Vol. 24 No. 6 Dec. 2015

文章编号:1671-1947(2015)06-0511-10

中图分类号 :P588.2

文献标志码 :A

辽宁南华系殷屯组及永宁组冰碛岩沉积特征

卢崇海1那德和2张耀华1罗建民1刘濮睿1刘广旭1卢思桥3谢鑫竹1

1.辽宁省矿产勘查院,辽宁沈阳1100312.中国地质调查局沈阳地质调查中心(沈阳地质矿产研究所),

辽宁 沈阳 110034 3.辽宁省地质矿产研究院 辽宁 沈阳 110032

摘 要 通过对辽宁地区出露的新元古代殷屯组、永宁组调查研究取得了新认识,认为辽宁地区存在南华纪地层,以新元古代殷屯 组、永宁组为代表,可划分出二次冰川活动(二个冰期和一次间冰期)的沉积,自下而上为殷屯冰期(第一次冰期)、八家子间冰期、 汛河冰期(第二次冰期).依据殷屯组和永宁组冰碛物组合特点及接触关系,并结合碎屑锆石 U-Pb(LA-ICP-MS)同位素测年成果, 推测辽宁南华系殷屯组、永宁组形成时代应小于 1000 Ma,与南方南华纪形成的时间基本接近或略早(约 850 Ma). 关键词 南华系,殷屯组,泳宁组,冰碛岩,冰期,锆石 LA-TCP-MS U-Pb 年龄,辽宁省 DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2015.06.001

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF THE TILLITE IN YINTUN AND YONGNING FORMATIONS, NANHUA SYSTEM, IN LIAONING PROVINCE

LU Chong-hai¹, XING De-he², ZHANG Yao-hua¹, LUO Jian-min¹, LIU Pu-rui¹, LIU Guang-xu¹, LU Si-qiao³, XIE Xin-zhu¹ 1. Liaoning Institute of Mineral Exploration, Shenyang 110031, China; 2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China; 3. Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China

Abstract : The term of Nanhua System was officially issued in the China Stratigraphic Chart in Guide of China Stratigraphy and Manual (revised edition) published in 2001. The stratotype section of Nanhua system was established mainly in Guizhou, Hunan and Hubei in south China. Whether Nanhua strata exist in north China, is a controversial issue for many researchers with different division schemes. Through research on Neoproterozoic Yintun and Yongning formations outcropped in Liaoning region, the authors obtain the new idea that Nanhua strata do exist in Liaoning. Represented by Neoproterozoic Yintun Formation and Yongning Formation, the sedimentation of two glacial movements (including two glacial periods and one interglacial period) can be recognized. Based on the assemblage features and contact relation of the till in Yintun and Yongning formations, combined with the detrital zircon U-Pb(LA-ICP-Ms) isotopic age data, the forming ages of Yintun and Yongning formations of Nanhua System in Liaoning are supposed to be less than 1000 Ma, which is almost at the same time or slightly earlier than the Nanhua System in south China (~850 Ma).

Key words : Nanhua System; Yintun Formation; Yongning Formation; tillite; glacial period; zircon LA-ICP-MS U-Pb age; Liaoning Province

0 引言

南华系是我国地层委员会(2002、2012 年)确定的 一个系级地层单位^[1],时代归属为新元古代.其下伏 地层为青白口系,上覆地层为震旦系.南华系在我国 南方较为发育,分下、中、上3个统,下统自下而上为 长安组、富禄组;中统由古城子组和大塘坡组组成;上 统为南沱组. 下统长安组岩性主要为块状含砾泥质砂 岩,富禄组以厚层状长石石英砂岩为主,顶部为炭质页 岩夹锰矿,底部夹铁质砂板岩、碧玉铁质岩或赤铁矿透 镜体;中统下部古城子组由青灰色含砾杂砂质泥岩组 成,上部大塘坡组主要为灰黑色含锰页岩及粉砂岩;上 统南沱组主要由灰绿色、灰色及少量紫红色块状冰碛

收稿日期 2015-09-11 修回日期 2015-10-18. 编辑 张哲.

作者简介:卢崇海(1957—),男 教授级高级工程师,主要从事区域地质调查及矿产勘查工作,通信地址辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路42号羽丰大厦 23F E-mail/Inlch99@163.com

砾岩和冰碛纹层泥岩组成. 长安组为南华系第一期冰 碛事件,古城子组为第二期冰碛事件,南沱组为第三期 冰碛事件.

南华系下界年龄推定为 780 Ma,上界年龄 635 Ma (全国地层委员会,2012),与国际前寒武纪地层年表中 的新元古代成冰纪(Cryogenian 850~635 Ma)大致对应.

南华系在北方是否存在 众多学者争议较大,争议 的焦点是该期冰碛物在北方是否存在与南方南华系相 同的冰碛事件堆积物.本文依据野外实地调查获得的 资料,对分布于辽宁北部地区殷屯组,辽东及辽南地区 出露的永宁组等进行划分对比研究,探讨北方南华系 存在的依据.

1 近期北方南华系研究进展

自 2000 年全国地层委员会在扬子地区原震旦系 下部划分出南华系以来,众多学者在北方也相应对南 华系进行划分尝试,主要有辽宁 1:25 万丹东市等 6 幅 区调(2000~2003)首次在辽宁境内使用南华系,将辽 南地区原震旦系下统长岭子组(723±45 Ma)及辽东地 区康家组划归南华系;高振家等人(2003)对辽南原震 旦系五行山群 3 个组和金县群 5 个组均划归南华 系[2] 辽宁 1:5 万平顶山等 4 幅区调(2012)将细河群 桥头组划归南华系;辽宁1:5万复州城等6幅区调 (2010)将长岭子组划归南华系;曲洪祥等(2011)将辽 南细河群桥头组、康家组和辽北汛河地区殷屯组划归 南华系[3] 全国地层委员会《中国地层表》编委会 将辽 东桥头组划入南华系(2012);郭灵俊、陈志勇等[4]在 内蒙古大兴安岭地区开展的 1:25 万莫尔道嘎等 3 幅 区调中,在青白口系佳疙瘩组变安山岩中获得单颗粒 锆石 U-Pb 723±42 Ma 的年龄数据,把该组部分地体 划入南华系. 总之,上述学者对北方南华系的划分方案 不一,与中国南方南华系对比,在物质成分组成和形成 环境等方面 均存在着较大差异 只是在年龄上与南华 系相当 对北方南华系的划分 有待进一步商榷.

2 辽北殷屯组冰碛物特征及区域对比

殷屯组系李学鲁、王耀东等(1963)命名^[5-6].分布 于铁岭殷家屯、利拾山、上八家子-得胜沟、上马耳山-太平寨一带,呈近东西向展布,断续延长约25 km,宽 250~3000 m不等,出露面积约19 km².

2.1 地质特征

殷屯组位于华北地台()胶辽台隆()铁岭-靖 宇台拱()汎河凹陷()北部(图1).区内出露地层 主要有新太古代鞍山岩群红透山岩组,中元古界长城 系、蓟县系,新元古界震旦系及中生界侏罗系、白垩系 等.岩浆岩主要有新太古代花岗质片麻岩,元古代辉绿 岩、细碧岩,中生代花岗斑岩等.

殷屯组在本区以角度不整合覆于长城系大红峪 组、高于庄组和蓟县系雾迷山组之上(图 2),上部未见 压覆地层.通过对辽宁 1:5 万大甸子等 3 幅及铁岭县 等 2 幅区调(1986,1989)殷屯组地质剖面的修测,自下 而上划分 3 个岩性(图 2、3).该组总厚度 804.16 m,层 序如下:

未见上覆地层

三段 (拟建汎河组)厚度	80.01 m										
25. 灰绿色钙质泥质粉砂岩	7.32 m										
24. 灰黄色冰碛砾岩	0.37 m										
23. 灰绿色纹层状钙质泥质粉砂岩夹冰碛砾岩透镜体	11.98 m										
22. 灰黄色冰碛砾岩	1.55 m										
21. 灰紫色纹层状泥砂质板岩	1.94 m										
20. 灰黄色冰碛砾岩	0.80 m										
19. 灰紫色纹层状泥砂质板岩	1.89 m										
18. 灰黄色冰碛砾岩	0.55 m										
17. 灰绿色纹层状泥砂质板岩	2.52 m										
16. 灰绿色冰碛砾岩	0.63 m										
15. 紫红色纹层状含砂质泥质铁质粉砂岩	6.37 m										
14. 灰绿色薄层细粒岩屑石英砂岩	3.74 m										
13. 灰紫色细粒岩屑石英砂岩	12.09 m										
12. 灰绿色、灰黄色细粒石英砂岩	8.80 m										
11. 灰紫色含砂质泥质粉砂岩	2.40 m										
10. 灰黄色细粒岩屑石英砂岩	2.85 m										
9. 灰紫色泥质铁质粉砂岩	1.35 m										
8. 灰紫色泥质板岩	1.98 m										
7. 灰紫色中细粒岩屑石英砂岩	7.2 m										
6. 灰绿色含砂质泥质粉砂岩	1.8 m										
整合接触											
二段(拟建八家子组)厚度	364.66 m										
5. 灰紫色细粒岩屑石英砂岩	7.2 m										
4. 紫红色厚层中粒石英砂岩	307.25 m										
3. 紫红色中粗粒含砾石英砂岩	50.21 m										
整合接触											
一段(拟建殷屯组)厚度	359.80 m										
2. 紫红色中粗砾复成分冰碛砾岩	232.49 m										
1.紫红色粗砾复成分冰碛砾岩	127.31 m										

下伏雾迷山组三段白云岩夹板岩

通过野外对殷屯组重新调研,殷屯组一段紫红色 中粗砾复成分冰碛砾岩与中元古界雾迷山组三段呈角 度不整合接触;二段底部紫红色中粗粒含砾石英砂岩 与一段紫红色中粗砾复成分冰碛砾岩为整合接触;三 段灰绿色含砂质泥质粉砂岩与二段灰紫色细粒岩屑石



图 1 辽宁省铁岭县殷屯地区地质图

Fig. 1 Geological map of Yintun Area, Tieling County, Liaoning Province

1-第四系(Quaternary);2一下白垩统南康庄组(Lower Cretaceous Nankangzhuang fm.);3一下侏罗统+中侏罗统(Lower Jurassic + Middle Jurassic);4—南 华系殷屯组三段(3rd mem., Yintun fm., Nanhua sys.);5—殷屯组二段(2nd mem., Yintun fm.);6—殷屯组一段(1st mem., Yintun fm.);7—新元古界青白口 系景儿峪组(Jingeryu fm., Qingbaikoun sys., Neoproterozoic);8—青白口系下马岭组(Xiamaling fm., Qingbaikoun sys.);9—中元古界蓟县系铁岭组(Tieling fm., Jingxian sys., Mesoproterozoic);10—蓟县系洪水庄组(Hongshuizhuang fm., Jingxian sys.);11—蓟县系雾迷山组三段(3rd mem., Wumishan fm., Jingxian sys.);12—雾迷山组二段(2nd mem., Wumishan fm.);13—雾迷山组一段(1st mem., Wumishan fm.);14—蓟县系杨庄组(Yangzhuang fm., Jingxian sys.); 15—中元古界长城系高于庄组(Gaoyuzhuang fm., Chancheng sys., Mesoproterozoic);16—新太古代红透山岩组(Hongtoushan fm., Neoarchean);17—花岗 斑岩(granite porphyry);18—安山玢岩(andesitic porphyrite);19—辉绿岩(diabase);20—新太古代花岗质片麻岩(Neoarchean granitic gneiss);21—断层 (fault);22—郑-庐断裂带(Tan-Lu fault belt)





英砂岩为整合接触. 殷屯组 3 个岩性段依据岩性组成 及接触关系可分别厘定为 3 个组级岩石地层单位. 其 中殷屯组一段可厘定为殷屯组,二段厘定为八家子组, 三段可厘定为汎河组(将在后期研究进一步厘定).本 次研究仍采用前人殷屯组划分为3个岩性段. 2.2 冰碛砾岩特征



图 3 铁岭县殷屯组三段地质剖面图 Fig. 3 Geologic section of Member 3, Yintun Formation in Tieling County

辽北地区殷屯组一段砾石成分主要为紫红色变质 石英砂岩和少量板岩、灰岩、花岗质片麻岩、变辉绿岩、 白云岩和细碧岩.砾石磨圆度较好,多呈椭圆状、扁平 状,排列杂乱无序(图 4a、b).砾径一般为 8~20 cm,大 者可达 40~50 cm,小者 2 cm.砾岩由粗砂和小砾石胶 结(图 4c) 胶结紧密 局部砂质成分集中 构成透镜状 紫红色砂岩层(图 4d) 厚 0.2~1 m. 在一段砾岩中可见 砾石表面具有压坑现象(图 4g) 压坑大小(2.5~3) cm× (2.5~4) cm, 深度达 0.5 cm. 部分砾石表面见有冰川擦 痕和阶步(图 4h) 砾石压弯呈马鞍状(图 4e),并有较



图 4 殷屯组一段冰碛砾岩 Fig. 4 Till conglomerate of Member 1, Yintun Formation

小砾石镶嵌在大砾石中(图 4f、i)和砾石受冰川作用沿 裂隙发生错移现象(图 4j).上述砾岩中所表现出的特 征均为殷屯期冰川作用形成的典型冰碛物.

殷屯组二段,岩性主要为紫红色中粗粒石英砂岩 和厚层中粒石英砂岩,厚度为357.46m.此时,本区冰 川作用相对减弱,进入间冰期河湖相沉积阶段.

殷屯组三段,主要岩性为灰绿色、灰紫色纹层状泥 质、粉砂质板岩、灰紫色纹层状泥质粉砂岩夹多层灰黄 色、灰绿色冰碛砂砾岩.在三段上部见有至少4层冰碛 砾岩层和透镜状冰碛砾岩,层厚0.55~1.55 m,砾石成 分主要有石英砂岩、石英岩、辉绿岩、长石石英砂岩、花 岗质片麻岩、细碧岩、白云岩.砾石大小不等,一般在 1~2 cm,最小0.2 cm,最大4.5 cm(图5a、b).砾石呈次 圆状、尖棱角状、水滴状、条形状等,砾石排列杂乱无 序,混杂堆积,胶结物主要为砂质和泥质胶结,反映出 典型冰碛作用的特点.



图 5 殷屯组三段冰碛砾岩 Fig. 5 Till conglomerate of Member 3, Yintun Formation

2.3 殷屯组沉积环境分析

从殷屯组各段岩性特性分析可知,一段灰紫色冰 碛砾岩磨圆度较好,砾石大小不等,形状各异,说明冰 碛砾岩经历了快速长距离搬运,在山间沟谷中形成无 序混杂堆积,沉积环境相当于冰川作用下类磨拉石建造;二段底部岩性为灰紫色含砾石英砂岩,中、上部为厚层状灰紫色石英砂岩,岩石中见有纹层状构造和波痕,反映出炎热、河湖相沉积环境,为间冰期沉积的产物;三段,从岩性组合分析,下部为灰紫色薄层石英砂岩,反映出滨湖相沉积环境,中部为灰黄色冰碛砾岩与灰紫色纹层状泥砂质板岩及粉砂岩互层,从岩石组合特点反映出本区进入了第二个冰川活动期,沉积了厚逾80m的冰水堆积物,上部岩性主要为灰绿色纹层状泥质板岩,反映出深水冰湖相沉积环境.

本区南华纪经历了早期(殷屯冰期)寒冷气候条件 下冰川形成阶段;早中期出现炎热气候环境,冰川开始 融化,形成冰期泥石流,沿山间河谷堆积了一套巨厚层 复成分冰碛砾岩组合;中期阶段本区冰川作用减弱,在 炎热强氧化环境下沉积了一套灰紫色厚层石英砂岩组 合,相当于间冰期沉积的产物;中晚期阶段本区又一次 出现寒冷气候,进入第二次冰期(汎河冰期),堆积了总 厚逾 80 m 的冰水堆积物;晚期阶段冰川作用逐渐消 失,进入深水湖相沉积阶段.

总体上,本区冰川活动经历了第一次冰期—间冰 期—第二次冰期—冰川活动结束的演化过程.

3 辽南、辽东地区永宁组冰碛堆积物特征

3.1 辽南永宁组冰碛物堆积特征

辽南永宁组主要分布于庄河步云山,瓦房店市许 屯、松树、永宁、复州城和旅顺老铁山、上沟一带.该组 由一套厚度巨大的砂岩和复成分砾岩组成,在瓦房店 市大毛岚子、马家屯等地以角度不整合覆于新太古代 花岗质片麻岩之上,在瓦房店市许屯、盖州市张家南沟 平行不整合在中元古界榆树砬子组之上,在瓦房店市 头道河被新元古代钓鱼台组以平行不整合覆盖.出露 面积约 1050 km²,厚度 466.7~6000 m.

复州地区永宁组下部为灰白、灰色中厚层长石石 英砂岩、长石砂岩夹板岩,局部夹复成分砾岩;上部为 灰紫、紫红色中厚层长石砂岩、含砾长石砂岩、夹复成 分砾岩.局部地段复成分砾岩与砂岩交互出现,砾岩层 厚 5.05~201.20 m.砾石成分复杂,有火遂石、石英岩、 含铁磷角砾岩、中性脉岩、花岗质片麻岩等,多呈次圆状, 分选中等,砾石排列杂乱无序(图 6a),砾径 0.5~5 cm, 大者达 10~20 cm.砾石中可见压坑(图 6b)、马鞍石(图 6c),小砾石镶嵌在大砾石中(图 6d)等典型冰碛作用 特征.本组大部砂岩具波状层理,单向斜层理,上部斜 层理发育.除单向斜层理外,还见有多向交错层理及收



图 6 辽南永宁组砾岩 Fig. 6 Conglomerate of Yongning Formation in southern Liaoning

敛的斜层理.上述沉积特点反映出,永宁组早期表现为 河流-冲积扇相的沉积特点,中晚期为山间冰碛泥石 流堆积的沉积环境.

3.2 辽东永宁组冰积堆积特征

辽东永宁组分布于桓仁普乐堡、牛毛大山、宽甸大顶子等地,不整合于古元古代辽河群之上,与上覆钓鱼台组呈平行不整合接触,厚度1146.6~2263.1 m,出露面积约206 km²,岩性为灰白、紫色中厚层含砾石英砂岩、石英砂岩及复成分砾岩,局部夹板岩.

砾石以石英岩和石英砂岩为主,花岗质片麻岩、花 岗岩少量.砾石呈圆状、不规则状,直径一般为3~5 cm, 最大者 25~30 cm,分选性差,排列杂乱无序.砾岩层特 征基本与辽南永宁组一致.

4 辽宁南华系冰期与南方南华系冰期划分对比

研究区属于华北地层区辽东地层分区,南华系主要分布于汛河地层小区及大连地层小区和太子河地层 小区.辽宁南华系以汛河地层小区殷屯组冰碛砾岩为 最典型,殷屯组与中元古界雾迷山组以角度不整合分 界(图 2)作为本区南华系之底界;大连地层小区永宁 组冰碛砾岩组合与古元古代片麻状二长花岗岩呈异岩 不整合及以平行不整合在中元古界榆树砬子组之上为 南华系底界;太子河地层小区永宁组冰碛砾岩组合与 下伏古元古代辽河群里尔峪组以角度不整合为南华系 的底界;康家组以紫色、黄绿色页岩、钙质页岩组合 与寒武系碱厂组石英砂岩平行不整合接触分界,作为 南华系的顶界^[5].辽宁南华系与南方南华系划分对比 见表 1.

从表1划分和区域对比可看出,研究区殷屯组一段和辽南、辽东永宁组在岩性组合上基本一致,均由紫 红色冰碛砾岩、紫色含砾石英砂岩、紫红色中粗粒石英 砂岩组成,可与《中国地层表》编委会(2012)和湘、黔、 桂地区分布的长安组进行对比,为辽北、辽东、辽南地 区第一次冰碛事件(殷屯冰期);殷屯组二段与辽东和 辽南的钓鱼台组、南芬组在沉积物堆积时间上可能一 致,但在沉积环境上有所差异,前者为河流相沉积,后 者为滨海相和浅海相近陆源碎屑沉积,其中,钓鱼台组 中普遍见有海绿石砂岩沉积,显示出温凉的气候特征, 南芬组上部岩石以紫色为主,具有砂、页岩互层的现 象,表明了缓慢沉积作用的特点.殷屯组二段、钓鱼台 组和南芬组在岩性组合特征上可与南方富禄组和大塘 坡组进行对比,相当于间冰期堆积的产物.据前人资

《辽宁省区域地													全国地层委员						本文																								
 「「」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」			质志》(1989) 太子河地层小 区			高振家(2003) 大连地层小区				曲洪祥等(2011) 大连地层小区				会《中国地层 表》编委会 (2012)		湘、黔、桂地区 (2012)			大连地层小区			太子河地层 小区		也层	汎河地层小区																		
震日系	寒武系	大林 子组 葛屯 组				屋尻	震旦系		大林 <u>子组</u> 葛屯 组	<u>(</u>] [] 寒武〕		寒武系		寒武系		寒武系			寒詞	大林 寒武系 葛可 组			寒武系																				
	金县群	兴民 村组 崔																								兴 村 崔 家 祖				兴村崔 屯		上统	灯影组		上统	灯影组			兴 村 崔 玄 组				
		马 <u>屯</u> 十里 <u></u> 雪子		地层缺失		南化	上统	金县群	马屯十里 <u></u> 营子			金县群	马屯十里 组营子	震日系	下统	陡山 沱组	震旦系	下 陡 沱:	陡山	震旦系	金县群	马 <u>屯</u> 十里 <u>组</u> 营子	地层缺失		失	地层缺失																	
	五行	甘井 子组 南关 岭组						五行	甘井 子组 南关 岭组	南	上 统 南 华 系 下 统	五 行 山 群	甘井 子组 南关 岭组								五 行 山	甘井 子组 南 岭 组																					
	群	长岭 子组	震旦系	康	家组	下	群	长岭 子组	华系	行 山 群			行 山 群	行山群	行 山 群	行山群	行山群	行山群	行 山 群	行 山 群	长岭 子组		上统	上 南沱 统 组		上 统	南沱组	-	群	长岭 子组 桥头 组	康家组	家组			三段 (拟建 汎河								
青白口系	细河群	桥头 组		桥头组			统		桥头 组				桥头 组		中	大塘 坡组		中	大塘 坡组		4m	南芬			桥头 组			组)															
		南芬 组		南魏	南芬组	青白口	-	细 河	南芬 组			细 河 群	南芬 组	南华	统	古城 子组	南化	统	古城 子组	南化	细 河 群	组	南	细 河	南芬 组	南华	殷	二段															
		钓鱼 台组	青白口	河 群	钓鱼 台组			群	钓鱼 台组	青白			钓鱼 台组	系	T	富禄 组	平系	Ŧ	富禄 组	华系		钓鱼 台组	平系	群	钓鱼 台组	系	电 (九 组 八) 子:	(拟建 八家 子组)															
		永宁 组	1 系		永宁 组	山系				□ 系					♪统	长安 组		▷统	长安 组			永宁 组			永宁 组			一段 (拟建 殷屯 组)															

表1 辽宁南华系与华南南华系划分对比表 Table 1 The Contrast Table on Division of Nanhua System in Liaoning and South China

料[7]介绍,在扬子陆块古城子冰期冰碛物沉积厚度很 小,一般不到10m,说明华南第二冰期持续时间相对 较短,而在辽北、辽东和辽南地区出露的殷屯组、永宁 组中缺失相当于古城子组冰碛物堆积;殷屯组三段由 冰碛砾岩和具纹层状构造的泥质粉砂岩、板岩组成,为 冰湖相沉积 桥头组、康家组以灰色砂岩与黑色页岩、 钙质页岩互层为特征 砂岩中见有海绿石 页岩具有水 平细纹层状构造,一些研究者曾报道在桥头组等地层 中发育有冰晶痕[2]. 虽然殷屯组三段与桥头组、康家组 在沉积环境上表现不同,但二者均具有寒冷气候标志. 总之 殷屯组三段 辽南、辽东桥头组及康家组 在岩性 组合特征上与南方南沱组可进行对比,为本区第二次 冰碛事件(汎河冰期)的产物.

从已获得的资料分析,辽宁南华系两次冰碛事件 与南方长安组和南沱组冰期对比是可行的,部分学者 认为辽宁南华系属于"温暖型南华系",不存在冰碛事 件的观点有待商榷. 笔者认为辽宁南华系与南方南华 系演化过程基本是一致的,均经历了寒冷气候—炎热 气候—寒冷气候—温暖气候的演化过程.

5 辽北殷屯组及辽南永宁组同位素测年数据讨论

本次研究分别在辽北殷屯组一段采集了灰紫色中 粒岩屑石英砂岩,在殷屯组三段采集了灰紫色泥质铁 质石英砂岩及在辽南瓦房店永宁组采集了灰紫色中粒 石英砂岩 3 个同位素测年样品,由吉林大学东北亚矿 产资源评价国土资源部重点实验室(2014)采用锆石 LA-



图 7 辽北殷屯组一段碎屑锆石阴极发光图像





图 8 辽北殷屯组一段碎屑锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 8 The concordia plot of detrital zircon U-Pb from Member 1, Yintun Formation in Northern Liaoning

ICP-MS U-Pb 的方法,对 3 个样品中的碎屑锆石进行 了测试.

5.1 南华系殷屯组一段测年样品中的锆石年龄

样品(YTW1,123°47′35″E,42°11′32″N)中的锆石 阴极发光图像特征:锆石颜色主要为褐黄色,其次为粉 黄色—无色透明,晶形多为次圆状、半截锥状,少量为 长柱状,具有较强磨蚀现象,应属于碎屑锆石.锆石粒 度多在100~200 μm之间,晶体长宽比为2:1~3:1.从图 像(图7)可看出大部分锆石具有岩浆生长震荡环带和 韵律结构,属于岩浆结晶的产物.在图8中,辽北南华 系殷屯组一段碎屑锆石 U-Pb模式年龄出现一系列峰值, 主要集中在2800 Ma、2600~2400 Ma、2200~1800 Ma和 1600 Ma,反映出本区经历了不同时期构造-热事件,同时也说明殷屯组一段沉积物质的物源主要来源于辽东半岛太古宙—中元古代地体,这与殷屯组一段中所见砾石成分是一致的.殷屯组一段碎屑锆石 U-Pb 最年轻模式年龄为 1600 Ma,依据殷屯组一段与中元古界蓟县系雾迷山组呈角度不整合接触关系,推测该套冰碛堆积物形成年龄应小于 1000 Ma,时代应为新元古代中晚期.

5.2 南华系殷屯组三段测年样品中的锆石年龄

样品(YTW3-1,123°47′00″E,42°11′30″N)中锆石 阴极发光图像特征:锆石颜色主要为褐黄色,其次为粉 黄色—无色透明,晶形多为次圆状、半截锥状,少量为



图 9 辽北殷屯组三段碎屑锆石阴极发光图像 Fig. 9 The cathodoluminescence image of detrital zircon from Member 3, Yintun Formation in Northern Liaoning



图 10 辽北殷屯组三段碎屑锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 10 The concordia plot of detrital zircon U-Pb from Member 3, Yintun Formation in Northern Liaoning

长柱状,具有较强的磨蚀现象,属于碎屑锆石,锆石粒 度多在100~200 μm之间,晶体长宽比为2:1~3:1.从锆 石阴极发光图像(图9)显示出典型的岩浆生长振荡环 带和韵律结构,说明大部分锆石属于岩浆结晶的产物. 在图10中,辽北南华系殷屯组三段碎屑锆石 U-Pb模 式年龄出现了一系列峰值,2900 Ma、2600~2200 Ma、 2150~1700 Ma,与殷屯组一段 U-Pb模式年龄出现的 峰值年龄基本一致,反映出本区经历了多期构造一热 事件活动,同时也证明了殷屯组三段沉积物质物源主 要来源于辽东半岛的太古宙—中元古代地体.殷屯组 三段 U-Pb 锆石最年轻模式年龄为 1700 Ma,推测该套 冰碛物形成年龄应小于 1000 Ma,时代为新元古代中 晚期.

5.3 辽南永宁组中粒石英砂岩中的锆石年龄 样品(WYTW1,121°05′00″E,39°47′38″N)中锆石



图 11 辽南永宁组碎屑锆石阴极发光图像







Fig. 12 The concordia plot of detrital zircon U-Pb from Yongning Formation in Southern Liaoning

519

阳极发光图像(图 11)特征: 锆石颜色以无色透明为 主,其次为浅黄色-粉白色,晶形多为次圆状、半截锥 状,少量为长柱状,具有磨蚀现象,属于碎屑锆石类,锆 石粒度多在 100~150 μm 之间,个别达到 200 μm,晶 体长宽比为 1.5:1~2:1. 从锆石阳极发光图像(图 11)可 看出具有较典型的岩浆生长振荡环带和韵律结构,应 属于岩浆结晶的产物.在图 12 中,辽南永宁组碎屑锆石 U-Pb模式年龄出现的峰值集中分布在 2450~2500 Ma 区间,少量锆石峰值在 2070 Ma,从锆石峰值年龄和砾 石成分(中元古代榆树砬子组石英砂岩)反映出本区经 历了新太古代—中元古代构造-热事件活动,同时又 证明了永宁组冰碛物来源于辽东半岛出露的新太古 代—中元古代地体.本次测试获得永宁组 U-Pb 锆石 最年轻的年龄为 2075 Ma,推测该套冰碛物形成年龄 应小于 1000 Ma 时代为新元古代中晚期.

本区永宁组的上覆地层为新元古代青白口系细河 群钓鱼台组,与永宁组为平行不整合接触关系.依据高 林志等^[8]对出露于辽东半岛的钓鱼台组中碎屑锆石采 用U-Pb SHRIMP 方法测年 获得最小年龄为1075 Ma; 吉林省地质调查院于 2007 年完成的 1:25 万靖宇县等 3 幅区调项目在白山市青沟子青白口纪钓鱼台组采集 了含海绿石石英砂岩同位素测年样品,通过对海绿石 采用 K-Ar 法测年 获得年龄值为 818 Ma.上述在两个 地区钓鱼台组获得的同位素年龄数据均说明钓鱼台组 的沉积时代晚于 1000 Ma.在瓦房店和辽东桓仁普乐 堡地区见钓鱼台组与永宁组为平行不整合接触,但二 者沉积间断时间较短,基本上是一个连续的沉积过程, 从而间接的证明了永宁组形成时代应小于 1000 Ma.

6 结论

通过笔者近期的研究,认为在辽北、辽东和辽南地 区存在南华纪地层.从辽北殷屯组和辽南及辽东地区 分布的永宁组冰碛沉积物特征得到了较充分佐证,在 该区可划分出殷屯和汛河二期冰碛事件.此外,从本次 研究获得的殷屯组一段、三段和辽南永宁组碎屑锆石 U-Pb 最小年龄数据,可以推测出这套冰碛沉积物形成 的时代应小于 1000 Ma,相当于南华纪时期沉积的产 物,但在形成时间上可能要略早于华南南华纪,推测形 成时间应小于 850 Ma,与国际上划分的新元古代成冰 纪底界年龄基本相当.

本次研究依据冰碛物组合特征、接触关系及形成 的大地构造环境,结合同位素测年资料,把辽北殷屯组 和辽东、辽南地区大面积分布的永宁组厘定为同期形 成的产物.如果这种观点得到认可,对分布于辽北、辽 东、辽南地区的原划为新元古代青白口系细河群岩石 地层单位,包括永宁组、钓鱼台组、南芬组、桥头组,均 可归属到南华系范畴.

对出露于辽东和辽南地区的永宁组、桥头组、康家 组和长岭组冰碛物演化特征本文研究尚不充足需在 今后研究中进一步细化.

参考文献:

- [1]全国地层委员会《中国地层表》编委会.中国地层表(试用稿)[M]. 2012.
- [2]高振家 陈克强. 新疆的南华系及我国南华系的几个地质问题[J]. 地质调查与研究, 2003, 26(1): 8—13.
- [3]曲洪祥 鲍庆忠. 辽宁南华系的划分及其特征[J]. 地质与资源, 2011, 20(6): 430—433.
- [4]郭灵俊 陈志勇 ,孟二根 ,等.大兴安岭北部地区的南华系[J]. 地质 通报, 2005, 24(9): 826—830.
- [5]辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989:1-856.
- [6]辽宁省地质矿产勘查开发局. 辽宁省岩石地层[M]. 武汉:中国地质 大学出版社, 1997: 1—247.
- [7]彭学军,刘耀荣,吴能杰,等.扬子陆块东南缘南华纪地层对比[J]. 地层学杂志,2004,28(4):354—359.
- [8]高林志 涨传恒,等. 辽东半岛细河群沉积岩碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 2010, 29(8): 1113—1122.