0.03	807	2502 ± 29	2482 ± 2.9	-1	2.108	1.4	0.16250	0.17	10.63	1.4	0.4743	1.4	0.993
12.1	0.00	1251	74	0.06	490	2420 ± 29	2487 ± 3.6	3	2.195	1.4	0.16302	0.22	10.24	1.4	0.4555	1.4	0.989
13.1	0.01	1481	57	0.04	593	2468 ± 29	2475 ± 3.3	0	2.144	1.4	0.16185	0.19	10.41	1.4	0.4664	1.4	0.991
14.1	0.06	2204	71	0.03	787	2240 ± 27	2433 ± 6.1	8	2.406	1.4	0.15785	0.36	9.04	1.5	0.4155	1.4	0.969
深熔片麻状 TTG 花岗岩 (LF0106)																	
1.1	0.02	1410	38	0.03	488	2182 ± 38	2474 ± 3.3	12	2.482	2.0	0.16173	0.19	8.98	2.0	0.4029	2.0	0.996
1.2	0.05	692	2265	3.38	262	2349 ± 44	2487 ± 7.5	6	2.275	2.3	0.16304	0.44	9.88	2.3	0.4396	2.3	0.981
2.1	0.13	63	21	0.34	25.8	2495 ± 49	2529 ± 14	1	2.116	2.4	0.1671	0.84	10.89	2.5	0.473	2.4	0.942
2.2	0.04	370	97	0.27	154	2548 ± 43	2503 ± 5.6	-2	2.063	2.1	0.16452	0.33	11.00	2.1	0.4848	2.1	0.987
3.1	0.06	235	131	0.58	98.2	2552 ± 44	2518 ± 6.8	-1	2.059	2.1	0.16601	0.40	11.12	2.1	0.486	2.1	0.981
4.1C	0.09	152	66	0.45	66.3	2642 ± 46	2557 ± 9.1	-3	1.974	2.1	0.16988	0.54	11.87	2.2	0.507	2.1	0.968
5.1C	0.40	85	279	3.40	25.0	1894 ± 39	2522 ± 27	25	2.927	2.4	0.1664	1.6	7.84	2.9	0.3416	2.4	0.833
6.1C	0.02	361	350	1.00	100.0	1805 ± 33	2553 ± 10	29	3.094	2.1	0.1695	0.60	7.55	2.2	0.3232	2.1	0.962
7.1	—	266	224	0.87	53.4	1354 ± 29	2489 ± 18	46	4.28	2.4	0.1632	1.0	5.26	2.6	0.2337	2.4	0.917
7.2	0.05	1033	157	0.16	235	1511 ± 28	2477 ± 7.6	39	3.785	2.1	0.16200	0.45	5.90	2.1	0.2642	2.1	0.977
8.1	0.07	321	227	0.73	124	2400 ± 41	2562 ± 6.1	6	2.217	2.1	0.17039	0.37	10.60	2.1	0.4510	2.1	0.985
8.2	0.01	1647	119	0.07	541	2088 ± 36	2472 ± 3.0	16	2.614	2.0	0.16151	0.18	8.52	2.0	0.3826	2.0	0.996
9.1	0.09	326	227	0.72	132	2480 ± 42	2518 ± 6.9	2	2.132	2.1	0.16605	0.41	10.74	2.1	0.4691	2.1	0.981
9.2	0.03	878	184	0.22	310	2219 ± 38	2479 ± 4.2	11	2.434	2.0	0.16224	0.25	9.19	2.1	0.4108	2.0	0.993

续表 1

样点	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (%)	U ($\times 10^{-6}$)	Th ($\times 10^{-6}$)	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*$ ($\times 10^{-6}$)	^{206}Pb 年龄 ^{238}U (Ma)	^{207}Pb 年龄 (Ma)	不和谐度 (%)	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	$\pm\%$	相关 误差
片麻状 TTG 花岗岩(LQ0110)																	
1.1	0.04	748	44	0.06	203	1773 ± 32	2492 ± 4.1	29	3.158	2.0	0.16350	0.24	7.14	2.0	0.3166	2.0	0.993
1.2	0.12	426	270	0.65	125	1889 ± 33	2449 ± 6.2	23	2.937	2.0	0.15940	0.37	7.48	2.1	0.3405	2.0	0.984
2.1	0.08	508	39	0.08	129	1675 ± 30	2466 ± 5.2	32	3.371	2.0	0.16102	0.31	6.59	2.1	0.2966	2.0	0.989
2.2	0.10	490	215	0.45	123	1646 ± 30	2470 ± 5.9	33	3.437	2.0	0.16134	0.35	6.47	2.1	0.2909	2.0	0.986
3.1	0.14	238	213	0.92	95.1	2455 ± 42	2570 ± 6.3	4	2.157	2.1	0.17121	0.38	10.94	2.1	0.4635	2.1	0.984
3.2	0.05	909	50	0.06	189	1399 ± 26	2446 ± 4.5	43	4.127	2.0	0.15911	0.27	5.32	2.1	0.2423	2.0	0.991
4.1	0.08	2110	2091	1.02	313	1026 ± 19	2080 ± 6.0	51	5.79	2.0	0.12870	0.34	3.062	2.1	0.1726	2.0	0.986
4.2	0.05	834	65	0.08	230	1793 ± 34	2437 ± 6.5	26	3.118	2.2	0.15825	0.38	7.00	2.2	0.3207	2.2	0.985
5.1	0.37	107	74	0.72	43.1	2469 ± 44	2591 ± 14	5	2.142	2.2	0.1735	0.82	11.16	2.3	0.467	2.2	0.934
6.1	0.02	247	176	0.74	97.7	2441 ± 42	2552 ± 7.4	4	2.173	2.1	0.16942	0.44	10.75	2.1	0.4602	2.1	0.978
7.1	0.19	217	51	0.24	58.3	1747 ± 35	2453 ± 13	29	3.212	2.3	0.1597	0.79	6.86	2.4	0.3113	2.3	0.945
8.1	0.02	790	70	0.09	191	1601 ± 29	2458 ± 5.4	35	3.547	2.0	0.16017	0.32	6.23	2.1	0.2819	2.0	0.988
8.2	0.20	469	192	0.42	112	1583 ± 29	2458 ± 34	36	3.592	2.1	0.1602	2.0	6.15	2.9	0.2784	2.1	0.714
9.1	0.16	217	188	0.89	80.7	2311 ± 41	2546 ± 9.3	9	2.319	2.1	0.16878	0.56	10.03	2.2	0.4312	2.1	0.967
10.1	0.05	1023	33	0.03	162	1092 ± 21	2270 ± 7.4	52	5.42	2.1	0.14349	0.43	3.652	2.1	0.1846	2.1	0.979
10.2	0.09	125	98	0.81	52.1	2538 ± 46	2523 ± 14	-1	2.073	2.2	0.1665	0.81	11.08	2.3	0.482	2.2	0.938
11.1	0.09	321	113	0.36	108	2133 ± 37	2620 ± 6.5	19	2.550	2.1	0.17644	0.39	9.54	2.1	0.3922	2.1	0.982
11.2	0.07	594	51	0.09	190	2044 ± 36	2496 ± 5.1	18	2.680	2.0	0.16386	0.30	8.43	2.1	0.3731	2.0	0.989
12.1	0.13	203	219	1.12	79.7	2429 ± 42	2546 ± 7.7	5	2.185	2.1	0.16887	0.46	10.65	2.1	0.4576	2.1	0.976
13.1	0.22	433	126	0.30	112	1687 ± 31	2465 ± 7.1	32	3.342	2.1	0.16084	0.42	6.64	2.1	0.2992	2.1	0.980

平均值计算,为 2556 ± 18 Ma(图3e)。外带锆石9个数据点分析,U、Th含量和Th/U值分别为 $217 \times 10^{-6} \sim 1023 \times 10^{-6}$, $33 \times 10^{-6} \sim 126 \times 10^{-6}$ 和 $0.03 \sim 0.30$ (表1),结构和组成与内核锆石有明显区别。它们也存在不同程度铅丢失(图3f)。除去数据点10.1,其余8个数据点(1.1,2.1,3.2,4.2,7.1,8.1,11.2,13.1)的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为 2469 ± 19 Ma,拟合的上交点年龄为 2519 ± 48 Ma(图3f)。

4 讨论

首先对两个(深熔)片麻状 TTG 花岗质岩石(LF0106和LQ0110)锆石年龄作一讨论。两者锆石都具岩浆锆石的形态特征,但CL图像普遍可见残余内核存在,其占整粒锆石的比例变化较大。部分具清楚岩浆环带,Th/U值具岩浆锆石组成特征,为岩浆成因。LF0106和LQ0110内核锆石年龄分别为2.53 Ga和2.56 Ga。外带锆石在CL图像中呈暗色,U含量高,大部分数据点Th/U值低于0.1。LF0106外带锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为2.48 Ga,大致代表其形成年龄。LQ0110外带锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄平均值为2.47 Ga,拟合直线上交点年龄为2.52 Ga,存在很大区别,前者可能更接近于外带锆石形成年龄。关于内核锆石和外带锆石年龄的地质意义,存在两种可能解释:①岩体形成后发生了相当于岩浆期后自交代的热液作用,外带锆石受到热液作用改造。内核锆石和外带锆石年龄分别为岩体形成和自交代作用时代。②内核锆石为残余锆石,其年龄代表深熔母

岩的形成时代,而外带锆石形成于深熔作用,其年龄代表了深熔作用的时代。

第二种解释更为可能。岩浆期后自交代作用虽可解释锆石具岩浆锆石外部形态和外带锆石Th/U值明显降低的现象,但较难解释内核和外带锆石年龄差异较大的现象。而深熔成因可解释锆石的岩浆形态,与部分外带锆石具低的Th/U值也不矛盾。深熔成因锆石具变化较大但通常较低的Th/U值,部分可明显小于0.1。这一现象在其他地区也可见到(Zeck et al., 1999; Keay et al., 2001)。深熔作用和高级变质作用为同一作用过程的不同方面,物理化学及其他条件类似,是其基本的原因。

支持第二种解释更为重要的理由是岩石的野外产状。岩体未显示出强挥发份存在的组成和结构特征。深熔片麻状TTG花岗岩(LF0106)呈条带状,有较多新生浅色体存在,具混合岩外貌特征,深熔作用叠加影响明显存在,但在较大尺度上又显示出较强的均匀性。岩石具TTG花岗岩组成特征,轻重稀土强烈分离 $[(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 166.0]$ 。高钾($\text{K}_2\text{O} = 4.09\%$)可能与深熔作用过程中的钾的带入有关。该岩石为遭受强烈深熔作用改造的TTG花岗岩,内核残余锆石2.53 Ga为TTG花岗岩形成年龄,外带新生锆石2.48 Ga为TTG花岗岩遭受深熔作用的年龄记录。

样品LQ0110呈片麻状,组成均匀,深熔浅色体不发育。岩石具TTG花岗岩组成特征,但轻重稀土分离程度相对较弱 $[(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}} = 25.8]$ 。内部残余锆

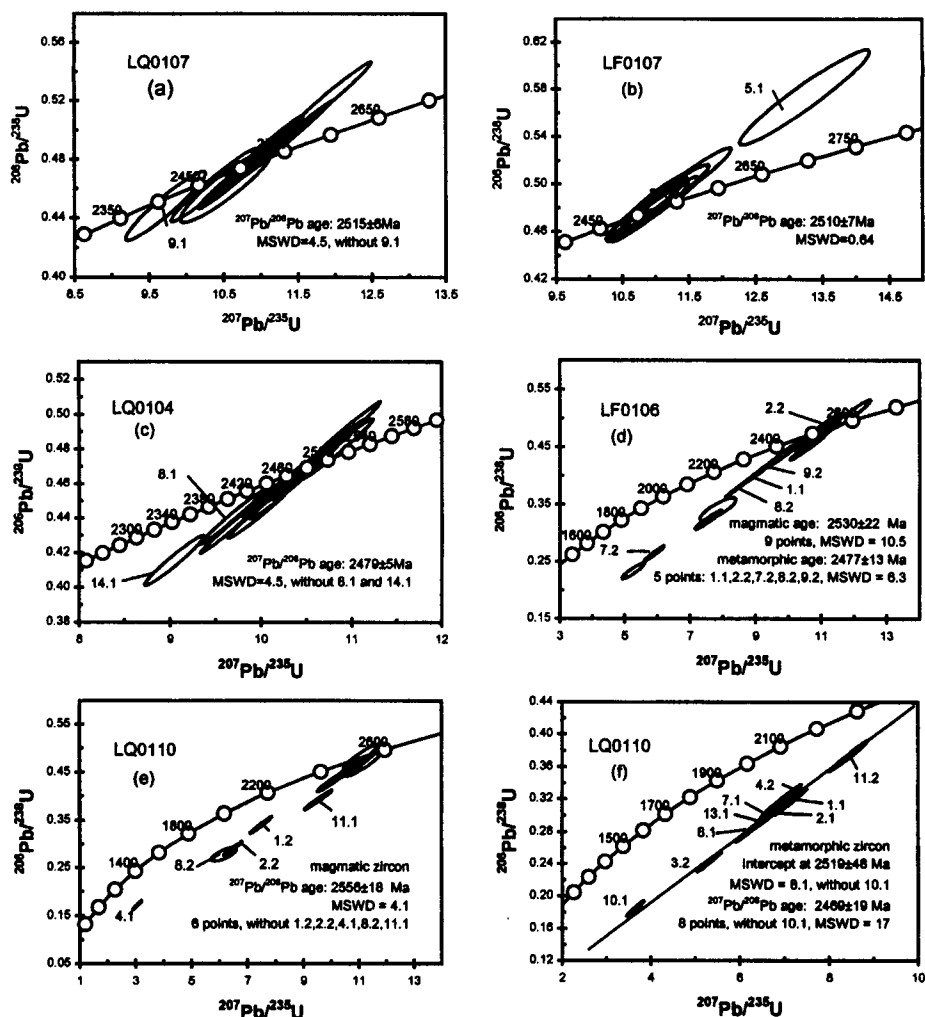


图 3 辽宁抚顺、清原地区太古宙岩石锆石年龄图解

Fig. 3 Concordia plots for zircons of Archean rocks from the Fushun—Qingyuan area, Liaoning Province

(a)一角闪变粒岩 (LQ0107); (b)一角闪变粒岩 (LF0107); (c)一角闪变粒岩 (LQ0104); (d)一深熔片麻状 TTG 花岗岩 (LF0106);

(e), (f)一片麻状 TTG 花岗岩 (LQ0110)

(a)—Hornblende lepltilite (LQ0107); (b)—hornblende lepltilite (LF0107); (c)—hornblende lepltilite (LQ0104);

(d)—anatectic TTG rock (LF0106); (e), (f)—gneissic TTG rock (LQ0110)

石粒度比深熔片麻状 TTG 花岗岩 (LF0106) 的要小 1 倍左右。它们可能为变质火山岩类 (角闪变粒岩) 深熔作用产物, 内核残余锆石 2.57 Ga 为火山作用及表壳岩系形成时代, 外带新生锆石 2.47 Ga 为熔融母岩变粒岩发生深熔形成 TTG 花岗岩的年龄记录。样品 LF0106 和 LQ0110 轻重稀土分离程度不同, 反映了它们熔融母岩的不同。

辽北抚顺—清原地区角闪变粒岩 LQ0107 和 LF0107 岩浆锆石年龄分别为 2.52 Ga 和 2.51 Ga, TTG 花岗岩 LQ0110 中残余锆石 (可能为早期火山岩锆石) 年龄为 2.56 Ga, 给出了火山作用及相应表壳岩系形成时代为 2.51~2.56 Ga。在小莱河铁矿

区, 王松山等 (1987) 获得斜长角闪岩的角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 2.99 Ga, 李俊建等 (1995) 获得斜长角闪岩全岩 Sm-Nd 等时线年龄为 3.02 ± 0.02 Ga。这是辽北地区存在中太古代穹窿最重要的年龄依据。笔者在小莱河铁矿获得与斜长角闪岩互层的角闪变粒岩 (LQ0107) 变质原岩形成年龄为 2.52 Ga, 在原认为属中太古代的汤图地区表壳岩系角闪变粒岩 (LF0107) 也获得类似年龄, 与前人用其他方法获得的年龄明显不同。从现有资料看, 小莱河表壳岩系很可能形成于新太古代, 而不是中太古代。辽北地区太古宙基底主体形成于新太古代, 不存在大范围分布的中太古代穹窿。然而, 该区地质情况十分复

杂,本次研究仅获得两个地点表壳岩系锆石 U-Pb 年龄。该区存在新太古代以前地质体的可能性不能完全排除。

侵入清原群的 TTG 花岗质岩石锆石年龄多数在 2.50~2.55 Ga 范围内(李俊建等,2000)。深熔 TTG 片麻状花岗岩(LF0106)的残余锆石年龄为 2.53 Ga,但误差较大(0.02 Ga),大致代表了 TTG 花岗岩形成时代。与表壳岩系形成时代近于一致,表明 TTG 花岗质岩浆作用在表壳岩系形成过程中或稍后就发生了。

小莱河铁矿区角闪变粒岩(LQ0107)变质年龄为 2.52 Ga 左右,与表壳岩系形成时代十分相近。而遭受强烈变质变形改造的清原北部角闪变粒岩(LQ0104)的变质年龄为 2.48 Ga,变粒岩和 TTG 花岗岩深熔时代也为 2.48 Ga(LF0106 和 LQ0110)。太古宙晚期辽北地区无疑发生了一次十分强烈的构造热事件。

辽北新太古代表壳岩系主要由斜长角闪岩、角闪变粒岩和黑云变粒岩组成,另有少量片麻岩、片岩存在。变质原岩以玄武质、安山质、英安质等火山(沉积)岩为主,加上少量超基性岩和成熟度不高的陆源碎屑沉积岩。其岩石组合和地球化学组成特征与岛弧系统类似。TTG 花岗质岩石形成也与洋壳俯冲有关。表壳岩系和 TTG 花岗质岩石形成于岛弧环境,共同构成了岛弧系统不同组成部分(万渝生等,2005)。岛弧火山岩系形成和 TTG 花岗岩侵位之后,发生强烈变质变形。不仅表壳岩系被强烈改造,部分岩石遭受麻粒岩相变质,发生深熔,紫苏花岗岩形成,还有包括二长花岗岩、钾长花岗岩在内的陆壳花岗质岩石形成(伍家善等,1998)。所有这些都表明陆壳增厚作用的存在,显示出弧陆碰撞的构造特征。辽北新太古代表壳岩系、TTG 花岗质岩石及相关岩石构成了一典型的弧陆碰撞增生型造山带。

关于该带的空间分布,现有较大把握确定它们从辽宁抚顺—清原地区向南西经鞍山、大石桥、建平延伸到了河北冀东地区(图4)。在抚顺—清原地区,表壳岩系变质火山岩形成时代、TTG 花岗质岩石形成时代和变质变形时代为 2.56~2.47 Ga。在鞍山地区,表壳岩系变质火山岩、不同类型花岗质岩石形成时代为 2.55~2.5 Ga。乔广生等(1990)获得的斜长角闪岩全岩 Sm-Nd 等时线年龄为 2.72~2.73 Ga,该值可能偏大,而弓长岭黑云变粒岩 2.55 Ga 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄(万渝生,1993)才为火山作用和鞍山群表壳岩系的形成时代。在大石桥地区,表壳

岩系形成、不同类型花岗质岩石侵入和变质变形时代为 2.52~2.45 Ga(万渝生等)^①。在冀东地区,表壳岩系形成、不同类型花岗质岩石侵入和变质变形时代为 2.53~2.46 Ga(Liu et al., 1991; 齐鸿烈等, 1999; 万渝生等^①),由表壳岩系 Sm-Nd 模式年龄确定的双山子绿岩带形成年龄 2.65~2.75 Ga(齐鸿烈等, 1999)可能偏大。Kroner 等(1998)对辽西建平地区研究表明,建平岩群表壳岩系形成时代为 2.52~2.55 Ga,不同类型花岗质岩石侵入时代为 2.52~2.50 Ga,变质变形时代为 2.48~2.49 Ga,构造后花岗岩形成年龄为 2.47 Ga。地壳演化发展历史与辽北地区十分类似。

可把该带称之为吉(吉林)—辽(辽宁)—冀(河北)(弧陆碰撞增生型)造山带。它有如下特征。

(1) 造山带从辽宁抚顺—清原(或更为北东的地区)向南西经鞍山、大石桥、建平等地到冀东。空间分布大致与吉—辽—鲁碰撞带(伍家善等,1998)的北部和中央造山带(Li et al., 2002)的西北部相当(图4)。空间形态的不协调性与后期作用,特别是古元古代吕梁运动的强烈改造有关。

(2) 表壳岩系岩石组合以斜长角闪岩、黑云变粒岩、角闪变粒岩为主,变质原岩为拉斑玄武质、安山质和英安质的火山(沉积)岩,具有岛弧系统火山岩系的岩石组合和地球化学组成特征。也有变陆源碎屑沉积岩存在,表明陆壳基底存在或与之相邻。

(3) 深成侵入岩包括成熟度相对较低的 TTG 和成熟度相对较高的壳源花岗岩(二长花岗岩、钾长花岗岩等)。TTG 花岗质岩石形成与洋壳俯冲有关。花岗岩为陆壳物质部分熔融产物,形成于弧陆碰撞或甚至陆陆碰撞。不同类型花岗质岩石空间具分带特征,成熟度高的二长、钾长花岗岩总体上分布于该带的东南侧。

(4) 从洋壳俯冲到弧陆碰撞总的时间为 100 Ma 左右,比以往认为的 200~300 Ma 要短得多。表壳岩系形成,TTG 花岗质岩石和二长、钾质花岗岩侵入、变质变形和深熔作用在时间上显示出有序的性质。在辽北抚顺—清原和辽西建平,表壳岩系和 TTG 花岗质岩石变质变形年龄为 2.52~2.47 Ga,壳源花岗岩形成时代与之相近,显示了弧陆碰撞或陆陆碰撞,陆壳增厚作用的存在。该碰撞带向南延伸方向还不十分清楚。存在两种可能:一是向南西延伸

^① 万渝生,宋彪,刘敦一. 2003. 中国东部主要构造单元早前寒武纪岩浆构造年代格架的建立(科研报告).

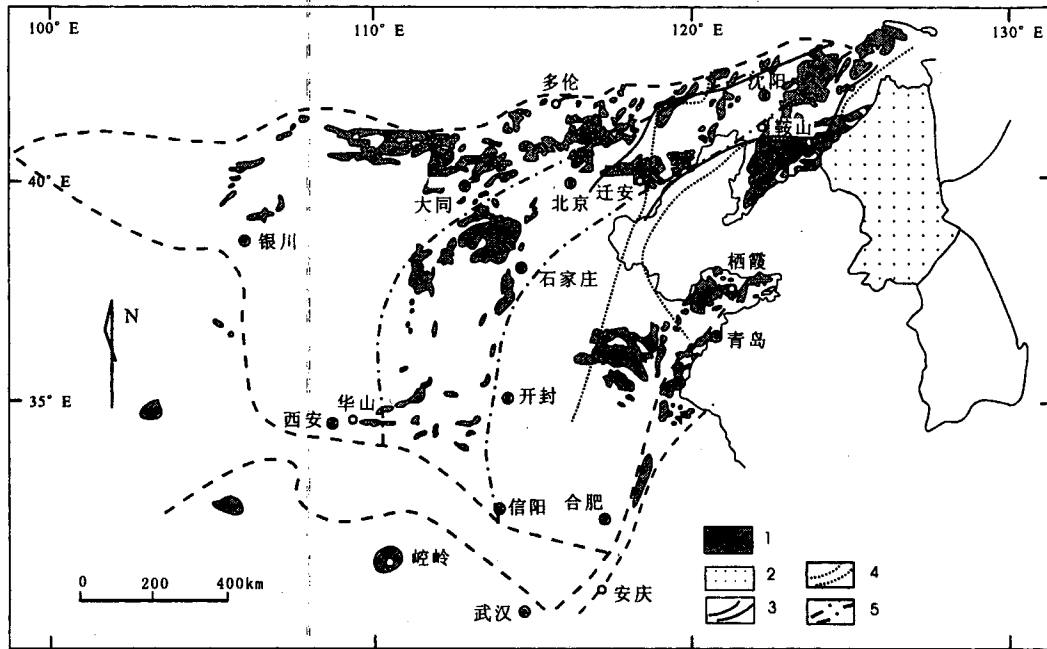


图 4 新太古代华北克拉通吉—辽—冀碰撞带空间分布图

Fig. 4 Distribution of Neoproterozoic Jilin—Liaoning—Hebei collision belt in North China Craton

1—早前寒武纪分布区；2—推测的朝鲜半岛早前寒武纪分布区；3—吉—辽—冀碰撞带(本文)；4—吉—辽—鲁碰撞带(伍家善等,1998)；5—中央造山带(Li et al., 2002)

1—Precambrian distribution area; 2—speculating Precambrian distribution area of Korea peninsula; 3—Jilin—Liaoning—Hebei collision belt (this paper); 4—Jilin—Liaoning—Shandong collision belt (Wu et al., 1998); 5—Central orogenic belt (Li et al., 2002)

到五台、开封地区,与 Kusky 等(2001)和 Li 等(2002)提出的中央造山带相对应;二是继续向南延伸到山东鲁西地区,与伍家善等(1998)提出的吉—辽—鲁岛弧碰撞带相对应。对此,需有更多的工作来予以确定。

5 结论

辽北太古宙表壳岩系主体形成于 2.51~2.56 Ga,其后 TTG 花岗岩侵位。2.52~2.47 Ga 期间表壳岩系和 TTG 花岗岩发生强烈变质变形和深熔作用改造,并有壳源花岗岩形成。原认为属中太古代的表壳岩系,其主体形成于新太古代,该区不存在大范围分布的中太古代穹隆,但新太古代以前地质体存在的可能性不能完全排除。浑河断层不具划分中太古代和新太古代地质界线的意义。新太古代表壳岩系岩石组合及不同类型花岗质岩石显示出弧陆碰撞增生型造山带的组成和演化特征,为华北克拉通太古宙晚期吉—辽—冀碰撞造山带的重要组成部分。该造山带从洋壳俯冲到变质变形和深熔作用所指示的弧陆碰撞,总的时间约为 100 Ma 左右。

参 考 文 献

- 李俊建,沈保丰. 2000. 辽吉地区早前寒武纪大陆壳的地质年代表. 前寒武纪研究进展, 23(4): 242~249.
- 齐鸿烈,郝兴华,张晓冬,等. 1999. 冀东青龙河太古宙花岗岩-绿岩带地质特征. 前寒武纪研究进展, 22(4): 1~16.
- 沈保丰,骆辉,韩国刚,等. 1994. 辽北—吉南太古宙地质及成矿. 北京:地质出版社, 1~255.
- 宋彪,张玉海,万渝生,等. 2002. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论. 地质论评, 48(增刊): 26~30.
- 伍家善,耿元生,沈其韩,等. 1998. 中朝古大陆太古宙地质特征及构造演化. 北京:地质出版社, 1~212.
- 王松山,胡世玲,翟明国,等. 1987. 应用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年技术研究清原花岗岩-绿岩地体的形成时代. 岩石学报, 4(4): 55~62.
- 万渝生. 1993. 辽宁弓长岭含铁岩系的形成与演化. 北京:北京科学技术出版社, 1~108.
- 万渝生,宋彪,耿元生,等. 2005. 辽北抚顺—清原地区太古宙基底地球化学组成特征及其地质意义. 地质论评, 51(2): 133~142.

References

- Compston W, Williams I S, Meyer C. 1984. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia 73217 using a sensitive high mass-resolution ion microprobe. Proceedings of the 14th Lunar and Planetary Science Conference, Part 2. Journal of Geophysical

- Research, 89: B525~B534.
- Keay S, Lister G, Buick I. 2001. The timing of partial melting, Barrovian metamorphism and granite intrusion in the Naxos metamorphic core complex, Cyclades, Aegean Sea, Greece. *Tectonophysics*, 342: 275~312.
- Kroner A, Cui W Y, Wang S Q, Wang C Q, et al. 1998. Single zircon ages from high-grade rocks of the Jianping Complex, Liaoning Province, NE China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 16(5~6): 519~532.
- Kusky T M, Li Jianghai, Tucker R D. 2001. The Archean Dongwanzi ophiolite complex, North China Craton; 2. 505-billion-year-old oceanic crust and mantle. *Science*, 292: 1142~1145.
- Li Jianghai, Kusky T M, Huang Xiongnan. 2002. Archean podiform chromitites and mantle tectonites in ophiolitic melange, North China Craton; a record of early oceanic mantle processes. *GSA Today*, 12(7): 4~11.
- Li Junjian, Shen Baofeng. 2000. Geochronology of Precambrian continental crust in Liaoning Province and Jilin Province. *Progress in Precambrian Research*, 23(4): 249~255 (in Chinese with English abstract).
- Qi Honglie, Hao Xinghua, Zhang Xiaodong, et al. 1999. The geological features of granite-greenstone belts in Qinglong River, Jidong. *Progress in Precambrian Research*, 22(4): 1~17 (in Chinese with English abstract).
- Shen Baofeng, Luo Hui, Han Guogang, et al. 1994. Archean geology and metallization in North Liaoning Province and South Jilin Province. Beijing: Geological Publishing House, 1~255.
- Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Yusheng, et al. 2002. Mount making and procedure of the SHRIMP dating. *Geological Review*, 48 (Supp.): 26~30 (in Chinese with English abstract).
- Wan Yusheng. 1993. The formation and evolution of the iron-bearing rock series of the Gongchangling area, Liaoning Province. Beijing: Beijing Science and Technology Publishing House, 1~108 (in Chinese with English abstract).
- Wan Yusheng, Song Biao, Geng Yuansheng. 2004. Geochemical characteristics of Archean basement in the Fushun-Qingyuan area, northern Liaoning Province and its geological significance. *Geological Review*, 51(2): 133~142 (in Chinese with English abstract).
- Wang Songshan, Hu Shiling, Zhai Mingguo, et al. 1987. An application of the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating technique to the formation time of Qingyuan granite-greenstone terrain in NE China. *Acta Petrologica Sinica*, 4(4): 55~62 (in Chinese with English abstract).
- Wu Jiashan, Geng Yuansheng, Shen Qihan, Wan Yusheng, Liu Dunyi and Song Biao. 1998. Archean geology characteristics and tectonic evolution of China-Korea Paleo-continent. Beijing: Geological Publishing House, 1~212 (in Chinese).
- Zeck H P, Whitehouse M J. 1999. Hercynian, Pan-African, Proterozoic and Archean ion-microprobe zircon ages for a Betic-Rif core complex, Alpine belt, W Mediterranean-consequences for its P - T - t path. *Contrib. Mineral Petrol.*, 134: 134~149.

Zircon SHRIMP U-Pb Geochronology of Archean Rocks from the Fushun—Qingyuan Area, Liaoning Province and Its Geological Significance

WAN Yusheng^{1, 2)}, SONG Biao^{1, 2)}, YANG Chun¹⁾, LIU Dunyi^{1, 2)}

1) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

2) *Beijing SHRIMP Lab., Beijing, 100037*

Abstract

This paper focused on the zircon SHRIMP U-Pb geochronology of Archean supracrustal rocks and TTG from the Fushun—Qingyuan area, Liaoning Province. Ages of magmatic zircons from hornblende fine-grained gneiss samples LQ0107 and LF0107 are 2510 ± 7 Ma and 2515 ± 6 Ma, respectively. Metamorphic zircon from hornblende fine-grained gneiss sample LQ0104 shows an age of 2479 ± 5 Ma. Zircon core and rim from anatectic gneissic TTG granite (LF0106) record ages of 2528 ± 27 Ma and 2477 ± 13 Ma, which are explained as indicating the formation and anatectic ages of the TTG rock, respectively. 2556 ± 18 Ma and 2469 ± 19 Ma ages of zircon core and rim from gneissic TTG granite (LQ0110) are considered representing the formation and anatectic times of its protolith-volcanic rock. According to the new geochronological results obtained, some general conclusions are drawn as follows: (1) The Archean basement of the Fushun—Qingyuan area is mainly made of Neoarchaeal volcanic and TTG material, without a huge dome of Mesoarchaeal, as previously thought. (2) It constitutes a typical arc-continent collision belt, a part of the huge Neoarchaeal Jilin—Liaoning—Hebei orogenic belt in the North China Craton. (3) The tectonic evolution of the belt lasted about 100 Ma, from oceanic crust subduction in 2.51~2.56Ga to arc-continent collision in 2.47~2.48Ga.

Key words: SHRIMP; zircon geochronology; Archean; collision orogen; Fushun—Qingyuan; Liaoning