

吉林延边开山屯地区地层时代的新证据

唐克东 赵爱林

国土资源部沈阳地质矿产研究所 辽宁沈阳 110032

摘 要: 吉林延边开山屯地区古生代地层, 在构造地层学研究的基础上, 取得一些地层时代的新资料: 在混杂岩中新发现中二叠世北方型动物群化石; 对混杂岩中的花岗岩砾石, 测得 SHR MP 锆石 U-Pb 年龄 (286.8 ± 5.6 Ma), 代表岛弧岩浆岩结晶时间; 在变蛇绿岩和糜棱岩中采取白云母样品, 测得 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄, 分别为 408 Ma 和 205 Ma。由此, 可以得出开山屯地区地层时代和混杂岩形成与演化的时间表: 泥盆纪洋壳形成; 在中石炭世—中二叠世由南向北的运移过程中, 洋壳之上发生硅质和碳酸盐沉积, 形成海山; 洋壳与由北向南移动的兴凯地块相对运动, 二叠纪时向大陆俯冲, 在兴凯地块西缘(现代方位)发育岛弧活动, 并在中、晚二叠世形成滑塌堆积。可能与晚三叠世的洋壳俯冲作用有关, 在兴凯地块前陆边缘发生逆冲作用, 形成构造岩片。

关键词: 混杂岩, 特提斯- 华夏动植物化石, 同位素年龄, 古生代, 吉林, 延边

中图法分类号: P 534.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-4959(2007)02-0141-10

开山屯镇附近地层出露较好, 延边地区主要的古生代地层单元, 如上石炭统山秀岭组, 下二叠统大蒜沟组、柯岛组和上二叠统开山屯组等, 都是在这里划分的。然而, 20 世纪末已查明它们在这里组成构造岩片, 不同岩层之间, 被糜棱岩带分割; 产中、晚石炭世和早、中二叠世动物化石的石灰岩, 来源于大洋海山, 在这里形成混杂岩或滑塌堆积中的外来岩块(邵济安、唐克东, 1995b; 王五力等, 2000)。所以, 原来的地层划分及时代已不符合实际情况。近几年, 笔者在开山屯地区工作, 不仅查明其构造特征, 而且取得一些有关地层时代的新资料, 本文将据以讨论地层时代和构造演化问题。

开山屯镇西南的古生代地层分布面积近 120km^2 , 由混杂岩组成。其周围多被早侏罗世花岗岩体侵入, 北和西北面被延吉盆地的白垩纪地层不整合覆盖(图 1)。从构造上可分为两部分, 南部主要表现为滑塌堆积, 北部则是由逆冲断层(糜棱岩带)分割的构造岩片, 形成鳞片状叠瓦构造。

南部岩层走向近南北, 构成向西倾斜的同斜褶皱。下部滑塌堆积的基质以灰—深灰色砂砾岩为主, 其中的砾石和碎屑一般为硅质岩、玄武岩及鳞片状泥质岩, 少量灰黄色花岗质砂、砾岩夹层中的砾石和碎屑为花岗岩和中、基性火山岩; 上部滑塌堆积的基质主要为黑色粉砂、泥质岩, 常见由剪切作用形成的鳞片状构造。这些岩层中随处可见大小不一的蛇绿

岩和海山碎块, 岩石成分包括蛇纹岩化的纯橄岩、方辉橄榄岩、辉石岩、辉长岩、闪长岩、斜长花岗岩、玄武岩、泥—硅质岩和生物灰岩等。在滑塌堆积东北, 其上覆盖浊积岩层; 岩层走向由近南北逐渐转为近东西, 下部为杂(紫红、灰绿)色, 上部为灰—黑色岩层。它们又都分为粗粒和细粒两种岩层, 区别仅是杂色层的粗粒岩层中砾石成分复杂, 不仅有硅质岩、泥质岩、粉砂岩、砂岩和碳酸盐岩石, 还包括碱性安山岩、流纹岩、花岗岩等火山弧的冲刷产物; 灰色层的砾石除沉积岩外, 仅有玄武岩。它们的粗粒岩层主要由砾岩、含砾粗砂岩和中、细粒砂岩组成, 有时在韵律层顶部有粉砂岩和泥质岩薄层, 单个韵律层厚度由 20—30cm 到 1—2m、4—5m、6—8m 不等; 细粒岩层由泥质岩、粉砂泥质岩、粉砂岩和细砂粉砂岩组成, 有时也有细砂岩, 单个韵律层厚 10—20cm 到 1—2m。有的地方杂色泥质岩中含碳酸盐和铁锰质结核。

北部岩层被逆冲断层划分成十多个北东东走向的岩片, 分别由上述不同岩层组成, 在由泥、硅质岩和杂色泥质岩组成的岩片底部常有蛇绿岩岩块出露。根据糜棱岩组构分析, 岩片多由西北向东南仰冲。组成岩片和混杂体的岩石都经受不同程度剪切变形和相应的低级变质作用, 形成各种蓝片岩和绿片岩相矿物组合(吴汉泉等, 2003)。由于后来的早侏罗世花岗岩体侵入, 在靠近接触带的地方, 受热力变质影响, 局部出现红柱石和黑云母等低压变质矿物。

中国地质调查局地质调查项目(项目编号: 200313000036)资助。

文稿接受日期: 2006-11-12; 修改稿收到日期: 2006-12-21。

第一作者简介: 1932 年 2 月生, 男, 汉族, 河南邓州人, 研究员, 从事区域地质及大地构造研究。

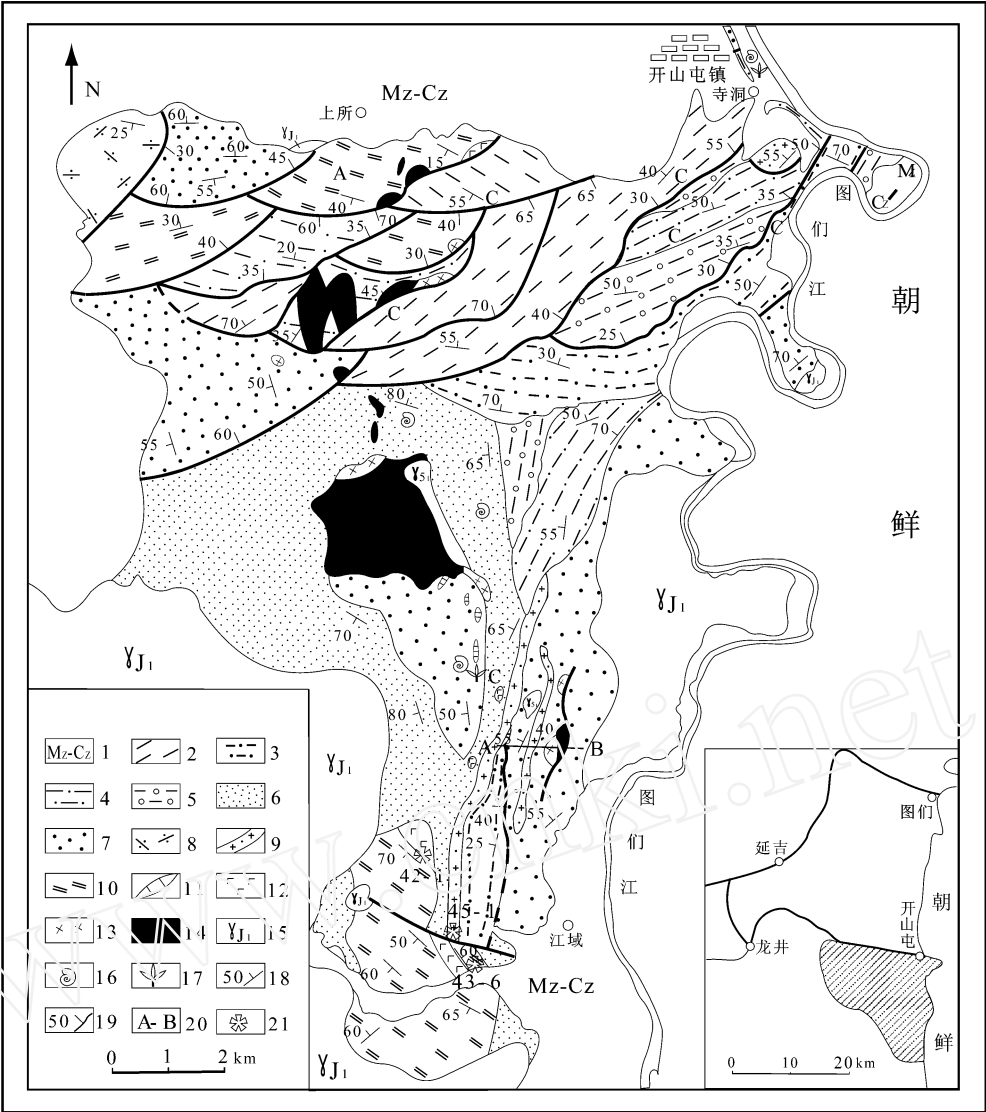


图 1 开山屯地区地质略图

Fig 1 Geologic sketch map of the Kaishantun area

1 中、新生界； 二叠系：2 黑色粉砂、泥质岩为主的远端浊积岩，3 灰色砂、砾岩为主的近端浊积岩，4 杂色粉砂、泥质岩为主的远端浊积岩，5 杂色砂、砾岩为主的近端浊积岩，6 黑色粉砂、泥质岩为主的沉积混杂岩，7 灰色砂、砾岩为主的沉积混杂岩，8 黑色糜棱岩化硬砂岩层，9 花岗质砂、砾岩层； 石炭—二叠系：10 硅质岩和硅泥质岩层，11 生物灰岩层，12 基性火山岩，13 辉长岩类，14 超镁铁质岩； 15 早侏罗世花岗岩类； 16 动物化石产地； 17 植物化石产地； 18 岩层产状； 19 逆掩断层(糜棱岩带)； 20 图 2 的剖面位置； 21. 同位素年龄采样位置





一、中二叠世北方型动物群化石的发现

2002 年笔者在大蒜山北面，采秀洞小溪西边山坡上，硅化的黑色粉砂泥质岩中采到丰富的腕足类和苔藓虫化石，化石杂乱堆积，有磨蚀现象及明显的剪切变形。腕足类化石经詹立培鉴定有：*Yakovlevia paragreelandica* Lee & Gu、*Y. cf. taxiensis* Lee & Gu、*Leptodus nobilis* (W aagen)、*L. cf. minor* Lee & Gu、*Stenosisma purdoni* (Davidson)、*S. gigantean* (Diener)、*Licharewia cf. multiplicata* Lee & Gu、*Haplospirifer* sp.、*Paeckelm anella* sp.、*Neospirifer striatoparadoxus* (Toula)、*N. sp.*、

Spiriferella cf. ovata Lee & Gu、*Punctospirifer* sp. 等 9 个种和 3 个未定种，分属 6 个科，9 个属，归为长身贝类，小嘴贝类和石燕类。其中以石燕贝类较发育，*Licharewia*、*Haplospirifer* 和大型 *Neospirifer* 略占优势。*Licharewia* 经常在内蒙古东部早二叠世晚期地层中出现，是北方生物地理大区的特有分子。北山—内蒙古—兴安亚区早二叠世腕足类化石自下而上分为 4 个化石组合(李莉等，1982)，*Licharewia* 就作为第 4 组合，即 *Licharewia grewingkii*—*Neospirifer mookhailensis* 组合的代表分子，时代无疑属中二叠世晚期(茅口期)。*Haplospirifer* sp.

虽然与产于内蒙古东乌旗中二叠统格根敖包组典型的 *Haplospirifer* 有较大的差别, 但该化石背壳壳线近中隆部分枝, 外侧不分枝的特征和典型属是完全相同的。 *Paeckelmanella* 分布于内蒙古扎赉特旗、黑龙江阿城、五常和伊春等地, 在中二叠统下部和上部均有见及, 时代为中二叠世(栖霞期和茅口期)。前面所述的 *Licharewia*、*Haplospirifer* 和 *Paeckelmanella* 在延边地区都是首次发现, 这对地层对比和充实生物地理区内容有一定意义。大型 *Nospirifer striatoparadoxus* 见于黑龙江五常中二叠统土门岭组, 在内蒙古东乌旗和苏尼特左旗亦有分布, 其所在层位均相当于中二叠统哲斯组, 时代应该是中二叠世晚期(茅口期)。化石群中 *Yakovlevia paragreenlandica* 颇有特征, 在本地区也是首次发现, 它在内蒙古科尔沁旗产于中二叠统大石寨组, 目前推测其地质时代, 应属于中二叠世。其他化石 *Yakovlevia cf. taxiensis*、*Lepodus nobilis*、*Lepodus cf. minor*、*Stenosisma purdoni* 和 *Stenosisma gigantea* 在本地区中二叠统庙岭组已有报道, 这些化石大都见于内蒙古东部和黑龙江阿城、五常等地区中二叠统上部, 下部亦有少量出现, 它们都是组合中重要成员。 *Spiriferella ovata* 产于内蒙古达茂旗中二叠统哲斯组和科尔沁旗中二叠统, 本地区化石 *Spiriferella cf. ovata* 与其极为相似。总之, 从属种的地质历程和组合特征来看, 当前的腕足动物化石群产出的层位应与汪清地区庙岭组相当, 其总体时代归于早中二叠世晚期(茅口期)比较适宜。

进一步分析本化石群属种的地理分布特征, 不难看出 *Yakovlevia*、*Stenosisma purdoni*、*Stenosisma gigantea*、*Licharewia*、*Paeckelmanella*、大型 *Nospirifer* 和 *Spiriferella* 均为北方生物地理大区中二叠世的典型代表, 与北极和西伯利亚同期的腕足动物群有亲缘关系, 具有冷温习性, 所以, 本化石群主题性质应属于冷温型腕足动物群。不过, 与化石群共生的还有带华夏特提斯色彩的 *Lepodus*, 这意味着该冷温型腕足动物群混生有个别的暖水型分子。 *Lepodus* 虽是华南中、晚二叠世沉积中很常见的一个属, 但它分布广泛, 适应环境的能力比较强, 在冷温水中亦能适应生存。就以上而言, 该化石群的混生情况与本地区大蒜山—山秀岭一带的混生情况有很大区别, 它以冷温水型的腕足动物为主体, 不仅反映本区岩石的混杂特征, 而且说明产出它们的黑色粉砂岩可能是准原地沉积, 与外来的海山碎块来源不同。后者常见于早期报导, 大量分布在大蒜山—山秀岭一带的混杂岩和滑塌岩块中。其中属早二叠

世的  类化石有: *Parafusulina*、*Monodioxodina*、*Chusenella*、*Pseudofusulina*、*Pseudodoliolina*、*Neanisellina*、*Lipidolina*、*Codonofusiella*、*Schwagerina* 和 *Nankinella*, 腕足动物有: *Haydenella chianensis*、*Urushtenoidea*、*Spinanarginifera*、*Lepodus cf. mobilis*、*Wagenoconcha irginae*、*Cancrinella cancriniformis*、*Kachiproductus*、*Muirwoodia*、*Spiriferella cf. saranae*、*Nospirifer striatoparadoxus*、*Chonetinella* sp.、*Anidanthus* sp.、*Orthotetes* sp.、*Panetospintoer* sp.。 类化石中, 有的属栖霞晚期的 *Parafusulina* 带, 如 *Monodioxodina*、*Codonofusiella*、*Kahlerina* 等; 有的属茅口期, 如 *Neanisellina* 是华南茅口阶的重要化石。腕足动物中 *Haydenella chianensis*、*Urushtenoidea* 等也是华南茅口期的代表分子。 类绝大部分为特提斯暖水型分子, 仅有少量冷温型的 *Monodioxodina* 混生其间; 腕足动物以华夏特提斯的属种占主体, 混生相当数量的冷温型代表 *Spiriferella*、*Nospirifer* (大型)。这里包含的小块石灰岩中也产有晚石炭世马平期  类化石 *Tritictes*、*Quasifusulina* 和 *Pseudoschwagerina* 等。可以看到, 以 *Haydenella*、*Spinanarginifera*、*Urushtenoidea* 为代表的华夏特提斯分子与冷温型分子相混生, 也就是说延边地区中二叠世晚期腕足动物群是以特提斯暖水型分子为主体, 混有 *Yakovlevia*、*Stenosisma gigantea*、*Nospirifer* 和 *Spiriferella* 等冷温型分子。此种混生特征与我国西藏北部、俄罗斯远东南滨海地区和日本北上山地区极为相似, 有较强的可比性(詹立培等, 1993)。

二、混杂岩中花岗岩砾石的 SHRMP 锆石 U-Pb 年龄

开山屯地区的沉积混杂岩中常可见花岗质砂砾岩夹层, 以咸沙洞岩片(厚 485.2 m)为例, 其剖面情况如下(自上而下):

上覆地层: 灰黑色砂砾浊积岩

—————逆冲断层—————

- | | |
|--|--------|
| 16 黑色角岩化含砾杂砂岩 | 48.8m |
| 15 黑色细砂粉砂质板岩 | 62.1m |
| 14 灰黑色角岩化砂岩, 夹 0.2m 厚的青灰色含石灰岩薄条带的钙质砂岩层 | 9.9m |
| 13 黑色粉砂岩 | 19.8m |
| 12 灰黑色角岩化含砾杂砂岩, 上部夹砾岩薄层 | 102.8m |
| 11 黑绿色玄武岩(岩块) | 36.0m |
| 10 黑色红柱石(空晶石)炭质板岩 | 24.6m |
| 9 黑色含砾杂砂岩, 含少量花岗岩砾石 | 11.5m |

- 8 灰黄色花岗质含砾粗砂岩27. 1m

7 黑色红柱石(空晶石)炭质板岩16. 4m

6 灰黄色花岗质硬砂岩夹薄层细砾岩, 砾岩层厚 10—40cm32. 0m

5 黑色块状角岩化粉砂岩6. 9m

4 灰黄色长石砂岩, 花岗岩状, 夹 80cm 厚的细砾岩一层49. 4m

3 灰黄色花岗质砾岩, 砾石主要为花岗岩,
- 脉石英, 含量达 70% 以上, 砾石滚圆及分选均好, 大者达 15cm 左右23. 3m

2 灰黄色中粒长石砂岩, 厚层状6. 8m

1 灰黄色花岗质砾岩, 砾石主要为花岗岩, 亦见细晶岩砾石7. 8m
- 下伏地层: 辉长岩—硅质岩(岩块)

逆冲断层

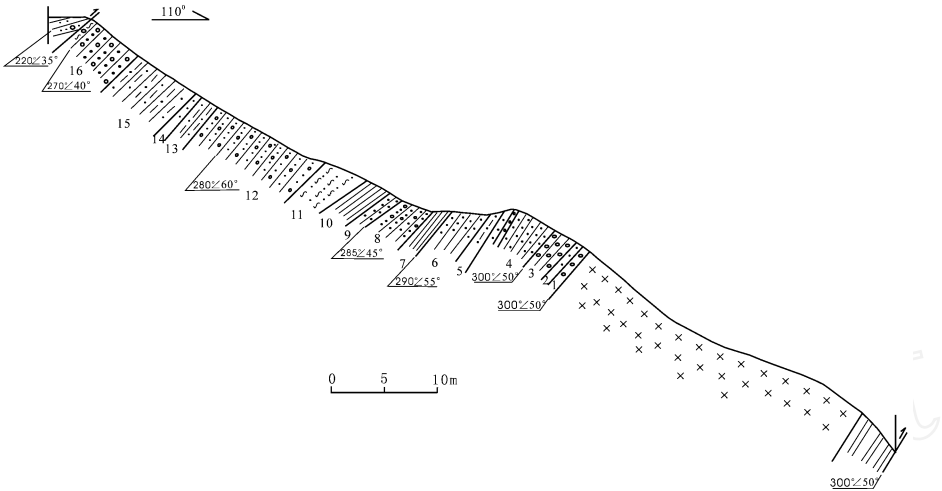


图 2 咸沙洞岩片地层剖面图

Fig. 2 Geologic section of the Xianshadong rock complex

这些以花岗岩碎屑为主的岩层, 其砂岩特征不同于混杂岩中其他砂岩的杂基支撑, 几乎全部为颗粒支撑, 接触—孔穴胶结。砂屑含量高, 可达 85% 以上; 砂屑的滚圆度和分选也较好; 但也时见棱角状碎屑及大小颗粒混杂现象。砂屑成分多硅质岩、泥硅质岩、石英、斜长石、钾长石(多条纹长石)、黑、白云母和少量中、基性火山熔岩。胶结物泥质或铁—泥质, 多重结晶为云母。此外, 也见有文象状的蠕英石砂屑。砾岩中的砾石成分可很复杂, 有的地方以花岗岩为主, 有的地方除花岗岩外可有辉长岩、石灰岩和中、基性火山熔岩; 砾石大小相差很大, 大者直径可达 20—30Cm, 滚圆好。花岗岩(砾石)包括斜长花岗

岩, 黑云母花岗岩和淡色花岗岩等, 它们的特征主要是由斜长石、石英及黑云母组成, 钾化明显; 钾长石(多为条纹长石, 少量微斜长石)交代斜长石生成, 含量不超过斜长石; 白云母交代黑云母和斜长石形成。有时伴随有石英-钾长石的共结结构在岩石中发育。这些岩石的化学成分见表 1。在区分岩石类型的 H. 德拉罗什 R1-R2 图解中, 其落点分别在花岗闪长岩、二长花岗岩和正长花岗岩区, 属于板块碰撞前与俯冲作用有关的陆缘岩浆活动产物(R. A. 巴切勒等, 1986)。经过里特曼法(值 1. 27—2. 05)及(值 2. 58—2. 83)计算(武汉地质学院岩石教研室, 1980), 岩石类型属钙碱性系列。

表 1 咸沙洞岩片花岗质岩石化学成分表

Tab 1 Petrochemical data of the granitic rocks in the Xianshadong rock complex

样品号	含 量(%)											
	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	Los
45-1	71. 62	0. 34	13. 36	0. 92	2. 35	0. 07	1. 77	1. 23	4. 90	2. 00	0. 32	0. 78
56-3	75. 79	0. 10	12. 65	0. 17	2. 45	0. 03	0. 93	0. 41	5. 89	0. 56	0. 05	0. 48
68-2	71. 62	1. 29	13. 45	0. 42	3. 08	0. 04	0. 28	1. 91	3. 87	3. 79	0. 03	0. 21
P8-11-2	75. 72	0. 23	13. 58	0. 18	0. 39	0. 02	0. 59	0. 68	3. 55	3. 84	0. 02	0. 84
24-2	69. 57	0. 43	15. 25	1. 34	2. 70		1. 09	2. 24	4. 70	0. 92		
33-8	76. 52	0. 14	11. 99	0. 93	1. 68		0. 02	0. 54	5. 24	1. 82		

测试单位: 沈阳地质矿产研究所实验室

笔者在江域村西北的岭岩洞小溪东边采取花岗岩质砂砾岩中的二长花岗岩砾石(41-5)进行锆石年龄测定。锆石由沈阳地质矿产研究所地质实验组分选, 为保证各粒级锆石颗粒的完整性, 将重约 10kg 的岩石经过粗碎及中碎, 将粉碎后的样品分粒级进行淘洗, 为避免污染, 在粉碎及淘洗过程中, 对所用碎样设备和淘洗器皿进行了岩石或水清洗, 以确保所选锆石的代表性。在双目镜下对所选锆石观察发现, 锆石种类较为单一, 棱角清楚, 未经过搬运磨蚀; 主

要为淡黄色, 颗粒透明度好, 部分颗粒含有包体; 粒径不均匀, 结晶较好, 晶体完好者较多, 锥体发育(见图 3, 照片); 反映岩浆成因锆石的特点。由阴极发光(电子)照相, 可见锆石晶体形态较好, 具有清楚的生长韵律环带, 多数锆石发育有一层薄壳, 可能为结晶成岩之后, 动力作用下形成的增生壳, 这与组成混杂岩的岩石均经受不同程度剪切变形和相应的低级变质作用有关。

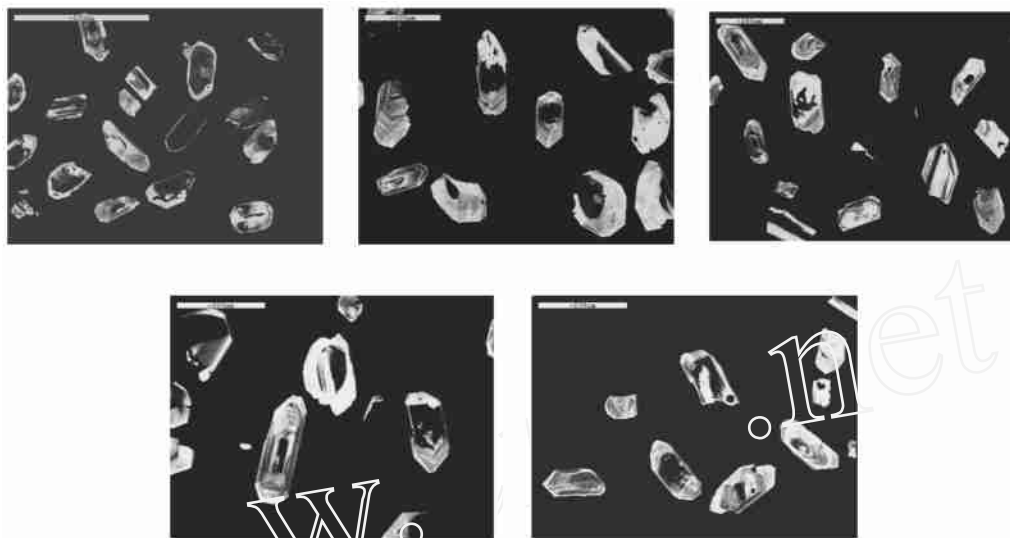


图 3 开山屯 45-1 号锆石样品阴极发光(电子)图象

Fig 3 Cathodoluminescence photos of zircon samples from granite pebble (45-1) in the Kaishantun area

从分选后的锆石中选取能代表所有颗粒的锆石, 与锆石标样(TEM)一起制靶, 然后进行光学照相及阴极发光(电子)照相, 最后镀金。SHR MP 锆石 U-Pb 测年在北京离子探针中心完成, 详细分析流程及原理参见宋彪等(2002)和简平等(2001)。在分析中, 应用澳大利亚国立大学地学院标准锆石 SL 13 (572MA, U 含量为 $238\mu\text{g/g}$) 标定 TEM 标准锆石和样品的 U、Th 及 Pb 含量, 应用 TEM (417MA) 进行元素间分馏校正 (Black *et al*, 2003; Williams, 1998), 计算 Pb-U 及 UO-U 的校正值, 并计算样品年龄(表 2)。采用澳大利亚国立大学 PRAWN 程序处理数据 (Williams & Buick, 1996) 应用实测 ^{204}Pb 校正普通铅, 表中测试数据的误差均为 1σ , ^{206}Pb - ^{238}U 年龄的加权平均值误差为 2σ 。所测样品锆石年龄较为年轻, 所以采用其 ^{206}Pb - ^{238}U 年龄。根据锆石的外形特征(图 3), 以及由阴极发光(电子)照相所反映的内部结构选择激光靶点 (Pupin, 1980; Vavra *et al*, 1996; 简平等, 2001), 共对该样品的 16 粒锆石进行了 19 点分析(表 2)。在 U-Pb 一致曲线上落点集中, 均落在谐和线上(图

4), 给出的 ^{206}Pb - ^{238}U 的加权年龄为 $286.8 \pm 5.6\text{Ma}$, 为岩浆锆石的结晶年龄, 代表岩浆岩的结晶时代。

三、混杂岩中的两个变质岩年龄

为了解混杂岩中变质作用的时间, 我们分别在蛇绿岩和糜棱岩中采取白云母样品进行 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄测定。前者采自鹤城洞村西, 这里出露的变质岩片由蛇绿岩的上部剖面组成, 岩层包括变质的辉长岩、辉绿岩、玄武岩和硅质岩, 含赤铁矿硅质岩夹层。岩石受绿片岩相变质, 形成各种片岩。样品为绿泥白云母石英片岩(43-6), 即剖面最上部变硅质岩中的夹层。后者采自岭岩洞小溪北侧的糜棱岩带上, 样品为糜棱岩化的二云母石英片岩(42-1)。

样品测试在中国地质大学(北京)地学实验中心进行, 使用的仪器是 MM 5400 质谱仪, 室温为 21°C 。标准样品采用北京房山花岗岩中的黑云母标准样 (ZBH-25) 和美国鱼谷凝灰岩中透长石 (FCT-01), 标准值为 $133.2 \pm 0.2\text{Ma}$ 和 27.8Ma 。样品照射时间 10 小时 23 分钟, 快中子累积通量 $2.2428 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$, 全系统空白水平 $m/e = 40.36 \times 10^{-15} \text{mol}$;

表 2 开山屯花岗岩砾石(45-1)SHRMP 锆石 U-Pb 分析数据表

Tab 2 SHRMP U-Pb zircon age data of the granite pebble in the Kaishantun area

点号	²⁰⁶ Pb _c (%)	U (μg/g)	Th (μg/g)	²³² Th/ ²³⁸ U	Pb* (μg/g)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U ± %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (Ma, ± 2σ)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (Ma, ± 2σ)	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U ± %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (Ma, ± 2σ)
1.1	1.47	343	155	0.47	13.2	0.0441 ± 3.6	278.2(± 9.7)	280.7(± 9.8)	0.0445 ± 3.5	281(± 11)
2.1	5.93	850	445	0.54	34.3	0.0442 ± 3.7	279(± 10)	280.9(± 9.9)	0.0445 ± 3.5	280(± 11)
3.1	.16	140	65	0.48	2.60	0.0464 ± 3.8	293(± 11)	289(± 11)	0.0458 ± 3.8	289(± 12)
4.1	8.36	74	28	0.39	2.94	0.0422 ± 4.5	266(± 12)	279(± 11)	0.0436 ± 3.9	275(± 12)
5.1	2.52	103	46	0.46	3.99	0.0441 ± 3.9	278(± 11)	281(± 10)	0.0443 ± 3.8	279(± 11)
5.2	1.26	804	791	1.02	31.6	0.0451 ± 3.5	284.4(± 9.8)	284.2(9.8±)	0.0449 ± 3.5	283(± 12)
6.1	3.09	178	129	0.75	6.58	0.0417 ± 3.8	263.5(± 9.9)	264.1(± 9.8)	0.0420 ± 3.7	265(± 11)
7.1	2.57	358	344	0.99	13.9	0.0440 ± 3.6	277.4(± 9.7)	277.6(± 9.7)	0.0438 ± 3.5	276(± 12)
8.1	1.44	229	126	0.57	9.33	0.0468 ± 3.6	295(± 10)	294(± 10)	0.0466 ± 3.6	294(± 12)
9.1	3.07	159	85	0.55	6.71	0.0477 ± 3.8	300(± 11)	297(± 11)	0.0469 ± 3.7	296(± 13)
10.1	3.30	120	63	0.54	5.04	0.0474 ± 3.8	298(± 11)	285(± 11)	0.0451 ± 3.7	284(± 13)
11.1	1.45	383	341	0.92	15.9	0.0475 ± 3.6	299(± 10)	298(± 10)	0.0472 ± 3.6	298(± 12)
12.1	19.29	109	50	0.47	5.00	0.0430 ± 5.5	271(± 15)	286(± 12)	0.0458 ± 3.9	289(± 16)
1.2	7.75	158	68	0.44	7.33	0.0497 ± 3.9	313(± 12)	315(± 12)	0.0498 ± 3.7	313(± 14)
13.1	2.34	192	73	0.39	7.64	0.0451 ± 3.7	284(± 10)	288(± 10)	0.0458 ± 3.6	289(± 11)
14.1	2.73	522	530	1.05	20.2	0.0438 ± 3.6	276.3(± 9.6)	277.4(9.7±)	0.0437 ± 3.5	276(± 12)
15.1	33.96	45	21	0.48	2.20	0.0377 ± 8.3	238(± 19)	245(± 16)	0.0393 ± 4.1	249(± 24)
2.2	1.28	629	338	0.56	26.0	0.0474 ± 3.5	299(± 10)	300(± 10)	0.0475 ± 3.5	299(± 11)
16.1	8.87	123	59	0.49	5.08	0.0439 ± 6.3	277(± 17)	272(± 11)	0.0435 ± 3.8	274(± 13)

测试单位: 北京离子探针中心

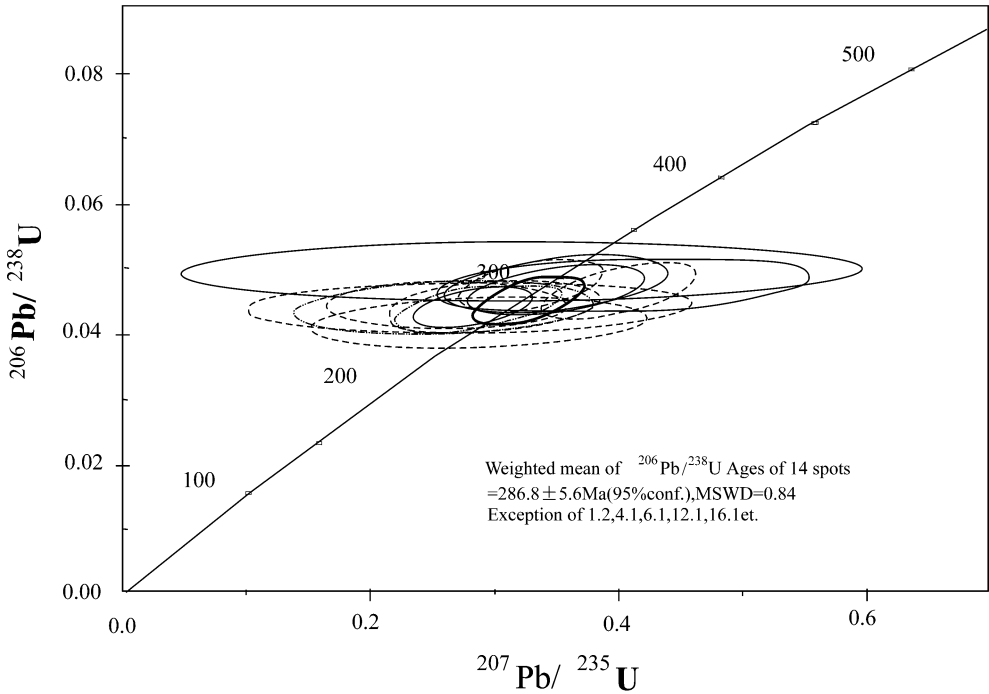


图 4 开山屯花岗岩砾石中 SHRMP 锆石 U-Pb 一致曲线图

Fig 4 SHRMP U-Pb zircon age concordia chart of the granite pebble in the Kaishantun area

$m/e=36\ 9\times10^{-18}\text{mol}$ 测试方法是依据中华人民共和国地质矿产行业标准DZ/T 0184 8-1997($^{40}\text{Ar}\text{-}^{39}\text{Ar}$ 同位素地质年龄及 Ar 同位素比值)测定。钾、钙干扰同位素和 ^{37}Ar 衰变校正、照射参数J 值的计算及其随位置变化的校正、 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比值及误差、表面年龄的计算及其误差的计算公式和方法据中华人民共和国地质矿产行业标准DZ/T 0184 8-1997。年龄谱图的绘制、坪年龄的计算、等时线年龄及其误差计算根据美国伯克利地质年代中心

(Berkeley Geochronology Center) K. R. Ludwig 所提供的 Isoplot 程序 ver 2.31。采用参数: $^{40}\lambda_{\text{K}}=5.543\times10^{-10}/\text{年}$, 空气氩 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}=295.5$ 。测试结果, 43-6 号样品的等时线年龄为 $408\pm34\text{Ma}$, 温度大于1000 的坪加权平均年龄为 406.28Ma (包括47.9%的 ^{39}Ar); 42-1 号样品等时线年龄为 $205.7\pm7.1\text{Ma}$, 坪年龄为 $203.9\pm1.6\text{Ma}$ (包括47.9%的 ^{39}Ar), (表3, 4 和图5, 6)。

表3 43-6 样品 $^{40}\text{Ar}\text{-}^{39}\text{Ar}$ 阶段升温测年结果

Tab 3 Data of $^{40}\text{Ar}\text{-}^{39}\text{Ar}$ stepwise incremental heating dating of muscovite (43-6)

样号: 43-6	分析日期: 2004 10 11			称重(g)= 0.0324		J= 0.002317			
温度(℃)	($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _m	($^{46}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _m	($^{47}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _m	($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) _{rk}	$^{39}\text{Ar}(\times10^{-8}\text{ccSTP})$	$^{39}\text{Ar}(\%)$	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 总(%)	年龄(Ma)	误差(Ma)
600	81.7897	0.216575	3.23803	18.0637	0.015	0.26	23.05	73.97	21.95
700	53.6040	0.048434	0.87889	39.2771	0.099	1.68	73.71	157.13	4.08
760	71.4040	0.058110	0.64505	54.3017	0.263	4.48	76.32	213.79	2.97
840	62.8254	0.008018	0.32665	60.4904	0.635	10.83	96.31	236.62	3.18
890	86.0324	0.001350	0.04598	85.6350	1.097	18.72	99.54	326.53	4.24
950	94.0721	0.001450	0.04877	93.6460	0.872	14.88	99.55	354.25	4.57
1000	105.8875	0.001924	0.06322	105.3240	1.107	18.89	99.47	393.92	5.11
1050	111.2391	0.002813	0.06494	110.4134	0.974	16.62	99.26	410.94	5.21
1100	113.5862	0.000680	0.10997	113.3983	0.475	8.11	99.83	42.085	5.33
1160	116.7784	0.022583	0.01312	110.1025	0.144	2.46	94.36	409.91	5.33
1450	123.1472	0.038449	0.35307	111.8377	0.180	3.07	90.91	415.68	5.31

测试单位: 中国地质大学(北京) 地质实验中心

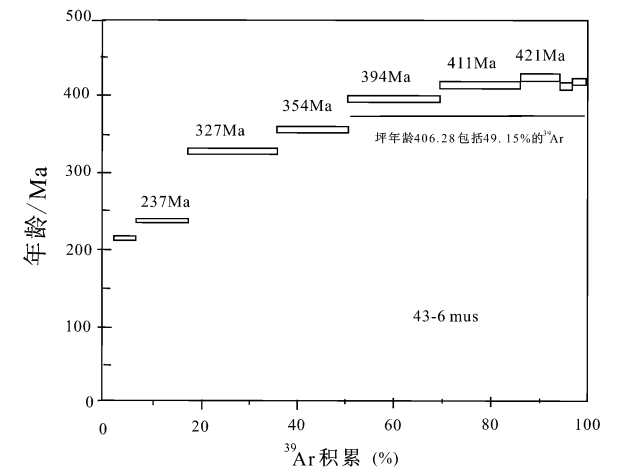


图5 白云母的 $\text{Ar}\text{-}\text{Ar}$ 等时线年龄(43-6)

Fig 5 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age and $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}\text{-}^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ isochron age of muscovite(43-6)

四、地层时代讨论

1 上述黑色粉砂泥质岩中的中二叠世北方型动物群和外来海山碎块中的中石炭世—二叠纪特提斯—华夏动植物群共同出现在开山屯地区不是偶然的, 这种情形与东北亚中生代增生带是一致的。以兴凯

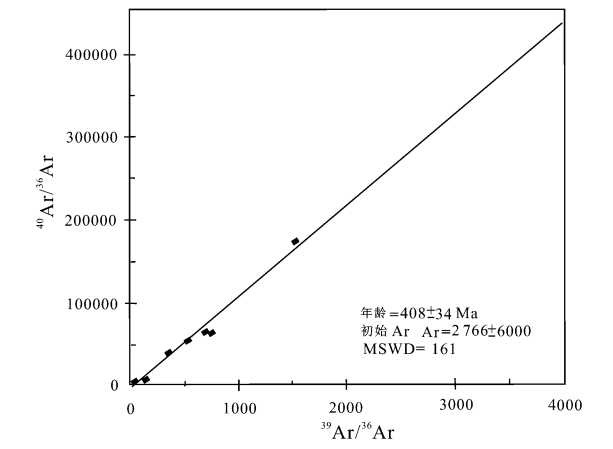


图6 白云母的 $\text{Ar}\text{-}\text{Ar}$ 等时线年龄(42-1)

Fig 6 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age and $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}\text{-}^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ isochron age of muscovite(42-1)

地块及邻区的古生物研究为例, 兴凯地块上, 斯帕斯克带的下寒武统石灰岩岩块内所产古杯化石, 如 *Archaeolynthus*, *Tumuliolynthus*, *Capsulocyathus*, *Aldanocyathus*, *Robustocyathus*, *Tumulocyathus*, *Coscincyathus*, *Dicthyocyathus*, *Protopharetra* 等, 与

图瓦、蒙古、上黑龙江相近,属阿尔泰—萨彦区,与西伯利亚为不同的生物地理区(, 1988; , 1999)。南滨海地区晚泥盆世法门期到早石炭世杜内期的植物化石有安格拉植物区的萨彦—阿尔泰型的石松纲分子 *Pseudolepidodendron igrichense*, 种子蕨 *Uralia* sp., 也有欧美植物区的石松纲孢子囊穗的孢子和 *Stigm aria* 的类根茎; 被认为当时处于此二植物区的界线附近(, 1989)。表明直到石炭纪初期, 兴凯地块还在接近阿尔泰—萨彦的地方。Ehiro (2001) 的研究也证明在早、中古生代时期, 兴凯地块的动物群和植物群与西

伯利亚关系密切, 属北方区, 而南北上山—黑濂川 (South Kitakami—Kurosegawa) 地块直到石炭纪初还位于接近澳大利亚和华南克拉通的低纬度地区。他举出很多学者根据古生物地理资料研究的结果, 如寒武纪的三叶虫 (Palmer, 1973), 奥陶纪三叶虫 (Whittington, 1973; Cocks & Fortey, 1988), 志留—泥盆纪脊椎动物 (Young, 1993; Young & Janvier, 1999), 志留纪珊瑚 (He, 1994) 和泥盆纪珊瑚 (Zhen, 1998), 表明南北上山—黑濂川地块的基底是寒武纪到奥陶纪时在沿冈瓦纳大陆北缘的俯冲带内形成的 (Ehiro & Kanisawa, 1999)。

表 4 42-1 样品⁴⁰Ar/³⁹Ar 阶段升温测年结果

Tab 4 Data of ⁴⁰Ar/³⁹Ar stepwise incremental heating dating of muscovite (42-1)

样号: 42-1	分析日期: 2004 10 08			称重(g)= 0.0237		J= 0.002317			
温度(℃)	(⁴⁰ A r/ ³⁹ A r) _m	(⁴⁶ A r/ ³⁹ A r) _m	(⁴⁷ A r/ ³⁹ A r) _m	(⁴⁰ A r _放 / ³⁹ A r _总) _m	³⁹ A r(× 10 ^{- 8} ccSTP)	³⁹ A r(%)	⁴⁰ A r _放 / ³⁹ A r _总 (%)	年龄(M a)	误差(M a)
600	125.6998	0.331563	1.24708	27.8346	0.059	0.89	23.14	113.22	6.48
700	50.9194	0.0694778	0.51844	31.8227	0.081	1.21	62.96	128.87	3.15
760	83.8662	0.118278	0.21899	48.9344	0.338	5.07	58.88	194.54	2.71
820	56.9740	0.015708	0.21837	52.3523	0.401	6.01	91.98	207.38	2.87
880	58.2262	0.004032	0.10456	57.0422	1.460	21.88	97.99	224.85	3.00
930	51.7384	0.000440	0.03461	51.0165	1.319	19.76	98.62	202.37	2.72
980	52.6445	0.003783	0.10334	51.5335	0.897	13.44	97.91	204.31	2.76
1040	52.5873	0.003045	0.09503	51.6933	0.979	14.67	98.31	204.91	2.75
1100	55.4679	0.003364	0.14073	54.4851	0.761	11.40	98.24	215.34	2.88
1160	61.0568	0.010616	0.67890	57.9949	0.289	4.33	95.00	228.37	3.16
1450	69.2368	0.033590	1.05358	59.4313	0.090	1.35	85.95	233.68	3.18

测试单位: 中国地质大学(北京) 地学实验中心

Masayuki Ehiro (2001) 研究了兴凯地块范围内二叠纪地层的 5 个含植物化石层位, 其中 3 个属下统, 2 个属中统。最下一层植物群, 与石炭纪一样, 是典型的安格拉型; 第二到第四层也表现为亲安格拉型, 但是带有华夏型成分; 最后一层既有亲安格拉的, 也有亲华夏的成分。这里的动物化石群也表现出在早二叠世后与华北及华南地区紧密的生物地理关系。如中、晚二叠世的笔石类, 中二叠世的 Sphinctozoans 和晚二叠世的菊石, 属于特提斯或近赤道的特提斯动物群, 与华南及日本的南北上山—黑濂川相同。而中二叠世的腕足类动物群与南北上山相同, 却不同于华南。这些资料表明, 兴凯地块在早二叠世以后的中二叠世—三叠纪期间, 位于接近南北上山的低纬度地区。由此, 他认为兴凯地块与南北上山—黑濂川地块起源于不同地区, 而且在早、中古生代时位于相互距离很远的地方; 兴凯地块靠近西伯利亚, 而南北上山—黑濂川地块则靠近澳大

利亚和华南。石炭纪后, 兴凯地块可能与西伯利亚分开, 并向南漂移; 早二叠世开始与南北上山—黑濂川地块会合。

2 开山屯地区混杂岩中的花岗质砂砾岩层, 碎屑成分主要是钙碱性花岗岩, 也有中、基性火山岩, 被认为是岩浆弧背区发育的磨拉石建造 (邵济安、唐克东, 1995a)。其中花岗岩年龄 286.8 ± 5.6 Ma, 相当早二叠世。据中国科学院地质地球物理研究所张福勤面告, 它们测定的开山屯地区岛弧蛇绿岩中闪长岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 260 Ma, 糜棱岩带内的花岗岩砾石为 253 Ma。这些年龄资料表明开山屯地区混杂岩中的岛弧成分主要形成于二叠纪。

3 开山屯地区混杂岩中的蛇绿岩岩块主要为岛弧型, 仅南部的变质岩片中存在具有 N-MORB 特征的玄武岩 (邵济安、唐克东, 1995b)。上述 43-6 样品即采自此处。其中白云母的 ⁴⁰Ar-³⁹Ar 等时线年龄为 406.28 Ma, 相当早泥盆世。这说明开山屯地区混杂

岩中存在有形成于不同时代的两类蛇绿岩。

4 上述糜棱岩中白云母的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 等时线年龄 $205.7 \pm 7.1\text{ Ma}$, 相当晚三叠世, 代表与逆冲变形同构造变质的时间。据区域地质研究, 开山屯东北的延边地区此时为活动陆缘环境, 发育钙碱性岩浆岩, 并产天桥岭群植物化石(孙革, 1993)。这表明混杂岩构造岩片的形成, 可能与晚三叠世的洋壳俯冲作用有关。

5 笔者认为开山屯地区混杂岩形成与演化的历史为: 泥盆纪时洋壳形成; 在中石炭世—中二叠世由南向北的运移过程, 洋壳之上发生硅质和碳酸盐沉积, 形成海山; 洋壳与由北向南移动的兴凯地块相对运动, 二叠纪时洋壳向大陆俯冲, 在兴凯地块西缘(现代方位)发育岛弧活动, 并在中、晚二叠世形成滑塌堆积; 可能与晚三叠世的洋壳俯冲作用有关, 在前陆地带发生逆冲作用, 形成构造岩片。

参 考 文 献

- 李莉, 谷峰, 李文国. 1982 内蒙古西乌珠穆沁旗地区下二叠统腕足化石新资料. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 4: 113—129
- 简平, 程裕淇, 刘敦一. 2001 变质锆石成因的岩性学研究——高级变质岩U-Pb年龄解释的基本依据. 地学前缘, (3): 183—191
- 宋彪, 张玉海, 万渝生. 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
- 孙革. 1993 中国吉林天桥岭晚三叠世植物群. 长春: 吉林科学技术出版社. 1—157
- 邵济安, 唐克东. 1995a 中国东北地体与东北亚大陆边缘演化. 北京: 地震出版社. 1—185
- 邵济安, 唐克东. 1995b 吉林省延边开山屯地区蛇绿混杂岩. 岩石学报, 11(增刊)(蛇绿岩块专集): 212—221
- 王五力, 唐克东. 2000 延边地区二叠系构造地层学研究进展. 见: 第三届全国地层会议论文集. 北京: 地质出版社. 153—158
- 吴汉泉, 唐克东, 李存有. 2003 吉林延边开山屯地区蓝片岩相变质作用. 地质通报, 22(9): 651—654
- 詹立培, 邵济安. 1993 延吉地区与冈瓦纳特提斯生物群的对比, 亚洲的增生. 北京: 地震出版社. 133—137

- 武汉地质学院岩石教研室. 1980 岩浆岩岩石学(下册). 北京: 地质出版社. 268
- 巴特勒R A, 鲍登P. 1986 用多阳离子参数解释花岗岩类岩石系列的岩石成因. 国外地质科技, 4: 41—50
- Ehiro M & Kanisawa S. 1999 Origin and evolution of the South Kitakami microcontinent during the Early-Middle Paleozoic. In: Metcalfe ed. Gondwana dispersion and Asian accretion: IGCP 321 Final results volume. Rotterdam: AA Balkema
- Ehiro M. 2001 Origins and drift histories of some microcontinents distributed in the eastern margin of Asian Continent. Earth Science, 55(2): 71—81
- Black L P, Kamo S L, Williams I S, Mundil R M, Davis D W, Korsch R J & Foudonlis C. 2003 The application of SHRIMP to Phanerozoic geochronology: a critical appraisal of four zircon standards. Chemical Geology, 200(1-2): 171—188
- Black L P, Kamo S L, Allen C M, Aleinikoff J N, Davis D W, Korsch R J & Foudonlis C. 2003 TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology. Chemical Geology, 200(1-2): 155—170
- Pupin J P. 1980 Zircon and granite. Contributions to Mineralogy and Petrology, 73: 207—220
- Vavra G, Gebauer D & Schmid R. 1996 Multiple zircon growth and recrystallization during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps). An ion microprobe (SHRIMP) study. Contributions to Mineralogy and Petrology, 122: 337—358
- Williams I S. 1998 U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. In: Mckibben M A, Shank III W C & Ridley W I eds. Application of microanalytical technique to understanding mineralizing process. Reviews in Economic Geology, 7: 1—35
- Williams I S & Buick I S. 1996 Cartwright IA: an extended episode of early Mesoproterozoic metamorphic fluid flow in the Reynolds Range, Central Australia. Journal of Metamorphic Geology, 14: 29—47
- 1988, 1—135
- 1989
- , (1): 95—102
- & 1999
- , 18(5): 24—43

NEW EVIDENCE OF PALAEOZOIC STRATIGRAPHY IN THE KAISHANTUN AREA, YANBIAN, JILIN

TANG Ke-dong and ZHAO Ai-lin

Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang, 110032

Abstract This paper discusses the Palaeozoic strata in the Kaishantun area of Yanbian District, Jilin Province. New stratigraphic data include: 1) a new fossil assemblage characteristic of the Boreal fauna in Middle Permian age has been found in the melange; 2) granite pebbles within the melange give a SHRIMP

zircon U-Pb age of 286 ± 5 Ma, representing the crystallization age of island arc magmas; 3) muscovites within ophiolite and mylonite were dated by $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ technique at 351.55 Ma and 209.17 Ma, respectively. The new data suggest that oceanic crust was formed in the Devonian. Siliceous and carbonate rocks were deposited atop the oceanic crust during the northward movement of the plate in the Middle Carboniferous—Middle Permian. The oceanic crust eventually subducted beneath the southward moving Khanka block, causing the development of Permian island arcs in western margin of the Khanka block and Middle-Upper Permian slump deposits. The oceanic crust kept subducting in the Upper Triassic, leading to eventual obduction at foreland edge, and the formation of the melange zone described in this paper.

Key words tectonostratigraphy, melange, Boreal fauna, isotopic age, Palaeozoic, Jilin, Yanbian

中国古生物学会孢粉学分会学术年会 6 月将在石家庄召开

中国古生物学会孢粉学分会七届二次学术年会将于 2007 年 6 月 5—8 日在河北省石家庄市举行。会议由中国古生物学会孢粉学分会主办, 河北师范大学承办。

年会除学术交流(学术报告内容包括孢粉学各研究领域)外, 还将讨论确定下届年会(2009 年)的举办地、中国孢粉学会会标等事宜。请各位积极准备, 提供最新成果在会上作交流。会议将统一编辑印刷论文摘要集, 请大家在 5 月 20 日前将论文摘要通过电子信箱传来(jgli@nigpas.ac.cn)或寄给大会秘书处。

会间将考察革命圣地——西柏坡, 会后还将组织两条野外考察路线。

有关会议事宜可与会议秘书处联系(联系人: 李建国 电话: 025-83282279, 梅盛吴 电话: 025-83282225, 地址: 南京市北京东路 39 号中国科学院南京地质古生物研究所, 邮政编码: 210008; 李月丛 电话: 0311-86269204, 13831190396, 地址: 石家庄市裕华东路 113 号河北师范大学资源与环境学院, 邮政编码: 050016)

(边 步 供稿)