2013年2月GEOLOGY AND RESOURCESFeb. 2
第 22 卷第 1 期 地质与资源 Vol. 22 1

文章编号:1671-1947(2013)01-0006-08

中图分类号 :P597 ;P595

文献标识码 :A

吉林勇新海西期花岗质岩石的同位素年代学及地球化学

时 溢¹,刘正宏¹,徐仲元¹,王兴安¹,张 超¹,刘万臻²,陈 旭³ (1. 吉林大学地球科学学院,吉林长春 130061;2. 吉林省地质调查院,吉林长春 130061; 3. 吉林省区域地质矿产调查所,吉林长春 130033)

摘 要 :吉林省龙井市勇新海西期花岗质岩石的锆石 LA-ICPMS 年龄为 252.77±0.66 Ma 形成于晚二叠世. 岩石地球化学表明 SiO₂ 含量 在 57.60%~76.50%之间(平均值为 68.50%) A/CNK 小于 1.1 ,Na₂O 含量大于 3.2% ,K₂O/Na₂O 普遍小于 1 具有典型的 型花岗岩特征. 在 (Na₂O+ K₂O)-SiO₂ 岩石类型分类图中勇新岩体落在二长岩、石英二长岩、花岗闪长岩、花岗岩区. 微量元素标准化具有大离子亲石元素 Rb、Th、Ba 富集 高强场元素 Nb、Ta 亏损的特点 在球粒陨石标准化配分中 相对富集轻稀土元素亏损重稀土元素 整体分配模式具有同 碰撞花岗岩的特征. 在 R1-R2 构造环境判别图上 样品点大部分也落在了同碰撞-碰撞抬升花岗岩区. 通过构造环境的综合判断 勇新海 西期花岗质岩石的形成时间代表了华北板块与佳木斯地块汇聚碰撞的时间. 关键词 地球化学 晚二叠世 同碰撞花岗岩 华北板块 吉林省

ISOTOPIC CHRONOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF THE HERCYNIAN YONGXIN GRANITOID IN LONGJING, JILIN PROVINCE

SHI Yi¹, LIU Zheng-hong¹, XU Zhong-yuan¹, WANG Xing-an¹, ZHANG Chao¹, LIU Wan-zhen², CHEN Xu³
(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China; 2. Jilin Institute of Geologic Survey, Changchun 130061, China;
3. Jilin Institute of Regional Geology and Mineral Resources, Changchun 130033, China)

Abstract : The Hercynian Yongxin granitoid in Longjing, Jilin Province, 252.77 ±0.66 Ma by LA-ICP-MS zircon U-Pb dating, is formed in the Late Permian. Petrochemically, the content of SiO₂ is between 57.60% and 76.50%, averagely 68.50%, with A/CNK (Al₂O₃[CaO+Na₂O+K₂O]) less than 1.1, Na₂O greater than 3.2%, and K₂O/Na₂O generally less than 1, indicating the characteristics of typical I-type granite. In the lithological classification diagram, the Yongxin granitoid falls in monzonite, quartz monzonite, granodiorite and granite areas. The trace element normalized spider diagram shows enriched LREE and LILE (Rb, Th and Ba) and depleted HFSE (Nb and Ta). The chondrite-normalized REE distribution patterns present high contents of REE, relatively enriched LREE and losses of HREE. The whole distribution patterns belong to syn-collision granites. Most of the samples are plotted in the syn-collisional and post-collisional granite field in the R1-R2 tectonic discrimination diagram. Regarding to the comprehensive judgment of the tectonic environment, the age of the Hercynian Yongxin granitoid may represent the convergence collision time of the North China Craton and Jiamusi block. **Key words** : Late Permian; syn-collision granites; North China plate; Jilin Province

0 前言

研究区位于吉林省东南部龙井-和龙一带 横跨华 北板块和兴蒙造山带两个不同构造单元^[1](图 1). 以富 尔河-古洞河断裂为界,南西为华北板块北缘龙岗地 块,北东为兴蒙造山带增生杂岩带.龙岗地块主要由太 古宙变质表壳岩系和侵入其中的太古宙 TTG 杂岩组 成^[2-4],大面积分布中生代花岗岩^[5-6].增生杂岩带呈北 西向展布,由强烈变形的晚海西期花岗岩、中基性岩块

收稿日期 2012-08-27 修回日期 2012-09-05. 编辑 张哲.

基金项目:中国地质调查局项目(批准号1212011085473)资助.

作者简介 时溢(1987—), 男, 硕士研究生 构造地质学 E-mail//shiyi10@mails.jlu.edu.cn

通信作者 刘正宏(1960—) ,男 教授 ,主要从事构造地质学研究 E-mail//zhliu@jlu.edu.cn

7

以及灰绿色、黑色千枚状板岩、片岩和大理岩组成.

勇新花岗质岩石位于兴蒙造山带增生杂岩带 上,遭受了强烈的韧性变形改造,糜棱叶理和矿物拉 伸线理发育.前人将这套变形花岗质岩石与其内地 层块体一起划归为新元古界新东村岩组.作者在该 区进行 1/5 万区域地质填图过程中,将这套遭受变形 岩体从地层中剔除,并命名为勇新花岗岩.本文在野 外地质调查基础上,对勇新花岗质岩石中的锆石进 行了 LA-ICPMS U-Pb 同位素年龄测试,获得其年龄 为 252.77±0.66 Ma,形成于晚二叠世,确定其应形成 于同碰撞构造环境中.

1 区域地质背景

研究区大地构造位于华北地台北缘东段与兴蒙 造山带东延的交接部位,是古亚洲构造域与滨太平 洋构造域叠合部位^[6-8](图1内图).依据区域地壳构造 变形、沉积作用、岩浆活动和地质体组成将区域划分3 个不同构造单元:华北板块、晚古生代造山带和中生代 断陷盆地(图1).华北板块位于古洞河-富尔河构造带 西南部,主要岩石类型有黑云变粒岩、磁铁石英岩、斜 长角闪岩. 据野外观测并结合前人资料 这些岩石遭受 了强烈变质变形作用改造191,导致岩石中发育透入性 叶理构造、岩石条带构造、叶内紧闭同斜褶皱,以及不 同规模和特征的韧性变形带,变质岩中片麻理和韧性 变形带呈近南北向展布、倾向西或北西、倾角较缓、晚 古生代造山带位于古洞河断裂带北东部,由于碰撞造 山运动影响 区内构造变形十分强烈 形成了一系列北 西方向展布的逆冲构造岩片以及北西向大型韧性变形 带 其内部主要由太古宙片麻岩岩块、晚二叠世浅变质 岩、闪长岩和糜棱岩化的花岗质岩石组成 是一个规模 巨大的构造岩浆混杂岩带.中生代断陷盆地是春阳-图们北西向断陷盆地带一部分,叠加在早期构造带之



图1 吉林省和龙-龙井地区地质构造纲要图

Fig. 1 Geology and structural outline of the Helong-Longjing area, Jilin Province

1—白垩系(Cretaceous);2—晚古生界浅变质岩(Late Paleozoic epimetamorphic rock);3—太古宙片麻岩(Archean gneiss);4—白垩纪中细粒二长花岗岩(Cretaceous medium-fine monzogranite);5—早中侏罗世似斑状花岗闪长岩和似斑状二长花岗岩(Early-Middle Jurassic porphyritic granodiorite and porphyritic monzogranite);6—早侏罗世石英闪长岩(Early Jurassic quartz diorite);7—早侏罗世辉长岩(Early Jurassic gabbro);8—晚二叠世片麻状花岗闪长岩、花岗岩(Late Permian gneissic granodiorite and granite);9—晚二叠世闪长岩(Late Permian diorite);10—取样位置及编号(sampling position and number)

上,受断裂控制最明显,为断陷盆地(图1).盆地内沉积了一套河流-河湖相的粗碎屑岩-碎屑岩建造以及火山岩-火山碎屑岩建造.

2 岩石地质及岩相学

勇新岩体位于吉林省龙井市一带,出露面积约 285 km² 呈北西向展布 与区内北西向的古铜河-富尔 河断裂带相伴生,并侵入到太古宙片麻岩、晚古生代浅 变质岩和晚二叠世闪长岩中.这些不同时代、岩性、变 形特征的岩块 漂浮在勇新花岗岩之中(图1). 岩体自 身也遭受了不同程度的变形作用改造,糜棱叶理和矿 物拉伸线理发育,岩体内部变形弱,而边部变形强,勇 新岩体的主要岩性为糜棱岩化(斑状)花岗(闪长)岩 (图 2a) (似斑状结构常见,基质为细粒—中粒花岗结 构. 残斑或斑晶主要为钾长石, 有时会出现斜长石, 多 已遭受变形改造,呈眼球状或次眼球状定向分布(图 2b), 仅少数颗粒尚保留较自形的板状, 含量在 5%~ 15%之间. 基质由条纹长石(0~25%)、斜长石(15%~ 25%)、石英(5%~25%)、普通角闪石(0%~10%)和黑云 母(5%~10%)组成.条纹长石多发生高岭土化 局部见 有细粒化 斜长石聚片双晶发育 ,可见绢云母化现象 ; 普通角闪石分布不均匀 局部减少 黑云母呈细鳞片状 不均匀地沿糜棱叶理方向分布在长石、石英中间. 岩石 所含副矿物有榍石、磁铁矿、柱状或粒状磷灰石、双锥 锆石.

选择样品 B4135-2 进行 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年, 锆石由河北省廊坊区域地质调查研究所挑选. 锆 石制靶和阴极发光(CL)图像的采集在中国地质科学 院地质研究所北京离子探针中心进行, 锆石 U-Pb 定 年在天津地质矿产研究所国家重点实验室完成. 检测 依据为 DZ/T0184.3-1997,主要仪器设备为 NEPTUNE 质谱仪. 采用 He 气作为剥蚀样品的载气,通过直径为 30 μm 的激光束击打锆石颗粒, 剥蚀样品深度为 20~ 40 μm^[10-11]. 实验测得的数据采用 Andersen^[12]的方法进 行同位素比值的校正以去除普通 Pb 的影响, 谐和图 的绘制则采用 Isoplot3.0 完成^[13],所得出的同位素比值

样品岩性为初糜棱岩化斑状黑云母花岗闪长岩, 选择无色透明没有包裹体和裂隙的锆石进行 U-Pb 同 位素分析. 锆石 U-Pb 测年结果列在表 1 中,由于所分 析的锆石年龄小于 1000 Ma,采用 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄^[14]. 该 样品锆石颗粒多呈自形的短柱状,少数为长柱状,长度 在 150~250 μm 之间,长宽比为 2:1~3:1,24 个分析点 的 Th/U 比值变化于 0.18~1.24,且除了一个点比值为 0.18 以外,其余均大于 0.4 ,CL 图像显示出明显的振荡 环带(图 3)表明其为典型的岩浆成因锆石. 24 颗锆石 的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄范围在 245~269 Ma 之间,加权平均年 龄为 252.8±0.7 Ma(MSWD=7.4,图 4),代表了该岩体 的形成时代,说明弱变质花岗岩为晚二叠世岩浆活动 产物.

样品的主量元素和痕量元素分析由中国地质科学

3 锆石 U-Pb 定年



图 2 勇新花岗质岩石野外及显微照片 Fig. 2 Photographs of the Yongxin granitoid a-花岗质岩石正交镜下显微照片(micrograph under crossed polarizer);b-花岗质岩石野外照片(outcrop);Amp-角闪石(amphibole);Bt-黑云母 (biotite);Pl-斜长石(plagioclase);Kf-钾长石(K-feldspar);Qz-石英(quartz)

4 岩石地球化学特征

9

表 1 勇新花岗质岩石中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年数据 Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb data of the Yongxin granitoid

皮 旦	同位素比值和误差(±σ)				年龄值和误差(±σ)					T	TT	TL/II
마도	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶	Pb 年龄	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵	U 年龄	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸	U年龄	In	U	In/U
1	0.05002 0.00068	0.26892 0.00381	0.03898 0.00009	195	31	242	3	246	1	183265	437267	0.42
2	0.05151 0.00055	0.28307 0.00306	0.03987 0.00007	265	24	253	2	252	0	218006	353651	0.62
3	0.05099 0.00078	0.28154 0.00443	0.04004 0.00010	239	35	252	4	253	1	283860	229622	1.24
4	0.05999 0.00065	0.33175 0.00355	0.04016 0.00012	611	19	291	3	254	1	236693	298798	0.79
5	0.06369 0.00072	0.34898 0.00436	0.03971 0.00014	731	23	304	3	251	1	229535	316061	0.73
6	0.05183 0.00070	0.28527 0.00398	0.03991 0.00008	280	27	255	3	252	0	237111	313152	0.76
7	0.05252 0.00100	0.28327 0.00542	0.03913 0.00008	309	43	253	4	247	0	194436	408835	0.48
8	0.05342 0.00057	0.30143 0.00324	0.04098 0.00013	346	22	268	3	259	1	214704	358937	0.60
9	0.05135 0.00066	0.29869 0.00390	0.04222 0.00010	257	27	265	3	267	1	223949	324845	0.69
10	0.05083 0.00111	0.27894 0.00629	0.03973 0.00010	232	47	250	5	251	1	205200	400299	0.51
11	0.05362 0.00073	0.29941 0.00449	0.04043 0.00014	354	31	266	4	255	1	190653	413603	0.46
12	0.04977 0.00082	0.27999 0.00473	0.04076 0.00009	183	37	251	4	258	1	187310	438081	0.43
13	0.05146 0.00090	0.28831 0.00522	0.04059 0.00008	261	41	257	4	256	0	252040	309219	0.82
14	0.05039 0.00208	0.27950 0.01185	0.03992 0.00011	213	92	250	9	252	1	228184	369958	0.62
15	0.05130 0.00118	0.27345 0.00633	0.03866 0.00008	254	47	245	5	245	1	210168	405159	0.52
16	0.05590 0.00139	0.30528 0.00774	0.03954 0.00010	456	56	271	6	250	1	204773	406561	0.50
17	0.05584 0.00099	0.30575 0.00583	0.03962 0.00010	456	39	271	5	250	1	195285	412869	0.47
18	0.05166 0.00079	0.28580 0.00453	0.04008 0.00008	333	35	255	4	253	0	231746	351151	0.66
19	0.05964 0.00054	0.34155 0.00301	0.04159 0.00011	591	19	298	2	263	1	101880	551923	0.18
20	0.05063 0.00071	0.27857 0.00403	0.03987 0.00005	233	33	250	3	252	0	193016	445538	0.43
21	0.05348 0.00089	0.29924 0.00517	0.04053 0.00008	350	32	266	4	256	0	197248	418492	0.47
22	0.10134 0.00165	0.60020 0.01295	0.04267 0.00014	1650	31	477	8	269	1	154731	338273	0.46
23	0.05027 0.00100	0.27567 0.00570	0.03972 0.00008	206	46	247	5	251	1	221648	397304	0.56
24	0.05930 0.00081	0.33155 0.00472	0.04055 0.00008	589	31	291	4	256	0	222333	362337	0.61

测试单位 :天津地质矿产研究所国家重点实验室 2012. 样品号 :B4135-2. 年龄单位为 Ma ;Th、U 含量单位为 10°.



图 3 勇新花岗质岩石的锆石阴极发光图片 Fig. 3 CL images of zircons from the Yongxin granitoid

院地质研究所国家地质测试中心完成. 主量元素采用 X 射线荧光光谱仪(PW4400)分析 痕量元素的分析则 采用等离子质谱仪(X-series)完成. 勇新花岗质岩石的主量元素分析结果如表 1 所示. 总体特征为 SiO₂ 含量变化较大(57.60%~76.50%),平均 为 68.50% 偏碱 全碱 ALK(Na₂O+K₂O)= 6.21%~8.90%; 过碱指数 AKI=(Na₂O+K₂O)/Al₂O₃= 0.37~0.62;里特曼指

4.1 主量元素特征



图 4 勇新花岗质岩石中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄协和图 Fig. 4 U-Pb concordia diagram of the LA-ICP-MS zircon data for the Yongxin granitoid

数 σ =1.72~3.13. 在 AFM 图解中^[15],样品落在钙碱性 系列区域(图 5),在 K₂O-SiO₂ 图解中^[16],样品落在高 钾钙碱性系列区域(图 6),暗示了原始岩浆富钾的特 点,说明花岗岩具有壳源的特点^[17],为典型的钙碱性、 高钾钙碱性花岗岩. 铝饱和指数 A/CNK 值 Al₂O₃/ (CaO+Na₂O+K₂O)在 0.90~1.05,说明花岗岩为准铝质 系列和弱过铝质系列之间^[18];而 A/NK-A/CNK 图解投 影也落在了准铝质-弱过铝质系列(图 7). 在侵入岩 (Na₂O+K₂O)-SiO₂ 岩石类型分类图解上分别落入二长 岩、石英二长岩、花岗闪长岩、花岗岩区(图 8). 结合手 标本和薄片实际矿物含量统计结果,我们将上述花岗 质岩石分别定名为斑状花岗岩、斑状花岗闪长岩、花岗 岩、花岗闪长岩.







4.2 微量元素特征

本区花岗质岩石的微量及稀土元素分析结果见表 2 稀土元素球粒陨石标准化配分图^[19]及微量元素洋中 脊花岗岩标准化蛛网图^[20]分别示于图 9a、b. 勇新岩体 的稀土元素总量∑REE 在 50.01×10⁻⁶~148.48×10⁻⁶之 间,平均为 139.90×10⁻⁶;轻重稀土元素比值 LREE/ HREE 为 21.23~44 (La/Yb)[№]值在 3.09~30.67 之间,平 均为 14.8. 显示出富集轻稀土元素的特征. 由图 9a 可 知 样品的稀土配分曲线均呈明显的右倾型,其中轻稀 土配分曲线倾斜较陡,重稀土曲线较平坦,可以说明轻



稀土较重稀土分异更显著. 样品在配分曲线上有弱的 负 Eu 异常,其 δEu 值在 0.30~0.90 之间,表明勇新岩 体中的少量花岗岩在低压条件下经历了斜长石的分离 结晶作用. 由图 9b 可知,本区花岗质岩石总体富集大 离子亲石元素(LILE,如 Rb、Th 和 Ba),亏损高场强元 素(HFSE,如 Nb、Ta),而 Nb 和 Ta 的强烈亏损表明岩 浆为地壳来源或曾受到地壳物质的混染,显示出同碰 撞花岗岩的配分曲线特征.

5 讨论

吉林省龙井市勇新海西期花岗质岩石的锆石 LA-ICP-MS U-Pb 测年结果,表明其形成时代为晚二 叠世(252.77±0.66 Ma),与黑龙江省东部桦南隆起的 美作花岗岩体(259.0±3.6 Ma)^[17]、佳木斯地块南部的 青山(270±4 Ma)、楚山(256±5 Ma)、柴河(254.0±5 Ma) 岩体^[21]以及吉林省大玉岩体基本形成于同一时代. 而 岩石地球化学测试结果(表 1、2)表明,勇新岩体具有 与吉林省大玉岩体比较一致的主量、稀土和微量元素 含量,这说明勇新岩体与大玉岩体应形成于同一构造 环境.主量元素研究表明其中 SiO₂ 含量变化较大,A/ CNK 值小于 1.1 ,K₂O/ Na₂O 普遍小于 1; Na₂O 普遍大 于 3.2 ,这些都显示了勇新花岗质岩石具有高钾钙碱性

型花岗岩的特征,此类岩石主要形成于大陆弧和板 块碰撞后两种大地构造背景下.而从 Nb-Y 图解^[22](图 10a)以及 R1-R2 判别图解(图 10b)中可以看出,勇新 花岗质岩石属同碰撞型花岗岩,是板块碰撞拼合的直 接岩浆岩证据.

孙德有等(2004)以吉林大玉山具有同碰撞性质 花岗岩(248±4 Ma)的就位为标志,提出兴蒙造山带东 段的西拉木伦--长春-延吉缝合带的最终闭合时间为 晚二叠世^[23].吉林省龙井市的勇新花岗质岩石位于西 拉木伦-长春-延吉缝合带附近,其形成时代亦为晚二 叠世(252.77±0.66 Ma).通过对勇新花岗质岩石地球 化学性质的详细分析,可以判断岩浆来源于加厚地壳 底部基性玄武质岩石的部分熔融作用,应该是古亚洲 洋以低角度向华北板块的俯冲,使俯冲带上的华北板 块以及佳木斯地块紧密联结,整个沟弧体系处于挤压 应力状态,因而岛弧后缘没有边缘海,而且弧前增生岩 体(勇新岩体)和推覆断层广泛发育,并形成宽阔而高 耸的安第斯型^[24]火成岩山脉.

6 结论

通过对吉林省龙井市勇新海西期岩体的岩石地球 化学、锆石 U-Pb 年代学研究,可以得出如下结论:



Fig. 9 Chondrite-normalized REE patterns (a) and ORG normalized incompatible trace element plot (b) of the Yongxin granitoid a一据 Boynton, 1984(after Boynton, 1984);b一据 Pearce et al., 1984(after Pearce et al., 1984)

表 2 勇新花岗质岩石的主量元素、稀土微量元素组成 Table 2 Major and trace element contents in the Yongxin granitoid

样品	B4135-2	1179-1	B2138-2	B5157-1	YH9	YH48
SiO_2	68.3	75	67.1	57.6	66.5	76.5
TiO_2	0.49	0.16	0.53	0.94	0.78	0.089
Al_2O_3	15.7	13.1	16	17	15.4	13.3
FeO	1.85	0.92	1.62	3.25	2	0.68
Fe_2O_3	0.75	0.71	2.04	3.75	2.1	0.2
MnO	0.046	0.045	0.071	0.12	0.072	0.038
MgO	0.67	0.28	0.87	2.92	1.13	0.13
CaO	2.27	1.06	3.1	5.34	3.33	1.13
Na ₂ O	4.01	3.88	4.08	4.13	4.14	4.03
K ₂ O	4.89	4.21	3.54	2.08	3.55	3.57
P_2O_5	0.16	0.044	0.17	0.28	0.27	0.022
CO_2	0.099	0.104	0.134	0.099	0.159	0.02
LOI	0.33	0.13	0.33	1.91	0.21	0.1
Total	99.57	99.64	99.59	99.42	99.64	99.81
K ₂ O+Na ₂ O	8.9	8.09	7.62	6.21	7.69	7.6
K ₂ O/Na ₂ O	1.22	1.09	0.87	0.5	0.86	0.89
A/CNK	0.98	1.02	0.99	0.91	0.92	1.06
Mg#	32.11	24.25	30.98	44	34.12	21.23
Ba	1280	455	923	627	877	742
Rb	142	163	127	56.1	132	94.5
Sr	614	90.2	585	581	713	334
Zr	193	127	179	144	236	66.8
Nb	9 45	9.33	11.6	54	18.7	4.12
Ni	2.2	1.37	3.1	12.3	3.77	2.01
Co	3.55	1.6	4.72	19.3	5.68	0.42
Cr	4.16	3 75	4 91	5.54	5.64	2.56
La	40.5	25.1	31.5	23.7	71.3	8.9
Ce	71.6	53.9	63.8	50.1	102	17.6
Pr	6.92	5.69	6.92	5.9	11.8	2.14
Nd	23.1	19.7	25	23.9	41.5	7 78
Sm	3 43	3 57	4 37	4 81	6.62	1.93
Eu	0.92	0.34	1.03	1.24	1 39	0.36
Cd	2.82	3.16	3 52	4 24	5.16	2 48
Th	0.34	0.54	0.48	0.68	0.69	0.45
Dv	1 55	3 19	2 38	3 71	3.27	3 14
Ho	0.28	0.66	0.43	0.72	0.58	0.68
Fr	0.20	2.04	1 24	2.04	1 71	1 99
Tm	0.12	0.37	0.2	0.32	0.27	0.31
Vh	0.12	2.58	1 30	2.09	1.88	1.04
In	0.15	0.41	0.22	0.33	0.31	0.31
V	11.8	23.2	15.6	24.7	22.2	23.0
Та	0.84	1.22	1.01	0.35	1 03	0.26
та Hf	5.28	5.04	1.01	3.87	6.41	2.01
III II	2.46	2.02	4.07	1.15	0.41 8 12	2.01
U Th	2.40	2.02	25.9	6.22	0.15	1.19
IN V	23.0 25.6	∠4.8 13.1	23.8 33.5	1/2	41.J	4.90 3.22
V Sc	2 14	2.4	2 25	145	40.8	J.JJ
DEE DEE	5.10 152.40	2.4	5.55 142.49	1/.3	5./5 249.49	1.19
Z REE	22.11	121.25	20.09	125.78	240.48	21.22
SE	32.11	24.25	50.98	44	0.72	21.23
oĽu	0.9	0.31	0.8	0.84	0.75	0.5

测试单位:中国地质科学院地质研究所国家地质测试中心,2011. 含量 单位:主量元素为% 微量元素为 10⁻⁶. (1)勇新岩体的锆石 LA-ICP-MSU-Pb 年龄为 252.77± 0.66 Ma 形成于晚二叠世 其与吉林省大玉岩体应属于 同一构造环境 即同碰撞构造环境.

(2)勇新岩体的岩石组合以糜棱岩化的(斑状)花 岗岩、(斑状)花岗闪长岩为主,富集大离子亲石元素 (LILE,如 Rb、Th和 Ba),亏损高场强元素(HFSE,如 Nb、Ta),而 Nb和 Ta的强烈亏损,表明岩浆为地壳来 源或曾受到地壳物质的混染.

(3)勇新岩体的岩石地球化学显示了同碰撞花岗 岩特征,应是古亚洲洋板块向华北板块俯冲消减作 用的持续导致华北板块与佳木斯地块的碰撞抬升作 用下形成的.

参考文献:

- [1] 邸新,卢兴波,时玉琴,等.华北板块北缘东段陆缘活动带构造岩片 划分及变质变形特征[J].吉林地质 2008 27(4):10—15.
- [2]曾庆栋,沈远超,刘世臣.吉林省金成洞绿岩带构造变形序列[J].吉 林地质,1994,13(1):60—68.
- [3]李俊建,沈保丰,李双保,等.辽北-吉南地区太古宙花岗岩-绿岩带 地质地球化学[J].地球化学,1996,25(5):458-467.
- [4]刘洪文,邢树文.和龙地区太古宙变质深成侵入体的地质地球化学 特征[J]. 吉林地质 2001 20(2):10—17.
- [5] 葛肖虹. 吉林省东部的大地构造环境与构造演化轮廓[J]. 现代地 质,1990 4(1):107—113.
- [6]刘先文,申宁华,葛肖虹.吉黑东部中生代两种机制的碰撞构造[J]. 长春地质学院学报,1994 24(4):385—389.
- [7]刘永江 涨兴洲 ,金巍 ,等. 东北地区晚古生代区域构造演化[J]. 中 国地质 2010 ,37(4): 943—951.
- [8]李之彤,赵春荆.吉黑东部晚三叠世岩浆活动及其与板块构造的关系[J].中国地质科学院院报,1988,18:21—32.
- [9] 葛肖虹. 华北板内造山带的形成史[J]. 地质论评, 1989, 55(3): 254-261.
- [10]杨德彬 徐文良 裴福萍,等. 蚌埠隆起区古元古代钾长花岗岩的成因 岩石地球化学、锆石 U-Pb 年代学与 Hf 同位素的制约[J]. 地球科学 2009 ,34(1): 148—164.
- [11]Yuan H L, Gao S, Liu X M, et al. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry [J]. Geostandards Newsletter, 2004 28: 353—370.
- [12]Andersen T. Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report ²⁰⁴Pb [J]. Chemical Geology, 2002 ,192: 59-79.
- [13]Ludwing K R. Users manual for Isoplot/EX (Rev.2.49): A geochronological toolkit for Microsoft Excel [J]. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2001: 1—55.
- [14]Griffin W L, Belousova E A, Shee S R, et al. Archean crustal evolution in the northern Yilgarn Craton: U-Pb and Hf-isotope evidence from detrital zircons [J]. Precambrian Research, 2004, 131: 231—282.
- [15]Ircine T N, Baragar W R. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks [J]. Can Jour of Earth Sci, 1971 *β*: 523—548.
- [16]Peccerillo R, Taylor S R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic



图 10 勇新花岗质岩石 Y-Nb 构造判别图(a)和 R₁-R₂ 图解(b)

Fig. 10 Y-Nb discrimination diagram of tectonic setting (a) and R_1-R_2 diagram of the Yongxin granitoid (b)

a—据 Pearce et al., 1984 (after Pearce et al., 1984); VAG—火山弧型(volcanic-arc granite); Syn-COLG—同碰撞型(syn-collision granite); WPG—板内型 (within plate granite); ORG—洋脊型(ocean-ridge granite)

rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1976 *5*8: 63—81.

- [17] 黄映聪 任东辉 涨兴洲 ,等. 黑龙江省东部桦南隆起美作花岗岩的 锆石 U-Pb 定年及其地质意义 [J]. 吉林大学学报 2008 ,38(4): 631—638.
- [18]王德滋,舒良树.花岗岩构造岩浆组合[J].高校地质学报 2007,13 (3):362-370.
- [19]Boynton W V. Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies [A]//Henderson P, ed. Rare earth element geochemistry. Elservier, 1984: 66—114.
- [20]Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace elements discrimination

diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. Journal of Petrology, 1984 25: 956—983.

- [21]吴福元, Wilde S A, 孙德有. 佳木斯地块片麻状花岗岩的锆石离子 探针 U-Pb 年龄[J]. 岩石学报 2001, 17(3): 443—452.
- [22]Chappell B W, White A Jr. I-and S-type granites in the Lachlan Fold Belt [J]. Trans R Soc Edinb Earth Sci, 1992 ,83: 1-26.
- [23]孙德有,吴福元,张艳斌,等.西拉木伦河-长春-延吉板块缝合带的 最后闭合时间——来自吉林大玉山花岗岩体的证据[J].吉林大学 学报 2004 34(2):174—181.
- [24]Pitcher W S. The nature, ascent and emplacement of granitic magmas [J]. Journal of the Geological Society, London, 1979, 136: 627—662.